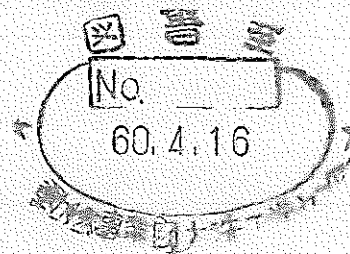


配布限定

区分変更	
変更前区分番号	三
決裁年月日	平成 13 年 7 月 31 日

高速実験炉「常陽」第 4 回定期点検報告

第 4 回定期点検のまとめ



1985年2月

技術資料コード	
開示区分	レポートNo.
S	N941 85-16
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

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

です。
転載



高速実験炉「常陽」第4回定期点検報告

第4回定期点検のまとめ



田村政昭	前田幸基
川部浩康	水谷友律
鹿志村洋一	八木 昭
時田光彦	海老沢正夫
砂押 博	佐藤勲雄

要 旨

高速実験炉「常陽」は、昭和57年1月4日から昭和58年3月31日に照射用炉心移行作業も含めた第3回定期点検を実施し、その後原子力出力100MWt定格運転を安全かつ安定した状態で2サイクル運転を実施した。

引続き原子炉施設の安全な運転を維持するために、昭和58年12月1日から昭和59年4月28日にかけて自主点検及び改造工事等を含めた第4回の定期点検を実施した。

第4回定期点検は、照射用炉心移行作業後初めてのものであるため今後のFBRにおける定期点検のスケジュールと内容の原型となるよう計画した。

この間、前回に引続き実施した1次主循環ポンプA号機の分解点検に代表されるように、放射化Naと腐食生成物(CP)環境下での高速炉における多くのしかも貴重な保守経験を得るとともに、安全上大きなトラブルもなく、当初の予定通りに全ての作業を終了することができた。



NOT FOR PUBLICATION
PNC/TBN941 85-16
Feb. 1985

The Forth Annual Inspection Report of the Experimental Fast
Reactor JOYO

Summary of the Forth Annual Inspection

M. Tamura, Y. Maeda, H. Kawabe
H. Sunaoshi and I. Sato

The forth annual inspection was conducted during the period from December 1, 1983 to April 28, 1984 in order to maintain the safety operation of the JOYO plant.

As the forth annual inspection was the first inspection conducted after the core conversion work, the schedule and the contents were planned to be a prototype of the FBR annual inspection.

We obtained a lot of precious experiences of the LMFBR inspection under the condition of activated sodium and corrosion products, such as disassembling and inspection of the primary main pump (A), and all activities were completed on schedule without any trouble.

Maintenance Section, Experimental Fast Reactor Division,
Oarai Engineering Center, PNC.

目 次

1. 緒 言	1
2. 定期点検の概要	2
2.1 対象となる原子炉施設の範囲	2
2.2 設置者の行う定期自主点検と自主点検	2
2.3 定期検査	2
2.4 改造工事	3
2.5 定期点検時の作業管理	3
3. 定期点検の実績	37
3.1 実績工程	37
3.2 定期検査の実績	38
3.3 定期点検時の作業人工	55
3.4 放射線被曝実績と発生廃棄物量	59
4. 定期点検時の作業環境とプラント状態	65
4.1 定期点検時の作業環境	65
4.2 定期点検時のプラント状態	65
5. 主な改造工事	75
5.1 1次主循環ポンプA号機の交換と分解点検	75
5.2 無停電電源設備の蓄電池交換	100
5.3 中性子検出器の交換	109
6. 保守実績	123
6.1 予熱N ₂ ガス系加熱器点検	123
6.2 予熱N ₂ ガスブロワ分解点検	123
6.3 圧縮空気供給系点検	125
6.4 1次系電磁流量計点検	125
6.5 1次系プロセス計装品点検	126
6.6 1次系ポンプ用制御装置点検	127
6.7 1次冷却系液面計の校正	128
6.8 1次冷却系熱電対の校正	141
6.9 1次純化系コールドトラップ冷却N ₂ ガスブロワ分解点検	142
6.10 2次主循環ポンプメカニカルシール点検	143
6.11 2次主循環ポンプOPU点検	147
6.12 2次主冷却系圧空設備点検	148

6.13	2次冷却系プロセス計装ループ校正	149
6.14	2次予熱制御盤点検	150
6.15	2次冷却系プロセス計装品分解点検	151
6.16	2次系盤点検	152
6.17	2次煙式NaL/D点検及び改造	153
6.18	格納容器貫通部冷却系設備点検	155
6.19	原子炉制御盤計器校正	156
6.20	FFD-CG法コンプレッサ点検	156
6.21	核計装設備点検	157
6.22	ターボ冷凍機分解点検	157
6.23	N ₂ 冷却器分解点検	158
6.24	回転プラグブースタファン分解点検	159
6.25	コンクリート遮蔽体冷却系ブロワ分解点検	160
6.26	コンクリート遮蔽体冷却系モータ点検	160
6.27	エアロック点検	161
6.28	メンテナンス建家空調換気設備点検	162
6.29	メンテナンス洗浄設備ポンプ分解点検	162
6.30	ディーゼル発電機分解点検	163
7.	供用期間中検査(ISI)の実績	165
7.1	「常陽」におけるISI	165
7.2	1次主冷却系配管のISI	166
7.3	2次主配管異材継手体積検査	167
7.4	1次主循環ポンプ(A)アウターケーシング内面目視検査	173
7.5	主冷却器伝熱管のISI	183
7.6	安全容器サーベイランス材照射後試験	191
8.	定期点検期間中に実施した試験の結果	201
8.1	格納容器局部漏洩率試験	201
8.2	非常用ガス処理装置活性炭フィルタヨウ素除去効率試験	205
8.3	燃料洗浄廃液の性状分析	212
8.4	1次主循環ポンプA号機洗浄廃液の性状分析	221
9.	定期点検期間時の被曝低減化対策	223
10.	今後の保守計画	224
10.1	原子炉容器ナトリウム液面計の長尺化	224
10.2	無停電電源設備の蓄電池交換	226

1 0.3	ロジック盤の改造	228
1 0.4	制御棒下部案内管の交換	228
1 0.5	セシウムトラップの設置計画	231
1 0.6	燃料洗浄廃液処理装置の改造	233
1 0.7	微小Na漏洩検出器の設置	233
1 0.8	予防保全システムの設置	238
1 1.	結 言	241
1 2.	謝 辞	242

List of Tables

Table 2.1	自主点検項目	7
Table 2.2	定期検査項目	26
Table 3.1	高速実験炉「常陽」第4回定期点検実績表	39
Table 3.2	定期検査の結果	41
Table 3.3	第4回定検期間中の作業件名と作業人工	56
Table 3.4	第4回定検期間中の従事者等の被曝線量	59
Table 3.5	従事者等の被曝線量分布	59
Table 3.6	作業別被曝線量	61
Table 5.1	全体洗浄結果	81
Table 5.2	部品洗浄結果	81
Table 5.3	蓄電池架台の耐震計算結果	103
Table 6.1	液面計の入出力特性基準値	131
Table 6.2	実液校正試験結果	132
Table 6.3	取付けた熱電対の測定結果	144
Table 6.4	取外した熱電対の測定結果	145
Table 7.1	「常陽」のISI一覧	166
Table 7.2	冷却器付着物の組成	186
Table 7.3	化学試験報告書	187
Table 7.4	X線回折分析と熱分析結果	187
Table 7.5	試験材のミルシート	193
Table 7.6	溶接手順	193
Table 8.1	局部漏洩率試験の合計漏洩率の推移	204
Table 8.2	無機ヨウ素吸着試験の過去の実績データ	208
Table 8.3	燃料及び材料試験集合体の運転履歴	213

List of Figures

Fig 3.1	カートンボックスの発生量	64
Fig 4.1	1次主冷却系Aループ	66
Fig 4.2	線量率の測定結果 (Aループ)	67
Fig 4.3	線量率の測定結果 (Bループ)	68
Fig 4.4	平均線量率の推移 (Aループ)	69
Fig 4.5	平均線量率の推移 (Bループ)	70
Fig 4.6	床下メンテナンス時の崩壊熱除去システム	72
Fig 4.7	「常陽」崩壊熱曲線	73
Fig 4.8	炉心崩壊熱の計算値と測定値の比較 (MK-II炉心第2サイクル運転終了後)	74
Fig 5.1	1次主循環ポンプ引抜状況	82
Fig 5.2	キャスク表面線量率分布	83
Fig 5.3	洗浄状態図	84
Fig 5.4	部品移動時の養生	85
Fig 5.5	ポンプ部品移動	86
Fig 5.6	洗浄前後のCP分布 (吐出側)	87
Fig 5.7	洗浄前後のCP分布 (OF/C側)	88
Fig 5.8	洗浄作業による ⁵⁴ Mn洗浄効率	89
Fig 5.9	洗浄作業による ⁶⁰ Co洗浄効率	90
Fig 5.10	1次主循環ポンプ分解点検時のメンテナンス建家内配置	91
Fig 5.11	ポンプ分解手順	92
Fig 5.12	表面線量率の変化	93
Fig 5.13	除染前後のCP分布	94
Fig 5.14	除染作業によるCP除染効率	95
Fig 5.15	対流防止板の詳細図	96
Fig 5.16	熱電対の取付図	97
Fig 5.17	改良型軸受の構造	98
Fig 5.18	ビニールバックを用いたポンプの据付	99
Fig 5.19	「常陽」単線結線図	104
Fig 5.20	新蓄電池概略図	105
Fig 5.21	新蓄電池全体図	106
Fig 5.22	転倒防止棒詳細図	107
Fig 5.23	CS-800形用架台の構造	107

Fig 5.2 4	極柱貫通部の構造図	108
Fig 5.2 5	中性子検出器組立図	118
Fig 5.2 6	中性子検出器据付位置	119
Fig 5.2 7	中性子検出器保持装置組立図	120
Fig 5.2 8	起動系-中間出力系オーバーラップ特性	121
Fig 5.2 9	中性子検出器搬出ルート及び障害物	122
Fig 6.1	瞬停時加減速特性	129
Fig 6.2	ダンプタンク液面変化	134
Fig 6.3	校正試験装置	143
Fig 6.4	亜鉛の昇降, 温特性	146
Fig 7.1	I S I 実施箇所	168
Fig 7.2	I H X 出入口配管の異材継手位置	171
Fig 7.3	異材継手の溶接部形状	172
Fig 7.4	グローブボックスの構造	177
Fig 7.5	M P I - I T V の操作機構	178
Fig 7.6	カメラ筒	179
Fig 7.7	M P I - I T V を使用したポンプアウターケーシング内面目視検査	180
Fig 7.8	ポンプアウターケーシング溶接位置	181
Fig 7.9	アウターケーシング内面のNa 付着状況	182
Fig 7.1 0	主冷却器構造図	188
Fig 7.1 1	空気冷却器構造図	189
Fig 7.1 2	試験部材からの採取	194
Fig 7.1 3	試験片(mm)	195
Fig 7.1 4	SiC温度モニター被覆管構造図	196
Fig 7.1 5	ドジメトリワイヤ被覆管構造図	197
Fig 7.1 6	キャプセル構造図	198
Fig 7.1 7	安全容器及び構造概念図	199
Fig 7.1 8	サーベイランス試験片の配置及び取扱装置概略構造	200
Fig 8.1	無機ヨウ素吸着試験A系	210
Fig 8.2	チャコールフィルター除去定数の推移	211
Fig 8.3	SS濃度測定試験	215
Fig 8.4	汙過器の概略図	215
Fig 8.5	CP(or SS)濃度測定手順	216
Fig 8.6	沈降管概略図	218

Fig 8.7	CP沈降試験手順	219
Fig 1 0.1	原子炉容器ナトリウム液面計概略構造図	225
Fig 1 0.2	新蓄電池概略図	227
Fig 1 0.3	ロジック内部回路の概略図	229
Fig 1 0.4	改造ロジック内部回路の概略図	230
Fig 1 0.5	交換する下部案内管	232
Fig 1 0.6	セシウムトラップ構造図	234
Fig 1 0.7	セシウムトラップまわり系統図	235
Fig 1 0.8	改造後の洗浄廃液処理装置	236
Fig 1 0.9	S I Dシステムの構成	239
Fig 1 0.10	予防保全システム機能概要	240

1. 緒 言

高速実験炉「常陽」は、昭和57年1月4日から昭和58年3月31日にかけて自主点検及び改造工事等を含めた第3回の定期点検を実施し、その後100MW定格運転を安全かつ安定した状態で続行するとともに、昭和58年11月30日に第2サイクル運転を終了した。引続き、原子炉施設の安全な運転を維持するために、昭和58年12月1日から昭和59年4月28日にかけて自主点検及び改造工事等を含めた第4回の定期点検を実施した。

ここで、MK-II炉心での運転計画では、高速炉用燃料及び材料の開発のための照射と、高速炉プラントを用いた各種試験を通じて、高速原型炉以降の将来炉のために実データを提供していくことを目的として、昭和59年度からは毎年5サイクル運転し、稼働率は50～55%を目標としている。従って、「常陽」におけるMK-II炉心での定期点検期間としては軽水炉等における定期点検に要する期間の標準的パターンである4～5カ月を目標とし、照射計画と稼働率の向上との観点から、定期点検の効率化と期間の短縮化に努力する必要がある。

ところで、これまでの「常陽」における過去3回の定期点検は高速炉としての効率の良い、合理的な定期点検の有り方を模索するための試行錯誤的なものであり、必ずしも定常的な定期点検という性格のものではなかった。

これらの観点を踏まえ、第4回定期点検計画の策定とその実施に当っては、これまでの定期点検の集約化を図るとともに、Na冷却炉としての特殊性、過去の定期点検の経験と実績及び将来炉をみこした定期点検の効率化と期間の短縮化を図り、最初の定常的な定期点検となるよう考慮した。

第4回の定期点検は、4カ月半にわたって実施されたが、工程上は勿論のこと安全と被曝低減並びに廃棄物低減に対しては、万全の対策を講じて臨んだ。

この間、1次主循環ポンプの分解点検に代表されるように、放射化Naと放射性腐食生成物(CP)環境下での高速炉における多くのしかも貴重な保守経験を得るとともに、創意工夫と努力とによって安全上大きなトラブルもなく、当初の予定通りに全ての作業を終了することができた。

本報告では、自主点検及び改造工事等を含めた第4回定期点検の結果と得られた成果について述べる。

2. 定期点検の概要

第4回定期点検は、①設置者の責任において実施する定期自主点検と自主点検及び②原子炉等規制法に定められた年一回の定期検査からなり、この間を利用して各種改造工事等を実施した。

2.1 対象となる原子炉施設の範囲

定期自主検査、自主点検及び定期検査の対象となる原子炉施設の範囲は、

- ① 原子炉本体
- ② 核燃料物質の取扱い及び貯蔵施設
- ③ 原子炉冷却系統施設
- ④ 計測制御系統施設
- ⑤ 放射性廃棄物の廃棄施設
- ⑥ 放射線管理施設
- ⑦ 原子炉格納施設
- ⑧ その他原子炉の付属施設

である。

2.2 設置者の行う定期自主点検と自主点検

定期自主点検は原子炉等規制法の規則第10条に示すとおり、計測制御系統施設の緊急しゃ断のための性能検査を1カ月毎に、緊急しゃ断検査を1年毎に実施する。

また、原子炉施設の保安のために直接関連を有する計器及び放射線測定器については、校正を1年毎に実施する。

自主点検は、施設、機器の健全性を確認し、維持するために機器の異常を早期に検出し、もしくは劣化する機器の部品を定期的に交換するなど、設置者が長期計画に基き定期的に行う点検をいい、1年ないし数年の頻度で各機器に関し、外観検査、開放検査及び分解検査等を実施する。Table 2.1 (1)~(19)に自主点検項目を示す。

2.3 定期検査

定期検査は規制法第29条に示すとおり、原子炉施設のうち、政令で定めるものの性能について主務大臣が毎年一回定期に行う検査をいい、これらの検査はその原子炉施設の主務省令で定める技術上の基準（規則第3条の5）に適合しているかどうかについて行うものである。

定期検査には、規則第3条の9に示すとおり、性能検査と施設検査がある。

(1) 性能検査（定期検査の技術上の基準規則第3条の9第1号に係る検査）

原子炉の停止装置、非常用安全装置、連動装置、制御系の反応度抑制効果、原子炉格納施設

等原子炉施設の性能に係る安全性を検査する。

(2) 施設検査（定期検査の技術上の基準規則第3条の9第2号に係る検査）

施設検査は機器・配管類及び電気計装装置類の検査，原子炉冷却材バウンダリーの健全性検査等到大別される。

機器・配管類及び電気計装装置類の検査は，1次主循環ポンプ，2次主循環ポンプ等の主要ポンプ類，燃料交換機，制御棒駆動機構等の動的機器類，廃ガスタンク，廃液タンク等のタンク類，1次冷却系主要配管類及び電気計装装置類等の外観検査，分解検査，開放検査，校正検査及び作動検査等を行い，今後の運転が安全に維持されることを確認する。

Table 2.2 (I)～(II)に定期検査項目を示す。

2.4 改造工事

本定期点検期間中に実施した主要な工事は次の通りである。

(1) 中性子検出器及び中性子検出器の一部交換

中性子検出器の耐用年数及び保守性を考慮して国産品に順次計画的な交換を行うため，中性子検出器（含・保持駆動装置）のうち，2チャンネルについて新たに製作し，交換した。

(2) 1次主循環ポンプインナーアセンブリの据付

1次主循環ポンプのインナーアセンブリとアウターケーシングとの間隙に発生するカバーガス循環流を抑制し，循環流により発生する周方向温度差を低減するために，1次主循環ポンプ改造計画の一環として，対流防止板を取り付けたインナーアセンブリを製作し，既設A号機インナーアセンブリと交換した。

(3) 無停電電源設備の蓄電池更新

鉛蓄電池の期待寿命は，10～14年と称されている。「常陽」無停電電源設備の蓄電池は，据付以来約10年を経過しており，これに対処するために，今後むこう4年間にわたって計画的に本設備の更新を実施する。今年度は，交流無停電電源設備の1系統（106セル）について交換した。

2.5 定期点検時の作業管理

定期点検時における作業はFig 2.1に従って実施されるが，これら作業時の作業管理は以下の方針に基づいて行った。

2.5.1 作業管理

(1) 作業開始前

「停止（依頼・連絡）／試運転依頼書」を作成し，操作スイッチ，弁等に必ずタグを付けるなど，作業開始前に当って十分な安全措施を行う。

(2) 作業中

定期点検要領書に定められた手順に従って行う。また、分解部品等はパレット、ビニールシートに並べるなどして、異った部品、異物の混入を防止する。

(3) 作業終了後

作業終了後のプラント復帰は、作業担当及び運転担当が立会いのもとに作業が終了したことを確認した後、正規の状態に復帰する。

2.5.2 安全管理

(1) 放射線被曝

定期点検時の作業のうち、被曝管理の対象となる主要なものは、次の作業である。

① 格納容器床下部分の点検

- 配管支持装置の点検
- 原子炉冷却材バウンダリの供用期間中検査
- 1次冷却系電動弁、電動ダンパ点検
- 1次予熱ヒータの点検
- 1次系配管表面線量率分布測定

② 1次主循環ポンプの分解点検及び据付工事

③ 燃料洗浄設備洗浄槽弁分解点検

④ 放射線作業管理

これまでの原子炉運転状況及びプラント各部の状況から判断して、点検時の作業環境は、平均10ミリレム（第3回定検時の約1.5～2倍）程度が予測され、この予測に基づいた検査・点検作業による期間中の個人最高被曝線量は約400ミリレムとなる。

また、定期点検期間中に実施する工事及び点検、作業については約1000ミリレム程度の被曝線量となるが、機器の除染、遮蔽の設置などの被曝低減対策を施すとともに、作業調整などにより被曝線量を低くするように努め、1000ミリレム/定検を全作業についての管理線量として被曝管理を実施した。

これらの管理目標値は、保安規定で定める要警戒基準：1,300ミリレム/3カ月，要制限基準：3,000ミリレム/3カ月，5,000ミリレム/年と比較すれば十分に低いものであるが実施に当っては作業環境の放射線量を測定し、その測定結果に基づき、各点検作業及び工事を合理的に進め、被曝低減化を図った。

尚、計画被曝線量については、床下立入開始時に実施する線量率測定の結果をもとに再評価を行い、線量が管理目標値を超えるような場合には、作業調整、作業時間の制限などにより、可能な限り被曝線量を低くするように努めた。

作業のうちには、放射性物質バウンダリを解放する作業もあるが、内部被曝防止のために清浄ガスによる系統の置換、保護具の装着等により作業を安全に実施した。

(2) 一般作業

一般作業安全については、これまでの点検作業の経験をもとに、作業手順の準備を行い、次の方針で行った。

① 酸欠防止対策

酸欠が問題となるのは、格納容器床下の空気置換後の格納容器への立入りである。

格納容器床下への立入りは数多く経験しており、本設の酸素濃度計による監視で十分安全を確保できるが、立入りに際しては、本設計器により雰囲気酸素濃度を確認した後、さらに携帯式の酸素濃度計により安全を確認し、その後立入りを許可するようにした。

また、酸欠の恐れのある作業を行う場合には、排風機による換気、携帯式酸素濃度計によるサーベイを行い、安全を確認しつつ作業を行った。

なお、万一に備えて酸素マスクを配備し、災害及び二次災害の発生防止に努めた。

② ナトリウム取扱作業

ナトリウム取扱作業については、事前に作業計画を立て、作業手順を詳細に検討した後に実施した。

ナトリウムバウンダリ解放に際しては、ナトリウムドレン、ガス置換により極力ナトリウムを排除するとともに、必要に応じてキャスク、ビニール袋等で密封し、不活性ガスを封入するなどの方法により、作業の安全を図った。

Fig 2.1 定期点検作業フローチャート

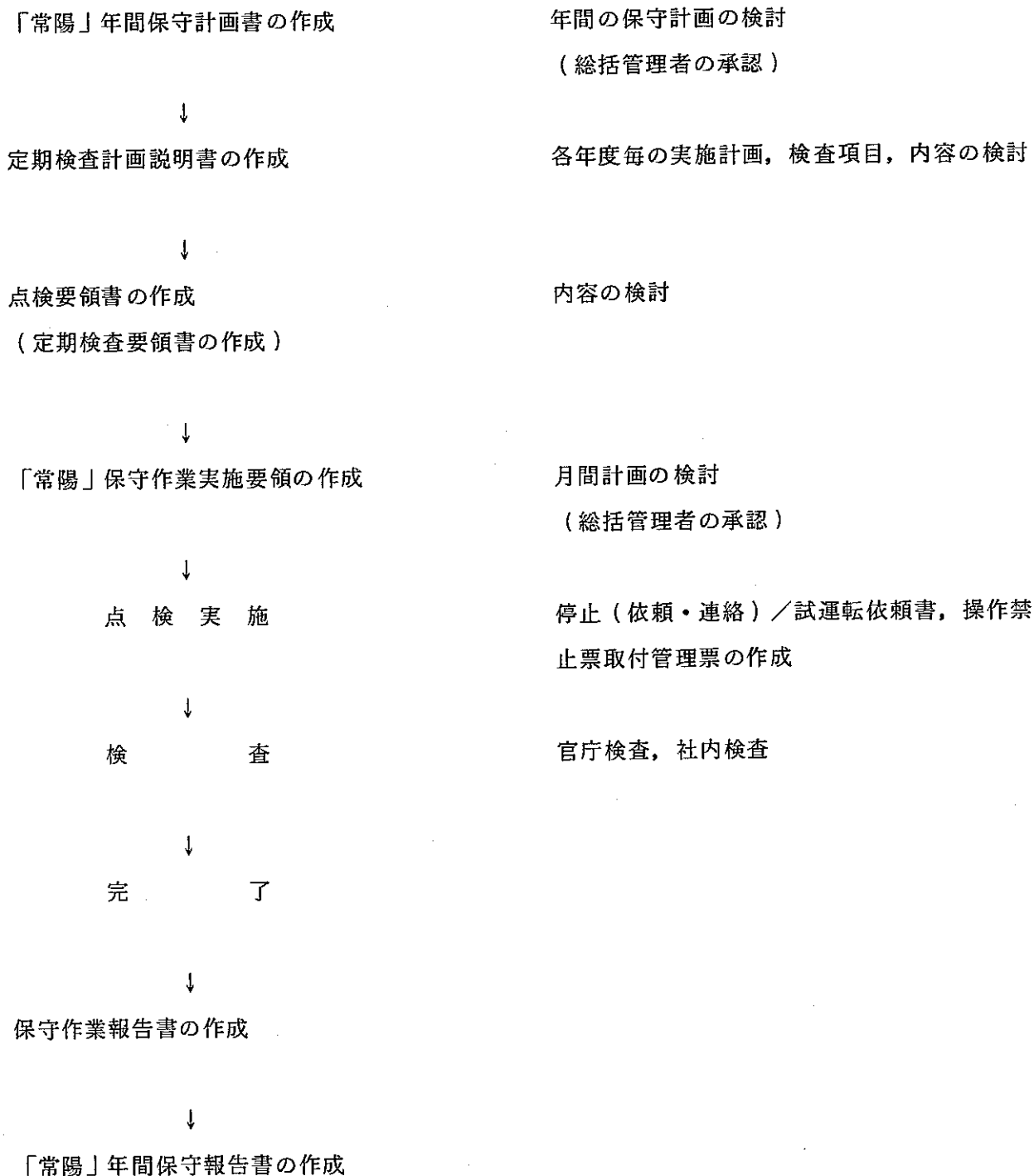


Table 2.1 (1) 自主点検項目
施設区分：原子炉本体

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 燃 料 体	1 式	集合体外観検査 集合体寸法検査 要素外観検査 要素寸法検査	1回／1年 " " "
2. 回 転 プ ラ グ	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査	1回／1年 "
3. 原 子 炉 容 器	1	供用期間中検査	連 続
4. 安 全 容 器	1	供用期間中検査	1回／3年

Table 2.1(2) 自主点検項目
施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設(1/4)

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 燃料交換機設備	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(1) 燃料交換機本体			
(イ) グリッパ	1	分 解 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ロ) グリッパ駆動機構	1	分 解 検 査 機 能 検 査	1 回 / 4 年 1 回 / 1 年
(ハ) 軸封装置	1	分 解 検 査 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ニ) ドアバルブ	1	漏 洩 検 査 機 能 検 査 開 放 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 交換機孔ドアバルブ	1	漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
2. 燃料出入機設備	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(1) 燃料出入機本体			
(イ) グリッパ	1	分 解 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ロ) グリッパ駆動機構	1	開 放 点 検 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ハ) ドアバルブ	1	開 放 点 検 漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 2 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ニ) 台車設備	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
3. トランスファーロータ設備	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(1) 駆動機構	1	分 解 検 査 機 能 検 査	1 回 / 6 年 1 回 / 1 年
(2) ドアバルブ	1	漏 洩 検 査	

Table 2.1(3) 自主点検項目
 施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設(2/4)

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(2) ドアバルブ			
(イ) 貯蔵設備側	1	漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ロ) 格納容器側	1	分 解 検 査 漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 6 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
4. 燃料取扱用キャスクカー設備	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査 崩 壊 熱 除 去 能 力 確 認	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(1) グリッパ	1	分 解 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) グリッパ巻上機構	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(3) ドアバルブ	1	分 解 検 査 漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 2 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 遮蔽リング(駆動部)	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(5) アルゴンガス循環ブロワ	2	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(6) 台車設備	1	開 放 点 検 機 能 検 査	1 回 / 2 年 1 回 / 1 年
5. 新燃料貯蔵設備			
5.1 付属建家貯蔵設備	1 式	外 観 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(1) 装填燃料収納管	72	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) 装填燃料移送管	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(3) 新燃料移送台車	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(4) ドアバルブ	2	漏 洩 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
5.2 使用済燃料貯蔵施設貯蔵設備	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(1) 装填燃料収納管	64	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) グリッパ	64	外 観 検 査 機 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年

Table 2.1(4) 自主点検項目
施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設(3/4)

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
6. 使用済燃料貯蔵設備			
6.1 付属建家貯蔵設備	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(1) 燃料洗浄設備	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
		崩壊熱除去 能力確認	1 回 / 1 年
(イ) 洗浄槽回転機構	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ロ) アルゴンガス循環ブロワ	2	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ハ) 洗浄槽循環ポンプ	2	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ニ) 汚染廃ガス真空ポンプ	1	開 放 点 検	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ホ) 洗浄床ドアバルブ	1	分 解 検 査	1 回 / 6 年
		漏 洩 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(2) 回転移送機	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(イ) グリッパ	1	分 解 検 査	1 回 / 2 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ロ) グリッパ駆動装置	1	分 解 検 査	1 回 / 4 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(3) 缶詰装置	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(イ) 缶詰装置	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(4) 水中台車設備	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(イ) 駆動装置	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ロ) 水中機器	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(5) 使用済燃料移送機	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		機 能 検 査	1 回 / 1 年
(イ) グリッパ	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年
(ロ) グリッパ駆動装置	1	機 能 検 査	1 回 / 1 年

Table 2.1 (5) 自主点検項目
 施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（4/4）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(ハ) 台車設備	1	機 能 検 査	1回/1年
(6) 貯蔵ラック	200	外 観 検 査	1回/1年
(7) 水処理設備	1 式	外 観 検 査	1回/1年
		浄化能力及び 冷却能力確認	1回/1年
(イ) 水循環ポンプ	2	機 能 検 査	1回/1年
6.2 使用済燃料貯蔵施設貯蔵設備	1 式	外 観 検 査	1回/1年
		機 能 検 査	1回/1年
(1) 使用済燃料移送機	1 式	外 観 検 査	1回/1年
		機 能 検 査	1回/1年
(イ) グリッパ	1	機 能 検 査	1回/1年
(ロ) グリッパ駆動装置	1	機 能 検 査	1回/1年
(ハ) 台車設備	1	機 能 検 査	1回/1年
(2) 貯蔵ラック	600	外 観 検 査	1回/1年
(3) 水冷却浄化設備	1 式	外 観 検 査	1回/1年
		浄化能力及び 冷却能力確認	1回/1年
(イ) 水循環ポンプ		機 能 検 査	1回/1年
7. 使用済燃料輸送容器	1 式	外 観 ・ 漏 洩 耐 圧 検 査	1回/1年
8. 新燃料構内移送容器	1 式	外 観 ・ 漏 洩 耐 圧 検 査	1回/1年

Table 2.1 (6) 自主点検項目
施設区分：原子炉冷却系統施設（1/5）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 1次主冷却系統設備			
(1) 1次主循環ポンプ	2	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(2) 1次主循環ポンプオイルプレッシャユニット	2	外 観 検 査	1回/1年
(3) 1次主循環ポンプ電動機	2	外 観 検 査 絶縁抵抗測定 分 解 検 査	1回/1年 1回/1年 1回/5年
(4) 配 管	1 式	供用期間中検査	1回/1年
(5) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100%/10年
(6) 主中間熱交換器	2	外 観 検 査	1回/1年
2. 1次補助冷却系統設備			
(1) 電磁ポンプ	1	外 観 検 査 (絶縁抵抗測定) 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(2) 電 動 弁	4	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(3) 補助中間熱交換器	1	外 観 検 査	1回/1年
(4) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100%/10年
3. 1次ナトリウム純化系統設備			
(1) 電磁ポンプ	1	外 観 検 査 (絶縁抵抗測定) 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(2) コールドトラップ窒素ガス冷却ブロワ	1	外 観 検 査	1回/1年
(3) 電 動 弁	8	作 動 検 査 外 観 検 査	1回/1年 1回/1年
(4) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	
4. オーバフロ系統設備			
(1) 電磁ポンプ	1	絶縁抵抗測定 外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年 1回/1年
(2) オーバフロタンク	1	外 観 検 査	1回/1年

Table 2.1(7) 自主点検項目
施設区分：原子炉冷却系統施設（2/5）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(3) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
(4) 手 動 弁	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		作 動 検 査	1 回 / 1 年
5. 1次ナトリウム充填ドレン系統設備			
(1) ダンプタンク	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
6. 1次アルゴンガス系統設備			
(1) 供給タンク	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) 低圧タンク	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(3) 安 全 弁	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		作 動 検 査	1 回 / 1 年
(4) 電 動 弁	4	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		作 動 検 査	1 回 / 1 年
7. 予熱窒素ガス系統設備			
(1) 予熱窒素ガスブロワ	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		分 解 点 検	100 % / 3 年
(2) 予熱窒素ガスブロワ用電動機	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		絶縁抵抗測定	1 回 / 1 年
(3) 予熱窒素ガスブロワ用 オイルプレッシャーユニット	1	分 解 点 検	1 回 / 3 年
		外 観 検 査	1 回 / 1 年
(4) 電 動 弁	23	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		作 動 検 査	1 回 / 1 年
(5) 加 熱 器	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(6) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
8. 安全容器呼吸系設備			
(1) 電 動 弁	2	作 動 検 査	1 回 / 1 年
		外 観 検 査	1 回 / 1 年
		電 気 試 験	1 回 / 3 年
		分 解 点 検	1 回 / 6 年
(2) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年

Table 2.1 (8) 自主点検項目
施設区分：原子炉冷却系統施設（3/5）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
9. 2次主冷却系統設備			
(1) 2次主循環ポンプ	2	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(2) 2次主循環ポンプ電動機	2	外 観 検 査 絶縁抵抗測定	1回/1年 1回/1年
(3) メカニカルシール	2	外 観 検 査 分 解 点 検	1回/1年 1回/1年
(4) オイルプレッシャーユニット	2	外 観 検 査	1回/1年
(5) 主冷却器	4	外 観 検 査 内 部 点 検	1回/1年 1回/1年
(6) 主送風機			
(イ) 本 体	4	外 観 検 査 内 部 点 検 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年 1回/1年
(ロ) 電 動 機	4	外 観 検 査 絶縁抵抗測定	1回/1年 1回/1年
(ハ) ベ ー ン	4	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(ニ) ダ ン パ	8	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(ホ) ブレーキ	4	外 観 検 査 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年
(7) オーバフロータンク	2	外 観 検 査	1回/1年
(8) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100%/10年
10. 2次補助冷却系統設備			
(1) 電磁ポンプ	1	外 観 検 査 絶縁抵抗測定 作 動 検 査	1回/1年 1回/1年 1回/1年
(イ) 電磁ポンプ冷却ファン	2	外 観 検 査	1回/1年
(2) 補助冷却器	1	外 観 検 査 内 部 点 検	1回/1年 1回/1年

Table 2.1(9) 自主点検項目
 施設区分：原子炉冷却系統施設（4/5）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(3) 補助送風機			
(イ) 本 体	1	外 観 検 査 内 部 点 検 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ロ) 電 動 機	1	外 観 検 査 絶 縁 抵 抗 測 定	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ハ) ベ ー ン	1	外 観 検 査 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ニ) ダ ン パ	2	外 観 検 査 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 膨張タンク	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(5) 電 動 弁	2	外 観 検 査 電 気 試 験 作 動 検 査 分 解 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 4 年
(6) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
(7) 補助系充填弁	1	外 観 検 査 作 動 検 査 校 正 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
11. 2次ナトリウム純化系統設備			
(1) 電磁ポンプ	1	外 観 検 査 絶 縁 抵 抗 測 定 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(イ) 電磁ポンプ冷却ファン	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) コールドトラップ	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(3) コールドトラップ用送風機	1	外 観 検 査 内 部 点 検 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(イ) コールドトラップ送風機用電動機	1	外 観 検 査 絶 縁 抵 抗 測 定 分 解 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 4 年

Table 2.1 (10) 自主点検項目
 施設区分：原子炉冷却系統施設（5/5）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(4) 空気作動弁	4	外 観 検 査 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(5) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
12. 2次ナトリウム充填ドレン系統設備			1
(1) ダンプタンク	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
13. 2次アルゴンガス系統設備			
(1) 真空ポンプ	1	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(2) 配管支持装置	1 式	外 観 検 査	100 % / 10 年
14. 格納容器貫通部冷却系統設備			
(1) 油冷却装置	1 式	外 観 検 査 分 解 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年

Table 2.1 (II) 自主点検項目
施設区分：計測制御系統施設(1/3)

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 1次冷却系計装設備			
(1) プロセス計装品	1 式	外 観 検 査 校 正 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) ナトリウム漏洩検出器	212	作 動 検 査	1 回 / 1 年
(3) 制 御 盤	1 式	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
2. 2次冷却系計装設備			
(1) プロセス計装品	1 式	外 観 検 査 校 正 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) ナトリウム漏洩検出器	215	作 動 検 査	1 回 / 1 年
(3) 制 御 盤	1 式	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) アキュームレータタンク	3	外 観 検 査 開 放 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
3. 原子炉制御設備			
(1) 制御棒駆動機構	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年
(2) 制御・計装盤	5	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(4) 地 震 計	3	内 部 点 検 校 正 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(5) 総 合	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年
4. 原子炉保護系設備			
(1) ロジック盤	2	外 観 検 査 内 部 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 総 合	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年

Table 2.1 (12) 自主点検項目
施設区分：計測制御系統施設（2/3）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
5. 燃料出口温度計装設備			
(1) 温度警報計	10	校 正 検 査 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 温度記録計	10	校 正 検 査	1 回 / 1 年
6. 燃料破損検出設備			
6.1 カバーガス法			
(1) コンプレッサー	1	外 観 検 査 分 解 点 検	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) プレシピテータ本体	1	分 解 点 検 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) プレシピテータコンソール	1	外 観 検 査 内 部 点 検 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 第2 ベーパートラップ	1	外 観 検 査 分 解 点 検	1 回 / 1 年 2 回 / 1 年
(5) 電 動 弁	9	外 観 検 査 電 気 試 験 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(6) 制 御 盤	4	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(7) 計 器 類	1 式	校 正 試 験 外 観 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(8) 総 合	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年
6.2 遅発中性子法			
(1) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(2) 制 御 盤	1 式	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) 総 合	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年

Table 2.1 (13) 自主点検項目
 施設区分：計測制御系統施設（3/3）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
7. 中性子検出器保持駆動装置			
(1) 駆動機構	5	分 解 点 検	100 % / 3 年
(2) 制御装置	1 式	作 動 検 査	1 回 / 1 年
8. 中性子計装設備			
(1) 制 御 盤	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		内 部 点 検	1 回 / 1 年
		電 気 試 験	1 回 / 1 年
		計 器 校 正 検 査	1 回 / 1 年
		総 合 作 動 検 査	1 回 / 1 年

Table 2.1(14) 自主点検項目
施設区分：放射性廃棄物の廃棄施設（1/2）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 廃気処理設備			
(1) 廃ガス貯留タンク	3	外 観 検 査 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 廃ガス圧縮機	3	外 観 検 査 分 解 点 検 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) 圧縮機用電動機	3	外 観 検 査 絶 縁 抵 抗 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 3 年
(4) 制 御 盤	3	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(5) プロセス計器	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
2. 放射性廃棄物貯蔵施設			
(1) 気体廃棄物処理系			
(イ) 廃ガスサージタンク	1	外 観 検 査 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 液体廃棄物処理系			
(イ) タンク類	13	外 観 検 査 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(ロ) 廃液移送ポンプモータ	9	外 観 検 査 電 気 試 験 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
3. 放射性廃液処理設備			
(1) 凝集沈殿処理設備			
(イ) フロキュレター	1	外 観 検 査 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 蒸発濃縮処理設備			
(イ) 蒸 発 缶	2	外 観 検 査 耐 圧 漏 洩 検 査	100 % / 2 年 100 % / 2 年
(ロ) 凝 縮 器	2	外 観 検 査 耐 圧 漏 洩 検 査	100 % / 2 年 100 % / 2 年
(ハ) 濃縮液受槽	1	外 観 検 査 耐 圧 漏 洩 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年

Table 2.1 (15) 自主点検項目
 施設区分：放射性廃棄物の廃棄施設（2/2）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(3) 固形化处理装置	1 式	外 観 検 査 作 動 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 廃液移送配管	1 式	漏 洩 検 査	1 回 / 1 年
(5) 制 御 盤	7	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(6) 計 器 類	1 式	外 観 検 査 校 正 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年

Table 2.1 (16) 自主点検項目
施設区分：放射線管理施設

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 屋内管理用 モニタ			
(1) ガンマ線エリアモニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(2) 中性子線エリアモニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(3) ガストモニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(4) ガスモニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
2. 屋外管理用 モニタ			
(1) 排気筒モニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(2) 排水モニタ	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(3) 野外管理用モニタリングポスト	1 式	校 正 検 査	1 回 / 1 年
(4) 制 御 盤	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		内 部 点 検	1 回 / 1 年
		電 気 試 験	1 回 / 1 年

Table 2.1(17) 自主点検項目
施設区分：原子炉格納施設

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 原子炉格納容器			
(1) 所員用エアロック	1	開 放 点 検	1回／1年
(2) 非常用エアロック	1	開 放 点 検	1回／1年
(3) 本 体	1	局部漏洩率試験	1回／1年
2. 格納容器雰囲気調整系			
2.1 窒素雰囲気調整系			
(1) 回転プラグブースタブロワ	2	外 観 検 査	1回／1年
(2) 再循環ブロワ	4	外 観 検 査	1回／1年
(3) 機器冷却ファン	2	外 観 検 査	1回／1年
(4) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1回／1年
(5) 総 合	1 式	作 動 検 査	1回／1年
2.2 フレオン冷媒系			
(1) フレオン冷凍機	2	分 解 点 検	1回／2年
(2) 冷媒ポンプ	3	分 解 点 検	1回／2年
(3) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1回／1年
(4) 総 合	1 式	作 動 検 査	1回／2年
2.3 アンユラス部及びアンユラス部排気系			
(1) 真空破壊弁	4	外 観 検 査	1回／1年
(2) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1回／1年
(3) 非常用ガス処理装置	2	フィルタ性能検査	1回／1年
2.4 コンクリート遮蔽体冷却系			
(1) 窒素ガス冷却器	2	開 放 点 検	1回／2年
(2) 窒素ガスブロワ	2	分 解 点 検	100%／2年
(3) ベDESTALブロワ	2	分 解 点 検	100%／2年
(4) 計 器 類	1 式	校 正 検 査	1回／1年
(5) 総 合	1 式	作 動 検 査	1回／1年

Table 2.1 (18) 自主点検項目
施設区分：その他原子炉の付属施設（1/2）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
1. 無停電電源設備			
1.1 交流無停電電源設備			
(1) 整流装置	2	外 観 検 査 内 部 点 検 性 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) インバータ装置	2	外 観 検 査 内 部 点 検 性 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) 電 源 盤	3	外 観 検 査 内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 蓄 電 池	212	外 観 検 査 均 等 充 電	1 回 / 1 年 4 回 / 1 年
1.2 直流無停電電源設備			
(1) 整流装置	2	外 観 検 査 内 部 点 検 性 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(2) 負荷電圧補償装置	2	外 観 検 査 内 部 点 検 性 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(3) 電 源 盤	3	外 観 検 査 内 部 点 検 性 能 検 査	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年 1 回 / 1 年
(4) 蓄 電 池	108	外 観 検 査 均 等 充 電	1 回 / 1 年 4 回 / 1 年
2. 非常用電源設備			
(1) ディーゼル機関及び同補機	2	分 解 点 検	1 回 / 1 年
(2) ディーゼル発電機	2	分 解 点 検	1 回 / 1 年
(3) 制 御 盤	6	内 部 点 検 電 気 試 験	1 回 / 1 年 1 回 / 1 年

Table 2.1 (19) 自主点検項目
 施設区分：その他原子炉の付属施設（2/2）

設 備 名	機器個数	検 査 項 目	点 検 周 期
(4) 同 期 盤	2	内 部 点 検	1 回 / 1 年
(5) 発 電 装 置	2	電 気 試 験	1 回 / 1 年
(6) 総 合	1 式	作 動 試 験 (100 %負荷)	1 回 / 1 年
3. 圧縮空気供給設備			
(1) 圧 縮 機	3	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		分 解 点 検	1 回 / 1 年
		作 動 検 査	1 回 / 1 年
(2) 電 動 機	4	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		絶 縁 抵 抗 測 定	1 回 / 1 年
(3) 空 気 貯 槽	2	外 観 検 査	1 回 / 1 年
(4) 除 湿 塔	1 式	外 観 検 査	1 回 / 1 年
		性 能 検 査	1 回 / 1 年
(5) 制 御 盤	6	外 観 検 査	1 回 / 1 年

Table 2.2 (1) 定期検査項目
施設区分：原子炉本体

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 燃料体	燃料体 (使用済炉心燃料)	1体	B-101	集合体外観検査 (1体)				○
				集合体寸法検査 (1体)				○
				要素外観検査 (5本)				○ 2本/5本 の抜取 検査
要素寸法検査 (5本)	○							
		1式	B-102	燃料破損検査			○	
2. 回転プラグ		1式			A-702	炉内燃料取扱機器動 作確認		○
3. 安全容器		1	B-710	漏洩検査				○

Table 2.2 (2) 定期検査項目
施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 (1/2)

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 燃料交換機		1式			A-702	炉内燃料取扱機器動作確認	○	
	(イ) グリッパ	1	B-201	分解検査			○	
	(ロ) 交換機孔ドアバルブ	1	B-203	漏洩検査				○
2. 燃料出入機		1式			A-703(1)	炉外燃料取扱機器動作確認	○	
	(イ) グリッパ	1	B-204	分解検査				○
	(ロ) ドアバルブ	1	B-207	漏洩検査				○
3. トランスファロータ		1式			A-703(1)	炉外燃料取扱機器動作確認	○	
4. 燃料取扱用キャスク カー		1式			A-703 (1)・(2)	炉外燃料取扱機器動作確認	○	
					A-701	崩壊熱除去能力確認		○
	(イ) ドアバルブ	1	B-209	分解検査				○
					B-210	漏洩検査		○
	(ロ) グリッパ	1	B-211	分解検査				○
5. 付属建家新燃料貯蔵 設備		1式			A-703(2)	炉外燃料取扱機器動作確認	○	

Table 2.2(3) 定期検査項目
 施設区分：核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設（2/2）

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
6. 付属建家使用済燃料 貯蔵設備		1式			A-707	貯蔵能力確認		○
					A-703(2)	炉外燃料取扱機器動作確認	○	
					A-708	貯蔵能力確認		○
					A-701	崩壊熱除去能力確認		○
					A-704	浄化能力及び冷却能力確認	○	
7. 使用済燃料貯蔵施設 新燃料貯蔵設備		1式			A-709	貯蔵能力確認		○
8. 使用済燃料貯蔵施設 使用済燃料貯蔵設備		1式			A-705	浄化能力及び冷却能力確認	○	
					A-706	炉外燃料取扱機器動作確認	○	
					A-710	貯蔵能力確認		○
9. 使用済燃料輸送容器		1式	B-212	外観検査 漏洩検査				○
10. 新燃料構内移送容器		1式	B-213	外観検査 漏洩検査				○

Table 2.2 (4) 定期検査項目
 施設区分：原子炉冷却系統施設（1/2）

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 1次主冷却系統設備					A-501	1次冷却系の出口温度確認	○	
					A-104	1次主ポンプポニーモータの起動	○	
	(1) 1次主循環ポンプ	2	B-301	作動検査			○	
	(2) 同メカニカルシール	1	B-303	分解検査				○
2. 1次補助冷却系統設備		1式			A-105	補助冷却系の起動確認	○	
3. オーバフロー系統設備	(1) 電磁ポンプ	1	B-304	作動検査			○	
4. 1次ナトリウム純化系統設備	(1) 電磁ポンプ	1	B-305	作動検査			○	
5. 1次アルゴンガス系統設備					A-109	安全弁の性能検査	○	
6. 2次主冷却系統設備	(1) 2次主循環ポンプ	2	B-306	作動検査			○	
	(2) 同メカニカルシール	2	B-307	分解検査				○
	(3) 空気冷却器	4	B-308	開放検査			○	
	(4) 主送風機	4	B-309	開放検査				○
				B-310	作動検査			○

Table 2.2(5) 定期検査項目
 施設区分：原子炉冷却系統施設（2/2）

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
7. 2次補助冷却系統設備	イ ダンパ	8	B-311	作 動 検 査			○	
	ロ ベーン	4						
	(1) 電磁ポンプ	1	B-312	作 動 検 査				
	(1) 電磁ポンプ	1	B-313	作 動 検 査				
	(1) 配管支持装置	1式	B-314	外 観 検 査				
(2) 配管（1次主冷却系）	1式	B-315	外 観 検 査					

Table 2.2(6) 定期検査項目
施設区分：計測制御系統施設(1/2)

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 制御棒駆動機構	(1) 駆動部	6	B-402	作動検査			○	
					A-201	インターロックの確認	○	
					A-202	警報装置の作動	○	
2. 原子炉制御設備	1式	1式	B-403	校正検査				○
					A-101	制御棒のスクラム時間	○	
					A-102	制御棒一斉挿入の挿入時間	○	
					A-301	制御棒価値	○	
					A-302	反応度付加率	○	
					A-303	炉停止余裕	○	
					A-304	過剰反応度	○	
3. 中性子計装設備	1式	1式	B-404	校正検査				○
					A-202	警報装置の作動	○	
4. 燃料破損検出設備	1式	1式	B-405	校正検査				○
					A-202	警報装置の作動	○	
5. 原子炉保護系設備	1式	1式	B-403	校正検査				○
					A-202	警報装置の作動	○	

Table 2.2(7) 定期検査項目
施設区分：計測制御系統施設(2/2)

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
6. 燃料出口温度計装設備		1式	B-406	校正検査	A-107	手動アイソレーションの作動	○	○
					A-108	アイソレーション条件	○	
					A-103	スクラム、制御棒一斉挿入の条件	○	
					A-202	警報装置の作動	○	
7. 1次冷却系計装設備	(1) 流量計	1式	B-407	校正検査				○
	(2) 液面計	1式	B-408	校正検査				○
	(3) 温度計	1式	B-409	校正検査				○
	(4) ナトリウム漏洩検出器	1式	B-410	作動検査			○	
8. 2次冷却系計装設備	(1) 流量計	1式	B-411	校正検査				○
	(2) 温度計	1式	B-412	校正検査				○
	(3) ナトリウム漏洩検出器	1式	B-413	作動検査			○	

Table 2.2(8) 定期検査項目
施設区分：放射性廃棄物の廃棄施設

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 廃気処理設備	(1) 廃ガス圧縮機	3	B-501	開放検査	A-803	廃ガス濃度測定	○	○
			B-502	作動検査				
2. 廃液処理設備	(2) 廃ガス貯留タンク	3			A-801	貯蔵能力確認		○
	(1) フロキュレータ	1			A-804	処理能力確認	○	
3. 固体廃棄物処理設備	(2) 蒸発缶	2	B-503	漏洩検査	A-805	処理能力確認	○	
	(3) 廃液貯留タンク	13			A-806	貯蔵能力確認		○
					A-807	貯蔵能力確認		○

Table 2.2(9) 定期検査項目
施設区分：放射線管理施設

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分					
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認				
1. 屋内管理用モニタ	(1) γ エリアモニタ	5	B-601	校正検査	A-202	警報装置の作動	○	○				
	(2) 中性子線エリア モニタ	1	B-602	校正検査								
	(3) ダストモニタ	3	B-603	校正検査								
	(4) ガスモニタ	6	B-604	校正検査								
2. 屋外管理用モニタ	(1) 排気筒モニタ	1式	B-603	校正検査	A-202	警報装置の作動	○	○				
			B-604	校正検査								
	(2) 水モニタ	1式	B-605	校正検査								
	(3) モニタリングポスト	1式	B-606	校正検査					A-601	放射線量率の測定	○	○
									A-602	放射性物質濃度	○	

Table 2.2 (10) 定期検査項目
施設区分：原子炉格納施設

設 備 名	機 器 名	機 器 個 数	施 設 検 査		性 能 検 査		検 査 区 分	
			整 理 番 号	検 査 項 目	整 理 番 号	検 査 項 目	立 会 検 査	記 録 確 認
1. 原子炉格納容器	(1) 貫 通 部	34	B-701	漏 洩 検 査	A-901	格納容器の圧力確認	○	
	(2) 隔 離 弁	26	B-702	漏 洩 検 査			○	
2. 格納容器雰囲気調整系	(1) フレオン冷凍機	2	B-703	分 解 検 査	A-202	警報装置の作動	○	○
			B-704	作 動 検 査				○
	(3) 計 器	1 式	B-705	校 正 検 査				○
3. コンクリート遮蔽体冷却系	(1) 窒素ガスブロワ	1	B-706	分 解 検 査				○
			B-707	作 動 検 査				○
	(2) ベDESTALブロワ	1	B-708	分 解 検 査				○
			B-709	作 動 検 査				○
4. アンユラス部及びアンユラス部排気系	(1) 非常用ガス処理装置	2			A-802	除 去 効 率		○

Table 2.2 (1) 定期検査項目
 施設区分：その他原子炉の付属施設

設備名	機器名	機器 個数	施設検査		性能検査		検査区分	
			整理番号	検査項目	整理番号	検査項目	立会 検査	記録 確認
1. 非常用電源設備	(1) ディーゼル発電機	2	B-801	作動検査	A-106	起動試験	○	○
2. 無停電電源設備	(1) バッテリー	1式	B-802	外観検査 機能検査			○ ○	
3. 圧縮空気供給設備		1式	B-803	系統の性能検査			○	

3. 定期点検の実績

3.1 実績工程

第4回定期点検時の作業実績をTable 3.1に示す。

第4回定期点検は、昭和58年12月1日から開始され、当初の予定通りに昭和59年4月28日に科学技術庁の合格証を受けて全作業を終了した。以下に本定期点検に係る作業実績の概要について述べる。

100MWt第2サイクル後の燃料交換を12月5日から12月21日にかけて実施した。この間、2次補助冷却系の点検を12月24日まで実施した。また、フロン冷凍機の点検（12月5日～59年2月3日）、遮蔽コンクリート冷却系N₂ガス冷却器の点検（12月6日～12月21日及び2月10日～2月28日）をそれぞれ実施した。

12月21日には格納容器内床下メンテナンスのため1次系及び2次系（主系統のみ、補助系は崩壊熱除去のため運転した）通常ドレン（Na温度約200℃）を実施した。床下雰囲気の酸欠サーベイと一次系機器・配管表面線量率分布の測定は1月9日に実施した。

1次主循環ポンプA号機の引抜・据付作業は12月21日のモータ取外しを手初めに開始された。本作業は3月30日まで継続実施された。

中性子検出器の交換作業は1月5日から開始され、1月25日まで実施された。また、電源設備盤点検を1月9日～1月23日に、安全容器サーベイランス材取出しを1月9日～1月20日にかけて実施した。

格納容器内床下メンテナンス作業としては、1次系電磁流量計の点検（1月10日～13日）、1次系メカニカルスナバの点検（1月9日～13日）、1次冷却系ヒータコントローラ点検（1月26日～2月24日）、1次系安全弁・ダイヤフラム弁及び電動弁・電動ダンパーの点検（1月23日～2月10日）、1次主冷却系配管のISI（2月21日～3月1日）及び遮蔽コンクリート冷却系N₂ガスブロウ・ベDESTALブロウの分解点検及びモータの点検（1月11日～2月17日）などを実施した。この間2次系においては、2次主ポンプOPU点検（1月12日～1月28日）、2次主ポンプメカニカルシール点検（1月9日～1月28日）、2次主送風機・冷却器点検（1月30日～2月17日）、2次系プロセス計装品点検（2月6日～2月28日）及び2次系ナトリウム漏洩検出器の点検と改造（2月6日～2月23日）を実施した。また、2月8日から2月28日にかけて無停電電源設備の蓄電池更新工事を行った。

1次主循環ポンプA号機の新インナーアセンブリの系統への装荷終了に伴い、2月29日に1次系全系の予熱運転を開始した。3月12日には2次系の、翌13日には1次系のNa充填を実施し、19日までの1次主循環ポンプの試運転に入った。その後3月19日から3月30日まで制御棒駆動機構の調整を行い、この時点で点検・工事等の大部分の作業を終了した。3月31日からは第3サイクル運転用の燃料交換と性能検査を行い、最終的に4月28日に合格証の交付を受けた。

3.2 定期検査の実績

原子炉等規制法に定められた年一回の定期検査は、施設検査（定期検査の技術上の基準（規則第3条の9）第2号に係る検査）と性能検査（定期検査の技術上の基準（規則第3条の9）第1号に係る検査）とからなるが、Table 3.2及びTable 3.3にこれらの結果をまとめて示す。定期検査項目は施設検査が60件、性能検査が31件の合計91件であり、全て合格した。

Table 3.2 定期検査の結果

(A) 定期検査の技術上の基準（規則第3条の9）第1号に係る検査

対象条項	検査項目	検査内容と結果																																										
(1)規則第3条の5 第1号に係る事項	(1)原子炉の停止装置	1) 制御棒のスクラム時間 制御棒保持電磁石励磁断から制御棒反応度値90%挿入までの時間を測定し基準値内であることを確認した。 <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">判定基準</td> <td style="text-align: center;">結</td> <td style="text-align: center;">果</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.8sec以内</td> <td style="text-align: center;">制御棒1</td> <td style="text-align: center;">0.444sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒2</td> <td style="text-align: center;">0.622sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒3</td> <td style="text-align: center;">0.605sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒4</td> <td style="text-align: center;">0.453sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒5</td> <td style="text-align: center;">0.585sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒6</td> <td style="text-align: center;">0.632sec</td> </tr> </table> 2) 制御棒一斉挿入の挿入時間 制御棒一斉挿入信号が発せられてから、制御棒の挿入が完了するまでの時間を測定し、基準値内であることを確認した。 <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">判定基準</td> <td style="text-align: center;">結</td> <td style="text-align: center;">果</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">130^{+0}_{-15} mm/min以内 (制御棒駆動速度)</td> <td style="text-align: center;">制御棒1</td> <td style="text-align: center;">126mm/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒2</td> <td style="text-align: center;">126mm/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒3</td> <td style="text-align: center;">124mm/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒4</td> <td style="text-align: center;">125mm/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒5</td> <td style="text-align: center;">125mm/min</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">制御棒6</td> <td style="text-align: center;">125mm/min</td> </tr> </table> 3) スクラム、制御棒一斉挿入の条件 スクラム、制御棒一斉挿入の各要因に対して、スクラム又は、制御棒一斉挿入をすべき条件が整ったときにそれぞれスクラム又は、制御棒一斉挿入信号が発せられることを確認した。	判定基準	結	果	0.8sec以内	制御棒1	0.444sec		制御棒2	0.622sec		制御棒3	0.605sec		制御棒4	0.453sec		制御棒5	0.585sec		制御棒6	0.632sec	判定基準	結	果	130^{+0}_{-15} mm/min以内 (制御棒駆動速度)	制御棒1	126mm/min		制御棒2	126mm/min		制御棒3	124mm/min		制御棒4	125mm/min		制御棒5	125mm/min		制御棒6	125mm/min
	判定基準	結	果																																									
0.8sec以内	制御棒1	0.444sec																																										
	制御棒2	0.622sec																																										
	制御棒3	0.605sec																																										
	制御棒4	0.453sec																																										
	制御棒5	0.585sec																																										
	制御棒6	0.632sec																																										
判定基準	結	果																																										
130^{+0}_{-15} mm/min以内 (制御棒駆動速度)	制御棒1	126mm/min																																										
	制御棒2	126mm/min																																										
	制御棒3	124mm/min																																										
	制御棒4	125mm/min																																										
	制御棒5	125mm/min																																										
	制御棒6	125mm/min																																										
(2)崩壊熱除去装置	1) 1次主ポンプポニーモータの起動 1次主ポンプをトリップさせ、ポニーモータが起動すること及び冷却材流量が所定の時定数以上で減少す																																											

対象条項	検査項目	検査内容と結果															
		<p>ることを確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="text-align: center;">判定基準</td> <td style="text-align: center;">結 果</td> </tr> <tr> <td>流量の時定数</td> <td style="text-align: center;">10秒以上</td> <td>A : 12.4秒 B : 13.7秒</td> </tr> <tr> <td>流 量</td> <td style="text-align: center;">126m³/h以上</td> <td>A : 170m³/h B : 210m³/h</td> </tr> </table> <p>2) 補助冷却系の起動</p> <p>1次主冷却系ポンプモータをトリップさせ、補助循環ポンプが起動すること及び所定の冷却材流量が得られることを確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="text-align: center;">判定基準</td> <td style="text-align: center;">結 果</td> </tr> <tr> <td>流 量</td> <td style="text-align: center;">66m³/h以上</td> <td style="text-align: center;">67m³/h</td> </tr> </table>		判定基準	結 果	流量の時定数	10秒以上	A : 12.4秒 B : 13.7秒	流 量	126m ³ /h以上	A : 170m ³ /h B : 210m ³ /h		判定基準	結 果	流 量	66m ³ /h以上	67m ³ /h
	判定基準	結 果															
流量の時定数	10秒以上	A : 12.4秒 B : 13.7秒															
流 量	126m ³ /h以上	A : 170m ³ /h B : 210m ³ /h															
	判定基準	結 果															
流 量	66m ³ /h以上	67m ³ /h															
	(3)非常用動力源 非常用制御電源	<p>1) ディーゼル発電機の起動</p> <p>外部電源喪失操作によりディーゼル発電機が自動起動し、非常系負荷への電源供給が可能になることを確認した。</p>															
	(4)非常用閉鎖装置	<p>1) 手動アイソレーションの作動</p> <p>手動アイソレーションによりアイソレーション信号を発信し、格納容器隔離弁が閉鎖することを確認した。</p> <p>2) アイソレーション条件</p> <p>アイソレーションの各要因に対して、アイソレーションを起すべき条件が整ったときにアイソレーション信号が発せられることを確認した。</p>															
	(5)安全弁	<p>1) 作動検査</p> <p>1次アルゴンガス系呼吸ガス調整ヘッダ安全弁2台について、ヘッダを加圧して安全弁の吹き出し動作を確認した。また、同様に減圧して吹き止まり動作を確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="text-align: center;">判定基準</td> <td style="text-align: center;">結 果</td> </tr> <tr> <td>吹き出し</td> <td style="text-align: center;">1000⁺⁰₋₅₀mmAq</td> <td style="text-align: center;">V36・1-62A</td> </tr> <tr> <td>圧 力</td> <td></td> <td style="text-align: center;">吹き出し圧力994mmAq</td> </tr> </table>		判定基準	結 果	吹き出し	1000 ⁺⁰ ₋₅₀ mmAq	V36・1-62A	圧 力		吹き出し圧力994mmAq						
	判定基準	結 果															
吹き出し	1000 ⁺⁰ ₋₅₀ mmAq	V36・1-62A															
圧 力		吹き出し圧力994mmAq															

対象条項	検査項目	検査内容と結果																		
<p>(2)規則第3条の5 第2号に係る事項</p>	<p>(1)連動装置</p> <p>(2)警報装置</p>	<p>吹止り 360±50mmAq 吹止り圧力 343mmAq 圧力 V36・1-62B 吹出し圧力 971mmAq 吹止り圧力 340mmAq</p> <p>1) 制御棒駆動機構インターロック 運転モードスイッチの誤選択及び安全保護信号が発信されている時には、制御棒保持電磁石の励磁及び制御棒の引抜き操作ができないことを確認した。</p> <p>1) 警報装置が所定の条件において、確実に作動することの確認を行った。</p>																		
<p>(3)規則第3条の5 第3号に係る事項</p>	<p>(1)制御系反応度抑制効果</p>	<p>1) 制御棒価値 炉周期法により制御棒の反応度価値を測定し、基準値以上であることを確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>判定基準</td> <td>結果</td> </tr> <tr> <td>制御棒（6本）</td> <td>9%ΔK/K以上</td> <td>12.62%ΔK/K</td> </tr> </table> <p>2) 反応度付加率 制御棒の駆動速度の実測値と制御棒効正曲線の最大傾斜から最大反応度付加率を求め、これが基準値以下であることを確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>判定基準</td> <td>結果</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.015%ΔK/K/sec以下</td> <td>0.0106%ΔK/K/sec</td> </tr> </table> <p>3) 炉停止余裕 臨界状態の各制御棒位置と制御棒価値から最大反応度価値をもつ制御棒1本が上端まで引抜かれ、かつ他の制御棒が下端まで全挿入された状態での未臨界度を求め、これが基準値以上であることを確認した。</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>判定基準</td> <td>結果</td> </tr> <tr> <td></td> <td>十分に未臨界なこと</td> <td>7.36%ΔK/K</td> </tr> </table>		判定基準	結果	制御棒（6本）	9%ΔK/K以上	12.62%ΔK/K		判定基準	結果		0.015%ΔK/K/sec以下	0.0106%ΔK/K/sec		判定基準	結果		十分に未臨界なこと	7.36%ΔK/K
	判定基準	結果																		
制御棒（6本）	9%ΔK/K以上	12.62%ΔK/K																		
	判定基準	結果																		
	0.015%ΔK/K/sec以下	0.0106%ΔK/K/sec																		
	判定基準	結果																		
	十分に未臨界なこと	7.36%ΔK/K																		
<p>(4)規則第3条の5 第4号に係る事項</p>	<p>(1)過剰反応度</p>	<p>1) 過剰反応度 臨界状態の各制御棒位置と各制御棒価値から炉心の過剰反応度を求め、これが基準値以上であることを確認した。</p>																		

対象条項	検査項目	検査内容と結果									
		<p>アルゴンガス冷却系の冷却器容量が基準値以上であることを確認した。</p> <table border="1" data-bbox="765 421 1379 672"> <thead> <tr> <th></th> <th>判定基準</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冷却器容量 (キャスクカー用)</td> <td>17 kW以上</td> <td>2.05 kW</td> </tr> <tr> <td>冷却器出口温度 (燃料洗浄用)</td> <td>40℃以下</td> <td>16℃</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 炉内燃料取扱い機器動作 燃料取扱い設備のうち炉内燃料取扱い作業に係る機器を実際に作動させ、燃料取扱い作業が円滑に行えること及びインターロックが正常に作動することを確認した。</p> <p>3) 炉外燃料移送機器動作及び使用済燃料移送機器動作 燃料取扱い設備のうち、炉外燃料及び使用済燃料移送作業に係る機器を実際に作動させ、燃料取扱い作業が円滑に行えること及びインターロックが正常に作動することを確認した。</p> <p>4) 新燃料貯蔵設備貯蔵能力及び使用済燃料貯蔵施設新燃料貯蔵設備貯蔵能力 新燃料貯蔵設備及び使用済燃料貯蔵施設新燃料貯蔵設備の異常の有無を目視により検査し、所定の貯蔵能力を有することを確認した。</p> <p>5) 使用済燃料貯蔵能力及び使用済燃料貯蔵施設使用済燃料貯蔵能力 使用済燃料貯蔵プール内の異常の有無を目視により検査し、所定の貯蔵能力を有することを確認した。</p> <p>6) 使用済燃料貯蔵設備水処理設備浄化、冷却能力及び使用済燃料貯蔵施設水処理設備浄化、冷却能力 浄化設備を実際に運転し、イオン交換塔出入口プール水の放射能濃度、イオン交換塔出口の電導度計及び冷却器入口温度計の指示値より浄化能力、冷却能力を有することを確認した。</p>		判定基準	結果	冷却器容量 (キャスクカー用)	17 kW以上	2.05 kW	冷却器出口温度 (燃料洗浄用)	40℃以下	16℃
	判定基準	結果									
冷却器容量 (キャスクカー用)	17 kW以上	2.05 kW									
冷却器出口温度 (燃料洗浄用)	40℃以下	16℃									

対象条項	検査項目	検査内容と結果										
<p>(8)規則第3条の5 第8号に係る事項</p>	<p>(1)廃棄施設の処理能力</p>	<p>イオン交換塔出口 電気伝導度 <10 μV/cm 1.3 μV/cm 1.3 μV/cm</p> <p>冷却器入口温度 <42℃ 19.0℃ 14℃</p> <p>※ プール水放射能濃度については、有意な値が認められなかった。</p> <p>1) 廃ガスタンク貯蔵能力 廃ガスタンクの漏洩検査、員数検査、外観検査を実施し、当初の貯蔵能力が確保されていることを確認した。</p> <p>2) 除去効率 非常用ガス処理装置のよう素除去効率が基準に適合していることを確認した。</p> <table border="0" data-bbox="784 1075 1411 1344"> <thead> <tr> <th>判定基準</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無機よう素に対する除去効率</td> <td>A 100%</td> </tr> <tr> <td>98%以上</td> <td>B 100%</td> </tr> <tr> <td>有機よう素に対する除去効率</td> <td>A 99.6%</td> </tr> <tr> <td>92%以上</td> <td>B 100%</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) 廃ガス濃度 排気筒より放出される気体廃棄物中の廃ガス放射能量が放出管理目標値を満足していることを確認した。</p> <p>4) 廃液処理設備の処理能力 廃液処理設備のフロキュレータが円滑に作動し、主要配管からの漏洩がないこと及び蒸発缶を実際に運転し、処理量、除染係数が基準値以上であることを確認するとともに処理設備が所定の能力を有することを確認した。</p> <p>5) 廃液貯蔵設備の貯蔵能力 貯蔵タンクに漏洩のないこと、外観に機能を阻害するような損傷のないことを確認することにより、当初の貯蔵能力が確保されていることを確認した。</p>	判定基準	結果	無機よう素に対する除去効率	A 100%	98%以上	B 100%	有機よう素に対する除去効率	A 99.6%	92%以上	B 100%
		判定基準	結果									
無機よう素に対する除去効率	A 100%											
98%以上	B 100%											
有機よう素に対する除去効率	A 99.6%											
92%以上	B 100%											

対象条項	検査項目	検査内容と結果												
<p>[9]規則第3条の5 第9号に係る事項</p>	<p>(1)運転時の格納施設内の圧力</p>	<p>6) 固体廃棄設備の貯蔵能力</p> <p>固体廃棄物貯蔵庫の外観に機能を阻害するような損傷、変形及び構造の変更がないことを確認することにより、当初の貯蔵能力が確保されていることを確認した。</p> <p>1) 格納容器内圧力確認</p> <p>定格運転中の格納施設の圧力制御状態が正常であることを確認した。</p> <table border="1" data-bbox="752 739 1434 952"> <thead> <tr> <th></th> <th>判定基準</th> <th>結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>格納容器内床上圧力</td> <td>0~25 mmH₂O</td> <td>10mmH₂O</td> </tr> <tr> <td>格納容器内床下圧力</td> <td>0~50 mmH₂O</td> <td>25mmH₂O</td> </tr> <tr> <td>アニュラス部圧力</td> <td>-7~-11 mm H₂O</td> <td>-9mmH₂O</td> </tr> </tbody> </table>		判定基準	結果	格納容器内床上圧力	0~25 mmH ₂ O	10mmH ₂ O	格納容器内床下圧力	0~50 mmH ₂ O	25mmH ₂ O	アニュラス部圧力	-7~-11 mm H ₂ O	-9mmH ₂ O
			判定基準	結果										
格納容器内床上圧力	0~25 mmH ₂ O	10mmH ₂ O												
格納容器内床下圧力	0~50 mmH ₂ O	25mmH ₂ O												
アニュラス部圧力	-7~-11 mm H ₂ O	-9mmH ₂ O												

(B) 定期検査の技術上の基準（規則第3条の9）第2号に係る検査

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
(1)原子炉本体	(1)燃料体	1)燃料破損検出系検査	イ) 燃料破損 定格運転中に燃料破損検出系により燃料破損の無いことを確認した。
		2)使用済燃料検査	イ) 健全性確認検査 使用済燃料集合体について、集合体外観検査、集合体寸法検査及び要素外観検査、要素寸法検査を行い、著しい傷、変形、腐食及び伸び膨張、曲がりがないことを確認した。
(2)核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	(1)燃料交換機	1)グリッパ検査	イ) 分解検査 グリッパを分解し、目視により構成部品が健全であることを確認した。
		2)孔ドアバルブ検査	イ) 漏洩検査 シール部が正常であり漏洩のないことを確認した。
	(2)燃料出入機	1)グリッパ検査	イ) 分解検査 グリッパを分解し、目視により構成部品が健全であることを確認した。
		2)ドアバルブ	イ) 漏洩検査 ドアバルブの分解組立後、シール部が正常であり、漏洩のないことを確認した。
	(3)燃料取扱用キャスクカー	1)ドアバルブ検査	イ) 分解検査 ドアバルブを分解し、目視により構成部品が健全であることを確認した。
			ロ) 漏洩検査 ドアバルブの分解組立後、シール部が正常であり、漏洩のないことを確認した。
		2)グリッパ検査	イ) 分解検査 グリッパを分解し、目視により構成部品が健全であることを確認した。
			イ) 外観、漏洩検査 輸送容器構成部品が健全であることを目視
(4)使用済燃料輸送容器	1)輸送容器検査	イ) 外観、漏洩検査 輸送容器構成部品が健全であることを目視	

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
③原子炉冷却 系統施設	(5)新燃料構内 移送容器	1)移送容器検査	にて確認した。また、容器について漏洩のないことを確認した。 イ) 外観、漏洩検査 移送容器構成品が健全であることを目視にて確認した。また、容器について漏洩のないことを確認した。
	(1)1次主冷却 系統	1)主循環ポンプ検査 2)主循環ポンプメカニカルシール検査	イ) 作動検査 主循環ポンプを運転し、流量、振動、電流、回転数、温度及び異音が基準内にあることを確認した。 イ) 外観寸法検査 メカニカルシールを分解し、目視により構成部品が健全であることを確認した。
	(2)1次ナトリウム 純化系統	1)電磁ポンプ 検査	イ) 作動検査 電磁ポンプを運転し、電圧、流量、温度が基準内にあることを確認した。
	(3)オーバフロ ー系統	1)電磁ポンプ 検査	イ) 作動検査 電磁ポンプを運転し、電圧、圧力、流量、温度が基準内にあることを確認した。
	(4)2次主冷却 系統	1)主循環ポンプ検査 2)主循環ポンプメカニカルシール検査	イ) 作動検査 主循環ポンプを運転し、流量、圧力、電流、振動、回転数、温度及び異音が基準内にあることを確認した。 イ) 分解検査 メカニカルシールを分解し、目視により各構成部品が健全であることを確認した。
		3)空気冷却器 検査	イ) 開放検査 空気冷却器のケーシング、フィンチューブ、出口ダンパ、入口ダンパに機能上有害な損傷、腐食、変形がないことを確認した。

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
〔4〕計測制御系統施設	(5)配管系	4)主送風機検査	イ) 開放検査 主送風機のケーシング、羽根、ベーン、ベーン駆動機構に機能上有害な損傷、腐食、変形がないことを確認した。 ロ) 作動検査 主送風機を運転し、正常に作動することを確認した。
		5)ダンパ、ベーン検査	イ) 作動検査 ダンパ、ベーンの開放組立後、作動が正常であることを確認した。
		1)配管支持金物	イ) 外観検査 支持装置の外観を目視により検査し、機能上有害な損害のないことを確認した。
		2)1次冷却系配管	イ) 外観検査 1次冷却系配管の外観検査を行い、機能上有害な損傷のないことを確認した。
		(6)2次補助冷却系統	1)電磁ポンプ検査
	(7)2次ナトリウム純化系統	1)電磁ポンプ検査	イ) 作動検査 電磁ポンプを運転し、電圧、流量及び温度が基準内にあることを確認した。
	(1)制御棒駆動機構	1)駆動部検査	イ) 作動検査 駆動部の作動が正常であることを確認した。
	(2)原子炉制御設備	1)計器検査	イ) 校正検査 制御棒荷重計及び地震計の校正を行い、正常に動作することを確認した。
	(3)中性子計装設備	1)計器検査	イ) 校正検査 中性子計装系の校正検査を実施し、正常に動作することを確認した。
	(4)燃料破損検出設備	1)計器検査	イ) 校正検査 燃料破損検出系の校正検査を実施し、正常に

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
	(3)中性子計装設備	1)計器検査	動作することを確認した。 イ) 校正検査 中性子計装系の校正検査を実施し、正常に動作することを確認した。
	(4)燃料破損検出設備	1)計器検査	イ) 校正検査 燃料破損検出系の校正検査を実施し、正常に動作することを確認した。
	(5) 1次冷却系計装	1)流量計検査	イ) 校正検査 流量計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
		2)液面計検査	イ) 校正検査 液面計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
		3)温度計検査	イ) 校正検査 温度計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
		4)ナトリウム漏洩検出器検査	イ) 作動検査 模擬信号により、ナトリウム漏洩検出系が正常に動作することを確認した。
	(6)燃料集合体出口温度計装	1)計器検査	イ) 校正検査 温度計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
	(7) 2次冷却系計装	1)流量計検査	イ) 校正検査 流量計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
		2)温度計検査	イ) 校正検査 温度計装系の校正を行い、正常に動作することを確認した。
		3)ナトリウム漏洩検出器検査	イ) 作動検査 模擬信号により、ナトリウム漏洩検出器が正常に動作することを確認した。

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
(5)放射性廃棄物の廃棄施設	(1)廃気処理系	1)廃ガス圧縮機検査	イ) 開放検査 圧縮機を分解し、目視により主要構成部品が健全であることを確認した。 ロ) 作動検査 圧縮機の分解組立て後、作動が正常であることを確認した。
	(2)廃液処理系	1)蒸発缶検査	イ) 漏洩検査 蒸発缶の漏洩検査を実施し、蒸発缶に漏洩がないことを確認した。
(6)放射線管理施設	(1)屋内管理用モニタ	1)ガンマ線エリアモニタ検査	イ) 校正検査 ガンマ線エリアモニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
		2)中性子線エリアモニタ検査	イ) 校正検査 中性子線エリアモニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
		3)ダストモニタ検査	イ) 校正検査 ダストモニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
		4)ガスモニタ検査	イ) 校正検査 ガスモニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
(7)原子炉格納施設	(2)屋外管理用モニタ	1)水モニタ検査	イ) 校正検査 水モニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
		2)排気筒モニタ検査	イ) 校正検査 排気筒モニタの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
		3)モニタリングポスト検査	イ) 校正検査 モニタリングポストの校正を実施し、正常に動作することを確認した。
(7)原子炉格納施設	(1)原子炉格納容器	1)貫通部検査	イ) 漏洩検査 格納容器貫通部の局部漏洩検査を実施し、

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
	(2)安全容器	2)隔離弁検査	<p>気密性が健全であることを確認した。</p> <p>イ) 漏洩検査 格納容器隔離弁の漏洩検査を実施し、気密性が健全であることを確認した。</p>
		1)本体検査	<p>イ) 漏洩検査 安全容器溶接部の漏洩を測定し、基準に適合していることを確認した。</p>
	(3)格納容器雰囲気調整系統	1)計器検査	<p>イ) 校正検査 格納容器雰囲気調整系の温度計、圧力計の校正を行い正常に動作することを確認した。</p>
		2)フロン冷凍機検査	<p>イ) 分解検査 フロン冷凍機を分解し、目視により主要構成部品が健全であることを確認した。</p> <p>ロ) 作動検査 フロン冷凍機の分解組立後、正常に作動することを確認した。</p>
	(4)コンクリート遮蔽体冷却系	1)窒素ガスブロワ検査	<p>イ) 分解検査 窒素ガスブロワを分解し、目視により主要構成部品が健全であることを確認した。</p> <p>ロ) 作動検査 窒素ガスブロワの分解組立後、正常に作動することを確認した。</p>
		2)ペDESTALブロワ検査	<p>イ) 分解検査 ペDESTALブロワを分解し、目視により主要構成部品が健全であることを確認した。</p> <p>ロ) 作動検査 ペDESTALブロワの分解組立後、正常に作動することを確認した。</p>
(8)その他原子炉の付属施設	(1)非常用電源設備	1)ディーゼル発電機検査	<p>イ) 作動検査 ディーゼル発電機が正常に作動することを確認した。</p>

施設	設備	検査項目	検査内容と結果
	(2)無停電電源設備	1)バッテリー検査	イ) 外観機能検査 バッテリーの外観を目視により検査し、機能上有害な損傷のないことを確認した。また、電圧及び電解液比重を測定し、基準に適合していることを確認した。
	(3)圧縮空気供給設備	1)除湿塔検査	イ) 性能検査 圧縮空気供給設備を運転し、その除湿性能が基準に適合していることを確認した。

3.3 定期点検時の作業人工

昭和58年12月から昭和59年4月までの第4回定期点検の主な作業に要した作業人工数をTable 3.3に示す。

Table 3.3 第4回定検期間中の作業件名とその作業人工

作 業 件 名	作業人工数
フreon冷媒系の点検	32
フreon冷媒系圧力計取付工事	8
電源設備保護継電器定期点検	44
中性子検出器駆動回路のシーケンス改造	31
予熱窒素ガス系窒素ガス加熱器ヒーター補修	70
核分裂計数管等の組立作業	48
原子炉付属建家空調換気設備制御信号用配管・配線の取替	12
1次系配管支持装置の点検	18
2次系EMF用定電流電源装置分解点検	0
補機冷却水系保温取替工事	27
振動計測器整備作業の助勢	18
中性子検出器引抜作業	163
295RTターボ冷凍機定期点検	268
84系コントロールセンター設備の定期点検	48
中性子検出器保持装置の据付	172
1次主ポンプ及びメンテナンス装置の除染作業	143
2次主冷却器伝熱管の表面検査	28
1次系現場計器点検	21
1次主冷却系漏洩検出器の補修	18
補助IHX廻りケーブルの補修作業	2
「常陽」無停電電源設備の蓄電池交換	96
2次冷却系予熱ヒーター及びNaL/D補修	54
圧縮空気供給系圧縮機等の分解点検	217
1次系バネ式安全弁及びダイヤフラム弁の点検	76
1次系EMFの点検	16
制御棒駆動部熱電対設置工事	4
予熱ヒーターコントローラー点検	74
補機冷却水系コントロールセンタ点検	23
1次純化系N ₂ ガスブロウ分解点検	40
1次主配管供用期間中検査作業助勢	17
FFD-CG法コンプレッサー分解点検	8
2次主送風機シーケンス変更	10
Arガス、N ₂ ガス供給系点検	8
ディーゼル機関年次点検	99
1次Arガス系真空ポンプ分解点検	42

作 業 件 名	作業人工数
原子炉制御設備の直流電源装置の点検	2
窒素廃ガス処理系ブロウ分解点検補修	20
F F D設備耐ノイズ用ケーブル布設工事	7
原子炉付属建家換気設備の計装品交換	49
S F F空調換気設備計装品点検	30
2次冷却系Na弁点検	24
1次主ポンプ洗浄廃液の性状分析	31
2次系プラグング計点検	8
F F D設備ノイズ対策	0
C R Dケーブルコネクター改造工事	40
原子炉制御設備の盤点検	10
F F D第二ベーパーラップ洗浄作業	19
燃料集合体出口温度記録計点検	14
電源設備配電盤点検	67
原子炉制御設備に係る盤計器の点検	31
コンクリート遮蔽体冷却系ブロウ分解点検	238
コンクリート遮蔽体冷却系モーターの点検	253
「常陽」電源設備各盤点検	204
A r 廃ガス弁及び廃ガスクーラー点検	88
1次主循環ポンプモーター用冷却ファン電流計取付	2
2次N a レベル計点検	10
1次主循環ポンプ駆動用電動機の分解点検	252
安全容器サーバランス材取出作業	261
A r ガス、N ₂ ガス供給系プロセス計装品の点検	8
1次冷却系電動ダンパー駆動部の点検	24
核計装設備の定期点検	45
安全容器サーバランス設備改造	22
廃ガス処理系圧縮機分解点検	12
格納容器床上雰囲気調整計器点検	31
燃料破損検出設備点検	35
無停電電源装置のコンデンサー交換工事	32
1次冷却系ナトリウム液面計の点検校正	15
D/G発電機年次点検	103
1次冷却系プロセス計装品の点検及び校正	103
2次冷却系電気品点検	245
主ポンプ/電磁ポンプ制御装置の点検	42
格納容器局部漏洩率試験B.C.種	358

作 業 件 名	作業人工数
制御棒駆動機構の定期検査	122
格納容器床上冷却器の補修	51
1次主循環ポンプインナーアセンブリ製作据付分解点検	1145
2次系電気設備点検	95
2次系煙式NaL/D点検改造	41
廃棄物処理系プロセス計装品の点検	64
ハロゲン分析計の購入及び据付工事	15
コンクリート遮蔽体冷却系窒素ガス冷却器の分解点検	96
Total	6319

3.4 放射線被曝実績と発生廃棄物量

定期点検期間中の放射線被曝線量は以下の通りである。

(1) 従事者等の被曝線量

定期点検及び定期点検期間中に実施した改造工事における総被曝線量をTable 3.4に示す。なお、被曝線量の値は昭和58年12月から昭和59年3月末の期間におけるTLDの値である。

Table 3.4 第4回定検期間中の従事者等の被曝線量

区 分	従事者等の数 (人)	総被曝線量 (人・レム)	平均被曝線量 (レム)	最大被曝線量 (レム)
職 員	181	3.71	0.020	0.27
請負業者	497	14.96	0.030	0.42
合 計	678	18.67	0.028	—

今回の定期点検及び定期点検期間中に実施した改造工事における総被曝線量は約18.7マンレムであった。また、平均被曝線量及び最大被曝線量は0.028レムならびに0.420レムであった。

(2) 従事者等の被曝線量分布

TLDの値による従事者等の被曝線量分布をTable 3.5に示す。

Table 3.5 従事者等の被曝線量分布

区 分	被曝線量 (レム)			合 計
	0.01未満	0.01以上 0.1未満	0.1以上 1.0未満	
職 員	142	26	13	181
請負業者	353	90	54	497
合 計	495	116	67	678

(3) 作業別の被曝線量

第4回定検中の作業別の被曝線量を第3回定検時とともにTable 3.6に示す。第3回定検では高レベル廃液タンク除染作業が最も多く全体の約70%を占め、第4回定検では1次主ポンプ分解点検が最も多く全体の約40%を占めている。

(4) 発生廃棄物量

本定検期間中に発生した固体廃棄物量は以下の通りである。

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| ① 不燃 Kartonボックス | 726 個 (14.52m ³) |
| ② 可燃 Kartonボックス | 1486 個 (29.72m ³) |
| ③ ドラム缶 | 51 個 |
| ④ プレフィルター | 21 個 |
| ⑤ ヘパフィルター | 104 個 |

Table 3.6(1) 作業別被曝線量(ミリマン・レム)

項 目	第 3 回			第 4 回		
	計 画	実 績	個人最大	計 画	実 績	個人最大
「常陽」配管振動試験	12,310	1,702	199			
1次冷却系配管表面線量率測定	200	44	25	750	156	44
1次主ポンプ廻り線量率測定	75	8	4			
床下Na配管表面線量率測定	600	75	24			
PCV L/T	1,950	81	32			
接地端子月例点検				450	8	4
燃料洗浄廃液のサンプリングと分析				2,870	154	58
1次主ポンプ(A)洗浄廃液のサンプリングと分析				800	32	12
床下設置振動計測器の点検				450	44	18
振動計測器の整備作業				990	338	74
メンテナンス建家プール水処理設備点検	1,650	41	14			
1次主ポンプCP測定	420	104	32			
格内床下ITV点検	180	27	12	300	53	18
格内床下ITVケーブル調査	120	3	3			
2次系Na L/D点検	100	12	6			
消火設備保守点検	90	10	4	150	21	11
消防設備の点検	180	9	5			
通報連絡設備の点検保守	120	14	8	990	104	24
格内床下警報用ページング点検	60	3	3			
火報設備補修	300	8	5	550	20	8
一般排水設備改造	2,480	55	28			

作業別被曝線量（ミリマン・レム）(2)

項 目	第 3 回			第 4 回		
	計 画	実 績	個人最大	計 画	実 績	個人最大
床下断熱材補修	1,200	298	56			
チャコールフィルター性能試験	400	15	5			
メンテナンス洗浄設備計器校正	400	62	22			
バルブの補修	360	62	24			
天井扉交換工事	990	95	34	970	38	10
床下O ₂ 計警報箱の補修	120	4	2			
ペDESTALブロウ出口ダンパ交換工事	1,800	45	21			
84系設備バルブ用リミットスイッチ交換	1,800	455	109			
遮蔽コンクリート冷却系ブロウ点検	1,880	48	13	630	68	32
床下冷却ダクト改造工事	1,530	243	35			
84系制御ダンパの補修	180	18	10			
床下圧力計配管改造	2,200	345	115			
空気作動弁用オイルのオイル補給	80	22	11			
84系電磁弁の補修	540	41	17			
床下O ₂ 計警報発信盤ブザー交換作業	630	16	11			
床下照明補修	1,620	256	64			

作業別被曝線量（ミリマン・レム）(3)

項 目	第 3 回			第 4 回		
	計 画	実 績	個人最大	計 画	実 績	個人最大
1次冷却系Na液面計点検	500	35	18	100	46	46
廃液移送ポンプドレン配管取付	500	196	49			
廃液処理系高レベルタンクレベル計の補修	120	49	22			
非常用廃ガス圧縮機アンローダ用ベローズ交換	480	80	26			
1次冷却系T/C交換作業				600	188	64
床下サーベイランス用オイルスナッパ撤去				170	8	4
低レベル廃液タンクレベル計フラッシング	450	181	75			
1次冷却系電磁弁空気作動弁駆動部点検	840	56	24			
1次系予熱ヒーター等点検	180	38	17	500	119	66
1次系配管支持装置点検	890	281	96	910	388	151
1次主配管ISI助勢作業	2,730	554	90	2,250	442	116
1次系プロセス計装点検	1,830	133	46	600	73	25
1次冷却系床下設置J.Box等端子部の点検	3,670	745	202			
1次オーバーフロー-EMP点検	3,350	418	69	800	361	98
1次系メカスナ交換工事	5,580	890	86	3,900	1,224	179
1次系電動弁駆動部の点検	2,690	382	71	1,330	382	85
主冷却系電磁流量計ヒーター点検				120	33	16
1次系現場計器点検				1,200	83	38
1次冷却系保温材取外し作業				900	34	15
1次系NAL/Dケーブル補修				1,800	184	37
1次冷却系設備の月例点検				720	92	32
使用済フィルター搬出作業	6,350	546	50			
高レベル廃液タンク除染作業		27,602	284			
1次主ポンプ分解点検		3,794	183	10,000	7,664	417

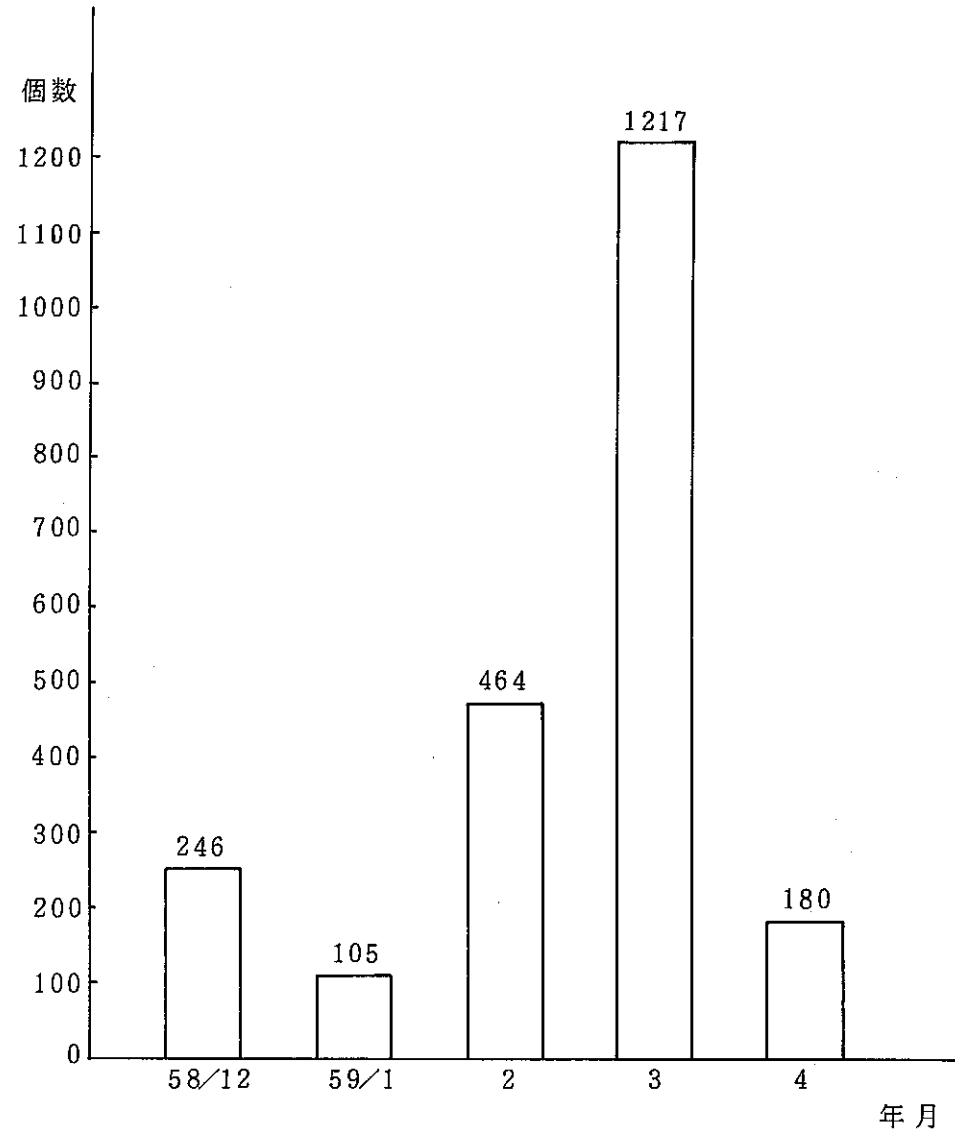
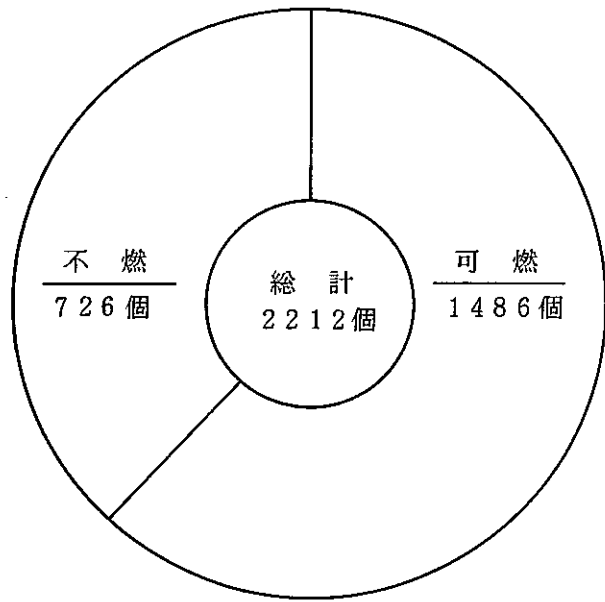


Fig 3.1 カートンボックスの発生量

4. 定期点検時の作業環境とプラント状態

4.1 定期点検時の作業環境

ループ型高速炉の特徴として、1次系の配管や機器への接近性のよさがあげられるが、作業員の格納容器内床下への立ち入りを可能とするために床下は窒素から空気へ置換される。そして床下メンテナンス開始前には作業員の被曝低減のため原子炉容器の一部を除いて系統内のナトリウムはすべてダンプタンクにドレンされる。本定検においても作業開始前に1次系内のナトリウムはドレンされ、作業員の被曝に関する基礎的なデータを得るために1次系機器配管表面線量率分布を測定した。

Fig 4.1 に表面線量率分布の測定位置（1次主冷却系Aループのみを示す）を、Fig 4.2, Fig 4.3 に電離箱サーベイメータによる測定結果を示す。また原子炉積算出力の増加に伴う平均線量率の推移を Fig 4.4, Fig 4.5 に示す。今回測定時の積算熱出力は9.53Mwhであり、前回測定時の1.4倍である。

Fig 4.2, Fig 4.3 に示すように各測定点とも前回値よりも線量が増加しており、特にポンプやIHXといった機器の線量の増加が著しい。また積算熱出力に対する表面線量率はMK-I運転における増加率に比べてMK-II運転後の増加率は著しい。線量率への影響がCP核種によるものとすれば（前回測定結果から推定）、炉心体系の変更による中性子束の増加によりCP核種の放射能が増加したためと考えられる。

4.2 定期点検時のプラント状態

格納容器床下（窒素雰囲気）に設置されている機器の保守を行う場合（床下メンテナンスモード）、床下への立入のために、「常陽」においては、1次および2次冷却系内のNaをドレンし、炉容器内Na液面は、炉心頂部上方約1300mm（GL-8200）の位置まで下げられる。このため1次および2次冷却系による炉心冷却のかわりに、炉心部の可動反射体を引抜いて炉容器内に自然循環路を形成し、リークジャケット部にコンクリート遮蔽体冷却系より導いた冷窒素ガスを流すことにより炉容器内に自然循環を起させて熱除去を行う。また、この時のバックアップとして補助冷却系を待機状態に維持する（Fig 4.6 参照）。

これまでに実施した3回の定期点検においては、点検期間が長く、また崩壊熱レベルも低いため、予熱N₂ガス系による凍結防止のための予熱運転レベル（崩壊熱 \leq 60kW：炉容器からの放熱と崩壊熱が平衡する出力）まで十分減衰させてから床下メンテナンス作業を開始していた。しかしながら、今回の点検においては点検期間が短く、崩壊熱除去運転と並行して、床下メンテナンス作業（実質約2カ月間）を実施することが必要となり、上記床下メンテナンス時の崩壊熱除去運転システムの確認を行った。Fig 4.7 に「常陽」崩壊熱曲線を示す。本図より崩壊熱レベルが60kWに達するのに約2カ月間を要することがわかる。

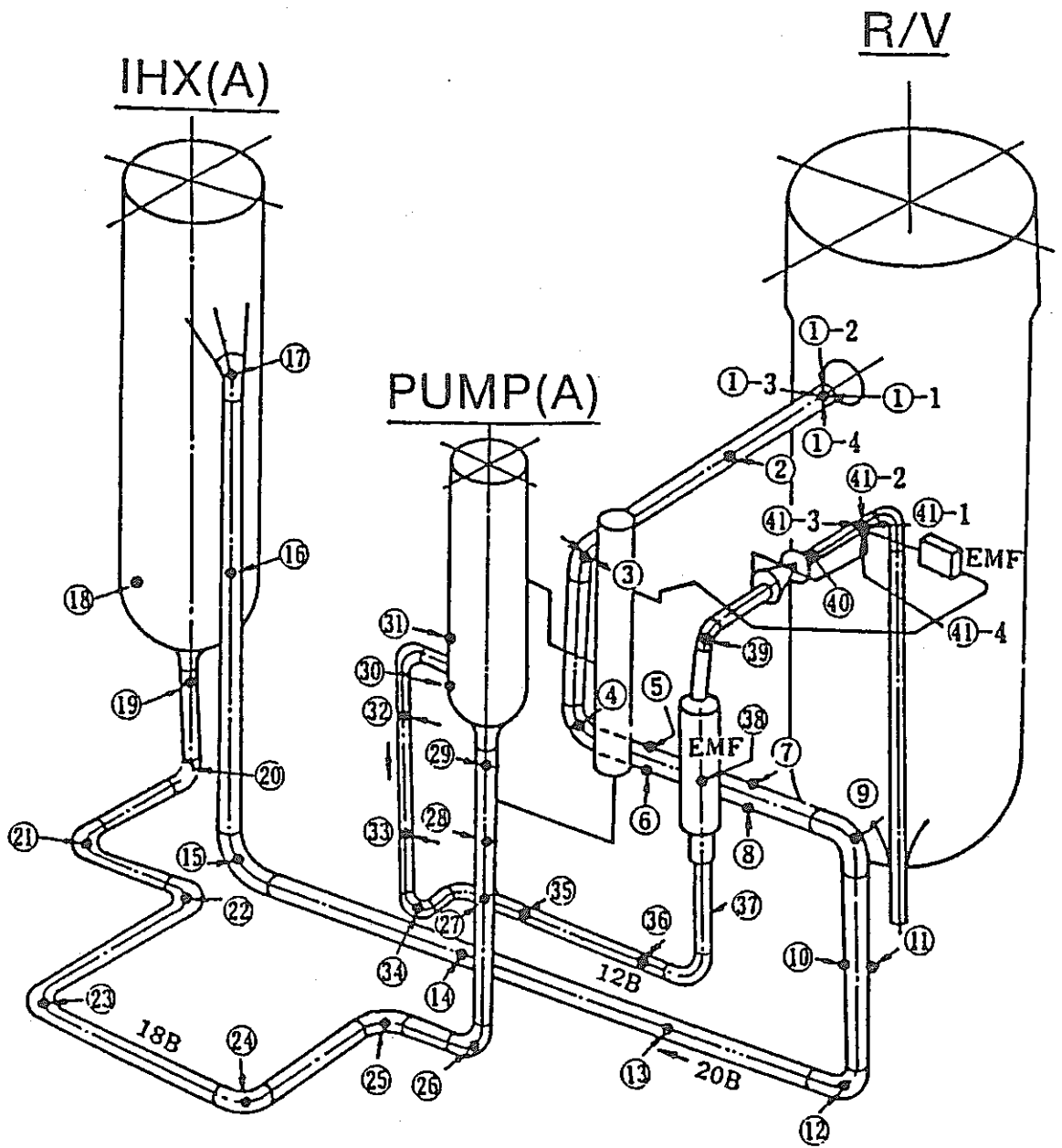


Fig4.1 1次主冷却系Aループ

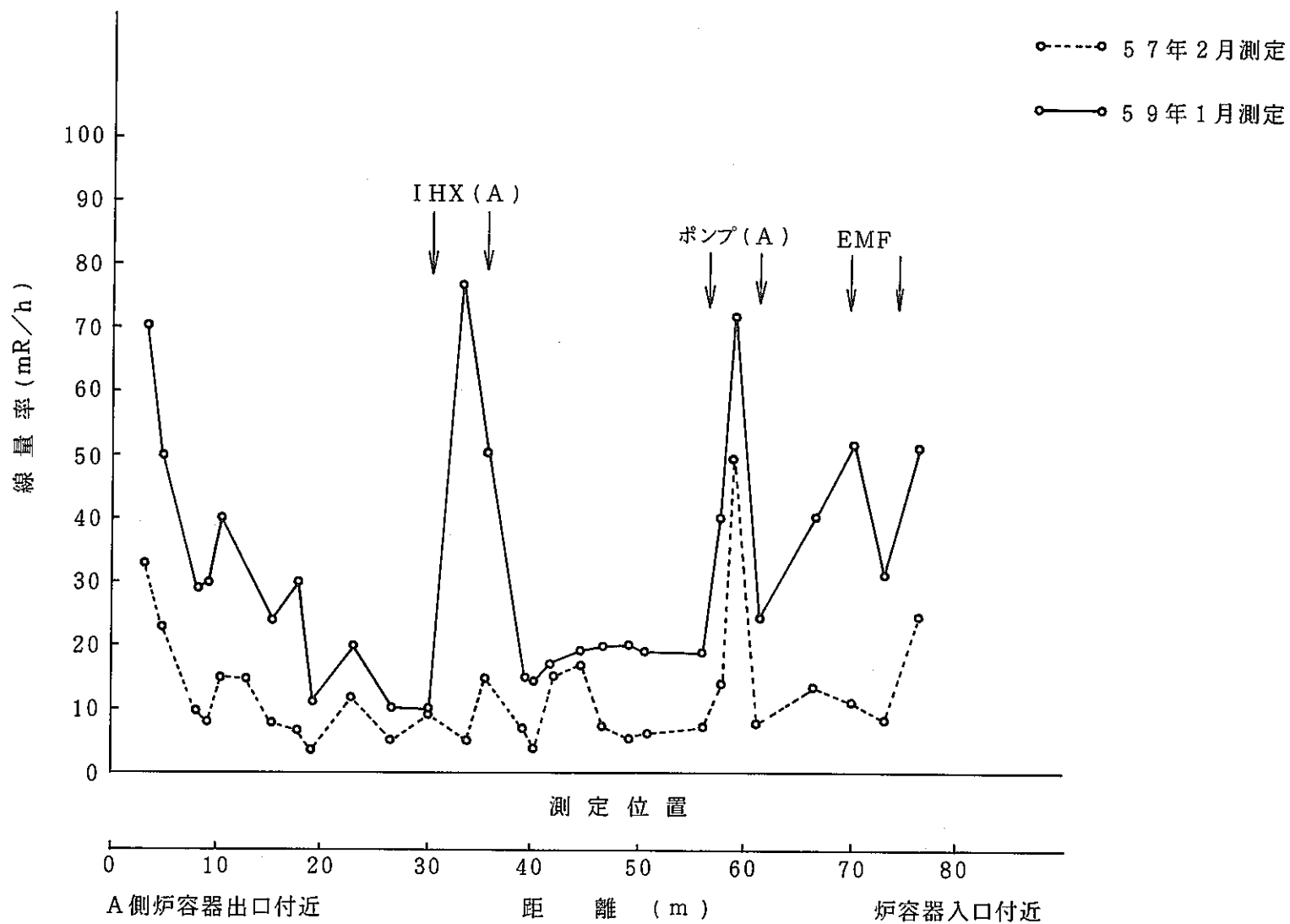


Fig. 4.2 線量率の測定結果 (Aループ)

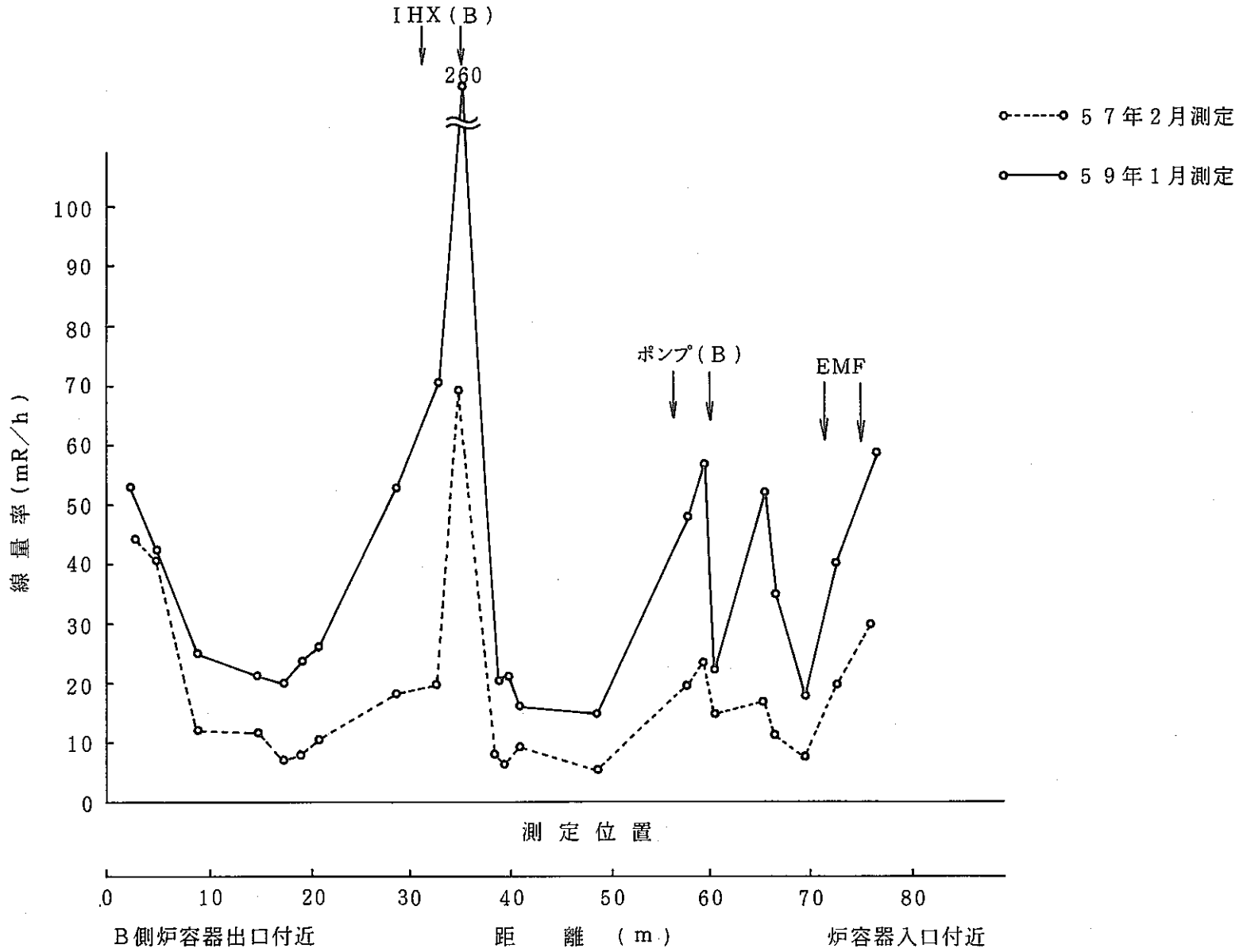


Fig 4.3 線量率の測定結果 (Bループ)

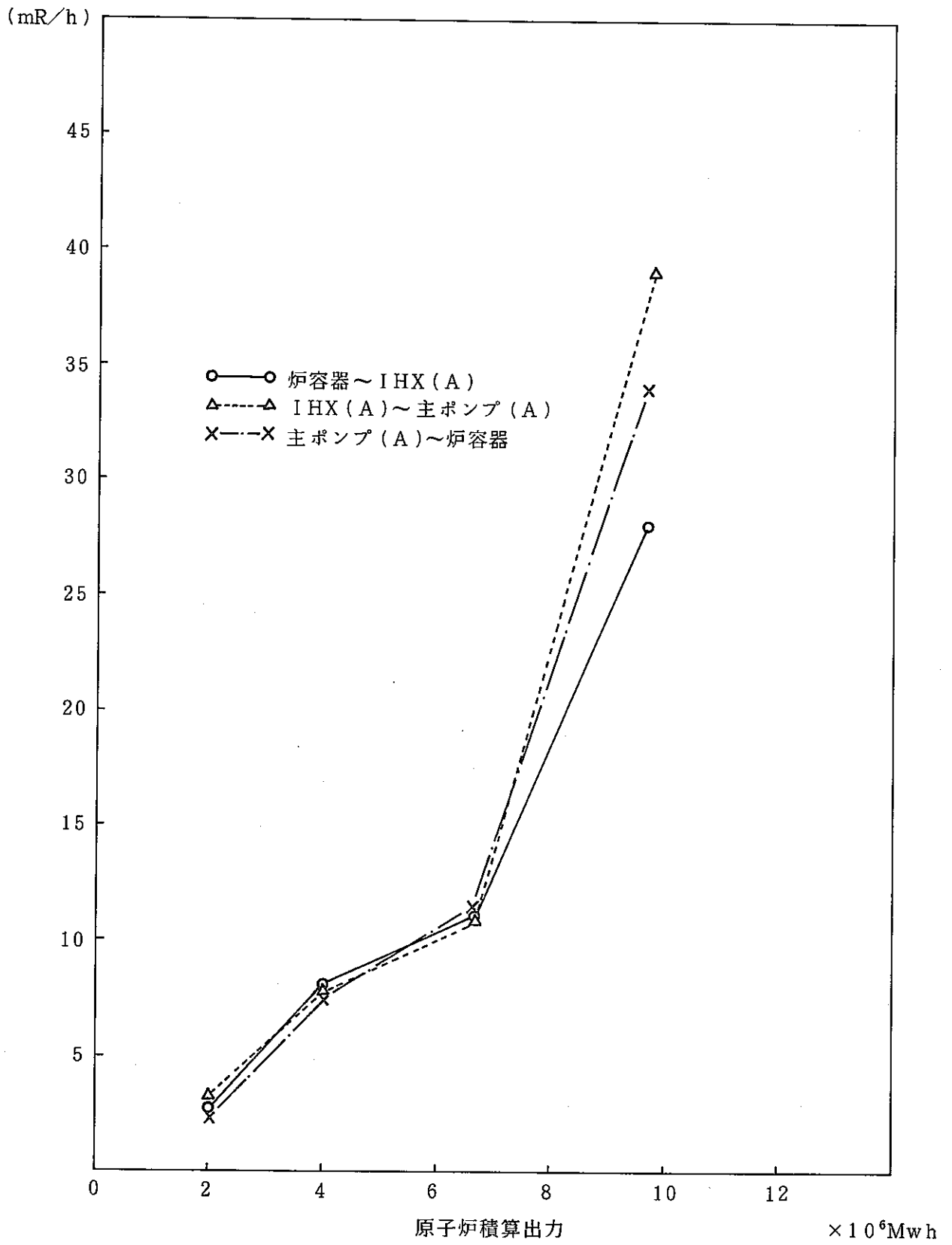


Fig.4.4 平均線量率の推移 (Aループ)

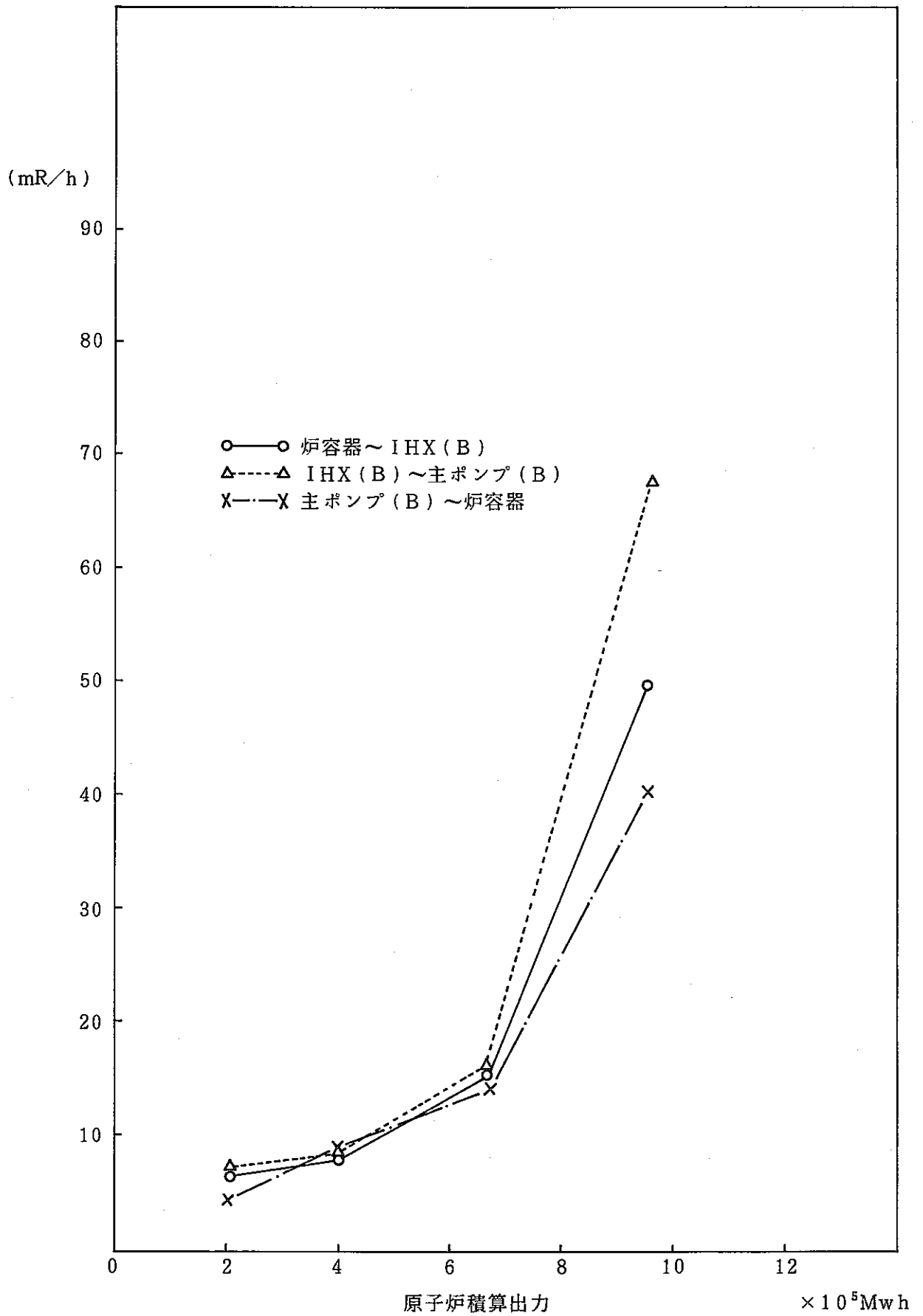


Fig 4.5 平均線量率の推移 (Bループ)

今回採用した床下メンテナンス時の崩壊熱除去運転としては、コンクリート遮蔽体冷却系の冷室素ガスの炉容器リークジャケットへの通気運転時には本系の冷却ガスダクトの窒素ガス漏洩（本系の設計条件として100%/dayの漏洩を許容している）により床下雰囲気酸欠状態となり、安全上好ましくないことから、以下の考えに基づいて実施することにした。

- (1) 崩壊熱は、原則として補助冷却系にて除去する（60kW迄）。また、補助冷却系のバックアップとしてコンクリート遮蔽体冷却系を待機状態とする（コンクリート遮蔽体冷却系点検時も必ず1台は運転出来る状態とする）。
- (2) 補助冷却系での崩壊熱除去運転時は、炉容器入口配管の予熱が必要であり予熱N₂ガス系を運転し、炉容器リークジャケットに通気する。
- (3) コンクリート遮蔽体冷却系による崩壊熱除去運転時の炉内自然循環流路を確保するため反射体（3体）を引抜いておく。
- (4) 補助冷却系よりコンクリート遮蔽体冷却系へ切換えた場合、補助冷却系の予熱を行う。

Table3.1 に示すように、補助冷却系による崩壊熱除去運転は12月20日より1月31日までの43日間にわたって行われ、長期間の極めて安定した運転ができることを立証した。

この間、6回にわたって炉心崩壊熱の測定を行った。Fig 4.8 に示すように、測定値は計算値より16~35%高い値を示している。これは計算値の方が崩壊熱を過小評価していたものと考えられるが、この他に測定上の誤差、崩壊熱曲線の算出誤差も併せ考えられる。

「常陽」における崩壊熱除去システムは、当初の補助冷却系単独（補助冷却系×200%）から合理化により（補助冷却系1系統のみ）、コンクリート遮蔽体冷却系との併用となったが、コンクリート遮蔽体冷却系運転時の床下酸欠の観点から、現状では予備機のない補助冷却系に頼らざるを得ないものとなっている。当時の設計思想では酸欠による作業員の安全まで考慮しておらず、両系統の複雑な運転の切換手順と併わせ、「常陽」の様な一括ドレン後の崩壊熱除去システムとしては不十分なものとなっている（補助冷却系に予備を持たせるのが望ましい）。しかしながら、実際の運用では補助冷却系の長期連続運転は極めて安定した状態で行われ、遮蔽コンクリート冷却系のバックアップ機能と併せ、上記の問題点はあるものの床下メンテナンス時の崩壊熱除去システムとしては満足の行く結果を得ることができた。

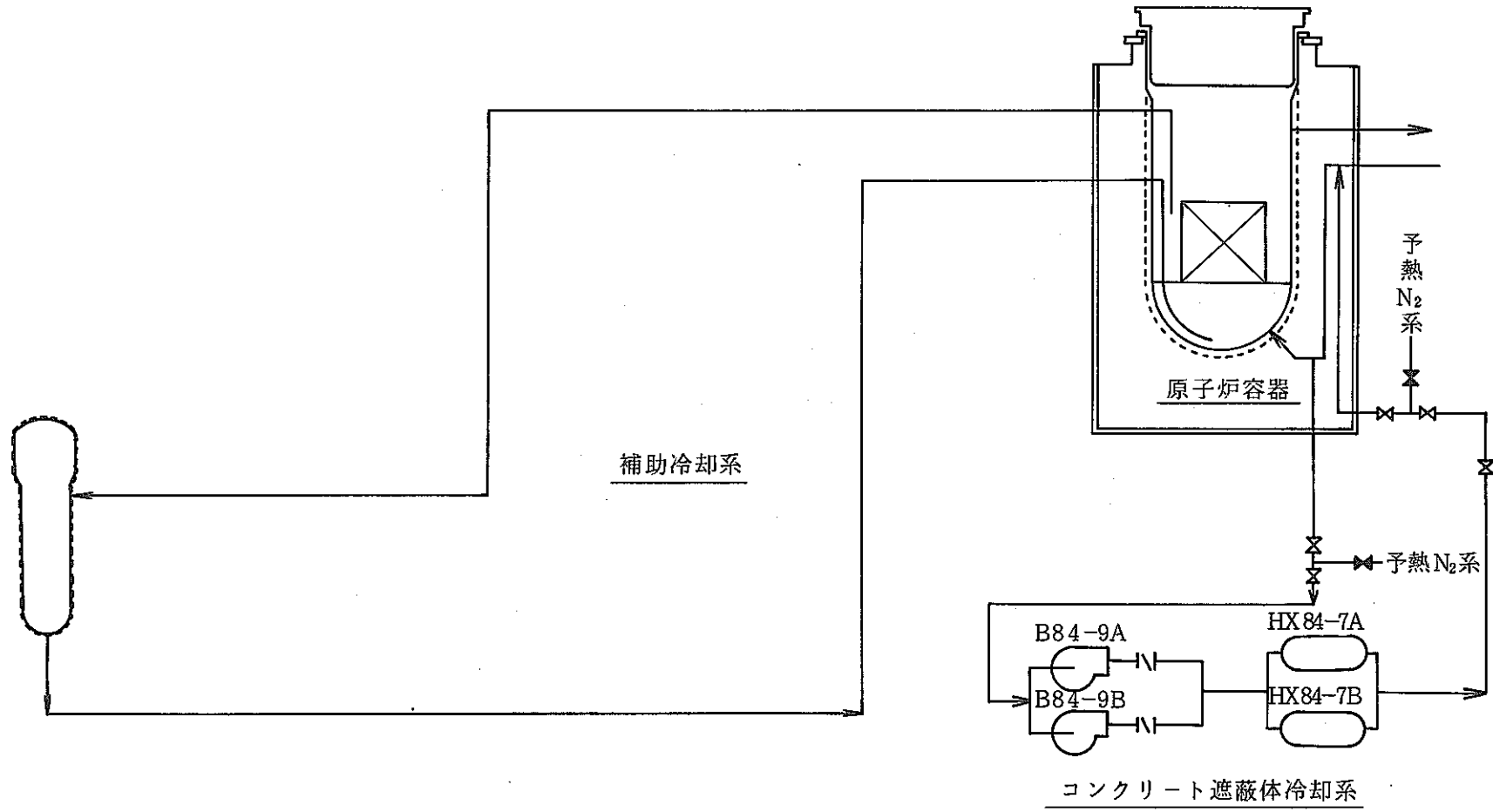


Fig4.6 床下メンテナンス時の崩壊熱除去システム

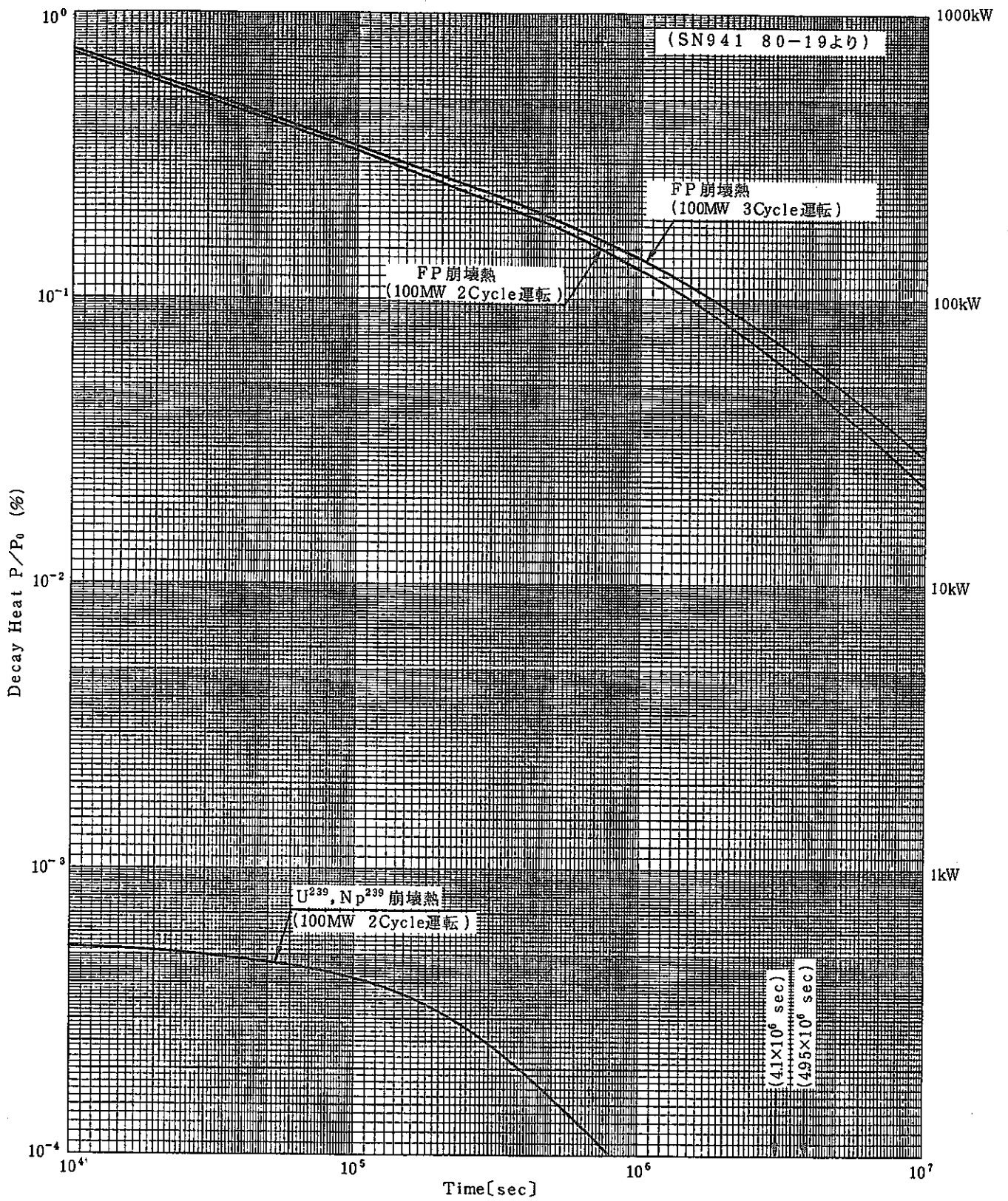


Fig 4.7 「常陽」崩壊熱曲線

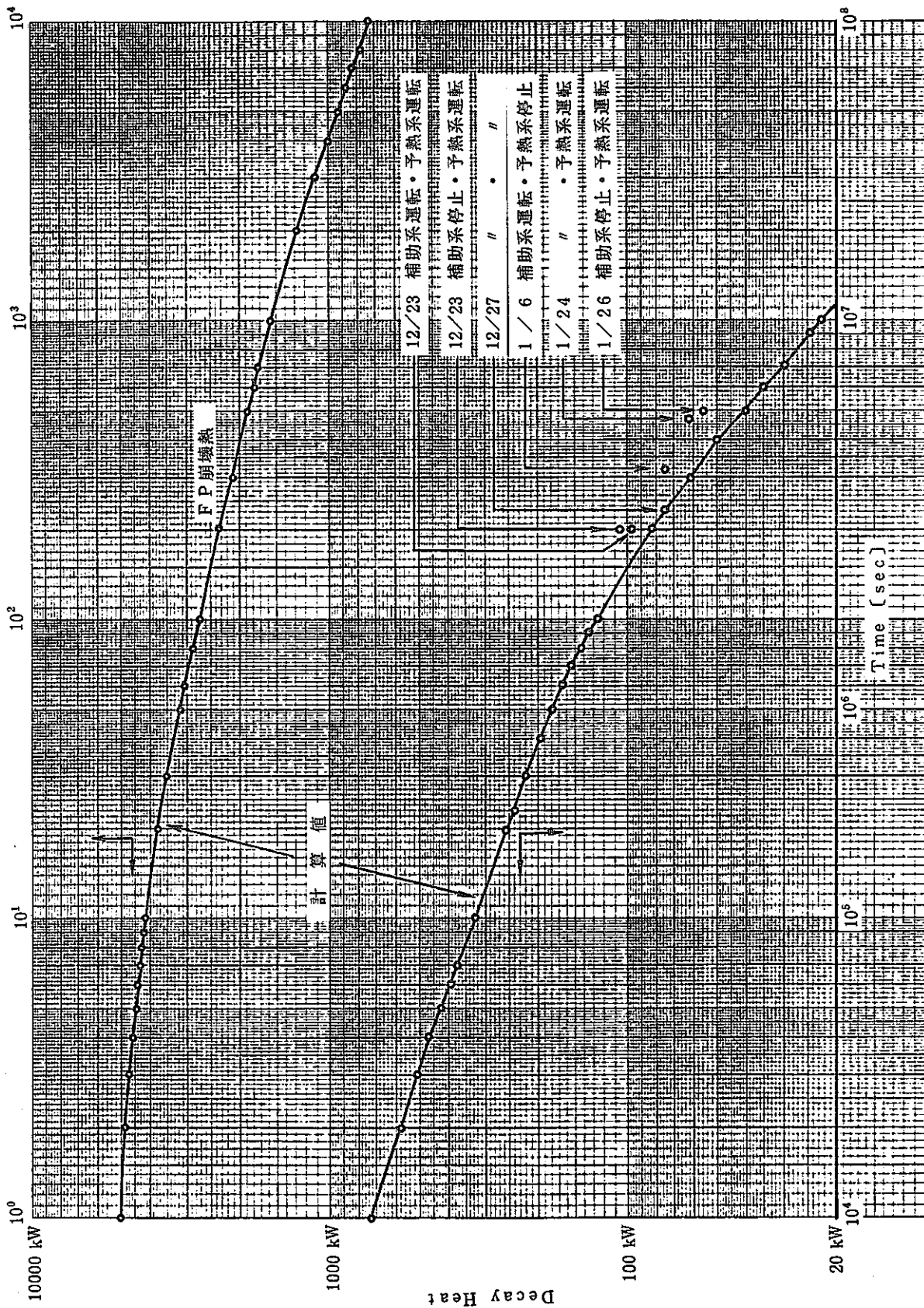


Fig 4.8 炉心崩壊熱の計算値と測定値の比較 (MK-II炉心第2サイクル運転終了後)

5. 主な改造工事

5.1 1次主循環ポンプA号機の交換と分解点検

大型ナトリウム機器の一つである1次主循環ポンプA号機に関して、インナーアセンブリとアウターケーシングの間隙に発生するカバーガスの循環流を抑制し、循環流により発生する周方向温度差を低減するため、対流防止板を取付けたインナーアセンブリを新たに製作し既設品との交換を行なった。前回の定検はMARK-II移行とともに行なわれたため期間も長く既設品の改造が可能であったが、今回は作業期間の短縮化と予備機の確保を兼ねて新しくインナーアセンブリを製作した。既設のインナーアセンブリは積算運転時間48,200時間を経ており、構造物の健全性の確認および予備品として保管するため分解および除染が行なわれた。

(1) 1次主循環ポンプの仕様

- ・ 定格流量及び揚程 $21\text{ m}^3/\text{h} \times 70\text{ mNa}$
- ・ 定格回転数 930 rpm
- ・ 設計温度 450°C (運転温度： 370°C)

(2) 作業手順の概略

既設ポンプはメンテナンス装置により引抜かれ、洗浄、除染、分解点検が行なわれた後仮組立されメンテナンス建家に保管された。また新規に製作されたインナーアセンブリは既設のインナーアセンブリの仮組立終了後系統内に装荷された。以下に作業手順を示す。

- ① 系統内ナトリウムのドレン、降温、ガスパーズ(トリチウムを対象)等プラント操作を実施する。
- ② ポンプ廻り、電動機廻りの動力、計装ケーブル、OPU配管、アルゴン軸封配管を取外し、端末の養生を行なう。
- ③ モータを取外し、搬出する。
- ④ キャスク、中継管(I)を格納容器内に搬入し、ポンプソールプレート上に据付け内部のArガス置換を行なう。
- ⑤ インナーアセンブリを系統より引抜き、メンテナンスキャスク内へ収納し、メンテナンス台車により、メンテナンス建屋へ移動する。
- ⑥ メンテナンスキャスクを中継管(II)を介してポンプ洗浄槽に据付け、インナーアセンブリを吊り降す。これと並行してポンプ表面のCP分布を測定する。
- ⑦ インナーアセンブリの洗浄を行う。
- ⑧ 洗浄終了後、インナーアセンブリをパン上に横置きし、除染を行う。並行してCP分布を測定する。
- ⑨ インナーアセンブリの分解を行う。分解により発生した部品の洗浄および除染を行う。
- ⑩ 除染の終了したインナーケーシング、部品を養生し、メンテナンス建屋内に保管する。

- ⑪ 新インナーアセンブリを格納容器内に搬入し、ビニルバッグ内のArガス置換を行う。
- ⑫ 新インナーアセンブリを系統に挿入し据付ける。
- ⑬ モータを据付け、動力、計装ケーブル、アルゴン軸封配管、ダクト等を復旧する。
- ⑭ モータ単体試験後、カップリングを直結し、試運転を行う。

(3) 引抜き

① ナトリウムドレン

前回B号機の引抜き時には高温ドレン(250℃)が採用されたが今回は通常ドレン(200℃)を行った。目視による観察では両方ともNaの付着状況については大差はなかった。

② 系統内Arガスパージ

Naドレン後、放射能濃度特にトリチウム濃度の低減化を目的に主ポンプ軸封ラインより清浄Arガスを用いて連続パージを行った。結果的にはその効果は殆ど無く $\sim 10^{-4} \mu\text{Ci}/\text{cc}$ (規定： $2 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cc}$)で引き抜かざるを得なかった。今後の課題としてガスパージの方法の検討のみならず、キャスク・中継管およびソールプレートのシール部の気密性の検討が必要と思われる。

③ キャスク内Arガス置換

2日間にわたる合計7時間のArガス置換により、引抜前のキャスク内のO₂の濃度は0.7%となった。

④ 引抜き

引抜きは30分で終了した。これはB号機の1/5の時間であり、シールリング部の残留ナトリウムが少なかったためと思われる。

⑤ ナトリウム付着状況

引抜き中、中継管(I)観察窓よりインナーアセンブリのナトリウム付着状況を観察した。Naは良くドレンされており、液面近傍の上部の方が下部よりも付着量は少ないと見受けられた。

⑥ キャスクの表面線量率

インナーアセンブリ収納時のキャスク表面での線量率は最大250mR/hであり、B号機の約4倍であった。

Fig 5.2にキャスクの表面線量率分布を示す。

(4) 洗浄

① 全体洗浄

メンテナンス建屋ポンプ洗浄槽を用い、インナーアセンブリ全体について蒸気洗浄3回、水洗浄1回を実施した。Table 5.1に洗浄廃液の分析結果を示す。全体洗浄により除去されたNaは約4.9kgと推定されるが、そのほとんどが第1回目の蒸気洗浄によって除去されている。

② 部品洗浄結果

分解部品のネジ部、及び嵌合部の蒸気、水による洗浄を3回実施した。Table 5.2に洗浄廃液の分析結果を示す。除去されたNaは約0.13kgであり、この洗浄でも最初の蒸気洗浄で除去されている。

(5) 分解

1) 分解手順

- ① 洗浄が終了したインナーアセンブリをビニルバッグで覆い、予めビニル養生されたパン上へメンテナンス建屋クレーンで移動し横置する。
- ② 分解用仮設クレーンをパン上に組立て、その上をダーティハウス（ビニル製3重）、グリーンハウス（ビニル製1重）で覆う。
- ③ ハウス内換気設備および出入バリアを設ける。
- ④ インナーアセンブリの全体除染を行う。
- ⑤ サクシオン、インペラ、ベアリング、シャフトの順で下部構造体より分解する。並行して部品の洗浄、除染を行う。なお、分解に当っては、ナトリウム火災を防止するため、分解により発生したナトリウムをSUS製容器に早期に回収した。またナトリウムの付着している部品については、移動前まで耐炎布（PYROMEX）で覆った。

2) 分解時の設備

放射能汚染拡大の防止のため、分解は4重のハウス（ダーティハウス；3重、グリーンハウス；1重）内で行なわれた。ハウスには排気用として3本のビニルダクトが接続され、ヘパフィルタを介し建屋の排気ダクトへ結ばれた。ハウスへの作業者の入出時の汚染管理は4重のバリアにより行なった。またハウス内の分解用パン上には分解用仮設クレーンを設けた。

3) 部品の移動

分解品の洗浄カゴへの移動及び洗浄カゴの移動はビニルバックを用いたパックイン方式を採用した。Fig 5.4, Fig 5.5に部品の移動方法を示した。

4) 放射線管理

ハウス内の作業であるため、その放射線管理が困難なものとなる。従って今回は発信式アラームメータを各人に取り付け、作業中の放射線管理をハウス外にてオンラインで行うことにより、特定作業者の被曝を避けるようにした。また、ビデオカメラでハウス内をモニターし、作業状況を把握した。

(6) 除染

洗浄終了後、除染を分解前後に実施した。除染は廃液の発生量を抑えるために半乾式法、すなわち除染用洗剤（ラジアックウォッシュ；商品名、デュボン社）を噴霧器にてインナーアセンブリの表面に吹きつけナイロンタワシやブラシで擦りその後水を吹きつけてキムタオルで拭き取る方法を採用した。

(7) CP分布測定

Closed End Coaxial型 High purity Ge 検出器を使用し、10φのコリメート孔を含む200mmの遮蔽体で遮蔽して洗浄前後のCP分布を測定した。また除染前後のCP分布を同じく200mmの遮蔽体で遮蔽し、10φのコリメート孔を通してグリーンハウスの外から測定した。

① 検出されたCP核種

測定により検出されたCP核種はB号機同様 ^{60}Co と ^{54}Mn であった。 ^{54}Mn はインナーアセンブリ表面にほぼ一様に付着しており、 ^{60}Co についてはベアリングハウジング上部付近に計数率のピークがあることから比較的Naの流動が少なく、構造的に堆積しやすい部位に付着しやすいと推定される。

② 洗浄前後の比較

部分的には20～30%の低減はあったものの全体的には大差なく、洗浄ではCPの除去は期待できない。

Fig 5.6とFig 5.7に洗浄前後のCP分布を、Fig 5.8とFig 5.9に洗浄効率をそれぞれ示す。

③ 除染前後の比較

^{60}Co は比較的良く除去されており、除染前に比べ最大5%まで低減された。 ^{54}Mn は8%まで低減された部分もあるが、全体的には数十%までであり除染の効果は薄い。これは ^{60}Co が母材表面に沈着しているのに対して、 ^{54}Mn は母材内部に拡散侵入しているためと思われる。Fig 5.13に除染前後のCP分布を、Fig.5.14に除去効率をそれぞれ示す。

(8) 検査

除染完了後、インペラ、シャフト、ベアリングブッシュ、スリーブベアリング、シールブッシュ、インペラリング(サクション側)、インペラリング(ベアリングハウジング側)の検査を行った。

1) PT検査

各部品について接触摺動の可能性のある部位についてPT検査を行った。

スリーブベアリングの摺動部全面(ハードフェイシング部)に微細なヘアクラック状の欠陥指示が見られた。これは、スリーブベアリングがベアリングブッシュの一部と接触摺動することにより発熱し、一方その摺動面から外れた所ではナトリウム冷却されるという周期的な熱過渡現象により発生したものと推定される。この欠陥は欠陥指示の発色から見て、そのステライト肉盛厚さ2.2mmに比べ極めて浅いものと判断している。

2) 硬度測定

ハードフェイシング部を対象にシェア硬さ計により硬度を測定した。各部品とも硬度は58～60Hsであり、製作時の設計値である51～61Hsを満足していた。

3) 外観寸法検査

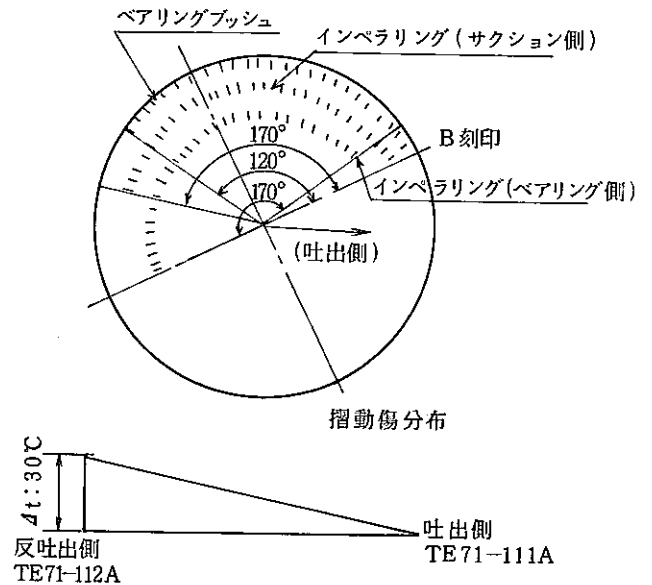
外観寸法検査により、ナトリウム軸受構成部品に摺動傷が発生していることが判った。また、それ以外の部品については、外観、寸法とも製作時と大差なく良好な状態であった。以下にナトリウム軸受構成部品の摺動傷状態等について述べる。

① ナトリウム軸受部の固定側であるベアリングブッシュ、インペラリング（サクシヨン側）、インペラリング（ベアリングハウジング側）に摺動傷が発生していることが判った。摺動傷の発生方向、範囲は右図のとおりである。

② 摺動傷の深さの最大は約0.27mmであり、ナトリウム軸受構成部品の最下部に位置するインペラリング（サクシヨン側）に発生していた。

③ 回転側であるスリーブベアリング、インペラ（ベアリングハウジング側）インペラ（サクシヨン側）にも全面にわたり摺動傷が発生していた。傷の最大深さは0.5mmであった。

④ 摺動傷発生の原因は、ケーシング間隙部の自然対流による周方向温度差による熱変形で吐出方向へ偏したため、接触しながら回転したためと推定される。



ケーシング内（ガス中）温度勾配

(9) 新インナーアセンブリの設計・製作

新インナーアセンブリの設計・製作は以下の項目を除き既設インナーアセンブリと適用規格、適用規準、外形寸法、仕様、材料および試験検査を全く同様に行った。

1) 対流防止板の取付

B号機インナーアセンブリにおいてカバーガス部の円周方向の温度差の低減に有効性を示した対流防止板をA号機新インナーアセンブリにも採用した。対流防止板の材質、形状、取付方法はB号機と同様とした。

Fig 5.1 5 に対流防止板の詳細を示す。

2) インナーアセンブリ内部温度測定用熱電対の追加

従来、ナトリウム軸受の吐出側、反吐出側にナトリウム温度測定用として各1点、インナーケーシング下部ナトリウム中の吐出側、反吐出側に各1点、インナーケーシング上部カバーガス層の吐出側、反吐出側に各1点、合計6点の熱電対が設置されていたが、新インナーアセンブリにおいても、温度分布を詳細に把握するため、新たにインナーケーシング上部のカバーガス層の吐出側、反

吐出側の中間に2点の熱電対を追加し、計8点の熱電対を新規に取付けた。

Fig 5.16 に熱電対の取付図を示す。

3) 改良型ナトリウム静圧軸受の採用

ポンプ機能の信頼性向上を図るため、ナトリウム静圧軸受に改良型を採用した。これは従来型に対し、オリフィスの形状および個数が変更されたものであり、ポンプの定格回転数時の軸受負荷容量（ポンプ軸偏芯時の調芯能力）が約2.5倍に向上されている。Fig 5.17に改良型軸受の構造を示す。なおこの型の軸受は、「もんじゅ」モックアップポンプに採用されたものである。

(10) 据 付

据付は対流防止板の保護のため実績があるビニルバックを用いたバックイン方式を採用した。ビニルバック内のArガス置換は6時間で酸素濃度0.6 V/Oに達し、装荷は約1時間で終了した。

ポンプ装荷後レベル調整を行ない、ポンプ引抜前と同程度に調整することができた。Fig 5.18に装荷手順を示す。

(11) 試 運 転

新インナーアセンブリ据付後、その機能の健全性を確認するため試運転を行ない種々のデータを採取した。定格流量の20, 40, 60, 80, 100%における吐出圧力、回転数、所要電力ともB号機および旧A号機とで差はなく良好であった。またポニーモータへの引き継ぎ、フローコーストダウン特性とも良好であった。ケーシングアニュラス部の周方向温度差は、対流防止板取付前の $\sim 20^{\circ}\text{C}$ に対して取付後は $\sim 5^{\circ}\text{C}$ にまで低減した。

Table 5.1 全体洗浄結果

単位： $\mu\text{Ci}/\text{cc}$

洗浄法	蒸気洗浄			水洗浄
	第1回目	第2回目	第3回目	
サンプリング廃液中の γ	2.8×10^{-1}	8.4×10^{-3}	6.5×10^{-2}	7.2×10^{-3}
^{54}Mn	2.9×10^{-1}	5.7×10^{-3}	5.1×10^{-2}	6.5×10^{-4}
^{60}Co	2.1×10^{-3}	5.8×10^{-4}	6.5×10^{-3}	6.6×10^{-5}
^{22}Na	6.1×10^{-3}	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-4}	—
蒸気使用量/ドレン量 (kg) (ℓ)	370/110	492/62	438/129	8.53 (m ³)

Table 5.2 部品洗浄結果

単位： $\mu\text{Ci}/\text{cc}$

洗浄法	第1回目		第2回目		第3回目	
	蒸気	水	蒸気	水	蒸気	水
サンプリング廃液中の γ	3.9×10^{-3}	8.5×10^{-5}	4.0×10^{-3}	3.6×10^{-4}	2.5×10^{-4}	3.5×10^{-5}
^{54}Mn	3.1×10^{-3}	7.2×10^{-5}	2.6×10^{-3}	1.8×10^{-4}	2.2×10^{-4}	2.7×10^{-5}
^{60}Co	6.6×10^{-4}	1.2×10^{-5}	1.3×10^{-3}	1.8×10^{-4}	3.4×10^{-5}	7.8×10^{-6}
^{22}Na	9.2×10^{-5}	—	6.8×10^{-5}	—	—	—
蒸気量/水量 (kg) (m ³)	276	10.5	310	9.2	263	7.5
部品名	ディフューザ, サクション, インペラ, インペラナット		ベアリングハウジング, ブッシュスリーブ		シャフト, ボルト類	

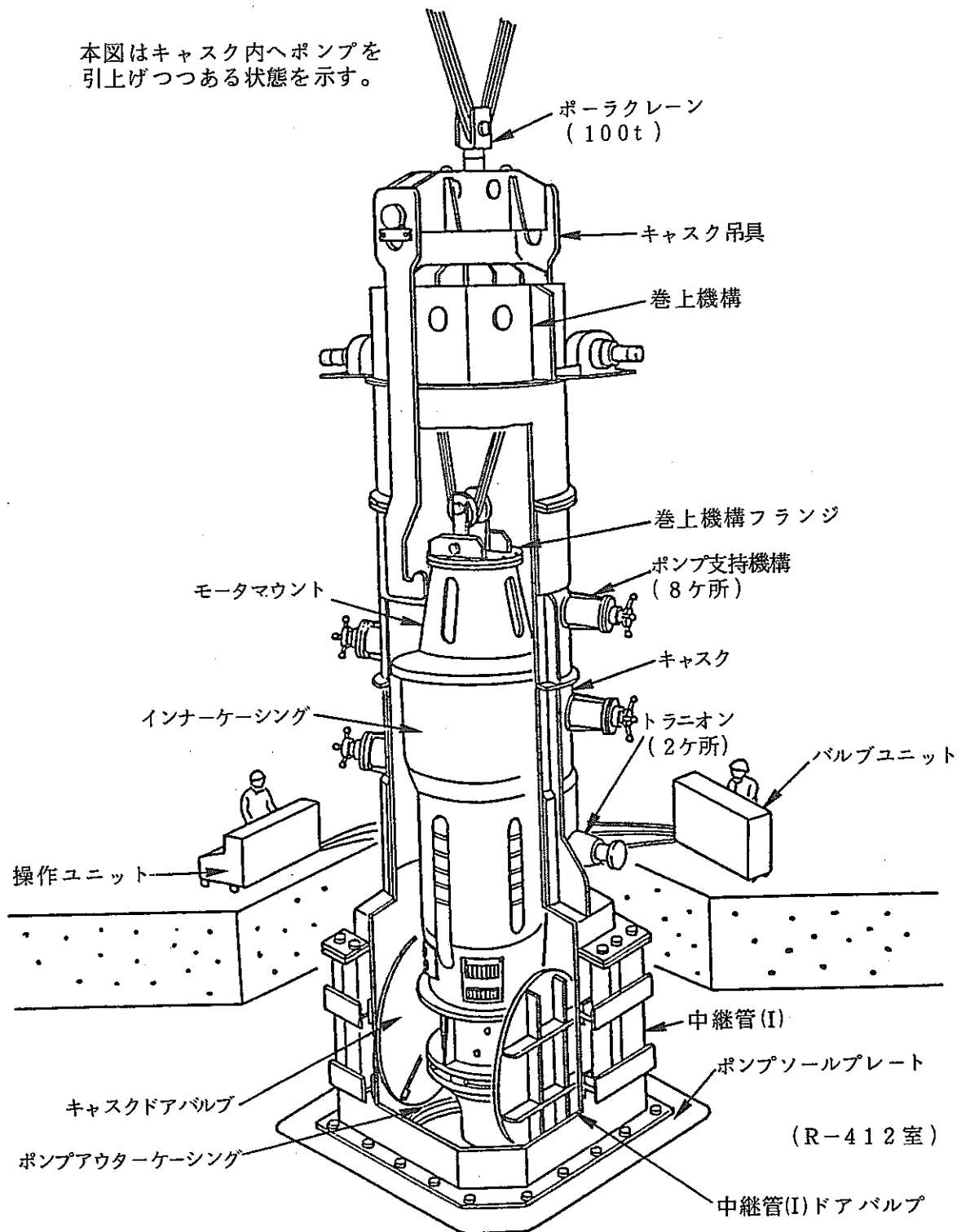


Fig 5.1 1次主循環ポンプ引抜状況

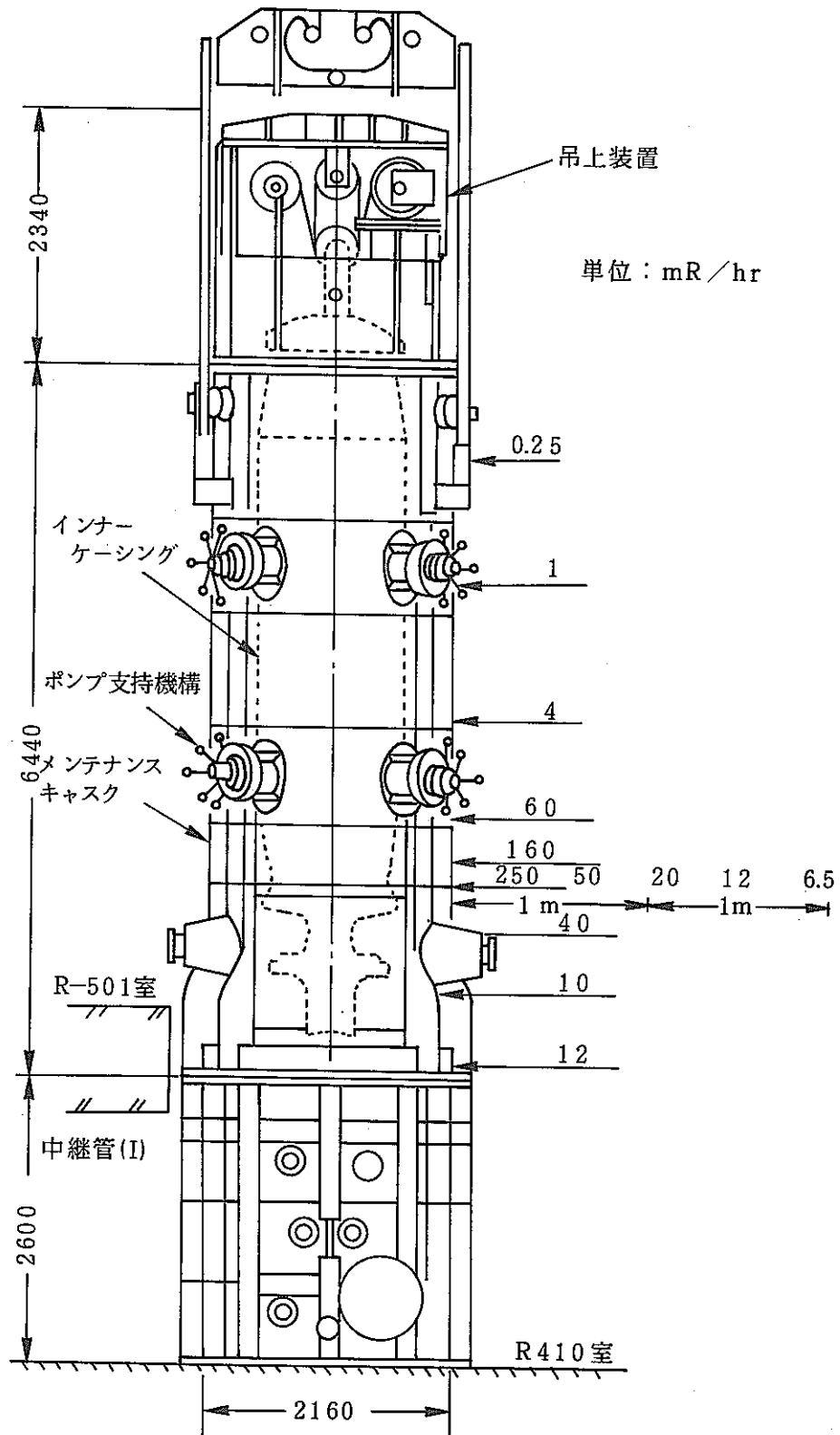


Fig 5.2 キャスク表面線量率分布

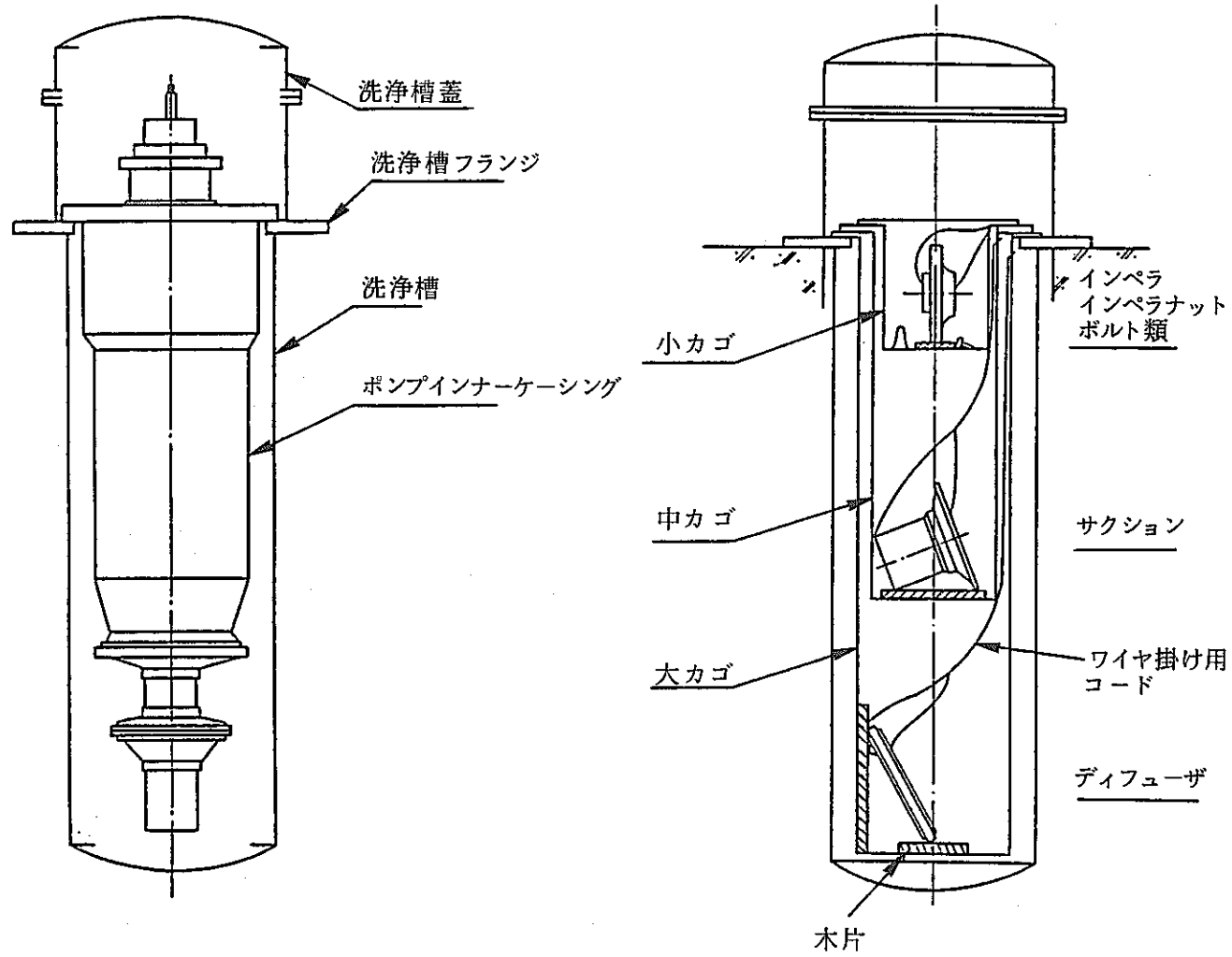


Fig 5.3 洗淨状態図

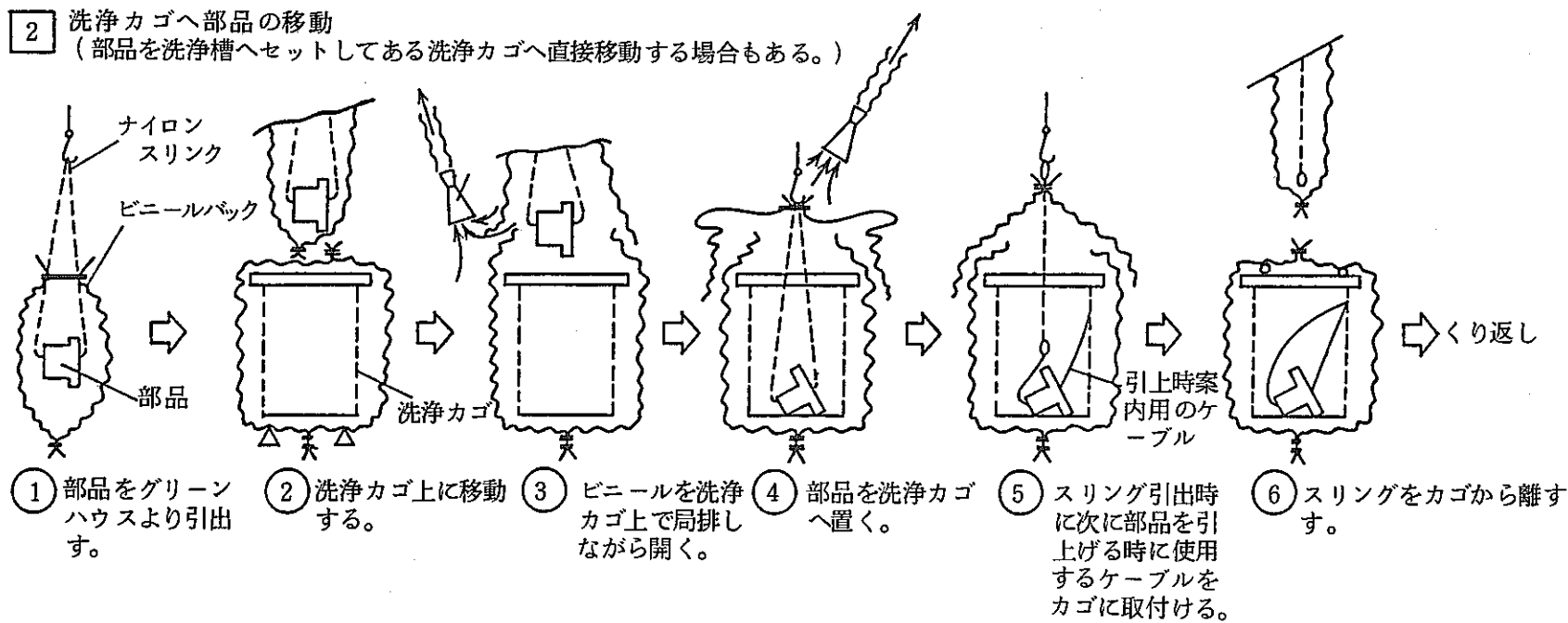
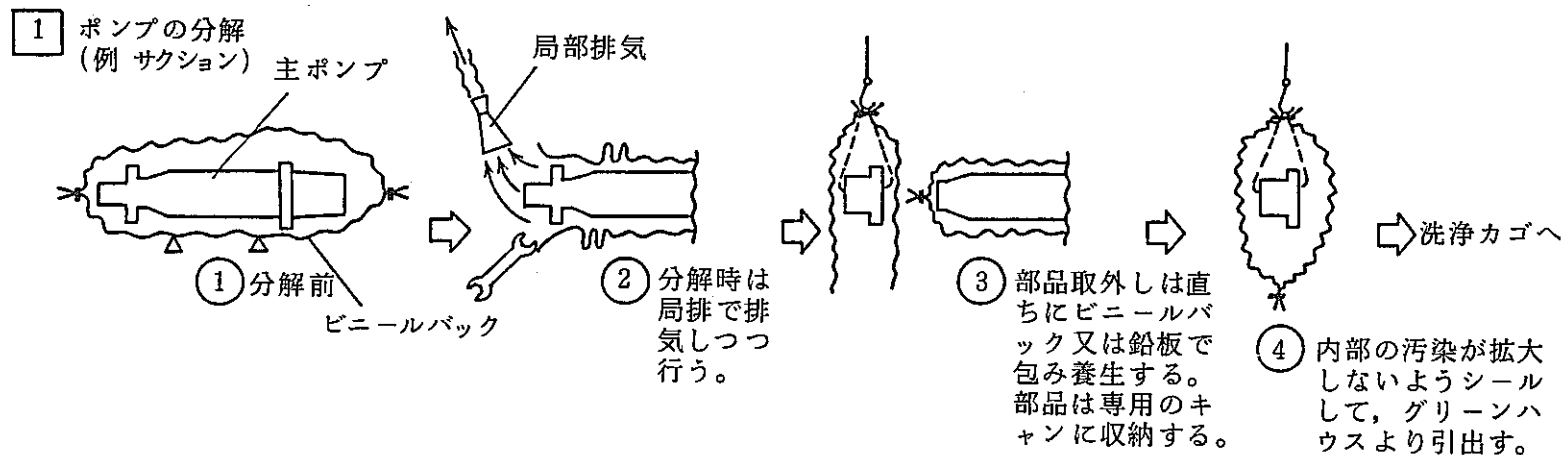
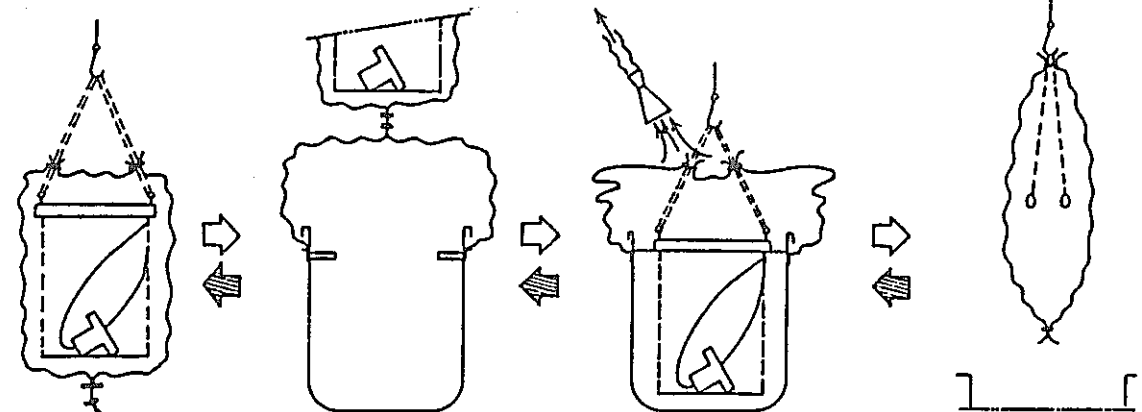


Fig 5.4 部品移動時の養生

3 洗浄槽へ洗浄カゴの移動 (取出し)



⇨ : 洗浄槽へ
⇦ : 洗浄槽から

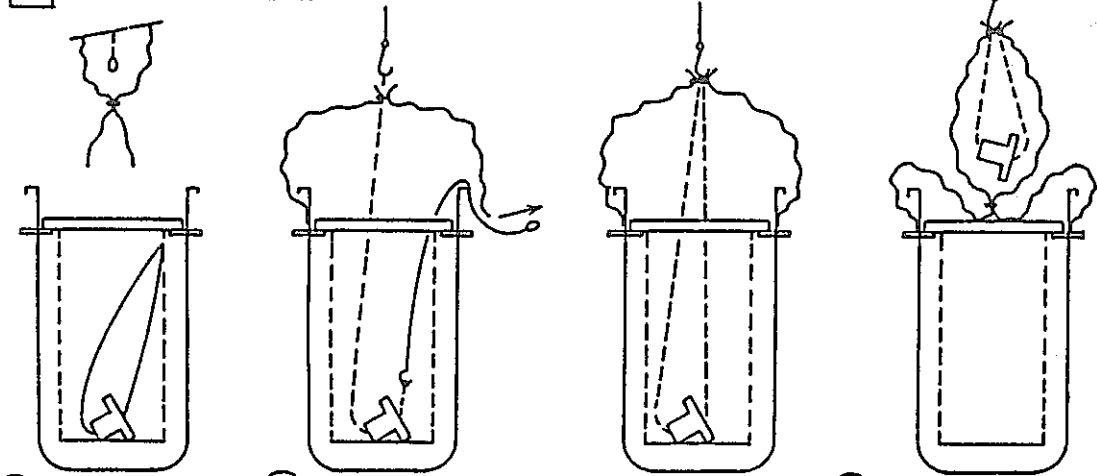
① 部品の入った洗浄カゴを洗浄。洗浄槽へ移動する。

② 洗浄槽へビニールバッグを被せる。

③ 洗浄カゴをビニールバッグ内で洗浄槽へおろす。

④ スリングをカゴと切離す。

4 除染ハウスへの移動

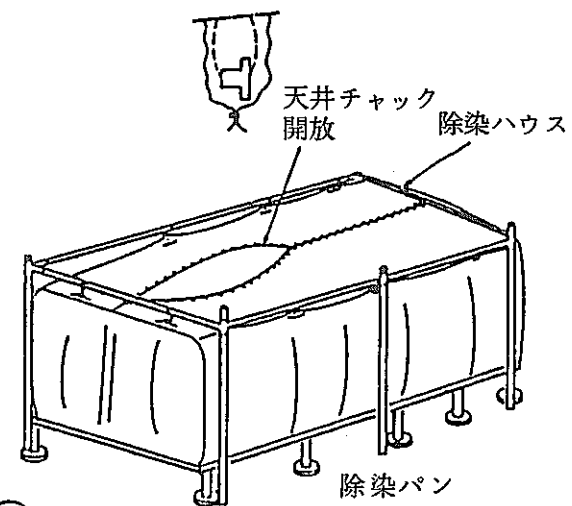


① 洗浄後の部品をビニールバッグで取外す。

② スリングをケーブルと結びケーブルを引張る。

③ スリングを部品に通す。

④ ビニールバッグでシールしながら部品を引出す。



⑤ 除染ハウスへ部品を搬入する。

Fig 5.5 ポンプ部品移動

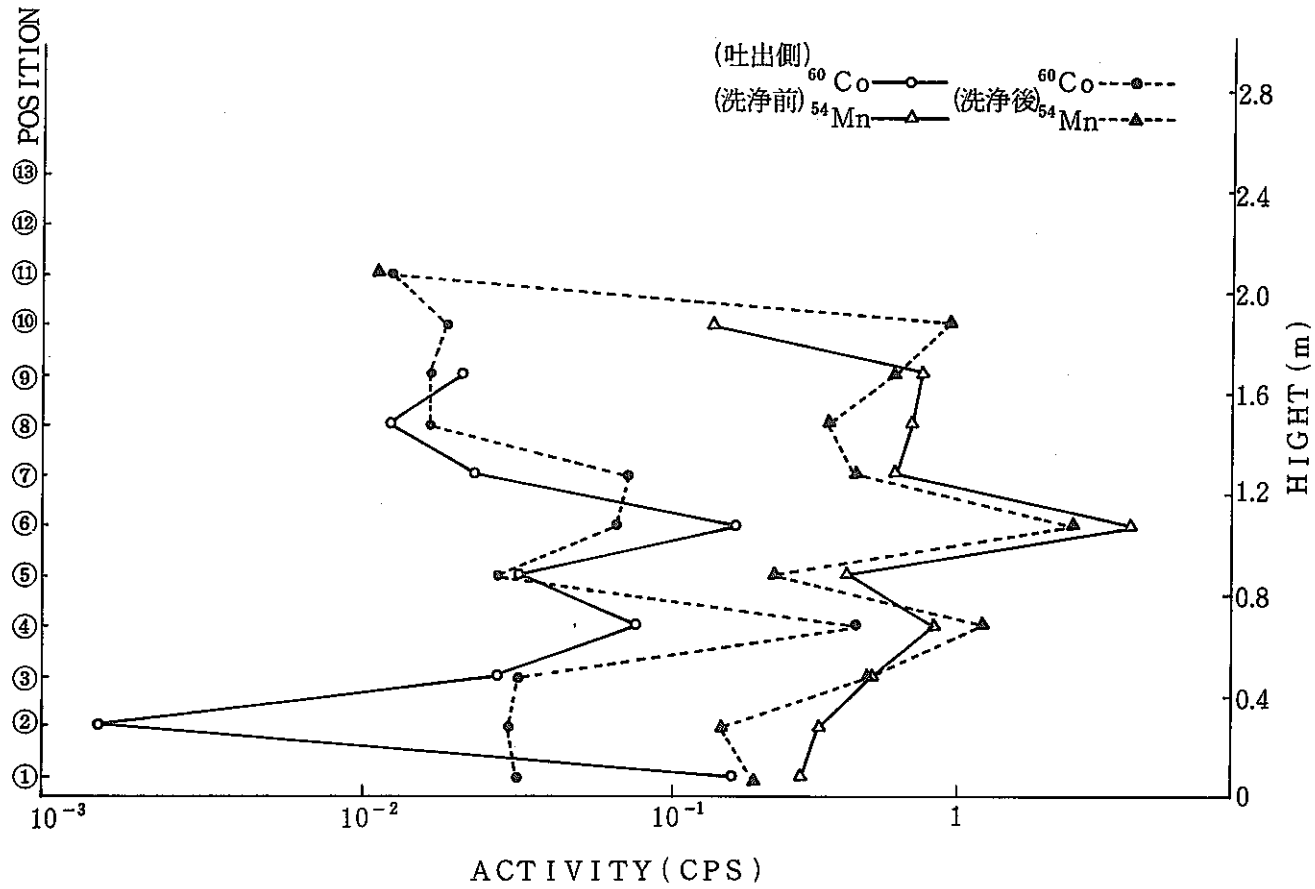
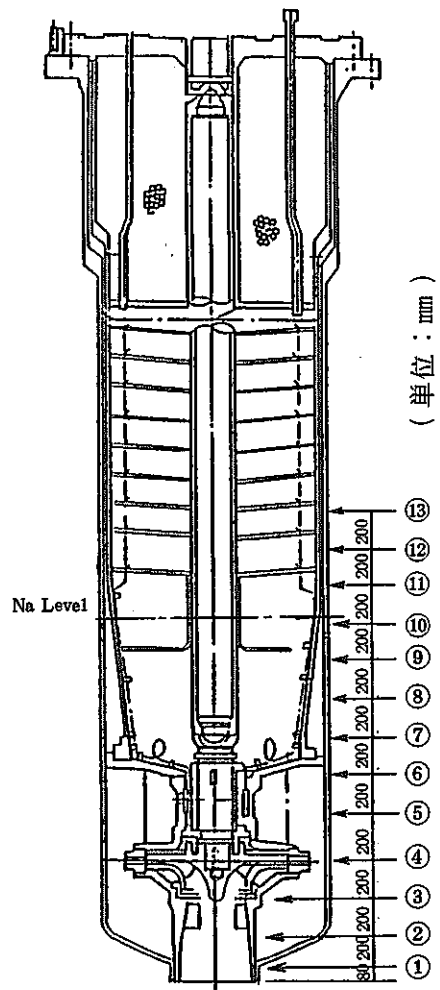


Fig 5.6 洗浄前後のCP分布 (吐出側)

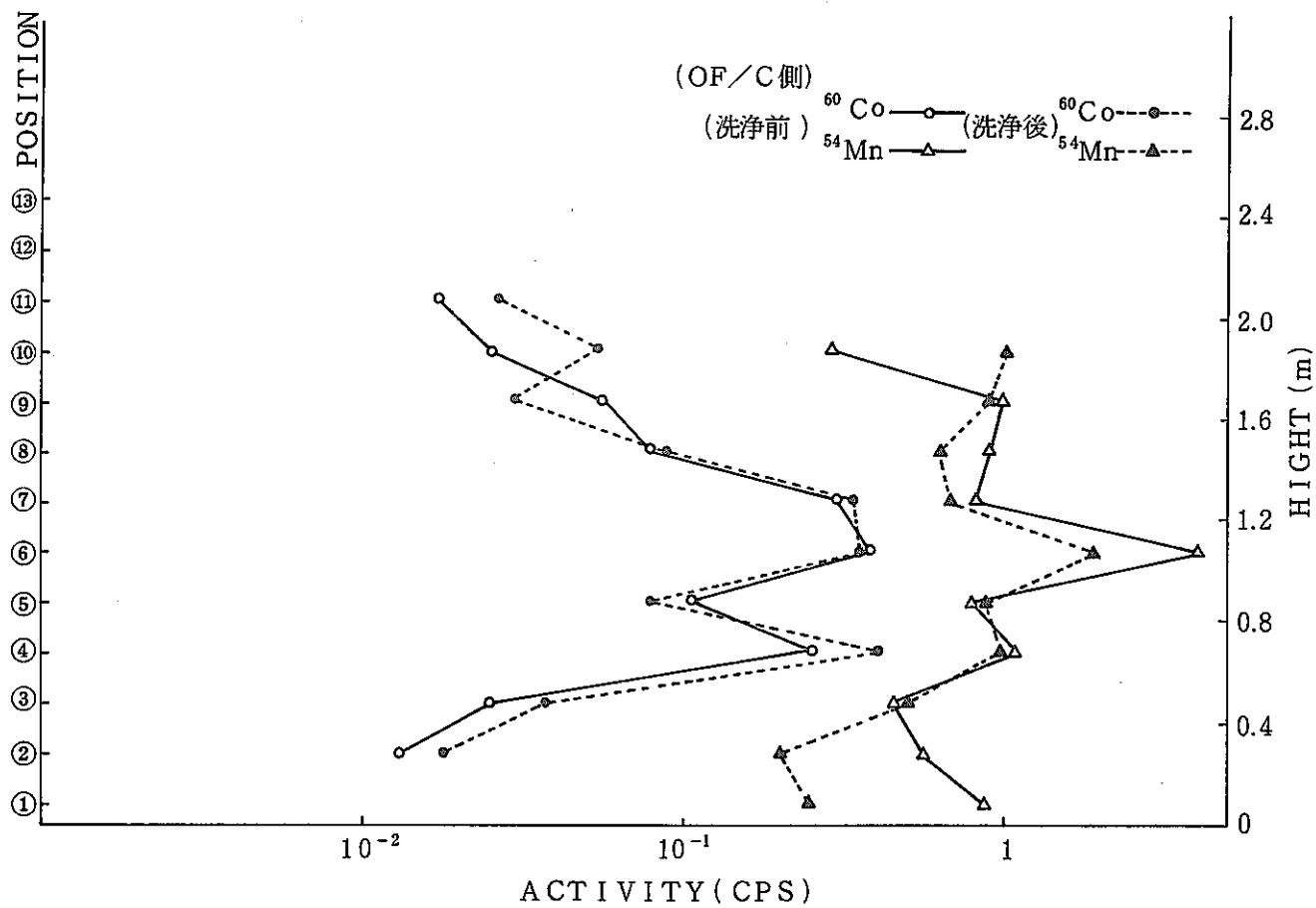
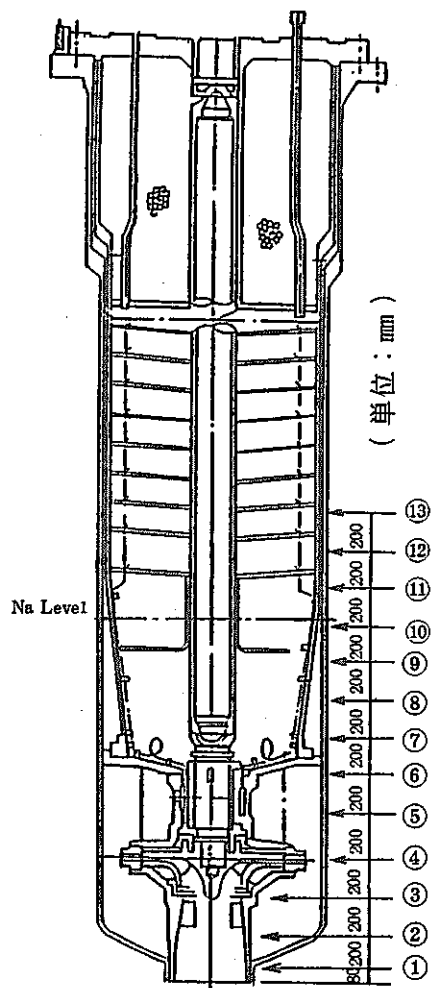


Fig. 5.7 洗浄前後のCP分布 (OF/C側)

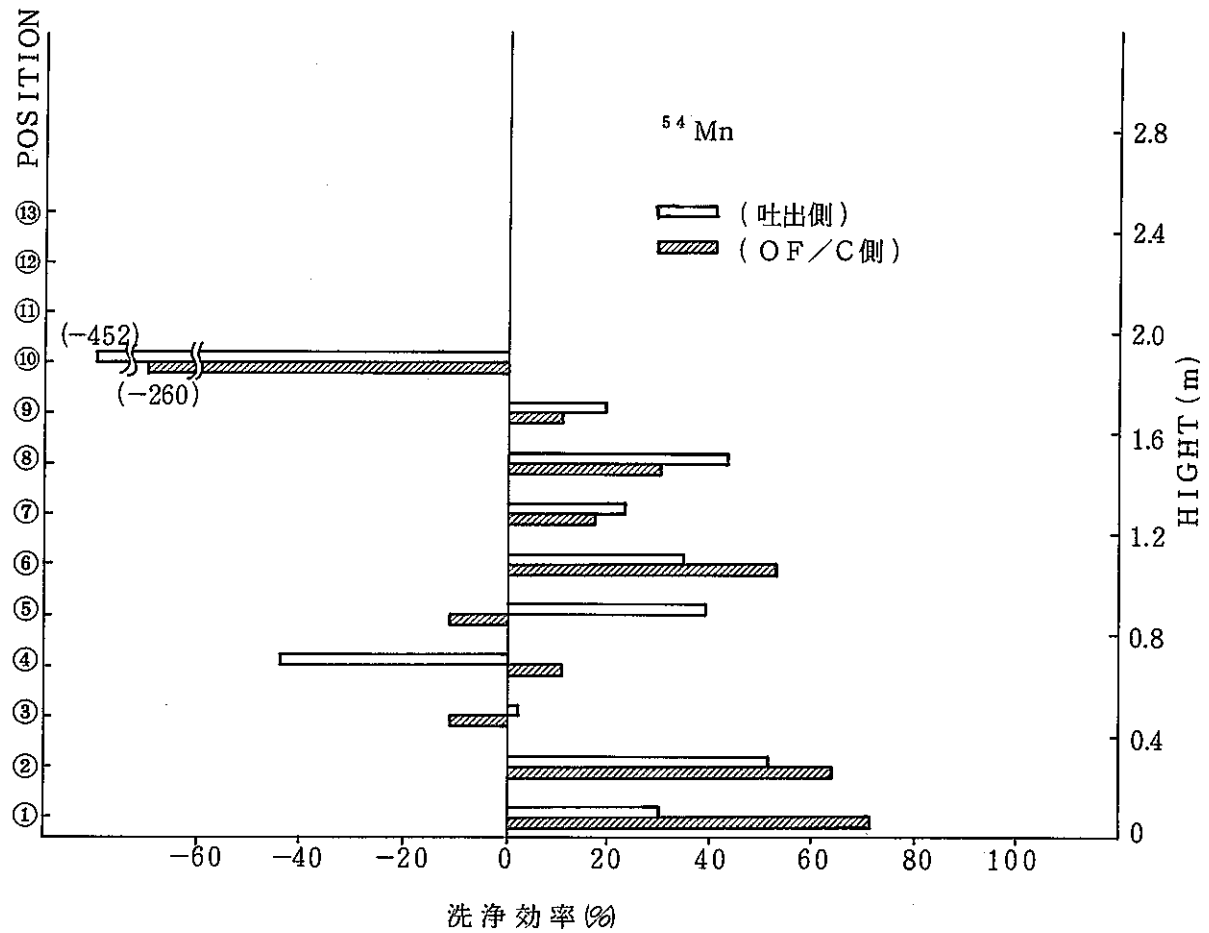
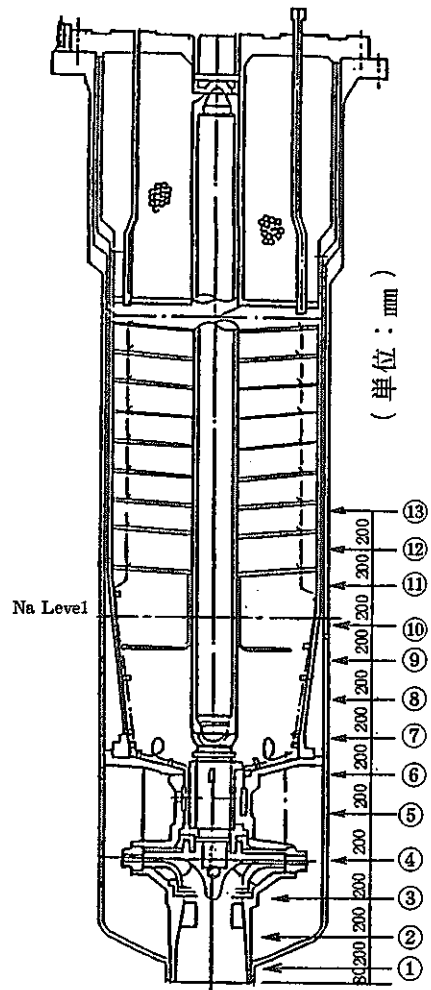


Fig 5.8 洗浄作業による ^{54}Mn 洗浄効率

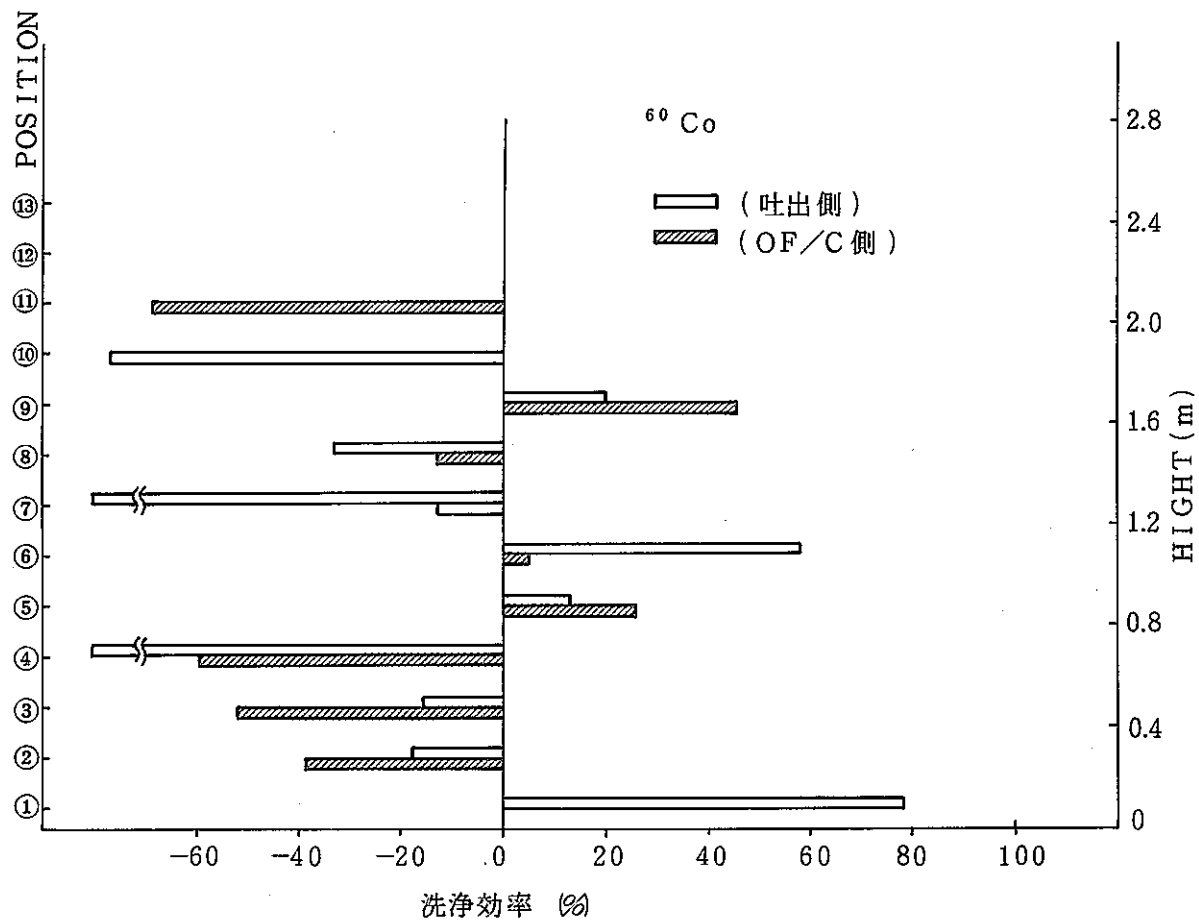
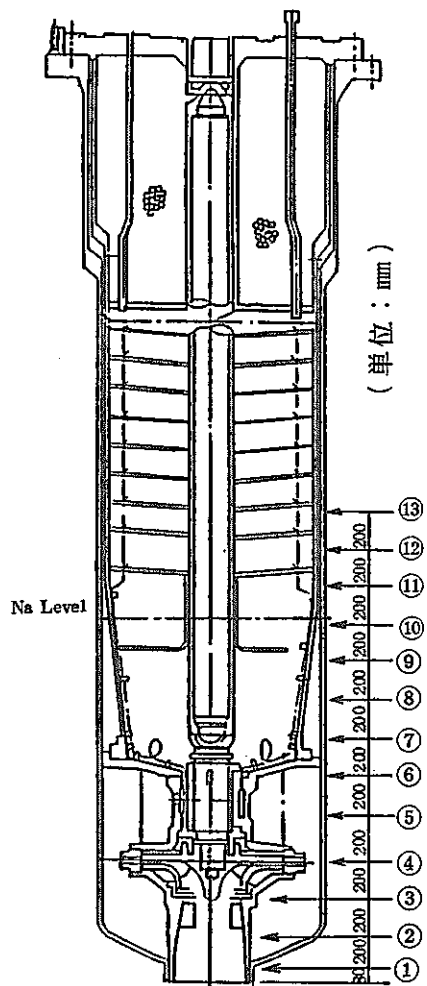


Fig 5.9 洗浄作業による ^{60}Co 洗浄効率

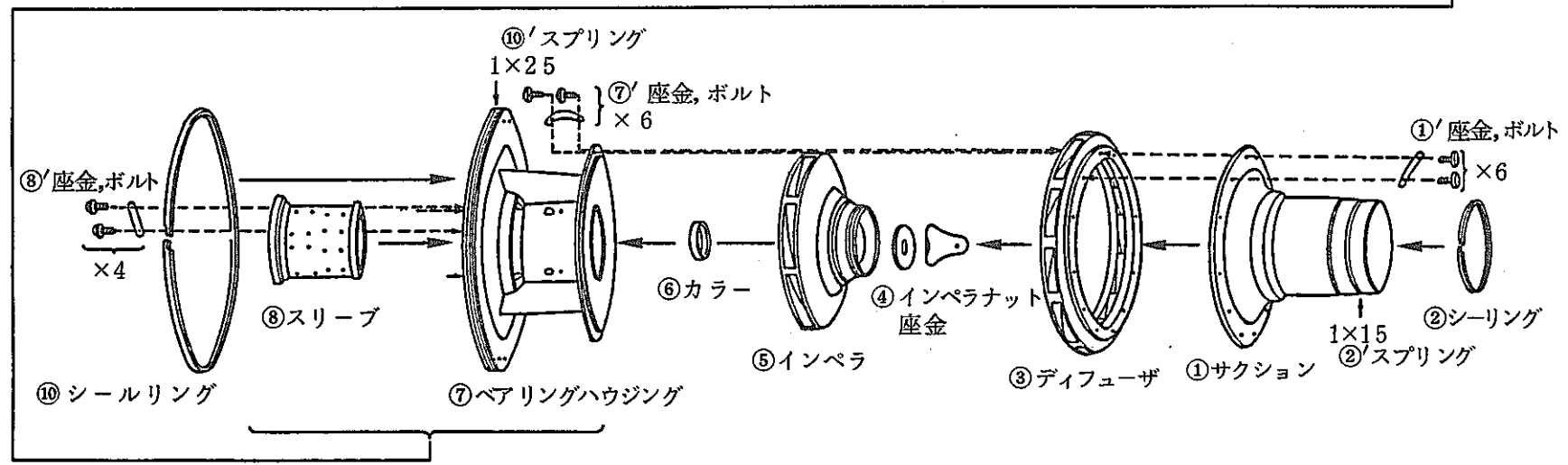
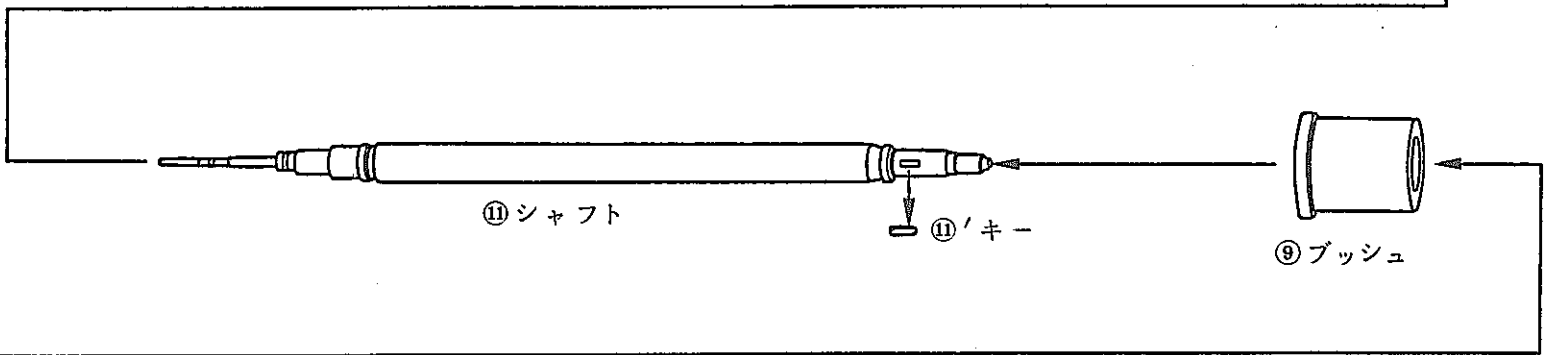
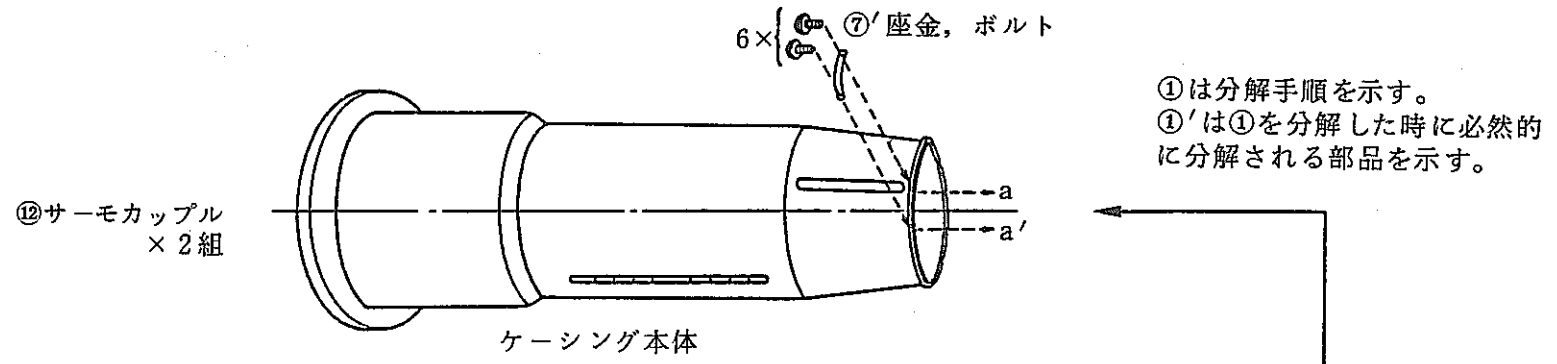


Fig 5.11 ポンプ分解手順

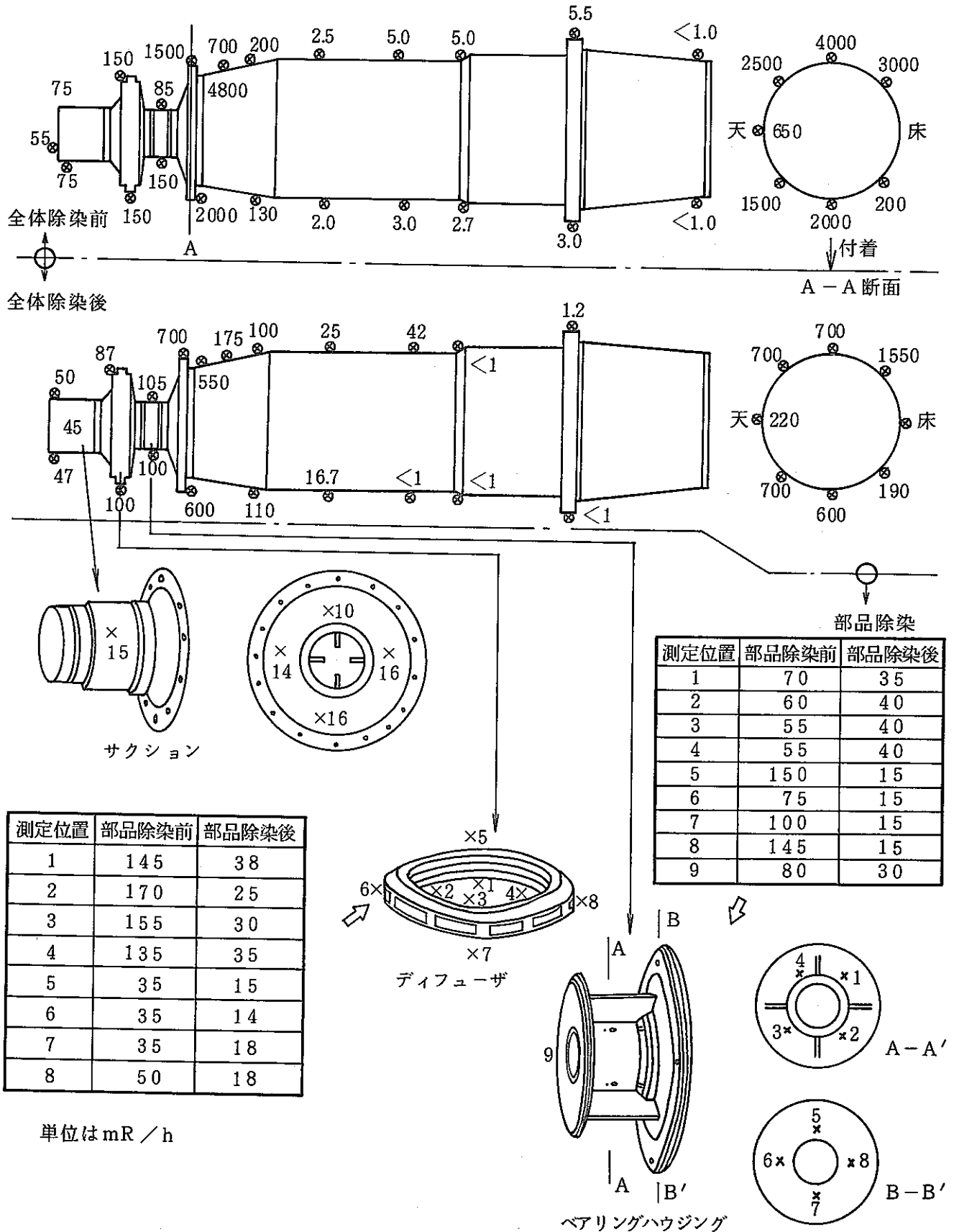


Fig 5.12 表面線量率の変化

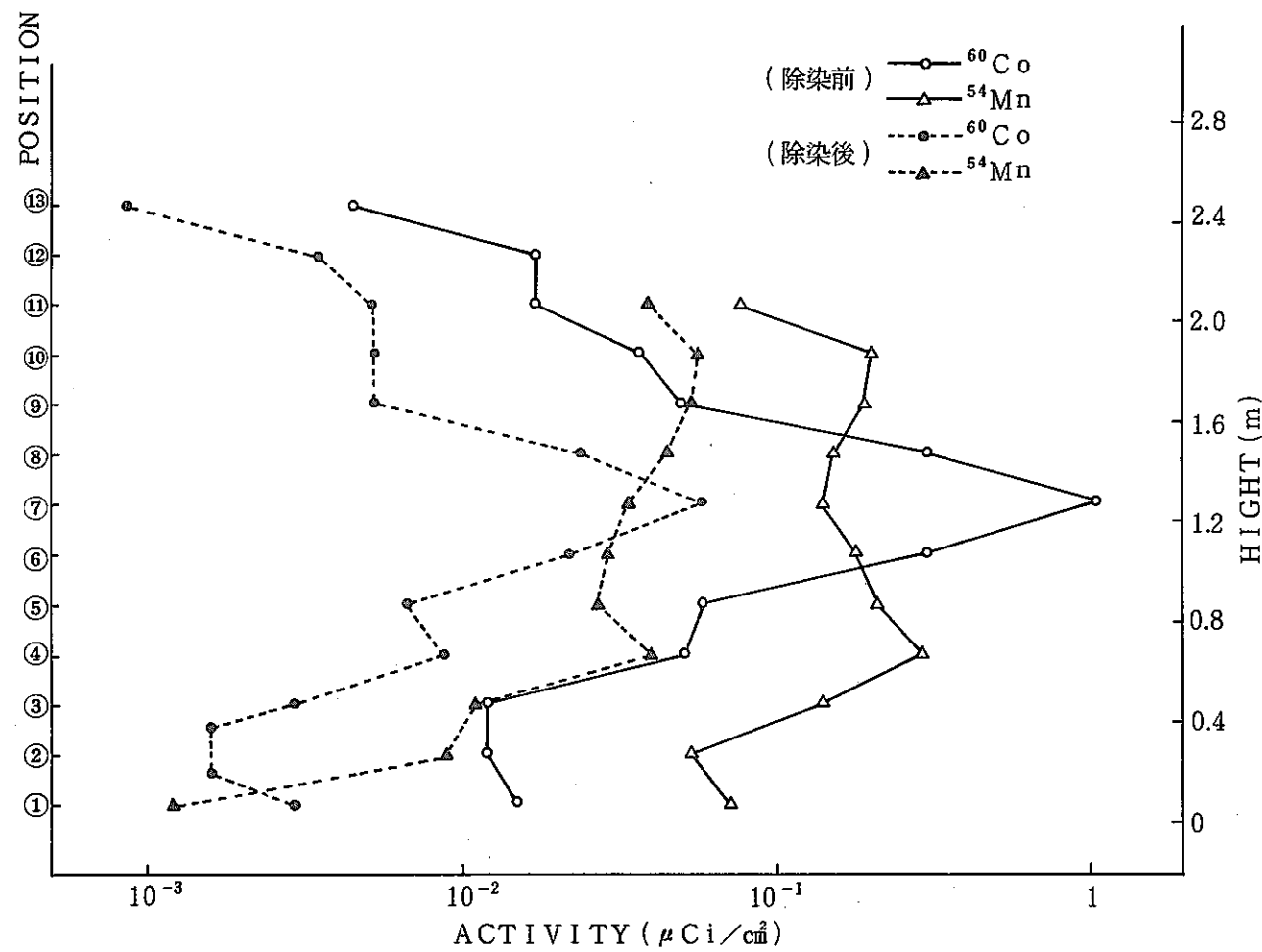
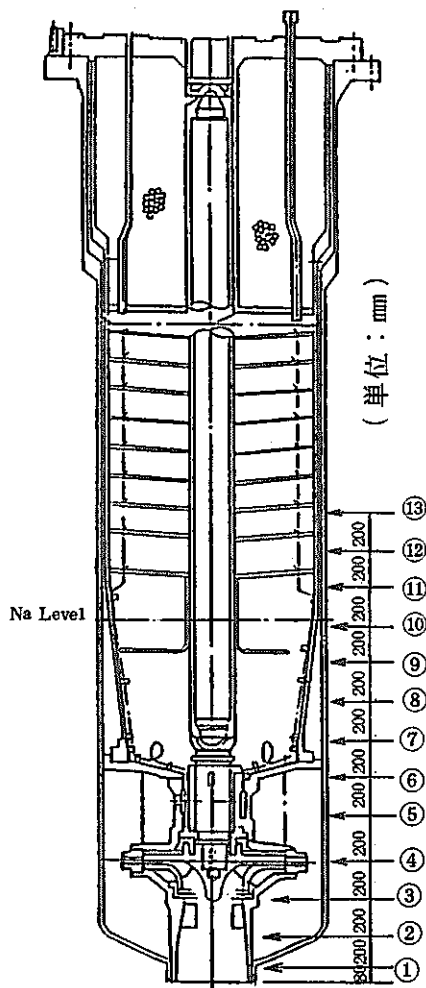


Fig 5.13 除染前後のCP分布

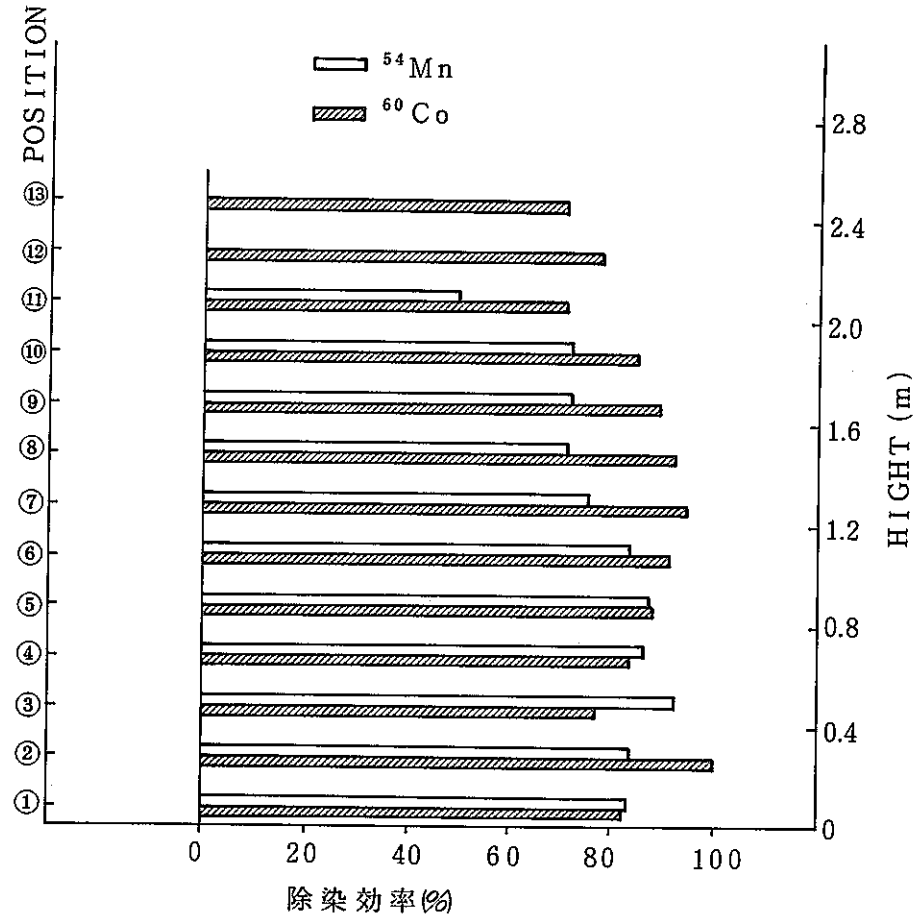
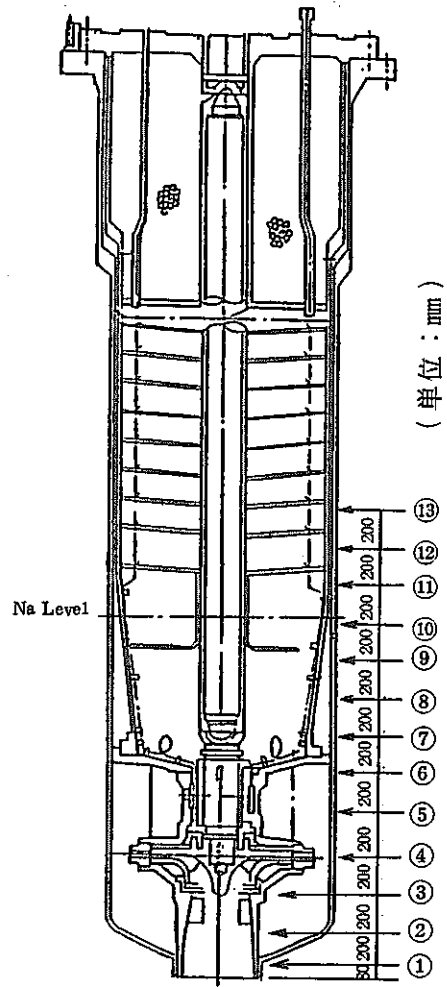


Fig 5.14 除染作業によるCP除染効率

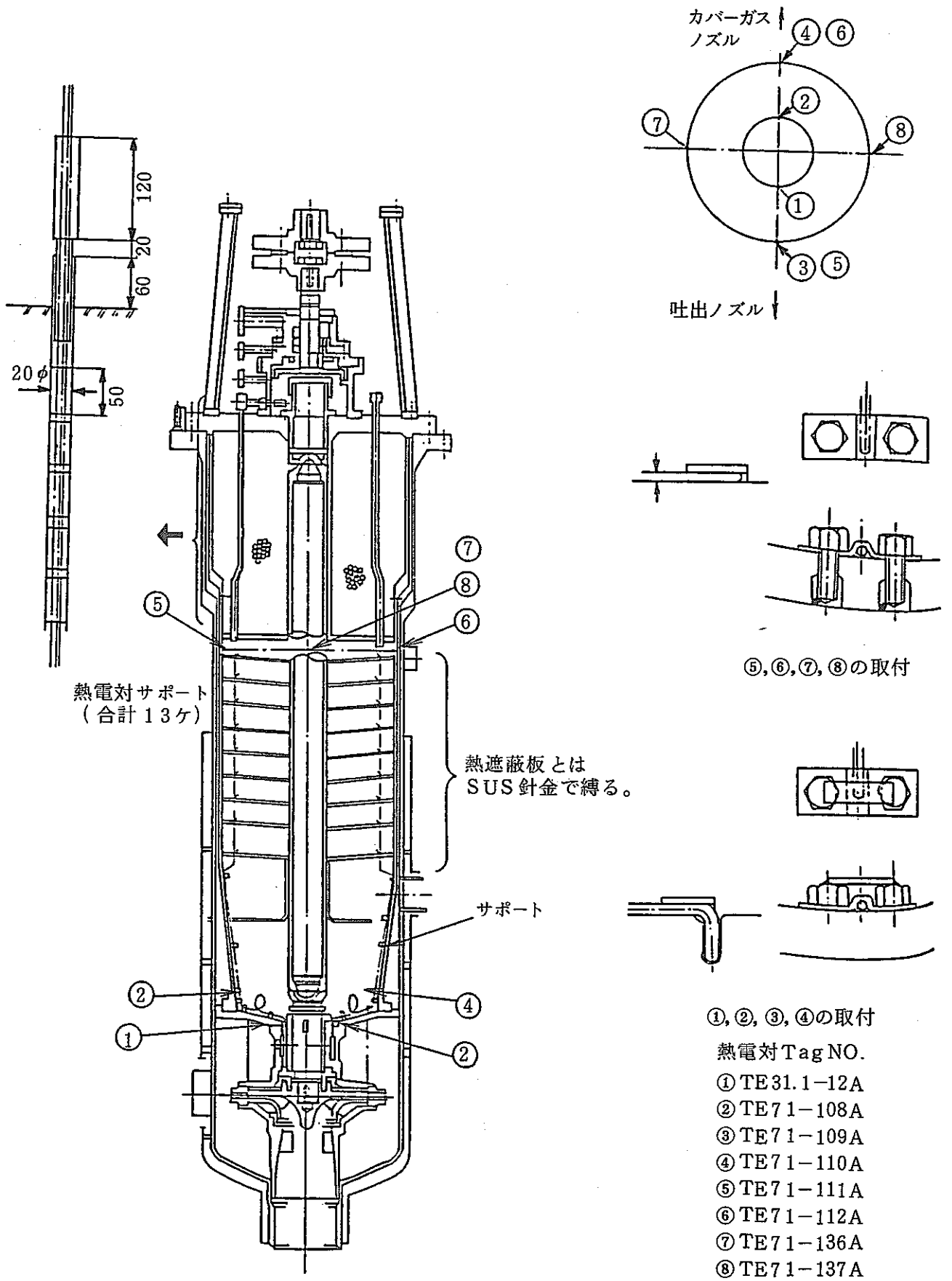


Fig 5.16 熱電対の取付図

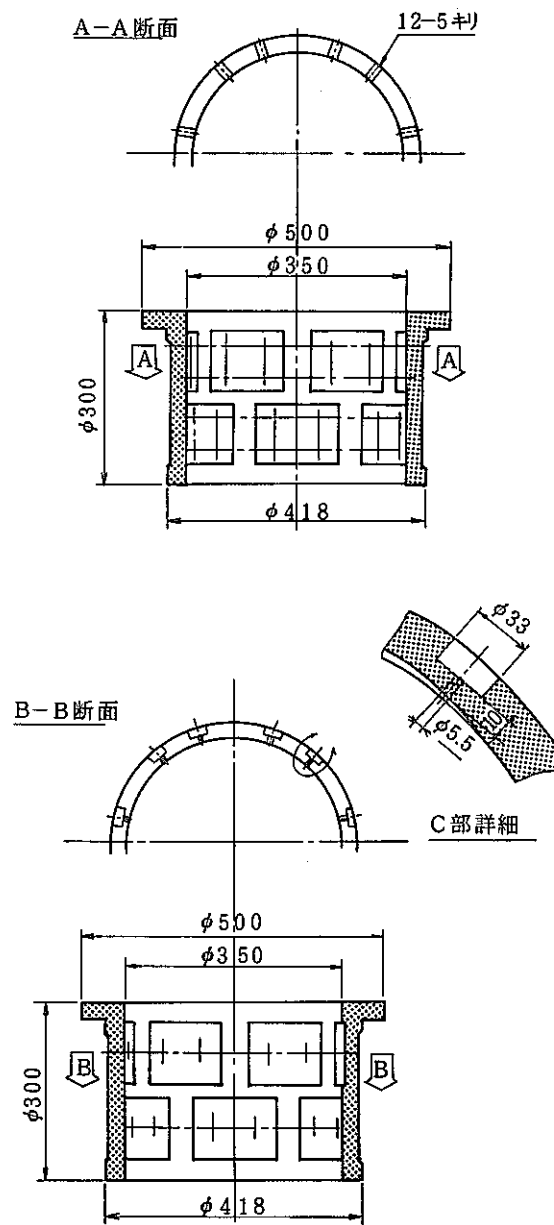
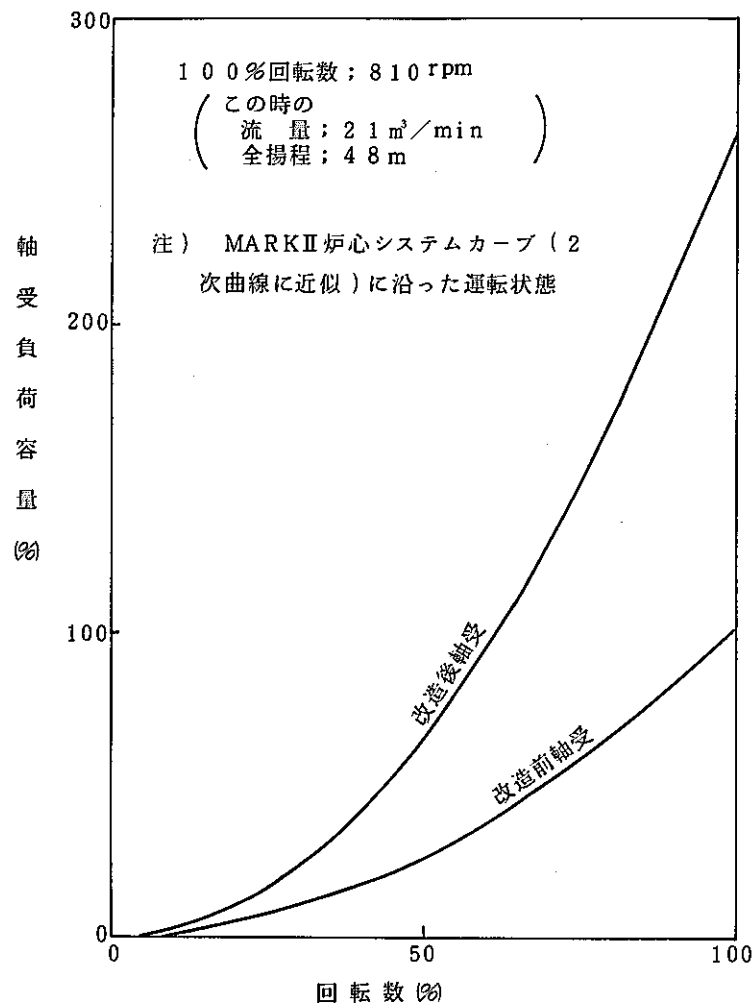
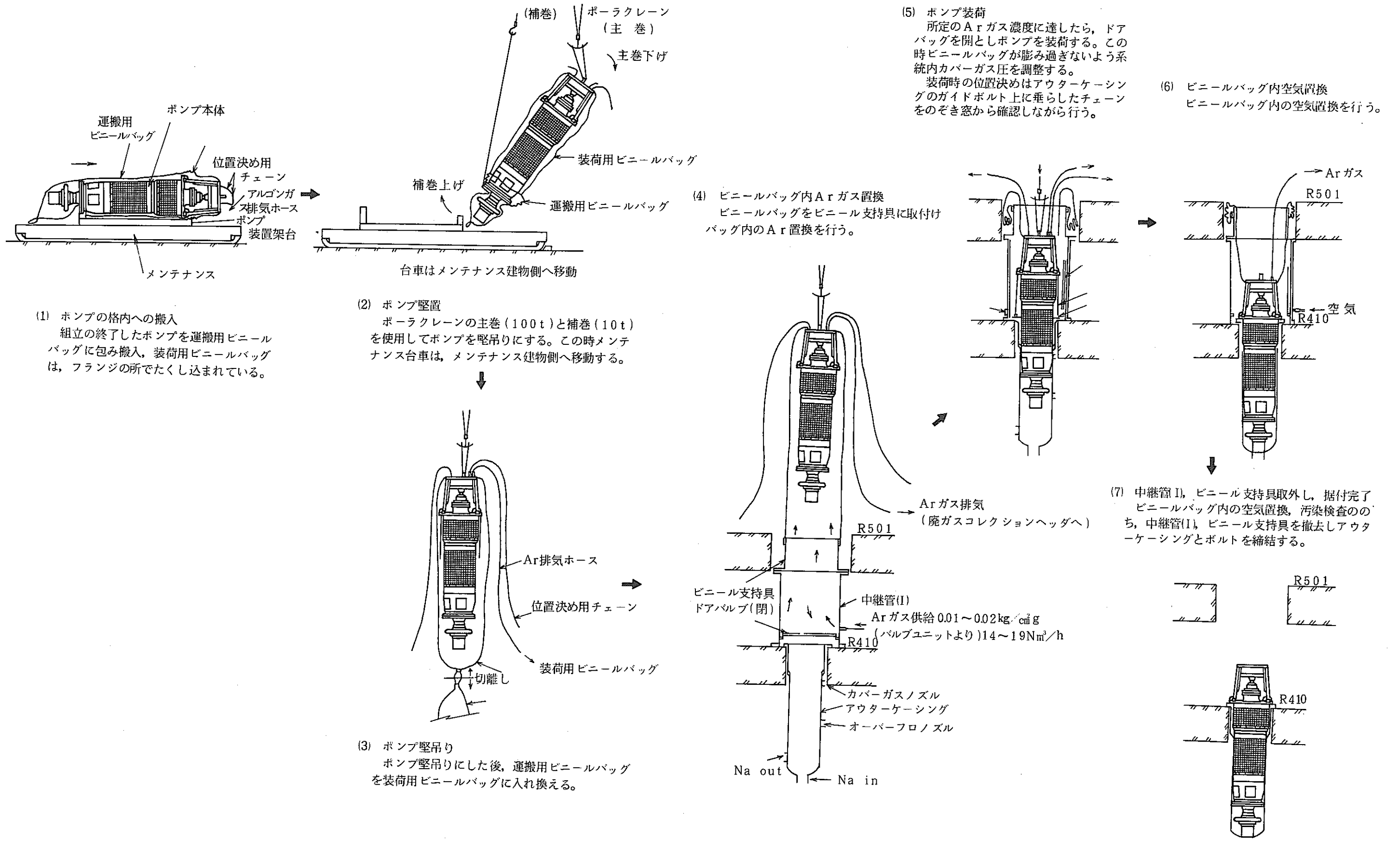


Fig 5.17 改良型軸受の構造



(5) ポンプ装荷
 所定の Ar ガス濃度に達したら、ドアバッグを開としポンプを装荷する。この時ビニールバッグが膨み過ぎないように系統内カバーガス圧を調整する。
 装荷時の位置決めはアウターケーシングのガイドボルト上に垂らしたチェーンをのぞき窓から確認しながら行う。

(6) ビニールバッグ内空気置換
 ビニールバッグ内の空気置換を行う。

(7) 中継管 I, ビニール支持具取外し, 据付完了
 ビニールバッグ内の空気置換, 汚染検査のうち, 中継管(I), ビニール支持具を撤去しアウターケーシングとボルトを締結する。

Fig 5.18 ビニールバッグを用いたポンプの据付

5.2 無停電電源設備の蓄電池交換

(1) 経緯

無停電電源設備の蓄電池は据付以後10年以上経過し、極柱周囲コンパウンド及び極柱ナットのクラック発生、極板の彎曲等、蓄電池の寿命末期にみられる不具合が頻発するようになってきた。

これらの不具合の発生の都度、補修を繰り返し設備の機能維持を図っているが、発生する不具合が寿命末期に見られるものであり、鉛蓄電池の期待寿命が10～14年であることから考えて、本蓄電池の更新を実施した。

蓄電池の更新に係る工事は設備の停止を伴うため、原子炉停止中である定期点検期間中に行う必要があり各系統ごとに以下の計画で交換を実施することとした。

期	定期点検	更新対象蓄電池設備	
1	第4回	交流系	5 C
2	第5回		5 D
3	第6回	直流系	7 C
4	第7回		7 D

(2) 鉛蓄電池の概要と更新作業の概要

無停電電源設備は、直流無停電設備と交流無停電設備よりなり、安全保護回路等の瞬時の停電も許されない負荷へ給電する設備で、それだけに信頼性が要求される設備である。

交流無停電電源設備は、常時は外部電源を受電し、5 C及び5 D電源設備にて整流され、5 C及び5 D蓄電池を浮動充電しながら6 C及び6 D電源設備にて再び交流に交換され各負荷に給電する。

ディーゼル発電機が起動し、定格電圧が確立するとすみやかにディーゼル発電機より受電し各負荷へ給電する。また、直流無停電電源設備は、常時は外部電源を受電し、7 C及び7 D電源設備にて整流され、7 C及び7 D蓄電池を浮動充電しながら各負荷に給電しているが、外部電源停電時には、7 C及び7 D蓄電池より各負荷に給電する。

ディーゼル発電機が起動し、定格電圧が確立するとすみやかにディーゼル発電機より受電し各負荷へ給電する。

Fig. 5.19に電源系統図の概略を示す。

今回蓄電池の交換を行ったのは、交流無停電C系の106セルである。新蓄電池の仕様を以下に示す。

蓄電池	鉛蓄電池
形式	JIS CS-800
容量	800Ah/10hr

浮動充電電圧	228V
均等充電電圧	249V
完全充電時電解液比重	1.215±0.01/20℃
最高許容電解液温度	45℃
電解液量	15.5ℓ/セル

交流系用蓄電池CS-800形は、JIS改正による外形寸法変更から電池架台の改造も併せて行った。新蓄電池の外形をFig.5.20、蓄電池の全景をFig.5.21に示す。

工事の内容としてはまず準備作業として

- ① 更新工事中、他系統から給電出来るように母線連絡用遮断器を投入する。
- ② 工事対象設備の電源を停止する。

こうして当該蓄電池を系統から切り離し、交換作業を行った。更新作業は、

- ① 蓄電池間の配線ブスバーを撤去するとともに、既設架台の転倒防止枠を取り外し、旧蓄電池を撤去搬出する。
- ② 旧電池架台を撤去する。
- ③ 新電池架台を基礎上に据付ける。
- ④ 新蓄電池を架台に据付け、ブスバーを結線する。

尚、旧蓄電池は資源回収のため下取処分とした。

据付後に行った試験検査は、

- ① 蓄電池配線と大地間の絶縁抵抗を測定し、500Vメガーにて1MΩ以上あることを確認する。
- ② 設備電源を投入し、母線連絡用遮断器を開放する。
- ③ 均等充電を行う（充電電圧249V/8hr）
- ④ 浮動充電に切替える（充電電圧228V）
- ⑤ 浮動充電中の電池電圧、電解液比重、液温を全セル測定する。

以上の手順に従い、JIS-C8704に基づいて蓄電池の性能が以下に示す基準に適合することを確認した。

試験項目	判定基準
容量試験	充, 放電5回以内に定格容量の95%以上。
防爆性能	蓄電池内部への誘爆及び気体燃焼の持続がないこと。
防まつ性能	脱出酸霧量が0.05mg/Ah以下
電圧	完全充電状態にて2.0V以上
電解液比重	1.215±0.01/20℃
外観	著しい変形, ひび, 割れのないこと。
寸法	規格内であること。
絶縁抵抗	DC500Vメガーにて1MΩ以上。

(3) 据付時における注意事項

据付工事中は既設設備への清浄度管理のため養生が必要であるが、ビニール等の静電気の発生するものは、発生した水素ガスに引火爆発した例もあり厳禁である。今回の作業ではターポリン紙（難燃性の紙）及びベニア板を使用した。

また今回の作業では付属建家2Fと1F機器搬入室間での搬出入が伴い、蓄電池が重量物で（CS-800形63kg）しかも内容物が硫酸であるため落下・転倒が心配されたが、これに対してはバスケットを準備しそれに収納して搬出入を行った。

新蓄電池は従来品と比較すると電槽板厚が薄く、クラック等の発生が起きないように十分注意して取扱いを行ったが、それでも据付後の外観チェックにより電槽クラックが2件発見された。これらの蓄電池は良品と交換した。

(4) 耐震設計

本設備は原子炉の安全保護回路等の瞬時の停電も許されない負荷へ給電する設備であり、原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG 4601-1970）に基づきその重要度分類からAクラスとする。

イ. 水平方向設計地震力

設計用地震に基づいた動的解析から定まる水平地震力より大きい建築基準法に定まる基準震度の3倍に相当する加速度の1.2倍から定まる地震力とする。

$$\left[0.2 + 0.01 \times \left(\frac{44-16}{4} \right) \right] \times 3 \times 1.2 \times 0.9 = 0.875G$$

ロ. 垂直方向設計地震力

構築物基部の水平震度の1/2から定まる地震力とする。

$$0.2 \times 3 \times 1.2 \times 0.9 \times 1/2 = 0.324G$$

蓄電池架台の耐震計算結果をTable5.3に示す。

またCS800形用架台の構造をFig.5.23に示す。

(5) 改良点

以前から極柱封口部のゴムパッキンの劣化による極柱局部腐食が問題視されていたが、新蓄電池では極柱封口部に鉛プッシングを使用したものを採用し、極柱局部腐食が発生しにくいものに改良された。Fig.5.24に新旧の極柱貫通部の構造図を示す。

Table 5.3 蓄電池架台の耐震計算結果

No.	蓄電池		54個組		52個組	
	部材	応力	設計値	許容値	設計値	許容値
①	アンカーボルト	引張力	-622.4kg	14720	-592.9	12880
②	架台	水平移動防止のための溶接面積	3.44cm ² (注1)	407.0 (注2)	3.29 (注1)	356.16 (注2)
③	転倒防止枠	曲げ応力	2.72kg/mm ²	24	2.72	24
④	転倒防止枠 取付ボルト	せん断応力	0.15kg/mm ²	13.5	0.15	13.5
⑤	架台 (底部アングル)	曲げ応力 (水平方向)	1.96kg/mm ²	24	2.19	24
		曲げ応力 (垂直方向)	2.30kg/mm ²	24	2.58	24

(注1) 必要溶接面積

(注2) 実施溶接面積

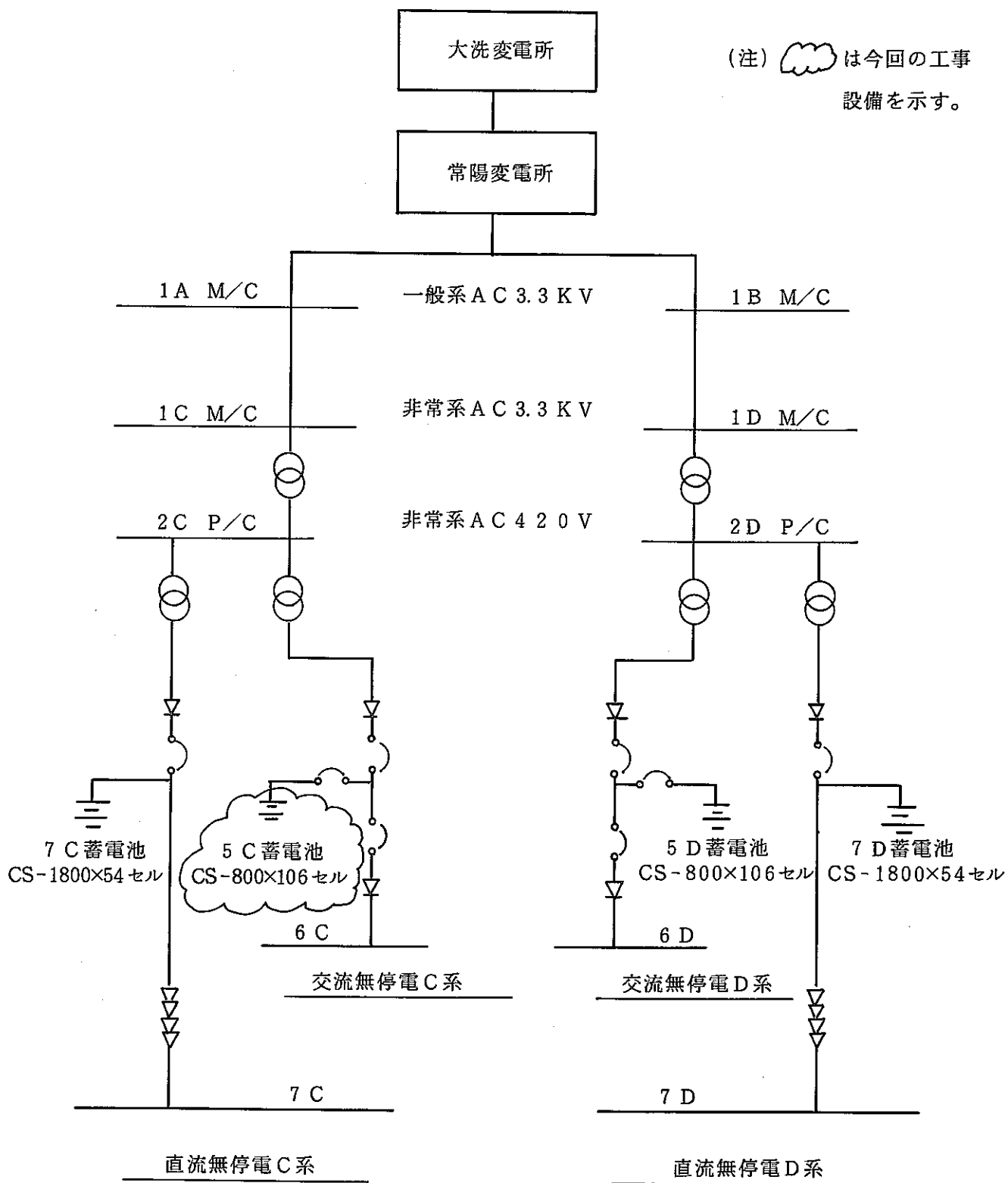
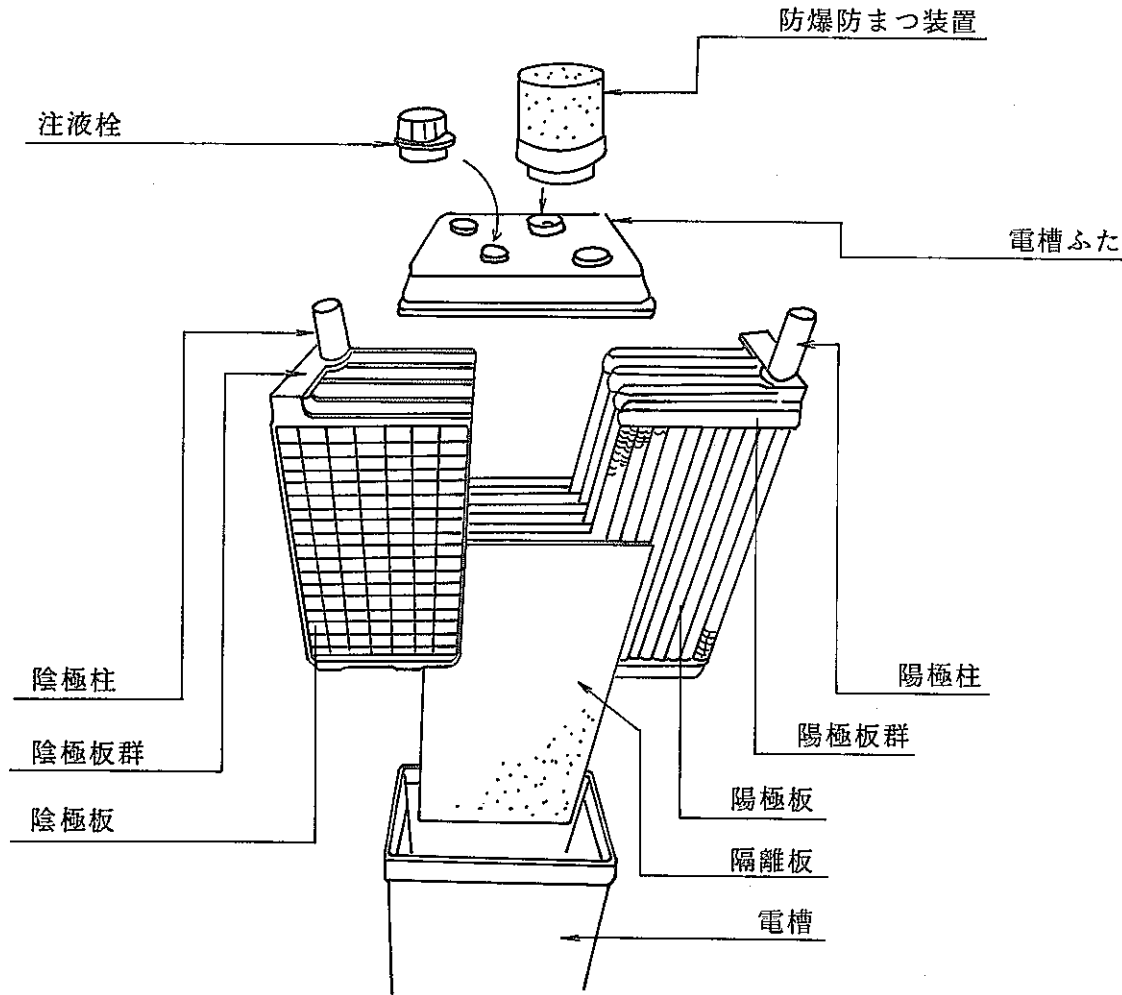


Fig.5.19 「常陽」単線結線図



仕 様

1. 名称：ペント形クラッド式蓄電池
2. 形式：CS-800形
3. 容量：800Ah/10HR
4. 公称電圧：2V
5. 数量：106セル
6. 重量：63kg/セル

Fig. 5.20 新蓄電池概略図

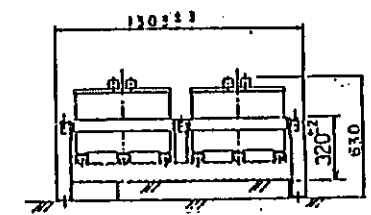
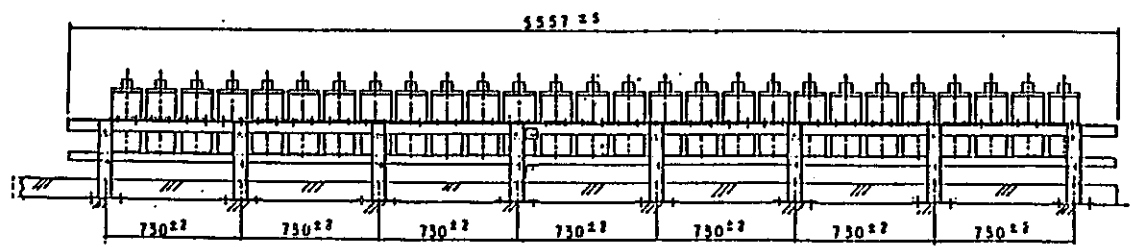
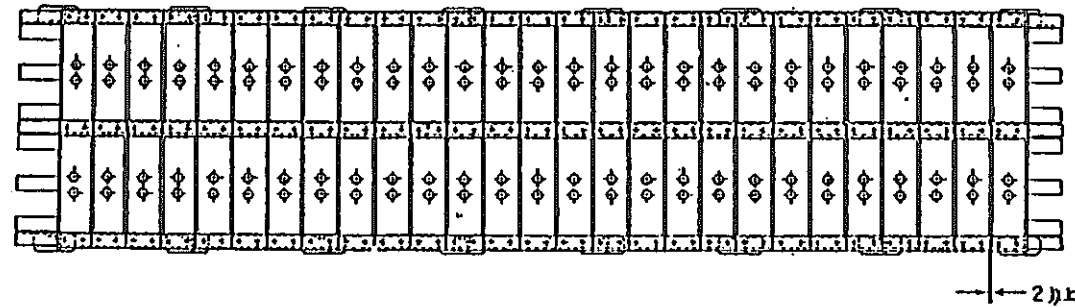
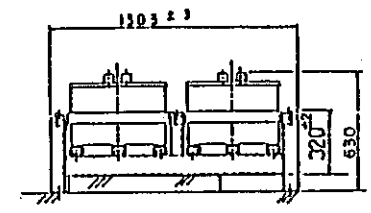
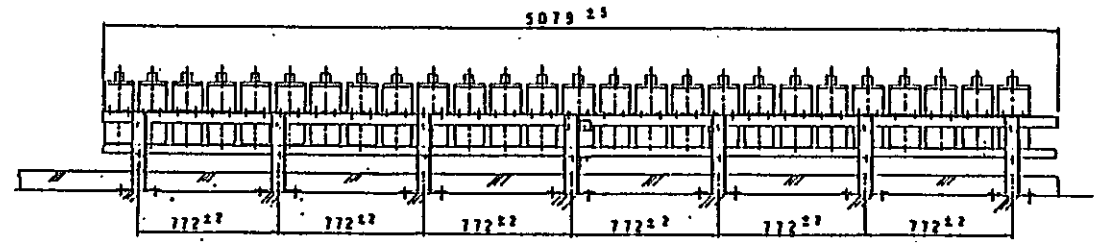
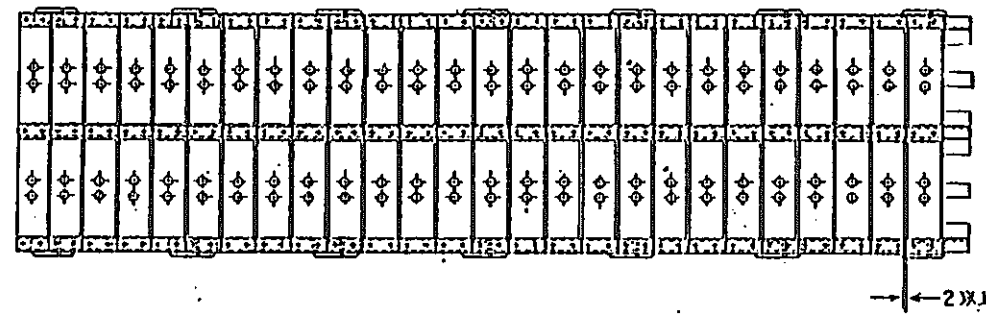


Fig. 5.21 新蓄電池全体图

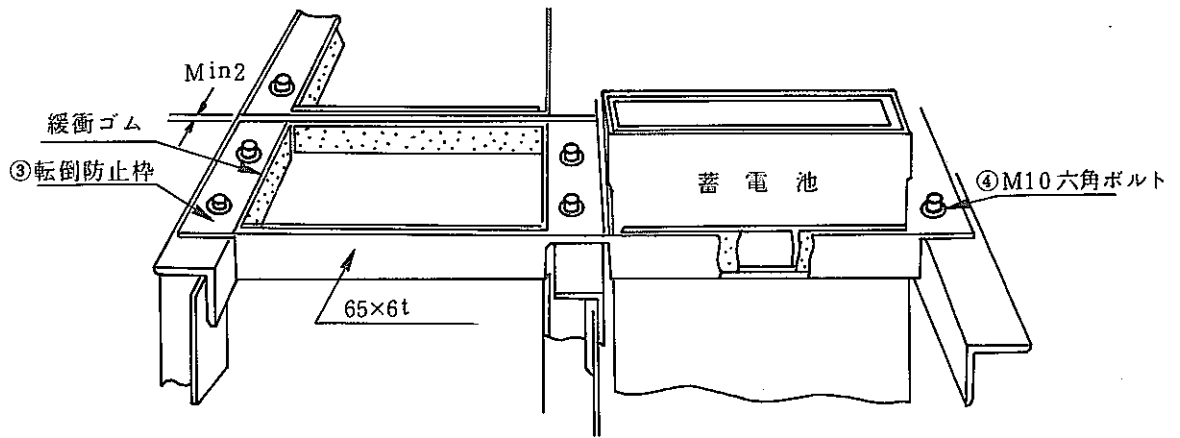


Fig. 5.22 転倒防止枠詳細図

チャンネルベース及び電池台枠溶接要領

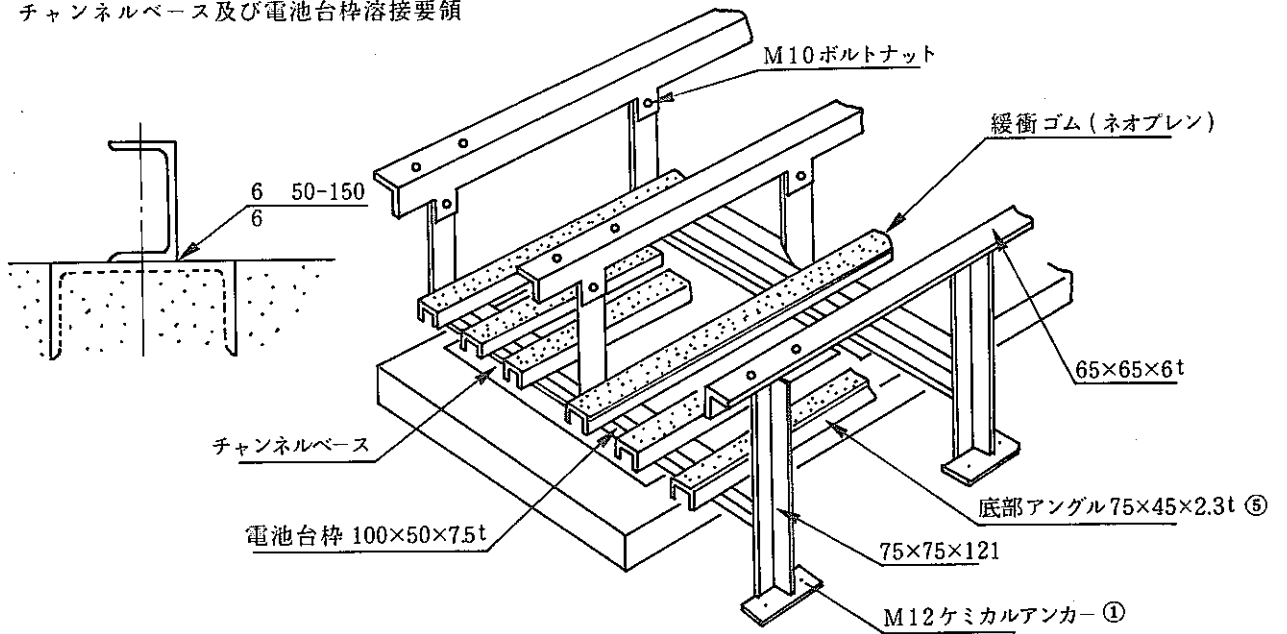
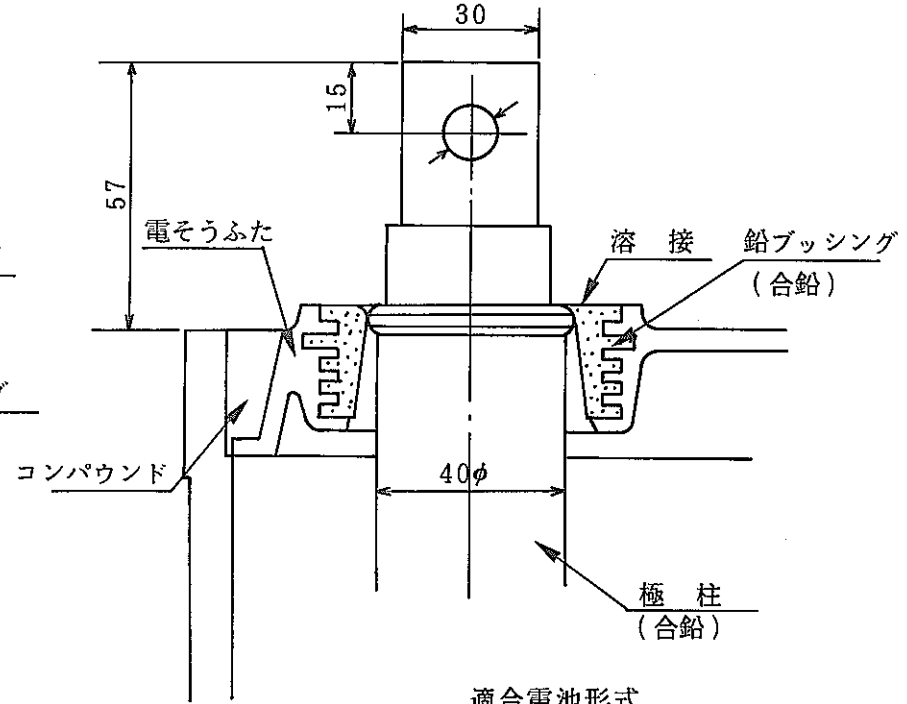
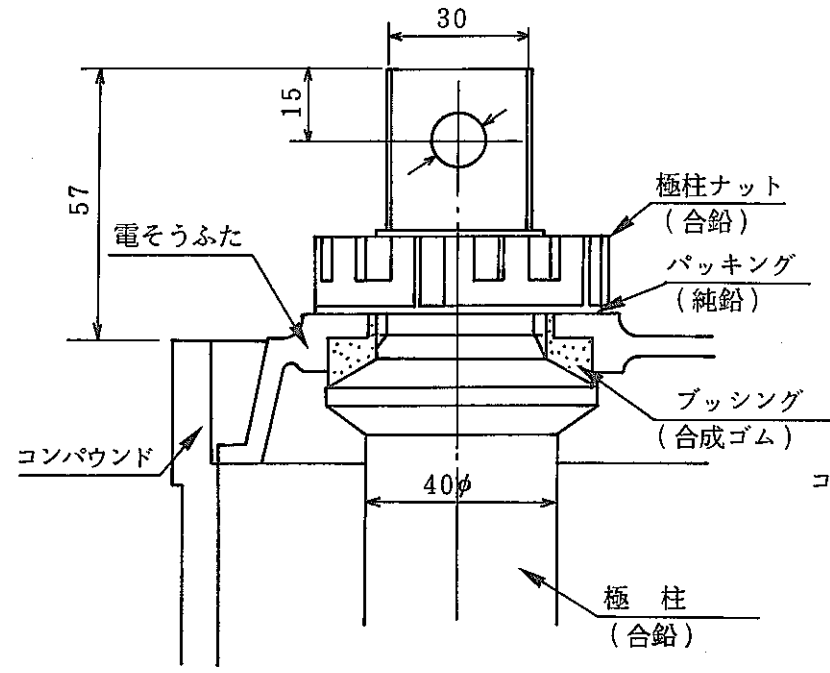


Fig. 5.23 CS-800形用架台の構造

現 仕 様

新 仕 様



適合電池形式

(PS-1320	CS-1000 (E)
}	}
(PS-1980	CS-2320 (E)

(*PS年は89年)

Fig. 5.24 極柱貫通部の構造図

5.3 中性子検出器の交換

「常陽」の中性子検出器のうち起動系と中間系の検出器は、核分裂計数管が使用されている。核分裂計数管は電離箱の一方の電極に酸化ウランを塗ったもので、中性子が ^{235}U の核分裂を引き起しその結果生じた核分裂片の電離作用により中性子を検出している。このため原子炉の運転に伴って検出器が消耗・劣化していくので、使用不能となる前に適時交換を行う必要がある。検出器の寿命は約3～4年と考えられているため今回は計画に従いCh3とCh5の交換を行った。また、核分裂計数管を保持している保持装置は一体物となっており放射化しているため再使用することは不可能なので併せて交換を行った。

(1) 旧中性子検出器の引抜き保管

作業は旧中性子検出器の引抜き作業、新中性子検出器の組み立て、新中性子検出器の据付けの3つに分けられる。

① 旧中性子検出器の引抜き作業の準備

引抜き作業で使用する機材は大型の機材であるため、格納容器内での作業及び機材の運搬上障害となるものは以下に示すように予め撤去等の対策を行った。

- (イ) 中性子検出器保持駆動装置の分解取外し
- (ロ) Ch3中性子検出器上部の炉上部ピット冷却ダクトの取外し
- (ハ) Ch5引抜き用遮蔽体(I)を据付けるとき中性子計装プリアンプラックCのボックスを取外し、上方向に吊り上げロープで固定した。
- (ニ) ロードセル計装盤と中性子検出器Ch4駆動部の間が狭いので駆動部カバーを取外し、ロードセル計装盤側に計器保護用の衝立てを取付けた。

② 中性子検出器(Ch5)の引抜き作業手順

- (a) 中性子検出器引抜き関係の使用機材及び機器をメンテナンス建家から格内へ3回に分けて台車で運搬する。
- (b) 格内オペフロへ使用機材、及び機器を仮置する。
- (c) 付属遮蔽体(I)を据付ける。
 - ※ 付属遮蔽体据付位置は床遮蔽体取外し時にスミを打っておくこと。
- (d) 付属遮蔽体下部の隙間を鉛袋で遮蔽する。
- (e) 可動遮蔽体を取付ける。
- (f) 主キャスクを転倒架台を使用し起立させる。
- (g) Ch5の場所へ移動させる。
- (h) 可動遮蔽体を接続する。
- (i) 吊りワイヤーを保持装置吊り金具に接続する。
- (j) 巻上機を作動させ、保持装置を150mm位巻き上げる。
- (k) 遮蔽プラグ部分のOリングを切断する。

- (l) 追加遮蔽体を取付ける。
 - (m) 追加遮蔽体と Ch 5 の接続面を鉛袋で遮蔽する。
 - (n) 引抜作業を開始する。
 - (注) 引抜作業時は被曝防止のため主キャスクの廻りを関係者以外立入禁止とすること。
 - (o) ドアバルブを閉とする。
 - (p) 引抜作業完了
 - (q) 主キャスクと可動遮蔽体とを分離する。
 - (r) 主キャスクを所定の位置へ移動し架台上に転倒する。
 - (s) 主キャスクをメンテナンス台車に搭載しメンテナンス建家へ運搬する。
- ③ 中性子検出器 (Ch 3) の引抜作業
- (a) 補助キャスク調整板を操作床に取り付ける。
 - (b) 補助キャスクを起立させる。
 - 補助キャスクを空中で反転させ起立する。
 - (c) クレーンに 10 t チェンブロックを取付け、チェンブロックを巻き上げ、補助キャスクを傾けながら Ch 3 の据付け場所に降して据付ける。
 - (d) 補助キャスクの下部にストッパーを取り付ける。
 - (e) 補助キャスク上部に遮蔽体棒を取り付ける。
 - (f) 中間遮蔽体の支持パイプを仮設足場を利用し取り外す。
 - (g) 中間遮蔽体を上部に作動させ、屈曲可能な状態とする。
 - (h) 主キャスクを補助キャスク上に据付ける。
 - (i) 巻取装置を下降させ、保持装置の吊り金具にワイヤーロープを接続する。
 - (j) 巻取装置を 150 mm 位上昇させ、遮蔽プラグ部の Oリングを切断する。
 - (k) 補助キャスクと主キャスクの接続面の廻りを鉛袋で遮蔽する。
 - (l) 引抜作業を開始する。
 - (m) 保持装置を巻き上げ遮蔽プラグが屈曲部の上部位置まで来たら一旦停止し主キャスクを起立させ垂直状態にする。
 - (n) 中間遮蔽体を下降させる。
 - (o) 保持装置を上部近接リミットまで巻上げる。
 - (p) ドアバルブ閉
 - (q) 主キャスクと補助キャスクを取り外す。
 - (r) 主キャスク支持パイプを取付ける。
 - (s) 主キャスクを所定の位置まで移動し架台に転倒する。
 - (t) 主キャスクをメンテナンス台車に搭載しメンテナンス建家へ運搬する。

④ 旧中性子検出器の保管

引抜いた中性子検出器は放射化されているため高レベル廃棄物となる。このため適当な処理方法により処理するまでの間メンテナンス建家内のプール内に一時保管した。

(2) 核分裂計数管と保持装置の組立て

① 組立て手順

核分裂計数管と保持装置の組立て手順を示す。手順中に示す番号は Fig. 5.27 に示す番号である。

手順番号	作業項目及び内容	備考
1	検出器⑩をケース①に収納する。	
2	検出器⑩のアース線、ワイヤーロープ⑦を吊り板⑳に取付ける。	
3	検出器押え②、バネ③、バネ押し④、ワイヤ吊り板㉑、フレキシブルチューブ(F)⑥を順にケース①に取付け固定ナットで締付け、回止めネジで固定する。	
4	しきり板⑧を取付け、MI ケーブル、熱電対⑤、ワイヤーロープ⑦を順にフレキシブルチューブ(H)⑩に通し、その後固定ナットで締付け、固定用止めネジで固定する。	
5	ピットで吊下げ、遮蔽球⑨をフレキシブルチューブ(H)⑩内に充填する。	充填量確認
6	付加重量(1), (2)⑱㉒をフレキシブルチューブ(F)⑥に取付け、重量調整を行う。	
7	スチールウール⑪を充填し吊金具㉓を取付ける。	
8	チャック⑬、押しネジ⑭を吊金具㉓に取付ける。	

② 試験検査

組立時の試験として、外観検査及び重量測定を実施した。また組立後の試験として外観検査・寸法検査、電気試験として絶縁抵抗測定・静電容量測定・熱電対の導通・電気抵抗測定を実施した。次に試験結果を示す。

(1) 組立時試験

検査・試験項目	内容及び判定基準	結果	
		Ch3	Ch5
外観検査	遮蔽球充填後、吊下げ状態でフレキシブルチューブに局所的な曲がりのないこと。	良	良

重量測定結果

試験項目	Ch No		基準値	結果	
	Ch 3	Ch 5		Ch 3	Ch 5
1. 遮蔽球充填前	1.8 kg	1.8 kg	/	/	/
2. 遮蔽球充填後	3.1 kg	3.2 kg			
2-1 遮蔽球充填量	1.3 kg	1.4 kg	1.2 kg以上	良	良
ダミーウェイト取付後重量	3.9.6 kg	3.9.6 kg	4.0 ± 1 kg	良	良

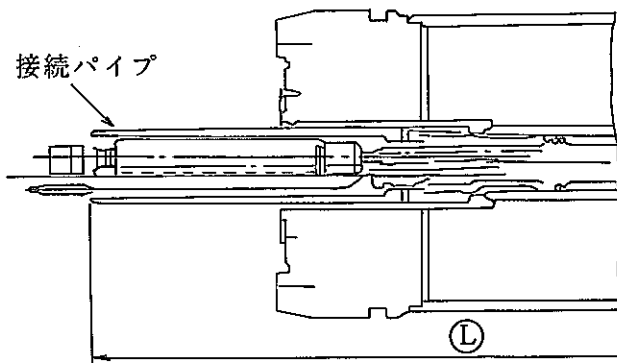
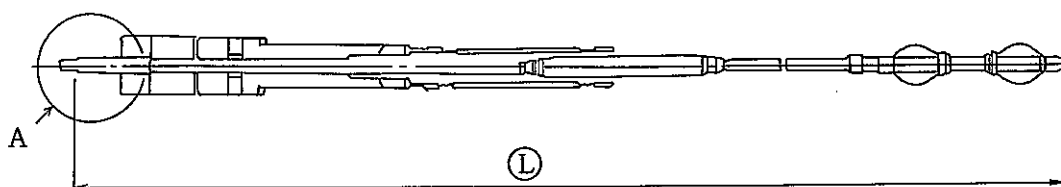
組立時試験総合判定, Ch 3, Ch 5とも良

(c) 組立後試験

検査・試験項目	内容及び判定基準	結果	
		Ch3	Ch5
外観試験	表面に傷・汚れ・変形・ネジに緩みのないこと。	良	良

寸法検査

Ch.No	実測値 ϕ	基準値	判定
Ch. 3	7566mm	7530±100mm	良
Ch. 5	7870mm	7870±100mm	良



A部詳細

絶縁抵抗測定結果 (100V DC印加, 超絶縁抵抗計使用)

測定箇所	Ch3	Ch5	基準値	結果	
				Ch3	Ch5
芯線-内被	$6.5 \times 10^{10} \Omega$	$6.6 \times 10^{10} \Omega$	$1 \times 10^{10} \Omega$ 以上	良	良
内被-外被	$3 \times 10^{13} \Omega$	$3 \times 10^{13} \Omega$	$1 \times 10^{10} \Omega$ 以上	良	良

静電容量測定結果

測定箇所	Ch3	Ch5	目安値	結果	
				Ch3	Ch5
芯線-内被	1725PF	1814PF	Ch3: 1700 ± 300 PF Ch5: 1780 ± 315 PF	良	良
内被-外被	5790PF	6510PF	Ch3: 6100 ± 2100 PF Ch5: 6380 ± 2100 PF	良	良

これらの試験検査の結果, 問題となる不具合箇所はなく良好に組立てが完了したことが確かめられた。

(3) 新中性子検出器の据付

中性子検出器の据付は①中性子検出器の案内管への挿入, ②コネクタボックス及び駆動装置の組立て及び③据付後の調整試験の3つに分けられる。

① 中性子検出器の案内管への挿入

- (a) 保持装置の遮蔽プラグに案内管挿入用吊り治具を取り付け, 旋回クレーンで吊り上げる。このとき保持装置のフレキシブルチューブに異常な曲り, 膨らみ等のないことを確認する。
- (b) 保持装置を案内管上部位置に移動し, チェーンブロックを使用して徐々に案内管に挿入設置する。案内管は斜めに設けられているため挿入時に引っかからないよう注意する。
- (c) 検出器の健全性確認試験及び遮蔽プラグ側面のシール部(Oリング)のリーク試験を行う。

② コネクタボックス・駆動装置の組立て

(a) コネクタボックスの組立て

コネクタボックスは Fig.5.27 に示すように密封管の中を上下に摺動するもので, 密封管との間は2本のOリングにより気密保持される構造になっている。またコネクタボックスの内部は検出器の信号ケーブルアース線, 熱電対等の信号を外部へ取出すための接続部を有している。

(b) 駆動装置の組立て

駆動装置は密封管, 出入管, 床遮蔽プラグ(Ch5), 駆動装置及びケーブル等から構成されているので, これらを順に組立てる。

③ 据付後の調整・試験

(a) 駆動装置の調整

組立後、駆動装置を駆動させてこのときのケーブルの巻取状態の良否、駆動荷重がほぼ一定になるよう点検、調整を行う。この結果は次に示すとおりである。

	挿入時			引抜時		
	駆動時間(秒)	荷重(kg)		駆動時間(秒)	荷重(kg)	
		最大	最小		最大	最小
CH3	7分56秒	56.5	33.9	7分54秒	128.1	110.2
CH5	7分56秒	49.9	24.7	7分56秒	114.3	92.8

※ 駆動時間、駆動時の荷重にCH.3と5で差があるのは、中性子検出器の全長と据付時の傾斜勾配が違うためである。

(b) 耐圧漏洩試験

中性子検出器案内管内部を N_2 ガスにより加圧し、遮蔽プラグのシール部(Oリング)、コネクタボックスのシール部からの漏洩の有無を試験した。この結果、CH.3及びCH.5とも発泡、圧力降下ともに認められなかった。このときの試験条件は圧力 $1.50\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ 、放置時間30分である。

(c) 電気試験

据付完了後、検出器の信号ケーブル、熱電対について抵抗、絶縁抵抗、静電容量の測定を行い、中性子検出器が健全な状態にあることを確認した。この結果は次に示すとおりであった。

	検出器絶縁抵抗		静電容量	熱電対	
	芯線-内被	内被-外被	芯線-内被	抵抗	絶縁抵抗
CH.3	$2.0 \times 10^{10} (\Omega)$	$7.0 \times 10^9 (\Omega)$	2960 (PF)	31 (Ω)	1000 ($\mu\Omega$)
CH.5	$2.3 \times 10^{10} (\Omega)$	$4.0 \times 10^9 (\Omega)$	3280 (PF)	33 (Ω)	1000 ($\mu\Omega$)
基準値	$1 \times 10^8 (\Omega)$ 以上	$1 \times 10^8 (\Omega)$ 以上	CH3: 2917 \pm 1000 CH5: 3262 \pm 1000	25~40 Ω	5 $\mu\Omega$ 以上
条件	高絶縁抵抗計 DC100V		—	テスタ	DC500V

(4) 検出器の校正

中性子検出器の交換作業が終了した後、検出器を原子炉出力に合わせる校正を行った。校正は今回交換しなかったCh4の出力にCh3とCh5の出力を合わせるにより行い、同時に

起動系のCh1, Ch2とのオーバーラップが十分であることを確認した。

① 調整方法

原子炉出力を 10^{-1} ~2%まで変化させ、Ch3とCh5の指示値がCh4の指示値と同じになるようにプリアンプの利得を調整した。またモニタの外部計器についても微調整を行った。結果をFig. 5.28に示す。

この図に示すように中間系のおのおののチャンネルはよい一致を示しており、起動系Ch1, Ch2のオーバーラップ領域についてもモニタ出力で約2桁得られていることが確認された。

(5) 考 察

今回の中性子検出器の交換作業において生じた問題点及び今後改良すべき事項等を示す。

① 旧中性子検出器の引抜き作業

中性子検出器の引抜きはCh1とCh4については過去に実績があるため、引抜きに使用した機器の取扱いに関しては問題なかったが、Ch3とCh5に関しては今回がはじめてであったため作業上種々の問題が生じた。今後改良すべき事項を示す。

(イ) Ch5用のプリアンプの取付け位置

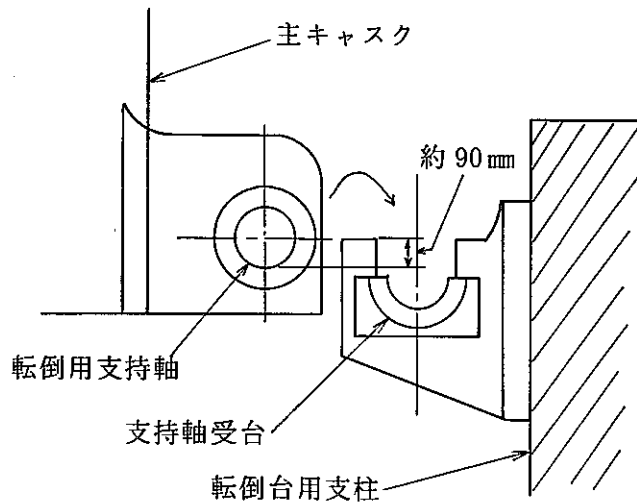
Ch5の引抜時に主キャスク及び下部遮蔽体を据付けるが、このとき壁に取付けてあるプリアンプBoxが干渉する。このプリアンプBoxはCh2及びCh5用のプリアンプが収納されており、さらにCh8の信号ケーブル3本がこのBoxの中を通っているためこのプリアンプボックスを取外すことができなかった。従ってこのプリアンプボックスの固定ボルトを取り外し、ロープで上方に吊り上げることにより作業を行った。

しかしこの対策により起動系Ch2が使用出来なくなり、燃交時等における炉の出力監視ができなくなるため、Ch2のプリアンプを取りはずしこのプリアンプを中間系Ch4の検出器に接続して中間系Ch4をCh2の替わりに使用した。従って次回のCh5の交換時期までに本プリアンプの据付位置の変更を検討する必要がある。

(ロ) 格内旋回クレーンの最大吊上げ高さ

引抜いた中性子検出器を収納した主キャスクはクレーンにより垂直に吊り上げてメンテナンス台車に横に載み込む。このため主キャスクの転倒用支持軸を転倒台用支柱の支持軸受台の上に乗せなければならないが、クレーンの巻過ぎ防止装置の作動により90mm吊り上げ高さが足りず支持軸を軸受台に乗せることができなかった。このため支持軸受台を支柱から取りはずし、横方向から支持軸に挿入しこれを解決した。

この原因としては、前回Ch1とCh4を交換した時に問題がなかったことからクレーンのワイヤーロープを交換した際ワイヤーロープの長さや巻過ぎ防止用のリミットスイッチの設定誤差等によるものと考えられる。



(イ) 引抜後のキャスクの移動ルート

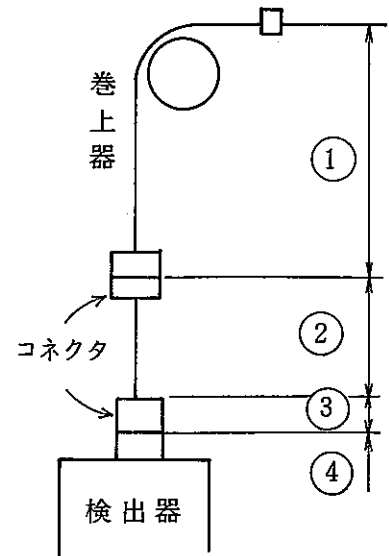
引抜いた中性子検出器を収納した主キャスクをクレーンで吊り上げ格内を移動するルートは Fig.5.29 のように決めた。この場合の障害物はクレーンの吊り高さが足りないことからくるものであるが、ロードセル盤監視用 I T V モニタ及び Ch4 用駆動装置を撤去しロードセル盤と Ch4 駆動装置との間の空間約 1300mm を通過させることで対処した。このときロードセル盤を保護するための保護板を床に仮設した。

② 中性子検出器の据付作業

中性子検出器の据付の主な作業はコネクタボックスの組立てと駆動装置の組立てであるが、Ch5 のコネクタボックス組立完了後に検出器の信号ケーブルの絶縁抵抗が零になる現象が発生した。このためコネクタボックスを分解し原因の調査を行った。

(イ) 現象及び経過内容

- (i) 1月17日に測定した①+②+③+④のメガは $1.9 \times 10^{10} \Omega$ であった。
- (ii) 1月20日に測定したとき①+②+③+④のメガが 0Ω に低下した。
- (iii) ①を切り離しメガを測定したところ、①は ∞ を示し②~④はゼロであった。
- (iv) 次に②を切り離し測定した結果②は ∞ を示し、③~④も ∞ の指示であった。従ってメガゼロを示す箇所がわからなくなり調査を中止した。
- (v) ケーブル等をゆすりながら①~④のメガを測定したところ ∞ と 10^4 との間でハンチング



を起し、最終的に $10^4\Omega$ に落ちついた。

(v) コネクタを清掃後①, ②, ③, ④のメガをおのおの測定すると $10^{10}\Omega$ の指示であった。また①~④は $2.1 \times 10^{10}\Omega$ であった。

(x) 現象の検討と原因の推定

(i) メガがゼロになる

シールド線と芯線が接触するかあるいは異物混入で芯線とシールド線が接触した。

(ii) メガの変動

ケーブルをゆすったために異物もゆれて芯線と接触したり離れたりした。

(iii) メガが 10^4 から 10^{10} に落ち着いた。

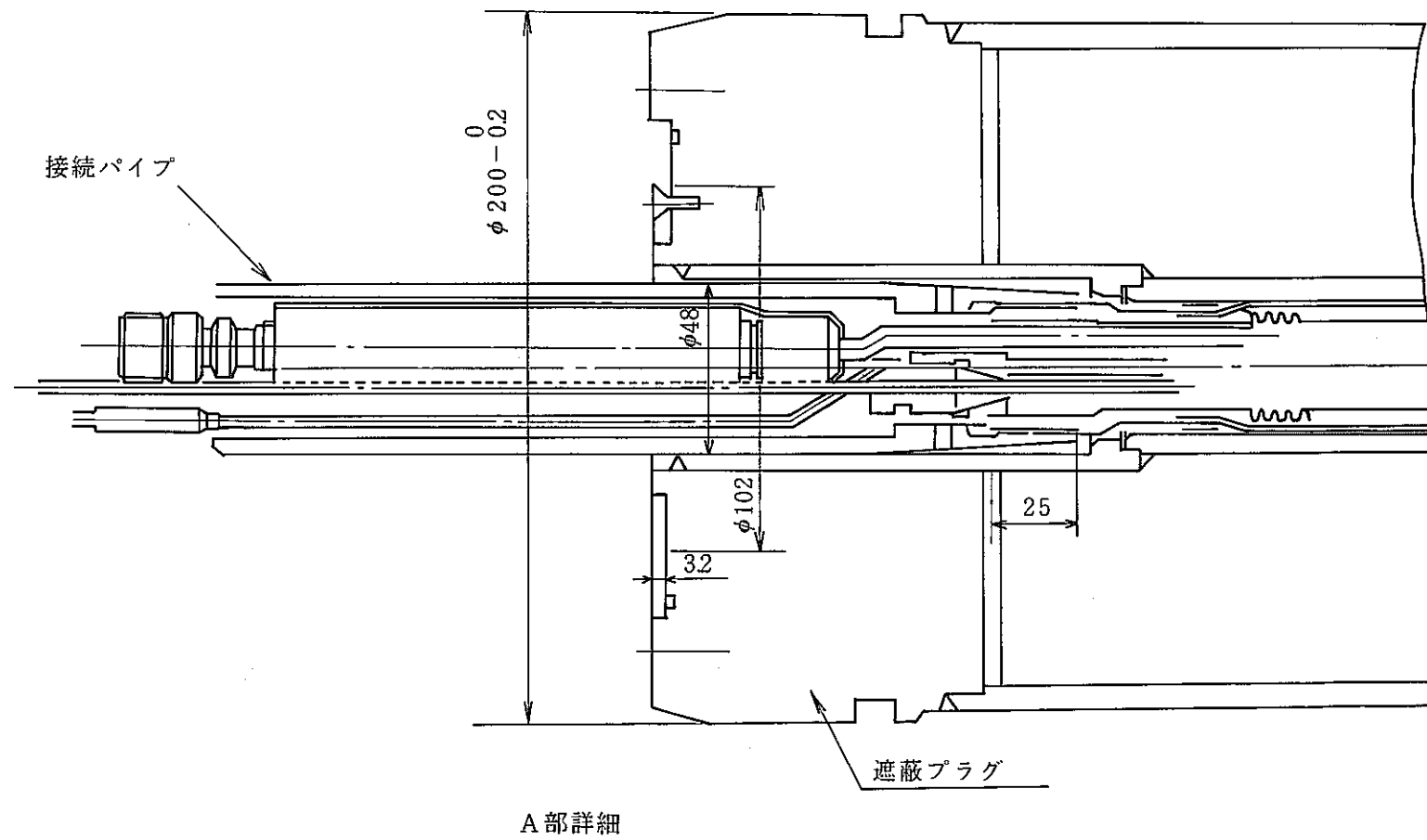
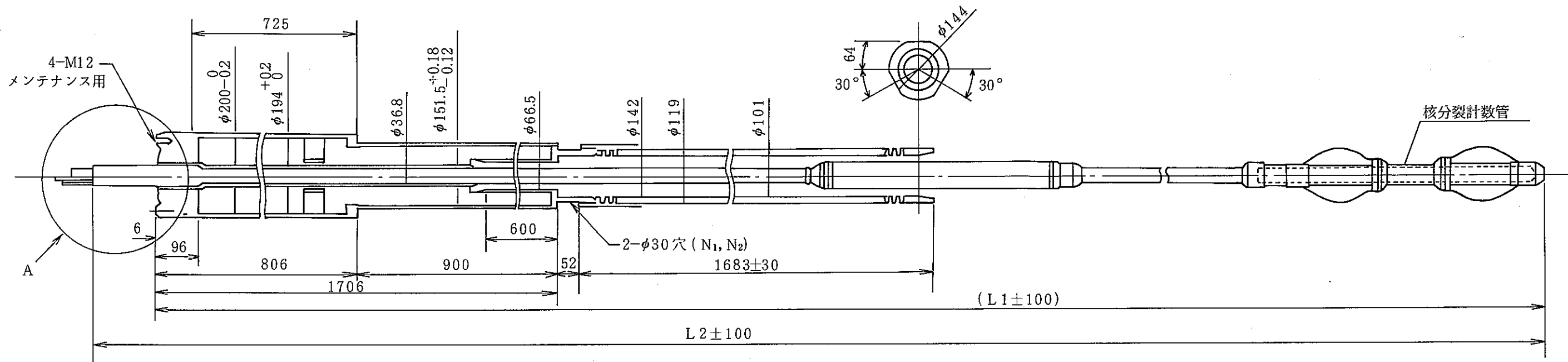
異物と芯線とのギャップが大きくなった。

以上のことより②~③の間のコネクタ-接続部に金属片等の異物が混入したものと推定される。

(=) 処 置

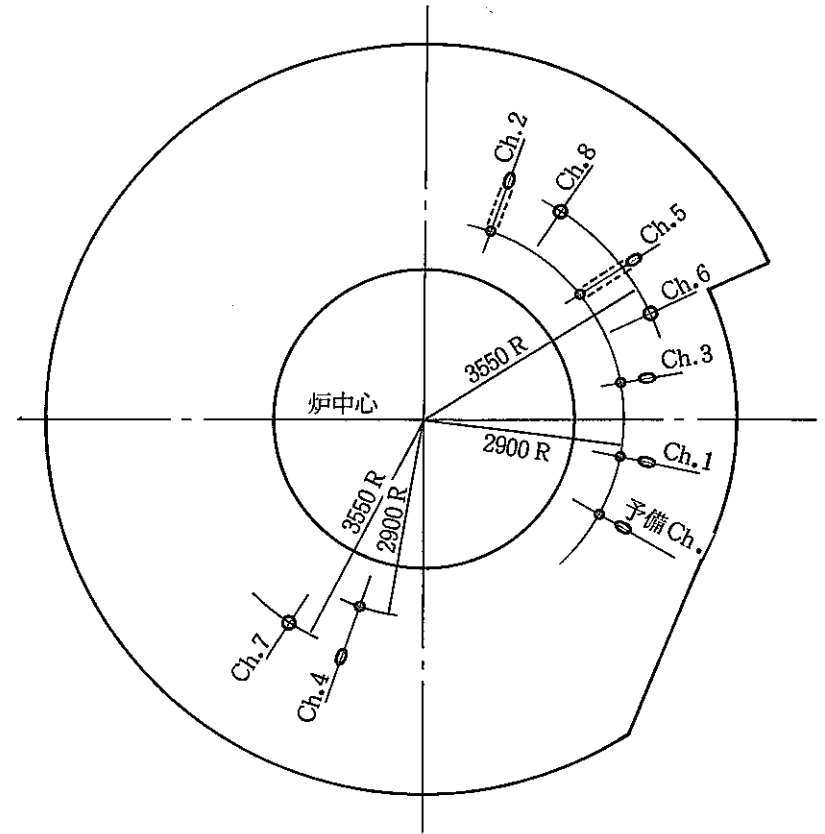
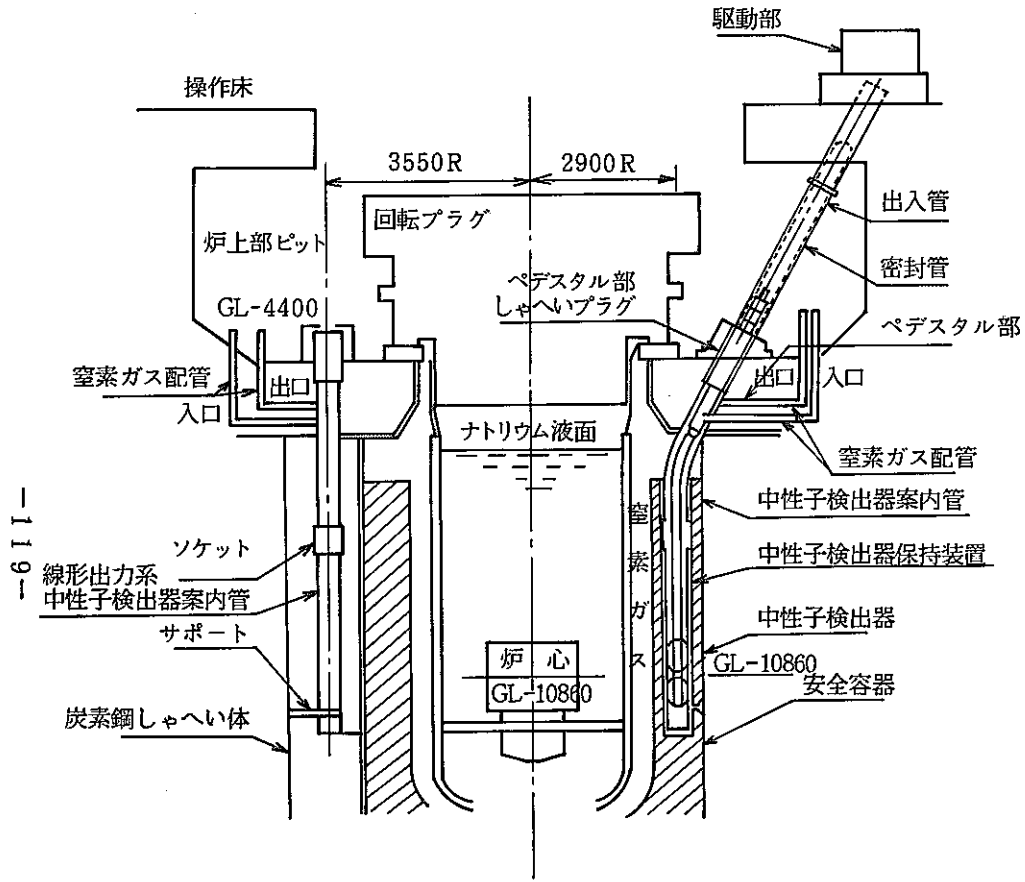
コネクタボックスを分解し清掃を行った。その後絶縁抵抗のチェックを行い異常のないことを確認した。

測定結果 { 据付後; $2.1 \times 10^{10}\Omega$
作動試験後; $2.0 \times 10^{10}\Omega$



Ch No	寸 法	
	L1	L2
Ch 1~4	7411	7530
Ch 5	7727	7846

Fig. 5.25 中性子検出器組立図



中性子検出器保持駆動装置配置図 (断面図)

中性子検出器保持駆動装置配置図 (平面図)

Fig. 5.26 中性子検出器据付位置

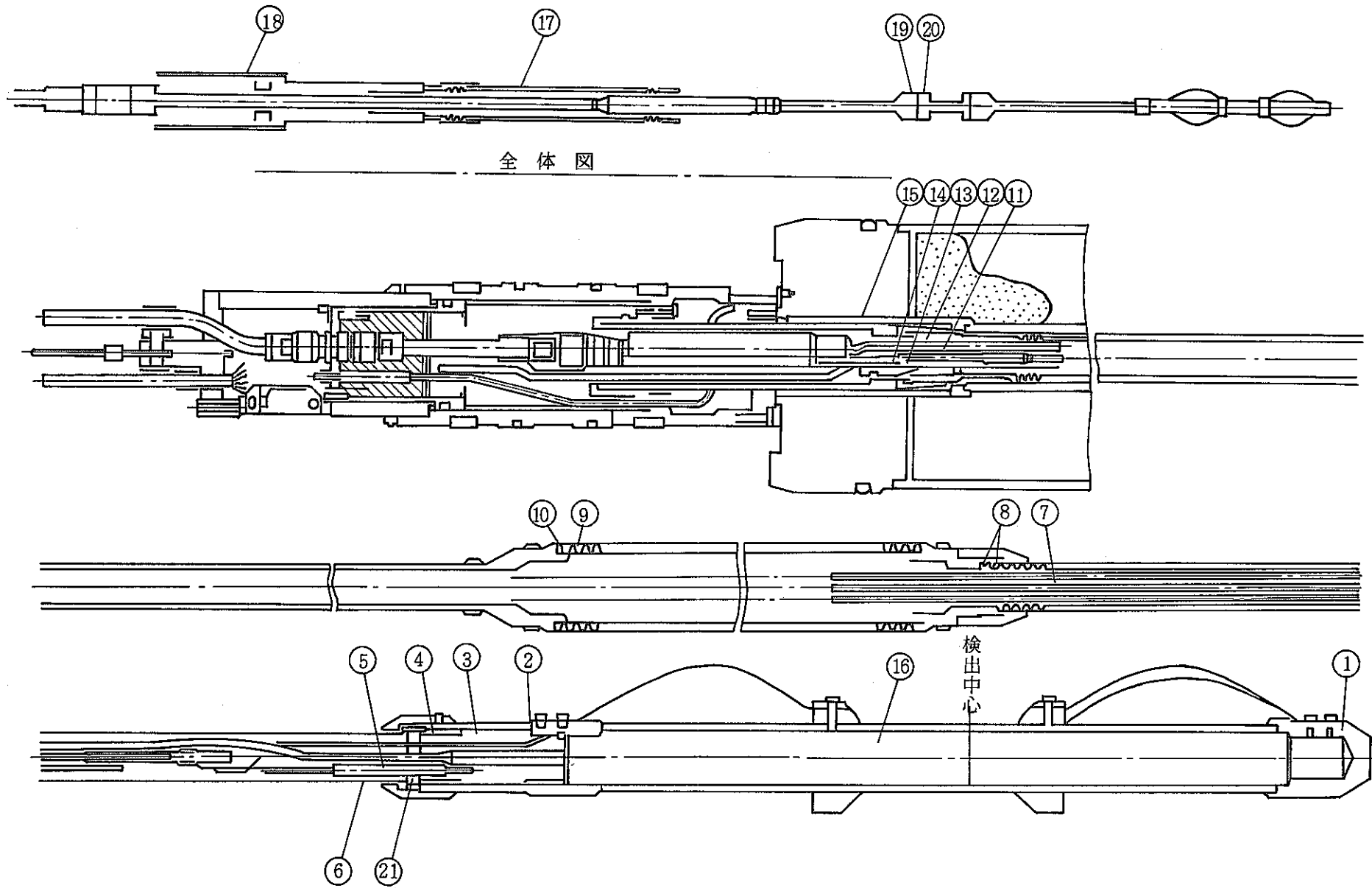


Fig. 5.27 中性子検出器保持装置組立図

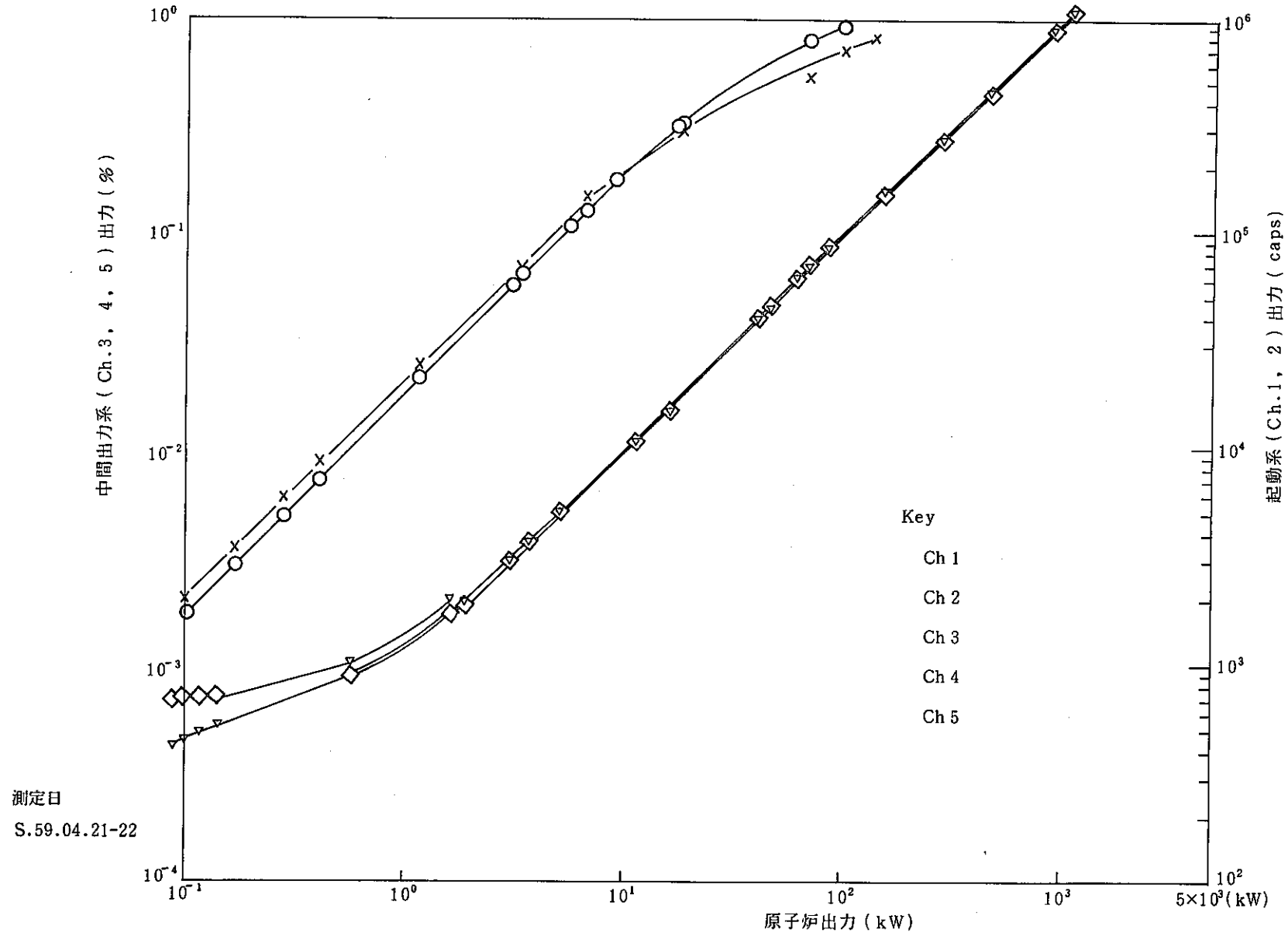


Fig. 5.28 起動系-中間出力系オーバーラップ特性

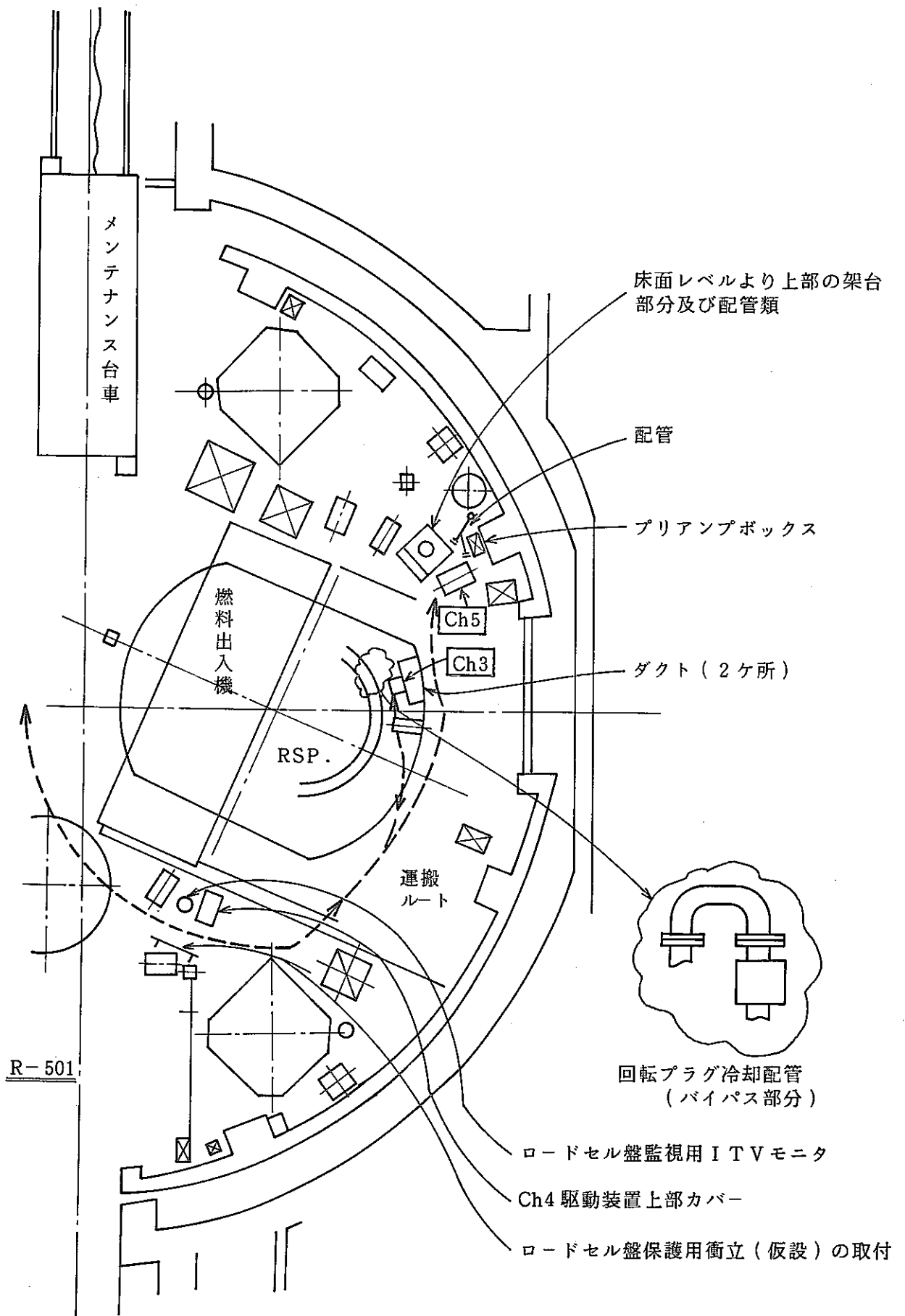


Fig. 5.29 中性子検出器搬出ルート及び障害物

6. 保守実績

第4回定期点検中に実施した各作業を通して得られた保守実績は以下の通りである。

6.1 予熱N₂ガス系加熱器点検

6.1.1 点検内容

予熱N₂ガス系加熱器のヒータエレメント及び加熱器胴体の点検を行った。点検内容は以下の通りである。

- (1) 加熱器胴体よりヒータエレメントを取り出し、目視点検と清掃を行った。
- (2) ヒータエレメントの不具合の著しい物から順番に新品と交換を行い、不足分については予備回路と差し替えた。今回製作したヒータエレメントは10本である。
- (3) 加熱器胴体内部の清掃を実施した。
- (4) ヒータエレメントと管板を胴体に組み込み耐圧漏洩検査を実施した。
- (5) ヒータ単体の絶縁抵抗、回路別の相間電圧、対地間電圧、電気抵抗の測定を実施した。

6.1.2 点検結果

- (1) 当初より判明していたヒータエレメントの不具合はヒータ端子部の細り変色などであったが、原因は端子間が電極板(SUS材)で連絡されていて、その電気抵抗と端子の接触不良により発熱した為であった。従って端子間をリード線タイプのものに変更し、接触不良については端子ボルトの締め付けトルクを明確にして締め付けを行った。今後は熱膨張により緩むことも考えられるので、長期間運転するときは昇温後増締め等を行う必要がある。
- (2) 加熱器本体の耐圧漏洩検査に於て、管板とヒータシール面より極く微量の漏洩があり止めることが出来なかった。これは管板のシール面が長年の錆により表面が相当粗くなっていた為である。尚、この部分は昇温後増締めが出来ないという構造上の問題がある。
- (3) 加熱器胴体の内部清掃の際、溶接のスラグや溶接棒の残りと思われるもの等が出て来た。これらはほとんど建設時のものと思われる。
- (4) 上記以外については全て健全であったが、昇温後の増締め等今後の保守方法の検討が必要である。

6.2 予熱N₂ガスブロワ分解点検

6.2.1 点検方法

予熱N₂ガスブロワの分解点検を行った。

- (1) ブロワと増速機の間、増速機と電動機の間のカップリング接続ボルトを取り出し、それぞれのカップリングにて軸芯とカップリング面間の寸法をダイヤルゲージにて測定を実施

した。

- (2) ブロワを系統より切り離し、ブロワケーシング上部、増速機ケーシング上部を取外し、スラスト軸受等の間隙寸法を測定した後、摺動部の状況に注意しながら分解を行った。
- (3) 各部品は、ノギス・マイクロメータ・ダイヤルゲージ等を用い、寸法測定を行った。また、インペラ・ラビリンスについては液体浸透探傷検査と、磁粉探傷検査を実施した。
- (4) 増速機歯車の歯当り、メタル当り、ギャカップリング歯当り検査を光明丹を使用して行い、メタルについては液体浸透探傷検査を実施した。
- (5) 電動機のカップリングは0.03mm～0.05mmの締め代をもったものである為、ガスバーナにて膨張させて引き抜き、軸受の交換と回転子、固定子の清掃及び電気試験を実施した。
- (6) 給油装置はオイルクーラの分解点検、オイルポンプの交換、各部漏洩検査を、オイルクーラについては耐圧漏洩試験を実施した。
- (7) ボルテックスブロワを分解点検し、各部寸法測定と軸受の交換を実施した。
- (8) 計装品の校正と作動試験を実施した。
- (9) 各装置の試運転とインタロック試験を実施した。

6.2.2 点検結果

- (1) 増速機出力側下メタルに打痕傷があった。この傷は前回定検時に発見されたものであるが、そのまま使用しても差しつかえないとの判断から交換を行わなかったが、メタル剥離の恐れもあり、今回は一式交換した。尚、傷の原因は分解作業中に発生したものである。
- (2) カップリング引き抜き作業において、カップリングの固着により通常のジャッキでは力不足で引き抜くことが出来なかった。従って適正のものより数段大きいジャッキを使用して引き抜くことは出来たが、非常に危険な状況での作業であった。このためカップリング引き抜き用の穴を2個より6個に増やしたが、A号機についても状況を確認し改良を実施する必要があると思われる。
- (3) ボルテックスブロワ負荷側軸受嵌合部の軸外径が使用限界近くになっていた。緊急を要する程ではないが、次回定検時には交換の必要がある。
- (4) 水銀式指示温度計に、常温域(20℃～40℃)において内部機構の各部が摩耗したため±2℃程度の精度誤差が生じていた。また、キャピラリーチューブの被覆が一部破損していた。両方とも使用上特に問題はないが交換が望ましい。
- (5) 給油装置のオイルクーラ構成部品中ディスタントパイプと後水室カバーに腐食による防蝕コーティングの剥離と材料の欠損が生じていた。従って同部品をメーカー工場へ送り、欠損部の肉盛り・機械仕上げ・防蝕コーティングを全体に亘り再塗布を行った。本来、防蝕コーティングは永久的なものではないので、今後は定期的な検査の必要がある。
- (6) オイルポンプ駆動軸とオイルシールとの摺動部にオイルシールのリップ痕があり油洩れが生じていたのでオイルポンプを一式交換し、旧品は交換整備した後予備品として保管し

た。このリップ痕はオイルシールのリップが長期間の使用で硬化し発生するもので通常は少量の油洩れがあってもそのまま使用するが、「常陽」の場合放射能汚染の問題があるので今後のメンテナンス方法を検討する必要がある。

(7) 上記以外は良好であった。

6.3 圧縮空気供給系点検

6.3.1 点検内容

- (1) 圧縮機 A, B, C号機の分解を行い、清掃及び点検を行った。
- (2) 圧縮機 A, B, C号機のアフタークーラの分解点検を行い、組み立て後、水圧試験を行った。
- (3) 圧縮機 A, B, C号機の駆動用電動機の分解点検を行った。
- (4) 除湿装置の分解点検を行い、性能試験を実施した。
- (5) 空気貯槽の開放点検及び漏洩検査を行った。
- (6) 最後に系統のインターロック試験を行った。

6.3.2 点検結果

- (1) 圧縮機の分解点検は、前回シリンダライナ、クランク軸を本体に残した状態で点検を行っていたが、今回は両方を取外し点検を行った結果、ライナとジャケット冷却水室壁面に大量のスケールが付着し冷却効率を落としていたことが判明した。また、クランクには特に問題はなかったが、大端メタルを取外す時クランクボルトによりクランクピンに打痕を与え易いことが判明した。これはクランクを本体より取り出さないと仲々発見出来ないものであった。今回の点検結果を今後の点検に反映するべく見直しを行う必要がある。
- (2) 空気貯槽 2 基 (TK75-3.5) をマンホールを開放して内部点検を行ったところ TK75-3 に広い範囲にわたり錆が生じていた。次回定検時に錆落としと再塗装の必要がある。
- (3) インターロック試験を計器実動作にて行った結果、圧縮機吐出温度高の設定値が高温側に大きく外れていた。これは前回までの点検が実動作にて行われていなかったために気付かなかったものである。これまでに圧縮機の吐出温度が異常警報設定値の 210℃ に到達した形跡はないが、今後はインターロック試験の手法と頻度について検討する必要がある。
- (4) 上記以外は良好であった。

6.4 1次系電磁流量計点検

6.4.1 点検方法

以下の項目について点検を行った。

- (1) 外観検査
- (2) 導電接続部の検査

- (3) 予熱ヒータ用熱電対点検
- (4) 定電流装置点検
- (5) 予熱ヒータ（抵抗，絶縁抵抗）測定
- (6) 磁束密度測定

6.4.2 点検結果

- (1) 1次主冷却系A，BループのEMFの導電接続部は配管の間にはさまれており，端子箱が開放出来ず，保温材を移動させることにより点検を実施した。EMFの端子箱は，保温材取付前に設置されており，保温材の影響により開放が出来なくなるとは考えていなかったと思われる。

外観，接続部については異常は見つけられず良好であった。

- (2) B側・サイフォンブレイク電磁流量計用の熱電対（TE-H31・1-20）は，カバー部分が配管サポート部分にあり，端子部の開放がきかないため，目視点検ができなかったが，熱電対の出力は正常であり，他のEMF用熱電対も端子部，出力ともに良好であった。
- (3) 1次冷却系BループEMF用定電流装置のリップルが大きくなってきており，次回定検時に同様の電源を使用しているEMFは，電源部のオーバーホールをする予定である。また，同装置に使用している電流計にも誤差が出て来ており，次回交換する予定である。
- (4) オーバーフロー系EMF用の巻線ヒーターが断線していることが絶縁抵抗測定によりわかった。断線は予備側のヒーターであるのでEMFの予熱に問題はない。しかし，ヒーターは特殊な形状となっており，永久磁石が配管上下に位置しているため，取外しが難かしく，一重管にそってつけられているヒーターは，Naが配管に残っていない状態でないと交換出来ない。また，ヒーター交換の際はEMFの較正を行わなくてはならず，空間線量も高い場所にあることから交換を行う場合は十分検討を要する。
- (5) 磁束密度は主冷却系EMF(A)，(B)，純化系P/L計用EMFを除く永久磁石のEMFについて実施した結果，前回測定値（S56.1）と大差なく良好であることを確認した。

6.5 1次系プロセス計装品点検

6.5.1 点検方法

1次冷却系統設備に設置されているプロセス計装品の健全性を維持するため，計器ループ数112ループに対して計装品の点検を行った。点検内容は

- (1) 外観目視点検
- (2) 特性試験
- (3) ケミカルコンデンサ点検
- (4) 警報設定値確認
- (5) 記録計のオーバーホール

6.5.2 点検結果

- (1) ケミカルコンデンサの容量抜けによる計装品不良を防止するため、約5年に1回の割合で交換を行っている。今回は2596個について交換を実施した。しかしながら電源部についてはまだ実施されておらず、10年に1回程度の割合で交換が必要と思われる。
- (2) ダイアフラム式発振器及びブルドン管式指示計については、劣化により計器仕様精度を越えるものが出されている。入力抵抗の交換により入力抵抗値を変えることで精度範囲を維持しているが、入力抵抗可変式の差圧発振器等、劣化に対応出来る様な物が良いと思われる。
- (3) 記録計関係のDRIVEモーター、バランスングモーターの交換は5年に1回程度が良いと過去の点検結果より推定される。
- (4) 中央制御室に設置されている計器類は、特に冬季、湿度が低く乾燥している状態にあるため、静電気により指示誤差及び入力抵抗への悪影響が懸念される。今回の点検においても静電気の影響を受けているものが見られた。次回点検時に対象となる計器類については帯電防止剤を使用する予定であるが、点検者等に対しても良い状態とは言えず、床面のカーペット等も含み対策が必要と考えられる。
- (5) 1次系における記録計は、YEW、日立、大倉製と3種類有り、他設備のものも含めるとかなりの種類になる。各メーカーにより指定されたペンインキがあり、アルカリ性、酸性等メーカーが異なれば変わるため混ぜて使用すると同色でも固まる原因となるため注意する必要がある。

6.6 1次系ポンプ用制御装置点検

6.6.1 点検方法

以下の装置について点検を行った。

- (1) 1次主冷却系主循環ポンプ用制御装置
- (2) 1次補助冷却系電磁ポンプ制御装置
- (3) オーバーフロー系電磁ポンプ制御装置
- (4) 1次Na純化電磁ポンプ制御装置

点検項目は、

- (1) 外観検査
- (2) 絶縁抵抗検査
- (3) 停止中の構造的検査
- (4) 停止中の制御回路動作試験
- (5) 起動特性及び運転特性

6.6.2 点検結果

- (1) サージアブソーバ盤内設置のサージ電圧吸収用 oil コンデンサに油漏れが生じている。現在使用上問題は無いが oil コンデンサの設置方法（盤内取付スペース）が限定されており、横置きに取付けられているため、油漏れを生じたと思われる。次回点検時にコンデンサを交換するが、立置きに設置出来るように考慮されておれば長期間使用出来るものである（コンデンサは約10年に1回交換）。制御盤設置の際、盤寸法・設置スペース・取付方法に対する検討を十分に行う必要がある。
- (2) 主P(A)点検にてA号機・PGを強磁したことにより、速度フィードバック抵抗器の設定を330 rpm/2.895 Vにした。
- (3) 1次Na純化系電磁ポンプ盤内TRA₃モールドトランス側部にクラックが発生していた。原因は熱及び劣化によりモールド部に起ったと考えられる。現在、使用上の問題は無いが次回点検時交換をする予定である。尚、トランスは1975年製造品である。
- (4) 1次主ポンプ用速度制御盤（#209）AIP₂A, Z₄, D10DE（1S84）ダイオードが取付け無しのため追加した。いつ何の目的で取外したのか不明であるが、運転上は無くても特に問題では無かった。
- (5) 低速運転時（20%流量、主ポンプ）に瞬停が発生すると主ポンプ制御装置は主ポンプ回転数約180 rpmの状態から停電時間1.5秒のとき、約20 rpm回転数が低下して約160 rpm程度になる。そこから瞬停用抵抗器により約300 rpm/秒で0.8秒間加速（約240 rpm昇速）され400 rpm程度に達し、その後自然減速で20%流量の回転数約180 rpmに復帰する。ここで300 rpm/秒という高速加速率は電氣的（制御装置）にさほど問題にはならないが、機械的には〔上記値における運転及び保証を行う解析方法は無い。（メーカー側解答）〕ポンプ本体に対して良いとは言えず、何らかの検討、対策が必要と思われる。インターロックの変更にて避けるならば、通常運転中（100%主循環Na流量時）は回路を働かせ、流量低々の信号により回路をLockさせる等が制御装置側として考えられるが問題解決するまでの期間、特に夏季における燃交時等低流量域については検討が必要と思われる。参考としてFig 6.1に例を示す。尚、この問題は51年に瞬停対策回路を設置して以来考慮されていなかった。

6.7 1次冷却系液面計の校正

6.7.1 校正方法

- (1) 原子炉容器，主循環ポンプ(B)，オーバーフローカラム(A)，(B)の校正

① 零点調整

各液面計が設置されている機器のナトリウムがドレンされている状態において、増幅器出力及び指示計の目盛がTable 6.1に示す値になるように零点を調整する。

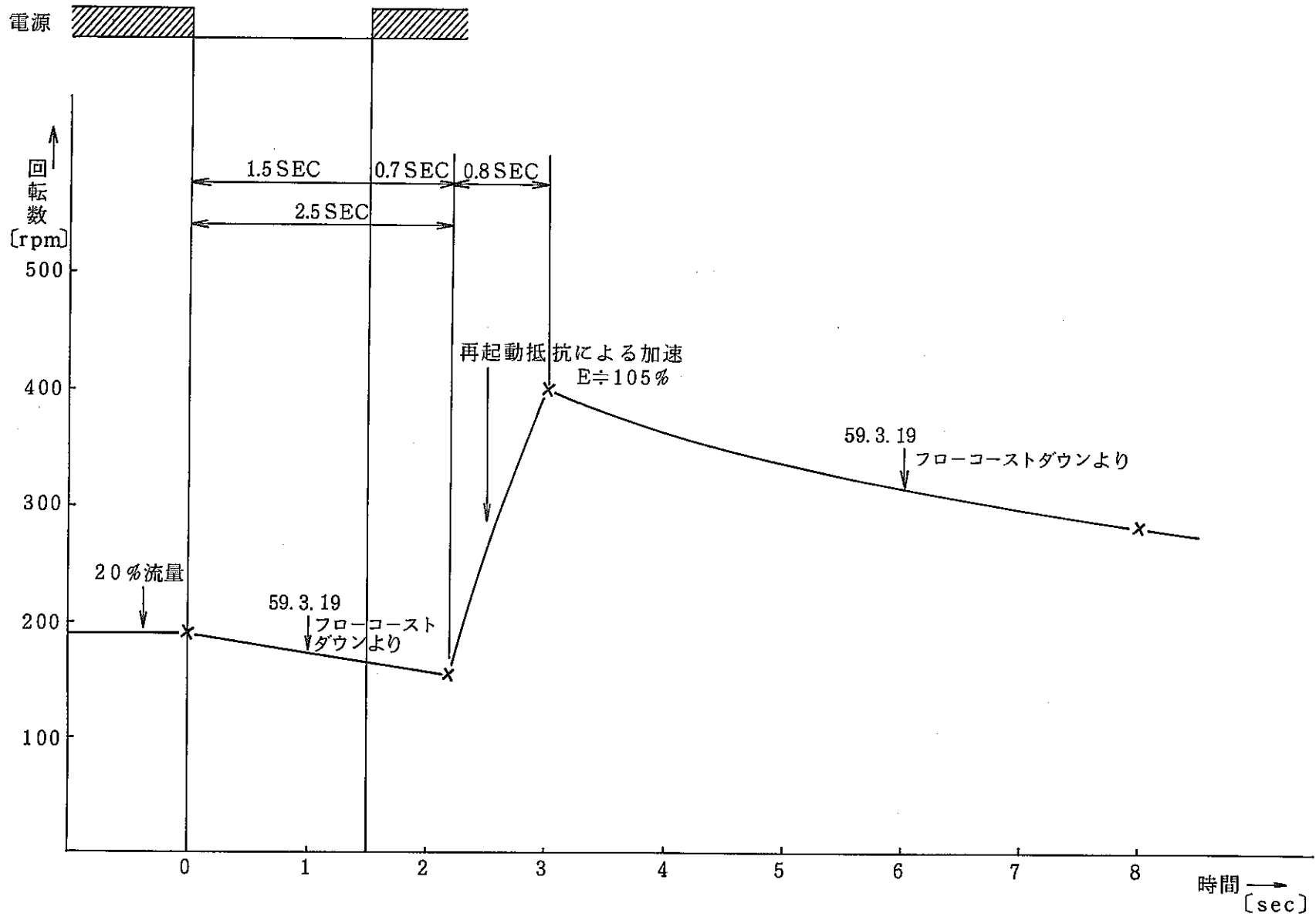


Fig 6.1 瞬時加減速特性

② スパン調整

オーバーフローポンプにより炉容器へのナトリウムチャージを行いオーバーフロー点を確認した後ポンプを停止し、増幅器出力及び指示計の目盛がTable 6.1に示す値になる様スパンの調整を行う。

③ 調整後の確認

原子炉容器内ナトリウムを炉容器液面計の読み値で液面計下端以下までドレンし、その後(1)、(2)と同様の操作を行い零点及びスパンの再確認を行う。

(2) ダンプタンク(A)、(B)液面計の校正

ダンプタンクは低域と高域の2つの液面計で測定範囲をカバーしている。

① 零点調整(低域, 高域)

ダンプタンク低域液面計の指示値が測定範囲の下限以下であることを確認した後、増幅器出力及び指示計目盛がTable 6.1に示す値になる様に零点を調整する。

② スパン調整(低域)

ダンプタンクにナトリウムを充填し、高域の増幅器出力が上昇開始となった時点で充填を停止し、低域の増幅器出力及び指示計目盛がTable 6.1に示す値になる様にスパンの調整を行う。

③ スパン調整(高域)

低域液面計のスパン調整後、ナトリウムの充填を開始し、低域の増幅器が飽和した時点で充填を停止する。この点において増幅器出力及び指示計目盛をTable 6.1に示す値にする。

④ 調整後の確認

上記の調整終了後、ナトリウムの充填を任意のレベルまで行い、この時に該当する高域液面計の増幅器出力及び目盛を測定する。

⑤ 他方のダンプタンクにNa移送を行い、①～④の手順と同様に増幅器出力及び目盛指示を計測し、零点・スパン調整・低域と高域のラップ部の確認を行う。

(3) オーバーフロータンク液面計の較正

① 零点調整

オーバーフロータンク液面計の指示値が測定範囲の下限以下であることを確認した後増幅器出力及び指示計の目盛がTable 6.1に示す値になるように零点を調整する。

② スパン調整

校正済のダンプタンク低域液面計を基に、ダンプタンク容量線図により、ダンプタンクからオーバーフロータンクへの移送量を求め、オーバーフロータンク液面計のスパン調整を行う。

Table 6.1 液面計の入出力特性基準値

液面計名称	タグ No	零点調整		スパン調整	
		出力 (mA)	目盛 (cm)	出力 (mA)	目盛 (cm)
原子炉容器	LX31.1-1	4	-35	12	0
	LX31.1-2	4	-35	12	0
	LX31.1-3	4	-35	12	0
主循環ポンプ(A)	LX31.1-4A	4	-41.7	8.48	0
主循環ポンプ(B)	LX31.1-4B	4	-41.7	8.48	0
オーバフロカラム(A)	LX31.1-5A	4	-287.5	19.36	0
オーバフロカラム(B)	LX31.1-5B	4	-287.5	19.36	0
ダンプタンク(A) 高領域	LX35.1-1A	4	250.5	4.6	260
ダンプタンク(A) 低領域	LX35.1-2A	4	12.5	19.4	250.5
ダンプタンク(B) 高領域	LX35.1-1B	4	250.5	4.6	260
ダンプタンク(B) 低領域	LX35.1-2B	4	12.5	19.4	250.5

6.7.2 校正結果

校正の結果、いずれの液面計も判定基準の±3%以内の精度を満たしており、異常のないことが確認された。

Table 6.2 実液校正試験結果

(1) 原子炉容器Na液面計

① LX31.1-1

実液校正試験(1回目)。判定基準;精度±3%F.S.(±0.012V)

		零点(基準出力:0.100V)(-35cm)			スパン(基準出力:0.300V)(0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)			
調整前	0.097	-0.75	Ⓐ-35以下 Ⓑ-35以下 Ⓒ-35以下 Ⓓ-35以下 Ⓔ-35以下	0.307	1.75	Ⓐ+2 Ⓑ+0.5 Ⓒ+1 Ⓓ+0.5 Ⓔ+0.5			
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-35 Ⓑ-35.5 Ⓒ-35 Ⓓ-35 Ⓔ-35	0.300	0.00	Ⓐ+0.5 Ⓑ-0.5 Ⓒ0 Ⓓ-0.5 Ⓔ-0.5			
日時, Na 温度	3/13, 10:30, 195℃			3/13, 20:00, 210℃					

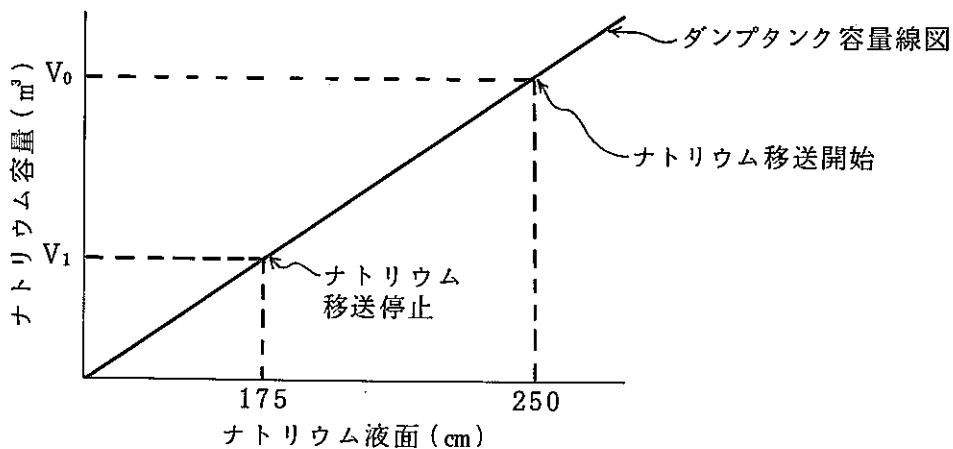
実液校正試験(2回目)。判定基準;精度±3%F.S.(±0.012V)

		零点(基準出力:0.100V)(-35cm)			スパン(基準出力:0.300V)(0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)			
調整前	0.099	-0.25	Ⓐ-34.9 Ⓑ-35.8 Ⓒ-35 Ⓓ-35 Ⓔ-35.1	0.301	0.25	Ⓐ+0.5 Ⓑ-0.5 Ⓒ0 Ⓓ-0.5 Ⓔ-0.5			
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。		Ⓐ-35	許容誤差内であるため調整実施せず。					
日時, Na 温度	3/13 20:45, 220℃			3/14 0:05, 219℃					

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

オーバーフロータンク液面の算出

- ① ダンプタンク容量線図よりナトリウムの移送量を求める。



ダンプタンク容量線図より V_0 , V_1 は

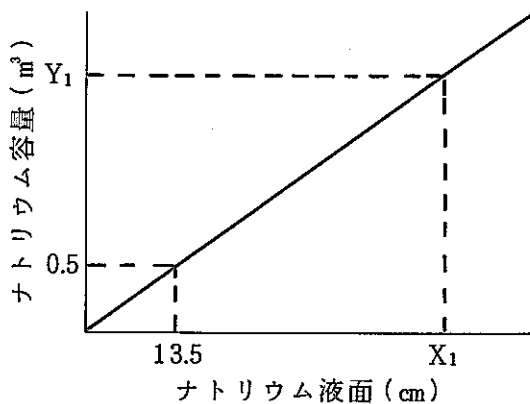
$$V_0 = 55.5 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_1 = 33.8 \text{ (m}^3\text{)}$$

よって移送量 ΔV (m³) は

$$\Delta V = V_0 - V_1 = 55.5 - 33.8 = 21.7 \text{ (m}^3\text{)}$$

- ② オーバーフロータンク容量線図から上記移送量に対する液面を求める。



移送後のオーバーフロータンクナトリウム量 Y_1 は

$$Y_1 = 0.5 + \Delta V = 0.5 + 21.7 = 22.2 \text{ (m}^3\text{)}$$

よって、移送後のナトリウム液面 X_1 は

$$X_1 = 213 \text{ (cm)}$$

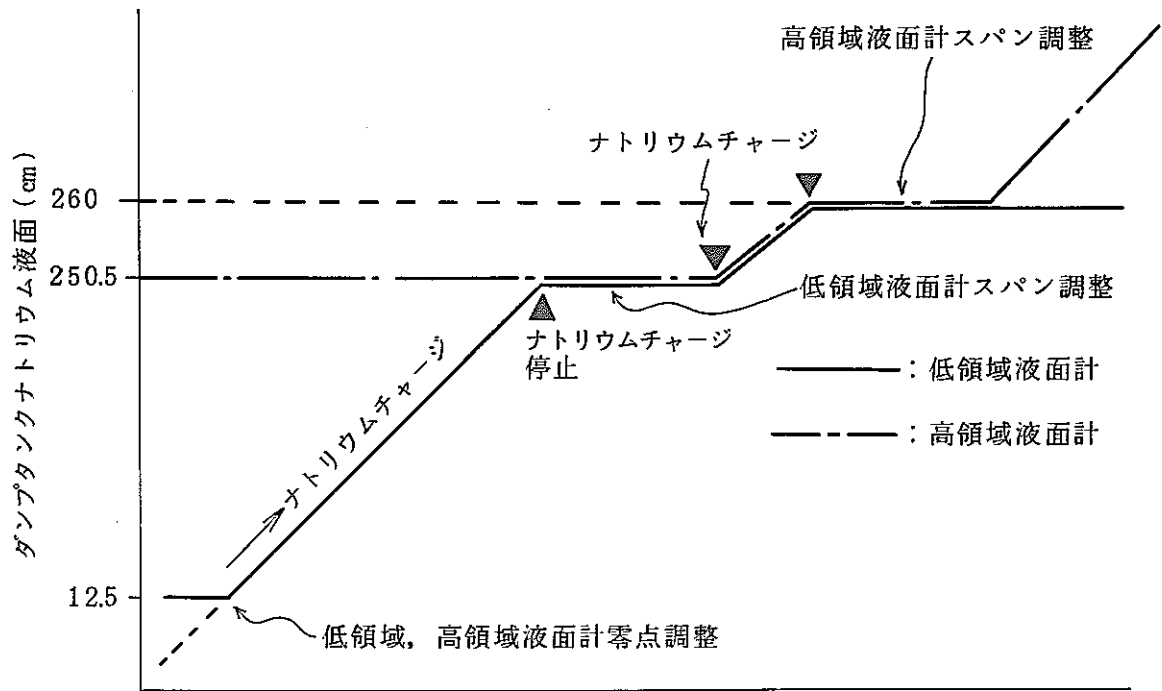


Fig 6.2 ダンプタンク液面変化

② LX31.1-2

実液校正試験 (1回目). 判定基準: 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (-35cm)			スパン (基準出力: 0.300V) (0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.093	-1.75	Ⓐ-35以下 Ⓑ-35以下 Ⓒ-35以下	0.308	2.00	Ⓐ+2 Ⓑ+0.5 Ⓒ+1		
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-35 Ⓑ-35 Ⓒ-35	0.300	0.00	Ⓐ+0.7 Ⓑ-0.7 Ⓒ-0.3		
日時, Na 温度	3/13 10:30, 195℃			3/13 20:00, 210℃				

実液校正試験 (2回目). 判定基準: 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (-35cm)			スパン (基準出力: 0.300V) (0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.100	0.00	Ⓐ-34.9 Ⓑ-35.2 Ⓒ-35	0.301	0.25	Ⓐ+0.6 Ⓑ-0.5 Ⓒ0		
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。		Ⓐ-35	許容誤差内であるため調整実施せず。				
日時, Na 温度	3/13 20:45, 220℃			3/14 0:05, 219℃				

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

③ LX31.1-3

実液校正試験 (1回目). 判定基準: 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (-35cm)			スパン (基準出力: 0.300V) (0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.085	-3.75	Ⓐ-35以下 Ⓑ-35以下 Ⓒ-35以下	0.309	2.25	Ⓐ+2.5 Ⓑ+1 Ⓒ+1		
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-35 Ⓑ-35 Ⓒ-35	0.300	0.00	Ⓐ+1 Ⓑ-0.5 Ⓒ-0.5		
日時, Na 温度	3/13 10:30, 195℃			3/13 20:00, 210℃				

実液校正試験 (2回目). 判定基準: 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (-35cm)			スパン (基準出力: 0.300V) (0cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.100	0.00	Ⓐ-35 Ⓑ-35.1 Ⓒ-35.2	0.300	0.00	Ⓐ+0.9 Ⓑ-0.5 Ⓒ-0.5		
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。				
日時, Na 温度	3/13 20:45, 220℃			3/11 0:05, 219℃				

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(2) 主循環ポンプ(A) (LX31.1-4A)
 実液校正試験(1回目), 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力:0.100V) (-42cm)			スパン(基準出力:0.212V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.073	-6.75	Ⓐ-42以下 Ⓑ-42以下	0.204	-2.00	Ⓐ-2 Ⓑ-4
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-42 Ⓑ-42	0.212	0.00	Ⓐ0 Ⓑ0
日時, Na 温度	3/12 10:15, 195℃			3/13 20:00, 210℃		

実液校正試験(2回目), 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力:0.100V) (-42cm)			スパン(基準出力:0.212V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.100	0.00	Ⓐ-42 Ⓑ-42	0.215	0.75	Ⓐ+2 Ⓑ+0.5
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。		
日時, Na 温度	3/13 20:50, 220℃			3/14 0:05, 219℃		

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(3) 主循環ポンプ(B) (LX31.1-4B)
 実液校正試験(1回目), 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力:0.100V) (-42cm)			スパン(基準出力:0.212V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.103	0.75	Ⓐ-42 Ⓑ-42	0.207	-1.75	Ⓐ-3 Ⓑ-2
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-42 Ⓑ-42	0.212	0.00	Ⓐ-2 Ⓑ0
日時, Na 温度	3/12 10:15, 195℃			3/13 20:00, 210℃		

実液校正試験(2回目), 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力:0.100V) (-42cm)			スパン(基準出力:0.212V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.101	0.25	Ⓐ-42 Ⓑ-42	0.215	0.75	Ⓐ0 Ⓑ+0.5
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。		
日時, Na 温度	3/13 20:50, 220℃			3/14 0:05, 219℃		

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(4) オーパフローカラム(A) (LX31.1-5A)
 実液校正試験(1回目). 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力: 0.100V) (-288cm)			スパン(基準出力: 0.484V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.088	-3.00	Ⓐ-288以下 Ⓑ-288以下	0.482	-0.50	Ⓐ0 Ⓑ0
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-288 Ⓑ-288	0.484	0.00	Ⓐ+5 Ⓑ0
日時, Na 温度	3/13 10:30, 19.5℃			3/13 20:00, 21.0℃		

実液校正試験(2回目). 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力: 0.100V) (-288cm)			スパン(基準出力: 0.484V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.102	0.50	Ⓐ-287 Ⓑ-287	0.485	0.25	Ⓐ+5 Ⓑ0
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。		
日時, Na 温度	3/13 20:50, 22.0℃			3/14 0:05, 21.9℃		

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(5) オーパフローカラム(B) (LX31.1-5B)
 実液校正試験(1回目). 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力: 0.100V) (-288cm)			スパン(基準出力: 0.484V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.097	-0.75	Ⓐ-288以下 Ⓑ-288以下	0.475	-2.25	Ⓐ-5 Ⓑ-5
調整後	0.100	0.00	Ⓐ-288 Ⓑ-288	0.484	0.00	Ⓐ+2.5 Ⓑ0
日時, Na 温度	3/13 10:20, 19.5℃			3/13 20:00, 21.0℃		

実液校正試験(2回目). 判定基準; 精度±3%F. S. (±0.012V)

	零点(基準出力: 0.100V) (0cm)			スパン(基準出力: 0.484V) (0cm)		
	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F. S)	指示計読み (cm)
調整前	0.102	0.50	Ⓐ-286 Ⓑ-286	0.485	0.25	Ⓐ+2.5 Ⓑ0
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。		
日時, Na 温度	3/13 20:50, 22.0℃			3/14 0:05, 21.9℃		

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(6) ダンプタンク(A)

① 高域(LX35.1-1A)

実液校正試験(1回目). 判定基準; 精度±3%F.S. (±0.012V)

		零点(基準出力: 0.100V) (250cm)			スパン(基準出力: 0.116V) (260cm)		
		変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)
調整前	0.101	0.25	Ⓐ250 Ⓑ251	0.114	-0.50	Ⓐ256 Ⓑ258	
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			0.116	0.00	Ⓐ258 Ⓑ259	
日時, Na 温度	3/10 13:30, 195℃			3/10 17:20, 232℃			

判定 良

実液校正試験(2回目). 判定基準; 精度±3%F.S. (±0.012V)

		零点(基準出力: 0.100V) (250cm)			スパン(基準出力: 0.116V) (260cm)		
		変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)
調整前	0.098	0.50	Ⓐ250 Ⓑ251	0.116	0.00	Ⓐ258 Ⓑ259	
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。			
日時, Na 温度	3/11 10:25, 240℃			3/11 10:20, 240℃			

判定 良

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

② 低減(LX35.1-2A)

実液校正試験(1回目). 判定基準; 精度±3%F.S. (±0.012V)

		零点(基準出力: 0.100V) (10cm)			スパン(基準出力: 0.500V) (260cm)		
		変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)
調整前	0.094	-1.50	Ⓐ10以下 Ⓑ10以下	0.498	-0.50	Ⓐ258 Ⓑ258	
調整後	0.100	0.00	Ⓐ10 Ⓑ10	0.500	0.00	Ⓐ260 Ⓑ260	
日時, Na 温度	3/10 13:30, 195℃			3/10 17:20, 232℃			

判定 良

実液校正試験(2回目). 判定基準; 精度±3%F.S. (±0.012V)

		零点(基準出力: 0.100V) (10cm)			スパン(基準出力: 0.500V) (260cm)		
		変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差(% F.S)	指示計読み (cm)
調整前	0.103	0.75	Ⓐ12 Ⓑ10	0.499	-0.25	Ⓐ258 Ⓑ260	
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。			
日時, Na 温度	3/11 14:50, 245℃			3/11 1300, 245℃			

判定 良

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

(7) ダンプタンク(B)

① 高域 (LX35.1-1B)

実液校正試験 (1回目). 判定基準: 精度±3% F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (250cm)			スパン (基準出力: 0.116V) (260cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.087	3.25	Ⓐ 250以下 Ⓑ 250以下	0.114	0.50	Ⓐ 258 Ⓑ 256		
調整後	0.100	0.00	Ⓐ 250 Ⓑ 250	0.116	0.00	Ⓐ 262 Ⓑ 258		
日時, Na 温度	3/10 16:30, 23.9℃			3/11 11:30, 23.9℃				

実液校正試験 (2回目). 判定基準: 精度±3% F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (250cm)			スパン (基準出力: 0.116V) (260cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.100	0.00	Ⓐ 250 Ⓑ 250	0.115	0.25	Ⓐ 260 Ⓑ 258		
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。				
日時, Na 温度	3/12 13:00, 24.0℃			3/12 14:00, 24.0℃				

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン} 0.4 \text{ V}} \times 100$$

② 低 減

実液校正試験 (1回目). 判定基準: 精度±3% F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (10cm)			スパン (基準出力: 0.500V) (260cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.081	-4.75	Ⓐ 10以下 Ⓑ 10以下	0.489	-2.75	Ⓐ 256 Ⓑ 255		
調整後	0.100	0.00	Ⓐ 10 Ⓑ 10	0.500	0.00	Ⓐ 262 Ⓑ 260		
日時, Na 温度	3/10 18:45, 23.8℃			3/11 11:30, 23.9℃				

実液校正試験 (2回目). 判定基準: 精度±3% F. S. (±0.012V)

	零点 (基準出力: 0.100V) (10cm)			スパン (基準出力: 0.500V) (260cm)			判定	良
	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)	変換器出力(V)	誤差 (% F. S)	指示計読み (cm)		
調整前	0.101	0.25	Ⓐ 12 Ⓑ 10	0.500	0.00	Ⓐ 262 Ⓑ 260		
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。				
日時, Na 温度	3/12 17:45, 24.2℃			3/12 8:45, 24.1℃				

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン} 0.4 \text{ V}} \times 100$$

(8) オーバフロータンク液面計
 実液校正試験(1回目)。判定基準;精度±3%F.S.(±0.012V)

		零点(基準出力:0.100V)(10cm)			スパン(基準出力:0.383V)(215cm)			判定	良
		変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)		
調整前	0.080	-5.00	Ⓐ10以下 Ⓑ10以下 Ⓒ10以下	0.376	-1.75	Ⓐ215 Ⓑ214 Ⓒ214			
調整後	0.100	0.00	Ⓐ10 Ⓑ15 Ⓒ10	0.383	0.00	Ⓐ218 Ⓑ216 Ⓒ215			
日時, Na 温度	3/11 17:15, 23.8℃			3/12 15:25, 23.5℃					

実液校正試験(2回目)。判定基準;精度±3%F.S.(±0.012V)

		零点(基準出力:0.100V)(10cm)			スパン(基準出力:0.383V)(215cm)			判定	良
		変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)	変換器出力(V)	誤差(%F.S)	指示計読み(cm)		
調整前	0.101	0.25	Ⓐ10 Ⓑ15 Ⓒ10	許容誤差内であるため調整実施せず。					
調整後	許容誤差内であるため調整実施せず。			許容誤差内であるため調整実施せず。					
日時, Na 温度	3/12 19:55, 23.5℃								

$$\text{誤差計算式} = \frac{\text{出力電圧} - \text{基準電圧}}{\text{スパン}0.4\text{V}} \times 100$$

6.8 1次冷却系熱電対の校正

6.8.1 対象熱電対

クロメル-アルメル熱電対の熱起電力の経時変化が問題視されており、その信頼性を確認するために純金属の融解特性を利用した校正試験を実施した。今回実施したのは1次系のT/C 16本でいずれも経時変化対策としてエージングが施されている。また、エージング条件の確立のため4本についてはエージング条件の異なるものを使用した。

(1) 原子炉入口温度

- ① 原子炉保護系用 TE3 1.1-9A, 9B (シングルエレメント)
10A, 10B (#)
10A, 10B (#)
- ② 記録計及び警報用 TE3 1.1-8A, 8B (ダブルエレメント)

(2) 原子炉出口温度

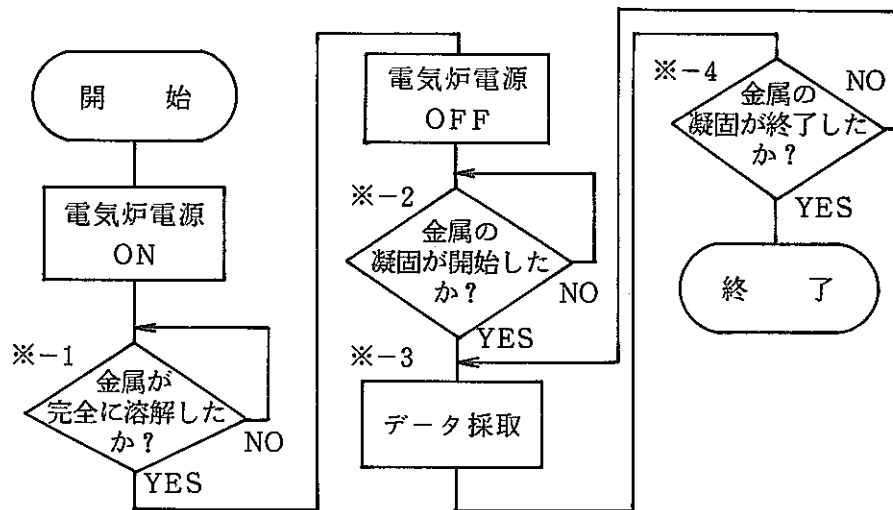
- ① 原子炉保護系用 TE3 1.1-2A, 2B (シングルエレメント)
3A, 3B (#)
4A, 4B (#)
- ② 記録計及び警報用 TE3 1.1-5A, 5B (ダブルエレメント)

6.8.2 熱電対仕様

- (1) シース径 3.2φ
- (2) 精度 JIS 0.75級
- (3) 熱電対種類 クロメル-アルメル
- (4) 測温接点形状 非接地型
- (5) シース材質 SUS316 (但し、今回取り付けたTE3 1.1-5A, 5B, 8A, 8BはSUS347)
- (6) エージング条件
 - ① 今回取りはずした熱電対は470℃で約15分間のエージング
 - ② 今回取り付けた熱電対は470℃で約3時間 (但し、TE3 1.1-5A, 5B, 8A, 8Bは600℃で約2時間)

6.8.3 校正方法

純金属を一定条件のもとに液相から冷却した場合、凝固が起こると液相と固相の二相系となり、凝固が開始してから終了するまで温度が変化しない。本校正試験はこの特性を利用するものである。次図に校正手順のフローを示す。また、Fig 6.4に本試験時の亜鉛の昇降温特性を示す。



- ※-1 Fig 6.4 ①点をもって判断した。
- ※-2 Fig 6.4 ②点をもって判断した。
- ※-3 採取周期をL分とした。
- ※-4 Fig 6.4 ③点をもって判断した。

6.8.4 校正結果

得られたデータに測定系の誤差の -0.4℃ を補正したものをTable 6.3とTable 6.4に示す。また、実測温度 $-$ 基準温度 $=$ 誤差として同じくTable 6.3とTable 6.4に示す。詳細については現在検討中であるが、取外した熱電対及び取り付けた熱電対のいずれも 0.75 級を満足していることが確かめられた。従って取外した熱電対を今後の交換品として使用することが可能である。今後も定期的に校正試験を行い、経年変化を追跡することにより、エージング効果の確認と交換頻度の決定を行っていく。

6.9 1次純化系コールドトラップ冷却 N_2 ガスブロワ分解点検

6.9.1 点検方法

- (1) コールドトラップ冷却ブロワの分解点検を行った。
- (2) ブロワ駆動用の電動機の分解を行い、軸受の交換各部の清掃と巻線の絶縁抵抗測定を行った。
- (3) 電動機冷却扇及び冷却扇駆動用電動機の分解点検を行った。
- (4) 組み立て後ブロワの試運転を行った。

6.9.2 点検結果

- (1) ランナを軸より引き抜く際、ランナーは軸に対して $3/100\text{mm}$ の嵌め代を持っている為、ガスバーンにて熱し引き抜き部分を膨張させて引き抜きを行った。しかしランナーは鉄板

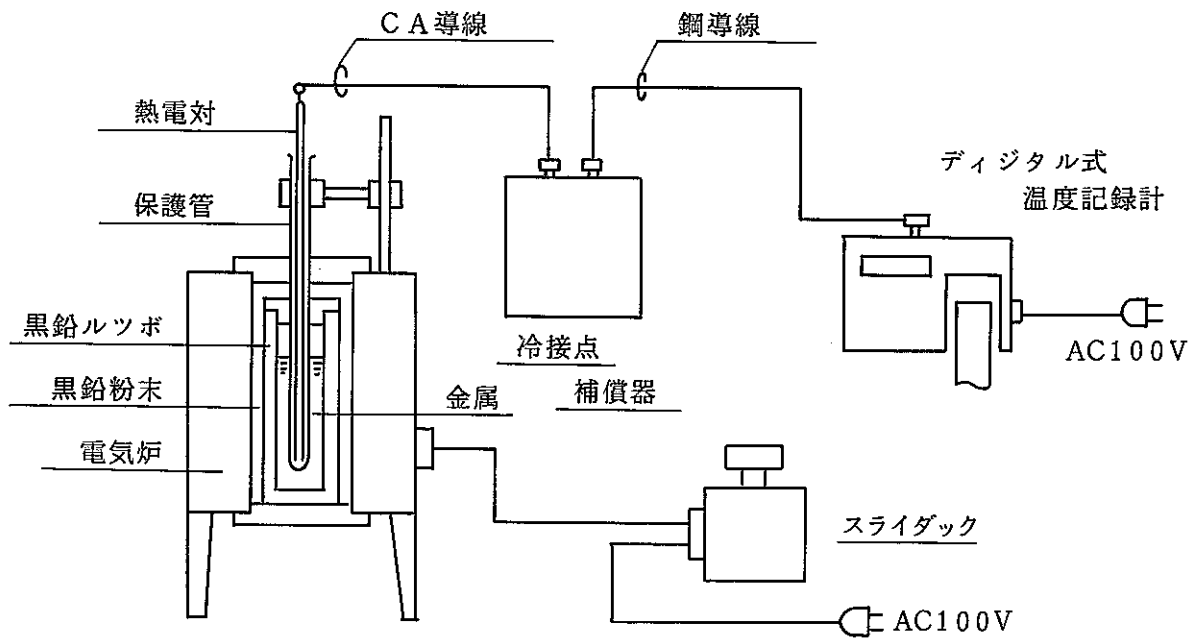


Fig 6.3 校正試験装置

を溶接して成形したものである為、熱の滞留がうまくいかず引き抜きが困難であった。また、組み立て時は芯出しを手でやる以外に方法がなく嵌め合いに苦労した。前回点検でも同様の苦労をしたらしくランナー抜け止めボルトを流用し無理やり嵌めたため、同ボルトが非常に痛んでいた。また、軸側ボルト穴も相当痛んでおり、今回はタップにて螺子を浚えるにとどめたが、次回は穴径を変更し同ボルトを大きくするか、軸の交換等を検討する必要がある。

- (2) ブロワ電動機の軸受は、点検前に異音が発生していたため軸より抜き取り点検したところ、グリース不足による嚙り傷が見られた。本軸受は運転中にグリースの補給が出来ないタイプであるので、点検方法と頻度について再考する必要がある。
- (3) その他については試運転とも良好であった。

6.10 2次主循環ポンプメカニカルシール点検

6.1.0.1 点検内容

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 上部シールリング | (a) 摺動面平坦度測定 |
| 下部シールリング | 仕上粗さ測定 |
| 上部フローティングシート | 摺動面高さ測定 |
| 下部フローティングシート | 外観点検 |
| (2) ベローズ | (a) 外観点検 |
| | (b) 荷重測定(組立時) |

Table 6.3 取付けた熱電対の測定結果

測定位置	TAG No	錫 231.9℃		鉛 327.5℃		亜鉛 419.6℃	
		測定値	誤差	測定値	誤差	測定値	誤差
A 原子炉 出口	TE31.1-2A	232.9	1.4	329.3	2.2	421.7	2.5
"	" -3A	233.5	2.0	329.1	2.0	421.7	2.5
"	" -4A	233.5	2.0	329.2	2.1	421.8	2.6
B 原子炉 出口	" -2B	233.2	1.7	329.3	2.2	421.7	2.5
"	" -3B	233.4	1.9	329.3	2.2	421.8	2.6
"	" -4B	233.7	2.2	329.4	2.3	421.8	2.6
A 原子炉 出口	" -5A(A)	233.1	1.6	328.3	1.2	421.1	1.9
"	" -5A(B)	233.1	1.6	328.3	1.2	421.1	1.9
B 原子炉 出口	" -5B(A)	233.2	1.7	328.2	1.1	421.1	1.9
"	" -5B(B)	233.1	1.6	328.1	1.0	420.9	1.7
A 原子炉 入口	" -9A	233.3	1.8	329.1	2.0	421.2	2.0
"	" -10A	233.3	1.8	328.4	1.3	422.0	2.8
"	" -11A	232.9	1.4	329.6	2.5	422.0	2.8
B 原子炉 入口	" -9B	233.5	2.0	329.4	2.3	420.9	1.7
"	" -10B	233.3	1.8	328.7	1.6	421.7	2.5
"	" -11B	232.6	1.1	329.3	2.2	421.7	2.5
A 原子炉 入口	" -8A(A)	233.2	1.7	328.4	1.3	421.1	1.9
"	" -8A(B)	233.1	1.6	328.3	1.2	421.0	1.8
B 原子炉 入口	" -8B(A)	233.2	1.1	328.3	1.2	421.1	1.9
"	" -8B(B)	233.2	1.1	328.3	1.2	421.0	1.8

但し、系統誤差は -0.4℃

Table 6.4 取外した熱電対の測定結果

測定位置	TAG No.	錫 231.9℃		鉛 327.5℃		亜鉛 419.6℃	
		測定値	誤差	測定値	誤差	測定値	誤差
A 原子炉出口	TE31.1-2A	230.4	-1.1	326.4	-0.7	418.1	-1.1
"	" -3A	231.4	-0.1	327.0	-0.1	419.4	+0.2
"	" -4A	231.2	-0.3	326.6	-0.5	418.9	-0.3
B 原子炉出口	" -2B	231.1	-0.4	327.6	±0.5	419.1	-0.1
"	" -3B	231.3	-0.2	326.6	-0.5	418.4	-0.8
"	" -4B	230.6	-0.9	326.4	-0.7	418.6	-0.6
A 原子炉出口	" -5A(A)	230.9	-0.6	326.1	-1.0	418.3	-0.9
"	" -5A(B)	230.9	-0.6	326.0	-1.1	418.4	-0.8
B 原子炉出口	" -5B(A)	231.0	-0.5	326.5	-0.6	418.4	-0.8
"	" -5B(B)	231.2	-0.3	326.6	-0.5	418.6	-0.6
A 原子炉入口	" -9A	231.0	-0.5	326.1	-1.0	419.1	-0.1
"	" -10A	231.7	+0.2	326.6	-0.5	419.1	-0.1
"	" -11A	231.4	-0.1	325.9	-1.2	418.9	-0.3
B 原子炉入口	" -9B	230.6	-0.9	325.2	-1.9	418.4	-0.8
"	" -10B	231.0	-0.5	325.2	-1.9	418.5	-0.7
"	" -11B	231.0	-0.5	325.8	-1.3	418.9	-0.3
A 原子炉入口	" -8A(A)	230.6	-0.9	325.5	-1.6	419.3	+0.1
"	" -8A(B)	230.6	-0.9	325.7	-1.4	419.4	+0.2
B 原子炉入口	" -8A(A)	231.5	±0	325.5	-1.6	418.8	-0.4
"	" -8A(B)	231.8	+0.3	325.8	-1.3	419.0	-0.2

但し、系統誤差は -0.4℃

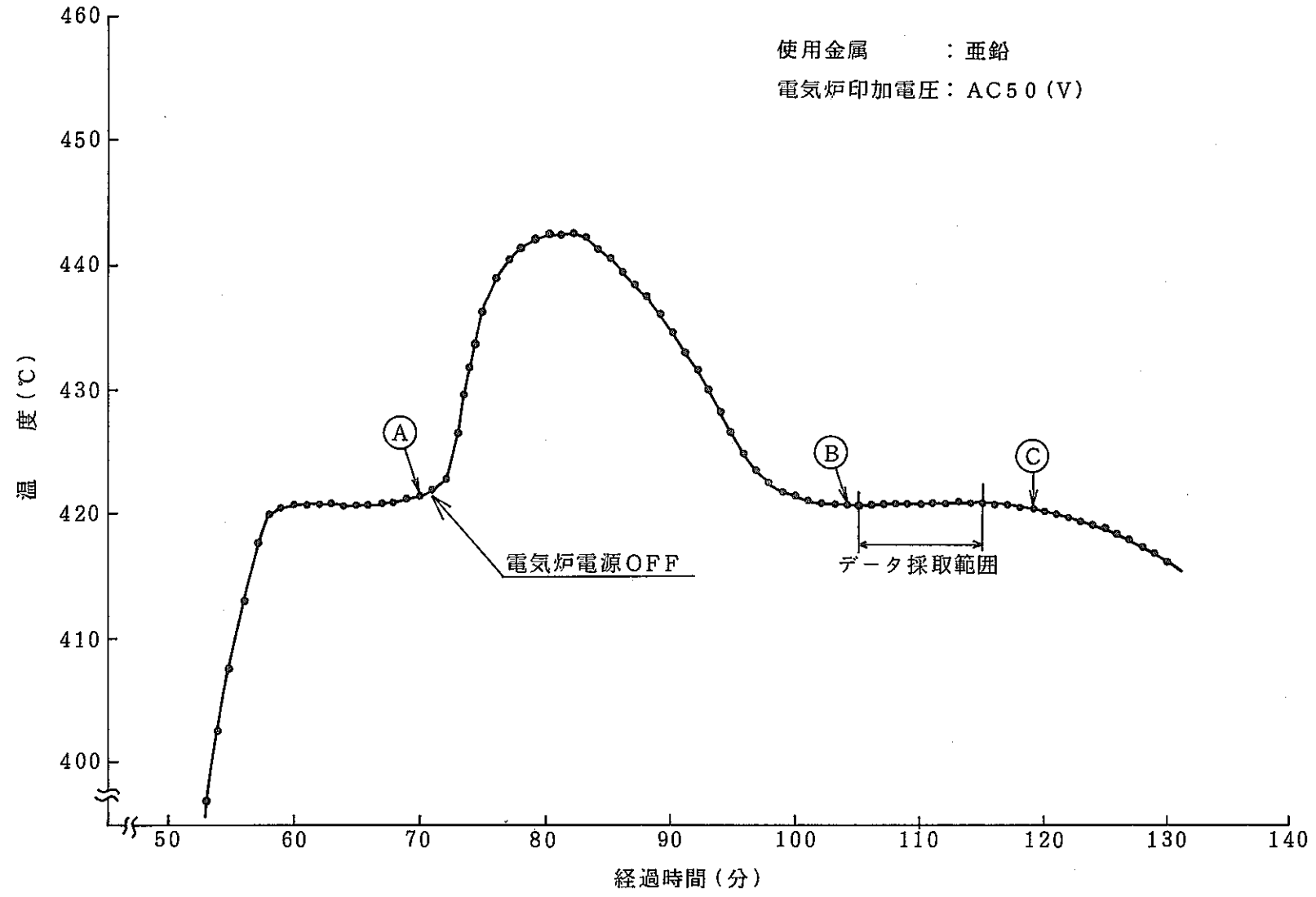


Fig 6.4 亜鉛の昇、降温特性

- | | |
|------------------------|----------------|
| (3) フローティングリテーナ | (a) 外観点検 (装着時) |
| (4) ベアリング | (a) 外観点検 |
| | (b) 振動測定 (運転中) |
| | (c) 半廻しによる動作確認 |
| (5) 軸スリーブ | (a) 寸法測定 |
| | (b) 外観検査 |
| (6) Oリング | (a) 外観検査 |
| (7) オイルシール | (a) 硬度測定 |
| | (b) 外観測定 |
| (8) 組立後の気密テスト及び耐圧漏洩テスト | |

6.1.0.2 点検結果

(1)項目 摺動面の平坦度測定 A, B号機上部シールリングのみ不良で値は良であった。

仕上げ粗さ測定 全て摺動面が粗れていた。

摺動面高さ測定 全て良であった。

外観点検 (目視) A号機上部シールリングに面粗れ, カケが発生していた。他は面粗れのみ。

B号機上部フローティングシート, シールリング良好で, 下部側フローティングシート, シールリングは面粗れがあった。

※ A号機上部シールリングのみ予備品との交換を行い, 他は既設品を使用しラッピングを行った。

ラッピングの結果は, 上部, 下部フローティングシート, シールリング全て良好であった。

(6), (7)項目

Oリングオイルシール Oリング多少変形していた。

は全て新品と交換した。オイルシール硬化していた。

他の項目は特に異常なく良好であった。

6.11 2次主循環ポンプOPU点検

6.1.1.1 点検方法

以下の項目について点検を行った。

(1) 主タンク外観点検

(2) 回収タンクの点検

外観点検

開放点検，内部清掃

(3) 潤滑油の点検

色相，粘度点検

(4) サクションフィルター，ラインフィルター清掃

軽油を使用しジェット洗浄，Oリングパッキン交換，外観点検

(5) 油循環ポンプ及び駆動モーターの点検

センターリング，ゴムブッシュ交換，外観点検

(6) オイルクーラーの点検

外観点検清掃，圧空ブロー

(7) レベルスイッチソレノイド弁点検

作動テスト

(8) 圧力計，圧力設定器の点検

校正0，25，50，75，100％，設定値確認

(9) フローサイト点検

外観点検，分解点検清掃

(10) 温度計の点検

指示特性確認

(11) 上部漏洩回収装置の誤差

PT検査，ポットの容量検査，寸法検査

(12) OPUエア-抜きラインの改造

PT検査，寸法検査

(13) ユニット全体の外観検査

(14) 試運転

6.1.1.2 点検結果

点検の結果すべて良好であった。

6.12 2次主冷却系圧空設備点検

6.1.2.1 点検方法

以下の項目について点検を行った。

- (1) 圧空配管の点検
 - (2) 弁類の点検
 - (3) アキュムレータタンク
- (a) 通常使用圧力で石ケン水にて漏洩チェック
- (1) 圧空配管の点検 } ・通常使用圧力で石ケン水にて漏洩チェック
- (2) 弁類の点検 } ・外観点検

- (b) タンクの外観・内部点検, マンホール蓋の点検
タンク内外の点検清掃, 溶接線の P T
マンホールパッキンの交換
- (4) 圧力計の点検
 - ・外観点検
 - ・圧力計の校正 0, 25, 50, 75, 100% について
 - ・圧力設定値の確認
- (5) 圧力設定器の点検
 - ・外観点検
 - ・設定値の確認

6.1.2.2 点検結果

- (1) 圧空配管の点検
漏洩箇所 48ヶ所補修 補修に伴ない A 型継手 2ヶ所取付
- (2) 弁類の点検
漏洩箇所 7ヶ所補修
- (3) アキュムレータタンク
漏洩なし P T 検査異常なし
- (4) 圧力計の点検
校正及び警報設定値異常なし
- (5) 圧力設定器の点検
設定値異常なし
- (6) (1)~(5)の外観点検特に異常なし, 塗装が剥離していた部分のみ塗装を行った。

6.13 2次冷却系プロセス計装ループ校正

6.13.1 点検方法

- (1) 外観点検
目視により外観点検を行った。
- (2) 清掃作業
各ループを構成する計装品の清掃
- (3) 校正検査
実信号または模擬入力信号を入力し, 各ループの校正検査を行った。特性が許容範囲より外れているものは調整を実施した。
- (4) 警報設定値確認
警報設定器等警報出力のあるものについては設定値の確認を行った。設定値が許容範

囲より外れているものは調整を実施した。

6.13.2 点検結果

- (1) ベーン・ダンパドライブユニット
 - (a) 2 B ベーン用ポジションゼロ調不良
 - (b) E/P 1 台にてダンパ2 台を動作させるものはストロークの小さい方に0 を合せた。
 - (c) ガデリウスのドライブユニット目盛基準に調整しているためE/P 特性の誤差が大きい。
 - (d) 機械ヒスが±1.5～2.5%が各ループ全てに掛ってくるため誤差が大きくなる。
 - (e) C/T 入口ダンパについてはドライブユニット全ストローク90 度、ダンパ指示ストローク61 度のために連絡シャフトでストロークゲインを調整する様になっているが、特性がうまく取れない。
 - (f) 1 B - 2 送風機出口ダンパ開度についてストローク不足のため特性が取れない。
- (2) 設定値に関するもの
 - (a) 警報設定値については、現在値を重視して大幅誤差がないかぎり現状のまま
 - (b) 設定値と異なるもの（純化系流量 $H=3.2\text{ m}^3/\text{H}$, $L=2\text{ m}^3/\text{H}$, 分岐流量 $H=2.2\text{ m}^3/\text{H}$, $L=1.0\text{ m}^3/\text{H}$, C T 温度 $L=110^\circ\text{C}$)
- (3) 変換器及び入力に関するもの
 - (a) 変換器の性能不足（温度変換器 8 台, アイソレータ 2 台, 記録計 3 台）
 - (b) 不良品となっているもの（R/I 変換器 2 台）

6.14 2 次予熱制御盤点検

6.14.1 点検方法

以下の項目について点検を行った。

- (1) 目視点検, 目視により盤外観及び盤内取付機器等の点検
- (2) 清掃, ウェス, ハケ, 掃除機等により盤内外の清掃
- (3) 増締め, 端子部の増締め
- (4) 機能試験

以下の項目について電源投入後機能試験を実施

- (a) 電源部の確認
- (b) スキャニングの確認
- (c) 温度指示精度の確認
- (d) 冷接点補償器の校正確認
- (e) 警報温度設定器の動作確認
- (f) 制御温度設定器の動作確認

- (g) 操作機能の確認
- (5) 絶縁抵抗測定
電源回路熱電対の絶縁抵抗測定
- (6) 熱電対の導通試験

6.14.2 点検結果

- (1) 2次予熱制御盤(A)SC-I
異常なし
- (2) 2次予熱制御盤(B)SC-II
異常なし
- (3) 2次補助予熱制御盤SC-III
ゾーン制御基板，ゲートパルス用リレー不良のため交換した。

6.15 2次冷却系プロセス計装品分解点検

6.15.1 点検方法

以下の項目について点検を行った。

- (1) 調節計
 - (a) 点検前目盛試験
 - (b) 分解点検及び清掃
各部の点検清掃，端子部，ハンダ部及びプリント板の点検清掃，切替スイッチの動作試験
 - (c) 試験調整
偏差計，設定目盛の校正試験，PID動作の確認
 - (d) 交換部品
ランプ，ヒューズ，コンデンサーの部品交換
- (2) 記録計
 - (a) 点検前目盛試験
 - (b) 分解点検及び清掃
摺動抵抗器，時計機構の点検清掃，プリント板，端子部の増締め，その他全体の点検清掃
 - (c) 組立調整
組立後ゲイン調整，目盛校正試験，試運転試験
 - (d) 交換部品
摺動抵抗ブラシ，ペン先，ヒューズ

6.15.2 点検結果（不具合及び修理したもの）

- (1) 調節計
 - (a) 特に異常なし
- (2) 記録計
 - (a) 主冷却器出口Na温度（1A, 2A）
赤ペン，ポテンシヨ交換
 - (b) 主循環ポンプ振動記録（VR31.2-104A, B）
アンプ不良，計器交換の必要性
 - (c) コールドトラップ内部温度（TR34.2-2）
打点機構ベアリング，打点モータ不良
 - (d) 補助プラッキング計温度，流量（T(F)R-2）
サーボモータ交換
 - (e) 温度監視盤打点記録計
摺動抵抗ブラシ交換

6.16 2次系盤点検

6.16.1 点検方法

以下の項目について点検を実施した。

- (1) 動力盤・制御盤
 - (a) 外観点検
ねじのゆるみ，発熱の跡，ホコリ，絶縁物の破損の確認
 - (b) 絶縁抵抗の測定
動力盤のみ点検前後で実施する。
 - (c) 清掃
盤内，外面の清掃
 - (d) 端子増し締め
 - (e) サーマル設定値確認
 - (f) ヒータの点検
ヒータの絶縁抵抗，抵抗の測定，地絡継電器動作チェック
 - (g) 2次主ポンプ抵抗器の点検
各抵抗の抵抗測定，冷却ファン，抵抗の絶縁抵抗の測定
 - (h) EMF電源取外し，取付け
 - (i) 2次アルゴンガス系盤
 - (i) 圧力計，圧力設定器の指示特性と設定値の確認

- (ロ) 呼吸ヘッダ排気弁の動作及びANN動作確認
- (リ) 制御盤のシーケンスチェック
- (ル) 流量計(FI36.2-1A, 1B)の校正
- (レ) 安全弁(V36.2-51, 52)の動作試験

6.16.2 点検結果

以下に示す不具合点があった。

- (1) 地絡リレー不良
2HC-1C/C(B3H)
- (2) タイマー不良
2AC/C(2K88T, 2N88T, 2R88X), 2BC/C(2G88T, 2K88T, 2D88Z),
3C-2C/C(1D88X), 2HD-2C/C(2A取付タイマー)
- (3) 予熱ヒータ断線
H31.2-1A-17Sa, 17Sb, H31.2-5A-06HS
- (4) NFB投入不良
2AC/C(2A, 2Kユニット), 2BC/C(2A, 2D, 2R, 3A2ユニット)

6.17 2次系煙式NAL/D点検及び改造

6.17.1 点検内容

以下の点検を行った。

- (1) 高圧電源
デジボルにて無負荷出力電圧及び負荷変動を測定した。
- (2) 発振器
出力電圧及び波形をデジボル及びシンクロスコープで測定した。
- (3) パワーアンプ, プリアンプ
出力電圧をシンクロスコープ及びデジボルにて測定した。
- (4) ロックインアンプ
単体作動試験及び各スイッチポジションの確認及び受光器出力に対する利得の調整を行った。
- (5) 微分回路
直流出圧の零点の確認及び利得の測定を行った。
- (6) 2方向比較回路
警報設定電圧の調整, 弁別反転動作の確認及び出力電圧の点検を行った。
- (7) 投光器ランプ
全数の交換を行った。

(8) 動作試験

チェック回路により模擬信号を用いて警報の確認を行った。

6.17.2 点検結果

系統の動作試験の結果、0.1 dBの模擬信号で警報が発せず、0.1 dBの模擬信号で警報が発することを確認した。また点検の他に作業性の改善を行うために改造を加えた。

(1) 投光器の改造について

改造前投光器ランプは現場から投光器自体を取外し、ランプコードハンダ付部より取外し交換を行っていた。

これを本ランプコードを差し込み式として現場で（投光器本体は冷却器に設置されている状態）容易に交換できる様にした。また、投光器内のスペースも広くした。

(2) 弁別電圧調整用抵抗の移設について

改造前弁別電圧設定の作業は現場盤内のモジュール回路を取外し仮設ケーブルを接続して行っていた。

これをモジュール回路設置状態で盤前面において調整できる様に調整用抵抗、電圧測定用端子を盤前面に移設した。

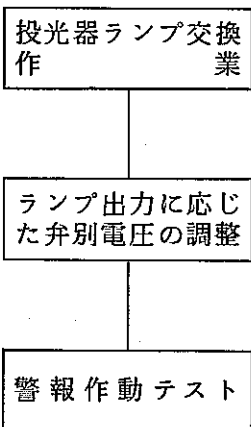
(3) 現場ANN窓設置

現場において各系統ごとの警報発生を確認できるようにANN窓を各系統ごとに設置した。

(4) 改造結果のランプ交換作業要領

ランプ交換時の一連の作業項目

改造前作業要領	改造後作業要領	改造後の利点
<ul style="list-style-type: none"> 投光器を冷却器から取外して行う。 [冷却器からの熱風を]うける恐れがある。 ランプコードはハンダ付を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 投光器は冷却器に設置状態で交換を行う。 ランプコードは差し込み式である。 	<ul style="list-style-type: none"> 冷却器からの熱風を受ける危険性がなく安全の確保ができる。 作業時間の短縮
<ul style="list-style-type: none"> モジュール回路を取外し仮設ケーブルを接続し、調整を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> モジュール回路盤前面で調整を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 作業時間の短縮
<ul style="list-style-type: none"> 現場でテストPBを押し中制でANN確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 現場でテストPBを押し現場でANN確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 作業時間の短縮



上記の様に改造後は、冷却器からの熱風を受ける危険性はなくなり、安全の確保ができる様になった。また、作業時間の短縮が図れる様になり、本改造によって安全かつ作業能率の良い作業ができる様になった。

6.18 格納容器貫通部冷却系設備点検

6.18.1 点検内容

以下の項目について点検を実施した。

(1) オイルユニット

(a) 油循環ポンプ

インペラの偏芯割れの有無，主軸との嵌合いの良否，ケーシングの内外部の欠陥の有無，パッキン類・主軸・メカニカルシール・オイルシール・ベアリングの交換

(b) 油循環ポンプ用モータ

固定子・回転子の絶縁ワニスの状態，汚れ・損傷の有無，ベアリングの交換

(c) ラインフィルター

エレメントの清掃，フィルターケースの清掃・手入れ，Oリング・パッキンの交換

(d) 油タンク

外観点検と液面計の割れ及び締付部からの漏洩の有無

(e) 熱媒循環油

油の劣化状態の確認と不足分の補給

(f) 圧力計の指示確認

指示の確認と警報設定値の確認（5点）

(g) 温度計の指示確認

指示の確認（1点）

(h) 油ポンプ出口弁の交換

ゲート弁から玉形弁に交換する。

(2) 油クーラ

(a) 各構成部品の点検・清掃の実施

(b) 油冷却器伝熱管肉厚測定

(c) パッキンの交換

(d) 耐圧漏洩試験

規定圧をかけ圧力降下のないこと。

(3) ラバーシール硬度測定

(a) 硬度測定はJISK-6301型により測定する。

(4) 温度監視装置

(a) 主冷却系（20点）

補助系（18点）の熱電対の抵抗値及び絶縁測定を行う。

6.1.8.2 点検結果

(1) 油循環ポンプ用モータ

旧主軸にモータベアリングのグリスが外部に出ていてベアリングに多少がたが見られた。

(2) その他，油クーラ，ラバーシール硬度測定，温度監視装置については特に異常なし。

6.19 原子炉制御盤計器校正

6.19.1 点検方法

模擬信号を計器に入力して校正を行い，以下の項目について点検を行った。

- 外観検査
- 絶縁抵抗測定（電源部のみ）
- 計器清掃，端子増締め
- 計器校正試験

6.19.2 点検結果

一部計器を除き，設定値動作等は正常に行えるが，全般的に計器の劣化（微調整がきかない etc）が見られている。

（不良計器）

下記計器については現場にて補修不可能のため工場に送付した。

- CRD超過荷重設定器（KG1001型） 2台

6.20 FFD-CG法コンプレッサ点検

6.20.1 点検方法

以下の項目の点検を実施した。

- コンプレッサの分解点検
- 各部品の寸法計測
- Oリング類交換
- 性能試験

6.20.2 点検結果

点検結果は良好であったが，点検終了より約2週間後Vリングのシールオイル洩れが発生した。急拠補修のためVリング装置廻りを分解したが，Vリングに特に異常は認められなかった。一応原因として考えられるのは当処Vリングのシールオイルに使用した日本真空技術製のオイル（アルバック，アルボイル）が高温状態で使用されたため粘性が低下して洩れたものと考えられる。よって正規のシールオイルである村松石油のオイルに交換した所，洩れは止った。（Vリングも交換した）

尚、最初から村松石油のオイルを使用しなかった理由は、当時在庫がなかったためである。次回点検時には予備品の在庫管理を十分に行い再発を防止する。

6.21 核計装設備点検

6.21.1 点検方法

- 点検対象機器全数について損傷の有無、汚れ、ビス類の緩みがないこと等の目視点検、清掃を行った。
- 起動系、中間系、出力系各モニタ及び電源ユニットについて出力電圧、リップル電圧の測定を行った。
- 起動系、中間系、出力系各モニタ、各前置増幅器、指示計、及び記録計について特性試験（較正）を行った。
- 計装ケーブル、検出器（ch1～8）について絶縁抵抗の測定を行った。また、出力系の検出器についてはリーク電流の測定も行った。

6.21.2 点検結果

点検の結果、全て規格値を満足しており、運転上支障となるような不具合等は新たに発見されなかった。

当初から予定していた部品の交換は起動系、中間系、出力系の全モニタについて次の様に実施した。

- ロータリースイッチの交換 8ヶ
モニタ用モード切換スイッチに接触不良とみられる現象があったため全数交換を行った。
- ランプホルダーの交換 42ヶ
モニタに取付けてある表示ランプのランプ交換時、接地することがあったため、構造の違うものに交換した。
今回の点検において次回定検時に交換または手直し等を行った方がよいものは次のとおり。
- 高圧電源モジュールのコンデンサの交換
- キャノンコネクタのピンの曲りの著しいもの …… 要補修
- その他、システム全体としてノイズ防止対策の検討を行う必要がある。

6.22 ターボ冷凍機分解点検

6.22.1 点検方法

- 分解部品について、キズ、汚れ、腐蝕、変形、摩耗及び接触状況等について目視点検をした。
- 駆動部及びこれに接触する部分について、ノギス、マイクロメータでの寸法検査を行った。

- 保安装置については、較正部器を使用し、指示計器及び設定計器の較正を行った。
- 電気関係については、絶縁、抵抗の測定及びケーブル状態を検査し、その健全性を確保する。

6.2.2.2 点検結果

点検結果、不具合またはこれに準ずる（運転上支障ないが要交換品）主なる項目は次の通りであった。

- 圧縮機，増速機（A，B号）…… 軸受間隙が計画値以上となっている。（次回要交換）
- A号機主電動機 …… 振動値が前回と比較し、約2倍（ $19\mu\text{P-P}$ ）となっている。
（次回ロータバランス要調整）
- 抽気回収装置，不凝縮ガス取出管の腐蝕が著しいためCu製よりSUS製に交換した。
- 保守能率を上げるため，真空引き用として3/4B配管とバルブを追加した。
- A，B号機隔離弁，その他の不良弁計7ヶを新品と交換した。

試運転結果は良好であった。また，今定検で交換した部品数は79部品であった。

今定検に於いて発見された不具合部品を含め，次回定検に交換を要する部品は次の通りである。（一般消耗品は除く）

- 必ず交換を要するもの …………… 7部品
- 状況により交換を要するもの … 8部品

以上の部品を交換することによって10数年を経過した本冷凍機は再製され，初期の性能及び故障率が保障される見通しである。

6.23 N₂冷却器分解点検

6.23.1 点検方法

1回目：○冷却器分解前に溶接部，フランジ部の錆，水漏れ，変形等の異常のないことを確認した。

- 硬質ブラシを冷却チューブに挿入し，A，B共2,400本の洗浄を行う。
- 内部状況の観察
- 耐圧漏洩試験 - フロンガスを冷却チューブ内に 3 kg/cm^2 加圧し，圧力計及びフロン検出器にて漏れのないことを確認する。
- 点検後のデータを採取し，点検前に比べ洗浄効果が増加したことを確認する。

2回目：○ガス側フランジにメクラを取付け，ガス側にフロンガス 1.7 kg/cm^2 を加圧し圧力計及びフロン検出器で漏洩の有無を確認する。

- 冷却チューブを引き抜き（A-3本，B-3本）配管検査を行い，今後の冷却器運転の評価を行う。

6.23.2 点検結果

内部点検

- 管板部に1mm以下の腐蝕孔があった。
- チューブ内はすべて最大約2mmのスケールが付着していた。
- チューブエンドと管板部の溶接部は健全であり、腐蝕、腐蝕孔、亀裂はなかった。

耐圧漏洩試験

1回目の水系及び2回目のガス系それぞれの耐圧漏洩について漏れは確認されなかった。

洗浄効果の確認

チューブの洗浄前及び洗浄後では約1.5%熱交換量が増加していることが確認できた。

冷却チューブの配管検査

同チューブの内部配管検査の結果、最大0.9mmの腐蝕が確認された。

同系統は100MW第2サイクル中ガス中湿分濃度が上昇して冷却器に孔が発生したと考えられたが今回の点検ではそのような不具合は発見されず健全であった。尚、今回、冷却チューブの配管検査を実施したが、その中で最大0.9mmの腐蝕が見られた。残肉厚等を考慮し今後の使用可能年数を評価すると3～5年位が限度である。しかし、この数値は暫定的なものであり、水質改善等を考慮すればこの評価限度はもう少し検討する必要がある。

6.24 回転プラグブースタファン分解点検

6.24.1 点検方法

- ブロワモータ分解前の状態確認（プーリー位置、絶縁抵抗）し分解を行った。
- 分解部品についてキズ、汚れ、変形、摩耗状況について目視で点検した。
- 駆動部及びこれに接触する部分についてノギス、マイクロメータ、隙間ゲージで寸法検査を行った。
- 電気関係については絶縁抵抗測定及びモータ巻線抵抗測定を検査し、その健全性を確認した。

6.24.2 点検結果

- 分解部品を目視で点検結果異常はなかった。尚、ベアリング、Vベルト等は新規部品と交換した。
- 分解点検後試運転を実施し、温度、振動等運転状況に異常のないことを確認した。
今定検に於いて異常等は発見されなかったが、部品の各部摩耗状態は交換時期として適当であった。

尚、試運転時においてブロワ(A)サクシオン側バタフライ弁が作動せず無負荷運転となりファンが軽い焼き付きを起こした。

再度分解点検を実施しロータとケーシング間すきまを調整し温度、振動時運転状態に異常

のないことを確認した。

次回点検時には試運転前に吸込吐出弁の作動確認を行った後に試運転を行うことが望ましい。

6.25 コンクリート遮蔽体冷却系ブロワ分解点検

6.25.1 点検方法

- ブロワ分解部品についてキズ、汚れ、腐蝕、破損、変形、摩耗及び接触状況等について目視点検を行った。
- ブロワ羽根車リベット部のハンマーリングを行った。
- ブロワ羽根車、シャフトのカラーチェックを行った。
- 嵌合い部分についてノギス、マイクロメータ、シリンダーゲージ等を用いて寸法検査を行った。
- モータとのカップリング部のセンターリングを行った。
- シャフト振れ確認を行った。

6.25.2 点検結果

- 特に異常な点は認められず、定期交換部品のみ交換した。
- 試運転結果良好
- 試運転時シャコンブロワA号機ブロワ側振動計が指示不良の為、新品と交換した。
- ブロワーハウジング止めビスにシールワッシャーを使用して保守能率の向上を図った。
- 原子炉積算出力の上昇に伴い、少しづつではあるがシャコンブロワの汚染が増加して行く傾向にある。この為、従来の点検期間、点検方法では満足に点検が行われなくなるので、定検方法、内容及び期間の見直しが必要である。
- 定検ごとに交換する部品は決っているが装置及び系統全体の老朽化が進んでいる為、定検内容の見直しが必要である。

6.26 コンクリート遮蔽体冷却系モータ点検

6.26.1 点検方法

- モータ分解部品について、キズ、汚れ、腐蝕、破損、変形、摩耗及び接触状況等について目視点検を行った。
- ローター及びステータ等の接触する部分についてはすきまゲージにて寸法検査を行った。
- 電気関係については、絶縁抵抗の測定及びケーブル状態を検査し、その健全性を確認した。
- オートグリスタについては搬出し工場内にて作動検査、電気試験及びシーケンス試験を実施した。

6.2.6.2 点検結果

- 特に異常な点は認められず定期交換部品のみ交換を行った。
- モータ負荷，反負荷側軸受交換
- オートグリスター分配弁交換（年式が古くパーツがないため新規のものと交換した。）
- モータカバー止めビスにシールワッシャーを使用して保守能率の向上を図った。
- モータ内のオイルが若干汚れていた。
- 試運転結果良好
- 定検ごとに交換する部品は決っているが装置及び系統全体の老朽化が進んでいる為，定検内容の見直しが必要である。

6.27 エアロック点検

6.27.1 点検方法

- 各部を目視にて点検し，著しく損傷，破損していないことを確認し，清掃を行う。
- 機械品各駆動部のビス・ナットの増締め及びグリスアップを行う。
- 電気品は絶縁抵抗の測定及びケーブル・キャノンプラグ等の状態を確認し，増締めを行う。
- 総合作動試験を行い，各機器の健全性を確認する。
- 気密試験を行い，漏洩率が許容値幅であることを確認する。

6.27.2 点検結果

点検結果，不具合またはこれに準ずる（操作上支障はない）主なる項目は，次の通りであった。

- 所員用エアロック
 - 外側扉用ドライブボックス内のカムフロワ1本を新品と交換した。
 - 外側扉部のオイルダンパ部より，ノイズが発生しているので非常用エアロック扉部に使用していたものと入替えてみたが数回の扉開・閉後ノイズが再発したこと及び他の3扉については全くノイズが発生していないので，オイルダンパ自体には欠陥はなく扉面とオイルダンパ（ピストンロッド先端のキャップ）との接触面で発生しているので今後の対策が必要である。現在，ヒンジアーム及びオイルダンパのキャップ先端部共に機械用グリスをうすく塗布することにより，ノイズ音は解消されている。
- 非常用エアロック
 - 常用灯1個球切れであったので交換をした。
- 気密試験，絶縁抵抗，総合作動試験結果は良好であった。

今定検結果を含め，次回定検時に対処すべき項目は次の通りである。

- ① 扉の開，閉を乱暴に行った時に，インターロックシステムが解除される。

分解点検にて、インターロック用ロッドの長さ調整が必要である。

② ボールバルブにきしみ音が発生する。

ボールバルブシート部のボルトを均一に締めることによりきしみ音は解消されたが、今後二度とないよう手順書にボルトは均一に締めるよう明記し、数回の作動試験が必要である。

6.28 メンテナンス建家空調換気設備点検

6.28.1 点検方法

- ブロワ、電動機を分解して、各部品の目視点検、寸法検査を実施し、消耗部品の交換、清掃を行った。
- 電動機については分解前後に絶縁抵抗測定を行った。
- 分解点検終了後、試運転を行い、振動、温度、電流測定及び運転音を検査し、その健全性を確認した。

6.28.2 点検結果

点検結果、不具合の主なる項目は次の通りであった。

- メンテナンス室送風機(A, B)
電動機の絶縁抵抗の低下が見られた。乾燥、絶縁ワニス処理を行った。
- 設備室系送風機
電動機ブラケット、ベアリングケース不良があり、新しいものに交換した。
- メンテナンス室排風機
電動機プーリにクラック有、新品と交換。
- 操作室系送風機
ケーシング、羽根車に錆が多く発生していた。ケレン処理、塗装を行った。
試運転結果、設備室系送風機に異音が発生、(ベアリング取付ナットのゆるみが原因)処理を行った。他は良好であった。また、今定検でファン、電動機の軸受ベアリング、Vベルトは全て新品と交換した。

尚、メンテナンス換気設備は設備後始めて分解点検を行ったが、各給気系のファンは腐蝕がひどく、一部については数年間に交換を要すと思われる。原因として外気に含まれる塩分の影響大と考えられ、材質変更等の対策・検討が必要である。

6.29 メンテナンス洗浄設備ポンプ分解点検

6.29.1 点検方法

- 分解部品についてキズ、汚れ、腐蝕、変形、摩耗及び接触状況について目視点検、寸法測定を行い、消耗部品の交換を行った。

- 電気関係については巻線抵抗，巻線絶縁抵抗測定を行った。

6.29.2 点検結果

廃液循環ポンプ（P79-1），廃液移送ポンプ（P79-2，P79-3），スクラバー循環ポンプ（P79-4）について行った。

上記4機のポンプについて下記の結果が得られた。

ベアリングハウジングに水垢の付着があったので清掃を行った。

吸入側Y形ストレーナーの目づまりが多くあったので清掃を行った。

交換部品としては，ベアリング（2個），シャフトスリーブ（2個），スラストワッシャー（2個）であった。

試運転結果は電流，吐出圧力，振動，温度，音など全て良好であった。

今回の分解点検は，設置後，昭和54年以来2度目であるが，消耗部品の消耗は少なく次回分解時期をかなり延ばせると思う。

吸入側，Y形ストレーナーが各々1個しかなく，しかも放射性廃液を扱っており，目づまりがひどく，作業中ストレーナー目づまりにより，運転中止をしなければならない事がある得るのでストレーナーを2系統にするなどの検討が必要である。

6.30 ディーゼル発電機分解点検

6.30.1 点検方法

以下の機器について分解点検を行った。

(1) 機 関

- シリンダヘッド関係
- ピストン関係
- シリンダライナー関係
- 燃料系統
- 潤滑油系統
- 空気系統
- 調 速 機
- 過 給 機
- コンプレッサー

(2) 発 電 機

- 発電機本体
- 補機類関係
- 配電盤関係

6.30.2 点検結果

分解清掃または部品の取り換えなどの結果は良好であった。点検中気がついた点としては、

- 1号, 2号機共吸排気弁の弁棒のシート面に段付摩耗がついており摺合せだけでは修正出来なくなりつつある。次回は全筒(工程, 予算面は考えていない)旋盤による修正を実施した方が良い。
- 初期注油ポンプは過去1回も点検を行っていないので次回は必ず実施したい。
- 機関潤滑油がかなり汚れて来ているので(今回は補給のみ)一度潤滑油の交換(1機につきドラム5~6本)が必要である。
- 1号, 2号機共シリンダライナ, シリンダブロックの腐蝕がかなり進行している。点検周期の見直しが必要である。
- コンプレッサークランク室に水が留まるのは設置場所が地下で多湿なためである。また, この不具合は湿気の多い夏場だけのもので, 多湿な室内の空気を吸入し圧縮しているコンプレッサーとしては, いたしかたない事である。他のプラントにおいても同じ様な事があるとの事である。
- 1号, 2号機共, 軸受油は清浄なため交換は行わなかった。
- 盤, 補機モータ等の外観点検は特に異常なし。
- 今回は外観上は正常なのに対し内部的におかしくなっているものが多かった。次回の点検方法を改良する必要あり。
- 2号機の軸受振動対策を実施した結果, 100%負荷運転時で90 μ から61 μ まで下がったが(富士管理値125 μ)理想的な対策方法ではないので, 富士に検討を依頼した。
- 自動同期盤に不具合が発生し, その対処を行った。不具合は一応直ったが, 自動同期投入装置一式を購入し(納期約5ヶ月)取替える。また, 取外した装置は工場にて点検, 修理を行った後, 予備品とする。

7. 供用期間中検査（ISI）の実績

「常陽」の供用期間中検査（ISI）の一環として、本定期検査期間を利用し、1次主冷却系配管及び配管支持装置のISI、安全容器溶接部漏洩試験、サーベイランス材の材料試験を行った。また、これとは別に、空気冷却器フィン付伝熱管の検査とIHXの異材断手部の体積検査及び1次主循環ポンプA号機アウターケーシングのITVによる外観検査も実施した。以下にこれらの検査結果について記す。

7.1 「常陽」におけるISI

Table 7.1に「常陽」のISI項目一覧を示す。このうち、今回対象として実施したのは以下の通りである。

(1) 原子炉容器

1) 漏洩検出

ナトリウム漏洩検出器により原子炉容器内壁からのナトリウム漏洩を運転中常時監視して、炉容器圧力バウンダリの健全性を確認する。

(2) 1次主冷却系配管

1) 漏洩検出

ナトリウム漏洩検出器により1次主配管内管からのナトリウム漏洩を運転中常時監視して、内管の健全性を確認する。

2) 固定金具、ハンガ類の検査

配管支持装置合計1,348点について、外観、取付状態を確認する。「常陽」1次系では既にオイルスナップはメカニカルカルスナップに交換されているので、オイルスナップの検査は行う必要がない。

3) 肉眼検査

ホットレグ及びコールドレグに各1ヶ所すなわちループ当り2ヶ所外管に検査孔を設け、必要に応じて表面を肉眼にて検査する。

(3) 安全容器

1) 材料確認

安全容器内に挿入したサーベイランス試験片を定期的にとり出して材料の機械的特性の変化を調べる。

2) 溶接部の漏洩試験

安全容器の全溶接線に対して容器外側より鋼板を溶接してできた試験用トイを外部より加圧し、安全容器溶接線の健全性を確認する。

Table 7.1に「常陽」におけるISIの一覧を示す。

Table 7.1 「常陽」のISI一覧

検査対象	検査方法	検査頻度	備考
原子炉容器	(1) 漏洩検出 (2) リークジャケット漏洩試験 (3) 材料確認	常時監視 1回 / 3年 5回 / 20年	ただし、仕切弁シートリークにより圧力保持ができない。
1次主冷却系配管	(1) 漏洩検出 (2) 配管支持装置の検査 (3) 配管熱変位測定 (4) 材料確認 (5) 肉眼検査 (6) 表面検査 (7) 体積検査 (8) 外観漏洩試験	常時監視 100% / 10年 同上 未定 1回 / 3年 同上 未定 1回 / 3年	第1回は57年主ポンプ(B)引抜時に実施 ただし、仕切弁シートリークにより圧力保持ができない。
安全容器	(1) 全体漏洩試験 (2) 材料確認 (3) 溶接部漏洩試験	1回 / 3年 5回 / 20年 1回 / 3年	ただし、仕切弁シートリークにより圧力保持ができない。

7.2 1次主冷却系配管のISI

供用期間中検査の一環として、ASME ⁽¹⁾Sec XI Div 3 VTM2-4 に相当する外観目視検査を実施した。点検内容は以下の通りである。

- (1) Na 漏洩の有無（内管外表面）
- (2) 外観，据付状態（配管支持装置）
- (3) 他機器との干渉の有無（配管支持装置）
- (4) 保温ヒータ端子等の状態

点検の結果，Na 漏洩もなくおおむね良好であった。検査結果の概略は以下の通りである。

- 1) 1次系全体に保温材が損傷を受けている。水平配管ではベローズ部保温の潰れが顕著であり，垂直配管では保温材のズレ落ちにより配管自体が露出しているものもあった。

(1) Sec XI Div 3はRules for inspection and Testing of Components of Liquid-Metal Cooled plant と呼ばれ，LMFBRの冷材バウンダリの破損に対する幅広い保護を目的として，供用期間中検査の細則を定めたものである。

- 2) 配管とケーブルコンジットパイプ、床・壁貫通スリーブとの干渉が見られた。
- 3) 配管支持装置（スプリングハンガ）が容量不足のため炉容器ベーパーラップドレンラインで勾配になっていた。
- 4) 付属建屋設置機器、配管で発錆がみられた。
- (5) 1次主配管内管目視検査結果

被検面の写真をPhoto 7.1~7.4, ISIの実施箇所をFig.7.1に示す。各々の表面は、グラインダ仕上げ、なし地仕上げの相方があるが、このうちグラインダ仕上げ部分は溶接ビードを仕上げたものではない。12^Bと20^Bのエルボの場合、12^Bのものの溶接線はエルボの腹の部分に、20^Bのものの溶接線は腹と背の部分にあって、エルボ横面を検査するような位置では溶接線を直接肉眼で見ることにはできないので、グラインダ仕上げの跡は配管製作時の傷等を工場で補修したものである。写真を見ても判るとおり、被検部表面には、打ち傷、スクラッチ及びスパッタの痕跡が多く認められたが、これら表面傷の大きさ、位置は、今までに行われた供用前検査、2回のISI結果と比較して何ら変わるものではなかった。また、新たな欠陥も認められなかったことから、今回の目視検査の写真で見られる表面傷は、従来から存在するものであって進展性のものではなく、1次主配管冷却材バウンダリは健全であると判断できる。

7.3 2次主配管異材継手体積検査

Fig.7.3検査対象であるFW-B-101, 109, 111, 107, 115 (Fig.7.2参照)についてRTを行い、製作時の記録と比較した。

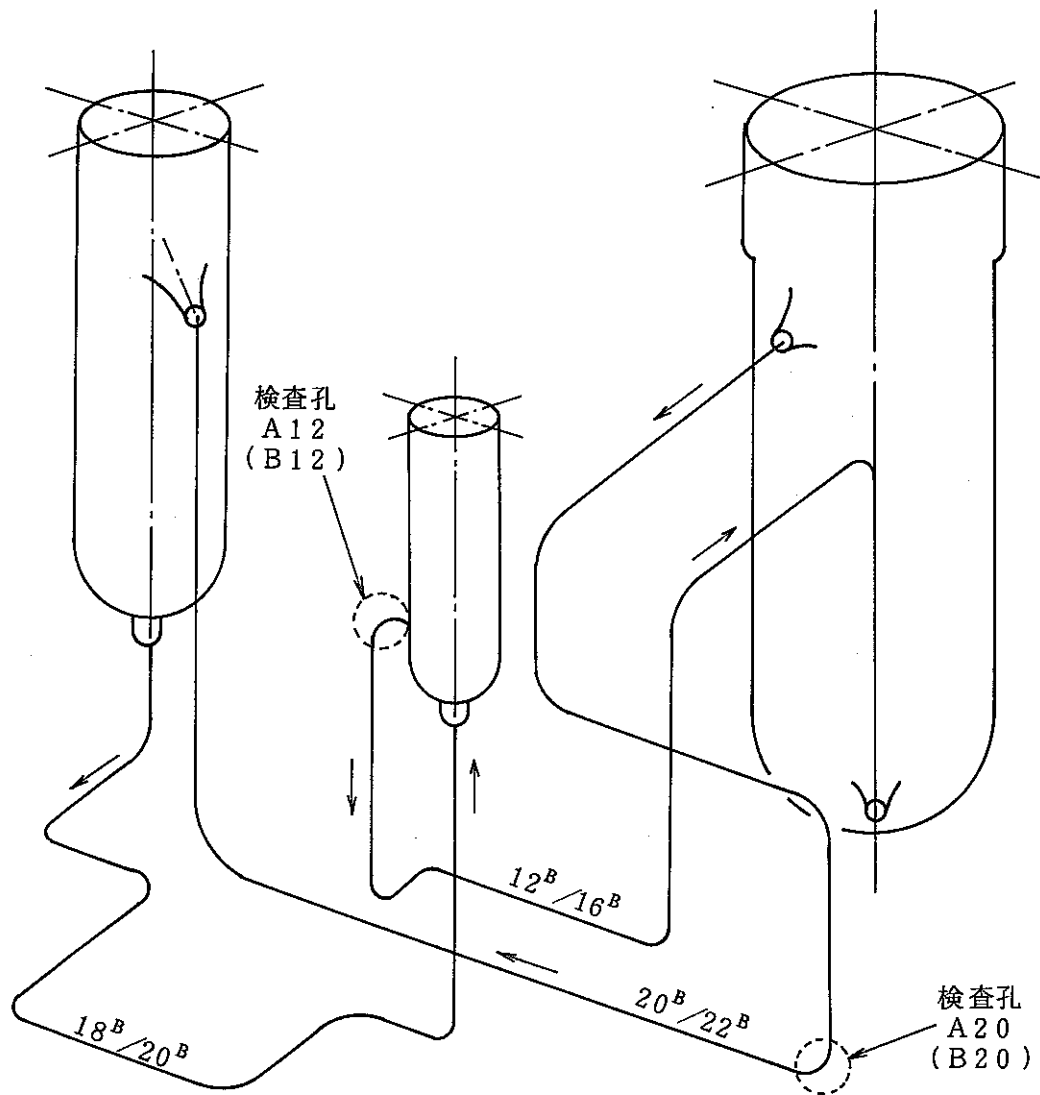
Table 4.3にRT記録を示す。検査の結果、建設時と比較して割れ等の新しい欠陥は発見されなかった。また製作時より確認されていた欠陥については、その後の運転による進展も認められなかった。

ASME Sec XIによればクラス2機器の異材継手でNaを内包する配管の周溶接は、1回の検査にて溶接線の33%について体積検査を行うよう記述されている。(Table IMC-2500-1 EXAMINATION CATEGORY C-F DISSIMILAR METAL WELDS)

今回RTを実施した5ヶ所の周溶接は2次主配管に存在する異材継手13ヶ所のほぼ38%に相当しており、これらの検査結果から、上述した如くの結果が得られたことは、異材継手部の健全性は十分確認されたと言える。

この他に表面検査として液体浸透探傷試験も実施したが、欠陥は認められなかった。

内管 ϕ / 外管 ϕ



本図はAループを示す。

Fig.7.1 I S I実施箇所

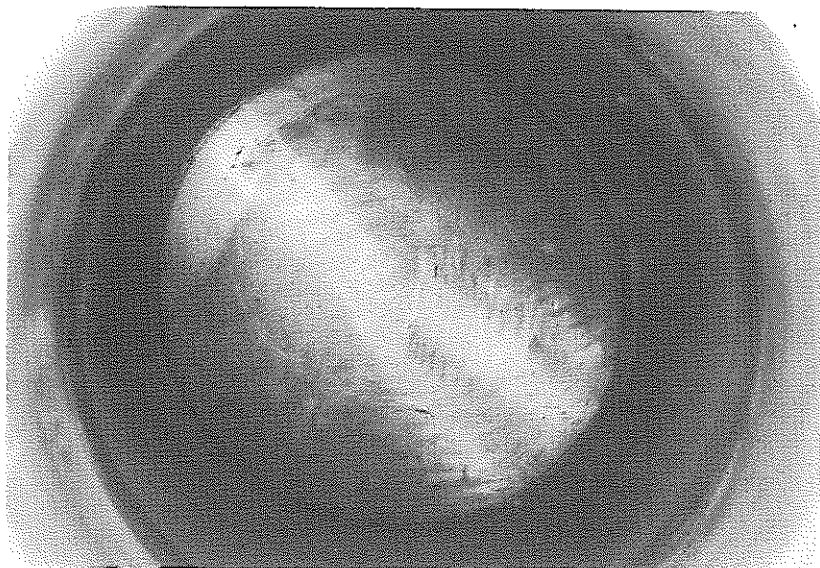


Photo 7.1 Surface of A20

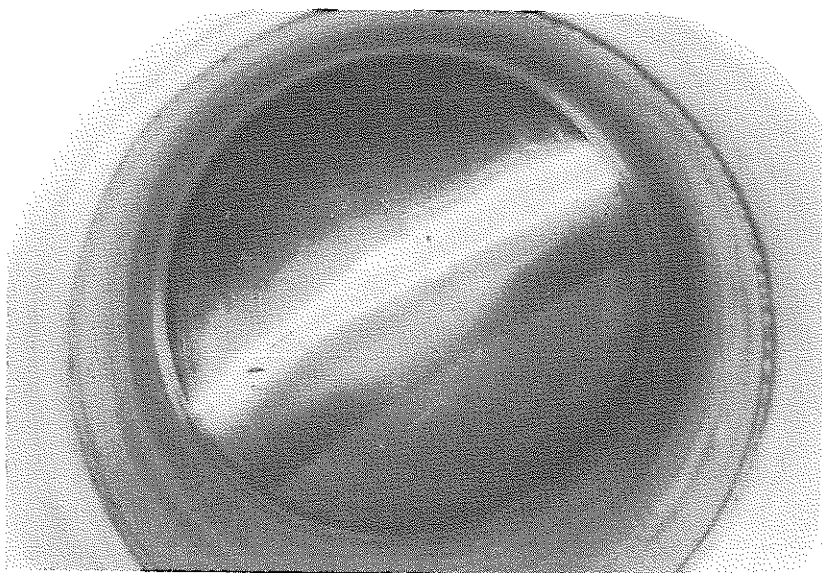


Photo 7.2 Surface of A12

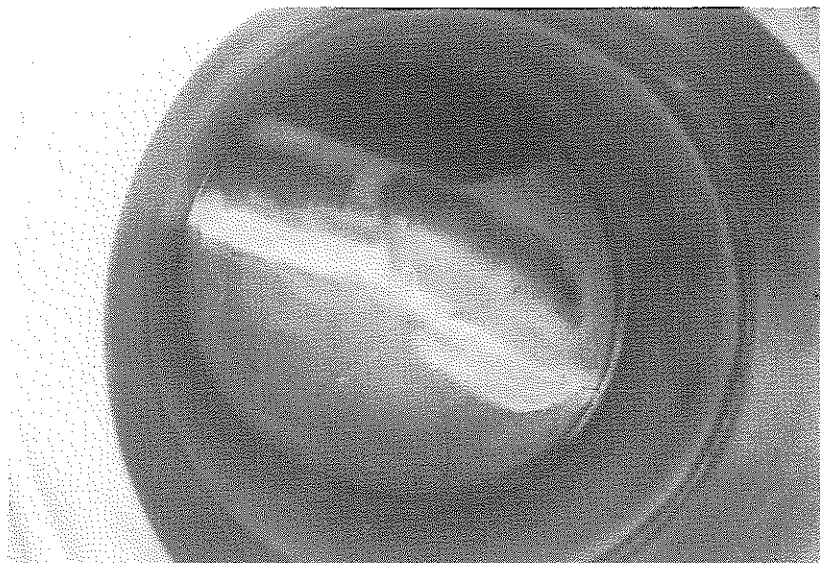


Photo 7.3 Surface of B20

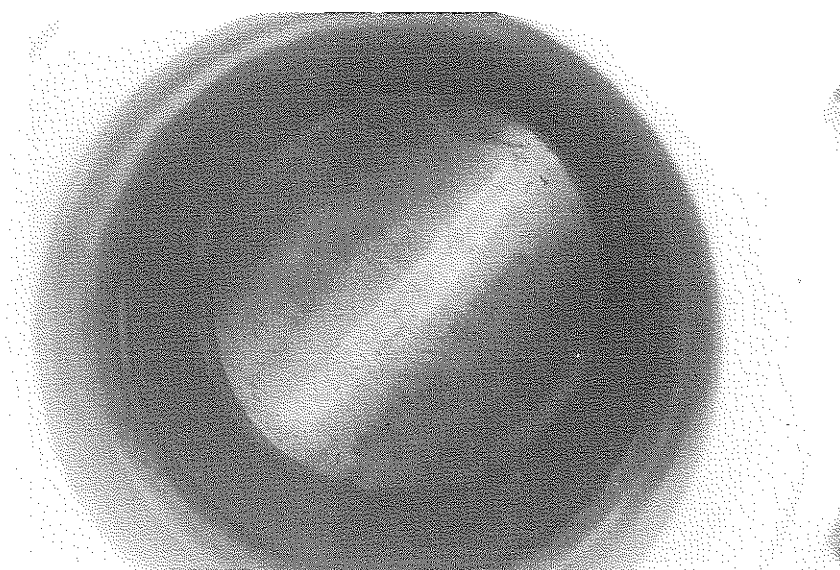


Photo 7.4 Surface of B12

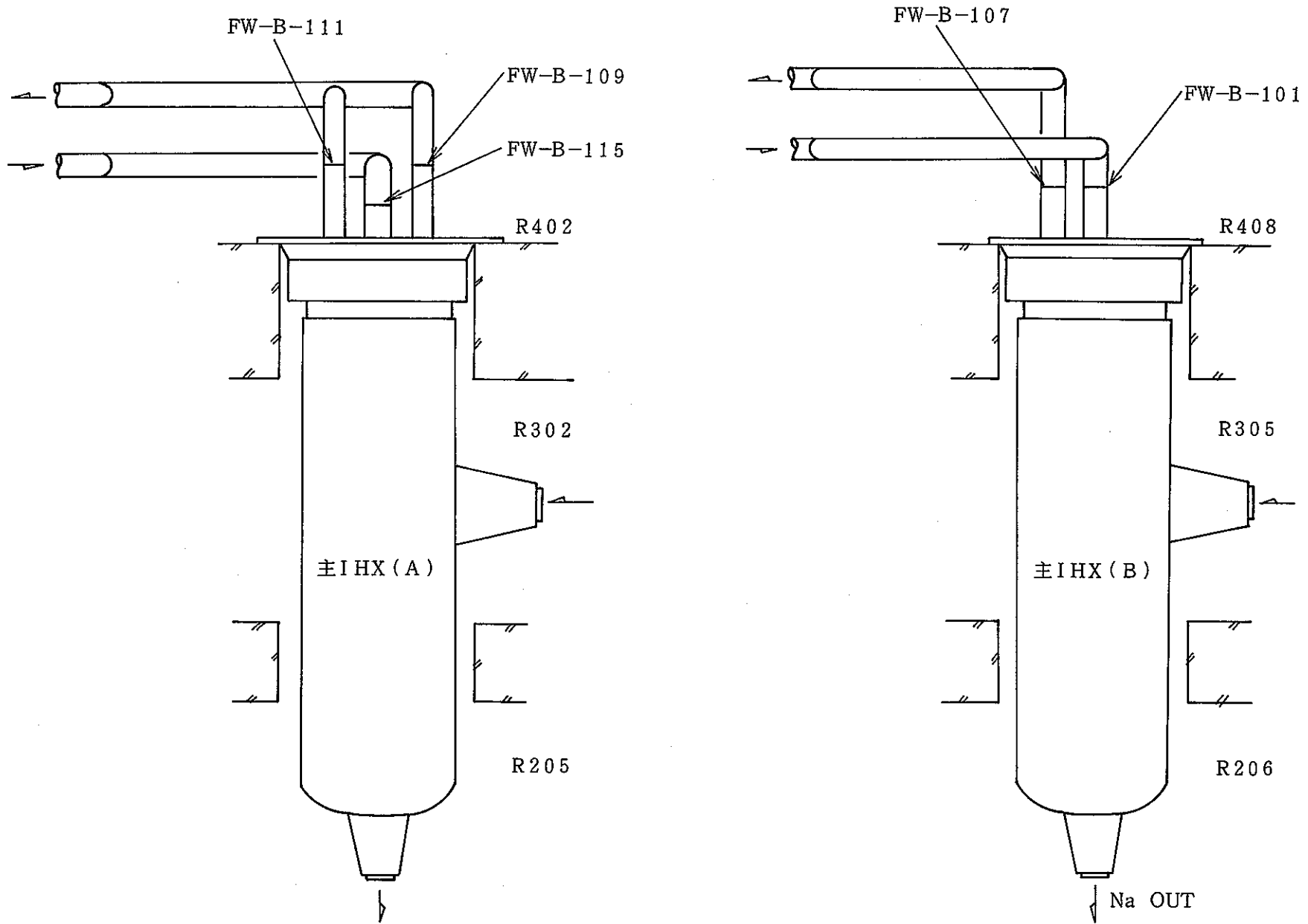
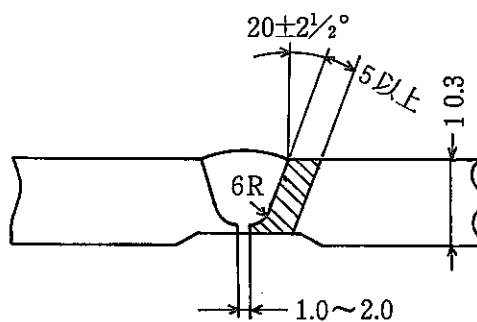



Fig.7.2 I H X 出入口配管の異材継手位置

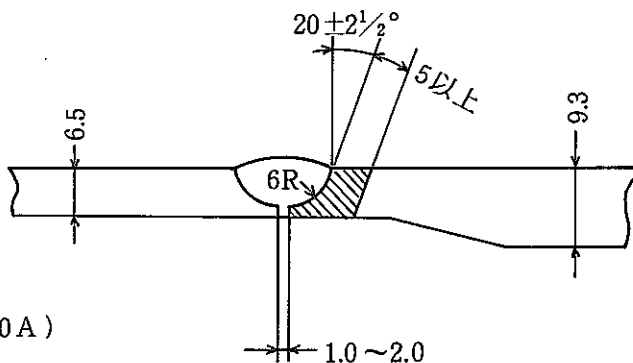
主 I H X 側
SUS27

2次主配管側
STPA24

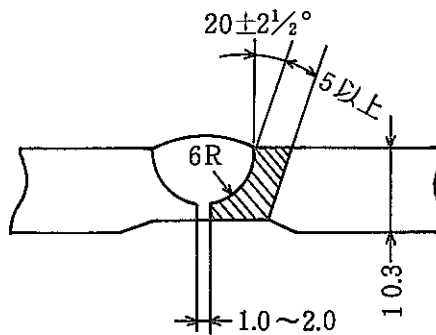


FW-B-101

 バタリング
(インコネルNC70A)



FW-B-109, 111



FW-B-107, 115

Fig.7.3 異材継手の溶接部形状

7.4 1次主循環ポンプ(A)アウターケーシング内面目視検査

第一種容器で冷却材バウンダリとなるポンプアウターケーシングの溶接線の健全性の確認及び、従来見ることのできなかつたドレン後のNa付着状況を把握する目的で、1次主循環ポンプ(A)アウターケーシングの内面、目視検査を行った。本作業には多目的内面検査ITV(Multi-Purpose Inspection Industrial Television:MPI-ITV)を使用し点検時に、旧インナーアセンブリが引き抜かれた後新インナーアセンブリが装荷されるまでの間を利用して行った。

Fig.7.4~Fig.7.6にMPI-ITVの概略を示す。

7.4.1 検査手順

検査はインナーアセンブリをキャスクにてメンテナンス建屋へ搬出し中継管頂部へ閉止板を取付けた後行った。

- (1) MPI-ITVの作動確認
- (2) MPI-ITV、ホース、ケーブル、カプラー等の格納容器内への搬入
- (3) グローブボックスの検査ポートへの取付け
- (4) ホース、カプラー、ケーブル類、O₂分析計
- (5) モニターTV、カメラコントローラ、ビデオレコーダの設置
- (6) 中継管(I)及びグローブボックス内Ar置換
- (7) 中継管(I)ドアバルブ開
- (8) カメラ筒吊降し、アウターケーシング内溶接線目視検査及びNaの付着状況の確認
- (9) カメラ筒引き下げ
- (10) 中継管ドアバルブ閉
- (11) 供給側ホースをArガスから圧縮空気供給系へ継ぎ換え
- (12) 中継管(I)及びグローブボックス内空気置換
- (13) ホース類、O₂分析計取外し
- (14) グローブボックス取外し
- (15) 検査ポートへ盲板取付け

検査の状況をFig.7.4、検査ポート中心はポンプの中心と一致しないので検査ポートの位置は吐出ノズルが見やすい位置とした。

Ar置換はグローブボックスの耐圧が0.1kg/cm²Gと低いこと及び排気側ホース径が小さいことにより、空気から0.4%O₂となるまでに約12時間を要した。

観察は中継管(I)ドアバルブを開けた後、除々にカメラ筒を吊り降して行き、適宜カメラ筒を停止し引き起こし及び回転をさせて行った。映像はすべてビデオレコーダに集録した。

検査完了後の空気置換には2.1%O₂となるまでに7時間を要した。また排ガス中のトリチウム濃度をBGにまで低下させるため更に1時間の置換が必要であった。

7.4.2 点検結果

(1) 溶接部目視検査

周継手の溶接線の場合カメラ筒の回転角度が限定されていること、縦継手の場合は主にNa付着状況によりPW-1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 7A, 9A, 10A, 11Aはその一部が検査できなかった。Fig.7.8に溶接位置を示す。また、カバーガス、オーバフローノズルPW-6A, 8Aはカメラ筒の上下動位置のすぐ近くにあるため、溶接線下側の一部のみ目視できた。吐出ノズルはカメラ筒が水平にならないため、PW-12Aの下半分の目視のみ可能であった。吸込ノズルPW-14Aは全て目視でき、主配管との溶接部の一部についても目視することができた。

当初付着Naにより溶接線が判別できるか否か心配されたが白い背景の中に溶接線が浮き上がって見え十分に判別することができた。むしろNaが付着していないところでは周囲が黒色でモニター画面上では全く判別することができなかった。この黒色の部分はインナーアセンブリの除染前の表面スミヤの測定で、拭き取った黒色物から高濃度の ^{60}Co 、 ^{54}Mn が検出されたこと及び、ポンプ洗浄廃液中に含まれる黒色の混濁物から同様に ^{60}Co 、 ^{54}Mn が検出されたこと等により、CPの汚染によるものと考えられる。

(2) Na付着状況

Na液面以下の部分とカバーガス領域では明らかにNa付着状況が異っていた。アウターケーシング大径側では、ポンプの偏芯の原因であるカバーガス対流によるものと思われる痕跡が認められた。主配管内部は吐出側、吸込側とも完全にドレンされていた。この他に特異な点としてケーシング鏡板部分に黒色の異物と思われるものが付着していた。以下、Fig.7.9に従って考察する。①等の番号はFig.7.9中の番号である。

- ① カバーガスの対流によるものと思われるNa残留痕跡がこの部分である。カバーガスの対流はNa自由液面より上の領域においてアウターケーシングとインナーアセンブリとからなる2重円筒空間を円周上180°相対して上下するカバーガスの流れである。このため、ケーシングの温度は上昇気流側ではカバーガスからの入熱により平均温度より高くなり、下降気流側では逆に熱を奪われ平均温度より低くなって、ケーシングの同一円周上に温度差が生ずる。この周方向温度差はインナーアセンブリの偏芯を招き、1次主循環ポンプのNa軸受等の摺動部における回転側と固定側とのこすれの原因となるもので、第3回定検時に対流防止対策を施したB号機に引続いて、第4回定検時にA号機に関しても同様の対策が行われた。このあたかも旋回流に沿ってNaが付着したような部分の先端の位置は、A号機の対流防止対策の一環として追加した温度計取付位置（ポンプを上から見てカバーガスノズルと吐出ノズルを結んだ線上に相対して2点、及びこれから90°の位置の合計4点）からはやや外れている。これは新設した温度計取付点では必ずしも、カバーガス対流の上昇流側と下降流側位置の温度を正確にモニターしてい

ないことを示している。この痕跡からカバーガスの対流状況を推察すれば、ポンプを上から見て反時計廻りに円周上をガスが対流しポンプ吐出側が高温で、カバーガスノズル側へ流れるに従って温度が低下していくものと思われる。これは未だ対流防止対策が施されていなかった時のA号機の温度分布（通常運転時ポンプ吐出側がカバーガスノズル側より20℃ほど高いこと。）と傾向は一致している。

- ② カバーガスノズルと同じレベルのケーシング内面には一面に白くNaが付着していた。同じカバーガス領域でも、カバーガスノズルレベルとこれより上部のケーシング大径側とは、Na付着厚さが異なっていて、カバーガスノズル周辺部の方が厚く付着しているように見えた。
- ③ インナーアセンブリの据付位置から見て、インナーアセンブリのハンドホールから、熱遮蔽板に沿って吹き出したNaベーパーを含んだカバーガスがアウターケーシングにあたった時に付着した痕跡である。
- ④ 反カバーガスノズル側でレデューサからNaがケーシングに沿って滴下した跡が見られた。
- ⑤ カバーガスの領域で、最も多くのNa付着が見られた部分である。位置はオーバフロノズルすなわちNa液面より約1m上にあり、これより下の部分では、温度が高く滴下してしまったものと考えられる。
- ⑥ ⑤の部分の一部に特異的にNaが堆積している部分があった。これは、長さの短いハンドホールの頂部付近にあたる個所で、液面付近のNaベーパー濃度の高いカバーガスが吹き出してケーシングにあたった時に付着したものと思われる。
- ⑦ シールリングのあたり面でもその一部を見ることができる。シールリング当板ほぼ中央にインナーアセンブリを引き抜いた時に一諸にはがされた跡がある。シールリングより上のNa滞留部分とその下のNa流動部分とでは明らかにNa付着状況が異っている。また、シールリングより上の部分のNaドレン状況は、極めて良好であった。
- ⑧ 位置的にポンプ吐出ノズルを中心にNaが残留していたような痕跡が見られた。残留痕はNa液面レベルよりはるかに上でかつポンプ吐出側へ大きく持ち上っていることからNa液面の跡ではない。これはインナーアセンブリを引き抜いた時に観察したインナーアセンブリ側のNa液面付近のNa付着状況から考えても明らかである。この原因として、インナーアセンブリ引抜作業を行うために系統を冷却するため、予熱N₂ガスの通気を停止したが、カバーガス配管やオーバフロ配管のヒータはこれより約1週間遅れてOFFとされたため、ケーシングに温度分布が生じ両方のノズルに近いケーシング側のNaは滴下し、反対側の低温側のNaが残留したものと考えられる。
- ⑨ Na流動側は、全面に白く一面に付着していたが、吸込配管を介してドレンされるために、ドレン性は良く、Naが堆積していたり、部分的に厚く残留していた個所は見ら

れなかった。

- ⑩ この部分はインナーアセンブリのサクシジョンノズルがはめ込まれていた個所であり、サクシジョン側シールリングとのこすれ跡が見える。同時に1次主配管内部も見ることができたが垂直配管であることもあり、良くドレンされていてポンプと1次主配管との取合部である溶接線の裏ビードも明瞭に目視することができた。吸込ノズルを囲むようにある規則的な模様が見られたが、ケーシングの鏡板にはこの模様にした加工跡等の痕跡はないのでNaが吸込配管を介してドレンされた時の最終段階で生じたヒケによるものではないかと思われる。この他に特異なものとして異物と思われるものが付着していた。その位置は吐出ノズルを中心に時計廻り側15°、反時計廻り側45°の60°にわたっており、鏡板の湾曲部分であった。異物の成分は明らかではないが、370℃のNa中にあっても残っているの、金属またはそれに準じたものであろう。

形状から考えると切削粉等とは違うものと考えられる。その大きさも、大きなもので1mm以下であり、付着の範囲も限られているので、直ちに問題となるものではないと考えられる。

- ⑪ 1次主配管のうち水平配管においてもNaが良くドレンされていた。また吐出ノズルと主配管との溶接線の裏ビードの一部も明瞭に目視できた。

以上のように1次主循環ポンプアウトケーシング内部を目視した結果から、部分的なNa残留等もなく、極めて良好なドレンがなされたことが改めて確認された。また1次主配管内のNa付着状況を推察するに足る観察結果が得られ、この結果は例えば1次主配管の体積検査、特に超音波探傷試験を行う時の板裏表面付近に欠陥があった時のデータ評価に有効ではないかと思われる。

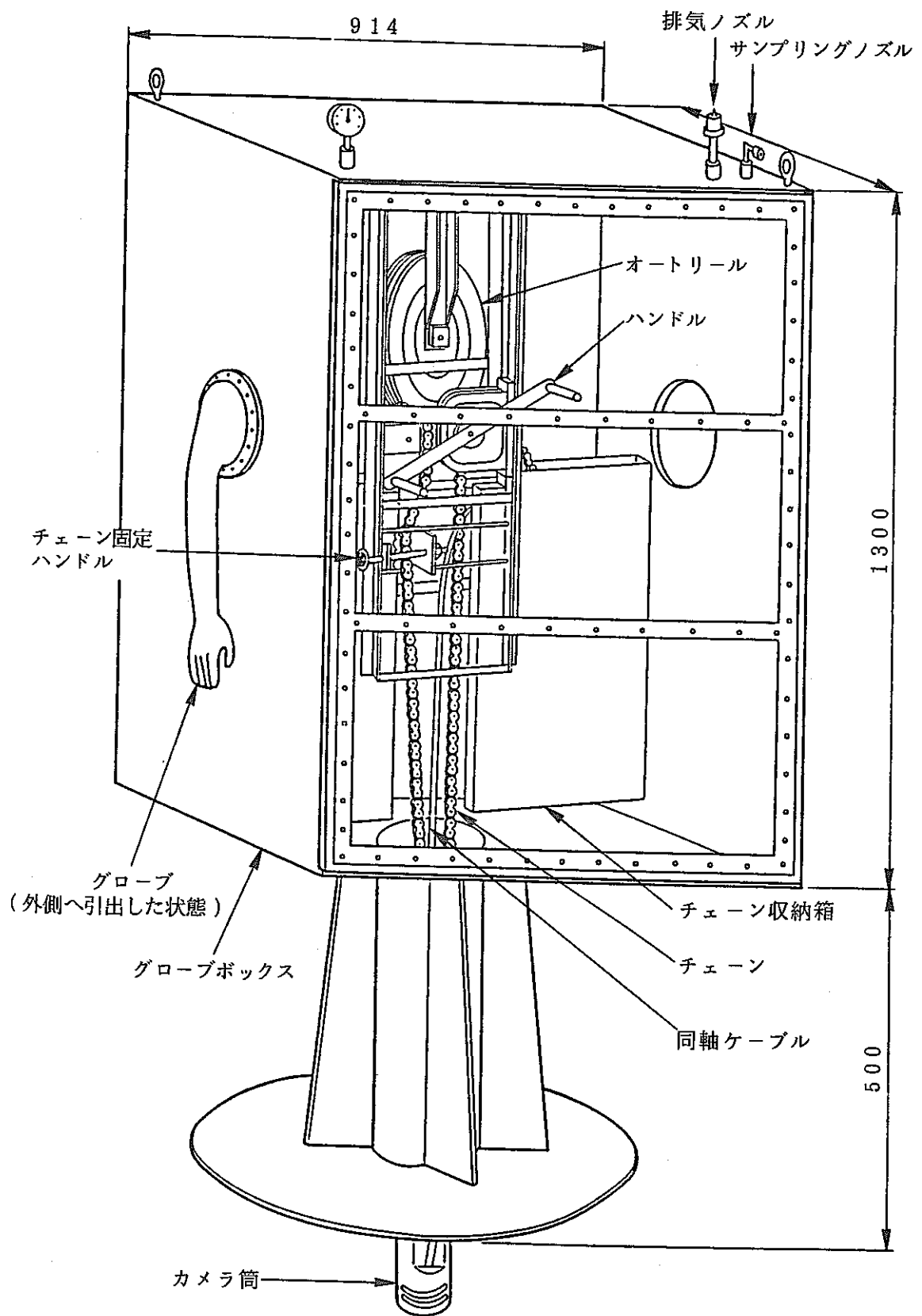


Fig.7.4 グローブボックスの構造

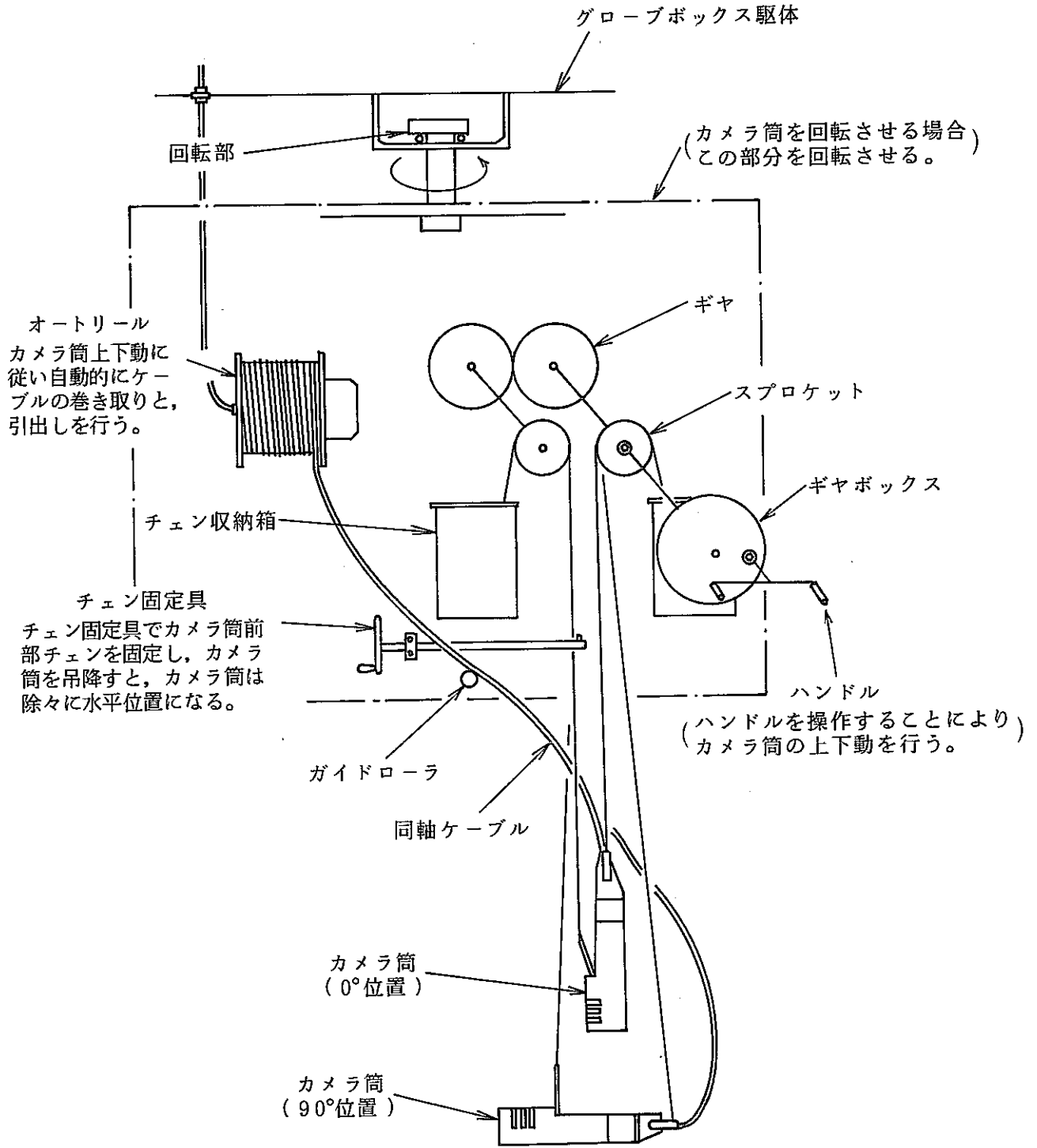


Fig.7.5 MPI-ITVの操作機構

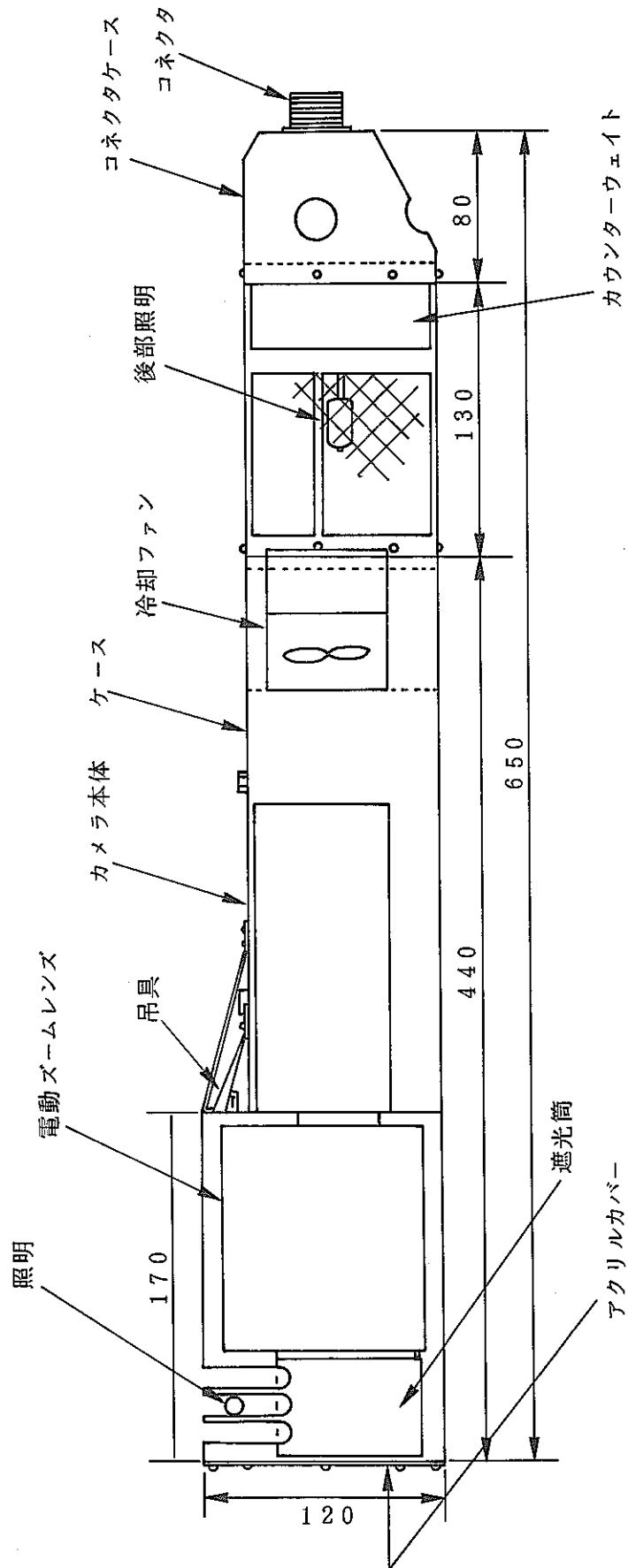


Fig.7.6 カメラ筒

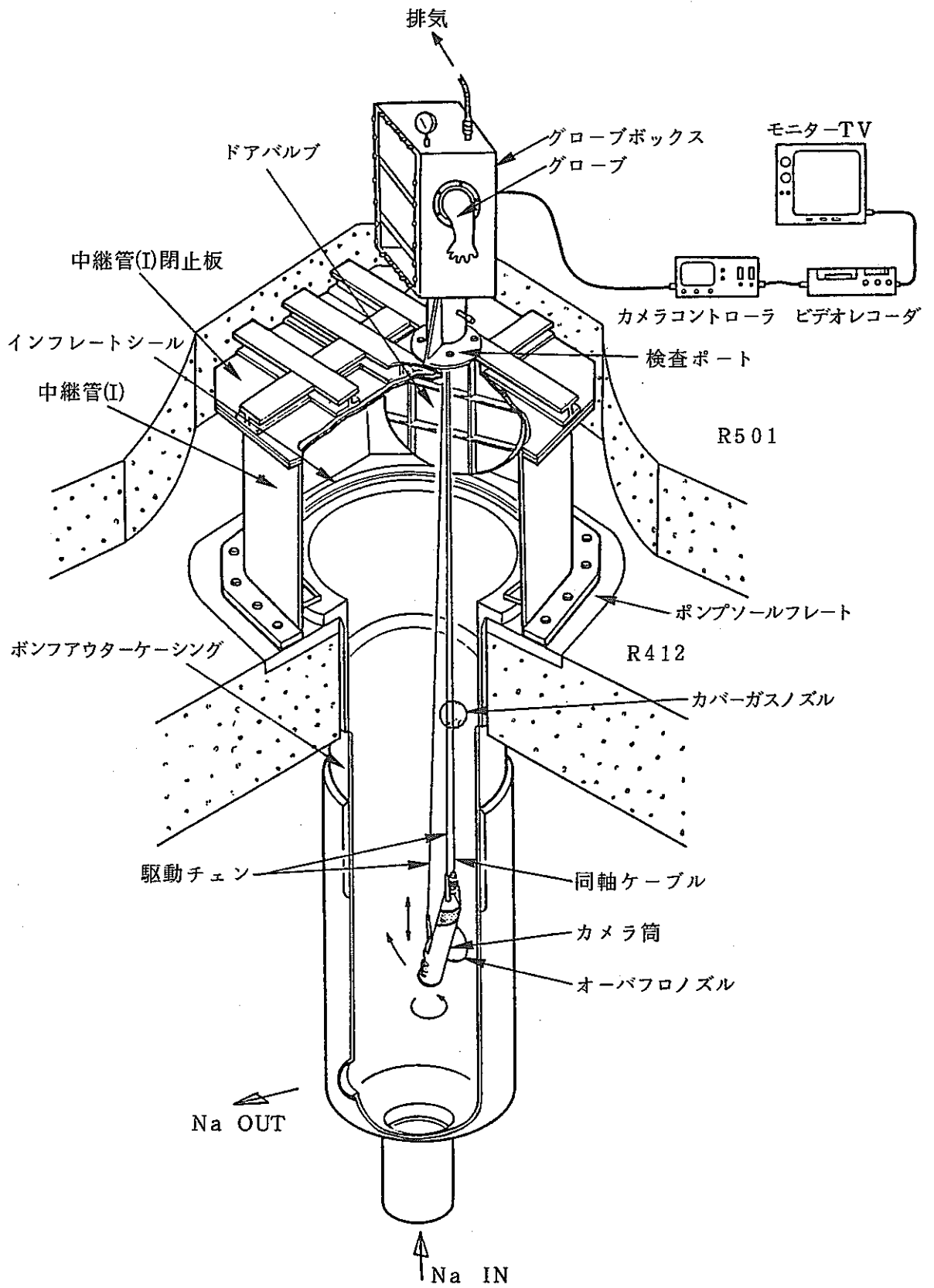


Fig.7.7 MPI-ITVを使用したポンプアウターケーシング内面目視検査

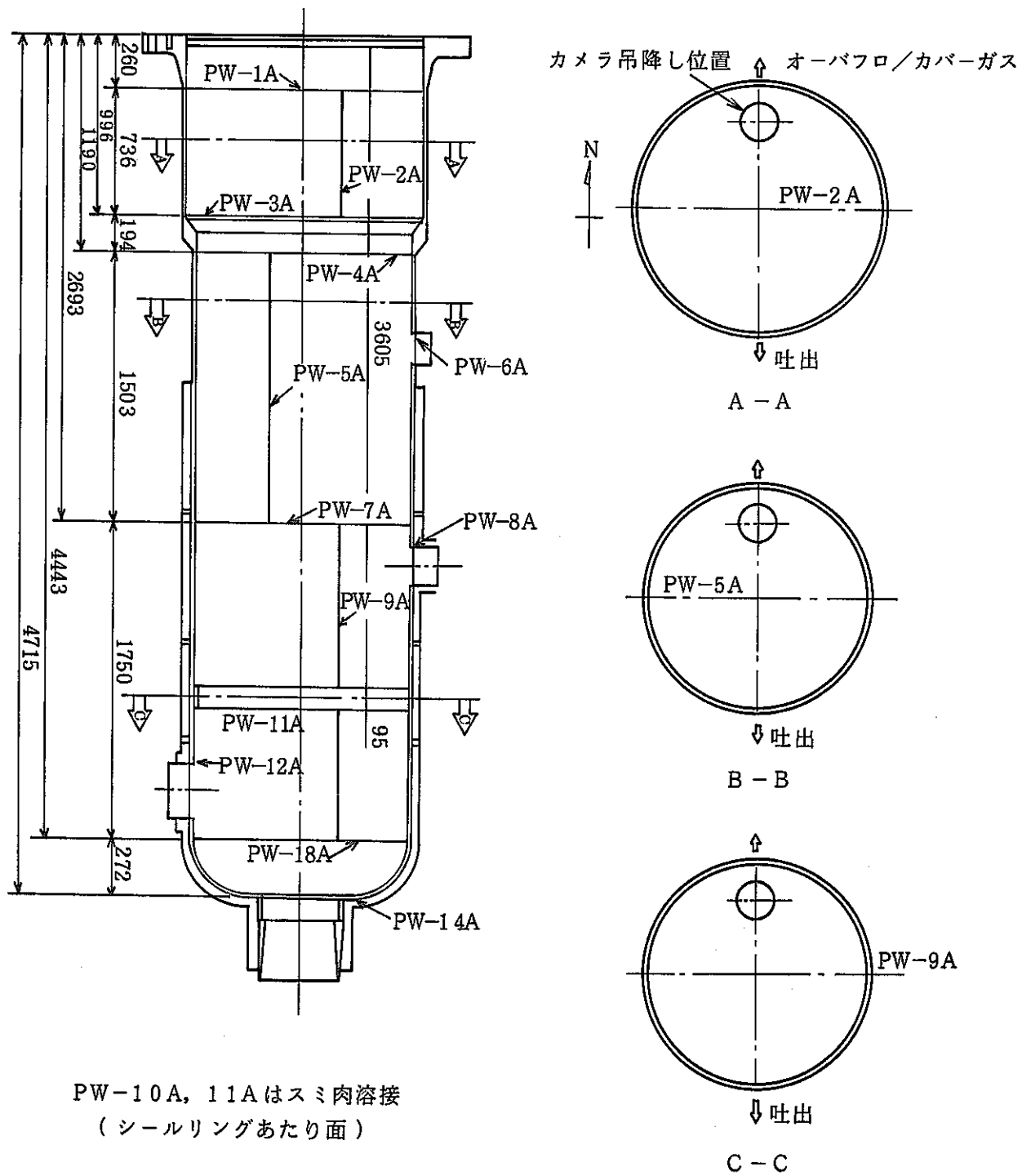


Fig.7.8 ポンプアウターケーシング溶接位置

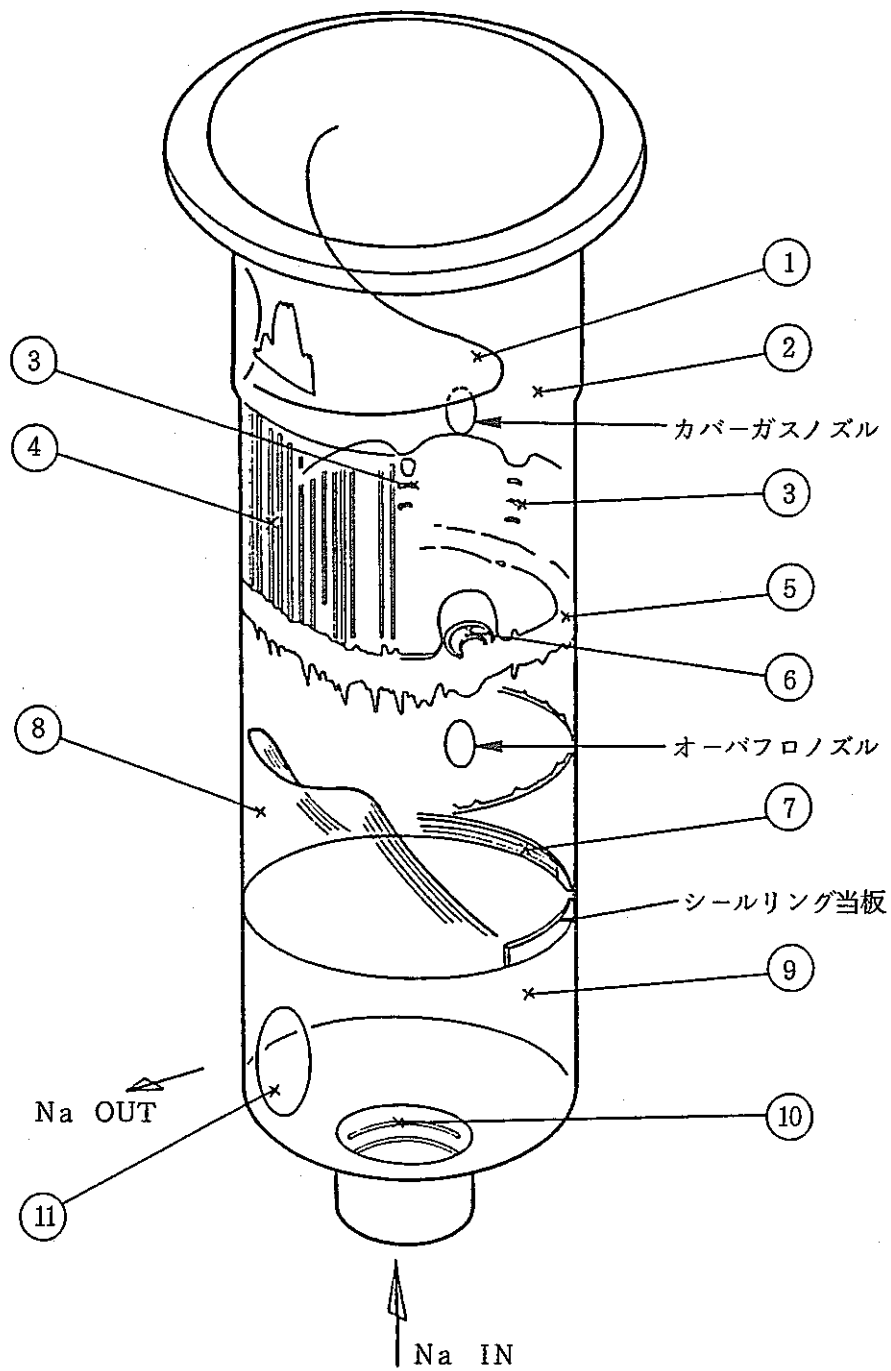


Fig.7.9 アウターケーシング内面のNa付着状況

7.5 主冷却器伝熱管のISI

2次冷却系の主冷却器伝熱管は塩害によると思われる錆の発生が激しくなっている。

このため、これ迄の運転を経て伝熱管がどのような影響を受けているかを把握するために外観検査及び錆の分析等を行った。

7.5.1 実施内容

(1) 主冷却器伝熱管の外観検査(4基)

主冷却器1A, 2A, 1B, 2Bの4基(Fig.7.10, Fig.7.11参照)について主冷却器横のマンホール及び主送風機入り口マンホールをそれぞれ開放し、ダクト内部の伝熱管等の外観検査を実施した。

外観検査の項目は次の通りとする。

- ① 伝熱管表面着物の状況観察
- ② 伝熱管フィンの変形
- ③ 伝熱管支持構造部での伝熱管挙動状況
- ④ 伝熱管全体の変形

(2) 主冷却器伝熱管表面着物の採取及び分析

海側に設置され伝熱管表面付着物の影響が大きいと考えられる主冷却器について伝熱管の主要な部分の表面付着物を採取し、下記のような分析を実施した。

① 付着物採取箇所は以下の部分とする。

- (イ) 伝熱管表面の入り口側, 出口側
- (ロ) 伝熱管のフィン間, 間隙部
- (ハ) 伝熱管フィンの表面

② 分析は以下の項目について実施した。

(イ) 化学分析

付着物の化学成分を明らかにし、表面付着物の形態を調べる。

使用環境条件が異なる場所において伝熱管表面付着物の成分がどの様に変化しているかを調べるため代表的箇所の試料について分析を行う。

(ロ) X線回析

どの様な成分の付着物か、特に錆の形態や腐食の状態を調べ伝熱管の板厚変化の可能性等を推測する。

本分析は、表面付着物の外観が異なると思われる箇所の試料を対象に実施する。

(ハ) 熱分析

表面付着物の環境効果による影響を調べるため表面付着物の最も多いと思われる部分の試料について熱分析を実施し、使用環境下での成分変化の有無を評価する。

(3) 伝熱管の板厚測定（4基）

伝熱管の経年変化による錆の発生、腐食、温度変化に伴う熱変形、支持構造部近傍における摩耗等、伝熱管の板厚変化を誘因する種々の条件が考えられるため超音波厚さ計を用いて、その変化量を調査した。

調査範囲は主冷却器 1A, 2A, 1B, 2B の 4 基全部とするが、具体的な測定箇所は適宜選択して実施するものとする。

具体的方法は次の通りとする。

- ① 近接可能な範囲の伝熱管でフィンが取付いてない所を対象とする。
- ② 測定する伝熱管は適当に抜取りとするが、(1)項の外観検査によって支持構造部の影響が顕著な箇所は必ず実施する。
- ③ 伝熱管の周方向は構造上全周にわたって測定する事は困難であるので原則として 45°ピッチで数ヶ所測定するものとする。
- ④ 測定する伝熱管は番地が明確になる様図面とリストを作成し、次回の測定の時にも対比出来るようにする。
- ⑤ 測定で用いるカプラントは伝熱管の錆、腐食等伝熱管へのインパクトを与えないものを選定し、測定後はきれいに掃き取るものとする。

7.5.2 検査結果

(1) 伝熱管の外観検証

① 伝熱管の変形

伝熱管の変形は残留応力が解放されたために生じたものであるが、伝熱管サポート構造が伝熱管を完全固定する様にはなっていないため、伝熱管とサポートとが離れた事により変形がさらに助長されたものと推定される。

伝熱管の変形は起動・停止に伴う加熱・冷却によっても生じ、その変形量は運転条件によっても異なってくる。

従来の伝熱管変形測定結果と今回の結果とを比べた場合、変形量は極端に変わってはならず、全体の傾向は比較的似かよっている様である。

以上の結果から今後変形量が大きくなってゆくとは考えられず、現状と同程度かまたはある変形量に収束してゆくものと考えられる。

② フィンの変形

今回確認されたフィン変形箇所は従来の調査時に確認した目印の跡と同一の所がほとんどであるが、跡が鮮明でない箇所もあるため全く同じ部分であるとの断言は難しい。

今回は特にサポート部分のフィン変形の有無に重点を置いて調査し、顕著な変形を示している部分はすべて記録に残しているため、今後のサーベイにより経年変化を調べてゆく事が可能である。

フィン変形はフィン端部から数mm～10mm程度での変形のものばかりで伝熱管付根部から変形しているものは確認されていない。

これは、フィンのみが変形したものであり、伝熱管への影響は小さいと考えられる。

以上の内容から今回確認されたフィン変形について、当面の運転に特に支障をきたす程度のものではないと考えられるが、今後共フィン変形が進行性のものかどうか定期的に調査する必要がある。

③ 表面付着物の状況

昨年、昭和58年7月の観察状況と今回の状況とは若干変化している。

例えば出口ヘッダ上部のダクト壁近傍の伝熱管表面について昨年は均一な赤錆が付着しかなり滑らかな表面をしていたが、今回は表面に白っぽい堆積物が表面に付着し表面が凹凸になっていた。

また、出口ヘッダ下部について昨年は一様に堆積物が付着していたものが、今回は特にダクト近傍の伝熱管表面は凹凸が激しく、下側に堆積物が固まり、手で触れただけで付着物がはがれる様な状態であった。

これらは、その後の運転時間経過と季節の違いによる乾湿の差によるものと考えられる。

④ 伝熱管とダクト壁との接触状況

ダクト壁によるスライド傷跡が顕著なのは特にベント側でヘッダ側は非常に少ない。また出口ヘッダ上部及び下部の一部分に接触傷が多く見られ、入口ヘッダ側は上部・下部共に接触傷があるものは数少ない。

一方、接触による摩耗の程度はそれ程顕著ではなく運転に支障は無いと判断される。

7.5.3 伝熱管表面付着物の分析

(1) 分析結果の概要

① 化学分析 (Table 7.3)

冷却器付着物の主成分は鉄分で Fe_2O_3 として83～93%を占めた。

また、その他成分としてナトリウム、塩素、硫黄分がそれぞれ1.75～5.12% Na as Na_2O , 0.64～3.78% Cl, 1.30～2.71% S as SO_3 を占め、その他に少量のカルシウム、マグネシウム、クロム、カリウム分と酸不溶分 (Al_2O_3 , SiO_2 等)が存在した。

1Bダクト内堆積物は鉄分が39% Fe as Fe_2O_3 を占めた他、ナトリウム分が13.3% Na as Na_2O , 塩素分が20.0% as Clを占めた。

② X線回析 (Table 7.4)

冷却器付着物の主要同定物質は $\alpha-Fe_2O_3$ で、その他にやや不明確であるがNaCl, Fe_3O_4 の存在が認められた。またダクト内堆積物では $\alpha-Fe_2O_3$ 以外にNaClの存在

Table 7.2 冷却器付着物の組成

	① 1 A 出口上部チューブ	④ 2 A 出口下部チューブ	⑤ 2 A 出口下部フィン	⑥ 1 B 出口下部チューブ	⑦ 1 B 出口下部フィン	⑧ 1 B ダクト内堆積物
Fe ₂ O ₃	92.7	93.1	87.0	83.5	83.1	39.0
NaCl	1.47	2.30	4.25	5.49	6.73	25.1
MgCl ₂	-	0.45	0.25	0.39	1.14	3.53
MgSO ₄	0.30	0.72	2.64	2.22	1.26	KCl 0.69
CaSO ₄	0.22	0.66	0.92	1.21	1.48	CaCl ₂ 1.94
Na ₂ SO ₄	2.54	-	-	-	-	H ₂ O 21.60
K ₂ SO ₄ Cr ₂ O ₃ H ₂ O 他	2.77	2.77	4.94	7.19	6.29	8.14 (除H ₂ O)
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* ①を除きNa分の全てはNaClとした。

Table 7.3 化学試験報告書
常陽エアクーラ付着物分析結果

試料 No. 分析項目	1	4	5	6	7	8
酸不溶分 (%)	1.04	0.64	1.50	1.96	2.16	2.98
Fe ₂ O ₃ (%)	92.7	93.1	87.0	83.5	83.1	39.0
Cr ₂ O ₃ (%)	1.56	0.02	0.14	0.12	<0.02	<0.02
CaO (%)	0.09	0.27	0.38	0.50	0.61	0.98
MgO (%)	0.10	0.43	0.98	0.90	0.90	1.49
Na ₂ O (%)	1.89	1.75	3.23	4.18	5.12	13.3
K ₂ O (%)	0.10	0.08	0.18	0.21	0.20	0.43
Cl (%)	0.64	1.34	2.04	2.68	3.78	20.0
SO ₃ (%)	1.30	1.75	2.47	2.57	2.71	2.44
Ig-Loss (%)	-	3.97	4.81	-	-	21.6

Table 7.4 X線回析分析と熱分析結果

試料 No.	X線分析		熱分析		
	主成分	その他			
① 1A 出口ヘッド上部 チューブ	α -Fe ₂ O ₃	NaCl Fe ₃ O ₄	X		
④ 2A 出口ヘッド下部 チューブ	α -Fe ₂ O ₃	NaCl Fe ₃ O ₄	DTA	発熱、吸熱ピークは認められず	
			Temp (°C)	RT ~240	~620
			Wt. loss (%)	0	2.3
⑥ 1B 出口ヘッド下部 チューブ	α -Fe ₂ O ₃	NaCl Fe ₃ O ₄	DTA	発熱、吸熱ピークは認められず	
			Temp (°C)	RT ~280	~620
			Wt. loss (%)	0	2.7
⑧ 1B ダクト内堆積物	NaCl α -Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄ α -SiO ₂	X		

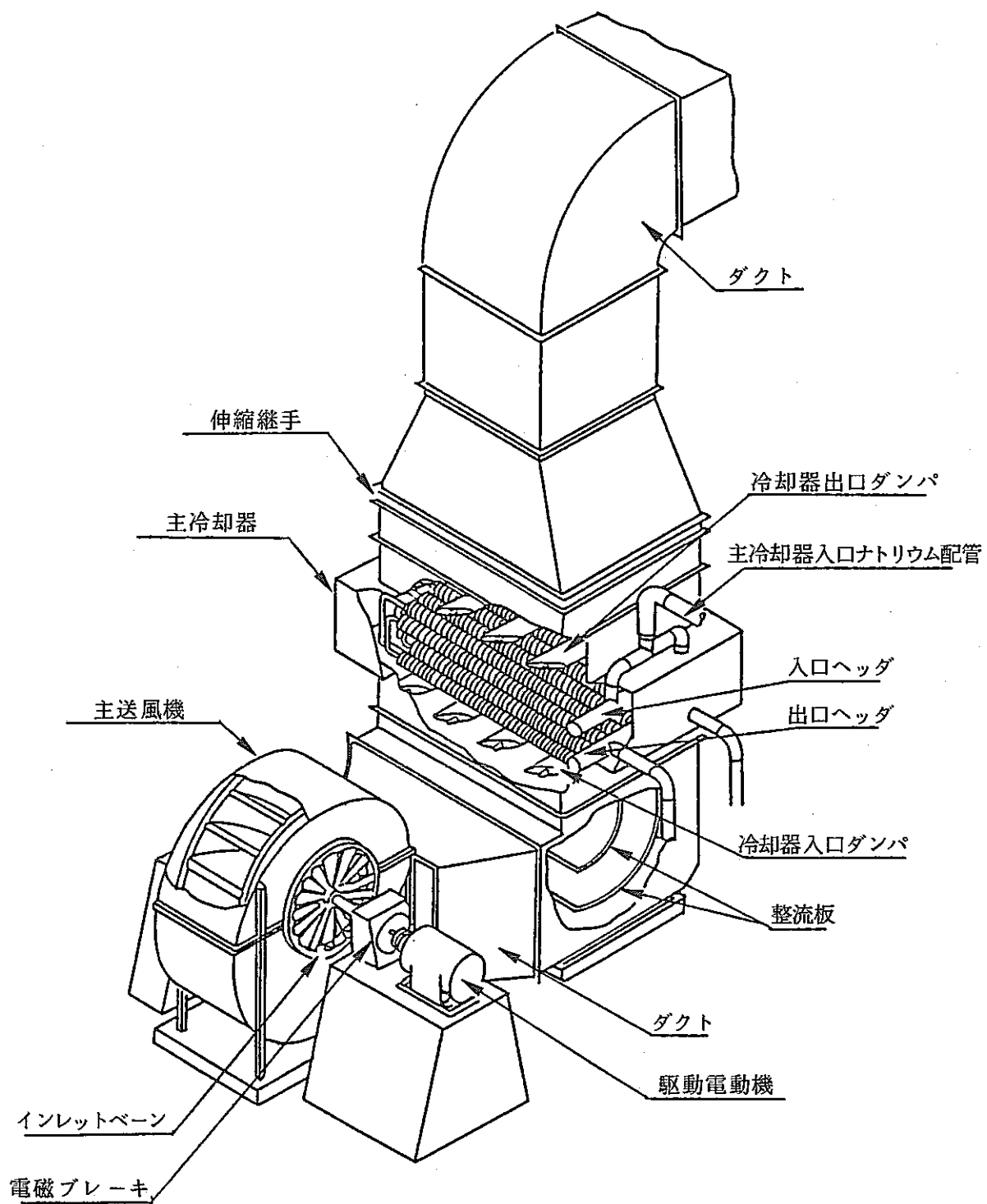


Fig.7.10 主冷却器構造図

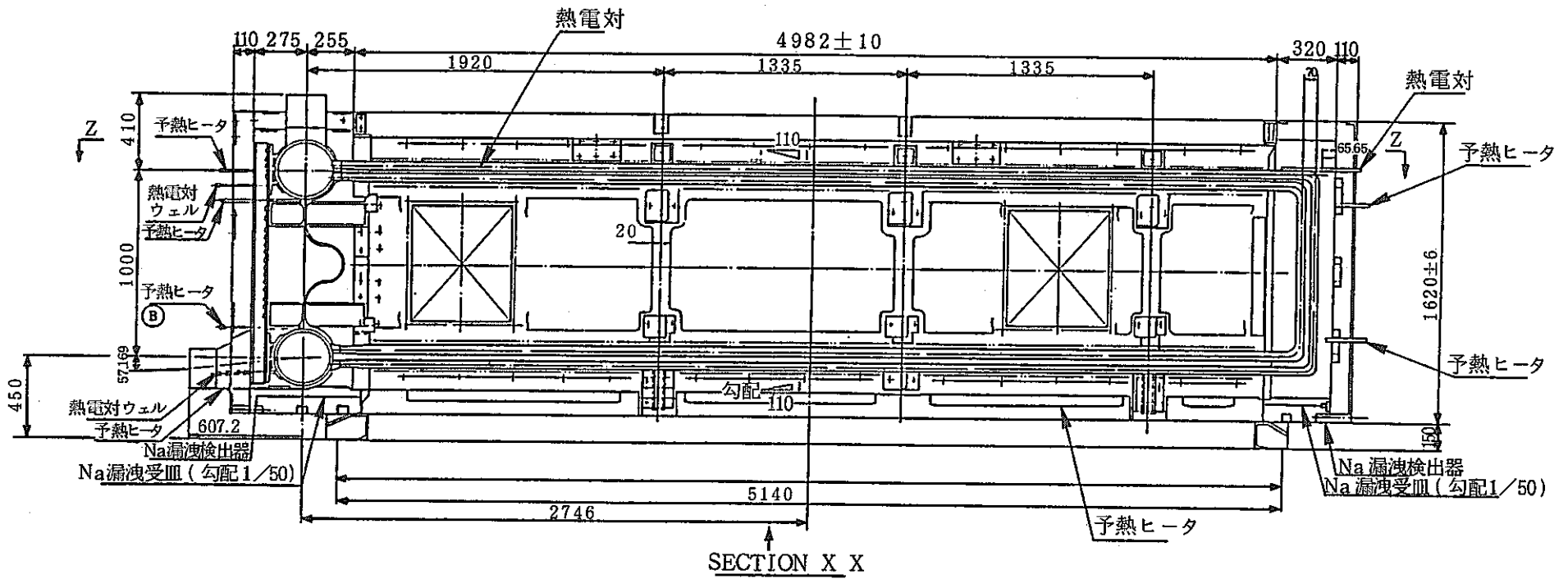


Fig.7.11 空気冷却器構造図

が明確となり、SiO₂も認められた。

③ 熱分析 (Table 7.4)

2A及び1B出口ヘッダ下部チューブ付着物について分析したが620℃までの加熱でいずれも2.3～2.7%の減量は認められるものの、分解や相変化の傾向は認められなかった。

(2) 分析結果に対する評価

冷却器外面付着物の組成を化学分析、X線回析の結果より推算し (Table 7.5) にとりまとめて示したが、付着物は鉄酸化物が80%以上と大部分を占め、その他成分として少量のNaCl, MgCl₂, MgSO₄, CaSO₄等が存在した。これら付着物の内容は昭和58年7月、同様の位置より採取した付着物分析結果とほぼ同様である。

また、ダクト内堆積物のこれら成分の割合が極めて海水相成比に近いことは海塩粒子の持込みを裏付けている。

なお、付着物の大部分を占めた鉄酸化物は、付着物を除去後の管、フィンに著しい凹凸 (腐食) の兆候が認められないことから、その部分は海塩粒子と同様、吸込み空気とともに持込まれた可能性が強い。海塩粒子飛来環境下での炭素鋼の腐食速度は8年間で7～13 mil (0.17～0.33 mm) 程度と予想されるが、冷却器の場合、運転中340～470℃に昇温するため、その影響を考慮する必要がある。

即ち、付着物は620℃まで加熱しても、ほぼ熱分解等は生じないことから、新たな腐食性成分の発生は無視できるものの海塩粒子が飛来し、乾・湿が繰返されると腐食が促進される可能性がある。

7.5.4 伝熱管の板厚測定

- (1) 伝熱管の板厚測定結果は2.0 mm～2.3 mmで伝熱管の公称板厚2.0 mm (JISの許容板厚は+20%, -0) を満足した値が得られた。
- (2) なお、測定精度に関し、板厚測定実施後、同一損傷器・探触子・カプラントを用い、赤錆のついた伝熱管 (STBA24 3.18φ×2mm t) を試験片にしてノギスによる実測値と超音波厚み計による測定値との比較試験を実施し+0.03 mm～-0.01 mmの誤差結果が得られ、実機伝熱管表面状態を考慮して、当初の測定精度±0.1 mmは確保出来ると判断される。
- (3) このため、測定値2.0 mmは負側の測定誤差を考慮する公称板厚を切ってしまう。しかし、伝熱管の設計上の必要板厚は次の様な内訳となっており、伝熱管の健全性上特に問題とはならない。

- | | |
|----------------|----------|
| (a) 計算上の必要最小厚さ | 0.139 mm |
| (b) 腐食代 | |
| (i) Na側 | 0.2 mm |
| (ii) 空気側 | 0.725 mm |

7.5.5 まとめ

以上今回の2次主冷却器伝熱管の表面検査の検査結果をまとめると次の様になる。

- (1) 伝熱管の変形は残留応力が解放されて生じたものであり、今後変形量が大きくなってゆくとは考えられず現状と同程度かまたはある変形量に収束してゆくものと考えられる。
- (2) フィン変形は一部のサポート部、フィン端部で生じているが運転に支障が生じる程度のもので無いと考えられる。
- (3) 表面付着物は昨年7月と今回とで若干、付着状況が異っていた。
- (4) 伝熱管とダクト壁との接触傷はスライド傷程度であり、摩耗程度は顕著でなく今後の運転に特に支障とならないと考えられる。
- (5) 出口ヘッダ下部には厚さ0.3～0.5mm程度のやや湿りをおびた灰白色の付着物が認められ空気側下流ほど減少する傾向にある。

この不着物の主成分は鉄酸化物で Fe_2O_3 として83～93%を占め、その他少量の $NaCl$ 、 $MgCl_2$ 、 $MgSO_4$ 、 $CaSO_4$ 等が存在し鉄分(錆)と海塩粒子と考えられる。

- (6) 表面付着物除去後の伝熱管表面は著しい腐食の発生は無い様である。
- (7) 以上の結果から、今後の運転に支障をきたす様な状況にはなっていないと考えられる。

7.6 安全容器サーベイランス材照射後試験

「常陽」では原子炉使用期間中の構造材料の健全性を確認し、安全性を確保するため約20年間にわたって定期的に試験片を取り出し評価試験を行うことになっている。今定検中安全容器構造材サーベイランス試験片を取り出し、引張試験、衝撃試験、金相試験及びSiC温度モニターの測定を実施した。

7.6.1 供試材

供試材は高速実験炉「常陽」の安全容器と同一材料の母材及び溶接継手である。

Table 7.5に母材の成分及び機械的性質を、Table 7.6に溶接施工法及び溶接棒の成分を示す。これらの素材のFig.7.12に示す位置からFig.7.13に示す引張試験片及びVノッチシャルピー衝撃試験片を採取した。

これら試験片をFig.7.14に示す照射温度、測定用SiC温度モニター、Fig.7.15に示す照射量測定用ドジメトリワイヤーとともにFig.7.16に示す構造のキャプセルに収納し、「常陽」のサーベイランス案内管に吊り下げ照射した。サーベイランス案内管はFig.7.17に示すように安全容器より炉心に近く、実機より厳しい条件で照射された。Fig.7.18に案内管の詳細を示す。

7.6.2 試験結果

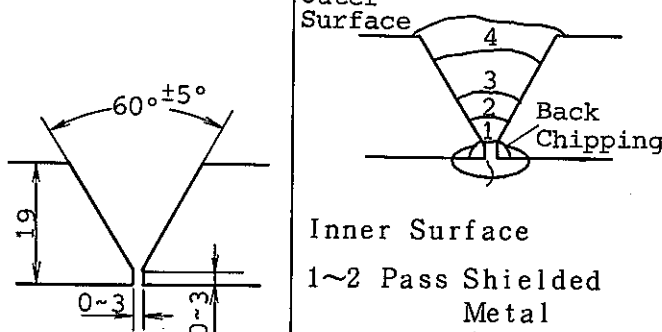
第1回取り出し安全容器サーベイランス材(CA-01)の照射後試験より得られた結果を以下に示す。

- (1) 安全容器サーベイランス材の室温における母材の耐力及び引張強さは、受入材に比べ若干低下したが、一様伸び及び破断伸びは上回っていた。また、耐力、引張強さ及び破断伸びはSB42材のJIS及びSpec.を十分満足していた。
- (2) サーベイランス材の溶接継手引張試験片は受入材と同様に母材部で破断した。また、その引張特性とほとんど変化がなかった。
- (3) 衝撃試験の結果、エネルギー遷移温度、破面遷移温度は受入材については、母材で2～5℃、熱影響部で-24℃、溶接金属で-15～-20℃であった。それに対し、サーベイランス材は、母材で-5～-17℃、熱影響部で-24～-25℃、溶接金属で-9～-12℃であり、サーベイランス材の靱性低下はみられない。
- (4) 安全容器材の最低使用温度である30℃において、サーベイランス材の吸収エネルギーは全て15kg・m以上であった。また、延性破面率も100%と十分な靱性を保っていた。
- (5) サーベイランス材の金相組織は、母材及び溶接継手とも通常のSB42材で見られる組織であった。また、受入材との変化は認められなかった。
- (6) SiC温度モニターによる照射温度の測定は格子定数変化が認められず、評価できなかった。

Table 7.5 試験材のミルシート

	Chemical Composition (wt %)					Mechanical Properties			Heat Treatment
	C	Si	Mn	P	S	Y.S. (kg/mm ²)	U.T.S. (kg/mm ²)	Elongation (%)	
Spec.	≤0.24	0.15 ~0.30	≤0.80	≤0.035	≤0.040	≥23	42~50	≥23	Normalized
Mill Analysis	0.12	0.23	0.64	0.010	0.007	31.2	47.7	28.4	

Table 7.6 溶接手順

Edge Preparation	Welding Procedure									
 <p>Outer Surface</p> <p>Inner Surface</p> <p>1~2 Pass Shielded Metal Arc Welding</p> <p>3~5 Pass Submerged Arc Welding</p> <p>Inter Pass Temp. <250°C</p>	Welding Process	Welding Material	Pass	Rod Dia. (mm)	Current (A)	Voltage (V)	Speed (mm/min)	Heat Input (J/cm)		
	Shielded Metal Arc Welding	⑤-16 (JIS D4316)	1	4	160	25	150	16,000		
			2	5	240	30	150	28,800		
	Submerged Arc Welding	US-36 (Wire) (AWS EH14) Cr#80 (Flux) (AWS F61)	3~5	4	450	30	330	25,600		
	Chemical Composition of Weld Metal (wt %)	C	Si	Mn	P	S				
	0.09	0.41	1.34	0.016	0.016					

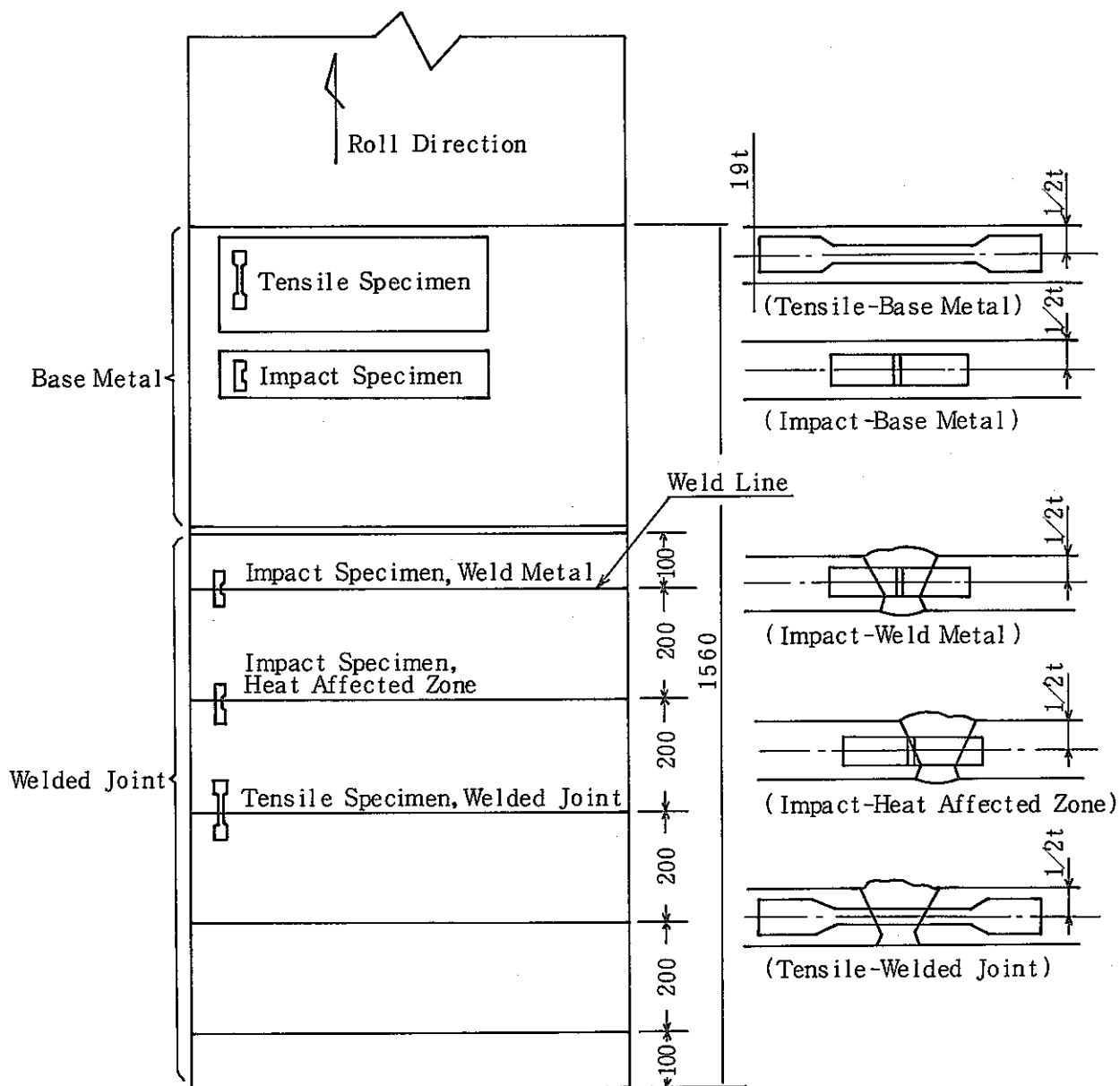
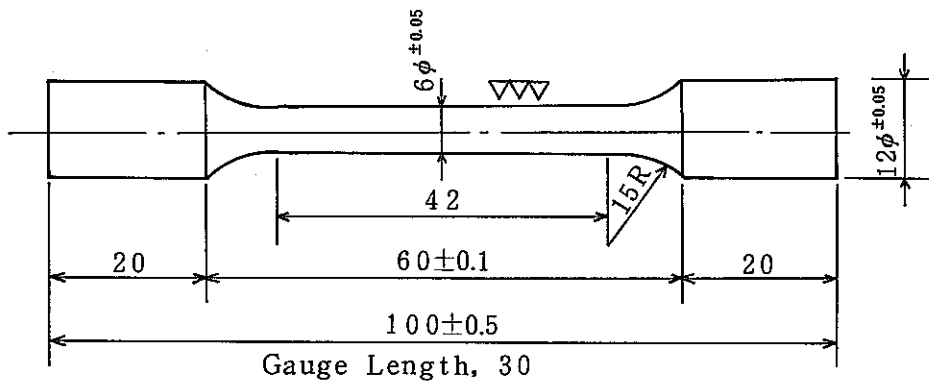


Fig.7.12 試験部材からの採取

1. Tensile Specimen



2. Impact Specimen

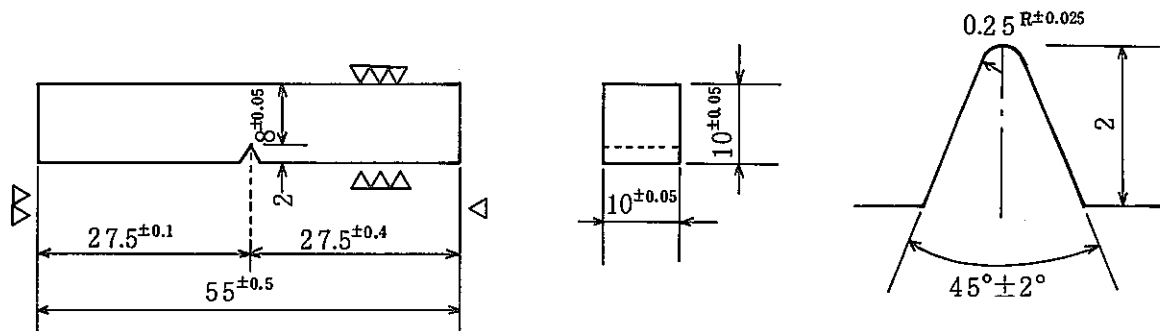
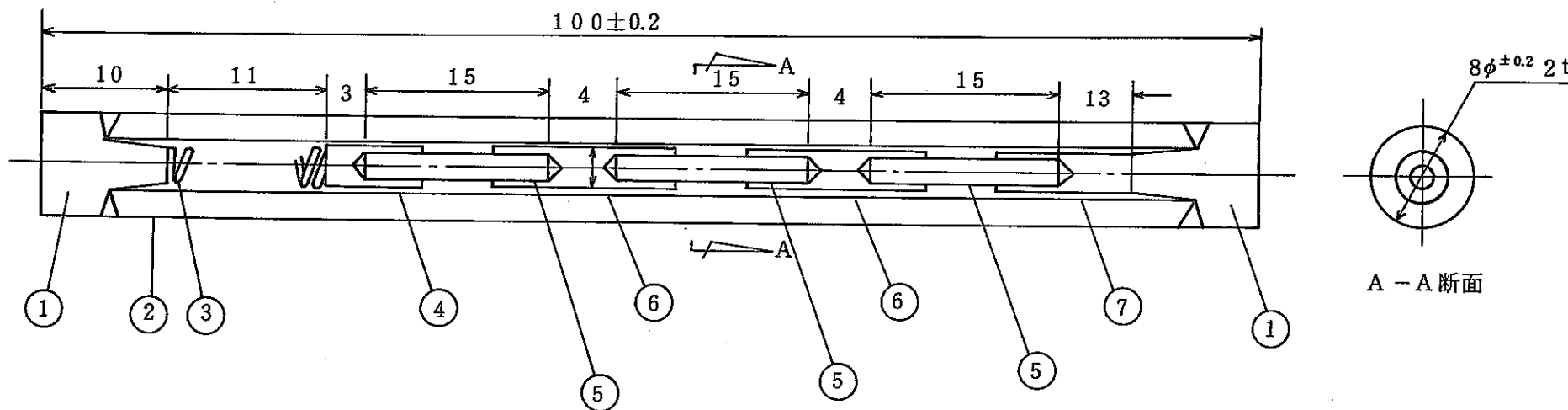


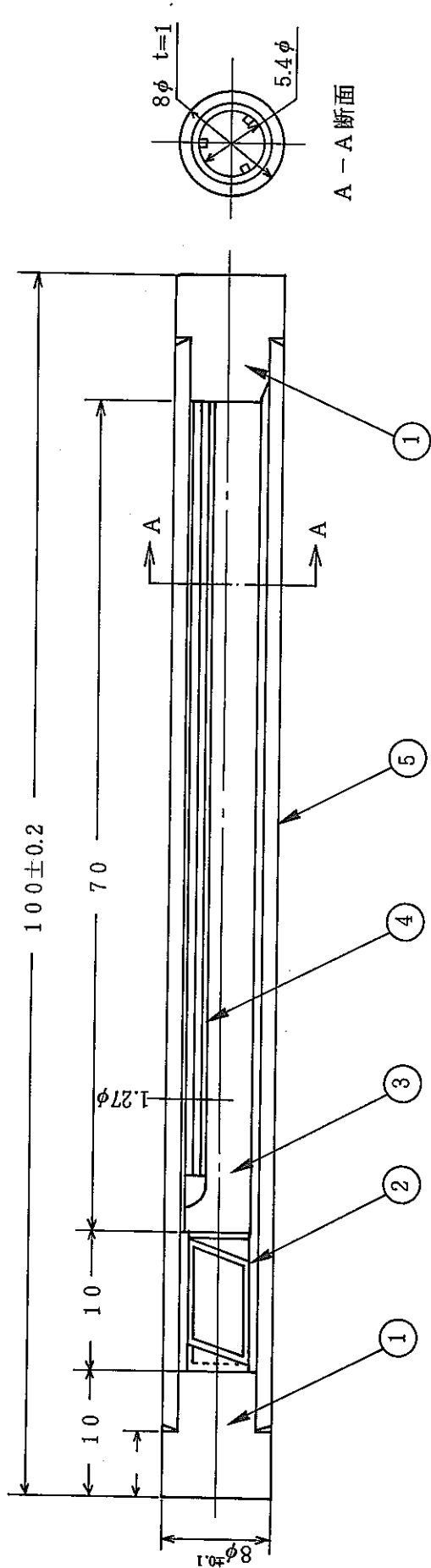
Fig.7.13 試験片(mm)



番号	部品名	材質	備考
①	端 栓	SUS304	
②	SiC温度モニター用被覆管	SUS304	
③	押エバネ	インコネル	
④	押エブロック	SUS304	
⑤	SiC	SiC	2φ×15ℓ
⑥	押エブロック	SUS304	
⑦	押エブロック	SUS304	

注：キャプセル内は、Ar ガスが封入されている。

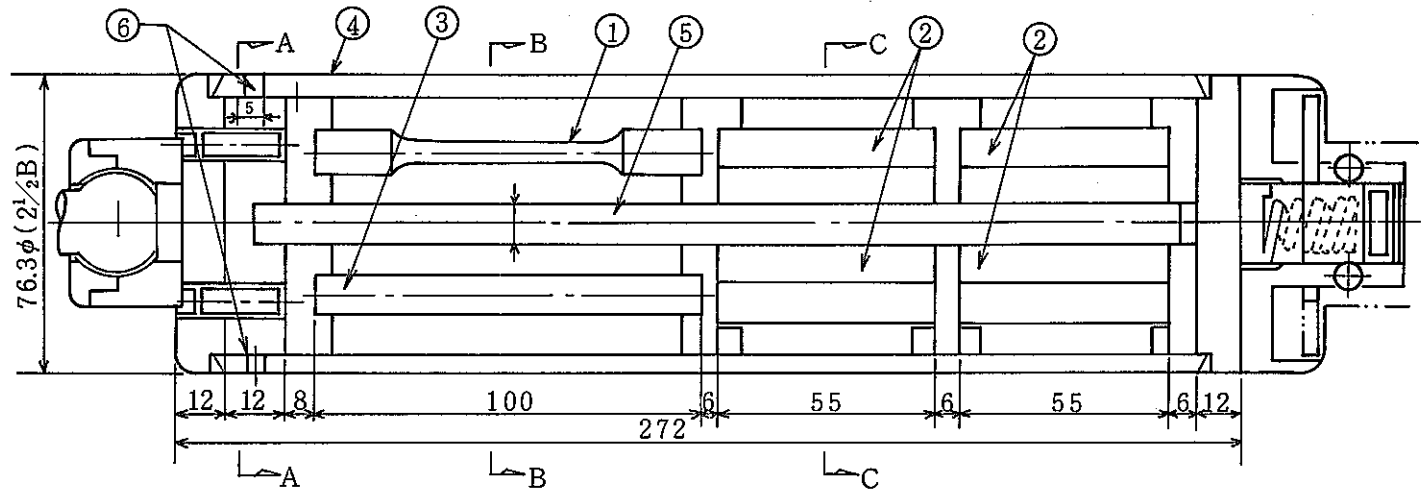
Fig.7.14 SiC温度モニター被覆管構造図



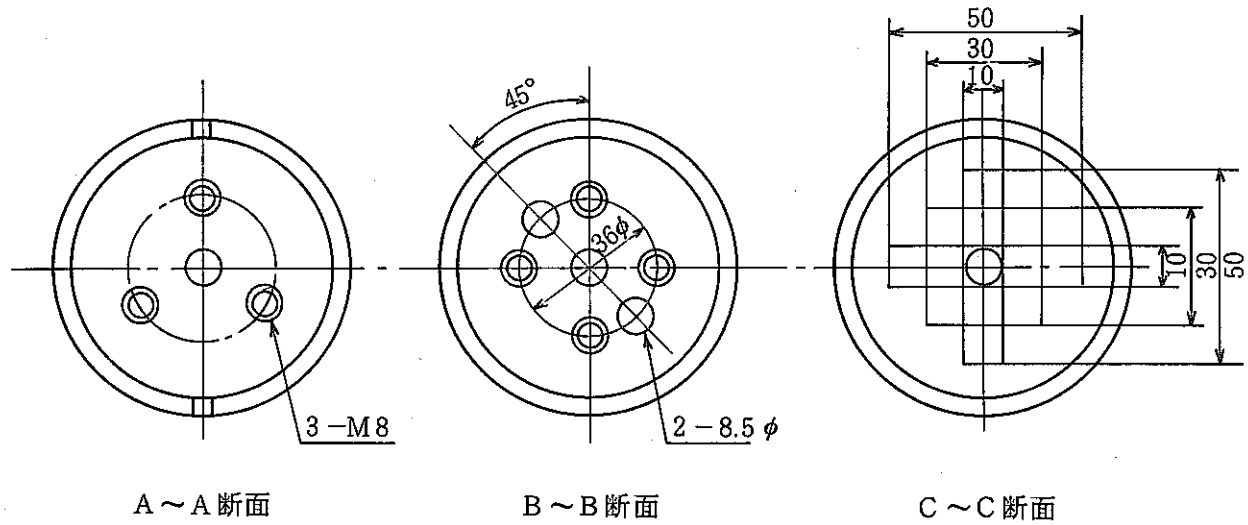
番号	部品名	材質	備考
①	端栓	SUS304	
②	押エバネ	インコネル	
③	ドジメトリワイヤ押エ	SUS304	
④	ドジメトリワイヤ	Fe, Ni, Cu	Fe: 1.27φ×50ℓ Ni: 1.27φ×40ℓ Cu: 1.27φ×30ℓ
⑤	被覆管	SUS304	

注: キャップセル内は, Arガスが封入されている。

Fig.7.15 ドジメトリワイヤ被覆管構造図



番号	部品名	材質
①	引張試験片	SB42
②	衝撃試験片	SB42
③	SiC温度モニター及びドジメトリワイヤ用キャプセル	SUS304
④	サーベイランス試験片キャプセル	SB42
⑤	スペーサ	SS41
⑥	N ₂ ガス流通孔	-



注：キャプセル内は、案内管と同様N₂ ガス雰囲気である。

Fig.7.16 キャプセル構造図

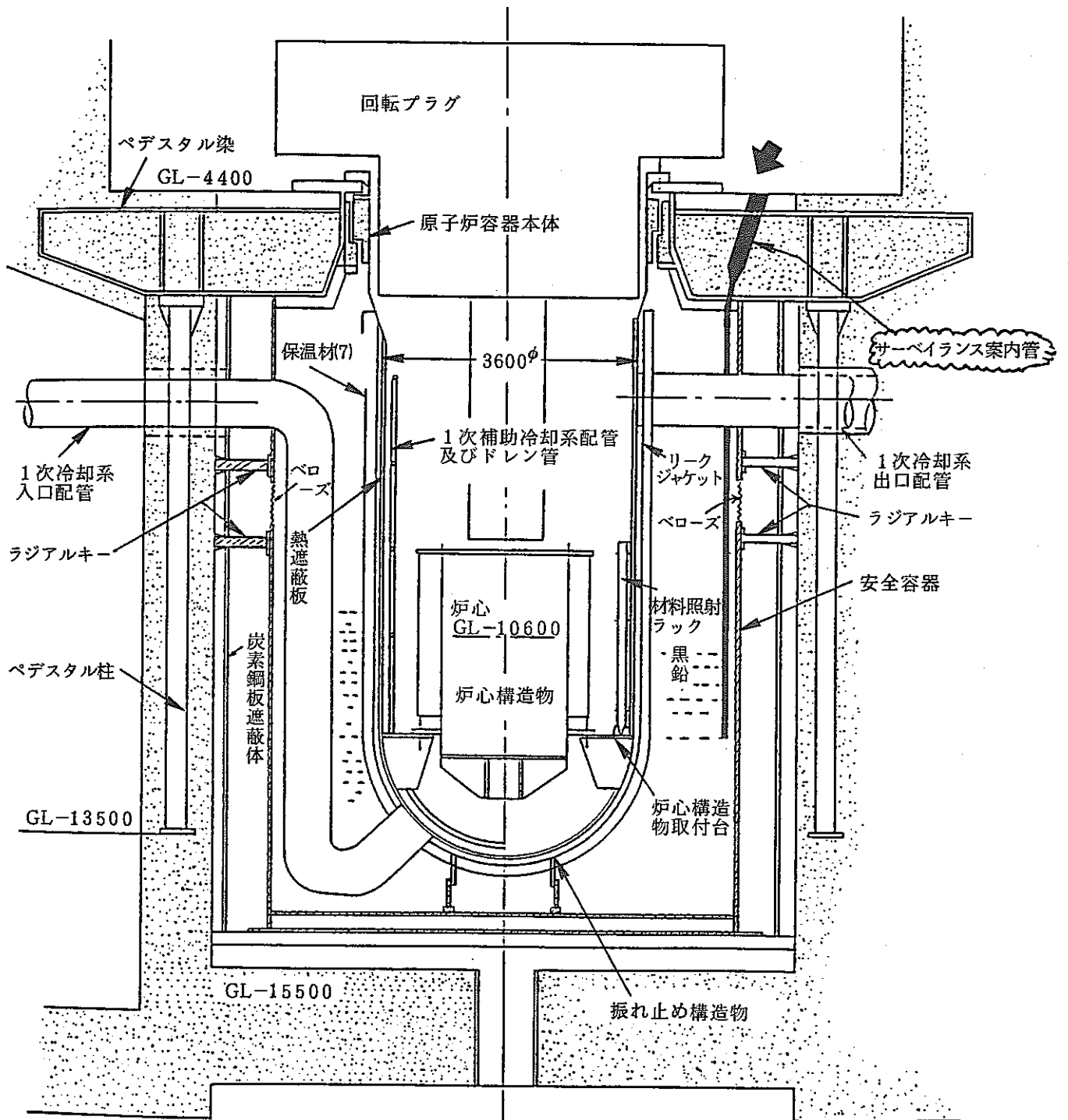


Fig.7.17 安全容器及び構造概念図

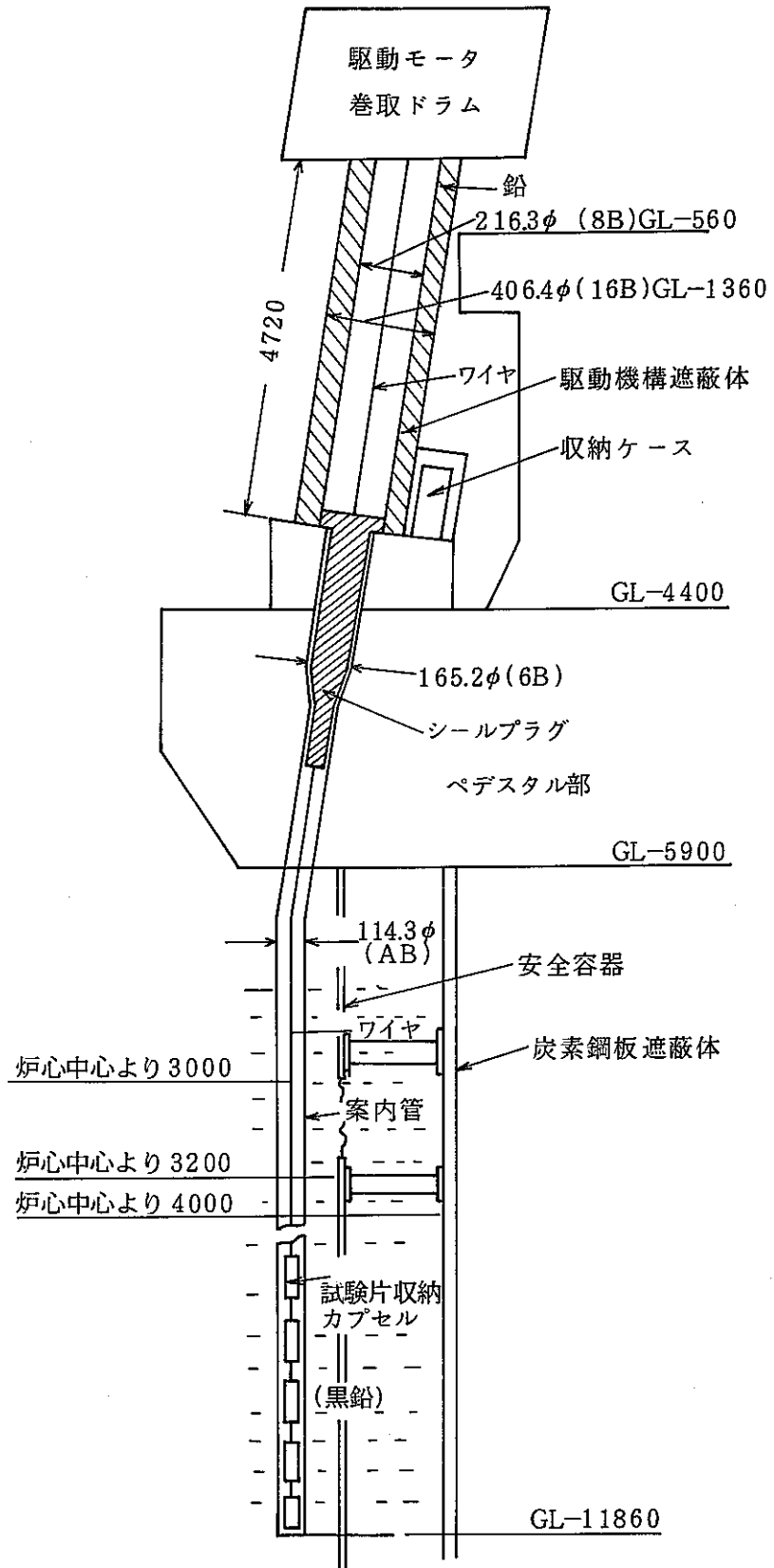


Fig.7.18 サーベイランス試験片の配置及び取扱装置概略構造

8. 定期点検期間中に実施した試験の結果

8.1 格納容器局部漏洩率試験

格納容器の構造健全性を確認する手段として、従来格納容器全体漏洩率試験とともに、隔離弁及びケーブル貫通部に対する局部漏洩率試験を定期点検毎に実施してきたが、これまでの実績に基づき、全体漏洩率試験を3回/10年、局部漏洩率試験を1回/1年とすることを基準化し、今回の定期点検では局部漏洩率試験のみを実施した。

(1) 試験対象箇所

格納容器局部漏洩率試験は、次のように分類される。

① B種試験

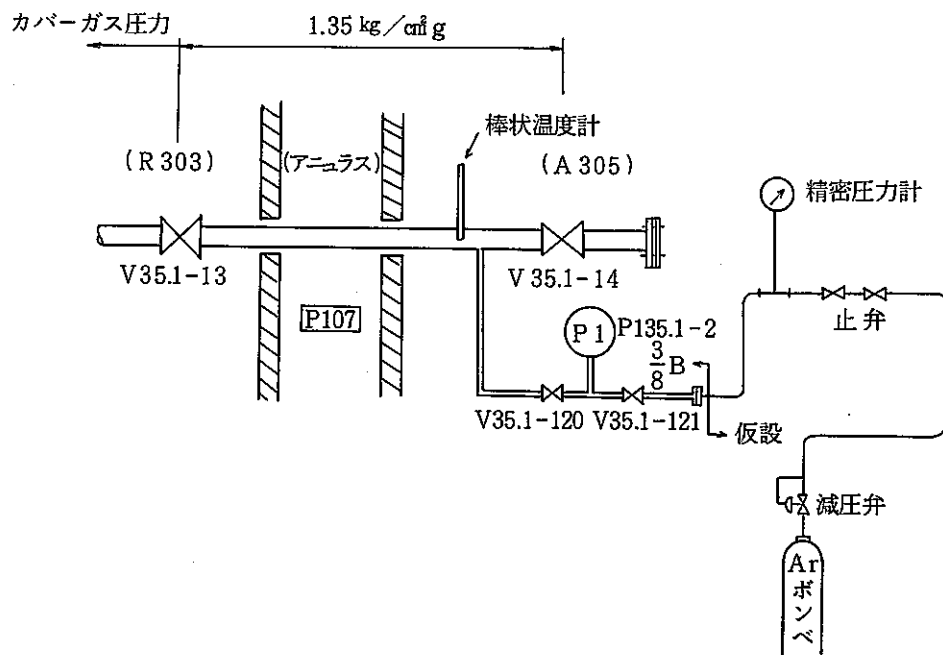
格納容器バウンダリを形成する格納容器貫通部（ケーブルペネトレーション等）の漏洩率試験。（32箇所）。

② C種試験

格納容器隔離弁の漏洩率試験。（26箇所）。

(2) 試験要領

格納容器貫通部あるいは格納容器隔離弁を、窒素、アルゴンまたは空気で試験圧力（格納容器の設計圧力： $1.35 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{g}$ ）に加圧した後、隔離放置して試験部の圧力及び温度の時間変化を測定して漏洩率を算出する。代表的な測定系を下に示す。



1次ナトリウム充填ドレン系局部漏洩率試験要領図

(3) 局部漏洩率の算出

局部漏洩率は、試験部圧力、大気圧、温度（温度測定は各領域ごとに1点測定し、その容積比による温度変化を考慮する）を各時間ごとに測定し、これを用いて各時間ごとの%漏洩量を算出し、統計処理法により漏洩率を求める。

① 計算式

漏洩率はBoyle-Charlesの法則を適用し、次により求める。

試験部及び格納容器状態式：

$$P_1 V = G_1 R T_1$$

$$P_2 V = G_2 R T_2$$

$$P_1 V_t = G_t R T_1$$

%漏洩量

$$Q = \frac{G_1 - G_2}{G_t} = \frac{V}{V_t} \left(1 - \frac{P_2 T_1}{P_1 T_2} \right) \times 100 \quad (\%)$$

P ; 試験部気体の絶対圧力 (kg/cm²)

V ; 試験部容積 (m³)

V_t ; 格納容器内容積 (m³)

T ; 試験部気体の絶対温度 (K)

G ; 試験部気体の重量 (kg)

G_t ; 格納容器内気体の重量 (kg)

R ; 気体常数 (29.27) (kg·m/kg·K)

Q ; 試験経過時間の間の漏洩気体重量と試験状態の格納容器内気体重量の比をパーセントで示した値（以下%漏洩量という。） (%)

添 字

1 : 試験開始基準時刻における値

2 : H時間後の値

② 測定部温度

容積比による温度変化を考慮し測定部温度は次式より求める。

試験部が1領域の場合

$$T_1 = t_1 + 273.15$$

$$T_2 = t_2 + 273.15$$

試験部が2領域の場合

$$T_1 = \frac{1}{\frac{W_1}{t_1^1 + 273.15} + \frac{W_2}{t_1^2 + 273.15}}$$

$$T_2 = \frac{1}{\frac{W_1}{t_2^1 + 273.15} + \frac{W_2}{t_2^2 + 273.15}}$$

試験部が3領域の場合

$$T_1 = \frac{1}{\frac{W_1}{t_1^1 + 273.15} + \frac{W_2}{t_1^2 + 273.15} + \frac{W_3}{t_1^3 + 273.15}}$$

$$T_2 = \frac{1}{\frac{W_1}{t_2^1 + 273.15} + \frac{W_2}{t_2^2 + 273.15} + \frac{W_3}{t_2^3 + 273.15}}$$

W_1, W_2, W_3 : 各領域の容積比

t_1, t_2, t_3 : 各領域の温度

添字

1 : 試験開始基準時刻における値

2 : H時間後の値

(4) 判定基準

判定基準は以下の通りである。

- ① B種試験及びC種試験の合計漏洩率の合計が、1.14%/day (=1.90%/day×0.6)以下であること。
- ② C種試験の合計漏洩率が0.57%/day (=1.90%/day×0.3)以下であること。

(5) 試験結果

局部漏洩率の測定結果をこれまでの結果と併せてTable 8.1に示す。これから、格納容器の劣化を示す徴候は見られず、構造健全性を確認することができた。

Table 8.1 局部漏洩率試験の合計漏洩率の推移

(単位：%/day)

試験実施期間	昭55年11月) 昭56年3月	昭57年1月~3月	昭57年7月~9月	昭和58年12月) (今回) 昭和59年4月
B種試験合計漏洩率	2.973×10^{-3}	8.6013×10^{-2}	2.305×10^{-3}	6.011×10^{-3}
C種試験合計漏洩率	3.243×10^{-3}	9.8021×10^{-2}	7.882×10^{-3}	8.416×10^{-3}
B種 + C種合計漏洩率	6.216×10^{-3}	1.840×10^{-1}	1.0187×10^{-2}	1.4427×10^{-2}

8.2 非常用ガス処理装置活性炭フィルタ沃素除去効率試験

原子炉施設の事故時に格納容器内に放出される核分裂生成物のうち、放射性沃素（無機及び有機沃素）を除去するために非常用ガス処理装置が設けられているが、本装置に内蔵されている活性炭フィルタの使用中の捕集効率を確認することが義務づけられているため、沃素除去効率試験を実施した。

(1) 試験方法

非常用ガス処理装置（A，B 2基）活性炭フィルタの無機沃素（ I_2 ），有機沃素（ CH_3I ）に対する除去効率の確認は本装置内の活性炭フィルタに付属して組み込まれている性能モニター用活性炭サンプルに対して放射性沃素を用いて行う。

1) 試験手順

予め、以下の吸着装置，条件，手順により放射性沃素又は放射性沃化メチルを活性炭サンプルに吸着させる。

① 吸着装置

活性炭サンプル性能試験装置

② 吸着条件

・ 活性炭カートリッジ

厚 さ：50 mm（10 mm厚さの活性炭カートリッジ5枚組合せ）

開口部直径： $\phi 40$ mm

容 積：約 12.56 cm^3 （1枚につき）

活性炭充填密度：約 0.477 g/cm^3

・ 通気ガス

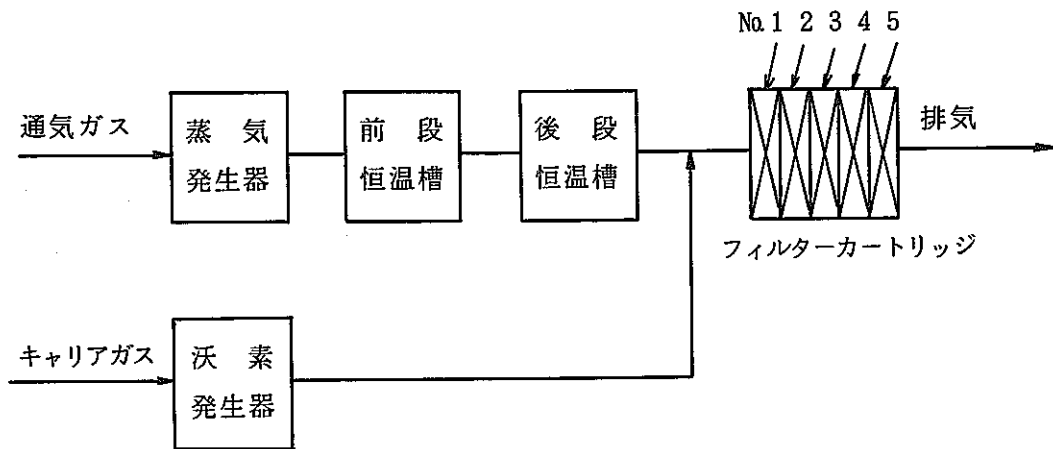
温 度：50 $^{\circ}C$

相 対 湿 度：80%

空 筒 速 度：20 cm/sec

③ 吸着操作手順

- ・ 非常用ガス処理装置内の活性炭サンプルを取り出し活性炭カートリッジ（No.1～No.5，5枚1組）に密度が均一になるように充填し，試験装置に組み込む。
- ・ 放射性沃素又は放射性沃化メチルを調整し試験装置に組み込む。
- ・ 通気ガス及びキャリアガスを流し，活性炭カートリッジ内の活性炭に放射性沃素，又は放射性沃化メチルを吸着させる。



活性炭サンプル性能試験装置 吸着系フローシート

(2) 計測手順

- ① 試験装置より活性炭カートリッジ (No. 1 ~ No. 5) を取り出す。
- ② 活性炭カートリッジをNo. 1 から順に放射線測定器にかけ放射線量 (cpm) を測定する。
- ③ ②で得られた測定結果を片対数グラフにプロットする。グラフは縦軸に捕集放射線量 (cpm), 横軸に活性炭ベッド厚さ (cm) (活性炭カートリッジNo.) をとる。

(2) 評価の方法

吸着放射線量を活性炭カートリッジNo. 1 から順にグラフにプロットすると直線が得られる。従って、活性炭による放射性沃素及び放射性沃化メチルの厚さ方向距離に対する吸着分布は次の式で表される。

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu l}$$

但し,

I : 長さ方向距離 l cmにおける活性炭に捕集された沃素又は沃化メチルの放射線量 (cpm)

I_0 : $l = 0$ cmにおける放射線量 (cpm)

μ : 除去定数 (cm^{-1})

従って活性炭カートリッジNo. 1の放射線量を I_0 とし, No. 5の放射線量を I とすれば $l = 4$ cmにおける除去定数 μ が算出される。ここで, 除去定数 μ は距離に関係なく一定であるので活性炭ベッド厚さ 5 cm (非常用ガス処理装置に組み込まれている活性炭フィルターの充填厚さ) における放射性沃素及び放射性沃化メチルの除去効率 E は次の式により算出される。

Table 8.2 有機沃素吸着試験の過去の実績データ (2)

種類	項目 実施年月	Lot No.	チャコールフィルターカートリッジの放射線量 (cpm)					最小2乗法による カートリッジNo.1 のカウント数 I_0 (cpm)	除去係数 μ (cm ⁻¹)	除去効率 ϵ (%/5cm)	試験条件	
			カートリッジ No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5				温度 (°C)	相対 温度(°C)
有機 沃 素 B	S.5 0.1 (A, Bに 共通)	5	93766	5966	354	20	3	3.96×10^5	2.82	99.99	50	60
		6	25987	5849	1147	228	42	6.20×10^4	1.61	99.97	50	80
		7	67646	386	3	-	-	7.87×10^5	5.01	99.99	110	5
		8	59167	288	-	-	-	8.48×10^5	5.33	99.99	110	10
	S.5 2.3	32311	12542	4006	1090	310	6.64×10^4	1.17	99.72	50	80	
	S.5 3.6	126	47	23	39	9	1.84×10^2	0.85	98.58			
	S.5 4.7	37489	16586	6467	2238	749	6.81×10^4	0.98	99.27			
	S.5 6.1	11640	5775	2992	2068	798	1.58×10^4	0.64	95.90			
	S.5 7.1 2	15803.5	8123.7	4582	2395	1285.5	2.13×10^4	0.62	95.58			
	S.5 9.4	61812	42553	10255	2010	1210	1.41×10^5	1.09	99.58			
	有機 沃 素 B	S.5 2.3	21110	7836	2511	822	237	4.01×10^4	1.12	99.64	50	80
		S.5 3.6	12492	5245	2089	703	311	2.07×10^4	0.94	99.09		
S.5 4.7		29793	9960	4209	1906	513	4.77×10^4	0.98	99.25			
S.5 6.1		9786	3680	2132	1236	450	1.30×10^4	0.72	97.34			
S.5 7.1 2		15747	12857.5	5532	2331	1680.5	2.51×10^4	0.62	95.46			
S.5 9.4		86300	23340	2735	225	24	3.77×10^5	2.10	99.99			

上記データは全てB.Gを差し引いたカウント数である。

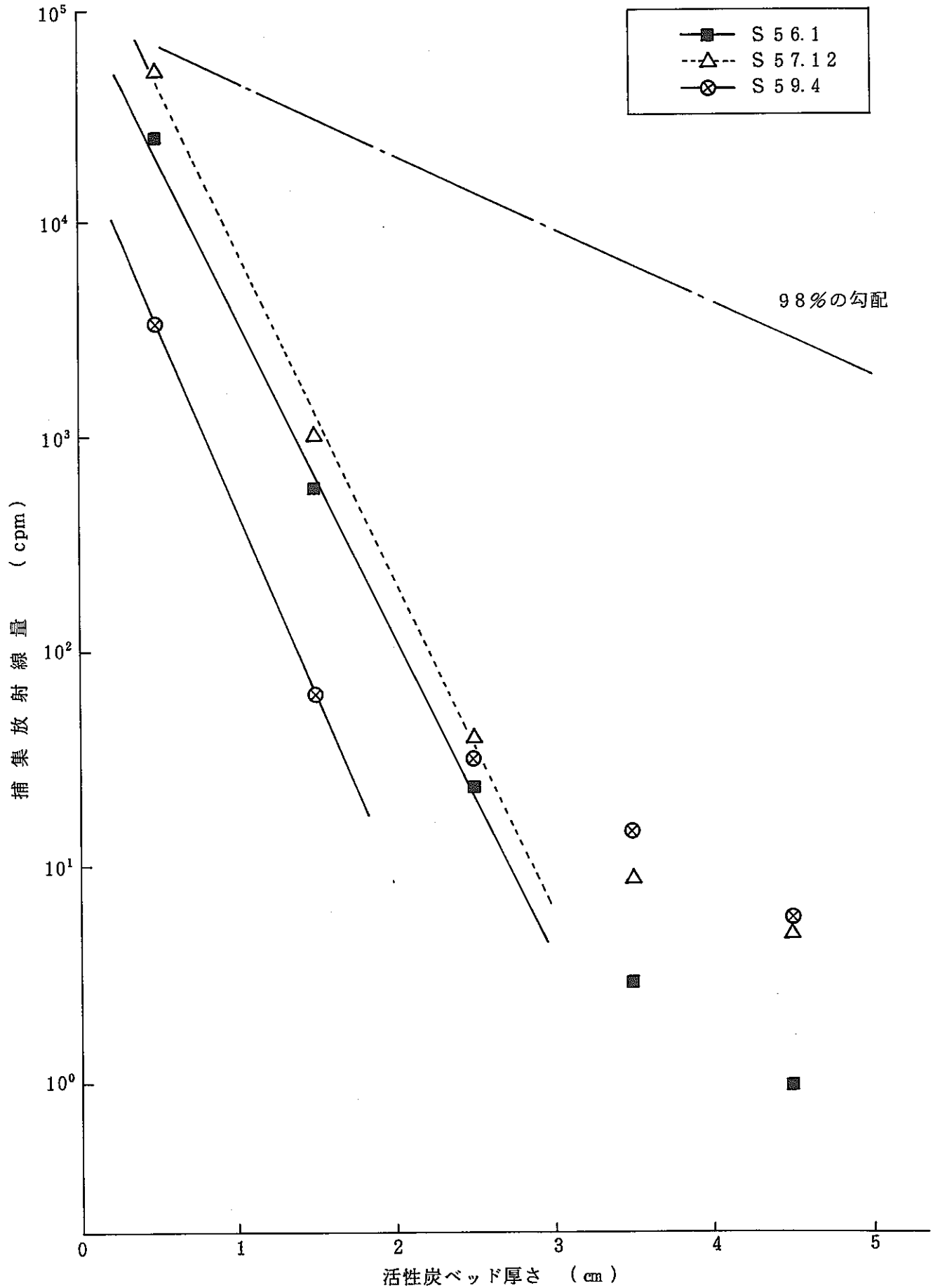


Fig. 8.1 無機沃素吸着試験A系 (S56.1~S59.4) (2/2)

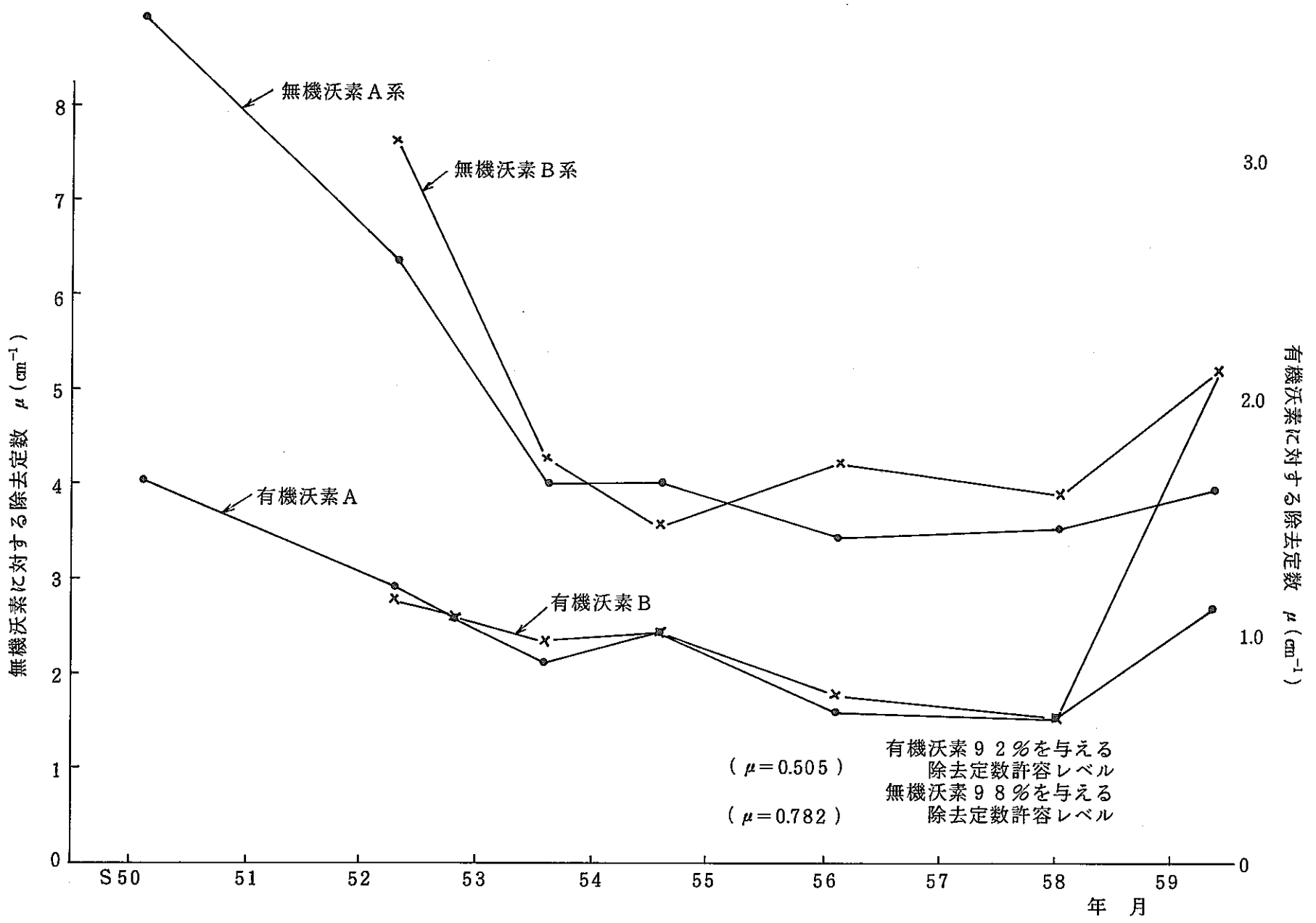


Fig. 8.2 チャコールフィルター除去定数の推移

8.3 燃料洗浄廃液の性状分析

昭和57年1月～昭和58年3月にかけて行われた照射用炉心移行作業（MK-II移行作業）は、約300体以上もの燃料集合体を交換するものであった。このMK-II移行作業によって炉心外へ取り出された使用済燃料集合体は貯蔵のための前処理操作として燃料洗浄設備において蒸気及び水による付着Naの洗浄作業が行われた。300体以上に及んだ燃料集合体に沈着・付着した放射性腐食生成物（Corrosion Product：CP）は洗浄によって洗浄廃液中に移り、更に液体廃棄物として廃液タンク等に移行した。これら廃液中のCPは強い放射線源となり、廃液タンクや配管及び廃液タンク室等の空間線量率の顕著な増大となって現われ、運転及び保守作業上大きな問題となった。

このうち、「常陽」付属建家内においては高レベル廃液タンクの表面線量率が20～30R/hにも達し、これにより廃液タンク廻りの空間線量率も上昇し、当初の目標線量率区分（32mrem/h以下）を大幅に上廻り、運転及び保守作業の実施上極めて大きな困難をもたらした。

このため、高圧ジェット洗浄装置を用いて廃液タンク内面に堆積したCPスラッジの剝離と回収作業を行い、目標線量率以下にまで低減することができた。しかしながら、本作業による総被曝線量は約30マンレムと第3回定検作業に係る全被曝線量の約70%を占めるとともに、大量の高レベル固体廃棄物が発生した。

一方、「常陽」付属建家廃液タンクから移送されたCPを含んだ高レベル廃液は廃棄物処理建家内の受入タンク表面線量率をも上昇させた。このため、高圧ジェット洗浄装置を用いた除染作業によって、当面の線量率低減を果たすことができた。更に、中和及び希釈等の前処理を経て廃棄物処理建家から原研中央処理場へ移送された廃液に含まれるCPは移送配管及び原研中央処理場の機器配管に沈降蓄積し、これらの表面線量率を大幅に上昇させたため、廃棄物処理建家の移送タンクにCP粒子トラップ用フィルタを取り付けるなどの対策を講じたものの、抜本的な解決とはならず現在に至っている。

このように、MK-II移行作業時に炉心外へ持ち出されたCPによって派生した種々の問題を解決するために、発生元に極力近い場所での処理、処分を基本方針とした抜本的かつ総合的なCPの除去と回収のためのシステム設計を開始するとともに、本設計において基礎的なデータを提供する燃料洗浄廃液の性状分析作業に着手した。

8.3.1 試験方法

(1) 対象燃料集合体と運転履歴

「常陽」100MW定格第2サイクル運転終了後の燃料交換作業時に炉外に取り出された燃料及び材料試験集合体とその運転履歴をTable 8.3に示す。今回の分析作業においてはこれらの全ての洗浄廃液（高レベル及び低レベル廃液）を対象とした。

Table 8.3 燃料及び材料試験集合体の運転履歴

Core Address	Name of Assemblies	Burn - up (MWD/T)	Cladding Temperature(°C)	Remarks
4 E 4	PFD003	2.104×10^4	608.5	
2 A 1	PFD008	1.877×10^4	600.9	
3 D 1	PFD026	1.616×10^4	590.8	
1 B 1	PFD051	1.442×10^4	585.1	
5 D 3	PRS010	-	-	SMIR(Structure Materials Irradiation Rig)
7 B 7	PRS040	-	-	Ditto

(2) 試験方法

燃料洗浄廃液の性状分析は、①廃液の性状として、PH, SS(Suspended Solid: 懸濁物質)濃度, 金属濃度, Na量及び放射能濃度, ②CP粒子の性状として、粒径分布(0.45 μm 以上について)、沈降特性及び組成について調査した。

① SS濃度測定試験

(ア) 試験手順

SSを0.45 μm より大きいCP粒子と定義する。従って、本試験には、ポアサイズ0.45 μm のフィルターを用いた。

(イ) 測定項目と測定方法

• PH

電極式のPHメーターを用いてPHを測定した。

• 濾液量

1000mlのメスシリンダーを用いて濾液量を測定した。

• SS濃度

Fig. 8.3に示した濾過器を用いてFig. 8.4に示す手順に従いSS濃度を測定した。

• 放射能測定

線量率計及びゲルマニウム半導体検出器を用いて全放射エネルギーを測定するとともに、これに寄与する核種同定を行った。

② CP粒度測定試験

(ア) 試験手順

CP粒度測定試験の手順をFig. 8.5に示す。本試験は、洗浄廃液に含まれているCP

をボアサイズの異なるフィルターを用いて濾過し、粒径分布を求めることを目的としている。

(イ) 測定項目と測定方法

- PH
 - 濾液量
 - 放射能
 - CP濃度
- } — SS濃度測定試験と同様

Fig. 8.3 に示した濾過器を用い、Fig. 8.4 に示す手順に従い測定した。

③ CP沈降試験

本試験の試験装置をFig. 8.6 に示す。図に示すように沈降管は5つのゾーンに分割されている。

(ア) CP沈降試験手順

Fig. 8.7 にCP沈降試験手順を示す。

(イ) 測定項目と測定方法

濾液量・SS濃度・放射能・PHについて、いずれもSS濃度測定試験の項と同様である。

④ 金属成分及びNa量の測定

(ア) 金属成分の分析

廃液試料の一定量をビーカーに採取し、酸で分解して定容とした後、これより一定量を取り、各分析成分毎に液性を調整して、フレイムレス原子吸光光度計で測定する。

(イ) Na量の分析

廃液試料の一定量を取り、中和滴定法によりNa量を求める。

⑤ 組織観察

0.45 μm フィルタ濾過後のCPスラッジをAGS No.15セルのX線ディフラクトメータを用いて組織観察を行う。

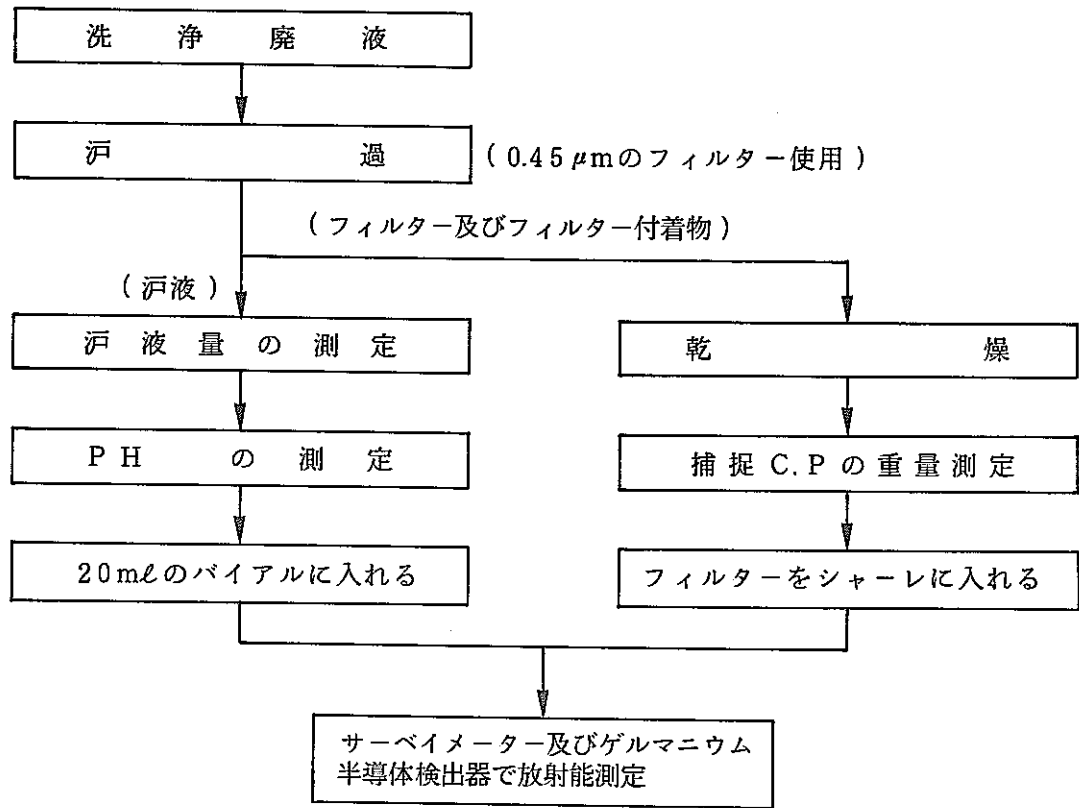


Fig. 8.3 SS濃度測定試験

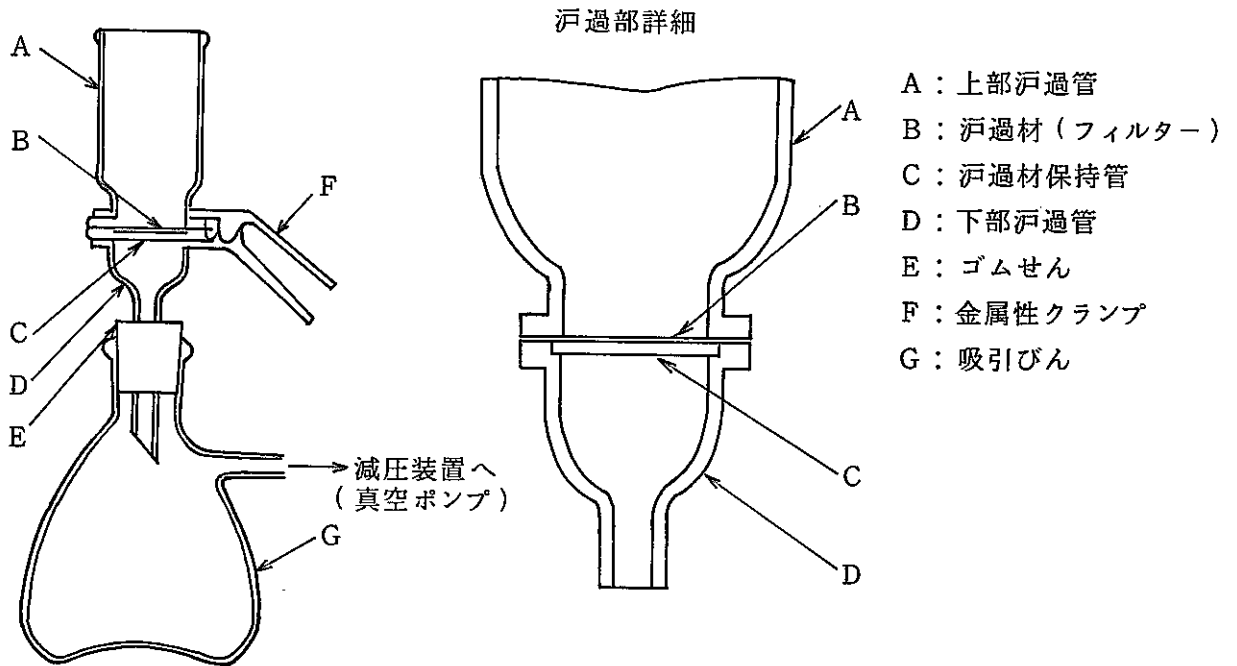


Fig. 8.4 ろ過器の概略図

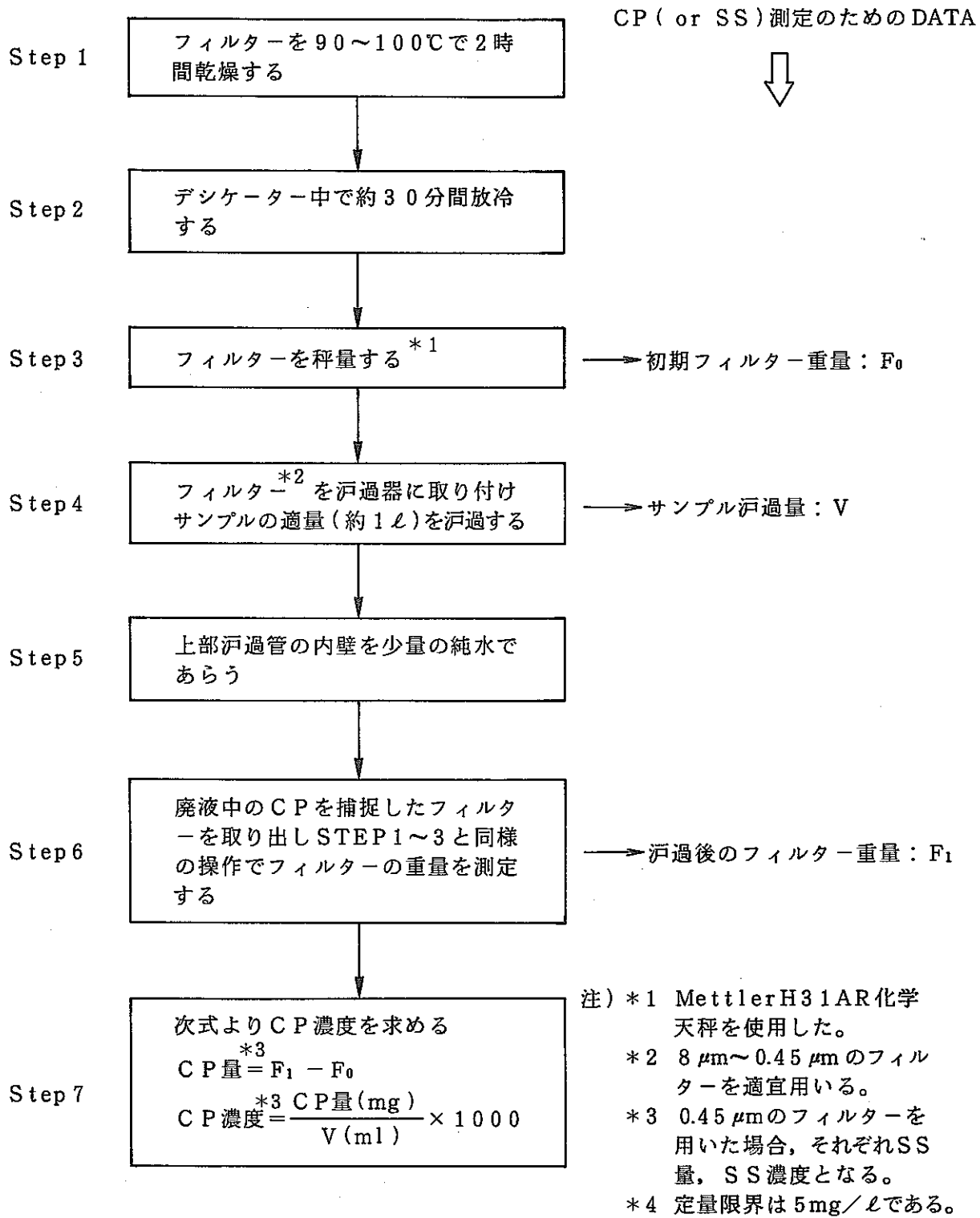


Fig. 8.5 C.P (or SS) 濃度測定手順 (1)

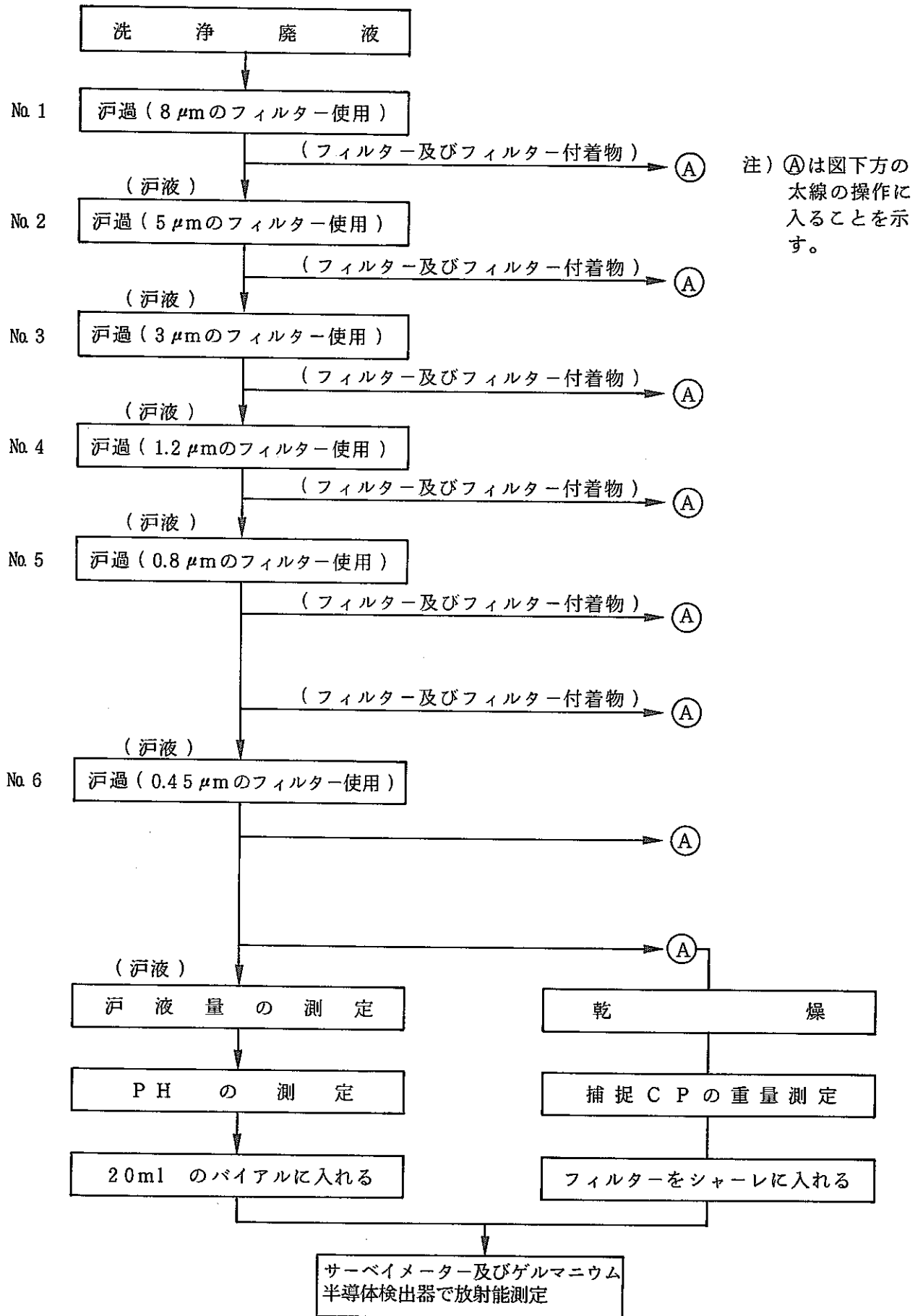
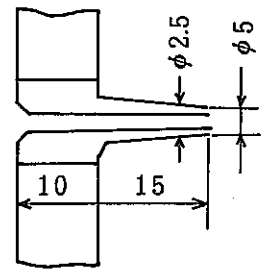
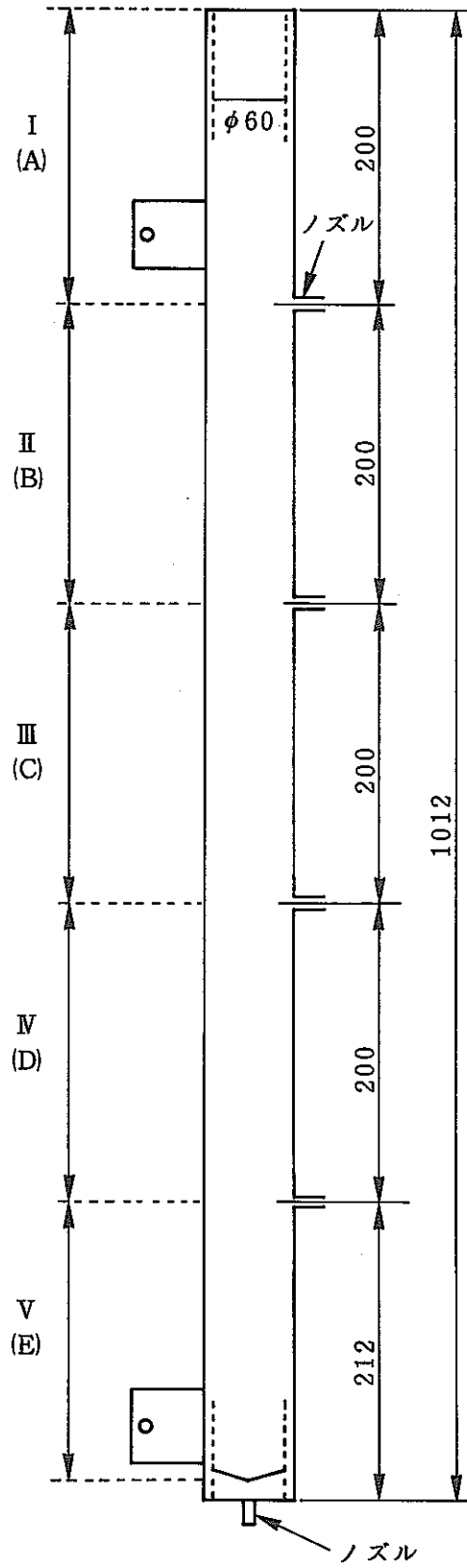
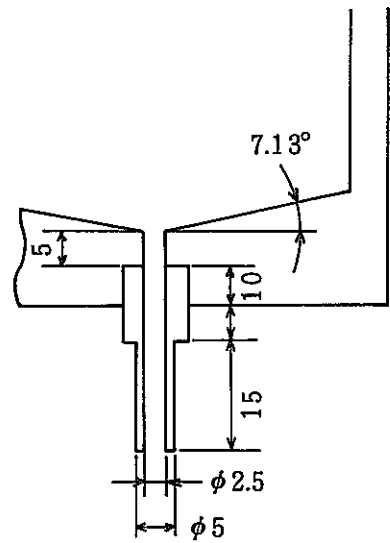


Fig. 8.5 C.P 粒度測定試験手順 (2)



(a) 胴取付ノズル詳細
(4ヶ所)



(b) 底板及び底板取付
ノズル詳細

Fig. 8.6 沈降管概略図

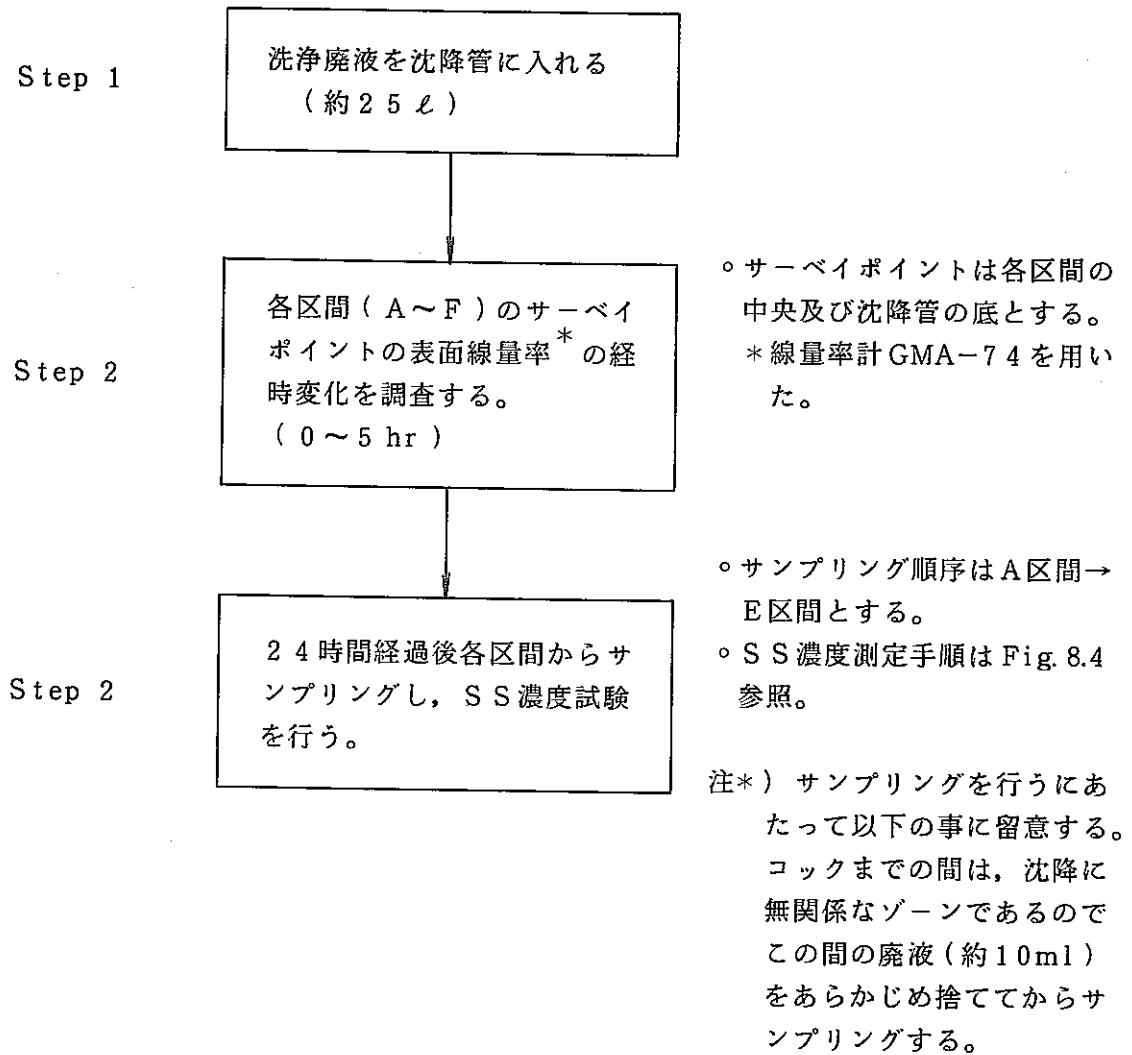


Fig. 8.7 C.P 沈降試験手順

8.3.2 試験結果

燃料洗浄廃液の性状について調査した結果を要約すると次の様になる。

(1) 廃液の性状

① PH

高レベル廃液 11.0～12.4

低レベル廃液 10.2～10.6

② SS濃度

非常に薄く、重量法では測定できなかった。しかしながら成分分析の結果から、0.4mg/l以下と推定される。

③ 放射能濃度

高レベル廃液 SMIR 2.5×10^{-2} $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ 程度

燃料棒 $5.5 \sim 9.1 \times 10^{-3}$ $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ 程度

低レベル廃液 燃料棒 $0.8 \sim 2.3 \times 10^{-3}$ $\mu\text{Ci}/\text{ml}$ 程度

核種としては、Co-60, Co-58, Mn-54, Cr-51が主である。

(2) CP粒子の性状

① 非放射性CP粒子を含む性状

濃度が薄いため一般的な性状は明らかとならなかったが、放射性CP粒子に対し約 10^4 倍に相当する非放射性粒子が存在すると思われる。

② 放射性CP粒子

(ア) 放射能分布

- ・ 8 μm 以上の粒子が60%以上の放射エネルギーを占める。
- ・ 核種別にはCo-60のみが異なった分布を示し8 μm 以上の粒子が90%の放射エネルギーを占める。
- ・ 0.3 μm 以下の粒子またはイオンが約10%程度の放射エネルギーを占め、Co-58, Mn-54, Cr-51に基因するものである。

(イ) 沈降性

Co-60のみが沈降性を示し、他のCo-58, Mn-54, Cr-51は沈降性を示さない。但し、24時間の沈降で沈降管底部(1m長)の全放射エネルギーは約2倍に濃縮される。

(ウ) 濾過性

- ・ 0.4 μm で濾過した場合 10^{-3} $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 程度の放射エネルギー濃度で5～10程度の除染係数を示す。但し、低レベル廃液は20～30程度の値を示す。
- ・ 核種別にはCo-60がやや高い除染係数を示す。

(エ) 粒子径と濃度

放射エネルギーと放射エネルギー濃度より粒子径を推定すると1～6 $\mu\text{m}/\text{cm}^3$ となり、非放射性CP粒

子の $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度の濃度で存在すると推定される。

(3) 燃料燃焼度と放射能量

$1.4 \sim 2.1 \times 10^4$ MWD/Tの燃料燃焼度に対し洗浄廃液中に放出される全放射能は $1.4 \sim 2.0$ mCi/体となる。

得られた情報は、今後の燃料洗浄設備や洗浄廃液処理設備の合理化に大いに効果を発揮するものと期待される。

しかしながら、

- ㊦ PHによるCP粒子の挙動変化（沈降性、濾過性との関係追及のため）
- ㊧ $0.45 \mu\text{m}$ 以下の粒子の放射能分布（最高処理技術の選択のため）
- ㊨ 燃料洗浄設備以外の廃液の性状調査（廃液処理設備の合理化のため）

などについては、今後更に検討を加える必要がある。

8.4 1次主循環ポンプA号機洗浄廃液の性状分析

昭和58年12月に実施した燃料洗浄廃液の性状分析に引続き、第4回定期点検の一環として高速炉を代表する大型機器である1次主循環ポンプA号機の分解点検時に発生したNa 洗浄廃液を対象に、(1)コールドレグを代表するポンプ洗浄廃液（特に放射性腐食生成物：CP）の性状を把握し、ホットレグを代表する燃料洗浄廃液のそれと比較、検討する、(2)大型コンポーネントの除染技術開発に資する、及び(3)“もんじゅ”等の大型炉の廃液処理設備とポンプ洗浄設備の設計に使用する基礎データを得る、ことを目的とした性状分析を実施した。

8.4.1 試験項目

1次主循環ポンプA号機の洗浄廃液の性状分析は、①廃液の性状として、PH、SS（Suspended Solid：懸濁物質）濃度、金属濃度、Na 量及び放射能濃度、②CP粒子の性状として、粒径分布（ $0.45 \mu\text{m}$ 以上について）、沈降特性及び組成（X線回折）について調査した。試験方法は燃料洗浄廃液の場合と同様である。

8.4.2 試験結果

一次主循環ポンプ洗浄廃液の性状について調査した結果を要約すると次の様になる。

(1) 廃液の性状

① PH

蒸気洗浄廃液	13 ~ 14
水 洗浄廃液	8.3

② SS濃度

蒸気洗浄廃液	No.1	151 ~ 838 mg/ℓ
	No.2 ~ 3	測定限界以下
水 洗浄廃液		測定限界以下

③ 放射能濃度

蒸気洗浄廃液 No 1	0.3 ~ 7.5 $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 程度
No 2 ~ 3	0.7 ~ 5.8 $\times 10^{-2}$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 程度
水洗浄廃液	2.1 $\times 10^{-4}$ $\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 程度

核種としてはMn-54, Co-60, Co-58が主なもので洗浄廃液による差は余りみられず, Cr-51が蒸気洗浄廃液No 2 ~ 3で確認された程度である。

(2) CP粒子の性状

① 非放射性CP粒子

蒸気洗浄No 1廃液中の非放射性CP粒子は放射性CP粒子の $10^4 \sim 10^6$ 倍程度存在すると考えられ, 主な成分はFe, Niである。

② 放射性CP粒子

(ア) 放射能分布

- 8 μm 以上の粒子が98%以上を占める。
- 全放射能の大部分がMn-54(85%), Co-60(13%)で占められており, 燃料洗浄廃液の場合と著しく異なっている。
- 0.45 μm 以下の粒子またはイオンの放射能は1.3%と少く, Mn-54が大部分を占める。

(イ) 沈降性

- CP粒子は凝集性を示す。
- 各核種共沈降性を示し, 24時間の沈降で沈降管底部の放射能, SS濃度共約4 ~ 5倍に濃縮される。

(ウ) 粒子径

放出放射能が1 cm^3 中1個の球状粒子で占められると仮定して, CP粒子の粒子径を求めると各核種共6 ~ 42 μm 程度となる。

③ 放出放射能量

洗浄廃液中に放出された放射能量は, 蒸気洗浄 ~ 水洗浄廃液を含めて127.2mCiとなる。

④ 組織

X線回折の結果, 次のことが明らかとなった。

(ア) 試料成分中非結晶成分が多い。

(イ) 結晶質分としては単体の鉄(α 鉄)が含まれていた。

(ウ) α 鉄の他に結晶成分としてFe, Co, Ni, Mn等の酸化物が含まれていると考えられるが, その組成は断定できない。成分として可能性のあるものは CoFe_2O_4 , NiFe_2O_4 , Mo_2N , βNaMnO_2 , NiCrMnO_4 などである。

9. 定期点検時の被曝低減化対策

前述のように、原子炉積算出力の増加に伴って1次冷却系機器・配管の表面線量率は著しく増大する傾向を示している。したがって、格納容器内床下領域での1次冷却系等の点検作業、燃料取扱設備やメンテナンス設備などの点検作業においては被曝低減化対策が極めて重要な課題となってきている。

一般に被曝低減化のための対策としては、線源を除去する、線源との距離をとる、遮蔽を施すことが基本となるが、実際の現場作業においては種々の理由により必ずしも基本通りとはならない。このため、種々の工夫が要求される。

今定検においても第3回定検の経験と結果を踏まえ、積極的な被曝低減対策に取り組んだ。

作業開始に当っては、各作業員が作業の内容、現場の状況及び放射線に関する知識などを十分に把握することが重要であり、これにより作業時間の短縮と無用な被曝を防止することができる。したがって、今回も事前に十分な作業計画を立案するとともに、毎回作業前に放射線状況と作業手順の確認を行い、合理的な作業内容となるよう図った。このような作業内容の十分な打合せと併せ現場作業を模擬したりハーサルを実施した。

1次主循環ポンプの分解点検においては、ポンプの引抜きには専用のキャスクを用いて放射線遮蔽と内部被曝の防止を図った。また、これに先立ち系統内のトリチウム低減のため十分なアルゴンガスの置換を行った。更に分解点検に先立ち、ブラッシングによる物理除去を行うことによって表面線量率を下げ、また分解点検作業時には遠隔モニター方式を採用して被曝の低減を図った。

格納容器内床下での作業においては、作業空間が極めて限られているため、また特定の極めて高い線源が存在するため、被曝低減対策は限定される。作業時間の短縮を図るため事前の十分な計画を立案するとともに高線源周囲での作業の場合には鉛カーテンの遮蔽を施すなどの対策を行った。

燃料取扱設備や廃棄物処理設備の点検においては事前にリハーサルを行うとともに、系統内のガスページや水洗浄などを行い、付着CPの除去を図った。

10. 今後の保守計画

定期点検としては今回行われたものが今後の定期点検の基本になると思われるが、よりプラントの効率と信頼性を増すためにいくつかの改造及び大規模な交換等が計画されている。

10.1 原子炉容器ナトリウム液面計の長尺化

(1) 目的

既設の原子炉容器ナトリウム液面計は、炉容器のナトリウムインベントリを確認するとともに、原子炉スクラム、主ポンプトリップ及び非常用炉心冷却系の起動を行う最も重要なプロセス計装である。この炉容器液面計の測定範囲は、回転プラグに据え付けられているため耐震支持が取れないこと及びプラント過渡時の液面変動範囲の検討が十分でなかったため、基準液面 -35 cm を下限として製作・設置されたが、実際には次のような問題点を有していることが運転経験により判明した。

- 1) 原子炉スクラムとオーバフロー汲み上げ機能の停止が重なった場合、1次主ポンプトリップと系統温度の低下によるナトリウムの体積収縮のために炉容器液面が測定範囲以下となり、炉内ナトリウムの直接監視が行えない。
- 2) 非常用炉心冷却系の起動インターロックをレベル計の下限である -35 cm で行っているが、レベル計の特性により測定範囲の下限付近では測定精度が低いため自動起動しない場合がある。
- 3) 自然循環のプラント状態では、炉内のナトリウムレベルが監視できなくなり、更にナトリウム漏洩や電喪事故が重なった場合情報の不足が心理的に運転員に与える影響が大きく誤判断を生む原因となる。

本改造はこのような問題を解決するため、3本ある炉容器液面計のうち1本を長尺化するものである。

(2) 主要目

- 1) 型式 連続式ナトリウムレベル計
- 2) 計測点 原子炉容器1チャンネル
- 3) 測定範囲 $+350\sim-1600\text{ mm}$ (GL-5750~GL-7700)
- 4) 主要材質 SUS304その他

(3) 長尺液面計の特徴

長尺液面計は(1)で述べた諸問題を解決するとともに次のような特徴を有している。

- 1) 液面計の上下方向に10点の熱電対を内蔵させ、サーマルストラフィケーションなどの炉内ナトリウムの温度情報が得られる。
- 2) 定点の校正点を2点有し、長尺による精度の低下を防いでいる。

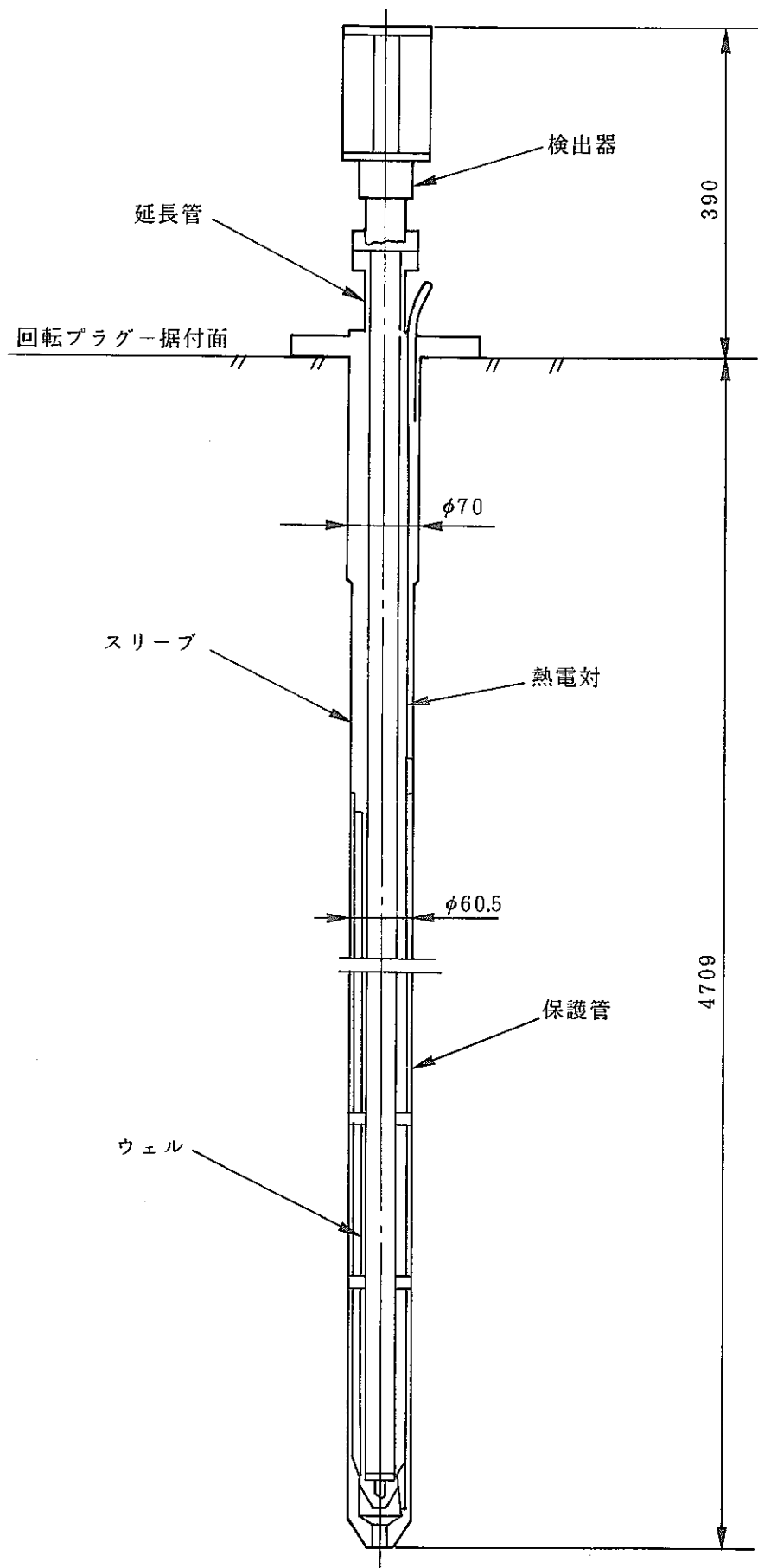


Fig. 10.1 原子炉容器ナトリウム液面計 構造図

10.2 無停電電源設備の蓄電池交換

(1) 目的

無停電電源設備系統は原子炉保護系等瞬時の停電も許されない系統でありそれだけに高い信頼性が要求される。

現在この設備の蓄電池は陽極柱周囲のコンパウンドの亀裂，陽極柱のはく離及び陽極柱のナットの割れ等蓄電池の末期にみられる不具合が発生してきており，その都度応急的な処置を講じながら機能維持を図っている。

従って系統の信頼性を向上させるために蓄電池の交換を計画的に行う必要がある。

(2) 交換計画

蓄電池の更新に係る工事は設備の停止を伴うため，定期検査期間中に行う必要がある。交換計画を次に示す。

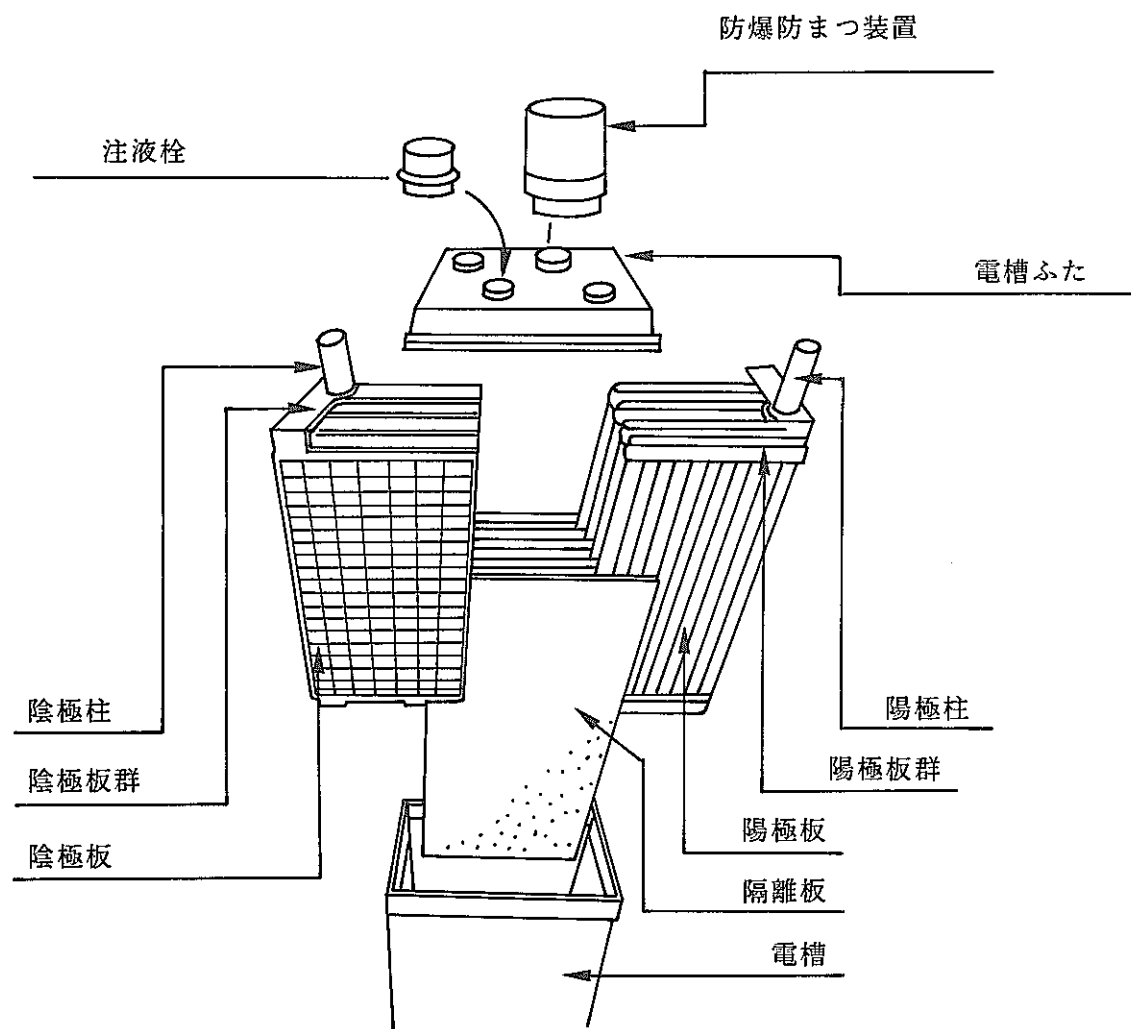
期	定期検査	更新対象蓄電池設備	
1	第4回	交流系	5C
2	第5回		5D
3	第6回	直流系	7C
4	第7回		7D

今回の定期検査で5Cの更新作業が終了し，今後逐次交換を行っていく。

(3) 蓄電池概要

蓄電池	鉛蓄電池
形式	JIS CS-800
容量	800Ah/10hr
浮動充電電圧	228V
均等充電電圧	249V
完全充電時電解液比重	1.215±0.01/20℃
最高許容電解液比重	45℃
電解液量	15.5ℓ/セル

尚，更新する蓄電池は極柱封口部に鉛ブッシングを使用したものを採用し，局柱局部腐食が発生しにくいものを設置する。



- 仕 様
1. 名 称, ベント形クラッド式蓄電池
 2. 形 式, CS-800形
 3. 容 量, 800Ah/10HR
 4. 公称電圧, 2V
 5. 数 量, 106セル
 6. 重 量, 63kg/セル

Fig. 10.2 新蓄電池概略図

10.3 ロジック盤の改造

(1) 目的

1983年米国のセーラム1号機において原子炉トリップ信号が発生したにもかかわらずトリップ遮断器の動作不良により原子炉スクラムに至らないという事故が発生した。この事故発生後、常陽でもスクラム回路が重要視され、制御棒をスクラムさせる最終段のリレーの点検が運転中でも行えるように改造された。しかしながら現状ではスクラム回路のリレーの点検は行えるが、その入力となるロジック盤の最終段のリレーの点検が行えない。従って現在あるロジック盤の運転中点検回路にロジック盤の最終段のリレーの点検機能も有するように改造を行う。

(2) 改造の概要

1) 現有のロジック盤での運転中点検ではFig.9.3に示すようにトリップ出力接触器の前段で回路をオープンにして点検を行うため、トリップ出力接触器SLAXの点検が行えない。従ってFig.9.4に示すようにSLAXをバイパスする回路を設け、この回路を点検中に閉にすることによりトリップ出力接触器SLAXの運転中点検が行えるように改造する。

2) 点検方式の変更

現有トリップ論理回路の点検方式によりトリップ出力接触器の点検を行うと、トリップ出力接触器はアイソレーションで15回、スクラムで29回、制御棒一斎挿入で24回、計68回トリップ出力接触器の開閉を行うことになる。従って改造回路では点検をトリップ論理回路とトリップ出力接触器点検とに分け、各保護系信号の最後の1回だけトリップ出力接触器の点検を行うように改造する。

10.4 制御棒下部案内管の交換

(1) 目的

MK-I調整棒用の下部案内管はMK-IIになり交換が行われたが、このMK-II用の下部案内管のパッド部とパイプ材との溶接部の健全性評価を行ったところ次のような結果を得た。

- ① 第2サイクルまでは十分健全である。
- ② 第4サイクルから破損の可能性が生ずる。
- ③ 第6サイクルでの破損確率は大きい、パッドが脱落する可能性は小さい。
- ④ 第20サイクル程度まで照射すると、まちがいなくパッドは脱落する。

この結果は直観的な解析法によるもので、スウェリング式照射条件等による不明確性を有しているがこの結果が出てきた原因は、Fig.9.5に示すようにパッド部にステライトが肉盛されており、このためにスペーサパッド部がアニール化され、このアニール材とパイプの冷間加工材とのスウェリング率の違いから溶接部に応力が発生するためである。

従って次回の定検時にこの下部案内管の交換を行う必要がある。

—229—

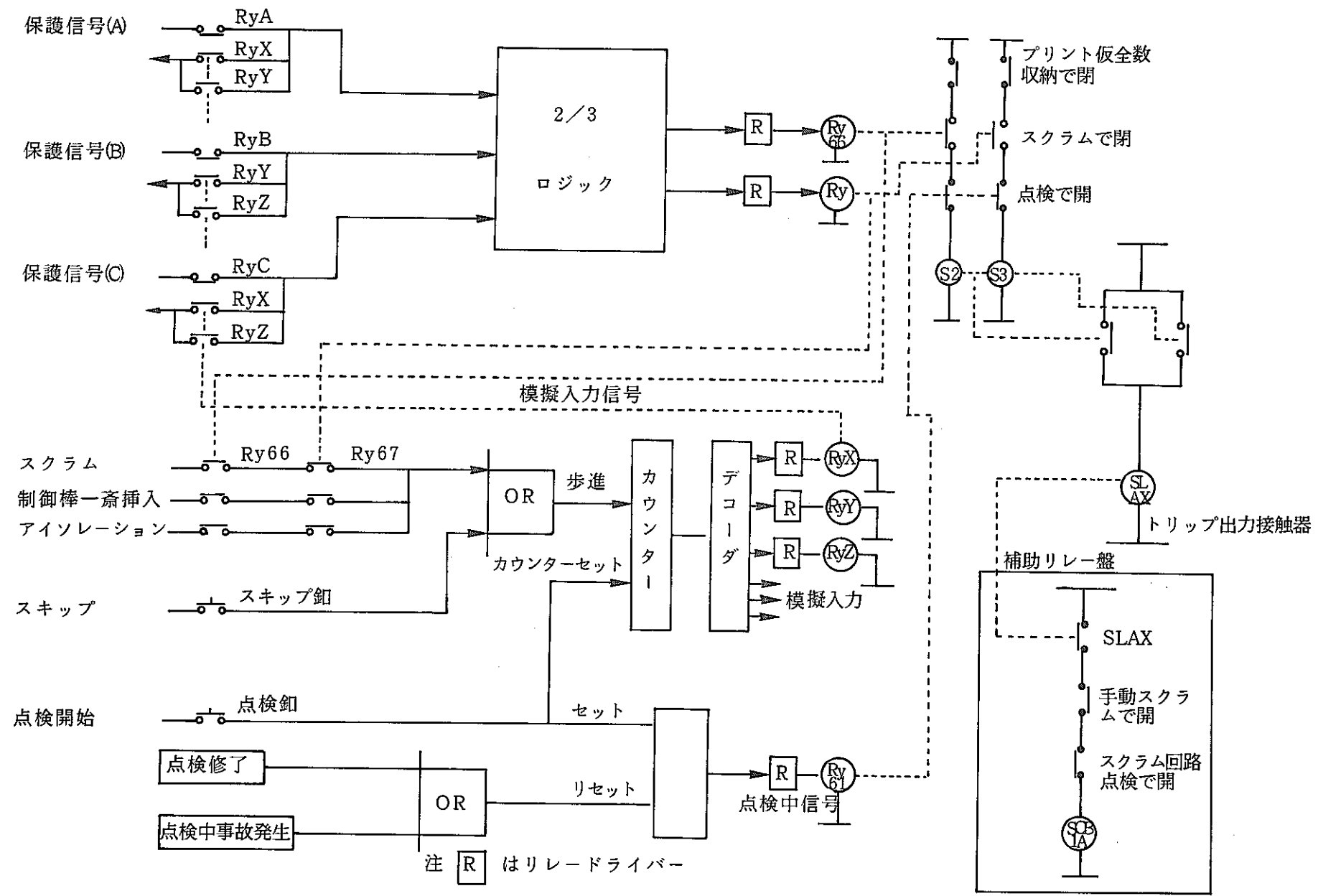


Fig. 103 ロジック内部回路の概略図

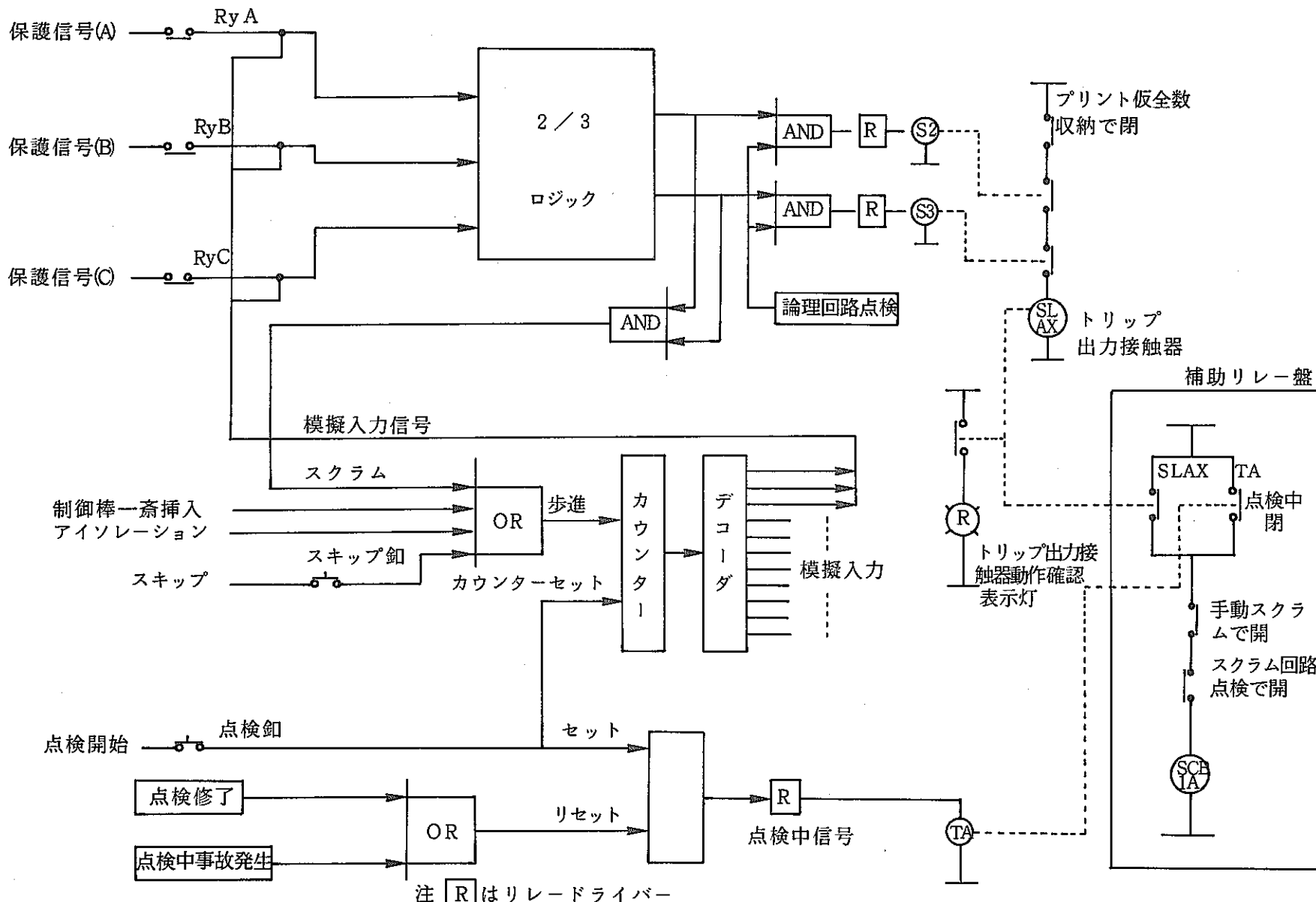


Fig. 10.4 改造ロジック内部回路の概略図

(2) 下部案内管概要

交換する下部案内管は、スペーサパッド部の肉盛りを機械加工で行ったもので、その上に硬質のクロムメッキを施したものである。従ってパッド材もパイプ材も冷間加工材であり、照射によるスウェリングの差がなく、溶接部に発生する応力が低減出来る。

10.5 セシウムトラップの設置計画

(1) 目的

高速炉において1次系冷却機器の保守・点検・修理作業の際問題となる放射線は、放射線腐食生成物のほか炉心燃料被覆管が損傷したときに冷却材中に漏れ出す核分裂生成物を考えておかなければならない。その中でも比較的生成率が大きく長半減期のセシウム137は漏れ出し量が微量であっても原子炉の運転と共に蓄積されるので特に重要な核種である。一般にセシウムはナトリウム中に易溶性であるため一次系全域に汚染が拡大しやすく、放射性セシウムをナトリウム中から効果的に捕獲・除去することは大変重要である。また現在計画されている燃料破損試験により放射性セシウムが一次系に放出されることが予想されるため、被曝低減化推進の上から、放射性セシウムを1次系ナトリウム中から有効に捕獲・除去するセシウムトラップを設置する必要がある。

(2) セシウムトラップ概要

セシウムトラップに使用するトラップ材はEBR-IIで実績のある多孔質のガラス網目状カーボン(Reticulated Vitreous Carbon: RVC)を使用する。

形 式	網目状ガラス質カーボン充填吸着式
設計温度	300℃/250℃(内圧作用時/外圧作用時)
設計圧力	5 kg/cm ² G / 1 kg/cm ² G(内圧作用時/外圧作用時)
通常使用温度	150~200℃
運転流量	0~10 t/h
許容圧力損失	1.0 kg/cm ² G以下(於10 t/h)
概略寸法	約0.8 mφ × 1.2 m h(含遮蔽体)
耐震クラス	B
予熱方式	電気ヒータ予熱
遮蔽体	主要材質 鉛 遮蔽厚さ約100 mm

RVCの充填材の量は4.5 kgとし、セシウムの捕獲量は200 Ciを目標としている。Fig. 9.6にセシウムトラップの構造図を示す。

(3) セシウムトラップの設置

セシウムトラップの設置は、1次純化系のコールドトラップエコノマイザとコールドトラッ

プ入口の間に設け、本体をR-203に設置することにより検討した結果、既設の設備の変更を行わずに所定の性能が得られる見通がたった。Fig.9.7に系統図を示す。

尚、厚さ100mmの鉛の遮蔽体を設置することにより遮蔽体外表面の線量率は、一般部で8mrem/hr以下になる見通しがたった。

10.6 燃料洗浄廃液処理装置の改造

(1) 目的

使用済の燃料を洗浄した後の廃液は、原子炉附属建家に設置されている高レベルタンクに流入し貯留された後、廃棄物処理建家に設置されている廃液タンクに送られる。ここで廃液はpH調整、放射能濃度調整が行われ、その後原研の廃棄物処理設備に移送されここで処理が行われる。この使用済燃料の洗浄に伴って燃料の表面に付着した高放射性の腐食生成物が排出され、これが附属建家の高レベルタンクの底部に沈澱し、廻りの空間線量率を上昇させる原因となっている。またこのCPが配管内に付着し、ストレーナ等の閉塞現象が度々発生し、ストレーナ交換時の被曝が問題となっている。従ってこれらの問題を解決するためにCPを捕獲するフィルターやCPがタンク内に沈澱しない構造の廃液タンクを設置する必要がある。

(2) 改造概要

洗浄槽から放出される廃液中にはCPが含まれているためカートリッジフィルターにより除去する配管系を設置する。また、高レベルタンクは従来のもので横置のタンクであるためCPが底部に沈澱しやすいのでたて型のホッパータイプのものを新たに設置し、タンク内にCPが沈澱しないようにする。

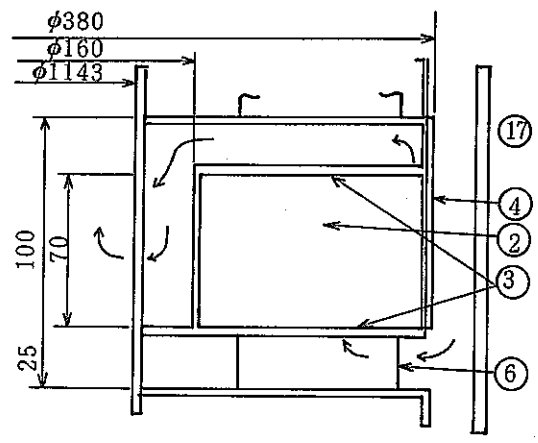
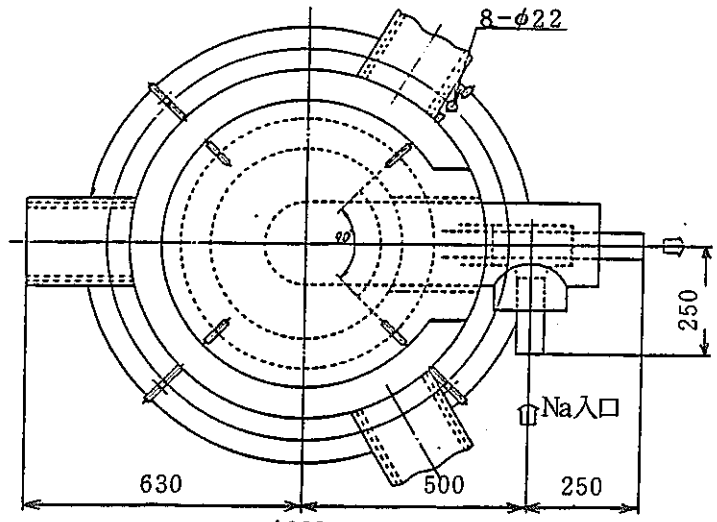
10.7 微小Na漏洩検出器の設置

(1) 目的

現在の1次主冷却系及び1次補助冷却系のナトリウム漏洩検出器は2重管の外管内部に接触式漏洩検出器が取り付けられており、電極が漏洩ナトリウムにより短絡されることにより検出する方式が用いられている。この検出器はその検出原理からいって中あるいは大漏洩の検出には向いているが微小な漏洩を検出することは困難である。しかしながら漏洩のメカニズムは一挙に漏出するものではなく、初期には極く微量のNa漏洩があり、次第に大規模な漏洩に移行していくと考えられるので、初期の段階で微量のNa漏洩を検知することは、プラントの異常監視及び早期のメンテナンスの対応等プラントの安全保持の上で極めて重要である。従って比較的小規模な漏洩検出を目的とした微小Na漏洩検出器を設置する必要がある。

(2) 設備概要

微小Na漏洩検出器は二重配管中のガスをガスサンプリングポンプでサンプリングし、エアロゾルとなった漏洩ナトリウムをナトリウムイオン化検出器(SID)と捕集フィルタ前後の



A部詳細図
 (E-3)

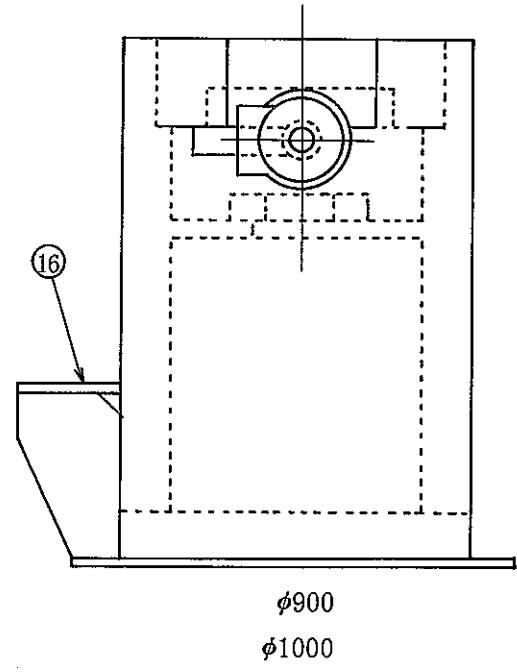
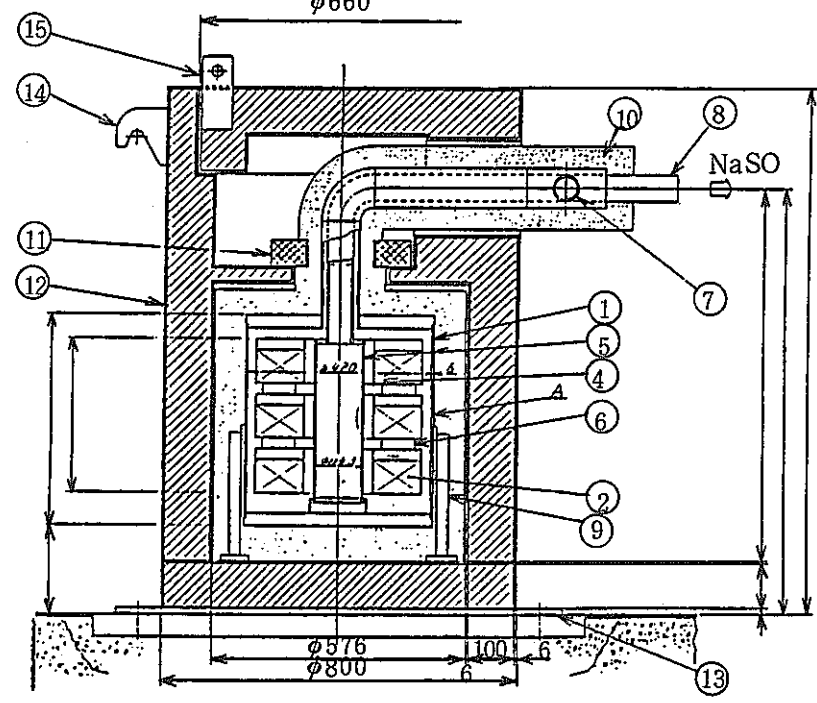


Fig. 10.6 セシウムトラップ構造図

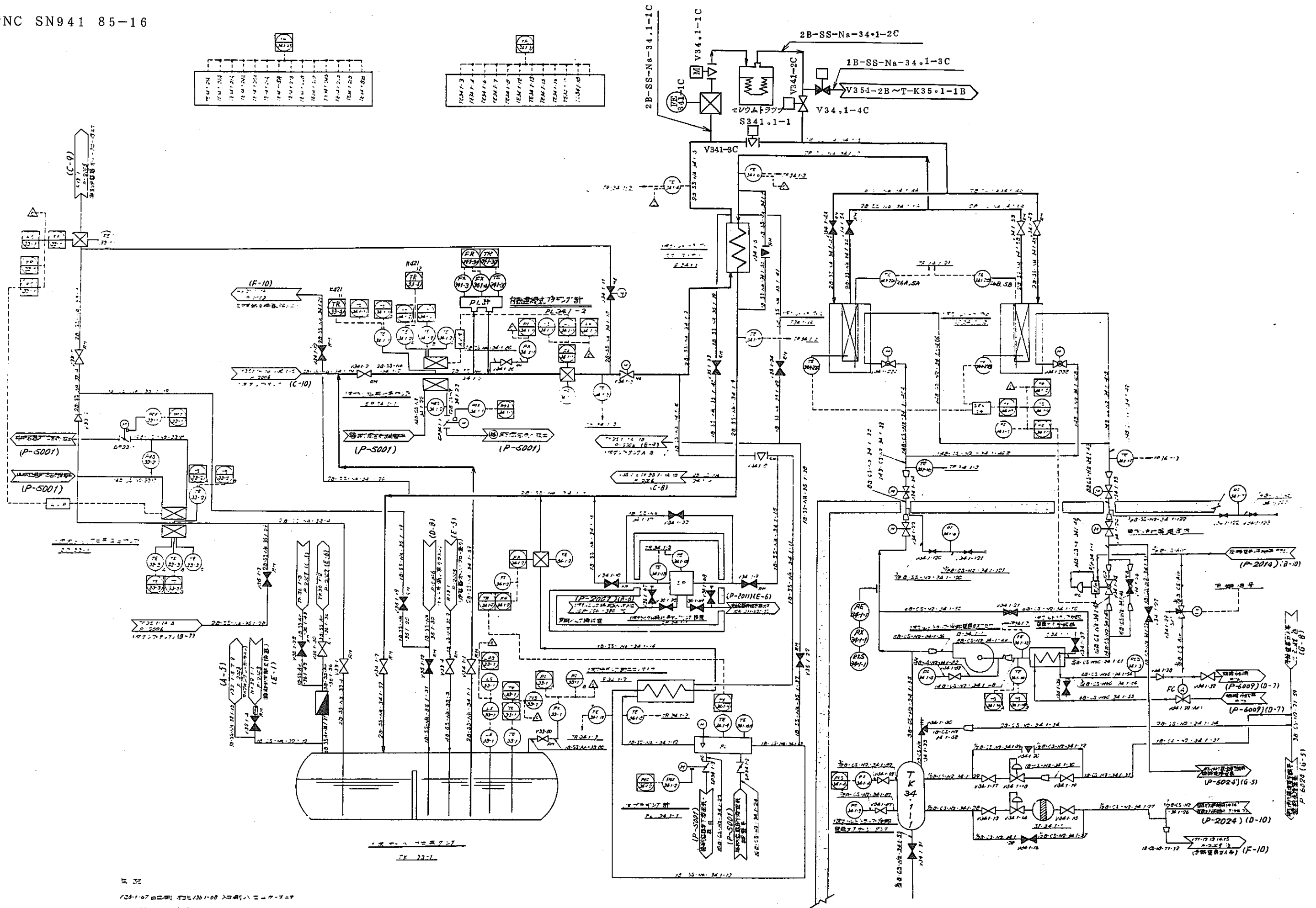


Fig. 10.7 セシウムトラップまわり系統図

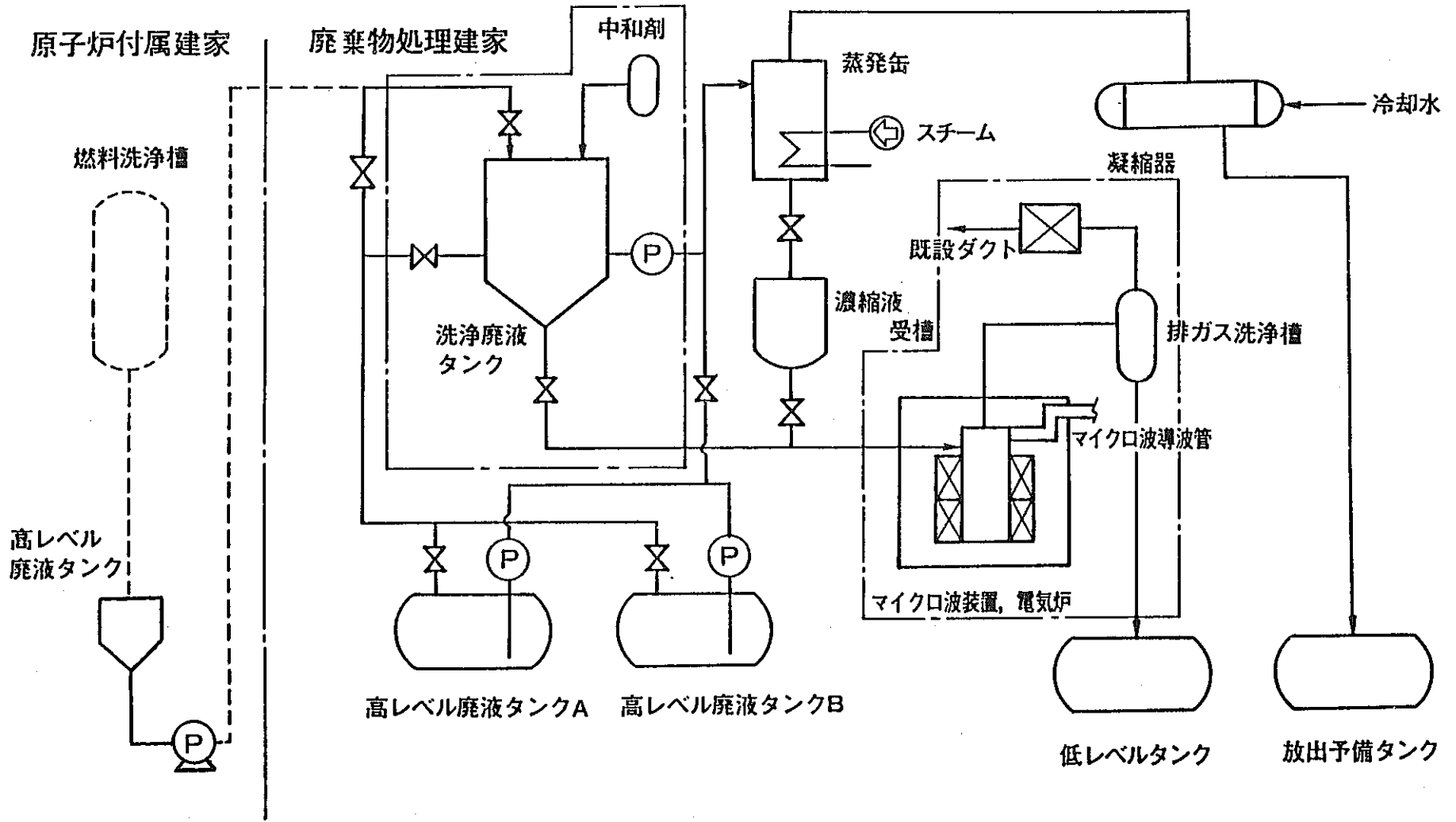


Fig. 10.8 改造後の洗浄廃液処理装置

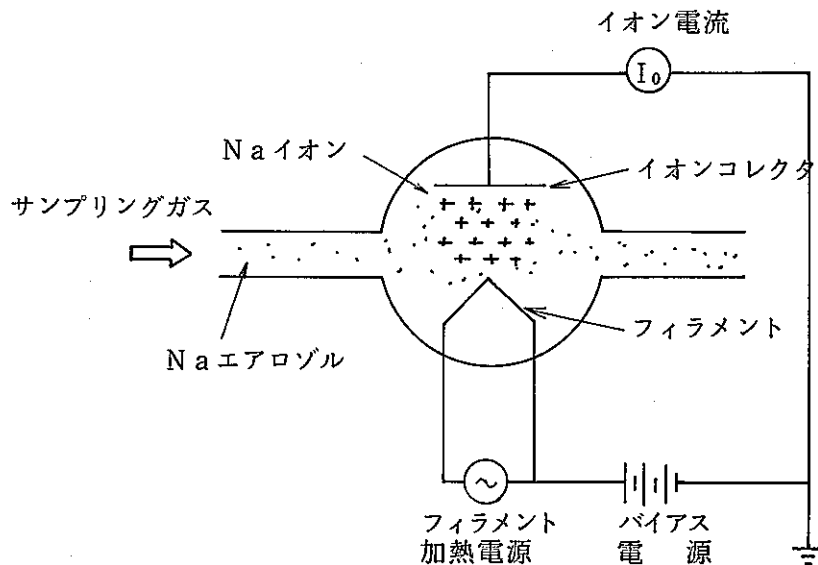
差圧検出器 (DPD) で検出するものである。

システム構成を Fig. に示す。

サンプルガスは V 7 1 - 4 1 を通して S I D に導かれ系統に戻される。Na の漏洩が検知されたならば、V 7 1 - 6 A ~ 4 7 B の弁を切り換えて漏洩の位置を特定する。

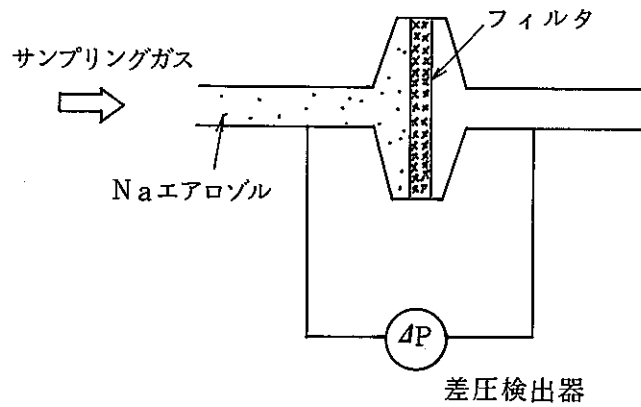
(3) 動作原理

S I D はセンサの中心部に白金のフィラメントがあり、約 1000℃ に加熱されかつ 400 ~ 800 V の高電圧が印加されている。フィラメントの周囲にはコレクタ電極があり、接地電位に保たれている。従って Na エアロゾルがフィラメントに衝突し、フィラメントから熱エネルギーを得て熱的に正のイオンにイオン化すると負電位のコレクタに捕集されイオン電流として検出される。



S I D 原理説明図

DPD は検出器内に Na エアロゾル検出に最適なセルローストリアセテートのフィルタが設置されており、フィルタにエアロゾルが流れて来るとフィルタで捕集されフィルタに目詰りを生じフィルタの流路抵抗が増加して差圧が上昇するのを差圧検出器で測定し出力信号とするものである。



DPD 原理説明図

10.8 予防保全システムの設置

異常故障データを始めとする膨大な量の情報の取り扱いを迅速にし、保守データの一層有効な利用を図るため、コンピュータを使用した予防保全システムの製作を行う。このシステムは次の3つのサブシステムにより構成されている。

(1) データバンキングサブシステム

設備・機器の仕様、運転履歴、保守履歴、故障データ等をバンキングし、機器カルテの編集、異常故障の統計解析、信頼性評価などを行う。

(2) 予知保全サブシステム

雑音、音響、振動等の信号を演算処理して統計的特徴を抽出し、その変化から異常を検知する。また診断対象とする機器の入出力信号関係について、動特性モデルを参照して異常を検知する。さらに知識工学に基づくエキスパートシステムを用いて異常の判定を行う。

(3) 保守管理システム

点検計画、点検基準、工程表などを記憶し、点検作業の実施時期の指示、点検保守作業を必要とする機器のリストアップなど日常の保守業務に必要な情報検索を行う。

本システムの概要をFig. 10.10に示す。

本システムでは知識工学の導入に大きな特徴がある。プラントの運転保守を実施していく中で異常現象が発見された場合、運転員・保守員はプラントに関する知識及び過去の経験を材料としてその異常現象の原因や影響さらにそれに対する処置を推論し決定する。そこでこのようなプラントに関する知識及び過去の豊富な経験を有するいわゆるエキスパートを計算機内で構築し、プラントで発見された異常事象をオフラインで、プロセス量をオンラインで導入し、これらのデータを用いて原因、影響、処置を推論させる「エキスパートシステム」の製作を行う。

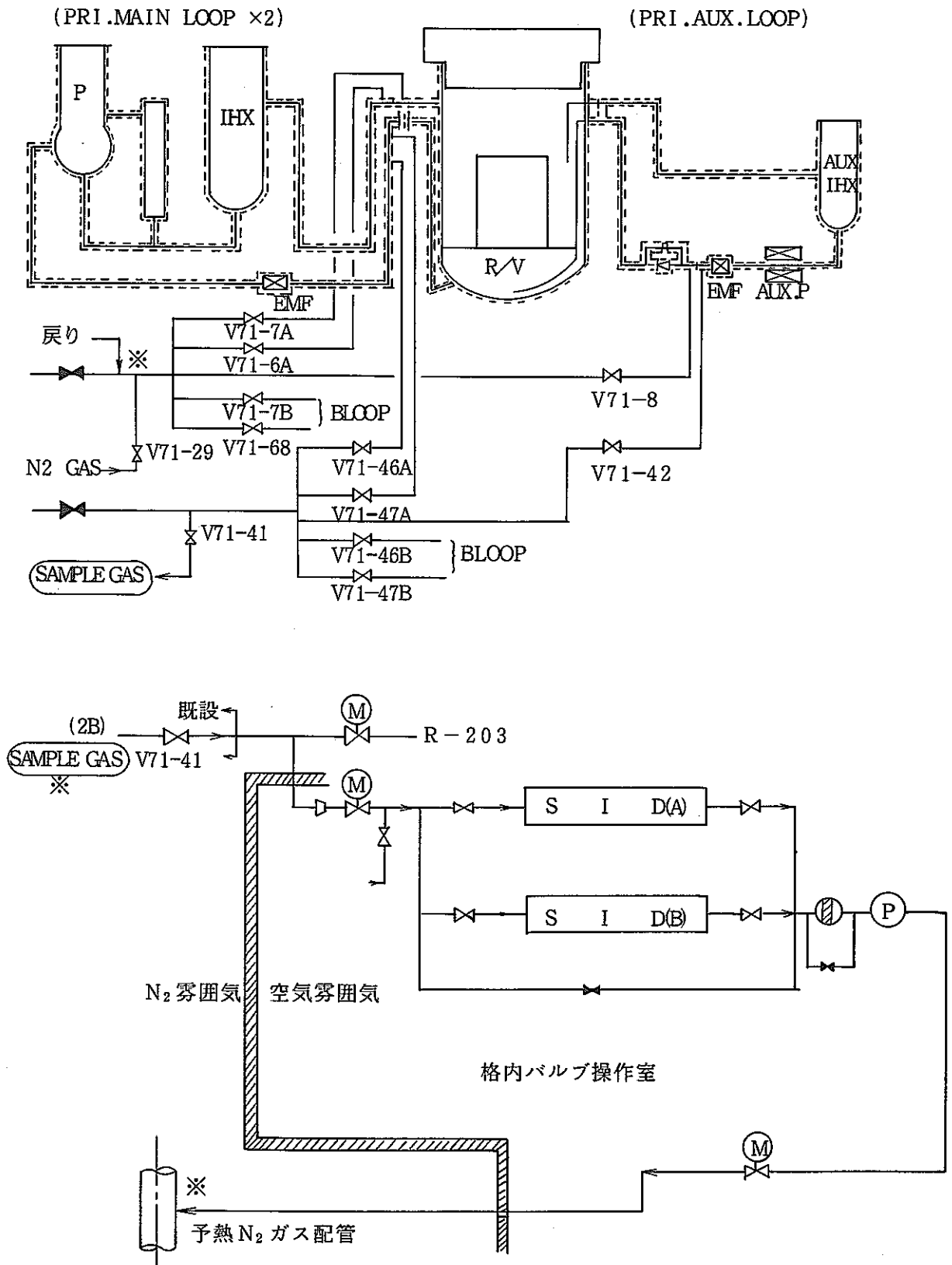
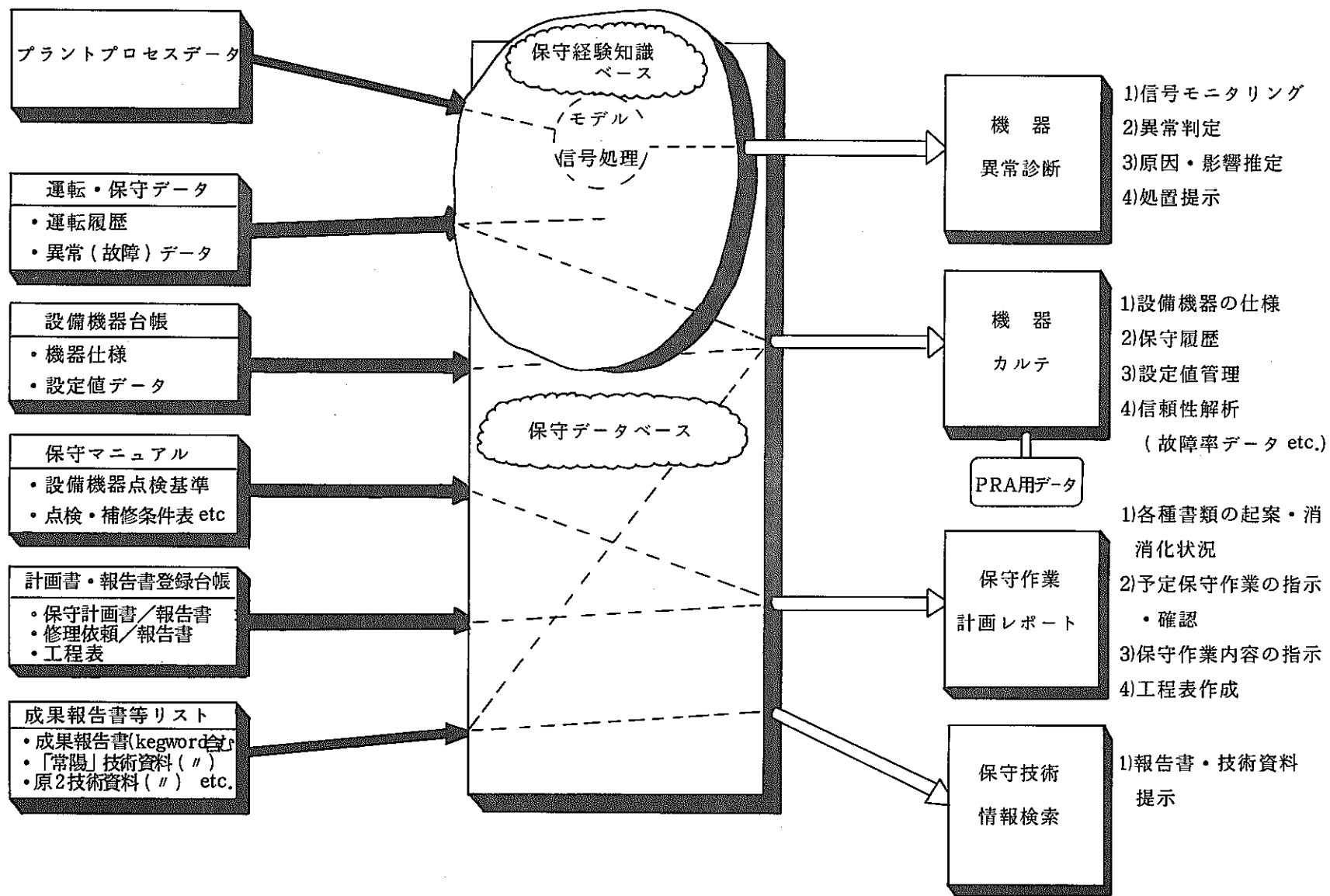


Fig. 10.9 S I D のシステム構成



-240-

Fig. 10.10 予防保全システム機能概要
(知識ベースの位置づけ)

1 1. 結 言

原子炉施設の安全な運転を維持するために実施した第4回定期点検作業は当初の予定通りに順調に消化され、最終的には昭和59年4月28日に合格証の交付を受けて無事全作業を終了することができた。

この間、1次主循環ポンプA号機の分解点検に代表されるように、放射化Naと腐食生成物(CP)環境下での高速炉における多くの保守経験を得ることができた。これらの経験は常陽は勿論、もんじゅ以降の大型炉における設計及び保守の有り方に大きく寄与するものと考えられる。

1 2. 謝 辞

第4回定期点検の実施に当っては原子炉第1課の運転直を初めとして、部内各位の協力を得た。ここに感謝の意を表する。