

高速実験炉「常陽」照射用炉心移行作業報告書



1983年2月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
	N.941 83-27
この資料は 図書室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です	
動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター技術管理室	

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

1. 9 8 3 年 2 月

高速実験炉「常陽」照射用炉心移行作業報告書

中村 和夫 [*]	藤枝 清 [*]	伊東 秀明 [*]	郡司 泰明 [*]	横田 淑生 [*]
岩田 秀三 [*]	田中 道男 [*]	本川 敏幸 [*]	原 譲二 [*]	田中 康雄 ^{***}
青野 忠純 [*]	沢 直成 [*]	滝田 昭久 ^{*****}	大内 一利 ^{*****}	向坊 隆一 ^{*****}
米田 吉之 ^{**}	飯田 正明 [*]	藤原 昭和 [*]	佐藤 勲雄 [*]	

要 旨

高速実験炉「常陽」は、昭和57年1月より「燃料・材料開発などの照射施設」として利用するため、増殖用(MK-I)炉心から照射用(MK-II)炉心への移行を実施した。

本移行作業は、使用済炉心構成要素を新炉心構成要素へ各々290体交換する照射用炉心構成を主作業とし、制御棒上部・下部案内管交換、駆動部改造等のMK-II移行に伴う改造、及び関連作業として予備中性子検出系の設置、新燃料受入及び検査、使用済燃料プール間移送等の作業が実施された。

昭和57年度中に熱出力100MWを達成するという目標のもとに綿密な計画を立て、当初の基本計画どおり、11月22日に臨界、12月23日に初期炉心構成作業を終了し、100MW性能試験に引継いだ。

MK-II移行期間中に取扱われた炉心構成要素本数は、過去5年間の約2倍になり、また併行して行われた定期・自主検査及び保守・補修作業によって、燃料取扱設備の運転・保守に関する種々の経験並びに貴重なデータが得られた。

本移行作業を実施するに当たり検討された各種問題点、移行作業計画、移行作業実績及び保守・補修実績、移行作業期間に於ける諸成果等について報告する。

* 大洗工学センター高速実験炉部MK-IIプロジェクト

** 大洗工学センター高速実験炉部原子炉第1課

*** " " 原子炉第2課

**** 高速増殖炉開発本部建設計画部

***** 大洗工学センター安全管理部放射線管理課

MK - II Core Conversion Activities Result
In The Experimental Fast Reactor "Joyo"

K. Nakamura*, K. Fujieda*,
A. Fujiwara*, and I. Sato*

Abstract

In the Experimental Fast Reactor "Joyo", Core Conversion from the Breeding Core (MK-I Core) to the Irradiation Core (MK-II Core) was begun in January 1982. Core Conversion required the refueling of 290 core elements, reconstruction of the control rod drive mechanism, and change-out of both the upper guide tube and lower guide tube of the control rods.

The schedule for these activities was planned carefully to achieve 100MWt power in March 1983.

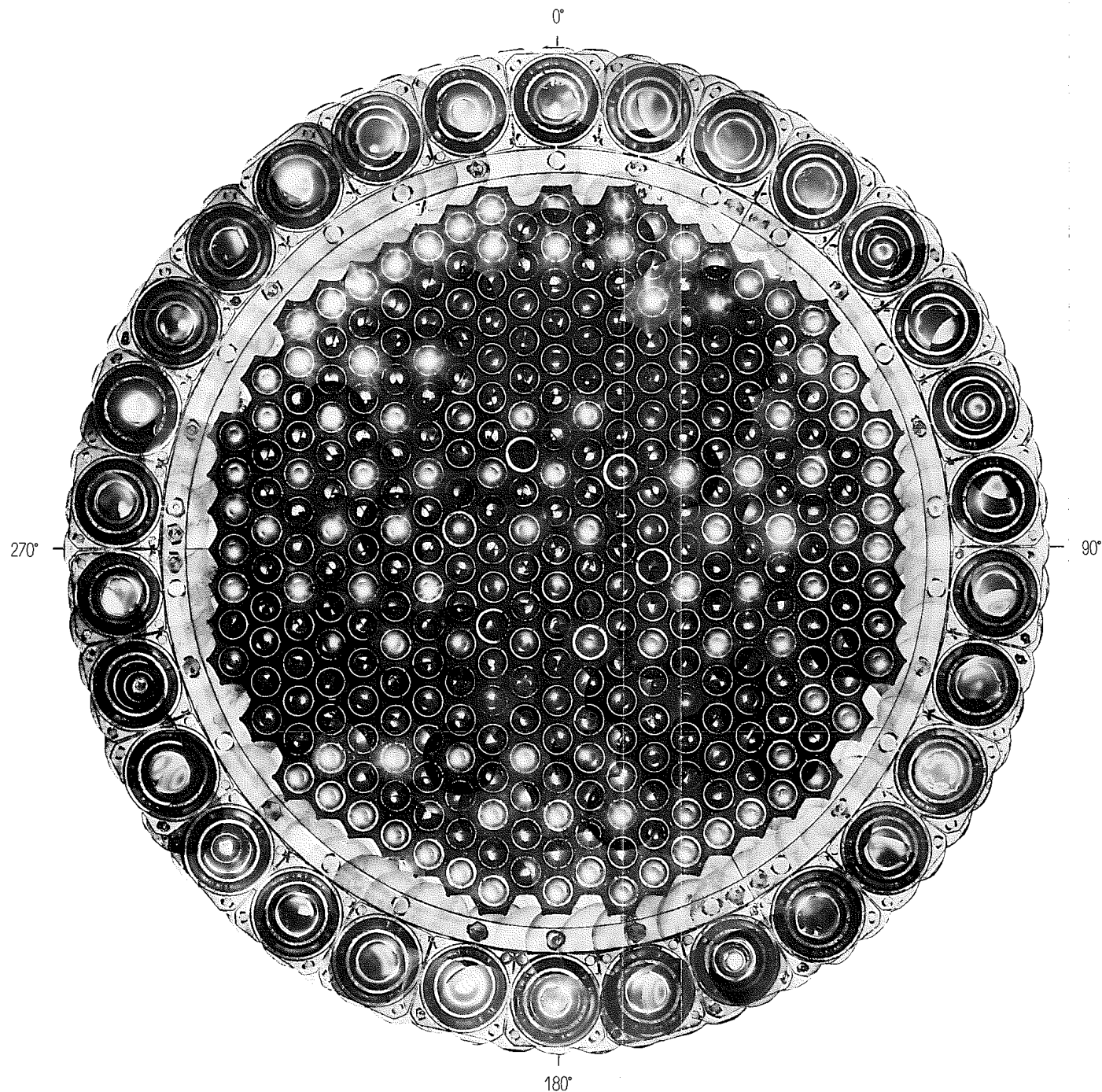
Joyo achieved MK-II core initial criticality on November 22, 1982, on schedule and immediately began core characterization.

As the result of the Core Conversion activities, we handled many core elements, twice as many as before this core conversion, and in so doing obtained many kinds of experience and data for maintenance and operation of the refueling system.

This report describes the considerable pre-conversion activities and planning, and the accomplishments and results of these Core Conversion activities.

*: MK-II Project Section, Experimental Fast Reactor Division, Ōarai Engineering Center, PNC.

高速実験炉「常陽」炉心頂部写真



「常陽」は液体金属ナトリウムを冷却材に用いる高速炉であり、この度初めて炉心の写真撮影に成功した。

この写真は新たに作られた常陽の第2期段階の照射用炉心と呼ばれるもので、昭和57年1月から10ヶ月余りの間に約300体の炉心構成要素を交換することにより成し遂げられた。

写真撮影は、昭和57年11月11日と12日に行われた。

写真の作成に当っては、炉上部回転プラグの燃料交換孔上にガラス窓を据付け、回転プラグを回転し、400mm望遠レンズにて約7.8m下方に位置する炉心構成要素を1体ずつ撮影したものを炉心全体について合成したものである。

この写真は、炉内ナトリウムのドレン状況、燃料集合体の方向性炉心構造物の健全性並びに燃料取扱用ボットの使用状況を鮮明に物語っており、極めて意義深い成果を我々にもたらした。

MK-IIプロジェクトチーム

目 次

1. はじめに	1
2. 照射用炉心移行作業の概要	3
2.1 「常陽」のあゆみ	3
2.2 増殖用炉心体系と照射用炉心体系	7
2.3 照射用炉心移行作業の概要	12
2.3.1 照射用炉心の概要	12
2.3.2 MK-II 移行に伴う改造内容	13
2.3.3 照射用炉心移行作業の概要	16
2.4 関連設備の概要	16
2.4.1 原子炉本体の概要	16
2.4.2 炉心構成要素の概要 (MK-II 炉心)	19
2.4.3 燃料取扱設備の概要	21
2.4.4 制御設備の概要	43
3. MK-II 移行計画の推移	50
4. 照射用炉心移行作業計画	56
4.1 基本工程の作成	57
4.1.1 基本工程作成の経緯及び第1次基本工程の作成	57
4.1.2 第2次基本工程の作成	65
4.2 燃料取替計画の作成	70
4.3 燃料交換作業実施体制の検討	90
4.3.1 燃料交換サイクルの検討	92
4.3.2 燃料交換作業実施体制の検討	95
4.4 各種計画書の作成及び各種計画・検討	111
4.4.1 各種計画書の作成	112
4.4.2 燃料取扱設備の保守作業計画	117
4.4.3 新炉心構成要素および使用済炉心構成要素の貯蔵計画	121
4.4.4 燃料交換作業に伴う一次主循環ポンプの健全性検討	131
4.4.5 廃液移送計画	139
4.4.6 個体廃棄物の発生量の推定	141
4.4.7 脱塩水消費量及び供給量の検討	145
4.4.8 燃料出入機 Na ドリップパン交換周期の検討	148
4.4.9 トランスファーロータ部での Na オーバーフロー量の推定	150

4.5	照射用炉心移行に伴う燃料取扱設備の見直し事項	158
4.5.1	検討に際しての諸条件	158
4.5.2	設計検討結果及び改造計画	161
4.6	燃料取扱設備の教育訓練	172
4.7	運転マニュアル, チェックシート類の整備	182
4.8	未臨界度監視	195
4.9	放射線被曝管理	224
5.	作業実績	233
5.1	ACT-1 移行準備作業	252
5.2	ACT-2 CRDM撤去作業	265
5.3	ACT-3 予備中性子検出系の設置作業	270
5.4	ACT-4 燃料交換作業(1)	278
5.5	ACT-5 CR下部案内管交換作業	287
5.6	ACT-6 燃料交換作業(2)	310
5.7	ACT-7 燃料交換作業(3)	322
5.8	ACT-8 サーベランスリグ移送作業	332
5.9	ACT-9 燃料交換作業(4)	346
5.10	ACT-10 CRD上部案内管交換作業	356
5.11	ACT-11 CRDM据付調整作業	378
5.12	ACT-12 燃料交換作業(5)	389
5.13	ACT-13 格納容器全体漏洩率試験	399
5.14	ACT-14 γ 線源部装荷作業	408
5.15	ACT-15 燃料交換作業(6)〔臨界近接試験〕	418
5.16	ACT-16 新燃料受入作業	429
5.17	ACT-17 新燃料構内移送作業	447
5.18	ACT-18 反射体及び制御棒の受入作業	455
5.19	ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送作業	462
5.20	ACT-20 中性子検出器引抜・挿入作業	471
5.21	γ 線源部移動作業	476
5.22	NT-213 燃料交換作業(7)	485
5.23	廃液移送作業	491
5.24	使用済燃料貯蔵作業	499
5.25	未臨界度監視	531
5.26	燃料取扱用キャスクカーの遮蔽機能評価作業	555

5.27	炉心構成要素健全性確認作業	571
5.28	作業経費及び人工数実績	581
5.29	放射線被曝実績	597
6.	運転実績	606
6.1	燃料取扱設備の運転実績	606
6.2	諸設備の運転実績	665
7.	燃料取扱設備の保守実績	672
7.1	定期検査	674
7.2	自主検査	680
7.3	燃料取扱設備機器運転期間中に実施する必要がある保守	686
7.4	照射用炉心への移行に際して実施した改造等	687
8.	諸成果	699
8.1	運転操作に係る事項	710
8.2	保守作業に係る事項	736
8.3	設計に係る事項	751
8.4	照射用炉心移行に伴う作成資料一覧	814
9.	おわりに	826

1. は じ め に

1. はじめに

高速実験炉「常陽」は、わが国初の液体金属冷却型高速増殖炉でありその目的は設計、建設、運転を通じて高速増殖炉に関する技術的経験を得るとともに、燃料、材料の開発に供する為、照射施設として利用しわが国の高速増殖炉開発に資することである。

第1期の目的である「高速増殖炉の開発に必要な技術的経験を得る」ため昭和45年2月原子炉の設置許可（熱出力50MW）を受け、45年3月に建設を着手以来、52年4月23日に増殖用炉心（MK-I炉心）における初臨界を達成し、その後低出力試験を経て熱出力50MWの性能試験を終了した。53年9月には、熱出力75MW運転のための設置変更の許可と同時に照射用炉心（MK-II炉心、熱出力100MW炉心）運転のための設置変更の許可を受け75MWの性能が確認され、種々の貴重なデータ及び運転、保守経験を得て57年1月10日に無事第1期の目的を完遂した。又この間、照射用炉心移行作業に向けての設備の改造及び改善が実施されてきた。

57年1月より第2期の目的である「燃料、材料開発などの照射施設」として利用するため、増殖用炉心から照射用炉心への移行作業が開始された。

本照射用炉心への移行作業は原子力委員会の議決を得て、内閣総理大臣が定める55年3月31日付の「動燃事業団の動力炉開発業務に関する基本方針」に基づき「動燃事業団の動力炉開発に関する第3次基本計画」によって実施されたものである。

（第3次基本計画抜粋）

実験炉については、熱出力7万5千キロワットで運転を行い、原型炉の開発に必要な技術的経験を得るとともに照射用炉心に改造し、昭和57年度に熱出力10万キロワットで臨界に至らしめ、燃料、材料等の照射施設としても利用し、高速増殖炉の燃料材料の開発に必要なデータの蓄積等を行う。

照射用炉心移行作業は、照射用炉心を構成する為の燃料交換作業、及び原子炉制御設備の改造等、炉体まわりの作業が主たるものであり、又併行して第3回定期検査が実施される中、約11ヶ月という非常に厳しい工程ではあったが、当初の計画通り、57年11月22日、照射用炉心における初臨界を達成し、更に57年12月21日には、100MW初期炉心構成作業を完了した。照射用炉心移行作業は、①約300体という「常陽」がかつて経験したことのない多量の燃料交換作業を短期間で行う。②第3回定期検査と同時に進行する。③移行期間が11ヶ月と限定されている。

以上のことから移行期間中には機器の運転上、保守上の問題、工程、体制の問題等多数の問題点が出る事が予想された。

これらの問題点を解決すべく56年6月から各課より派遣されたメンバーによって高速実験炉部内に

MK-II 移行準備グループが結成され、MK-II 移行作業管理要網の作成を始めとして基本工程内容の検討を行うとともに、移行作業の大半を占める燃料交換作業の実施体制、及び人員の検討を実施し、各種作業の計画書、要領書の作成等を行った。これらの準備作業は、膨大な量となり万全の体制で移行作業へ突入する為に移行作業開始前までの短期間にて処理することが要求された。

移行作業は現場作業が主となるため、毎日が緊張の連続であったが毎朝のミーティング及び調整会議、運転会議等で作業内容の周知徹底を図り、安全に対する細心の注意が払われた。特に作業の大半を占める燃料交換作業は、限られた期間内に約 300 体を交換するには、深夜までの業務を必要とし、当直長指揮の元において直体制にて実施し、当初計画された工程通り遅延もなく作業は完了した。

本移行作業が前述した様に非常に厳しい工程の中で大きなトラブルもなく完遂出来たことは、事前の準備作業に万全を期したことと今迄培って来た「常陽」の運転保守経験及び貴重なデータが大きな糧となっていることは勿論であるが、高速実験炉部全員の昼夜を惜しまない情熱と熱意があったからこそ為し遂げたものであると同時に今後の高速炉開発に大きく寄与するものと考えている。

本報告書は、照射用炉心移行作業の集大成として移行作業を実施するに当たって検討された各種問題点の摘出と対策及び作業計画書作業要領書の作成、移行期間中を通じて知り得た諸成果、並びに計画と実績の評価等についてまとめたものである。

2. 照射用炉心移行作業の概要

2. 照射用炉心移行作業の概要

2.1 「常陽」の歩み

我が国で初めての液体金属冷却型高速増殖炉として、昭和45年2月に原子炉の設置の許可を受けた高速実験炉「常陽」は、同年3月に建設に着手して以来8年を経過した52年4月に我が国初、世界で5番目の臨界を達成した。

以後、53年7月熱出力50 MW、更に54年7月熱出力75 MWの出力上昇を達成し、引き続き75 MW熱出力での定格運転を55年、56年とそれぞれ3サイクル実施して、56年1月10日をもって増殖用第一期炉心（Mark-I炉心、以下MK-I）での運転を終了した。

「常陽」は、二つの目的をもって建設された。

その第一は、「原型炉及び将来の実用炉の開発に必要な技術的経験の取得」であり、第二は、「高速増殖炉用燃料・材料の開発の為の照射施設」としての利用である。

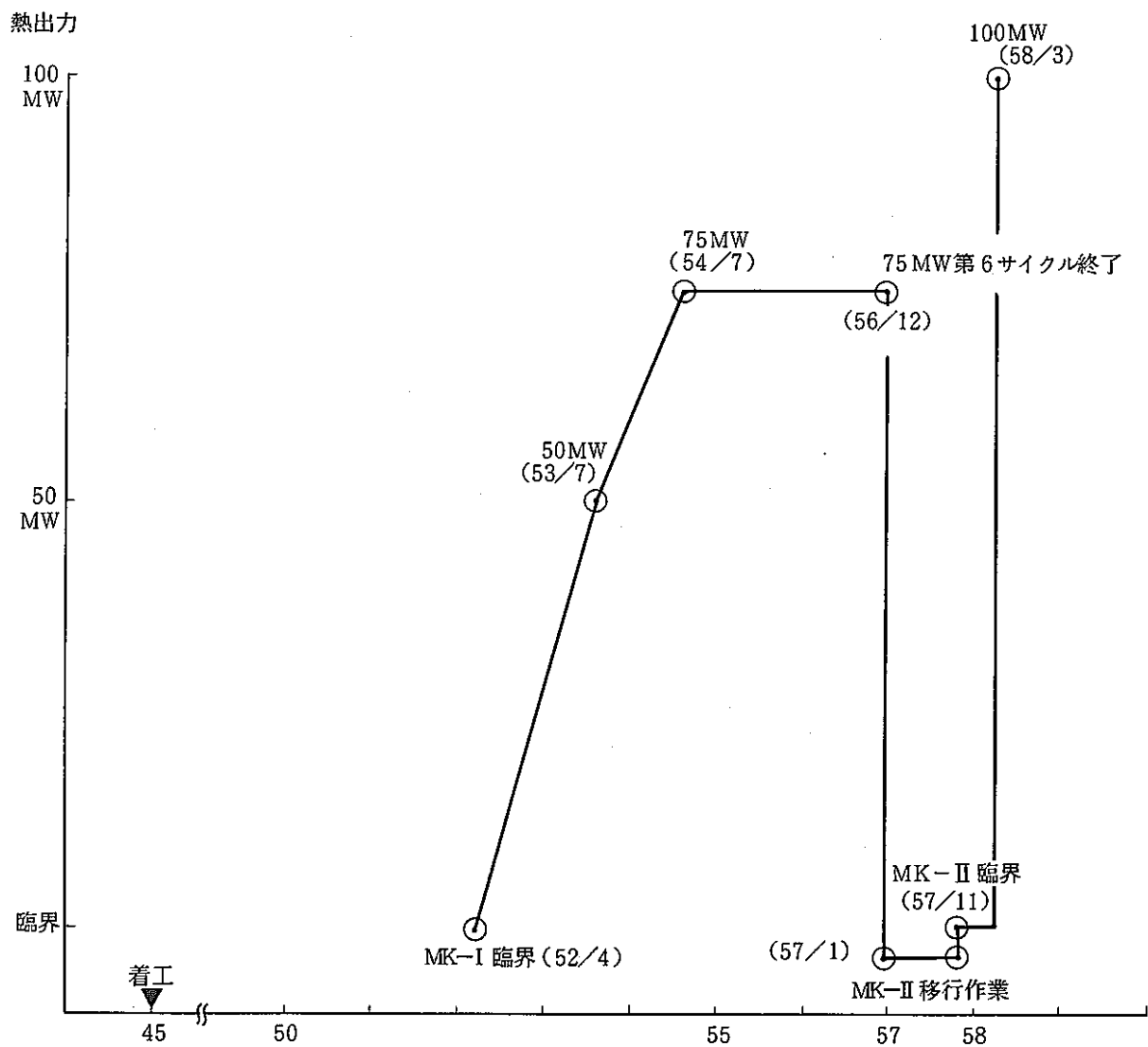
この第二の目的を達成すべく、照射試験に適した熱出力100 MW MK-II炉心（照射用炉心）に変更する為MK-II移行作業を57年1月から開始した。

以下第2.1-1表に「高速実験炉「常陽」の歩み（1/2）」、第2.1-2表に「75 MW第6サイクル終了までの運転実績」及び第2.1-1図に「高速実験炉「常陽」の歩み（2/2）」を示す。

第2.1-1表 高速実験炉「常陽」の歩み(1/2)

Table 2.1-1 The Chronology of Joyo

45年	2月12日	原子炉の設置の許可(50 MW熱出力)
	3月31日	建設に着手 — 建設契約締結
	5月2日	— 鍬入式
47年	11月15日	東海プル燃で炉心燃料製造開始
49年	10月6日	原子炉機器据付及び格納容器リークテスト完了
	5月25日	炉心燃料集合体, 119体の製造完了
	6月23日	ナトリウム受入開始
52年	4月24日	MK-I 炉心初臨界
53年	7月5日	50 MW出力達成
	9月29日	50 MW使用前検査合格
	9月20日	75 MW運転のための設置変更の許可
		(同時に, MK-II (100 MW) 炉心のための設置変更も許可)
54年	3月28日	TMI事故
	7月16日	75 MW出力達成
55年	2月1日	75 MW使用前検査合格
	”	第1回定期検査合格
56年	3月28日	第2回定期検査合格
	12月23日	75 MW出力での自然循環試験
57年	1月10日	MK-I 炉心運転終了
57年	1月4日	MK-II 炉心への移行作業開始
	11月22日	MK-II 炉心初臨界
— 以 下 予 定 —		
58年	3月	100 MW出力達成
	8月	100 MW出力運転開始



第 2.1-1 図 高速実験炉「常陽」の歩み (2/2)

Fig. 2.1-1 Steps of JOYO

第 2.1-2 表 高速実験炉「常陽」原子炉運転実績

Table 2.1-2 Operation Accomplishment of JOYO

(初期臨界～75 MW第6 サイクル終了まで)

原子炉起動停止回数 : 253回 最高燃焼度 : 40100 MWD/T (集合体平均)

積算運転時間 : 12956 H 使用燃料本数 : 107体 (炉心燃料)

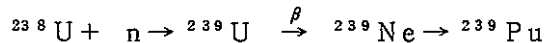
積算熱出力 : 673330 MWH

項 目	運 転 期 間	起 動 停 止 回 数	運 転 時 間	熱 出 力	備 考
低出力試験	S 52. 4. 24 ~ 11. 19	100	360. 8	6. 8	◦ S 52. 4. 24 11 : 07 初期臨界
50 MW出力上昇試験	S 53. 4. 18 ~ 9. 16	24	2312. 6	57061. 6	◦ S 53. 7. 5 14 : 34 50 MW初到達
50 MW第1 サイクル	S 53. 10. 27 ~ 12. 11	2	1067. 0	51598. 3	
50 MW第2 サイクル	S 54. 1. 12 ~ 2. 26	2	1077. 4	52469. 0	
特殊試験	S 54. 4. 11 ~ 5. 26	8	245. 1	3714. 8	◦ 制御棒校正等実施 ◦ 特別保安査察 (科技庁)
75 MW性能試験	S 54. 7. 3 ~ 8. 23	13	981. 0	48468. 9	◦ S 54. 7. 16 11 : 38 75 MW初到達
75 MW第1 サイクル	S 55. 1. 16 ~ 3. 9	21	1034. 0	70713. 0	
特殊試験	S 55. 4. 13 ~ 4. 21	4	39. 7	291. 0	◦ 55 MW 1時間照射等実施
75 MW第2 サイクル	S 55. 5. 8 ~ 6. 24	9	1074. 0	73732. 0	
75 MW第3 サイクル	S 55. 7. 14 ~ 9. 4	17	1055. 0	72465. 0	
75 MW第4 サイクル	S 56. 3. 12 ~ 5. 11	12	1243. 7	81729. 9	◦ S 56. 4. 17 05 : 25 運転10000時間達成
特殊試験	S 56. 5. 22 ~ 5. 29	4	145. 9	6115. 0	
75 MW第5 サイクル	S 56. 6. 16 ~ 8. 9	13	1143. 5	79980. 0	
特殊試験	S 56. 9. 11 ~ 10. 4	18	57. 7	5. 9	◦ 中性子源なしでの臨界試験等実施
75 MW第6 サイクル	S 56. 11. 2 ~ 12. 27	6	1117. 7	74979. 1	

2.2 増殖用炉心体系と照射用炉心体系

増殖用炉心（MK-I）の炉心構成要素配置は、周方向では、炉心中心から、ドライバー燃料、ブランケット燃料、反射体の順であり、又ドライバー燃料の軸方向構成は、中心にドライバー燃料があり、その上下にそれぞれ軸方向ブランケット燃料が配置されている。

ブランケット燃料とは、天然ウラン及び劣化ウランからなり、ほとんどが ^{238}U からなっている。この ^{238}U が以下の様な核変換の過程を経て、燃料として使える核分裂性物質の ^{239}Pu になる。



注) n は、原子炉運転時の核分裂によって生じた中性子を示す。

この ^{239}Pu の生成量が、はじめに装荷されたドライバー燃料の核分裂性物質（ ^{235}U 及び ^{239}Pu からなっている。）の消費量よりも多く生成される為に、MK-Iは増殖炉心と呼ばれる。従ってMK-I炉心はこの増殖特性を確認すること、及び第2章第1項で記した第一の目的である「原型炉及び将来の実用炉の開発に必要な技術的取得」の為に、構成された。

これに対し照射用炉心（MK-II）の炉心構成要素の配置は、周方向では、炉心中心からドライバー燃料、内側反射体、外側反射体の順からなり、又、ドライバー燃料の軸方向構成は、中心にドライバー燃料があり、その上部にペレット状の反射体（SUS316）並びに集合体下部に下部反射体ブロック（SUS316）が配置されている。

この様に、MK-II炉心では、ブランケット燃料がないことから、増殖効果はみられず、その分出力及び中性子束を増強し照射効果を高めるべく、いわゆる2.1「常陽」のあゆみで述べた第二の目的である「高速増殖炉用燃料・材料の開発の為に照射施設」を担うべく照射用としての炉心配置となっている。

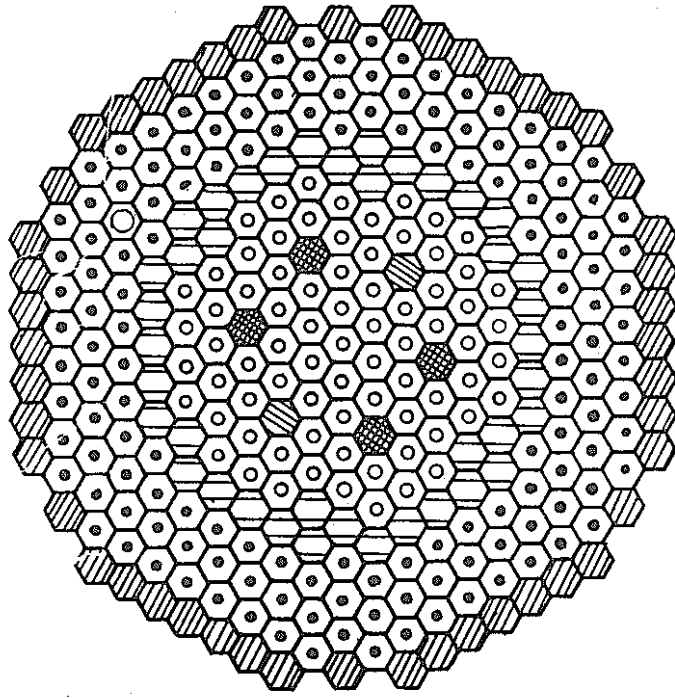
これらの事を図に示したものが、第2.2-1図炉心比較図と第2.2-2図炉心燃料比較図である。

1. MK-I炉心とMK-II炉心の比較

MK-IとMK-IIの炉心の比較を行うと、前述の様に増殖及び照射用という目的から明らかに変更がみられる。

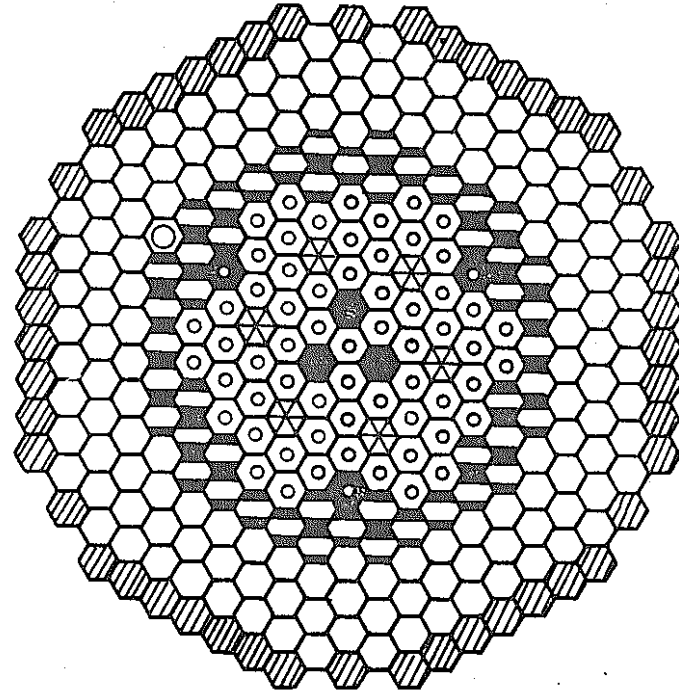
これらを、プラント状態、炉心、燃料及び制御棒についてそれぞれ比較すると、第2.2-1表「常陽」炉心比較表の様になる。

また、炉心及び燃料において、ブランケット燃料部の有無及びドライバー燃料部の高さの変更から、炉心の大きさ及び制御棒の引抜ストロークが変更された。この両者の相対的位置を比較したものが第2.2-3図炉心と制御棒の相対位置図である。



- | | | | |
|--|---------------|--|---------|
| | 安全棒 | | 炉心燃料集合体 |
| | 調整棒 | | 反射体 |
| | 内側ブランケット燃料集合体 | | 中性子源 |
| | 外側ブランケット燃料集合体 | | |

(MK-I)



- | | | | |
|--|----------|--|-----------|
| | 材料照射用集合体 | | 内側反射体 |
| | 特殊燃料集合体 | | 外側反射体 (A) |
| | 制御棒 | | 外側反射体 (B) |
| | 炉心燃料集合体 | | 中性子源 |

(MK-II)

第 2.2-1 図 炉 心 比 較 図

Fig. 2.2-1 Comparison of Core

	M K - I 炉 心	M K - II 炉 心
炉 心		
炉 心 燃 料 集 合 体	<p>燃料要素（全長1910mm） 炉心燃料集合体</p>	<p>燃料要素（全長1533mm） 炉心燃料集合体</p>
反 射 体 (半径方向ブランケット燃料集合体)	<p>半径方向ブランケット燃料集合体</p>	<p>内側反射体 外側反射体 (A)</p>
制 御 棒	<p>制 御 棒 制御棒要素</p>	<p>制 御 棒 制御棒要素</p>

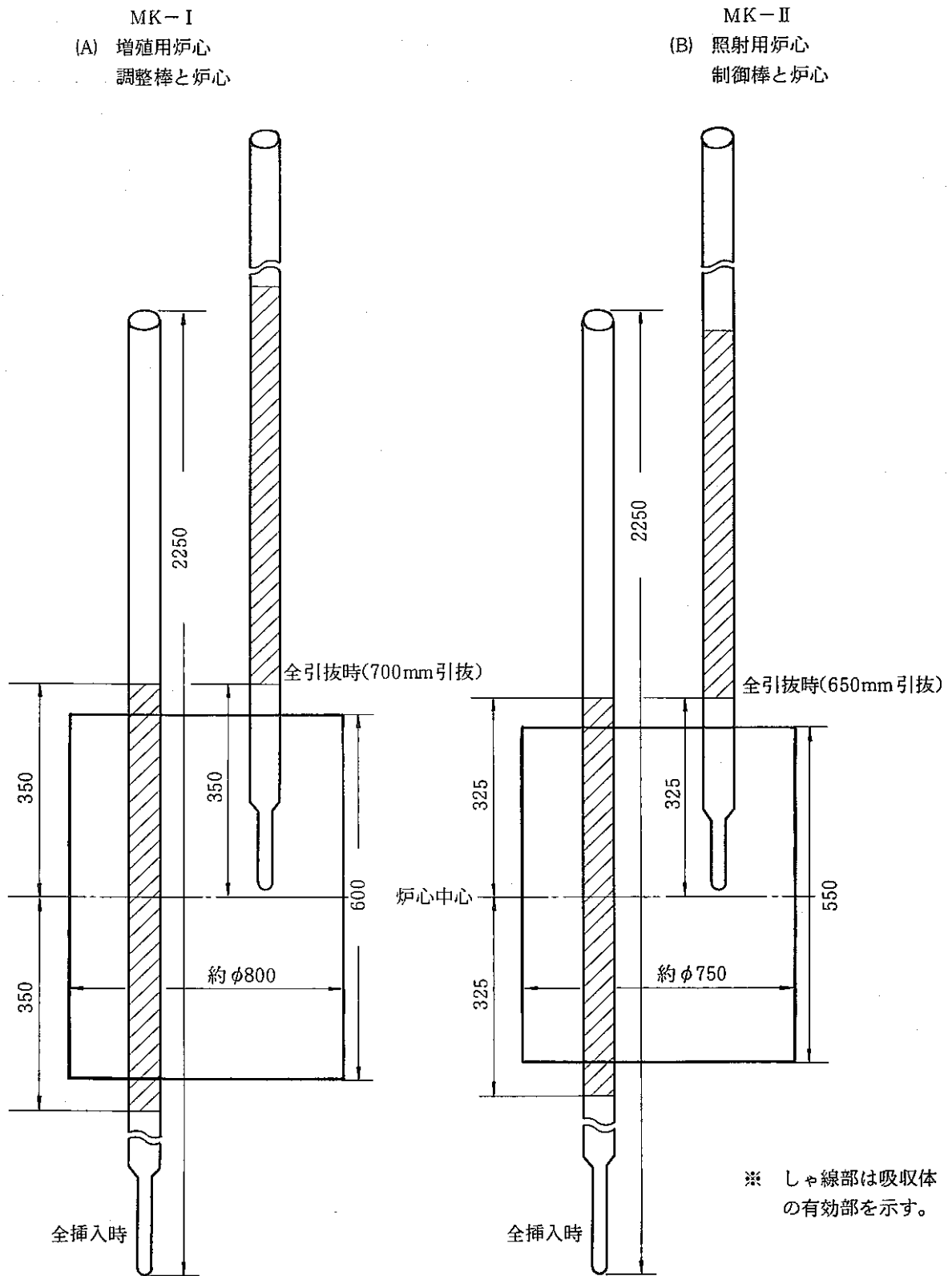
第 2.2 - 2 図 MK - I 炉 心 - MK - II 炉 心 比 較 図

Fig. 2.2 - 2 Comparison of Core Component Element

第 2.2 - 1 表 「常陽」炉心比較表

Table 2.2 - 1 Comparison of Core.

		増殖炉心	照射用炉心
原子炉熱出力	MW t	75	100
1次冷却材流量	t / h	約 2,200	約 2,200
原子炉入口温度	℃	370	370
原子炉出口温度	℃	約 470	約 500
炉心高さ	cm	60	55
炉心体積 (最大)	ℓ	約 304	約 250
燃料単位長出力 (定格最大)	W / cm	約 320	約 400
燃料要素外径	mm	6.3	5.5
燃料ペレット直径	mm	約 5.4	約 4.6
燃料要素本数	本	91	127
軸方向ブランケット高さ	cm	上部 40 下部 40	—
軸方向反射体高さ	cm	—	30
プルトニウム富化度	W / O	約 18	約 30
ウラン ²³⁵ 濃縮度	W / O	約 23	約 12
ブランケット燃料集合体位置		5 ~ 9 列目	—
反射体位置		10 列目	内側 5 ~ 6 列目 外側(A) 7 ~ 9 列目 外側(B) 10 列目
全中性子束 (最大)	n / cm ² · sec	3.2 × 10 ¹⁵	5.1 × 10 ¹⁵
高速中性子束 (> 0.1 MeV, 最大)	n / cm ² · sec	2.0 × 10 ¹⁵	3.7 × 10 ¹⁵
最大余剰反応度	%ΔK / K	4.5 以下 (100℃)	5.5 以下
制御棒本数	本	安全棒 4 調整棒 2	制御棒 6
要素型式		密封型	ベント型
制御棒反応度	%ΔK / K	安全棒 5.6 以上 (4本) 調整棒 2.8 以上 (2本)	9.0 以上 (6本)
最高燃焼度 (要素平均)	MWD / t	約 42,000	約 50,000
運転サイクル		45 日運転 15 日停止	45 日運転 (予定) 15 日停止



第 2.2 - 3 図 炉心と制御棒の相対位置図

Fig. 2.2-3 Relative Position of Core and Control Rod

2.3 照射用炉心移行作業の概要

今まで、増殖用炉心と照射用炉心との比較を行ってきたが、ここでは、照射用炉心の概要について述べる。

照射用炉心は、燃料材料等の照射試験を効果的に実施できるように、中性子束を高め、熱出力を75 MWから100 MWに増大する。

この為、「常陽」建設のための最初の設置許可申請がなされた当時からその計画が立案され、以来MK-II炉心実現の為の設計作業並びに諸関連研究開発が実施されてきた。そして安全上支障なく実施し得る見通しを見究めた昭和52年9月に設置変更の申請を行い、約1年後の53年9月にその許可を得た。それ以来、燃料、制御設備及びその他の関連設備の「設計及び工事の方法の認可申請」の変更許可を得て、本移行作業にかかる事になった。

2.3.1 照射用炉心の概要

増殖炉心をそのまま照射ベッドとして使用する場合、得られる中性子束は最大約 $3 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ (平均 $1.9 \times 10^{15} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$)と比較的低いため、高速炉燃料材料の照射量として必要な約 $10^{23} \text{ n/cm}^2 (\text{n} \cdot \text{u} \cdot \text{t})$ を得るには、約5年の長時間が必要である。また「常陽」が既設プラントであることを考慮し、大規模のプラント改造を伴わない範囲で、できるだけ高性能なMK-II炉心を実現することが最も現実的な「常陽」の活用方法であり、この様な背景のもとに、以下の様な改造点があげられる。

- 1) ハード上の変更は主として、燃料集合体等本来交換を予定している炉心構成要素の交換もしくは改造程度にとどめる。又この改造に関しては、「常陽」の炉構造、燃料取扱設備等に適合させる必要から、MK-1炉心構成要素の外形寸法を変更することなく流量配分の変更に基づくオリフィス設計の見直し程度にとどめる。
- 2) 燃料ピンを細径化して燃料集合体当りの数を91本より127本に増大するとともに、全体としてFissile量を増大させ出力密度を高めるとともに、冷却効果を高める。
- 3) ブランケット燃料集合体を反射体と交換して、高中性子束領域を拡大し、従来のブランケット領域に流していた冷却材の大半を炉心部の冷却に向ける。
- 4) 炉心体積をできるだけ小さくして、高中性子束レベルをMK-1炉心(50 MW)時の約2.5倍に高める。
- 5) 当面の被照射体は外形が炉心燃料集合体と同じ照射リグ型式とし、燃料照射用の特殊燃料集合体と原子炉構造材料用の材料照射用反射体に分類する。
- 6) これら照射リグの炉内装荷位置は固定せず、照射上の要求に応じてその都度指定することができるようにする。

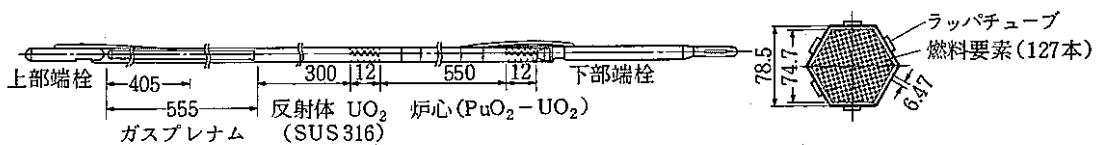
以上の様な考え方のもとに、照射用炉心はドライバー燃料、被照射体(特殊燃料、材料照射用集合体等)、反射体、制御棒及び中性子源等から構成される。

2.3.2 MK-II移行に伴う改造内容

前述の2.3.1の改造思想に基づいて以下の炉心構成要素及び設備について改造を行う。

1) ドライバー燃料

- (1) 炉心燃料集合体は、燃料要素とその支持機構、下部反射体ブロック、ラップ管、エントランス・ノズル、ハンドリングヘッド等よりなり、MK-Iと比較して、下部反射体ブロックが新たに設けられ、中性子の反射効果を高める。
- (2) 炉心燃料要素束は、束数をMK-Iの91本より127本に変更するとともに、炉心燃料要素寸法を600 mmから550 mmとし、その上部を反射体ペレットで構成する。



第2.3-1図 炉心燃料要素（燃料ピン）

燃料要素外形は、6.3 mmから5.5 mm、燃料ペレット直径は5.4 mmから4.6 mmとそれぞれ0.8 mmずつ細くする。

2) 制御設備

MK-I炉心時の制御棒は、安全棒4本及び調整棒2本より構成されていた。MK-II炉心では、6本全て制御棒と呼ばれ、MK-I炉心での安全棒及び調整棒の機能を合せて持つ様になった。この為MK-II用制御棒は出力制御及びスクラム停止の機能を兼る必要が生じ以下の様な改造を行うことになった。

(1) 制御棒

- a 制御棒要素束は、炉心高さが小さくなったのでそれに準じて、中性子吸収体高さを700から650 mmに変更する。
- b 制御棒のF.Pガスによる内圧上昇から、構造材寿命への影響を考慮し、ベント型に変更する。
- c 制御棒の下部外周部にボールによる振動防止機構を設け冷却材により発生する振動を、防止する。又この振動防止機構は、スクラム性能に影響を与えない形状のものとする。

(2) 制御棒駆動機構

a) 下部案内管

下部案内管は、全て、MK-I炉心用の安全棒用下部案内管と同じものにする。よって調整棒用下部案内管2基を安全棒用下部案内管と同様の物に変更する。これにより下記の様な変更が行われる。

- イ) 調整棒用下部案内管に設けられていた防振機構に代わるものとして、制御棒にスクラム挿入性に対する対策を行った防振機構をもたせるものとする。

- ロ) 冷却材導入口は、MK-I 安全棒用下部案内管と同様に、低圧プレナムから取るものとする。
 - ハ) 材料的に案内管部にスウェリング対策を施し、冷間加工材を使用した。案内管部に冷間加工材を使用し、スウェリング対策とする。
 - ニ) エントランスノズルの外径を変更し、エントランスノズルと炉心構造物とのすき間からの冷却材のもれを少なくする。
- b) 上部案内管部
- イ) 調整棒用にスクラム機能をもたせるため、加速管及び加速アシストスプリングを有した安全棒用と同じ上部案内管部とする。スクラム機能を持たせるために、MK-I 用調整棒 2 基の上部案内管を、加速管及び加速アシストスプリングを有した安全棒用上部案内管と同等のものとする。
- c) 駆動部
- イ) 安全棒及び調整棒 6 基の駆動ストロークを、炉心高さの変更に伴い安全棒は 900 mm から、調整棒は 700 mm から全て 650 mm に変更する。
 - ロ) ストローク変更に伴い位置検出用リミットスイッチの点検用窓蓋の位置を変更する。
- (3) 原子炉出力制御設備及び原子炉保護系設備
- a) 安全棒用駆動機構 4 基に対するスクラム機能を制御棒駆動機構 6 基全数に対するスクラム機能に変更する。
 - b) 調整棒用駆動機構 2 基に対する調整棒一斉挿入機能を 6 基全数に対する「制御棒一斉挿入」機能に変更する。
 - c) 調整棒及び安全棒の区別が無くなり、全て制御棒となったため引抜順序条件をなくす。
- 以上の改造を第 2.3-1 表に示す。

第2.3-1表 MK-II移行に伴う改造内容

Table 2.3-1 List of Reconstruction

項 目		増 殖 炉 心	照 射 用 炉 心	備 考
制 御 棒	安全棒および調整棒	使いわける	使いわけせず	照射用炉心では全制御棒に緊急停止，反応度調整の両機能をもたせる。
	制御棒要素型式	密 封 型	ベント型	
	制御棒外径 (mm)	安全棒 (4 基) : 64.1 調整棒 (2 基) : 65	6 体共 : 64.1/70.7 (一部)	照射用炉心制御棒は下部案内管との隙間を2 mmにするため，外径を一部大にする。
	中性子吸収高さ	安全棒 900 mm 調整棒 700 mm	6 体共 650 mm	
	防 振 機 構	安全棒 (4 基) : なし 調整棒 (2 基) : あり 下部案内管にもたせる	全制御棒用にもたせる。	
制 御 棒 駆 動 機 構	加速管およびスプリング	安全棒 (4 基) : あり 調整棒 (2 基) : なし	6 基共 : あり	
	ストローク (mm)	安全棒 (4 基) : 900 調整棒 (2 基) : 700	6 基共 : 650	
下 部 案 内 管 部	下部案内管内径 (mm)	安全棒 (4 基) : 74.7 調整棒 (2 基) : 71/67 (一部)	6 基共 : 74.7	
	防 振 機 構	安全棒 (4 基) : なし 調整棒 (2 基) : あり	6 体共 : なし	
	冷却材入口	安全棒 (4 基) 低圧プレナム 調整棒 (2 基) 高圧プレナム	6 体共 低圧プレナム	
	エントランスノズル 外径 (mm)	43.8	43.9 ± 0.06 0.03	
	構 造 材	スウェリング対策なし	スウェリング 対策あり	

2.3.3 照射炉心移行作業の概要

本作業は、大きく分けて、炉心体系の改造及び原子炉制御設備の改造からなる。

炉心の改造は、炉心構成要素の交換作業にとどまり、ドライバー燃料、ブランケット燃料、反射体、中性子源及び制御棒（調整棒、安全棒）からなっていた増殖炉心よりドライバー燃料、反射体、中性子源及び制御棒からなる照射用炉心に変更する。

制御設備の改造は、下部案内管2体の交換（調整棒用2体を安全棒用に交換する）及び上部案内管部の交換3体（調整棒用2体を安全棒用に交換すること及び安全棒用4体のうち1体がスクラム検出コイル不調の為、交換の必要性が生じたことより）並びに駆動部の改造及び据付工事からなる。

これにあわせて、原子炉制御設備及び原子炉保護系設備の改造を行う。

尚、炉心の改造前後における燃料交換作業は以下の様になる。

	MK-I 炉心体系	MK-II 炉心体系
ドライバー燃料	79 体	64 体
ブランケット燃料/試験用集合体	179 体	3 体
反 射 体	48 体	239 体
制 御 棒	6 体	6 体
中 性 子 源	1 体	1 体
計	313 体	313 体

2.4 関連設備の概要

本移行作業の関連設備としては、炉心の改造を行うことにより、原子炉本体、炉心構造物、炉心構成要素及び燃料取扱設備があり、原子炉制御設備の改造を行うことにより制御棒、上部・下部案内管、制御棒駆動機構、原子炉出力制御設備及び原子炉保護系設備があげられる。

従ってこれらの設備概要を述べる。

2.4.1 原子炉本体の概要

「常陽」の原子炉本体は、第2.4-1図に示されるように、炉容器ピット上部のペDESTAL部に、その上部フランジで吊下げられている原子炉容器とその内部の原子炉の心臓部ともいえる炉心構造物、さらに原子炉容器上部の蓋として炉心からの放射線の遮蔽と炉容器内での燃料集合体移動を行うための機能を兼る回転プラグ等による主要構成機器として成立っている。

回転プラグには制御棒駆動機構および炉心燃料出口温度を計測するための炉心上部機構が取付けられている。

その他、原子炉本体に密接な関係を有する機器として、万一炉容器の二重壁が破損してナトリウムが炉容器以外に漏出した場合、これを保持して原子炉容器内のナトリウム液面を燃料頂部以上に保ち、燃料が崩壊熱によって溶融しないようにするための安全容器と、この安全容器内に設

置され、原子炉容器周囲の中性子および γ 線遮蔽のための黒鉛遮蔽体がある。

炉心での発熱は炉容器下部の2本の主配管より流入する冷却材ナトリウムにより除去される。

炉容器下部プレナムに流入したナトリウムは炉心支持板、燃料集合体内を通過し、原子炉容器上部の出口配管より流出する。炉心燃料集合体各々の出口温度は炉心上部機構に組込まれた熱電対により計測される。

炉心支持板は燃料のエントランスノズル組合せによってこの炉心部の冷却材ナトリウムの上向き流れによる燃料集合体の浮上りを防止する機能（ハイドロリック・ホールドダウン機構）および炉内の流量配分の機能を有している。

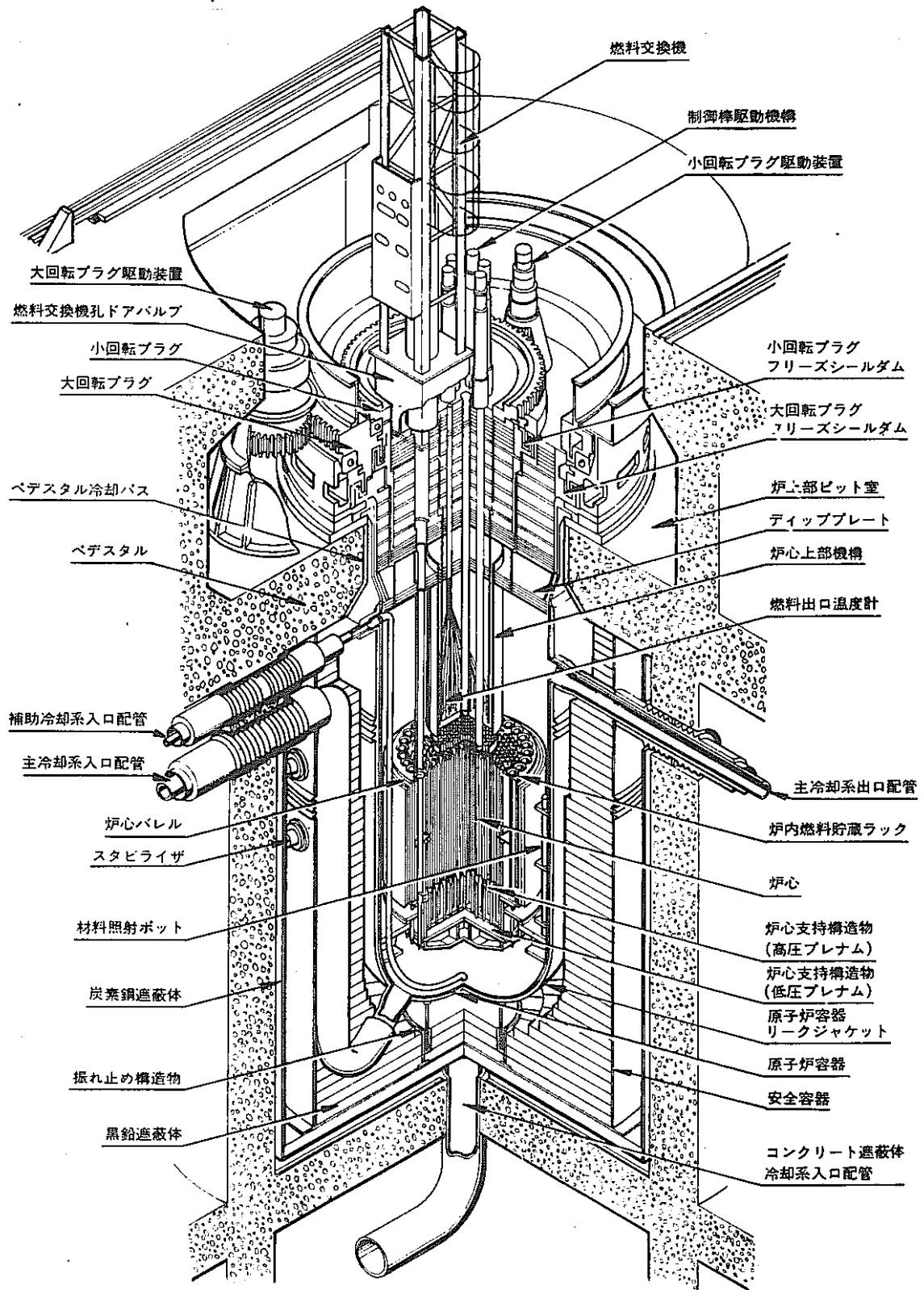
原子炉容器内のナトリウムは自由液面を有し、ナトリウム液面と回転プラグ下面の間は冷却材との反応を防止するため不活性ガス（アルゴンガス）を満したカバーガスエリアとなっている。これはナトリウム冷却炉の特色の1つである。なおナトリウムの沸点が常圧で880℃と高く、炉心部での冷却材の沸騰をさけるための加圧は必要としない。

原子炉容器は全高約11 m、内径3.6 m（上部は3.9 m）肉厚25mmの堅型円筒状の容器であり、SUS304で製作されている。原子炉容器はそれ自体の重量とナトリウムを含む内蔵物の全重量をその上部フランジを介して14本のペDESTAL梁に分散支持させる構造となっている。

原子炉容器はその外部を包む形でリークジャケットを有し、万一のナトリウム漏洩に備えるとともにこのアニュラス部に加熱した窒素ガスを流すことによって、原子炉停止時の原子炉容器内のナトリウムの温度を融点98℃以上に保持する。

炉心構造物は炉心支持板、その支持構造物、炉内燃料貯蔵ラックおよび炉心部の燃料を含む炉心構成要素の倒れを防止するための炉心バレルと炉容器および燃料貯蔵ポットへの中性子照射量を減少させるための遮蔽体から成っており、中性子遮蔽体の材質はSUS304、その他はSUS316である。

安全容器はその内部に原子炉容器を吊下げた格好の、上部開放型の円筒タンクであり、内径6.4 m、高さ約9.3 m、板厚約19 mmの炭素鋼板製である。安全容器と原子炉容器の間隙には厚さ約910mmの黒鉛ブロックが遮蔽体として積まれている。



第 2.4-1 図 原子炉垂直断面図

Fig. 2.4-1 Reactor Cross-section

2.4.2 炉心構成要素の概要（MK-II炉心）

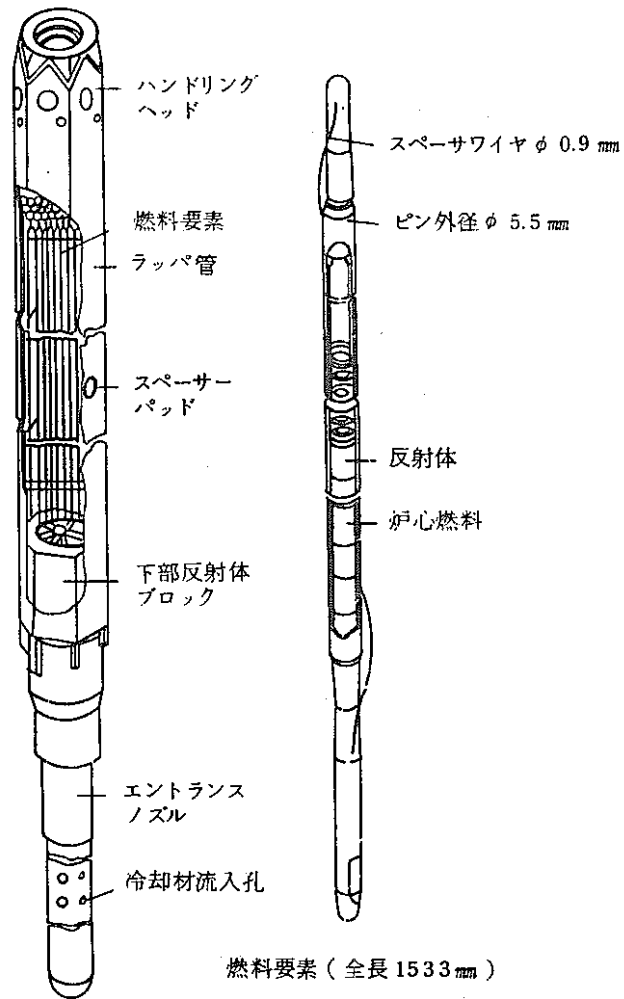
炉心構成要素のうち、MK-II用炉心燃料集合体、反射体について概要を述べる。（制御棒及び上・下部案内管については、制御設備で述べる）

1) 炉心燃料集合体の概要

炉心燃料集合体は、原子炉の主な熱発生源であって、ウラン・プルトニウム混合酸化物ペレットを、ステンレス鋼被覆管に充填し、その両端を端栓で密封した燃料要素127本（MK-Iは91本）を、正六角のステンレス鋼管（ラッパ管）に正三角形ピッチで配列し、ラッパ管上端に取扱用のハンドリング・ヘッド、下端に冷却材導入用のエントランス・ノズルをとりつけた構造であって、第2.4-2図に示すような外形を有する。燃料要素は下部端栓部にあけられた孔とロックバーによってエントランス・ノズルに固定されるだけで、上部では熱膨脹を逃げるため固定しない。各燃料要素の間隔は、燃料要素に巻きつけたラッピング・ワイヤによって保たれる。炉心構成要素は炉心支持板に挿入されるだけで、機械的に固定されていないため、構成要素の間隔を保つために上部と中央部の二ヶ所にスパーサ・パッドを設けている。中央部のスパーサ・パッドは原子炉の出力運転時には間隙が無くなるように調整されている。冷却材はエントランス・ノズルの側面にあけられたオリフィス孔を通して、高圧プレナムより導入される。

2) 反射体の概要

反射体は、炉心燃料集合体の外側に配列され、炉心からの中性子の漏洩を防ぐ機能と、低圧プレナムと高圧プレナムとの圧力境界としての機能をもっている。すなわち、冷却材は炉容器の下部に入って高圧プレナムを形成したのち、反射体下部のエントランス・ノズルの外面につけられた溝を通して低圧プレナムに入る。高圧プレナムと低圧プレナムの圧力差は反射体エントランス・ノズル溝部の圧力損失で保たれる。



炉心燃料集合体

(MK-II)

第 2.4 - 2 図 炉心燃料集合体

Fig. 2.4 - 2 Driver Fuel

2.4.3 燃料取扱設備の概要

1) 燃料交換作業及び取扱設備全般の概要

燃料取扱設備は、炉心構成要素を炉心に装荷するまで、又使用した炉心構成要素を炉内より取出し貯蔵プールに貯蔵するまでの一連の作業を行う為の設備である。

常陽において炉容器での燃料移動（炉内燃料取扱作業）には回転プラグ上のドアバルブを介して設置された燃料交換機を使用し、炉容器への燃料出入れ（燃料移送作業）には、燃料をポットごと収納できる容器を塔載し、横行及び走行することが可能な燃料出入機を用い燃料交換機と燃料出入機は各々別な機能を有している。

炉容器内には30体のポットが入る炉内貯蔵ラックが設けられており、燃料交換機と燃料出入機の中継点を成し、又、使用済燃料の冷却の為に使用される。

これら格納容器内に設置された機器の他に、格納容器の境界に設置され格納容器内外の燃料移送の中継基地となっているトランスファロータがある。また、格納容器内での燃料移送はナトリウム中で行われるのに対し、格納容器外での燃料移送はアルゴンガス中で行われる為、トランスファロータは燃料集合体にとってナトリウムの境界としての役割も有している。

格納容器外の燃料移送は、自走式の燃料取扱用キャスクカーによって行われる。新燃料貯蔵室から送り出された新燃料は、新燃料移送台車によって、燃料取扱用キャスクカーに収納され、トランスファロータ上に移動する。ここで新燃料と使用済燃料の交換がトランスファロータによって行われ、燃料取扱用キャスクカーに収納された使用済燃料は、燃料洗浄設備まで運ばれた後、付着ナトリウムの洗浄が行われる。

ナトリウム洗浄した使用済燃料は、缶詰設備にて缶詰缶内に封入された後水冷却池内貯蔵ラックに装荷し貯蔵冷却する。

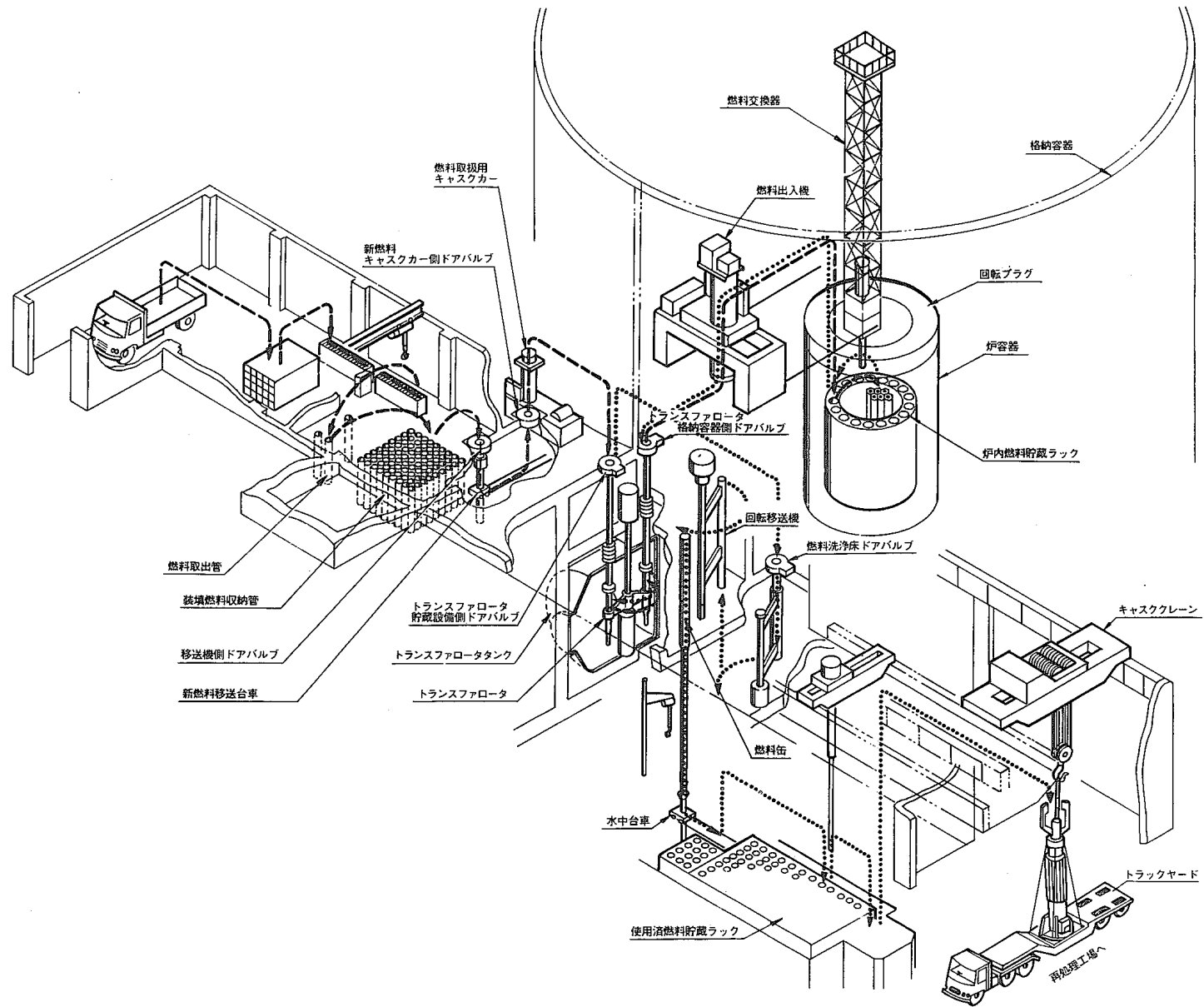
常陽の燃料取扱設備概略図を第2.4-3図に、燃料取扱設備燃料取扱経路図を第2.4-4図にそれぞれ示す。

以上が、燃料交換作業（以下燃交作業）及び燃料取扱設備（以下燃取設備）の概要であるがこの他に、格納容器内では燃交作業の準備作業が燃取設備を使って行われる。

この準備作業は、炉内燃料取扱及び燃料移送作業の準備作業からなり、前者においては、ホールダウン軸内の案内スリーブ装荷作業、後者においては、同軸内からの案内スリーブ引抜作業からなる。これらは、ともに燃料出入機を使って行われる。

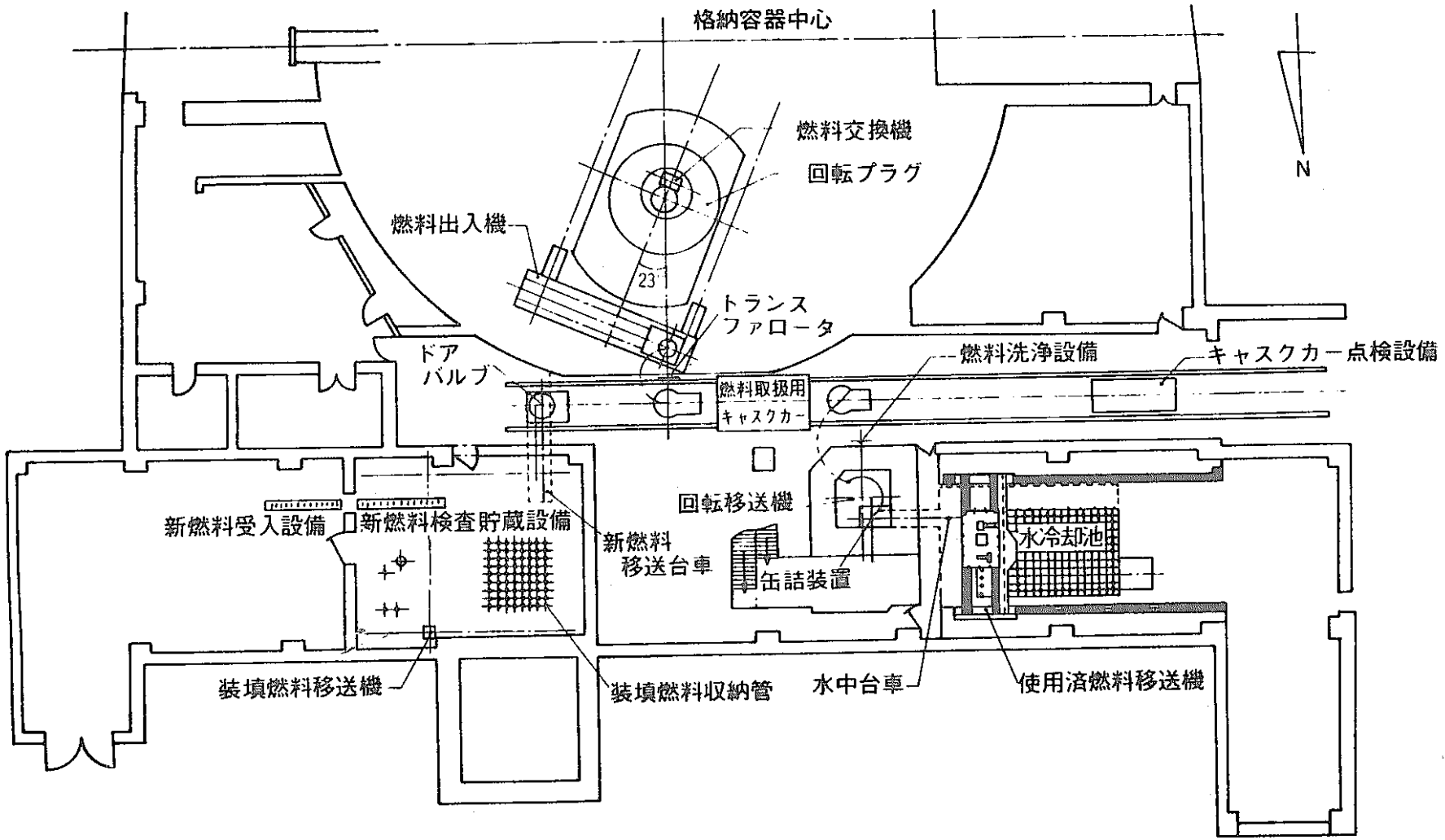
又、炉内燃料取扱終了時には、燃料交換機のグリッパ洗浄が、燃料移送作業終了時には、燃料出入機のグリッパ洗浄が行われる。

燃料交換1サイクルに必要な作業1覧表を第2.4-1表に示す。



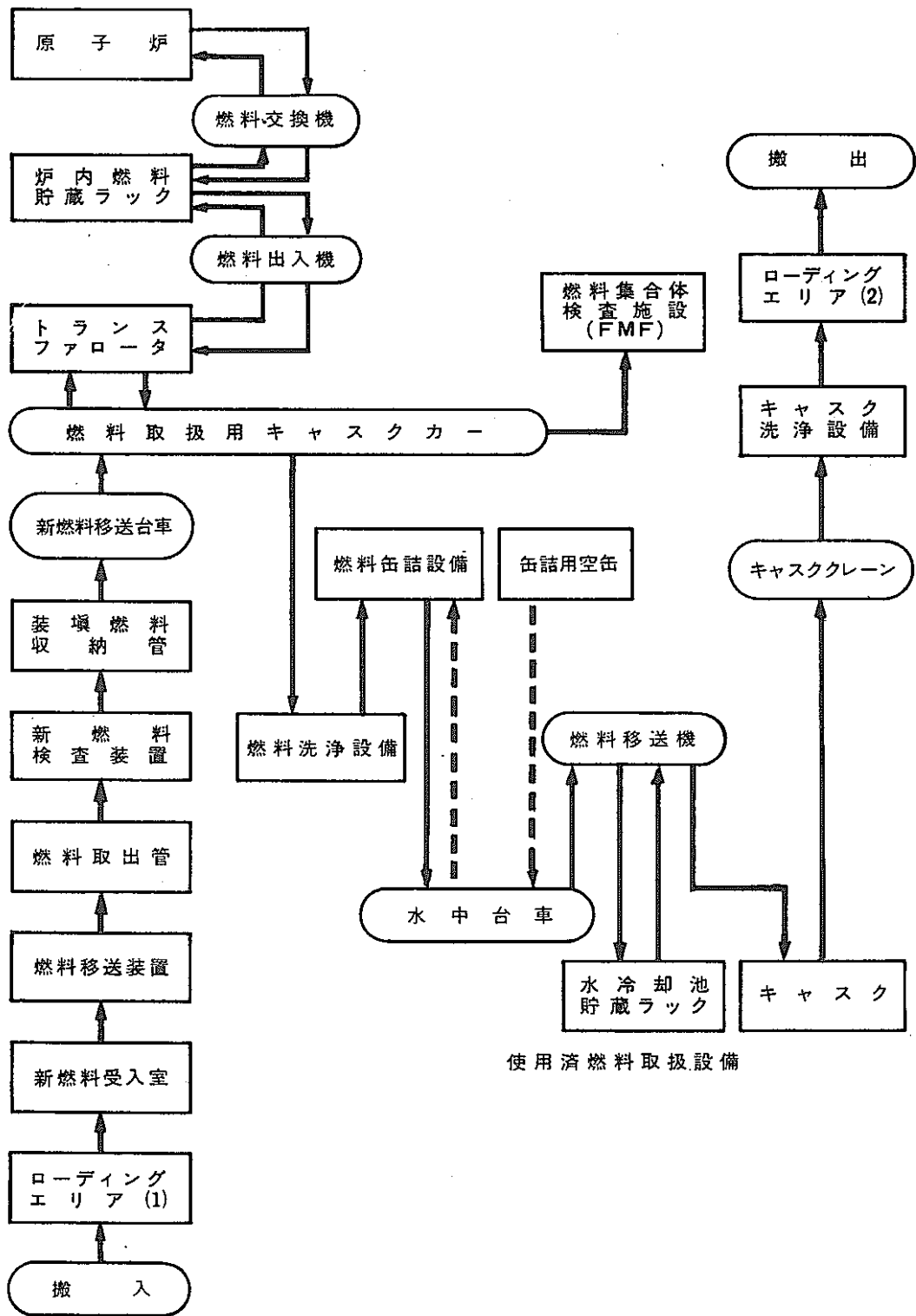
第2.4-3図 燃料取扱設備概略図

Fig. 2.4-3 JOYO Fuel Handling Facility



第 2.4 - 4 図 燃料の取扱及び貯蔵施設配置図

Fig. 2.4 - 4 Arrangement of Fuel Storage Facility (Plane)



第 2.4-5 図 燃料移送経路図

Fig. 2.4-5 Fuel Transportation Map

第2.4-1表 燃料交換1サイクルに必要な作業一覧表

Table 2.4-1 Operations Sequence for Refueling

	炉内燃料取扱準備	炉内燃料*2 取扱 (I)	炉内燃料取 扱後始末	燃料移 送準備	燃料移送	燃料移送 後始末	炉内燃料 取扱準備	炉内燃料*2 取扱 (II)	炉内燃料取扱後始末
操 作 内 容	*1 燃料出入案内筒据付 燃料交換機本体据付・準備 燃料交換機孔上部・下部案内スリーブ装荷 燃料交換機孔プラグ引抜き	(ポットBか らポットAへ の移動)	燃料交換機本体移動 燃料交換機グリッパ洗浄 燃料交換機本体撤去	燃料交換機孔上部・下部案内スリーブ引抜 燃料出入案内筒据付	燃料出入機 燃料出入機 燃料出入機 D/P交換作業 グリッパ洗浄	燃料出入機グリッパ洗浄	燃料交換機本体据付・準備 燃料出入案内筒撤去 燃料交換機孔上部・下部案内スリーブ装荷	(炉心から ポットBへ の移動)	*1 燃料出入案内筒撤去 (燃料交換機孔プラグ装荷) 燃料交換機孔上部・下部案内スリーブ引抜 燃料出入案内筒据付 燃料交換機本体移動 燃料交換機グリッパ洗浄 燃料交換機本体撤去
移 動 場 所	置場↓炉上 炉上↓置場 置場↓炉上 炉上↓置場 置場↓炉上		洗浄↓置場(乾燥)↓置場 洗 浄 炉上↓洗浄	炉上↓置場 置場↓炉上		炉上↓置場	置場↓炉上 炉上↓置場 置場↓炉上	炉上↓置場 置場↓炉上 炉上↓置場 置場↓炉上 洗 浄 炉上↓洗浄	

注 *1 原子炉運転を燃交直前、後に行う場合のみ

*2 MK-II 移行作業は、炉心構成要素の冷却が十分に行われているので炉心から直接ポットAへ移動される為(I), (II)は一つになる。

2) 各設備の概要

(1) 回転プラグ

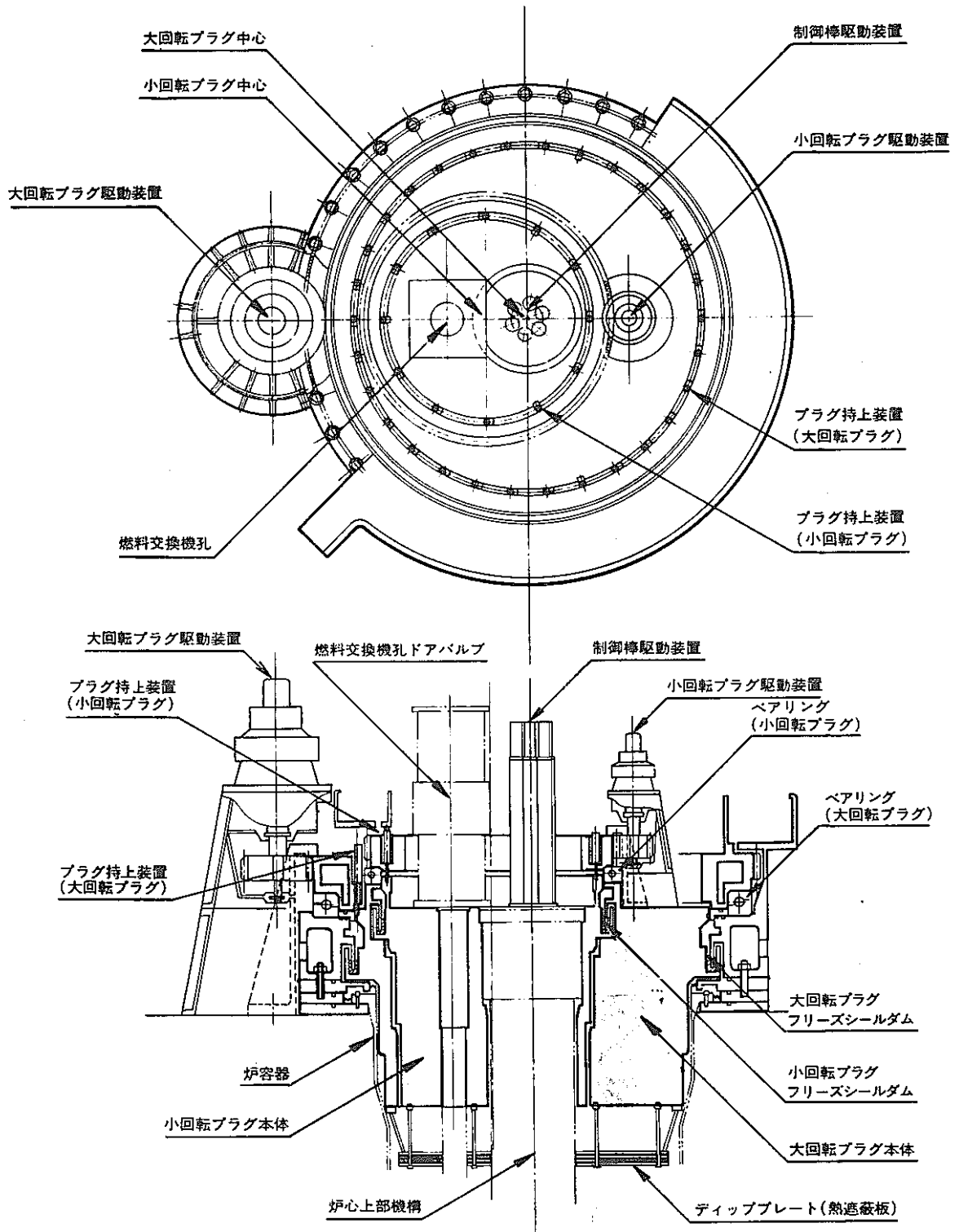
高速実験炉「常陽」の回転プラグは原子炉容器上部に設置され、大回転プラグとそれに偏心して組込まれる小回転プラグからなっている。(第2.4-1図及び第2.4-6図参照) 回転プラグ上面には、燃料交換機孔、ドアバルブ、小回転プラグ駆動装置、炉心上部機構、その他が搭載され、更に各種ダミープラグが組込まれている。

大回転プラグの回転中心は、炉心中心軸と一致しており、小回転プラグの回転中心は、大回転プラグ中心軸より500mm偏心した所にある。燃料交換機孔、ドアバルブの中心は、小回転プラグの中心より500mm離れた所に設けられ、大回転プラグおよび小回転プラグの回転角度の組合せにより炉心構成要素、炉内燃料貯蔵ラック上の任意の位置に回転位置決めできる構造となっている。

回転プラグを回転させる場合は、まずフリーズシールのメタルを溶融し、回転プラグ持上装置でプラグ本体を駆動フランジまで引上げ、プラグ荷重を大小回転プラグ各々の旋回軸受に移した後、駆動装置により駆動する。回転プラグ持上装置は、油圧駆動を用いている。

炉心上部機構は(第2.4-1図、第2.4-6図参照)小回転プラグ中に同回転プラグ中心軸と偏心して組込み固定され、原子炉運転中には、炉心直上に位置され、燃料交換時には回転プラグの動作により移動する。

炉心上部機構には、10本の制御棒用スリーブ(この中4本は予備用スリーブ)の他、1本の中性子束計測孔が貫通しており、夫々ダミープラグ等により、塞柱されている。



第 2.4-6 図 回転プラグ構造図

Fig. 2.4-6 Construction of Rotating Plug

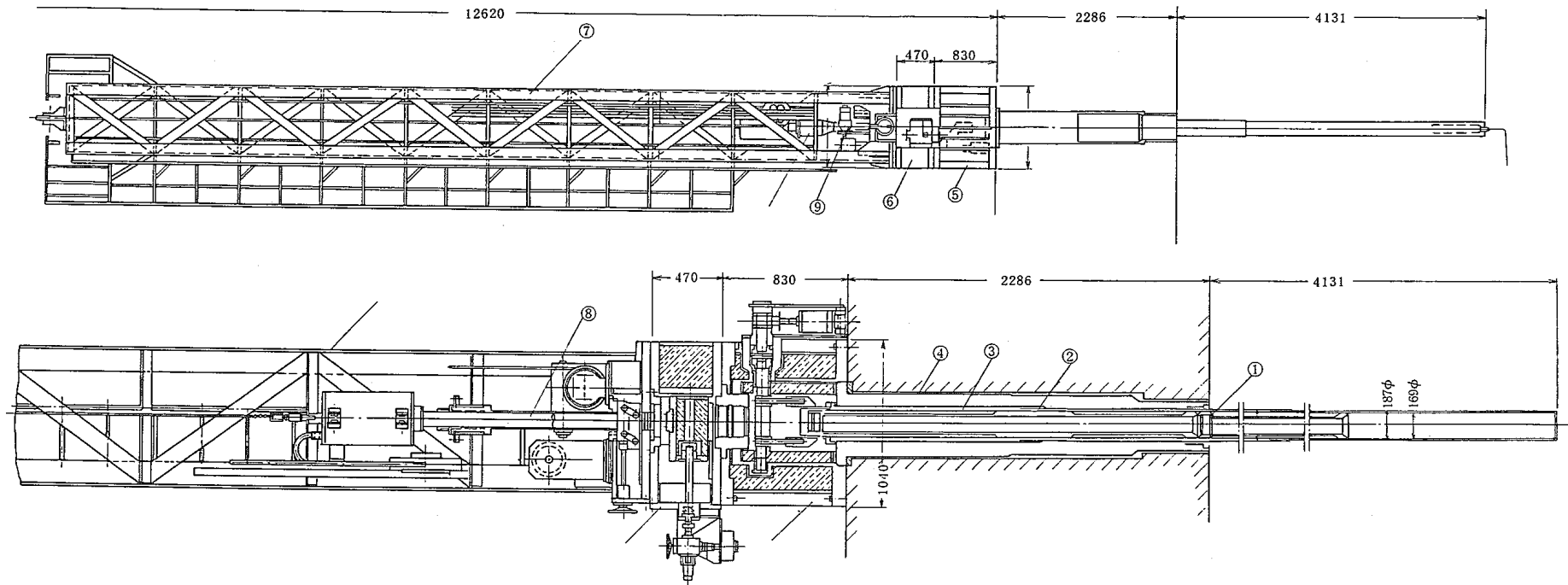
(2) 燃料交換機

燃料交換機は、炉心と炉容器内にある炉内燃料貯蔵ラックとの間で燃料を交換、移送するための装置であり、回転プラグ上の燃料交換機孔ドアバルブ上に据付けられる高さ約 11.3 m、1 m角、全重量約 4.2 トンの鉄骨構造物の架台の中にグリッパ駆動装置、グリッパなどが組込まれた上部機構と、回転プラグを貫通して炉容器の内に挿入された長さ約 7.3 mのホールドダウン軸およびホールドダウン軸駆動装置などから構成されている。

原子炉運転時には、燃料交換機のホールドダウン軸、およびその内部にあるグリッパは上方に引上げられた後、ドアバルブより上の部分は取りはずされる。ドアバルブは回転プラグ上に残され、炉容器の圧力バウンダリとなる。燃料交換時には、燃料交換機はクレーンでドアバルブ上にセットされる。炉心より燃料を引抜くときは、大小回転プラグの回転動作により、所定の位置に燃料交換機の軸を合わせたのちホールドダウン軸をおろし、完全に下りきったことが確認されたのち、グリッパを下げて燃料をつかむ。グリッパの駆動速度は 2.8 m/min と 0.28m/min の 2 段切換が出来る。つかんだ後はグリッパおよびホールドダウン軸を順次引上げ、回転プラグを回転させて炉内燃料貯蔵ラックの所定の位置に燃料を装荷する。燃料を炉心に装荷する時は、炉内燃料貯蔵ラックより新燃料をとり、引抜時と逆の操作によって行う。

第 2.4-7 図に概略図を示す。

1	交換機孔案内スリーブ(下)	6	交換機孔ドアバルブ
2	" (上)	7	架 台
3	ホールドダウン軸	8	グリッパ案内軸
4	予熱スリーブ	9	軸 封 部
5	ホールドダウン軸駆動箱	10	交換機ドアバルブ



第 2.4-7 燃料交換機概略図

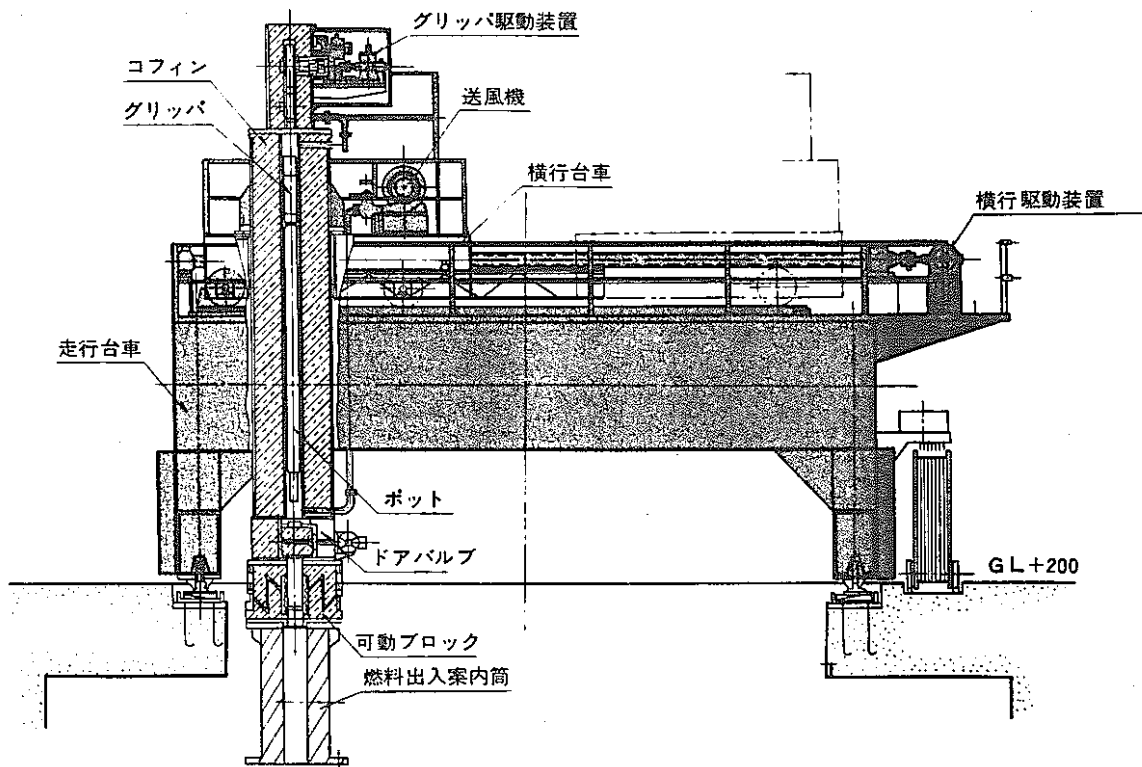
Fig. 2.4-7 Outline of the In-Core-Charging Machine

(3) 燃料出入機

燃料出入機は、炉内燃料貯蔵ラックとトランスファロータ間での燃料移送のための装置であり、使用済燃料からの放射線を遮蔽するための重量約30トンのコフィンを中心として、このコフィンの移送のための装置およびコフィン内に燃料入りポットを吊込むためのグリッパ駆動装置、回転プラグ上の燃料交換機孔ドアバルブと一対をなして炉容器内のアルゴン雰囲気を保つ出入機側ドアバルブとこれらドアバルブをつなぐ出入機案内筒から成る。これらの総重量は約100トンに達する。

燃料出入機は第2.4-8図の様な形状を有し、炉上部ピット室上部の格納容器一階開口部の縁に敷設されたレール上を走行し、走行台車上の横行台車の横行動作によって、炉内燃料貯蔵ラック上の所定の位置にコフィンを位置決め出来るようになっている。

炉内燃料貯蔵ラックでは、燃料はポットに入れられており、燃料出入機はポットのまま回転プラグの燃料交換孔を通じて燃料を移送する。ポット内にはナトリウムが満されており、使用済燃料の崩壊熱はナトリウムを通して、コフィンの外に放出される。



第2.4-8図 燃料出入機断面図

Fig. 2.4-8 Exvessel Transfer Machine

(4) トランスファロータ設備

トランスファロータは格納容器の境界にあって、格納容器内の燃料移送と格納容器外の燃料移送の中継基地となっている。また格納容器内での燃料移送はナトリウム中で行われるのに対して、格納容器外での燃料移送はアルゴンガス中で行われ、トランスファロータがナトリウムの境界としての役割をも有している。格納容器にとりつけられた円筒形のケーシング中にポットを置くためのラックをもつ回転機構があり、格納容器内外にそれぞれドアバルブがとりつけられている。燃料出入機によって運ばれたポットは、格納容器内側のドアバルブを通してラックに置かれる。ラックを回転させて格納容器外側のドアバルブの位置に合わせキャスクカーのグリッパによってポット内の燃料をキャスクカー内に引上げる。トランスファロータ内部の雰囲気はアルゴンガスであり、ラックには新燃料をナトリウムの凍結から防止するために予熱装置が設けられている。第 2.4-9 図に概略図を示す。

(5) キャスクカー設備

燃料取扱用キャスクカーは、使用済炉心構成要素をトランスファロータから燃料洗浄設備あるいは燃料検査施設（FMF）へ移送し、新炉心構成要素を新燃料検査貯蔵室よりトランスファロータへ移送する。（第 2.4-10 図に示す。）

キャスクカー内はアルゴンガス雰囲気、使用済燃料の崩壊熱除去および新燃料の予熱を行う。

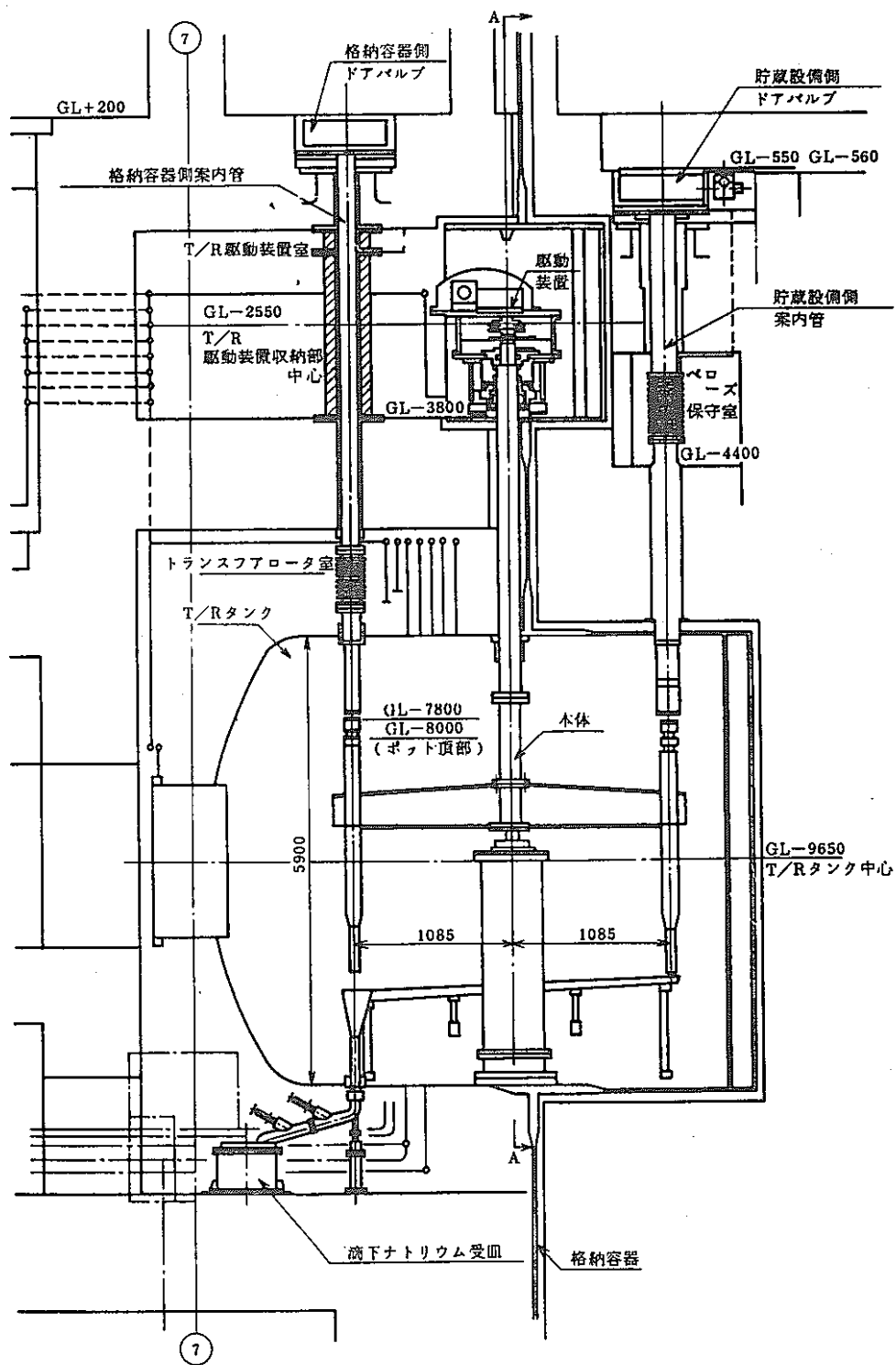
キャスクカーへの清浄アルゴンガス供給および廃ガスの廃ガスタンクへの排出は、キャスクカーが各設備との接続位置に停止した際に夫々建家側の配管接続部と結合して行われる。

使用済炉心構成要素をトランスファロータからキャスク内に収納した際にドアバルブに滴下したナトリウムはドアバルブ弁体上面のドリップパン上に貯められる。キャスクカーと各設備の双方のドアバルブの間は接続・切離の度にガスパージが行われる。

トランスファロータ、燃料洗浄設備および FMF との間では、夫々キャスクカーとの間で循環ガス系統が構成できる。燃料洗浄設備との循環系には、洗浄設備内に水分が残存しているため、それを除去するモレキュラーシープ式ベーパートラップがある。キャスクカー内には、炉心構成要素からのナトリウム飛沫を除去するベーパートラップが設けられている。

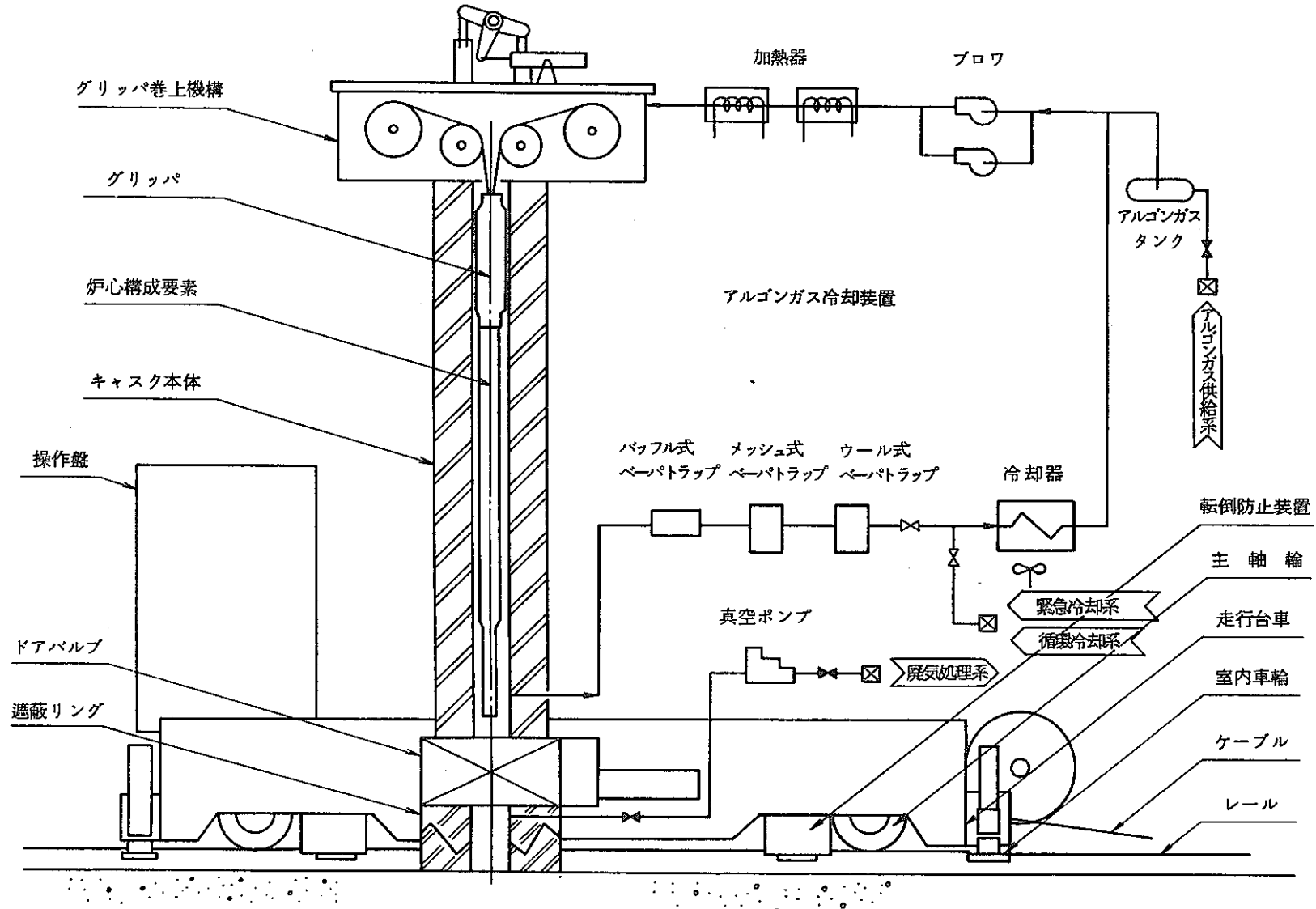
キャスクやドアバルブには使用済炉心構成要素の放射線を遮蔽するため鉛が鑄込まれ、また最外周部には、ポリエチレン遮蔽体が装備されている。

また、グリッパの洗浄のためには専用の点検設備がキャスクカー走行エリア下部に設けられている。



第 2.4 - 9 図 トランスファロータ概略図

Fig. 2.4 - 9 Transfer Rotor



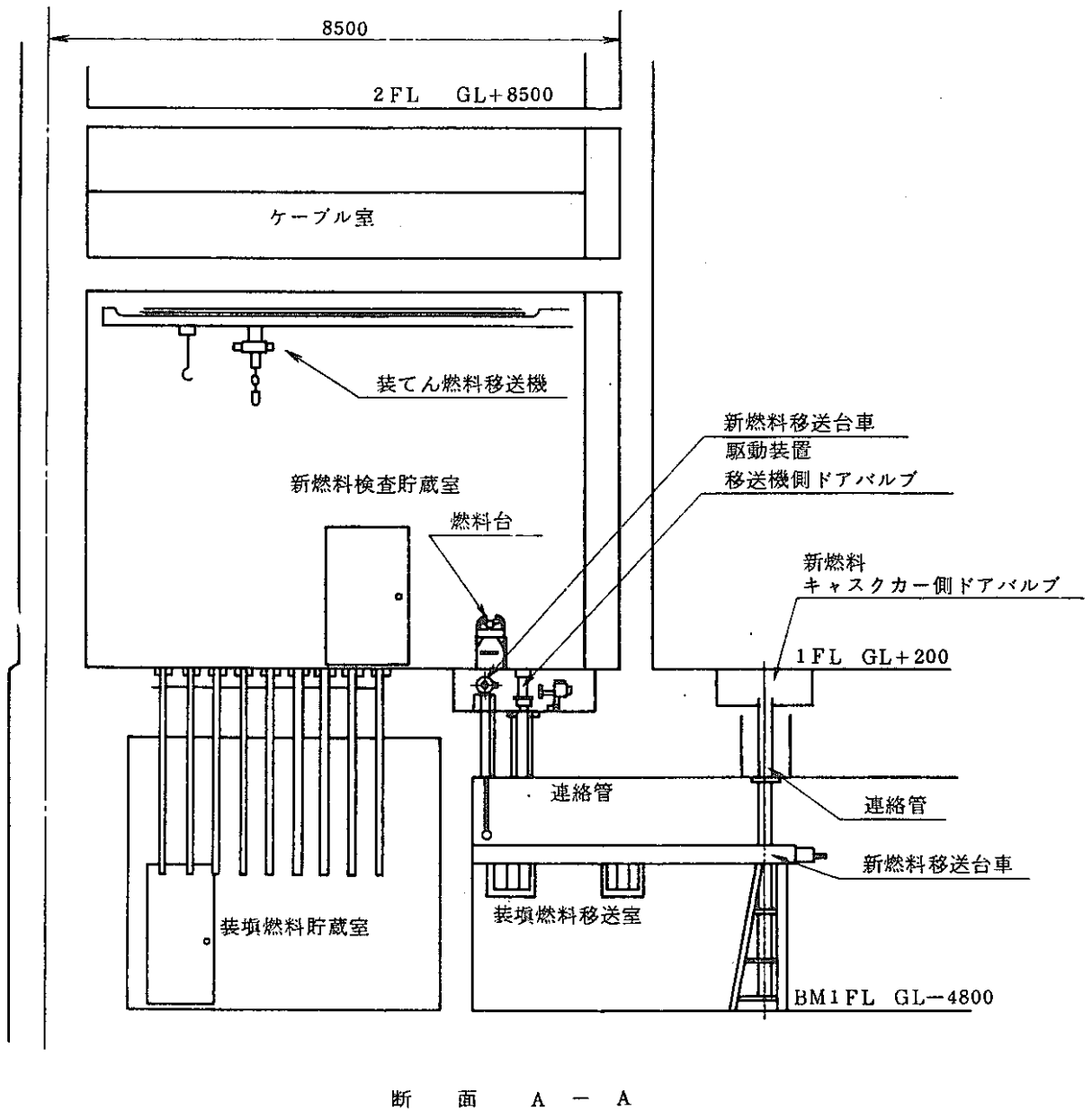
第 2.4-10 図 燃料取扱用カスクカー概略系統図

Fig. 2.4-10 Outline of The Cask Car

(6) 新燃料貯蔵設備（付属建家）

新燃料貯蔵設備は以下の機器により構成されている。

- a) 新燃料キャスク（輸送キャスク：常陽外）よりスライドして取出されるキャスク内容を新燃料受入室から新燃料検査貯蔵室へ移送する燃料移送装置
- b) 新燃料検査貯蔵室にて燃料集合体を検査する新燃料検査装置
- c) 新炉心構成要素を取扱う際の天井クレーン形式の装填燃料移送機
- d) 新燃料検査貯蔵室床部に設置され、検査後の新炉心構成要素を貯蔵保管しかつ、雰囲気条件及び未臨界条件等の設計がなされた構造となっている装填燃料収納管
- e) 地下の装填燃料移送室にあって、装填燃料移送機により装荷した新炉心構成要素を燃料取扱用キャスクカー移動領域まで移送する為の新燃料移送台車及び移送機側・キャスクカー側ドアバルブ（2.4-4図, 2.4-11図参照）
- f) 新燃料移送時、燃料をトランスフェロータナトリウム中ポットへ装荷する際、ポット内のナトリウム固化をはじめ熱衝撃による燃料の損傷を避ける為新燃料移送台車収納管内で加熱アルゴンガスを循環し予熱する新燃料予熱装置



第 2.4 - 11 図 新燃料貯蔵設備配置図 (縦断面図)

Fig. 2.4 - 11 Vertical Section of The New Fuel Storage Facility

(7) 使用済燃料貯蔵設備（付属建家）

使用済燃料貯蔵設備には常陽がナトリウム冷却炉であること、プルトニウム燃料を使用することなどの理由から、特に次のような設備が設けられている。

a) 燃料洗浄設備

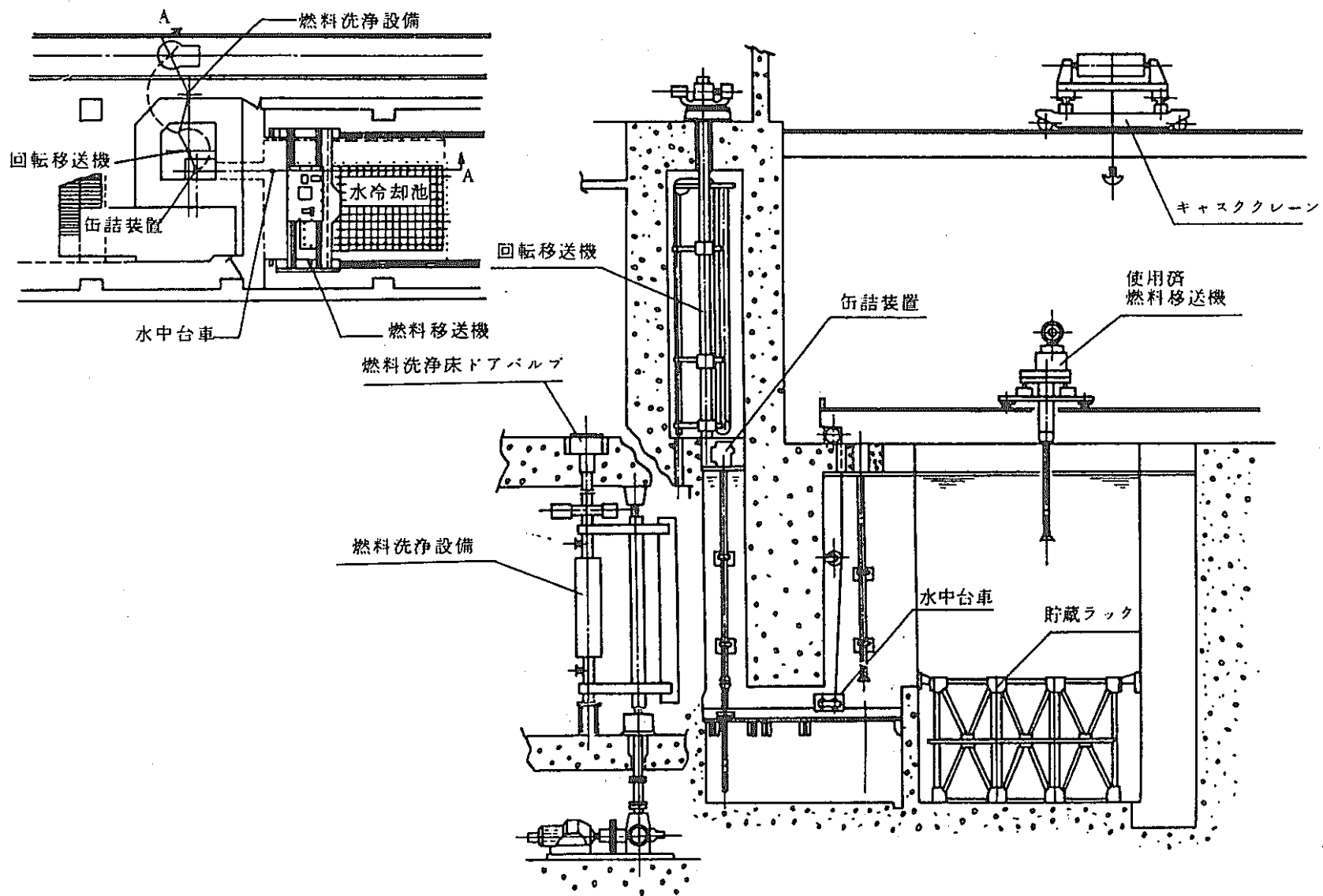
「常陽」の使用済燃料は、トランスファロータからキャスクカーへ移る際、ナトリウム雰囲気から不活性ガス雰囲気へ変るが、キャスクカーに移された燃料には、かなりのナトリウムが付着しており、このままではナトリウムと水との反応生成物である苛性ソーダによる腐食などの好ましくない現象が起こることが予想される。

「常陽」ではトランスファロータから使用済燃料を取り出したのち、ただちにナトリウムを洗浄する方式を採用している。洗浄方法は冷却材として流しているアルゴンガス中に徐々に乾燥水蒸気を混ぜて、ナトリウムと反応させ、反応が終了したところで反応生成物を水で洗い落とす方式をとっている。

b) 燃料缶詰設備

原子炉から取出された使用済燃料集合体は、約 1.5 kW の崩壊熱約 60 万キュリーの放射能を持つ。軽水炉などでは、明らかに破損しているものを除いて燃料はそのまま水中に貯蔵されるが、「常陽」の場合プルトニウム含有率が高いこと、および洗浄の際残留した苛性ソーダによる腐食などを考慮して、燃料はすべて缶詰にして貯蔵する方式であり缶はステンレス鋼でつくられ、缶内には水を入れて除熱の際媒体となるように設計されている。缶詰にされた使用済燃料は、燃料缶詰設備に隣接した水プール中に使用済燃料移送機で貯蔵冷却される。貯蔵量は約 200 本である。

第 2.4-12 図に同設備の概略図を示す。



第 2.4 - 12 図 使用済燃料貯蔵設備概要図 (断面 A - A)

Fig.2.4-12 Spent Fuel Storage Facility

(8) S F F (新燃料及び使用済燃料貯蔵設備)

a) 新燃料貯蔵設備

新燃料貯蔵設備は、新燃料用構内輸送キャスクにて、付属建家新燃料受入室から運ばれた新炉心構成要素を貯蔵する設備である。貯蔵室に運ばれた新炉心構成要素個々には、それぞれ新燃料グリップがつけられ、天井クレーンにてこのグリップを吊り上げ、新燃料収納管に収納される。

収納された新炉心構成要素は、グリップで吊られた状態で収納管に保管される。

尚、本設備には、収納管内をアルゴンガス雰囲気置換し、新炉心構成要素の発錆を防止する為のアルゴンガス設備がある。又、収納管およびグリップは64体ある。

b) 使用済燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、燃料移送機及び貯蔵ラックから構成される。

燃料移送機は、燃料移送機本体、燃料移送機台車、軌道より構成され、キャスクピットの底に置かれた輸送キャスクより使用済燃料集合体等を収容した缶詰缶を吊り上げ水冷却池水中に設置されている貯蔵ラック上の任意の位置まで走行・横行して貯蔵ラックに装荷する作業及びこの逆を水中にて行い、グリップ及び案内管を除き水面上大気中に設置される。

貯蔵ラックは、水冷却池水中に設置され使用済燃料集合体等を収容した缶詰缶 600 体を貯蔵するものである。

(9) グリッパ洗浄設備

a) 燃料つかみ部洗浄設備

燃料交換は回転プラグ上にドアバルブを介して設置された燃料交換機を使用し、炉心部と炉心貯蔵ラック間を移動させることにより行い、燃料出入機はこの炉内貯蔵ラックより炉心燃料をポットに挿入された状態で炉外へ取り出す。

これら2つの機器のグリッパ部は両方とも炉容器内のナトリウムに浸漬されるため、次回使用時までにはグリッパ部に付着したナトリウムを洗浄しておかねばならない。このために格納容器内に燃料つかみ部洗浄設備を設け、アルコール洗浄を行える機能を有している。また燃料交換機グリッパ、燃料出入機グリッパの外観点検も可能なようにガラス窓を有している。

b) 燃料取扱用キャスクカーグリッパ点検設備

燃料取扱用キャスクカーは新炉心構成要素を格納容器内外の中継基地であるトランスファロータに移送し、また格納容器内の燃料出入機によりトランスファロータに移送された使用済燃料を燃料洗浄設備に移送する設備である。

キャスクカー洗浄設備はキャスクカー使用后、グリッパ先端部に付着したナトリウムの洗浄およびドアバルブや遮蔽リングの点検を行う設備である。

本設備は、ドアバルブや遮蔽リングをキャスクカーから取り外し点検を行う点検ピット、およびグリッパに付着した放射性ナトリウムを洗浄する洗浄容器、洗浄液を貯蔵するダンブタンクおよび配管、弁類により構成される。

グリッパは、アルゴンガスに置換された洗浄容器内に吊りおろされグローブボックスで駆動用ワイヤが取り外される。循環ポンプにより洗浄液（脱塩水）を循環させグリッパを洗浄する。洗浄後の乾燥は真空ポンプにより洗浄槽内を真空に引き行われる。グリッパのナトリウム付着状況は点検槽のガラス窓より点検が可能である。

c) 交換機グリッパ乾燥設備

本設備は、燃料交換機グリッパを燃料つかみ部洗浄設備で洗浄した後、燃料交換機本体を本設備上に据付けて、以下の作業を行うものである。

- イ) グリッパに付着している洗浄液の乾燥促進
- ロ) グリッパセンシング軸の動作確認
- ハ) グリッパの洗浄液への浸漬
- ニ) グリッパの分解点検および組立

(10) 置場機器設備

置場機器設備は、格納容器内に位置し交換機孔スリーブ収納管、交換機孔プラグ収納管及び炉内検査孔プラグ収納管からなる。これらの収納管は、堅型円筒型をしており、出入機との取合点及び収納管のバウンダリとしてアルゴンガス作動式ドアバルブを有している。又、

本設備は、それぞれの収納管をアルゴンガスに置換すべく、アルゴンガス供給用配管をそれぞれ有している。

(11) 使用済燃料プール間移送設備

a) 使用済燃料輸送機器（キャスク）

キャスクは、本体、蓋、燃料バスケット及び緩衝体より構成される。また付属機器として吊上装置、架台、及び締付装置があり、運搬中（トラックヤードでの仮置中も含む）架台に縦置状態におかれ、締付装置で固定される。またプール内においても縦置状態で取扱が行われる。第 2.4 - 13 図に構成図を示す。

使用済炉心構成要素は、水中にて缶詰缶に封入された状態で使用済燃料移送機により、燃料バスケット内に装荷される。燃料バスケットは、取扱対象により、8 体装荷用と 11 体装荷用の 2 種類がある。MK-II 移行期間中は、ブランケット燃料が移送対象であった為、11 体用バスケットが使用された。

キャスク内部には、収納燃料より発生する崩壊熱除去の為、冷却水が充填されており、キャスク外面には自然冷却促進のためにフィンが設けられている。

キャスク概略重量

イ) 本 体	43 トン	
ロ) 蓋	1.5 トン	* 輸送物総重量（燃料集合体 11 体収納時）
ハ) 燃料バスケット	0.45 トン	53 トン

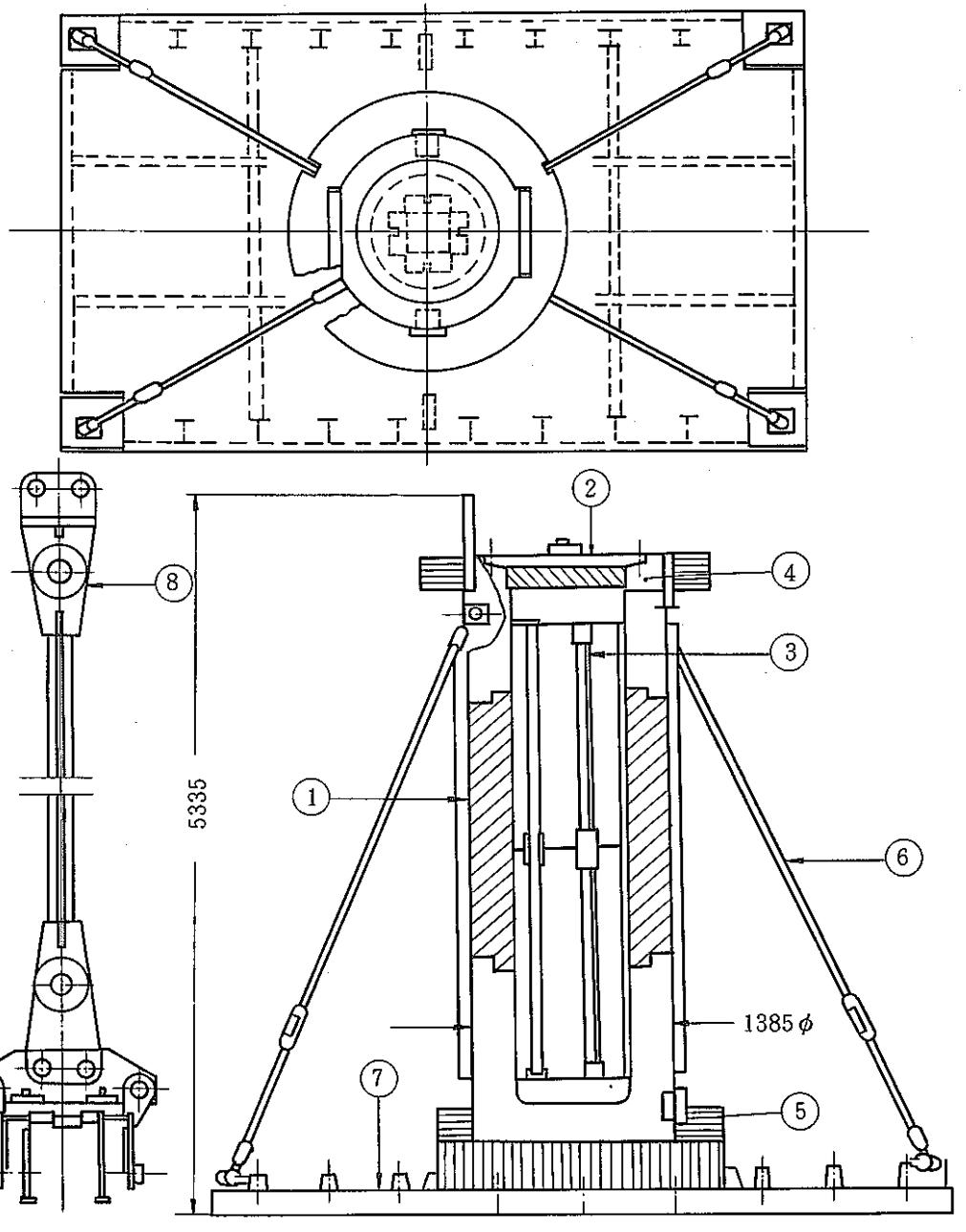
b) キャスク運搬用トレーラー

トレーラーは、原子炉付付属建家側トラックヤードが SFF に比べ狭く、同室天井 70 トンクレーンの吊上代との関係から、荷台が低くかつ、後輪部の長さが短いものを特別に選定した。第 2.4 - 14 図に積載図を示す。

ト レ ー ラ ー 仕 様	
積 載 重 量	60 トン
全 長	16,800 mm
全 巾	3,190 mm
荷 台 高 さ	850 mm
最後部より荷台までの長さ	2,400 mm
キャスク架台固縛要領	ボルト固定

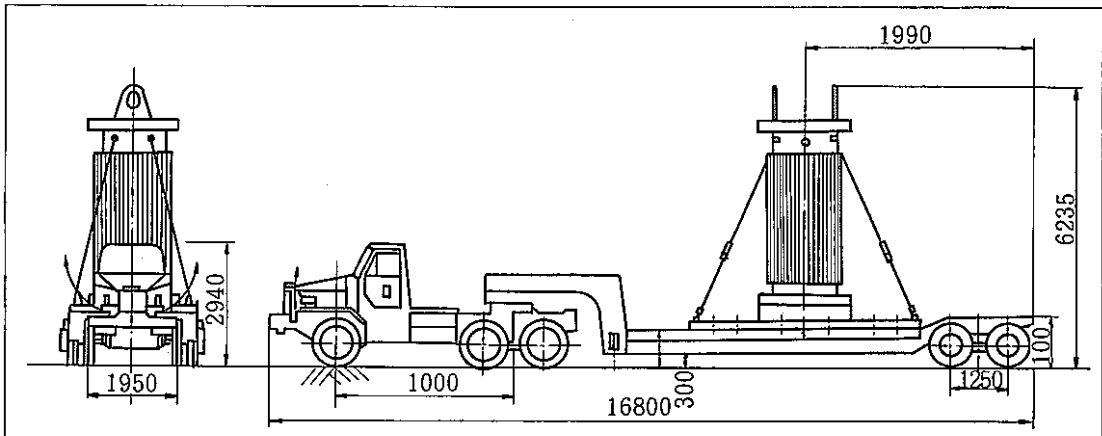
固縛ボルト M 27 (SCM 435) × 12 本

番号	名称	番号	名称
1	容器本体	5	底部緩衝体
2	蓋	6	縮付装置
3	燃料バスケット	7	架台
4	上部緩衝体	8	吊上装置



第 2.4 - 13 図 使用済燃料輸送機器構成図

Fig. 2.4 - 13 Spent Fuel Transport Cask



第 2.4 - 14 図 キャスク運搬用トレーラー

Fig. 2.4 - 14 Trailer for Cask Use

c) 使用済燃料移送機

使用済燃料移送機は、移送機本体および台車より構成され、プール内において使用済炉心構成要素を装荷した缶詰缶を吊上げ、貯蔵ラックの任意の位置まで移動し、貯蔵ラックへの装荷、あるいはキャスク内への缶詰缶の装荷、取出しを行う。

運転は、燃料移送機操作盤からの遠隔操作により行い、位置決めは移送機本体に取付けられている水中カメラにより行う。

d) キャスククレーン

第 1 プール、第 2 プールそれぞれの水令却池天井には、使用済燃料キャスク搬出入エリアとキャスクピット間の移送用に 70 トンクレーンが設置されておりキャスクのプール内据付、引上、およびトレーラーへの積載等はすべてキャスククレーンにより行われる。

e) プール内キャスク取扱作業監視用水中カメラ

水中カメラは、プール間移送作業用として新たに使用済燃料移送機台車上に設けたものであり、カメラ本体、駆動装置、および操作盤、モニタ等により構成される。カメラ本体は操作盤からの遠隔操作で上・下動可能であり、プール内に据付けられたキャスクへの吊具の装着、蓋の取付作業時に使用する。

2.4.4 制御設備の概要

1) 制御棒

本原子炉には制御棒 6 本が配置されており、これらの制御棒によって通常時及び緊急時共に原子炉の反応度を制御することを目的としている。

照射用炉心における制御棒はすべて同一の構造と機能を有しており、通常の運転操作に必要な速度で炉心挿入・引抜の動作が行われると共に緊急時には急速に炉心内へ挿入されるよう自重及びスプリング力によりスクラム動作が行われる。制御棒の構造（第 2.4 - 15 図参照）は、7 本の制御要素を円管構造の保護管に収納し、上部に接続管、上部ディフューザ及びハンドリングヘッドを溶接、下部に下部ディフューザ部及びダッシュラム部から成る下部構造物を下部グリッド板に溶接したものである。

制御要素の構造は、ボロン-10を濃縮した（90 wt%） B_4C ペレット（スタック長 650 mm）を SUS 316 相当ステンレス鋼管で被覆し、上部には発生したヘリウムガスを要素外に排除し、かつ冷却材ナトリウムが要素内に侵入しないようなダイビング・ベル型のベント機構を有したものである。

2) 上部案内管

上部案内管は、炉心上部機構の上部及び下部に嵌合されている円管であり、制御棒と延長管の上下動並びに制御棒の急速落下の際の案内をするものであり、延長管、加速管、加速スプリング等より構成されている。

第 2.4 - 16 図に上部案内管の概略図を示す。

(1) 延長管

延長管は、外側延長管、内側延長管、ストロークベローズ及びラッチベローズからなり CRDM と制御棒とを連結するための管で、延長管下端にラッチ機構があり、内側延長管の下端にフィンガー動作棒が、外側延長管下端には 4 つ割りのラッチフィンガーがついている。

「ラッチ時は、常時閉の角度に組立てられているラッチフィンガーをフィンガー動作棒が押し広げる構造になっていて、保持電磁石の鉄心にアーマチュアが吸着され、内側と外側延長管は一体化されて駆動系の上下動を制御棒へ伝える。CRDM と制御棒の切離しは、保持電磁石が消磁されデラッチスプリングの力と自重により内側延長管が約 30 mm 落下することにより起る。」内側延長管と外側延長管との間はラッチベローズ、外側延長管と外側生体遮蔽体との間はストロークベローズで炉内カバーガスと炉上部雰囲気とをシールしている。

(2) 加速管

制御棒駆動機構には加速スプリングと加速管がついていて、スクラム時に制御棒は解放されると同時に、加速管を介して伝達されるスプリング力により加速されて急速落下する。

加速管の落下衝撃を吸収するため上部案内管にダンピングスプリングが組込まれている。
また、加速管頭部に永久磁石が組込まれており、加速管が落下すると上部案内管外面に巻かれた誘導コイルに起電力が発生し、制御棒駆動機構のスクラム機能が健全であることが確認できるようにスクラム時間測定装置がついている。

(3) 加速スプリング

加速スプリングは、制御棒急速落下機構の中に組込まれており、インコネル 750 の材質で製作されている。

通常の原子炉運転時加速スプリングは圧縮されており、スクラム時に加速管をスプリング力により加速する機能を有している。

3) 下部案内管の概要

下部案内管は、外形が六角で内形が円形をしたパイプ状の案内管部とエントランスノズルで構成されており、炉心構造物との固定には、バイヨネットピン方式が採用されている。

制御棒は、制御棒駆動機構により引抜、挿入が行われるが、下部案内管はその際の上下動のガイドを行うことを目的とする。MK-I 用の調整棒用下部案内管には防振を目的とする調整ネジが設けられていたが、MK-II 用(第 2.4 - 17 図参照)にはこれがなく制御棒自身で制御棒の防振を行っている。

4) 制御棒駆動機構の概要

制御棒駆動機構は、炉心上部機構に 6 基配置される。照射用炉心における制御棒駆動機構は、6 基とも増殖炉心における安全棒用駆動機構と同一の機能を持ち、通常運転時には制御棒の炉心への挿入、引抜及び位置保持を行い、異常時には、制御棒を炉心へ急速落下させる。制御棒駆動機構は、電動機駆動により一定速度でストローク 650mm (増殖炉心では 900mm) の間で制御棒の挿入引抜動作を行い、制御棒のスクラム動作は、保持電磁の消磁により駆動機構に連結されている制御棒を解放し、スプリング力で急速落下させることにより行う。燃料交換時には、制御棒を炉心内に据付けられている下部案内管へ全挿入して切離し、延長管を引上げることにより回転プラグの回転操作を可能にする。

これらの機能を持たせるため、増殖炉心における調整棒用駆動機構 2 基を安全棒用駆動機構と同一の機能を持つ制御棒駆動 2 基と取換える。又、既設の安全棒用駆動機構については、ストローク変更に伴う改造と併せて、駆動部ハウジングの製作及びコンパウンド注入口の新設を行う。

尚、制御棒駆動機構は、炉心上部機構を貫通しているため、炉内とのバウンダリを形成するシールバウンダリ形成部と駆動機構の内部に封入されているアルゴンガス圧力に対する耐圧部からなる。

制御棒及び制御棒駆動機構の概念図を第 2.4 - 18 図に示す。

5) 原子炉出力制御設備及び原子炉保護系設備

(1) 原子炉出力制御設備の概要

原子炉出力制御設備は、原子炉制御盤及びロードセル計装盤などより構成され下記の機能を有する。

(原子炉制御盤)

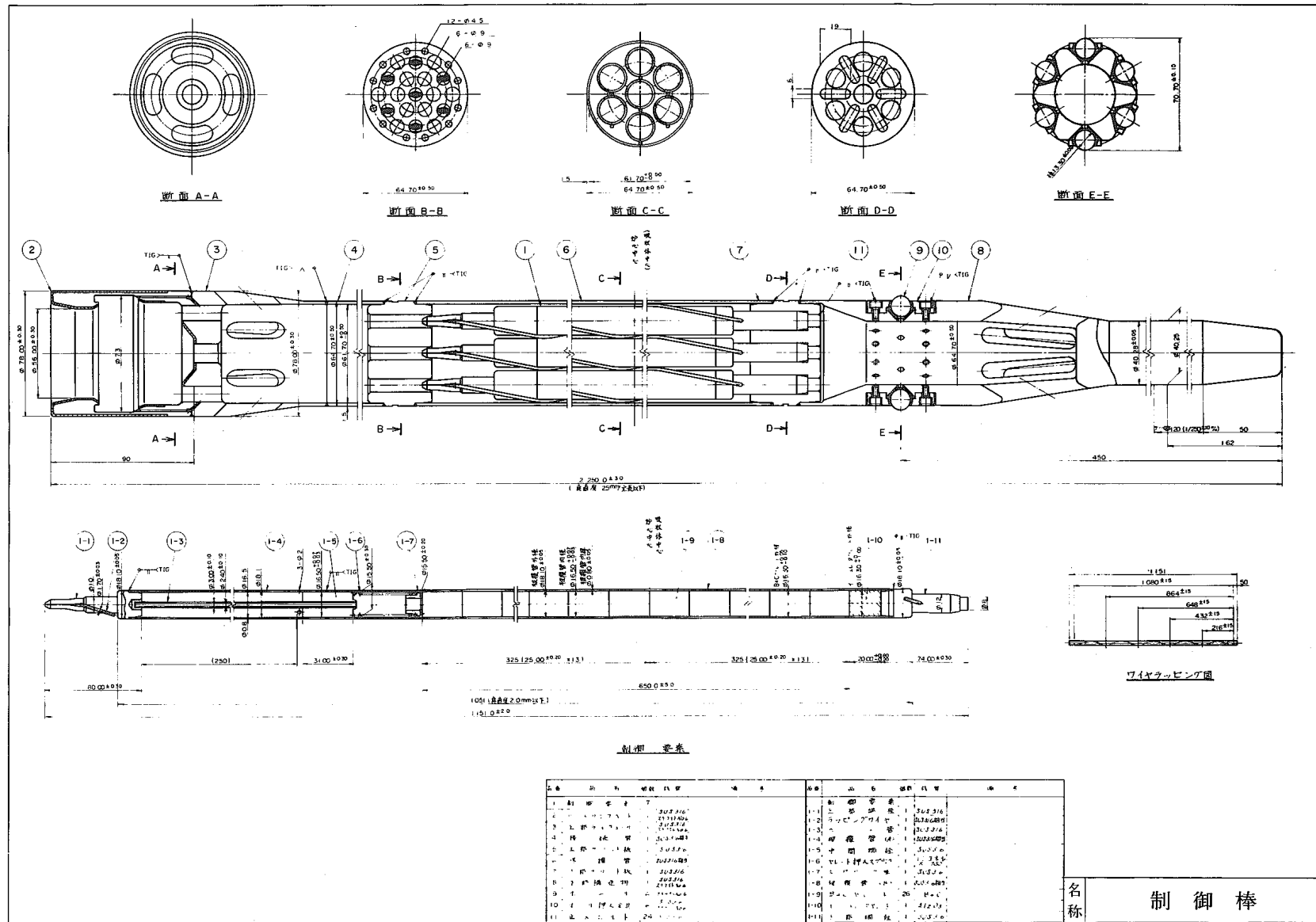
- a) 中性子束及び炉周期を指示し記録する。
- b) 制御棒を操作し、制御棒の位置を指示する。
- c) 原子炉を手動で緊急停止する。
- d) 原子炉を監視し、警報表示する。

(ロードセル計装盤)

ロードセル計装盤は、制御棒駆動機構の引抜き、挿入荷重を検出し、指示警報する。

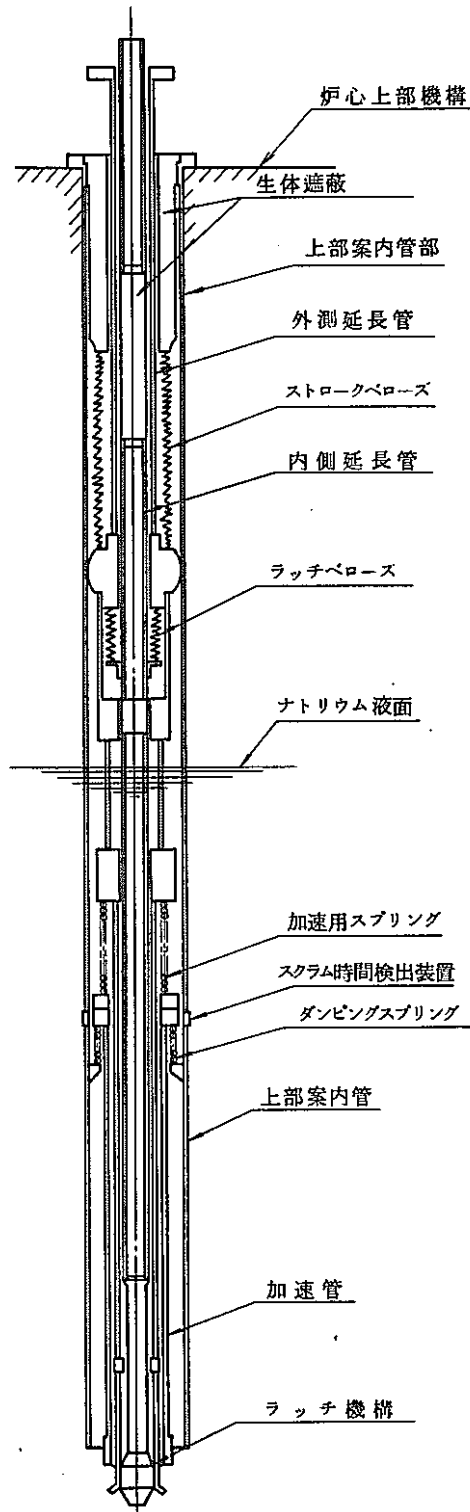
(2) 原子炉保護系設備の概要

原子炉保護系設備は、ロジック盤A及びロジック盤Bより構成され原子炉の異常を検知し、スクラム、制御棒一斉挿入、アイソレーションを行うための始動信号を発すると同時に警報表示する機能を有する。

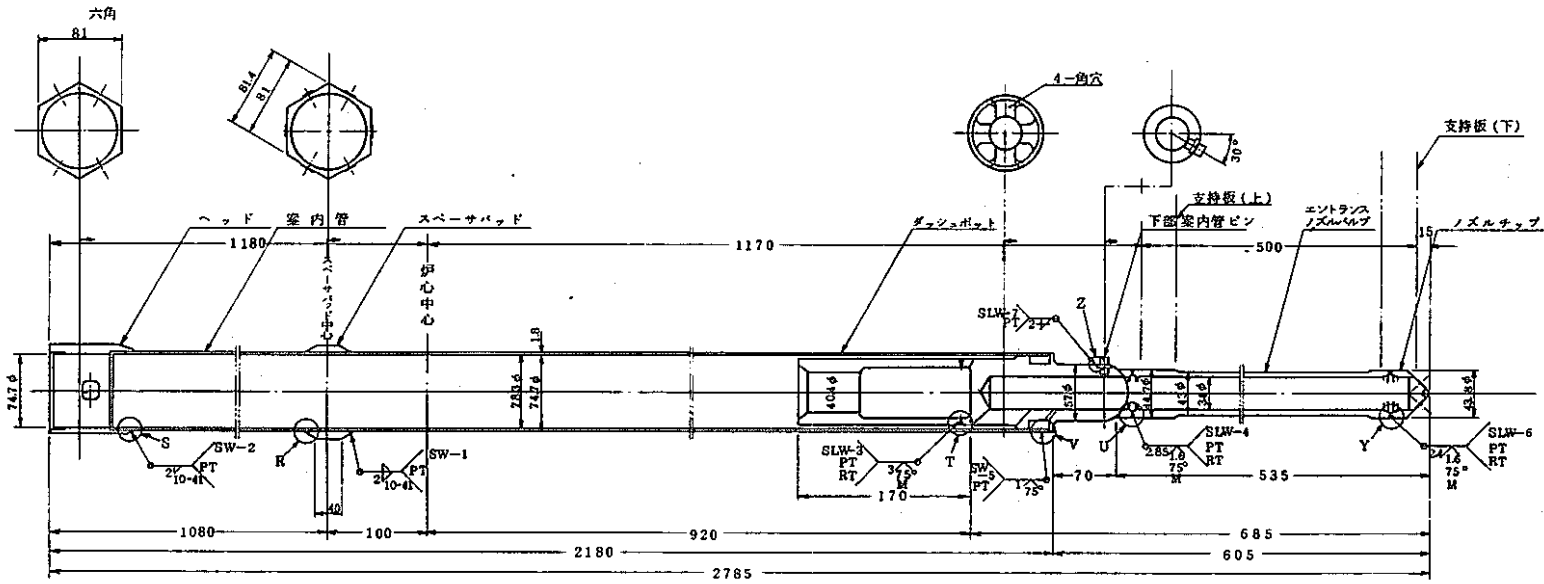


第2.4-15図 制御棒概略図

Fig. 2.4-15 Control Rod

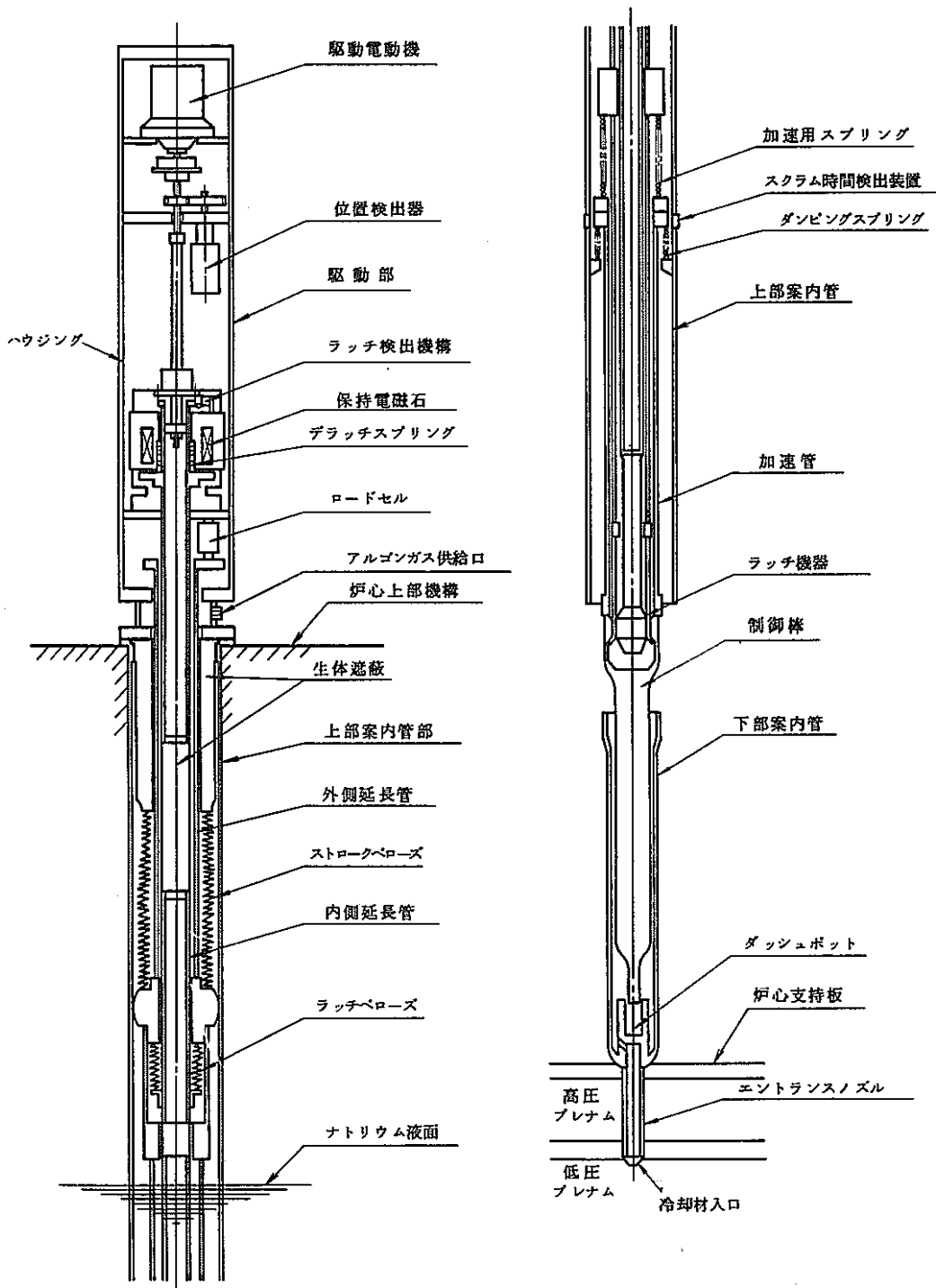


第 2.4 - 16 図 上部案内管の概略図
Fig. 2.4 - 16 Upper Guide Tube



第 2.4 - 17 図 制御棒用下部案内管

Fig. 2.4 - 17 Lower Guide Tube for Control Rod of MK-II



第 2.4 - 18 図 制御棒及び制御棒駆動機構の概念図

Fig. 2.4 - 18 Outline of the Control Rod Driving Mechanism

3. MK-II移行計画の推移

3. MK－Ⅱ移行計画の推移

高速実験炉「常陽」は昭和53年9月に照射用炉心としての熱出力100MWへの設置変更の許可を得、56年度よりこの照射用炉心移行（MK－Ⅱ移行）作業に入ることとなった。

55年5月には以前より実験炉部で独自に検討した結果が「高速実験炉『常陽』照射用炉心（MK－Ⅱ炉心）移行基本計画」（SN 908 80－02）にて明確にされた。

本計画でMK－Ⅱ炉心への移行の基本的手順及び所要期間（19ヶ月、17ヶ月、14ヶ月工程の3案）が検討され、先に述べた第3次基本計画によって昭和57年度末には100MWに到達させる必要があり、また、実験炉の75MW出力運転が56年12月まで続くことも考慮し、臨界までのMK－Ⅱ移行期間を11ヶ月とせざるを得なくなりこの工程を守るための体制作りが必要となった。

MK－Ⅱ移行作業の概要については既に2.3章で述べられている通りであるが、このMK－Ⅱ移行作業のうち特に留意すべき事項として、実験炉が今までに経験したことのない大量の炉心構成要素（約300体）の入れ替えの作業、制御棒駆動機構の交換作業、予備中性子検出系設置等MK－Ⅱ移行作業の大半の作業が炉体まわりの作業に集中することもあり、これらMK－Ⅱ移行作業を集中的かつ、慎重綿密に計画立案する、プロジェクトチームが必要となった。

昭和56年6月MK－Ⅱ移行作業準備グループが実験炉部長直属の臨時組織として発足した。

構成員はMK－Ⅱ移行作業が実験炉部の各課にまたがっているため、各課よりの人員の派遣によりリーダ以下9名で編成した。

実験炉75MWの定格運転の第6サイクルは昭和56年12月まで続けられ、その後昭和57年1月より直ちに移行作業に移るものとし移行作業に入るまでに行わなければならない一切の準備を整えることとした。

この間56年10月1日より原子炉第1課の燃料取扱グループも統合し、昭和57年11月22日の初臨界及び昭和58年3月の100MW達成に向けてMK－Ⅱ移行作業に係る全ての作業の準備及びその作業の円滑な遂行を目指した。

第3－1図にMK－Ⅱ移行作業に係る高速実験炉部の組織体系図を示す。

以下に昭和56年12月までになされた準備作業の各項目並びにそれら各項目の意義づけを記す。

特に第4章ではMK－Ⅱ移行作業を行なうに当り計画された項目について詳細に記す。

MK－Ⅱ移行作業を予定通り定められた手順に従ってトラブルなく実行するためには、下記の点に重点をおき検討する必要がある。

- 1) MK－Ⅱ移行作業体制の決定と基本工程の作成
- 2) 人的要員の確保と人員の教育
- 3) 技術的問題点の洗い出しとその検討
- 4) MK－Ⅱ移行作業に要する図書、要領書類の完備

1) MK-II 移行作業体制の決定と基本工程の作成

MK-II 移行作業を目標通り完遂させるための最大のキーポイントは作業手順とその体制をいかに合理的に計画し実行するかにある。

特にMK-II 移行作業として実施する項目は以下の作業である。

- (1) 照射用炉心構成のための燃料交換
- (2) 制御棒駆動機構の交換
- (3) 予備中性子検出器の設置
- (4) 中性子源の交換
- (5) 臨界近接

これらの作業のうちの大半が炉内の炉心構成要素を照射用炉心とするいわゆる燃料交換作業である。

従来の「常陽」の燃料交換作業は、原子炉第1課（燃料取扱グループ）が行ってきたが、実施期間が制限され、又その取扱本数が多いことを考慮してMK-II 移行作業期間中の燃料交換作業に限り特別の実施体制をとる必要があった。

また基本工程において57年の11月22日初臨界を達成させる11ヶ月工程を定めるに当たり、第3回定期検査項目及びその期間、炉体まわりの錯綜した作業の割り振り、一次主循環ポンプの分解点検日程と燃料取扱作業との取り合い、及びプラント状態等の検討が必要となった。これらの検討において最終的に燃料取扱作業は、原子炉第1課の当直長の指揮命令のもとに原子炉運転直が4班3交代の体制をしきこの動燃職員のもとに2直2交代の外注業者による操作員をつけ、1日4体の燃料移送を含む1週間15体の燃料の交換を行なうことを決定した。また上部案内管の3体の交換においては行程短縮を計るため原子炉第2課の指揮監督の下に対メーカーへ発注による請負作業として行うことを決定した。

このようにして第一次基本工程が定められ、これらの工程内で全ての作業がとどこおりなく行われるよう各作業の体制を定め、要領書の作成等の準備が進められた。

また本工程にクリティカルパスとなる作業項目及び主要なMK-II 移行作業項目については「ACTION」という名称を定め各作業毎にACT-1からACT-20までのニックネームをつけ資料等の作成整理の便に供した。

2) 人的要員の確保と人員の教育

燃料の取替以外のMK-II 移行作業項目については、メーカーとの請負契約によりメーカーの人員により行なわれるため特に人的要員の確保については問題とならないが、燃料交換作業においては、燃料取扱設備を用いて実験炉部職員の手で機器の運転を4班3交代で行なわなければならない。

燃料取扱設備の運転は従来より約20名の人員を要しこのため原子炉第1課では日勤のみにて1日2体の移送作業を行っていた。

今回のMK-II 移行工程を守るためには、1日4体の移送を含む7日間にて15体の燃料の移送及

び炉内取扱を必要とするため、どうしても深夜までの作業が必要となった。このため原子炉第1課の原子炉停止時の運転直4名に燃取機器運転指揮6名の職員を加え、13名の燃取機器操作員を外注業者に作業助勢として委託した。

これにより原子炉第1課各直は燃交中10名とし現在不足している人員については、実験炉部各課よりの応援を求め作業に参加する計画を作成した。原子炉第1課の燃取運転未経験者、各課よりの応援者及び外注業者については燃取機器の運転操作は全くの未経験でもあり、また高速炉の燃取機器の運転は極めて特殊な操作でもあるため特別な長期の運転教育を行い安全な作業の確保に努めた。詳細については第4.3章及び第4.6章に燃料交換作業実施体制及び運転員の教育について記した。

(3) 技術的問題点の洗い出しとその検討

MK-II 移行作業は特に炉体まわりの改造を主としているため、改造機器、炉心構成要素の取扱い等の技術的検討は以前よりなされそれぞれ検討書が発行されている。

ここではMK-II 移行作業を実際に行っていく上で、特に多量の炉心構成要素を短期間で取替えるため今までの作業以上に技術的問題がおこらないか、またおこった時の対処方法等の検討の必要があった。

取出された使用済燃料の保管貯蔵の方法、第1プールより第2プールへの移送、使用済炉心構成要素の洗浄廃液量の検討、トランスファロータでの炉心構成要素体積変化によるナトリウム溢れ量の評価、燃料取扱設備の保守時期の決定、ドアバルブ内ナトリウムドリップパンの洗浄時期の検討、グリッパ洗浄時期の検討等々の技術的諸問題の検討がなされた。

(4) MK-II 移行作業に要する図書要領書類の完備

MK-II 移行作業のそれぞれの作業項目は保安規定に基づいて行われる作業であるが、定められた工程を守り安全かつ適確に円滑に行われなければならない。

このため特に保安規定の精神の基に「照射用炉心構成作業管理要綱」を定めた。

この管理要綱でMK-II 移行作業における各組織の職務、高速実験炉部の体制、MK-II プロジェクトチームの位置づけ、及びMK-II 移行作業推進会議の設置を行うと共に特に不具合時の処理等を含めて、照射用炉心構成作業関係図書について詳細に定めた。

ここでMK-II 移行作業が約1年という長期にわたりまた各課にまたがった作業であり、それに携る要員が初めて行う作業も含まれることをも考慮し、作業を円滑かつ安全に行わしめるため各作業の計画書、実施要領書、及び作業マニュアルの完備を図った。特に燃料取扱作業においては、その炉心構成要素の移動管理が完璧になされることが基本の条件であることから、約300体の取替手順、燃料交換の詳細工程、各ステップ毎の炉心配置、新燃料の取扱い及び貯蔵状況管理、炉心構成要素マスターキー方向の計算書等の詳細をあらかじめ定め『MK-II 移行作業燃料取扱作業基本計

画』としてまとめた。全ての炉心構成要素はこの燃料取扱作業基本計画書に基づき計画された。

また、高速炉特有の煩雑な燃料取扱設備の円滑な運転がこのMK-II 移行作業の成否を定めるため、燃取機器の全てについて運転操作マニュアルを作成すると共に、その作業のチェックを操作手順にならって出来るような作業チェックシートを作成して、運転操作員の便を図った。またこの採取されたデータは一括管理され大洗工学センターのデータバンキングコンピューターにメモリーされるようデータ整理方式を完備した。これら作業計画書類の詳細については第4.4章に述べる。

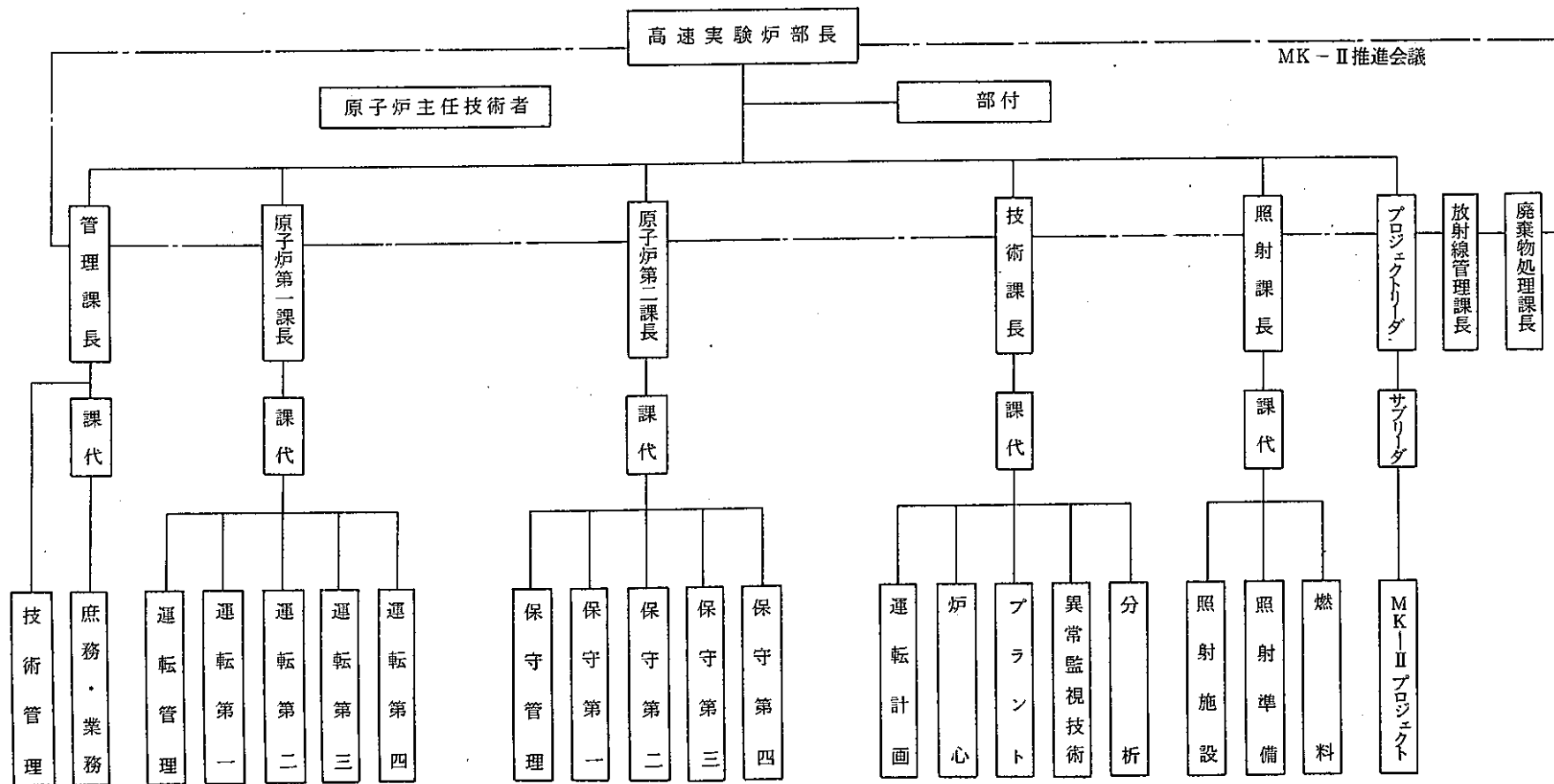
先に述べた重点4項目の検討が昭和56年12月までにほぼ完了し最終詳細工程のつめがなされた。

また保安規定に基づいたMK-II 移行作業の管理要綱も定められ、これにのっとり高速実験炉部に「MK-II 移行作業推進会議」が発足し週1回想定される種々のトラブル、移行作業進捗状況の把握等がなされ作業の円滑な遂行が図られた。

その他協力支援部門への説明、対中央官庁、地方自治体、市町村等への説明も精力的に行なわれた。

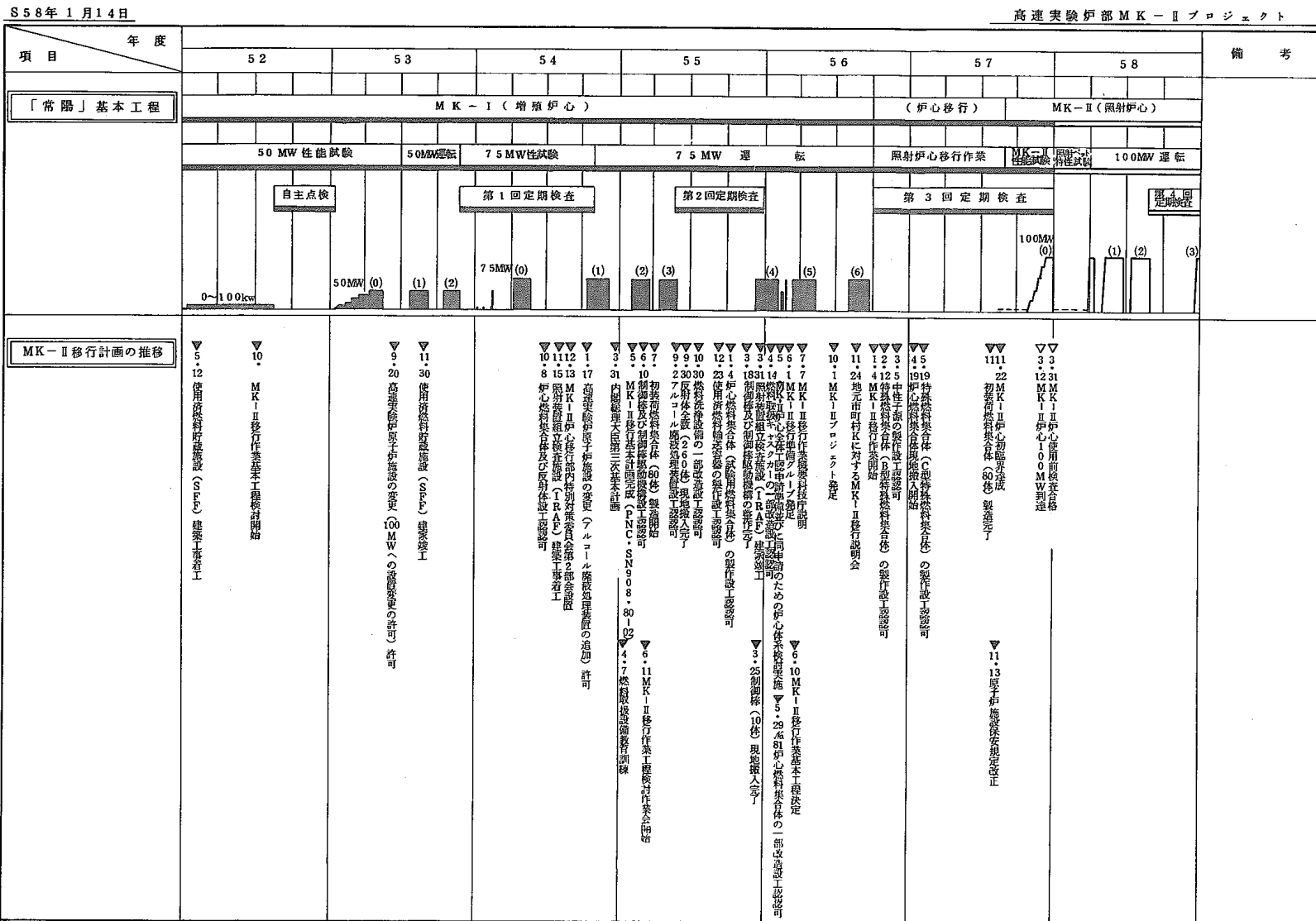
こうした種々の準備作業がとどこおりなく進められ57年1月よりいよいよACT-1の現場作業が開始された。

これらの作業実績については第5章に詳細に記されている。又、第3-2図に『「常陽」MK-II 移行計画の経過』を示す。



第3-1図 高速実験炉部体制図

Fig. 3-1 Organization in JOYO



第 3 - 2 図 常陽 MK-II 移行計画の経過

Fig. 3-2 Progress of JOYO MK-II Core Conversion

4. 照射用炉心移行作業計画

4. 照射用炉心移行作業計画

照射用炉心移行作業（以下MK-II 移行作業と言う）は、移行作業の大半を占める燃料交換作業を始めとして、炉体まわりを中心とした作業が主体となるが、これと併行して実施する第3回定期検査等移行期間中に於ける作業項目は膨大な数となった。また、各作業内容を検討していく段階で新たな作業項目も追加された。

これら各作業の工程管理を行うために、MK-II 移行作業に係る全ての作業及び第3回定期検査と、各課及び関連部所との調整作業を行い、昭和56年6月、MK-II 移行作業基本工程第二次案が作成され、MK-II 移行作業期間、昭和57年1月から昭和57年11月の11ヶ月間が決定した。また、照射用炉心における初臨界達成日を昭和57年11月22日と決めた。

本移行作業を11ヶ月間という限定された期間の中で行うためには1つの作業ミスも許されない厳しい条件であった。1つの作業ミスが全体工程に重大な影響を与えるばかりでなく、「昭和57年11月22日の初臨界達成」の目標も守れなくなる。このためにも「安全かつ効率的な作業」を目標に、各作業項目ごとに綿密でしかも用意周到な作業計画を立てる必要があった。

特に移行作業の大半を占める燃料交換作業においては、安全かつ正確で効率の良い燃料取替計画及び炉心燃料装荷時の炉心状態把握のための未臨界度測定装置の設置及び燃料交換作業時の運転員の被ばく管理が必要となった。

また、燃料交換作業を工程通り、支障なく実施していくため運転、保守両面に渡って機能を発揮し、かつ指揮命令系統が明確な体制作りは、作業計画の上で重要なポイントであった。

燃料交換作業は、高速炉特有の燃料取扱設備で行われることから、機器の運転に当っては、高度な知識と技術が要求されるため、運転員に対して事前に運転訓練を行った。特に運転助勢員として、本移行作業に参加する業務協力員に対しては、密度の濃い運転訓練計画が必要であった。また、運転に際し、単純な操作ミスを防止するため、従来の運転マニュアル及び、チェックシート類の見直しを行い、全面改訂作業を行った。

燃料交換作業に付随して発生する作業及び問題点の摘出作業を行い、各作業計画書に反映させた。特に問題点の摘出に当っては、今までに知り得た運転データ及び運転、保守経験を元にあらゆる角度から見直しを行い、作業に支障をきたさない様万全を期した。

以上、作業を実施する上での作業計画の過程を簡単に述べたが、これら計画書は、移行作業開始前にすべて作成完了し、MK-II 移行作業技術検討会に計り承認された後、作業実施に当って使用した。

各作業は、当初計画された通り支障なく進めることができたが、燃料洗浄廃液計画及び燃料移送中のNa 溢れ量計画については、運転実績を評価しながら見直し作業を行った。

各作業計画についての詳細な内容は4.1～4.9に記述した。

4.1 基本工程の作成

4.1.1 基本工程作成の経緯及び第1次基本工程の作成

高速実験炉「常陽」の照射用炉心構成作業（MK-II 移行作業）計画の推移は、既に第3章で述べられている通りであるが、本項ではMK-II 移行作業基本工程決定までの経緯について記載する。

MK-II 移行作業基本工程は、昭和52年10月頃より技術課を中心に検討が開始されて、その集約が昭和55年5月に、『高速実験炉「常陽」照射用炉心（MK-II 炉心）移行基本計画』（SN 908 80-02）として発行された。

本計画においては、MK-II 炉心移行の基本計画及び所要期間について検討された結果、以下の通り方針が決定された。

1) 基本的な考え方

移行作業を実施する上での基本的考え方としては、

- (1) 移行に際しては先ず炉心を十分未臨界になるまで、MK-I 燃料をMK-II 反射体に置換する。（十分未臨界な状態とは、制御棒が全数取り除かれた状態でも3% $\Delta K/K$ 以上の未臨界度とする。）
- (2) ブランケット燃料とMK-II 反射体の交換作業は炉心を十分未臨界にした状態で実施する。
- (3) 十分未臨界な体系においては、MK-I 炉心燃料と直接交換を行い、ダミー燃料の使用はできるだけ少なくする。
- (4) 臨界を達成するまでは特殊燃料は使用しない。
- (5) 臨界後の性能試験において、通常炉心及び特殊燃料装荷炉心について炉心特性を測定する。
- (6) MK-II 炉心への移行作業期間については下記の基本的条件のもとに算出する。
 - a) 実績に基づいて作業分析を行った作業単位毎の所要日数を使用する。
 - b) 作業は通常勤務時間内とし、休日出勤及び超過勤務は原則として行わない。
 - c) 同一作業を3ヶ月以上継続することは可能な限り避ける。（機器の点検等のため）
 移行の基本工程を第4.1-2表に示す。

を採用する。

以上の考えに基づいたMK-I 炉心からMK-II 炉心への基本的移行手順は以下の通りである。

(1) MK-II 炉心移行作業

- a) 炉心のMK-I 燃料をMK-II 反射体（一部ダミー燃料を含む）と置換し、十分未臨界な体系とする。
- b) MK-I ブランケット燃料を順次MK-II 反射体と置換する。

- c) MK - I 制御棒及び駆動機構（以下制御棒等という）をMK - II 制御棒等と置換する。
- d) MK - I 燃料の残り分をMK - II 燃料と置換する。
- e) 臨界試験

通常の臨界近接手順により，順次ダミー燃料（必要ならMK - II 反射体も）をMK - II 炉心燃料と置換して，MK - II 炉心の臨界を達成する。

(2) 100 MW 性能試験

a) 低出力試験

- イ) 通常炉心で炉心の基本特性を測定する。
- ロ) 特殊燃料集合体を装荷し，通常炉心との比較からその特性を求める。

b) 出力上昇試験

- イ) 通常炉心で出力上昇し，炉心の核的・熱的基本特性を測定する。
- ロ) 特殊燃料集合体を装荷した炉心で出力上昇し，通常炉心との比較からその特性を求める。

以上の手順により，特殊燃料集合体を含む初期炉心（100 MW 第 1 サイクル運転用炉心）を構成する。

第 4.1 - 1 表 移行作業項目と実働日数

Table 4.1 - 1 Total Workers for Core Conversion Activities

作 業 項 目	実 働 日 数
I. MK - II 炉心移行作業	
1 - (1) 移行準備	16 日
(2) MK - II 反射体の交換	24 日
2 MK - I 炉心を十分未臨界にする	32 日
3 - (1) CRDM 撤去	5 日
(2) 上部案内管の交換	65 日
(3) ブランケット燃料を反射体に交換 (I)	48 日
(4) 中性子検出器の引抜き	13 日
(5) ブランケット燃料を反射体に交換 (II)	48 日
(6) サーベイランスリグの交換	10 日
(7) ブランケット燃料を反射体に交換 (III)	48 日
4 - (1) 下部案内管の交換	36 日
(2) CRDM 据付・調整	22 日
5 - (1) 中性子源の交換	6 日
(2) 炉心燃料の交換	22 日
6 臨界試験	7 日
	(小計 402 日)
II. 100 MW 性能試験	
1 低出力試験	4 ヶ月
2 自主点検	3 ヶ月
3 出力上昇試験	3 ヶ月

第 4.1 - 2 表 MK - II 移行基本工程

Table 4.1 - 2 Master Plan of the MK - II Core Conversion

年	1 年												2 年												3 年											
月	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
主要工程	MK-I 最終サイクル		MK-II 炉心移行												境界		100 MW 性能試験								100 MW 定常運転											
1) 炉心燃料交換	移行準備		炉心を十分未燃界にする (40体)				炉心燃料交換 制御棒回り(12体) 炉心中心(27体)												境界試験		100 MW 定常運転															
2) ブランケット等交換	反射体の交換 (30体)		ブランケットを反射体に変換 (I) (60体) (II) (60体) (III) (59体)												低出力試験																					
3) 制御棒等交換	CRDM除去 (6体) 上部案内管交換 (3体)		制御棒交換 (2体)				下部案内管交換 (2体) 制御棒交換 (4体)												CRDM 戻付・調整 (6体)		自主点検															
4) その他			中性子検出器 引抜き (3体)				サーベイランス リグ交換 (1体)				中性子管交換												出力上昇試験													
必要時期	反射体		炉心燃料		制御棒 炉心移行キヤスケ												炉心燃料																			

2) 移行手順

前述した基本的な考え方に基づいたMK-II移行手順概要は以下の通りである。

ステップ	手 順	備 考
I.	MK-II炉心移行作業	
1 - (1)	移行準備 炉心移行に先立ち、ラック内の使用済燃料等を移動する。	
1 - (2)	MK-I反射体の交換 MK-I反射体28体を外側反射体(B)28体(うち3体はスリット付)に、またサーベイランス集合体2体を新サーベイランス集合体に交換する。	
2	MK-I炉心を十分未臨界にする。 MK-I炉心燃料(周辺)40体を、内側反射体29体、ダミー燃料10体、中性子源集合体(Be部)1体と交換して、炉心を十分未臨界にする。	
3 - (1)	制御棒駆動機構の撤去	
3 - (2)	制御棒の上部案内管の交換 制御棒上部案内管3体を交換する。	
3 - (3)	ブランケット燃料を反射体に交換(I) MK-Iブランケット燃料60体をMK-II内側反射体36体と外側反射体(A)24体に交換する。同時に安全棒4体をMK-IIのものと交換する。	
3 - (4)	中性子検出器3体の引抜き	
3 - (5)	ブランケット燃料を反射体に交換(II) MK-Iブランケット燃料60体をMK-II外側反射体(A)60体に交換する。	
3 - (6)	サーベイランスリグの交換 材料ラック内のサーベイランスリグ1体を交換する。	
3 - (7)	ブランケット燃料を反射体に交換(III) MK-Iブランケット燃料59体をMK-II外側反射体(A)59本に交換する。	
4 - (1)	調整棒の下部案内管の交換 調整棒下部案内管2体を交換すると同時に、MK-I炉心燃料12体及び調整棒2体を各々MK-IIに交換する。	
4 - (2)	制御棒駆動機構の据付・調整	

ステップ	手順	備考
5 - (1)	中性子源の交換 旧 r 線源部を取り出し、新 r 線源部を中性子源集合体に挿入する。また旧中性子源集合体を外側反射体(A)と交換する。	
5 - (2)	炉心燃料の交換 MK - I 炉心燃料の残り 27 体を MK - II 炉心燃料と交換する。	
6	臨界試験	
6 - (1)	未臨界の確認 制御棒を全数引抜いて、未臨界を確認する。	
6 - (2)	臨界近接 39 本炉心から、ダミー燃料と MK - II 炉心燃料を置換して、逆増倍曲線を作成しながら臨界を達成する。	
II.	100 MW 性能試験	
1	低出力試験	
2	自主点検	
3	出力上昇試験	

3) 所要日数の検討

移行に要する日数の算出にあたって、前述した [(1) 基本的考え方] 様に、作業は通常勤務時間内とするので年間の休日は以下の通りである。

日	曜	52 日		} 計 110 日
土	曜	26 日	(隔週休み)	
		13 日	(半日出勤)	
年	末	8 日	年始	
祭	日	11 日	(除 元日)	

従って実働日数 (第 4.1 - 1 表) から所要日数を求める際には係数として、 $365 / (365 - 110) = 1.43$ を掛けるものとする。各作業単位毎の所要日数の算出結果を、第 4.1 - 2 表に示す。この前提では移行に 568 日 (約 19 ヶ月) を要する。

検討その 1.

日曜・祭日・年末年始のみ休みとして、土曜は 8 時間勤務とした場合の所要日数を算出してみると、休日の合計は $110 日 - (26 日 + 13 日) = 71 日$ なので、係数として $365 /$

$(365 - 71) = 1.24$ を掛ける。この前提では移行に 498 日（約 17 ヶ月）を要する。

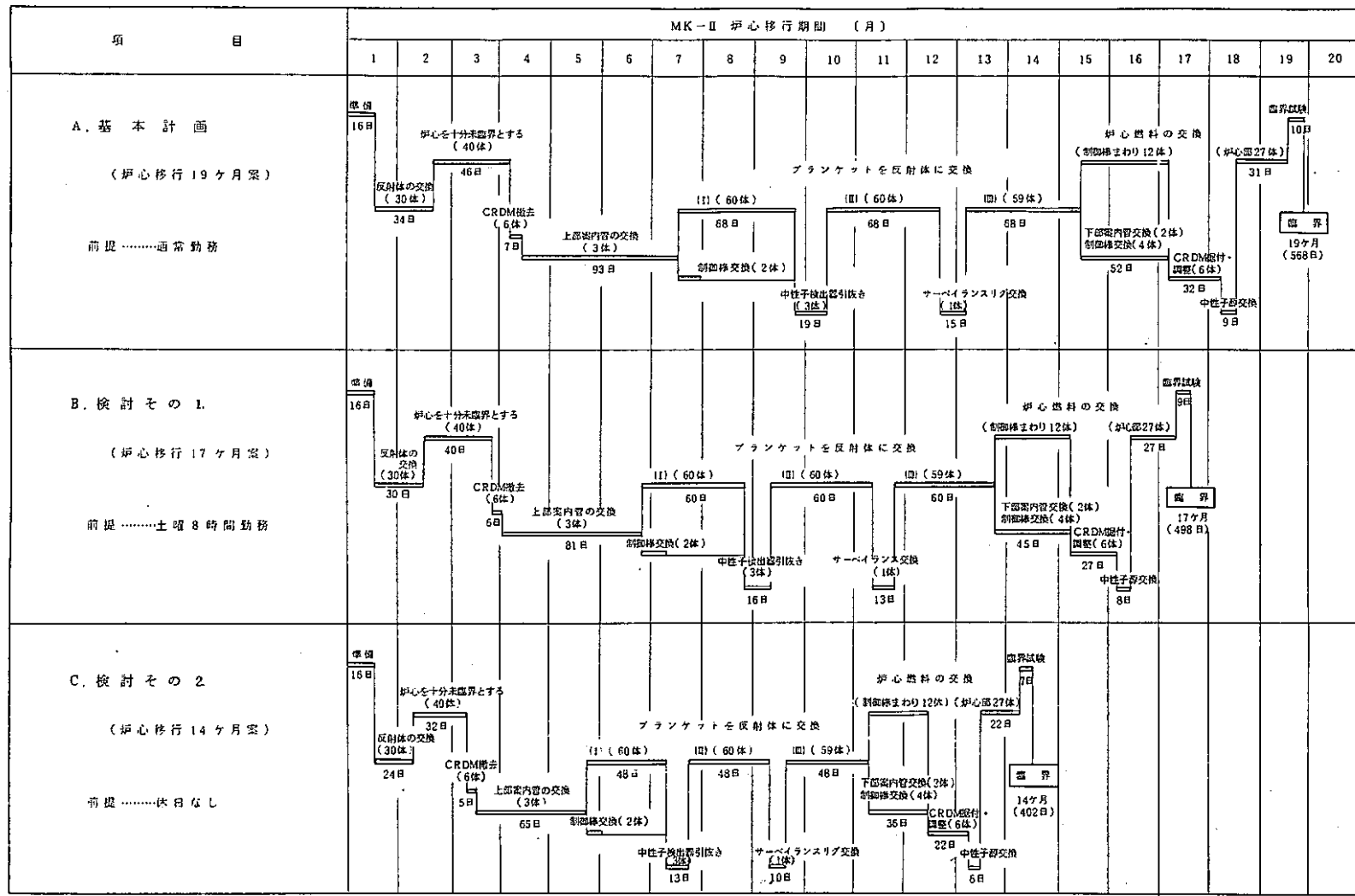
検討その 2.

休日なしで勤務した場合の所要日数を算出すると、所要日数 = 実働日数（係数 = 1）となり、この前提では移行に 402 日（約 14 ヶ月）を要する。

基本計画（約 19 ヶ月案）と検討 2 案の比較を第 4.1 - 3 表に示す。

第 4.1 - 3 表 所要日数の検討

Table 4.1 - 3 Estimation of The Date Required



以上の様に、MK-II移行に係る基本的な考え方と移行期間（19ヶ月案、17ヶ月案、14ヶ月案）について方向付けがなされたが、実験炉部としては、動力炉開発業務に関する第3次基本計画等を考慮して14ヶ月案を採用することとし、MK-II移行作業開始を昭和56年9月と定めた。

その後、MK-I 75 MW定格運転時において、炉心燃料の被覆管擦り痕（ウェアマーク以下WM）の問題が発生したため、原因調査、WMの状況調査及び燃料健全性評価（R&Dも含む）のために、75 MW定格運転が約4ヶ月延びることになり、MK-II移行作業開始を昭和57年1月と変更することとなった。

上記の理由により、MK-II移行期間は14ヶ月案から11ヶ月案に変更された。

第4.1-4表にMK-II移行基本工程の14ヶ月案と11ヶ月案（第1次案）の比較を示す。

これをうけて昭和56年5月よりMK-II移行基本工程の第1次案に基づく詳細検討が開始された。

尚、詳細検討の前提条件として、MK-II移行期間を第3回定期検査期間と共用するという科技厅との了解事項があり、併せて検討を行った。

4.1.2 第2次基本工程の作成

MK-II移行基本工程（第1次案）には、検討の結果以下の様な問題点が摘出された。

- 1) 第1次案の最重要課題は、CRD下部案内管交換（2体）作業と1次主循環ポンプ(B)分解点検が並行作業になる所であり、以下に示す2点について検討する方向付けがなされた。
 - (1) 1次主循環ポンプ(B)分解点検時には、Naをドレンし系統温度は降温し常温とする必要がある。一方、CRD下部案内管交換においては、当該下部案内管周りのMK-I炉心燃料12体とMK-I制御棒2体の移送が必要となり、14体分を収納する燃料貯蔵ポットを確保する必要があった。
 - (2) メンテナンス建家では、1次主循環ポンプ(B)除染用クリーンハウス（約15 m）、主ポンプキャスク及び下部案内管取扱キャスクが1度集った場合の作業エリアの問題及び、クリーンハウス設置時の下部案内管取扱キャスクの搬入方法の問題があった。
 - (3) MK-II移行期間中の第3回定期検査は、今までの実績より床下立入期間がクリティカルパスとなる。

第1次案について定期検査に必要な床下立入り期間を検討すると次の様になる。

- a) 第1回ドレン S 57. 4. 7 ~ S 57. 5. 28 (Aドレン) 52日間
- b) 第2回ドレン S 57. 8. 9 ~ S 57. 10. 16 (Bドレン) 69日間

上記期間内（52日及び69日）に原子炉第2課の予定する定期検査項目（含改造、工事）を消化する必要があり、実施不可能時にはプラント状態について「例えば一部の燃料交換をループNaドレン（GL-7600）状態で実施し、床下立入り期間を確保する方法」を検討する必要がある。

また、定期検査時の床下作業に係る被曝低減化の上から高温ドレンが適当であり、その時のプラントモードも併せて検討する必要がある。

- (4) 第3回定期検査を併行して実施する関係で、定期検査項目に含まれている格納容器全体漏洩率試験〔PCVL/T(A種)〕を、MK-II移行基本工程(第1次案)の中に、クリティカルパスとして入れる必要がある。

以上の様な問題点とその他種々の要因を考慮して次の様に検討結果を集約した。

- (1) 1次主循環ポンプ(B)の分解点検は、格納容器内及びメンテナンス建家内の作業性を考慮しCRD下部案内管交換作業との併行作業は避け、燃料交換(2)と併行して実施することにした。

ただし、1次主循環ポンプ(B)の引抜作業及び据付・試運転は、MK-II移行工程のクリティカルパスにする。

- (2) ACT-5 CR下部案内管交換作業における当該下部案内管周りのMK-I炉心燃料12体の移送は、Naが充填されている燃料交換(1)の期間に実施し、MK-I炉心燃料を抜いた後にはダミー燃料を装荷するものとする。

- (3) 第3回定期検査に係る床下立入り期間は、前半と後半2回に分けて実施し、前半の床下立入り期間(Naドレン)は、56年度契約の年度内検収の問題等により崩壊熱除去後早々に実施するものとする。

また、後半の定期検査にからむ床下作業は57年8月末をもって終了させるようにする。

- (4) 最初のNaドレン条件は次の通りとする。

75 MW定格運転終了後の崩壊熱除去は、75 MW第6サイクルを1サイクル(第6サイクル前に3ヶ月程度停止しているため)と考え、40 kwになるまで35日間要する。(SN24180-19より引用)

- (5) 床下立入り期間を確保するために、燃料交換作業の一部(反射体、ダミー燃料及びブランケット燃料交換時)をNaドレン状態(炉容器NaレベルGL-7600)で行うものとする。

- (6) Naドレン期間は、第1回、第2回の定期検査の実績から最長約4ヶ月であったが、MK-II移行時においては約7ヶ月間の長期となり、Na純度管理の面から問題となるので、1次主循環ポンプ(B)試運転のためにNa充填したのを有効に利用し、約1ヶ月Na純化運転を行った後に後半(2回目)のNaドレンを実施するものとする。

- (7) 第3回定期検査項目の格納容器全体漏洩率試験は、MK-II移行基本工程のクリティカルパスとし、臨界近接試験前に実施する必要がある。

- (8) 第3回定期検査を併行するため、炉心燃料を取扱わない一部の燃料交換は機器搬入口(E/H)開放(ただし大扉の内側と外側は閉鎖)の状態で行うものとする。

- (9) Naドレンは、床下作業の被曝低減のために高温ドレンとする。

高温ドレンモード

- a) 1次主ポンプ流量 20 ~ 100 %

- b) 2次主ポンプ流量 100 %
- c) 予熱ヒータ設定値 変更
- d) 主冷却系Na温度 250℃

(10) 燃料交換作業は、作業の単調化を避け、長期に渡り継続して実施せず、あるブロック毎に分けるものとする。そして、燃料交換と燃料交換の間には、他の作業を組入れその間に燃料取扱機器の第3回定期検査及び保守を実施するものとする。

(11) CRDM据付調整に係るCRDMの駆動操作は、Naが充填されていることを条件とする。

(12) γ 線源部の装荷は、原研JMTR工程の関係で、ゆるされる範囲内で遅くする。

(13) 燃料交換作業は、15体/7日サイクルとする。

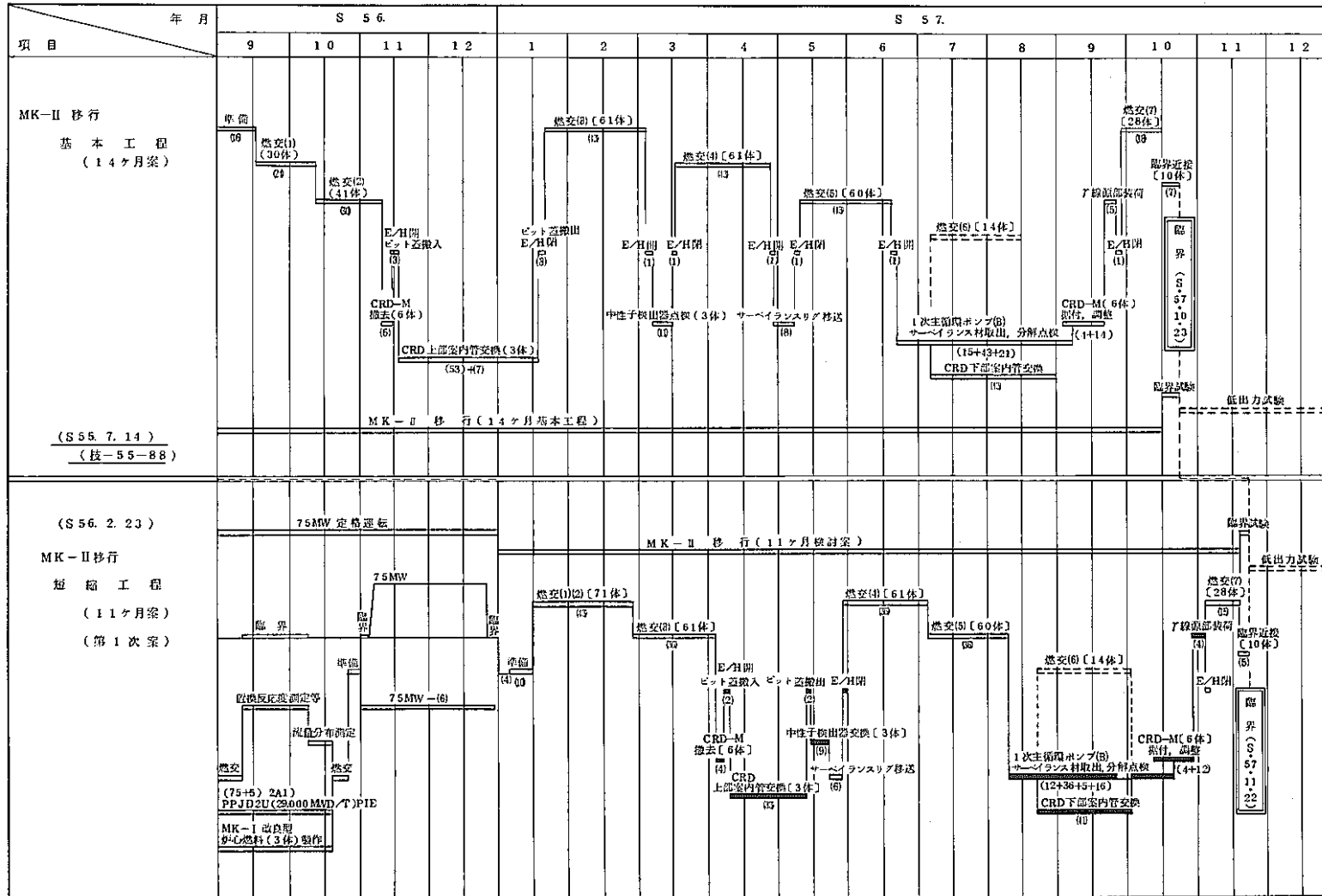
(14) ウェアマークに関連する75 MW定格運転第5サイクル、第6サイクルで照射した改造型燃料3体はPIE（照射後試験）のため、MK-II移行に伴う最初の燃料交換で取出しFMFへ移送するものとする。

以上(1)~(14)の検討項目を考慮して、照射用炉心構成作業基本工程（第2次案）が作成され、これに基づき各種の準備作業を進めることになった。

第4.1-5表にMK-II移行基本工程（2次案）を示す。

本工程により、MK-II炉心における初臨界は昭和57年11月22日と設定され、それ以降、昭和58年3月末にかけて性能試験を実施することになった。

第 4.1-4 表 MK-II 移行基本工程 (14ヶ月案), 短縮工程 (11ヶ月案) 比較表
 Table 4.1-4 Comparison of The Master Plan (14 months and 11 months)



第 4.1 - 5 表 常陽照射用炉心構成作業基本工程 (第 2 次案)

Table 4.1 - 5 The Last Master Plan of Core Conversion

実験炉部照射用炉心構成作業準備 Gr

項目	S 5 6 年度												S 5 7 年度											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
照射用炉心構成作業工程																								
プラント運転モード																								
1次主冷却系流量																								
1次主冷却系温度																								
炉内Naレベル																								
2次主冷却系流量																								
2次主冷却系温度																								
床下窒囲気																								
予熱N2ガスブロー																								
1次純化系																								
定期検査等																								
主要床下作業																								
主要項目																								
その他																								

4.2 燃料取替計画の作成

炉心構成要素の交換は十分深い未臨界面度体系で安全に行わなければならない。そのために、以下の基本的な考え方を取入れた。

- 1) 燃交初期でMK-I炉心燃料をMK-II内側反射体とダミー燃料で交換し未臨界面度を深くする。未臨界面度は制御棒全引抜状態でも3% $\Delta K/K$ 以上を確保する。
- 2) 制御棒下部案内管交換のため、調整棒（炉内アドレス3A3, 3D3）廻りのMK-I炉心燃料各6体は上記(1)と誤装荷防止構造の双方の条件を満足するために、ダミー燃料と交換する。
- 3) 十分深い未臨界面度体系で、崩壊熱、新炉心燃料の製造工程等の関係によりMK-I反射体から、ブランケット、炉心燃料と外側から内側へ順次交換する。
- 4) MK-II炉心燃料39体（設計計算値）炉心を臨界近接試験開始炉心とする。

更に次の考え方を採用した。

- 1) 内側反射体の節約、固体廃棄物発生量の減少等のため、できるだけダミー燃料を使用する。但し、性能試験用炉心ではダミー燃料は一切使用しない。
- 2) 炉内燃料貯蔵ラックのA型ポット数の制限（16体）により15体交換を1サイクル（ここでは1ステップと呼ぶ）とする。
- 3) 長期間にわたる単調化を防ぐため同一作業をなるべく行わないように、全燃料交換作業を5分割〔燃料交換(1)～(5)〕し、各燃料交換は数ステップで構成する。
- 4) ラックから炉心間の集合体移送の際、移送時間をできるだけ短縮するために、装荷（引抜）ラック位置、引抜（装荷）炉心位置を考慮する。

これらの基本的考え方他に、次の制約条件があった。

- 1) MK-I炉心燃料のうち初臨界面より装荷されていたPPJX13(000), PPJX12(1D1)とウェアマーク発生原因解明のため照射した改造型燃料3体(1C1, 1E1, 1F1)は照射後試験のため特別に扱う。
- 2) MK-I炉心燃料を取扱う際は崩壊熱除去のため炉内Na液位は、GL-6100mmとする。

これらの基本的考え方と制約条件等により、以下のような燃料交換手順を作成した。

- (1) 燃料交換準備（ACT-1）
 - B型ポットに装荷されている集合体をA型ポットに移す。
 - ブランケットシャフリング試験のため、5B1, 5E1のブランケットを入れかえる。
- (2) 燃料交換(1) 30体交換（ACT-4）
 - 調整棒まわり(3A3, 3D3)のMK-I炉心燃料12体をダミー燃料12体と交換する。
 - 第1列のMK-I炉心燃料6体を貯蔵ラックに移し、第1列には第5列のMK-I炉心燃料6体を装荷する。取出された第5列の炉心燃料位置にはダミー燃料6体を挿入する。
 - 第5列のMK-I炉心燃料12体をMK-II内側反射体12体と交換する。
- (3) 制御棒下部案内管交換（ACT-5）

- MK-I 調整棒 (3A3, 3D3) 下部案内管をMK-II 制御棒用に交換する。
- (4) 燃料交換(2) 90体交換 (ACT-6)
 - MK-I 反射体 25体 (含, スリット付反射体 12体) をMK-II 外側反射体(A) 25体〔含, スリット付反射体 1体 (9A1)〕と交換する。
 - MK-I 制御棒 4体をMK-II 制御棒 4体と交換する。
 - ブランケット集合体 61体をMK-II 外側反射体(A) 61体と交換する。
- (5) 燃料交換(3) 60体交換 (ACT-7)
 - MK-I 炉心燃料 1体 (000) をMK-II 炉心燃料と交換する。
 - MK-I 制御棒 2体をMK-II 制御棒 2体と交換する。
 - ブランケット集合体 57体をMK-II 外側反射体(A) 57体と交換する。
- (6) サーベイランスリグ取出 (ACT-8)
 - 材料貯蔵ラック内のサーベイランスリグ 1体 (I-01) を炉外へ取出し, FMFへ移送する。
- (7) 燃料交換(4) 60体交換 (ACT-9)
 - ブランケット集合体 60体をMK-II 内側反射体 35体, 外側反射体(A) 25体と交換する。
- (8) 制御棒上部案内管交換 (ACT-10)
 - 制御棒上部案内管 3体 (3A3, 3D3, 3E3) を新上部案内管と交換する。
- (9) 燃料交換(5) 50体交換 (燃料移送 64体) (ACT-12)

本燃料交換終了後は臨界近接試験開始時炉心 (MK-II 炉心燃料 39体装荷) が構成される。

 - 制御棒 3A3, 3D3 廻りのダミー燃料 12体をMK-II 炉心燃料 12体と交換し, 引抜いたダミー燃料は第5列のMK-II 炉心燃料装荷予定位置へ移し替える。第5列のMK-I 炉心燃料 (12体) はあらかじめラックへ移しておく。
 - 残りのMK-I 炉心燃料 36体をMK-II 炉心燃料 25体, 内側反射体 7体, ダミー燃料 3体, MK-II 中性子源受入集合体 1体 (4E1) と交換する。
 - MK-I 中性子源 (7F1) を外側反射体(A) と交換する。MK-I 中性子源 (Sb+Be) は中性子検出器にほとんど影響を与えないと考えられる方向の貯蔵ラック (R-15) に挿入する。
 - 最後のブランケット集合体 1体を内側反射体と交換する。
 - 貯蔵ラックにはMK-II 炉心燃料 12体を用意する。従って, 臨界近接試験時の炉心装荷が最大 51体まで可能であるように炉内に用意したことになる。
- (10) 中性子源 γ 線源部装荷 (ACT-14)
 - 既に 4E1 に装荷されている中性子源受入集合体 (Be) へ日本原子力研究所 JMTR で照射された γ 線源部本体 (Sb) を挿入する。
- (11) 臨界近接試験 (ACT-15)
 - 39体炉心から開始し, ダミー燃料と炉心燃料との交換を順次行うことにより初臨界を達成させる。交換本数は, まず 39体から最少臨界量 (予想) 48体までの追加燃料 9体の約半分

4体を一度に交換する。この4体の交換位置は中性子源と制御棒に接する位置である4B4, 4C4, 4E2, 4E4とする。

次に中性子計数率の逆増倍曲線により予想される臨界量までの追加本数の1/2を交換する。その交換順序は4F4, 4B2, 4F2, 4C2, 4A2, 4D2, 4B1, 4D1とする。

- 初臨界達成後、中性子源本体(Sb)移動にそなえて中性子源受入集合体(Be)を6F1に装荷する。

(12) 中性子源本体(Sb)移動

- MK-II γ 線源部を4E1から6F1へ移動する。
- MK-I γ 線源部をR-15(Be+Sb)からR-9の γ 線源部受入収納体へ移動する。

(13) MK-II性能試験用炉心構成 15体交換(17体燃料移送)

- MK-II性能試験用炉心(63, 2, 1)の構成作業を行う。但し(63, 2, 1)は(炉心燃料, B型特殊燃料集合体, 燃料材料照射用反射体)である。
- 特殊燃料並びに燃料材料照射用反射体3体が装荷される位置(1A1, 1C1, 1E1)の炉心燃料は第5列に再装荷される。
- 置換反応度試験のため炉心燃料2体を貯蔵ラックに用意する。
- ダミー燃料は全て炉内貯蔵ラックへ取出す。

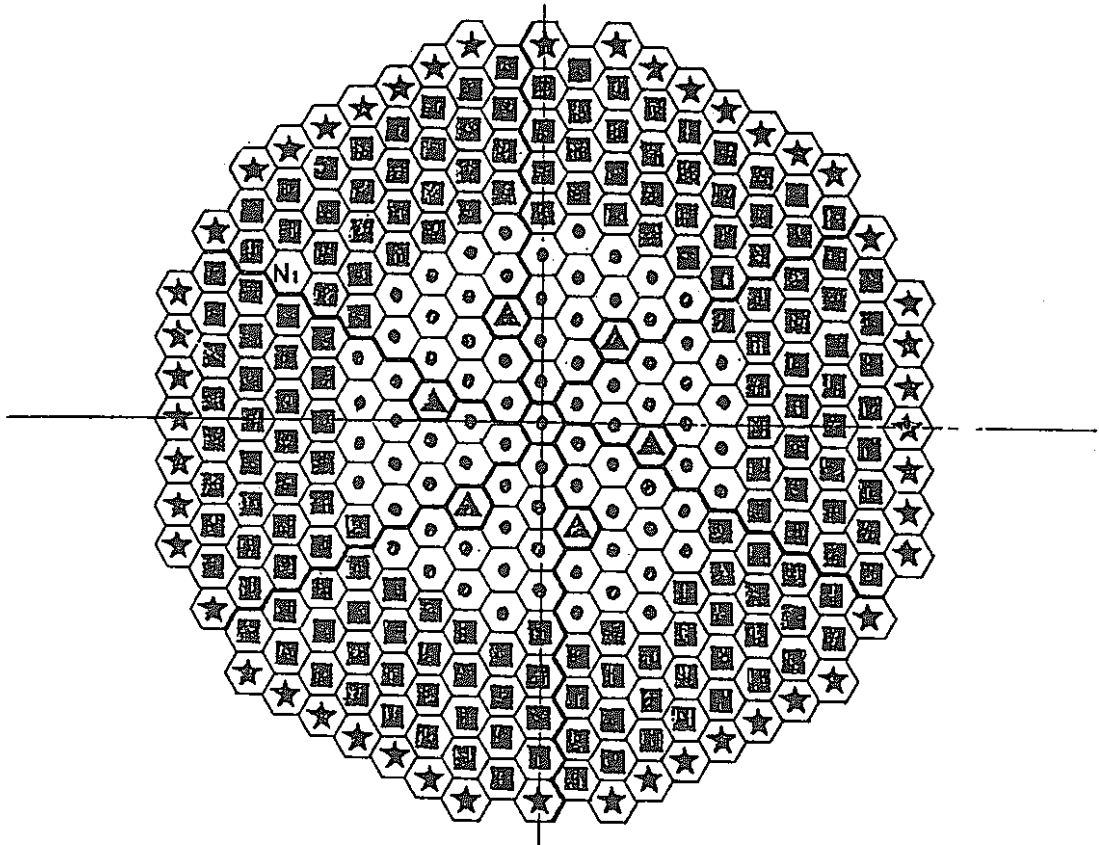
今まで記した燃料交換手順を、各燃料交換毎、各ステップ毎に示したものが次に示す図である。また、交換本数についてまとめたものが第4.2-1表である。

第4.2-1表 燃料取扱計画本数

Table 4.2-1 Core Elements Handling Plan

		燃交(1)	燃交(2)	燃交(3)	燃交(4)	燃交(5)	MK-II初期 炉心構成	合計
炉 内 装 荷 集 合 体	1. MK-II炉心燃料			1		50	14	65
	2. 内側反射体	12			35	7		54
	3. 外側反射体(A)		61	57	25	1		144
	4. 外側反射体(B)		25					25
	5. ダミー燃料	18				3		21
	6. MK-II制御棒		4	2				6
	7. γ 線源受入集合体					2		2
	8. γ 線源受入収納体					1		1
	9. MK-II特殊燃料						3	3
	合計	30	90	60	60	64	17	321
炉 外 取 出 集 合 体	1. MK-I炉心燃料	20	15	1		48		84
	2. ブランケット燃料	5	46	57	60	16		184
	3. 反射体	3	25					28
	4. 制御棒		4	2				6
	5. ダミー燃料						14	14
	6. サーベイランスリグ	1			1			2
	7. γ 線源受入集合体						1	1
	8. γ 線源受入収納体	1						1
	9. MK-II外側反射体(A)						1	1
	10. MK-II γ 線源受入集合体						1	1
合計	30	90	60	61	64	17	322	

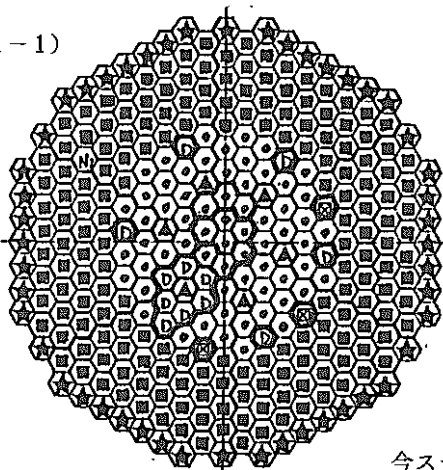
基準方位 (T・R・側)



M K - II			M K - I		
炉心構成要素名	炉心領域	記号	炉心構成要素名	炉心領域	記号
炉心燃料	0	○	炉心燃料	79	⊙
制御棒	0	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	0	⊠	制御棒	6	▲
外側反射体(A)	0	⊞	反射体(サーベイランス含む)	48	☆
外側反射体(B)スリット	0	⊞	中性子源	1	Ⓝ
中性子源	0	Ⓝ	特殊燃料	0	Ⓢ
特殊燃料	0	Ⓢ	γ線源収納体	0	Ⓡ
			ダミー燃料	0	Ⓧ

基準方位 (T/R側)

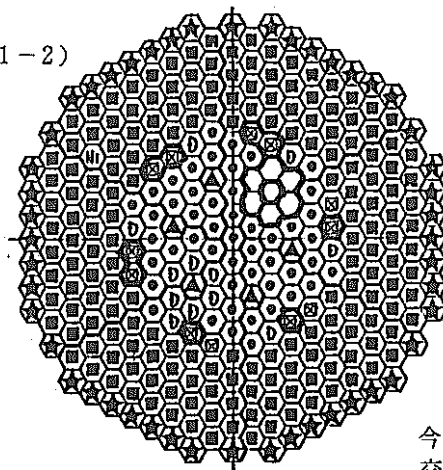
燃交(1) (ステップ1-1)



今ステップでの交換集合体

基準方位 (T/R側)

燃交(1) (ステップ1-2)



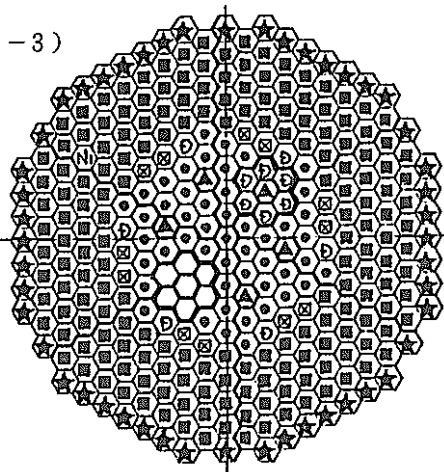
今ステップでの交換集合体

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	64	⊙
制御棒	0	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	3	⊗	制御棒	6	▲
外側反射体(A)	0	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	48	☆
外側反射体(B) スリット	0(有)/(無)0	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(NS)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体	0	(r)
			ダミー燃料	12	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	0	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	5	▲
外側反射体(A)	0	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	48	☆
外側反射体(B) スリット	0(有)/(無)0	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(NS)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体	0	(r)
			ダミー燃料	12	(D)

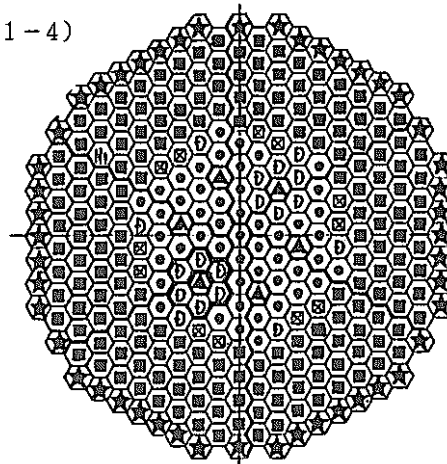
基準方位 (T/R側)

燃交(1) (ステップ1-3)



基準方位 (T/R側)

燃交(1) (ステップ1-4)

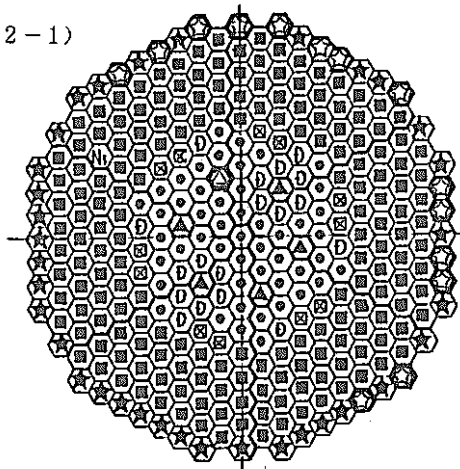


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	0	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	5	▲
外側反射体(A)	0	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	48	★
外側反射体(B) スリット	0(有) / (無)0	⊡	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(γ)
			ダミー燃料	12	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	0	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	6	▲
外側反射体(A)	0	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	48	★
外側反射体(B) スリット	0(有) / (無)0	⊡	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(γ)
			ダミー燃料	18	(D)

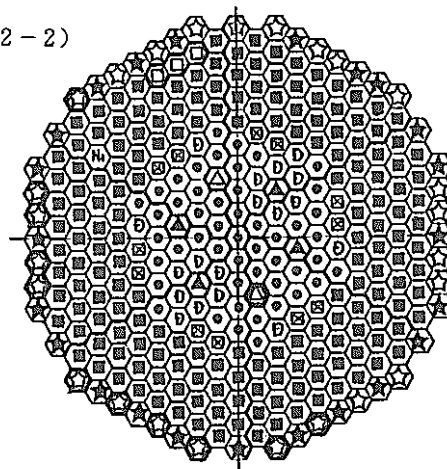
基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-1)



基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-2)

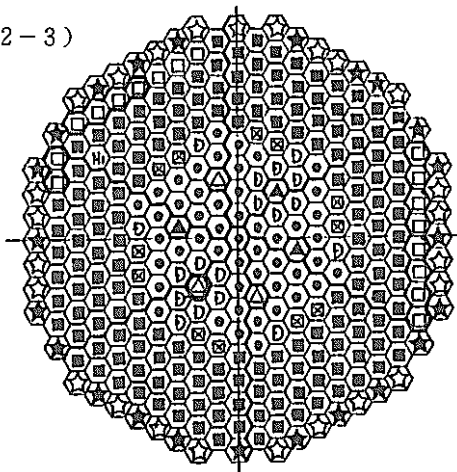


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	1	△	ブランケット燃料	179	⊞
内側反射体	12	⊞	制御棒	5	▲
外側反射体(A)	0	⊞	反射体 (サーベイランス含む)	34	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/ (無) 3	☆	中性子源	1	NI
中性子源	0	N	特殊燃料	0	SI
特殊燃料	0	S	r線源部収納体		r
			ダミー燃料	18	D

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	2	△	ブランケット燃料	176	⊞
内側反射体	12	⊞	制御棒	4	▲
外側反射体(A)	3	⊞	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/ (無) 24	☆	中性子源	1	NI
中性子源	0	N	特殊燃料	0	SI
特殊燃料	0	S	r線源部収納体		r
			ダミー燃料	18	D

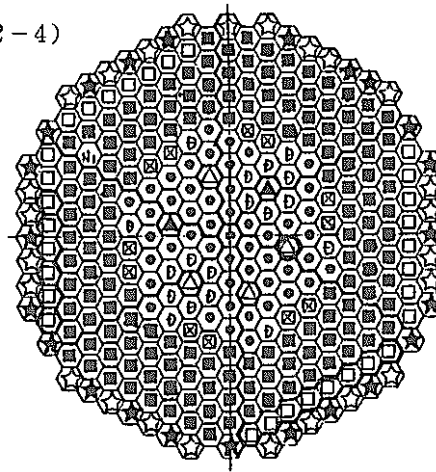
基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-3)



基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-4)

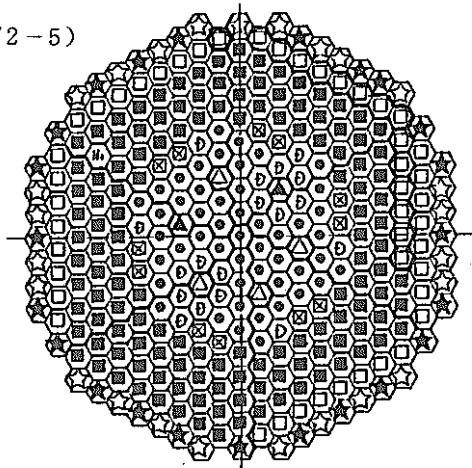


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域	記号	炉心構成要素名	炉心領域	記号
	取替後本数			取替後本数	
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	3	△	ブランケット燃料	162	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	3	▲
外側反射体(A)	17	⊞	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(7)
			ダミー燃料	18	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域	記号	炉心構成要素名	炉心領域	記号
	取替後本数			取替後本数	
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	4	△	ブランケット燃料	148	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	2	▲
外側反射体(A)	31	⊞	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(7)
			ダミー燃料	18	(D)

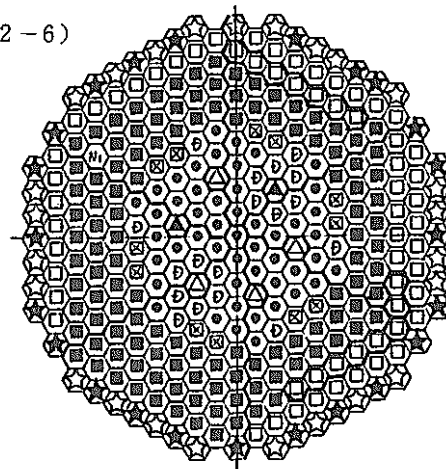
基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-5)



基準方位 (T/R側)

燃交(2) (ステップ2-6)

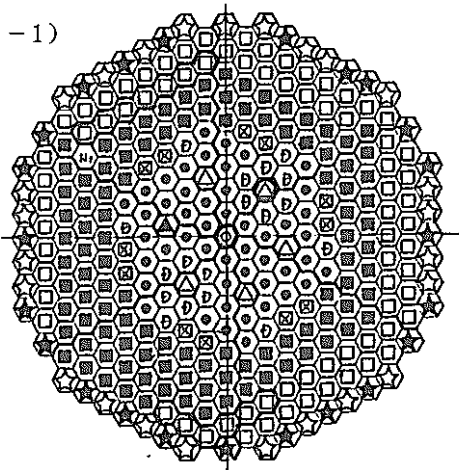


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	4	△	ブランケット燃料	133	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	2	▲
外側反射体(A)	46	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/ (無) 24	⊞	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(T)
			ダミー燃料	18	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	0	⊙	炉心燃料	49	⊙
制御棒	4	△	ブランケット燃料	118	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	2	▲
外側反射体(A)	61	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/ (無) 24	⊞	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(T)
			ダミー燃料	18	(D)

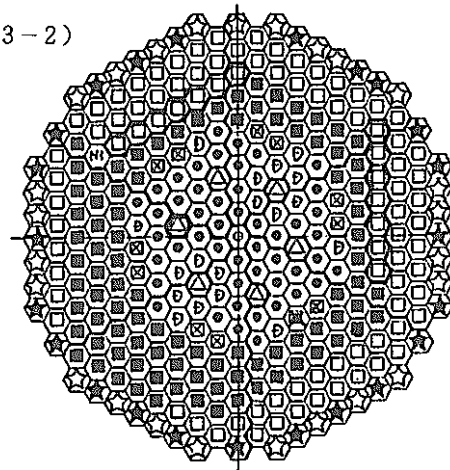
基準方位 (T/R側)

燃交(3) (ステップ3-1)



基準方位 (T/R側)

燃交(3) (ステップ3-2)

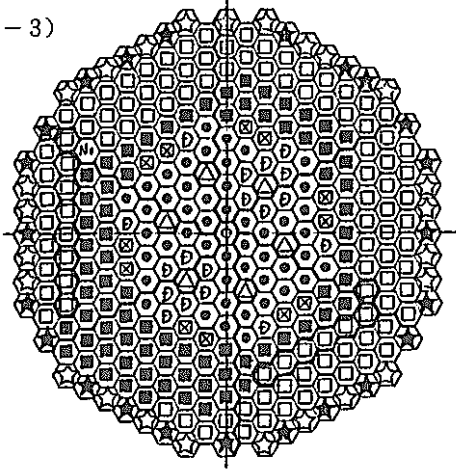


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	5	△	ブランケット燃料	105	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	1	▲
外側反射体(A)	74	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/無)24	☆	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(T)
			ダミー燃料	18	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	91	⊞
内側反射体	12	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	88	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/無)24	☆	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(T)
			ダミー燃料	18	(D)

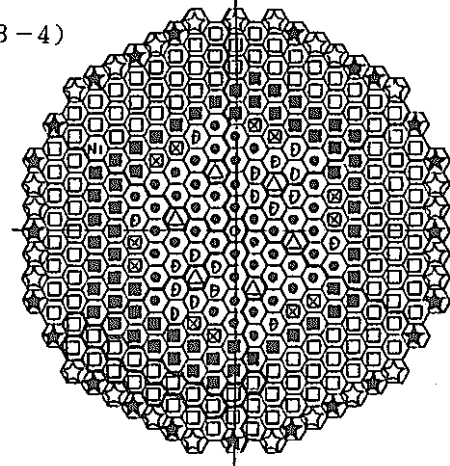
基準方位 (T/R側)

燃交(3) (ステップ3-3)



基準方位 (T/R側)

燃交(3) (ステップ3-4)



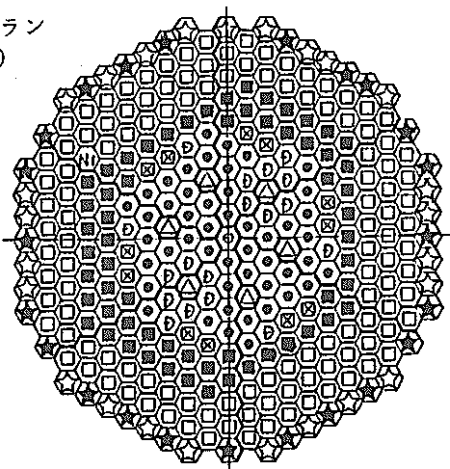
MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	76	⊗
内側反射体	12	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	103	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	18	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	61	⊗
内側反射体	12	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	118	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	18	(D)

ACT-8

(I-01サーベイランス
スリグ移送作業)

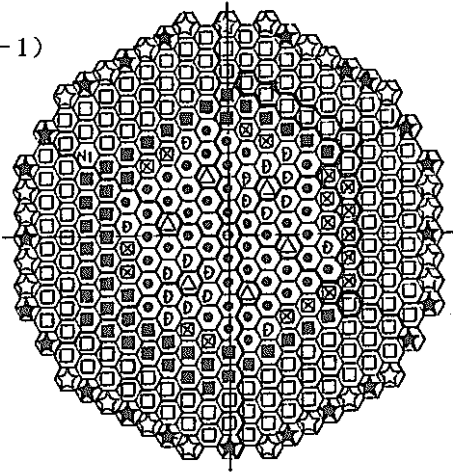
基準方位 (T/R側)



MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	61	⊗
内側反射体	12	⊗	制御棒	0	△
外側反射体(A)	118	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/ (無)24	⊕	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	γ線源部収納体		(T)
			ダミー燃料	18	(D)

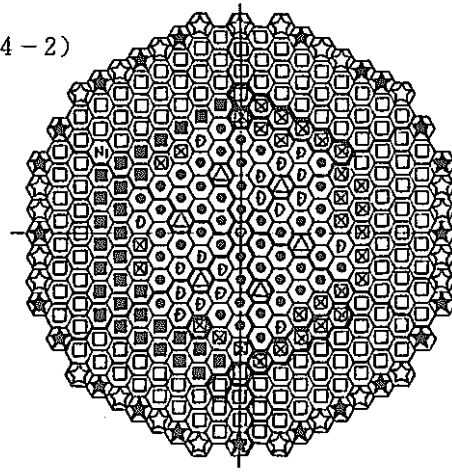
基準方位 (T/R側)

燃交(4) (ステップ4-1)



基準方位 (T/R側)

燃交(4) (ステップ4-2)

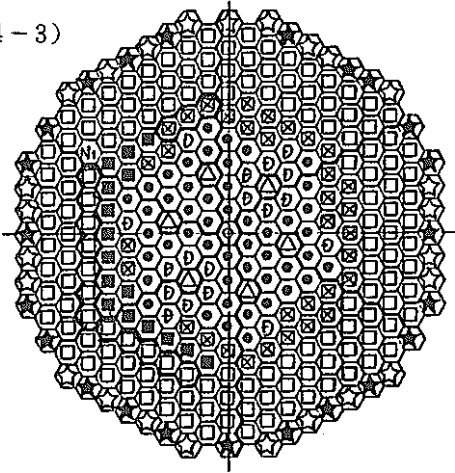


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	46	⊞
内側反射体	19	⊠	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	126	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	◇	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	18	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	31	⊞
内側反射体	31	⊠	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	129	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	◇	中性子源	1	(NI)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	18	(D)

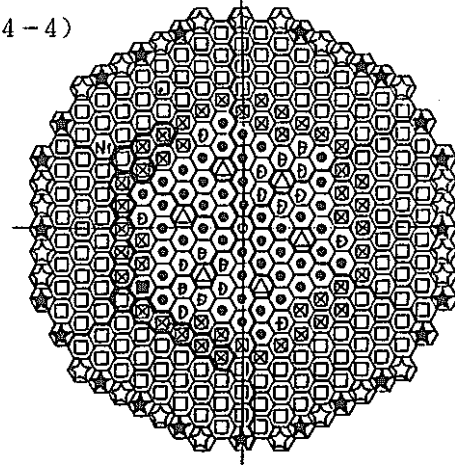
基準方位 (T/R側)

燃交(4) (ステップ4-3)



基準方位 (T/R側)

燃交(4) (ステップ4-4)

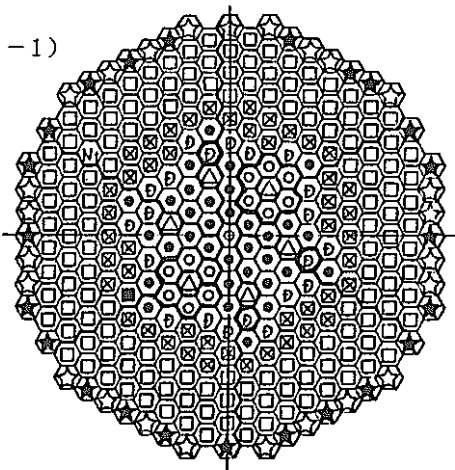


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	16	⊞
内側反射体	34	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	141	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有) / (無)24	☆	中性子源	1	NI
中性子源	0	N	特殊燃料	0	SI
特殊燃料	0	S	γ線源部収納体		γ
			ダミー燃料	18	D

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	1	⊙	炉心燃料	48	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	1	⊞
内側反射体	47	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	⊕	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有) / (無)24	☆	中性子源	1	NI
中性子源	0	N	特殊燃料	0	SI
特殊燃料	0	S	γ線源部収納体		γ
			ダミー燃料	18	D

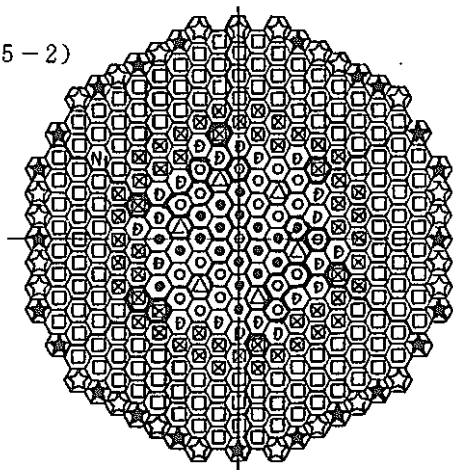
基準方位 (T/R側)

燃交(5) (ステップ5-1)



基準方位 (T/R側)

燃交(5) (ステップ5-2)

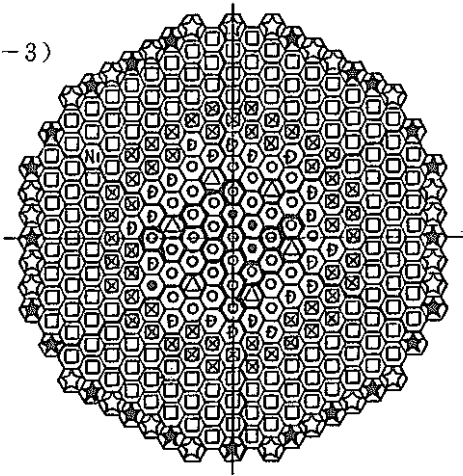


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	13	⊙	炉心燃料	33	⊕
制御棒	6	△	ブランケット燃料	1	⊞
内側反射体	47	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	⊚	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊛	中性子源	1	(Ni)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(Si)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	21	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	21	⊙	炉心燃料	19	⊕
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	⊚	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊛	中性子源	1	(Ni)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(Si)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	21	(D)

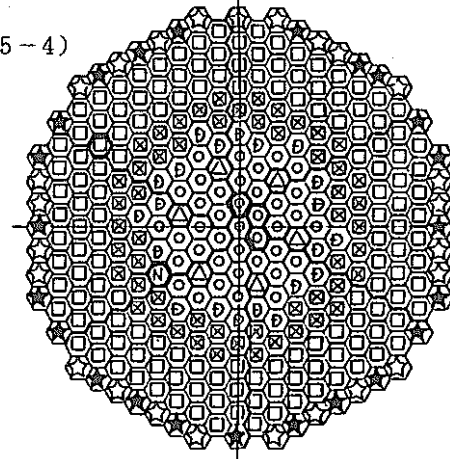
基準方位 (T/R側)

燃交(5) (ステップ5-3)



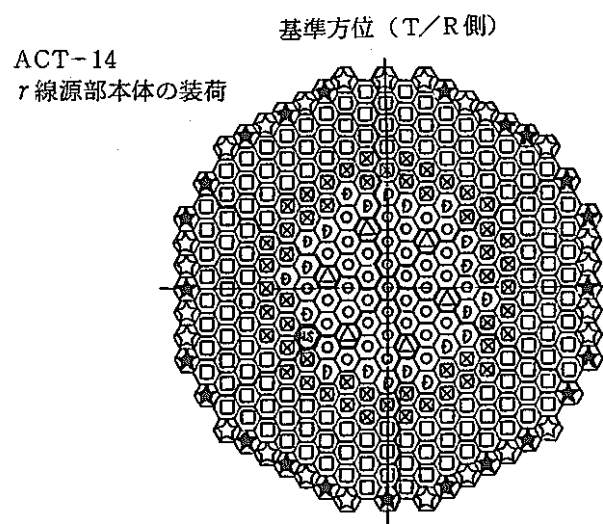
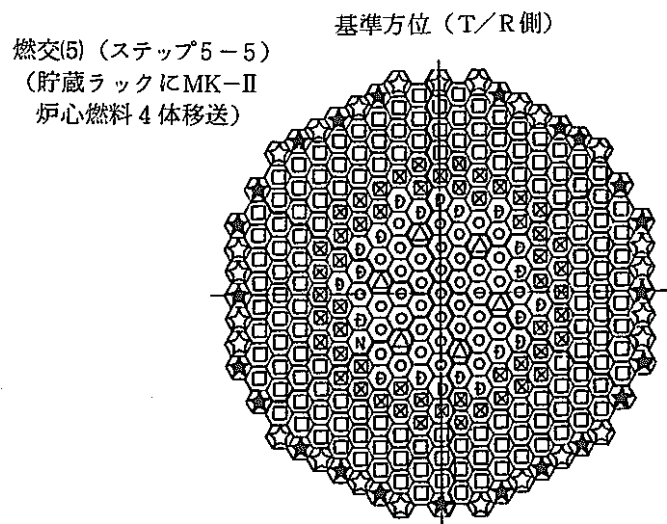
基準方位 (T/R側)

燃交(5) (ステップ5-4)



MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	36	⊙	炉心燃料	4	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊕
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊕	中性子源	1	(N)
中性子源	0	(N)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	21	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	39	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊕
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	144	□	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊕	中性子源	0	(N)
中性子源	0	○	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
中性子源体 受入集合体	1	(N)	ダミー燃料	21	(D)

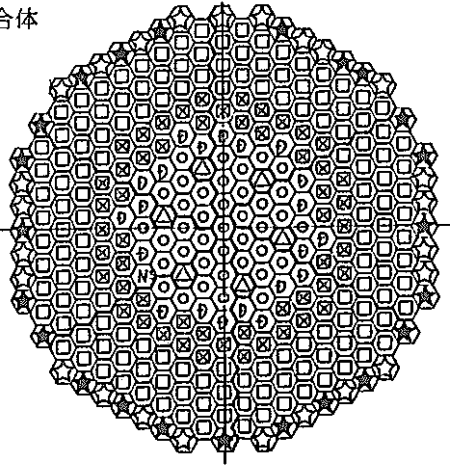


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	39	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	144	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	0	(N)
中性子源	0	(NS)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
中性子源 受入集合体	1	(N)	ダミー燃料	21	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	39	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	144	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	☆	中性子源	0	(N)
中性子源	1	(NS)	特殊燃料	0	(SI)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	21	(D)

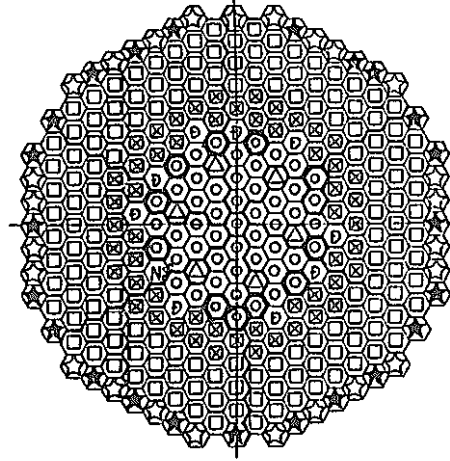
燃交(6) (ステップ6-0)
(貯蔵ラック間集合体
移動)

基準方位 (T/R側)



燃交(6) (ステップ6-1)
初臨界炉心

基準方位 (T/R側)

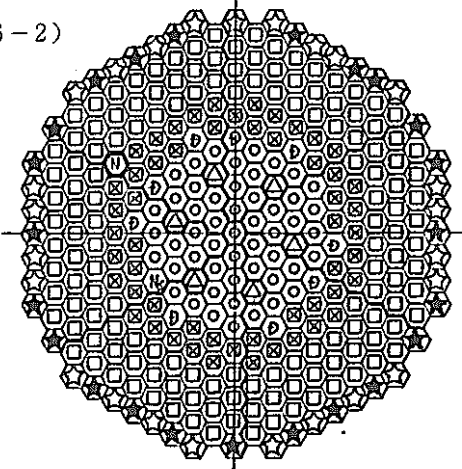


MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	39	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	144	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊛	中性子源	0	(N)
中性子源	1	(NS)	特殊燃料	0	(S)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	21	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	51	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	144	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	★
外側反射体(B) スリット	1(有)/(無)24	⊛	中性子源	0	(N)
中性子源	1	(NS)	特殊燃料	0	(S)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
			ダミー燃料	9	(D)

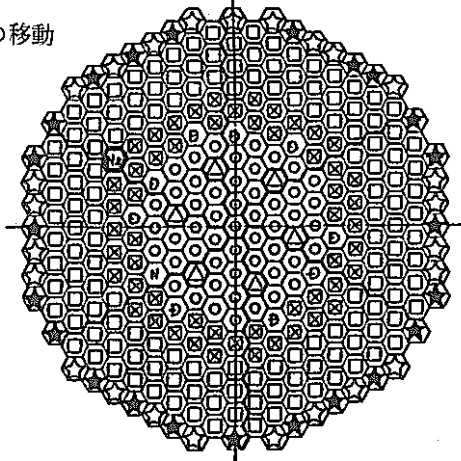
基準方位 (T/R側)

燃交(6) (ステップ6-2)



基準方位 (T/R側)

r線源部本体の移動



MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	51	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有) / (無)24	⊠	中性子源	0	(N)
中性子源	1	(NS)	特殊燃料	0	(S)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
中性子源 受入集合体	1	(N)	ダミー燃料	9	(D)

MK - II			MK - I		
炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号	炉心構成要素名	炉心領域 取替後本数	記号
炉心燃料	51	⊙	炉心燃料	0	⊙
制御棒	6	△	ブランケット燃料	0	⊞
内側反射体	54	⊗	制御棒	0	▲
外側反射体(A)	143	⊠	反射体 (サーベイランス含む)	23	☆
外側反射体(B) スリット	1(有) / (無)24	⊠	中性子源	0	(N)
中性子源	1	(NS)	特殊燃料	0	(S)
特殊燃料	0	(S)	r線源部収納体		(r)
中性子源 受入集合体	1	(N)	ダミー燃料	9	(D)

4.3 燃料交換作業実施体制の検討

照射用炉心移行期間中の燃料交換作業は、他作業との関連から限定された工程の中で多量の燃料交換を行うこととなった。この為、燃料取替計画で、安全かつ円滑に効率の良いしかも運転員の労働強化にならない燃料交換サイクルが決められた。

作業実施体制を決める上で、密接な関係にある燃料交換サイクルとは、

- 1) 1サイクル当りの取扱本数
- 2) 1サイクルの期間
- 3) 1日当りの取扱本数

によって決まるものでこの3つの項目は、いずれも相互関係が有り、切り離して考えることが出来ない。1サイクルの期間は、1日当りの取扱本数で決まり、1サイクル当りの最大取扱本数は、原子炉内貯蔵ラックに収納されているA型ポットの数16体で決まる。これらの条件をもとに、1サイクル基本標準工程が考えられた。その内容は、

- (1) 1サイクルで15体の交換を行う。

原子炉貯蔵ラックに収納されているA型ポット（燃料出入機による原子炉内外の燃料移送用に使用される穴なしポット）16体であるところから決められた。16体の内1体は、炉内燃料取扱作業時の最初の燃料1体目の交換に使用するため、空にしておく必要がある。

- (2) 1サイクルを7日間とし、1日当りの取扱本数を最大4体とする。

1体当りの取扱に時間を要する（1体当たり約4.5時間要する）炉外燃料移送作業において、定められた時間内に1日当たり何体取扱うことが出来るかで、1サイクルの期間が決まる。

又、燃料交換作業は連日の繰り返し作業であるとともに作業が開始されると連続作業になることから、運転員の健康管理及び安全作業の観点から、1日の作業完了時刻を24時迄とし、深夜作業を避けることにした。この結果、燃料交換作業に付随して発生する作業も含めて作業量の平坦化を計り、1日最大4体の交換を行うこととし、これによって1サイクルを7日間と決めた。

この燃料交換1サイクル基本標準工程に基づいて、作業実施体制の検討を行った。

従来の「常陽」の燃料交換は、1サイクル15日間で取扱本数も3～4体と少量であった。したがって燃料交換作業実施体制は、原子炉第1課（燃料取扱グループ）が主体となり、日勤業務として行って来た。

しかしMK-II移行期間中の燃料交換は、上記した様に1サイクル7日間で取扱本数も15体と多くしたことから、日勤業務での燃料交換作業は、現実的に無理であるためMK-II移行期間中に限り特別な実施体制で望むことになった。

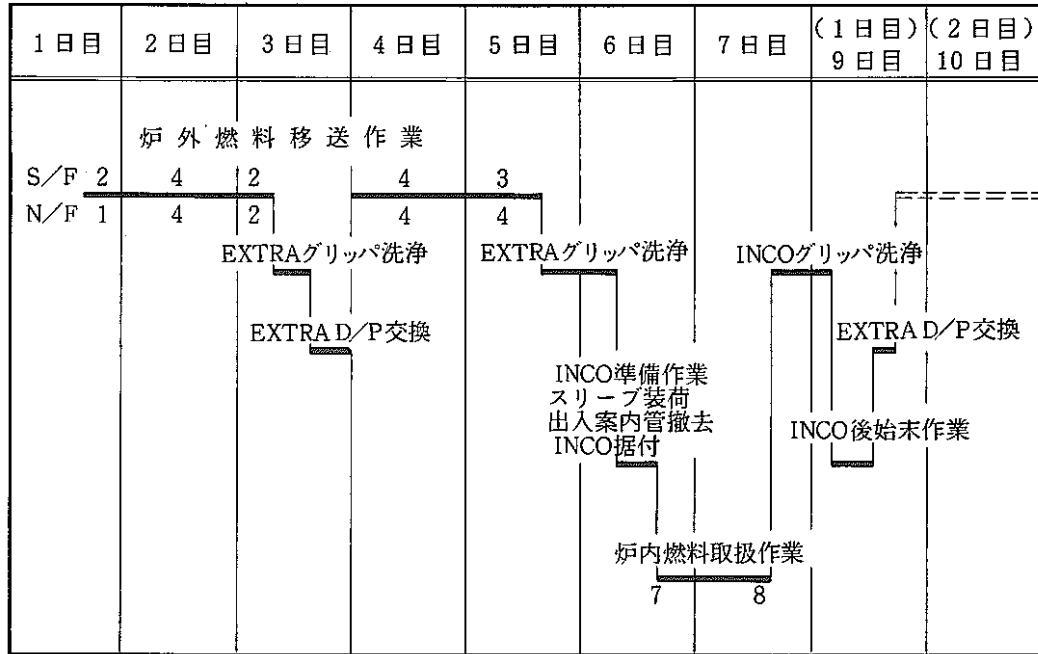
15体/7日間（1サイクル）の工程で燃料交換作業を実施するには、早朝07時から24時頃までの長時間作業となるとともに、土、日曜日のない連日の作業となる。このことは、従来実施して来た日勤業務体制で行った場合、超勤時間が大巾になり労働強化に継ががる。又労働安全衛生法で

定められている。管理区域内作業時間 10 時間を守れなくなる。

この為、作業実施体制は、交替勤務体制を敷くことで検討した。「常陽」では、すでにプラント運転のために 1 直 10 人の 4 班 3 交替制が実施されており、移行期間中においても同様の体制でプラントの安全維持に努めることにした。ただし移行期間中においても原子炉停止中であるため 1 直 4 人の 4 班 3 交替制で行う予定である、燃料交換作業を交替勤務体制で行うことは、日勤体制に比して運転員の定員が大巾増になるため、移行期間中の燃料交換作業に限り原子炉運転中における 1 直 10 人の 4 班 3 交替制と同様にし、その人員の内訳はプラン運転班 3 名、燃料交換作業班 6 名とし、当直長は、プラント及び燃料交替作業両面に渡って指揮を執ることにし、燃料交替作業の指揮命令システムの強化を図った。

4.3.1 燃料交換サイクルの検討

下図に燃料交換1サイクルの基本標準工程を示す。



第 4.3 - 1 図 燃料交換1サイクル基本標準工程

Fig. 4.3 - 1 Standard Schedule for The Fule Handling Activities

燃料交換作業は上図に示す様に、炉外燃料移送作業、炉内燃料取扱作業及び作業に付随して発生する作業、すなわち準備作業、後始末作業、ドリッパン（D/P）交換作業等に区分される。それぞれの作業の概要について記す。

1) 炉外燃料移送作業

燃料取扱全設備を運転して、新燃料を新燃料貯蔵室から炉内貯蔵ラックに、又同時に使用済炉心燃料を炉内貯蔵ラックから使用済燃料貯蔵プールへ装荷する作業である。

2) 炉内燃料取扱作業

回転プラグと燃料交換機を運転し、炉外燃料移送作業で炉内貯蔵ラックに納められたA型ポット内の新燃料と、炉心部の使用済燃料を交換しながら、新燃料を炉心部へ、使用済燃料をA型ポットへの移し替える作業である。

3) 準備作業及び後始末作業

炉外燃料移送及び炉内燃料取扱作業の前後に行う作業で、出入案内筒の据付撤去、案内スリーブ(I)(II)引抜装荷作業が有る。

4) ドリッパン交換作業

炉外燃料移送作業時に、移送用ポット及び燃料出入機のグリッパに付着しているNaが取扱中滴下する。この為、燃料出入機のドアバルブ(D/V)上に滴下Naを受ける受皿すなわちドリッパンが設けられている。このドリッパンは、容量に限度があるため適当な時期

に取り出して新しいドリップパンと交換する必要がある。この交換時期は、今迄の運転経験及び滴下量の評価から、使用済燃料を8～10体取扱後に交換することが決められており、基本標準工程では、サイクルの始めと3日目に行う様に計画してある。

基本標準工程は、これらの作業の組み合わせで成り立っており、炉外燃料移送作業→炉内燃料取扱準備作業→炉内燃料取扱作業→炉内燃料取扱後始末作業及び炉外燃料移送準備作業の流れが基本パターンとなっている。この基本パターンを繰り返すことにより、所定の交換本数を取り替えることが出来る。

次に毎日の作業項目及び必要人員について第4.3-1表に従って説明する。

第 4.3 - 1 表 燃料交換 1 サイクルの基本標準工程の毎日の作業項目及び必要人員

Table 4.3 - 1 Daily Work and Workers for The Standard Fuel Handling Activities

日 程	毎 日 の 作 業 項 目	必要人員(名)	備 考
1 日 目	(1) 炉外燃料移送準備 ① 各設備の運転前点検 ② 案内スリーブ(I)(II)引抜, 装荷作業 (R-16 → R-34) ③ (燃料出入機ドリッパン交換作業) (2) 炉外燃料移送作業 ◦ 新燃料 1 体炉内へ ◦ 使用済燃料 2 体プールへ	23 名 6 名 6 名 23 名	2 サイクル自 に実施
2 日 目	(1) 炉外燃料移送作業 ◦ 新燃料 4 体炉内へ ◦ 使用済燃料 4 体プールへ	23 名	
3 日 目	(1) 炉外燃料移送作業 ◦ 新燃料 2 体炉内へ ◦ 使用済燃料 2 体プールへ (2) 燃料出入機グリッパ洗浄作業 (3) 燃料出入機ドリッパン交換作業	23 名 6 名 6 名	
4 日 目	(1) 炉外燃料移送作業 ◦ 新燃料 4 体炉内へ ◦ 使用済燃料 4 体プールへ	23 名	
5 日 目	(1) 炉外燃料移送作業 ◦ 新燃料 4 体炉内へ ◦ 使用済燃料 3 体プールへ (2) 燃料出入機グリッパ洗浄作業	23 名 6 名	
6 日 目	(1) 炉内燃料取扱準備 ① 燃料出入機グリッパ洗浄後確認 ② 案内スリーブ(I)(II) R-16 へ装荷 (R-34 → R-16) ③ 出入案内筒取外し作業 ④ 燃料交換機取付作業 (2) 炉内燃料取扱作業 ◦ 使用済燃料を炉心部から A 型ポットへ, 新燃料を A 型ポットから 炉心部へ各々 7 体交換	6 名 6 名 6 名	業者にて実 施
7 日 目	(1) 炉内燃料取扱作業 ◦ 使用済燃料を炉心部から A 型ポットへ, 新燃料を A 型ポットから 炉心部へ各々 7 体交換	6 名	
以上, 1 サイクル 7 日間で 15 体の交換作業は終了する。例えば 30 体の交換計画の場合は, 1 サイクルを 2 回繰り返すことによって 30 体の交換が出来る。			

(作業量を平坦化する意味で 1 日の取扱本数を変え, 又, 1 日の作業終了時刻が原則として 24)
時を過ぎない様, 毎日の作業項目を決定した。

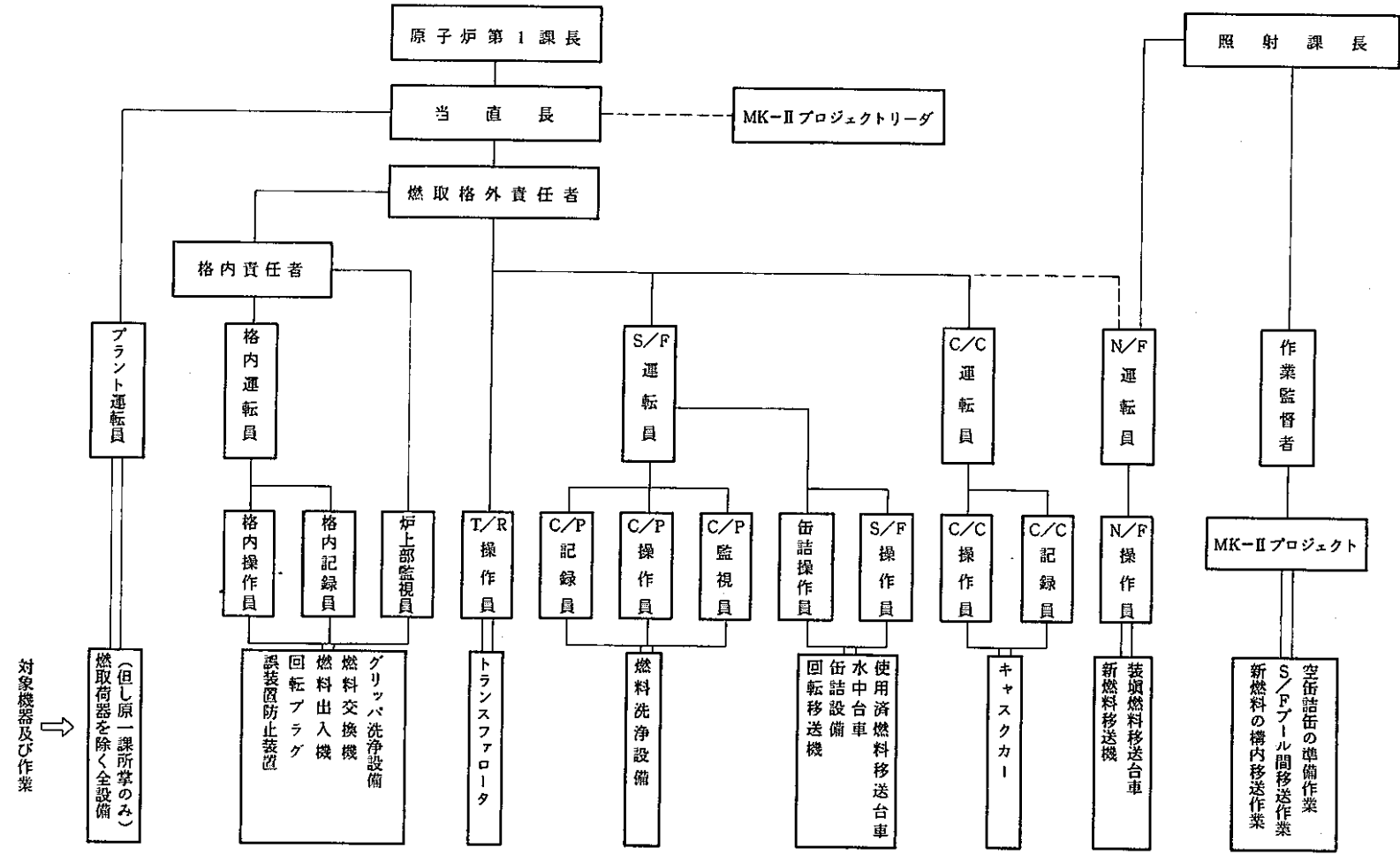
4.3.2 燃料交換作業実施体制の検討

第4.3-2図にMK-II移行期間中の燃料交換作業実施体制を示す。

従来、「常陽」は、プラント運転の為に直勤務体制を敷き、原子炉運転中で1班10人、原子炉停止中で1班4人編成の4直3交替制を取り入れて来た。

MK-II移行期間中の燃料交換作業においても、同様の直勤務体制を敷き、1班10人編成で、当直長指揮下の元に、プラント運転班と燃料交換作業班とに分け、作業に当ることとした。又、燃料交換作業の内、最も運転員を必要とする炉外燃料移送作業については、作業助勢として、業者燃取運転助勢員を役務契約し、1班13人の2直2交替勤務を行い運転員とした。しかし、運転員の必要人数の少ない炉内燃料取扱作業については、動燃直員の燃料交換作業班が行うこととし、役務契約による助勢員の人数の節減化を図り経営の節約を行った。燃料交換作業に付随して発生するその他ドリップパン類の洗浄作業等については、2交替勤務に入っていた業者助勢員が炉内取扱作業時の日勤業務時に処理する様にした。

参考までに第4.3-3図に燃料交換作業時の動燃直員の勤務体系を示す。



第 4.3 - 2 図 燃料取扱作業実施体系図

Fig. 4.3 - 2 Operators Arrangement of The Fuel Handling Activities

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	(1日目) 8日目	(2日目) 9日目
標準 基本 工程	S/F 2	4	2	4	3				
	N/F 1	4	2	4	4				
		燃料移送作業							
		EXTRAグリッパ洗浄			EXTRAグリッパ洗浄		INCOグリッパ洗浄		
		EXTRA D/P交換						EXTRD D/P交換	
					INCO準備作業 スリーブ装荷 出入案内管撤去 INCO掘付			INCO後始末作業	
						炉内燃料取扱作業			
						7	8		
第一 グループ	1	1/2	2	3	3	明	休	休	1
第二 グループ	2	3	3	明	休	休	1	1/2	2
第三 グループ	3	明	休	休	1	1/2	2	3	3
第四 グループ	休	休	1	1/2	2	3	3	明	休

第 4.3 - 3 図 燃料交換作業時の勤務体系 (標準 1 サイクルの場合)

Fig. 4.3 - 3 Standard Crew Duty System for The Fuel Handling Activities

この様に燃料交換作業時の勤務体系の確立を図ったが、燃料交換作業は繁雑で、かつ非常に慎重さを要する作業であることと、炉外燃料移送作業時は業務助勢員との共同作業であるため、指揮命令系統の明確化は勿論のこと、各運転員及び操作員（業者運転助勢員）の業務内容を明確にしておく必要があった。まず、指揮命令系統については、作業の全体指揮は当直長が行うこととした。但し、当直長は、プラントの運転も合せて指揮する必要性から、中央制御室を離れることが出来ないため、当直長を補佐する現場作業責任者を置き、現場における作業全般を当直長と連絡を密にしながら各設備の運転員に指示する様にした。現場作業責任者は、炉外燃料移送作業時には格外責任者が、炉内燃料取扱作業時には格内責任者がこの任に当ることとした。

又、各設備の運転員は、設備を熟知している動燃直員がこの任に当り、業者運転助勢員すなわち操作員に運転指示する様にした。操作員は、あらかじめ燃料取扱設備の運転教育を受け、運転操作は出来るが操作員の勝手な判断による操作を防止するため、運転員の指示による操作を徹底した。

又、「常陽」の燃料取扱設備は、格納容器内及び原子炉付属建家内に広範囲に渡って設けられており、操作場所も点在している。とともに大型機器が回転したり、横行・走行する為、設備をトラブルなく運転していくためには適切なる人員配置が必要であった。このため各設備の必要人員を考える場合①現場作業全体の指揮命令をする人②運転を指示する人③指示通り操作する人④機器の状態を監視するとともに各種データをとる人、等を基本にし、合せて設備の特殊性を考慮した必要人員を確保し人員配置を行った。

炉内燃料取扱作業は現場作業責任者として格内責任者を置き、作業全般を指揮命令し、設備の運転指示者として格内運転員を配置した。

さらに、本作業に最も注意すべき燃料の“つかみ”はなし”の判定要員として、荷重記録員を配置し、万全を期すとともに、回転機器である回転プラグ上に監視員を置いて、回転プラグの回転状況及び周辺の監視を行うこととした。

この結果、炉内燃料取扱作業時の現場における必要人員は6名となり、動燃直員のみで実施することとした。

第4.3 - 4 図に炉内燃料取扱作業時の人員配置図を示す。

炉外燃料移送作業は、燃料取扱設備の全設備を運転して行う作業であるため、点在している各操作場所に人員を配置することになる。又、作業内容も、格内側設備と格外側設備との併行作業となり、しかも業者運転助勢員（操作員）との共同作業であるため、各設備運転員に全体の作業の流れ及び指示伝達が正確に伝わる必要がある。この為、現場作業の総指揮として格外責任者が格内作業の指揮者として、格内責任者がこれに当り、両責任者は連絡を密にし、又格外責任者は中央制御室の当直長に作業の状況を報告するとともにトラブル発生時には、すみやかに連絡し、当直長指示の元に対処することとした。又、各設備の運転には動燃直員が、各設備の操作は業者運転助勢員が行うこととし、設備の特殊性を考慮して必要人員を決め、指示命令系統は炉内燃料

取扱作業と同様である。

又、炉内から使用済燃料を取り出す作業であるため、取扱機器の付着 Na が機器から落下して、作業エリアを汚染する事も考えられるので、専任の放管員 1 名を置き、作業エリアの汚染を防止するとともに、運転員・操作員等への汚染拡大防止対策を行った。

第 4.3 - 5 図に炉外燃料移送作業時の人員配置図を示す。

また、第 4.3 - 2 表に燃料交換作業時の人員と業務内容を示す。

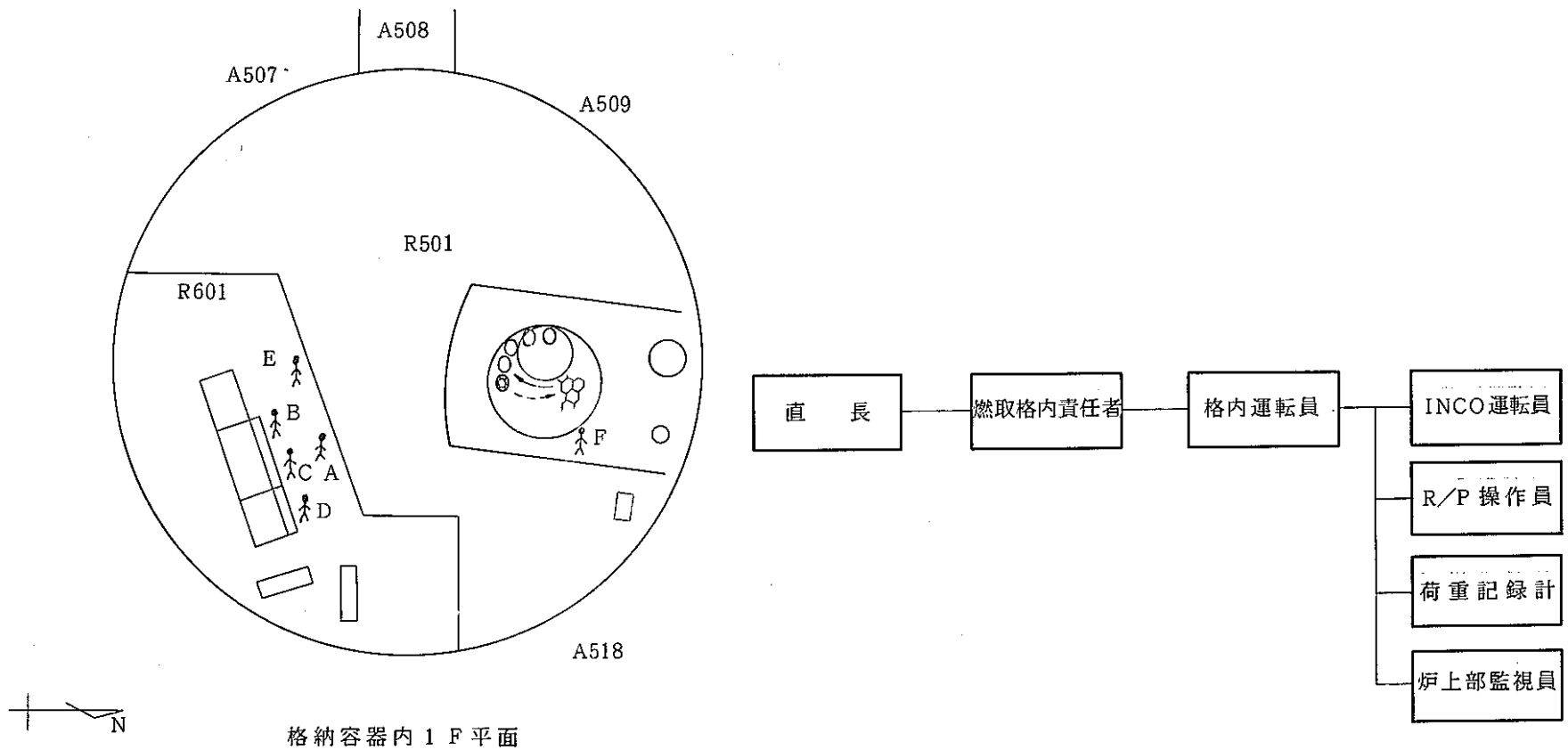
運転面での体制は、前述した通りであるが MK - II 移行期間中の燃料取扱設備は今まで経験したことのない高稼働率の運転を強いられるため、機器の不具合及びトラブルの発生が予想された。

燃料交換作業中の不具合及びトラブルは、燃料を取扱っていることから即応性のある対処の仕方が要求される。対処の仕方によっては、その日の全体工程に影響を及ぼし、24 時までには作業が完了出来ないことになる。このことは、全体の燃料交換作業工程にも響いてくる。

このため、MK - II プロジェクトチームから 2 名、当日の担当者と言う位置付けで、日勤業務で現場機器のパトロール及び不具合の発生時の処置の仕方について、当直長及び格外責任者の補佐的役割をもたせ、不具合発時に即応出来る体制をかためた。

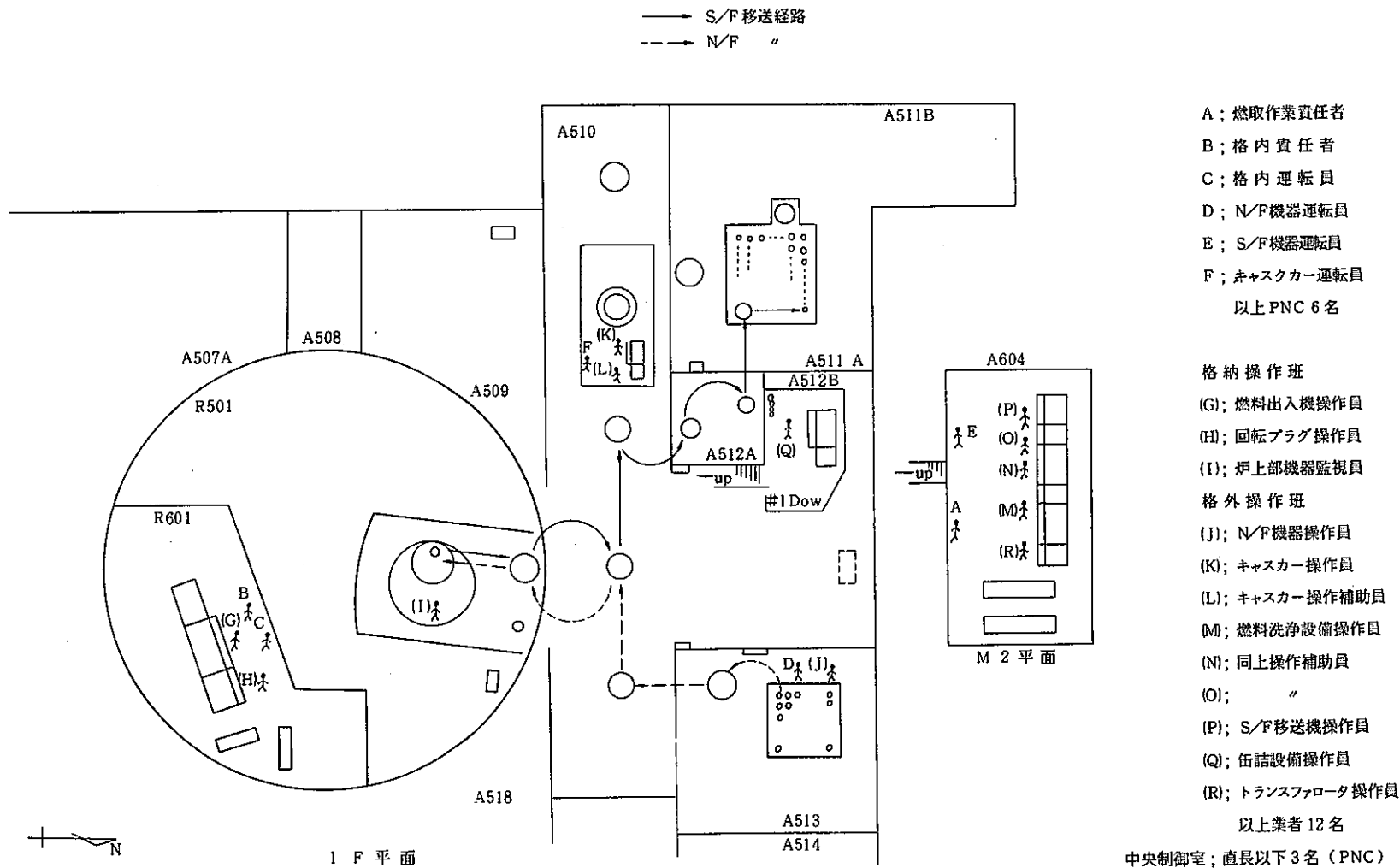
又、当日の担当者は、当日の作業実績の整理及び当日の作業上の注意事項等について当直長、格内外責任者と連絡を密にし、作業実施側と作業管理側の意志のそ通を図った。

当実施体制は、指揮命令系統の明確、及び運転員、操作員の作業量の平坦化に寄与し、安全かつ円滑に効率の良い燃料交換作業が実施出来るとともに、MK - II 移行後の通常の燃料交換作業体制への反映に継なかるものと考えられる。



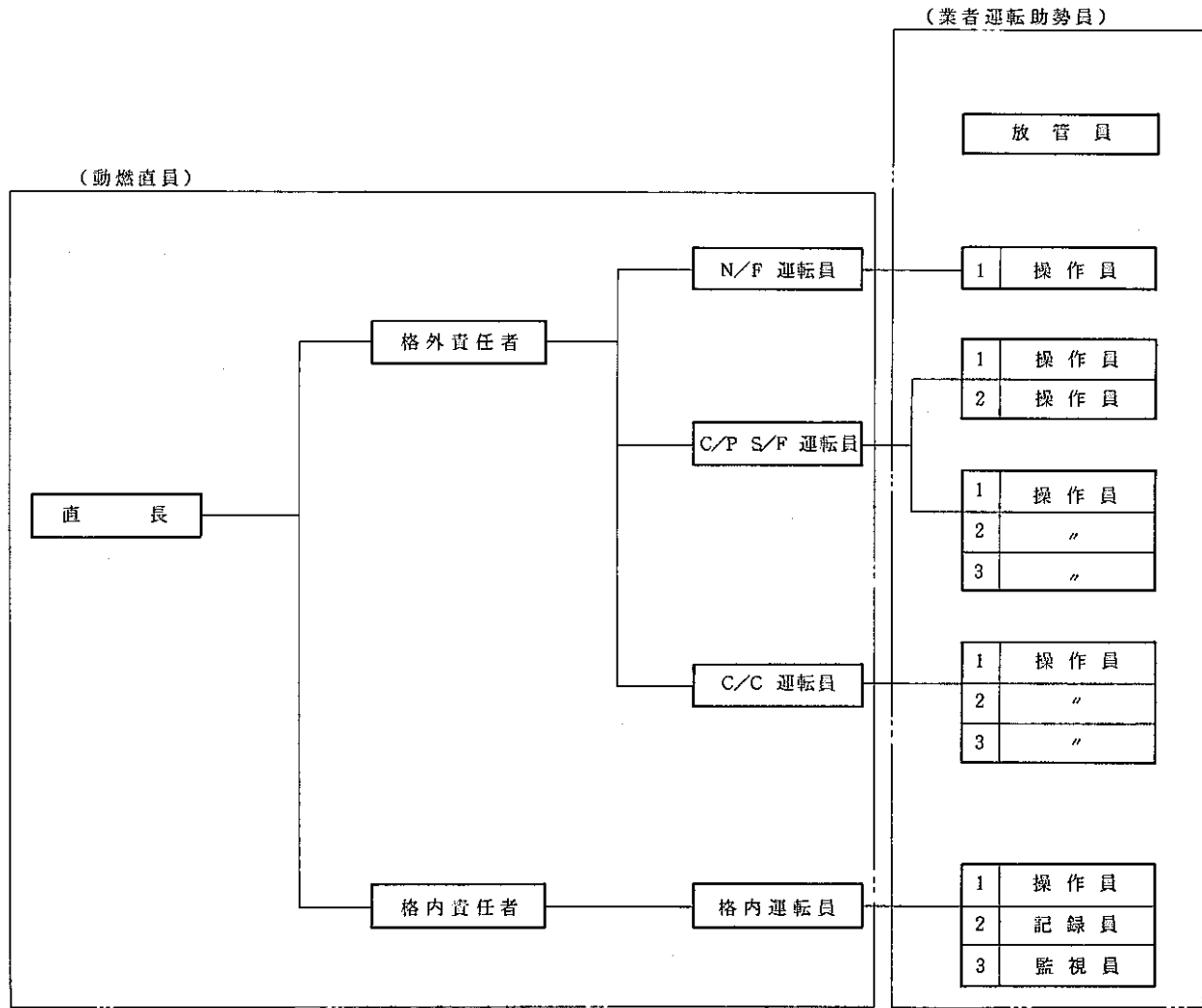
第 4.3 - 4 図 炉内燃料取扱作業時人員配置図

Fig. 4.3 - 4 Operators Arrangement for The In-vessel Fuel Handling Activities



第 4.3 - 5(1) 図 炉外燃料移送作業時人員配置図

Fig. 4.3 - 5(1) Operators Arrangement for The Ex-vessel Fuel Transfer Activities



第 4.3 - 5 (2) 図 炉外燃料移送作業時の人員配置

Fig. 4.3 - 5 (2) Operators Arrangement for The Ex-vessel Fuel Transfer Activities

第 4.3 - 2 表 燃料交換作業時の人員と業務内容

Table 4.3-2 Contents of Operators and Activities for Fuel Handling Activities

	人 員	担 当 設 備	業 務 内 容
PNC (四直三交替) 六名×四	A 燃取作業責任者	全設備	燃取運転員の総括管理, 当直長への進捗状況連絡, 異常時の応急措置及び当直長の判断助勢
	B 格内責任者(格内運転員)	格内設備全般	格内運転員の統括管理, 燃取作業責任者への進捗状 況連絡, 異常時の応急措置及び燃取責任者の補佐
	C 格内運転員 (燃料交換機操作員)	燃料出入機(燃料交換機) 回転プラグ	担当設備の通常運転, 記録, 操作チェック(燃料交 換機の通常操作), グリッパ洗浄運転, JEIPの運転
	D N/F 機器運転員 (回転プラグ操作員)	新燃料移送台車 新燃料予熱装置 (回転プラグ)	新燃料管理, マスターキー方向のチェック, 担当設 備の通常運転管理 (回転プラグの通常操作)
	E S/F 機器運転員 (燃料 抜荷重測定員)	燃料洗浄設備, 回転移 送機, 缶詰設備水中台 車, S/F 移送機	使用済燃料管理, 担当設備の通常運転管理, (燃料引 抜荷重測定及び判定)
	F キャスクカー運転員 (炉上部機器監視員)	キャスクカー (炉上部まわり機器)	キャスクカーの通常運転管理, 異常時の応急措置, (炉上部機器の監視)
業者(二交替) 十二名×一	(G) 燃料出入機操作員	燃料出入機	燃料出入機の通常操作, グリッパ洗浄
	(H) 回転プラグ操作員	回転プラグ	回転プラグの通常操作, 炉上部監視
	(I) 炉上部機器監視員	炉上部機器	
	(J) N/F 機器操作員	新燃料移送台車 " 予熱装置	担当設備の通常操作
	(K) キャスクカー操作員	キャスクカー	キャスクカーの通常操作
	(L) " 操作補機員		
	(M) 燃料洗浄設備操作員	燃料洗浄設備	燃料洗浄設備の通常操作, 回転機器の不具合チェック
	(N) " 操作補助員		
	(O) " "		
	(P) S/F 移送機操作員	水中台車 S/F 移送機	担当設備の通常操作, 空缶準備作業
	(Q) 缶詰設備操作員	缶詰設備	
(R) トランスファロータ操作員	トランスファロータ	トランスファロータの通常操作, 異常時の燃取シー ケンスのチェック	

() 内は炉内燃料取扱作業時

燃料交換作業詳細工程表（標準 1 サイクル）

- 表の見方(1) 新燃料移動表欄は、新燃料を収納管から取出す作業を始まりとし、炉内貯蔵ラックへ装荷するまでを、又使用済燃料移動表欄は、炉内貯蔵ラックからの取出しからプールへの貯蔵までの作業を 1 体当りの移動時間として示してある。
- (2) 燃料出入機（EXTRA）の項にある（洗浄）、（炉上）、（T/R）は、各々燃料つかみ部洗浄位置（R-33）、回転プラグ上炉内貯蔵ラック位置（R-1～R-30）、トランスファロータ位置（R-31）における運転状態を示す。
- (3) 燃料取扱用キャスクカー（C/C）の項にある（T/R）、（N/F）、（C/P）、（FMF）は、各々トランスファロータ、新燃料移送台車、燃料洗浄設備、FMF キャスクカーとの取合いによる運転状態を示す。
- (4) （N/F 室）の項は、新燃料を収納管から取出し新燃料移送台車へ装荷するまでの作業を示す。
- (5) 炉内燃料取扱は、炉心領域の使用済燃料を炉内貯蔵ラックに移し、新燃料を炉内貯蔵ラックから炉心領域へ装荷するまでを 1 回と数える燃料交換機（INCO）の運転を示す。
- (6) 1 枚目の準備日とあるのは、2 サイクル以上連続で実施される場合は、7 日目の II 直以降の作業内容とみなす。よって実作業日数は（7 日×N）+ 1 日となる。但し N はサイクル数である。

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (1/6)

年 月 日 作成 準備日(7日目)

高速実験炉部

機器	時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24										
新燃料移動表		(Ⅲ直)																	交		(Ⅰ直)		交		(Ⅴ直)		交		(Ⅳ直)							
回転ブラダ																			ジャッキアップ (R)		(R)				ジャッキダウン (R)											
(R/P) (洗浄)																																				
燃料出入機																					S/F引抜		S/F引抜		N/F装荷											
(EXTRA) (T/R)																			ヒータ 予熱開始		(炉上部へ)(T/R)		(炉上部へ)		(T/R)(炉上部へ)		定位機本 体ベージ									
トランスファロータ																			T/Rラックヒータ 予熱開始				S/F 吊下		S/F N/F 吊下 吊上											
(T/R) 新燃料移送台車																							N/F予熱													
(N/F) (N/F室)																							N/F装荷													
(T/R) 燃料取扱用トラック																					S/F 吊上		N/F S/F 吊下 吊上													
(C/C) (N/F) (C/P) (FMF)																					C/Cフロー起動		(C/P)(N/F)		(T/R)(C/P)		本体2回置換 C/Cフロー停止									
燃料洗浄設備																							S/F吊下		S/F吊下											
回転移送機																																				
缶詰設備																																				
水中台車																																				
使用済燃料移送機																																				
使用済炉心要素 移動表																							S/F 1						S/F 2							

第2サイクル以降は、7日目から続く。

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (2/6)

年月日作成 1日目		高速実験炉部																							
時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
機器	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (II直) (I直) (II直) (II直) </div>																								
新燃料移動表	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> N/F 2 N/F 3 N/F 4 N/F 5 </div>																								
回転プラグ	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> ジャッキアップ (R) (R) (R) (R) ジャッキダウン (R) </div>																								
(R/P) (洗浄)																									
(炉上)																									
燃料出入機	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> S/F引抜 N/F装荷 S/F引抜 N/F装荷 S/F引抜 N/F装荷 S/F引抜 N/F装荷 </div>																								
(EXTRA) (T/R)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> (炉上部へ)(T/Rへ)(炉上部へ)移動 (T/Rへ)(炉上部へ)移動 (T/Rへ)(炉上部へ)移動 (T/Rへ)(炉上部へ)移動 </div>																								
トランスファロータ	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 </div>																								
(T/R) 新燃料移送台車	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 回転 回転 回転 回転 </div>																								
(N/F) (N/F室)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> N/F子熱 N/F子熱 N/F子熱 N/F子熱 </div>																								
(T/R) 燃料取扱用キヤスケア	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 </div>																								
(C/C) (N/F)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> N/F吊上 N/F吊上 N/F吊上 N/F吊上 </div>																								
(C/P)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> N/F S/F吊下 N/F S/F吊上 N/F S/F吊下 N/F S/F吊上 </div>																								
(FMF)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> C/Cパワー起動 (N/F)(T/R)(C/P)(N/F) (T/R)(C/P)(N/F) (T/R)(C/P)(N/F) (T/R)(C/P)(N/F) </div>																								
燃料洗浄設備	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 準備 S/F洗浄 準備 S/F洗浄 準備 S/F洗浄 準備 S/F洗浄 </div>																								
(C/P) 回転移送機	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 回転 回転 回転 回転 </div>																								
缶詰設備	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 空缶準備 缶詰 空缶準備 缶詰 空缶準備 缶詰 空缶準備 缶詰 </div>																								
水中台車	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 移動 移動 移動 移動 </div>																								
使用済燃料移送機	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> S/F装荷 S/F装荷 S/F装荷 S/F装荷 </div>																								
使用済炉心要素移動表	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> S/F 3 S/F 4 S/F 5 S/F 6 </div>																								

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (3/6)

年月日 作成 2日目

高速実験炉部

機器	時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
新燃料移動表		(Ⅲ直)							(Ⅰ直)							(Ⅱ直)							(Ⅳ直)									
回転プラグ									ジャッキアップ (R)							ジャッキダウン (R)																
(R/P) (洗浄)																EXTRA グループ洗浄							アルコール中設備洗浄			洗浄後確認						
燃料出入機	(炉上)								S/F引抜 N/F装荷 S/F引抜 N/F装荷							EXTRA D/P交換																
(EXTRA) (T/R)									(炉上部へ)(T/Rへ)(炉上部へ)移動							(T/Rへ)(炉上部へ)移動																
トランスファータ									S/F N/F 吊下 吊上							S/F N/F 吊下 吊上																
(T/R) 新燃料移送台車									回転							回転																
(N/F) (NF室)									N/F予熱							N/F予熱																
(T/R)									N/F装荷							N/F装荷																
燃料取扱用クレーン									N/F予熱							N/F予熱																
(C/C) (N/F)									N/F吊上							N/F吊上																
(C/P)									S/F吊下							S/F吊下																
(FMF)																																
燃料洗浄設備									準備 S/F洗浄							準備 S/F洗浄																
(C/P) 回転移送機									回転							回転																
缶詰設備									空缶準備 缶詰							空缶準備 缶詰																
水中台車									移動							移動																
使用済燃料移送機																S/F装荷							S/F装荷									
使用済炉心要素 移動表									S/F 7							S/F 8																

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (4/6)

年月日作成 3日目

高速実験炉部

時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
機器	(Ⅲ直)				(Ⅰ直)								(Ⅱ直)				(Ⅲ直)															
新燃料移動表									N/F 8				N/F 9				N/F 10				N/F 11											
回転プラグ									ジャッキアップ (R)				(R)				(R)				ジャッキダウン (R)											
(R/P) (洗浄)																																
(炉上)																																
燃料出入機									S/F引抜				N/F装荷				S/F引抜				N/F装荷				S/F引抜				N/F装荷			
(EXTRA) (T/R)									(炉上部へ)(T/Rへ)(炉上部へ)移動				(T/Rへ)(炉上部へ)移動				(T/Rへ)(炉上部へ)移動				(T/Rへ)(炉上部へ)移動				定位座 本体バネジ							
トランスファータ																																
(T/R) 新燃料移送台車									N/F予熱				N/F予熱				N/F予熱				N/F予熱											
(N/F) (N/F室)									N/F装荷				N/F装荷				N/F装荷				N/F装荷											
(T/R)									N/F S/F 吊下 吊上				N/F S/F 吊下 吊上				N/F S/F 吊下 吊上				N/F S/F 吊下 吊上											
燃料取扱用キースクロー	C/Cパワー起動								(N/Fへ)(T/Rへ)(C/Fへ)(N/Fへ)				(T/Rへ)(C/Fへ)(N/Fへ)(T/Rへ)(C/Fへ)(N/Fへ)				(T/Rへ)(C/Fへ) 本体2回置換 C/Cパワー停止															
(C/C) (N/F)									N/F吊上				N/F吊上				N/F吊上				N/F吊上											
(C/P)									S/F吊下				S/F吊下				S/F吊下				S/F吊下											
(FMF)																																
燃料洗浄設備									準備 S/F洗浄				準備 S/F洗浄				準備 S/F洗浄				準備 S/F洗浄											
(C/P) 回転移送機																																
缶詰設備									空缶準備 缶詰				空缶準備 缶詰				空缶準備 缶詰				空缶準備 缶詰											
水中台車									移動				移動				移動				移動											
使用済燃料移送機									S/F装荷				S/F装荷				S/F装荷				S/F装荷											
使用済炉心要素移動表									S/F 9				S/F 10				S/F 11				S/F 12											

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (5/6)

年月日 作成 4日目

高速実験炉部

機器	時刻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
新燃料移動表											N/F 12			N/F 13			N/F 14			N/F 15						
回転プラグ										ジャンキアップ (R)			(R)			(R)			(R)				ジャンキダウン (R)			
(R/P) (洗浄)																										
燃料出入機											S/F引抜	N/F装荷	S/F引抜	N/F装荷	S/F引抜	N/F装荷	S/F引抜	N/F装荷					N/F装荷			
(EXTRA) (T/R)											(炉上部へ)(T/Rへ)(炉上部へ)移動			(T/Rへ)(炉上部へ)移動	(T/Rへ)(炉上部へ)(T/Rへ)								EXTRA グリッパ洗浄			
トランスファローダ											S/F N/F 吊下 吊上	N/F	S/F N/F 吊下 吊上	N/F	S/F N/F 吊下 吊上	N/F						N/F パージ 吊上				フルコール中設置洗浄
(T/R) 新燃料移送台車											N/F子熱		N/F子熱		N/F子熱		N/F子熱									
(N/F) (N/F室)											N/F 装荷		N/F 装荷		N/F 装荷		N/F 装荷									
(T/R) 燃料取扱用キヤスケ											N/F S/F 吊下 吊上		N/F S/F 吊下 吊上		N/F S/F 吊下 吊上		N/F 吊下									本体2回駆換 C/Cパワー停止
(C/C) (N/F)											N/F吊上		N/F吊上		N/F吊上		N/F吊上									
(C/P) (FMF)												S/F吊下		S/F吊下		S/F吊下										
燃料洗浄設備											準備	S/F洗浄	準備	S/F洗浄	準備	S/F洗浄										
(C/P) 回転移送機													回転				回転									
缶詰設備													空缶準備	缶詰		空缶準備	缶詰		空缶準備	缶詰						
水中台車														移動			移動					移動				
使用済燃料移送機														S/F装荷		S/F装荷		S/F装荷								
使用済炉心要素 移動表												S/F 13			S/F 14			S/F 15								

高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (6/6)

年 月 日 作成

高速実験炉部

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
	(Ⅲ直)				(Ⅰ直)				(Ⅱ直)				(Ⅳ直)															
5 日 目	EXTRAグリッサール中投液洗浄								洗浄後確認	ジャッキアップ	案内スリーブⅠ(R→R)	案内スリーブⅡ(R→R)	出入案内筒取外 INCO取付	軸封部パージ	軸封部予熱	交換時上限	クリンパ予熱	炉内燃料取扱 1	炉内燃料取扱 2	炉内燃料取扱 3	炉内燃料取扱 4	炉内燃料取扱 5	炉内燃料取扱 6	炉内燃料取扱 7				
6 日 目	ジャッキダウン							ジャッキアップ	炉内燃料取扱 8	炉内燃料取扱 9	炉内燃料取扱 10	炉内燃料取扱 11	炉内燃料取扱 12	炉内燃料取扱 13	炉内燃料取扱 14	炉内燃料取扱 15	格納時上限	グリッサールNa滴下	軸封部パージ	交換機移動	INCOグリッサール洗浄							
7 日 目	INCOグリッサール中投液洗浄								洗浄後確認	交換機移動 出入案内筒取付	ジャッキアップ	案内スリーブⅡ(R→R)	案内スリーブⅠ(R→R)	(R)	EXTRA D/P 交換	詳細工程表参照(1/6)												

4.4 各種計画書の作成及び各種計画・検討

照射用炉心移行作業期間中に計画された燃料取扱作業を始めとした各種作業が、安全、適確かつ効率的に遂行できる組織、並びに体制作りを目的として『大洗工学センター原子炉施設「保安規定」』を受けた『「常陽」照射用炉心構成作業管理要綱』が定められた。この「作業管理要綱」は、照射用炉心構成作業の準備作業の段階より初臨界に至らしめる間に行われる各作業に適用される。

「作業管理要綱」に基づき、燃料取扱作業関係について「燃料取扱作業基本計画書」が作成され、これらの設備機器の保守、並びに第3回定期検査に伴う対処として、保守作業に関する「保守作業基本計画書」が作成された。照射用炉心構成作業期間中の各作業は、これらの2本の根幹をなす基本計画書に基づき、計画され更に各作業項目ごとに作業計画書が作成された。

「燃料取扱作業基本計画書」に基づく作業計画書として、

- 1) MK-II 準備作業に係るもの
- 2) MK-II 燃料取替作業に係るもの
- 3) 使用済燃料払出し作業に係るもの
- 4) 新燃料受入れに係るもの
- 5) 使用済燃料プール間移送作業に係るもの

が作成された。

また「保守作業基本計画書」に基づく作業計画書として、

- 1) MK-II 保守作業に係るもの
- 2) MK-II 改造作業に係るもの

が作成された。

MK-II 移行作業期間中における主要検討事項の他に、これらの作業を実施するに当って主要作業という大歯車を円滑に動かすための遊星歯車として、以下に示す各種の計画及び検討がなされた。

- 1) MK-II 移行作業中の保守計画について（燃料取扱設備）
- 2) N/F及びS/F貯蔵計画（プール間移送計画を含む）
- 3) 燃料交換時における主ポンプ健全性の検討
- 4) 廃液移送計画
- 5) 固体廃棄物発生量の検討
- 6) 脱塩水消費量及び供給量の検討
- 7) 燃料出入機Naドリップパンの交換周期
- 8) トランスファロータ部でのナトリウムのオーバーフロー量の推定

が作成された。

計画された各作業は、実施前までに作業要領書、作業手順書、作業チェックシート等が完備され、さらに実施に当っては、毎週開催される運転会議または調整会議において作業工程、作業内容、運転条件等が確認され、さらに毎日実施される作業連絡会において事前確認並びに実績確認として、

作業内容手順、人員の確認を行い「安全上の指示の周知徹底」を図った。また、作業開始に当っては作業要領書並びに作業手順書の遵守について特に配慮を行った。

以下に照射用炉心構成作業実施のために作成された計画書、要領書について概要を記述する。

4.4.1 各種計画書の作成

1) 準備作業に係るもの

照射用炉心構成作業を開始するに当り、燃料取扱機器の円滑な運転ができるよう事前に炉心状態をチェックする等の目的のために準備作業が計画された。

この準備作業のための計画書として、

(1) MK-II 準備作業計画書

a) 燃料引抜荷重測定試験

MK-I 炉心体系終了に当り、本体の最終炉心による炉内炉心構成要素等のスエリング発生状況並びに構成要素間の相互接触状況を確認する。

b) アドレス確認試験

炉心アドレスに対し、回転プラグをオリジナルアドレスに位置し、その点におけるグリッパと炉心構成要素との芯ずれ量を測定し R/P のオリジナルアドレスの妥当性を確認する。

(2) 炉容器からの Na 直接サンプリング計画書

「常陽」の一次冷却材、カバーガスの純度管理の一環として、原子炉停止中の炉容器内のナトリウムを直接サンプリングしナトリウム中の²²Na、C.P 等の放射性核種の放射能濃度を測定する目的で行う作業に関する計画書。

(3) 出力係数測定試験計画書

ブランケット燃料シャフリング及び炉心燃料引抜再装荷による出力係数の変化を確認し、出力係数特異現象の解明に役立たせることを目的とした試験に関する計画書。

(4) 中性子検出器校正試験計画書

MK-II 核出力校正のため、MK-I 最終炉心において熱出力測定により核出力校正を行い、さらに核計算により MK-I、MK-II 炉心の違いによる核計装の応答の変化を求め、MK-I の核出力校正の結果を外挿して MK-II 炉心の核出力校正に用いることを目的とした試験に関する計画書。

(5) 燃料集合体置換反応度測定試験計画書

MK-I 炉心体系における置換反応度を測定し、燃焼計算法の評価等に必要データをを得ることを目的とした試験に関する計画書。

以上5つの計画書について作業が円滑に実施できるよう計画書に対応した作業要領書並びに手順書が完備され、作業が実施された。

2) 燃料取替作業に係るもの

4.2 項の「燃料取替計画」に基づき「燃料取替計画書」が作成された。

さらに、燃料交換作業を円滑に実施するために「燃料取扱作業実施要領書」が作成され、作業効率の向上を計り「燃取作業詳細工程表」「燃料取扱月間工程表」「燃料移動管理表」「人員配置表」が全作業期間について作成され、作業の万全が計られた。

また、燃料交換作業期間における運転員の多様化に伴ない、運転に関する図書類の整備が行われ「運転マニュアル」「作業チェックシート」が作成、完備された。

これら図書類の詳細については、4.7項に記す。

3) 使用済燃料払い出し作業に係るもの

照射用炉心移行作業期間中においても、MK-I炉心体系における燃料・材料の健全性を確認するため、当初の計画に従い、増殖炉心で照射された照射後試験に供する炉心構成要素及びサーベイランス試験片をFMFへ移送する作業が計画され、これらの作業とMK-II移行作業との取合を良好とするために「使用済燃料払い出し作業計画書」が作成された。

さらに、これらの作業を円滑に実施するため、

- (1) FMFキャスク取扱要領書
- (2) キャスクカー受渡し要領書
- (3) サーベイランスリグ取出作業要領書

の作業要領書が作成、完備された。

4) 新燃料受入れに係るもの

照射用炉心構成作業により炉心燃料をはじめとし各種炉心構成要素が約300体以上照射用炉心構成要素として炉内に装荷されるが、この様に多数の集合体を燃料取替計画に従い管理する必要があり、常陽サイトに受入れてから燃料取扱設備に受け渡すまでの作業として新燃料受入作業が計画され「新燃料取扱計画書」が作成された。

新燃料受入れ作業は、新燃料受入検査貯蔵設備に受入れられた照射用炉心構成要素の種類（炉心燃料、反射体、特殊燃料等）に対応し、以下の3つの要領書により実施された。

(1) 新燃料受入要領書及び手順書

- a) 炉心燃料を動燃事業団、東海事業所プルトニウム燃料部から受入れ、検査する作業の要領及び手順。
- b) 特殊燃料集合体を照射装置組立検査施設（IRAF）から受入れ、検査する作業の要領及び手順。

(2) 新燃料集合体構内移送作業要領書及び手順書

- a) 原子炉付属建家内の新燃料検査貯蔵室から使用済燃料貯蔵施設（以下SFF）内新燃料貯蔵室へのMK-I集合体構内移送に関する作業要領及び手順。
- b) 炉心構成要素の移送作業に関する要領及び手順とIRAFで組立てられた特殊燃料集合体B型のJOYOの新燃料検査貯蔵室への構内移送に関する作業要領及び手順。

(3) 反射体及び制御棒移送要領書

実験炉倉庫及び IRAF に収納保管されていた照射用炉心構成用の反射体及び制御棒を原子炉付属建家内の新燃料検査貯蔵室へ移送し、検査を行うための作業要領。

5) 使用済燃料プール間移送作業に係るもの

付属建家内使用済燃料貯蔵設備（以下第1プール）の最大貯蔵能力は200体であることから、燃料交換作業による約300体の使用済炉心構成要素の貯蔵は不可能である。従って、燃料交換作業により取出される使用済炉心構成要素の貯蔵に支障をきたさない様、SFF内使用済燃料貯蔵池（以下第2プール）に移送することが計画された。移送するに当たっては、核燃料物質のトラック移送について配慮が行われ、放射線量並びに崩壊熱等の低いブランケット燃料並びに反射体が移送対象とされた。

実施に当たっては、さらにこの使用済燃料プール間移送作業を円滑に実施するために「要領書」が作成完備された。

6) 保守作業に係るもの

照射用炉心構成作業時の保守作業は「常陽」保守計画書で計画された。この保守作業も各作業毎に作業要領書が作成準備されたが、照射用炉心構成作業期間中において、クリティカルパスとなる主要な項目として、

- (1) 格納容器全体漏洩率試験
- (2) 中性子源（ γ 線源部）装荷作業
- (3) 燃料取扱設備の保守計画

が計画され、これらの作業要領書として以下のものが作成完備された。

(1) 格納容器全体漏洩率試験要領書

原子炉格納容器の全体漏洩率を圧力降下法を用い計測し、気密保持機能を確認することにより、事故時の原子炉格納容器の健全性を確認する試験について、試験を安全かつ円滑に進めるための作業要領、並びに作業手順等。

(2) 中性子源（ γ 線源部）装荷作業要領書

原子炉起動用の中性子を炉心に供給するとともに黒鉛遮蔽体中に設置されている起動系中性子検出器に規定値以上の計数値を与え、原子炉の初期起動の安全を確保するために行う、装荷作業に関するもので、日本原子力研究所大洗研究所のJMTR炉RUN59で照射された中性子源を γ 線源取扱機で輸送し、炉内に装荷されるまでの作業要領並びに作業手順。

(3) 燃料取扱設備の保守作業計画

本設備機器の保守作業については第4.4.8項に詳細に記す。

7) 改造作業に係るもの

照射用炉心構成作業の改造作業に関しては「MK-II改造計画書」で計画された。この改造作業も各作業毎に作業要領書が作成準備されたが、照射用炉心構成期間中にクリティカルパスとなる。

項目として、

- (1) 制御棒駆動機構撤去作業
- (2) CR下部案内管交換作業
- (3) CRD上部案内管交換作業
- (4) 制御棒駆動機構据付調整作業

が計画され、これらの作業要領書として以下のものが作成完備された。

- (1) 制御棒駆動機構撤去作業要領書

照射用炉心移行に伴って（制御棒駆動機構6基の取外し）下部案内管及び上部案内管の交換作業を可能にするとともに、100 MW運転を安全かつ確実に行える様に工場に持ち帰り、分解点検及び一部改造を実施することを目的としての作業要領並びに作業手順。

- (2) 下部案内管交換作業要領書

照射用炉心移行に伴って余剰反応度および制御能力を大きくするために、増殖炉心での調整棒2本にもスクラム機能をもたせる必要があり、これに伴う下部案内管交換作業について交換作業から洗浄作業までの作業要領並びに作業手順。

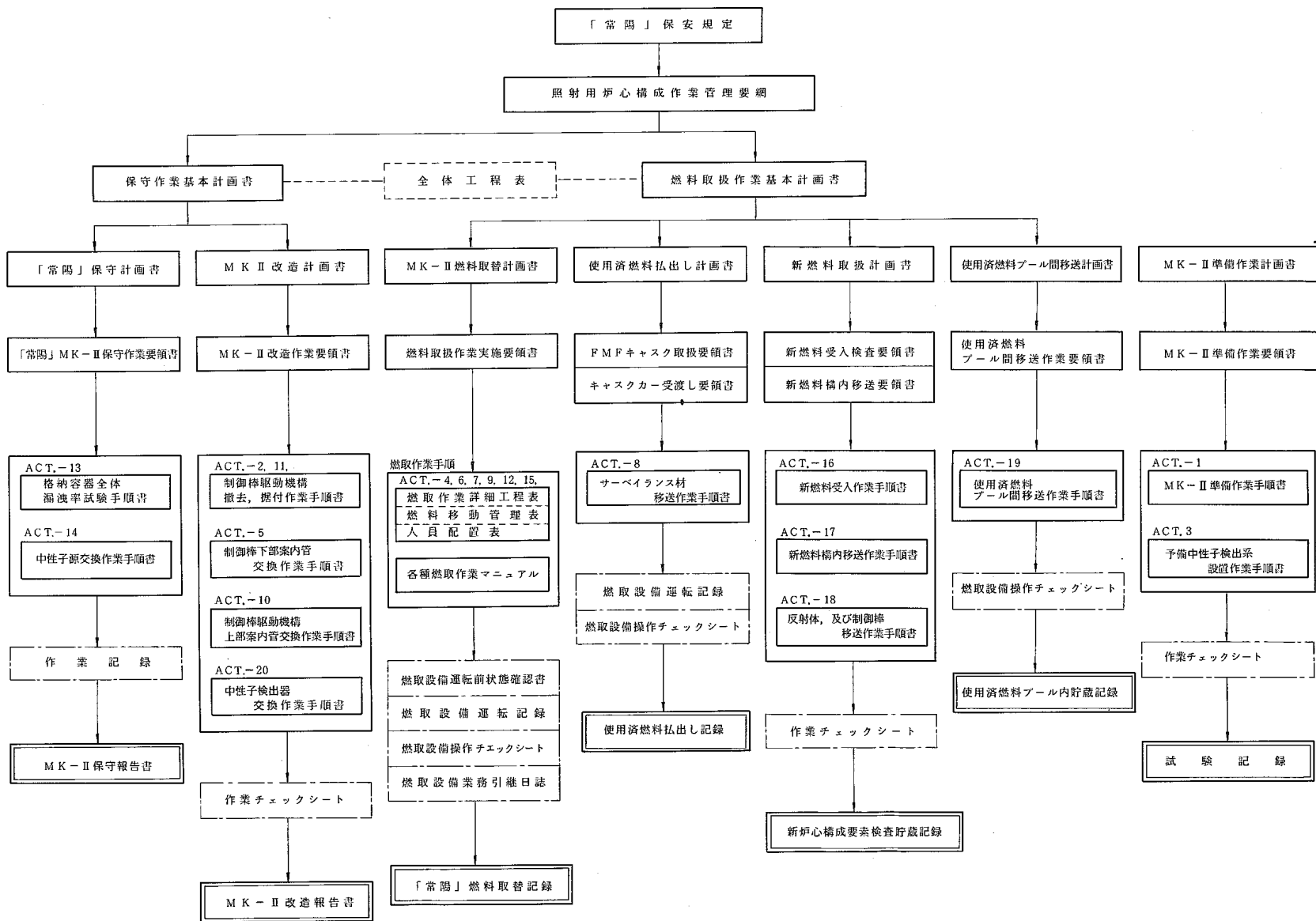
- (3) 上部案内管交換作業要領書

照射用炉心移行に伴う制御棒能力強化を行うためのCRD上部案内管の交換作業で、交換作業から洗浄作業までの作業要領並びに作業手順。

- (4) 制御棒駆動機構据付調整作業要領書

分解点検及び一部改造の終了した制御棒駆動機構を回転プラグ上に据付け、各種調整試験（作動試験、スクラム試験等）を実施し、機能を満足することを確認するための作業要領並びに作業手順。

以上、1)から7)に係る図書類の体系を第4.4-1図「照射用炉心構成作業体系図」に示す。



第 4.4 - 1 図 照射用炉心構成作業体系図

Fig. 4.4 - 1 The Arrangement for The Core Conversion Activities

4.4.2 燃料取扱設備の保守作業計画

照射用炉心移行作業において、燃料取扱設備は約 300 体の炉心構成要素（以下燃料と称す）を約 11 ヶ月の短期間の間に集中的に取替える運転をすることとなった。

燃料取扱設備の過去の運転実績は、昭和 51 年に総合機能試験を終了し、52 年 3 月の臨界試験より実用運転に入った。以来照射用炉心移行作業の開始される 56 年 12 月まで取扱った燃料本数は 254 体であった。その内訳は第 4.4.-1 表に示す通りであり、52 年の臨界試験における 64 体を除けば、年間最大取扱本数は 56 年の 47 体である。

これに比べて照射用炉心移行作業で約 300 体の燃料を取扱うことは、これまでの年間最大取扱本数である 56 年実績値の約 7 倍に達する数量であり、しかも 11 ヶ月の短期間に取扱うものであった。

これらの運転を支障なく遂行することは、過去の運転実績から推察してかなり困難な計画であった。

しかし、昭和 52 年以來の運転保守経験を通じて、種々な問題に遭遇し、その都度運転、保守上に貴重な知見を得てきた。従って、今回の照射炉心移行作業に際しては、これらの貴重な経験を元に照射用炉心構成作業中に実施すべき保守点検の計画を作成し、以下に示す様に対処することとした。

特殊な構造及び重要な役割を持つ機器について過去の不具合項目を見直し、運転時間、回数、頻度が増加することによって問題となる点を整理した。

一方、各機器の内一般汎用機器もしくは、一般汎用機器に近い構造のものについては、これらの運転条件では不具合の発生する確率は低いことと、不具合が発生した場合の対処が容易に行えるため、本検討範囲から除外した。

照射用炉心構成による運転時間、回数、頻度の増加によって発生する可能性がある不具合は過去の実績より主に以下の 2 点と考えられるため、以下の点を十分に踏まえ、事前に手を打つべく保守計画に反映した。

- 1) 動作回数、頻度の増加に伴って酸化 Na、未洗浄 Na 等が機器に付着、蓄積することによって不具合が発生する可能性があるもの。
- 2) 高温 Ar ガス中、Na 中、高放射線等特殊な使用条件下で用いられる特殊な機器で、かつ動作回数、頻度の増大によって不具合が発生する可能性のあるもの。

更に、連続運転を実施した各機器の点検を実施することにより、健全性及び耐久性の評価を行うものとした。

また、第 3 回の定期検査期間中に検査対象項目及び点検計画によって本年度に実施すべきものを含めるものとした。

以上の各思想をまとめて以下の保守計画分類を決めた。

- 1) 異物付着による不具合対策上実施すべきもの。

- 2) 機器の特殊性による不具合対策のため実施すべきもの。
- 3) 耐久性評価のため実施すべきもの。
- 4) 第3回定期検査項目として実施すべきもの。
- 5) 過去の点検計画により本年に実施すべきもの。

以上の分類に従って考えられる不具合と保守すべき機器の代表事例を以下に記す。

(1) 異物の付着によるもの

燃料取扱設備の各機器において、過去の運転、保守実績の中からNa付着により動作不良を経験した事例として以下のものが挙げられる。

- a) 燃料交換機のグリッパ内センシング軸に未洗浄Naが付着して動作不良となった。
- b) 燃料交換機のグリッパ軸封部に多量のNaが付着し、グリッパ軸を上昇する場合に過荷重となることがある。
- c) 燃料交換機、燃料出入機、キャスクカー等のドアバルブにおいてシール部にNaが付着し、シール性能を低下させる。
- d) 燃料移送用ポット及びグリッパが通過するホールダウン軸内にNaが付着し、機器通過時の障害となる。

これらの問題は今回の保守計画の中で特に注意したものである。

(2) 機器の特殊性によるもの

燃料取扱設備は、高速炉の燃料取扱システムとしてNa中、高温Arガス中で運転する等、特殊な雰囲気中で動作するものがあり、構造材であるSUS材同志のかじりの問題や材料の性質として衝撃荷重に対する変形問題がある。このための対策として以下の点について考慮を払う必要がある。

- a) 燃料出入機、キャスクカーのグリッパはステンレス同志の接触部にメッキを施し、かじりを防止しているが、この健全性を確認する。
- b) 燃料洗浄用循環ブロワは起動、停止時の衝撃により軸に使用されているキーとキー溝の間にガタが生じる。このため各部のクリアランスを監視する必要がある。

(3) 耐久性評価のため実施すべきもの

燃料取扱設備の中には、一般雰囲気での取扱を条件として特別に設計、製作されたものが多くある。

これらの機器は、短期間の間に多くの燃料取扱いを実施した状態での耐久性の評価を行う必要があり、今後の点検頻度の見直しも含め適時機器の点検を行い、健全性等の検証を実施するものとした。以下に対象とした機器を示す。

- a) 燃料缶詰装置はホットセル内の使用済燃料を操作員がハンドルを回転させ、遠隔操作により缶詰するものであり、種々の機構部が複雑な動きをするものである。よって、装置の耐久性について見極める必要がある。

b) 回転移送機，使用済燃料移送機のグリップは，水中，太気中の雰囲気で使用され，内部に電装品を内装した比較的複雑な構造である。このため，グリップの耐久性を見極める必要がある。

(4) 過去の点検頻度により本年度に実施すべきもの

燃料取扱設備は，昭和52年の運用開始以来多くの運転，保守経験を積み，これらの実績から徐々に点検，保守頻度が決められ長期保守計画が立てられている。この保守計画により，今年度中に実施すべき項目について，移行期間中の保守計画に含めるものとした。以上の考え方に基づいて第4.4-2表に示す保守点検計画を作成した。

第4.4-1表 燃料移送実績

Table 4.4-1 Fuel Transfer Accomplishment

年 度	新 燃 料 移 送		炉内燃料取扱	炉心→ラック (炉内)	使 用 済 燃 料 移 送		
	N/F → T/R → 炉内ラック	炉内ラック			炉内 → プール	FMS	
1977	98	98	157	157	87	87	0
1978	8	8	21	21	8	5	3
1979	14	14	13	13	15	8	7
1980	23	23	19	19	23	12	11
1981	20	20	44	44	20	11	9
合 計	163	163	254	254	153	123	30

FEB. 1977 ~ SEPT. 1981

N/F : 新燃料貯蔵設備

T/R : トランスファーローター

FMS : 照射燃料材料試験施設

第 4.4 - 2 表 燃取設備保守点検計画

Table 4.4 - 2 Inspection Plan for The Fuel Handling System

No.	項目	S 5 6 年 度				S 5 7 年 度								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	基本工 程	燃交(1) 30体		燃交(2) 90体		燃交(3) 60体	燃交(4) 60体				燃交(5) 64体		▽ 臨界 11/22	
											定検局位 ▽			
1	回 転 プ ラ グ													
2	燃 料 交 換 機		グリッパ、ドアバルブ軸封部		軸封部					グリッパ、ドアバルブ、軸封部				
3	燃 料 出 入 機	グリッパ、ドアバルブ、 グリッパ駆動部			グリッパ、ドアバルブ					グリッパ、グリッパ駆動装置、ドアバルブ				
4	ト ラ ン ス フ ェ ェ ー タ							ドアバルブ						
5	新 燃 料 取 扱 設 備				ドアバルブ			予熱装置						
6	燃 料 取 扱 用 キ ャ ス ク カ ー	グリッパ、ドアバルブ			フロワ、ドアバルブ、真空ポンプ					フロワ、ドアバルブ、グリッパ				
7	燃 料 洗 浄 設 備		フロワ		真空ポンプ					真空ポンプ				
8	回 転 移 送 機									グリッパ				
9	缶 詰 装 置									缶詰装置				
10	水 中 台 車							水中台車、駆動部						
11	使 用 済 燃 料 移 送 機							グリッパ、グリッパ駆動部		移動用台車				
12	水 冷 却 池 水 処 理 設 備									循環ポンプ、真空ポンプ				
13	SFF.使 用 済 燃 料 移 送 機			グリッパ、グリッパ駆動部						水冷却器、イオン交換塔				
14	SFF.水 冷 却 浄 化 設 備									循環ポンプ、真空ポンプ、補給冷却水ポンプ				
15	電 気 設 備									水冷却器、イオン交換塔				計器校正、盤点検
16	そ の 他													

4.4.3 新炉心構成要素および使用済炉心構成要素の貯蔵計画

1) 新炉心構成要素貯蔵計画 (ACT-16)

MK-II 用炉心構成要素 (炉心燃料集合体, 反射体, 中性子源受入集合体, 制御棒等) は各々製造所を異にしているが, 実験炉「常陽」への搬入の際には, 厳重な受入検査を実施し, 予め計画された貯蔵用収納管に装荷貯蔵される。

貯蔵計画を立案するには, 新炉心構成要素の製造工程並びに受入側である「常陽」側の新要素使用計画が相互に関連するため, 当初新要素使用日程が決定されていない段階より製造の開始されていた新要素については, 「常陽」側の使用計画の決定により軌道修正を行い, MK-II 移行に伴う燃料移送計画に基づく受入貯蔵計画がたてられた。また受入貯蔵側の準備として, MK-II 移行作業開始までに貯蔵設備収納管については, それまで収納されていた MK-I 関連の炉心構成要素を, 燃料管理を円滑に行うため, 外部へ搬出し, MK-II 炉心構成に用いられる構成要素のみを収納する様配慮した。

新要素の流れは, 『実験炉「常陽」照射用炉心構成作業 (MK-II) 燃料取扱作業計画』に示され, この作業は各 step 毎の繰返し作業となる。以下にこの作業の流れと新要素の取扱い及び貯蔵管理について示す。

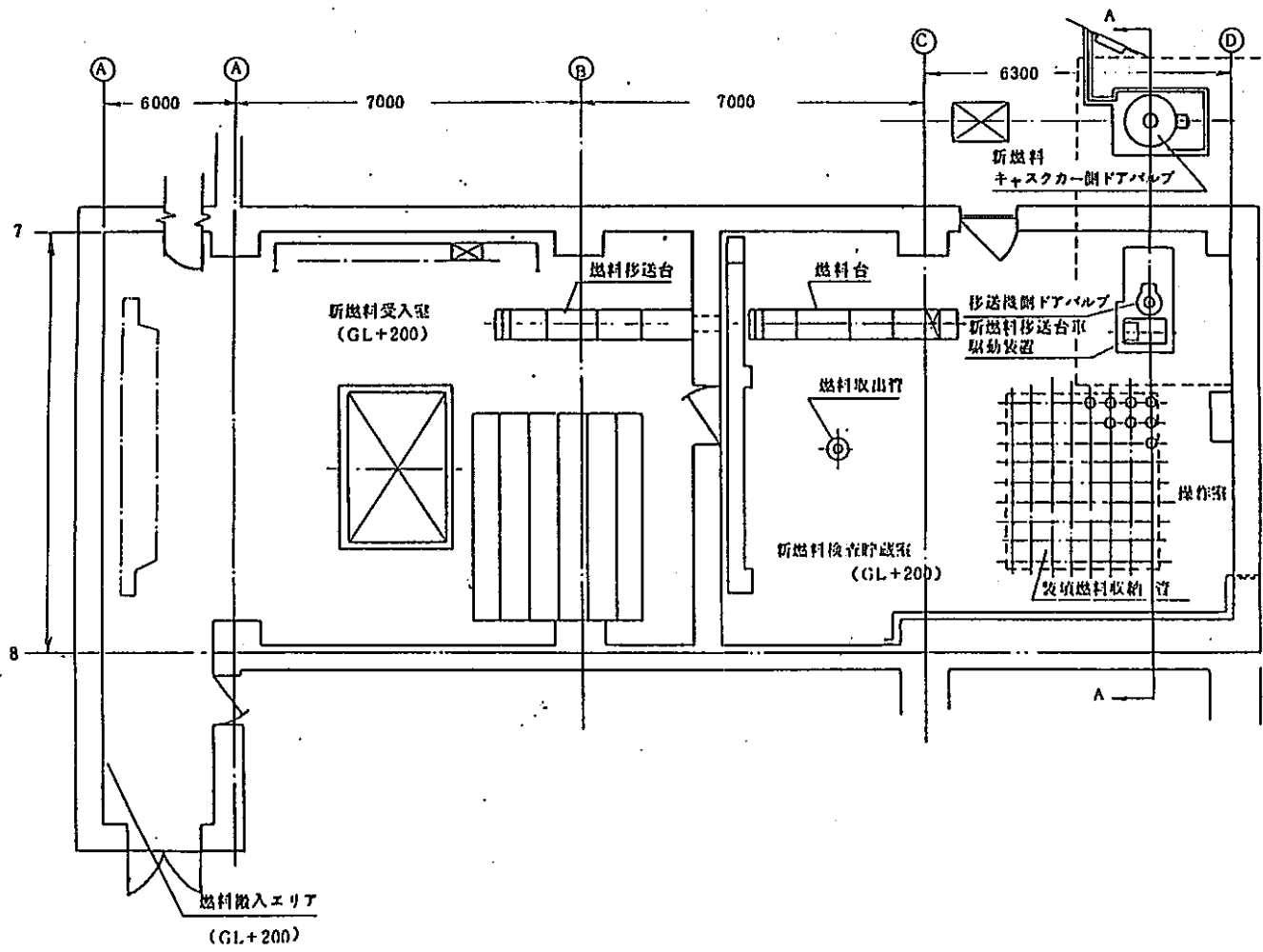
新要素は, 専用の輸送用車輛に搭載された BM 型, BU 型, 輸送コンテナ等により, 外部から運び込まれ, 新燃料受入室で解梱の後, 員数, 外観及び汚染検査が実施され, ホイストによりコンテナごとに取り出し燃料移送架台に置かれる。更に, 水平ハッチを通して新燃料検査貯蔵室へ移送され, 貯蔵用収納管へ装荷される。

貯蔵収納管への装荷は, MK-II 移行作業基本工程表に基づき, 各燃料交換作業のステップ毎に交換対象となる新構成要素を貯蔵することにした。

第 4.4-3 表に新燃料貯蔵計画を示す。

又, 新燃料の取扱い及び貯蔵管理は, 以下の条件に従って実施する。

- (1) 新燃料収納管への新炉心構成要素装荷順序は, 原則として「常陽」燃料取替手順書に記載された, 取扱順序に従うものとする。
- (2) 新燃料収納管への新燃料装荷作業は, 原則として 1 サイクル 4 日間連続とし, 1 日当たり 4 体を取扱うものとする (但し, そのサイクル内における日程変更等の調整は可能であるが, 貯蔵位置の変更は行わないものとする。)
- (3) ACT-16-1 ~ ACT-16-4 までの貯蔵作業は, 最初の燃料交換作業 ACT-4 (STEP-1) が開始される昭和 57 年 1 月 30 日までに完了する。



第 4.4 - 2 図 新燃料貯蔵設備配置図 (平面図)

Fig. 4.4 - 2 Horizontal Section of The New Fuel Storage Facility

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所を参照して下さい。

2) 使用済炉心構成要素の貯蔵計画 (ACT-19)

常陽における使用済燃料貯蔵施設は、第1プール、第2プールの2つのプールを有し、第1プール200体、第2プール600体、合せて800体の貯蔵能力を有している。

燃料交換作業により炉内から取り出される使用済炉心構成要素は(以下使用済燃料と称す)、洗浄、缶詰された後第1プール燃料貯蔵ラックへ移送され、第1プールでは貯蔵能力を考慮し、適時第2プールへの燃料移送が行われ、期間中の燃料交換に対し常に余裕のある使用済燃料の貯蔵計画が立案された。

計画にあたっては、「照射用炉心構成作業」燃料取扱作業基本計画書に従い、以下の点を考慮した。

- (1) 第1プール内での貯蔵計画
- (2) 第2プール内での貯蔵計画
- (3) 使用済燃料のプール間移送計画
- (4) FMF との使用済燃料の受け払い計画

また、燃料交換作業、使用済燃料のプール間移送作業を円滑に進めると共に、燃料の移動管理を把握するため、燃料交換で取り出される使用済炉心構成要素、収納用缶詰番号及び貯蔵位置を定めた「使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表」を予め作成し、上記基本計画書へ反映した。第4.4-4表にプールへの貯蔵管理を行うための管理計画書例を示す。更に照射炉心移行前の第1、第2プールの貯蔵計画は、次表に示す通りである。

MK-II 移行前後の第1、第2プール内貯蔵計画
(昭和56年12月～昭和57年10月) 燃交-5まで

MK-II 移行作業前 (昭和56年12月)		MK-II 移行作業後 (昭和57年10月)					
第1プール貯蔵実績		第2プール貯蔵実績		第1プール貯蔵数 (予定)		第2プール貯蔵数 (予定)	
炉心燃料	11体	/	炉心燃料 ^{*2}	118体	炉心燃料	0	
ブランケット燃料	28体		ブランケット燃料 ^{*2}	36体	ブランケット燃料 ^{*2}	186体	
FMF返却分 ^{*1}	29体				制御棒	8体	
その他	12体				反射体等	29体	
					ダミー燃料	8体	
80体		0体		157体		231体	

*1 照射後試験後FMFより返却された集合体(炉心燃料, ブランケット燃料, 制御棒等)

*2 照射後試験後FMFより返却される集合体を含む。

MK-II 移行期間中の使用済炉心構成要素取出計画
(昭和57年1月～昭和57年10月) 燃交-5まで

炉心構成要素	取出本数	総数
MK-I 炉心燃料集合体	83 体	303 体
ブランケット燃料集合体	184 体	
反射体等	30 体	
制御棒	6 体	

期間中(燃交-5まで)第1プールに取り出される炉心構成要素数は、303体で計画されており、照射用炉心移行中は231体を第2プールへ移送し、第1プールの貯蔵位置を確保する計画とした(詳細は使用済燃料のプール間移送計画による)。

また、照射後試験のため、FMFに払い出しが予定されている約15体の炉心構成要素については、払い出しまで第1プール内に貯蔵するものとした。

第4.4-5図に使用済燃料貯蔵およびプール間移送経路を示す。

(1) 第1プール内貯蔵計画

MK-II用炉心移行にあたり、第1プールでの貯蔵は次の点を考慮し、各STEP毎に取り出される炉心構成要素の貯蔵位置を計画した。

- a) 第1プールの使用済燃料貯蔵ラックは200体であるが、試験装置の関係上4体は貯蔵ができないため、貯蔵計画から外した。また、期間中の燃料交換作業を円滑に進めるため、貯蔵ラック15体分(Y-11列)を注水後の空缶用として確保することを考慮し、同様に貯蔵計画から外した。
- b) MK-II移行開始までに既に80体の使用済炉心構成要素が第1プール内に貯蔵されており、この関係上第1プールにおける追加貯蔵は約100体である。従って期間中の第1プール内貯蔵数量については、最大でも約20体程度(イ)の19体分は考慮しない)の余裕がとれる様、燃料交換作業との工程調整を行いプール間移送作業を行うこととした。

(第4.4-3図にMK-II移行作業開始前の第1プール最終貯蔵状態を示す。)

- c) 使用済燃料の貯蔵管理上、炉心燃料集合体については、貯蔵域を定め、第1プール内に貯蔵するものとした。
- d) その他、照射後試験でFMFへ払い出しが予定されている炉心構成要素については第2プールからの受け払い作業が確立していないため、払い出しまで第1プールに貯

蔵するものとした。同様にFMFからの受け払い燃料についても第1プールへ受け入れられるものとして計画し、受け入れ作業等の工程調整を行った。

(2) 第2プール内貯蔵計画

使用済燃料のプール間移送作業で、ブランケット燃料集合体を主に231体の使用済炉心構成要素が第2プールに移送される計画が立案され、これらの貯蔵にあたっては燃料管理上、ブランケット燃料領域とその他、不核燃料物質（ダミー燃料、反射体、制御棒等）貯蔵領域に区別するものとした。（第2プール貯蔵計画を第4.4-4図に示す。）

個々の集合体貯蔵位置は、燃料取扱作業基本計画書に従い、使用済燃料移送作業移動管理表にて、プール間移送作業毎の貯蔵位置を指定し、合せて移送の順序を決定した。

(3) 使用済燃料のプール間移送作業計画

使用済燃料のプール間移送は、昭和57年1月にプール間移送試験として最初の移送を行い、57年3月から57年10月までの期間中20回の移送を行う計画とした。

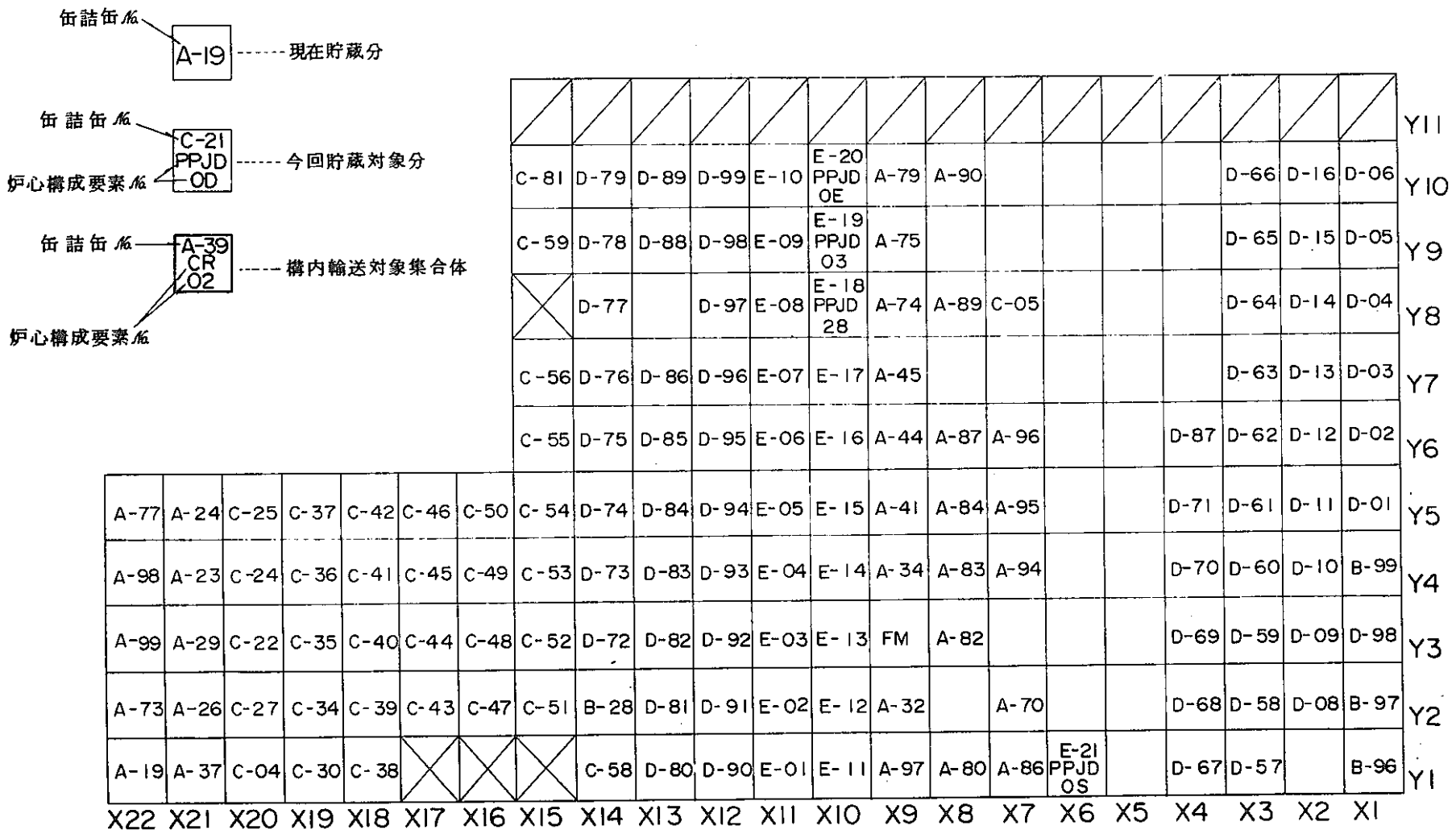
作業は、両プール内における使用済燃料輸送容器（以下使用済燃料キャスクと略す。）への缶詰缶装荷・取出し作業及び使用済燃料キャスク取扱い・運搬作業からなり、作業全体のとりまとめを照射課にて実施し、缶詰缶の取扱い作業については、機器運転担当であるMK-IIグループ、更に運搬作業を外部業者発注とした。

本作業の基本条件及び計画にあたって考慮した点を以下に示す。

- a) 移送対象は、炉心燃料集合体を除く使用済炉心構成要素とし、1移送当り11体、期間中21回の移送（移送試験含む）で231体を第2プールに移送する。
- b) 作業工程は、1移送3日工程とし、S/F移送機の取り合い上、作業配置及び燃料炉外移送作業との重複を避けるものとした。
- c) 使用済燃料の構内運搬作業にあたっては、核燃料物質等周辺監視区域内運搬要領に従い、運搬計画書を作成すると共に、運搬基準、作業手順については、同運搬要領及び作業要領書を作成し、作業時の安全を確保するものとした。
- d) 移送作業時の燃料管理に関しては、「プール間移送作業燃料移動管理表」を各移送作業毎に、移送対象、第1プールでの取り出し位置、及び第2プールでの貯蔵位置を定め、確実かつ円滑な移送を図った。

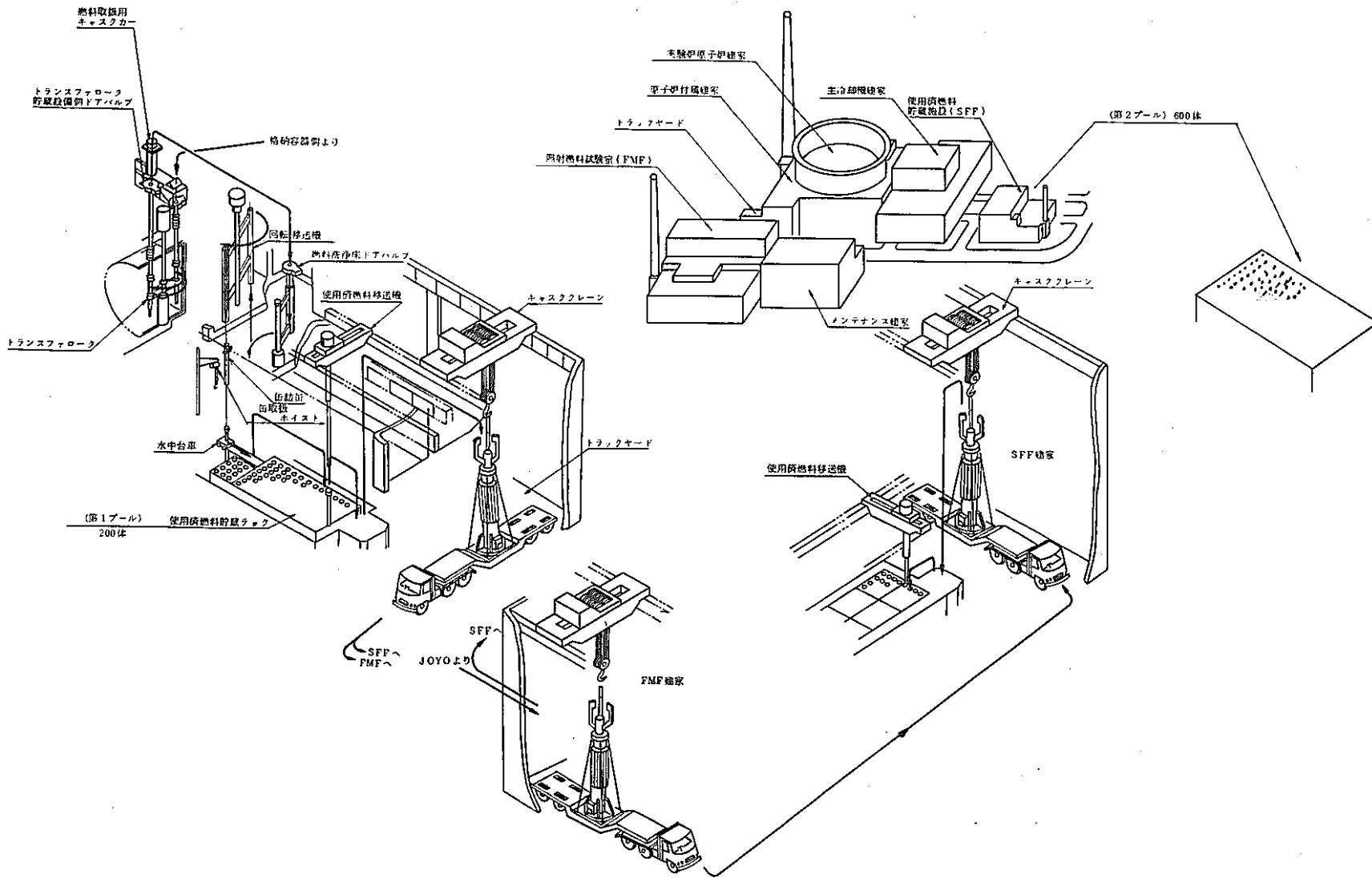
(4) FMF使用済燃料の受け払い作業計画

使用済燃料の照射後試験を目的に年間約20体の集合体の払出しが計画されており、払出しの大半及び試験後の受け入れ作業は、燃料交換作業及び使用済燃料プール間移送作業との工程調整を行うと共に払い出しが予定されている集合体については、プール間移送対象から外し第1プール内に保管するものとし、返却後第2プールへの移送を行う計画とした。



第 4.4 - 3 図 第 1 プール内使用済燃料貯蔵状態 (MK - II 移行開始時)

Fig. 4.4 - 3 Spent Fuel Storage Arrangement in Auxiliary Building Pool (Before MK-II Core Conversion Activities)



第 4.4 - 5 図 使用済燃料貯蔵および第 1 プール～第 2 プール移送経路

Fig.4.4 - 5 Transfer Route for The Spent Fuel Storage Between the Auxiliary Building and SFF Pool

4.4.4 燃料交換作業に伴う一次主循環ポンプ健全性検討

MK-II 移行作業期間中の炉心はMK-I 集合体, MK-II 集合体, ダミー燃料等の混在炉心であり, かつ通常の燃料交換作業 (以下燃交と称す) とは異なった集合体 2 体同時引抜の炉心状態が形成される。これらの炉心状態で, 一次主循環ポンプが定格の 20% 流量で運転されるが, ポンプ吐出圧が十分でないとポンプ運転の健全性が保てない。そのため燃交作業時の一次主循環ポンプ健全性について検討を行う必要が生じた。

ここで, MK-II 移行作業期間で炉心を構成する集合体のうち, 集合体圧損の比較的小さい炉心燃料とダミー燃料の本数について記す。

第 4.4-5 表 各燃交時における炉心燃料及びダミー燃料の本数

Table 4.4-5 Total of Driver fuels and Dummy for each fuel esohange cycle

燃交準備作業 [75 MW (6) EOC] :	MK-I 炉心燃料 79 体
燃交 (0) 開始時 :	同 上
燃交 (1) 終了時 :	MK-I 炉心燃料 (含ダミー燃料 18 体) 67 体
燃交 (2) 終了時 :	同 上
燃交 (3) 終了時 :	MK-I 炉心燃料 (含ダミー燃料 18 体) 66 体, MK-II 炉心燃料 1 体
燃交 (4) 終了時 :	同 上
燃交 (5) 終了時 :	MK-II 炉心燃料 39 体, ダミー燃料 21 体

* End Operation Cycle

上述した作業期間で何時が最小の系統圧損かを知る必要がある。そこで, 各集合体の集合体圧損の大きさについて調べる必要がある。

最初にダミー燃料の集合体圧損について評価した。

ダミー集合体装荷炉心の系統圧損は総合機能試験 (SKS) で測定されている。その結果を第 4.4-6 図と第 4.4-7 図に記した^{*}。これらの図は, ダミー集合体 55 体が炉心に装荷 (炉心燃料は炉心に存在しない) された際の系統圧損と炉心燃料 55 体が炉心に装荷 (ダミー集合体は炉心に存在しない) された際の系統圧損とを比較したものである。これらの測定結果からダミー集合体の圧損は炉心燃料の圧損とほぼ等しい (SN941 77-150, P. 7) と評価された。これらの測定は Na 流量が定格の約 30%~120% で行われたものであるが, 燃交時の Na 流量 (定格の 20% 流量) でもダミー燃料の集合体圧損は MK-I 炉心燃料のものと同等とした。

次に, MK-I, MK-II 炉心燃料のそれぞれの集合体圧損について記す。第 4.4-8 図に示すように, ほぼ MK-II 炉心燃料の方が MK-I 炉心燃料より大きいことが分る。また, 他の集合体の圧損については次の関係があることが分っている。

* 角 正夫, 梅垣 治, 内藤文一, SN 941 77-150, 1977 年 9 月

MK-I, MK-II 炉心燃料<ブランケット, MK-I, MK-II 反射体

ブランケット<内側反射体, 外側反射体(A)

MK-II 移行作業期間で炉心装荷された炉心本数は(表1)に記したように変化する。集合体圧損の小さい炉心燃料が増加すれば系統圧損は小さくなる。このことを図で示したものが第4.4-9図であり、この図はMK-I 炉心での測定結果である。

以上述べたことから判ることは、炉心燃料(含、ダミー燃料)の最小装荷炉心である燃交準備作業〔75MW(6)EOC 炉心, MK-I 炉心燃料79体〕が最小の系統圧損になる。

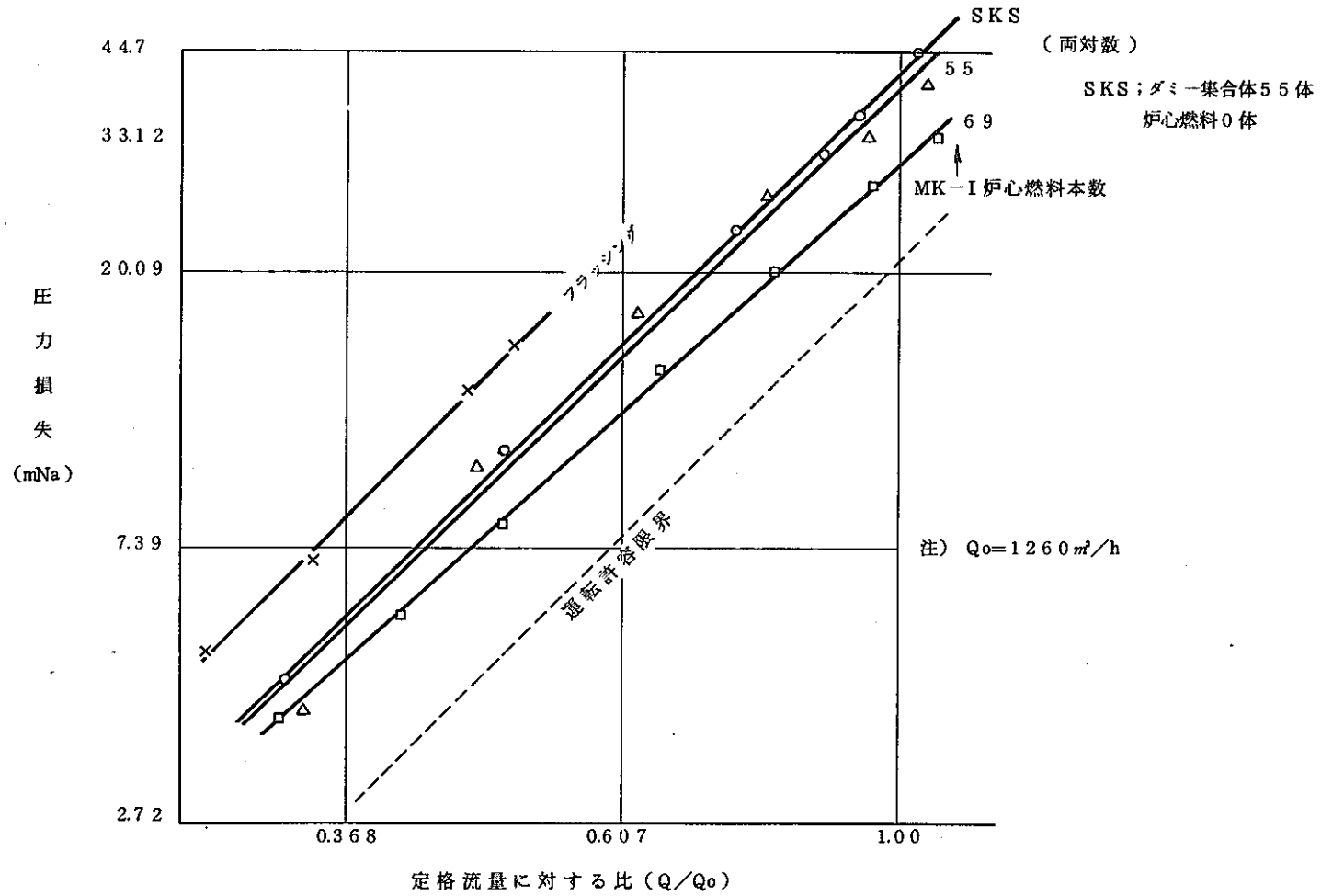
一方、集合体2体同時引抜の炉心状態が形成される燃交は、燃交準備作業(ブランケット2体), 燃交(1)(MK-I 炉心燃料2体), 及び燃交(5)(MK-I 炉心燃料1体, ダミー燃料1体)である。これらの中で、集合体2体同時引抜に伴う系統圧損の減少を最大にらしめる集合体はブランケットである。従って、MK-II 移行作業開始時から燃交(5)までの最小の系統圧損をもつ炉心体系は、燃交準備作業を行う75MW(6)EOC 炉心でのブランケット2体同時引抜時であることが判る。従って、この炉心体系における定格の20%流量での一次主循環ポンプ運転の健全性について検討する。

ブランケット2体同時引抜は、燃交準備作業のブランケットシャフリング試験で行われる。この試験は5E1と5B1のそれぞれのブランケットを交換して集合体引抜荷重特性を測定するものである。集合体2体同時引抜の炉心体系における定格の20%流量での系統圧損評価はSKSで行われている。この評価は、MK-I 炉心燃料の55体体系での測定値に基づいて行われている。それを第4.4-10図と第4.4-11図とに示す。これらの図では、ブランケット2体同時引抜時の系統圧損評価は行われていないので、ブランケットよりも集合体圧損の大きい反射体2体同時引抜時での系統圧損について評価する。第4.4-10図, 第4.4-11図に示される両者の系統圧損評価値はほとんど同じなので、ここでは第4.4-10図のA側主ポンプに対する系統圧損評価値を用いる。

この図の評価曲線のうち、対象とする曲線は@曲線(反射体2体同時引抜)である。55体炉心で20%Na流量での全揚程は@曲線より1.3mNaとなる。一方、79体炉心の場合の揚程を求めると次のようになる。

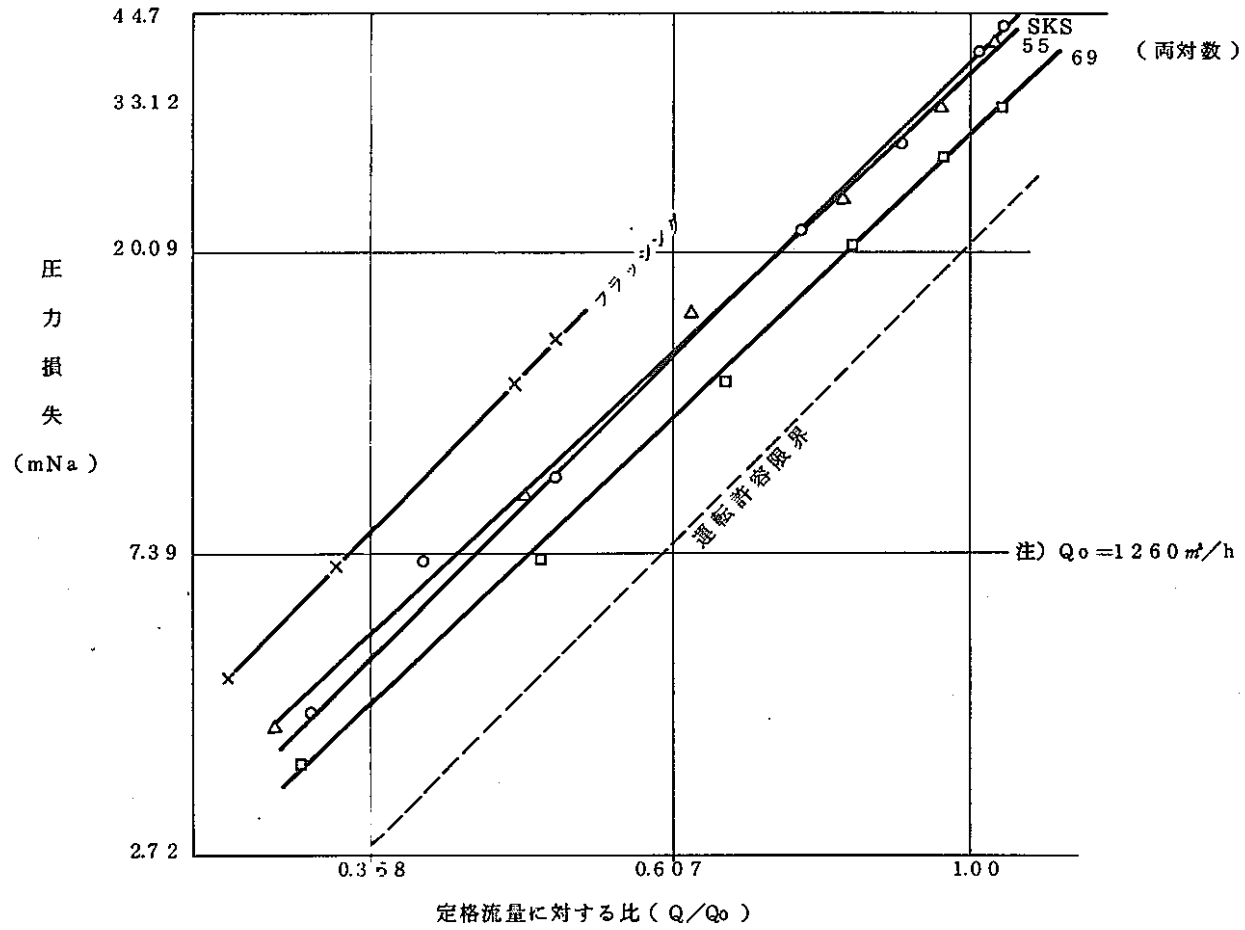
第4.4-9図より100%Na流量の場合、79体炉心では24.5mNaであり、55体炉心では、38mNaであるので、55体炉心→79体炉心で系統圧損は36%減少する。この減少率を20%Na流量の場合にも適用できるものとする、1.3mNaの36%減は0.83mNaとなるので、79体炉心での反射体2体同時引抜時での20%Na流量の場合の系統圧損は0.83mNaとなる。主ポンプ運転限界は第4.4-10図より、約0.3mNaであるので、従って、系統圧損0.83mNaは十分余裕のあるものである。

以上より、79体炉心での反射体2体同時引抜時の燃交作業での一次主循環ポンプ運転は健全に行われることが示された。



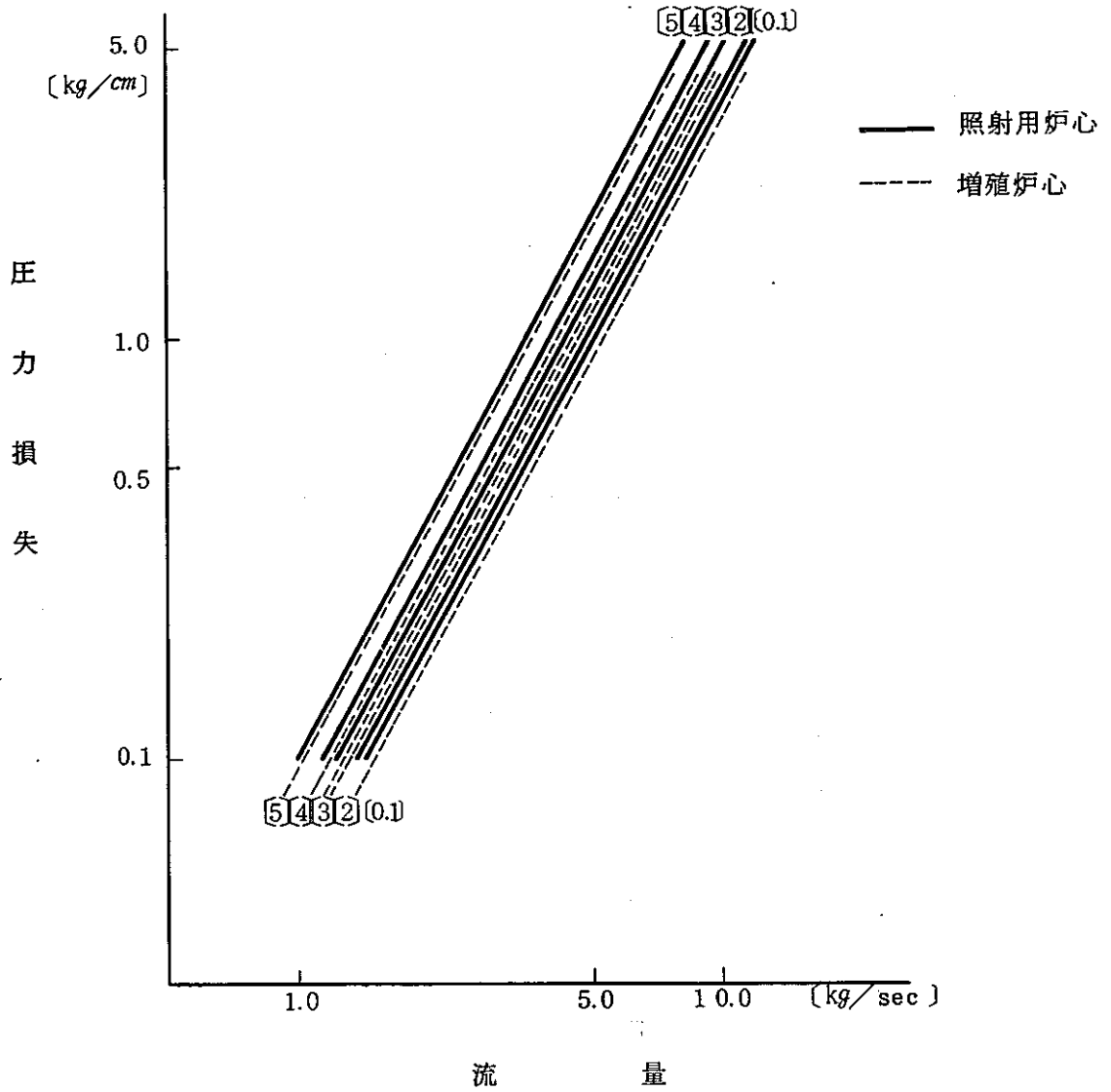
第 4.4 - 6 図 各炉心時流動特性 (A ループ)

Fig. 4.4 - 6 Primary Circulating Pump Hydraulic Characteristic Curve for Each Core Arrangement (A loop)



第 4.4 - 7 図 各炉心時流動特性 (Bループ)

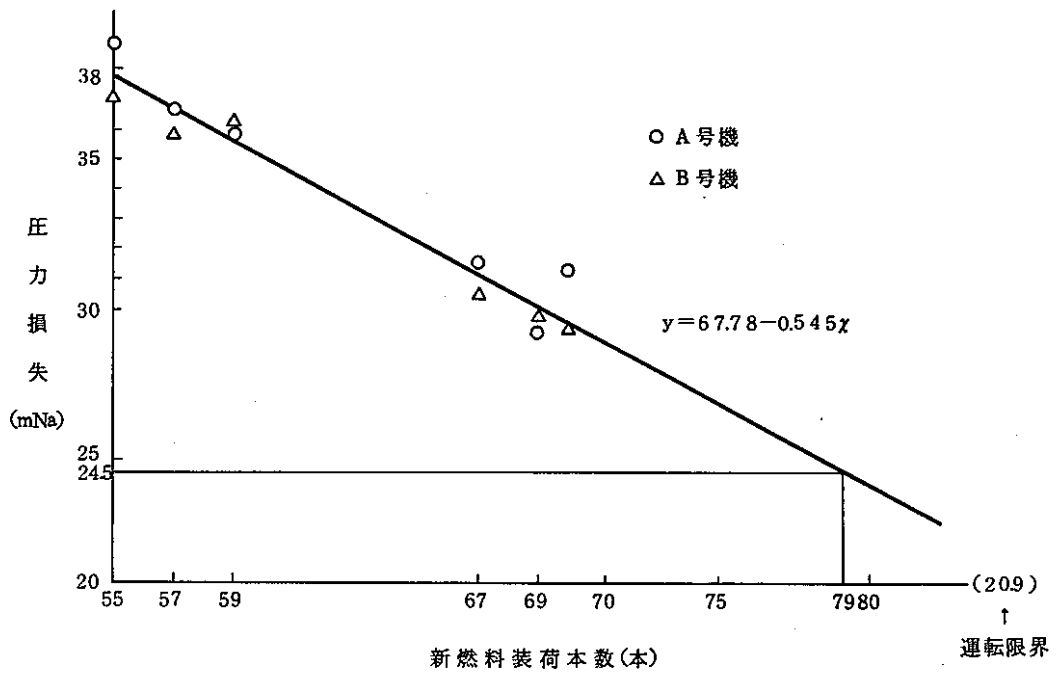
Fig. 4.4 - 7 Primary Circulating Pump Hydraulic Characteristic Curve of Each Core Arrangement (B loop)



第 4.4 - 8 図 炉心燃料集合体全圧損特性 (位置損失を除く)

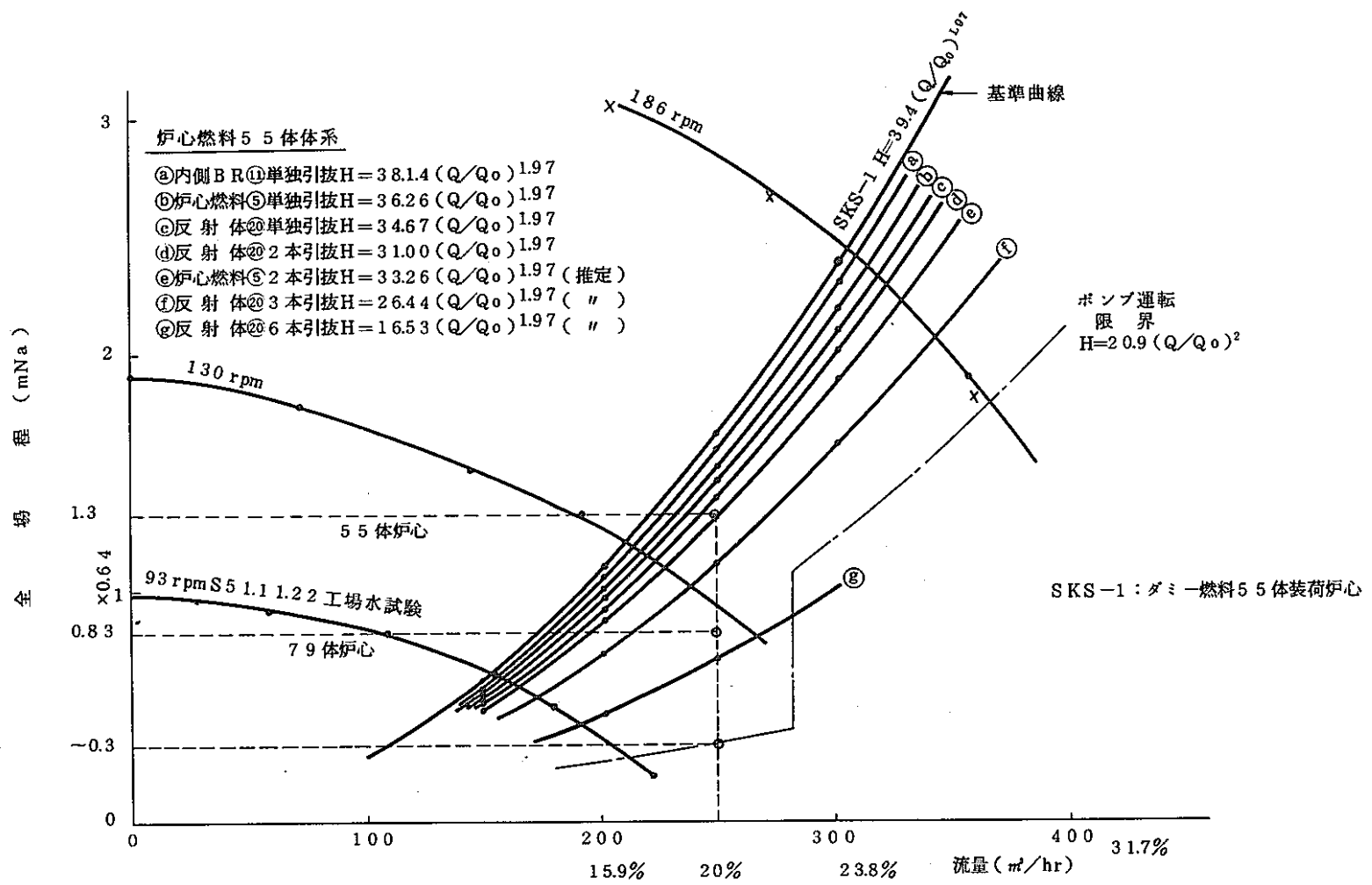
—MK - I 燃料とMK - II 燃料との比較—

Fig. 4.4 - 8 Total Pressure loss Character for Driver Fuel
 - Comparison Between MK - I and MK - II Fuels -



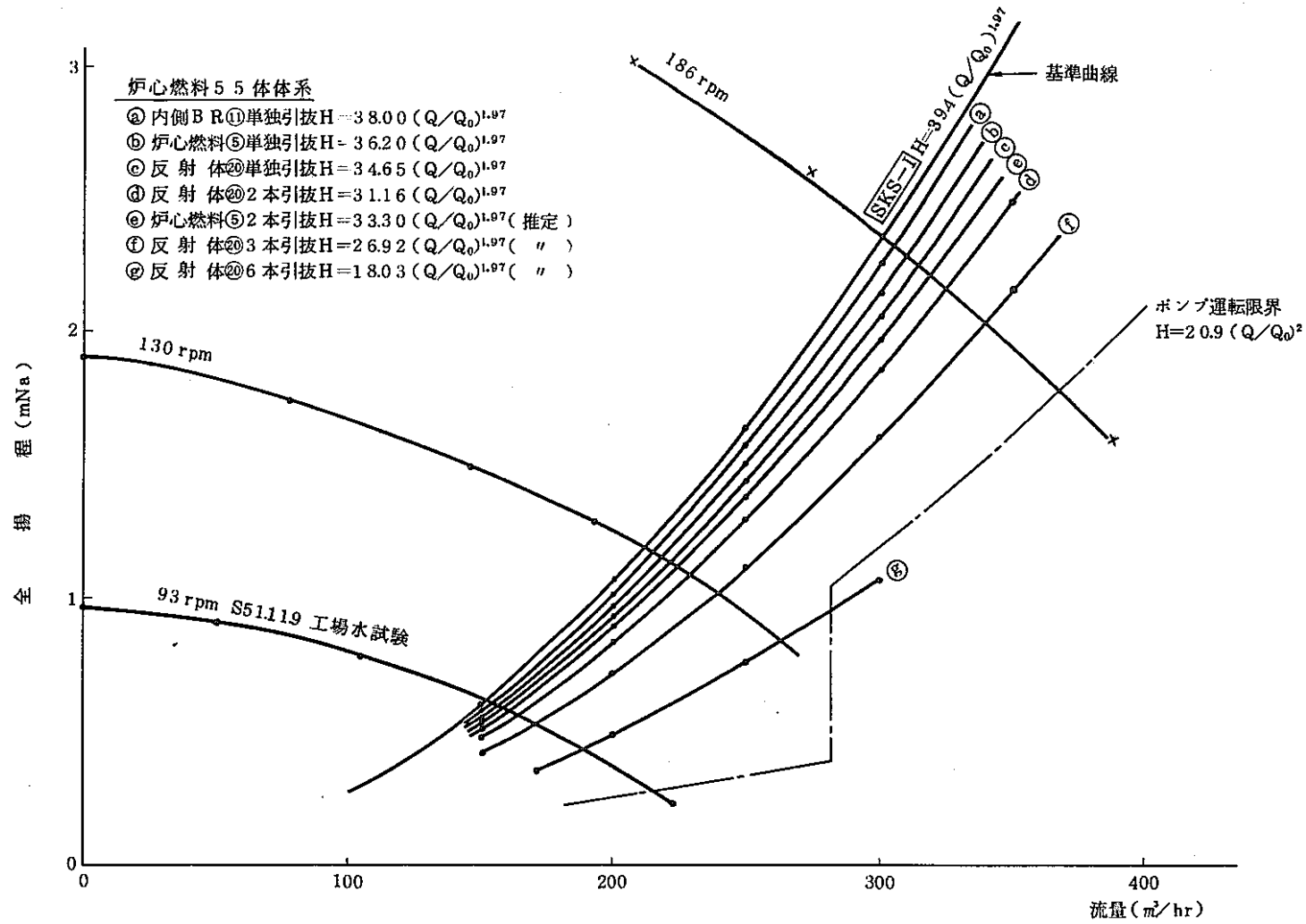
第 4.4 - 9 図 炉心流動特性の変化 (定格流量)

Fig. 4.4 - 9 The Variation of Hydraulic Character (at The Maximum Flow Rate)



第4.4-10図 A主ポンプ運転状態検討図

Fig. 4.4-10 The Characteristic Curve for The A Primary Circulating Pump



第 4.4 - 11 図 B主ポンプ運転状態検討図

Fig. 4.4 - 11 The Characteristic Curve for The B Primary Circulating Pump

4.4.5 廃液移送計画

MK-II 移行期間中、連日の様に使用済燃料洗浄による廃液を主とした多量の放射性廃液発生が伴うことが予想され、この廃液の処理能力を検討しておく必要があった。

MK-II 移行作業が放射性廃液の処理能力上の問題から遅延することなく、円滑に遂行されることを目的とし「MK-II 移行作業基本工程表」に基づき、毎日の廃液発生量及び廃液移送頻度、処理能力の問題について事前に検討を行った。

1) 放射性廃液の処理設備

「常陽」内の各施設で発生する放射性廃液は、一旦各施設内に保有する廃液タンクに貯留された後、廃棄物処理建家内の廃液貯留タンクに移送される。廃棄物処理建家内では PH 調整、放射能測定等を行った後、輸送配管により日本原子力研究所・大洗研究所内の廃液処理場に移送され、ここで最終処理される。

「常陽」内及び廃棄物処理建家内に有する廃液貯留タンクの種類及び貯留容量及び廃液移送系統を第 4.4-12 図「廃棄物処理系統図」に示す。

2) 放射性廃液の発生量

(1) 付属建家

a) 燃料洗浄廃液

イ) 高レベル系

使用済炉心構成要素に付着している Na を洗い落とすため、洗浄槽に脱塩水を注入し一定時間浸漬洗浄した後排出される初期洗浄廃液

発生量 : 約 0.25 m^3 / 集合体

ロ) 低レベル系

使用済炉心構成要素に付着している Na を洗い落とすため、浸漬洗浄後の循環洗浄によって排出される廃液及び洗浄設備内のアルゴンガス循環ブローア軸封部冷却により排出される廃液

発生量 : 約 1.6 m^3 / 集合体

b) アルコール廃液処理設備運転廃液

イ) 高レベル系

格納容器内の燃料取扱機器つかみ部洗浄設備から排出されるアルコール洗浄液を、アルコール廃液処理設備で再生した後、設備内に残留した廃液

発生量 : 約 0.03 m^3 / 運転

ロ) 低レベル系

アルコール廃液処理設備の運転のために使用される蒸気の凝縮水

発生量 : 約 1 m^3 / 運転

c) キャスクカーモレキュラシーブ再生運転廃液

イ) 低レベル系

キャスクカーモレキュラシーブ再生運転時に使用されるアルゴンガス冷却器の冷却水として排出される廃液

発生量 : 約 8 m³ / 運転

d) 管理区域内手洗い排水

イ) 低レベル系

発生量 : 約 1.0 m³ / 日

e) 使用済燃料貯蔵プール水抜きによる排水

イ) 低レベル系

発生量 : 約 60 m³

(2) メンテナンス建家

メンテナンス建家において発生する廃液は、Na付着機器の洗浄による廃液がほとんどで、この洗浄により発生した廃液は高レベル廃液タンクに貯留される。また、メンテナンス建家管理区域手洗い排水は、低レベル廃液タンクに貯留される。

メンテナンス建家での廃液発生量は、原子炉第2課にて作成された資料に基づいた。

(3) 使用済燃料貯蔵施設 (SFF)

施設よりの退域時の手洗いによる廃液

発生量 : 約 0.4 m³ / 月

3) 廃液処理に関する検討

(1) 検討

常陽各建家で発生する廃液量を推定検討し、その発生量を「MK-II 移行作業基本工程表」に当てはめ、常陽各建家及び廃棄物処理建家に現有する廃液貯留タンクの貯留能力、廃液処理能力及び日本原子力研究所大洗研究所内の廃液処理場への廃液処理依頼量等を廃棄物処理課を含めて検討した。その結果、燃料交換作業の使用済炉心構成要素が洗浄される期間（1サイクルを1週間としこの1サイクルの内5日間に15体の使用済炉心構成要素が洗浄される）については、原子炉付属建家内廃液貯留能力上ほぼ連日廃棄物処理建家に5～8 m³の廃液移送を行う必要があることがわかった。

また、廃棄物処理建家においても、廃液処理能力上及び廃液処理依頼手続き上（手続きに時間を要する）、燃料交換作業が行われる時期には、他のメンテナンス建家、使用済燃料貯蔵施設等からの廃液移送が困難となることがわかった。

特にきびしい状態が予測された期間が、メンテナンス建家で行われる1次主ポンプ(B)の洗浄作業と燃料取扱作業がラップする3月、4月であった。

(2) 検討に対する処置

検討の結果、常陽各建家より発生する廃液を各建家個々に管理する従来通りの方法では廃棄物処理建家の処理能力上、MK-II 移行作業工程全体に支障をきたす恐れがあり、原子炉付属建家、メンテナンス建家、SFF の各廃液タンクを一括コントロールする必要が生じた。MK-II 移行作業の開始とともに廃液移送計画を作成し、この廃液移送計画に基づき廃液移送作業が行われることになった。

4) 廃液移送作業計画

MK-II 移行作業が開始された昭和 57 年 1 月 30 日より 2 週間単位で廃棄物処理建家への「廃液移送計画」の発行が開始された。

この「廃液移送計画」の発行経緯については 5.5.23 項に詳細に記載する。

4.4.6 固体廃棄物の発生量の推定

MK-II 移行作業期間中にプラントの定期検査並びに保守作業も併行して行われるため、多量の固体廃棄物の発生が予想された。そのため固体廃棄物の一時仮置き、原研廃棄物処理場への処理依頼量が充分確保できる様、事前にその発生量を推定し問題解決をしておく必要があった。

1) 固体廃棄物量の推定

MK-II 移行作業期間中の固体廃棄物発生量の推定見積りは、各月及び各作業毎に検討した結果以下に示す数量となった。この推定は、原子炉第 2 課及び原子炉第 1 課をはじめとした関係各課で検討したものを一括取りまとめた形とした。

(1) 推定期間

昭和 57 年 1 月分～昭和 57 年 12 月分

(2) 推定量

a) 可燃カートンボックス

イ) 定検関係 (原子炉第 2 課)	619 個
ロ) 燃取関係	1115 個
ハ) その他	494 個

b) 不燃カートンボックス

イ) 定検関係 (原子炉第 2 課)	645 個
ロ) 燃取関係	780 個
ハ) その他	494 個

c) 低レベルドラム缶

定検関係 (原子炉第 2 課) で約 20 本

d) フィルター類	134 個
-----------	-------

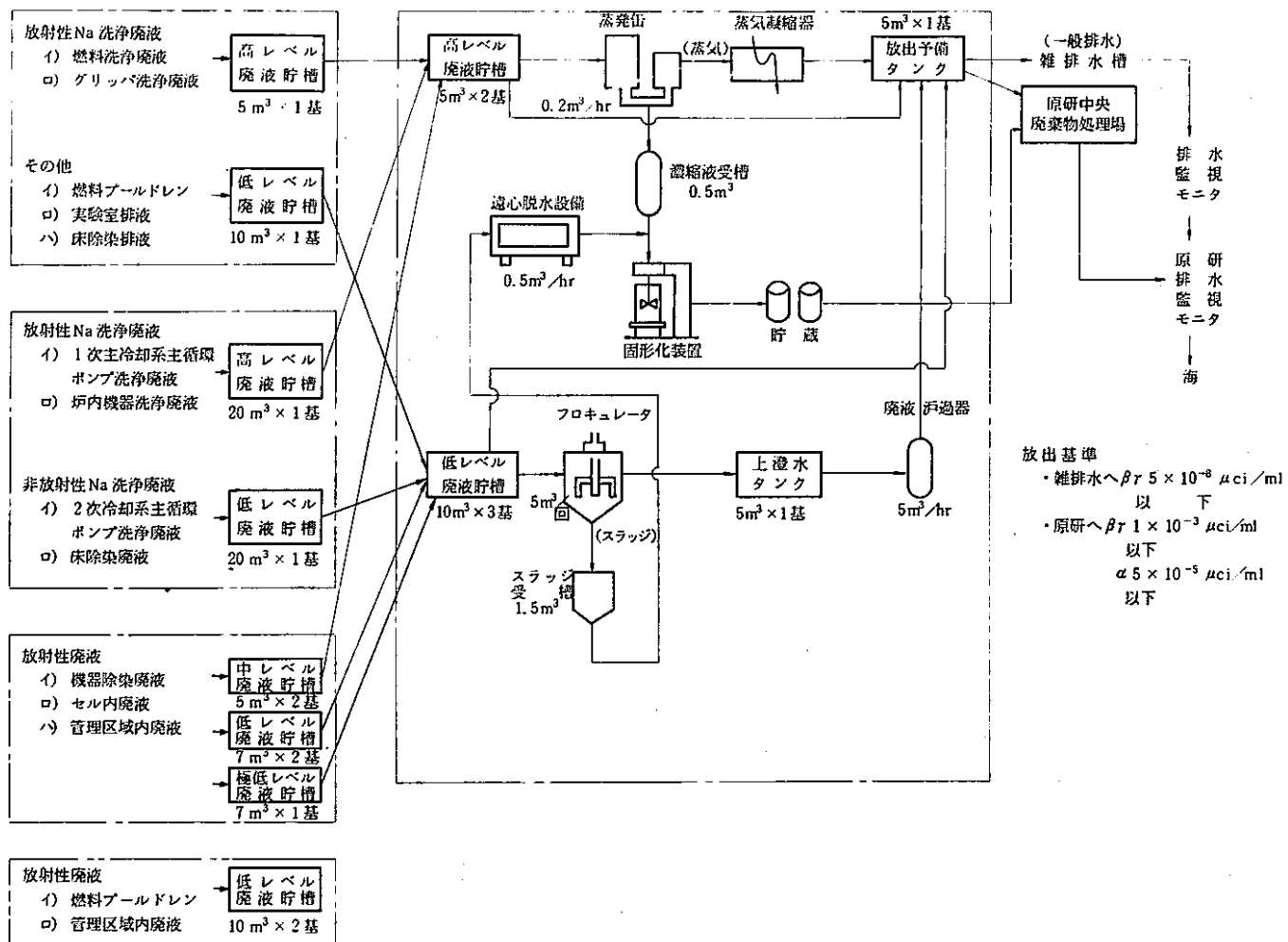
2) 発生量の見直し

4月及び5月における作業（主として1次主循環ポンプの分解点検）時に発生した固体廃棄物量が初期推定量に対し大幅に上廻ったために、4月に遡って発生推定量の見直しが必要となった。

当初の推定値を基にして、57年中の固体廃棄物の推定発生量を関係する担当部署と調整を行った。

この時点より「常陽」で発生する固体廃棄物の推定量の取りまとめは、管理課にて行われることになった。

見直し後の「固体廃棄物月別推定発生量」を、第4.4-5表に示す。



第 4.4 - 12 図 廃液処理系統図

Fig. 4.4 - 12 Liquid Waste Disposal System

第 4.4 - 5 表 固体廃棄物月別推定発生量^{注)}

Table 4.4 - 5 Solid Waste Monthly Product Presumption

単位：個

種 別 \ 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	計
可燃カートンボックス	74	101	386	213	633	258	248	369	408	191	157	157	3195
不燃カートンボックス	53	79	285	183	633	247	228	371	525	189	137	137	3047
フィルター(へパ及びプレ)							34					100	134
ド ラ ム 缶			20										20
高 レ ベ ル 廃 棄 物													0

注) 1月～3月までは当初の発生推定量の値を示し、4月～12月までは見直し後の発生推定量の値を示す。

第 4.4 - 6 表 固体廃棄物月別発生実績

Table 4.4 - 6 Solid Waste Monthly Product Accomplishment

単位：個

種 別 \ 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	計
可燃カートンボックス	97	112	403	723	746	515	234	397	527	107	81	254	4196
不燃カートンボックス	61	81	286	556	454	451	146	159	334	67	59	164	2818
フィルター(へパ及びプレ)	17	23		7	16	1							64
ド ラ ム 缶			5								7		12
高 レ ベ ル 廃 棄 物 [*]					5	10		6					21

* 高レベル廃棄物の発生は全く見込まれていなかった。発生源は、高レベル廃液タンク除染作業によるCP補集エレメントである。

このエレメントは、A型キャンに封入される。この表に記す値は、A型キャンの個数を示す。

4.4.7 脱塩水消費量及び供給量の検討

本検討は、MK-II 移行期間中に消費される脱塩水を充分供給でき、MK-II 移行作業計画に支障をきたさないことを確認するために行った。

検討項目は、以下の2ケースについて実施した。

- 1) 燃交作業期間中
- 2) 脱塩水供給設備の点検期間中

燃交作業期間中については、燃交作業の基本パターンを構成する7日間の脱塩水の消費量と供給能力について検討を行った。

また、脱塩水供給設備の点検期間中については、その点検期間中及び点検作業完了後の脱塩水必要量について検討を行った。

本検討は、当初計画されたMK-II 移行作業基本工程（第2次案）に基づいて、期間を限定したモデルケースを作成した上で行った。

1) MK-II 移行作業燃交期間中の脱塩水消費量及び供給量の検討

(1) 脱塩水消費量

a) 燃料洗浄

イ) 洗浄槽への注水量

$$0.2 \text{ m}^3 / \text{回} \times 4 \text{ 回} / \text{体} = 0.8 \text{ m}^3 / \text{体}$$

ロ) Ar ガスブローアの軸封及び冷却

$$1 \text{ m}^3 / \text{体}$$

計 $1.8 \text{ m}^3 / \text{体}$

b) EXTRA つかみ部洗浄及び INCO つかみ部洗浄

各 $0.03 \text{ m}^3 / \text{体}$

c) アルコール廃液処理設備運転

$$6 \text{ m}^3 / \text{Hr} \times 8 \text{ Hr} / \text{回} = 48 \text{ m}^3 / \text{回}$$

MK-II 燃交作業の基本パターンによる検討を行う。

項 目 \ 期 間	1 日 目	2 日 目	3 日 目	4 日 目	5 日 目	6 日 目	7 日 目	
燃 料 洗 浄	4 体	4 体	4 体	3 体	-	-	-	
EXTRA つかみ部洗浄	-	-	-	1 回	-	-	-	
INCO つかみ部洗浄	-	-	-	-	-	1 回	-	
アルコール廃液処理設備運転	-	-	-	-	-	-	1 回	
脱塩水消費量	7.2 m ³	7.2 m ³	7.2 m ³	5.43 m ³	-	0.03 m ³	48 m ³	
							Total 消費量	75.06 m ³

(2) 脱塩水供給設備

- a) 数 量 2基 (A系, B系)
- b) 能 力 100 m³/サイクル (5 m³/Hr 20 Hr/サイクル)

A系, B系は1サイクル毎の交互運転 (自動)

但し, 多量必要時片側自動, 片側手動の変則運転可

c) 純水貯槽

- イ) 寸 法 φ 3370 × 3800^H

ロ) 液位設定

HWL = 3550 mm (31.6 m³)…… 上限 (装置自動停止)

MWL = 2150 mm (19.1 m³)…… 装置自動起動

LWL = 390 mm (3.4 m³)…… 下限

d) その他

1サイクル運転毎にイオン交換樹脂の再生が必要

所要時間 : 約 5.5 Hr

脱塩水供給設備の運転は, 100 m³/サイクル毎のA系, B系の交互運転であるがMK-II移行燃交期間中7日サイクルにての交互運転にし, A又はB系のどちらかを常時予備機として待機させることとした。

2) 脱塩水供給設備点検時期における消費量の検討

脱塩水供給設備の57年度の点検工程がS 57. 6. 28~7. 1の4日間予定されていた。この点検作業がMK-II移行作業のACT-8 (サーベランスリグ移送)期間中になっており脱塩水の供給不能によりMK-II移行作業計画に支障をきたさないことを確認する必要がある。

MK-II移行工程及び脱塩水供給設備点検工程

項目	S 57. 6 月			S 57. 7 月										
	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MK-II移行 主要工程	サーベランスリグ移送			ACT-9 燃交-(4)										
	ACT-8													
燃料設備運転				燃料移送(S4-1)		燃料移送(S4-2)			炉内燃料取扱		燃料移送			
				S/F(4)	(4)	(4)	(4)	(3) ExTRA つかみ部洗浄	(4)	INCO つかみ部洗浄				
				N/R(3)	(4)	(4)	(4)	案内スリーブ挿入	案内スリーブ引抜					
アルコール廃液 処理設備運転														
脱塩水供給 設備点検	4日間													

(1) 脱塩水供給設備点検期間中の脱塩水使用量

脱塩水供給設備点検時の脱塩水の使用は計画されていないが、点検後にACT-9(燃交-4)に伴う使用が計画されていた。

点検が更に1週間延びたと仮定して、供給状態を検討すると以下の様になる。

a) 脱塩水必要量

イ) 燃料洗浄に必要な脱塩水量

- 燃料洗浄槽への脱塩水注入

$$0.2 \text{ m}^3 / \text{回} \times 4 \text{ 回} / \text{体} \times 15 \text{ 体} = 12 \text{ m}^3$$

- Ar ガスブロワの冷却及び軸封

$$1 \text{ m}^3 / \text{体} \times 15 \text{ 体} = 15 \text{ m}^3$$

- EXTRA 及び INCO つかみ部洗浄

$$0.03 \text{ m}^3 / \text{回} \times 2 \text{ 体} = 0.1 \text{ m}^3$$

合	計	27.1 m ³
---	---	---------------------

ロ) アルコール廃液処理設備の運転に必要な脱塩水量

$$48 \text{ m}^3 / \text{1 回}$$

b) 設備停止期間に対する検討

イ) 脱塩水供給設備全停止した場合

$$31.6 \text{ m}^3 / \text{F} - (27.1 \text{ m}^3 / \text{燃料洗浄} + 48 \text{ m}^3 / \text{アルコール設備}) = -43.5 \text{ m}^3$$

ロ) 脱塩水供給設備の内1基が運転可能な場合

$$31.6 \text{ m}^3 / \text{F} - (27.1 \text{ m}^3 / \text{燃料洗浄} + 8 \text{ m}^3) = -3.5 \text{ m}^3$$

* (アルコール設備使用量 - 脱塩水供給能力) × アルコール設備運転時間

$$= (6 - 5) \times 8 = 8 \text{ m}^3$$

(2) 脱塩水供給設備が2基共運動可能な場合

$$31.6 \text{ m}^3 / \text{F} - (27.1 \text{ m}^3 / \text{燃料洗浄} - 32 \text{ m}^3) = 36.5 \text{ m}^3$$

** (アルコール設備使用量 - 脱塩水供給能力) × アルコール設備運転時間

$$= (6 - 5 \times 2) \times 8 = -32 \text{ m}^3$$

3) 結 論

脱塩水供給設備の点検中はMK-II移行工程のACT-8の期間中であり、脱塩水の消費がないため、供給を停止しても問題はない。しかしながら、上記に示す検討項目3ケースのように点検期間が1週間延長される場合は、脱塩水供給設備全停止により、アルコール設備の運転は不可能となるため、設備運転前迄に点検を終了しておくことが必要であり、また、1週間後に1基の運転が可能である場合においても供給設備能力を全て使い果たしてしまう。従って、1週間後に(7/8)2基の運転を可能とすれば脱塩水の供給は不足することなく、消費量を十分満足することが可能である。

4.4.8 燃料出入機 Na ドリップパン交換周期の検討

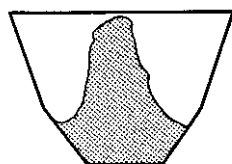
燃料出入機の Na ドリップパンは、燃料ポット、案内スリーブ I 等の取扱い対象物を燃料出入機で取り扱う際に、その取扱対象物及び燃料出入機グリッパーの表面に付着している Na が燃料出入機ドアバルブの弁体上に滴下することを防止するために設けられている。

Na ドリップパンに堆積する滴下 Na 量は、燃料出入機で取り扱われる取扱対象物の本数に左右され、Na ドリップパンへ堆積する Na 量が多過ぎると、燃料出入機ドアバルブの作動に支障をきたす。さらに、Na ドリップパンの交換の際に、この Na ドリップパンの取扱いが困難になる。

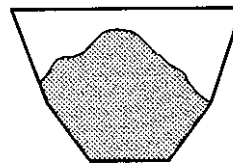
このため、Na ドリップパンへ滴下する Na 量を評価し、最適な Na ドリップパン交換周期を決めるための検討を行った。

1) ドリップパン交換周期の検討

昭和 55 年 7 月のドリップパン交換作業以降、滴下 Na 削減対策の一環として、燃料出入機運転操作の中に 5 分間上限保持操作にて Na 滴下を加え、データの検討を実施した。その結果、上限 5 分間保持に伴う効果は確実に認められた。また、ドリップパン当りの取扱い本数を検討する場合重要な要因となる項目、滴下 Na の堆積状態がある。この点については、従来の運転操作からは柱状堆積が認められていたが、今回の様に 5 分間の保持時間を設ける事により柱状から円すい状に堆積することが確認された。円すい状堆積は、柱状堆積に比して取扱本数を増すことができる。今後の傾向としても良好であり、この様に堆積状態に変化が生じた原因としては、(a) Na 中から引抜かれた初期において、滴下すべき殆どどの付着 Na が滴下してしまう。これは、引抜後 10 分程度に滴下が連続し、その後急激に減少することによる。(b) 上限保持を行う事により、付着 Na 温度が下降し、ドリップパン内部に到達した時に積み重ならず飛散する、2 点が考えられた。



柱状堆積



円すい状堆積

これまでの堆積データより、ドリップパン交換周期目標に用いる場合は、以下の式にて目安を付ける事が好ましいと考えられる。

$$28.5 N_1 + 31.29 N_2 + 8.99 N_3 = W$$

N_1 : ポット N_2 : スリーブ N_3 : グリッパ W : 滴下 Na 量

取扱い可能堆積量 $W = 500$ g (アダプタ使用時) は本式より、通常燃交パターンに換算す

ると、案内スリーブ(I)引抜操作1回、ポットによる集合体取扱本数11体がグリッパによる取扱の限界となる。

以上の検討結果をまとめると、MK-II移行期間中における燃料出入機運転方法には、滴下Na削減対策として以下の手段を行う事が必要である。

- (1) 炉内集合体の取扱い（ポットA）操作においては、上限位置到達後5分間の保持時間を設け、ドアバルブ閉操作を行う必要がある。同様に、案内スリーブ(I)並びにグリッパ単体についても同様の操作が必要である。
- (2) 燃料出入機による機器取扱いは、 $28.5 N_1 + 31.29 N_2 + 8.99 N_3 \leq 500$ の滴下Na量予想式を満足する範囲にて、必要本数を取扱う。
- (3) ドリップパン取扱いは、予想式値が300を越える場合において、全てアダプタを用い、取扱いを行う。

2) Naドリッパンの交換周期の決定

ドリッパン単位の取扱本数検討において、最大取扱本数として、スリーブ1体+ポット11体が得られたため、これらの数値に基づいて燃料交換作業における取扱本数を検討した。15体取扱を1サイクルにして実施する場合において、燃料取扱機器の効果的な運用にも配慮を行い、燃料交換作業工程のほぼ中間の8体目取扱後にて、初回の交換作業を行い、また1サイクルの終了、15体目取扱及びスリーブ引抜終了時に、再度実施するという2分割方式を採用し、常にドリッパン容量に余裕を持たせる計画とした。

4.4.9 トランスファーロータ部での Na オーバーフロー量の推定

原子炉内の使用済炉心構成要素は、燃料交換機により炉内の燃料貯蔵ラックにある燃料移送用ポット（以下ポットと称す）に装荷された後、燃料出入機により炉外に取出される。

ポットは、燃料出入機によりトランスファーロータ位置に移送され、トランスファーロータにより回転移送される。格納容器外側では、キャスクカーによりポット内の使用済炉心構成要素が取り出され、使用済燃料洗浄設備への受け渡しが行われる。その後キャスクカーで新炉心構成要素を新燃料貯蔵設備より受け取り、トランスファーロータ位置で空になっている。ポットに新炉心構成要素の装荷が行われ、所定の交換本数に従い繰返し作業となる。

トランスファーロータでの燃料ポットからの使用済炉心構成要素の引抜き、及び新炉心構成要素の装荷の際、炉心構成要素の体積差により、ポット内にある Na がオーバーフローすることが考えられ、このオーバーフローした Na は、トランスファーロータ下部に設置されている Na ドレンタンクに収納される。

MK-II 移行期間中、トランスファーロータ位置におけるポットからの使用済炉心構成要素の引抜き、及び新炉心構成要素の装荷は、計 304 回予定され（11月22日燃交(5)終了時まで）多量の Na のオーバーフローが予想された。

MK-II 移行期間中のこの Na オーバーフロー量を事前に算出し、予測することを目的として行った。

1) 燃料出入機による炉外取出し時の状態

炉内の燃料貯蔵ラックにある燃料ポットが燃料出入機により引抜かれるとき、燃料ポットに具備されているサイホン機能により、燃料ポットの上端より 70 mm 内の Na は、事前に炉内に戻される。

第 4.4 - 13 図にサイホン機能を示す。

燃料出入機グリッパーによる燃料ポットの吊り上げ状態を第 4.4 - 14 図に示す。

サイホン機能が働いた後、燃料ポット内の内容物の体積変化によるオーバーフローは、燃料ポット上端より 30 mm の位置するサイホン管の上部であるポットのせき部で起こる限界容積。燃料ポット上端から 30 mm までの内容積は 322.1 cm^3 である。

サイホン機能が働いた後の燃料ポット内の Na の量は、

$$\text{Na 量 (V}_N\text{)} = A - V_{AS} - 845.1 \quad (\text{cm}^3)$$

845.1 : ポット上端から 70 mm までの内容積

A : 燃料ポット上端までの全内容積 (cm^3)

V_{AS} : 使用済炉心構成要素体積 (cm^3)

サイホン機能が働いた後、Na がオーバーフローしないための限界ポット内容積は、

$$\text{限界容積 (V}_{LIM}\text{)} = A - 322.1 \quad (\text{cm}^3)$$

2) 燃料出入機によるトランスファーロータックへのポット装荷時の状態

燃料出入機グリッパーは、燃料ポット内に70 mm挿入するが燃料ポット上端より70 mmのNaは、燃料ポットのサイホン機能の働きにより、炉内に戻されている為Naのオーバーフローは考えられない。

ポットへの燃料出入機グリッパ着座状態を第4.4-15図に示す。

3) キャスクカーによる使用済炉心構成要素取り出し時の状態

キャスクカーによる使用済炉心構成要素取出し時に発生すると考えられるポット内Naのオーバーフローについては以下に示すような検討結果を得た。

グリッパとポットの間隔を第4.4-4図に示す。(新炉心構成要素装荷も同じ状態)

Naがオーバーフローする場合のオーバーフロー量は、

$$\text{オーバーフロー量} = (V_{AS} + V_{CG} + V_N) - V_{LIM}$$

$$V_{AS} : \text{使用済炉心構成要素体積 (cm}^3\text{)}$$

$$V_{CG} : \text{グリッパ先端125 mm部の体積 } 419 \text{ cm}^3$$

$$V_N : \text{燃料ポット内Na量 } V_N = A - V_{AS} - 845.1 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$A : \text{燃料ポット上端までの全内容積 (cm}^3\text{)}$$

$$V_{LIM} : \text{オーバーフロー限界体積 } V_{LIM} = A - 322.1 \text{ (cm}^3\text{)}$$

したがって計算結果は

$$\text{オーバーフロー量} = V_{CG} - 634 < 0$$

となりこの状態でのNaのオーバーフローは考えられない。

4) 燃料取扱用キャスクカーによる新炉心構成要素の装荷時の状態

新炉心構成要素を燃料ポットに装荷する場合も、使用済炉心構成要素の引抜き時と同様、キャスクカーグリッパーとポットとの関係は、第4.4-16に示す状態になる。

この状態でNaがオーバーフローする場合のオーバーフロー量は、

$$\begin{aligned} \text{オーバーフロー量} &= (V_{AN} + V_N + V_{CG}) - V_{LIM} \\ &= V_{AN} + (A - V_{AS} - 845.1) + V_{CG} - (A - 322.1) \\ &= (V_{AN} - V_{AS}) - 104 \end{aligned}$$

となる。

$$V_{AN} : \text{新炉心構成要素体積 (cm}^3\text{)}$$

$$V_N : \text{燃料ポット内Na量 (cm}^3\text{)} V_N = A - V_{AS} - 845.1$$

$$A : \text{燃料ポット上端までの全内容積 (cm}^3\text{)}$$

$$V_{AS} : \text{使用済炉心構成要素体積 (cm}^3\text{)}$$

$$V_{CG} : \text{グリッパ先端125 mmまでの体積 (cm}^3\text{)} 419 \text{ cm}^3$$

$$V_{LIM} : \text{オーバーフロー限界体積 (cm}^3\text{)} V_{LIM} = A - 322.1$$

したがって新炉心構成要素体積が使用済炉心構成要素体積より104 cm³以上多い場合Na

のオーバーフローが起こる。

5) 燃料出入機による燃料ポットの引き抜き時の状態

ポット内に燃料出入機グリッパーが挿入されることによりNaのオーバーフローが起る為には、燃料ポットのオーバーフローせき部（上端より30 mm）より中に挿入される燃料出入機グリッパーの体積が燃取用キャスクカーグリッパー体積より多くなければならない。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{燃料出入機グリッパー体積} \quad : \quad 185.6 \text{ cm}^3 \\ \text{燃取用キャスクカーグリッパー体積} : \quad 419 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

でありこの状態でのNaのオーバーフローは考えられない。

6) その他の原因によるNaのオーバーフロー

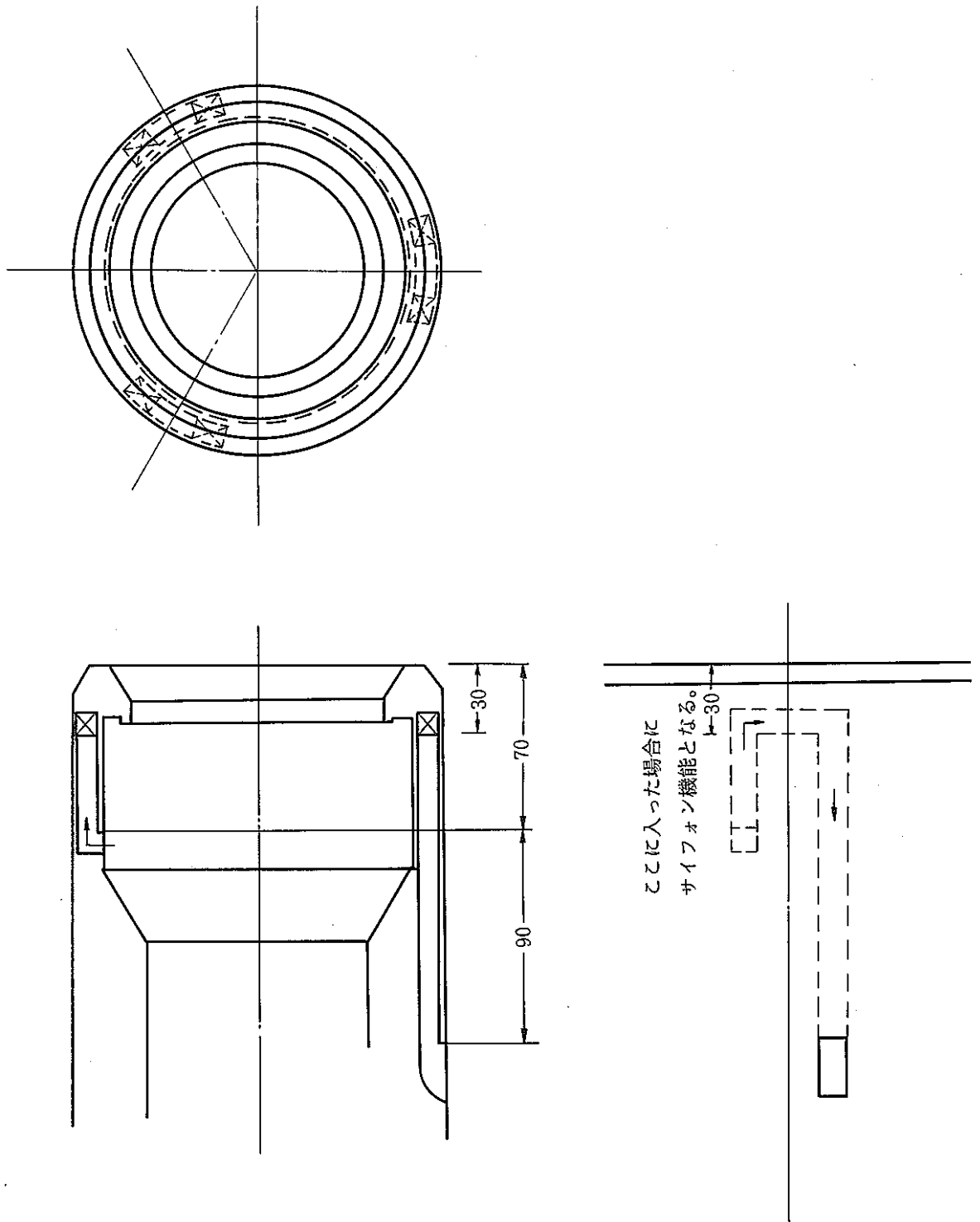
体積差によるオーバーフロー以外のNa蓄積量をポット外周に付着するNaのトランスファーロータ部への滴下量として移行期間前の評価によると1体交換当り42 gとなり、移行期間を通じると $0.042 \text{ kg} \times 304 \text{ 体} = 12.8 \text{ kg}$ (20°C 換算 13.2 l)と見込んだ。

7) MK-II 移行期間中のNaオーバーフロー量

MK-II 移行期間中に行われる計304回のポット取扱作業について各1回毎のオーバーフロー量の計算を④項に記述した計算式を用いて行った。その結果を第4.4-8表に示す。またその推移を第4.4-17図に示す。第4.4-17図からもわかるようにピークはStep 2-1で、これはMK-IとMK-IIの交換時で、体積差が非常に大きい場合であることがわかる。計算の結果、MK-II 移行期間中取扱われる炉心構成要素の体積差により燃料ポットよりオーバーフローするNaの量は254 lにもなることがわかり、燃料ポット外周部に付着しているNaの滴下を含めると267 lものNaがドレンタンクに蓄積するとの結果を得た。

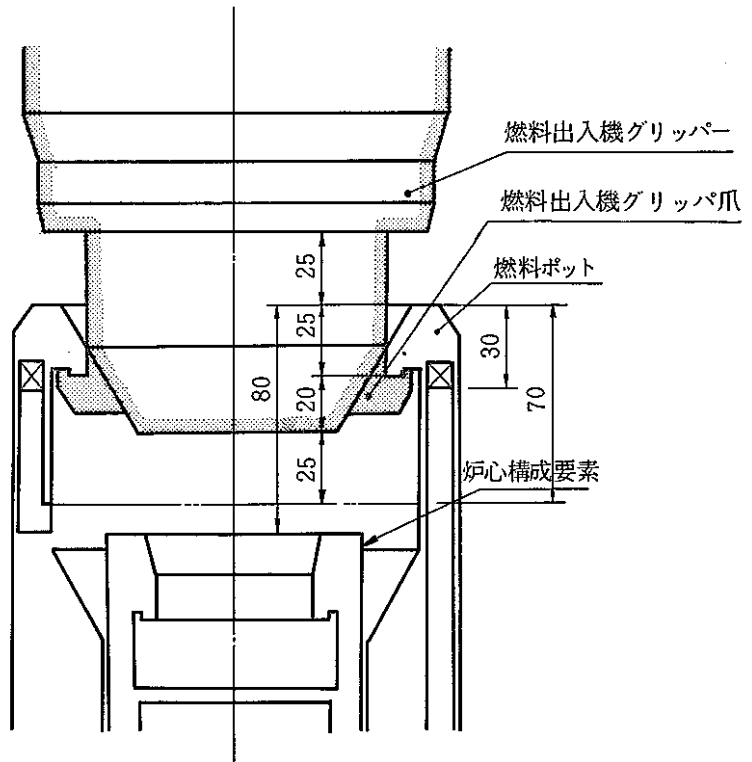
尚、検討に用いた集合体体積を第4.4-7表に示す。

サイフォン機能が不純物等の影響で閉塞したり、何らかの原因でなくなった場合には、サイフォン機能による液面低下がなくなる。C/Cグリッパの容積は、EXTRAグリッパの容積より大きいため交替する炉心構成要素の体積が同じ場合でもNaが溢れる。よってサイフォン機能が何らかの原因でなくなった場合は、上記溢れ評価量よりも大巾に増加する。



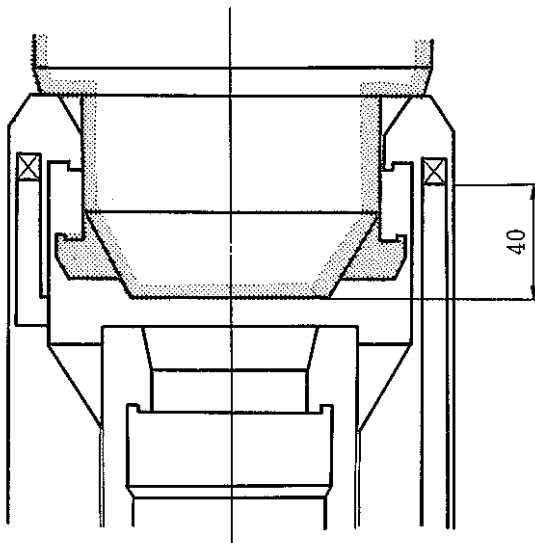
第 4.4 - 13 図 燃料移送用ポットサイホン機能

Fig. 4.4 - 13 Siphon Mechanism of Fuel Transfer Pot



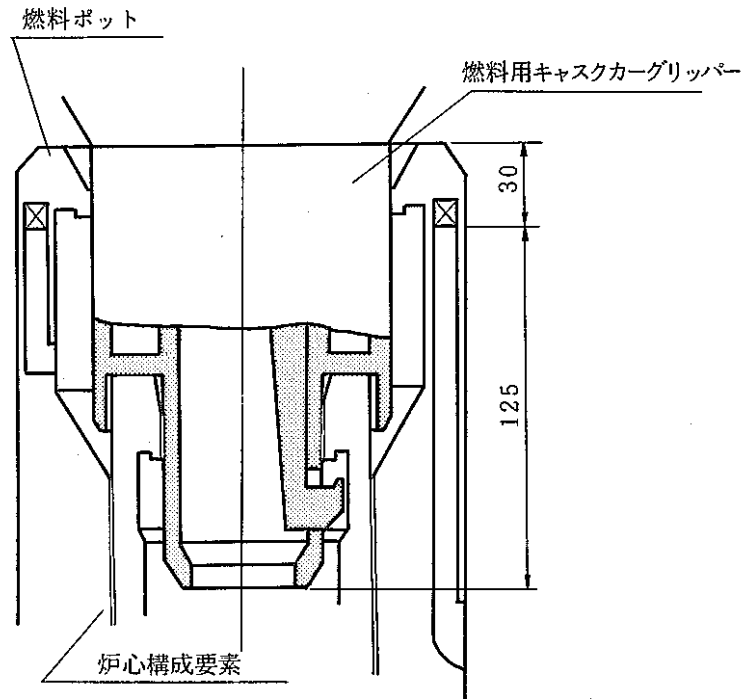
第 4.4 - 14 図 燃料出入機によるポット吊上げ状態

Fig. 4.4 - 14 Hung Up Status of Pot and EXTRA Grapple



第 4.4 - 15 図 ポットへの燃料出入機グリッパ着座状態

Fig. 4.4 - 15 Grapple Status at The Head of Pot



第 4.4 - 16 図 キャスクカーグリッパーとポットの関係

Fig. 4.4 - 16 Status Between Cask Car Grapple and Pot

第 4.4 - 7 表 Na オーバーフロー量検討に用いた集合体体積

Table 4.4 - 7 Assembly Volume for Na Over Flow Estimation of Pot

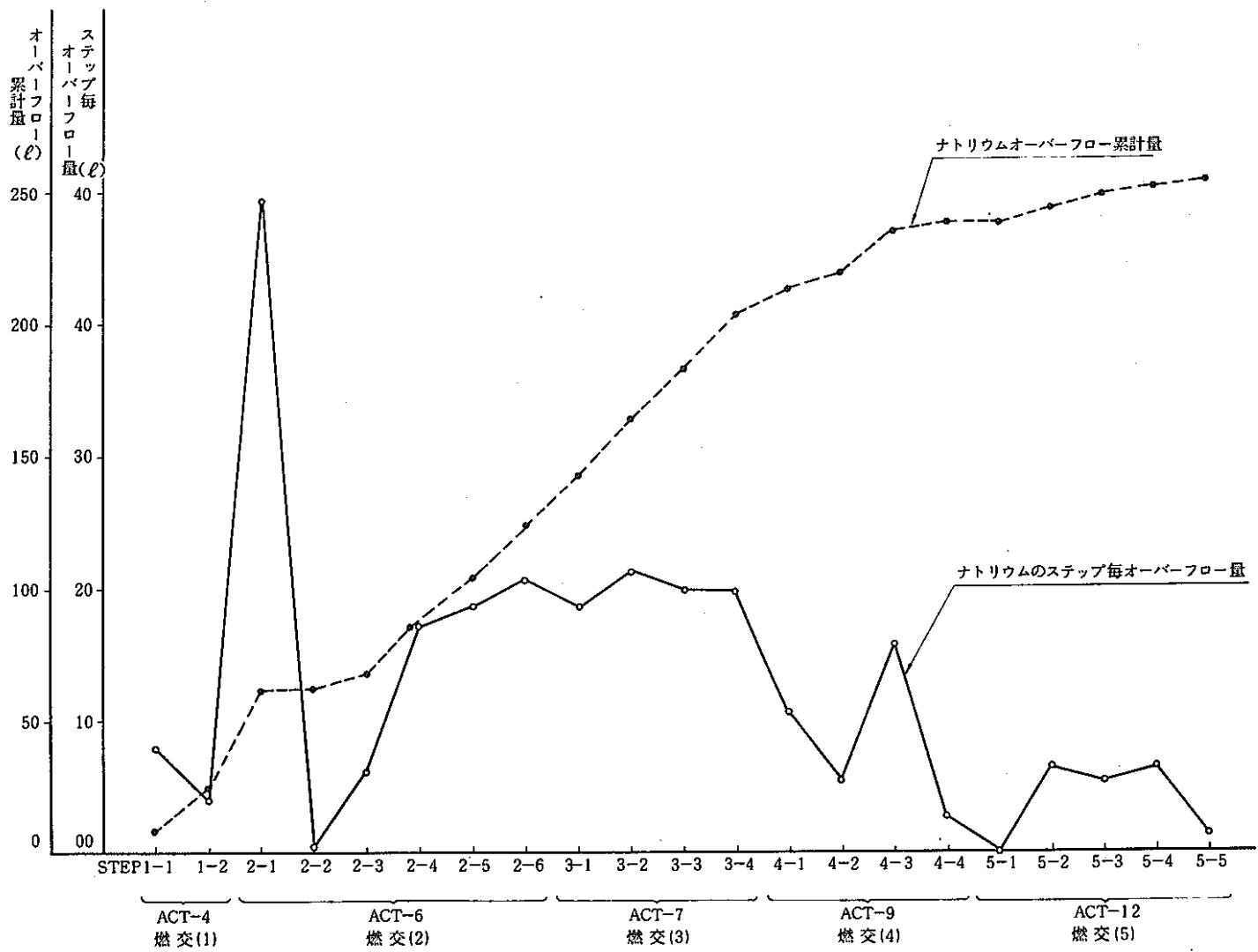
種 別	記 号	炉心構成要素名称	体 積 (cm ³)
MK-II 炉心構成要素	PFDxxx	炉心燃料 (ドライバー)	8195
	MCRxxx	制御棒	3067
	NFRIxx	内側反射体	8259
	NFRMxx	外側反射体 (A)	9879
	NFROxx	外側反射体 (B)	11345
	TNSxxx	r線源部受入集合体	8030
MK-I 炉心構成要素	PPJDxx	炉心燃料 (ドライバー)	7710
	PPJXxx	" (照射後試験用)	7710
	NFJFxx	" (中性子束測定用)	7260
	NFJIxx	ブランケット燃料 (内側 2-1)	8450
	NFJMxx	" (内側 2-2)	8450
	TTJOxx	" (外側)	8450
	TTJCxx	制御棒 (調整棒)	4430
	TTJSxx	制御棒 (安全棒)	4260
	TTJRxx	反射体	11330
	TTJNxx	r線源部受入集合体	3000
	D-xxx	ダミー燃料	7810
	YJNDxx	r線源部受入収納体	4700

第4.4-8表 T/R位置でのナトリウムオーバーフロー量推定検討表

Table 4.4-8 Na Over Flow Estimation in Transfer Rotor Tank

交換ケース	MK-1 炉心構成要素	MK-II 炉心構成要素	交換 回数	交 換 時 期	交換1回当り Na溢れ量(cc)	合計Na 溢れ 量(ℓ)
1	PPJD	ダミー	9	STEP 1-1, 1-2	-	-
		NFRI	13	STEP 1-2, 5-2	445	5.785
		NFRO	14	STEP 2-1	3531	49.434
		NFRM	2	STEP 2-3, 5-4	2065	4.13
		PFD	37	STEP 5-2~5-5	381	14.097
		YJND	2	STEP 5-4	-	-
		TNS	1	STEP 5-4	-	-
2	PPJW	NFRI	2	STEP 1-2	445	0.89
		ダミー	1	STEP 1-2	-	-
3	PPJF	NFRI	1	STEP 1-1	895	0.895
4	PPJX	NFRI	1	STEP 1-2	445	0.445
		NFRM	1	STEP 2-6	2065	2.065
5	NFJI	NFRI	2	STEP 1-1, 4-2	-	-
		ダミー	3	STEP 1-1	-	-
		PFD	2	STEP 5-1, 5-3	-	-
		NFRM	3	STEP 4-2, 4-3	1325	3.975
6	NFJM	NFRI	11	STEP 4-2~4-4	-	-
		ダミー	3	STEP 5-1	-	-
		PFD	9	STEP 5-1	-	-
		NFRM	7	STEP 4-3	1325	9.275
7	NFJ \bar{O}	NFRI	23	STEP 4-1,4-2,4-4	-	-
		PFD	3	STEP 2-5, 5-1	-	-
		NFRM	117	STEP 2-3~4-4	1325	155.025
8	NFJR	NFRI	1	STEP 1-1	-	-
9	NFJF	ダミー	1	STEP 1-1	-	-
10	TTJR	ダミー	2	STEP 1-1	-	-
		NFRM	13	STEP 2-2~2-4	-	-
		NFR \bar{O}	11	STEP 2-2	-	-
11	TTJT	NFRM	1	STEP 2-2	545	0.545
12	II	ダミー	1	STEP 1-1	4006	4.006
13	YJND	ダミー	1	STEP 1-1	3006	3.006
14	TTJC	MCR	3	STEP 2-1,2-4,3-2	-	-
15	TTJS	MCR	3	STEP 2-2,2-3,3-1	-	-

合計オーバーフロー量 254 ℓ



第 4.4 - 17 図 T/R位置でのナトリウムオーバーフロー量推定グラフ

Fig. 4.4 - 17 Na Over Flow Estimation in Transfer Rotor

4.5 照射用炉心移行に伴う燃料取扱設備の見直し事項

MK-II 用炉心へ移行するにあたってプラント関連設備見直し作業の一環として燃料取扱設備についても見直しを実施した。

これらの内容は燃料集合体の燃料組成、構造、寸法等の変更および中性子束密度ならびに出力密度等の変更に伴ない特に検討を要する冷却機能および放射線しゃへい機能に主眼をおいて設備の変更、改造部分について関連系統との取合い条件および設計条件を考慮し仕様の検討を実施した。

これら一連の検討は、主に FBR 本部及び各製作メーカーによって実施された。一方、高速実験炉「常陽」では、稼働率向上のための合理化及び運転・保守経験上からの保守性の向上も合わせて検討した。

4.5.1 検討に際しての諸条件

- (1) 使用済燃料集合体 1 体当りの崩壊熱量を^{*}1.7 kW とする。

集合体 1 本当り崩壊熱量 (kW)

** 炉停止後の日数	炉心部での照射による崩壊熱	貯蔵ラック部での照射による崩壊熱	U ²³⁹ , Np ²³⁹ の崩壊熱	合計
0	1.51	8.14	0.27	9.92
0.5	1.51	0.76	0.11	2.38
1	1.49	0.56	0.10	2.15
1.5	1.49	0.47	0.08	2.04
2	1.48	0.40	0.07	1.95
3	1.46	0.32	0.05	1.83
4	1.45	0.28	0.04	1.77
6	1.41	0.22	0.02	1.65
8	1.39	0.18	0.01	1.58
10	1.37	0.16	0.01	1.54
14	1.31	0.12	0.00	1.43

* 設置変更許可申請書記載値（「常陽」においては燃料取扱開始は原子炉停止後 5 日に開始されるとの仮定に基づいている）

** 60 日冷却した後の日数

- (2) 燃料集合体の構造等を第 2 章に示すごとく変更する。
- (3) 通常運転時の燃料被覆管最高温度は 650℃であり、照射用炉心移行後の燃料集合体に係る設計条件は次のとおりである。

(1) 運転サイクル

通常の起動及び停止	25回/年 * 1
スクラム	25回/年 * 1

(2) 熱・温度条件

燃料集合体入口冷却材温度	370℃
燃料最高温度（過出力時）	2,650℃ * 2
被覆管最高温度（肉厚中心，定格時）	650℃
過出力係数	1.08
燃料・被覆管ギャップ熱伝導率	4,882 Kcal / m ² · °C · hr * 3

* 1 「常陽」Na 機器の構造設計指針で定められた熱サイクル条件を，耐用年数 20 年で平均した値。通常の年間約 5 サイクルの運転（起動・停止 合計約 10 回）に対し余裕をもった値である。

* 2 約 2,710℃であるウラン・プルトニウム混合酸化物燃料の融点に寿命中の変化を考慮して余裕のある値として設定されている。

* 3 ペレットと被覆管のギャップが 0.1 mm の時に妥当とされているギャップ熱伝導率であり，本設計のギャップは 0.085 mm であるので余裕のある値となっている。

4) 燃料ペレット仕様は次のとおりである。

炉心燃料材料

型 式	ウラン・プルトニウム混合酸化物ペレット
ペレット直径	4.63 mm
ペレット長	9 mm
ペレット密度	93% T. D.

炉心ペレットの仕様

◦ PuO ₂ / (PuO ₂ + UO ₂)	30 ± 1 wt %
◦ Pu 同位体組成	²³⁹ Pu + ²⁴¹ Pu 74.9 wt % 以上
◦ ²³⁵ U 濃縮度	12.0 ± 0.3 wt
◦ O / M 比	1.97 ± $\begin{matrix} 0.02 \\ 0.03 \end{matrix}$

(5) 使用済燃料集合体の γ 線源強度は次のとおりである。

γ 線エネルギー (Mev)		P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
		0.1 ~0.4	0.4 ~0.9	0.9 ~1.35	1.35 ~1.8	1.8 ~2.2	2.2 ~2.6	2.6 ~
γ 線 強度	61日	1.16	2.54	1.44	3.82	7.50	1.88	1.10
	<注1>	$\times 10^{11}$	$\times 10^{12}$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^7$
	68日	5.68	2.16	6.36	1.83	1.04	9.48	
	<注1>	$\times 10^{10}$	$\times 10^{12}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^{11}$	$\times 10^{10}$	$\times 10^7$	

<注1> 炉心部および炉内燃料貯蔵ラックでの冷却期間。
原子炉停止後それぞれ1日あるいは8日後に相当する。

(6) シャヘイ機能の検討に際し上記(5)のほか必要に応じ下記 γ 線を考慮する。

ハンドリングヘッドあるいはエントランスノズルの誘導放射能 γ 線源としてMK-Iの設計値を採用した。

γ 線エネルギー (Mev)	1.10 ~ 1.33
γ 線強度 (r/sec)	1.92×10^{13}

<注1> 燃料集合体上端部または下端部
186 cm³の部分について、 1.03×10^{11} r/cm³-secとした値。

(7) 使用済燃料集合体の中性子発生率は次のとおりである。

中性子発生率	備考
1.15×10^4 n/cm ³ -sec	スペクトルはU ²³⁸ の分裂スペクトルとする。

8) 使用済燃料集合体の放射性核分裂生成物保有量は次のとおりである。

核 種 \ 分 類	A		B
	燃料集合体 1 体中の F. P. 量 (炉停止後 62 日経過) [Ci]		燃料集合体 1 体中の F.P.量 (ラック内で 45 日照射炉停止後 2 日)[Ci]
Kr 83	0.0		1.98×10^{-3}
Kr 85	0.0		4.96×10^{-1}
Kr 85	1.59×10^2		2.30
Kr 87	0.0		2.92×10^{-20}
Kr 88	0.0		1.86×10^{-2}
Xe 131 m	3.86×10^1		3.59×10^1
Xe 133 m	2.56×10^{-4}		1.08×10^3
Xe 133	4.70×10^1		7.52×10^3
Xe 135 m	0.0		1.65×10^1
Xe 135	0.0		6.92×10^2
I 131	3.24×10^2		3.80×10^3
I 132	1.72×10^{-1}		4.27×10^3
I 133	4.87×10^{-17}		1.49×10^3
I 134	0.0		1.99×10^{-12}
I 135	0.0		5.85×10^1

<注 1> 保有量は上記 A + B

以上の諸条件をふまえて設計検討を実施した。

4.5.2 設計検討結果及び改造計画

- 1) 冷却機能及び放射線しゃへい機能に主眼をおいて検討を実施した結果を第 4.5-1 表に示す。
詳細については S J 203 - 77 - 03 燃料取扱設備に関する設計検討 (Ⅲ) 参照のこと。
- 2) 稼働率向上及び運転性・保守性の向上に主眼をおいて検討を実施した結果を第 4.5-2 表に示す。

稼働率向上について及び以前からの不具合点、運転・保守経験から得られた知見をもとに、運転性・保守性等を考慮し、設計・検討・改造計画し、それに基づいて改造が実施された。

第 4.5 - 1 表 冷却機能及び放射線しゃへい機能に主眼をおいた項目
 Table 4.5 - 1 Item for Cooling and Shielding Function

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考															
1	燃料出入機	(1) 燃料の冷却 (a) 通常運転時の燃料被覆管温度計算値(定常状態)は461℃である。 (i) 461℃ < 650℃ (燃料被覆管許容温度) (ii) 461℃ < 480℃ (トランスファロータから燃料取扱用キャスクカーに受け渡す場合の許容目標温度) (b) 強制冷却機能の喪失を想定した場合の温度計算値(定常状態)は次の通り。	(a) 強制冷却系ブローに予備を追加する。 定格風量：6 m ³ /min (AC 200 V, 3 φ, 50 Hz, 6.5 kW)																	
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>最高温度 (℃)</th> <th>名 称</th> <th>最高温度 (℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>燃 料 被 覆 管</td> <td>631</td> <td>コフィン (しゃへい鉛)</td> <td>172</td> </tr> <tr> <td>ポ ッ ト</td> <td>611</td> <td>コフィン (しゃへい用) (ポリエチレン)</td> <td>148</td> </tr> <tr> <td>コフィン スリーブ</td> <td>476</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 40px;">燃料被覆管温度(631℃)は通常運転時の許容値(650℃)以下であるが、各構造材の温度上昇が著るしく、特にしゃへい用ポリエチレンは融点(105~137℃)を越える。</p>	名 称	最高温度 (℃)	名 称	最高温度 (℃)	燃 料 被 覆 管	631	コフィン (しゃへい鉛)	172	ポ ッ ト	611	コフィン (しゃへい用) (ポリエチレン)	148	コフィン スリーブ	476	-	-		
名 称	最高温度 (℃)	名 称	最高温度 (℃)																	
燃 料 被 覆 管	631	コフィン (しゃへい鉛)	172																	
ポ ッ ト	611	コフィン (しゃへい用) (ポリエチレン)	148																	
コフィン スリーブ	476	-	-																	

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
		<p>(2) 放射線しゃへい</p> <p>(a) 燃料集合体のγ線強度およびn線源強度が高く周囲の線量率が上る。</p> <p>(b) 燃料出入機について右記対策条件に従がいしゃへい材の追加および構造の変更を行ない耐震性について検討した結果、特に新たな問題は生じない。</p>	<p>(a) γ線源強度の増加を制限するために炉内での冷却期間を増やし、68日を目安とする。</p> <p>(b) 燃料取扱時の周囲のしゃへい設計基準(計画線量区分)を下記とする。</p> <p>(i) 炉上部ピットおよび出入機走行 エリア: D区域 (32 mrem/h 超)</p> <p>(ii) 原子炉建物1階操作床上: B区域(8 mrem/h 以下)</p> <p>(c) 上記(b)の1/10を目標値とし、n線しゃへいを主体にしゃへい材を追加し、ドアバルブ等については更に一部構造変更する。</p>	<p>(a) 炉内での燃料の冷却期間を68日(目安)とすることは、原子炉運転スケジュールから許容されうる。</p> <p>(b) しゃへい設計基準については、燃料交換器のしゃへい構造をも考慮する必要がある。</p> <p>(c) 左記しゃへい材の追加に伴ない、原子炉建物1階床部の一部改造が必要となる。</p> <p>(d) n線しゃへい材としてポリエチレンを用いる場合には2次γ線に留意する必要がある。酸化ボロンを混入すればこの効果は改善される。</p>	
2	燃料交換器	<p>(1) 放射線しゃへい</p> <p>燃料出入時燃料通路を形成する部分(交換機孔ドアバルブおよびホールドダウン機構)について燃料出入機と同じ。</p>	<p>(a) 燃料出入機と同</p> <p>(b) 但し、左記機器表面のみで所定のしゃへい構造とするのは困難であり、下記を併せて考慮する必要がある。</p>	<p>(a) 左記対策は原子炉建物1階床上をB区域とすることを前提としたものであるが、線源が通過線源であるため、燃料通路で部分的に床上の線量率が高くなることがあ</p>	

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
			<p>(i) 交換機孔ドアバルブ上端部レベルに放射線しゃへいを兼ねる床を設ける。</p> <p>(ii) 原子炉建物1階床部(炉上部ピット上部あるいは出入機走行エリアとの境界部)に障壁を設ける。</p>	<p>でも被ばく線量は小さくこの点一考の余地がある。</p>	
3	トランスファロータ	<p>(1) 燃料の冷却</p> <p>(a) トランスファロータラックに燃料集合体を収容している場合の燃料被覆管温度計算値(定常状態)は483℃である。この値は燃料取扱用キャスカーに受け渡す場合の許容値480℃(目標値)と同等であり、特に問題はない。</p> <p>(b) 格納容器側案内内部での燃料集合体の滞留を想定した場合の熱計算の結果(断熱モデルおよび放熱モデルで検討)、燃料被覆管温度が通常運転時の許容値(650℃)に達するには長時間を要し、^{<注1>}むしろ格納容器側案内管等の構造材の温度上昇が顕著である。</p> <p>格納容器側案内管が現設計温度(150℃)に達するまでの時間は約1.5Hrである。</p> <p>上記に対しては燃料出入機グリッパ上下等の応急措置を手動ハンドル操作により購じることが出来るものとする。</p>		<p>(a) 左記)の場合について下記検討の余地がある。</p> <p>(i) 格納容器側案内内部の設計条件(温度条件)を見直す。</p> <p>(ii) 実際に温度上昇を確認する。^{<注2>}</p>	<p>^{<注1>}断熱モデルで約10Hr、放熱モデルでは100Hrでも650℃に達せずほぼ飽和状態。</p> <p>^{<注2>}設備の構造が複雑で熱計算モデルが保守的とならざるを得ないため。</p> <p>なお、格納容器側案内管をArガス強制冷却方式とする対策案についても概要検討してある。</p>

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
		(2) 放射線しゃへい 燃料出入機と同様	(a) 燃料出入機と同様。 但し、キャスクカー移動エリアにおける燃料取扱作業はB作業とする。		建物についてしゃへい上の問題のないことの確認を要す。
4	燃料洗浄設備	(1) 燃料の冷却 (a) アルゴンガス強制冷却時について、 熱計算の結果および総合機能試験結果に基づく検討結果概要は次の通り<注1>。 (i) 燃料取扱用キャスクカーから受け渡された燃料の冷却は可能であるが、アルゴンガス強制冷却開始当初燃料洗浄槽出口アルゴンガスの温度上昇が顕著で燃料洗浄設備の設計温度(200℃)近くとなる。 (ii) 上記設計温度の主要制約条件がガスケット類の耐熱性であることから、今直ちに設備の改造が必要との結論には到らない。<注2>		(a) 左記a)の場合について、 今後下記事項等に留意し、検討あるいは確認する必要がある。 (i) 実際の運転データの反映を計り、更に評価精度を高める。 (ii) 燃料被覆管の温度降下率を緩和し、かつ左記温度上昇を緩和するために、燃料洗浄槽におけるアルゴンガスの流量配分を見直す。 (iii) 設備の耐用年数(特にガスケット類)および保守点検。	<注1>燃料取扱用キャスクカーにより強制冷却が行われている場合についても同様の検討・確認が必要である。 <注2>対策としてアフタークーラ追加案概要検討済であるが、配置上の制約があり大巾な改造となる見込み。 <注3>その他下記<5>項<注1>参照。

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
5	燃料缶詰設備	<p>(1) 燃料の冷却</p> <p>(a) 通常運転時（回転移送機による自然冷却移送時）の燃料被覆管温度計算値は 230℃であり特に問題はない。</p> <p>(b) 但し、上記(a)は所要移送時間を制限した場合であり、途中での移送停止あるいは強制冷却用ブローアの停止等により強制冷却機能喪失を想定した場合の燃料被覆管温度（定常状態）は約 1000℃～1200℃と見込まれ、対策を要す。</p> <p>(c) 右記構造変更に伴ない回転移送機の耐震性について検討した結果、特に新たな問題は生じない。</p>	<p>(a) 強制冷却用ブローアに予備を設け、グリッパ上下ストローク途中（但し、下限近傍を除く）でも強制冷却できるよう流路構造を変更する。</p> <p>(b) ブローア仕様を下記に変更する。 定格風量：10 m³/min (Ac 200 V, 3 φ, 50 Hz, 11 kW)</p>	<p>(a) 強制冷却機能喪失等による燃料破損を想定した場合の安全評価を要す<注 1></p> <p>(b) 左記構造変更に伴ない缶詰設備室に配管貫通孔、ケーブル貫通孔、案内管接続機構基礎等を追加する必要がある。</p>	<注 1>また、建物について、しゃへい上の問題のないことの確認を要す。これらは燃料洗浄設備についても同じ。
	燃料洗浄床ドアバルブ	(1) 放射線しゃへいに関し、トランスフェロータ（貯蔵設備側ドアバルブ）に同じ。	(a) 左記に同じ。		
6	キャスクカー	<p>(1) 放射線遮蔽</p> <p>(a) 燃料集合体の r 線源強度及び n 線源強度が高く周囲の線量率が上る。</p> <p>(b) 本設備運転時にはキャスクカー周囲 3m 以内に常時作業員が居ることから、放射線遮蔽は特に重要である。</p>	<p>(a) r 線源強度を制限するために炉内での冷却期間を増し、68日冷却とする。</p> <p>(b) 作業区分 A 及び B の線量率の 1/10 を目標値として、しゃへい材を追加する。</p> <p>(c) 作業条件 (i) 燃料収納時 B 作業 400 mrem/月以</p>		

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
		(c) 遮蔽材取付時の耐震検討を行ったが現在のキャスクカーの構造で問題が無いとの結果を得た。	<p>下, 100 mrem/回 以下, 特別の場合 でも 400 mrem/ 回以下とする。</p> <p>(ii) その他 A区域 2 mrem/h 以下</p>		遮蔽強化においては中性子遮蔽を主に行う。
		<p>(2) 燃料冷却</p> <p>(a) トランスファロータから燃料を受取る場合の被覆管温度は 480 °C である。</p> <p>(b) MK-II 燃料の崩壊熱 2.1 kW である。</p>	(a) 崩壊熱除去能力試験において、冷却器の除去能力 2.15 kW を確認	(a) キャスクカーに収納された燃料集合体は強制冷却時が最高温度となるが、燃料被覆管の設計許容温度 650 °C 以下である。	

第4.5-2表 稼働率向上及び運転性・保守性の向上のための項目

Table 4.5-2 The Improvement Item for Rate of Operation, Operation and Maintenance

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
1.	燃料出入機	(1) ドアバルブドリッパンのNa 滴下量及びNa 洗浄性の検討 (a) 炉心構成要素取扱許容本数……8体 (b) ドリッパンのNa 洗浄性が悪く、洗浄時間が長い。 (c) ドリッパン数量の不足	(a) 燃料交換工程内にて対処 (b) ドリッパン改造及び1回の洗浄で多数扱える様治具の製作 (c) 連続作業に伴い、ドリッパンの交換、洗浄が併行に出来るよう数量を増加した。		
		(2) レールクランプの動作不確実 (a) クサビがレールにかじり不動作となることがある。	(a) レールクランプの改造 クサビが直接レールに当たらない構造にする。		本工事は遮蔽強化工程時に実施
		(3) 案内スリーブ(I)の引抜装荷不良対策 (a) ホールドダウン機構、案内部にNa が付着するため実際の内径が小さくなる。	(a) 案内スリーブ(I)を改造しホールドダウン機構案内部とスリーブの摩擦面を小さくすると共にスリーブにNa 吹き落とし能力を付ける。		
2	燃料交換機	(1) ドアバルブドリッパンのNa 滴下量及び飛散Na の検討			

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
		(a) ドリップパンの取出はドアバルブ全体の取外しが 必要となる。 (b) 滴下NaがドアバルブOリングの劣化原因となる。	(a) ドアバルブを改造し、ドリップ パンのNa許容量を大きくす る。 (b) ドリップパンの形状を変え飛 散防止を計る。		
3	トランス ファロータ	(1) ポットオーバーフローNaの検討 (a) MK-IとMK-IIの炉心構成要素内体積の差 によりポットよりNaがオーバーフローし、既設 Naドレンタンクの容量を越える。 (b) ドレンタンク容量25ℓ(使用容量) オーバーフローNa量 約230ℓである。	(a) ドレンタンク予備の製作 (b) ドレンタンク内Naの回収装 置製作	(a) 回収Na(230ℓ)の処 理方法の検討を要する。	
4	キャスクカー	(1) グリッパの燃料吊判定の確実性の検討 (a) 荷重計指示の信頼性がどの程度か、ロードセル に対する外部要因の影響 (b) 判定に対する各個人差の排除	(a) ロードセルをキャスクバンダ リー内に入れベローズ等の外部 要因を無くす(耐高温ロードセ ルの検討) (b) 爪開閉判定を自動化する。 (駆動装置グリッパの改造)		
		(2) 新燃料予熱の検討 (a) キャスクカーにおいて多種構造の炉心構成要素 に対応できるか。 (b) 予熱時間による他設備に対する工程上の影響。	(a) 新燃料貯蔵設よりキャスクカー に送る時点で十分な予熱が行わ れている様に予熱装置を増設する		予熱装置はNF移送台 車に設置する。

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
5	燃料洗浄設備	(1) シーベルジョイントの安全性の検討 (a) シーベルジョイントの動きの複雑性のため漏洩の不安があり、メンテナンス頻度が多くなる。 (b) 洗浄回数の増加に共ないCP付着が増し、メンテナンス時の被曝量が増加する。	(a) 洗浄槽廻りの配管の見直し、自在配管の削減、簡略化を計る。		
		(2) 燃料洗浄工程及び時間の検討 (a) 洗浄工程順位が自動化されているため洗浄結果を洗浄燃料にフィードバックすることができない。	(a) シーケンスの改良を行い、工程バックの回路を組み込み洗浄結果の可否により再洗浄可能とする。 (b) 水、ガス等の情報を多く操作盤に表示できる様にする。		
		(3) ブローの健全性の検討 高圧損集合体の取扱いによるブロウ出入口圧力差の増加に関する件	(a) ブロウ圧損計の設置		
6	使用済燃料貯蔵設備	(1) JOYOキャスク取合に関するSF移送機の検討 (a) JOYOキャスクのグリッパ下限位置の違いと構造の違いに対する件 (b) SF移送機のキャスクピット位置での低速運転の工程への影響。	(a) グリッパストロック検出エンコーダの改造。 (b) シーケンス改造により高速化及び高速化に共ない安全性（シーケンス上）の確認を計る。		

項	名 称	検 討 内 容	対 策	評 価	備 考
7	新燃料貯蔵設備	(1) 炉心構成要素，炉内装荷角度位置決め検討 (a) 既設グリッパは回転できないため，正確な角度決めができない。	(a) グリッパを回転方式に改造する。		
8	その他	(1) 燃料取扱各設備シーケンスの設備性による運転員の判断ミスの防止。	(a) 信号表示の明確化を計る。 (b) 不必要シーケンスの撤去 (c) ANN回路の改良 (d) 設備間取合信号を整備する。 (e) 誤装荷防止装置のプログラム変更。	(a) 本改良は，燃料設備シーケンス思想の範囲内で実施する。	

4.6 燃料取扱設備の教育訓練

(1) MK-II準備グループ発足以前の教育訓練

照射用炉心移行基本工程の計画の推移については、既に4.1項において記されているが、土、日曜及び祭日も休日なしで作業を実施する14ヶ月案が検討された時点で、燃料取扱設備（以下燃料取扱設備と略す）運転の人員不足となる事が予想された。

従来、「常陽」燃取設備に関する運転、保守は、燃料交換作業期間の取扱本数が少ないことから、原子炉第1課燃取グループで実施して来たが、MK-II移行作業期間中は

- (1) 燃料移送時は格納容器内外の全燃取機器が同時に運転されるため一度に20人を要する。
- (2) 燃料交換作業の全所要日数235日（14ヶ月案、実動日数＝所要日数）を数回に分割するものの連続して休日なしで実施する。
- (3) 燃取設備の定期検査を併行して実施する。
- (4) 約300体というこれまで経験したことのない膨大な量の炉心構成要素を一度に取扱うため保守の頻度を向上する。

等により、燃取グループのみで燃料交換作業を行うことは、非常に困難であり、経験者を増加させる必要にせまられ教育訓練が計画された。以下に、実績と合せて記載する。

昭和55年4月に第1回目を実施され、75MW定格運転に伴う燃料交換作業を利用しMK-IIプロジェクトグループ発足の56年6月迄の間に計5回に渡って実施された。（第4.6-1図 MK-II移行プロジェクトグループ発足以前の教育訓練の日程）

原子炉停止中の直勤務は4名で行われるため各グループの4～5人の日勤者より2名ずつ選出しOJTに依って教育訓練が実施された。

この5回の教育訓練の受講者数は第4.6-2図、昭和56年6月以前の教育訓練受講者数に示すように原子炉第1課全体の約63%（2回受講した者や出向で帰ってしまった者もいるため）であり、また第4.6-3図に示すように各機器別にみるとバラツキがあった。

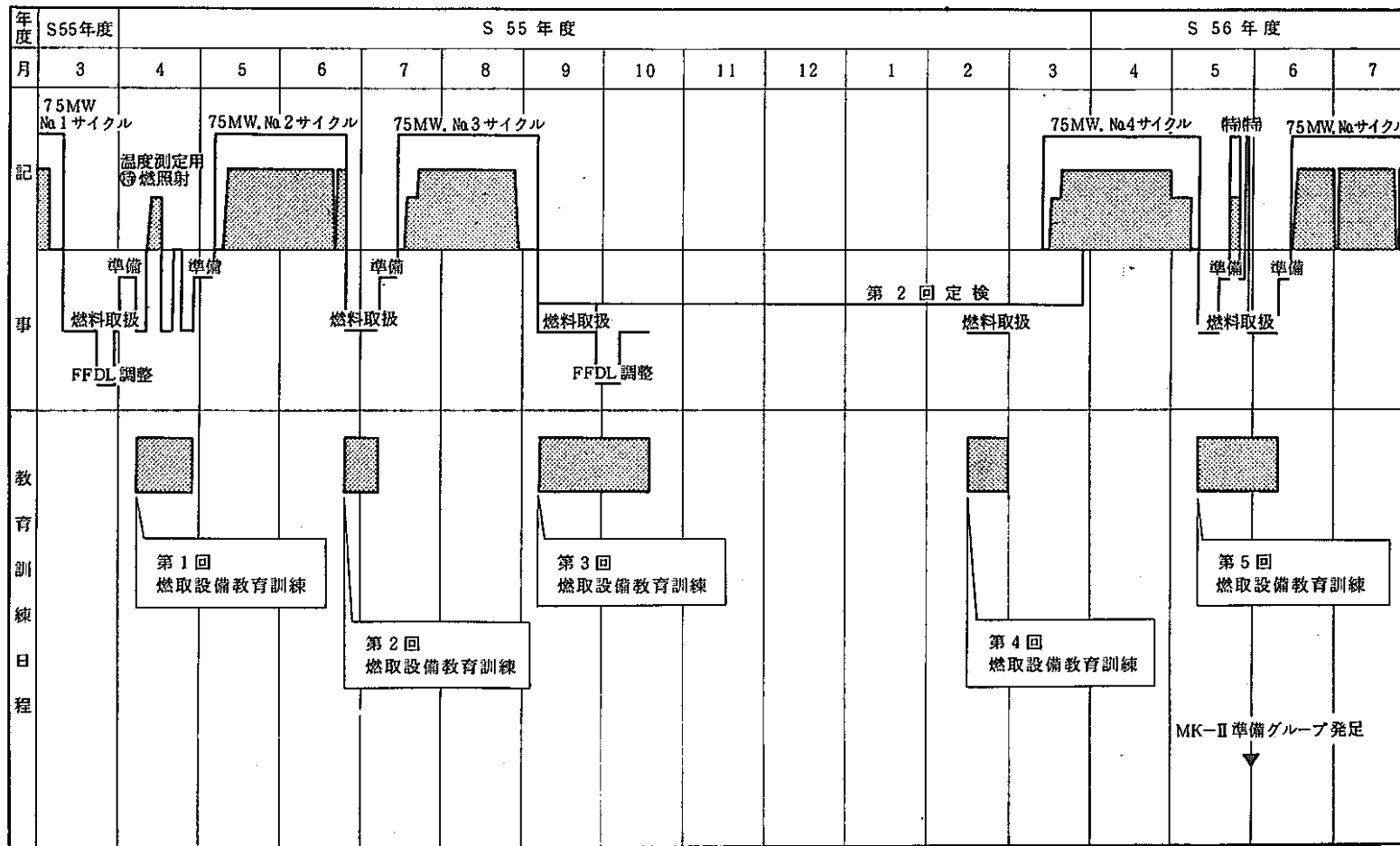


Fig. 4.6-1 The Training Accomplishment Before MK-II Project team Starting

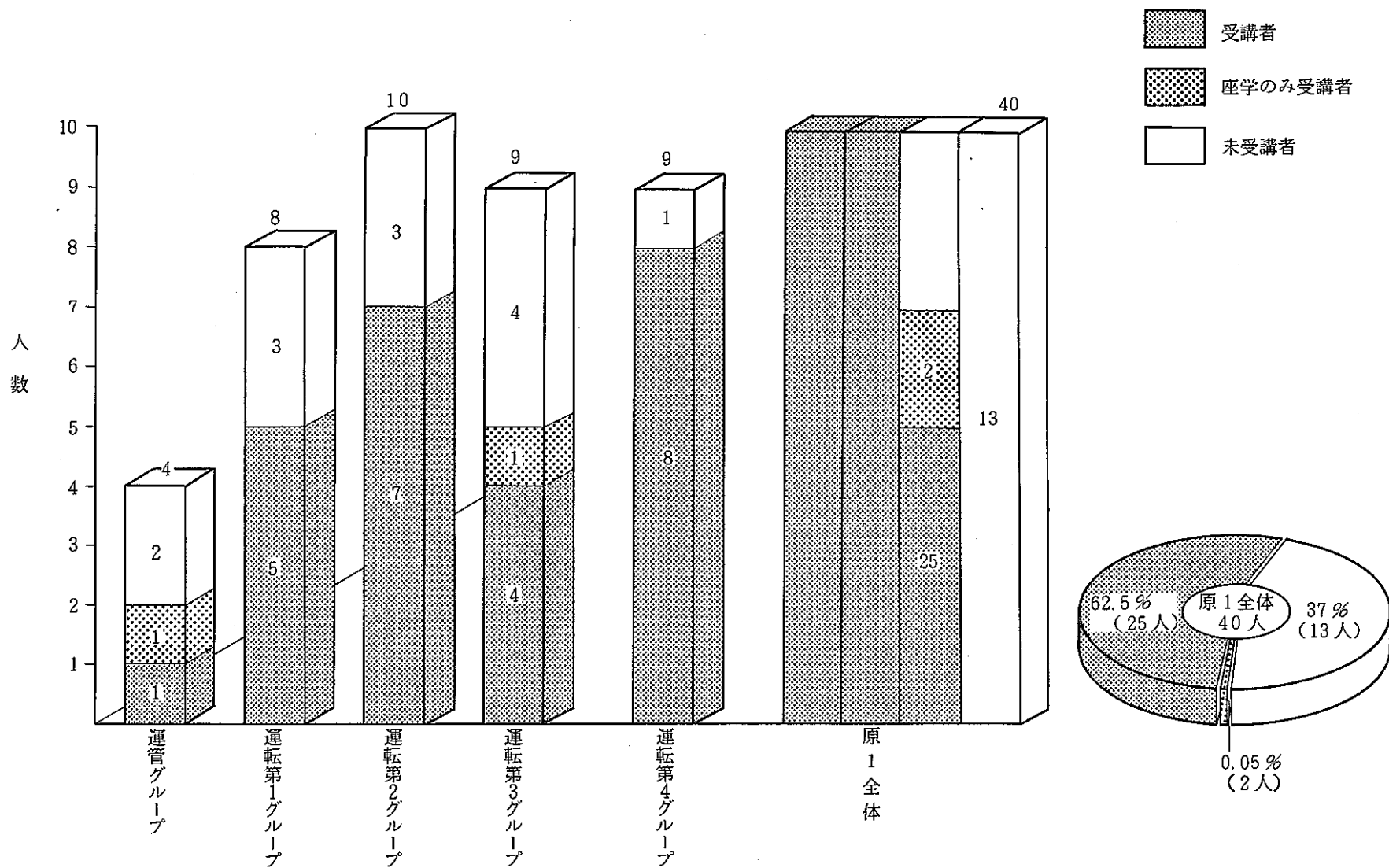


図 4.6-2 MK-II 準備グループ発足以前の教育訓練受講者数

Fig. 4.6-2 Total Trained Persons Before MK-II Project team Starting

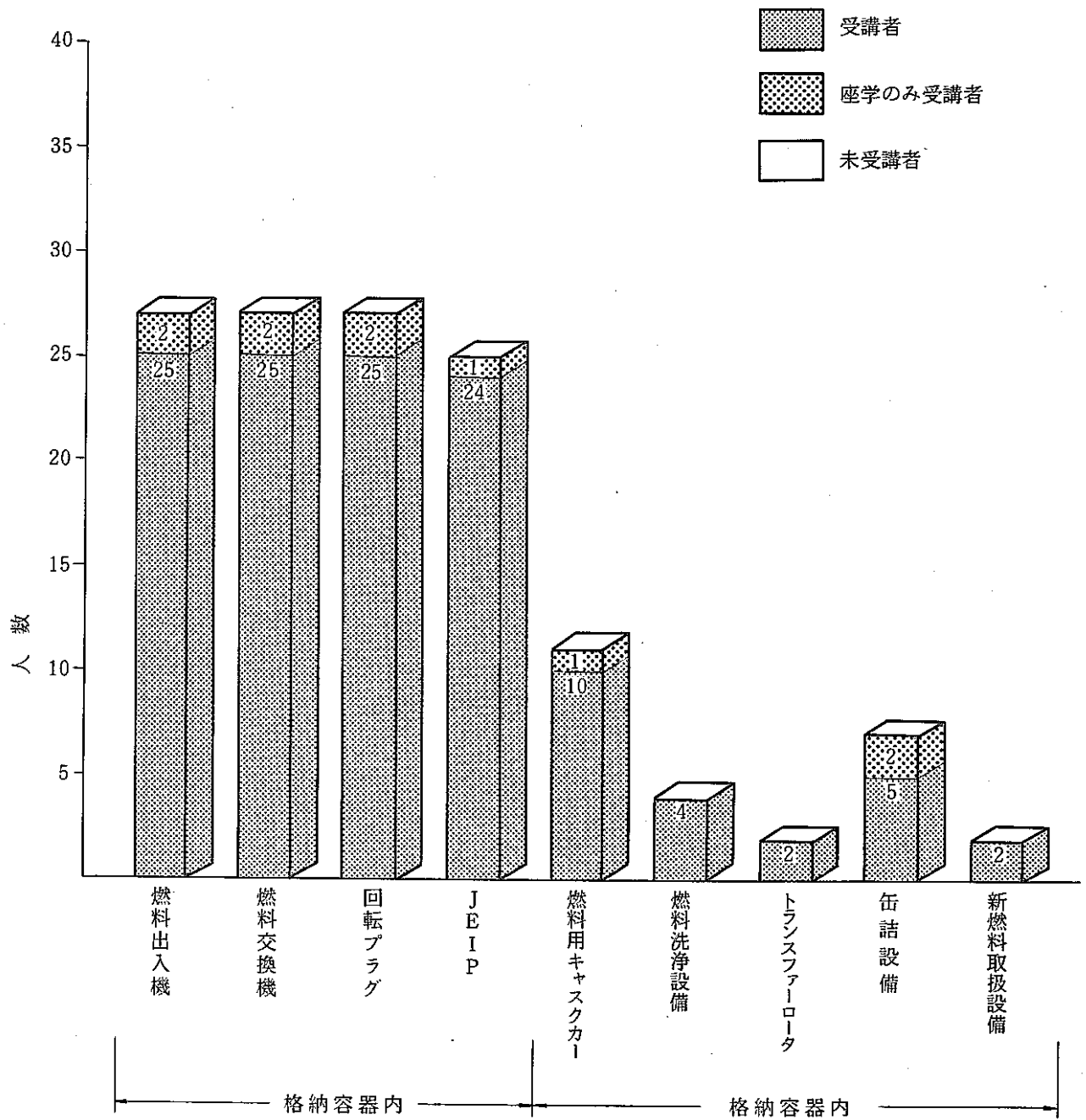


図 4.6 - 3 MK-II 準備グループ発足以前の機器別教育訓練受講者数

Fig. 4.6 - 3 Total Trained Persons for Fuel Handling Equipments Before MK-II Project team Starting

2) MK-II準備グループ発足後の教育訓練

56年6月にMK-II準備グループが発足し、本格的なMK-II移行作業の準備に突入し、照射用炉心移行基本工程の11ヶ月案が決定された。同時に工程の短縮に伴い、燃料交換作業実施体制の検討がなされ、現行のプラント運転の各直を10名編成（プラント班：6名）とし、4直3交替で実施することとなり、原子炉第1課にて不足の人員については、実験炉部内各課よりの応援を求めることとした。またこの職員の燃取運転員6名を指揮者とし、必要人数の残りについては、1班13名編成の外注業者2班によって変則2交替を組む作業助勢を委託するものとした。

従って、昭和57年1月よりMK-II移行作業が開始されるまでに、再び職員の教育訓練及び作業助勢員の教育訓練を実施することとなった。

(1) 職員の教育訓練

この時点での原子炉第1課の燃取設備運転の未経験者は約40%おり、またそれまで実施してきた教育訓練はあるグループは特定の燃取設備と限定して実施してきた為、1グループで全燃取設備を同時に運転するには不都合であった。これらの点を考慮し、職員の教育訓練に際しては、次の点に重点を置き計画を行った。

- a) 燃取設備全体の構成及び流れ
- b) 指揮者としての心得
- c) 運転管理面に対する教育
- d) トラブルに対応出来るための構造を理解した上での運転

56年6月より教育訓練計画を開始したが、第4.6.-4図示すように75MW.No.5及びNo.6サイクル定格運転中は、原子炉第1課の運転グループ員のほぼ全員が直勤務をしており、この間に教育訓練を実施することは不可能であった。ゆえに75MW.No.5サイクル終了から75MW.No.6サイクル開始までの約3ヶ月に原子炉第1課は全員、その他実験炉各課は出来るだけ多くの人数を教育しなければならなかった。

前述したごとく原子炉停止中に於いても、原子炉第1課運転グループは4人直であり、一度に全員受講することは不可能である。従って次に示すよう3回に分け、全員受講出来るよう配慮した。

a) 8月（燃取教育訓練-I）

75MW定格サイクルに伴う燃料交換作業が実施されるため全員通常の燃料交換作業をOJTで実施し、併行して機器構造、運転手順等の座学を実施した。また教育訓練の一環としてFFDL調整にも同時に参加した。

b) 9月（燃取教育訓練-II）

9月には置換反応度試験が実施されるに伴う燃料交換機及び回転プラグの運転をOJTに依って、また格外燃取設備はダミー燃料を使用して運転訓練を実施し、併行して構造手順等について座学を実施した。

c) 10月（燃取教育訓練－Ⅲ）

ウェアマーク確認試験用集合体3体の装荷に伴い通常の燃料交換作業が実施されるのを利用し、直長指揮下において取り行う燃取作業実施体制の確認、指揮命令系及び引継体制のチェック等を主な狙いとして、教育訓練を実施した。

さらに、この期間では設備の実活用が行われたことから、OJTを優先し座学に対する必要時間は原子炉第1課運転各グループとMK-Ⅱプロジェクト員とのコミュニケーションを図ることも含め、MK-Ⅱプロジェクト員が直に入りⅢ直において燃料取扱設備の概要説明等を行い教育効率の向上を計った。

第4.6.-1表に「燃取設備教育訓練Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの実績（概要）」、及び第4.6.-2表に「燃取設備教育訓練カリキュラム」を示す。

(2) 作業助勢員の教育訓練

助勢員は契約の関係から57年1月初旬より、教育訓練を開始せざるを得ないため、「ACT-1準備作業」と併行して実施した。（第4.6.-2図参照）燃料取扱設備を使用して行われるブランケットシャフリング試験等のため、燃料交換機及び回転プラグの運転はOJTに依って実施出来たが格納容器外の燃取設備はダミー燃料を使用して繰り返し運転訓練を実施した。

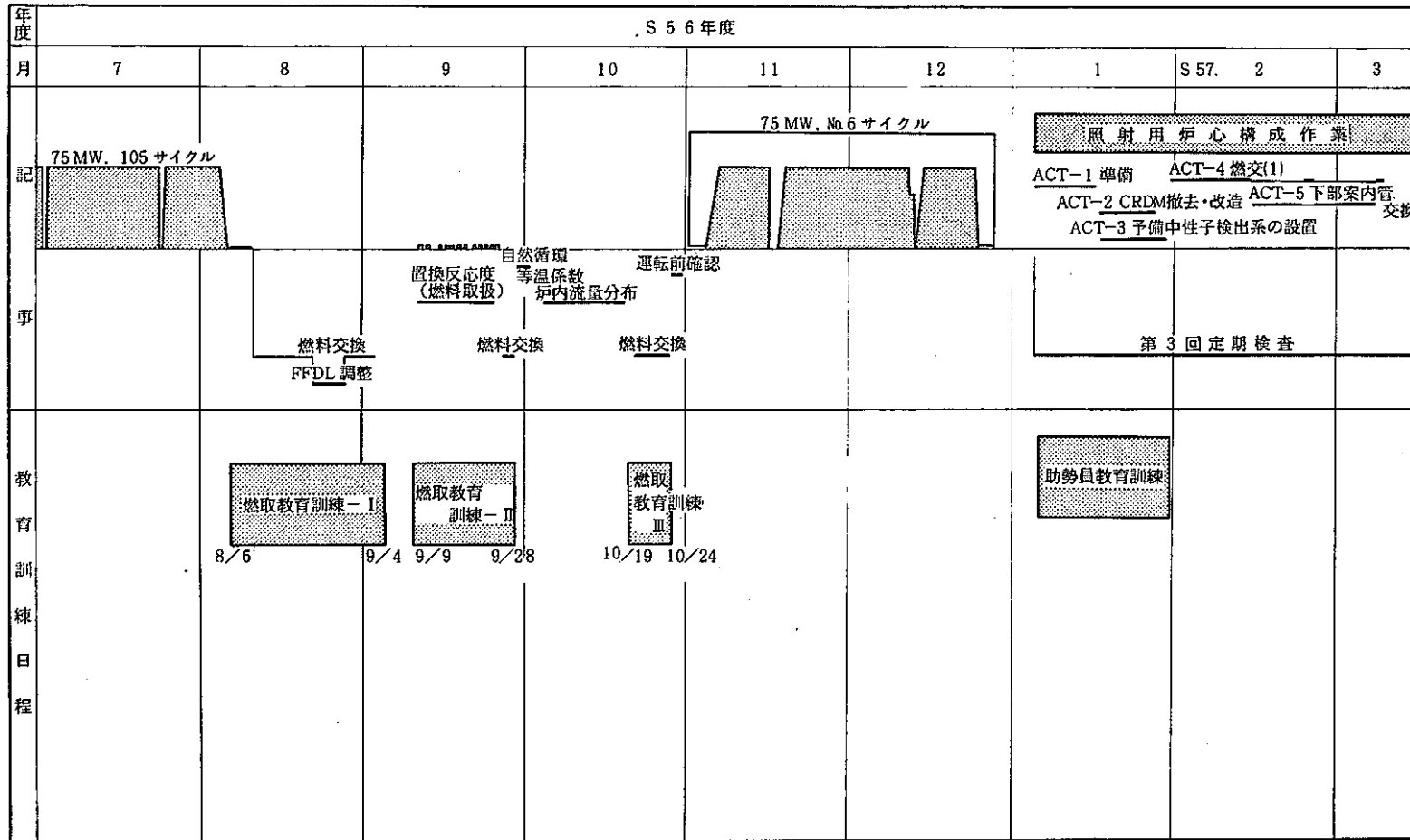
また助勢員は初めて「常陽」内に立入る者が多く、まず関連設備の配置等現場の見学から開始し、それをいかに限られた期間内に誤まりなく機器の操作が出来得るまでに教育するかに特に配慮し、次の点に重点を置き計画を行った。

- a) 操作員としての立場、心得
- b) 13名ずつの2グループに分け、格納容器内と格納容器外の設備をそれぞれ専従させる。
- c) 1人が特定2つの設備について専門の知識を得るように教育する。
- d) 助勢員全体の構成は機械関係の者が多い事から電氣的トラブルに対処出来る者を養成する。
- e) 放管専従者を置き、放射線管理に対する特別教育を実施する。

これらの他に燃料交換作業のない時期は

- a) 燃取機器の保守、補修の助勢
- b) 燃料交換作業の準備、後始末
(缶詰缶準備、アルコール廃液処理設備の運転、ドリップパンの交換、運搬作業)
- c) プール間使用済燃料移送

等の作業が予定されていた為、これらの概要、手順等の説明についても教育訓練の座学に盛り込まれた。



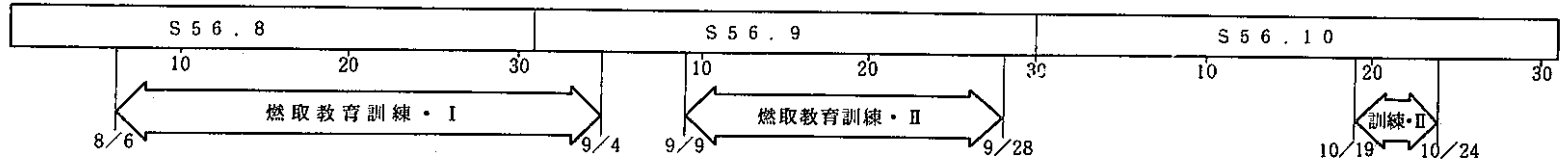
第 4.6 - 4 図 MK - II 準備グループ発足後の教育訓練実績

Fig. 4.6 - 4 The Training Accomplishment After MK-II Project team Starting

第 4.6-1 表 燃取設備教育訓練 - I, II, III の実績 (概要)

Table 4.6-1 The Accomplishment for The Fuel Handling System Training I・II・III

	燃 取 教 育 訓 練 - I	燃 取 教 育 訓 練 - II	燃 取 教 育 訓 練 - III
期 間	S 56.8 / 6 ~ 9 / 4	S 56.9 / 9 ~ 9 / 23	S 56.10 / 19 ~ 10 / 24
内 容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各課より動員 2. MK-II 炉心構成実施体制を模擬 3. PIE用燃料及び第6サイクル炉心構成を利用し、格内外の燃料取扱設備の運転訓練を実施した。 4. 座学に多くの時間を費した。 (構造, 設計思想及び運転上の注意事項等を中心に講義) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 各課より動員 2. MK-II 炉心構成実施体制を模擬 3. 「燃料置換反応度測定」等の試験を利用し、格内の運転訓練を実施した。 4. C/C, 缶詰, 洗浄, N/F, 等の格外設備はダミー燃料を使用し設備個別毎の訓練を実施した。 5. 座学はネントリ教育訓練-Iに同じ。 6. ネントリ教育訓練-IとIIは全員入れ替えた。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. この期間, 日勤者を対象にした。 2. 改造燃料3体の取扱いを利用して, 教育訓練の総仕上として実施。 3. MK-II 炉心構成実施体制を模擬 4. 引さ継ぎリハーサルを2回実施した。 5. 座学 無し



受講者			
課	Gr	人数	計
原子炉1課	1	4	21
	2	4	
	3	5	
	4	5	
	運管	3	
原子炉2課	2	1	5
	3	1	
	4	1	
	管理	2	
照技	燃料	1	1
		2	2
計			29

受講者			
課	Gr	人数	計
原子炉1課	1	3	16
	2	4	
	3	3	
	4	3	
	運管	3	
	2課	1	
照課		1	1
技課		2	2
MK-II		3	3
計			23

受講者			
課	Gr	人数	計
原子炉1課	1	5	20
	2	5	
	3	4	
	4	6	
計			20

受講者合計

課	Gr	人数	計
原子炉1課	1	7	37
	2	8	
	3	8	
	4	8	
	運管	6	
2課		6	6
照課		2	2
技術課		4	4
MK-II		3	3
計			52

第 4.6 - 5 図 燃取教育訓練 I ~ III の実績 (人員)

Fig. 4.6 - 5 The Accomplishment for The Fuel Handling System Training I・II・III (persons)

第 4.6-2 表 燃取設備教育訓練カリキュラム (1/5)

Table 4.6-2 Training Curriculum of The Fuel Handling System

	9:00 ~ 10:30	10:40 ~ 12:00	13:10 ~ 14:30	14:40 ~ 16:00	16:10 ~ 17:30
1日目	開 校 式	◦ MK-II 実施体制について	◦ 炉心構造の概要 ◦ 炉心構成要素	◦ MK-II 炉心構成手順について	燃料管理について
2日目	責任者, 運転員の心得	◦ MK-II 移行時の 2 課作業との取合い。 ◦ CRD の変更概要	◦ 燃取設備の電源システム	◦ 燃料取扱用キャスクカーについて	同 左
3日目	燃料洗浄設備	同 左			
4日目	使用済燃料貯蔵設備	同 左	実 操 作 訓 練	同 左	同 左
5日目	新燃料貯蔵設備 及び 新燃料予熱装置	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
6日目	トランスファロータ	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
7日目	SFF の概要	プール間移送	実 操 作 訓 練	”	”
8日目	燃料つかみ部 洗浄設備	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
9日目	燃料出入機	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
10日目	燃料交換機	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
11日目	回転プラグ	同 左	実 操 作 訓 練	”	”
12日目	JE IP の取扱方法 について	同 左	実 操 作 訓 練	”	”

4.7 運転マニュアル、チェックシート類の整備

照射用炉心構成を11ヶ月の短期間で実施するために燃料取扱設備の運転要員の構成が検討された。この結果運転の体制は原子炉第1課の運転直員を主体として、これに不足する人員を外注業者によって補うこととなった。

燃料取扱設備の運転操作については、原子炉第1課の運転直員、外注業者等の未経験者に運転操作を委ねる運転体制となった。

燃料取扱設備の運転は、系統の運転監視と異なり特殊な機器の操作が主体となるため、運転操作員には、十分な運転教育が必要となるとともに、それらを補う運転マニュアル、操作チェックシート等の図書を使い易く明確なものにすることが必要となった。

1) 運転マニュアルの作成

(1) 運転マニュアルの経緯

燃料取扱設備の運転マニュアルは54年度後期より運転マニュアル改訂のため準備作業が徐々に進められて来た。55年度後半になって、高速実験炉運転技術資料大系の整備が着手され、これに合わせて56年3月に燃料取扱設備運転マニュアルの全面改訂作業を開始し、MK-II 移行作業開始に合せた。

(2) 運転マニュアル作成上の考え方

a) 位置づけ

運転マニュアルは、高速実験炉「常陽」運転技術資料大系（第4.7-1図参照）の中で、運転操作要領（OM）の下に位置し、運転操作マニュアル系統編（OMS）に含まれる。

OMSは、各系統設備の運転操作に直接必要となる要領を記載するものであり、この中で燃料取扱設備の運転マニュアルはOMS-60番台とした。

b) 構成

運転操作マニュアルの全体は以下の6項目より構成されている。

イ) 第4.7-2図に燃料取扱設備運転操作マニュアル系統編を示す。

燃料取扱設備とプラント間のモードの取合に関するもの。（OMS-60-00）

燃料取扱設備を作動させる上でプラント側と取合っておくべき条件を記載するものである。（主に炉内における条件）

ロ) 燃料取扱運転操作の内原子炉付属建家内の操作に関するもの。（OMS 60-01~02）

燃料取扱設備の内主だった機器の運転操作要領を記載するものである。

ハ) 使用済燃料移送キャスクによる第1プールと第2プール間の燃料移送及びSFF建家の燃料取扱設備運転に関するもの。（OMS-60-03）

原子炉付属建家の第1プールとSFF建家の第2プール間の使用済燃料移送について主に記載するものである。

ニ) 燃料取扱設備各機器の保守運転に関するもの。(OMS-60-04)

燃料取扱設備のグリッパ洗浄・ドリップパン交換等の保守運転について記載するものである。

ホ) 燃料取扱設備に付帯する特殊設備の運用に関するもの。(OMS-60-05)

燃料取扱設備に付帯する通信設備、炉内検査装置、セル取扱機、誤装荷防止装置等の取扱について記載するものである。

ヘ) 燃料取扱設備の運転補助資料。(OMS-61-64)

燃料取扱設備を運転する上で必要となる警報項目一覧、電源状態、弁状態等の資料を記載するものである。

c) 作成上の留意点

運転マニュアル作成上の留意点として以下の4点を特に考慮した。

イ) 原則として運転マニュアルは運転未経験者が見ても運転操作可能となる様細部に注意をはらうこと。

ロ) 各操作手順、確認要領等の内容は、参照・引用等の書式を使用せず、操作の流れに沿って全て記載すること。

ハ) 燃料取扱設備の特長として、燃料の流れを中心として各燃料取扱機器が単独に運転され同時に複数ヶ所で機器が動作していることがある。これらの動きを運転マニュアルに十分に反映させるためマニュアルの内容は原則として燃料の流れ及び1日の作業の流れを中心に書くものとし、1冊のマニュアルの中に燃料に関連する複数の機器の操作を記載するものとした。

ニ) 原稿または、印刷の初校の段階で実際に現場で運転未経験者による試験使用により実用上のコメントを反映して作成するものとした。

2) チェックシート類の整備

昭和55年度まで使用されてきた運転記録チェックシート等は運転未経験者に対しては、理解の困難点な点が多々存在した。

燃料取扱設備の運転を直体制で実施するには、日誌、運転記録等の書類の運用に無理があると思われた。

56年5月に全ての記録書式必要書類の見直しを行い以下の書類について新しく作り直すこととした。

- (1) 詳細工程表、燃料移動管理表
- (2) 運転業務引継日誌
- (3) 燃料取扱設備運転前状態確認書
- (4) 燃料取扱設備点検記録
- (5) 運転記録

(1) 詳細工程表, 燃料移動管理表

燃料取扱設備による燃料の移動管理については, 燃料取替計画書によって管理される。

しかし, 燃料取扱設備を運転して行く上では, 更に詳細な計画により各機器の運転状態を管理する必要がある。このため従来より燃料取扱いを合理的かつ円滑に実施するべく各設備間の取合いを管理した詳細工程表と, 燃料の移動を設備の形態に合わせ「炉内燃料取扱作業」及び「炉外燃料移送作業」用の移動管理表を用いて実施して来た。

従来この作業は日勤において実施されて来たがMK-II 移行作業に伴い, 1日の取扱い本数が増えた事により直体制で実施することになった。この為24時間用の詳細工程表を作ると共に, 移動管理表についても炉心及びプール等の図を追加し, 見易いものに改訂した。

第4.7-3~4図に詳細工程表

第4.7-5~6図に移動管理表を示す。

(2) 運転業務引継ぎ日誌

燃料取扱設備の運転日誌は従来運転の体制が中央制御室管理となっていなかったため現場に於ける引き継ぎが主であった。

中央制御室管理において実施されたMK-II 移行作業では, 現場と中央制御室間の引き継ぎが直長の責任のもとに円滑に行えるよう, プラント運転直の引き継ぎに用いられている書式に改訂した。

(3) 燃料取扱設備運転前状態確認書

原子炉等の運転開始前には, 起動前点検が実施され公式の書類にその記録が残ることとなっている。これに対して燃料取扱設備は書類による記録は保存されていない。

設備の運転を開始するに際しては, 設備の状態を十分に確認した後に行うことが必要であり, 不具合の発生する確率を低下させることにつながる。

このため「燃料取扱設備運転前状態確認書」を作成し, 燃料取扱設備が2週間以上停止した後, 運転を開始する場合又は停止期間中に保守作業を実施した場合などは本確認書によって設備をチェックした後に運転を開始することにした。

運転前状態確認書によって確認する項目の概要は以下の通りである。

- a) 設備内のすべてのスイッチの状態
- b) " 電源の状態
- c) " 弁の状態計
- d) " 計器設定値の状態

(4) 燃料取扱設備点検記録

燃料取扱設備の運転に関する確認事項は保安規定第165条, 166条, 167条, 168条によって規定されている。保安規定によれば, 燃料取扱設備の運転操作についての記録は原子炉の運転記録の様に必ず記録して, 何年間の保管義務を伴うものではない。

従って、書類に規制がなく単に確認すれば良い性質のものである。
保安規定上、確認義務が伴うものは以下に集約して考えられる。

- a) 各設備運転前に作業前点検が実施されていること。
- b) 燃料取扱中の表示がされていること。
- c) 格納容器バウンダリーが確保されていること。
- d) 所定の要員が配置についていること。
- e) 運転操作によって機器が所定の動きをしていること。

以上の内容の内 e を除く項目を確認する書式として燃料取扱設備点検記録を作成した。

本書類は、毎日の作業開始時と終了時の 2 回チェックすることにより、保安規定上の必要事項を満足するものとした。

(5) 運転記録

燃料取扱設備の運転操作記録は従来、設備のデータのみを記録する書式であった。

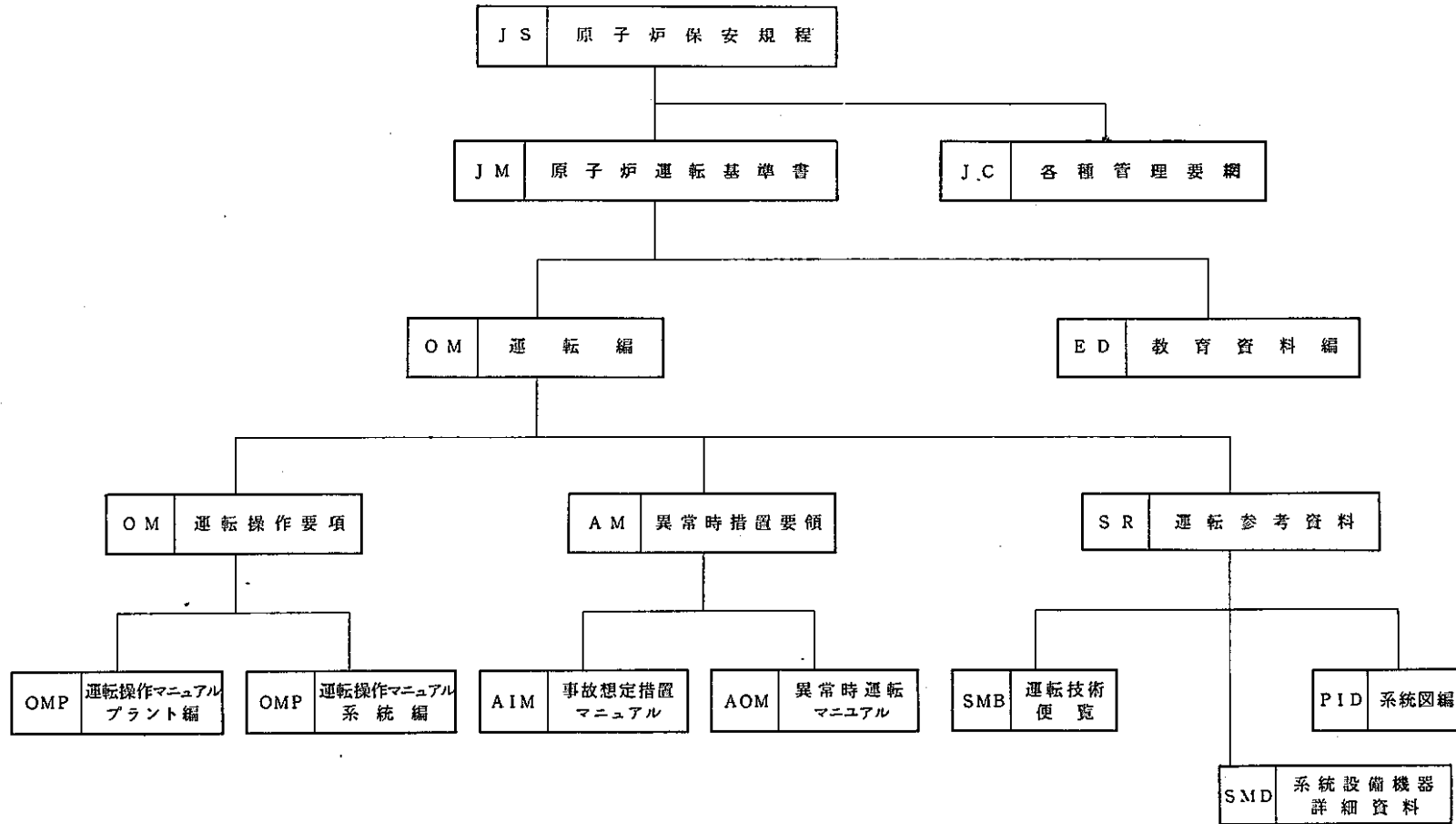
MK-II 移行期間中は、短期間の教育訓練により育成された運転員により操作が実施されるため、安全上の配慮を行いデータのみでなく操作手順もチェックしながら運転を進められる様な書式とすることとした。

運転記録の様式は照射炉心移行作業時に実際に現場の運転を担当する原子炉第 1 課の運転員が作成した。

第 4.7-7 図に運転記録を示す。

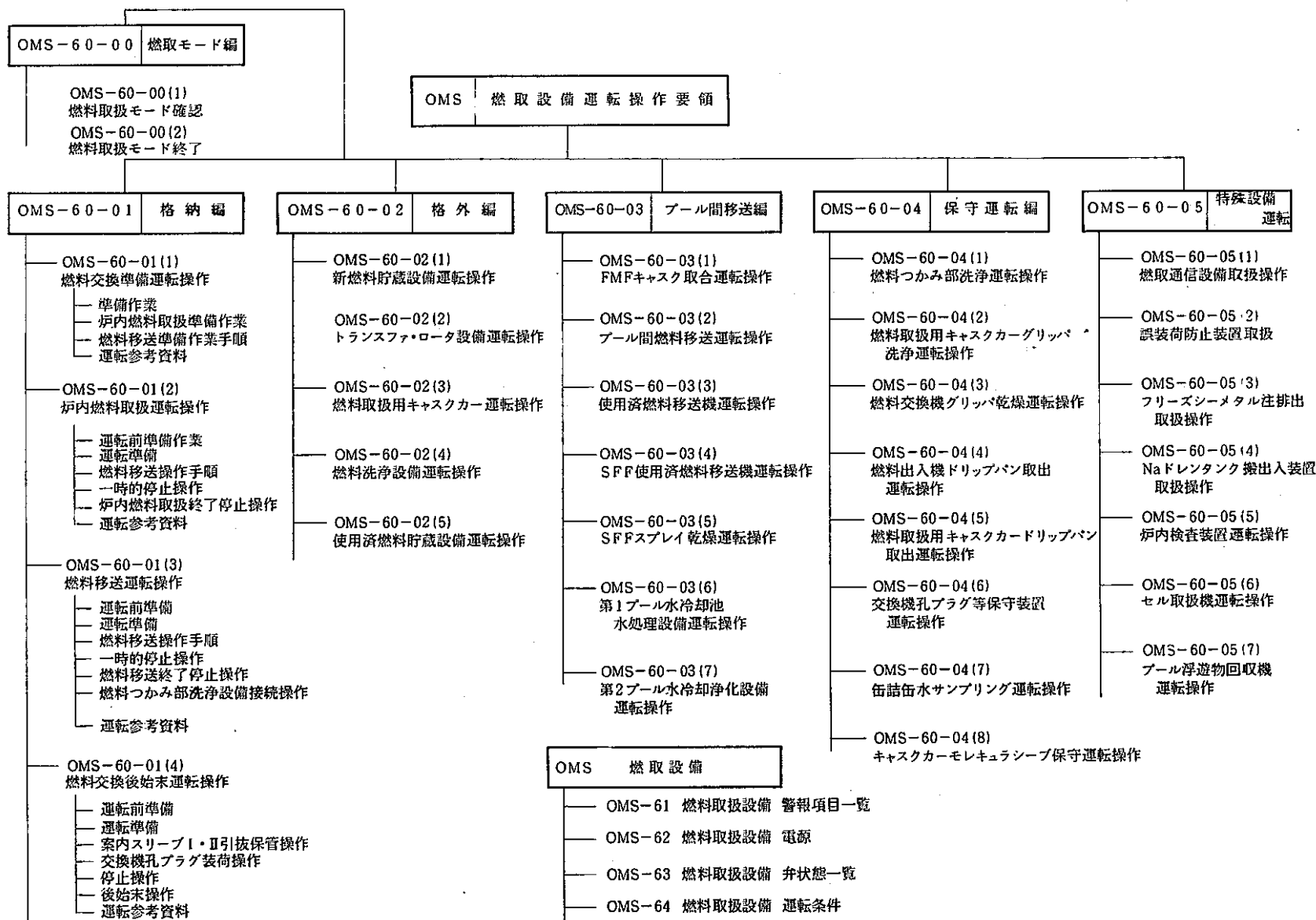
また燃取設備のデータバンキングと運転記録の対応のために各チェックシートにバンキング上のアドレスと運転記録の数値欄にデータ No を印刷し、データの取り込みを判り易くする様配慮した。

以上の様に作成したチェックシート類のリストを第 4.7-1 図に示す。



第 4.7 - 1 図 高速実験炉「常陽」運転技術資料大系

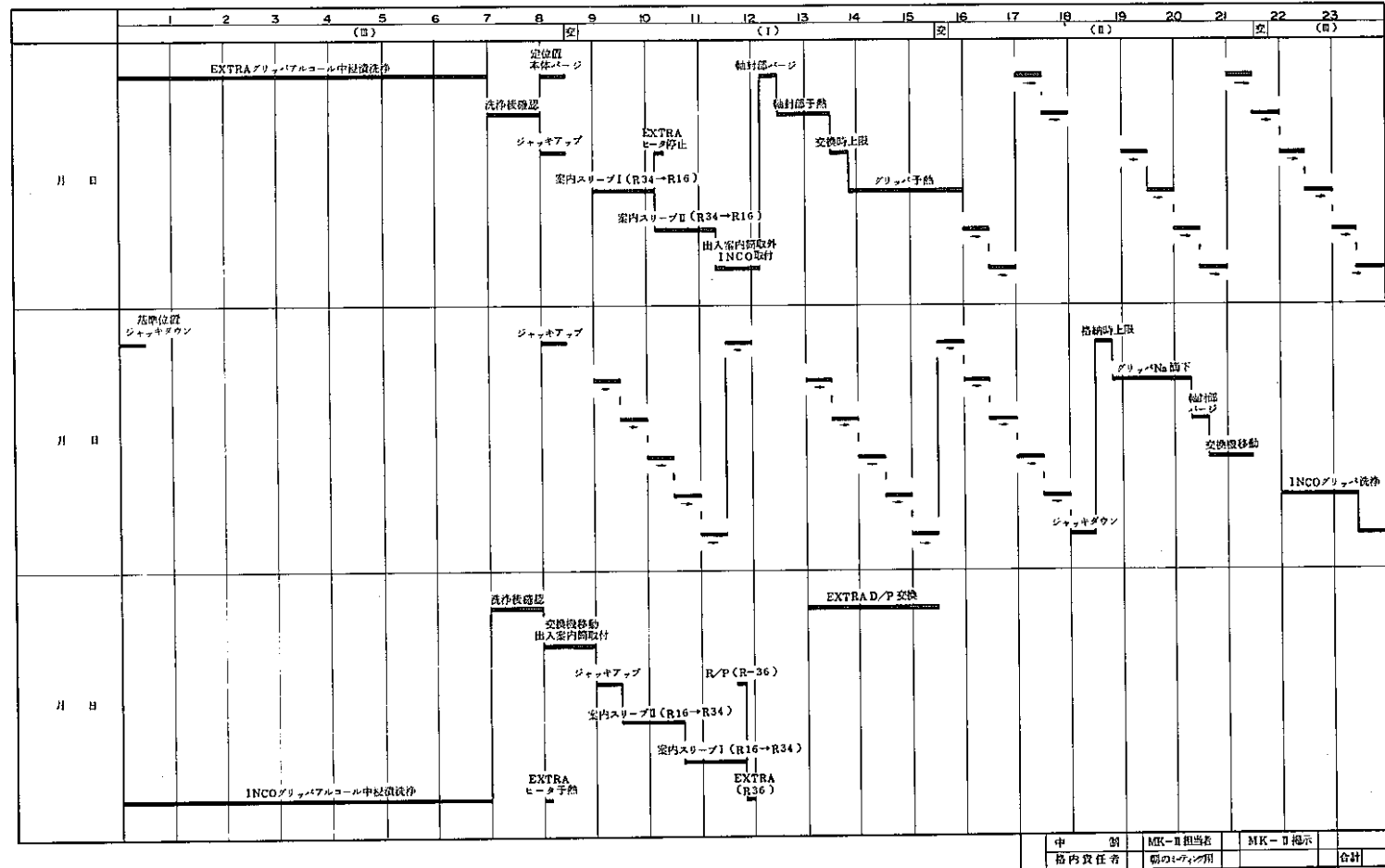
Fig. 4.7 - 1 JOYO Operational Technical Literature Arrangement



第 4.7 - 2 図 燃料取扱設備運転操作マニュアル系統編

Fig. 4.7 - 2 The Fuel Handling System Operation Manual Arrangement

原 1 機 - 1 - 1	
年 月 日 発 行	
訂 1	
訂 2	



第 4.7 - 3 図 炉内燃料移送用詳細工程表

Fig. 4.7 - 3 In - vessel Fuel Transfer Minute Schedule

中 創	MK-II 担当者	MK-II 指示	
格内責任者	朝のチェック用		合計

原1機-1-1

期 長	組 当	年 月 日 発 行
		頁 1
		頁 2

年 月 日 実 施 分

機器	時 間																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
新炉心構成要素移動表	[Gantt chart showing fuel transfer activities]																						
回転プラグ	ジャッキアップ (R) (R) (R) (R) ジャッキダウン 基準位置																						
(R/F) (洗浄) (炉上)	S/F引込 N/F装荷 S/F引込 N/F装荷 S/F引込 N/F装荷 N/F装荷																						
燃料出入機	(R) (R31) (R) (R) (R31) (R) (R) (R31) (R) (R31) (R) (R31) EXTRA グラフ洗浄																						
(EXTRA) (T/R)	アルコール中級品洗浄																						
トランスフェロー	回転(→) 回転(→) 回転(→) 回転(→)																						
(T/R) 新燃料移送台車	N/F手熱() N/F手熱() N/F手熱() N/F手熱()																						
(N/F) (N/F型) (T/R)	N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷 N/F装荷																						
燃料搬送用トランス	C/Cブロー起動 (N/F→)(T/R→)(C/P→) (N/F→) (T/R→) (C/P→) (N/F→) (T/R→) (C/P→) (N/F→) (T/R→) (C/P→) (N/F→) (T/R→) 本体2回置換 C/Cブロー停止																						
(C/C) (N/F) (C/P) (FMP)	N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下 N/F吊上 S/F吊下																						
燃料洗浄設備	S/F洗浄 S/F洗浄 S/F洗浄 S/F洗浄 S/F洗浄																						
(C/P) 回転移送機	回転 回転 回転 回転																						
缶吊設備	空缶吊機 缶吊() 空缶吊機 缶吊() 空缶吊機 缶吊()																						
水中台車	移動() 移動() 移動() 移動()																						
使用済燃料移送機	S/F装荷 S/F装荷 S/F装荷 S/F装荷																						
使用済炉心構成要素移動表	[Gantt chart showing spent fuel transfer activities]																						
配 中 新 格 外 任 任 者 N/F C/P MK-II 掲 示	先 者 任 任 者 C/C S/F 機 器 用 合 計																						

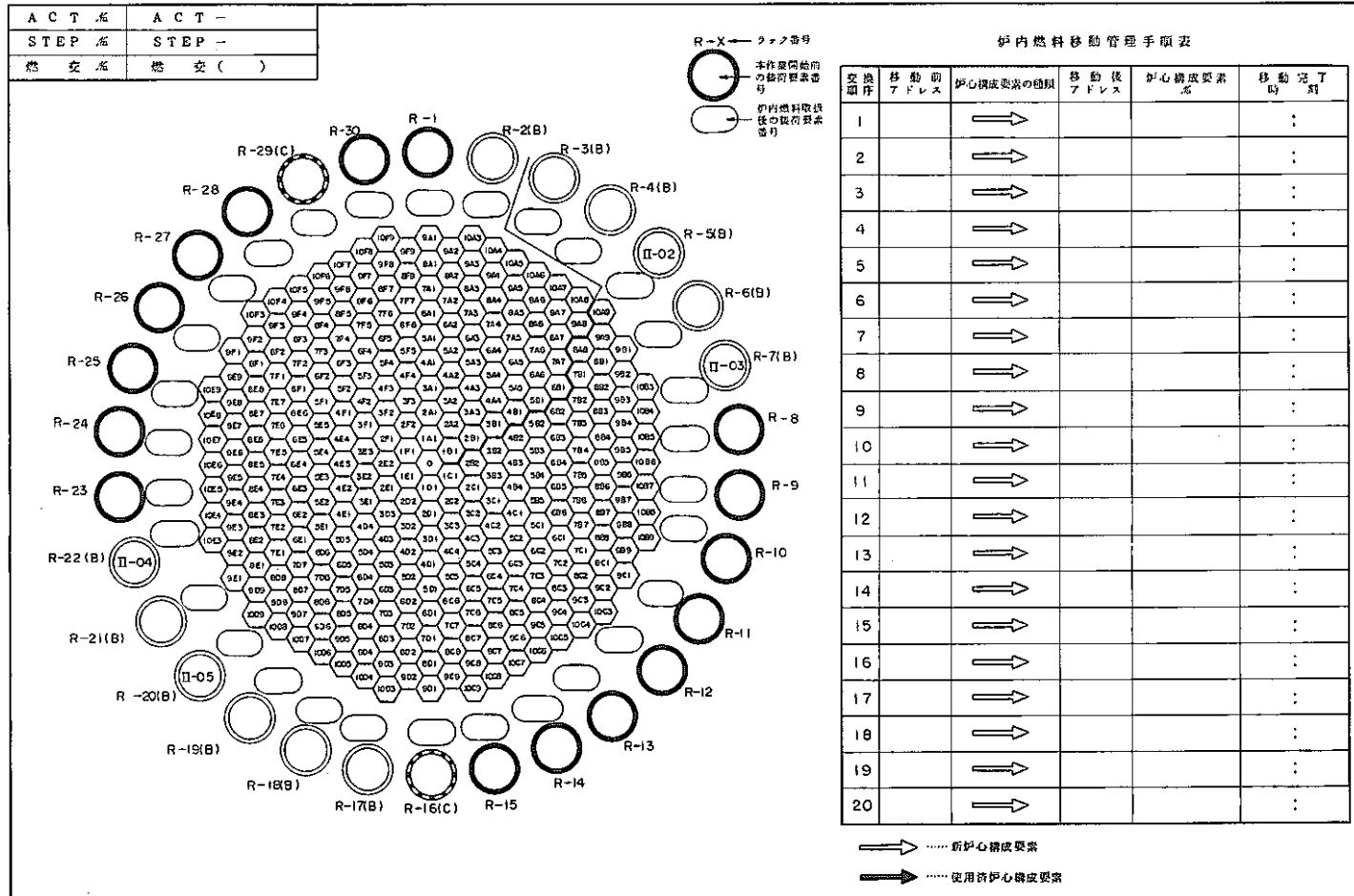
第 4.7 - 4 図 炉外燃料移送用詳細工程表

Fig. 4.7 - 4 Ex - vessel Fuel Transfer Minute Schedule

原1燃-1-2

昭和 年 月 日 ()

原一課長	確認	担当
------	----	----



第 4.7 - 5 燃料移動管理表 - 1 (炉内燃料取扱作業)

Fig. 4.7 - 5 Fuel Transfer Management Table (In-vessel Fuel Transfer)

原1燃-1-3

昭和 年 月 日 ()

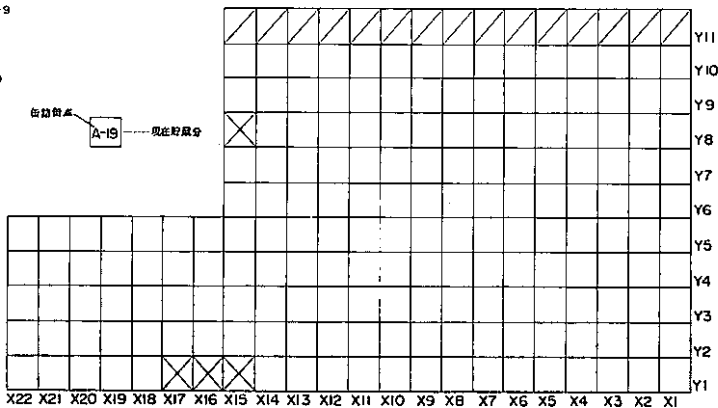
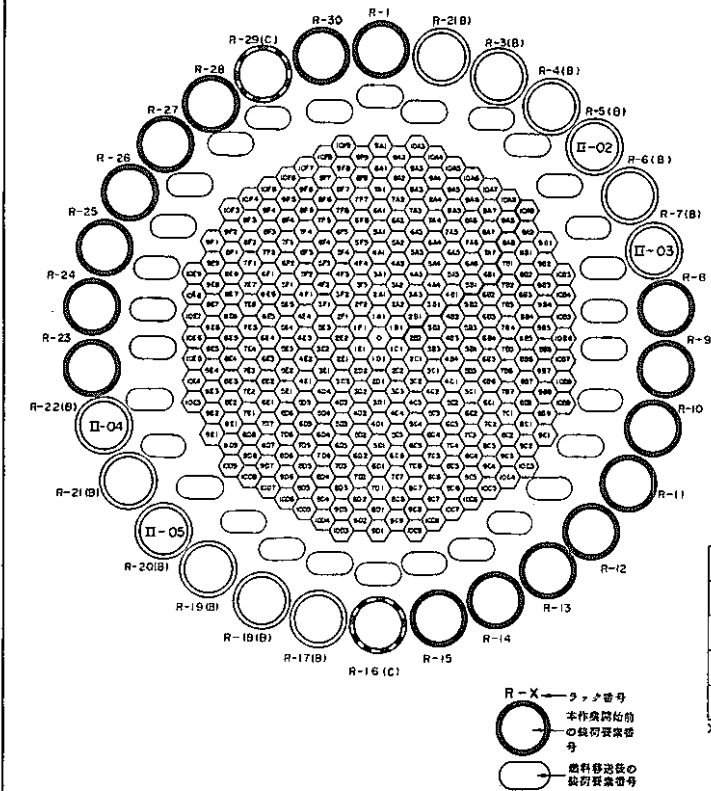
原一課長	確認	担当

ACT 系	ACT -
STEP 系	STEP -
燃 交 系	燃 交 ()

炉外燃料移送管理手順表

作業 順序	移動開始 時刻	要素番号	移動前アドレス		移動後アドレス			備考	移動完了 時刻
			新燃料 ラック番号	炉内ラック 番号	炉内ラック 番号	水 冷 却 貯蔵ラック 番号	貯蔵ラック 番号		
1	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
2	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
3	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
4	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
5	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
6	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
7	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
8	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
9	:		R-	→	R-	X-	Y-		:
10	:		R-	→	R-	X-	Y-		:

→ 新炉心構成要素
 → 使用済み炉心構成要素



第 4.7 - 6 図 燃料移動管理表 - 2 (炉外燃料移送作業)

Fig. 4.7 - 6 Fuel Transfer Management Table (Ex-vessel Fuel Transfer)

原1燃-5-3

出入機燃料等移送記録 (燃料, 案内スリーブ, プラグ炉内装荷)

集合体番

昭和 年 月 日 ()

班長	主任者	副主任者	検査員

順序	操作	人力	チェック 及び記録	順序	操作	人力	チェック 及び記録	順序	操作	人力	チェック 及び記録																																																																																																																																																														
1	出入機移動	作業開始時刻	R	<table border="1"> <tr><td>燃料部Arガス置換</td><td>バージョン(3-2 CZARP)「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td>可動ブロック上昇</td><td>(3-2 CZBUD)</td><td>C</td></tr> <tr><td>JEIP操作</td><td>「条件監視」「操作確認」「選択」</td><td>C</td></tr> <tr><td>回転プラグ回転準備</td><td>目標回転内訳決定</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>「燃料取扱準備完了」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>ボタン「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>自/手切換スイッチ「自動」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>回転準備完了スイッチ「入」</td><td>C</td></tr> <tr><td>回転プラグ回転</td><td>目標回転</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>アドレックス設定</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>角度</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>小</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>大</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>停止</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>小</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>大</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>回転完了時刻</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>自/手切換スイッチ「自」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>回転プラグ位置決め完了</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-1 RPS) ボタン「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td>出入機移動</td><td>ピンボード「選択」</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>出入機レベルクランプ「解放」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>移動先ドアハルブ「開」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>移動先ドアハルブ「閉」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>ボタン「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>台車①スイッチ「自動」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>台車②スイッチ「手動」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>台車③スイッチ「低速」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>台車位置ずれ「修正」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CYZ)</td><td>C</td></tr> <tr><td>出入機位置決め</td><td>出入機位置決め確認</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-TMS) ボタン「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>出入機レベルクランプ「保持」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CZRC)</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>可動ブロック「下降」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CZBUD)</td><td>C</td></tr> <tr><td>燃料部Arガス置換</td><td>バージョン(3-2 CZARP)「押」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>移動先ドアハルブ「開」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>移動先ドアハルブ「閉」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CZDV)</td><td>C</td></tr> <tr><td>出入機グリッパ「下降」</td><td>ホット番号</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CYE)</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>グリッパ荷重</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>(低速下降中)</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>下限時グリッパストローク</td><td>R</td></tr> <tr><td>出入機グリッパ「つかみ」</td><td>爪操作前</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>(3-2 CYG)</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>爪操作後</td><td>R</td></tr> <tr><td>出入機グリッパ「上昇」</td><td>グリッパ荷重</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>(低速上昇中)</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>上昇時グリッパストローク</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>上昇時爪ストローク</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>グリッパ上昇時刻</td><td>R</td></tr> <tr><td></td><td>出入機ドアハルブ「開」</td><td>C</td></tr> <tr><td></td><td>移動先ドアハルブ「閉」</td><td>C</td></tr> </table>	燃料部Arガス置換	バージョン(3-2 CZARP)「押」	C	可動ブロック上昇	(3-2 CZBUD)	C	JEIP操作	「条件監視」「操作確認」「選択」	C	回転プラグ回転準備	目標回転内訳決定	C		「燃料取扱準備完了」	C		ボタン「押」	C		自/手切換スイッチ「自動」	C		回転準備完了スイッチ「入」	C	回転プラグ回転	目標回転	R		アドレックス設定	R		角度	R		小	R		大	R		停止	R		小	R		大	R		回転完了時刻	R		自/手切換スイッチ「自」	C		回転プラグ位置決め完了	C		(3-1 RPS) ボタン「押」	C	出入機移動	ピンボード「選択」	R		出入機レベルクランプ「解放」	C		移動先ドアハルブ「開」	C		移動先ドアハルブ「閉」	C		ボタン「押」	C		台車①スイッチ「自動」	C		台車②スイッチ「手動」	C		台車③スイッチ「低速」	C		台車位置ずれ「修正」	C		(3-2 CYZ)	C	出入機位置決め	出入機位置決め確認	C		(3-TMS) ボタン「押」	C		出入機レベルクランプ「保持」	C		(3-2 CZRC)	C		可動ブロック「下降」	C		(3-2 CZBUD)	C	燃料部Arガス置換	バージョン(3-2 CZARP)「押」	C		移動先ドアハルブ「開」	C		移動先ドアハルブ「閉」	C		(3-2 CZDV)	C	出入機グリッパ「下降」	ホット番号	R		(3-2 CYE)	R		グリッパ荷重	R		(低速下降中)	R		下限時グリッパストローク	R	出入機グリッパ「つかみ」	爪操作前	R		(3-2 CYG)	R		爪操作後	R	出入機グリッパ「上昇」	グリッパ荷重	R		(低速上昇中)	R		上昇時グリッパストローク	R		上昇時爪ストローク	R		グリッパ上昇時刻	R		出入機ドアハルブ「開」	C		移動先ドアハルブ「閉」	C
		燃料部Arガス置換	バージョン(3-2 CZARP)「押」		C																																																																																																																																																																				
		可動ブロック上昇	(3-2 CZBUD)		C																																																																																																																																																																				
		JEIP操作	「条件監視」「操作確認」「選択」		C																																																																																																																																																																				
		回転プラグ回転準備	目標回転内訳決定		C																																																																																																																																																																				
			「燃料取扱準備完了」		C																																																																																																																																																																				
			ボタン「押」		C																																																																																																																																																																				
			自/手切換スイッチ「自動」		C																																																																																																																																																																				
			回転準備完了スイッチ「入」		C																																																																																																																																																																				
		回転プラグ回転	目標回転		R																																																																																																																																																																				
			アドレックス設定		R																																																																																																																																																																				
			角度		R																																																																																																																																																																				
			小		R																																																																																																																																																																				
			大		R																																																																																																																																																																				
			停止		R																																																																																																																																																																				
	小	R																																																																																																																																																																							
	大	R																																																																																																																																																																							
	回転完了時刻	R																																																																																																																																																																							
	自/手切換スイッチ「自」	C																																																																																																																																																																							
	回転プラグ位置決め完了	C																																																																																																																																																																							
	(3-1 RPS) ボタン「押」	C																																																																																																																																																																							
出入機移動	ピンボード「選択」	R																																																																																																																																																																							
	出入機レベルクランプ「解放」	C																																																																																																																																																																							
	移動先ドアハルブ「開」	C																																																																																																																																																																							
	移動先ドアハルブ「閉」	C																																																																																																																																																																							
	ボタン「押」	C																																																																																																																																																																							
	台車①スイッチ「自動」	C																																																																																																																																																																							
	台車②スイッチ「手動」	C																																																																																																																																																																							
	台車③スイッチ「低速」	C																																																																																																																																																																							
	台車位置ずれ「修正」	C																																																																																																																																																																							
	(3-2 CYZ)	C																																																																																																																																																																							
出入機位置決め	出入機位置決め確認	C																																																																																																																																																																							
	(3-TMS) ボタン「押」	C																																																																																																																																																																							
	出入機レベルクランプ「保持」	C																																																																																																																																																																							
	(3-2 CZRC)	C																																																																																																																																																																							
	可動ブロック「下降」	C																																																																																																																																																																							
	(3-2 CZBUD)	C																																																																																																																																																																							
燃料部Arガス置換	バージョン(3-2 CZARP)「押」	C																																																																																																																																																																							
	移動先ドアハルブ「開」	C																																																																																																																																																																							
	移動先ドアハルブ「閉」	C																																																																																																																																																																							
	(3-2 CZDV)	C																																																																																																																																																																							
出入機グリッパ「下降」	ホット番号	R																																																																																																																																																																							
	(3-2 CYE)	R																																																																																																																																																																							
	グリッパ荷重	R																																																																																																																																																																							
	(低速下降中)	R																																																																																																																																																																							
	下限時グリッパストローク	R																																																																																																																																																																							
出入機グリッパ「つかみ」	爪操作前	R																																																																																																																																																																							
	(3-2 CYG)	R																																																																																																																																																																							
	爪操作後	R																																																																																																																																																																							
出入機グリッパ「上昇」	グリッパ荷重	R																																																																																																																																																																							
	(低速上昇中)	R																																																																																																																																																																							
	上昇時グリッパストローク	R																																																																																																																																																																							
	上昇時爪ストローク	R																																																																																																																																																																							
	グリッパ上昇時刻	R																																																																																																																																																																							
	出入機ドアハルブ「開」	C																																																																																																																																																																							
	移動先ドアハルブ「閉」	C																																																																																																																																																																							

第 4.7 - 7 図 運転記録様式例

Fig. 4.7 - 7 Example of The Operation Record Format

燃 料 取 扱 関 係 文 書 一 覧 表						
文 書 名	様 式 No.	記入名(作成者)	確 認	承 認	備 考	
◦ 燃料取扱作業詳細工程表	原1燃-1-1			MK-II P.L	炉内燃料取扱	
◦ 燃料移動管理表 (1)	" -1-2			"		
◦ " (2)	" -1-3			"		
◦ 燃料取扱設備運転業務引継日誌 (格内)	原1燃-2-1	燃取責任者	直長・運管	"		
◦ 同上 日誌用第2用紙	" -2-2	"	"	"		
◦ 燃料取扱設備運転業務引継日誌 (格外)	" -2-3	"	"	"		
◦ 同上 日誌用第2用紙	" -2-4	"	"	"		
◦ 燃取主制御盤運転前状態確認書	原1燃-3-1	T/R 操作員	燃取責任者	"		
◦ 回転プラグ "	" -3-2	R/P "	直長・運管	"		
◦ 燃料交換機・燃料出入機運転前状態確認書	" -3-3	INCO又は EXTRA "	"	"		
◦ 新燃料貯蔵設備運転前状態確認書	" -3-5	" "	"	"		
◦ トランスファロータ運転前状態確認書	" -3-6	T/R "	"	"		
◦ 燃料取扱キャスクカー "	" -3-7	C/C "	"	"		
◦ 燃料洗浄設備 "	" -3-8	C/P "	"	"		
◦ 使用済燃料貯蔵設備 "	" -3-9	S/F "	"	"		
◦ 燃料つかみ部洗浄設備 "	" -3-4	INCO又は EXTRA "	"	"		
◦ 燃料取扱設備点検記録 (1) 格納容器内	原1燃-4-1	名操作員	燃取責任者	"		
◦ 燃料取扱設備点検記録 (2) 原子炉付属建家	" -4-2	"	直長・運管	"		

文 書 名	様 式 №	記入者(作成者)	確 認	承 認	備 考
◦ 燃料交換機燃料移送記録	原1燃-5-1	INCO 操作員	燃取責任者 直長・運管	"	
◦ 燃料出入機燃料等移送記録(引抜)	" -5-2	EXTRA操作員	"	"	
◦ " " (装荷)	" -5-3	"	"	"	
◦ 新燃料貯蔵設備燃料移送記録	" -5-4	N/F 操作員	"	"	
◦ 燃料取扱用キャスクカー燃料移送記録(N/F→T/R)	" -5-5	C/C 操作員	"	"	
◦ " " (T/R→C/P)	" -5-6	"	"	"	
◦ " " (T/R→FMF)	" -5-7	"	"	"	
◦ トランスファロータ燃料移送記録	" -5-8	T/R 操作員	"	"	
◦ 燃料洗浄設備燃料洗浄移送記録	" -5-9	C/P 操作員	"	"	
◦ 使用済燃料貯蔵設備燃料移送記録-1(空缶準備)	" -5-10	S/F 操作員	"	"	
◦ " -2(缶詰, 缶移送)	" -5-11	"	"	"	
◦ 使用済燃料払出し燃料移送記録	" -5-12	"	"	"	
◦ 使用済燃料受入れ燃料移送記録	" -5-13	"	"	"	
◦ プール間移送燃料移送記録(第1プール払出し)	" -5-14	"	"	"	
◦ プール間移送燃料移送記録(第2プール受入れ)	" -5-15	"	"	"	
◦ 燃料交換機グリッパ洗浄記録	原1燃-6-1	INCO 操作員	燃取責任者 直長・運管	"	
◦ 燃料出入機 "	" -6-2	EXTRA操作員	"	"	
◦ キャスクカー・グリッパ洗浄記録	" -6-3	C/C 操作員	"	"	
◦ 燃料出入機D/P交換記録	" -6-4	EXTRA操作員	"	"	
◦ 燃料取扱用キャスクカー内側D/P交換記録	" -6-5	C/C 操作員	"	"	
◦ 燃料交換機準備及び停止運転操作	" -6-6	INCO 操作員	"	"	
◦ モレキュラシーブ保守記録(乾燥)	" -6-7	C/C, C/P操作員	"	"	
◦ " " (冷却)	" -6-8	"	"	"	
◦ 水冷却池水処理設備運転記録	" -6-10	点 検 員	"	"	
◦ SFF水冷却浄化設備運転記録	" -6-11	"	"	"	

4.8 未臨界度監視

MK-II 移行作業は全制御棒が全引抜状態であっても十分深い未臨界度体系で行われるので、十分安全であり、作業手順上、大きな正の反応度が体系に挿入されることはない。しかし、万一の誤操作、誤作業にそなえて、未臨界度監視を行いながらMK-II 移行作業を行うことにした。

1) 他の原子炉施設での燃料交換作業時の未臨界度監視

未臨界度監視を行うにあたり、まず他の原子炉施設での燃料交換作業時には未臨界度監視をどのように行っているかを調査した。

調査対象とした原子炉はEBR-II、FFTF、ふげん、JMTR、敦賀原発、大飯原発等である。

調査結果は以下に示すように、大多数の原子炉施設では燃料交換作業時には未臨界度の制限値を設定しているか、あるいは何らかの条件をつけて実施していることが判った。

(1) EBR-II (FBR)

燃料交換作業は炉容器内の中性子遮幣体中に挿入されている中性子検出器LCR (Log Count Rate; source range)の計数率が、下表の計数率範囲にあることを監視しながら燃料交換作業を行う。なお、計数率と未臨界度との関係は調査した範囲では判らなかつた。

	Limiting Trip Setting	Administrating Trip Setting
Period	20 sec	25±3 sec
Minimum Flux Level	5 cps	10±1 cps
High Source Flux Level	2000 cps	1500±500 cps

出典： EBR-II Operator Training Manual
Reactor Systems Vol. III, P. R-4B-41

(2) FFTF (FBR)

燃料交換作業は10.4 dollars* (shutdown margin)以上の未臨界度を維持しながら行う (P.133, P.172)。⁺

* $Beff = 0.318\%$ (P.184)⁺より $3.3\% \Delta K / K$ となる。

+ FFTF Technical Specifications RP-2

(3) ふげん発電所 (ATR)

交換すべき使用済燃料 ($\frac{1}{4}$ core)を全部炉外へ取出した後、新燃料を1体毎炉心へ装荷する。装荷の際、SUM (Start up Monitor)により逆増倍曲線をとって臨界監視を行う。

(4) JMTR (BWR)

燃料交換時は $K_{eff} = 0.9$ 以下 (制御棒全挿入)であることを起動系で監視しながら行う。

(5) 敦賀原発 (BWR)

最大反応度値の制御棒 1.5 体 (約 1%ΔK/K) を引抜き、未臨界であることを確認してから燃料交換作業に入る。燃料交換作業中は 4 ケ所の SRM (Source Range Monitor) で監視する。SRM の計数率の制限値に特に設定していない。

(6) 大飯原発 (PWR)

燃料交換作業は $K_{eff} = 0.9$ 以下であることを NIS 盤 (Nuclear Instrument System 盤) の中性子検出器 SRM により確認しながら行う。その際の冷却水中の B10 濃度は、2000 ppm (運転中より濃い) である。

2) 未臨界度測定法

未臨界度測定法には

- (1) Modified Source Multiplication Method (MSM法)
- (2) Breakfrequency Noise Analysis (BFNS法)
- (3) Inverse Kinetics Rod Drop Method (IKRD法)

等があり、これらの方法の精度や適用範囲等について検討されている。^{*}

MK-II 移行作業期間中の未臨界度監視は上記①の MSM法で行う計画 [MK-II 炉心燃料が装荷される燃料交換 (5) で行う]^{**}であるので、本方法の理解を深めるために、外国で行われた M-SM法の評価について調査した。この MSM法は FFTF での燃料交換作業の際にも用いられており、又、英国の臨界集合体 ZEBRA でも評価・検討が行われているので、これらの炉心での評価結果について、その概要を記す。

(1) MSM法の原理

Modified Source Multiplication Method (MSM法) は、Source Multiplication Method (SM法) を基にしている。SM法で用いられる未臨界度 ρ と検出器による計数率 CR との関係式は一点炉近似の動特性方程式から得られる。

$$\frac{dn}{dt} = \frac{\rho - \beta}{\ell} n + \sum_i \lambda_i C_i + S \quad (1)$$

$$\frac{dC_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\ell} n - \lambda_i C_i \quad (2)$$

* 詳細は NSE 59, 350-368 (1976) を参照されたい。以下の節でも記すが、この論文の要旨は以下のようなものである。

この論文は FFTF の燃料交換作業の際に用いるべき未臨界度監視法について、ZPR-9 (FFTF の mock up core) で行った検討結果について記述したものである。それぞれの方法の適用未臨界度は、MSM法では $\rho = 0 \sim 35 \$$ 、BFNS法では $\rho = 0 \sim -35 \$$ 、IKRD法では $\rho = 0 \sim -12 \$$ であり、それぞれ 5% の差異で一致している。なお、 $\rho = -35 \$$ は炉停止時の未臨界度であり、又、検出器は反射体外側の遮蔽体中 (LLFM の位置) に置かれている。

** 燃料交換 (5) 以外の作業での未臨界度監視は計数率の変化で見ることにしている。

但し, $n = \text{total neutron population} = \frac{\phi}{v}$ $v = \text{neutron speed}$

$$\rho = \frac{K-1}{K}$$

$\beta_i = \text{effective delayed neutron fraction for delayed group } i$

$\ell = \text{prompt neutron generation time} = \ell_p / K$ ($\ell_p = \text{prompt neutron life time}$)

$\lambda_i = \text{delayed neutron decay constant for delayed group } i$

$C_i = \text{delayed neutron precursor density for delayed group } i$

$S = \text{extraneous effective neutron source}$

方程式①, ②を定常状態で解く

$$\frac{dn}{dt} = 0 \text{ より } \frac{\rho - \beta}{\ell} n + \sum_i \lambda_i C_i + S = 0 \tag{3}$$

$$\frac{dC_i}{dt} = 0 \text{ より } \frac{\beta_i}{\ell} n - \lambda_i C_i = 0 \tag{4}$$

④を③に代入して整理すると

$$\rho = -\frac{S\ell}{n} \tag{5}$$

今, 検出器の検出効率 ϵ を体系全体での fission rate 当りの計数率 CR と定義すると,

$$n = \frac{\nu - CR \cdot \ell}{\Sigma} \tag{6}$$

が得られる。^{*}

⑥式を⑤式に代入して整理すると

$$\rho = -\frac{1}{CR} - \frac{\epsilon S}{\nu} \tag{7}$$

となる。 $Q = \epsilon S / \nu$ とおくと, 以下の式のように見なれた式が得られる。

$$\rho = -\frac{Q}{CR} \tag{8}$$

* 検出効率 ϵ は定義により以下のように表わせる。

$$\epsilon = \frac{\int v d f \Sigma d \phi d v d E}{\int v c f \Sigma f \phi d v d E}$$

又,

$$n = \int v c f \frac{\phi}{V} d v d E$$

$$\ell = \frac{\int v c f \frac{\phi}{V} d v d E}{\int v c f \nu \Sigma f \phi d v d E}$$

であるから

$$CR = \frac{\epsilon_n}{\nu \ell} = \frac{\Sigma d \phi}{\Sigma f \phi} \cdot \frac{1}{\nu} \cdot \frac{\phi}{V} \cdot \frac{1}{\phi/V} = \Sigma d \phi \quad (\text{積分記号は省略})$$

となり、⑧式が導出される。

基準体系からの微小変化（例、control rodeの小さな変動）に対してはQは一定とおけるので、⑧式は $\ell = 0$ を初期状態を表わすものとする、第i状態では以下のように表わせる。

$$\rho_i = -\frac{Q_0}{CR_i} \quad \text{⑨}$$

$$\text{但し、} Q_0 = -\rho_0 CR_0 = \frac{\epsilon_0 S_0}{\nu_0}$$

⑨式がSM法と言われる方法である。

燃料交換作業時では、炉心状態は基準体系から大きく変化するので、炉心の中性子源の強度及びその分布も大きく変化する。

従って、燃料交換の際は、⑨式をそのまま用いることは適切ではない。実効的中性子源強度Qは、一般に、燃料中性子源の強度、体系の未臨界度、及び検出器効率の違い等の依存性がある。そこで、configuration factorと言われる補正係数 F_i ($i = \text{炉心状態}$)を用いて、SM法を修正する。

$$\rho_i = -\frac{Q_0 F_i}{CR_i} \quad \text{⑩}$$

F_i は以下のように定義される。

$$F_i = \left(\frac{Q_i}{Q_0} \right)' = \left(\frac{\rho_i CR_i}{\rho_0 CR_0} \right)' = \left(\frac{\epsilon_i S_i \nu_0}{\epsilon_0 S_0 \nu_i} \right)'$$

プライムは計算により得られることを示す。又、 $F_0 = 1$ と定義される。

⑩式がMSM法と呼ばれる方法である。

MSM法では、基準炉心で、 ρ_0 と CR_0 が何らかの測定法により得られるものとしている。又、第i炉心状態での未臨界度 ρ_i の予測は計算により得た F_i が用いられるので、 F_i の計算法について検討する必要がある。

F_i が $\left(\frac{\rho_i CR_i}{\rho_0 CR_0} \right)$ から得られる場合、 ρ_i は実効増倍率計算により、又、 CR_i は、Sb-Be、

及び、燃料を中性子源とする中性子束計算により、それぞれ得られる。特に、中性子束計算の際には燃焼した燃料の中性子放出率の正確な評価が必要である。

(2) MSM法の評価

a) ZPR-9の場合(脚注に記す文献から引用した)^{*}

FFTFのengineering mock up coreであるZPR-9(臨界集合体)で、FFTFの炉停止時の未臨界度測定法についての検討が行われた。それらは、前記したように、以下の3方法である。

- MSM法
- BFNS法
- IKRD法

FFTFの炉停止時の最大未臨界度は $-35 \$$ であるので、ZPR-9での未臨界度 $\rho = 0 \sim -35 \$$ はFFTF模擬制御棒の挿入パターンを変えることにより、得ている。

ここではMSM法を中心にして記すことにする。ZPR-9のloading core mapと測定に用いられた検出器位置を第4.8.1図に示す。

未臨界度 ρ は以下の式を用いて得られた。

$$\rho(\$) = \frac{A}{CR} \cdot \frac{\epsilon_0}{\epsilon_i} \cdot \frac{S_0}{S_i} \cdot \frac{\beta_i}{\beta_0} \cdot \frac{\nu_i}{\nu_0}$$

それぞれのパラメータは次のようである。

- Aは校正定数で、near delayed critical (-0.02 cents) から $-1.3 \$$ の範囲で、IKRD法で決められた。
- ϵ_i はPuO₂-UO₂燃料を中性子源とする体系でのDOT-XY輸送計算により得た。その際のB²はneutron energy依存で3次元モンテカルロ計算により得たものである。又、他のパラメータS, β , ν も輸送計算により得た。
- S_0/S_i は $\rho = 0 \sim -35 \$$ で1%以内の変動であった。
- β の ρ 依存性はわずかにあり、 $\rho = -35 \$$ の場合より $\rho = 0$ の場合($\beta_0 = 0.33 \%$)の方が3%大きかった。なお、 β は ρ に比例していた。
- ν は $\rho = 0$ の場合より、 $\rho = -35 \$$ の場合の方が0.2%大きい。

以下にZPR-9での検討結果について記す。

イ) MSM法における検出器の種類及び設置位置等の依存性の検討

検出器の種類及び設置位置等の依存性を実験的に評価した。その評価結果を第4.8-2図に示す。未臨界度は特定領域に設置された検出器の平均値である。この図から、未臨界度は検出器の種類(Fission Counter, U235, ³He)や設置位置(core, Radial Reflector, LLFM)^{**}にほとんど依存しないことが判った。

** Low-Level Flvx Monitorの略, FFTFでの起動系

* J.T.Mihalczko, "Reactivity Surveillance Experiments with the Engineering Mock-up Core of the Fast Flwx Test Facility Reactor", NSE, vol.59, 350-368, 1976.

ロ) BFNA法との比較

比較図を第4.8-3図に示す。両方法は非常に良く一致していることが判る。両方法の差異は、未臨界度が5\$以下の時は平均して5%以下であり、5\$以上35\$以下では1.9%であった。ただし、第4.8-3図に示したBFNA法での反応度は検出器が炉心領域に置かれた場合のものである。Reflectorに置かれた場合は、かなり異なったものとなる。

ハ) IKRD法との比較

IKRD法を用いて測定された未臨界度を第4.8-1表に記す。この表はU235 fission counterと³He counterと、core Radial Reflector, Axial Reflector及びLLFM位置等に設置して測定した結果である。この表の値と、MSM法から得た未臨界度とを比較したものが第4.8-4図である。IKRD法による測定値は $\rho = -12\$$ を超えると、その誤差が特に大きくなる。しかし、LLFMの場合、 $\rho = 0 \sim -12\$$ の範囲では5%の誤差(統計誤差1%, β (核データ)2%, Beffの計算法2%)で測定できることが判った。

b) ZEBRA炉心の場合*

英国では、大型高速炉の炉停止時の未臨界度監視に用いられるMSM法の評価が臨界集合体ZEBRAを用いて実験的に行われた。構成された炉心は大型炉を模擬したBIZET計画のBZ-A^{*}及びBZ-B炉心である。

BE-B炉心の炉心装荷図と検出器の設置位置を第4.8-5図に示す。MSM法による未臨界度評価は以下の式を用いて行われた。用いた検出器の位置を*i*とし、未臨界の2炉心状態を考える。基準炉心での未臨界度は校正されているものとする。

$$\left[\frac{\rho_2}{\rho_1} \right]_{\text{exp., } i} = F_i \left[\frac{CR_{1i}}{CR_{2i}} \right]_{\text{exp.}}$$

$$\text{但し, } F_i = \left[\frac{\rho_2 CR_{2i}}{\rho_1 CR_{1i}} \right]_{\text{calc.}}$$

correction factor *F*はX-Y, 6G, FGL-5 Cross Section Setを用いて計算された。計数率 CR_i の計算の際の中性子束は外部中性子源を燃料(Spontaneous Fissionと $0(\alpha, n)Ne$ を考慮)として算出されたものである。

* 「J. M. Stevenson, et al., " Experience with Subcritical Monitoring in Large Critical Assemblies, " P. P. 131-146, IAEA-244/40」から引用した。

** BZ-B炉心のpreliminary versionで、pulsed source techniqueによる未臨界度測定が行われた。

EXPERIMENTS FOR REACTIVITY SURVEILLANCE

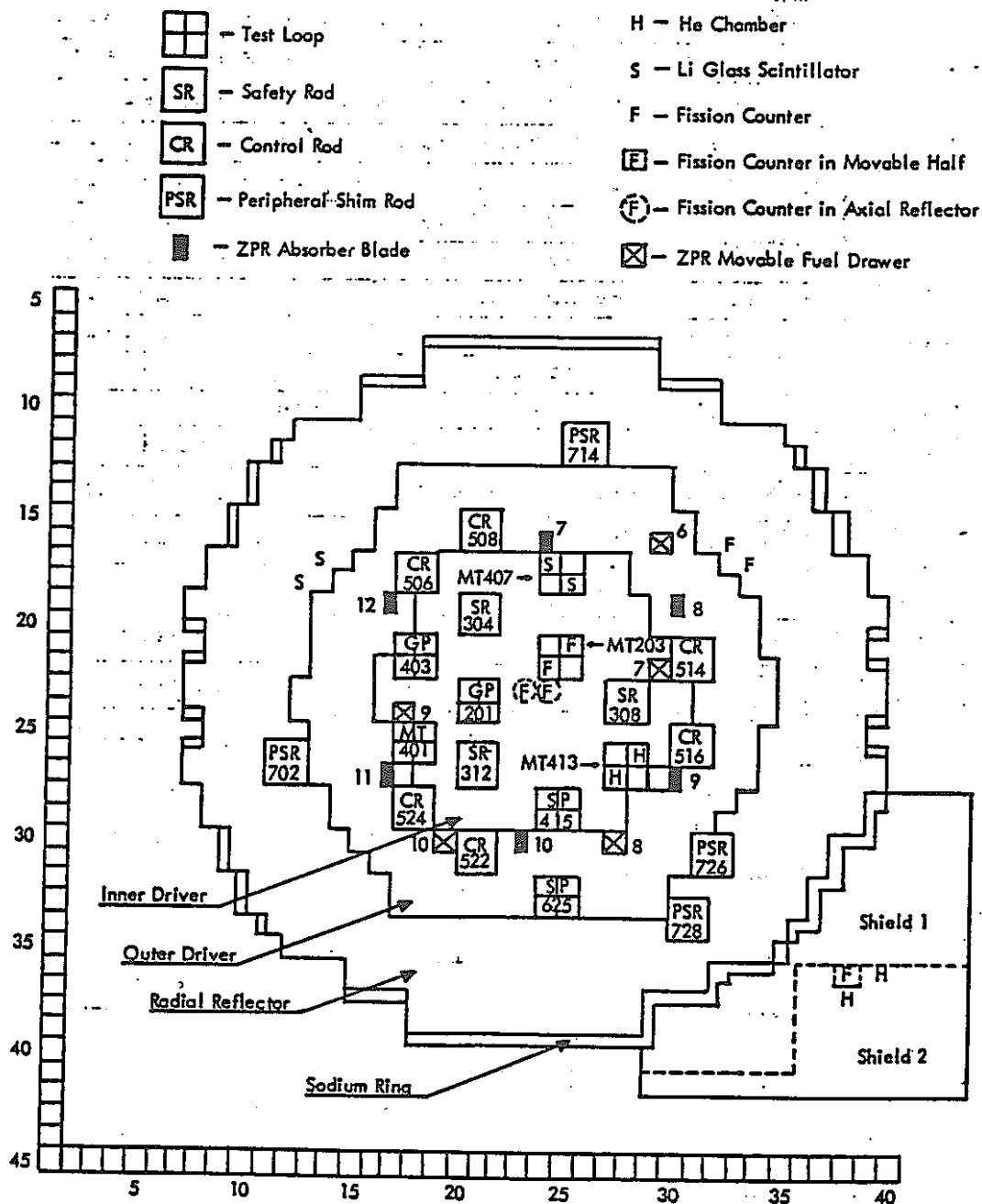
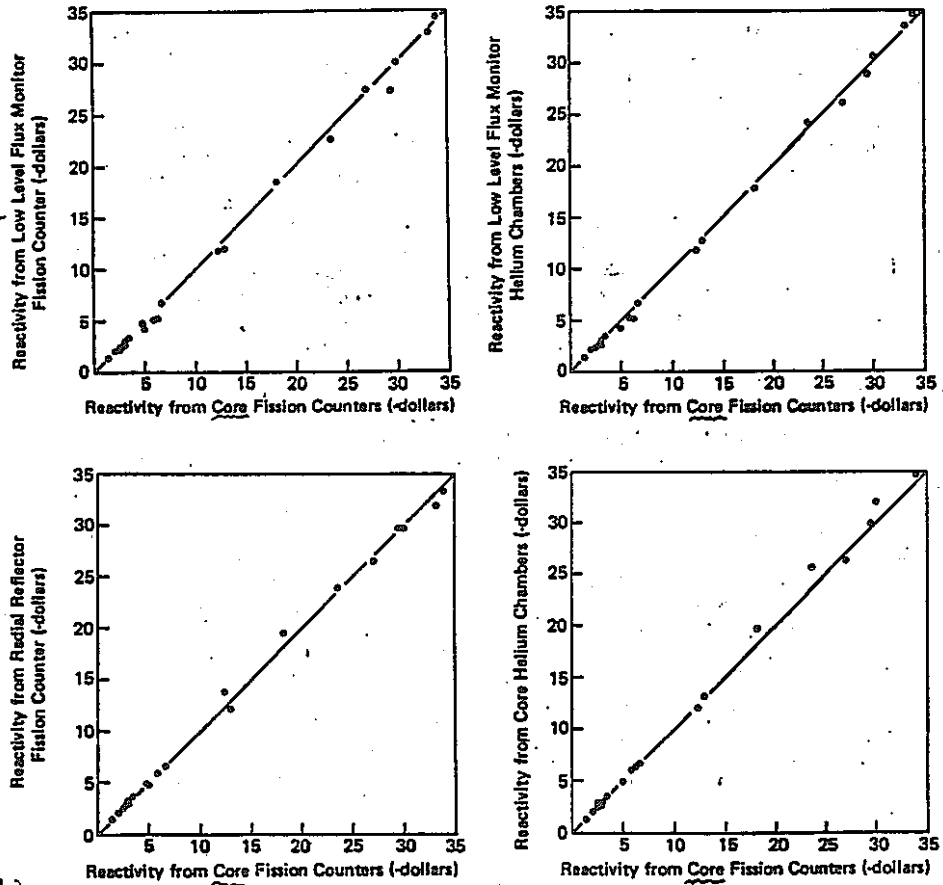


Fig 4.8 - 1 . Stationary half of the BOL-REF-5S loading of ZPR-9 at the midplane.



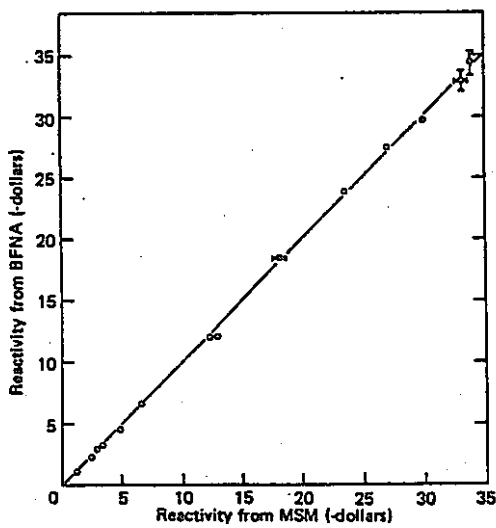
4.8.2

Comparison of reactivities from modified source multiplication measurements with values from fission counters in the core (solid lines have slope of unity).

11235

第 4.8 - 2 图

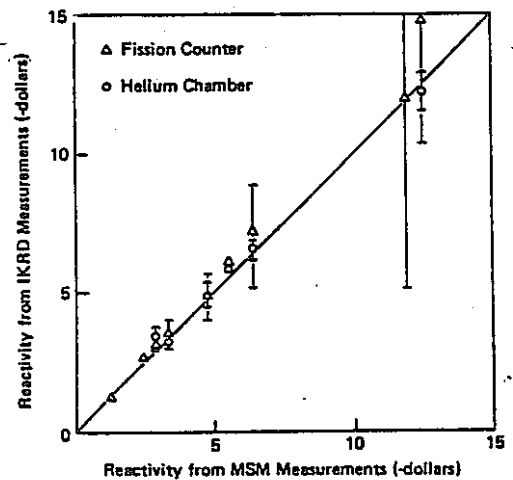
Fig 4.8 - 2



Comparison of reactivities from breakfrequency noise analysis (BFNA) with core lithium scintillators with modified source multiplication (MSM) measurements with core fission counters.

Fig 4.8 - 3

第 4.8 - 3 图



Comparison of reactivities from IKRD measurements with those from MSM measurements.

Fig 4.8 - 4

第 4.8 - 4 图

第 4.8 - 1 表
Table 4.8 - 1

Reactivities from Inverse Kinetics Rod Drop Measurements for Various Steps of the Experiment

Step	Reactivity (-dollars) for Detectors in				ANL
	Core	Radial Reflector	Axial Reflector	Low Level Flux Monitor	
B 4	1.284 ± 0.058 (F) ^a 1.277 ± 0.039 (H)	1.344 ± 0.042 ^b (F)	1.345 ± 0.047 (F)	1.348 ± 0.123 (F) 1.285 ± 0.037 (H)	---
	[2.773 ± 0.122 (F)] ^c [2.855 ± 0.041 (H)]	[2.902 ± 0.093 ^b (F)]	[2.899 ± 0.114 (F)]	[2.799 ± 0.236 (F)] [2.562 ± 0.063 (H)]	---
C 4	3.56 ± 0.52 (F) 3.22 ± 0.16 (H)	3.09 ± 0.32 (F)	3.35 ± 0.44 (F)	4.51 ± 2.85 ^b (F) 3.70 ± 0.95 (H)	3.407 ± 0.052 ^d
	[6.46 ± 0.96 (F)] [5.46 ± 0.30 (H)]	[5.57 ± 0.62 (F)]	[6.05 ± 0.78 (F)]	[7.21 ± 4.24 ^b (F)] [5.32 ± 1.12 (H)]	6.157 ± 0.108
D 4	2.659 ± 0.096 (F) 2.603 ± 0.161 (H)	2.534 ± 0.185 ^b (F)	2.651 ± 0.122 (F)	2.641 ± 0.687 (F) 2.694 ± 0.530 (H)	2.388 ± 0.042
	[5.301 ± 0.183 (F)] [4.868 ± 0.299 (H)]	[4.895 ± 0.357 ^b (F)]	[5.309 ± 0.263 (F)]	[4.857 ± 1.254 (F)] [4.549 ± 0.624 (H)]	4.338 ± 0.060
D 6	6.229 ± 3.411 (F) 4.719 ± 0.525 (H)	4.276 ± 0.586 (F)	---	13.576 ± 14.133 ^b (F) 4.442 ± 0.156 (H)	4.952 ± 0.192
	[12.553 ± 6.892 (F)] [9.268 ± 0.337 (H)]	[8.865 ± 1.527 (F)]	---	[24.729 ± 25.743 ^b (F)] [8.883 ± 0.245 (H)]	10.166 ± 0.390
E 4	3.073 ± 0.160 (F) 3.384 ± 0.423 (H)	2.871 ± 0.236 (F)	2.929 ± 0.512 (F)	3.336 ± 0.470 (H)	3.029 ± 0.002
	[5.944 ± 0.310 (F)] [6.047 ± 0.771 (H)]	[5.531 ± 0.469 (F)]	[5.637 ± 1.001 (F)]	[5.816 ± 0.208 (H)]	5.779 ± 0.011
F 4 ^e	7.112 ± 1.944 (F) 6.858 ± 0.302 (H)	5.525 ± 0.877 (F)	7.027 ± 2.586 ^b (F)	8.124 ± 3.018 ^b (H)	6.367 ± 0.306
	[14.807 ± 4.531 (F)] [12.226 ± 0.664 (H)]	[11.348 ± 1.860 (F)]	[14.348 ± 5.266 ^b (F)]	[16.286 ± 6.050 ^b (H)]	13.129 ± 0.577

^a Values given are the average of all measurements. Letters in parentheses designate the detector type: F—(la- sign counter, H—He chamber).

^b Uncertainties are from statistical errors; reactivity is a single measurement.

^c Values in brackets are postdrop reactivities, where ZPR-9 absorber blades were inserted or fuel drawers ejected.

^d ORNL analysis of inverse kinetics rod drop measurements with ANL detectors mounted above the ZPR-9 matrix. No corrections were made for detection efficiency changes during the drop.

^e For steps of the experiment plan beyond step F 4, statistical uncertainty was so large that measurements were uninterpretable.

イ) SM法とMSM法との比較

大型炉模擬制御棒の挿入パターンを種々変えて行った未臨界度測定の結果を第4.8-2表に記す。

SM法とMSM法の比較は表中の " all detectors " の反応度の平均値が両方法ではほぼ一致しているので、反応度のバラツキで比較すれば良い。SM法では最高約40%のバラツキがあり、一方、MSM法では最高約3%のバラツキであるので、MSM法では検出器位置の違いによる差異はほとんどないことが判る。従って、大型炉の検出器位置と同じ径ブランケット領域に設置された " breeder detector " による未臨界度予測は精度良く行えることが判った。因みに、MSM法で用いたF factorは0.6~1.3まで変化した。なお、表中のreference coreでの未臨界度はreference coreで校正されたZEBRA制御棒CR7 1本とCR7, CR8の2本のそれぞれの挿入状態での未臨界度を測定することにより得た。

本検討で判ったことだが、F factorは使用した核断面積セットに対して非常にinsensitiveであることである。これは、 ρ が $\frac{1}{CR}$ と直接関係している、つまり $\rho \cdot CR$ は計算のエラーのキャンセルによりあまり変動しなくなり、更に、F factorは $\rho \cdot CR$ の2炉心状態での比であるからエラーがキャンセルして、更に変動が小さくなるものと考えられる。

ロ) Pulsed Source Measurement (PSM) とMSM法との比較

PSMの際の検出器はspatial harmonicsの除かれた位置におかれた。これはsource positionをかえてチェックした。又、MSM法でのreference coreは制御棒の挿入していない炉心で、臨界に近い状態である。測定結果を第4.8-3表に記す。この表は、両方法には約5%のsystematic differenceがあり、かつ良く一致していることを示している。このsystematic differenceはMSM法ではrod calibrationから、又、PSMでは統計誤差と空間高調波の影響とから生じているものと考えられる。

ハ) 燃料交換時の燃料中性子源の局在による効果

使用済燃料と新燃料との交換により中性子源(使用済燃料)は炉心に局所的に存在することになる。ここでは、燃料中性子源の局在によるMSM法へ与える効果について検討した。

全炉心燃料からの中性子放出率と同程度の強度をもつ ^{252}Cf 中性子源1体を第4.8-6図に示した3位置にそれぞれ装荷(軸方向には炉心中心面上)し、中性子源の局在性を模擬した。未臨界状態は制御棒挿入パターンを種々かえ、更に、炉心領域にブランケット燃料を装荷することによって得た。検出器はRadial Breeder中に設置したものを用了。炉心領域の検出器は取除き、その位置へは炉心燃料を装荷した。その結果、基準炉心での未臨界度は0.4% $\Delta K/K$ から0.2% $\Delta K/K$ へと変化した。

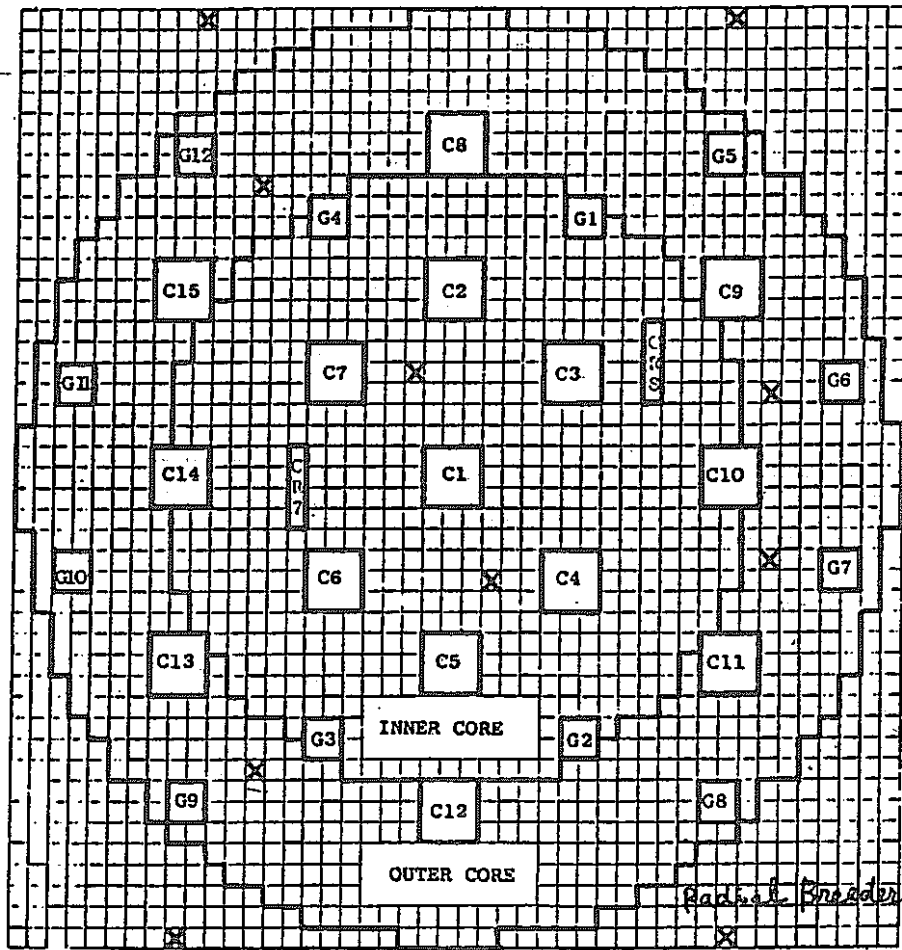
評価結果を第4.8-4表に示す。この表中で、①の未臨界度は校正されたZEBRA制御棒を挿入することにより得ている^{*}。又、②～⑥の体系のMSM法で用いられるF factor計算の際の基準炉心は①体系である。

^{**}
この表は、強度の中性子源が局在したとしてもMSM法は十分適用可能な方法であることを示している。ここで、表中の①体系の²⁵²Cfの有無による未臨界度の比がやや大きい(7%)が、これはF factor計算の際の基準炉心が臨界に近い($K_{off} = 0.9978$)ため、この体系での中性子源モードの中性子束計算(X-Y, 拡散計算)から誤差が生じたものと考えられる。臨界に近い丸め誤差、及び他の誤差により、中性子束分布よりむしろflux levelに影響を与えたものと考えられる。

* 校正済制御棒により($\rho_2 - \rho_1$)が測定され、一方MSM法により $\left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)$ が測定されるため、 ρ_1 及び ρ_2 が得られる。ここで ρ_2 が①の未臨界度である。

** 未臨界度は検出器平均である。

IAEA-SM-244/40

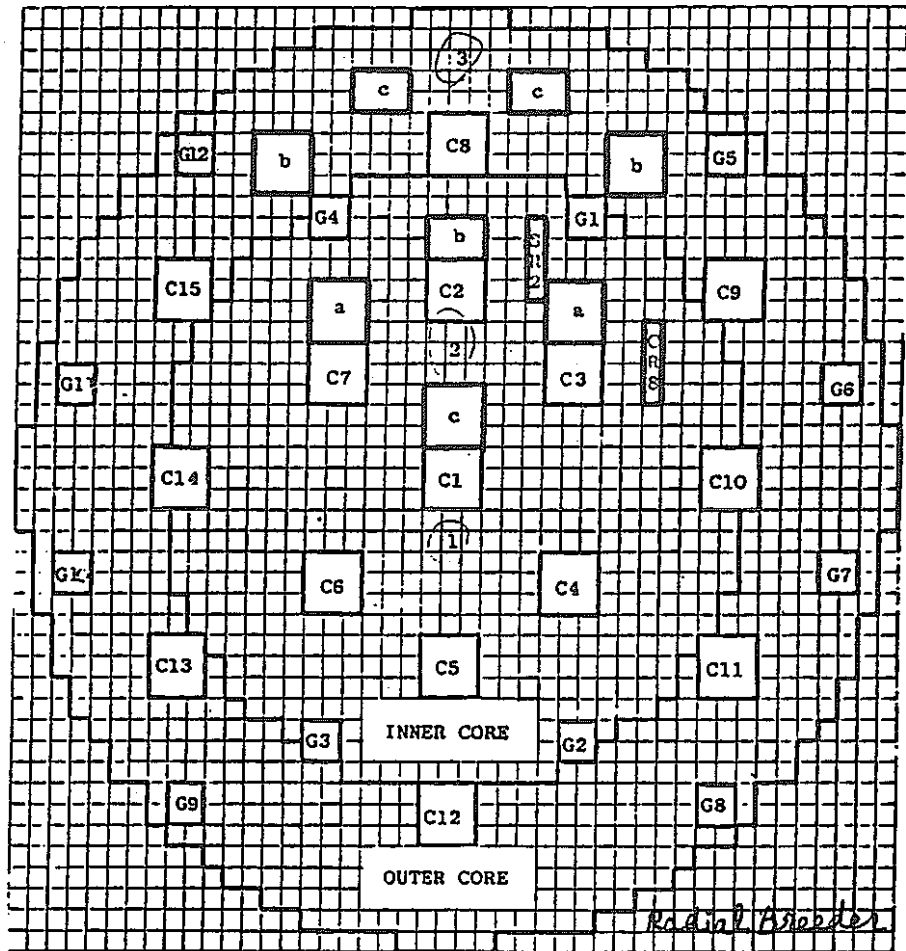


C1 → C15, G1 → G12 are singularity positions, absorber positions
 X = detector, CR7 and CR8 are Zebra control rods

Fig 4.8 - 5 Core layout of assembly BZB for subcritical absorber arrays.

第 4.8 - 5 图

STEVENSON et al.



SR2 and CR8 are Zebra control rods
 a, b, c are positions used for breeder islands
 1, 2, 3 are positions used for Cf source

Fig 4.8 - 6 Core layout of assembly BZB for subcritical monitoring studies.

第 4.8 - 6 图

第4.8-2表
Table 4.8-2

Array Reactivities using the Point-Model Approximation and MSM Correction Factors

(Units 10^{-2} dk/k)

Absorbers Present	Point Model		MSM	
	Breeder detector	All detectors	Breeder detector	All detectors
C9, C10, C12, C14, C15 } G1 + G4 (Reference) }	-0.352	-0.421 \pm 0.062	-0.416	-0.422 \pm 0.003
C8 + C15, G1 + G4	-1.386	-1.660 \pm 0.275	-1.581	-1.602 \pm 0.033
C1, C8 + C15, G1 + G4	-2.252	-2.802 \pm 0.441	-2.793	-2.822 \pm 0.064
C1 + C15, G1 + G4	-5.028	-7.221 \pm 2.064	-7.385	-7.563 \pm 0.217
C1 + C15, G1 + G12	-7.041	-9.392 \pm 1.921	-9.205	-9.422 \pm 0.258
C2 + C15, G1 + G12	-6.580	-8.452 \pm 1.402	-8.193	-8.400 \pm 0.223
C1 + C7, G1 + G12	-3.960	-5.202 \pm 1.430	-4.997	-5.082 \pm 0.123
C1 + C7, G5 + G12	-1.908	-2.597 \pm 0.766	-2.569	-2.602 \pm 0.068
C1 + C7	-0.512	-0.750 \pm 0.299	-0.769	-0.773 \pm 0.020

STEVENSON et al.

- Note: 1. The positions of the absorbers can be seen in Figure 1.
2. The errors are standard deviations about the mean, and exclude any systematic errors associated with the worth of the calibrating rod.

第4.8-3表

STEVENSON et al.

Table 4.8-3

Comparison of Reactivities in Assembly BZA
using Pulsed Source and MSM Techniques (Units 10^{-2} dk/k)

Absorbers Present	Pulsed Source	MSM	Pulsed Source MSM
C9 + C10	-0.672 ± 1%	-0.636 ± 1.4%	1.057 ± 0.017
C10 + C14	-1.017 ± 1%	-0.963 ± 1%	1.056 ± 0.014
C8 + C15	-2.68 ± 1%	-2.55 ± 1.7%	1.05 ± 0.02
C2 + C15	-9.71 ± 4%	-9.36 ± 2.4%	1.038 ± 0.048
C2 + C7	-6.30 ± 6%	-6.03 ± 1.7%	1.045 ± 0.065

- Note:
1. The reactivities are the differences on introducing the absorbers.
 2. The error for the pulsed source arises from statistics and the influence of spatial harmonics (see text). The systematic error from β_{eff} is not included.
 3. The error for the MSM is the standard deviation about the mean for the various detectors. The systematic error from β_{eff} and delayed neutron group parameters used to interpret the inverse kinetics measurements in determining the worth of the calibrating rod is not included.

第 4.8 - 4 表

Table 4.8 - 4

Comparison of MSM Reactivities with and without ^{252}Cf Source Present(Units 10^{-2} dk/k)

Array	Reactivity with Cf in Position 1	<u>With Cf</u> <u>Without Cf</u>	Reactivity with Cf in Position 2	<u>With Cf</u> <u>Without Cf</u>	Reactivity with Cf in Position 3	<u>With Cf</u> <u>Without Cf</u>
① 9 absorbers	-0.240 \pm 0.002	1.07	-0.234 \pm 0.002	1.04	-0.238 \pm 0.002	1.06
② 12 absorbers	-1.426 \pm 0.026	1.00	-1.419 \pm 0.027	0.99	-1.436 \pm 0.027	1.01
③ 18 absorbers	-6.621 \pm 0.127	1.01	-6.616 \pm 0.149	1.01	-6.541 \pm 0.181	1.00
④ 12 absorbers + Breeder a	-		-2.518 \pm 0.039	1.00	-	
⑤ 12 absorbers + Breeder a+b	-		-3.038 \pm 0.052	1.00	-	
⑥ 12 absorbers + Breeder a+b+c	-		-3.937 \pm 0.070	1.00	-	

STEVENSON et al.

- Note:
1. The 9 absorbers are C9, C10, C12, C14, C15 and G1 + G4; the 12 absorbers are C8 + C15 and G1 + G4. The 18 absorbers are C2 + C15 and G1 + G4. The position of the absorbers and the breeder elements and the Cf source are shown in Figure 2.
 2. The errors are standard deviations about the mean.
 3. CR8 is used as the reference reactivity.

(3) FFTFでの Configuration Factor Fの計算例

MSM法の理解を深めるために、以下に configuration factor の計算例を記す。

a) 計算例(1)

「P.A. Ombrellaro, et al. " Calculation of Neutron Source Strength in Fast Flux Test Facility Fuel as A Function of Irradiation," Nuclear Technology Vol 54, pp180-200, Aug. 1981 」

FFTFは40 MWt, 100日運転し、その後30日で燃料交換を行う計画であり、この運転-燃料交換のパターンを繰返す。又、燃料交換方法は3バッチ方式である。炉心装荷図と検出器配置図を第4.8-7図に示す。未臨界度監視には、これらの検出器LLFM's (Low-Level Flux Monitors) が用いられる。従って、ここで示すF factor 計算値はLLFMに対してであり、特にLLFM1の検出器に対するF factor を記す。なお、LLFMは、U 235 FCである。

F factor の計算は第3サイクル運転終了後の第4サイクル炉心構成作業実施時の82ステップに対して行われた。F factor 算出のための反応度と計数率は2次元拡散計算により得られた。計数率計算は中性子源である使用済燃料と新燃料の中性子放出率の詳細な評価(Pu, Am, Cmのspontaneous fissionと ^{17}O , $^{18}\text{O}(d, n)$)を検討)の実施後、この評価結果を用いて行われた。

第4.8-8図には使用済燃料と新燃料の交換時、及び安全棒の引抜・挿入時等の炉心状態での未臨界度の計算結果を示す。使用済燃料の新燃料との交換後の反応度は9\$増加(未臨界度-41\$→-32\$)した。一方、中性子源強度は燃料交換後、約40%減少した。これを第4.8-9図に示す。又、LLFM1の計数率は中性子源強度が約40%減少しているにもかかわらず、第4.8-10図に示すように約20%の減少である。これは未臨界度が浅くなったことにより中性子束が増加したためである。これらの未臨界度 ρ と計数率CRの計算から、

$$F = \frac{\rho_2 \cdot CR_2}{\rho_1 \cdot CR_1} \quad \text{で整理して得たものが第4.8-11図である。この図からF factor は}$$

初期に比べて約40%減少しているが、これは未臨界度が約20%減少し、計数率が約20%減少したためである。

b) 計算例(2)

「R.M. Fleischman et al " Subcritical Reactivity Surveillance Procedures for the Fast Flux Test Facility," HEDEL-TME 73-43, May 1973」

より引用した。

イ) F factor の空間分布

制御棒の挿入パターンを変えた場合のLLFM1~3のF factor 計算値及びF factor の空間分布を第4.8-12~4.8-16図に示す。ここで用いた計算法は、3角メッシュの

4群拡散計算であり、新燃料の中性子放出率は、inner driverで $116.8 \text{ n/sec. cm}^3$ 、outer driverで $142.9 \text{ n/sec. cm}^3$ である。又、LLFMはU235 fissim counterである。

基準炉心体系は第4.8-12図に示した体系図のうち、第5列の制御棒1体の“IN”が $\frac{1}{2}$ 挿入とした場合のものであり、かつ、臨界に非常に近い。これらの図から次のことが判る。F factorの空間分布は未臨界度の違いを別にすれば、中性子束分布についての基準体系と制御棒挿入パターン変更体系との比の空間分布である。従ってF factorは空間依存性があり、特に、制御棒近傍の検出器の場合、その制御棒が挿入（on引抜）された場合は、その制御棒から遠方の検出器に比べて、F factorは変化量が非常に大きい。これは特に第4.8-16図のLLFM1に見られる。

ロ) F factor 計算のエネルギー群数効果

前節では4群計算による結果について記したが、ここではエネルギー群数効果についての検討結果について記す。

エネルギー群数効果は42群計算と、4群、15群、21群、30群のそれぞれの計算とを比較して検討したものである。F factor計算の際の基準炉心は臨界近傍であり、制御棒パターン変更炉心は全制御棒全挿入（ $\rho = -30\%$ ）である。計算結果を第4.8-5表に示す。この表から、未臨界度と計数率には最高13%の差異が見られるが、F factorには、2%以下の差異しか表われていないことが判る。従って、F factorにはエネルギー群数効果はほとんどなく、4群計算でもほぼ十分であることが判る。なお、本表のF factor計算位置は記述がないので不明だが、LLFM1～3の位置と推定される。

ハ) 計数率のバックグラウンド効果

実際に計測する場合、計数率の中にはバックグラウンドBGが混入されている。特にconstant backgroundで計数率が少ない（ ρ が深い）場合、未臨界度を与える効果は大きいと考えられる。そこで、この効果について検討した。検討結果を第4.8-6表に記す。この表はBGの補正なしでは、未臨界度は実際のものより浅く得られることを示している。問題はovercorrectの場合で、実際よりも深い未臨界度の表示に基づいて、炉心を監視していることになるので危険側である。従って、BG補正はovercorrectにならないように注意が必要であろう。

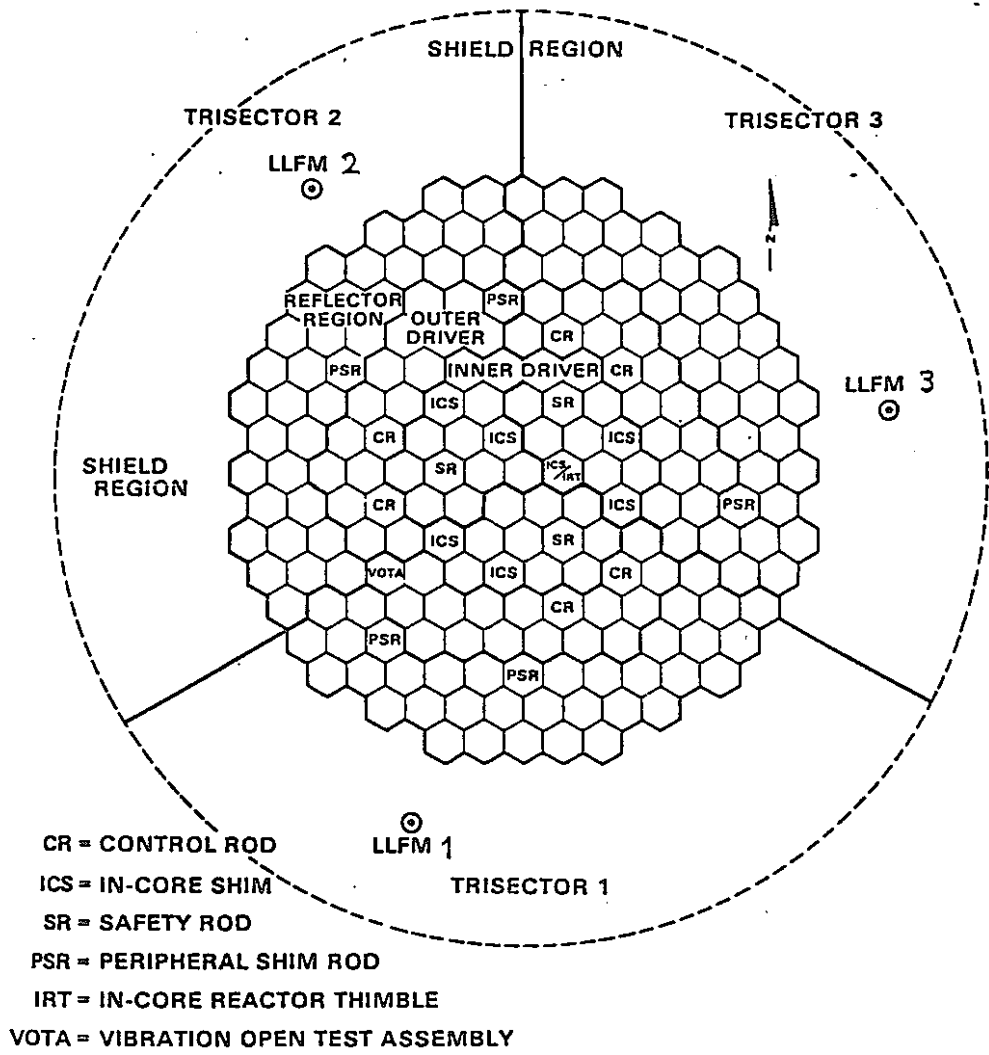
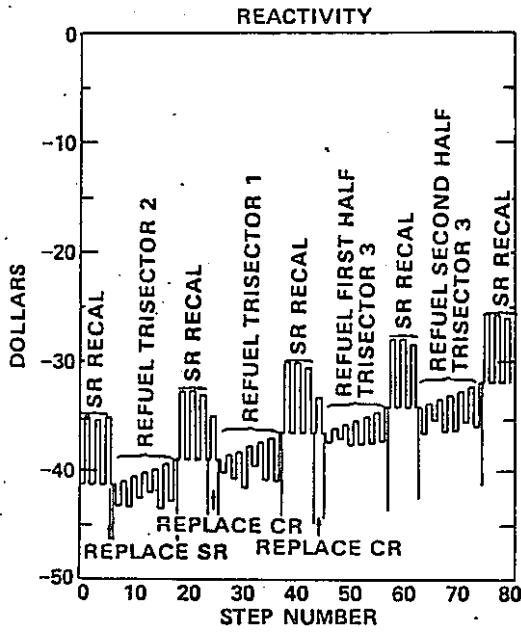
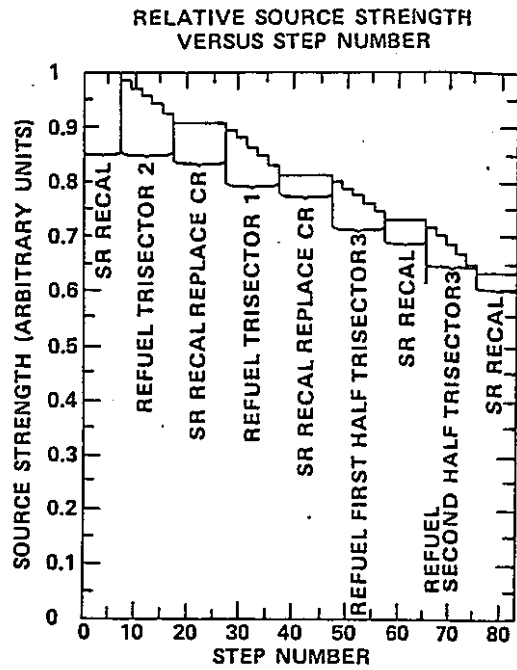


Fig 4.8 - 7 Core configuration at zero power physics state.



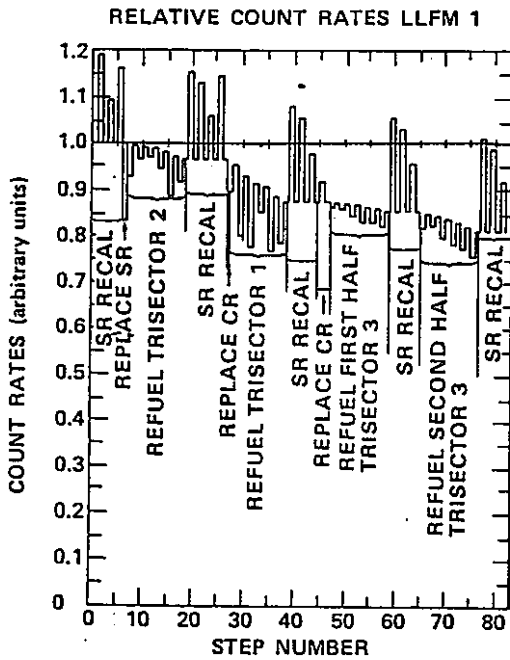
Reactivity versus step number during refueling EOC-3/BOC-4.

第 4.8 - 8 ☒
Fig 4.8 - 8



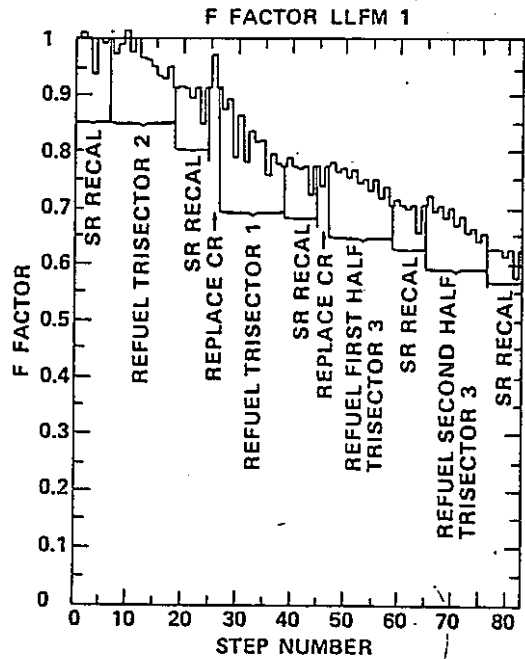
Relative source strength versus step number during refueling EOC-3/BOC-4.

第 4.8 - 9 ☒
Fig 4.8 - 9



Relative count rate for LLFM 1 versus step number during refueling EOC-3/BOC-4.

第 4.8 - 10 ☒
Fig 4.8 - 10



Configuration factors for LLFM 1 versus step number during refueling EOC-3/BOC-4.

第 4.8 - 11 ☒
Fig 4.8 - 11

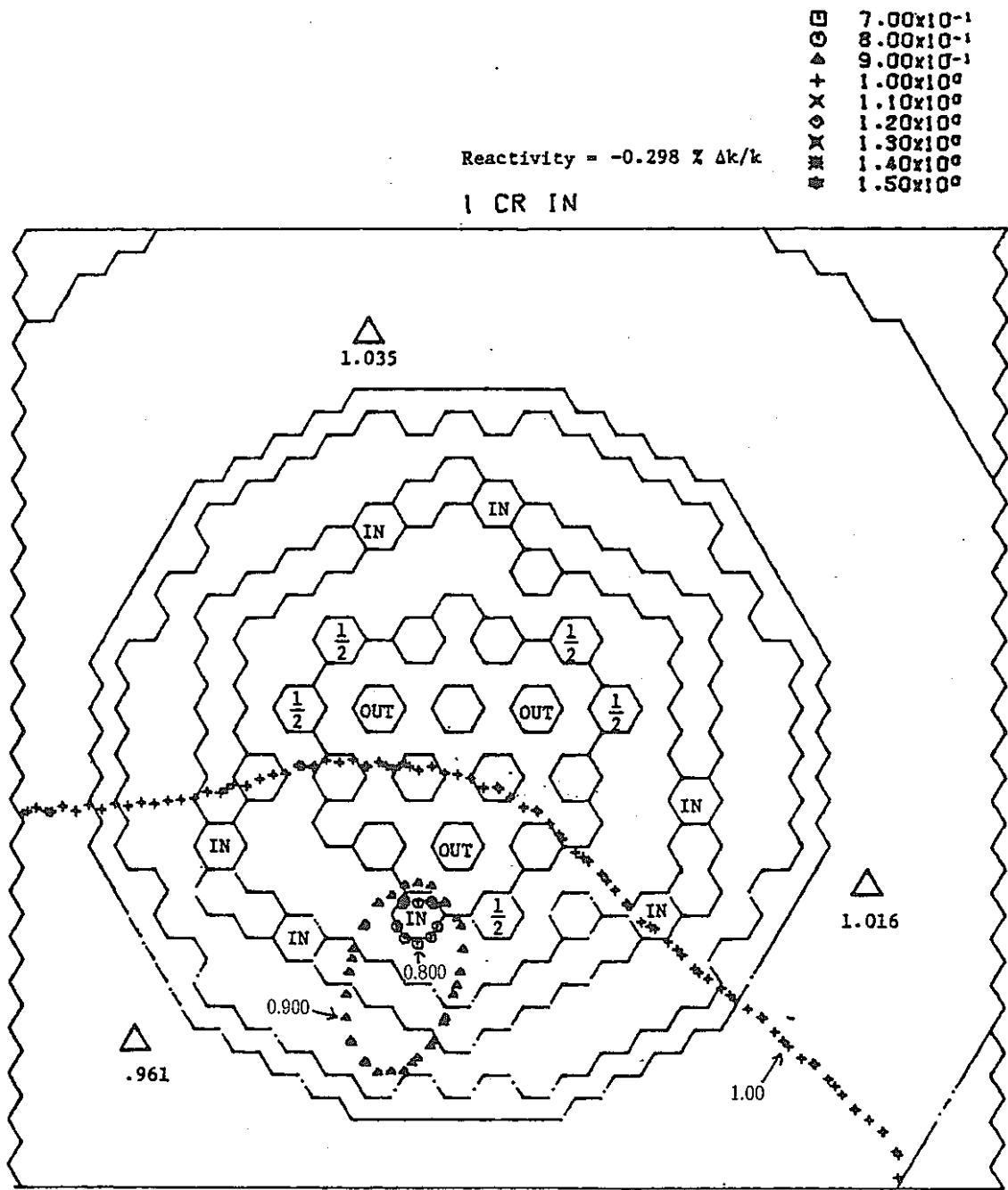


Fig 4.8 - 12 FTR Subcritical Configuration Factors.

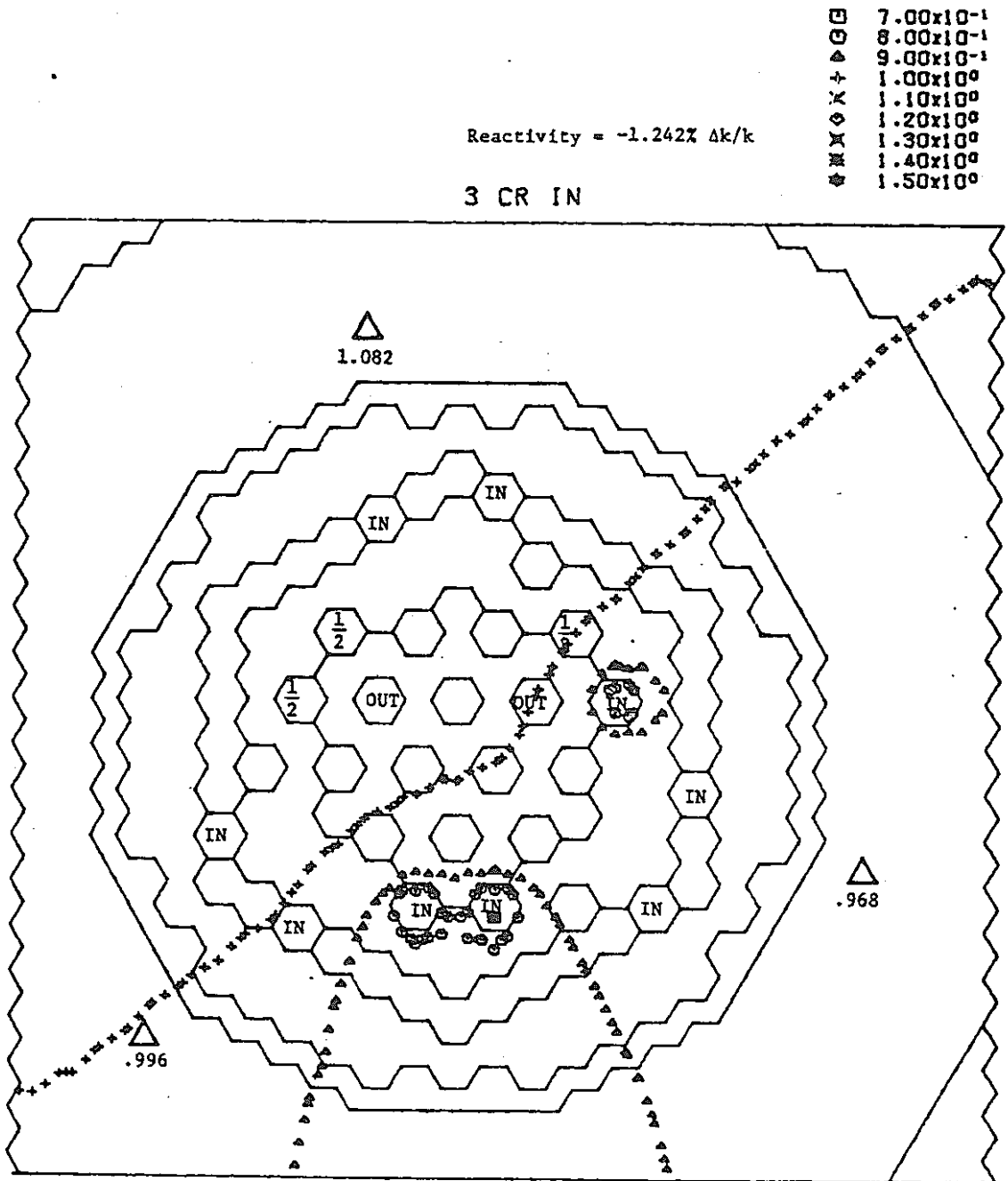


Fig 4.8 - 13 FTR Subcritical Configuration Factors.

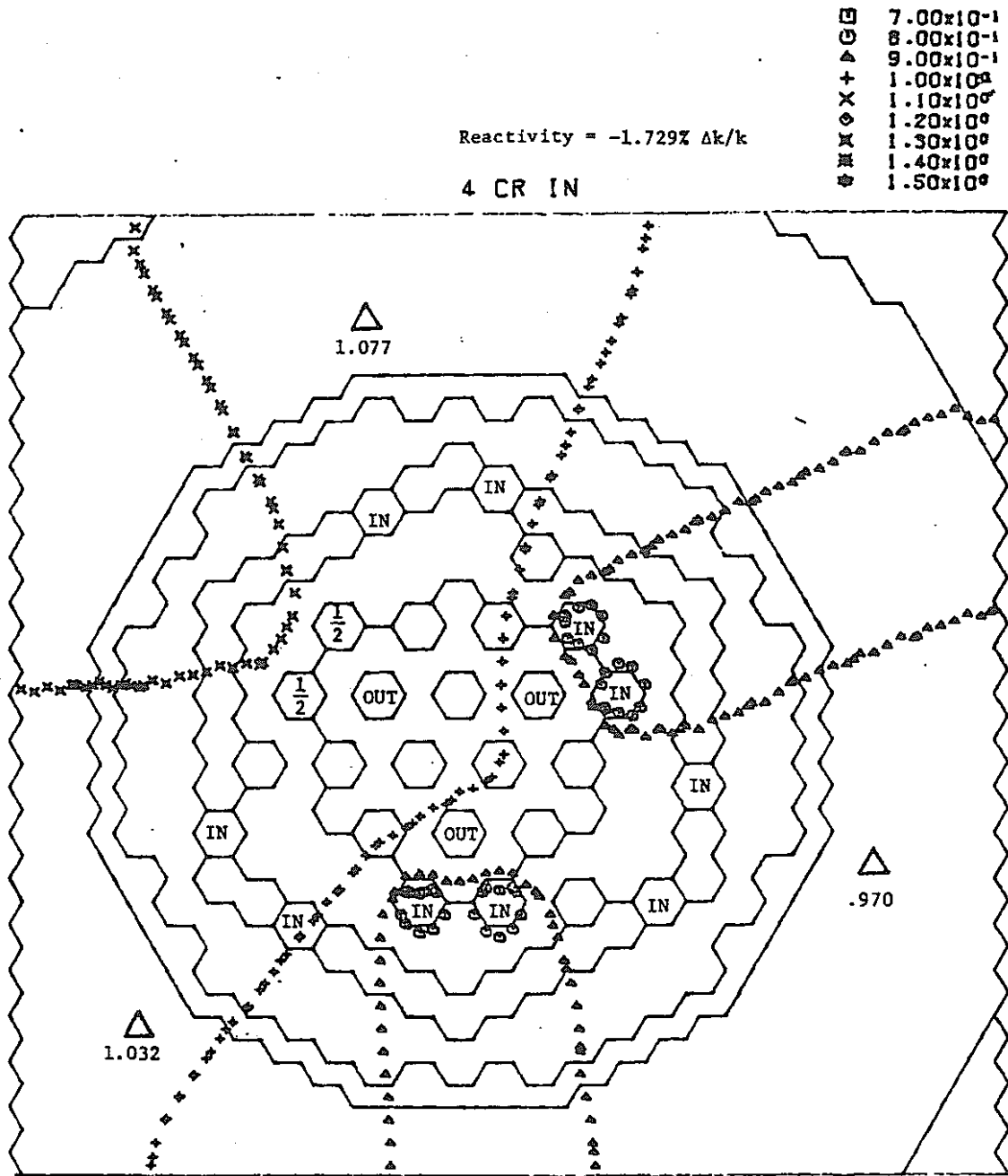


Fig 4.8 - 14 FTR Subcritical Configuration Factors.

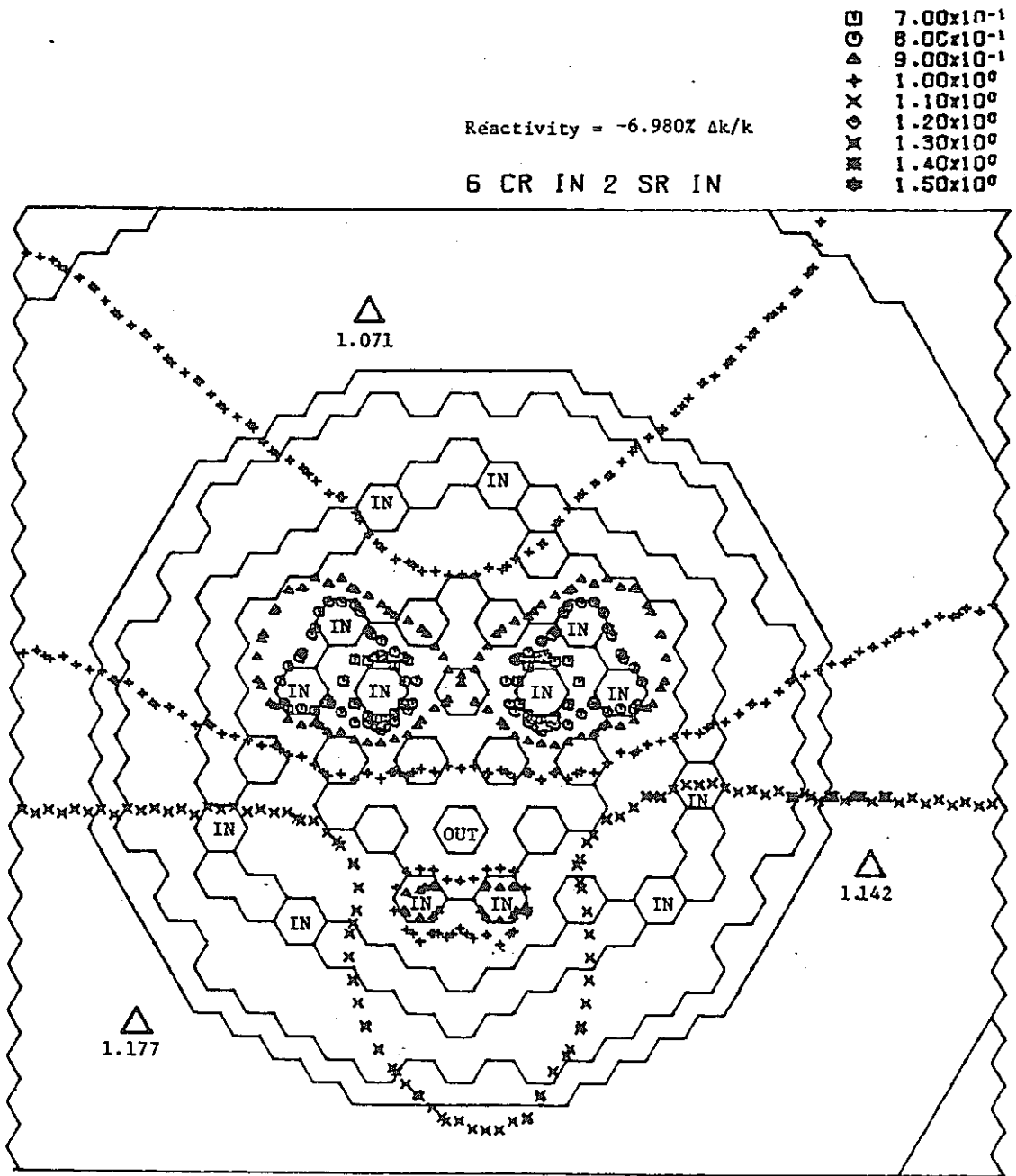


Fig 4.8 - 15 FTR Subcritical Configuration Factors.

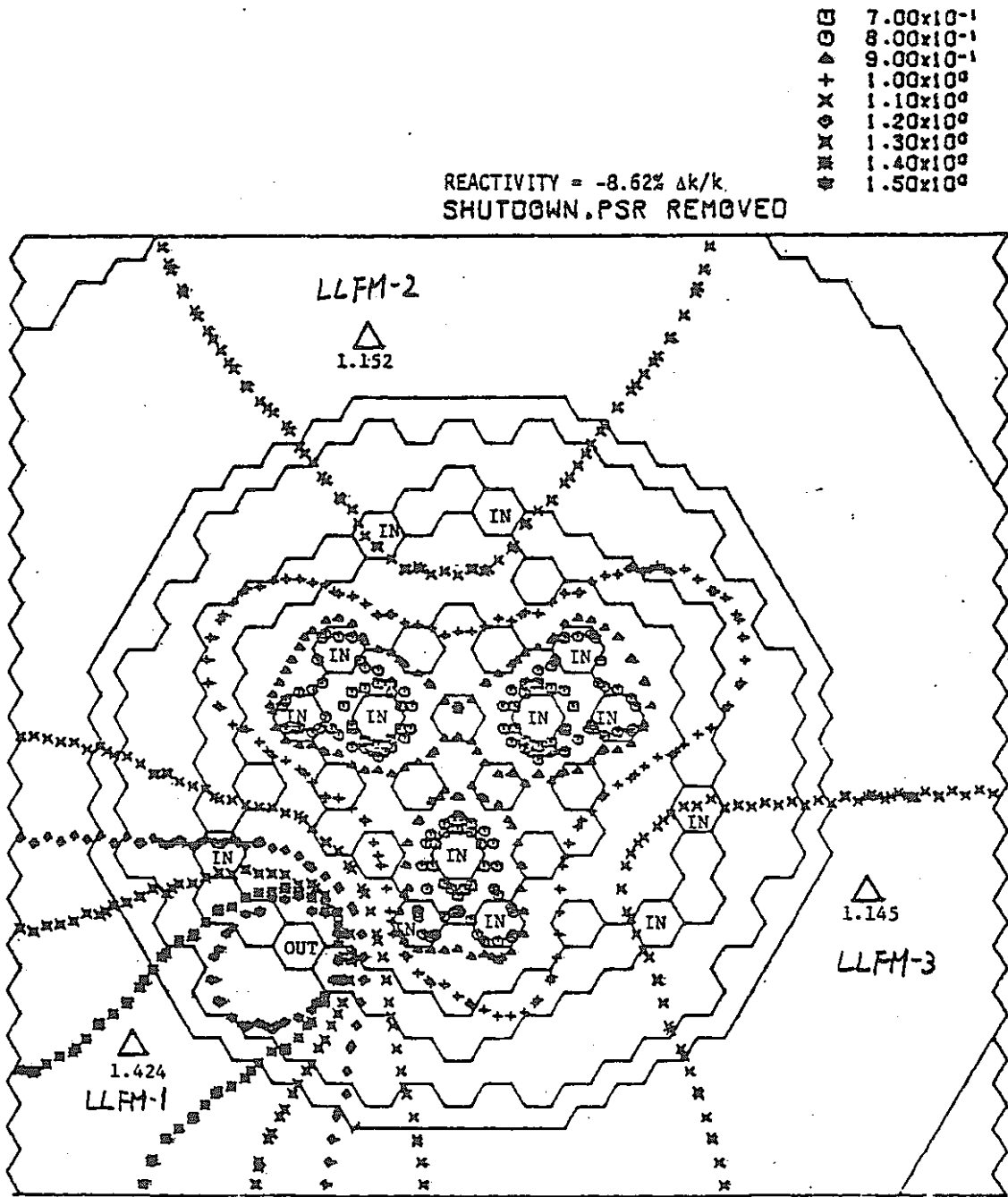


Fig 4.8 - 16 FTR Subcritical Configuration Factors.

第 4.8 - 5 表

Table 4.8 - 5
COMPARISON RATIOS OF FEWER-GROUP RESULTS TO 42-GROUP RESULTS
FOR CONFIGURATION FACTOR APPLICATIONS

Number of Groups	Reactor Condition	ρ/ρ_{42}	CR/CR_{42}	Q/Q_{42}	F/F_{42}
4	Critical 30\$	0.8718	1.1334	0.9882	-
		0.9918	0.9817	0.9738	0.9855
15	Critical 30\$	0.9946	0.9276	0.9227	-
		1.0000	0.9188	0.9187	0.9958
21	Critical 30\$	1.0117	0.9934	1.0047	-
		1.0030	0.9946	1.0010	0.9965
30	Critical 30\$	0.9956	0.9204	0.9164	-
		0.9984	0.9176	0.9162	0.9998

第 4.8 - 6 表

Table 4.8 - 6

Effect of Background on Source Multiplication

True Reactivity	True Countrate	Background	Source Multiplication
\$	cps	cps	\$
1	1200	10	1.0*
15	80	10	13.5
30	40	10	24.2

* Calibration point

(4) まとめ

MSM法についての検討結果をまとめると以下のようになる。

- a) MSM法は $\rho = 0 \sim -35\%$ で、他の測定法（炉雑音，パルス法）とは5%の差異で一致した。
- b) 検出器の種類（U235 fission counter, ^3He ）や設置位置（Core, Blanket Reflector, LLMF）に依存せずに精度よく測定できる。
- c) 使用済燃料を新燃料と交換すると炉心は、燃料中性子源が局所的に存在することになるが、この効果はほとんどない。
- d) Configuration Factor Fは計算法（断面積セット，エネルギー群数）には insensitive である。
- e) Fは $\rho_2 CR_2 / \rho_1 CR_1$ であるから未臨界度 ρ を別にすればほぼ中性子の比である。従って、Fは空間依存性である。
制御棒近傍に置かれた検出器の場合、遠方に置かれた検出器に比べて大きな変動が見られる。
- f) 実際の中性子計測の際は、バックグラウンドを overcorrect すると実際よりも深い未臨界度表示に基づいて監視していることになるので、危険側であり、従って overcorrect しないように注意が必要である。

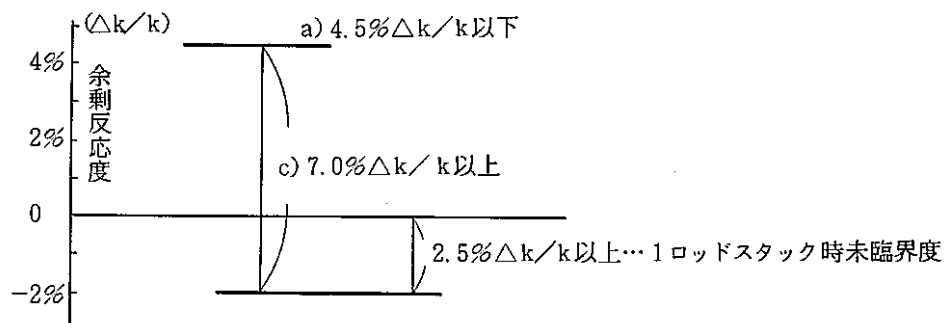
3) MK-II 炉心構成作業期間中の未臨界度の制限値の設定

MK-II 炉心構成作業は十分な未臨界度の炉心状態で行う必要がある。そこで“十分な未臨界度”を定量的に定義する必要がある。定義する際に採った考え方は、「制御棒の1ロットスタック時における未臨界度の制限値を基準にする」というものである。

以下では、制御棒の1ロットスタック時における未臨界度の制限値について調査し、この調査結果を基にして、MK-II 炉心構成作業期間中の未臨界度の制限値を決めたことについて記す。

(1) MK-I 炉心

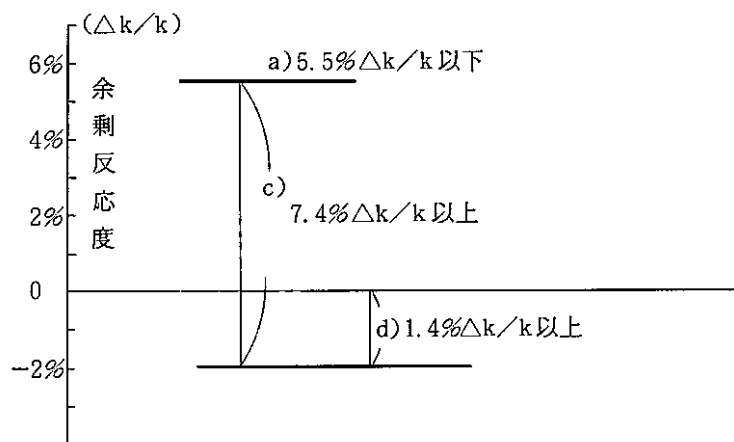
- | | | |
|--------------------|----------------------|----------------------------------|
| a) 最大過剰反応度 (100°C) | 4.5% $\Delta K/K$ 以下 | } 「原子炉設置変更許可申請書」
... P. 8-126 |
| b) 制御棒価値 (6体) | 8.4% $\Delta K/K$ 以上 | |
| c) 制御棒価値 (5体) | 7.0% $\Delta K/K$ 以上 | |
- … b) より制御棒価値1体
1.4% $\Delta K/K$ として算出



以上より、MK-I炉心での制御棒の1ロッドスタック時における未臨界度は2.5%ΔK/K以上であることを示している。

(2) MK-II炉心

- | | | |
|------------------------------|------------|------------------------------|
| a) 最大過剰反応度 (100℃) | 5.5%ΔK/K以下 | } 「原子炉設置変更許可申請書」
P. 8-113 |
| b) 制御棒価値 (6体) | 9.0%ΔK/K以上 | |
| c) 制御棒価値 (5体) | 7.4%ΔK/K以上 | |
| d) 100℃1ロッドスタック時
における未臨界度 | 1.9%ΔK/K以上 | |



以上より、MK-II炉心での制御棒1ロッドスタック時における未臨界度は1.9%ΔK/K以上である。

(3) MK-II炉心構成作業期間中の未臨界度

①, ②により、1.9%ΔK/K以上 (含. 2.5%ΔK/K以上) の未臨界度は、十分未臨界であると考えられているので、ここでは、1.9%ΔK/K以上(100℃)を十分な未臨界度と採った。作業期間中の体系温度は約250℃であるので、250℃での未臨界度を求めると、100℃→250℃の反応度変化は-0.55%ΔK/Kより、2.45%ΔK/K以上となる。これを、安全側にとって、3%ΔK/K以上とし、MK-II炉心構成作業期間中の未臨界度を250℃で3%ΔK/K以上とした。更に、制御棒の装荷状態を決める必要がある。

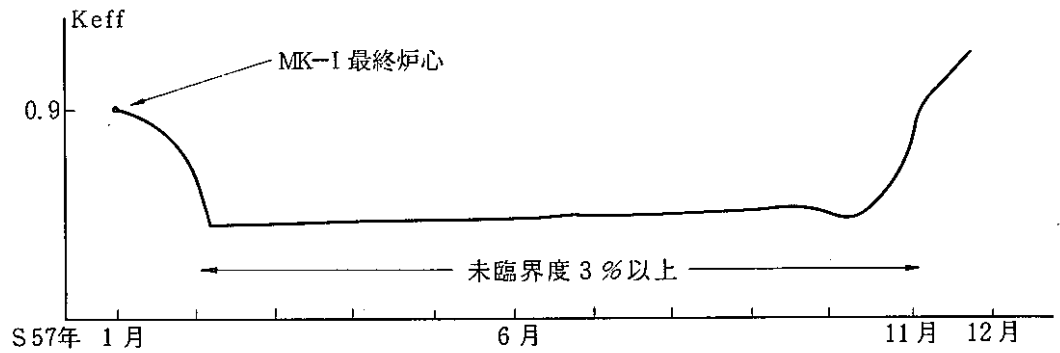
MK-II炉心構成作業期間中に複数本の制御棒が同時に引抜かれる炉心状態は、CRDM 据付調整試験時^{*}である。これを考慮し、更に十分安全に、MK-II炉心構成作業を実施しなければならないことを考え、制御棒の装荷状態は6体全て全引抜とした。

以上より、MK-II炉心構成作業期間中の未臨界度は制御棒6体全引抜の炉心状態で、3%ΔK/K以上 (但し、250℃) と採った。

なお、上記未臨界度の適用期間は、実際は次頁の図に示すように燃料交換(1)終了時点から、

* 3体同時に引抜き、スクラム時間を測定する。

燃料交換(6)臨界近接試験作業開始時点までとする。ただし、測定による反応度としての監視は燃料交換(5)で行い、他の作業では中性子計数率変化（未臨界度については計算で確認）で監視するものとする。



燃料本数	{	MK-I	79	49	—————	49	48	—————	48	—	0	0
		MK-II	0	0	—————	0	1	—————	1	—	39	48 (予想)
) 臨界近接試験 臨界

4.9 放射線被曝管理

「MK-II 移行期間」中における管理区域内作業は、ACT.No を付けられた「移行作業」(燃料交換作業、CRD 下部及び上部案内管交換、中性子源移動等)と「第3 回定期検査」及び「1 次主循環ポンプ(B)サーベランス材取出、分解点検」等の作業が平衡して実施されるため非常に錯綜したものになることが予想された。

特に、業者が各課及び各作業にまたがって従事する可能性に対し、いかに目標の管理線量を守るか懸念された。

この期間中における管理被曝線量は、合理的な被曝管理体系のもとに、ALARA 精神 (AS LOW AS Reasonably Achievable) にのっとり適切な被曝管理を行い、作業者に対し定められた管理線量 (300mrem/3 ヶ月, 500mrem/年) を守るため『「MK-II 移行作業」及び「第3 回定期検査」期間中における被曝管理要綱』が作成された。これはこれまでの様な各課毎の被曝管理方式ではなく、高速実験炉として統一された被曝管理方式のもとに、合理的かつ、一元的被曝管理を行うべく I. 被曝管理方法 II. 被曝管理手順等について詳細に規定した。

上記の管理線量を定めるに当たっては各作業項目ごとに詳細な作業分析、またこれまで行われて来た定期検査の被曝評価、さらにALARA 精神を踏まえて 300 mrem/3 ヶ月, 500 mrem /年を決定した。

1) 被曝管理方式

MK-II 移行作業期間中における被曝管理方式は、従来の「管理区域内作業計画」手続きを強化、合理化し定められた被曝管理線量を守るべく、特に次のようなこれまでと異った被曝管理方式を定めた。

- (1) 管理方式はMK-II 移行作業及び定期検査作業を共通の方式とする。
- (2) 作業項目別に管理単位を定め、
 - MK-II 移行作業については各ACT ごと
 - 定期検査については各作業項目ごと
 を管理単位とする。
- (3) 全作業者に対し個人被曝管理台帳を作成し計画、実績の評価を記録し、これによって特に業者作業員が各作業に重複して従事した場合、目標の被曝管理線量を守るため、一元的被曝管理を行った。
- (4) ①で定めた管理単位を所掌する課毎に被曝管理担当者を置き、次の業務を行うこととした。
 - a) 個人被曝管理台帳の管理
 - 計画被曝線量の確認・記録
 - 個人被曝測定器の測定結果の記録・集計
 - b) 被曝線量評価
 - 実績のチェック及び管理線量・計画被曝線量との対比、評価

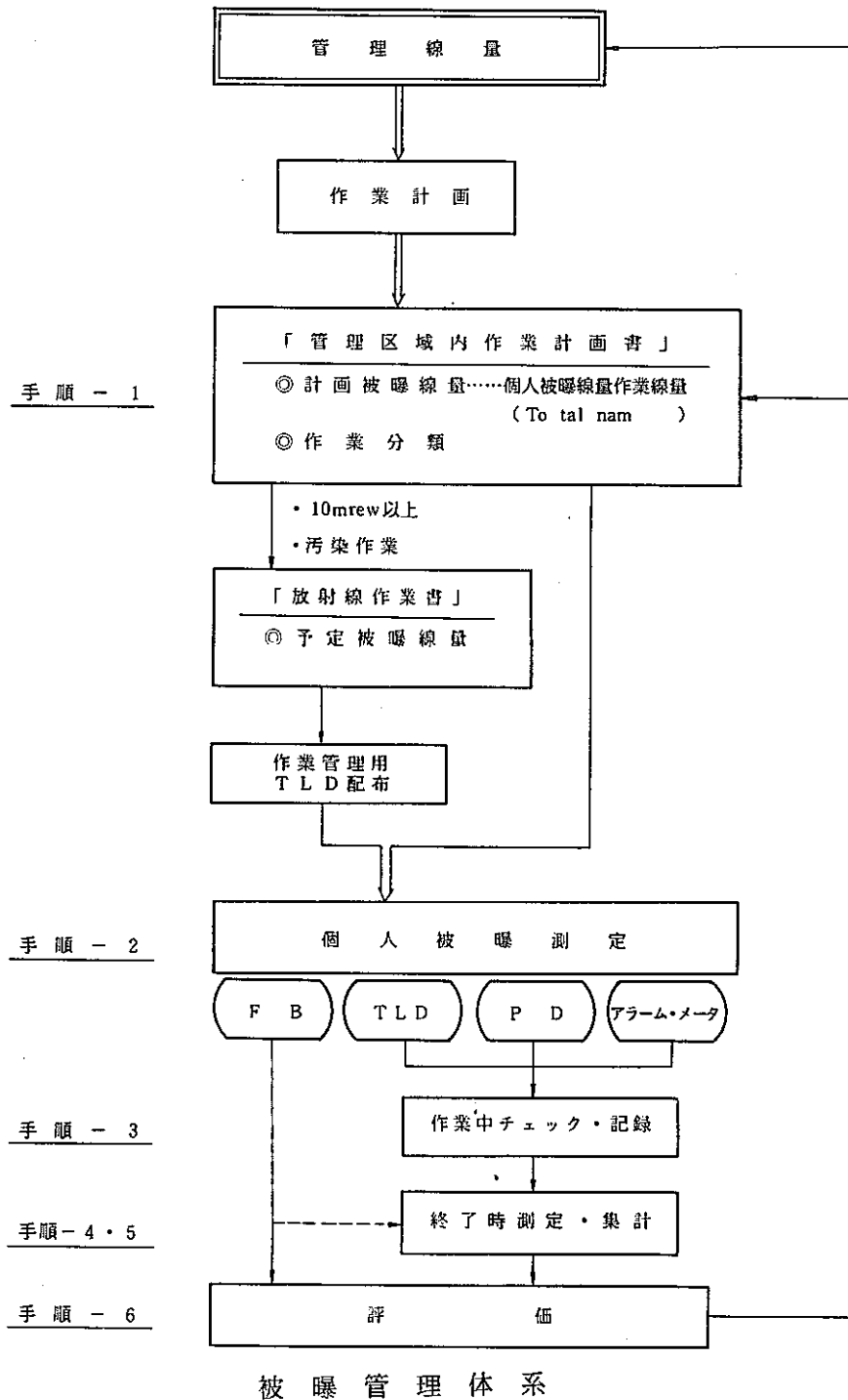
c) 「作業計画書」作成時の個人データの提供

(5) MK-II 移行作業の燃料交換作業についてはPNC 職員は 3 交替, 助勢員 (業者) は 2 交替で行うため助勢員の中に放管専従者を置き, 被曝管理, 汚染防止等の作業に当たることにした。

2) 被曝管理手順

目標の管理線量を守るための被曝管理手順を第 4.9-1 図のように定め「被曝管理体系」を構成した。

これによって必ず次の作業へのフィードバックが成されるようにした。



3) MK-II 移行作業の予想被曝線量

目標管理線量を定めるに当たって、MK-II 移行作業の主要作業項目ごとに詳細な作業分析による予想被曝評価を行った。以下に予想被曝線量の評価について記す。

MK-II 移行作業の主要作業項目と有意な被曝が予想される作業は以下に示すとおりである。

No.	主 要 作 業 項 目		有意な被曝の有無
1	ACT-1	移 行 準 備	×
2	ACT-2	制 御 棒 駆 動 機 構 徹 去	×
3	ACT-3	予 備 中 性 子 検 出 系 の 設 置	×
4	ACT-4	燃 料 交 換 (1)	○
5	ACT-5	制 御 棒 下 部 案 内 管 交 換	○
6	ACT-6	燃 料 交 換 (2)	○
7	ACT-7	燃 料 交 換 (3)	○
8	ACT-8	サ ー ベ イ ラ ン ス リ グ 移 送	×
9	ACT-9	燃 料 交 換 (4)	○
10	ACT-10	制 御 棒 駆 動 機 構 上 部 案 内 管 交 換	×
11	ACT-11	制 御 棒 駆 動 機 構 据 付 調 整	×
12	ACT-12	燃 料 交 換 (5)	○
13	ACT-13	格 納 容 器 全 体 漏 洩 率 試 験	×
14	ACT-14	中 性 子 源 (γ 線 源 部) の 交 換	×
15	ACT-15	燃 料 交 換 (6) [臨 界 近 接]	○
16	ACT-16	新 燃 料 受 入	○
17	ACT-17	新 燃 料 構 内 移 送	○
18	ACT-18	反 射 体 及 び 制 御 棒 の 移 送	×
19	ACT-19	プ ー ル 間 移 送	×
20	ACT-20	中 性 子 検 出 器 引 抜 ・ 挿 入	×

(1) 各作業における予想被曝線量

a) 有意な被曝がないと予想される作業

作業場所の空間線量率が0.1 mR/h未満である作業は、以下に示す項目で有意な被曝はないと予想される。

ACT-1 移行準備作業	非放射線作業
ACT-2 制御棒駆動機構撤去	CRDM内Air置換後のガス濃度の確認を要するが、炉停止後30日経過しているため、平均線量率(RPU室)は0.1 mR/h未満。
ACT-3 予備中性子検出素の設置	線源となるF.Cは専用のキャスクで取扱うため、F.C引抜時及びキャスク取扱時の空間線量率は平均0.1 mR/h未満。
ACT-8 サーベランスリグ移送	線源となるサーベイランスリグは専用のキャスク及び燃料出入機による取扱いであり、平均の空間線量率は0.1 mR/h未満。
ACT-10 CRD上部案内管交換 -11 CRDM据付調整 -13 格納容器全体漏洩率試験	非放射線作業、空間線量率(RPU室)0.1 mR/h未満。
ACT-14 r線源部装荷	r線源部は専用のキャスクで取扱われるので空間線量率は平均して0.1 mR/h未満。
ACT-18 反射体及び制御棒の移送 -19 プール間移送	反射体等の移送は専用のキャスクを使用し、平均の空間線量率は0.1 mR/h未満。
ACT-20 中性子検出器引抜・挿入	ACT-3に同じ。

b) 有意な被曝が予想される作業

過去の実績による類推から空間線量率、作業時間的に見て有意な被曝が予想される作業は

イ)	燃料交換(1)~(6) (ACT-4, 6, 7, 9, 12, 15)
ロ)	制御棒下部案内管交換 (ACT-5)
ハ)	新燃料受入れ (ACT-16)
ニ)	新燃料構内移送 (ACT-17)

である。(a)~(b)について評価する。

なお、ここで使用される略語は以下の通りである。

- EXTRA : 燃料出入機
- INCO : 燃料交換機
- C/C : 燃料取扱用キャスクカー
- S/F : 使用済燃料

イ) 燃料交換作業 (1)～(6)

燃料交換作業1サイクル(15体交換/7日)の各ステップのうち、検討対象となる作業は以下のとおりである。

作業	対象	所要時間 ^(*)
◦ EXTRA S/F 引抜き	炉上部監視員	～10秒/体
◦ C/C S/F 吊上げ	C/C 運転員	20分/体
◦ INCO 炉内取扱い	炉上部監視員	～10秒/体
◦ グリッパ洗浄	洗浄槽監視員	1時間/回
◦ ドリップパン交換	交換作業員	1時間/回
◦ " 洗浄		

(*) 放射線場に曝される時間

以下、各対象作業について評価する。

① EXTRA S/F 引抜き

作業中線源であるS/Fは出入案内筒及び出入機収納部内で十分遮蔽された状態で取扱われるが、S/F通過中のドアバルブ隙間等よりのストリーミングによる炉上部監視員の被曝は、通過時間(～10秒)及び線量率(～1 mR/h)から問題にならない。

② INCO 炉内取扱い

EXTRA S/F取扱いと同様問題にならない。

③ C/C S/F 吊上げ

線源となるS/Fは遮蔽されたC/C収納部に約20分吊上げられた後、洗浄設備へ渡される。したがってS/FがC/C収納部に保持されている間のC/C運転員の被曝量を推定する。

75MW第5サイクル終了後の燃交時に実測したC/C収納部回りの空間線量率分布によれば

S/F	燃焼度(MWD/G)	収納部表面	C/C操作盤
PPJDOM (56.8.18)	27,700	n : 0.65 mrem/h r : 0.25 mR/h	n : 0.25 r : 0.10
PPJD 2V (56.9.4)	33,000	n : 0.85 r : 0.55	n : 0.20 r : 0.07

C/C運転員の被曝線量は、C/C操作盤位置の空間線量率に依存し、空間線量率は取扱うS/Fの燃焼度に比例すると仮定するとC/C操作盤では

PPJDOM	27700 MWD/T	n : 0.25	r : 0.10
MK-II 移行時	Max (PPJD 12) 41000 MWD/T		

$$\begin{aligned} \text{より } n &= 0.25 \times \frac{41000}{27700} = 0.37 \text{ mrem/h} \\ r &= 0.10 \times \frac{41000}{27700} = 0.15 \text{ mR/h} \end{aligned}$$

となると予想される。

したがってS/F吊上げ時のC/C運転員の被曝線量は所要時間を20分として

$$D_1 = (0.37 + 0.15) \times \frac{20}{60} = 0.17 \text{ mrem/体}$$

1サイクル15体取扱うので

$$D_2 = 0.17 \times 15 = 2.6 \text{ mrem/人, サイクル}$$

④ グリッパ洗浄

EXTRA及びINCOグリッパは計3回/サイクルの頻度で洗浄され、それに伴い、洗浄槽監視及び洗浄後確認作業が各洗浄ごとに約1時間行われ、作業員の被曝が予想される。

75MW第5サイクル終了時点でグリッパ洗浄槽表面で最大20mR/hが実測されており、MK-II移行時のグリッパ洗浄監視員の作業位置における空間線量率を、洗浄槽密着作業として仮定し20mR/hで代表させると1サイクルの被ばくは

$$\begin{aligned} D_3 &= 20 \text{ mR/h} \times 1 \text{ h} \times 3 \text{ 回/サイクル} \\ &= 60 \text{ mrem/人, サイクル} \end{aligned}$$

⑤ ドリップパン交換

EXTRA及びC/Cドリップパンは各々、1回/12体、1回/15体取扱いごとに交換洗浄が行われる。したがって1サイクルの燃交によって、EXTRA2回、C/C1回のドリップパン交換、洗浄があるとして評価する。ドリップパン取扱い時の空間線量率は滴下Na中の放射性物質からのガンマ線強度により定まるが、資料MK-II-041によれば、ドリップパン中に400gのNaがある場合、ドリップパン表面で約20mR/hが予想されており、1回の交換、洗浄で作業者が放射線場に曝ろされる時間は1時間とすると1サイクルの燃交中の被曝量は、

$$D_4 = 20 \text{ mR/h} \times 1 \text{ h/人} \times 3 \text{ 回/サイクル} = 60 \text{ mrem/人サイクル}$$

以上の予想線量と所要人員、燃料取扱い本数とから燃交一サイクルの総被曝線量は、

$$\begin{aligned} D &= D_2 \times 3 \text{ 人} + D_3 \times 2 \text{ 人} + D_4 \times 2 \text{ 人} \\ &= 250 \text{ 人} \cdot \text{mrem/サイクル} \end{aligned}$$

となる。

燃交(1)~(6)について上記予想を適用すると以下のとおりとなる。

	サイクル数	総作業時間 (人・h)	トータル・マンレム (人・mrem)
燃交(1)	2	54	498
“(2)	5	135	1245
“(3)	5	135	1245
“(4)	4	108	996
“(5)	4	112	998
“(6)	2/3	16	165
計	20 $\frac{2}{3}$	560	5547

ロ) 制御棒下部案内管交換

制御棒下部案内管交換作業は、専用のキャスクを使用し、引抜き、洗浄時の作業位置での被ばくは問題とならないが、交換作業用グリッパーの付着Naにより、グリッパ整備時の被ばくを考える必要がある。

前回（54年8月）実績では使用済グリッパの洗浄後の表面線量率Max 20mR/h が実測され、表面スミヤ等により⁶⁰Coが主要核種となっている。

今回案内管引抜き作業時にも同じ程度の間グリッパをNa中に侵漬することから、洗浄後のグリッパ表面に残着する⁶⁰Coの量はNa中の⁶⁰Coの比放射能に依存すると仮定して

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{54年8月時点での}^{60}\text{Co比放射能}}{\text{第6サイクル終了時の}^{60}\text{Co比放射能}} \\
 &= \frac{2 \times 10^{-2} (\mu\text{Ci/gNa})}{7 \times 10^{-2} (\mu\text{Ci/gNa})} \\
 &= \frac{1}{3.5} \text{より}
 \end{aligned}$$

表面線量率 $R = 20 \times 3.5 = \text{Max } 70 \text{ mR/h}$ と推定する。

このとき、除染等に要する作業に対して以下の条件を仮定すると次のとおりである。

- 作業位置平均空間線量率 $70 \times \frac{1}{10} = 7 \text{ mR/h}$
- 作業時間 : 8時間
- 作業人数 : 3人

$$\begin{aligned}
 \text{総被曝線量} &: 7 \text{ mR/h} \times 8 \text{ h} \times 3 \text{ 人} \\
 &= 170 \text{ mrem. 人} \\
 &= 0.17 \text{ 人. rem}
 \end{aligned}$$

ハ) 新燃料受入れ

新燃料は、遮蔽能力を有した専門の移送容器で搬入されるが、受入れ検査のため、集合体を直接操作する作業があり、この作業による被曝が予想される。

作業内容は、集合体毎の外観目視検査であり、燃料中の自発核分裂核種(主として ^{241}Pu)からの中性子及び、娘核種 ^{241}Am の崩壊に伴うガンマ線からの被曝が評価の対象となる。東海プル燃部でのMK-II燃料集合体実測結果(S.56年9月)によれば、燃料中心表面の距離により以下の値が得られている。

燃料中心表面よりの距離	30 cm	50 cm
中性子線 (mrem/h)	8.8	4.4
ガンマ線 (mR/h)	7.4	3.6
計	16.2	8.0

作業位置は、30～50 cmと考えられるので、30 cm及び50 cmの平均値10(mrem/h)を、平均の線量当量率とし以下の条件で被曝線量を評価する。

- 作業位置線量当量率 10 mrem/h
- 作業時間 20分/毎
- 作業人数 3人
- 受入れ検査本数 75体/MK-II

総被曝線量

$$10 (\text{mrem/h}) \times 1/3 (\text{h/体}) \times 75 (\text{体}) \times 3 (\text{人}) = 750 (\text{人} \cdot \text{mrem})$$

ニ) 新燃料構内移送

新燃料(MK-I燃料)は、遮蔽能力を有した専用の移送容器で移送され、移送中の集合体からの中性子線、ガンマ線による被曝が評価の対象となる。MK-I新燃料(S.49.6製造, PPJDIR)を用いた移送容器の遮蔽能実測結果を以下に示す。

位置	集合体表面	移送容器表面	表面より1 m
中性子	18 mR/h	5	0.2
ガンマ線	55 mR/h	5	0.5
計	73	10	0.7

移送時の作業位置は移送器表面～/mの間となるので、上記実測値の容器表面及び1 m地点の平均をとり

中性子	2.5 mrem/h
ガンマ線	2.5 mR/h

を、新燃料1体当りの空間線量とする。

移送は1回に3体を同時に移送するので以下の条件より被曝線量を評価する。

- 作業位置線量当量率 : 15 mrem/h / 3体
- 作業時間 : 1 h / 3体/回

- 移送回数 : 3回
- 作業人数 : 3人

総被曝線量

$$15 \text{ (mrem/h/3体)} \times 1 \text{ (h/3体/回)} \times 3 \text{ (回)} \times 3 \text{ (人)}$$

$$= 135 \text{ (人.mrem)}$$

c) 結果

以上の結果及び予想被曝線量から導かれるその他の予想値を第 4.9-1 表に示す。

第 4.9-1 表 MK-II 移行作業時の有意な被曝作業と予想被曝線量
Table 4.9-1 Main Activities and Received Dose Estimation
for MK-II Core Conversion

作業項目	監視作業	最大空間線量率 (mR/h)	単位作業 時間	作業単位数	必要人員	総作業時間 (人・h)	トータル・マンレム (人・mrem)	作業人数	平均被曝線量 (mrem/人)	実施時期	過去3ヶ月被曝作業	3ヶ月平均被曝線量 (mrem/人)	トータル・マンレム 作業人数		
													(A)	(B)	
ACT-1 燃料交換 (1)	キヤスカカー使用所 燃料吊上げ グリッパ洗浄機監視 (交換機・出入機) ドリフパハン交換 (キヤスカカー, 出入機)	n : 0.4 r : 0.2	30 h/体	30 体	3 人	30	18		(A)						
		20	1 h/回	6 回	2 人	12	240	12 人/直	42	2月	無し	42	(A)		
		20	1 h/回	6 回	2 人	12	240								
ACT-5	切開機下部案内管 交換	交換作業用 グリッパ除塵整備	7	8 h/直	1 回	3 人	24	170	3 人	56 (B)	2月-3月	無し	56	(B)	
ACT-6	燃料交換 (2)	同1に同じ	同1に同じ	同1に同じ	同1に同じ	75 体 15 回 15 回	30 30	45 600 600	12 人/直	104 (C)	4月	燃料交換 (2, 3, 4月)	146	(A+C)	
ACT-7	" (3)	同1に同じ	"	"	"	75 体 15 回 15 回	30 30	45 600 600	12 人/直	104 (D)	5月-6月	燃料交換 (4, 5, 6月)	208	(C+D)	
ACT-9	" (4)	同1に同じ	"	"	"	60 体 12 回 12 回	24 480 480	36 480 480	12 人/直	83 (E)	7月	燃料交換 (5, 6, 7月)	187	(D+E)	
ACT-12	" (5)	同1に同じ	"	"	"	64 体 12 回 12 回	24 480 480	38 480 480	12 人/直	83 (F)	9月-10月	無し (8, 9, 10月)	83	(F)	
ACT-15	" (6) (臨界近接)	同1に同じ	"	"	"	8 体 2 回 2 回	4 4	5 80 60	12 人/直	14 (G)	11月	燃料交換 (9, 10, 11月)	97	(F+G)	
ACT-16	新燃料受入れ	受入れ検査	n : 5 r : 5	15 h/体	75 体	3 人	75	750	8 人	94 (H)	1月-10月	無し	31	(H)	
ACT-17	新燃料 箱内移送	移送キヤスク取扱い	n : 7.5 r : 7.5	1h, 3回	9 体	3 人	9	135	3 人	45 (I)	6月	無し	45	(I)	
計	-	-	-	-	-	664	6202	-	430 (燃料交換(1)-(6)の総計)	10ヶ月	-	最大値 208			

5. 作 業 実 績

5. 作業実績

本章は昭和57年1月より12月末までの期間に実施した各作業実績を示すものであり、以下にMK-II移行作業実績の概要を述べる。

MK-II移行作業は、当初の計画通り昭和57年1月4日より開始され、1月30日迄は長期に渡る燃料交換作業及び制御棒駆動機構（以下CRDMと略す）の改造の準備としてACT-2 CRDM 6体の撤去並びにACT-3予備中性子検出系の設備を実施した。

燃料交換作業は総取扱本数が609体（MK-I炉心構成要素：305体、MK-II炉心構成要素：304体）に及ぶため、作業員の労働条件及び第3回定期検査がらみのプラント状態等を考慮して、燃料交換(1)～燃料交換(6)に分けて実施することにし、第1回の燃料交換作業（ACT-4）を1月30日より開始した。

本燃料交換作業は大きなトラブルもなく順調に進み7月のACT-9燃料交換(4)をもって、ほぼ反射体（内側反射体、外側反射体）領域の交換作業を終了した。9月21日のACT-12からは、炉心燃料の交換に入り、10月19日には臨界近接のための炉心燃料39体の炉心構成を完了した。

一方、CRDMの改造は、燃料交換(1)で交換対象下部案内管（アドレス：3A3、3D3）廻りの炉心構成要素を取り除いた後、2月10日よりACT-5制御棒（以下CRと称す）下部案内管交換作業を28日間（うち燃料交換作業：12日間）で実施した。

引続き7月29日よりACT-10CRD上部案内管（3A3、3D3、3E3）交換作業を30日間2直2交替で行った後、8月30日より改造及び点検の終了したCRDM 6体を回転プラグ上に据付け調整試験を9月21日（使用前検査、第3回定期検査を含む）まで実施し、性能試験（臨界試験、低出力試験、出力上昇試験）等に備えた。

上記以外には、第3回定期検査として3月に1次主ポンプ(B)の引抜、5月に据付、試運転、6月にACT-8サーベイランスリグ移送を実施し、更に10月23日から11月12日にかけてACT-13格納容器全体漏洩率試験（A種）を実施した。

その他、ACT-16新燃料受入貯蔵を4月～12月の間に11回実施し、計70体（MK-II炉心燃料：65体、試験用炉心燃料集合体：5体）を受入れた。また、ACT-19の使用済炉心構成要素のプール間移送は、3月～11月にかけて24回実施し、計265体〔ブランケット燃料：220体、制御棒：8体、反射体27体、ダミー燃料集合体：8体、計装用受入集合体：2体〕をSFF第2プールに貯蔵した。

以上の様な各作業を行った後、11月14日にr線源部（ ^{124}Sb 、約1600Ci）をアドレス4E1の中性子源受入集合体に装荷し、11月16日からACT-15燃料交換(6)〔臨界近接試験〕を行い、MK-II炉心燃料51体で、当初の計画通り11月22日11時22分に照射用炉心における初臨界を達成した。初臨界以降は、ACT-20中性子検出器の引抜・挿入作業として高感度予備中性子検出器（ch.1 ch.4）と本設中性子検出器の交換及び性能試験のための初期炉心構成を実施し12月21日に完了

した。炉心構成要素の内訳は炉心燃料：64体、制御棒：6体、内側反射体：48体、外側反射体(A)：143体、外側反射体(B)：48体、中性子源：1体、特殊燃料集合体(B型)：2体、炉心材料照射用反射体：1体の計313体である。

第5-1表に照射用炉心構成作業基本工程の実績を示す。当初の計画第4章照射用炉心移行計画の第4.1-5表(第2次案)と比較して大きく変更になった個所は以下の通りである。

下記項目において1)、4)、5)は検討段階で変更し、2)、3)は当該作業の進捗状況を見ながら変更した。

- 1) 当初の計画では、ACT-2 CRDM撤去とACT-3 予備中性子検出系の設置作業が旋回クレーンの取合い等からシリーズ作業で組まれていたが、作業業者が同じでクレーン等の調整がつくこと及び作業期間に余裕のないことなどを考慮し併行作業とした。
- 2) 第3回定期検査の1次主ポンプ(B)分解点検(メンテナンス建家での除染、改造、サーベイランス材取出作業)と格納容器内のACT-6燃料交換(2)は併行に進められていたが、メンテナンス建家での除染作業等に手間どり当初の35日間では困難に至り45日間に変更した。それに伴いACT-6の燃料交換(2)は60体から2ステップ(1ステップ、15体)前倒しの90体に、ACT-7の燃料交換(3)が90体から60体に変更された。
- 3) ACT-10 CRD上部案内管交換作業は、2直2交替の体制にて実施したので、作業は順調に進み4日間早く終了した。その4日間は、第3回定期検査及び使用前検査を行う関係で非常に厳しい工程にあったACT-11 CRDM 6体の据付調整に充当した。
- 4) MK-II 移行期間中のプラント状態においては、床下雰囲気($N_2 \rightarrow A_{in}$)置換を格納容器内床上冷凍設備追加工事のため計画より約1ヶ月早く実施した。
- 5) ACT-5 CR下部案内管交換作業時の炉内Naレベルは当初GL-9540であったが、各々の機器条件(詳細は5.5項参照)によりGL-8600に変更して実施した。

参考資料として、57年1月から12月の月報を添付する。

また、以下に各ACT毎の詳細実績及びその他の主要作業実績について記載する。

第 5.1 表 常陽照射用炉心構成作業基本工程〔実績〕

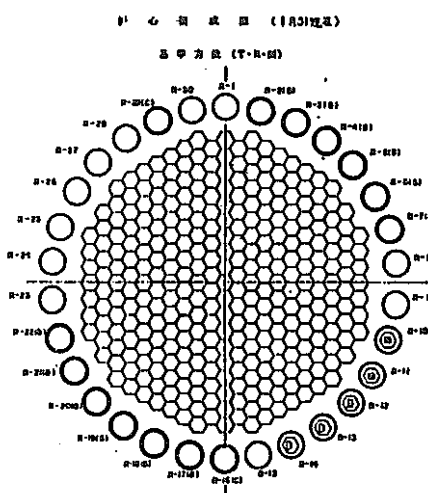
Table 5.1 The Accomplishment for MK-II Core Conversion

年月日 項目	S 5 6 年 度			S 5 7 年 度								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	S 5 7. 1 2 - S 5 8. 3
照射用炉心構成作業工程	準備 ACT-1 CRDM撤去(6体) ACT-2 予備中性子射出機 ACT-3	燃交(20体) ACT-4 CRF燃料内管交換(2体) ACT-5	燃交(90体) ACT-6 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-7 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-8 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-9 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-10 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-11 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-12 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-13 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-14 サーバイランス材取出分解点検	燃交(60体) ACT-20 性能試験
E/H開閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉	閉
プラント運転モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード	燃交モード
1次主冷却系流量	20~100%	20%	0%	100%	20%	100%	20%	100%	20%	100%	0%	20%
1次主冷却系温度	250℃	250℃	200℃	250℃	250℃	200℃	250℃	250℃	200℃	250℃	250℃	250℃
炉内Naレベル	GL-6,100	GL-8,500	GL-7,600	GL-6,100	GL-7,600	GL-9,540	GL-7,600	GL-9,540	GL-7,600	GL-6,100	GL-9,540	GL-6,100
2次主冷却系流量	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	50%	100%
2次主冷却系温度	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃	250℃
床下雰囲気	N ₂	N ₂	常圧	N ₂	N ₂	Air	N ₂	常圧	N ₂	200%	N ₂	Air
予熱N ₂ ガスブロー	停止	停止	運転	停止	停止	運転	停止	運転	停止	停止	運転	停止
主要作業項目	炉内床上、冷卻設備追加工事 CRDM撤去 燃料取扱設備点検 サーバイランス材取出分解点検 2次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 2次ダンパタンク内サーバイランス材取出し作業 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造	燃料取扱設備点検 2次主ポンプメカニカル分解点検 1次主ポンプBサーバイランス材取出分解点検 主蒸気機分解点検 自動プログラムの一部改造
定期検査項目				○ B301 ○ B306 ○ B309 ○ B310 ○ B311 ○ B501 ○ B502 ○ B503				○ A111 B708 B309 ○ B312 B707 B314 ○ B702 B708 B315 ○ B710 B709 B316 ○ B802	○ A702 B407 B203 ○ B207 B406 B204 ○ B210 B409 B205 ○ B211 B212 B206 ○ B214 B213 B410 ○ B215 A101 B411 ○ B216 A103 B412 ○ B401 A201 B413 ○ B402 B201 B802 ○ B403 B202	○ A701 B404 ○ A703 B405 ○ A704 B501 ○ A705 B502 ○ A706 B503 ○ A707 B504 ○ A708 B505 ○ A709 B506 ○ A710 B507	○ A902 B909 ○ B701 ○ B702	

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

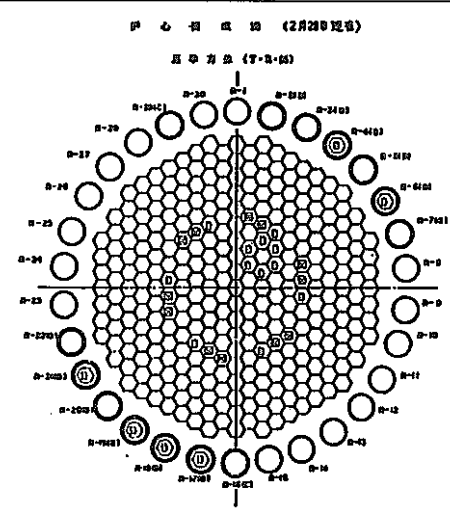
57年1月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-1 準備作業 1月4日よりMK-II 移行作業を開始したが、ACT-1の準備作業において、燃料出入機案内スリーブ挿入不能及び回転プラグジャッキダウン不具合により若干の工程 (ACT-1) 変更が生じた。</p> <p>① 1月7日 炉内Na 直接サンプリング ② 1月8, 9, 10日 炉内燃料 (000) 取扱 ③ 1月10, 11日 燃料引抜荷重測定 (62体実施) ④ 1月13日 ブランケットシャフリング試験 (1体, 5E1-5B1), ポット間移送 ⑤ 試験 1月6日 燃焼度測定 1月9, 10日 出力係数, 検出器校正</p> <p>(2) ACT-2 CRDM撤去 1月18~23日にかけて予定通り6体の撤去を終了した。</p> <p>(3) ACT-3 予備中性子検出系の設置 ① 1月18日~28日 ch.1, ch.4, ch.9の本設中性子検出器 (F,C) 引抜及びメンテナンスプールへの貯蔵 ② 1月28, 29日 ch.1, ch.4, ch.9に臨界近接用予備中性子検出器 (He-3, B-10) を挿入し終了した。</p> <p>(4) ACT-4 燃料交換1) (30体) 1月30日よりACT-4を開始したが、1月は燃料移送として新要素 (内側反射体2体, ダミー燃料3体) 5体を燃料ラックに装荷した。</p> <p>2. 保守</p> <p>(1) 回転プラグジャッキダウン処置対策 1月12, 14, 15, 16日 (2) 燃料出入機走行用レール補修 1月16日~22日 (3) プール間移送取扱試験(2) 1月18日~27日</p>	<p>炉心構成図 (1月31日現在)</p> <p>基準方位 (T-N-S-E)</p>  <table border="1" data-bbox="896 1021 1388 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	⊙	制御棒	0	0	⊙	内側反射体	0	0	⊗	外側反射体 (A)	0	0	⊕	外側反射体 (B)	0	0	⊗	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	⊙	ダミー燃料	0	0	D	<p>1. 1月21日 MK-II 移行作業開始にあたっての科技庁説明を行い了解いただいた。</p> <p>2. 1月26日 100 MW性能試験の予定及び内容について科技庁説明を行った。</p> <p>3. 1月11日~27日 燃取助勢員運転訓練を実施した。</p> <p><2月の予定></p> <p>(1) ACT-4 燃料交換1) 2月14日まで (2) ACT-5 CR 下部案内管の交換 2月15日~3月9日まで</p> <table border="1" data-bbox="1411 1021 1836 1404"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>79</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>179</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	79	ブランケット燃料	0	179	制御棒	0	6	反射体 (サーベイランスを含む)	0	48	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	0	⊙																																																												
制御棒	0	0	⊙																																																												
内側反射体	0	0	⊗																																																												
外側反射体 (A)	0	0	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	0	⊗																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	⊙																																																												
ダミー燃料	0	0	D																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	79																																																													
ブランケット燃料	0	179																																																													
制御棒	0	6																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	0	48																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

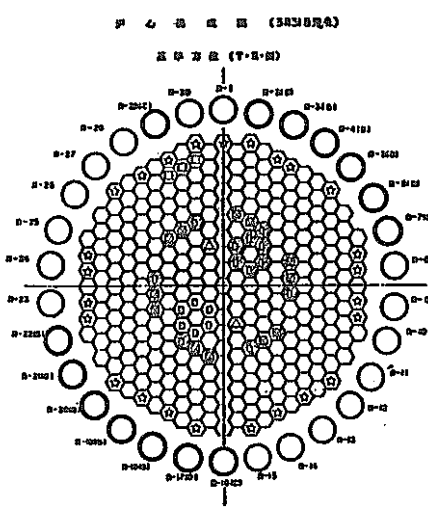
57年2月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-4 燃料交換(1) (30 体)</p> <p>1月30日より開始したACT-4燃料(1)は、2月14日をもって30体の交換を予定通り終了した。本作業期間中に発生した燃取各設備の不具合は約40件であった。主要なものは以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 大回転プラグの異音発生及びジャッキダウン不調 ② 燃料洗浄設備の冷却用Ar ガスブロワのステックによる使用不能 ③ 燃料交換機グリッパ軸封部異音発生及び下降異常 ④ 燃料出入機爪開閉動作不良 ⑤ キャスクカー-Ar ガス加熱器ヒータ制御不調 ⑥ 使用済燃料移送機ケーブル断線 <p>上記不具合のうち大部分は、3月18日開始予定の燃料移送までに補修する予定で作業中である。</p> <p>(2) ACT-5 CR 下部案内管交換 (2 体)</p> <p>2月15日より調整棒 1 (3A3) の下部案内管交換作業を開始し2月23日に終了し、現在調整棒 2 (3D3) の交換作業を実施中である。</p> <p>(3) ACT-17 MK-I 炉心構成要素構内移送</p> <p>2月25日～2月26日でMK-I 炉心燃料3体及びブランケット燃料7体を付属 A-513 からSFF に移送した。</p> <p>(4) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵</p> <p>2月15日より2月18日にかけて外側(A)反射体28体を収納し、2月28日現在外側(A)反射体31体、外側(B)反射体25体及び制御棒6体が収納管に貯蔵されている。</p> <p>2. 保守</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 回転プラグ (駆動モータ、ブレーキ) 点検 2月17日～23日 (2) 燃料出入機グリッパ駆動部点検 2月15日～21日 (3) 燃料出入機台車点検 2月17日～3月5日 (4) キャスクカー台車上升点検 2月18日～19日 (5) キャスクカードアバルブ・グリッパ点検 2月22日～3月3日 (6) 洗浄設備弁点検 2月17日～3月4日 (7) 缶詰設備点検 2月24日～3月17日 	<p>炉心構成図 (2月28日現在)</p>  <table border="1" data-bbox="896 1005 1388 1436"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>☆</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>18</td> <td>12</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	⊙	制御棒	0	0	△	内側反射体	12	12	⊗	外側反射体 (A)	0	0	⊕	外側反射体 (B)	0	0	☆	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	S	ダミー燃料	18	12	D	<p>1. 2月28日現在の炉心構成は、CR 下部案内管交換のため調整棒 2 (3D3) 周りのダミー燃料6体及び制御棒1体が引抜かれ炉内貯蔵ラックに入っている。</p> <p><3月の予定></p> <ul style="list-style-type: none"> (1) ACT-5 CR 下部案内管交換 3月9日まで (2) 1次主ポンプ(B)格納引抜作業 3月10日～3月17日 (3) ACT-6 燃料交換(2) (90 体) 3月18日～5月1日 <table border="1" data-bbox="1411 1005 1859 1388"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の炉心状態</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>30</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>179</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の炉心状態	今月末の炉心状態	炉心燃料	30	49	ブランケット燃料	0	179	制御棒	0	5	反射体 (サーベイランスを含む)	0	48	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	0	⊙																																																												
制御棒	0	0	△																																																												
内側反射体	12	12	⊗																																																												
外側反射体 (A)	0	0	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	0	☆																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	S																																																												
ダミー燃料	18	12	D																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の炉心状態	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	30	49																																																													
ブランケット燃料	0	179																																																													
制御棒	0	5																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	0	48																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

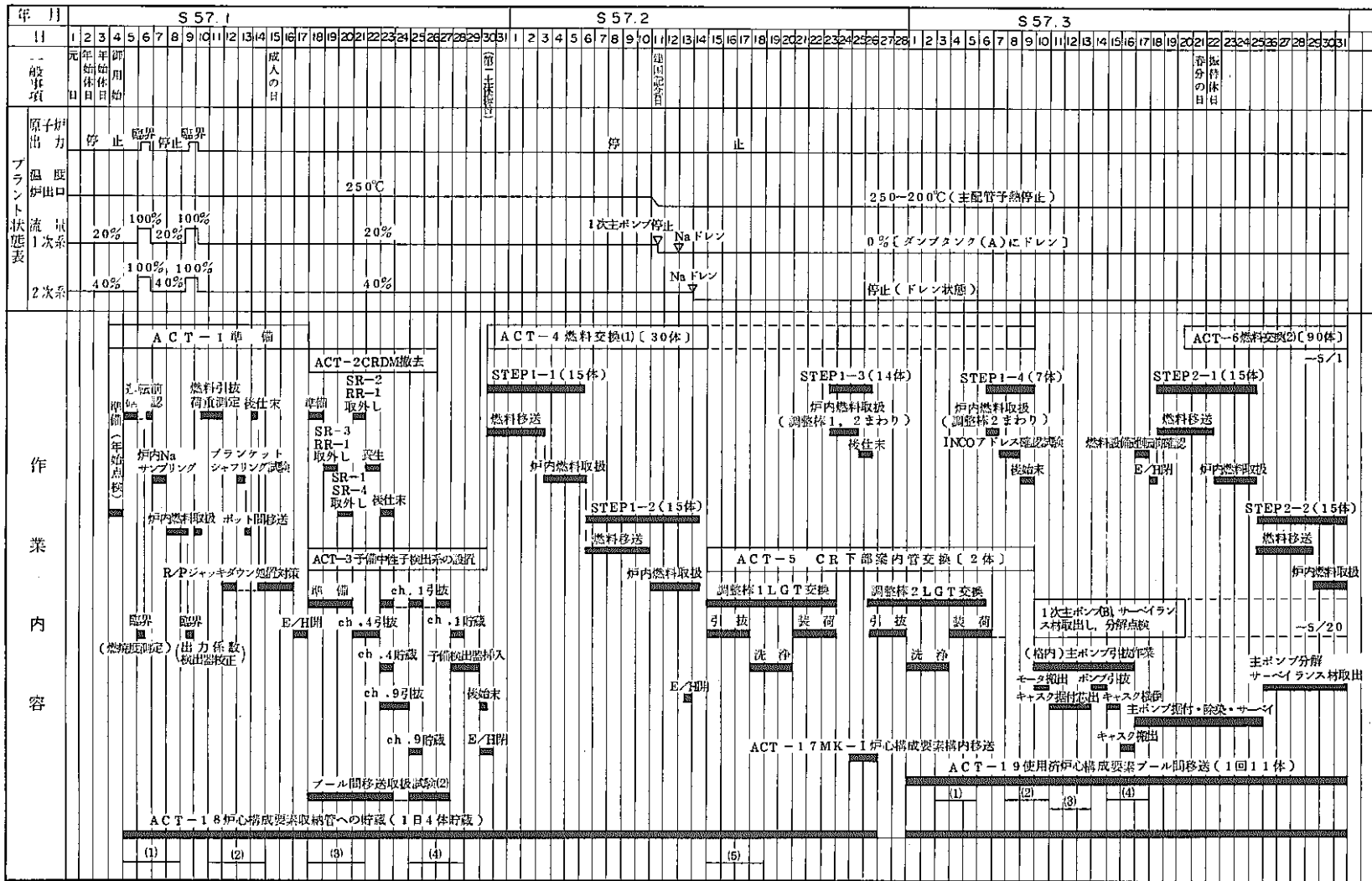
Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

57年3月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-5 CR下部案内管交換 (2体) CR下部案内管交換作業は、2月26日より2体目の調整棒2 (3D3)を開始し、3月6日に予定通り終了その後、燃交STEP 1-4 (3D3まわりに制御棒1体、ダミー6体装荷)を実施し、ACT-5を滞りなく完了した。</p> <p>(2) ACT-6 燃料交換(2) (90体) 3月17日に燃取設備運転前確認を実施し、3月18日よりACT-6燃交(2)を開始した。 今月は新要素30体(制御棒2体、外側反射体(A)3体、外側反射体(B)25体)を炉心に装荷した。</p> <p>(3) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 今月は使用済炉心構成要素のプール間移送を4回(1回/11体)実施し計44本を付属プール(A-511B)からSFFプールに移送した。</p> <p>2. 保守</p> <p>(1) キャスクカー巻上機、補助盤点検 3月4日~3月10日 (2) 燃料出入機ドアバルブ、可動ブロック点検 3月4日~3月15日 (3) 燃料交換機ドアバルブ、H/D駆動シリング点検 3月10日~3月17日 (4) 缶詰装置点検 2月24日~3月17日 (5) 洗浄設備ブロワ(A)点検 3月1日~3月17日 (6) 燃料交換機グリッパ、駆動箱点検 3月15日~3月21日 (7) 大回転プラグ内部点検 3月11日~3月15日 大回転プラグ点検孔(15φ)からファイバースコープを挿入してNa付着状況を観察したが、結果は予想通り回転プラグインロー取付部にNaが付着していた。 尚、2月15日より開始した燃取機器自主点検は3月21日の燃料交換機グリッパ、駆動箱点検をもって終了した。</p>	<p style="text-align: center;">炉心構成図 (3D3参照)</p>  <table border="1" data-bbox="896 1021 1388 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>12</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>□</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>(6, 3D3まわりの戻し)</td> <td>18</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	⊙	制御棒	2	2	△	内側反射体	0	12	⊗	外側反射体 (A)	3	3	□	外側反射体 (B)	25	25	⊕	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	S	ダミー燃料	(6, 3D3まわりの戻し)	18	D	<p>1. 1次主ポンプ(B)引抜作業 1次主ポンプ(B)引抜格内作業は、3月10日モータ搬出、3月14日主ポンプ(B)キャスク収納及び3月16日キャスク搬出を行い現在メンテナンス建家で分解中である。</p> <p><4月の予定></p> <p>(1) ACT-6 燃料交換(2) ~5月1日まで (2) ACT-16 新燃料受入 4月19日~4月21日 (3) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 4月26日~4月29日</p> <table border="1" data-bbox="1411 1021 1859 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>3</td> <td>176</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>25</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	49	ブランケット燃料	3	176	制御棒	2	4	反射体 (サーベイランスを含む)	25	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	0	⊙																																																												
制御棒	2	2	△																																																												
内側反射体	0	12	⊗																																																												
外側反射体 (A)	3	3	□																																																												
外側反射体 (B)	25	25	⊕																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	S																																																												
ダミー燃料	(6, 3D3まわりの戻し)	18	D																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	49																																																													
ブランケット燃料	3	176																																																													
制御棒	2	4																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	25	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」実績工程表

Fig JOYO Main Schedule



高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

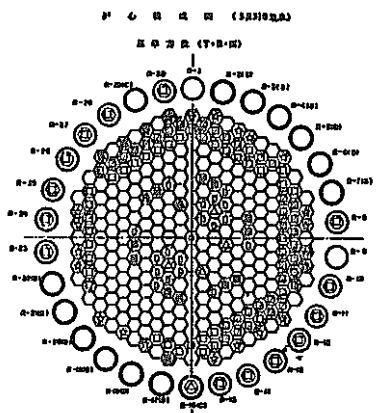
57年4月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																																			
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-6 燃料交換 (2) (90体) 燃料交換(2)は、3月18日より継続して実施しているが、今月は新要素60体(制御棒2体、外側反射体(A)58体)を、炉心に装荷し4月29日に予定通り終了した。 これにより4月30日現在炉心には、MK-II新要素120体(含ダミー燃料18体)が装荷されたことになる。</p> <p>(2) ACT-16 新燃料受入貯蔵 第1回目の新燃料受入を4月19日～21日にかけて実施した。 今回東海事業所より受入れたMK-II炉心燃料(集合体No.PFD 001～004)4体は受入検査後新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。</p> <p>(3) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵 4月26日～28日にかけて、ACT-7燃料交換(2)に使用する炉心構成要素【外側反射体(A)】57体を新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。</p> <p>(4) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 4月26日～30日にかけて、第5回目の使用済炉心構成要素のプール間移送を実施し、11体を付属プール(A-511B)からSFFプールに移送した。</p> <p>2. 保守</p> <p>(1) キャスクカーArガス循環ブロワ点検 4月26日～5月19日</p>	<p>燃料取替記録</p>	<p>1. 1次主ポンプ(B)分解点検作業 第3回定期検査に係る1次主ポンプ(B)分解点検及び対流防止板取付工事に係る使用前検査を4月22日受検(奥田技官)し、無事合格した。</p> <p><5月の予定></p> <p>(1) 1次主ポンプ(B)復旧作業 5月2日～5月20日</p> <p>(2) 燃料取扱設備定期検査 4月26日～5月19日</p> <p>(3) 科技厅, 1AEA核燃料物質実在率調査 5月14日</p> <p>(4) ACT-7燃料交換(3) (60体) 5月20日～6月17日</p>																																																																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>12</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(A)</td> <td>58</td> <td>61</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	⊙	制御棒	2	4	△	内側反射体	0	12	⊗	外側反射体(A)	58	61	⊕	外側反射体(B)	0	25	⊖	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	S	ダミー燃料	0	18	D	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>58</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	49	ブランケット燃料	58	118	制御棒	2	2	反射体 (サーベイランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0						
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																																		
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																			
炉心燃料	0	0	⊙																																																																		
制御棒	2	4	△																																																																		
内側反射体	0	12	⊗																																																																		
外側反射体(A)	58	61	⊕																																																																		
外側反射体(B)	0	25	⊖																																																																		
中性子源	0	0	N																																																																		
特殊燃料	0	0	S																																																																		
ダミー燃料	0	18	D																																																																		
炉心構成要素名	炉心領域																																																																				
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																			
炉心燃料	0	49																																																																			
ブランケット燃料	58	118																																																																			
制御棒	2	2																																																																			
反射体 (サーベイランスを含む)	0	23																																																																			
中性子源	0	1																																																																			
特殊燃料	0	0																																																																			

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

57年5月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-7 燃料交換(3) (60体) ACT-7の燃料交換(3)は、5月20日より開始され今月はSTEP3-2の燃料移送まで実施し、炉心装荷15体(MK-II炉心燃料1体、MK-II制御棒1体、外側反射体(A)13体)を終了した。 尚、5月26日に最初のMK-II炉心燃料がアドレス(000)に装荷された。</p> <p>(2) ACT-16 新燃料受入貯蔵 5月24日～26日にかけて第2回新燃料受入を実施し、MK-II炉心燃料(集合体Na PFD 005～PFD 012)8体を受入れ、新燃料貯蔵設備の収納管(Na 5～12)に貯蔵した。</p> <p>(3) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 今月は5月4日から5月27日の間に都合4回のプール間移送を実施し、4体を付属プール(A-511B)からSFFプールに移送した。</p> <p>2. 保守 4月26日から5月19日にかけて実施した燃料取扱設備の主要点検項目は下記の通りである。</p> <p>(1) キャスクカーArガス循環ブロウ点検 4月26日～5月19日 (2) キャスクカードアバルブ及び真空ポンプ分解点検 5月6日～5月19日 (3) 燃料出入機グリッパ及びドアバルブ分解点検 5月6日～5月19日 (4) 燃料交換機グリッパ軸封部点検 5月6日～5月11日 (5) 燃料交換機孔ドアバルブ開放点検 5月12日～5月19日 (6) 小回転プラグフリーズメタル酸化状況確認 5月7日、5月19日 (7) 燃料洗浄設備真空ポンプ分解点検 5月12日～5月18日 (8) 新燃料貯蔵設備貯蔵設備側ドアバルブ分解点検 5月6日～5月12日 (9) 缶詰設備ガイドボルト取付 5月13日～5月19日</p>	<p>炉心領域 (5月31日現在)</p> <p>燃料取替記録</p> 	<p>1. 1次主ポンプ(B)復旧作業 第3回定期検査に係る1次主ポンプ(B)分解点検作業はメンテナンス建家内の作業が終了し、5月2日より格内作業に入りポンプ据付、調整及び試運転を実施し予定通り5月20日に終了した。</p> <p>2. 科技厅、IAEAの核燃料物質実在庫調査が5月14日に実施され無事終了した。</p> <p><6月の予定></p> <p>(1) ACT-7 燃料交換(3) (60体) ～6月17日迄</p> <p>(2) ACT-8 サーベイランスリグ移送 6月17日～6月24日</p> <p>(3) ACT-9 燃料交換(4) (60体) 6月24日～7月22日</p> <p>(4) ACT-16 新燃料受入 (5) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵 (6) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送</p>																																																													
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>12</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>13</td> <td>74</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	1	1	⊙	制御棒	1	5	△	内側反射体	0	12	⊗	外側反射体 (A)	13	74	⊕	外側反射体 (B)	0	25	⊖	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	S	ダミー燃料	0	18	D	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>1</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>13</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	1	48	ブランケット燃料	13	105	制御棒	1	1	反射体 (サーベイランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	1	1	⊙																																																												
制御棒	1	5	△																																																												
内側反射体	0	12	⊗																																																												
外側反射体 (A)	13	74	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	25	⊖																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	S																																																												
ダミー燃料	0	18	D																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	1	48																																																													
ブランケット燃料	13	105																																																													
制御棒	1	1																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	0	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

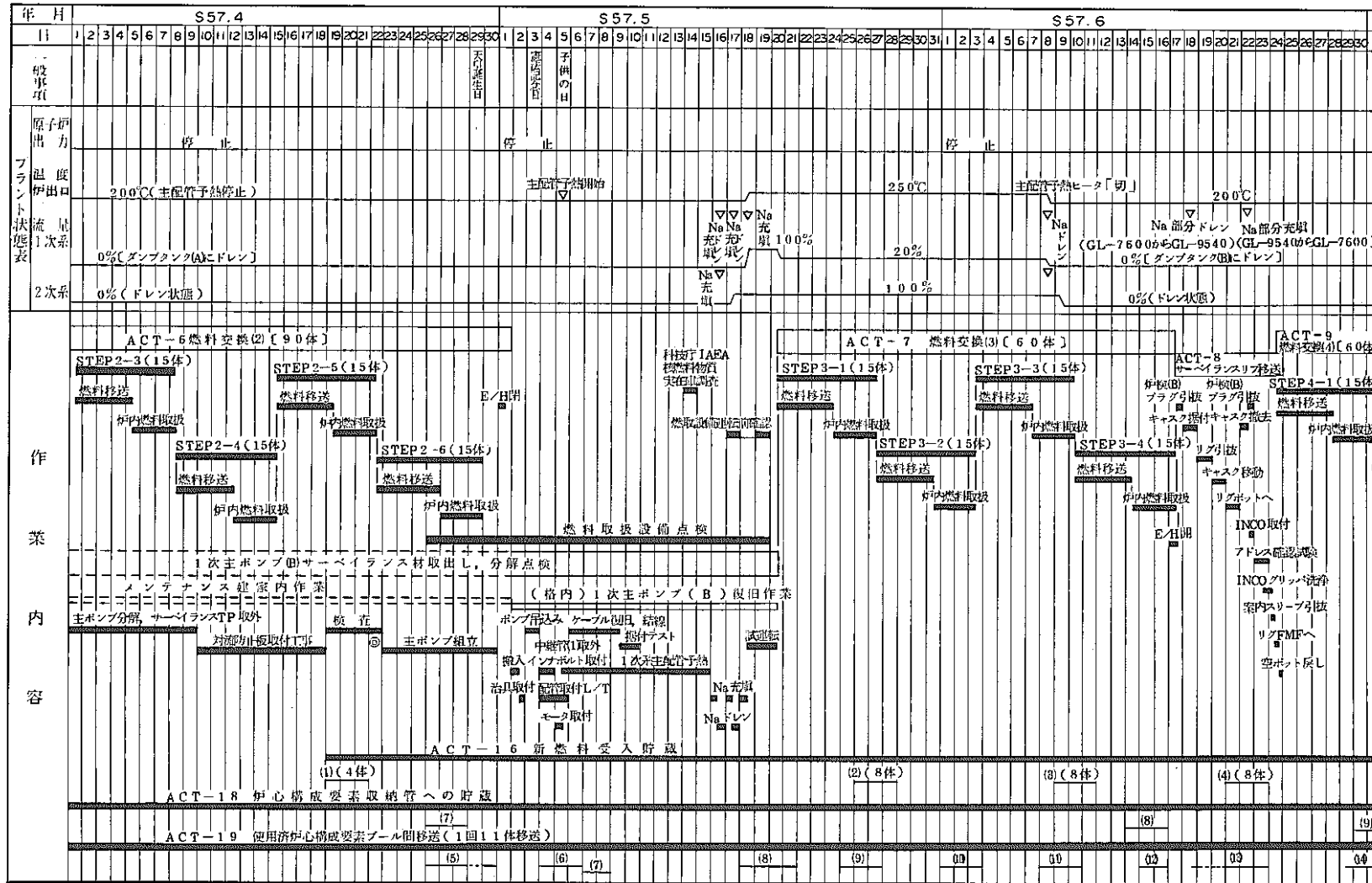
Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

57年6月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-7 燃料交換(3) (65体) 燃料交換(3)は、5月20日より開始され6月17日に終了した。 今月は、MK-I 制御棒1体、ブランケット燃料44体を、MK-II 用制御棒1体、外側反射体(A)44体に交換した。</p> <p>(2) ACT-8 サーベランスリグ移送 サーベランスリグ移送は、下部案内管取扱機を用いて6月17日より開始され、19日に炉容器壁内側の照射ラック (PVP-1) より照射リグ (I-01) 引抜、21日に制御棒用ポット (R 16) に装荷された。引抜き燃料取扱設備を使用して24日にキャスカにてFMFへ払出し終了した。</p> <p>(3) ACT-9 燃料交換(4) (60体) 燃料交換(4)は、6月24日より開始され今月はSTEP 4-1の炉内燃料取扱まで実施し、炉心装荷15体 (MK-I ブランケット燃料15体をMK-II 用内側反射体7体、外側反射体(A)8体に交換) を終了した。</p> <p>(4) ACT-16 新燃料受入貯蔵 6月10日～14日にかけて第3回新燃料受入8体 (PFD 013～PFD 020) を、6月21日～23日にかけて第4回新燃料受入8体 (PFD 021～PFD 028) を実施し、計16体を新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。</p> <p>(5) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵 6月14日～16日にかけて第8回目の貯蔵作業 (42体) を、6月29日～30日にかけて第9回目の貯蔵作業 (7体) を実施し、燃料交換(4) STEP 4-1～STEP 4-3用の炉心構成要素を新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。</p> <p>(6) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 今月は6月1日から6月30日の間に都合5回のプール間移送を実施し、54体を付属プール (A-511 B) からSFFプールに移送した。 6月30日現在SFFプールには合計162体 [ブランケット燃料118体、制御棒7体、反射体 (含サーベランス) 27体、ダミー燃料8体、計装用受入集合体2体] 貯蔵されている。</p>	<p>炉心構成図 (6月30日現在)</p> <p>基準方位 (T・B・S)</p>	<p style="text-align: center;"><7月の予定></p> <p>(1) ACT-9 燃料交換(4) (60体) ～7月22日迄</p> <p>(2) 炉上部ビット蓋搬入、据付 7月27日～28日</p> <p>(3) ACT-10 CRD上部案内管交換 7月29日～8月27日</p> <p>(4) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵</p>																																																													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td style="text-align: center;">52</td> <td style="text-align: center;">126</td> <td style="text-align: center;">⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">⊗</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">S</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	1	⊙	制御棒	1	6	△	内側反射体	7	19	⊗	外側反射体 (A)	52	126	⊕	外側反射体 (B)	0	25	⊗	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	S	ダミー燃料	0	18	D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">48</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td style="text-align: center;">59</td> <td style="text-align: center;">46</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベランスを含む)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	48	ブランケット燃料	59	46	制御棒	1	0	反射体 (サーベランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	1	⊙																																																												
制御棒	1	6	△																																																												
内側反射体	7	19	⊗																																																												
外側反射体 (A)	52	126	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	25	⊗																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	S																																																												
ダミー燃料	0	18	D																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	48																																																													
ブランケット燃料	59	46																																																													
制御棒	1	0																																																													
反射体 (サーベランスを含む)	0	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」実績工程表

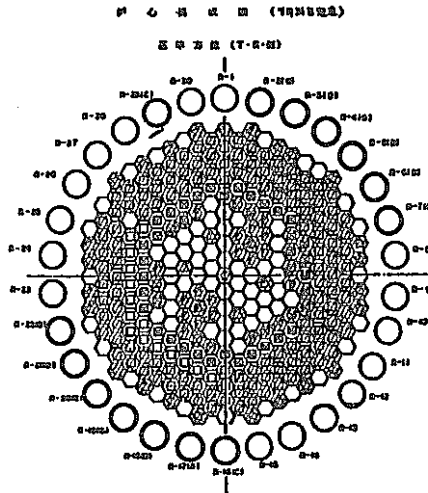
Fig JOYO Main Schedule



高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

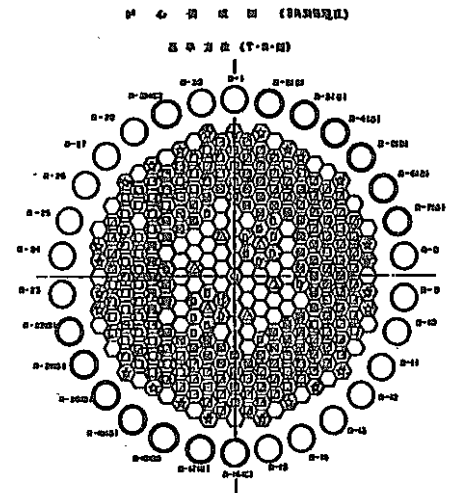
57年7月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-9 燃料交換(4) (60体) 燃料交換(4)は、6月24日より開始されているが、今月はSTEP 4-2～STEP 4-4を実施し炉心装荷45体 (MK-I ブランケット燃料45体をMK-II用内側反射体28体、外側反射体(A)17体に交換)を行い、7月22日に終了した。 これにより総交換本数は240体となり、交換率は83%となった。</p> <p>(2) ACT-10 CRD上部案内管交換 (3体) 準備作業として7月27日、28日にビット蓋を据付け29日より旧調整棒1の上部案内管交換作業に入り固定ドアバルブ、下部案内筒、上部案内筒の据付及び上部案内管キャスクの搬入を終了した。</p> <p>(3) ACT-16 新燃料受入貯蔵 7月5日～7日にかけて第5回新燃料受入8体 (PFD 029～PFD 036)を、7月21日～23日にかけて第6回新燃料受入体 (PFD 037～PFD 044)を実施し計16体を新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。 これにより総受入本数は44体 (うち1体は炉心装荷)となった。</p> <p>(4) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵 7月5日～7日にかけて第10回目の貯蔵作業 (11体)を、7月26日、27日にかけて第11回目の貯蔵作業 (14体)を実施し燃料交換(4)STEP 4-3、4-4及び燃料交換(5)STEP 5-1用の炉心構成要素を新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。</p>	<p>炉心構成図 (7月22日現在)</p> 	<p>(1) 7月8日 科技庁規制課担当官異動により新担当官 (今野技官, 田辺技官) にMK-II 移行概要の説明及び6月末までの実績などを説明した。</p> <p>(2) 7月22日 「原子炉等安全審査委員会」にMK-II 移行作業の中間報告を行った。</p> <p><8月の予定></p> <p>(1) ACT-10 CRD上部案内管交換作業 ～8月27日迄</p> <p>(2) 炉上部ビット蓋取外し 8月28日, 29日</p> <p>(3) ACT-11 CRDM据付調整 8月30日～9月21日</p> <p>(4) ACT-16 新燃料受入</p> <p>(5) ACT-18 炉心構成要素収納管への貯蔵</p> <p>(6) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送</p>																																																													
<p>2. 保守</p> <p>ACT-9燃料交換(4)とACT-12燃料交換(5)の期間を利用して第3回定期検査に係る燃取設備の点検を実施する。 7月23日より開始した主要点検作業は以下の通りである。</p> <p>(1) 回転プラグ電気、計装品点検 7月23日～26日</p> <p>(2) 燃料交換機孔プラグ点検 7月23日～</p> <p>(3) トランスフローラック開放点検 7月23日～</p> <p>(4) 新燃料移送台車開放点検 7月21日～</p> <p>(5) 燃料出入機格内ドアバルブ点検 7月29日～</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>28</td> <td>47</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>17</td> <td>143</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>ミミ燃料</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>⊕</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	1	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	28	47	⊗	外側反射体 (A)	17	143	⊕	外側反射体 (B)	0	25	⊗	中性子源	0	0	⊖	特殊燃料	0	0	⊙	ミミ燃料	0	18	⊕	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>45</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>		炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	48	ブランケット燃料	45	1	制御棒	0	0	反射体 (サーベイランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	1	⊙																																																												
制御棒	0	6	△																																																												
内側反射体	28	47	⊗																																																												
外側反射体 (A)	17	143	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	25	⊗																																																												
中性子源	0	0	⊖																																																												
特殊燃料	0	0	⊙																																																												
ミミ燃料	0	18	⊕																																																												
	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	48																																																													
ブランケット燃料	45	1																																																													
制御棒	0	0																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	0	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

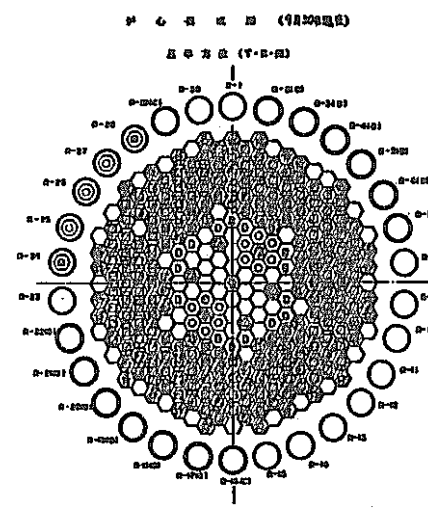
57年8月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料 取替 記録	そ の 他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-10 CRD上部案内管交換 (3体) CRD上部案内管交換作業は、7月29日より開始され、8月3日に調整棒1の上部案内管(U.G.T)引抜、7日に新U.G.T装荷、11日に調整棒2のU.G.T引抜、16日新U.G.T装荷、19日に安全棒4のU.G.T引抜、23日に新U.G.T装荷を実施し、27日にACT-10を滞りなく完了した。そして、8月28～29日に炉上部ビット蓋を取外し搬出した。</p> <p>(2) ACT-11 CRDM据付調整 (6体) 8月30日よりCRDMの据付調整が開始され、現在駆動部の据付作業を継続中である。</p> <p>(3) ACT-16 新燃料受入貯蔵 8月25日～27日にかけて第7回新燃料受入(8体: PFD 045～PFD052)を実施し、新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。 これにより、総受入本数は52体(うち1体は炉心装荷)となった。</p> <p>(4) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 8月17日～31日にかけて都合6回(計20回)のプール間移送を実施し、64体を付属プール(A-511 B)からSFFプールに移送した。 8月31日現在SFFプールには合計226体(ブランケット燃料181体、制御棒8体、反射体(含サーベランス)27体、ダミー燃料8体、計装用受入集合体2体)貯蔵されている。</p>	<p>炉心構成図 (9A303020)</p> <p>基準方位 (T-O-0)</p> 	<p>(1) 8月19日午後2時頃 3体目の上部案内管引抜作業時に巡視点検員が炉上部ビット室(RP-U)に立入り1.2レム被曝した。</p> <p><9月の予定></p> <p>(1) ACT-11 CRDM据付調整 ～9月21日迄</p> <p>(2) ACT-12 燃料交換(5) 9月21日～10月23日</p> <p>(3) ACT-16 新燃料受入貯蔵</p> <p>(4) 燃取設備各機器点検</p> <p>(5) 核燃料物質実在庫調査 9月6日～9月10日</p>																																																													
<p>2. 保 守</p> <p>(1) トランスファロータ貯蔵側ドアバルブ開放点検 7月29日～8月4日</p> <p>(2) 水中台車及び駆動装置開放点検 7月31日～8月9日</p> <p>(3) 使用済燃料移送機グリッパ及びグリッパ駆動装置分解点検 7月30日～8月16日</p> <p>(4) 燃料洗浄設備真空ポンプ分解点検 8月16日～8月20日</p> <p>(5) 回転移送機グリッパ分解点検 8月17日～8月26日</p> <p>(6) キャスクカーArガス循環ブロウ(B)分解点検 8月18日～8月30日</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>47</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>0</td> <td>143</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊞</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊚</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>⊛</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	1	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	0	47	⊗	外側反射体 (A)	0	143	⊕	外側反射体 (B)	0	25	⊖	中性子源	0	0	⊞	特殊燃料	0	0	⊚	ダミー燃料	0	18	⊛	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	48	ブランケット燃料	0	1	制御棒	0	0	反射体 (サーベランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	1	⊙																																																												
制御棒	0	6	△																																																												
内側反射体	0	47	⊗																																																												
外側反射体 (A)	0	143	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	25	⊖																																																												
中性子源	0	0	⊞																																																												
特殊燃料	0	0	⊚																																																												
ダミー燃料	0	18	⊛																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	0	48																																																													
ブランケット燃料	0	1																																																													
制御棒	0	0																																																													
反射体 (サーベランスを含む)	0	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」MK-II移行作業 月報 :

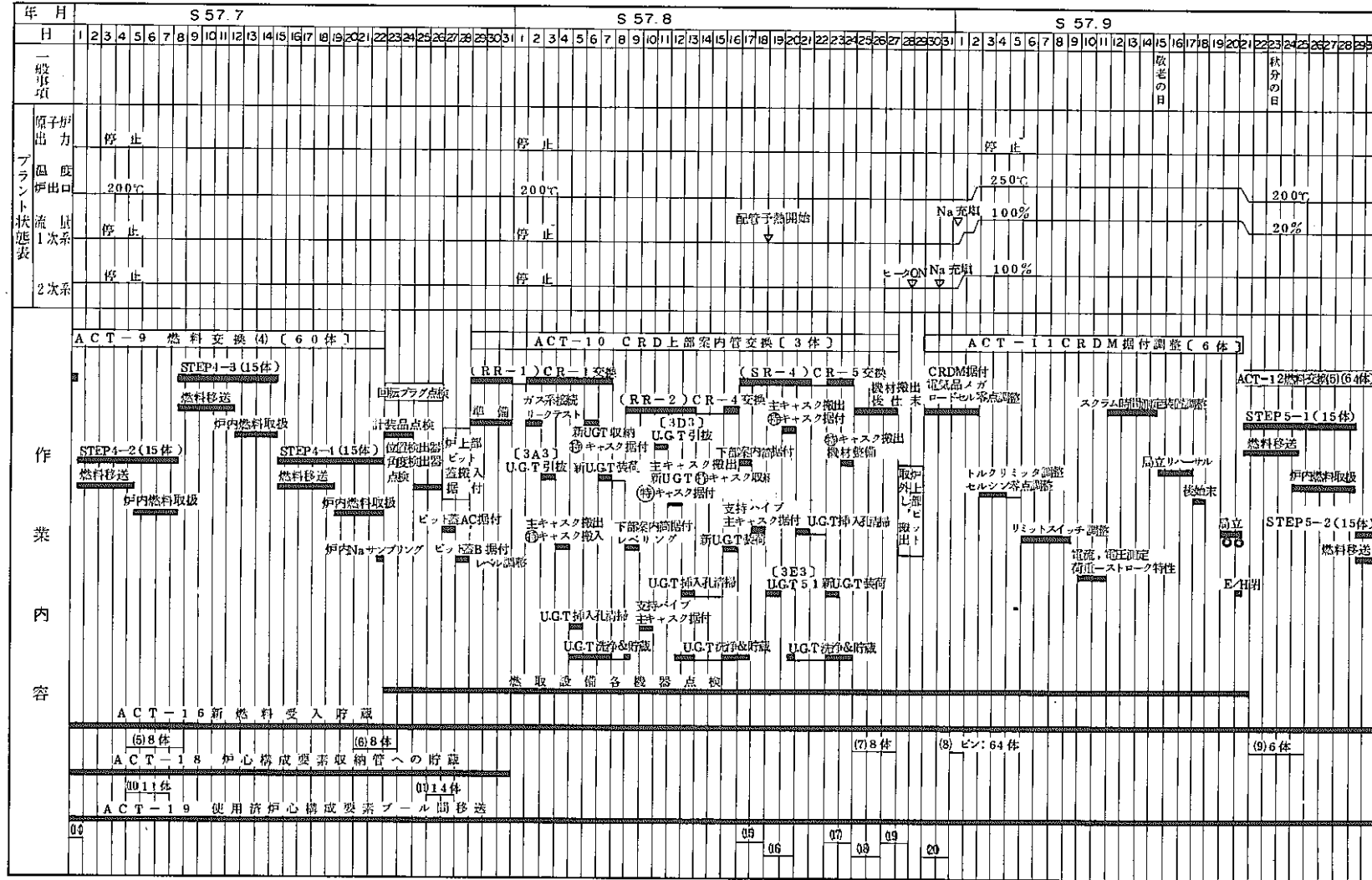
Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

57年9月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																													
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-11 CRDM据付調整 [6体] CRDMの据付を9月2日に終え、3日~4日にトルクリミック調整、セルシン零点調整、6日~9日にリミットスイッチ調整、9日~11日にモータ・ブレーキ電流・電圧測定、荷重-ストローク特性測定、12日~15日にスクラム時間測定装置の調整及び15日~17日にかけて同立リハーサルを実施した。そして、CRDMの使用前検査並びに第3回定期検査の局立(渡辺技官、重松技官)を9月20日、21日に受検し合格した。</p> <p>(2) ACT-12 燃料交換(5) [64体] 9月21日よりACT-12燃料交換(5)が開始された。 今月はSTEP 5-1 15体 (MK-II炉心燃料: 12体、ダミー燃料: 3体)の炉心装荷が終了し、現在STEP 5-2が継続中である。</p> <p>(3) ACT-16 新燃料受入貯蔵 9月1日に第8回新燃料受入としてB型特殊燃料組立用ビン64本の受入れを、又9月22日~25日にかけて第9回新燃料受入(6体: PFD 053~PFD 058)を実施し、新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。 これにより、総受入本数は58体となった。</p> <p>2. 保守</p> <p>(1) 回転プラグ電気品点検 9月1日~9月14日</p> <p>(2) 燃料交換機グリッパ及びグリッパ軸封部分解点検 9月2日~9月13日</p> <p>(3) 燃料出入機グリッパ駆動装置分解点検 9月9日~9月18日</p> <p>(4) 燃料出入機台車設備開放点検 9月8日~9月11日</p> <p>(5) 缶詰装置分解点検 8月26~9月9日</p> <p>(6) 使用済燃料移送機台車分解点検及びケーブル交換 9月13日~9月18日</p> <p>(7) キャスクドアバルブ分解点検 8月31日~9月6日</p> <p>(8) キャスクカグリッパ及びグリッパ巻上装置開放点検 9月7日~9月16日</p> <p>(9) SFF使用済燃料移送台車分解点検 9月13日~9月15日</p> <p>(10) 燃料交換機ドアバルブ及びH/D駆動シリンダ分解点検 9月14日~9月21日</p>	<p>炉心領域 (9月20日現在)</p> <p>燃料取替記録</p>  <table border="1" data-bbox="896 1021 1388 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>47</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (A)</td> <td>0</td> <td>143</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体 (B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊛</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>3</td> <td>21</td> <td>⊖</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	12	13	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	0	47	⊗	外側反射体 (A)	0	143	⊕	外側反射体 (B)	0	25	⊛	中性子源	0	0	N	特殊燃料	0	0	⊖	ダミー燃料	3	21	⊖	<p>(1) 9月6日~10日にかけて核燃料物質在庫調査が、科技庁及びIAEA立会いのもとに実施され無事終了した。</p> <p>(2) 7月23日から開始された第3回定期検査の燃取設備各機器点検は9月21日をもって終了した。尚、下記局立に合格した。</p> <p>1) 9月17日 交換機ドアバルブ及びH/D軸分解検査</p> <p>2) 9月21日 H/D軸漏洩検査及び機能検査</p> <p>3) 9月28日 炉内燃料取扱機器動作確認</p> <p><10月の予定></p> <p>(1) ACT-12 燃料交換(5) ~10月23日迄</p> <p>(2) ACT-16 新燃料受入貯蔵</p> <table border="1" data-bbox="1411 1021 1836 1404"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>15</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	15	33	ブランケット燃料	0	1	制御棒	0	0	反射体 (サーベイランスを含む)	0	23	中性子源	0	1	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																												
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	12	13	⊙																																																												
制御棒	0	6	△																																																												
内側反射体	0	47	⊗																																																												
外側反射体 (A)	0	143	⊕																																																												
外側反射体 (B)	0	25	⊛																																																												
中性子源	0	0	N																																																												
特殊燃料	0	0	⊖																																																												
ダミー燃料	3	21	⊖																																																												
炉心構成要素名	炉心領域																																																														
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																													
炉心燃料	15	33																																																													
ブランケット燃料	0	1																																																													
制御棒	0	0																																																													
反射体 (サーベイランスを含む)	0	23																																																													
中性子源	0	1																																																													
特殊燃料	0	0																																																													

高速実験炉「常陽」実績工程表

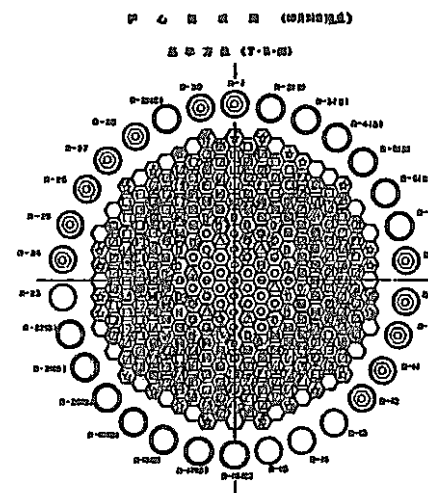
Fig JOYO Main Schedule



高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

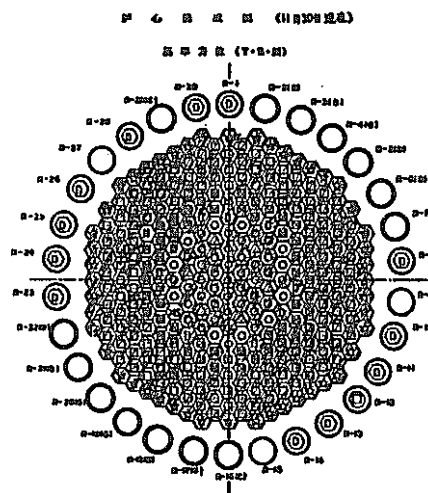
57年10月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																																	
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-12 燃料交換(5) (64体) 燃料交換(5)は、9月21日より開始されているが、今月はSTEP 5-2～STEP 5-5を実施し炉心装荷35体〔MK-I 炉心燃料33体、プランケット燃料1体、中性子源1体をMK-II 用炉心燃料26体、内側反射体7体、外側反射体(A)1体、中性子源受入集合体1体に交換〕、39体炉心構成のためのダミー燃料の移動及びラック装荷12体〔MK-II 炉心燃料12体：臨界近接用〕を行い、10月22日に終了した。 これにより、総交換本数は290体となり、交換率は100%となった。 尚、臨界近接のための39体炉心構成は、10月19日に完了した。</p> <p>(2) ACT-13 格納容器全体漏洩率試験 格納容器全体漏洩試験は、10月23日より開始され今月は準備作業として下記主項目を実施した。 ① 隔離弁チェック 10月23日～10月27日 ② 仮設設備準備 10月23日～10月26日 ③ 床上/床下バウンダリ設定 10月27日 ④ シャコン系及び床下N₂置換 10月28日 ⑤ 格納容器内床上点検、P/A閉、P/A B種試験 10月29日～10月30日 ⑥ 床上N₂置換 10月31日</p> <p>(3) ACT-16 新燃料受入貯蔵 10月27日～29日にかけて第10回新燃料受入(6体：集合体No PFD 059～PFD 064)を実施し、新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。 これにより、総受入本数は64体となった。</p>	<p>炉心領域 (10月31日現在) 燃料領域 (7-0-02)</p>  <table border="1" data-bbox="907 1029 1400 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>26</td> <td>39</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>7</td> <td>54</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(A)</td> <td>1</td> <td>144</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(B)</td> <td>0</td> <td>25</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>S</td> </tr> <tr> <td>中性子源受入集合体</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>21</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	26	39	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	7	54	⊗	外側反射体(A)	1	144	⊕	外側反射体(B)	0	25	⊗	中性子源	0	0	NS	特殊燃料	0	0	S	中性子源受入集合体	1	1	N	ダミー燃料	0	21	D	<p>(1) 10月1日に第3回定期検査として、炉外燃料取扱機器動作確認の周立を受検し合格した。</p> <p><11月の予定></p> <p>(1) ACT-13 格納容器全体漏洩率試験 ～11月12日迄</p> <p>(2) ACT-14 7線源部装荷 11月13日～11月15日</p> <p>(3) ACT-15 燃交(6) (臨界近接) 11月16日～11月22日</p> <p>(4) NT-212 臨界試験 11月23日～11月26日</p> <p>(5) ACT-20 中性子検出器引抜・挿入 11月27日～12月6日</p> <p>(6) 7線源部移動 11月30日～12月3日</p> <p>(7) 使用済炉心構成要素プール間移送</p> <table border="1" data-bbox="1422 1029 1848 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>33</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>プランケット燃料</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	33	0	プランケット燃料	1	0	制御棒	0	0	反射体 (サーベイランスを含む)	0	23	中性子源	1	0	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																																
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	26	39	⊙																																																																
制御棒	0	6	△																																																																
内側反射体	7	54	⊗																																																																
外側反射体(A)	1	144	⊕																																																																
外側反射体(B)	0	25	⊗																																																																
中性子源	0	0	NS																																																																
特殊燃料	0	0	S																																																																
中性子源受入集合体	1	1	N																																																																
ダミー燃料	0	21	D																																																																
炉心構成要素名	炉心領域																																																																		
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	33	0																																																																	
プランケット燃料	1	0																																																																	
制御棒	0	0																																																																	
反射体 (サーベイランスを含む)	0	23																																																																	
中性子源	1	0																																																																	
特殊燃料	0	0																																																																	

高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

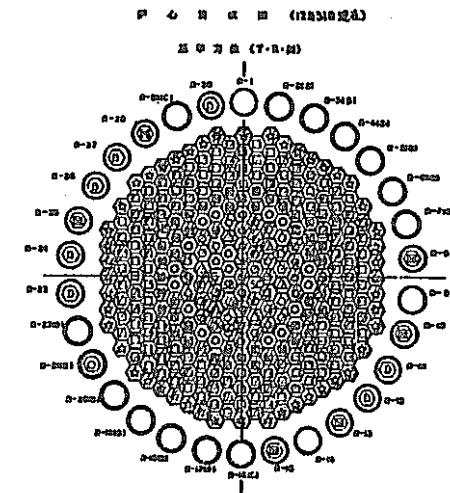
57年11月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																																	
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-13 格納容器全体漏洩試験 格納容器全体漏洩試験は10月23日より開始されているが、今月は計測(2日~6日, 試験時間: 48時間)及び試験後の復旧等を実施し11月12日に終了した。試験結果は、絶対圧力法で0.172%/day, 基準容器法で0.208%/dayであった。(判定基準は両測定方法とも1.90%/day以下である。) 尚, 11月3日~6日に第3回定期検査の局立を受検し合格した。</p> <p>(2) ACT-14 7線源部装荷 11月12日に原研JMTRのホットラボより7線源部(¹²⁴Sb:約1600Ci)を、JOYOに搬入し、11月14日に炉心(アドレス: 4E1)へ装荷し、11月15日に終了した。</p> <p>(3) ACT-15 燃料交換(6) [臨界近接] 燃料交換(6) [臨界近接]は11月16日より開始され、11月20日までに12体のダミー燃料とMK-II炉心燃料の取替及び計測が行われ、11月22日11時22分に照射用炉心の初臨界を達成した。尚, 11月17日と22日の局立にも合格した。 <初臨界時のデータ> <ul style="list-style-type: none"> ○ 炉心燃料 51体 ○ 制御棒 6体 ○ 内側反射体 54体 ○ 外側反射体(A) 144体 ○ 外側反射体(B) 48体 ○ 中性子源 1体 ○ ダミー燃料 9体 ○ 制御棒1の引抜 453.8mm ○ 制御棒2~6の引抜 上端(650mm) ○ 原子炉出入口温度 245°C </p> <p>(4) ACT-16 新燃料受入貯蔵 11月18日にB型特殊燃料2体をIRAF建家より新燃料貯蔵室に移送し収納管に貯蔵した。</p> <p>(5) ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送 今月は都合4回(第21回~第24回)のプール間移送を実施し、39体を付属プール(A-511B)からSFFプールに移送した。 11月30日現在SFFプールには265体貯蔵されている</p> <p>(6) ACT-20 中性子検出器引抜・挿入 中性子検出器ch.1とch.4の交換作業は11月27日より開始され現在組立調整中である。</p>	<p>燃料取替記録</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>12</td> <td>51</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>54</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(A)</td> <td>1</td> <td>143</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(B)</td> <td>0</td> <td>48</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>⊛</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>⊚</td> </tr> <tr> <td>中性子源受入集合体</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>⊞</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>12</td> <td>9</td> <td>⊚</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	12	51	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	0	54	⊗	外側反射体(A)	1	143	⊕	外側反射体(B)	0	48	⊖	中性子源	1	1	⊛	特殊燃料	0	0	⊚	中性子源受入集合体	1	1	⊞	ダミー燃料	12	9	⊚	<p>(1) 照射用炉心性能試験 ○NT-211 臨界近接試験 11月16日~11月22日 ○NT-212 臨界試験 <ul style="list-style-type: none"> ○ 中性子源効果 11月23日 ○ 制御棒仮校正 11月24日 ○ 等温係数測定 11月25日 </p> <p>(2) 11月11日望月理事より臨界近接及び性能試験を前にしての激励の訓話があった。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	ブランケット燃料	0	0	制御棒	0	0	反射体 (サーベイランスを含む)	0	0	中性子源	0	0	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																																
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	12	51	⊙																																																																
制御棒	0	6	△																																																																
内側反射体	0	54	⊗																																																																
外側反射体(A)	1	143	⊕																																																																
外側反射体(B)	0	48	⊖																																																																
中性子源	1	1	⊛																																																																
特殊燃料	0	0	⊚																																																																
中性子源受入集合体	1	1	⊞																																																																
ダミー燃料	12	9	⊚																																																																
炉心構成要素名	炉心領域																																																																		
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	0	0																																																																	
ブランケット燃料	0	0																																																																	
制御棒	0	0																																																																	
反射体 (サーベイランスを含む)	0	0																																																																	
中性子源	0	0																																																																	
特殊燃料	0	0																																																																	

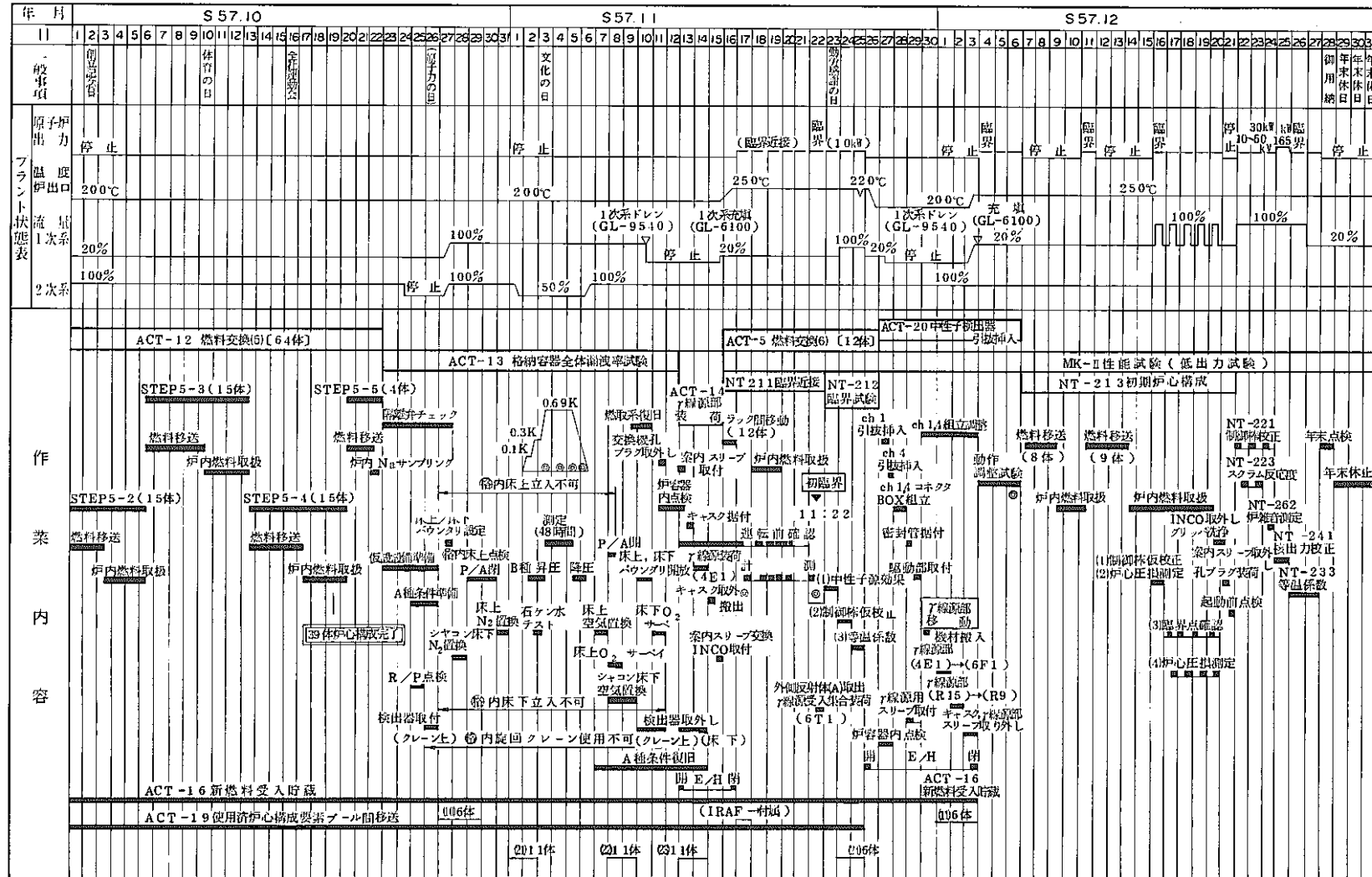
高速実験炉「常陽」MK-II 移行作業 月報

Monthly Report of The MK-II Core Conversion Activities in JOYO

57年12月実績

照射用炉心構成作業 (MK-II 移行作業)	燃料取替記録	その他																																																																	
<p>1. MK-II 移行作業</p> <p>(1) ACT-16 新燃料受入貯蔵 12月1日～3日にかけて第11回新燃料受入〔6体：集合体No.PFD 065 (1体)、試験用炉心燃料集合体(5体)〕を実施し、新燃料貯蔵設備の収納管に貯蔵した。これにより、総受入本数は、MK-II 炉心燃料 65 体、試験用炉心燃料集合体 5 体となった。</p> <p>(2) ACT-20 中性子検出器引抜・挿入 燃料交換作業及び臨界近接試験時に使用した ch.1 と ch.4 の高感度予備中性子検出器を本設の中性子検出器に交換する作業は、11月27日より開始されていたが12月5日に終了した。</p> <p>2. MK-II 性能試験</p> <p>(1) 7線源部移動 7線源部を試験用位置(アドレス:4E1)より運転用位置(アドレス:6F1)へ移動する作業は、11月30日より開始し12月3日に終了した。また、MK-Iの7線源部を燃料貯蔵ラック(R15)よりラック(R9)へ同期間に移動した。</p> <p>(2) NT-213 初期炉心構成 12月7日より12月21日にかけて51体炉心から性能試験用の64炉心への構成作業を実施し終了した。 本作業においては、内側反射体:6体、ダミー燃料:9体、7線源受入集合体:1体を取り出し、MK-II 炉心燃料:13体(他に3体は炉心内移動)、特殊燃料集合体(B型):2体、炉心材料照射用反射体:1体を装荷した。 これにより、昭和57年1月30日より開始した一連の燃料交換作業は12月21日の初期炉心構成終了をもって完了した。</p> <p><特記事項> MK-II 移行作業に必要な燃料交換作業及び各種作業は12月をもって完了したので、「MK-II 移行作業月報」も本月をもって終了とします。</p>	<p>燃料取替記録</p>  <table border="1" data-bbox="896 1021 1388 1452"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> <th rowspan="2">記号</th> </tr> <tr> <th>今月の装荷本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>13 (他に3体は炉心内移動)</td> <td>64</td> <td>⊙</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>△</td> </tr> <tr> <td>内側反射体</td> <td>0</td> <td>48</td> <td>⊗</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(A)</td> <td>0</td> <td>143</td> <td>⊕</td> </tr> <tr> <td>外側反射体(B)</td> <td>0</td> <td>48</td> <td>⊖</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>1 (炉心内移動)</td> <td>1</td> <td>NS</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料集合体(B型)</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>SB</td> </tr> <tr> <td>炉心材料照射用反射体</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>SC</td> </tr> <tr> <td>ダミー燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>	炉心構成要素名	炉心領域		記号	今月の装荷本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	13 (他に3体は炉心内移動)	64	⊙	制御棒	0	6	△	内側反射体	0	48	⊗	外側反射体(A)	0	143	⊕	外側反射体(B)	0	48	⊖	中性子源	1 (炉心内移動)	1	NS	特殊燃料集合体(B型)	2	2	SB	炉心材料照射用反射体	1	1	SC	ダミー燃料	0	0	D	<p>(1) 照射用炉心性能試験</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 制御棒仮校正 12月16日 ○ 炉心圧損測定 12月16日～12月20日 ○ 臨界点確認 12月17日～12月20日 ○ NT-221 制御棒校正 12月22日～24日 ○ NT-223 スクラム反応度 12月22日、23日 ○ NT-262 炉雑音測定 12月24日 ○ NT-241 核出力校正 12月25日 ○ NT-233 等温係数 12月26日、27日 <p><S 58.1月の予定></p> <p>(1) MK-II 性能試験 (低出力試験)</p> <table border="1" data-bbox="1411 1021 1836 1404"> <thead> <tr> <th rowspan="2">炉心構成要素名</th> <th colspan="2">炉心領域</th> </tr> <tr> <th>今月の取替本数</th> <th>今月末の炉心状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>炉心燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ブランケット燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>制御棒</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>反射体 (サーベイランスを含む)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>中性子源</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>特殊燃料</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 前月までの実績は、炉心構成要素記号の上に斜線を入れて表示する。</p>	炉心構成要素名	炉心領域		今月の取替本数	今月末の炉心状態	炉心燃料	0	0	ブランケット燃料	0	0	制御棒	0	0	反射体 (サーベイランスを含む)	0	0	中性子源	0	0	特殊燃料	0	0
炉心構成要素名	炉心領域		記号																																																																
	今月の装荷本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	13 (他に3体は炉心内移動)	64	⊙																																																																
制御棒	0	6	△																																																																
内側反射体	0	48	⊗																																																																
外側反射体(A)	0	143	⊕																																																																
外側反射体(B)	0	48	⊖																																																																
中性子源	1 (炉心内移動)	1	NS																																																																
特殊燃料集合体(B型)	2	2	SB																																																																
炉心材料照射用反射体	1	1	SC																																																																
ダミー燃料	0	0	D																																																																
炉心構成要素名	炉心領域																																																																		
	今月の取替本数	今月末の炉心状態																																																																	
炉心燃料	0	0																																																																	
ブランケット燃料	0	0																																																																	
制御棒	0	0																																																																	
反射体 (サーベイランスを含む)	0	0																																																																	
中性子源	0	0																																																																	
特殊燃料	0	0																																																																	

高速実験炉「常陽」実績工程表
Fig JOYO Main Schedule



5.1 ACT-1 移行準備作業

1. 目的及び作業概要

照射用炉心移行に先立ち、通常プラント状態で燃料交換作業準備として、中性子検出器校正（MK-II核出力校正用）、燃料引抜荷重測定試験、燃料交換機アドレス確認試験、置換反応度試験、ブランケット燃料シャフリング試験及び炉内Naサンプリングを行う。

2. 作業実績

本作業は、昭和57年1月4日より開始されたが、1月5日に発生した燃料出入機によるホールドダウン軸内案内スリーブ(I)挿入不能及び1月11日に発生した大回転プラグジャッキダウン不能等の不具合により当初の計画を変更せざるを得なくなった。

その理由は、上記不具合に対する対策、検討及び復旧作業等に時間を要したためであるが、幸にも復旧作業は1月17日までに終了し、MK-II移行基本工程に影響を与えることはなかった。

本期間では、復旧作業の他に下記項目を実施した。

- 1) 燃料交換準備として、使用済燃料のポット（B型→A型：炉外燃料移送ではA型ポットを使用するため）間移送
- 2) 燃料引抜荷重測定
- 3) MK-I 75 MW (6) EOC炉心での試験として、炉心中心アドレス(000)での使用済・新炉心燃料置換反応度試験
- 4) ブランケット燃料シャフリング(5B1 ↔ 5E1)試験
- 5) MK-II核出力校正用としての中性子検出器校正
- 6) MK-II移行作業開始にあたって、1次系Na中不純物監視としての炉内Naサンプリング

第5.1-1表にACT-1移行準備作業実績工程を示す。

当初の計画では、燃料交換作業準備として燃料交換機アドレス確認試験を行い、燃料交換機グリッパーと装荷集合体中心からの芯ずれが許容範囲(±15.64mm)にあることを確認したかったのであるが、既に述べた不具合発生により時間的余裕がなく実施できなかった。

しかし、上記2)の燃料引抜荷重測定から、異常に高い引抜荷重値が測定されなかったことから、燃料交換機グリッパーと装荷集合体間の芯ずれは許容範囲内に十分であると判断した。

3. 特記事項

本期間中に行った作業に係る主要な検討項目は以下の通りである。

1) 燃料出入機による案内スリーブ挿入不能に対する検討

57年1月5日に燃料交換機孔のホールドダウン軸内に案内スリーブを装荷しようとした所ホールドダウン軸内内部〔GL-5600付近(グリッパストロック6841mm付近)〕へのNa付着により挿入不能現象が生じた。

故に、付着Na除去対策を検討した結果、現在あるNaかき落とし治具の接触面(削り面積)を

極端に小さく改造し、回転プラグの回転と燃料出入機の位置決めにより、ホールドダウン軸内のNaかき落とし治具相対位置を回転させながら使用し、都合5回によりほぼ全周の付着Na除去を行うことにより解決した。

2) 大回転プラグジャッキダウン不能に対する検討

57年1月11日に大回転プラグを基準位置でジャッキダウンした所、異常なきしみ音とともに全ストローク20mmのうち約13mmを残してパイロットバルブ異常にて下降動作が不能となった。

原因について種々調査・検討した結果、大回転プラグと炉容器との上部間隙の回転プラグインロー取付部に蒸着したNaによるものと判明した。

本現象は今後の燃料交換作業には、直接影響（回転プラグの回転及びジャッキダウン繰返しによるNa削り落とし効果があるために時間をかければジャッキダウン可能になる。）を及ぼさないが、恒久的な対策として以下を実施中である。

- (1) 回転プラグNa蒸着当該部であるインロー部の内部観察
- (2) Na蒸着当該部の温度分布測定
- (3) 異常監視システムの取付
- (4) 点検孔拡大のための空孔機開発
- (5) Naかき落とし治具の開発

3) 集合体引抜ピーク荷重測定について

移行準備作業期間で行った集合体引抜ピーク荷重の測定結果について記す。測定は今回行った測定〔移行準備作業期間と燃料交換(1)〕の他に、MK-I 75MW(5)～75MW(6)の炉停止期間で行った測定結果についても記す。

なお、55年3月20日〔75MW(1) EOC〕～57年2月24日〔MK-II 移行作業燃料交換(1)〕間のピーク荷重値については別冊のデータ集に記載した。

(1) 測定目的

燃料集合体は原子炉運転後、スウェリングや温度差による湾曲等により発生した拘束力によるクリープ変形とスウェリング自身により、集合体を引抜く際に廻りの集合体等との接触のため大きなピーク荷重を発生させる。従って、このピーク荷重を測定することにより、クリープ変形量を評価するものと考えられる。さらに、ピーク荷重の経時変化を測定することにより、クリープ変形量の経時変化に対する評価も可能と考えられる。

(2) 測定概要

集合体引抜荷重値は、第5.1-1図に示すように、燃料交換機^{*}グリッパー駆動部の上部にあるロードセルにより測定されるもので、集合体、グリッパー、グリッパー軸、グリッパー駆動部等の重量と、炉容器バウンダリーとなっている軸封部のしめつけによる摩擦力及び隣接する集合体との接触による摩擦力等との合計である。

炉心に装荷されている集合体を交換機で引抜く際の荷重特性曲線の一例を第5.1-2図に

示すが、ここで問題となる荷重は特性曲線上の「A部」と示したピーク荷重である。このピーク荷重は集合体を引抜く際に、廻りの集合体との接触が瞬時的に切離される際に発生するものであり、接触がなければピーク荷重は発生しない。この接触は集合体のクリープ変形やスウェリング及び傾き等により生じるものである。従って、ピーク荷重値を測定することにより集合体のクリープ変形量等の評価が可能と考えられ、測定結果をまとめたものである。

＊) 回転プラグは水平が保たれているので、その上に据付けられる交換機はほぼ垂直である。グリッパーは、回転プラグに固定されたホールドダウン軸内に燃料交換作業のつど装荷される案内スリーブ内を上下する。ホールドダウン軸と案内スリーブとのギャップは片側で1mm、案内スリーブとグリッパーとのギャップは片側で2.5 mmである。また、案内スリーブ下端は、集合体頂部より約1.0m上に位置しており、グリッパー軸は案内スリーブ下端より約7.5m上部の軸封部で全周が締付けられている。

(3) ピーク荷重測定

照射された集合体が引抜かれる際にピーク荷重を発生させる部分は、第5.1-3図に示すように、上部スペーサパッド、中間スペーサパッド及び下部嵌合部等であると考えられる。

これらの接触の程度によりピーク荷重値が変化するものと考えられる。ピーク荷重の大きさは、この接触の程度に加え、炉心に装荷された集合体とグリッパーとの芯ずれ、即ち偏心量の大きさに依存する。ピーク荷重値と芯ずれの依存性について検討したものが第5.1-4図である。

第5.1-4図の測定結果は、総合機能試験時の常温大気中で得られたデータである。この値は炉内に人間が直接入って測定したものであり、偏心は回転プラグを回転させることにより、炉内に装荷されたダミー燃料とグリッパーとの間に芯ずれを生じさせたものである。第5.1-4図から判ることは、偏心量が約10mm以上になるとピーク荷重値は増大し、それ以下だとほぼ一定で、5~10kgであった。一方、炉内に装荷された集合体とグリッパーとの間の実際の偏心量については、炉内Na充填(Na温度約250℃)後、測定が実施された。その結果を第5.1-5図に示す。測定は25点行い、それらの偏心量の平均値は3.1mm、最大は6F4の6.4mmであった。また、MK-II移行作業期間中に行われたアドレス確認試験、即ち偏心量測定試験(MK-IIメモNo.221)によると、測定は6A1、6B1、6D1、6E1、6F1と2A2(制御棒廻り)の6点で行われ、その結果、偏心量は平均で、1.9mm、最大で5.1mm(6B1)であった。従って、総合機能試験時とMK-II移行作業時とに行われた偏心量測定の結果から、偏心量は小さいことが推定され、かつ第5.1-4図の測定結果とあわせて考えると、偏心により生ずるピーク荷重はほとんどないものと推定される。なお、第5.1-4図は偏心量が約10mm以下でもピーク荷重が5~10kg測定されていることを示しているが、この原因はダミー燃料の炉内での傾きと製作時の曲り等によるものと推定される。ラップ管構造の集合体とダミー燃料の製作仕様は同等であるため、集合

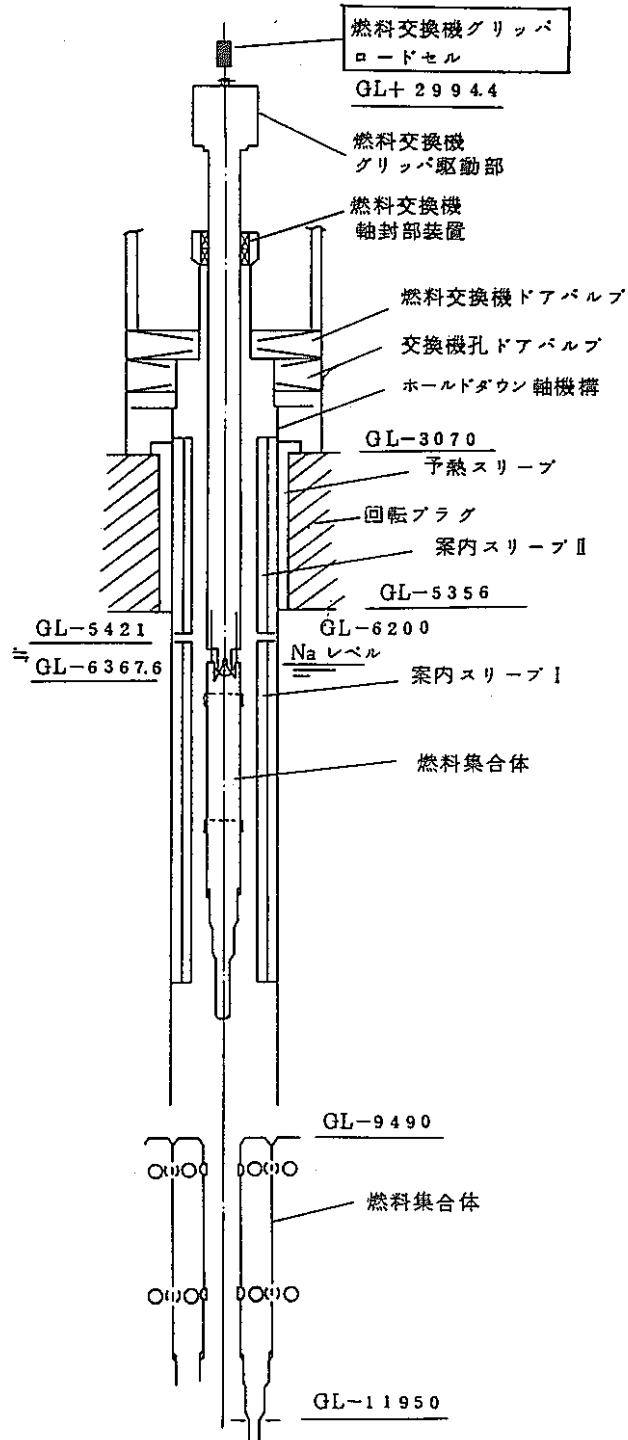
体の場合でも偏心量約 10 mm 以内で、5 kg 程度のピーク荷重は生ずるものと推定される。従って、ピーク荷重 10 kg 以下は有意な値ではないと見なした。

(4) ピーク荷重測定結果

ピーク荷重の測定結果を第 5.1-6 図～第 5.1-8 図に示す。第 5.1-6 図は MK-I 75 MW(5)～75 MW(6)の炉停止期間で行われた集合体置換反応度試験の際に得られたピーク荷重値である。この図の使用済燃料は有意なピーク荷重が得られており、新燃料にも使用済燃料の場合と同程度のピーク荷重が見られた。なお、測定された使用済燃料は 75 MW(5) 運転停止後、本測定までは一度も引抜かれていない集合体である。

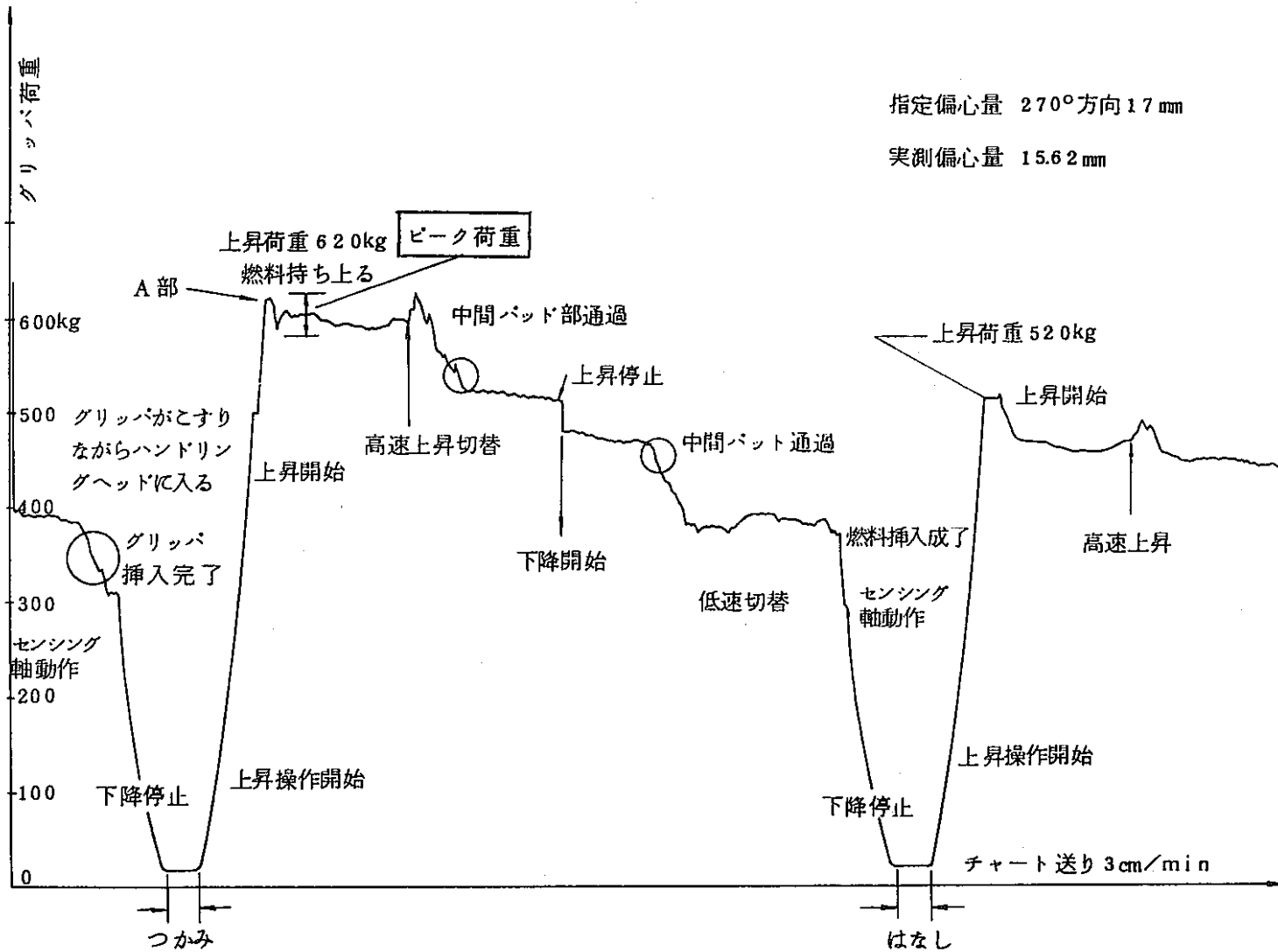
第 5.1-7 図には、移行準備期間〔75 MW(6)運転停止直後〕と燃料交換(1)での使用済燃料引抜ピーク荷重の測定結果を示す。移行準備期間での測定では、1A1, 2A1～9A1 はほぼ有意なピーク荷重値が得られているが、反対側の 1D1, 2D1～9D1 及び 1E1, 2E1～9E1, 1B1, 2B1～9B1 等には有意なピーク荷重は得られていない。また第 5 列の炉心燃料でもそれほど有意なピーク荷重は得られていない。燃料交換(1)で特に制御棒廻り(3A3, 3D3)の使用済炉心燃料のピーク荷重値はかなり大きな値を示している。この値は有意な値と考えられるが、使用済炉心燃料の引抜後は、その位置へダミー燃料が装着されるので、ダミー燃料の影響もあるものと考えられる。そこで、ダミー燃料の引抜ピーク荷重測定値を第 5.1-8 図に示した。この図では、ダミー燃料のピーク荷重値は使用済炉心燃料の場合よりも大きなピーク荷重が一部見られるので、ダミー燃料の影響は大きいものと推定される。

なお、これらの集合体引抜ピーク荷重データを用いて、集合体クリープ変形を評価する際には、ピーク荷重値に影響を与える要因について既に記述した他に、対象とする集合体の隣接する集合体が、ピーク荷重測定前に引抜かれたかどうかを考慮する必要がある。



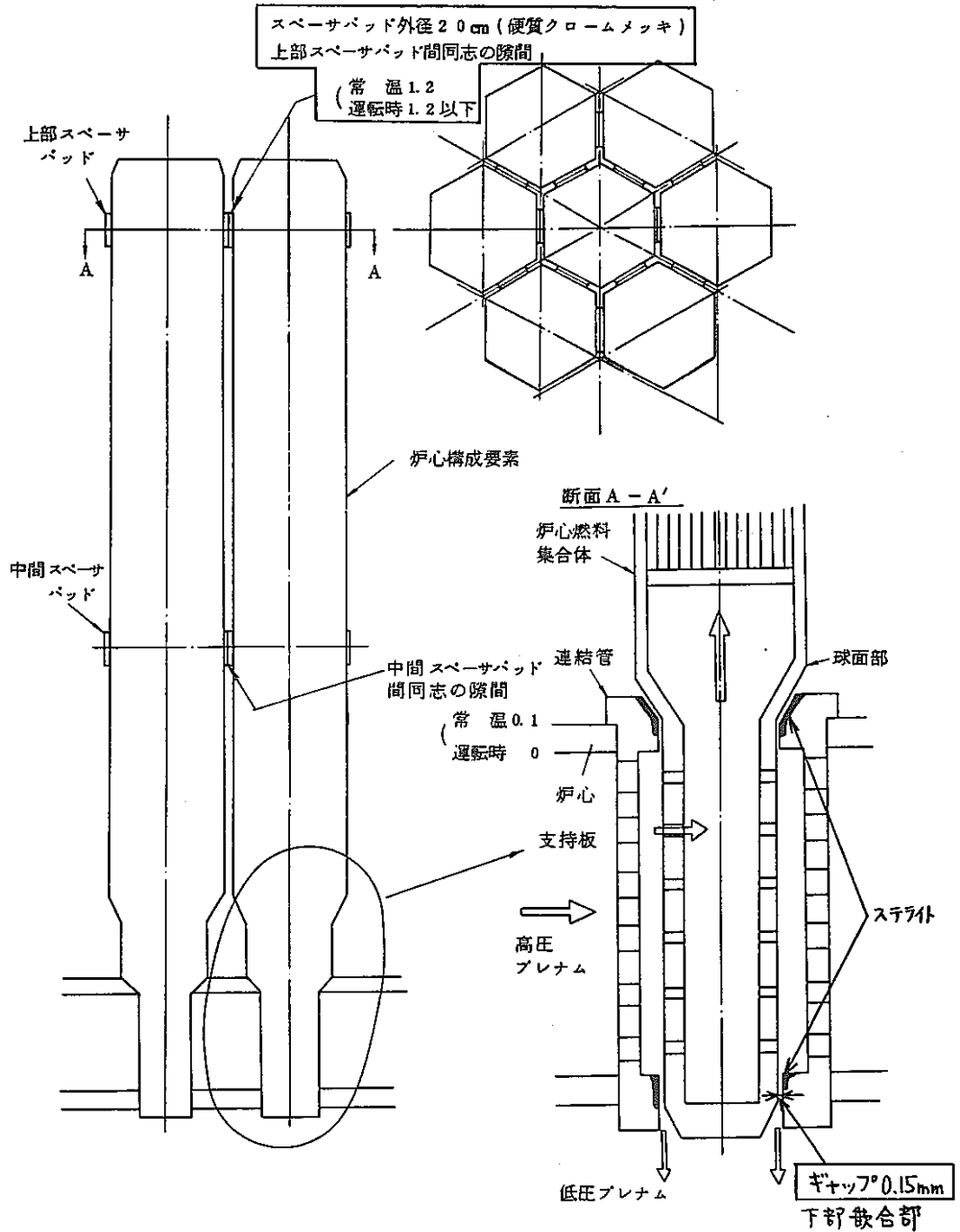
第 5.1 - 1 図 燃料交換機による集合体引抜の概略図

Fig 5.1 - 1 Outline of The Fuel Assembly Withdrawal for Using In-Core Charge Machine.



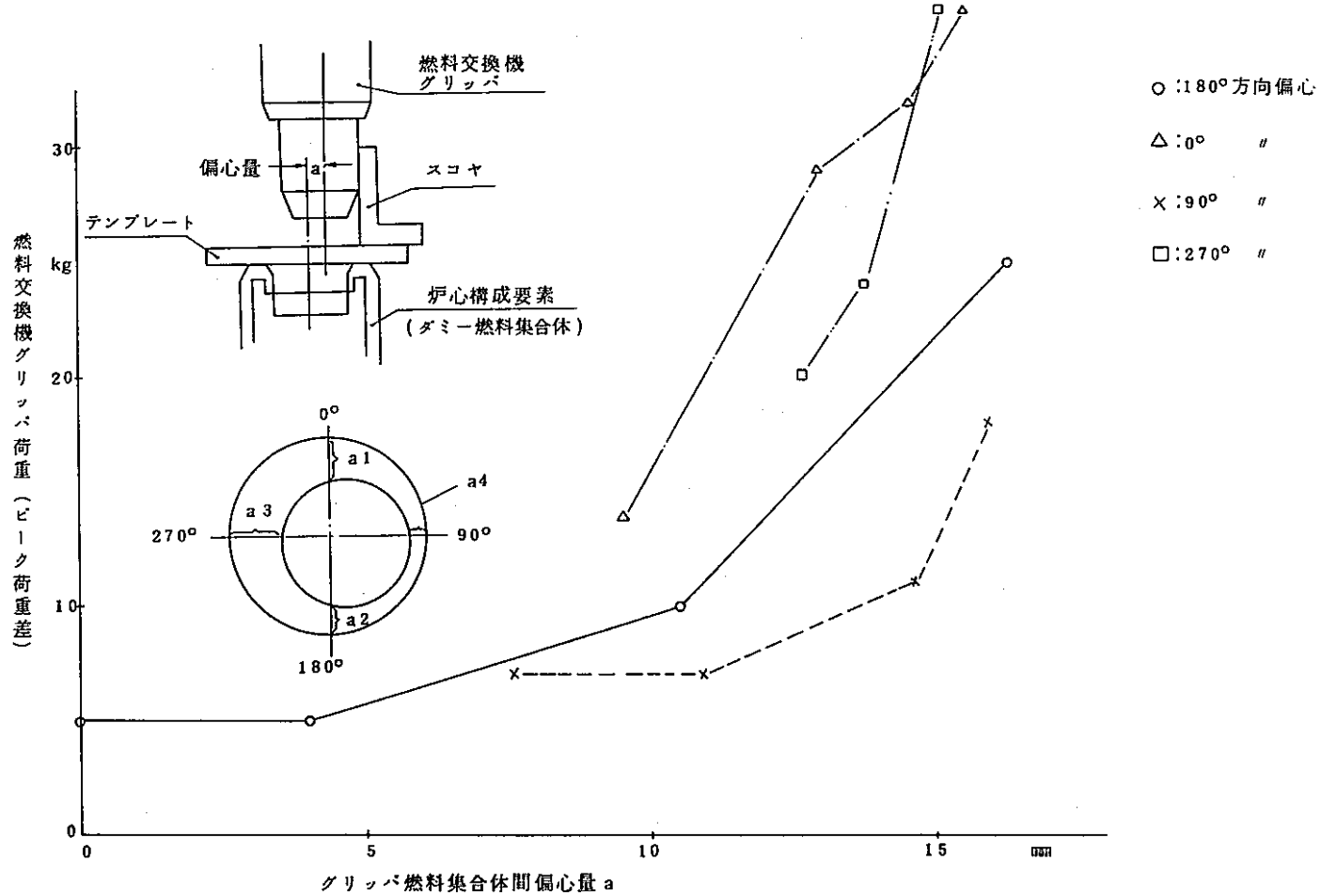
第 5.1 - 2 図 燃料交換機による集合体引抜荷重特性

Fig 5.1 - 2 Fuel Assembly Withdrawal Loadh Characteristic Curve for In-Core Charge Machine.



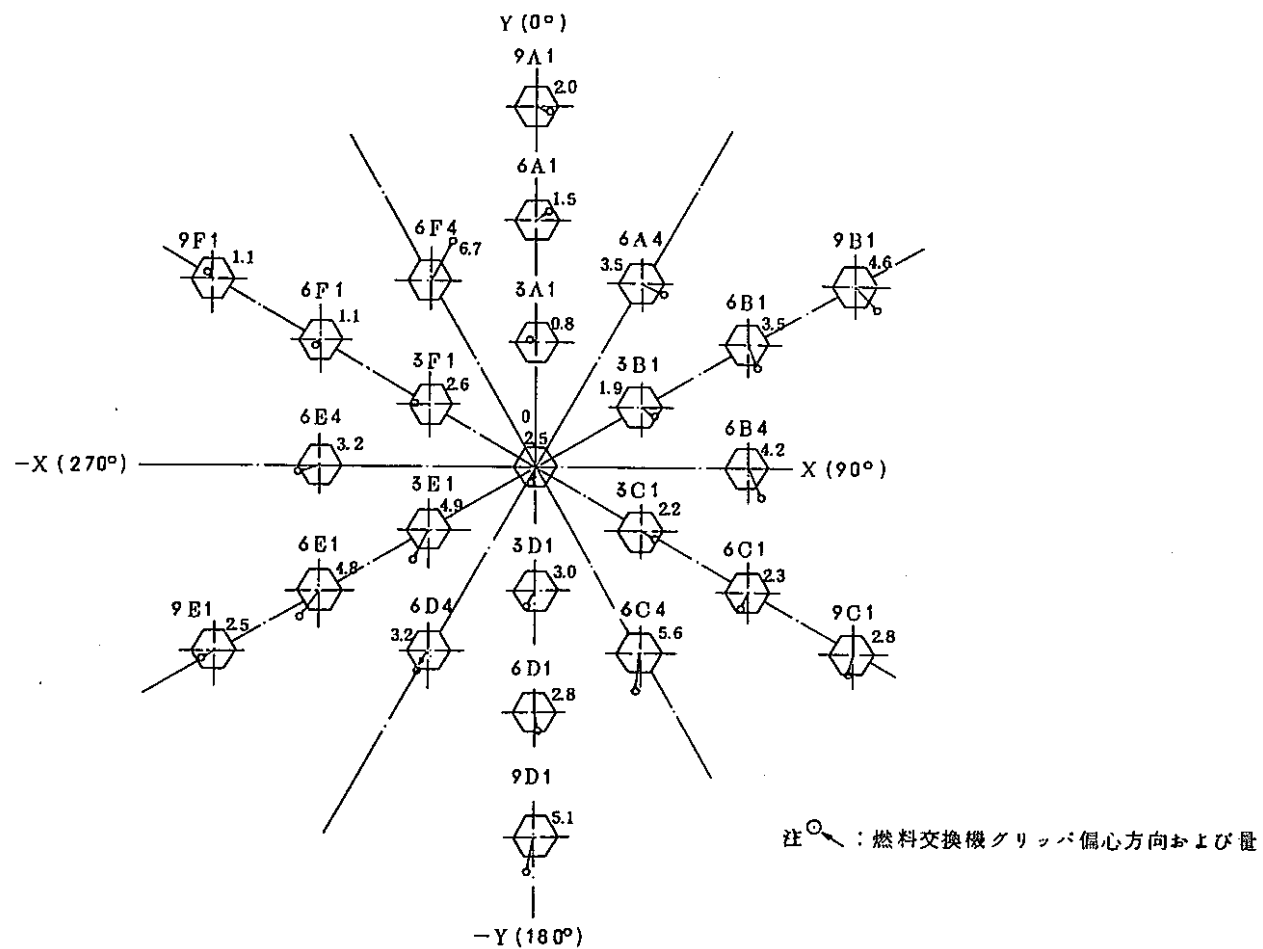
第5.1-3図 燃料集合体同志の接触状況図

Fig 5.1-3 Fuel Assemblies in Contact.



第 5.1 - 4 図 燃料交換機に偏心を与えた時の集合体引抜荷重特性

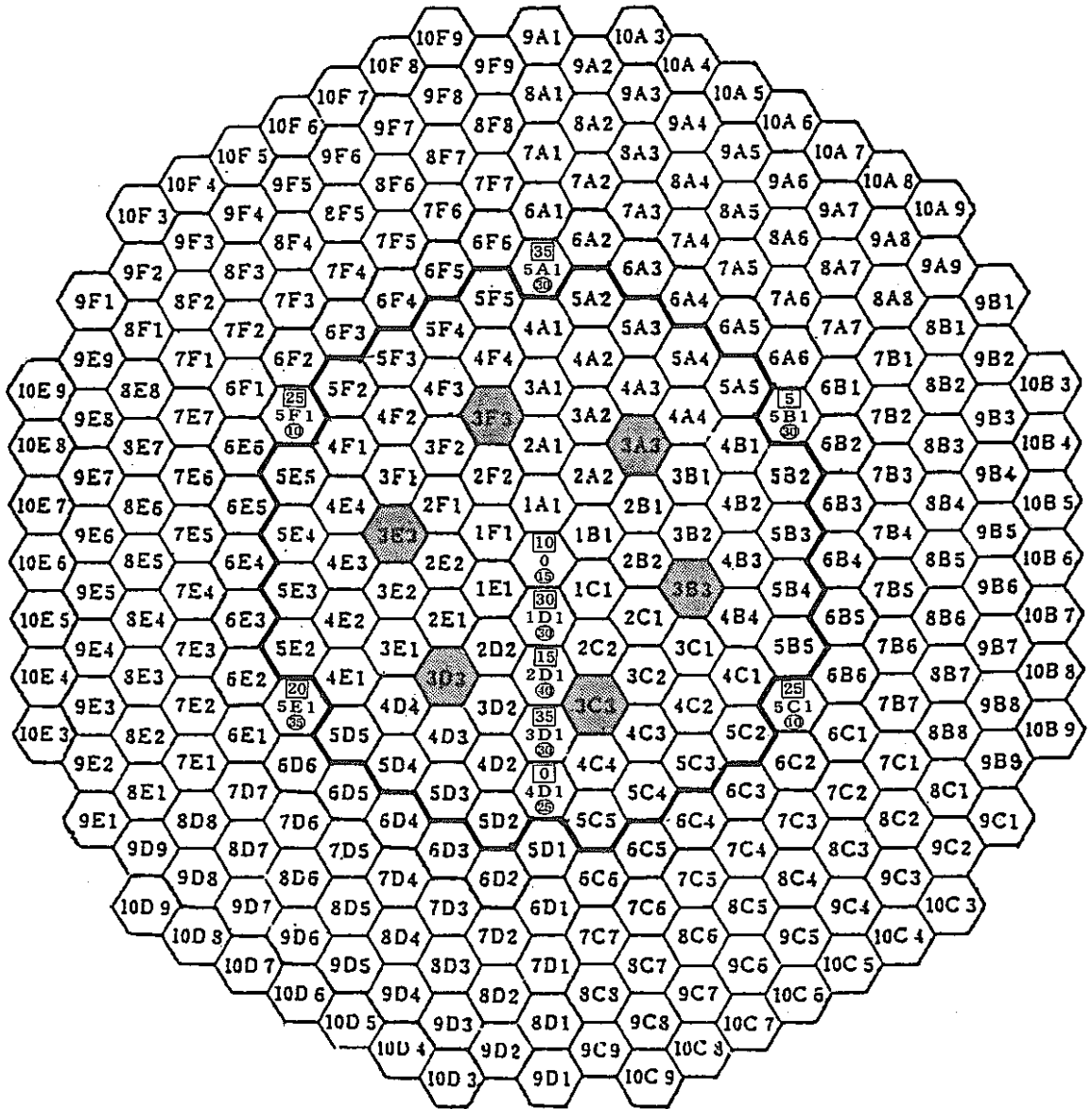
Fig 5.1 - 4 The Relation Between Withdrawal Load and The Distance From The Center



第 5.1 - 5 図 炉心構成要素と燃料交換機グリッパの偏心量

Fig 5.1-5 Address Location Test in Sodium.

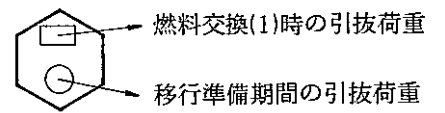
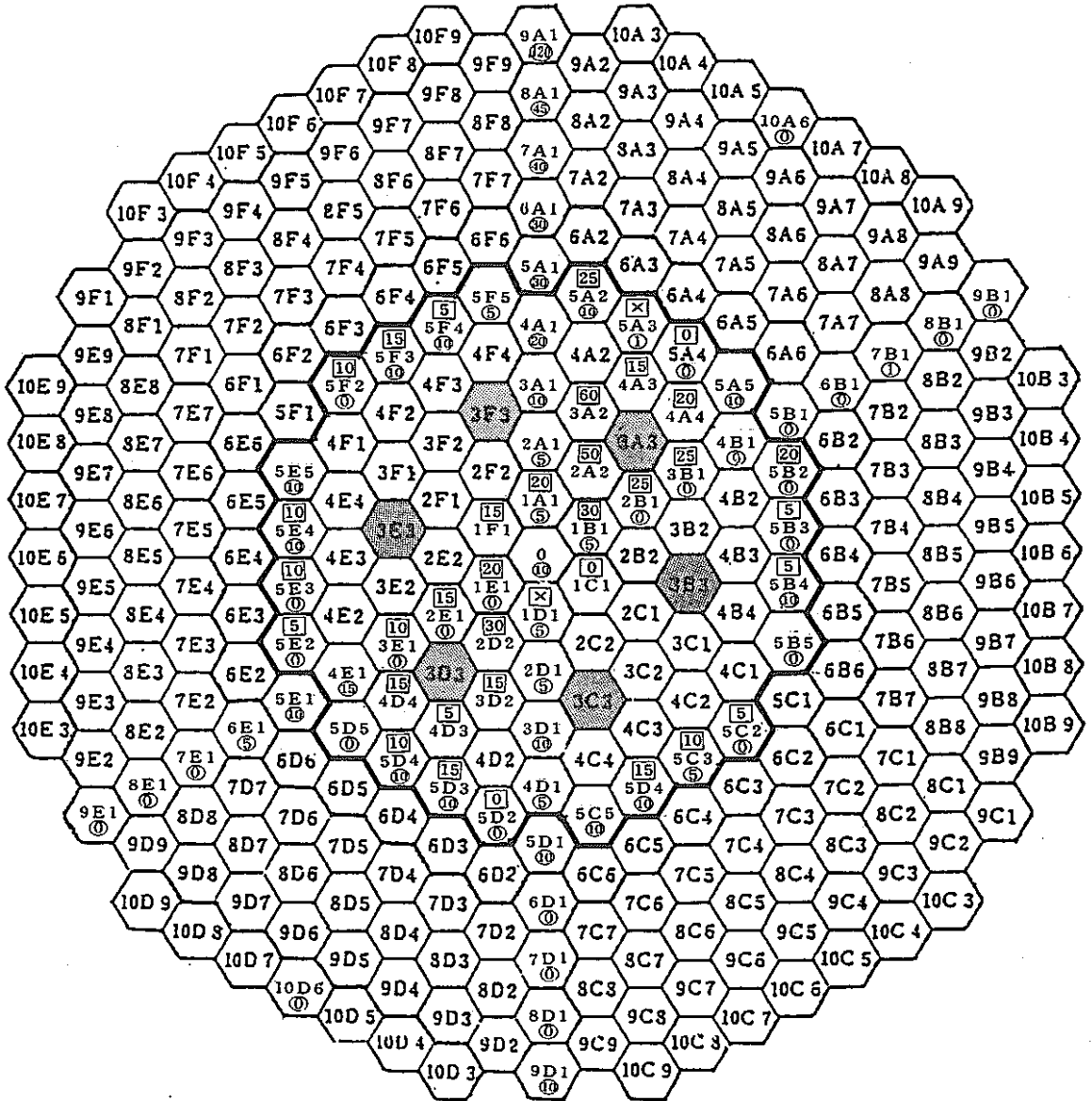
基準方位(トランスファロータ)



第 5.1-6 図 75 MW (5) ~ 75 MW (6) 間で得られた集合体引抜ピーク荷重値
(集合体置換反応度試験時に収集)

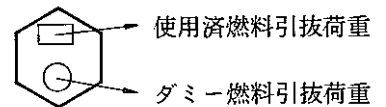
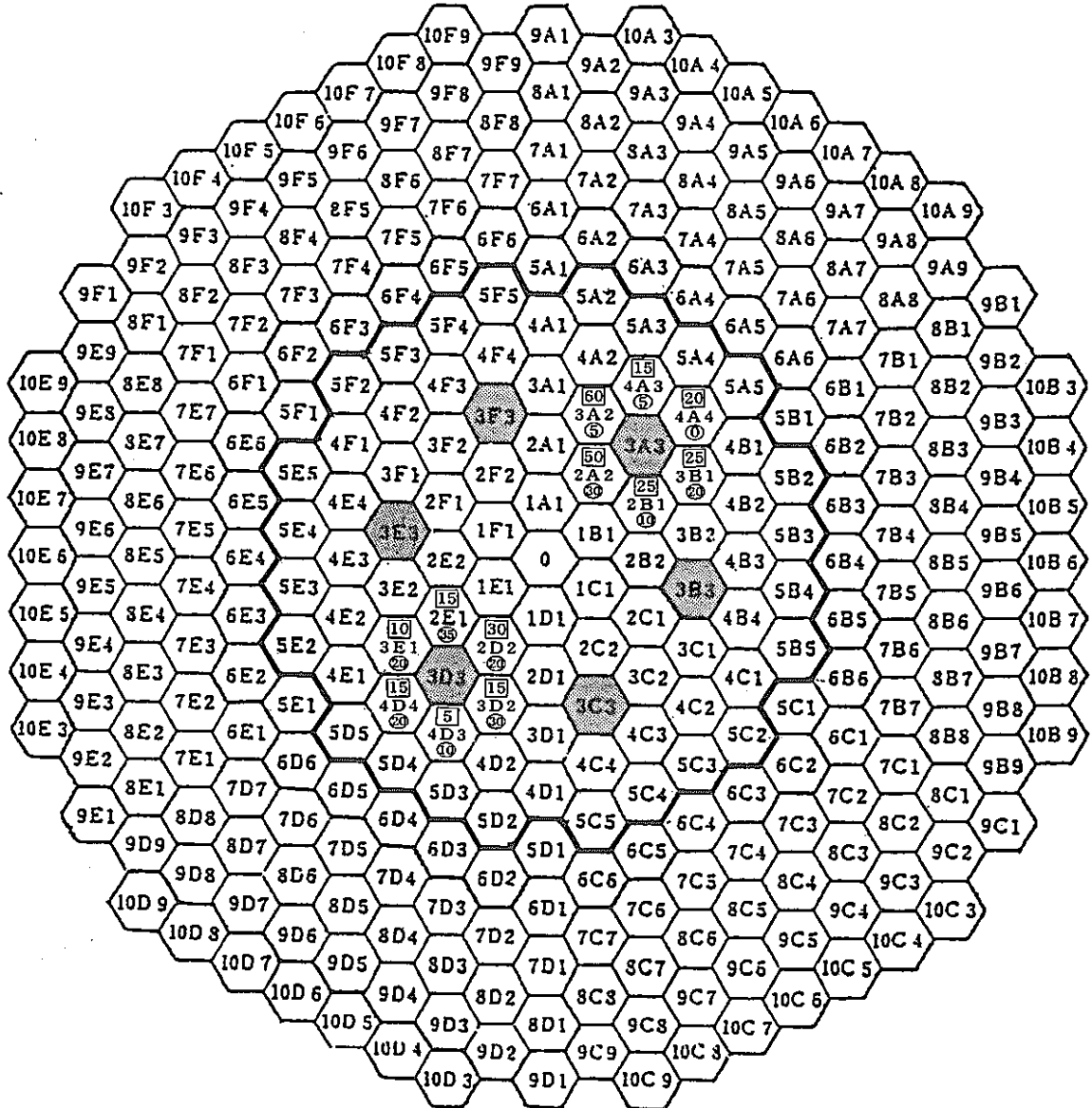
Fig 5.1-6 Fuel Withdrawal Load Peak. [at 75 MW(5)~75 MW(6)]

標準方位(トランスファローテ)



第 5.1 - 7 図 移行準備期間と燃料交換(1)で測定した使用済燃料引抜ピーク荷重値
 Fig 5.1 - 7 Fuel Withdrawal Load Peak. [at Pre-activity and Fuel Transfer Activity(5)]

標準方位(トランスファロータ)



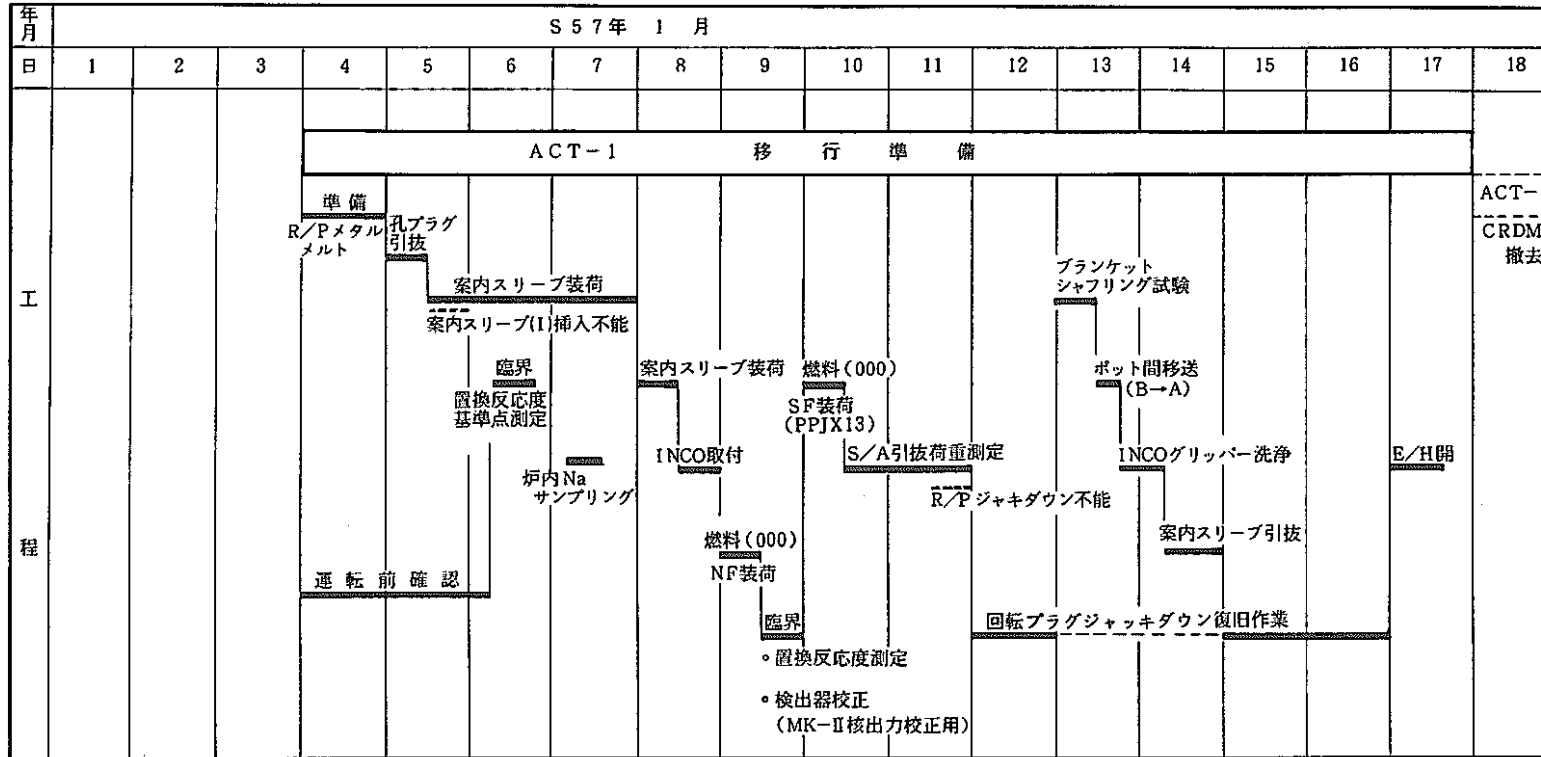
- (1) 使用済燃料引抜手順 (引抜後ダミー燃料装荷)
 - 4A4 → 3B1 → 2B1 → 2A2 → 3A2 → 4A3
 - 2D2 → 3D2 → 4D3 → 4D4 → 3E1 → 2E1
- (2) ダミー燃料引抜手順 (引抜後空となる)
 - 3B1 → 4A3 → 2A2 → 2B1 → 3A2 → 4A4
 - 3D2 → 2E1 → 4D4 → 2D2 → 4D3 → 3E1

第 5.1 - 8 図 燃料交換(1)における制御棒廻り集合体引抜ピーク荷重値
(使用済燃料とダミー燃料との比較)

Fig 5.1-8 Fuel Withdrawal Load Peak. [at Fuel Transfer Activity(1)]

第 5.1 - 1 表 ACT-1 移行準備作業実績工程表

Fig 5.1 - 1 The Accomplishment of The Pre-activities for The MK-II Core Conversion



5.2 ACT-2 CRDM撤去作業

1. 目的と作業概要

本作業は、小回転プラグ中の炉心上部機構に組込まれている制御棒駆動機構駆動部（以下 CRDMと略す）6体を下部ハウジングより取外し、上部案内管交換作業（ACT-10）を可能にするとともに、MW-II移行に伴う1部改造（制御棒ストロークの変更）、保守性を考慮した駆動部ハウジングの交換及び100MW運転を安全かつ確実に行える様に分解点検を実施するために行う。

本作業では駆動部と上部案内管部との切離しが必要となり、第5.2-1図に制御棒駆動機構の概要を示す。又、第5.2-3図に作業フローシートを示す。

一方、駆動部と縁を切った延長管には、上部案内管引上治具を取付け延長管をラチェットハンドルで約190mm引上げ以降の燃料交換作業に伴う回転プラグの運転に支障をきたさない様にする。

第5.2-2図にCRD延長管引上治具取付の概略図を示す。

2. 作業実績

本作業は昭和57年1月18日より開始され、2体/日の割合で取外し、準備作業及び後仕末を含め8日間要し1月27日に終了した。その内格納容器内での作業は6日間であった。

作業期間中のプラント状態、回転プラグ上の状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- | | |
|---------------|---------------------|
| (1) プラント運転モード | 「停止モード」 |
| (2) 炉内Na レベル | GL-6100（原子炉運転通常レベル） |
| (3) 1次主冷却系流量 | 20% |
| (4) 1次主冷却系温度 | 約225℃ |

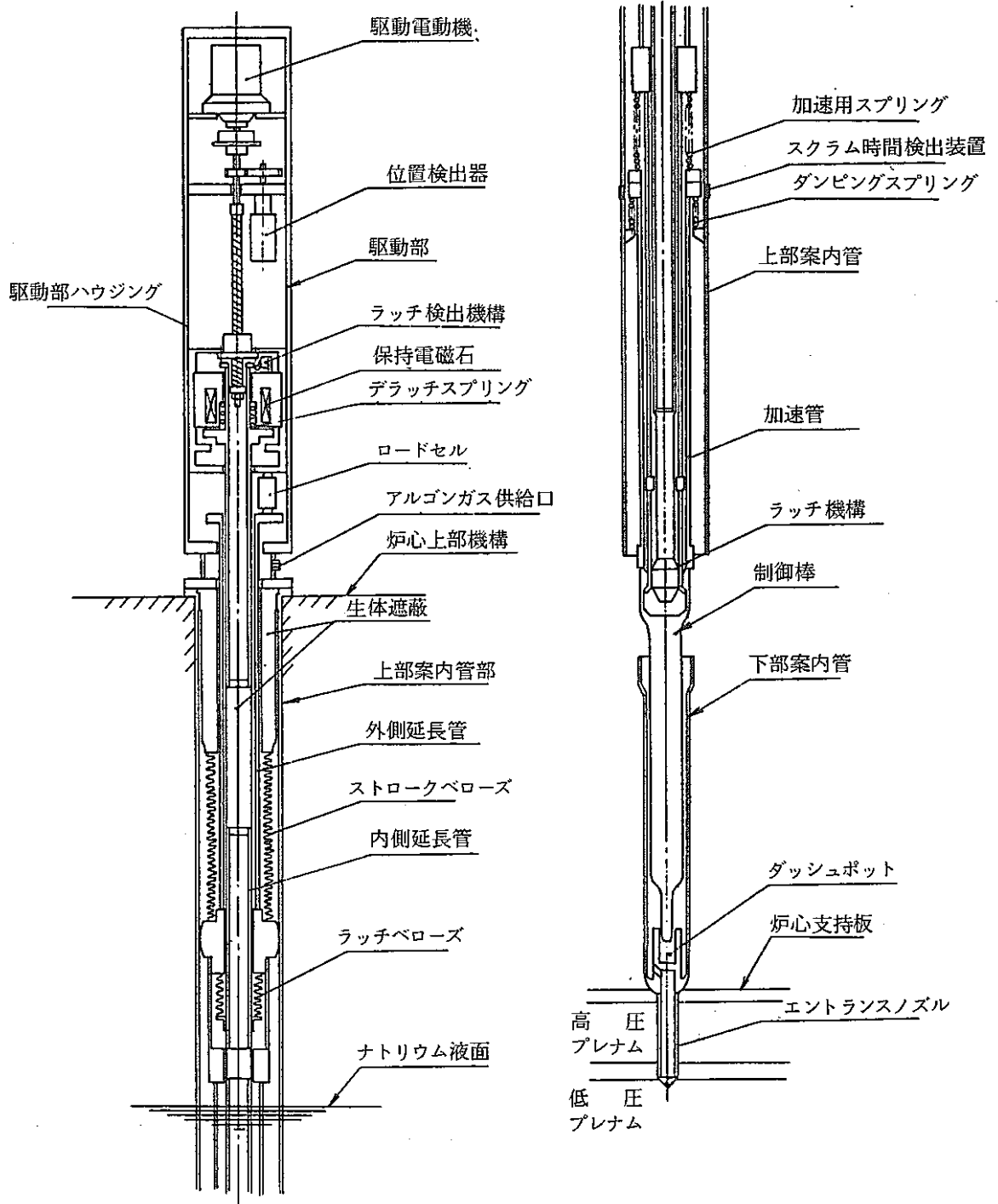
2) 回転プラグ上の状態

- (1) 大回転プラグ及び小回転プラグは基準位置でジャッキダウン
- (2) 回転プラグ上の冷却N₂配管は取外し
- (3) 炉内検査孔(A)ドアバルブハンドルは取外し
- (4) センター孔プラグ流速計用配線は取外し（ケーブリングラック切離し状態）

3) CRDM撤去時駆動部を動かす時はベローズの伸縮条件によりGL-6100のNaレベルで行うこと。

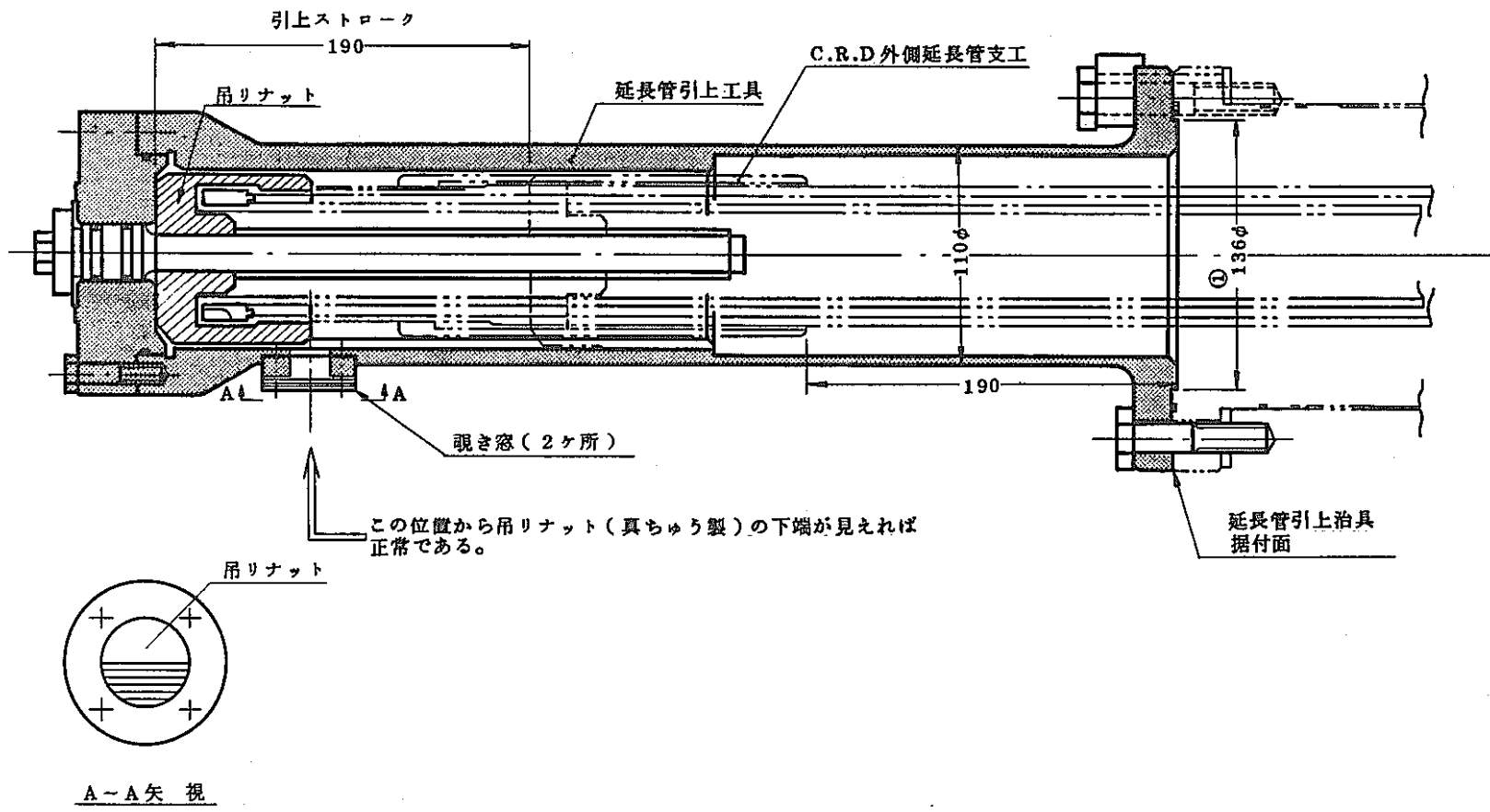
また、本作業期間中の人工実績は延べ79人日であった。第5.2-1表に実績工程表を示す。

尚、本作業期間中の被曝状況は、14名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.D及びP.Dにて実施したが、期間中全員がXmRem（検出感度以下）で計画被曝線量（10mRem）以下であった。



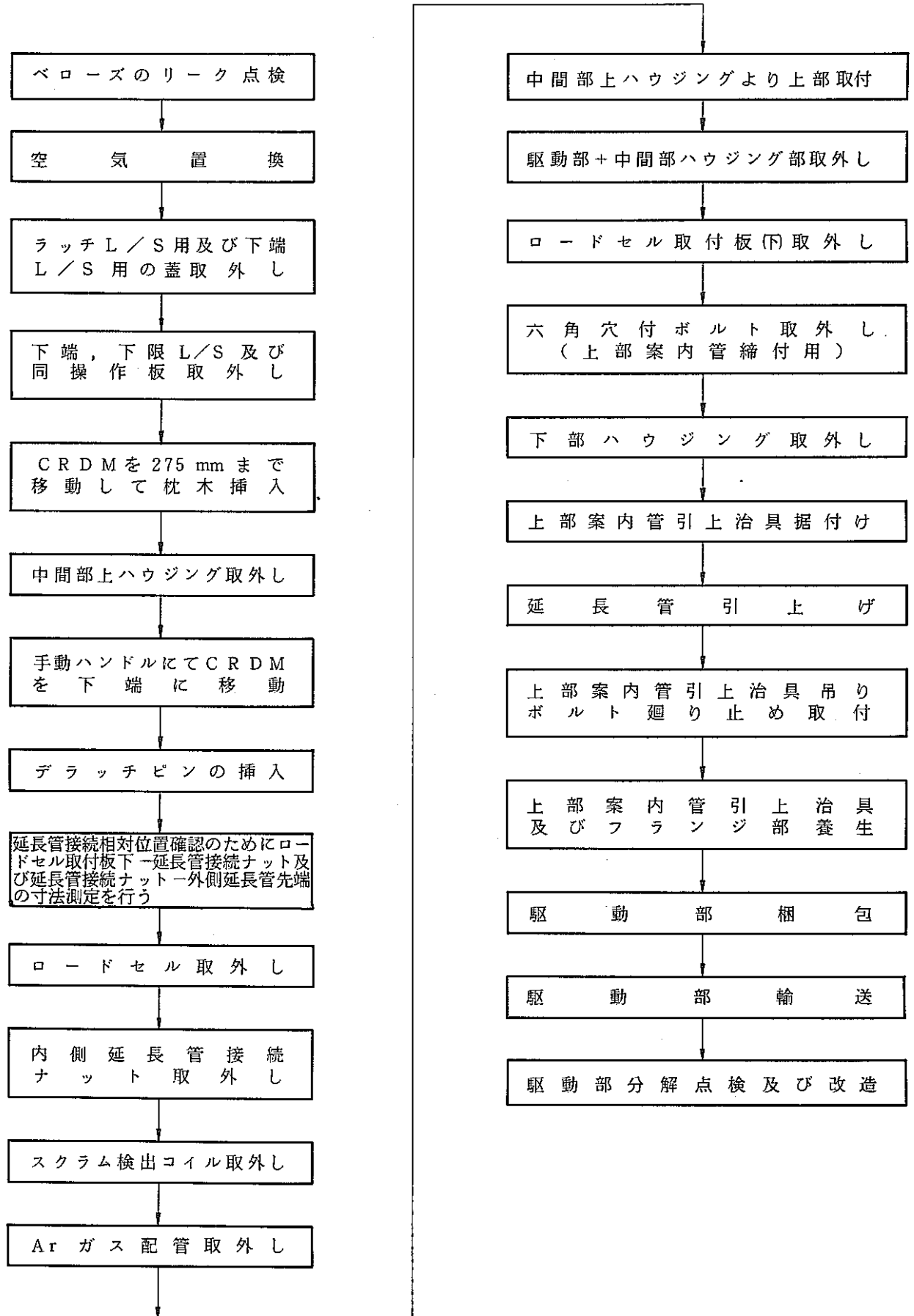
第 5.2 - 1 図 制御棒及び制御棒駆動機構の概念図

Fig 5.2 - 1 Control Rod and Driving Mechanism



第 5.2 - 2 図 CRD延長管引上治具概略図

Fig 5.2 - 2 Hang Up Equipment for Extension Tubes of C. R. D. M



第 5.2 - 3 図 CRDM撤去作業フローシート

Fig. 5.2 - 3 Working Flowsheet for The C. R. D. M Removal

時間 月 日	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1月18日(月)			放 管 教 育			作 業 前 打 合 せ	換 材 搬 入			ヘウジング内Air置換			
1月19日(火)			SR-3撤去					段 取					
1月20日(水)			SR-1撤去		延長管引上治具取付				延長引上治具取付				
1月21日(木)			CR-2撤去		養生				延長引上治具取付				
1月22日(金)			工具後仕末、R/P上清掃										
1月25日(月)					CRDM第2倉庫へ搬出								
1月26日(火)													
1月27日(水)			延長管引上治具リーフテスト										
					延長管引上治具内Ar置換								

第 5.2 - 1 表 高速実験炉「常陽」ACT-2 C. R. D. M (6 体) 撤去作業実績詳細工程表
 Table 5.2 - 1 Accomplishment for ACT-2 6 C. R. D. Ms Removal

5.3 ACT-3 予備中性子検出系の設置作業

1. 目的と作業概要

本作業は、MK-II移行に伴う燃料交換時及び臨界近接時の未臨界度監視用に使用する高感度予備中性子検出器を挿入するものである。作業は、使用済中性子検出器取出キャスクを用いて、本設中性子検出器 ch.1, ch.4及び ch.9を引抜き、その後に臨界近接(未臨界度監視)用の高感度予備中性子検出器(He-3, B-10)を旋回クレーンを使用して挿入する。引抜いた中性子検出器〔F.C(ただし ch.9はF.CとC.I.C)〕3体はメンテナンス建家に移送し、第5.3-5図に示すメンテナンス建家固体廃棄物貯蔵プールラック位置に貯蔵する。第5.3-1図に予備中性子検出器の概略図を示す。また第5.3-2図に作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、使用済中性子検出器引抜キャスクの準備作業、本設中性子検出器の引抜、貯蔵作業及び予備中性子検出器の挿入作業を含め昭和56年12月4日より57年2月1日までの18日間を要した。各作業毎の内訳は次の通りである。

- 1) 使用済中性子検出器引抜キャスクの準備作業及び後始末 8日間
- 2) 格納容器内本設中性子検出器引抜及びメンテナンス建家貯蔵作業 8日間
- 3) 予備中性子検出器の挿入作業 2日間

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- (1) プラント運転モード 「停止モード」
- (2) 炉内Naレベル GL-6100
- (3) 1次主冷却系流量 約20%
- (4) 1次主冷却系温度 約225℃

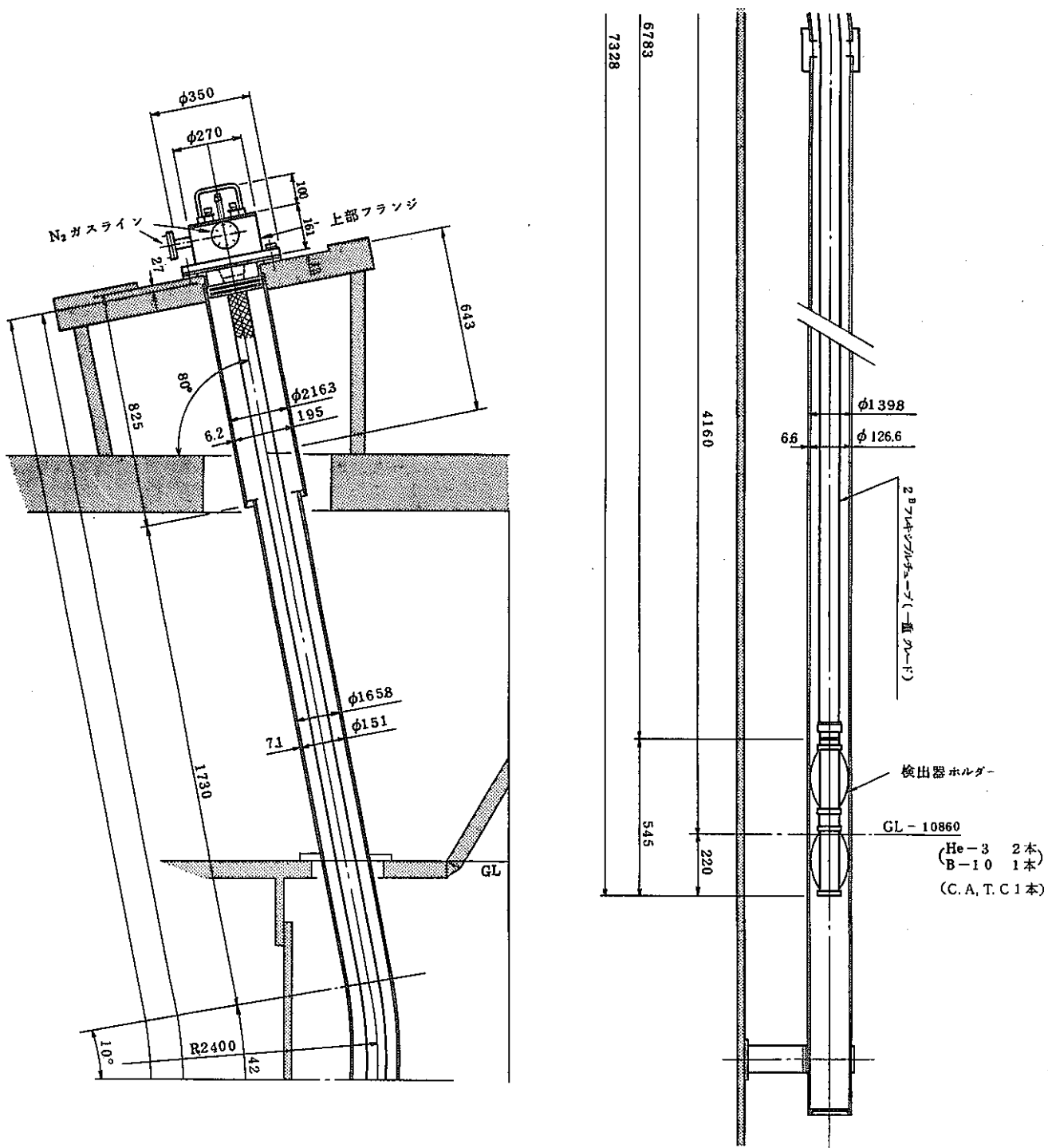
しかし、本作業において上記(2),(3),(4)は併行して実施されたCRDM撤去作業の条件であり直接関係しない。

2) 作業上の留意点

- (1) ch.1及びch.9の中性子検出器引抜・挿入時には、炉上部ピット室空調ダクトの1部取外しが必要である。
- (2) ch.1及びch.9の中性子検出器引抜・挿入時には、燃料出入機を(180°)側に移動する必要がある。

また、本作業期間中の人工実績は延べ278入日であった。第5.3-1表に実績工程表を、第5.3-3,4図に中性子検出器引抜時の線量率測定データを示す。

尚、本作業期間中の被曝状況は27名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.D及びP.Dにて実施したが、期間中全員がXmRem(検出感度以下)で計画被曝線量(10mRem)以下であった。

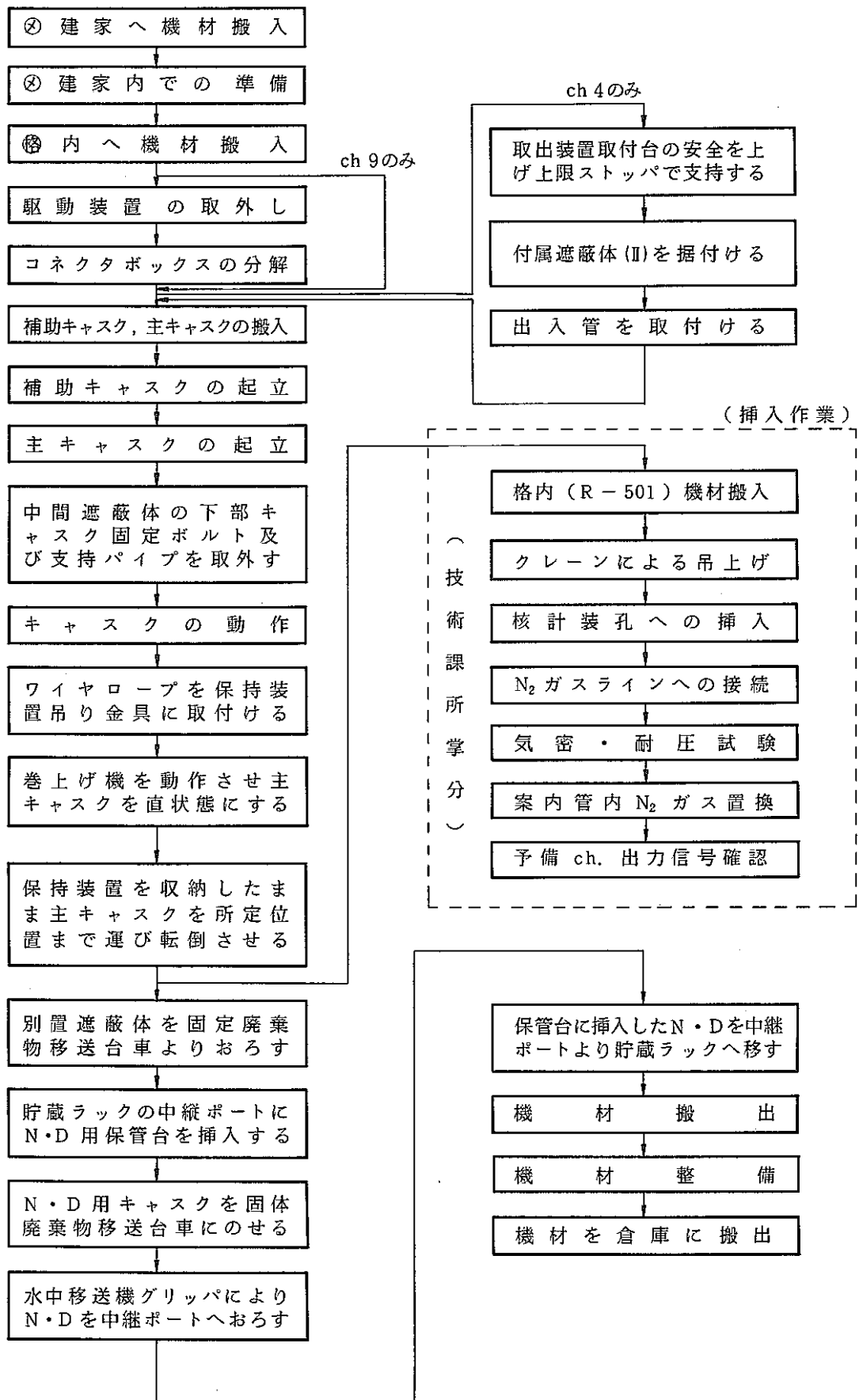


(注) 挿入位置の関係は次のとおりとする。

核計装 ch. 9孔	→	予備中性子検出器 ch. A
" ch. 4孔	→	" ch. B
" ch. 1孔	→	" ch. C

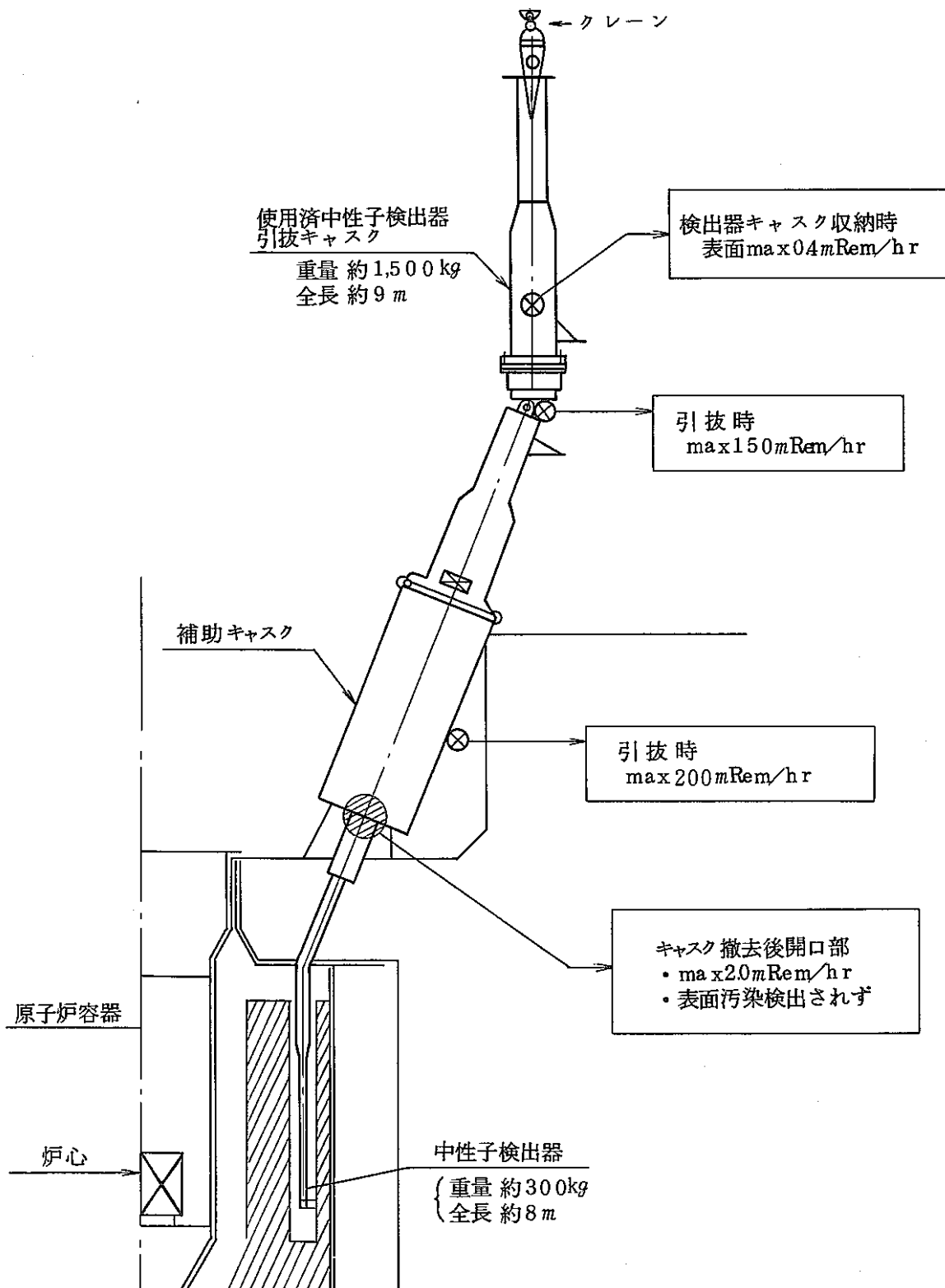
第 5.3 - 1 図 予備中性子検出器概略図(例. ch. 1)

Fig 5.3 - 1 Auxiliary Neutron Detector (ch-1)



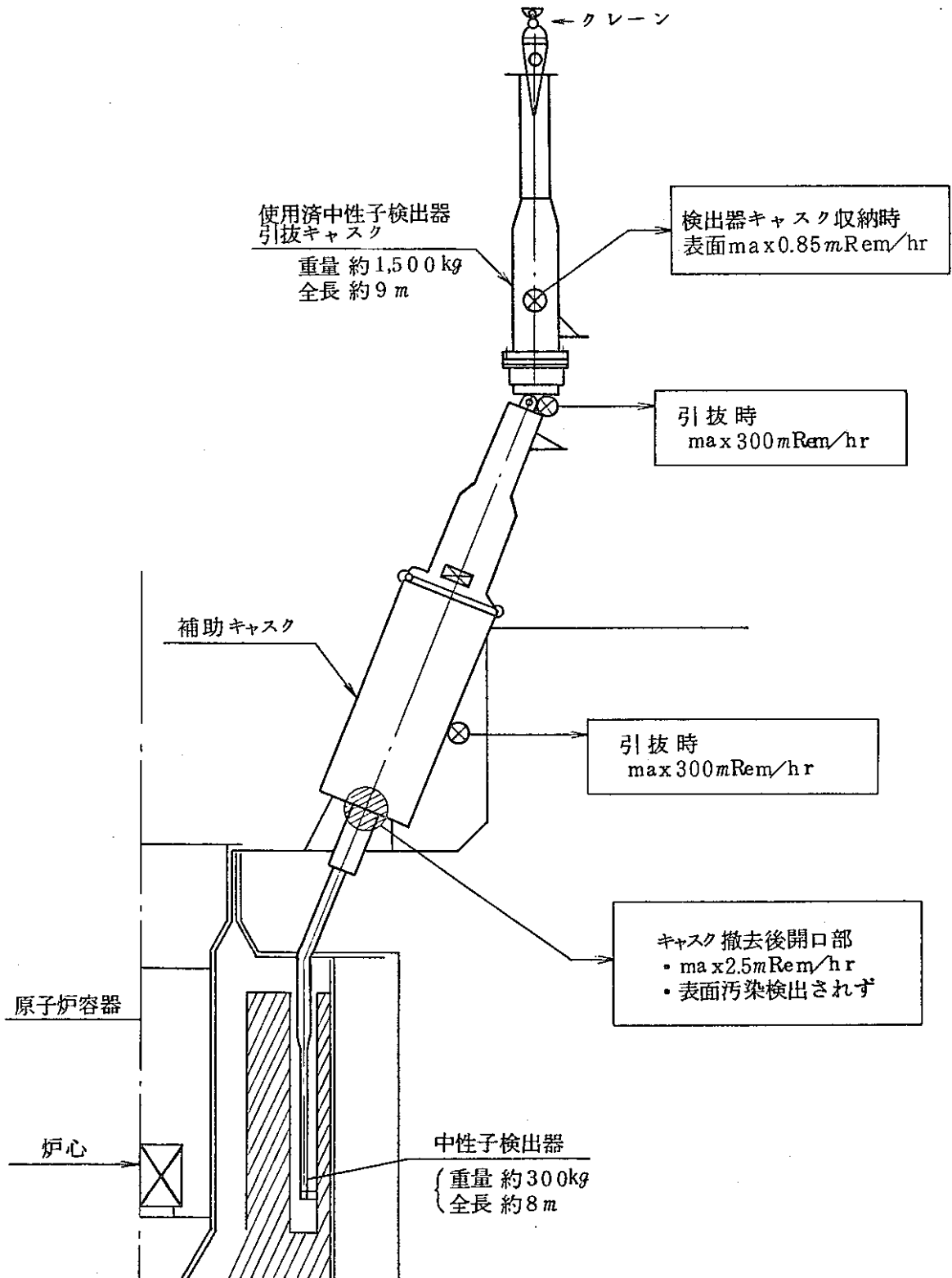
第 5.3 - 2 図 予備中性子検出系の設置作業フローシート

Fig. 5.3 - 2 Working Flowsheet for The Auxiliary Neutron Detector set up



第 5.3 - 3 図 ch.1 中性子検出器引抜時の測定データ

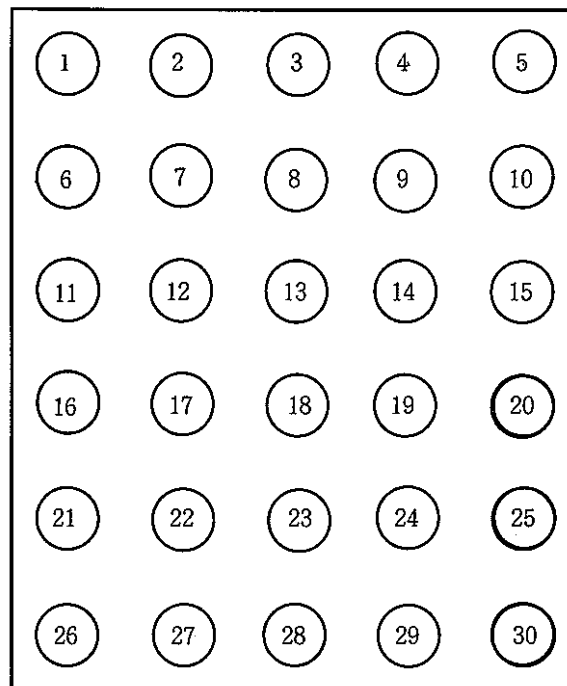
Fig 5.3 - 3 Data for Neutron Detector Removal



第 5.3 - 4 図 ch. 9 中性子検出器引抜時の測定データ

Fig 5.3 - 4 The Data for ch-9 Neutron Detector Removal

57年1月29日現在



No.	年月日	名 称	No.	年月日	名 称
1	54. 5.18	下部案内管(バイルオシレータ5F2)	16	55.11.25	下部案内管用保管台
2	55. 2.22	上部案内管(バイルオシレータ5F2)	17		
3			18	56.10.17	長尺物処理装置
4	55.11.26	中性子検出器用保管台	19		
5	54. 7.26	中性子検出器 (ch.9)	20	57. 1.28	中性子検出器 (ch.1)
6	55.11.25	下部案内管用保管台	21	55.11.25	下部案内管用保管台
7	56.10.17	センター孔プラグ (流速計)	22		
8			23		
9	55.11.26	中性子検出器用保管台	24		
10	55. 2.21	中性子検出器 (ch.2)	25	57. 1.25	中性子検出器 (ch.9)
11	55.11.25	下部案内管用保管台	26	55.11.25	下部案内管用保管台
12			27		
13			28	57. 1.28	下部案内管用仮置台
14	55.11.26	中性子検出器用保管台	29		
15	55.11.26	中性子検出器用保管台	30	57. 1.23	中性子検出器 (ch.4)

第 5.3 - 5 図 固体廃棄物貯蔵エリア配置図

Fig 5.3 - 5 The Arrangement of The Solid Waste Storage Area

第 5.3 - 1 表(1) 高速実験炉「常陽」ACT-3 予備中性子検出系の設置作業実績詳細工程表(1/2)
 Table 5.3 - 1(1) The Auxiliary Neutron Detector Set Up Activities Accomplishment (ACT-3)

月 日	時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1月20日(水)				放 管 教 育				作業前打合せ						
1月21日(木)				ch.4 駆動部取外し				密封管コネクタ Box 取外し						
1月22日(金)			保持装置内ガス置換		操作床遮蔽プラグ取外し		ストッパー取付		付風遮蔽体取付					
1月23日(土)			主キャスク起立		主キャスク据付(ch.4)			出入管遮蔽		ch.4検出器引抜き		主キャスク転倒		ch.1 駆動部取外し
1月24日(日)			操作盤配線							主キャスク取外し				
1月25日(月)			付風遮蔽体取外し							ch.9 補助キャスク据付				
1月26日(火)			ch.1, ch.9 ガス置換		ch.1 コネクタ Box 分解調査					ch.1 コネクタ Box 分解調査				
1月27日(水)			ch.1 駆動部巻取り調査		ch.1 出入管, 密封管取外し									
1月28日(木)			ch.4 メンテナンスプール貯蔵											
1月29日(金)			主キャスク起立					主キャスク取外し						
1月30日(土)			主キャスク据付(ch.9)					主キャスク転倒						
1月31日(日)					ch.9 検出器引抜き					補助キャスク枠取外し				
2月1日(月)			ch.9 メンテナンスプール貯蔵							補助キャスク取外し(ch.9)				
2月2日(火)										補助キャスク据付(CH1)				
2月3日(水)										補助キャスク枠据付(ch.1)				

第 5.3 - 1 表(2) 高速実験炉「常陽」ACT-3 予備中性子検出系の設置作業実績詳細工程表(2/2)
 Table 5.3 - 1(2) The Auxiliary Neutron Detector Set Up Activities Accomplishment (ACT-3)

時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1月27日(木)		主キャスク起立	主キャスク廻付(ch.1)	ch.1検出器引き		主キャスク取外し	主キャスク転倒	補助キャスク枠取外し	後片付け				
1月28日(木)		補助キャスク取外し	ch.4駆動部取付	後片付け	ch.A組立て	ch.4出入管遮蔽取外し	ビット内ダクト復旧	ch.1駆動部取付	後片付け	ch.B(ch.14孔)挿入	ch.A(ch.9孔)挿入	ch.C(ch.1孔)挿入	
1月29日(金)		工具、資材搬出	後仕末	N ₂ ガス置換、リークテスト及び測定系の調整									
1月30日(土)		測定系の調整及び未境界監視システムテストラン											

5.4 ACT-4 燃料交換作業(1)

1. 目的及び作業概要

燃料交換作業は、十分に深い未臨界度の炉心体系において実施するという基本計画に基づき、MK-I 炉心燃料 30 体を MK-II 用ダミー燃料 18 体、内側反射体 12 体へ交換を行う。

また、制御棒下部案内管交換作業の実施に併行し、制御棒（炉心アドレス 3A3, 3D3）に隣接する各 6 体の MK-I 炉心燃料集合体について交換作業を行う。燃料交換作業(1)期間中に交換される炉心構成要素は 30 体であり、PIE 計画に基づく照射リグ 1 体の払い出しが FMF に対して行われる。

燃料交換作業は当初の計画通り炉外燃料移送 15 体を 1 ステップとし、炉内外の炉心構成要素の移送作業が行われ、炉内燃料交換については、炉外移送に用いる炉心構成要素を予め炉内貯蔵ラックの所定の位置へ移送すべく運転が行われる。

2. 作業実績

燃料交換作業に伴う作業実績は、第 4 章に記載された計画に基づき実施されたものである。

本作業実績に含まれる範囲は、新燃料貯蔵設備以降の新燃料炉内移送作業及び使用済燃料の炉外搬出以降の使用済燃料貯蔵設備までとする。新燃料取扱及び使用済燃料貯蔵実績については、第 5 章 24 項にて詳細に記す。

燃料交換作業(1)の作業期間は、昭和 57 年 1 月 30 日から 3 月 9 日の期間にて実施され、燃料交換作業に付随する付帯設備等の作業実施に関しては、主作業期間に若干前後するものである。

本期間中に交換された炉心構成要素は 30 体であった。

各ステップにおける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第 5.2-1 図に示す。

1) ステップ 1-1

実施期間 (1/30 ~ 2/6)	(実施/積算)
炉外燃料移送	炉外搬出 15 / 15 体 (照射リグ II-01 FMF 搬出含む)
	炉内装荷 15 / 15 体
炉内燃料取扱	36 / 36 体
燃料出入機グリッパ洗浄	2 / 2 回
“ ドリップパン交換	2 / 2 回
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 1 回
キャスクカードリップパン交換	1 / 1 回

2) ステップ 1-2

実施期間 (2/6 ~ 2/14)	
炉外燃料移送	炉外搬出 15 / 30 体 (MK-I 用炉心燃料 PPJWIH)

FMF搬出含む)

炉内装荷	15 / 30 体
炉内燃料取扱	37 / 73 体
燃料出入機グリッパ洗浄	2 / 4 回
燃料出入機ドリッパン交換	2 / 4 回
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 2 回
キャスクカーグリッパ洗浄	1 / 1 回
キャスクカードリッパン交換 (実施日 2 / 15)	1 / 2 回

3) ステップ 1-3

実施期間 (2/24 ~ 2/25)

炉内燃料取扱	14 / 87 体
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 3 回

4) ステップ 1-4

実施期間 (3/8 ~ 3/9)

炉内燃料取扱	7 / 94 体
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 4 回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(1)期間中におけるプラント状態を第 5.2 - 1 表に示す。

1) 炉内状況

57年1月30日から2月13日において炉心ナトリウムレベルは、GL-6100であった。CRD下部案内管交換作業に伴い、2月13日からGL-8600 (炉体メンテナンスモード)まで炉容器内ナトリウムはドレンされ、3月6日にGL-7600 (床下メンテナンスモード)までナトリウム充填が行われた。

2) 主冷却系

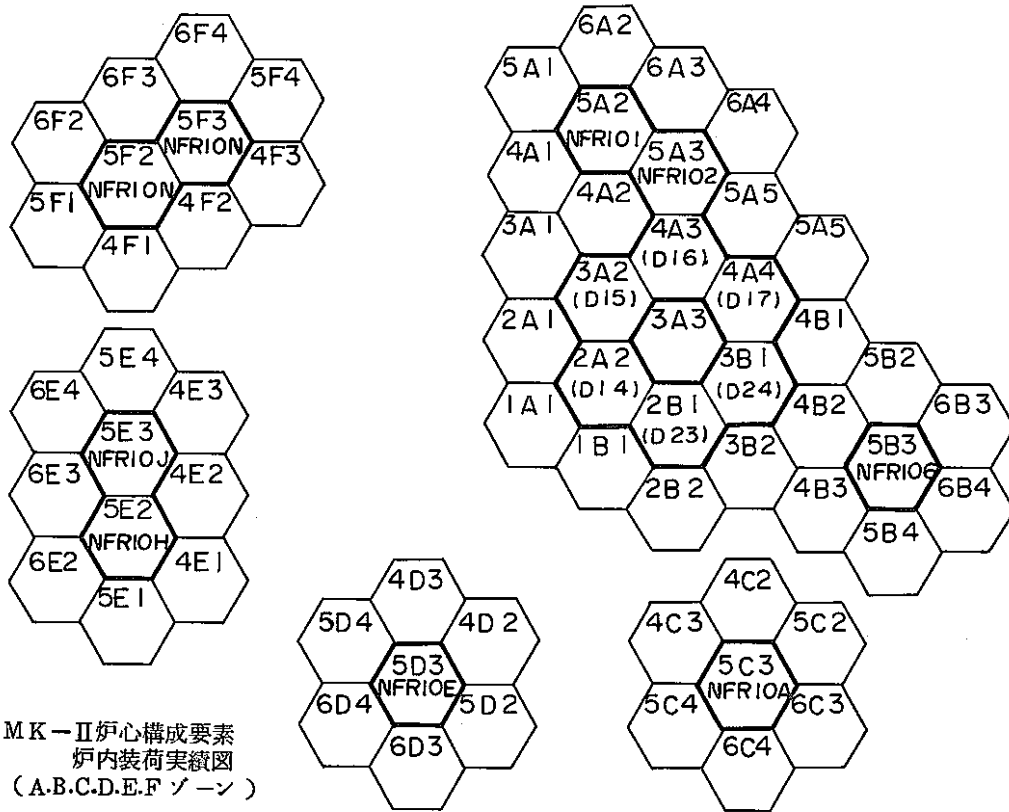
(1) 一次冷却系

Na 温度 - 57年1月30日から2月10日において、一次系Na温度は220℃にて制御された。2月11日から16日の間においては高温ドレンのために約250℃まで上昇された。2月16日以降については約200℃にて保温状態であった。

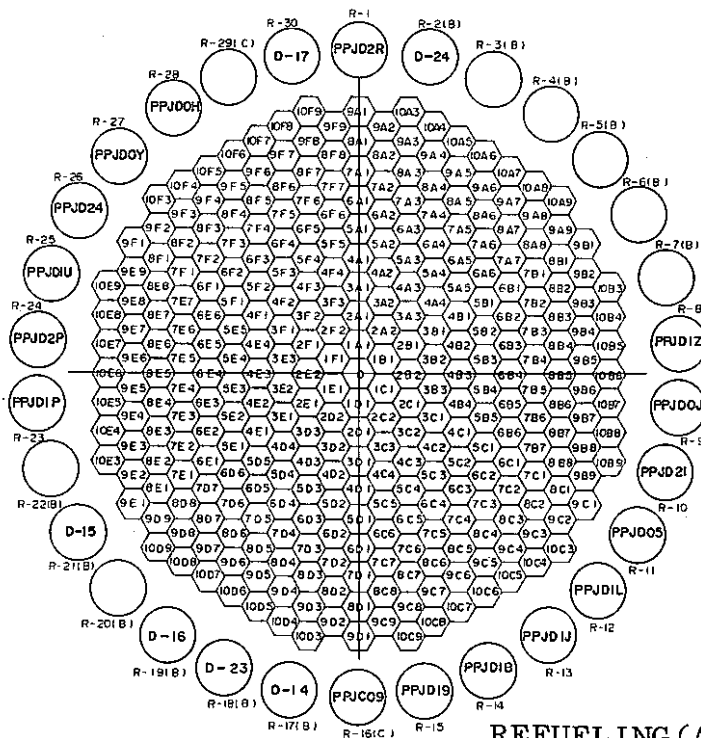
Na 流量 - 57年1月30日から2月13日において、通常燃料交換時のナトリウム流量20%にて制御された。この間2月10日から12日においてはドレン循環運転及び保護作動試験が行われ、2月13日以降一次系ドレン操作に伴い流量は0%であった。

(2) 予熱N₂ガス系

57年1月30日から2月10日において停止状態にあった。以降1次主冷却系のドレン作業に伴い運転が継続された。



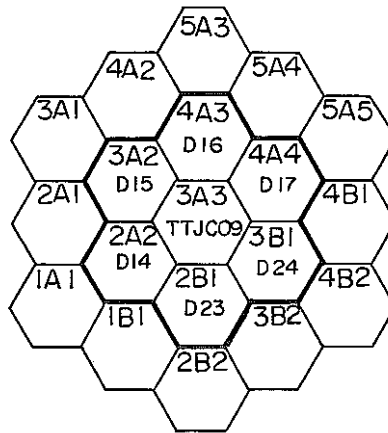
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.D.E.Fゾーン)



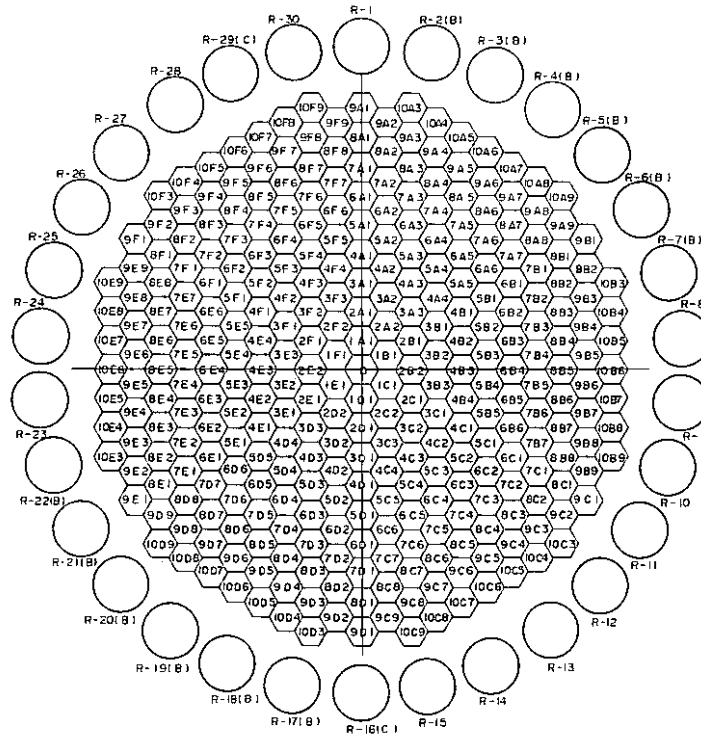
REFUELING (ACT4) STEP. 1-2

DATE: 1982/02/13

第5.2-1(2)図 JOYO CORE CONFIGURATION



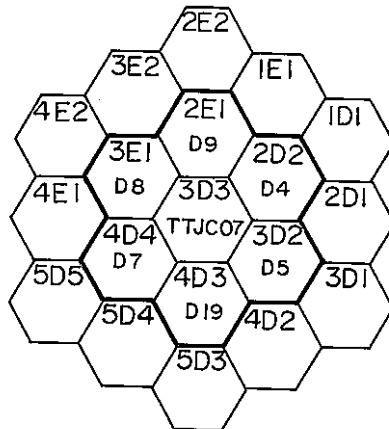
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.Bゾーン)



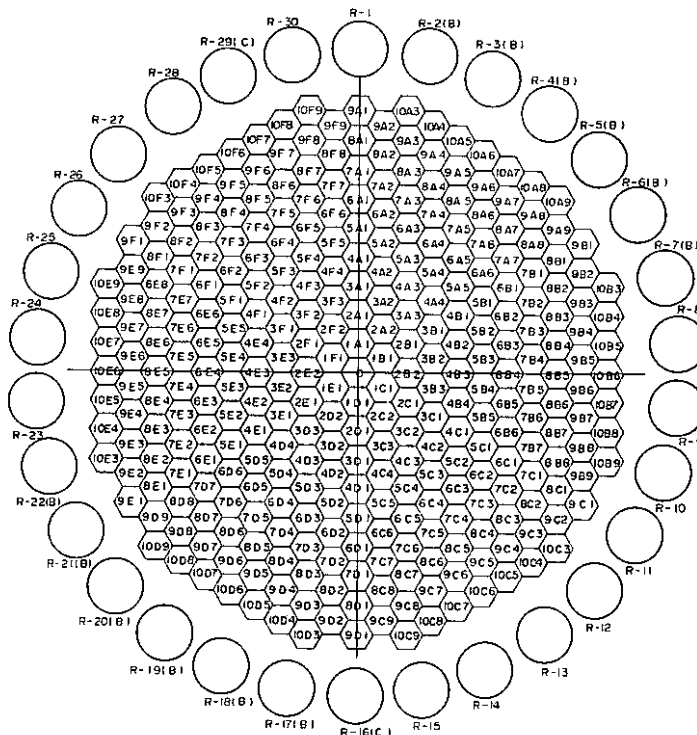
REFUELING (ACT4) STEP. 1 →

DATE: 1982/02/24

第5.2-1(3)図 JOYO RACK CONFIGURATION

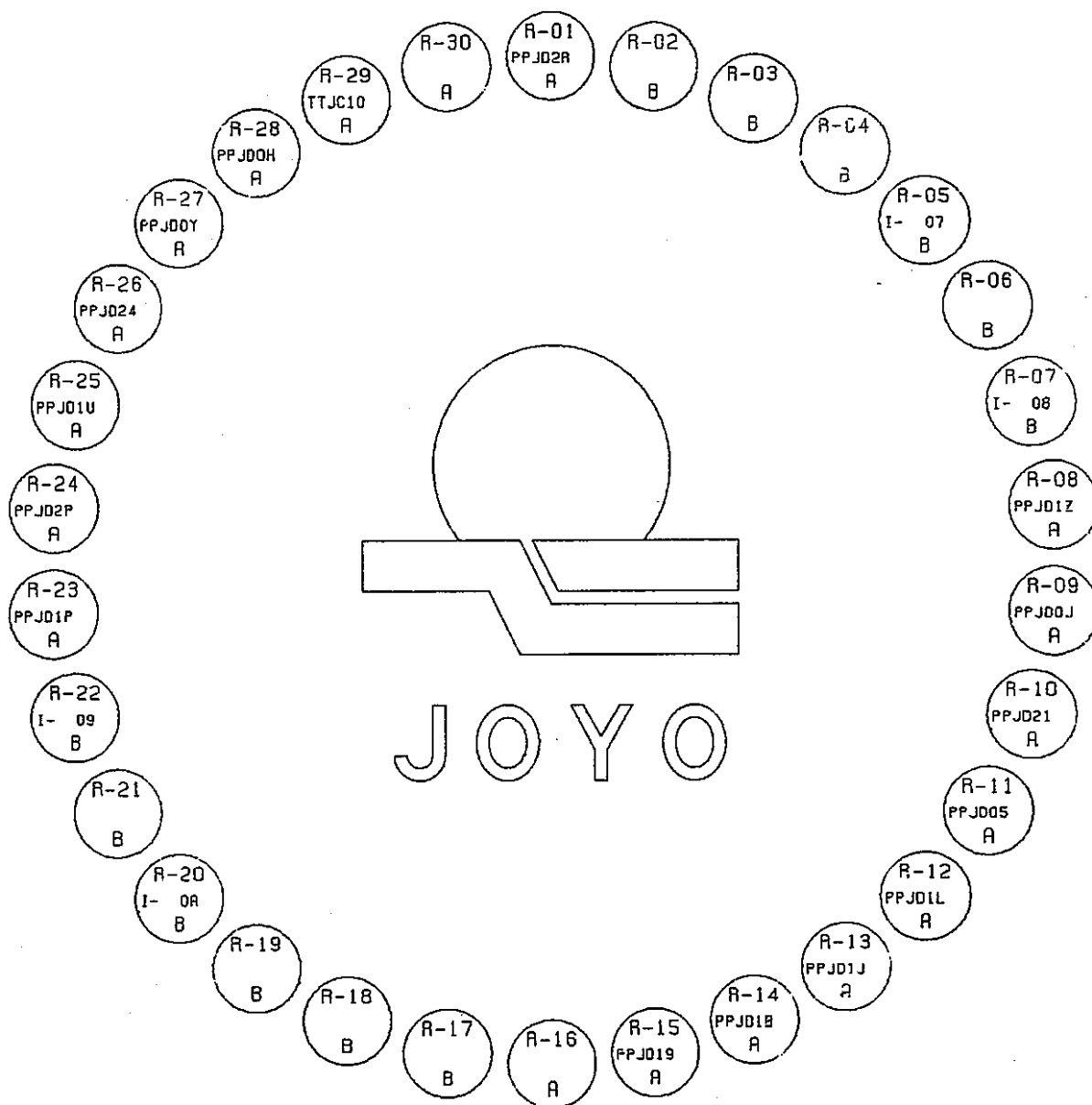


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(D.Eゾーン)



REFUELING (ACT4) STEP. 1-4
DATE:1982/03/07

第5.2-1(4)図 JOYO CORE CONFIGURATION

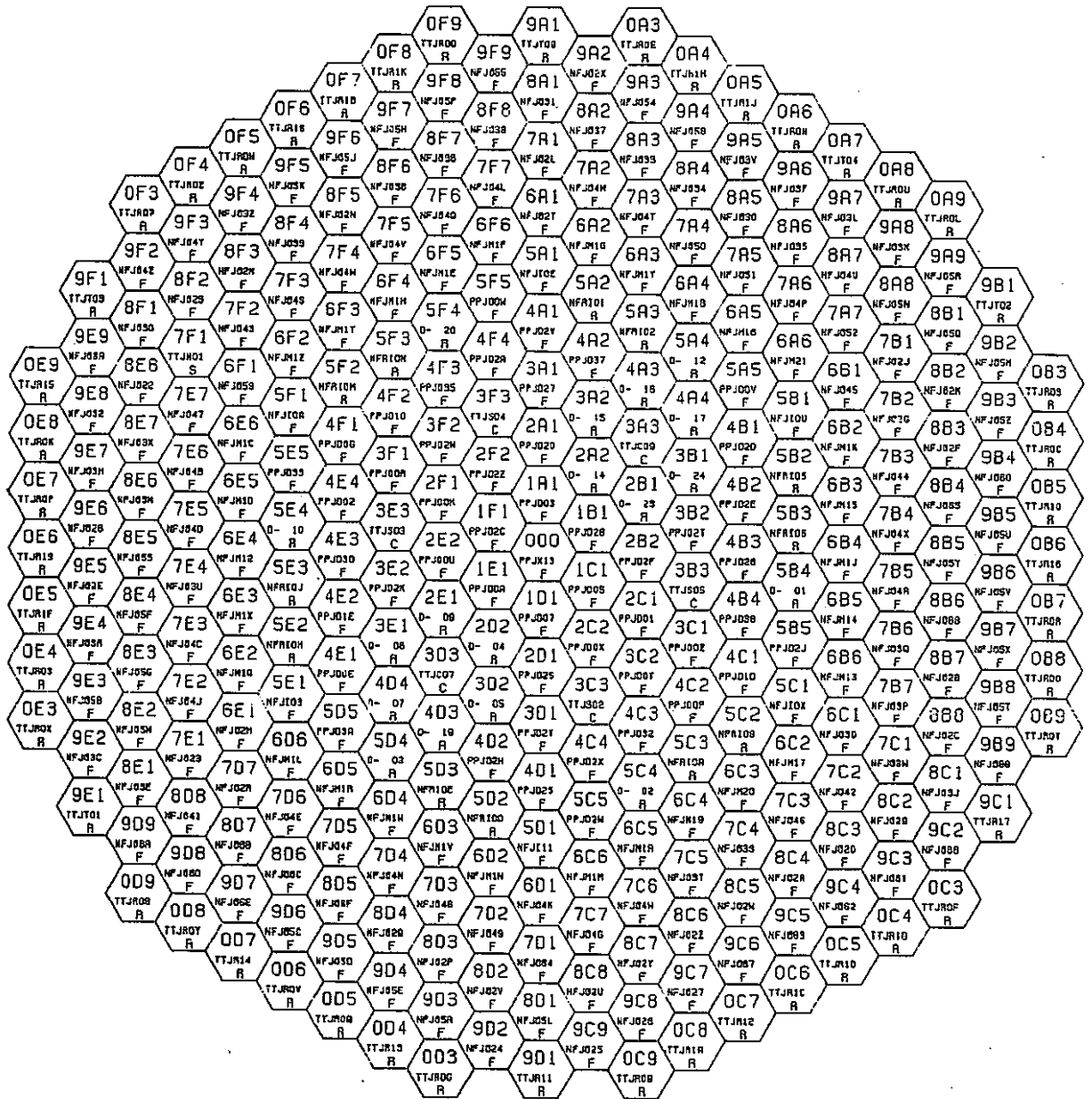


REFUELING (ACT.4) STEP.1-4

DATE : 1982/03/07

第 5.2 - 1(5)図 燃料交換作業(1)最終ラック状態

Fig.5.2 - 1(5) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (ACT.4) STEP.1-4
 DATE : 1982/03/07

第 5.2 - 1(5) 燃料交換作業(1)最終炉心状態

Fig. 5.2 - 1(5) JOYO CORE CONFIGURATION

第 5.2-1 表 高速実験炉「常陽」プラント状態表
 Table 5.2-1 Table of the plant status in Joyo

項目	年月日		2 月																												3 月																																																													
	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11																																																			
	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木																																																			
主要工程			ACT-4 STEP-1												STEP1-2																							CRD下部案内管交換											STEP-3											CRD下部案内管交換											STEP-4											ACT-4										
炉内状況			炉容器Naレベル GL-6100												ドレン(ダンプタンクA) GL-8600																							GL-7600																																																						
冷却系	Na温度	217~223℃														~246℃												主配管通気停止 ~200℃																																																																
	1次系 Na流量	20%														20%												ドレン循環											0%																																																					
	2次系 Na温度	220~230℃														250~260℃												ヒータ設定変更 主配管予熱ヒータ「切」																																																																
	2次系 Na流量	40%														100%												起動(B)											2次系ドレン											0%																																										
予熱N ₂ ガス系	停止														起動(B)																																																																													
格納容器関係			機器搬出入口												閉鎖												開放																																																																	
			床下、遮コン系霧井気												空気																																																																													
その他	E/H B種試験														予熱N ₂ ガス系 ガスパージ 1次系、2次系 保護作動試験												床下脱欠サーベイ											床下立入可期間 (ブルーブ点検)											脱塩水全停																																											

5.5 ACT-5 CR下部案内管交換作業

1. 目的と作業概要

MK-II移行に伴って余剰反応度等が大きくなるために、増殖用炉心での調整棒2体（炉心アドレス：3A3, 3D3）にも、スクラム機能を持たせる必要があるためにCR下部案内管（以下L.G.Tと略す）を交換する。

ACT-4によりL.G.T廻りのダミー燃料6体と制御棒1体を回転プラグと燃料交換機を使用してポットへ移送した後、本作業は下部案内管取扱機（以下L.G.Tキャスクと略す）を回転プラグ上の燃料交換機孔ドアバルブ上に据付け、グリップと延長管でL.G.Tを引抜き、その後に新たに製作したL.G.Tを装荷する。新L.G.T装荷後は、ACT-4により制御棒1体とダミー燃料6体をL.G.T廻りに装荷する。

そして引抜いたL.G.Tは、L.G.Tキャスクでメンテナンス建家に搬入し、高レベル機器洗浄槽で洗浄後、メンテナンス建家固体廃棄物貯蔵プールに貯蔵する。第5.5-1図にCR下部案内管交換作業概念図、第5.5-2図にCR下部案内管交換作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、L.G.Tキャスクの準備作業、L.G.Tの引抜・洗浄・装荷作業及びL.G.Tキャスクの整備作業を含め昭和57年1月26日より57年3月13日までの31日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

- | | |
|---------------------|------|
| 1) L.G.Tキャスク準備作業 | 10日間 |
| 2) L.G.Tの引抜・洗浄・装荷作業 | 18日間 |
| 3) L.G.Tキャスク・機材整備作業 | 3日間 |

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- | | |
|---------------|-------------------|
| (1) プラント運転モード | 「炉体メンテナンスモード」 |
| (2) 1次主冷却系流量 | 0%（ドレン状態） |
| (3) 炉内温度 | 205℃～208℃（目標200℃） |

炉内温度については、グリップに対する温度条件から燃料集合体出口温度計測系に仮設ケーブル6点（アドレス：2A2, 2D2, 6A4, 6C2, 6D4, 6F2）を接続し、計算機のCRTにて作業期間中（2月15日～3月6日）監視した。

(4) 炉内Naレベル GL-8600

通常の炉体メンテナンスモードのNaレベルはGL-9540であるが、CR L.G.T交換作業期間中にMK-I炉心調整棒廻りの炉内燃料移送をすることなどを含め、下記諸条件によりGL-8600と決定した。

- a) 自然循環流路を確保すること。（GL-9400以上必要）
- b) Naベーパー等の問題から、NaレベルはCRD上部案内管のフィンガー部がないこ

と。(GL-8700～GL-8500の間であれば可能)

c) 燃料交換機のベローズがNa中にあること。(GL-8690以上必要)

d) グリッパ使用条件からL.G.Tキャスクグリッパ機構の接続部及びシール装置接続部がNaに浸されないこと。(GL-8590以内であれば可能)

2) 作業上の留意点

- (1) 固定金具用フック取付のためにロードセル盤側の燃料出入機走行用ケーブリングラックガイドレールの1部を取外すこと。
- (2) 固定金具用フック取付のために格納容器内燃取設備機器置場側面のカバー及び中性子検出器保持駆動装置(ch.3)用アンカープレートを取外すこと。
- (3) L.G.Tキャスク据付のために燃料交換機孔ドアバルブ遮蔽体の1部を取外すこと。
- (4) 燃料交換機孔にホールダウン軸案内スリーブ(I),(II)が装荷されていること。
- (5) 作業は特にL.G.T浮上り防止のために設けているバイヨネットピンの着脱に注意を払う必要がある。(第5.5-5図参照)バイヨネットピンは、L.G.Tエントランスノズルパイプの上部にあり、炉心構造物の連結管ブッシュにあるスリットと嵌合され、L.G.Tの上下方向の動きを拘束する働きをする。故に、新L.G.Tキャスク収納時は、バイヨネットピン部を炉心0°方向に合せて収納する必要がある。
- (6) 本作業を実施して気付いたこと及び改善した方が望ましい点を記述する。

a) L.G.Tキャスクのシール装置は、使用するたびに汚染が蓄積されて除染作業が非常に困難な状態である。また、本装置が汚染されていると延長管にも汚染が広がる恐れもあると同時に本装置は今後、サーベイランスリグ移送、 γ 線源部装荷及びL.G.T交換等に用いられる計画がある。従って、シール装置の予備品を製作して作業性の改善及び被曝低減化を計るべきである。

(参 考)

今回L.G.T交換作業で使用したシール装置除染結果は以下の通りである。

- シール装置内部スミヤ検査 8K CPM
- パッキン12枚ダイレクト検査 3K CPM
- シール装置ダイレクト検査 10K CPM

b) 固体廃棄物貯蔵プールの台車上にL.G.Tキャスクを据付ける場合、このスペーサフランジ据付ボルト本数が12本で、格納容器内据付時と比較して少く、安全上の検討を要する。

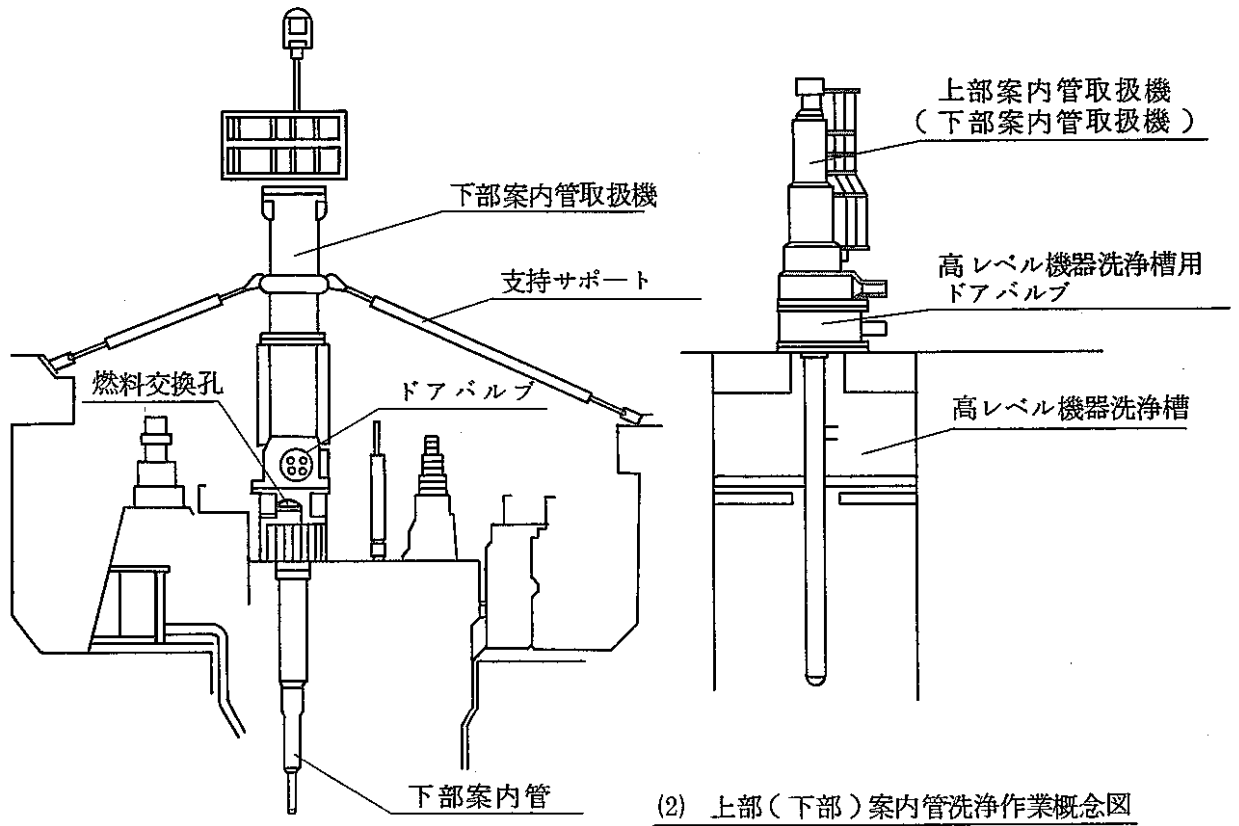
(現状) {

- 格納容器内据付時
- M24ボルト：27本+固定金具(サポート)取付
- 固体廃棄物貯蔵プール台車上据付時
- M24ボルト：12本で固定金具(サポート)なし

尚、メンテナンス建家で使用するスペーサフランジにはボルト締付用の穴が他に15個設けられているため、これの有効利用を検討する必要がある。

また、本作業期間中の人工実績は延べ417人日であった。本作業で引抜いたL.G.T 2体は第5.5-4図に示すメンテナンス建家の固体廃棄物貯蔵プール（No.6に調整棒1のL.G.T, No.11に調整棒2のL.G.T）に保管した。

また、L.G.T引抜時の放射線量率の測定値はmax 130mRem/hr（L.G.Tキャスクドアバルブハンドルの下で測定）であった。第5.5-1表に実績工程表、第5.5-2表にCR L.G.T交換作業記録、第5.5-3表に洗浄記録、第5.5-3図にCR L.G.T交換時の放射線量率測定データを示す。本作業期間中の被曝状況は、32名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.Dにて実施したが、期間中全員がXmRem（検出感度以下）で計画被曝線量（10mRem）以下であった。



(1) 下部案内管交換作業概念図

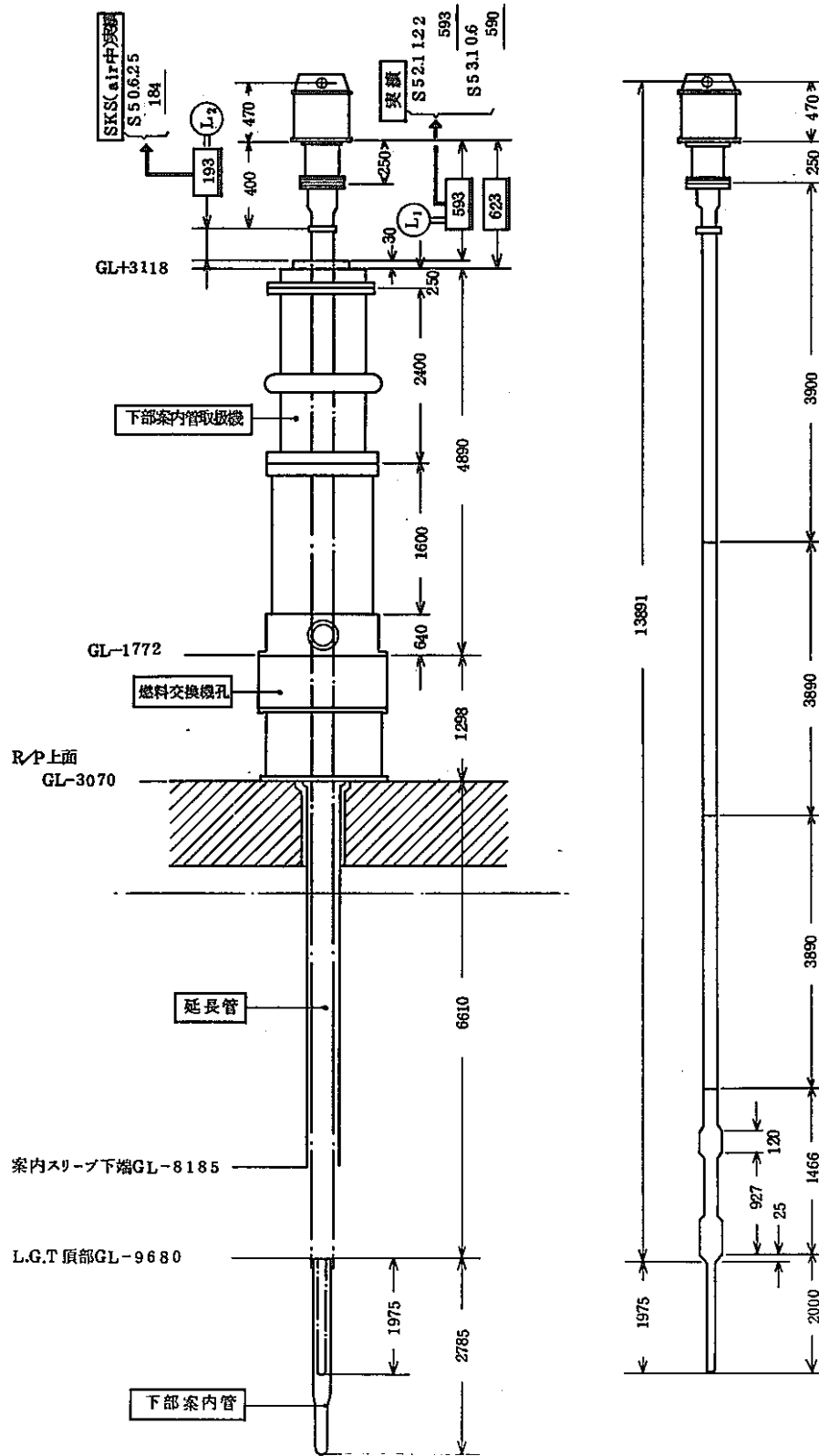
(2) 上部(下部)案内管洗浄作業概念図

L.G.T 交換対象機器

- 調整棒 1 (3 A 3)
- 調整棒 2 (3 D 3)

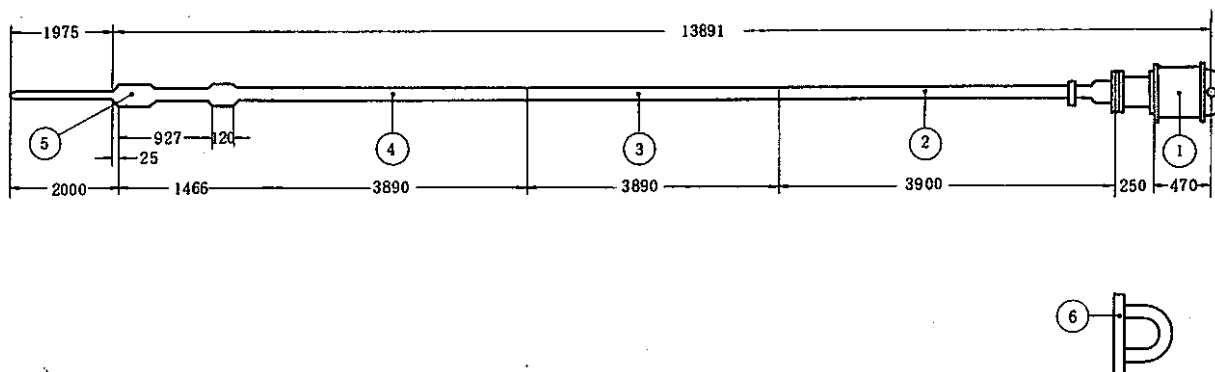
第 5.5 - 1 (1) 図 C. R 用下部案内管交換作業概念図

Fig 5.5 - 1 (1) Set Up of The C. R Lower Guide Tube Handling Equipment



第 5.5 - 1 (2) 図 CR 下部案内管交換作業寸法図

Fig 5.5 - 1 (2) Status for The C. R Lower Guide Tube Exchange



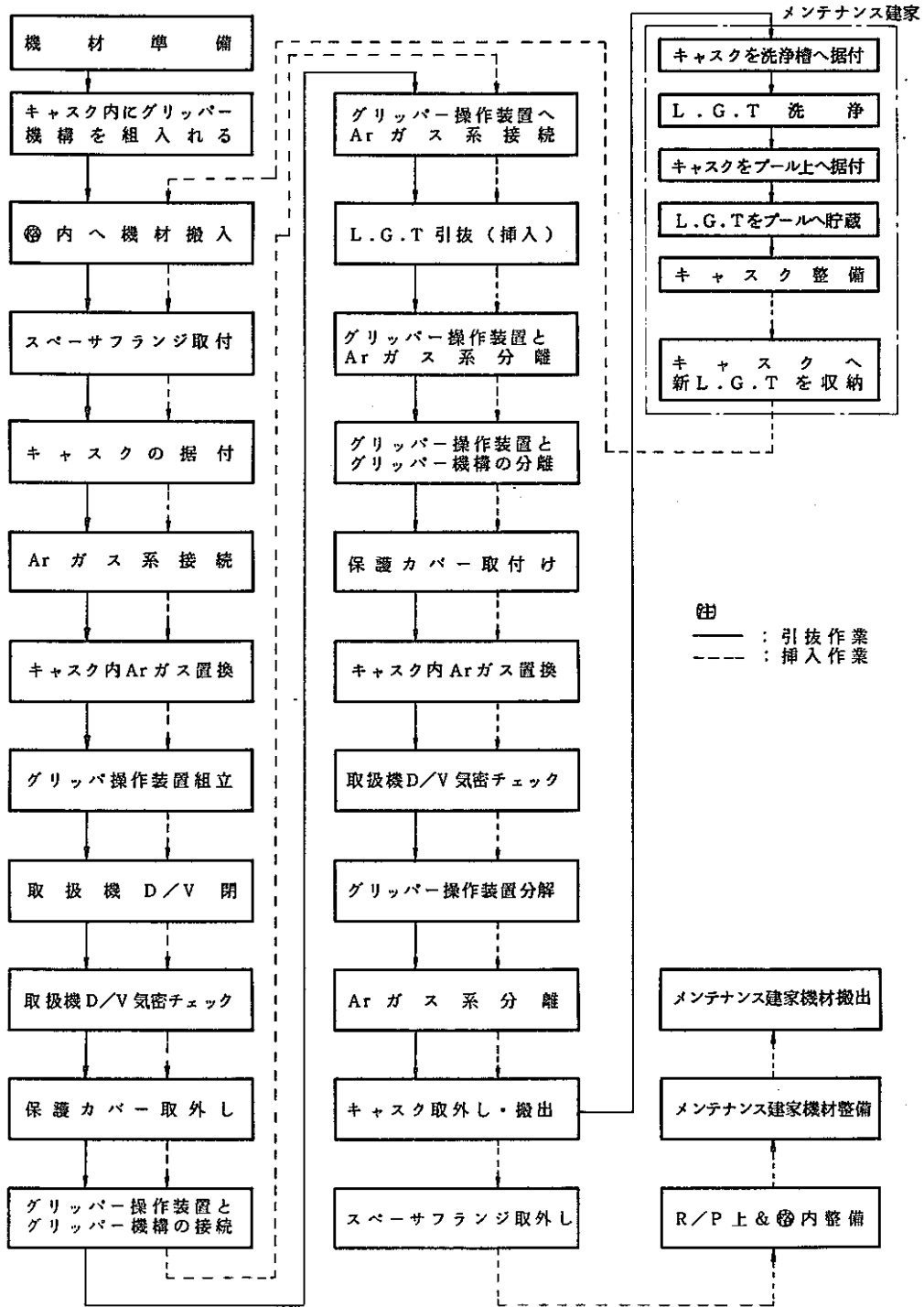
手順	組 合 せ	自重(kg)	挿入荷重(kg)	引抜荷重(kg)
1	④ ⑤ ⑥	88	80	110
2	③ ④ ⑤ ⑥	121	115	140
3	② ③ ④ ⑤ ⑥	154	150	175
4	① ② ③ ④ ⑤ ⑥	179	180	215

* L.G.Tの重量：約 15 kg

P. No	機 器 名 称	重量(kg)
①	グリップ操作部	30
②	延長管(上)	33
③	” (中)	33
④	” (下)	33
⑤	グ リ ッ パ	50
⑥	延長管吊り金具	5

第 5.5 - 1(3)図 CR 下部案内管交換作業重量

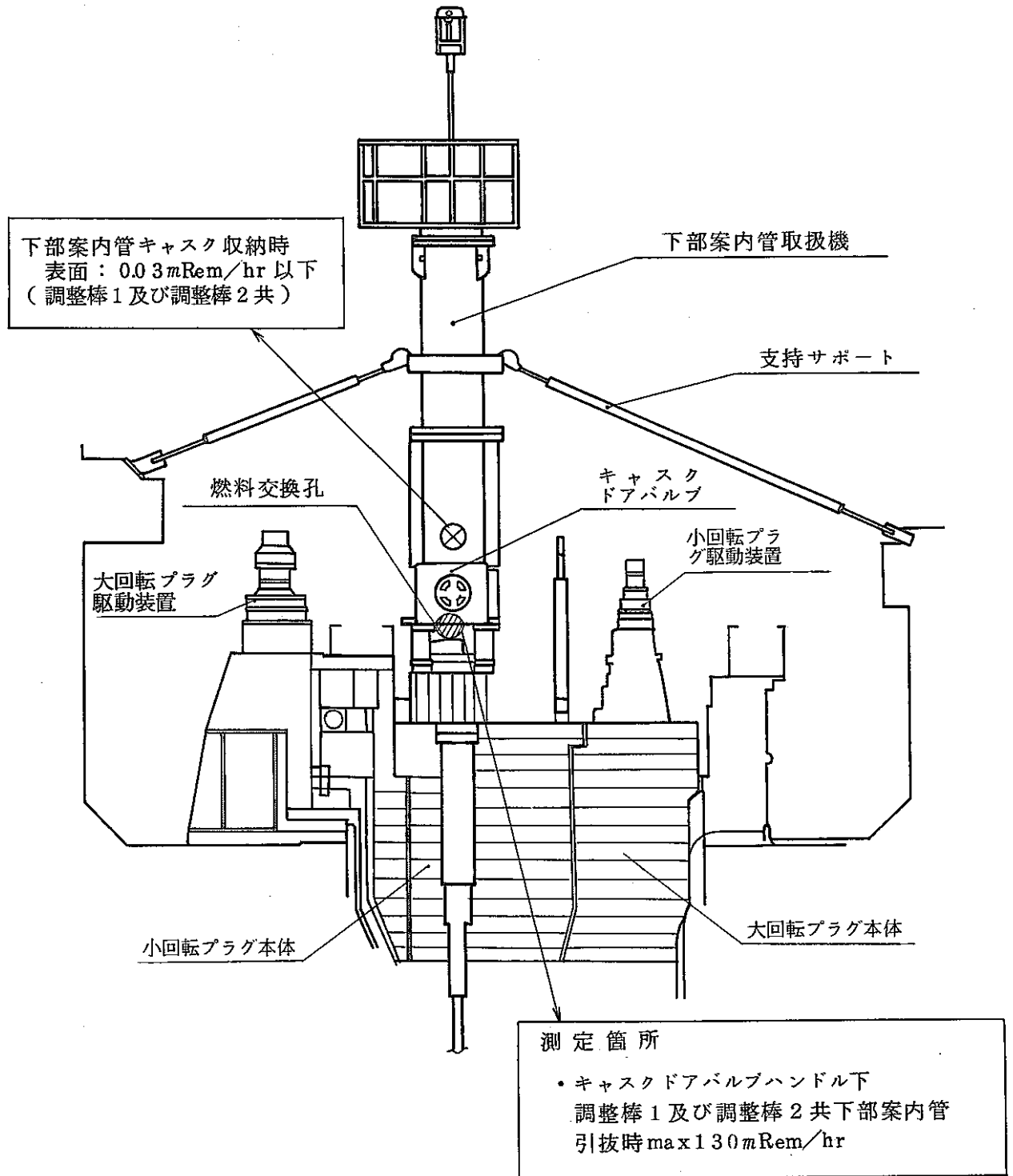
Fig 5.5 - 1(3) Weight of the Equipment for The Control Rod Lower Guide Tube Exchange



第 5.5 - 2 図 CR下部案内管交換作業フローシート

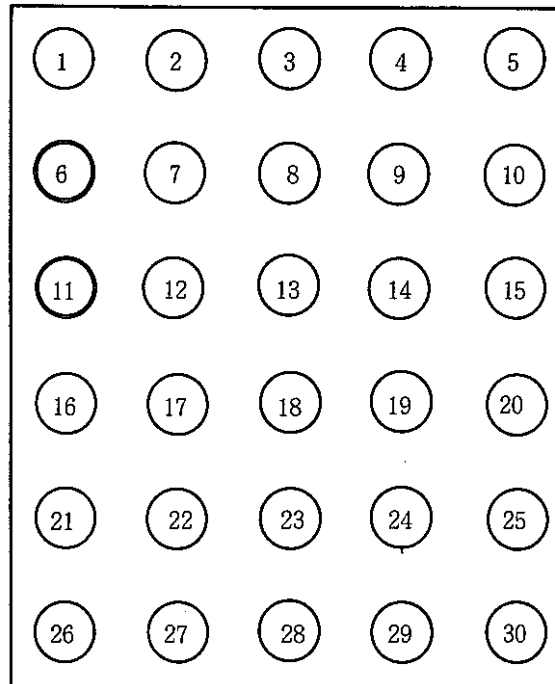
Fig 5.5 - 2 Working Flowsheet of The Control Rod Lower Guide Tube

Exchange



第 5.5 - 3 図 下部案内管引抜時の放射線量測定記録

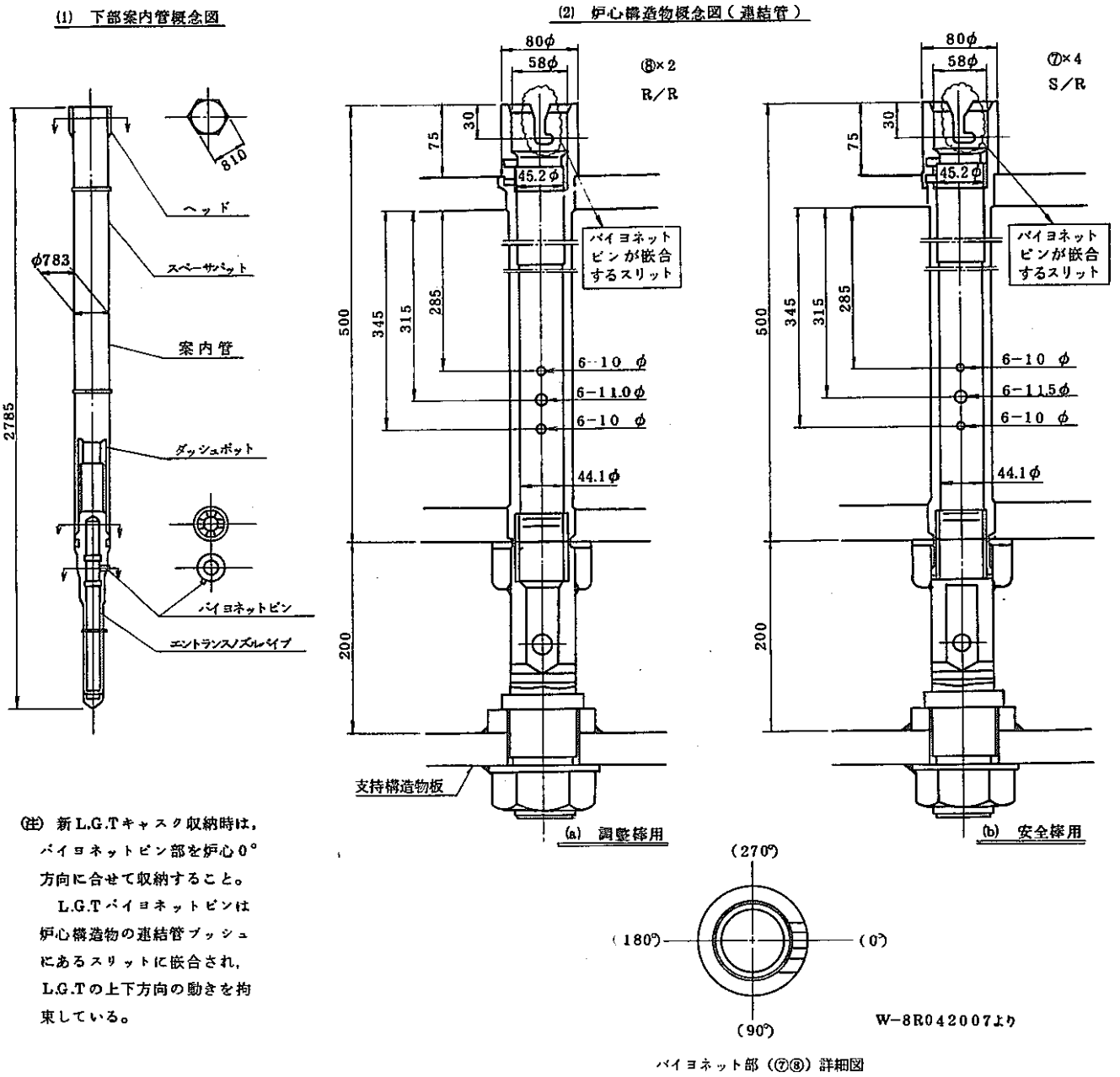
Fig 5.5 - 3 Dose Rate for The Lower Guide Tube Change Out



57年3月6日現在

No.	年月.日	名 称	No.	年月.日	名 称
1	54. 5. 18	下部案内管(パイルオシレータ5F2)	16	55.11.25	下部案内管用保管台
2	55. 2.22	上部案内管(パイルオシレータ5F2)	17		
3			18	56.10.17	長尺物処理装置
4	55.11.26	中性子検出器用保管台	19		
5	54. 7.26	中性子検出器 (ch.9)	20	57. 1.28	中性子検出器 (ch.1)
6	57. 2.26	下部案内管 (3A3)	21	55.11.25	下部案内管用保管台
7	56.10.17	センター孔プラグ (流速計)	22		
8			23		
9	55.11.26	中性子検出器用保管台	24		
10	55. 2.21	中性子検出器 (ch.2)	25	57. 1.25	中性子検出器 (ch.9)
11	57. 3. 4	下部案内管 (3D3)	26	55.11.25	下部案内管用保管台
12			27		
13			28	57. 1.28	下部案内管用仮置台
14	55.11.26	中性子検出器用保管台	29		
15	55.11.26	中性子検出器用保管台	30	57. 1.23	中性子検出器 (ch.4)

第 5.5 - 4 図 固体廃棄物貯蔵エリア配置図 (メンテナンス建家)
 Fig 5.5 - 4 The Arrangement of The Solid Waste Storage Area



(注) 新L.G.Tキャスク収納時は、
 バイヨネットピン部を炉心0°
 方向に合わせて収納すること。
 L.G.Tバイオネットピンは
 炉心構造物の連結管プッシュ
 にあるスリットに嵌合され、
 L.G.Tの上下方向の動きを拘
 束している。

◎バイオネットピン強度 許容値：(トルク) 7000kg-mm(48kg), 目安：500kg-mm(34kg)

第 5.5 - 5 図 下部案内管及び炉心構造物の概念図

Fig 5.5 - 5 Lower Guide Tube and Core Component

第 5.5 - 1 表(1) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表 (1/10)
 Table 5.5 - 1(1) The Accomplishment for The C. R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

月 日	時間												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2月8日(月)		キャスク組立			グリップ機構組立及び閉閉試験			グリップ組込		ガス系統、リーク試験準備			
2月9日(火)			シール装置リーク試験			キャスク全体リーク試験		ガス系操作架台取外		ドアバルブリーク試験			
2月10日(水)			キャスク撤去、起立・転倒試験				新LGT細包開放		機材チェック、台車搭載				
2月12日(金)			新L,G,TとCRダミー合せ試験				新L,G,Tとグリップ組合せチェック						
2月15日(月)			キャスク機材搬入				固定金具・操作架台取付			Arガス置換・リーク試験			
2月16日(火)			スペーサフランジ取付						ガス系機器接続		操作架台養生		
2月16日(火)			延長管ラック仮置、Ar置換					L,G,T(3A3)引抜					
				延長管接続、レベル出し					延長管ガス置換				
					延長管ガス置換								
										延長管切離し・撤去			

第 5.5 - 1 表(2) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表 (2/10)
 Table 5.5 - 1(2) The Accomplishment for The C. R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

時間 月 日	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2月17日(水)		ガス系, 操作架台, 固定金具取外し			キャスク撤去, 転倒	キャスク機材搬出		キャスク起立, 高レベル洗浄槽搬付		操作架台取付・養生			
2月18日(木)		延長管接続			L.G.T 装荷			L.G.T 洗浄					
2月19日(金)		L.G.T 洗浄		L.G.T 引抜	延長管切離し	操作架台撤去	キャスク, スペーヤフランチ撤去	キャスク, フランジノール上取付	延長管接続・L.G.T プール装荷			延長管切離し・撤去	
2月20日(土)		グリッパ, シール装置取外し		L.G.T C.P 測定		グリッパ機構組立, 新L.G.T組込み	新L.G.Tキャスク収納	機材搭載	スペーヤフランチ 移動(高レベル)				
2月21日(日)		キャスク起立, 据付		固定金具, 操作架台取付	操作架台養生	ガス系接続	Arガス置換, リーク試験	キャスク撤去, 台車搭載	機材, キャスク内搬入				
2月22日(月)		延長管ラック仮置		延長管接続, レベル出し	延長管ガス置換		新L.G.T(3A3)装荷				延長管切離し, 撤去	Arガス置換	

第 5.5 - 1 表(3) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表 (3/10)
 Table 5.5 - 1 (3) The Accomplishment for The C. R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

時間																				
月 日		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
2 月 23 日(火)			ガス系, 架台, 固定金具撤去		キャスク撤去, 転回, 仮置			グリッパ分解・洗浄・除染												
					スペーサフランジ撤去, 仮置															

第 5.5 - 1 表(4) 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (4/10)

Table 5.5 - 1(4) The Minute Schedule for Fuel Handling Activities

月日	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24									
2月23日 (火)		R/P 3A3ニテ連続ジャッキアップ状態													3A3→基準 ジャッキダウン	INCO取付	軸封部メージ	軸封部予熱	交換時上限	グリッペ予熱															
2月24日 (水)		ジャッキアップ													D24 R2→3B1	D16 R18→A3	D14 R17→2A2	D23 R18→2E1	D15 R21→3A2	D17 R30→4A4	TTJCO9 R16→3A3	TTJCO7 3D3→R16	D9 2E1→R21	D7 4D4→R18	D5 3D2→R5	D4 2D2→R4	D9 4D3→R17	D8 3E1→R19	ジャッキダウン						
		グリッペ予熱																																	
2月25日 (木)		ジャッキアップ													INCO7フレックス確認試験 (2A2, 6B1)						軸封部メージ	INCO移動	INCOグリッペ洗浄	INCOグリッペアルコール中浸漬洗浄											

第 5.5 - 1 表(5) 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (5/10)

Table 5.5 - 1(5) The Minute Schedule for Fuel Handling Activities

時間 月日	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2月26日 (金)	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">INCO グリッパアルコール中浸漬洗浄</div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> 洗浄後確認 交換機移動 ジャッキアップ </div> <div style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> 3D3 ニテ連続ジャッキアップ(CRD下部案内管交換) </div> </div>																								
																									<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;">INCO グリッパアルコール中浸漬洗浄</div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> 洗浄後確認 交換機移動 ジャッキアップ </div> <div style="width: 40%; border-bottom: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"> 3D3 ニテ連続ジャッキアップ(CRD下部案内管交換) </div> </div>

第 5.5 - 1 表(6) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表 (6/10)
 Table 5.5 - 1(6) The Accomplishment for The C.R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

月 日	時間												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2月26日(金)				スペースフランジ据付			固定金具, 操作架台取付		Arガス置換, リーク試験				
				キャスク起立, 据付				操作架台養生					
				プール内(3A3) L.G.T特殊吊具取付, 仮設保管孔から保管孔へ移動				ガス系接続					
2月27日(土)			延長管ラック仮置					L.G.T(3D3)引抜					
			延長管接続, レベル出し						延長管ガス置換				
			延長管ガス置換						延長管切離し, 撤去				
2月28日(日)			ガス系, 架台, 固定金具撤去					キャスク起立, 高レベル洗浄槽据付					
			キャスク撤去, 転倒					操作架台取付養生					
				キャスク, 機材搬出									
3月1日(月)			延長管接続						L.G.T洗浄				
				L.G.T装荷									
				L.G.T CP測定									
3月2日(火)			L.G.T洗浄					キャスク, スペースフランジ撤去					延長管切離し, 撤去
				L.G.T引抜				キャスク, フランジプール上据付					
				L.G.T CP測定				操作架台取付					
				延長管切離し									
									延長管接続, L.G.T装荷				

第 5.5 - 1 表(7) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表 (7/10)
 Table 5.5 - 1(7) The Accomplishment for The C. R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

時間																				
月 日		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
3 月 3 日 (水)				グリッパ、シール装置取外し			グリッパ機構組立、新L.G.T組込み				機材搭載									
					キャスク内部水分除去				新L.G.Tキャスク取納		スペーサフランジ移動									
3 月 4 日 (木)				キャスク起立据付			固定金具、操作架台取付				キャスク撤去、台車搭載	キャスク、機材格納庫内搬入								
								操作架台養生			ガス置換リーク試験									
3 月 5 日 (金)									ガス系統確認											
3 月 6 日 (土)																				

第 5.5 - 1 表(8) 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (8/10)
 Table 5.5 - 1(8) The Minute Schedule for Fuel Handling Activities

月日	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24											
3 月 6 日 (土)		R/P BDB ニテ運転ジャッキアップ状態														3D3→格納	ジャッキダウン	INCO取付	軸封部パージ	軸封部予熱	交換時上限	グリッパ下降(高低切替点にて停止)	グリッパ予熱														
3 月 7 日 (日)		グリッパ予熱														ジャッキアップ	D9	R21→2E1	D7	R18→4D4	D5	R6→3D2	D4	R4→2D2	D19	R17→4D3	D8	R19→3E1	TTJC07	R16→3D3	INCOアドレス確認事故 (2A2, 6E1)	ジャッキダウン					
3 月 8 日 (月)		INCOアドレス確認事故 (000, 4D3)														ジャッキアップ	ジャッキダウン	格替時上限	グリッパNa 露下	軸封部パージ	INCO移動	INCOグリッパ洗浄	INCOグリッパアルコール中浸漬洗浄														

第 5.5 - 1 表(9) 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表 (9/10)
 Table 5.5 - 1(9) The Minute Schedule for Fuel Handling Activities

月日	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
3 月 9 日 (火)																												

洗浄後確認

INCO グリッパアルコール中脱液洗浄

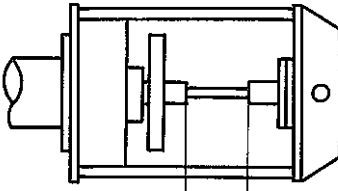
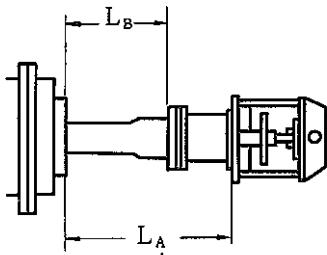
グリッパ乾燥装置 機器ビット→オペフロ
 FFDL移動 履帯→機器ビット

第 5.5 - 1 表(10) 高速実験炉「常陽」ACT-5 CR下部案内管交換作業実績詳細工程表(10/10)
 Table 5.5 - 1(10) The Accomplishment for The C. R Lower Guide Tube Exchange Accomplishment (ACT-5)

月 日	時間												
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3 月 11 日(木)			延長管接続										
			グリッパ高レベル洗除槽装荷										
					グリッパ洗浄								
3 月 12 日(金)			グリッパ吊上, 延長管切離し, グリッパシール装置取外し										
					キャスク内除染, グリッパシール装置分解, 除染, 保管								
									キャスク分解, 除染				
3 月 13 日(土)			キャスク, 機材搬出										
			スペーサフランジ除染, グリッパ管アルコール抜き										
							グリッパ管移動						

第 5.5 - 2(1)表 CR下部案内管交換作業記録

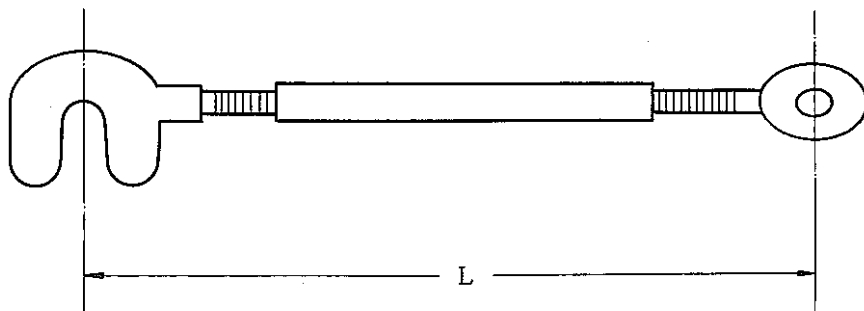
Table 5.5 - 2(1) The Result of The Control Rod Lower Guide Tube Exchange S 57.2.15 ~ S 57.3.9

No	項 目	調整棒 1 (3A3)		調整棒 2 (3D3)		備 考
		引 抜 時	装 荷 時	引 抜 時	装 荷 時	
1	日 時	2/16 13:30~15:00	2/22 13:30~15:00	2/27 13:40~14:45	3/5 13:30~14:50	
2	大 回 転 プ ラ グ 位 置	323.35	323.34	155.13	155.12	
3	小 回 転 プ ラ グ 位 置	155.10	155.10	143.34	143.34	
4	使 用 グ リ ッ パ 区 分	グリップA	グリップB	グリップB	グリップA	
5	挿 入 時 荷 重 (kg) [高 速]	180~190	200	185	190	
6	“ (kg) [低 速]	175~180	200	180	190~200	
7	グリップ爪「閉」ストローク (mm)	100	99	100	100	図1
8	グリップ爪, L.G.T接触回転数 (回)	9	-	9 1/4	-	
9	グリップ爪「開」ストローク (mm)	155	154	153	155	図1
10	グリップ爪「開-閉」回転数 (回)	13 1/2	14 1/2	15	14 1/2	
11	バイヨネットピンロック解除円周ストローク (mm)	21	22	22	20	
12	全 挿 入 寸 法 「LA」 (mm)	592	590	590	589	図2
13	“ 「LB」 (mm)	330	328	328	329	図2
14	着 地 荷 重 (kg)	0	0	0	0	
15	引 抜 時 荷 重 (kg) [高 速]	(*1) 210~220	200	(*2) 210	200	
16	“ (kg) [高 速]	(*1) 210~220	190	(*2) 205	200	
17	炉 内 Na 温 度 (°C)	205	206	208	208	
(メモ) (*1) 延長管, グリップ引抜荷重: 高速, 低速とも 200 kg (*2) 延長管, グリップ引抜荷重: 高速: 195 kg, 低速: 190 kg		参 考 図 (図.1)  爪「開」「閉」 ストローク		(図.2)  LB LA		

第 5.5 - 2(2)表 固定金具取付寸法記録

Table 5.5 - 2(2) The Length Record of The Supporting Equipment

埋込金物 No.	固定金具寸法 (L mm)	
	調整棒 1 (3A3)	調整棒 2 (3D3)
# 1	4110	4100
# 2	4750	4510
# 3	4340	3955
# 4	4200	4070
# 5	5130	5385
# 6	3990	4370



第 5.5 - 3 表 L.G.T 洗浄記録

Table 5.5 - 3 The Cleaning Record for The removed Control Rod Lower Guide Tube

- 洗浄手順 (1) 洗浄槽内 N₂ ガス置換
 (2) 加熱 N₂ ガスによる槽内予熱
 (3) 蒸気洗浄
 (4) 蒸気洗浄廃液全量サンプリング
 (5) 水 洗 浄
 (6) 水洗浄廃液一部サンプリング
 (7) 洗浄槽内液抜き
 (8) 空気乾燥

月 日	洗 浄 物	洗 浄 工 程	洗 浄 時 間	蒸気使用量	N ₂ ガス使用量	廃液発生量
2月18日	L.G.T(3A3)	蒸気洗浄	2時間45分	37.5 kg	300Nm ³	11 ℓ
"	"	水 洗 浄	16時間	-	-	300 ℓ
2月19日	"	空 気 乾 燥	1時間	-	-	-
3月1日	L.G.T(3D3)	蒸気洗浄	2時間	30.0 kg	250Nm ³	10 ℓ
"	"	水 洗 浄	16時間	-	-	300 ℓ
3月2日	"	空 気 乾 燥	1時間	-	-	-
3月11日	L.G.T用グリップ	蒸気洗浄	2時間	30.0 kg	270Nm ³	8 ℓ
"	"	水 洗 浄	1時間30分 (2回実施)	-	-	300 ℓ
"	"	空 気 乾 燥	1時間	-	-	-

5.6 ACT-6 燃料交換作業(2)

1. 目的及び作業概要

MK-II 炉心構成に伴う基本計画に基づき、炉心体系の外側から内側へ順次交換を行う。本作業期間における交換対象は、MK-I 反射体 25 体並びにブランケット燃料集合体 61 体を MK-II 反射体に交換するものである。また、末臨界度を深くするという基本計画に基づき、MK-I 制御棒 4 体についても交換が行われる。

2. 作業実績

燃料交換作業(2)の作業は、1次主ポンプ(B)サーベイランス材取出、分解点検作業の短縮に伴い2日間の前倒しとなり、57年3月18日から5月1日の期間にて実施され、本期間中に交換された炉心構成要素は90体であった。

各ステップにおける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第5.6-1図に示す。

1) ステップ2-1

実施期間 (3/18 ~ 3/25)	(実施/積算)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15/45体
	炉内装荷	15/45体
炉内燃料取扱		30/124体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/6回
“ ドリップパン交換		2/6回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/5回
キャスクカードリップパン交換		1/3回
トランスファーロータドレンタンク Na 移送		1/1回

2) ステップ2-2

実施期間 (3/25 ~ 4/1)	(実施/積算)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15/60体
	(照射リグ TTJT09 FMF 搬出含む)	
	炉内装荷	15/60体
炉内燃料取扱		30/154体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/8回
“ ドリップパン交換		2/8回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/6回

3) ステップ2-3

実施期間 (4/1 ~ 4/8)	(実施/積算)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15/75体

	炉内装荷	15/75 体
炉内燃料取扱		30/184 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/10 回
" ドリップパン交換		2/10 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/7 回
キャスクカードリップパン交換		1/4 回
トランスファーロータドレンタンク Na 移送		1/2 回
4) ステップ 2 - 4		
実施期間 (4/8 ~ 4/15)		
炉外燃料移送	炉外搬出	15/90 体
	炉内装荷	15/90 体
炉内燃料取扱		30/214 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/12 回
" ドリップパン交換		2/12 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/8 回
キャスクカードリップパン交換		1/5 回
" モレキュラシーブ乾燥		1/1 回
5) ステップ 2 - 5		
実施期間 (4/15 ~ 4/22)		
炉外燃料移送	炉外搬出	15/105 体
	炉内装荷	15/105 体
炉内燃料取扱		30/244 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/14 回
" ドリップパン交換		2/14 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/9 回
キャスクカードリップパン交換		1/6 回
トランスファーロータドレンタンク Na 移送		1/3 回
6) ステップ 2 - 6		
実施期間 (4/22 ~ 4/29)		
炉外燃料移送	炉外搬出	15/120 体
	炉内装荷	15/120 体
炉内燃料取扱		30/274 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/16 回
" ドリップパン交換		2/16 回

燃料交換機グリッパ洗浄	1/10回
キャスクカードリップパン交換	1/7回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1/2回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(2)期間中におけるプラント状態を第5.6-1表に示す。

1) 炉内状況

57年3月18日から5月1日において炉内ナトリウムレベルは格納容器内床下点検作業の為、GL-7600までドレンされた状態が継続された。

2) 主冷却系

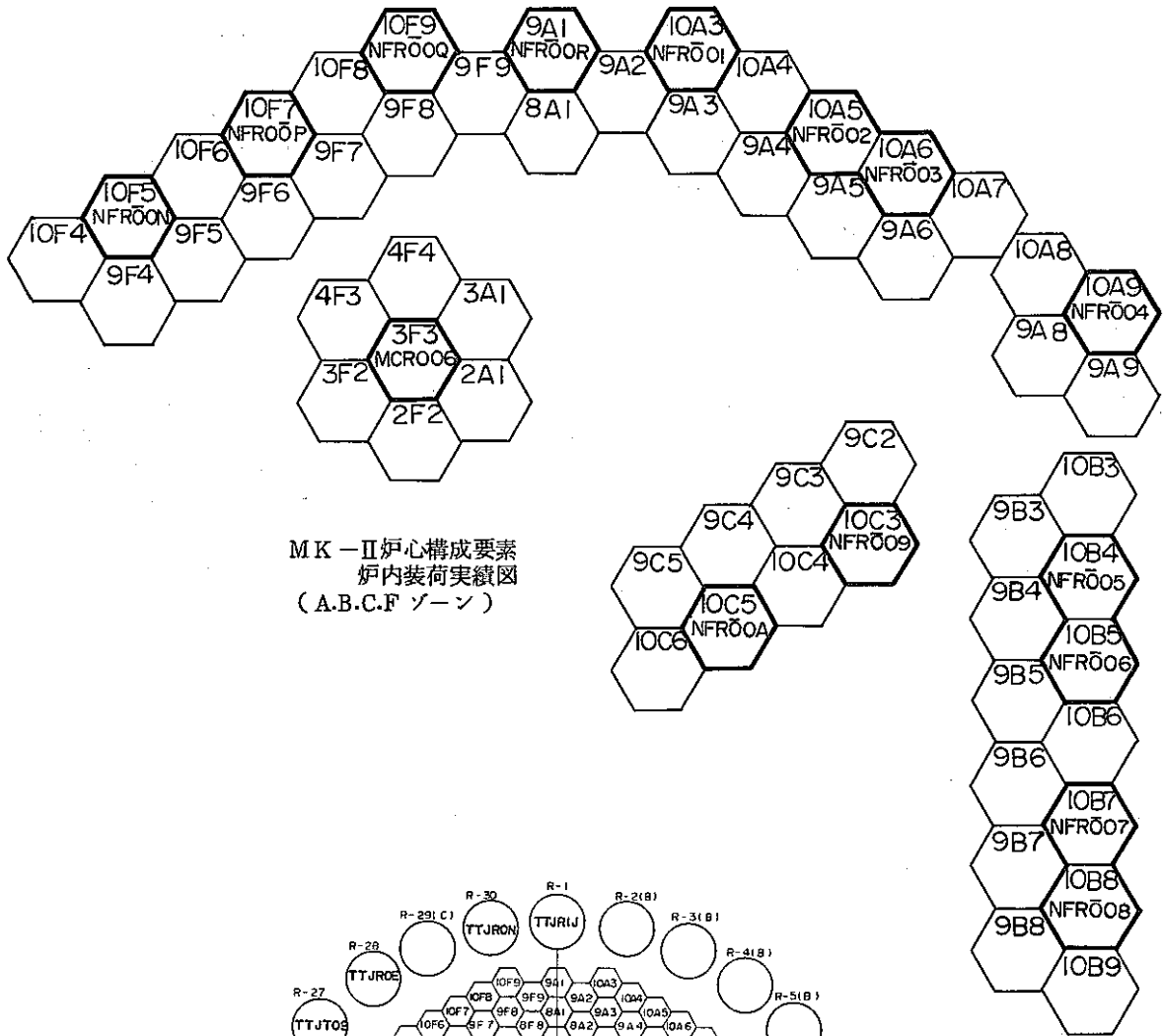
(1) 一次冷却系

Na 温度 - 57年3月18日から5月1日において1次系予熱温度は、予熱N₂ガスにより200℃にて保温状態であった。

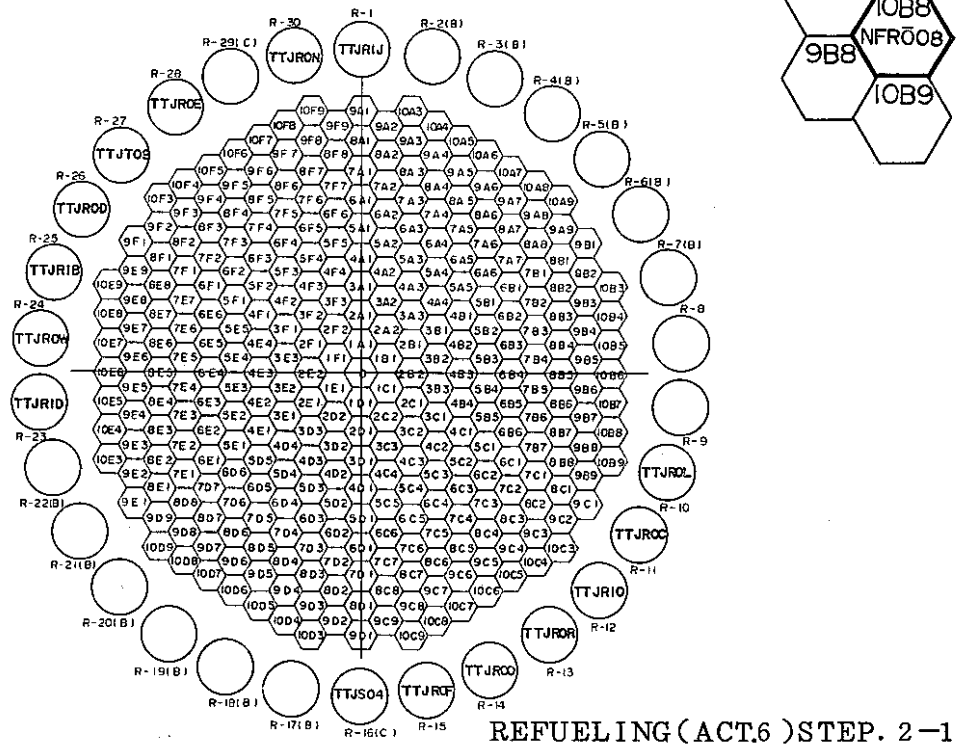
Na 流量 - 1次主冷却系ドレン並びに主ポンプ(B)分解点検に伴い流量は0%であった。

(2) 予熱N₂ガス系

57年3月18日から5月1日において一次主冷却系ドレン状態に伴い運転が継続された。

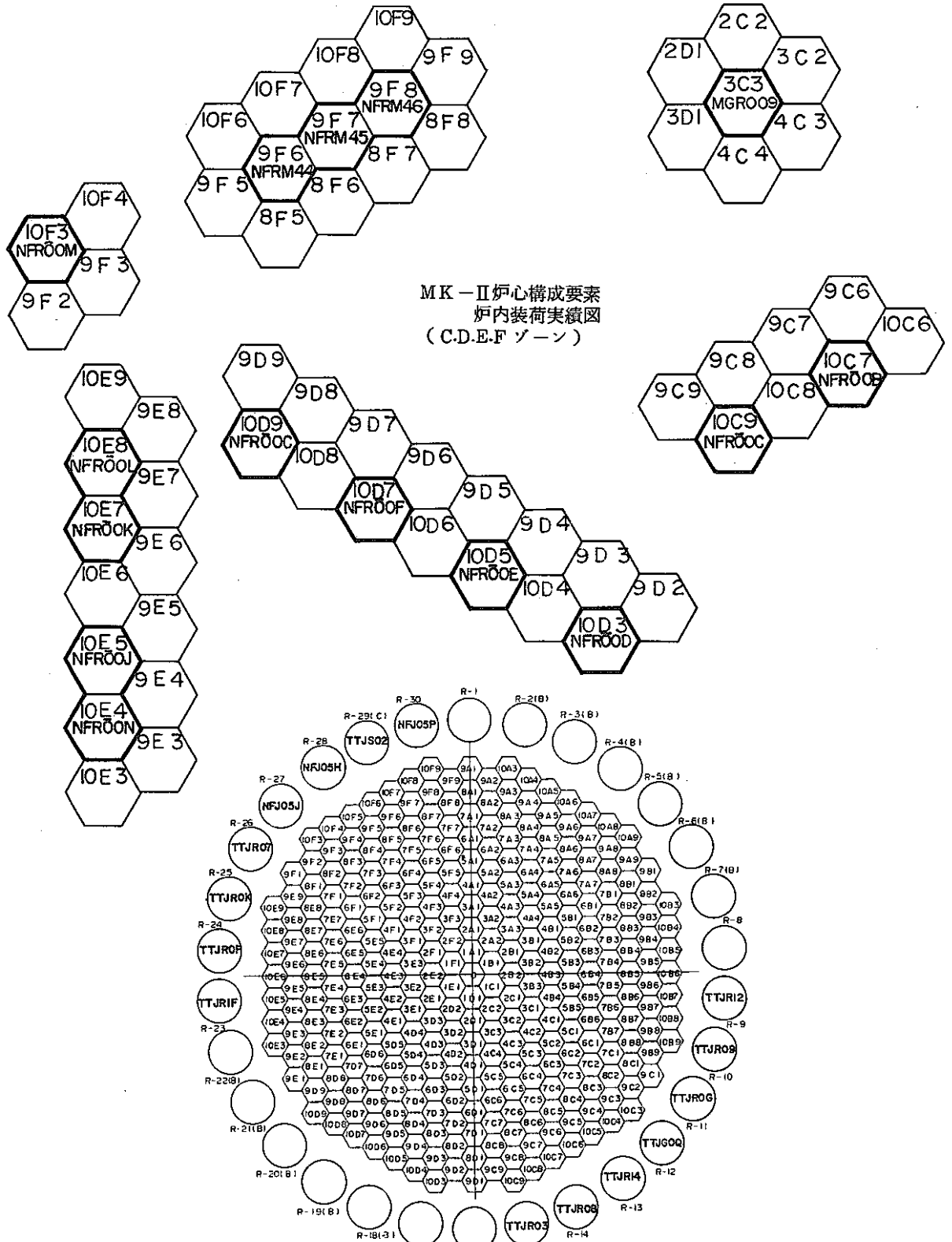


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.Fゾーン)



第5.6-1(1)図 「常陽」炉心配置図

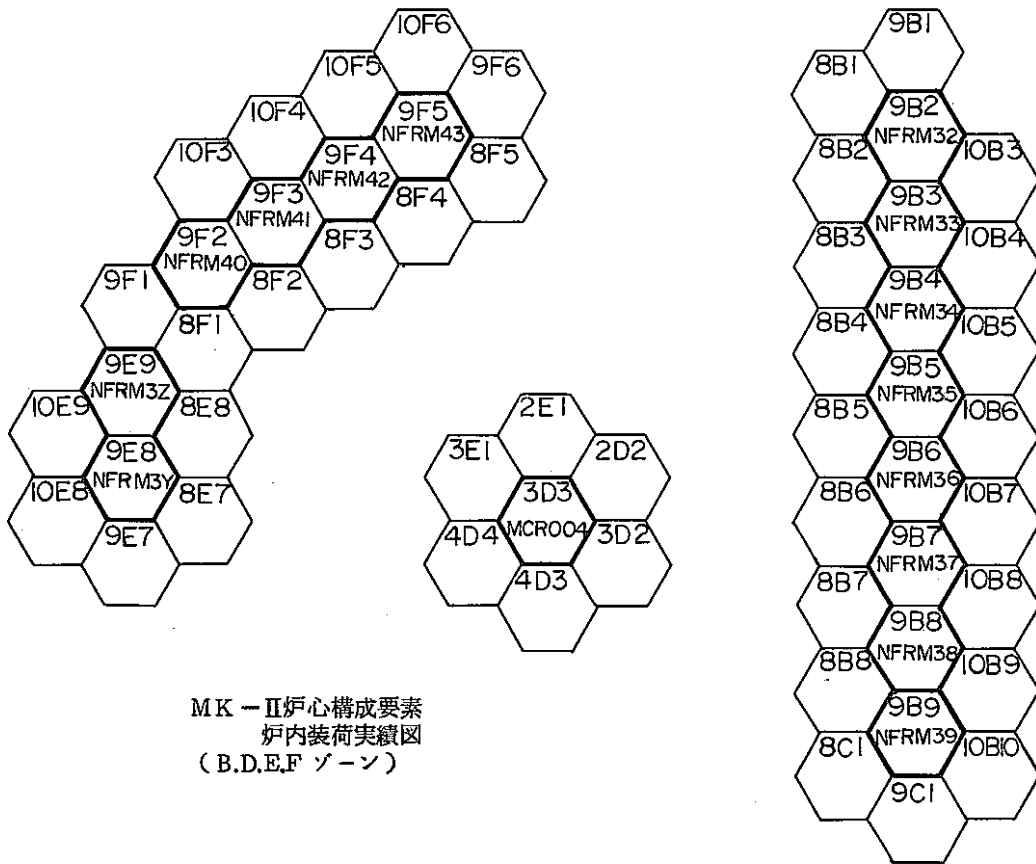
Fig 5.6-1(1) JOYO CORE CONFIGURATION



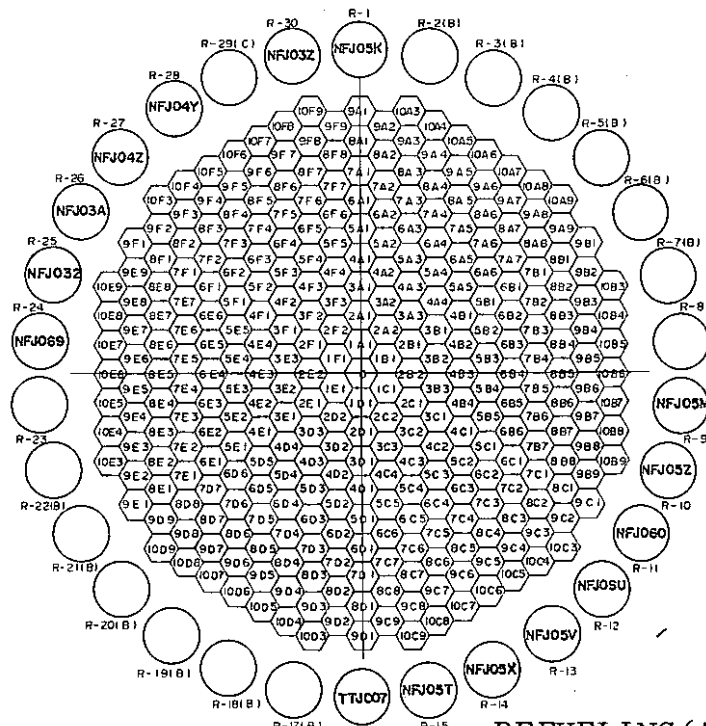
REFUELING (ACT6) STEP. 2-2
DATE: 1982/03/31

第 5.6 - 1 (2) 図 「常陽」 炉心配置図

Fig 5.6 - 1 (2) JOYO CORE CONFIGURATION



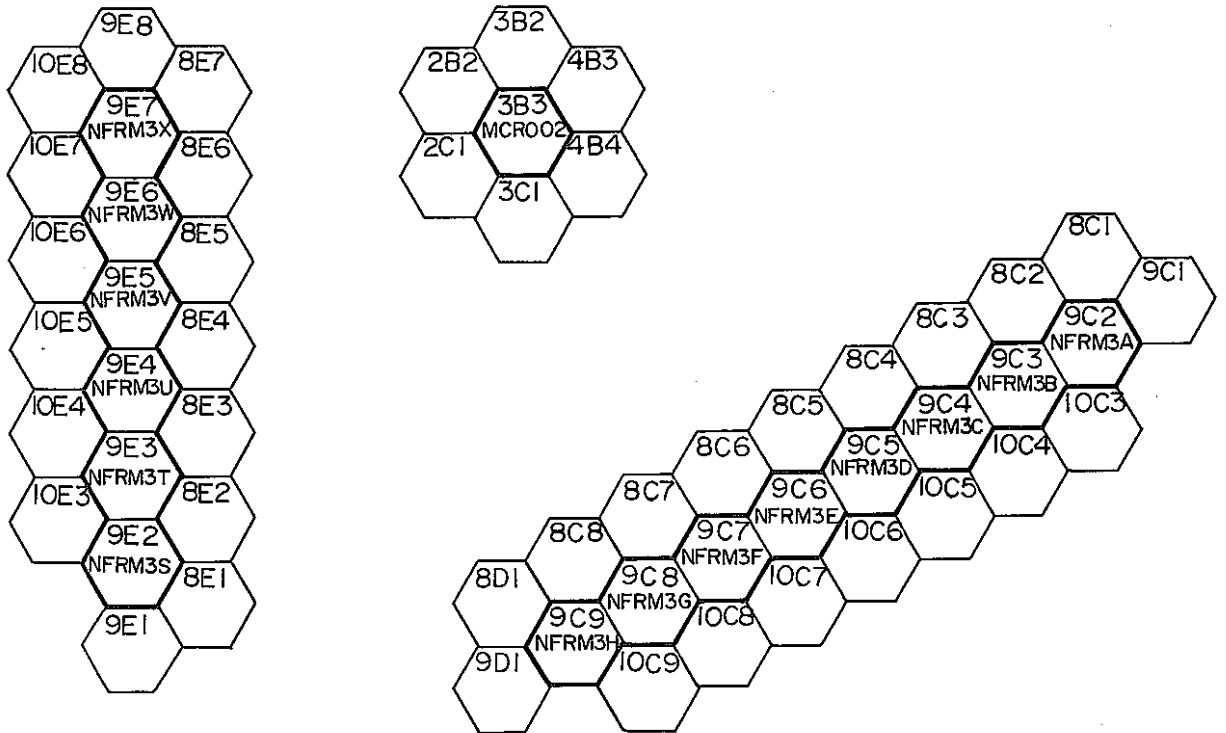
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(B.D.E.Fゾーン)



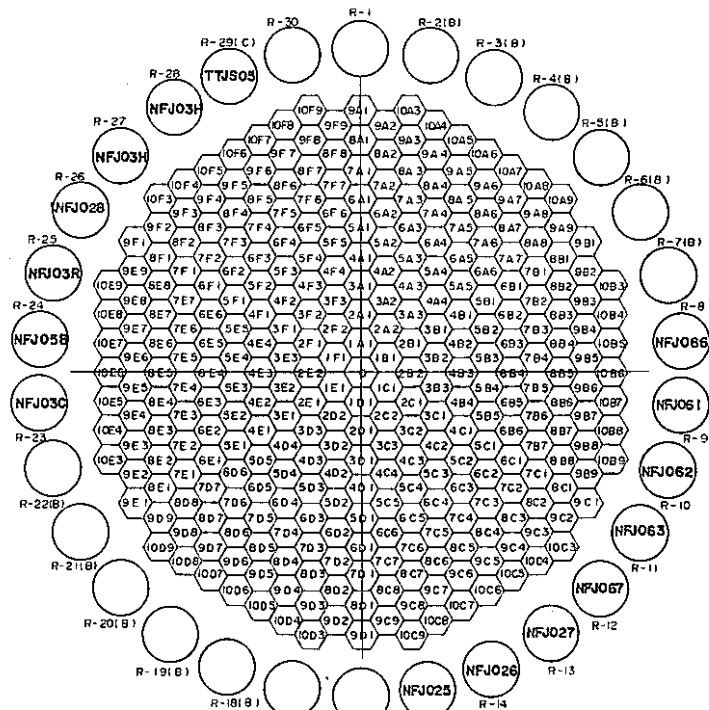
REFUELING (ACT6) STEP. 2-3
DATE: 1982/04/07

第 5.6 - 1(3) 図 「常陽」 炉心配置図

Fig 5.6 - 1(3) JOYO CORE CONFIGURATION



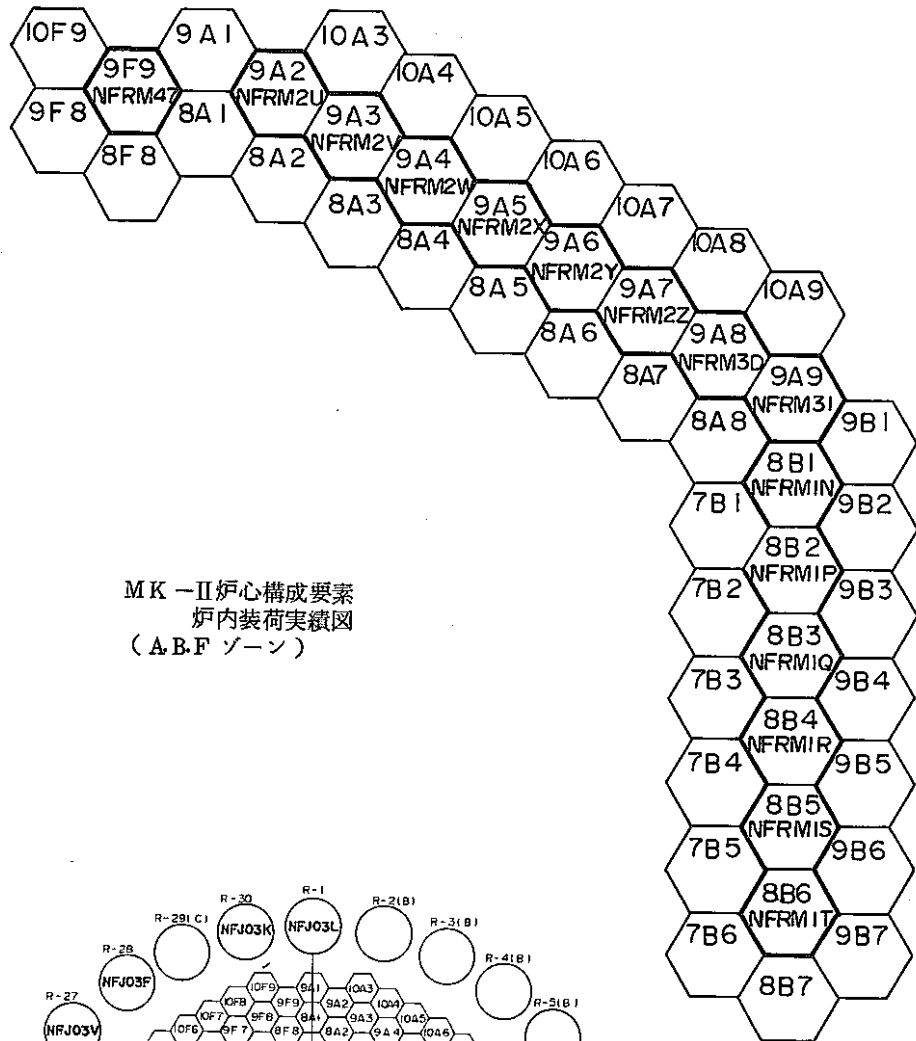
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(B.C.Eゾーン)



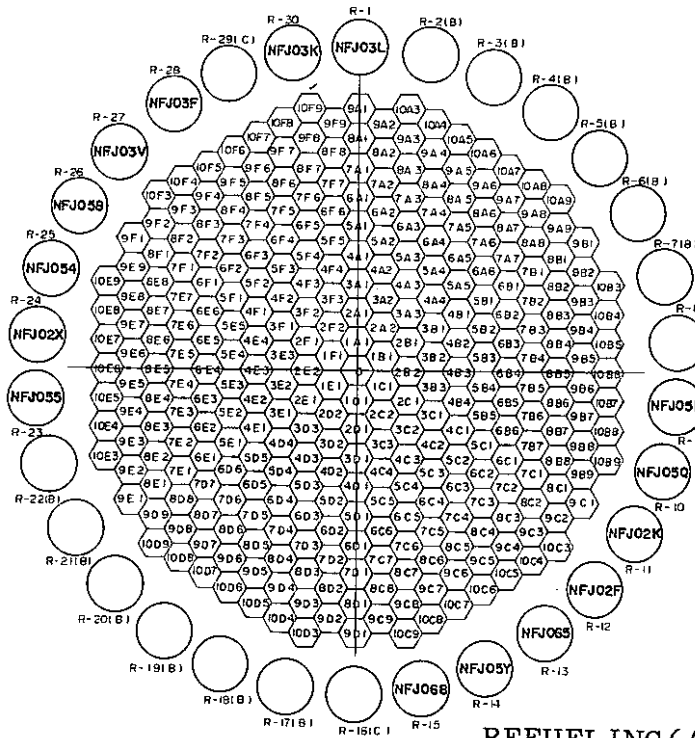
REFUELING (ACT6) STEP. 2-4
DATE: 1982/04/14

第 5.6 - 1(4) 図 「常陽」炉心配置図

Fig 5.6 - 1(4) JOYO CORE CONFIGURATION



MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A,B,Fゾーン)

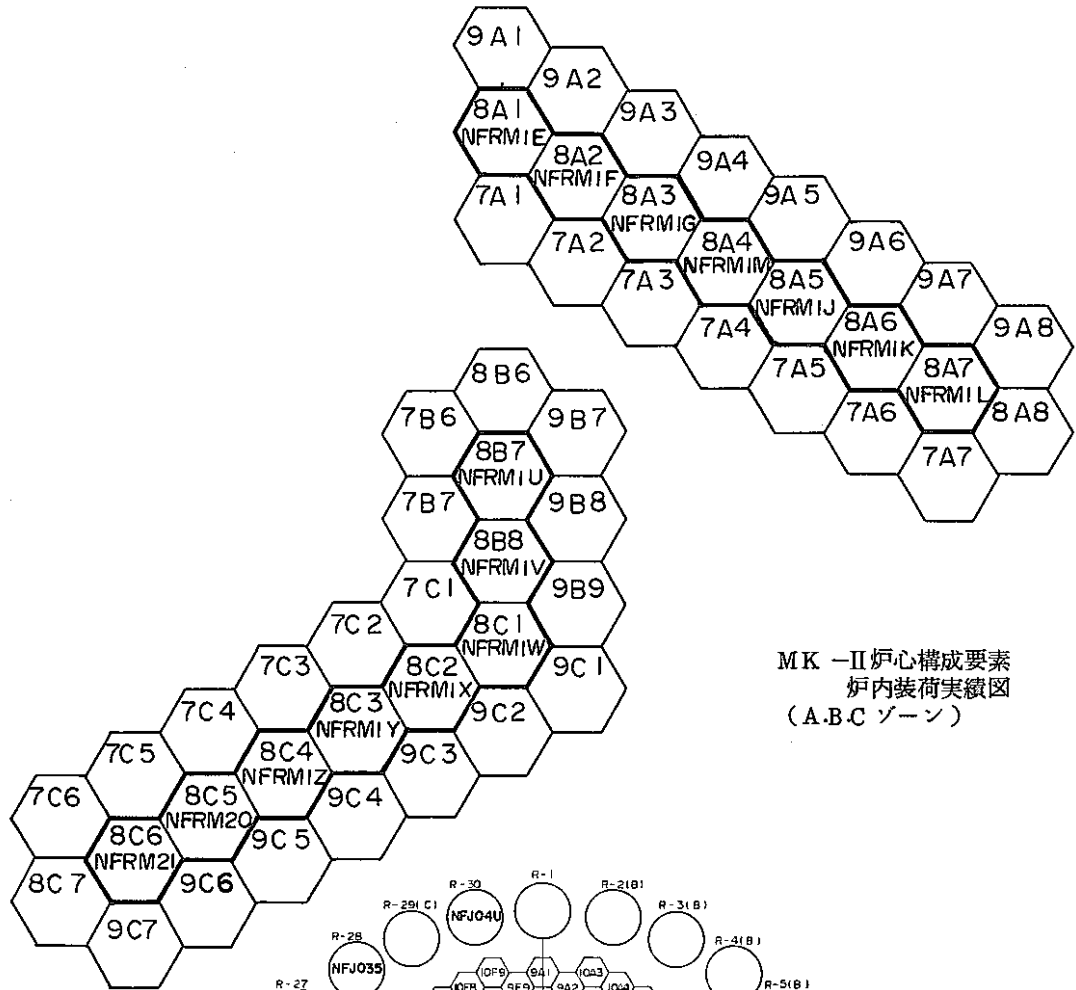


REFUELING (ACT6) STEP. 2-5

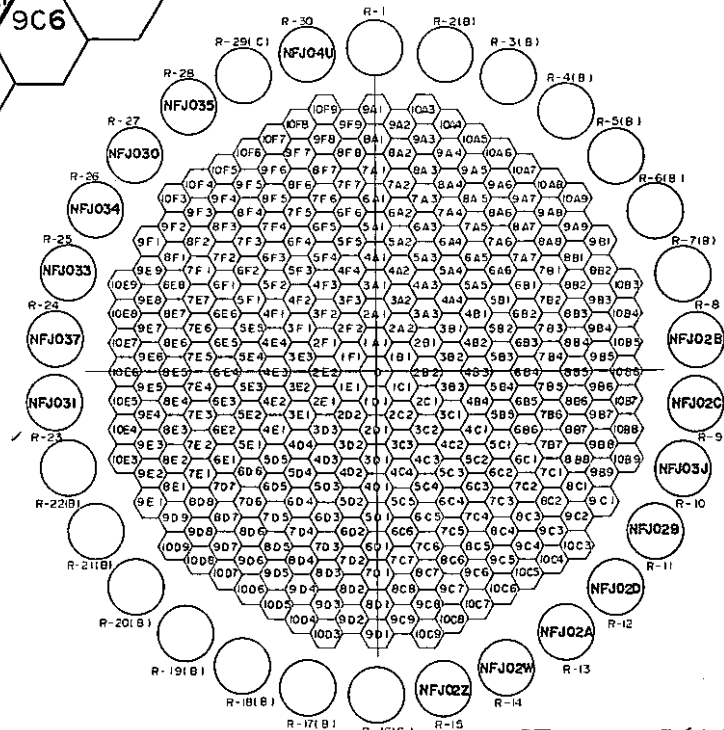
DATE: 1982/04/21

第 5.6 - 1(5) 図 「常陽」 炉心配置図

Fig 5.6 - 1(5) JOYO CORE CONFIGURATION



MK -II 炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.Cゾーン)

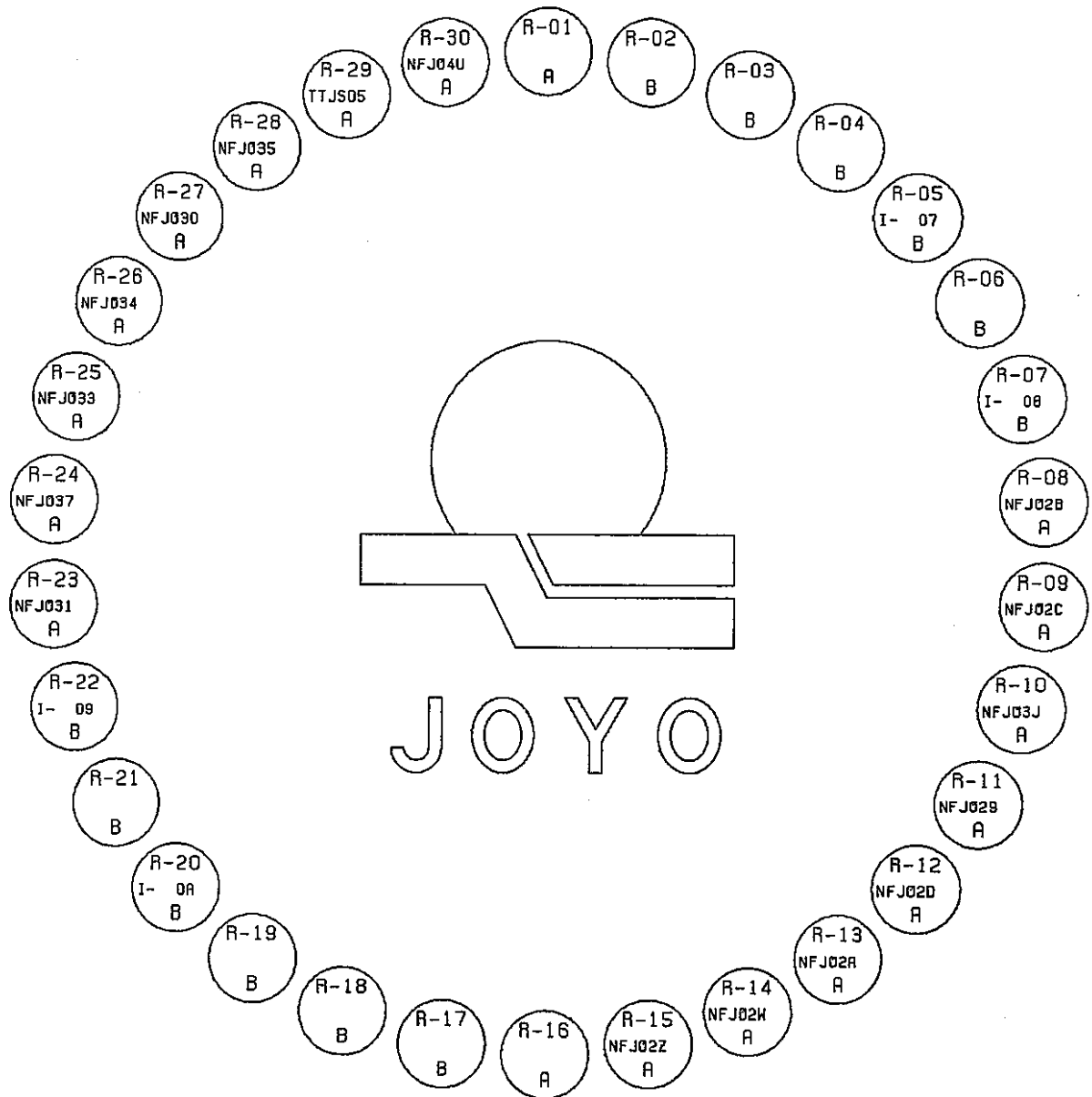


REFUELING (ACT6) STEP. 2-6

DATE: 1982/04/28

第 5.6 - 1(6) 図 「常陽」 炉心配置図

Fig 5.6 - 1(6) JOYO CORE CONFIGURATION

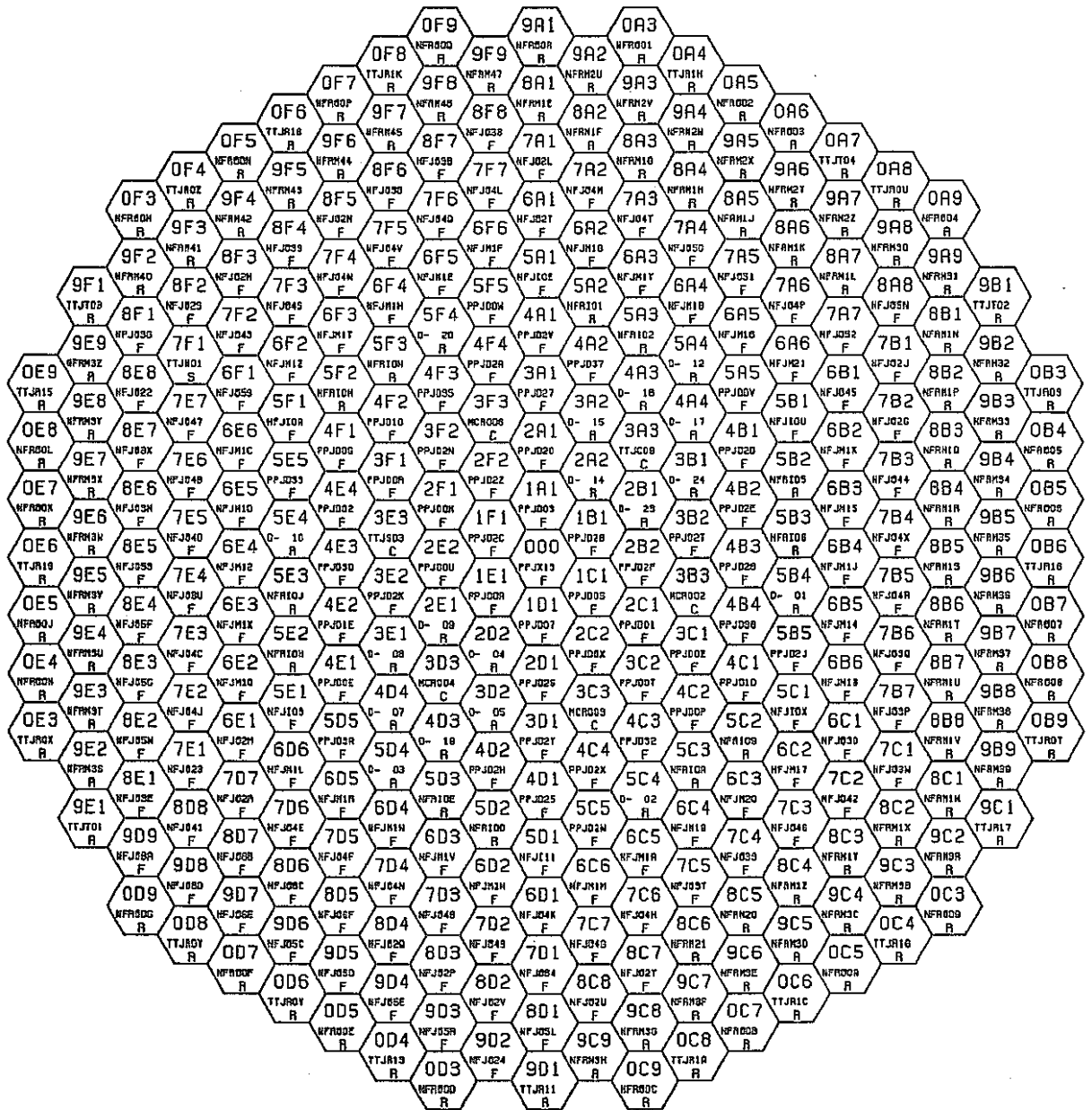


REFUELING (ACT.6) STEP.2-6

DATE : 1982/04/28

第 5.6 - 1(7) 燃料交換作業(2)最終ラック状態

Fig. 5.6 - 1(7) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (ACT.6) STEP.2-6

DATE : 1982/04/28

第 5.6 - 1(7) 燃料交換作業(2)最終炉心状態

Fig.5.6 - 1(7) JOYO CORE CONFIGURATION

第 5.6 - 1 表 高速実験炉「常陽」プラント状態実績表
 Table 5.6 - 1 The Status of The Main Plant in JOYO

項目	S 57. 3														S 57. 4														5																	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2
	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日
主要工程	ACT - 6 (燃交 - 2)																																													
	STEP2-1							STEP2-2							STEP2-3							STEP2-4							STEP2-5							STEP2-6										
炉内状況	GL - 7600																																													
冷却系																																														
1次系	Na温度 200°C (R/V 補助系)																																													
	Na流量 系統ドレン状態																																													
2次系	Na温度 主配管常温 (充填ドレン系, 純化系, 予熱)																																													
	Na流量 系統ドレン状態																																													
	予熱N ₂ ガス系 予熱N ₂ ガス循環ブロー(A) 運転中																																													
格納容器関係	閉鎖																																													
機器搬入口	開放																																													
床下, 遮コン系雰囲気	空 気																																													
その他	床下立入可期間 (B ループ)																																													
	2/28 ~ 燃料交換機 (グリッパ, グリッパ駆動装置 (D/V, 軸封装置, 孔D/V, H/D 駆動シリンダー, グリッパ上下駆動装置) 分解点検																					SFF 燃料移送機 グリッパ, 駆動機構分解点検及び作動試験																								
	2/15 ~ EXTRA (D/V, グリッパ駆動装置, 可動ブロック, 保護作動試験, レール保修) 点検																					C/C 循環ブロー パワーシリンダー分解点検																								

5.7 ACT-7 燃料交換作業(3)

1. 目的及び作業概要

基本計画に基づき、PIE (FMF 払い出し) 計画対象にある、MK-I 炉心燃料 1 体 (アドレス: 000) の交換を行う。また、MK-I 制御棒 2 体及びブランケット燃料 57 体について MK-II 用制御棒 2 体並びに外側反射体(A) 57 体への交換を行う。

2. 作業実績

燃料交換作業(3)の作業期間は、57年5月20日から6月17日の期間にて実施され、本期間中に交換された炉心構成要素は60体であった。

各ステップにおける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第5.7-1図に示す。

1) ステップ 3-1

実施期間 (5/20 ~ 5/27)		(実施/積算)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15	135 体
	炉内装荷	15	135 体
炉内燃料取扱		30	304 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2	18 回
" ドリップパン交換		2	18 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1	11 回
キャスクカードリッパ交換		1	8 回

2) ステップ 3-2

実施期間 (5/27 ~ 6/3)			
炉外燃料移送	炉外搬出	15	150 体
	(MK-I 用炉心燃料 PPJX13FMF 搬出含む)		
	炉内装荷	15	150 体
炉内燃料取扱		30	334 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2	20 回
" ドリップパン交換		2	20 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1	12 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1	3 回
" モレキュラシーブ乾燥		1	2 回
トランスファーロータタンク Na 移送		1	4 回

3) ステップ 3-3

実施期間 (6/3 ~ 6/10)			
炉外燃料移送	炉外搬出	15	150 体

	炉内装荷	15/150 体
炉内燃料取扱		30/364 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/22 回
" ドリップパン交換		2/22 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/13 回
キャスクカードリップパン交換		1/9 回
" グリッパ洗浄・乾燥		1/4 回
" モレキュラシブ乾燥		1/3 回
トランスファロータータンク Na 移送		1/5 回

4) ステップ 3-4

実施期間 (6/10 ~ 6/17)

炉外燃料移送	炉外搬出	15/165 体
	炉内装荷	15/165 体
炉内燃料取扱		30/394 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2/24 回
" ドリップパン交換		2/24 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1/14 回
キャスクカードリップパン交換		1/10 回
" グリッパ洗浄・乾燥		1/5 回
" モレキュラシブ乾燥		1/4 回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(3)期間中におけるプラント状態を第 5.7-1 表に示す。

1) 炉内状況

57 年 5 月 20 日から 6 月 8 日において炉内ナトリウムレベルは 1 次系純化運転のため GL-6100 であった。しかし 6 月 9 日からの床下点検作業に伴い、6 月 8 日から GL-7600 まで炉容器内ナトリウムはドレンされた。

2) 主冷却系

(1) 一次冷却系

Na 温度 - 57 年 5 月 20 日から 6 月 8 日において一次系 Na 温度は、220℃にて制御された。

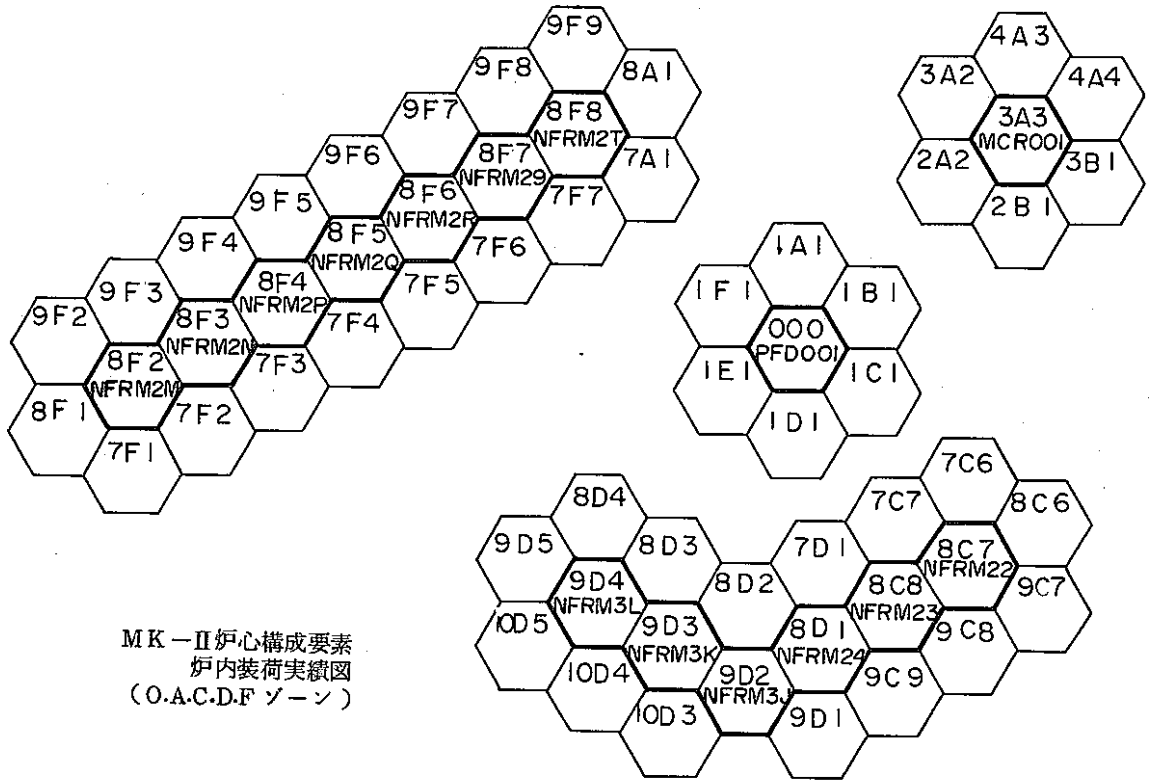
6 月 8 日から 6 月 17 日の間においては、床下点検作業に伴い一次主冷却系は保温状態にあり、200℃にて制御された。

Na 流量 - 主ポンプ点検作業終了に伴う試運転において 100% 運転された後、57 年 5 月 20 日より 6 月 8 日まで 1 次系純化運転のため、通常燃料交換時のナトリウム流量、20%にて制御された。6 月 8 日から一次系ドレンに伴い流量は 0%であった。

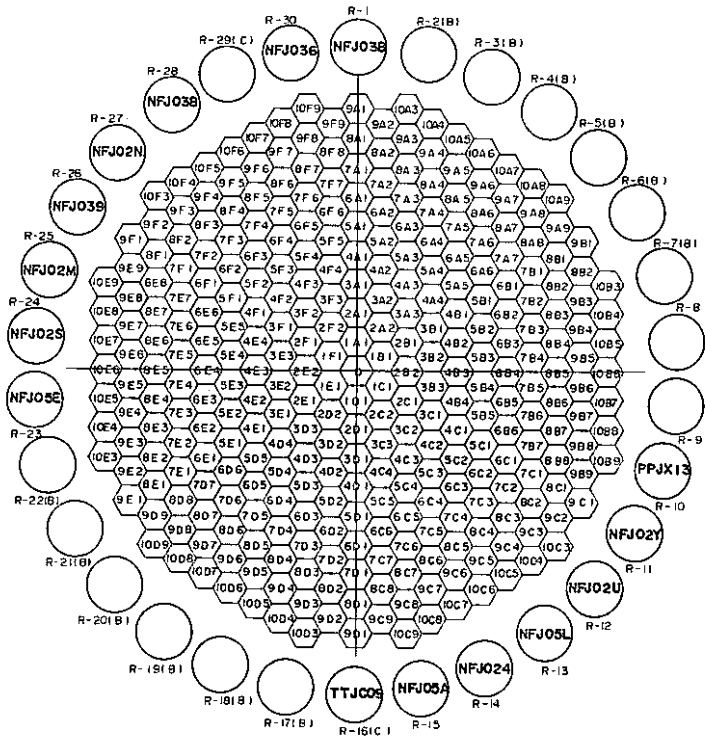
(2) 予熱N₂ ガス系

57年6月8日からの一次主冷却系ドレン作業に伴い6月7日に予熱運転が開始された。

6月10日から6月14日の期間において、一次主配管 ISI に伴い一時的に予熱運転が停止されたが、6月22日に再び運転された。

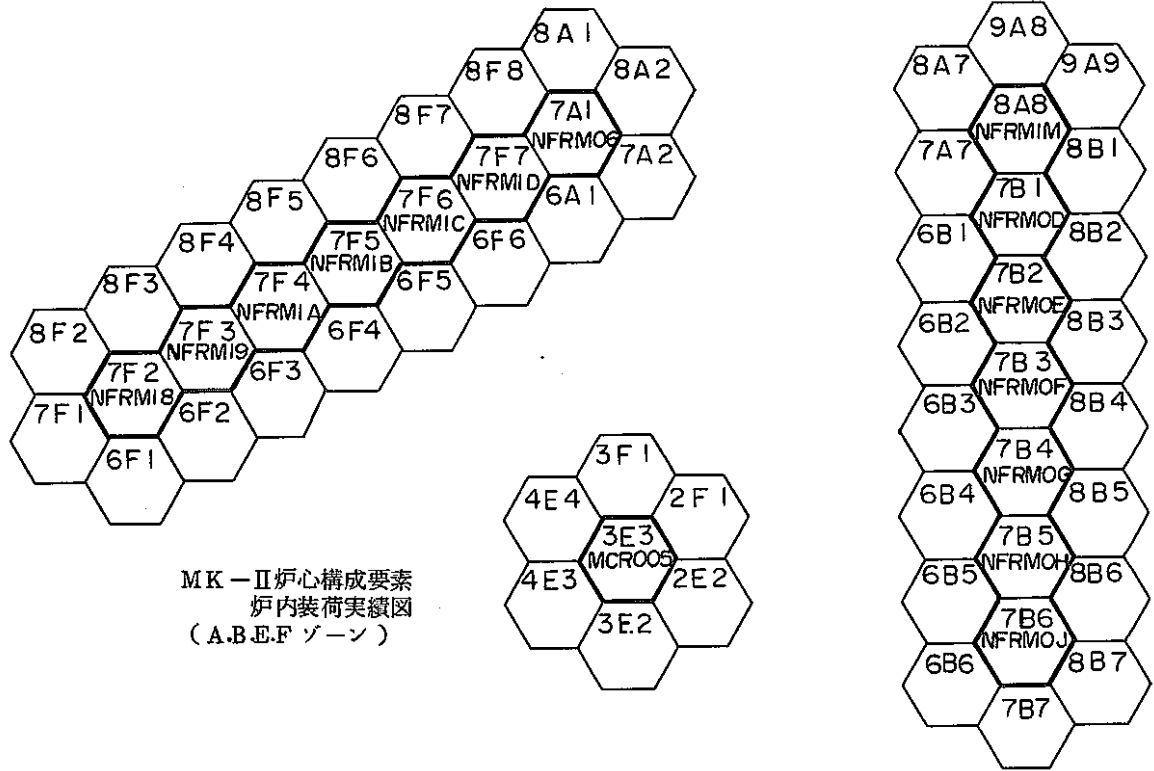


MK-II 炉心構成要素
炉内装荷実績図
(O.A.C.D.Fゾーン)

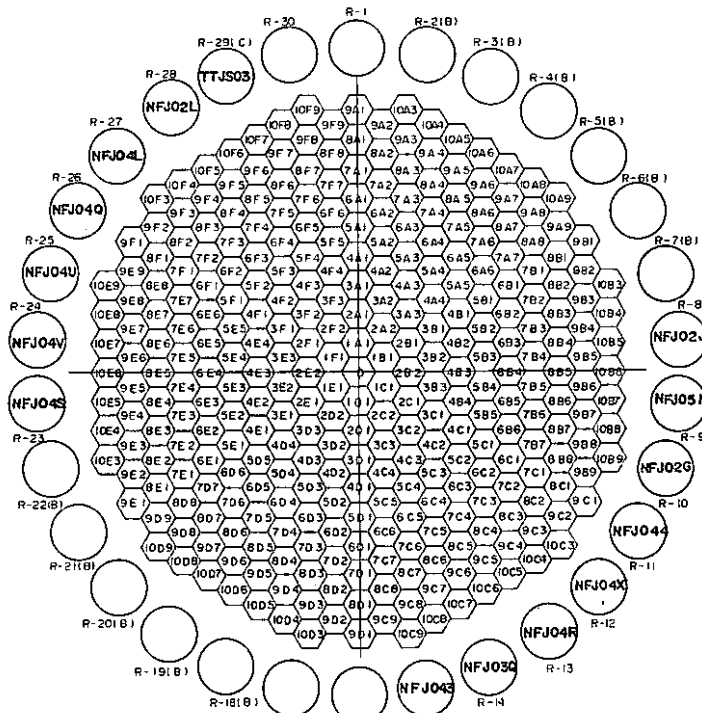


REFUELING (ACT7) STEP. 3-1
DATE: 1982/05/26

第5.7-1(1)図 JOYO RACK CONFIGURATION

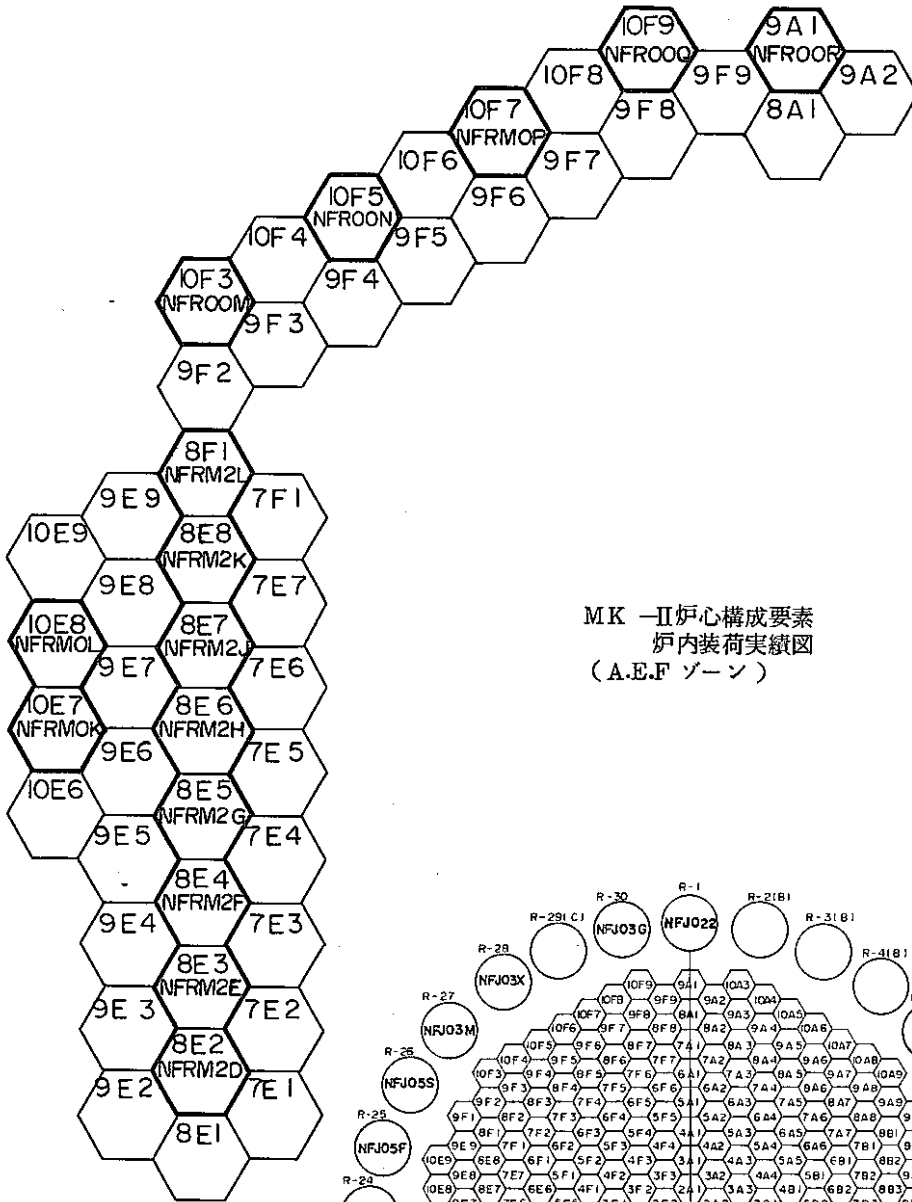


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.E.Fゾーン)

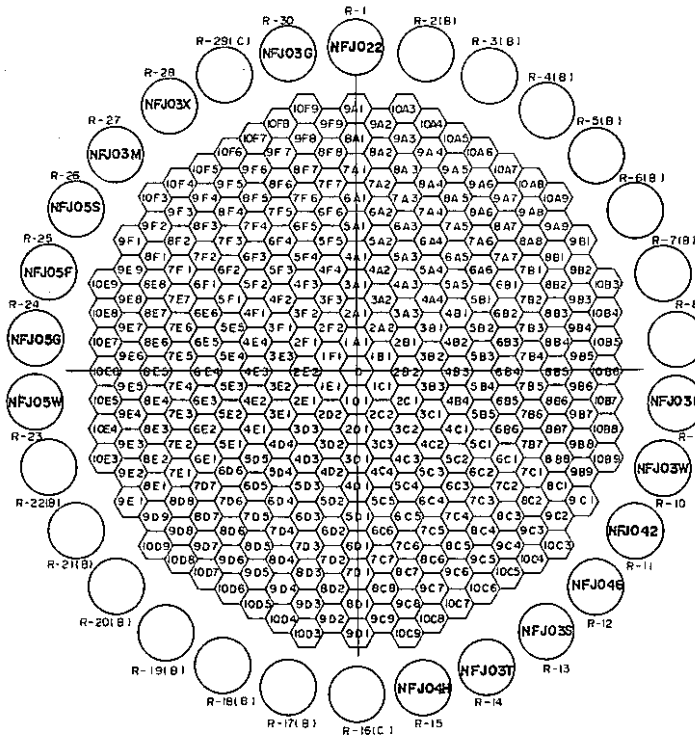


REFUELING (ACT7) STEP. 3-2
DATE: 1982/06/02

第 5.7 - 1 (2) 図 JOYO CORE CONFIGURATION

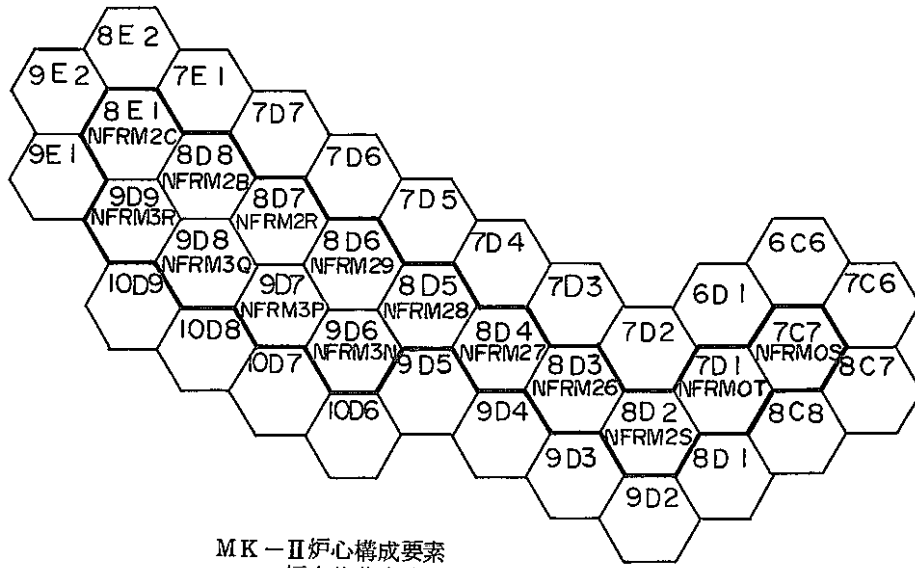


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.E.F.ゾーン)

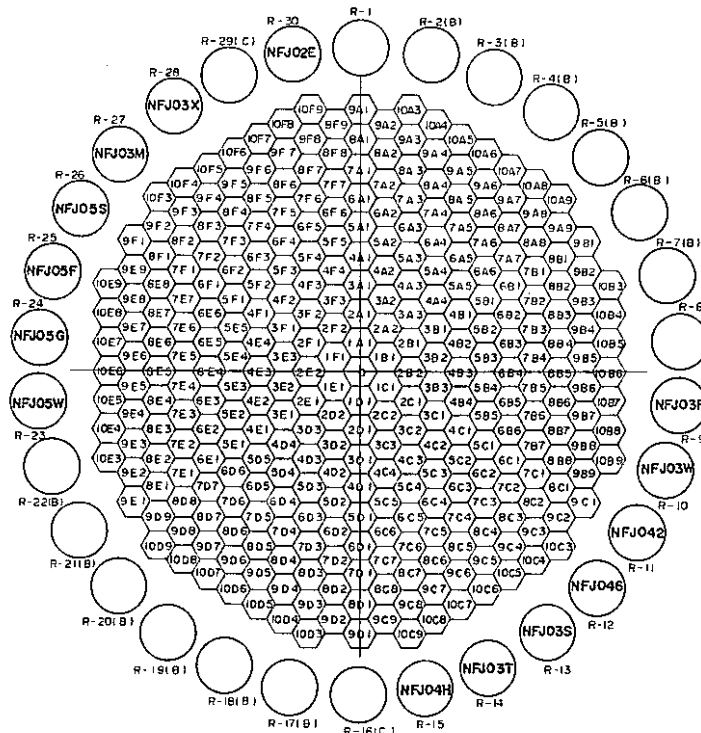


REFUELING (ACT7) STEP. 3-3
DATE: 1982/06/09

第5.7-1(3)図 JOYO CORE CONFIGURATION

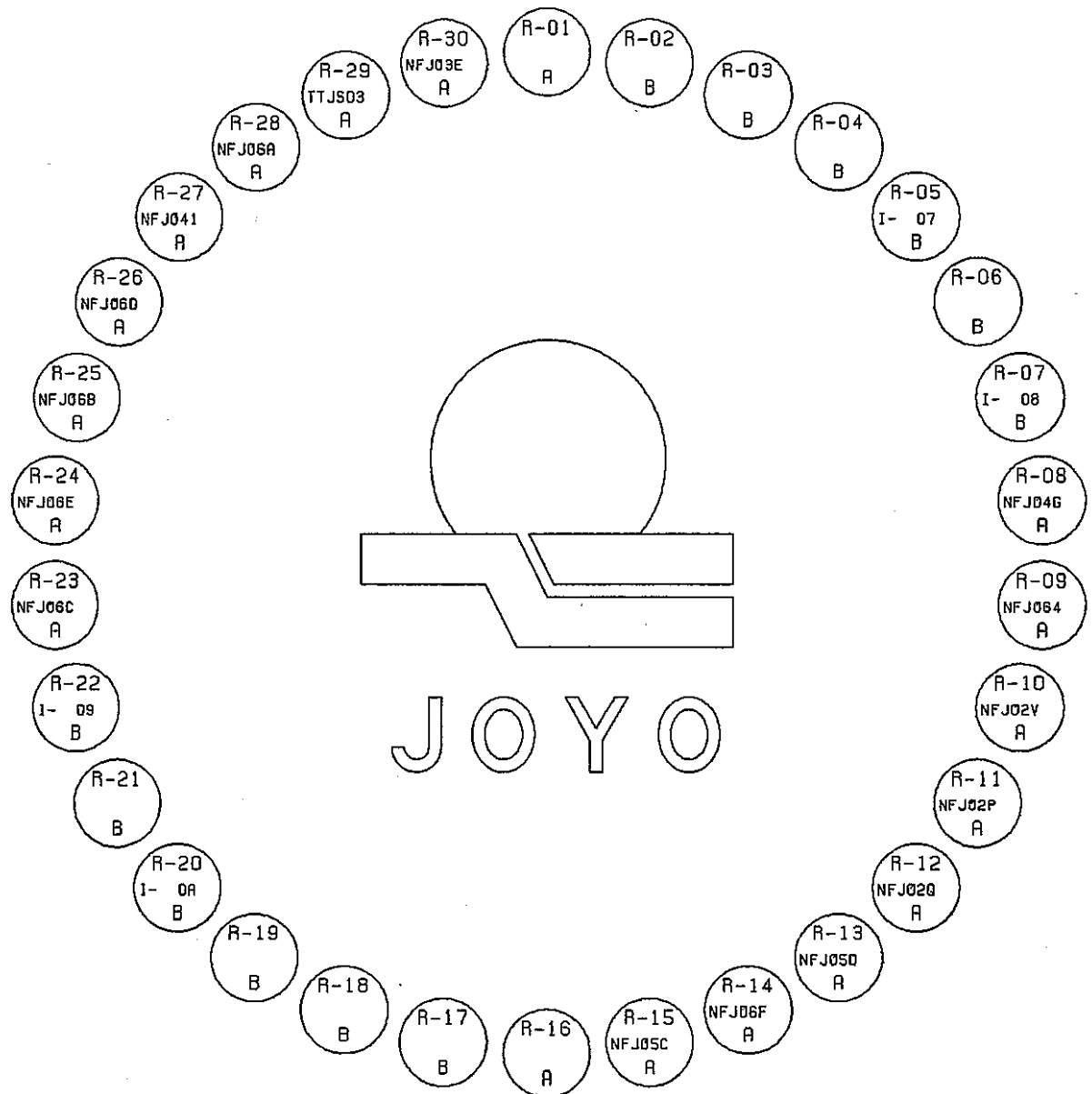


MK-II 炉心構成要素
炉内装荷実績図
(C.D.Eゾーン)



REFUELING (ACT.7) STEP. 3-4
DATE : 1982/06/19

第 5.7 - 1(4) 図 JOYO CORE CONFIGURATION

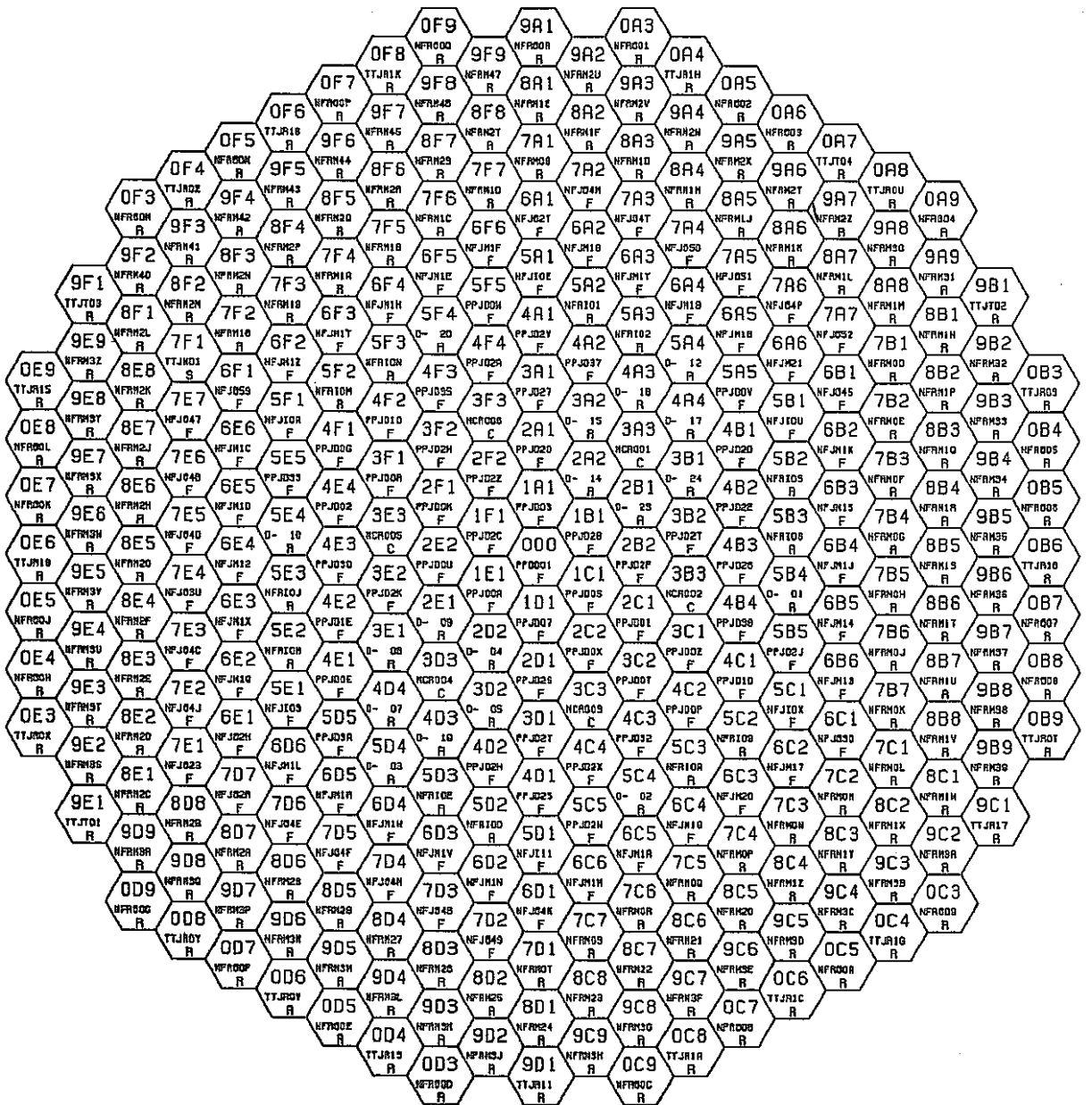


REFUELING (ACT.7) STEP.3-4

DATE : 1982/06/16

第 5.7 - 1(5) 図 燃料交換作業(3)最終ラック状態

Fig. 5.7 - 1(5) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (ACT.7) STEP.3-4

DATE : 1982/06/16

第 5.7 - 1(5) 燃料交換作業(3)最終炉心状態

Fig. 5.7 - 1(5) JOYO CORE CONFIGURATION

第 5.7 - 1 表 高速実験炉「常陽」プラント状態実績表
 Table 5.7 - 1 The Status of The Main Plant in JOYO

項目	年・月 日 曜	S 57. 5											S 57. 6																																
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17															
		木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木								
主要工程		ACT-7 (燃交-3)																																											
		STEP 3-1											STEP 3-2											STEP 3-3											STEP 3-4										
炉内状況		GL-6100																																											
		GL-7600																																											
冷却系	Na温度	220℃																																											
	1次系 Na流量	主ポンプ回転数 130 rpm																																											
	2次系 Na温度	220℃																																											
	2次系 Na流量	100%																																											
予熱N ₂ ガス系		停止																																											
格納容器関係	機器搬入口	閉鎖																																											
	床下, 遮コン系雰囲気	空気																																											
その他		床下立入可期間(Aループ)																																											

5.8 A C T - 8 サーベイランスリグ移送作業

1. 目的及び作業概要

炉容器壁内側の照射ラックには、「常陽」の炉心構造物に使用されている材料と同等部材が試験片として装荷されており、照射後試験を目的としFMFへ移送する。

本作業は照射ラック（RVP-1）に装荷されているサーベイランスリグ（I-01）の装荷位置が炉心より遠く、燃料交換機及び燃料出入機の運転範囲外に位置するため、燃料取扱設備による取扱は不可能である。

従って、炉内検査孔(B)に下部案内管取扱機（以下L.G.Tキャスクと略す）を据付けグリッパ（ γ 線源用グリッパ使用）と延長管とで取出し回転プラグ運転後再びL.G.Tキャスクを燃料交換機ドアバルブ上に据付けサーベイランスリグを燃料貯蔵ラック（R16）内ポットに装荷する。

その後は、燃料出入機により通常の燃料取扱いルートでFMF（キャスクカ渡し）へ移送される。

第5.8-1図にサーベイランスリグ取付位置図、第5.8-2図にサーベイランスリグ移送作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、L.G.Tキャスクの準備作業、サーベイランスリグの引扱・装荷作業及びL.G.Tキャスクの整備作業を含め昭和57年6月14日より57年6月26日までの13日間（うち1日はアドレス確認試験を実施）を要した。

サーベイランスリグ取扱時の炉心との位置関係図を第5.8-3図に示す。

各作業の内訳は次の通りである。

1) L.G.Tキャスク準備作業	3日間
2) サーベイランスリグ引扱・装荷作業	4.5日間
3) L.G.Tキャスク及び機材整備作業	4.5日間

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

(1) プラント運転モード	「炉体メンテナンスモード」
(2) 1次冷却系流量	0%（ドレン状態）
(3) 炉内Naレベル	GL-9540

2) 作業上の留意点

- (1) 固定金具用フック取付のためにロードセル盤側の燃料出入機走行用ケーブルリングラックガイドレールの1部を取外すこと。
- (2) 固定金具用フック取付のために格納容器内燃取設備機器置場側面のカバー及び中性子検出器保持駆動装置（ch.3）用アンカープレートを取外すこと。
- (3) L.G.Tキャスク据付のため燃料交換機孔ドアバルブ遮蔽体の1部を取外すこと。
- (4) 燃料交換機孔にホールドダウン軸案内スリーブ(I), (II)が装荷されていること。

(5) L.G.Tキャスク据付のため炉内検査孔(B)廻りの大回転プラグ内に取付けられている、炉内検査孔用冷却ガス系配管（2本）及びサポートを取外すこと。

(6) 今回の作業は、初期装荷（S 49. 11. 1）以来初めてのNa中取扱であるために、サーベイランスリグのつかみ及び離しの判断について注意を払う必要がある。

また、本作業期間中の人工実績は延べ138人日であった。

本作業中のサーベイランスリグ引抜時の放射線量率測定はmax 4 mRem/hr（L. G. Tキャスクドアバルブハンドルの下で測定）であった。

第5.8-1表に実績工程表、第5.8-2表にサーベイランスリグ移送作業記録、第5.8-3表に洗浄（ γ 線源用グリッパ）記録、第5.8-4図にサーベイランスリグ移送時の放射線量率測定データを示す。

また、本作業期間中の被曝状況は、14名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.D及びP.Dにて実施したが、期間中全員がX mRem（検出感度以下）で計画被曝線量（40 mRem）以下であった。

作業における判断基準は下記の通りである。

- 1) 延長管挿入時、手で着地する感触をつかむとともに、ロードセル荷重が0 kg になったことを確認する。
- 2) 延長管全挿入寸法が規定許容範囲内にあることを確認する。
- 3) サーベイランスリグつかみ又は離し前後の荷重差を確認する。

(1) 材料照射ラック（RVP-1）での実績

① グリッパ（ γ 線源用）+延長管（4本）の引抜荷重	150 kg
② サーベイランスリグ+グリッパ（ γ 線源用）+延長管（4本）の引抜荷重	175 kg
①-② =	25 kg

(2) 燃料貯蔵ラック（R 16）での実績

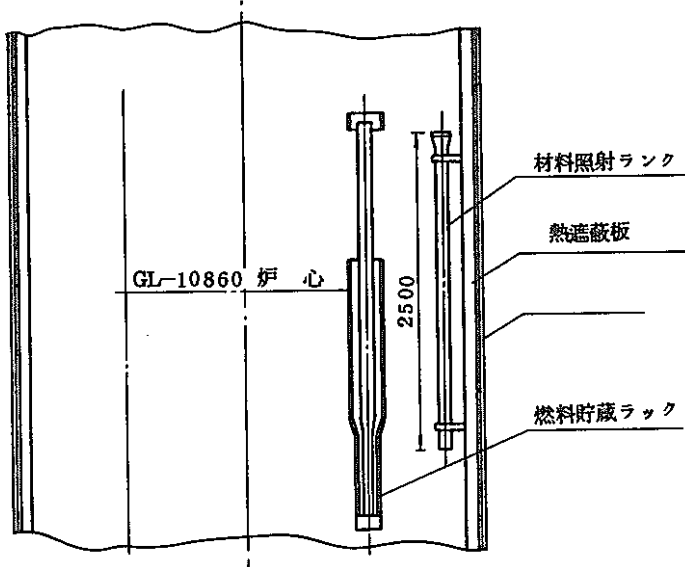
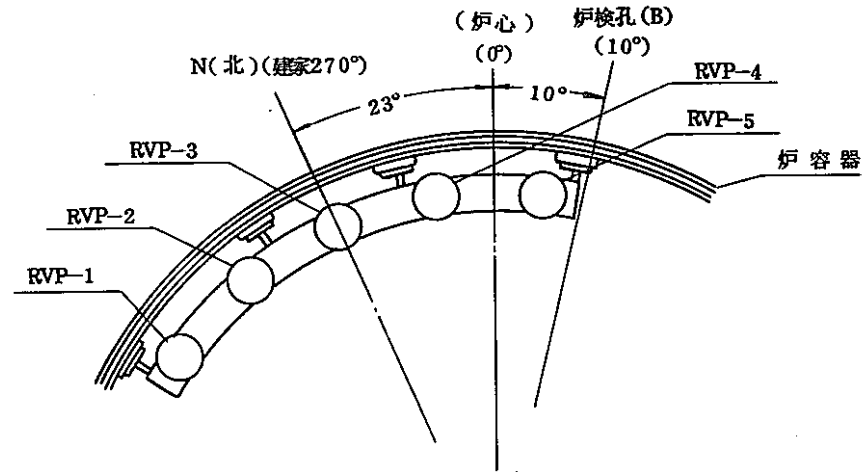
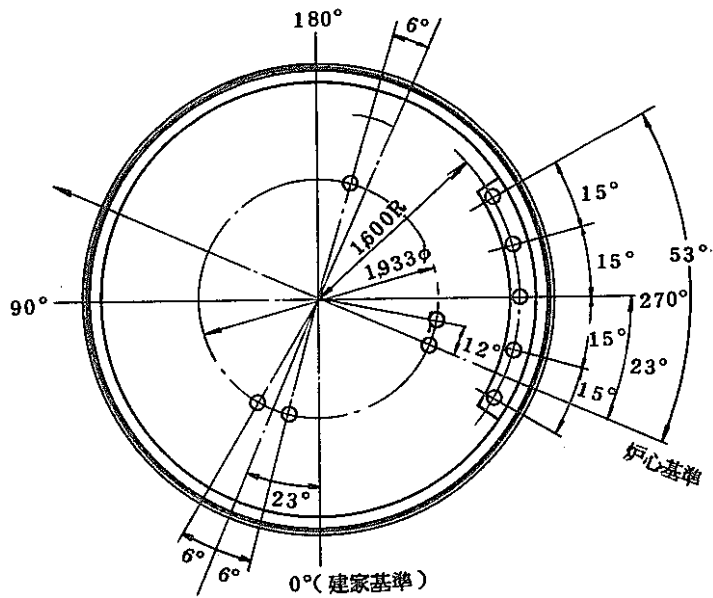
① サーベイランスリグ+グリッパ（ γ 線源用）+延長管（5本）の引抜荷重	185 kg
② グリッパ（ γ 線源用）+延長管（5本）の引抜荷重	160 kg
①-② =	25 kg

以上の様にサーベイランスリグの取扱荷重は25 kg（サーベイランスリグの自重：35 kg）であった。

サーベイランスリグの自重と比較して軽いのはシール装置などの影響によるものである。

参考のために燃料取扱設備におけるサーベイランスリグの検出荷重は次の通りであった。

- 燃料出入機検出荷重 約 25 kg
- キャスクカー検出荷重 約 23 kg

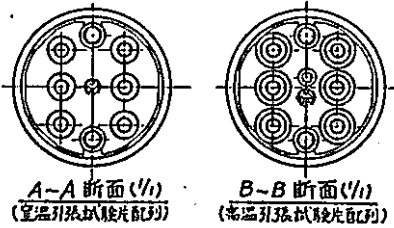
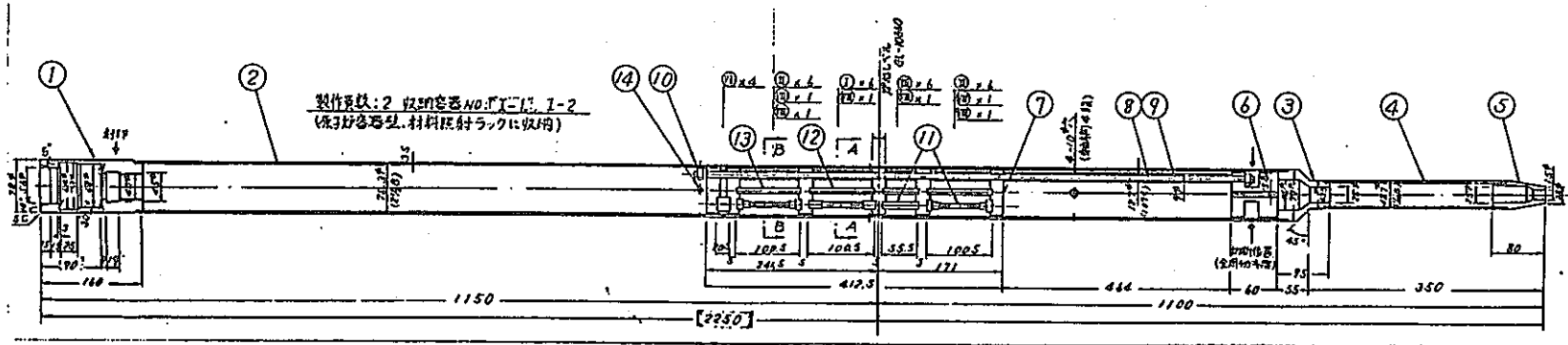


アドレス	照射リグNo	回転プラグ設定角度	
		小	大
RVP-1	1-01	0	117°
RVP-2	1-02	0	132°
RVP-3	1-03	0	147°
RVP-4	1-04	0	162°
RVP-5	1-05	0	177°

設定角度一覧表

第 5.8 - 1(1) 図 サーベランスリグ取付位置

Fig 5.8 - 1(1) Arrangement of The Surveillance Assemblies in Reactor Vessel

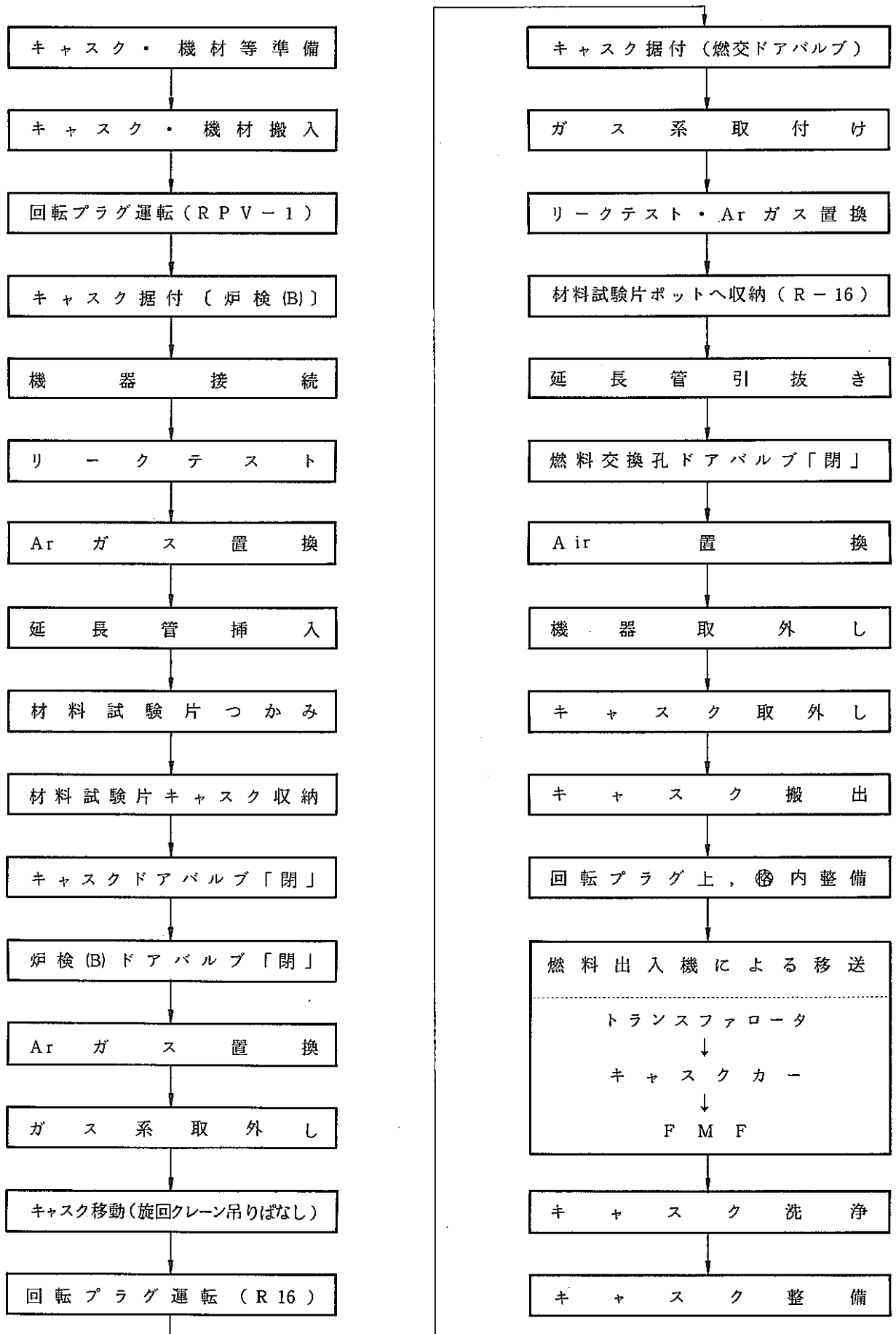


記号	名称
①	室温引張試験片
②	室温引張試験片
③	衝撃試験片
④	クランプ試験片
⑤	減速試験片
⑥	合金試験片
⑦	シリコナイト
⑧	Sic温度モニタ

14	ストップ	1/A	SUS 304
13	カバー(SIC用)	1式	
12	カバー(シリコナイト用)	・	
11	試験片	・	
10	ナット	18/A	SUS 304
9	ワット	2/A	SUS 304
8	スペーサー	16/A	SUS 304 TP
7	試験片押え	・	SUS 304
6	シート	1/A	SUS 304
5	バンドフラグ	・	SUS 304
4	接線管	・	SUS 304 HTP
3	カップリング	・	SUS 304
2	取柄管	・	SUS 304 HTP
1	ヘッド	1/A	SUS 304
記号	品名	規格	材質

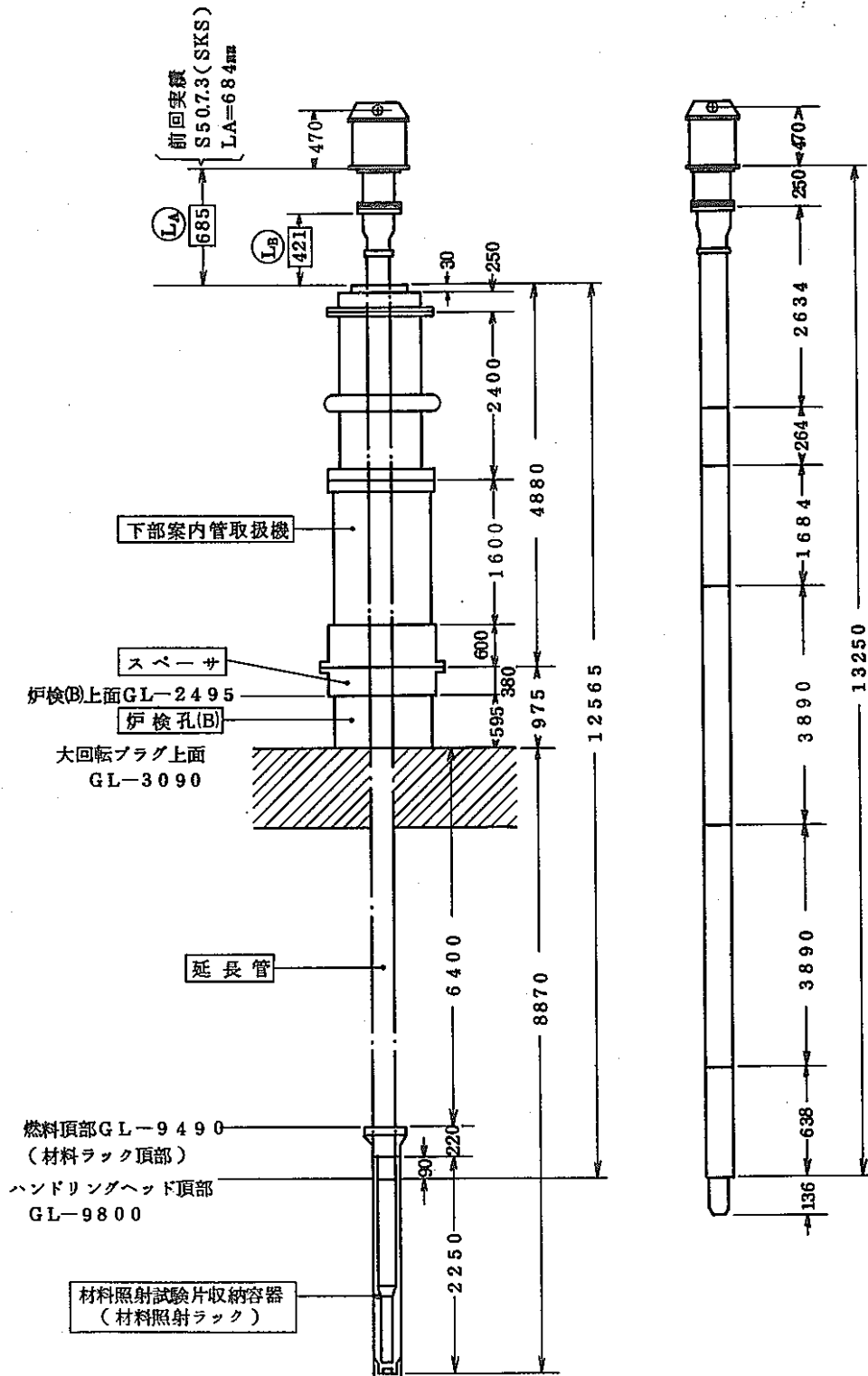
第 5.8 - 1(2) 照射リグ概要図

Fig 5.8 - 1(2) Sarveillance Assembly



第5.8-2図 サーベイランスリグ移送作業フローシート

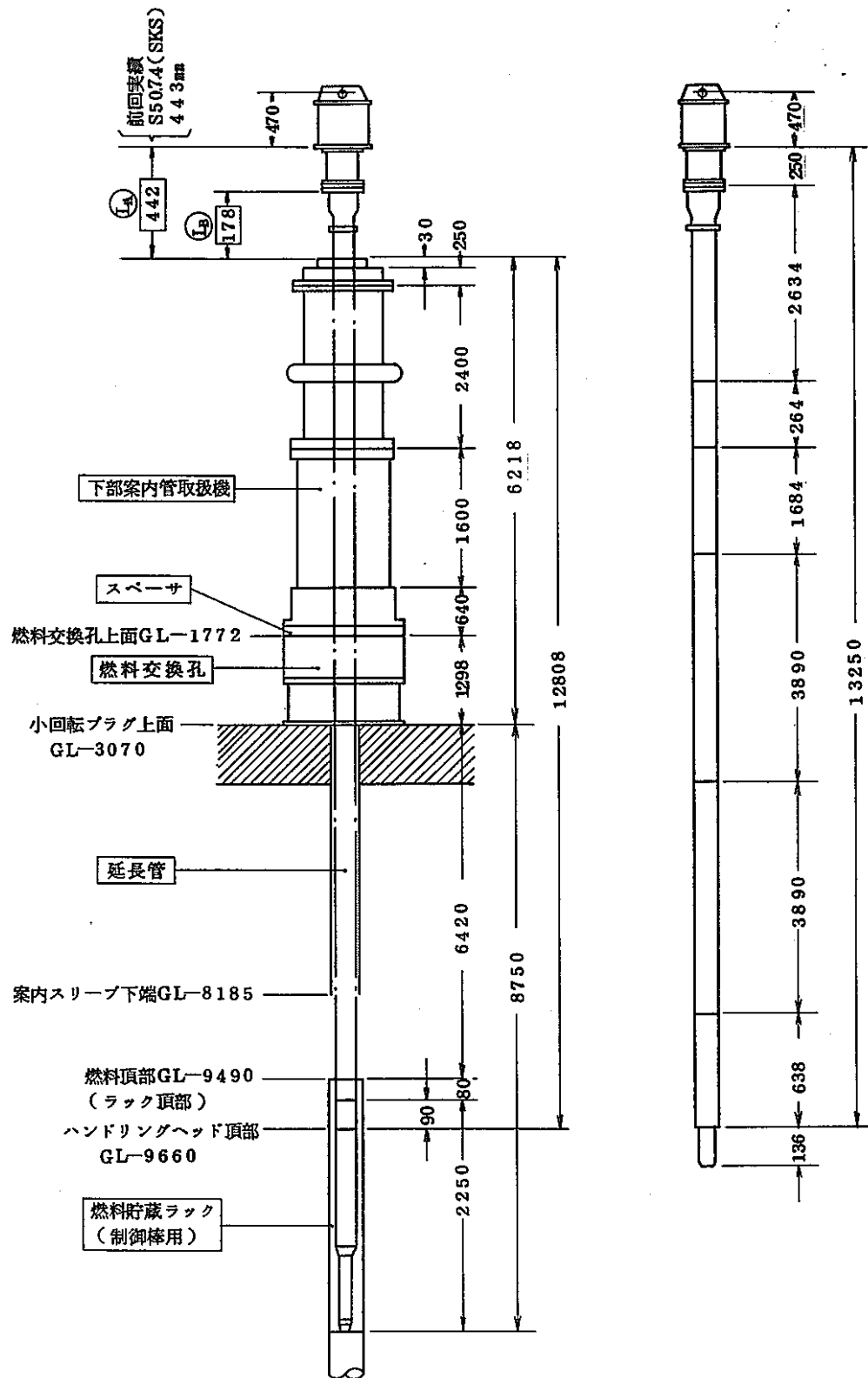
Fig 5.8-2 Working Flowsheet of The Surveillance Assembly Transfer



第 5.8 - 3 (1) 図 ACT-8 サーベイランスリグ移送取扱寸法図 (炉検孔 B 上)

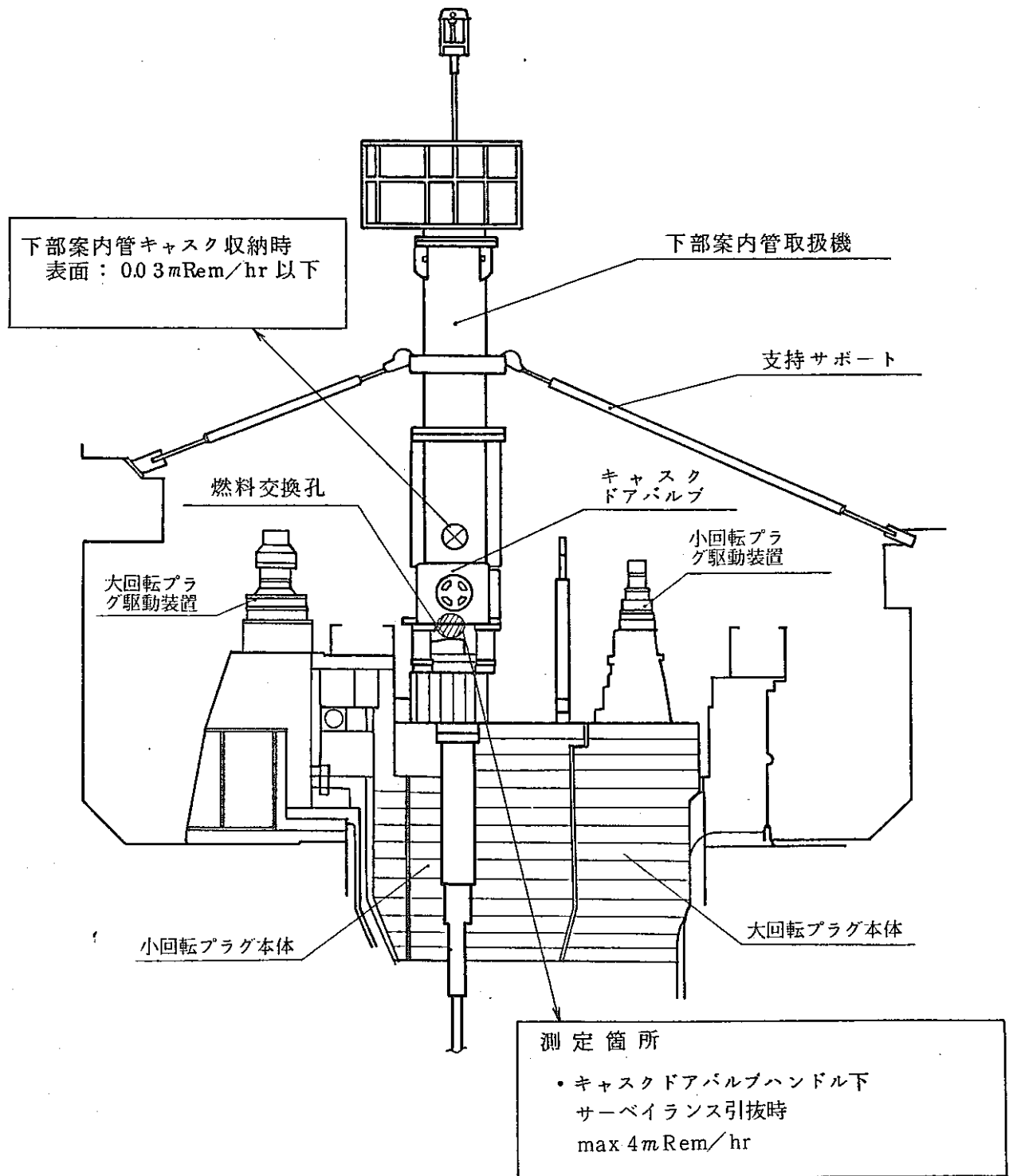
Fig 5.8 - 3 (1) Status of The Surveillance Assembly Transfer

(Mounted on the I. T. V Hole B)



第 5.8 - 3 (2) 図 ACT-8 サーベイランスリグ移送 (燃料貯蔵ラックでの取扱寸法図)

Fig 5.8 - 3(2) Status of The Surveillance Assembly Transfer
(Mounted on the Refueling Hole)



第 5.8 - 4 図 サーベイランスリグ引抜時の放射線量測定記録

Fig 5.8 - 4 Dose Rate for The Surveillance Assembly Removal

第 5.8 - 1(1)表 高速実験炉「常陽」ACT-8 サーベイランスリグ移送作業実績詳細工程表 (1/4)

Table 5.8 - 1(1) Surveillance Assembly Transfer Activities Accomplishment

時間 月 日	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6月14日(月)	メンテナンス								キャスク&機材メンテナンス建家搬入				
6月15日(火)	メンテナンス		機材メンテナンス建家搬入						キャスク組立				
6月16日(水)	メンテナンス	シール装置組立		キャスク全体リーク試験		回転台トランプスビーム台車取付	ガス系、架台取外し		機材最終チェック&台車塔破				
				グリップ機構チェック			シール装置リーク試験						
6月17日(木)		ACT-7 燃 交 (8)				炉検プラグ用案内筒取付				プラグ保守装置取外			ジャッキダウン
							プラグ保守装置取付						EXTRA 本体ページ
	格内	E/H 閉							炉検プラグ(B)取付			炉検プラグ(B)取付 (R36→R35)	炉検プラグ用 案内筒取外
6月18日(金)	格内	キャスク、機材搬入					固定金具、操作架台取付						
			炉検(B)スペーサ取付						ガス系取付、架台養生				
				キャスク組立、掘付						Argガス置換、リーク試験			

第 5.8 - 1(2)表 高速実験炉「常陽」ACT-8サーベイランスリグ移送作業実績詳細工程表 (2 / 4)

Table 5.8 - 1(2) Surveillance Assembly Transfer Activities Accomplishment

月 日	時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6月19日(土)	格内		グリッパ操作装置 延長管, ラック仮置		延長管接続, レベル出し	延長管ガス置換		サーベイランスリグ(I-01)引抜	Na 滴下	延長管切断し, 撤去	延長 Air 置換	キャスクガス置換 ガス採取外し	燃料交換孔 スペーサフランジ据付	
	格内		架台, 固定金具取外し	キャスク据付				ガス系機器据付	Arガス置換, リーク試験					
6月20日(日)	格内		キャスク撤去	R/P運転	固定金具取付	架台取付		炉検回スペーサ撤去						
	格内		グリッパ操作装置 延長管ラック仮置		延長管接続, レベル出し	延長管ガス置換		延長管接続 ガス置換		延長 Air 置換	キャスクガス置換			
6月21日(月)	格内		架台, 固定金具撤去	キャスク撤去, 台車搭載			キャスクを機材搬出		サーベイランスリグポット(R16)へ収納	延長管切断し, 撤去	Na 滴下	ガス採取外し		
	格内				燃料交換孔 スペーサ撤去									
6月22日(火)	格内								キャスク起立, 据付(高レベル)	機材整理				
	R/P室									架台取付養生				

第 5.8 - 1(3)表 高速実験炉「常陽」ACT-8サーベイランスリグ移送作業実績詳細工程表 (3/4)

Table 5.8 - 1(3) Surveillance Assembly Transfer Activities Accomplishment

月 日	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
6月23日(水)	格内																										
	メンテナンス																										
6月24日(木)	格内																										
	メンテナンス																										

第 5.8 - 1(4)表 高速実験炉「常陽」ACT-8サーベイランスリブ移送作業実績詳細工程表 (4 / 4)

Table 5.8 - 1(4) Surveillance Assembly Transfer Activities Accomplishment

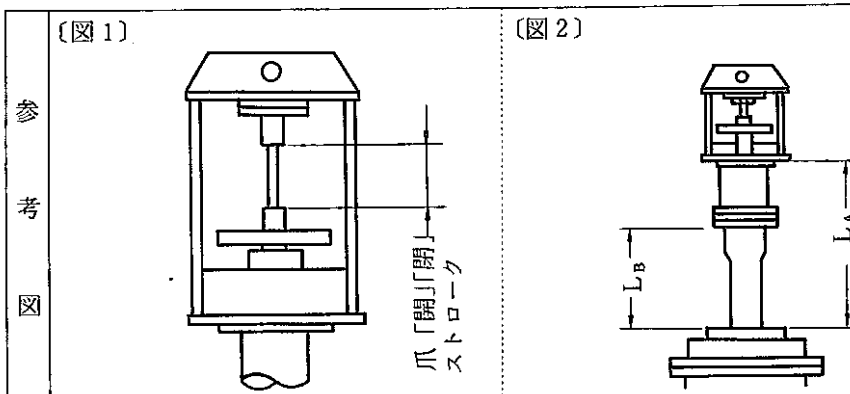
時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6月25日(金)	メンテナンス				キャスクをア線線用に組立て及び搬出								
						スペーサフランジ検査							
6月26日(土)	メンテナンス	スペーサフランジ等搬出											

第 5.8 - 2(1)表 サーベイランスリグ移送作業記録
 Table 5.8 - 2(1) The Result of The Surveillance Assembly Transfer

No.	項 目	前 回 実 績 〔SKS (S 50.7) 大 気 中〕		今 回 の 記 録		備 考
		材 料 ラ ッ ク	燃 料 貯 蔵 ラ ッ ク	材 料 ラ ッ ク	燃 料 貯 蔵 ラ ッ ク	
1	日 時	S 50.7.3	S 50.7.4	S 57.6.19	S 57.6.21	
2	材 料 ラ ッ ク 位 置	RVP-5	-	RVP-1	-	
3	燃 料 貯 蔵 ラ ッ ク 位 置	-	R -29	-	R -16	
4	大 回 転 プ ラ グ 角 度 (°)	177.00	321.13	116.98 (+0.02)	166.29 (+0.01)	() 内 数 値 は 偏 差
5	小 回 転 プ ラ グ 角 度 (°)	0.02	29.75	0.01 (+0.01)	27.89 (-0.01)	同 上
6	グ リ ッ パ 挿 入 荷 重 (kg) 〔 高 速 〕	130 ~ 133	155 ~ 158	140	170	
7	“ (kg) 〔 低 速 〕	137	155	140	170	
8	全 挿 入 寸 法 「L _A 」 (mm)	684	443	671	432	図 2 参 照
9	“ 「L _B 」 (mm)	*1 283	*1 42	409	168	図 2 参 照
10	着 地 荷 重 (kg)	0	0	0	0	
11	グ リ ッ パ 爪 「 閉 」 ス ト ロ ーク (mm)	-	-	108	109	図 1 参 照
12	“ 「 開 」 “ (mm)	-	-	153	153	図 1 参 照
13	グ リ ッ パ 爪 「 開 - 閉 」 回 転 数 (回)	-	-	11 1/2	11 1/2	
14	グ リ ッ パ 引 抜 荷 重 (kg) 〔 高 速 〕	179 ~ 182	150	175	160	
15	“ (kg) 〔 低 速 〕	-	150	170	160	

〔メモ〕

- 6/19 延長管・グリッパのみの引抜荷重：高速・低速とも 150 kg
- 6/21 サーベイランスリグ・グリッパ・延長管の引抜荷重：低速 185 kg
- 表中*1の寸法は目盛板使用時の寸法

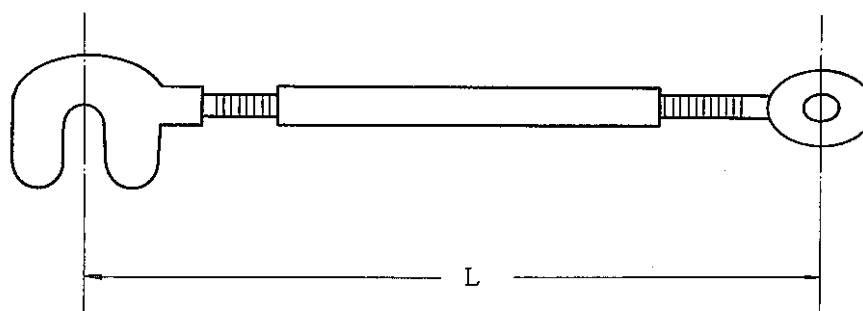


第 5.8 - 2(2)表 固定金具取付寸法記録

Table 5.8 - 2(2) The Length Record of The Supporting Equipment

埋込金物 No	固定金具寸法 (Lmm)		備 考
	材料ラック据付時	燃料貯蔵ラック据付時	
# 1	-	-	使用せず
# 2	3380	4770	
# 3	4600	-	
# 4	5480	3400	
# 5	-	5330	
# 6	-	-	使用せず

(注) 材料ラック位置 RVP-1
 燃料貯蔵ラック位置 R-16



第 5.8 - 3 表 サーベイランスリグ移送作業使用グリッパ洗浄実績

Table 5.8 - 3 The cleaning result of the bandling equipment for Sarvillance Assembly transfer

- 洗浄手順
- (1) 洗浄槽に洗浄物挿入
 - (2) 洗浄槽内 N₂ ガス置換
 - (3) 蒸気洗浄
 - (4) 蒸気洗浄廃液全量サンプリング
 - (5) 水洗浄
 - (6) 水洗浄廃液サンプリング
 - (7) 洗浄槽内液抜き
 - (8) 空気乾燥

月 日	洗浄物	洗浄工程	洗浄時間	蒸気使用量	N ₂ ガス使用量	廃液発生量
6月23日	r線源用 グリッパ	蒸気洗浄	3時間10分	40 kg	330 Nm ³	13 ℓ
		水洗浄	15分	-	-	250 ℓ
		空気乾燥	1時間	-	-	-

5.9 ACT-9 燃料交換作業(4)

1. 目的及び作業概要

MK-II 炉心への移行に伴い、ブランケット燃料集合体 60 体を MK-II 用内側反射体 35 体並びに外側反射体 25 体へ交換を行いました。PIE 計画に基づき ACT-8 サーベイランスリグ移送で燃料貯蔵ラックへ貯蔵した照射リグ 1 体を FMF へ払い出す。

2. 作業実績

燃料交換作業(4)の作業期間は、昭和 57 年 6 月 24 日から 7 月 22 日の期間にて実施され、本期中に交換された炉心構成要素は 60 体であった。

各ステップにおける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第 5.9-1 図に示す。

1) ステップ 4-0, 4-1

実施期間 (6/24~7/1)

		(実施/積算)
炉外燃料移送	炉外搬出	16 / 181 体
(ステップ 4-0 : 照射リグ I-01 FMF 払出し含む)		
	炉内装荷	15 / 180 体
炉内燃料移送		30 / 424 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2 / 26 回
“	ドリップパン交換	2 / 26 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 15 回
“	“ 乾燥	1 / 1 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1 / 6 回
“	モレキュラシーブ乾燥	1 / 5 回
トランスファロータータンク Na 移送		1 / 6 回

2) ステップ 4-2

実施期間 (7/1~7/8)

炉外燃料移送	炉外搬出	15 / 196 体
	炉内装荷	15 / 195 体
炉内燃料取扱		30 / 254 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2 / 28 回
“	ドリップパン交換	2 / 28 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 16 回
“	“ 乾燥	1 / 2 回
キャスクカードリップパン交換		1 / 11 回

キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1 / 7 回
“ モレキュラシーブ乾燥	1 / 6 回
3) ステップ4-3	
実施期間 (7 / 8 ~ 7 / 15)	
炉外燃料移送 炉外搬出	15 / 211 体
炉内装荷	15 / 210 体
炉内燃料取扱	30 / 284 体
燃料出入機グリッパ洗浄	2 / 30 回
“ ドリップパン交換	2 / 30 回
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 17 回
“ “ 乾燥	1 / 3 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1 / 8 回
“ モレキュラシーブ乾燥	1 / 7 回
トランスファロータータンク Na 移送	1 / 7 回
4) ステップ4-4	
実施期間 (7 / 15 ~ 7 / 22)	
炉外燃料移送 炉外搬出	15 / 226 体
炉内装荷	15 / 225 体
炉内燃料取扱	31 / 315 体
燃料出入機グリッパ洗浄	2 / 32 回
“ ドリップパン交換	2 / 32 回
燃料交換機グリッパ洗浄	1 / 18 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1 / 9 回
“ ドリップパン交換	1 / 12 回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(4)期間中におけるプラント状態を第 5.9-1 表示す。

1) 炉内状況

57年6月22日から9月2日において炉内ナトリウムレベルはGL-7600でドレン状態であった。

2) 主冷却系

(1) 一次冷却系

Na温度 - 57年6月22日から9月2日において一次Na温度は、床下点検作業に伴ない保温状態にあり 200℃にて制御された。

Na流量 - 1次主冷却系のドレン並びに床下点検作業に伴ない流量は0%であった。

(2) 予熱N₂ ガス系

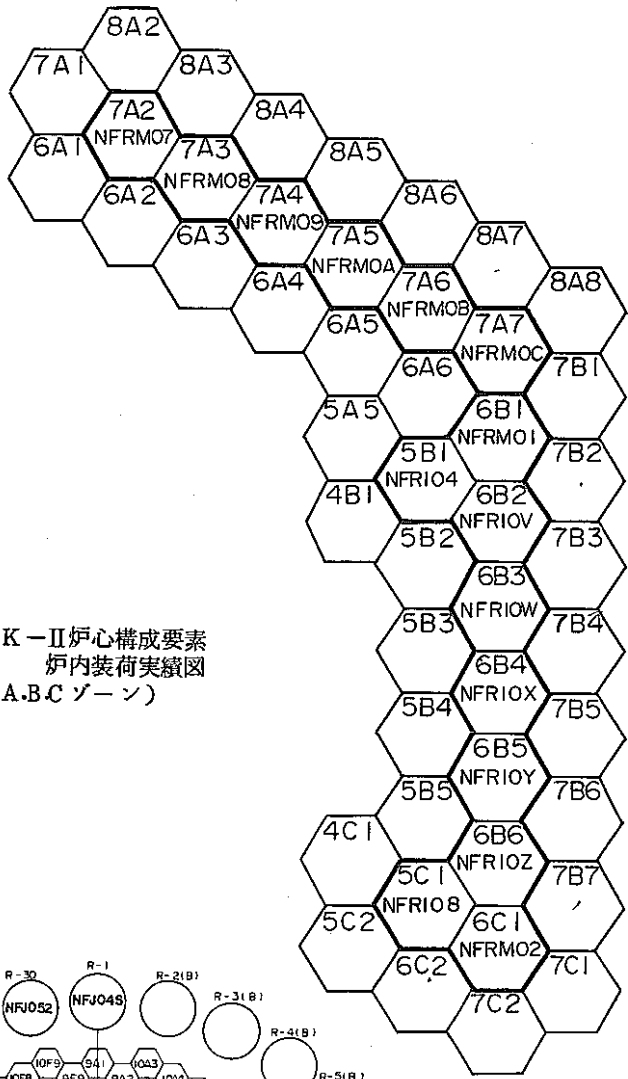
57年6月7日から9月2日まで一次主冷却系ドレンに伴ない予熱運転が継続された。

4. 特記事項

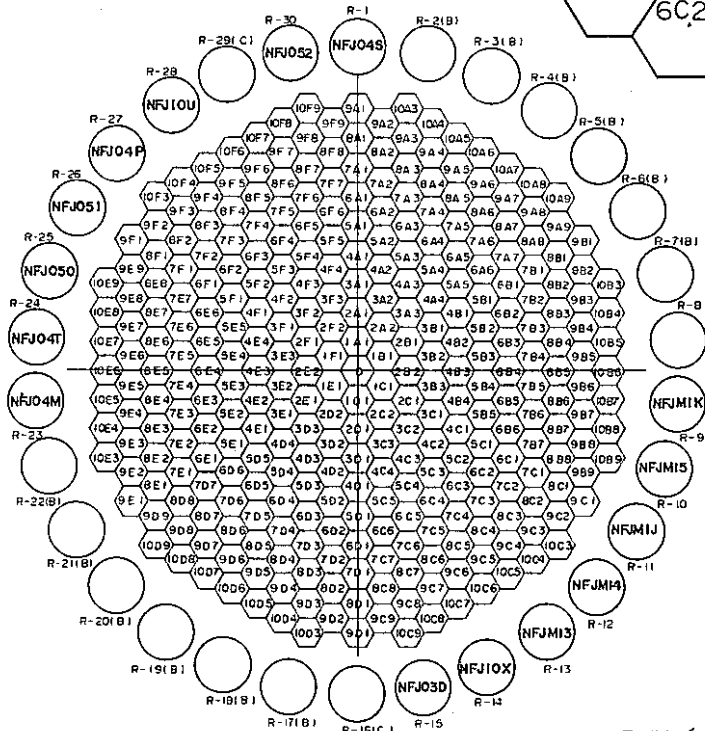
ACT-8で取出した照射リグI-01は57年6月24日(STEP 4-0)の第1体目として炉外へ移送されPIE計画に基づいてFMFキャクスカーへ引渡した。

第 5.9-1 表高速実験炉「常陽」プラント状態実績表
Table 5.9-1 Plant Status in JOYO

	S. 57 6						S. 57 7																																		
	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26								
	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月								
主 要 工 程	ACT-9 (燃交-4)																										R/P点検														
	STEP 4-1						STEP 4-2						STEP 4-3						STEP 4-4																						
炉 内 状 況																																									
冷 却 系	1 次系		Na 温度																																						
			Na 流量																																						
	2 次系		Na 温度																																						
			Na 流量																																						
	予熱N ₂ ガス系																																								
格 納 容 器 関 係																																									
そ の 他	床下立入可期間 (A ループ)																																								
	<div style="text-align: right;"> 交換機プラグ外観検査 N/P予熱装置点検 水中行車領域水抜き </div>																																								

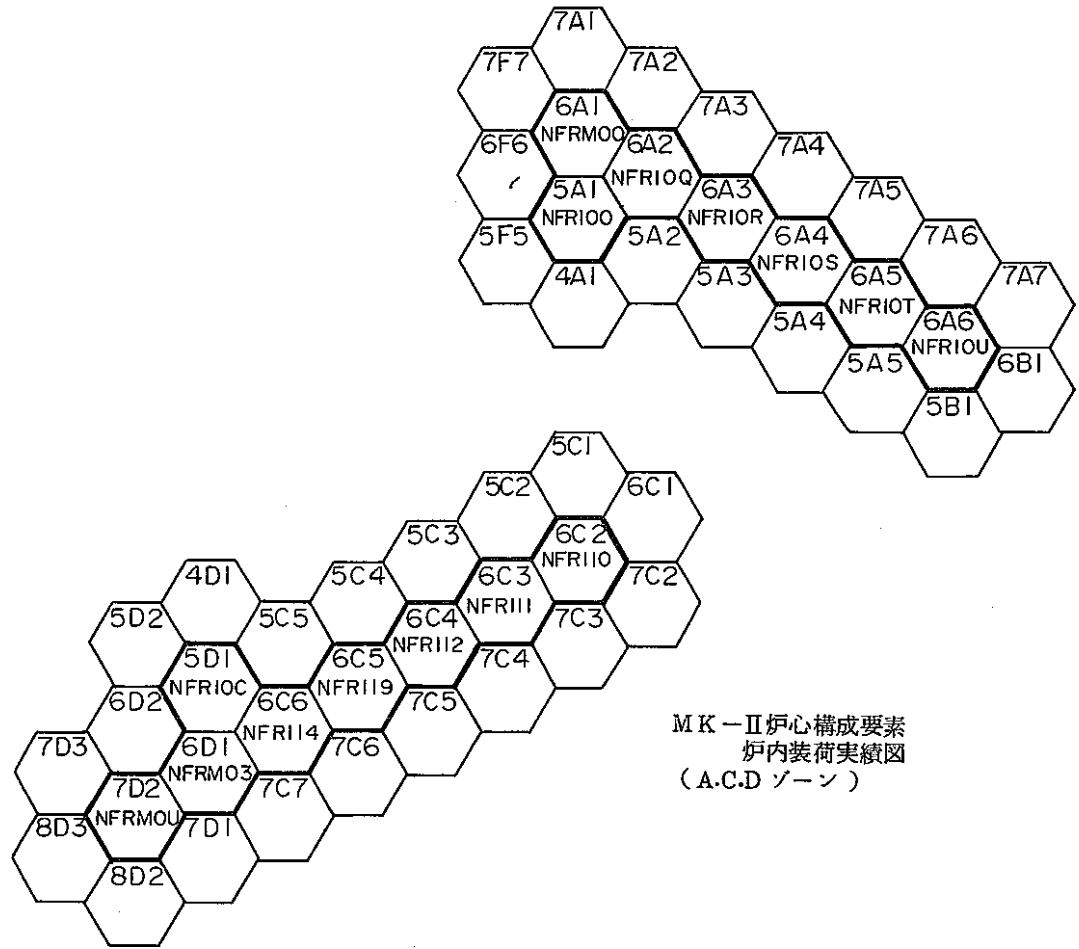


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.Cゾーン)

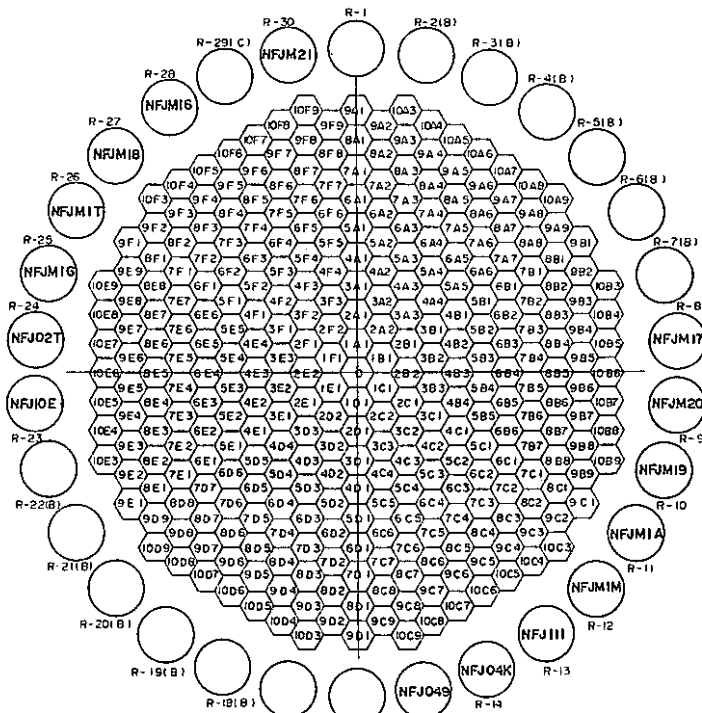


REFUELING (ACT7) STEP. 4-1
DATE: 1982/06/30

第5.9-1(1)図 JOYO RACK CONFIGURATION



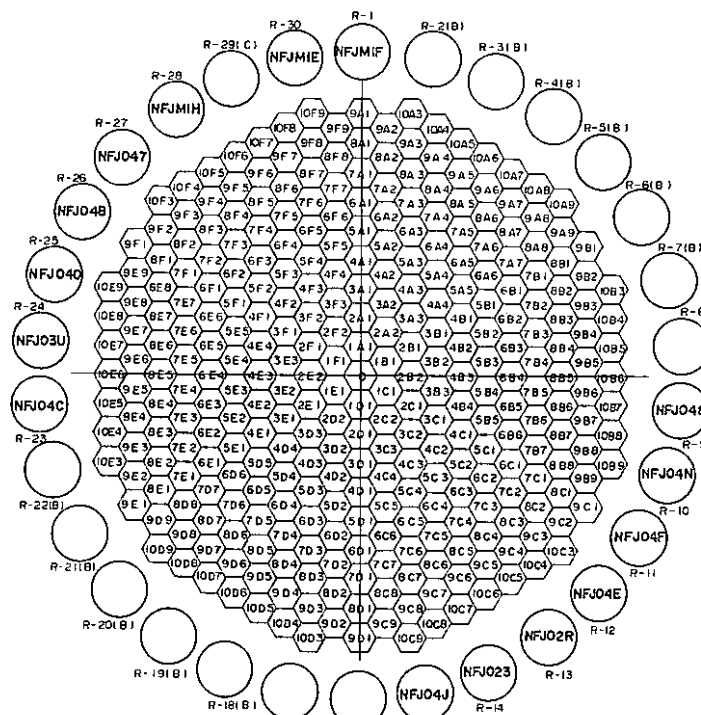
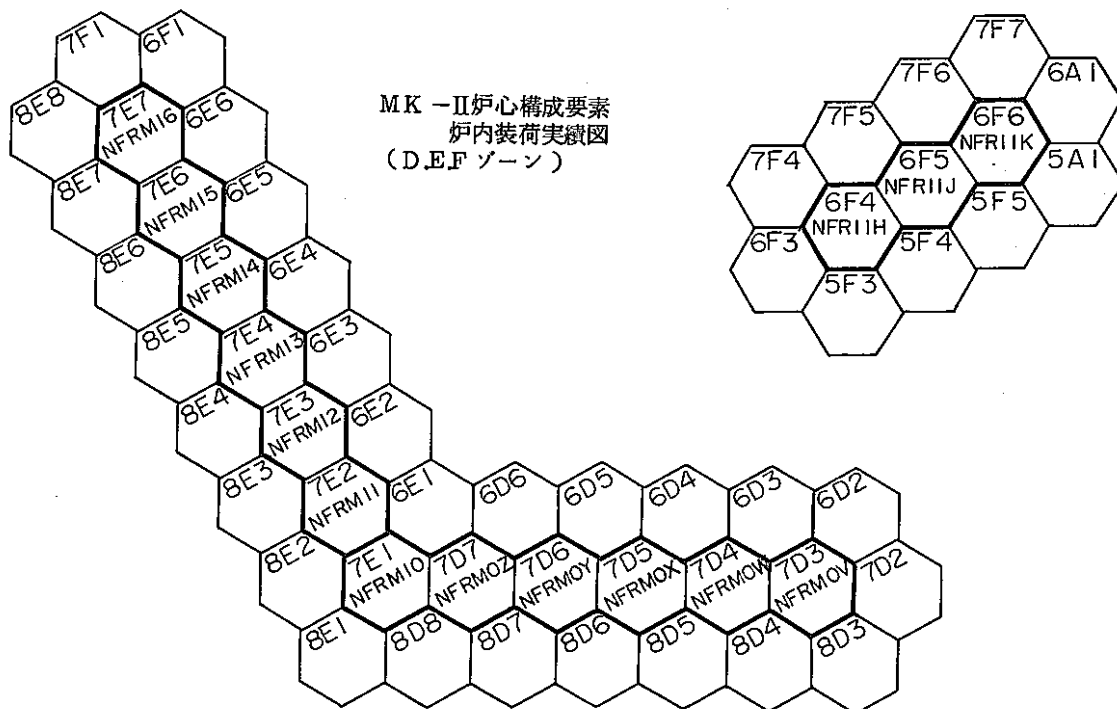
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.C.Dゾーン)



REFUELING(ACT7)STEP.4-2

DATE:1982/07/07

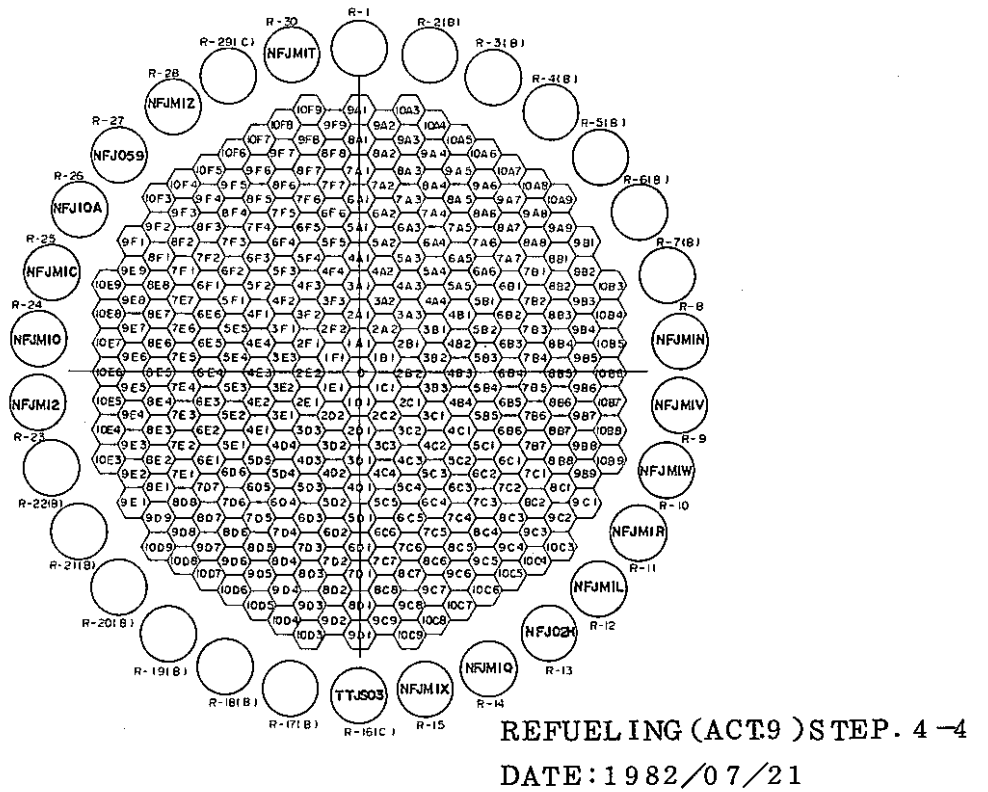
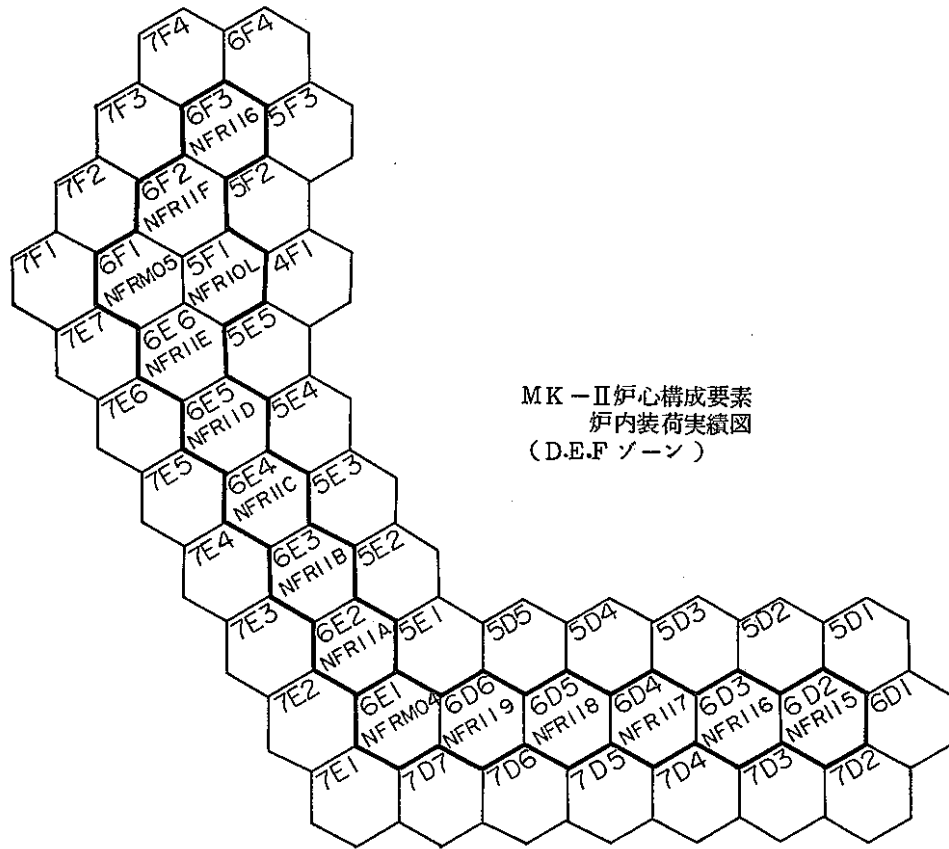
第5.9-1(2)図 JOYO CORE CONFIGURATION



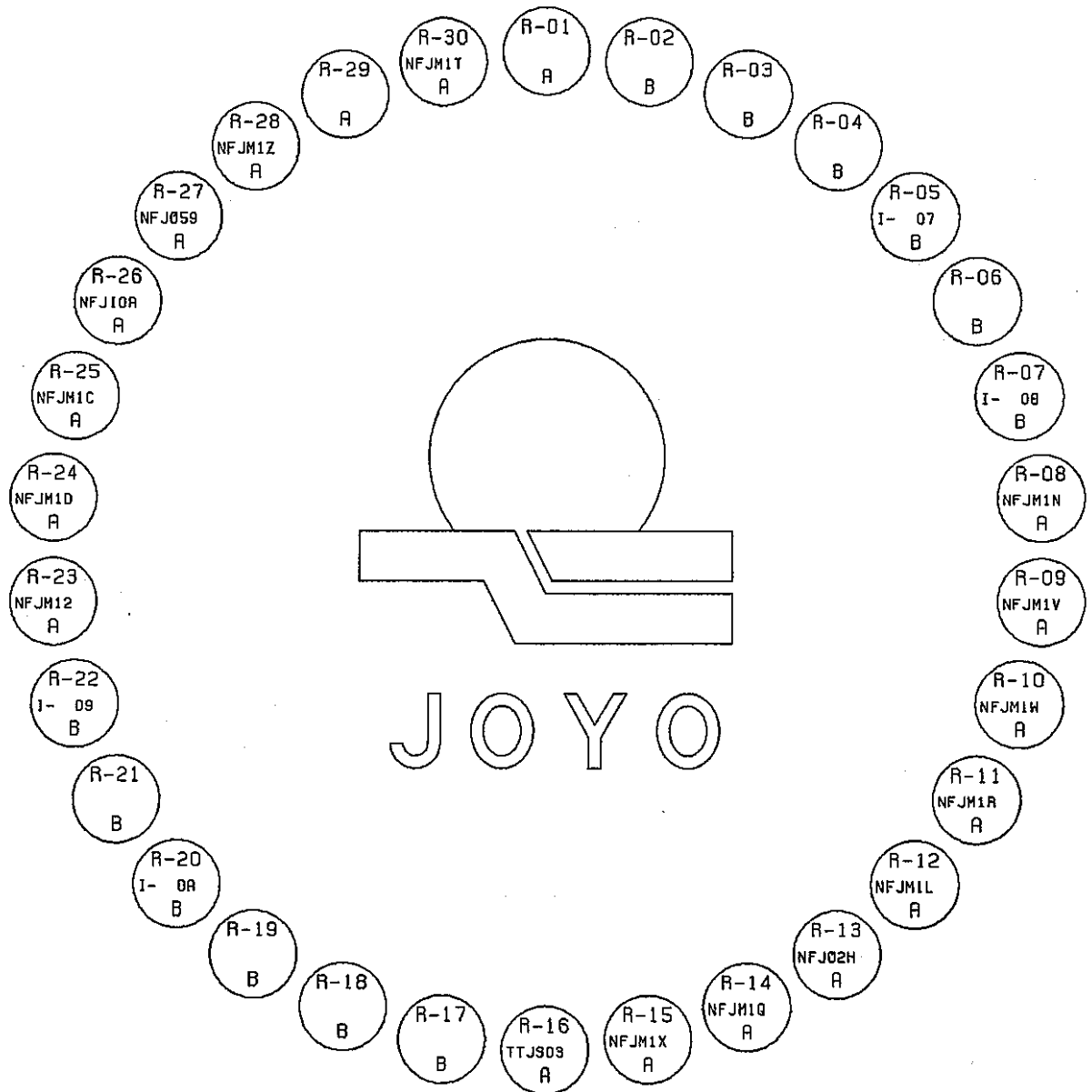
REFUELING (ACT9) STEP. 4-3

DATE: 1982/07/14

第 5.9 - 1 (3) 図 JOYO RACK CONFIGURATION



第 5.9 - 1(4) 図 JOYO CORE CONFIGURATION

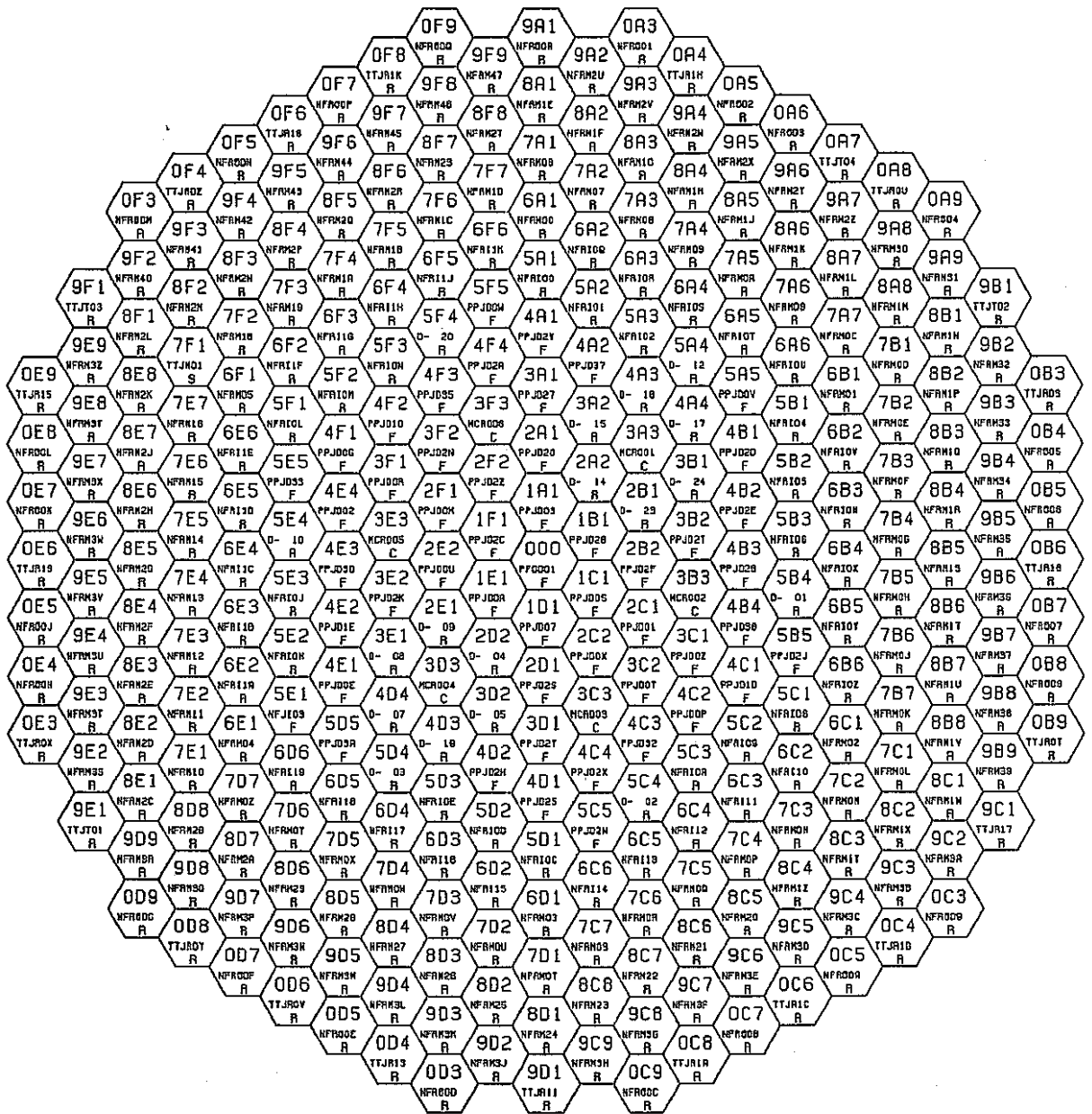


REFUELING (ACT.9) STEP.4-4

DATE : 1982/07/21

第 5.9 - 1(5)図 燃料交換作業(4)最終ラック状態

Fig. 5.9 - 1(5) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (ACT.9) STEP.4-4

DATE : 1982/07/21

第 5.9 - 1(5) 燃料交換作業(4)最終炉心状態

Fig. 5.9 - 1(5) JOYO CORE CONFIGURATION

5.10 ACT-10 CRD 上部案内管交換作業

1. 目的及び作業概要

MK-II 移行に伴って余剰反応度等が大きくなるために、増殖用炉心での調整棒 2 体（炉心アドレス：3A3, 3D3）にもスクラム機能を持たせる必要があるために CRD 上部案内管（以下 U.G.T と略す）を交換する。また、メンテナンスのために増殖用炉心での安全棒 4（炉心アドレス：3E3）の U.G.T を予備品と交換する。

本作業は、炉心上部機構の上部及び下部に嵌合されている U.G.T をピット蓋上に据付けた上部案内管取扱機（U.G.T キャスクと略す）で引抜き、U.G.T キャスクに収納後メンテナンス建家に搬出する。

新 U.G.T の装荷は、特性試験キャスクをピット蓋上に据付け延長管にて挿入する。

メンテナンス建家に搬入した U.G.T は、高レベル機器洗浄槽で洗浄後、メンテナンス建家固体廃棄物貯蔵プールに貯蔵する。

第 5.10-1 図に CRD 上部案内管交換作業概念図、第 5.10-2 図に CRD 上部案内管交換作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、U.G.T キャスクの準備作業、U.G.T の引抜・洗浄・装荷作業及び U.G.T キャスクの整備作業を含め昭和 57 年 6 月 30 日より 57 年 8 月 28 日までの 36 日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

1) U.G.T キャスク準備作業	10 日間
2) U.G.T の引抜・装荷作業	24 日間
3) U.G.T の洗浄・貯蔵作業	16 日間
4) U.G.T キャスク・機材の整備作業	2 日間

上記 2) の格納容器内の U.G.T 引抜・装荷作業は、作業時間が非常に厳しかった為、勤務体制を 2 直 2 交替（職員：1 直 8：30～17：00，2 直 15：30～24：00，業者：1 直 7：30～15：30，2 直 15：00～24：00）で実施し作業の効率化を計った。

上部案内管交換時の位置関係図を第 5.10-5 図に示す。

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

(1) プラント運転モード	「床下メンテナンスモード」
(2) 炉容器内 Na レベル	GL-7600
(3) 炉容器内 Na 温度	200 °C

2) 作業上の留意点

- (1) CRDM 6 体が取外され、延長管引上治具で所定の位置まで引上げられ回転プラグの運転に支障がないようになっていること。

- (2) 炉上部にピット蓋が据付けられ、芯出し、レベル調整が終了し完全に建家に締付けられていること。ただし、RPU空気取入口遮蔽体の据付けは不要である。
- (3) 機器ピット内のセンター（166φ）孔が空になっていること及び機器ピット上（架台上）が使用可能な状態にあること。
- (4) 今回の作業は、作業性及び労働時間などを考慮して、格納容器内作業（U.G.T引抜・装荷）とメンテナンス建家内作業（洗浄、固体廃棄物貯蔵）に業者を分けたが、作業上の取合いはメンテナンス台車上とした。
- (5) U.G.Tの引抜及び新U.G.T装荷作業中はキャスク上部より清浄Arガスで炉内へブローダウン（流量約6.5 Nm³/h）して、被曝防止、汚染防止対策を施すこと。
- (6) グリッパによるU.G.Tのつかみ、離しの確認は、延長管の挿入寸法（第5.10-5図参照）と1.25 tonホイストのロードセル荷重値及びブローダウン流量の有無にて行うこと。
- (7) U.G.T引抜後新U.G.T装荷までの間の炉容器バウンダリーは、炉上部ピット室内に設けられた超高真空ドアバルブで確保するが、この時は必ず超高真空ドアバルブの上側に盲板を取付けること。
- (8) 新U.G.T装荷時のセルフオリエンテーションは、下部案内筒のキー溝（2ヶ所）とハンドリングキャップのキーにより行う。

また、本作業期間中の人工実績は延べ959人日であった。

本作業で引抜いたU.G.T 3体は、第5.10-3図に示すメンテナンス建家の固体廃棄物貯蔵プールに保管した。

また、U.G.T引抜時の放射線量率の測定値はmax 253R/hr（ピット室の上部案内筒と中間案内筒を接続するベロー側面）であった。

第5.10-1表に実績工程表、第5.10-2表にCRD U.G.T交換作業記録、第5.10-3表に洗浄記録、第5.10-4図にCRD U.G.T交換時の放射線量率測定データを示す。

また、本作業期間中の被曝状況は、56名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.D、及びP.Dにて実施したが、期間中全員がX mRem（検出感度以下）で計画被曝線量（50 mRem）以下であった。

3. 特記事項

- 1) 57年8月19日(木)の14時頃、最後のU.G.T（3本目）引抜作業中に巡視点検員が炉上部ピット室内入退室扉（R 410）より小回転プラグ上に立入ったため1.2レムの被曝を受けた。原因は、CRD U.G.T交換作業において炉上部ピット室内が一時的に高線量下になることについての連絡が徹底されていなかったためであった。

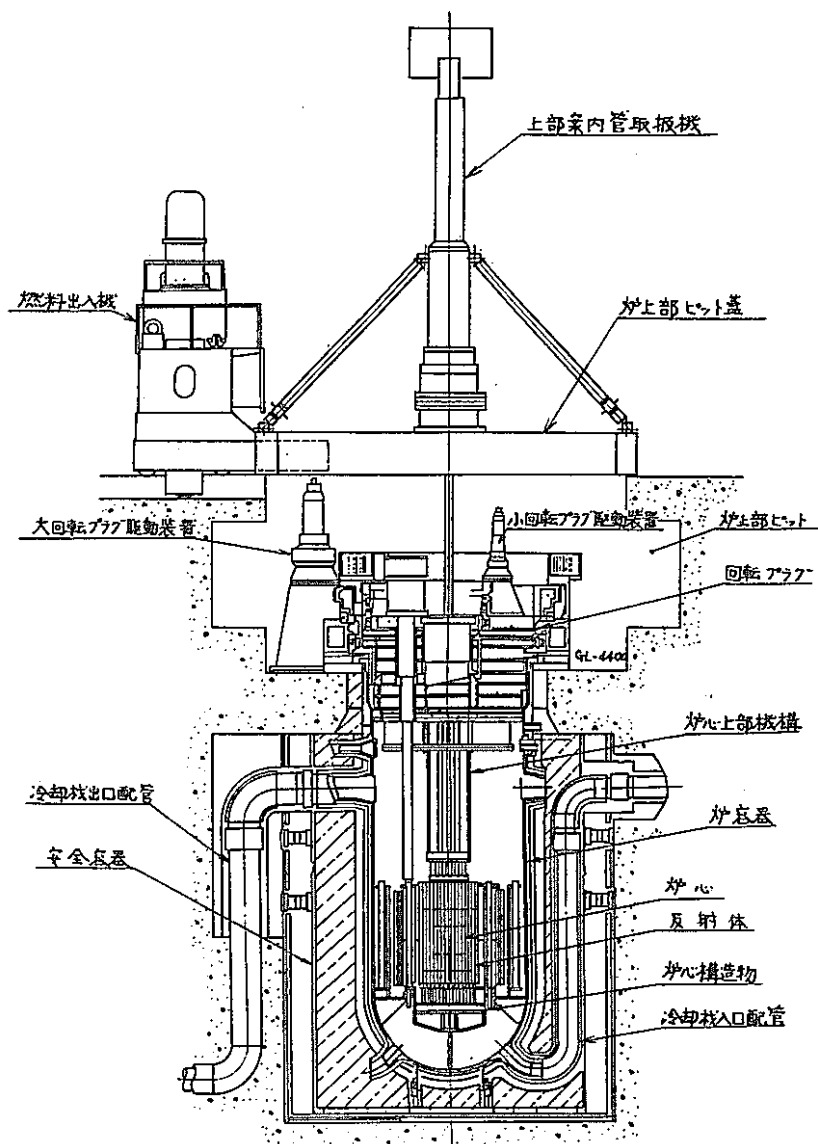
今回引抜いたU.G.Tは75 MW第6サイクルまでの増殖用炉心で使用されたものであり最大放射化部位は、U.G.T下端部先端で190レントゲン/時で主たる線源は鉄、コバルト、マンガンのγ線であった。

2) U.G.T挿入孔Na付着部清掃について

本作業ではU.G.Tを引抜いた後の挿入孔(152φ)に新U.G.T(150φ)を装荷するが、間隙が1mmしかないため、挿入孔に蒸着したNaなどが付着して、新U.G.Tが装荷できなかったり、また新U.G.Tの2種Oリングに傷を付けシール性をそこなう恐れがあるので、今回はNa除去装置を用いて観察及び清掃を実施した。

プラスチックバックを通しての挿入孔観察状況であるが、蒸着したNaなどの付着物はほとんどみられなかった。

第5.10-6図にU.G.T挿入孔清掃作業フローシートを第5.10-7図にNa除去装置全体構成図を示す。

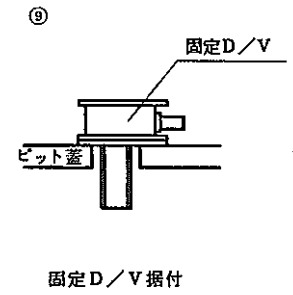
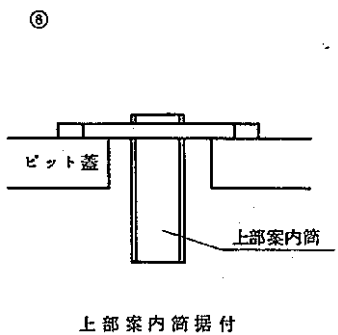
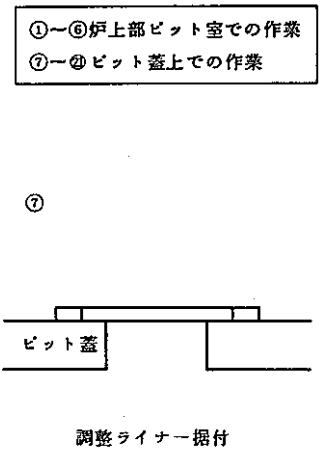
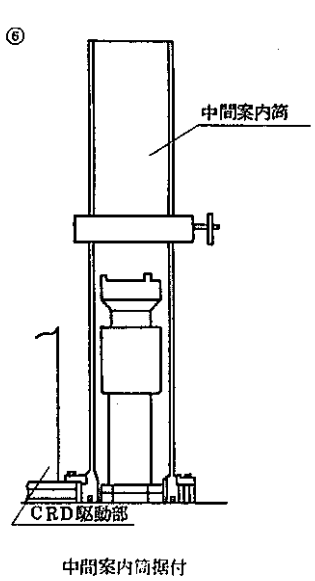
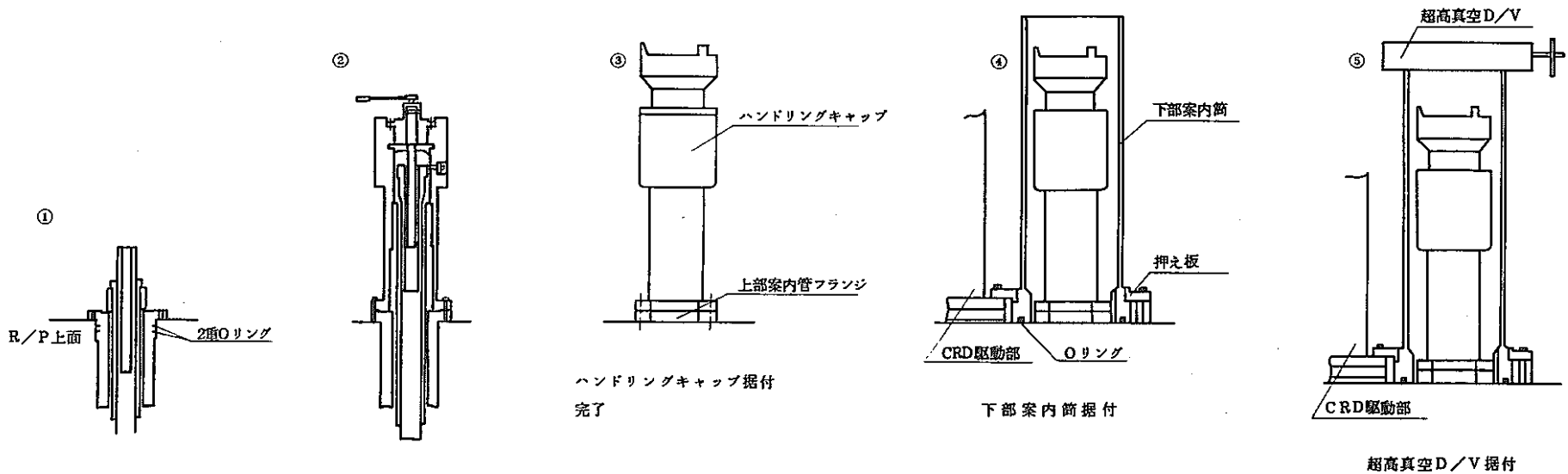


1. 上部案内管交換作業に用いる主要機器の仕様

1) 上部案内管取扱機	全長 約 9410 L	43 ton
2) 上部案内管取扱機架台	6700 L×2400 W	約 10 ton
3) 特性試験キャスク	全長 約 8980 L	約 5 ton
4) 固定ドアバルブ	630 H	10 ton
5) 支持パイプ (4本)	400φ×6050 L	315 kg/1本
6) 延長管 (3本)	110φ×4200 L	140 kg/1本
7) 中間案内筒	267φ×1645 L	160 kg
8) 下部案内筒	267φ×974 L	70 kg
9) 上部案内管 (交換対象物)	150φ×6480 L	約 460 kg

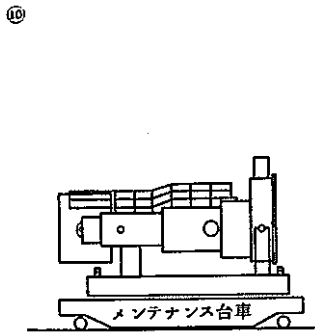
第 5.10 - 1(1) 図 CRD 上部案内管交換作業概念図

Fig 5.10 - 1(1) Set Up of The Control Rod Upper Guide Handling Equipment

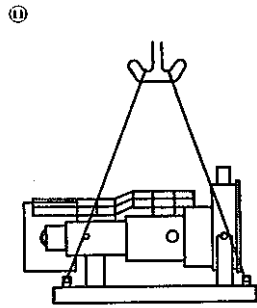


①~⑥ 炉上部ビット室での作業
⑦~⑨ ビット蓋上での作業

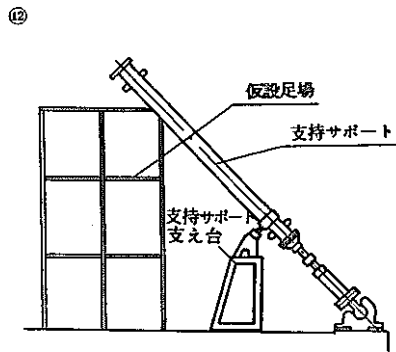
第 5.10 - 1(2)図 上部案内管交換作業概念図



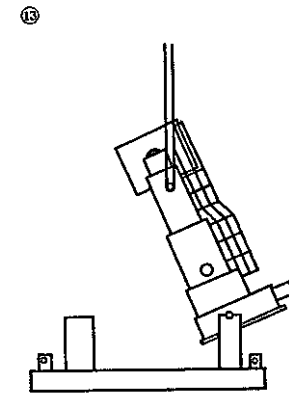
上部案内管取扱機搬入
(転倒架台に主キャスク
をのせて搬入する。)



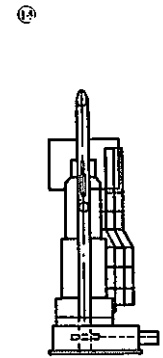
上部案内管取扱機⑩内仮置
転倒架台に主キャスクを
のせて仮置き、架台を固
定する。



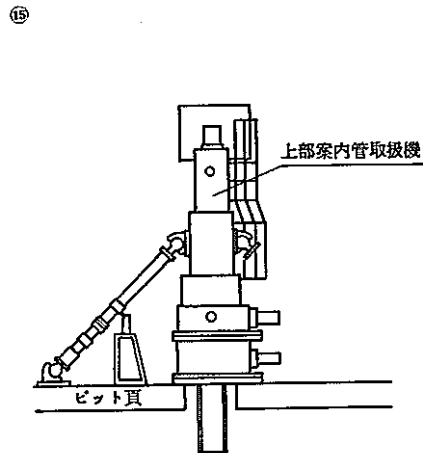
支持サポート(270°側)2本据付
仮設足場は支持サポートと主キ
ャスクをボルトにて結合する時に
使用する。



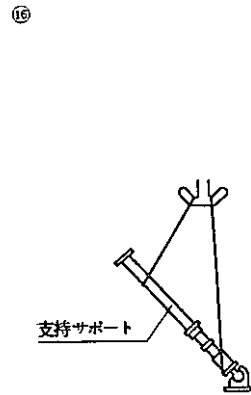
上部案内管取扱機起立!
(転倒架台を使用している。)



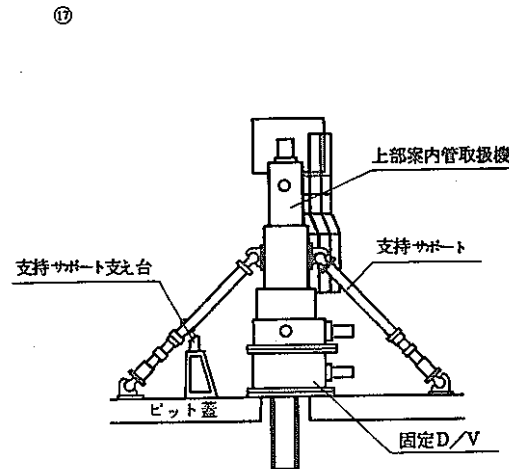
上部案内管取扱機
起立後の吊上げ



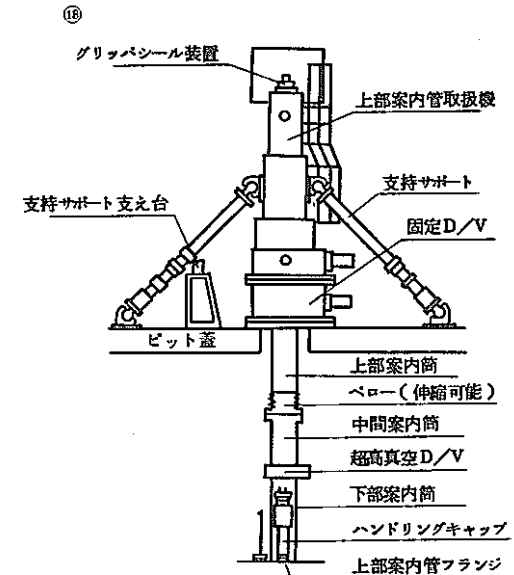
上部案内管取扱機固定D/V上据付
及び支持サポート(270°側)結合



支持サポート(90°側)2本据付
この時も仮設足場を設け支持
サポートと主キャスクをボル
トにて結合する。



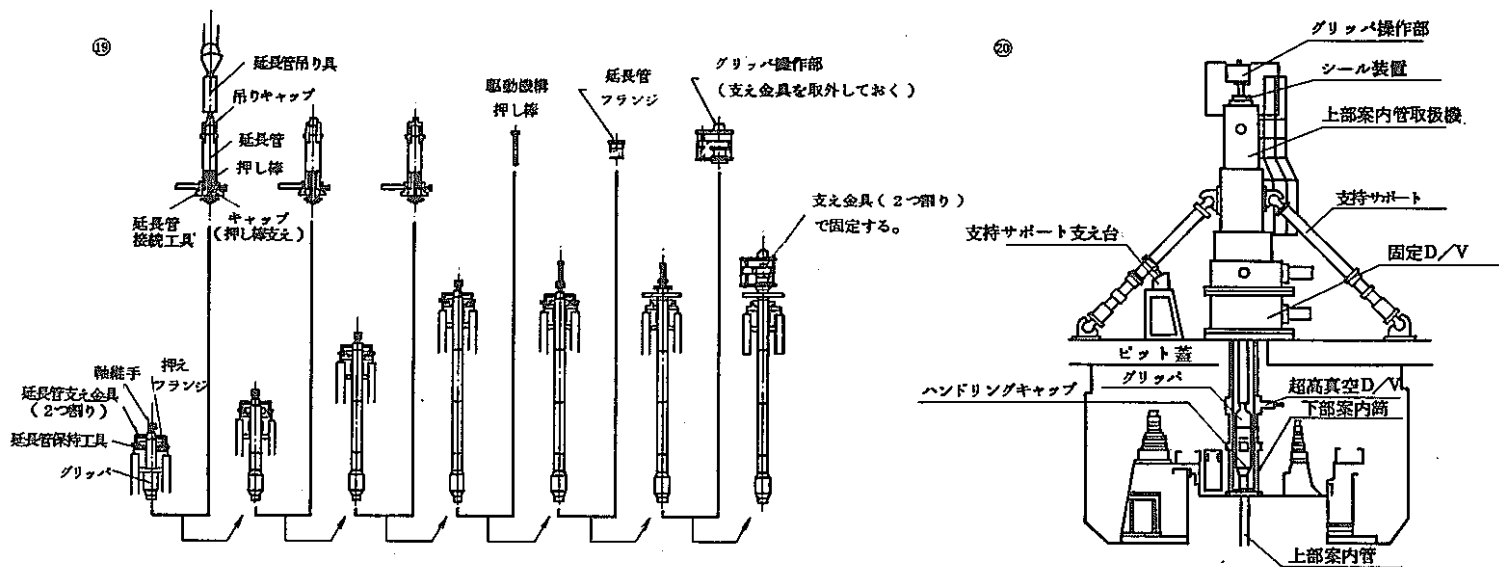
上部案内管取扱機組立図



回転プラグを運転し上部案内筒と中間案内
筒をベローで接続しバウンダリーを形成する。

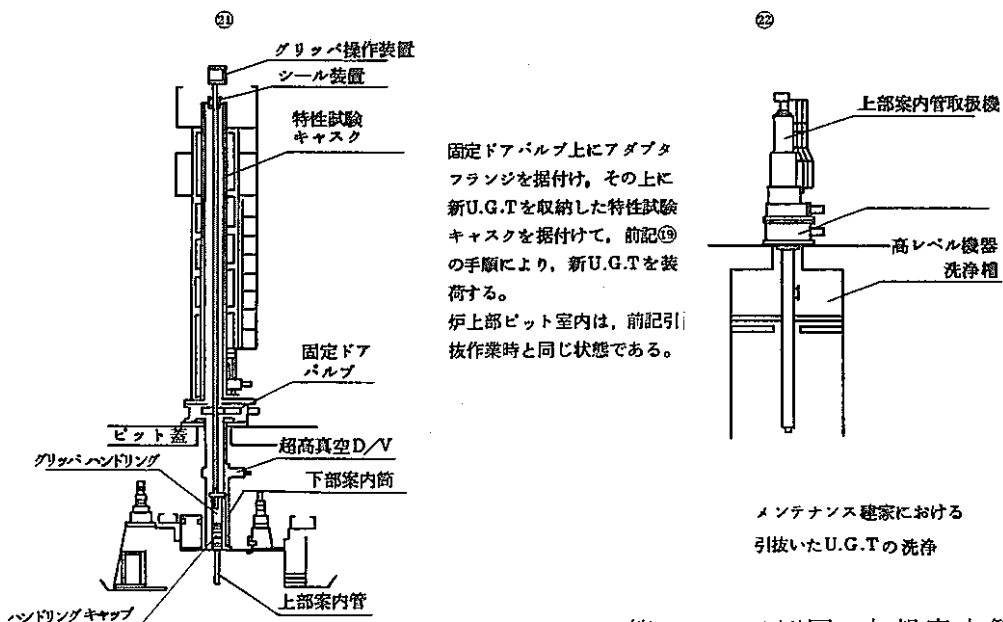
第 5.10 - 1(3)図 上部案内管交換作業概念図

Fig 5.10 - 1(3) Process of The Upper Guide Tube Exchange Activities



延長管 (3本) 接続後のU.G.T引抜前の状態

- グリッパ+延長管が全挿入されたらグリッパ操作装置でグリッパの爪を「開」にしてハンドリングキャップ (上部案内管) をつかみ、前記①の逆手順により上部案内管を主キャスク内に収納する。
- U.G.Tキャスク収納後は支持サポートを取外し、主キャスクを架台上で転倒してメンテナンス建家へ移送する。



固定ドアバルブ上にアダプタフランジを据付け、その上に新U.G.T.を取納した特性試験キャスクを据付けて、前記①の手順により、新U.G.T.を装荷する。
炉上部ビット室内は、前記引抜作業時と同じ状態である。

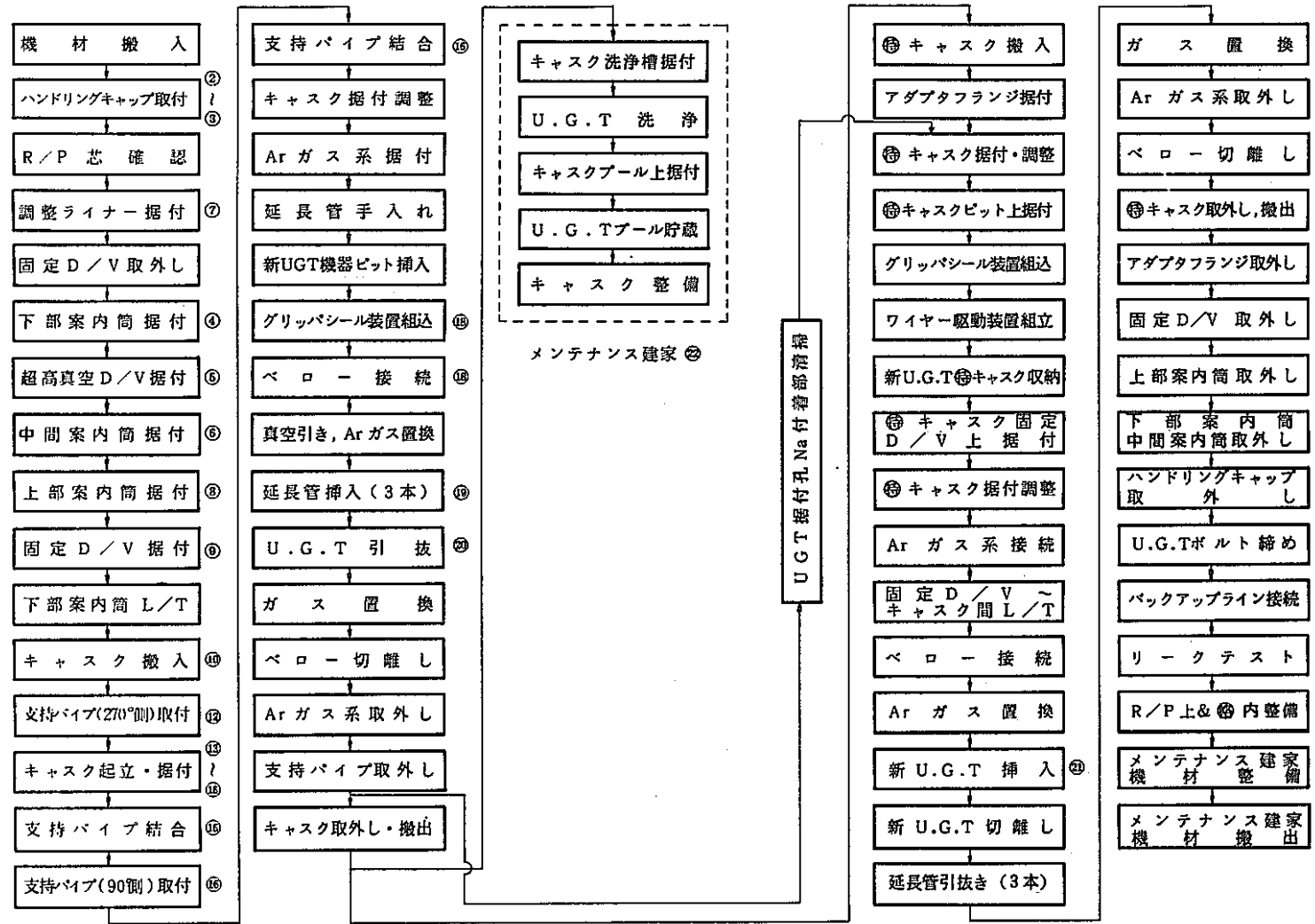
メンテナンス台車により搬入された主キャスクを起立させ、高レベル機器洗浄槽用ドアバルブ上に据付け、U.G.T.を洗浄槽に挿入して洗浄 (蒸気洗浄、水洗浄) を行う。
洗浄後は、主キャスクをメンテナンスプール台車上に据付け、U.G.T.をメンテナンスプール固体廃棄物貯蔵エリアに貯蔵する。

メンテナンス建家における引抜いたU.G.T.の洗浄

特性試験キャスクによる新U.G.T.装荷状態

第5.10-1(4)図 上部案内管交換作業概念図

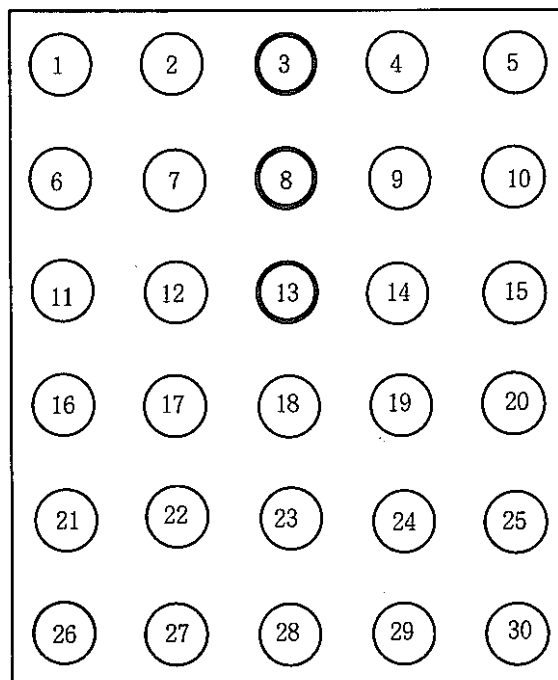
Fig 5.10-1(4) Process of The Upper Guide Tube Exchange Activities



第5.10-2図 上部案内管交換作業フローシート

Fig 5.10-2 Working Flowsheet of The Control Rod Upper Guide Tube Exchange Activities

57年8月25日現在



No.	年.月.日	名 称	No.	年.月.日	名 称
1	54. 5. 18	下部案内管 (バイオシレータ) 5F2	16	55. 11. 25	下部案内管用保管台
2	55. 2. 22	上部案内管 (バイオシレータ) 5F2	17		
3	57. 8. 10	上部案内管 (3A3)	18	56. 10. 17	長尺物処理装置
4	55. 11. 26	中性子検出器用保管台	19		
5	54. 7. 26	中性子検出器 (ch. 9)	20	57. 1. 28	中性子検出器 (ch.1)
6	57. 2. 26	下部案内管 (3A3)	21	55. 11. 25	下部案内管用保管台
7	56. 10. 17	センター孔プラグ (流速式)	22		
8	56. 8. 16	上部案内管 (3D3)	23		
9	55. 11. 26	中性子検出器用保管台	24		
10	55. 2. 21	中性子検出器 (ch. 2)	25	57. 1. 25	中性子検出器 (ch.9)
11	57. 3. 4	下部案内管 (3D3)	26	55. 11. 25	下部案内管用保管台
12			27	57. 8. 9	下部案内管用仮置台
13	57. 8. 25	上部案内管 (3E3)	28		
14	55. 11. 26	中性子検出器用保管台	29		
15	55. 11. 26	中性子検出器用保管台	30	57. 1. 23	中性子検出器 (ch.4)

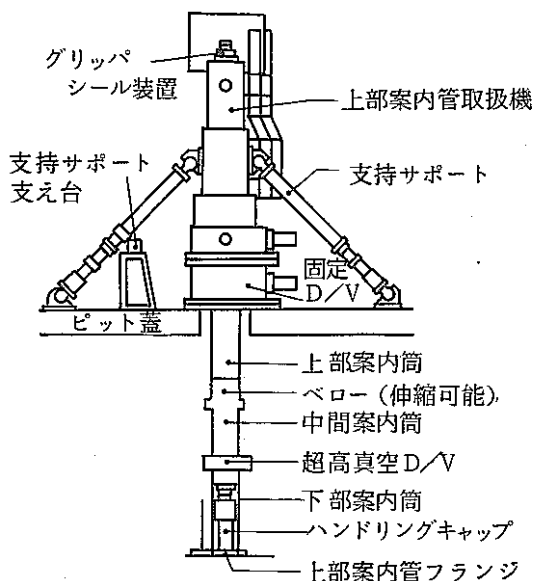
図 5.10 - 3 図 固体廃棄物貯蔵エリア配置図 (メンテナンス建家)
Fig 5.10 - 3 Arrangement of The Solid Waste Storage Area

測定日：S 57. 8. 3

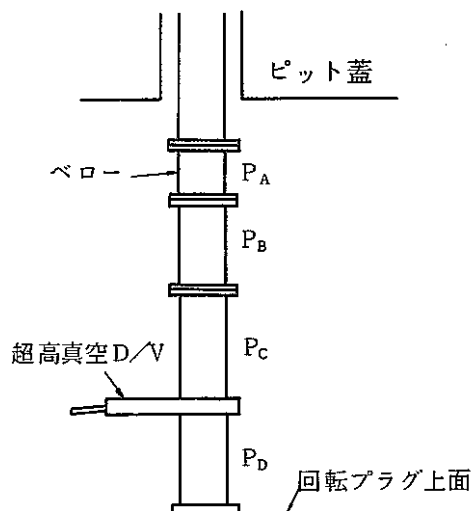
交換対象機器：調整棒1 (3A3)

(測定器)

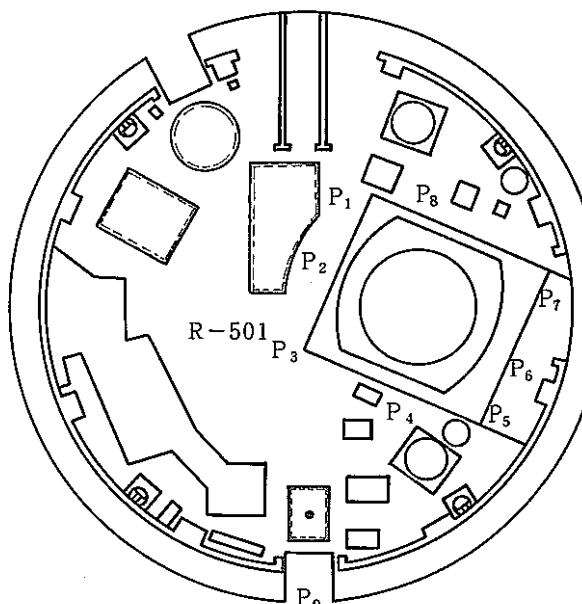
- P_A : キャピントックス
- P_B ~ P_D : 電離箱サーベイメータ
- P₁ ~ P₉ : GMサーベイメータ



(1) U.G.T 交換作業概要図



(2) 炉上部ピット室の案内筒廻り測定点



(3) R-501 (オペフロ) 雰囲気気線量測定点

<記録>

測定点	測定値
P _A	引抜時 max 240 R/hr
P _B	2.0 mR/hr
P _C	30 mR/hr
P _D	250 mR/hr

(*1) ピット室雰囲気 (テレテクターにて測定) max 2.0 R/hr

(*2) P_B ~ P_D は延長管1本引抜終了後に測定

測定点	測定値
P ₁	0.4 mR/hr
P ₂	10 mR/hr
P ₃	0.5 mR/hr
P ₄	< 0.1 mR/hr
P ₅	45 mR/hr
P ₆	30 mR/hr
P ₇	25 mR/hr
P ₈	< 0.1 mR/hr
P ₉	6 mR/hr

第 5.10 - 4(1)図 CRD 上部案内管交換作業放射線量率測定記録

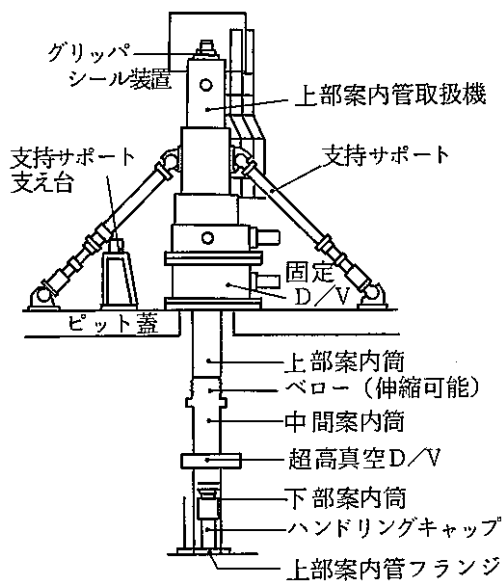
Fig 5.10 - 4(1) The Dose Rate for The Control Rod Upper Guide Tube Removal Out

測定日：S 57. 8. 11

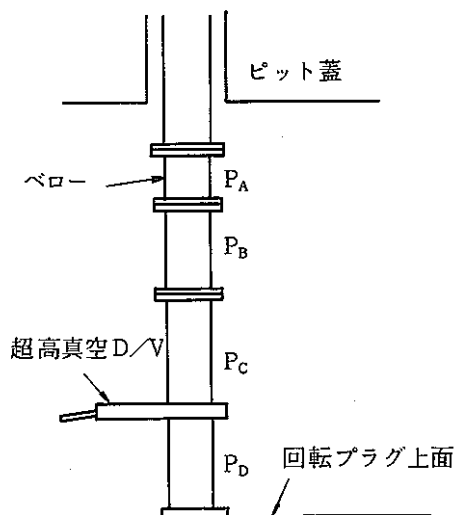
交換対象機器：調整棒 2 (3D3)

(測定器)

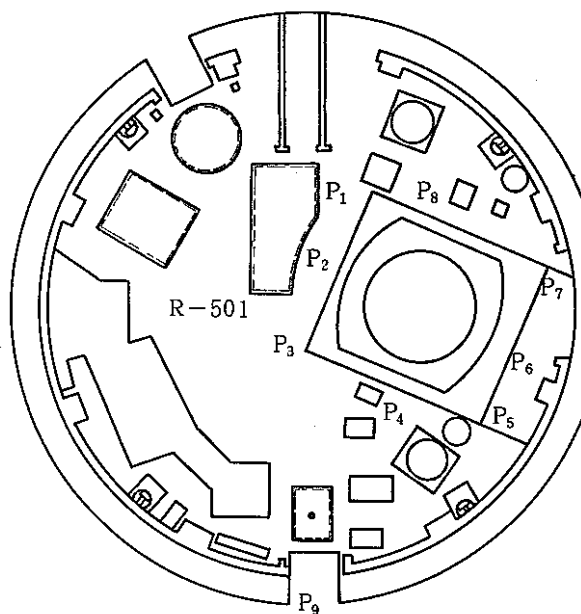
- P_A : キャピンテックス
- P_B ~ P_D : 電離箱サーベイメータ
- P₁ ~ P₉ : GMサーベイメータ



(1) U.G.T交換作業概要図



(2) 炉上部ピット室の案内筒廻り測定点



(3) R-501 (オペフロ) 雰囲気線量測定点

<記録>

測定点	測定値
P _A	引抜時 max 253 R/hr
P _B	0.075 mR/hr
P _C	15 mR/hr
P _D	8.0 mR/hr

測定点	測定値
P ₁	0.3 mR/hr
P ₂	28 mR/hr
P ₃	0.5 mR/hr
P ₄	< 0.1 mR/hr
P ₅	20 mR/hr
P ₆	20 mR/hr
P ₇	50 mR/hr
P ₈	< 0.1 mR/hr
P ₉	10 mR/hr

(*1) ピット室雰囲気 (テレテクターにて測定) max 3.0 R/hr

(*2) P_B は延長管 1 本引抜終了後に, P_C ~ P_D は延長管 2 本引抜終了後に測定

第 5.10 - 4(2)図 CRD 上部案内管交換作業放射線量率測定記録

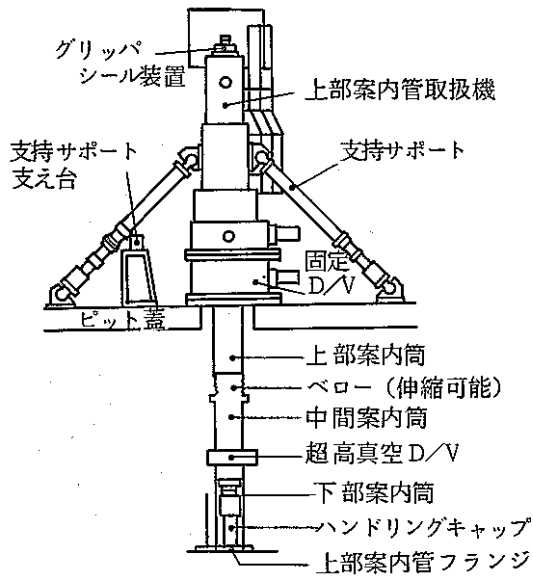
Fig 5.10 - 4(2) The Dose Rate for The Control Rod Upper Guide Tube Removal

測定日：S 57. 8. 19

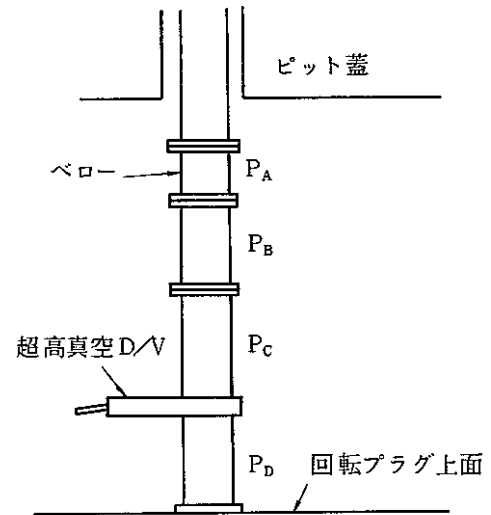
交換対象機器：安全棒4 (3E3)

(測定器)

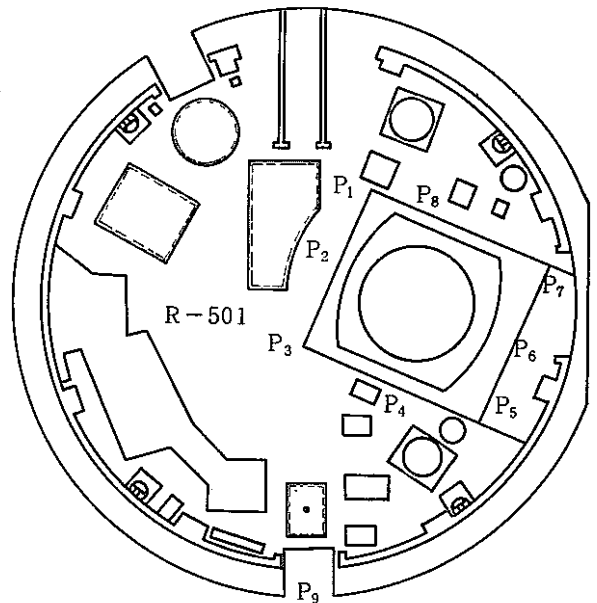
- P_A : キャピテックス
- P_B~P_D : 電離箱サーベイメータ
- P₁~P₉ : GMサーベイメータ



(1) U.G.T交換作業概要図



(2) 炉上部ビット室の案内筒廻り測定点



(3) R-501 (オペフロ) 雰囲気線量測定点

<記録>

測定点	測定値
P _A	引抜時 max 190 R/hr
P _B	0.1 mR/hr
P _C	0.4 mR/hr
P _D	35 mR/hr

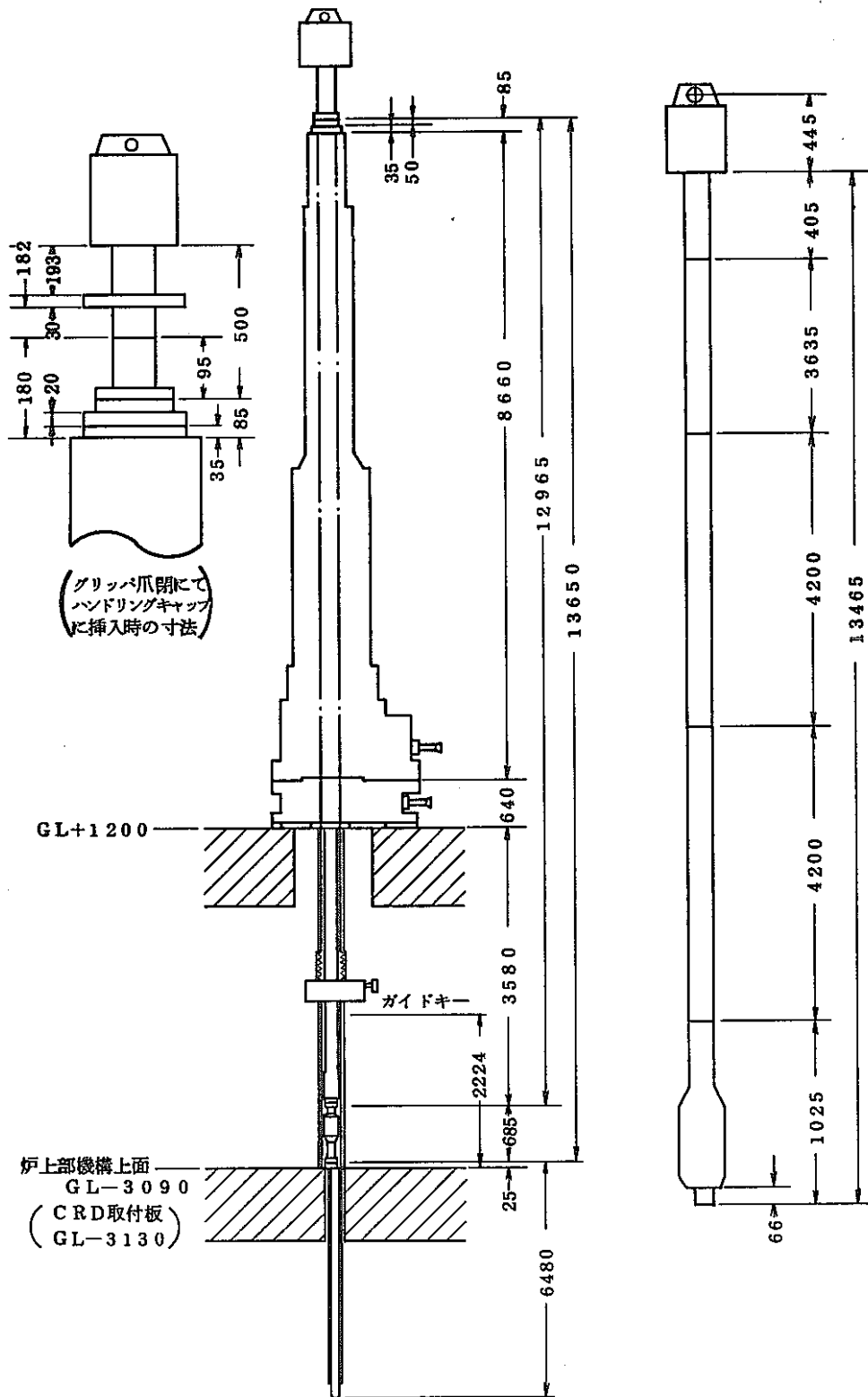
(*1) ビット室雰囲気 (テレテクターにて測定) max 2.0 R/hr

(*2) P_B~P_D は延長管1本引抜終了後に測定

測定点	測定値
P ₁	0.3 mR/hr
P ₂	30 mR/hr
P ₃	0.5 mR/hr
P ₄	0.04 mR/hr
P ₅	50 mR/hr
P ₆	8.0 mR/hr
P ₇	300 mR/hr
P ₈	0.2 mR/hr
P ₉	15 mR/hr

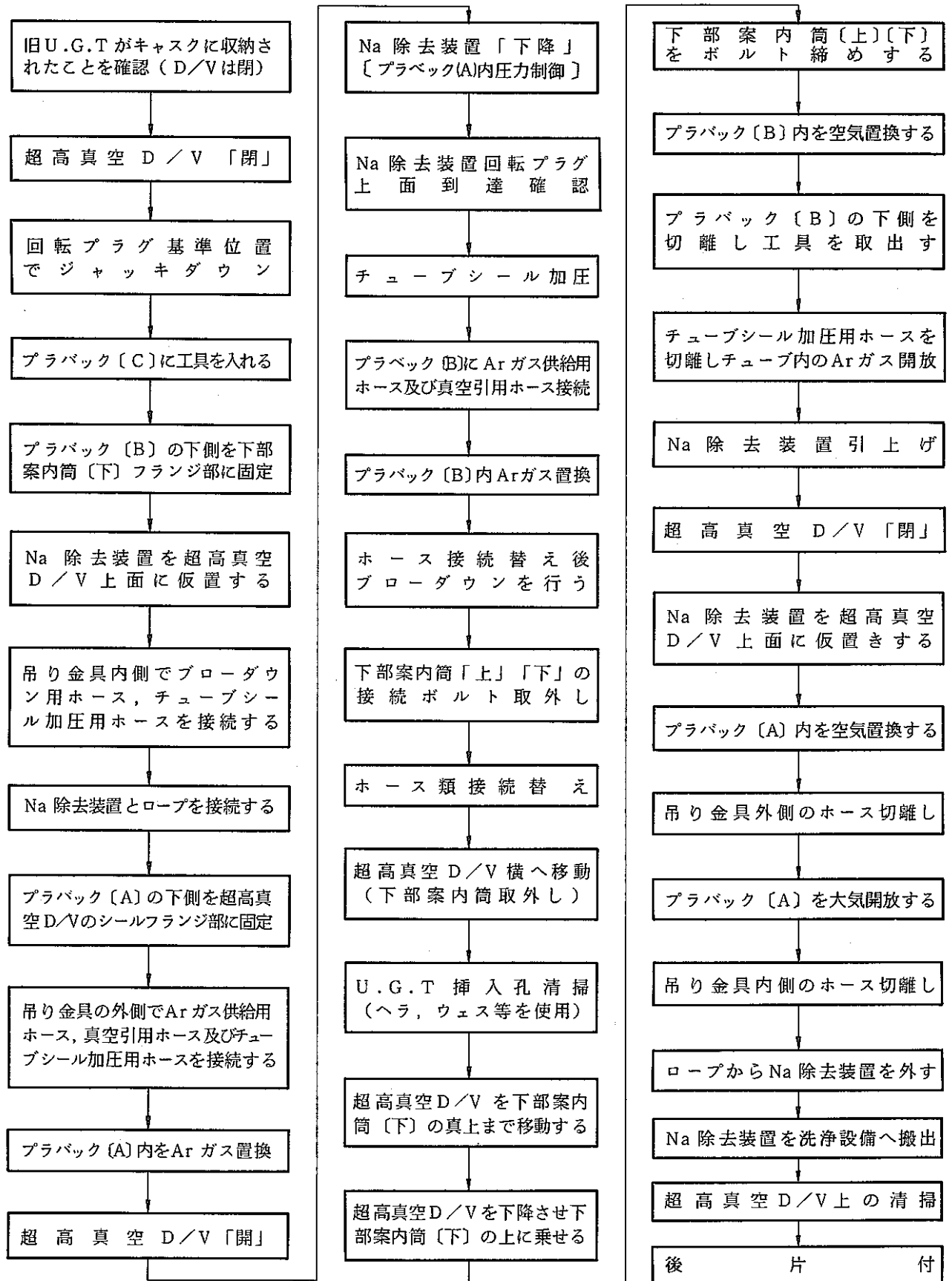
第 5.10 - 4(3)図 CRD上部案内管交換作業放射線量率測定記録

Fig 5.10 - 4(3) The Dose Rate for The Control Rod Upper Guide Tube Removal



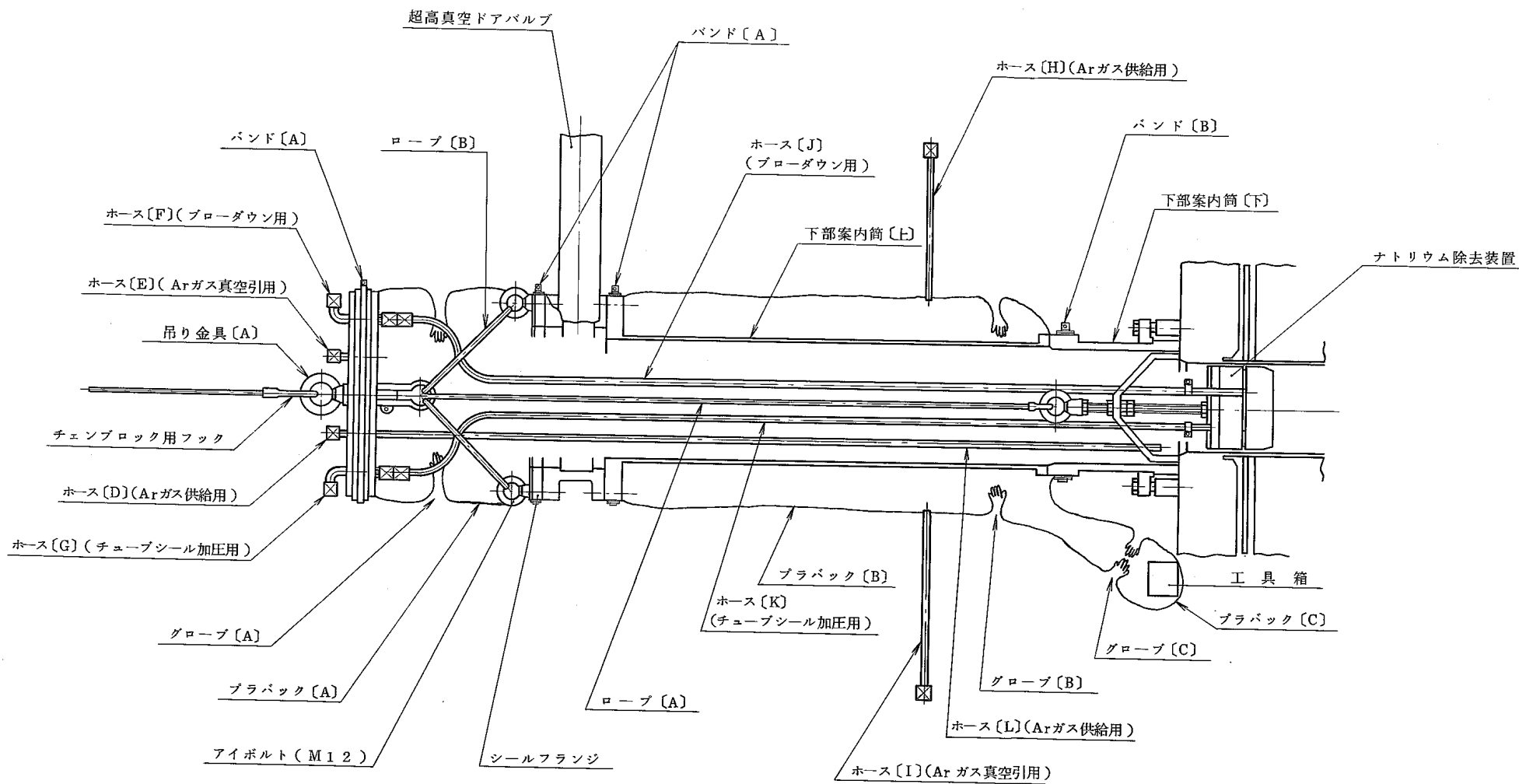
第 5.10 - 5 図 ACT-10 CRD上部案内管交換 (取扱寸法図)

Fig 5.10 - 5 Status for The Control Rod Upper Guide Tube Exchange



第 5.10 - 6 図 U.G.T 挿入孔清掃作業フローシート

Fig 5.10 - 6 Working Flowsheet of Control Rod Upper Guide Tube Hole Clean Up



第 5.10-7 図 Na 除去装置全体構成図

Fig 5.10-7 Na Removal Equipment

第 5.10 - 1(1) 表 高速実験炉「常陽」CRD上部案内管交換作業実績詳細工程表 (1 / 5)

Table 5.10 - 1(1) The C. R. Upper Guide Tube Exchange Activities Accomplishment

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
7月29日(木)				格内 メンテナンス	格内														
7月30日(金)				格内 メンテナンス	格内														
7月31日(土)				格内															
8月2日(月)				格内															
8月3日(火)				格内															

第 5.10 - 1(2) 表 高速実験炉「常陽」CRD上部案内管交換作業実績詳細工程表 (2 / 5)

Table 5.10 - 1(2) The C. R Upper Guide Tube Exchange Activities Accomplishment

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
8月4日(水)	格内			支持パイプ取外し															
	ハンドリング			ジャッキアップ															
8月5日(木)	格内			U.G.T挿入孔Na除去															
	ハンドリング																		
8月6日(金)	格内			主キャスク高レベル機器洗浄機取付															
	ハンドリング																		
8月7日(土)	格内			新U.G.T(3A3)装荷															
	ハンドリング																		
8月9日(月)	格内			吊り具、アダプタフランジ取外し															
	ハンドリング																		

第 5.10 - 1(3) 表 高速実験炉「常陽」CRD 上部案内管交換作業実績詳細工程表 (3 / 5)

Table 5.10 - 1(3) The C. R Upper Guide Tube Exchange Activities Accomplishment

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
8月10日(火)	格内				主キャスク据付調整	シェルキャスク組込 ガス接続		ガス置換											
	メンテナンス				ジャッキアップ ベロー調整							加圧開始, リーク試験				(放置)			
8月11日(水)	格内				延長管接続				U.G.T(3D3)引抜き										
	メンテナンス					U.G.Tチェイ上げ			Na 漏下										
8月12日(木)	格内																		
	メンテナンス																		
8月13日(金)	格内																		
	メンテナンス																		
8月16日(土)	格内																		
	メンテナンス																		

第 5.10 - 1(4)表 高速実験炉「常陽」CRD上部案内管交換作業実績詳細工程表 (4 / 5)

Table 5.10 - 1(4) The C. R. Upper Guide Tube Exchange Activities Accomplishment

月・日	時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
8月17日(火)	格内			新U.G.T 2重Oリング交換			キャスク移動 マガスタング取外し		芯出し、ベリッパ				中間案内管 ベア取付								
	R/T/A				新U.G.T 緩急ヒート挿入				R/P調整				下部案内管 絶高 異径2D/V取付		下部案内管L/T						
8月18日(水)	格内		270°側支持パイプ取付						主キャスク固定2D/V上掲付				シールド装置 クリップ組立		90°側支持 パイプ取付						
	R/T/A			主キャスク搬入									シールド装置 取外し		主キャスク据付調整		Arガス置換				全体リーク試験 (放置)
8月19日(木)	格内			延長管接続																	
	R/T/A							U.G.T (3E3) 引抜き													
8月20日(金)	格内																				
	R/T/A																				
8月21日(土)	格内																				
	R/T/A																				

第 5.10 - 1(5) 表 高速実験炉「常陽」CRD 上部案内管交換作業実績詳細工程表 (5 / 5)

Table 5.10 - 1(5) The C. R Upper Guide Tube Exchange Activities Accomplishment

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
8月23日(月)	格内			延長管仮置			延長管引抜			ガス系 取外し	主キャスクベロ- 取外し	新U.G.T2直Oリング部L/T							
	メンテナンス			新U.G.T(3E3)装荷					全体Arガス置換	グリッペンール 取外し	ジャッキダウン								
8月24日(火)	格内		主キャスク取外し取扱	上部案内管取外し							フランジ案内管養生 Oリング、ベロ調整								
	メンテナンス		固定D/V取外し		案内筒(下、中) ベロ等引上げ					旧U.G.Tフレーム装荷	キャスク搬去	保管木箱台車搭載(格内へ)							
8月25日(水)	格内		ハンドリングキャップ取外し 延長管引上治具取付																
	メンテナンス		機材手入れ							メンテナンス 台車搬出		機材台車へ搭載							
8月26日(木)	メンテナンス																		
	メンテナンス																		
8月27日(金)	メンテナンス																		
	メンテナンス																		

第 5.10-2 表 CRD 上部案内管交換作業記録

Table 5.10-2 The Result of The Control Rod Upper Guide Tube Exchange

No.	項 目	調 整 棒 1		調 整 棒 2		安 全 棒 4		備 考
		引 抜	装 荷	引 抜	装 荷	引 抜	装 荷	
1	日 時	S 57. 8. 3	S 57. 8. 7	S 57. 8. 11	S 57. 8. 16	S 57. 8. 19	S 57. 8. 23	1. 上部案内管自重：約 460 kg 2. 寸 法 図：下図参照
2	ア ド レ ス 位 置	3 A 3		3 D 3		3 E 3		<p>(全挿入時)</p> <p>(※1) グリッパ駆動装置を取付ない状態の荷重</p>
3	大回転プラグ角度 (°)	265.33	265.33	222.57	222.57	250.89	250.89	
4	小回転プラグ角度 (°)	35.19	35.19	91.26	91.26	75.88	75.88	
5	グリッパ挿入荷重 (kg) [高速]	-	-	-	-	-	-	
6	“ (kg) [低速]	510	(※1) 960	-	(※1) 800	(※1) 300 500	(※1) 700	
7	全挿入寸法「L _A 」 (mm)	358	478	358	478	358	464	
8	“ 「L _B 」 (mm)	178	294	179	294	174	280	
9	着 地 荷 重 (kg)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	
10	グリッパ引抜荷重 (kg) [高速]	-	-	-	-	-	-	
11	“ (kg) [低速]	1050	525	1130	500	1100	450	
12	グリッパ駆動装置+グリッパ+延長管 (3本) 引抜荷重 (kg)	532	-	550	-	540	-	
13	ピット室内雰囲気線量 (R/hr)	max 2	-	max 3	-	max 2	-	
14	ベロー側面線量 (R/hr)	max 240	-	max 253	-	max 190	-	

第 5.10 - 3 表 U.G.T 洗 浄 記 録

Table 5.10 - 3 The Cleaning Result of The Removed Control Rod Upper Guide Tube

- 洗浄手順 (1) 洗浄槽内 N₂ ガス置換
 (2) 加熱 N₂ ガスによる槽内予熱
 (3) 蒸気洗浄
 (4) 蒸気洗浄廃液全量サンプリング
 (5) 水 洗 浄
 (6) 水洗浄廃液一部サンプリング
 (7) 洗浄槽内液抜き
 (8) 空気乾燥

月 日	洗 浄 物	洗 浄 工 程	洗 浄 時 間	蒸気使用量	N ₂ ガス使用量	廃液発生量
8 月 6 日	U.G.T (3A3)	蒸気洗浄	2 時間 45 分	28 kg	300 Nm ³	14 ℓ
"	"	水 洗 浄	30 分	-	-	250 ℓ
"	"	空 気 乾 燥	35 分	-	-	-
8 月 13 日	U.G.T (3D3)	蒸気洗浄	2 時間	20 kg	220 Nm ³	13 ℓ
"	"	水 洗 浄	30 分	-	-	250 ℓ
"	"	空 気 乾 燥	30 分	-	-	-
8 月 23 日	U.G.T (3E3)	蒸気洗浄	2 時間	20 kg	220 Nm ³	11 ℓ
"	"	水 洗 浄	30 分	-	-	270 ℓ
"	"	空 気 乾 燥	1 時間 30 分	-	-	-

5.11 ACT-11 CRDM据付調整作業

1. 目的及び作業概要

本作業は分解点検及び1部改造の終了したCRDM駆動部を小回転プラグ上に据付け各種調整試験を行い、機能を満足していることを確認するために実施する。

作業は、工場より持ち帰ったCRDM 6本を据付後、調整試験及び特性試験を実施する。

第5.11-1図にCRDM据付調整作業のフローシート、第5.11-1表にCRDM試験検査項目一覧表を示す。

2. 作業実績

本作業は、昭和57年8月30日より57年9月21日までの21日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

- | | |
|-------------------|------|
| 1) CRDMの据付 | 4日間 |
| 2) CRDM調整試験及び特性試験 | 12日間 |
| 3) 局立リハーサル及び局立 | 5日間 |

第5.11-2図にCRD据付時の駆動部詳細図を示す。

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| (1) プラント運転モード | 「停止モード」
「起動モード」(ただし調整・特性試験時のみ) |
| (2) 炉内Naレベル | GL-6100 |
| (3) 1次主冷却系流量 | 100% (ただしCRDM据付時のみ20%) |
| (4) 1次主冷却系温度 | 約250℃ |

2) 作業上の留意点

- (1) 回転プラグは基準位置でジャッキダウンしていること。
- (2) 回転プラグ上のN₂配管、炉内検査孔(A)ドアバルブ及びセンター孔プラグの計器・配線類は取外されていること。
- (3) 制御棒を吊ってCRD特性試験を実施する時は、核計装設備が使用可能状態にあること。

また、本作業期間中の人工実績は延べ301人日であった。

第5.11-1表に実績工程表を示す。

本作業期間中の被曝状況は、28名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ及びP.Dで実施したが、期間中全員がX mRem (検出感度以下)で計画被曝線量(10 mRem)以下であった。

第5.11-3表に、CRDM据付調整記録を示す。

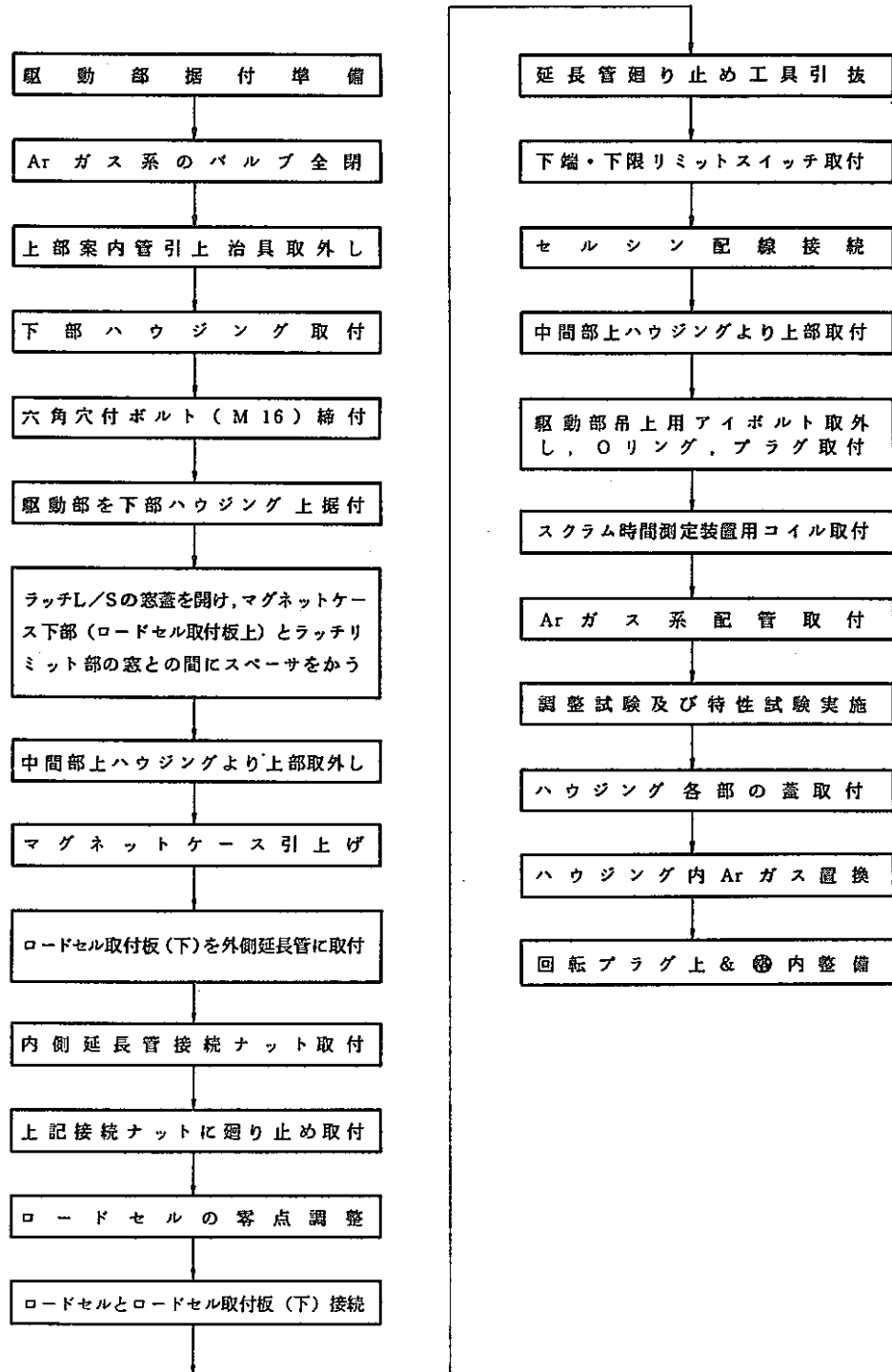
3. 特記事項

スクラム試験においてスクラム時間が最大と最小とでは約0.1秒の違いがある。即ち、これは

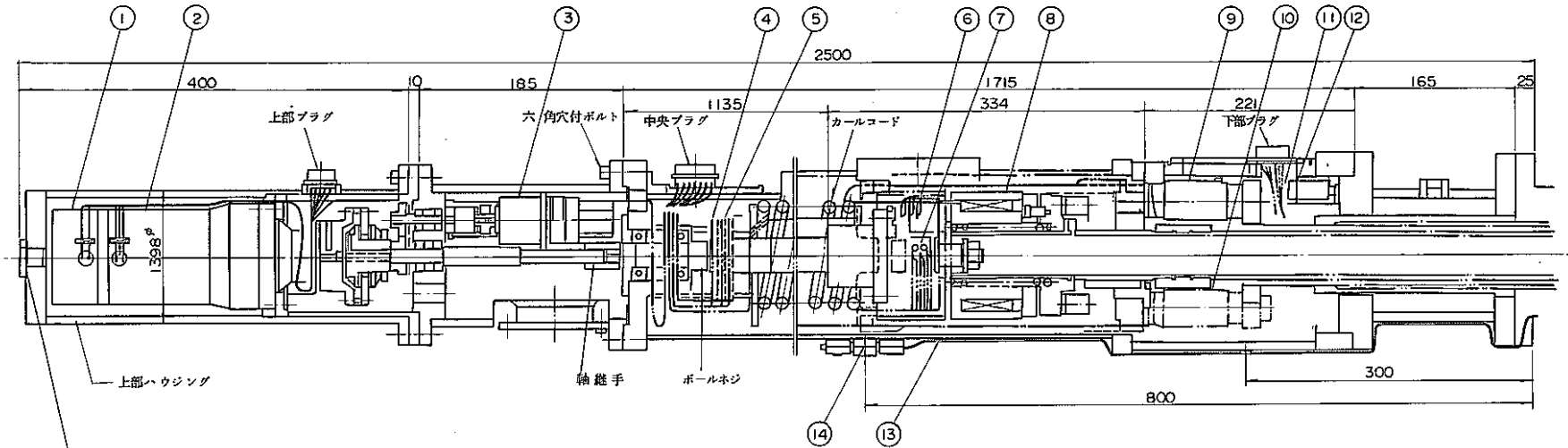
今回のMK-II移行作業において上部案内管を交換した制御棒1, 制御棒4及び制御棒5の3体は0.48秒前後にあるのに対しMK-Iから継続して使用している残り3体は0.58秒前後でその両者に約0.1秒の偏差が生じている。

原因は, 上部案内管内に組込れている加速スプリングの照射効果によるものと思われる。

詳細については, SN941 81-222 制御棒駆動機構の保守経験(スクラム時間の経緯について)を参照のこと。



第 5.11-1 図 CRDM 据付調整作業フローシート
 Fig 5.11-1 Working Flowsheet of The Control Rod Driving Mechanism Set Up and Adjustment



(注1) ここにスキマがない様に根本まで十分にネジ込むこと。

(注2) フタを取外す場合(㊸参照)
 (イ) フタには下端、下限リミットスイッチのリード線が接続されているので切断しないようにすること。
 (ロ) フタ組立の時、別のCRDM底のものと取付を間違えないように気をつけること。

(注3) ロードセルを切離す場合(㊸及び㊹参照)
 (イ) ロードセルに無理な力が加わらないようにすること。
 (ロ) ロードセルとロードセル取付板(㊹)の間のシムは紛失しないように、また、組立時別のCRDM底のロードセルシム板と間違えないように気をつけること。

14	コギクア	2	七 星	
13	スクラム時間測定装置	1	東 芝	
12	下限リミットスイッチ#1.2	2	立 石 電 機	
11	下端リミットスイッチ#1.2	2	立 石 電 機	
10	ロードセル#2	1	新 興 通 信	
9	ロードセル#1	1	新 興 通 信	
8	マグネット	1	東 芝	
7	デラッチ動作リミットスイッチ#1.2	2	立 石 電 機	
6	デラッチ動作リミットスイッチ#1.2.3	3	立 石 電 機	
5	上端リミットスイッチ	1	立 石 電 機	
4	上限リミットスイッチ	1	立 石 電 機	
3	セルシン発信機	1	日本電気機器	
2	駆動モータ	1	東 芝	
1	電器ブレーキ	1	芝浦製作所	
部 品 名 称	個数	メーカー	型 式	

第 5.11-2 図 CRD 駆動部詳細図

Fig. 5.11-2 Control Rod Driving Mechanism

第 5.11 - 1 表 CRDM 試験検査項目一覧表
 Table 5.11 - 1 The List of Test & Inspection for C. R. D. M

No.	項 目	備 考
1	外 観 検 査	
2	電気品絶縁抵抗測定	
3	スクラム検出コイル抵抗測定	
4	トルクリミッタ特性試験	
5	荷重指示計零点調整試験	
6	駆動モータ電圧・電流測定	第 3 回定期検査・使用前検査項目
7	電磁ブレーキ電圧・電流測定	同 上
8	マグネット電圧・電流測定	同 上
9	セルシン基準零点調整試験	
10	リミットスイッチ動作位置調整試験	第 3 回定期検査・使用前検査項目
11	駆動速度測定	同 上
12	荷重-ストローク特性試験	
13	シール部リーク試験	
14	ベローズリーク検出器動作試験	
15	制御棒一斉挿入試験	第 3 回定期検査・使用前検査項目
16	スクラム試験	同 上
17	補助継電器盤 (2) 調整試験	

第 5.11 - 2(1) 表 高速実験炉「常陽」ACT-11 CRDM 据付調整作業実績詳細工程

Table 5.11 - 2(1) Set Up and Adjustment Accomplishment for the C. R. D. M

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
8月30日(月)									機材搬入										
8月31日(火)																			
9月1日(水)																			
9月2日(木)																			
9月3日(金)																			

第 5.11 - 2(2)表 高速実験炉「常陽」ACT-11 CRDM据付調整作業実績詳細工程

Table 5.11 - 2(2) Set Up and Adjustment Accomplishment for the C. R. D. M

時間 月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
9月4日(土)				ロッキングワイヤ取付		ケーブル接続							セルシン零点調整						
9月6日(月)				トルクリミット調整									リミットスイッチ調整						
				CR-4下限リミット調査									TOSMAP ストローク変換値調整						
9月7日(火)													リミットスイッチ調整 (CR-3, CR-6 上端, 上限)						CR-3 セルシン零点調整
													TOSMAP プログラムの調整						
																			CR-3, CR-1, CR-4 調整
9月8日(水)				CR-5調整															
																			セルシン零点調整
																			CR-1, CR-3, CR-5リミットスイッチ調整
																			TOSMAP プログラム変更と確認
																			Arガス系網管復旧
																			ロードセル計装盤(絶縁抵抗測定, 機器目視点検)

第 5.11 - 2 (3) 表 高速実験炉「常陽」ACT-11 CRDM 据付調整作業実績詳細工程

Table 5.11 - 2 (3) Set Up and Adjustment Accomplishment for the C. R. D. M

月/日	時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
9月9日(木)					CR-4リミットサイン調整																
					Arガス系統配ガス置換																
9月10日(金)																					
9月11日(土)																					
9月12日(日)																					
9月13日(月)																					

第 5.11 - 2 (4) 表 高速実験炉「常陽」ACT-11 CRDM据付調整作業実績詳細工程

Table 5.11 - 2 (4) Set Up and Adjustment Accomplishment for the C. R. D. M

月 日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
9月14日(火)					スクラム時間測定装置の調整																
				スクラム検出コイル保護バンド取付																	
				TOSMAPの調整																	
9月15日(水)			CR-4駆動モータ取換え									スクラム試験									
				ロードセル計装器ANN確認						ケーブル整理			制御棒一斉挿入試験								
				TOSMAPの調整																	
9月16日(木)				局立リハーサル(作動試験, 荷重-ストローク特性, マグネットドロップアウト)																	
				炉上部清掃																	
9月17日(金)				N ₂ 配管復旧, リークテスト						局立リハーサル(インターロック試験)											
										バージョン調整			駆動部, Arガス系ラック耐圧リーク試験								
9月20日(月)				スクラム時間測定装置補修						局立(立会検査)											
9月21日(火)					局立(記録検査)																

第 5.11 - 3(1)表 CRDM 据付調整記録

Table 5.11 - 3(1) Set Up and Adjustment Results for The C. R. D. M

試験項目		判定基準	CR-1		CR-2		CR-3		CR-4		CR-5		CR-6		
			挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	挿入	引抜	
電圧, 電流 の測定	駆動モータ	AC 200 ± 20 V	217	217	217	217	220	218	216	216	217	217	218	217	
		270 mA 以下	240	240	239	237	226	231	231	235	221	227	233	231	
	電磁ブレーキ	AC 200 ± 20 V	217		217		220		216		217		218		
		66 mA 以下	54		61		60		55		58		59		
	保持電磁石	DC 55 ± 5 V	59		59		59		59		58		58		
		385 mA 以下	360		360		361		360		365		354		
動作位置 の測定	リミット スイッチ	上限 ON	660 ± 2 mm	660.0	660.1	660.1	660.8	660.9	660.6						
		上端 ON	650 ± 2 mm	650.4	650.2	650.3	649.1	650.0	650.1						
		下端 ON	0 ± 2 mm	+ 1.1	- 0.4	+ 0.1	+ 0.1	+ 0.2	0						
		下限 ON	- 10 ± 2 mm	- 10.2	- 9.5	- 10.0	- 10.3	- 10.0	- 10.0						
		デラッチ ON	Ls + 30 ± 2 mm	+ 29.9 (- 5.2)	+ 29.9 (- 6.9)	+ 30.6 (- 8.4)	+ 30.3 (- 6.5)	+ 30.3 (- 5.2)	+ 31.0 (- 6.8)						
		ラッチ OFF	Ls + 5 ± 2 mm	+ 4.1 (- 31.0)	+ 4.5 (- 32.3)	+ 4.6 (- 34.4)	+ 3.8 (- 33.0)	+ 4.6 (- 30.9)	+ 4.4 (- 33.4)						
		ラッチ ON (Ls)	Lm + 2 ± 1 mm	+ 2.5 (- 35.1)	+ 1.8 (- 36.8)	+ 1.8 (- 39.0)	+ 2.8 (- 36.8)	+ 1.8 (- 35.5)	+ 2.1 (- 37.8)						
		風袋補正下端 ON	+ 2 ~ + 4 mm	+ 2.5	+ 2.7	+ 2.6	+ 2.7	+ 2.5	+ 2.9						
		風袋補正下限 ON	- 2 ~ - 4 mm	- 2.6	- 2.5	- 2.6	- 2.8	- 2.7	- 2.7						
		機械的限界値 (Lm)	-	- 37.6	- 38.6	- 40.8	- 39.6	- 37.3	- 39.9						
セルシン基準零点調整		0 ± 1 mm	+ 0.3	+ 0.9	- 0.1	0	+ 0.4	+ 0.2							
荷重・ス トローク 特性試験	ラ ッ チ	0 mm	30 ± 90 kg	33	33	29	29	40	40	28	28	12	12	34	34
		100 mm	62 ± 90 kg	47	60	58	65	57	62	52	68	37	43	62	70
		200 mm	94 ± 90 kg	100	125	82	102	97	110	101	126	78	103	106	110
		300 mm	107 ± 90 kg	116	145	108	125	125	138	117	142	102	125	130	134
		400 mm	116 ± 90 kg	133	151	127	143	138	145	133	148	116	130	138	144
		500 mm	125 ± 90 kg	144	155	136	150	145	150	144	152	126	132	143	151
		600 mm	134 ± 90 kg	155	161	143	150	148	153	148	158	131	137	153	155
		650 mm	138 ± 90 kg	162	162	152	152	155	155	160	160	139	139	158	158
	デ ラ ッ チ	0 mm	30 ± 90 kg	23	23	32	32	32	32	23	23	14	14	36	36
		100 mm	62 ± 90 kg	39	42	51	54	50	52	38	42	30	32	54	60
		200 mm	94 ± 90 kg	57	58	67	70	67	68	56	58	47	49	72	75
		300 mm	107 ± 90 kg	73	78	84	87	83	84	73	76	62	63	88	90
		400 mm	116 ± 90 kg	89	92	96	98	96	99	87	92	77	77	100	103
		500 mm	125 ± 90 kg	103	105	98	102	98	102	102	107	89	92	102	107
600 mm	134 ± 90 kg	112	117	102	104	102	106	112	115	98	100	108	112		
650 mm	138 ± 90 kg	117	117	106	106	107	107	116	116	102	102	112	112		
駆動速度の測定		130 ⁺⁰ / ₋₁₅ mm/min	126.6	124.2	125.8	123.5	124.3	121.5	126.5	124.6	124.7	122.1	124.0	123.1	
スクラム試験		0.8 sec 以下	0.470	0.580	0.580	0.488	0.488	0.579							
結果 (良否)			良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	良	

第 5.11 - 3(2)表 CRDM 据付調整記録

Table 5.11 - 3(2) Set Up and Adjustment Results for The C. R. D. M :

電気品の点検記録

試験項目	試験部品	判定基準	制御棒番号						
			CR-1	CR-2	CR-3	CR-4	CR-5	CR-6	
絶縁抵抗 の測定	駆動モータ	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	
	電磁ブレーキ	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	
	セルシン発信器	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	
	保持電磁石	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	
	ロードセル	#1	DC 50V 以下 100 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		#2	DC 50V 以下 100 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
	リミット スイッチ	上限	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		上端	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		下端	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		下限	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		デラッチ	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
		ラッチ	DC500V 10 M Ω 以上	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000
スクラム 検出 コイル	上側	DC10V 0.02 M Ω 以上	> 100	> 100	70	0.5	0.5	13	
	下側	DC10V 0.02 M Ω 以上	1.5	15	16	1.5	> 100	> 100	
導体抵抗 の測定	スクラム 検出 コイル	上側	195 \pm 19 Ω	210	210	210	210	210	210
	下側	250 \pm 25 Ω	265	265	265	265	265	265	
滑り出し 点の測定	トルク リミッタ	挿入	60 \pm 10 kg \cdot cm	60	64	58	60	57	62
	引抜	60 \pm 10 kg \cdot cm	62	70	70	60	60	66	
荷重指示計 零点調整	0	0	0	0	0	0	0		
	スパン指示値	379	360	375	345	355	376		
動作確認	ベロズリーク検査	3 N ℓ /min	良						
積放電流	保持電磁石	電圧 V	59.0	59.0	59.1	58.5	58.0	58.0	
		参考値 初期電流 mA	350	350	355	355	360	353	
		積放電流 mA	180	175	178	168	210	180	
結果 (良否)			良	良	良	良	良	良	

5.12 A C T - 12 燃料交換作業(5)

1. 目的及び作業概要

臨界近接アプローチ用の炉心構成が行われる。制御棒廻りのダミー燃料12についてMK-II用燃料集合体へ交換，その他のMK-I炉心燃料36体は，MK-II用燃料集合体，内側反射体，ダミー燃料並びにMK-II用中性子源受入集合体に交換する。MK-I用中性子源1体については，外側反射体に交換する。残りのブランケット燃料集合体は，内側反射体に交換する。本作業最終の炉内貯蔵ラックにあるMK-II用炉心燃料集合体は12体とし，臨界近接に備える。

2. 作業実績

燃料交換作業(5)の作業期間は昭和57年9月21日から10月22日の期間にて実施されたものであり，本期間中に交換された炉心構成要素は64体であった。各ステップに於ける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第5.12-1図に示す。

1) ステップ5-1

実施期間(9/21~9/29)

	(実施/積算)
炉外燃料移送 炉外搬出	15/241体
炉内装荷	15/240体
炉内燃料要素	30/345体
燃料出入機グリッパ洗浄	2/34回
“ ドリップパン交換	2/34回
燃料交換機グリッパ洗浄	1/19回
“ “ 乾燥	1/4回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1/10回
“ モレキュラシーブ乾燥	1/7回

2) ステップ5-2

実施期間(9/29~10/6)

炉外燃料移送 炉外搬出	15/256体
炉内装荷	15/255体
炉内燃料取扱	30/375体
燃料出入機グリッパ洗浄	2/36回
“ ドリップパン交換	2/36回
燃料交換機グリッパ洗浄	1/20回
“ “ 乾燥	1/4回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥	1/11回
キャスクカーモレキュラシーブ乾燥	1/8回

"	ドリップパン交換	1 / 13 回
3)	ステップ 5-3	
	実施期間 (10 / 6 ~ 10 / 13)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15 / 271 体
	炉内取扱	15 / 270 体
炉内燃料取扱		30 / 405 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2 / 38 回
"	ドリップパン交換	2 / 38 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 21 回
"	" 乾燥	1 / 5 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1 / 12 回
"	モレキュラシーブ乾燥	1 / 9 回
4)	ステップ 5-4	
	実施期間 (10 / 13 ~ 10 / 20)	
炉外燃料移送	炉外搬出	15 / 286 体
	炉内装荷	15 / 285 体
炉内燃料取扱		30 / 435 体
燃料出入機グリッパ洗浄		2 / 40 回
"	ドリップパン交換	2 / 40 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 22 回
"	" 乾燥	1 / 6 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1 / 13 回
"	モレキュラシーブ乾燥	1 / 10 回
"	ドリップパン交換	1 / 14 回
トランスファロータータンク Na 移送		1 / 8 回
5)	ステップ 5-5	
	実施期間 (10 / 20 ~ 10 / 22)	
炉外燃料移送	炉外搬出	4 / 290 体
	炉内装荷	4 / 289 体
燃料出入機グリッパ洗浄		1 / 41 回
	ドリップパン交換	1 / 41 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1 / 14 回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(5)期間中におけるプラント状態を第5.12-1表に示す。

1) 炉内状況

制御棒駆動機構の据付、調整作業、燃料交換作業(5)及び原子炉格納容器漏洩率試験に伴い
9月2日から11月10日において炉内ナトリウムレベルはGL-6100であった。

2) 主冷却系

(1) 一次冷却系

Na温度 - 57年9月21日から11月15日において一次Na温度は200℃にて制御された。

Na流量 - 57年9月21日から10月27日まで通常燃料交換時のナトリウム流量20%にて
制御された。

(2) 予熱N₂ガス系

57年9月3日から一次主冷却系充填に伴い停止された。

4. 特記事項

1) 9月26日から9月28日の燃料交換作業(5)〔STEP5-1〕において制御棒廻りのダミー燃料をMK-II炉心燃料と交換し、引抜いたダミー燃料は第5列の臨界近接用炉心燃料装荷予定位置へ移し替えた。

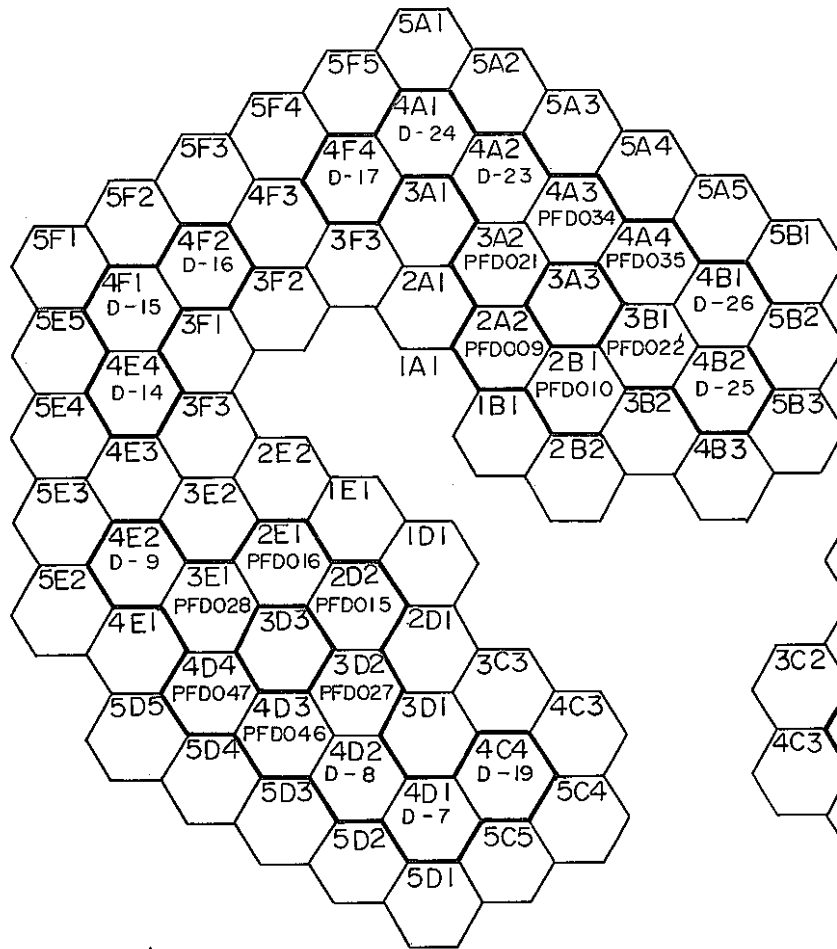
2) 燃料交換(5)〔STEP5-5〕において、臨界近接のためのMK-II炉心燃料39体炉心構成が10月19日に完了した。

3) 10月23日から10月24日、10月27日から10月28日に於いて炉上部回転プラグの燃料交換機孔を利用して炉内写真撮影を実施し、炉内Naのドレン状況、燃料集合体の方向性(マスターキー)、炉心構造物の健全性並びに燃料取扱用ポットの使用状況等を確認した。

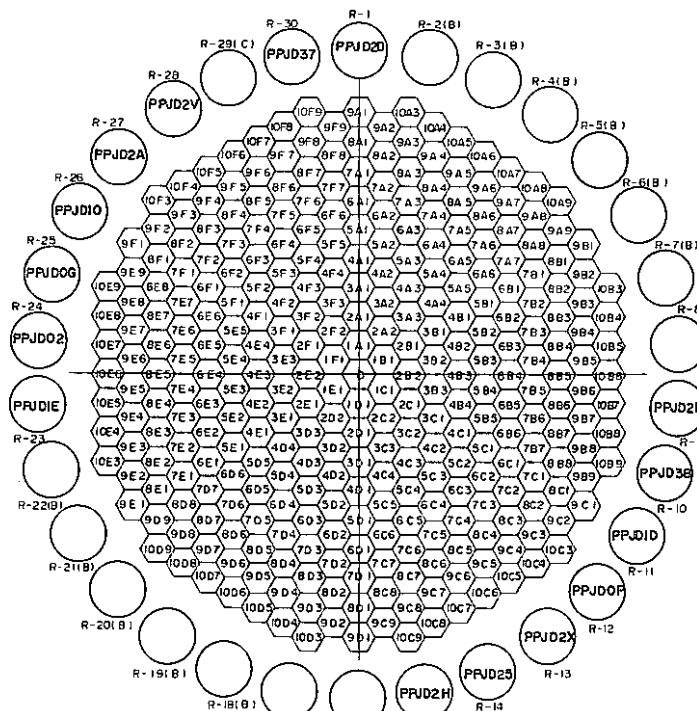
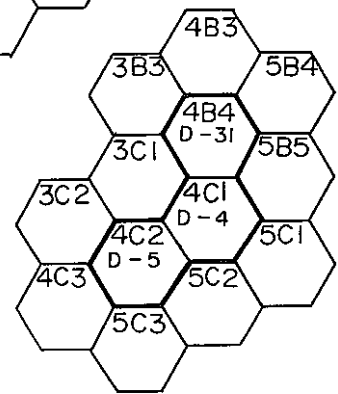
第5.12-1 表高速実験炉「常陽」プラント状態実績表

Table 5.12-1 Plant Status in JOYO

項目	年月日										年月日																					
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
主要工程	S.57.9										S.57.10																					
	ACT-1.2 燃料交換(5) [燃料移送6.4 体] [炉内燃料取扱50 体] (30 本炉心構成完了)																															
	STEP 5-1					STEP 5-2					STEP 5-3					STEP 5-4					STEP 5-5											
原子炉出力	停止 (-11/下旬)																															
炉内状況	GL-6100 (標準液位) 炉容器Na液位																															
冷却系統	1次純化系運転																															
1次系 原子炉出入口Na温度	200℃																															
流量	20%																															
2次系 主冷却器出入口Na温度	200℃																															
流量	空気																															
格納容器関係	閉鎖																															
(定期検査) (点検, 補修) その他																																

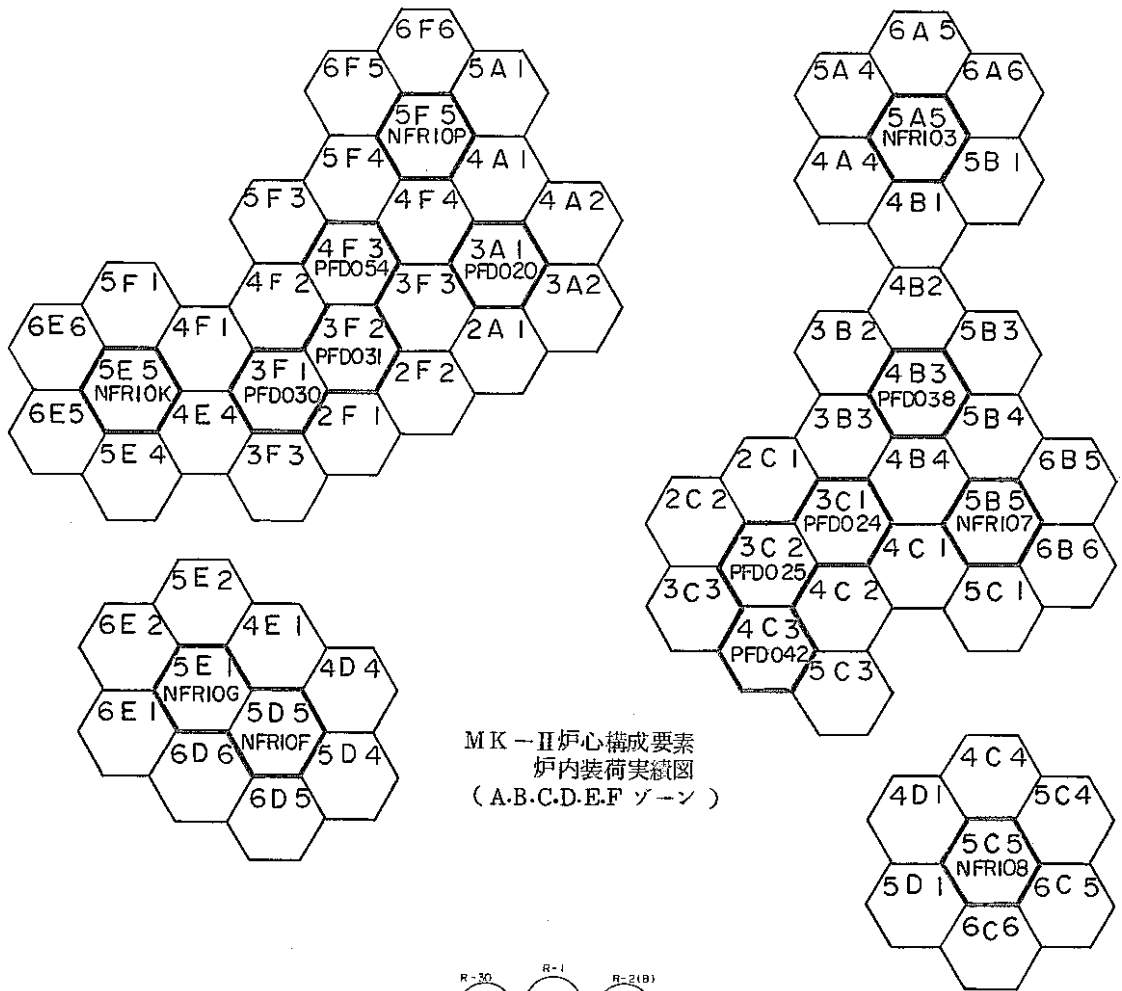


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.D.E.Fゾーン)

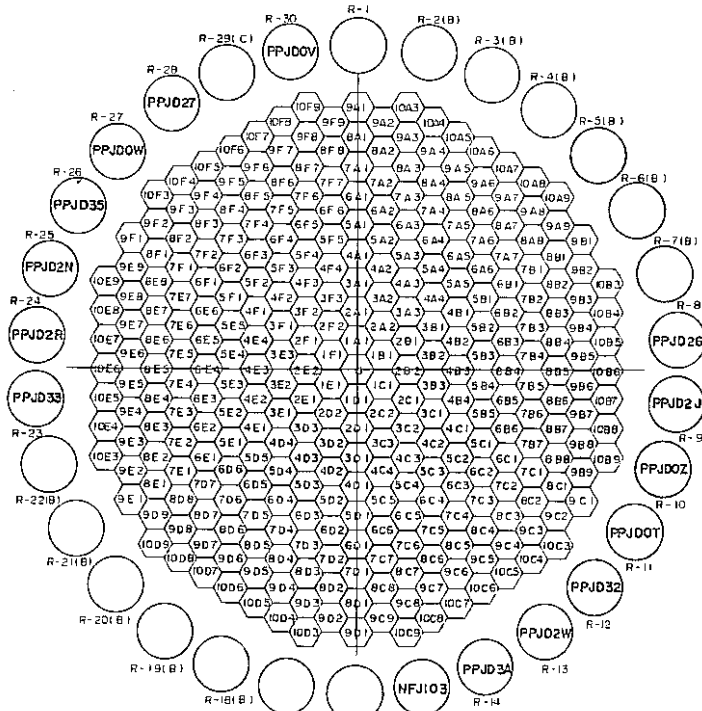


REFUELING (ACT.12) STEP. 5-1
DATE: 1982/09/28

第5.12-1(1)図 JOYO RACK CONFIGURATION



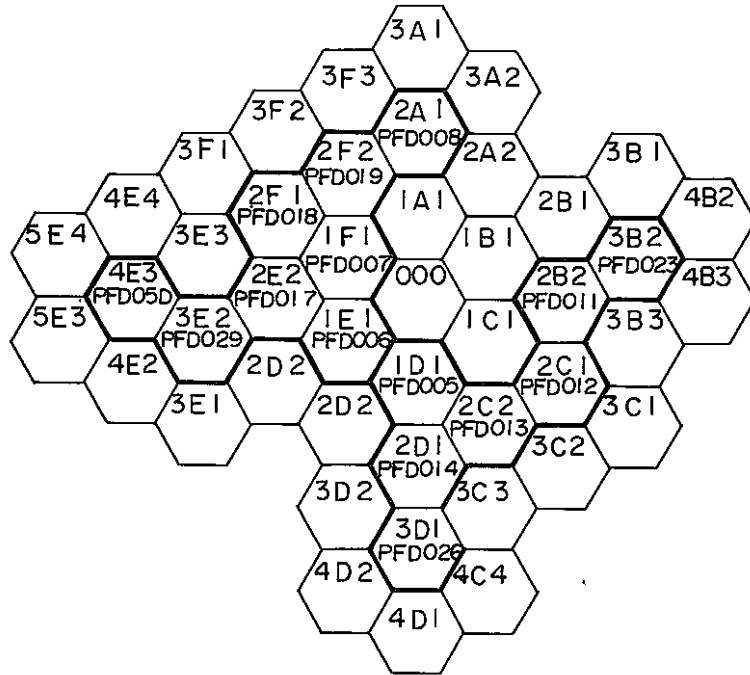
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.D.E.Fゾーン)



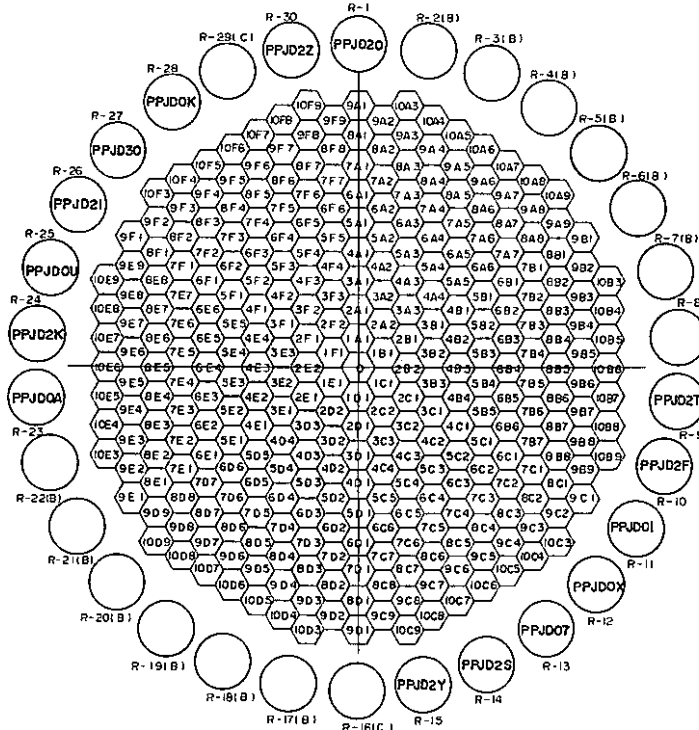
REFUELING(ACT12)STEP. 5-2

DATE:1982/10/05

第5.12-1(2)図 JOYO CORE CONFIGURATION



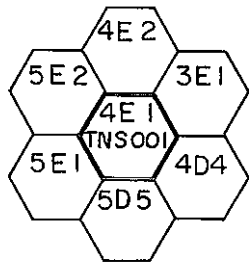
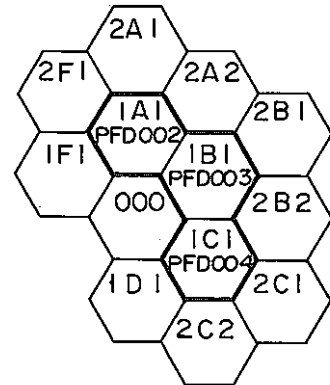
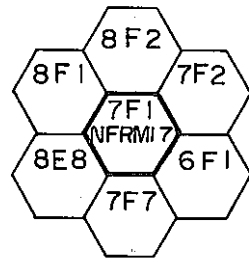
MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.D.E.Fゾーン)



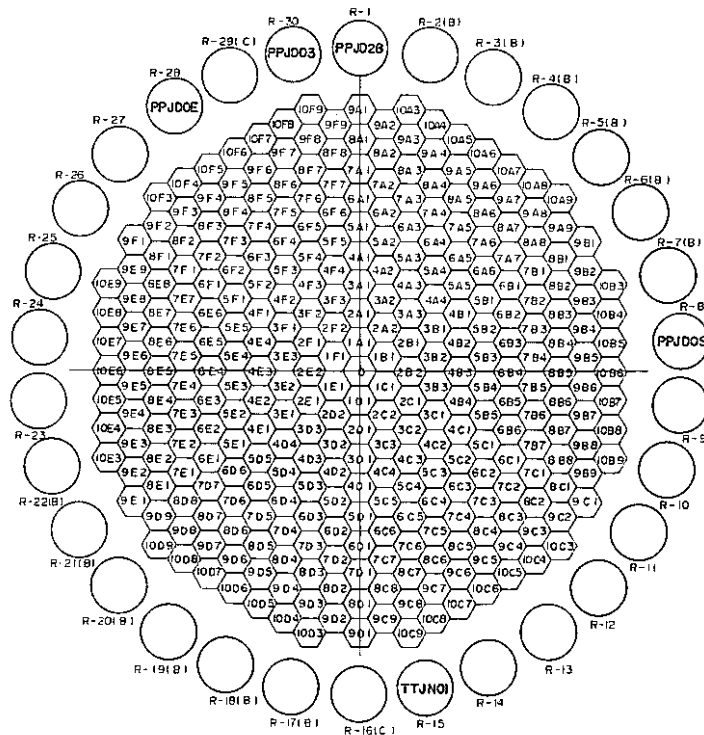
REFUELING (ACT.12) STEP. 5-3

DATE: 1982/10/12

第 5.12 - 1(3) 図 JOYO RACK CONFIGURATION

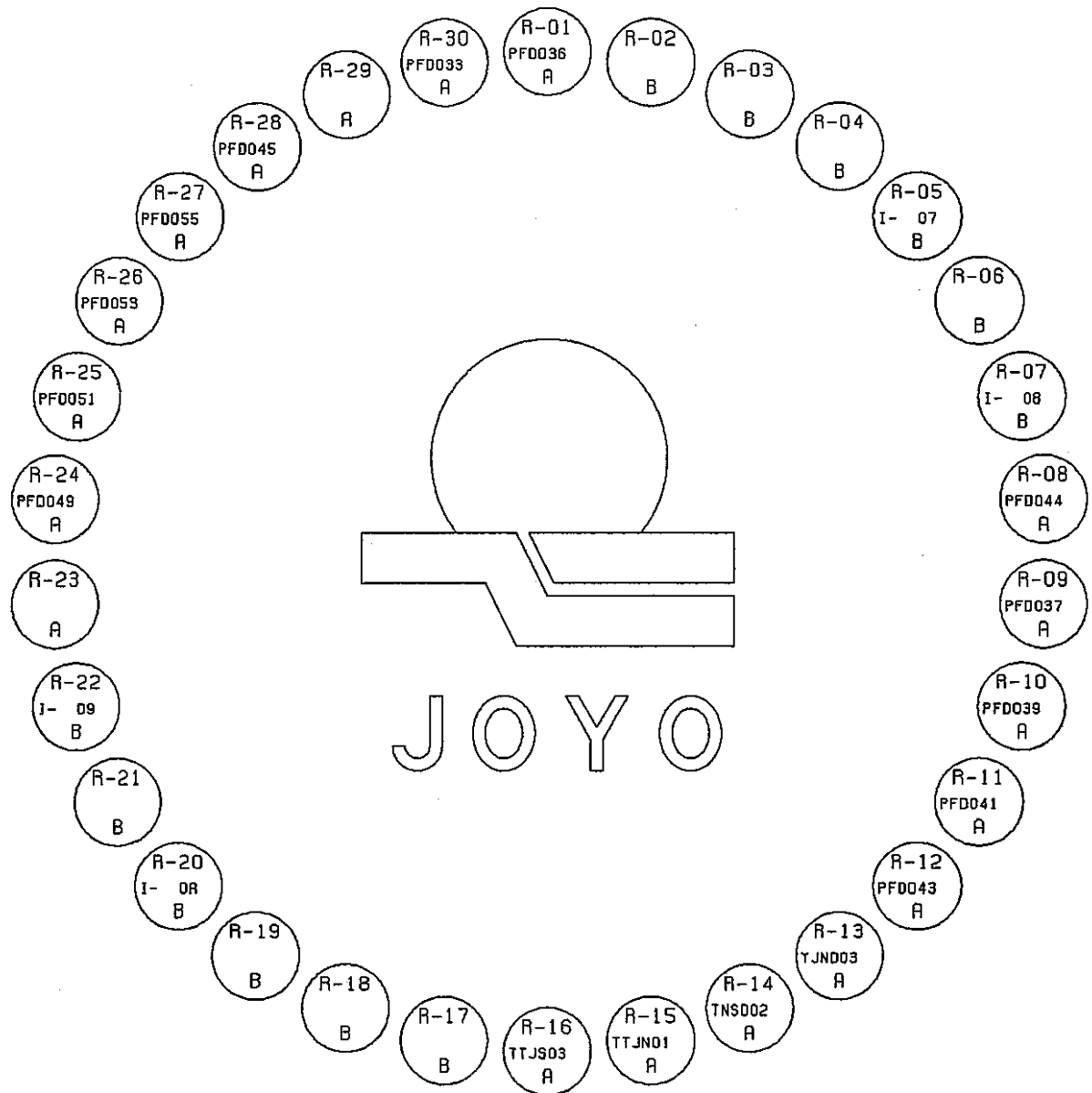


MK-II炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A.B.C.E.Fゾーン)



REFUELING (ACT.12) STEP. 5-4
DATE: 1982/10/19

第 5.12 - 1(4) 図 JOYO CORE CONFIGURATION

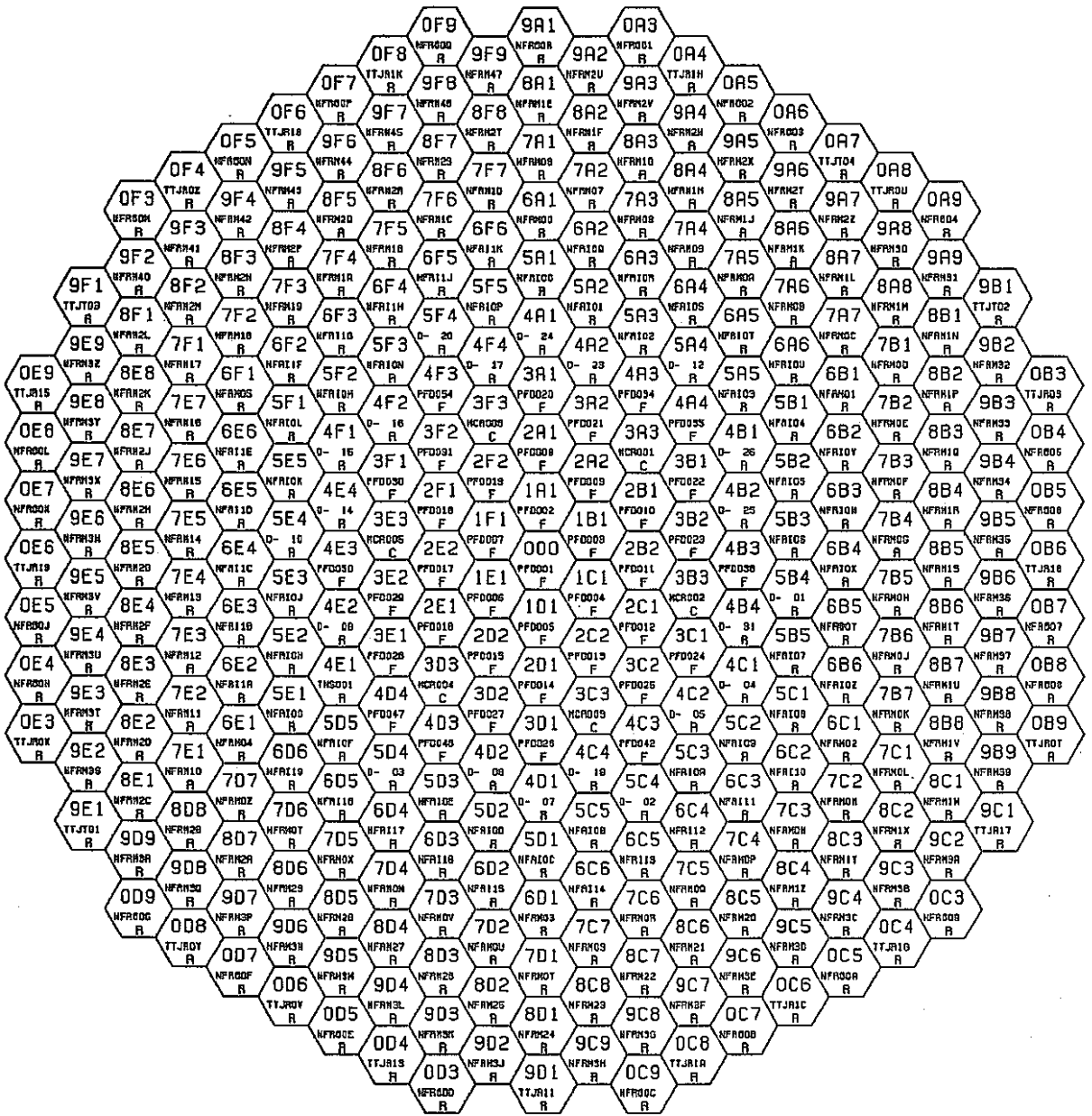


REFUELING (ACT.12) STEP.5-5

DATE : 1982/10/21

第 5.12 - 1(5) 図 燃料交換作業(5)最終ラック状態

Fig. 5.12 - 1(5) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (ACT.12) STEP.5-5

DATE : 1982/10/21

第 5.12 - 1(5) 燃料交換作業(5)最終炉心状態

Fig. 5.12 - 1(5) JOYO CORE CONFIGURATION

5.13 ACT-13 格納容器全体漏洩率試験 (PCV L/T A種)

1. 目的及び作業概要

格納容器全体漏洩率試験 (以下PCV L/T A種と略す。)は、第3回定期検査項目の一つとして実施されるものであり、PCV L/T A種の実施に際しては、「電気技術基準調査委員会発行、J EAC 4203-1974、原子炉格納容器の漏えい試験」に準拠して行う。ただし本規格は軽水炉を対象とした規程であるため、高速実験炉への適用にあたっては、測定中のプラント状態維持方法、それに伴う漏洩率算定法を一部変更している。

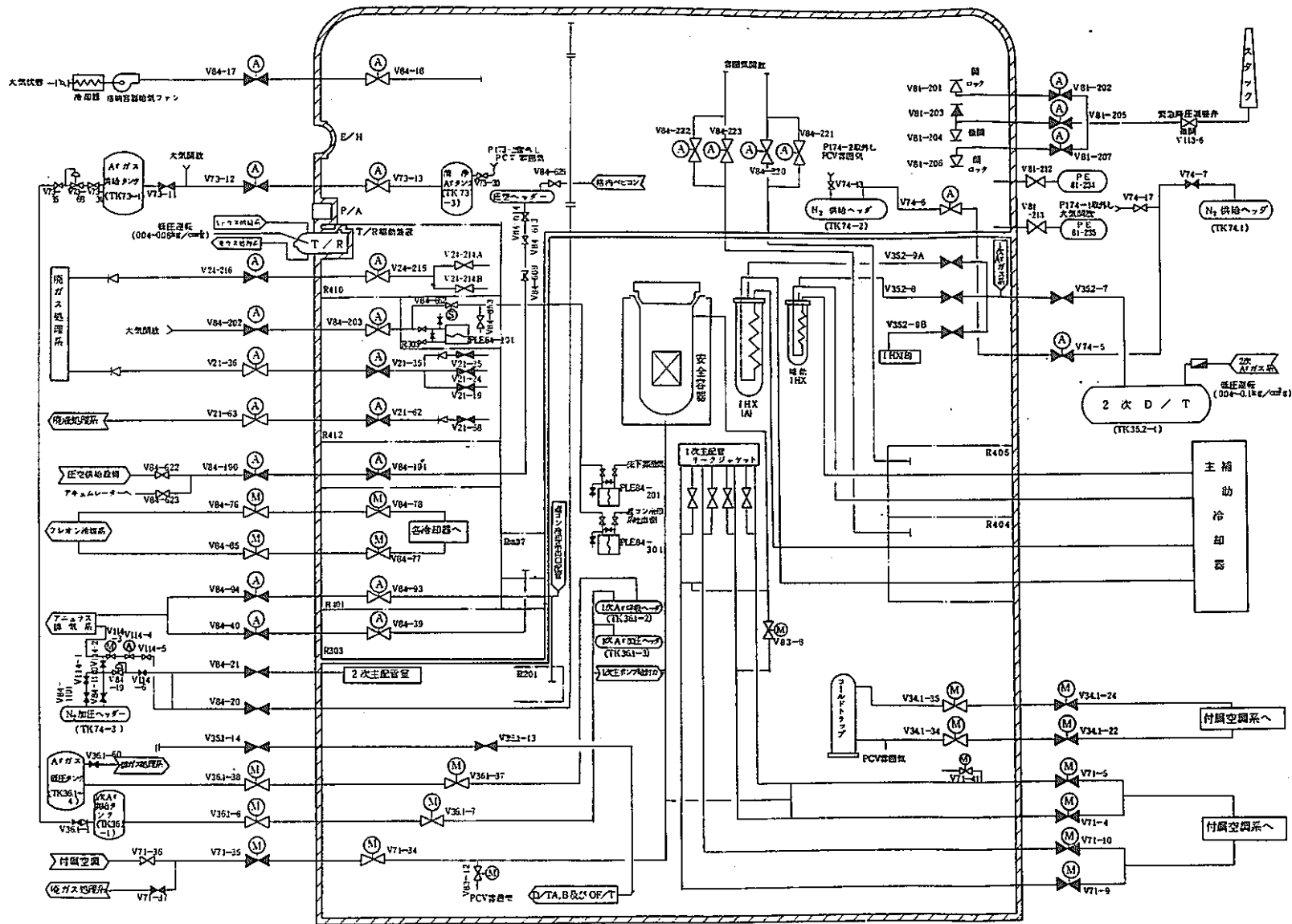
PCV L/T A種は、原子炉格納容器の貫通部、隔離弁等の格納容器バウンダリを第5.13-1図に示す構成にした後、格納容器内をN₂ガスにより0.69 kg/cm²Gまで加圧し、その圧力降下より漏洩率を算出するものである。

漏洩率の算出は、絶対圧力法と基準容器法の2種類の方法で実施し比較した。

絶対圧力法は、加圧した格納容器内の圧力降下を、精密圧力計を用いて直接測定するものである。

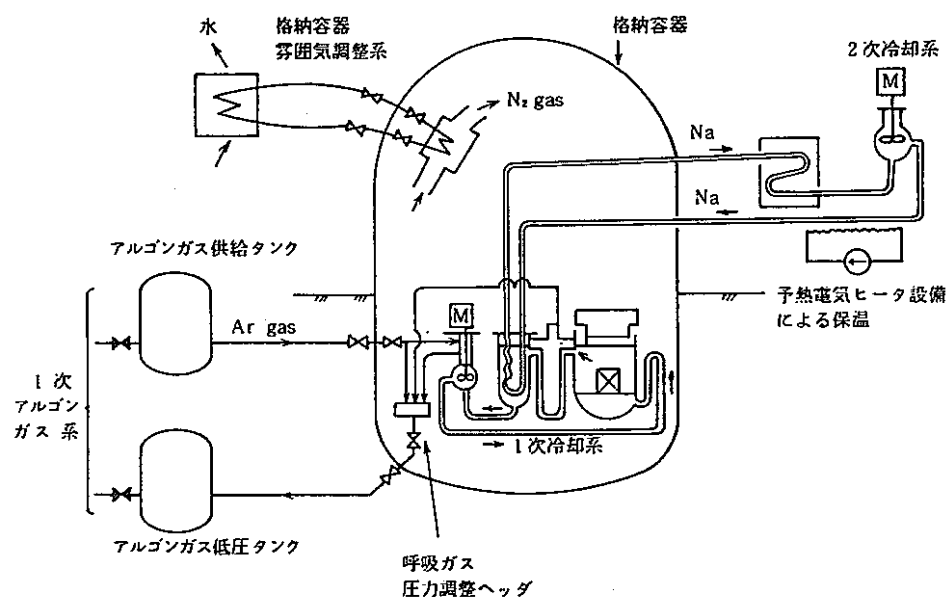
基準容器法は、予め格納容器内に設置した8個の気密容器の内圧と格納容器内圧との差圧の降下を測定するものである。

また、実施する上でのプラント状態は、冷却材にナトリウムを使用しているために種々の制約がありプラントを全停止することが困難であることからPCV L/T A種中においても、第5.13-2図に示す系統はバウンダリーを通して運転されている様な、高速炉特有のPCV L/T A種プラント状態が用いられた。



第5.13 - 1 図 A 種試験時の格納容器バウンダリ構成図

Fig 5.13 - 1 A Class Leak Rate Test bounds of Pressure Containment Vessel



第 5.13-2 図 漏洩率測定中のプラント状態 (運転したもの)
 Fig 5.13-2 Plant Status During Leak Rate Measurement.

2. 作業実績

1) 実施工程

PCV L/T (A種) 作業に先立ち、10月16日に1次系ダンプタンクの予熱ヒータ停止操作が行われた。これはダンプタンク温度を十分に下げた後にPCV L/T A種の計測を行うための先行作業で実質的な作業は、10月23日から実施した。

格納容器加圧準備の作業は10月23日から11月1日までの10日間で実施し、昇圧から測定、降圧は11月2日から11月6日までの5日間で実施した。

実質的な後方付は11月7日から11月14日までの8日間であった。

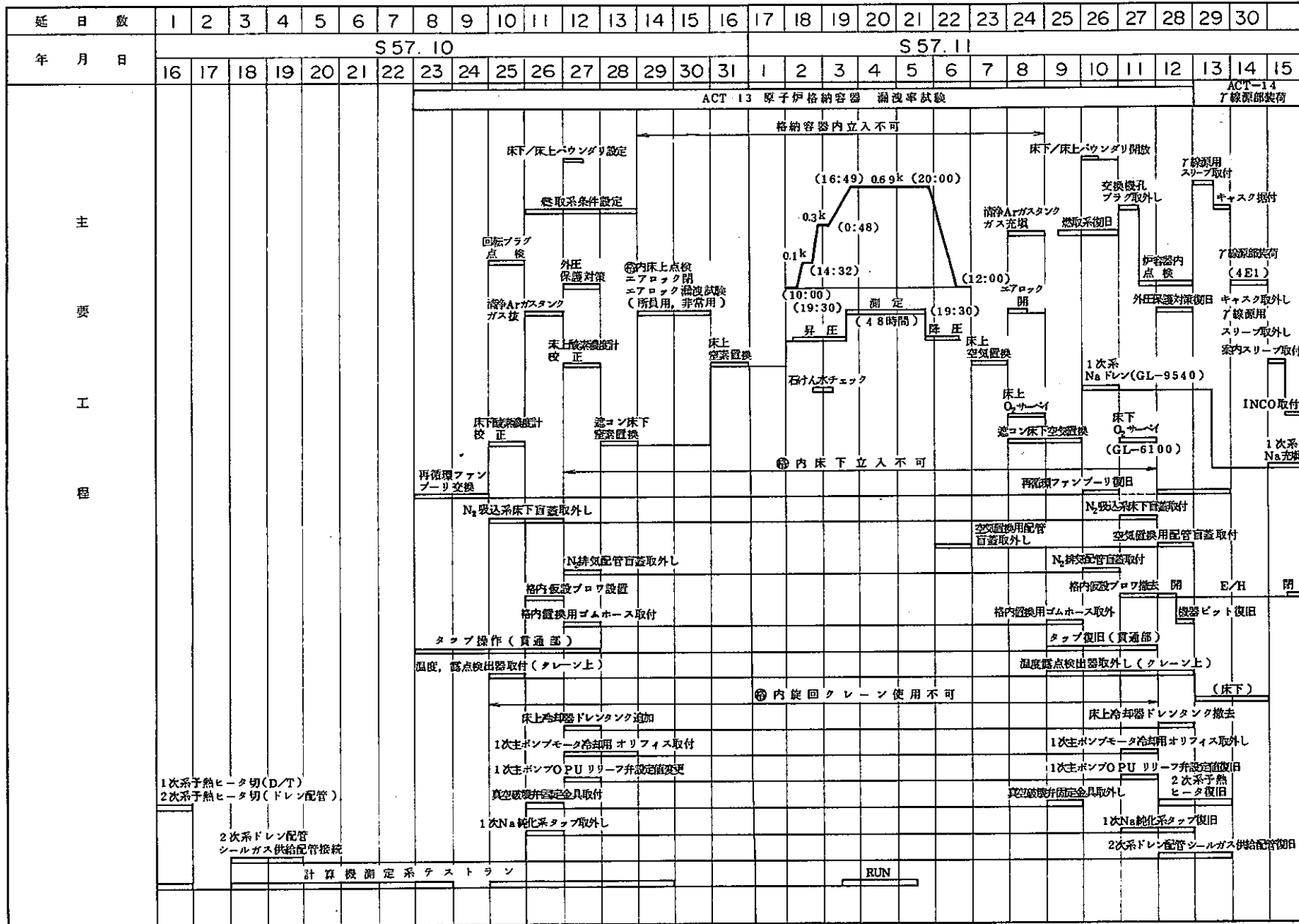
従って、全作業日数は30日を要し、この間実質的な作業日数は、23日間であった。

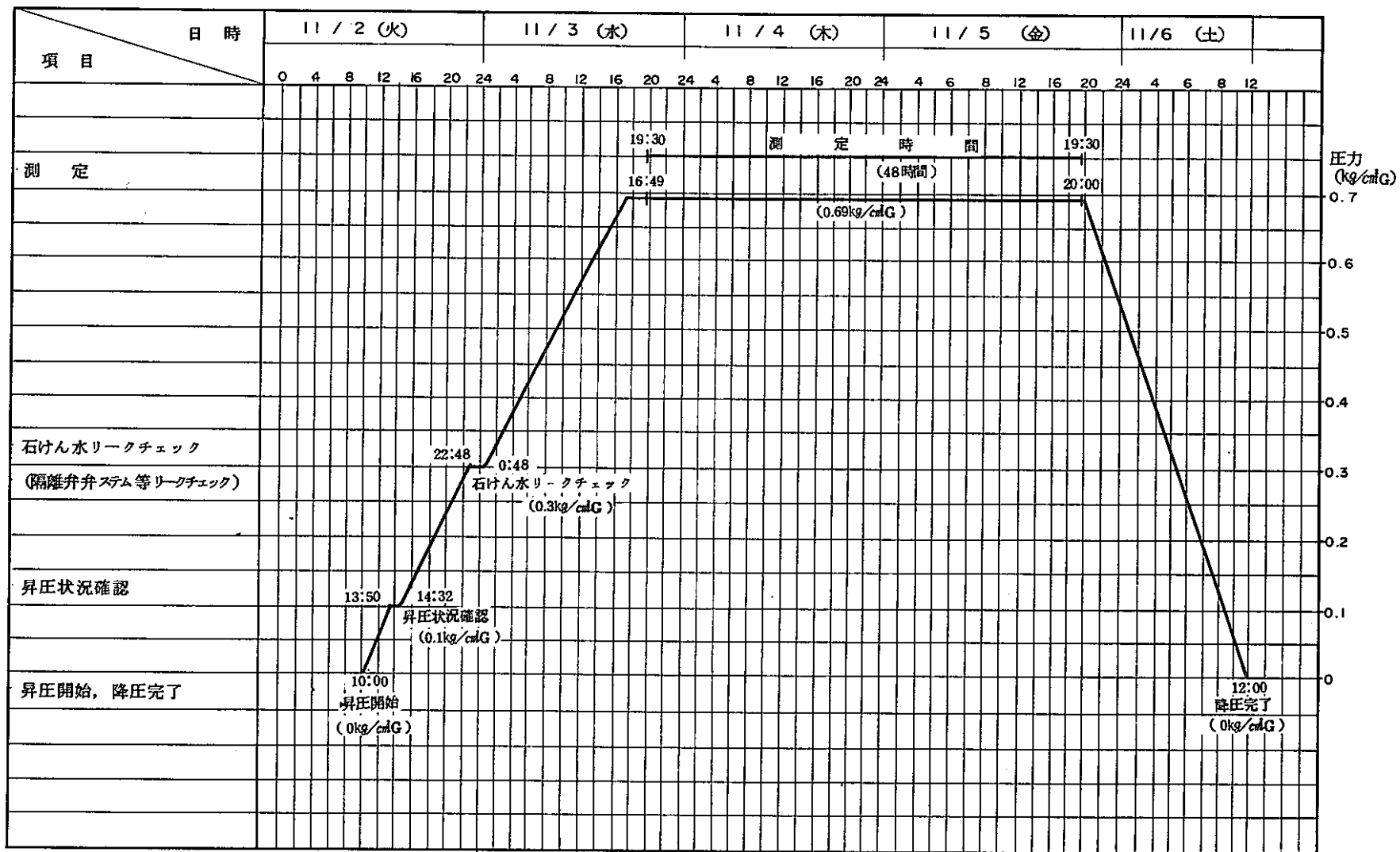
PCV L/T A種の実績工程表を第5.13-1表に示す。

2) 試験経過

試験経過を第5.13-3図に示す。11月2日10時に格納容器の昇圧を開始し、0.1 kg/cm² Gに到達した13時50分から14時32分にかけてプラント状態のチェックを行った。0.3 kg/cm² Gに到達した22時48分から11月3日0時48分の間にタップ、エアロックの漏洩検査を行い、異常のないことを確認した後、再び昇圧を開始した。11月3日16時49分に試験圧力に到達し、その後格納容器内の状態の安定を待って、11月3日19時30分～11月5日19時30分の48時間にわたる漏洩率測定に入った。この間、プラント状態は極めて順調に運転され、また、漏洩率測定も問題なく行われた。

第 5.13 - 1 表 原子炉格納容器漏洩率試験および関連工程表
 Table 5.13 - 1 Schedule of The Pressure Containment Vessel Leak Rate Test





第 5.13 - 3 図 格納容器全体漏洩率試験試験経過

Fig 5.13 - 3 Progress of The Pressure Containment Vessel Leak Rate Test

3. プラント状態

1) 試験時の主要プラント状態

A種試験時における各系統の運転状態を以下に示す。(第5.13-4図参照のこと)

(1) 原子炉制御系

- a) 原子炉は停止中
- b) 制御棒駆動機構は下端位置
- c) 核計装設備は計測中、但し検出器冷却ラインは停止中

(2) 1次冷却系

- a) 主循環ポンプは、100%流量で運転中
- b) オーバフロー系は定格運転中(炉容器NaレベルGL-6100)
- c) 1次純化系は停止で、C/T冷却系は、隔離弁で仕切り、格納容器側は格納容器内雰囲気、外側は大気に開放。電磁ポンプは予熱保持状態。
- d) 1次Arガス系は運転中、但し、供給タンクおよび低圧タンクは締切運転。
- e) 1次系々統Na温度は200℃(2次系および主循環ポンプからの入熱)但し、D/Tの電気ヒータは切状態。

(3) 2次冷却系

- a) 主循環ポンプは50%流量で運転中
- b) 2次純化系は定格運転中
- c) 2次Arガス系は低圧運転中(0.04~0.1 kg/cm²)
- d) 系純温度は200℃(予熱ヒータ設定 200 ± 10℃)

(4) 格納容器雰囲気調整系

- a) 床下雰囲気N₂再循環ファンは4台運転中(ダンパ絞込状態)
- b) 機器冷却ファンは運転中(ダンパ絞込状態)
- c) ベDESTALブースタブロワは運転中(ダンパ絞込状態)
- d) 遮コンブロワは停止中、遮蔽コンクリートはN-2モードで冷却中
- e) フレオン冷凍機は運転中
- f) 格納容器床上給排気ファンは停止中
- g) アニュラス部排気ファンは運転中
- h) 回転プラグブースターブロワは停止中
- i) 床上雰囲気冷却装置は2台運転中

(5) 燃料取扱設備

- a) 回転プラグは基準位置で、フリーズシールメタルは凝固状態
- b) トランスファロータは低圧運転中(0.04~0.08 kg/cm²)
- c) 燃料出入機および燃料交換機は停止中(Arガス封入状態0.69 kg/cm²)

d) 燃料つかみ部洗浄設備は、洗浄槽内を加圧し締切状態 (0.69 kg/cm^2)

(6) 諸設備

a) 圧縮空気供給設備は運転中、但し、格内への供給は停止し、格内の圧空は格内ベビコンにて供給する。

b) 床上酸素濃度計は運転中

c) N_2 ガス供給系は運転中、但し、格内への供給は停止し、格内の N_2 ガスヘッダは、雰囲気開放する。

d) Ar ガス供給系は運転中、但し格内への供給は停止し、格内の清浄 Ar ガスタンクは、雰囲気開放する。

e) 補機冷却系は運転中

f) 廃棄物処理系は運転中

g) FFD (CG法) は停止中 (予熱ヒータ OFF)

(7) 仮設備

試験のために以下の仮設備が必要である。

a) 床下雰囲気 N_2 再循環ブロワ仮設プーリー

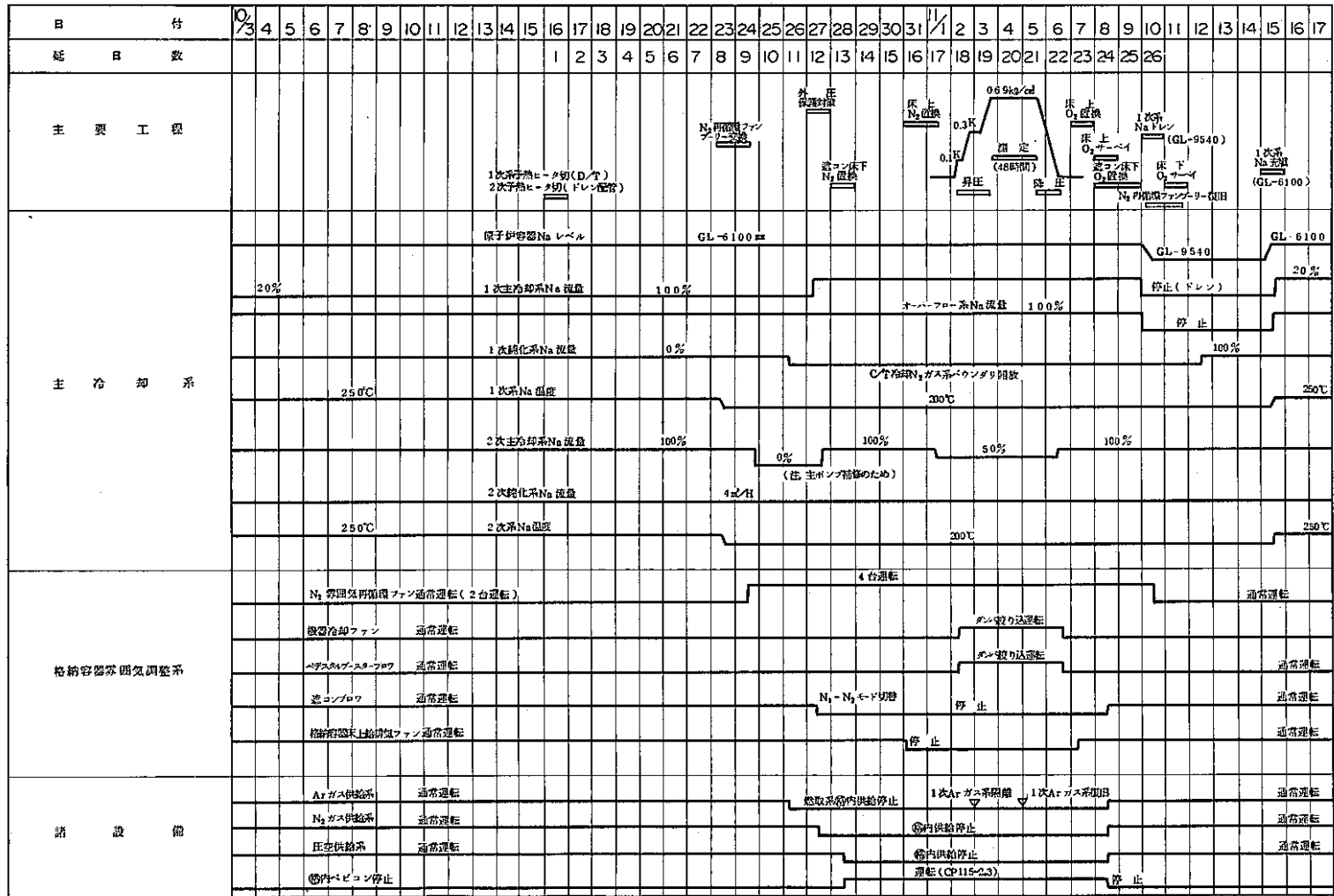
b) 1次主循環ポンプ冷却ダクト仮設オリフィス

c) 格内床上置換 (Air ↔ N_2) 用仮設ダクト

d) 緊急降圧用配管

e) 機器搬入ピット換気ブロワ (床上置換時に使用)

f) 炉心部ピット換気ブロワ (炉上部ピット蓋取外し時は不要)



第 5.13 - 4 図 PCV L/T 主要プラント状態表

Fig 5.13 - 4 Main Plant Status for P. C. V Leak Rate Test

2) バウンダリ構成の原則

格納容器バウンダリ構成用隔離弁がシリーズに2個設けられている場合（常時開として使用する隔離弁）は、格納容器に近い側（内側）の隔離弁を「開」とし、格納容器に遠い側（外側）の隔離弁のみを「閉」とする（第5.13-1図参照）。閉鎖した隔離弁の内側は格納容器雰囲気と導通し、外側は大気圧に開放する。但し、試験時の原子炉健全性保持上、この原則に従えない隔離弁もある。それに該当するものについては、局部漏洩試験結果から全体漏洩率を補正する。以下にこれに該当する設備を記す。

(1) フレオン冷媒系

格内の雰囲気条件を確保するために運転する必要がある。

尚、本系統はアイソレーション信号によっても隔離されない。

(2) 圧縮空気供給系

圧空供給系の隔離弁は、他系統への圧空供給に支障があるため、格納容器内側、外側共に閉として大気への背圧開放も行わない。尚、本措置によって格内ベビコン故障時のバックアップ状態が保持される。

(3) 1次Arガス系

1次冷却系の運転上必要である。従って隔離弁は供給側、排気側共に開状態であるが、1次Ar供給側元弁および低圧タンクの排出側元弁を「閉」として閉ループ運転とする。供給タンクのArガス供給量と、低圧タンクへの回収量の差から本系統の漏洩量を求め、全体漏洩率を補正する。

(4) 燃料つかみ部洗浄設備廃液、排気系

本設備の廃ガスおよび廃液は、放射性物質を含むため、系統を格納容器雰囲気に開放すると雰囲気が汚染される。従って弁状態は、内側「閉」、外側「開」とする。

3) 試験結果

(1) 各測定時刻における測定値

絶対圧力法、基準容器法それぞれの%漏洩量及び格納容器内の平均温度の各測定時刻における測定値を見ると、絶対圧力法の%漏洩量は基準容器法のそれに比し、やや圧力計の読取り誤差に起因したデータのバラツキがみられる。測定期間中の格納容器内平均温度の変化幅は約±1℃程度と外気の影響を多少受けているが、比較的良好な試験条件であったものと考えられる。

(2) 全体漏洩率（補正後）及び判定基準

全体漏洩率としては前項で得られた平均漏洩率と95%信頼限界の上限の和に、試験中運転した1次アルゴンガス系、格納容器雰囲気調整系等の格納容器に対する漏洩を補正した値を採る。

第5.13-2表に全体漏洩率のまとめを示す。

第 5.13 - 2 表 第 3 回ナトリウム注入後格納容器漏洩率試験全体漏洩率

Table 5.13 - 2 The Third P. C. V Leak Rate Test Result

	平均漏洩率と誤差	全体漏洩率 (合計値)	判定基準 (0.675 kg/cm ² G, 常温)
絶対圧力法	0.018 ± 0.154 (%/day)	0.172 (%/day)	1.90 %/day
基準容器法	0.050 ± 0.158 (%/day)	0.208 (%/day)	

試験条件 (0.675 kg/cm²G, 常温) における判定基準は 1.90 %/day であり, 計算された全体漏洩率は絶対圧力法, 基準容器法いずれの場合にも判定基準以下であり, 格納容器の気密保持機能は確保されているものと考えられる。詳細については, 高速実験炉「常陽」第 3 回定期検査報告書に記載される計画である。

5.14 ACT-14 γ 線源部装荷作業

1. 目的及び作業概要

本作業は, 原子炉起動用の中性子を炉心に供給することによって, 黒鉛遮蔽体中に設置されている起動系中性子検出器に規定値以上の計数値を与えることにより, 原子炉の運転の安全を確保するために中性子源 (γ 線源部) を装荷する。

作業は, 原研 JMTR RAN59 で照射した γ 線源部をホットラボで γ 線源取扱機に収納し, トレーラで「常陽」へ輸送し, 燃料交換 (5) で装荷した γ 線源受入集合体 (炉心アドレス: 4 E 1) に装荷する。

第 5.14 - 1 図に γ 線源部装荷作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は, γ 線源キャスクの準備作業, 原研ホットラボでの収納作業 (常陽までの輸送を含む), γ 線源部装荷作業及び γ 線源キャスク整備作業を含め, 昭和 57 年 11 月 4 日より 57 年 11 月 17 日までの 11 日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

- | | |
|--------------------------|------|
| 1) γ 線源キャスク準備作業 | 5 日間 |
| 2) 原研ホットラボでの収納作業 (輸送も含む) | 2 日間 |
| 3) γ 線源部装荷作業 | 3 日間 |
| 4) γ 線源キャスク整備作業 | 1 日間 |

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- | | |
|---------------|---------------|
| (1) プラント運転モード | 「炉体メンテナンスモード」 |
| (2) 炉内 Na レベル | GL - 9540 |
| (3) 1 次冷却系温度 | 約 200 °C |

2) 作業上の留意点

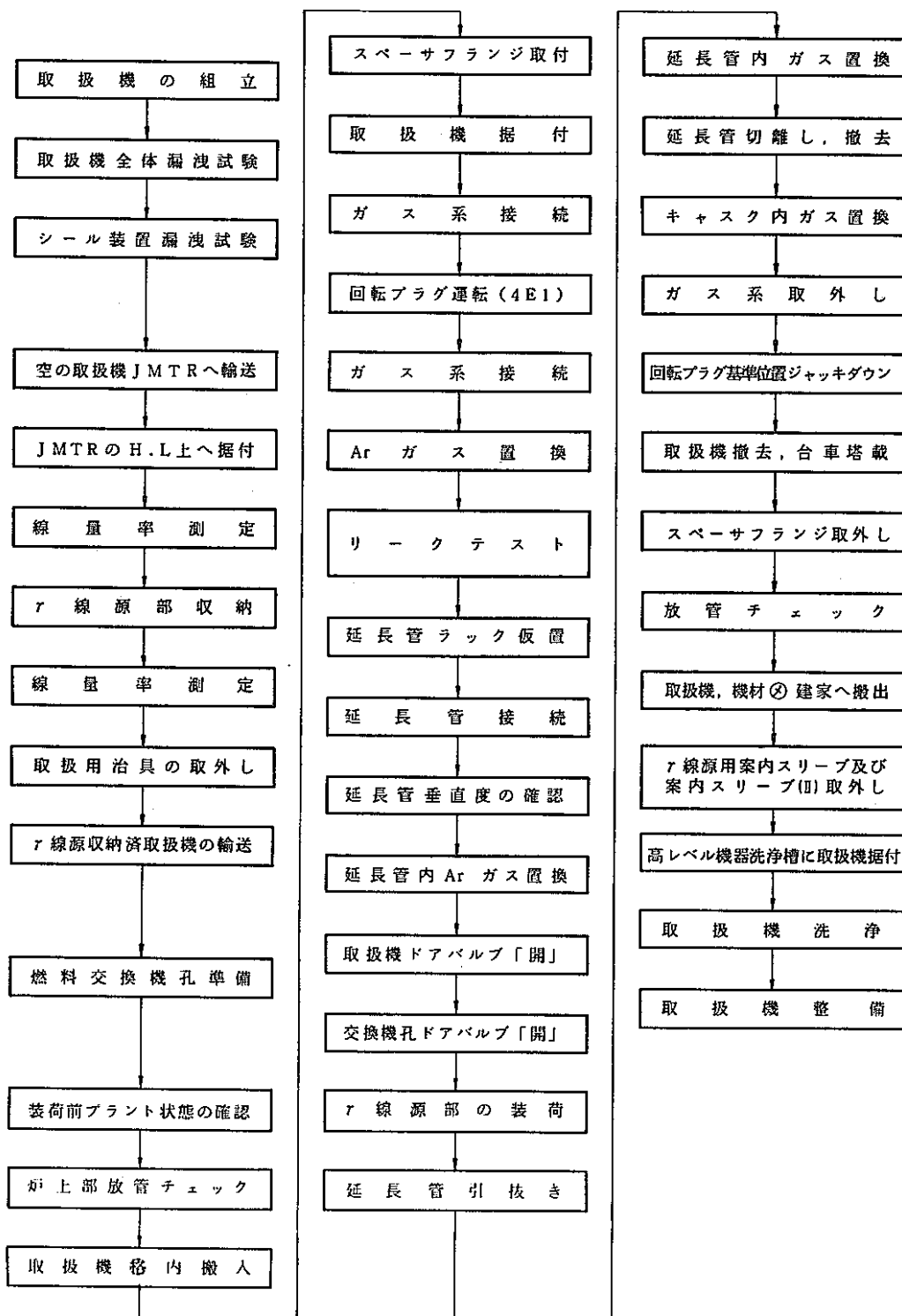
- (1) 燃料交換機孔内に γ 線源用案内スリーブと案内スリーブ(II)が装荷されていること。
- (2) γ 線源部受入集合体が4E1に装荷されていること。
- (3) 作業上の分担は、第5.14-1表に示す通りである。

また、本作業期間中の人工実績は延べ110人日であった。

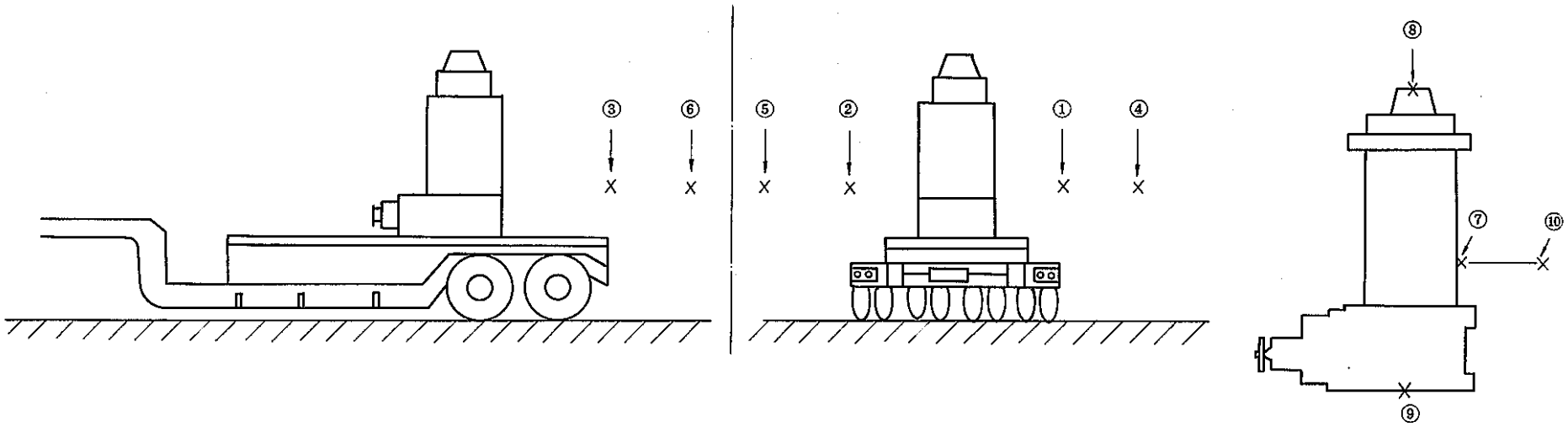
作業期間中の被曝状況は、11名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッチ、T.L.D及びP.Dで実施したが、期間中全員がX mRem（検出感度以下）で計画被曝線量（20 mRem）以下であった。

尚、4E1に装荷した γ 線源部（ ^{124}Sb ）は1600 Ciであり、輸送時の γ 線源キャスク表面ではmax 0.5 mRem/h、表面より1 m離れた所でmax 0.07 mRe/hであった。また、 γ 線源部装荷時の線量率は γ 線源キャスクドアバルブ下部でmax 60 mRem/hであった。

第5.14-2表に実績工程表、第5.14-3表に γ 線源部装荷作業記録、第5.14-2図及び第5.14-3図に放射線量率測定データ、第5.14-4図に γ 線源部装荷時の寸法関係図を示す。



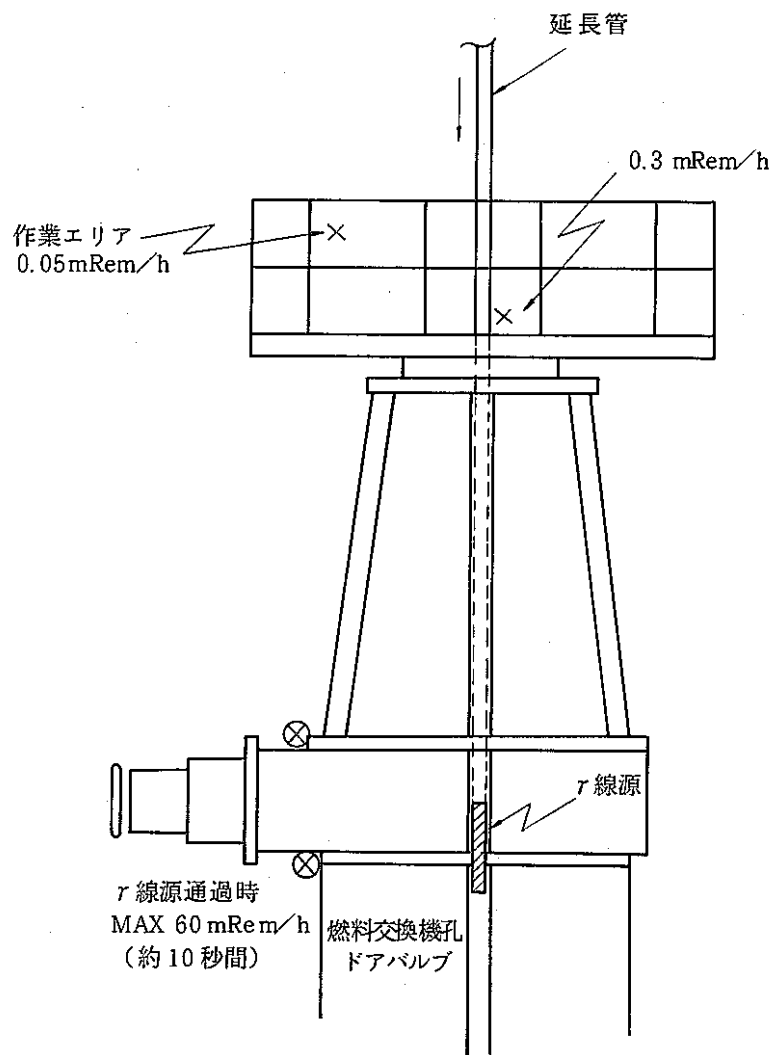
第 5.14-1 図 γ線源部装荷作業フローシート
 Fig 5.14-1 Working Flowsheet for The γ-Source Loading



測定位置	線量率	備考
車 輛 表 面 <ul style="list-style-type: none"> ① ② ③ 	0.05 mRem/h 0.05 " < 0.03 "	
車 輛 側 面 より 1 m <ul style="list-style-type: none"> ④ ⑤ ⑥ 	< 0.03 " < 0.03 " < 0.03 "	
取 扱 機 (キヤスク) <ul style="list-style-type: none"> ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ 	0.5 " < 0.03 " 0.1 " 0.07 "	(キヤスク表面より 1 m)

第 5.14 - 2 図 γ 線源収納取扱機輸送時の線量率測定記録

Fig 5.14 - 2 The Surface Dose Rate of the γ -Source Containment and Handling Cask During Transfer



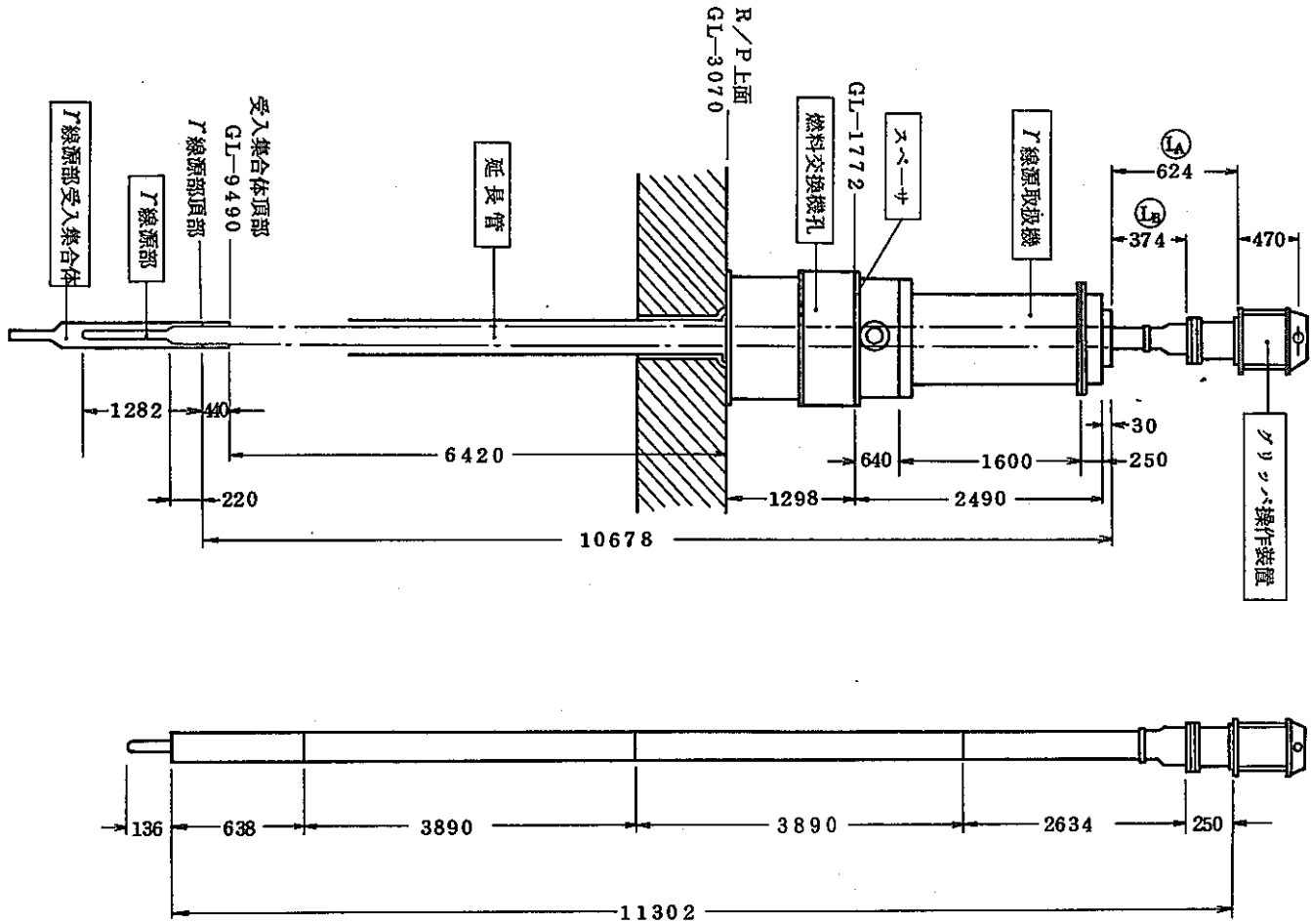
<測定方法>

検出部 (GM管) をD/V (ドアバルブ) 上, 下表面にテープで固定し延長コードで測定部をオペフロ上に置き線量率上昇を目視で記録する。

	時 間	ドアバルブ上部表面	ドアバルブ下部表面
11/14	13 : 00'	0.08 mRem/h	< 0.03 mRem/h
	13 : 20'	0.1	< 0.03
	13 : 20' 30"	0.4	60
	13 : 21'	< 0.03	1.0
	13 : 22'	< 0.03	< 0.03
	13 : 23'	< 0.03	< 0.03

第 5.14 - 3 図 γ線源炉内装荷時のドアバルブ付近線量率測定記録

Fig 5.14 - 3 The Dose Rate Around The Door Valve at The γ-Source Loading



第 5.14 - 4 図 ACT - 14 γ 線源部装荷作業寸法図

Fig 5.14 - 4 Status of the γ -Source Loading

第 5.11 - 1 表 γ 線源部装荷作業分担表
 Table 5.11 - 1 The Allotment for The γ -Source Loading Activity

No.	作 業 項 目	担 当 課	備 考
1	取 扱 機 準 備	原 2 課	
2	γ 線源 (取扱機) JMTR ~ JOYO間の輸送	"	
3	JMTR (γ 線源部収納) 内作業	原 2 課, 技術課	
4	JMTR 内での線量率測定	放 管	
5	燃料交換機孔の準備 (含開閉操作)	M K - II プロジェクト	
6	γ 線源用案内スリーブ及び案内スリーブ(II)の装荷・引抜	"	
7	γ 線源装荷に伴うプラント状態作り	原 1 課	
8	回転プラグの運転	M K - II プロジェクト	
9	⊗内装荷作業時の放射線量率測定	放 管	
10	γ 線源部 ⊗内装荷作業	原 2 課	
11	取扱機洗浄及び整備作業	"	
12	⊗建家内作業時の放射線量率測定	放 管	
13	出入案内筒取外, 取付	M K - II プロジェクト	
14	γ 線源用案内スリーブの R 34 装荷及び取出し	原 2 課	
15	取扱機搬入時の放射線量率測定	放 管	

第 5.14 - 2(1)表 高速実験炉「常陽」ACT-14 γ 線源部装荷作業実績詳細工程表

Table 5.14 - 2(1) γ -Source Loading Accomplishment

時間 月 日	時間																			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							
11月4日(木)			機材の建家搬入												洗浄槽にスプレーガンを搬付(洗浄用)					
11月5日(金)		高レベル機器洗浄槽へキャスク搬付			シールド装置、クランプ組込			JMTR内取扱リハーサル				キャスク及びシールド装置漏洩試験								
11月8日(月)		員数チェック			機材整備															
11月9日(火)		洗浄槽よりキャスク搬去、仮置き				操作平台等トラック搭載														
11月10日(水)		キャスク吊り具の専用架台製作						架台の建家搬入												
11月11日(木)		キャスクJMTR運搬、搬入				キャスクJMTR内ホットラジ上搬付														
11月12日(金)		吊込準備		曲がり測定		γ 線源部キャスク収納		キャスク取外し、トレー搭載、固定				機材搬出、後仕末				キャスクメンテナンス台車搭載		キャスク「JOYO」搬入		

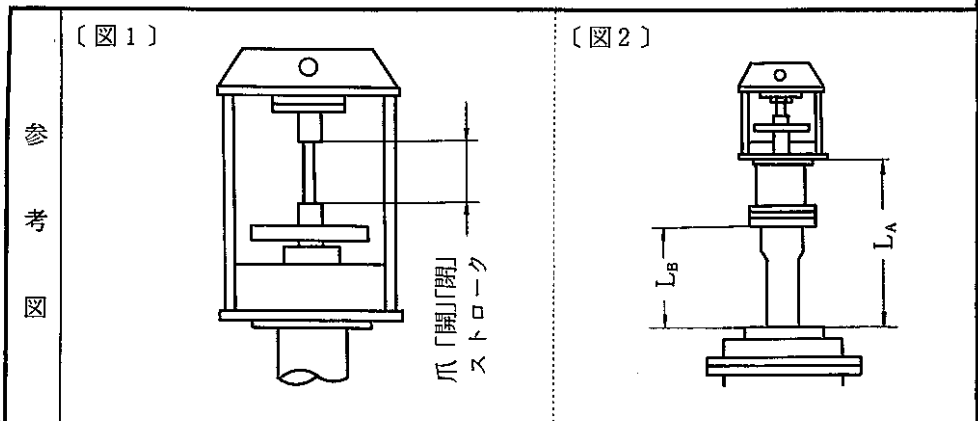
第 5.14 - 2(2)表 高速実験炉「常陽」ACT-14 γ 線源部装荷作業実績詳細工程表

Table 5.14 - 2(2) γ -Source Loading Accomplishment

月 日	時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11月13日(土)			ジャッキアップ (R16) γ 線源用案内スリーブ装荷 (R34)→(R16)		案内スリーブII (R34)→(R16) 機材搬入	ジャッキダウン	出入案内筒取外 スペーシアフランジ取付	架台取付発生 ジャッキアップ キャスク搬付	Arガス置換 リークテスト ガス接続					
11月14日(日)			延長管ラック仮置 延長管接続 レベル出し		延長管ガス置換		γ 線源装荷 (4E1) 閉 (キャスクドアアップ) 閉 開 (交換機孔ドアアップ) 閉		延長ガス置換 延長管切断し撤去	キャスクガス置換 ガス取外し				
11月15日(月)		ジャッキダウン	架台取外 キャスク撤去 台車搭載	出入案内筒取付 ジャッキアップ	案内スリーブII (R16)→(R34) 機材搬出	γ 線源用スリーブ (R16)→(R34)	案内スリーブI (R35)→(R16)	γ 線源用スリーブ (R34)→(R35)	1次系流填可能 E/H閉	案内スリーブII (R34)→(R16)	出入案内筒取外し INCO取外	軸封部パージ 軸封部予熱	交換時上界	クランプ予熱
11月17日(水)			γ 線源用クランプ洗浄						機材整備					

第5.14-3表 r 線源部装荷作業記録
Table 5.14-3 r -Source Loading Result

No.	項 目	r 線源装荷時	備 考
1	日 時	S 57. 11. 14	
2	ア ド レ ス	4 E 1	
3	大回転プラグ角度 (°)	169.03	
4	小回転プラグ角度 (°)	141.95	
5	グリップ挿入荷重 (kg) [高速]	140	
6	“ (kg) [低速]	140	
7	全挿入寸法 (mm) [L_A]	622	図2参照
8	“ (mm) [L_B]	360	同上
9	着地荷重 [kg]	0	
10	グリップ爪「閉」ストローク (mm)	110	図1参照
11	グリップ爪「開」ストローク (mm)	157	同上
12	グリップ爪「開-閉」回転数 (回)	12	
13	グリップ引抜荷重 (kg) [高速]	175	
14	“ (kg) [低速]	160	r 線源部つかみ時の引抜荷重: 150 kg
15	炉内 Na 温度 (°C)	203	
16	キャスクドアバルブ通過時の放射線量率 (mRem/h)	60	ドアバルブ下側



5.15 ACT-15 燃料交換作業(6)〔臨界近接試験〕

1. 目的及び作業概要

ダミー燃料とMK-II炉心燃料を置換することにより初臨界を達成せしめ、最小臨界量を測定する。

燃料交換作業(5)で初臨界達成のために追加すべきMK-II用炉心燃料について炉内貯蔵ラックに12体用意したものを、本作業において、39体炉心からダミー燃料とMK-II用炉心燃料を置換し、逆増倍曲線を作成しながら初臨界を達成する。

各ステップ毎の追加すべきMK-II用炉心燃料の本数は、そのステップ時点で逆増倍曲線より予想される臨界量までの追加本数の1/2本を原則として置換する。

なお、最小臨界予想本数は48±2体である。

2. 作業実績

臨界近接試験は昭和57年11月16日MK-II用炉心燃料ラック間移送から始まった。このラック間移送は中性子検出器への貯蔵ラック効果（検出器方向の貯蔵ラック中での炉心燃料の有無により検出器計数率に与える効果）を極力さけるために行ったものである。

はじめに、高感度中性子検出器（仮設）と反対側のR-11～R-27側にMK-II用炉心燃料を移動し、さらに貯蔵ラックからのMK-II用炉心燃料の炉心装荷手順を第5.15-2図に示すごとく実施した。また、貯蔵ラックでの集合体挿入状態を第5.15-1図に示す。

臨界近接試験時での作業実績工程表と燃料装荷手順を第5.15-1表及び第5.15-2図に示す。特に、MK-II用炉心燃料が本試験で初めて炉心に装荷される11月18日から初臨界達成日である11月22日までの詳細実績工程表を第5.15-2表に示す。

第5.15-1表に示すように11月17日には運転前確認作業を行い、その後39体炉心での全制御棒全引抜状態で未臨界であることの確認及び中性子計数率の測定を行った。

11月18日よりMK-II用炉心燃料の装荷が開始され、最初のステップとして4体（4B4, 4C4, 4E4, 4E2）を装荷し、43体炉心での中性子計測を行い、臨界に達していないことを確認し、さらに3体（4F4, 4B2, 4F2）を装荷し46体炉心とした。

11月19日には、46体炉心で中性子計測を行った結果、3体（4C2, 4A2, 4D2）装荷し、49体炉心で再度中性子計測を実施したが、未臨界であったためにさらに1体（4B1）装荷し、50体炉心とした。

50体炉心での中性子計測においては制御棒全引抜状態で、臨界にかなり近い状態であることが確認されたが、制御能力上の余裕を見込みさらに1体（4D1）を装荷し51体炉心を構成した。11月20日に実施した51体炉心での中性子計測により11月22日の初臨界達成が確認され準備はすべて終了した。

MK-II用炉心燃料装荷ステップ毎の制御棒全引抜状態での中性子計数率逆増倍曲線を第5.15-3図に示す。また、中性子検出器配置図を第5.15-2図に示す。

中性子計測に使用した中性子検出器は、未臨界度監視用の仮設検出器（ch:A.B.C:B-10）と本設検出器〔ch.1（ch.3を使用）、ch.2:U₂₃₅F.C〕である。

第5.15-3図に示す中性子計数率逆増倍曲線で、特に外部中性子源（Sb-Be）の影響を直接うけるch2は、他の検出器計数率とはやや異った傾向を示した。第5.15-4図と第5.15-5図は、11月22日の初臨界達成日の記録でありこの内第5.15-4図は51体炉心における全制御棒350mm引抜状態を基準とし、さらに1体づつ全ストローク引抜いた後の中性子計数率逆増倍曲線である。

（ ch A.B.Cは臨界付近では約20万cpsで、すでに放電状態である。ch 1, 2は臨界付近で数1000 cpsであった。従って、臨界付近での臨界点予測及び臨界点確認はF.Cである
ch 1, 2で行う必要があった。）

第5.15-5図は51体炉心での制御棒引抜に伴うch 1, 2の中性子計数率の全変化の測定結果を示したものである。初臨界達成は、制御棒1〔CR1（他は全て全引抜）〕を461.8mmまで引抜くことによって超臨界状態になったことを確認した後、ch 1を453.8mmまで挿入して、検出器ch 1, 2共に約10⁴ cpsを保持したことを確認し57年11月22日午前11時22分に初臨界であることを宣言した。なお、中性子検出器（ch 1, 2）における計数率は、中性子源効果測定で中性子源の効果がほとんどない計数率であることが確認された。第5.15-6図に燃料交換作業(6)〔臨界近接試験〕終了後の最終炉心状態図を示す。

本燃料交換作業における燃料取扱設備運転実績を以下に示す。

1) ステップ6-0

実施期間（11/16）

炉内燃料取扱 12 / 357 体

2) ステップ6-1

実施期間（11/17～11/22）

炉内燃料取扱 25 / 382 体

3) ステップ6-2

実施期間（11/23～11/26）

燃料交換機グリッパ洗浄 1 / 23 回

“ “ 乾燥 1 / 7 回

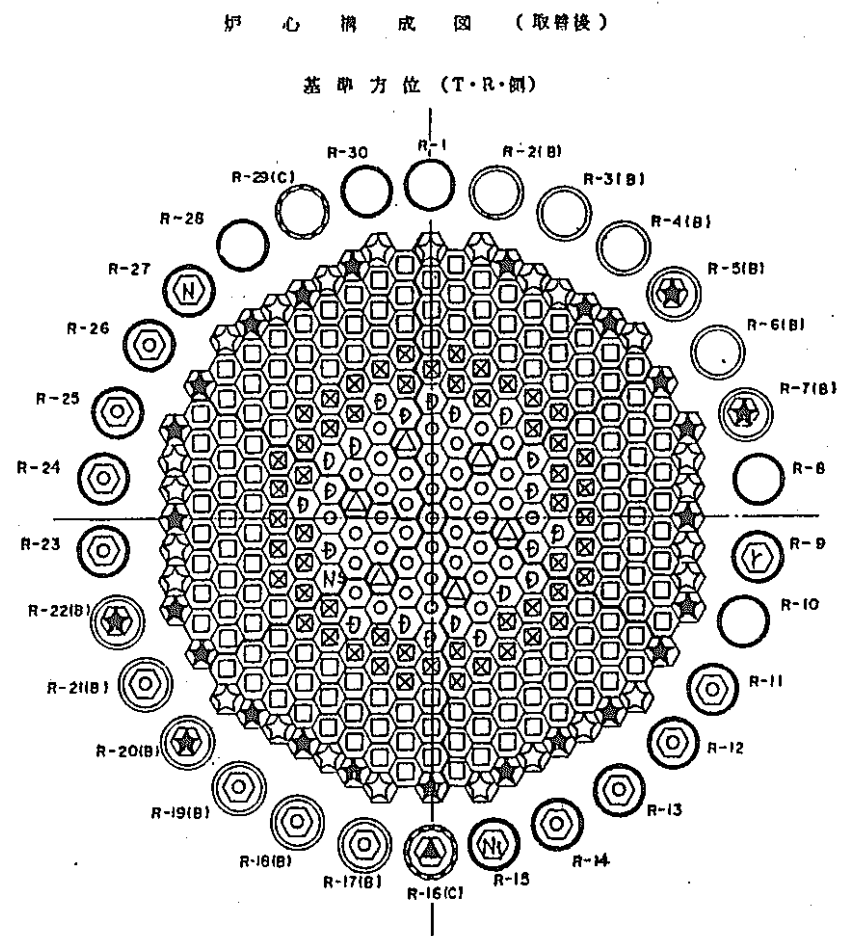
第 5.15 - 1 表 臨界近接試験工程 (実績)
 Table 5.15 - 1 Schedule of The Initial Criticality Approach Test

年月日	S 57 年 11 月														
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
工 程	臨 界 近 接 試 験														
	ACT-14 γ線源部装荷										臨 界 試 験				ACT20 中性子検出器交換
	γ線源部装荷 (4E1)	案内スリーブ交換	ラック間移送 (12体)	INCO取付	CR's全引抜 (39体)	4体装荷 4B4 4C4 4E4 4E2	3体装荷 4F4 4B2 4F2	3体 4C2 4A2 4D2	1体 4B1	1体 4D1	初臨界 11:22 ▼ (51体)	Be集合体装荷 (6F1)	中性子源効果	制御棒仮校正	案内スリーブ取外
						" (43体)	" (46体)	" (49体)	" (50体)			等温係数 (250℃~200℃~220℃)			
	運 転 前 確 認														

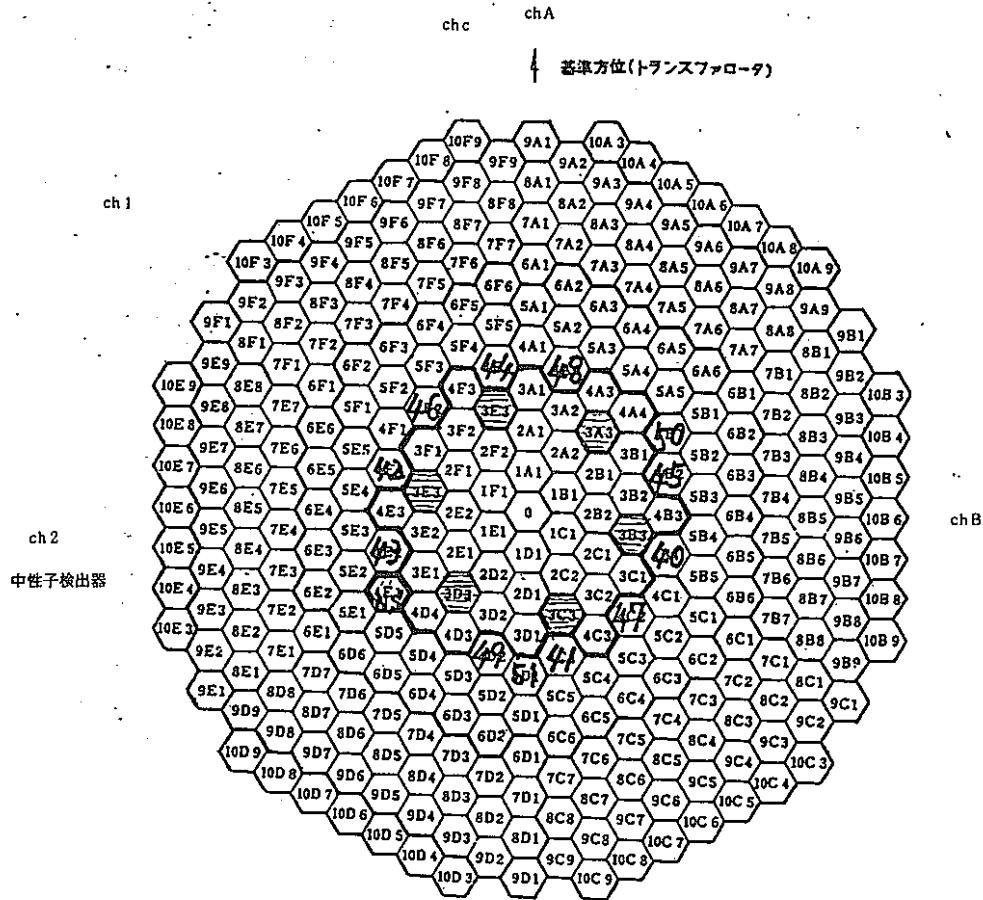
第 5.15 - 2 表 臨界近接試験詳細実績工程
 Table 5.15 - 2 Schedule of The Initial Criticality Approach Test

時刻 月・日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
11 / 18 (木)										燃交準備 (ジャッキアップ)	N/F 40 (4B4) PFD039 測定	N/F 41 (4C4) PFD043 測定	N/F 42 (4E4) PFD051 測定	N/F 43 (4E2) PFD049 測定	後始末 (ジャッキダウン) ケーブルラック総込 起動前確認 CRD 下端 (予熱)	CR引抜測定 (350mm) Full Out	モードSw「燃交」 CR.F In CRD 上端	N/F 44 (4F4) PFD056 測定	N/F 45 (4B2) PFD037 測定	N/F 46 (4F2) PFD053 測定	後始末 (ジャッキアップ) ケーブルラック 総込 起動前 確認				
11 / 19 (金)	CRD 下端			(予熱)					モードSw「起動」	CR引抜測定 (350mm) Full Out 測定	燃交 ジャッキアップ ケーブルラック 切離し (4C2) PFD041 測定	N/F 48 (4A2) PFD033 測定	N/F 49 (4D2) PFD045 測定	モードSw「燃交」 ジャッキダウン ケーブルラック 総込 起動前確認 CRD 下端 (予熱)	モードSw「起動」 CR引抜測定 Full Out	モードSw「燃交」 CR.F In CRD 上端	N/F 50 (4B1) PFD036 測定	モードSw「燃交」 ケーブルラック 切離し ケーブルラック 総込 起動前確認 CRD 下端	CR引抜測定 (350mm) Full Out	CR引抜測定 Full Out	ケーブルラック 切離し (4D1) PFD044 測定	ジャッキアップ N/F 51			
11 / 20 (土)	モードSw「停止」 ジャッキダウン CRD 下端			(予熱)						CR引抜測定 (350mm) 測定	CR#3~6引抜測定 (Full Out)	CR#1引抜測定 (439mm)	CR Full In CRD 下端							(予熱)					
11 / 21 (日)																									
11 / 22 (月)				(予熱)						CR引抜測定 (350mm) 測定	CR#2~6 Full Out	CR#1引抜測定 (453.8mm)	境界 CR Full In CRD 下端	r線源部受入集合体装荷 ジャッキアップ (6F1) ケーブルラック 切離し	ケーブルラック 切離し 格納時上限	ケーブルラック 切離し	ケーブルラック 切離し								

炉心構成要素名		炉心領域	炉内貯蔵ラック		記号
			再配置前 (A, C/B)	再配置後 (A, C/B)	
M K I II	炉心燃料	39	12 / 0	8 / 4	⊙
	制御棒	6	0 / 0	0 / 0	△
	内側反射体	54	0 / 0	0 / 0	⊗
	外側反射体 (A)	144	0 / 0	0 / 0	□
	外側反射体 (B) 〔スリット〕	1桁/無 24	0 / 0	0 / 0	☆
	中性子源	1	0 / 0	0 / 0	NS
	特殊燃料	0	0 / 0	0 / 0	S
	中性子源受入集合体	0	1 / 0	1 / 0	N
M K I I	炉心燃料	0	0 / 0	0 / 0	⊙
	ブランケット燃料	0	0 / 0	0 / 0	⊞
	制御棒	0	1 / 0	1 / 0	△
	反射体 (サーベイランス含む)	23	0 / 4	0 / 4	☆
	中性子源	0	1 / 0	1 / 0	NI
	特殊燃料	0	0 / 0	0 / 0	SI
ダミー燃料		21	0 / 0	0 / 0	⊕
γ線源部受入収納体		0	1 / 0	1 / 0	⊚

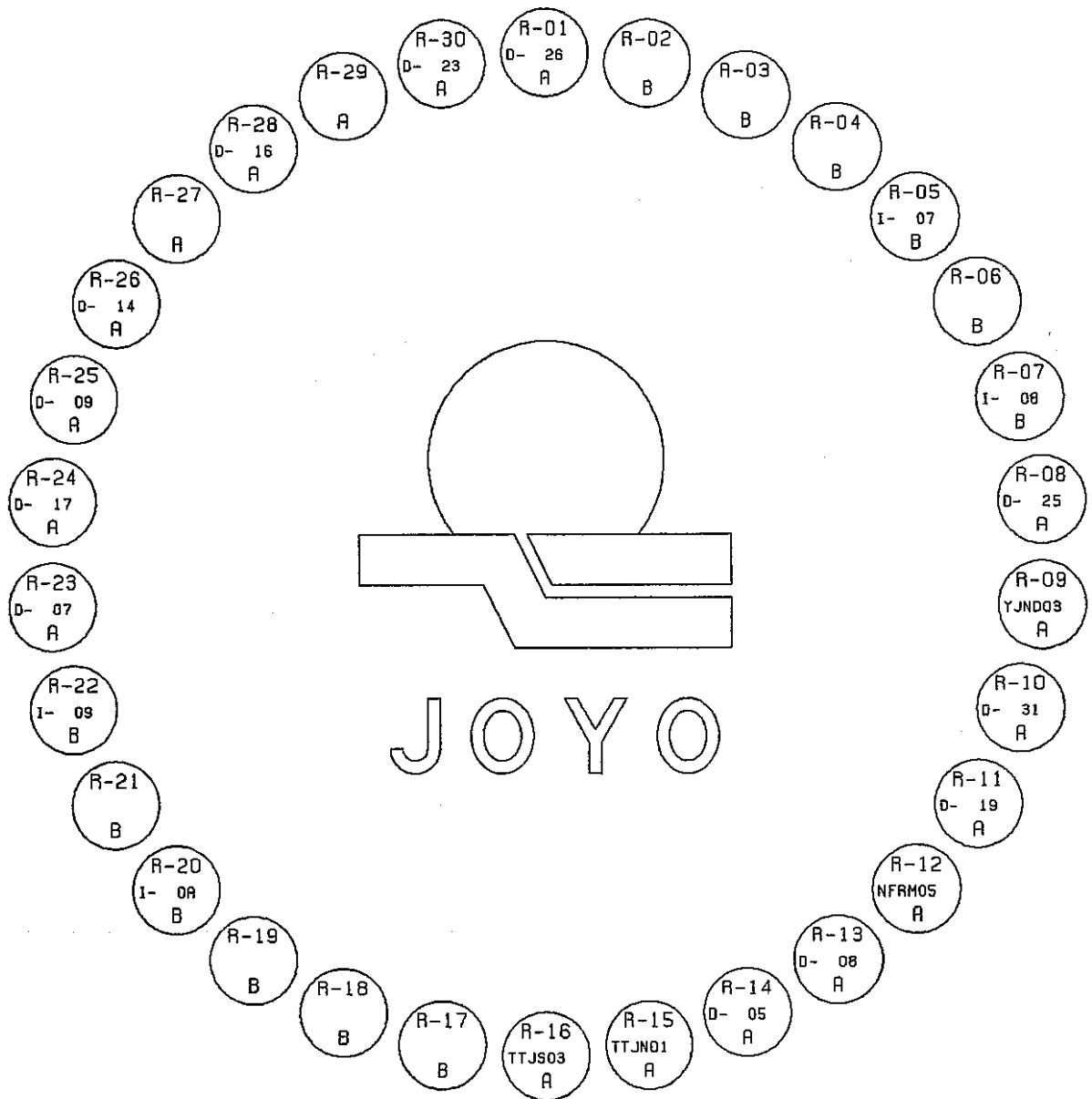


第 5.15 - 1 図 臨界近接試験炉心燃料装荷開始時の炉心及び貯蔵ラック装荷図
 Fig 5.15 - 1 Core and In-vessel Storage Rack Before Initial Criticality Test



臨界近接試験開始時 炉心燃料装荷本数	: 39 体	} 総計 51 体
追加炉心燃料本数	: 12 体	
step - 1	: 4 体	40 (R11→4B4), 41 (R26→4C4), 42 (R25→4E4), 43 (R24→4E2)
step - 2	: 3 体	44 (R23→4F4), 45 (R21→4B2), 46 (R14→4F2),
step - 3	: 3 体	47 (R13→4C2), 48 (R18→4A2), 49 (R17→4D2),
step - 4	: 1 体	50 (R19→4B1),
step - 5	: 1 体	51 (R12→4D1),

第 5.15 - 2 図 燃料交換作業(6)〔臨界近接試験〕での燃料装荷手順と検出器配置図
 Fig 5.15 - 2 The Process of The Driver Fuel Loading and Arrangement of The Neutron Detector

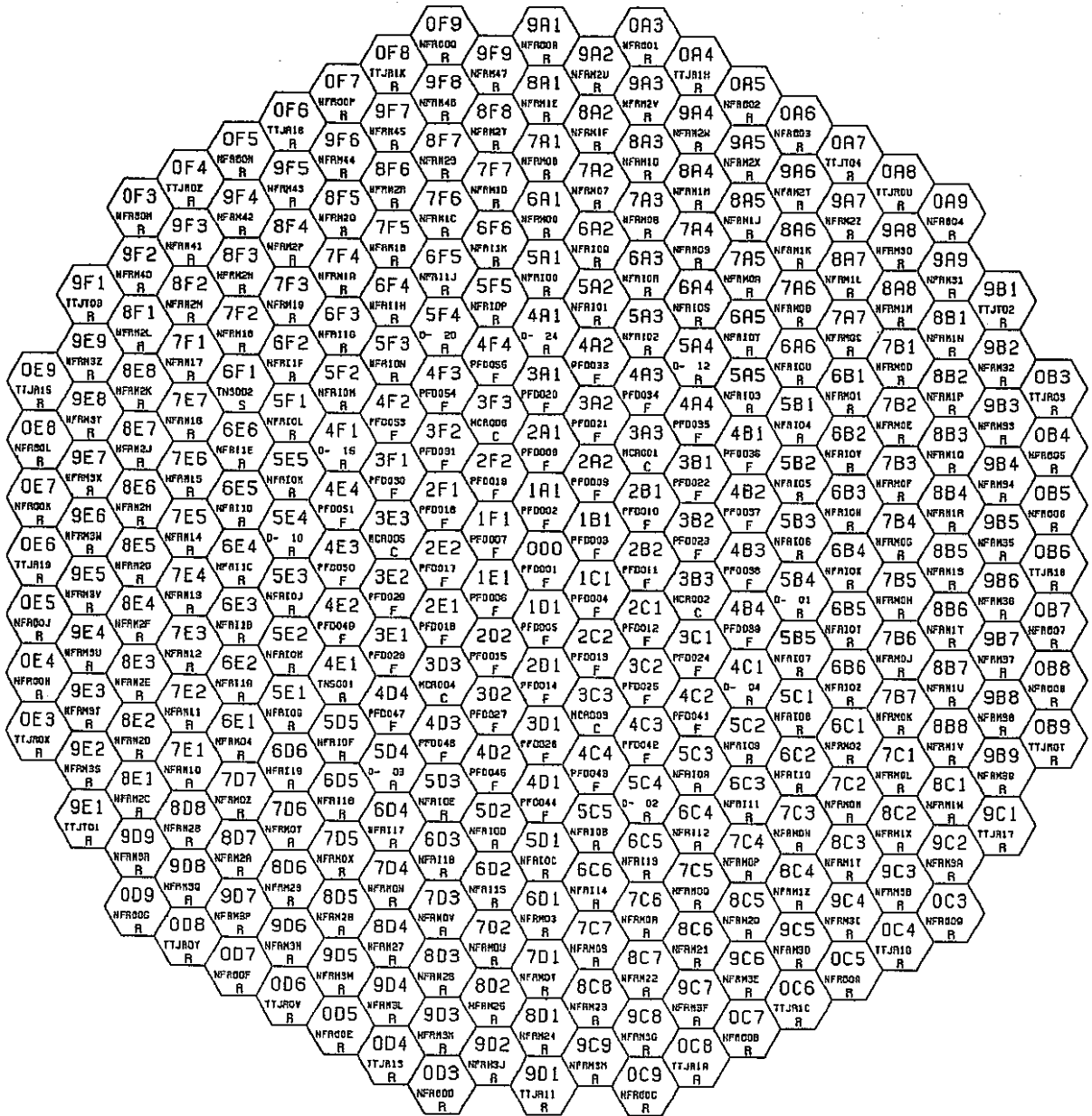


REFUELING

DATE : 1982/11/22

第 5.15 - 6 図 燃料交換作業(6)最終ラック状態

Fig. 5.15 - 6 JOYO RACK CONFIGURATION

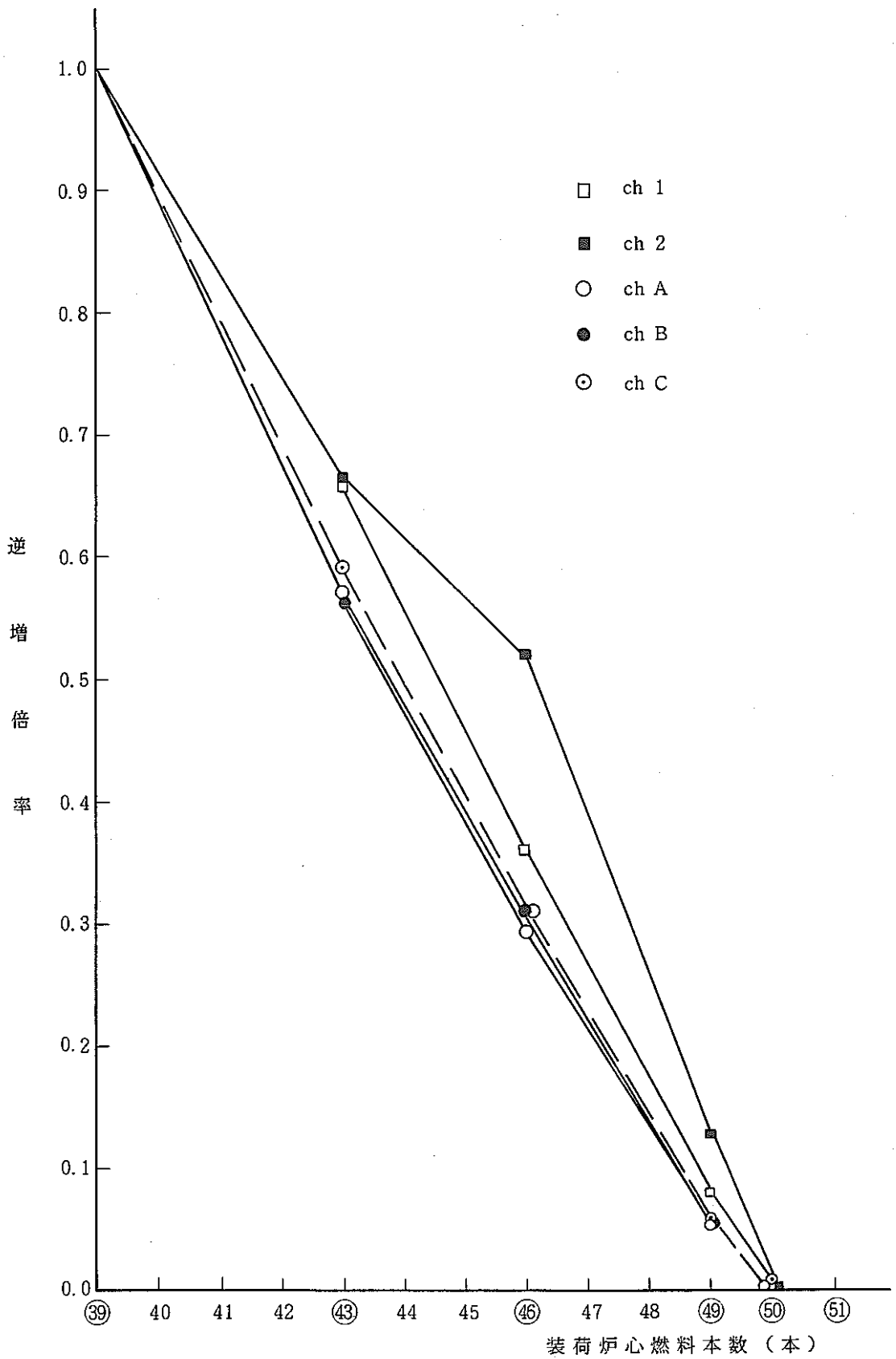


REFUELING

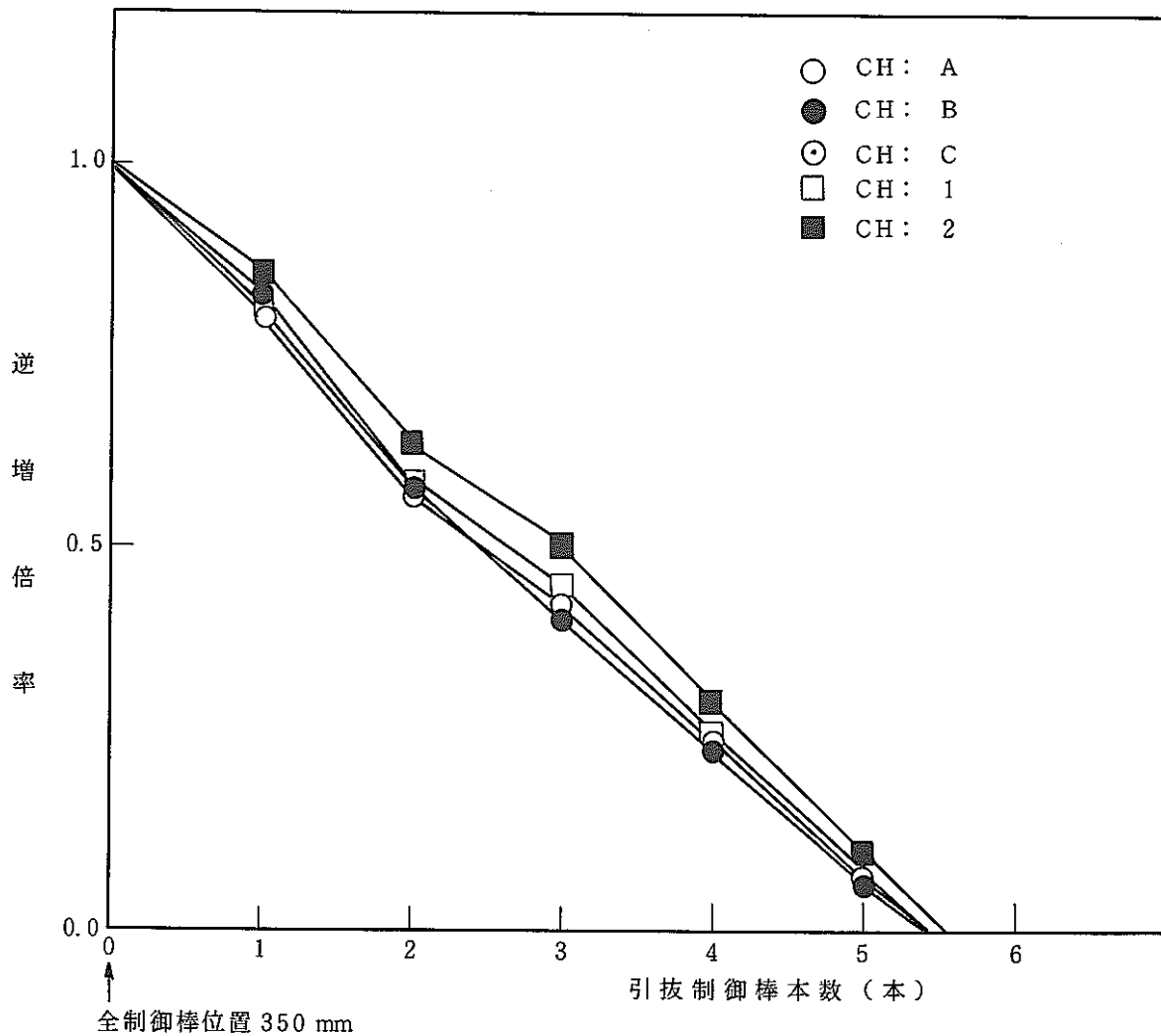
DATE : 1982/11/22

第 5.15 - 6 図 燃料交換作業(6)最終炉心状態

Fig. 5.15 - 6 JOYO CORE CONFIGURATION

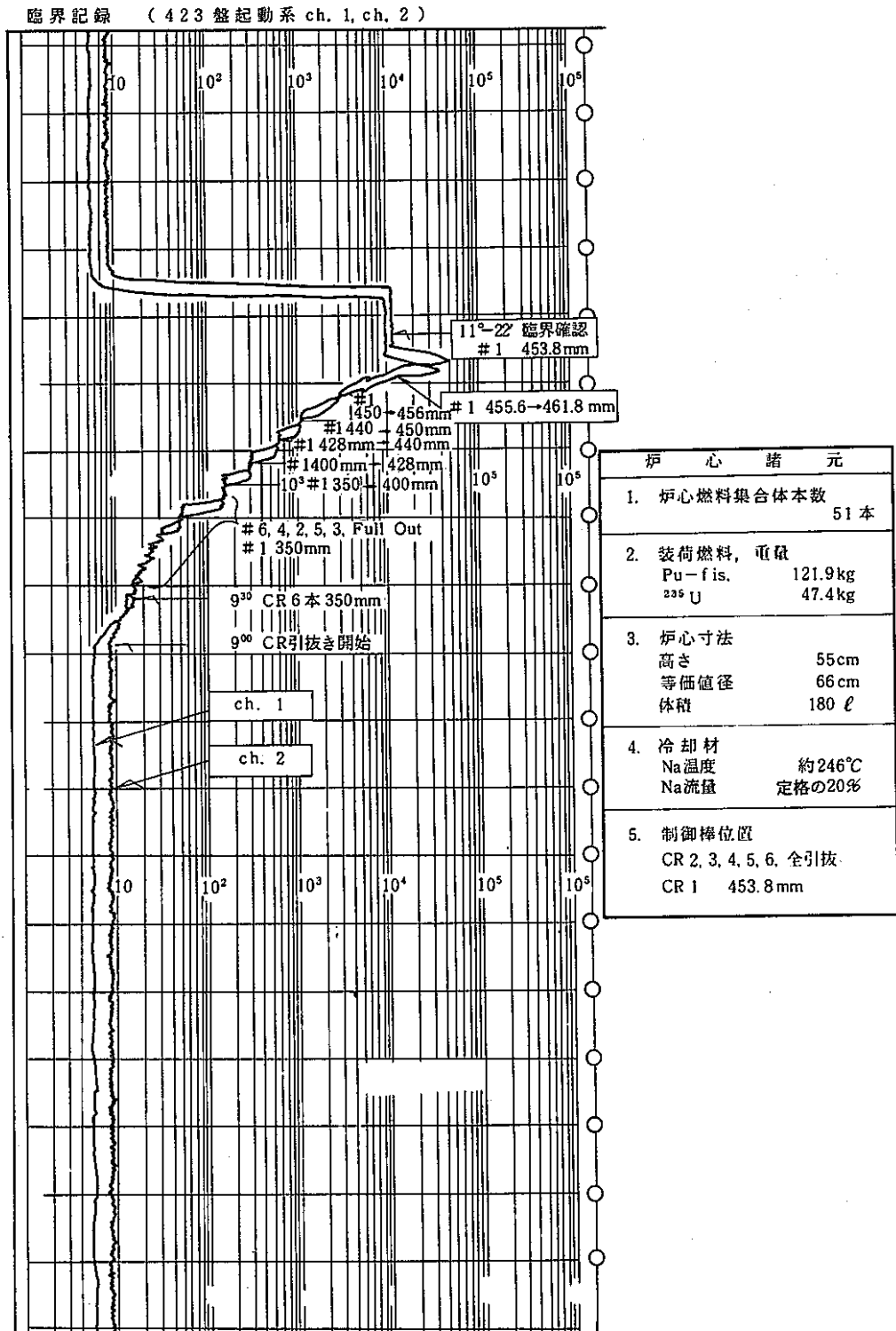


第 5.15 - 3 図 臨界近接試験時の中性子計数率逆増倍曲線 (全制御棒全引抜状態)
 Fig 5.15 - 3 Inverse Multiplication Curve of the Initial Criticality Test
 (at The C. R Full Out)



第 5.15 - 4 図 臨界近接試験時の中性子計数率逆増倍曲線
〔炉心燃料 51 体装荷 (11 月 22 日)〕

Fig 5.15 - 4 Inverse Multiplication Curve for C. R Position
(51 Driver Fuels Core November 22 nd)



第 5.15 - 5 図 「常陽」MK-II 炉心初臨界記録

(昭和 57 年 11 月 22 日午前 11 時 22 分)

Fig 5.15 - 5 The Record at The Initial Criticality of The MK-II Core

5.16 ACT-16 新燃料受入作業

1. 目的及び作業概要

「常陽」照射用炉心構成のため、運転用炉心燃料集合体、試験用炉心燃料集合体、特殊燃料集合体等の受入れを実施した。

1) 炉心燃料集合体、試験用炉心燃料集合体、B型特燃要素の受入

発送側；動燃東海Pu燃

輸送容器；新燃料輸送容器（第5.16-1図参照，動燃東海Pu燃所有）

種類 BU型輸送物（第1種核分裂性輸送物）

重量 約640 kg

但し、燃料要素輸送時の燃料ホルダは集合体のものと異なる。（第5.16-2図参照）

積載方法；緩衝台、鉄製カバー付トラック（第5.16-3図参照）

受入側；

(1) 炉心燃料集合体、試験用炉心燃料集合体

受入元 ・ 原子炉付属建家新燃料検査貯蔵室

受入設備 ・ 新燃料受入室走行クレーン

・ 新燃料検査貯蔵室移送機

・ 新燃料受入装置（第5.16-4, 5図参照）

(2) B型特燃要素（I型照射用）

受入元 ・ 照射装置組立検査施設（IRAF）

受入設備 ・ 組立室走行クレーン

2) B型特殊燃料集合体の受入

発送側；IRAF

輸送容器；新燃料構内移送容器（第5.16-6図参照）

種類 BM型輸送物（第1種核分裂性輸送物用）

重量 約300 kg

積載方法；電気自動車けん引による起立装置付台車に積載（第5.16-7図参照）

受入側；

受入元 ・ 原子炉付属建家新燃料検査貯蔵室

受入設備 ・ 新燃料検査貯蔵室移送機

・ 新燃料検査貯蔵室ピット

以上の各種受入の方法を第5.16-8図～5.16-10図の工程フローシートに示す。

2. 作業実績

新燃料の受入作業は、作業の合理化及び被曝低減化に対する配慮を行い、作業分担を以下に示

す様に決め、実施した。

- | | |
|-------------------|------|
| ◦ 集合体取扱作業 | 照射課員 |
| ◦ 輸送容器取扱作業（管理区域内） | 下請業者 |
| ◦ 同 上（トラック荷台上） | 輸送業者 |

集合体取扱作業は、新燃料受入設備及び集合体の構造等について十分な知識を有することから動燃職員とした。作業内容については、以下に記す。

1) 炉心燃料集合体，試験用炉心燃料集合体，B型特燃要素の受入

上記受入作業は、1工程3日間で行われ、第1日目は発送側の輸送容器のトラックへの積載、発送前運輸省検査、輸送等のため、大洗工学センター「常陽」到着時刻は16時頃となるので、当日は輸送容器の荷下しが主な作業となった。輸送容器緩衝台、鉄製カバーは、クレーン車により下し、空輸送容器返却まで「常陽」保全区域の指定場所に保管した。

第2日目は、集合体又は要素の輸送容器からの取り出し作業であり、輸送容器は施錠されているので解錠した後、輸送容器上・中・下緩衝体に把手を取り付けて緩衝体を全て取り除き、輸送容器表面線量測定後内容器蓋を取り外し、 α 汚染がないことを確認して、燃料ホルダーを引き出し、集合体又は要素を取り出して汚染検査、外観検査を行い、貯蔵した。

第3日目は、空輸送容器返却のため、表面汚染検査後クレーン車によりトラックに輸送容器緩衝台を積載し取り付け、輸送容器を固定して鉄製カバーを被せ、午前中に発送した。

2) B型特殊燃料集合体の受入

B型特殊燃料集合体の受入作業は1日で全工程を行った。主な受入作業方法は、新燃料構内移送容器を積載したけん引付起立装置付台車を、原子炉付属建家新燃料検査貯蔵室まで搬入し、移送容器の上部緩衝体を取り外し、移送容器に吊り金具を取り付け、移送機グリッパに容器専用吊具を取り付けて垂直にした移送容器に装着し、移送容器をピットに移送収納した後、移送容器上蓋を取り外し、集合体を取り出して表面汚染検査、外観検査を行い収納管に貯蔵した。

MK-II炉心燃料集合体の表面線量を、第5.16-13図に示す。また、燃料を収納した状態における輸送容器表面の線量を第5.16-2表に示す。この結果、輸送容器表面では線量が十分低減されていることが判る。

なお、本作業期間における実績工程を第5.16-11図に、受入実績を第5.16-12図及び受入作業実績を第5.16-1表に示す。

3. 特記事項

- 1) 新燃料受入作業（ACT 16-4）の輸送容器荷下し（昭和57年6月21日）の際に輸送容器の汚染検査を実施したところ、2基の輸送容器より、

α ; 200~250 dpm/スミヤ, β (r) ; 200~300 dpm/スミヤ

の汚染が検出されたため、核種同定のための測定を実施した結果、天然核種であるRmの娘核

種と同定され、燃料製造過程にて汚染されたものではないことが判明した。

- Ge (PHA)

自然核種以外に有意な核種は不検出であった。

- α スペクトル

有意スペクトルは不検出であった。

- α -propカウンタによる測定

約3時間後の測定では検出限界以下であり、半減期の測定はできなかったが、30分前後と推定される。

2) 実機受入前に受入作業リハーサルを実施したことにより、次に示す設備の不具合点を早急に手直しすることができ、実機受入作業は円滑に実施することができた。

- MK-I用として使用されていた輸送容器に、新たに緩衝体を設けたことにより、その取付部分の突端が新燃料受入装置コンベア上の架台と干渉したため、架台を補修した。

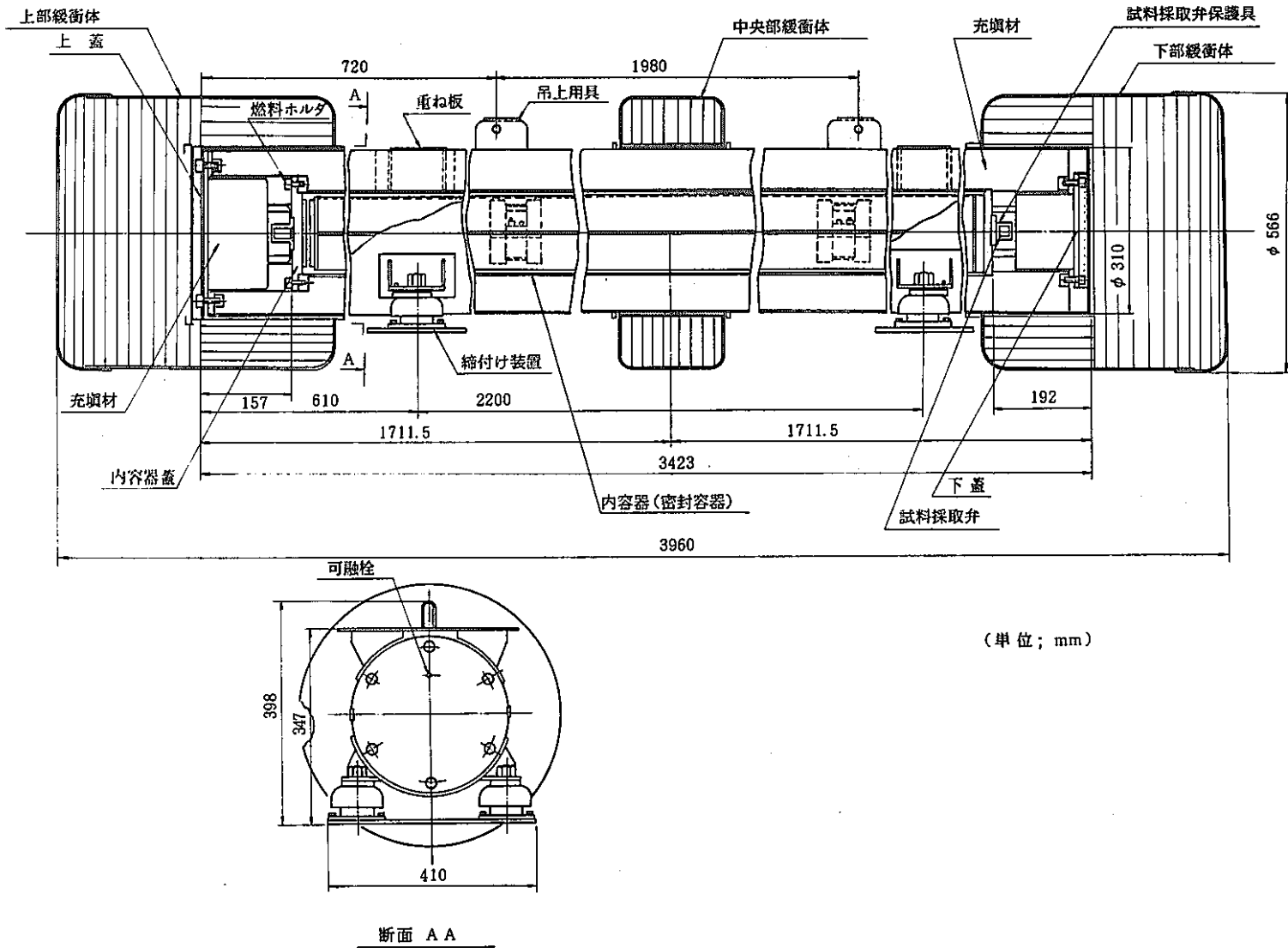
3) 新燃料受入作業を実施した結果、判明した下記事項について安全作業上又は機能上改良、検討が今後必要と思われる。

(1) 起立装置付台車をけん引する電気自動車、IRAFトラックヤードと道路間の坂を自力で登坂することができないことが判明した。

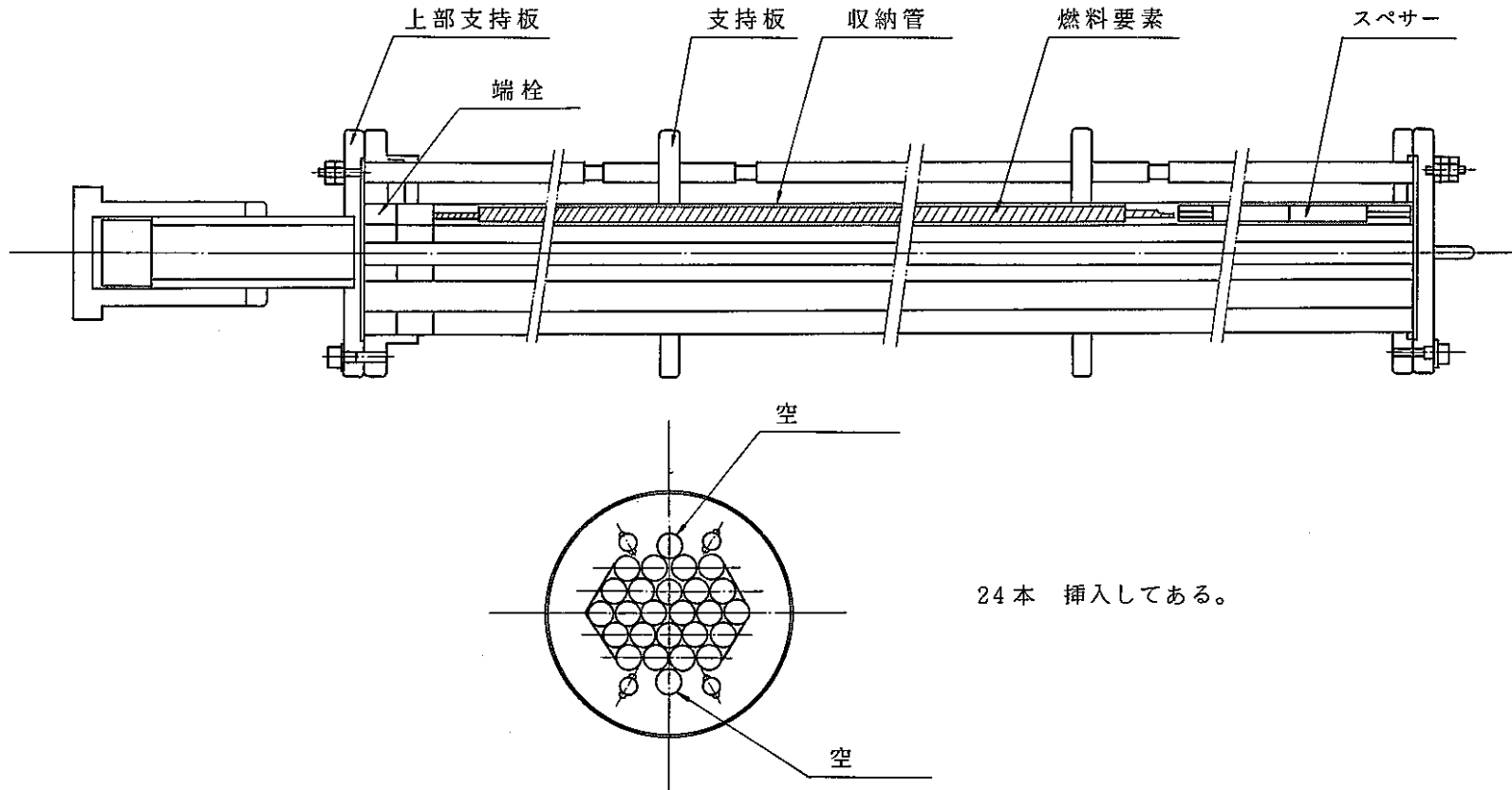
(2) 原子炉付属建家新燃料検査貯蔵室に設置されている移送機は、微動操作が困難であり、低速走行ができないため、新燃料受入装置起立転倒部から集合体を取り出す際、及びピットへの位置決めなどで集合体や移送容器を損傷する危険性がある。

(3) 新燃料受入装置の輸送容器燃料ホルダー引抜部は、引抜力不足とチェーンの脱落が度々生じた。引抜力不足は人手により簡単にカバーできるが、チェーンの問題は作業性も悪いことから、根本的に見直しが必要である。

(4) 原子炉付属建家新燃料受入室のトラックヤードに輸送容器を積載したトラックを収納しきれなかったため、大扉を開放した状態で作業したが、空調及び建家管理上並びに核物質盗難防護上好ましくないため、今後は荷台の短い大型トラックの採用が望まれる。

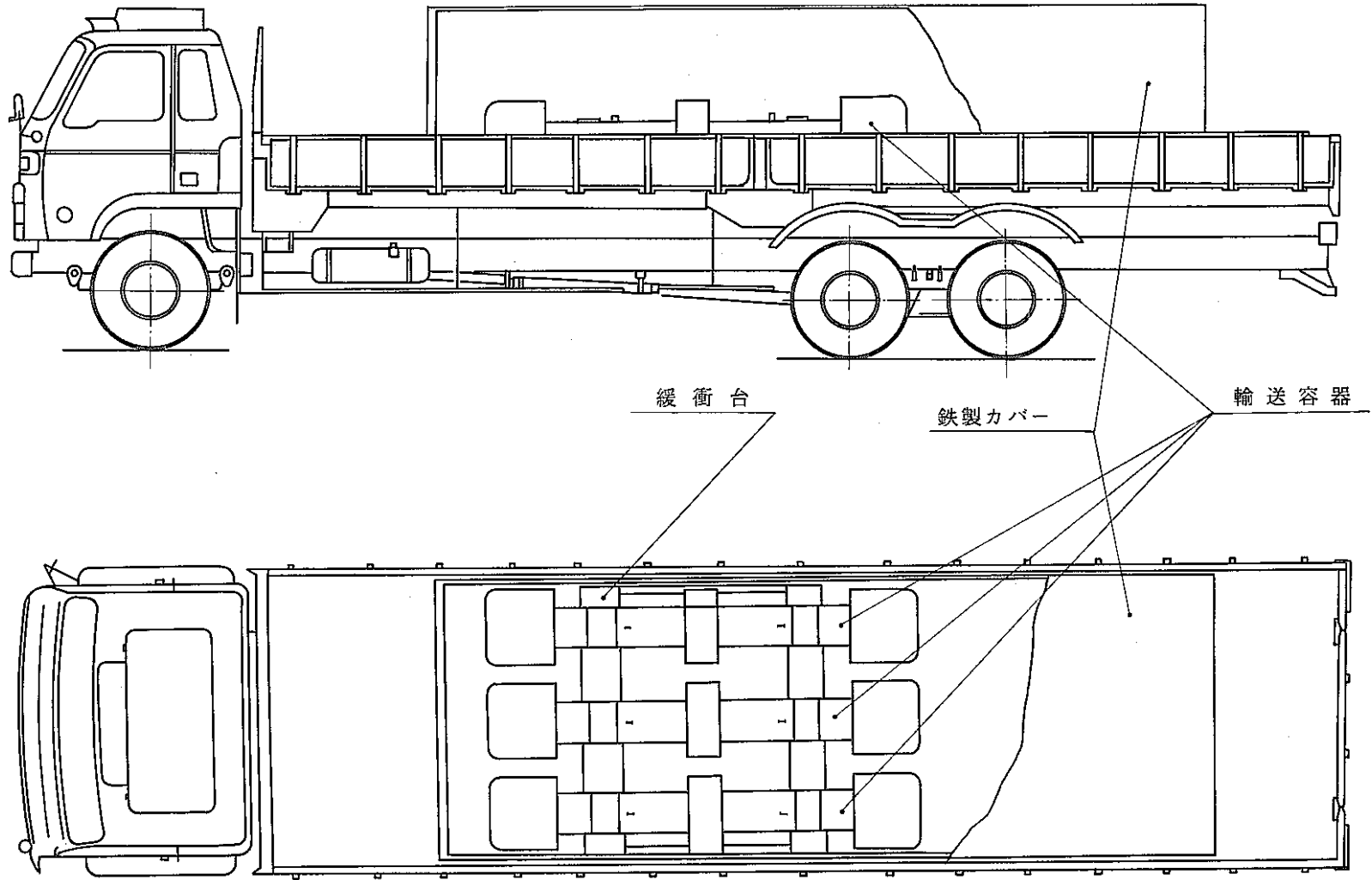


第 5.16 - 1 図 新燃料輸送容器
Fig 5.16 - 1 New Fuel Transport Cask



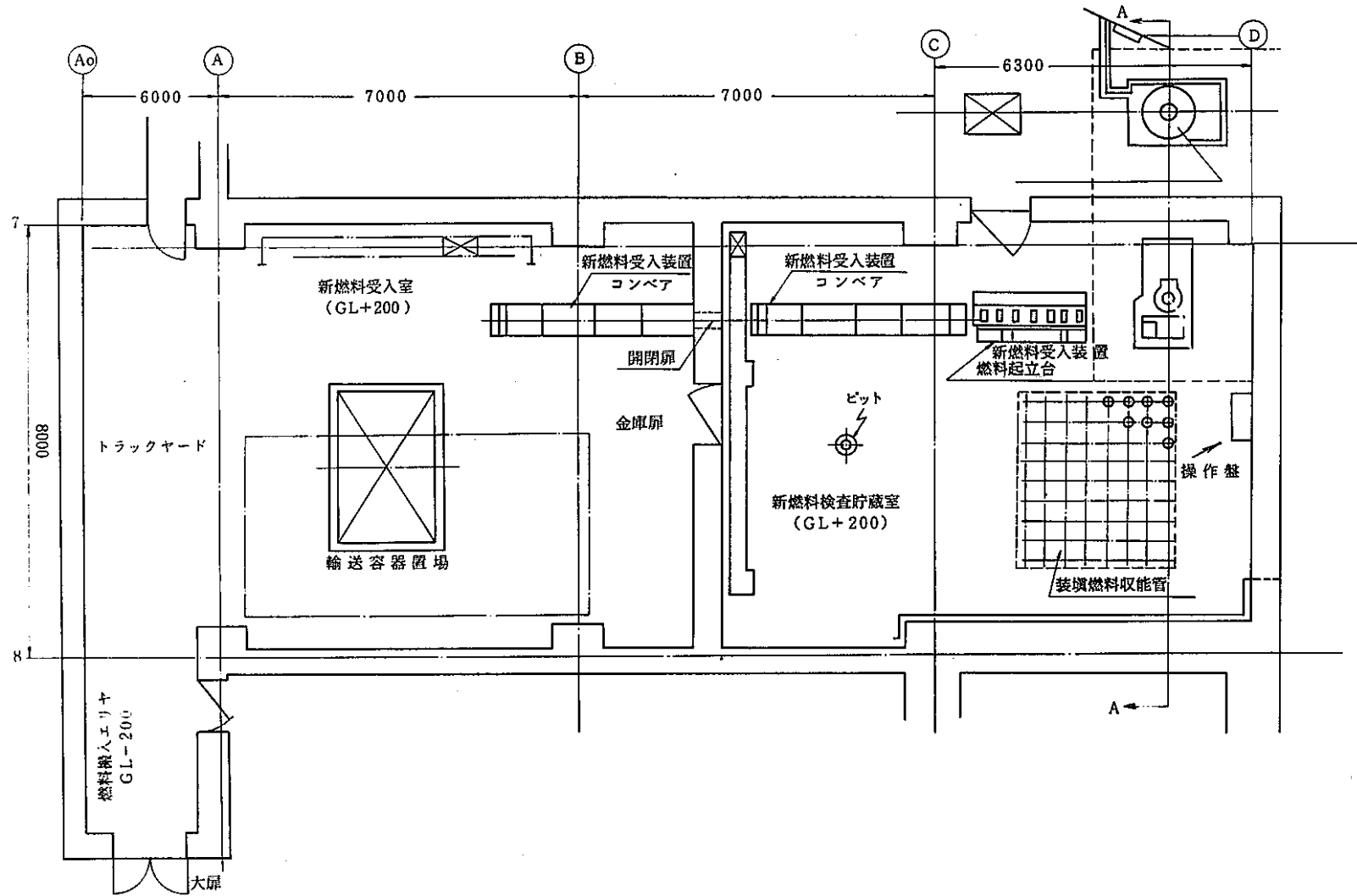
第 5.16 - 2 図 燃料要素用燃料ホルダー

Fig 5.16 - 2 New Fuel Assembly Holder



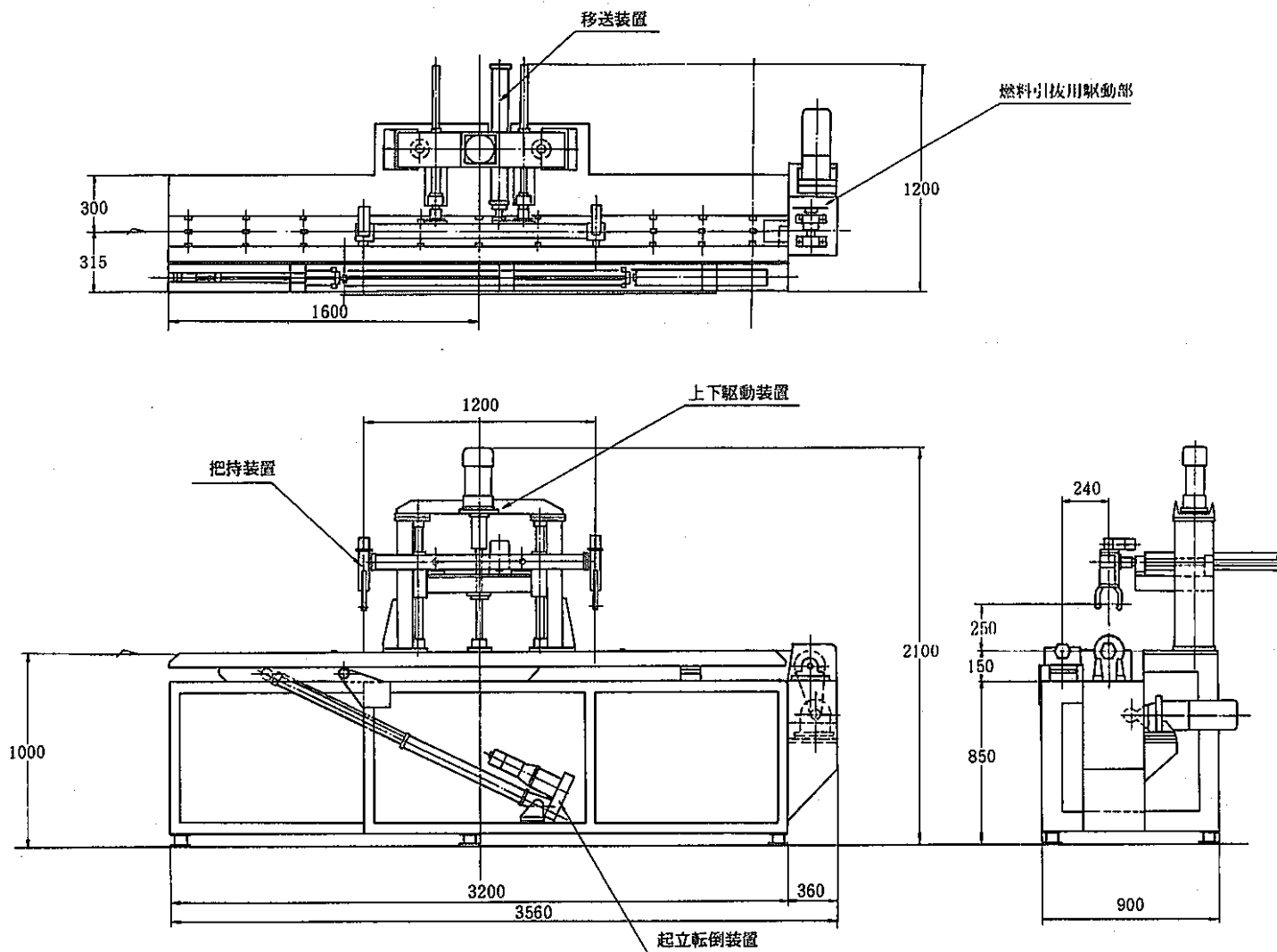
第 5.16 - 3 図 車両積載図

Fig 5.16 - 3 Status of the New Fuel Transport Cask Mounted on The Car

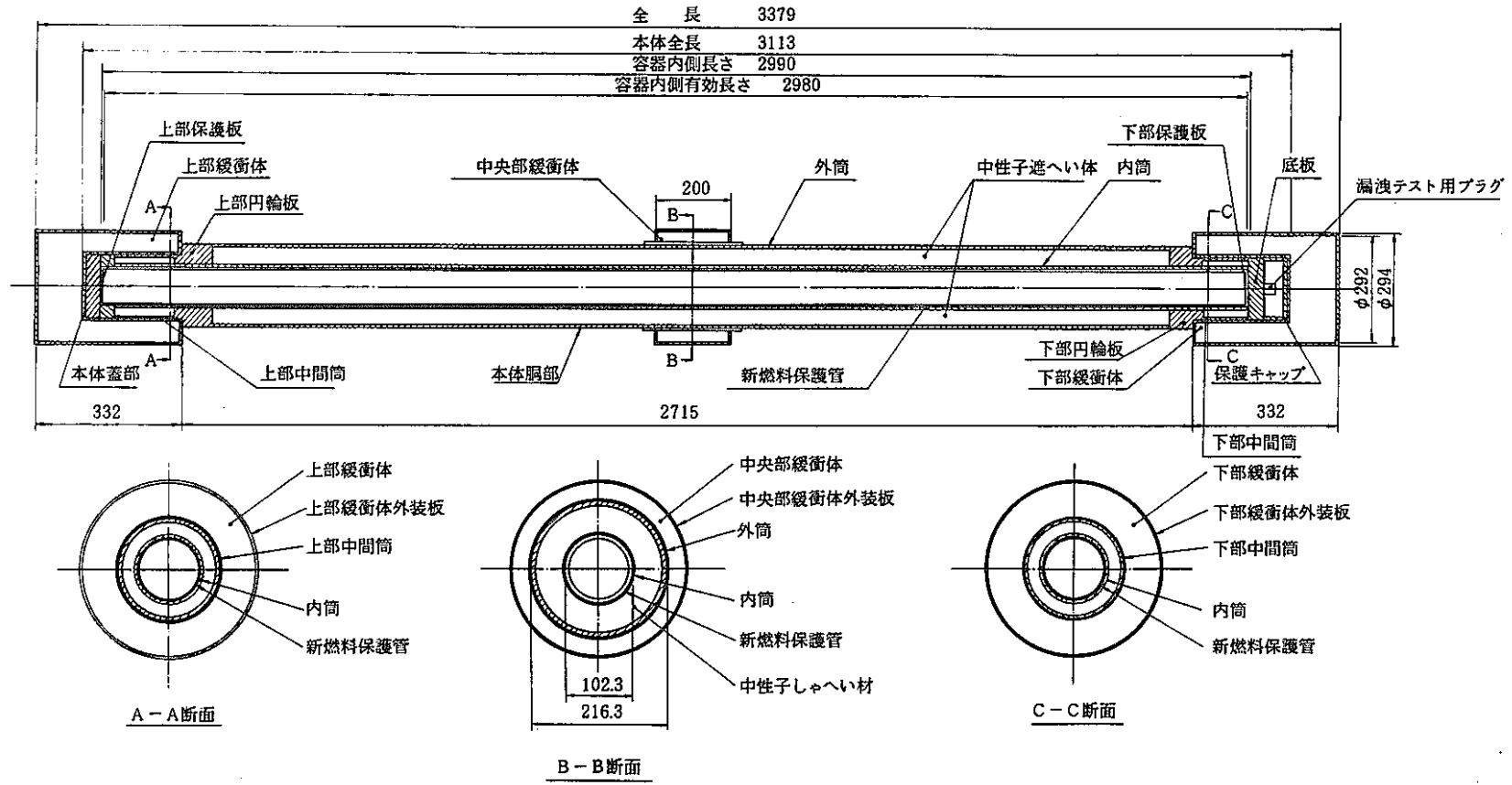


第 5.16 - 4 図 新燃料貯蔵設備配置図 (平面図)

Fig 5.16 - 4 Arrangement of The New Fuel Storage System

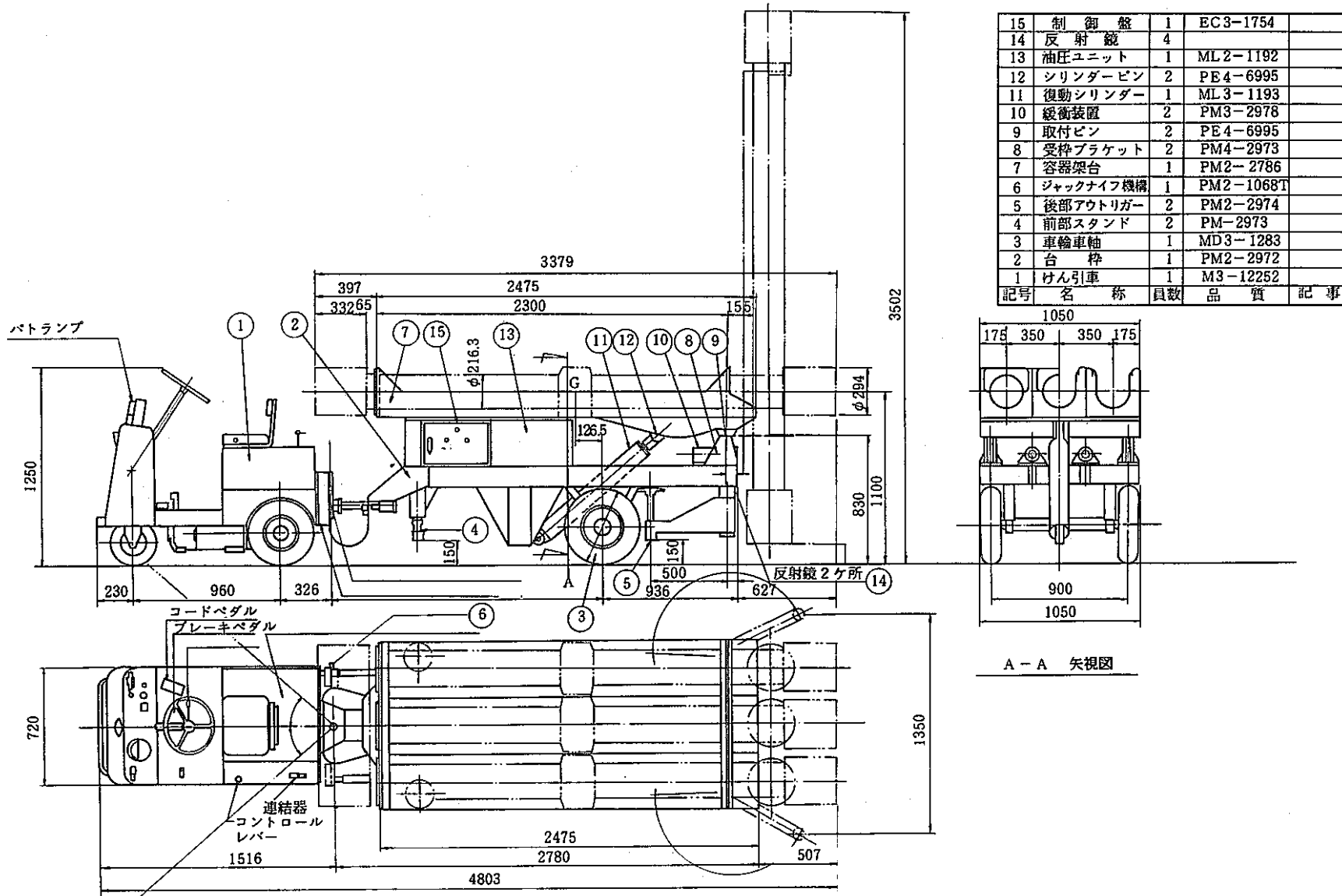


第 5.16 - 5 図 新燃料受入装置
 Fig 5.16 - 5 New Fuel Receiving Equipment



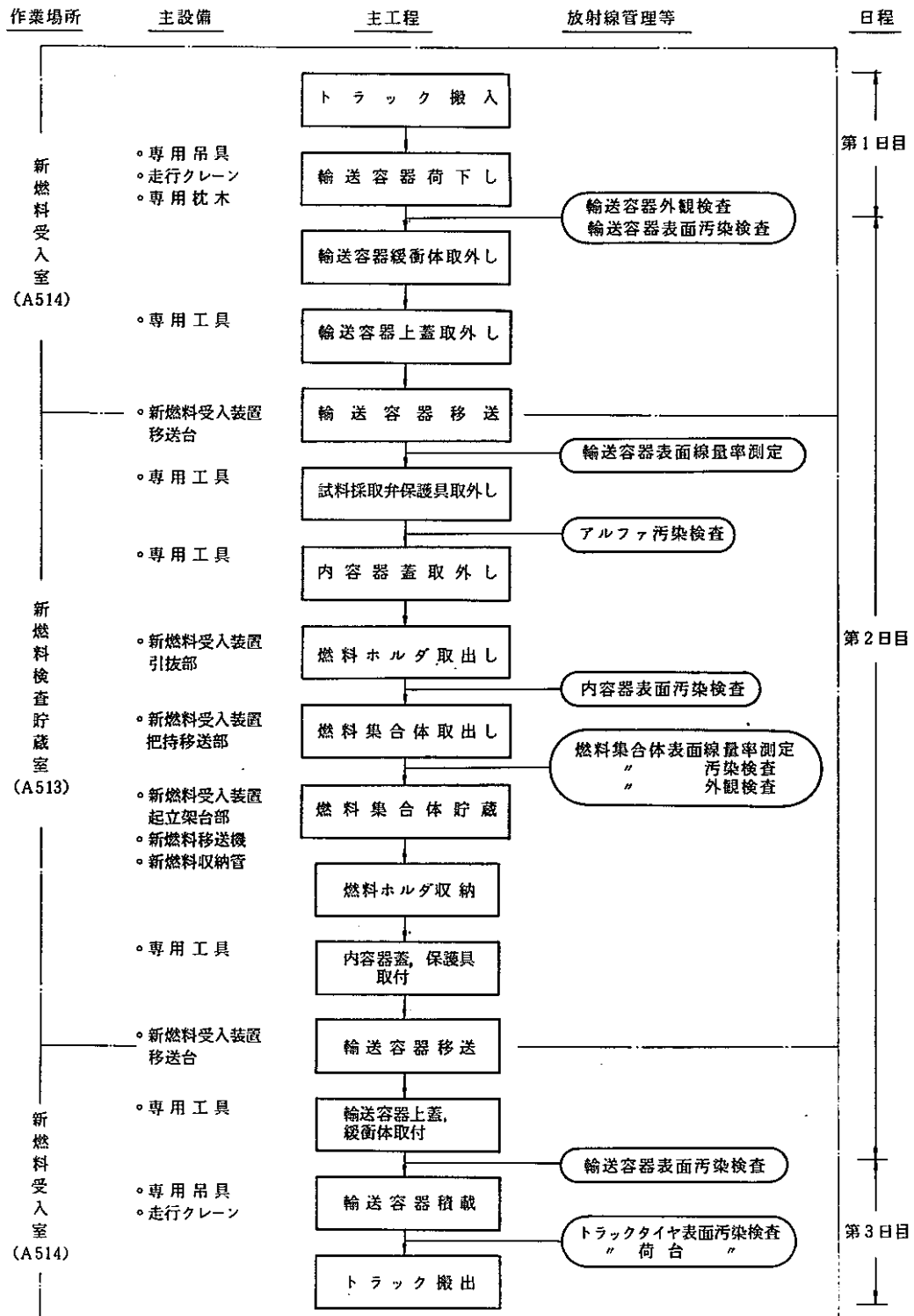
第 5.16 - 6 図 新燃料構内移送容器

Fig 5.16 - 6 Transport Cask of The New Fuel Yard

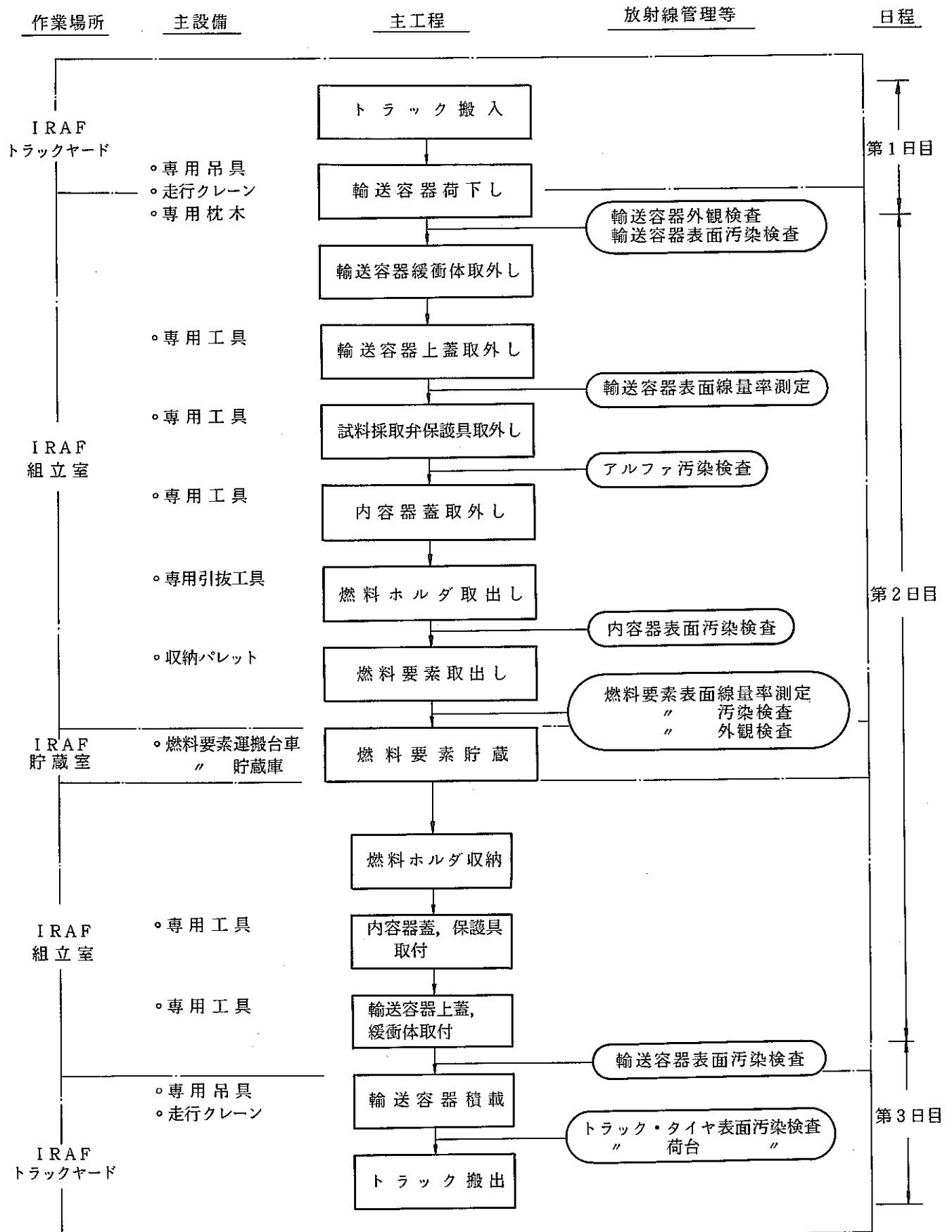


第 5.16 - 7 図 車両積載図 (けん引車と容器起立装置付台車)

Fig 5.16 - 7 Cask Carrier and Tractor

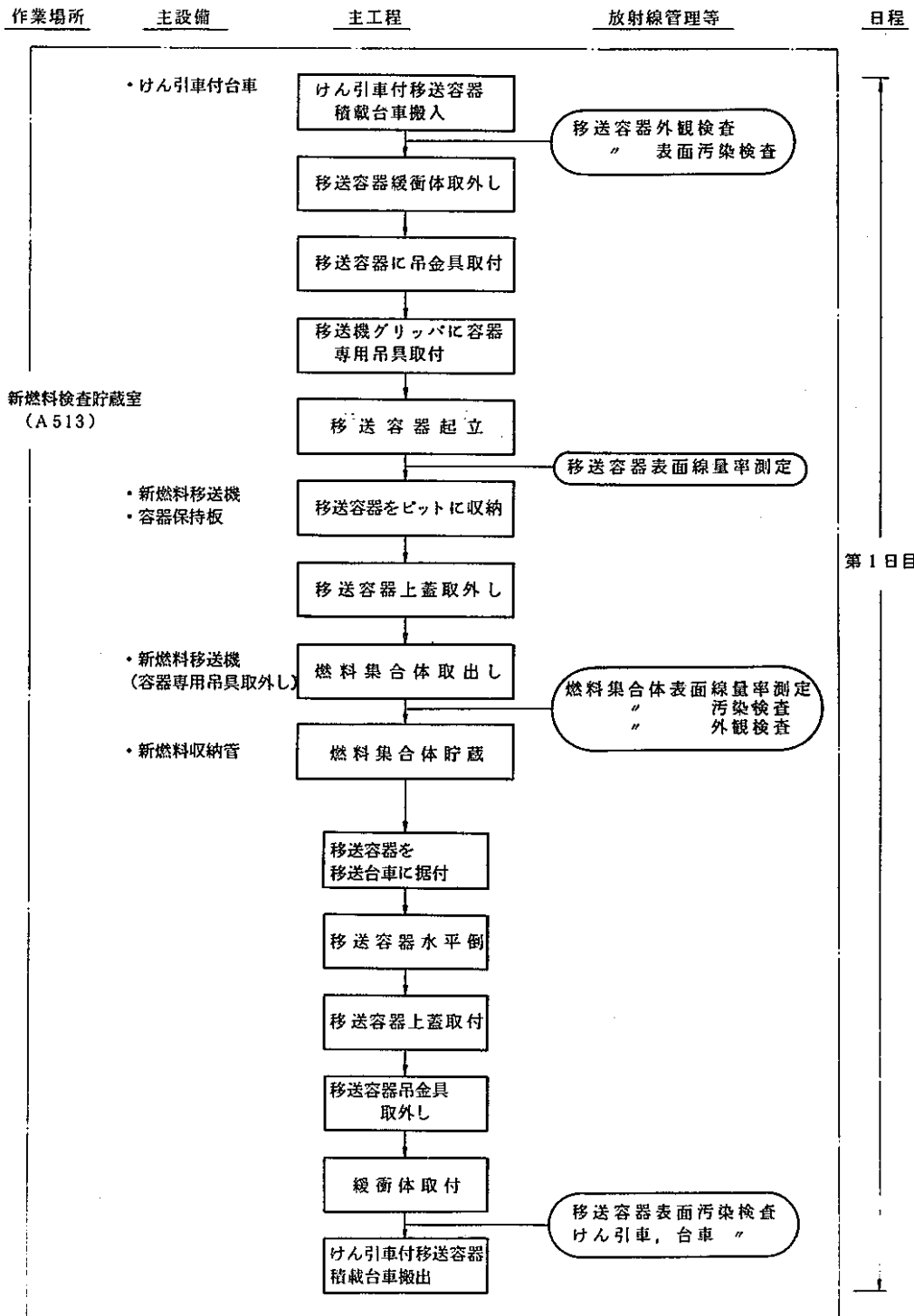


第5.16-8図 炉心燃料集合体(含試験用)の受入工程フローシート
 Fig 5.16-8 Driver Fuel Assembly Receiving Flowsheet

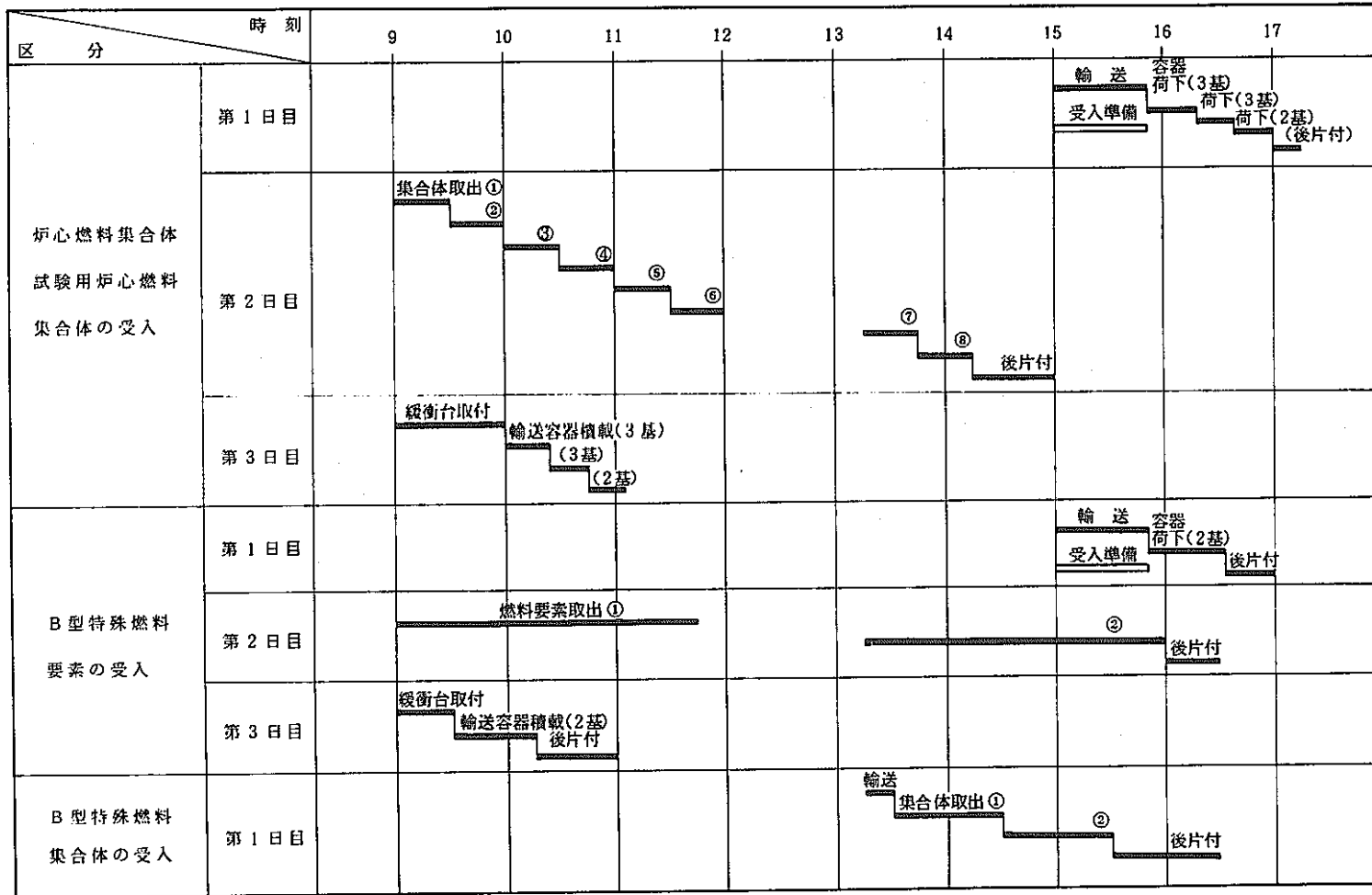


第 5.16 - 9 図 B型特殊燃料要素の受入工程フローシート

Fig 5.16 - 9 B Type Special Fuel Assembly Receiving work Flowsheet

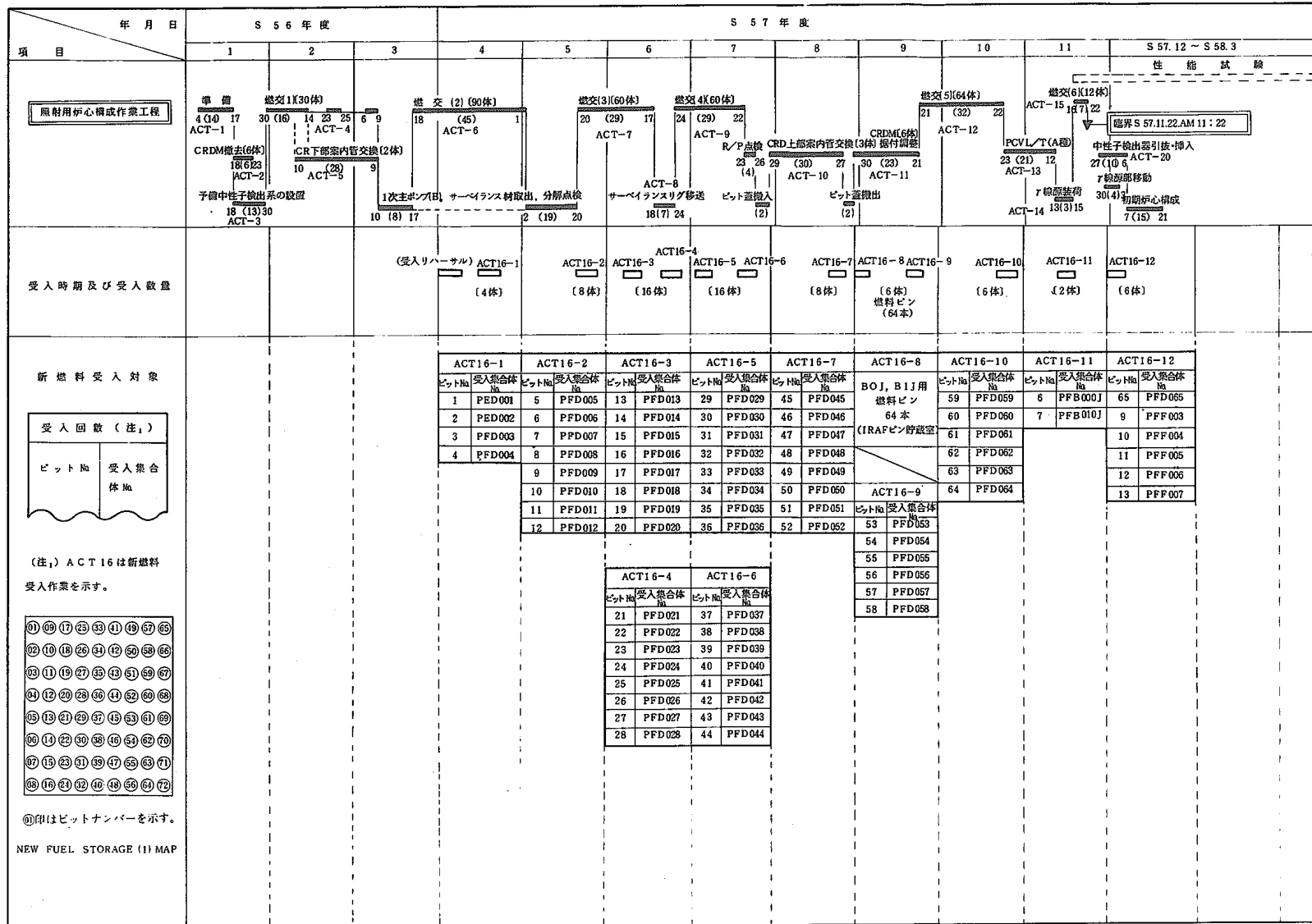


第 5.16 - 10 図 B型特殊燃料集合体の受入工程フローシート
Fig 5.16 - 10 B Type Special Assembly Receiving Work Flowsheet



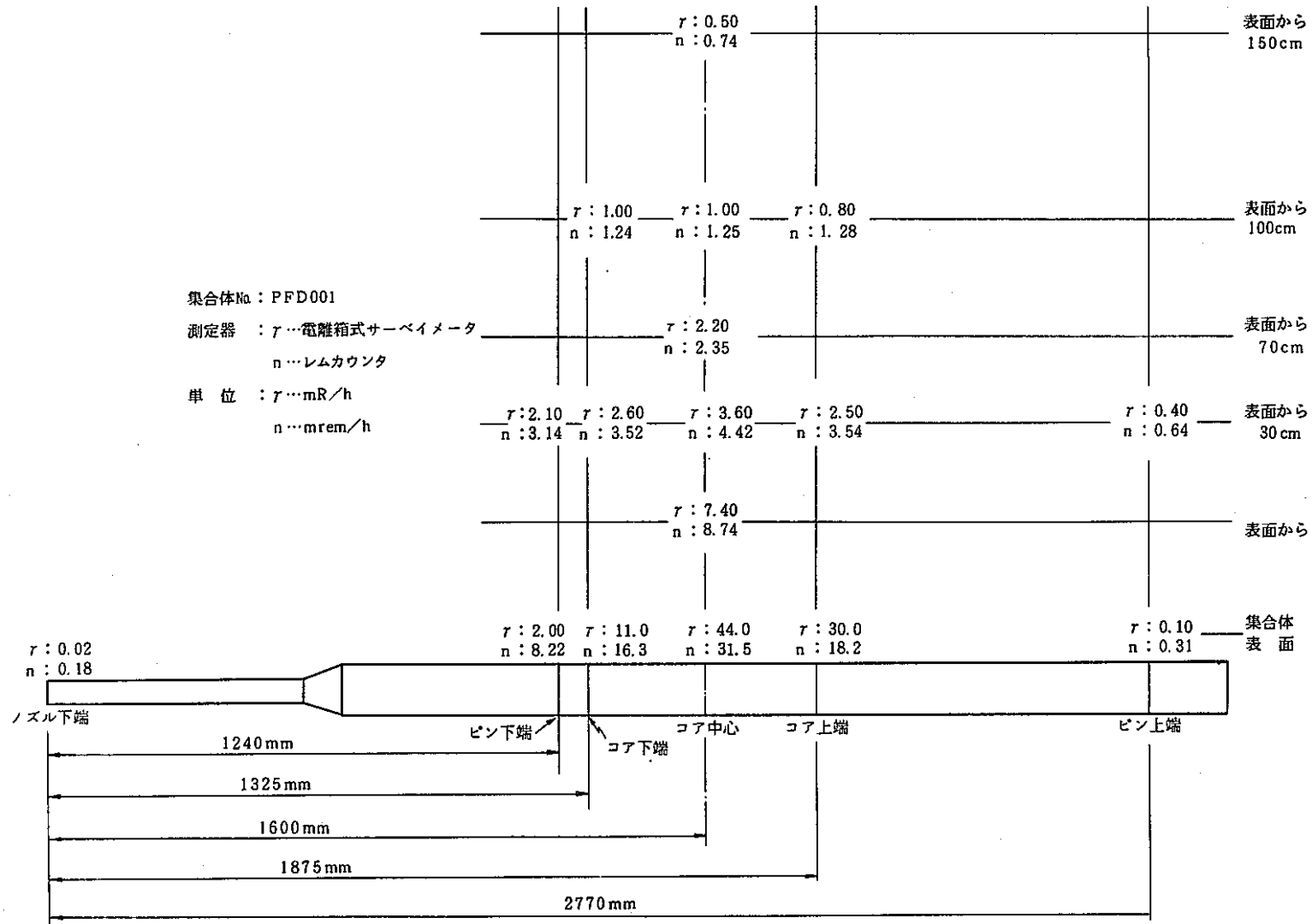
第 5.16 - 11 図 受入作業工程実績

Fig 5.16 - 11 New Fuel Assembly Receiving Work Flowsheet



第 5.16 - 12 図 新燃料受入実績

Fig 5.16 - 12 New Fuel Assembly Receiving Accomplishment



第 5.16 - 13 図 MK-II 燃料集合体線量率測定結果

Fig 5.16 - 13 MK-II Fuel Assembly Radioactive Dose Rate Measurement Results

第 5.16 - 1 表 新燃料受入作業実績
Table 5.16 - 1 New Fuel Assembly Receiving Accomplishment

ACT No	受け入れ年月日			受け入れ集合体			作業日数
	受け入れ (キャスク荷下し)	燃料収納作業	キャスク搬出	集合体 No	集合体種類	集合体数	
ACT 16-1	57. 4. 19	57. 4. 20	57. 4. 21	PFD 001 ~ PFD 004	炉心燃料集合体	4 体	3 日
ACT 16-2	57. 5. 24	57. 5. 25	57. 5. 26	PFD 005 ~ PFD 012	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-3	57. 6. 10	57. 6. 11	57. 6. 14	PFD 013 ~ PFD 020	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-4	57. 6. 21	57. 6. 22	57. 6. 23	PFD 021 ~ PFD 028	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-5	57. 7. 5	57. 7. 6	57. 7. 7	PFD 029 ~ PFD 036	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-6	57. 7. 21	57. 7. 22	57. 7. 23	PFD 037 ~ PFD 044	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-7	57. 8. 25	57. 8. 26	57. 8. 27	PFD 045 ~ PFD 052	炉心燃料集合体	8 体	3 日
ACT 16-8	57. 9. 1	57. 9. 2	57. 9. 3	B0J, B1J用	B型特殊燃料要素 (I型照射用)	64 体	3 日
ACT 16-9	57. 9. 22	57. 9. 24	57. 10. 8	PFD 053 ~ PFD 058	炉心燃料集合体	6 体	3 日
ACT 16-10	57. 10. 27	57. 10. 28	57. 11. 18	PFD 059 ~ PFD 064	炉心燃料集合体	6 体	3 日
ACT 16-11	57. 11. 18	57. 11. 18	57. 11. 18	PFB000J, PFB010J	B型特殊燃料集合体	2 体	1 日
ACT 16-12	57. 12. 1	57. 12. 2	57. 12. 3	PFD 065 PFF 003 ~ PFF 007	炉心燃料集合体 試験用炉心燃料集合体	6 体	3 日
合 計						72 体 64 体	34 日

第 5.16 - 2 表 輸送容器表面線量率 (MK-II 炉心燃料集合体収納時)
 Table 5.16 - 2 Transportation Cask Surface Radioactive Dose Rate "MK-II Driver Fuel Assembly Cask"

輸送容器 No		B - 11	B - 12	B - 13	B - 14	B - 15	B - 16
集合体 No		PFD 059	PFD 060	PFD 061	PFD 062	PFD 063	PFD 064
キャスク 線量率	表面	γ : 4.5 mR/h n : 5.0 mrem/h	γ : 4.0 mR/h n : 5.5 mrem/h	γ : 4.0 mR/h n : 5.5 mrem/h	γ : 4.0 mR/h n : 6.0 mrem/h	γ : 4.5 mR/h n : 6.0 mrem/h	γ : 4.5 mR/h n : 6.0 mrem/h
	1 m	γ : 0.15 mR/h n : 0.5 mrem/h	γ : 0.3 mR/h n : 0.4 mrem/h	γ : 0.2 mR/h n : 0.5 mrem/h	γ : 0.3 mR/h n : 0.45 mrem/h	γ : 0.25 mR/h n : 0.45 mrem/h	γ : 0.25 mR/h n : 0.5 mrem/h
キャスク内 ダストサンプリング	結果	α 0 cpm	α 0 cpm	α 0 cpm	α 0 cpm	α 0 cpm	α 0 cpm
集合体 線量率	表面	γ : 52 mR/h n : 40 mrem/h	γ : 56 mR/h n : 45 mrem/h	γ : 55 mR/h n : 45 mrem/h	γ : 54 mR/h n : 50 mrem/h	γ : 55 mR/h n : 45 mrem/h	γ : 55 mR/h n : 45 mrem/h
	1 m	γ : 1.5 mR/h n : 1.5 mrem/h	γ : 1.5 mR/h n : 2.0 mrem/h	γ : 1.5 mR/h n : 2.0 mrem/h	γ : 1.5 mR/h n : 2.0 mrem/h	γ : 1.5 mR/h n : 2.0 mrem/h	γ : 1.6 mR/h n : 2.0 mrem/h
集合体	α	0 cpm	0 cpm	0 cpm	0 cpm	0 cpm	0 cpm
表面汚染密度	$\beta(\gamma)$	< 150 cpm	< 150 cpm	< 150 cpm	< 150 cpm	< 150 cpm	< 150 cpm

5.17 ACT-17 新燃料構内移送作業

1. 目的及び作業概要

本作業は、新燃料（新炉心構成要素の総称である）の構内移送に関するものであり、その目的は次のとおりである。

- 1) 当面使用計画のないMK-I炉心燃料集合体及びブランケット燃料集合体を原子炉付属建家新燃料検査貯蔵室（貯蔵室1）から使用済燃料貯蔵建家（SFF）新燃料貯蔵室（貯蔵室2）に移送し、MK-II移行作業に伴う貯蔵室1の貯蔵量を十分確保する。
- 2) 照射計画に基づき、照射集合体を炉内装荷するため、照射装置組立検査施設（IRAF）から貯蔵室1にMK-II用照射集合体を移送する。

MK-II移行作業期間中に於ける構内移送作業の対象及び数量を以下に示す。

(1) MK-I炉心構成要素

- 炉心燃料集合体 3体
(PPJD1C, PPJD1K, PPJD1R)
- ブランケット燃料集合体 7体
(NFJFX1, NFJO57, NFJM1V, NFJM1P, NFJO53, NFJI04, NFJO3N)

(2) MK-II用照射集合体

- I型照射用B型特殊燃料集合体〔UNIS-B〕 2体
(PFB00J, PFB010J)
- 燃料材料照射用反射体〔CMIR〕 1体
(PRC000)

本構内移送作業の移送経路は、貯蔵室-1から貯蔵室-2への移送、また、IRAFから貯蔵室-1への移送の2経路である。

それぞれの移送作業手順のフローシートを第5.17-1図、第5.17-2図に示し、また移送経路を第5.17-3図に示す。また、本作業に用いた移送用機器については新燃料受入作業（ACT-16）の物と同一である。

1) 移送作業前準備

構内移送容器は、貯蔵室2に保管されており、移送作業の前準備として牽引車及び容器起立装置付台車の使用前点検を行った後、IRAF又は、貯蔵室-1へ構内移送車輛を移動する。

2) 新燃料の取納

- (1) 移送容器を垂直にする前に上部緩衝体を取り外し、容器起立装置付台車の転倒及び移動防止のため、前部スタンド、アウトリガーを床面に接地させる。
- (2) 移送容器と移送機グリッパに各々専用の吊り金具を取り付け、移送容器を吊り上げ、垂

直にした後、移送容器をピットへ収納する。

- (3) 収納管から移送機グリッパーで移送対象集合体を取り出し、移送容器に収納し、上部蓋を取り付ける。再び、^{*1}移送機グリッパーで移送容器を吊り上げ、容器起立装置付台車に取り付ける。

（*1 移送機グリッパーは、原子炉付属建家内貯蔵室-1のみに設置されており、貯蔵室-2及びIRAFでは移動式クレーンで移送容器を吊り上げて移動する。）

- (4) 以上(2)~(3)の操作を移送する集合体毎に繰り返し行い、作業終了後、移送容器を水平状態にし、前部スタンド、アウトリガーを格納した後、移送容器を積載した容器起立装置付台車を牽引車により各貯蔵室へ移送する。

3) 移送後の作業

- (1) 各貯蔵室内収納管への貯蔵作業は、上記2)の手順(1),(2)と同様に行われ、移送容器に集合体を収納した状態で移送容器をクレーンで吊り上げ、貯蔵室内収納管脇の移送容器ピットに収納する。
- (2) 移送容器の上蓋を取り外し、集合体のハンドリングヘッド部に特殊グリッパーを取り付けクレーンで集合体を吊り上げて収納管へ貯蔵する。その後移送容器に上蓋を取り付け、容器起立装置付台車に取り付ける。

以上の貯蔵作業終了後、牽引車及び容器起立装置付台車は、貯蔵室-2に保管する。

2. 作業実績

新燃料の構内移送作業は、燃料の健全性を確保する観点から配慮を行い、作業分担を以下に示す様に決め実施した。

- ・集合体取扱作業及び移送台車の運転 照射課員
- ・移送容器の取扱作業（管理区域内） 下請業者

集合体取扱作業及び移送台車の運転は、既設設備構造等について十分な知識を有することから動燃職員の担当とした。

構内移送作業は、MK-I用炉心構成要素について57年2月25、26日の2日間にて行い、IRAFで組み立てが行われたUNIS-βは57年11月18日、CMIRは11月24日にそれぞれ実施した。第5.17-1、2表に移送実績を示す。

また、本作業の円滑化を計るため、貯蔵室-1と新燃料受入室及び貯蔵室-2とSFFトラックヤードの出入口床上の段について、移送台車の乗り入れが困難であることから、傾斜板を設けた。

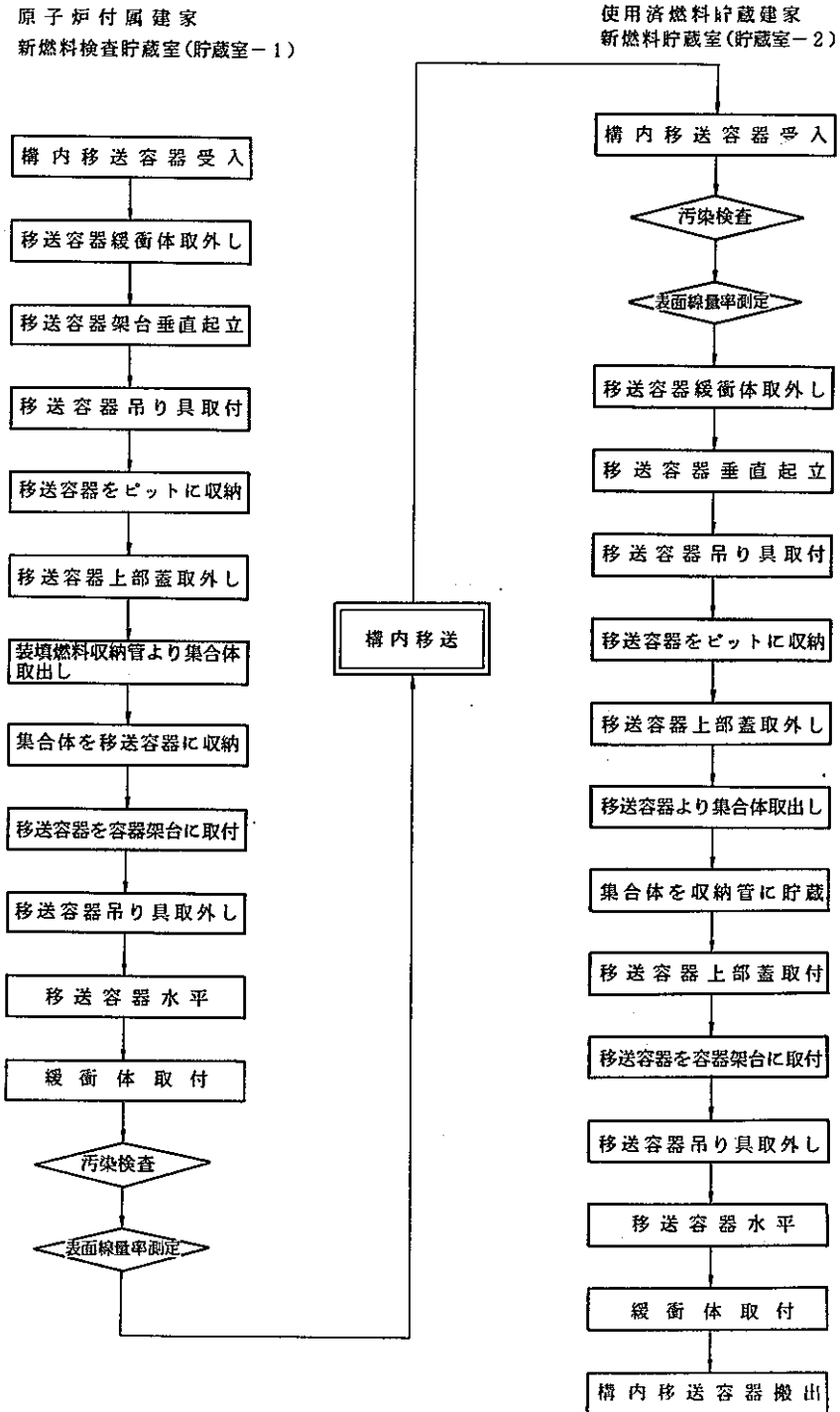
なお、MK-I用炉心燃料集合体（放射能強度約 1.8×10^4 Ci）を収納した時の移送容器表面線量率は以下に示す値であり、十分低減されていることが確認された。

項 目	放 射 線 率	
	設 計 条 件	実 測 値
移 送 容 器 外 表 面	200 mrem/hr 以下	0.4 mrem/hr
移 送 容 器 外表面より 1 m の距離	10 mrem/hr 以下	0.06 mrem/hr

3. 特記事項

構内移送作業を実施した結果、作業の安全上及び機能について以下の改良、検討が今後必要と思われる。

- 1) 貯蔵室は出入口が狭く、床上に段があることから作業性が悪い状態である。貯蔵室の建家設計は、出入口部の幅を広くし、貯蔵室と受入空間の床上に段を作らないよう配慮し、構内移送用車輛等の出入りを容易にすることが必要である。
- 2) 電気自動車部と、容器起立装置付台車部の連結部は横方向の動きに対して十分な余裕があるが、上下方向の動きについては余裕がなく、道路と坂との傾斜角度が大きくなると、電気自動車の駆動部分である後輪が浮いてしまい、登坂ができなくなる。そのことから、連結部の上・下方向の動きを十分に吸収できる様に連結部の構造を改造する必要がある。
- 3) 牽引部の電気自動車は三輪車であるので運転操作性が悪く、作業性に影響を与える。従って四輪車とし、運転操作性を改善すると同時に駆動方式を二輪駆動から四輪駆動にして、牽引力の伝達を向上する必要がある。
- 4) 電気自動車の牽引力の調整はギヤ比は一定であり、電圧調整だけで行っているため電圧を上昇すると、モータ部が過負荷状態になり、過電流が発生することになる。
従って、モータ部に過剰な負荷をかけない様に牽引力の調整を電圧調整ばかりでなく、ギヤ比を変えることによっても調整ができる様に改造する必要がある。

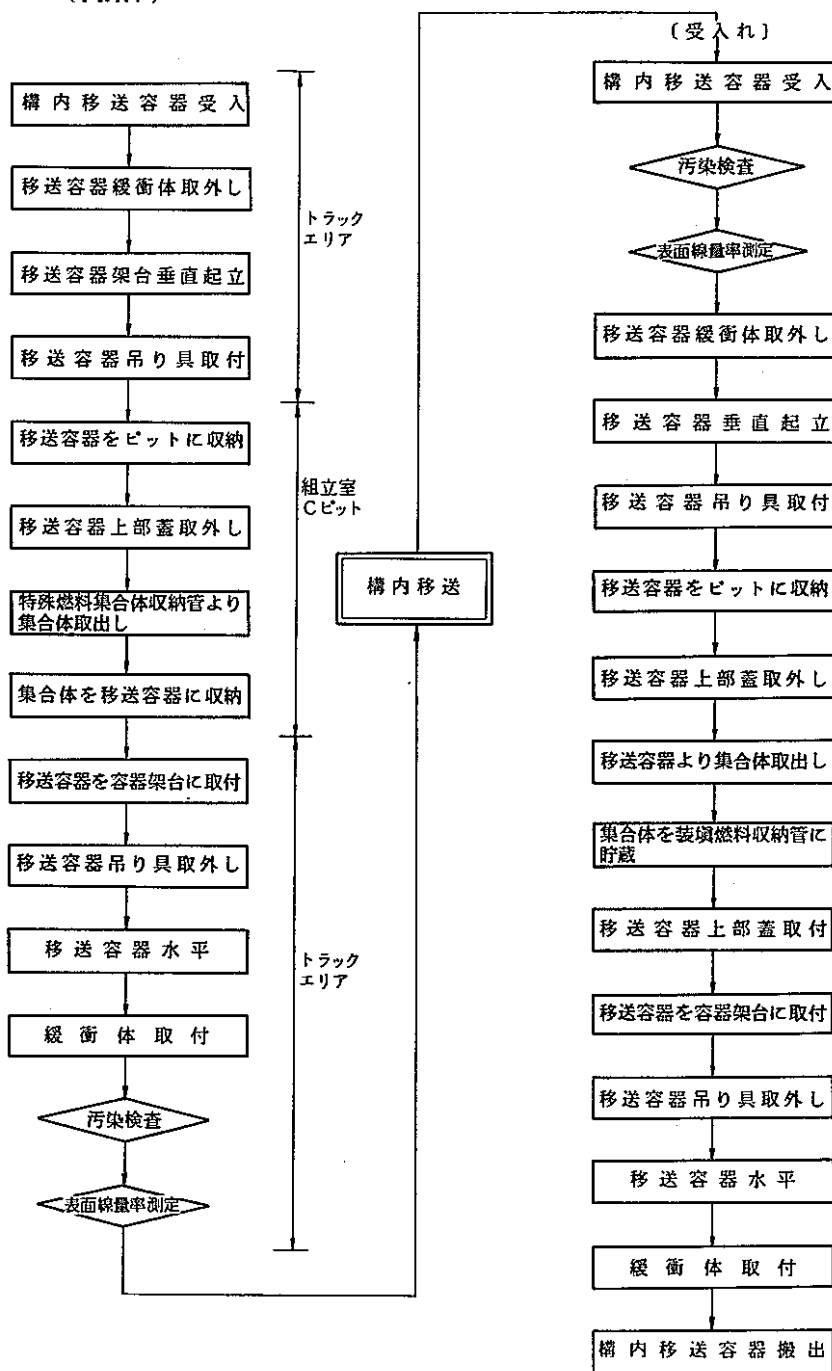


第 5.17 - 1 図 貯蔵室-1 から貯蔵室-2 への移送作業フローシート

Fig 5.17 - 1 Transportation Work Flowsheet From Storage Facility-1 to Storage Facility-2

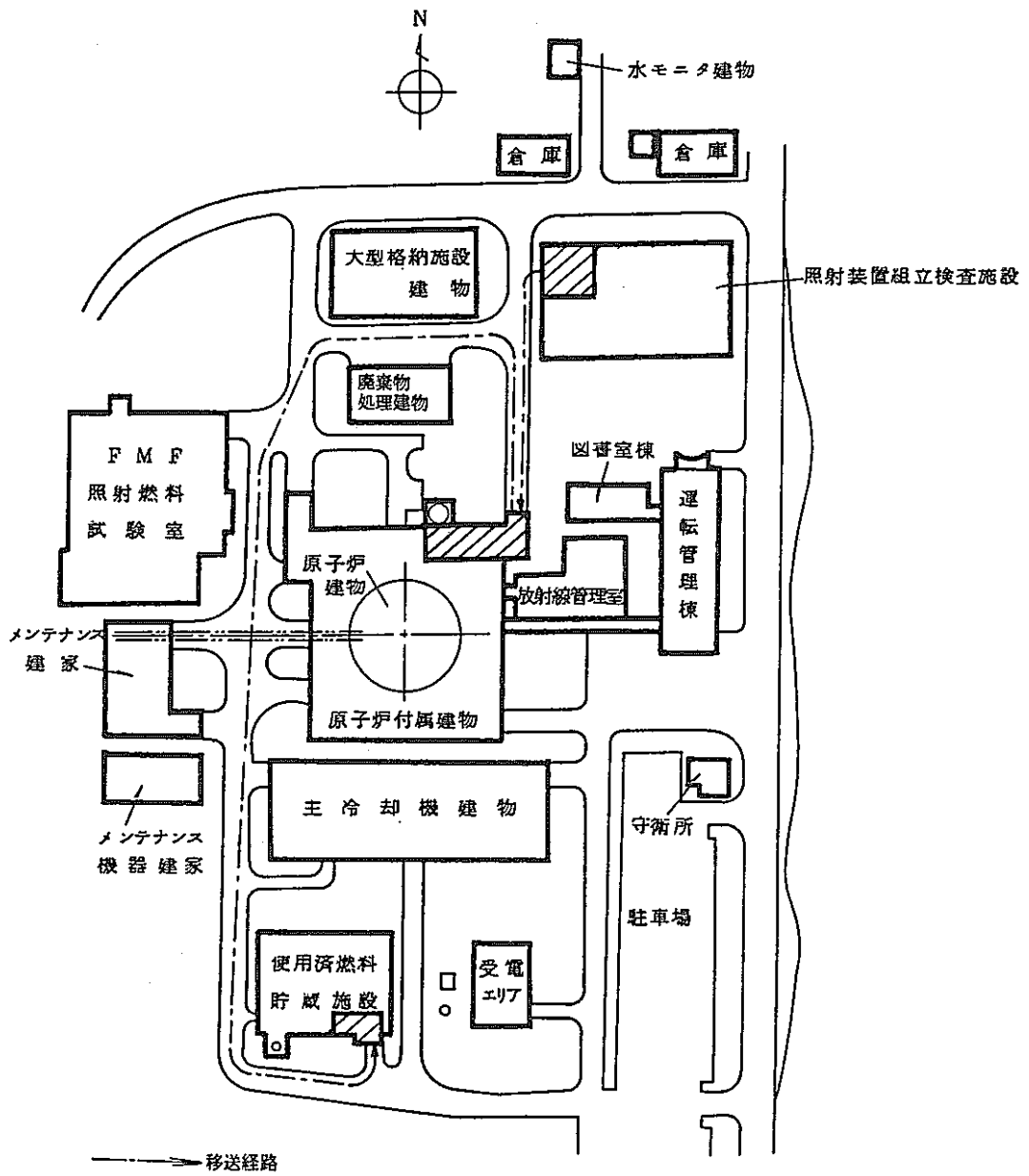
照射装置組立検査施設
(IRAF)

原子炉付属建家
新燃料検査貯蔵室(貯蔵室-2)



第5.17-2図 IRAFから貯蔵室-1への移送作業フローシート

Fig 5.17-2 Transportation Flowsheet From IRAF to Storage Facility-1



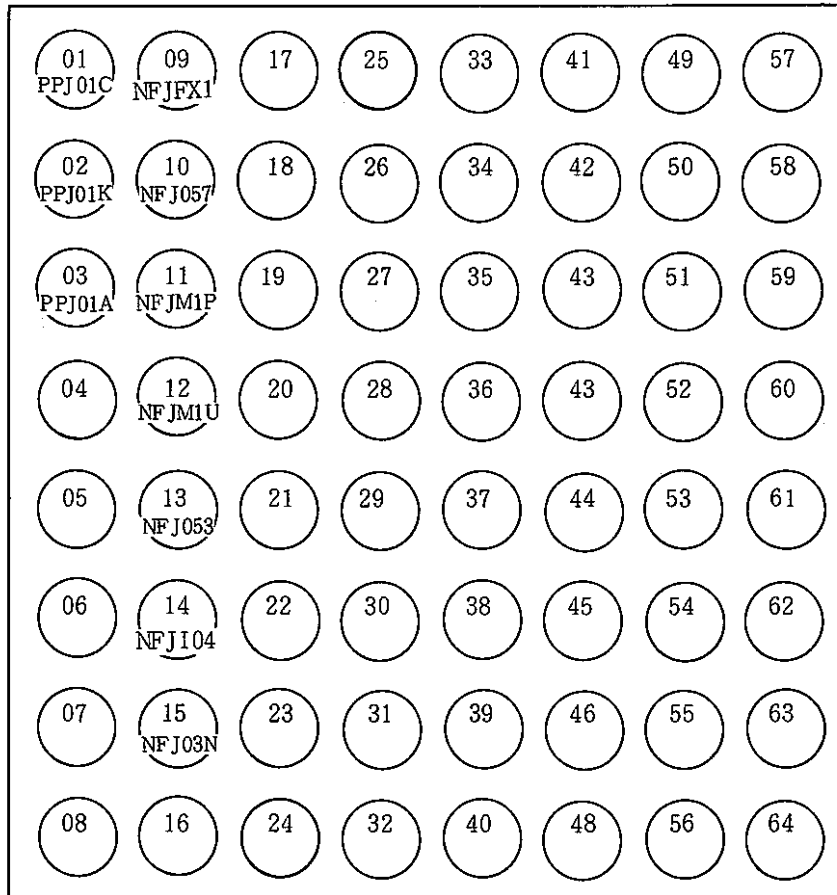
第 5.17 - 3 図 新燃料構内移送容器移送経路

Fig 5.17 - 3 New Fuel Assembly Transportation Cask Transfer Route

第5.17-1表 貯蔵室-1(A-513)から貯蔵室-2(P-310)への移送実績
 Table 5.17-1 Transportation Actual Result from storage Facility-1 to storage Facility-2.

ACT No.	移送年月日	移送集合体		集合体数	作業日数
		集合体 No.	集合体種類		
17-1	S 57. 2. 25	PPJD1C	MK-I 炉心燃料	6 体	1 日
		PPJD1K	MK-I 炉心燃料		
		PPJD1R	MK-I 炉心燃料		
		NFJFX1	ブランケット燃料		
		NFJO57	ブランケット燃料		
		NFJM1U	ブランケット燃料		
	S 57. 2. 26	NFJM1P	ブランケット燃料	4 体	1 日
		NFJO53	ブランケット燃料		
		NFJI04	ブランケット燃料		
		NFJO3N	ブランケット燃料		

収納位置 (貯蔵室-2)



第 5.17 - 2 表 IRAF から貯蔵室 - 1 (A - 513) への移送実績

Table 5.17 - 2 Transportation Actual Result from IRAF to Storage Facility-1.

ACT No	移送年月日	移送集合体		集合体数	作業日数
		集合体 No	集合体種類		
17 - 2	S 57. 11. 18	PFB 000 J	B 型特殊燃料	2 体	1 日
		PFB 010 J	B 型特殊燃料		
17 - 3	S 57. 12. 24	PRC 000	燃料材料照射用反射体	1 体	1 日
収納位置 (貯蔵室 - 1) <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: 80%;"> </div>					

5.18 ACT-18 反射体及び制御棒の受入作業

1. 目的及び作業概要

本作業は照射用炉心構成作業の期間中に付属建家新燃料貯蔵室以外に保管されている反射体、制御棒を炉外移送作業工程に支障なく安全にかつ円滑に構内各貯蔵場所から新燃料貯蔵設備収納管への収納作業を行うものである。

構内移送には反射体が1箱に6体、また、制御棒が1箱に5体収納できる収納箱を用い移送中の振動による荷くずれを配慮する。以上の事から2段重ねとしユニック車に最大4箱/回を積載して、新燃料受入室まで移送を行うものである。従って反射体の1回移送数量は24体と成る。構内移送経路を第5.18-1図に示す。

その後、燃料移送架台を用い新燃料検査貯蔵室へ移送し新燃料移送機にて貯蔵室収納管への収納を行うものである。

新燃料受入室及び新燃料検査貯蔵室を第5.18-2図に示す。

本移送作業における概略図を第5.18-3図に示す。

反射体、制御棒（以下集合体と略す）は、実験炉内第3倉庫又は、照射燃料組立検査施設（IRAFと略す）の2ヶ所に保管されており、それら保管場所から原子炉附属建家、新燃料受入室（以下受入室と略す。）に移送を行った。

本作業は3日間を要し作業内容を以下に示す。

- 第1日
 - 集合体の詰替え（移送対象物と対象物以外の選別）
 - 新燃料受入室への移送
 - 第2日
 - 新燃料受入室への移送
 - 新燃料受入室から新燃料検査貯蔵室内収納管への収納
 - 第3日
 - 新燃料受入室から新燃料検査貯蔵室内収納管への収納
- （最大収納作業数量 20体/日）

新燃料受入室に受入れた収納管を天井クレーンにより吊り上げて、ユニック車から床上に降した後、収納管の蓋を開け、集合体をナイロン吊り具を用い、燃料移送架台まで移動する。

燃料移送架台にて集合体を新燃料検査貯蔵室側に移動（2体/日）した後、新燃料起立架台装置にて反射体を起立状態（垂直状態）にし、新燃料移送機で反射体を新燃料収納管へ収納する。

また一部収納管へ収納されない集合体（炉外移送作業工程対象以外の集合体）は、一時的に収納管に収納した状態で新燃料受入れ室への一時保管場所に保管を行った。その後集合体は、炉外移送作業工程に従って新燃料貯蔵室内収納管へ収納した。

2. 作業実績

本移送作業は、MK-II移行作業基本工程に基づき、昭和57年1月から8月まで行い当初この9カ月間に19回の移送作業計画で行う予定であったがMK-II炉外移送工程前までに集合体の照射前データーとして、サイト寸法測定及び外観、清浄度を検査しなくてはならないことから、

本移送作業回数を削減し、数多くの集合体を移送し、サイト寸法測定及び検査ができるように工程を変更した。

その結果、56年11月から始まり、57年7月まで本移送作業が行われ、移送作業回数としては、10回の移送作業で行うことができ、サイト寸法測定及び検査も炉外移送工程に支障なく行う事ができた。この期間内における移送作業実績表を第5.18-1表に示した。

本構内移送作業における移送対象物及び数量の実績を下記に示す。

1) 反射体	6体
2) 内側反射体	54体
3) 外側反射体(A)	144体
4) 外側反射体(B)	25体

3. 特記事項

本作業は、MK-II移行作業期間中、特に移送専用の治具類も無く、人力によった作業であったが、集合体への損傷、重量物運搬（反射体重量最大約90kg）による事故等も無く、また炉外移送作業工程に何ら支障なく完了した。

集合体の保管方法として、収納箱の積み重ね、梱包（最大3箱）による方法を用いたが、以下に示す様な問題が発生した。

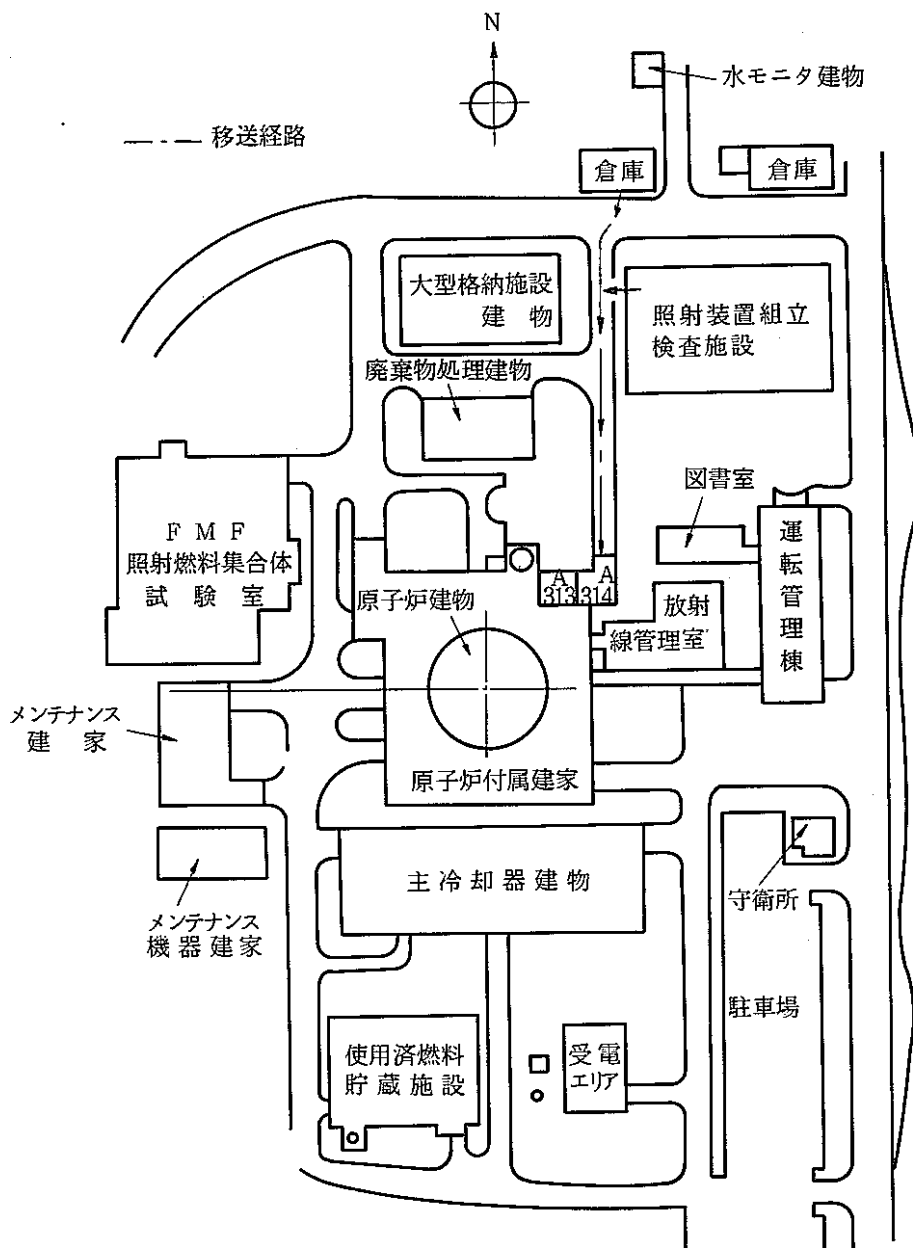
- 1) 集合体のサイト寸法測定、外観検査が容易にできなかった。
- 2) 炉外移送工程通りに貯蔵室収納管に収納する為、収納箱内の集合体の入れ替え作業が必要と成った。

また、今回の作業から以下の改善が今後必要と思われる。

- 1) 新燃料受入室については、一時的に受入能力を上回る事が考えられる為、受け入れ室に隣接する倉庫を設置し、多量の取扱が必要と成る場合に備える様配慮する。
- 2) 集合体の保管方法については取扱作業を考慮すると次の2点について検討を要す。
 - (1) 反射体の数量、No.のチェックが容易にできるよう改造を行う。
 - (2) 炉外移送工程により反射体等の詰替えが必ずあることを考慮し、集合体の保管方法として、出し入れの簡単な棚方式にする。
- 3) 収納箱による移送及び保管は集合体等の数量が増加すると収納箱自体の数量も増加し、収納箱の処分を考慮する必要が生ずる事から構内移送時には専用の恒久的移送容器が必要である。
- 4) 集合体の取扱いは、水平状態での取扱が多いことからより安全に作業を行う為、集合体取扱い治具及び専用の移送装置の整備が必要である。
- 5) 新燃料受け入れ室の受け入れ装置は、数種類の炉心構成要素を取扱えるよう考慮すれば、待ち時間が少なく作業の合理化が可能である。

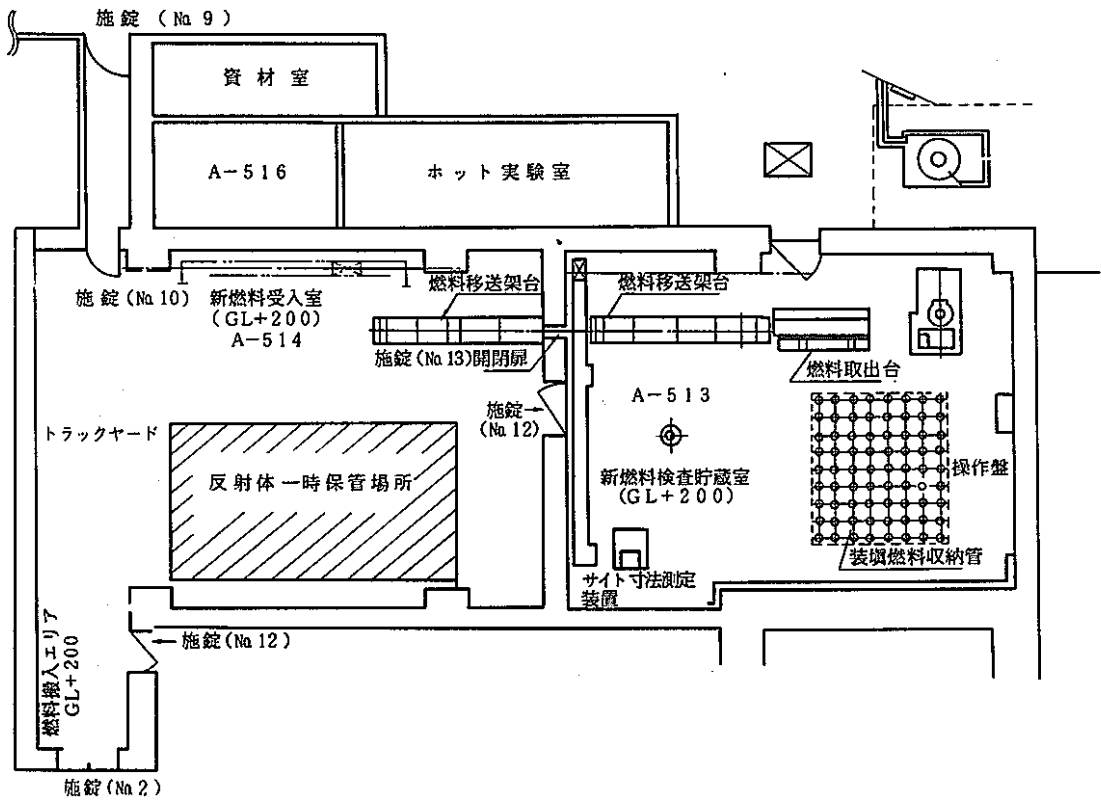
以上の経験により、将来炉の建設においては、炉内移送時の作業の合理化を考慮に入れ、反射

体の保管方法、場所及び受け入れ装置また、建家等を建設する時、炉心構成要素の保管から炉内移送まで合理的に行う事ができる様建家設計が成される事が望まれる。



第 5.18 - 1 図 構内移送経路

Fig 5.18 - 1 Rout of the Transfer Cask Transfer Route in JOYO



第 5.18 - 2 図 新燃料貯蔵設備配置図 (平面図)

Fig 5.18 - 2 Arrangement of The New Fuel Storage Facility

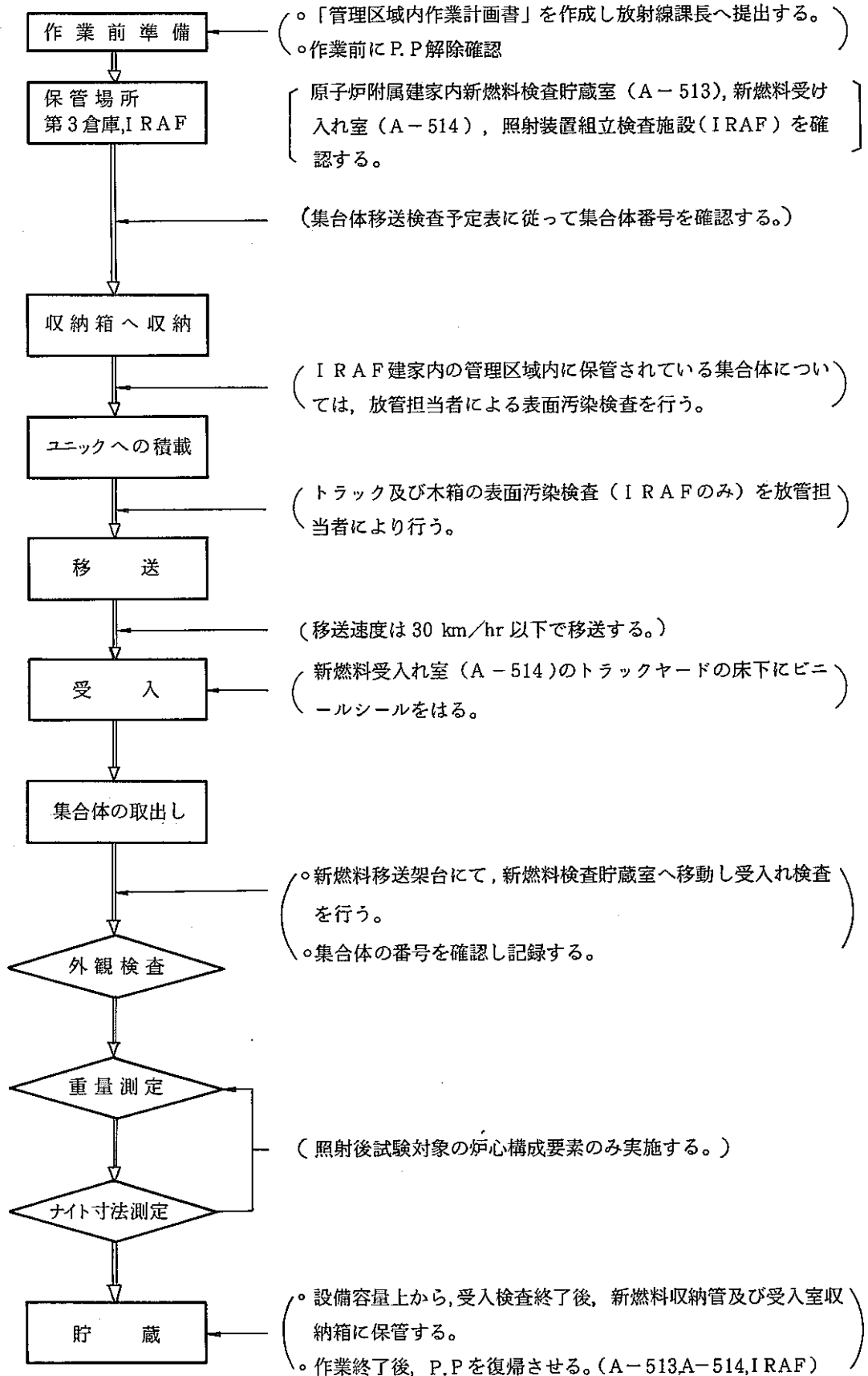


図 5.18 - 3 図 反射体・制御棒移送作業概略図

Fig 5.18 - 3 Transportation Activities Flowsheet of The Reflectors and Control Rods

第5.18-1表 反射体及び制御棒移送作業実績工程
 Table 5.18-1 Transportation Accomplishment of the Reflectors and Rods

項目	S 5 6 年度												S 5 7 年度		
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
照射用炉心構成作業工程			準備 4(34) 17 (ACT-1) CRDM撤去(6体) 18(16) 12 (ACT-2) 予備中性子検出系の設置 18(13) 30 (ACT-3)	燃交1(30体)(ACT-4) 30 (16) 14 23 25 6 9 CR下部案内管交換(2体) 10 (26) 9 (ACT-5)	燃交2(90体) 18 49 (ACT-6)	燃交3(60体) 2() 29 17 (ACT-7)	燃交4(60体) 24 1(29) 22 (ACT-9)		燃交5(64体) 21 (32) 22 (ACT-12)		燃交6(12体) (ACT-15) 16 PCVLT/A(6体) (2) 12 中性子検出器引抜+挿入 13(3) 15 (ACT-20)	性能試験 燃交7(6体) [3体] CRDM(6体) CRD上部案内管交換 掘付調整 29 30 27 30 (23) 21 (ACT-10) (ACT-11) ビット返搬出 (2)			
移送作業	ACT18-1 ~ACT18-3 5 10 (36体)			ACT18-4 10 20 (39体)		ACT18-5 ~ACT18-6 6 28 (87体)		ACT18-7 ~ACT18-8 15 30 (49体)	ACT18-9 ~ACT18-10 7 27 (19体)						
移送対象	ACT18-1 ビットNo 炉心構成要素 13 NFR101 18 NFR102			ACT18-4 ビットNo 炉心構成要素 4 NFRM3A 3 NFRM3B 2 NFRM3C 1 NFRM3D 56 NFRM3E 55 NFRM3F 12 NFRM3G 11 NFRM3H 8 NFRM3I -10 NFRM3S 9 NFRM3T 8 NFRM3U 7 NFRM3V 4 NFRM3W 20 NFRM3X 1 NFRM3Y 38 NFRM3Z 39 NFRM40 40 NFRM41 15 NFRM42 28 NFRM43 29 NFRM44 30 NFRM45 32 NFRM46 35 NFRM47		ACT18-5 ビットNo 炉心構成要素 41 NFRM0Q 37 NFRM0R 38 NFRM0S 39 NFRM0T 35 NFRM0U 34 NFRM0V 33 NFRM0W 32 NFRM0X 19 NFRM0Y 18 NFRM0Z 17 NFRM10 16 NFRM11 15 NFRM12 14 NFRM13 36 NFRM14 41 NFRM15 42 NFRM16 31 NFRM17 30 NFRM18 29 NFRM19 27 NFRM20 26 NFRM21 25 NFRM22 24 NFRM23 23 NFRM24 22 NFRM25 43 NFRM26 40 NFRM27 21 NFRM28 20 NFRM29 28 NFRM30 33 NFRM31 39 NFRM32 38 NFRM33 37 NFRM34 35 NFRM35 34 NFRM36 33 NFRM37 32 NFRM38 31 NFRM39 30 NFRM40 29 NFRM41 28 NFRM42 27 NFRM43 26 NFRM44 25 NFRM45 24 NFRM46 23 NFRM47 22 NFRM48 21 NFRM49 20 NFRM50 19 NFRM51 18 NFRM52 17 NFRM53 16 NFRM54 15 NFRM55 14 NFRM56 13 NFRM57 12 NFRM58 11 NFRM59 10 NFRM60 9 NFRM61 8 NFRM62 7 NFRM63 6 NFRM64 5 NFRM65 4 NFRM66 3 NFRM67 2 NFRM68 1 NFRM69		ACT18-7 ビットNo 炉心構成要素 46 NFR10Q 47 NFR10R 48 NFR10S 49 NFR10T 50 NFR10U 35 NFR10V 34 NFR10W 33 NFR10X 32 NFR10Y 31 NFR10Z 44 NFR10A 38 NFR10B 30 NFR10C 68 NFR10D 67 NFR10E 66 NFR10F 51 NFR10G 52 NFR10H 53 NFR10I 54 NFR10J 55 NFR10K 56 NFR10L 57 NFR10M 58 NFR10N 59 NFR10O 60 NFR10P 61 NFR10Q 62 NFR10R 63 NFR10S 64 NFR10T 65 NFR10U 66 NFR10V 67 NFR10W 68 NFR10X 69 NFR10Y 70 NFR10Z 71 NFR10A 72 NFR10B 73 NFR10C 74 NFR10D 75 NFR10E 76 NFR10F 77 NFR10G 78 NFR10H 79 NFR10I 80 NFR10J 81 NFR10K 82 NFR10L 83 NFR10M 84 NFR10N 85 NFR10O 86 NFR10P 87 NFR10Q 88 NFR10R 89 NFR10S 90 NFR10T 91 NFR10U 92 NFR10V 93 NFR10W 94 NFR10X 95 NFR10Y 96 NFR10Z 97 NFR10A 98 NFR10B 99 NFR10C 100 NFR10D		ACT18-9 ビットNo 炉心構成要素 44 NFRM05 45 NFRM06 46 NFRM07 47 NFRM08 48 NFRM09 49 NFRM10 50 NFRM11 51 NFRM12 52 NFRM13 53 NFRM14 54 NFRM15 55 NFRM16 56 NFRM17 57 NFRM18 58 NFRM19 59 NFRM20 60 NFRM21 61 NFRM22 62 NFRM23 63 NFRM24 64 NFRM25 65 NFRM26 66 NFRM27 67 NFRM28 68 NFRM29 69 NFRM30 70 NFRM31 71 NFRM32 72 NFRM33 73 NFRM34 74 NFRM35 75 NFRM36 76 NFRM37 77 NFRM38 78 NFRM39 79 NFRM40 80 NFRM41 81 NFRM42 82 NFRM43 83 NFRM44 84 NFRM45 85 NFRM46 86 NFRM47 87 NFRM48 88 NFRM49 89 NFRM50 90 NFRM51 91 NFRM52 92 NFRM53 93 NFRM54 94 NFRM55 95 NFRM56 96 NFRM57 97 NFRM58 98 NFRM59 99 NFRM60 100 NFRM61		ACT18-10 ビットNo 炉心構成要素 66 NFR10E 67 NFR10F 68 NFR10G 62 NFR10K 63 NFR10L 64 NFR10M 65 NFR10N 69 NFR10P		ACT18-8 ビットNo 炉心構成要素 37 NFRM14 38 NFRM15 39 NFRM16 40 NFRM17 41 NFRM18 42 NFRM19 43 NFRM20 44 NFRM21 45 NFRM22 46 NFRM23 47 NFRM24 48 NFRM25 49 NFRM26 50 NFRM27 51 NFRM28 52 NFRM29 53 NFRM30 54 NFRM31 55 NFRM32 56 NFRM33 57 NFRM34 58 NFRM35 59 NFRM36 60 NFRM37 61 NFRM38 62 NFRM39 63 NFRM40 64 NFRM41 65 NFRM42 66 NFRM43 67 NFRM44 68 NFRM45 69 NFRM46 70 NFRM47 71 NFRM48 72 NFRM49 73 NFRM50 74 NFRM51 75 NFRM52 76 NFRM53 77 NFRM54 78 NFRM55 79 NFRM56 80 NFRM57 81 NFRM58 82 NFRM59 83 NFRM60 84 NFRM61 85 NFRM62 86 NFRM63 87 NFRM64 88 NFRM65 89 NFRM66 90 NFRM67 91 NFRM68 92 NFRM69 93 NFRM70 94 NFRM71 95 NFRM72 96 NFRM73 97 NFRM74 98 NFRM75 99 NFRM76 100 NFRM77	
移送回数(注)															
NEW FUEL STORAGE PITMAP															

5.19 ACT-19 使用済炉心構成要素プール間移送作業

1. 目的及び作業概要

MK-II 移行作業期間中に炉内より約 300 体の使用済炉心構成要素が原子炉付属建家内第 1 プール^{*1}に移送される。

本作業は、第 1 プールの貯蔵能力を十分確保し、第 1 プールに移送される使用済炉心構成要素貯蔵作業を円滑に行い支障を来たさぬ様に、第 1 プールより SFF 第 2 プール^{*2}への使用済炉心構成要素移送作業（プール間移送作業）を行うものである。

*1 原子炉付属建家内使用済燃料貯蔵プール（貯蔵能力 200 体）

*2 使用済燃料貯蔵施設（SFF）内使用済燃料貯蔵プール（貯蔵能力 600 体）

本移送作業は、使用済燃料輸送容器（以下キャスクと略す。）を用いた構内移送作業であり、缶詰缶に封入された使用済燃料は、第 1 プール内でキャスクに装荷された後、トレーラーで SFF まで輸送され、第 2 プール内でキャスクから取出し、使用済燃料貯蔵セル内へ移される。

プール内での缶詰缶の取扱は、プールに設けられている使用済燃料移送機により行う。移送作業は、照射課を主体に行い使用済燃料移送機の運転と作業全体の取まとめを MK-II プロジェクトが担当し、その他建家でのキャスクの取扱及びキャスク運搬は、それぞれの作業毎に請負作業体制にて実施した。

プール間移送作業の作業フローシートを第 5.19-1 図に示す。この図に示される各作業は、次の様なものであった。

- 1) 構内移送用キャスクは、SFF キャスクピット内に保管されているため、移送作業にあたっては、キャスクを保管ピットまで取出し、キャスク内脱塩水注入バルブからの漏洩チェック、蓋 Oリング交換、ボルト類点検及び吊上装置の動作確認等を行った後、輸送架台上に据え、準備を行う。これらの作業は、準備作業として移送作業の前日に行われる。
- 2) キャスクは輸送架台ごとトレーラーに積載し、SFF から付属建家へ運搬される。運搬時キャスクは、締付装置（四本のターンバックル付支持棒）で輸送架台に縦置に固定され、更に輸送架台とトレーラーは、ボルト固定される。
尚、キャスク運搬時は、吊具もトラックで付属建家へ運搬される。
- 3) 付属建家へ搬入された後、キャスクは輸送架台ごとトラックエリアに仮置され、ここで緩衝体、蓋の取外し及び水位調整弁、ベント弁を開け、第 1 プール内キャスクピットへ据付される（水深約 13m）。キャスクピット内作業時は、取扱上の安全を確保するため、使用済燃料移送機台車架台に新設した水中カメラで作業状況の確認が行われる。
- 4) キャスクピット内に据付けられたキャスクへの使用済燃料の装荷は、使用済燃料移送機により行われる。第 1 プール使用済燃料貯蔵ラックに貯蔵されている缶詰缶を使用済燃料移送機で取扱いキャスク内燃料バスケットに装荷する。使用済燃料移送機台車の位置決めは、移送機本体に取付けられているカメラで既設ラックごとに設けられているターゲットに位置合せを行うため

容易であるが、キャスクのバスケット穴には、このターゲットが取付られないため、最初は長時間を費した。その後、バスケット上にラッパ状のガイドを設け時間短縮をはかった。

- 5) 缶詰缶装荷が終了した後、キャスクは吊上装置に吊られている蓋を取付けキャスクピットより引上られる。途中スプレー水により除染が行われる。

放射線管理課立合の汚染検査を受けた後キャスクは、輸送架台上に固定され、蓋のボルト締め、緩衝体の取付を行い、最後に表面線量率測定が行われる。

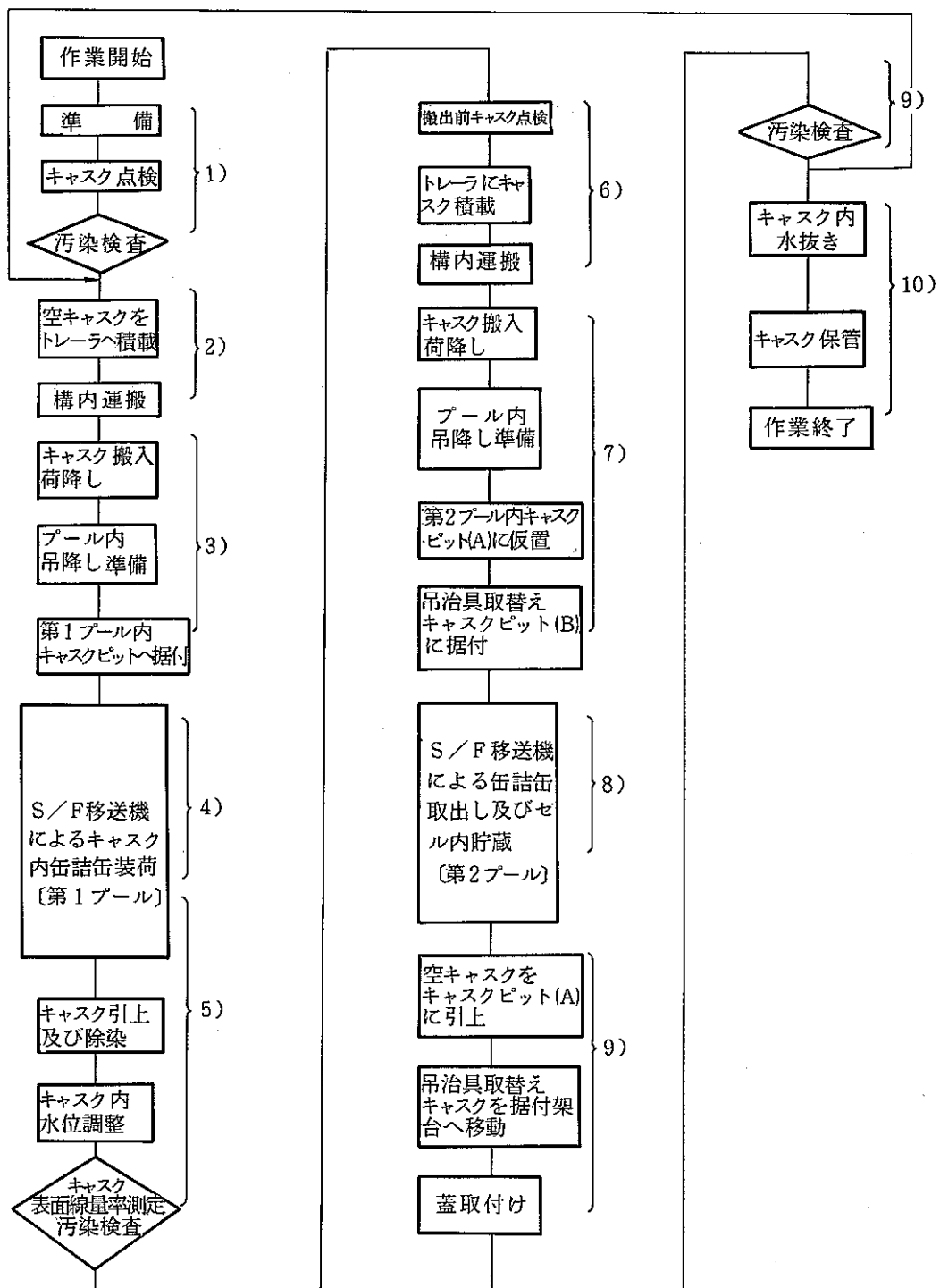
- 6) 付属建家から、SFFへの運搬は空キャスクの運搬時と同様な手順で行われる。
- 7) SFFへ搬入されたキャスクは、付属建家と同様緩衝体の取外しまで行った後、蓋のボルトを取外した状態で第2プール内キャスクピット(A)に仮置され、吊具を交換後、となりのキャスクピット(B)に据付けられる。ここで吊具と共に蓋の取外しが行われる。第1プールと異なるのは、天井クレーンが水中へ降せないため、水深13mのキャスクピット(B)に吊下す前に吊上装置の交換を行うことである。

- 8) キャスクからの缶詰缶取出しは、SFF使用済燃料移送機により行い、引抜かれた缶詰缶は同移送機で既設貯蔵ラック内に貯蔵される。

- 9) 缶詰缶の取出しが終了した後、第2プールよりキャスクの引上を実施する。作業手順は、キャスク据付時と逆の手順により、まず延長棒付吊具でキャスクピット(A)まで引上げ、吊上装置を交換し、プールより引上げ、輸送架台上へ据付を行う。輸送架台上には、キャスクの取扱を円滑に進めるため、作業架台が据付られており、キャスク引上後の蓋の取付、支持棒および上部緩衝体の取付、取外し等の作業はすべてこの作業架台上で行われる。

- 10) 燃料移送を連続して行う場合は、上記(2)~(9)の作業を繰返し行うが、移送作業が1ヶ月以上空く場合は、9)以降のキャスク保管作業を実施する。

保管作業は、キャスク内の水抜きを行い、キャスク保管ピット内に収納するまでの作業である。キャスクは、燃料バスケットを収納した状態で蓋を取付け縦置に保管される。



第 5.19 - 1 図 使用済燃料プール間移送作業フローシート

Fig 5.19 - 1 Transportation Activities Flowsheet During No.1 and No.2 Pools

2. 作業実績

本移送作業は当初「常陽」MK-II移行作業基本工程に基づき、昭和57年1月から、57年9月までの間に21回（231体）の移送計画が立案されたが、実作業は57年8月で当初計画した移送作業は完了し、更にMK-II移行後の第1プールの貯蔵に余裕を持たせるため、57年11月に4回の移送を追加した。この結果移送作業は、57年11月まで延長され25回の移送で総計265体の集合体を第2プールに貯蔵した。これに要した作業日数（準備、後方付含）21日間及び総人工数は1178人工であった。

今回の移送実績を以下に示す。

第5.19-1表 期間中の移送作業実績工程及び移送対象

第5.19-2表 1移送作業実績（3日工程及び2日工程）

第5.19-3表 第2プール貯蔵実績表

3. 特記事項

移送作業工程は、移送作業のトラブルによる計画の変更はなかった。この内燃料バスケットガイドを設けたことにより、57年8月以降の作業が、1移送2日の工程で実施できたことは、全体工程短縮上大きな成果であった。

第5.19-1表 使用済燃料プール間移送作業実績工程

Table 5.19-1 Transportation Accomplishment During the No.1 and No.2 Pools

年月日	S 5 6 年度						S 5 7 年度						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
項目	<p>照射用炉心構成作業工程</p> <p>準備 燃交1(30体)(ACT-4) 燃交2(90体) 燃交3(60体) 燃交4(60体) 燃交5(64体) 燃交6(12体) 性能試験</p> <p>4 (10) 17 30 (16) 14 23 25 6 9 18 (45) 20 (29) 17 24 (29) 22 (3) 体 CRDM (6) 体 (ACT-12) (ACT-15) 16 22 (7)</p> <p>CRDM撤去(6体) CR下部署内管交換(2体) R/F点検 CRD上部署内管交換 据付調整 (ACT-10) (ACT-11) (ACT-13) 23 26 29 (30) 27 50 (23) 21</p> <p>(ACT-2) 18 (6) 23 10 (28) 9 2 (19) 20 18 (7) 24 (ACT-8) ビット蓋搬出 (2) ビット蓋搬入 (2)</p> <p>予備中性子検出系の設置 1次主ポンプB1 サーベイランス材搬出、分解点検 サーベイランスリグ移送 ビット蓋搬出 (2) ビット蓋搬入 (2)</p> <p>18 (13) 30 (ACT-3) 10 (8) 17 2 (19) 20 18 (7) 24 (ACT-8) ビット蓋搬出 (2) ビット蓋搬入 (2)</p> <p>RCVLT(A種) 中性子検出器引抜、挿入 燃源部装着 27 (10) 6 13 (15) (ACT-14) (ACT-20)</p>												
使用済燃料プール間移送	<p>移送試験 (10体) ACT19-1~ACT19-4 (43体) ACT19-5~ACT19-9 (55体) ACT19-10~ACT19-14 (54体) ACT19-15~ACT19-20 (64体) ACT19-21~ACT19-24 (39体)</p> <p>25 27 3 16 26 27 1 1 16 31 1 25</p>												
移送対象	<p>移送試験 燃交(使用済燃料) A-55 D-30 A-59 D-43 A-58 D-37 A-57 D-28 A-56 D-45 A-25 CR-01 A-01 NFJC00 A-69 TTJROA C-07 D-41 C-02 D-33</p> <p>ACT19-1 燃交(使用済燃料) A-50 NF110F A-68 NF110J A-46 NF1F20 A-47 NF1I02 A-48 NF103Y A-18 NF104D A-16 NF110P A-17 NF1F22 A-12 NF1056 A-14 NF1V23 A-15 NF1VX2</p> <p>ACT19-4 燃交(使用済燃料) A-33 FMA-33 C-10 FMC-10 C-20 NF110W C-21 NF110S C-28 NF110G A-42 FMA-42 A-86 FMA-86 C-26 TTJRO6 C-31 TTJROB C-33 NFJRO0</p> <p>ACT19-5 燃交(使用済燃料) C-85 NF105J C-87 NF105F C-88 NF105H C-80 NF105T C-81 NF105X C-82 NF105V C-89 NF105U C-94 NF1060 C-95 NF1052 C-96 NF105M C-97 NF1032</p> <p>ACT19-8 燃交(使用済燃料) C-86 TTJRO2 C-11 FMC-11 B-04 TTJRIE C-61 TTJROW C-62 TTJRI8 C-63 TTJRO2 C-66 TTJRI1 C-67 TTJRO4 C-68 TTJRO2 C-69 TTJRO0 C-70 TTJRO8</p> <p>ACT19-10 燃交(使用済燃料) B-14 NF103H B-15 NF1028 B-17 NF103R B-18 NF105B B-19 NF103C B-20 NF1068 B-21 NF105Y B-22 NF1065 B-23 NF102F B-24 NF103L</p> <p>ACT19-13 燃交(使用済燃料) B-49 NF1027 B-50 NF105A B-51 NF1024 B-52 NF1055 B-53 NF102U B-55 NF102Y B-57 NF102B B-58 NF1036 B-59 NF103B B-60 NF102N</p> <p>ACT19-15 燃交(使用済燃料) B-85 NF103P B-88 NF103W B-90 NF1042 B-91 NF1046 B-92 NF103S B-93 NF105T B-94 NF104H B-78 NF104W B-79 NF104S B-80 NF105W B-81 NF105G</p> <p>ACT19-18 燃交(使用済燃料) D-51 NF104N D-52 NF104F C-19 NF1M14 C-44 NF1M1Y A-78 NF1M1G A-65 NF102T D-56 NF104C A-72 NF103U A-67 NF104D C-06 NF104B</p> <p>ACT19-21 燃交(使用済燃料) B-96 NF105C B-97 NF106E B-98 NF105D B-99 NF102G D-01 NF102E D-02 NF102V D-44 FMD-44 D-04 NF104G D-05 NF103E D-06 NF106A D-08 NF106D</p> <p>ACT19-24 燃交(使用済燃料) D-62 FMD-62 D-48 FMD-48 D-47 FMD-47 D-45 FMD-45 D-81 NFJ103 D-09 NFJM12</p>												
移送回数(注)	<p>燃交(使用済燃料) A-49 NF1108 A-08 NF110Y A-62 NF1110 A-63 NF110V A-64 NF1105 A-92 FMA-92 A-93 FMA-93 A-81 FMA-81 A-88 FMA-88 A-91 FMA-91 A-20 FMA-20</p> <p>ACT19-2 燃交(使用済燃料) A-07 NF1100 A-08 NF110L A-09 NF110B A-10 NF110Z A-11 NF110J A-02 NF110C A-03 NF110W A-05 NF1107 A-35 NF1FX0 A-61 NFJ10K</p> <p>ACT19-6 燃交(使用済燃料) C-98 NF104Y B-09 NF1063 C-99 NF104Z B-08 NF1067 B-95 NF103A B-05 NF1025 B-02 NF1032 B-06 NF1026 B-07 NF1027 C-29 NF110T C-32 NF1F21 C-64 TTJROE C-65 TTJRON B-11 NF1061 C-71 TTJRI0 C-72 TTJROC</p> <p>ACT19-9 燃交(使用済燃料) B-09 NF1063 B-08 NF1067 B-05 NF1025 B-06 NF1026 B-07 NF1027 C-57 TTJCI0 C-60 TTJRID C-10 NF1062 B-10 NF1062 B-11 NF1061 B-12 NF1066 B-13 NF105K</p> <p>ACT19-11 燃交(使用済燃料) B-25 NF103K B-26 NF103F B-27 NF103V B-29 NF102X B-30 NF1054 B-31 NF1058 B-32 NF105R B-33 NF1050 B-34 NF102K B-35 NF1031 B-36 NF1037</p> <p>ACT19-14 燃交(使用済燃料) B-61 NF1039 B-62 NF102M B-63 NF102S B-64 NF105E B-65 NF1043 B-66 NF103Q B-67 NF104R B-68 NF1056 B-69 NF104X B-74 NF102L</p> <p>ACT19-16 燃交(使用済燃料) B-82 NF105F B-83 NF105S B-84 NF103M B-85 NF103X B-86 NF103G B-87 NF1022 B-70 NF102G B-71 NF105N B-72 NF102J B-73 NF1038 B-74 NF102L</p> <p>ACT19-19 燃交(使用済燃料) C-01 NF1047 A-39 NF1049 C-14 FMC14 A-53 NFJM1M A-54 NFJM1A A-28 NFJM19 A-30 NFJM20 A-38 NFJM17 A-43 NFJM21 C-18 NFJM16</p> <p>ACT19-22 燃交(使用済燃料) D-09 NFJ06B D-10 NFJ06E D-11 NFJ06C D-12 NF104M D-13 NF104T D-14 NF1050 D-15 NF1051 D-16 NF104E D-57 NFJM1X D-58 NFJM1Q D-59 NF102H</p> <p>ACT19-23 燃交(使用済燃料) D-60 NFJM1L D-61 NFJM1R A-13 NFJM1W A-27 NFJM1V A-31 NFJM1N A-36 NFJM1T A-40 NFJM1Z A-71 NF1059 A-76 NF110A B-56 NFJM1C C-89 NFJM1D</p>												
注	<p>(注1) ACT19は使用済燃料プール間移送作業を示す。</p> <p>(注2) D: ダミー燃料集合体 CR: 制御棒ダミー TTJ R: 反射体(MK-1) NFJ: フランケット燃料 FMA: FMA返却燃料</p>												

第5.19-2表 使用済燃料1移送作業実績

3日工程 Table 5.19-2 One Cycle Spent Fuel Transportation Activities Accomplishment

	No.	項目	時間 (分)	1日目																2日目																3日目																											
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																								
付 属 建 家 内	1	第1プール内キャスク据付作業	60																																																												
	2	キャスク内缶詰缶装荷作業	300																																																												
	3	第1プールよりキャスク引上作業	90																																																												
	4	キャスク運搬準備作業	40																																																												
屋 外	5	キャスク運搬 (付属建家→SFF)	30																																																												
S F F	6	第2プール内キャスク据付作業	80																																																												
	7	キャスクより缶詰缶取出し	240																																																												
	8	第2プールよりキャスク引上作業	120																																																												
屋 外	9	空キャスク運搬 (SFF→付属建家)	40																																																												
付 属 建 家	10	付属建家内キャスク搬入作業	30																																																												

2日工程

	No.	項目	時間 (分)	1日目																2日目																							
				9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																
屋 外	1	空キャスク運搬 (SFF→付属建家)	60																																								
付 属 建 家 内	2	第1プール内キャスク据付作業	60																																								
	3	キャスク内缶詰缶装荷作業	240																																								
	4	第1プールよりキャスク引上作業	90																																								
屋 外	5	キャスク運搬 (付属建家→SFF)	70																																								
S F F	6	第2プール内キャスク据付	80																																								
	7	キャスクより缶詰缶取出し	240																																								
	8	第2プールよりキャスク引上作業	120																																								

注) ACT 19-15以降1移送2日
工程で作業を実施した。

第 5.19-3 表 第 2 プール貯蔵実績表

Table 5.19-3 Status of the No-2 Storage Pool

第 2 プール貯蔵実績表													昭和 57 年 11 月 25 日																										
ブランケット領域											その他燃料																												
X01	FMC-11	NF J 07	JNF 5J	JNF 25	JNF 3V	JNF 2Z	JNF 3P	JNF 38	JNF 4C	JNF 1J	JNF 1X	0-30	TTJRTTJR	03	0A																								
X02	NF J 0F	JNF X0	JNF 5P	JNF 26	JNF 2X	JNF 5A	JNF 3H	JNF 2L	JNF 3U	JNF 5C	JNF 1Q	0-43	TTJRTTJC	08	10																								
X03	NF J 0J	JNF 0K	JNF 5H	JNF 27	JNF 54	JNF 24	JNF 42	JNF 4L	JNF 40	JNF 6F	JNF 2H	0-37	TTJRTTJR	14	1D																								
X04	NF J 0Z	JNF 08	JNF 5T	JNF 62	JNF 58	JNF 55	JNF 46	JNF 4Q	JNF 4B	JNF 5D	JNF 1L	0-28	TTJRTTJS	00	05													貯蔵後; 265 体											
X05	NF J 02	JNF 0Y	JNF 5X	JNF 51	JNF 5A	JNF 2U	JNF 35	JNF 4V	JNF 47	JNF 2Q	JNF 1R	0-45	TTJRTTJC	0G	09			炉心構成要素名																					
X06	NF J 03	JNF 10	JNF 5V	JNF 66	JNF 5Q	JNF 2Y	JNF 3T	JNF 4E	JNF 49	JNF 2P	JNF 1W	CR-01	TTJR	09				貯蔵本数																					
X07	NF J 04	JNF 0V	JNF 5U	JNF 5K	JNF 2K	JNF 3D	JNF 4H	JNF 2R	JNF 14	JNF 2V	JNF 1Y	NF J 00	TTJRTTJR	12				移送前																					
X08	NF J 0P	JNF 05	JNF 3H	JNF 31	JNF 28	JNF 4R	JNF 23	JNF 13	JNF 44	JNF 1N		NF J 0A	TTJRTTJR	0A	0P			移送後																					
X09	NF J 0Z	JNF 02	JNF 5Z	JNF 28	JNF 37	JNF 36	JNF 4S	JNF 4J	JNF 1M	JNF 4G	JNF 1T	0-41	TTJR	0K				炉心燃料																					
X10	NF J 05	JNF 06	JNF 3H	JNF 31	JNF 28	JNF 4R	JNF 23	JNF 13	JNF 44	JNF 1N		0-33	TTJR	07				ブランケット燃料																					
X11	NF J 0X	JNF 08	JNF 4Y	JNF 5B	JNF 4U	JNF 39	JNF 5F	JNF 1F	JNF 20	JNF 6D	JNF 0A	FMA-FMC-85	TTJRTTJR	14				制御棒																					
X12	NF J 00	JNF 01	JNF 4Z	JNF 3C	JNF 35	JNF 2R	JNF 55	JNF 48	JNF 17	JNF 6B	JNF 1C	NF J 00	TTJRTTJR	1F				反射体(含サーベランス)																					
X13	NF J 0L	JNF 20	JNF 3A	JNF 68	JNF 3D	JNF 25	JNF 3H	JNF 4N	JNF 21	JNF 6E	JNF 1D	TTJRTTJR	06	0H			中性子閉入集合体																						
X14	NF J 0B	JNF 33	JNF 32	JNF 5Y	JNF 2C	JNF 5E	JNF 3X	JNF 4F	JNF 16	JNF 6C	JNF 62	TTJRTTJR	0B	1B			特殊燃料																						
X15	NF J 0Z	JNF 10	JNF 69	JNF 65	JNF 3J	JNF 43	JNF 3G	JNF 1B	JNF 0U	JNF 4M	JNF 48	TTJRTTJR	0E	0D			グレイ燃料																						
X16	NF J 01	JNF 0N	JNF 0T	JNF 2F	JNF 3Q	JNF 22	JNF 1Y	JNF 52	JNF 4T	JNF 47		TTJRTTJR	0N	1J			計装用受入集合体																						
X17	NF J 09	JNF 0S	JNF 21	JNF 3L	JNF 2D	JNF 4R	JNF 2G	JNF 1G	JNF 45	JNF 5O	JNF 45	TTJRTTJS	10	04																									
X18	NF J 0C	JNF 0G	JNF 63	JNF 3K	JNF 2A	JNF 4X	JNF 5N	JNF 2T	JNF 1K	JNF 51	JNF 03	TTJRTTJR	0C	0F																									
X19	NF J 0H	JNF 04	JNF 67	JNF 3F	JNF 2H	JNF 44	JNF 2J	JNF 0X	JNF 15	JNF 4P	JNF 12	TTJRTTJR	0L	00																									
X20	Y01	Y02	Y03	Y04	Y05	Y06	Y07	Y08	Y09	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21	Y22	Y23	Y24	Y25	Y26	Y27	Y28	Y29	Y30									

5.20 ACT-20 中性子検出器引抜・挿入作業

1. 目的及び作業概要

本作業は、MK-II移行時の燃料交換及び臨界近接時の未臨界度監視用に使用した高感度予備中性子検出器を本設の中性子検出器と交換するものである。

作業の概要は、ch.1とch.4の高感度予備中性子検出器(He-3, B-10)を巡回クレーンで引抜き、その後に新たに組立てた本設中性子検出器(F.C)を挿入する。

中性子検出器挿入後は、コネクタBoxの組立、密封管、出し入れ管の取付及び駆動部取付調整を行い、その後原子炉を臨界にし、中性子検出器の調整試験(プラート、ディスクリ特性試験、Pre-AMP調整、出力直線性、オーバーラップ確認試験)を実施する。

ただし、ch.9については低出力試験で使用するため、そのままとする。

第5.20-1図に中性子検出器交換作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、中性子検出器の組立作業、予備中性子検出器の引抜作業及び本設中性子検出器の挿入・調整作業を含め昭和57年9月27日より57年12月6日までの21日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

1) 中性子検出器の組立作業	9日間
2) 予備中性子検出器の引抜作業	1日間
3) 本設中性子検出器の挿入・調整作業	11日間

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

(1) プラント運転モード	「停止モード」
---------------	---------

ただし、中性子検出器調整試験時は「起動モード」で原子炉を臨界(1×10^4 CPS)とする。

(2) 炉内Naレベル	GL-6100
(3) 1次主冷却系流量	約20%
(4) 1次主冷却系温度	約250℃

2) 作業上の留意点

(1) ch.1の中性子検出器引抜・挿入時には炉上部ピット室空調ダクトの1部取外しが必要である。

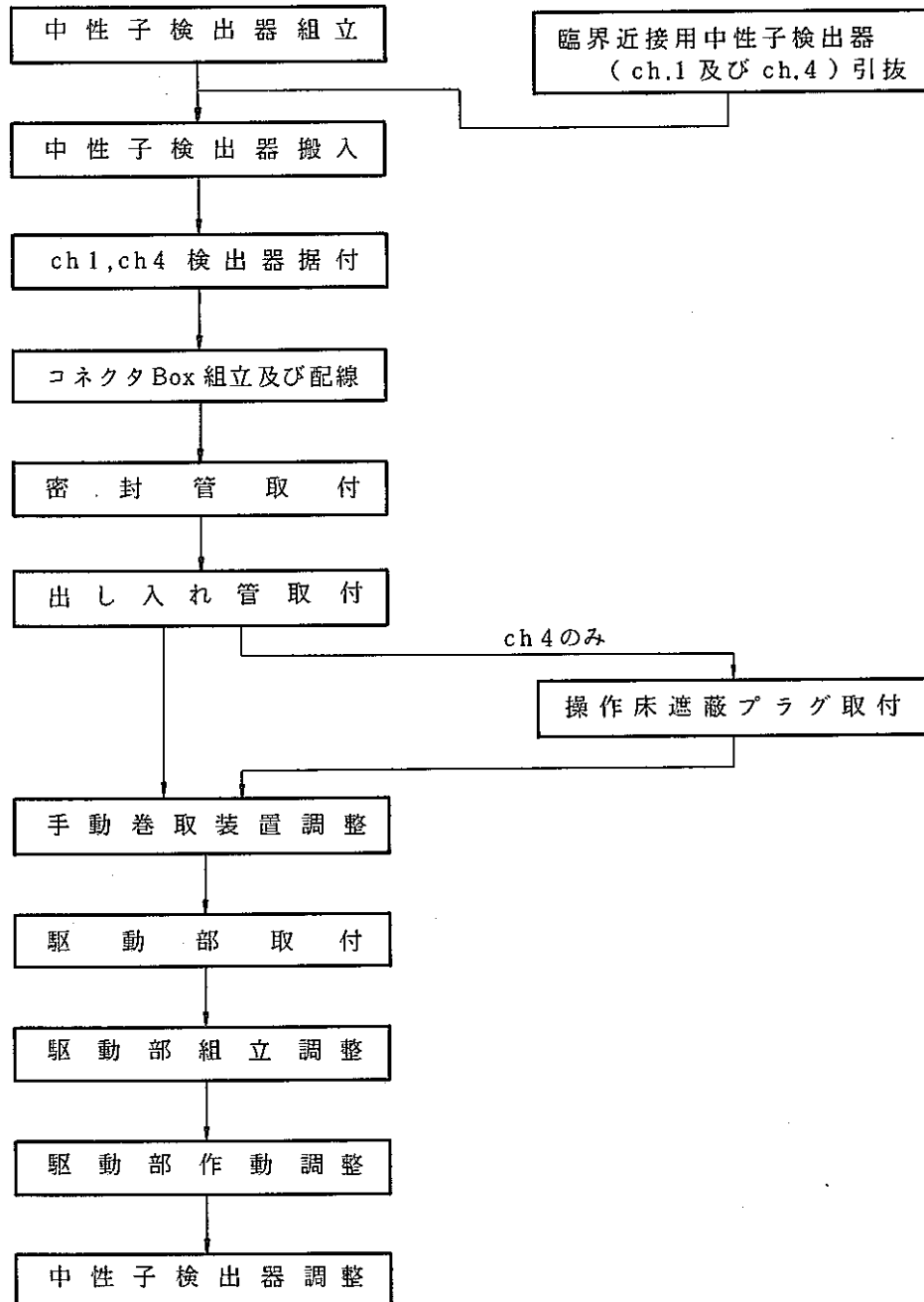
(2) ch.1の中性子検出器引抜・挿入時には燃料出入機を180°側に移動する必要がある。

(3) 今回の予備中性子検出器・引抜作業は、検出器の放射化量が少ない(低出力試験時のみ使用)ため、使用済検出器引抜キャスクを使用しない。

また、本作業期間中の人工実績は延べ205人日であった。

第5.20-1表に実績工程表を示す。

なお、本作業期間中の被曝状況は16名の作業員を登録し、個人被曝管理フィルムバッチ及びP.Dにて実施したが、期間中全員がX mRem（検出感度以下）で計画被曝線量（50 mRem）以下であった。



第 5.20 - 1 図 中性子検出器交換作業フローシート

Fig 5.20 - 1 The Neutron Detector Exchange Activities Flowsheet

第 5.20 - 1(1)表 高速実験炉「常陽」ACT-20 中性子検出器引抜・挿入作業実績詳細工程

Table 5.20 - 1(1) Result of The neutron Detector Exchange Activities

時間 月/日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
11月26日(金)					準備			ch.1及びch.4搬入開梱														
11月27日(土)				ch.1引抜		ch.1据付		ch.4引抜				ch.4据付	耐圧及びリークテスト									
11月28日(日)			ch.1コネクタBox組立及び配線																			
11月29日(月)			ch.1コネクタBox組立及び配線				ch.4コネクタBox組立及び配線				ch.1密封管取付				ch.1手動巻取装置調整(含L/T)				出し入案内管取付		駆動部取付	

第 5.20 - 1(2)表 高速実験炉「常陽」ACT-20 中性子検出器引抜・挿入作業実績詳細工程

Table 5.20 - 1(2) Result of The neutron Detector Exchange Activities

時間 月/日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	
11月30日(火)				ch.4コネクタ Box 組立及び配線 足場組立				密封管取付		手動巻取装置調整(合L/T)									
12月1日(水)				ch.4 操作床遮蔽プラグ取付 駆動部組立及び配線				ch.4 駆動部取付											
12月2日(木)				駆動部組立及び配線				ch.1 作動調整											
12月3日(金)				ch.4 作動調整						カバー 取付									最終動作確認
12月4日(土)				中性子検出器調整(プラート, ディスクリ特性, Pre-AMP 調整) 足場解体															

第 5.20 - 1(3)表 高速実験炉「常陽」ACT-20 中性子検出器引抜・挿入作業実績詳細工程

Table 5.20 - 1(3) Result of The neutron Detector Exchange Activities

時間 月/日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
12月5日(日)				中性子検出器調整(出力直線性, オーバラップ確認)																	
12月6日(月)				局立																	
月 日()																					
月 日()																					
月 日()																					

5.21 γ 線源部移動作業

1. 目的及び作業概要

本作業は、MK-II用炉心構成に伴い昭和57年11月14日アドレス4E1に装荷した試験用中性子源を起動用中性子源として使用するために、外側反射体領域（アドレス：6F1）へ移動するものである。

作業は、 γ 線源キャスクを小回転プラグ上の燃料交換機孔に据付け、4E1の γ 線源部をキャスクに収納し、回転プラグを6F1に運転した後 γ 線源部を6F1の中性子源受入集合体に装荷する。

また、燃料貯蔵ラックR15に貯蔵されているMK-Iで使用した中性子源受入集合体取出しのために γ 線源部を取出しラックR15からR9の γ 線源受入収納体へ移動する。

第5.21-1図に γ 線源部移動作業フローシートを示す。

2. 作業実績

本作業は、 γ 線源キャスクの準備作業、 γ 線源部移動作業及び γ 線源キャスク整備作業を含め57年11月29日より57年12月9日までの9日間を要した。

各作業の内訳は次の通りである。

- | | |
|-------------------------|-----|
| 1) γ 線源キャスクの準備作業 | 1日間 |
| 2) γ 線源部移動作業 | 4日間 |
| 3) γ 線源キャスクの整備作業 | 4日間 |

第5.21-3図に γ 線源移動作業時の位置関係図を示す。

作業期間中のプラント状態及び作業上の留意点は以下の通りである。

1) プラント状態

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| (1) プラント運転モード | 「炉内メンテナンスモード」 |
| (2) 炉内Naレベル | GL-9540（ γ 線源取扱用グリッパの使用条件） |
| (3) 1次主冷却系温度 | 約200℃ |

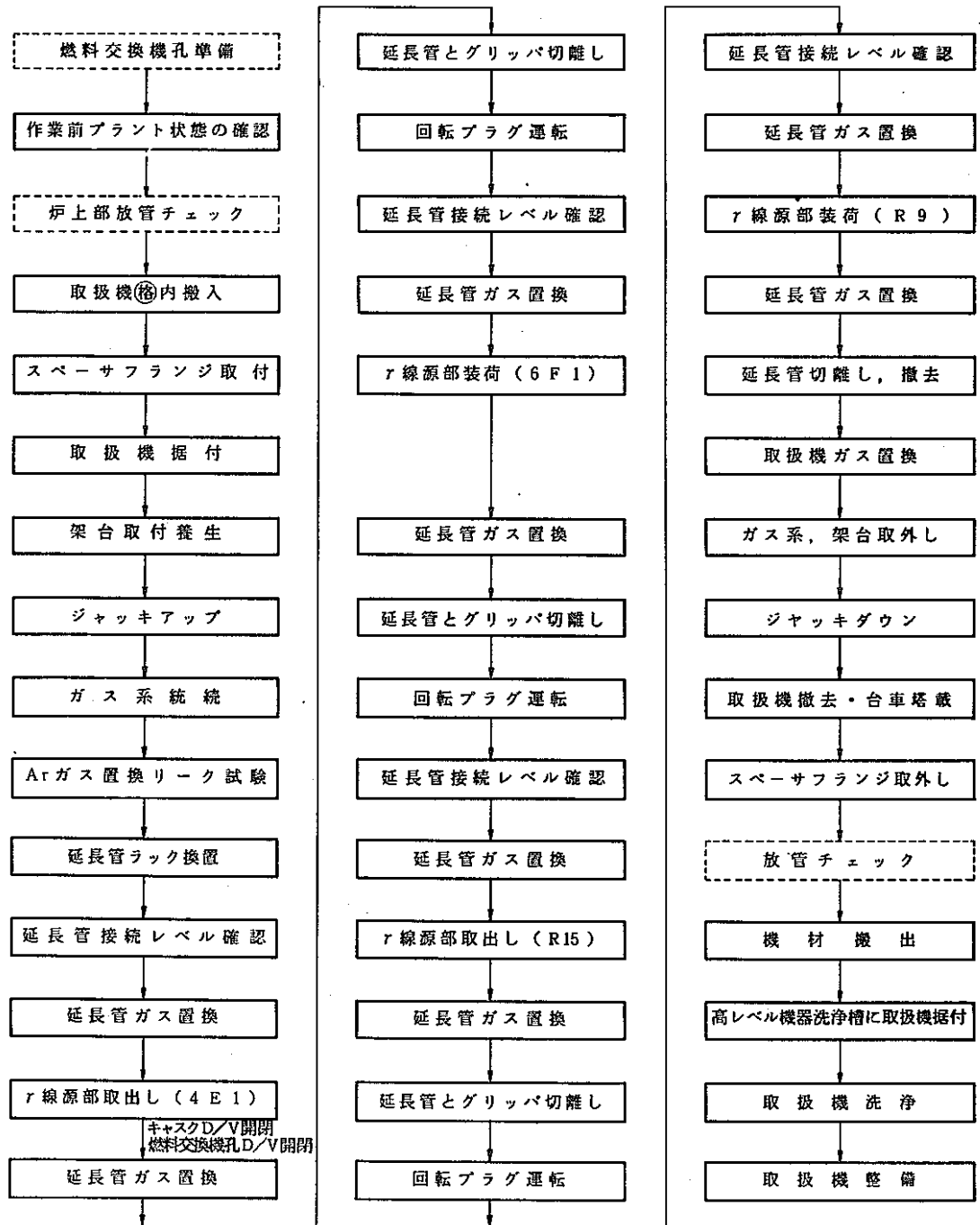
2) 作業上の留意点

- (1) 燃料交換機孔内に γ 線源用案内スリーブと案内スリーブ(II)が装荷されていること。
- (2) γ 線源部受入集合体が6F1及び γ 線源受入収納体がR9に装荷されていること。
- (3) γ 線源取扱用グリッパの使用条件により炉内NaレベルはGL-9540とする。
- (4) γ 線源取扱作業においては、第5.21-4図に示す γ 線源用案内スリーブを搬入し、事前に置場機器の案内スリーブ収納管に収納しておくこと。

また、本作業期間中の人工実績は延べ86人日であった。

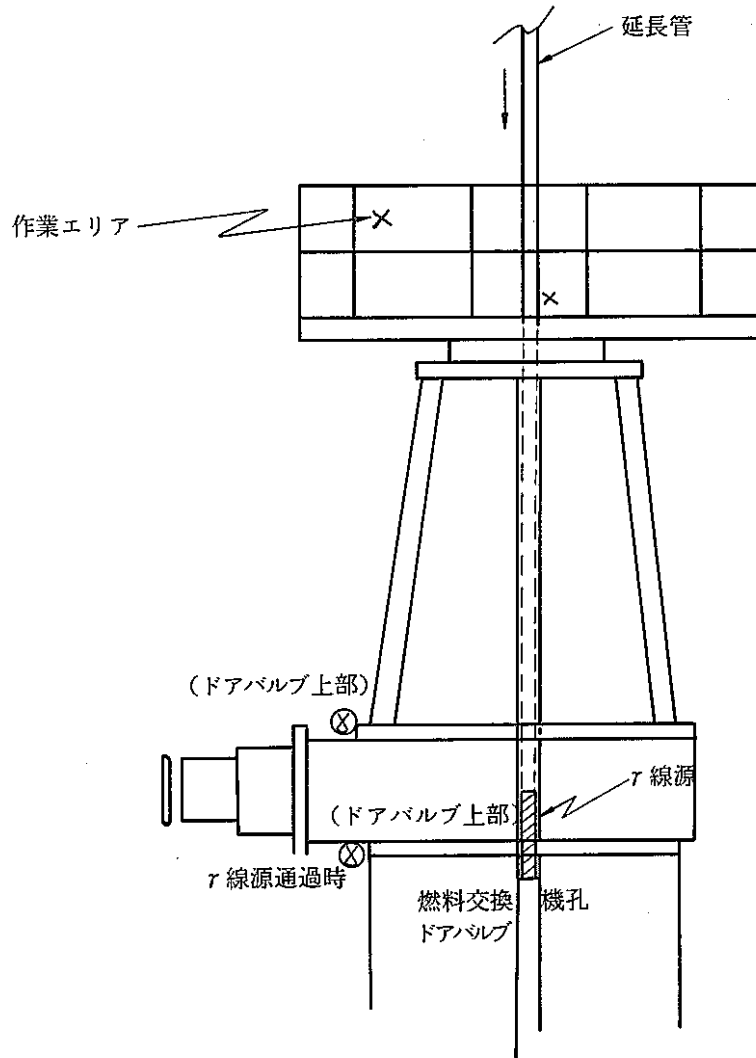
なお、作業期間中の被曝状況は、10名の作業員を登録し、個人被曝管理をフィルムバッジ及びP.Dにて実施したが、期間中全員がX mRem（検出感度以下）で計画被曝線量（20 mRem）以下であった。

第5.21-1表に実績工程表, 第5.21-2表に γ 線源部移動作業記録, 第5.21-2図に放射線量率測定データを示す。



第5.21-1図 γ 線源部移動作業フローシート

Fig 5.21-1 γ -Source Transfer Activities Flowsheet



< 測定方法 >

検出部 (GM管) をD/V (ドアバルブ) 上・下表面にテープで固定し延長コードで測定部をオペプロ上に置き線量率上昇を目視で記録する。

< 測定結果 >

	条 件	D/V 上部表面 (mRem/h)	D/V 下部表面 (mRem/h)	キャスク収納時 キャスク表面 (mRem/h)
[1]	11/14 炉内装荷後の炉内移動のため12/1引抜きおよび再装荷時 (炉心内 4E1 → 6F1)	Max 0.35	Max 55	Max 0.4
[2]	12/2 MK-1用 γ線源部のラック間移動時 (ラック R-15 → R-9)	Max < 0.03	Max 6.5	Max 0.06

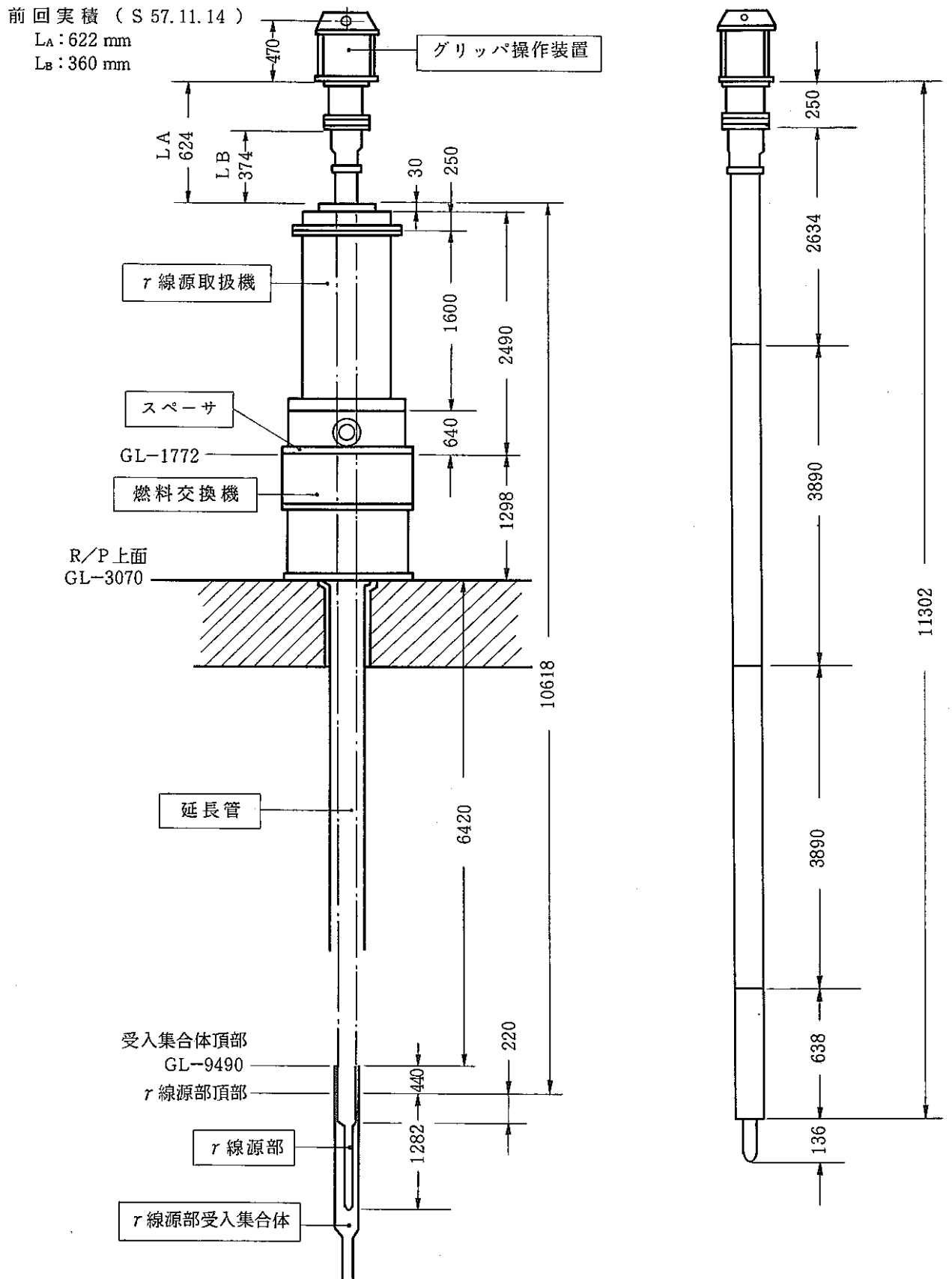
[1] で11/11現在 ^{124}Sb 1600Ciで12/1時点では、約1300 Ciに減衰している。

< 備 考 >

D/V 上部, 下部各表面の線量率は, ^{124}Sb の通過時で約30秒~1分間程度のものであった。

第 5.21 - 2 図 γ線源部取扱時のドアバルブ付近線量率測定記録

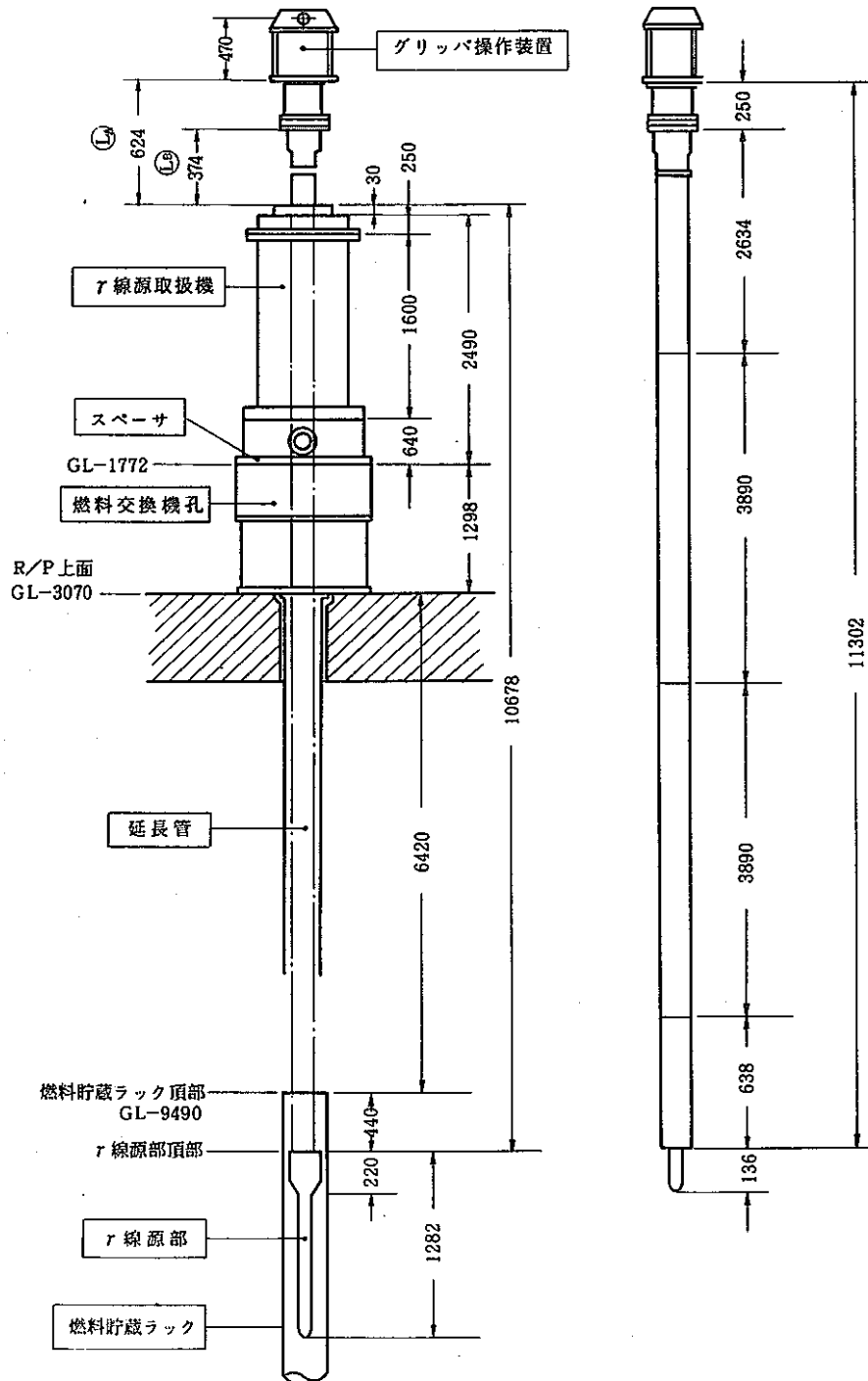
Fig 5.21 - 2 The Floor Door Valve Around Dose Rate



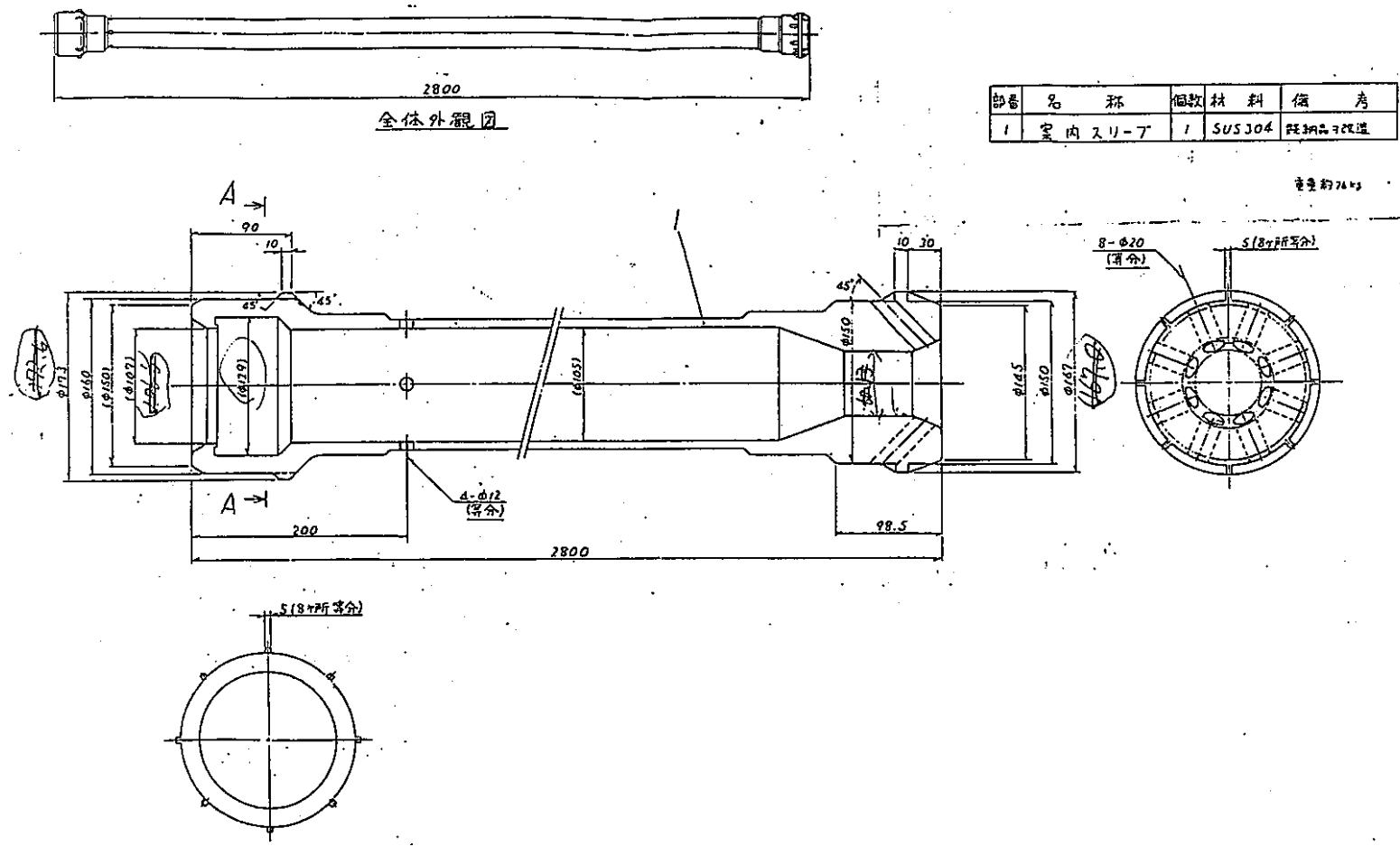
第 5.21 - 3 (1) 図 γ 線源部移動作業寸法図 [4 E 1] \rightarrow [6 F 1]

Fig 5.21 - 3(1) Status of the γ -Source Transfer Activities

前回実績 (S 53.3.24)
 LA : 591 mm



第 5.21 - 3 (2) 図 γ線源部移動作業寸法図 [R 15] → [R 9]
 Fig 5.21 - 3(2) Status of The γ-Source Transfer Activities
 - 480 -



第 5.21 - 4 図 γ 線源用案内スリーブ概要図

Fig 5.21 - 4 Guide Sleeve for γ -Source Loading

第 5.21 - 1(1)表 高速実験炉「常陽」r線源部移動作業実績詳細工程

Table 5.21 - 1(1) r-Source Transfer Activities Accomplishment

時間 月/日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
11月29日(月)				シール装置リークテスト				機材搭載		キャスク乾燥	キャスク台車搭載								
11月30日(火)			炉内機材搬入	キャスク養生	スペーサフランジ取付	キャスク据付	ジャッキアップ (4E1)	ガス系接続	Arガス置換リーフ試験	延長管ラック仮置	延長管接続レベル出し								
12月1日(水)			r線源部取出し(4E1)	キャスク開(ドアバルブ)閉	交換機孔(ドアバルブ)閉	延長管とクリップ切離し	延長管とクリップ切離し	延長管ガス置換	R/P運転	r線源部装荷(6F1)	キャスク開(ドアバルブ)閉	交換機孔(ドアバルブ)閉	延長管ガス置換	延長管接続レベル確認	延長管とクリップ切離し	延長管ガス置換	延長管接続レベル確認	延長管ガス置換	R/P運転

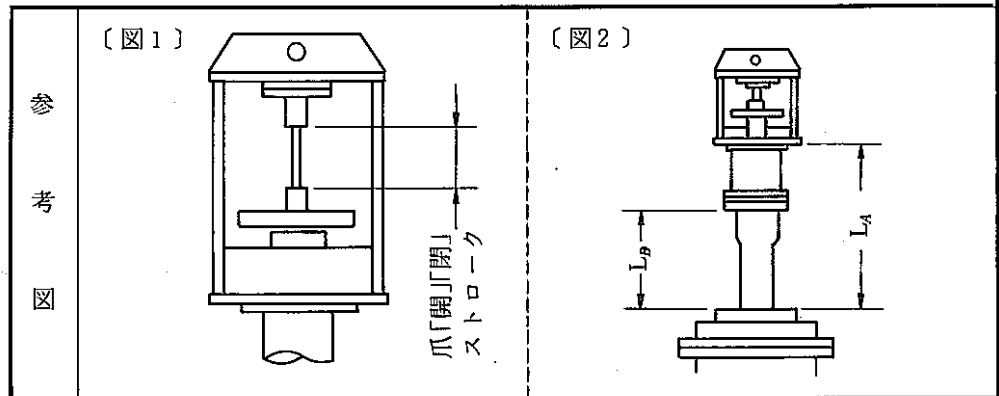
第 5.21 - 1(2)表 高速実験炉「常陽」r 線源部移動作業実績詳細工程

Table 5.21 - 1(2) r-Source Transfer Activities Accomplishment

時間 月/日	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
12月2日(木)				r線源部取外し(R15) キャスク 開(ドアアップ)閉 交換機孔 開(ドアアップ)閉	R/P運転(R9) 延長管接続 レベル確認 延長管ガス置換			r線源部装荷(R9) キャスク 開(ドアアップ)閉 交換機孔 開(ドアアップ)閉	キャスク内 ガス置換 ガス系取外し 延長管ガス置換 延長管切離し撤去	機材搬出 架台取外し キャスク撤去 台車搭載 スペーサフランジ取外し									
12月3日(金)				出入案内筒取付 案内スリーブII (R16)→(R34)	案内スリーブI (R35)→(R34)		r線源用スリーブ引抜 (R16)→(R35) ジャッキダウン			1次系Na 充填可能 E/H 閉									
月 日()																			

第 5.21-2 表 r 線源部移動作業記録
Table 5.21-2 r-Source Transfer Activities Result

No.	項 目	r 線 源 部 移 動				備 考
		取 出 し	装 荷	取 出 し	装 荷	
1	日 時	57.12.1	57.12.1	57.12.2	57.12.2	
2	ア ド レ ス	4 E 1	6 F 1	R 15	R 9	
3	大 回 転 プ ラ グ 角 度 (°)	169.03	239.28	154.28	82.28	
4	小 回 転 プ ラ グ 角 度 (°)	141.95	121.45	27.88	27.88	
5	グ リ ッ プ 挿 入 荷 重 (kg) [高 速]	140	145 ~ 150	140	160	
6	〃 (kg) [低 速]	140	140	135	155	
7	全 挿 入 寸 法 (mm) [L _A]	621.5	621	539	596	図 2 参 照
8	〃 (mm) [L _B]	360.5	359	275	330	同 上
9	着 地 荷 重 (kg)	0	0	0	0	
10	グ リ ッ プ 爪 「閉」 ス ト ロ ー ク (mm)	110	110	110	110.5	図 1 参 照
11	グ リ ッ プ 爪 「開」 ス ト ロ ー ク (mm)	156	155	156.5	155	同 上
12	グ リ ッ プ 爪 「開-閉」 回 転 数 (回)	12	11	103/4 / 113/4 (閉) / (開)	11 1/2	
13	グ リ ッ プ 引 抜 荷 重 (kg) [高 速]	150	160 ~ 170	165	155	
14	〃 (kg) [低 速]	150 ~ 160	170	160	150	
15	炉 内 Na 温 度 (°C)	(200)	(200)	(200)	(200)	
16	キ ャ ス ク D/V 下 通 過 時 の 線 量 率 (mRem/h)	max 55	-	max 6.5	-	
17	キ ャ ス ク 表 面 線 量 率 (mRem/h)	0.4	-	0.06	-	



5.22 NT-213 燃料交換作業(7)〔初期炉心構成作業〕

1. 目的及び作業概要

この作業は基本計画に基づくMK-II移行作業における最終燃料交換作業である。初期臨界炉心である51体のMK-II用炉心燃料に13体のMK-II用炉心燃料を追加して100 MWt 照射用初期炉心体形とする。また「もんじゅ」用燃料材料の照射試験のために特殊燃料集合体（B型）2体と炉心材料照射用反射体（CMIR）1体が装荷される。それに伴ないダミー燃料9体と炉心燃料領域に位置するMK-II用内側反射体6体、及びMK-II用中性子源受入集合体1体が取除される。

本燃料交換作業期間においては制御棒仮校正，臨界点確認，燃料置換反応度特性，炉心圧損測定試験等が実施される。

2. 作業実績

燃料交換作業(7)の作業期間は昭和57年12月7日から12月21日の期間にて実施されたものであり，本期間中に交換された炉心構成要素は17体であった。

燃料交換作業期間に於ける最終炉内貯蔵ラック状況並びに炉心状況を第5.22-1図に示す。

1) ステップ7-1

実施期間（12/7～12/11）

		(実施/積算)
炉外燃料移送	炉外搬出	8 / 298 体
	炉内装荷	7 / 296 体
炉内燃料取扱		6 / 465 体
燃料出入機グリッパ洗浄		1 / 42 回
”	ドリップパン交換	1 / 42 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 24 回

2) ステップ7-2

実施期間（12/11～12/21）

炉外燃料移送	炉外搬出	9 / 307 体
	炉内装荷	10 / 306 体
炉内燃料取扱		34 / 499 体
燃料出入機グリッパ洗浄		1 / 43 回
”	ドリップパン交換	1 / 43 回
燃料交換機グリッパ洗浄		1 / 25 回
”	” 乾燥	1 / 8 回
キャスクカーグリッパ洗浄・乾燥		1 / 15 回
”	ドリップパン交換	1 / 15 回

3. 作業時のプラント状態

燃料交換作業(7)期間中におけるプラント状態を第5.22-2表に示す。

1) 炉内状況

57年11月26日から12月3日まではr線源部移動作業に伴ないGL-9540まで炉容器内ナトリウムはドレンされていたが、12月7日からの初期炉心構成作業に伴ない、12月3日にナトリウム充填が行われ12月23日まで炉内ナトリウムレベルはGL-6100であった。

2) 主冷却系

(1) 一次冷却系

Na温度 - 57年12月3日から12月23日まで初期炉心構成作業に伴ない、一次ナトリウム温度は250℃に制御された。

Na流量 - 57年12月3日から12月15日においてNa流量は20%にて制御された。

また、12月16日から12月20日までは炉心圧損測定等の初期炉心構成試験のために断続的に100%流量とされた。

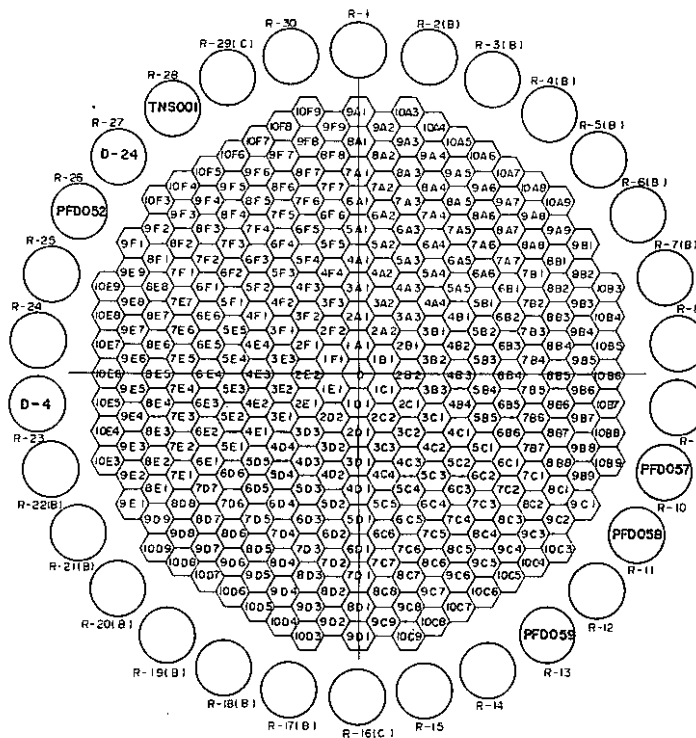
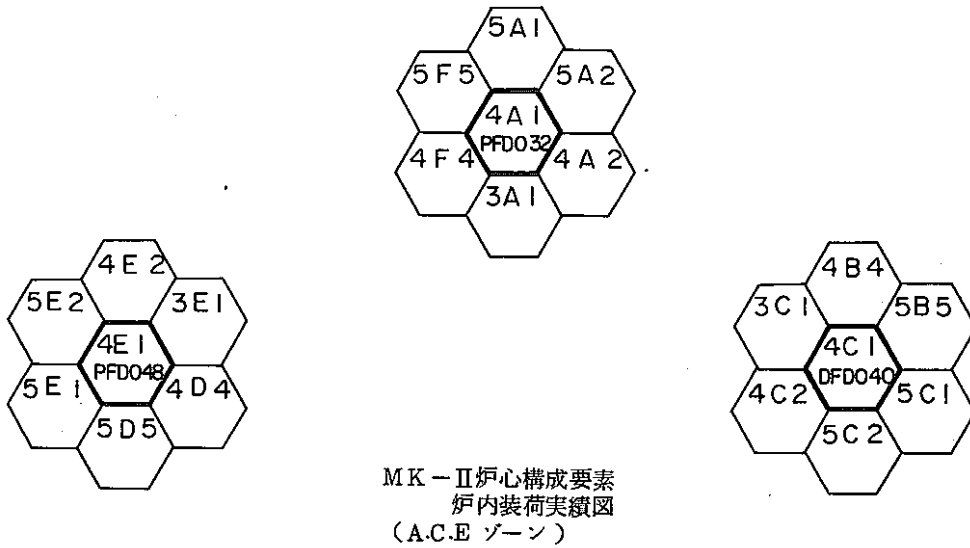
(2) 予熱N₂ガス系

57年12月3日から停止状態であった。

4. 特記事項

63体炉心における余剰反応度が51体炉心予測計算値と比較して低いため、12月30日の性能試験推進会議で炉心燃料1体を追加して、64体炉心にすることになった。それに伴ない最終初期炉心構成状態は以下のようになった。

1	炉 心 燃 料	64 体
2	内 側 反 射 体	48 体
3	外 側 反 射 体 (A)	143 体
4	外 側 反 射 体 (B)	48 体
5	中 性 子 源	1 体
6	制 御 棒	6 体
7	特殊燃料集合体(B型)	2 体
8	炉心材料照射用反射体	1 体
	合 計	313 体

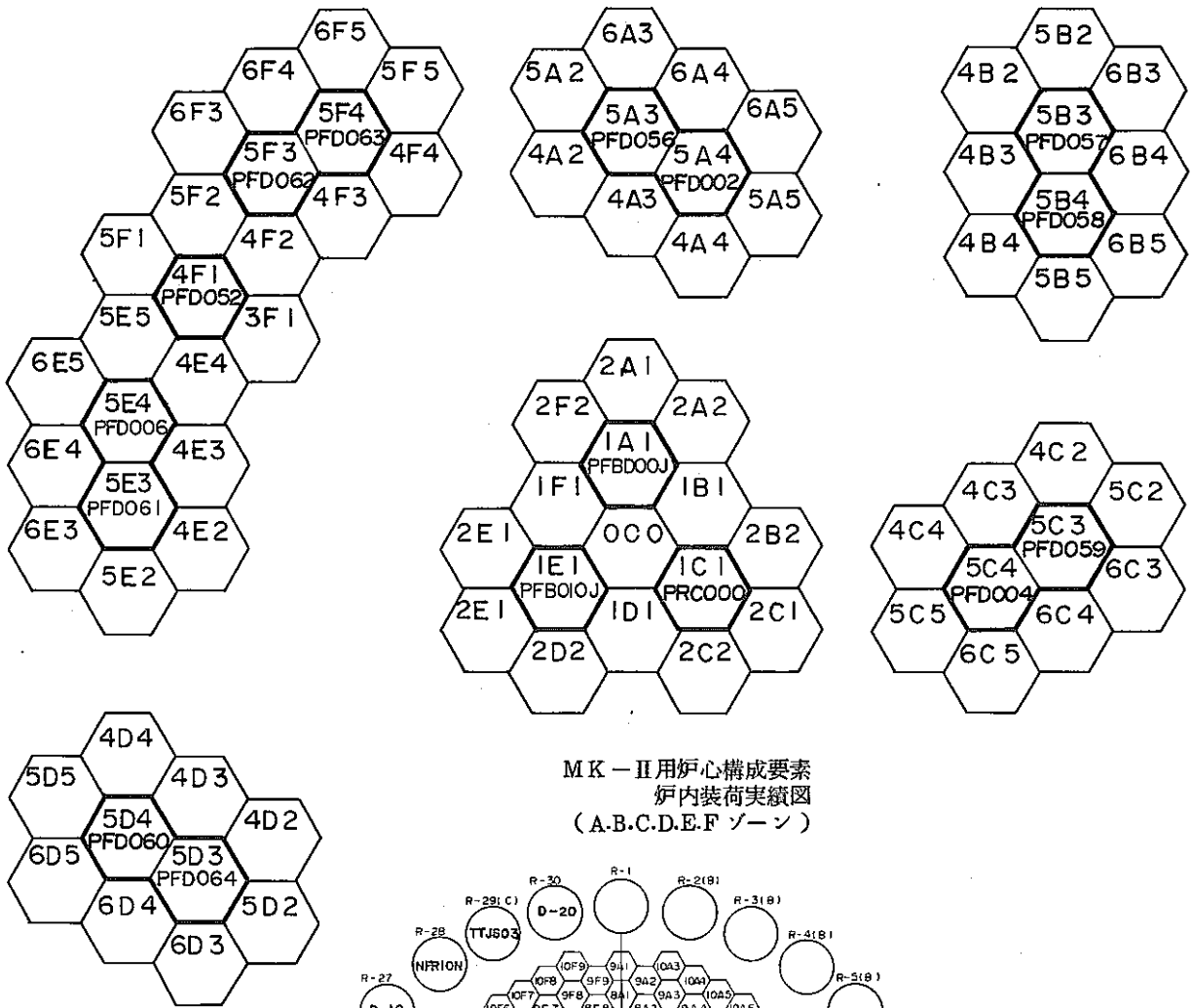


REFUELING (ACT.15) STEP. 7-1

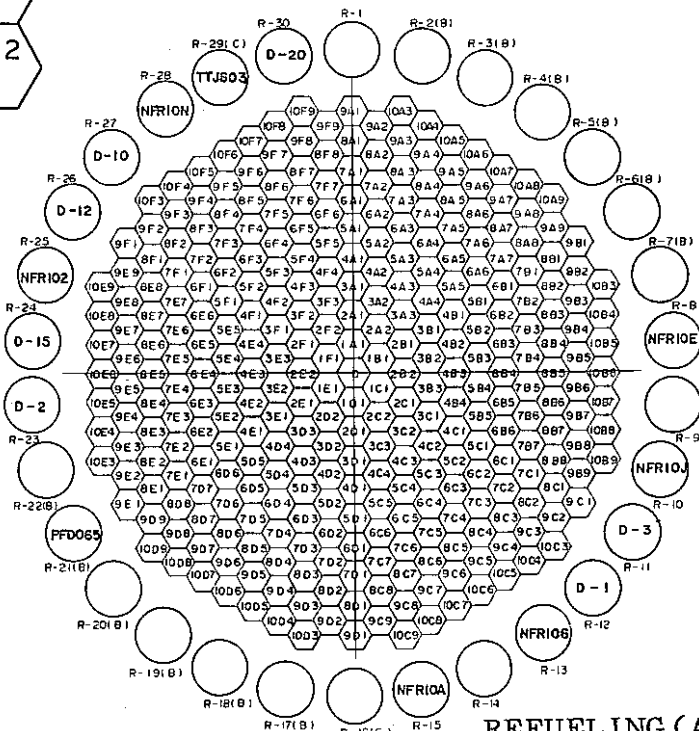
DATE :1982/12/10

第 5.22 - 1(1)図 MK-II炉心構成要素炉内装荷実績図 (A.C.Eゾーン)

Fig 5.22 - 1(1) MK-II Core Map (ACT7 A. C. E. zone)



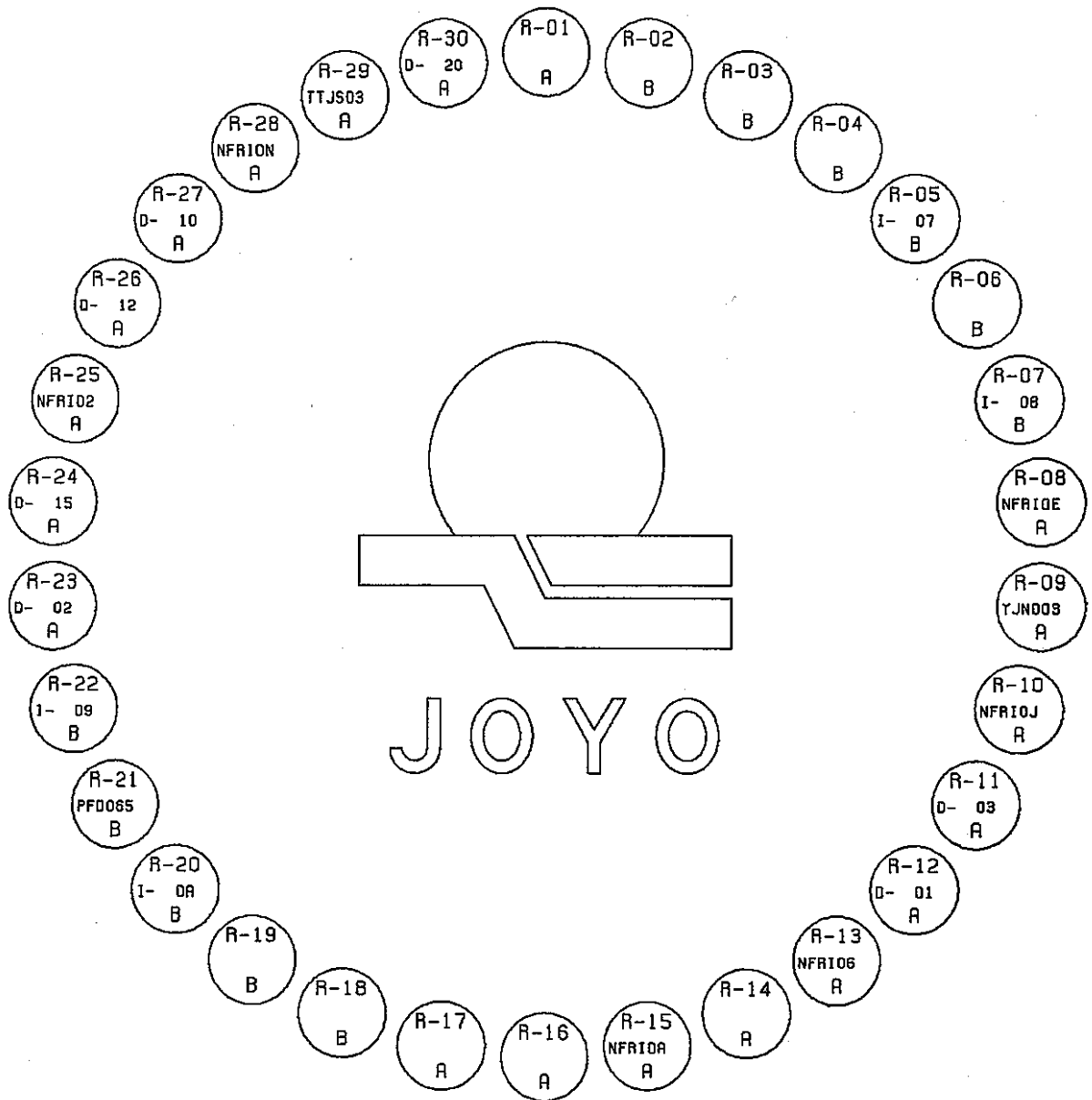
MK-II用炉心構成要素
炉内装荷実績図
(A・B・C・D・E・Fゾーン)



REFUELING (ACT.15) STEP. 7-2
DATE : 1982/12/21

第 5.22 - 1 (2) 図 MK-II 用炉心構成要素炉内装荷実績図 (A・B・C・D・E・Fゾーン)

Fig 5.22 - 1 (2) MK-II Core Map (ACT7)

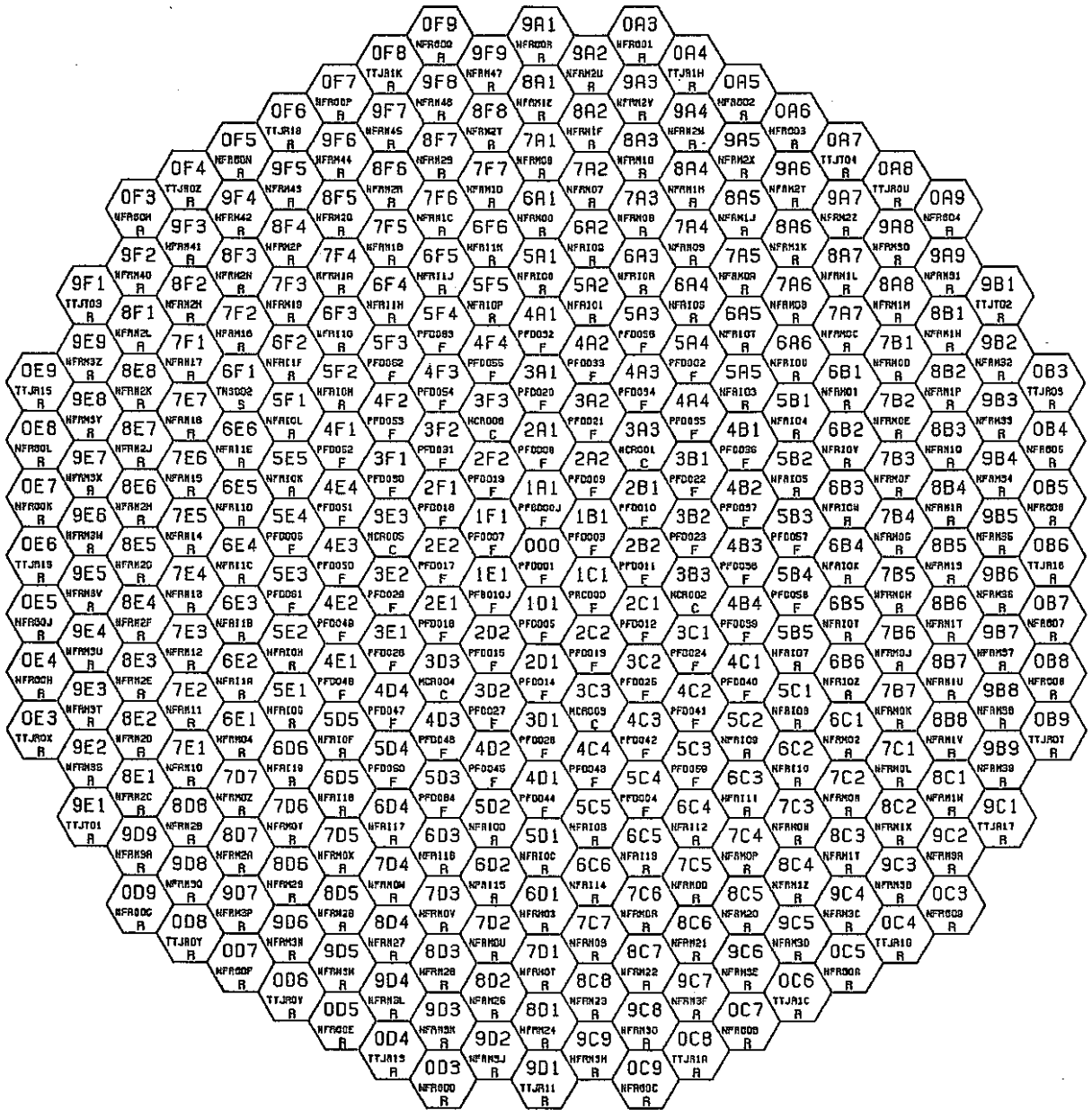


REFUELING (NT-213)

DATE : 1982/12/21

第 5.22 - 1(3a)図 燃料交換作業(7)最終ラック状態

Fig. 5.22 - 1(3a) JOYO RACK CONFIGURATION



REFUELING (NT-213)

DATE : 1982/12/21 (64 FUEL ELEMENTS LOADED)

第 5.22 - 1(3b) 燃料交換作業(7)最終炉心状態

Fig. 5.22 - 1(3b) JOYO CORE CONFIGURATION

5.23 廃液移送作業

1. 目的及び作業概要

MK-II 移行作業期間中発生する廃液について、MK-II 移行作業が開始される前に、事前に日毎の廃液発生量、廃液移送頻度、貯留能力、処理能力等について検討が行われた。

発生全廃液量の大部分をしめた使用済炉心構成要素の洗浄作業時の廃液発生予定量とその廃液の廃棄物処理建家への予定移送頻度は

- 高レベル廃液

発生予定量を1体の洗浄当り約0.25 m³と見込んだ。移送頻度は、高レベル廃液タンクの容量(5 m³)より燃料交換1サイクル分の15体洗浄毎の移送(3.75 m³)で対処できるとした。(実際の移送量は約3 m³で予定量を下回った。)

- 低レベル廃液

発生予定量を1体の洗浄当り約1.6 m³と見込み、かつ手洗い排水等を1日当り約1 m³見込んだ。移送頻度は低レベル廃液タンクの容量(10 m³)より1日の洗浄分(2～4体)の廃液を毎日移送(約4 m³～約7.5 m³)することで対処する。

(実際の移送量もほぼ予定通りとなった。)

であり、低レベル廃液については、ほぼ連日の廃液移送が必要であるとした。

この結果、各施設(原子炉付属建家、メンテナンス建家、使用済燃料貯蔵施設)の各廃液タンク貯留能力上、使用済炉心構成要素の洗浄作業が行われる期間については、原子炉付属建家の低レベル廃液を主とした廃液移送を連日実施する必要があることがわかり、また、その廃液移送作業についても、廃棄物処理建家内廃液タンクの貯留状況を考慮しながら、原子炉付属建家内廃液タンク、メンテナンス建家内廃液タンク及び使用済燃料貯蔵施設内廃液タンクからの廃液移送をコントロールする必要があった。

この廃液移送の計画は、その時々状態をできるだけ正確に把握しながら立てる必要があったため、2週間単位を原則として、各施設の状態を考慮しながら更新作成され、廃液移送作業はその計画にもとずいて実施された。

各建家からの廃液移送は、下記要領にて実施することとした。

1) 原子炉付属建家

廃液移送の時間帯は、使用済炉心構成要素の洗浄作業が行われる時間帯をはずし、次の時間帯で実施することを原則とする。

- 高レベル廃液移送——10時～11時

- 低レベル廃液移送——

{	1回目	9時～10時
	2回目	16時30分～17時30分

なお、使用済炉心構成要素の洗浄本数と廃液移送の関係を、

- 高レベル廃液移送——15体の洗浄で1回移送(約3 m³)

。低レベル廃液移送——1日の洗浄分(2体～4体)の廃液を毎日移送(約4m³～約7.5m³)とする。

2) メンテナンス建家

廃液移送作業の時間帯は、9時30分～16時30分の間とし、移送廃液量は高レベル廃液系を4m³/回、低レベル廃液系を7m³/回を原則として実施する。

3) 使用済燃料貯蔵施設

本施設で発生する廃液は、ほとんど施設内の手洗い排水であり、その発生量もわずかであることから、廃液移送計画において、原子炉付属建家、メンテナンス建家からの廃液移送を優先し、この施設からの廃液移送は、この合間をぬって行うように考慮し、実施する。

2. 作業実績

各建家からの廃液移送作業は、廃液移送計画にもとずき、下記運転担当課が実施した。

- 。原子炉付属建家 原子炉第1課運転直員
- 。メンテナンス建家 原子炉第2課
- 。使用済燃料貯蔵施設 原子炉第1課燃取グループ
(MK-IIプロジェクト：保守グループ)

1) 廃液移送計画の発行実績

原子炉付属建家、メンテナンス建家、使用済燃料貯蔵施設から廃棄物処理建家へ廃液移送する作業は、廃液発生量、貯留能力、処理能力等を事前検討した時点より、MK-II移行作業の各工程の進捗状況を把握しながら実施する必要があることがわかっていた。このため、これらの各施設からの廃液移送計画は、MK-II移行作業が開始された時点より2週間単位を原則とした計画が立てられ、MK-II移行作業の各工程を逐一把握し、廃液移送作業がMK-II移行作業の各工程に支障をきたさない様、その都度計画を更新していった。

昭和57年1月～昭和57年12月までに発行された廃液移送計画書は全部で33部に及んだが、その内発行後に改訂を余儀なくされたものは、5部であった。

2) 廃液移送量の実績

MK-II移行作業期間中(昭和57年1月～57年12月)に原子炉付属建家、メンテナンス建家、使用済燃料貯蔵施設より廃棄物処理建家に移送した廃液の総計は、高レベル廃液、低レベル廃液を合わせて約1100m³になった。(予定量は約1300m³と見込んでおり予定量より下回った。)

第5.23-1図にMK-II移行作業期間中に各施設から廃棄物処理建家に移送した月別廃液量実績及び移送割合を示す。

第5.23-1表にMK-II移行作業中の使用済炉心構成要素の洗浄作業時における原子炉付属建家内の廃液発生量実績を各燃料交換作業別に示す。

第5.23-2図にMK-II移行作業期間中に立てられた廃液移送計画での廃液発生予定量と

廃液発生実績の比較を示す。発生実績量は、発生予定量の約85%であり、予定量を下回った。

3) 廃液移送作業実績

廃棄物処理建家への各施設よりの廃液移送作業は、原子炉付属建家内での使用済炉心構成要素の洗浄作業を主とした多量廃液発生により、MK-II移行作業が開始される前に事前検討した通り、ほぼ連日実施した。

期間中実施した廃液移送作業は、以下の通りである。

- 原子炉付属建家の高レベル廃液移送 …………… 31回
- 原子炉付属建家の低レベル廃液移送 …………… 197回
- メンテナンス建家の高レベル廃液移送 …………… 5回
- メンテナンス建家の低レベル廃液移送 …………… 12回
- 使用済燃料貯蔵施設の低レベル廃液移送 …………… 10回

第5.23-2表に廃液移送作業の工程実績の一例として57年4月8日(木)～57年4月14日(水)のACT-6〔燃料交換(2)〕のSTEP-4の1サイクル分の廃液移送実績を示す。その他の期間についてもこの第5.23-2表に示す実績例と同一のパターンにて廃液移送作業を実施した。

3. 特記事項

- 1) 使用済炉心構成要素の洗浄作業により発生する廃液中に付随して出てくる放射性腐食生成物(CP)が廃液タンクに沈着、堆積する現象が生じているため、原子炉付属建家内の廃液タンク室の空間線量が高くなってきており、このCPの処理問題がクローズアップされてきた。

このため、現在廃液タンク室の空間線量を高めている堆積CPの除去、捕集作業が実施されている。併行して廃液タンク中に沈着、堆積するCPの成分分析及び効率のよいCPの除去、捕集方法の検討が進められている。

- 2) MK-II移行作業の前半のACT-4〔燃料交換(1)〕、ACT-6〔燃料交換(2)〕の期間中、廃液タンク底に堆積したスラッジが原因と思われる「廃液タンクの液位計の指示不良」、「廃液移送ラインのストレーナー目詰り」が、高レベル廃液タンク系、低レベル廃液タンク系の両方において頻繁に発生し、その都度、「液位計の導圧管のフラッシング作業」、「目詰りストレーナーの交換作業(ストレーナーメッシュ変更も含む)」を実施した。

高レベル廃液タンク系は、「タンク除染作業」が、57年5月より開始されてからこの事象は、発生していない。

低レベル廃液タンク系もストレーナーメッシュ変更後(50メッシュ→20メッシュ)は、ストレーナー目詰りは、発生していないが、MK-II移行作業終了までに数回の液位計不調事象を生じ、その都度対処してきた。

- 3) 燃料洗浄を240体終了し、MK-II移行作業も後半に入った、57年8月初旬より、原研廃棄物処理場の動燃用廃液貯槽において、「悪臭の発生」及び「浮遊物の発生」事象が生じ、原研、動燃で原因調査及び相互協議の結果、アルコール廃液再生後のリボイラ缶残液(高レベル廃液

タンクに流入する系統構成になっている) 中に残存するアルコール分が主原因となったバクテリアによる活性汚泥との見解がなされた。

この為、MK-II 移行作業も後半に入りアルコール廃液再生作業も残りわずかになったA-CT-12〔燃料交換(5)〕からは、リボイラー缶残液は、アルコール廃液タンクに回収貯留する運転手順に、変更された。

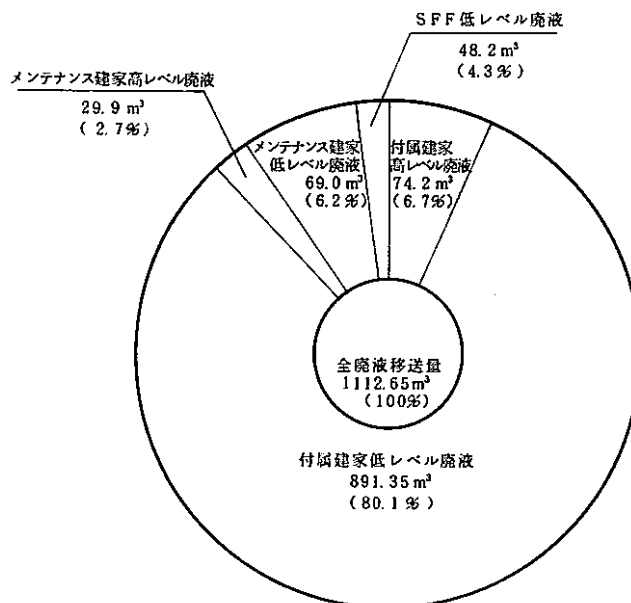
現在、アルコール廃液再生後のリボイラー缶残液の処理については検討中である。

単位：m³

月	建家 廃液種別	付 属 建 家		メンテナン ス建家		SFF	計
		高レベル廃液	低レベル廃液	高レベル廃液	低レベル廃液	低レベル廃液	
S 57. 1月		2.7(2.8)	47.0(44.9)	10.0(6.8)	5.9(5.9)	0 (0)	65.6(60.4)
2月		5.3(5.6)	51.4(63.6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	56.7(69.2)
3月		6.8(8.91)	68.05(87.7)	3.6(10)	3.9(26.0)	0 (0)	82.35(132.61)
4月		8.0(11.34)	117.1(147.9)	0 (0)	13.0(17.0)	11.8(7.0)	149.9(183.24)
5月		8.5(8.28)	62.2(76.7)	0 (0)	14.6(14.0)	0 (0)	85.3(98.98)
6月		12.6(14.87)	100.5(132.5)	0 (0)	13.3(21.0)	0 (0)	126.4(168.37)
7月		8.5(11.34)	172.4(171.3)	0 (0)	7.2(7.0)	0 (0)	188.1(189.64)
8月		0 (0)	24.9(30.0)	4.3(7.0)	0 (0)	4.7(6.0)	33.9(43.0)
9月		6.6(7.56)	62.5(77.5)	7.4(7.5)	6.1(7.0)	6.0(6.0)	88.6(105.56)
10月		9.1(12.37)	131.9(126.3)	0 (0)	0 (0)	22.0(11.0)	163.0(149.67)
11月		0 (0)	9.2(24.5)	0 (0)	0 (0)	3.7(6.0)	12.9(30.5)
12月		6.1(7.5)	44.2(60.3)	4.6(4.0)	5.0(5.0)	0 (0)	59.9(76.8)
計		74.2 (90.57)	891.35 (1043.2)	29.9 (35.3)	69.0 (102.9)	48.2 (36.0)	1112.65 (1307.97)

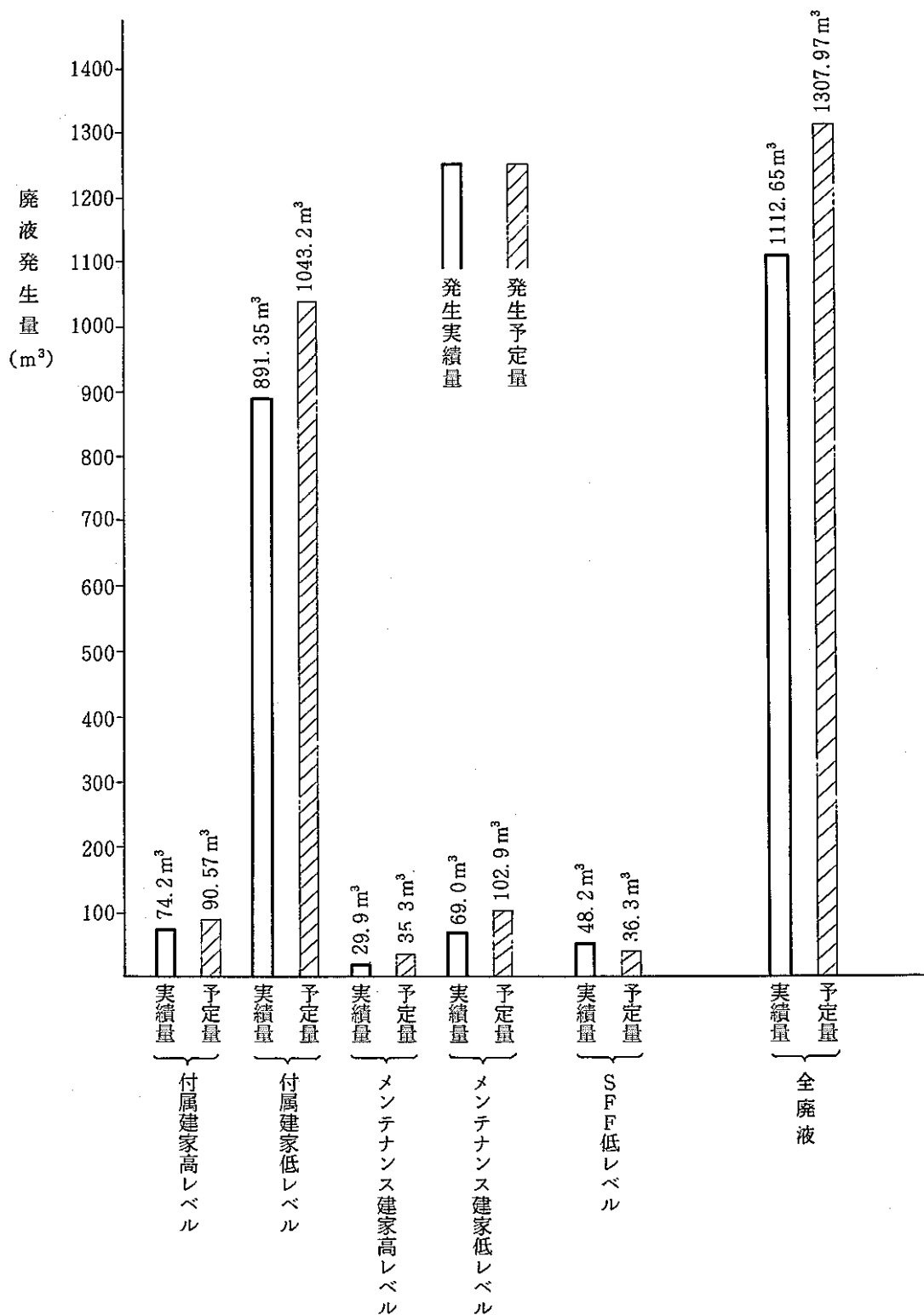
注 ()内数値は「廃液移送計画書」(MK-Iメモで発行)で予定した量とする。

MK-II 移行期間中の廃棄物処理建家へ移送した廃液の割合



第 5.23 - 1 図 MK-II 移行期間中の廃棄物処理建家への廃液移送実績

Fig 5.23 - 1 Liquid Waste Transfer Accomplishment to Waste Disposal Facility During MK-II Core Conversion Activities



注) 廃棄物処理建家に移送した廃液量を廃液発生実績量とする。

第 5.23 - 2 図 MK-II 移行作業期間中の廃液発生予定量と廃液発生実績量

Fig 5.23 - 2 Dresumption and Accomplishment of The Liquid Waste Production During MK-II Core Conversion Activities

第5.23-1表 MK-II移行期間中の各燃料交換作業別の付属建家内廃液発生状況
 Table 5.23-1 Liquid Waste Production in The Auxiliary Building of The Each Fuel Transfer Activities
 during The MK-II Core Conversion

*1 発生予定量は「廃液移送計画書」による。

*2 発生実績量は、廃棄物処理建家に移送した廃液量とする。

(低レベル廃液の量には、手洗い排水も含まれている。)

燃料交換	廃液	発生予定量 ^{*1} (m ³)	発生実績量 ^{*2} (m ³)	発生実績量と発生 予定量の割合 (%)	備考
燃料交換(1) ACT-4	高レベル廃液	7.21	6.7	92.9	2/3, 2/9, 3/15の廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	65.6	53.6	81.7	1/31~2/15の廃液移送分を発生実績とする。
燃料交換(2) ACT-6	高レベル廃液	19.65	16.4	83.5	3/22, 3/24, 3/25, 3/31, 4/6, 4/13, 4/20, 5/6の 廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	215.4	167.95	78.0	3/19~4/30の廃液移送分を発生実績とする。
燃料交換(3) ACT-7	高レベル廃液	14.87	12.5	84.1	5/25, 6/1, 6/10, 6/23の廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	147.9	122.2	82.6	5/21~6/18の廃液移送分を発生実績とする。
燃料交換(4) ACT-9	高レベル廃液	15.12	11.3	74.7	6/29, 7/8, 7/15, 7/26の廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	147.4	126.9	86.1	6/25~7/20の廃液移送分を発生実績とする。
燃料交換(5) ACT-12	高レベル廃液	16.15	12.0	74.3	9/29, 10/6, 10/13, 10/25の廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	162.9	161.2	98.9	9/22~10/23の廃液移送分を発生実績とする。
初期炉心構成 NT-213	高レベル廃液	3.5	3.6	100.3	12/11, 12/15の廃液移送分を発生実績とする。
	低レベル廃液	38.8	32.2	83.0	12/8~12/8の廃液移送分を発生実績とする。
合計	高レベル廃液	76.5	62.5	81.7	
	低レベル廃液	778.0	694.35	89.2	

第 5.23 - 2 表 廃液移送作業の実績例 (ACT - 6 燃料交換作業(2)の STEP 4 の例)

Table 5.23 - 2 Example of The Waste Liquid Transfer Accomplishment.

月 日			4/8 (木)	4/9 (金)	4/10 (土)	4/11 (日)	4/12 (月)	4/13 (火)	4/14 (水)
使用済炉心構成要素洗浄体数			2 体	4 体	2 体	4 体	3 体		
原子炉付属建 家高レベル廃 液	移送量 (m ³)	予定						3.78	
		実績						2.7	
	移送時間	予定						11:00~12:00	
		実績						10:10~10:30	
原子炉付属建 家低レベル廃 液	移送量 (m ³)	予定	5.8 3.6	3.5 4.7	4.6	6.1	7.3	5.7 5.0	5.0
		実績	1.6	4.3 3.3	2.7	4.0	6.1	4.9 4.6	2.2
	移送時間	予定	9:00~10:00 16:30~17:30	9:00~10:00 16:30~17:30	9:00~10:00	9:00~10:00	9:00~10:00	9:00~10:00 16:30~17:30	9:00~10:00
		実績	16:30~16:45	9:30~10:00 16:35~16:55	10:00~10:25	9:14~ 9:36	9:35~10:20	9:30~10:00 17:50~18:40	11:10~11:25
メンテナンス 建家高レベル 廃 液	移送量 (m ³)	予定							
		実績							
	移送時間	予定							
		実績							
メンテナンス 建家低レベル 廃 液	移送量 (m ³)	予定	5.0					7.0	
		実績	6.3					6.7	
	移送時間	予定	11:00~16:30					11:00~16:30	
		実績	9:10~13:05					10:55~15:00	
使用済燃料貯 蔵施設低レベ ル 廃 液	移送量 (m ³)	予定							
		実績							
	移送時間	予定							
		実績							

注 1. この実績例では、メンテナンス建家高レベル廃液、使用済燃料貯蔵施設低レベル廃液の移送は行われなかったが
廃液移送が行われる場合は、炉心構成要素の洗浄作業のない日を選んで行われた。

5.24 使用済燃料貯蔵作業

1. 目的及び作業概要

本作業は、炉心より取出された使用済炉心構成要素（以下集合体と略す）を洗浄設備で洗浄後缶詰設備で水の入った缶詰缶に収納し、使用済燃料貯蔵プール（貯蔵能力 200 体）に冷却貯蔵する作業と、各 STEP で取扱う集合体を収納する缶詰缶を指定し、各集合体ごとに決められた量の脱塩水を注入して、各貯蔵作業前にプールに仮置きする準備作業とからなる。

集合体の貯蔵にあたっては、仮置きしていた缶詰缶を缶詰設備へ移送して、使用済燃料を装荷収納し、燃料移動管理票に基づく所定の貯蔵位置へ移送貯蔵を行うものである。

第 5.24 - 1 図に使用済燃料貯蔵作業フローシートを示す。

2. 作業実績

使用済燃料（以下集合体と略す）貯蔵第 1 プールに貯蔵される空缶及び集合体入り缶詰缶は、現場に取り付けてある貯蔵プール管理表示板に缶詰缶の貯蔵毎に缶番号及び集合体番号の入ったタグをかけ、目視でプールの貯蔵状態がわかる様管理されている。また、貯蔵年月日、缶番号、集合体番号を計算機に入力し、缶詰缶及び集合体の取扱い履歴について記録管理を実施した。

1) 空缶準備作業

各使用済炉心構成要素の収納用に指定された缶詰缶は、各 ACT 毎の STEP 前に保管場所より付属建家に搬入され、缶詰缶内、Oリング、ボルト、フランジ、外観等の点検が行われ、缶詰缶の健全性を確認後、缶挿入孔にて各集合体別の脱塩水を注入し、集合体移送機でプールラックに仮貯蔵する。

使用済燃料取扱時は、空缶準備の時間に工程上の限定があるため、貯蔵プールの Y - 11 列を空缶仮貯蔵位置とし、最大 15 缶を前もって準備した。

また、空缶準備において制御棒を収納する缶詰缶には、制御棒が短尺であるため回転移送機グリッパでの制御棒取扱いが不可能となることから、制御棒支持アダプターを挿入した。

第 5.24 - 1 表に各 ACT 毎の「缶詰缶使用実績」を示す。

- (1) 空缶は、原則として各 ACT の STEP 前に準備、仮貯蔵し、MK - II 移行期間中、計 300 缶を使用した。また、本移行期間中に交換される制御棒は 6 体であることから、制御棒用支持アダプター 6 本を空缶に挿入した。

なお、缶詰缶使用実績 300 缶のうち燃料検査施設（FMS）より戻ってきた汚染缶詰缶 30 缶を除染し再使用を行った。

- (2) 準備仮貯蔵した空缶には、集合体別に下記の脱塩水注入量を注水した。

集 合 体 名 称	脱 塩 水 注 入 量
ドライバー燃料	20 ℓ
ブランケット燃料	19 ℓ
反 射 体	16.5 ℓ
ダ ミ - 燃 料	20 ℓ
制 御 棒 (アダプター含む)	19.5 ℓ

2) 使用済燃料貯蔵作業

本作業は、1)項でプールに仮貯蔵していた空缶を移送し、缶詰装置に固定、缶蓋を開けた後洗浄済みの集合体を洗浄槽より取出し、マスターキー、外観、集合体番号等を確認しながら空缶に装荷した。さらに、缶詰缶内の規定水位をトランシットで確認後、缶蓋を取り付け、貯蔵プール所定位置へ移送貯蔵を行った。

- (1) MK-II 移行期間中、第1貯蔵プール(貯蔵能力200体)に300体の使用済燃料集合体入り缶詰缶を移送した。

しかし、第1貯蔵プール(貯蔵能力200体)には、本期間中に取扱った300体の貯蔵容量がないことから、各ACTの作業期間の合間に使用済燃料貯蔵施設(貯蔵能力600体)第2プールへ、ブランケット燃料、反射体等をプール間移送した。

第5.24-2表に使用済燃料集合体別貯蔵実績表、第5.24-3表に使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表を示す。

3) 燃料検査施設(FMS)と「常陽」間の使用済燃料受け払い作業

照射後試験検査の対象となる集合体は、貯蔵される缶詰の状態第1貯蔵プールから使用済燃料移送機で専用移送キャスクに収納し、トレーラーでFMSに移送を行った。

又、試験検査後再び缶詰処理された後、同キャスクにて第1貯蔵プールに貯蔵された。

第5.24-4表に「FMS」-「常陽」間使用済燃料受け払い実績を示す。

4) MK-II 移行作業終了時のプール状態

MK-II 移行作業における使用済燃料貯蔵作業、プール間移送作業及び「FMS」-「常陽」間使用済燃料受け払い作業終了時の第1プール並びに第2プールの最終貯蔵本数は、以下の通りである。

第1プール……………122体

第2プール……………265体

第5.24-2図に第1プール最終貯蔵状態、第5.24-3図に第2プール最終貯蔵状態を示す。

3. 特記事項

MK-II 移行作業期間中の使用済燃料貯蔵作業において発生したトラブル及び処理・対策につ

いて述べる。

1) 缶詰缶ボルト及び缶蓋ガイドボルトの損傷
状 況

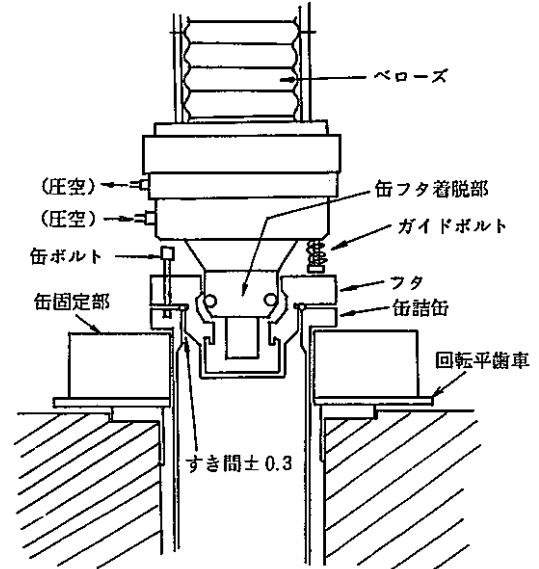
通常缶固定部の回転は缶蓋着脱部を上昇後行うが、操作手順を間違い、缶蓋着脱部を上昇しないで缶固定部を回転させたため、ボルト（1本）及びガイドボルト3本を損傷したものである。

処置・対策

ボルトを損傷した缶詰缶は、缶挿入孔より取り出し、ボルト損傷状態を確認後、新ボルトと交換し使用可能とした。

ガイドボルトについては、予備品がないため、至急製作（3本）し交換を行った。

さらに、操作員に対し再度缶詰装置の機能、操作手順、確認事項の再認識教育、実技指導を実施した。

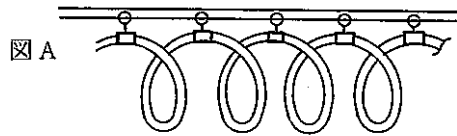


2) 使用済燃料移送機ケーブルの断線

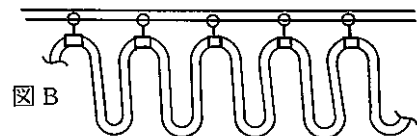
状 況

調査の結果、多芯ケーブル内のうち5本の芯線について断線が確認された。

本ケーブルは、外径40φと大きく柔軟性が悪く、また、ケーブルが固いため、図Aの如く多少振れが生じる架設方法となっていたため、屈曲寿命により損傷したものと推定された。



(コイル状カーテン方式)



(カーテン状屈曲方式)

処置・対策

既設ケーブルには予備線を有しており、断線時はその都度予備線に切り替え運転を実施したが、以後同様な故障が発生する可能性があるため、根本的な改善が必要となった。検討の結果、既設ケーブル24芯、40φ（A図のコイル状カーテン方式）を、12芯、25φ（B図のカーテン状屈曲方式）の柔軟性の良いケーブルに交換した。

3) 缶詰缶の再使用について

「常陽」の第1貯蔵プールより照射後試験のためにFMS（燃料検査施設）に払い出された缶

詰集合体は、試験検査後新缶詰缶に収納され、「常陽」第1貯蔵プールに返却貯蔵され、これまでに「常陽」プールからFMSに払い出された缶詰缶は汚染缶として30体に達した。

これらの汚染缶の内面汚染度は $10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ 程度であったため、ボルトの点検、交換及びOリング交換、缶詰缶外表面の除染のみで再び炉内より取り出された使用済燃料の収納は、再び可能である。従って、内面汚染度 $10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ 以下については、内面除染を行い、できる限り内面汚染を低くして再使用を実施したが、経費、作業時間等のロスが大きいため、今後、除染装置の設置又は現施設での缶詰缶の円滑な再使用方法等についてさらに検討する必要がある。

実施及び汚染缶の管理方法

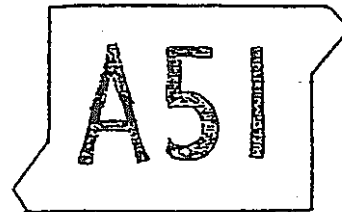
汚染缶の再使用にあたっては十分な汚染防止対策をほどこし行った。

なお、再使用缶詰缶の管理方法として、缶番号プレートの下にさらに識別用プレート(赤)を取り付け、缶番号の確認で識別できる様にした。

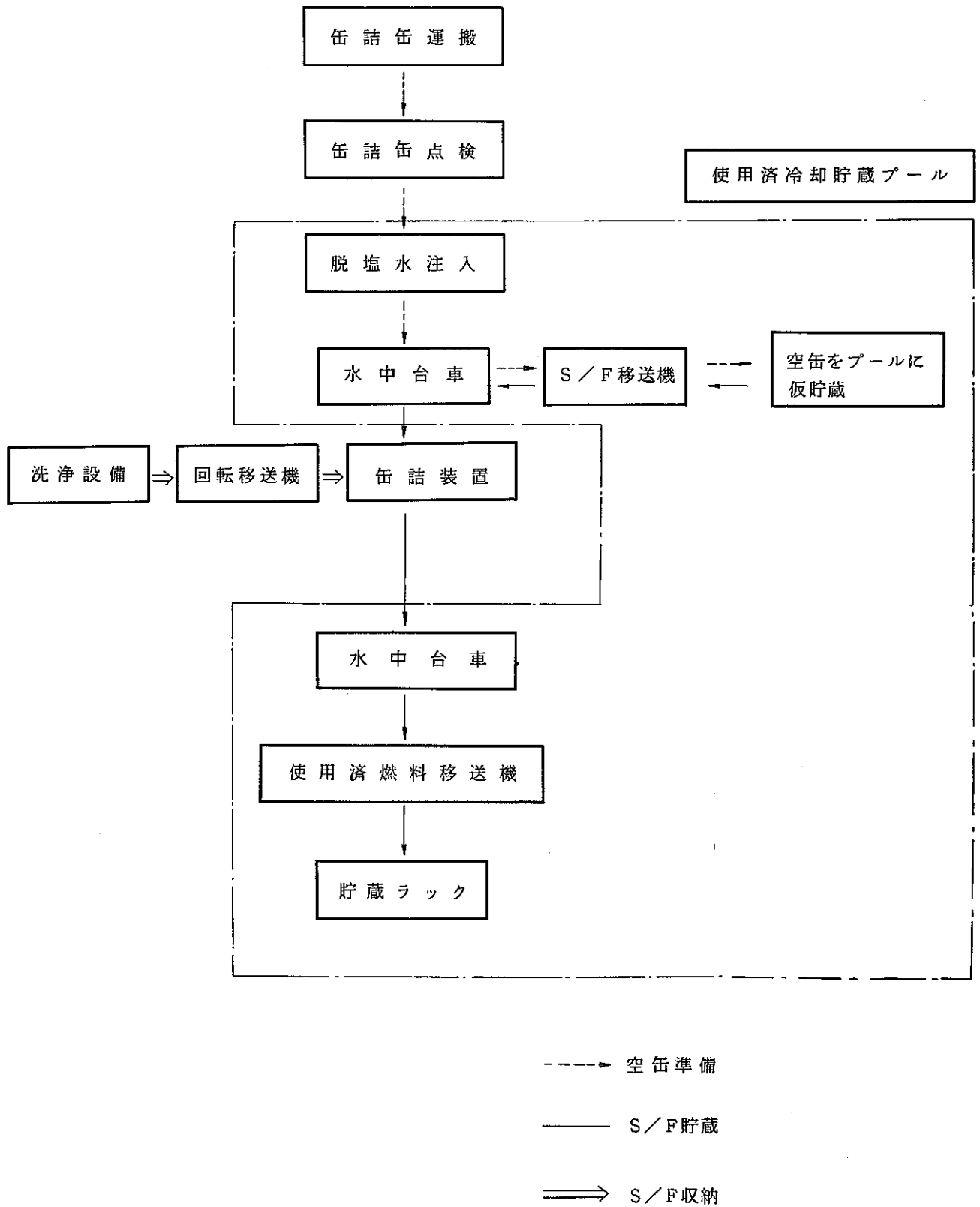
水プール内でITVで見ると下記の通りとなる。



普通缶は、缶詰缶
番号が「白」く見える。



汚染缶は缶詰缶
番号が「黒」く見える。



第 5.24 - 1 図 使用済燃料貯蔵作業フロー

Fig 5.24 - 1 Flowsheet of The Spent Fuel Storage Activity.

第 5.24 - 1 表 缶詰缶使用実績

Table 5.24 - 1 Use Accomplishment of The Can.

年月日	S 5 6 年度										S 5 7 年度																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
項目	準備 4 (10) (ACT-1)										燃交1(30体)(ACT-4) 17 30 16 14 23 25 6 9										燃交2(90体) 18 (45) (ACT-6)										燃交3(60体) 20 (29) (ACT-7)										燃交4(60体) 24 (28) (ACT-9)										燃交5(64体) 21 (32) (ACT-12)										燃交6(12体) 16(7)22 (ACT-15)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
照射用炉心構成作業工程																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
空缶準備作業月日 及び取扱い缶番号	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-20</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-21</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-22</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-23</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-24</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-25</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-26</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-27</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-28</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-29</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-30</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-31</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-32</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-33</td></tr> </table>										月日	缶 No	1/2	C-20	1/2	C-21	1/2	C-22	1/2	C-23	1/2	C-24	1/2	C-25	1/2	C-26	1/2	C-27	1/2	C-28	1/2	C-29	1/2	C-30	1/2	C-31	1/2	C-32	1/2	C-33	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-45</td><td>1/2</td><td>C-74</td><td>1/2</td><td>B-05</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-46</td><td>1/2</td><td>C-75</td><td>1/2</td><td>B-06</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-47</td><td>1/2</td><td>C-76</td><td>1/2</td><td>B-07</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-48</td><td>1/2</td><td>C-77</td><td>1/2</td><td>B-08</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-49</td><td>1/2</td><td>C-78</td><td>1/2</td><td>B-09</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-50</td><td>1/2</td><td>C-79</td><td>1/2</td><td>B-10</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-51</td><td>1/2</td><td>C-80</td><td>1/2</td><td>B-11</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-52</td><td>4/1</td><td>C-81</td><td>1/2</td><td>B-12</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-53</td><td>4/1</td><td>C-82</td><td>1/2</td><td>B-13</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-54</td><td>4/1</td><td>C-83</td><td>1/2</td><td>B-14</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-55</td><td>4/1</td><td>C-84</td><td>1/2</td><td>B-15</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-56</td><td>4/1</td><td>C-85</td><td>1/2</td><td>B-16</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-57</td><td>4/1</td><td>C-86</td><td>1/2</td><td>B-17</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-58</td><td>4/1</td><td>C-87</td><td>1/2</td><td>B-18</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-59</td><td>4/1</td><td>C-88</td><td>1/2</td><td>B-19</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	C-45	1/2	C-74	1/2	B-05	1/2	C-46	1/2	C-75	1/2	B-06	1/2	C-47	1/2	C-76	1/2	B-07	1/2	C-48	1/2	C-77	1/2	B-08	1/2	C-49	1/2	C-78	1/2	B-09	1/2	C-50	1/2	C-79	1/2	B-10	1/2	C-51	1/2	C-80	1/2	B-11	1/2	C-52	4/1	C-81	1/2	B-12	1/2	C-53	4/1	C-82	1/2	B-13	1/2	C-54	4/1	C-83	1/2	B-14	1/2	C-55	4/1	C-84	1/2	B-15	1/2	C-56	4/1	C-85	1/2	B-16	1/2	C-57	4/1	C-86	1/2	B-17	1/2	C-58	4/1	C-87	1/2	B-18	1/2	C-59	4/1	C-88	1/2	B-19	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-35</td><td>6/3</td><td>B-65</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-36</td><td>6/3</td><td>B-66</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-37</td><td>6/3</td><td>B-67</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-38</td><td>6/3</td><td>B-68</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-39</td><td>6/3</td><td>B-69</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-40</td><td>6/3</td><td>B-70</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-41</td><td>6/3</td><td>B-71</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-42</td><td>6/3</td><td>B-72</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-43</td><td>6/3</td><td>B-73</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-44</td><td>6/4</td><td>B-74</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-45</td><td>6/5</td><td>B-75</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-46</td><td>6/5</td><td>B-76</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-47</td><td>6/5</td><td>B-77</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-48</td><td>6/5</td><td>B-78</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-49</td><td>6/5</td><td>B-79</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	B-35	6/3	B-65	1/2	B-36	6/3	B-66	1/2	B-37	6/3	B-67	1/2	B-38	6/3	B-68	1/2	B-39	6/3	B-69	1/2	B-40	6/3	B-70	1/2	B-41	6/3	B-71	1/2	B-42	6/3	B-72	1/2	B-43	6/3	B-73	1/2	B-44	6/4	B-74	1/2	B-45	6/5	B-75	1/2	B-46	6/5	B-76	1/2	B-47	6/5	B-77	1/2	B-48	6/5	B-78	1/2	B-49	6/5	B-79	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-96</td><td>7/6</td><td>※A-39</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-97</td><td>7/6</td><td>※A-51</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-98</td><td>7/6</td><td>※A-52</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-99</td><td>7/6</td><td>※A-53</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-01</td><td>7/6</td><td>※A-54</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-02</td><td>7/6</td><td>※A-28</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-03</td><td>7/6</td><td>※A-30</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-04</td><td>7/6</td><td>※A-38</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-05</td><td>7/6</td><td>※A-43</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-06</td><td>7/6</td><td>※C-18</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-07</td><td>7/7</td><td>※C-19</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-08</td><td>7/7</td><td>※C-44</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-09</td><td>7/7</td><td>※A-78</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-10</td><td>7/7</td><td>※A-65</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-11</td><td>7/6</td><td>※C-03</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	B-96	7/6	※A-39	1/2	B-97	7/6	※A-51	1/2	B-98	7/6	※A-52	1/2	B-99	7/6	※A-53	1/2	D-01	7/6	※A-54	1/2	D-02	7/6	※A-28	1/2	D-03	7/6	※A-30	1/2	D-04	7/6	※A-38	1/2	D-05	7/6	※A-43	1/2	D-06	7/6	※C-18	1/2	D-07	7/7	※C-19	1/2	D-08	7/7	※C-44	1/2	D-09	7/7	※A-78	1/2	D-10	7/7	※A-65	1/2	D-11	7/6	※C-03	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-57</td><td>1/2</td><td>D-87</td><td>1/2</td><td>D-40</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-58</td><td>1/2</td><td>D-88</td><td>1/2</td><td>D-41</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-59</td><td>1/2</td><td>D-89</td><td>1/2</td><td>D-42</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-60</td><td>1/2</td><td>D-90</td><td>1/2</td><td>D-43</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-61</td><td>1/2</td><td>D-91</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>A-13</td><td>1/2</td><td>D-92</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-27</td><td>1/2</td><td>D-93</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-31</td><td>1/2</td><td>D-94</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-36</td><td>1/2</td><td>D-95</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-40</td><td>1/2</td><td>D-96</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-71</td><td>1/2</td><td>D-97</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※A-76</td><td>1/2</td><td>D-98</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※B-56</td><td>1/2</td><td>D-99</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※C-89</td><td>1/2</td><td>E-01</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※D-03</td><td>1/2</td><td>E-02</td><td></td><td></td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	D-57	1/2	D-87	1/2	D-40	1/2	D-58	1/2	D-88	1/2	D-41	1/2	D-59	1/2	D-89	1/2	D-42	1/2	D-60	1/2	D-90	1/2	D-43	1/2	D-61	1/2	D-91			1/2	A-13	1/2	D-92			1/2	※A-27	1/2	D-93			1/2	※A-31	1/2	D-94			1/2	※A-36	1/2	D-95			1/2	※A-40	1/2	D-96			1/2	※A-71	1/2	D-97			1/2	※A-76	1/2	D-98			1/2	※B-56	1/2	D-99			1/2	※C-89	1/2	E-01			1/2	※D-03	1/2	E-02			<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-34</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-35</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-36</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-18</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-37</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>C-19</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/4</td><td>B-28</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-38</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-39</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-40</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-41</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-42</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-43</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2/5</td><td>C-44</td><td></td><td></td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	2/4	C-34			2/4	C-35			2/4	C-36			2/4	C-18			2/4	C-37			2/4	C-19			2/4	B-28			2/5	C-38			2/5	C-39			2/5	C-40			2/5	C-41			2/5	C-42			2/5	C-43			2/5	C-44			<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-60</td><td>4/7</td><td>※C-89</td><td>1/2</td><td>B-20</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-61</td><td>4/7</td><td>C-90</td><td>1/2</td><td>B-21</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-62</td><td>4/7</td><td>C-91</td><td>1/2</td><td>B-22</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-63</td><td>4/7</td><td>C-92</td><td>1/2</td><td>B-23</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-64</td><td>4/7</td><td>C-93</td><td>1/2</td><td>B-24</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-65</td><td>4/7</td><td>C-94</td><td>1/2</td><td>B-25</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-66</td><td>4/7</td><td>C-95</td><td>1/2</td><td>B-26</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※C-67</td><td>4/7</td><td>C-96</td><td>1/2</td><td>B-27</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-68</td><td>4/7</td><td>C-97</td><td>1/2</td><td>B-28</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-69</td><td>4/7</td><td>C-98</td><td>1/2</td><td>B-29</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-70</td><td>4/7</td><td>C-99</td><td>1/2</td><td>B-30</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-71</td><td>4/7</td><td>B-95</td><td>1/2</td><td>B-31</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-72</td><td>4/7</td><td>B-02</td><td>1/2</td><td>B-52</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>C-73</td><td>4/7</td><td>B-03</td><td>1/2</td><td>B-33</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>4/7</td><td>B-04</td><td>1/2</td><td>B-34</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	C-60	4/7	※C-89	1/2	B-20	1/2	C-61	4/7	C-90	1/2	B-21	1/2	C-62	4/7	C-91	1/2	B-22	1/2	C-63	4/7	C-92	1/2	B-23	1/2	C-64	4/7	C-93	1/2	B-24	1/2	C-65	4/7	C-94	1/2	B-25	1/2	C-66	4/7	C-95	1/2	B-26	1/2	※C-67	4/7	C-96	1/2	B-27	1/2	C-68	4/7	C-97	1/2	B-28	1/2	C-69	4/7	C-98	1/2	B-29	1/2	C-70	4/7	C-99	1/2	B-30	1/2	C-71	4/7	B-95	1/2	B-31	1/2	C-72	4/7	B-02	1/2	B-52	1/2	C-73	4/7	B-03	1/2	B-33			4/7	B-04	1/2	B-34	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-50</td><td>1/2</td><td>B-80</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-51</td><td>1/2</td><td>B-81</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-53</td><td>1/2</td><td>B-82</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>※B-54</td><td>1/2</td><td>B-83</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-55</td><td>1/2</td><td>B-84</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-56</td><td>1/2</td><td>B-85</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-57</td><td>1/2</td><td>B-86</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-58</td><td>1/2</td><td>B-87</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-59</td><td>1/2</td><td>B-88</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-60</td><td>1/2</td><td>B-89</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-61</td><td>1/2</td><td>B-90</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-62</td><td>1/2</td><td>B-91</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-63</td><td>1/2</td><td>B-92</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>B-64</td><td>1/2</td><td>B-93</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>1/2</td><td>B-94</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	B-50	1/2	B-80	1/2	B-51	1/2	B-81	1/2	B-53	1/2	B-82	1/2	※B-54	1/2	B-83	1/2	B-55	1/2	B-84	1/2	B-56	1/2	B-85	1/2	B-57	1/2	B-86	1/2	B-58	1/2	B-87	1/2	B-59	1/2	B-88	1/2	B-60	1/2	B-89	1/2	B-61	1/2	B-90	1/2	B-62	1/2	B-91	1/2	B-63	1/2	B-92	1/2	B-64	1/2	B-93			1/2	B-94	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-12</td><td>7/6</td><td>※A-66</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-13</td><td>7/6</td><td>※A-72</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-14</td><td>7/6</td><td>※A-67</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-15</td><td>7/6</td><td>※C-06</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-16</td><td>7/6</td><td>※C-01</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-17</td><td>7/6</td><td>※C-08</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-18</td><td>1/2</td><td>D-77</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-19</td><td>1/2</td><td>D-50</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-20</td><td>1/2</td><td>D-51</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-21</td><td>1/2</td><td>D-52</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-22</td><td>1/2</td><td>D-53</td></tr> <tr><td>7/1</td><td>D-23</td><td>1/2</td><td>D-54</td></tr> <tr><td>7/3</td><td>D-24</td><td>1/2</td><td>D-55</td></tr> <tr><td>7/3</td><td>D-25</td><td>1/2</td><td>D-56</td></tr> <tr><td>7/3</td><td>D-26</td><td>1/2</td><td>B-01</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	7/1	D-12	7/6	※A-66	1/2	D-13	7/6	※A-72	1/2	D-14	7/6	※A-67	1/2	D-15	7/6	※C-06	7/1	D-16	7/6	※C-01	7/1	D-17	7/6	※C-08	7/1	D-18	1/2	D-77	7/1	D-19	1/2	D-50	7/1	D-20	1/2	D-51	7/1	D-21	1/2	D-52	7/1	D-22	1/2	D-53	7/1	D-23	1/2	D-54	7/3	D-24	1/2	D-55	7/3	D-25	1/2	D-56	7/3	D-26	1/2	B-01	<table border="1"> <tr><td>月日</td><td>缶 No</td><td>月日</td><td>缶 No</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-72</td><td>1/2</td><td>E-03</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-73</td><td>1/2</td><td>E-04</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-74</td><td>1/2</td><td>D-27</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-75</td><td>1/2</td><td>D-28</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-76</td><td>1/2</td><td>D-29</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-77</td><td>1/2</td><td>D-30</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-78</td><td>1/2</td><td>D-31</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-79</td><td>1/2</td><td>D-32</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-80</td><td>1/2</td><td>D-33</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-81</td><td>1/2</td><td>D-34</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-82</td><td>1/2</td><td>D-35</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-83</td><td>1/2</td><td>D-36</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-84</td><td>1/2</td><td>D-37</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-85</td><td>1/2</td><td>D-38</td></tr> <tr><td>1/2</td><td>D-86</td><td>1/2</td><td>D-39</td></tr> </table>										月日	缶 No	月日	缶 No	1/2	D-72	1/2	E-03	1/2	D-73	1/2	E-04	1/2	D-74	1/2	D-27	1/2	D-75	1/2	D-28	1/2	D-76	1/2	D-29	1/2	D-77	1/2	D-30	1/2	D-78	1/2	D-31	1/2	D-79	1/2	D-32	1/2	D-80	1/2	D-33	1/2	D-81	1/2	D-34	1/2	D-82	1/2	D-35	1/2	D-83	1/2	D-36	1/2	D-84	1/2	D-37	1/2	D-85	1/2	D-38	1/2	D-86	1/2	D-39
月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1/2	C-33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-45	1/2	C-74	1/2	B-05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-46	1/2	C-75	1/2	B-06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-47	1/2	C-76	1/2	B-07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-48	1/2	C-77	1/2	B-08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-49	1/2	C-78	1/2	B-09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-50	1/2	C-79	1/2	B-10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-51	1/2	C-80	1/2	B-11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-52	4/1	C-81	1/2	B-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-53	4/1	C-82	1/2	B-13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-54	4/1	C-83	1/2	B-14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-55	4/1	C-84	1/2	B-15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-56	4/1	C-85	1/2	B-16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-57	4/1	C-86	1/2	B-17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-58	4/1	C-87	1/2	B-18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-59	4/1	C-88	1/2	B-19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-35	6/3	B-65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-36	6/3	B-66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-37	6/3	B-67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-38	6/3	B-68																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-39	6/3	B-69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-40	6/3	B-70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-41	6/3	B-71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-42	6/3	B-72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-43	6/3	B-73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-44	6/4	B-74																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-45	6/5	B-75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-46	6/5	B-76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-47	6/5	B-77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-48	6/5	B-78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-49	6/5	B-79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-96	7/6	※A-39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-97	7/6	※A-51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-98	7/6	※A-52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-99	7/6	※A-53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-01	7/6	※A-54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-02	7/6	※A-28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-03	7/6	※A-30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-04	7/6	※A-38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-05	7/6	※A-43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-06	7/6	※C-18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-07	7/7	※C-19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-08	7/7	※C-44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-09	7/7	※A-78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-10	7/7	※A-65																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-11	7/6	※C-03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	D-57	1/2	D-87	1/2	D-40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	D-58	1/2	D-88	1/2	D-41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	D-59	1/2	D-89	1/2	D-42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	D-60	1/2	D-90	1/2	D-43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	D-61	1/2	D-91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	A-13	1/2	D-92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-27	1/2	D-93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-31	1/2	D-94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-36	1/2	D-95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-40	1/2	D-96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-71	1/2	D-97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※A-76	1/2	D-98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※B-56	1/2	D-99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※C-89	1/2	E-01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※D-03	1/2	E-02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2/4	C-34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	C-35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	C-36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	C-18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	C-37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	C-19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/4	B-28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
2/5	C-44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
月日	缶 No	月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-60	4/7	※C-89	1/2	B-20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-61	4/7	C-90	1/2	B-21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-62	4/7	C-91	1/2	B-22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-63	4/7	C-92	1/2	B-23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-64	4/7	C-93	1/2	B-24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-65	4/7	C-94	1/2	B-25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-66	4/7	C-95	1/2	B-26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	※C-67	4/7	C-96	1/2	B-27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-68	4/7	C-97	1/2	B-28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-69	4/7	C-98	1/2	B-29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-70	4/7	C-99	1/2	B-30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-71	4/7	B-95	1/2	B-31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-72	4/7	B-02	1/2	B-52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1/2	C-73	4/7	B-03	1/2	B-33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		4/7	B-04	1/2	B-34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-50	1/2	B-80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-51	1/2	B-81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-53	1/2	B-82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	※B-54	1/2	B-83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-55	1/2	B-84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-56	1/2	B-85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-57	1/2	B-86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-58	1/2	B-87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-59	1/2	B-88																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-60	1/2	B-89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-61	1/2	B-90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-62	1/2	B-91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-63	1/2	B-92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	B-64	1/2	B-93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		1/2	B-94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-12	7/6	※A-66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-13	7/6	※A-72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-14	7/6	※A-67																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-15	7/6	※C-06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-16	7/6	※C-01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-17	7/6	※C-08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-18	1/2	D-77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-19	1/2	D-50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-20	1/2	D-51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-21	1/2	D-52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-22	1/2	D-53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/1	D-23	1/2	D-54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/3	D-24	1/2	D-55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/3	D-25	1/2	D-56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
7/3	D-26	1/2	B-01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
月日	缶 No	月日	缶 No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-72	1/2	E-03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-73	1/2	E-04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-74	1/2	D-27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-75	1/2	D-28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-76	1/2	D-29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-77	1/2	D-30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-78	1/2	D-31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-79	1/2	D-32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-80	1/2	D-33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-81	1/2	D-34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-82	1/2	D-35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-83	1/2	D-36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-84	1/2	D-37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-85	1/2	D-38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1/2	D-86	1/2	D-39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
合計	28 缶										89 缶										59 缶										60 缶										64 缶										計 300 缶																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

第 5.24 - 2 表 使用済炉心構成要素別貯蔵実績表
 Table 5.24 - 2 Storage Accomplishment of The Each Spent Core Elements. Storage. Measurement System.

年月日 項目	S 5 6 年度						S 5 7 年度						11	12	1	2~3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
照射用炉心構成作業工程	準備 4 (14) 17 (ACT-1)	燃交1) [30体] (ACT-4) 30 (16) 14 23 25 (ACT-1)	燃交2) [90体] 6 9 18 (ACT-6)	(43) 1	燃交3) [60体] 20 (29) 17 (ACT-7)	燃交4) [60体] 24 (29) 22 (ACT-9)				燃交5) [64体] 21 (32) 22 (ACT-12)	燃交6) [12体] 16 7 22 (ACT-15)	臨界 S 57.11.22				
																性能試験
																合計
炉心燃料 (ドライバー)		15		15						48						78
炉心燃料 (照射後試験用)		1														1
炉心燃料 (中性子束測定用)		1														1
炉心燃料 (Na ホイド測定用)																
炉心燃料 (温度測定用)																
ブランケット燃料 (内側)		4								14						40
ブランケット燃料 (外側)					46		57			38				2		143
制御棒 (調整棒)				2			1									3
制御棒 (安全棒)				2			1									3
反射体		2		24												26
中性子源 (γ線源部受入集合体)																
ダミー燃料																
γ線源部受入収納体		1														1
ブランケット燃料(中性子束測定用)		1														1
ブランケット燃料(検出器受入収納体)		1														1
サーベランス																
改造型ドライバー		2														2
																300 体

第 5.24 - 3(1)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (1 / 22)

Table 5.24 - 3(1) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

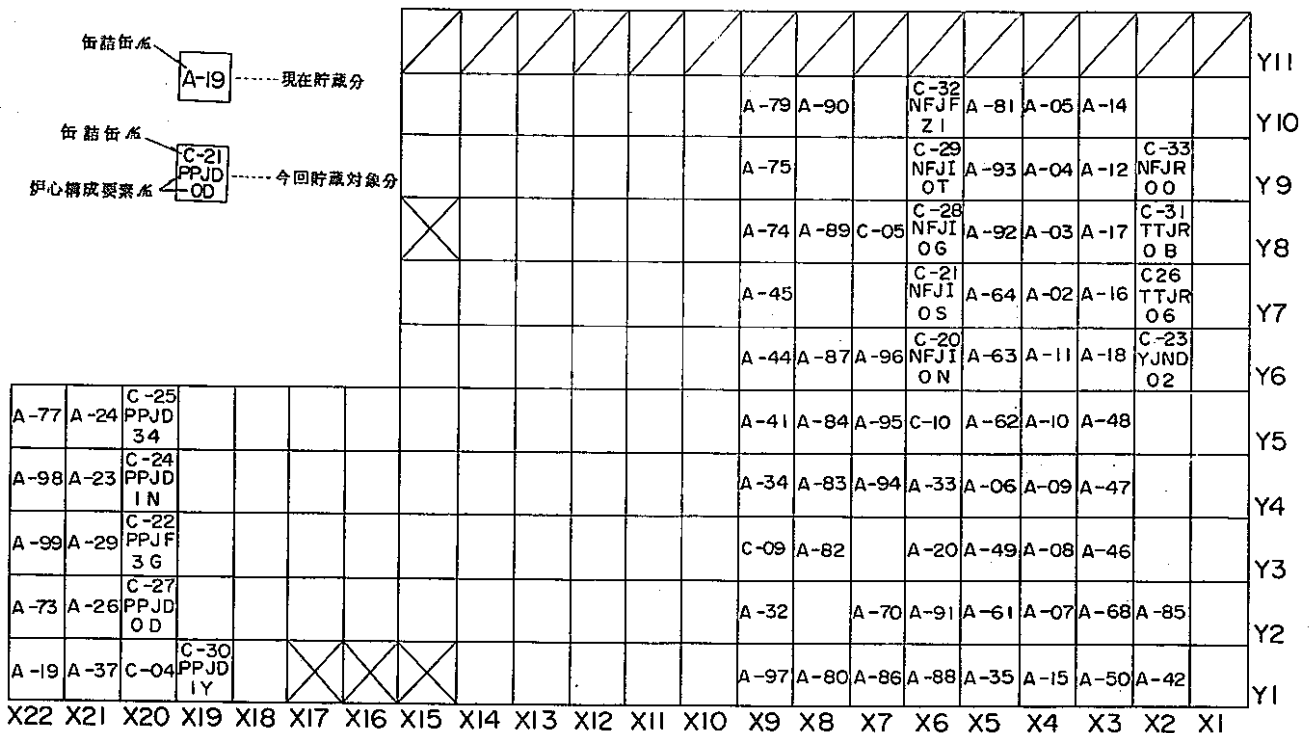
作業名 STEP 1 - 1

作業期間 S 57.1.30 ~ S 57.2.3

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
1/30	NFJION	R-9	C-20	X-06 Y-06
1/30	NFJIOS	R-10	C-21	X-06 Y-07
1/31	PPJF3G	R-11	C-22	X-20 Y-03
1/31	YJND02	R-12	C-23	X-02 Y-06
1/31	PPJDIN	R-13	C-24	X-20 Y-04
1/31	PPJD34	R-14	C-25	X-20 Y-05
2/1	TTJRO6	R-15	C-26	X-02 Y-07
2/1	PPJDOD	R-23	C-27	X-20 Y-02
2/2	NFJIOG	R-24	C-28	X-06 Y-08
2/2	NFJIOT	R-25	C-29	X-06 Y-09
2/2	PPJDIY	R-26	C-30	X-19 Y-01
2/2	TTJROB	R-27	C-31	X-02 Y-08
2/3	II-01	R-28	FMFA	/
2/3	NFJFZI	R-30	C-32	X-06 Y-10
2/3	NFJROO	R-1	C-33	X-02 Y-09

貯蔵状態図 (STEP 1-1後)



第 5.24 - 3(3)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (3 / 22)

Table 5.24 - 3(3) Management Table of The Spent Fuel Handling and storage.

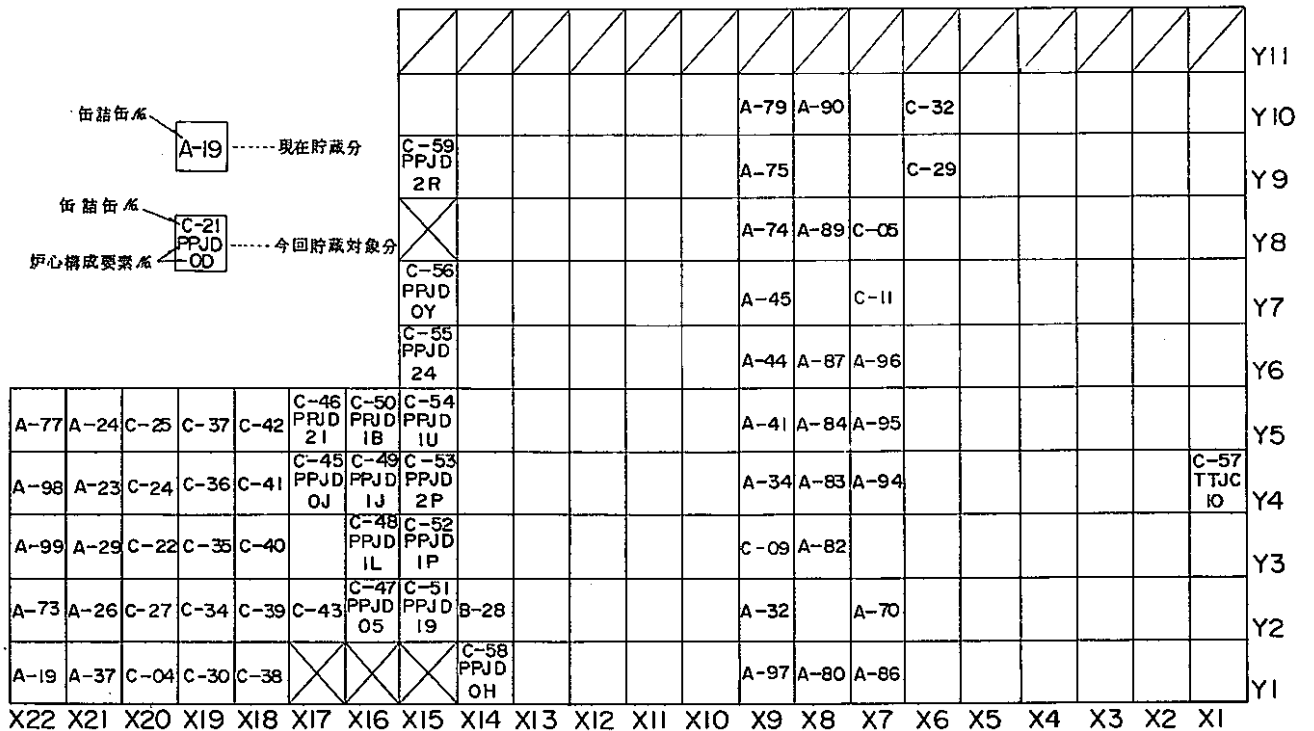
作業名 STEP 2-1

作業期間 S 57.3.18 ~ S 57.3.22

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
3/18	PPJDOJ	R-9	C-45	X-17 Y-04
3/18	PPJD2I	R-10	C-46	X-17 Y-05
3/19	PPJD05	R-11	C-47	X-16 Y-02
3/19	PPJDIL	R-12	C-48	X-16 Y-03
3/19	PPJDIJ	R-13	C-49	X-16 Y-04
3/19	PPJDIB	R-14	C-50	X-16 Y-05
3/20	PPJD19	R-15	C-51	X-15 Y-02
3/20	PPJDIP	R-23	C-52	X-15 Y-03
3/21	PPJD2P	R-24	C-53	X-15 Y-04
3/21	PPJDIU	R-25	C-54	X-15 Y-05
3/21	PPJD24	R-26	C-55	X-15 Y-06
3/21	PPJDOY	R-27	C-56	X-15 Y-07
3/22	TTJC10	R-29	C-57	X-01 Y-04
3/22	PPJD0H	R-28	C-58	X-14 Y-01
3/22	PPJD2R	R-1	C-59	X-15 Y-09

貯蔵状態図 (STEP 2-1 後)



第 5.24 - 3(4)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (4 / 22)

Table 5.24 - 3(4) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

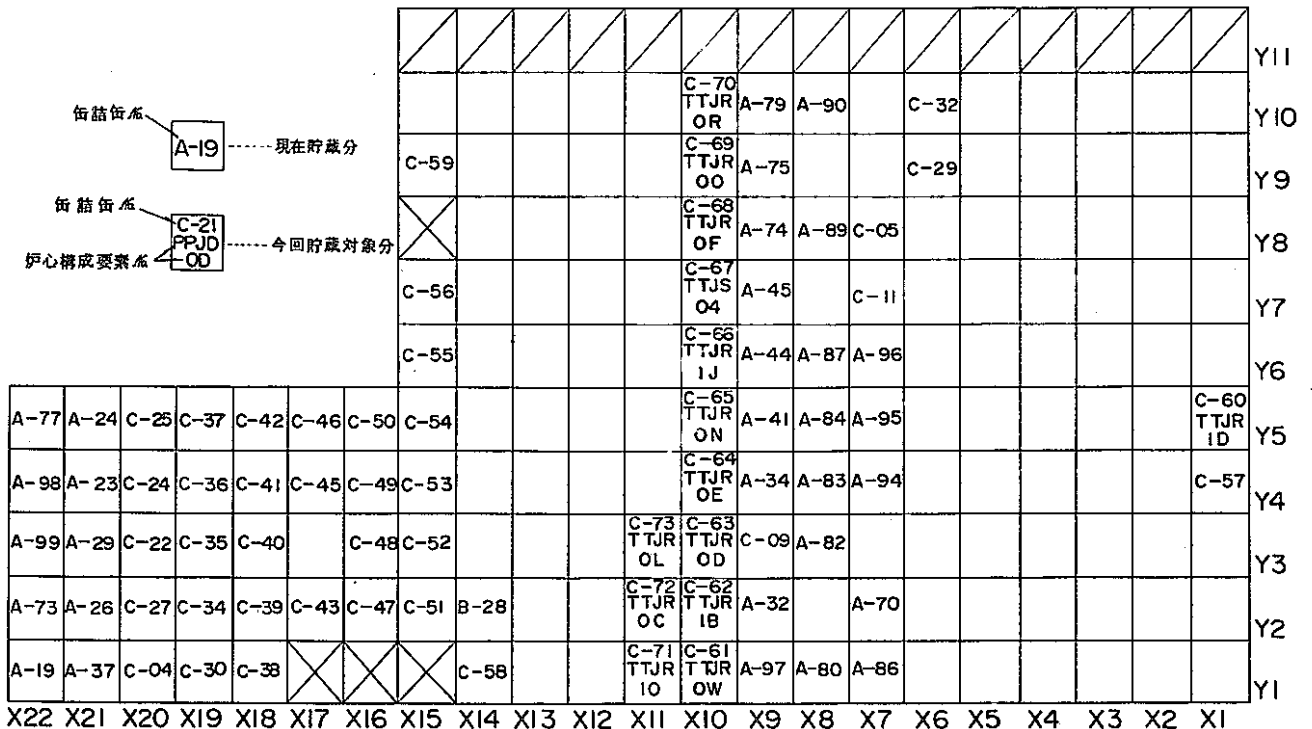
作業名 STEP 2 - 2

作業期間 S 57.3.25 ~ S 57.3.29

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
3/25	TTJRID	R-23	C-60	X-01 Y-05
3/25	TTJROW	R-24	C-61	X-10 Y-01
3/26	TTJRI B	R-25	C-62	X-10 Y-02
3/26	TTJROD	R-26	C-63	X-10 Y-03
3/26	TTJRON	R-30	C-65	X-10 Y-05
3/26	TTJROE	R-28	C-64	X-10 Y-04
3/27	TTJRIO	R-12	C-71	X-11 Y-01
3/27	TTJRIJ	R-1	C-66	X-10 Y-06
3/28	TTJSO4	R-16	C-67	X-10 Y-07
3/28	TTJROF	R-15	C-68	X-10 Y-08
3/28	TTJROO	R-14	C-69	X-10 Y-09
3/28	TTJROR	R-13	C-70	X-10 Y-10
3/28	TTJTO9	R-27	FMF	
3/29	TTJROC	R-11	C-72	X-11 Y-02
3/29	TTJROL	R-10	C-73	X-11 Y-03

貯蔵状態図 (STEP 2-2後)



第 5.24 - 3(5)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (5 / 22)

Table 5.24 - 3(5) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

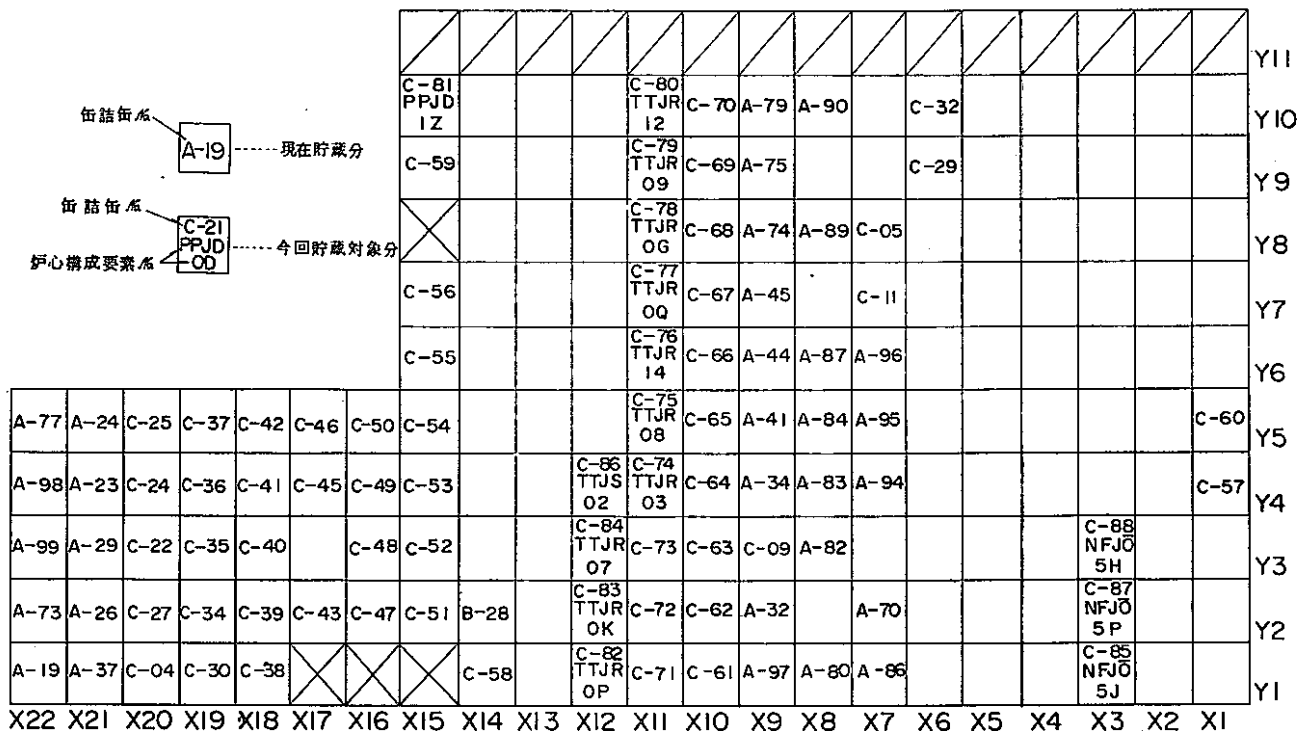
作業区 STEP 2-3

作業期間 S 57.4.1 ~ S 57.4.5

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
4/1	TTJRO3	R-15	C-74	X-11 Y-04
4/1	TTJRO8	R-14	C-75	X-11 Y-05
4/2	TTJRI4	R-13	C-76	X-11 Y-06
4/2	TTJROQ	R-12	C-77	X-11 Y-07
4/2	TTJROG	R-11	C-78	X-11 Y-08
4/2	TTJRO9	R-10	C-79	X-11 Y-09
4/3	TTJRI2	R-9	C-80	X-11 Y-10
4/3	PPJDIZ	R-8	C-81	X-15 Y-10
4/4	TTJROP	R-24	C-82	X-12 Y-01
4/4	TTJROK	R-25	C-83	X-12 Y-02
4/4	TTJRO7	R-26	C-84	X-12 Y-03
4/4	NFJ05J	R-27	C-85	X-03 Y-01
4/5	TTJSO2	R-29	C-86	X-12 Y-04
4/5	NFJ05P	R-30	C-87	X-03 Y-02
4/5	NFJ05H	R-28	C-88	X-03 Y-03

貯蔵状態図 (STEP 2-3後)



第 5.24 - 3(6)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (6 / 22)

Table 5.24 - 3(6) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

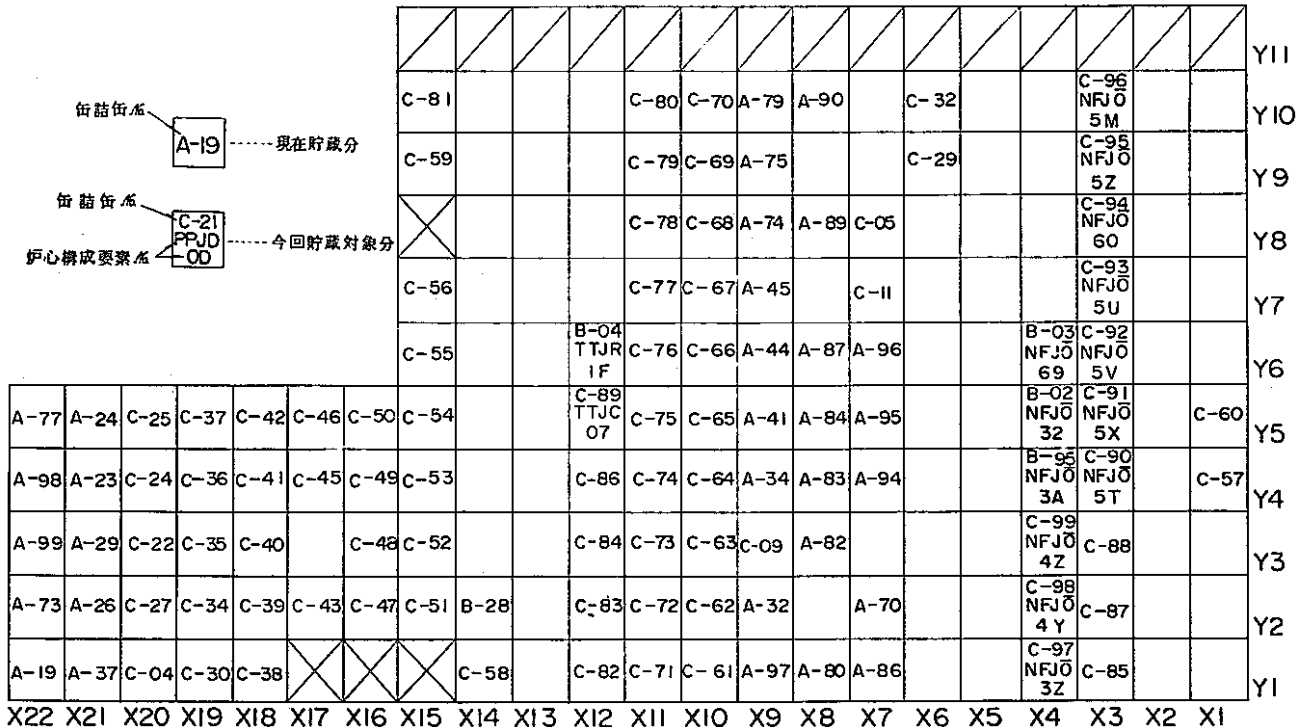
作業名 STEP 2 - 4

作業期間 S 57.4.8 ~ S 57.4.12

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
4/8	TTJC07	R-16	C-89	X-12 Y-05
4/9	NFJ05T	R-15	C-90	X-03 Y-04
4/9	NFJ05X	R-14	C-91	X-03 Y-05
4/9	NFJ05V	R-13	C-92	X-03 Y-06
4/9	NFJ05U	R-12	C-93	X-03 Y-07
4/9	NFJ060	R-11	C-94	X-03 Y-08
4/10	NFJ05Z	R-10	C-95	X-03 Y-09
4/10	NFJ05M	R-9	C-96	X-03 Y-10
4/11	NFJ03Z	R-30	C-97	X-04 Y-01
4/11	NFJ04Y	R-28	C-98	X-04 Y-02
4/11	NFJ04Z	R-27	C-99	X-04 Y-03
4/11	NFJ03A	R-26	B-01	X-04 Y-04
4/12	NFJ032	R-25	B-02	X-04 Y-05
4/12	NFJ069	R-24	B-03	X-04 Y-06
4/12	TTJRIF	R-23	B-04	X-12 Y-06

貯蔵状態図 (STEP 2-4 後)



第 5.24 - 3(9)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (9 / 22)

Table 5.24 - 3(9) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

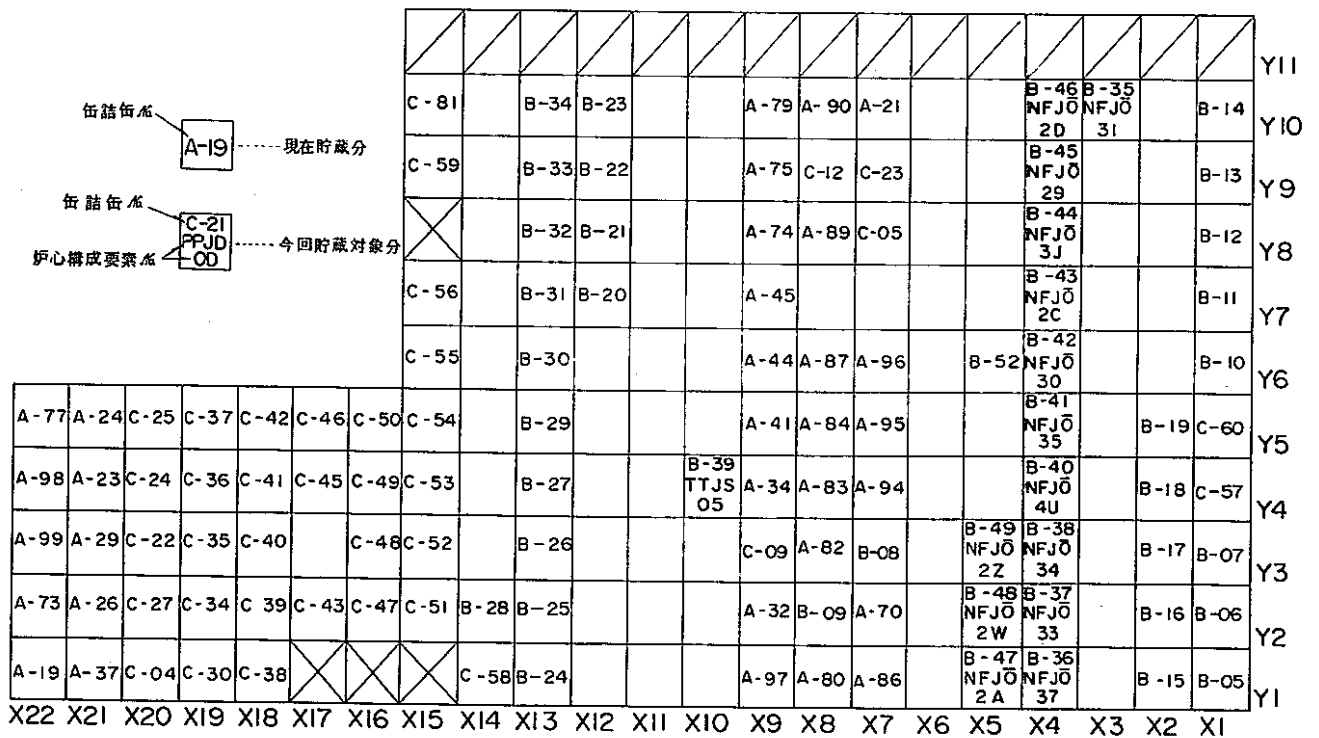
作業系 STEP 3-1

作業期間 S57.5.20 ~ S57.5.24

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番 号	燃料ラック	缶 詰	貯蔵位置
5/20	NFJ031	R-23	B-35	X-03 Y-10
5/20	NFJ037	R-24	B-36	X-04 Y-01
5/21	NFJ033	R-25	B-37	X-04 Y-02
5/21	NFJ034	R-26	B-38	X-04 Y-03
5/21	TTJS05	R-29	B-39	X-10 Y-04
5/21	NFJ04U	R-30	B-40	X-04 Y-04
5/22	NFJ035	R-28	B-41	X-04 Y-05
5/22	NFJ030	R-27	B-42	X-04 Y-06
5/23	NFJ02C	R-9	B-43	X-04 Y-07
5/23	NFJ03J	R-10	B-44	X-04 Y-08
5/23	NFJ029	R-11	B-45	X-04 Y-09
5/23	NFJ02D	R-12	B-46	X-04 Y-10
5/24	NFJ02A	R-13	B-47	X-05 Y-01
5/24	NFJ02W	R-14	B-48	X-05 Y-02
5/24	NFJ02Z	R-15	B-49	X-05 Y-03

貯蔵状態図 (STEP 3-1後)



第 5.24 - 3(10) 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (10 / 22)

Table 5.24 - 3(10) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

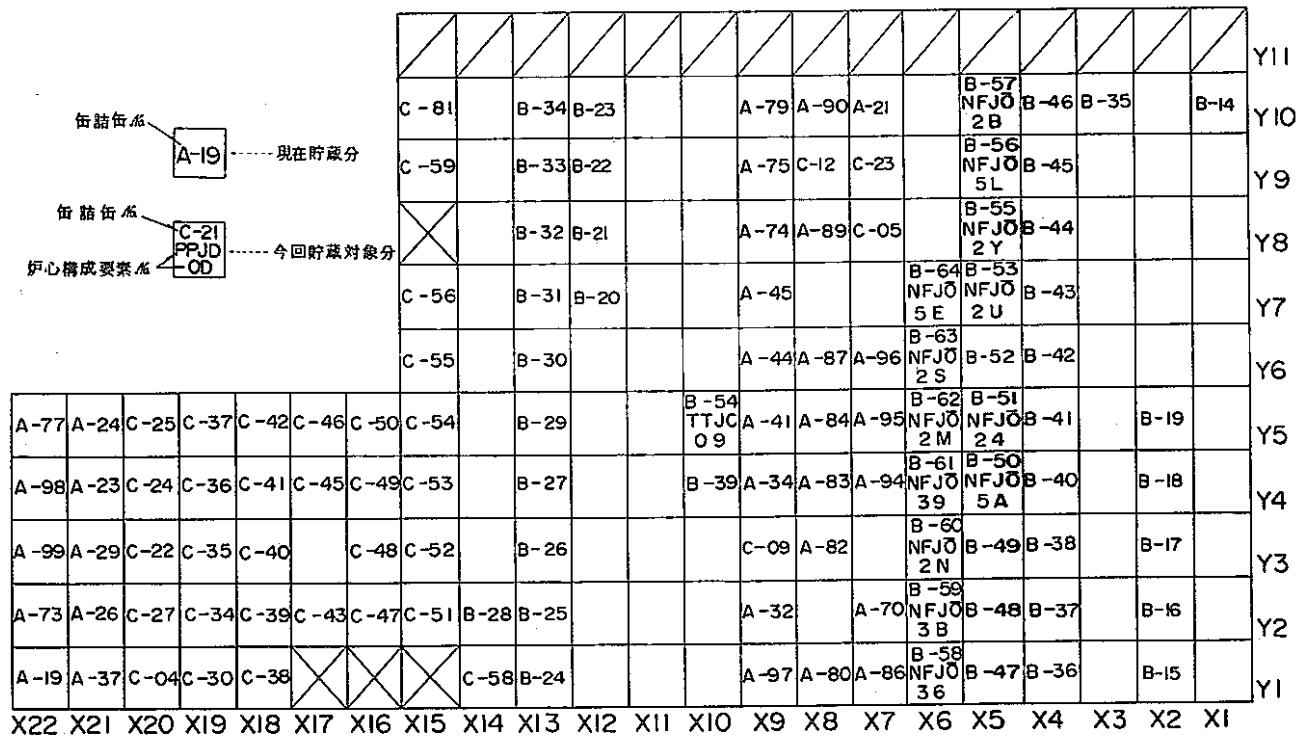
作業処 STEP 3-2

作業期間 S 57 5.27 ~ S 57.5.31

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
5/27	NFJ05A	R-15	B-50	X-05 Y-04
5/27	NFJ024	R-14	B-51	X-05 Y-05
5/28	PPJX13	R-10	FMFA	/
5/28	NFJ02U	R-12	B-53	X-05 Y-07
5/28	TTJC09	R-16	B-54	X-10 Y-05
5/28	NFJ02Y	R-11	B-55	X-05 Y-08
5/29	NFJ05L	R-13	B-56	X-05 Y-09
5/29	NFJ02B	R-8	B-57	X-05 Y-10
5/30	NFJ036	R-30	B-58	X-06 Y-01
5/30	NFJ03B	R-28	B-59	X-06 Y-02
5/30	NFJ02N	R-27	B-60	X-06 Y-03
5/30	NFJ039	R-26	B-61	X-06 Y-04
5/31	NFJ02M	R-25	B-62	X-06 Y-05
5/31	NFJ02S	R-24	B-63	X-06 Y-06
5/31	NFJ05E	R-23	B-64	X-06 Y-07

貯蔵状態図 (STEP 3-2後)



第 5.24 - 3(14表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (14 / 22))

Table 5.24 - 3(14) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

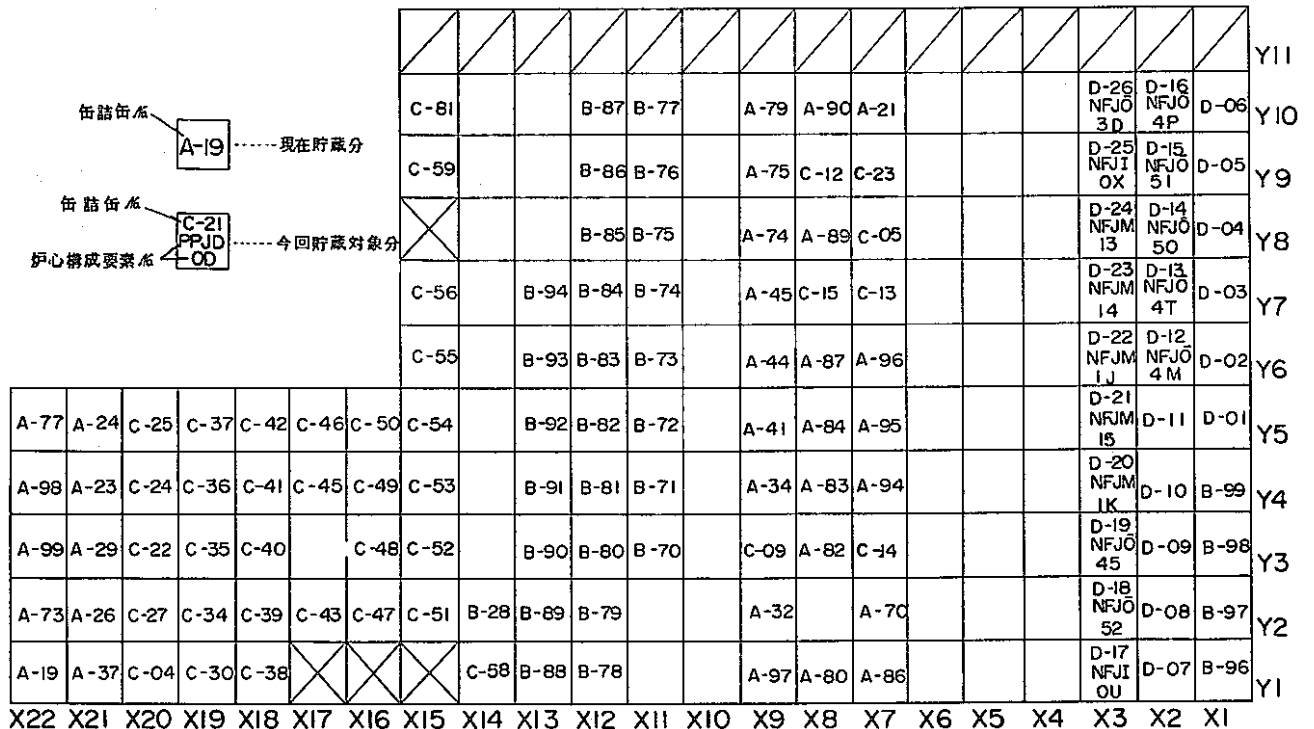
作業 處 STEP 4-2

作業 期間 S57.7.1 ~ S57.7.5

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番 号	燃料ラック	缶 詰	貯蔵位置
7/1	NFJ04M	R-23	D-12	X-02 Y-06
7/1	NFJ04T	R-24	D-13	X-02 Y-07
7/2	NFJ05O	R-25	D-14	X-02 Y-08
7/2	NFJ05I	R-26	D-15	X-02 Y-09
7/2	NFJ04P	R-27	D-16	X-02 Y-10
7/2	NFJIOU	R-28	D-17	X-03 Y-01
7/3	NFJ052	R-30	D-18	X-03 Y-02
7/3	NFJ045	R-1	D-19	X-03 Y-03
7/4	NFJMIK	R-9	D-20	X-03 Y-04
7/4	NFJMI5	R-10	D-21	X-03 Y-05
7/4	NFJMIJ	R-11	D-22	X-03 Y-06
7/4	NFJMI4	R-12	D-23	X-03 Y-07
7/5	NFJMI3	R-13	D-24	X-03 Y-08
7/5	NFJIOX	R-14	D-25	X-03 Y-09
7/5	NFJ03D	R-15	D-26	X-03 Y-10

貯蔵状態図 (STEP 4-2後)



第 5.24 - 3(17)表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (17 / 22)

Table 5.24 - 3(17) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

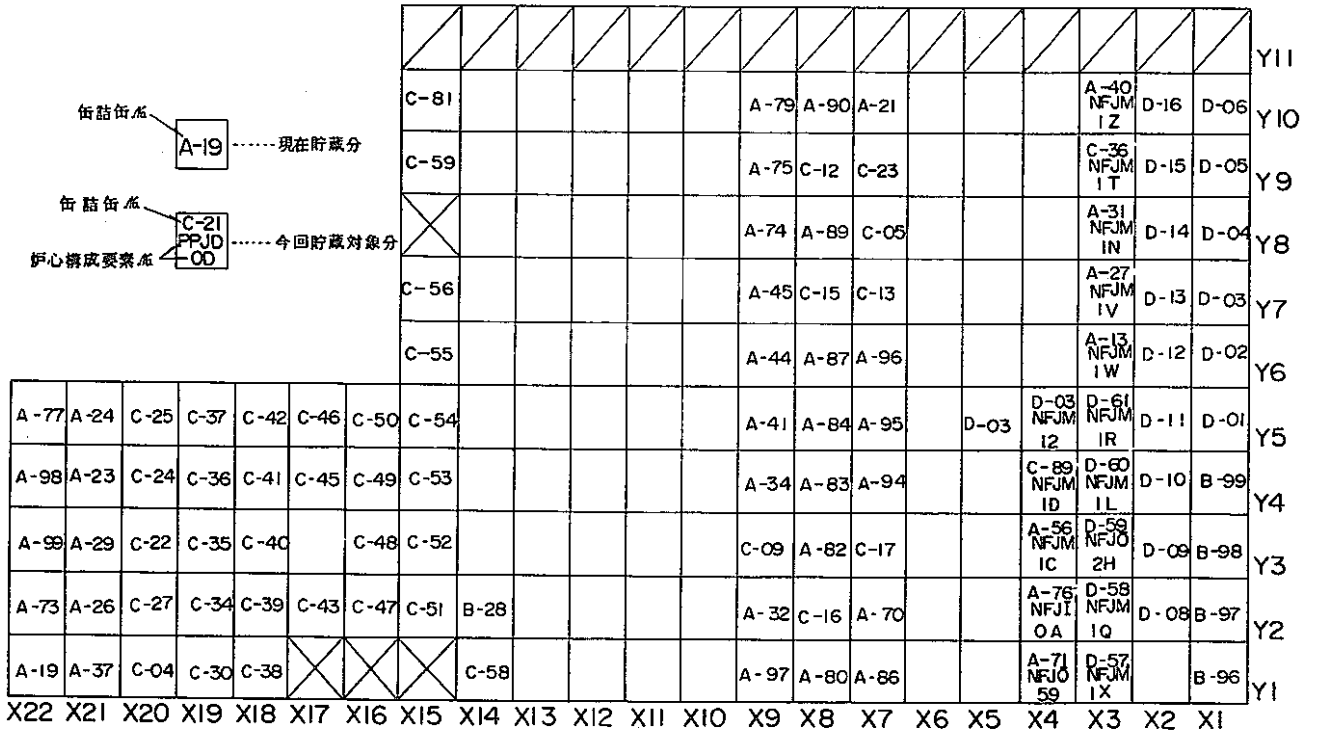
作業名 STEP 5-1

作業期間 5.57.9.21 ~ 5.57.9.25

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置
9/21	NFJMIX	R-15	D-57	X-03 Y-01
9/21	NFJMIQ	R-14	D-58	X-03 Y-02
9/22	NFJ02H	R-13	D-59	X-03 Y-03
9/22	NFJMIL	R-12	D-60	X-03 Y-04
9/22	NFJMIR	R-11	D-61	X-03 Y-05
9/22	NFJMW	R-10	A-12	X-03 Y-06
9/23	NFJMIV	R-9	A-27	X-03 Y-07
9/23	NFJMIN	R-8	A-31	X-03 Y-08
9/24	NFJMIT	R-30	A-36	X-03 Y-09
9/24	NFJMIZ	R-28	A-40	X-03 Y-10
9/24	NFJ059	R-27	A-71	X-04 Y-01
9/24	NFJIOA	R-26	A-76	X-04 Y-02
9/25	NFJMIC	R-25	B-56	X-04 Y-03
9/25	NFJMID	R-24	C-89	X-04 Y-04
9/25	NFJM12	R-23	D-03	X-04 Y-05

貯蔵状態図 (STEP 5-1後)



第 5.24 - 3(2) 表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (21 / 22)

Table 5.24 - 3(2) Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

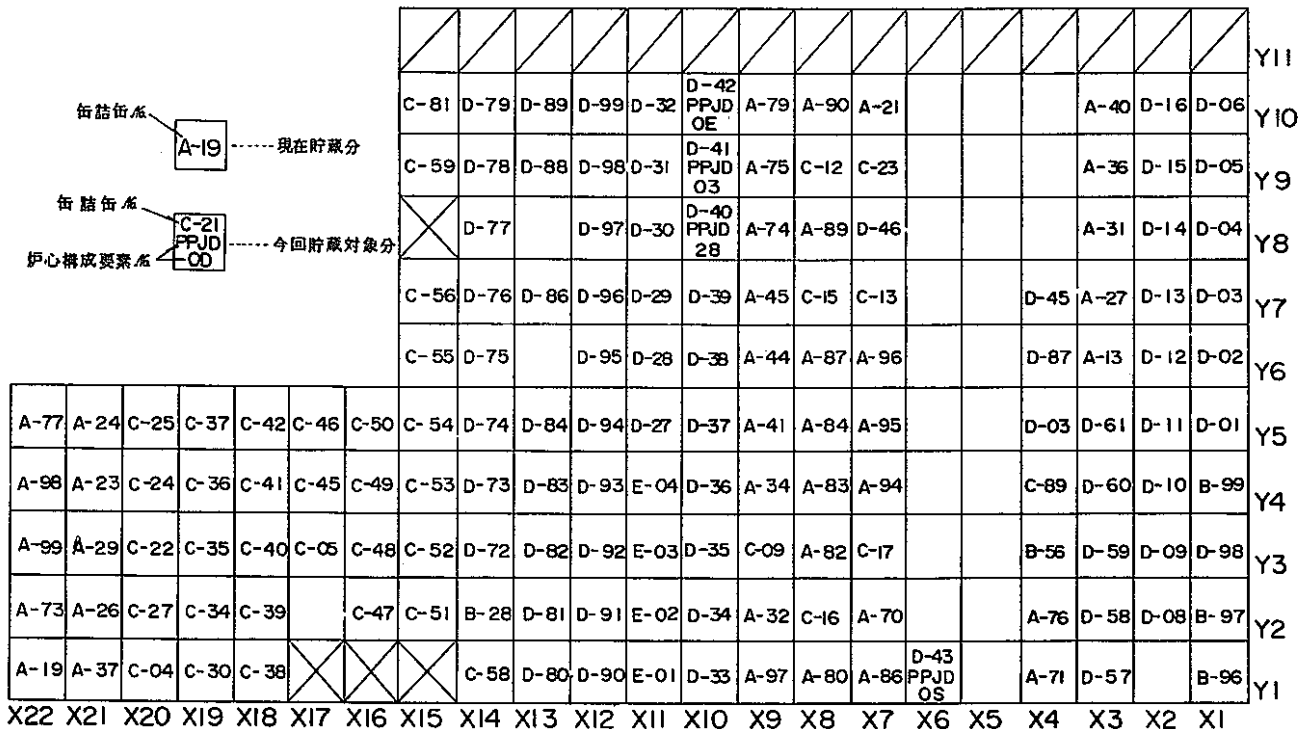
作業系 STEP 5 - 5

作業期間 S 57.10.20 ~ S 57.10.21

付属建屋内プールへの貯蔵

日	番 号	燃料ラック	缶 詰	貯蔵位置
10/20	PPJD28	R - 1	D-40	X - 10 Y - 08
10/21	PPJD03	R - 30	D-41	X - 10 Y - 09
10/21	PPJDOE	R - 28	D-42	X - 10 Y - 10
10/21	PPJD05	R - 8	D-43	X - 06 Y - 01

貯蔵状態図 (STEP 5 - 5 後)



第 5.24 - 322 表 使用済燃料取扱い及び貯蔵管理表 (22 / 22)

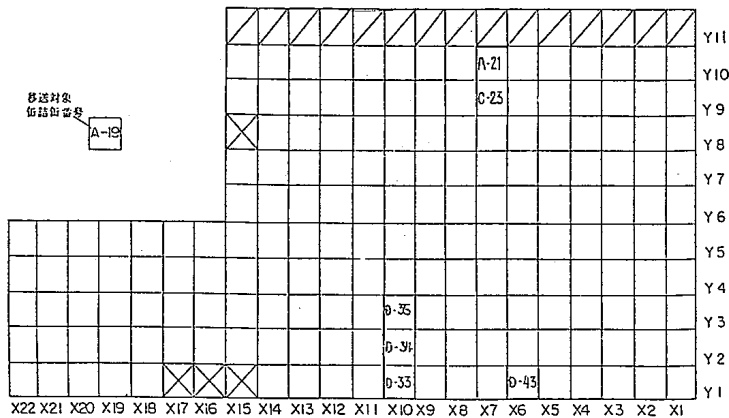
Table 5.24 - 322 Management Table of The Spent Fuel Handling and Storage.

作業 No. 貯蔵位置変更
 作業期間 S 57.11.15 ~

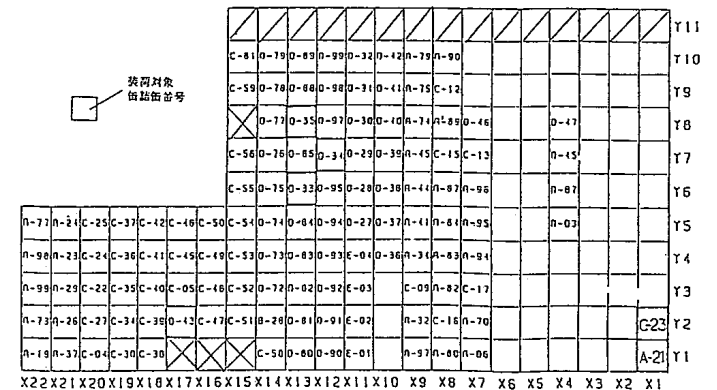
付属建屋内プールへの貯蔵位置変更

日	番号	燃料ラック	缶詰	貯蔵位置	貯蔵位置
11/15	PPJD01		D-35	X-10 Y-03	X-13 Y-02
11/15	PPJD2F		D-34	X-10 Y-02	X-12 Y-07
11/15	PPJD2T		D-33	X-10 Y-01	X-13 Y-06
11/15	PPJD0S		D-43	X-06 Y-01	X-17 Y-02
11/15	YJND01		A-21	X-07 Y-10	X-01 Y-01
11/15	YJND02		C-23	X-07 Y-09	X-01 Y-02

変更前貯蔵位置



貯蔵状態図 (位置変更後)



JOYO → FMF へ払出し

払出し年月日	集合体 No	缶詰No.	貯蔵位置
S. 57. 2. 24	PPJD0B	C-44	X-17, Y-03
" 3. 2	PPJW1F	C-18	X-07, Y-10
" 3. 9	PPJW1G	C-19	X-07, Y-09
" 4. 13	TTJC07	C-89	X-12, Y-05
" 6. 18	NFJO5L	B-56	X-05, Y-09
" 7. 7	NFJO64	D-03	X-01, Y-07
" 9. 3	NFJI11	A-52	X-04, Y-03
" 9. 20	NFJO4K	A-51	X-04, Y-02
" 9. 27	PPJD1M	C-43	X-17, Y-02
" 10. 5	PPJD25	D-85	X-13, Y-06
" 10. 19	NFJI0E	C-03	X-05, Y-05
" 10. 26	PPJD27	D-96	X-12, Y-07

第 5.24 - 4 表 FMF ↔ JOYO 間使用済燃料受け払い実績表

Table 5.24 - 4 Spent Fuel Transfer Accomplishment

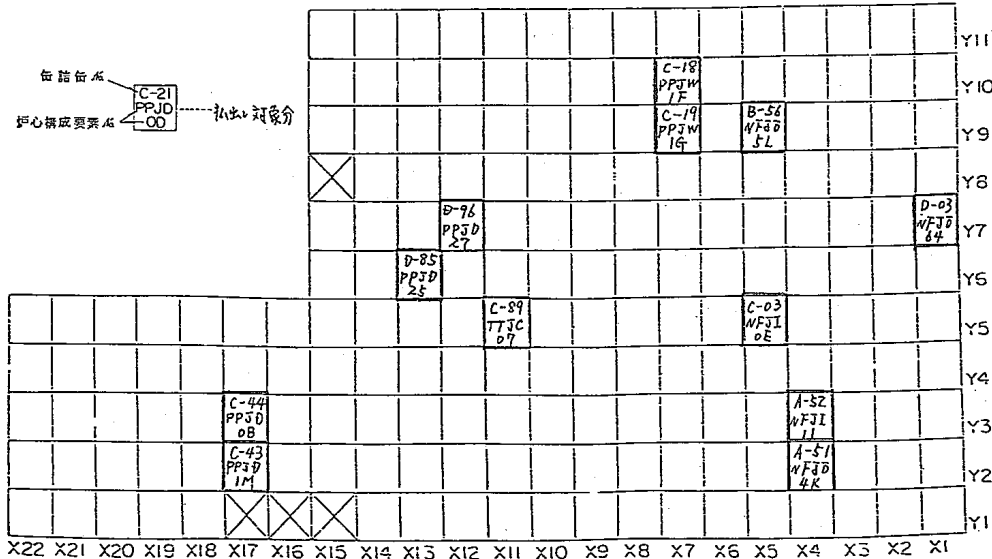
between FMF and JOYO.

FMF → JOYO へ受入れ

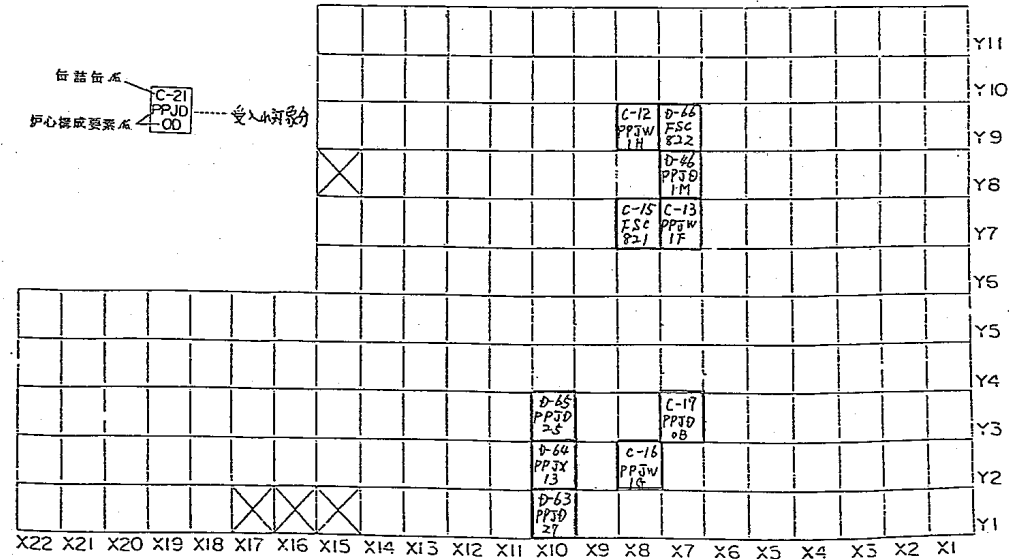
受入れ年月日	集合体 No	缶詰No.	貯蔵位置
S. 57. 3. 9	NFJM18	C-11	X-07, Y-07 *
" 4. 20	PPJW1H	C-12	X-08, Y-09 *
" 6. 2	PPJW1F	C-13	X-07, Y-07 *
" 6. 18	(TTJC07, TTJC08, TTJS01)	C-14	X-07, Y-03 *
" 6. 29	※ FSC821	C-15	X-08, Y-07 *
" 7. 7	PPJW1G	C-16	X-08, Y-02 *
" 9. 3	PPJD0B	C-17	X-07, Y-03 *
" 9. 20	NFJO5L	D-44	X-01, Y-07 *
" 10. 5	NFJO64	D-45	X-04, Y-07 *
" 10. 19	PPJD1M	D-46	X-07, Y-08 *
" 10. 26	NFJI11	D-47	X-04, Y-08 *
" 11. 5	NFJO4K	D-48	X 04 Y-09 *
" 11. 11	NFJI0E	D-62	X 04, Y-10 *
" 11. 18	PPJD27	D-63	X-10, Y-01 *
" 11. 25	PPJX13	D-64	X-10, Y-02 *
" 12. 3	PPJD25	D-65	X-10, Y-03 *
" 12. 21	※ FSC822	D-66	X-07, Y-09 *

注 ※印：燃料ビン等
*印：貯蔵位置へ装荷後
第2プールへ移送
された。

払出し対象分貯蔵位置



受入れ対象分貯蔵位置



5.25 未臨界度監視

1. 目的及び作業概要

MK-II 移行作業が十分深い未臨界度の炉心状態で、安全に行われることを監視するために、 He^3 及び B^{10} 中性子検出器を 3 チャンネル (仮設) 設置し、未臨界度測定体系を構成した。通常は中性子計数率を測定し、異常な増加のないことを監視したが、特に、MK-II 炉心燃料が炉心に装荷される燃料交換(5)では、Modified Source Multiplication Method (MSM法)を用いて未臨界度を監視した。燃料交換(1)終了時から燃料交換(5)開始時までは約 40 % $\Delta K/K$ の未臨界度であったが、燃料交換(5)終了時では約 25 % $\Delta K/K$ であり、制御棒価値約 20 % $\Delta K/K$ であることを考慮しても、制御棒全引抜状態で 3 % $\Delta K/K$ 以上の未臨界度を確保できた。

本測定で用いた MSM 法は、「常陽」炉心特有の問題である使用済燃料貯蔵ラック効果 (後述) を特に正確に評価する必要がある。

2. 作業実績

MK-II 移行作業期間中に用いた未臨界度測定体系と測定結果等について記す。

1) 未臨界度測定体系

本測定で使用した中性子検出器は He^3 及び B^{10} の高感度検出器 (He^3 , B^{10} 検出器は、 U^{235} 検出器に比べそれぞれ約 150 倍、約 15 倍の高感度である) で本設の U^{235} 核分裂計数管と交換して設置したものである。設置位置は、第 5.25-1 図に示すように ch 1, 4, 9 の 3 チャンネルであり、軸方向位置は炉心中心点である。各々の検出器は炉心中心から約 3 m のグラファイト中に置かれ、各チャンネルには He^3 カウンター 2 個、 B^{10} カウンター 1 個の計 3 個が挿入されている。

測定系のブロックダイヤグラムを第 5.25-2 図に示す。出力は中央制御室に設置したプリンターと格内燃取操作室 (R 601) のタイピュータに表示される。特に R 601 でのタイピュータからは測定開始の信号が任意の時刻に入力できるようにし、燃料 1 体毎の交換に対応した計数率及び未臨界度の変化を測定できるようにした。任意の時刻に測定できるが、タイピュータから入力しない場合は、1 時間毎に計測できるようにプログラムを組んだ。

He^3 検出器は B^{10} 検出器に比べ約 10 倍感度が高いので、最初のうちは He^3 検出器を使用した。しかし、 He^3 検出器による測定データは、ノイズの混入が多いため安定せず、パルス波高分布における中性子パルスと γ 線ノイズとの分離が悪く、ディスクリ設定位置が不明確であった。そのため、7 月 20 日頃から He^3 検出器からのデータ採集を行わず、 B^{10} 検出器からデータ採集を実施した。 B^{10} 検出器によるパルス波高分布は γ 線ノイズ成分との分離が非常に良く測定データにはノイズの混入はほとんど認められなかった。 He^3 検出器が B^{10} 検出器に比べて SN 比が劣る原因は、印荷電圧が 1300 V (B^{10} は 650 V) と高く、かつ設置場所が数 1000 レントゲンと高 γ 線場であったためと考えられる。

2) 測定結果

(1) MK-II 移行作業期間全体を通した中性子計数率変化

57年2月から11月までの全期間を通した中性子計数率変化をまとめたものが第5.25-3図である。本図は1データ/日でプロットしたもので、データの採集時刻は外部からのノイズを考慮し、午前3時頃が選択された。

7月20日頃までは He^3 検出器を用いたが、計測器の故障を機会に高い γ 線場ではノイズをひろい易い He^3 検出器から、計数率は1桁低いがSN比の良い B^{10} 検出器に交換した。

第5.25-3図より計数率が期間全体を通しては減少傾向にあることがわかる。これは外部中性子源 $\text{Sb}-\text{Be}$ の Sb の半減期が162日及び使用済燃料に生成された $\text{Cm} 242$ (主な中性子放出核種)の半減期が60日であるためである。

燃料交換(1)では計数率の変動が大きいですが、これはMK-I使用済炉心燃料が検出器方向のラックで挿入・引抜された場合であり、それに伴って発生する本燃料からの二次中性子数の増減変化が生ずるためである。燃料交換(5)でも計数率変動が大きいですが、これも燃料交換(1)と同様の原因である。

燃料交換(5)の終了近くで、炉心アドレス7F1のMK-I中性子源($\text{Sb}+\text{Be}$)を炉内貯蔵ラック(R-15)に移したが、この際の計数率は、ch1, 9では約半分に減少し、R-15側のch4は約40%増加した。また、臨界近接試験開始の直前にMK-II中性子源を4E1に装荷したが、この際ch1, 4, 9計数率は共に約10倍増加した。

(2) 燃料交換(3)での中性子計数率測定

炉心中心(000)でのMK-I・MK-II用炉心燃料の交換、(3A3)での制御棒交換及びブランケット燃料からMK-II反射体への交換作業期間における中性子計数率測定結果を以下に記す。特に、MK-I・MK-II用炉心燃料の交換については、未臨界度のMSM法による推定結果について記す。なお、測定データはすべて He^3 検出器によるものである。

a) MK-I・MK-II用炉心燃料の交換

5月26日にMK-I・MK-II用炉心燃料の交換が(000)で行われた。燃料交換手順を第5.25-4図に示す。

5月23日：MK-II用炉心燃料(PFD001)を炉外からR9装荷

5月26日：(000)でのMK-I・MK-II用炉心燃料の交換

5月28日：MK-I用炉心燃料(集合体名：PPJX13, 燃焼度：40100MWD/t)のR10から炉外への取出し。

これらの燃料交換における中性子計数率測定データをまとめたものが、第5.25-1表である。炉心燃料の挿入・引抜が行われた貯蔵ラックは、ch4方位(R9, R10)であるため最初にch4の中性子計数率測定結果について議論する。

第5.25-1表のch4方位の測定結果について図示したものが第5.25-5(1)図である。

図から以下のことがわかる。

- イ) 左右両端カラムに示した(000)における集合体装荷状態での計数率測定結果より MK-I 用炉心燃料引抜前と MK-II 用炉心燃料装荷後とでは、中性子計数率に有意な差異はない。
- ロ) 5月26日の測定データより、(000)での MK-I 用炉心燃料の引抜前と引抜後でも、MK-II 用炉心燃料の装荷前と装荷後でも ch4 の中性子計数率に有意な差異はない。このことは上記イ)をも示していることになる。
- ハ) ch4 計数率の有意な変化は、貯蔵ラックに炉心燃料が装荷された場合に表われる。(ラックへの炉心燃料装荷効果は MK-I 低出力試験の際にも測定された。) R9 に MK-II 用新燃料が装荷されると ch4 は 30% (15 cps) 増大し、R10 に MK-I 使用済燃料が装荷されると 70% (40 cps) 増大した。MK-I 使用済燃料からの方が ch4 に与える影響が大きいのは、主として使用済燃料中の生成核種^{*}による自発核分裂等による放出中性子の寄与が、炉心からのもれ中性子によって発生する二次中性子の寄与より大きいためであるものと推定される。

*) この測定時点での中性子放出率は PPJX13の方が、PFD001より約2倍多いものとされる。これは次のようにして推定した。PPJX13の中性子放出率は、OR-IGEN計算から推定すると、MK-Iの新燃料に比べて約3倍ある。
一方、MK-IIの新燃料の中性子放出率は、MK-II新燃料の方がPu240の集合体存在量が約1.5倍あることから、約1.5倍多いことになるので、従って、PPJX13の方が、PFD001より約2倍多いものと推定される。

ch1, 9の中性子計数率変化を、ch4のものと比較して第5.25-5(2)図に示す。本図は、炉心燃料だけの交換効果が表われる5月26日の測定データであり、以下のことがわかる。

- イ) ch1, 9の中性子計数率は、(000)での MK-I 用炉心燃料引抜前後でも MK-II 用炉心燃料装荷前後でも、ch4 同様有意な変化はない。
 - ロ) ch4 方位の R9, R10 炉心燃料引抜・装荷効果は、ch1, 9には及ばない。
- b) MK-I・MK-II用制御棒交換

5月25日に3A3位置のMK-I用制御棒が、MK-II用新制御棒と交換された。その交換手順を第5.25-6図に示す。交換手順としては、まずMK-I用制御棒(TTJC09)が3A3からR16へ移動し、さらにR26のMK-II用制御棒(MCR001)が3A3へ装荷された。制御棒交換に伴う中性子計数率変化の測定結果を第5.25-2表に示す。これを図示したものが第5.25-7図である。これらの図表から以下のことがわかる。

なお、MK-I用及びMK-II用制御棒のB¹⁰インベントリーは、ほぼ同じである。

- イ) 3A3での制御棒の引抜・装荷においては、ch1では計数率変化は見られず、ch9では3%程、ch4では9%程の変化(引抜では増大)が見られた。
- ロ) R29の制御棒存在効果は、R29方位のch1,9では5%程あり、R29方位でないch4は全く変化ない。
- c) ブランケット燃料とMK-II用反射体の交換

5月25日にch1,9方位のR1, R30, R28~R24の反射体と8F8~8F3のブランケット燃料の交換作業が行われた。この時の集合体交換手順を第5.25-6図に示す。これらの集合体交換の際のch1,9計数率測定結果を第5.25-3表に示す。この表の値を図示したものが第5.25-8図である。

これらの図表は、集合体交換作業終了後のそれぞれの中性子計数率は最高ch1で12%、ch9で10%増大し、ch4は変化しないことを示している。

ch1,9の計数率が増大した理由は、以下の通りである。

- イ) ブランケット燃料がラックに装荷されたことによる二次中性子の増大
- ロ) MK-II用反射体が炉心領域に装荷されたことによる炉心からのもれ中性子の増大
- そこで、どちらの効果が主たるものかを見るために、4月11日に行われた、R30, R28~R26からのブランケット燃料炉外取出しに伴うch1,9計数率変化を検討した。これらの集合体の交換手順を第5.25-9図に示す。この図に示すように、条件を同じにするために、R29には制御棒は装荷されていない。なお、ブランケット燃料の炉外取出し後、MK-II用反射体が装荷されるが、この反射体によるch1,9に与える効果はほとんどないものとする。

測定結果を第5.25-10図に示す。図から判ることは、ブランケット燃料炉外取出し効果として、ch1では約8%、ch9では約6%あり、ch4に対しては全くないことである。従って、第5.25-8図に示したブランケット燃料とMK-II用反射体の交換による中性子計数率増加は、ブランケット燃料のラック装荷効果の方が大きく、上記イ)ロ)項目で比較すると、ch1ではイ):ロ)=8%:4%、ch9ではイ):ロ)=6%:4%である。

なお、ブランケット燃料とMK-II用反射体交換に際してのch1,9検出器計数率変化に与える効果として、7F1のSb-Be中性子源による効果が考えられるが、本項では検討を行っていない。

- d) MK-I・MK-II用炉心燃料交換時における未臨界度のMSM法による推定

燃料交換(5)(9月21日~10月22日)では、MK-I・MK-II用炉心燃料交換の際計数率としてでなく、反応度として未臨界度状態をMSM法を用いて監視する計画である。そこで試みとして、5月26日に行われた(000)でのMK-I・MK-II用炉心燃料交換作業の際の中性子計数率測定データを用いて、(000)にMK-I用炉心燃料が装荷され

た炉心を基準とし、同位置にMK-II用炉心燃料が装荷された炉心の未臨界度を推定した。

MSM法による未臨界度 ρ の評価式は以下の通りである。

$$\rho_i = - \frac{Q_0}{CR_i} \cdot F_i$$

但し、

Q_0 : reference core の中性子源強度

CR : 検出器計数率

F : Configuration factor ($F_i = \frac{\rho_i CR_i}{\rho_0 CR_0}$)

i : 炉心状態, i=0はreference coreを表わす。

(000)での炉心燃料交換時のMK-I用炉心燃料の装荷本数は49体である。

F factorはこの炉心で計算されていないので、燃料交換(5) step 5-3の1D1位置の炉心燃料[PPJD07 (Bu. 24000MWD/t)]の交換時のF factor (東芝計算値)を代用した。その評価結果を第5.25-4表に示す。

図から以下のことがわかる。

PFD001の(000)への装荷後の未臨界度はch4とch9で、ほぼ同じ値を示している。しかし、その誤差は、計数率誤差(2%~5%)が大きいため、大きく、燃料の交換前後の未臨界度の差(1%~2%)よりも大きくなる。従って、炉心燃料1体交換後の未臨界度の監視は、MK-I用炉心燃料装荷炉心をベースとし、MK-II用新燃料の装荷反応度の監視をも含むならば、計数率誤差を小さくしないかぎり困難である。しかし、基準炉心をMK-I用炉心燃料引抜時炉心とすれば、第5.25-4表のch9の評価結果が示すように、可能であろうが、この場合でも計数率誤差はかなり小さくする必要がある。

このことから、燃料交換(5)での反応度監視は、燃料交換前後の未臨界度の差として考えず未臨界度が規定値以下(制御棒全引抜状態で3% $\Delta K/K$ 以上の未臨界度)であることの確認が現実的であると考えられる。

3) 燃料交換(5)での中性子計数率と未臨界度の測定

燃料交換(5)では、MK-I用とMK-II用炉心燃料交換作業が行われるので、中性子計数率と未臨界度の測定を行った。

未臨界度測定法は第4.8項で既に述べたが、「常陽」炉心の場合、検出器と炉心との間に貯蔵ラックがあるため、貯蔵ラックへの炉心燃料装荷及び引抜がある場合、その装荷引抜に伴って中性子計数率の大きな増減が生じる。そこでこのラック効果 f_1 を考慮したMSM法を用いて未臨界度測定を行った。

$$\rho_i = \frac{Q_0}{CR_i} F_i f_i \quad ; \quad i = 0 \text{ は燃料交換作業開始}$$

ここで、 Q_0 は比例定数で、step 5-1 ~ step 5-4 の各ステップの開始毎に見直した。その決定方法は次のようである。 ρ_0 、 F_0 、 f_0 は計算値を用い、かつ中性子計数率 CR_0 は測定値を用いて得たものである。 ρ_0 が他の方法により測定されているのが望ましいが、ここでは計算値を用いた。従って、ここで得られる ρ_i は、計算によって得られた ρ_0 に対する相対値である。なお、 Q_0 、 CR_i 、 F_i 、 f_i のパラメータは検出器の設置位置、種類等に依存する。

各ステップの測定開始時での ρ (計算値) と終了時での ρ (測定値) をまとめた表を第 5.25-5 表に示す。本表の値には測定誤差を記しているが、これは計数率測定誤差約 5% からのもので、他のパラメータには誤差はないものとしている。また、各ステップでの作業終了時の測定による ρ は、計算による ρ とかなり異っていることを示しており、 $\Delta\rho (= \rho_{\text{end}} - \rho_0)$ で比較すると、factor 3 程度異なるものもある。これは、主にラック効果 f の評価方法に問題があるものと推定される。計算 (東芝) によると、 f は 1.0 ~ 4 と大きく変化しており、 f を精度良く評価しなければ ρ は精度良く得られないことが判る。本測定では、燃料 1 体交換毎の中性子計数率を測定したので、 f の測定による評価が可能である。

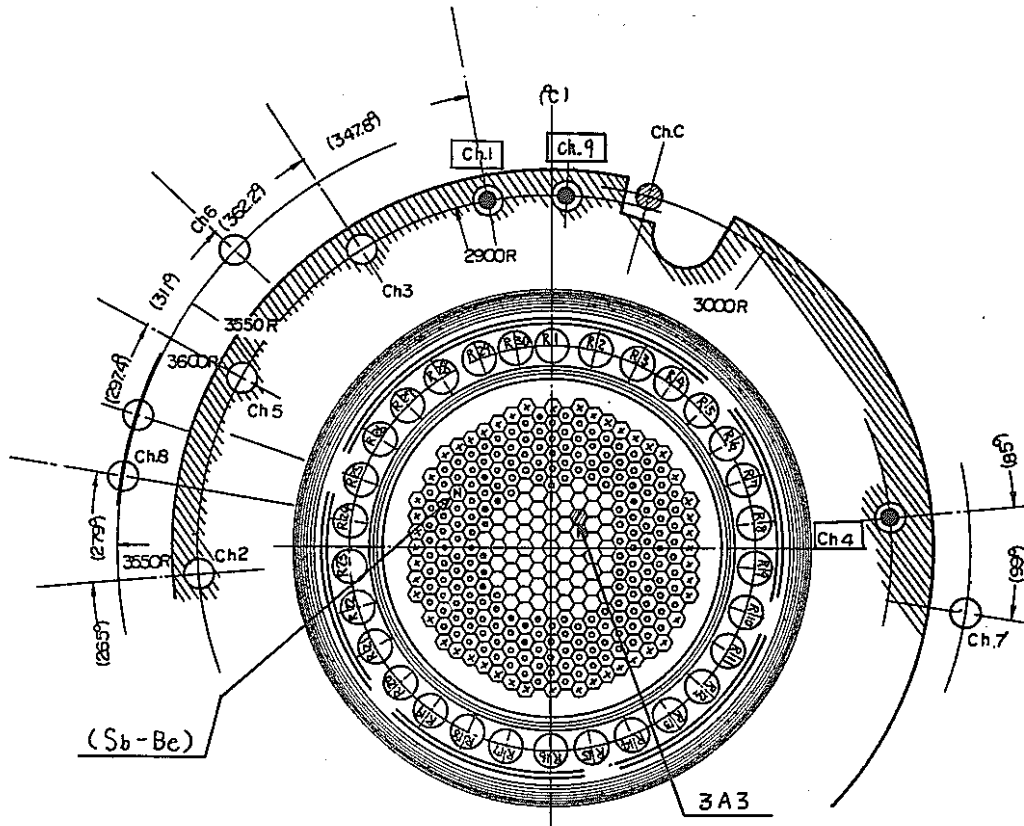
燃料交換(5)の各ステップでの中性子計数率と未臨界度の測定結果を、それぞれ第 5.25-11 図と第 5.25-12 図に示す。これらの図で横軸は Refueling No. としているが、炉心及びラックへの集合体装荷を 1 refueling としているので、2 refuelings でほぼ 1 体の燃料交換が行われたことになる。これらの図は、燃料交換(5)の全期間での傾向を示したものである。

第 5.25-12 図のうち、ch1 と ch9 の refueling No. 111 と No. 112 の ρ はかなり小さくなっているが、これらはミスプログラムであり、MK-I 用中性子源引抜作業であるので、これらの ρ は refueling No. 110 の ρ とほぼ同じである。refueling No. 111 と No. 112 の ρ を除くと、燃料交換(5)での未臨界度はほぼ 25% $\Delta K/K$ 以上あるようであり、かなり深い未臨界度で燃料交換作業が行われたことがわかる。

1 refueling 毎の ρ の変化の詳細については、第 5.25-13 図に示す。

本図は、一例として step 5-2 での各検出器毎の ρ 測定値の詳細を示したものであるが、図からも判るように検出器方向がほぼ同じである ch1 と ch9 の ρ はほぼ同じ傾向を示しており、異なる方向の ch. 4 の 9 はかなり異なる傾向を示している。この原因は、既に述べたように、ラック効果の評価値に問題があるためと考えられる。MSM法は第 4.8 項で述べたように、外国の炉心で良い評価を得ているので、「常陽」でも精度よく行えるものと考えられたが、今回良い精度で測定できなかったのは、「常陽」炉心特有の問題であるラック効果を精度良く得ていなかったためであると考えられる。

燃料交換(5)での 1 refueling 毎の各検出器による中性子計数率は、別冊のデータ集にまとめたので、ラック効果は測定データにより評価が可能である。



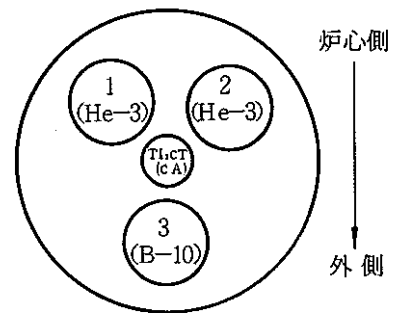
- Core Fuel S/A
- ⊗ Blanket Fuel S/A
- ⊗ Reflector
- ⊗ Control Rod
- ⊗ Neutron Source
- In-vessel Storage Rack

ch.1~ch.2 FC(SRM)
 ch.3~ch.5 F.C(IRRM)
 ch.6~ch.8 CIC(PRM)

但し、MK-II 移行期間中では

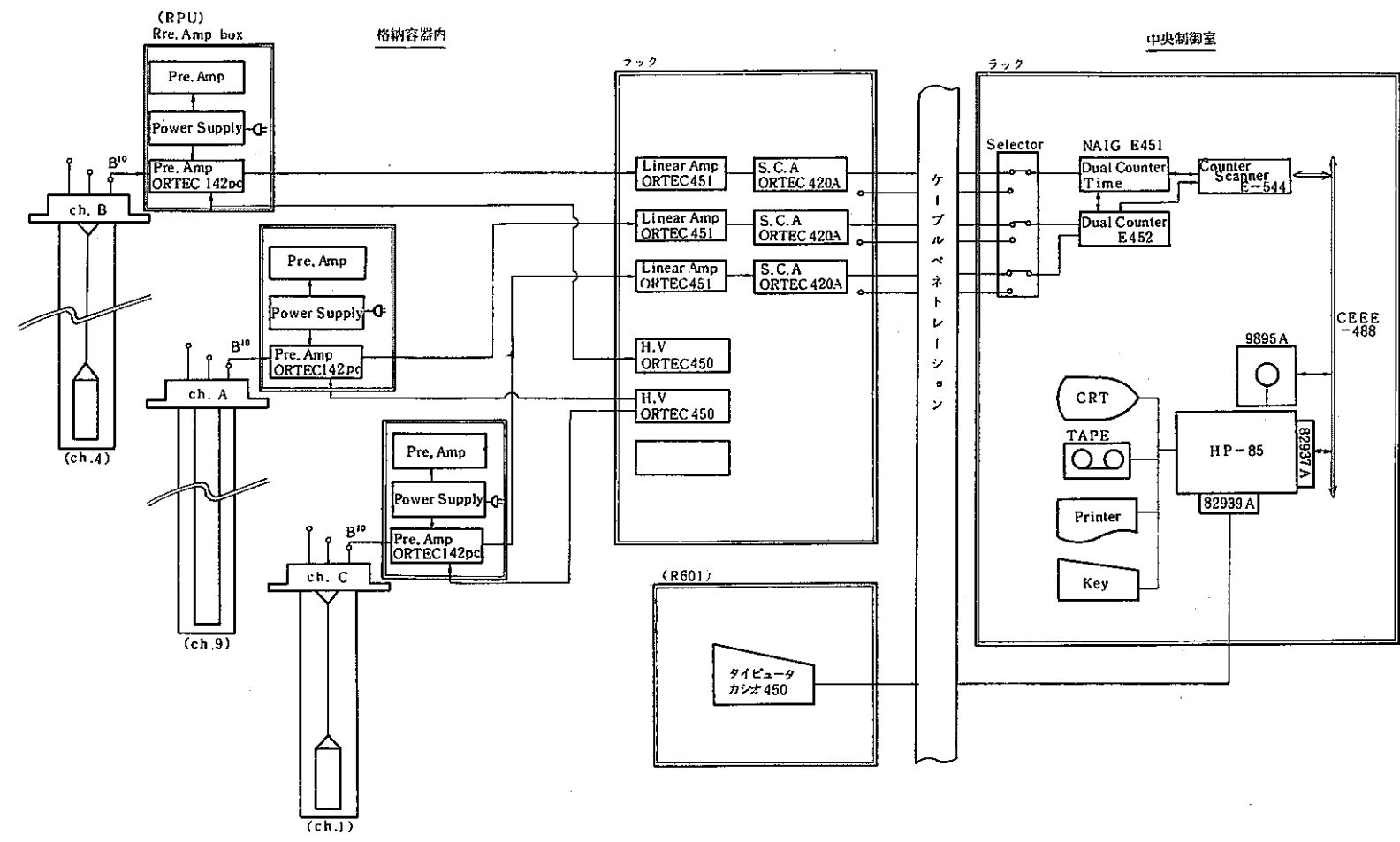
ch.1, 4, 9は³He, ¹⁰B カウンターである。

仮設検出器 ch 内平面図



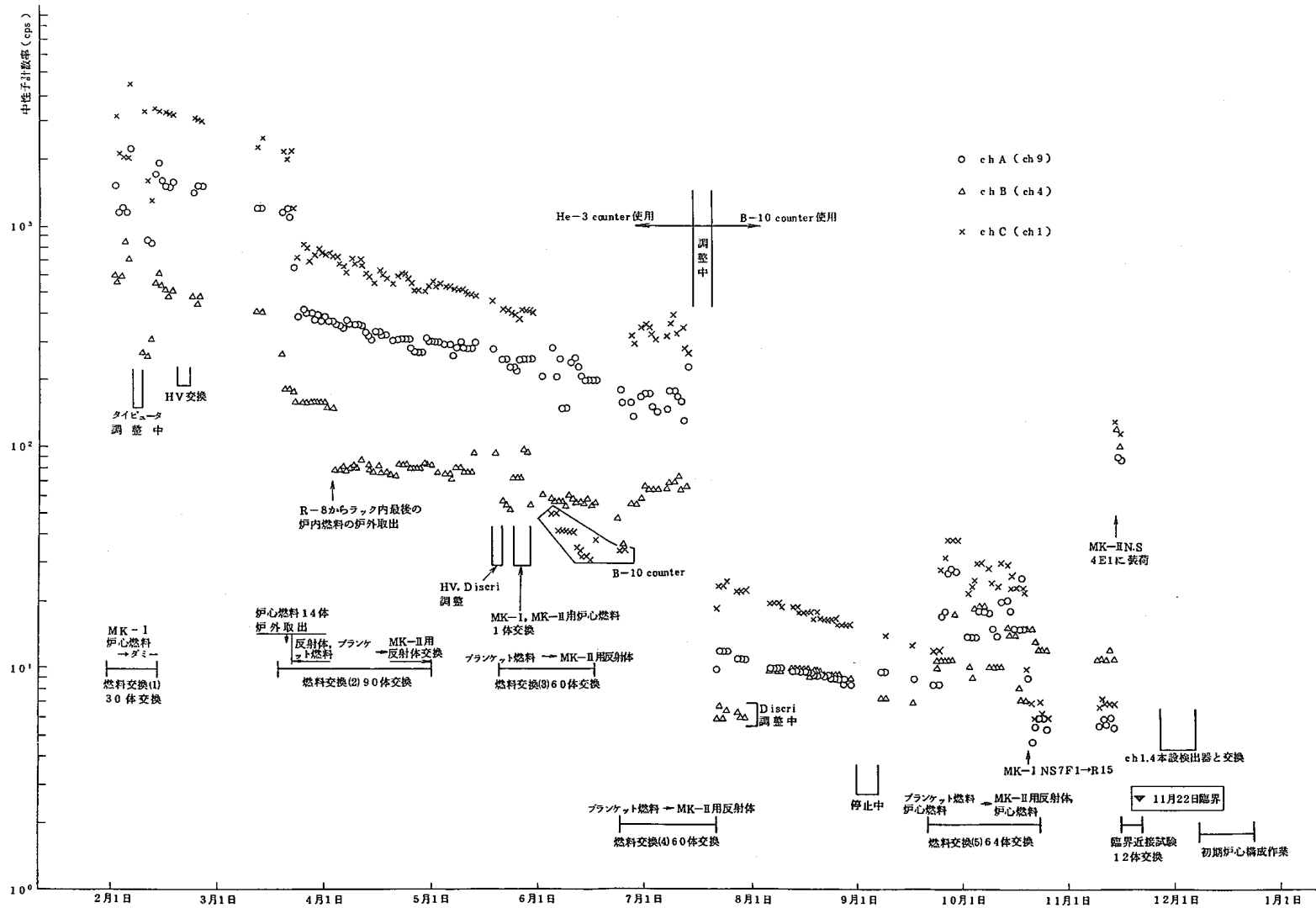
第 5.25 - 1 図 高感度中性子検出器 (³He) ch 1, 4, 9 の設置位置

Fig 5.25 - 1 The Arrangement of The High Sensitivel Neutron Detector.



第 5.25 - 2 図 未臨界度測定系ブロックダイヤグラム

Fig 5.25 - 2 Block Diagram of The Sub-Criticality Measurement System



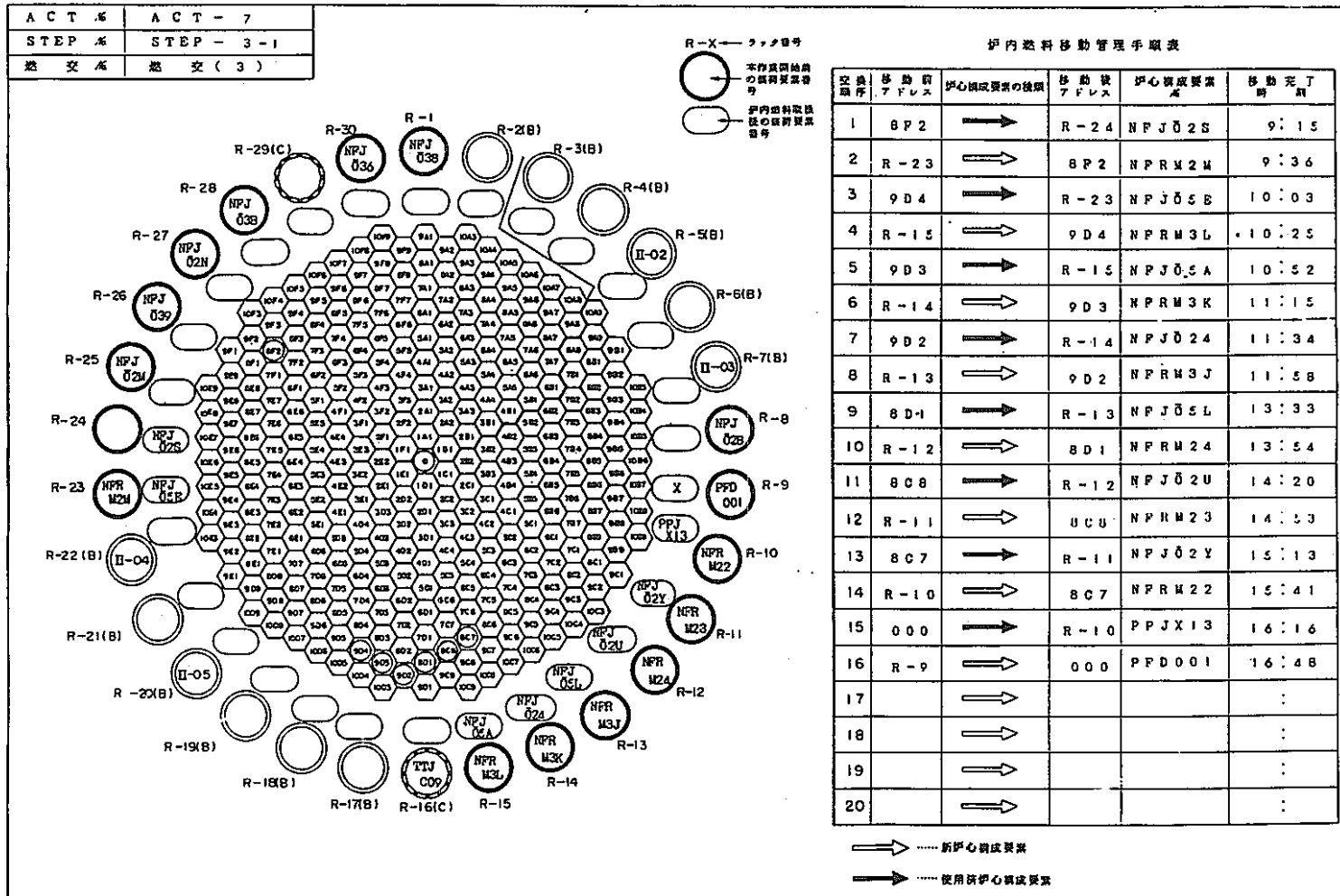
第 5.25 - 3 図 MK - II 移行作業期間全体を通した中性子計数率測定結果

Fig 5.25 - 3 The Measuring Result of The Neutron Counting Rate During The MK - II Core Conversion.

燃料移動管理表—1 (炉内燃料取扱作業)

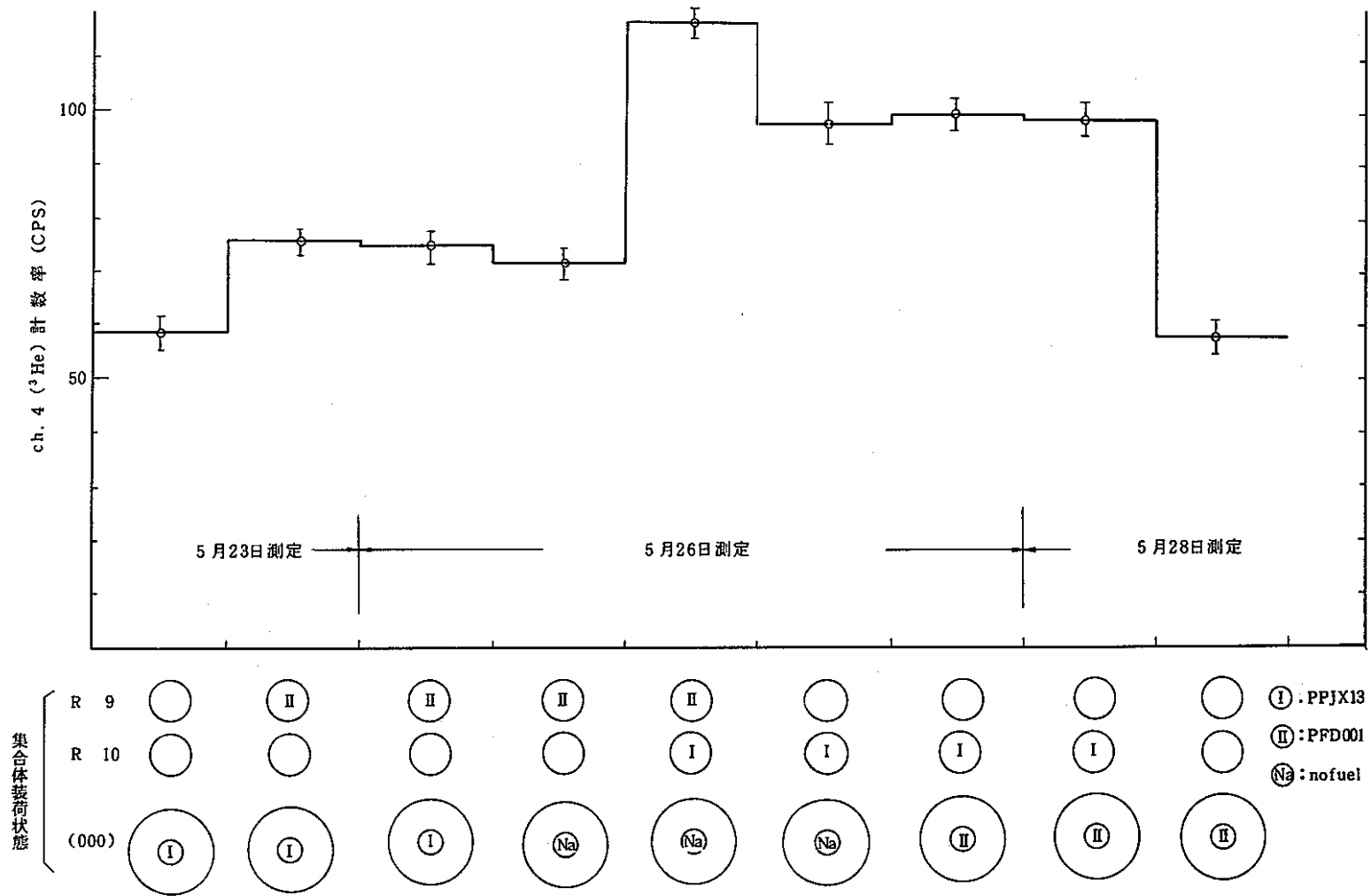
昭和57年5月26日(水)

PNC TN941 83-27



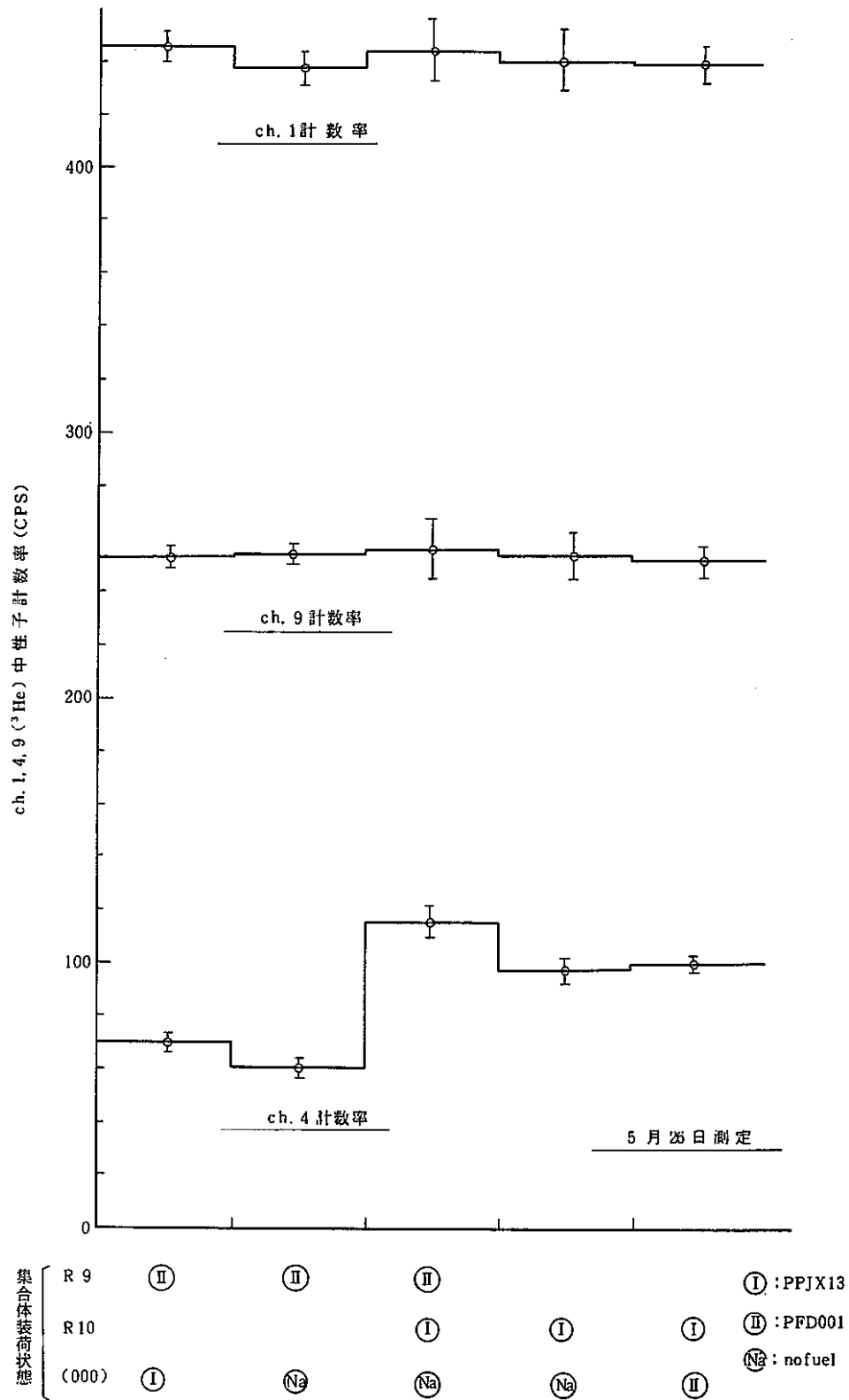
第 5.25 - 4 図 燃料移動管理表—1 (炉内燃料取扱作業) [S 57.5.26]

Fig 5.25 - 4 Fuel Transfer Management Table (In-Core Fuel Transfer Activity. [S 57.5.26])



第 5.25 - 5(1) 図 MK - I ・ MK - II 用炉心燃料交換時の ch. 4 (^3He) 検出器計数率の変化

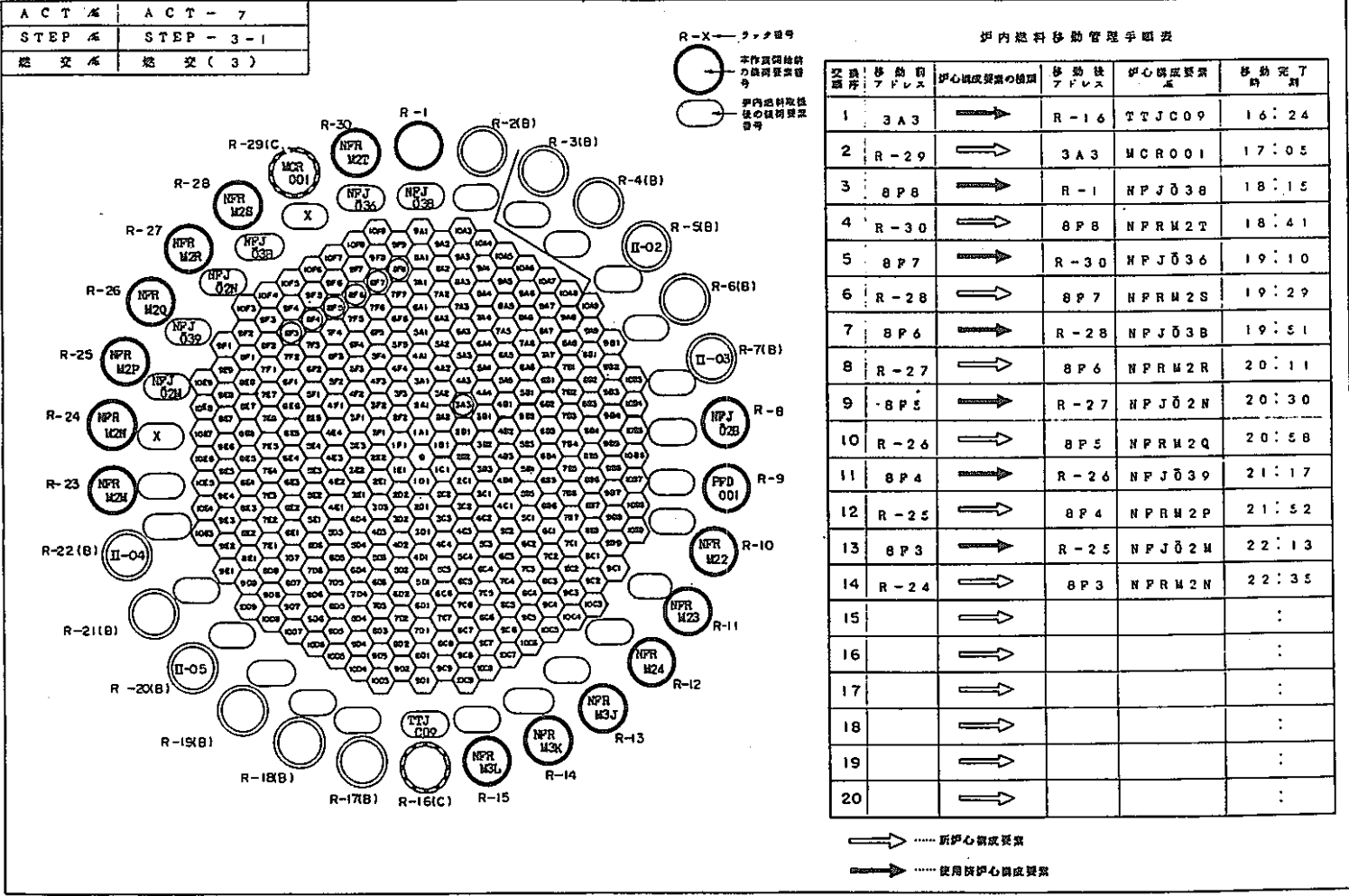
Fig 5.25 - 5(1) The Neutron Counting Rate of The Ch. 4 During The Fuel Transfer Activities.



第 5.25 - 5(2) 図 MK - I ・ MK - II 用炉心燃料交換時の ch. 1, 4, 9 (^3He) 中性子計数率変化
 Fig 5.25 - 5(2) The Neutron Counting Rate of The Ch. 1, 4, 9 (^3He) During Fuel Transfer Activity.

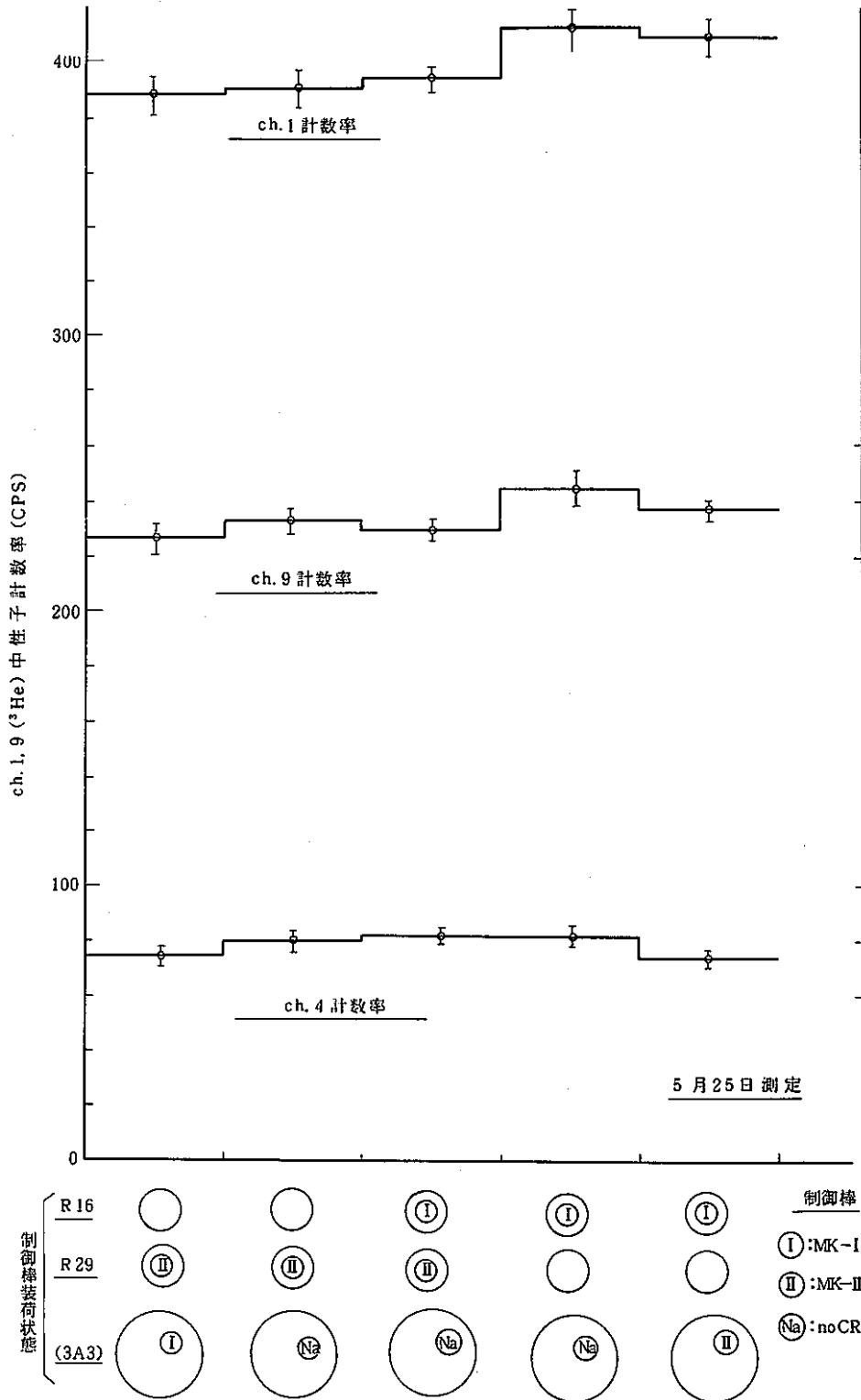
燃料移動管理表—1 (炉内燃料取扱作業)

昭和 57 年 5 月 25 日 (火)

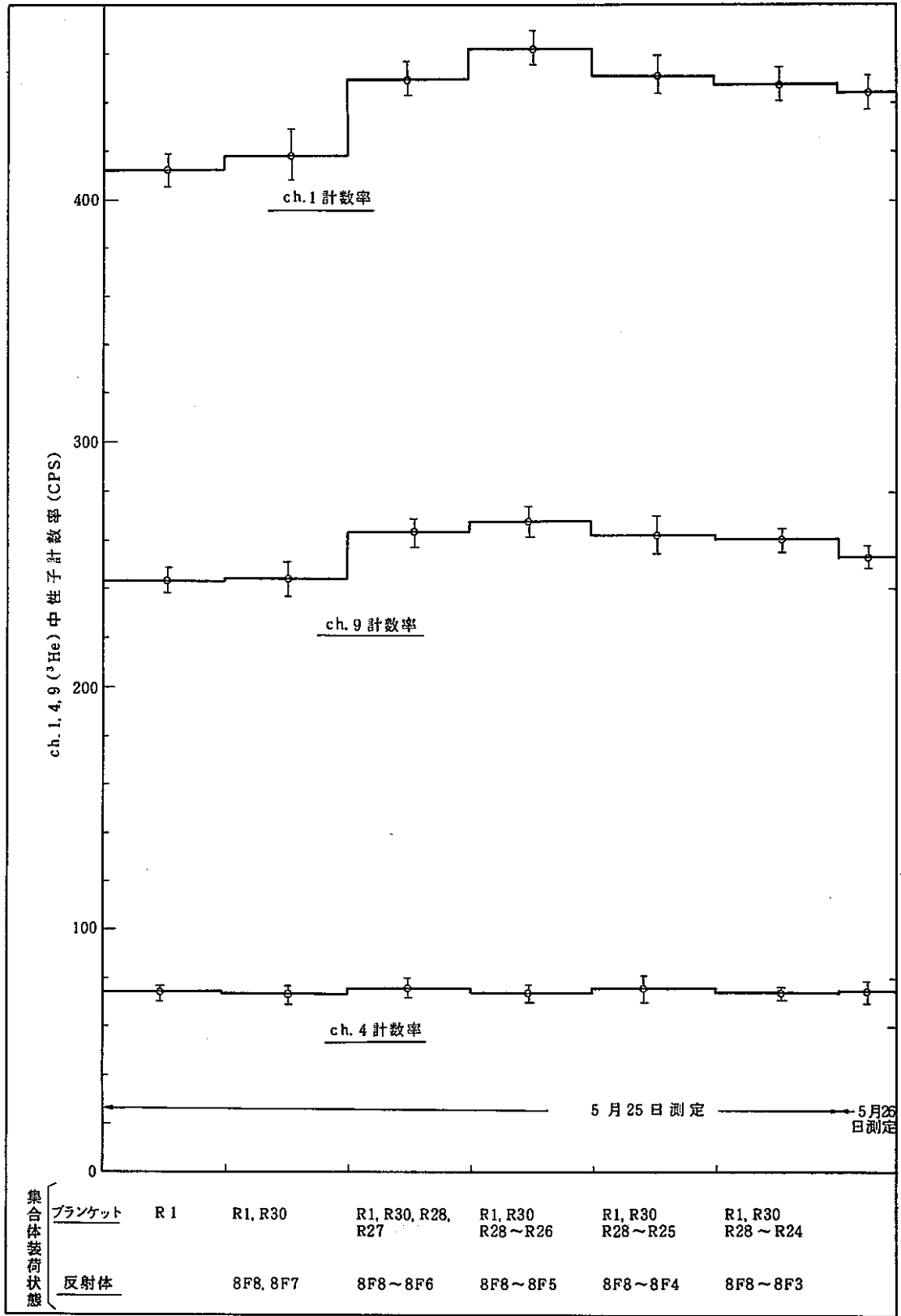


第 5.25 - 6 図 燃料移動管理表—1 (炉内燃料取扱作業)

Fig 5.25 - 6 Fuel Transfer Management Table (In-Core Fuel Transfer Activity.[S 57.5.25].)



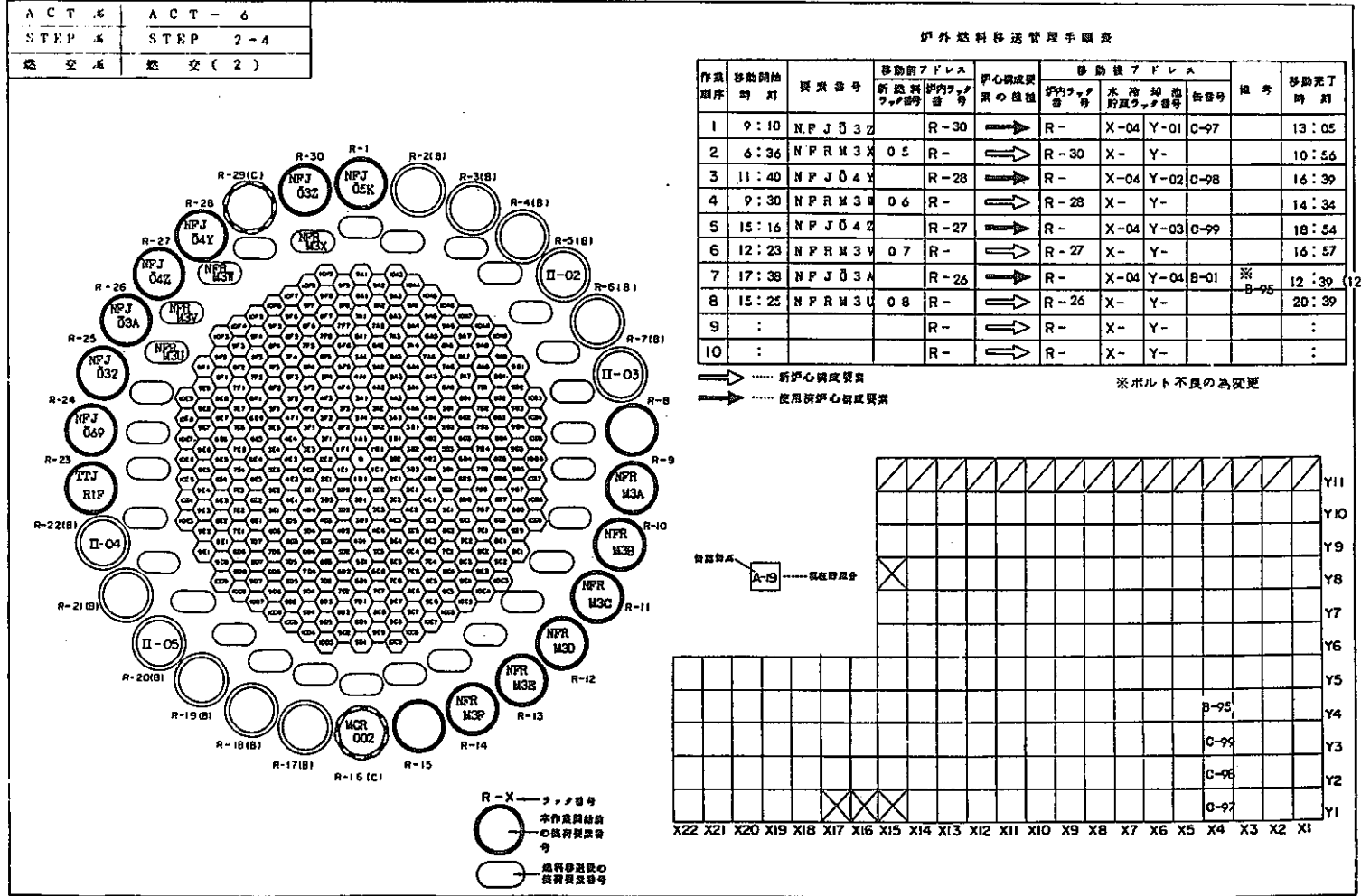
第 5.25 - 7 図 MK - I ・ MK - II 用制御棒交換時の ch. 1, 4, 9 中性子計数率の変化
 Table 5.25 - 7 The Neutron Counting Rate of The Ch. 1, 4, 9 (^3He) During Fuel Transfer Activities.



第 5.25 - 8 図 ブランケット燃料～MK-II用反射体交換時の ch. 1, 4, 9 (³He) 中性子計数率の変化
 Fig 5.25 - 8 The Neutron Counting Rate of The Ch. 1, 4, 9 (³He) During Fuel Transfer Activities.

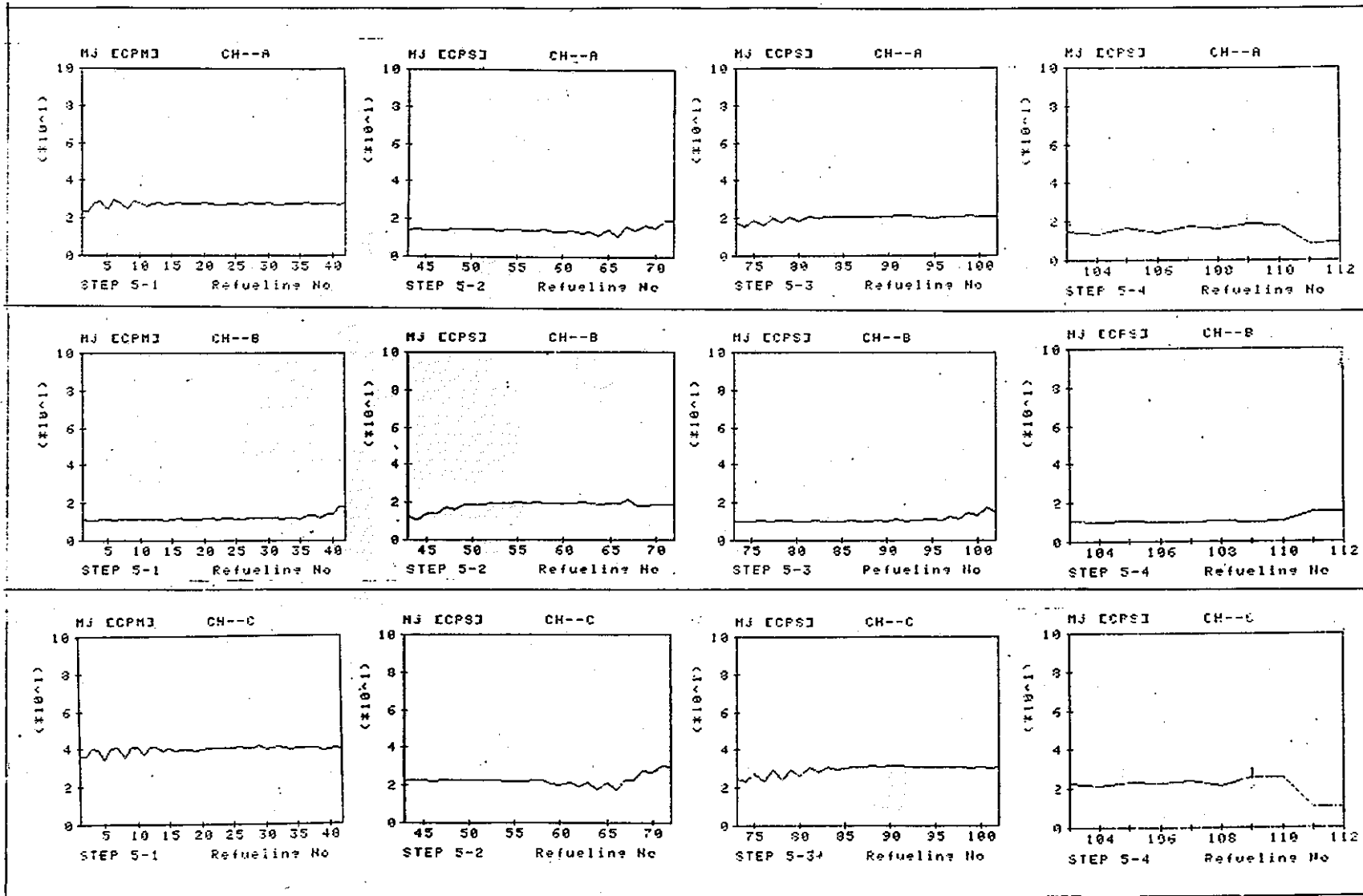
燃料移動管理表-2 (炉外燃料移送作業)

昭和 57 年 4 月 11 日 (日)



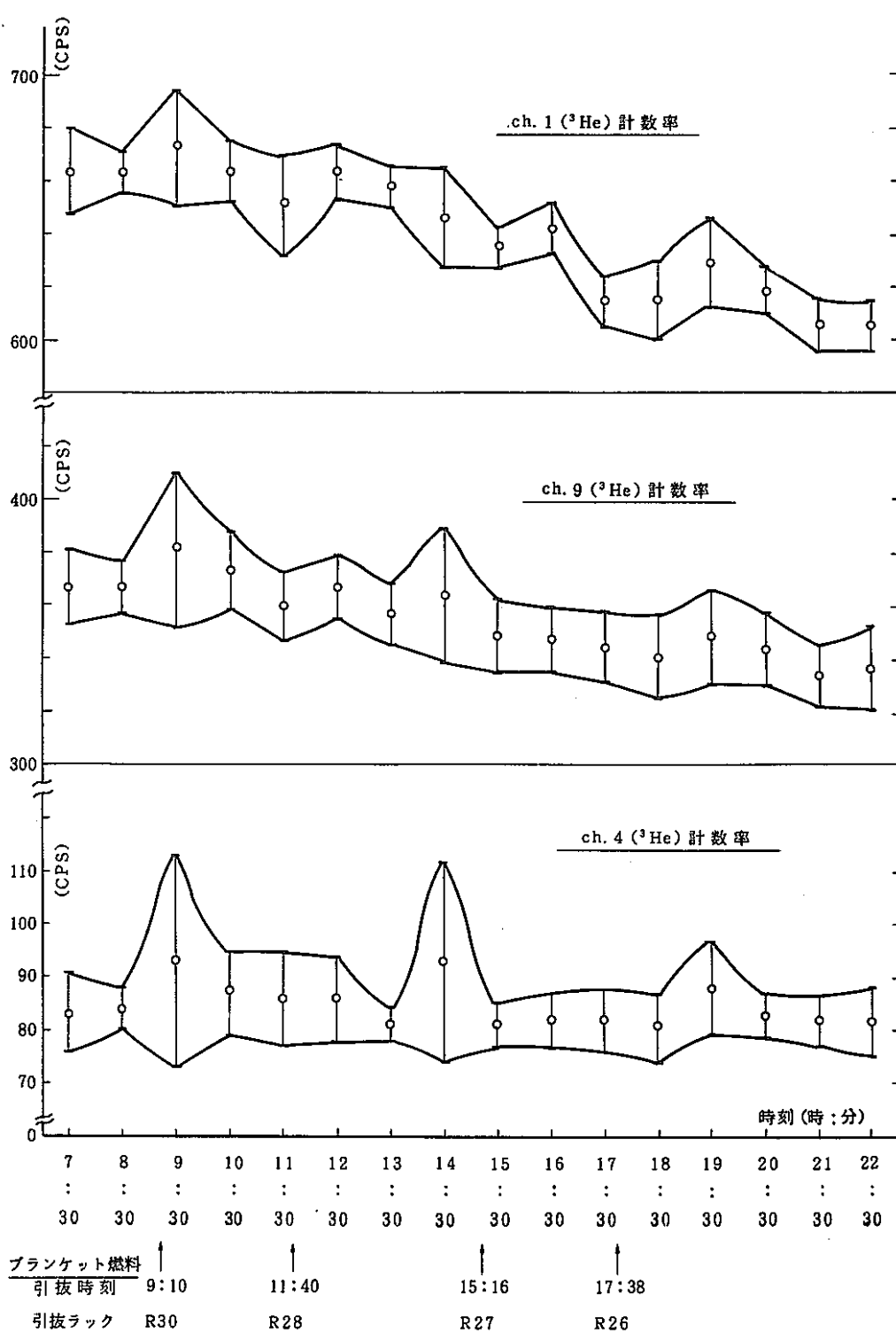
第 5.25 - 9 図 燃料移動管理表-2 (炉外燃料移送作業) [S 57.4.11]

Fig 5.25 - 9 Fuel Transfer Management Table (Ex Vessel Fuel Transfer. [S 57.4.11].)



第 5.25 - 11 図 燃料交換(5)での中性子計数率測定結果

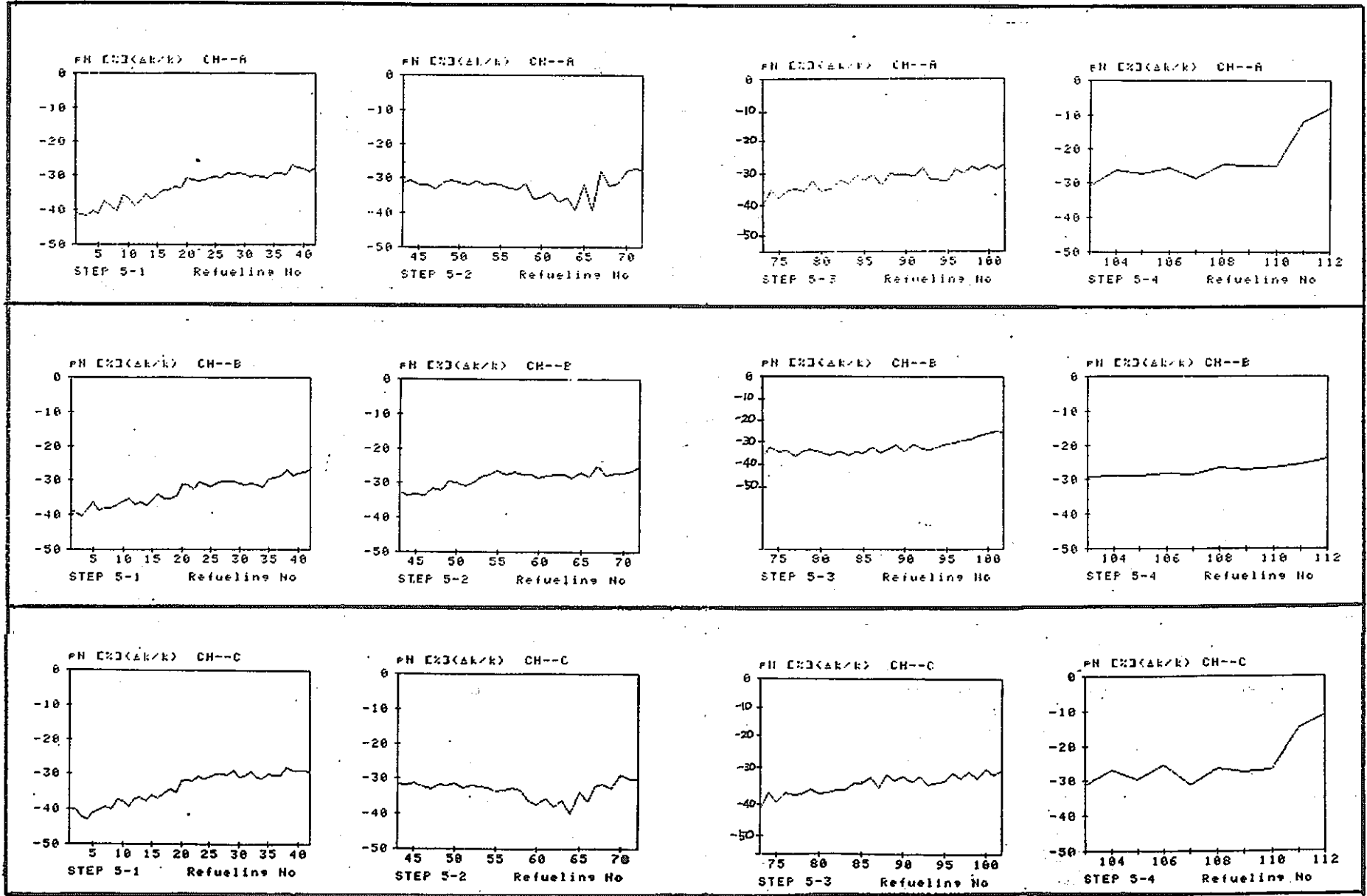
Fig 5.25 - 11 The Neutron Rate During The Fuel Transfer Activity.(5)



第 5.25 - 10 図 ブランケット燃料炉外取出時の ch. 1, 4, 9 検出器計数率の変化

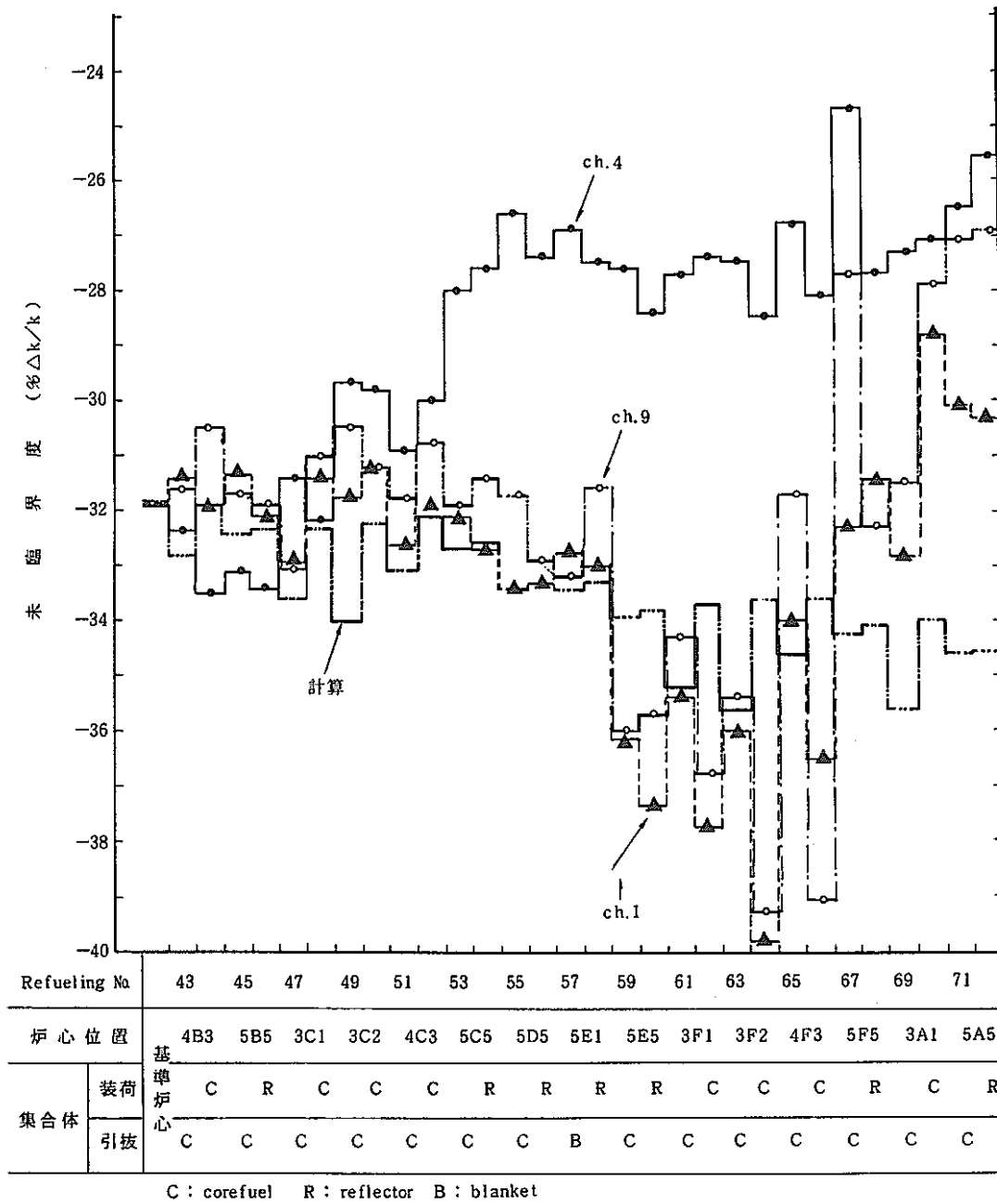
[Step 2 - 4, 57年4月11日 (R-29に制御棒はない)]

Fig 5.25 - 10 The Neutron Counting Rate of Ch. 1, 4, 9 During The Blanket Fuel Transfer.



- 549 -

第 5.25 - 12 図 燃料交換(5)での未臨界度測定結果
 Fig 5.25 - 12 The Sub-Criticality Measurement During The Fuel Transfer Activity(5).



第 5.25 - 13 図 Step 5 - 2 での未臨界度測定〔計算値と測定値の比較〕

Fig 5.25 - 13 Sub-Criticality Measurement of The Step 5 - 2 (Comparison of Calculation and Measurement).

第 5.25 - 1 表 MK - I ・ MK - II 用炉心燃料交換時の ch. 1, 4, 9 検出器計数率の変化

Table 5.25 - 1 The Neutron Counting Rate Change of The Ch. 1, 4, 9 During Fuel Transfer Activities.

月 日	計 数 率 (cps)			炉心燃料装荷状態 *		
	ch.1	ch.9	ch.4	R 9	R 10	(000)
5月23日	402.8 ± 7.9	238.7 ± 6.2	58.4 ± 3.0			①
	401.1 ± 5.8	237.7 ± 5.2	75.6 ± 2.8	②		①
5月26日	444.7 ± 5.7	253.3 ± 4.4	74.6 ± 2.8	②		①
	437.3 ± 6.9 ^{**}	253.6 ± 4.1 ^{**}	71.3 ± 2.7 ^{**}	②		Ⓝ
	443.6 ± 12.3	255.9 ± 11.9	116.4 ± 6.4	②	①	Ⓝ
	439.8 ± 11.6 ⁺	253.5 ± 9.2 ⁺	97.6 ± 4.2 ⁺		①	Ⓝ
	438.6 ± 7.2	252.0 ± 6.3	99.6 ± 2.8		①	②
5月28日	433.3 ± 7.2	249.8 ± 4.7	98.7 ± 2.7		①	②
	434.4 ± 8.4	250.2 ± 6.8	57.4 ± 2.8			②

*) ch.4 方向の貯蔵ラックの集合体装荷状態を示す。

① : PPJX 13 装荷

② : PFD 001 装荷

Ⓝ : no fuel

***) ① 燃料を炉心から INCO で引抜いた後、回転プラグが回転中に測定したもの。

+) ② 燃料を R 9 から INCO で引抜いた後、回転プラグが回転中に測定したもの。

第 5.25 - 2 表 MK - I ・ MK - II 用制御棒交換時の ch. 1, 4, 9 検出器計数率の変化

Table 5.25 - 2 The Neutron Counting Rate Chang of The Ch. 1, 4, 9 During The Control Rod Exchanging Activities.

月 日	時 刻	計 数 率 (cps)			制 御 棒 装 荷 状 態		
		ch.1	ch.9	ch.4	R 16	R 29	3 A 3
5月25日	15 : 30	386.1 ± 6.9	227.2 ± 5.7	74.2 ± 3.5		CR-Ⅱ	CR-Ⅰ
	16 : 13	390.5 ± 7.2	233.5 ± 5.1	79.8 ± 3.8		CR-Ⅱ	⊙Na
	16 : 23	393.8 ± 4.6	230.3 ± 4.1	82.1 ± 3.3	CR-Ⅰ	CR-Ⅱ	⊙Na
	16 : 45	412.1 ± 8.4	244.7 ± 7.0	81.8 ± 3.6	CR-Ⅰ		⊙Na
	17 : 03	407.6 ± 6.7	236.8 ± 4.1	74.2 ± 3.0	CR-Ⅰ		CR-Ⅱ

第 5.25 - 3 表 ブランケット燃料とMK - II 用反射体交換時の ch. 1, 4, 9 検出器計数率の変化

Table 5.25 - 3 The Neutron Counting Rate Change of The Ch. 1, 4, 9 During The Blanket Fuel and Reflector Exchange Activities.

月 日	時 刻	計 数 率 (cps)			ブ ラ ン ケ ッ ト 燃 料 ・ MK - II 用 反 射 体 装 荷 状 態	
		ch.1	ch.9	ch.4	ブ ラ ン ケ ッ ト 燃 料	MK - II 用 反 射 体
5月25日	18 : 30	411.6 ± 7.3	243.3 ± 5.1	73.5 ± 3.3	R 1	
	19 : 30	418.2 ± 10.5	244.4 ± 6.6	73.4 ± 4.2	R 1, R 30	8 F 8, 8 F 7
	20 : 30	449.2 ± 6.9	263.0 ± 5.6	75.9 ± 3.5	R1, R30, R28, R27	8 F 8 ~ 8 F 6
	21 : 30	461.7 ± 6.6	267.7 ± 5.8	74.0 ± 2.8	R1, R30, R28 ~ R26	8 F 8 ~ 8 F 5
	22 : 30	451.4 ± 8.4	262.2 ± 8.1	76.4 ± 6.0	R1, R30, R28 ~ R25	8 F 8 ~ 8 F 4
	23 : 30	447.0 ± 7.0	260.2 ± 5.4	73.5 ± 2.4	R1, R30, R28 ~ R 24	8 F 8 ~ 8 F 3

第 5.25 - 4 表 炉心中心でのMK-I・MK-II用炉心燃料交換時のMSM法による未臨界度評価
 Table 5.25 - 4 Sub-critically Estimation at The Core Center During In-Core Fuel Transfer Activity.

(000)位置での 燃料集合体名	ch.4				ch.9			
	$\rho \cdot CR(\text{calc})^*$	F	CR(exp.)	$\rho(\text{exp})\% \Delta K/K$	$\rho \cdot CR(\text{calc})^*$	F	CR(exp.)	$\rho(\text{exp})\% \Delta K/K$
PPJX 13 (MK-I) (reference core)	3.66	1.000	58.4 cps \pm 5 %	- 24.0 (calc)	15.15	1.000	253 cps \pm 2 %	- 24.0 (calc)
Ⓔ	3.71	1.014	-	-	16.47	1.087	256 cps \pm 5 %	- 25.8 \pm 1.2 ^{**}
PFD 001 (MK-II)	3.56	0.973	57.4 cps \pm 5 %	- 23.8 \pm 1.2 ^{**}	14.84	0.980	252 cps \pm 2 %	- 23.6 \pm 0.5 ^{**}

*) 燃料交換(5) step 5 - 3 の 1 D 1 位置での燃料交換時の計算値(東芝)を代用した。この際、外部中性子源(Sb - Be)は 7 F 1 に装荷されている。

**) $\rho(\text{exp.})$ の誤差は計数率(exp.)の誤差によるものとした。

第 5.25 - 5 表 燃料交換(5)での未臨界度測定結果

Fig 5.25 - 5 Sub-criticality Measurement During Fuel Transfer Activity(5).

(単位： $\% \Delta K / KK'$)

Step	計 算	測 定		
		ch.A (ch.9)	ch.B (ch.4)	ch.C (ch.1)
5-1	開 始	-	-	-
	終 了	-30 ± 2	-31 ± 2	-29 ± 2
5-2	開 始	-	-	-
	終 了	-27 ± 2	-26 ± 2	-30 ± 2
5-3	開 始	-	-	-
	終 了	-27 ± 2	-25 ± 2	-29 ± 2
5-4	開 始	-	-	-
	終 了	-25 ± 2	-27 ± 2	-27 ± 2

Note : 未臨界度の測定誤差は中性子計数率の測定誤差約 5%のみとした。

5.26 燃料取扱用キャスクカーの遮蔽機能評価作業

1. 目的及び作業概要

キャスクカー回りの放射線作業区分は、B作業区分（32 mR/hr以下）であるため、中性子遮蔽強化後におけるMK-II使用済炉心燃料を収納した際のキャスクカー表面中性子線量率を予測し、作業区分を十分満足することを確認しておく必要がある。

従って本作業は、MK-I使用済炉心燃料払い出し計画に基づきキャスクカーに収納したキャスクカー表面中性子線量率測定データを基にして行ったものである。その結果、キャスクカー表面中性子線量率は規定値の約1/10と評価され、γ線線量率が非常に小さいことを考慮すると、MK-II使用済炉心燃料収納時においてもキャスクカー表面放射線線量率は作業区分を定める線量を十分下まわることが確認された。

2. 作業実績

以下に評価法、測定データ、中性子放出率計算及び評価結果について記す。

1) 評価法

MK-I使用済炉心燃料を収納した際のキャスクカー表面中性子線量率測定データとこの炉心燃料の中性子放出率（計算値）との対応関係を用いて、計算によって得たMK-II使用済炉心燃料の中性子放出率に対する表面中性子線量率を評価した。

2) 測定データ

FMFへ照射後試験（PIE）のため払出したMK-I使用済炉心燃料の一部に対して行われたものであり、第5.26-1表にデータを示す。この表の測定データはレムカウンターにより得られたものであり、軸方向位置は炉心中心面である。測定されたデータは、燃料取扱機器の表面での線量率であるが、レムカウンターの形状から、実際は表面から11 cm離れた点でのデータである。

第5.26-2表の測定データの内、追加遮蔽後とあるのは中性子遮蔽強化後に行われた測定データである。（遮蔽強化工事がキャスクカーは54年5月に実施）

これらの測定データを図に示したものが第5.26-1図である。図表から追加遮蔽後は以前に比べてファクターの減少が見られる。

なお、常陽キャスクカーに対する測定データは、キャスクカー操作盤位置におけるデータである。

（*）本表には、出入機の表面中性子線量率測定データも記載したが、表から判るように、中性子遮蔽強化後のデータがほとんどないので、出入機に対しては本評価から除いた。なお、中性子遮蔽強化の際、出入機は7.5 cm及び16 cm（55 v/oポリエチレン）の厚さのポリエチレン、一方キャスクカーは8 cm厚さの5%ボロン入りポリエチレンがそれぞれ機器周囲に巻かれている。

3) 中性子放出率計算

使用済炉心燃料からの中性子放出率の計算は、ORIGENコードを用いて行った。

計算に用いたMK-I・MK-II炉心燃料の組成を第5.26-3表に、MK-I炉心燃料の照射履歴を第5.26-2図に示す。

また、MK-II炉心燃料の履歴については、6サイクル(1サイクル:45日運転,15日停止)運転(B.U 53700 MWD/t)したものであり、60日の冷却期間をとった時点での中性子放出率計算値である。

第5.26-3図に照射履歴を示す。

中性子放出の主要核種である ^{242}Cm の親核種、 ^{241}Am の新燃料照射初期における存在量は、MK-I炉心燃料13体の平均値として1600 ppmを各集合体共通に用いた。

第5.26-4表に炉心燃料中の ^{241}Am 存在量の照射初期値を示す。

但し、PPJD2L, PPJD2B, PPJD0Mの3体については、中性子放出率の再計算の際に、各集合体毎の ^{241}Am 存在量を用いた。また、MK-II炉心燃料では、 ^{241}Am の存在量として2400 ppmを用いている。燃焼計算に用いる核種のマイクロ断面積は、ORIGENコード内蔵のものを用いているが、燃料核種については、MK-I炉心燃料に対してNNS-5(NAIG), MK-II炉心燃料に対してJAER1-Fast-Set No.2を用いた。

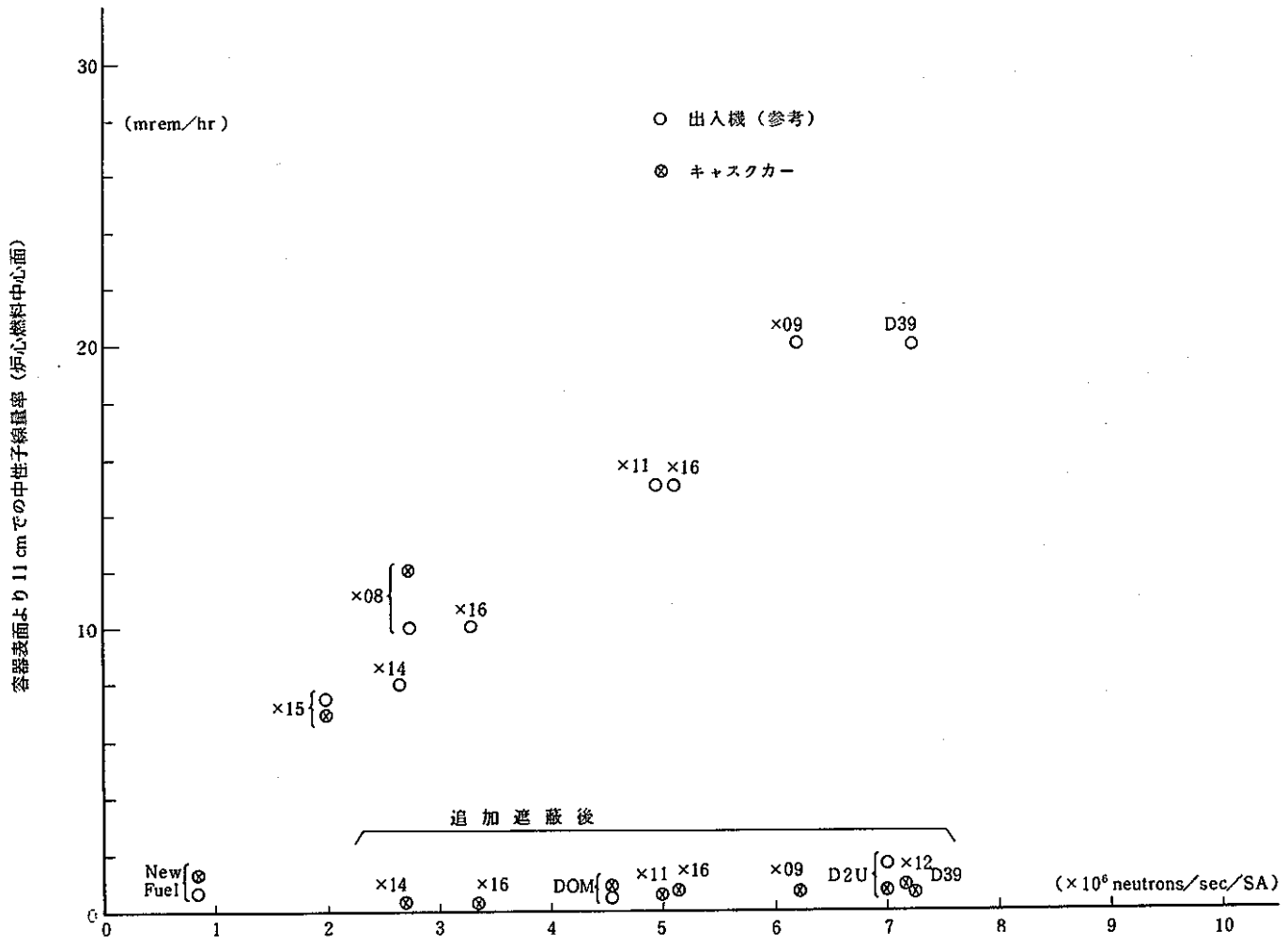
第5.26-5表に中性子放出率計算に使用した燃料核種のマイクロ断面積を示す。

使用済炉心燃料のFMF払出日での中性子放出率計算結果を第5.26-2表に示した。この表から、燃焼度が数1000 MWD/t以上の燃料では、中性子放出の主要核種は ^{242}Cm であり、この核種が全核種の60~90%も占めていることが判る。

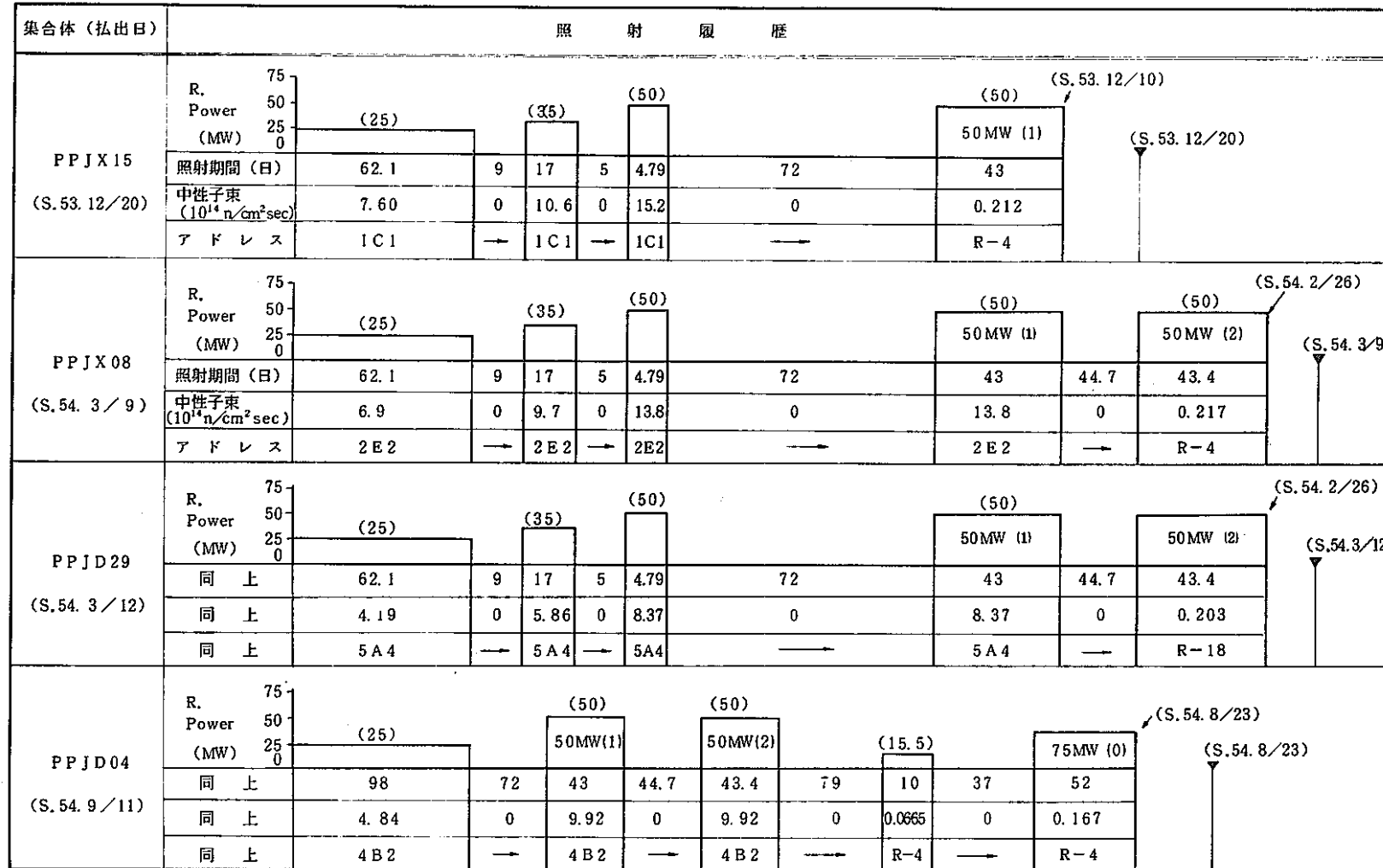
4) 評価結果

MK-I使用済燃料の表面線量率と中性子放出率との関係から、MK-II使用済燃料の表面線量率を評価したものを第5.26-4図に示す。図より、MK-II使用済燃料収納時のキャスクカー追加遮蔽後表面中性子線量率は、2.8 mrem/hrと予測された。又、他の評価法として横軸を燃焼度、縦軸を表面中性子線量率/中性子放出率として予測したものを第5.26-5図に示す。この表からも表面中性子線量率は、2.8 mrem/hrと予測され、最大(3 σ)でも3.2 mrem/hrと見積られた。従って、MK-II使用済燃料のキャスクカー収納時の機器表面線量率は、r線に対しては十分遮蔽されていること及びMK-II使用済燃料の中性子放出率は、炉心燃料が最大であること等を考慮すると作業区分を十分満足することが得られた。

(1例として、PPJD0Mの場合、中性子線量率0.65 mrem/hrに対してr線は0.25 mR/hrであった。)

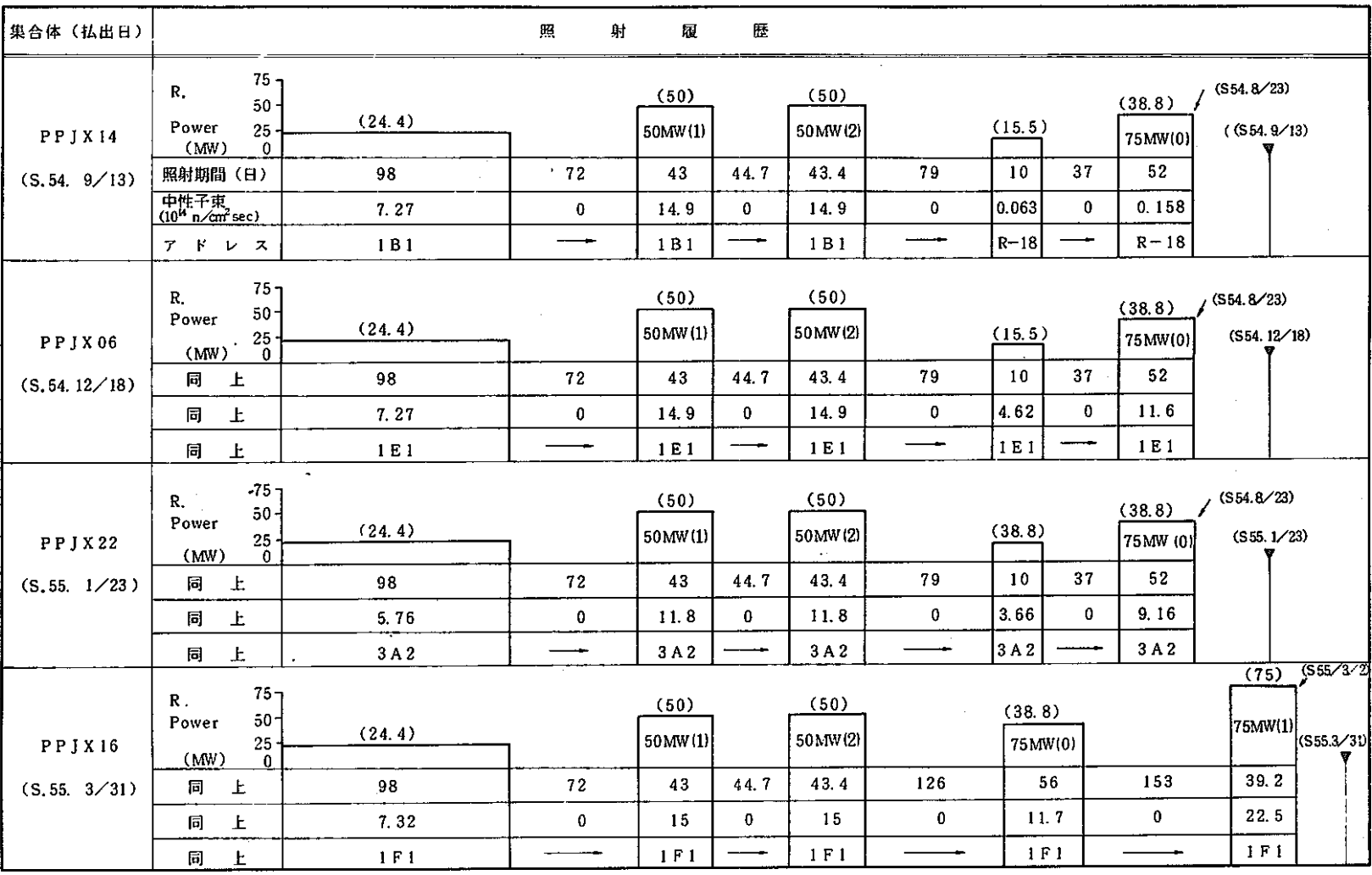


第 5.26 - 1 図 MK-I 使用済炉心燃料の FMF 払出日における Joyo 燃料取扱機器表面での中性子線量率 (中性子放出率)
 Fig 5.26 - 1 Neutron Ray Dose Rate of JOYO Fuel Handling Equipment Surface at The Day
 of MK-I Spent Fuel FMF Transportation

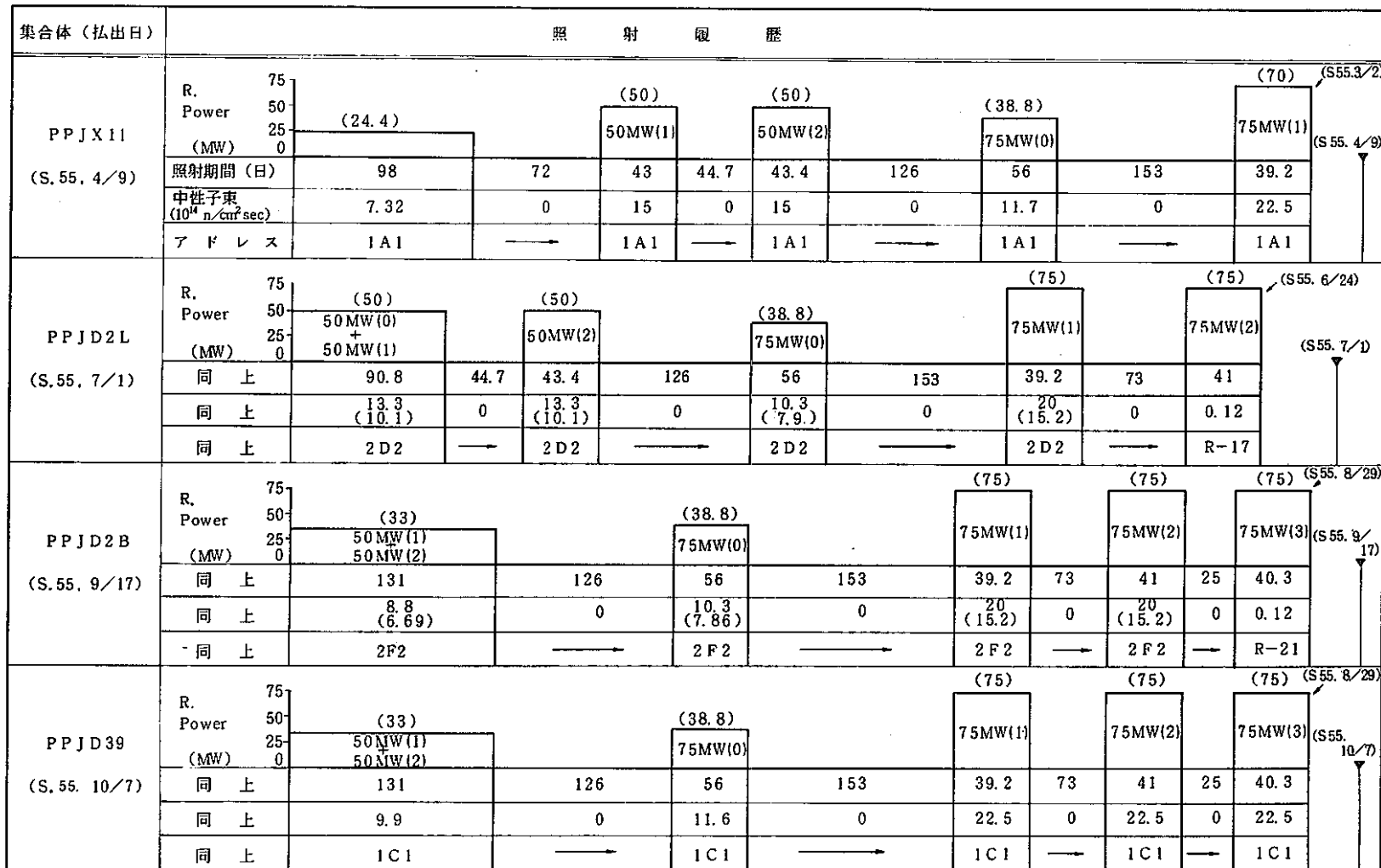


第 5.26 - 2(1) 図 MK - I ・ MK - II 炉心燃料照射履歴

Fig.5.26 - 2(1) MK-I and MK-II Driver Fuel Irradiation History



第 5.26 - 2(2) 図 MK - I ・ MK - II 炉心燃料照射履歴
 Fig 5.26 - 2(2) MK-I and MK-II Driver Fuel Irradiation History



第 5.26 - 2(3) 図 MK-I・MK-II 炉心燃料照射履歴

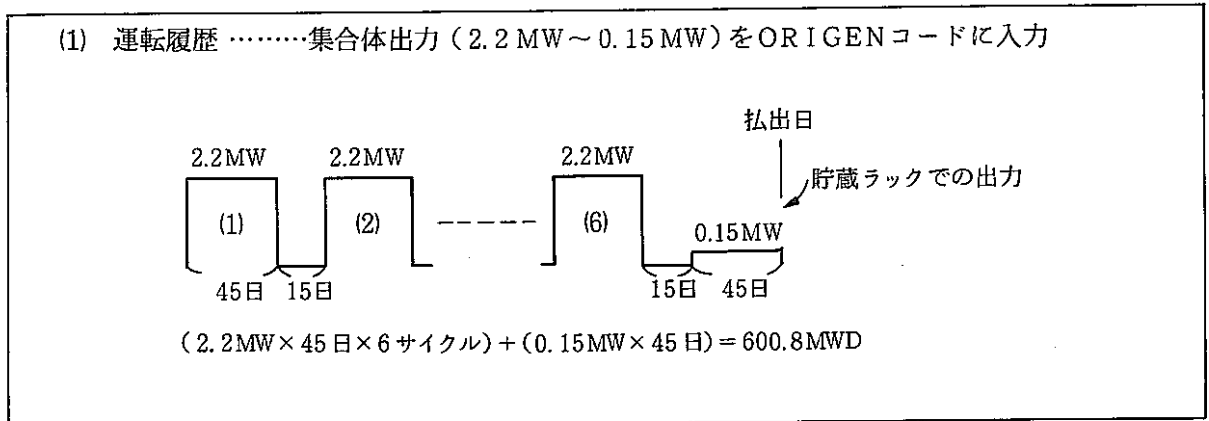
Fig 5.26 - 2(3) MK-I and MK-II Driver Fuel Irradiation History

集合体 (払出日)	照 射 履 歴										
PPJX09 (S. 55. 10/9)	R. Power (MW)	(33) 50MW(1) 50MW(2)		(38.8) 75MW(0)	(75) 75MW(1)		(75) 75MW(2)		(75) 75MW(3)		(S. 55. 8/29)
	照射期間 (日)	131	126	56	153	39.2	73	41	25	40.3	(S. 55. 10/9)
	中性子束 (10 ¹⁴ n/cm ² sec)	8.3	0	9.7	0	18.8	0	18.8	0	18.8	
	アドレス	2B1	→	2B1	→	2B1	→	2B1	→	2B1	
PPJDIX (S. 56. 2/19)	R. Power (MW)	(33) 50MW(1) 50MW(2)		(38.8) 75MW(0)	(75) 75MW(1)		(75) 75MW(2)		(75) 75MW(3)		(S. 55. 8/29)
	同 上	131	126	56	153	39.2	73	41	25	40.3	(S. 56. 2/19)
	同 上	0	0	0	0	0	0	21.4	0	21.4	
	同 上	→	→	→	→	→	→	1E1	→	1E1	
PPJX17 (S. 56. 2/25)	R. Power (MW)	(33) 50MW(1) 50MW(2)		(38.8) 75MW(0)	(75) 75MW(1)		(75) 75MW(2)		(75) 75MW(3)		(S. 55. 8/29)
	同 上	131	126	56	153	39.2	73	41	25	40.3	(S. 56. 2/25)
	同 上	3.44	0	4.05	0	7.82	0	7.82	0	13.8	
	同 上	5F3	→	5F3	→	5F3	→	5F3	→	R-3	
PPJT3C (S. 56. 6/3)	R. Power (MW)	(50)		(50)	(75)						(S. 56. 5/29)
	同 上	4.833	1.333	0.3333	0.04167						(S. 56. 6/3)
	同 上	10.1	0	10.1	15.1						
	同 上	5C3	→	5C3	5C3						

第 5.26 - 2(4) 図 MK - I ・ MK - II 炉心燃料照射履歴
 Fig 5.26 - 2(4) MK-I and MK-II Driver Fuel Irradiation History

集合体 (払出日)	照射履歴											
PPJD0M (S.56. 8/18)	R. Power (MW)	(16.4) 50MW(1)~75MW(1)	(75) 75MW(2)	(75) 75MW(3)	(75) 75MW(4)	(50) 試験	(75) 75MW(5)	(S.56. 8/5)				
	照射期間 (日)	57.5	41	25	40.3	205	45	17	5	24	44	(S.56. 8/18)
	中性子束 (10^{14} n/cm ² sec)	4.2	19	0	19	0	19	0	12.7	0	0.138	
	アドレス	2F1	2F1	→	2F1	→	2F1	→	2F1	→	R-19	
PPJD2U (S.56. 9/3)	R. Power (MW)	(16.4) 50MW(1)~75MW(1)	(75) 75MW(2)	(75) 75MW(3)	(75) 75MW(4)	(50) 特殊試験	(75) 75MW(5)	(S.56. 8/5)				
	同上	575	41	25	40.3	205	45	17	5	24	44	(S.56. 9/3)
	同上	4.2	19	0	19	0	19	0	12.7	0	19	
	同上	2A1	2A1	→	2A1	→	2A1	→	2F1	→	2A1	
PPJX12 (S.57. 2/7)	R. Power (MW)	(16.4) 50MW(1)~75MW(1)	(75) 75MW(2)	(75) 75MW(3)	(75) 75MW(4)	(75) 75MW(5)	(75) 75MW(6)	(S.56. 12/23)				
	同上	750	41	25	40.3	205	45	43	47	98	41	(S.57. 2/7)
	同上	4.35	20.8	0	20.8	0	20.8	0	20.8	0	20.8	
	同上	1D1	1D1	→	1D1	→	1D1	→	1D1	→	1D1	

第 5.26 - 2(5) 図 MK-I・MK-II 炉心燃料照射履歴
 Fig 5.26 - 2(5) MK-I and MK-II Driver Fuel Irradiation History



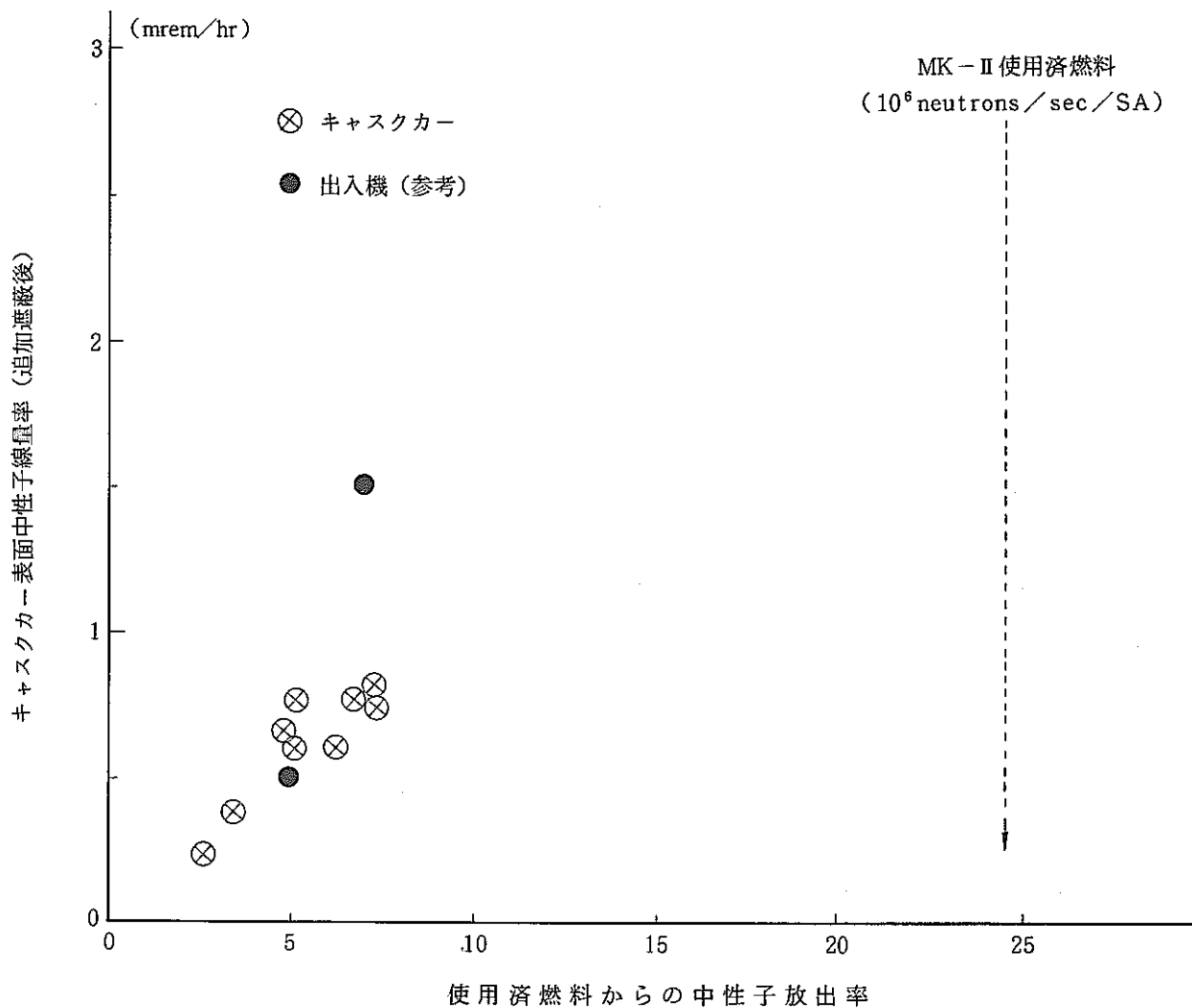
(2) 燃 焼 度

$$600.8 \text{ MWD} \times \frac{1000 \text{ kg}}{11.18 \text{ kg}} = 53740 \text{ MWD/t}$$

(SA中重量)

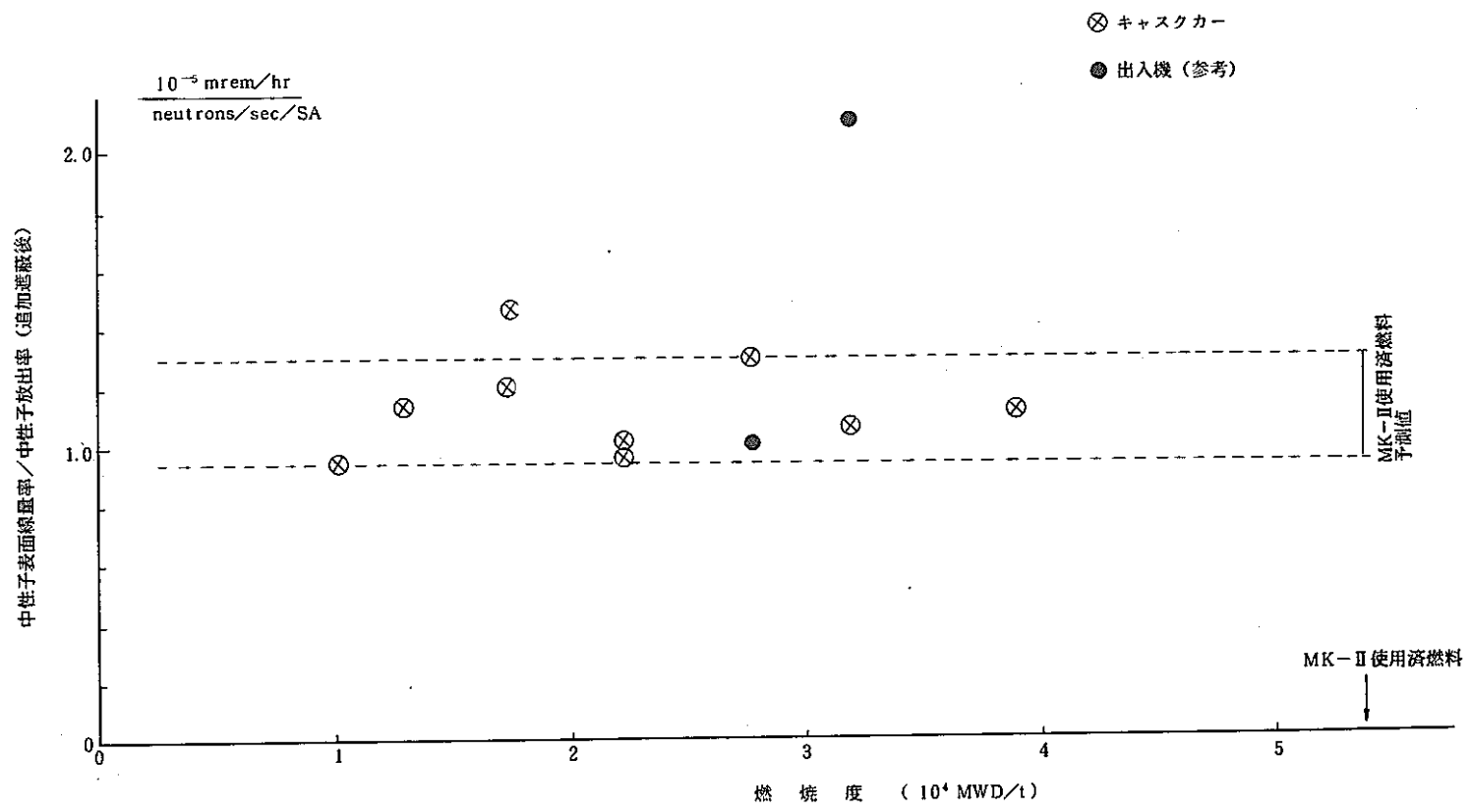
第 5.26 - 3 図 MK - II 炉心燃料の照射履歴

Fig 5.26 - 3 MK-II Driver Fuel Irradiation History



第 5.26 - 4 図 MK - II 使用済炉心燃料収納時のキャスクカー表面の中性子線量率予測 (I)

Fig 5.26 - 4 Neutron Ray Dose Rate Expectation of Cask Car Surface While MK-II Driver Spent Rate Inserted.(I)



第 5.26 - 5 図 MK - II 使用済炉心燃料収納時のキャスクカー表面の中性子線量率予測(II)

Fig 5.26 - 5 Neutron Ray Dose Rate Expectation of Cask Car Surface while MK-II Driver Spent Fuel Inserted. (II)

第 5.26 - 1 表 FMF へのキャスクカー渡し集合体の燃料取扱機器表面の中性子線量率測定
 Table 5.26 - 1 Neutron Ray Dose Rate, Fuel Handling Equipment Surface of Fuel

Assembly Transport to FMF with Cask Car

集 合 体	炉心装荷位置	冷却時間(日) (含,貯蔵ラック 滞 在 期 間)	容器表面より 11 cm での中性子線量率(炉心部中心面上) (mrem/hr)		
			FMF キャスクカー [*] (参 考)	Joyo ^{**}	
				出入機(参考)	キャスクカー
新 燃 料				0.73	1.3
PPJX 15	1 C 1	125	7.0	7.5	7.0
PPJX 08	2 E 2	99	10	10	12
PPJD 29	5 A 4	102	7.0		
PPJD 04	4 B 2	197	7.0		
PPJX 14	1 B 1	199	8.0	7 (外 挿)	0.25 (追加遮蔽後)
PPJX 06	1 E 1	117	9.0	10	0.38 (")
PPJX 16	1 F 1	29	20	15	0.75 (")
PPJX 11	1 A 1	38	12	15	0.6 (")
PPJD 2L	2 D 2	121	20		
PPJD 2B	2 F 2	84	25		
PPJD 39	1 C 1	39	20	20	0.75 (")
PPJX 09	2 B 1	41	15	20	0.60 (")
PPJD 1X	1 E 1	173	0.1		
PPJX 17	5 F 3	244	0.1		
PPJT 3C	5 C 3	5	2.5		
PPJD 0M	2 F 1	81	25	0.5 (追加遮蔽後)	0.65 (")
PPJD 2U	2 A 1	29	30	1.5 (")	0.75 (")
PPJX 12 ^{***}	1 D 1	47			0.8 (")

*) AES テクニカルメモ 81-AES-60 より引用

**) 原 1 課燃取 Gr メモより引用

***) PPJX 12 の中性子線量率測定は炉外取出日の 57 年 2 月 8 日に行われた。

第5.26-2表 FMFへのキャスクカー渡し集合体の払出日での中性子放出率計算
 Table 5.26-2 Neutron Release Calculated Value at The Day of Fuel Assembly

Transport to FMF with Cask Car

集合体	炉心装荷 位置	燃 燒 度 (MWD/t)	冷却時間(日) (含, 貯蔵ラッ ク滞在時間)	全核種による中性子放出率 (neutrons/sec/SA)			²⁴² Cmによる中性子放出率 (neutrons/sec/SA)			① - ②	② / ①
				Total ①	(α, n)	Spontaneous Fission	Total ②	(α, n)	Spontaneous Fission	(n/sec/SA)	%
PPJX 15	1C1	3,890	125	1.98+6	8.05+5	1.17+6	1.16+6	3.82+5	7.77+5	0.82+6	58.6
PPJX 08	2E2	6,490	99	2.75+6	1.06+5	1.69+6	1.93	6.36+5	1.29+6	0.82	70.2
PPJD 29	5A4	3,980	102	1.99+6	8.13+5	1.18+6	1.17	3.86+5	7.85+5	0.82	58.8
PPJD 04	4B2	7,020	197	2.07+6	8.44+5	1.23+6	1.24	4.08+5	8.30+5	0.83	59.9
PPJX 14	1B1	10,100	199	2.65+6	1.03+6	1.61+6	1.82	5.98+5	1.22+6	0.83	68.7
PPJX 06	1E1	13,200	117	3.28+6	1.24+6	2.04+6	2.43	8.03+5	1.63+6	0.85	74.1
PPJX 16	1F1	17,400	29	5.13+6	1.85+6	3.27+6	4.28	1.41+6	2.87+6	0.85	83.4
PPJX 11	1A1	17,300	38	4.96+6	1.80+6	3.16+6	4.10	1.35+6	2.75+6	0.86	82.7
PPJD 2L*	2D2	15,900	121	3.37+6	1.28+6	2.10+6	2.52	8.31+5	1.69+6	0.85	74.8
PPJD 2B*	2F2	20,400	84	4.35+6	1.59+6	2.76+6	3.51	1.16+6	2.35+6	0.84	80.7
PPJD 39	1C1	22,200	39	7.25+6	2.55+6	4.70+6	6.38	2.10+6	4.28+6	0.87	88.0
PPJX 09	2B1	22,300	41	6.19+6	2.20+6	3.99+6	5.34	1.76+6	3.58+6	0.85	86.3
PPJD 1X	1E1	8,610	173	2.98+6	1.14+6	1.84+6	2.16	7.11+5	1.45+6	0.82	72.4
PPJX 17	5F3	12,800	244	1.60+6	7.00+5	9.01+5	7.35+5	2.48+5	5.05+5	0.87	21.2
PPJT 3C*	5C3	250	5	9.69+5	4.67+5	5.02+5	1.63+5	5.36+4	1.09+5	0.86	16.8
PPJD 0M	2F1	27,700	81	4.89+6	1.79+6	3.09+6	4.00+6	1.32+6	2.68+6	0.89	81.8
PPJD 2U	2A1	31,700	29	7.01+6	2.48+6	4.53+6	6.13+6	2.02+6	4.11+6	0.88	87.4
PPJX 12	1D1	38,900	46	7.19+6	2.54+6	4.65+6	6.23+6	2.05+6	4.18+6	0.96	86.6
MK-II 炉心燃料	000	53,700	60	2.46+7	8.36+6	1.63+7	2.30+7	7.59+6	1.54+7	1.6	93.4

*) 再計算値

第 5.26 - 3 表 MK - I ・ MK - II 炉心燃料の組成 (ORIGEN 計算)

Table 5.26 - 3 MK-I and MK-II Driver Fuel Component

核種	新燃料集合体中の組成 (mol/SA)	
	MK - I 炉心燃料	MK - II 炉心燃料
Pu ²³⁸	0.0	0.017
Pu ²³⁹	6.44	9.755
Pu ²⁴⁰	1.62	2.660
Pu ²⁴¹	0.217	0.444
Pu ²⁴²	0.0461	0.08843
Am ²⁴¹	0.076	0.1104
U ²³⁵	9.16	3.875
U ²³⁸	30.3	29.987
Total	47.86	46.94

第 5.26 - 4 表 炉心燃料中の ²⁴¹Am 存在量の照射初期値
 Table 5.26 - 4 Initial Irradiated ²⁴¹Am Exist Value in Driver Fuel
 AESテクニカルメモ (81-AES-60)より引用 53.05.01 現在

集合体 No	粉 末 Lot. No												混 合 ロ ッ ト			Am ²⁴¹	Pu ²⁴¹
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				ppm/HM	w/o Pu
PPJD1A					18	31							⁴⁻⁵ 10	⁵⁻⁷ 32		1682	2.53
PPJX 15				7	30	31	22						⁶⁻⁷ 1			1682	2.53
PPJX 08	85	2											²⁻³ 4			1634	2.34
PPJD 29								36					⁸⁻⁹ 22	4	29		
PPJD 04	3	69		19												1610	2.36
PPJX 14	8	40	15	7		5							²⁻³ 16			1632	2.35
PPJX 06	77	10											²⁻³ 4			1632	2.34
PPJD 22								91								1545	2.59
PPJX 16				42		28	21									1671	2.53
PPJX 11	20	27	19										²⁻³ 25			1621	2.53
PPJD1W					28			63								1503	2.56
PPJD2L									2	35				54			
PPJD2B								1	63				⁹⁻¹⁰ 27			1510	2.56
PPJD 39											27	35	¹¹⁻¹² 29			1418	2.84
PPJX 09	76	15														1632	2.34
PPJD1X								49	41				⁴⁻⁸ 1			1507	2.59
PPJX 17			1	57	2	11	15	5								1603	2.52
PPJT3C																	
PPJD0M		15	29			47										1773	2.43
PPJD2U											91					1444	2.91
PPJD 31											91					1444	2.91
PPJW1F					29		61						¹⁻⁵ 1			1546	2.56
PPJW1G							91									1535	2.59
PPJW1H					1		53						⁴⁻⁵ 35	⁵⁻⁷ 2		1549	2.55
PPJX 13	11	66	8	3		3										1629	2.34
PPJD 25									70					21			
PPJD1J	5	6	2	11	1	2	60						⁴⁻⁵ 4			1563	2.53
PPJD2P										56	35					1364	2.58
PPJD0Y		1	1	8	16	41							⁴⁻⁵ 19	³⁻⁶ 5		1738	2.51
PPJD0H				35		4							⁴⁻⁵ 52			1586	2.49

(枠内数字は当該集合体中のピン本数)

第 5.26 - 5 表 中性子放出率計算に使用した燃料核種のマイクロ断面積*

Table 5.26 - 5 Fuel Nuclid Micro Cross Section Use For Neutron Release Calculation

(単位 : barn)

種 別	核 種	U ²³⁵	U ²³⁸	Pu ²³⁹	Pu ²⁴⁰	Pu ²⁴¹	Pu ²⁴²	引用核定数セット
	断面積							
MK - I 炉心燃料	σ_c	0.4120	0.2243	0.3215	0.2823	0.3085	0.2427	NAIG Nuclear Set Version 5 (SMARTコード内蔵)
	σ_f	1.688	0.06531	1.718	0.5000	2.239	0.3920	
	σ_a	2.100	0.2896	2.040	0.7823	2.548	0.6347	
MK - II 炉心燃料	σ_c	0.4066	0.2037	0.2883	0.3407	0.3265	0.2249	JAER 1 - Fast - Set Version 2
	σ_f	1.616	0.0730	1.716	0.5377	2.094	0.4371	
	σ_a	2.023	0.2767	2.005	0.8784	2.420	0.6620	

*) 他の核種のマイクロ断面積は ORIGEN コード内蔵のものを用いた。

5.27 炉心構成要素健全性確認作業

1. 目的及び作業概要

炉心構成要素健全性確認作業は、以下の2つの目的を持って照射用炉心構成作業期間に、交換された炉心構成要素の炉内における健全性及び方向性を燃料交換機孔より目視にて確認するものである。

炉心構成要素は、炉内へ装荷する場合、照射後試験及び炉心セルフオリエンテーション条件から方向があらかじめ計画されており、この計画に従って各炉心構成要素は、第5.27-1図に示す様に炉心装荷角度を考慮し、新燃料貯蔵収納管より新燃料移送台車へ装荷する際に方向性を調整して移送を行っている。

炉心構成要素の方向性については、セルフオリエンテーションキーの内、最も長いキーであるマスターキーを基準に方向が決められている。

炉心構成要素のハンドリングヘッド上面には、マスターキーの方向を炉心構成要素の上方から見た場合でも確認可能とするために、第5.27-2図に示す確認用スリットが設けられている。

従って燃料交換機孔から直接スリットの向きを観察することによって、炉内における炉心構成要素の方向性を直接確認することができる。

〔炉心構成要素の方向性（角度）は第5.27-3図によって算出される。〕

また、炉心構成要素は上面からハンドリングヘッドを見た場合、第5.27-4図に示す様に、4種類に分類できる。従って、照射用炉心構成作業によって実施された炉心構成要素の取替えが計画通り実施され、健全であることが確認できる。

写真撮影に当っては、炉内Naレベルを炉体メンテナンスモードまでドレンし、炉心構成要素頂部をNa中より露出させる。この状態で燃料交換機孔ドアバルブ上に透明アクリル板を据付け測量用トランシット、望遠レンズ（400mm）付カメラ等で炉内を観察する必要がある。

従って、Naドレン（ γ 線源部装荷作業のため）を実施した時期を利用して、燃料交換機孔より炉内の写真撮影を実施することにした。

2. 作業実績

炉内撮影は、昭和57年11月10日に準備し、11月11日に約6時間、11月12日に約10時間を要して炉内観察及び写真撮影を実施した。

上記写真撮影の結果より、写真映りの悪い部分について再度11月27日に約3時間を要して実施した。

炉内観察及び写真撮影は下記プラント状態で行った。

1) 炉内Naレベル GL-9540

炉心構成要素の頂部を確認するためには、NaレベルをGL-9490以下に下げることがある。

2) 炉内カバーガス圧力 50 ± 20 mmAq

炉容器のバウンダリーに透明アクリル板を取付けるためカバーガスの低圧運転（20 mmAg）を実施した。しかし、透明アクリル板と燃料交換機孔ドアバルブ上面の二重Oリングシールへ、仮設Arガスボンベにて加圧放置した結果、Oリング部でのリークが確認されなかったため、炉容器カバーガス圧力の低圧運転は中止し通常状態とした。

第5.27-5図に観察窓設置の概略図を示す。

また、本作業結果は以下の通りである。

方向性の確認結果、写真映りが悪く確認不能であった13体の炉心構成要素を除く他のものは全て当初の計画通りの方向を指して炉内に装荷されていることが確認された。

また、炉心構成要素の方向性確認と同時に望遠レンズを付けたカメラによる炉内撮影を行った。

視野は第5.27-6図に示す如く、ホールドダウン軸内径175φに制約され、炉心全域をカバーするために276ヶ所の撮影を実施した。

撮影条件は次の通りである。

カメラ	アサヒペンタックス（シャッターレリーズ使用）
レンズ	400mm 望遠レンズ（偏光フィルター使用）
フィルム	FUJ I, ネオパン ASA 400
光源	サーチライト
レンズ絞り	16または22
シャッタースピード	1/1 sec

なお、カメラは専用の固定金具を使用し、振れ止めを行った。

又、炉心構成要素の装荷状態も第5.27-7図に示す如く、当初の計画通り所定の位置に規定の集合体が装荷されて健全な状態であることが確認された。

3. 特記事項

1) 炉内放射線レベル

今回の炉心構成要素健全性確認作業が実施可能であった背景には、原子炉容器内の使用済燃料がほとんど新炉心構成要素に取替えられたことが上げられる。

従って、今回の作業中においても作業場所の透明アクリル板表面は最も高い線量でも、250 mR/H程度で定常的には30～50 mR/H程度であった。

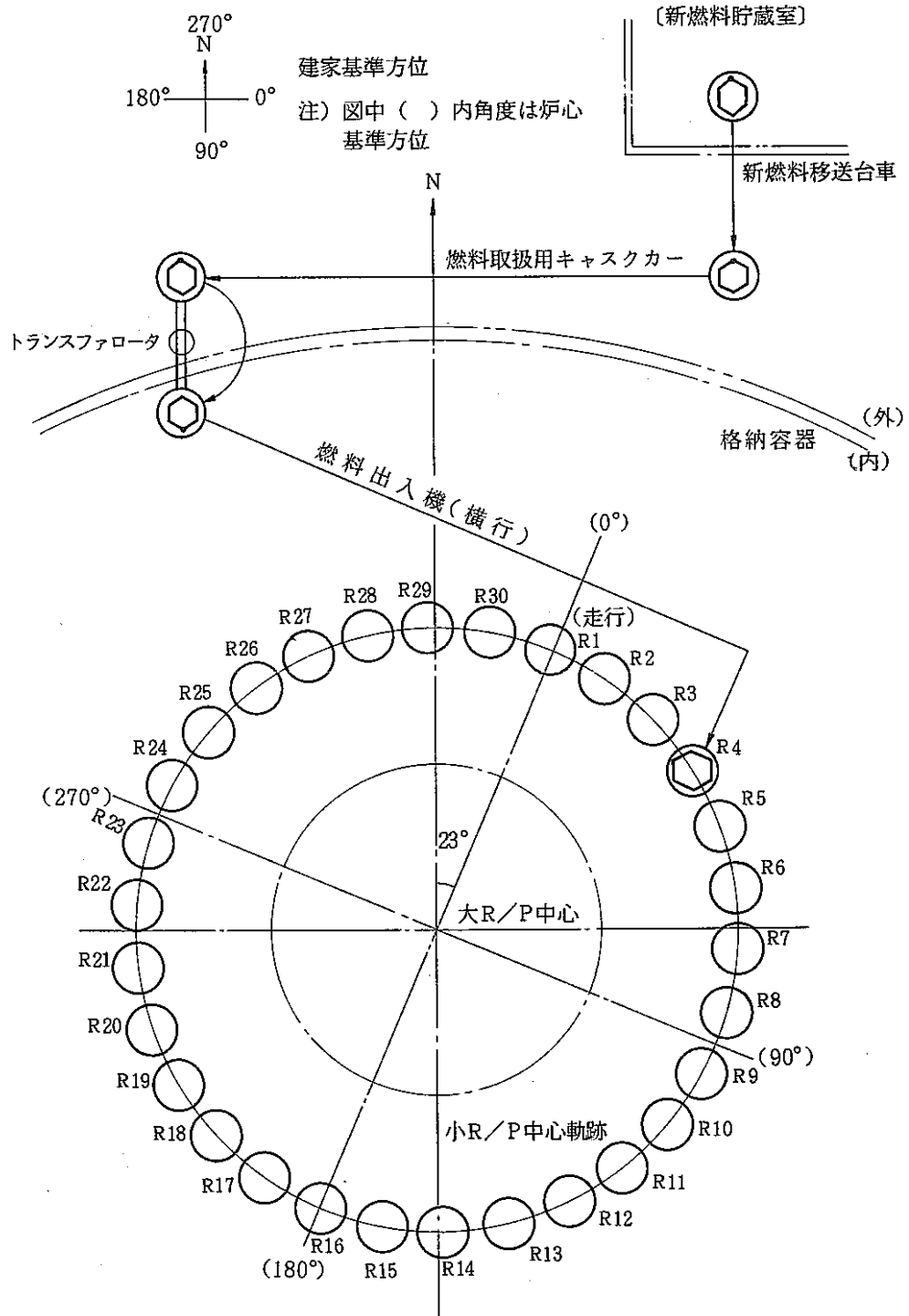
今後原子炉の運転が進んだ後、再度今回と同様の作業を行うことは放射線線量から困難と思われる。

2) 炉内撮影写真について

撮影した炉心構成要素上面の写真は、全て合成し一枚の写真とした。

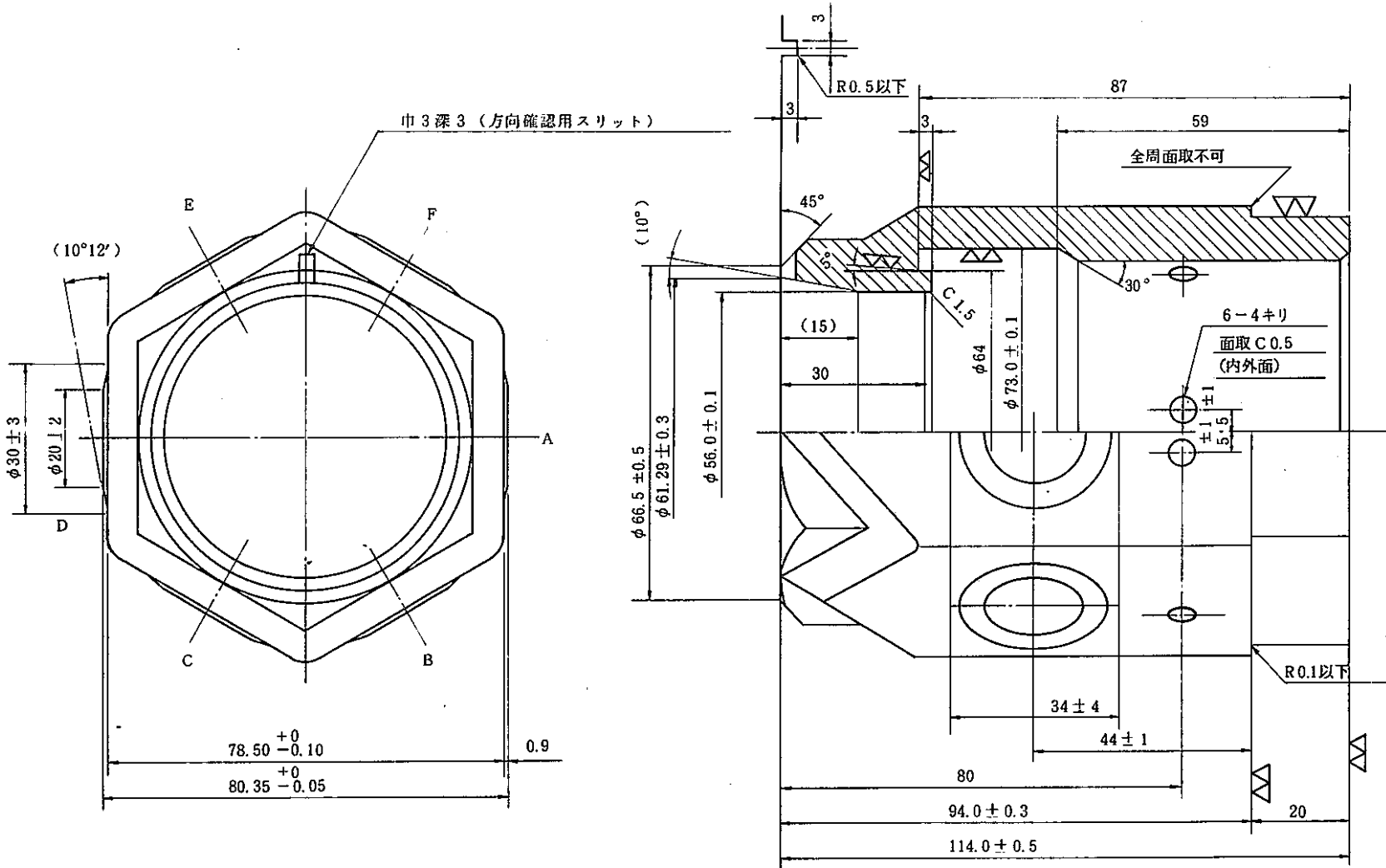
なお、本報告書の巻頭に掲示されている写真は、本作業によって撮影されたものである。

3) 写真撮影のための回転プラグ運転手順は、写真整理上のことを考慮し、第5.27-8図の如く実施した。

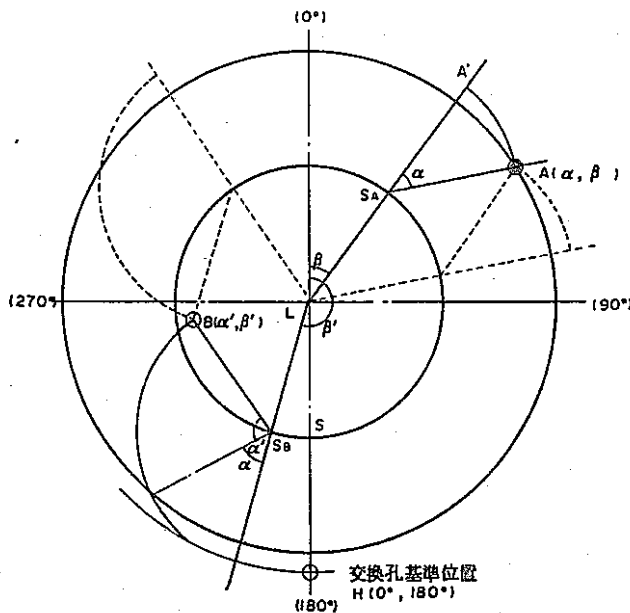


第 5.27 - 1 図 新燃料移送角度経路図

Fig 5.27 - 1 New Fuel Transport Angle Course



第 5.27 - 2 図 炉心構成要素ハンドリングヘッド部構造図
 Fig 5.27 - 2 Fuel Handling Head Block Diagram



H(0° 180°) ; 小R/P角度が0°で大R/P角度が180°の交換孔基準位置
 A(α β) ; 小R/P角度がα°で大R/P角度がβ°の炉内貯蔵ラックA
 B(α' β') ; 小R/P角度がα°で大R/P角度がβ°の炉心アドレスB
 L ; 大R/P中心(炉心中心)
 S ; 小R/P中心
 (LSを半径とした円周は、小R/P中心の軌跡)

LS = SH = 500mm

()内角度は炉心基準方位

新燃料を炉心に装荷する時に一義的に定まる

- (1) 新燃料移送台車装荷時のキー方向(建家方位基準) ω°
 - (2) 中継する炉内貯蔵ラックの大小回転プラグ設定値の和 y°
 - (3) 装荷する炉心アドレスの大小回転プラグ設定値の和 χ°
- を指定した時の装荷する炉心アドレスにおけるマスターキー方向 So° (炉心基準方位)の計算方法を右に示す。

(新燃料炉心域装荷時のマスターキー方向 So の計算)

- (1) 図1において新燃料移送台車へ装荷する新燃料のマスターキー角度を建家基準方位でω°とすると炉内貯蔵ラックに収納される時は(ω + 180)°となる。
- (2) 炉心基準方位は建家基準方位から反時計方向(マイナス方向)に67°ずれているので、炉内貯蔵ラックにおける炉心基準方位のマスターキー方向Wは

$$W = (\omega + 180 + 67)^\circ = \omega + 247^\circ$$

となる。

- (3) 図2において、任意の炉内貯蔵ラックA(α, β)に収納されている新燃料を炉心域の任意アドレスB(α', β')へ装荷する時の回転角度Zを求める。

図2中S_AはA(α, β)にアドレスした時の小回転プラグ中心であり、S_BはB(α', β')にアドレスした時の小回転プラグ中心である。角度の関係は図に示す通り。

まず大回転プラグの回転で(β' - β)°の角度偏差が与えられ次いで小回転プラグの回転により(α' - α)°の角度偏差が与えられる。つまりA(α, β)からB(α', β')に移動した事により与えられる偏差角度Zは、

$$\begin{aligned} Z &= (\beta' - \beta) + (\alpha' - \alpha) \\ &= (\alpha' + \beta') - (\alpha + \beta) \\ &= (\text{装荷するアドレスの大小回転プラグ設定角度の和}) \\ &\quad - (\text{中継ラックアドレスの大小回転プラグ設定角度の和}) \\ &= \chi - y \end{aligned}$$

となる。(図中破線のケースも考えられるが小回転プラグ回転範囲が0°~180°の事実上不可能である。)

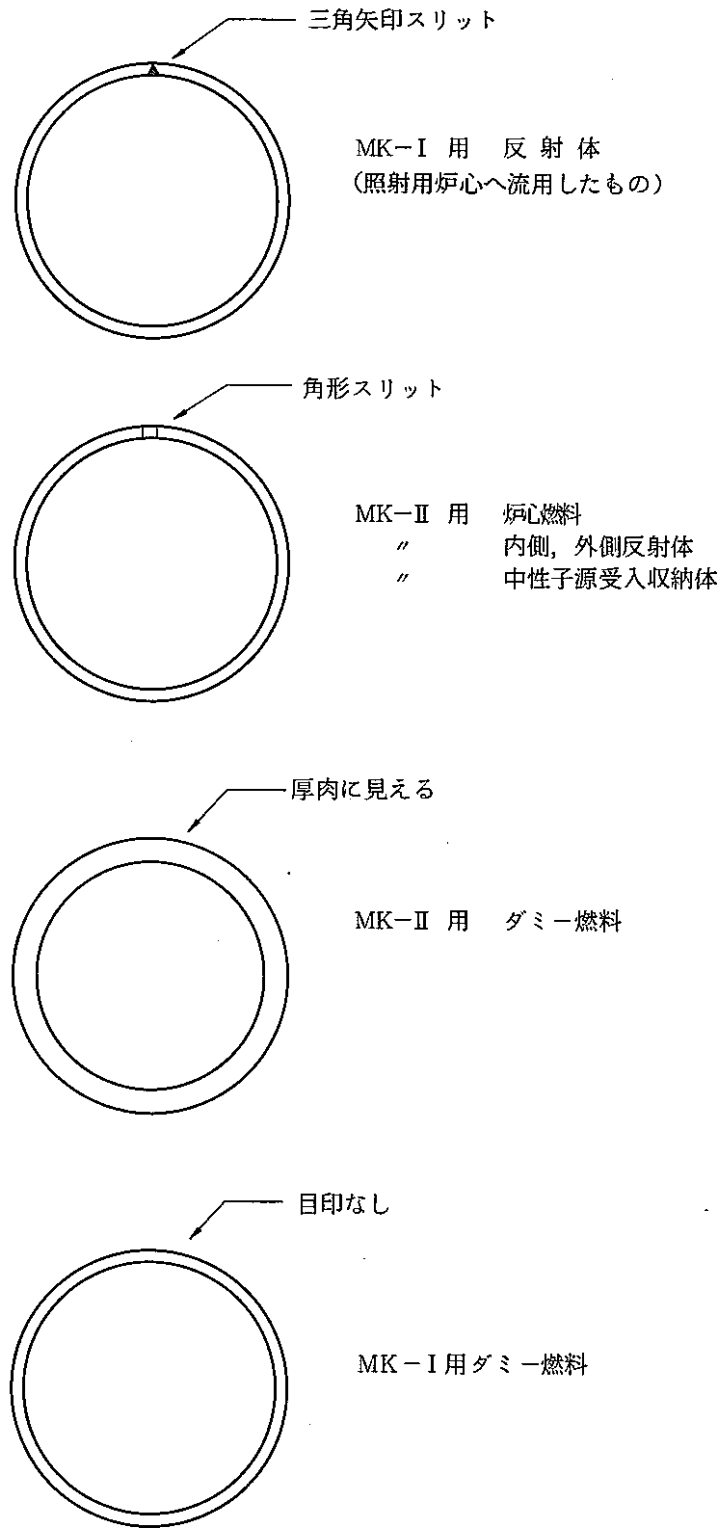
- (4) 以上より新燃料移送台車に装荷する時、建家基準方位でω°の方向にあったマスターキーは、最終炉心装荷時には炉心基準方位で

$$\begin{aligned} S_o &= W + Z \\ &= \omega + 247 + \chi - y \end{aligned}$$

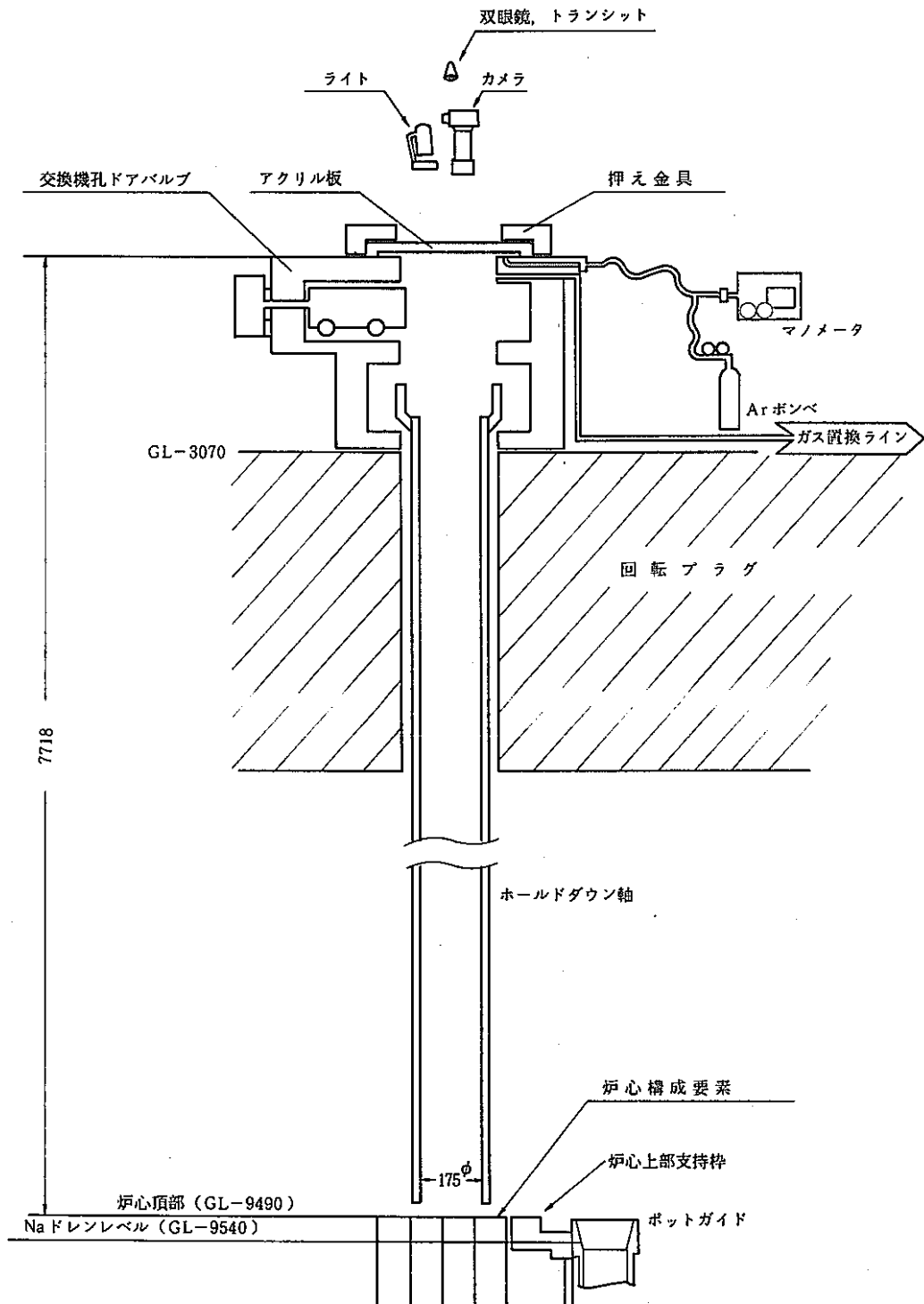
(但しS_oが負になった時は360n°を加える。nは整数)となる。

第 5.27 - 3 図 回転プラグ回転角度による新燃料炉心装荷図

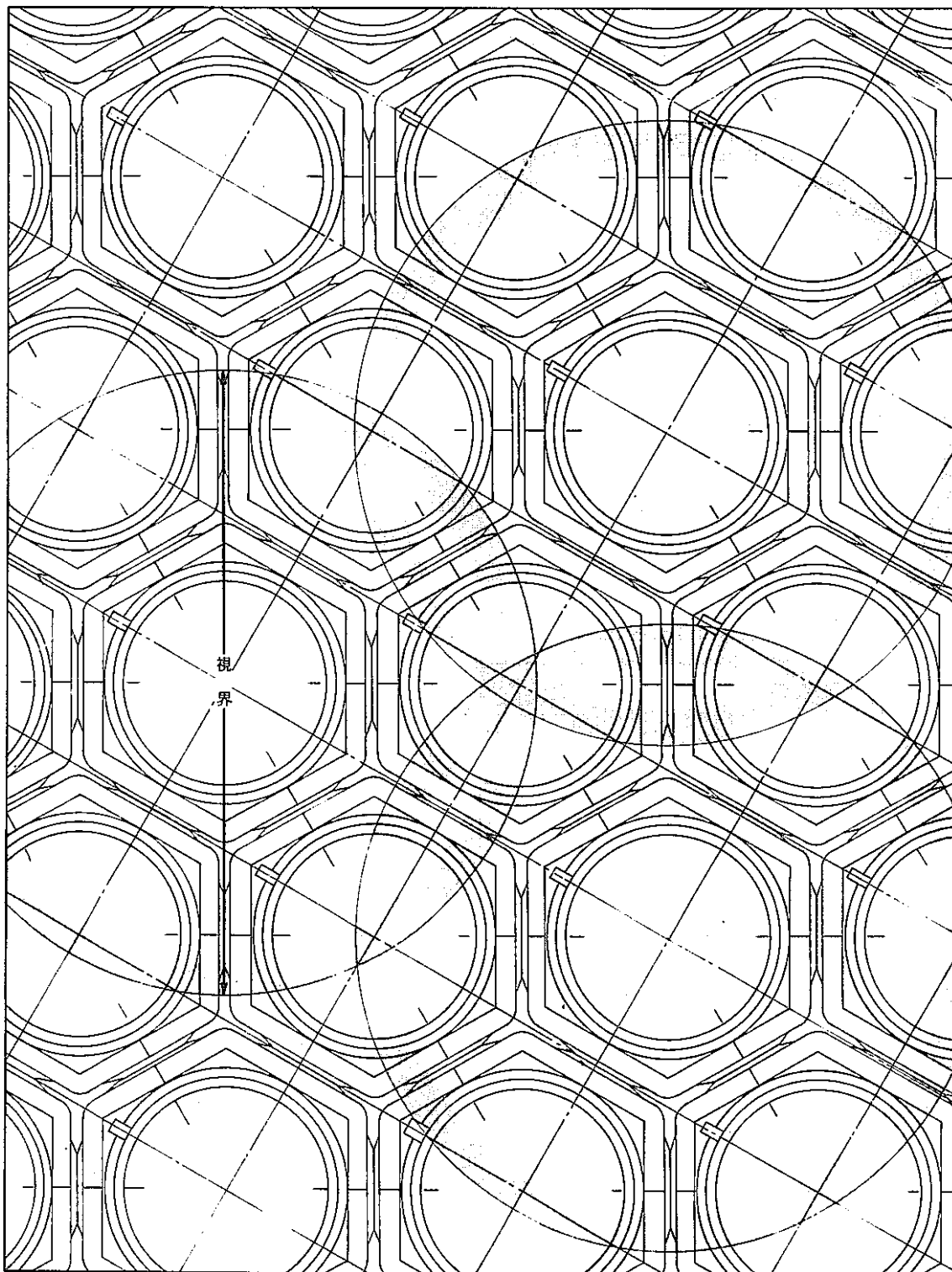
Fig 5.27 - 3 New Fuel Core Insert Condition with Rotating Plug Angle



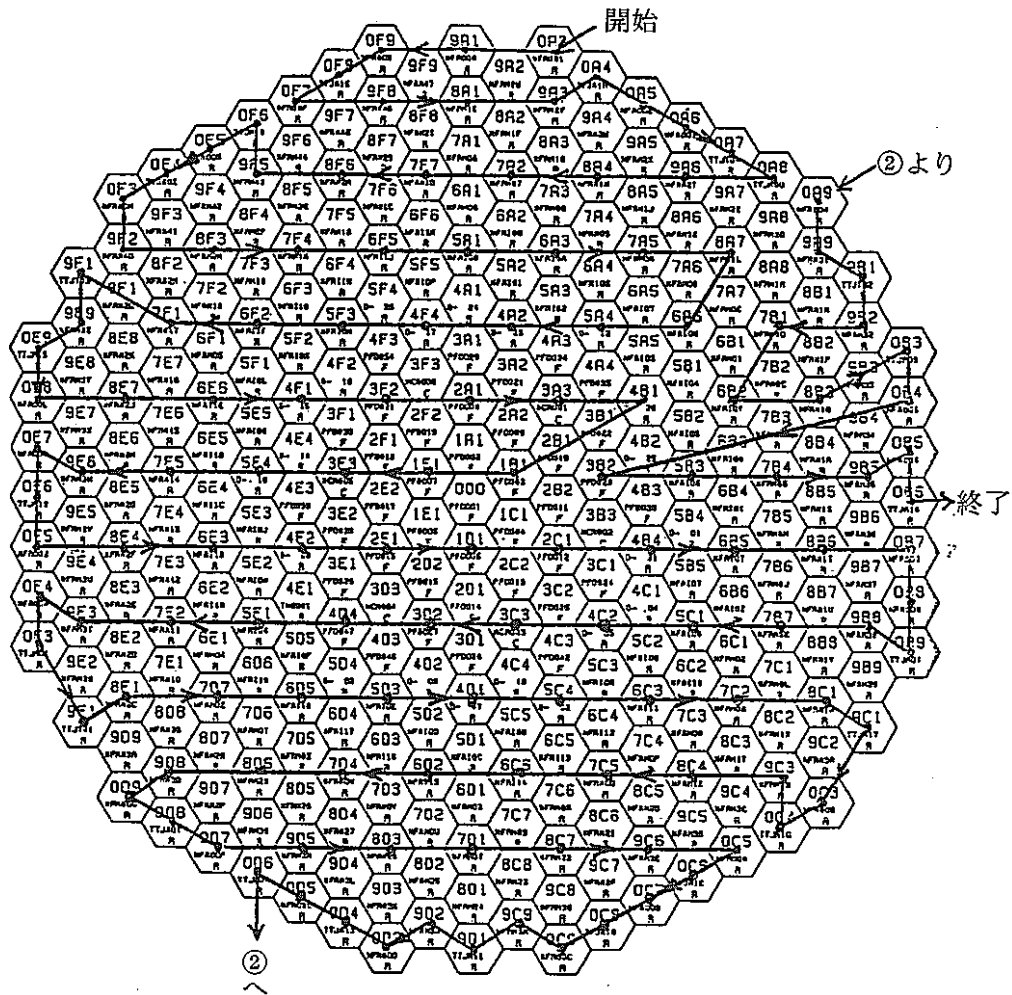
第 5.27 - 4 図 炉心構成要素上上面目視図
Fig 5.27 - 4 Fuel Assembly Topside View Mark



第 5.27 - 5 図 炉内写真撮影概要図
 Fig 5.27 - 5 Incore Photo Observation System Diagram



第 5.27 - 6 図 ホールドダウン内視界図
Fig 5.27 - 6 View of Hold Down Inside



第 5.27 - 8 図 回転プラグ運転手順
Fig 5.27 - 8 Rotating Plug Operation Flow

5.28 作業経費及び人工数実績

1. 目的

MK-II 移行期間における作業項目は数十件に達するが、主要作業について将来に同種の作業を経験すると考えられることから、特にMK-IIプロジェクトにより計画・管理された業務に費やされた経費を明確にし、以下に集約する。

2. 主要作業項目毎における作業経費

ACT-1～ACT-20の間のMK-II移行期間中の経費は総額約144億円に達したが、この内約139億円は交換に用いられた炉心構成要素の新規製作費である。

(炉心構成要素に含まれるMK-II炉心燃料の製作費については、動燃事業団にて製作された事により概略金額である。)

各ACT毎の作業経費を第5.28-1表に示す。

第5.28-1(1)表 各ACT別作業経費(1/2)
Table 5.28-1(1) Cost of The Each Activities.

No	ACT No	作業名	製作費		作業費		合計(千円)
			概略項目	経費(千円)	概略項目	経費(千円)	
1	ACT-1	照射用炉心移行準備作業	-	0	作業費	0	0
2	ACT-2 ACT-5 ACT-10 ACT-11	CRDM撤去 CR下部案内管交換 CRD上部案内管交換 CRDMの据付調整	下部案内管製作 上部案内管製作 CRD孔Na除去装置製作 CRDMの改造・製作	253,360	作業費	153,500	406,860
3	ACT-3 ACT-20	予備中性子検出系の設置 中性子検出器引抜・挿入	臨界近接用中性子検出器 関係の製作 核分裂計装管の購入	36,358	作業費	25,710	62,068
4	ACT-4 ACT-6 ACT-7 ACT-9 ACT-12 ACT-15 NT-213	燃料交換 (1) " (2) " (3) " (4) " (5) " (6) " (7)	炉心燃料 反射体 制御棒 缶詰缶 中性子源受入収納体	13,892,720 (0)	運転助勢 作業費	52,219 (52,219)	13,944,939 (52,219)
5	ACT-8	サーベイランスリグ移送	-	0	作業費	4,020	4,020
6	ACT-13	格納容器全体漏洩率試験	-	0	作業費	10,090	10,090

第5.28-1(2)表 各ACT別作業経費(2/2)
Table 5.28-1(2) Cost of The Each Activities.

No	ACT No	作業名	製作費		作業費		合計(千円)
			概略項目	経費(千円)	概略項目	経費(千円)	
7	ACT-16 ACT-17 ACT-18	新燃料受入 炉心構成要素構内移送 炉心構成要素収納管への貯蔵	-	0	作業費	6,920	6,920
8	ACT-19	使用済炉心構成要素プール 間移送	-	0	作業費	25,980	25,980
		作業経費総合計 ()内の数値は炉心構成要素製作費を除いた経費である。					14,460,877 (568,157)

1) MK-II 移行経費に占める各作業経費の割合

各ACT毎における作業経費のまとめとして、各経費の比率を求めた結果を第5.28-2表に示す。比率は炉心構成要素の製作費を含む場合と、除いた場合について示した。

第5.28-2表 各ACT毎の作業経費比率表
Table 5.28-2 Percentage of Each Activity.

No.	ACT No.	作業名	炉心構成要素を含む場合 (%)	炉心構成要素を含まない場合 (%)
1	ACT-1	照射用炉心移行準備作業	0	0
2	ACT-2	CRDM撤去	2.81	71.61
	ACT-5	CR下部案内管交換		
	ACT-10	CRD上部案内管交換		
	ACT-11	CRDMの据付調整		
3	ACT-3	予備中性子検出系の設置	0.43	10.92
	ACT-20	中性子検出器引抜・挿入		
4	ACT-4	燃料交換 (1)	96.43	9.19
	ACT-6	" (2)		
	ACT-7	" (3)		
	ACT-9	" (4)		
	ACT-12	" (5)		
	ACT-15	" (6)		
	NT-213	" (7)		
5	ACT-8	サーベイランスリグ移送	0.03	0.71
6	ACT-13	格納容器全体漏洩率試験	0.07	1.78
7	ACT-16	新燃料受入	0.05	1.22
	ACT-17	炉心構成要素構内移送		
	ACT-18	炉心構成要素収納管への貯蔵		
8	ACT-19	使用済炉心構成要素プール間移送	0.18	4.57

第5.28-2表より、炉心構成要素を含む場合の比率は全体の96%になり、またこれを含まない場合は、CRDの改造作業に費した費用が最も多く全体の71%であった。

なお、ACT-1 MK-II 移行準備作業は、動燃職員により実施されたため作業経費は計上されなかった。

2) 燃料取扱設備における項目別割合

MK-II 移行作業期間中にMK-IIプロジェクトによって管理された業務の内燃料取扱設備に

使用された経費は第 5.28 - 3 表に示す通り、総額約 4 億円であった。

各項目毎の比率を以下に示す。

改 造 費 ………	7.19 %
製 作 費 ………	0.7 %
保 守 費 ………	60.04 %
補 修 費 ………	3.59 %
運 転 助 勢 費 ………	12.08 %
予 備 品 費 ………	10.52 %
備 品 費 ………	5.87 %

以上の通り経費の中で最も多かったものは、保守費の約 60 %であった。

第5.28-3(1)表 MK-IIプロジェクトによって管理された経費 (2/1)
 Table 5.28-3(1) Cost Managed by MK-II Project Team During The MK-II Core Conversion.

No	項 目	製 作 費		作 業 費		合 計(千円)
		概 略 項 目	経 費(千円)	概 略 項 目	経 費(千円)	
1	改 造 費	-	0	<ul style="list-style-type: none"> ○誤装荷防止装置プログラム改造 ○キャスクカードアバルブ改造 ○使用済燃料移送機 ITV 装置改造 	28,160	28,160
2	製 作 費	<ul style="list-style-type: none"> ○トランスファロータタンク 内点検用 ITV 装置 ○出入機接続部簡易蓋 	2,758	-	0	2,758
3	保 守 費	-	0	燃取設備自主、定期点検作業	235,094	235,094
4	補 修 費	<ul style="list-style-type: none"> ○キャスクカーブロワロータ ○燃料洗浄ブロワロータ ○ " メカシール 	4,050	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料洗浄ブロワ補修 ○回転プラグ A/D 交換器補修 ○モレキュラシブ配線補修 	10,006	14,056
5	運 転 助 勢 費	-	0	<ul style="list-style-type: none"> ○作業助勢 ○交換機等移動作業 	47,287	47,287

第5.28-3(2)表 MK-IIプロジェクトによって管理された経費(2/2)
 Table 5.28-3(2) Cost Managed by MK-II Project Team During The MK-II Core Conversion.

No	項 目	製 作 費		作 業 費		合 計(千円)
		概 略 項 目	経 費(千円)	概 略 項 目	経 費(千円)	
6	予 備 品 費	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料洗浄ブロー部品 ○計器の予備品 ○装填燃料移送機グリッパ ○回転プラグ予備基板 ○オイル, リレー他 	41,203	-	0	41,203
7	備 品 費	<ul style="list-style-type: none"> ○燃焼度測定計器の購入 ○工具類 ○標準ガス ○チャート, インク ○防護機材 	22,991	-	0	22,991
	総 合 計					391,549

3. 作業人工数実績

MK-II 移行期間中に各作業に従事した人工数について以下に集約する。

1) 人工数の整理について

各作業の人工数のまとめ方については、大別して、炉心構成要素の移送、移動に関するものと、MK-II 移行作業に係る改造工事、保守作業、補修等に関するものの2つに分類した。

職種別の分類はA, B, C, D, Pの5分類として各項の適用は、第5.28-4表に示す。

2) 各人工数のまとめ

(1) ACT別人工数の集計

第5.28-5表に各ACT別の人工数集計表を示す。

最多の人工数を必要とした作業はACT-6の燃料交換(2)であった。また、ACT番号がつけられた作業の総人工数は、11484人工であった。

(2) 保守、補修作業人工数集計

第5.28-6表に燃料取扱設備の保守、補修に関する人工数集計を示す。

最も人工数を必要とした作業は、8月23日から9月20日までに実施した燃料出入機自主点検であった。また、これらの作業の総人工数は3006人工であった。

(3) 炉心構成要素の移送に伴う機器の運転及び作業人工数集計

第5.28-7表に炉心構成要素の移送に伴う機器の運転及び作業に従事した人工数の集計を示す。

これらの作業に従事した総人工数は7903人工であった。

(4) MK-II 移行期間中の月別人工数集計

第5.28-8表にMK-II 移行期間中の月別人工数集計を示す。また、第5.28-9表に月別作業人工数の経過を示す。

最も人工数が多かった月は8月で、主要業務はCRD上部案内管交換及び燃取設備保守作業であった。

MK-II 移行期間の昭和57年1月から12月までにこれらの作業に従事した総人工数は17561人工であった。

第5.28-4表 職種別分類表
Table 5.28-4 The Classification of The Workman.

適用 分類	炉心構成要素等の移動			改造工事，保守工事，他
	燃料移送運転		プール間移送 新燃料受入 S/A収納管貯蔵	CRD改造，中性子検出器取替，燃取設備保守，補修， 中性子源装荷，PCV L/T
	動燃直員	運転補助		
A	直長	責任者	責任者	監督者
B	燃取責任者 運転員	班長	技師	技師，指導員，設計，試験員，技術スタッフ，補佐員， 副責任者，安全管理者，工事管理者，品質管理者
C	操作員	操作員	作業員	技術員，作業員，クレーン運転員，玉掛，車運転員，電気工 機械工，溶接工，配管工，技能者，仕上工
D	放管員	放管員	放管員	放管員
P	MK-II当日担当者	-	PNC作業担当者	PNC作業担当者

第5.28 - 5(1)表 ACT別人工数集計表 (1/2)
Table 5.28 - 5(1) Total of The Workman of The Each Activity.

No	ACT No	作業名	期間	種別	職種別分類 (人工)					合計 (人工)	比率 (%)
					A	B	C	D	P		
1	ACT-1	照射炉心移行準備作業	1/4 ~ 1/17	準備	43	184	350	1	0	578	5.03
2	ACT-2	CRDM撤去	1/18 ~ 1/23	改造	16	25	18	5	15	79	0.69
3	ACT-3	予備中性子検出系の設置	S56 12/10~12/17 1/18~2/1	改造	44	32	129	0	33	238	2.07
4	ACT-4	燃料交換 (1)	1/30 ~ 2/14	燃料移送	71	170	355	22	32	650	5.66
5	ACT-5	CR下部案内管交換	2/15 ~ 3/6	改造	51	107	143	15	84	400	3.48
6	ACT-6	燃料交換 (2)	3/18 ~ 4/29	燃料移送	201	476	1006	66	87	1836	15.99
7	ACT-7	" (3)	5/20 ~ 6/17	"	123	291	608	46	58	1126	9.80
8	ACT-8	サーベイランスリグ移送	6/18 ~ 6/24	試験	13	27	74	0	22	136	1.18
9	ACT-9	燃料交換 (4)	6/24 ~ 7/22	燃料移送	126	305	637	46	60	1174	10.22
10	ACT-10	CRD上部案内管交換	7/29 ~ 8/27	改造	83	233	470	46	130	962	8.38
11	ACT-11	CRDMの据付調整	8/30 ~ 9/21	"	39	166	48	0	51	304	2.65
12	ACT-12	燃料交換 (5)	9/21 ~ 10/22	燃料移送	129	336	697	52	62	1276	11.11
13	ACT-13	格納容器全体漏洩率試験	10/23 ~ 11/12	試験	118	0	340	0	102	560	4.88
14	ACT-14	r線源部装荷	10/13 ~ 10/15	改造	20	0	137	0	39	196	1.71

第 5.28 - 5(2)表 ACT別人工数集計表 (2/2)
 Table 5.28 - 5(2) Total of The Workman of The Each Activity.

No.	ACT No.	作 業 名	期 間	種 別	職 種 別 分 類 (人 工)					合 計 (人工)	比 率 (%)
					A	B	C	D	P		
15	ACT-15	燃料交換 (6)	11/16 ~ 11/20	燃料移送	11	22	44	0	8	85	0.74
16	ACT-16	新燃料受入	4/19 ~ 12/3	"	34	0	102	0	68	204	1.78
17	ACT-17	炉心構成要素構内移送	2/25 ~ 2/26	"	0	0	0	0	5	5	0.04
18	ACT-18	炉心構成要素収納管への貯蔵	S56 11/4 ~ 11/13 2/17 ~ 6/16	"	19	0	41	0	19	79	0.69
19	ACT-19	使用済炉心構成要素プール間移送	3/2 ~ 11/25	"	136	42	859	0	148	1185	10.32
20	ACT-20	中性子検出器引抜・挿入	9/27 ~ 10/4 11/27 ~ 12/6	改 造	33	60	63	0	26	182	1.58
21	NT-213	燃料交換 (7)	12/7 ~ 12/21	燃料移送	29	58	116	0	26	229	1.99
		総 合 計			1339	2534	6237	299	1075	11484	100

第5.28 - 6(1)表 保守, 補修人工数集計表 (1/2)
 Table 5.28 - 6(1) The Table of The Workman for The Maintenance and Repair.

No.	保守期間	作業リスト	期間	職種別分類 (人工)					合計
				A	B	C	D	P	
1	第1保守期間 2/15~3/17	出入機自主点検	2/15 ~ 3/18	40	41	92	10	21	204
		回転プラグ電動機点検	2/16 ~ 2/24	7	4	18	0	7	36
		出入機走行, 横行レール補修	2/17 ~ 3/5	34	29	71	0	17	151
		キャスクカー自主点検	2/18 ~ 3/10	32	33	72	14	16	167
		回転移送機, 缶詰装置自主点検	2/22 ~ 3/18	19	44	76	19	19	177
		燃料洗浄Arガスブロウ補修	2/27 ~ 3/16	15	25	72	14	15	141
		交換機自主点検	2/28 ~ 3/21	31	57	91	16	20	215
		小計		178	233	492	73	115	1091
2	中間補修	使用済燃料移送機ケーブル補修	3/30 ~ 4/1	3	3	10	0	0	16
		キャスクカーArガスブロウ補修	4/26 ~ 5/12	21	38	25	9	11	104
		小計		24	41	35	9	11	120
3	第2保守期間 5/2~5/19	キャスクカー真空ポンプ点検	5/6 ~ 5/17	18	22	77	8	9	134
		出入機自主点検	5/6 ~ 5/18	19	23	43	12	11	108
		缶詰装置ガイドボルト補修	5/17 ~ 5/18	2	2	4	0	2	10
		燃料洗浄設備真空ポンプ点検	5/12 ~ 5/19	6	0	18	5	6	35
		置場機器点検	6/9 ~ 9/20	10	0	53	2	10	75
		小計		55	47	195	27	38	362

第 5.28 - 6(2)表 保守, 補修人工数集計表 (2/2)
 Table 5.28 - 6(2) The Table of The Workman for The Maintenance and Repair.

No	保守期間	作業リスト	期間	職種別分類 (人工)					合計
				A	B	C	D	P	
4	第3保守期間 7/23~9/20	新燃料貯蔵設備自主点検	7/20~7/28	7	18	29	0	8	62
		回転プラグ計装品点検	7/22~7/27	4	24	21	0	6	55
		トランスファロータドアバルブ点検	7/28~8/6	9	22	36	8	9	84
		使用済燃料移送機, 水中台車自主点検	7/28~8/16	36	42	72	12	13	175
		燃料洗浄設備真空ポンプ点検	8/16~8/19	4	0	10	4	4	22
		キャスクカーArガスブロワ点検	8/18~8/31	11	52	54	9	11	137
		出入機自主点検	8/23~9/20	48	88	120	23	25	304
		回転移送機, 缶詰装置点検	8/17~9/9	42	72	76	21	21	232
		キャスクカー自主点検	8/30~9/17	32	20	62	13	16	143
		プール水処理, 水冷却浄化設備点検	8/23~9/25	27	0	78	11	26	142
		プール水処理, 水冷却浄化樹脂交換	9/13~9/21	6	6	18	6	6	42
		使用済燃料移送機ケーブル補修	9/13~9/18	6	6	23	0	0	35
		小計		232	350	599	107	145	1433
	総合計			489	671	1321	216	309	3006

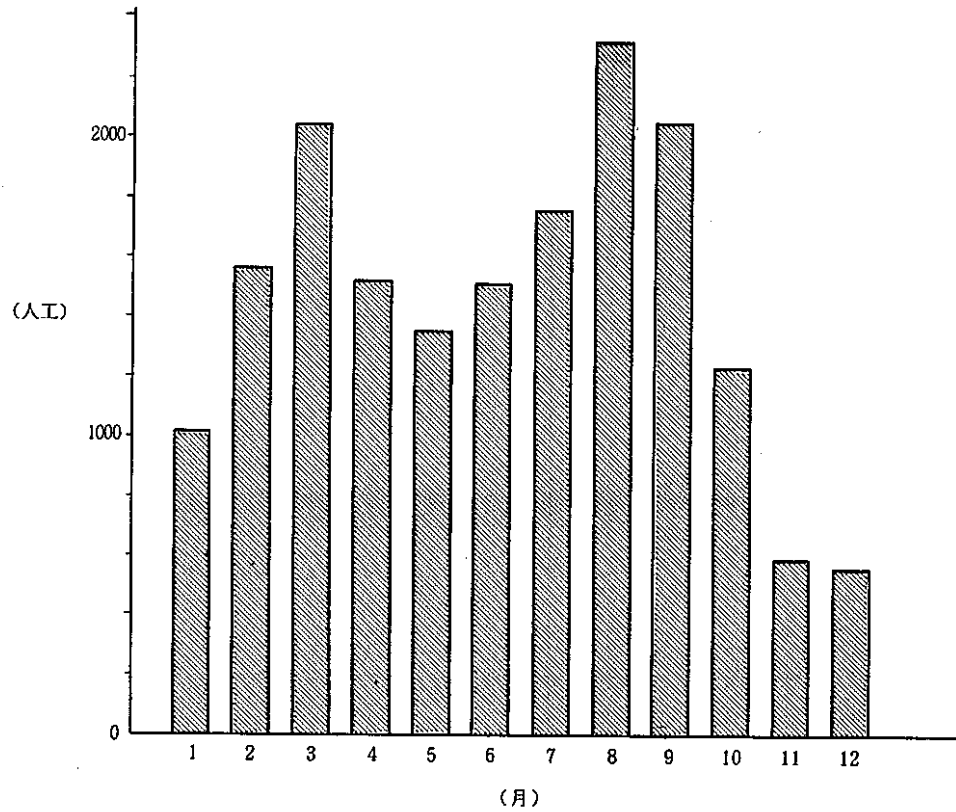
第5.28-7表 炉心構成要素の移送、運転及び作業人工数集計表
 Table 5.28-7 Total of The Workman for The Fuel Transfer Activities.

No.	ACT No.	作業名	期間	種別	職種別分類(人工)					合計 (人工)	比率 (%)
					A	B	C	D	P		
1	ACT-4	燃料交換 (1)	1/30~2/14	燃料移送	71	170	355	22	32	650	8.22
2	ACT-6	" (2)	3/18~4/29	"	201	476	1006	66	87	1836	23.23
3	ACT-7	" (3)	5/20~6/17	"	123	291	608	46	58	1126	14.25
4	ACT-9	" (4)	6/24~7/22	"	126	305	637	46	60	1174	14.85
5	ACT-12	" (5)	9/21~10/22	"	129	336	697	52	62	1276	16.15
6	ACT-15	" (6)	11/16~11/20	"	11	22	44	0	8	85	1.08
7	ACT-16	新燃料受入	4/19~12/3	炉心燃料受入	34	0	102	0	68	204	2.58
8	ACT-17	炉心構成要素構内移送	2/25~2/26	燃料移動	0	0	0	0	5	5	0.06
9	ACT-18	炉心構成要素収納管への貯蔵	S56 (11/4~11/13) 2/17~6/16	"	19	0	41	0	19	79	1.00
10	ACT-19	使用済炉心構成要素プール間移送	3/2~11/25	"	136	42	859	0	148	1185	14.99
11	Nt-213	燃料交換 (7)	12/7~12/21	"	29	76	134	18	26	283	3.58
		総 合 計			879	1718	4483	250	573	7903	100

第 5.28 - 8 表 月別人工数集計表
Table 5.28 - 8 Monthly Total of The Workmen.

月	主 要 作 業	職 種 別 分 類 (人 工)					合 計 (人工)	比 率 (%)		備 考
		A	B	C	D	P				
1 月	照射炉心移行準備作業, CRDM撤去 予備中性子検出系の設置	110	268	588	10	50	1026	5.84		
2 月	燃料交換 (1), CR下部案内管交換 燃取設備保守	212	368	797	57	131	1565	8.91		
3 月	燃取設備保守, 燃料交換 (2)	252	462	1083	89	159	2045	11.64		
4 月	燃料交換 (2)	185	335	852	48	106	1526	8.69		
5 月	燃取設備保守, 燃料交換 (3)	170	298	722	66	96	1352	7.70		
6 月	燃料交換 (3), サーベイランスリグ移送 燃料交換 (4)	176	295	870	42	135	1518	8.64		
7 月	燃料交換 (4), CRD上部案内管交換 燃取設備保守	201	386	959	66	148	1760	10.02		
8 月	CRD上部案内管交換, 燃取設備保守	253	501	1207	121	238	2320	13.21		
9 月	CRDM据付・調整, 燃取設備保守 燃料交換 (5)	289	557	906	93	208	2053	11.69		
10 月	燃料交換 (5), PCV L/T r線源部装荷	155	270	693	39	79	1236	7.04		
11 月	燃料交換 (6) [臨界近接]	62	86	367	10	73	598	3.41		
12 月	燃料交換 (7) [初期炉心構成]	67	119	284	20	72	562	3.20		
合 計		2132	3945	9328	661	1495	17561	100		
月 平 均		177.7	328.8	777.3	55.1	124.6	1463.4			

第 5.28 - 9 表 月別作業人工数の経過
 Table 5.28 - 9 Honthy Total of The Workmen.



月	主 要 作 業
1 月	照射炉心移行準備作業, CRDM撤去, 予備中性子検出系の設置
2 月	燃料交換 (1), CR下部案内管交換 燃取設備保守
3 月	燃取設備保守, 燃料交換 (2)
4 月	燃料交換 (2)
5 月	燃取設備保守, 燃料交換 (2)
6 月	燃料交換 (3), サーベイランスリグ移送 燃料交換 (4)
7 月	燃料交換 (4), CRD上部案内管交換 燃取設備保守
8 月	CRD上部案内管交換, 燃取設備保守
9 月	CRDM据付・調整, 燃取設備保守 燃料交換 (5)
10 月	燃料交換 (5), PCV L/T r線源部装荷
11 月	燃料交換 (6) [臨界近接試験]
12 月	燃料交換 (7) [初期炉心構成]

5.29 放射線被曝実績

照射用炉心（MK-II）移行期間中の被曝管理方法等については、既に4.9項に記したが、高速実験炉「常陽」独自で定めた管理線量を守るため、合理的かつ一元的な被曝管理を実施した。

この期間中は、MK-II移行基本工程作業と第3回定期検査等多くの作業が併行して実施され、非常に錯綜したものとなり、特に業者が各課及び各作業にまたがって従事し、これらの目標管理線量を守るために、最初の作業で登録した課に「個人被曝管理台帳」を置き、MK-II移行期間中を通じて、個人の被曝管理を行った。

MK-IIプロジェクトグループに於いて被曝管理された作業員は、MK-IIプロジェクトグループ員、原子炉1課員、MK-IIプロジェクト燃料取扱作業助勢員、及びMK-II関係で最初に作業に携った人であり、第5.29-1表に「MK-II移行期間中の被曝実績（MK-IIグループにて被曝管理された作業員）」を示す。

MK-II移行期間中のMK-IIグループに被曝管理された作業員の被曝の総被曝線量は10090 mRem、最大被曝線量は450 mRemであり、当初の目標管理線量を越えるものはなかった。

この表に於いて、MK-II燃取作業助勢員のT社、及びMK-IIグループの作業で最初に登録された人は、他課の作業にも従事し被曝したものが大半を占めている。

次に、MK-II移行基本工程作業及びMK-IIプロジェクトグループにて被曝管理に係った作業の被曝実績について記す。

1. MK-II移行基本工程作業の被曝実績

「照射用炉心移行作業被曝実績」を第5.29-2表に示す。

各作業の被曝管理は、この表に示す作業主担当課によって管理され、作業開始前に作業の分析、方法等の詳細な検討を行い、被曝の低減化を計っている。

作業期間を通じて、10 mRem/人以下の被曝が予想される作業についてはF・B（Film Badge）、P・D（pocket Dosimeter）を着用し、又、10 mRem/人以上の被曝が予想される作業については、P・D、T・L・D（Thermal Luminescence Dosimeter）、F・Bを着用し、P・Dにて毎日、T・L・Dにて作業毎、F・Bにて3ヶ月毎の計測、評価を行い、次の作業へのフィードバックが成された。

第5.28-2表でわかるようにACT-No.の付けられたMK-II移行作業に対する放射線被曝は非常に少なく、全作業を通じて、41.0 man・mRem/作業、Max被曝線量17.0 mRem/人であった。

2. MK-IIプロジェクトグループで被曝管理に係った作業の被曝実績

MK-II移行期間中は、移行作業の他にMK-IIプロジェクトグループにて被曝管理に係った作業として次の2項目が上げられる。

- 1) 燃料取扱設備の定期自主検査、及びその他の保守、補修
- 2) MK-IIプロジェクトグループ員及び原子炉1課員に係った作業

このうち、1) 燃料取扱設備の定期自主検査及びその他の保守・補修について、管理区域内作業計画書に従って実施された作業は194件となる。

この194件の作業のうち、T・L・Dによって有意な放射線被曝が計測された作業項目及び被曝線量について、第5.29-3表「燃料取扱設備に係る機器別放射線被曝実績（定期・自主検査及びその他の保守・補修）」に示す。

燃料取扱設備に係る放射線被曝実績は、全体で3813 man・mRemであり、各機器別にみると燃料洗浄設備が2984 man・mRemと大半を占めている。

これは、燃料洗浄設備で各炉心構成要素が洗浄される際、Na中のC/Pが洗い落とされ、各機器、配管等に付着している為で、雰囲気放射線量率が高いという特殊性によるものである。

前記2) MK-IIプロジェクト員及び原子炉1課員の係った作業同様に有意な被曝線量の測定された作業項目及び被曝線量を第5.29-4表に示す。

これらの作業は、各作業の主担当課によって、管理区域内作業計画書が作成され、主担当課の作業従事者の不足に対し、各課の応援によって補われるという形が取られた。従って、第5.29-4表の被曝実績は原子炉1課員、MK-IIプロジェクト員のみならず、各課及び業者等も含まれる。

これらの被曝は、原子炉1課主担当で行れた「1次系自動連続式プランキング計一部改造」及び原子炉2課主担当の「高レベル廃液タンク除染」が大半を占めている。

第 5.29 - 1 表 MK - II 移行期間中の被曝実績

S 57. 1. 1

(MK - II グループにて被曝管理された作業員)

5

Table 5.28 - 1 Result of The Irradiated Doserate

S 57.12.31

作業担当	人 数			Total 被曝線量 (man ÷ mRem)	最大被曝線量 mRem
	職 員	業務協力員	計		
原 子 炉 1 課	45	4	49	1080	230
MK - II プロジェクトグループ	14	7	21	2030	410
MK - II 燃取作業 助 勢 員	J 社	17		1570	280
	T 社	15		2930	450
MK - II グループの作業で 最初に登録された人	12			2480	420
計	114			10090	-

第5.29-2表 照射用炉心移行作業被曝実績
Table 5.28-2 Result of Irradiated Dose Rate MK-II Core Conversion Activity

ACT. No	作 業 名	有意な被曝の有無	作 業 期 間	作業主担当課	被 曝 実 績					備 考
					登 録 者 人 数 [人]	延 作 業 員 人 数 [人]	Total 被曝線量 [man-mRem]	最大被曝線量 [mRem]	有意な被曝者人数* [人]	
ACT-1	準 備 作 業	×	S 57. 1. 4 ~ 1.17	◦MK-IIグループ ◦技術課 ◦原子炉1課	23	578	x	-	-	
2	制御棒駆動機構撤去作業	×	S 57. 1.18 ~ 1.23	◦原子炉2課	20	79	x	-	-	
3	予備中性子検出系の設置作業	×	S 57. 1.18 ~ 1.30	"	41	238	x	-	-	
4	燃料交換作業(1)	○	S 57. 1.30 ~ 3. 9	◦MK-IIグループ ◦原子炉1課	92	650	22.0	17.0	2	
5	制御棒下部案内管交換作業	○	S 57. 2.10 ~ 3. 9	◦原子炉2課	37	400	7.0	7.0	1	
6	燃料交換作業(2)	○	S 57. 3.18 ~ 5. 1	◦MK-IIグループ ◦原子炉1課	86	1836	13.0	6.0	2	
7	" (3)	○	S 57. 5.20 ~ 6.17	"	84	1126	19.0	8.0	3	
8	サーベランスリング移送作業	×	S 57. 6.18 ~ 6.24	◦原子炉2課	38	136	x	-	-	
9	燃料交換作業(4)	○	S 57. 6.24 ~ 7.22	◦MK-IIグループ ◦原子炉1課	87	1174	14.0	7.0	3	
10	制御棒上部案内管交換作業	×	S 57. 7.29 ~ 8.27	◦原子炉2課	52	962	x	-	-	
11	制御棒駆動機構据付調整作業	×	S 57. 8.30 ~ 9.21	"	30	304	x	-	-	
12	燃料交換作業(5)	○	S 57. 9.21 ~ 10.22	◦MK-IIグループ ◦原子炉1課	92	1276	41.0	14.0	13	
13	格納容器漏洩率試験	×	S 57.10.23 ~ 11.12	◦原子炉2課	-	-	x	-	-	
14	r線源装荷作業	×	S 57.11.13 ~ 11.15	◦技術課 ◦原子炉2課	14	110	x	-	-	
15	臨界近接試験(燃交(6))	○	S 57.11.16 ~ 11.22	◦技術課 ◦原1, MK-II Gr.	61	75	x	-	-	
16	新燃料受入作業	○	S 57. 4.19 ~ S 58. 2.16	◦照射課	-	340	x	-	-	
17	新燃料構内移送作業	○	S 57. 2.25 ~ 2.26 S 57.11.18, S 57.11.24	"	-	34	x	-	-	
18	反射体及び制御棒移送作業	×	S 57. 4.26 ~ 7.27	"	-	119	x	-	-	
19	使用済燃料プール間移送作業	×	S 57. 1.25 ~ 11.26	"	-	1178	x	-	-	
20	中性子検出器引抜挿入作業	×	S 57.11.27 ~ 12. 6	◦原子炉2課	16	205	x	-	-	

*ここでいう有意な被曝線量とはTLDの検出感度以上をいう。

第 5.29 - 3 表 燃料取扱設備に係る機器別放射線被曝実績

(定期・自主検査及びその他の保守・補修)

Table 5.28 - 3 Result of Irradiated Dose Rate for Refueling
S 57.1.4 ~ S 57.12.31

機器名	作業名	作業期間	Total 被曝線量 [man- mRem]	Max 被曝線量 [mRem]	登録者人数 [人]	有意な 被曝者人数 [人]
C / P	洗浄設備弁点検	57.2/17 ~ 3/5	588.0	67.0	27	14
	洗浄設備 Arガス循環ブロワ(A)点検	57.3/1 ~ 3/17	674.0	87.0	27	18
	洗浄設備線量分布測定	57.3/17 ~ 4/1	4.0	4.0	5	1
	洗浄設備運転前準備	57.5/17 ~ 5/19	27.0	9.0	8	4
	洗浄設備 真空ポンプ分解点検	57.5/12 ~ 5/18	104.0	34.0	13	8
	洗浄設備系統除染	57.5/6 ~ 5/7	99.0	31.0	6	4
	洗浄設備線量分布測定	57.4/1 ~ 4/27	71.0	31.0	5	4
	洗浄設備点検	57.6/12	38.0	20.0	4	3
	A-308室 照明及びヒータ点検	57.6/18	42.0	20.0	4	3
	洗浄設備真空ポンプ点検	57.6/21	9.0	3.0	4	3
	洗浄室内ヒータ点検	57.6/23	36.0	15.0	3	3
	モレキュラシーブ ヒータ配線補修	57.6/28 ~ 6/30	171.0	29.0	19	9
	高レベル配管除染	57.7/23 ~ 7/28	31.0	18.0	13	4
	洗浄設備点検	57.8/16 ~ 8/28	142.0	40.0	15	7
	モレキュラシーブ 乾燥ヒータ配線補修	57.9/1 ~ 9/6	199.0	54.0	13	9
	洗浄設備運転前確認	57.9/17 ~ 9/21	63.0	24.0	6	4
洗浄設備弁点検調整	57.9/28 ~ 9/29	32.0	23.0	3	3	

機器名	作業名	作業期間	Total 被曝線量 [man- mRem]	Max 被曝線量 [mRem]	登録者人数 [人]	有意な 被曝者人数 [人]
C / P	洗浄設備 真空ポンプオイル交換	57.9/27	6.0	3.0	2	2
	洗浄設備点検	57.10/5	30.0	20.0	4	3
	真空ポンプ水抜	57.10/18	10.0	6.0	4	2
	洗浄設備系統除染	57.10/25	56.0	22.0	6	4
	洗浄設備弁点検	57.10/26~10/27	19.0	11.0	3	3
	A 211 吊上装置取付の調査	57.11/1 ~11/5	16.0	7.0	3	3
	蒸気減圧弁補修	57.11/17	21.0	12.0	2	2
	洗浄設備点検	57.11/19	52.0	19.0	4	4
	燃料取扱設備諸整備 (A-211 踊場取付他)	57.11/16~11/29	168.0	64.0	9	7
	洗浄設備下部ロック点検	57.12/6	181.0	59.0	5	4
	真空ポンプ水抜き	57.12/10	9.0	4.0	3	3
	洗浄設備計器校正試験	57.12/15~12/27	86.0	71.0	5	2
	小 計	-	2984.0	-	225	140
T / R	トランスファーロータ Na一時貯蔵タンク交換	57.6/15 6/22	7.0	4.0	10	2
	T/R廃液配管 切断・廃棄作業	57.8/23 ~9/3	711.0	82.0	17	17
	T/R廃液配管 切断・廃棄作業	57.9/2 ~ 9/7	64.0	34.0	6	6
	小 計	-	782.0	-	33	25
つかみ部 洗浄設備 及び アルコール 再生設備	アルコール廃液処理設備 運転による再生及び移送	57.7/14 ~7/15	10.0	4.0	7	4
	アルコール廃液処理設備 運転による再生及び移送	57.7/21 ~7/22	3.0	3.0	3	1

機器名	作業名	作業時間	Total 被曝線量 [man- mRem]	Max 被曝線量 [mRem]	登録者人数 [人]	有意な 被曝者人数 [人]
つかみ部 洗浄設備 及び アルコール 再生設備	つかみ部洗浄設備まわり 遮蔽強化工事	57.8/16～8/20	19.0	8.0	8	3
	アルコール再生 及び廃液移送作業	57.9/28～9/29	7.0	3.0	6	3
	小計	-	39.0	-	24	11
缶詰	缶詰設備及び回転移送機 グリッパの自主点検	57.8/16～9/9	12.0	7.0	20	2
	小計	-	12.0	-	20	2
諸設備	燃料取扱設備水処理循環 ポンプ冷却器点検	57.9/10～9/17	41.0	11.0	15	6
	廃樹脂取出装置改造 及び取出し作業	57.9/13～9/22	5.0	16.0	9	5
	小計	-	46.0	-	24	11
INCO	燃料交換機定期点検	57.9/2～9/21	40.0	8.0	21	7
	小計	-	40.0	-	21	7
全般	個体廃棄物の運搬	57.11/4	29.0	11.0	6	3
	個体廃棄物の運搬	57.11/30～12/1	24.0	9.0	5	3
	燃料取扱設備 計器校正試験	57.11/15～12/25	535.0	76.0	11	8
	小計	-	588.0	-	22	14

第 5.29 - 4 表 MK-II プロジェクト及び原子炉 1 課員の係った作業の被曝実績

Table 5.28 - 4 Result of Irradiated Dose Rate S 57.1.4 ~ S 57.12.31

機器名	作業名	作業期間	Total 被曝線量 [man- mRem]	Max 被曝線量 [mRem]	登録者人数 [人]	有意な 被曝者人数 [人]
自動連続式 プラグ 計	自動連続式PL計一部改造	57.3/8 ~ 4/3	564.0	73	29	16
	"	57.3/15 ~ 3/30	33.0	33.0	2	1
	"	57.4/21 ~ 5/31	58.0	58.0	1	1
	"	57.4/14 ~ 5/14	12.0	6.0	2	2
	"	57.4/10 ~ 5/31	560.0	81.0	44	18
	"	57.5/4 ~ 5/28	13.0	13.0	1	1
	"	57.4/10 ~ 5/31	442.0	90.0	46	12
	自動連続PL計 T/C結線のチェック	57.8/27	4.0	2.0	2	2
	自動連続PL計ヒータ点検	57.9/20 ~ 10/20	337.0	107.0	10	5
	"	57.9/29 ~ 10/20	79.0	46.0	2	2
	小計	-	2102.0	-	139	60
廃液 タンク	付属高レベルタンク 廃液サンプリング	57.2/19	9.0	6.0	2	2
	A-106室(タンク室)調査	57.3/25	15.0	10.0	2	2
	高レベル廃液タンク 出口バルブ目づまり調査	57.3/24 ~ 3/25	289.0	65.0	9	8
	高レベル廃液タンク ストレーナ交換	57.3/30	69.0	25.0	10	8
	廃液タンク室線量分布測定	57.4/19 ~ 4/20	58.0	37.0	3	2
	廃液タンク室調査	57.4/21	18.0	9.0	2	2
	廃液タンク室線量分布測定	57.4/27	39.0	26.0	2	2

機器名	作業名	作業期間	Total 被曝線量 [man- mRem]	Max 被曝線量 [mRem]	登録者人数 [人]	有意な 被曝者人数 [人]
廃液 タンク	低レベル廃液タンク 液面計較正	57.7/10	247.0	54.0	7	7
	廃液タンク除染運転訓練	57.7/22	49.0	15.0	7	6
	廃液タンク除染用 使用済フィルター搬出	57.9/20～21	177.0	50.0	9	5
	高レベル廃液タンク除染	57.11/29～12/3	973.0	135.0	25	15
	高レベル廃液タンク除染	57.12/13～12/25	833.0	133.0	28	10
	小計	—	2776.0	—	106	69
その他 全般	MK-II記録映画	57.6/1～6/2	124.0	57.0	7	3
	炉内直接観察	57.11/11～11/12	13.0	5.0	5	3
	84系電磁弁の補修	57.12/1～12/2	41.0	17.0	10	5
	小計	—	178.0	—	22	11

6. 運 転 実 績

6. 運 転 実 績

6.1 燃料取扱設備の運転実績

1. 概 要

MK-II 移行に伴い、昭和57年1月から57年12月23日までの約1年間、当初の計画に従い炉心構成要素の交換作業が実施された。この期間中に新炉心構成要素321体、使用済炉心構成要素323体が取扱われると同時に、多数の場合に適切なる対処を施した事が、MK-II用炉心における初臨界達成に大きく貢献した。

炉心構成要素の交換は、炉内燃料取扱及び燃料移送に分けられる。炉内燃料取扱は、使用済炉心構成要素を炉心からA型(移送用)ポットに、また新炉心構成要素をA型ポットから炉心への移送を行うものである。

燃料移送は、新炉心構成要素を新燃料貯蔵設備から炉内貯蔵ラックへ移送する作業であり、使用済炉心構成要素は炉内貯蔵ラックから使用済燃料貯蔵設備第1プールへの移送作業並びに第1プールからSFF使用済燃料貯蔵施設第2プールへ移送する作業(以下、プール間移送と称す。)である。

1) 炉内燃料取扱及び燃料移送の準備、後始末に伴う主な作業を以下に記す。

(1) 燃料交換機孔プラグ引抜き装荷

孔プラグは、回転プラグ上ホールドダウン機構のホールドダウン軸内に装荷され、原子炉運転時には炉内からの放射線遮蔽を行うものであり、燃料交換作業に伴い引抜かれる。

(2) 燃料交換機孔案内(I)(II)スリーブ引抜き・装荷

案内スリーブ(I)(II)は燃料交換機による炉内燃料取扱前にホールドダウン軸内に装荷され、燃料取扱位置での偏芯を押えるものである。また、原子炉運転および燃料移送時には、炉上部から引抜かれる。

(3) 燃料出入案内筒据付・撤去

燃料出入案内筒は、ポット、案内スリーブ(I)(II)、孔プラグ、その他のプラグを炉上部で取扱う際の放射線遮蔽及び耐圧部を形成するものであり、使用時のみ燃料交換機孔ドアバルブ上にクレーンにより据付られる。

(4) 燃料出入機、燃料交換機グリッパ洗浄

燃料出入機及び燃料交換機のグリッパは燃料取扱い終了後つかみ部洗浄設備にて付着Naの洗浄が行われる。洗浄は、アルコール洗浄液中に浸漬し、アルゴンガスバブリング、アルコール循環およびアルコール浸漬等の方法によって行う。

(5) キャスクカーグリッパ洗浄

グリッパーは燃料移送終了後、グリッパ保守点検設備にて洗浄され、構造上付着Naが少ないことから、洗浄液は脱塩水を使用し、循環洗浄を行う。

(6) 燃料出入機及びキャスクカー、ドリッパン交換

ドリップパンは各機器ドアバルブの弁体にセットされ、予め計画された交換頻度に基づき定期的に交換する。

2) 炉内燃料取扱及び燃料移送に伴う運転を以下に記す。

(1) 炉内燃料取扱作業

原子炉容器内での炉心構成要素の移動は、回転プラグ上の燃料交換機孔ドアバルブを介して行われ、作業に当っては、前記のドアバルブ上に燃料交換機を据付け、炉心構成要素の、「握み」「離し」を行う交換機グリッパの上下動作により、炉内に位置し貯蔵能力 30 体を有する燃料貯蔵ラック（炉外燃料移送と炉内燃料取扱作業の中継点となる）に装荷貯蔵されている新使用済炉心構成要素を吊り上げ、回転プラグの運転操作と組み合わせることにより炉心及び貯蔵ラックの任意の位置で取扱を行うことができる。なお、炉心領域における炉心構成要素の引抜きに当っては、周囲に位置する炉心構成要素の同時浮き上りを防止するためホールドダウン軸を下降し、隣接炉心構成要素を拘束した状態にて行われる。

(2) 燃料移送作業

新炉心構成要素（燃料）を原子炉容器内に位置する燃料貯蔵ラックに移送するに当っては新燃料貯蔵設備に予め受入れ貯蔵されている炉心構成要素を新燃料移送台車を用いて燃料取扱用キャスクカーへ移送する。燃料取扱用キャスクカーは、新使用済炉心構成要素を取扱う機能を有し、新燃料の取扱においては、貯蔵設備にて予熱された燃料をキャスクカーグリッパにて吊り上げ、移送台車にてトランスファーロータ設備へ移動し、格納容器内・外の燃料移送中継点にあるトランスファーロータラック内へ、新燃料の装荷を行う。トランスファーロータラック内部には、使用済燃料の移送に用いられた空の燃料移送ポットが位置し、トランスファーロータを回転することにより、新燃料の装荷されたラックが格納容器内側へ移動し、格納容器内部における燃料の移送を行う燃料出入機に引き継がれる。燃料出入機は、格納容器外側から移送された新燃料を移送用ポットに装荷した状態にて走行用台車により移動し、所定の炉内貯蔵ラックに位置決めされた回転プラグ上の出入案内筒に接続し、炉内燃料取扱と同様ドアバルブを介して炉内燃料貯蔵ラックに装荷される。

使用済炉心構成要素（燃料）を使用済燃料貯蔵プールに移送するに当っては、炉内貯蔵ラックに予め貯蔵されている使用済燃料を移送用ポットを用い、燃料出入機グリッパにて吊り上げ、格納容器内・外の中継点であるトランスファーロータラックへ装荷し、トランスファーロータの回転操作により、格納容器外側の燃料移送機器へ受け渡すものである。原子炉容器からトランスファーロータまでの使用済燃料移送に当っては、ポット内に満たされた Na の自然循環により崩壊熱の除去が行われる。格納容器外側では冷却機能を有する燃料取扱用キャスクカーにより、使用済燃料の吊り上げが行われ、台車に収納された後に燃料洗浄設備に設けられたドアバルブ上へ移送される。洗浄設備では、燃料取扱用キャスクカーの走行エリア床下に回転機構付洗浄槽が位置し、キャスクカーより吊り降された使用済燃料は、

洗浄槽内部で蒸気並びに脱塩水による湿式洗浄が行われる。洗浄の終了した使用済燃料は、洗浄槽の回転操作を行い、洗浄設備と缶詰設備の中継をなす回転移送機により缶詰装置へ移送される。缶詰設備には、予め脱塩水を注入し準備された空缶が用意され、回転移送機グリッパにより空缶内部へ装荷される。缶詰された使用済燃料は、使用済燃料貯蔵設備内部に位置し、貯蔵プール（第1プール）と缶詰設備の間を中継する水中台車にて貯蔵ラック領域へ移送され、プール上部に位置する使用済燃料移送機にて所定の貯蔵ラック内へ移送・保管される。使用済燃料の貯蔵に当っては、貯蔵用第1プールと第2プールが設けられ、第1プールから第2プールへのプール間移送は専用のキャスクを用いて行われる。

2. 燃料取扱設備の運転実績

昭和57年1月から57年12月23日までの燃料取扱設備における炉心構成要素等の取扱状況を以下に記す。

1) 設備別の炉心構成要素取扱本数を第6.1-1図に示す。

新炉心構成要素は、新燃料貯蔵設備から321体炉内へ移送した。その内の65体は炉心燃料である。新炉心構成要素の移送ルートにおいて、燃料交換機での取扱本数が77体であるのは臨界試験開始前に12体のラック間移動を行ったためである。

使用済炉心構成要素は炉内から炉外へ323体取り出し、318体を使用済燃料貯蔵設備の第1プールに貯蔵した。その他5体は照射後試験のため、燃料取扱用キャスクカーにより燃料材料試験施設（以下FMFと称す）に移送した。第1プールからは使用済第2プールへ267体と、FMFへ12体の払い出し、逆にFMFから17体と第2プールから2体、使用済第1プールへ受け入れた。第2プールから第1プールへ使用済炉心構成要素を2体移送したのは、中性子源受入収納体を第2プールに移送したためである。

2) 移送した炉心構成要素の内訳を第6.1-1表に示す。

新炉心構成要素については新燃料貯蔵設備から炉心までを示し、また、使用済炉心構成要素については、炉内貯蔵ラックから第1プール、炉内貯蔵ラックから燃料取扱用キャスクカー（FMF渡し）、第1プールからFMF、第1プールから第2プールにおける移動及び取り扱いを表で示したものである。

3) 炉心構成要素等の取扱実績を第6.1-2(1)図に示す。

(1) 炉心構成要素取扱本数

新燃料貯蔵設備から使用済燃料貯蔵設備（回転移送機）までをACT及び機器毎に整理し、取扱本数を合計した。それによると、燃料交換機での取扱本数が735体であり、通常の年間取扱本数約20体の約37倍を1年間で取扱ったことになる。他の設備もそれに比例して増加し、設備の総合計取扱本数は2985体であった。

(2) プラグ、スリーブ類取扱回数

MK-II移行作業準備期間の時、スリーブの取扱回数〔案内スリーブ(I)、15回、案内ス

スリーブ(Ⅱ), 10回)が多いのは, ホールドダウン軸内に案内スリーブ(I)が装荷不可能になったためである。その原因は, ホールドダウン軸内にNaが蒸着したためである。

このため, 案内スリーブ(Ⅱ)にかき落とし治具を取り付け, ホールドダウン軸内を清掃した。案内スリーブの移行期間中総取扱は案内スリーブ(I) 63回, 案内スリーブ(Ⅱ) 60回で, プラグ, スリーブ類の取扱回数総合計は134回であった。

- 4) 炉心構成要素等, 取扱実績(缶詰缶取扱本数)を第6.1-2(2)図に示す。

缶詰缶取扱は, 使用済燃料貯蔵設備(回転移送機), 使用済燃料移送機, SFF使用済燃料移送機での缶詰缶取扱本数を示し, 取扱本数は回転移送機636体, 使用済燃料移送機1260体及びSFF使用済燃料移送機274体であり, 総合計2170体であった。

- 5) 炉心構成要素等の取扱実績を第6.1-2(3)図に示す。

- (1) グリッパ洗浄回数

グリッパ洗浄回数は, 燃料出入機43回, 燃料交換機26回及びキャスクカー10回であり総合計79回であった。

- (2) ドリップパン交換回数

ドリップパン交換回数は, 燃料出入機40回及びキャスクカー14回であり, 総合計54回であった。

- (3) 移送キャスク取扱回数

プール間移送(第1プール↔第2プール)に用いた移送キャスク取扱回数は26回及び, FMF間移送(第1プール↔FMF)に用いた移送キャスク取扱回数は21回であり, 総合計47回であった。

- 6) 57年1月から57年12月23日までの燃料取扱設備における炉外へのNa排出量を, 第6.1-3図に示す。

燃料出入機ドリップパン7.908 kg, キャスクカードリップパン5.81 kg, 燃料洗浄設備6.393 kg及びトランスファーロータドレンタンク221.6 kgであり, 総合計241.711 kgのNaが炉内から炉外へ持出された。

- 7) 57年1月から57年12月23日までの燃料取扱設備における運転実績を以下に記す。

- (1) 燃料取扱設備, ドアバルブ開閉動作回数を第6.1-4(1)図に示す。

燃料交換機孔802回, 燃料交換機26回, 燃料出入機1556回, トランスファーロータ貯蔵設備側643回, トランスファーロータ格納容器側643回, 燃料取扱用キャスクカー1286回, 燃料洗浄設備床636回, 燃料洗浄槽318回, 新燃料貯蔵設備側222回及び新燃料キャスクカー側321回であり, 設備の総合計6453回であった。新燃料貯蔵設備側と新燃料キャスクカー側の開閉回数が異なるのは, 新燃料貯蔵設備側のドアバルブシールパッキングが57年6月に損傷したため, 57年9月に復旧するまで開閉操作を行わなかったことによる。

- (2) 燃料取扱設備のグリッパ運転実績を第6.1-4(2)図に示す。

a) グリッパ爪開閉動作回数

グリッパ爪開閉動作回数は燃料交換機 781 回, 燃料出入機 800 回, 燃料取扱用キャスクカー 644 回, 回転移送機 954 回, 使用済燃料移送機 1276 回, SFF 使用済燃料移送機 274 回及び装填燃料移送機 321 回であり, 設備の総合計 5050 回であった。

b) グリッパ上下動作回数

グリッパ上下動作回数は, 燃料交換機 1562 回, 燃料出入機 1604 回, 燃料取扱用キャスクカー 1288 回, 回転移送機 1908 回, 使用済燃料移送機 2512 回, SFF 使用済燃料移送機 548 回及び装填燃料移送機 642 回であり, 設備の総合計 10064 回であった。

(3) 燃料取扱設備の動作実績を第 6.1 - 4(3)図に示す。

a) 回転回数

回転回数は, 小回転プラグ 3249 回, 大回転プラグ 3461 回, トランスファーローター 323 回, 燃料洗浄槽 318 回及び回転移送機 318 回であり, 設備の総合計 7669 回であった。

b) 上下動作回数

上下動作回数は, 回転プラグ 307 回, 燃料交換機ホールドダウン軸 1562 回, 燃料出入機可動ブロック 1604 回, 燃料取扱用キャスクカー遮蔽リング 1288 回及び燃料洗浄設備連絡管 318 回であり, 設備の総合計 5079 回であった。

(4) 燃料取扱設備の起動停止動作回数を第 6.1 - 4(4)図に示す。

起動停止回数は, 燃料出入機走行台車 1540 回, 燃料出入機横行台車 356 回, 燃料取扱用キャスクカー 1791 回, 水中台車 1272 回, 使用済燃料移送機走行・横行台車各 1222 回及び SFF 使用済燃料移送機走行・横行台車が各 274 回であり, 設備の総合計 7951 回であった。

(5) 燃料取扱設備の走行距離を第 6.1 - 4(5)図に示す。

走行距離は, 燃料出入機走行台車約 5221 m, 燃料出入機横行台車約 1936 m, 燃料取扱用キャスクカー台車約 7992 m, 水中台車約 3688 m, 使用済燃料移送機走行台車約 1240 m, 使用済燃料移送機横行台車約 6200 m, SFF 使用済燃料移送機走行台車約 8070 m 及び SFF 使用済燃料移送機横行台車約 3985 m であり, 設備の合計 49492 m であった。

(6) 燃料取扱設備のヒータ投入時間を第 6.1 - 4(6)図に示す。

ヒータ投入時間は, 回転プラグフリーズシールメタル 5597 Hr, 燃料交換機軸封部 1111 Hr, 燃料交換機予熱スリーブ 3328 Hr, 燃料出入機コフィン部 3391 Hr, 燃料出入機駆動部 3527 Hr, トランスファーロータ (格納容器側案内管, 貯蔵設備側案内管, ラック) 各 3421 Hr, トランスファーロータ Na 受皿 3006 Hr 及び燃料取扱用キャスクカー加熱器が 530 Hr であり, 設備の総合計 30753 Hr であった。

(7) 燃料取扱設備の回転機器起動停止動作回数を第 6.1 - 4(7)図に示す。

回転機器起動停止回数は、小回転プラグ駆動モーター 1368回及び大回転プラグ駆動モーター 2256回を示し、全設備の総合計 10744回であった。

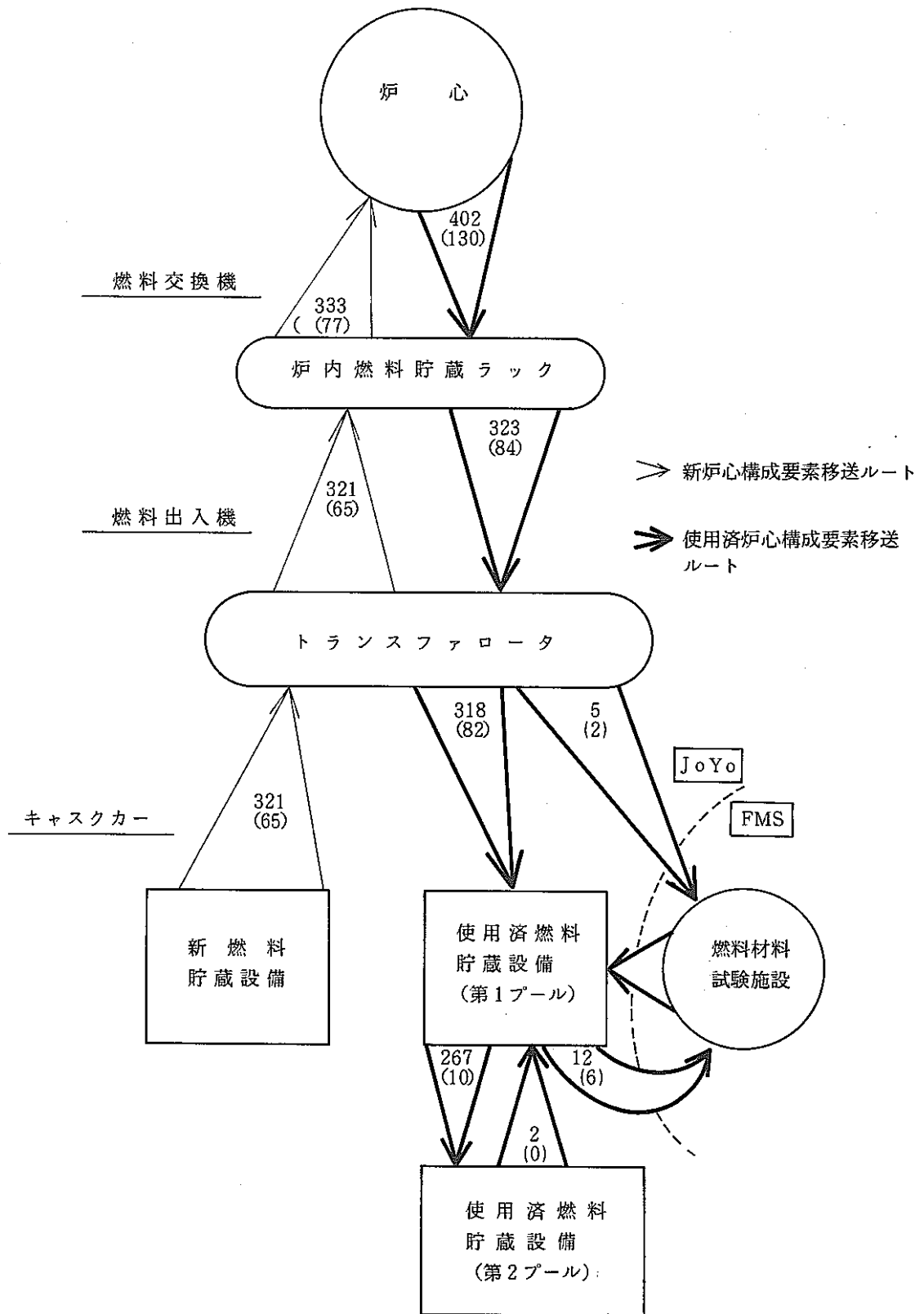
(8) 燃料取扱設備の回転機器運転時間を第 6.1 - 4(8)図に示す。

回転機器運転時間は小回転プラグ駆動モーター 52 Hr 及び大回転プラグ駆動モーター 94 Hr を示し、全設備の総合計 25524 Hr であった。

(8) 燃料取扱設備の運転実績を据付時から 57 年 12 月 23 日まで及び 57 年 1 月から 57 年 12 月 23 日までに整理し、第 6.1 - 5 図に示した。

(9) 燃料取扱設備に発生した主な異常、故障件数を第 6.1 - 2 表に整理した。

(10) 燃料取扱設備に発生した主な異常、故障発生件数を第 6.1 - 6 図に整理した。



()内は炉心燃料本数を示す。

第 6.1 - 1 図 炉心構成要素取扱本数

Fig. 6.1 - 1 Fuel Assembly Handling Actual Volume.

年月日	S56年度					S57年度							計					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
項目	ACT-1	ACT-2	ACT-3	ACT-4	ACT-5	ACT-6	ACT-7	ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13	ACT-14	ACT-15	11/22		
MK-II 移行基本工																		
(実績)																		
炉心構成要素取扱本数	新燃料貯蔵設備					(90)		(60)	(60)			(64)				(17)	(321)	
	燃料交換機	*1 (79)	(60)		(180)		(120)	(121)				(128)				(34)	(735)	
	燃料出入機		(60)		(180)		(120)	(121)				(128)				(34)	(644)	
	燃料取扱用キャスクカー (FMFキャスクカー) 渡しを含む		(60)		(180)		(120)	(121)				(128)				(34)	(644)	
	燃料取扱用キャスクカー (FMFキャスクカー) 渡し		(2)		(1)		(1)	(1)									(5)	
	燃料洗浄設備		(28)		(89)		(59)	(60)				(64)				(17)	(318)	
	使用済燃料貯蔵設備 (回転移送機)		(28)		(89)		(59)	(60)				(64)				(17)	(318)	
	合計	(79)	(268)		(809)		(539)	(544)				(576)			(12)	(153)	2985	
	*1 一引技荷重試験時における79体取扱を含む。																	
	ブラッグ・スリーブ取扱回数	交換機孔ブラッグ	(11)										(1)	(1)		(1)		(4)
炉内検査孔 (B) ブラッグ								(1)				(1)					(2)	
交換機孔案内スリーブ(I)		*2 (15)	(4)		(13)		(7)	(9)				(8)		(2)	(1)	(3)	(63)	
交換機孔案内スリーブ(II)		*2 (10)	(4)		(13)		(7)	(9)				(8)		(2)	(1)	(3)	(60)	
r線源明案内スリーブ														(2)	(1)		(5)	
合計	(26)	(8)		(26)		(14)	(18)				(18)		(1)	(5)	(3)	(7)	134	

*2 ホールドダウン軸内にNaが蒸着していたため案内スリーブIが装荷不能になった。案内スリーブIIにNaをかき落とし治具を取り付けNaのかき落としを行った為取扱回数が多い。

第 6.1 - 2 (1) 図 炉心構成要素等の取扱実績

Fig. 6.1 - 2(1) Fuel Assembly Handling Actual Result.

年月日	S 5 6 年度						S 5 7 年度						計				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
項目	ACT-1	ACT-2	ACT-3	ACT-4	ACT-5	ACT-6	ACT-7	ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13	ACT-14	ACT-15		
(実績)																	
取扱本数	回転移送機 (空缶)		(28)		(89)		(59)	(60)				(64)			(17)	(318)	
	回転移送機 (缶詰)		(28)		(89)		(59)	(60)				(64)			(17)	(318)	
	使用済燃料移送機 (空缶)		(56)		(178)		(118)	(120)				(128)			(34)	(636)	
	使用済燃料移送機 (缶詰)		(28)		(89)		(59)	(60)				(64)			(17)	(318)	
	使用済燃料移送機 (FMP受入れ缶詰)		(5)		(2)			(1)	(2)			(2)	(3)	(1)		(1)	(17)
	使用済燃料移送機 (FMP受出し缶詰)		(1)		(2)		(1)	(1)	(2)			(2)	(2)	(1)			(12)
	使用済燃料移送機 (常陽缶詰)	(11)	(22)	(12)	(11)	(32)	(44)	(10)	(11)		(63)			(32)		(2)	(250)
	使用済燃料移送機 (FMP缶詰)			(10)			(1)				(1)			(1)	(4)		(17)
	SFF使用済燃料移送機 (常陽缶詰)	(11)	(22)	(12)	(11)	(32)	(44)	(10)	(11)		(63)			(32)		(2)	(250)
	SFF使用済燃料移送機 (FMP缶詰)			(10)			(1)				(1)			(1)	(4)		(17)
	SFF使用済燃料移送機 (缶詰払出し)					(2)											(2)
	使用済燃料移送機 (SFFからの缶詰受入れ)					(2)											(2)
	SFF使用済燃料移送機 (FMP缶詰ラック間移送)						(1)										(1)
	SFF使用済燃料移送機 (常陽缶詰ラック間移送)						(4)										(4)
	使用済燃料移送機 (常陽缶詰ラック間移動)												(1)		(7)		(8)
取扱本数合計	(22)	(190)		(471)		(70)	(389)	(326)		(128)	(4)	(326)	(75)	(12)	(86)	2170	
																2170	

第 6.1 - 2 (2) 図 炉心構成要素等の取扱実績

Fig. 6.1 - 2 (2) Fuel Assembly Handling Actual Result.

年月日 項目	S.56年度						S.57年度						計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
MK-II移行基本工程 (実績)	ACT-1 ACT-2 ACT-3	ACT-4 ACT-5		ACT-6		ACT-7 ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13 ACT-14	ACT-15 11/22		
燃料出入機		(4)		(12)		(8)	(8)			(9)			(2)	(43)
燃料交換機	(1)	(4)		(6)		(4)	(4)			(4)		(1)	(2)	(26)
キャスクカー		(1)				(2)	(3)			(3)			(1)	(10)
回数		(9)		(18)		(14)	(15)			(16)			(5)	79
合計	(1)											(1)		79

燃料出入機		(3)		(12)		(8)	(8)			(7)			(2)	(40)
キャスクカー		(2)		(5)		(3)	(2)			(1)			(1)	(14)
回数		(5)		(17)		(11)	(10)			(8)			(3)	54
合計		(5)											(3)	54

プール移送 (S/F-SFF)	(1)	(2)	②	(1)	(4)	(4)	①	(1)	(5)			(3)	①	(26)
FMF間移送 (S/F-FMF)		(3)		(2)		(2)	(2)			(2)	(3)	(3)	① ②	(21)
回数		(5)	②	(3)	(4)	(6)	(3)	(6)	(2)	(3)	(3)	① ③	(1)	47
合計														47

第 6.1 - 2(3) 図 炉心構成要素等の取扱実績

Fig. 6.1-2(3) Fuel Assembly Handling Actual Result.

年月日 項目	S.56年度				S.57年度								計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MK-II移行基本工程 (実績)	ACT-1	ACT-4	ACT-6	ACT-7	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-15	11/22			
	ACT-2	ACT-3	ACT-5	ACT-8									
炉外へのNa排出量 (g)	燃料出入機 ドリップパン	(1198)	(3250)	(740)	(900)			(1540)				(280)	(7908)
	キャスクカード ドリップパン	(710)	(1660)	(1039)	(940)			(1090)				(371)	(5810)
	洗浄設備	(735)	(1643)	(1028)	(1123)			(1585)				(279)	(6393)
	トランスフェロー ドレンタンク	(6700)	(87600)	(68600)	(44600)			(13700)				(400)	221600
	合計	(9343)	(94153)	(71407)	(47563)			(17915)				(1330)	241711

第 6.1 - 3 図 炉外へのNa排出量

Fig. 6.1-3 Sodium Displace Volume To Out of Fuel Handling Equipment.

年月日 項目	S.5 6年度					S.5 7年度							計		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
MK-II 移行基本工程 (実績)	ACT-1 ACT-2 ACT-3	ACT-4 ACT-5		ACT-6		ACT-7 ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13 ACT-14	ACT-15 11/22			
燃料交換機孔	(27)	(72)		(212)		(138)	(143)			(150)	(1)	(7)	(3)	(41)	(802)
燃料交換機	(1)	(4)		(6)		(4)	(4)			(4)		(1)		(2)	(26)
燃料出入機	(52)	(135)		(412)		(268)	(278)			(292)	(2)	(14)	(6)	(82)	(1556)
トランスフェータ 貯蔵設備側		(60)		(180)		(120)	(121)			(128)				(34)	(643)
トランスフェータ 格納容器側		(60)		(180)		(120)	(121)			(128)				(34)	(643)
燃料取扱用 キャスカーク		(120)		(360)		(240)	(240)			(256)				(68)	(1286)
燃料洗淨 設備床		(56)		(178)		(118)	(120)			(128)				(34)	(636)
燃料洗淨 槽		(28)		(89)		(59)	(60)			(64)				(17)	(318)
新燃料貯蔵 設備側		(30)		(90)		(21)				(64)				(17)	(222)
新燃料 キャスカーク側		(30)		(90)		(60)	(60)			(64)				(17)	(321)
合計	(80)	(596)		(1797)		(1148)	(1147)			(1276)	(3)	(21)	(9)	(346)	6453

第 6.1 - 4 (1) 図 燃料取扱設備の運転実績

Fig. 6.1-4(1) Fuel Handling Equipment Operation Result.

年月日 項目	S.5.6年度						S.5.7年度						計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
(MK-II移行基本工) (実績) 燃料交換機 燃料出入機 燃料取扱用 キャスタカー 回転移送機 使用燃料 移送機 SFF使用済 燃料移送機 装填燃料移送機 合計	ACT-1 ACT-2 ACT-3	ACT-4 ACT-5		ACT-6		ACT-7 ACT-8	ACT-9	ACT-10 ACT-11	ACT-12	ACT-13 ACT-14	ACT-15 11/22		
グリッパ	(79)	(94)		(180)		(120)	(121)		(128)		(24)	(34)	(781)
開	(26)	(68)		(206)		(134)	(139)		(146)	(1)	(7)	(3)	(800)
閉		(60)		(180)		(120)	(121)		(128)			(34)	(644)
動		(84)		(267)		(177)	(180)		(192)			(51)	(954)
作		(112)		(281)		(222)	(194)		(198)			(61)	(1276)
回	(11)	(22)	(22)	(11)	(35)	(49)	(11)	(64)		(35)	(6)	(51)	(274)
数	(11)	(22)	(22)	(11)	(35)	(49)	(11)			(33)	(16)		(274)
(回)		(30)		(90)		(60)	(60)		(64)			(17)	(321)
				(1215)		(882)	(826)		(856)				5050
合計	005	(470)	(44)		(90)			(132)		(69)	(13)	(45)	5050
グリッパ	(158)	(188)		(360)		(240)	(242)		(256)		(48)	(68)	(1562)
下	(52)	(136)		(412)		(268)	(278)		(292)	(2)	(12)	(8)	(1604)
動		(120)		(360)		(240)	(242)		(256)			(68)	(1288)
作		(168)		(534)		(354)	(360)		(384)			(102)	(1908)
回	(12)	(224)	(44)	(552)		(444)	(388)	(136)	(396)	(70)	(12)	(102)	(2512)
数	(2)	(44)	(44)	(22)	(70)	(98)	(22)	(128)		(66)	(12)		(548)
(回)		(60)		(180)		(120)	(120)		(128)			(34)	(642)
合計	210	(940)	(89)	(2430)	(140)	(1764)	(1652)	(264)	(1712)	(138)	(26)	(106)	10064

第 6.1 - 4(2) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-4(2) Fuel Handling Equipment Operation Result.

年月日 項目	S.5 6年度				S.5 7年度								計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
MK-II移行基本工程 (実績)	ACT-1 ACT-2 ACT-3	ACT-4 ACT-5		ACT-6		ACT-7 ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13 ACT-14	ACT-15 11/22		
回転ブラグ (小)	100	(582)		(680)		(462)	(463)	(272)		(400)	(261)		(29)	(3249)
回転ブラグ (大)	(364)	(146)		(981)		(444)	(445)	(277)		(367)	(398)		(39)	(3461)
トランスファ ロータ		(30)		(90)		(60)	(61)			(64)			(17)	(323)
燃料洗浄槽		(28)		(89)		(59)	(60)			(64)			(17)	(318)
回転移送機		(28)		(89)		(59)	(60)			(64)			(17)	(318)
合計	(464)	(814)		(1929)		(1084)	(1089)	(549)		(959)	(659)		(119)	7669

回転ブラグ ジャッキ	120			(43)		(26)	(29)			(33)	(1)	3	8	(6)	(15)	(307)
燃料交換機 ホールドダウン軸	(158)	(188)		(360)		(240)	(242)			(256)		48			(68)	(1562)
燃料出入機 可動ブロック	(52)	(136)		(412)		(268)	(278)			(292)		2	4	58	(6)	(82)
燃取用キャスク カー遮蔽リング		(120)		(360)		(240)	(242)			(256)					(68)	(1288)
燃料洗浄 設備連絡管		(28)		(89)		(59)	(60)			(64)					(17)	(318)
合計	(330)	(592)		(1264)		(833)	(851)			(901)	(3)	7	14	12	(250)	5079

第 6.1 - 4 (3) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-4(3) Fuel Handling Equipment Operation Result.

年月日	S.5 6年度					S.5 7年度							計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
項目	ACT-1	ACT-4		ACT-6		ACT-7	ACT-9		ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-15		
(実績)	ACT-2	ACT-3	ACT-5			ACT-8						ACT-13	ACT-14	
起														
動														
止														
動作回数														
(回)														
燃料出入機走行台車	(52)	(136)		(412)		(268)	(278)			(292)			(82)	(1540)
燃料出入機横行台車	(26)	(36)		(95)		(54)	(65)			(65)		(2)	(12)	(356)
燃料取扱用キャスカータ車		(90)		(540)		(360)	(363)			(384)			(51)	(1791)
水中台車		(112)		(356)		(236)	(240)			(256)			(68)	(1272)
使用済燃料移送機走行台車		(112)		(281)	(35)	(222)	(194)	(68)		(197)		(35)	(6)	(1222)
使用済燃料移送機横行台車		(112)		(281)	(35)	(222)	(194)	(68)		(197)		(35)	(6)	(1222)
S F F使用済燃料移送機走行台車	(11)	(22)	(22)	(11)	(35)	(49)	(11)	(64)				(33)	(6)	(274)
S F F使用済燃料移送機横行台車	(11)	(22)	(22)	(11)	(35)	(49)	(11)	(64)				(33)	(6)	(274)
合計	(78)	(222)	(44)	(1987)	(140)	(1460)	(1356)	(264)		(1391)		(140)	(26)	7951

第 6.1 - 4 (4) 図 燃料取扱設備運転実績
 Fig. 6.1-4(4) Fuel Handling Equipment Operation Result.

年月日	S.56年度						S.57年度						計			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
項目	ACT-1	ACT-2	ACT-3	ACT-4	ACT-5	ACT-6	ACT-7	ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13	ACT-14	ACT-15	11/22
(実績)																
走行距離	移送出入機 走行台車	(262)	(446)		(1358)		(872)	(918)				(963)	(12)	(30)	(280)	(5221)
	燃料出入機 横行台車	(54)	(173)		(523)		(341)	(352)				(366)	(4)	(6)	(102)	(1936)
	燃料取扱用 キヤスカカー台車		(772)		(2191)		(1475)	(1482)				(1511)			(533)	(7992)
	水中台車		(325)		(1032)		(684)	(696)				(742)			(197)	(3688)
	使用済燃料 移送機走行台車	(110)	(1120)	(220)	(2810)	(340)	(2220)	(1940)		(680)		(1980)	(350)	(60)	(510)	(12400)
	使用済燃料 移送機横行台車	(55)	(560)	(110)	(1405)	(170)	(1110)	(970)		(340)		(990)	(175)	(30)	(255)	(6200)
	SFF使用済 燃料移送機走行台車	(38)	(660)	(560)	(330)	(1050)	(1320)	(30)	(330)				(990)	(30)	(30)	(8070)
	SFF使用済 燃料移送機横行台車	(6)	(330)	(330)	(165)	(525)	(660)	(15)	(165)		(960)		(445)		(30)	(3985)
	合計	(316)	(4386)	(330)	(9814)	(2085)	(8682)	(6853)		(3900)		(6997)	(1531)	(36)	(1877)	49492

第 6.1 - 4 (5) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-4(5) Fuel Handling Equipment Operation Result.

年月日 項目	S.5 6年度					S.5 7年度							計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
MK-II移行基本工 (実績) 回転プラグ フリースシール メタル 燃料交換機 軸封部 燃料交換機 予熱スリーブ 燃料出入機 コフィン内 燃料出入機 駆動部 トランスファー ーター格納容 器側案内管 トランスファー ーター貯蔵設備 側案内管 トランスファー ーターラック トランスファー ーターNa受口用 燃料取扱用 キャスクカー 予熱	ACT-1 ACT-2 ACT-3	ACT-4 ACT-5	ACT-6	ACT-7 ACT-8	ACT-9	ACT-10 ACT-11	ACT-12	ACT-13 ACT-14	ACT-15 11/22				
	(360)	(880)	(1008)	(621)	(696)		(880)	(264)		(168)	(240)	(360)	(5597)
	(120)	(139)	(185)	(125)	(120)		(122)	(144)				(156)	(1111)
	(216)	(888)	(1056)	(110)	(120)		(122)	(216)		(240)	(360)		(3328)
	(32)	(384)	(1056)	(490)	(501)		(520)	(72)		(240)			(3391)
	(96)	(384)	(1056)	(490)	(501)		(520)	(72)		(96)	(312)		(3527)
		(207)	(958)	(630)	(632)		(730)				(264)		(3421)
		(207)	(958)	(630)	(632)		(730)				(264)		(3421)
		(207)	(958)	(630)	(632)		(730)				(264)		(3421)
		(264)	(582)	(630)	(632)		(730)				(168)		(3106)
		(49)	(150)	(100)	(100)		(110)				(21)		(530)
	(824)	(3609)	(7967)	(4456)	(4566)		(5194)	(1608)		(2409)			30753
													30753

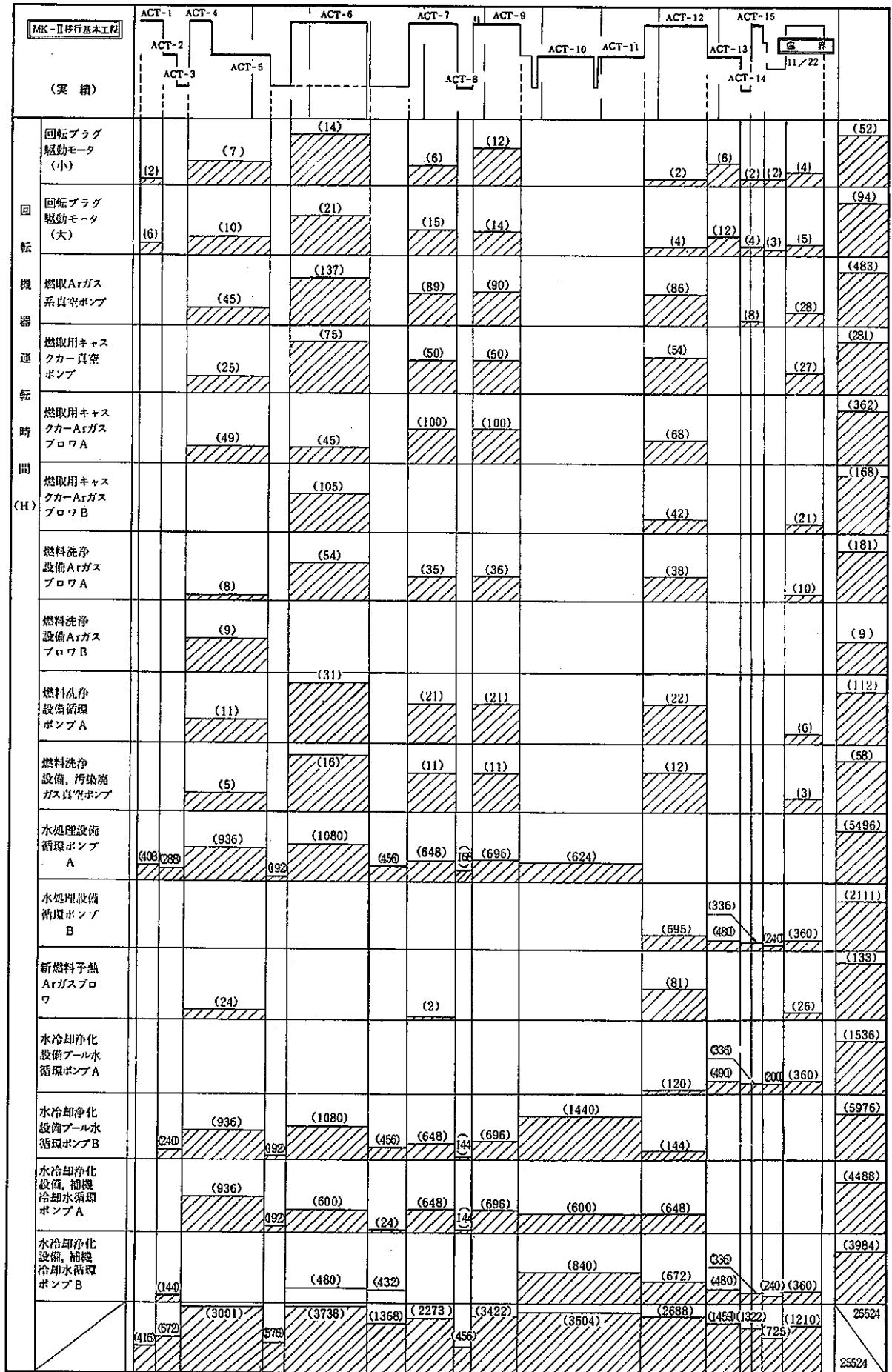
第 6.1 - 4 (6) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-4(6) Fuel Handling Equipment Operation Result.

MK-II 移行基本工程		ACT-1	ACT-2	ACT-3	ACT-4	ACT-5	ACT-6	ACT-7	ACT-8	ACT-9	ACT-10	ACT-11	ACT-12	ACT-13	ACT-14	ACT-15	計		
回 転 機 器 起 動 停 止 作 回 致 (回)	回転プラグ 駆動モータ (小)		(48)		(168)		(336)		(144)	(288)			(48)	(144)	(48)	(48)	(96)	(1368)	
	回転プラグ 駆動モータ (大)		(144)		(240)		(504)		(360)	(336)			(96)	(288)	(96)	(72)	(120)	(2256)	
	燃料Arガス 系真空ポンプ				(270)		(822)		(534)	(540)			(516)		(48)		(168)	(2898)	
	燃取用キャス クカー真空 ポンプ				(150)		(450)		(300)	(300)			(324)				(162)	(1686)	
	燃取用キャス クカーArガス ブロウA				(179)		(73)		(162)	(162)			(103)					(579)	
	燃取川キャス クカーArガス ブロウB				(170)									(68)			(31)	(269)	
	燃料洗浄 設備Arガス ブロウA				(14)		(75)		(62)	(64)				(67)			(12)	(319)	
	燃料洗浄 設備Arガス ブロウB				(16)													(16)	
	燃料洗浄 設備循環 ポンプA				(133)		(93)		(63)	(63)				(66)			(18)	(336)	
	燃料洗浄 設備汚染液 ガス真空ポンプ				(79)		(253)		(174)	(174)				(189)			(47)	(916)	
	水処理設備 循環ポンプ A																	(2)	
	水処理設備 循環ポンプ B																	(1)	
	新燃料予熱 Arガスブロ ウ				(16)				(1)					(54)			(17)	(88)	
	水冷却浄化 設備プール水 循環ポンプA																	(1)	
	水冷却浄化 設備プール水 循環ポンプB																	(1)	
	水冷却浄化 設備、補機 冷却水循環 ポンプA																	(4)	
	水冷却浄化 設備、補機 冷却水循環 ポンプB																	(4)	
	計	(992)			(1235)		(2626)		(1800)	(1927)				(1531)	(432)	(183)	(20)	(676)	(10744)

第 6.1 - 4 (7) 図 燃料取扱設備運転実績

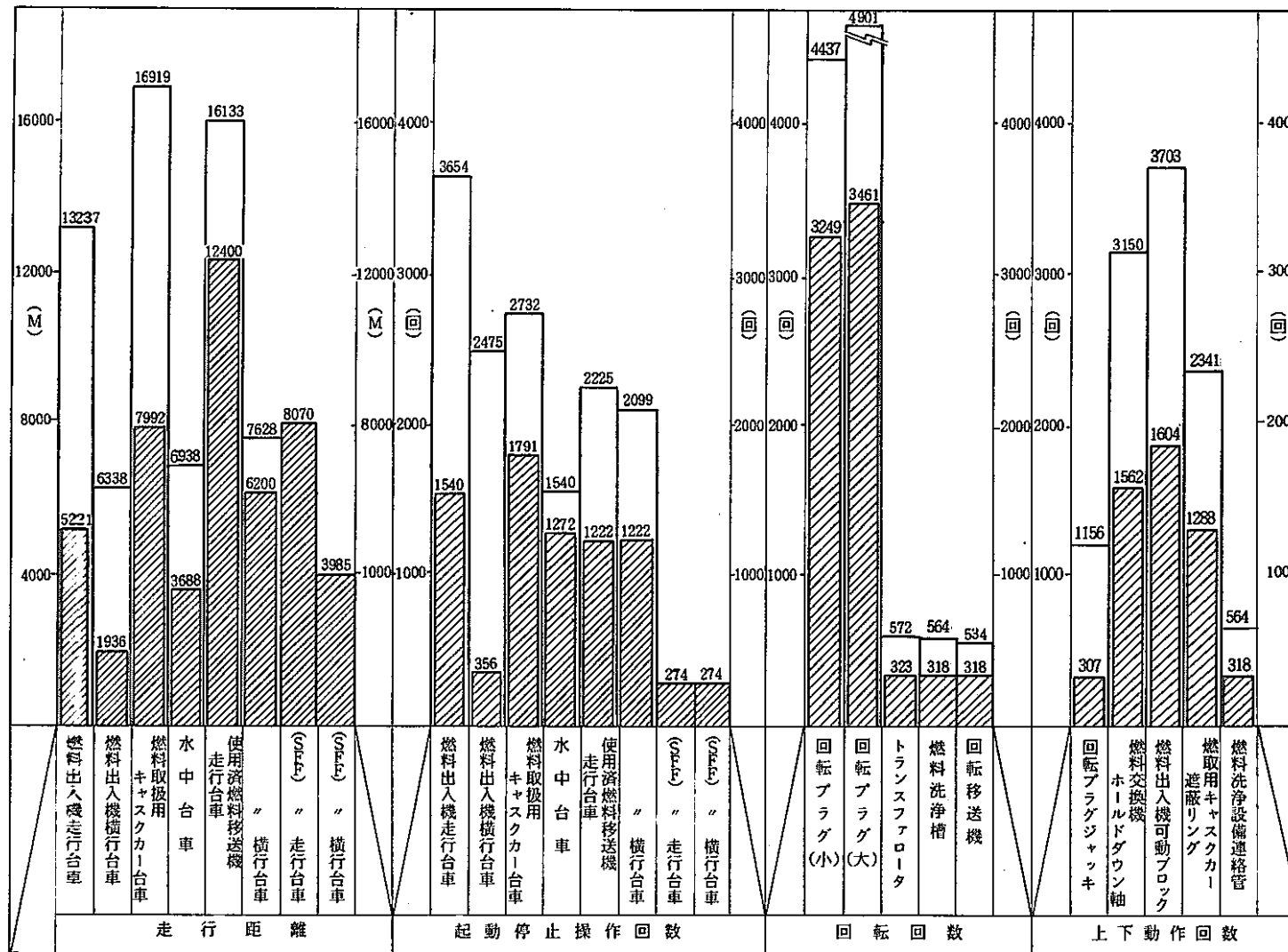
Fig. 6.1-4(7) Fuel Handling Equipment Operation Result.



第 6.1 - 4 (8) 図 燃料取扱設備運転実績

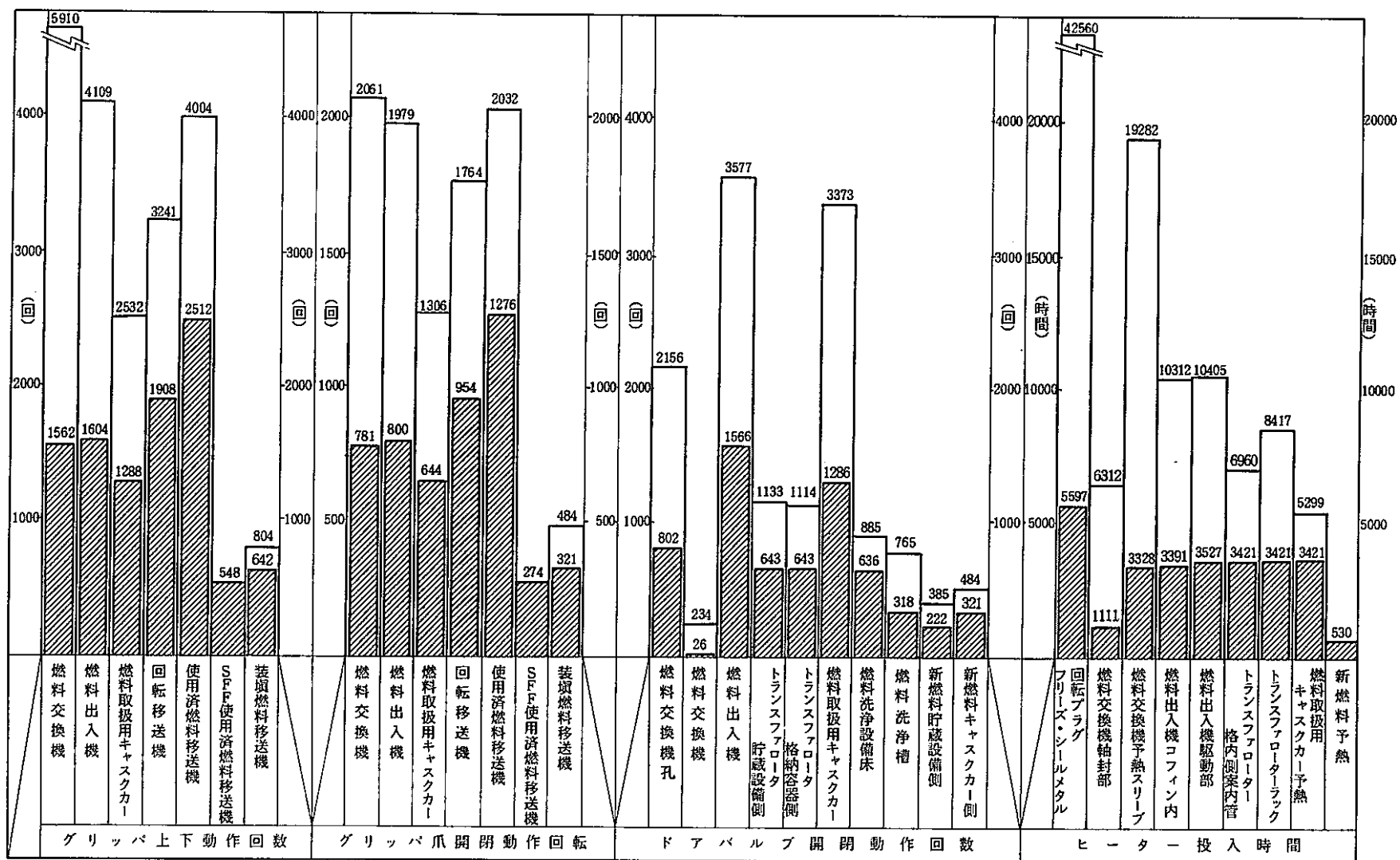
Fig. 6.1-4(8) Fuel Handling Equipment Operation Result.

: 57.1 ~ 57.12.23 までの運転実績
 : 据付 ~ 57.12.23 までの運転実績



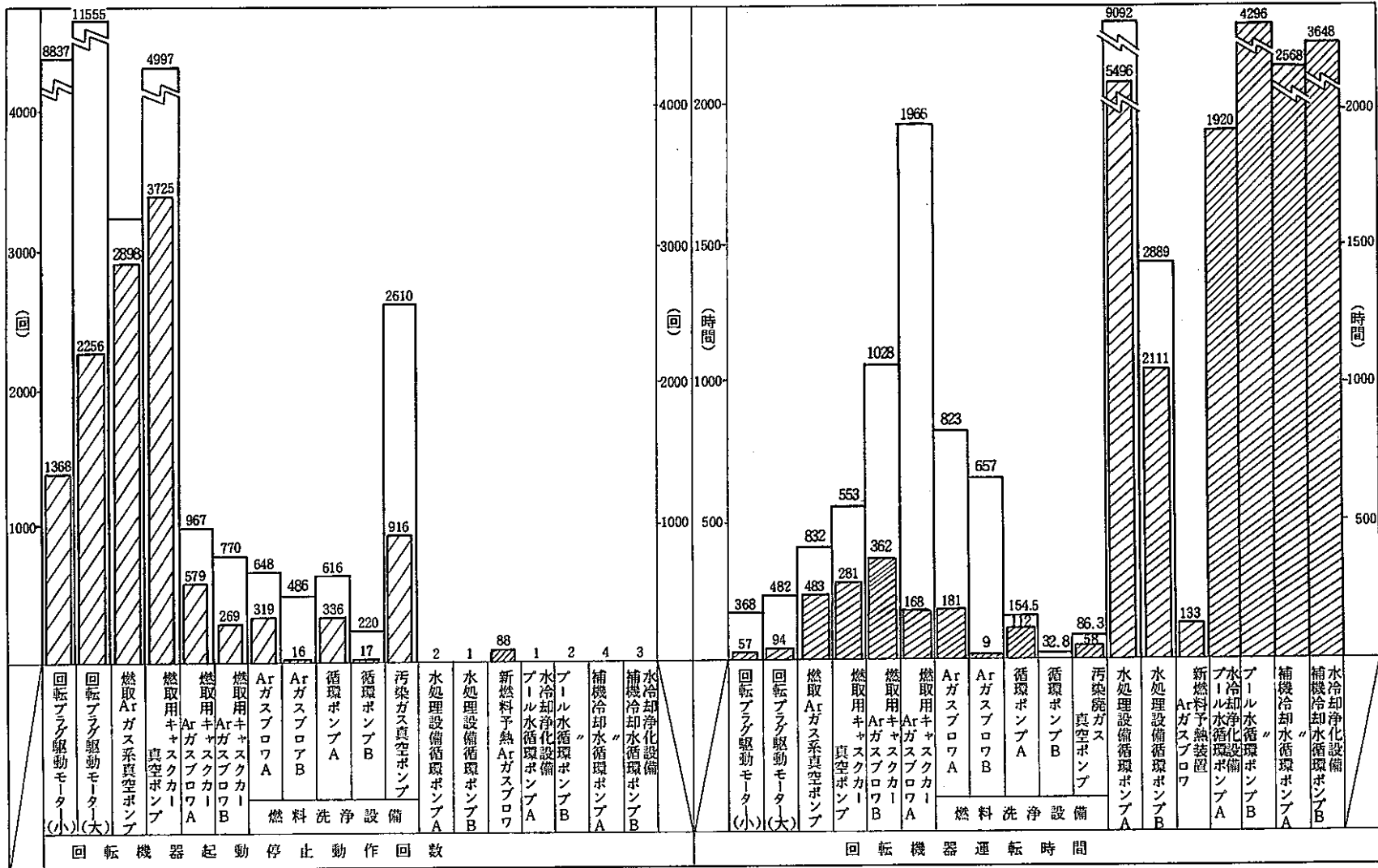
第 6.1 - 5(1) 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-5(1) Fuel Handling Equipment Operation Result.



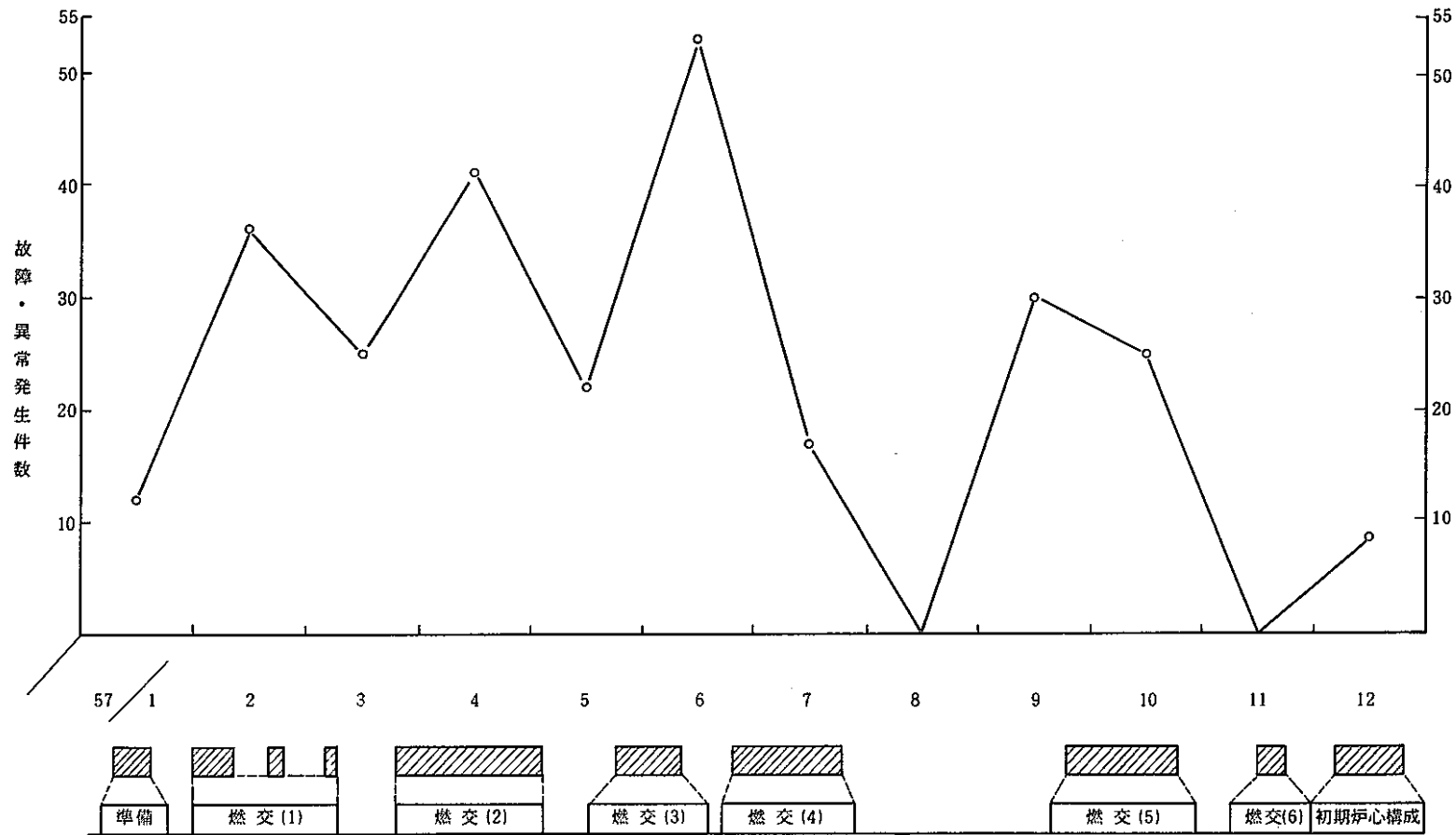
第 6.1 - 5 (2) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-5(2) Fuel Handling Equipment Operation Result.



第 6.1 - 5(3) 図 燃料取扱設備運転実績

Fig. 6.1-5(3) Fuel Handling Equipment Operation Result.



第 6.1 - 6 図 燃料取扱設備における主な異常・故障発生件数
 Fig. 6.1-6 Main Alarm and Trouble Occurrence of The Fuel Handling Facilities

第 6.1-1 表 移送した炉心構成要素の内訳
Table 6.1-1 Transported Fuel Assembly Details.

期間：昭和 57 年 1 月～昭和 57 年 12 月 23 日									
名 称	新炉心 構 成 要 素	使用済炉心構成要素							
		S/Fプール 貯 蔵 ラ ッ ク	キャスク F M F 渡 し	S/Fプール F M F 払 出 し	S/Fプール F M F 受 入 れ	プール間 移 送 S/F→SFF	プール間 移 送 SFF→S/F	S/Fプール ラ ッ ク間 移 動	SFFプール ラ ッ ク間 移 動
ダミー燃料	21	14	-	-	-	8	-	-	-
炉心燃料	65	82	2	6	10	10	-	5	-
ブランケット燃料	-	185	-	5	6	212	-	-	1
MK-I用 γ 線源受 入集合体	-	2	-	-	-	2	2	2	-
反 射 体	223	27	-	-	-	27	-	-	2
照射リグ	-	1	1	-	-	-	-	-	-
調 整 棒	-	3	-	1	1	3	-	-	-
安 全 棒	-	3	-	-	-	3	-	-	-
ラック用サーベランス	-	-	1	-	-	-	-	-	-
照射用サーベランス	-	-	1	-	-	-	-	-	-
MK-II試験用 γ 線 源受入集合体	1	1	-	-	-	-	-	-	-
MK-II起動用 γ 線 源受入集合体	1	-	-	-	-	-	-	-	-
B型特殊燃料集合体	2	-	-	-	-	-	-	-	-
制 御 棒	6	-	-	-	-	-	-	-	-
γ 線源収納体	1	-	-	-	-	-	-	-	-
燃料材料照射用反射体	1	-	-	-	-	-	-	-	-
計装用受入集合体	-	-	-	-	-	2	-	-	2
—	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計	321	318	5	12	17	267	2	7	5

第 6.1 - 2 表 燃料取扱設備に発生した主な異常・故障件数
 Table 6.1-2 Number of Topical Unusual Result for Fuel Handling Equipment.

設 備 名	56											57											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
回 転 プ ラ グ												6	6	7	2	6			2	4		2	
燃 料 交 換 機		1									1	3	1	3	4	13	1		3	4		4	
燃 料 出 入 機		1			1			1			2	4	7	7	5	6	5		11	3		1	
トランスファロータ											1	2		2	1	2			1	2			
燃 料 取 扱 用 キ ャ ス ク カ ー											3	8	9	9	5	8	2		2	5		1	
燃 料 洗 浄 設 備											3	8		8	3	10	3		5	4			
使 用 済 燃 料 貯 蔵 設 備	1				2						2	4		5		5	6		2	2			
S F F 貯 蔵 施 設																							
新 燃 料 貯 蔵 設 備												1	2		2	3			4	1			
月 別 合 計	1	2			3			1			12	36	25	41	22	53	17		30	25		8	

3. MK-II 移行期間中に発生した不具合内容及び補修実績

MK-II 移行期間中〔燃料交換(1)～燃料交換(7)〕を通して燃料取扱設備に発生した不具合は、合計314件を数えたがMK-II 移行作業までに得られた運転保守経験を有効に活用した用意周到な備品管理並びに即時補修体制、更に綿密な保守計画により、計画工程から逸脱もなく全うした。これらの不具合には、一時的な警報表示も含め繰り返し発生した事象についても全て集計されている。不具合発生状況を整理するとその分類は、以下の様に成る。第6.1-7図、第6.1-3表にMK-II 移行期間中の燃料取扱設備不具合発生に関する簡単な分析を示す。

- 1) 警報表示
- 2) 機器動作関係異常
- 3) 電気計装関係異常
- 4) 誤動作又は破損
- 5) その他

これらの不具合発生状況を各燃料取扱設備別に分類すると燃料交換機、燃料出入機及び燃料取扱用キャスクカー設備において警報の発生が特に多い。各設備に共通する点は、グリッパー機構を有し、設備の運転操作時には遠隔にてグリッパーの昇降操作を行うことであり、又、燃料取扱設備にあって運転稼働率の著しく高い設備である。すなわち、取扱対象物のつかみ、はなし、並びに昇降操作を実施するに当って各種のインターロック条件を確実にクリアーする事により、初めて機器の動作が行われる点である。不具合発生件数に占める警報発生状況は約40%に達する。次に発生件数の高い事象は、機器動作に関する異常で全体の約35%を占め、回転プラグ及び燃料出入機に対する発生が顕著であった。これらの原因は、主に同一事象が繰り返し発生したものであり、燃料交換作業初期において多発したが後の対策処置により著しく減少した。その他電気計装に関する不具合の発生は、使用済燃料貯蔵設備における異常が特に高い発生率を示したが、適切なる対応により移行作業後期においては全く発生していない。また燃料取扱用キャスクカー及び燃料洗浄設備等の自動制御を用いた設備についても他に比すると高い発生率を示している。

誤動作による不具合は、作業開始当初に見られたが、作業が進むにつれ運転技術の向上及び設備の習熟度が増し激減した。

不具合発生状況を主な原因別に整理すると以下の様に運転操作・保守不良及び機器設計上の問題に起因する件等に分類することができ、この中で特に設備に対するインパクトの大きな事象と判断される件について記す。また不具合の対処等から得られた成果については、第8章諸成果において詳細に記す。また該当する整理番号かカッコ内に記す。

以下に代表的な不具合の事例を紹介する。

1) 運転操作上の不具合

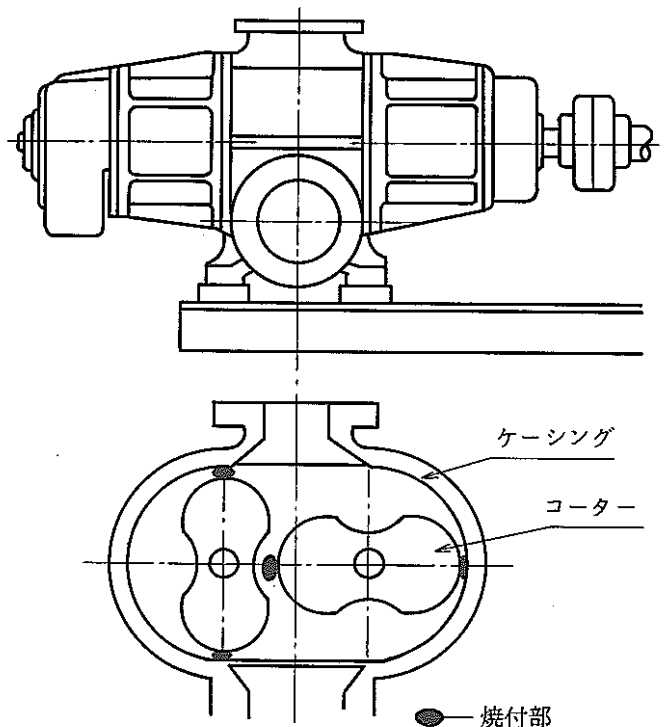
軽微な不具合については、同一のものを何回も繰り返しているがこれは初期に多く見られ、それ以降は、運転員の慣れにより減少している。

(1) 燃料洗浄設備 Ar ガス循環ブロワトリップ (C1-36)

① 発生状況

本ブロワは、洗浄工程の内燃料の Ar ガス冷却、蒸気洗浄の水分を含む工程及び Na 洗浄のループに使用されていることから、主要材料は SUS を用いている。従って各部の熱膨張が大きく圧縮比の大きい状態では、運転上の制限域であった。

昭和 57 年 2 月 3 日、運転上の不注意から高圧損集合体洗浄に於いて配慮を行わず A 号機ブロワ内部構造物の接触焼付を生じドリップに至った。

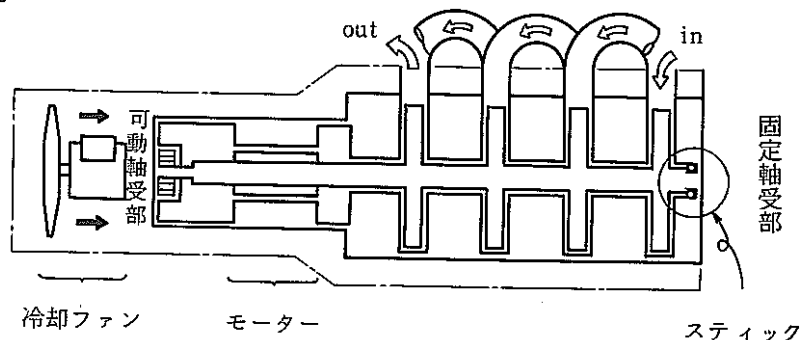


b) 措置内容

ブロワーについては、予備機に切替え運転を継続し、A 号機については、分解点検により予備ローター及び軸の交換を行いケーシングに対する損傷箇所については、手直しを行い復旧した。更にブロワ制御回路上に出入口圧力差大による機器保護インターロックを新たに設けた。

(2) 燃料取扱用キャスクカー循環ブロワトリップ (C1-32)

a) 発生状況



昭和 57 年 3 月 28 日、洗浄設備位置にて MK-I 用反射体の装荷操作中、グリッパ上昇時にグリッパ着地附近にて循環ブロワ A 号機に異常音並びに電流値のハンチング (30~40 A) が生じた。この為ブロワーを停止し、装荷作業は継続終了したが再度起動した所、過電流 (サーマル動作) にてトリップした。(本ブロワーは、密封構造である事から手廻し等による健全性確認が困難である)

b) 措置内容

トリップ状況から軸受部のスティックが考えられた為、即刻ブロワーをキャスクカーより取り外し軸受部の分解を実施した所、固定側ベアリング部に於いて損傷が確認された。キャスクカーについては、燃料移送作業を継続する為、新燃料予熱装置に設けられている同型のブロワーを予備として据付け、新燃料の予熱は収納管巻付けヒーターにより実施した。ベアリングスティックの原因については、ベアリングハウジング部に封入されているグリスがガス循環系真空引き操作の繰り返しにより飛散し、循滑機能が損なわれたためと判断された。この為ベアリング取付座については、グリスの飛散のされ難い構造と変更すると共に真空引き操作についてもブロワー前後弁を閉操作し、実施する様手順を変更し復旧した。

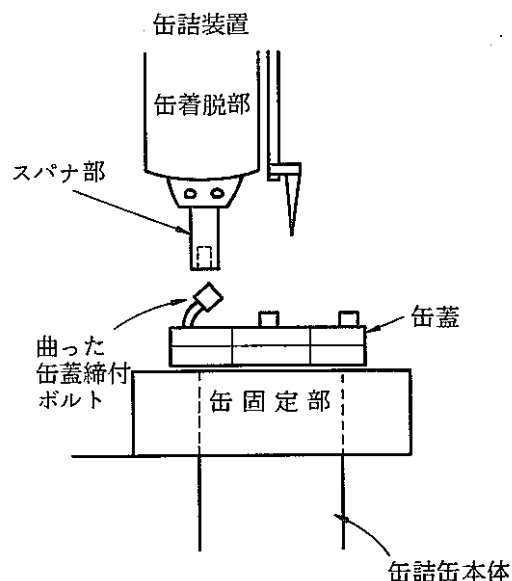
(3) 缶詰装置缶詰缶ボルト曲り (A2-6)

a) 発生状況

昭和 57 年 4 月 11 日、缶詰装置セル外より操作員が目視による遠隔操作にて缶詰缶内に使用済燃料を装荷し、缶蓋をボルト締めする密封作業中、誤操作によりボルト 6 本のうち 1 本が曲り締付不能となった。

b) 措置内容

ボルトの損傷が発生した缶詰缶については、再度、缶詰缶挿入側へ戻し補修作業を実施した。更に使用済燃料については、新たに用意された缶詰缶に封入し貯蔵設備へ移送した。施設側については、照明装置等の改善を行い、目視確認性を改进了。



2) 保守不良に起因する不具合

これは保守時期のズレ、機器の経年劣化等に起因するものが繰り返し発生しその大部分を占めた。この中で電気品、リレーの不具合、弁動作の不調等については、定期的な点検を的確に実行する事により防止できるものである。

(1) 燃料出入機グリッパ駆動機構クラッチ動作不良 ()

a) 発生状況

燃料出入機は、ACT-4での燃料取扱終了後、自主点検のためドアバルブ、可動ブロック及びグリッパ駆動装置の分解点検を実施した。

しかし、最後の試運転段階にて、グリッパの上昇、下降速度(低速、高速がある)のうち「高速」が異常に遅いことを発見した。

本件が発見されたのは、次期燃料取扱（ACT-6）の前日であったため、早急な対策が必要であった。

b) 措置内容

原因調査の結果、グリッパ上・下駆動用モータとグリッパ駆動装置を接続するクラッチが接続不良となっていることが判明した。

このため本クラッチを取外し分解点検を実施した結果クラッチ部品の一部に曲りが発見され、これによりクラッチ動作が不良となったと思われる。

処置として本クラッチを予備品と交換して復旧した。

(2) 燃料取扱用キャスクカーグリッパ動作不良（C1-29, 30）

a) 発生状況

新燃料設備との取合を実施中、荷重検出用ロードセルNo.1とNo.2との荷重差が設定荷重を超過し荷重異常にて自動運転操作が除外された。その後他の位置に於ける取合操作においても同様の状態に至った。

b) 措置内容

グリッパ点検槽へ移動し、グリッパ状態を観察したが爪部へ対して予想以上のNa付着が認められた。従って爪開閉動作部へのNa付着による摩擦抵抗の増加によって、グリッパを吊り下げているワイヤー対する吊り荷重のアンバランスが生じたものと推測され、付着Naの溶融を目的として循環ガス予熱温度を170℃から185℃へ上昇した。

昇温により一時的に爪動作は、回復した気配を示したが再び荷重差増加が発生した為、グリッパ洗浄を行って、その後良好に動作しておりグリッパ洗浄を使用済燃料20体取扱い毎に定期的に行う事とした。

3) 設計上の問題に起因する不具合

設計時点での検討不足、及び、予想を上回る使用条件の設計との相違点から来るものであり、その都度設計に立ち返って機器の改良、並びに運転操作方法の変更等による検討が必要となるものである。

(1) 大回転プラグジャッキダウン異常（C1-22）

a) 発生状況

昭和57年1月、燃交作業の終了に伴い、回転プラグのジャッキダウンを実施したところ、大回転プラグがストローク14mmを残して降りなくなった。

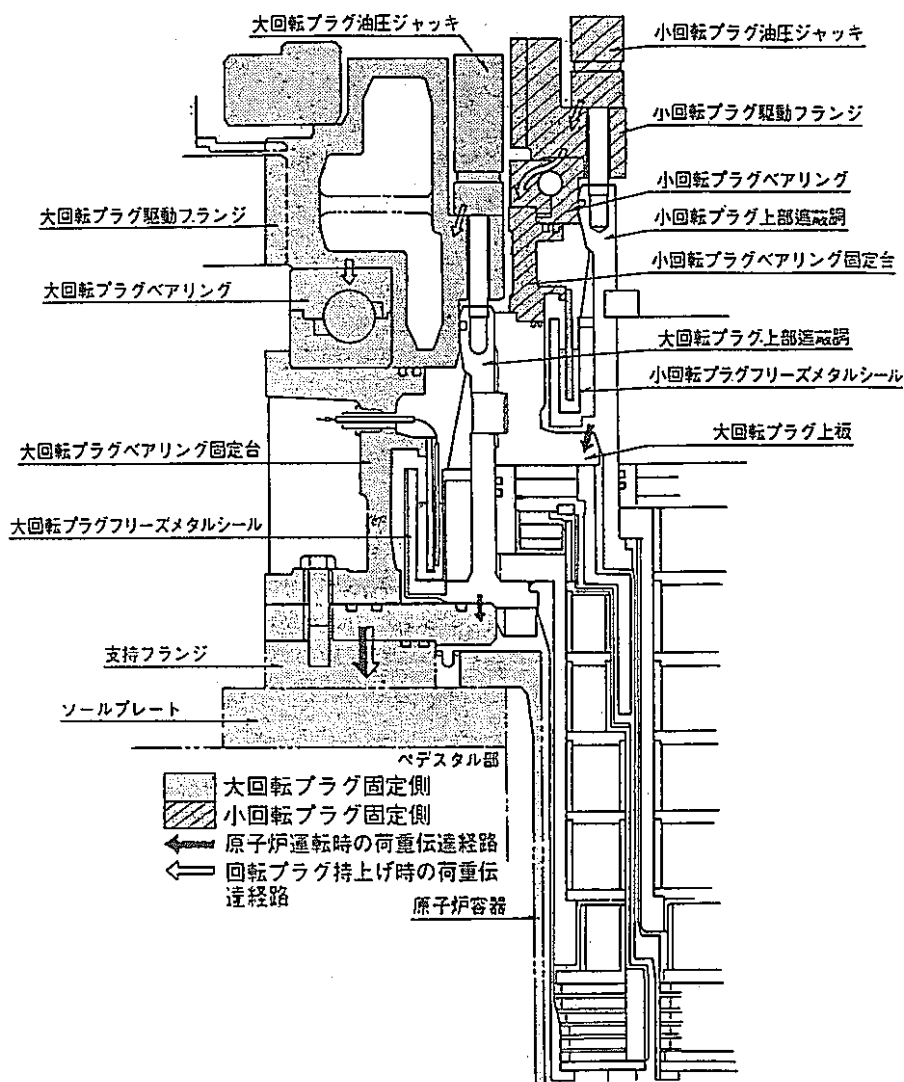
これより先、回転プラグの回転を行っている時、大回転プラグの駆動モータ電流が最大8.5A（通常5.7A）にもなった。

ジャッキダウン時のストロークは、回数を重ねるごとに降りるようになり、一応下限まで降りるようになった。しかし、再度燃交の為回転プラグを回転させると再びジャッキダウン異常が発生した。

b) 措置内容

回転プラグのジャッキダウン及びアップ時の固定側と可動側との摺動部には、下図に示すようにA～Gがあげられるが構造上の検討を重ねるごとにD部においてのかじりが最も発生しやすいと考えられる。かじりの原因は、冷却材であるナトリウムがサーモサイフォンの上昇流にのり、D部の壁に凝固し、これによりプラグが下降時に傾く為と考えられる。

従って、このナトリウムの除去（かき落し）の為に回転プラグの回転とジャッキダウンを繰り返し行い、下限に到達した。



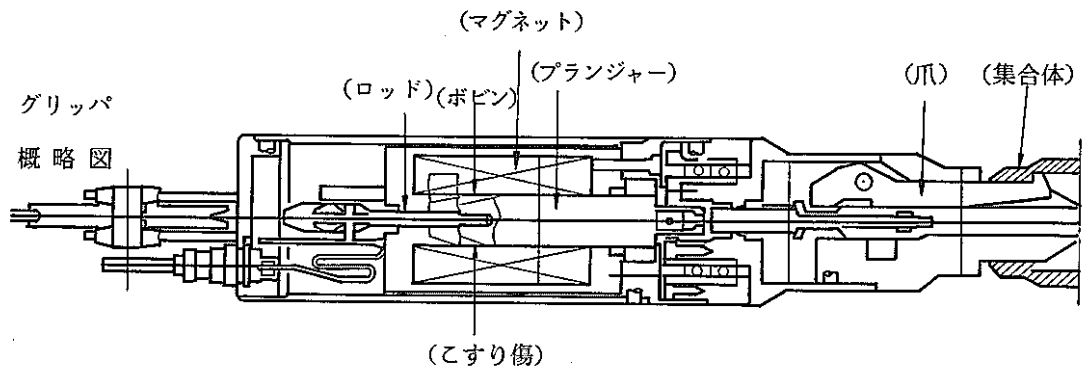
回転プラグ荷重伝達経路

(2) 新燃料貯蔵設備装填燃料移送機用新型グリッパ爪動作不良

a) 発生状況

炉心構成要素を炉内に移送するための作業中に新燃料貯蔵室の装填燃料移送機グリッパ爪開閉動作が不能となった。

爪開閉動作が不能となった原因として下記に示すアクチュエーターロッドが考えられた。



b) 措置内容

原因調査のため、グリッパの分解点検を実施した。

分解点検の結果、上記に示すロッドの曲がりに起因してマグネット内のプランジャーとボビンがこすっていた事が判明した。

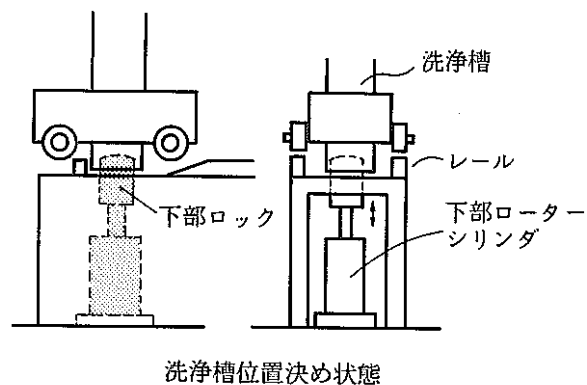
ロッドの曲がりの原因としては、ロッドとプランジャーがねじ込み構造により一体化している部分においてカエリ等により完全に接合されていないため芯ずれを起こしていたと考えられた。

(3) 燃料洗浄設備洗浄槽位置決め下部ロック不調 (——)

a) 発生状況

燃料洗浄設備は燃料を洗浄する機能とキャスクカー位置から回転移送位置まで燃料を移送する機能とを持っている。

これらの作業を行う場合、洗浄槽を所定の位置に停止させる必要がある。その位置決めのために下図に示す燃料洗浄槽下部ロックが設置されているが、現状では位置決めの際、停止位置が一定せず下部ローターシリンダによる洗浄槽下部ロックが出来ない事もあった。



b) 措置内容

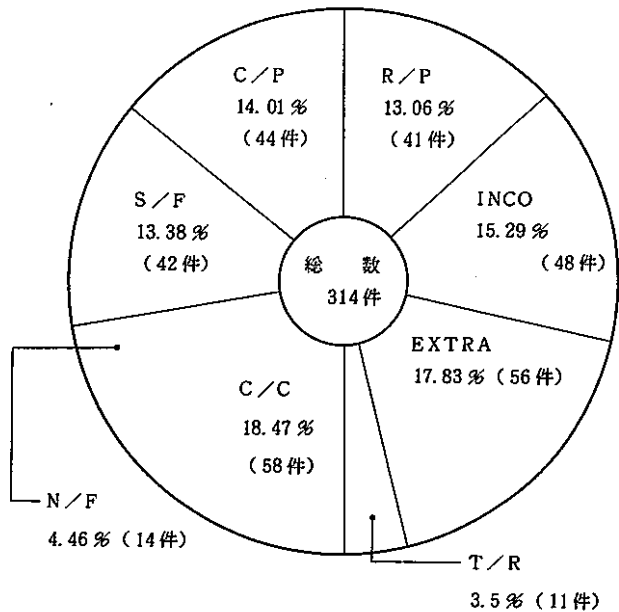
洗浄槽の停止位置が一定しない原因は、洗浄槽移動用車輪がレールから浮くことによって洗浄槽回転に対する機械的抵抗が極端に減少するためわずかな停止タイミングのずれによって停止位置が変動することに起因するものであった。

このため洗浄槽金属レールを延長することが検討されたが採用に至らなかった。

採用に至らなかった理由としては、洗浄槽の熱膨張を逃がすため洗浄槽の上下方向を自由にしているためである。よって金属レールのかわりにゴムラバーをビス止めして、洗浄槽の回転に多少の抵抗を持たせた。

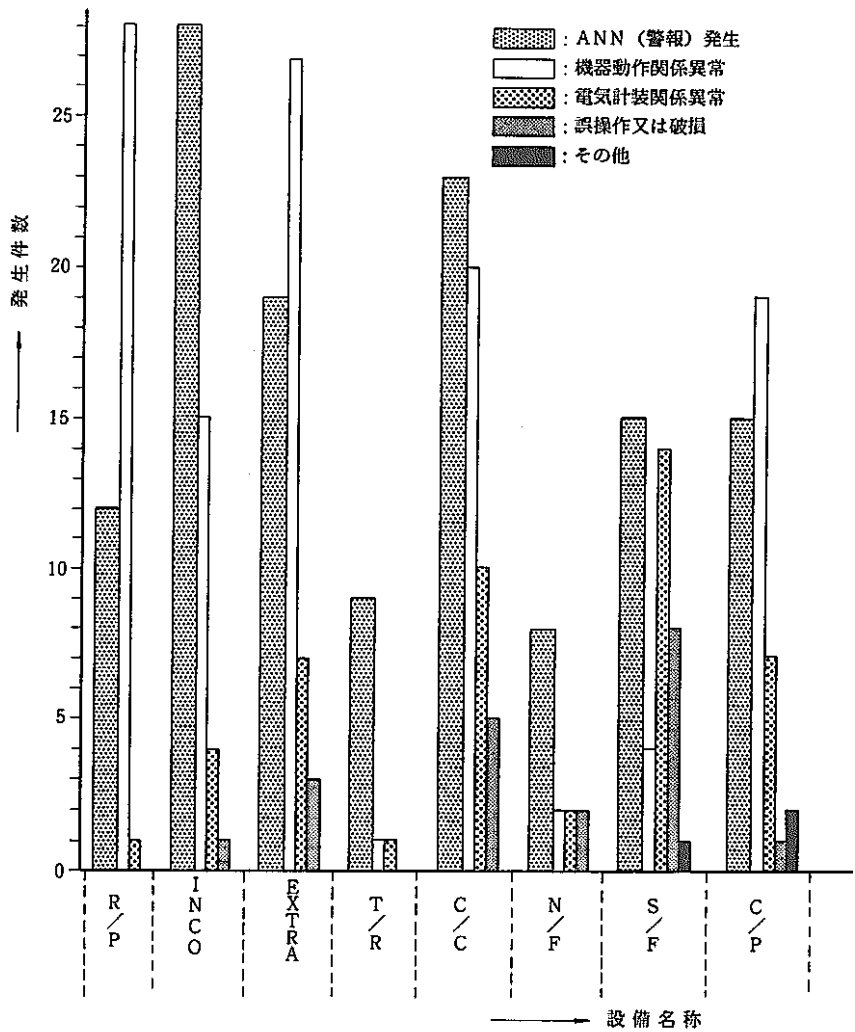
ここに記す代表的な事例の他にMK-II移行期間に於いては、第6.1-4表、燃料取扱機器不具合発生状況に示される様に大小各種の不具合が経験された。これらの各項目については、使用頻度（運転時間）等より察して設備における耐久性に関する回答であったと考えられることから、MK-II移行後の設備保守に対して十分反映させるべく詳細な解析を行うことが必要である。

燃取設備毎の発生割合



- P/P : 回転プラグ
- INCO : 燃料交換機
- EXTRA : 燃料出入機
- T/R : トランスフェロータ
- C/C : キャスクカー
- N/F : 新燃料貯蔵設備
- S/F : 使用済燃料貯蔵設備
- C/P : 燃料洗浄設備

不具合発生要因分析



第 6.1 - 7 図 MK - II 移行期間中の燃料取扱設備不具合発生件数
 Fig. 6.1-7 Trouble Occurrence Accomplishment Withiv The Period of The MK-II Core Conuessior for The Fuel Handiug System

第 6.1 - 3 表 燃料取扱設備不具合発生件数

Table 6.1-3 Trouble Occurrence Accomplishment for The Fuel Handling System

不具合内容 設備名	ANN (件)	機器動作関 係異常 (件)	計装関係 異常 (件)	誤動作 及び破損 (件)	その他 (件)	発生割合 計(件) 割合(%)
R/P	12	28	1	-	-	41 / 13.06
INCO	28	15	4	1	-	48 / 15.29
EXTRA	19	27	7	3	-	56 / 17.83
T/R	9	-	1	1	-	11 / 3.50
C/C	23	20	10	5	-	58 / 18.47
N/F	8	2	2	2	-	14 / 4.46
S/F	15	4	14	8	1	42 / 13.38
C/P	15	19	7	1	2	44 / 14.01
計	129	115	46	21	3	314 / 100

第 6.1 - 4(1)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(1) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

項目		1 月 30 日		1 月 31 日		2 月 1 日		2 月 2 日		2 月 3 日		2 月 4 日		2 月 5 日		2 月 6 日	
主要工程		C/Cブロウ起動		炉外燃料移送		EXTRAグリッパ洗浄 EXTRAドリッパン交換		炉外燃料移送		C/Cドリッパン交換		炉内燃料取扱		INCOグリッパ洗浄 EXTRAドリッパン交換		STEP 1-2 案内スリーブ引抜	
機器名		件数								案内スリーブ装荷							
回転プラグ	4							・本体異常振動	・ジャッキダウン不良 パイロット弁異常ANN	・ジャッキアップ時異常発生	・ジャッキダウン異常発生						
燃料交換機	1			・INCO孔ドアバルブ閉時異常発生					R 'P J-Down 不良発生 第1回目 S 57.1.11	ファイバースコープによるR/P内部観察実施		1回目 57.3.9 2 " 57.9.20 3 " 57.10.25					
燃料出入機	4	・R-9位置自動停止不能	・爪開閉動作不良	・T/R位置にて自動つかみ不良	・ドアバルブ手動装置キー固定不良												
誤装荷防止装置 (JEIP)	2		・動作不良						・CRT表示消滅								
トランスファロータ	2	・格納容器側ドアバルブ閉リレー自己保持不良	リレー交換 (3 CZDH)						・装荷順序の間違いにより回転判別回路作動。								
キャスクカー	6	・Arガス系弁V28-2動作不良 ・T/RにてNF JION引上中ブロウ起動。	・N/F準備完了ランプ接触不良		・ブロウ「流量低」ANN			・Arガスヒータ制御不良。	サイリスタ交換							・ヒータ制御不調	
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0																
使用済燃料貯蔵設備	5	・S/F移送機ケーブル内断線 (1月29日) ・S/F移送機グリッパ駆動モータケーブル断線。	予備線と交換 キャプタイヤケーブル交換		・缶詰缶ボルト不良 ・PPJDIYプール内貯蔵位置変更。			・缶詰缶内過注水									
燃料洗浄設備	7	・水素濃度計不良 (1月29日)	・洗浄槽固定用下部ロック不良 ・PPJD 34 洗浄電導度 20 μS	・水循環ポンプトリップ				・Arガス循環ブロウAトリップ。 ・V 26 - 747 弁開不良。	B号機運転							・洗浄槽下部ロック上限不調。	
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0				洗浄回数1回増した1μ以下となった。(19~21工程)												
その他	1							・非常用排ガスコンプレッサ頻発起動									

第 6.1-4(2)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1-4(2) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-4 STEP 1-2

項目	月日	2月7日	2月8日	2月9日	2月10日	2月11日	2月12日	2月13日	2月14日
主要工程		炉外燃料移送		炉外燃料移送		炉内燃料取扱			EXTRAドリッパン交換
機器名	件数 (累計)		EXTRAグリッパ洗浄 EXTRAドリッパン交換		EXTRAグリッパ洗浄	案内スリーブ装荷	C/Cグリッパ洗浄	INCOグリッパ洗浄	
回転プラグ	2 (6)		・ジャッキup/down 時異音。			・大回転プラグ回 転角度積算計指 示不良	積算バルス用リレー交換		
燃料交換機	3 (4)			・交換機D 開閉 完了時異音発生。		・上下駆動時異音発生		・グリッパ洗浄前におけ る格納時上限からの下 降異常	
燃料出入機	2 (6)				・爪開閉動作不良				・駆動部ヒータ設定不良
誤装荷防止装置 (JEIP)	1 (3)	・JEIP機能喪失							
トランスファロータ	1 (3)	・Na ドレンタンクNa レベル高ANN							
キャスカカー	5 (11)	・C/C補助盤プラズマ ディスプレイ表示異常 ・C/Cグリッパ制御異常 ・C/C荷重異常	・グリッパ点検	℃/C荷重異常ANN 頻発					
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	1 (1)				・キャスカカー側ドアバ ルブ異音発生。				
使用済燃料貯蔵設備	1 (6)				・S/F移送機 台車ケーブル点検 断線	ケーブル交換			
燃料洗浄設備	5 (12)	・洗浄槽停止位置異常 ・洗浄槽下部ロック不 調	・V 26 - 728 開閉信号 不良	・V 26 - 607 開不良 ・洗浄槽下部ロック上 昇不調					
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (1)								

第 6.1 - (3)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(3) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-6 STEP 2-1 (運転前点検も含む)

項目	月日	3月18日	3月19日	3月20日	3月21日	3月22日	3月23日	3月24日	3月25日
主要工程			炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄 EXTRA コ/P交換		EXTRA グリッパ洗浄 案内スリーブ装荷		炉内燃料取扱 INCO グリッパ洗浄 案内スリーブ引抜	EXTRA D/P交換
機器名	件数 (累計)								
回転フラグ	2 (8)	・大回転プラグジャッキ ダウン時異音発生。			・駆動電流値の異常増 加				
燃料交換機	0 (4)		歯車箱の一部を分解しク ラッチ3番交換						
燃料出入機	4 (10)	・グリッパ駆動機構の クラッチ作動不良 (3月17日)	・グリッパ駆動箱内油 循環用電磁ポンプより 異音発生。 ・シールガス供給ライン圧 力計(P1-24-4)の指示不良			・可動ブロック下降動 作不良。			
装荷防止装置 (JEIP)	0 (3)								
トランスファロータ	0 (3)								
キャスカカー	4 (15)	・荷重判定用設定値不良 による把握異常ANN 発生。 ・ブロウ軸受温度指示計 のリレー接触不良。	サーボ用プリント交換		・ブロウ軸受温度指示 計(T1A 28-2B) 指示不良。	・N/F収納管内CR装 荷不良によるつかみ操 作不良。			
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	1 (2)	・新燃料予熱装置ヒータ 制御不良	スパナ交換						
使用済燃料貯蔵設備	5 (11)	・缶蓋ボルト締付機 用六角スパナ内部の鬆り 減りによる損傷。 (3月2日)	・缶蓋ボルト締付機構 からの異音発生。	オリブ交換		・洗浄槽位置CR取扱に おける回転移送機グリ ッパ下限設定不良。 ・ケーブル断線による操 作不良。(S/F移送機)	ケーブル交換		
燃料洗浄設備	0 (12)	・缶詰装置ボルト締付 部上下作動軸ベロー カバー破損(3月10日)	ヒビ割れ部分をシール剤で接着し円周をクリ ップ止めた。成形ベローズを交換。						
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	2 (3)	・燃焼ガス系外側腐 蝕弁(V24-216)の 動作表示不良。 (3月7日)			・使用済燃料中間バツ ト部の変色確認。				

第 6.1 - 4(4)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(4) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-6 STEP 2-2

項目	月日	3月25日	3月26日	3月27日	3月28日	3月29日	3月30日	3月31日	4月1日
主要工程			炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉内燃料取扱	EXTRA D/P交換
機器名	件数 (累計)			EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷	INCO グリッパ洗浄	案内スリーブ引抜
回転フラグ	4 (12)				◦小フラグ用フリーズ シールメタル「温度 高」ANN発生。	◦小プラグ用フリーズシ ールメタル「温度高」 ANN発生。		◦「パイロット弁異常」 ANN発生。 ◦大プラグ油圧ジャッキ 部付近油洩れ発生。	
燃料交換機	1 (5)						◦「グリッパ下限」 ANN発生。		
燃料出入機	4 (14)		◦グリッパ爪開閉スト ローク異常	◦つから正念浄設備にお いて「グリッパストラ ック」ANN発生。		◦Arガス用フレキシ ブルホース押え不良。			◦横行用クラッチ部より 異音発生。
誤装荷防止装置 (JEIP)	1 (4)						◦「装荷中止」ANN発 生。		
トランスファロータ	0 (3)								
キャスクカー	5 (20)		◦シャヘイリング上昇 中異音発生。 ◦予熱ヒータ制御異常	◦シャヘイリング上昇 中異音発生。 ◦予熱ヒータ制御異常	◦循環ブロワA号機ト リップ ◦ブロワ「HX28-1 出口圧力低」ANN 発生。	◦循環ブロワA号機ト リップ ◦ブロワ「HX28-1 出口圧力低」ANN 発生。	◦真実度計接触不良によ る指示不良。		
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	1 (3)		◦N/F移送機新型グリ ッパ開閉動作不良。	◦N/F移送機新型グリ ッパ開閉動作不良。	◦旧型グリッパをとりあ えず使用 ◦新型グリッパの爪開閉 用マグネットを交換 した後新型グリッパに 再度交換。				
使用済燃料貯蔵設備	4 (15)	◦反射体洗浄中における 循環ポンプ「流量低」 トリップ	◦動作時間超過による 「洗浄槽弁開閉異常」 ANN発生。 ◦回転移送機爪開閉用 「コイル異常」ANN 発生。 ◦S/F移送機ケーブル 断線による操作不良	◦動作時間超過による 「洗浄槽弁開閉異常」 ANN発生。 ◦回転移送機爪開閉用 「コイル異常」ANN 発生。 ◦S/F移送機ケーブル 断線による操作不良					
燃料洗浄設備	0 (12)			◦ケーブル交換					
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (3)								

第 6.1 - 4 (5) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (5) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT - 6 STEP 2 - 3

項目	月H	4月1日	4月2日	4月3日	4月4日	4月5日	4月6日	4月7日	4月8日
主要工程			炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉内燃料取扱	INCO グリッパ洗浄	EXTRA D/P 交換
機器名	件数 (累計)			EXTRA D/P 交換			案内スリーブ装荷		案内スリーブ引抜
回転プラグ	3 (15)				<ul style="list-style-type: none"> ジャッキアップ時「上限異常」ANN発生。 ジャッキダウン時異常発生。 			<ul style="list-style-type: none"> 大プラグ停止偏差値大。 	
燃料交換機	0 (5)								
燃料出入機	0 (14)								
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (4)								
トランスファロータ	3 (3)								
キャストカー	3 (23)					<ul style="list-style-type: none"> MK-II 制御棒把握不可 MK-II 制御棒 T/R 装荷時「制御異常」ANN発生。 MK-I 制御棒 T/R 引抜時「制御異常」ANN発生。 			
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (3)								
使用済燃料貯蔵設備	2 (17)		<ul style="list-style-type: none"> 回転移送機「グリッパつかみ故障」「コイル故障」ANN発生。 S/F 移送機「グリッパ上限」ANN発生。 						
燃料洗浄設備	4 (16)	<ul style="list-style-type: none"> レベル計動作による洗浄槽弁閉不能 	<ul style="list-style-type: none"> 操作タイミングのずれによる洗浄槽弁閉不能 			<ul style="list-style-type: none"> 真空ポンプサーマル作動。 水系ドレン不良による水位計 ANN 発生。 	オイル (4ℓ) 注入		
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャストを含む)	0 (0)								
その他	1 (4)			<ul style="list-style-type: none"> 低レベル廃液移送ポンプ用ストレーナ目詰まり 	スレー交換				

第 6.1 - 4(6) 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(6) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-6 STEP 2-4

項目	月日	4月8日	4月9日	4月10日	4月11日	4月12日	4月13日	4月14日	4月15日
主要工程			が外燃料移送		が外燃料移送			が内燃料取扱	案内スリーブ引抜
機器名	件数 (累計)		EXTRA グリッパ洗浄	EXTRA D/P 交換		EXTRA グリッパ洗浄	案内スリーブ装荷	INCO グリッパ洗浄	EXTRA D/P 交換
回転ブラク	1 (16)			・ジャッキアップ時異音発生					
燃料交換機	0 (5)								
燃料出入機	1 (15)			・「コフィン 温度異常」ANN 発生					
戻装荷防止装置 (JEIP)	0 (4)								
トランスファロータ	0 (3)								
キャスクカー	4 (27)	・再循環ライン弁 (V 28-57) 動作不良。	・グリッパ荷重異常 ANN 発生			・真空ポンプ油もれ発生。 オイル(200mℓ)注入	・「荷重異常」ANN 発生。		
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (3)								
使用済燃料貯蔵設備	1 (18)				・缶詰缶蓋用ボルト不調		缶フタガイドボルト交換		
燃料洗浄設備	3 (19)	・V 28-57 弁閉不良による洗浄槽弁閉不能。 ・MK-1 制御棒洗浄不良。		・床 D/V 弁体上面にすり傷発生。					
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (4)								

第 6.1 - 4 (7) 表 燃料取扱機器不具合発生状況
 Table 6.1 - 4 (7) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.
 ACT-6 STEP 2-5

項目	月日	4 月 15 日	4 月 16 日	4 月 17 日	4 月 18 日	4 月 19 日	4 月 20 日	4 月 21 日	4 月 22 日
項目	月日								
主要工程			炉外燃料移送		炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄		炉内燃料取扱	案内スリーブ引抜
機器名	件数 (累計)			EXTRA グリッパ洗浄 EXTRA D/P 交換		EXTRA グリッパ 洗浄		案内スリーブ装荷	INCO グリッパ洗浄 EXTRA D/P 交換
回転フラグ	2 (18)						9 A 5, 9 A 6 位置で大 回転プラグの停止時間 差大 (0.05)		フリーズシール下部温 度高 ANN
燃料交換機	1 (6)						グリッパ上昇時軸封 部より異音発生。		
燃料出入機	4 (19)		高速→低速切替時に機 行異常で停止。	R-31-R-8へ走 行移動中R-8にて停 止した。再び低速に て走行した。(非常停止) つかみ直し時 「クリップスラック」 ANN 発生。	「ブローダウンガス 流量」 ANN 発生。				
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (4)								
トランスファロータ	1 (4)				「T/R ラック温度 (A)」 ANN 発生				
キャスクカー	1 (28)				Ar 排気ライン不良 のため真空ポンプよ り油もれ発生。	オイル(400mℓ) 注入 并用コイル交換			
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (3)								
使用済燃料貯蔵設備	2 (20)				回転移送機格納側の 「格納位置」表示灯 信号断。	回転移送機 「グリッパコイル」 ANN 発生			
燃料洗浄設備	1 (20)		V 26-717 「開」動 作不良。						
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (4)								

第 6.1 - 4(8)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(8) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-6 STEP 2-6

項目		月日	4月22日	4月23日	4月24日	4月25日	4月26日	4月27日	4月28日	4月29日
主要工程			炉外燃料移送		EXTRA D/P交換		EXTRA D/P交換		炉内燃料取扱	
機器名		件数 (累計)	炉外燃料移送		EXTRA D/P交換		EXTRA D/P交換		炉内燃料取扱	
機器名		件数 (累計)	炉外燃料移送		EXTRA D/P交換		EXTRA D/P交換		炉内燃料取扱	
回転プラグ	3 (21)			<ul style="list-style-type: none"> ・R-13位置で大回転プラグ停止時誤差大(0.05) ・大回転プラグ「水平度異常」ANN発生。 	<ul style="list-style-type: none"> ← 作業場所を考慮しケーブルの配置を変更し接続部について応急処置としてハンダ付けを行った。 				<ul style="list-style-type: none"> ・R-30位置で大回転プラグ停止時誤差大(0.05) 	
燃料交換機	2 (8)							<ul style="list-style-type: none"> ・「グリッパ下降」ANN発生。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グリッパ上昇時軸封部より異音発生。 	
燃料出入機	1 (20)						<ul style="list-style-type: none"> ・真空ポンプVP24-2不調により真空引きできず。 			
誤装荷防止装置(JEIP)	0 (4)									
トランスファロータ	1 (5)						<ul style="list-style-type: none"> ・T/R「ラックIA」温度低」ANN発生 			
キャスクカー	1 (29)			<ul style="list-style-type: none"> ・V28-41「開」の耳異音発生。 						
新燃料貯蔵設備(予熱装置を含む)	0 (3)									
使用済燃料貯蔵設備	0 (20)									
燃料洗浄設備	0 (20)									
使用済燃料貯蔵施設(SFF)(移送キャスクを含む)	0 (0)									
その他	0 (4)									

第 6.1 - 4(9)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(9) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

項目		ACT-7 STEP 3-1								
		5月20日	5月21日	5月22日	5月23日	5月24日	5月25日	5月26日	5月27日	
主要工程		炉外燃料移送			炉外燃料移送		炉内燃料取扱		炉外燃料移送	
機器名		EXTRA グリッパ洗浄 EXTRA D/P 交換			EXTRA グリッパ洗浄		案内スリーブ装荷		LNCO グリッパ洗浄 案内スリーブ引抜	
件数 (累計)										
回転プラグ	1 (22)						・小回転プラグのモータ部より異音発生。			
燃料交換機	4 (12)						・「交換機グリッパ下限」ANN 発生。	・「交換機グリッパ下限」ANN 発生。 ・「交換機グリッパ下降」ANN 発生。	・「交換機グリッパストラック」ANN 発生。	
燃料出入機	4 (24)				・「コフィン圧力低」ANN 発生。 ・走行時の停止用リミットスイッチ「R11」で動作不良。				・R-11 位置決め用リミットスイッチ動作不良。 ・「ブローダウンガス流量低」ANN 発生。	
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (4)									
トランスファロータ	1 (6)								・「格内側案内管温度低」ANN 発生。	
キャスタカー	1 (30)								・C/C 台車定位置から T/R へ移動中 T/R D/V 付近で異音発生	
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	1 (4)				・予熱ブロウ出口温度高 ANN 発生。					
使用済燃料貯蔵設備	1 (21)			・プール移送機テレビ感度不良	← 水中カメラ・受像器新規のものと交換。					
燃料洗浄設備	0 (20)									
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)									
その他	1 (5)								・燃取系真空ポンプ「A」油もれ	

第 6.1 - 4(10)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(10) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

項目		月日		5月27日	5月28日	5月29日	5月30日	5月31日	6月1日	6月2日	6月3日
主要工程				炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄		EXTRA グリッパ洗浄		炉内燃料取扱	
機器名						EXTRA D/P交換		案内スリプ装荷		INCO グリッパ洗浄 案内スリプ引抜	
件数 (累計)											
回転プラグ	2 (24)					<ul style="list-style-type: none"> 大R/Pジャッキアップ「水平度異常」ANN発生 (2回発生している) 					
燃料交換機	5 (17)							<ul style="list-style-type: none"> 「グリッパ下降異常」ANN発生。 軸封部より異音発生。 		<ul style="list-style-type: none"> 交換時上限位置から格納時上限へ上昇時グリッパトリップ 「グリッパスラック」ANN発生 ワイヤ巻取ガイド棒の破損。 	
燃料出入機	1 (25)	<ul style="list-style-type: none"> 横行時、スラスト軸受部より異音発生。 		ベアリング交換						<ul style="list-style-type: none"> 巻取りドラム (スタンド) 改造した。 	
紙装荷防止装置 (JEIP)	0 (4)										
トランスファロータ	0 (6)										
キャスカカー	5 (35)	<ul style="list-style-type: none"> キャスカカー台車より異音発生 T/RへN/F装荷中「荷重差30kg」でANN発生 		<ul style="list-style-type: none"> T/Rで「荷重差32kg」でANN発生 				<ul style="list-style-type: none"> 「グリッパ荷重超過」ANN発生 グリッパ荷重差大により新燃料つかみ不良 		<ul style="list-style-type: none"> Na付着によりグリッパ爪開閉が困難になり先端部のみ水洗浄実施 	
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	2 (6)			<ul style="list-style-type: none"> N/F「収納管温度高」ANN発生 		<ul style="list-style-type: none"> N/F貯蔵設備ドアバルブOリング損傷 		<ul style="list-style-type: none"> Oリング交換 (弁体ごと工場にて実施) S57.9.2 掘付完 			
使用済燃料貯蔵設備	0 (21)										
燃料洗浄設備	5 (25)			<ul style="list-style-type: none"> 「脱塩水異常」ANN発生 		<ul style="list-style-type: none"> 汚染廃ガス真空ポンプVP26-602ガスロックにてサーマルトリップ (3回発生している) 		<ul style="list-style-type: none"> 汚染廃ガス真空ポンプVP26-602「モータ故障」ANN発生 		<ul style="list-style-type: none"> 水ぬき実施 	
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)										
その他	0 (5)										

第 6.1 - 4 (II) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (II) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-7 STEP 3-3

項目	月日	6月3日	6月4日	6月5日	6月6日	6月7日	6月8日	6月9日	6月10日
項目 主要工程 機器名 件数 (累計)			炉外燃料移送		炉外燃料移送		炉内燃料取扱		炉外燃料移送
				EXTRA グリッパ洗浄 EXTRA D/P 交換		EXTRA グリッパ洗浄	案内スリーブ装荷 C/C	案内スリーブ装荷 C/C グリッパ洗浄	案内スリーブ 引抜 INCO グリッパ洗浄
回転プラグ	2 (26)						・大回転プラグ停止偏差 大 (0.05)	・大回転プラグ停止偏差 大 (0.05)	
燃料交換機	2 (19)						・グリッパストローク計 不調 ・「グリッパ下降異常」 ANN 発生		
燃料出入機	4 (29)		・R 31 位置でグリッパ 爪はなし不能	・R 31 位置でグリッパ 爪はなし動作不良		・グリッパ下限ストローク 偏差大 (max 8mm)			・グリッパ爪閉不良
誤装荷防止装置 (JHIP)	1 (5)							・CRT 断	
トランスフロッタ	1 (7)	・ラック B 「温度低」 ANN 発生							
キャスカカー	1 (36)				・T/R 及び C/P 位 置でクイックコネク ター接続不良				
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	2 (8)			・「連絡管駆動圧力低」 ANN 発生		・新燃料「角度出し案内 筒」破損	← 角度出し案内筒新製製作		
使用済燃料貯蔵設備	0 (21)								
燃料貯蔵設備	4 (29)			・19 工程にて表示なき ANN 発生 (V25-717 リミットスイッチ調整 不良) ・25 工程中「非常警報」 ANN 発生	・V 26 - 717 開表示 不点灯	・洗浄槽下部ロック不調			
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスカを含む)	0 (0)								
その他	0 (5)								

第 6.1 - 4 (12) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (12) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-7 STEP. 3-4

項目	月日	6月10日	6月11日	6月12日	6月13日	6月14日	6月15日	6月16日	6月17日
主要工程			炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉内燃料取扱	INCO グリッパ洗浄	EXTRA D/P交換
機器名	件数 (累計)			EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷	C/Cグリッパ洗浄	
回転フラグ	3 (29)						<ul style="list-style-type: none"> 停止偏差大0.06 停止偏差大0.05 	<ul style="list-style-type: none"> 停止偏差大0.06 ヒューズ交換 	
燃料交換機	4 (23)						<ul style="list-style-type: none"> 「グリッパ上限」ANN発生 「グリッパ下限」ANN発生 	<ul style="list-style-type: none"> 「グリッパ下限」ANN発生 (2回) 	
燃料出入機	1 (30)	<ul style="list-style-type: none"> 「ブローダウンガス流量高」ANN発生 							
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (5)								
トランスファロータ	1 (8)				ラック B (下) 温度低 ANN発生				
キャスカカー	4 (40)	<ul style="list-style-type: none"> 水分濃度測定装置不調 	<ul style="list-style-type: none"> V 28 - 41ソレノイド発熱 		<ul style="list-style-type: none"> N/F位置でグリッパ下限到達後「制御異常」ANN発生 				<ul style="list-style-type: none"> モレキュラーシープヒータ 昇温不調
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (8)								
使用済燃料貯蔵設備	2 (23)				<ul style="list-style-type: none"> 缶詰缶水位確認用投光器の接触不良 回転移送機グリッパコイル異常 				
燃料洗浄設備	6 (35)		<ul style="list-style-type: none"> 下部ロック挿入不可 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料洗浄室照明電球切れ 廃ガス真空ポンプガスロック発生 下部ロック不調 	<ul style="list-style-type: none"> 廃ガスドレンヘッダ液位高 廃ガス真空ポンプガスロック発生 				
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (5)								

第 6.1 - 4 (13) 表 燃料取扱機器不具合発生状況
 Table 6.1 - 4 (13) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-9 STEP 4-1

項目	月日	6月24日	6月25日	6月26日	6月27日	6月28日	6月29日	6月30日	7月1日
機器名	件数 (累計)	炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉内燃料取扱	INCO グリッパ洗浄	案内スリーブ引抜
回転フラグ	1 (30)							・R-11, R-10, R-9の位置で停止偏差大(0.05)	
燃料交換機	2 (25)							・グリッパ下降異常 ANN発生 ・交換機上限付近で軸封部より異音発生	
燃料出入機	1 (31)			・グリッパ洗浄時に洗浄アルコールが廃ガス処理系に約46ℓ流出(弁操作ミス)	← 洗浄槽内にアルコール充填 廃ガスヘッダーに溜ったアルコールをドレン				
誤装荷防止装置(JEIP)	0 (5)								
トランスファロータ	0 (8)			← 接続部のバリ取り仕上げを行った。					
キャスカカー	3 (43)		・T/R位置にて緊急冷却用クイックコネクタ接続操作困難。(芯ずれ大の為)	・同 左		・C/P位置にて緊急冷却系のクイックコネクタ接続不良(チェーンのかみ込み)	← 切断したチェーンの除去		
新燃料貯蔵設備(予熱装置を含む)	1 (9)		・収納管(上)温度高ANN発生						
使用済燃料貯蔵設備	5 (28)	・缶詰缶ホイス爪曲り ・燃料移送機水中カメラ用照明ランプ"断"	← 新規製作爪と交換					・プール間移送キャスク監視用水中カメラのケーブル切断及び支持治具破損	・移送機グリッパ下降時"つかみ表示"消灯及びグリッパ停止 ・移送機走行台車オーバーランANN発生
燃料洗浄設備	0 (35)								
使用済燃料貯蔵施設(SPF)(移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (5)								

第 6.1 - 4(14)表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4(14) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-9 STEP 4-2

項目		7月1日	7月2日	7月3日	7月4日	7月5日	7月6日	7月7日	7月8日
主要工程		炉外燃料移送		EXTRA グリップ洗浄	炉外燃料移送	EXTRA グリップ洗浄	炉内燃料取扱		
機器名 件数 (累計)				EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷	INCOグリップ洗浄	案内スリーブ引抜
回転プラグ	0 (30)								
燃料交換機	1 (26)							・グリップ「スラック」 ANN発生	
燃料出入機	1 (32)								・グリップ駆動装置上 部のグリスカップ破 損
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (5)								
トランスファロータ	0 (8)								
キャスクカー	1 (44)		・V 28 - 29 「開」動作 不良						
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (9)								
使用済燃料貯蔵設備	2 (30)		・S/F移送機グリップ つかみ表示消灯 ・回転移送機グリップ爪 開閉灯不良、コイル故 障ANN発生						
燃料洗浄設備	1 (36)				・Arガス循環ブロワ(A) 圧縮比高(1.6)で トリップ				
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (5)								

第 6.1 - 4 (15) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (15) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-9 STEP 4-3

項目	月日	7月8日	7月9日	7月10日	7月11日	7月12日	7月13日	7月14日	7月15日
主要工程		炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送	EXTRA グリッパ洗浄	炉内燃料取扱	INCO グリッパ洗浄	
機器名	件数 (累計)			EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷 C/Cグリッパ洗浄		案内スリーブ引抜
回転プラグ	1 (31)								
燃料交換機	0 (26)								
燃料出入機	4 (36)	◦ドアバルブ開閉時モータの出力軸部より異音発生		◦ストローク表示灯不調				コンダクター交換 (88 C 1, 88 C 2)	◦「EXTRA 横行異常」点灯 横行台車高速用コンダクタ焼損 ◦「EXTRAグリッパストラック」ANN発生
誤装荷防止装置 (JEIP)	1 (6)	◦EXTRAグリッパ位置表示不調							
トランスファロータ	0 (8)								
キャスクカー	0 (44)								
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (9)								
使用済燃料貯蔵設備	1 (31)	◦S/Fプール位置決め用ピンボードの殺切れ							
燃料洗浄設備	2 (38)		◦4工程中「ブロウ故障」ANN発生 Ar循環プロワトリップ	◦Ar循環プロワトリップ (4工程中)					
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	1 (6)			◦格内燃取カメラ不調					

第 6.1 - 4 (16) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (16) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-9 STEP 4 4

項目	月日	7月15日	7月16日	7月17日	7月18日	7月19日	7月20日	7月21日	7月22日
主要工程		炉外燃料移送			炉外燃料移送		炉内燃料取扱		
機器名	件数 (累計)			EXTRA グリップ洗浄 EXTRA D/P交換		EXTRAグリップ洗浄	案内スリーブ装荷	INCOグリップ洗浄	案内スリーブ引抜
回転プラグ	0 (31)								
燃料交換機	0 (26)								
燃料出入機	0 (36)								
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスフェロータ	0 (8)								
キャスカカー	1 (45)					・「荷重異常」ANN発生			
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (9)								
使用済燃料貯蔵設備	1 (32)		・移送機グリップ上昇 不調	← ヒューズ交換					
燃料洗浄設備	0 (38)								
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (6)								

第 6.1 - 4 (17) 表 燃料取扱機器不具合発生状況
 Table 6.1 - 4 (17) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-12 STEP 5-1

項目	月日	9月21日	9月22日	9月23日	9月24日	9月25日	9月26日	9月27日	9月28日	9月29日
主要工程		炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送		EXTRAグリッパ洗浄	炉内燃料取扱		
機器名	件数 (累計)			EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷	C/Cグリッパ洗浄	INCO	INCOグリッパ洗浄 案内スリーブ引抜 グリッパ乾燥
回転フラグ	2 (33)		・大R/P水平度(Y)異常ANN発生			・大R/P停止偏差大(0.06)				
燃料交換機	3 (29)						・交換機孔ガス圧異常ANN発生 ・グリッパ下限故障ANN発生		・センシング軸上限異常ANN発生	
燃料出入機	11 (47)	・R-31位置でグリッパ下限ANN発生 ・炉上部位置にて接続部パージ不調	・ブローダウンガス流量ANN発生 ・グリッパ下限ANN発生(2回) ・グリッパストロークデジタル表示ランプの下2桁ランプ切れ		・爪閉閉ブレーキ不調(2回) ・グリッパ下限ANN発生	・パージガス指示計不調 ・グリッパ下限ANN発生				
装荷防止装置(JEIP)	0 (6)									
トランスファロータ	1 (9)					・駆動軸ガス圧低ANN発生				
キヤスカカー	2 (47)		・V28-50不調 ・C/Cドアバルブ異音発生							
新燃料貯蔵設備(予熱装置を含む)	4 (13)	・N/Fブロウ出口温度高ANN発生 ・予熱時間オーバー	・N/Fブロウ出口温度高ANN発生	← 空調温度設定値変更 ブロー運転方法の変更		・N/Fブロウ出口温度高ANN発生				
使用済燃料貯蔵設備	2 (34)					・回転移送機グリッパ下降、下限スラックANN発生 ・S/F移送機つから異常ANN発生				
燃料洗浄設備	1 (39)					・V26-741閉閉信号不調				
使用済燃料貯蔵施設(SFF)(移送キヤスクを含む)	0 (0)									
その他	0 (6)									

第 6.1 - 4 (18) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (18) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-12 STEP 5-2

項目	月日	9月29日	9月30日	10月1日	10月2日	10月3日	10月4日	10月5日	10月6日
機器名	主要工程	炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送	EXTRAグリッパ洗浄	炉内燃料取扱	INCOグリッパ洗浄	
	件数 (累計)			EXTRA D/P交換			案内スリーブ装荷		案内スリーブ引抜
回転フラグ	2 (35)						大R/P停止偏差大 (0.05)	大R/P停止偏差大 (0.05)	
燃料交換機	1 (30)							グリッパ下降異常 ANN発生	
燃料出入機	5 (52)	グリッパ爪閉閉用モータ不調	グリッパ下限ANN発生	グリッパ異常ANN発生	グリッパ爪閉閉異常	グリッパ下限異常ANN発生			
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスフェロータ	1 (10)					T/Rラック(A)温度 高ANN発生			
キャスクカー	1 (48)				グリッパ制御ANN 発生(グリッパ駆動 手動ハンドルツール クラッチ異常)	← クラッチ交換			
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	1 (14)					収納管(中)温度高 ANN発生			
使用済燃料貯蔵設備	0 (34)								
燃料洗浄設備	4 (43)	洗浄槽ArガスV26- 683閉信号不調 下部ロック不調(上限 ランプ点灯) 炉心燃料(PPJDIE) 洗浄時電導度高	V26-683リミット スイッチ不調						
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (6)								

第 6.1 - 4 (19) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (19) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT 12 STEP 5 3

項目	月日	10月6日	10月7日	10月8日	10月9日	10月10日	10月11日	10月12日	10月13日
主要工程		炉外燃料移送			炉外燃料移送		炉内燃料取扱		
機器名	件数 (累計)			EXTRA グリッパ洗浄 EXTRA D/P交換		EXTRA グリッパ洗浄	案内 スリーブ装置 C/C グリッパ洗浄		INCOグリッパ洗浄 案内スリーブ引抜
回転フラグ	1 (36)						大R/P停止偏差大 (0.05)		
燃料交換機	1 (31)							グリッパ上昇時 「荷重大」ANN発生	
燃料出入機	0 (52)								
誤装荷防止装置 (J E I P)	0 (6)								
トランスファロータ	0 (10)								
キャスクカー	1 (49)			V 28-41 (Arガス 排気弁) 不調	← コイル交換				
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (14)								
使用済燃料貯蔵設備	2 (36)	◦ 缶詰缶固定部ガイド 調整不良 ◦ 可転移送機回転時異 音発生							
燃料洗浄設備	1 (44)				下部ロック上昇不調				
使用済燃料貯蔵設備 (S F F) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (6)								

第 6.1 - 4 (20) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (20) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-12 STEP 5-4

項目	月日	10月13日	10月14日	10月15日	10月16日	10月17日	10月18日	10月19日	10月20日
主要工程		炉外燃料移送		EXTRA グリッパ洗浄	炉外燃料移送		EXTRAグリッパ洗浄	炉内燃料取扱	
機器名	件数 (累計)			EXTRA D.P交換			案内スリーブ装荷 C/Cグリッパ洗浄	INCOグリッパ洗浄	案内スリーブ引抜
回転プラグ	1 (37)							・大R/P停止偏差大 (0.05)	
燃料交換機	2 (33)							・グリッパ「下限異常」 ANN発生 ・交換機上リリミットス イッチ不調	
燃料出入機	0 (52)								
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスファロータ	1 (11)		・格内ドアバルブ「ガス 圧低」ANN発生						
キャスクカー	3 (52)					・グリッパ「把握異常」 ANN発生 ・「制御異常」ANN発生	・線源受入集合体 (重量が少ないため)	・グリッパ爪開閉動作不 調	
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	3 (14)								
使用済燃料貯蔵設備	0 (36)								
燃料洗浄設備	3 (47)	・缶詰位置で下部ロック 上昇不調 ・準備工程で「換気不良」 ANN発生		・洗浄連絡管「上昇」不 調					
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (6)								

第 6.1 - 4 (2) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (2) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-12 STEP 5-5

項目		10月20日	10月21日	10月22日	10月23日				
月日									
主要工程		炉外燃料移送			EXTRA C/P交換				
機器名			EXTRA グリッパ洗浄						
件数 (累計)				C/C グリッパ洗浄					
回転プラグ	0 (37)								
燃料交換機	0 (33)								
燃料出入機	0 (52)								
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスフェロータ	0 (11)								
キャスクカー	0 (52)								
新燃料貯蔵設備 (予備装置を含む)	0 (14)								
使用済燃料貯蔵設備	0 (36)								
燃料洗浄設備	0 (47)								
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (6)								

第 6.1 - 4 (2) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (2) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

ACT-15 STEP 6

項目	月日	11月16日	11月17日	11月18日	11月19日	11月20日	11月21日	11月22日
主要工程			炉内燃料	取扱 [臨界 近接]				
機器名	件数 (累計)	ラック間移動(12本)		(4体) 計測 (3体)	(3体) (1体) (1体) 計測			r 級受入集集体装荷(6F1) 計測 ▼(AM11:22 臨界)
回転プラグ	0 (37)							
燃料交換機	3 (36)	・軸封部異音発生		・軸封部異音発生	・グリップ下降故障 ANN発生			
燃料出入機	0 (52)							
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)							
トランスファロータ	0 (11)							
キャスクカー	0 (52)							
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (14)							
使用済燃料貯蔵設備	0 (36)							
燃料洗浄設備	0 (47)							
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)							
その他	0 (6)							

第 6.1 - 4 (23) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (23) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

NT-213 STEP 7-1

項目	月日	12月3日	12月6日	12月7日	12月8日	12月9日	12月10日	12月11日
主要工程		運転前確認		炉外燃料移送(7体)			炉内燃料取扱(3体)	
機器名	件数(累計)					EXTRA+ グリッパ洗浄 EXTRA D/P交換	案内スリーブ装荷 INC O グリッパ洗浄	案内スリーブ引抜
回転プラグ 回転	0 (37)							
燃料交換機	1 (37)						・軸封部異音発生	
燃料出入機	1 (53)			・「コフィン圧力低」 ANN発生				
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)							
トランスファロータ	0 (11)							
キャスクカー	0 (52)							
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (14)							
使用済燃料貯蔵設備	0 (39)	・回転移送機位置検出 リミットスイッチ破損 ↑ リミット交換	・燃料移送機グリッパ 荷重指示計不良 ↑ ディストリビューター交換		・回転移送機グリッパ 「下限故障」「下降故障」 「ロープスラック」 ANN同時発生			
燃料洗浄設備	0 (47)							
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)							
その他	0 (7)						・圧空供給設備の不具合 により燃取側「圧空異常」 ANN発生	燃取系圧空供給ライン (AG-12)リレー をはずした。→ジャンパー

第 6.1 - 4 (24) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (24) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

項目		12月11日	12月12日	12月13日	12月14日	12月15日	12月16日	12月17日	12月18日
項目	月日								
	主要工程	炉外燃料移送 (10体)			EXTRA グリッパ洗浄	案内スリー プ装荷	炉内燃料取扱 (3体) C/Cグリッパ洗浄		(1体) (1体)
機器名	件数 (累計)								
回転プラグ	2 (39)						・小回転プラグ「水平 度異常」ANN発生		・大回転プラグ停止偏差大 (0.05)
燃料交換機	1 (38)					・センシング軸上限ラン プ動作不調 ↑ リミットSW作動確認			
燃料出入機	1 (54)		・走行時異音発生						
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスファロータ	0 (11)								
キャスカカー	3 (55)		・「制御異常」ANN発生 (2回発生) ・「把握異常」ANN発生						
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (14)								
使用済燃料貯蔵設備	0 (39)								
燃料洗浄設備	0 (47)								
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (7)								

第 6.1 - 4 (25) 表 燃料取扱機器不具合発生状況

Table 6.1 - 4 (25) Trouble Occurrence Accomplishment of The Fuel Handling Equipment.

NT-213 STEP 7-2

項目	月日	12月19日	12月20日	12月21日	12月22日				
主要工程		炉内	燃料取扱	NCO	孔プラグ 装荷	EXTRA D. P 交換			
機器名	件数 (累計)	(3体)	(1体を ポット 間移送)	グリッパ洗浄 案内スリ ブ引抜					
回転フラグ	0 (39)								
燃料交換機	4 (42)	・「グリッパ下降故障」 ANN発生	・荷重異常ANN ↑ ・グリッパ下降異常ANN 予熱温度設定値変更 (150℃→180℃)	・爪開閉駆動モーター サーマルトリップ ←	グリッパの再洗浄				
燃料出入機	0 (54)								
誤装荷防止装置 (JEIP)	0 (6)								
トランスフェロータ	0 (11)								
キャスカカー	0 (55)								
新燃料貯蔵設備 (予熱装置を含む)	0 (14)								
使用済燃料貯蔵設備	0 (39)								
燃料洗浄設備	0 (47)								
使用済燃料貯蔵施設 (SFF) (移送キャスクを含む)	0 (0)								
その他	0 (7)								

6.2 諸設備の運転実績

諸設備とは、燃取各設備の燃料交換作業で使用される Ar ガス、脱塩水、蒸気供給設備及び使用済燃料処理に伴う各設備で廃出された廃液の処理設備のことを言う。

従って、ここでは各々の使用量又は廃液量に関する実績値について記す。

1. Ar ガス使用量

MK-II 移行期間中の燃料交換作業時に使用された Ar ガスの使用推定量を、各燃料取扱機器毎に燃料 1 体あたりまたは運転 1 回あたりの使用量を調査し、各燃料取機器の稼動頻度を見積った上で月別に集計した。

第 6.2-1 表に運転別 Ar ガス使用実績

第 6.2-2 表に運転別 Ar ガス使用作業頻度

第 6.2-3 表に月別における Ar ガス使用実績を示す。

2. 脱塩水の使用量

脱塩水は、使用済炉心構成要素の洗浄作業（洗浄設備 Ar ガス循環フロアのメカニカルシール冷却水）、キャスクカーグリッパの洗浄作業、缶詰缶の注水作業、アルコール再生装置の運転作業及びモレキュラシーブの乾燥運転に使用された。

第 6.2-4 表に、脱塩水の月別集計使用量を示す。

3. 蒸気の使用量

蒸気は、使用済炉心構成要素の洗浄作業及びアルコール再生装置の運転作業に使用された。

第 6.2-5 表に、蒸気の月別集計使用量を示す。

4. 廃液発生量

廃液は、高レベル及び低レベル廃液からなり、発生源は使用済炉心構成要素の洗浄作業、キャスクカーグリッパの洗浄作業、モレキュラシーブの乾燥及びアルコール再生装置による運転作業であった。

第 6.2-6 表に、廃液発生量の月別集計を示す。

なお、使用済炉心構成要素の洗浄作業においては、Ar ガス循環フロアのメカニカルシール冷却用脱塩水も含まれている。

第 6.2 - 1 表 運転単位当りの Ar ガス使用実績

Table 6.2 - 1 Argon Gas Consumption Result for Operation Unit's Condition.

Ar ガス使用作業		単位	運転単位当りの Ar ガス使用計画量												
			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
燃料交換機	接続パージ	ℓ/回	100	←									→	100	
	ブローダウン	ℓ/Hr	360	←									→	360	
燃料出入機	接続パージ	ℓ/体	230	←									→	230	
	本体パージ	ℓ/回	750	←									→	750	
	ブローダウン	ℓ/体	1000	←									→	1000	
トランスファロータ	タンク	ℓ/日	6000	←					→	6000	2000	2000	3000	3000	3000
キャスクカー	接続部パージ	ℓ/体	280	←									→	280	
	本体パージ	ℓ/回	400	←									→	400	
N/F 移送機	全体パージ	ℓ/回	500	←									→	500	
	本体パージ	ℓ/体	400	←									→	400	
S F 洗 浄	置 換	ℓ/体	7000	←									→	7000	
格内つかみ部洗浄	接続部パージ	ℓ/回	200	←									→	200	
	カバーガス	ℓ/回	1200	←									→	1200	
	出入機本体パージ	ℓ/回	750	←									→	750	
キャスクカー グリッパー洗浄	ブローダウン	ℓ/回	/	/	/	/	/	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	
	洗浄槽パージ	ℓ/回	/	10000	10000	10000	10000	3000	3000	3000	1600	1600	1600	1600	
	C/C 本体パージ	ℓ/回	/	400	←								→	400	
出入機 D/P 交換	本体パージ	ℓ/回	/	/	/	400	400	750	←				→	750	
キャスクカー D/P 交換	本体パージ	ℓ/回	/	/	/	400	←						→	400	

第6.2-2表 Arガス使用作業頻度実績

Table 6.2-2 Frequency of Argas Use

Arガス使用作業		単位	作業頻度											
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
燃料交換機	接続パージ	回		8	6	9	3	14	8		2	5	5	
	ブローダウン	Hr		113	56	96	32	160	96		32	52	26	
燃料出入機	接続パージ	体	11	54	66	139	62	130	96		55	91	12	
	本体パージ	回												
	ブローダウン	体	11	54	66	139	62	130	96		55	91	12	
トランスファロータ	タンク	日	4	28	31	30	31	30	31	187	208	31	30	
キャスクカー	接続パージ	体	11	48	60	131	30	120	90		53	87		
	本体パージ	回	2	8	10	42	10	20	15		9	16		
N/F移送機	全体パージ	回	2	8	10	42	10	20	15		9	15		
	本体パージ	体	5	24	30	65	15	60	45		26	44		
S F 洗 浄	置 換	体	6	24	30	66	15	60	45		27	44		
格内つかみ部洗浄	接続部パージ	回		7	4	8	2	9	9		4	10	1	
	カバーガス	回		7	4	8	2	9	9		4	10	1	
	出入機本体パージ	回		4	3	8	2	9	6		3	7		
キャスクカー グリッパー洗浄	ブローダウン	回									1	2		
	洗浄槽パージ	回		1		2		4	3		1	2		
	C/C本体パージ	回		1		2		4	3		1	1		
出入機D/P交換	本体パージ	回				5	2	4	7		2	6		
キャスクカー-D/P交換	本体パージ	回				4	1	5	2		2	1		

* T/Rタンク 27日×2000ℓ/日+40m³/回×2回/日×4日
T/Rタンク 28日×2000ℓ/日+60m³/日×3日

第 6.2 - 3 表 Ar ガス月別使用実績

Table 6.2 - 3 Argon Gas Monthly Consumption Actual Result.

単位 : m³

月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
使用予定量	86	497	544	990	408	933	745	374	760	627	116	

第 6.2 - 4 表 MK - II 移行期間中の脱塩水使用量

Table 6.2 - 4 Pure Water Consumption Actual Result.

項目 月	S/F洗淨 1700 ℓ/体	C/CGr洗淨 100 ℓ/回	缶詰缶注水 20 ℓ/体	アルコール再生 6000 ℓ/h	モレキュラー シープ乾燥 7000 ℓ/回	総 量 (m ³)
1	6	-	6	-	-	10.3
2	22	1	22	-	-	37.9
3	29	-	29	12	-	121.9
4	60	2	60	24	-	247.4
5	29	-	29	6	-	85.9
6	45	4	45	24	2	235.8
7	45	3	45	18	3	206.7
8	-	-	-	-	-	0
9	21	1	21	12	1	115.2
10	43	4	43	18	3	203.4
11	-	-	-	-	-	0
12	17	1	17	-	1	36.3

累 計 1300.8 m³

第 6.2 - 5 表 MK - II 移行期間中の蒸気使用量

Table 6.2 - 5 Steam Consumption Actual Result.

項目 月	S / F 洗 浄 40 kg / 体	アルコール再生 80 kg / h	計 (kg)
1	6	-	240
2	22	-	880
3	29	12	2120
4	60	24	4320
5	29	6	1640
6	45	24	3720
7	45	18	3240
8	-	-	-
9	21	12	1800
10	43	18	3160
11	-	-	-
12	17	-	680

累 計 : 21800 kg

第 6.2 - 6 表 MK - II 移行期間中の廃液発生量

Table 6.2 - 6 Total of Waste Liquid Actual Result.

(単位 : m³)

月	項目 分類	S/F 洗浄	C/Cグリッパ洗浄	モレキュラシーブ乾燥	アルコール再生	計
		1	高レベル	2.4	-	-
	低レベル	7.8	-	-	-	7.8
2	高レベル	8.8	-	-	0.2	9.0
	低レベル	28.6	0.1	-	2.0	30.7
3	高レベル	11.6	-	-	0.1	11.7
	低レベル	37.7	-	-	1.0	38.7
4	高レベル	24.0	-	-	0.5	24.5
	低レベル	78.0	0.2	-	5.0	83.2
5	高レベル	11.6	-	-	0.1	11.7
	低レベル	37.7	-	-	1.0	38.7
6	高レベル	18.0	-	-	0.3	18.3
	低レベル	58.5	0.4	14.0	3.0	75.9
7	高レベル	18.0	-	-	0.3	18.3
	低レベル	58.5	0.3	21.0	3.0	82.8
8	高レベル	-	-	-	-	-
	低レベル	-	-	-	-	-
9	高レベル	8.4	-	-	0.2	8.6
	低レベル	27.3	0.1	7.0	2.0	36.4
10	高レベル	17.2	-	-	0.3	17.5
	低レベル	55.9	0.4	21.0	3.0	80.3
11	高レベル	-	-	-	-	-
	低レベル	-	-	-	-	-
12	高レベル	0.7	-	-	-	0.7
	低レベル	22.1	0.1	7.0	-	29.2

備考

S/F 洗浄 → { 高 - 0.4 m³/体
 低 - 1.3 m³/体
C/Cグリッパ洗浄 → 低 - 0.1 m³/回
モレキュラシーブ乾燥 → 低 - 7.0 m³/回
アルコール再生 → { 高 - 0.1 m³/回
 低 - 1 m³/回

累計

高レベル : 122.7 m³

低レベル : 503.7 m³

7. 燃料取扱設備の保守実績

7. 燃料取扱設備の保守実績

燃料取扱設備は第7-1図の燃料取扱設備雰囲気条件概要に示す様に、空気雰囲気の新炉心構成要素をNa中の炉心へ、原子炉容器内Na雰囲気の使用済炉心構成要素を水プールへ移送するための設備である。

これらの炉心構成要素を取扱う場合、集合体等のつかみ・はなしはもちろんの事、新炉心構成要素の予熱、使用済炉心構成要素の冷却・洗浄・缶詰、接続部のArガス置換、などがあり、このために燃料取扱設備では種々の機能を持った機器が必要となり、それぞれの機能に応じた運転・保守が行われている。

燃料取扱設備の保守形態を大別すると以下の通りである。

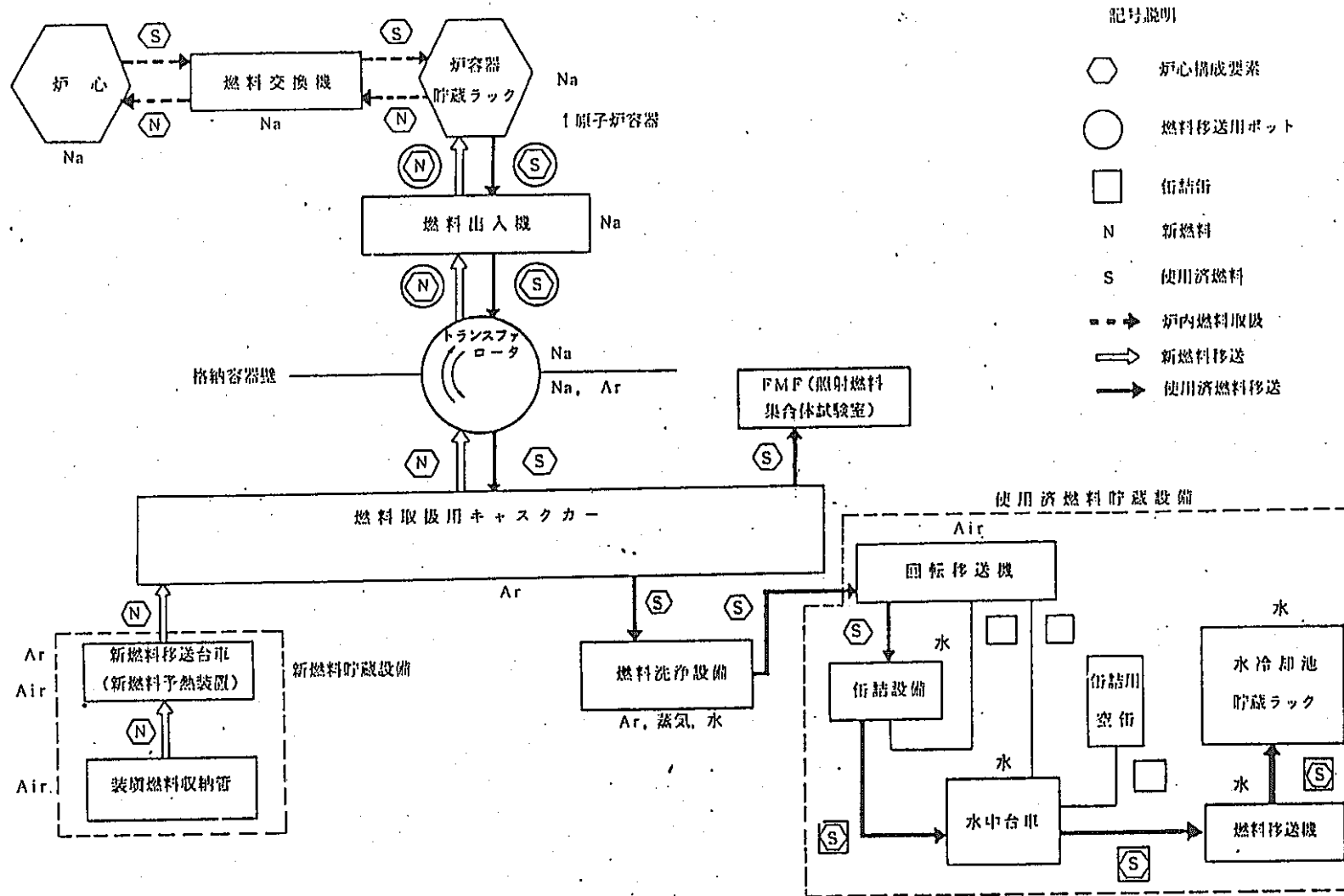
- 1) 性能検査を主体として定期検査計画書にもとづき定期的を実施する保守→定期検査
- 2) 施設検査として自主検査長期計画書にもとづき定期的を実施する保守→自主検査
- 3) その他
 - (1) 1回/3ヶ月実施する保守→月例点検
 - (2) 燃料取扱設備機器運転期間中に実施する必要の有る保守
 - a) 燃料交換機のグリッパ洗浄の様に燃料交換の都度実施する必要がある保守
 - b) 燃料出入機のドリップパンの様に滴下Naがある程度溜ると処理する必要がある保守

また、保守頻度については、定期検査をのぞき、取扱数量によってある程度決定される。特に付着Na量に係るメンテナンス頻度は取扱数量との相互関係が極めて深い。

本報告書は、昭和57年1月より12月末にわたって実施したMK-II移行期間中の保守実績をまとめたものである。

なお、MK-II移行作業計画の立案に伴い、作業の円滑化を計る目的から予め各設備機器に対する見直しを行った結果、

- 1) 使用済燃料集合体収納移送機器に対する崩壊熱除去及び中性子遮蔽強化を実施する。
 - 2) 設備機器に対する動作信頼性の向上から使用済燃料洗浄槽回転継手を中心軸回転継手方式とする。
 - 3) 燃料取扱用キャスクカーについては、効率化の上から燃料取扱い方法を自動方式とする。
- 等各設備に対し改造工事を行った。



第7-1図 燃料取扱設備雰囲気条件概要

Fig. 7-1 Atmosphere in The Fuel Handling System.

7.1 定期検査

1. 定期検査の実績

第3回定期検査はMK-II移行作業と併行して57年1月4日から開始され、燃料取扱設備においては57年9月17、21、27、28日及び10月1日の計4回にわたり原子炉規制法規則第3の9(定期検査の技術上の基準)に定める1号(性能検査)及び2号(施設検査)について実施した。実施内容は以下の通りである。

1) 昭和57年9月17日

検査項目：燃料交換機ドアバルブ及びホールドダウン機構駆動シリンダーの分解検査

2) 昭和57年9月21日

検査項目：燃料交換機ホールドダウン機構駆動シリンダーの漏洩及び作動検査

3) 昭和57年9月27～28日

検査項目：炉内燃料取扱動作確認及び記録確認

4) 昭和57年10月1日

検査項目：炉内燃料移送動作確認及び記録確認

詳細内容については第7.1-1表第3回定期検査項目一覧表を参照のこと。

2. 定期検査時における特記事項

1) 「第3回定期検査計画説明書」に基づき定期検査を実施したが検査担当官より以下のコメントが有り、第4回定期検査以降に配慮する様御指導を受けた。

(1) 水処理設備のイオン交換樹脂の交換については、定期検査のために年1度交換するのではなく、イオン交換樹脂の性能を評価し交換頻度を定めるべきである。また、必要以上の廃棄物を出さないという事も考慮すべきである。

(2) 定期検査対象設備及び項目について再検討し、合理化を計るべきである。

a) 定期検査として上げる必要のない項目、例えば「貯蔵能力の確認」などは自主的に行う。

b) 判定基準が明確でない項目については明確にする。例えば冷却能力及び浄化能力の確認。

2) 「第3回定期検査計画説明書」に申請もれのあった設備及び項目については追加申請を行った。追加申請を行った設備は以下の通りである。

(1) SFF使用済燃料貯蔵設備；炉外燃料移送機器動作

(2) SFF新燃料貯蔵設備；貯蔵能力確認

(3) 使用済燃料輸送容器；外観・漏洩検査

(4) 新燃料構内移送容器；外観・漏洩検査

3) 第4回以降の定期検査(自主検査含む)計画(案)を作成した。

本計画書は(2)項で述べた様に合理化を主眼において作成したものであり、今後科学技術庁との間で調整を行う予定である。

主な変更点は以下の通りである。

- (1) 定期検査は、規則第3条の9による「性能検査」及び「施設検査」から成る。すなわち、性能検査については、規則第3条の5（性能の技術上の基準）第2項連動装置としての動作確認及び第7項溶融、破損、臨界を防ぐ能力の確認について実施する。

施設検査については、燃料取扱設備の特殊性（原子炉運転中であっても格外設備にあっては点検の実施が可能であること、点検の頻度は取扱量との相関関係が極めて高い）をかんがみ、燃料取扱設備中最も重要な機器について分解検査を実施する。

最も重要な機器とは、Na中で動作する機器、燃料のつかみはなしを直接行う機構部などをいう。

上記以外の分解検査等については、自主検査として実施する。

- (2) 自主検査は従来通りとするが実施時期については自主的に管理する。

第 7.1 - 1 表 第 3 回定期検査項目一覧

Table 7 - 1 List of The Third Periodic Inspection.

1. 性能検査

設 備 名	整理番号	検 査 項 目	検 査 内 容	検査実施日
1. 回転プラグ	A-702	炉内燃料取扱機器動作	炉内燃料取扱作業に係る燃料取扱機器のインターロック検査	昭和 57 年 9 月 28 日
2. 燃料交換機	A-702	炉内燃料取扱機器動作	同 上	昭和 57 年 9 月 28 日
3. 燃料出入機	A-703	炉外燃料移送機器動作	炉外燃料移送作業に係る燃料取扱機器のインターロック検査	昭和 57 年 10 月 1 日
4. トランスファロータ	A-703	炉外燃料移送機器動作	同 上	昭和 57 年 10 月 1 日
5. 燃料取扱用 キャスクカー	A-703	炉外燃料移送機器動作	同 上	昭和 57 年 10 月 1 日
	A-701	崩壊熱除去能力	Ar ガス循環系を運転状態にて冷却器, 冷却容量の評価を行う。	同 上
6. 付属建家新燃料貯 蔵設備	A-703	炉外燃料移送機器動作	炉外燃料移送作業に係る燃料取扱機器のインターロック検査	昭和 57 年 10 月 1 日
	A-704	貯蔵能力確認	貯蔵設備の異常の有無を目視により確認する。	同 上
7. 付属建家使用済燃 料貯蔵設備	A-705	貯蔵能力確認	貯蔵プール内の異常の有無を目視により確認する。	昭和 57 年 10 月 1 日
	A-701	崩壊熱除去能力	Ar ガス循環系を運転状態にて冷却器出口温度の評価を行う。	同 上
	A-703	炉外燃料移送機器動作	炉外燃料移送作業に係る燃料取扱機器のインターロック検査	昭和 57 年 10 月 1 日
	A-706	浄化能力及び冷却能力 確認	イオン交換樹脂の交換記録及び電導度, 流量指示から浄化能力を評価する。	同 上

設 備 名	整理番号	検 査 項 目	検 査 内 容	検査実施日
8. SFF使用済燃料 貯蔵設備	A-707	貯蔵能力確認	冷却器開放記録及びプール循環流量, 冷却器, 冷却水流量指示から冷却能力を評価する。 貯蔵プール内の異常の有無を目視により確認する。	昭和 57 年 10月1日
	A-708	浄化能力及び冷却能力 確認	イオン交換樹脂の交換記録及び電導度, 流量指示から浄化能力を評価する。 冷却器開放記録及びプール循環流量, 冷却器, 冷却水流量指示から冷却能力を評価する。	同 上
	A-709	炉外燃料移送機器動作	炉外燃料移送作業に係る燃料取扱機器のインターロック検査	同 上
9. SFF新燃料貯蔵 設備	A-710	貯蔵能力確認	貯蔵設備の異常の有無を目視により確認する。	昭和 57 年 10月1日

2. 施設検査

設 備 名	整理番号	検 査 項 目	検 査 内 容	検査実施日
1. 燃料交換機 (1) グリップ	B-201	分解検査	構成部品について異常の無い事を目視にて確認する。	昭和 57 年 9月28日
		機能検査	センシング軸, 爪動作に異常の無い事を作動状態にて確認する。	同 上
	B-203	開放検査	構成機器の取付状態に異常の無い事を目視にて確認する。	同 上
	B-204	分解検査	構成部品について異常の無い事を目視にて確認する。	昭和 57 年 9月17日
		B-205	漏洩検査	機器指定シール部について水銀マンオメータにより漏洩の無い事を確認する。

設 備 名	整理番号	検 査 項 目	検 査 内 容	検査実施日
(4) ホールドダウン 機構駆動シリンダ	B-206	機能検査	ドアバルブ作動に異常の無い事を作動状態にて確認する。	昭和 57 年 9 月 28 日
	B-207	分解検査	構成部品について異常の無い事を目視にて確認する。	昭和 57 年 9 月 17 日
	B-208	漏洩検査	シリンダを加圧し、石けん水により漏洩の無い事を確認する。	昭和 57 年 9 月 21 日
	B-209	機能検査	シリンダ動作に異常の無い事を確認すると同時にストロークを測定する。	同 上
2. 燃料取扱用 キャスクカー				
(1) グリッパ	B-212	分解検査	構成部品について異常の無い事を目視にて確認する。	昭和 57 年 9 月 28 日
	B-213	機能検査	爪動作に異常の無い事を目視にて確認する。	同 上
(2) グリッパ巻上 機構	B-210	開放検査	構成機器の取付状態に異常の無い事を目視にて確認する。	同 上
	B-211	機能検査	グリッパ巻上機構を手動及び電動にて上・下させ、動作状態に異常の無い事を確認する。	昭和 57 年 9 月 28 日
(3) ドアバルブ	B-214	分解検査	構成部品について異常の無い事を目視にて確認する。	同 上
	B-215	漏洩検査	機器指定シール部について水銀マンオメータにより漏洩の無い事を確認する。	同 上
	B-216	機能検査	開閉動作状態に異常の無い事を確認する。	同 上
3. 使用済燃料輸送容 器	B-217	外観・漏洩検査	輸送容器構成品の健全性並びに組立状態を検査する。また容器について漏洩の無い事をヘリウム漏洩検査により確認する。	昭和 57 年 10 月 1 日

設 備 名	整理番号	検 査 項 目	検 査 内 容	検査実施日
4. 新燃料構内移送 容器	B-218	外観・漏洩検査	移送容器構成品の健全性並びに 組立状態を検査する。また容器 について漏洩の無い事をヘリユー ム漏洩検査により確認する。	昭和57年 10月1日

7.2 自主検査

1. 自主検査実績

燃料取扱設備の自主検査は、燃料交換を実施しない時期である 57 年 2 月 15 日～3 月 17 日、5 月 6 日～5 月 19 日、7 月 23 日～9 月 21 日及び 12 月 8 日～12 月 24 日に行った。その他、計器較正、盤点検についても実施した。

各設備における実績の詳細は第 7.2 - 1 表参照のこと。

2. 自主検査期間中における特記事項

自主検査期間中における主な特記事項は以下の通りである。

これらの特記事項には、燃料交換期間中に発生した不具合の処置も含まれている。

1) 燃料交換機

- (1) 分解時グリッパ外筒と爪ホルダーの固定用として用いている皿小ネジ（皿ビス）の取外しが困難であった。

〔原因〕

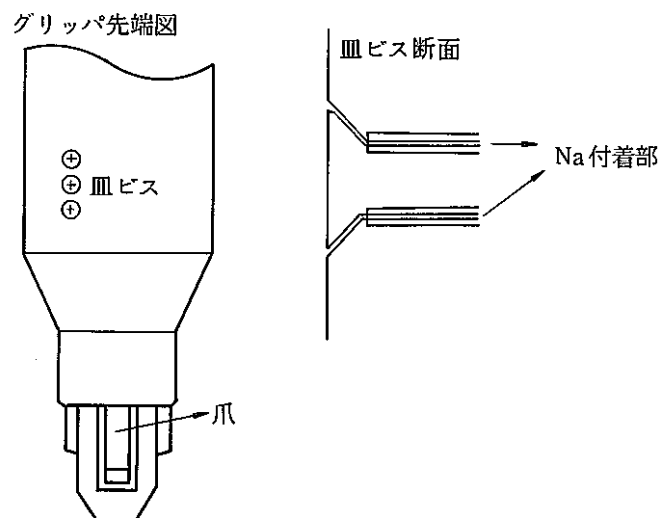
グリッパ外筒と爪ホルダーの温度差により皿小ネジが多少ゆるみギャップが生じ、このギャップに Na が浸入し、グリッパ洗浄時に固化したものと考えられる。

分解時この部分に黒色の Na 酸化物らしいものが確認された。

〔対策〕

構造上具体的対策はない。

今後、分解時はすべて皿小ネジを新品に交換する事で作業を実施することにした。



- (2) つかみ部洗浄設備において燃料交換機グリッパを洗浄後、爪の開閉試験を実施した時、開閉駆動モータに過電流が生じサーマルトリップに至った。

〔原因〕

グリップ外筒内部のNaドレンが何らかの要因でうまくいかず、内部に溜っていたものと推定される。通常のグリップ洗浄ではほとんどのNaが洗浄されるが、完全に洗いきれず内部に残っていた為、爪操作軸の動きを阻害し、爪開閉モータに過負荷を与えたものと考えられる。

Naドレンがうまくいかなかった要因としては、ドレン孔に何らかの異物が付着したためと考えられる。

〔対策〕

洗浄液（再生アルコール）は交換後、初めて使ったものなので問題はないと思われる。

Naドレンがうまくいかなかった要因については、次回の点検時あるいは、グripperの構造を再検討することによって明確にする。

2) 燃料出入機

(1) グリップ上・下駆動用テープについて、定期交換を実施した。

交換の対象と成ったテープについては、従来2年もしくは、使用荷重条件の厳しい取扱を実施した時に交換を行っていたものであるが、今回は短期の使用であるが、年間の取扱本数が著しく多量であった為に、グリップ駆動部分解点検と同時にテープ交換したものである。

〔対策〕

テープの交換は、これまでの保守実績から、使用期間中に著しい荷重がテープに加わらない限り、3年に1回の交換に交換頻度を伸ばす事が効果的な保守作業を行う上で適当であると考え。交換頻度延長に当っては、使用済テープに関して非破壊検査等を行い、当初の健全性が満足されており、交換頻度の延長を保守点検作業に反映した。

(2) 横行台車動作時の駆動部からの異音

〔原因〕

現状に於いては完全なる原因の究明はまだされて無い。

昭和57年5月に実施した傘歯車箱出力軸ベアリングの交換により一時的に異音は解除されたが、その後再び同様の現象が発生した。現象の再現に伴いベアリングについて点検を行ったが、ベアリングについての異常は認められず、異音の発生源がベアリング部では無い事が確認された。現在、異音発生位置の検討が成されている。

〔対策〕

- ・最も異音の大きい傘歯車箱出力軸ベアリングの交換を実施した。
- ・横行台車駆動軸スラストベアリング回り止め加工を行った。
- ・歯車箱内潤滑油について、特殊オイル（二硫化モリブデン入りオイル）に交換し、傘歯車面のすり合せを行った。
- ・傘歯車歯面について手入れを行い、当り面を円滑に仕上げた。

3) 燃料取扱用キャスクカー

(1) グリップ巻上装置ケーシング内のNa粉末付着

キャスク本体の上部にあるグリップ巻上装置のケーシング内にNa（不純物）と思われる白色の粉末がほぼ全面に付着していた。（キャスク本体とケーシング部のフランジに多く見られた。）

〔原因〕

Na ミスト等が上昇して付着したと思われる。

〔対策〕

Na（不純物）粉末を除去するための方法としては

a) 専用治具を製作する。

b) フランジを分解する（ロードセル及び爪開閉用ドラム、ワイヤーの分解が必要）。

などが考えられるが、非常に大がかりな作業が予想されるため、今回は駆動部のみ清掃を行い、次回に実施する計画とした。

(2) Ar ガス循環ブロワ(A)ステック

圧損の大きな反射体の取扱中に振動と異音が発生してブロワがトリップした。

分解検査の結果、グリースが飛散し、ケーシング側ベアリングの焼損が確認された。

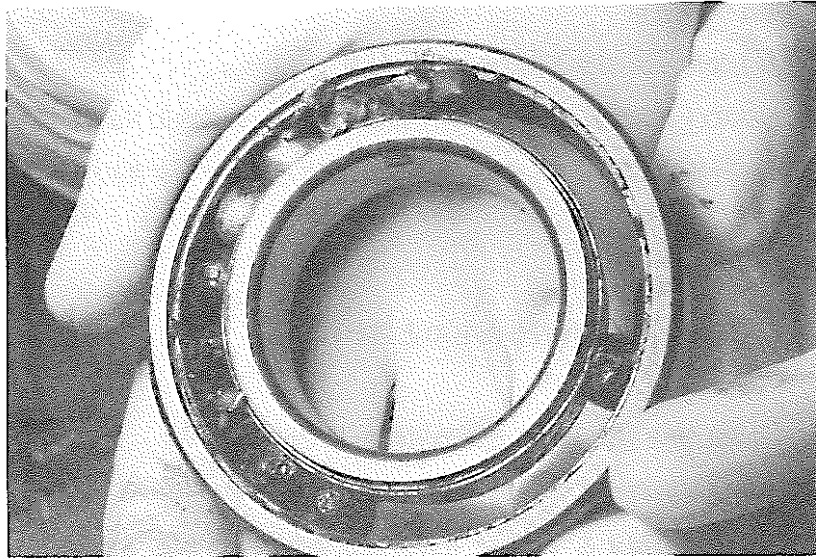
一方、駆動側ベアリングはオープンタイプであるが遠心力等の原因により多少グリースが飛散していた。

〔原因〕

キャスク本体の放射性物質（ガス）の置換のため、毎日作業終了時に系統内の真空引きを実施している。従ってAr ガス循環ブロワ内も真空引きの対象となり、この時の圧力変動等によりグリースが飛散し回転中の循環能力が減衰した為に、ベアリングが焼損したと思われる。

〔対策〕

グリースの飛散防止のためには、完全密封タイプのベアリングを使用するのが望ましいが現状では困難である。従って、この防止対策としてAr ガス循環ブロワ前後の弁を閉として置換操作を行う様運転方法を変更した。



4) トランスファロータ設備

(1) トランスファロータラック内観察

54年12月以降「R」ラック温度記録上にNa潜熱による異常が確認されている。

これらの現象の原因としては、「R」ラック下部Naドレーン孔(20φ)がNa酸化物若しくは異物によりつまり底部にNaが溜りラック温度に影響を与えたものと推定され、原因究明のためトランスファロータドアバルブ分解検査期間を利用して400mm望遠レンズ等を使用し、ラック内観察を実施した。

〔観察結果〕

○「R」ラック

ラック内にNaの残溜が確認された。すなわちNaドレーン孔は何らかの原因でつまっている。

○「L」ラック

Naドレーン孔は健全であった。

〔対 策〕

第4回定期検査期間中にドレーン孔の穴明け工事を計画中である。

(2) トランスファロータタンク内トリチウム濃度

トランスファロータドアバルブ分解検査にあたって、タンク内Arガスに含まれるトリチウム濃度を測定した。

〔測定結果〕

Arガスパージ開始前 $4.2 \times 10^{-4} \mu\text{Ci} / \text{cm}^3$

通算13回のパージ終了後 $3.0 \times 10^{-5} \mu\text{Ci} / \text{cm}^3$

〔展 望〕

タンク内トリチウム濃度は使用済燃料の取扱量とともに増加する。

また、1回のページ（Total ≒ 180m³ のうち ≒ 40m³）で除去出来るトリチウム濃度は当初の量に対して20%程度である。

5) 使用済燃料洗浄設備の系内放射線量増加

〔原 因〕

燃料洗浄設備は、燃料集合体に付着していた、Na中のCpが洗浄によって洗い落され、洗浄液中に移行し、洗浄系を構成する配管・機器類に堆積する。従って、燃料洗浄本数の増加に伴い、洗浄液に移行するCpが増加し、設備の放射線量が上昇する傾向を示す。現在配管等の表面にて数百mR/H、機器類の高い部分に於いては数R/Hに達している。

〔対 策〕

- (1) 特に高線量となった個所で遮蔽可能なものは、鉛毛等により遮蔽を施す。
- (2) ガス系ライン等で水洗浄の可能な個所は、定期的に水洗浄を行いCpの沈着増昇を防止する。
- (3) 今後の処置
 - a) 根本的な対策は困難であるが、ループ中にフィルター等を設ける事を検討する。
 - b) ラインの洗浄性を改善し、Cpを洗い流す。
 - c) 定期的にライン除染作業（外部より除去機器を用い除染を行う方式）を実施する。

6) 使用済燃料貯蔵設備

(1) 使用済燃料移送機ケーブル内断線

運転前確認時、台車運転中「グリップ上昇・下降」のANNが発生し、グリップロープスラック検出用リリーススイッチが作動したようになっていた。また、グリップ下降中、上下駆動用三相モーターから異音が発生したので調査した結果S相が欠相していた。

以上の現象の原因を究明した結果ケーブル断線である事が判明した。

〔原 因〕

ケーブルは外径40φmm（24芯）もあり柔軟性に欠け、またケーブル自体も固く、コイル方式を採用していたためケーブル断線に至ったものと考えられる。

〔対 策〕

ケーブル外径を25φmm（12芯）の柔軟性のあるケーブルとしカーテン方式に改良した。

第 7.2 - 1 表 高速実験炉「常陽」MK-II 移行期間中燃取設備定期及び自主検査実績

Table 7.2 - 1 The Qualified and Un-qualified Periodic Inspection Accomplishment During The MK-II Conversion.

項目	S 5 6 年度			S 5 7 年度									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	S 57.12 ~ S 58.3	
照射用炉心構成作業工程	準備 4 (14) 17 ACT-1	燃交(1)(30体) 30 (16) 14 23 25 6 9 ACT-4	燃交(2)(90体) 18 (45) ACT-6	燃交(3)(60体) 20 (29) 17 ACT-7	燃交(4)(60体) 24 (29) 22 ACT-9	燃交(5)(64体) 21 (32) 22 ACT-12	燃交(6)(12体) ACT-15 16 7 22	性能試験					燃界 S 57.11.22, AM 11:22
E/H 開明	開 ▽ 17	閉 ▽ 30	閉 ▽ 13	閉 ▽ 18	開 ▽ 7	閉 ▽ 20	開 ▽ 17	閉 ▽ 21	閉 ▽ 21	開 ▽ 12	閉 ▽ 15	閉 ▽ 26	閉 ▽ 3
1. 回転プラグ													
2. 燃料交換機設備													
3. 燃料出入機設備													
4. トランスファーク設備													
5. 新燃料貯蔵設備 (A513)													
6. 使用済燃料貯蔵設備													
6.1 燃料洗浄設備													
6.2 回転移送機													
6.3 缶詰装置													
6.4 水中台車設備													
6.5 使用済燃料移送機													
6.6 水処理設備													
6.7 その他													
7. キャスクカー設備													
8. 新燃料貯蔵設備 (SFF)													
9. 使用済燃料貯蔵設備 (SFF)													
9.1 燃料移送機													
9.2 水処理設備													
9.3 その他													
10. 電気設備													

7.3 燃料取扱設備機器運転期間中に実施する必要の有る保守

1. 各設備グリッパ洗浄実績

グリッパ洗浄実施頻度はMK-II移行作業前の運転経験により次表の様に実施された。

しかし、燃料取扱用キャスクカーにおいてはグリッパ爪開閉異常が生じたため洗浄サイクルを1回/2サイクルから1回/1サイクルに変更した。又、MK-II移行作業の運転経験に基づき次表のようにMK-II定格運転中の洗浄回数を決定した。

設 備 名	MK-II 移行作業中	MK-II 定格運転中
燃 料 交 換 機	1回/1サイクル	1回/1サイクル
燃 料 出 入 機	2回/1サイクル	2回/1サイクル
キ ャ ス ク カ ー	1回/2サイクル	1回/1サイクル

(1サイクル：移行作業中は炉心構成要素 15 体交換)
 定格運転中は炉心構成要素 12 体交換)

MK-II 移行作業期間中における洗浄回数

燃 料 交 換 機	25 回
燃 料 出 入 機	35 回
キ ャ ス ク カ ー	16 回

洗浄方法については、第8章「照射炉心移行作業期間に於ける諸成果」参照のこと。

2. 各設備ドリップパン交換等実績

MK-II 移行作業中のドリップパン交換時期は、MK-I 期間中運転時のNa 滴下量を評価することにより決定したが、MK-II 移行作業の燃料交換のような過密工程による作業経験が無かったため、キャスクカードリップパン交換時期及びモレキュラシーブ再生時期については多少変更を生じた。これらの経験に基づきMK-II 定格運転中の交換を次表の様に決定した。

設 備 名	MK-II 移行作業中	MK-II 定格運転中
燃 料 出 入 機	2回/1サイクル	2回/1サイクル
燃 料 交 換 機	2回/年	1回/年
キ ャ ス ク カ ー	内側 1回/1サイクル	内側 1回/2サイクル
	外側 2回/年	外側 1回/年
モレキュラシーブ再生	1回/2サイクル	1回/1サイクル

MK-II 移行作業中におけるドリップパン交換回数及びモレキュラシーブ再生回数

燃料 出 入 機	40 回	
燃料 交 換 機	2 回	
キ ャ ス ク カ ー	内側 11 回	外側 2 回
モレキュラシーブ再生	12 回	

ドリップパン内Na溜り量の評価については、第8章「照射炉心移行作業期間に於ける諸成果」参照のこと。

7.4 照射用炉心への移行に際して実施した改造等

1. 設備の性能に関する改造等

1) 燃料出入機コフィン，放射線遮蔽強化に係る検討

(1) 遮蔽設計条件

a) 炉心構成要素の出入作業中

B区域 8mrem/h以下

b) 設計線量率は上記値の1/10である。

(2) MK-I 燃料 30,000 MWD/T 燃焼度における，放射線線量率の検討

a) 原子炉建物1階操作床上（B区域）を0.8mrem/hとするため，出入機コフィン表面30cmの位置の線量率を7mrem/h以下とする必要がある。

b) 30,000 MWD/Tの場合は30cmの位置において25mrem/hとなるため，52年度から遮蔽設計の検討を行い，また，中性子源による試験を続け，55年度にMK-II燃料の取扱いについても検討し，強化工事を行った。

（改造前の最大燃焼度燃料は約20,000 MWD/Tであり，表面より30cmの位置での線量率は約10mrem/hであった。）

(3) MK-II 燃料 50,000 MWD/T 燃焼度における放射線線量率の検討

a) 設計目標0.8mrem/h以下とするため設計検討の結果の必要遮蔽材

ポリエチレンの場合 8.5cm以上

ボロン入りポリエチレンの場合 7.5cm以上

以上の値を得たが取付スペースに余裕があることからポリエチレンを採用した。

(4) 遮蔽強化工事に対する複事事項の検討

a) 遮蔽用ポリエチレンの総重量が1040kgになるため出入機全体の耐震設計の見直しを行った結果，条件を満足することが確認された。

しかし，出入機台車をレールに固定するレールクランプの機能，及び信頼性の向上のため

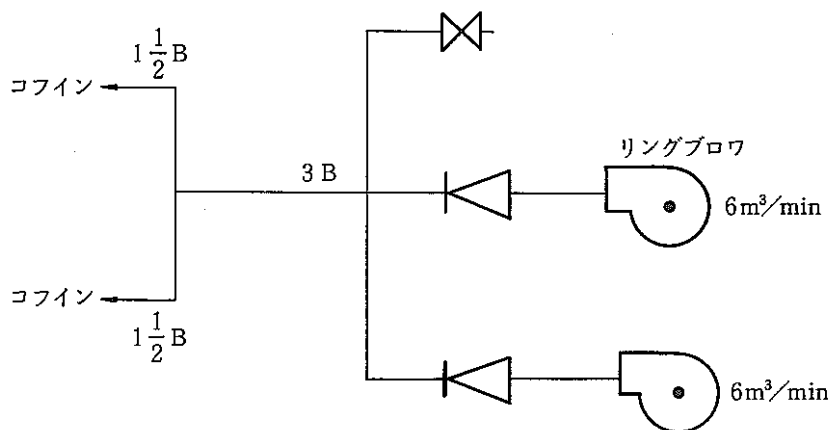
め改造が必要と判断された。

- b) ポリエチレンに対する熱影響は冷却ブロワ停止状態において発熱量 2.1 kW の燃料取扱時に 131 °C に達し、軟化温度 (85 °C) 融点 (105 ~ 137 °C) を越える恐れがあることから、既設ブロワと同性能 (6 m³/min) のブロワを予備として追加した。

(5) 作業実績

a) 冷却機能強化

- イ) 冷却用ブロワを 1 台増設して 2 台とし、これに伴う配管、制御回路の整備を実施した。



ロ) 作業実施期間

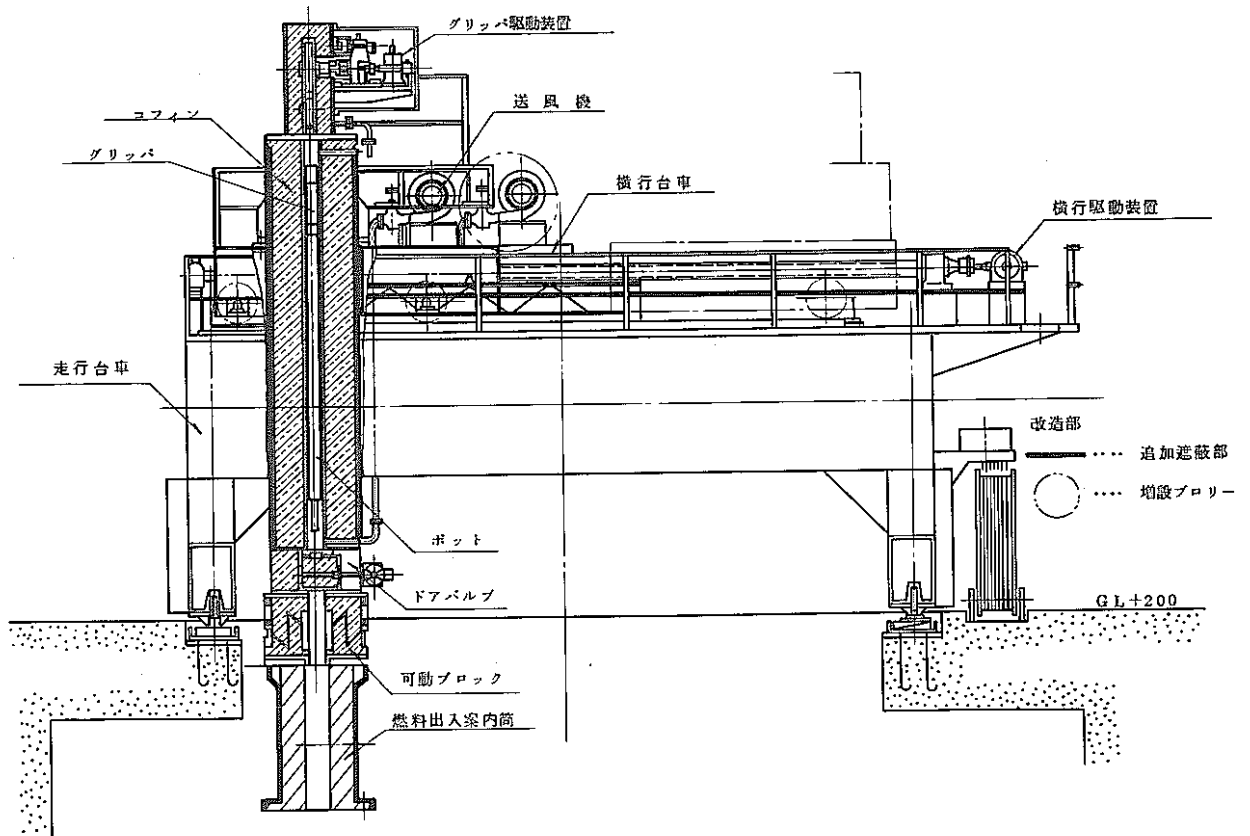
56 年 1 月 5 日 ~ 56 年 2 月 5 日

b) 遮蔽強化

- イ) コフィン、案内筒、ドアバルブ外周に成形したポリエチレンを取付、遮蔽材取付に支障がある各所の分解組立改造を実施した。

ロ) 作業実施期間

55 年 10 月 31 日 ~ 55 年 12 月 27 日



c) レールクランプの改造

イ) クサビとレール間にプレッシャプレートを増設、また、板バネを増設することによって、クサビの摩擦面が一定となる様にし、レールに対してのクサビのカジリ荷重を低下させる構造とし、油圧による締付圧力を 120 kg/cm^2 から 140 kg/cm^2 に変更した。

ロ) 作業実施期間

55年10月31日～55年11月14日

2) 燃料取扱キャスクカーの放射線遮蔽強化

(1) 遮蔽設計条件

- a) 燃料取扱中 400 mrem/月 以下、 400 mrem/回 以下、但し作業時間は 7h/月 とする。
- b) 設計目標は上記値の $1/10$ とし、 6 mrem/h とする。
- c) 上記線量率は操作台及び移動エリアの値とする。

(2) MK-II 燃料 (50,000 MWD/T) における放射線線量率の検討

a) 52年度当初よりMK-II燃料を目標として遮蔽検討を行い、中性子遮蔽を強化すれば十分であるという結果を得、遮蔽材については2次 γ 線を考慮してボロン入りポリエチレンとした。

燃料中心位置より上下1.5mのキャスク本体周囲に厚さ9cm以上のボロン入りポリエチレンを、その上下は4cm以上とした。

(3) 作業実績

a) 遮蔽工事は取付の簡単なキャスク中心を第1期（54年5月）に実施し、ベーパートラップ配管、ドアバルブを第2期（55年8月）に実施した。

b) 作業実施期間

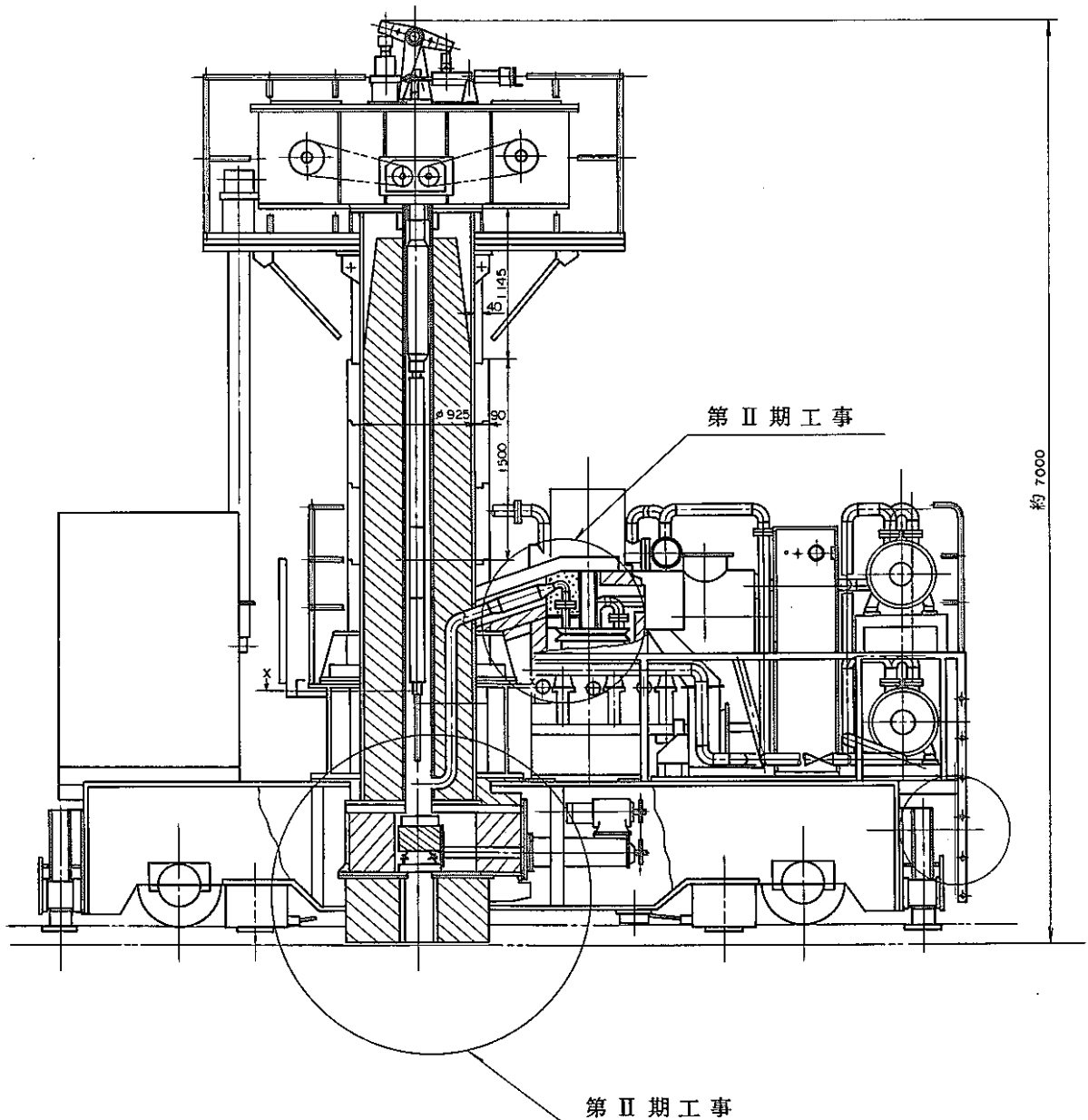
第1期 53年4月16日～53年5月29日

第2期 55年7月21日～55年8月28日

3) 回転移送機冷却機能強化

(1) 設計条件

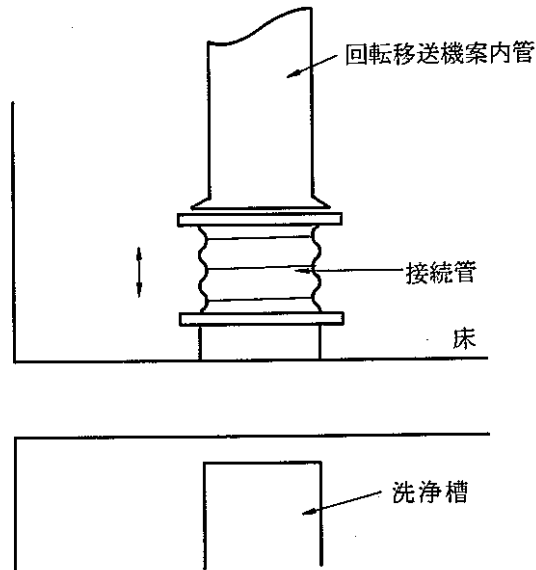
a) 燃料被覆管温度 650℃以下



- b) 缶詰缶に装荷するときの被覆管温度 300℃以下（熱衝撃防止のため）
- (2) MK-I 燃料 1.5 kW（崩壊熱量）の被覆管温度の検討
 - a) 80℃で洗浄槽より送られてくる燃料は、冷却喪失の場合に 20 分後に約 485℃ まで被覆管温度が上昇する可能性がある。通常、強制冷却運転においては 170℃である。
- (3) MK-II 燃料 2.1 kW（崩壊熱量）の被覆管温度の検討
 - a) 洗浄槽より送られてくる燃料は、冷却喪失の場合に 20 分後に約 650℃まで上昇し、その後約 1000℃程度まで上昇する。

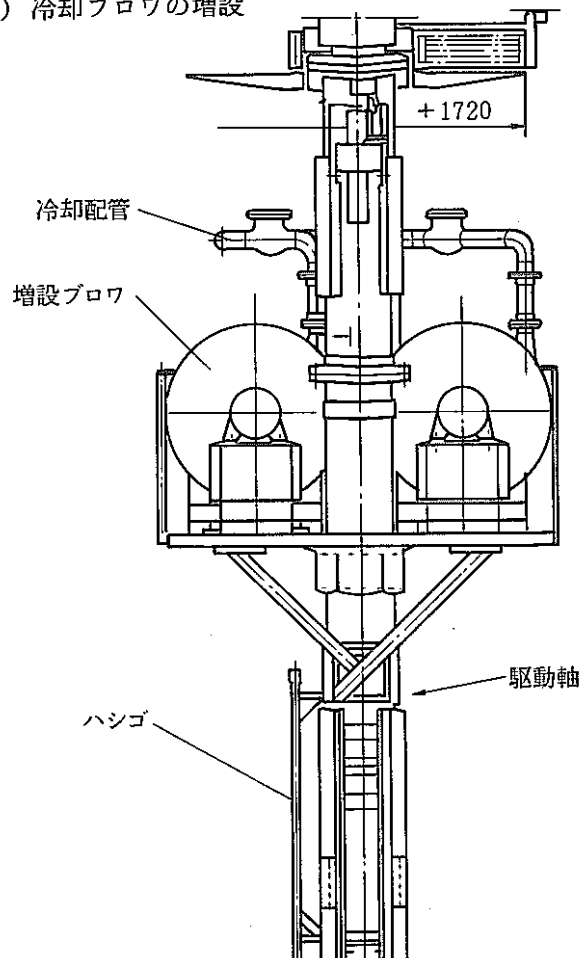
また、燃料が案内筒の上限にあり、冷却能力が最大の時に被覆管温度は約 240℃であるが、位置変化によって、冷却風量は減少する。
 - b) 検討の結果次の改造を行い、冷却能力の増強を計った。
 - イ) 洗浄室と回転移送機案内管の間に接続管を新しく設け、所要風量を得た。
 - ロ) グリッパ内部を通り、燃料頂部に冷却ガスを効果的に流れる様グリッパの改造を行った。
 - ハ) 既設ブロワと同じブロワを予備として増設した。
 - ニ) 改造により、案内管上部においては 55 kg/h の冷却風量とし、グリッパ上下中においても 15 kg/h（被覆管温度 560℃以下）が確保可能となった。

b) 接続管の設置



金属ベロース（SUS）を床側に取付け、圧縮空気により伸縮させ、案内管へ接続し、ブロウ風量の漏れを少なくした。

c) 冷却ブロウの増設



案内管上部既設ブロウ隣に架台を増設し、新規ブロウを設置する。

ブロウ設置に当り耐震設計の見直しを行った結果、条件を満足することが確認された。

注) ブロウ形式

電動式ターボブロウ

4.4 m³/min 以上

d) 作業実施期間

56年1月12日～56年3月18日

2. 稼働率向上のための改造等

1) 新燃料予熱装置の設備

(1) 目的

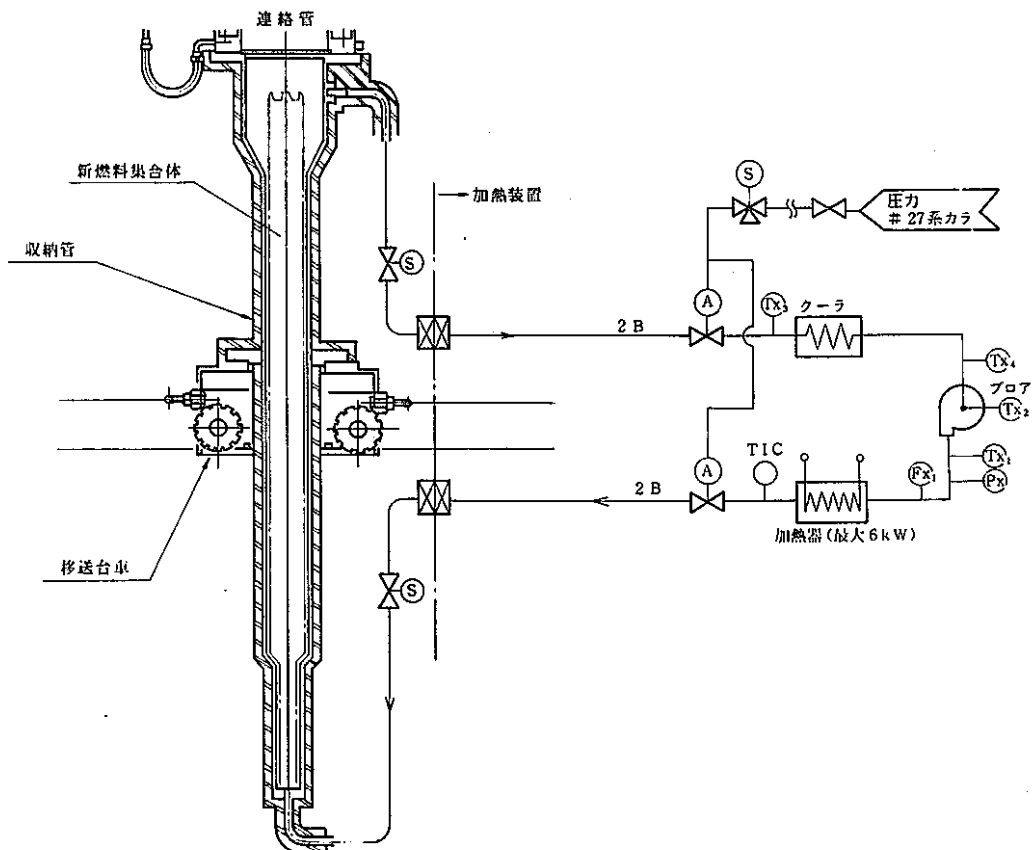
新燃料をキャスクカーでトランスファロータ内ポットに装荷する際、熱衝撃を避けるための予熱を行う必要がある。この予熱は従来キャスクカーで行っていたものであるが、キャスクカーによる予熱は長時間を要し、他設備に対する待ち時間が大きく、燃料交換作業の効率の低下をきたしていた。

本装置はキャスクカーに渡す前に新燃料移送台車にて十分な予熱を行える様、新燃料予熱装置の設置を行った。

(2) 実施内容

既設移送台車収納管は燃料を運搬するだけの機能であったが、収納管上下にArガス循環用配管を取付、加熱装置に接続可能とし、また収納管外周にもヒーターを取付けたものである。

加熱装置は加熱器、ブロウ、ブロウ用クーラー、から成る。



予熱装置系統図

2) キャスクカーグリッパ駆動, 操作の自動化

(1) 目的

キャスクカーは多種重量の炉心構成要素を取扱い, またその受渡し場所の違い(N/F, T/R, C/P, FMS)によりストロークが異なり, 更に吊り判定を荷重より, 操作は手動ハンドルで行う装置であった。そのため操作に時間がかかり, 個人の経験による所が大きくMK-II移行作業遂行するにあたり重大な支障であった。従って燃料の取扱い及び荷重の判定について自動化を行った。

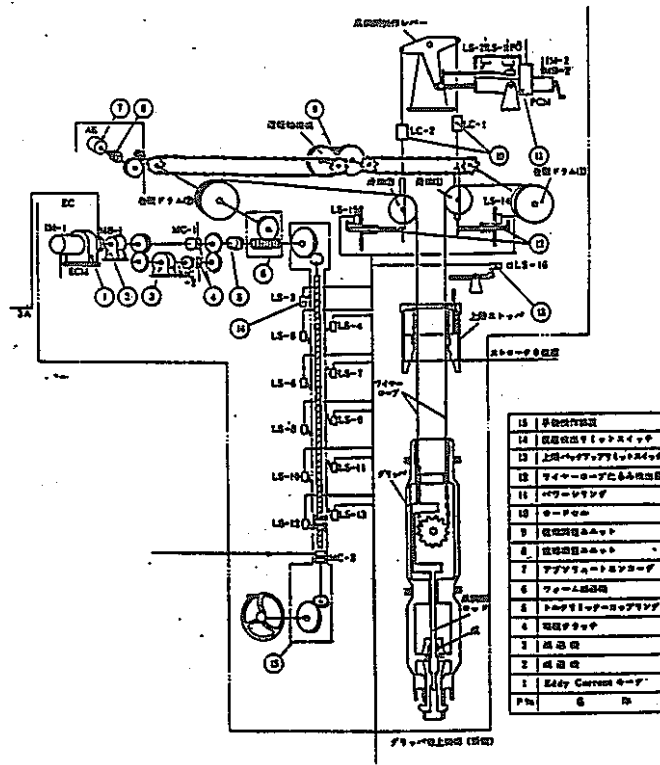
(2) 実施内容

MK-I中における運転, 保守の経験にもとづく検討の結果, 以下の内容の改造を実施した。

- a) グリッパ着地を確実にするため, 駆動装置を3段変速とした。
- b) エンコーダによるストローク表示を行い, ストロークによる着地検出を行うこととした。
- c) グリッパ荷重変化を検出して爪開閉を自動とした。
- d) ワイヤーのたるみ検出器を駆動装置に取付け, 安全装置とした。
- e) ロードセルを駆動装置内部に設置することによって, シールのための荷重外乱を軽減した。

(3) 実施期間

56年1月15日~56年8月12日



グリッパ駆動原理図

3) 燃料洗浄設備配管改造

(1) 目的

燃料洗浄槽はキャスクカー側位置で洗浄を行い、135°回転して缶詰装置側に送るもので、洗浄に必要な水、ガスは自在継手配管により送られる。

自在継手を含む配管は、その構造上動作が不安定であり、MK-II移行作業中の多動作においては、そのシール性が問題であった。また、燃料洗浄回数の増加に伴ない、配管内のC.P増加が考えられ、メンテナンス時の放射線被曝を低減する必要があった。

そのため、自在継手を駆動軸に取付けることによって動作を安定化させ、また、自在部のシール性に信頼できる構造とすると共にメンテナンスを容易に行える構造に改造した。

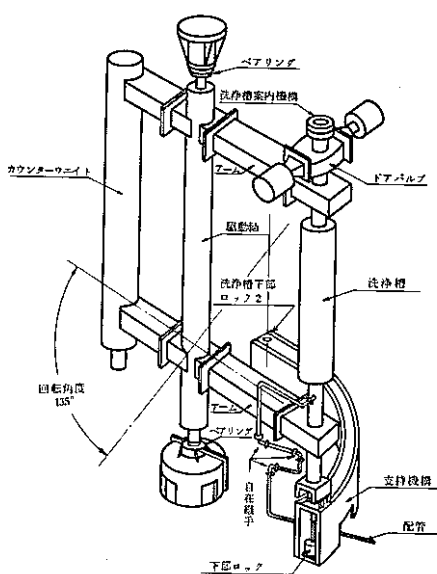
(2) 実施内容

- a) 自在継手を回転継手構造に変更した。
- b) 回転継手は駆動軸に取付けられるが、既存駆動軸では軸長が不充分であるため上下の軸受け及び架台並びにアームの改造を行った。
- c) 継手部の変更に伴ない配管の改造を行い、配管、弁の簡略化工事を行った。
- d) 上記改造に伴ない、グラフィックパネル及びシーケンスの改造を行った。

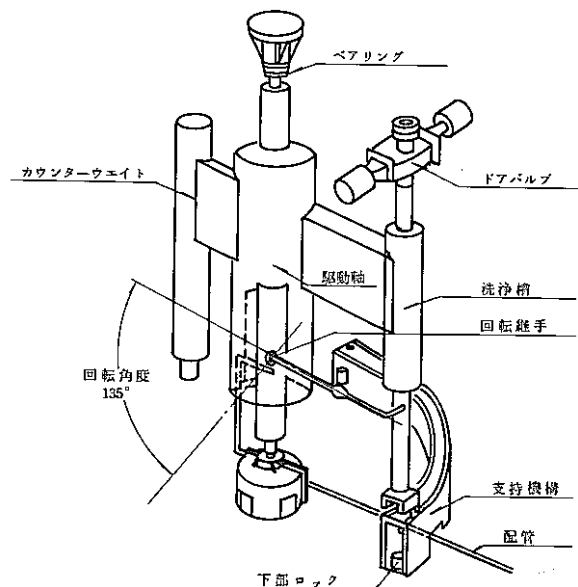
本工事は燃料洗浄設備の主構造全部を解体して改造を行ったものである。また、本工事前に全配管の除染作業を実施した。

(3) 作業実施期間

55年10月27日～56年3月19日（現地工事）



改造前



改造後

4) S.F 移送機シーケンス改造

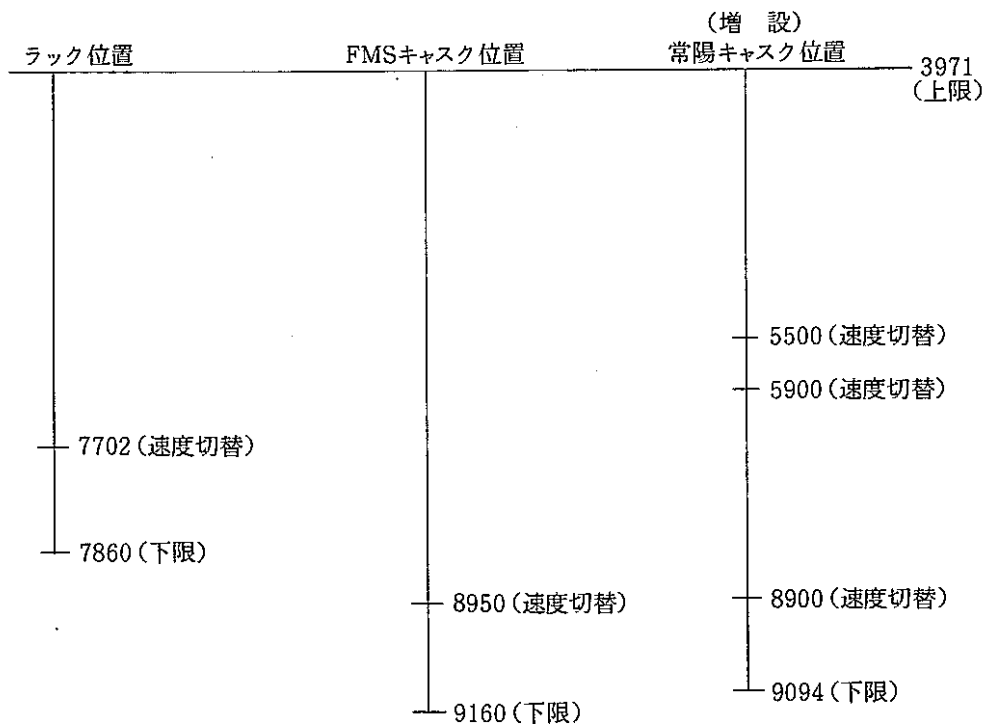
(1) 目的

MK-II 移行作業の取扱本数は第1プールの貯蔵能力を越えるため、第2プールに移送しなければならない。

そのため、専用キャスクを使用して移送することになるが、キャスク位置での台車速度が遅く、取扱本数の多さから全体工程に支障をきたすことが考えられた。また、キャスクとラックのストロークの違いによる運転上の不具合を解消する必要があった。

(2) 実施内容

- a) キャスク中心位置まで高速で移動できる様に、リミットスイッチの増設を行い、シーケンスを改造した。
- b) ストローク検出器を改造して出力信号を多くし、選択スイッチにより取扱位置の違いに対処できる様にシーケンスを改造した。



改造後のストローク図

(3) 実施期間

56年11月28日～56年12月10日

5) 全燃料取扱設備のシーケンス見直し改造

(1) 目的

MK-II 移行作業実施に当り作業を円滑に行うため、運転保守経験に基づき、設備のシーケンス改善を行ったものである。

(2) 実施内容

- a) 各駆動装置の試運転回路の増設（操作 Box の製作）
- b) 故障警報表示，運転表示の改善
- c) キャンセル回路，準備回路の撤去，増設
- d) 燃料交換モード回路の変更
- e) 自己保持回路の変更
- f) 非常停止回路の変更
- g) 各駆動装置の逆動作保護回路の設置
- h) ガス置換回路の簡略化
- i) 出入機グリッパ速度帯域の変更
- j) 回転移送機グリッパストローク設定点の増設
- k) シーケンス回路の電源喪失表示の設置

設備名の無い項目は全設備に共通する事項である。

(3) 実施期間

56年9月28日～57年1月22日

6) 燃料洗浄設備シーケンス改造

(1) 目的

洗浄設備は，洗浄準備，燃料受入，洗浄払出を自動的にを行い，約100個の自動弁が開閉を繰返すものであり，弁の動作不良及びリークは，系内に水，水素，Na，蒸気，Arガスが共存する設備であるため，故障の原因となる。

そのため，圧力，温度，水位信号の信頼性を向上し，信号増設によるバックアップの改造を行ったものである。

本改造により従来行っていた現場設備の監視を省くことによって，燃料洗浄中の放射線被曝を無くし，洗浄工程を円滑に行える様にしたものであり，また，洗浄工程の変更により工程の短縮を計ったものである。

(2) 実施内容

- a) シーケンス改造工事
- b) 上記改良を満すため，あらかじめ次の工事を実施準備した。
 - イ) 洗浄槽下流側への水位電極の設置
 - ロ) 循環ブロワメカニカルシール脱塩水流量計の設置
 - ハ) 性能劣下計器の取替
 - ニ) 逆作動自動弁を正作動弁に交換

(3) 作業実施期間

56年12月8日～56年12月26日

8. 諸 成 果

8. 照射用炉心移行作業期間に於ける諸成果

高速実験炉「常陽」は昭和57年1月4日よりMK-II移行作業に入り、56年6月にMK-II移行作業の基本計画が決定されたことにより、以降種々の準備が進められ、57年1月4日から12月23日の初期炉心構成作業終了まで殆んど基本計画からの逸脱もなく、定められた工程通り実施された。また、この期間中に併行して計画された第3回定期検査、自主検査並びに保守、補修作業においても、基本計画に沿って実施されるという多大な成果を上げることができた。

特に、特筆すべき事項は、照射用炉心での初期臨界が、56年当初に計画された日時に遅れることなく予定日の57年11月22日に達成されたことであろう。

この成果を踏まえ、移行期間中に得られた種々の経験及び知見、成果を運転、保守並びに設計に係る各項目に分類し示した。

1) MK-II移行作業期間中に得られた諸成果に関する分類上の整理方法を記す。

例 ; 分類番号 A 1 - 1
 成果の分類 }
 Na技術分類 } 整理番号

(1) 諸成果の分類記号説明

- A 運転に係る事項
- B 保守に係る事項
- C 設計に係る事項

(2) Na技術分類説明

- 1. Na技術に係る成果
- 2. 一般技術に係る成果
- 3. その他の成果

2) MK-II移行作業に伴い、作業の円滑化及び事前に検討を行う項目として、本プロジェクトチーム並びにその前進である準備グループにて発行された技術資料は、昭和56年6月～昭和57年12月の間に於いて326件に達した。これらの資料について第8-1表に各表題を紹介する。

以下に技術資料の整理方法を示す。

例 ;

整理番号	発行年月日	題目	枚数
MK-II-001	56. 6. 1	—	9

種別 ; A. 一般事項 C. 連絡事項 E. その他
 B. 工事に係る事項 D. 依頼事項

各設備の略号として以下を用いた。

R/P	;	回転プラグ設備	N/F	;	新燃料貯蔵設備
EXTRA	;	燃料出入機	S/F	;	使用済燃料貯蔵設備
INCO	;	燃料交換機	G/C	;	つかみ部洗浄設備
T/R	;	トランスフェロータ	CRD	;	制御棒駆動機構
C/C	;	キャスクカー	C. Compo	;	炉心構成要素
C/P	;	使用済燃料洗浄設備	廃液処理	;	廃液処理設備

照射炉心移行作業期間に得られた諸成果

分類	項目	設備番号	件名	主要成果
運 転 に 係 る 事 項	Na取扱設備機器	EXTRA	ドリップパンへの滴下Naの削減対策 (A1-1)	MK-II 移行に伴い実施された滴下Na低減対策は、有効に働き、移行期間中のドリップパン滴下Naは十分満足されるものであった。 また、取扱実績より炉内Naのプラグング温度が滴下Na量と関連があることが解った。
		INCO	グリッパの乾燥と炉内カバーガス中H ₂ 濃度の低減 (A1-2)	MK-II 移行作業期間中、炉内カバーガス中に於けるH ₂ 濃度の増加が検出された為、アルコール洗浄後のグリッパについて乾燥運転を実施した所H ₂ 濃度の低減が確認された。
			グリッパ予熱時間及びNa滴下時間の最適設定 (A1-3)	グリッパに対する予熱時間は、交換機プロセス計測値に与える影響等を考慮し、炉内Na中にて1時間以上保持することが必要であり、Na滴下時間については、軸封部へ与えるNaの影響を考慮すると滴下停止位置を2段階に分割することにより、更にドレン効果が向上することが確認された。
		C/P	モレキュラシーブ乾燥運転方法の確立 (A1-4)	MK-II 移行以前に於いては、運転実績が得られて無い事から再生運転に関する基準は、決められておらず、種々の取扱本数にて実施されていたが、本移行期間中に、基準本数を求めるべく試行錯誤が行われ、15本毎に再生運転を実施することにより、系内水分濃度を十分低く保つことが可能であることが確認された。
	その他設備機器	S/F	缶詰缶準備方法の改善 (A2-5)	重量物の運搬及び高所作業を伴う缶詰缶準備作業に於いて、作業性並びに安全性が向上したことにより、労力を半減する事ができた。
			缶詰装置室内照明の改善 (A2-6)	使用済炉心構成要素の缶詰作業に於いて、遠隔手動操作に対する目視環境が改善され、作業能率が向上した。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
運 転 に 係 る		S/F	プール間移送に伴う 移送台車運転方法の 改善 (A2-7)	プール間移送に伴い使用される移送キャスク内に、 缶詰缶を安全かつ確実に装荷する為、既設設備を改 造すること無く、監視モニターの画面上でのみ行え る様改善を計った。
		N/F	新燃料集合体予熱に 伴う運転方法の確立 (A2-8)	炉心燃料に関する予熱方法は、現状にて目標、温度 を十分満足しているが、その他の炉心構成要素に関 する予熱方法は更に予熱時間を延長する必要がある 事が確認された。
			MK-II用制御棒エ ントランスノズル形 状の変更に伴うアダ プタの製作 (A2-9)	制御棒エントランスノズル形状の改造は、新燃料移 送台車収納管に於ける取扱機能を越えるものであり 新たにアダプタの製作を必要とした。 しかしアダプタの着座位置については、周状着座と 成る為、取付状態に於いてガタが発生しやすく、キ ャスクカーとの取合偏芯限界を越える事が生じ、制 御棒収納作業にて対処する事とした。
事 項	燃料取扱設備全 般	全 般	燃料取扱作業に於け る最適人員の確立 (A3-10)	MK-II移行作業に伴う燃料移送作業は、直体制に よる昼夜作業であることから23名の運転・操作員で行 われたが、各設備の必要人員の見直しを実施した結果、 MK-II燃料取扱作業においては、移行作業を通した 運転経験により技術レベルが向上し省略化が計れる。
			燃料取扱時間の短縮 及び最適時間の確立 (A3-11)	MK-II移行に伴い、設備機器の効率的運用を計る 目的から実施された各種の機能改造は、燃料取扱作 業に対する時間短縮に大きく貢献すると共に、各設 備間の取合いが効果的に行われ、最適燃料取扱工程 の確立を行うことができた。
保 守 に 係 る 事 項	Na取扱設備機器	全 般	燃料取扱用グリッパ に関する洗浄方法の 確立 (B1-12)	燃料取扱作業期間に占めるグリッパ洗浄作業時間の割 合は大きく、これまで洗浄効果及び作業効率の両面 から種々の洗浄時間にて実施してきたが、洗浄実績 の蓄積により最も適当と考えられる洗浄方法が確立 した。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
保守に係る事項		INCO	軸封装置パッキンに対してのNa付着状況の評価 (B1-13)	軸封部に付着するNaについては、軸封部を構成する各種パッキンの寿命を決定する上で重要な要因と成り、点検期間中に実施した調査に於いて、Na拭き取り機能を有するパッキン部の機能が交換機運転末期に十分で無いことが確認された。
		T/R	トランスファロータ内酸素濃度低減操作 (B1-14)	トランスファロータドアバルブ分解点検時には、タンク内の酸素濃度が上昇する。従って運転制限条件より低減する事が義務付けられる為、低減操作手順を確立した。
			トランスファロータ内 ³ H発生原因の検討 (B1-15)	機器点検に伴い、タンク内部Arガスの分析を実施した所、約 $10^{-4}\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 程度の ³ Hの存在が検出された。発生源に関しては種々考えられるが、使用済燃料から移行したものが主と考えられる。
		CRD	上部案内管挿入孔のNa除去装置の開発 (B1-16)	上部案内管挿入孔に付着するNaの除去に対し検討した結果、本装置を用いることにより効果的に除去を行える事が確認され、上部案内管交換作業は円滑に実施された。
	その他の設備機器	S/F	貯蔵プール水の水質管理基準 (B2-17)	昭和50年より継続運転されている貯蔵第1プール水浄化設備は、MK-II移行作業に伴う約300体の貯蔵を経過した現在に於いても清浄度は良好であり、水質管理値として、電気電導度 $1\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、PH 5~7を用いている。今後、実績を踏えた管理基準を設ける考えである。
		CRD	下部案内管取替に伴う工程管理 (B2-18)	2体の下部案内管交換作業に於いて、本作業に用いる基本作業手順並びに作業時間の確立が行われ、1体当りの作業時間は約56時間を要することが確認された。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
保守に係る事項		CRD	上部案内管取替に伴う工程管理 (B2-19)	3体の上部案内管交換及びメンテナンス作業に於いて、本作業に用いる基本作業手順並びに作業時間の確立が行われ、1体当りの作業時間は、最大135時間を要することが確認された。
			制御棒と制御棒駆動機構との位置関係 (B2-20)	制御棒駆動機構の交換により、新規駆動機構の動作値について、従来の値との比較・検討を実施した結果、健全であることが確認された。
	燃料取扱設備全般	全般	保守管理基準の確立 (B3-21)	設備機器の保守点検については、これまで基準が設けられて無かった為に、長期計画からの脱落等の外乱により、重複する保守が行われて来た。従って一環した保守管理が成されるべく、保守実績の見直し並びに規制法規との関連から検討を行い、基準を設けた。
設計に係る事項	Na取扱設備機器	R/P	回転プラグジャッキダウン不調と原因 (C1-22)	回転プラグジャッキダウン時に発生した動作異常原因は、冷却材Naミストの炉容器内自然対流により、低温部に付着したNaによるものであることが判った。今後、付着Na除去及び異常監視システムの確立を実施する。
		INCO	Naドリップパンに対する溜り量 (C1-23)	燃料交換機グリッパより滴下するNa量は、これまで実測されてなかったが、MK-II移行期間の運転実績により、燃料交換15体取扱当たり約20gのNa滴下が生ずる事が確認された。
		T/R	トランスファロータラック下部ドレン孔の詰り (C1-24)	ラックヒータ昇温特性並びに燃料取扱機器取合いストローク等よりトランスファロータの2ケのラックのうち一方について、ドレン孔のNa詰りが判明しラック状態の観察を実施した。
			トランスファロータタンク内溜りNaに対する処理	タンク内に溜るNaについては、既設ドレンタンクによる処理能力では不足であることが判明し、新たにダンプタンクを設け計画管理による対応を行う事と

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
設計に係る事項		T/R	(C1-25)	した。更に移行期間中に貯えられたNaについては、炉内へ戻すことを検討中である。
		G/C	グリッパ洗浄後廃液に対する処理技術 (C1-26)	グリッパ洗浄用に用いられていた使用済アルコールについては、廃液中に含まれる浮遊物並びにC. P.の増加に伴い、既設廃液処理設備による処理が困難となり、新たな処理手段を設けた。
			洗浄液に関する最適配分 (C1-27)	洗浄液はアルコール水を用いているが、これらの配分は、安全上並びに洗浄効果等からアルコール80%、脱塩水20%の割合とすることが適当であることが判った。
			グリッパ洗浄設備雰囲気に関する線量率低減 (C1-28)	MK-II 移行作業初期(2月)に於ける洗浄槽表面線量率は、10mR/Hであったが6月には最大に達し、50mR/Hまで上昇した。従って鉛遮蔽を施し、当初の10mR/Hまで減少した。
		C/C	Naドリッパンに対する溜り量 (C1-29)	MK-II 移行期間中に於けるドリッパン取扱い実績から炉内Naプラグ温度と溜り量の検討を行った結果、相互関係が強い事が判った。
			グリッパに対するNa付着 (C1-30)	付着Naは、洗浄設備雰囲気における水分濃度による影響が大きく、モレキュラシーブ乾燥状態では15体燃料取扱後の付着量は約0.3g程度である。
			改良型荷重検出系に於ける運転実績 (C1-31)	MK-II 移行期間中に約600体の炉心構成要素を取扱い、荷重検出系が実荷重量に略等しい値(±3kg程のバラツキ)を示す事が確認された。
			高圧損集合体取扱いに関する検討 (C1-32)	MK-II 移行に伴い、特殊炉心構成要素の発生が考えられ、高圧損による循環ブロワに対する保護上から、循環運転中のバイパス弁開操作を行う必要が生ずる事が確認された。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
設計に係る事項		廃液処理	高レベル廃液移送と貯蔵タンクへのCP沈着 (C1-33)	高レベル廃液の貯蔵については、各廃液中に含まれるCPより、堆積のされ難い構造とし、システム設計に当って遮蔽、弁操作等についても作業員の被曝を低減する配慮を必要とすることが判った。
		C/P	燃料洗浄設備に於けるCPの挙動 (C1-34)	燃料洗浄設備は燃料に付着する放射性Naを洗浄するものであり、Na中に含まれるCP等が洗浄に伴い、洗浄ループに移行、蓄積し、系統内汚染を増加している。従って、昭和56年度の設備改造以降、これらのCPの挙動について追跡調査を行った結果、CPの蓄積、除染方法並びに蓄積防止に関する種々の知見を得ることができた。
			燃料洗浄と洗浄性電気伝導度の変遷 (C1-35)	洗浄循環水に於ける電気伝導度と炉心構成要素の関係は、集合体の構造により異なり、各集合体の洗浄性の判断並びに缶詰された燃料の缶詰缶内水サンプリング実施の必要性に対するコメントが行える事が確認された。
			高圧損集合体取扱に関する検討 (C1-36)	洗浄設備循環プロワは、腐食を防ぐ為主要構造材にSUSを用いているが、熱に対する制限が厳しく、高い圧力損失を有する集合体については、運転操作にて対応を行っていた。従って、運転制御回路に圧損による停止回路を新たに設け、機器に対する積極的な保護を行った。
	その他の設備機器	C. Compo.	炉心構成要素頂部レベル測定 (C1-37)	炉心頂部位置の確認を燃料交換機にて測定した所、各集合体の頂部位置バラツキは数mmの範囲にあり、燃料取扱上、支障の無い事が確認された。
			炉心構成要素炉内アドレス位置確認 (C1-38)	MK-I用炉心最終状態について各集合体の偏心量を調査した結果、各アドレス位置での集合体中心位置は、SKS時に測定した偏心量との比較値から当初のアドレス値に対し殆んど変化の無い事が確認された。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
設計に係る事項		C.Compo.	炉心構成要素の引抜ピーク荷重測定 (C1-39)	燃料交換時に測定される炉心構成要素の引抜荷重ピークは、集合体の炉心に於ける拘束及び曲り等を確認する上で重要なデータであるが、荷重検出値に加わる外乱により解釈が大変難しい。従って外乱要因の影響について検討を行った。
			使用済炉心構成要素ラッパ管に対する外傷 (C2-40)	MK-II 移行作業に伴い、MK-I 炉心から取り出された炉心構成要素ラッパ管に対し縦方向の傷が発生していることが確認された。各集合体の履歴について調査を行った結果、原因はセルフオリエンテーションキーによる接触痕であることが判った。
			MK-II 移行炉心観察 (C2-41)	運転に供されているFBR炉心の写真撮影を試みた。撮影の結果、新燃料移送開始時に設定の行われたマスターキー方向が炉心に装荷された状態に於いても計画通り所定の方向を指している事が確認された。また炉心構成要素頂部についても外観上異常の無い事が確認された。
			炉心に於けるセルフオリエンテーションマスターキーの方向 (C2-42)	炉心構成要素は、予め新燃料貯蔵設備より移送される初期に於いて計画炉心方位にてマスターキー方向が設定され、移送が開始される。「C1-41」による炉内観察により、計画方位算出方式が炉心方位設定方法として十分満足されている事が確認された。
			制御棒に関する形状変更並びに検討 (C2-43)	MK-II 移行に伴い形状変更された制御棒について、燃料取扱設備各機器との取合上の整合性を検討した結果、各機器に於いて取扱いが困難である事が判った。従って、当面取扱いの必要と成る機器に関してはアダプタ等を設け、その他については処理方法を変更する等の対処を実施した。更に、新たに製作される制御棒については再度形状見直しを行うこととした。

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
設計に係る事項		S / F	使用済燃料移送機に於けるケーブル損傷 (C2-44)	可動機器に対するケーブリングには多芯線ケーブルを用いる事が多く、固定具へのケーブル取付方法により内部芯線間に応力が発生し、断線に至る事が判った為、ケーブリング方法の変更を行った。
			缶詰設備に於ける使用済集合体の外観検査 (C2-45)	使用済炉心構成要素の外観検査を「常陽」燃料取扱設備にて実施することにより、ラッパ管表面に対する健全性に関するコメントを早期に、しかも全集合体について行うことが可能である。
			汚染缶の再利用と除染 (C2-46)	使用済缶詰缶については、缶内部の汚染により固体廃棄物処分とされていたが、汚染缶の増加に伴い廃棄物量の低減化及び経費節減を計る必要性から再使用に伴う除染が試みられ、30体について再利用が成された。
			燃料貯蔵プール水中のC. P量変遷 (C2-47)	燃料取扱機器及び貯蔵用缶詰缶表面よりプール水中に移行したC. P (^{60}Co)については、イオン交換樹脂により捕獲されることが確認された。
		N / F	新燃料予熱装置に関する知見 (C2-48)	Arガス循環予熱は、ブロー軸受に対する運転制限条件より、安全上2時間以内の運転とすることが望ましい事が確認された。
			移送機グリップに対する改造 (C2-49)	炉心構成要素の吊り状態に於いてグリップ先端を回転し、移送時のマスターキー設定角度を任意に設定することが可能と成り、作業性が向上した。
		燃料取扱設備全般	全般	MK-II移行作業に伴う燃取機器の健全性 (C3-50)

分類	項目	設備略号	件名	主要成果
		全般	破損燃料の取扱に関する検討 (C3-51)	破損の検出された燃料集合体に関しては、通常燃料移送経路にてFMFへキャスクカー渡しとする。また、破損燃料のバックアップ同定手段として、燃料出入機とFFDLの結合によるガス分析及びキャスクカーによるガス分析等を実施する方向にて取扱う事が決定された。

8.1 運転操作に係る事項

A 1-1 ドリッパンへの滴下Naの削減対策

関連設備；燃料出入機設備

経緯

燃料出入機トリッパンは昭和47年に実施されたR&Dに基づき形状及び容量が次の様に決定された。

- 1) ポット1体取扱時のNa滴下量約20g
- 2) 燃料取扱本数は、1燃交当り20体とする。
- 3) 1燃交当りの滴下量は400gとする。
- 4) 出入機ドアバルブ上に受皿を設けるものとし、取扱中の干渉等を考慮し三角すい形とする。
- 5) 空間容量を1450ccとし余裕を持たせる。

その後51年に発生したドリッパンへの異常推積により、ドリッパン専用アダプタが製作されたが52年12月の取扱いに於いて動作不能を生じた為現在のアダプタが53年に設けられた。しかし54年に再び異常推積(約930g)を生じアダプタによる取扱いが不能に至った。従って、以降各取扱対象物に関する滴下量の調査並びに滴下低減対策に関する検討が行われ、これらの検討結果よりMK-II移行に伴う燃料取扱いを円滑に実施する為の出入機運転方法が次の様に確立された。

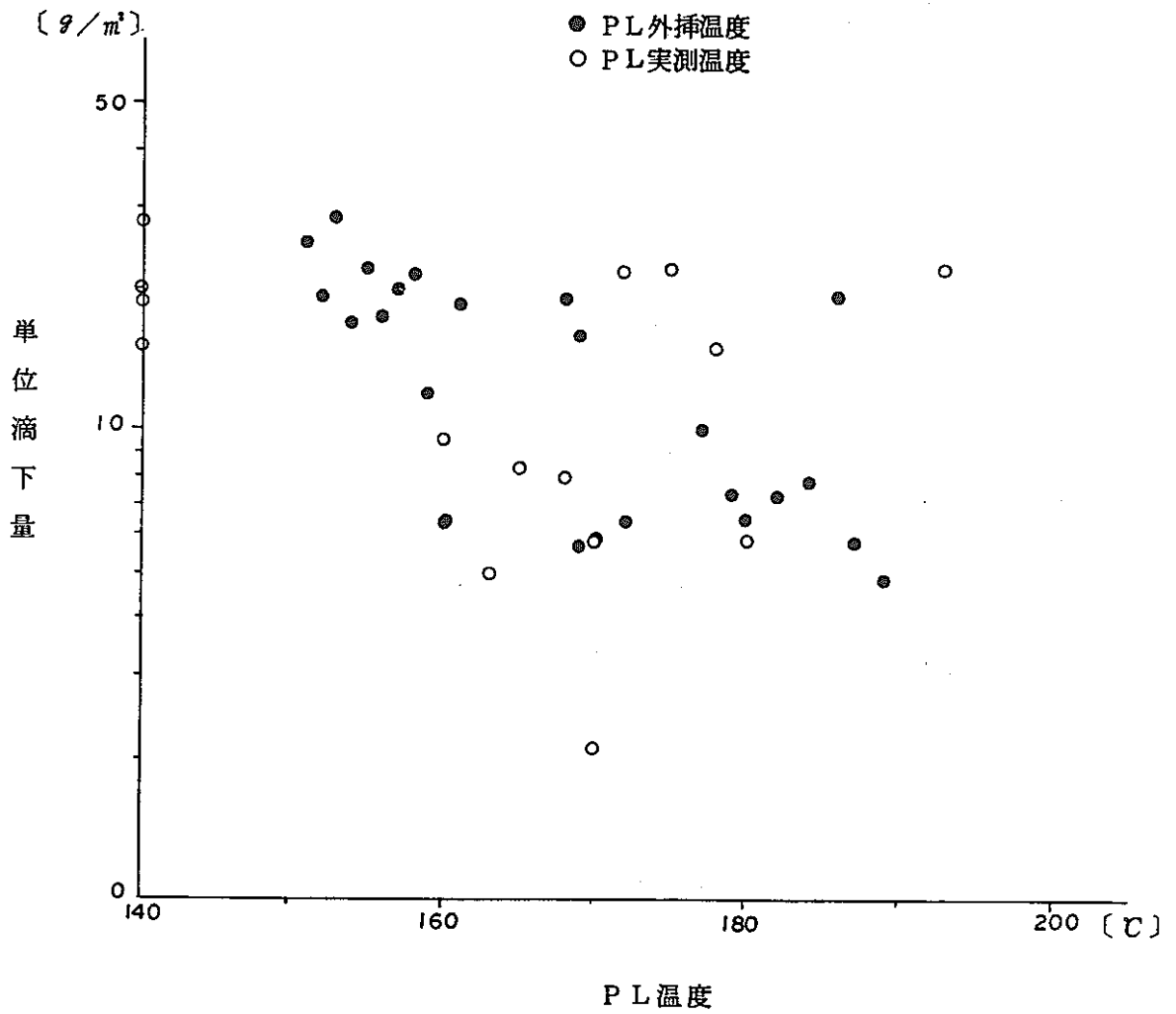
- 1) ポット収納位置に於ける5分間保持操作
- 2) 燃料取扱い1サイクル中に於ける分割交換方式の採用
- 3) ドリッパン取扱いはアダプタ使用により行う。

成果

燃料出入機に於いては、取扱対象物から滴下するNa量が当初のR&D以降特に注目されて無かった事から過去の運転実績に於いて度々ドリッパンの回収不能現象を生じていたがMK-II移行に伴う約300体の燃料取扱作業期間に於いては、滴下Na低減対策が効果的に成されたことにより全く取扱上の異常は生じなかった。また既存の知見に加えて、本移行期間中に種々のNa条件にて取扱うことができた為、これらのプラント状態と、滴下Na量の関係について評価した結果第8-1図に示される様に、高ブラッキング温度領域に於いては滴下Na量が減少する傾向が生ずることが確認された。従って、ドリッパンへのNa削減対策として、次の対策を行うことにより著しく減少させる事が可能と成るものと考えられる。

- 1) 燃料移送ポット収納後、ドアバルブ閉操作まで約5分間の保持時間を設ける。
- 2) 1ドリッパン当りのポット取扱本数は8体を原則とする。
- 3) 燃料取扱期間中のブラッキング温度は従来の140℃以下より180℃前後へ上昇する。

- (1) 燃料移送ポット収納後，ドアバルブ閉操作までに5分間の保持時間を設ける。
- (2) 1ドリッパン当りのポット取扱本数は8体を原則とする。
- (3) 燃料取扱期間中のプラグ温度は従来の140℃以下より，180℃前後へ上昇する。



第8-1図 プラッキング温度-Na滴下量

A 1 - 2 燃料交換機グリッパの乾燥と炉内カバーガス中 H_2 濃度の低減

関連設備 ; 燃料交換機

経 緯

照射用炉心移行作業期間中に於いて定期的実施されてきた炉内カバーガス (Ar) の分析結果より、燃料交換作業時に、燃料取扱機器の保守を目的として実施しているグリッパ洗浄に於いて洗浄後再び炉内にて燃料を取扱うと、カバーガス中に含まれる不純物濃度 (H_2) が上昇する傾向が顕著に確認された。

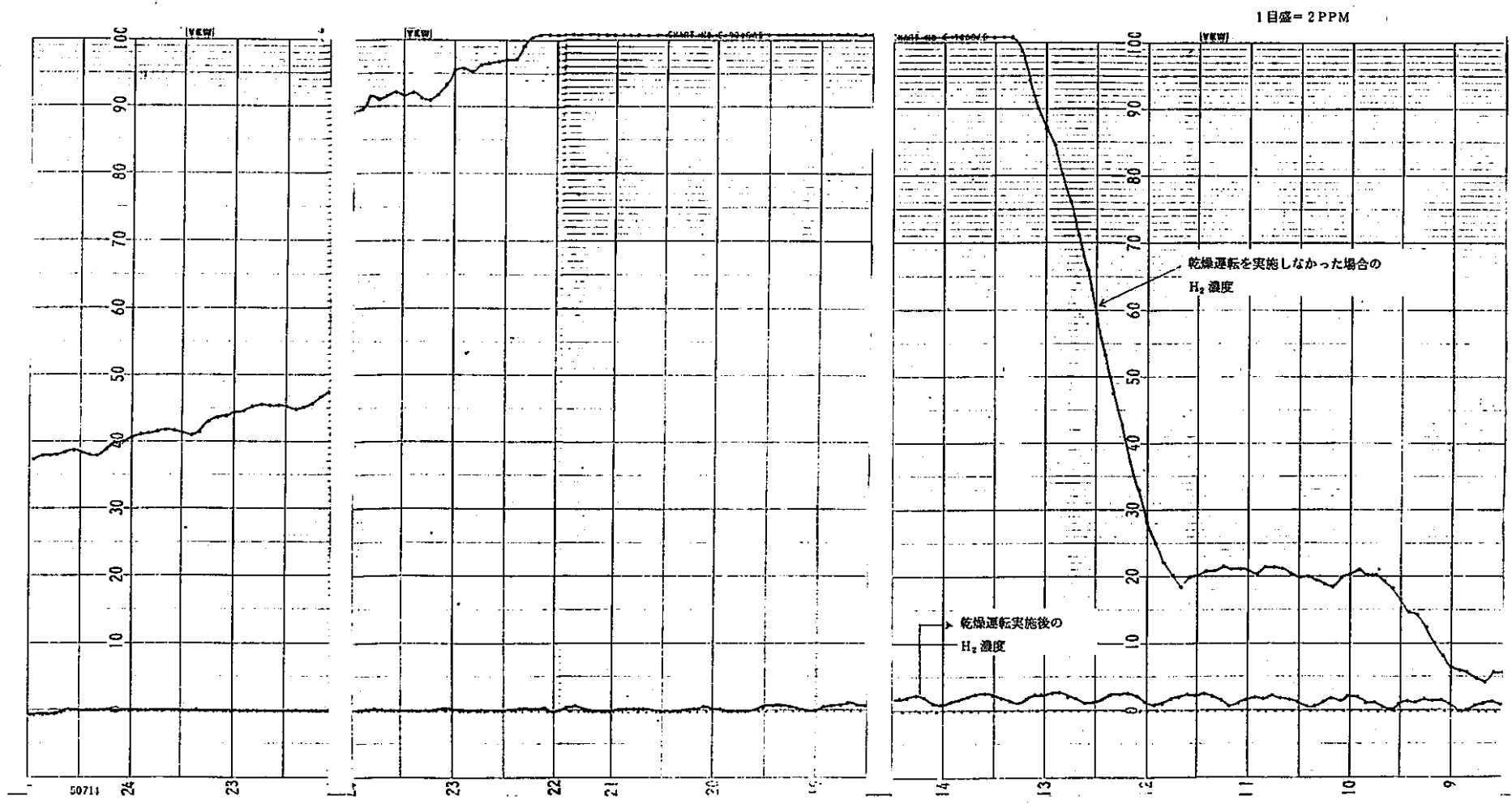
グリッパ洗浄は、主に機器に付着する Na を除去し、機器の円滑な動作並びに否 Na 接触機器への Na 付着を防止する為に行うものである。洗浄剤は変性エチルアルコール 80%、水 20% を用いており乾燥時間の短縮・急激な反応防止を計っている。燃料取扱機器の内、燃料交換機は内部に溶接ベローズを要することから乾燥性が悪い。

グリッパ予熱乾操作業は、自然乾燥に比して設備構造上作業量が多いが、これまでも交換機保守の為に度々行われ昭和 57 年 7 月 1 日より通常作業手順に加え、グリッパ洗浄後に実施することとした。これより以降のカバーガス中に含まれる H_2 の濃度は著しく低減された。グリッパ乾操作業実施前後の H_2 濃度測定結果を第 8 - 2 図に示す。

成 果

昭和 57 年 7 月 1 日から 57 年 12 月 24 日までに計 10 回のグリッパ乾燥運転を実施し、燃料交換機運転中における炉内カバーガス中の H_2 濃度の記録を評価した結果、グリッパ乾燥運転未実施の場合と比較すると大きく H_2 濃度を低下させることが出来た。実績例を第 8 - 2 図に示す。

グリッパ乾燥運転時間の多少によっても、燃料交換機運転中における炉内カバーガス中 H_2 濃度が大きく増減するので、今までの実績あるいは今後の実績をもとにして最適な運転時間あるいは運転方法を確立する必要がある。



第8-2図 グリッパ乾燥運転実施前後の炉内カバーガス H₂ 濃度比較

A 1-3 グリッパ予熱時間及びNa滴下時間の最適設計

関連設備；燃料交換機

経緯

グリッパ予熱は、燃料交換の最初に炉内のNa温度とグリッパ軸との温度差を少なくし、炉心構成要素のつかみ、はなし動作を円滑にさせると共に熱影響によるグリッパ上下動作ストロークの変動を吸収する為に、ウォーミングアップとして1時間以上グリッパを炉内Na中に浸漬状態（交換時上限位置）において予熱を行うものである。

Na滴下は長尺機器である交換機グリッパの熱膨張を収縮し軸封部に与える荷重を軽減させると共に外表面に付着するNa量を、可能な限り炉内にてドレンさせ軸封部に付着するNa量を軽減させ、更に、グリッパ内部構成部位であるベローズ等に付着するNaをドレンし、アルコール洗浄時に発生するアルコール反応生成物（ナトリウムアルコラート）を軽減する目的から行われる。従って運転操作はグリッパストローク4400mmで約30分グリッパを保持しその後格納時上限位置で約1時間のグリッパ保持を実施している。

成果

グリッパ予熱は、燃料交換の最初にウォーミングアップとして1時間以上実施しているが、1時間以上予熱した場合は、グリッパのつかみ、はなし及びセンシング軸の機能が阻害されたことはない。予熱不足の場合はセンシング軸が熱膨張による伸び不足のため、リミットスイッチによる検知機能に障害が出る恐れがある。

Na滴下方法は従来、炉内燃料取扱終了後即時に格納時上限まで引き上げ1H～1.5H Na滴下をしてきた。しかしこの方法は、軸封装置のパッキンへのNa付着が多くなるので、パッキンに対して悪影響があると考えられた為、Na滴下方法を2段階で実施することとした。2段階方式で実施した場合、1段階目のグリッパストローク4400mmでグリッパ軸に付着したNaの大半を滴下させるとともに、グリッパ軸を冷却させ、軸封装置のパッキンとグリッパ軸との締代を少なくする。2段階目においてはストローク4400mmから格納時上限までグリッパを引き上げ、1段階目で残されたNaを軸封装置のパッキンで拭き取る。この方法は、以前に実施していた方法に比べ、パッキンへのNa付着量が少なくなると考えられるとともに、グリッパ軸が冷却されているため、軸封部へのパッキンに対し好影響が考えられている。

A 1-4 モレキュラーシープ乾燥運転方法の確立

関連設備 ; 燃料洗浄設備

経 緯

本乾燥運転は、モレキュラーシープ据付後MK-II移行前までR&Dを含め5回行われてきた。この期間中における洗浄本数およびこれに対するモレキュラーシープ乾燥（再生）運転実績は以下の通りである。

	MS 乾燥 運 転 期 日	次回のMS乾燥運転前の期日	洗浄本数
①	昭和 51 年 6 月 22 日 (据付)	昭和 52 年 6 月 6 日	67 体
②	昭和 52 年 6 月 7 日	昭和 53 年 6 月 8 日	14 体
③	昭和 53 年 6 月 9 日	昭和 55 年 5 月 28 日	21 体
④	昭和 55 年 5 月 29 日	昭和 56 年 3 月 9 日	3 体
⑤	昭和 56 年 3 月 10 日	-	-

期間中の燃料洗浄時における燃料洗浄設備再循環系の水分濃度は水分濃度計が未設置であったため測定がされなかった。したがって、洗浄時の水分管理はモレキュラーシープの吸着能力により、行ってきたのが実状であった。

しかし、MK-II移行に推移するにあたり、使用済燃料の洗浄本数増加とともに系内の水分濃度を常時監視する必要が生じ、昭和56年10月に廃ガス系配管および水分濃度計較正用の配管を設置し測定を開始した。ところが当初（昭和57年1月30日～4月12日）、水分濃度計のセルが不良のため系内水分濃度は監視されず、その結果、キャスクカー・グリッパへの付着ナトリウムが系内水分と反応し、グリッパの爪動作妨害による荷重異常および片吊り等の事象が度々発生するようになり、この改善策としてACT-7以後、洗浄本数30体毎に再生運転を行ったが、28～29体目で水分濃度計の指示がオーバースケールしてしまい、キャスクカーグリッパへの障害が懸念された。系内水分濃度は第8-3図に示される様に、洗浄本数20体程度まで約10ppm前後で抑えられることが確認されたことにより、各ステップの炉内燃料取扱時（洗浄本数15体毎）にモレキュラーシープの乾燥（再生）運転を行う方法を確立し、MK-II移行を無事終了した。

成 果

モレキュラーシープ据付後からMK-II移行前までの期間に於ける、乾燥後のモレキュラーシープ水分吸着能力については、以下の式を用いて判断を行った。

A : 25℃における水の吸着能力 (g/100gMS)

W : モレキュラーシープの重量 (kg)

G : 燃料 1 体当たりの使用水量 (kg)

N : 洗浄可能本数 (体)

ここで, $A_{25} = 0.25$ (kg/kgMS), $W = 60$ (kg), $G = 0.54$ (kg) であり

$$N = \frac{0.25 \times 60}{0.54} \doteq 28 \text{ (体) となる。}$$

したがって、昭和 51 年 6 月 22 日から 52 年 6 月 6 日までの洗浄本数 67 体は、モレキュラーシーブの吸着能力 (28 体) を遥かに越え系内の水分濃度は、かなりの高濃度に達していたものと推定される。

なお、モレキュラーシーブ据付後から 2~5 回再生後の洗浄本数は、許容範囲内にあり何ら問題はなかったと思われる。

また、昭和 56 年 3 月 10 日から 57 年 4 月 13 日までは、104 体洗浄しておりモレキュラーシーブ通過後の Ar ガス中水分濃度は絶対湿度で数%に達し、キャスクカー・グリッパへの付着ナトリウムを苛性ソーダ化するに足る水分が十分存在していたと思われる。

次に ACT-7 以後、30 体毎に乾燥運転を実施した件に関しては、第 8-3 図およびモレキュラーシーブの水分吸着能力から判断して、水分濃度の上昇は明瞭であり燃料洗浄 1 サイクル (15 体) を 10 ppm 前後の低水分濃度雰囲気 に保持する為には、モレキュラーシーブ乾燥運転方法として、ヒータ出口飽和温度 200 °C による、5 時間以上の再生加熱運転が必要であることが判った。

尚、第 8-3 図の ACT-7 (step 3-1) においては、洗浄本数が 8~11 体で 1000 ppm を超過しており、これは、再生運転において、ヒーター出口温度が 200 °C で飽和に達した後、1 時間程度で運転を停止したことにより、モレキュラーシーブからの吸着水分が脱着できなかったことに起因する。

キャスクカー中の Na とモレキュラーシーブ通過後の Ar ガス中水分との反応量については (第 8-4 図参照)、系内水分濃度を 1000 ppm と仮定すると、

水蒸気は飽和状態で 0 °C, 1 気圧において、22.4 ℓ (18 g) を占める。したがって、重量に換算すると次のようになる。

$$1000 \times \frac{18}{24.1} \doteq 746 \text{ mg/m}^3 \left[\begin{array}{l} V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{P_1}{P_2} \\ = 22.4 \times \frac{396}{273} \times \frac{1.03}{1.35} = 24.1 \text{ ℓ} \end{array} \right]$$

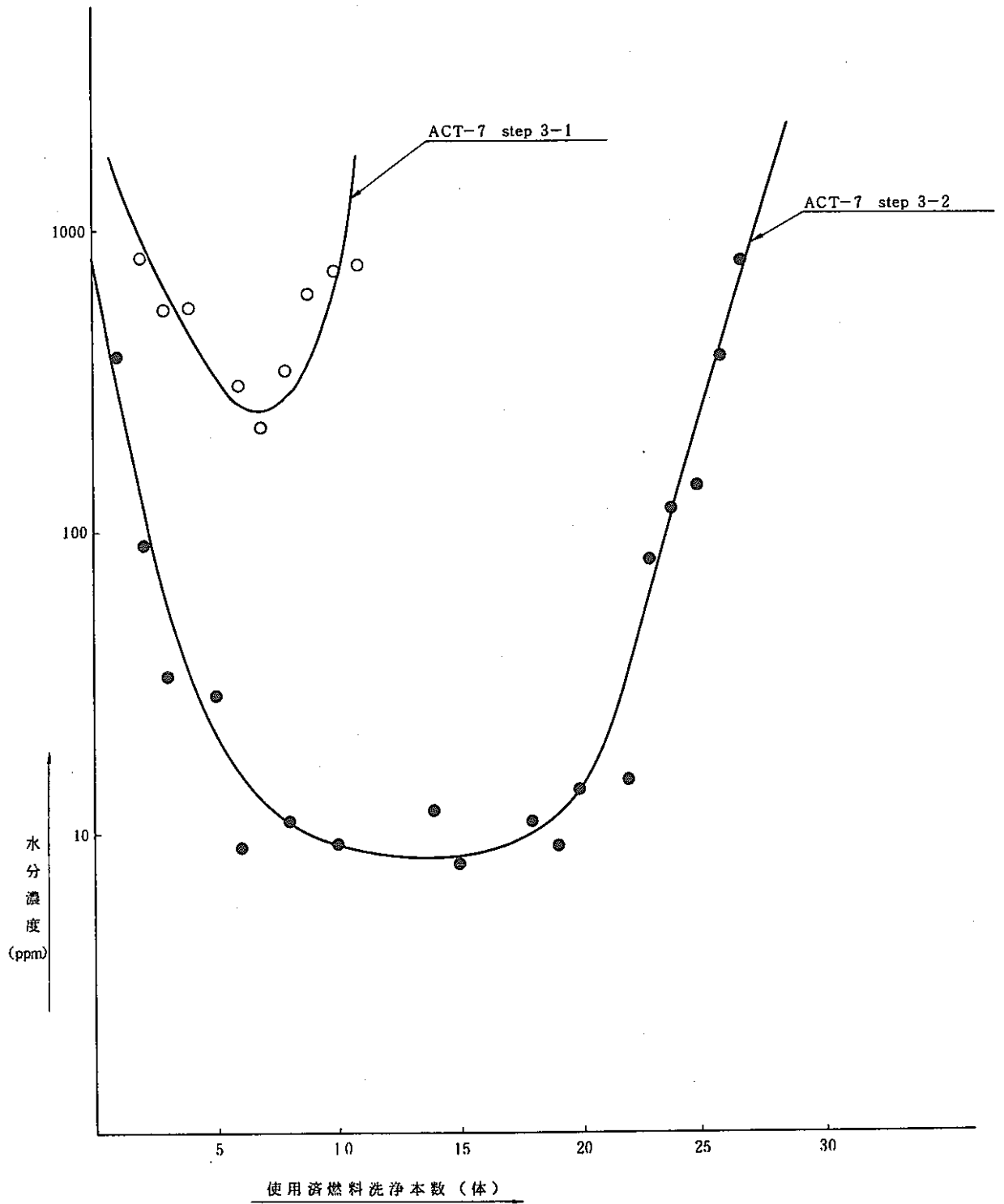
C/C の循環容量 600 ℓ より、C/C 内部の水分濃度は、

$$746 \times 0.664 = 495 \text{ mg} \left[\begin{array}{l} V_2 = V_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{P_1}{P_2} \\ = 600 \times \frac{396}{273} \times \frac{1.03}{1.35} = 664 \text{ ℓ} \end{array} \right]$$

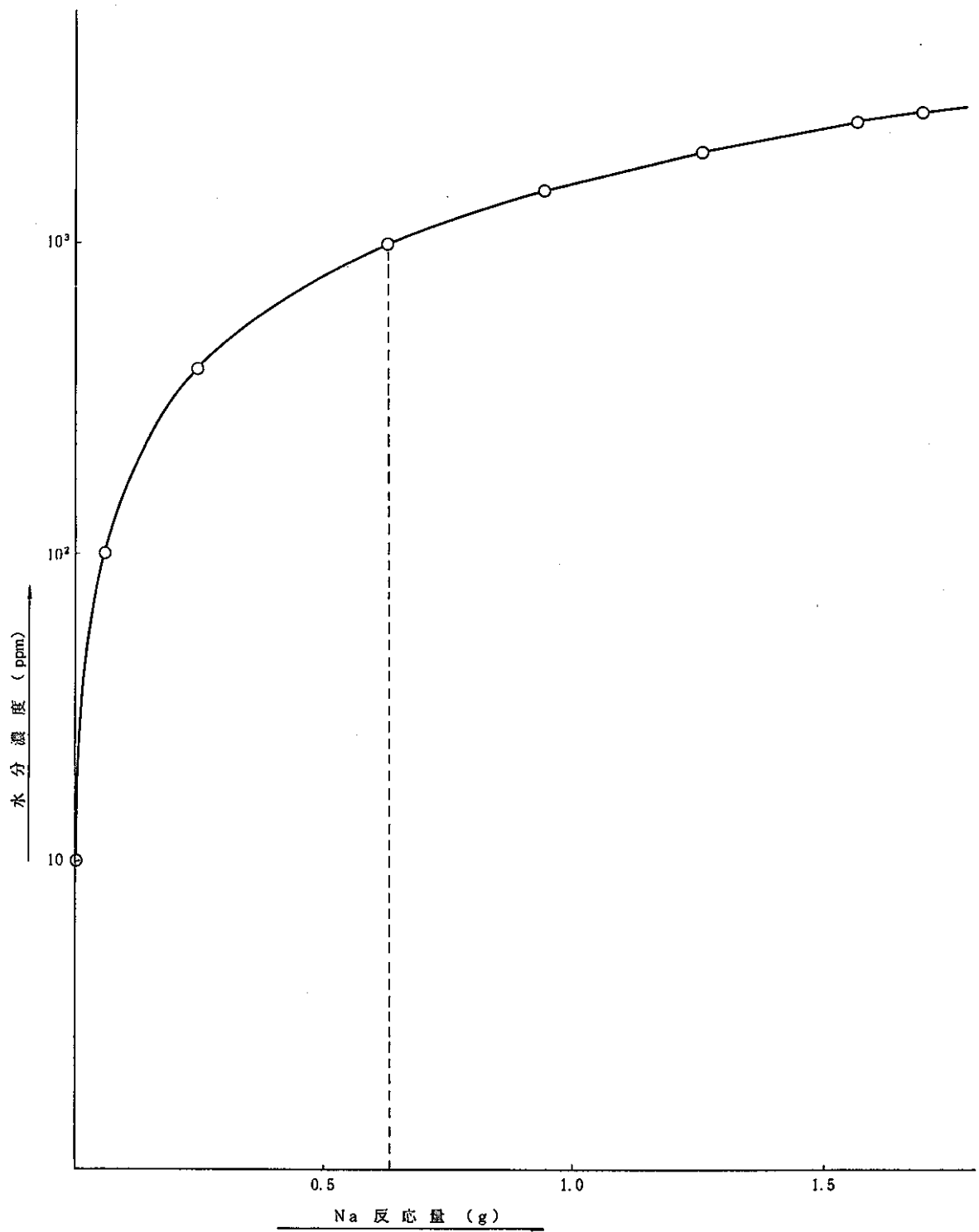
また、 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + 1/2 \text{H}_2$ なる関係から、1000 ppmの時のNa反応量は、

$$0.495 \times \frac{23}{18} = 0.63 \text{ (g)} \text{となる。}$$

従って、キャスカー運転上1つの目安になると確信する。



第 8 - 3 図 洗浄本数-水分濃度曲線



第 8 - 4 図 C/P再循環ループ水分濃度 - C/C中Naの反応曲線

A 2 - 5 缶詰缶準備方法の改善

関連設備； 使用済燃料貯蔵設備

経 緯

使用済炉心構成要素封入用の缶詰缶については、従来必要本数について予め仮置ラックに搬送し数体について準備する手順が取られてきた。準備された缶詰缶は、缶詰缶用グリップにてハンドリングされ、貯蔵プール内に位置する水中台車収納管にセットされた後缶詰設備へ移送されるものである。缶詰缶へのグリップハンドリングは、仮置台上へ登り人の手により実施されてきた為、多数の取扱いを実施するに当り作業性が大変悪く、長期に渡る作業に対しては、人意的ミスを誘発する危険を秘めている可能性がある為、安全性並びに作業性に関する改善を行い、これまでの高所作業を排除し一般作業で行える様缶詰缶おこし台装置を設けた。またこれまで数体の缶詰缶を、狭所に仮置きしていたが置場についても移設し貯蔵能力を増加すると共に、空缶取扱い用チェーンブロックを設け作業性を改善した。

缶詰缶おこし台装置とは、缶詰缶を台の上に転倒状態にてセットし、従来から用いられていたグリップにて取扱いが行えるものである。缶詰缶仮置ラックの貯蔵能力は10体から30体へ増設された。

成 果

従来取扱本数が少数であった為、缶詰缶準備作業については、労力により処理が成されていたがMK-II移行に伴い多数の処理能力を必要とする為、缶詰缶準備作業の作業性・安全性を確立すると同時に缶詰缶の保管作業及び缶詰缶への注水作業を並行して実施出来る様、大巾に改善した。しかし保管ラックからおこし台位置までの約50mについては手仕事にて運搬している為、今後運搬方法等についても改善を行い、更に作業性・安全性について検討を加える必要がある。

A 2 - 6 缶詰装置室内照明の改善

関連設備； 使用済燃料貯蔵設備

経 緯

缶詰室内の照明に関しては、缶詰操作及び使用済燃料の外観並びにNo.確認等を実施する上で、適当な照度及び方向性が必要でありこれまで照明の取付位置、方向性並びに照度が不足ぎみであった。この為缶詰缶頂部に位置する缶フタボルトへの回転治具の位置決め及び缶フタボルト（6本/1缶）を開閉する缶詰操作及び燃料No.確認等に対しては、操作員の精神的負担が多く長期に渡る繰り返しの作業性の悪さが指摘されていた。以上のようなことから缶詰室内に配置されていた4個（500W/1個）の照明の見直しを行い、適性な照明配置にした。

成 果

缶詰操作に於ける使用済炉心構成要素番号及び外観検査は鉛しゃへいガラスを通してセル外より実施する。この為セル内部の照明に関しては全体照度も去る事ながら集中照度について検討する必要がある。今回実施した照明の最適配置により、目視確認性が良くなり、作業効率が改善された。

既設缶詰作業は、遠隔手動作業である為運転員の操作性が作業工程に与える影響が大きく、しかも缶詰作業に付属する照明等についても作業性に影響を与える割合が大きい、この様な事から特に次期炉等については、これらの設備についても自動化を計る必要があり今後炉心領域等の拡大に伴い、処理容量の増大が考えられこれらの点を配慮した設計が成される事が望まれる。

A 2 - 7 プール間移送に伴う移送台車運転方法の改善

関連設備； 使用済燃料貯蔵設備

経 緯

M K - II 移行作業に伴ない、原子炉付属建家の使用済燃料貯蔵プールへの使用済燃料集合体入り缶詰缶の貯蔵本数が増加し、燃料取替作業に伴なって出てくる炉心構成要素全数の貯蔵が貯蔵能力上不可能な為、使用済燃料構内移送キャスクにより使用済燃料貯蔵施設内の使用済燃料貯蔵池へのプール間移送作業が行われた。

使用済燃料構内移送キャスクへの缶詰缶装荷及び缶詰缶取出しは、使用済燃料移送機により行われたが、キャスク及びキャスク内燃料バスケットに使用済燃料移送機との取合いの為の位置決め用ターゲットが設けられていない為、貯蔵ラック域における通常の位置決め操作が行えない。

この為、原子炉付属建家及び使用済燃料貯蔵施設において事前に使用済燃料移送機とキャスクの取合い試験を行い、各建家の使用済燃料移送機の操作盤にあるテレビモニターを使用した位置決め手法の確立がなされた。

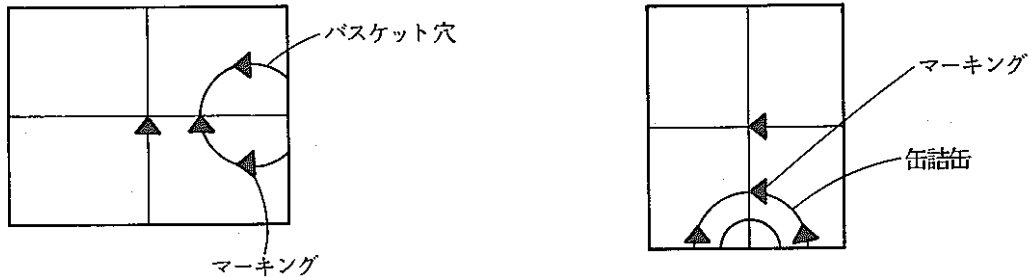
成 果

使用済燃料プール間移送作業に先だち行われた使用済燃料構内移送キャスクと使用済燃料移送機の取合試験によりテレビモニター画面上に使用済燃料移送機位置決め用マーキングが付けられた。この位置決め用マーキングにより缶詰缶のキャスク内装荷及び取出し作業が良好に行えることを確認した後、実際の使用済燃料プール間移送作業が開始され、M K - II 移行期間中予定された 264 体の使用済炉心構成要素封入の缶詰缶の移送は、全数順調に行うことができた。

この方法は、テレビモニター画面上に缶詰缶装荷孔位置または、缶詰缶の缶蓋位置をマーキングするという簡単な手法であるが、使用済燃料移送キャスク、キャスク内燃料バスケットあるいは、使用済燃料移送機等に特別な措置を構ずることのない費用のほとんどかからない方法

であり、かつ264体全数の移送作業が順調にできたことでたいへん確実性のある手法である。

原子炉付属建家及び使用済燃料貯蔵施設の使用済燃料移送機テレビモニターに付けられたマーキングを下図に示す。



原子炉付属建家側テレビモニター

使用済燃料貯蔵施設側テレビモニター

A 2 - 8 新燃料集合体予熱に伴う運転方法の確立

関連設備；新燃料貯蔵設備

経緯

高速実験炉「常陽」の燃料取扱い設備の1つである新燃料予熱装置は、各種燃料要素を炉心へ装荷する際に予め燃料要素を予熱しておき熱応力による変形、破損等の発生を防止及びNa中装荷に伴う接液Naの凍結を防止する為の設備である。MK-IからMK-II炉心への移行に際して、多量の各種燃料要素の取扱いに対応すべく、これまでの予熱思想を大巾に改造し円滑化を計った。従来予熱システムは、燃料取扱用キャスクカーに装備されている予熱系を用いて実施していたが、取扱本数の増加に伴い燃料取扱設備に対する効果的運用が検討され、燃料取扱中に於けるクリティカルパスであったキャスクカーの能力を有効に引き出すべく、これまで新燃料の移送にのみ用いられていた収納管付移送台車に予熱装置を設け、キャスクカー取扱前に予熱が確保できる様改造を行った。本予熱装置には、高圧損集合体の取扱に用いる予熱方法及び低圧損集合体の取扱に用いる方法の2つの予熱モードが用いられ、今回実施された照射炉心構成に伴う運転実績から各集合体に対する予熱特性が得られた。

成果

照射用炉心移行期間中に於ける各種燃料要素を取扱った結果と本装置予熱系機器改造時試運転特性より以下の知見が得られた。

- 1) 炉心構成用ドライバー燃料要素は、現在の予熱方式においては約150℃～200℃の範囲で予熱されている。

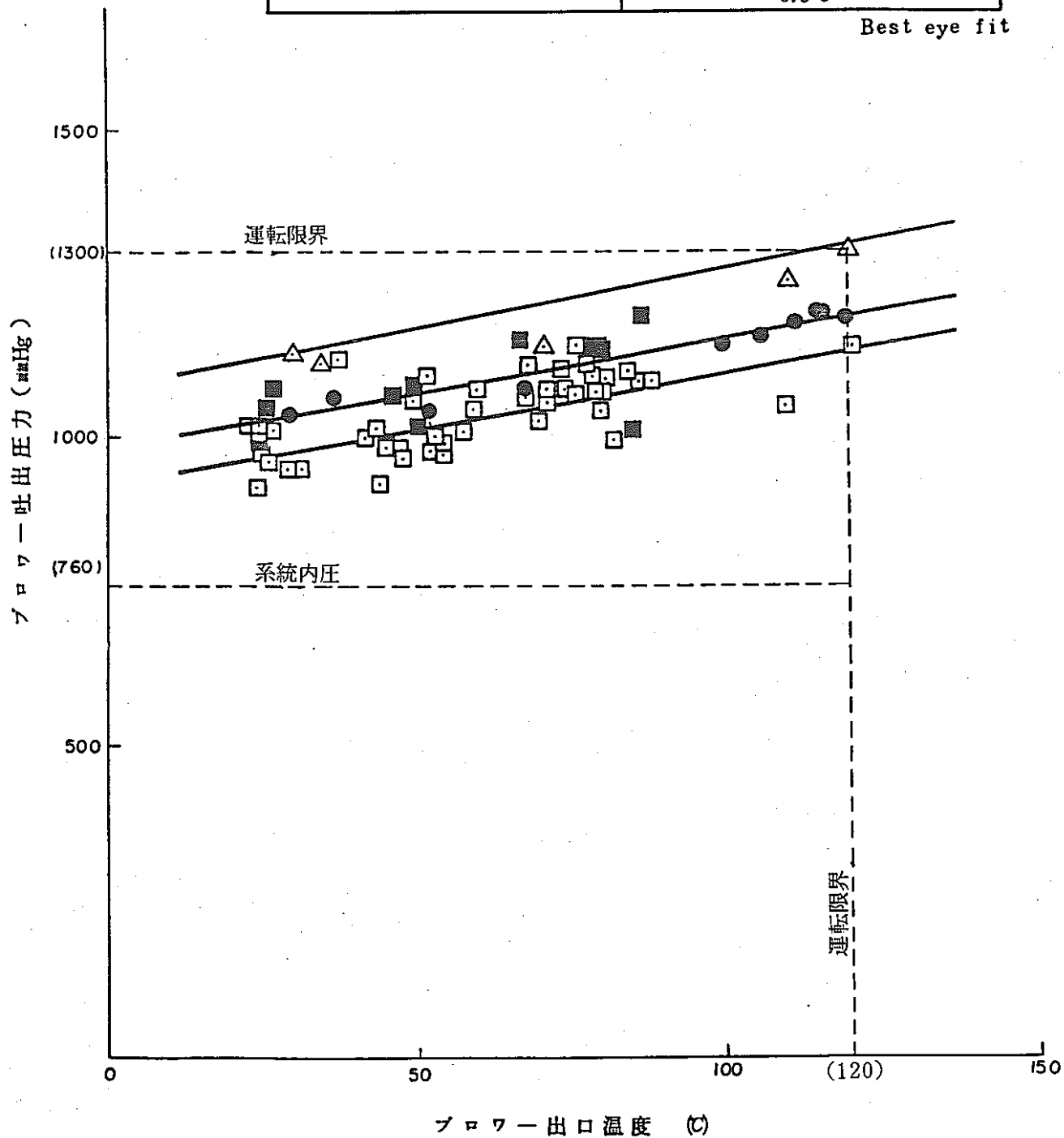
これは目標予熱温度のミニマム値150℃を満足している。

- 2) Arガス強制循環予熱による「予熱パターンI」方式の運転制限条件 (①ブローア-出口温度制限<120℃, ②ブローア-吐出圧力制限<1300mmHg, ③ブローア-流量0.5～2.0 m³/

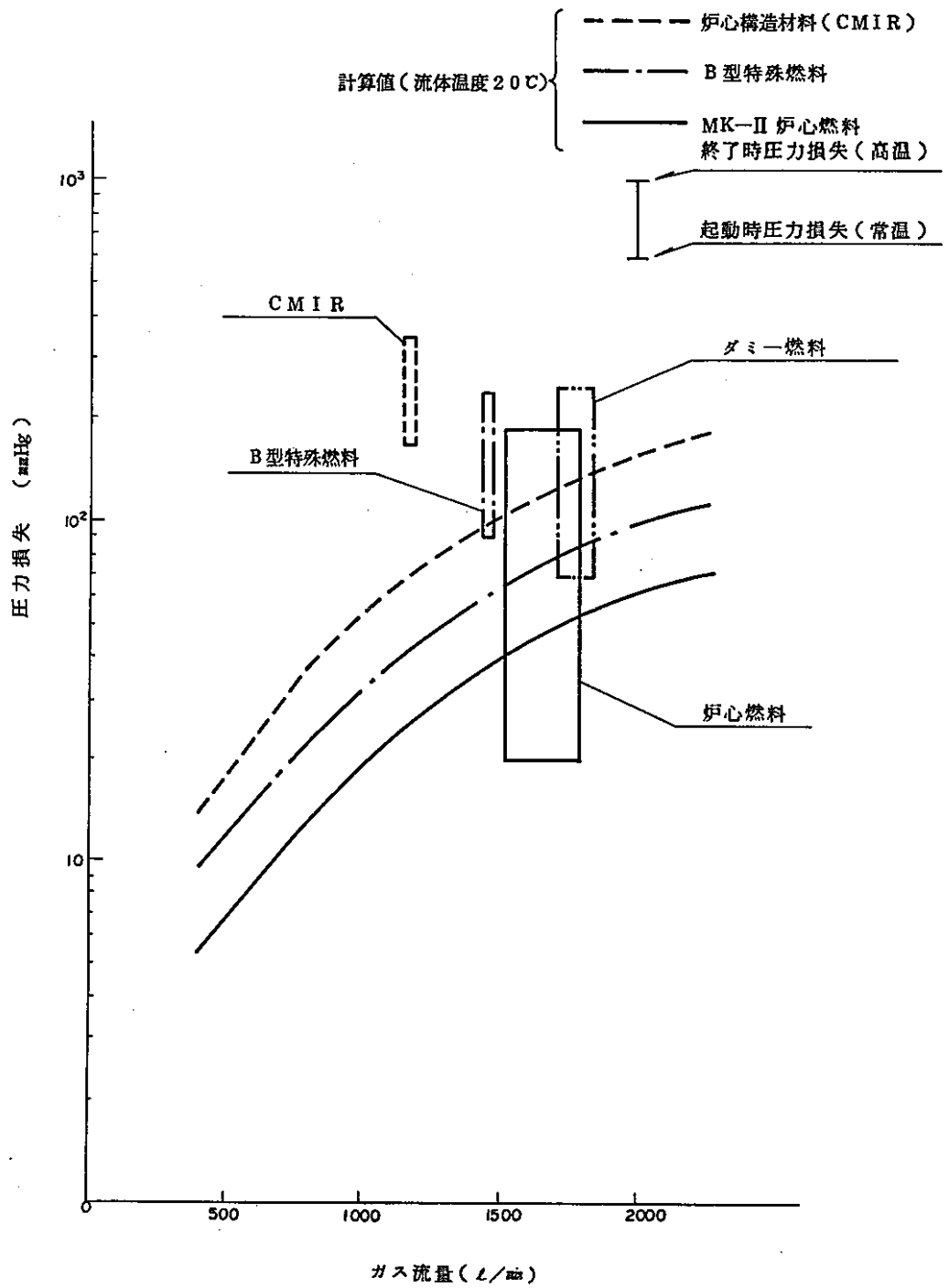
min) に対する各種取扱対象の特性が明らかになった。第 8-5 図, 第 8-6 図参照

- 3) 反射体, 制御棒要素を輻射伝熱方式「予熱パターンⅡ」で予熱する場合, 目標予熱温度の
ミニマム値 100℃を下回っており, 予熱が不十分になってしまう恐れがあり, キャスクカ
ー予熱装置によるバックアンサンプル予熱又は, 予熱時間延長を実施する必要がある。

炉心構成要素	Arガス循環流量
—□— MK-II 炉心燃料	1.71 ± 0.09 ℓ/min
—●— B型特殊燃料	1.45 ℓ/min
—△— 炉心構造材料	1.15 ℓ/min
—■— ダミー燃料	1.80 +0.05 -0.08 ℓ/min



第8-5図 循環ブロウ出口圧力-温度の相互関係



第8-6図 新燃料圧力損失-ガス流量相互関係

A 2 - 9 MK - II 用制御棒エントランスノズル形状の変更に伴うアダプタの製作

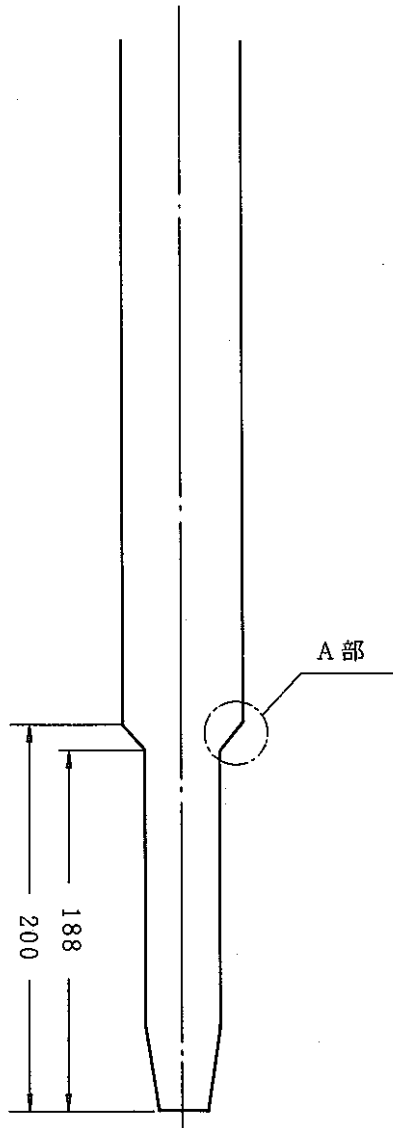
関連設備；新燃料貯蔵設備

経緯

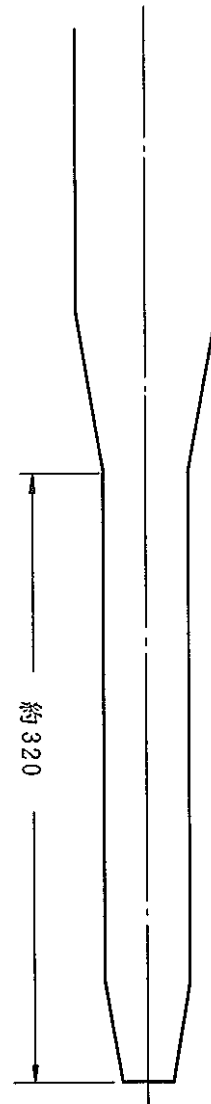
常陽の炉心が増殖用から、照射用へ移行することに伴って原子炉制御棒の形状等が改造された。

制御棒が改造された理由は、制御棒の寿命を延ばすために、ガスベントタイプとしたこと。制御棒の横振動を防止するボールが取付けられたことである。

これらの改造に伴なって制御棒の下部構造物形状が第 8 - 6 図から第 8 - 7 図に示す様に変更された。この変更によって、新燃料移送台車収納管の様子第 8 - 6 図、A 部で制御棒を着座させて取扱っていた機器は制御棒の取扱いが不能となることが判明した。



第 8 - 7 図 MK - I 制御棒



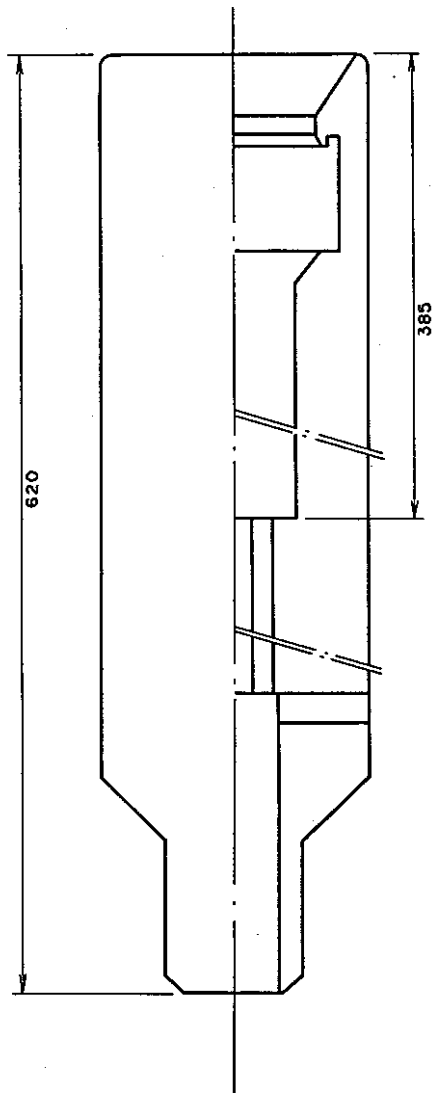
第 8 - 8 図 MK - II 制御棒

成 果

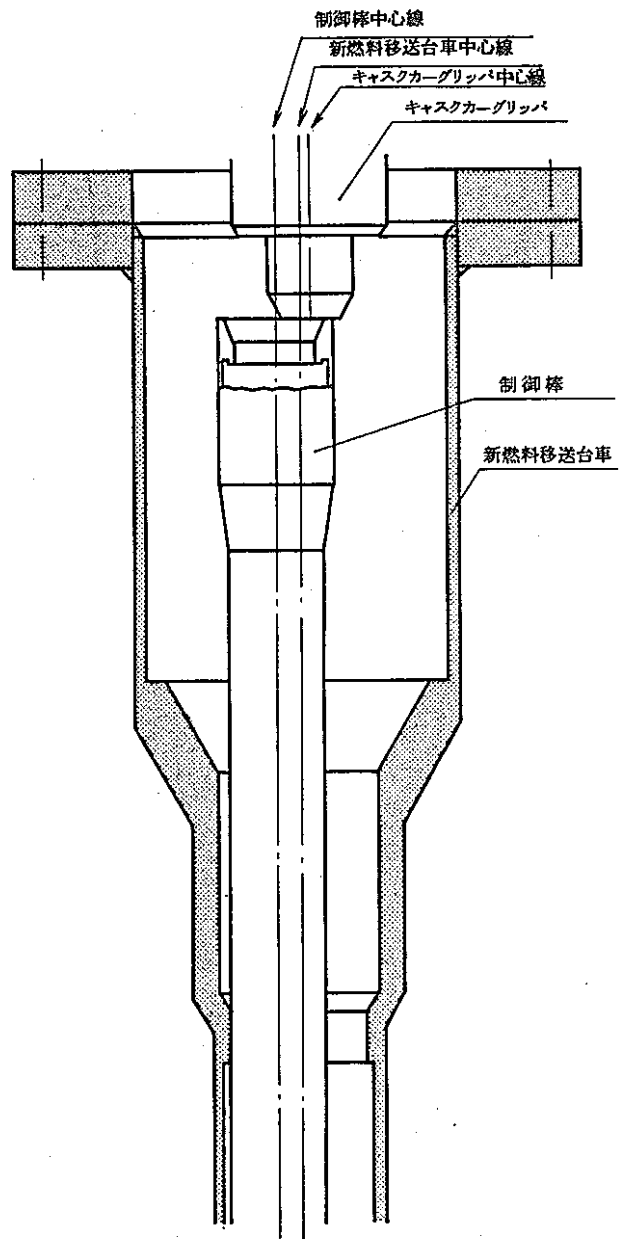
新制御棒の取扱いについて、移送に際して問題となる新燃料移送台車とキャスクカーとの取合いを可能とするため、新燃料移送台車に装荷して、制御棒の位置合せをするアダプター第8-9図を製作した。

ところが製作したアダプターを使って新制御棒の取扱試験を実施した結果キャスクカーによってつかめない現象が時々発生することが判明した。この原因について検討したところ、新燃料移送台車とアダプタのギャップ及び、アダプタと制御棒のギャップによって、新燃料移送台車内で制御棒が傾くことによって芯ずれが発生し、第8-10図の示す様にキャスクカーのグリッパ先端が制御棒に乗ってしまうことが判った。

しかしこの現象が時々発生することから制御棒の傾きの再現性確認を実施し、制御棒を装荷するに当っては一定方向にあらかじめかたむけてセットすることにより、キャスクカーで取扱えることが判った為、移送時の装荷作業に、これらの点も含め反映した。



第8-9図 制御棒アダプタ概略図



第8-10図 アダプタ使用時における偏芯図

A 3 - 10 燃料取扱作業に於ける最適人員の確立

関連設備；燃料取扱設備全般

経緯

「常陽」の燃料取扱設備は、格納容器内外に広範囲に渡って設置されそれに伴って操作場所も点在している。又運転方式も集中制御方式でない。

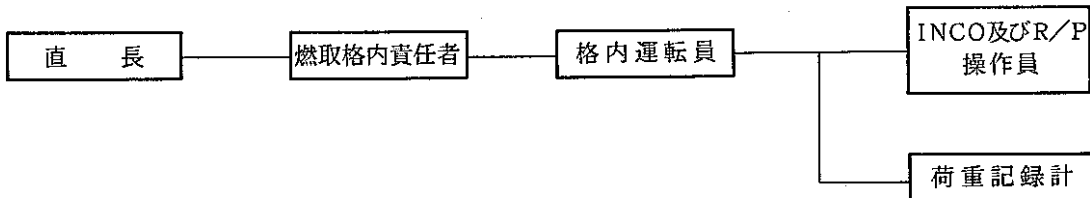
この為、当然のごとく運転員の配置は、点在している操作場所に配置するため、作業に要する運転員の人数は多くなる。限られた人員の中で作業を実施するには、運転員の省力化は、大きな課題であった。

対策としては、各設備に対して、自動化出来る所は自動化の為の改造を行い、運転員の労力低減化に努め、又運転マニュアル及びチェックシート類の整備、運転員の技術向上の為の運転訓練を計画し実施して来た。

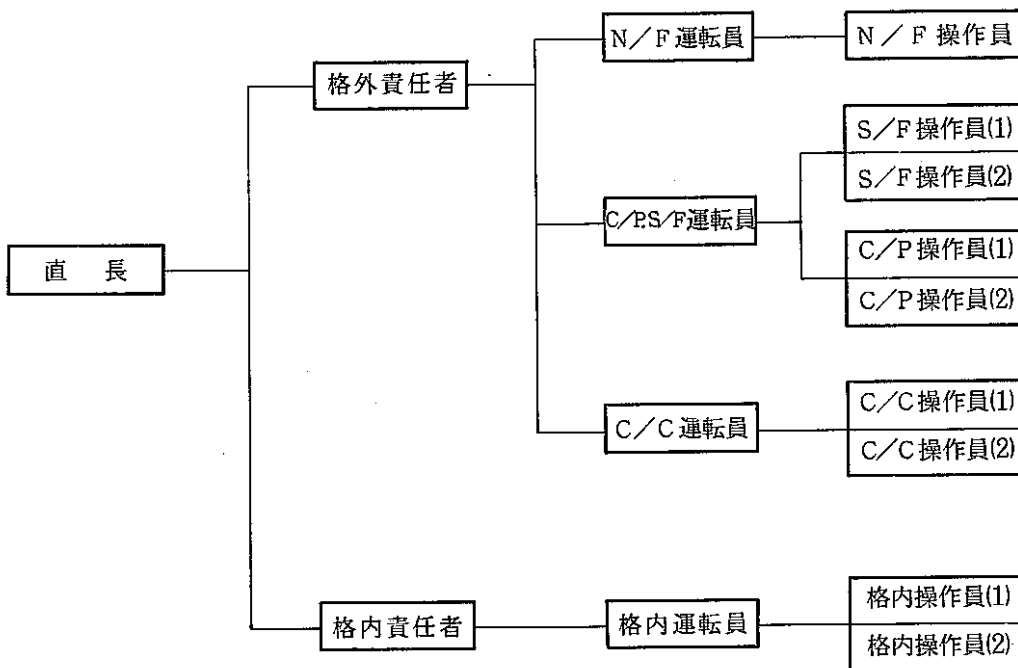
成果

MK-II 移行期間中の燃料交換作業において、最も必要人数の多い炉外燃料作業において23名の運転員操作員（直長以下）で作業を行った。この人数は、安全面を考慮しかつ連続作業であることから労働強化にならない様配慮されて決められたものであるが、移行期間中の、300体と云う多重の燃料交換作業を行って得た運転経験は、運転技術の向上及び設備を熟知する意味で大きな成果を見た。このことで各設備の必要運転員の見直しを行った結果、第8-11図に示されるように炉内燃料取扱作業は従来の6名より4名に、炉外燃料移送作業は23名から15名に省力化が可能であることが解った。

炉内燃料取扱作業時の人員配置
(当直長以下4名)



炉外燃料移送作業時の人員配置
(当直長以下15名)



第8-11図 燃料取扱作業最適人員計画

A 3 - 11 燃料取扱作業時間の短縮及び最適時間の確立

関連設備；

経緯

MK-II移行作業中の燃料交換作業に備えて、作業時間の短縮化及び作業時間の最適時間の確立化が望まれていた。

作業時間の短縮化は作業効率に反映し、最適時間の確立は作業工程を作成する上で重要であった。

このため、作業時間の短縮化のために設備の改造を、最適時間の確立のために運転マニュアル及びチェックシート類の整備を図り、運転員の個人差による時間の無駄を省くべく配慮して来た。

成果

作業時間の短縮化については、設備の改造による効果すなわち、燃料出入機の真空ポンプ容量アップによるパージ時間の短縮、新燃料予熱装置の設置による。

燃料取扱用キャスクカーの効率的な運用と、時間短縮に大きく寄与した又同時に運転員、操作員の運転技術の向上に伴い、無駄な待ち時間が減少し、実質的な作業時間の短縮に繋がった。これによって、1体当りに取扱う所要時間が確立され、燃料交換作業における最適時間の確立化へと繋がっていった。

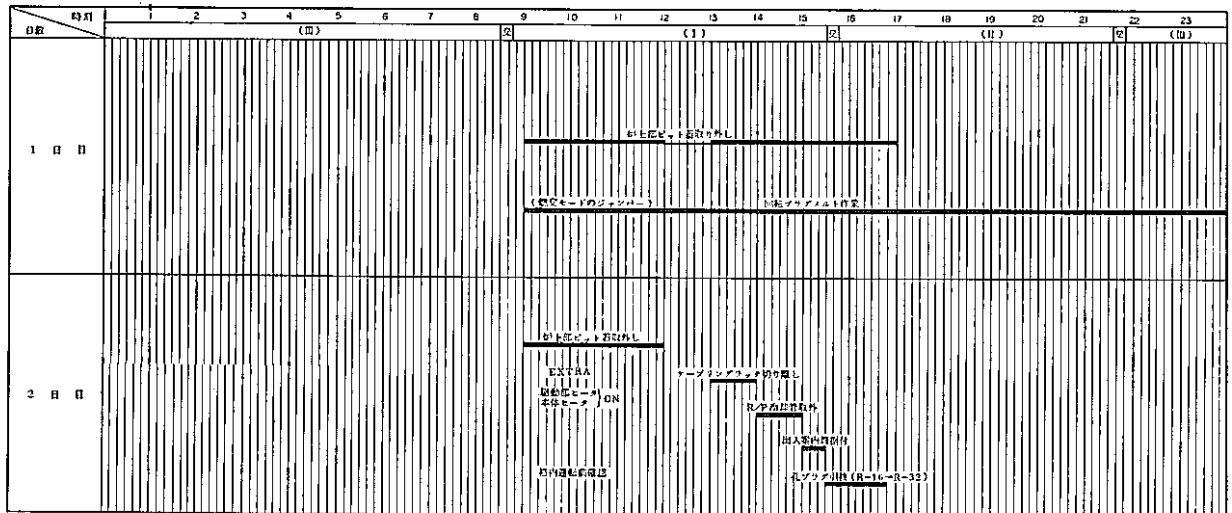
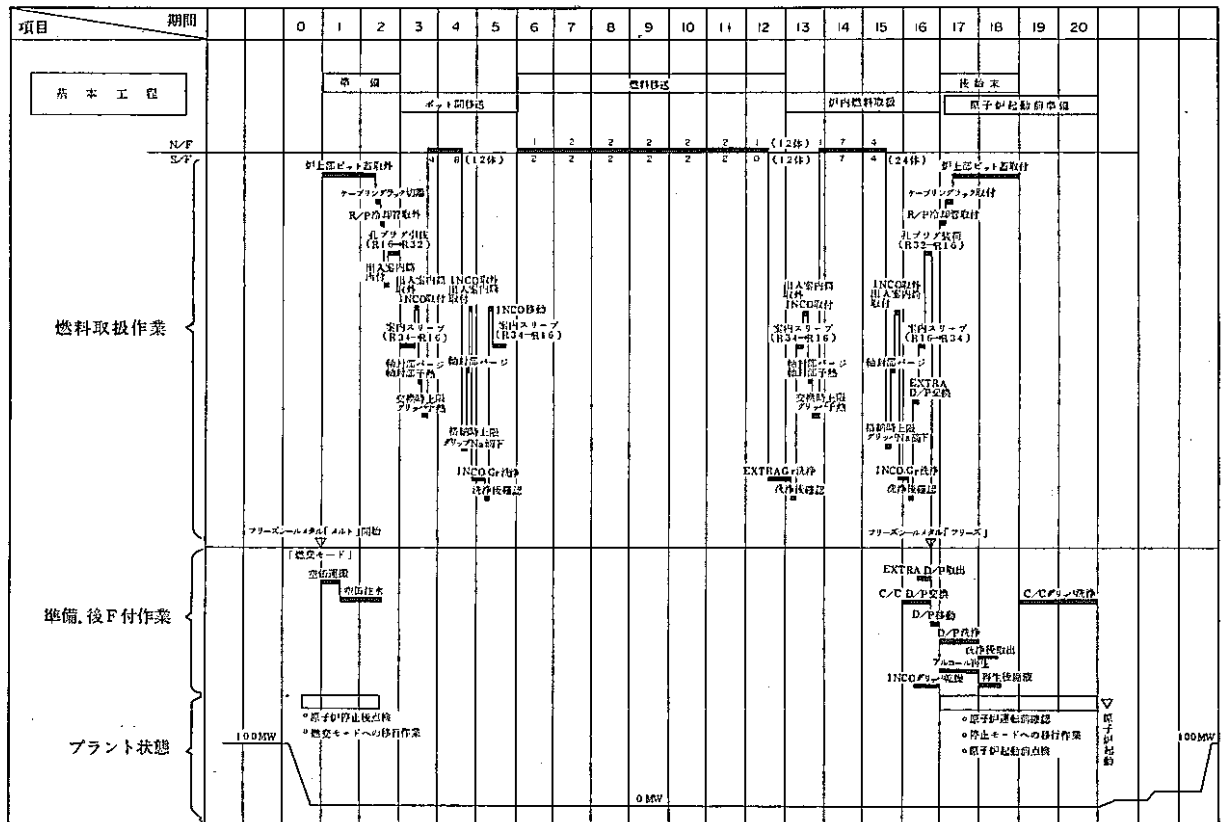
1) 燃料出入機の真空ポンプ容量アップによる接続部パージ時間の短縮

従来格内設備として、広範囲に使用するための真空ポンプが設置されていたが、容量が小さい為燃交作業時の接続部パージに時間を要していた(約30分)、燃料1体当りの接続部パージ回数は、3回であり、接続部パージ時間の短縮は、燃交作業時間の短縮に繋がる。このため、燃料出入機台車上に、容量の大きい専用の真空ポンプを新たに設置した。この結果、接続部パージ時間の1回当りの時間が30分から20分に短縮出来た。

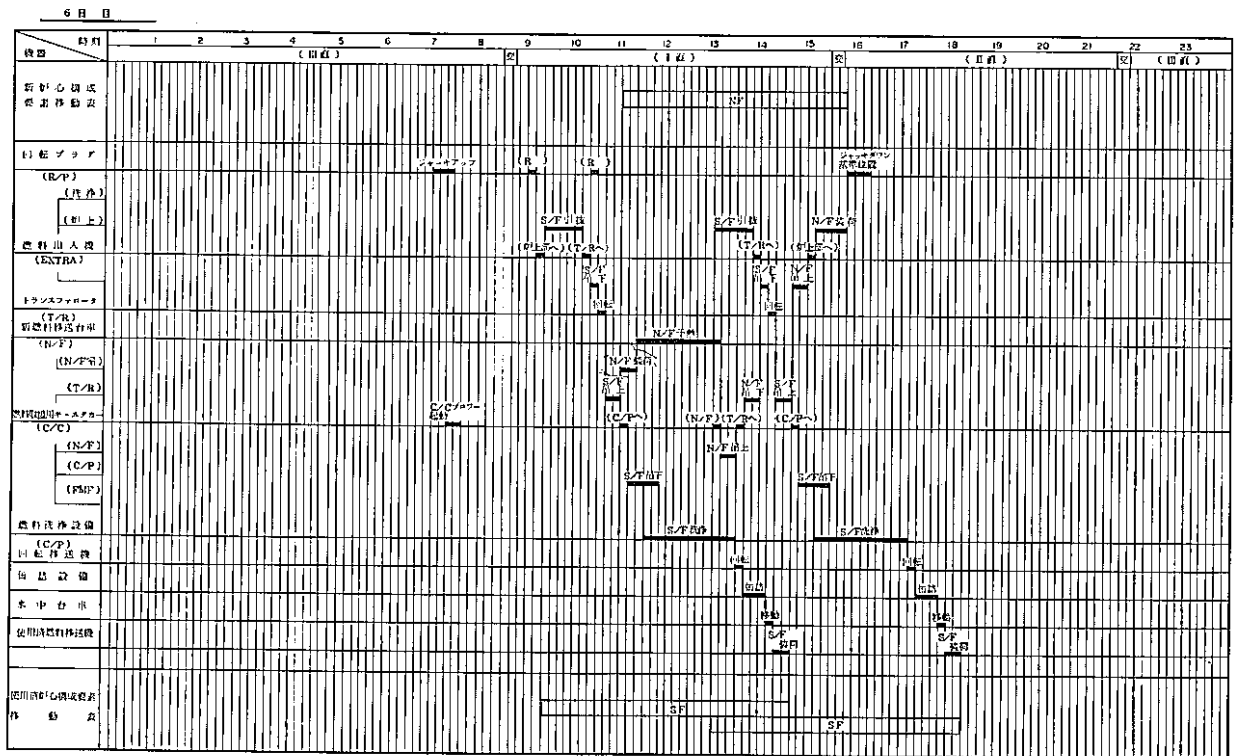
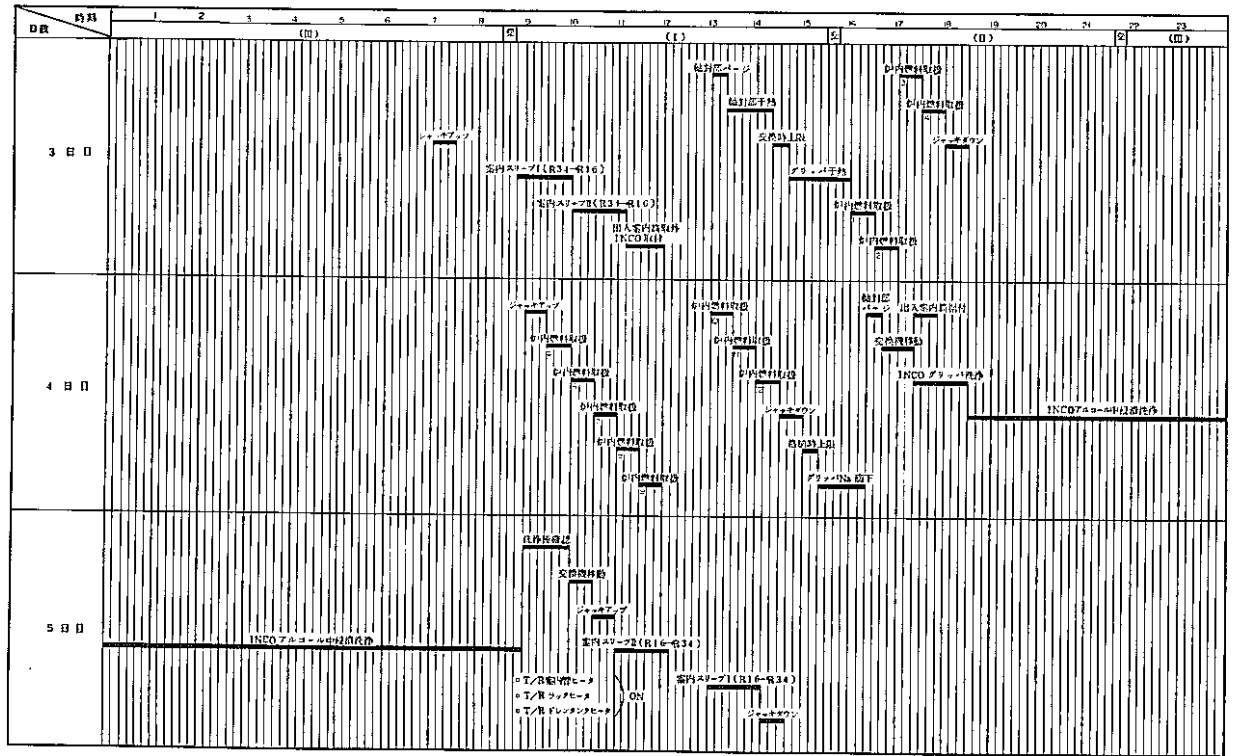
2) 新燃料予熱装置の新設

新燃料予熱は、従来燃料取扱用キャスクカーで約1時間かけて予熱を行っていたが、この予熱時間の間は、燃料取扱用キャスクカーにとっては、待期時間であるため他設備も同様に予熱完了まで待ち時間となる。このため燃料取扱用キャスクカーの効率的な運用を図る意味で、燃料取扱用キャスクカーで取扱う前に、あらかじめ予熱しておくことが考えられ新燃料予熱装置を新たに設置することにした。この結果1体当りの合計時間が30分ぐらい短縮することが出来た。

1)と2)の対策及びMK-II移行期間中の燃料交換作業運転経験による運転技術向上により、添付図第8-12図～第8-15図の通りの最適時間の確立を得た。



第8-12図 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業工程



第 8 - 13 図 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表

7-11日 H

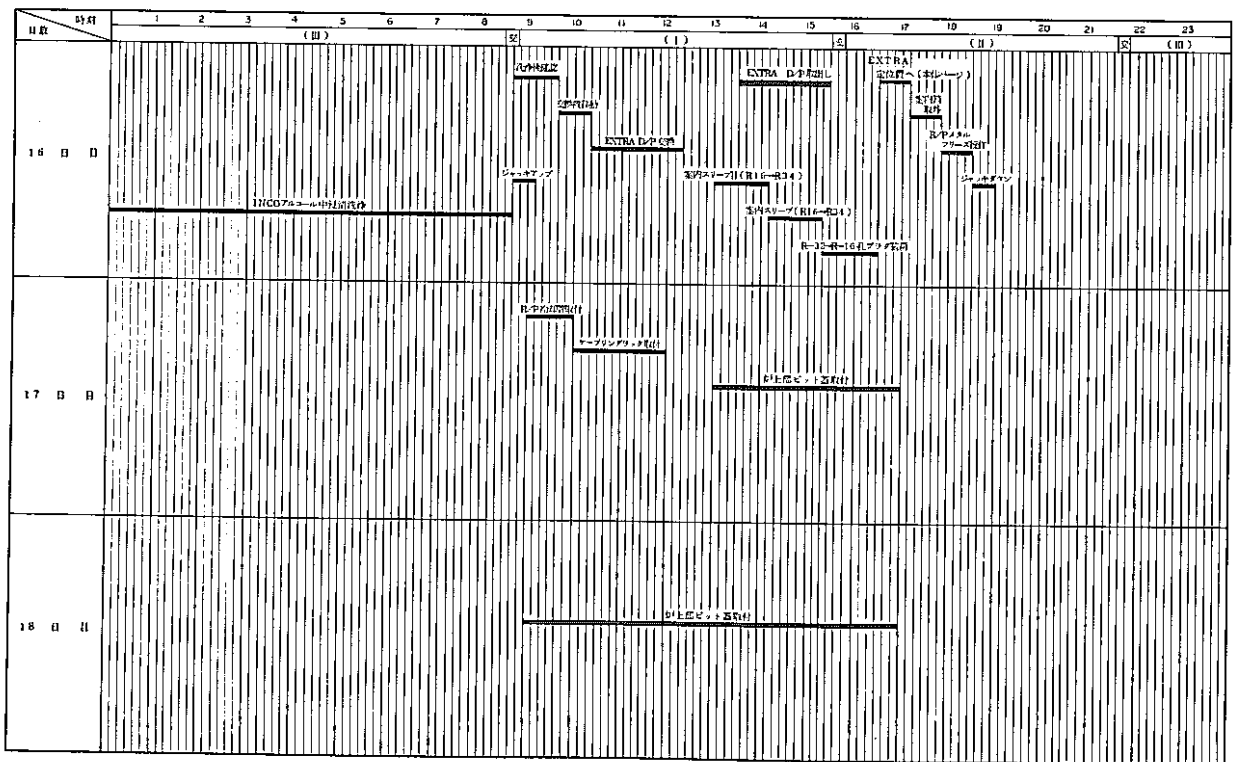
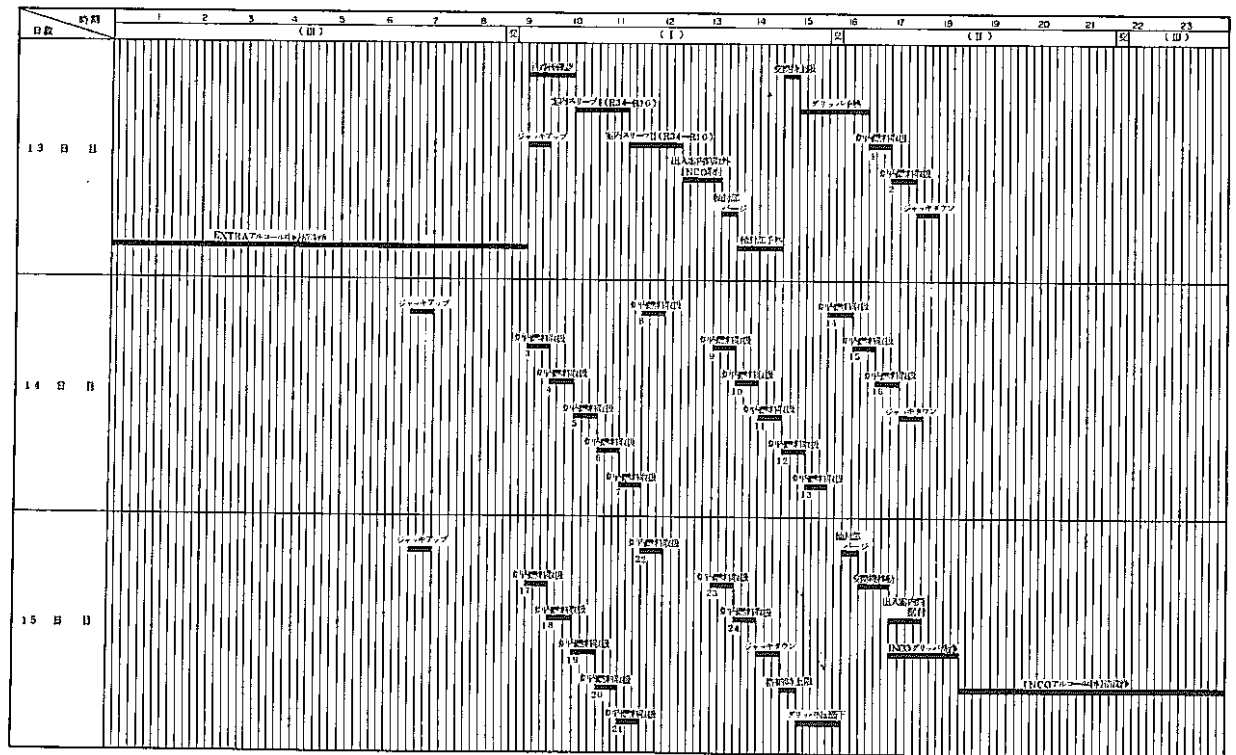
時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
曜日	(日祝)				(月)									(日祝)										
新炉心構成 変更移動表									NF															
印紙ブラフ									シフトアップ (R)				(R)											
(R/F) (R/F) (R/F)																								
燃料出入表 (EXTRA)									S/F (R)←(T/R)→ (D)←(R)→				S/F (R)←(T/R)→ (D)←(R)→											
トランスフェーマ									S/F NF NF NF				S/F NF NF NF											
(T/R) 新燃料移送台車									N/F NF				N/F NF											
(N/F) (N/F) (T/R)																								
燃料用トランス									C/C NF				(N/F)←(T/R)→ (C/P)											
(C/C) (N/F) (C/P) (F/F)																								
燃料移送台車																								
(C/P) 同転移送機																								
出給設備																								
水中台車																								
使用済燃料移送機																								
使用済炉心構成要素 移動表																								

照射課にて実施

12日 H

時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
曜日	(日祝)				(月)									(日祝)										
新炉心構成 変更移動表																								
印紙ブラフ																								
(R/F) (R/F) (R/F)																								
燃料出入表 (EXTRA)																								
(EXTRA)																								
トランスフェーマ																								
(T/R) 新燃料移送台車																								
(N/F) (N/F) (T/R)																								
燃料用トランス																								
(C/C) (N/F) (C/P) (F/F)																								
燃料移送台車																								
(C/P) 同転移送機																								
出給設備																								
水中台車																								
使用済燃料移送機																								
使用済炉心構成要素 移動表																								

第8-14図 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表



第 8 - 15 図 高速実験炉「常陽」燃料取扱作業詳細工程表

8.2 保守作業に係る事項

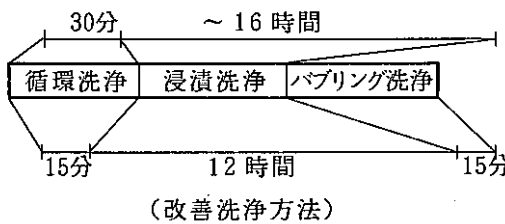
B 1 - 12 燃料取扱機器グリッパに対する洗浄方法の確立

関連設備； 燃料取扱設備全般

経 緯

格納容器内の燃料取扱機器である燃料交換機並びに燃料出入機グリッパに対する洗浄方法は、これまで以下に示す様に循環洗浄と浸漬洗浄の組合せにて実施されてきたが、洗浄不足が原因と考えられるグリッパ爪動作及びセンシング軸動作の不良が何度か経験された。

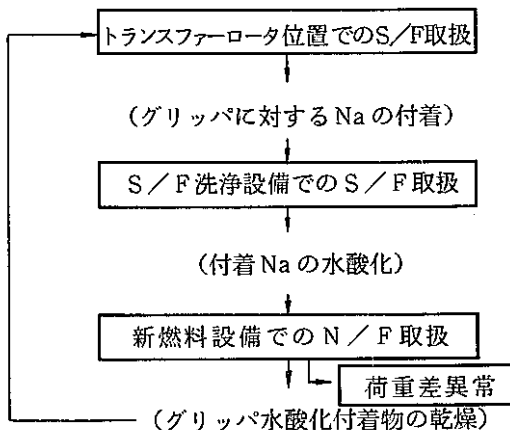
洗浄工程（燃料交換機）



照射用炉心移行作業期間に於けるグリッパ洗浄は、従来の洗浄に比して燃料取扱工程の短縮により十分な時間をとれなかった。昭和57年3月24日以降、従来実施してきた洗浄パターンを一部変更し循環洗浄+浸漬洗浄+バブリング洗浄（下部より Ar ガスを放出する）を組み合わせることにより洗浄効果即進を図った。洗浄パターン変更後、機器動作に関する動作不良は確認されておらず、第3回定期検査に於けるグリッパ分解点検時にも、機器内部に対する Na の付着は少なく洗浄は効果的に行われていることが確認された。

格納容器外の燃料取扱機器である燃料取扱用キャスクカーに於いては、昭和57年5月30日、31日に行われた燃料取扱作業に於いて、グリッパ動作に不調を来たす現象が度々発生した。この現象は、グリッパ吊りワイヤー（2体）に加わる荷重配分がくずれ、荷重差が増加することにより生ずるもので、燃料取扱操作はインターロックにより自動的に停止させる。ワイヤーに於ける片吊り状態は2月7日にも経験されており、グリッパ点検作業に於いて特に異常は認められず、グリッパ洗浄により動作は良好と成った。

グリッパ洗浄とグリッパ動作不調の関連は次の様に考えられる。図に示される様にキャスク



カーグリッパは、各雰囲気循環することによりグリッパに付着する Na は、急激に酸化され機器の動作に影響を与えるものである。特に S / F 洗浄設備に於ける水酸化は雰囲気中に含まれる水分濃度によってグリッパ動作寿命を著しく短縮するものである。

従来行われてきた洗浄操作は、時間的な余裕から、長時間を費やし実施されたが、MK-II 移行作業の基本工程に加える為には、新たな手法を検討し効果的な結果を得る事が要求された。この為、グリッパをワイヤーロープに取付けた状態にて上部（キャスク）よりガスブローを行うこと

により上昇する水分を防止する手法が取られ、従来に比して約2日の作業工程が短縮された。洗淨効果についても分解点検時に確認した結果良好であった。

成 果

Na 雰囲気にて運転が行われる格納容器内燃料取扱機器グリッパに関しては、洗淨方法を前記に示す洗淨パターンに変更した事により、燃料取扱中のグリッパ動作不良は発生しておらず、洗淨効果が十分満足できる状態にあることが確認された。

機器の動作に関する健全性の裏付けとして照射炉心構成作業期間中にグリッパに対する分解点検が2度実施されており、グリッパに付着するNa量について調査が行われたが従来に比して定量的な減少は認められるが、付着箇所については従来との変化は無くインロー及びネジ部に対する付着が定性的に確認された。これらの対策については、洗淨方法等について抜本的に改良を行うことが必要と成り、新たな洗淨方法等に関する検討も平行して行うことが必要である。

Na 雰囲気中にて行う燃料の取扱いについては、次期炉についても発生すると考えられ機器保守の観点から付着Naに対する洗淨を検討する事が必要と成る。今回実施した3分割方式による洗淨は、燃料取扱工程上の時間短縮も含め、洗淨効果に十分寄与するものであった。また、アルコール水を用いる事によりNaとの反応が緩やかに進行し安全性の上からも評価できるものである。ちなみに70%アルコール水については反応が急激に進行しアルコール水接液時に発火する事が確認された。

格納容器外Na取扱接触機器である燃料取扱用キャスクカーの洗淨時間短縮を可能にしたのは以下の事項による(第8-1表参照)

- ワイヤーの切離し取付け作業がない
- ワイヤーの取付け作業のための冷却時間(5~10時間)がない
- 乾燥方法がガス置換の方法(5~8時間)をガスブローダウンの方法(2~5時間)に変えた。

以上のうち冷却時間が大きな因子となっている。

ガスブローダウンしながら洗淨する方法は格内のアルコールを使用する洗淨設備と同様であり、経験は豊富である。

しかしこの方法の注意点はガスブローダウンを行っているが水分の上昇によるキャスクカー本体内部に付着しているNaの水酸化であり、現在は影響が不明である。しかしモレキュラシーブによるループ内の水分除去を実施することにより問題はないと考えられる。

今後、時間的余裕がない場合やモレキュラシーブの乾燥作業がグリッパの洗淨作業の前後に実施されている場合はグリッパのワイヤーを切離さない簡易方法を行い、時間的余裕がある場合やモレキュラシーブの乾燥作業が実施されない場合は、ワイヤーを切離す従来の方法を併用する方向とする。

第8-1表 洗浄方法による工程比較

充来（グリッパ切離）洗浄方法

月・日 時間 作業内容	1				2				3			
	10:00	12:00	14:00	16:00	10:00	12:00	14:00	16:00	10:00	12:00	14:00	16:00
運転前準備作業 (工具, 弁状態, C/C接続等)	[Gantt bar from 10:00 to 11:00]											
(接続部, ダンプタンク, 洗浄槽) Arガス置換	[Gantt bar from 11:00 to 12:00]											
洗浄槽内及びC/C コフィン内の圧力調整	[Gantt bar from 12:00 to 13:00]											
グリッパ下降	[Gantt bar from 13:00 to 14:00]											
グリッパ取外し(重り取付)	[Gantt bar from 14:00 to 15:00]											
グリッパ洗浄	[Gantt bar from 15:00 to 16:00]											
洗浄液排出	[Gantt bar from 16:00 to 17:00]											
洗浄槽内の真空乾燥	[Gantt bar from 17:00 to 18:00]											
洗浄槽冷却	[Gantt bar from 18:00 to 19:00]											
グリッパ取付(重り取外し)	[Gantt bar from 19:00 to 20:00]											
グリッパ上昇	[Gantt bar from 20:00 to 21:00]											
C/Cループ内全体パージ	[Gantt bar from 21:00 to 22:00]											
運転終了後の弁状態の確認	[Gantt bar from 22:00 to 23:00]											
後 仕 末	[Gantt bar from 23:00 to 24:00]											

簡易洗浄方法

月・日 時間 作業内容	1			
	10:00	12:00	14:00	16:00
運転前準備作業 (工具, 弁状態, C/C接続等)	[Gantt bar from 10:00 to 11:00]			
(接続部, ダンプタンク, 洗浄槽) Arガス置換	[Gantt bar from 11:00 to 12:00]			
洗浄槽内及びC/C コフィン内の圧力調整	[Gantt bar from 12:00 to 13:00]			
グリッパ下降	[Gantt bar from 13:00 to 14:00]			
グリッパ洗浄	[Gantt bar from 14:00 to 15:00]			
洗浄液排出	[Gantt bar from 15:00 to 16:00]			
乾 燥	[Gantt bar from 16:00 to 17:00]			
グリッパ上昇	[Gantt bar from 17:00 to 18:00]			
C/Cループ内全体パージ	[Gantt bar from 18:00 to 19:00]			
運転終了後の弁状態の確認	[Gantt bar from 19:00 to 20:00]			
後 仕 末	[Gantt bar from 20:00 to 21:00]			

B 1 - 13 軸封装置のパッキンに対してのNa付着状況の評価

関連設備；燃料交換機設備

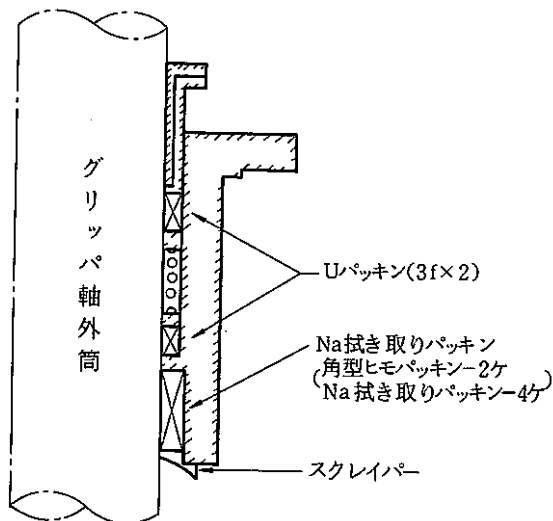
経緯

軸封装置のパッキンの寿命は、炉内燃料取扱中あるいは格納時上限への引き上げ時におけるグリッパの荷重変化で判断し、常時荷重が高く推移するようになったら、パッキンの交換時期と考え交換するようにしているだけで、Naの付着状況についてはデータを取っていない。

成果

軸封装置を分解点検した時、パッキンへのNa付着状況が毎回少しずつ異なっているように思えるので、パッキンの交換頻度を決定するデータを得るためにも、正確なNa付着量を得る必要がある。第1の方法としては、組込み前の新しいパッキンの重量を測定して記録しておく、次回の点検で取り出したパッキンの重量を比較して付着しているNa量を求める。第2としては、炉内移送終了後毎回、軸封装置の外側から放射線量を測定し、それを基にしてパッキンへ付着したNa量を推定していく方法を考えている。

分解点検時におけるパッキンへのNa付着について左図をもとに説明すると、最初にスクレ



イパーでグリッパ軸外筒に付着したNaをかき落とすが、推定5割以上はかき落しているものと思われる。残されたNaはNa拭き取りパッキンで4割以上、更にその残りをUパッキンで拭きとっているもようである。

グリッパ軸を交換時上限から格納時上限へ引き上げる回数が増加するに従って、Na拭き取りパッキンに付着したNaが毎回圧着するため、Na拭き取りパッキンの性能が低下、残ったNaがUパッキンに達し、更に残されたNaが大気中にさらされている。以上のことから格納時上限への引き上げ回数が少ないうちは、スクレーパーが5割、Na拭き取り用パッキンが4割、Uパッキン

が1割でNaを拭き取っているが、分解点検前にはNa拭き取りパッキンの性能が低下しているので、スクレーパーが5割、Na拭き取りパッキンが2.5割、Uパッキンが2割残りの0.5割が拭き取りきれずに大気中にさらされていると考えられる。第8-16図に軸封使用回数と引抜き荷重との関係を示す。

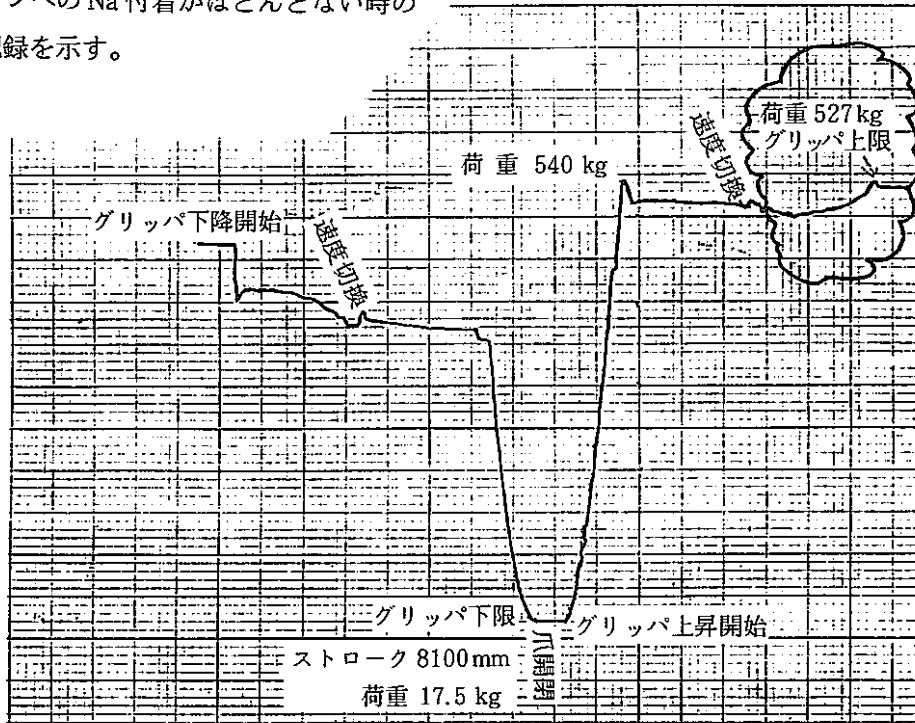
B 1 - 14 トランスファロータ内酸素濃度低減操作

関連設備；トランスファロータ設備

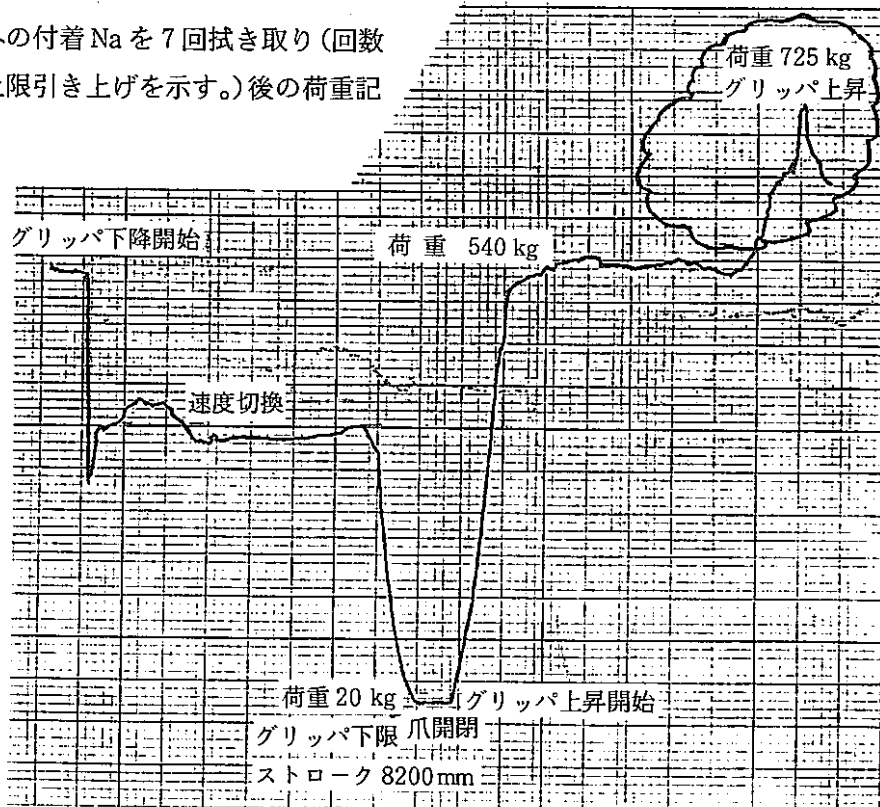
経緯

トランスファロータ設備には、貯蔵設備側及び格納容器側に炉心構成要素の出入れ(移送)

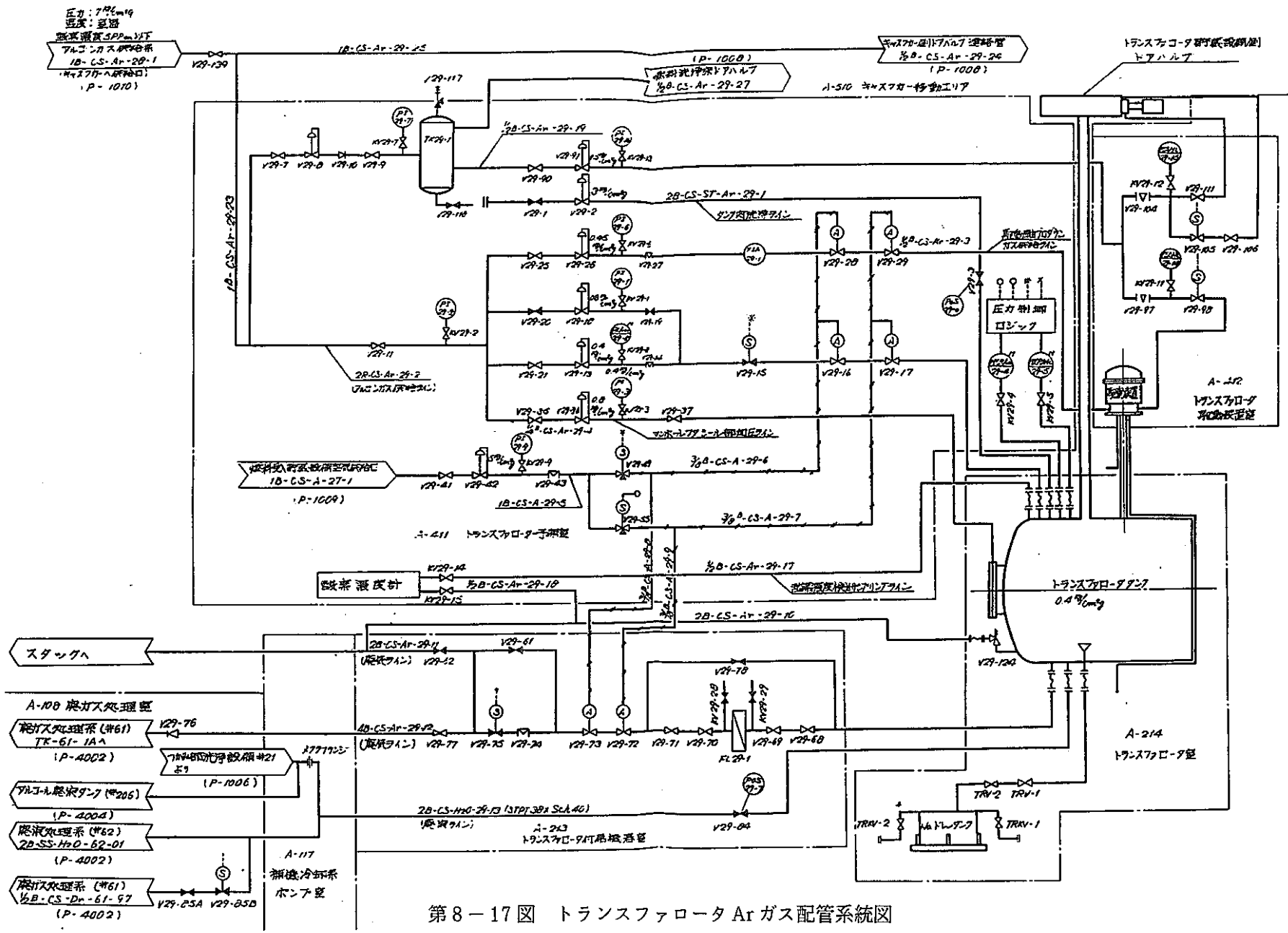
パッキンへのNa付着がほとんどない時の
荷重記録を示す。



グリッパへの付着Naを7回拭き取り(回数
は格納時上限引き上げを示す。)後の荷重記
録を示す。



第8-16図 交換機軸封部使用回数と荷重記録



第8-17 図 トランスファロータ Ar ガス配管系統図

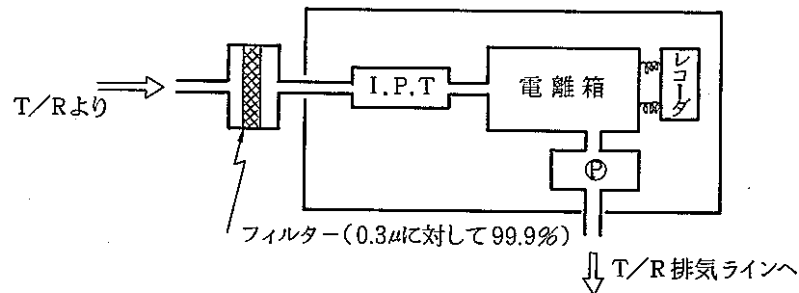
B 1 - 15 トランスファロータ内ガス中³H発生原因の追求

関連設備； トランスファロータ設備

経 緯

トランスファロータドアバルブ分解検査にあたってタンク内 Ar ガス中に含まれる³H濃度を測定した。

- 測定方法 (Ar ガス排気系を使用)



- 測定結果

ページ開始前濃度	$4.2 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$
13回ページ終了後濃度	$3.0 \times 10^{-5} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$

成 果

常陽における³Hの生成源は以下の通りである。

- 1) 燃料集合体からの生成

3重核分裂反応 (Ternary Fission) による。

- 2) 制御棒からの生成

$^{10}\text{B} (n, 2\alpha) \text{T}$ 反応, $^{11}\text{B} (n, \text{T}) \text{ } ^9\text{Be}$ 反応, $^{10}\text{B} (n, \alpha) \text{ } ^7\text{Li} (n, n'\alpha) \text{T}$ 反応

- 3) Na 中の不純物からの生成

$^6\text{Li} (n, \alpha) \text{T}$ 反応, $^7\text{Li} (n, n'\alpha) \text{T}$ 反応, $^{10}\text{B} (n, 2\alpha) \text{T}$ 反応, $^{11}\text{B} (n, \text{T}) \text{ } ^9\text{Be}$ 反応, $^{10}\text{B} (n, \alpha) \text{ } ^7\text{Li} (n, n'\alpha) \text{T}$ 反応

以上の生成源のうちプラントへの移行がもっとも多いのは燃料集合体からであり、生成量も出力に依存する。

すなわち、燃料取扱設備 (特にトランスファロータ) においてはMK-Iに比べMK-IIは³H濃度が増加する傾向にある。

また³HのGetterに関してはガス中に³Hが存在する場合、現在手のほどこし様がないのが現状である。

B 1 - 16 上部案内管挿入孔のNa除去装置の開発

関連設備；制御棒駆動機構

経緯

上部案内管（以下 U. G. T と略す）取替作業において、使用済 U. G. T 引抜き後の挿入孔シール面に蒸着した Na 等が付着していると、新 U. G. T 装荷作業に支障（152φの挿入孔に150φの U. G. T を装荷するため）をきたす恐れがあること及び U. G. T 据付後の据付部（二重リング部）シール性確保にも問題を提供する結果ともなりうる。

以上の様なことを考慮すると、新 U. G. T 装荷前に挿入孔の Na 除去を実施し、作業性の向上及びシールバウンダリー確保の向上を計るために、Na 除去装置を製作することとした。

成果

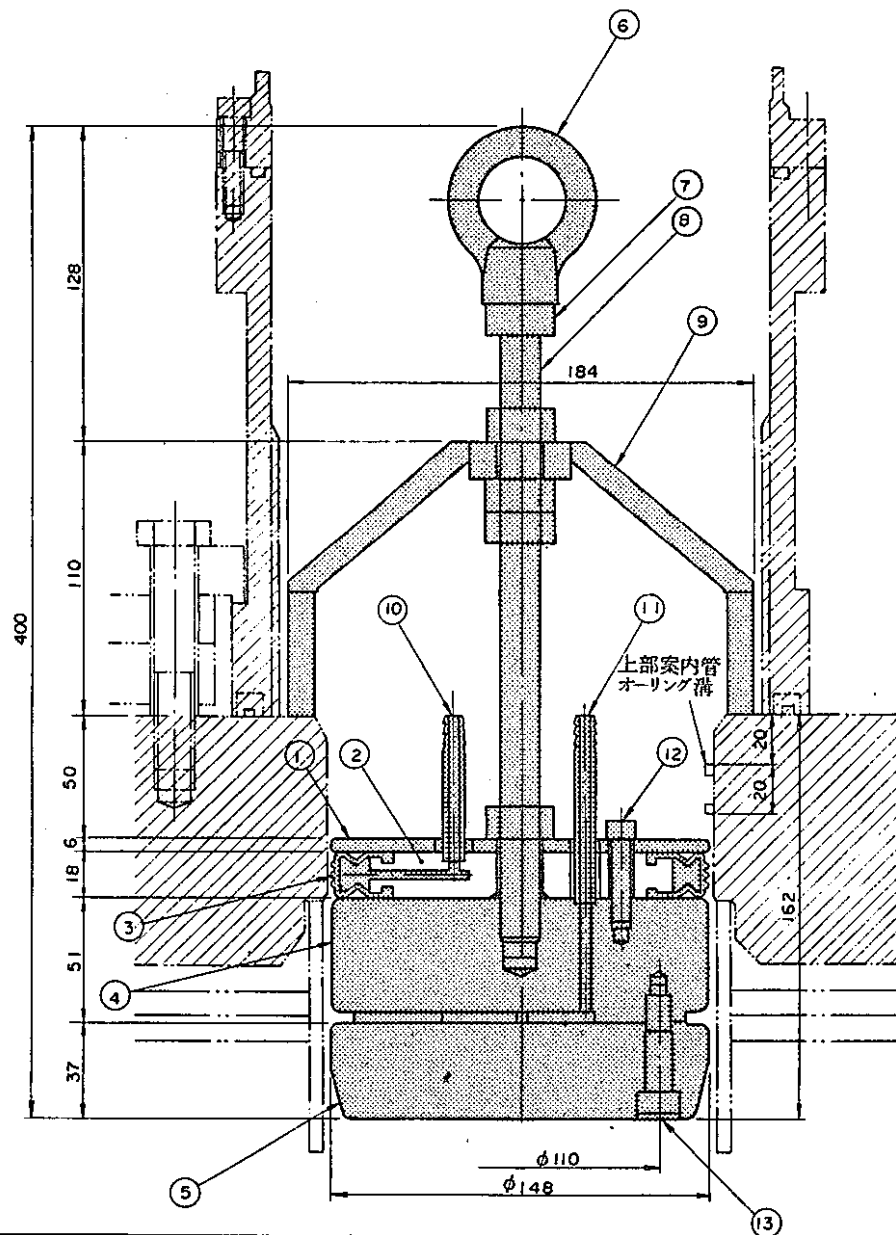
Na 除去装置は、R&D 及び試作等を経て第 8 - 18 図に示す様な装置が開発された。

本装置は、案内筒類、シールプラグとその付帯機材及び貫通穴シール面付着 Na 除去作業時の作業性向上を計るためのレール、吊治具からなる。

本装置の心臓部は、シールプラグとその付帯機材であり、シールプラグは U. G. T 引抜き後の貫通穴に挿入するもので、ガス加圧により膨張するシールチューブ、ガスブローダウンラインを備えており、付着 Na 除去作業時の原子炉内カバーガスバウンダリーを形成する機能を有している。

また、シールプラグの付帯機材は、盲蓋、プラスチックバック、ホース類からなり U. G. T 引抜き後のシールプラグ挿入作業、付着 Na 除去作業時の安全性を計るための原子炉内カバーガスバウンダリー形成のバックアップ機能を有している。付着 Na 除去作業は、前記シールプラグを貫通穴に設置した状態で、プラスチックバックを介して行う。

本装置を用いての U. G. T 挿入孔の Na 除去作業は第 5, 10 - 6 図の作業フローシートに従って実施すれば順調に進み約 1 日で作業を終えることが確認され十分使用に耐えられるものである。



13	六角穴付ボルト	SUS304	3	M10×40
12	六角穴付ボルト	"	8	M8×35
11	ブローダウン用ノズル	"	1	
10	チューブ加圧用ノズル	"	1	
9	サポーター	"	1	
8	ボルト	"	1	M16
7	六角ナット	"	5	M16
6	アイナット	"	1	M16
5	ウエイト	"	1	
4	ブローダウン穴金具	SUS304	1	
3	チューブ	フッ素ゴム	1	MF4703
2	チューブシール用芯金具	SUS304	1	
1	押サエ板	SUS304	1	
P.16	部品名称	材料	個数	備考

第8-18図 上部案内管挿入孔用Na除去装置

B 2 - 17 貯蔵プール水の水質管理基準

関連設備；使用済燃料貯蔵設備

経緯

使用済燃料貯蔵設備の使用済燃料貯蔵池（以下プールという）の水質は、使用済燃料移送機等水中での作業が容易に行えるように十分な、清浄度を保つと同時に、プール内構造物及び貯蔵物に腐食等の悪影響を与ばさない様にする為、浄化設備により水中に拡散したクラッド成分及びゴミ、塩素イオン等、腐食性イオン成分を除去する。

水質管理方法として通常、伝導度及びプールの透明度により月1回程度の水質分析が行われており、MK-II移行作業期間中についても同様な要領で行われた。

成果

プール水浄化設備は、A号機、B号機、2基の浄化脱塩塔を有し、原子力用イオン交換樹脂が充填されており、定期的に樹脂の取出し交換を実施する。2基の浄化脱塩塔は、交互運転が行われている。

これまでプールの清浄度は、良好であり電導度も $1\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下（上限値 $5\mu\text{S}/\text{cm}$ ）であり、またPHも5～7で運転されている。

尚、プール水の放射能濃度は、 $10^{-8}\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ であるが、定期的に行われている水質分析により一時的に ^{60}Co 、 ^{54}Mn 等の核種が検出されており、燃料洗浄設備、使用済燃料貯蔵設備の缶詰設備、水中台車を経由して貯蔵される缶詰缶に微量付着しているものと考えられる。

これらのCPによりプール水の汚染が徐々に進んでいるものと思われる。

現在プール水の分析は、サンプル採取後、別場所に設置の分析設備まで運搬しているが、将来的には、設備サイト現場に専用の分析設備を設ける必要があると思われる。

また、プール水の管理基準等もこれまでの実績等も踏まえた上で、再検討される予定である。

B 2 - 18 下部案内管取替に伴う工程管理

関連設備；制御棒駆動機構

経緯

MK-II移行に伴って余剰反応度等を大きくするために、MK-I炉心での調整棒2体にもスクラム機能を持たせる必要が生じたため、下部案内管（以下L.G.Tと略す）を取替えることになった。

本、L.G.T取替作業は、L.G.T取扱機を回転プラグ上の燃料交換孔ドアバルブ上に据付け、延長管とグリッパにてL.G.Tの引抜き、洗浄及び装荷する作業であり、またNa注入後初めて実施する作業であることなどを考慮して、取替方法の確立並に取替基本パターン（時間）の確立が要求されていた。

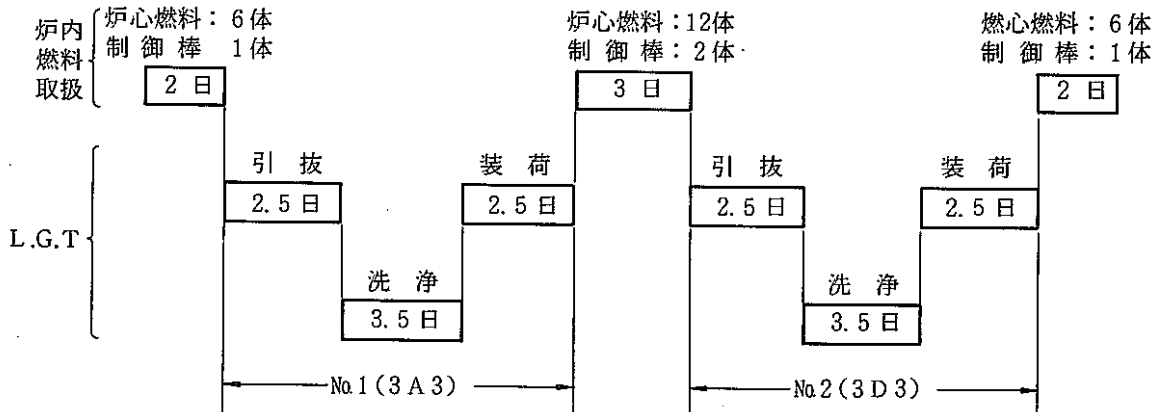
成 果

本L.G.T取替作業は、第5.5-2図に示す基本作業フローシートに従って実施すると、大きなトラブルもなく順調に2体のL.G.T取替えを完了した。

ただし、第5.5-2図には、L.G.T取替前後の炉内燃料取扱の項目は含まれていない。

尚、L.G.T取替基本パターン及びL.G.T取替Total時間は、以下の如く確立された。

1) L.G.T取替基本パターン（日勤ベースによるL.G.T 2体取替時）



2) L.G.T取替Total時間（実働時間）

	No. 1 (3A3)	No. 2 (3D3)	平均
引 抜	17.5 時間	12.5 時間	15.0 時間
洗 浄	24.4 時間	26.7 時間	25.55 時間
装 荷	13.7 時間	16.8 時間	15.25 時間
Total	55.6 時間	56.0 時間	55.8 時間

B 2 - 19 上部案内管取替に伴う工程管理

関連設備； 制御棒駆動機構

経 緯

MK-II移行に伴って余剰反応度等を大きくするために、MK-I炉心での調整棒2体にもスクラム機能を持たせる必要が生じたこと、及びメンテナンスの為にMK-I炉心での安全棒1体の上部案内管（以下U.G.Tと略す）を取替えることになった。

本U.G.T作業は、U.G.T取扱機をピット蓋上に据付け、使用済U.G.Tを延長管とグリッパにて引抜きメンテナンス建家で洗浄する。一方、新U.G.Tは特性試験キャスクを用いて装荷する作業であり、Na注入後初めて実施するものである。

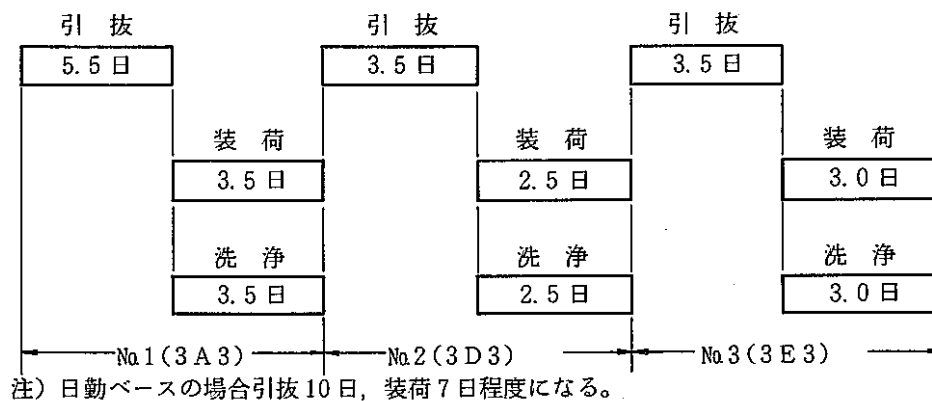
本作業においては、取替方法の確立並びに取替基本パターン（時間）の確立が要求されていた。

成 果

本U.G.T取替作業は、第5.10-2図に示す基本作業フローシートに従って実施すると大きなトラブルもなく順調に3体のU.G.T取替えを行うことができた。

以下にU.G.T取替基本パターン及びU.G.T取替Total時間を示す。

1) U.G.T取替基本パターン (2交替勤務によるU.G.T 3体取替時)



2) U.G.T取替Total時間 (実働時間)

	No.1 (3A3)	No.2 (3D3)	No.3 (3E3)	平均
引 抜	59.8時間	29.1時間	28.3時間	39.1時間
装 荷	42.2時間	26.3時間	31.8時間	33.4時間
洗 浄	32.7時間	16.5時間	31.5時間	26.9時間
Total	134.7時間	71.9時間	91.6時間	99.4時間

B 2 - 20 制御棒と制御棒駆動機構との位置関係

関連設備 ; 制御棒駆動機構

経 緯

今回のMK-II移行期間において、CR下部案内管、上部案内管及び制御棒を取替えた制御棒駆動機構(CRD)については、回転プラグを運転する前にMK-I当時と比較して寸法関係に異常のないことを確認しなければならない。

故に、CRD駆動部を運転し、寸法データを採取して下部案内管及び上部案内管の据付健全性をチェックすることにした。

成 果

今回のCRD動作試験データを第2回定期検査時のデータを下記表にまとめると次のようになる。

測定項目	制御棒 No. 区分	CR-1 (旧RR-1)		CR-2 (旧SR-1)		CR-3 (旧SR-2)		CR-4 (旧RR-2)		CR-5 (旧SR-4)		CR-6 (旧SR-3)	
		第2回 定 検	MK-II 移 行	第2回 定 検	MK-II 移 行	第2回 定 検	MK-II 移 行	第2回 定 検	MK-II 移 行	第2回 定 検	MK-II 移 行	第2回 定 検	MK-II 移 行
		下端L.S ON	±0	+ 1.1	- 0.1	- 0.4	- 0.1	+ 0.1	- 0.2	+ 0.1	- 0.1	+ 0.2	±0
下限L.S ON	-10.0	-10.2	-10.1	- 9.5	- 9.8	-10.0	-10.3	-10.3	- 9.9	-10.0	-10.2	-10.0	
ラッチL.S ON	-37.6	-35.1	-37.6	-36.8	-38.0	-39.0	-38.5	-36.8	-38.3	-35.5	-37.4	-37.8	
機械的限界値	-39.6	-37.6	-39.5	-38.6	-40.0	-40.8	-40.4	-39.6	-40.2	-37.3	-39.3	-39.9	

制御棒とCRD（下部案内管及び上部案内管）の位置関係は、上記表の機械的限界値より推定できる。今回のデータをMK-I時の第2回定期検査時のデータを比較すると、制御棒6体とも5mm以内（0.6～2.9mm）に入っており、制御棒とCRDの相対位置関係の健全性が確認された。

B3-21 燃料取扱設備保守管理基準の確立

関連設備；燃料取扱設備全般

経 緯

燃料取扱設備の保守形態は以下のように分類することが出来る。

1. 定期検査
2. 定期自主検査
3. その他
 - 1) 月例点検
 - 2) 運転保守
 - (1) グリッパ洗浄
 - (2) ドリップパン交換

以上の保守を実施するにあたっては、保守実績が少なかった事などの理由で設備担当者がその都度判断し保守を行って来たのが現状である。

これらをかんがみ、第1～3回の定期検査及びMK-II移行作業実績を評価し、将来における燃料取扱設備に対する保守基準を設ける事とした。

成 果

今回新たに設けた保守基準には、規制法との関連、対象設備、検査項目及び実施頻度などが記載されており、長期計画の立案、人事移動に伴って担当者が変わった場合でも一貫した保守

が行える様になっている。

一方、保守基準は燃料取扱設備の保守形態毎にまとめられており、それぞれの決定根拠は以下の通りである。

- グリッパ洗浄、ドリッパン交換頻度については、MK-II 移行期間中の実績を踏まえて決定した。
- 自主点検については対外的な項目とより詳細な保守実施用があり、対象設備の選択は対外的な項目が設工認、詳細な保守実施用は設計書などよりピックアップした。
実施頻度については過去の実績すべてを評価し決定した。
- 定期検査については性能検査のみを選択した。すなわち規制法規則第3条5 2号 7号を対象にしたものである。
- 月例点検については、これまで実施して来た項目を単に整理しただけである。

8.3 設計に係る事項

C 1 - 22 回転プラグジャッキダウン不調と原因

関連設備； 回転プラグ設備

経緯

回転プラグのジャッキダウン中、ジャッキダウンストローク 20 mm 中 14 mm を残してジャッキダウンができなくなった。

この事象に対し、諸々の調査を行った結果、回転プラグの回転側と固定側の摺動部に何らかの付着物が介在し、これにより上記摺動部の回転側と固定側の金属面に当りが生じ、これが、ジャッキダウンの障害になると考えられた。

また、この摺動部の該当箇所としては、摺動部のうち最も隙間の小さいジャッキダウン時のガイドの為の印ロー部が推定され、かつ、介在している付着物としては、冷却材である Na のミストが炉内で発生した自然対流の上昇流によって当印ロー部に付着したものであるとの推定がなされた。

成果

ジャッキダウン不調の対象として

- 1) 回転プラグの運転（ジャッキダウンアップの繰り返し及び、回転プラグの回転）による Na のかき落しを行った。この結果、回転プラグは下限位置まで降りる様になった。しかし、再び原子炉の出力運転を行うと、Na の付着（蒸着）が増大すると考えられ、ジャッキダウン不調が再び発生すると考えられる。

従って下記の対策の検討及び実施を行うことにした。

- 2) 回転プラグ Na 蒸着当該部である印ロー部の内部観察：

回転プラグの点検孔（ ϕ 15 mm）の中にファイバースコープを通し内部観察を行い V.T.R に記録する。

- 3) 蒸着当該部の温度分布測定：

Na 蒸着当該部である印ロー部の 90 °C、180 °C 及び 270 °C 方向の 3 箇所に T/C を取付け、温度分布の測定を行い自然対流発生の際の裏付けとするデータを採取する。

- 4) 異常監視システムの取付：

回転プラグに種々の測定器を取付け、回転プラグを運転することにより得られる測定データ（電流値、変位等）の変動より、蒸着 Na の増減等の回転プラグの異常を速やかに予知する。

- 5) Na のかき落し：

現有の ϕ 15 の点検孔を ϕ 40 mm まで拡大し、Na のかき落とし治具を装着し、Na のかき落としを行う。この為に、孔拡大の為の穿孔機の開発及び Na かき落とし治具の開発を行う。

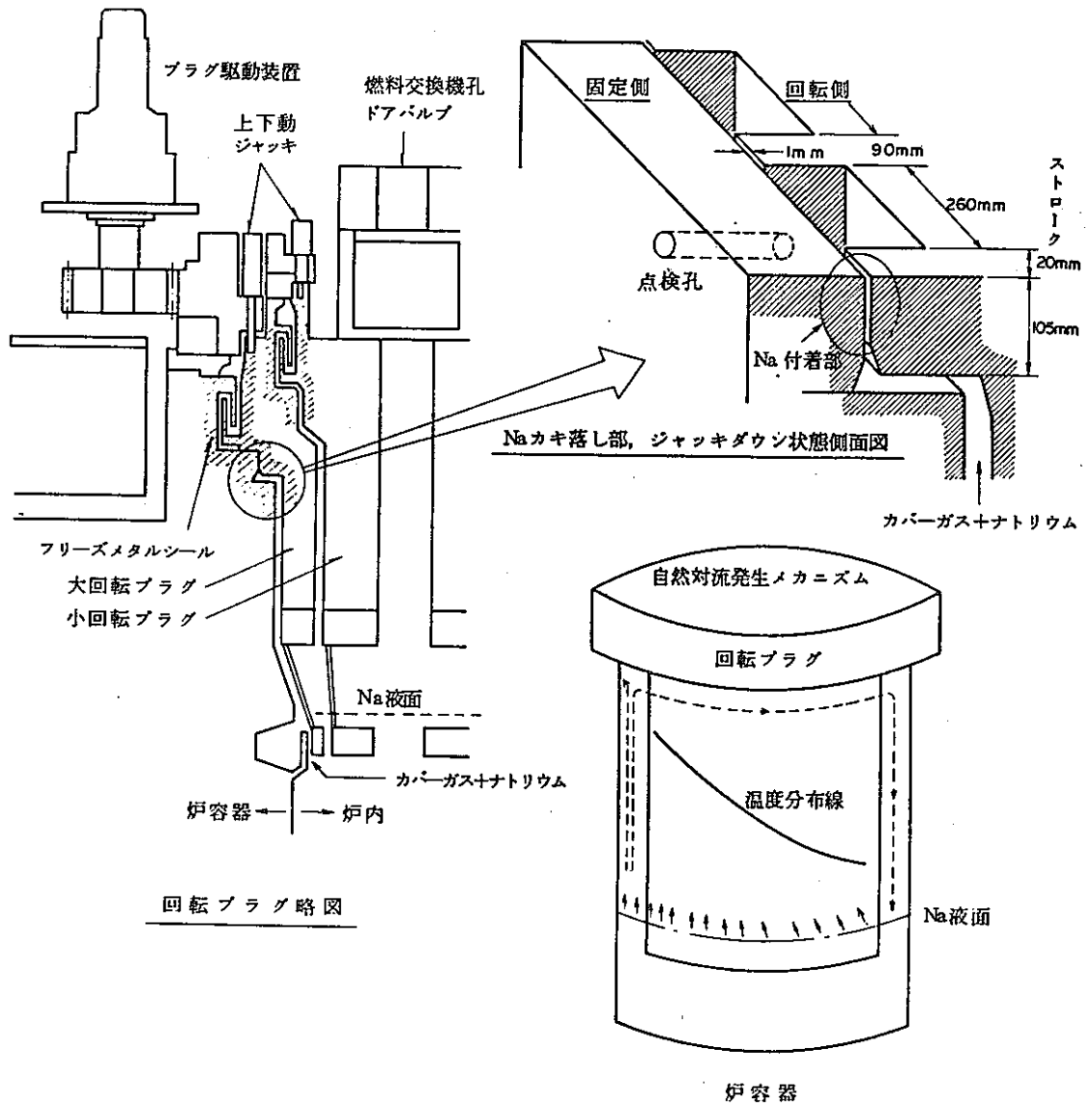
(6) 核加熱によるNaの溶融の検討：

原子炉の出力運転を行うことによりNa蒸着当該部の加熱を行い、蒸着Naの溶解を行い、Naの除去を行う。

(7) Na押し出し試験：

回転プラグのジャッキダウン時の着座部にNaが堆積すれば、その分、回転プラグが下限まで降りなくなる可能性がある。しかし、堆積したNaは、回転プラグの自重により押し出され、ある程度の高さになれば、それ以上堆積しなくなると推定され、その確証試験を行う。

第8-19図に回転プラグのNa蒸着部と、自然対流発生のメカニズムを示す。



第8-19図 回転プラグのNa蒸着

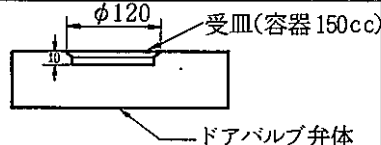
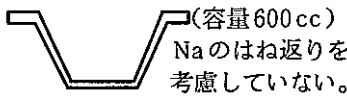
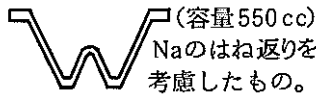
C 1 - 23 Na ドリップパンに対する溜り量

関連設備； 燃料交換機設備

経 緯

昭和 54 年 4 月 13 日から 4 月 14 日に実施した定期検査「燃料交換機ドアバルブ分解点検」において、燃料交換機ドアバルブ弁体の 2 重 O リングのうち、内側 O リングに著しい損傷が認められた。原因は燃料交換機ドアバルブの弁体にある受皿へ溜った Na とアルコールの化合物が受皿からあふれ、O リングが化学的に腐蝕されたものと推定され、受皿（φ 120×深さ 10、容量 150 cc）の必要性を見直すことが生じた。

このため、受皿取付けについての検討が開始され、昭和 56 年 10 月にドアバルブの改造を実施した。改造前後のドアバルブの相違点は、改造前のは弁体と受皿が 1 体で、容量が 150 cc、改造後のものは弁体と受皿を分離させることが出来るようにし、更に容量を増やしたものである。また、改造後の受皿は 2 種類製作し、容量 600 cc（1 ケ）、容量 550 cc（1 ケ）とした。容量 600 cc の受皿は滴下 Na のはね返りを考慮せず、容量 550 cc の受皿は滴下 Na はね返りを考慮したものである。現在は容量 600 cc のものを使用している。

改造前受皿	改造後受皿 (1)	改造後受皿 (2)
 <p>φ120 受皿(容器 150cc) ドアバルブ弁体</p>	 <p>(容量 600 cc) Na のはね返りを 考慮していない。</p>	 <p>(容量 550 cc) Na のはね返りを 考慮したもの。</p>

成 果

昭和 57 年 9 月 14 日から 9 月 21 日までの期間において、ドアバルブの分解点検をした時、Na を取り出し、重量を測定した。それによると Na のドリップパンに溜っていたのが 270 g、Na ドリップパンからあふれ出したものが推定で 30 g あり、合計で 300 g であった。

前回の分解点検（昭和 57 年 3 月 9 日から 3 月 11 日）以後 15 回の炉内移送をしており、グリッパ軸の格納時への引き上げ回数が 15 回である。（燃料交換作業実施時の燃料交換機ドアバルブ開閉操作は、交換作業の開始及び終了時に 1 回づつ実施される）この結果、1 回の格納時引き上げにつき、約 20 g の Na が Na ドリップパンに滴下することが確認できた。今までのデータは推定値だけのデータしかないので、今後は今回得られた実測データをもとにして Na ドリップパンの取り出し時期を決定していく必要がある。

現在、上図に示している改造後(1)の受皿を使用しているが、今後は改造後(2)の受皿を使用してみ、Na の溜り状況を比較してみる必要がある。

C 1 - 24 トランスファロータラック下部ドレン孔の詰り

関連設備；トランスファロータ設備

経緯

1) 状況

ラック2本のうち「R」ラックのヒータ温度記録紙にNa潜熱によると思われる温度変化が生じ、目視点検の結果、ラック内にNaが溜っている事が確認された。

- 発生時期 S54.12.18以降からNa潜熱による温度変化が生じた。
- 目視点検 (i)「L」ラックはφ20mmのドレーン孔が見え、Na溜りはなかった。
(ii)「R」ラックはNaの溜りがハッキリ見えた。

2) 原因の推定

タンク内開放点検時(S54-10) Arガスから空気に置換した際、ラック内の残溜Naが溶解と酸化によりドレーン孔をふさいだと考えられる。

成果

1) 「R」ラックNaのつまりによる影響の検討

- 移送ポットの装荷レベル及び装荷・引上げ荷重について現在まで特に変化が見られないことより当面影響がないと思われる。
- 移送ポット装荷時、液面上昇したNaがラック内に付着する。このNaは酸化をくり返して肥大化する恐れがあるが、ラックヒータ温度記録紙のNaの潜熱時間(プラトー曲線)が増加してない事より、付着Naの増減はないものと思われる。
- Arガス対流孔(ノズル)よりのNaドレーンは考えられるが回転アーム摺動部分の方がノズルより上方にあるので、線量の上昇を除けばNa飛散による設備側への影響は特にないと考えられる。

2) 今後の予定

- タンク内及び「R」ラック内観察
57年度内(2または3月)に貯蔵設備側ドアバルブより専用グローブボックス及びITVにより観察を実施する。
- 穴明け工事
上記観察の結果より実施する案は以下の通りである。
 - ① キャスクカーまたは専用グローブボックス等により手動または自動を利用した方法
 - ② タンク内開放点検時を利用した、かき落とし方法

3) ラック(ドレーン孔)改造の検討

ドレーン孔20φを復旧するか、または現状設備で可能と考えられる範囲にてドレーン孔を拡大する必要がある。

C 1 - 25 トランスファロータタンク内溜り Na に対する処理

関連設備； トランスファロータ設備

経緯

トランスファロータの貯蔵設備側において、ラック内のポットから使用済炉心構成要素がキャスクカーによって引き上げられた後、このポットに同キャスクカーによって新炉心構成要素が装荷される。この際、新炉心構成要素の体積が使用済炉心構成要素の体積よりも大きい場合、ポット内の Na がポット外へ溢れ出てくる。このように取扱われる炉心構成要素の体積差により溢れ出た Na は、トランスファロータラックのドレン孔より Na 受樋を通してトランスファロータドレントンクに溜まる。

MK-II 移行期間中トランスファロータにより炉心構成要素の交換が 321 回行われたが、新炉心構成要素の体積が使用済炉心構成要素の体積よりも大きい交換も多数回にもおよび、ポットから溢れ出た Na は 230 ℓ にもなった。この Na は約 40 ℓ 容量のトランスファロータドレントンクに受入れた後、約 200 ℓ 容量の Na 一時貯蔵タンクに移送・貯蔵されており、また 2 基製作された Na ドレントンクの内 1 基に封入貯蔵されている。

成果

MK-II 移行期間時の成果としては、この Na の溢れ量は事前に推定予測され、その予測に対して処理手法の検討がされていたことにより、MK-II 移行作業開始に伴ない溢れ出た Na が一時貯蔵タンク内へ計画的に管理保管されたことが掲げられる。(推定予測値に実績量は、ほぼ一致した。)これは、「トランスファロータ内溜り Na 処理」の手法確立は、未完成で 58 年 7 月～8 月頃に計画されているトランスファロータ内溜り Na を炉内に戻す作業が実施されることにより溢れ出た Na の一時保管から処理までの手法が確立する。

計画されている溢れ Na の処理方法（炉内に戻す方法）について概略を記す。

- 1) Na 一時貯蔵タンクを炉上部まで運び回転プラグの開口部（燃料交換孔または炉内検査孔）より Na 移送配管を挿入する。
- 2) 次に Na 一時貯蔵タンク内の Na をガス圧によって回転プラグ下のカバーガス空間に押し出して炉内に戻す。

C 1 - 26 グリッパ洗浄廃液に対する処理技術

関連設備； つかみ部洗浄設備

経緯

グリッパ洗浄は、つかみ部洗浄設備の洗浄槽内に注入されているアルコールによって洗浄する。使用後の洗浄液はアルコール廃液としてアルコール廃液タンクに送っている。

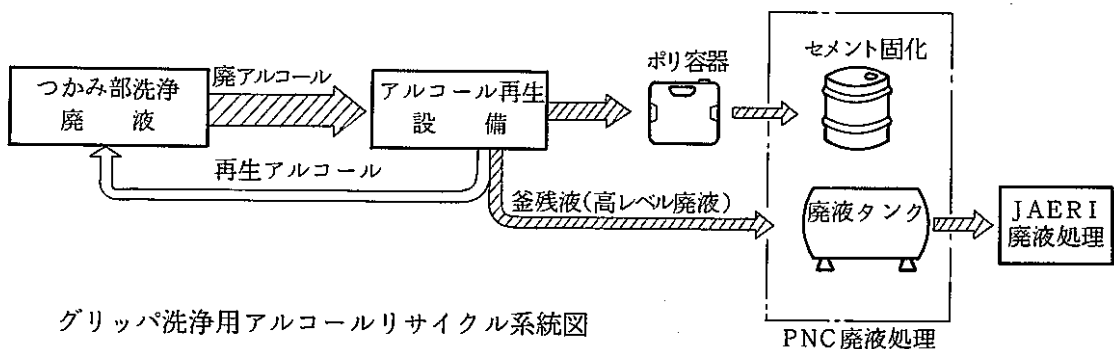
アルコール廃液タンクに貯蔵しているアルコール廃液は、アルコール廃液処理設備の再生装置によって再生アルコールとなり、再生アルコールタンクに貯蔵し、必要な時につかみ部洗浄

設備の洗浄槽内に注入し、再使用している。再生したアルコールの濃度は運転条件によって異なるが、70%～90%である。この運転によって発生する廃液の発生量は低レベルが約1 m³、高レベルが約30～40 ℓで運転の翌日、廃液として移送する。

高レベル廃液については、昭和57年7月に「常陽」から「原研」に送った廃液に浮遊物が発生し、CP濃度が異常に高くなるという現象が起きたので、その原因を調査した結果、再生運転で発生する釜残液（高レベル廃液）に含まれるアルコールに起因した活性汚泥によるものであろうということがわかった。その為、昭和57年10月以降発生する釜残液は元のアルコール廃液タンクにもどし、高レベル廃液としては移送しない。（これは応急処置として実施しているものである。）

成 果

アルコール再生運転によって発生する残液（高レベル廃液）は廃液中に含まれる浮遊物及びCP（腐食性成生物）の増加に伴い今後、高レベルタンクに送ることが出来ないので、発生した釜残液は元のアルコール廃液タンクに戻し（これはあくまで応急処置として実施する。）ポリ容器に入れて廃棄物処理課に渡し、セメント固化で処理を行う。その為、今後の再生運転では釜残液の発生を極力少なくするような運転をする必要がある。



C 1-27 グリッパ洗浄液に対する最適配分

関連設備；つかみ部洗浄設備

経 緯

燃料設備における出入機、交換機グリッパの洗浄液は昭和52年3月8日の第1回グリッパ洗浄以来、アルコール+水を使用してきた。このアルコールは変成アルコール（エタノール約90% IPA約10%）である。この洗浄液によりMK-II 移行作業開始まで計25回のグリッパ洗浄を行った。洗浄液の配分は洗浄毎に若干変えて行い、アルコール70%、75%、80%の配分を用いた。アルコール70%でグリッパ洗浄を行った場合Na反応が激しく、洗浄槽内の圧力・温度上昇を伴い観察しにくくなる為、作業性はあまり良くないが洗浄効果は良かった。アルコール75%でも同様であり、アルコール80%では反応もゆるやかに成り作業性、洗浄効果共良く、

MK-II 移行作業開始までの期間に於いては、ほぼアルコール80%+水20%の配分でグリッパ洗浄を実施してきた。

また、1度充填した洗浄液によるグリッパ洗浄は洗浄液の性質上、洗浄毎に洗浄効果がこなわれる為、同一洗浄液でのグリッパ洗浄は運転実績から3回が限度である。この様な事からアルコールの消費量も多くなる為、使用済の洗浄液を再生し、再使用する目的としたアルコール廃液処理装置が設置された。

MK-II 移行作業期間中に於いては、この装置により作られた再生アルコールを使用し、それまでの80%+20%を試験的に85%+15%に変えて行った作業性、洗浄効果共ほとんど変わらないことが確認された。この再生アルコールは洗浄設備運転時にはアルコール純度管理が出来る。又、プラント状態等により、この装置が使えない時はこれまで通り新アルコール+水を用いた。洗浄液量は昭和55年4月に洗浄液循環装置が設定されるまでは120ℓ~140ℓを用いたが、それ以降は設備容量の増大に伴い約200ℓを使用している。

成 果

(%)	アルコール 温度	洗 浄 効 果	作 業 性
85		最 適	最 適
80		やや良	やや良
75		良	悪
70			

これまでの洗浄運転経験、機器に対する保守実績により洗浄液の各配分によるグリッパの洗浄効果は左図のようになる。アルコール70~75%では洗浄効果としては良いが反応が激しい為、作業性が悪い。80~85%では反応はゆるやかに成り、作業性並びに洗浄効果共良い。従ってMK-II 移行作業期間にて80~85%の配分を用いた。

この配分による洗浄結果は、グリッパ表面のNaはほぼ完全に洗浄されている。グリッパの構造上部分的に微量のNaが残るが、洗浄効果としては満足のいくものであることから最適の配分であることが確認された。

C 1 - 28 グリッパ洗浄設備雰囲気に対する線量率低減

関連設備；つかみ部洗浄設備

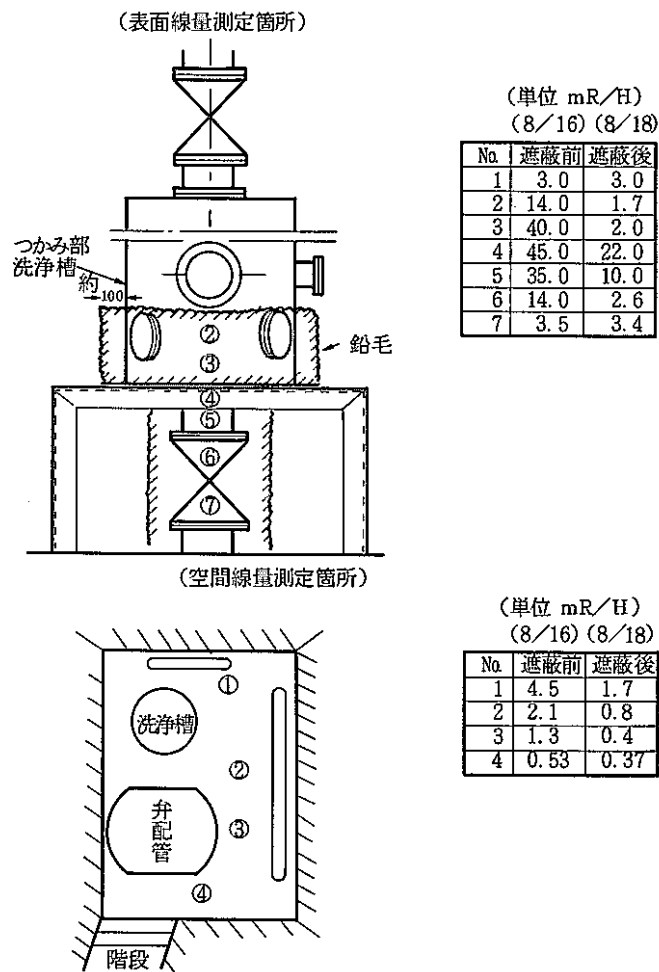
経 緯

つかみ部洗浄設備は、燃料取扱い後の燃料交換機、燃料出入機のグリッパに付着したNaを洗浄する為にあり、洗浄液はエタノールを使用して洗浄しているが、洗浄回数が増加するに従ってNa中に含まれるCP等が洗浄システムの各部に付着し、設備設置位置空間の線量並びに機器表面の線量を上昇させている。この中で、グリッパ洗浄作業に伴い入室するつかみ部洗浄室の空間線量率や洗浄槽点検窓下の表面線量率についても増加傾向を示し、グリッパ洗浄作業の繰り返されるMK-II 移行作業に於いて、作業員に対する被曝を低減するという主旨に基づき、最も線量の高い部位について57年8月に鉛遮蔽を施した。

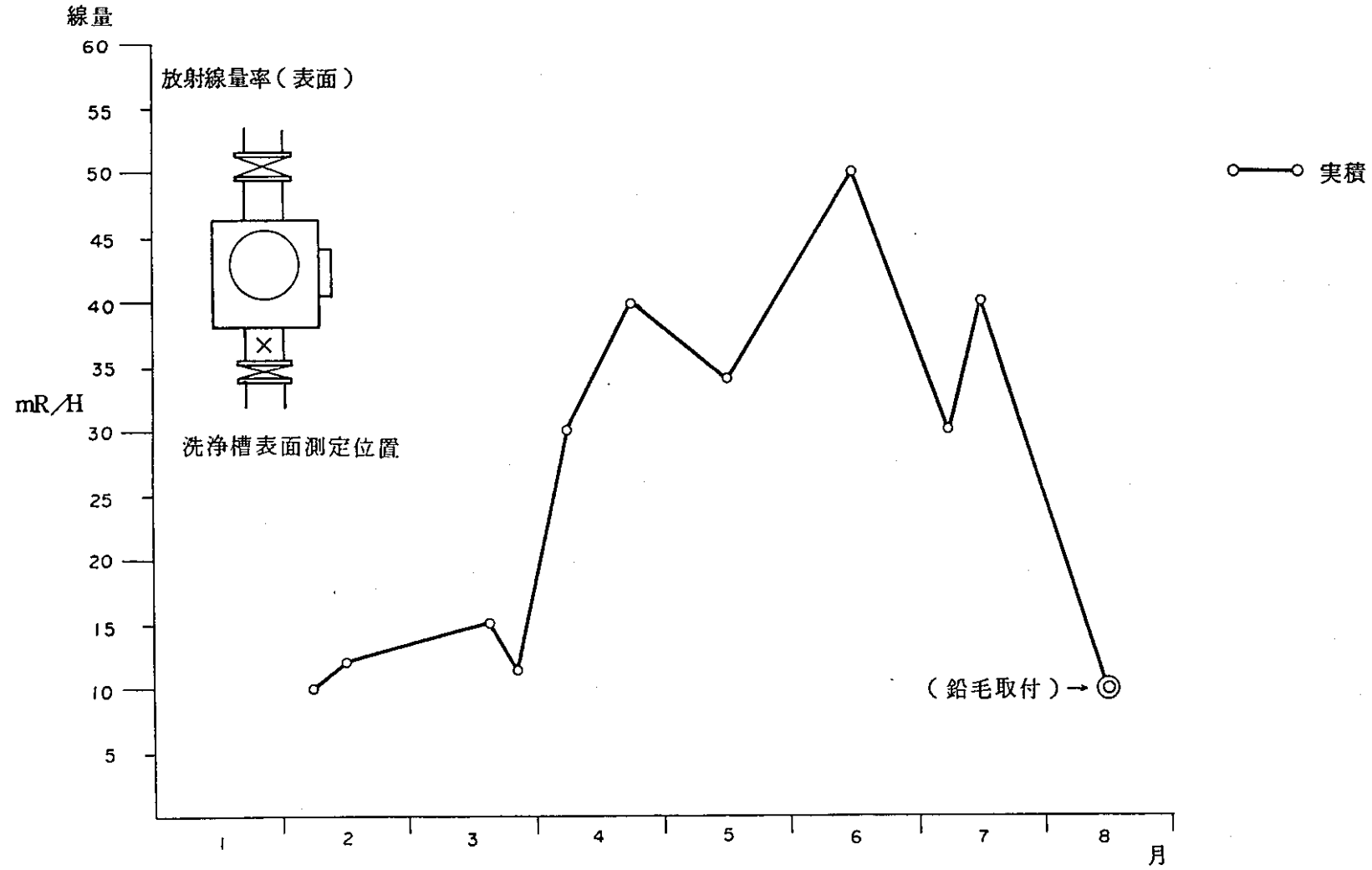
成 果

つかみ部洗浄槽に鉛毛を取り付けた結果、表面線量並びに空間線量とも低下させることができ、燃料取扱い機器グリッパに関する洗浄作業に於いて洗浄作業員に対する被曝線量の低減が行えた。

遮蔽前後の空間線量率を第8-20図に、また洗浄槽表面の線量率変遷を第8-21図に示す。



第8-20図 遮蔽対策前後の空間線量率



第8-21図 洗浄槽表面線量率変遷

C 1 - 29 Na ドリップパンに対する溜り量

関連設備； 燃料取扱い用キャスクカー設備

経 緯

キャスクカー Na ドリップパン蓄積量 (Na 滴下量) は、MK-II 移動前までの実績を評価した結果、構成要素 1 体あたりの Na 滴下量は約 30 g 前後であった。更に MK-II 移行期間を通じて計 13 回の滴下量を評価した。

燃料交換作業の各 Step 毎の滴下量を第 8-22 図に示す。燃料出入機 Na ドリップパンの Na 滴下量の増減は炉内 Na 純度の影響が大きいと判断しており、キャスクカーの Na 滴下量においても同様の傾向が見られるため PL 温度も図に示した。

キャスクカーにおいては、燃料出入機によって取出されたポットから構成要素のみを取出すため、やはり炉内の Na 純度の影響が大きいと思われる。

注意：Step 2-1 (3/18～3/22) は滴下量比較のため Na 滴下のための保持時間はない。通常は 5 分間の保持時間を行って Na ドリップパンの蓄積量を少なくしている。

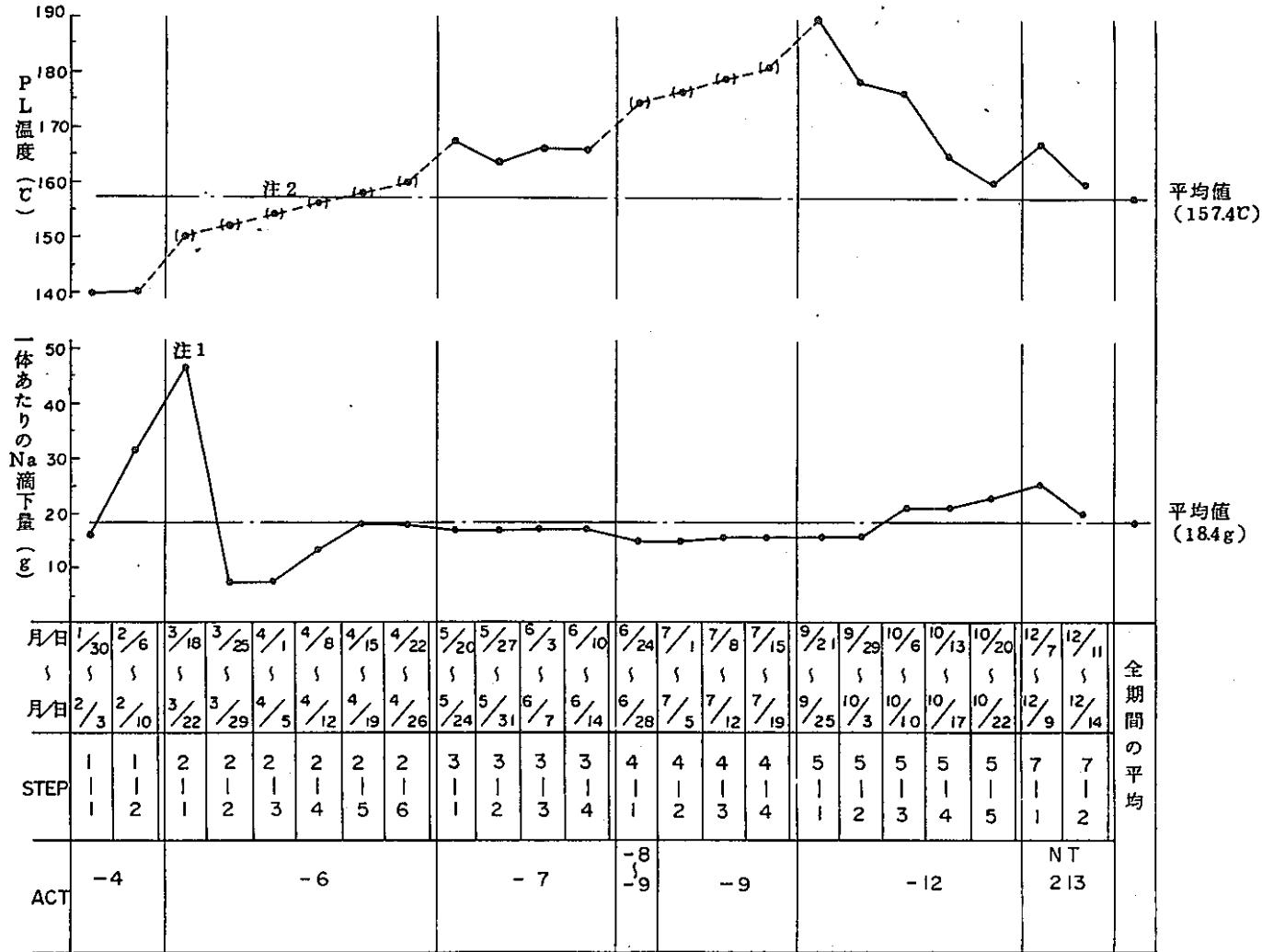
成 果

第 8-20 図から判断できるように PL 温度が高い (Na 純度がやや悪い) 場合は滴下量は少なめであり、PL 温度が低い (Na 純度がよい) 場合は滴下量は多めとなる。

今後 1 体あたりの Na 滴下量 (5 分間保持時間した場合の Na ドリップパンの蓄積量) と PL 温度の関係については以下のようにする。

PL 温度約 140℃ (または以下) においては (20～) 30 g

〃 170～180℃ (または以上) においては (10～) 15 g



第8-22図 C/C Na滴下量とPL温度との関係

C 1 - 30 グリッパに対する Na 付着

関連設備； 燃料取扱い用キャスクカー設備

経 緯

キャスクカーのグリッパはトランスフェロータより使用済燃料等を引抜く場合に Na 中に挿入されるため、グリッパの爪に Na が付着する。Na の付着量は常時 1 g 以下であり、Na 自身は 150℃ に予熱しているため、Na 自身は熔融しておりグリッパに対する弊害はない。しかし、Na は Ar ガス中の微量の水分・酸素と反応し、可性ソーダ（水酸化 Na）や酸化 Na となる。これら不純物は、予熱（150℃ 程度）していても熔融せず爪部やロッド等に付着すると摩擦抵抗が大きくなるため、爪開閉動作等に支障をきたす。この現象の詳細は、本諸成果キャスクカーグリッパ水洗浄の方法の項を参照のこと。この不純物を除去するには洗浄を行わなければならない。

成 果

使用済燃料を洗浄設備の位置において取扱えば一部の Na は水酸化 Na となり、爪の開閉に支障をきたす。そこでグリッパに対する洗浄はモレキュラシーブの乾燥度が良ければ、MK-II 移行期間中の経験から 15 体（使用済）取扱後に実施すれば問題はないことが判った。

移行期間中の洗浄は 15（～45）体取扱後に実施しており、洗浄前に爪を開いて付着 Na を観察する。取扱量の多少に係わらず、Na 付着量はほとんど 0.2（～0.3）g 程度であった。今後ともグリッパに付着している Na は 1 g 以下で、約 0.2 g と思われる。

C 1 - 31 改良型荷重検出系に於ける運転実績

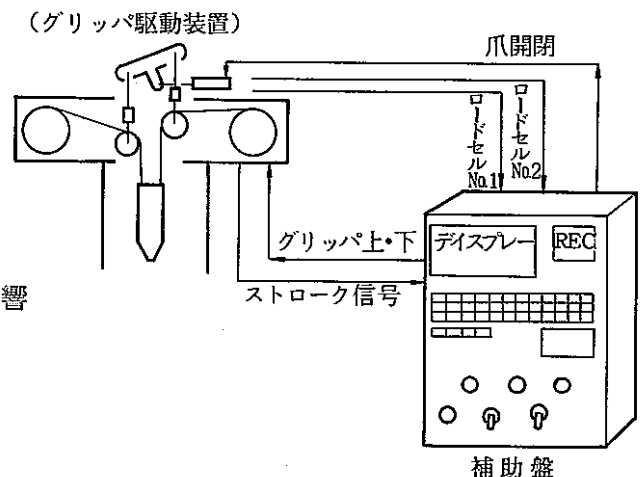
関連設備； 燃料取扱い用キャスクカー設備

経 緯

キャスクカー運転の確実性・省力化のため昭和 56 年 2 月から同年 8 月に渡り実施されたキャスクカーグリッパ巻上装置の荷重方式や表示等の改造は以前の手動方式をコンピューター制御（補助盤）による自動運転方式に全面的に変更するという大幅なものであった。改造後、昭和 57 年 12 月末まで約 1.5 年間で約 1200～1300 時間の経験を積んだ。

自動運転方式は炉心構成要素を 3 分割（反射体、炉心燃料、制御棒）とし、取扱場所を設定（新燃料 Mf, トランスフェロータ T/R, (グリッパ駆動装置) 洗浄 C/P, FMF 引渡）し、重量及びストローク等から自動判定するようにしている。しかし、MK-II 移行期間の前半に以下の問題点が続発した。

- 1) グリッパ吊りワイヤーロープの熱影響によるストローク位置の変移
- 2) Na 付着によるグリッパ荷重の変移



3) 取扱対象物（特に反射体）に関する設定荷重範囲

4) 機器の実動作状態の検出・指示

これらは昭和 57 年 5 月までに適当な対策によりほぼ解消された。

移行期間中に取扱った炉心構成要素の設定値を第 8 - 2 表に示す。

成 果

第 8 - 2 表に示すように炉心を構成している大多数の炉心燃料，反射体，制御棒に関しては問題なく自動運転は可能である。しかし第 8 - 2 表に自動除外の項目と示すように，一部の特殊燃料については自動運転ができない。

今後において特殊燃料を全域で自動運転を行う方針では大幅な改造となるので，炉心燃料・反射体の形状においては 94 ~ 43 kg（ロードセル値 75 ~ 34 kg），制御棒の形状においては 32 ~ 3 kg（ロードセル値 26 ~ 2 kg）の重量範囲を自動運転とし，この重量範囲をはずれる特殊燃料については自動運転を除外して電動モードで行う方向とする。

第8-2表 燃料取扱用キャスクカー取扱選択一覧表

種 別	取扱対象	重 量 (kg)	取 扱 位 置			
			N / F	T / R	C / P	FMF
MK-II	PFD XXX	56.4	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	MCR XXX	18.2	FUEL	CR	CR	CR
	NFRI XX	66.1	FUFL	FUEL	FUEL	FUEL
	NFRM XX	80.2	RFL	RFL	RFL	RFL
	NFR \bar{O} XX	89.2	RFL	RFL	RFL	RFL
	TNS XXX	43.5	自動除外	自動除外	自動除外	自動除外
	PRC XXXX	50	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	PFB XXXX	50	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
MK-I	PPJW XX	61	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	PPJX XX	61	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	PPJF XX	58.5	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	II- XX	40	自動除外	FUEL	自動除外	自動除外
	NFJR XX	95	自動除外	自動除外	自動除外	自動除外
	NFJI XX	71	FUEL	FUEL	RFL	RFL
	NFJM XX	71	FUEL	FUEL	RFL	RFL
	NFJ \bar{O} XX	71	FUEL	FUEL	RFL	RFL
	TTJC XX	22	CR	CR	CR	CR
	TTJS XX	22	CR	CR	CR	CR
	TTJR XX	90	RFL	RFL	RFL	RFL
	TTJN XX	32	自動除外	CR	自動除外	自動除外
	D- XX	61	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	YJND XX	35	自動除外	自動除外	自動除外	自動除外
	TTJT XX	76	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
	I- XX	35	自動除外	自動除外	自動除外	自動除外

C 1 - 32 高圧損集合体取扱いに関する検討

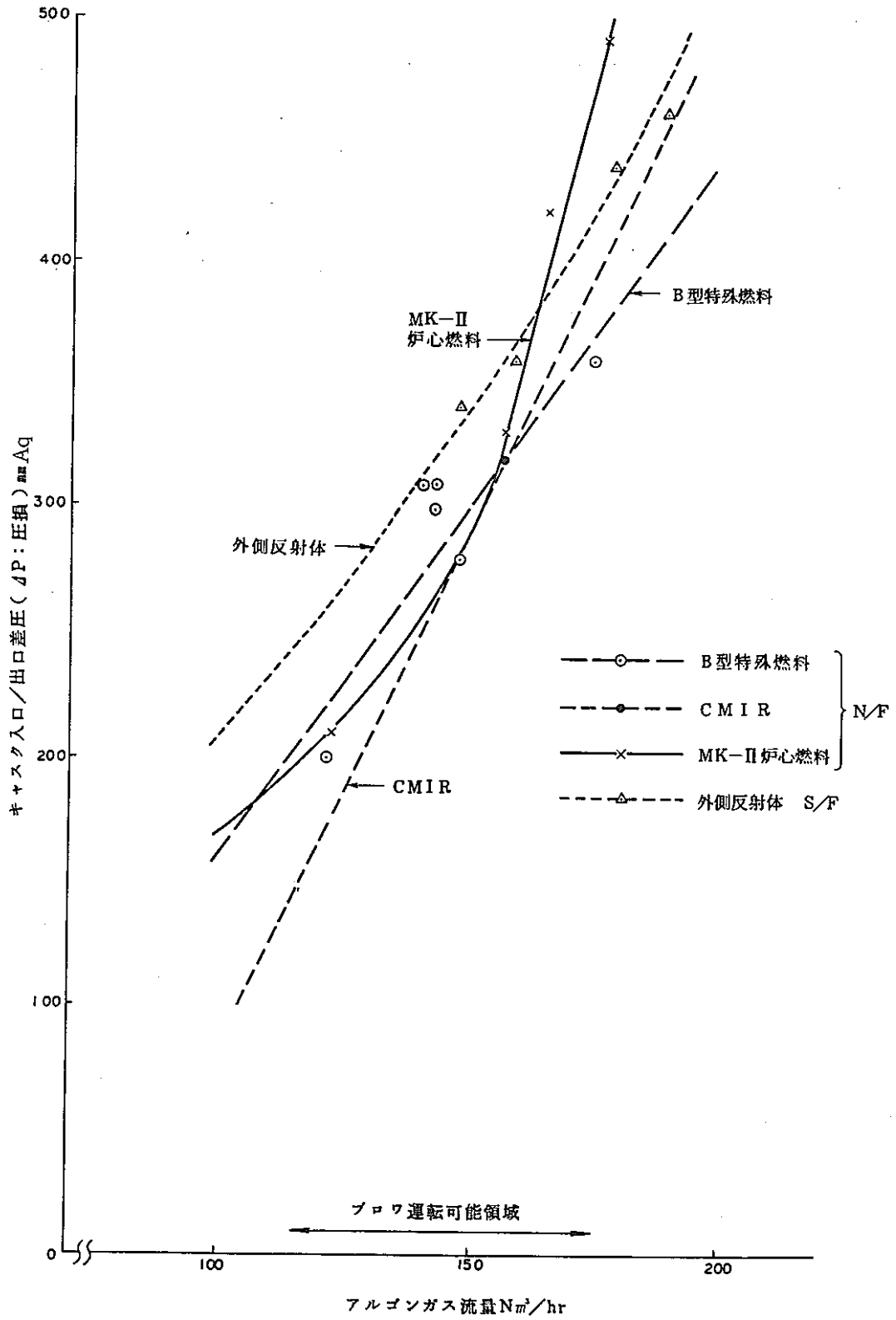
関連設備；燃料取扱い用キャスクカー設備

経緯

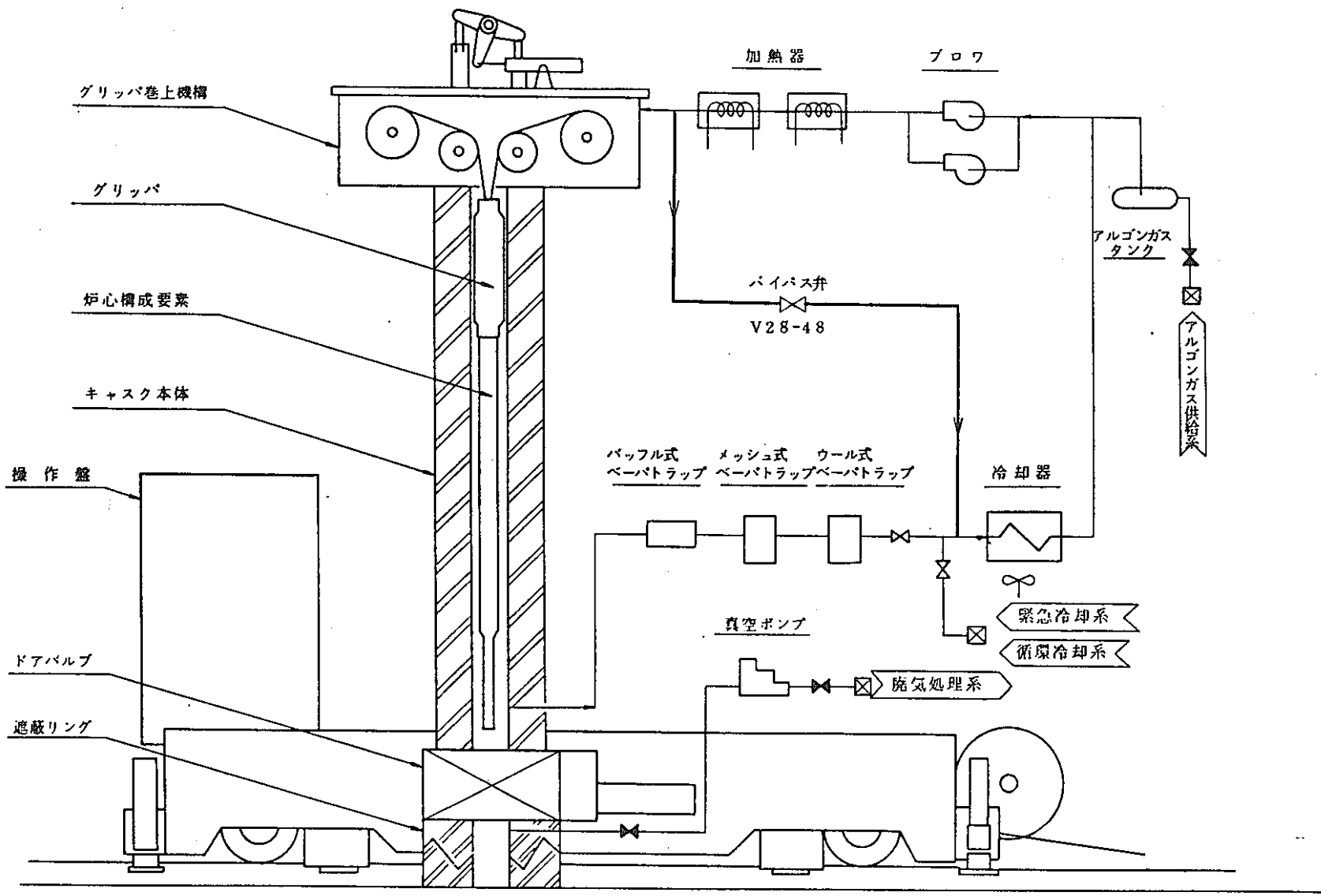
炉心構成要素のうち特に圧損が高いものは反射体である。この高圧損の反射体を取扱い時には循環ブロアに対して注意を要する。現在取扱いキャスク本体部の圧損が1300mmAq以上の場合は警報を出して、循環ブロアをトリップする方法が採用されている。この値は集合体内や配管内でのNa閉塞の現象を前提としている。現MK-II移行期間中における新燃料使用済燃料の圧損は1300mmAq以下である。MK-II用外側反射体(A)と炉心燃料とB型特殊燃料の新燃料の圧損測定の結果を第8-23図に示す。これらの燃料はブロウ運転可能領域においては、600mmAq以下である。

成果

上記図とMK-IおよびMK-IIの炉心構成要素の取扱いからは現集合体において高圧損はないと考えられる。しかし高圧損と考えられる集合体や使用済反射体を取扱う場合は第8-24図のとおりV28-48のバイパス弁を開として、ブロアの保護対策を行う必要がある。バイパス弁(V28-48)を開とする場合は崩壊熱のない集合体や少ない集合体(例えば反射体等)または予熱状態で集合体を冷却する必要がないこととする。



第8-23図 各種取扱い集合体に関する圧損特性



第8-24図 燃料取扱い用キャスクカー配管系統図

C 1 - 33 CP増大に伴う高レベル廃液タンクの線量増加対策

関連設備； 廃液処理設備

経緯

原子炉付属建家廃液タンク室（以下A-106室という）には、使用済炉心構成要素の初期洗浄廃液を受入れ貯留する高レベル廃液タンク（TK-62-1）と使用済炉心構成要素の循環洗浄廃液及び原子炉付属建家内管理区域手洗い排水の受入れ貯留する低レベル廃液タンク（TK-62-2）が設置されている。A-106室の放射線監視用計測機器として γ 線エリアモニタが設置されているが、このA-106室 γ 線エリアモニタの値が使用済炉心構成要素の洗浄に伴ない徐々に上昇する傾向は、MK-II移行作業が開始される以前よりデータとしてある程度把握されていた。

MK-II移行作業が開始され、燃交(1)において30体の使用済炉心構成要素の洗浄が行われた結果、このA-106室の γ 線エリアモニタの値は、これまでの予想より著しい上昇を示した。この為、燃交(1)終了後、燃交(2)以後の使用済炉心構成要素の洗浄によるA-106室 γ 線エリアモニタに与える影響の予測検討がなされた。

この予測の結果、燃交(2)が終了した時点でA-106室の γ 線エリアモニタの指示値が、立入制限区域（C区域）の制限値32mR/hrを越えることが予想され、今後の燃交作業を困難にさせることがわかった。この為、急拠このA-106室 γ 線エリアモニタ指示値の上昇の原因となっている使用済炉心構成要素洗浄廃液受入れにより高レベル廃液タンクに推積しつづける放射性腐食生成物（CP）の除去作業が計画され、第1回目の除染作業が5月12日より開始され、以後約1回当たり約1週間の工程で57年中に6回の除染作業が行われた。

成果

第1回、第2回の除染作業で約0.7Ci程度の放射性腐食生成物を捕集除去できたものと評価され、その後の第3回～第6回までも同程度あるいはそれ以上の放射性腐食生成物の捕集除去ができたものと思われるが、現在高レベル廃液タンク内には、捕集しきれない放射性腐食生成物がかなり残っているものと思われ、その為にA-106室 γ 線エリアモニタ指示値も立入制限区域（C区域）の制限値32mR/hを越えた状態になっている。

A-106室の空間線量率を低減させる為の高レベル廃液タンク除染作業は、その方法を検討変更しながら実施努力されている。

これまで行われた除染作業を通じ、今後新たに廃液タンク等を設置したりする場合、考慮すべき項目として以下のことが考えられる。

- 1) 廃液タンクの構造をCP推積のしにくい円筒縦置き型にする方がよい。

（現在のA-106室内の廃液タンクは、円筒横置き型）

- 2) 廃液タンク及びその周辺機器に遮蔽を設ける。
- 3) 弁等の操作をできるだけ遠隔化する。

- 4) 廃液タンクあるいは、その近辺にCP捕集装置を組込んだ総合的な廃液及びCP捕集システムを考える方がよい。

C 1 - 34 燃料洗浄設備に於けるCPの挙動

関連設備；燃料洗浄設備

経緯

燃料洗浄設備では使用済燃料に付着するNaを洗浄する時に同時に多量の放射性腐食生成物(CP)が洗い落される。燃料洗浄設備としての設計当初においては、これらCPの発生量は低く見込まれていたため、特に対策は講じられていなかった。しかし、MK-II移行作業に伴い使用済燃料の洗浄本数が増えるに従って、燃料洗浄設備各部にCPが蓄積し、高い放射線量率を示す様になってきた。

これら燃料洗浄設備におけるCPの蓄積に関しては、昭和55年度に実施された、A-308燃料洗浄室内配管改造工事によって主要配管の全てが取替えられて以降、各部の線量率測定を実施したことにより種々の知見が得られた。

成果

放射線線量率を測定したポイント図を第8-25図～第8-27図に示す。

また、これらを測定した結果と、集合体洗浄本数の関係を第8-28図～第8-32図に示す。

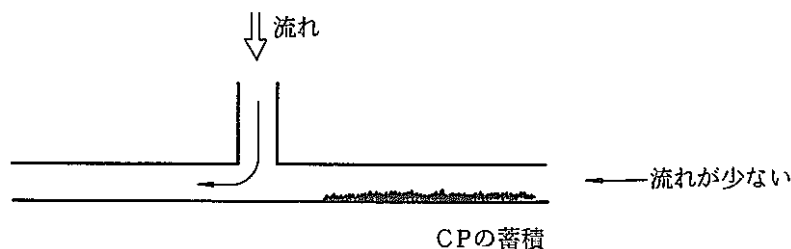
これらのデータより燃料洗浄設備におけるCPについては以下のことが言える。

1) CPの蓄積

- (1) 燃料洗浄設備におけるCPの蓄積は脱塩水循環系統配管に比べて、Arガス循環系統配管の方が多い。

この理由として考えられることは、水系統は水循環によって自己除染作用があるのに比べて、Arガス循環系はCPをドレンに押し流すことができず、配管内へ蓄積するものと考えられる。

- (2) 機器、配管の構造で、深い落ち込み部やフランジの合せ面等にCPが蓄積する。
 (3) 流体合流部においては、合流部がT字形状である場合でT字の一方からの流れがない場合は、下図に示される部分に多量のCPが蓄積される。



T字部のCP蓄積状況図

(4) CPの蓄積が飽和状態となることはなく集合体の洗浄本数の増加に伴って増加する。

2) CPの除染方法

(1) Arガス循環系の除染については、5月6日と10月25日の2回Arガス系へ脱塩水を注入してCPを洗い流す試験を実施した。この結果、第8-28図～第8-31図のグラフに示される様にある程度の除染効果があることが判明した。しかし、この方法による除染効果をさらに上げるためには、高流量の脱塩水を流してもドレン可能である配管をArガス冷却器等に取付ける必要があることが判明した。

(2) 脱塩水循環系統においては、今後いくら脱塩水循環を実施しても除染効果を得ることは出来ないと考えられる。

従って、今後は薬品循環による除染を検討する必要がある。

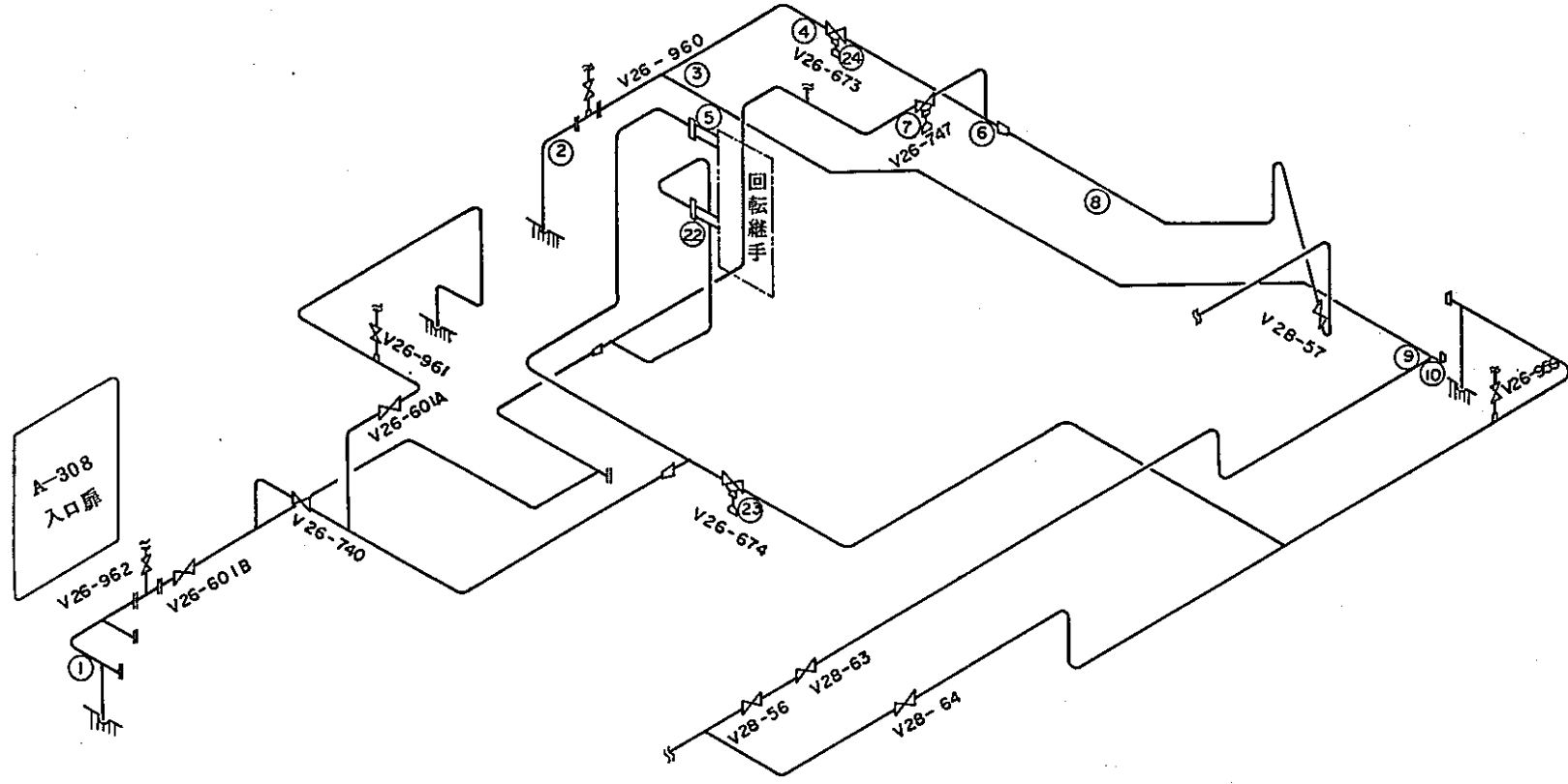
(3) ドレントラップや、気液分離器の様に明らかにCPを捕獲するものは、CPを洗い流すことが出来る構造に変更する必要がある。

3) CPの蓄積防止対策

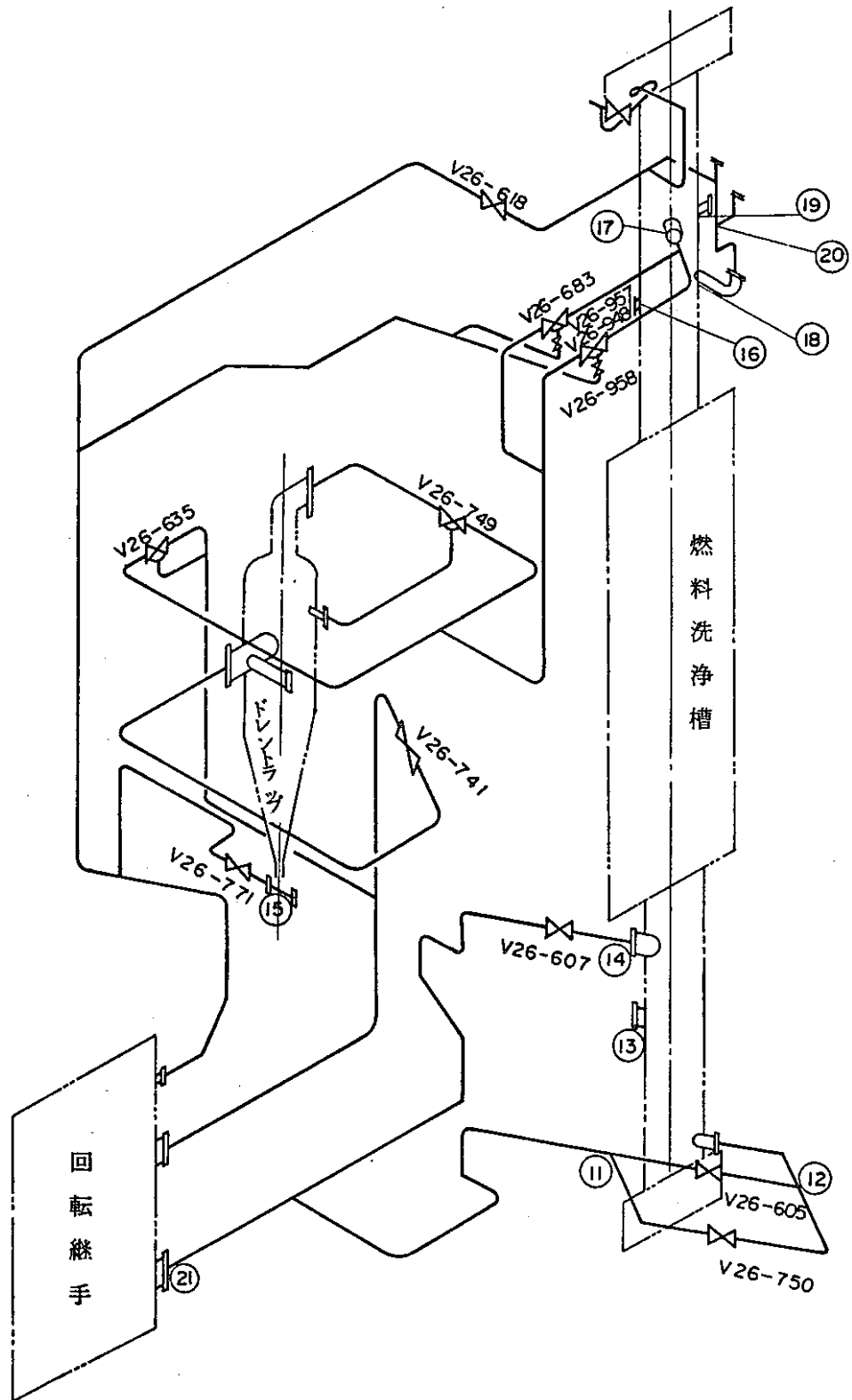
(1) Arガス循環系においては、Arガス循環ラインの内洗浄槽出口付近の配管に気液分離器を設置し、CPのガス中からの分離を図る。これらによってArガス系へのCPの拡散量低減が可能である。

(2) 脱塩水循環系においては、水系ラインにフィルターを設けることにより、CPの捕獲が可能であろうが、フィルター交換に必要となる人手間や被曝を考えると、あまり良い方法ではない。

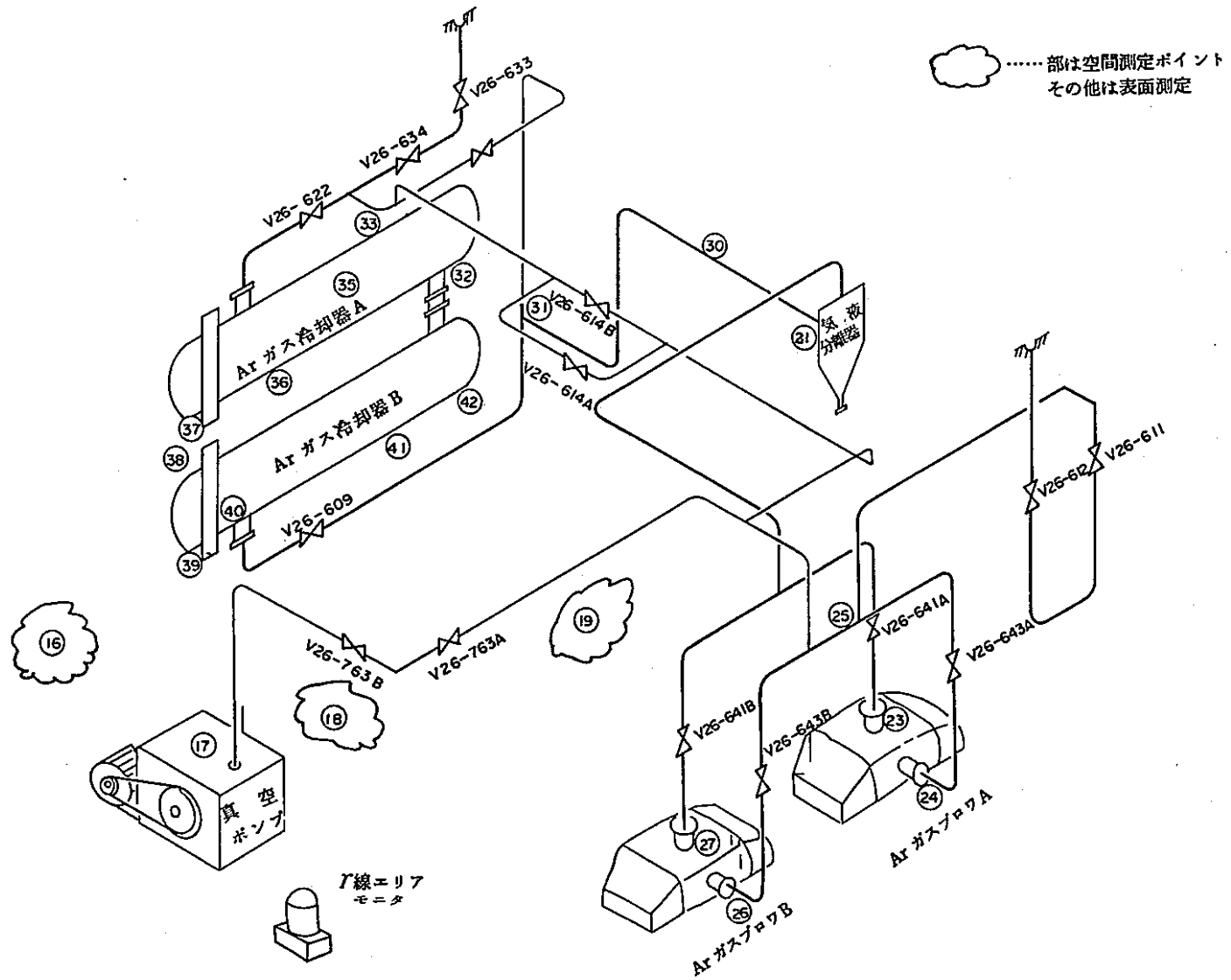
むしろ、定期的に薬品洗浄等を実施することを考慮した方が良いと考えられる。



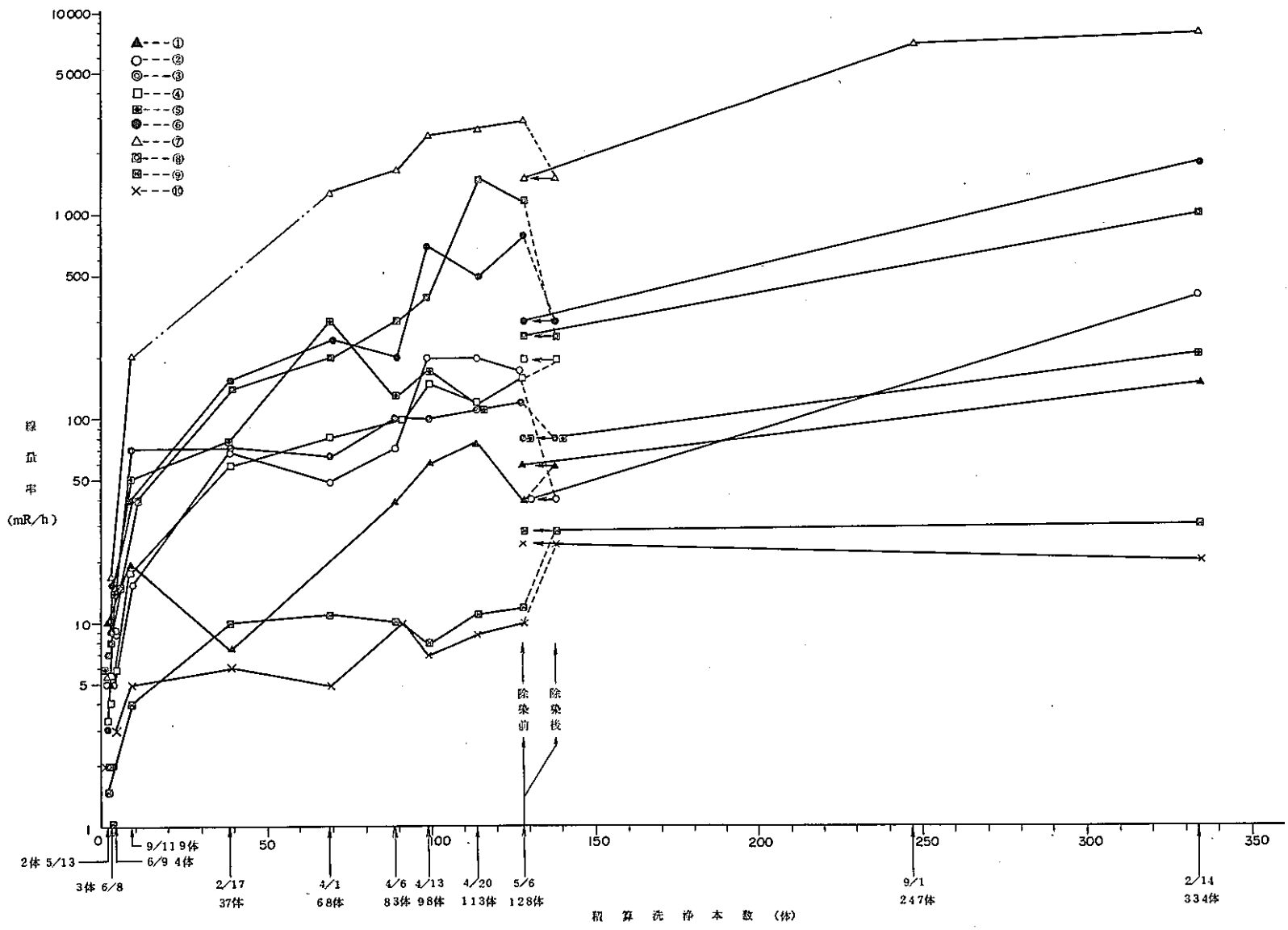
第 8 - 25 図 A - 308 室測定ポイント図 - (1)



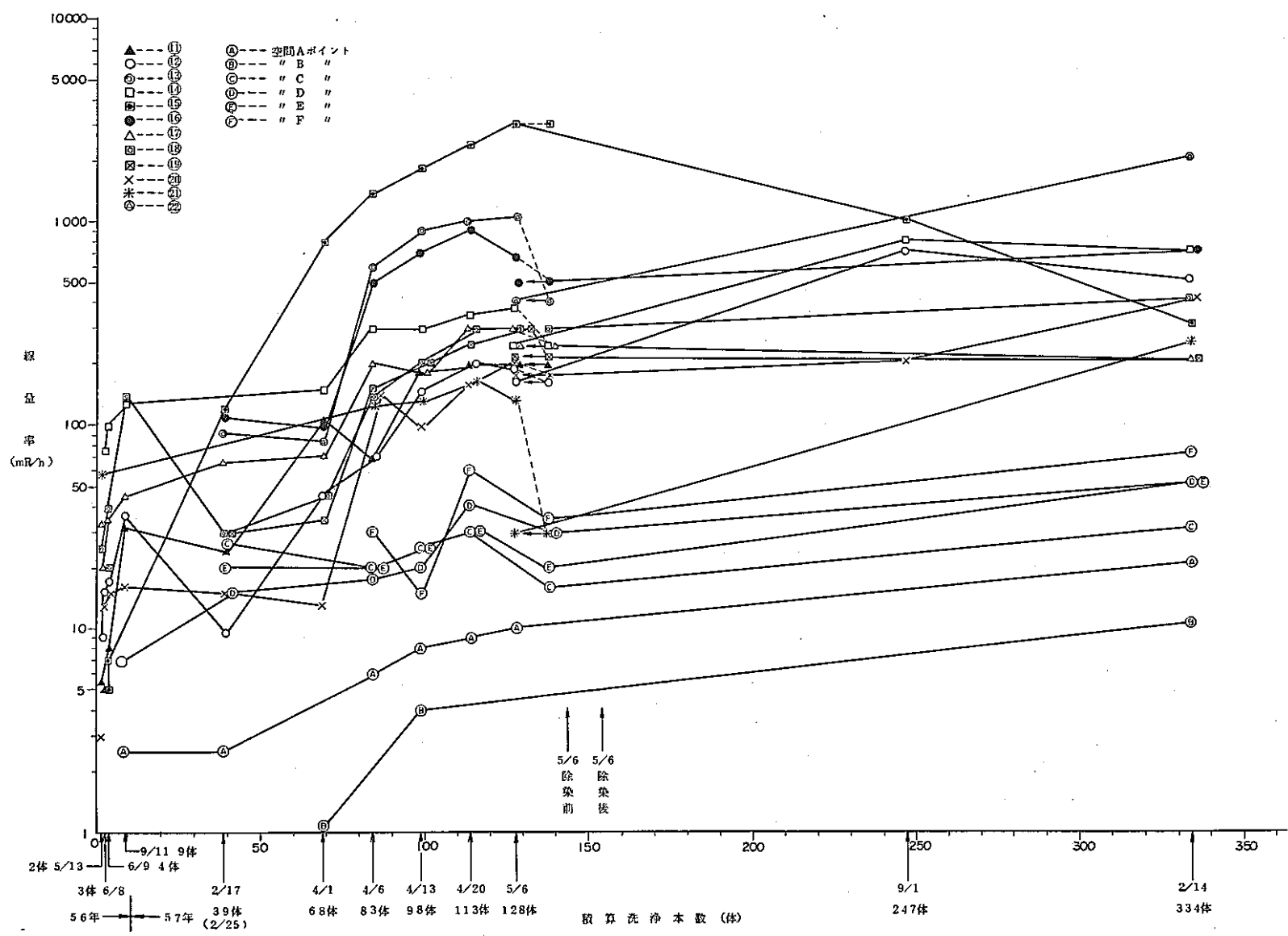
第8-26図 A-308室測定ポイント図-(2)



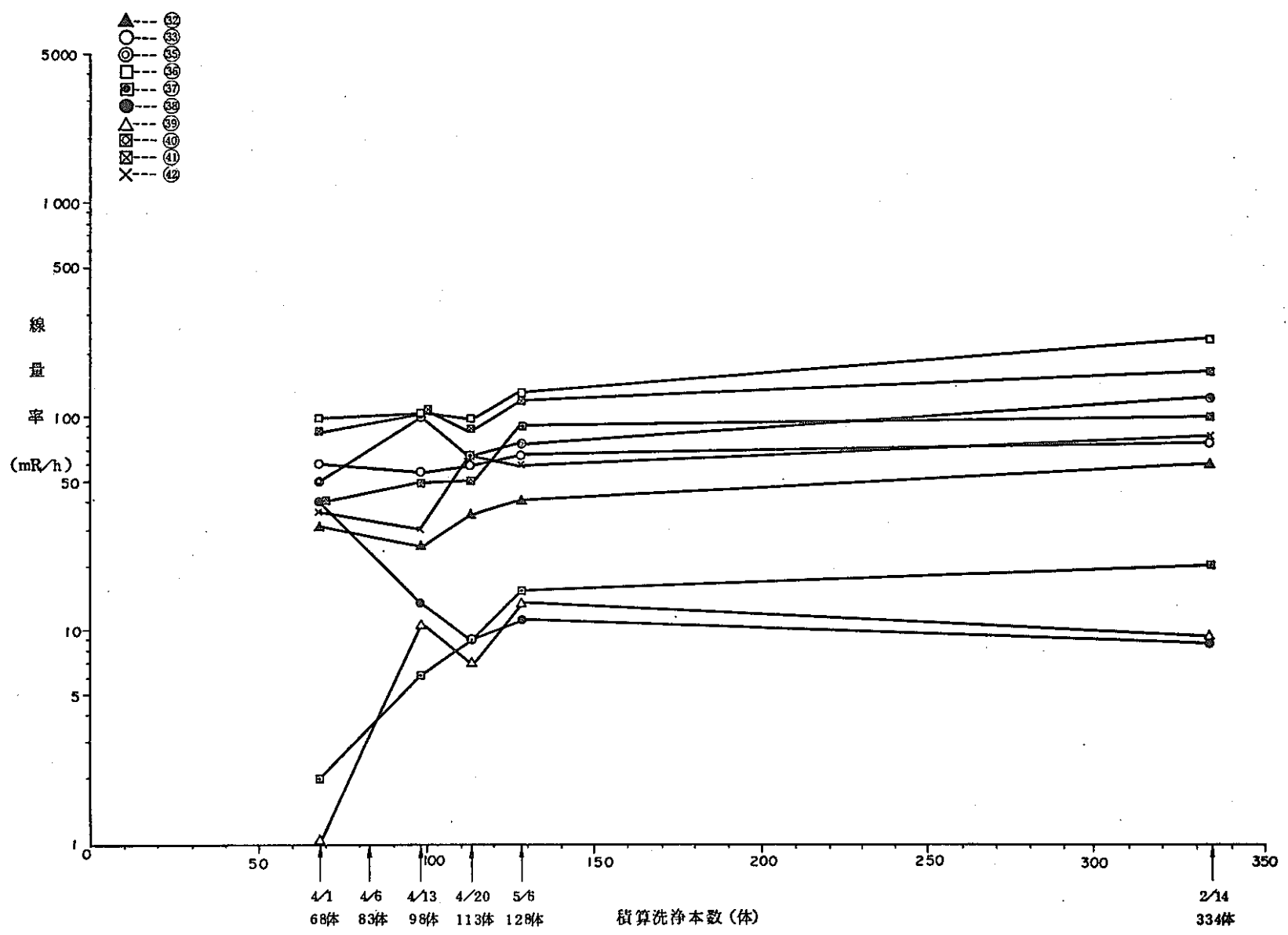
第8-27図 A-212室測定ポイント図



第8-28図 A-308室放射線線量の推移 1/2



第8-29図 A-308室放射線線量の推移 2/2



第8-31図 A-212室放射線線量の推移 2/2

C 1 - 35 集合体洗浄と電気伝導度の変遷

関連設備 ; 燃料洗浄設備

経 緯

燃料洗浄設備において、集合体の洗浄完了を判定するせのとして、脱塩水循環洗浄中における電気伝導度を採用している。

この電気伝導度は、洗浄に使用する脱塩水の純度が非常に良いものを使っていることから考えて、単に液中に存在するNaイオン濃度を示すものと考えられている。

従って、洗浄によってNaが十分に洗浄できない場合は確実に電気伝導度が高い値を示すことになる。

成 果

燃料洗浄中における循環脱塩水の電気伝導度を集合体の種類別でなおかつ第1回、第2回洗浄ごとの指示値を第8-33図のヒストグラムに示す。

このヒストグラムでは少々データが少ないものの、おおよその傾向が見られる。

1) 炉心燃料

他の集合体に比べて第1回、2回とも高い値を示し、付着していたNaの量が多いことを示している。また、第2回目、第3回目洗浄時のデータが他の集合体に比べてバラツクことから集合体内に未洗浄のNaが、小さなすき間にあつて徐々に溶出していることが想像できる。

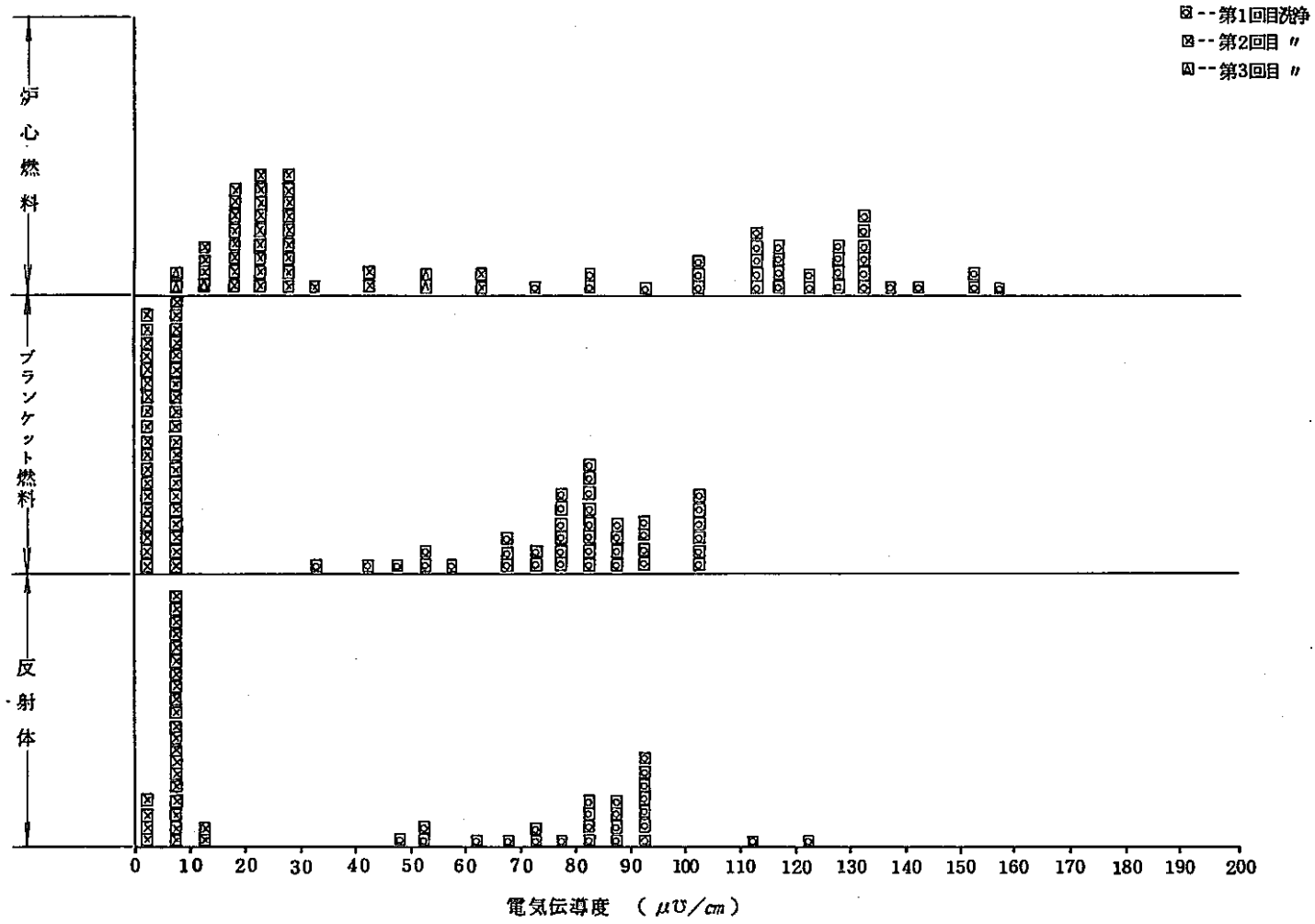
2) ブランケット燃料

第1回目洗浄時の値に多少バラツキが見られるが、第2回目の洗浄では大部分が10以下となり良い洗浄性を示している。

3) 反射体

第1回目洗浄時の値は上記2種に比べて小さいと言える。またブランケットと同様に良い洗浄性を示している。

以上の点から、炉心燃料集合体については未洗浄Naが缶詰缶内に徐々に溶出していることが考えられるため定期的に缶詰缶内水をサンプリングして、その状況を確認していく必要があると思われる。



第8-33図 洗浄回数と電気伝導度のヒストグラム

C 1 - 36 高圧損集合体取扱に関する検討

関連設備 ; 燃料洗浄設備

経緯

炉心構成要素は、それぞれの用途によって炉内における冷却材流量の配分があり、各炉心構成要素にはオリフィス等があり流量を制限している。

この中でも特に外側ブランケットや、反射体等はオリフィス径が6φ程度であり、燃料洗浄槽などで洗浄する場合は高圧力損失を持つ集合体として特別に配慮した運転を行う必要がある。

これは、洗浄設備に使用されているArガス循環ブローの主材質がステンレスのルーツタイプであるため熱影響が顕著に表れ、使用限界圧縮比1.67と低いためである。

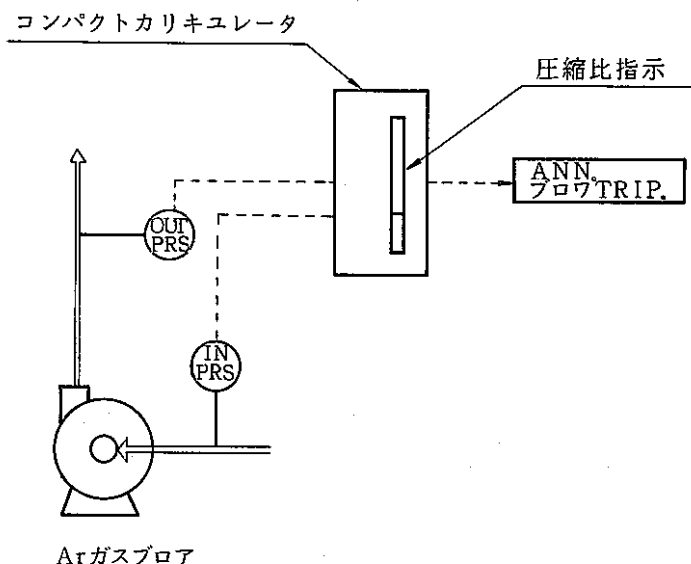
従来このような集合体を洗浄する場合はあらかじめArガス循環ラインに設けられているバイパス弁を開とすることによりブローの圧縮比を下げても洗浄していた。

成果

燃料洗浄をする場合Arガス循環系のバイパス弁を開くか否かの判断は、事前に与えられている集合体Noから判断するものと、ブローの運転圧縮比を手計算し、判断する2つの方法が当初から採用されていた。

この改善対策として、新たにブローの吸込、吐出圧力より圧縮比を計算して指示し、高い圧縮比となった場合はブロートリップとなる様に下図に示すコンパクトカリキュレータを設置し、ブロートリップ圧縮比を1.6に設定した。

これらの対策によって、高圧損を持つ集合体の洗浄に対しても十分な保護措置ができた。



C 2 - 37 炉心構成要素頂部レベル測定

関連設備 ; 炉心構成要素

経緯

燃料交換機における燃料取扱時のグリッパ下限位置は、あらかじめ設定されたミットスイッ

チで検出されているが、交換機には、別にグリッパの位置を測定する為、ストローク検出系が設けてある。このストローク検出系は、ストローク最小検出限界が25mmであり、25mm未満のストローク変化は検出されない。従って、交換機によって炉心に装荷された炉心構成要素は、下限リミットスイッチの誤差による下限位置のずれが生ずると、誤差に含まれるストローク差（数mm）は検出されない恐れがある。この為、交換機駆動部にディプスゲージを取付け下限位置のストロークを1/10 mmまで検出可能とした。

成 果

下限ストロークの測定は

- ① ラック→炉心
- ② 炉心 →ラック

の燃料の取扱時において、それぞれ行われた。

測定の結果、ストロークの差は、約5mmの中においてバラツキが見られるものの、

- ① グリッパの熱膨張によるグリッパの伸びによる影響
- ② ディプスゲージの読み取り誤差
- ③ 炉心支持構造物の製作上の誤差による影響

等により補える程度であり、炉心頂部においては、凹凸があったとしても数mm程度であると推定され、燃料取扱上における問題はないと考えられる。

C 2 - 38 炉心構成要素，炉心アドレス位置確認

関連設備；炉心構成要素

経 緯

炉心に装荷された炉心構成要素は、要素自身の曲り及び炉心構造物の変形が発生すれば、それに伴い炉心の中で、健全であった時の直立状態から傾きが生じると考えられる。

この傾きの有無を、炉心アドレス確認試験によって確認する。本試験は、要素の健全な状態での中心と、燃料交換機のグリッパの中心とを、意図的に偏心させ、交換機での取扱いが可能な範囲を測定し、設計上の最大許容偏心量と、SKS 時の測定結果との比較を行うことにより炉心の健全性の確認を行うものである。

成 果

炉心アドレス確認試験はMK-II 移行準備作業期間中に、増殖炉心状態における炉心構成要素のうち、以下にアドレスを選択して行われた。

- 1) SKS 時に測定が行われたアドレス。
- 2) ドライバー燃料のスウェリングを考慮し、ドライバー燃料の最外列と接する炉心第6列のブランケット燃料。

以上1), 2)の条件を満たすものとして、6A1, 6D1, 6E1 及び6F1 を選択した。

その結果、各アドレスのブランケット燃料の中心は、基準値とほとんど偏心しておらず、又 SKS 時の測定結果と比較しても大差はみられなかった。

さらに測定偏心値は、設計上の許容偏心量に対して微少であり、炉心構成要素の取扱上問題とならない値であった。

以上により、炉心は、SKS 時と比較して顕著な異常は認められず、炉心構造物及び炉心構成要素の健全性が確認された。

C 2 - 39 炉心構成要素の引抜ピーク荷重測定

関連設備；炉心構成要素

経緯

炉心構成要素は原子炉運転後、スウェリングや温度差による湾曲等により発生した拘束力によるクリープ変形とスウェリング自身により炉心変形を起し、集合体を引抜く際に回りの集合体等の接触のためピーク荷重を発生させる。従って、このピーク荷重を測定することにより燃料集合体のクリープ変形量が評価できるものと考えられる。更に、ピーク荷重の経時変化を測定することにより、クリープ変形量の経時変化の評価も可能と考えられる。

成果

MK-I 定格運転時の炉心構成作業と MK-II 移行作業におけるそれぞれの期間で、炉内集合体引抜ピーク荷重量を測定した。現在はこれらの測定データの系統的評価を行うために、データを整理し、データバンキングシステムに収納しているところである。従って、特に 75 MW(5)～75 MW(6)の炉停止期間でのピーク荷重データ及び MK-II 移行作業期間における燃交準備作業時と燃交(1)作業時とのピーク荷重データに対してのまとめを行った。検討の結果、ピーク荷重量に影響を与える要因とその要因の影響度に対する検討が不十分なため測定したピーク荷重値の生データに対する解釈が困難であることが判った。従って、ピーク荷重に影響を与える要因とその影響度について、実験的解析検討を行う必要があるものと考えられる。

ピーク荷重量に影響を与えるものと現在考えられる要因及びピーク荷重量評価に必要な条件等は次のようなものである。

- 1) 炉内集合体とグリッパーとの心ずれの大きさ
- 2) 回転プラグのアドレス再現性
- 3) 回転プラグの水平度及び交換機の垂直度
- 4) 新集合体のパッド間対面距離、曲り、ねじれ、全長等の製作誤差
- 5) 隣接する集合体のパッドとの接触面積
- 6) 新炉心（運転前炉心）での各集合体とグリッパーとの心ずれ量
- 7) 対象集合体に隣接する集合体の引抜経験の有無

なお、MK-II 炉心において、ピーク荷重量評価を行うためには、上記要因・条件等の内⑥の

実験的検討は定格運転前に行った方が良いと考えられる。

C 2 - 40 使用済集合体ラッパ管に対する外傷

関連設備 ; 炉心構成要素

経緯

炉内より取り出された使用済炉心構成要素の表面状態は、燃料洗浄設備で洗浄された後、缶詰設備室位置で缶詰缶内に封入される時缶詰設備室の作業用観察窓（遮蔽ガラス窓）を通して観察することができる。

MK - II 移行作業期間中、炉内より取出され、洗浄工程、缶詰工程を経る使用済炉心構成要素全数について缶詰缶に封入される際に、炉心構成要素外観検査及びセルフオリエンテーションマックスキーの方向を確認する作業が燃料取替作業手順上に組み入れられた。

成果

燃交(1)から始まる燃料取替作業当初より炉心構成要素表面状態を測量用トランシット及び写真撮影により観察確認し続けた結果、MK - II 移行作業も後半に入った燃交(5)以降に、数体の炉心構成要素についてラッパ管表面上の軸方向に特に目立つ傷が入っていることが判明した。

この傷の原因として、炉心構成要素を炉心に装荷する時、装荷される六角の空間に対して、炉心構成要素の角度がズレて、大きなセルフオリエンテーション角度が必要となった場合に、装入する炉心構成要素のセルフオリエンテーションキーが、周囲のラッパ管等に傷を付けるものと推定される。

缶詰設備室において使用済炉心構成要素の外観検査及びセルフオリエンテーションマックスキーの確認を行い傷を発見し、さらにその傷の原因をある程度究明できたことは、

- 1) 使用済炉心構成要素の外観検査を作業手順上に組み入れたこと。
- 2) セルフオリエンテーションマックスキー方向の確認を作業手順上に組み入れたこと。
- 3) 炉心内に装荷する際、炉心構成要素の方向を事前に指定、統一してきたこと。
- 4) 炉心内における炉心構成要素のアドレス変更履歴を明確に記録してきたこと。

等の妥当性が改めて評価されたものとする。

また、傷の確認された使用済炉心構成要素の内、1体を選定し、照射燃料集合体試験施設において詳細な検査が行われた。

この様に、缶詰設備室にて使用済炉心構成要素の外観検査を行うことは、PIE計画への検討項目追加要請等の議題提起の上からもたいへん有意義な作業手順であるとする。

C 2 - 41 MK-II 移行期間中炉心観察

関連設備 ; 炉心構成要素

経緯

照射用炉心構成作業において燃料取替による炉心構成要素の装荷状態が計画通り異常なく行っていることを確認する為に、中性子源用の γ 線源部装荷作業により、原子炉容器Naレベルが炉体メンテナンスモードであるGL-9540となり炉心頂部が露出する時期を狙って、回転プラグ上燃料交換機孔ドアバルブより炉内直接観察作業を行った。

炉心頂部がNa液面上に露出したのは、昭和54年9月の炉内検査作業以来であり、炉内を観察するには、良い機会であった。

観察する方法として、燃料交換機孔ドアバルブ上に透明アクリル板を取付けて炉内をトランシットで直接観察し、かつ炉心を望遠レンズ付カメラで写真撮影する方法を用いた。

炉心構成要素の方向性の確認は、炉心構成要素頂部のハンドリングヘッド上面に設けられた確認用スリットによって行った。確認スリットの方向とセルフオリエンテーションの方向は、同一方向である。

成果

炉内観察作業は、11月11日に約6時間、11月12日に約10時間を要して実施され、尚写真撮影の結果より、映像の不鮮明な個所については、11月27日に約3時間を要し、再度写真撮影を行った。

今回の炉心構成要素方向性確認作業が実施可能であった背景には、炉容器内の使用済燃料がほとんど新燃料に取り替えられていたことが上げられ、今回の作業中において透明アクリル板表面は、最も高い線量でも250 mR/h程度で、定常的には、30～50 mR/hであった。今後原子炉の運転が進むにつれ、今回と同様な作業を行うことは、放射線レベルからみて不可能であると思われる。

今回行われた作業の結果を以下に簡単に記す。

1) 炉心構成要素の方向性確認 (添付図第8-34図参照)

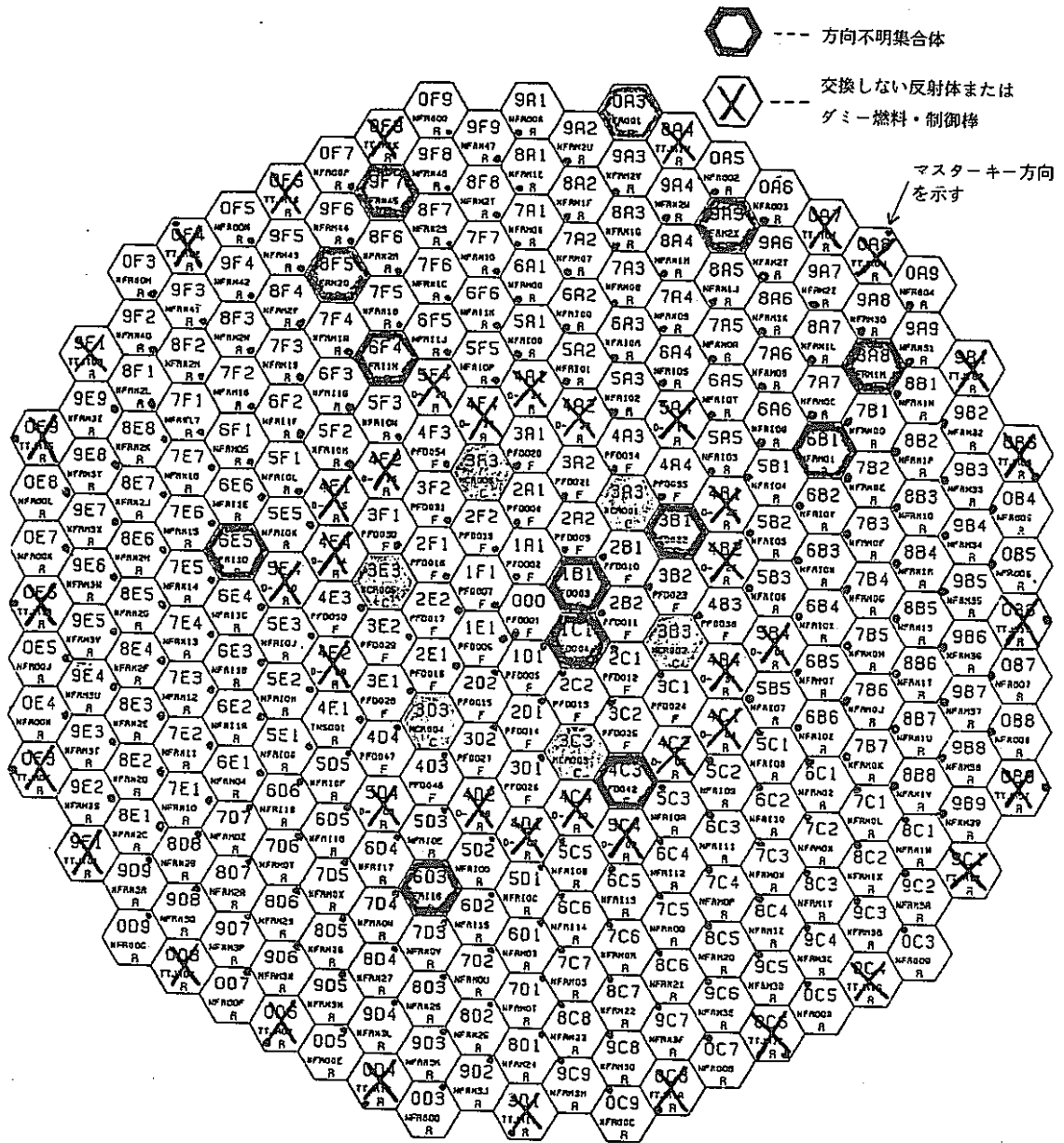
炉心構成要素ハンドリングヘッド上面の確認(確認用スリットの方向確認)は、測量用トランシットを用いて行った。

確認できなかった炉心構成要素13点を除く他のものは、全て当初の計画通りの方向で炉内に装荷されていることが確認され、炉心構成要素の炉内装荷方法の適正が改めて確認された。

2) 炉心頂部の写真撮影

炉心構成要素の方向性確認と同時に400 mm望遠レンズを付けたカメラによって炉心頂部及び、炉内燃料貯蔵ラックの写真撮影が行われた。撮影は、炉内全域をカバーする為(ホールダウン軸の内径 ϕ 175で撮影視野が制約される為)全283ヶ所について行われた。

今回撮影された炉心構成要素上面の写真は、一枚毎の写真を合成し構成された。



第 8 - 34 図 マスターキー方向観察結果

C 2 - 42 炉心に於けるセルフオリエンテーションマスターキーの方向

関連設備；炉心構成要素

経緯

「常陽」の炉心構成要素は、制御棒を除き全て六角形状であり、炉心構成要素の炉心への装荷作業が円滑に行えるようにセルフオリエンテーション機構を有している。これは、エントランスノズル部に設けられたセルフオリエンテーションキーが炉心構成要素のハンドリングヘッドの上部のテーパ部を滑ることにより機能するものであるが、装荷時の相対ズレ角が30℃付近になると、回転しなくなる可能性が出てくる。(添付図第8-35図参照)

又、炉心構成要素の炉心中心方向を把握しておくことが、PIE実施上比較的重要である。

上記の理由からMK-II移行作業においても新炉心構成要素の炉心への装荷作業前に装荷角度を決定し、新燃料移送台車に装荷する際、マスターキー角度を最終炉心装荷角度に合う様設定し装荷作業が実施された。

新燃料移送台車に装荷する際、マスターキー角度を最終炉心装荷角度に合う様設定し装荷した事によって、新炉心構成要素の炉心部への装荷は、支障なく行われた。

装荷時の荷重測定データからも良好な結果が得られており、指定した炉心方位に炉心構成要素を装荷する手法の確立を得た。

成果

新炉心構成要素は、新燃料貯蔵室より燃取用キャスクカー、トランスファロータ燃料出入機を経由して炉容器内の燃料貯蔵ラック内に装荷された後、燃料交換機により炉内燃料貯蔵ラックから炉心内の目的アドレスに装荷される。新炉心構成要素の回転移動量は、新燃料貯蔵室から移送され燃料出入機で炉内貯蔵ラックに装荷されるまでは、トランスファロータ位置での回転量のみで一定であり、燃料交換機で炉内貯蔵ラックから炉心内の目的アドレスに装荷する際の大小回転プラグの回転量により変動する。炉心における新炉心構成要素の回転方位(マスターキー方位)を所定の方位に合わせて装荷する為に、炉内貯蔵ラックから炉心内の目的アドレスまでの大小回転プラグの回転量を事前に計算し、それを新燃料貯蔵室において新燃料移送台車に装荷する際に角度調整する手法がとられた。

この新燃料貯蔵室における角度調整の計算式として「常陽」設計当初より次の計算式を得ておりMK-II移行作業時の角度調整もこの計算式によって得られた値が採用された。

(添付図第8-35図及び第8-36図を参照のこと)

$$S_o = \omega + 247 + X - Y$$

S_o : 炉心基準方位での炉心域装荷時のマスターキー方向

ω : 建家基準方位での新燃料移送台車装荷時のマスターキー方向

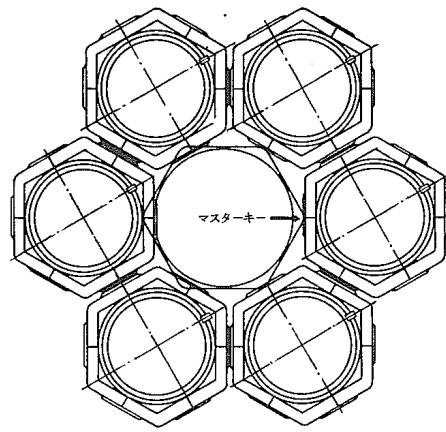
X : 装荷する炉心アドレスの大小回転プラグの設定値の和

Y : 中継する炉内貯蔵ラックの大小回転プラグの設定値の和

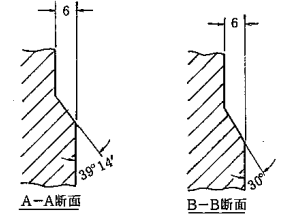
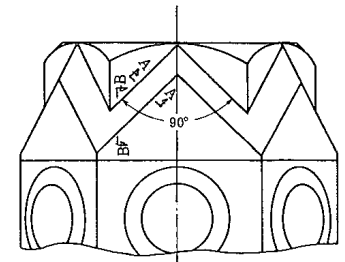
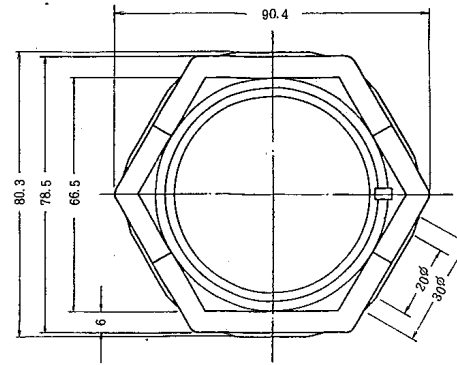
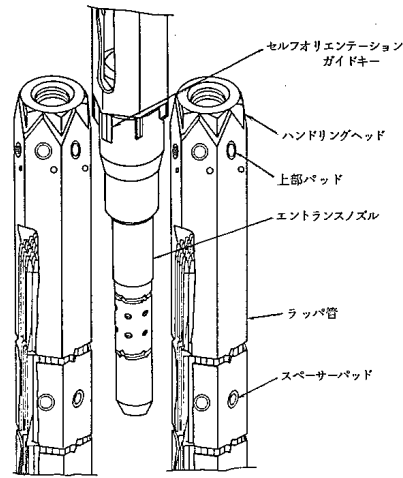
MK-II 移行期間中体の炉心構成要素が装荷された。この内数十体の炉心構成要素は、事前にセルフオリエンテーション機構が働くことのわかった状態で、炉心内に装荷されたが、装荷された全炉心構成要素の装荷時の荷重測定データは、良好な結果が得られており装荷された炉心構成要素は、所定の方向に正常に装荷できたものと判断される。

体もの炉心構成要素の装荷結果より、この装荷手法に確実性、信頼性があるものとして多大な成果を得た。

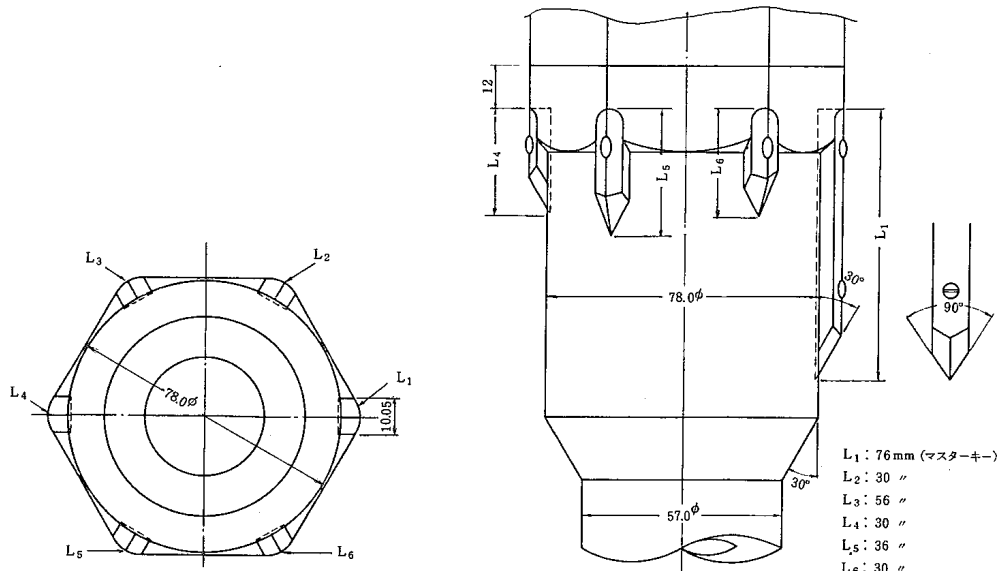
MK-II 定格運転時の燃料装荷作業においてもこの手法は、信頼性のあるものとして採用され続けるものとする。



燃料装荷状況図

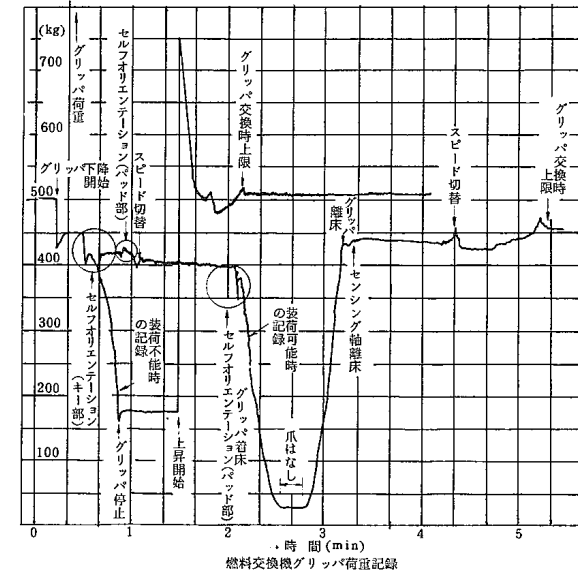


燃料集合体ハンドリングヘッド部



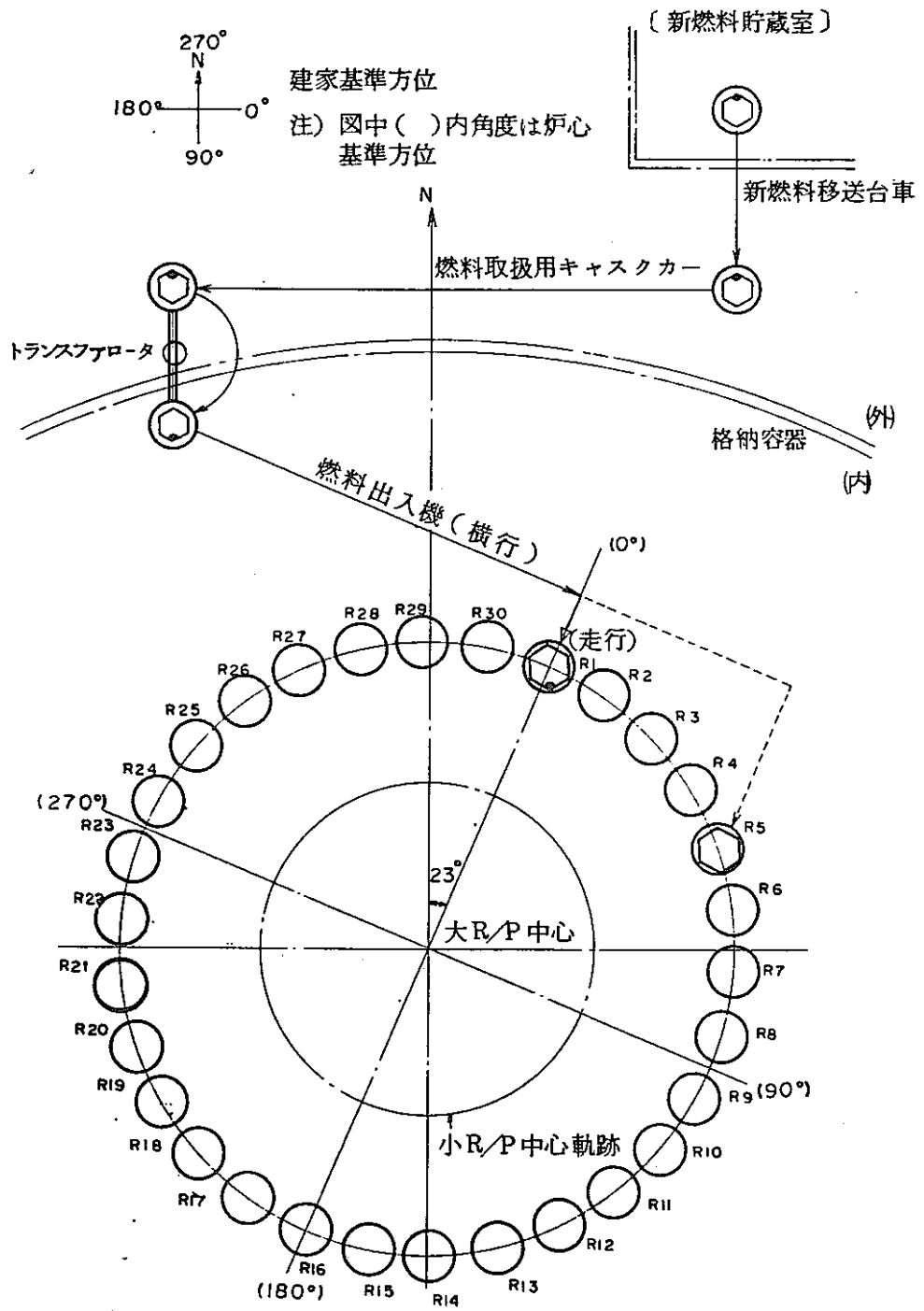
セルフオリエンテーションガイドキー

- L₁: 76mm (マスターキー)
- L₂: 30 "
- L₃: 56 "
- L₄: 30 "
- L₅: 36 "
- L₆: 30 "

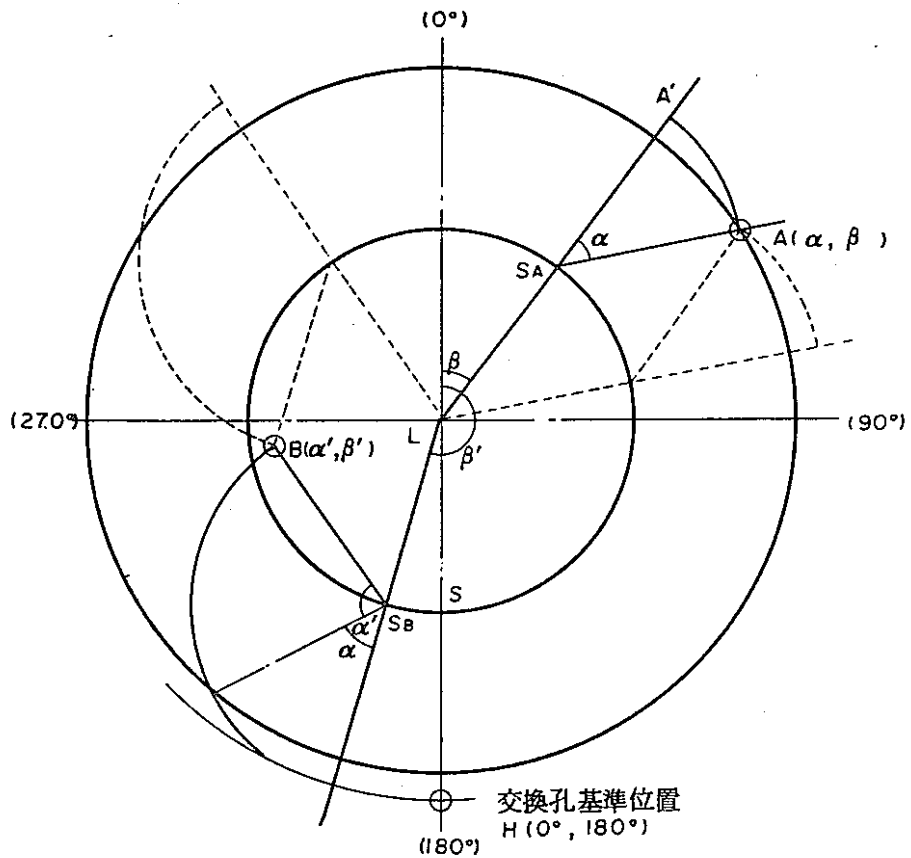


上に示す荷重記録は、炉心燃料(PPJD25)を4A1に入れた時(装荷不能時)と4D1に装荷した時の交換機グリッパ荷重である。

第8-35(1)図 セルフオリエンテーション機構説明図



第 8 - 35(2) 図 新燃料移送角度経路図



$H(0^\circ, 180^\circ)$: 小R/P角度が 0° で大R/P角度が 180° の交換孔基準位置

$A(\alpha, \beta)$: 小R/P角度が α° で大R/P角度が β° の炉内貯蔵ラックA

$B(\alpha', \beta')$: 小R/P角度が α'° で大R/P角度が β'° の炉心アドレスB

L : 大R/P中心(炉心中心)

S : 小R/P中心

(LSを半径とした円周は, 小R/P中心の軌跡)

LS = SH = 500 mm

()内角度は炉心基準方位

新燃料を炉心に装荷する時に一義的に定まる

(イ) 新燃料移送台車装荷時のキー方向(建家方位基準) ω°

(ロ) 中継する炉内貯蔵ラックの大小回転プラグ設定値の和 y°

(ハ) 装荷する炉心アドレスの大小回転プラグ設定値の和 x°

を指定した時の装荷する炉心アドレスにおけるマスターキ方向 S_0°

(炉心基準方位)の計算方法を右に示す。

第8-36図 回転プラグ回転角度による新燃料炉心装荷図

C 2 - 43 制御棒に関する形状変更及び検討

関連設備；炉心構成要素

経緯

照射用炉心移行に伴い、原子炉制御棒全数について防振機構を設ける事と成った。この為、MK - I 用制御棒からMK - II 用制御棒に変更するに当り形状上の改造が第8-37図に示すごとく実施された。MK - I 及びMK - II 用制御棒に関する相違点は、燃料取扱設備による取扱上、次表に示す点が上げられる。

項目	MK - I	MK - II
重量 (kg)	22.0	18.2
寸法 (mm)		
エントランスノズル長	188	320
球面座巾	12	82
全長	2250	2250

上表に示される仕様変更により、燃料取扱設備各機器に対し、次の検討が必要に成った。

- 1) 新燃料収納管内部へ挿入時のストローク
- 2) キャスクカーにて吊り上げる場合の取合ストローク
- 3) キャスクカー荷重設定器に対する設定値
- 4) 燃料交換機による取扱いストローク

1)～4)に関する検討の結果、最も大きな影響はキャスクカーによる取扱いである事が判明した。

成果

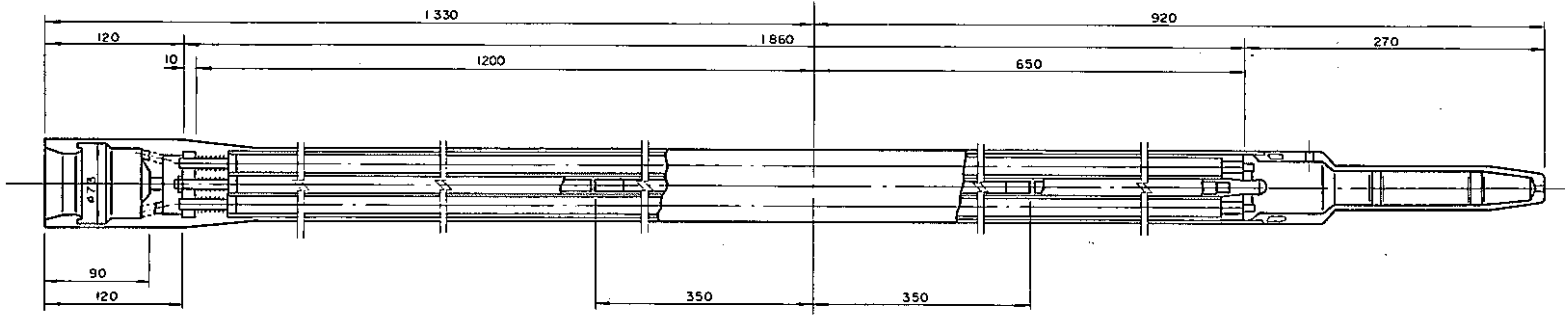
MK - II 用制御棒については、取扱い前の検討に於いて前記した問題が発生し、各条件について取扱上の可否を検討した結果、次に示す知見が得られた。(第8-38図)

- 1) 新燃料収納管内部への挿入時は、収納管内部での集合体受座が中間位置にある為、エントランスノズル寸法について変更する事になれば、取扱いストロークが大きく下降することになり、新燃料移送機グリッパ及びキャスクカーグリッパにて取扱いを行う為には、収納管とグリッパの干渉を検討する必要がある。

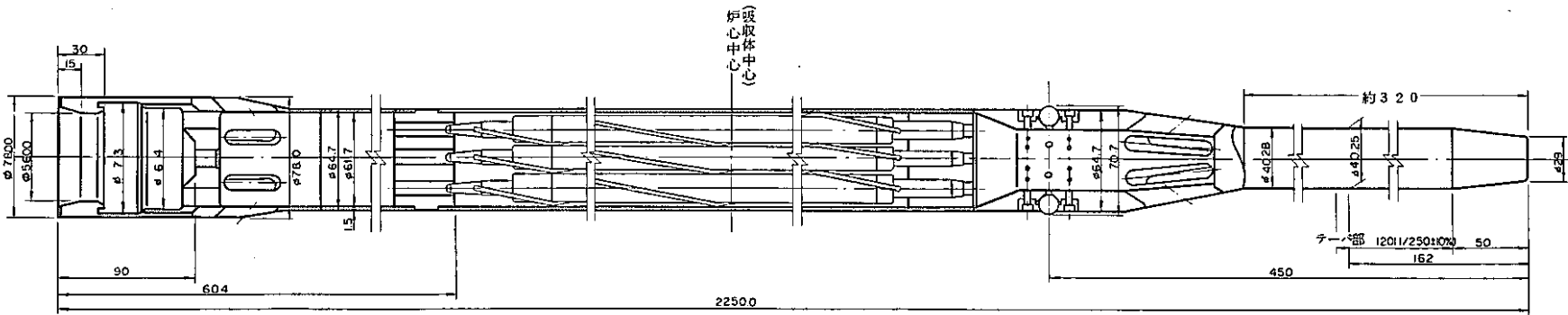
検討より制御棒取扱い時に収納管内部と干渉する事が判り、既設設備にて取扱う必要があることからアダプターを新たに製作し、キャスクカー取扱いストロークに合わせて制御棒頂部が、燃料集合体と同等の位置になる様配慮した。

尚、取扱時にアダプタを用いる事に成った為作業性が以前に比べて若干悪化した。

- 2) キャスクカーによる炉心構成要素の取扱いは、これまで取扱い時のグリッパストロークと荷重を判定することにより自動制御で行われてきた。この為、MK-I用にて予め設定されていた。荷重ストローク特性に変動が生じ、改めて荷重ストローク特性を調査し、設定の変更を行う必要が生じた。MK-II移行期間中は、MK-I及びMK-II用制御棒が交互に取扱われた為、MK-II用に対する対応ができず度々手動操作にて処置を行ったが、MK-II移行後については荷重設定はMK-II用と成る為問題は無い。
- 3) 燃料交換機による取扱いは、全長が等しい形状にある為、貯蔵ポットに於いては特に問題は無い。従って炉心装荷状態については検討を行ったが制御棒挿入時、制御棒は下部垂内管ダッシュポット下端部へ倒立する事から炉心装荷状態に於いてもMK-I同様の取扱ストロークにて取替える事が判った。
- 4) 既設設備にて取扱いを実施した場合には、これまでより約100mmキャスクカーグリッパストロークが下降し、FMFキャスクカー内部へ干渉する恐れがある事から、FMF側にてアダプタを製作し取合前にキャスク内部へ装荷した状態にて取合う事とした。



MK-I

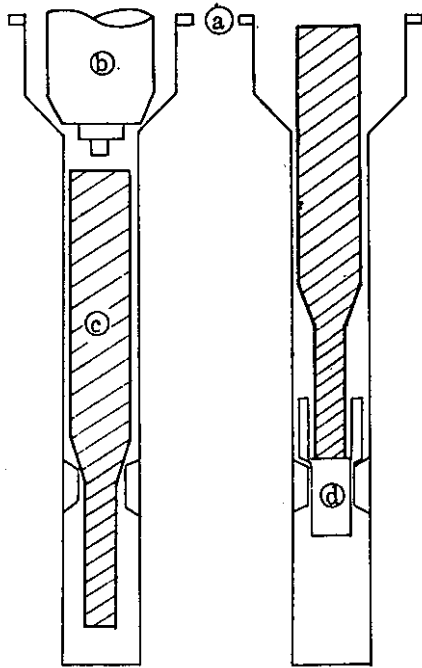


(吸取体中心)
炉心中心

MK-II

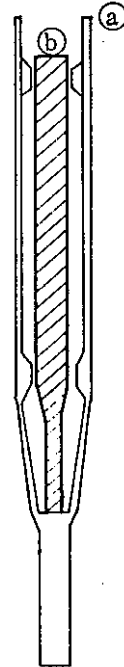
第8-37図 制御棒比較図

① 新燃料収納管（取扱可能）



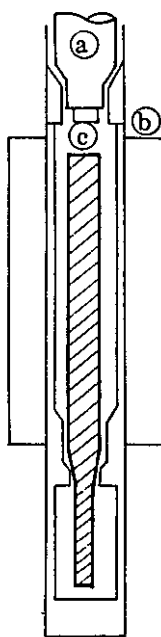
- ① 新燃料収納管
- ② 新燃料取扱・キャスクカーグリッパ
- ③ 新型制御棒（MK-II用）
- ④ アダプタ

② トランスファーロータ（取扱可能）



- ① 制御棒用貯蔵ポット
- ② 新型制御棒

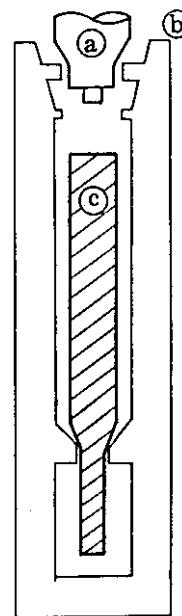
③ 使用済燃料洗浄槽（取扱不可能）



- ① キャスクカーグリッパ
- ② 洗浄槽
- ③ 新型制御棒

④ FMFキャスク（取扱不可能）

* アダプタの新規製作により可能となる



- ① キャスクカーグリッパ
- ② FMFキャスク
- ③ 新型制御棒

第 8 - 38 図 新型制御棒取扱い状態図

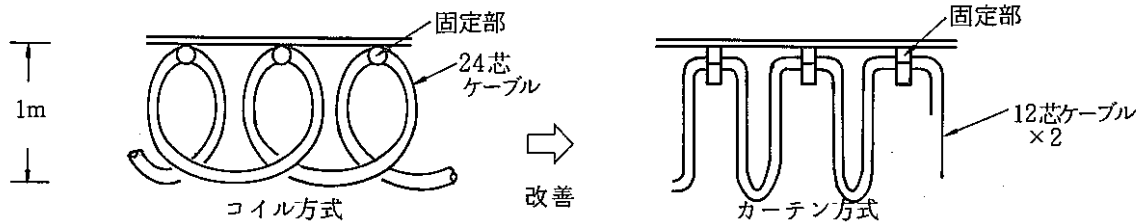
C 2 - 44 使用済燃料移送機ケーブルの損傷に伴うケーブリング方式の改良

関連設備 ; 使用済燃料貯蔵設備

経緯

昭和 57 年 1 月 30 日より、使用済燃料移送機の運転操作に於いて、グリッパ回りの故障信号の発生が頻発した。信号は移送機台車の移動中に発生することが多く、自然消滅する形体であった。また、信号の復帰が困難であった時に検出端にて調査した結果、検出部は故障の検出を行って無い事から、検出部以降であることが判明した。この為、検出部以降について調査を行った結果、横行台車を經由して走行台車を回るケーブルの一部に接触不良ヶ所のあることを確認した。本移送機のケーブリング方法はコイル方式であり、ケーブルが螺旋状に巻かれ支持梁から吊り下げられてスライドする構成であった。断線に対する処置は、当初より予備ケーブルが何線か加えられていた為、配線変えを行うことにより対処し、同年 9 月に実施された機器点検に於いて全面的にケーブリング方法の変更並びに、ケーブルの交換を実施した。

損傷原因については、本ケーブルの様に 24 芯を用いたコイル状ケーブリングとした場合ケーブル固定部にネジレが発生し、台車の移動に伴い内部配線が繰り返しネジレにより断線したものと考えられる。この為ケーブリング方式をカーテン方式に改め、芯線についても 12 芯ケーブルに変更し柔軟性を持たせる構造とした。



成果

使用済燃料移送機は、昭和 51 年に据付以来既に 6 年を経過しており、今回発生したケーブル損傷についてはケーブルの経年変化並びに固定部に於けるネジレ応力が相乗効果として働き、損傷時期を早めたものと考えられる。

移動の機器に対するケーブリング方法に関しては「常陽」燃料取扱機器にあっても種々の方式が採用されており、これまでの運転実績に於いて、ケーブリング方式の問題から機器にトラブルが発生した機器は、他に見られない。コイル方式を用いたケーブリングは、本移送機が唯一であり他に例を見ない。

今回のケーブル損傷により以下の点に関する知見を得た。

- 本移送機の様にケーブル固定具間隔（約 1m）の短いケーブリングについては、コイル方式を用いるのは適当でない。
- 芯線数の多いケーブルを吊り下げ点支持方式で用いる事は適当で無い。
- ケーブル固定具間隔は、固定部に対して応力が発生しない様十分な余裕を持たせる。

C 2 - 45 缶詰設備に於ける使用済集合体の外観検査

関連設備 ; 使用済燃料貯蔵設備

経緯

使用済炉心構成要素 (S/F) の検査に関しては、予め計画されたS/F について検査施設(FMF) における詳細検査が行われて来たが、照射用炉心構成作業に伴い、増殖炉心体系から取り出されるS/F 全数について外観検査を行う体制が部内で取られた。検査位置は缶詰缶への挿入位置にて行うことと成った。これは燃料取扱設備にて燃料の移送を途中にて観察できる位置が他に無い事から選択されたものである。また本設備位置に於いては、Na 洗浄を施したS/F が遮蔽窓を通して約 1.5 mの間隔にて確認できることから、缶詰缶に封入する前の状態にて S/F の半表面に関する外観検査並びに写真撮影を実施した。

外観検査は、遮蔽ガラスを通して建築用トランシットを用い実施した。

検査の結果、以下の知見を得た。

- 1) 炉心燃料について下部オリエンテーションキー並びに中間パッド付近にヒートスポット状の黒色痕が確認された。
- 2) 炉心構成要素の殆んどについて垂直方向スリキズが確認された。
- 3) 炉心構成要素の全数についてラップ管の健全性が確認された。

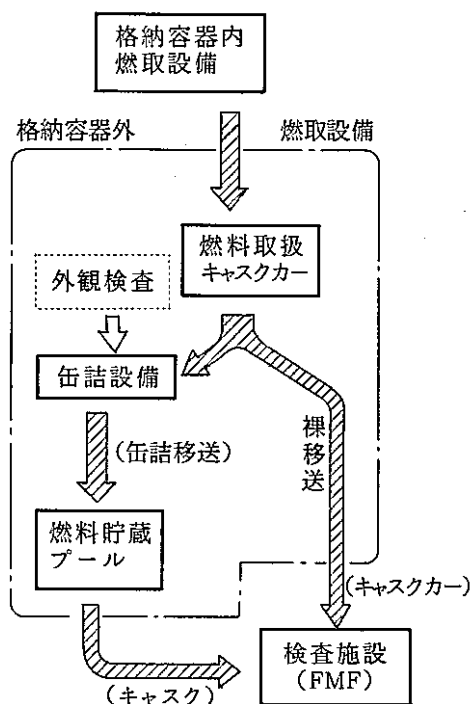
成果

MK-II 移行作業に於ける使用済燃料の検査については、左図に示す様な、2 経路に渡る取扱いが成されてきた。今回みられた手法はS/Fのラップ管に対する外観検査であり、被覆管

等の内部構成要素に及ぶ健全性に関して所見を論ずる事は困難であるが、燃料の取扱いに寄与するラップ管の健全性が全数について確認されたことは今後の対応並びにこれらのS/Fの貯蔵についても一層の信頼が持てる事と成った。

S/Fの検査は1体の検査に数ヶ月の処理期間を必要とし、しかも検査サイトへ搬送する操作についても左図に示す様に複雑である。この様な事から常陽サイトに於いて、しかも燃料の取扱工程の中で検査処理が行われる事は、将来炉設計に当っても燃料取扱設備ON-LINE検査について従分配慮する点であると考えられる。

検査の結果得られた情報については、今後の設備改良並びに燃料取扱手順の改善に反映させると共に、使用済集合体の取扱いについても同様に活用する。また、写真についてもS/F貯蔵期間の継続に伴い、集合体健全性を確認する為の比較資料として活用できるものとする。



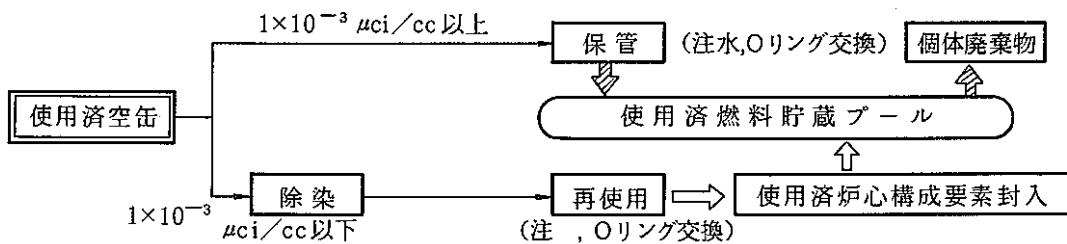
検査用 S/F 取扱経路図

C 2 - 46 使用済缶詰缶再使用方法の確立

関連設備 ; 使用済燃料貯蔵設備

経緯

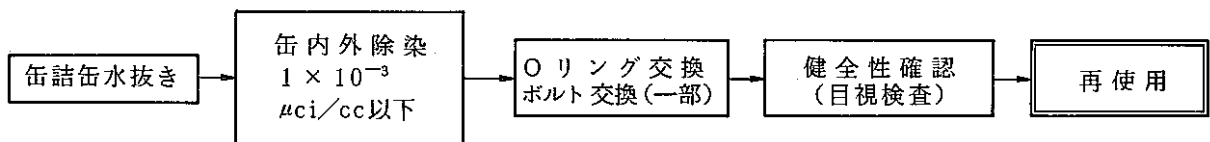
使用済炉心構成要素封入缶詰缶の内、PIE計画に基づく炉心構成要素については「常陽」使用済燃料貯蔵プールより輸送用キャスクにて「燃料・材料試験室」へ運搬され、封入缶は炉心構成要素取り出し後、空缶として再び「常陽」サイトに戻す手順が取られている。これらの空缶については、使用済炉心構成要素が封入されていた為、内部が約 $2 \times 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ 程度に汚染しており、今後増加する傾向にある。この為、再使用するに当っては、缶詰缶準備作業がほぼ開放状態にて行われる現設備に於いては除染することが必要と成り、また除染が困難な物件については廃棄物処理と成るが一時的にプール内保管を行うことから、Oリングの交換並びに浮力防止の為の注水が必要となる。再使用に伴う選択基準は現設備を考慮し、 $1 \times 10^{-3} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ 以下とした。



成果

使用済缶詰缶の再利用は、経費節減に大きく寄与し今回実施した30体の缶詰缶の再利用により、約2000万円の節減が行えた。

缶詰缶の再利用については、発生プロセスが永続的であることから今後についても実施する方向であるが、使用済缶詰缶に対する汚染度に関しても増加する傾向にあり、現在用いられている低汚染缶詰缶に対する除染方法については(手作業除染)今後遠隔除染に移行する事が必要に成り新たに検討を加える段階にあるものとする。



缶詰缶再使用手順

C 2 - 47 燃料貯蔵プール水中のC. P. 量変遷

関連設備 ; 使用済燃料貯蔵設備

経緯

MK-II 移行作業開始前に於ける年間プール貯蔵使用済燃料本数は少なく、プール水汚染濃

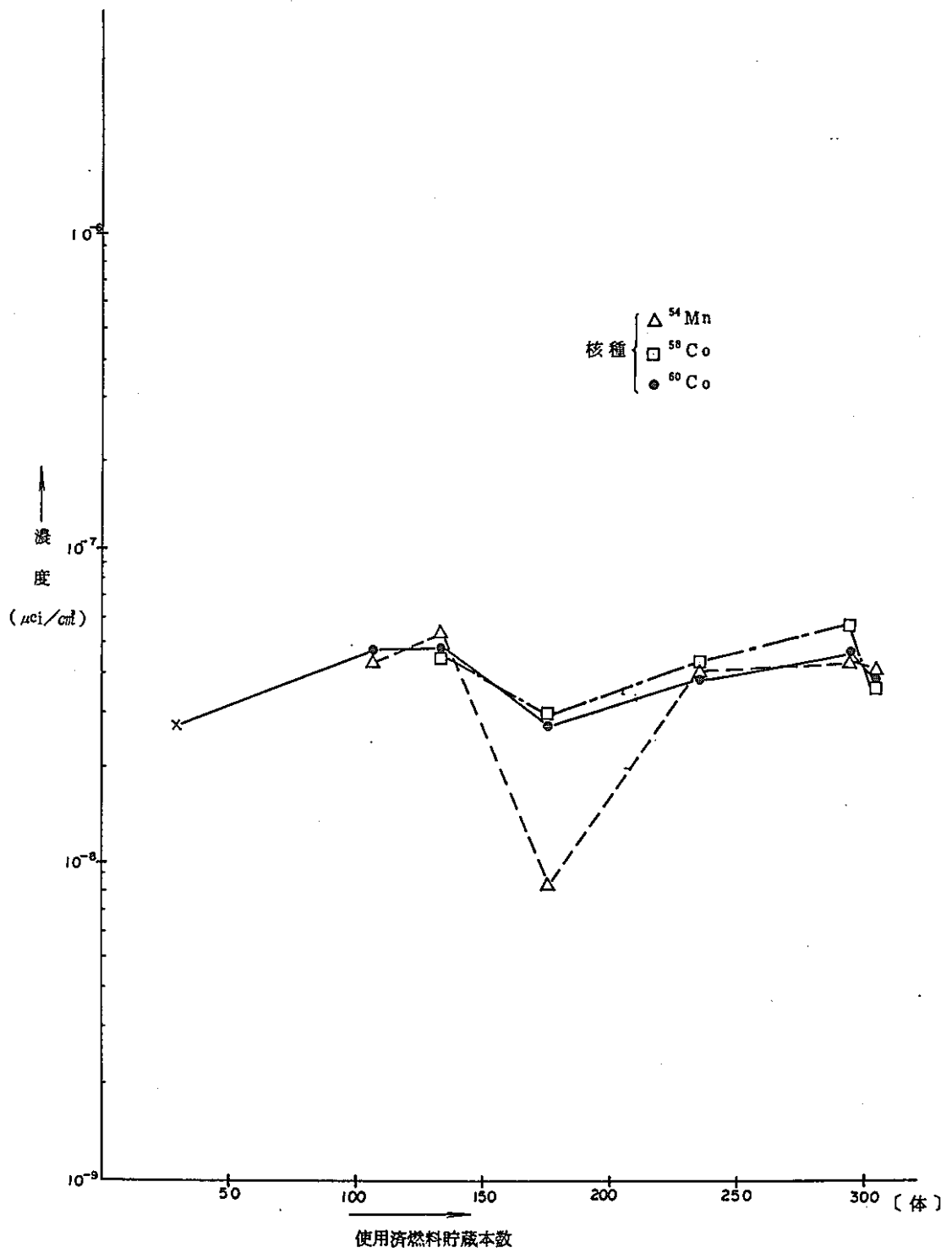
度は $10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ オーダー（検出限界以下）であった。しかし MK-II 移行に伴い、年間使用済燃料取扱本数が 304 体と多量と成り、しかも第 1 プールより第 2 プールへキャスクでプール間移送を行うため、キャスク表面汚染状態の把握及び水質管理上から定期的な水サンプリングを実施することにした。

成 果

$5.0 \times 10^{-8} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ 付近の値は、核種汚染濃度第 8-39 図に示される。Ge-PHA 測定器による検出限界以下である。

しかし、使用済燃料 110 体取扱った時点で ^{60}Co が微量ながら検出されており、これまで以上に CP によるプール水汚染が進行していることが判った。汚染源は汚染された回転移送機グリッパで缶詰缶を取扱う為に発生するものである。今後のプール水汚染を防止する為には回転移送機グリッパ汚染を除染する装置等を検討する必要がある。MK-II 移行作業に伴う燃料交換作業後の分析においては、プール水に含まれる核種の検出はされておらず、移行作業初期に存在した ^{60}Co については水冷却浄化設備（イオン交換塔）により除去されたものと考えられる。

今後さらに定期測定を継続しプール水に移行する C.P. について検討評価を行う。



第8-39図 MK-II移行に伴うプール水汚染濃度

C 2 - 48 新燃料予熱装置に関する知見

関連設備 ; 新燃料貯蔵設備

経緯

昭和 56 年に設置された本予熱装置は燃料集合体について加熱 Ar ガス循環による予熱方法を用い、また反射体等の高圧損集合体について収納管外側にスパイラル状に巻かれたシースヒータにより予熱を行う方法を用いている。本装置の設計は増殖用炉心体系にあった昭和 54 年に行われた事から、照射用炉心構成要素に対する仕様が反映されておらず、本移行作業に於いて得られたデータより照射用炉心構成要素に関する予熱特性を評価し、流体並びに熱取扱い領域が明確にされたものである。

成果

照射用炉心移行に当っては、これまでの炉心構成要素と比して、各部仕様が変更された。炉心構成要素を取扱う（予熱）ことが必要となり、将来共取扱対象は MK - II 用が継続することに成る。この為、本移行期間中に得られたデータは、既設ループを評価する上で貴重な価値を持たらした。次に各集合体に対する特性を示す。

1) MK - II 用炉心燃料集合体

加熱 Ar ガス循環予熱開始後、燃料を収納した収納管各部の温度が予熱目標値である 160 °C ~ 180 °C の平衡状態に達する所要時間は約 80 ~ 100 分であった。尚、循環ブロー出口温度は同 110 分後には、制限温度条件である 120 °C に達し、これ以上の継続予熱運転は行えない事が判明した。添付特性は、循環流量は 1.6 m³ / min を保持しブロー吐出圧力は 1100 mmHg であった。また、循環ループにあるバイパス弁を予熱運転中に開操作する（約 20%）全体的な予熱特性を変化させることなく吐出圧力は 1000 mmHg まで減少し、制限温度到達時間については 10 分程延長することが可能であることが判明した。

2) MK - I 用ダミー燃料集合体

循環予熱開始後の予熱特性については、第 1) 項の集合体と大差は示さなかったが、流体特性は、内部構造の相異により吐出圧が 980 mmHg まで減少した。これにより制限温度は約 100 分後に 110 °C にて平衡状態に至る事が判った。

3) B 型特殊燃料集合体

予熱特性は略第 1) 項の集合体と大差なく約 60 分にて予熱目標値に達する。流体特性は、内部構造の相異により吐出圧が 1045 mmHg に至りブロー吐出温度は約 120 分後に 120 °C に達する事が判った。

4) 炉心構造材料照射試験体

本集合体は、困部圧損が著しく高く、循環流量は 1.2 m³ / min まで減少し、吐出圧も 1300 mmHg まで減少した。これによりブロー内部で発生する圧縮熱及び電気損失熱がブロー出口温度を急速に上昇し、運転開始後 50 分程で制限温度に達し、運転の継続が困難に至った。従っ

て本集合体の予熱については、収納管予熱により取扱うことが適当であることが判った。

5) MK - II用内側反射体・外側反射体

本集合体は、収納管予熱により、予熱を行った。この予熱は時間を、予熱完了の目標としている為、予め、据付試験時にMK - I 燃料を用いて実施した予熱試験結果より該当して、時間設定が成されている。予熱特性は、予熱開始後約 60 分にて収納管の各部は、平衡状態に達していることから、燃料集合体に比して熱容量の大きい事が判り、平衡温度に達してから目標温度 100℃に達するまで燃料の場合、更に 40 分を要し平衡到達時間と同様の時間を必要としている。この為、本集合体についても目標温度 100℃に予熱する為には、全予熱時間を更に 60 分延長し 120 分とする事が適当と考えられる。

6) 中性子線源受入集合体

本集合体は、1 中空構造を用いている為、収納管予熱を行った結果、全体的な予熱特性は外形状の類似により反射体と同様の特性を示したが、収納管各部について分析すると、収納管中間部の上昇温度が反射体に比して低く、ガス層が形成されている事が判る。また上部についても反射体に比して相対的温度上昇時間は長く成る傾向を示した。

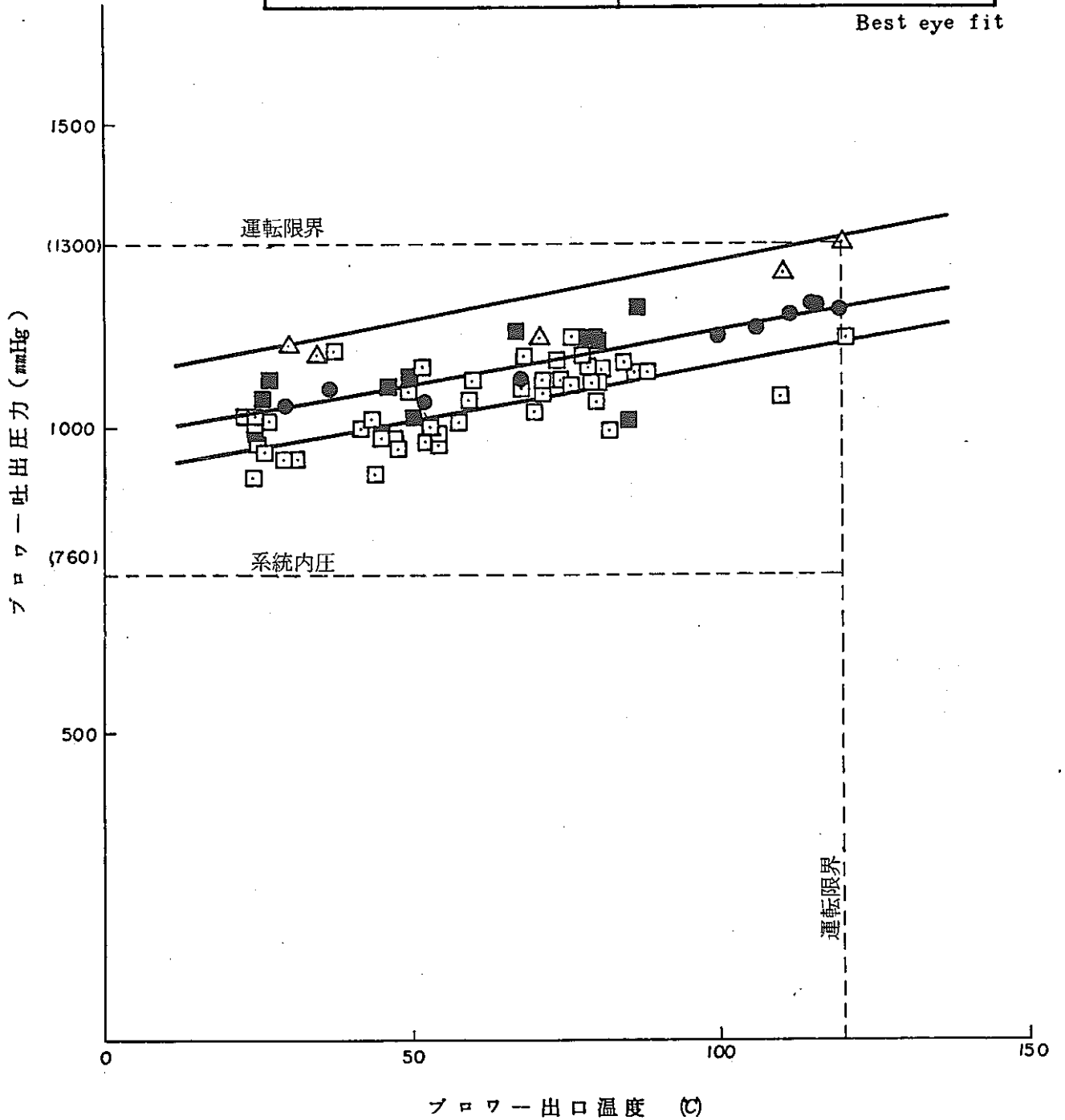
7) MK - II用制御棒

本集合体は、MK - I に比して外形形状が変更された為、既設収納管による取扱いが困難と成り、アダプターを必要とした。この為、予熱特性についても、アダプターによる影響が支配的と成り、伝々することが困難と成った。

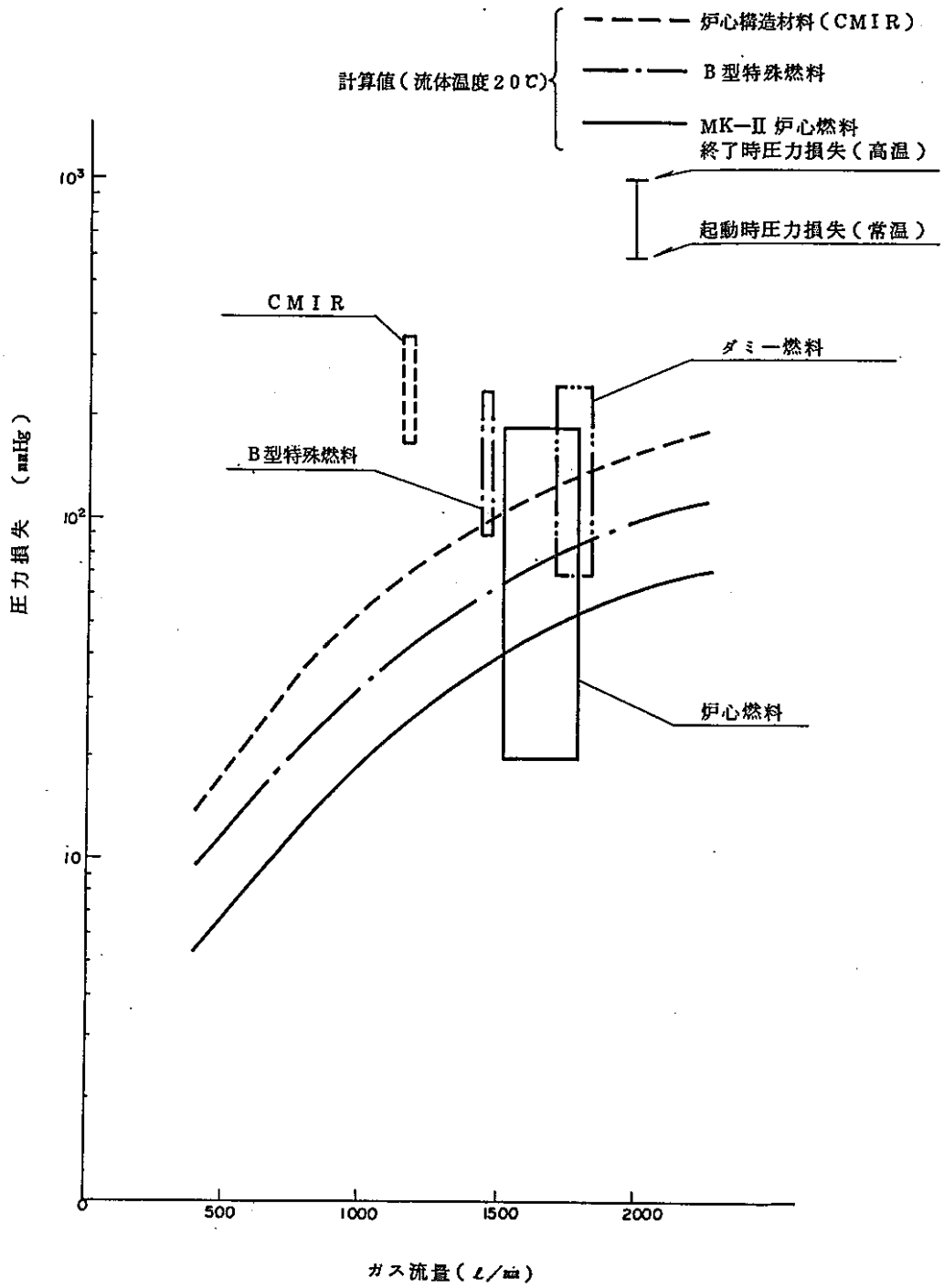
以上の運転実施を踏えて加熱Ar ガス循環予熱による各部取扱対象の圧損と測定した結果を、第 8 - 40 図、第 8 - 41 図に示す。また検討の結果これらの圧損特性より Ar ガス循環予熱の対象と成った各集合体は全て運転制限条件内にて取扱われていることが判明した。

炉心構成要素	Ar ガス循環流量
—□— MK-II 炉心燃料	$1.71 \pm 0.09 \text{ l/min}$
—●— B型特殊燃料	1.45 l/min
—△— 炉心構造材料	1.15 l/min
—■— ダミー燃料	$1.80 \begin{matrix} +0.05 \\ -0.08 \end{matrix} \text{ l/min}$

Best eye fit



第8-40図 循環プロワ出口圧力-温度の相互関係



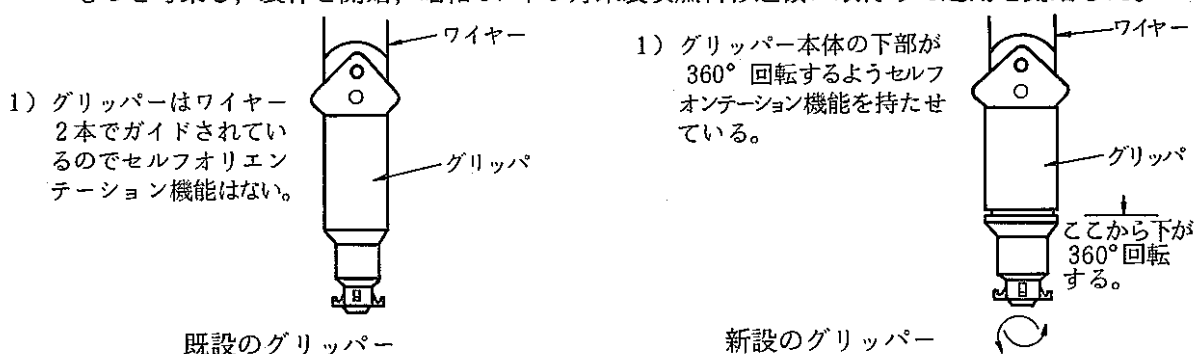
第 8 - 41 図 新燃料圧力損失 - ガス流量相互関係

C 2 - 49 新燃料移送機グリッパに対する改良

関連設備 ; 新燃料貯蔵設備

経緯

新燃料貯蔵設備の装填燃料移送機に取付けられていた既設のグリッパーには、セルフオリエンテーション機能がないので、グリッパーで炉心構成要素を吊り上げ、あらかじめ計算されている角度にマスターキーを設定しようとした場合、角度差の大きいものは数回炉心構成要素のつかみ、はなしを行って炉心構成要素を回転させなければならないので作業性の悪さが指摘されていた。この問題を改善するため、グリッパーにセルフオリエンテーション機能を持たせたものを考案し、製作を開始、昭和 57 年 3 月未装填燃料移送機に取付けて運用を開始した。



成果

セルフオリエンテーション機能（360°回転）をもたせることによって、炉心構成要素を吊り上げたままマスターキーの角度を変更することが容易になり作業能率の向上に役立っている。しかし、使用開始後、すぐに爪の開閉が出来なくなると言うトラブルが発生したので修理した経緯がある。爪の開閉が出来なくなった原因は、爪開閉用のアクチュエータと間接的につながっているロッドに組立以前から曲りがあったため、マグネットのボビンとプランジャーがこすれ、それが発展して機能を阻害したものである。ロッドに曲りが生じていた原因は、プランジャーとロッドを同軸加工しなかった為、組立時芯ずれが生じたのと、プランジャーへのロッド締付けが不足していた為で、対策として加工工程を見直し、プランジャーとロッドを同軸加工し芯ずれをなくした。対策をほどこしたものを組立てたことによって正常な機能を回復したため、新設したグリッパーでの運用を継続している。既設のグリッパーは予備品として保管することになった。

今後の課題としては、任意の角度にグリッパーを廻した後、ロック出来るようロック機能を設けることが望まれる。

C 3 - 50 MK-II 移行作業に伴う燃取機器の健全性について

関連設備 ; 燃料取扱設備全般

経 緯

燃料取扱設備は、昭和 52 年 2 月に Na 中総合機能試験を終了し、増殖炉心体系に於ける初期臨界を向えるべく、本格的な燃料移送を実施し 52 年 4 月 24 日に臨界試験を実施した。以来 56 年 12 月の増殖炉心体系による性能評価終了までに合計 163 体の燃料移送を行い、この間据付当所から約 164 件に及ぶ異常事象・故障を経験し、FBR 燃料取扱機器に対する種々の貴重な知見を得ると共に、各事象に対する処置、対応を通じて保守技術の確立を行ってきた。57 年 1 月より開始された照射用炉心移行作業は、運転経験の蓄積並びに充実により、第一歩が踏み出されたが、従来の 2 年間最大取扱本数 20 体に比べて実に 15 倍に達する取扱本数であり、この為、設備機器に対する効果的な保守が要求され、機器に発生する故障は、即 MK-II 移行作業の遅延を意味するものであった。

保守作業は、各機器に関する保守実績から、頻度及び実施時期が計画され、特にナトリウム中取扱機器については、予防保全の思想を取り入れ、機器の状態に係ず計画的な保守作業を実施する体制を整え、また、一般雰囲気にある汎用機器については、MK-II 移行後の保守基準作成に向け、不具合発生時期を見極めるべく、耐久性確認を含めた体制を用い、保守点検に費やされる経費節減に対する立証についても実施した。

57 年 1 月から 12 月までに発生した不具合は、第 8 - 42 図に示す様に総数で 314 件に達したが、異常事象及び故障に注目し整理すると、件数は 116 件であり、この中でも主要な事象は、MK-II 移行作業の初期燃料交換作業に於いて発生しており、適切な対応並びに監視により、以降燃料取扱工程に影響を及ぼす様な不具合の発生は見られず、57 年 11 月 22 日に当初の計画に基づき、照射炉心体系における初臨界を向えた。

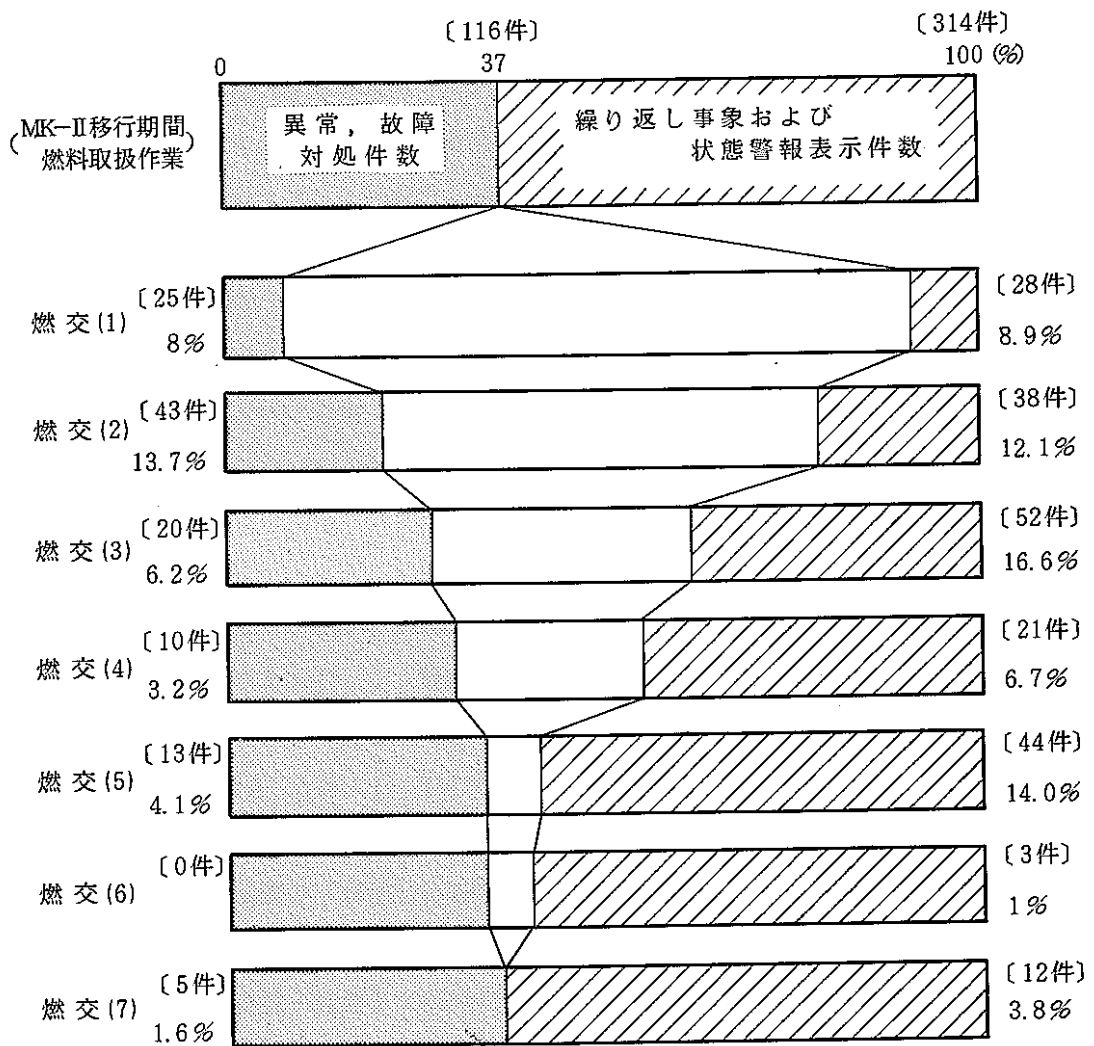
成 果

「常陽」に於ける燃料取扱設備は、Na 中にある燃料の取扱及び高燃焼度燃料の取扱いを行う目的から、従来の技術において開発するには非常に難しく、当初より各種 R&D が試みられてきたが、据付後も当初検討されなかった種々の問題を経験し、MK-I 期間は正しく、試運転的な経過であった。第 8 - 43 図に各設備機器の MK-I・MK-II 移行運転実績に占める不具合発生を比較する。

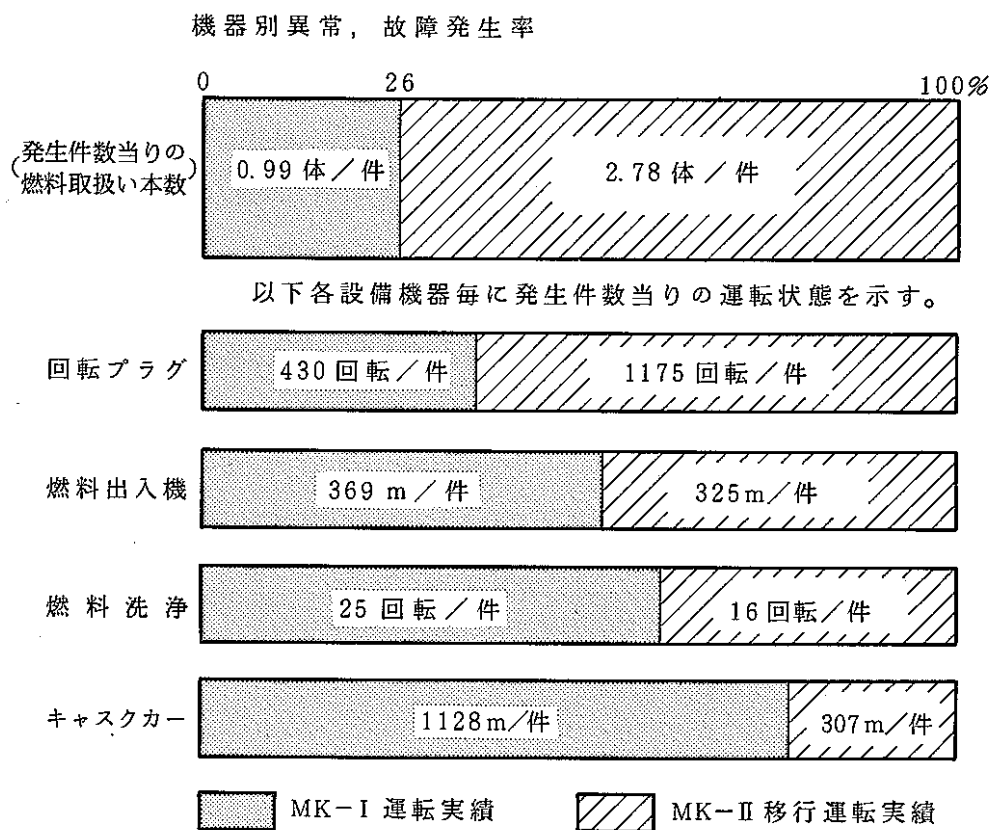
MK-II 移行作業に伴う、燃料取扱設備の運転状況は総称して順調に運転されたと言え、その背景には前項経緯の中でも述べている様に、綿密な計画及び実施体制、各機器に対する事前改造並びに MK-I 運転期間中に発生した不具合に対する検討・対処が十分行われていた事が上げられる。また本移行期間中には、これまでに経験されて無い新たな問題の発生もあり、特に回転プラグに於ける Na 蒸着及びホールダウン軸内部への Na 付着は、FBR 燃料取扱機器に対する共通事項であり、将来においても円滑な運転を行う上で、その対応には真重を帰し、

抜本的な対策を行うことが必要と成り、現在も引続き実施されている。更に各設備機器に関する運転状況を整理すると、MK-I 運転実績において発生した異常不具合に比して、移行期間に占める発生状況は、第2図に示す様に、炉心構成要素取扱い本数当りでは、件数は減少しているが、機器毎の運転実績に於いては増加傾向を示した。これは、前述のごとくMK-I に於ける機器の動作は試験的要素が多分に存在した為、燃料取扱い本数に比して運転時間が上回った事によるものである。

MK-II 移行期間の運転実績を踏まえ、設備機器に対する耐久性・健全性が立証されたことにより、今後は将来炉に対する提言も含め、保守技術の確立並びに運転効率の改善に一層の検討を行うと共に、100MW 運転に伴う運転実績の蓄積を積む段階に入ったと考える。



第8-42図 MK-II 移行期間に於ける不具合発生状況



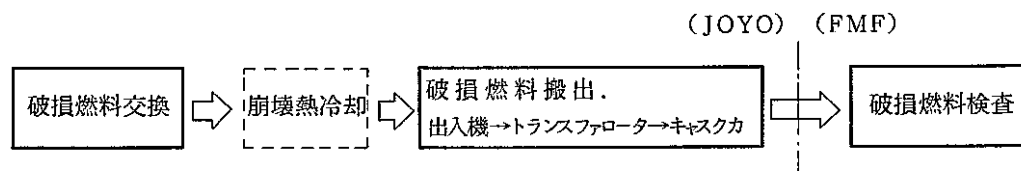
第 8 - 43 図 MK - I 実績及びMK - II 移行実績に占める機器別異常・故障発生率

C 3 - 51 破損燃料の取扱に関する検討

関連設備；燃料取扱設備全般

経緯

使用済燃料取扱システムは、工事認可設計条件に於いて炉心の2%燃料破損を考慮して、集合体の取扱い設計が成されており、設備設計上の対応は行われているが、運転操作面については、その対応が遅れていた。従って昭和57年度に行われた「常陽」異常時運転マニュアルの見直しに伴い、破損燃料発生時に対する燃料取扱設備の対処を運転・保守を含め総合的に検討し異常時運転マニュアルの基線を作成した。更に、破損燃料の検出並びに同定に関しては、確実なる手段が確立されて無い事から、燃料集合体を直接取扱う燃取設備機器に於いても、バックアップ検出機能を設けるべく検討を実施した。以上の経緯を踏まえ、次に示す取扱経路が確立した。

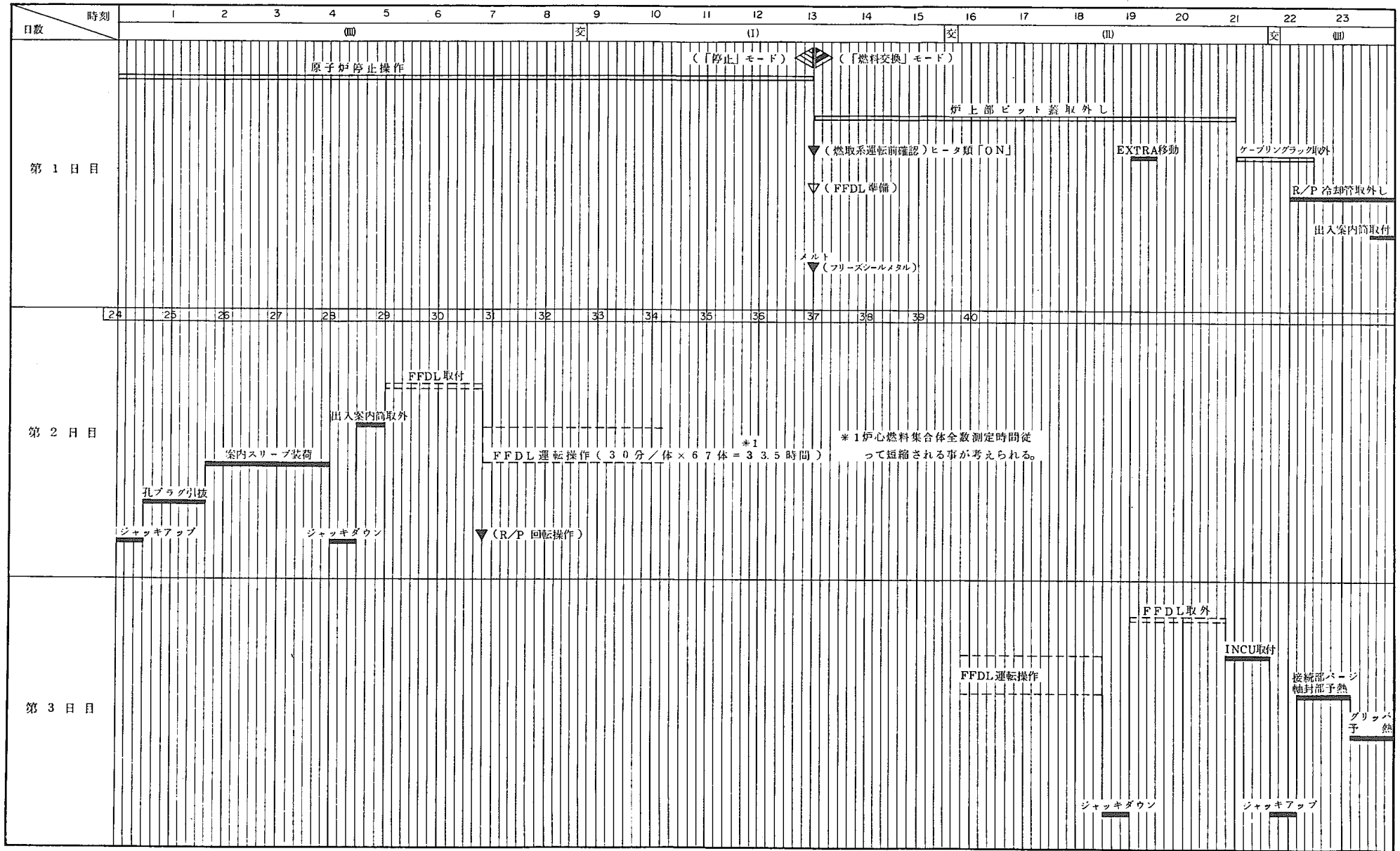


成果

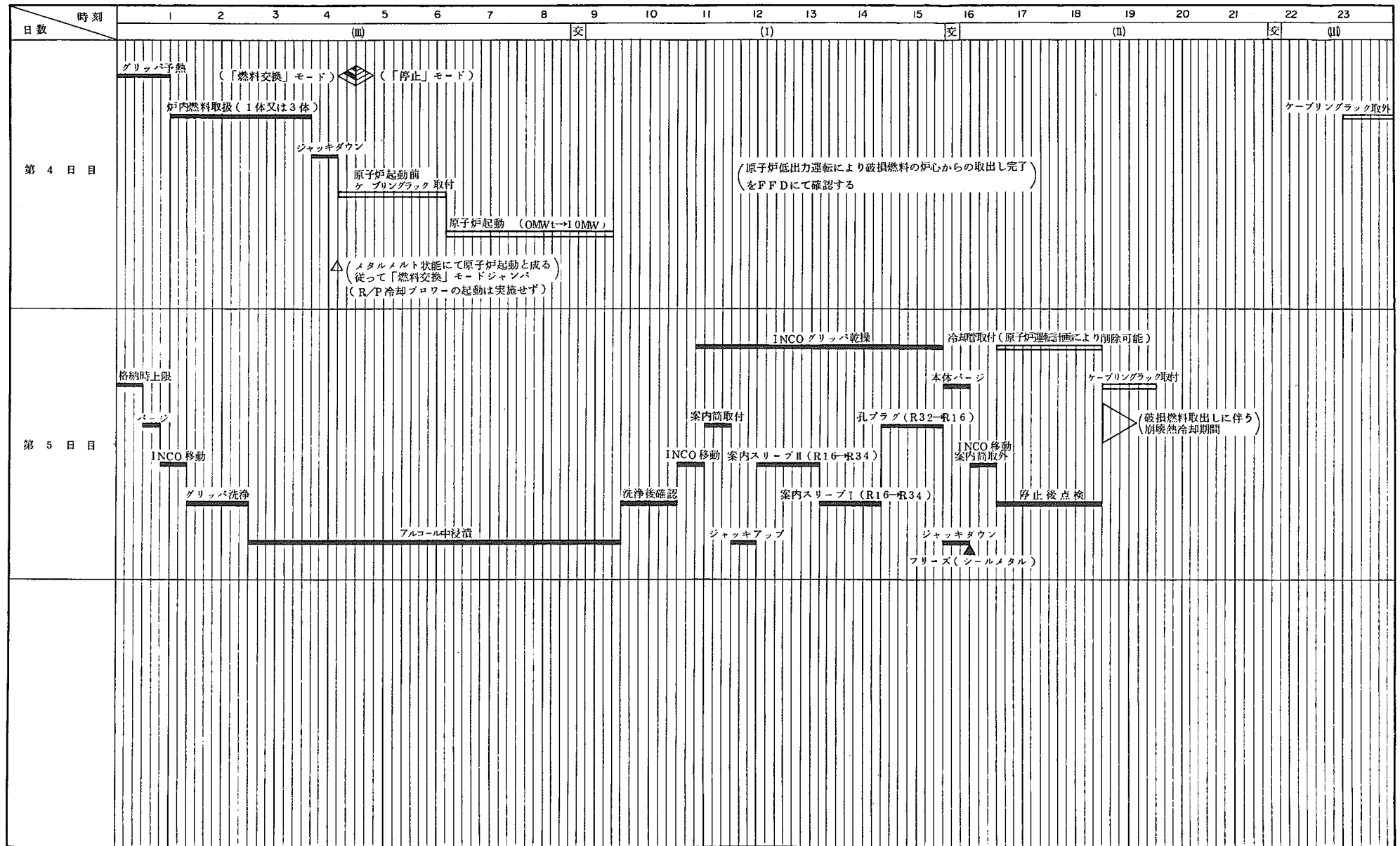
「常陽」に於ける破損燃料処理手順は、異常時運転マニュアルの見直しにより次の様な検討結果を得た。破損燃料の検出は原子炉容器カバーガス系に設けられたカバーガス検出系及び一次主冷却系に設けられた遅発中性子検出系の2系統より行われる。更に破損燃料集合体検出系としてFFDL検出装置が設けられており、前記2系統にて破損燃料の有無が確認された後、FFDLにより位置検出が行われる。以上は、原子炉プラント側に於ける破損燃料検出時の対応であるが、位置確認の成された集合体については燃料交換機にて、炉心より炉内貯蔵ラックに払い出され、ラック位置にて崩壊熱の除去が行われる。十分冷却された集合体は、燃料出入機にて炉外へ取り出され、通常燃料移送手順に従い燃料取扱用キャスクカーに収納される。キャスクカーは、集合体の冷却を行いながら、FMF取合位置へ運搬し、FMFキャスクカーに渡され、FMFにて集合体ごとの検査に供される。尚、以上の取扱い手順に於いて、破損燃料については、使用済燃料の洗浄は、洗浄機器に対する汚染拡大を防止する事から、原則として行わず全て、キャスクカーによるFMF渡しとする事とした。第8-44図に「常陽」破損燃料取扱作業、詳細工程表を示す。

本検討に於いて更に、破損燃料検出に対するバックアップ機能として次の検討結果を得た。

- 1) 燃料出入機廃ガス系にFFDLガス分析系を連結し、集合体収納ポットNaよりコフィンガス系に移行するFPガスの検出を行う。
- 2) 燃料取扱用キャスクカーガス循環系に設けられているガスサンプリング系を用い、集合体中を循環するArガスに移行するFPガスの検出を行う。



第8-44-(1)図 高速実験炉「常陽」破損燃料取扱作業 詳細工程表



第 8 - 44 - (2) 図 高速実験炉「常陽」破損燃料取扱作業 詳細工程表

8.4 照射用炉心移行に伴う作成資料一覧

第8-3表 照射用炉心移行に伴う作成資料一覧

A：一般事項

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-001	56. 6. 1	MK-II 移行作業準備グループの業務	6
002	56. 6. 1	MK-II 移行作業準備グループ員の業務分担	6
004	56. 6. 5	CRD下部案内管交換作業開始直前の炉心での未臨界度予測	4
008	56. 6. 24	燃取教育訓練(第1期分)について	10
009	56. 7. 6	MK-II 移行作業に係る図書の作成について	5
010	56. 7. 8	照射用炉心構成作業時の勤務体制	19
013	56. 7. 8	照射用炉心構成作業実施体制計画書(案)	23
019	56. 7. 27	新燃料搬入計画要求について	2
022	56. 8. 4	「ネントリ教育訓練-I, 実施要領」「ネントリ教育訓練-II(案)」	82
030	56. 8. 17	MK-II 炉心構成作業期間中の未臨界度の制限値について	4
034	56. 8. 25	「燃取教育訓練-II, 実施要領」について	11
039	56. 9. 8	MK-II 移行準備作業の進捗状況(56. 9. 8現在)	9
043	56. 10. 1	照射用炉心構成作業について	12
048	56. 10. 9	燃取教育訓練-III実施要領について	24
049	56. 10. 1	照射用炉心構成作業時の燃交作業の勤務体制について	17
060	56. 10. 30	MK-II 炉心構成作業期間とダミー集合体使用(期間)について	-
062	56. 11. 4	ダミー燃料集合体使用について -MK-I炉心とMK-II炉心の炉心構成作業時の比較-	8
064	56. 11. 6	トランスファローター案内管Na除去試験の結果	23
065	56. 11. 11	浮遊物回収装置ビニール・ホース接合部よりのプール水の漏洩トラブル	7
066	56. 11. 11	海外出張報告「日独仏情報交換会議」	11
067	56. 11. 11	MK-II 移行作業期間ダミー集合体装荷炉心の燃交作業時での1次主循環ポンプ運転の健全性について	9
072	56. 11. 18	保守計画グループ56年度下期業務分担について	16
078	56. 11. 30	燃料交換等作業助勢員の作業分担について	10
079	56. 11. 30	プール間移送作業開始迄に必要な全作業について	99
081	56. 11. 30	MK-II 使用済燃料収納時のFMFキャスクカー表面中性子線量率予測	27
085	56. 12. 4	MK-I 燃料を残す方法について	17
091	56. 12. 10	MK-II 用炉心構成要素の炉心位置での頂部レベルバラツキの検討	13

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-092	56. 12. 11	第1回照射用炉心構成作業要領書検討会議事録	4
093	56. 12. 14	MK-II 推進会議の運営について	2
094	56. 12. 17	MK-II 移行期間の燃交作業における1次主循環ポンプ運転の健全性について(追補)	6
096	56. 12. 18	第2回照射用炉心構成作業要領書検討会議事録	2
097	56. 12. 17	照射用炉心構成作業燃料交換中の直勤務について (原1課グループリーダー会議事録)	3
102	57. 1. 6	燃料取扱設備シーケンス変更に関する説明	37
103	57. 1. 11	MK-II 移行作業時の運転上の基本的な考え方	26
104	57. 1. 14	MK-II 移行に係る3ヶ月工程の作成について	2
108	57. 1. 21	「燃取設備運転操作要領書」の配布	2
111	57. 1. 27	MK-II 移行開始に伴う各種説明資料の作成	11
112	57. 1. 27	移行期間中の各種業務の業務分担範囲の明確化	7
121	57. 2. 10	第3回照射用炉心構成作業要領書検討会議事録	2
122	57. 2. 13	使用済燃料貯蔵設備缶詰缶の局立会検査要領について	34
128	57. 2. 18	第4回照射用炉心構成作業要領書検討会議事録	2
130	57. 2. 19	照射用炉心構成作業中間報告(その1) ACT-4 Step 1-1 ~ 1-2	
138	57. 2. 26	照射用炉心構成作業報告 ACT-2 CRDM6体の撤去	7
143	57. 3. 5	燃料取扱設備の教育訓練(ACT-6に向けて)	3
144	57. 3. 8	照射用炉心構成作業報告ACT-3 予備中性子検出系の設置	10
148	57. 3. 8	燃料取扱設備大物予備品, 特殊装置・工具保管状況について	6
156	57. 3. 17	照射用炉心構成作業報告ACT-5 CR 下部案内管交換作業	31
158	57. 3. 18	燃料取扱設備データバンクシステムについて	5
163	57. 3. 31	「常陽」の照射進展に伴う燃取設備下流について	6
166	57. 3. 25	(速報) 回転プラグ内部観察について	101
169	57. 4. 6	回転プラグジャッキダウン異常に対する対策検討	20
176	57. 4. 15	再処理用缶詰缶の最近の動向について	5
178	57. 4. 20	缶詰缶ボルト締付不能及び缶蓋ガイドボルトの損傷について	10
180	57. 4. 26	第3回定期検査期間に於ける自主検査項目及び要領	24
183	57. 5. 19	5月燃取設備自主点検実施結果報告	7
186	57. 5. 13	FMF戻り空缶詰缶の再利用について	5

整理番号	年月日	題 目	枚 数
MK-II-188	57. 5. 17	MK-II 移行作業の現状（不具合発生状況とその措置）	120
190	57. 5. 17	ACT-7 燃交-3 人員配置表の配布	1
192	57. 5. 19	「常陽」回転プラグのジャッキダウン不調についての外部資料説明	9
196	57. 5. 26	「常陽」への長期出張(研修)者のMK-IIプロジェクトチーム(燃取設備関係研修)での研修スケジュールについて(案)	1
200	57. 5. 31	MK-II 移行期間中における未臨界度測定法(I) - 未臨界度評価法 -	37
203	57. 6. 2	トランスファロータラック温度変動による諸現象について	20
205	57. 6. 7	新燃料装荷案内筒破損について	27
206	57. 5. 20	小回転プラグフリーズシールメタル点検について(速報)	6
208	57. 6. 9	キャスクカー(C/C)のグリッパ新洗浄方法について	5
209	57. 6. 14	缶詰缶製作に係る原子炉等安全審査委員会用資料	8
214	57. 6. 18	原子炉制御設備改造内容説明について	20
215	57. 6. 21	「常陽」使用済燃料の排出計画水プール貯蔵計画見直し	12
225	57. 6. 26	A-108, A-117 高線量配管に関する対策	5
227	57. 7. 6	ACT-8 サーベイランスリグ移送作業実績	19
228	57. 7. 6	照射用炉心臨界近接及び初期炉心構成作業時の燃交作業体制	15
230	57. 7. 9	7/22～9/20(燃料交換のない時期)のMK-II 助勢員の作業計画	6
235	57. 7. 16	MK-II 助勢員の人員配置(7/19～8/1)	3
238	57. 7. 15	貯蔵中のFBR使用済燃料の健全性に関する検討 (「常陽」における検討項目の実施について)	23
241	57. 7. 21	照射用炉心構成作業の現状	46
243	57. 7. 26	CRD上部案内管交換に伴うEXTRA R/Pの運転実施体制と人員配置 について	15
244	57. 7. 19	炉内直接観察について	18
245	57. 7. 15	照射用炉心構成作業報告書の作成指針について	7
249	57. 8. 3	高速実験炉照射用炉心構成作業の現状(組合事務折働資料)	33
250	57. 7. 30	<速報>回転プラグ計装設備点検報告	21
251	57. 8. 2	照射用炉心移行後の燃交作業体制について	25
254	57. 8. 5	燃料取扱設備に関する保全経費について	18
255	57. 8. 12	CRD上部案内管交換作業説明資料(もんじゅGr見学説明用)	6
256	57. 8. 13	燃取設備教育訓練(9/9～9/13)の計画について	3
257	57. 8. 12	原電近藤正美氏の常陽出張報告書(57. 7. 12～8. 7)	23

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-258	57. 8. 16	T/R貯蔵設備側ドアバルブ分解点検 (その1) T/Rタンク内ガスサンプリング結果	18
259	57. 8. 16	T/R貯蔵設備側ドアバルブ分解点検 (その2) 分解点検時の特設事項	5
260	57. 8. 11	燃料交換機設備及びメンテナンス設備点検報告	19
262	57. 8. 18	つかみ部洗浄設備洗浄槽廻りへの鉛毛取付け作業結果報告	6
267	57. 8. 16	原子炉1課燃取グループの長期業務計画について	39
271	57. 9. 2	燃交(5)での炉心燃料洗浄廃液発生推定量	26
272	57. 9. 2	T/Rラック温度変動による諸現象について(第2報) (T/Rラック観察結果及び原因検討)	16
274	57. 9. 8	MK-I~MK-II集合体交換時のch1, 4, 9 中性子検出器の計数率変化の測定(1)	19
279	57. 9. 20	燃料取扱設備第3回定期点検結果の概要報告	7
286	57. 10. 7	燃料交換機定期点検結果について	68
287	57. 10. 7	燃料出入機位置検出機調整について	10
288	57. 10. 13	燃料取扱Gr長期業務計画の作業実行指針について	8
292	57. 10. 20	燃料取扱用キャスクカーグリッパ巻上装置改造に伴う評価・検討	33
293	57. 10. 22	ACT-15 燃交(6)期間の人員配置計画について	12
295	57. 10. 28	照射用炉心構成(MK-II移行)作業報告書の作成指針(第2報)	11
296	57. 11. 1	MK-II助勢員作業予定	3
302	57. 11. 26	SFF建家水冷却浄化設備の警報発生時の措置について	13
303	57. 11. 10	燃料取扱用キャスクカーの自主点検及び第3回定期点検結果について	7
311	57. 12. 6	NT213初期炉心構成作業(燃交7)に於ける燃料交換作業に関する被曝 管理について	1
312	57. 12. 10	Inside Uessel Photo JOYO MK-II Core (39 fuel elements loaded)	18
313	57. 11. 26	使用済燃料貯蔵設備の第3回定期点検の結果について	31
315	57. 12. 11	L.W.Rに於ける破損燃料取扱経験調査報告	10
322	57. 12. 16	MK-II移行作業中における廃液タンク室A線エリアモニタ値の推移	10

B ; 工事に関する事項

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-003	56. 6. 5	MK-II 移行基本工程(案)の検討について	4
031	56. 8. 24	照射用炉心構成作業基本工程(第1次案)の変更について	3
045	56. 10. 8	MK-II 移行時「常陽」燃料取替手順書の作成	29
055	56. 10. 24	MK-II 移行基本工程の変更	2
123	57. 2. 15	ACT-6 燃交(2)の開始変更について	2
127	57. 2. 18	MK-II 移行基本工程の変更について	2
131	57. 2. 19	CRD下部案内管交換時に於ける燃取設備運転予定	-
134	57. 2. 22	"	-
136	57. 2. 23	燃取工程表(2/15~3/17)の配布について	3
137	57. 2. 23	MK-II 移行作業に伴う燃取保守工程案の作成	2
142	57. 3. 2	ACT-4(燃交)における燃交作業時間実績と今後の所要予定時間の変更について	3
150	57. 3. 10	ACT-6 工程表の配布	3
154	57. 3. 12	付属建家メンテナンス建家よりの廃液移送計画(3/15~3/28)	2
161	57. 3. 26	付属建家メンテナンス建家よりの廃液移送計画(3/29~4/11)	2
179	57. 4. 21	MK-II 移行作業工程表(4, 5月)等の配布	4
187	57. 5. 17	MK-II 移行作業工程表(ACT-7)の配布	3
210	57. 6. 15	MK-II 移行作業工程(ACT-9)	3
220	57. 6. 26	S57. 10~12月作業工程(案)の作成及び臨界近接試験時の炉内燃料配置と初期炉心構成作業手順の作成(案)	6
231	57. 7. 12	MK-II-220の改訂連絡	3
265	57. 8. 25	MK-II 移行作業工程表(ACT-12(燃交-5))の配布について訂1	3
285	57. 10. 8	ACT-12(燃交-5) Step 5-5の燃料取替手順書の作業日の変更について	7
306	57. 11. 17	NT-213 初期炉心構成作業手順変更 (MK-II メモ 220, 231 工程及び手順の一部変更)	2
308	57. 11. 29	NT-213 初期炉心構成作業手順変更 (MK-II メモ 220, 231, 306 の変更)	2
320	57. 12. 16	NT-213 置換反応度試験(S58.1.13~16)の「常陽」燃料取替手順作成	2
321	57. 12. 16	臨界近接(NT-211)実績	6
324	57. 12. 23	NT 231 置換反応度燃料取替手順の変更(MK-II メモ 320 の変更)	2

C ; 連絡事項

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-005	56. 6. 15	MK-II 移行基本工程第1次(案)の作成	2
007	56. 6. 16	炉心構成要素交換作業基本手順 (案)	36
010	56. 7. 1	照射用炉心構成作業期間中の燃料交換機本数と日数について	7
012	56. 7. 3	MK-II 移行作業時のメンテナンス建家に於ける洗浄計画 (案)	7
014	56. 7. 10	MK-II 移行基本工程について	3
015	56. 7. 10	トランスファロータ部へのNa蓄積量の検討	19
016	56. 7. 16	使用済燃料プール間移送作業に対する問題点	4
017	56. 7. 16	照射用炉心構成作業人員構成について	2
018	56. 7. 21	照射用炉心構成作業要領書作成マニュアル	6
020	56. 7. 29	照射用炉心構成に係る保安規定の見直し結果	6
021	56. 8. 3	照射用炉心構成作業期間中の業者作業員について	2
023	56. 8. 4	照射用炉心の燃料配置について	11
027	56. 8. 12	炉心構成要素交換手順の装荷図化	32
028	56. 8. 12	使用済燃料移送用キャスクについて	3
032	56. 8. 22	MK-II 移行作業期間中の未臨界監視の必要性について	4
035	56. 8. 26	MK-II 移行期間中の固体廃棄物発生量について	29
037	56. 9. 4	MK-II 移行作業期間中の未臨界度監視における体制及び表示について	4
038	56. 9. 7	MK-II 移行期間中の脱塩水の消費, 供給量の検討	7
044	56. 10. 7	照射用炉心構成作業基本工程の変更について	2
046	56. 10. 8	燃料取扱作業監視機構強化工事について	3
050	56. 10. 8	業者作業体制及び勤務体制について	6
051	56. 10. 15	MK-II 移行時の予想被曝線量	18
053	56. 10. 20	MK-II 移行時のダミー燃料集合体の使用について	12
054	56. 10. 19	新燃料搬入時期について (56. 10. 29 廃棄)	2
056	56. 10. 26	MK-II 移行作業期間中の排出廃液放射線量の推定	1
057	56. 10. 29	新燃料搬入時期について	2
068	56. 11. 9	(新) 案内スリーブ(I)の取扱方法について	11
069	56. 11. 18	下部案内管交換時の炉内Naレベルについて	6

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-070	56. 11. 18	1次主ポンプ(B)分解点検時の格内作業場所の取合い	2
071	56. 11. 17	材料照射ラック内照射リグ取扱時における回転プラグ設定角度	2
073	56. 11. 19	D/P 洗浄工程について	3
074	56. 11. 20	照射炉心構成作業計画書及び要領書の承認ルートについて	4
075	56. 11. 27	MK-II 保守計画書及び改造計画書の作成について	2
077	56. 11. 30	高速実験炉「常陽」照射用炉心構成作業(MK-II)燃料取扱作業基本計画書の配布について	1
080	56. 11. 30	T/R ドレンタンクのNa処理方法について	11
082	56. 12. 2	MK-II 移行に係る原子炉等委員会資料について	24
083	56. 12. 3	照射用炉心構成作業管理要綱の配布について	1
084	56. 12. 3	MK-II 移行時の新燃料装荷日時予定	13
086	56. 12. 4	MK-II 移行期間中の発生廃液量の推定見直し	25
088	56. 12. 9	INCO グリッパベローズ漏洩試験結果	5
089	56. 12. 10	MK-II 移行期間中の作業員数について	7
090	56. 12. 11	CRD 下部案内管交換時の炉内Na 温度監視について	6
098	56. 12. 18	燃料取扱設備によるMK-II 制御棒の取扱いについて	24
099	56. 12. 22	MK-II 移行期間中の燃取作業管理について	12
100	56. 12. 23	MK-II 燃取作業時の管理区域内作業時間10時間以内を守る方法	1
101	57. 1. 6	案内スリーブ装荷異常について(速報)	4
105	57. 1. 19	回転プラグジャッキダウン異常とその処置について(速報)	19
106	56. 12. 7	照射用炉心構成作業(MK-II)期間中における新燃料装荷作業について	14
107	57. 1. 6	MK-II 移行時のトランスファロータドレンタンクのNaの処理について	11
110	57. 1. 22	MK-II 移行期間における燃料取扱作業中の電喪処置	23
113	57. 1. 26	案内スリーブ装荷異常について配られた処置	80
116	57. 1. 27	回転プラグジャッキダウン異常に関する検討	93
125	57. 1. 10	大回転プラグジャッキダウン異常について(原因の推定及び評価)	18
126	57. 2. 13	大回転プラグジャッキダウン実現試験速報	11
129	57. 2. 19	燃交(1)期間中に於けるExtra D/P Na 滴下量に関する報告	2
135	57. 2. 17	キャスクカーグリッパ片吊り異常に関する報告	11
139	57. 2. 27	S 57 年度実験炉部より発生する放射性固体廃棄物の推定発生量	2

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-140	57. 2. 23	照射用炉心初臨界後の燃取作業計画について	4
146	57. 3. 3	トランスファローターNaドレンタンク内のNaの処理について (検討案)	6
147	57. 3. 4	燃料洗浄設備回転継手の分解点検工程について	2
149	57. 3. 10	「MK-IIメモ103」の見直しについて	9
152	57. 3. 11	燃料洗浄設備空気作動弁点検結果について	1
153	57. 3. 12	ACT-6 燃料交換作業(2)期間中の被曝管理について	1
155	57. 3. 15	ACT-4 (燃交-1)作業期間中に発生した燃取設備の不具合補修状況について	11
157	57. 3. 18	C/C運転設定値の変更について	3
159	57. 3. 26	ACT-6の直員被曝管理について (MK-II-153の追加)	1
160	57. 3. 26	付属建家低レベル廃液の計画外移送について	1
162	57. 3. 29	キャスクカー循環ブロー異常停止に伴う速報	3
164	57. 4. 2	原子炉付属建家低レベルタンク廻りの改造について	2
165	57. 4. 2	燃取機器不具合発生状況の連絡	5
167	57. 4. 5	燃料洗浄設備Arガス循環ブロースティックに関する報告書	13
168	57. 4. 6	付属建家メンテナンス建家よりの廃液移送計画 (4/12~4/25)	2
170	57. 4. 7	燃取設備各機器の運転保守一括書類の整理について	8
172	57. 4. 12	付属建家よりの低レベル廃液移送の計画変更について	2
174	57. 4. 12	MK-II炉心構成要素の重量及び体積	6
175	57. 4. 14	缶詰缶のHe漏洩試験について	6
177	57. 4. 16	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画4/19~5/2	2
181	57. 4. 27	” 5/3~5/16	2
182	57. 4. 28	放射性固体廃棄物発生量推定見直し (MK-II・技術課分)	2
184	57. 5. 13	廃液移送計画の変更 (5/13~5/23分)	2
185	57. 5. 13	S57年度製作する缶詰缶の仕様について	10
189	57. 5. 12	改造案内スリーブ観察報告	7
191	57. 5. 17	ACT-7 (燃交-3)期間中における被曝管理について	1
193	57. 5. 20	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画5/24~6/6	2
194	57. 5. 20	キャスクカー循環ブローA号機ドリップに伴う対応と今後の対策	12
197	57. 5. 28	超勤拒否期間中のMK-IIプロジェクト担当者の超勤	1

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-198	57. 5. 22	FMS 取扱位置に於ける照射リグ取扱いについて	6
199	57. 5. 28	燃料出入機横行台車異音発生に関する対処処理	5
201	57. 5. 31	ダミー燃料集合体一時保管場所変更について	3
202	57. 6. 3	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画 6/7~6/20	2
204	57. 5. 29	MK-II 移行期間中の 120 体取扱による炉外 Na 排出量	5
207	57. 6. 7	キャスクカーグリッパ荷重異常に関する検討	11
211	57. 6. 14	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
212	57. 6. 16	ACT-9 (燃交-4)における被曝管理について	1
213	57. 6. 11	燃料出入機 Na ドリップパン滴下量の検討 (速報)	6
216	57. 6. 21	キャスクカー内のガスサンプリングについて	10
217	57. 6. 23	原子炉制御盤改造に伴う燃料取扱設備インターロック信号バイパス	1
218	57. 6. 24	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
220	57. 6. 28	週間別 β - γ 低レベル固体廃棄物発生予想数量について	2
221	57. 6. 24	「速報」アドレス確認試験	14
222	57. 7. 2	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移組計画	2
223	57. 6. 26	燃料取扱機器による照射リグ取扱実績	6
224	57. 6. 29	再生アルコール及び新アルコール使用実績について	3
229	57. 7. 8	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
232	57. 5. 25	FMF 戻り汚染缶の再使用について(その 2)(普通缶と缶詰缶の管理)	3
233	57. 7. 6	” (その 1)(除染の方法について)	11
234	57. 7. 12	” (その 3)(再使用缶の取扱い)	7
236	57. 7. 2	MK-II 移行期間中の 180 体取扱いによる炉外 Na 排出量 (速報)	6
237	57. 7. 15	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
239	57. 7. 15	予備品の点検について	14
242	57. 7. 21	PCV A種 L/T 時に関する隔離弁状態の変更について	3
246	57. 7. 28	MK-II 移行作業及び定検期間中における被曝管理の再確認について	4
247	57. 7. 28	原研においての低レベル廃液悪臭発生原因について	1
248	57. 7. 28	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	3
253	57. 8. 10	S 57.9~12月の燃料交換作業人員配置計画 〔ACT-6 (燃交 6)〕 ACT-15 (臨界近接) NT-212 (初期炉心構成)	7

整理番号	年月日	題 目	枚 数
MK-II-264	57. 8. 23	廃処課への回答 「常陽」設備より廃棄物処理建家への移送廃液の種々調査	4
266	57. 8. 25	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
268	57. 8. 27	廃処課への回答 S57.8.30～S58.3月末期間の「常陽」での廃液発生計画	4
270	57. 8. 31	原研への廃液送水が制限された期間の「常陽」施設内の廃液貯留実績	12
273	57. 9. 3	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
276	57. 9. 16	ACT-12(燃交-5)に於けるMK-II炉心燃料の装荷作業の被曝管理	1
277	57. 9. 16	ACT-12(燃交-5)に於ける被曝管理について	1
278	57. 9. 17	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
280	57. 9. 24	燃料出入機走行台車停止位置調整について	4
281	57. 9. 17	T/RよりのNa溜り量の評価(燃料ポットのサイホン機能の評価)	11
282	57. 9. 25	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	2
283	57. 10. 1	〃	2
284	57. 10. 8	〃	2
289	57. 10. 15	〃	2
290	57. 10. 18	炉心構成要素健全性確認試験について	7
294	57. 10. 28	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画	3
299	57. 10. 29	(PNC SN941 82-04) 文献紹介「もんじゅ」遮蔽プラグ総合断熱試験(I)について	13
300	57. 11. 10	新燃料予熱装置運転特性	41
301	57. 11. 11	使用済燃料貯蔵プールの貯蔵状態及び再処理缶用セルの交換時期について	9
304	57. 11. 13	ACT-15(燃交-5)に於ける炉内燃料取扱作業に関する被曝管理について	1
305	57. 11. 16	MK-II初期炉心構成作業時のトランスファロータ部でのNaオーバーフロー量の推定	3
307	57. 11. 27	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家からの廃液移送計画	2
309	57. 11. 27	初期炉心構成作業時の工程、体制及び注意事項等について	16
310	57. 11. 29	照射炉心移行後の空缶詰缶への脱塩水注入量についての算定	13
314	57. 12. 11	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家からの廃液移送計画	2
(訂)314	57. 12. 15	廃液排出計画(12月15日午後～12月28日)	2
316	57. 12. 13	MK-II外側反射体Aの洗浄結果について	5
318	57. 12. 15	照射用炉心構成作業によって入れ替えた炉心構成要素のマスターキー方向の確認結果について	4
323	57. 12. 21	中性子源の体積について	2

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-325	57. 12. 27	付属建家・メンテナンス建家・SFF建家よりの廃液移送計画 12月27日～S58年1月9日	2
326	57. 12. 27	初期炉心構成終了時(64, 2.1炉心)のマスターキー方向実績(報告)	2

D ; 依頼事項

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-006	56. 6. 15	MK-II 移行項目以外の作業詳細工程作成依頼について	1
024	56. 8. 5	使用済燃料移送作業計画書の作成についての依頼	2
025	56. 8. 10	MK-II 移行期間中の廃液発生量の推定及び処理能力の問題	15
026	56. 8. 11	照射用炉心構成作業要領書作成依頼	2
029	56. 8. 12	γ線源取扱機キャスク関係機器の照合について	8
036	56. 9. 1	MK-II 移行作業で発生する放射性廃棄濃度の推定	15
040	56. 9. 17	トランスファロータ部へのNa蓄積量の検討(再)	8
041	56. 9. 22	MK-II 移行時のドリップパン表面線量率の推定	4
047	56. 10. 9	JOYO・FMF間PIE用集合体受払いスケジュール(案)(57.1~3月分)	1
052	56. 10. 15	照射用炉心構成作業管理要綱の作成	36
058	56. 10. 29	下部案内管交換時の炉内Naレベルについての検討	9
059	56. 10. 29	MK-II 移行期間中のPIE用試料払出スケジュールの提出依頼 (各課への依頼)	1
061	56. 11. 4	<MK-IIグループ内検討資料> MK-II 移行作業要領書作成依頼	2
063	56. 11. 5	MK-II 移行に必要な書類の作成担当について	4
076	56. 11. 25	γ線源取扱用案内スリーブの改造依頼について	6
109	57. 1. 22	管理区域内の作業管理の為の協力について<管理課>	1
114	57. 1. 28	燃交(1)期間での廃棄物処理課への廃液移送計画 (廃棄物処理課への検討依頼)	2
117	57. 2. 2	PPJ × 12 中性子発生数計算依頼について	1
118	57. 2. 3	燃料洗浄設備 Ar ガスブロワ(A)異常(速報)	10
119	57. 2. 8	MK-II 移行作業期間中の付属建家内高レベル廃液タンク室内γ線レベルの予測について(放管第2係殿への評価依頼)	3
120	57. 2. 8	廃棄物処理課への廃液移送計画(2月8日~3月14日) (廃棄物処理課への検討依頼)	4
124	57. 2. 17	付属建家高レベル廃液タンク内スラッジの処理について (MK-II 推進会議での検討資料)	8
132	57. 2. 19	ACT-6 燃交(2)期間中の無停電電源設備の点検	3
141	57. 2. 26	MK-II 制御棒用アダプタ取扱手順について	5

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-145	57. 3. 3	MK-II制御棒用アダプタ取扱手順の変更について	8
151	57. 3. 9	S 57. 4 ~ S 57. 12 迄の JOYO ↔ FMF 間 使用済燃料受払い計画(案) < FMF への検討依頼 >	2
171	57. 4. 10	MK-I ドライバー燃料及び計装燃料輸送実績	1
173	57. 4. 12	缶詰缶製作にあたって〔検討事項〕	8
195	57. 5. 20	サーベイランスリグ(I-01)払出工程(案) < FMF への検討依頼 >	3
219	57. 6. 25	炉上部ピット蓋据付要領について	17
226	57. 7. 6	各課への検討依頼, 付属建家燃料貯蔵プール水抜きに伴う廃液移送	5
252	57. 7. 29	MK-II 移行作業時に炉内から排出した Na の処理方法についての検討	11
275	57. 9. 9	FMF 戻り汚染缶の再使用実績と今後の再使用計画について	-
291	57. 10. 19	セルフオリエンテーション失敗燃料の照射後試験について (対象集合体の決定について)	4
297	57. 11. 5	照射用炉心構成(MK-II 移行)作業報告書の作成について	4
298	57. 11. 8	ACT-15 燃交(6)の人員配置表作成依頼	28
319	57. 12. 16	S 57. 3. 31 までの廃液発生予定表の提出依頼	1

E ; その他

整理番号	年月日	題 目	枚数
MK-II-095	56. 12. 17	CMIR に関する燃取系グリッパ寸法調査結果(回答) < 照射課 >	5
115	57. 2. 1	燃交作業に係る書類管理について。に対する回答指示	1
240	57. 7. 16	7/19 ~ 7/末期の廃棄物処理課への廃液移送計画 (廃棄物処理課への回答)	1
261	57. 8. 16	高レベル廃液タンク内スラッジ除去作業の必要とするに至った経緯 (廃棄物処理課への回答)	4
263	57. 8. 23	使用済燃料集合体中の Te の生成量計算 (廃棄物処理課への回答)	14
269	57. 8. 31	核出力較正試験時(N.T-241)時のラック内集合体配置について	2

9. お わ り に

9. お わ り に

MK-II 移行作業は、当初計画した通り昭和 57 年 11 月 22 日に初臨界を達成させ、工程通りにそれまでの作業をすべて終了し、12 月 23 日を持って初期炉心の構成作業を完遂した。こうしてみると作業は非常に順調に、十分余裕のある工程に従って行われたように見えるが、実際はそうではなく、幸運に恵まれたためでもあった。例えば、MK-II 移行作業の最初の作業である燃交準備作業の期間で発生した回転プラグ燃料交換孔案内スリーブ挿入不能と、これの修復作業終了直後に起った大回転プラグジャッキダウン不能である。

前者は、案内スリーブ引抜作業に於いて過去数回経験されているが、装荷中の発生は今回が初めてであり、後者も今回初めての経験であった。特に、後者については全く未知のトラブルであったので発生した当時は先行暗雲が垂れ込めた思いであった。これらのトラブル修復作業のため、この期間で計画した作業は大巾な変更を余儀なくされたが、これらのトラブルも蓄積した技術を応用して、なんとか修復し、次の燃交(1)作業には何の影響も与えなかった。また、集合体取り扱い中に、燃料洗浄槽とキャスクカーのブロワがスティックした。これらのブロワは、特別に設計製作された機器であり、洗浄槽ブロワはルーツブロワで過去にもローターとケーシングが熱の伸びの相違によりかじりを生じた経験があった。キャスクカーのブロワは、多段ターボブロワで高速回転機器であり、過去にスティックの経験はなかった。

これらの機器の予備品は、限られた予算の中から購入しておいた数少ない予備品の中にあつたため直ちに部品交換が行え、大きな工程変更を起こさずにすんでいる。更に、燃料洗浄廃液の常陽施設内廃液貯蔵タンクから廃棄物処理施設への移送に関しても、ストレーナの目詰りが移送初期に度々発生したため、在庫のフィルター全部を使いきり、最後の 1 個になった時は、新フィルター納入までの約 2 週間は緊張の連続であった。しかし、その後はフィルターに移送されるスラッジに対する処置を行い、この廃液移送も順調に進められた。しかし、それにも増して強調しておきたいことは、本移行作業が一致団結して取組んだ直員と綿密な工程管理があつて初めて成し遂げられたことであり、直員、助勢員の燃取機器操作教育を含んだ準備作業が十分行われたことである。また、人身事故は一件もなく、放射線被曝線量もパトロール員の 1.2 レムの被曝例(法令基準は 3 レム/3 ヶ月)一件を除くと、全員本作業規定値 0.3 レム/3 ヶ月を十分下まわるものであつた。

MK-II 移行作業では、290 体の炉心構成要素を交換したが、この作業を通して、交換作業上の技術及びデータが集積された。これらの技術・データの集積はこれからの燃料取扱機器の故障に対する予防保全に役立たせられ、かつ、機器の改良、システムの最適化に反映されるものと期待される。特に、大回転プラグジャッキダウン不能から得られた知見である Na ミストの回転プラグ付着防止板取付や従来考慮されなかつた燃料洗浄廃液中の放射性腐食生成物(CP)の発生に伴う廃液処理問題は「もんじゅ」や「実証炉」のプラント設計・運転・保守等に多に反映されるべきものと確信している。

最後に、MK-II 移行作業は、全工程を無事計画通り終了したが、これも、この作業の立案及び実

施に際して、動燃事業団内外の多数の関係者から多大な御助力御支援をいただいたおかげであると考え、ここにこれらの方々に感謝の意を表する次第である。