PNC TN2410 96-005

社内資料

資料センター

分類コード		
	第1	03
	第2	09
	第3	01
	第4	
ファイルNo.		1615

本資料は 00年 3月 24日付けで登録区分、
変更する。
[技術情報室]

高速増殖原型炉「もんじゅ」

燃料取扱貯蔵設備の運転・保守経験(1)

報告書

〔総合機能試験完了後から平成8年3月まで〕

平成8年3月

動力炉・核燃料開発事業団

高速増殖炉もんじゅ建設所

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)

この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついては複写、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒919 —12　福井県敦賀市白木２丁目１

動力炉・核燃料開発事業団

高速増殖炉もんじゅ建設所　技術課

PNC TN 2410 96-005

登録区分
00.3.24
変更表示

社内資料
PNC TN2410 96-005
1996年3月

高速増殖原型炉もんじゅ

燃料取扱貯蔵設備の運転・保守経験(1)

高速増殖炉もんじゅ建設所
プラント第一課・第二課燃取グループ

要　旨

「もんじゅ」の燃料取扱貯蔵設備は、平成3年4月に据付を完了した後、5月から総合機能試験を開始し平成4年8月に終了した。平成4年12月に設備移管を受け性能試験に入った。燃料装荷試験においては炉心燃料198体の炉内への移送、炉心への装荷を燃料取扱設備により行った。この間大きなトラブルもなく、円滑に運転が行われ平成6年4月5日　168体で初臨界を達成した。燃料装荷以降も出力分布試験、模擬体洗浄処理運転を実施しており、平成4年から毎年設備点検を実施して設備の健全性維持に努めている。

本報告書は総合機能試験完了以降の燃料取扱設備の運転及び保守についてまとめたもので、この間に経験したトピックスを記載するとともに設備の信頼性向上に向けた今後の検討事項についても述べたものである。

PNC TN 2410 96-005

登録区分
00.3.24
変更表示

報　告　者

長広　義彦　：プラント第二課

廣部　岩男　：プラント第二課

山田多圭士　：プラント第二課

内藤　栄一　：プラント第一課

小幡　宏幸　：プラント第二課

浜野　知治　：プラント第二課

高木　剛彦　：プラント第一課

皆藤　泰昭　：プラント第二課

今村　弘章　：プラント第二課

甲高　義則　：現　東海事業所再処理工場処理部化学処理第一課

井関　淳　　：現　本社総務部訴訟対策室

大場　俊雄　：現　本社総務部訴訟対策室

池田　博嗣　：現　日本原子力発電株式会社

PNC TN 2410 96-005

登録区分
00.3.24
変更表示

OFFICIAL USE ONLY
PNC TN2410 96-005
March, 1996

Operation and Maintenance Experience on the Fuel Handling Systems and Storage Facilities of 'MONJU' (1)

Monju Construction Office
Operation Section & Maintenance Section
of Fuel Handling Group

ABSTRACT

Construction of the 'Monju' fuel handling systems wes completed in April, 1992. From March 1991 to August 1992, pre-commissioning tests were carried out. In December 1992, all all the systems of Monju were transfered to PNC, and commissioning tests and reactor physics tests, were started. For the first time, during these physics tests, the fuel handling systems were operated for one of the commissioning tests 'Loading to Criticality', without significant problems. 168 fuel sub-assemblies were loaded into the core and the first criticality was achieved on 5th April 1994.

The fuel handling systems continued in operation for the 'Loading to Full Size of the Core', power distribution test and for cleaning discharged dummy sub-assemblies.

To keep these fuel handling systems working somothly and satisfactorily annual maintenance has been carried out since 1992. This paper describes the operation and maintenance experience of fuel handling systems after the pre-commissioning tests and future study items for system reliability improvement.

PNC TN 2410 96-005

登録区分
00.3.24
変更表示

目　次

1．はじめに …… 1

2．燃料取扱貯蔵設備の概要 …… 3

2．1　しゃへいプラグ …… 18

2．2　燃料交換設備 …… 30

2．3　燃料出入設備 …… 44

2．4　炉外燃料貯蔵設備 …… 59

2．5　燃料検査設備 …… 70

2．6　燃料洗浄設備 …… 72

2．7　燃料缶詰設備 …… 75

2．8　水中燃料貯蔵設備 …… 80

2．9　新燃料受入貯蔵設備 …… 86

2．10　燃料搬出設備 …… 91

2．11　燃取系計算機システム …… 93

2．12　共通保修設備 …… 99

2．13　固体廃棄物貯蔵プール設備 …… 103

2．14　その他関連設備 …… 105

3．燃料取扱貯蔵設備の運転・保守経験 …… 106

3．1　しゃへいプラグ …… 109

3.1.1 しゃへいプラグの運転実績 …… 109

3.1.2 しゃへいプラグの保守実績 …… 111

3.1.3 しゃへいプラグの運転、保守における特記事項 …… 111

3．2　燃料交換設備 …… 123
3.2.1 燃料交換設備の運転実績 …… 123
3.2.2 燃料交換設備の保守実績 …… 123
3.2.3 燃料交換設備の運転、保守における特記事項 …… 124

3．3　燃料出入設備 …… 147
3.3.1 燃料出入設備の運転実績 …… 147
3.3.2 燃料出入設備の保守実績 …… 147
3.3.3 燃料出入設備の運転、保守における特記事項 …… 148

3．4　炉外燃料貯蔵設備 …… 179
3.4.1 炉外燃料貯蔵設備の運転実績 …… 179
3.4.2 炉外燃料貯蔵設備の保守実績 …… 179
3.4.3 炉外燃料貯蔵設備の運転、保守における特記事項 …… 180

3．5　燃料検査設備 …… 191
3.5.1 燃料検査設備の運転実績 …… 191
3.5.2 燃料検査設備の保守実績 …… 191
3.5.3 燃料検査設備の運転、保守における特記事項 …… 191

3．6　燃料洗浄設備 …… 194
3.6.1 燃料洗浄設備の運転実績 …… 194
3.6.2 燃料洗浄設備の保守実績 …… 194
3.6.3 燃料洗浄設備の運転、保守における特記事項 …… 194

3．7　燃料缶詰設備 …… 202
3.7.1 燃料缶詰設備の運転実績 …… 202
3.7.2 燃料缶詰設備の保守実績 …… 202
3.7.3 燃料缶詰設備の運転、保守における特記事項 …… 202

3．8　水中燃料貯蔵設備 …… 206
3.8.1 水中燃料貯蔵設備の運転実績 …… 206
3.8.2 水中燃料貯蔵設備の保守実績 …… 206
3.8.3 水中燃料貯蔵設備の運転、保守における特記事項 …… 206

3．9　新燃料受入貯蔵設備 …… 211
3.9.1 新燃料受入貯蔵設備の運転実績 …… 211
3.9.2 新燃料受入貯蔵設備の保守実績 …… 211
3.9.3 新燃料受入貯蔵設備の運転、保守における特記事項 …… 212

3．10　燃料搬出設備 …… 215
3.10.1　燃料搬出設備の運転実績 …… 215
3.10.2　燃料搬出設備の保守実績 …… 215
3.10.3　燃料搬出設備の運転、保守における特記事項 …… 215

3．11　燃取系計算機システム …… 216
3.11.1　燃取系計算機システムの運転実績 …… 216
3.11.2　燃取系計算機システムの保守実績 …… 216
3.11.3　燃取系計算機システムの運転、保守における特記事項 …… 216

3．12　共通保修設備 …… 217
3.12.1　共通保修設備の運転実績 …… 217
3.12.2　共通保修設備の保守実績 …… 218
3.12.3　共通保修設備の運転、保守における特記事項 …… 218

3．13　固体廃棄物貯蔵プール設備 …… 224
3.13.1　固体廃棄物貯蔵プール設備の運転実績 …… 224
3.13.2　固体廃棄物貯蔵プール設備の保守実績 …… 224
3.13.3　固体廃棄物貯蔵プール設備の運転、保守における特記事項 …… 224

3．14　その他関連設備 …… 228
3.14.1　原子炉機器輸送ｹｰｼﾝｸﾞ 等の取扱、保守における特記事項 …… 228
3.14.2　原子炉格納容器機器ハッチ開閉における特記事項 …… 229

3．15　設備改善等 …… 233
3.15.1　設備改善等の内容 …… 233

3．16　燃料取扱設備の運転・保守経験のまとめ …… 283

4．今後の課題 …… 309
4．1　点検 …… 310
4．2　設備改造、高度化検討 …… 312

5．おわりに …… 321

6．参考図書 …… 322

表　リ　ス　ト

第１－１表	高速増殖原型炉もんじゅ試験工程表	2
第２－１表	系統構成と主要機能	6
第2.11-1表	燃取系運転監視対象設備	96
第3.8-1 表	模擬体乾燥実績	207
第3.15-1表	炉外燃料貯蔵槽単式床ドアバルブ利用年表	238
第3.15-2表	ＥＶＳＴ床ドアバルブ（６連式）据付工事工程表	250
第3.15-3表	炉外燃料貯蔵槽６連式ドアバルブ使用実績	252
第3.15-4表	２次系洗浄設備据付工事工程表	277
第3.15-5表	缶詰缶製作工程表	282
第3.16-1表	燃取設備燃料等取扱実績	287
第3.16-2表	燃取設備燃料等取扱実績（平成７年）	291
第3.16-3表	平成４年度設備点検項目	295
第3.16-4表	平成４年度燃取設備定期点検実績工程表	296
第3.16-5表	平成５年度設備点検項目	298
第3.16-6表	Ｈ５年度設備点検	300
第3.16-7表	平成６年度設備点検項目	302
第3.16-8表	平成６年度設備点検実績工程表	304
第3.16-9表	平成７年度設備点検項目	306
第3.16-10 表	平成７年度設備点検実績工程表	308
第4.1-1 表	燃取設備点検基準表（案）	311

図　リ　ス　ト

第２－１図	燃料取扱及び貯蔵設備	5
第２－２図	燃料等の搬出入	8
第２－３図	燃料等の取扱ルート	9
第２－４図	基本運転スケジュール	10
第２－５図	燃料取扱設備	11

第２－６図	燃料取扱及び貯蔵設備の操作監視体系図	12
第２－７図	燃取操作室の主制御監視盤	13
第２－８図	原子炉構造図	14
第２－９図	炉心断面及び炉心燃料集合体構造説明図	15
第２－10図	炉心配置説明図	16
第２－11図	炉内燃料移送手順	17
第2.1-1 図	しゃへいプラグ全体図	21
第2.1-2 図	しゃへいプラグ構造図	22
第2.1-3 図	フリーズシール及びエラストマシール部構造図	25
第2.1-4 図	しゃへいプラグシリコンオイル循環系配管系統図	26
第2.1-5 図	しゃへいプラグ持上油圧系回路図	27
第2.1-6 図	回転プラグ持上／持下作動図	28
第2.2-1 図	燃料交換装置及び炉内中継装置の運用	33
第2.2-2 図	燃料交換システム	34
第2.2-3 図	燃料交換装置	35
第2.2-4 図	燃料交換装置本体駆動原理	36
第2.2-5 図	燃料把持動作状態説明図	37
第2.2-6 図	グリッパ構造図	38
第2.2-7 図	グリッパ爪開閉動作説明	39
第2.2-8 図	原子炉容器内筒との干渉事故防止	40
第2.2-9 図	炉内中継装置	41
第2.2-10図	回転ラック駆動装置説明図	42
第2.2-11図	燃料出入孔プラグまわり拡大図	43
第2.3-1 図	燃料出入設備の運用	47
第2.3-2 図	燃料出入設備	48
第2.3-3 図	燃料出入機本体	49
第2.3-4 図	燃料出入機グリッパ	50
第2.3-5 図	燃料出入機本体Ａ全体形状図	51
第2.3-6 図	燃料出入機本体Ａグリッパ形状図	52
第2.3-7 図	グリッパ駆動装置駆動原理図	53
第2.3-8 図	燃料出入機本体グリッパ駆動原理図	55
第2.3-9 図	燃料出入機本体Ａドリップパン	56
第2.3-10図	燃料出入機冷却装置系統図	57
第2.3-11図	燃料移送ポット	58
第2.4-1 図	炉外燃料貯蔵設備系統図	62
第2.4-2 図	炉外燃料貯蔵槽	63
第2.4-3 図	ＥＶＳＴ　Ｎａ中軸受	64
第2.4-4 図	回転ラック駆動装置駆動原理図	65
第2.4-5 図	ＥＶＳＴ　軸シール部構造	66

第2.4-6 図	回転ラックー案内装置案内筒位置関係図	67
第2.4-7 図	ＥＶＳＴ６連式ドアバルブ	68
第2.4-8 図	炉外燃料貯蔵設備の冷却系の概要	69
第2.5-1 図	燃料検査設備系統図	71
第2.6-1 図	燃料洗浄設備系統図	73
第2.6-2 図	移送停止時の燃料間接冷却	74
第2.7-1 図	燃料缶詰装置構造説明図	77
第2.7-2 図	缶詰缶回転固定機構原理図	78
第2.7-3 図	缶詰缶	79
第2.8-1 図	使用済燃料取扱ルート図	82
第2.8-2 図	燃料移送機駆動原理図	83
第2.8-3 図	燃料移送機グリッパ構造図	84
第2.8-4 図	燃料池水冷却浄化装置系統図	85
第2.9-1 図	新燃料を受入れ貯蔵する設備の概要	88
第2.9-2 図	新燃料取扱ルート図	89
第2.9-3 図	地下台車新燃料予熱装置の系統構成	90
第2.10-1図	燃料を搬出する設備の概要	92
第2.11-1図	燃取系計算機システム構成図	95
第2.11-2図	燃取系監視制御システム	97
第2.11-3図	燃取系自動化運転範囲	98
第2.12-1図	機器洗浄設備の概要	101
第2.12-2図	機器洗浄工程（燃取機器洗浄槽）	102
第2.13-1図	固体廃棄物貯蔵プール浄化系系統図	104
第3.1-1 図	ナトリウム蒸着防止構造	113
第3.1-2 図	シリコンオイル漏洩ルート	115
第3.1-3 図	持上動作説明図	117
第3.1-4 図	停滞発生時チャート	118
第3.1-5 図	シール構造と作動原理	119
第3.1-6 図	シリンダの動作とこれに伴うシールの作動	119
第3.1-7 図	フリーズシール仕切板　ヒータ・熱電対配置展開図	122
第3.2-1 図	パンタグラフ収納状態	125
第3.2-2 図	パンタグラフ機構の分解点検範囲説明図	126
第3.2-3 図	パンタグラフアームの曲がり測定結果(1/4～4/4)	127
第3.2-4 図	燃料交換装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況（液面近傍）	134
第3.2-5 図	炉内中継装置　回転ラック駆動装置説明図	135
第3.2-6 図	インデックスハンドル構造図	136
第3.2-7 図	インデックスハンドル	137
第3.2-8 図	燃料交換装置グリッパのナトリウム付着状態	139

第3.2-9 図　炉内中継装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況 …… 140
第3.2-10図　爪開閉軸の回転防止機構説明図 …… 142
第3.2-11図　点検箇所詳細図(1/3～3/3) …… 143
第3.2-12図　構造変更説明図 …… 146
第3.3-1 図　テープ固定ボルト破損状況 …… 149
第3.3-2 図　従来型とサイフォン機能向上型ドリップパン比較図 …… 151
第3.3-3 図　底部に浅い溝を設けた形状 …… 153
第3.3-4 図　サイフォン孔部に縦穴を設け周囲に傾斜を付けた形状 …… 154
第3.3-5 図　燃料出入設備 …… 157
第3.3-6 図　本体Ａグリッパ駆動原理図 …… 158
第3.3-7 図　新燃料つかみ運転時本体Ａグリッパ昇降トルク比較図 …… 159
第3.3-8 図　燃料交換時の本体ＡテープＮａ中浸漬ストローク …… 160
第3.3-9 図　グリッパ及び昇降テープへのＮａ付着状況 …… 161
第3.3-10図　スクレーパ …… 162
第3.3-11図　対策前Ｎａ付着状況 …… 164
第3.3-12図　スクレーパ構造図 …… 165
第3.3-13図　ヒータ及び保温材の設置 …… 166
第3.3-14図　スクレーパ部及び駆動装置内面状況 …… 170
第3.3-15図　ドアバルブＮａ付着状況(1/2～2/2) …… 172
第3.3-16図　駆動軸シールリップ形状比較図 …… 176
第3.3-17図　ナトリウム滴下状態図（現状） …… 177
第3.3-18図　ナトリウム滴下対策構造図 …… 178
第3.4-1 図　オイルスナバリード管ルート変更図 …… 185
第3.4-2 図　真空ポンプ構造図 …… 188
第3.4-3 図　仮設フィルター配管図 …… 189
第3.4-4 図　カートリッジフィルター組込み図 …… 190
第3.6-1 図　脱湿確認試験結果 …… 199
第3.6-2 図　フィルタ通液試験結果 …… 200
第3.6-3 図　Ｎａ定量洗浄における水素濃度、電導度 …… 201
第3.8-1 図　清掃前の燃料移送機走行トルク …… 210
第3.9-1 図　地下台車収納管内滴下Ｎａ除去方法の改善 …… 213
第3.12-1図　ＤＰ３体洗浄状態詳細図 …… 221
第3.13-1図　ろ過器構造図 …… 226
第3.14-1図　分解点検結果 …… 230
第3.14-2図　連結板・トロリ接続ボルト処置対策図 …… 231
第3.14-3図　トロリと連結板の接続図 …… 232
第3.15-1図　旧設計６連式床ドアバルブ …… 234
第3.15-2図　「もんじゅ」床ドアバルブ …… 235
第3.15-3図　ドアバルブ移設作業手順 …… 237

第3.15-4図　燃料交換作業工程の比較検討結果 …… 240
第3.15-5図　ＥＶＳＴ６連式ドアバルブ …… 245
第3.15-6図　回転移動方式弁体 …… 246
第3.15-7図　燃料出入機との接続部（従来） …… 247
第3.15-8図　燃料出入機との接続部（６連式） …… 248
第3.15-9図　間接冷却流路形成 …… 249
第3.15-10 図　セルフオリエンテーション機能 …… 255
第3.15-11 図　新燃料方位調整治具機器外形図 …… 258
第3.15-12 図　新燃料受入貯蔵設備～炉内までの炉心構成要素の角度設定フロー …… 259
第3.15-13 図　通信設備システム構成図 …… 262
第3.15-14 図　改善後の乾燥ガスフロー図 …… 265
第3.15-15 図　ドリップパン複数個洗浄治具構造図 …… 266
第3.15-16 図　系統の概要 …… 274
第3.15-17 図　洗浄の姿図 …… 275
第3.15-18 図　２次系機器洗浄設備主要機器位置図 …… 276
第3.15-19 図　缶詰缶Ａ，Ｂ構造図 …… 279
第3.15-20 図　缶詰缶使用スケジュール …… 281
第3.16-1図　燃料取扱貯蔵設備運転実績 …… 285
第3.16-2図　燃料装荷工程 …… 288
第3.16-3図　燃料取扱貯蔵設備保守実績 …… 292

１．はじめに

燃料取扱貯蔵設備（以下「燃取設備」という）は、平成３年４月に据付を完了し、５月から、総合機能試験（以下「ＳＫＳ」という）の大気中試験を開始した。１０月からは順次、ナトリウム中試験に移行し、平成４年８月に全ての試験を終了した。

この間の平成４年７月には、最初の炉心燃料の施設内への受入れを行う等一部の設備は先行して使用を開始したが、１２月に全設備の設備移管を受けたのち、動燃で運転、保守を実施してきている。

平成５年１０月から燃料装荷を開始し、１１月に一時中断したが平成６年１月から外側炉心燃料装荷を再開し、４月５日に１６８体で初臨界を達成し、５月２０日初期炉心構成を完了した。以降も出力分布試験で試験用集合体の取扱いを行った。

平成７年２月から性能試験は出力試験段階へ進み、フラッシュタンク等のトラブルがあったものの８月２９日初発電を達成し、その後も順調に出力を上昇し、４０％の試験も終盤に差し迫った１２月８日、突然の２次系Ｎａ漏えい事故が発生した。

燃取設備の平成７年の運転は、運開以降の燃料交換計画から燃料装荷に伴って炉外燃料貯蔵槽に炉心から取り出した模擬燃料体を早期に取り出す要求を受け、２月及び８月～11月にかけて１９８体を燃料池に洗浄搬出した。また、４月から７月にかけて炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブの６連化改造工事を実施した。点検については、

・平成４年度設備点検を７月～９月

・平成５年度点検（燃料装荷前点検）を５月～８月及び12月～平成６年１月

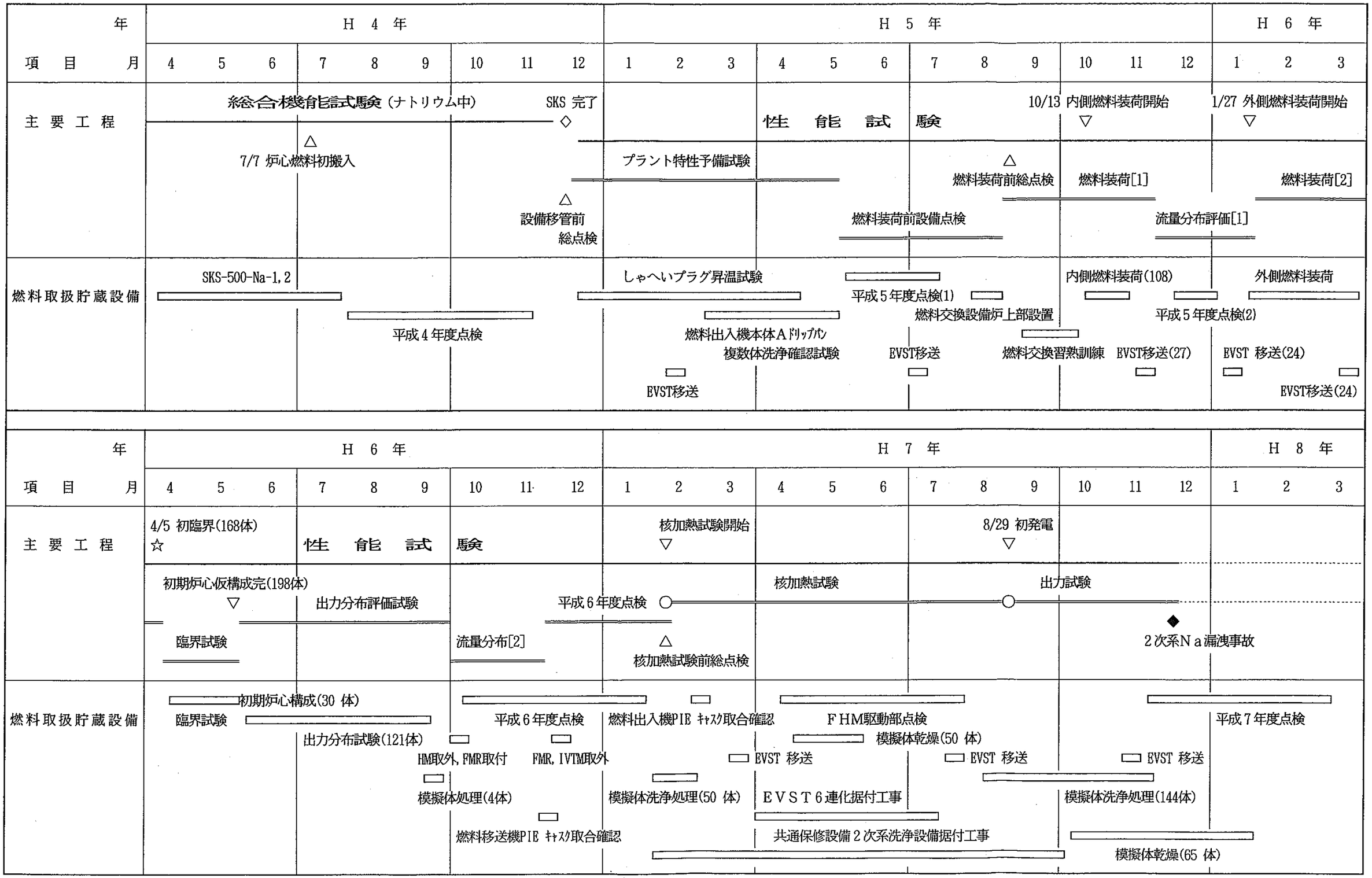
・平成６年度点検を１０月～平成７年１月

・平成７年度点検を１１月～平成８年３月で　毎年行ってきている。

なお、第１－１表に高速増殖原型炉もんじゅのこれまでの主要な試験工程を示す。

本報告書は、燃取設備のＳＫＳ完了後（Ｈ４年８月）から平成８年３月までの約３年半にわたる燃取設備の運転及び保守実績についてまとめたものである。「もんじゅ」の燃取設備はＦＢＲの特徴であるＵ－Ｐｕ混合酸化物燃料及びＮａを取扱っており、これまでの運転、保守経験を今後の設備点検の参考とするとともに今後も継続してその経験を記録にとどめ、実証炉以降の設計、運転及び保守等に反映されることを期待する。

第１－１表　高速増殖原型炉もんじゅ 試験工程表



２．燃料取扱貯蔵設備の概要

燃料取扱貯蔵設備は、炉心燃料集合体、ブランケット燃料集合体、制御棒集合体、中性子しゃへい体等の炉心構成要素（以下「燃料等」という）を発電所内に搬入してから、原子炉で使用した後の使用済燃料等を発電所外に搬出するまで、安全かつ確実に取扱及び貯蔵を行うものである。

高速増殖原型炉もんじゅは、高速炉特有の、

(1) 燃料にプルトニウム・ウラン混合酸化物を使用する。

(2) 冷却材にナトリウムを使用する。

等の特徴を有しており、燃料取扱貯蔵設備に要求される機能は、

・ナトリウム中及びアルゴンガス中での燃料等の取扱い

・ナトリウムと空気の接触を防止するバウンダリの保持

・使用済燃料からの高い崩壊熱の除去

・ナトリウムを扱う設備はナトリウムの固化防止

・使用済燃料等に付着したナトリウムの除去

等である。このようなことから燃料取扱貯蔵設備についても、高速実験炉「常陽」の開発、運転、保守経験を反映するとともに燃料交換設備、燃料出入設備、炉外燃料貯蔵槽等の主要な機器については、モックアップを製作し、機能試験、耐久試験等のＲ＆Ｄを実施して、その結果を設計、製作、据付に反映し、更に各種の試験を実施して機能の確認を行っている。

「もんじゅ」の燃料取扱貯蔵設備は以下の設備から構成されている。

(1) しゃへいプラグ（回転プラグ）

(2) 燃料交換設備

(3) 燃料出入設備

(4) 炉外燃料貯蔵設備

(5) 燃料検査設備

(6) 燃料洗浄設備

(7) 燃料缶詰設備

(8) 水中燃料貯蔵設備

(9) 新燃料受入貯蔵設備

(10) 燃料搬出設備

(11) 燃取系計算機システム

(12) その他関連設備

第2-1 図に、燃料取扱及び貯蔵設備、第2-2 図に燃料等の搬出入、第2-1 表に系統構成と主要機能を示す。

搬入した新燃料等は新燃料受入貯蔵設備に一時貯蔵し、燃料交換に必要な本数をあらかじめ炉外燃料貯蔵槽に燃料出入設備を使用して移送する。

燃料交換は、ほぼ半年ごとに原子炉を停止し、原子炉格納容器機器搬入口を開放して、原子炉容器と炉外燃料貯蔵槽間で燃料交換装置、炉内中継装置及び燃料出入設備を使用して新燃料等と使用済燃料等を1体ずつ交換して行う。燃料交換1回当たりの交換本数は、全炉心の約1/5 を予定している。

「もんじゅ」の燃料取扱貯蔵設備は、使用済燃料の崩壊熱の除去を炉外に貯蔵して行う設計とし、炉外燃料貯蔵槽を原子炉格納容器の外に配置した。また、炉内と炉外の燃料等の取扱作業が独立して行えるようにしており、炉内での燃料等の交換、移送は、回転プラグ及び燃料交換設備により行い、炉外では燃料出入設備で移送を行う。

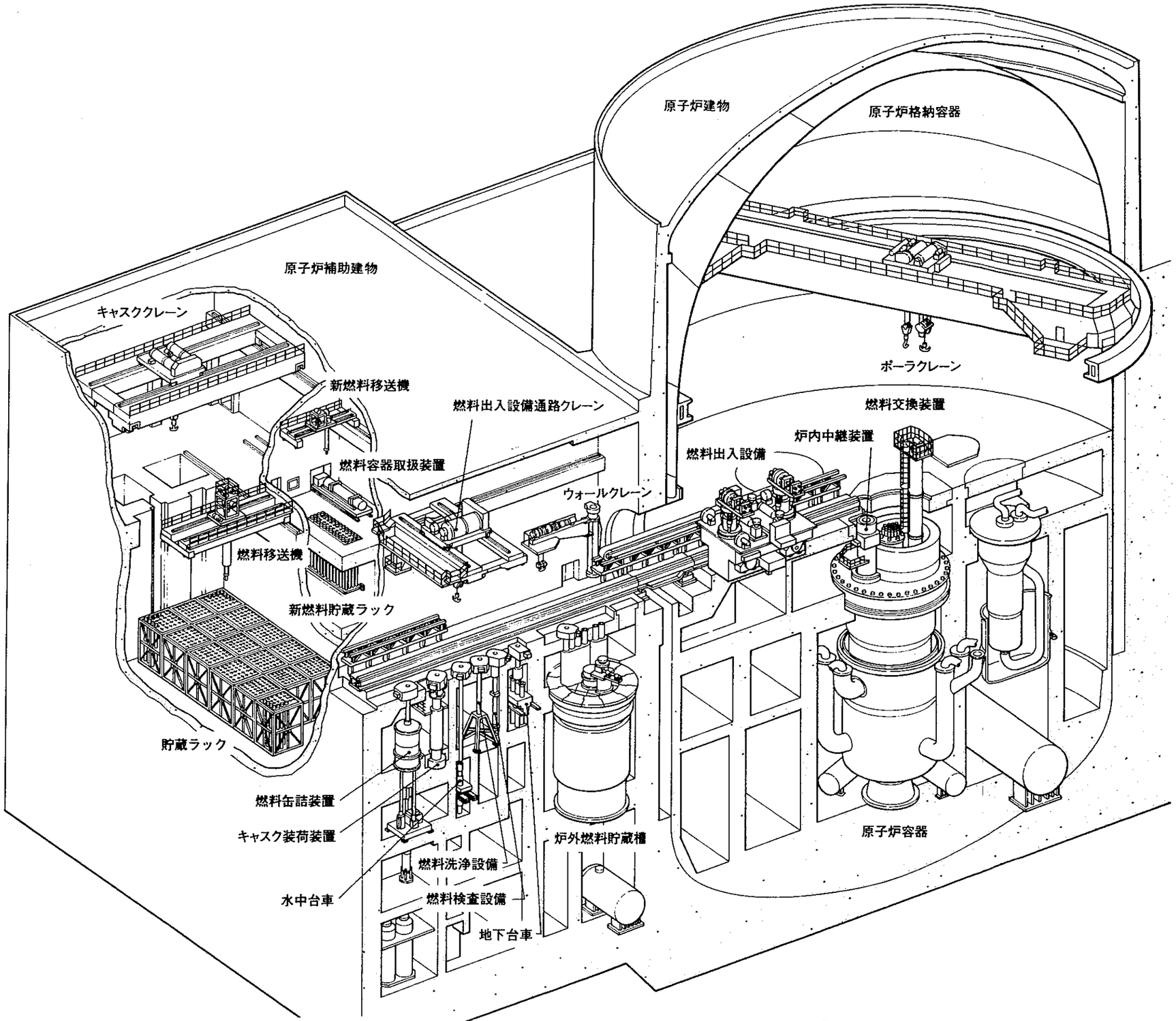
原子炉容器から取り出した使用済燃料等は、炉外燃料貯蔵槽で冷却・貯蔵する。炉外燃料貯蔵槽で崩壊熱を除去した使用済燃料等は、燃料出入設備で燃料洗浄設備へ移送し、付着したナトリウムを洗浄する。洗浄後の燃料棒及び制御棒集合体は、燃料缶詰設備で缶詰缶に収納し、中性子しゃへい体はそのまま裸で燃料池内の貯蔵ラックに水中貯蔵する。

新燃料及び使用済燃料等を受渡しする設備は、燃料出入設備の移動、取合いが単純に行えるように燃料出入設備の走行レールに沿って直線的に配置している。

このように燃料取扱貯蔵設備は、燃料等の取扱が目視確認できないことや多数の機器及び駆動系を持った設備から構成されること等により、その運転にあたっては燃取操作室からの遠隔操作で行うとともに運転員の負荷軽減及び運転員数の低減を目指し、全て自動運転することとしている。

第2-3 図に燃料等の取扱ルート、第2-4 図に基本運転スケジュール、第2-5 図に燃料取扱設備、第2-6 図に燃料取扱貯蔵設備の操作監視体系図、第2-7 図に燃取操作室の主制御監視盤、第2-8 図に原子炉構造図、第2-9 図に炉心断面及び炉心燃料集合体構造説明図、第2-10図に炉心配置説明図、第2-11図に炉内燃料移送手順を示す。

次項以降に各設備の概要を述べる。



第２－１図 **「もんじゅ」燃料取扱及び貯蔵設備**

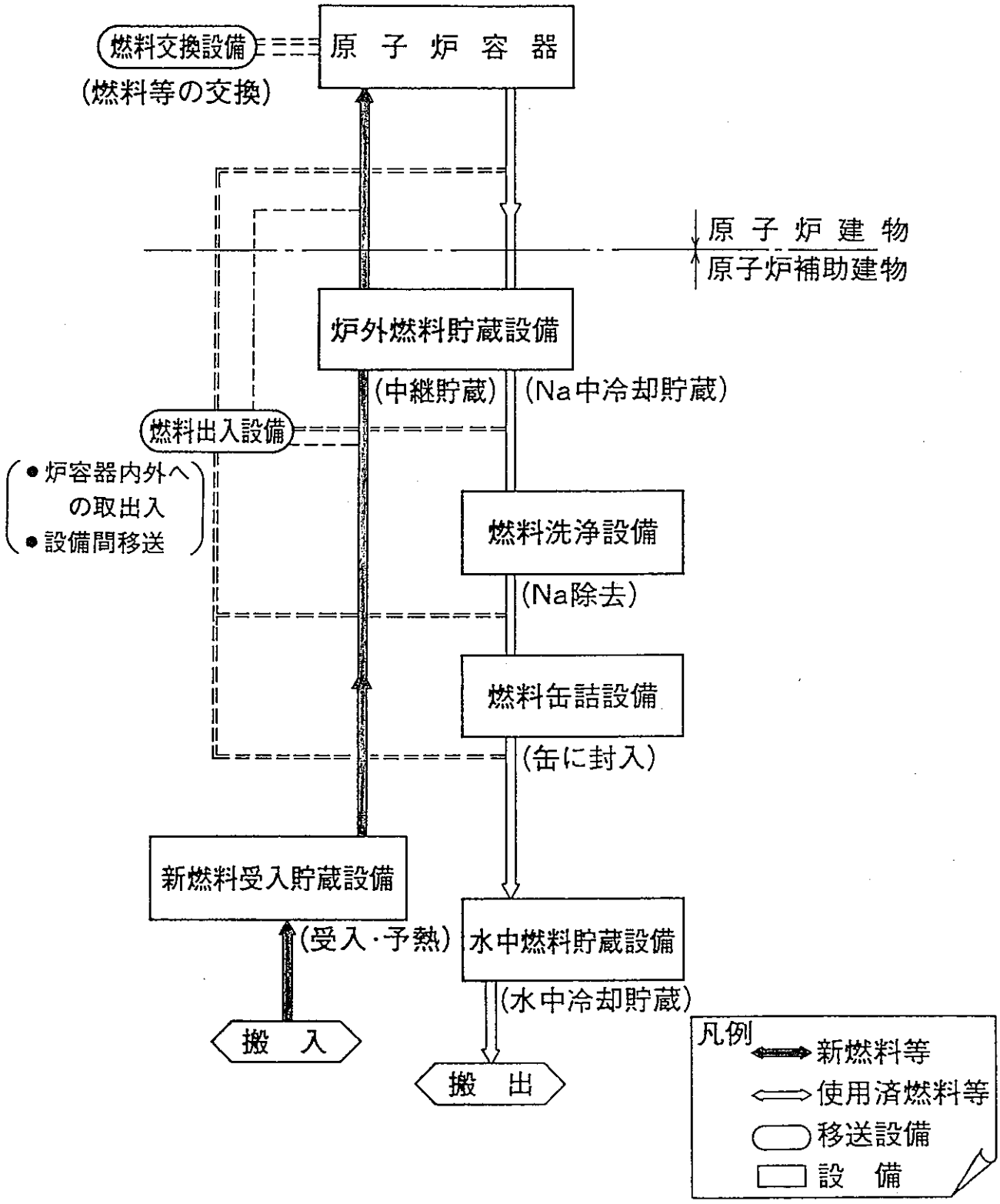
"Monju" FUEL HANDLING AND STORAGE FACILITY

第２－１表　系統構成と主要機能（１／２）

燃料取扱及び貯蔵設備の系統構成 （系統番号／系統名称／主要機能）	左記の系統を構成する主要な設備 （系統名称／主要機能）
510 燃料交換設備 炉心構成要素の炉内移送	燃料交換装置 炉心と炉内中継装置間での移送 （回転プラグと運動） 炉内中継装置 燃料交換装置と燃料出入設備との間の中継移送
520 燃料出入設備 炉心構成要素の各受渡し設備間での移送	燃料出入機本体及び走行台車 各受渡し設備間での移送 燃料出入機冷却装置 移送中の使用済燃料の冷却 燃料移送ポット 炉心構成要素及び冷却材の収容と保持 共通電気計装設備 燃料取扱及び貯蔵設備の集中制御及び監視
530 炉外燃料貯蔵設備 ナトリウム中での新炉心構成要素の中継貯蔵及び使用済炉心構成要素の中継・減衰待貯蔵	炉外燃料貯蔵槽 炉心構成要素の貯蔵及び冷却材の保持 炉外燃料貯蔵槽冷却系 貯蔵中の炉心構成要素の冷却及び冷却材の温度維持
540 燃料検査設備 燃料の検査	燃料検査設備 被疑破損燃料のＦＰ検査
550 燃料洗浄設備 使用済炉心構成要素の付着ナトリウムの洗浄	――――――
560 燃料缶詰設備 水中貯蔵を要する使用済炉心構成要素の缶詰	燃料缶詰装置 使用済炉心構成要素（中性子しゃへい体及びサーベイランス集合体を除く）の缶詰 缶詰雰囲気調整装置 燃料缶詰装置内の雰囲気調整 缶詰缶 使用済炉心構成要素の収容及び雰囲気保持
570 水中燃料貯蔵設備 水中での使用済炉心構成要素の搬出待ちの貯蔵、保管及び取扱	水中台車 燃料出入設備と燃料移送機との間の中継移送 燃料移送機 水中台車、貯蔵ラック及び輸送容器間での移送 貯蔵ラック 使用済炉心構成要素の貯蔵 燃料池水冷却浄化装置 貯蔵中の炉心構成要素の冷却及び燃料池水の温度・水質維持

第２－１表 系統構成と主要機能 （2/2）

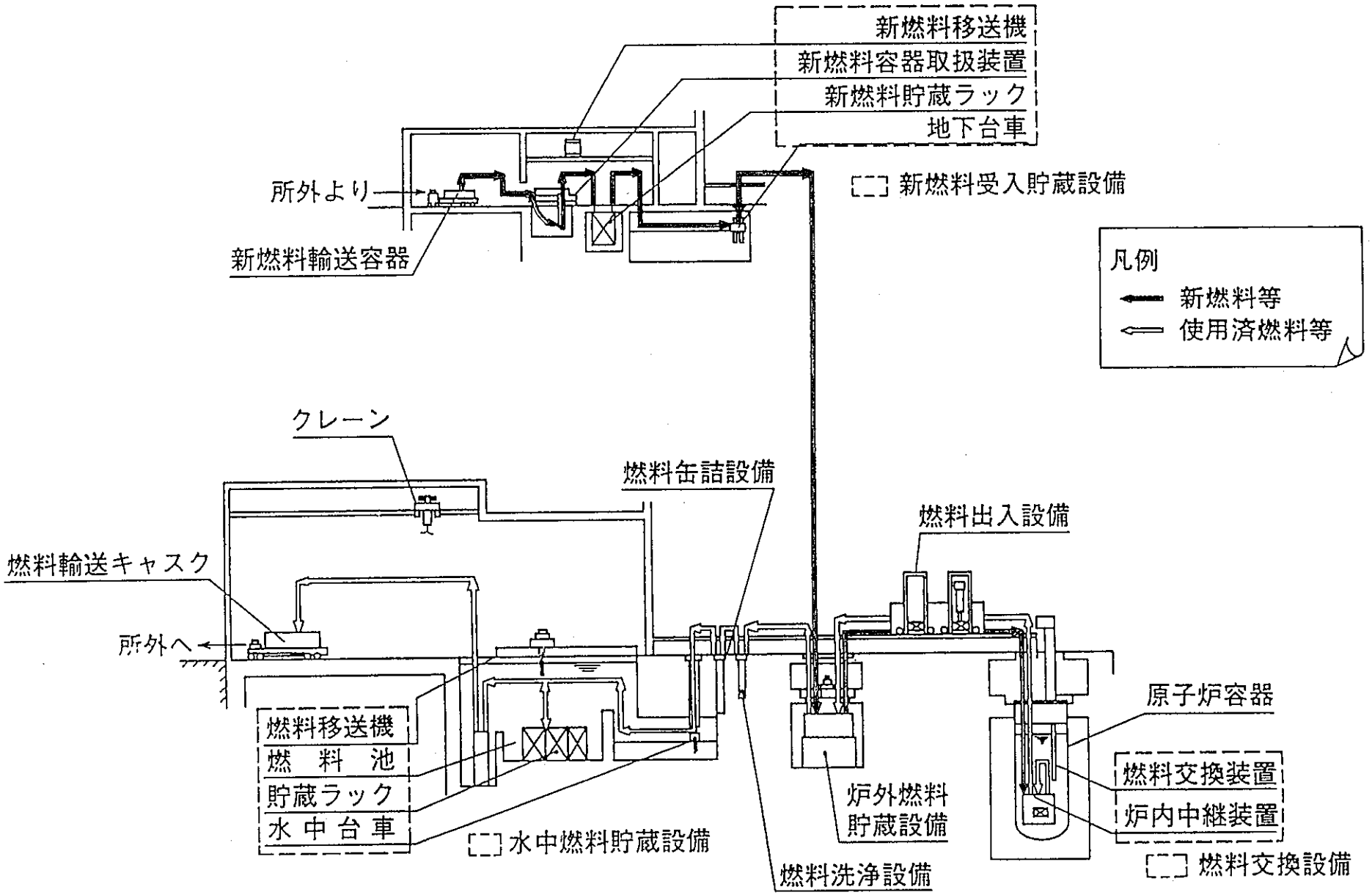
燃料取扱及び貯蔵設備の系統構成 （系統番号／系統名称／主要機能）	左記の系統を構成する主要な設備 （系統名称／主要機能）
580 新燃料受入貯蔵設備 新炉心構成要素の受入れ、開梱受入検査、受入貯蔵及び移送	燃料容器取扱装置 燃料搬出入エリアと新燃料取扱室間での輸送容器の移送及び起立 新燃料検査装置 新燃料のアルファ検査 新燃料移送機 燃料容器取扱装置内の輸送容器、新燃料貯蔵ラック及び地下台車間での新炉心構成要素の移送 新燃料貯蔵ラック 新炉心構成要素の貯蔵 地下台車 新燃料移送機と燃料出入設備との間の新炉心構成要素の中継移送 地下台車新燃料予熱装置 新炉心構成要素の予熱
590 燃料搬出設備 輸送容器の搬出のための取扱い	キャスク装荷装置 乾式搬出及び中性子源要素搬入のための輸送容器(PIE燃料輸送キャスク及び中性子源キャスク）の支持及び燃料出入設備と輸送容器との間の炉心構成要素通路の形成 キャスク洗浄装置 燃料池へ搬出入するための輸送容器表面の洗浄 キャスククレーン 燃料池、キャスク洗浄装置、キャスク仮置場及びトレーラ間での輸送容器の移送



第 2 － 2 図

「もんじゅ」燃料等の搬出入

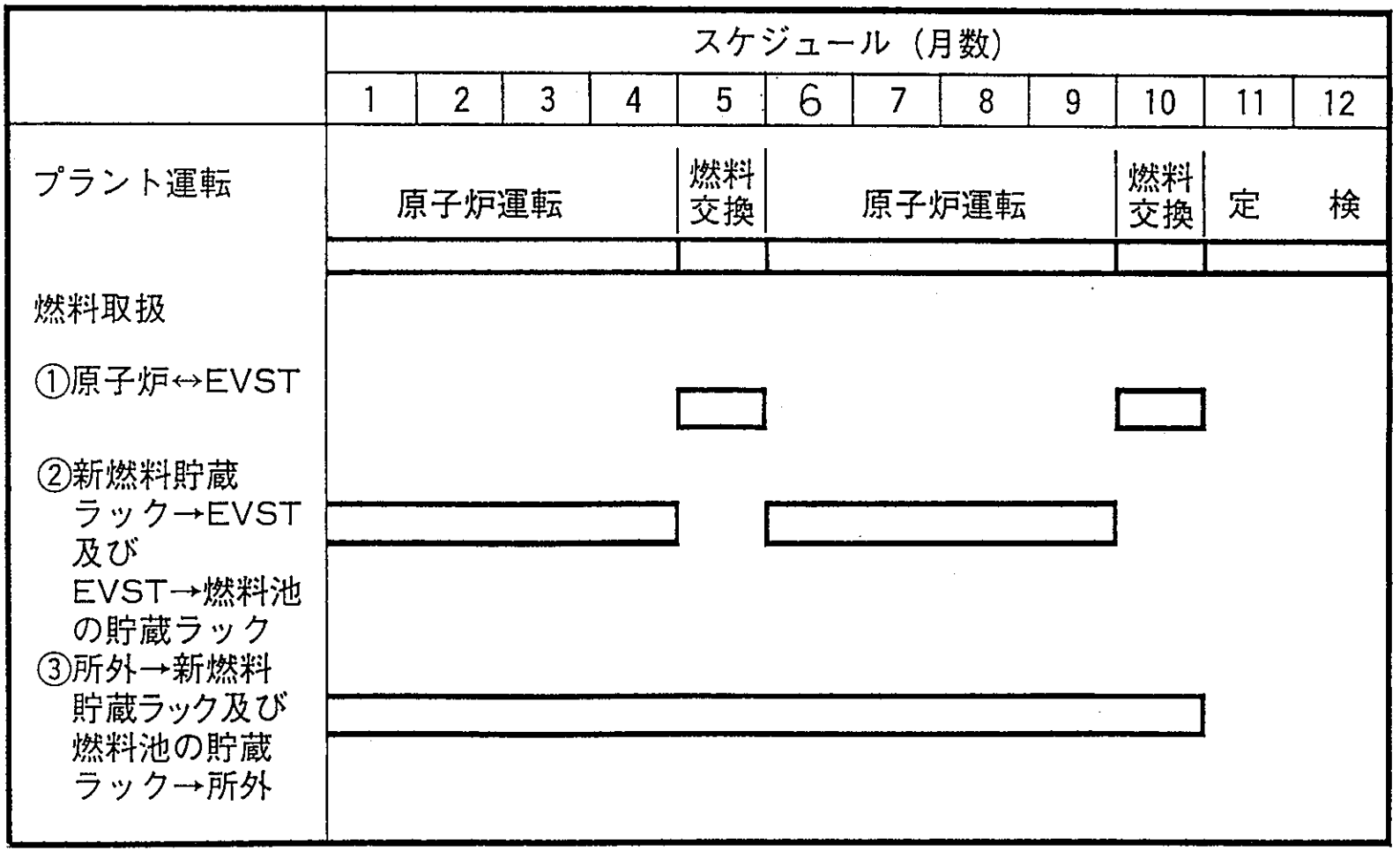
"Monju" FLOW DIAGRAM OF FUEL SUB-ASSEMBLIES



第２－３図　「もんじゅ」燃料等の取扱いルート

"Monju"　ROUTE OF FUEL SUB-ASSEMBLIES

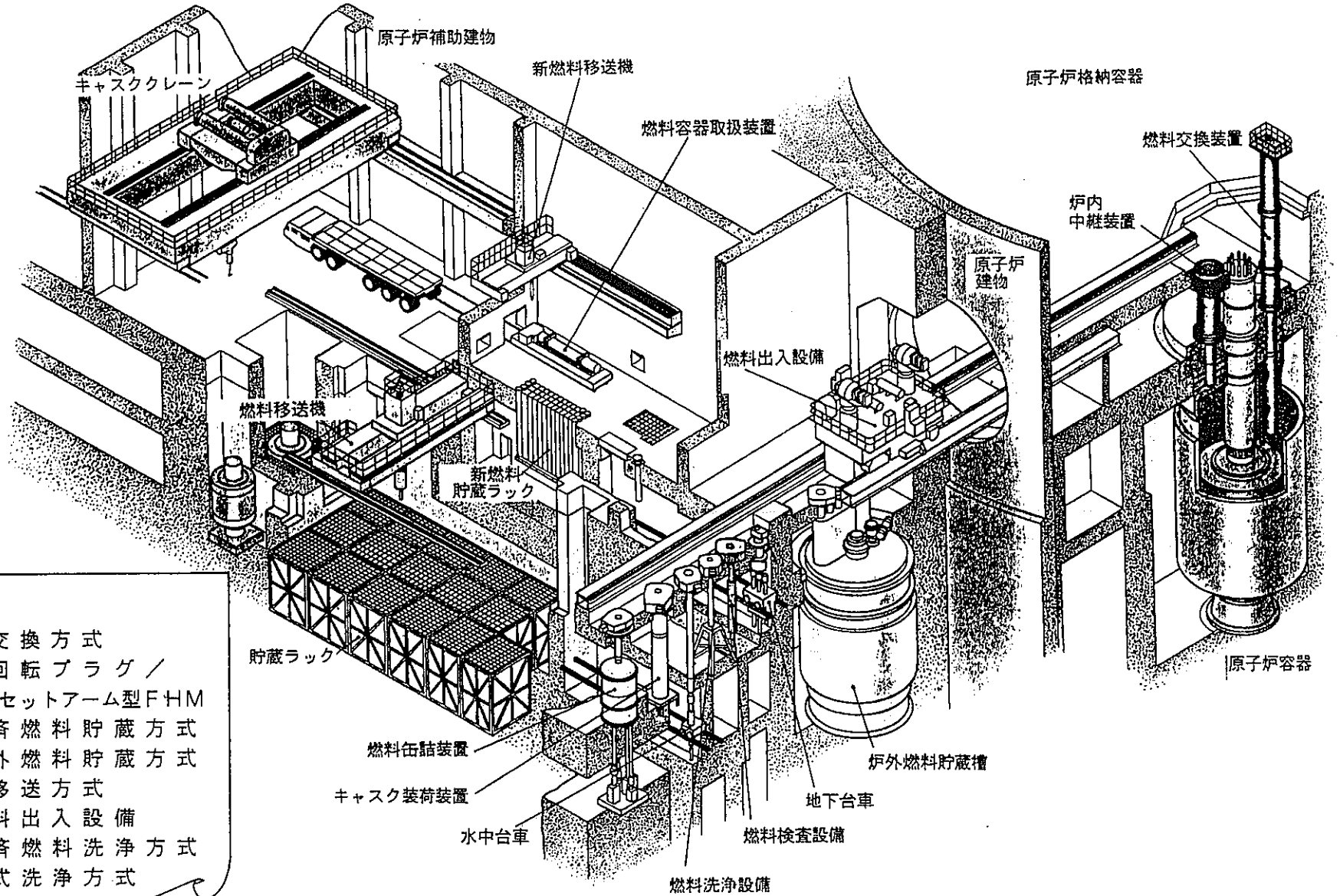
第２－４図　基本運転スケジュール



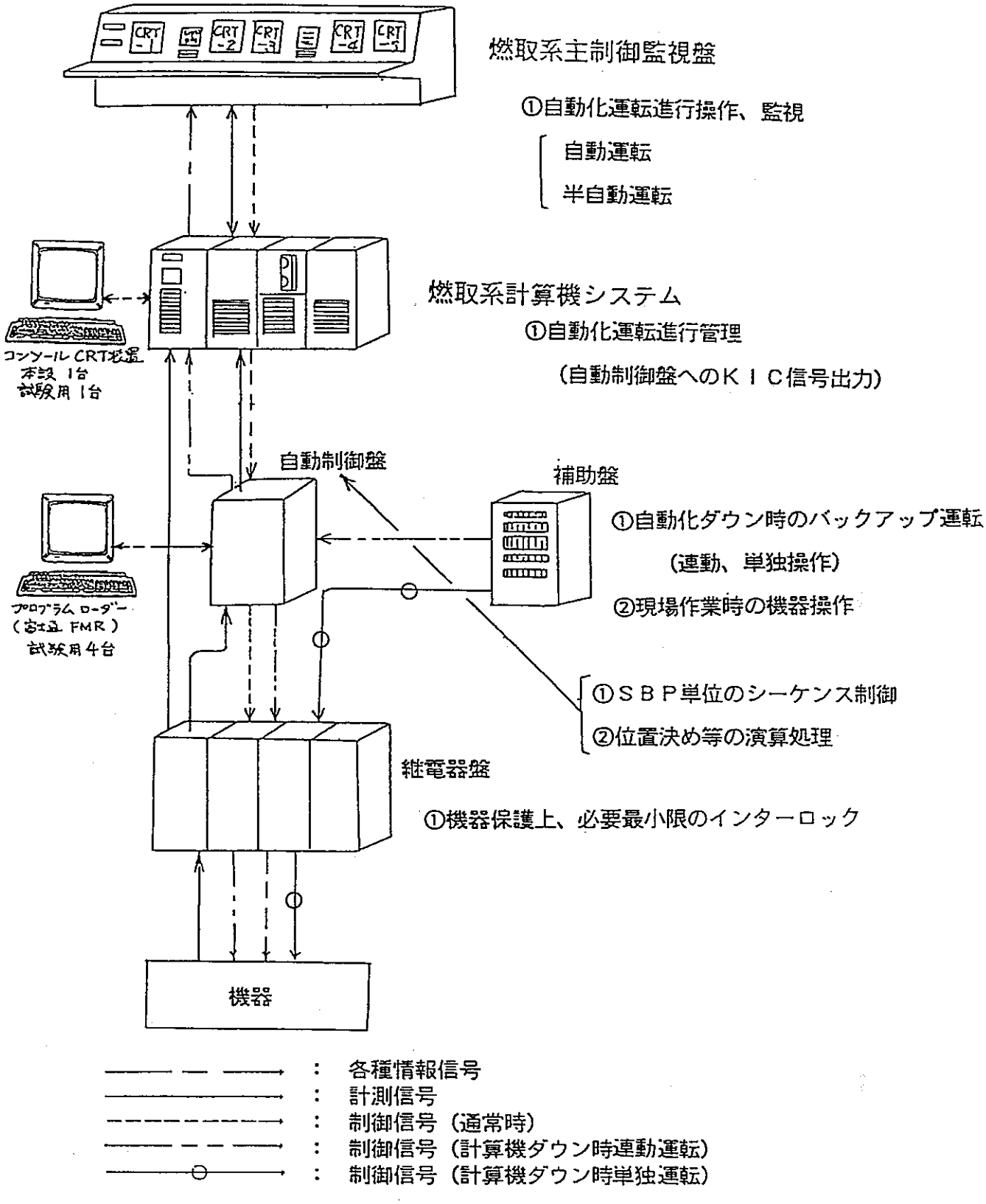
EVST：炉外燃料貯蔵槽

第２－５図　「もんじゅ」燃料取扱設備

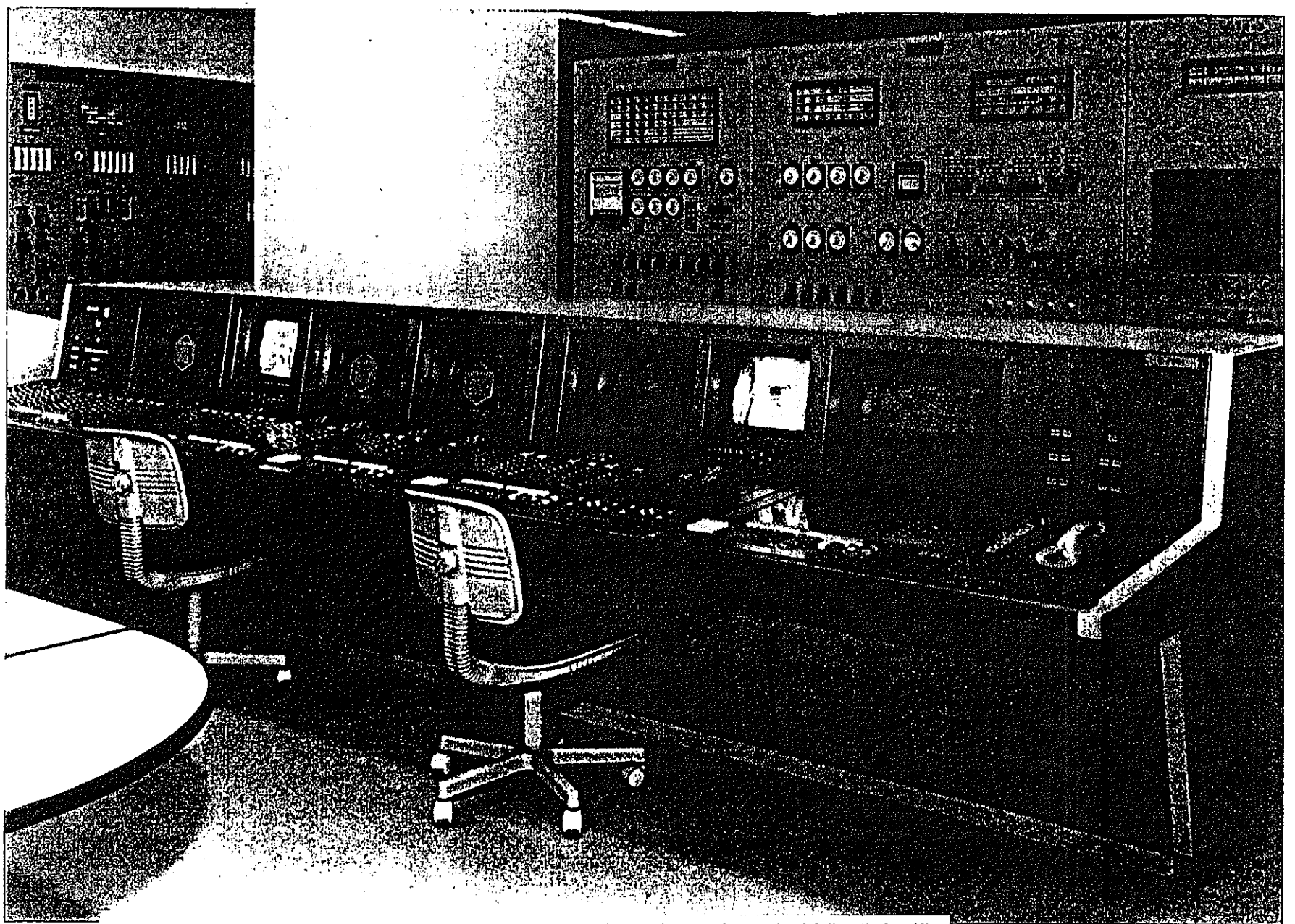
"MONJU"　FUEL HANDLING AND STORAGE FACILITY



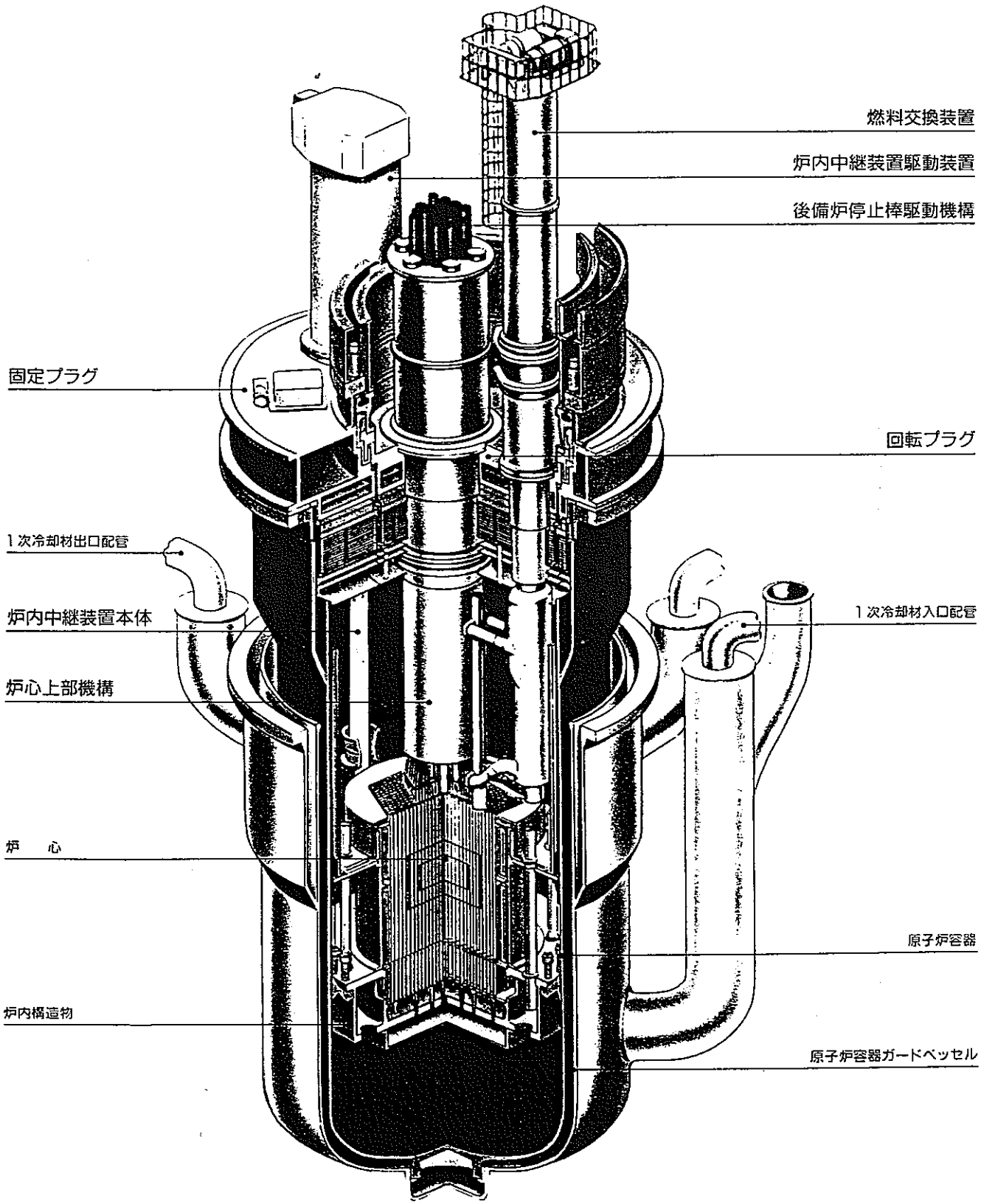
主要目
- 燃料交換方式
  単回転プラグ／
  オフセットアーム型FHM
- 使用済燃料貯蔵方式
  炉外燃料貯蔵方式
- 燃料移送方式
  燃料出入設備
- 使用済燃料洗浄方式
  湿式洗浄方式



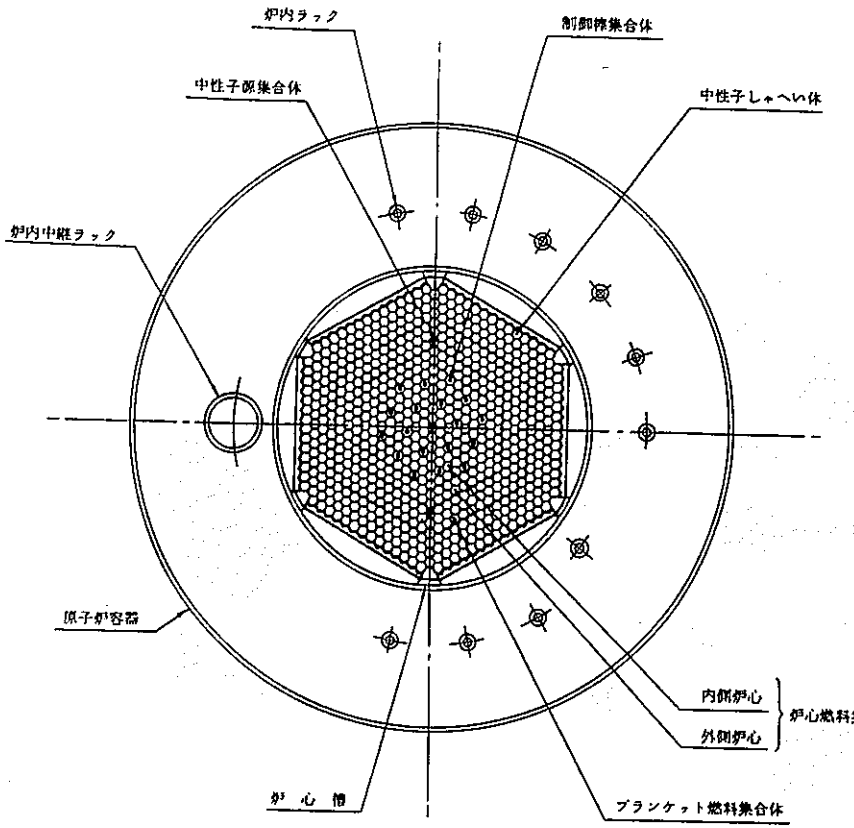
第２－６図　燃料取扱及び貯蔵設備の操作監視体系図



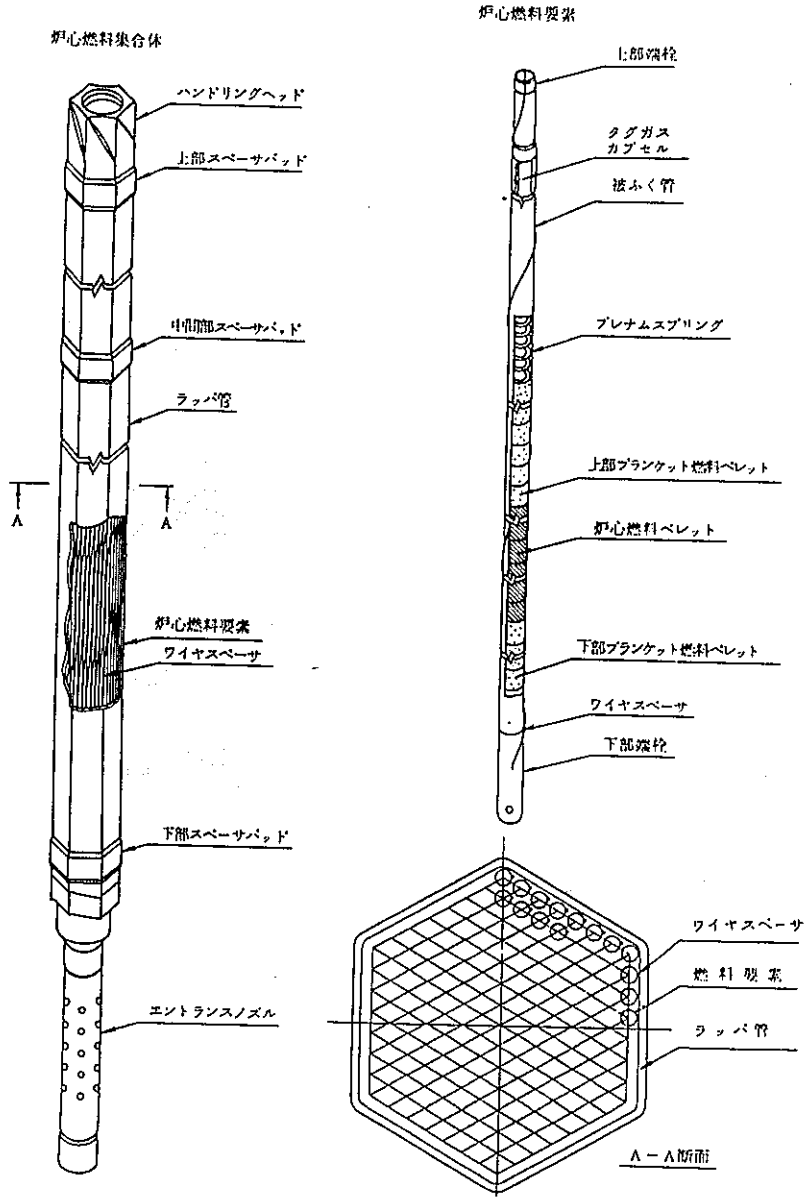
第２－７図　　燃取操作室の主制御監視盤


燃料交換装置
炉内中継装置駆動装置
後備炉停止棒駆動機構
固定プラグ
回転プラグ
1次冷却材出口配管
炉内中継装置本体
1次冷却材入口配管
炉心上部機構
炉　心
原子炉容器
炉内構造物
原子炉容器ガードベッセル

第２－８図　　原子炉構造図

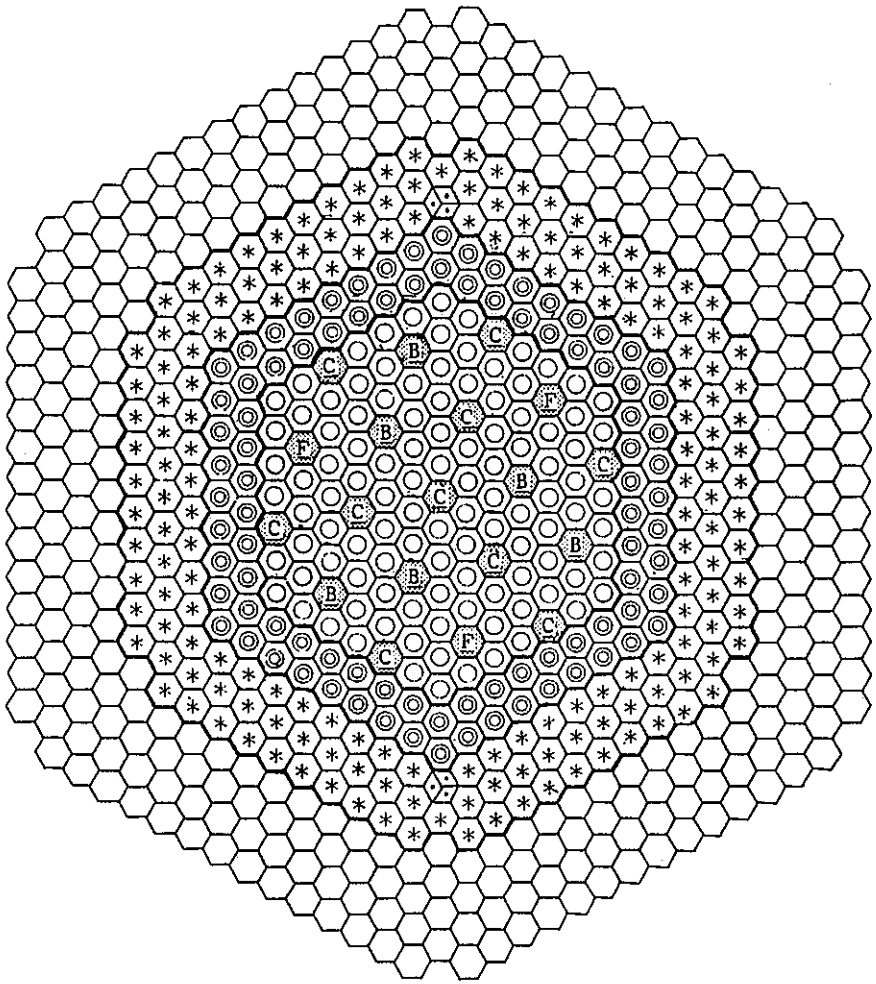


炉心断面説明図



炉心燃料集合体構造説明図

第２－９図　　炉心断面及び炉心燃料集合体構造説明図

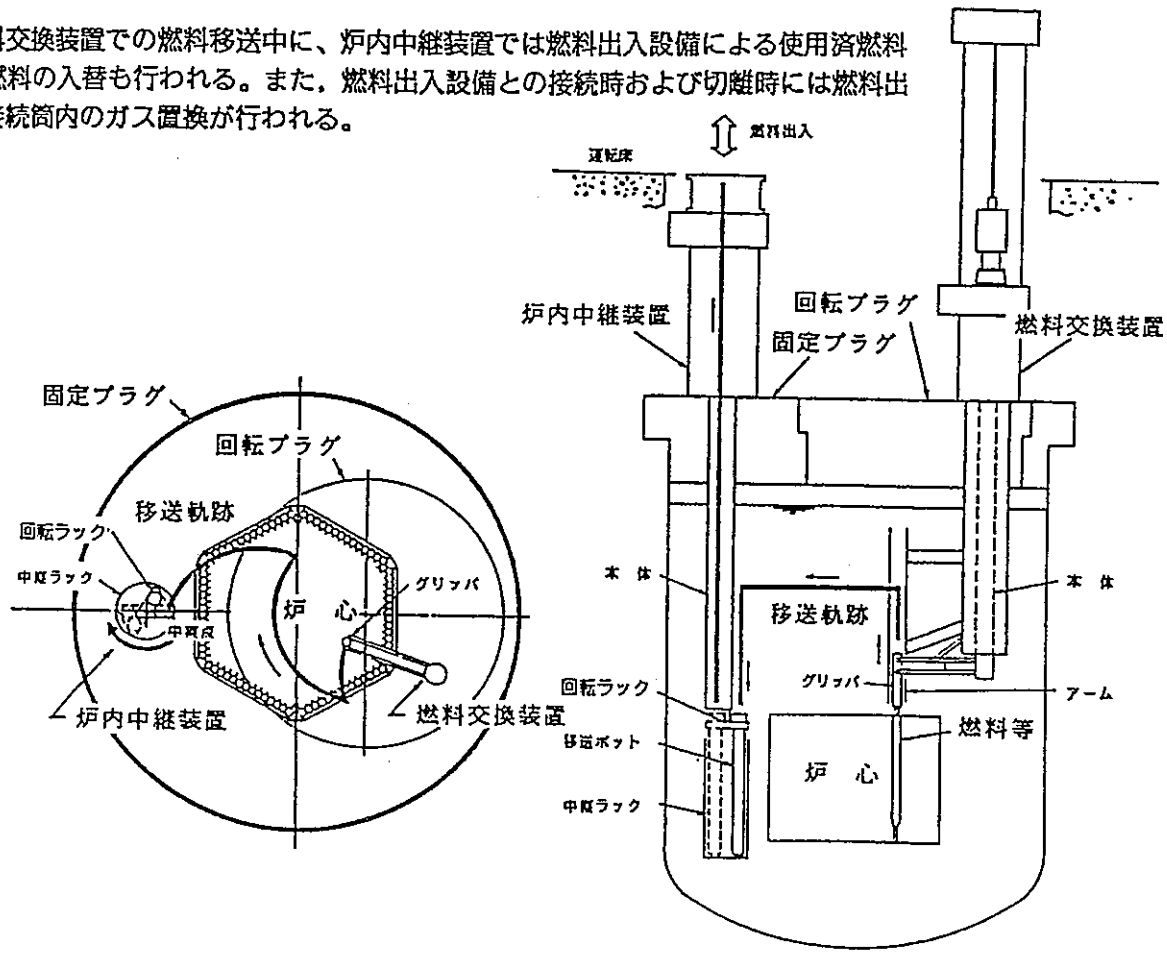


炉心構成要素		記号	数量
炉心燃料集合体	内側炉心	◎	108
	外側炉心	◎	90
ブランケット燃料集合体		*	172
制御棒集合体	微調整棒	F	3
	粗調整棒	C	10
	後備炉停止棒	B	6
中性子源集合体		⊹	2
中性子しゃへい体		⬡	316
サーベイランス集合体			8

第 2 －10図　炉心配置説明図

炉心への位置決め	回転プラグの回転＋燃料交換装置の回転
周囲燃料の浮上り防止	ホールドダウンアームの下降
使用済燃料の引抜	昇降駆動装置による燃料交換装置本体の上下動 グリッパ爪開による燃料の保持
回転ラック位置への移送	回転プラグの回転＋燃料交換装置の回転
使用済燃料の回転ラックへの収納	昇降駆動装置による燃料交換装置本体の上下動 グリッパ爪閉による燃料のはなし
回転ラックの回転	* 新燃料集合体を収納した燃料移送ポットを燃料交換装置との取合位置へ回転
回転ラックから新燃料の引抜	昇降駆動装置による燃料交換装置本体の上下動 グリッパ爪開による燃料のつかみ
炉心の位置決め	回転プラグの回転＋燃料交換装置の回転
周囲燃料の浮上り防止	ホールドダウンアームの下降
新燃料の炉心への装荷	昇降駆動装置による燃料交換装置本体の上下動 グリッパ爪閉による燃料のはなし

* 燃料交換装置での燃料移送中に、炉内中継装置では燃料出入設備による使用済燃料と新燃料の入替も行われる。また，燃料出入設備との接続時および切離時には燃料出入用接続筒内のガス置換が行われる。



第２－11図　炉内燃料移送手順

2．1　しゃへいプラグ

しゃへいプラグは固定プラグと回転プラグからなる単回転プラグ方式で原子炉容器上部に設置され、炉心からの放射線と熱をしゃへいし、原子炉カバーガス等のバウンダリを形成するとともに、しゃへいプラグに搭載する炉内中継装置、燃料交換装置等を所定の位置に位置決め・支持する機能を有する。また、燃料交換時には燃料交換装置を搭載した回転プラグを回転することにより、燃料交換装置と相まって新炉心構成要素と使用済炉心構成要素を交換する機能を果たす。

しゃへいプラグは、しゃへいプラグ本体、しゃへいプラグ窒素ガス冷却系、しゃへいプラグアルゴンガス系、しゃへいプラグシリコンオイル循環系、しゃへいプラグ持上油圧系から構成されそれぞれの機能を分担している。第2.1-1 図にしゃへいプラグ全体図を示す。

（1）しゃへいプラグ本体

原子炉容器上部フランジ及び中間ソールプレートの上に設置され、原子炉カバーガス等のバウンダリを形成し、炉心、冷却材及び原子炉カバーガス等からの放射線をしゃへい及び炉内からの輻射・対流・伝導による伝熱をしゃへいする。しゃへいプラグ本体は、固定プラグと回転プラグからなり、固定プラグは原子炉蓋の静止部分を、回転プラグは回転部分を形成し燃料交換時には回転プラグを回転する。

回転プラグと固定プラグの間隙部については、フリーズシール（原子炉カバーガス等のバウンダリ）とエラストマシール（バックアップシール）の二重方式とし、想定される運転状態、事故、故障等を考慮してもフリーズ合金が溶融してフリーズシール桶からあふれ出ないよう、出力運転時においてフリーズ合金は凝固状態とし、エラストマシールを働かせ、フリーズ背圧は原子炉カバーガス圧より少し高く設定し、また、燃料交換時はフリーズ合金を溶融状態としエラストマシールを働かせて、カバーガスの漏えいを抑制する。第2.1-2 図にしゃへいプラグ構造図を示す。

しゃへいプラグは、それぞれ上板、しゃへい層、しゃへい銅、熱しゃへい層、ディッププレート等から構成されている。

①　固定プラグ上板

固定プラグ上板は固定プラグの主要強度部材で、上下２枚フランジを有する炭素鋼板溶接一体型構造としている。主としてこの上板によって固定プラグの原子炉カバーガス等のバウンダリを形成し、上板のフランジ上面には、フリーズシール桶、エラストマシール機構、回転プラグ軸受、上部支持リング等が据付けられている。

②　回転プラグ上板

回転プラグ上板は回転プラグの主要強度部材で、たわみを小さく抑えるため約700mm厚の鍛鋼構造としている。回転プラグには、燃料交換装置のホールドダウンアームの据付のため及びホールドダウンアームの補修が必要になった際には引き抜けるよう長円形

プラグを設けており燃交時にここに燃料交換装置を搭載する。また、炉心上部機構用孔に炉心上部機構を搭載する。

③　窒素ガス冷却層

固定プラグ、回転プラグ及び炉心上部機構には窒素ガス冷却層が設けられ、原子炉運転時は窒素ガス冷却系により強制冷却を行い、しゃへいプラグ上面温度を70℃以下に抑える。燃料交換時は強制冷却を行わず自然放熱によりしゃへいプラグ上面温度を70℃以下に維持する。

④　しゃへい層

しゃへいプラグ上面での線量率を50mrem/h(D区分) 以下に抑えるため上板、炭素鋼及びステンレス鋼からなるしゃへい体を設ける。

⑤　熱しゃへい層

熱しゃへい層は、しゃへいプラグの上面温度を原子炉運転時・燃料交換時共に70℃以下に抑えるためにステンレス鋼製の薄板を多数積層した構造とし、熱伝達及び輻射による伝熱量を少なく抑える。

⑥　カバーガスシール機構

しゃへいプラグのカバーガスシールは回転部シールと固定部シールに分けられ、回転部シールはフリーズシールとエラストマシールからなり、原子炉カバーガス等のバウンダリはフリーズシールで形成する。固定部シールは、原則として二重ゴムOリング、新鮮アルゴンガスによるバックアップ方式としている。

フリーズシールは固定プラグ側に設けたフリーズシール桶と回転プラグ側に設けたフリーズシール仕切板の間にBi(60)-Sn(35)-In(5%) からなる低融点合金（融点125 ℃）を注入しシールしている。合金は原子炉運転時凝固し、燃交時に溶融して使用するためフリーズシール仕切板内に合金溶融用ヒータを設けている。

エラストマシールはフリーズシールの背圧と合金の耐酸化を考え、フリーズシールの炉外側をアルゴンガス雰囲気とするため回転プラグの胴と接触するように取付けており、上下二段あり、その間にシリコンオイル循環系にて潤滑用のシリコンオイルを注入する。また、エラストマシールの内部にアルゴンガスをかけシール面を密着させることとしているが、回転プラグを回転する際は内圧を下げて回転時の摺動抵抗を低くする。

第2.1-3 図にフリーズシール及びエラストマシール部構造図を示す。

⑦　回転プラグ駆動機構

固定プラグに対して回転プラグ中心を1080mm偏心させ、回転プラグの基準位置を0°として±175°まで回転することにより、燃料交換装置の回転と相まって燃料交換装置グリッパが炉内の燃料等の取扱いエリアをカバーすることとしている。

（2）しゃへいプラグ窒素ガス冷却系

しゃへいプラグは上板の熱変位を制限すること及び搭載する電気計装品等を許容温度以下に保持するため、上板の下方の窒素ガス冷却層と熱しゃへい層の組合せにより上板を冷却している。本系統は、出力運転中はしゃへいプラグ本体の固定プラグ、回転プラグ、長円形プラグと炉心上部機構の上板を冷却するため、それぞれの窒素ガス冷却層に冷却用窒素ガスを供給する。

（3）しゃへいプラグアルゴンガス系

本系統は、固定プラグと回転プラグに搭載する機器としゃへいプラグ本体のシール部に背圧ガスを供給する。

（4）しゃへいプラグシリコンオイル循環系

本系統は、上下二段に取り付けたエラストマシールの間にシリコンオイルを供給し、エラストマシールから漏洩したシリコンオイルを回収する。また、エラストマシール内部へのアルゴンガス加圧及びフリーズシール機構へのアルゴンガス背圧を行う。

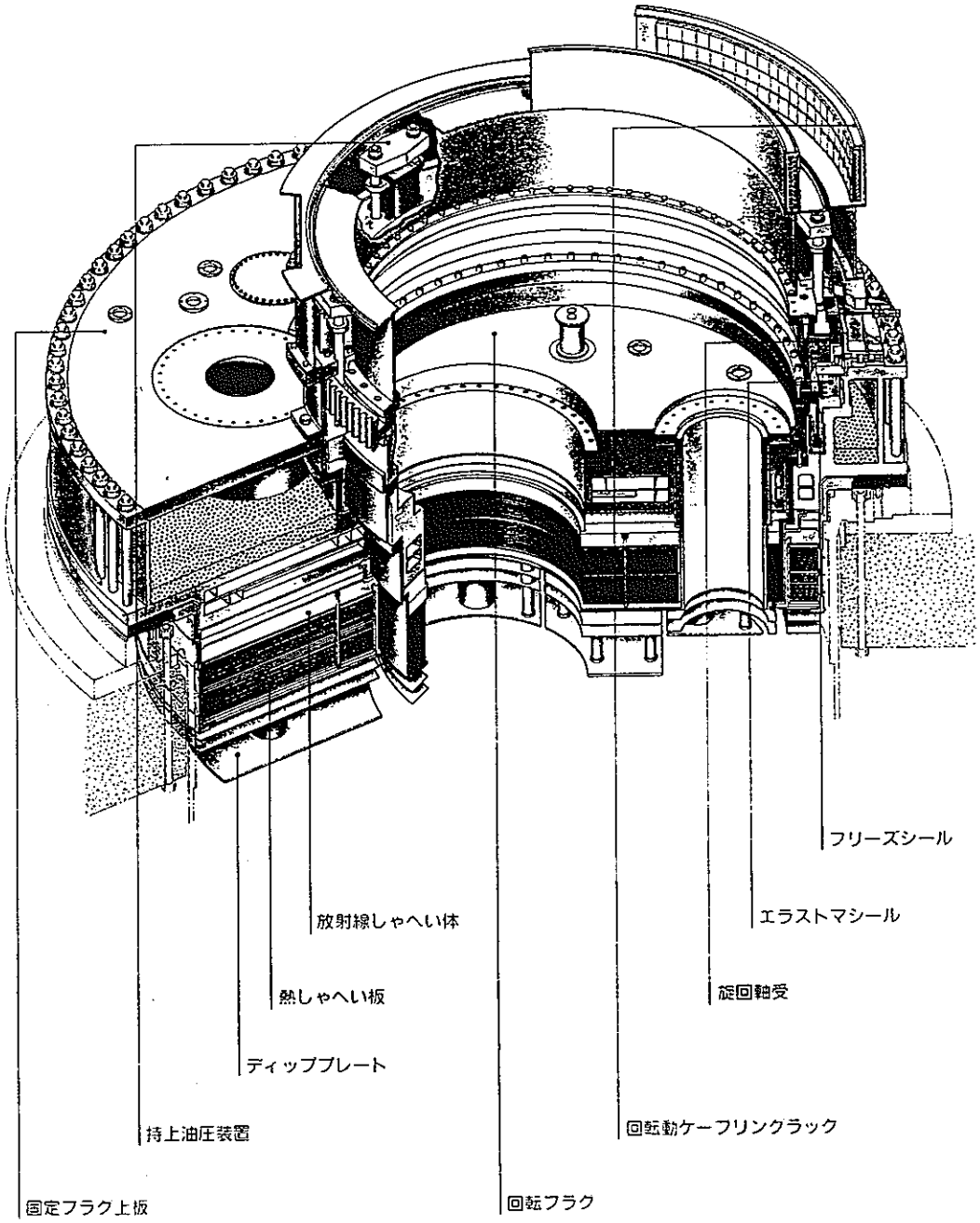
第2.1-4 図にしゃへいプラグシリコンオイル循環系配管系統図を示す。

（5）しゃへいプラグ持上油圧系

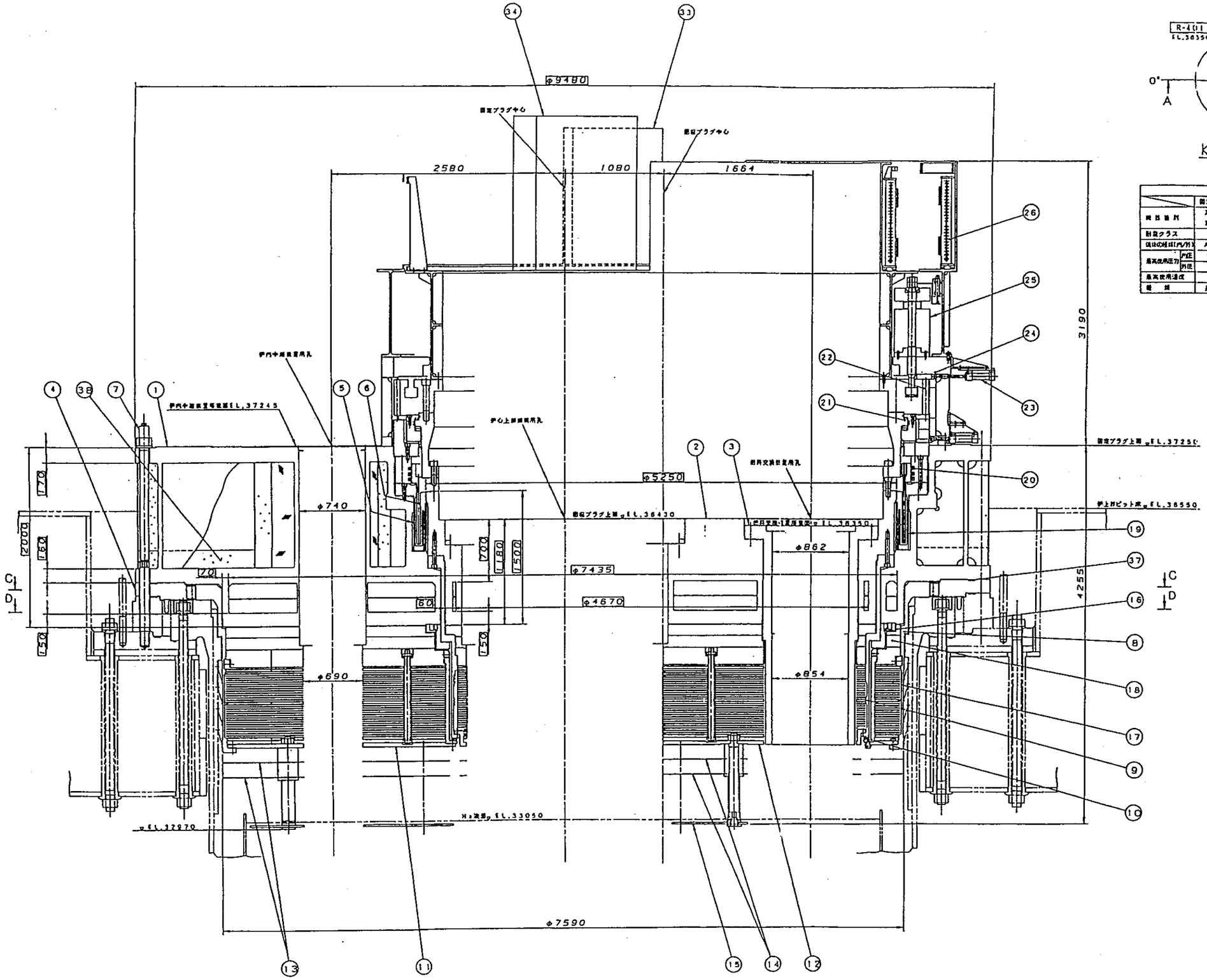
燃料交換時回転プラグの回転プラグの動作に先立ち回転プラグを持ち上げ、回転プラグの荷重を旋回軸受を介して固定プラグ上板へ伝達する。また、回転プラグの回転動作を終了する場合に、回転プラグの荷重を直接固定プラグ上板へ伝達するようジャッキアップされた回転プラグを持ち下げる為の系統で、油圧ユニット、油圧マニホールド、昇降シリンダ、ロッキング装置等から構成されている。

油圧ユニットから吐出された作動油は、固定プラグ上において回転プラグ廻りに配置した油圧マニホールド（4群）に送られる。油圧マニホールド内にある昇降制御切換弁は、4群に分割された12基(3基/1群）の昇降シリンダで各群に作動油を供給し、回転プラグを持上げ／持下げする。回転プラグの持上げ／持下げする際、昇降制御切換弁を開閉制御して各郡シリンダ位置偏差が1.1㎜ 以下になるように、回転プラグの昇降速度を調整する。

第2.1-5 図にしゃへいプラグ持上油圧系回路図、第2.1-6 図に回転プラグ持上／持下作動図を示す。

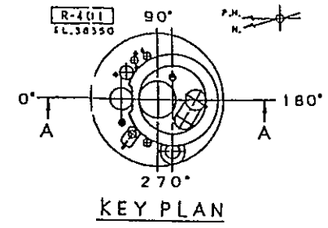


第2.1-1 図　　しゃへいプラグ全体図



A-A 断面

（詳細位置はしゃへいプラグ構造図⊕を参照）



高圧水圧設計諸元	
対象	単回転方式
回転プラグ駆動装置	
型式	三相誘導電動機
駆動電動機定格	440V(60Hz),18.5kW
回転プラグ回転速度	0.1 rpm
回転プラグ回転範囲	0～±175°
回転プラグ押上装置	
型式	油圧押上式
最高使用圧力	210 kg/cm²
押上設定ストローク	20 mm
回転プラグシール	低融点合金シール及びエラストマシール
数量	1 基

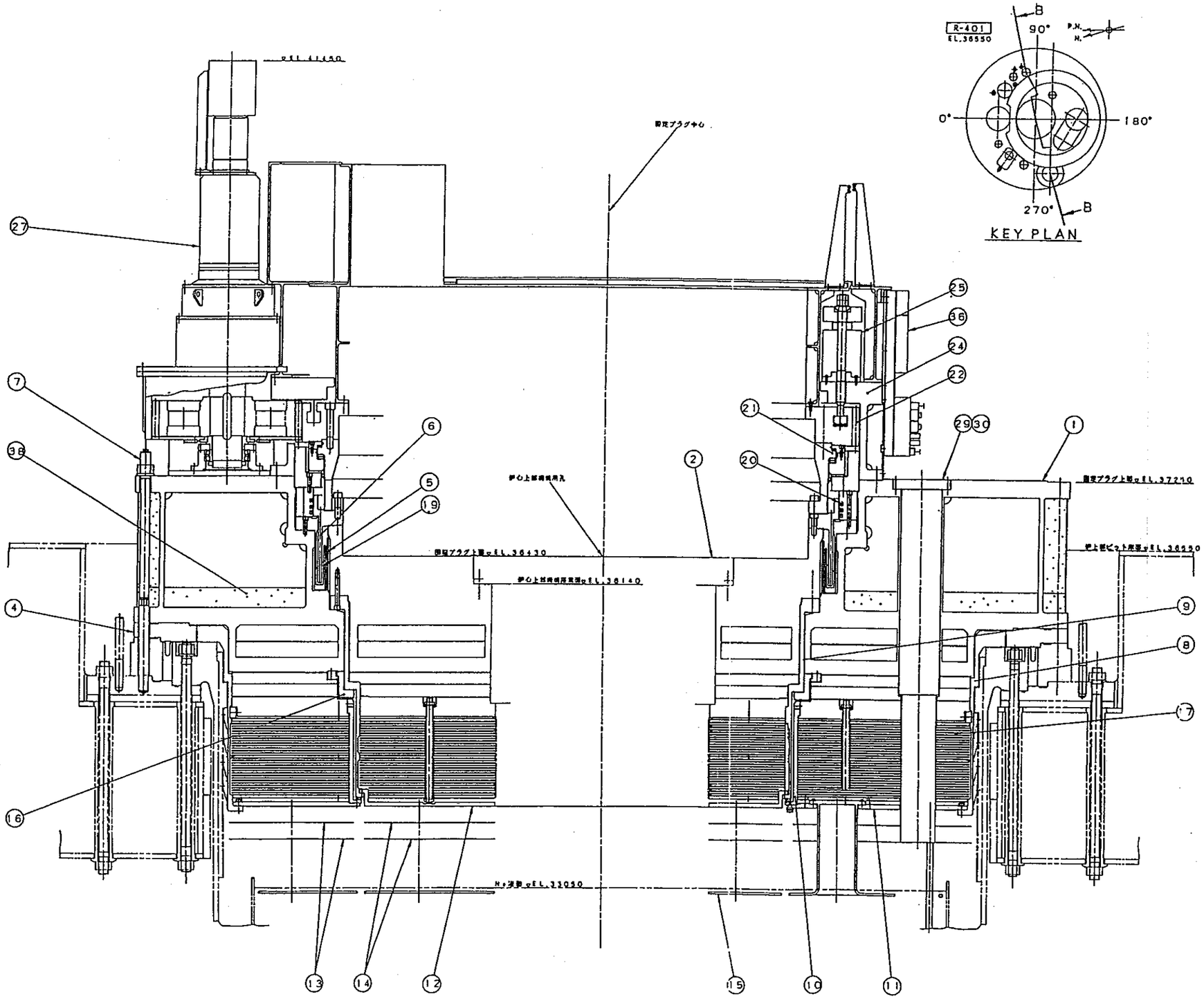
主要部設計諸元

		固定プラグ上蓋	回転プラグ上蓋	長円形プラグ	プラグ蓋※	レーベルプラグ(ツールプレート)	フリーズシール用・仕切板
構造材料		高速増殖炉第3補修器	高速増殖炉第3補修器	高速増殖炉第3補修器	高速増殖炉第3補修器	高速増殖炉第3補修器	高速増殖炉第3補修器
耐圧クラス		A (Sz)	A (Sz)	A (Sz)	A (Sz)	A (Sz)	A (Sz)
内部の雰囲気(内/外)		Ar/Air・He	Ar/Air・He	Ar/Air・He	Ar/Air	Ar/Air	Ar/Air
最高使用圧力	内圧	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²
	外圧	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²	1 kg/cm²
最高使用温度		100 ℃	100 ℃	100 ℃	100 ℃	100 ℃	185 ℃
構造		多層平板構造	多層平板構造	多層平板構造	平板構造	――	――

※ 炉内出入用マンホールプラグ, 炉内温度計プラグ
回転プラグ熱電対プラグ, 固定プラグ熱電対プラグ

Pno	名称	材料	個数	備考
38	回転プラグ上蓋円筒しゃへい体	ポリエチレン・鉛・鉄板	1式	
37	O リング	フッ素ゴム	1式	
36	油圧マニホールド	SUS304・SS41相当	4	
35	回転プラグ出入用マンホール	SGV42	3	
34	回転側ケーブルリングブラケット		1	
33	固定側ケーブルリングブラケット		1	
32	固定プラグ熱電対プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
31	回転プラグ熱電対プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
30	炉内温度計プラグ(2本用)	SGV42・SUS304	1	
29	炉内温度計プラグ(3本用)	SGV42・SUS304	2	
28	炉内出入用マンホールプラグ	SGV42・SUS304	1	
27	回転プラグ駆動装置	SNCM439・SCM440 SCM435・S35C相当	1式	
26	回転側ケーブルリングブラケット		1式	
25	油圧押上装置	SNB23-1・S7CU950 SF340・SCM435相当	12	
24	上部支持リング	SM41B相当	1	
23	油圧ロッキング装置	SUS304・S7CU950 S35C・S45C相当	16	
22	歯車	3.5NiCrMoV鋼	1	
21	軸受	SCM445・SUJ3相当	1	
20	エラストマシール	フッ素ゴム	2	
19	フリーズシール合金	[illegible]	1	
18	炭素鋼しゃへい層	SUS304・SM41B相当	1式	
17	鉛しゃへい層	SUS304	1式	
16	Z リング	SUS304	1	
15	ティッププレート	SUS304	1式	
14	回転プラグカバーガス中仕しゃへい材	SUS304	2	
13	固定プラグカバーガス中仕しゃへい材	SUS304	2	
12	回転プラグティッププレート支持材	SUS304	1	
11	固定プラグティッププレート支持材	SUS304	1	
10	回転プラグ内仕しゃへい材	SUS304	1	
9	回転プラグしゃへい材	SUS304	1	
8	固定プラグしゃへい材	SFVQ1A・SUS304	1	
7	固定プラグ取付ボルト	SHB24-4	96	M100
6	フリーズシール仕切板	SUS304・SGV42・SM41B	1	
5	フリーズシール材	SUS304・SGV42・SM41B	1	
4	しゃへいプラグソームプレート	SGV42	1	
3	長円形プラグ	SFVQ1A・SM41B SUS304・STPT38-S	1	
2	回転プラグ上蓋	SFVQ1A・SGV42・SM41B・STPT38-S	1	He ガスを封入する
1	固定プラグ上蓋	SGV42・SM41B・STPT38-S	1	He ガスを封入する

第2.1-2 図　しゃへいプラグ構造図（1/3）



B－B 断面

（断面位置はしゃへいプラグ構造図⊕を参照）

	主要部設計条件			
	炉内部分（I）	炉内部分（II）	炉内部分（III）	炉外部分
機器番号	——	——	——	——
耐震クラス	B（Sz）	B	B（Sz）	B，C
流体の種類	Ar	Ar	Na / Ar	Air
最高使用圧力	——	——	——	——
最高使用温度	420 ℃	420 ℃	550 ℃	100 ℃

炉内部分（I）：固定プラグ，回転プラグしゃへい材
固定プラグ内側しゃへい材
固定プラグ，回転プラグディッププレート支持板

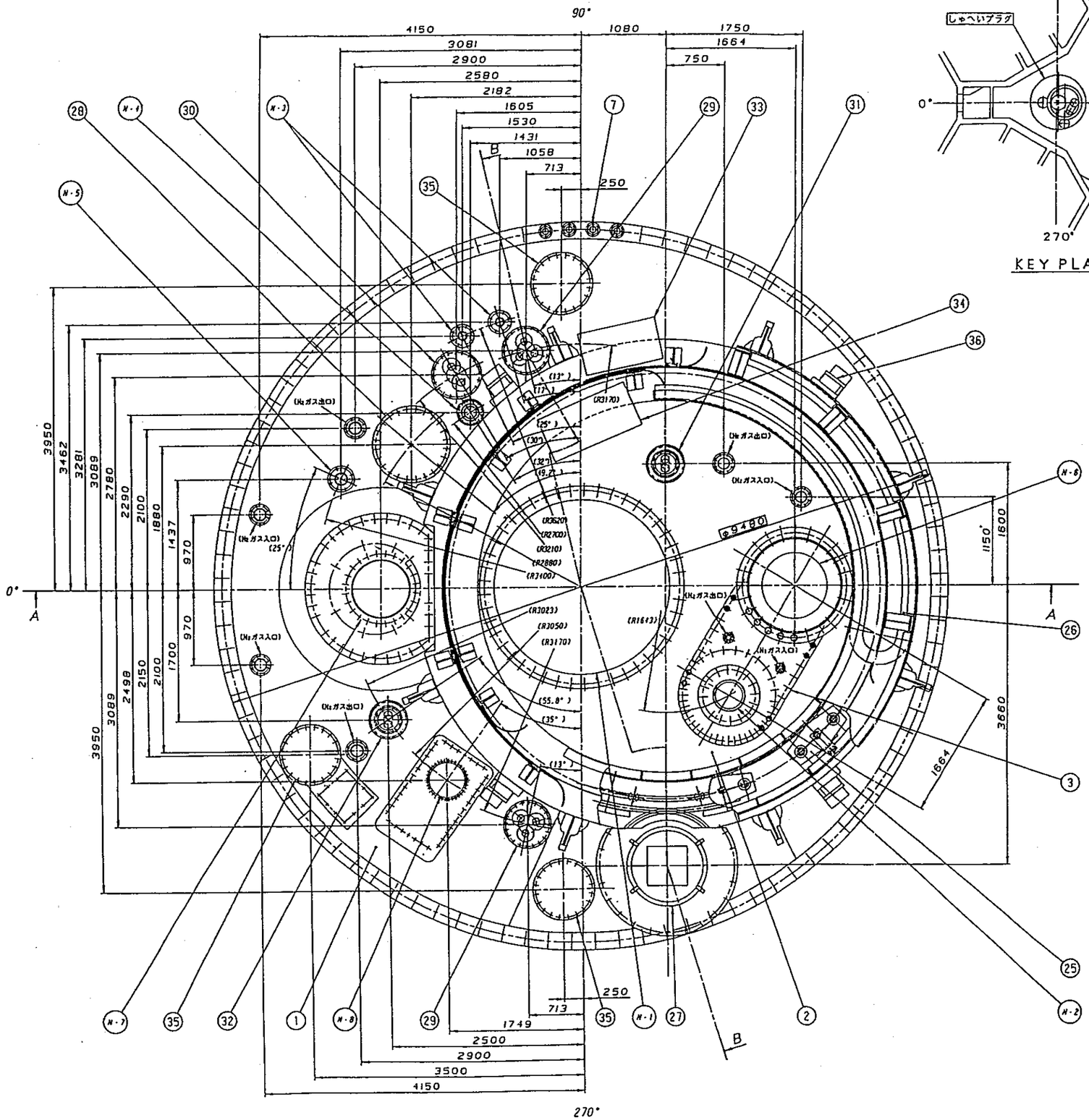
炉内部分（II）：放射線しゃへい層
熱しゃへい層

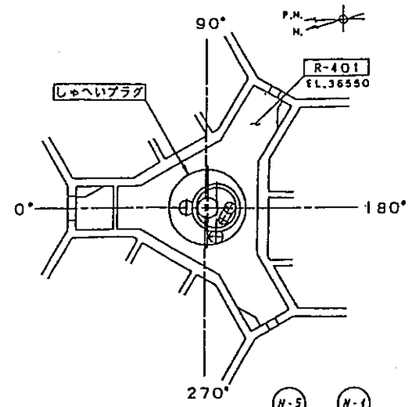
炉内部分（III）：固定プラグ，回転プラグカバーガス中熱しゃへい板
固定プラグ，回転プラグディッププレート

炉外部分　：上部支持リング，軸受
（軸受のみ耐震クラスB，その他は耐震クラスC）

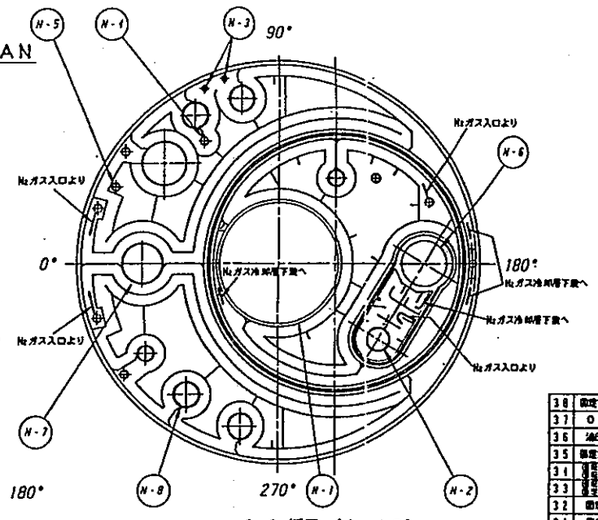
P.no	名称	材料	個数	備考
38	固定プラグ上部内しゃへい体	ポリエチレン・鉛・鉄球	1式	
37	O リング	フッ素ゴム	1式	
36	油圧マニホールド	SUS304・SS41他	4	
35	固定プラグ出入用マンホール	SGV42	3	
34	回転軸ケーブリングクラック 熱電対端子台		1	
33	固定軸ケーブリングクラック 熱電対端子台		1	
32	固定プラグ抽電用プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
31	回転プラグ抽電用プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
30	炉内検出計プラグ（2本用）	SGV42・SUS304	1	
29	炉内検出計プラグ（3本用）	SGV42・SUS304	2	
28	炉内出入用マンホールプラグ	SGV42・SUS304	1	
27	回転プラグ駆動装置	SNCM439・SCM440 SCM420・S20C他	1式	
26	回転軸ケーブリングクラック		1式	
25	油圧回上装置	SNB24-4・STPCM850 SFS0・SCM435他	12	
24	上部支持リング	SM41B相当	1	
23	油圧ロッキング装置	SUS304・STPCM850 S25C・S45C他	16	
22	軸　原	3.5NiCrMoV鋼	1	
21	軸　受	SCM445・SUJ3他	1	
20	エラストマシール	フッ素ゴム	2	
19	フリーズシール合金	Bi:50%Pb　Sn:25%Cd In:5%Sn	1	
18	放射線しゃへい層	SUS304・SM41B相当	1式	
17	熱しゃへい層	SUS304	1式	
16	Z リング	SUS304	1	
15	ディッププレート	SUS304	1式	
14	回転プラグカバーガス中熱しゃへい板	SUS304	2	
13	固定プラグカバーガス中熱しゃへい板	SUS304	2	
12	回転プラグディッププレート支持板	SUS304	1	
11	固定プラグディッププレート支持板	SUS304	1	
10	固定プラグ内側しゃへい板	SUS304	1	
9	回転プラグしゃへい板	SUS304	1	
8	固定プラグしゃへい板	SFVQ1A・SUS304	1	
7	固定プラグ取付ボルト	SNB24-4	96	M100
6	フリーズシール仕切板	SUS304・SGV42 SM41B	1	
5	フリーズシール槽	SUS304・SGV42 SM41B	1	
4	しゃへいプラグシールプレート	SGV42	1	
3	長円形プラグ	SFVQ1A・SM41B SUS304・STPT38-S	1	
2	回転プラグ上蓋	SFVQ1A・SGV42 SM41B・STPT38-S	1	Na ガスホルダを含む
1	固定プラグ上蓋	SGV42・SM41B STPT38-S	1	Na ガスホルダを含む

第2.1-2 図　しゃへいプラグ構造図（2/3）

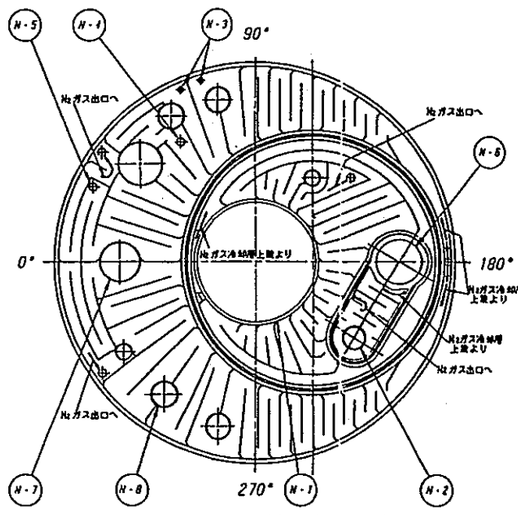




KEY PLAN



C-C 断面 (1:40)
N₂ 冷却層上段



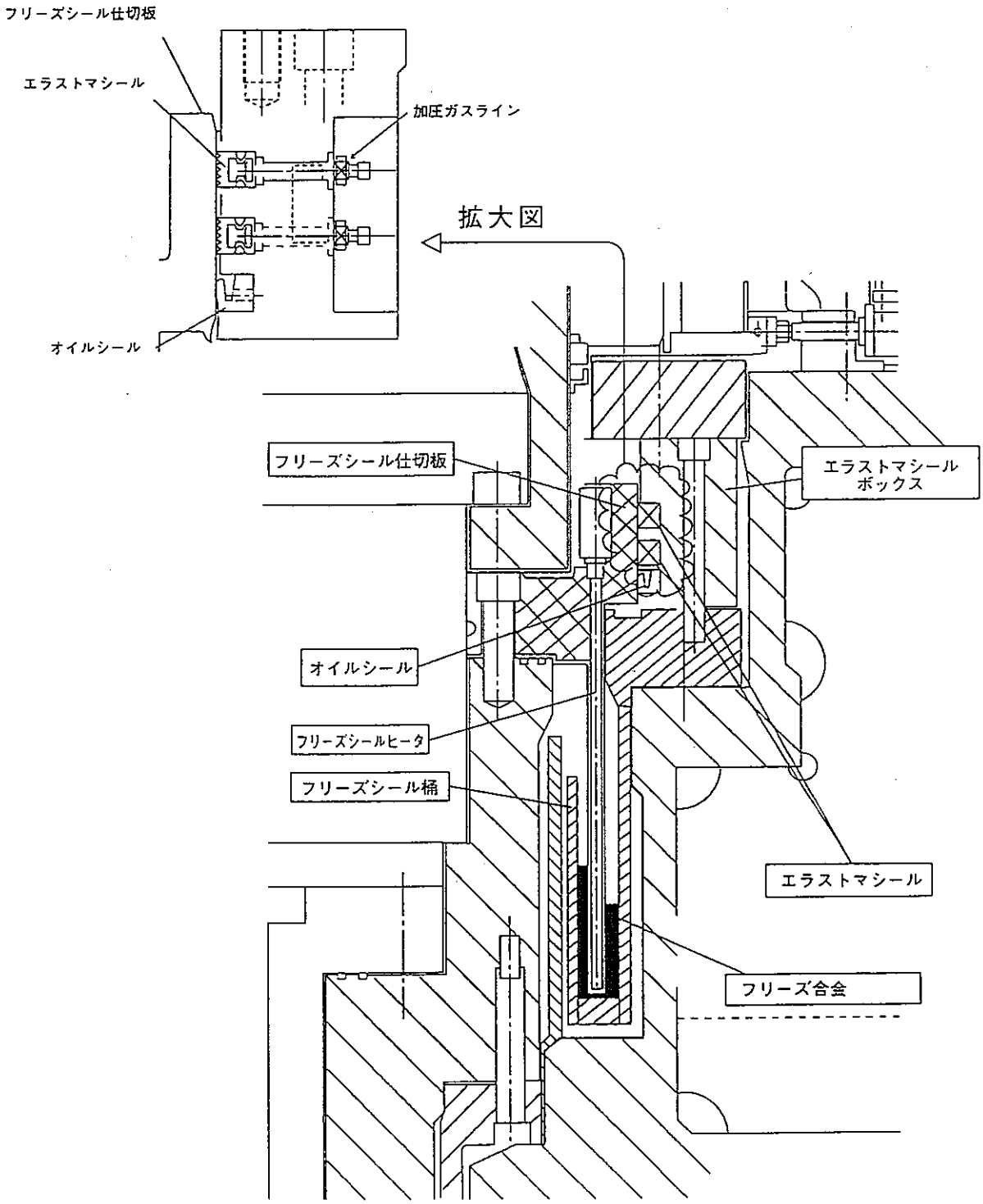
D-D 断面 (1:40)
N₂ 冷却層下段

N-8	ナトリウム造成装置	1	φ166.8	φ400	
N-7	炉内中継装置	1	φ710	φ690	
N-6	燃料交換装置	1	φ862	φ851	
N-5	原子炉容器貫通用熱電対プラグ	1	φ113.2	φ110	
N-4	予備孔プラグ (A)	1	φ156.2	φ120	
N-3	原子炉容器バケットPT検出計プラグ	2	φ92.1	φ77	
N-2	炉内検査孔蓋	1	φ409.6	φ350	
N-1	炉心上部機構	1	φ2269	φ2170	
番号	名称	個数	穴寸法 上部	穴寸法 下部	備考

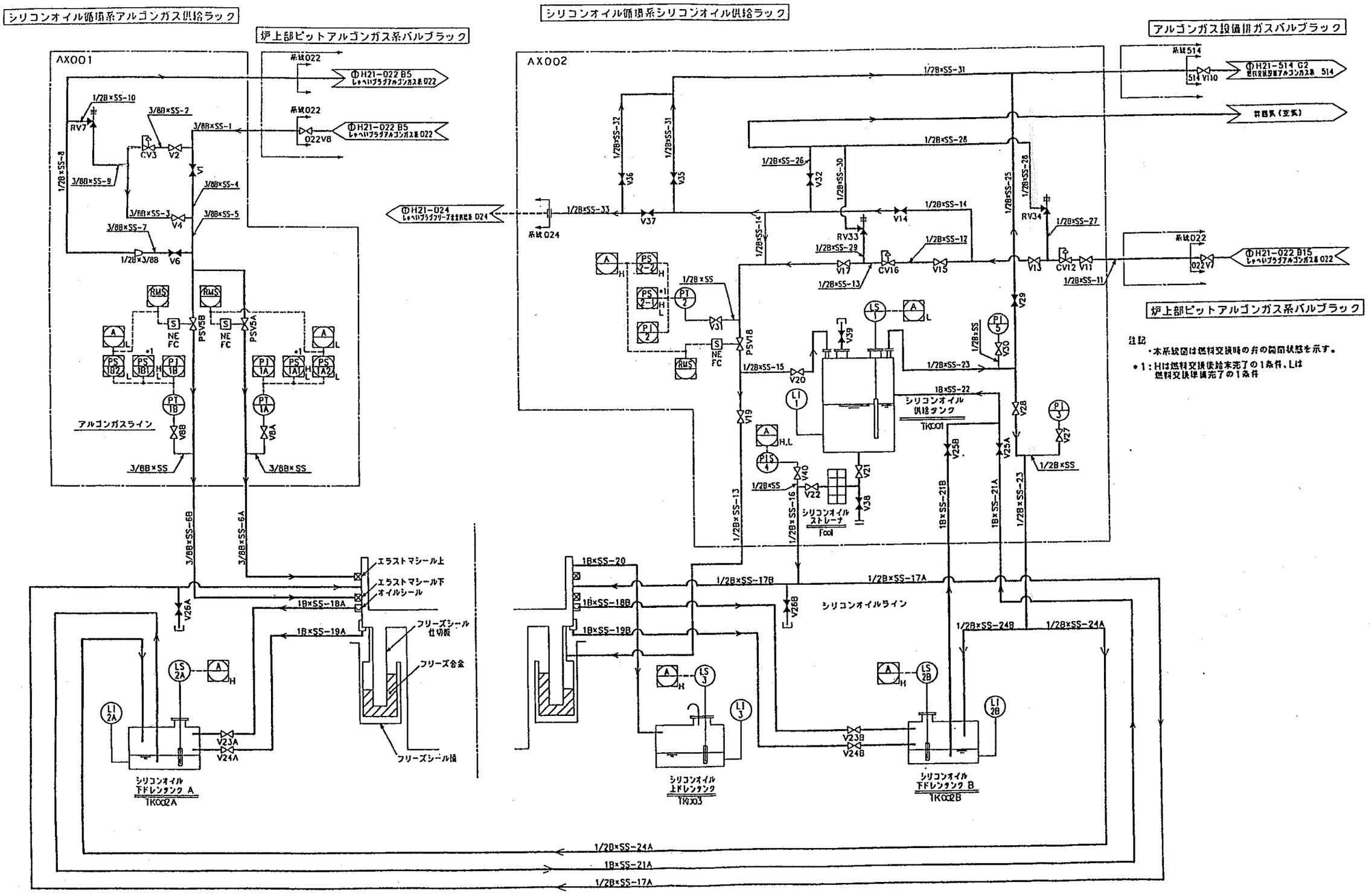
・熱交換器貫通部貫通用穴一覧表

Pno	名称	材料	個数	備考
38	固定プラグ上蓋内しゃへい体	ポリエチレン・鉛・鉄体	1式	
37	O リング	フッ素ゴム	1式	
36	油圧マニホールド	SUS304・SS41他	4	
35	固定プラグ出入用マンホール	SGV42	3	
34	固定ケーブリングラック		1	
33	固定ケーブリングラック		1	
32	固定プラグ油電対プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
31	回転プラグ熱電対プラグ	SGV42・STPT38-S	1	
30	炉内検出計プラグ (2本用)	SGV42・SUS304	1	
29	炉内検出計プラグ (3本用)	SGV42・SUS304	2	
28	炉内出入用マンホールプラグ	SGV42・SUS304	1	
27	回転プラグ駆動装置	SNCM439・SCM440 SCM420・SS41他	1式	
26	回転角ケーブリングラック		1式	
25	油圧再上装置	SNB24-4・SFCM650 SF50・SCM435他	12	
24	上部支持リング	SM41B相当	1	
23	油圧ロッキング装置	SUS304・SFCM650 SS41・S45C他	18	
22	金 草	3.5NiCrMoV鋼	1	
21	軸 受	SCM445・SUJ3他	1	
20	エラストマシール	フッ素ゴム	2	
19	フリーズシール合金	Ni-Cr-Fe Sn-Pb-Fe Ni-Sn	1	
18	炭材球しゃへい層	SUS304・SM41B相当	1式	
17	鉛しゃへい層	SUS304	1式	
16	Z リング	SUS304	1	
15	ディッププレート	SUS304	1式	
14	固定プラグカバーガス中間しゃへい板	SUS304	2	
13	固定プラグカバーガス中間しゃへい板	SUS304	2	
12	回転プラグディッププレート支持板	SUS304	1	
11	固定プラグディッププレート支持板	SUS304	1	
10	固定プラグ円筒しゃへい板	SUS304	1	
9	回転プラグしゃへい板	SUS304	1	
8	固定プラグしゃへい板	SFVQ1A・SUS304	1	
7	固定プラグ取付ボルト	SNB24-4	96	M100
6	フリーズシール仕切板	SUS304・SGV42 SM41B SGV42 SM41B	1	
5	フリーズシール槽	SUS304・SGV42 SM41B	1	
4	しゃへいプラグソールプレート	SGV42	1	
3	長円形プラグ	SFVQ1A・SM41B SUS304・STPT38-S SFVQ1A・SGV42	1	
(2)	回転プラグ上蓋	SM41B・STPT38-S	1	N₂ガス冷却層を含む
(1)	固定プラグ上蓋	SGV42・SM41B STPT38-S	1	N₂ガス冷却層を含む

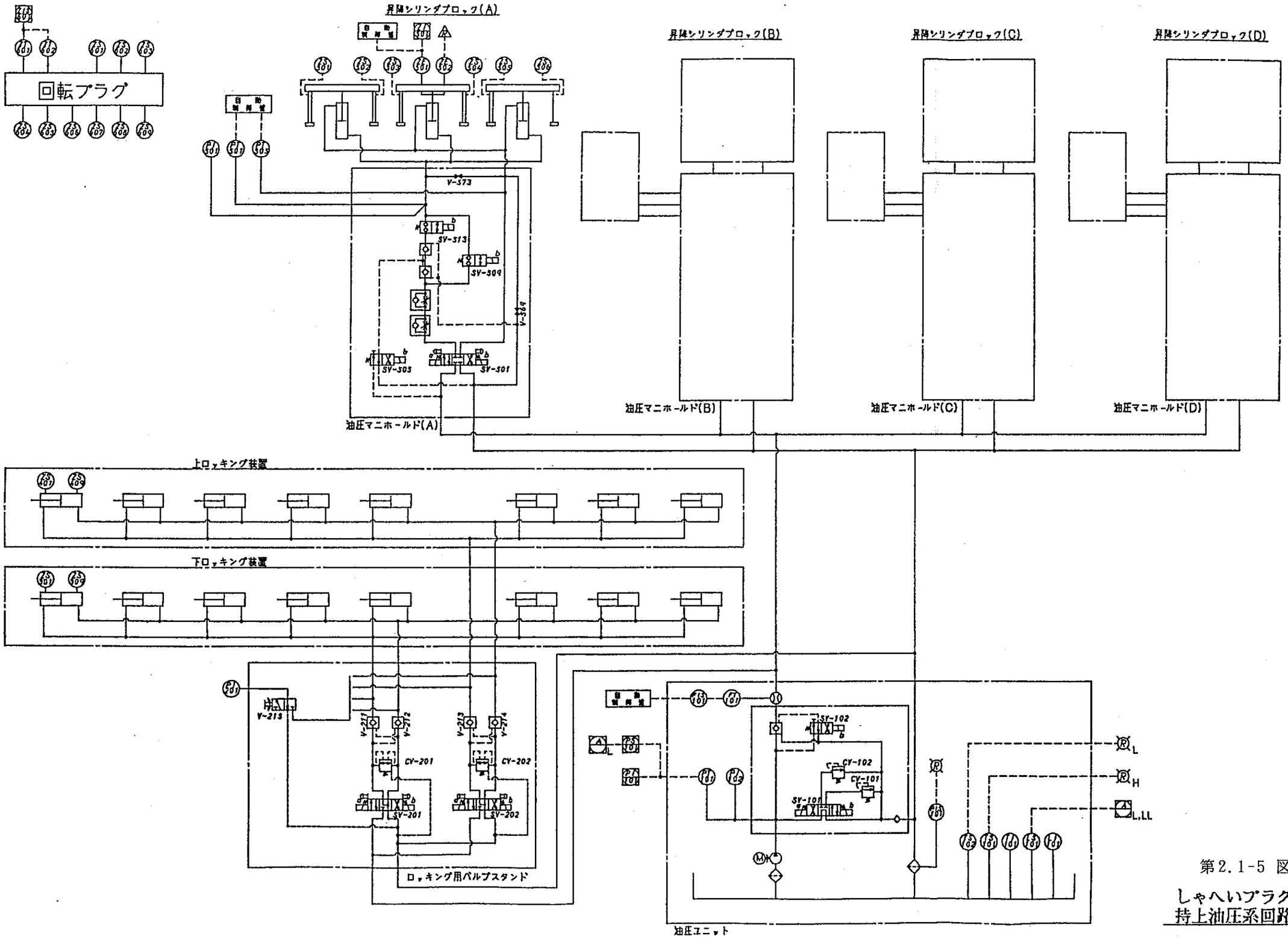
第2.1-2 図　しゃへいプラグ構造図 (3/3)



第2.1-3 図　フリーズシール及びエラストマシール部構造図

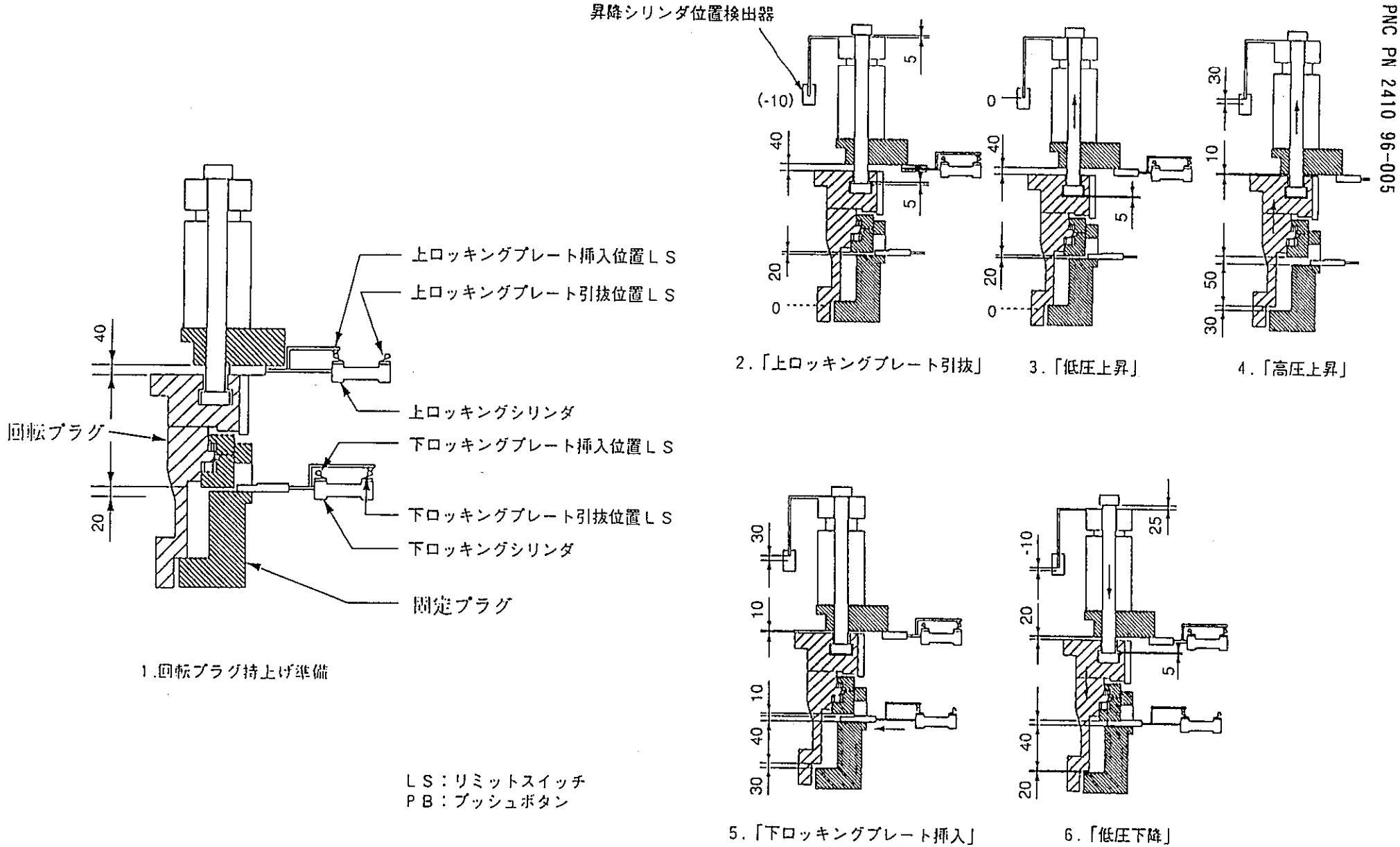


第2.1-4 図　しゃへいプラグシリコンオイル循環系配管系統図



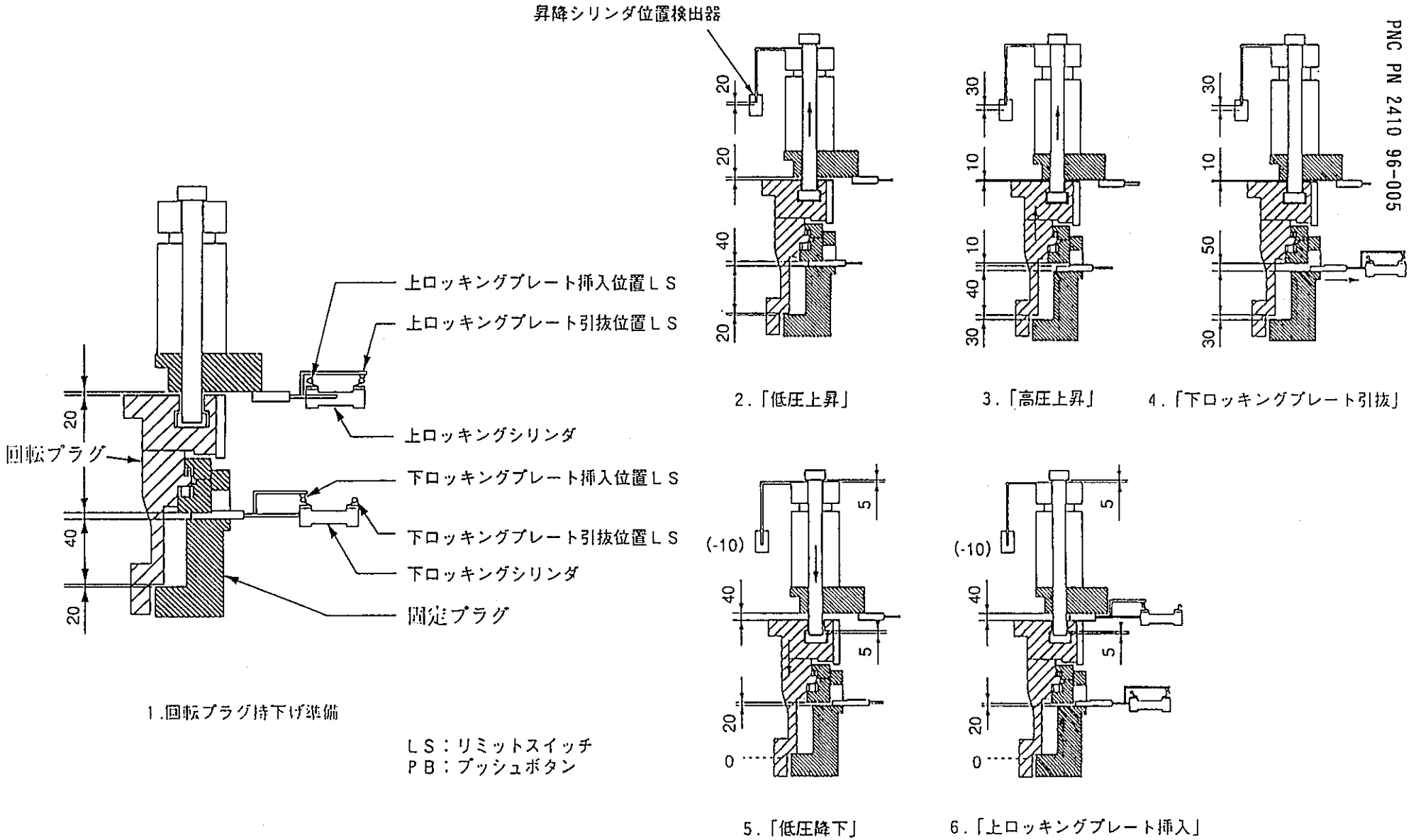
第2.1-5 図

しゃへいプラグ
持上油圧系回路図



第2.1-6 図　回転プラグ持上／持下作動図 (1/2)

① 回転プラグ持上げ手順図



第2.1-6 図　回転プラグ持上／持下作動図（2/2）

② 回転プラグ持下げ手順図

2．2　燃料交換設備

燃料交換設備は、原子炉内で燃料等の移送を行うもので燃料交換装置、炉内中継装置、炉内検査孔設備、燃料交換設備アルゴンガス系及び燃料交換機器置場により構成されている。燃料交換装置及び炉内中継装置ともに原子炉通常運転中は炉上部から取り外しメンテナンス・廃棄物処理建物内の燃交機器置場の収納容器内に保管されており、燃交時にしゃへいプラグに搭載して使用する。

炉外での燃料等の移送・受渡しをする燃料出入設備とは、炉内中継装置上部に設置する燃料出入用接続筒上面に、燃料出入機が気密接続することにより取り合う。

燃料交換設備は炉内のナトリウム中で燃料等を上下動させることから長尺構造をしており、ナトリウム及びアルゴンガス中の部材は、ステンレス鋼製としている。

燃料交換に係る燃料交換設備機器の搬入、据付、取外し、搬出は、原子炉機器輸送ケーシング、プラグ取扱機等を使用して行われる。

第2.2-1 図に燃料交換装置及び炉内中継装置の運用、第2.2-2 図に燃料交換システムを示す。

（1）燃料交換装置

燃料交換装置は燃料交換時に回転プラグ上に据付け、回転プラグの回転動作と連動させて、炉心と炉内中継装置との間で燃料等の移送を行うもので、燃料交換装置本体、昇降駆動装置、燃料交換孔ドアバルブ、ホールドダウンアーム等から構成され、全長は約22mある。第2.2-3 図に燃料交換装置を示す。

①　燃料交換装置本体

燃料交換装置本体は、直接炉心構成要素の取扱いを行うもので炉心構成要素をつかむためのグリッパ、据付・取外し時にグリッパを本体内に収納するためのパンタグラフ機構及びそれらを駆動するためのグリッパ及びグリッパ駆動装置からなる。

燃料交換装置本体は、パンタグラフ方式で燃料交換時にドアバルブよりホールドダウンアーム内に挿入しパンタグラフを開いてセットし、、回転プラグとホールドダウンアームの回転により炉心上部の所定の位置に移動する。

燃料交換装置本体は、昇降駆動装置により上下動し、本体に組み込まれたグリッパ及びグリッパ駆動装置で燃料等のつかみ・離し、引抜・挿入を行う。

第2.2-4 図に燃料交換装置本体駆動原理、第2.2-5 図に燃料把持動作状態説明図、第2.2-6 図にグリッパ構造図、第2.2-7 図にグリッパ爪開閉動作説明を示す。

②　ホールダウン機構

ホールドダウン機構は、燃料交換装置本体の炉内でのガイドと旋回機能及び炉心構成要素引抜時に周囲燃料の浮上りを防止するホールドダウン機能有するもので、炉内に設置される馬蹄型断面の軸を持つホールドダウンアーム、その回転及び昇降を行うホールドダウン駆動装置から成り、回転プラグ上に搭載される。

ホールドダウンアームは、本体を収納し、回転プラグ上のホールドダウン駆動装置により回転するとともに燃料等の引抜き時にアームを少し下降させることによりアーム先端のグリッパ案内管で周囲の燃料等の　浮き上がりを防止する。ホールドダウンアームは、原子炉運転中も原子炉内に設置したままとなることから耐震剛性と熱応力緩和を図った馬蹄形断面の構造とし、外表面には熱しゃへい板を設置している。また、ナトリウムベーパの上昇防止対策等を行っている。第2.2-8 図に原子炉容器内筒との干渉事故防止を示す。

③　燃料交換孔ドアバルブ

燃料交換孔ドアバルブは、ホールドダウン駆動装置上部に取り付けられ、ホールドダウン駆動装置銅とともに出力運転時に原子炉カバーガス等バウンダリを形成する。

④　昇降駆動装置

燃料交換時に燃料交換装置本体の昇降を行う。

（2）炉内中継装置

炉内中継装置は燃料交換時に固定プラグ上に設置し、燃料移送ポットの通路を形成するとともに、燃料等を燃料移送ポットに収納した状態で燃料交換装置と燃料出入設備との間で中継移送するもので、炉内中継装置本体、回転ラック駆動装置、燃料出入孔ドアバルブ、燃料出入孔スリーブ、挿入しゃへい体等から構成され、全長は約17mある。

第2.2-9 図に炉内中継装置を示す。

①　炉内中継装置本体

炉内中継装置本体は、燃料移送ポットをつかんだ燃料出入設備のグリッパをガイドし、下部の回転ラックに燃料等の入った2体のポットを収納する。燃料交換装置から使用済燃料等を、燃料出入設備からは新燃料等が入ったポットを受取り、しゃへいプラグ上の駆動装置でラックを回転し、燃料出入設備へ使用済燃料等が入ったポットを、燃料交換装置には新燃料等をそれぞれ渡す。

②　回転ラック駆動装置

炉内中継装置本体の回転ラックを燃料交換装置等と取合う所定の位置に回転させるための駆動装置である。第2.2-10図に回転ラック駆動装置説明図を示す。

③　燃料出入孔ドアバルブ

上部案内筒の上部に取り付けられ、出力運転時に上部案内筒と相まって原子炉カバーガスバウンダリを形成する。

④　燃料出入孔スリーブ

燃料出入孔に炉内中継装置本体挿入時の案内ガイドをなすとともに、燃料出入機で炉内中継装置から使用済燃料入りポットを吊り上げる途中で移送ポットが停止した場合に

使用済燃料を冷却し、また、燃料出入孔プラグを引き抜く際、加熱するために内部にガス流路を設けている。第2.2-11図に燃料出入孔プラグまわり拡大図を示す。

（3）炉内検査孔

炉内検査孔設備は、回転プラグ上に設置される長円形プラグ上に設置され、炉内検査孔スリーブ内に炉内検査孔プラグを保持している。炉内検査孔プラグは、燃料交換装置による燃料交換装置による燃料切離し不能時に、ドアバルブ及び燃料切離装置を設置して燃料切離しを行う場合や炉内観察の必要が生じた場合に取り外す。

（4）燃料交換設備アルゴンガス系

燃料交換設備アルゴンガス系は、燃料交換装置、炉内中継装置、炉内検査孔設備及びC／V内運転床上の燃料交換置場に新鮮アルゴンガスを供給し、シール部加圧、機器・配管・原子炉機器輸送ケーシング等との接続筒内のガス置換、ブローダウン等を行う。

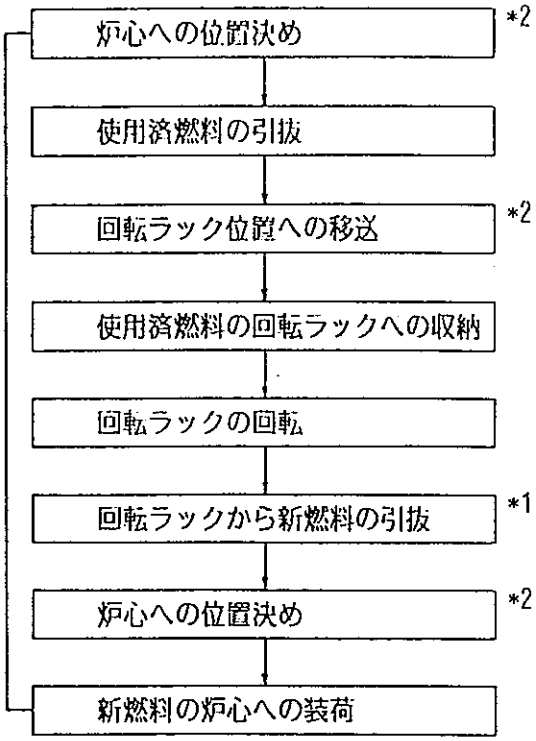
（5）燃料交換機器置場

プラグ置場、C／V内機器置場及びM／B内機器置場から構成される。

プラグ置場は、C／V内運転床に設置され、プラグ取扱機を用いてしゃへいプラグから取外される孔プラグ類を個々にアルゴンガス中に保管する。

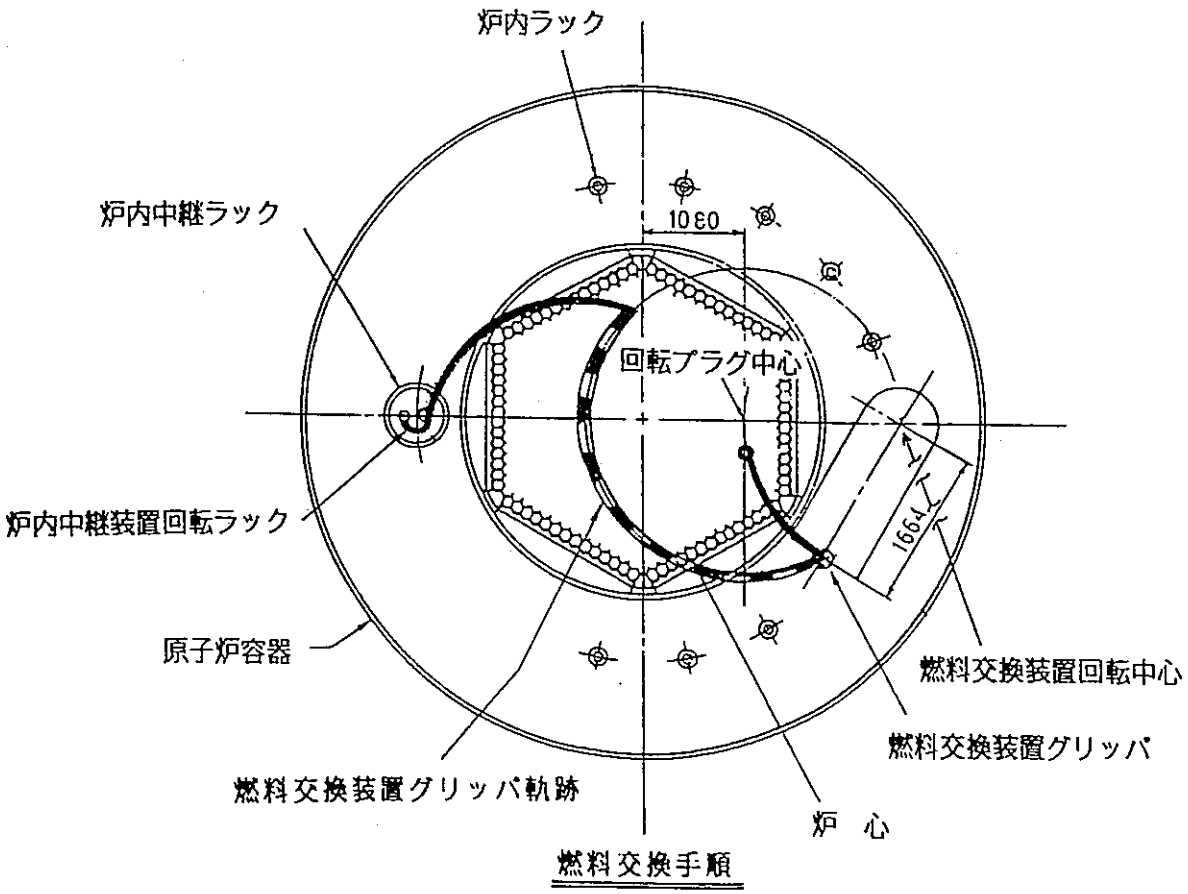
C／V内機器置場は、燃交時あるいは定検時に取外してC／V内運転床に上に保管される燃料交換設備機器を直立支持する。

M／B内機器置場は、原子炉機器輸送ケーシングを用いて燃交時以外に取外してM／B内に保管する燃料交換設備機器をアルゴンガス中に収納保管するものである。

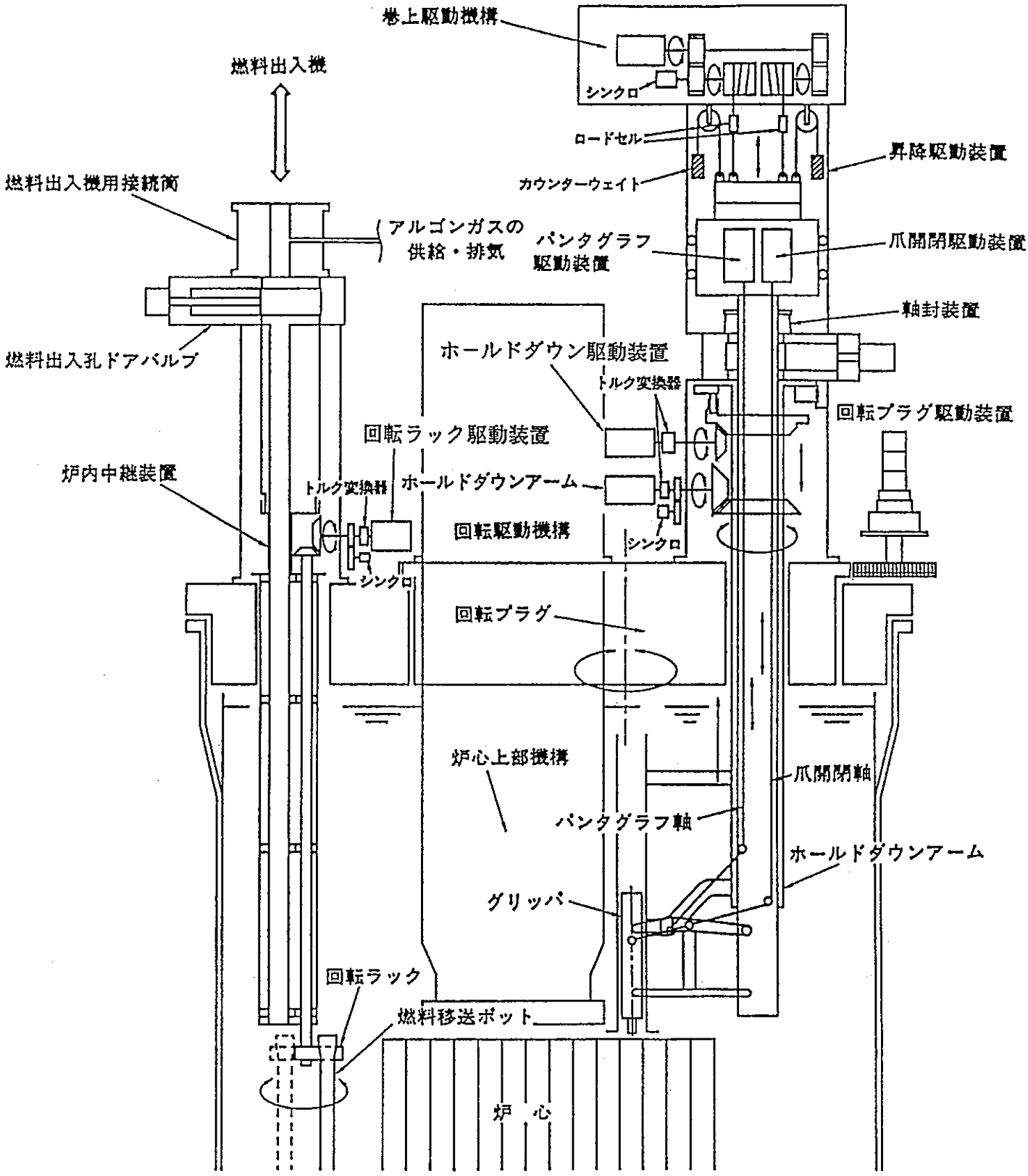


*1　燃料交換装置での燃料移送中に、炉内中継装置では燃料出入設備による使用済燃料と新燃料の入替も行われる。

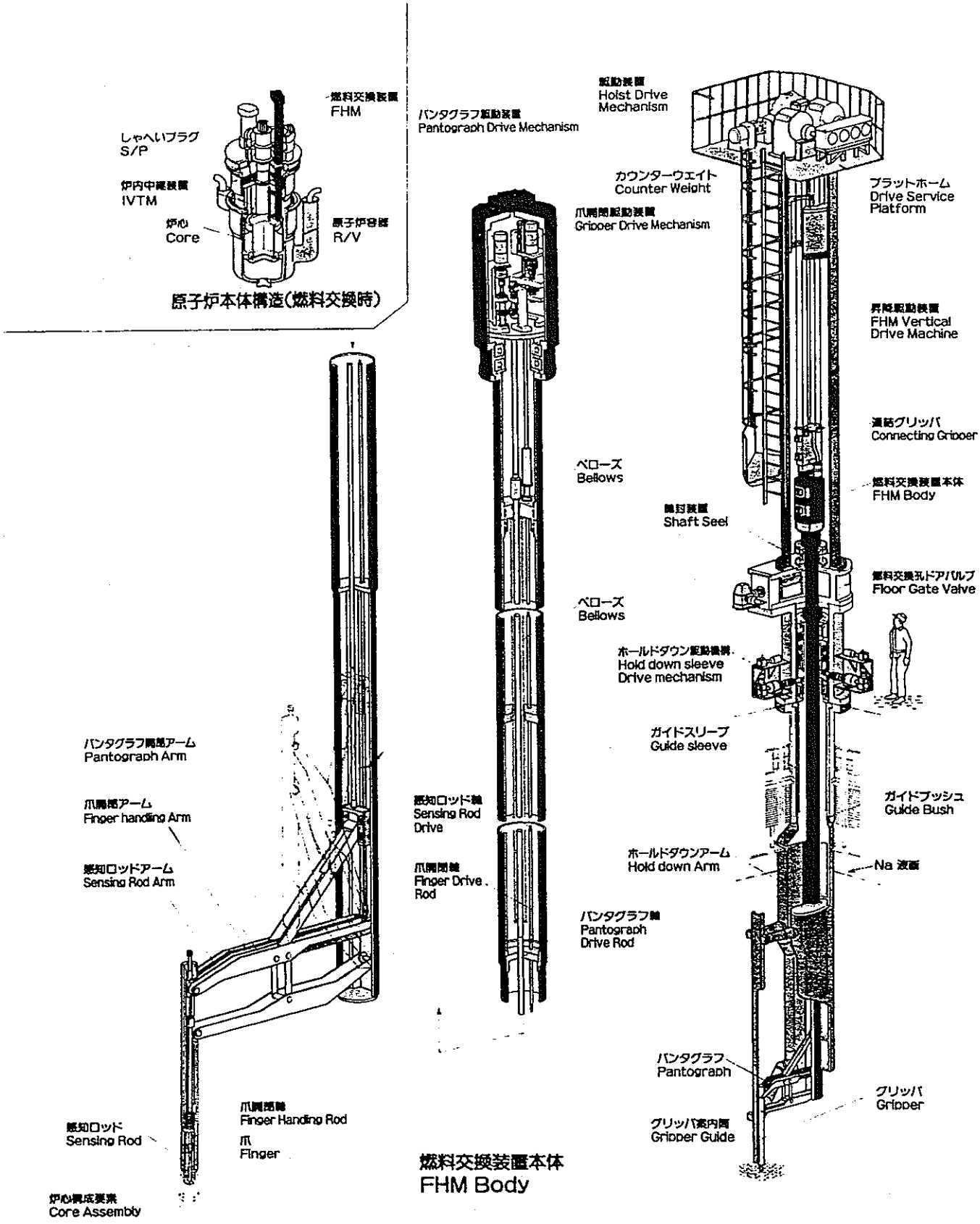
*2　回転プラグの回転動作と連動し，移送が行われる。



第2.2-1 図　燃料交換装置及び炉内中継装置の運用

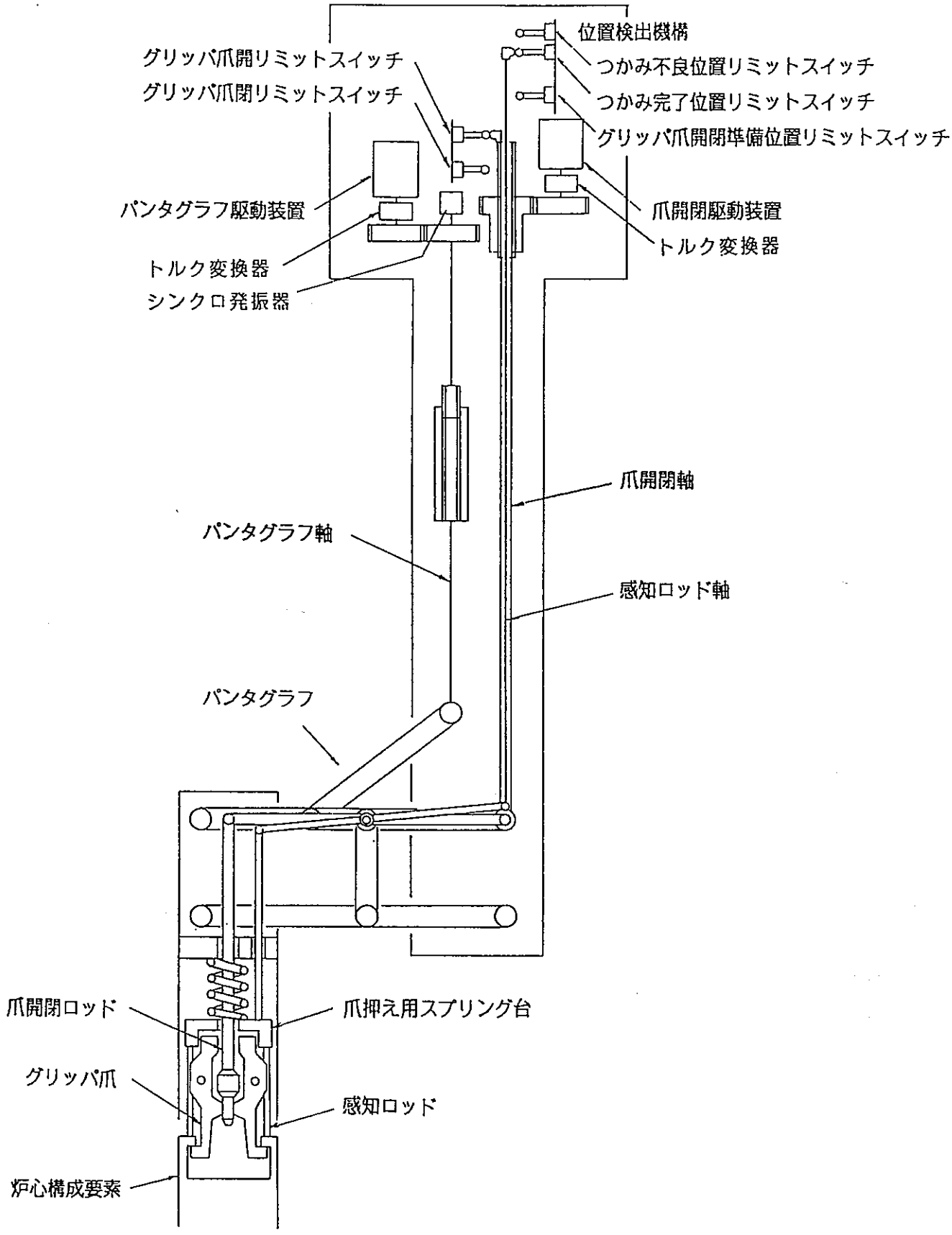


第2.2-2 図　燃料交換システム

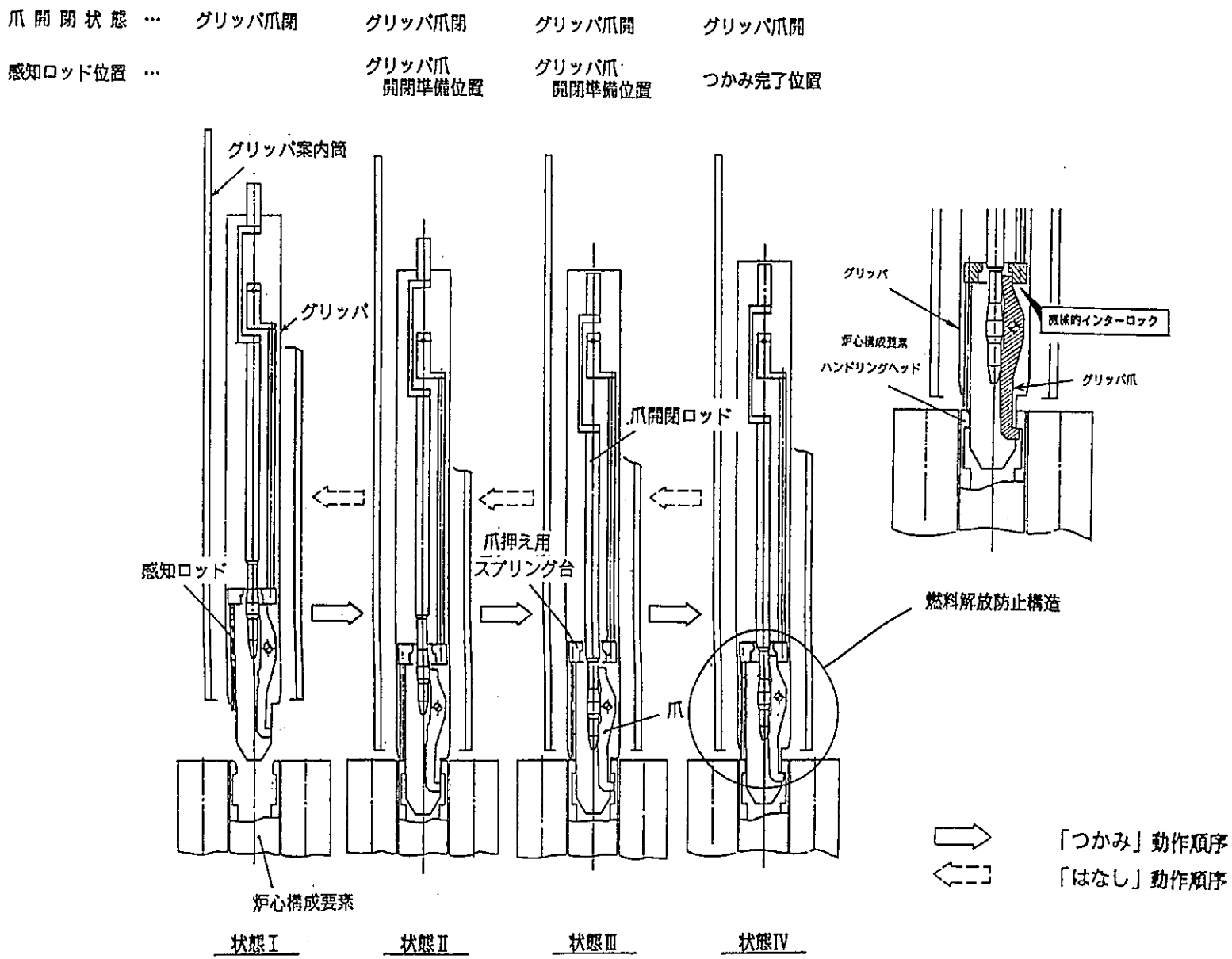


第2.2-3 図 「もんじゅ」燃料交換装置

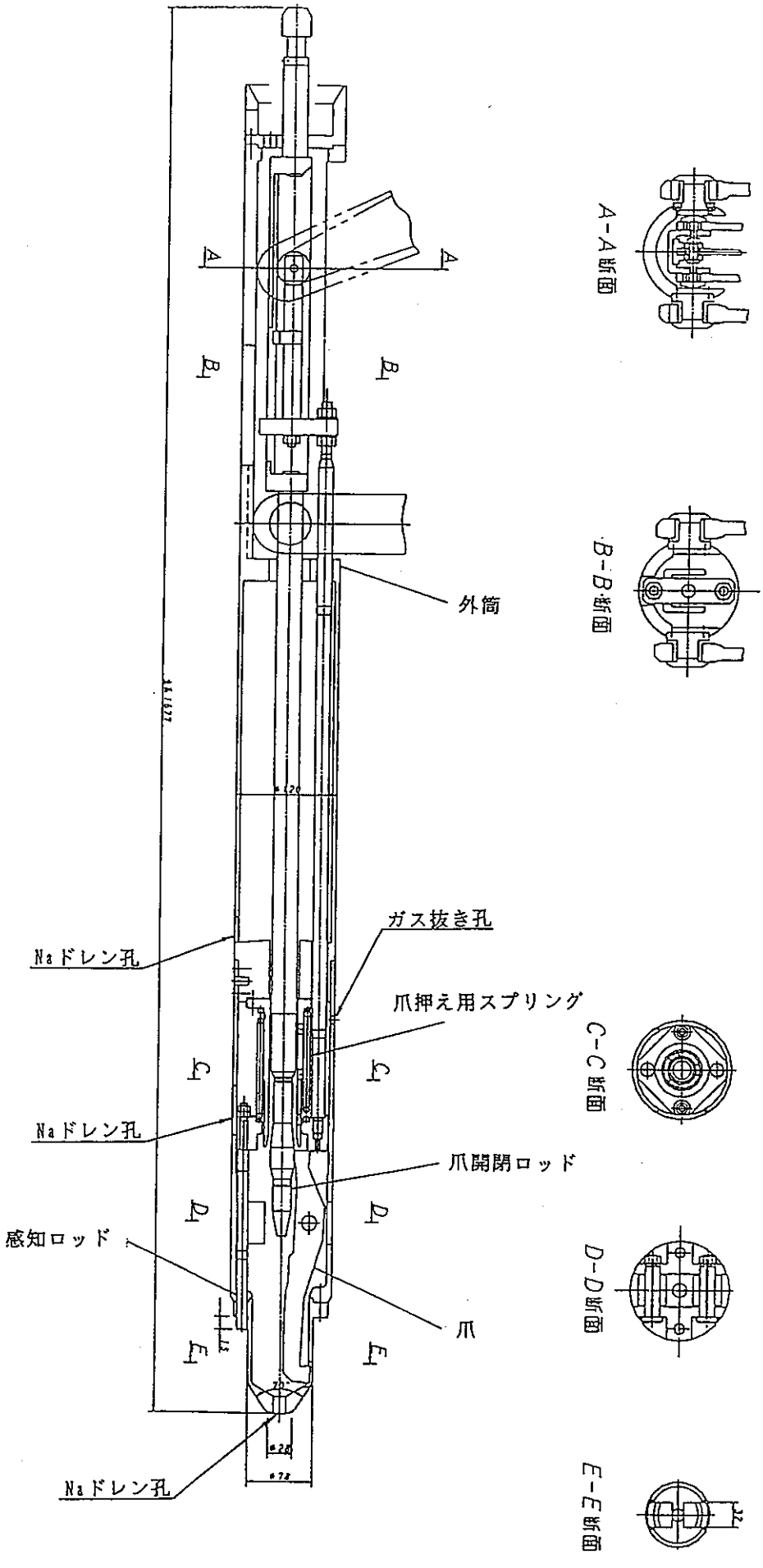
"Monju" FUEL HANDLING MACHINE



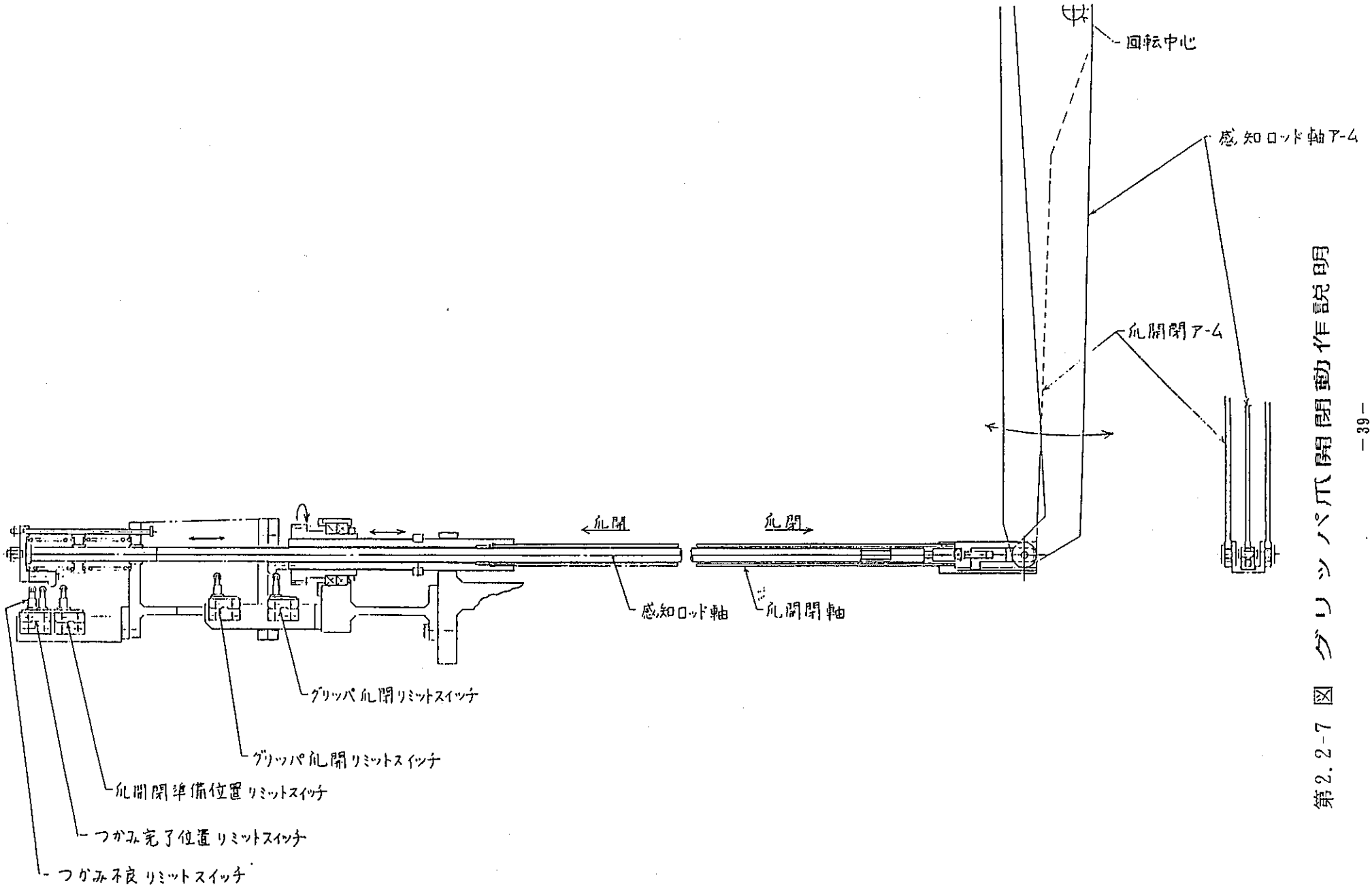
第2.2-4 図　燃料交換装置本体駆動原理



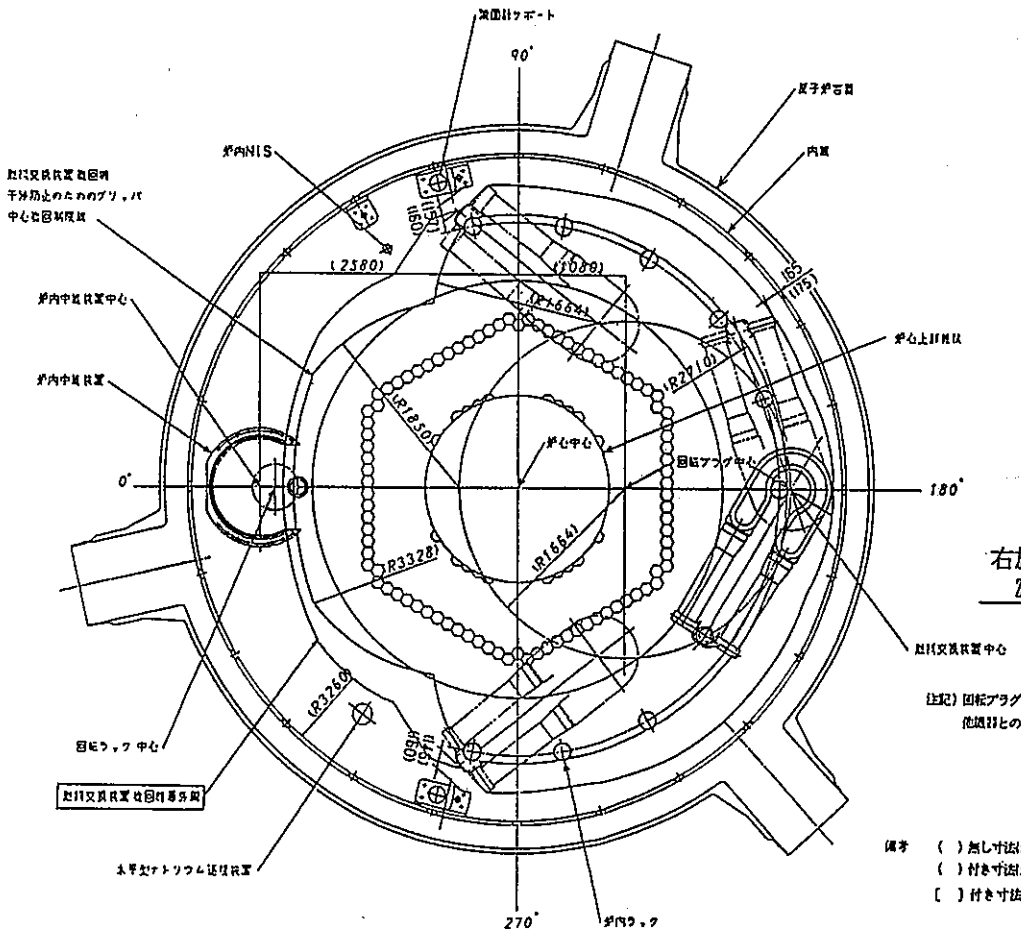
第2.2-5 図　燃料把持動作状態説明図



第2.2-6 図　　グリッパ構造図



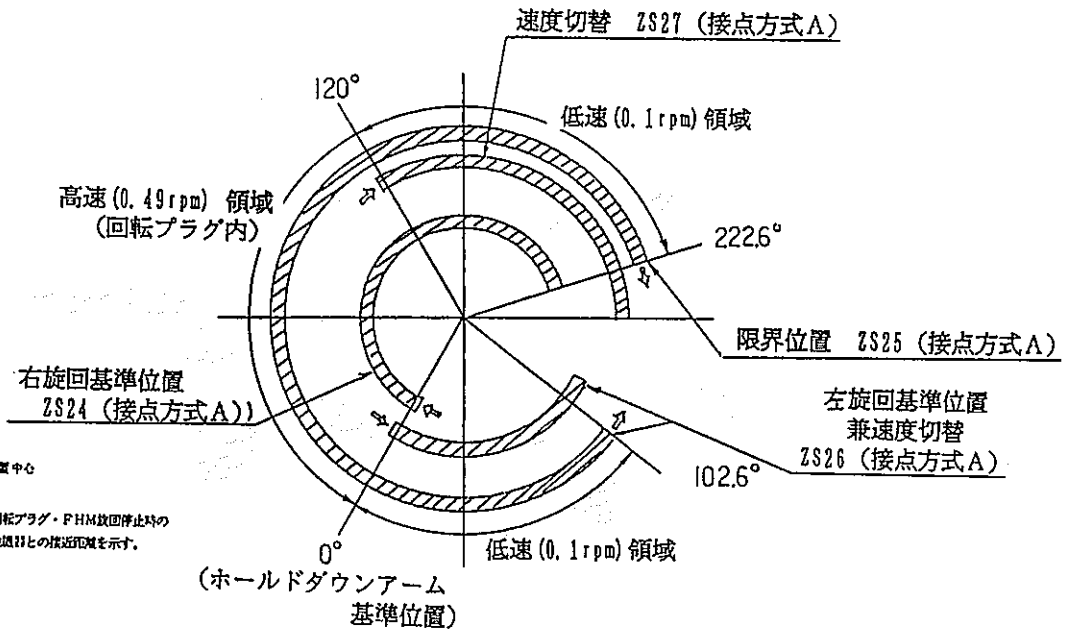
第2.2-7図 グリッパ爪開閉動作説明



注記) 回転プラグ・FHM旋回停止時の他機器との接近距離を示す。

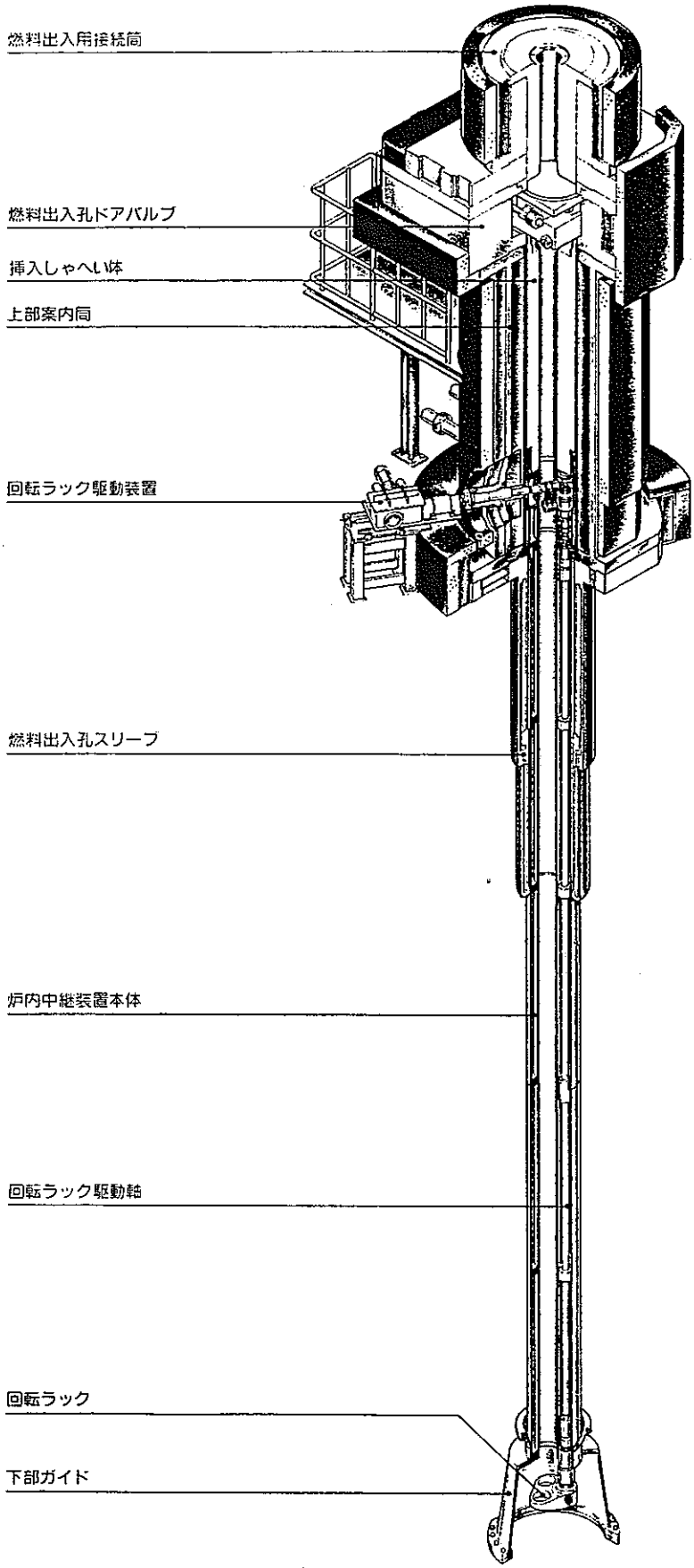
備考 ( ) 無し寸法は実測値（現地寸法記入を添付）
( ) 付き寸法はノミナル値
[ ] 付き寸法は実測値に用いた計算値

F H M 旋 回 動 作 範 囲 図

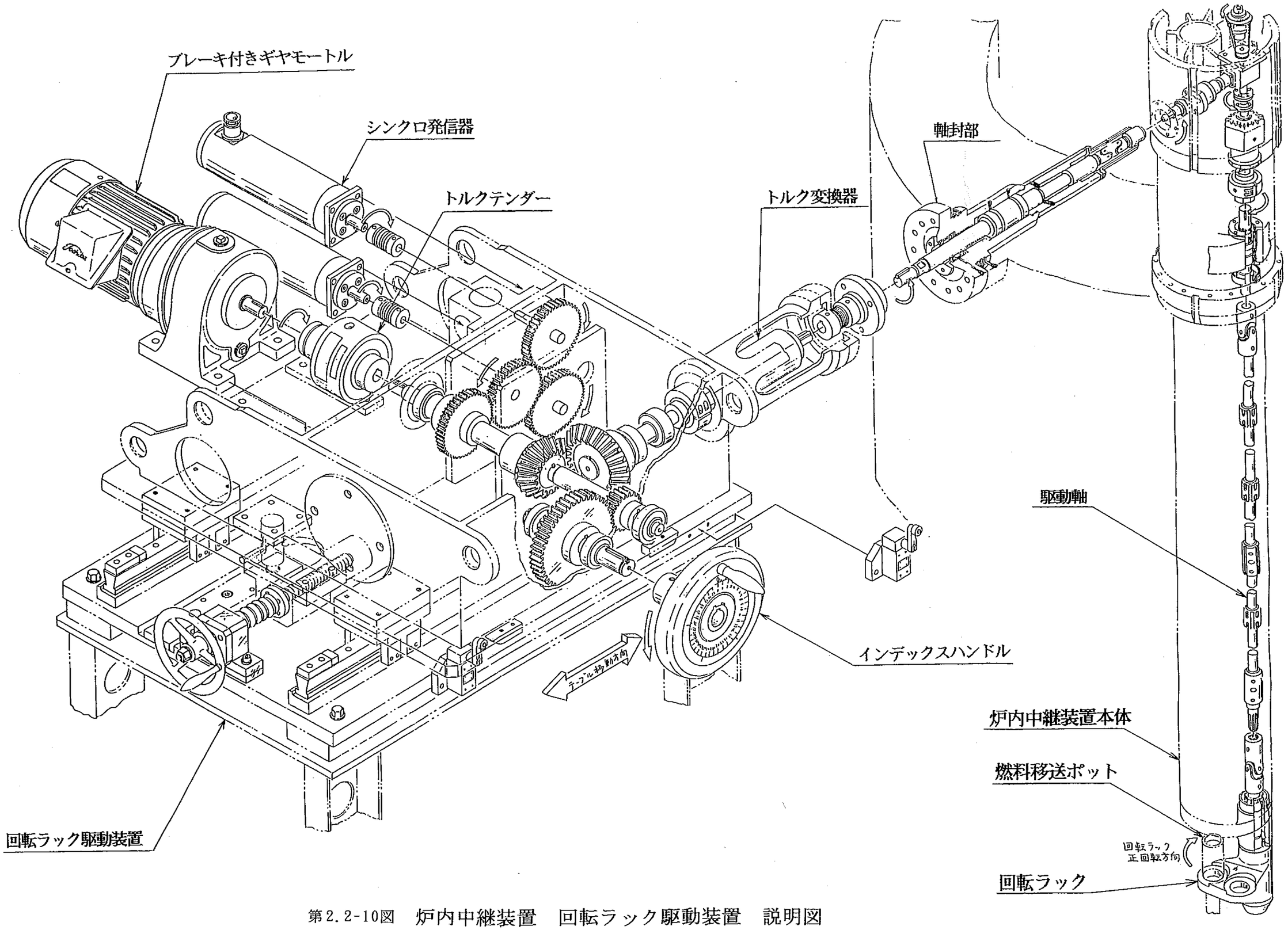


ホールドダウンアーム旋回位置用
リミットスイッチ動作範囲図

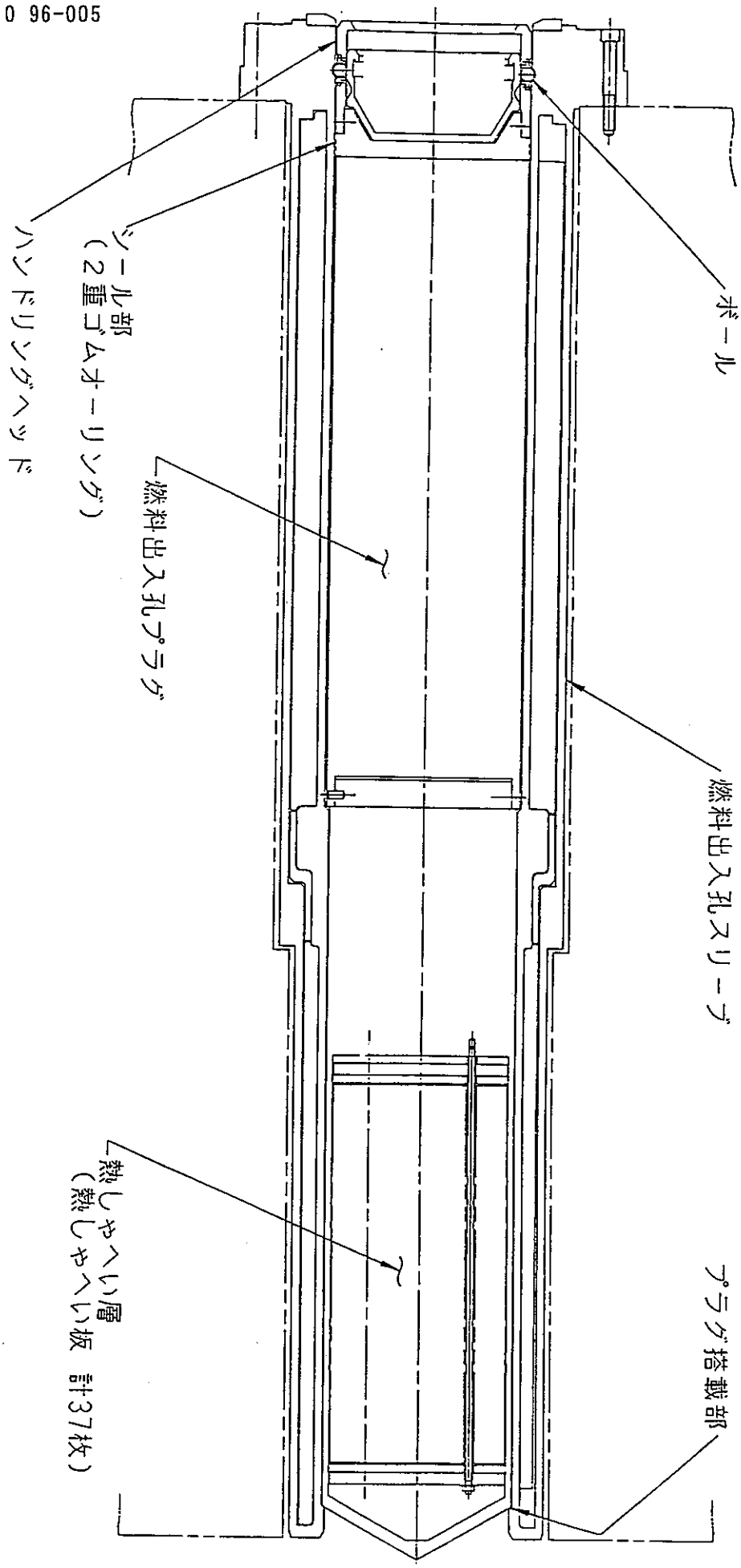
第2.2-8 図 原子炉容器内筒との干渉事故防止



第2.2-9 図　　炉内中継装置



第2.2-10図　炉内中継装置　回転ラック駆動装置　説明図



第2.2-11図
燃料出入孔プラグまわり拡大図

2．3　燃料出入設備

燃料出入設備は燃料交換時における炉内と炉外燃料貯蔵槽間の燃料等の移送を行い、また、原子炉通常運転中においては、地下台車から新燃料等を受け取り炉外燃料貯蔵槽へ移送及び炉外燃料貯蔵槽からの使用済燃料等の取り出し、燃料洗浄設備、燃料缶詰設備、水中燃料貯蔵設備等への移送、受渡しを行う。

燃料出入設備は、燃料出入機本体、移送中の使用済燃料等を冷却する冷却装置及びこれらの機器を搭載して走行する走行台車、燃料出入機予熱冷却装置及び燃料移送ポットから構成され、全高約８ｍ、重量約 370ｔである。第2.3-1 図に燃料出入設備の運用、第2.3-2 に燃料出入設備を示す。

（１）燃料出入機本体

燃料出入機本体は、本体Ａ、本体Ｂ及び燃料出入機グリッパ交換装置から構成され、取扱い対象物は、炉心構成要素、燃料移送ポット、缶詰缶、PIE 燃料輸送キャスクプラグ、中性子源キャスクプラグ及びドリップパンである。

第2.3-3 図に燃料出入機本体、第2.3-4 図に燃料出入機グリッパを示す。

①　燃料出入機本体Ａ

本体Ａは、ナトリウムまたはアルゴンガス雰囲気中の炉心構成要素を裸、または燃料移送ポット内に収納状態で取り扱うもので、燃料等のつかみ、保持、切離しを行うグリッパ、グリッパ駆動装置、燃料等収納時または受渡し時の気密保持としゃへいを行うコフィン、稼働ブロック、ドアバルブ及び燃料等からの滴下ナトリウムを受けるドリップパンで構成される。第2.3-5 図に燃料出入機本体Ａ全体形状図を示す。

本体Ａグリッパは、グリッパ駆動装置から吊下げられた２対(4本）のステンレス鋼製テープによってコフィン内と受渡し床設備との間を昇降し、ナトリウム中及びアルゴンガス中の燃料等のつかみ・はなしを行う。グリッパはアダプタを取り付けて燃料等を取り扱う構造としており、グリッパには取扱対象物によってアダプタを燃料用、ポット用、ドリップパン用にグリッパ交換装置で取り付ける。第2.3-6 図燃料出入機本体Ａグリッパ形状図を示す。

グリッパ駆動装置は、グリッパからのテープを巻き取る４個の巻取ドラム、巻上駆動モータ、爪開閉モータ、電磁クラッチ、ブレーキ等から構成され、各巻取ドラムに巻付られている左右のテープをそれぞれ同方向に送ることによりグリッパが昇降し、逆方向に送ることによりグリッパの爪を開閉する。第2.3-7 図にグリッパ駆動装置駆動原理図、第2.—8 図に燃料出入機本体Ａグリッパ駆動原理図を示す。

本体Ａコフィンは、取扱対象物の移送の際にそれらを収容する放射線遮蔽付きの気密容器で、二重円筒構造をしており、内側円筒の内面には使用済燃料の冷却上必要な輻射率を確保するためのｸﾛﾑｶｰﾊﾞｲﾄｺｰﾃｨﾝｸﾞ処理したスリーブ、外側円筒は炭素鋼とポリエチレンによりしゃへいする構造になっている。また、取扱い対象物のナトリウム凍結防止を

図るためのヒータを内側円筒の外面に、また、コフィン内に収納した使用済燃料を冷却するための流路が二重円筒間（間接冷却系）に設けられている。

可動ブロックは、床設備に取扱対象物を受渡す際に、しゃへい及び気密を確保した上で床ドアバルブに本体Ａドアバルブを昇降させる機器である。

本体Ａドアバルブは、可動ブロックの下面に設置され、燃料等の通路を形成する機器で、通路を開閉する弁体と弁体を収納するケーシング及び駆動装置からなる。また、弁体にはドリップパン受けがあり、燃料等から滴下するナトリウムを受けるドリップパンを装荷し、予熱保持するためのヒータが設置されている。なお、ドリップパンは滴下したナトリウムを取り除くためのサイフォン機能を備えた構造である。

第2.3-9 図に燃料出入機本体Ａドリップパンを示す。

② 燃料出入機本体Ｂ

本体Ｂは、空気または水中の炉心構成要素を裸、または缶詰缶内収納状態で取り扱うもので、基本的には燃料出入機本体Ａと同様な機器で構成するが、取扱対象物のハンドリングヘッドの形状が１つであることからアダプタ交換が不要なこと、コフィン及びドアバルブ弁体にナトリウム凍結防止のヒータが不要なことが相違点である。

③ 燃料出入機グリッパ交換装置

燃料出入機本体Ａグリッパのアダプタを取扱対象物に合わせて交換する場合にアダプタの保持、保管を行う装置である。

（２）燃料出入機冷却装置

燃料出入機本体内に収納された使用済燃料等を冷却する設備で、本体Ａ間接冷却系、本体Ａ直接冷却系、本体Ｂ直接冷却系から構成される。第2.3-10図に燃料出入機冷却装置系統図を示す。

① 本体Ａ間接冷却系

本体Ａ間接冷却系は、炉心から炉外燃料貯蔵槽に使用済燃料等を移送する際に、燃料移送ポットに収納した使用済燃料の崩壊熱（最大17kw）を間接的に空気冷却するもので、冷却空気は、冷却ブロワによって本体Ａコフィンの上部に供給され、コフィン内外筒間（二重構造部）を経由してコフィン下部から出入通路等の室内雰囲気に排気される。

② 本体Ａ直接冷却系

本体Ａ直接冷却系は、炉外燃料貯蔵槽で保管・一時貯蔵した使用済燃料を洗浄処理等する場合に、本体Ａに収納された裸の使用済燃料の崩壊熱（最大2.2kw)を除去するもので、燃料等を直接アルゴンガス冷却するせので、冷却ガスは、ナトリウムが固着しないよう加熱器で温度制御しながら本体Ａ上部から供給され、コフィン下部からミストトラップ、空気冷却器を経由して冷却系ブロワに戻る循環冷却方式としている。

③ 本体B直接冷却系

本体B直接冷却系は、洗浄後の使用済燃料を本体Bに収納して移送する場合に、使用済燃料（裸または缶詰缶収納）の崩壊熱（最大2.2kw)を除去するもので、直接空気を循環して行う。

（3）走行台車

走行台車は、燃料出入機本体A，B及び燃料出入機冷却装置を搭載し、所定の受渡し設備間を走行し位置決めするものである。

駆動装置は、高速走行(5m/min)と位置決めのための低速走行(0.1m/min)〔ｲﾝﾊﾞｰﾀ 制御により可変速可能〕の常用走行モータと常用走行モータ故障時に使用する予備走行モータが、台車の左右に各一式設置されている。

（4）燃料出入機予熱冷却装置

本設備は、しゃへいプラグ窒素ガス冷却系に接続されており、本体Aで炉内中継装置から使用済燃料等を収納した燃料移送ポットを吊上げる途中で停止した場合及び燃料出入孔スリーブからプラグを引き抜く際に付着ナトリウムを加熱することが必要な場合に使用する。

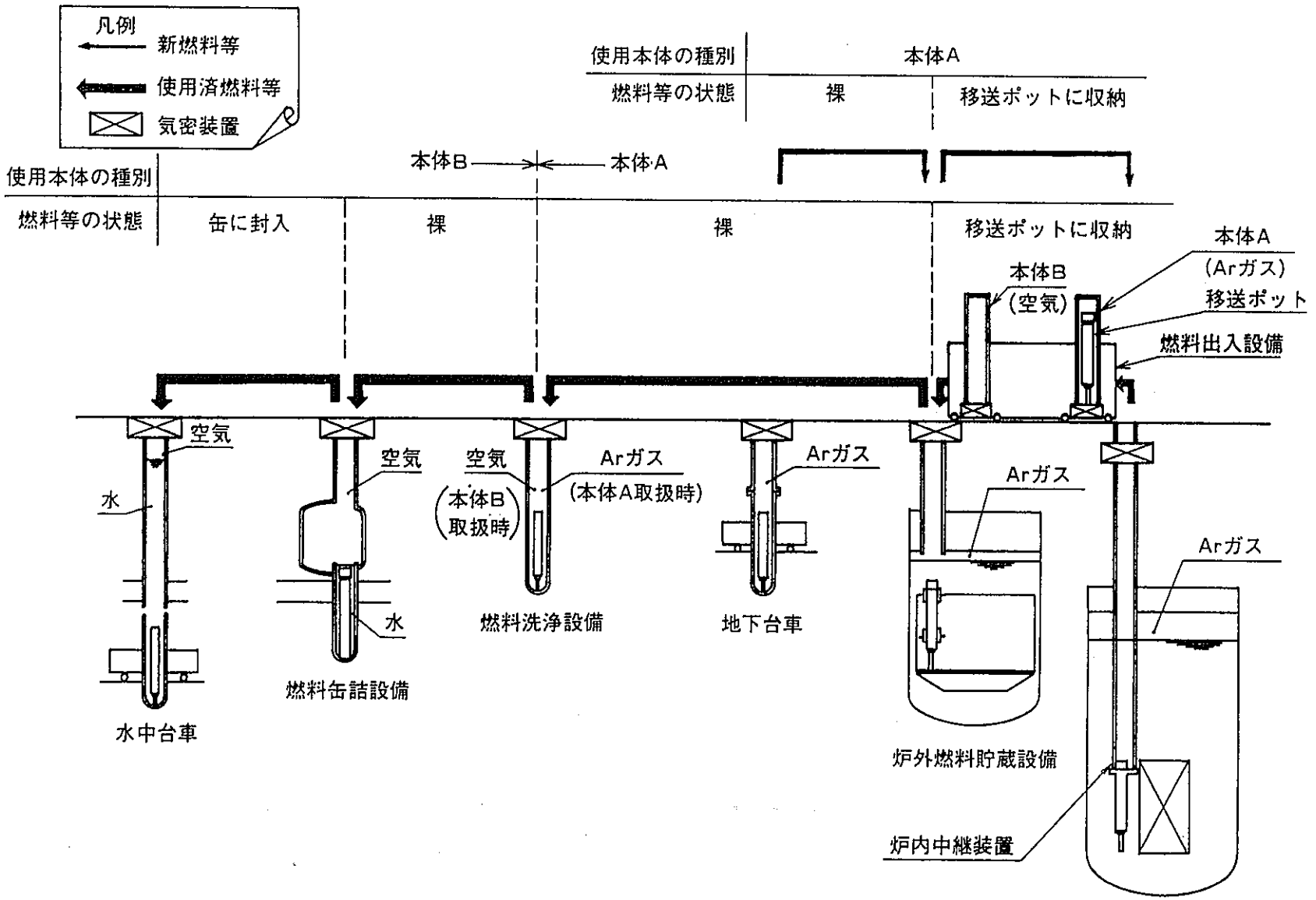
（5）燃料移送ポット

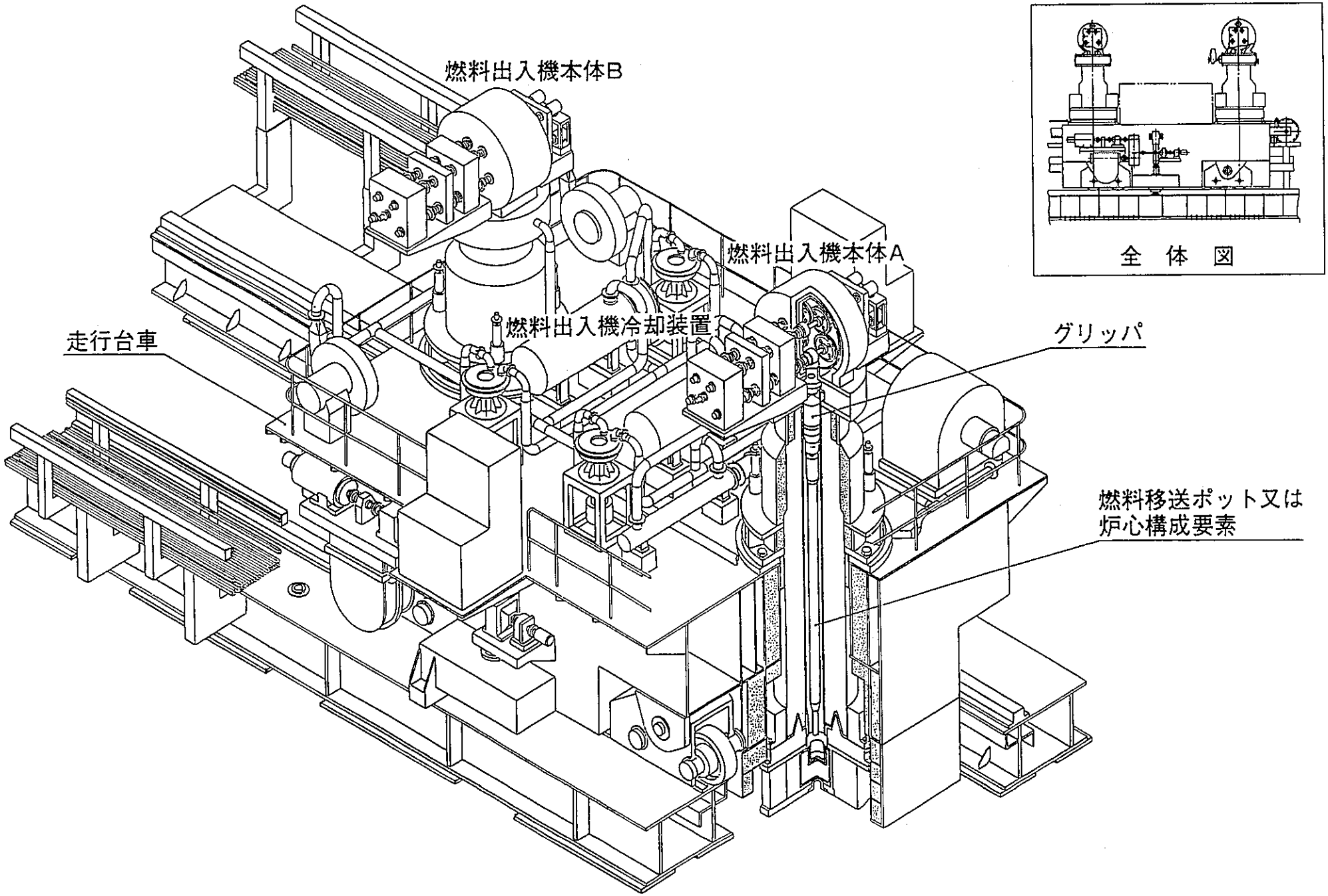
燃料移送ポットは燃料交換時に使用するもので、燃料出入機本体Aによって炉内中継装置及び炉外燃料貯蔵槽並びに燃料検査槽間で取り扱われ、炉心構成要素をナトリウムに浸した状態で移送しする。

ハンドリングヘッド下部は炉内中継装置の回転ラックで支持できるように段付円筒構造となっている。また、この部分には本体Aで移送中に使用済燃料等の発熱でポット内のナトリウム液位が上昇してもポットから溢れ出ないように予めポット内の液位を下げるためのサイフォンを設けている。

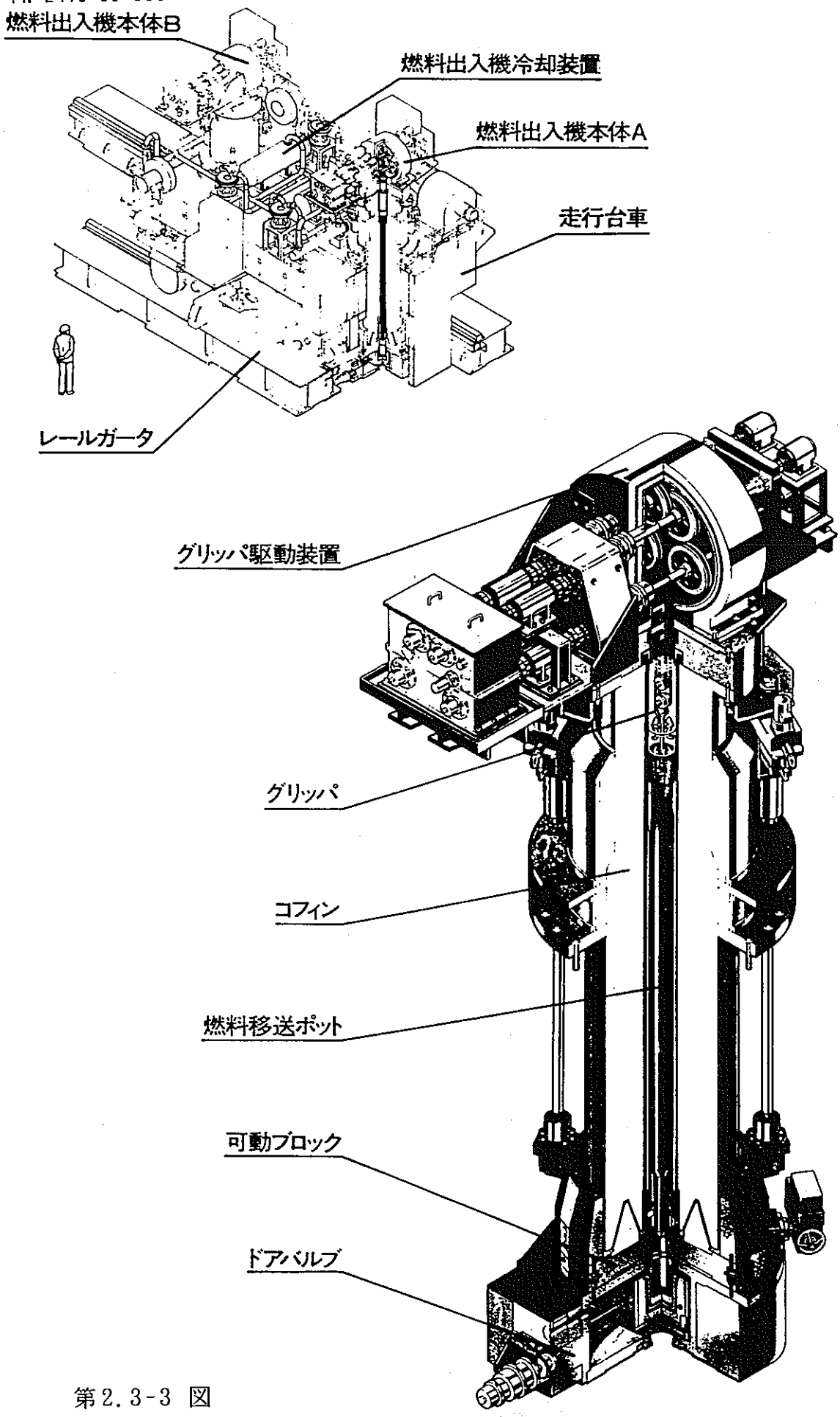
第2.3-11図に燃料移送ポットを示す。

第2.3-1 図　燃料出入設備の運用





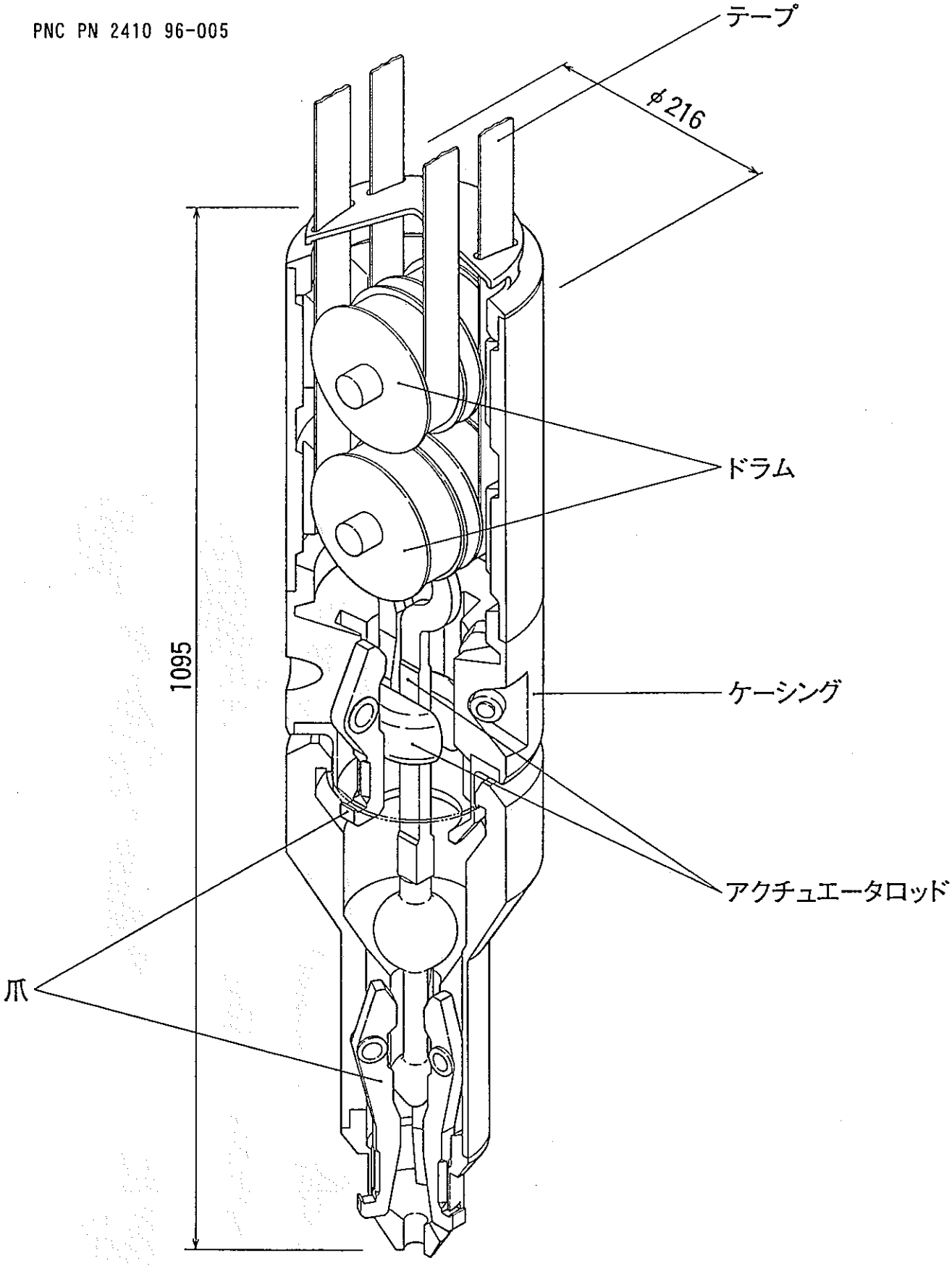
第2.3-2 図 「もんじゅ」燃料出入設備
"Monju" EX-VESSEL TRANSFER MACHINE



第2.3-3 図

「もんじゅ」 燃料出入機本体

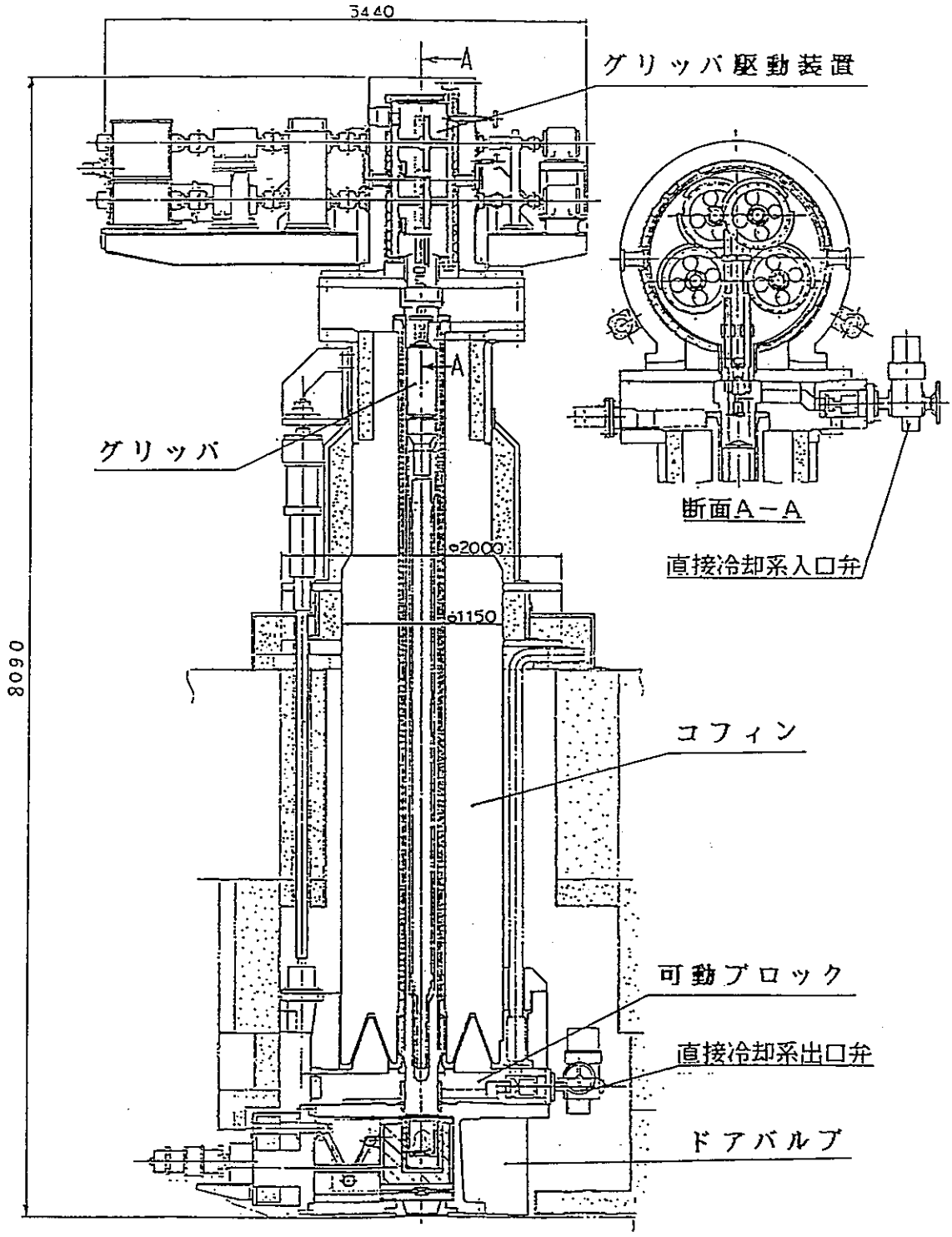
"Monju" EX-VESSEL TRANSFER MACHINE



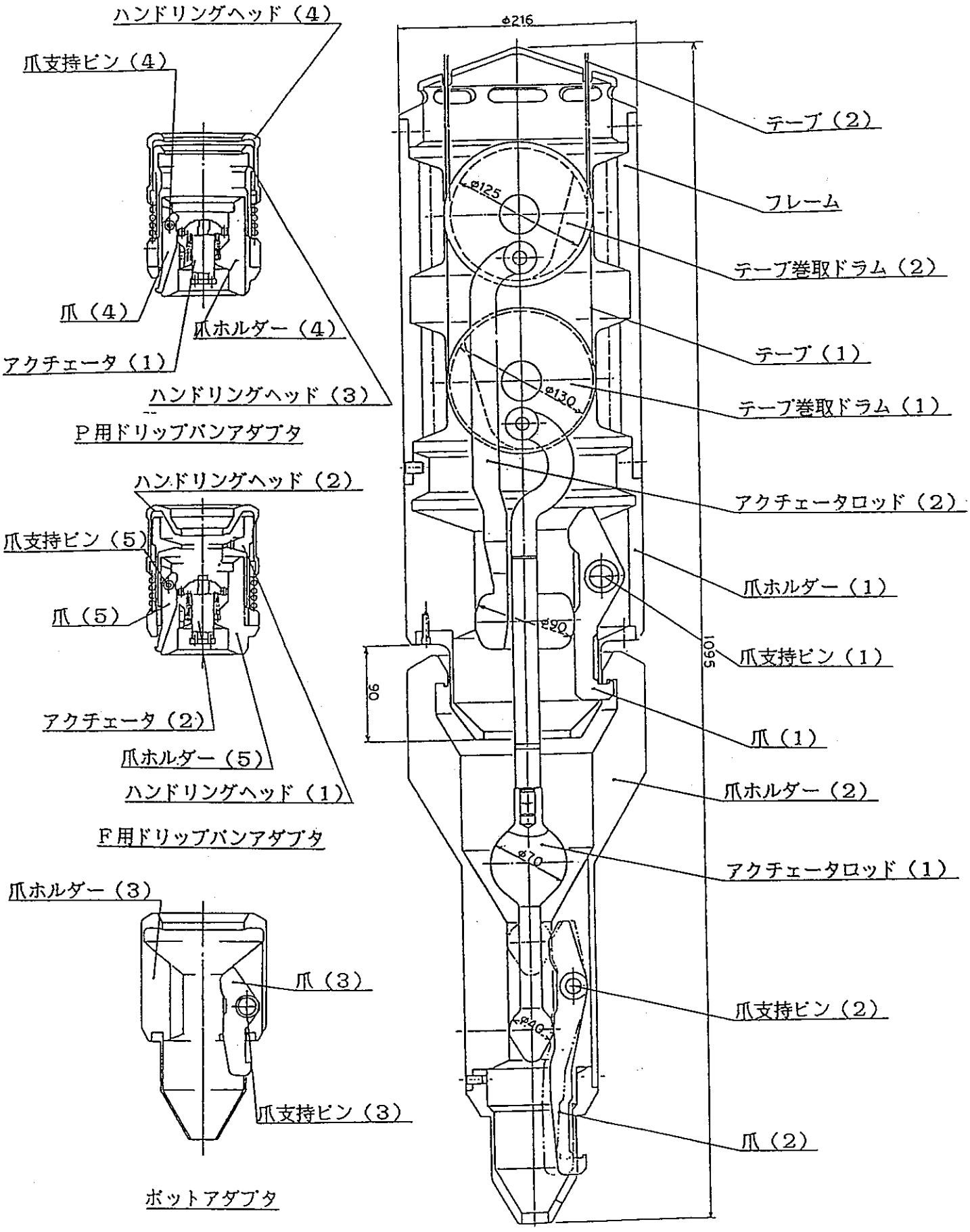
第2.3-4 図

燃料出入機グリッパ

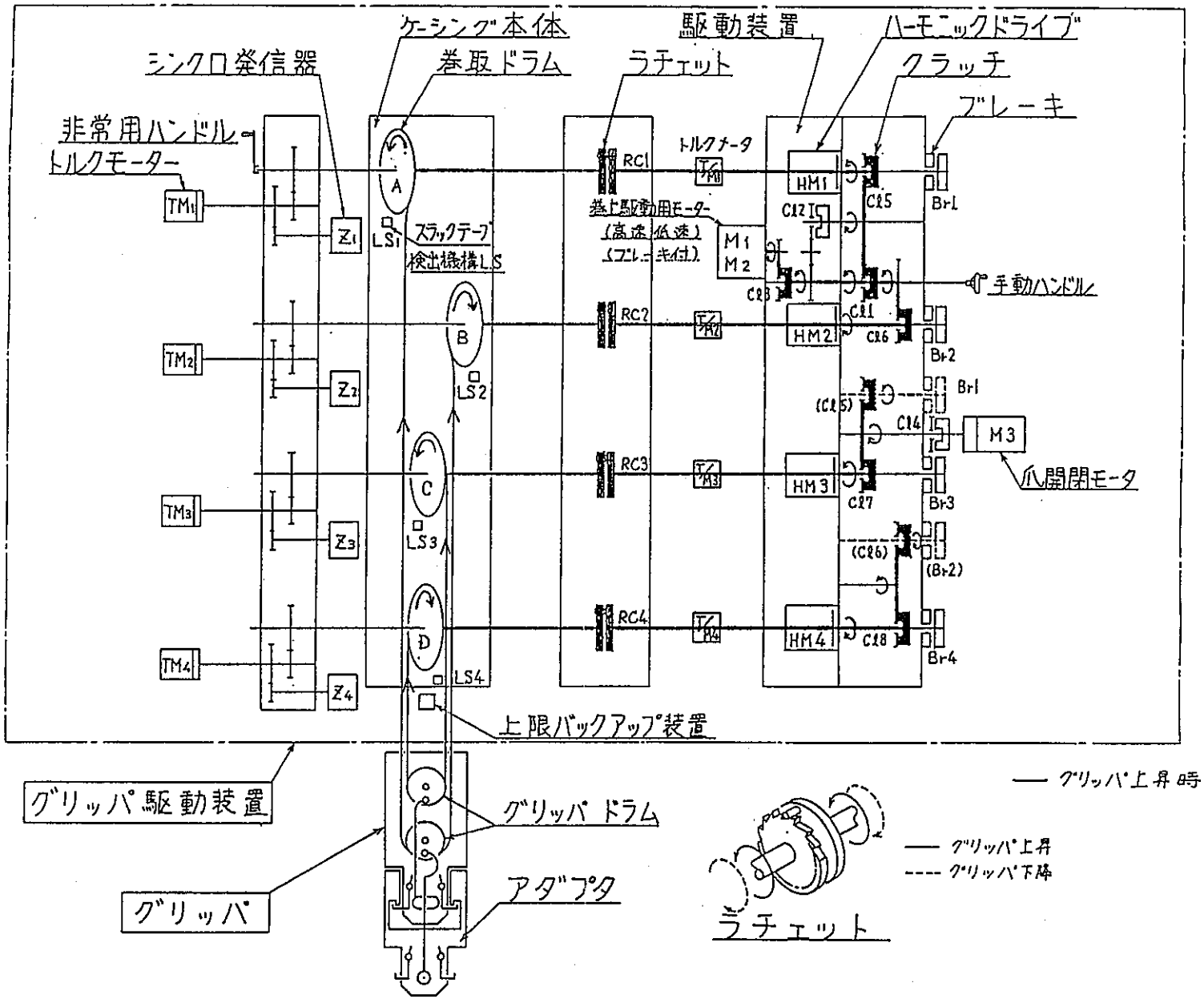
GRIPPER OF EX-VESSEL TRANSFER MACHINE



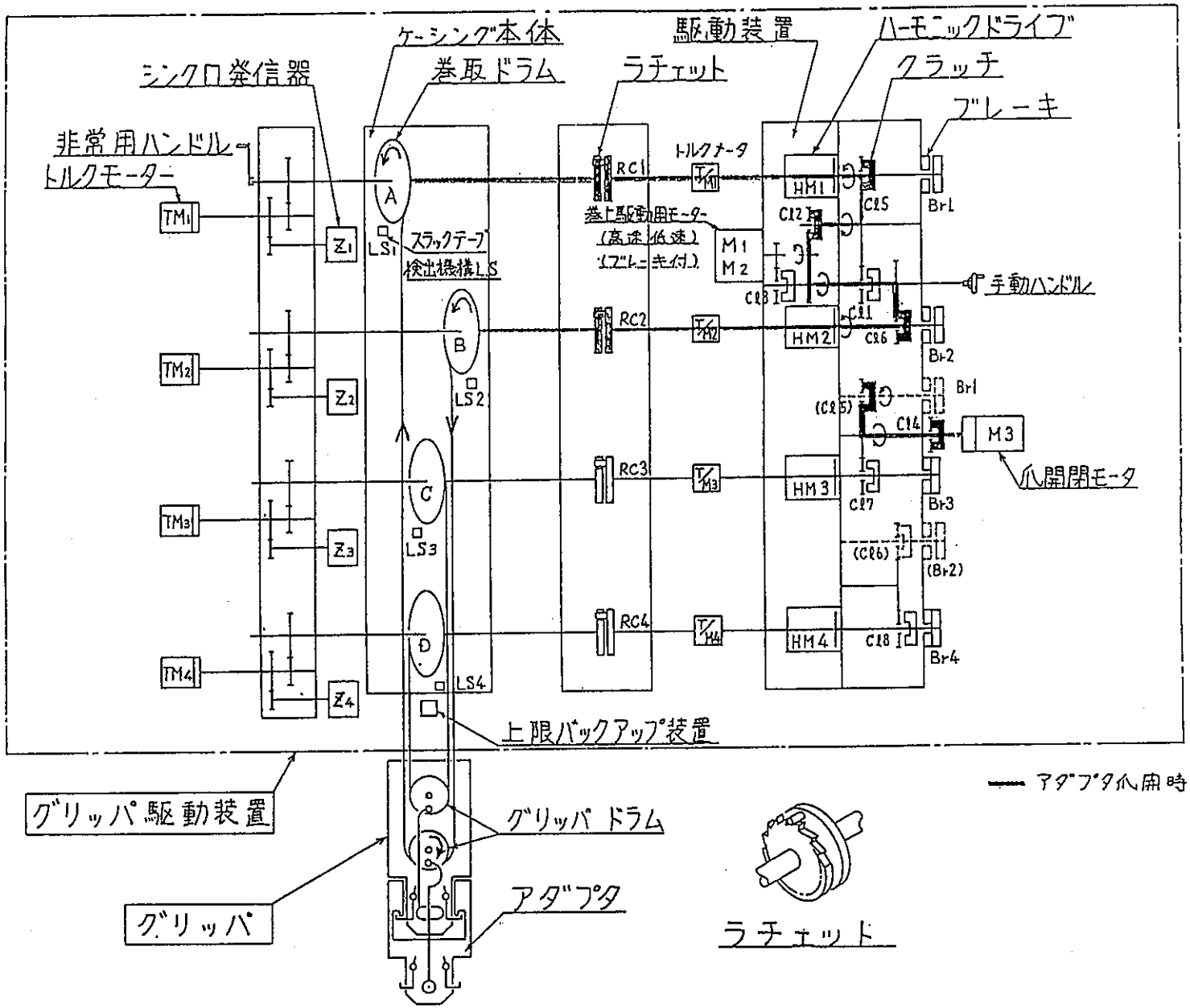
第2.3-5 図　　燃料出入機本体A全体形状図



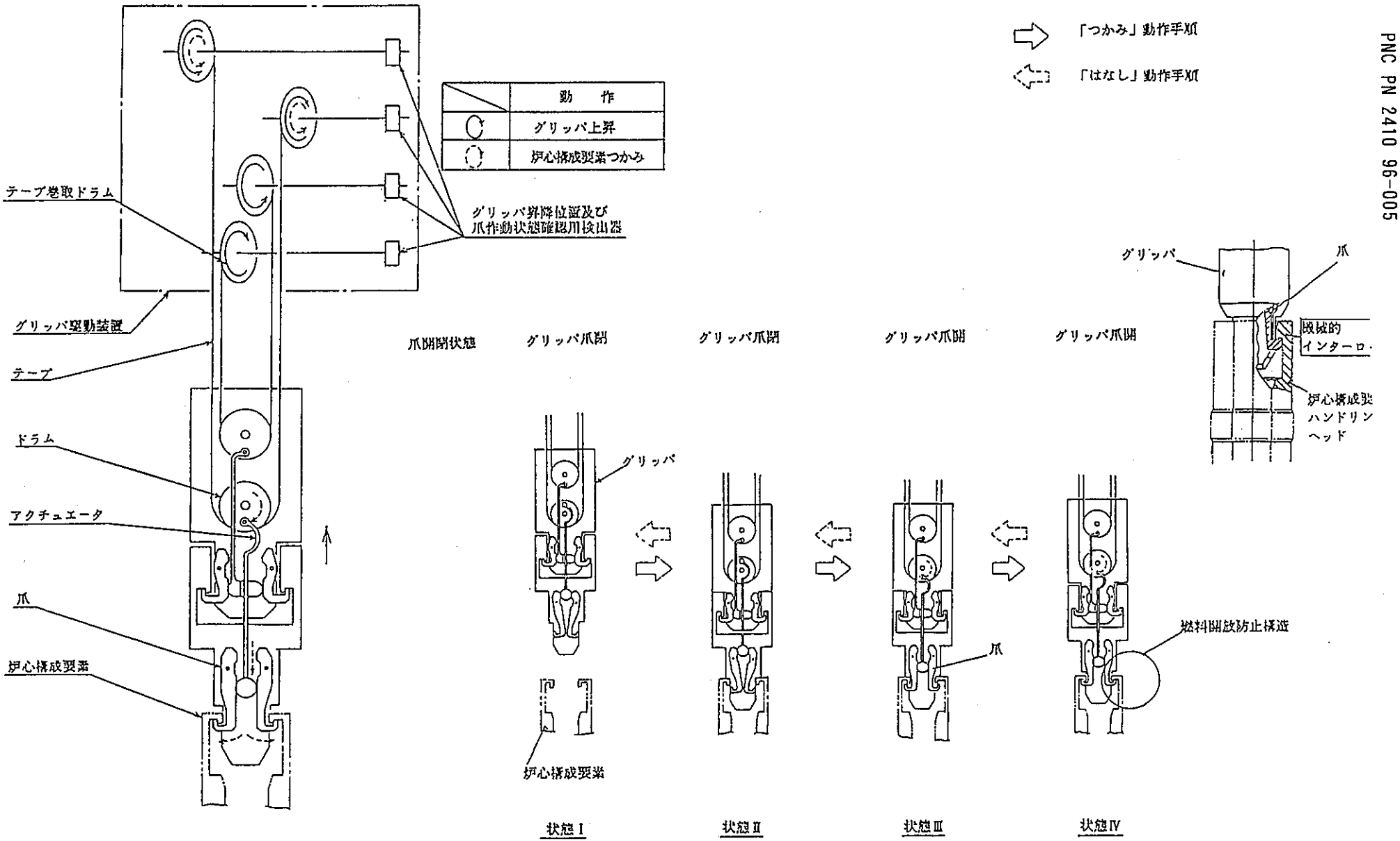
第2.3-6 図　　燃料出入機本体Aグリッパ形状図



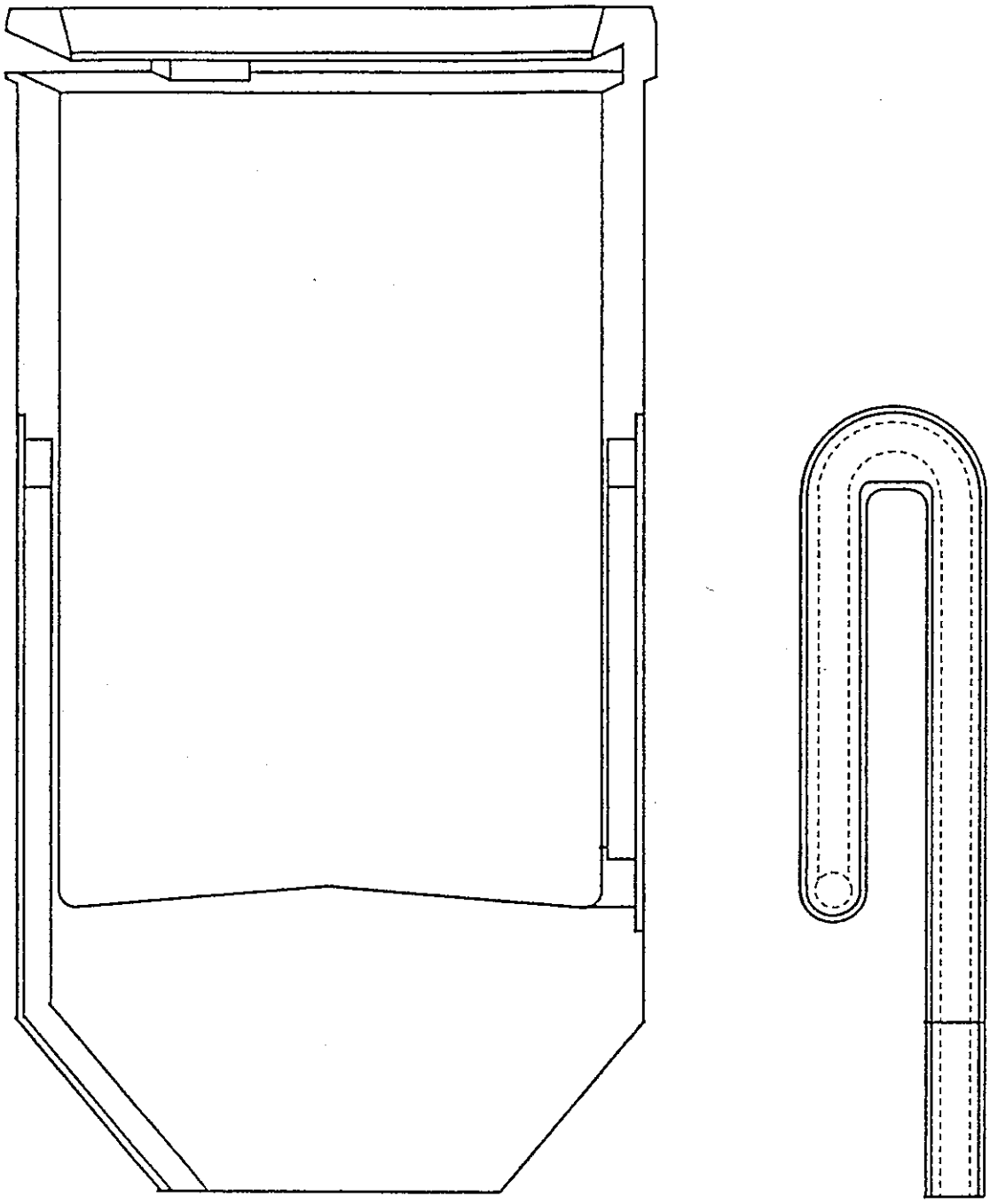
第2.3-7 図(1/2)　グリッパ駆動装置駆動原理図(グリッパ昇降状態)



第2.3-7 図(2/2)　グリッパ駆動装置駆動原理図（爪開閉状態（アダプタ側））

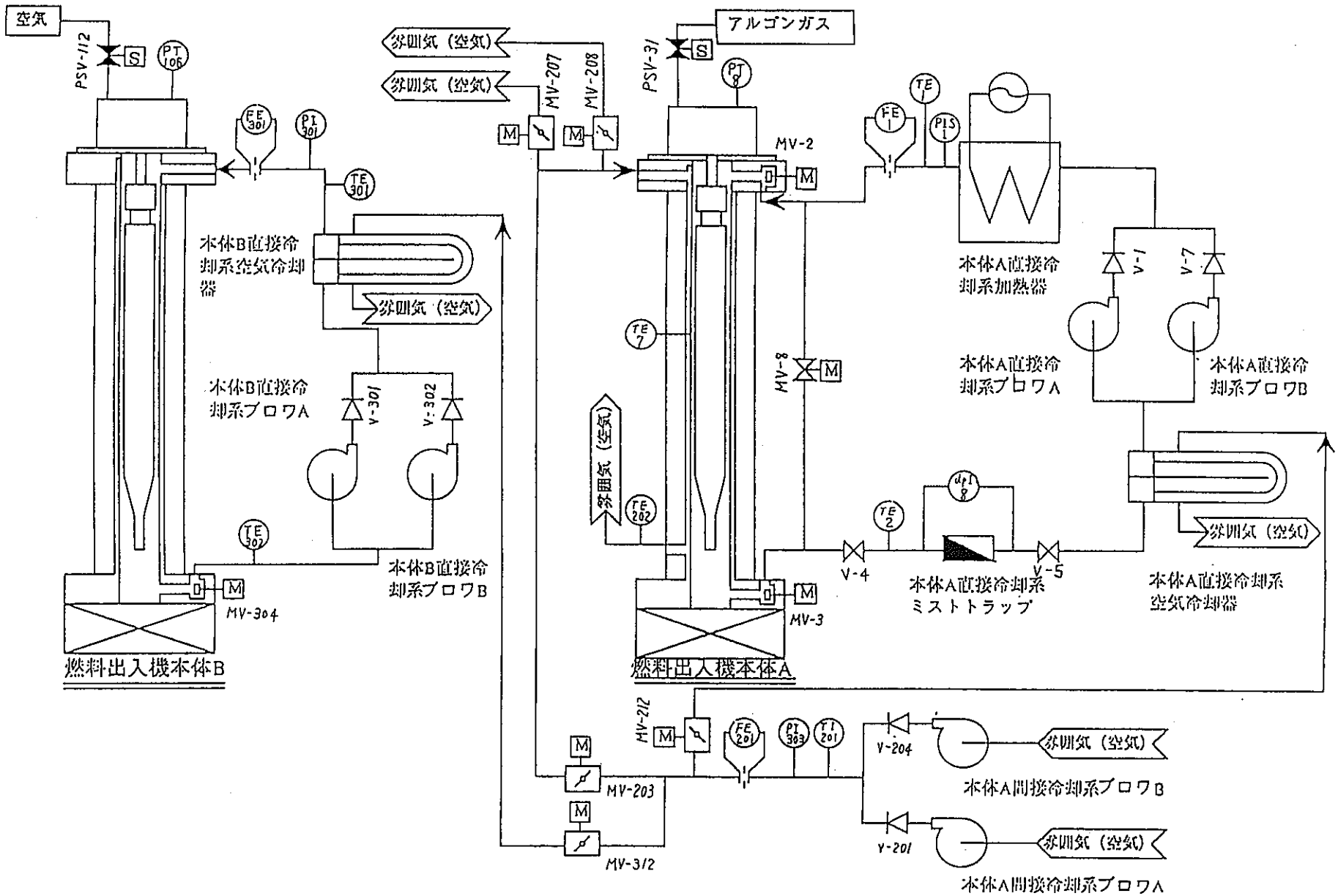


第2.3-8 図　燃料出入機本体グリッパ駆動原理図

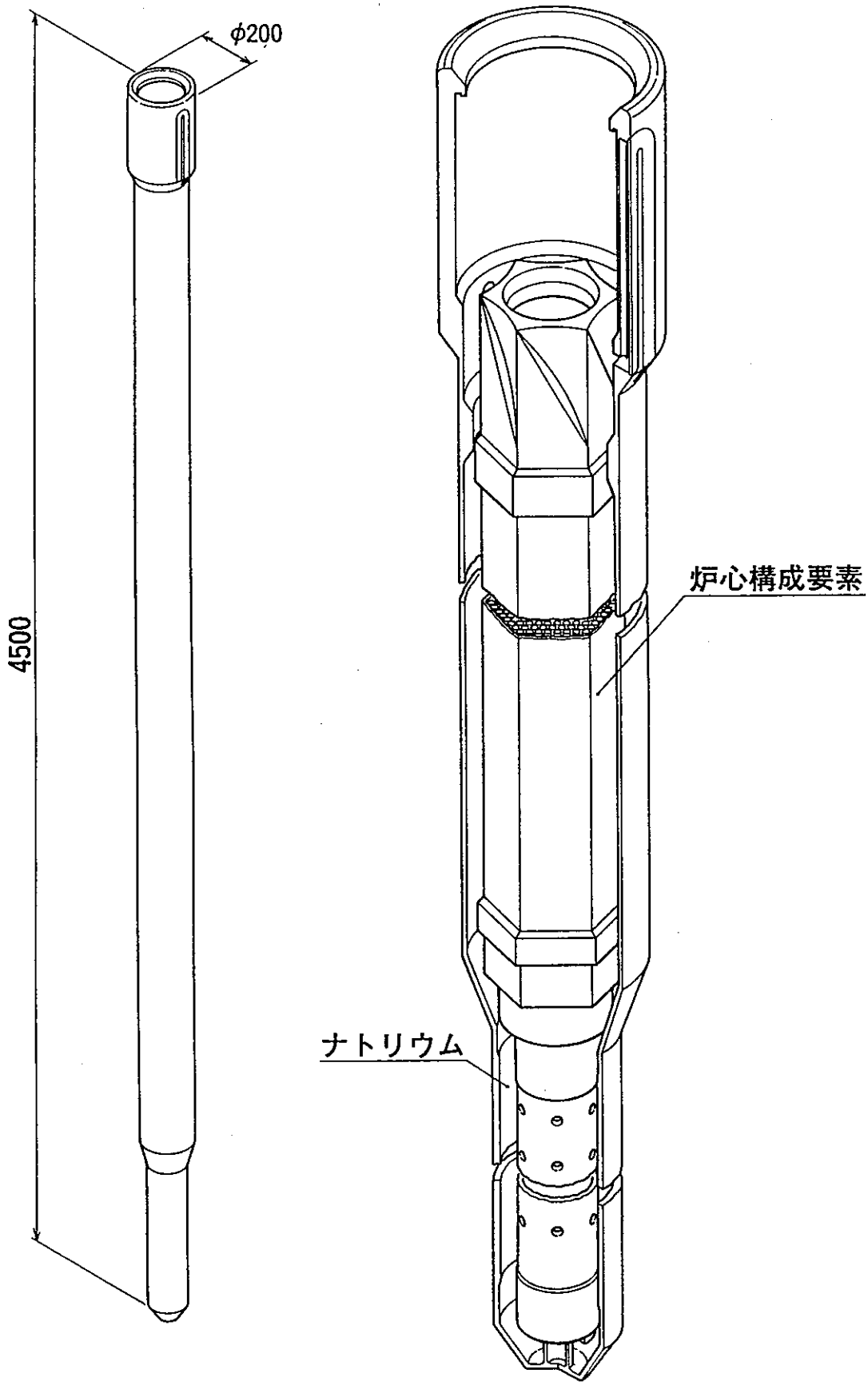


第2.3-9 図

燃料出入機本体Aドリップパン



第2.3-10図　燃料出入機冷却装置系統図



第2.3-11図

「もんじゅ」燃料移送ポット
"Monju" FUEL TRANSFER POT

2．4　炉外燃料貯蔵設備

炉外燃料貯蔵設備は、炉心へ装荷する新燃料等及び炉心から取り出した使用済燃料等をナトリウム中で中継・冷却貯蔵するもので炉外燃料貯蔵槽、炉外燃料貯蔵槽冷却系設備、炉外燃料貯蔵槽内のナトリウム液位・純度を維持する１次補助ナトリウム系及び槽内のナトリウム表面を覆い空気との接触を防止する１次アルゴンガス系設備等から構成される。第2.4-1 図に炉外燃料貯蔵設備系統図を示す。

（１）炉外燃料貯蔵槽

炉外燃料貯蔵槽は、新炉心構成要素及び使用済炉心構成要素を一時貯蔵する設備であり、燃料貯蔵容器、回転ラック、しゃへいプラグ、案内装置、外容器、床ドアバルブ等から構成される。第2.4-2 図に炉外燃料貯蔵槽を示す。

①　燃料貯蔵容器

燃料貯蔵容器は上部をフランジで支る縦置円筒型のステンレス鋼製容器で、胴内径約６m、高さ約９m、最高使用温度300 ℃、圧力1.5 kg／cm²である。

内部にナトリウム及び炉心構成要素を収納する回転ラック及びナトリウム冷却配管が設置されており、上部に設けられたしゃへいプラグと共にバウンダリを構成する。

②　回転ラック

回転ラックは燃料等約２５０体の貯蔵容量を有しており、６列同心円上の貯蔵ポジションに燃料移送ポットが収納されている。下部にナトリウム軸受を有し、しゃへいプラグ上の駆動装置により回転して、案内装置の６本の案内管と各列の貯蔵ラックが位置決めされる。第2.4-3 図にＥＶＳＴ　Ｎａ中軸受を示す。

各列の貯蔵容量は以下のとおりである。

Ａ　列	：	２７
Ｂ　列	：	３３
Ｃ　列	：	３９
Ｄ　列	：	４５
Ｅ　列	：	５１
Ｆ　列	：	５７（1ﾎﾟｼﾞｼｮﾝ：ﾄﾞﾘｯﾌﾟﾊﾟﾝ専用）
計	：	２５２

各列に1ﾎﾟｼﾞｼｮﾝづつ空燃料移送ポットを設けることとしており、燃料移送ポット入り炉心構成要素の貯蔵容量は、２４５体（245ﾎﾟｼﾞｼｮﾝ）である。また、Ａ～Ｅ列の燃料移送ポットについては熱の輻射効率を高めるためにｸﾛﾑｶｰﾊﾞｲﾄｺｰﾃｨﾝｸﾞが施されており、高崩壊熱を持つ使用済燃料の移送・貯蔵に使用する。

回転ラック駆動装置は、モータ、減速機、位置検出器、軸シール部等で構成されている。回転ラックの回転は、回転速度0.1rpmで0°～360°の間で正逆両方向に回転し、回転ラックの位置決め制御は、停止位置の直前で0.01rpm まで減速後停止位置でブレーキにより停止させる。第2.4-4 図に回転ラック駆動装置駆動原理図を示す。

軸シール部は、駆動軸の摺動部からの漏えいを防止するためのもので、Xリングが3段に取り付けられており、Xリング間は清浄なアルゴンガスで加圧されている。

第2.4-5 図にＥＶＳＴ　軸シール部構造を示す。

③　しゃへいプラグ

しゃへいプラグは炉外燃料貯蔵槽のカバーガスバウンダリを保持するとともに回転ラック及び燃料等の荷重を支持し、貯蔵する使用済燃料等からの上方への放射線をしゃへいする。

④　案内装置

案内装置は6本の案内管からなり、床ドアバルブを介して燃料出入設備と接続して、回転ラックとの間をガイドするもので、直線配置としている。

第2.4-6 図に回転ラック－案内装置案内筒位置関係図を示す。

⑤　ドアバルブ（6連式）

ドアバルブは燃料出入機本体Ａと接続して、炉外燃料貯蔵槽に新燃料及び使用済燃料等の受渡しをする際の燃料移送ポット及び炉心構成要素の通路を開閉するもので、しゃへい及びバウンダリを保持する機能を有し、6個のドアバルブが一体となっており、ドアバルブ上の可動アダプタフランジを所定の列に移動、設定することにより炉外燃料貯蔵槽の所定の列の炉心構成要素を取扱うこととしている。

第2.4-7 図にＥＶＳＴ6連式ドアバルブを示す。

（2）炉外燃料貯蔵槽冷却系

炉外燃料貯蔵槽冷却系は、独立した3ループから構成される。燃料貯蔵容器に設置したコイル状の冷却管により、容器内のナトリウムと熱交換して空気冷却器から大気に放熱することとし、2ループで使用済燃料等からの崩壊熱（最大660kw)を十分に除去できる設計としている。容器内の冷却管は、万一を考慮して4ループ分取付られており、1ループについては、容器が設置されている部屋を出た部分で配管に盲キャップされている。容器内のナトリウムは自然循環式としている。

第2.4-8 図に炉外燃料貯蔵設備の冷却系の概要を示す。

（3）１次補助ナトリウム系

１次補助ナトリウム系は、炉外燃料貯蔵槽のナトリウム液面及び純度を維持するため常時、一定流量を電磁ポンプで汲み上げており、コールドトラップにより常にナトリウム中の酸素濃度を10ppm 以下に維持している。

（4）１次アルゴンガス系

１次アルゴンガス系は、炉外燃料貯蔵槽のカバーガス圧を常に正圧に保持し、空気（酸素）が系内に浸入してナトリウムと反応を生じないようにしている。

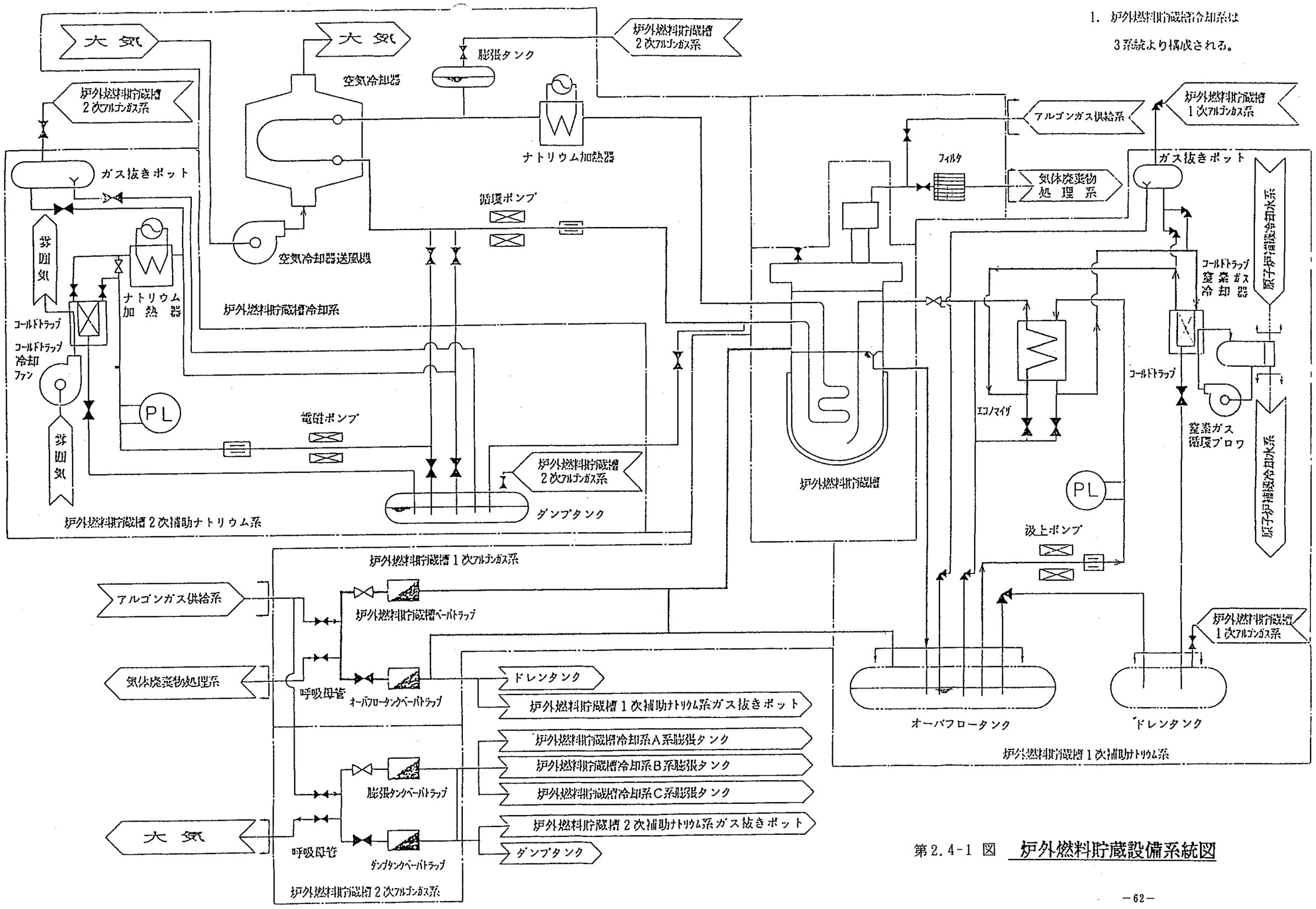
（5）２次補助ナトリウム系、２次アルゴンガス系

２次補助ナトリウム系は、冷却系のナトリウムの純度を維持するためのもので、通常は、ナトリウムのインベントリが少なく、かつ酸素の系内への持ち込み経路が限定されていることから系統運転を停止している。

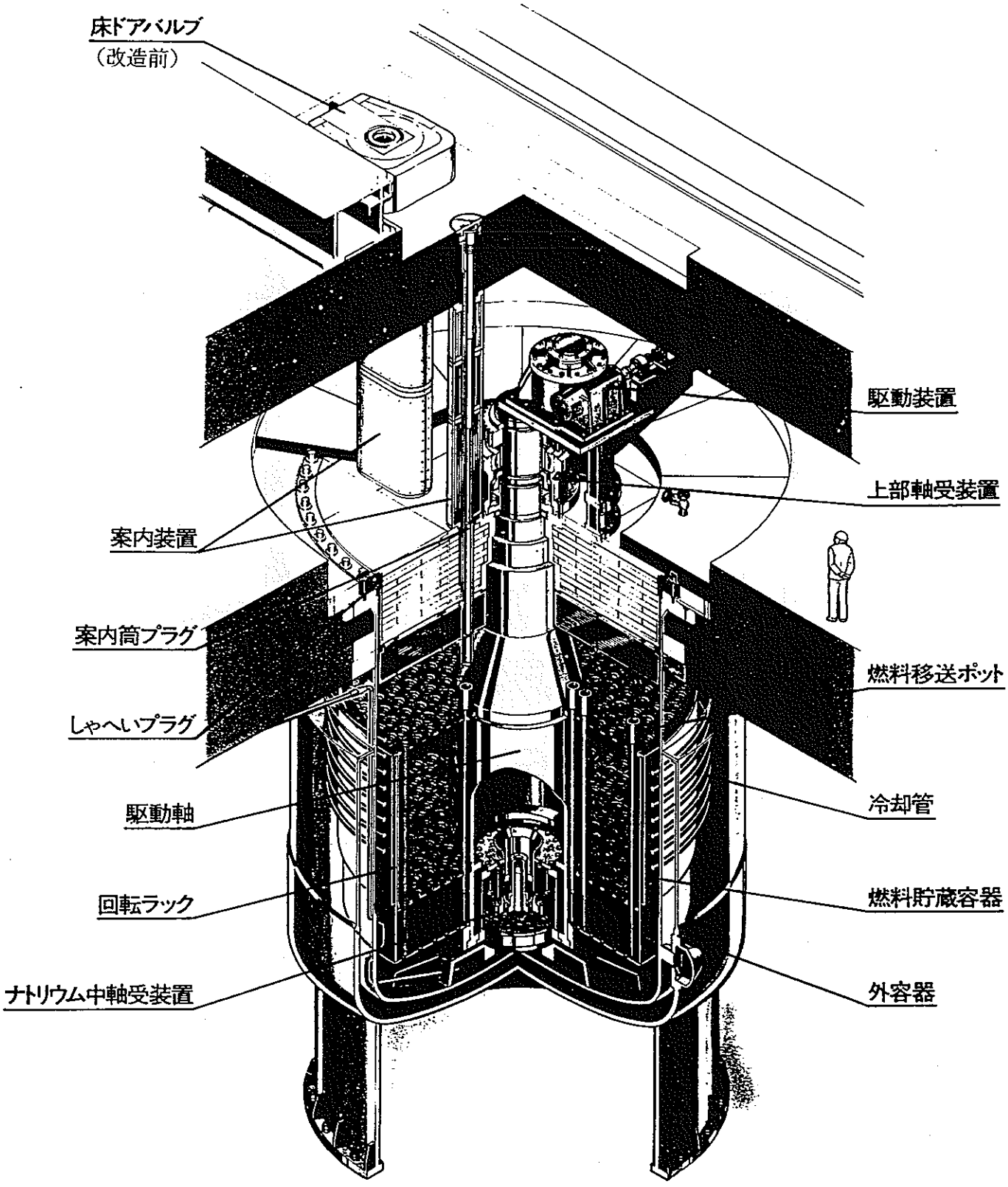
２次アルゴンガス系は、冷却系の温度変化によるガバーガスの圧力調整を行う。

(注)

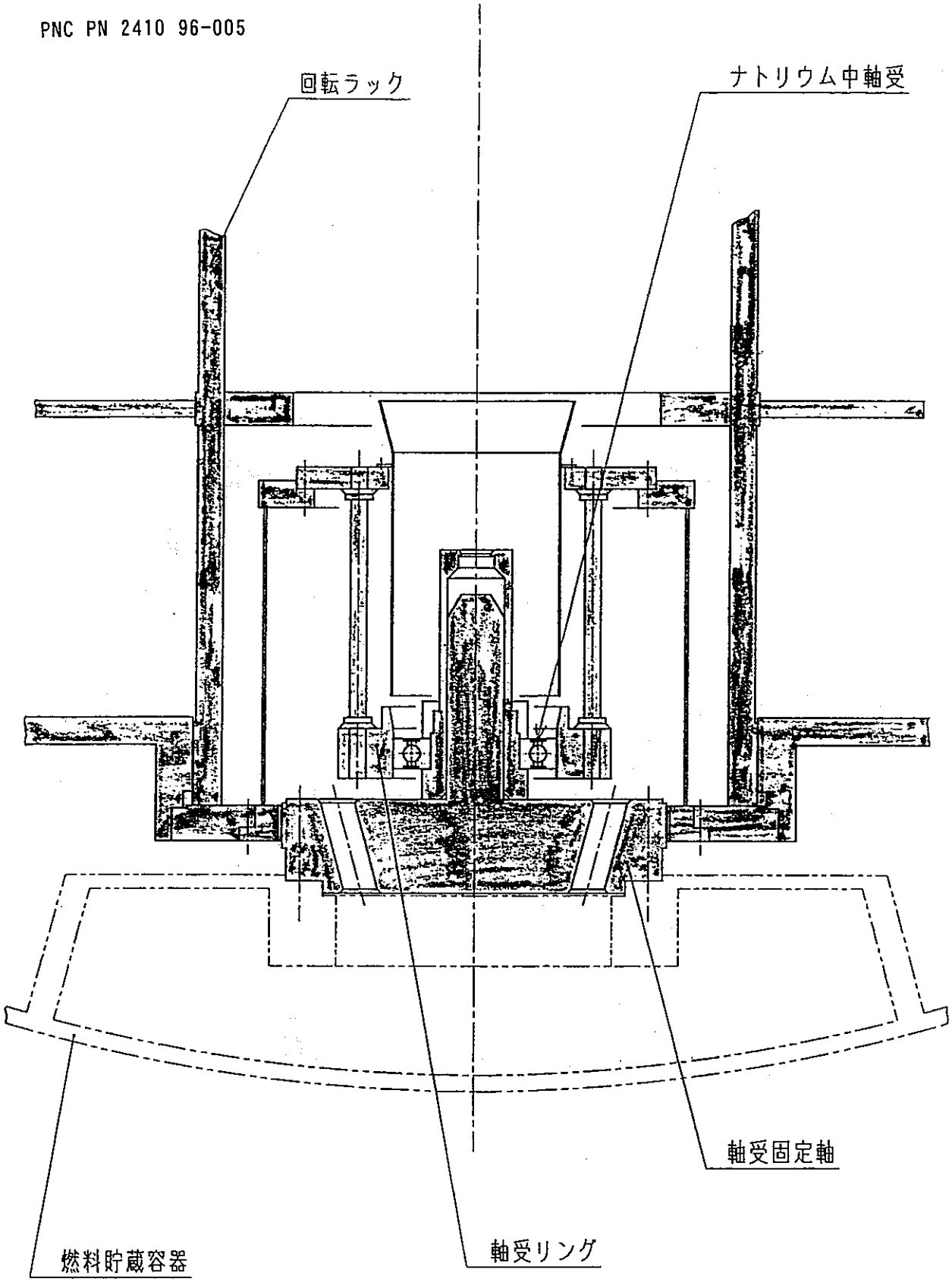
1. 炉外燃料貯蔵槽冷却系は3系統より構成される。



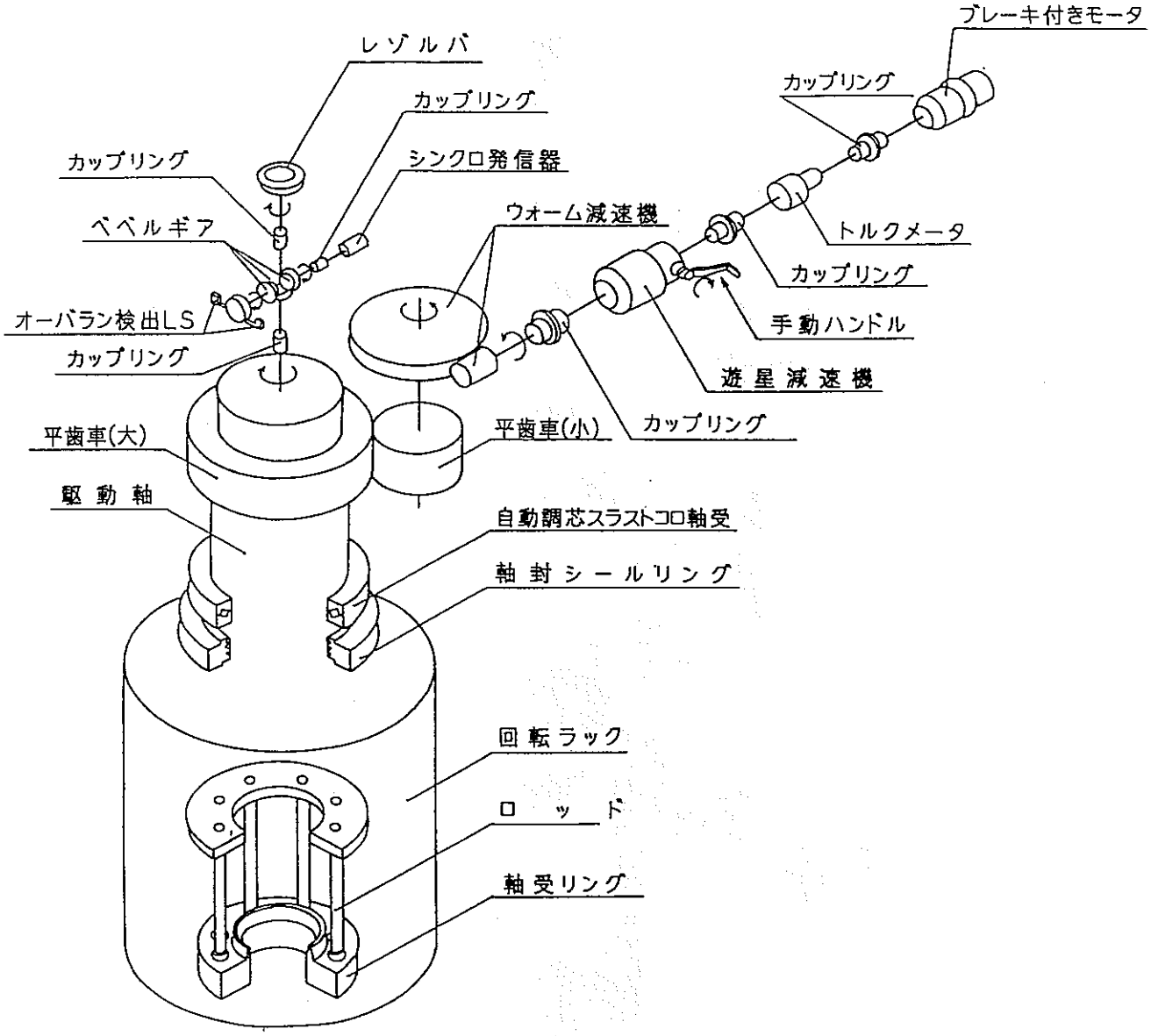
第2.4-1 図　炉外燃料貯蔵設備系統図



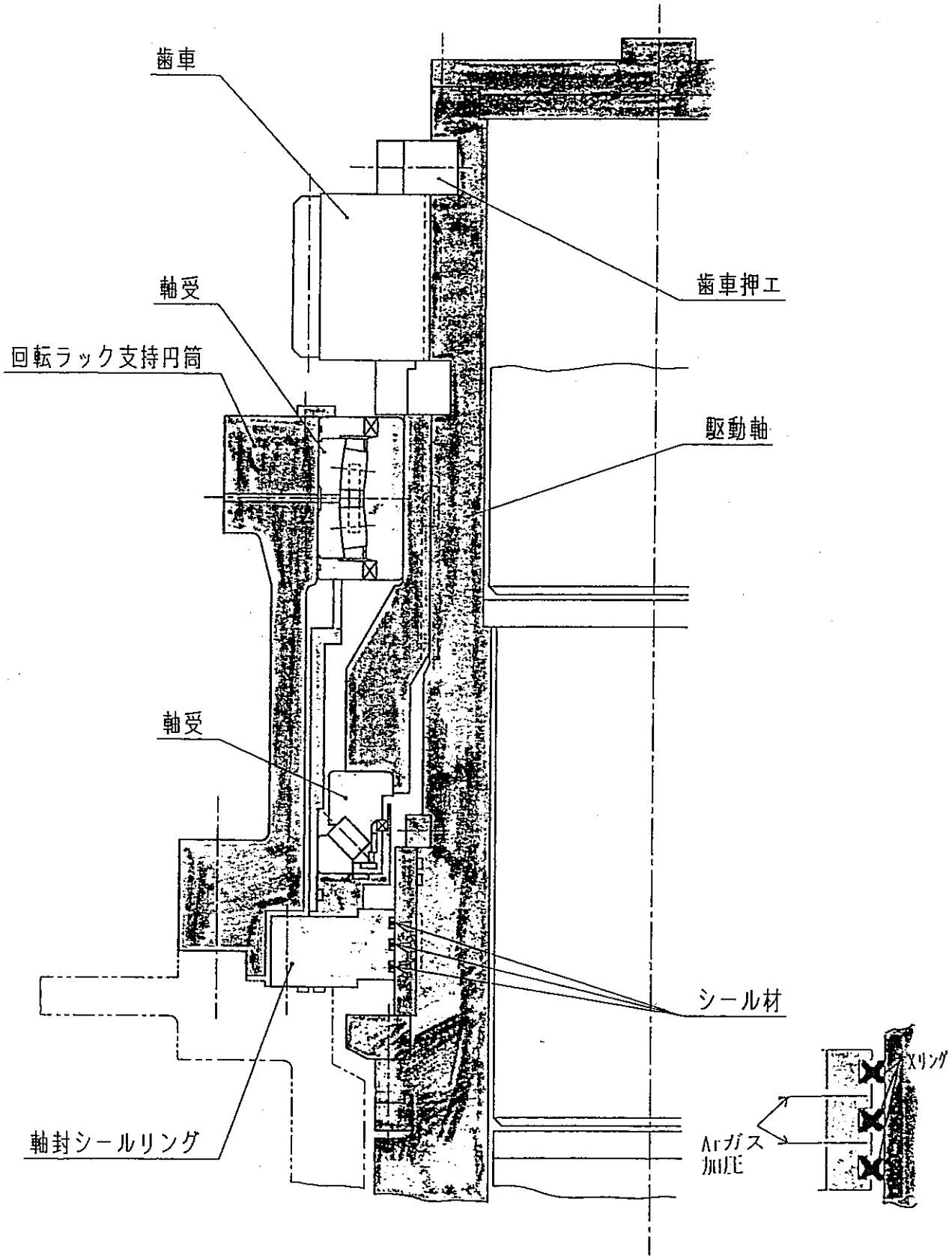
第2.4-2 図 「もんじゅ」 炉外燃料貯蔵槽
"Monju" EX-VESSEL FUEL STORAGE TANK



第2.4-3 図 EVST Na中軸受



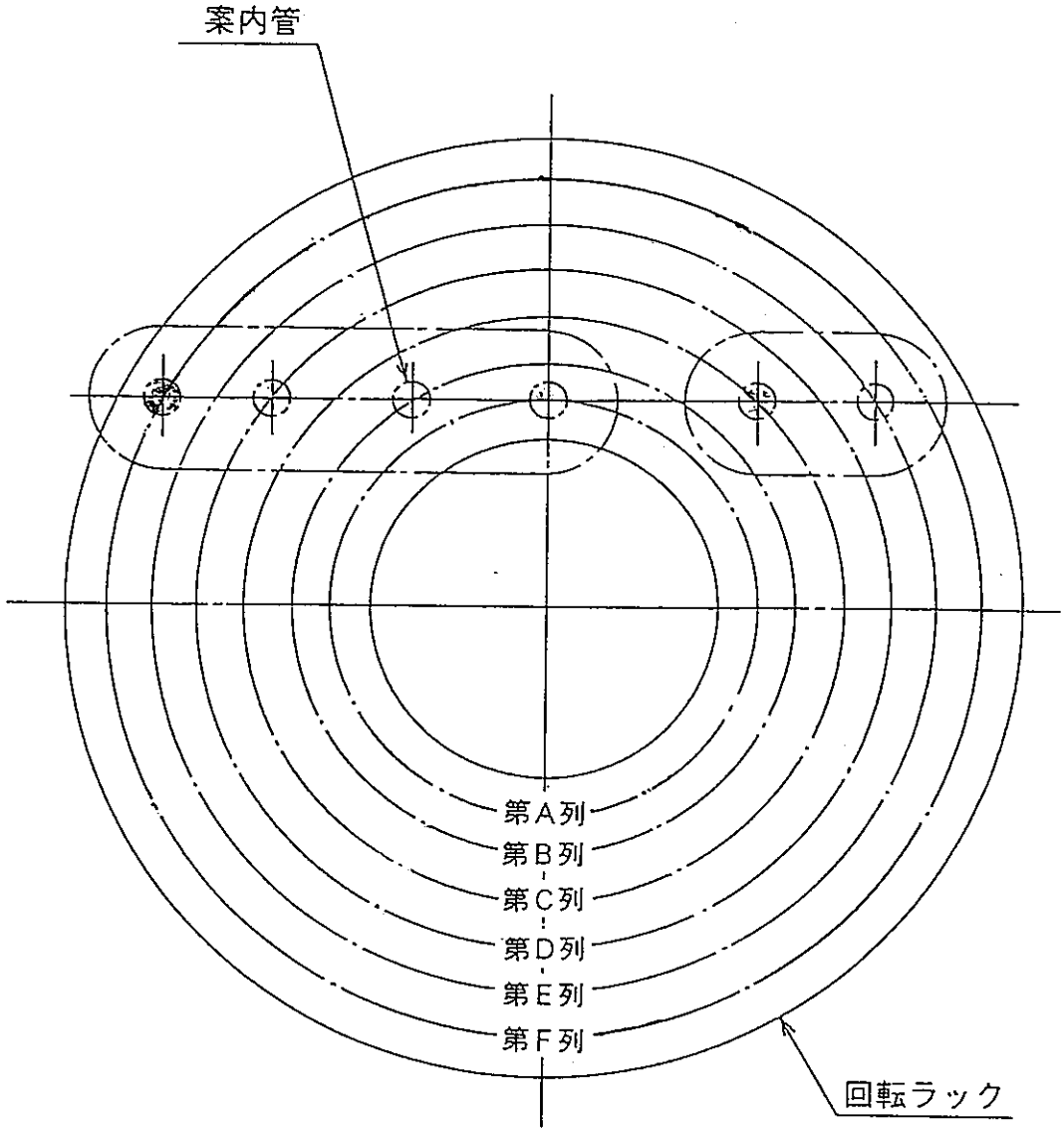
第2.4-4 図 回転ラック駆動装置駆動原理図



第2.4-5 図 EVST 軸シール部構造

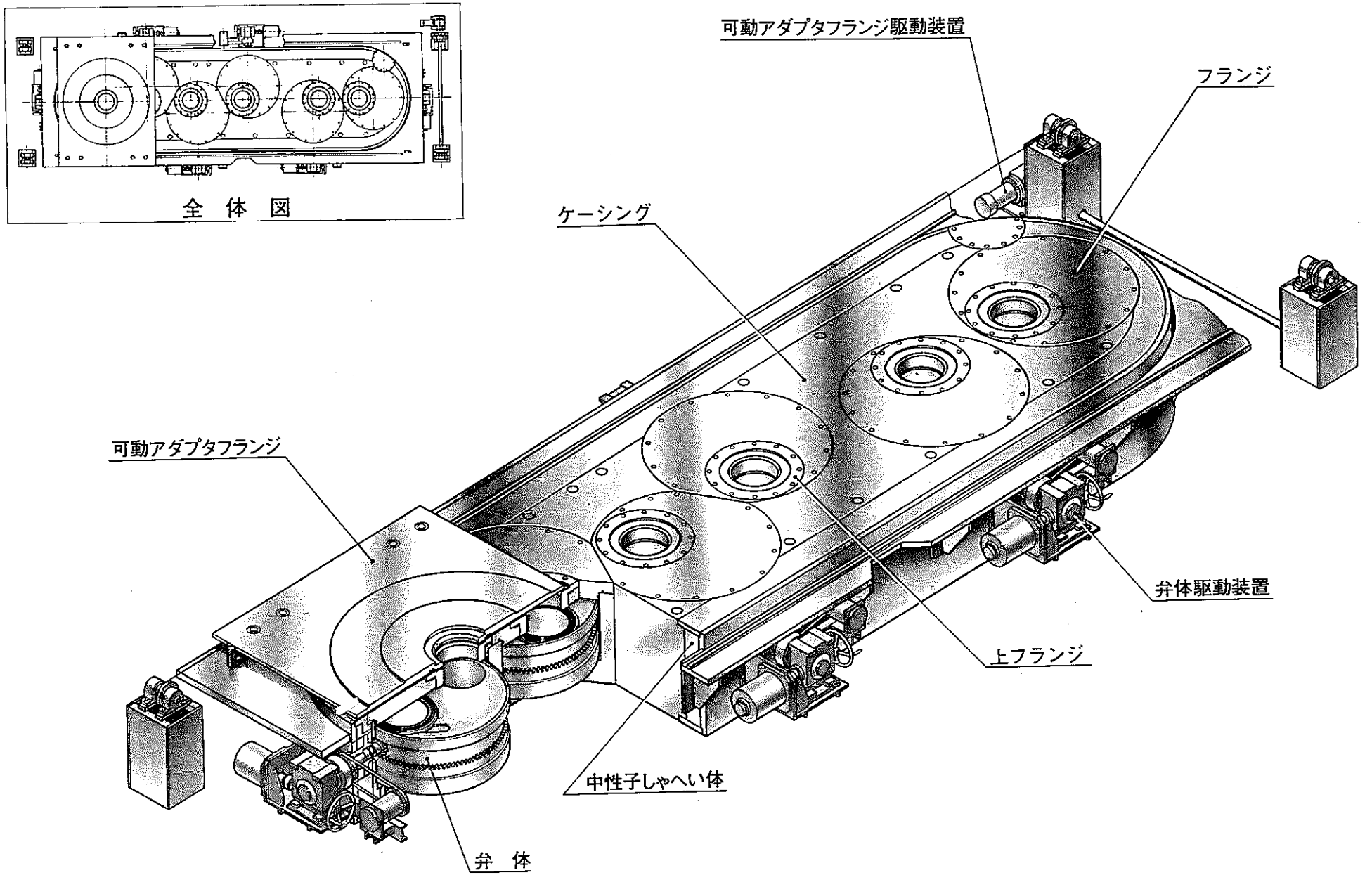
炉外燃料貯蔵槽の運用

案内装置案内筒が回転ラックの各列毎に１台，合計６台が燃料出入設備走行方向に直線上に配置されており，回転ラックの各ポジションへのアクセスは，案内装置案内筒の上部に設置する床ドアバルブの位置及び回転ラックの回転角の組合わせにより全ポジションについて行うことができる。



第2.4-6 図

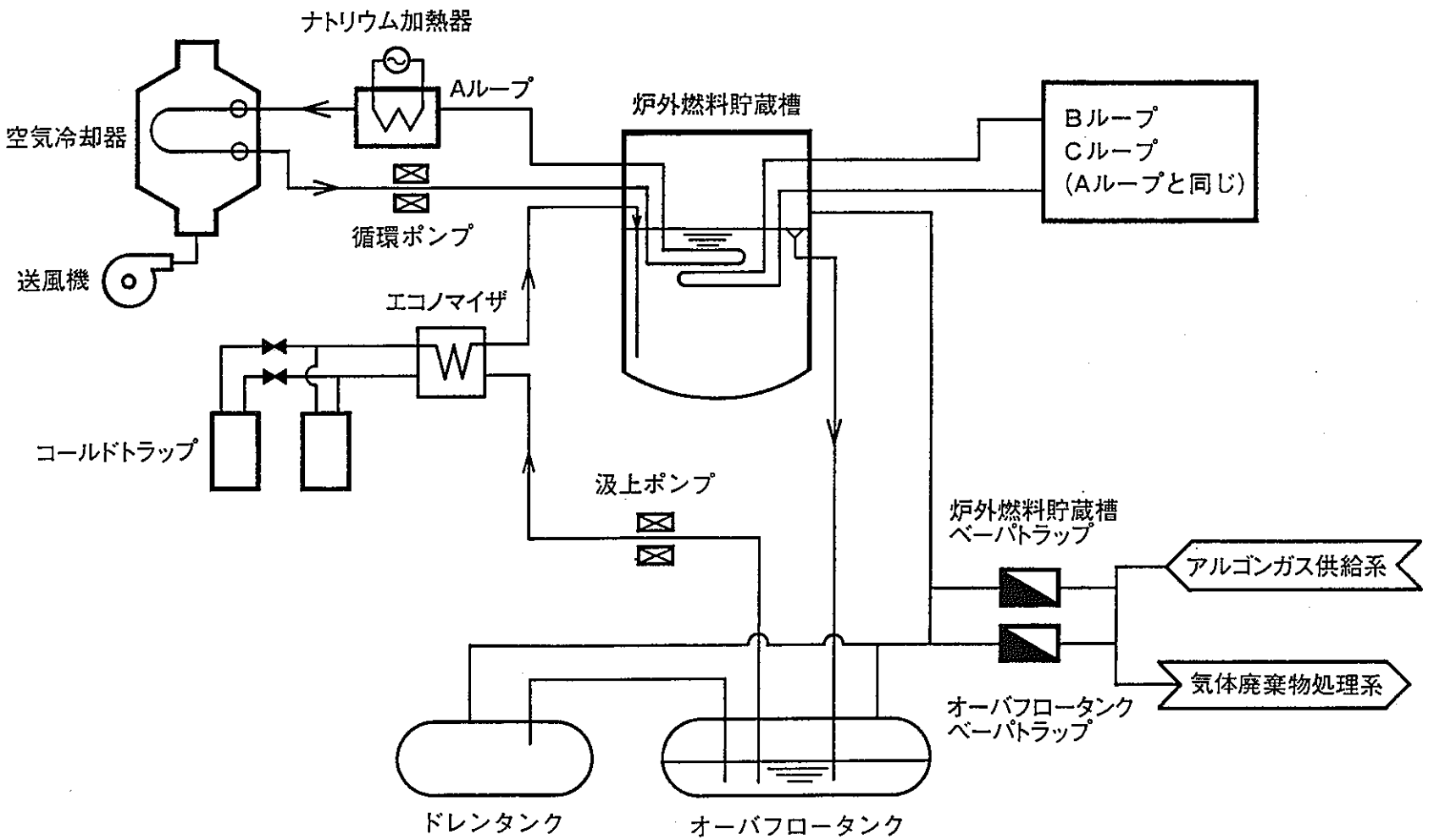
回転ラック－案内装置案内筒位置関係図



第2.4-7 図 **EVST6連式ドアバルブ**

EX-VESSEL FUEL STORAGE TANK 6-CONNECT TYPE DOOR-VALVE

第2.4-8 図 **炉外燃料貯蔵設備の冷却系の概要**



2．5　燃料検査設備

燃料検査設備は、原子炉運転中に炉内でタギング法またはＤＮ法燃料破損検出装置により破損が検出された場合、原子炉を停止後、破損の疑いのある燃料は、燃料交換設備、燃料出入機本体Ａを使用して、直接または一旦炉外燃料貯蔵槽を経由して、燃料検査槽に受入れ、検査槽内を真空引きしてFPガスを破損部から強制的に槽内に排出し、そのガスをγ線検出器によってアルゴンガス中の核分裂生成ガスの検出を行う設備である。

本設備は、燃料移送ポット入り使用済燃料集合体を内部に収納保持する検査槽、検査槽内の使用済燃料集合体の崩壊熱を除去する冷却系、検査槽内のアルゴンガスを放射線検出系へ移送するとともに系内へアルゴンガスを給排気するアルゴンガス系、ガス中に含まれる核分裂生成ガスのγ線を測定する放射線検出系等より構成される。

第2.5-1 図に燃料検査設備系統図を示す。

（１）検査槽

たて置円筒容器で槽本体、床ドアバルブ等から構成され、燃料検査を行わない時は、燃料交換及び燃料洗浄処理運転に伴って交換する燃料出入機本体Ａの使用済ドリップパン置場として使用し、ドリップパン９体、ドリップパンアダプタ１体を収納できる。

更に、検査槽内の滴下ナトリウムは検査槽下部のナトリウムドリップパンに貯留される。

（２）冷却系

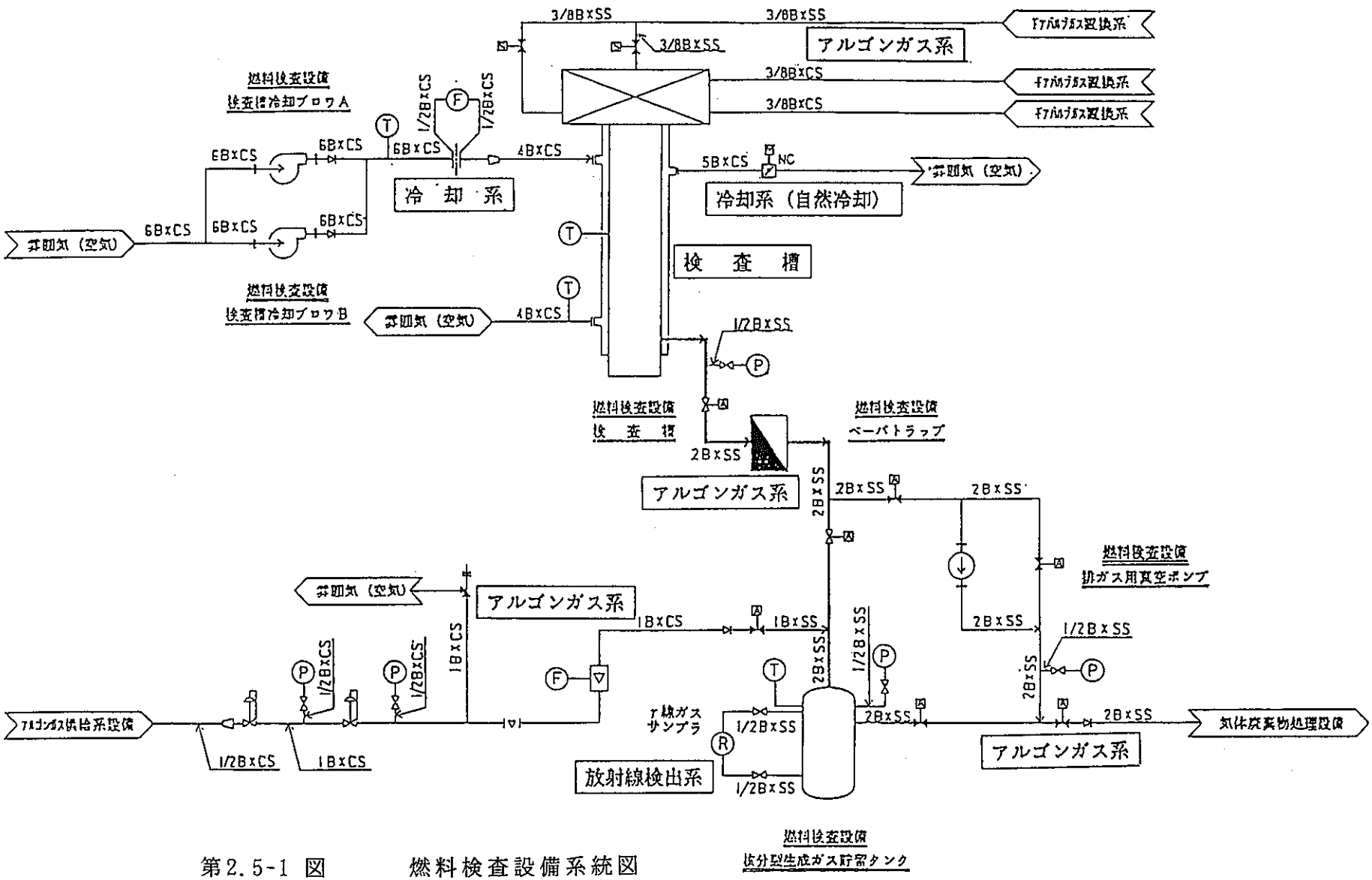
冷却系は検査槽内の使用済燃料集合体の崩壊熱を除去する機能を有し、検査槽冷却ブロワ、配管等から構成される。

冷却配管は１系統、冷却ブロワは２台設けてあり、通常時は１台運転である。

冷却ブロワが２台共に機能喪失した場合に、自然冷却出口弁を開にすることにより、冷却流路を構成し、燃料の過熱を防止するための自然冷却系を有している。

（３）放射線検出系

放射線検出系は検査槽から移送されたアルゴンガスを一時貯留し、これをサンプリングしてアルゴンガス中に含まれる核分裂生成ガスのγ線を測定するもので、核分裂生成ガス貯留タンク、核分裂生成ガス循環ブロワ、γ線ガスサンプラ及び配管等から構成される。γ線ガスサンプラに導かれたアルゴンガスは、ここでＮａＩシンチレータにより希ガス（^{133}Ｘｅ）の有無を検出する。



第2.5-1 図　　燃料検査設備系統図

2．6　燃料洗浄設備

燃料洗浄設備は、炉外燃料貯蔵設備で冷却・貯蔵された後、燃料池で水中貯蔵するために取り出された使用済燃料等に付着したナトリウムを洗浄するもので、洗浄槽、アルゴンガス循環系、脱塩水循環系等より構成される。

第2.6-1 図に燃料洗浄設備系統図を示す。

ナトリウムの洗浄は、湿潤アルゴンガス洗浄と脱塩水循環洗浄により行う。

（1）燃料洗浄槽

燃料洗浄槽は、燃料出入設備との間で燃料等の受渡しを行い、燃料等を保持し、冷却、洗浄を行うもので上部にドアバルブを有している。洗浄槽には、非常時の冷却確保の観点から、保温材は取り付けておらず、燃料洗浄槽からの自然冷却により、燃料の冷却ができるようになっている。更に燃料洗浄槽床貫通部にて、燃料の移送停止が生じた場合には、燃料検査設備の間接冷却系より空気を供給し、間接冷却できるようになっている。第2.6-2 図に移送停止時の燃料間接冷却を示す。

（2）アルゴンガス循環系

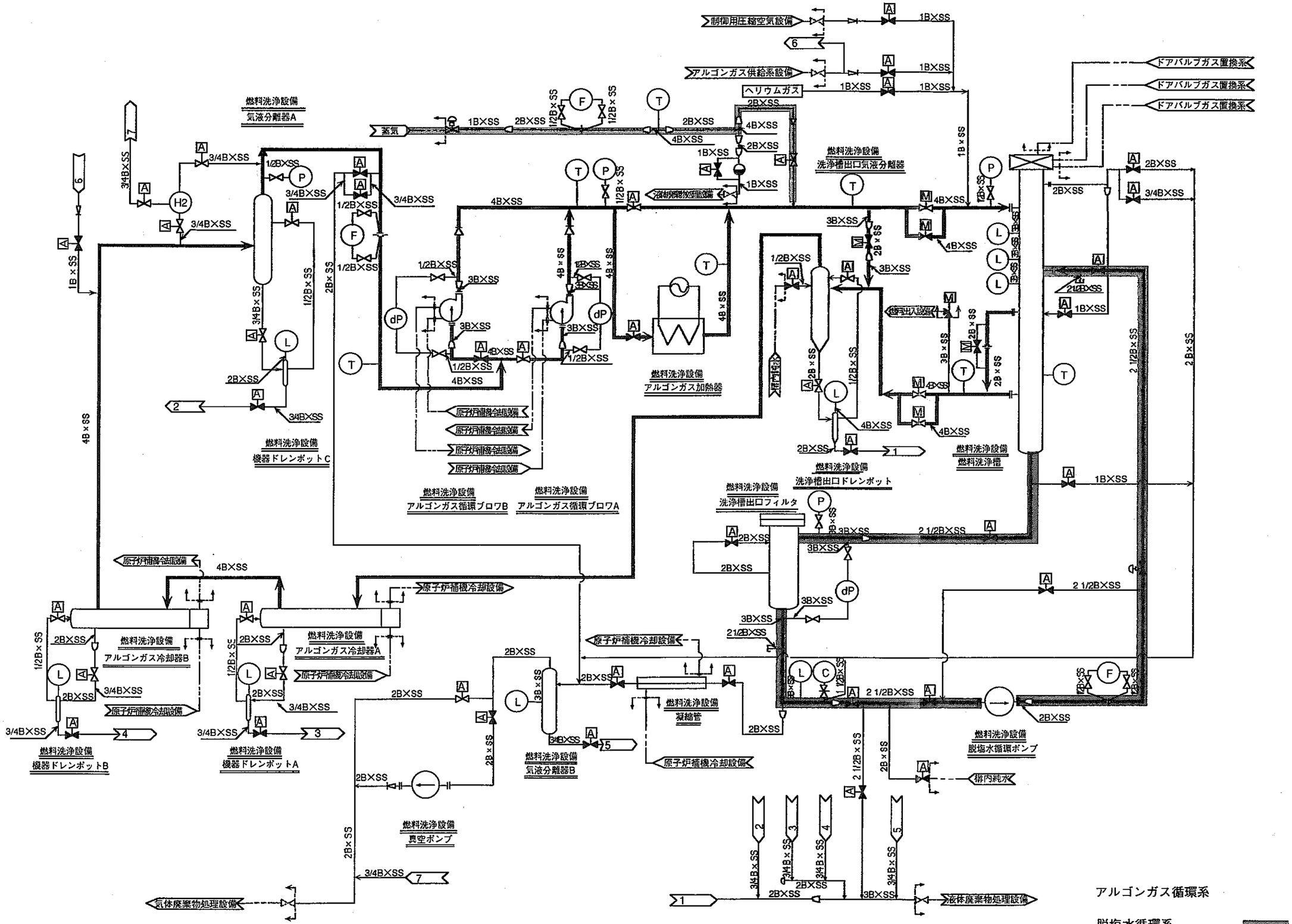
アルゴンガス循環系は、洗浄槽内の燃料等の冷却、湿潤ガス洗浄及び脱塩水洗浄後の洗浄槽内の脱湿を行う。冷却の目的は、使用済燃料の崩壊熱の除去の他、湿潤ガス洗浄時のアルカリによる燃料被覆管の応力腐食割れを防止するために制限温度150 ℃以下まで冷却することにある。

湿潤アルゴンガス洗浄は、洗浄槽内をアルゴンガス雰囲気にして、使用済燃料等を受入れ、アルゴンガスを循環しながら蒸気を系内に注入し、付着ナトリウムと蒸気との反応を徐々に起こして行う。湿潤ガス洗浄の進行状況はアルゴンガス循環系に設けられた水素濃度で監視できる。

脱塩水後の脱湿は、アルゴンガス加熱器により、加熱されたアルゴンガスを洗浄槽内へ供給し、槽内の水分を除去することで行う。除去した水分は、アルゴンガス冷却器により凝縮され、廃液系ドレンされる。

（3）脱塩水循環系

脱塩水循環洗浄は湿潤アルゴンガス洗浄後に行うもので、槽内に脱塩水を満たして水を循環し、仕上げ洗浄を行う。洗浄廃液には、多量の放射性腐食生成物が含まれると予想されることから、洗浄槽出口に洗浄槽出口フィルタを設け、廃液中の放射性腐食生成物を除去できるようにしている。

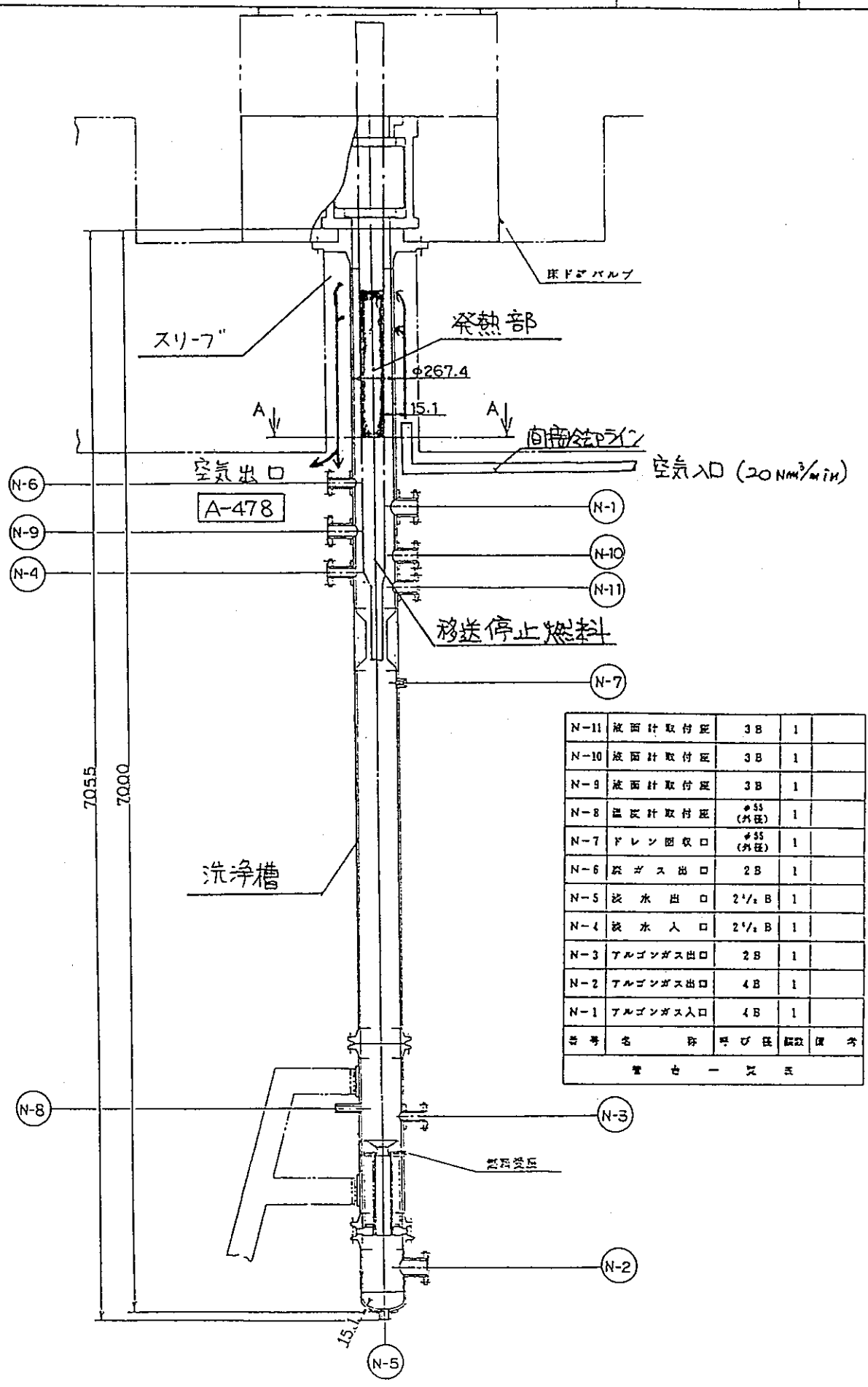


第2.6－1図　燃料洗浄設備系統図

アルゴンガス循環系

脱塩水循環系

蒸　気　系



N-11	液面計取付座	3B	1	
N-10	液面計取付座	3B	1	
N-9	液面計取付座	3B	1	
N-8	温度計取付座	φ55 (外径)	1	
N-7	ドレン回収口	φ55 (外径)	1	
N-6	排ガス出口	2B	1	
N-5	冷水出口	2½B	1	
N-4	冷水入口	2½B	1	
N-3	アルゴンガス出口	2B	1	
N-2	アルゴンガス出口	4B	1	
N-1	アルゴンガス入口	4B	1	
番号	名称	呼び径	個数	備考
管台一覧表				

第2.6-2 図　　移送停止時の燃料間接冷却

2．7　燃料缶詰設備

燃料缶詰設備は、ナトリウム洗浄後の使用済燃料等のうち燃料集合体及び制御棒集合体をステンレス製の缶詰缶に収納するもので、缶詰容器、缶蓋取扱装置、缶回転装置、自動ボルト締め装置、気密試験装置、給・排水装置、駆動装置及び缶詰缶A,B 等から構成され、各装置が複雑に動作する遠隔ロボットである。

第2.7-1 図に燃料缶詰装置構造説明図を示す。

（1）缶詰容器

缶詰容器は、缶詰作業を行うために缶詰缶を収納する縦型円筒容器で上部に床ドアバルブ及びドアバルブと缶詰容器との間の通路を形成する案内筒が設置される。通常、缶詰容器内の収納筒には、冷却のための水を張って使用している。

（2）缶蓋取扱装置

缶蓋取扱装置は、缶蓋の取り付け、取り外しを行う装置で門型アームの先端に取り付けられているグリッパで取り扱う。

（3）缶回転装置

缶回転装置は、缶蓋の取り付け、取り外し、基準位置検出及びボルト締め時等に缶詰缶を回転させる装置で、缶固定機構を備えており缶詰缶を収納筒内に収納後、回転円板上に取り付けた固定アームを使用して固定する。

第2.7-2 図に缶詰缶回転固定機構原理図を示す。

（4）自動ボルト締め装置

自動ボルト締め装置は、ナットランナを圧縮空気により回転させてボルトを緩め及び締め付けるものである。

（5）気密試験装置

炉心構成要素の缶詰操作終了後、缶蓋シール部（C ﾘﾝｸﾞ ）のシール性能を確認する装置で、内側と外側(ｺﾞﾑ O ﾘﾝｸﾞ)のシールリングの間に加圧し、圧力降下法により行う。

（6）缶詰缶給排水装置

缶詰缶内に給水及び炉心構成要素を装荷後、水位を調整するための装置で、門型アームの先端にノズルが取り付けられており、このノズルで給水及び吸引排水する。

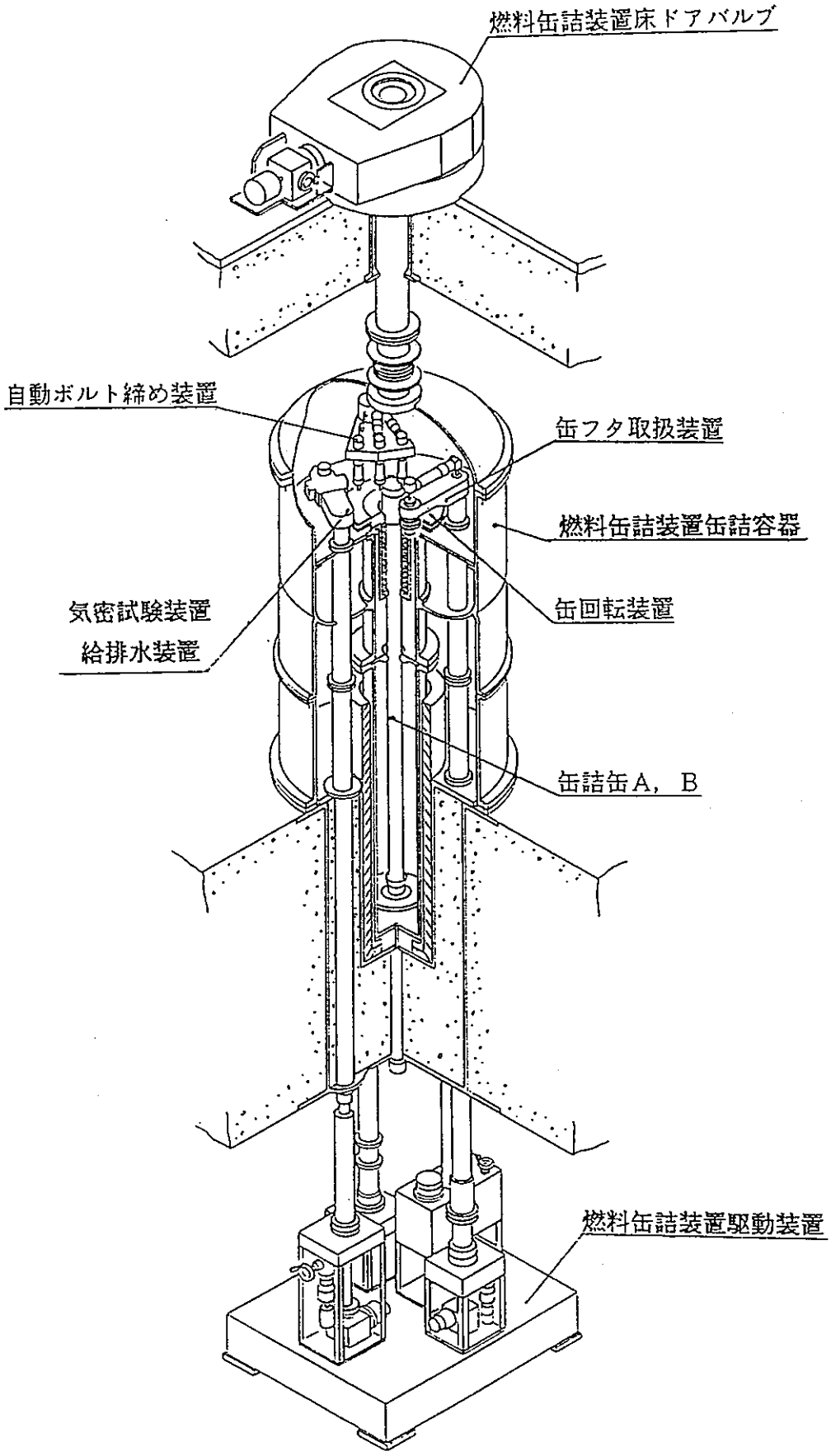
（7）駆動装置

缶詰作業を行う3本のアームを駆動させるための装置で、通常は電動にて駆動されるが、手動ハンドルによる駆動も可能な構造になっている。

（8）缶詰缶A，B

炉心構成要素を1体収納する容器で、缶詰缶Aは底板がフラットで、缶詰缶Bは底板が窪んだ形状をしている。缶詰缶Aには炉心燃料及びブランケット燃料を入れ、缶詰缶Bには制御棒を入れる。A，Bは底板形状の違いにより、燃料池内貯蔵ラック収納時の誤装荷防止を検知することとしている。

第2.7-3 図に缶詰缶を示す。



第2.7-1 図　燃料缶詰装置構造説明図

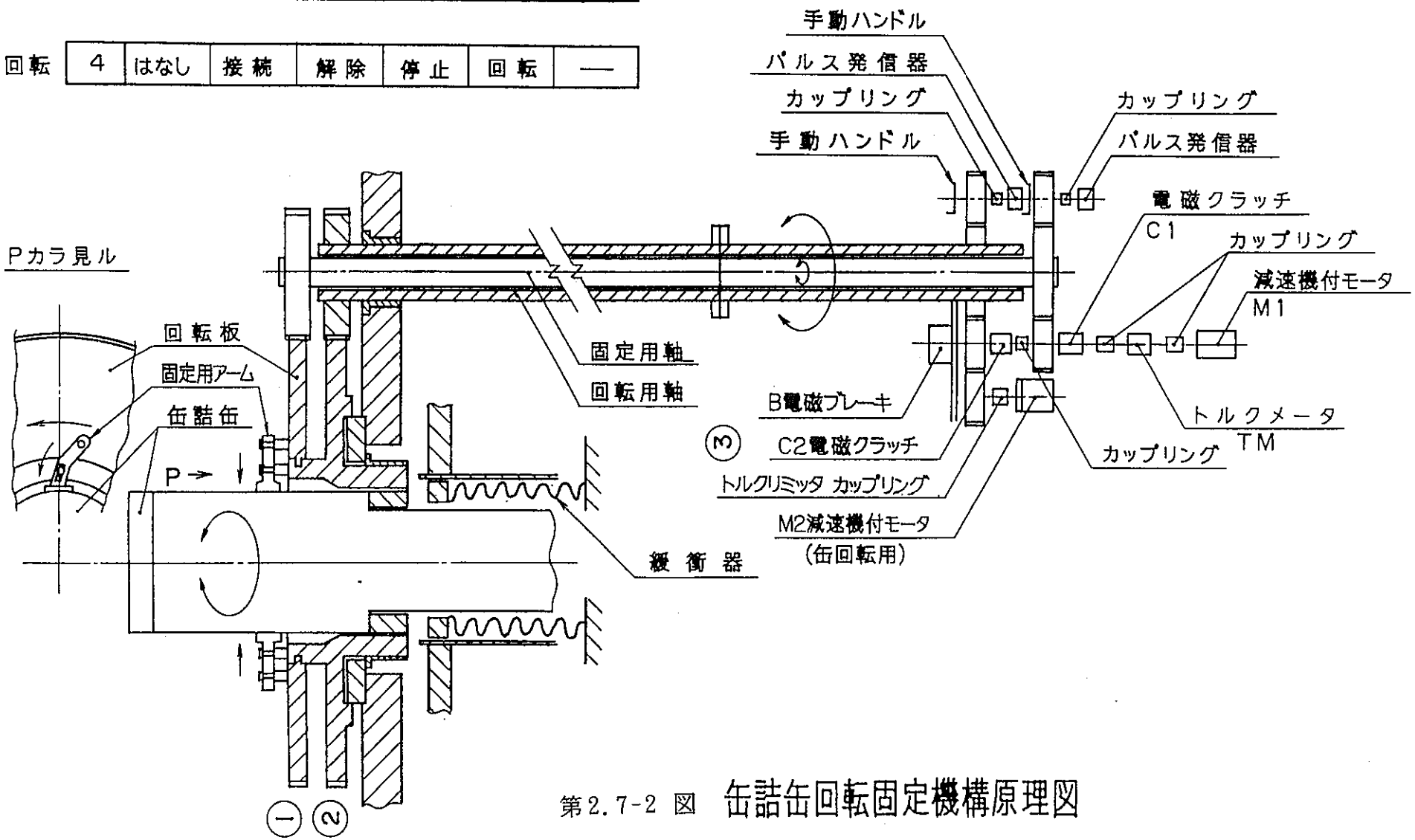
運転手順

缶固定

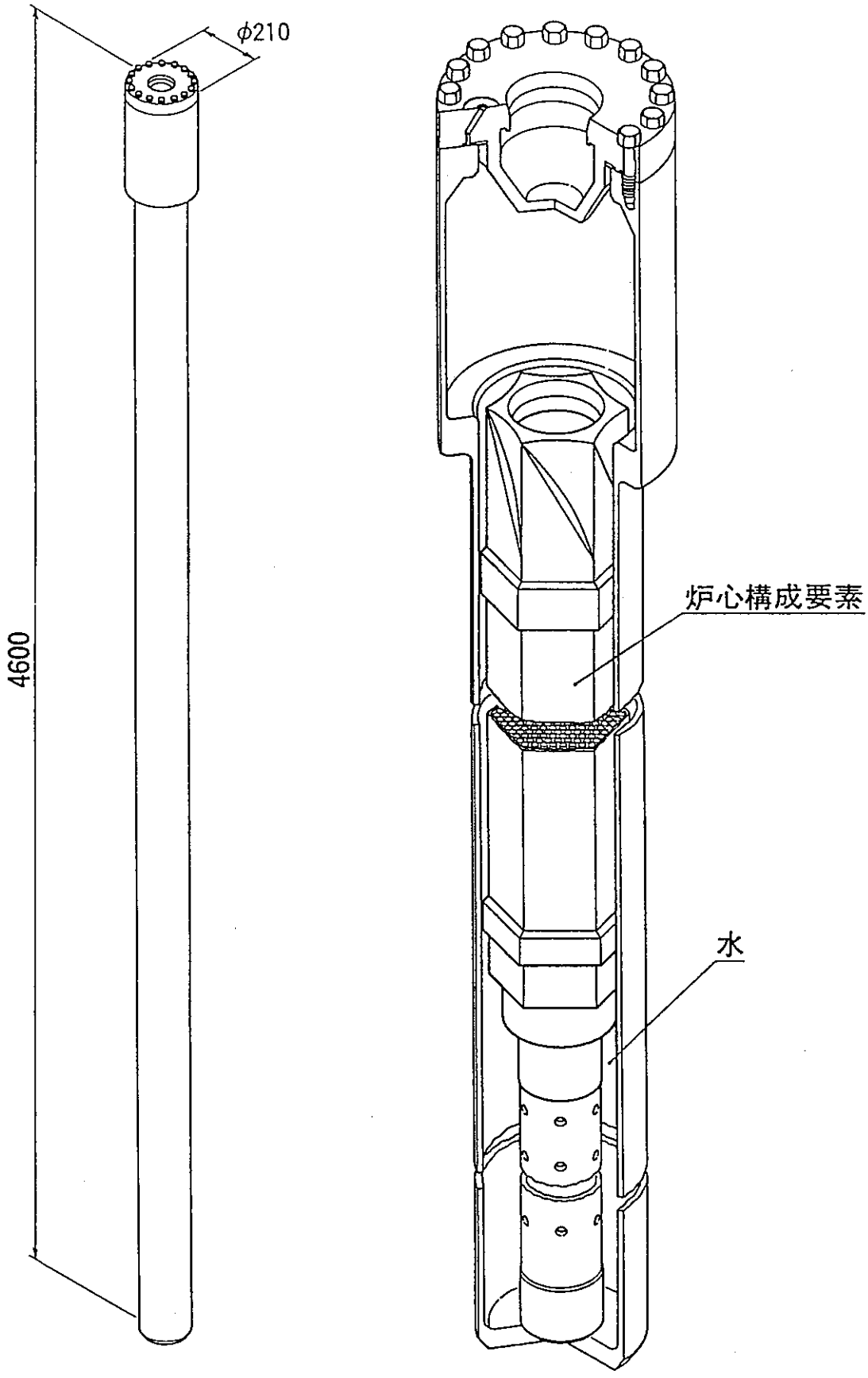
順序	C 1	C 2	B	M 1	M 2	TM
1	接続	はなし	固定	回転	停止	—
2	〃	〃	〃	〃	〃	検出
3	〃	接続	〃	停止	〃	—

缶回転

4	はなし	接続	解除	停止	回転	—



第2.7-2 図　缶詰缶回転固定機構原理図



第2.7-3 図 「もんじゅ」缶詰缶
"Monju" SPENT FUEL CAN

2．8　水中燃料貯蔵設備

水中燃料貯蔵設備は、所外搬出待ち貯蔵を要する使用済炉心構成要素を水中にて貯蔵するためのもので、水中台車、燃料移送機、燃料池水冷却浄化装置及び燃料池ライニングから構成される。使用済炉心構成要素は、洗浄後、缶詰缶入りまたは裸の状態で本設備に貯蔵される。本設備への使用済燃料等の受渡しは燃料出入設備により行われる。

また、使用済燃料等の所外搬出に関しては、本設備では燃料輸送容器（湿式キャスク、照射後試験用キャスク）内に使用済燃料等を収納するまでの作業を行う。

第2.8-1 図に使用済燃料取扱ルート図を示す。

（1）水中台車

水中台車は、水中において使用済燃料等（裸あるいは缶詰缶入り）を、燃料出入機本体Ｂから受け取り、燃料移送機受渡し位置まで移送する走行式台車で、台車、駆動装置、走行レール、床ドアバルブ及び案内筒より構成される。

（2）燃料移送機

燃料移送機は、使用済燃料移送機等を水中台車～貯蔵ラック～燃料輸送容器間で移送する走行・横行式移送機で、グリッパ、グリッパ駆動装置、案内管及び走行台車により構成される。第2.8-2 図に燃料移送機駆動原理図、第2.8-3 図に燃料移送機グリッパ構造図を示す。

（3）貯蔵ラック

貯蔵ラックは、使用済燃料移送機等を水中で一時貯蔵するための箱形枠組構造のラックで、以下の貯蔵容量がある。

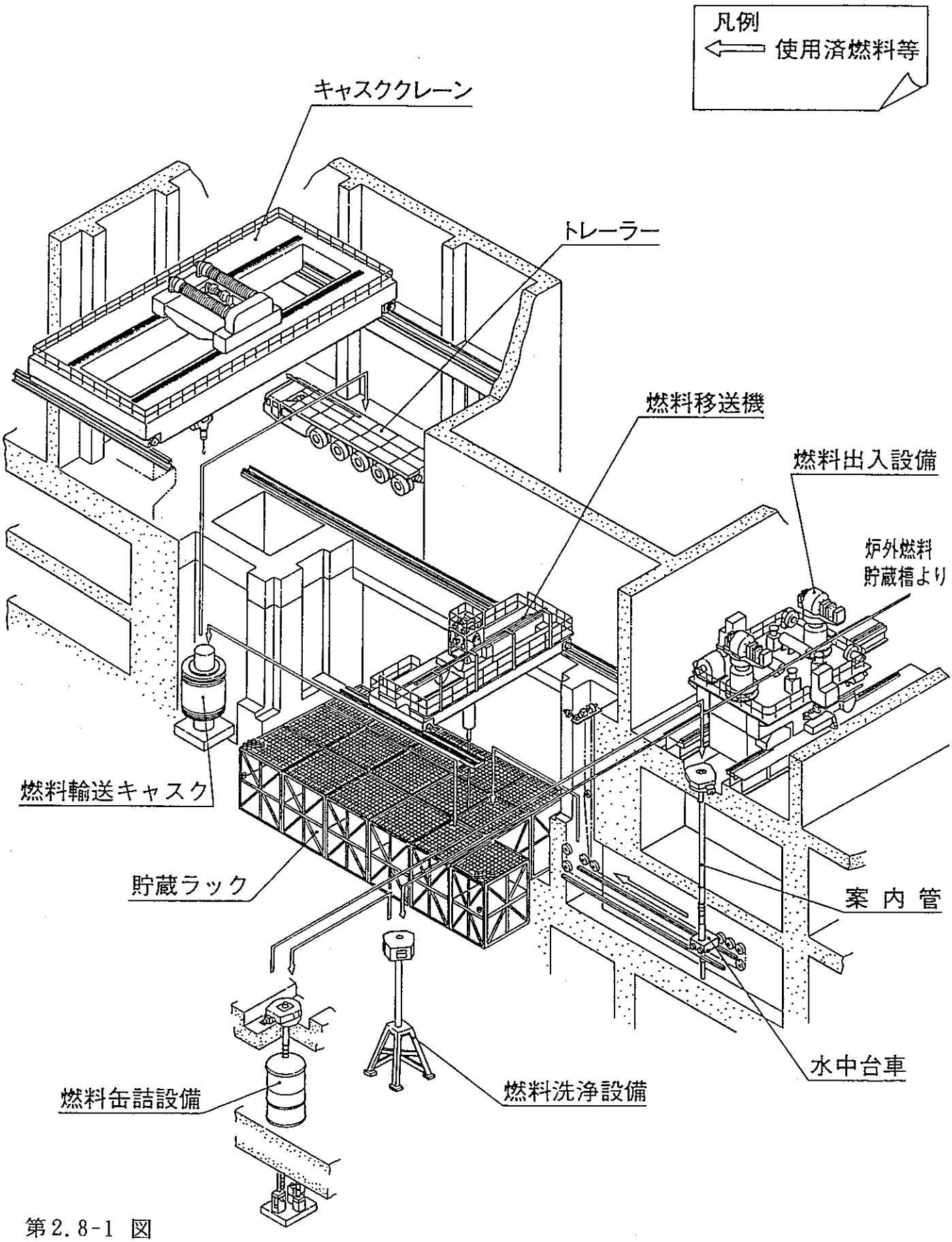
<table>
<tr><th></th><th>取扱対象物</th><th>貯蔵本数</th><th>貯蔵形態</th><th>備　考</th></tr>
<tr><td>1</td><td>炉心燃料集合体　及び
ブランケット燃料集合体</td><td>１４１２体</td><td>缶詰缶Ａ</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>制御棒集合体</td><td>７４１体</td><td rowspan="2">缶詰缶Ｂ</td><td rowspan="4">合　計
１２０３体</td></tr>
<tr><td>3</td><td>固定吸収体</td><td>６体</td></tr>
<tr><td>4</td><td>中性子しゃへい体</td><td>４３２体</td><td rowspan="2">裸</td></tr>
<tr><td>5</td><td>予備</td><td>２４体</td></tr>
</table>

（4）燃料池水冷却浄化装置

燃料池水冷却浄化装置は、貯蔵ラックに貯蔵される使用済燃料等からの崩壊熱（最大550kw)を除去し、燃料池の水温を所定の温度(52 ℃) 以下に保つとともに燃料池水の放射性物質、腐食生成物、コロイド状物質等をろ過除去し、使用済燃料等の保管及び出し入れ作業に支障をきたさない水質を維持するとともに、脱塩を行い燃料池水の電導度を規定値以下に維持する。第2.8-4 図に燃料池水冷却浄化装置系統図を示す。

（5）燃料池ライニング

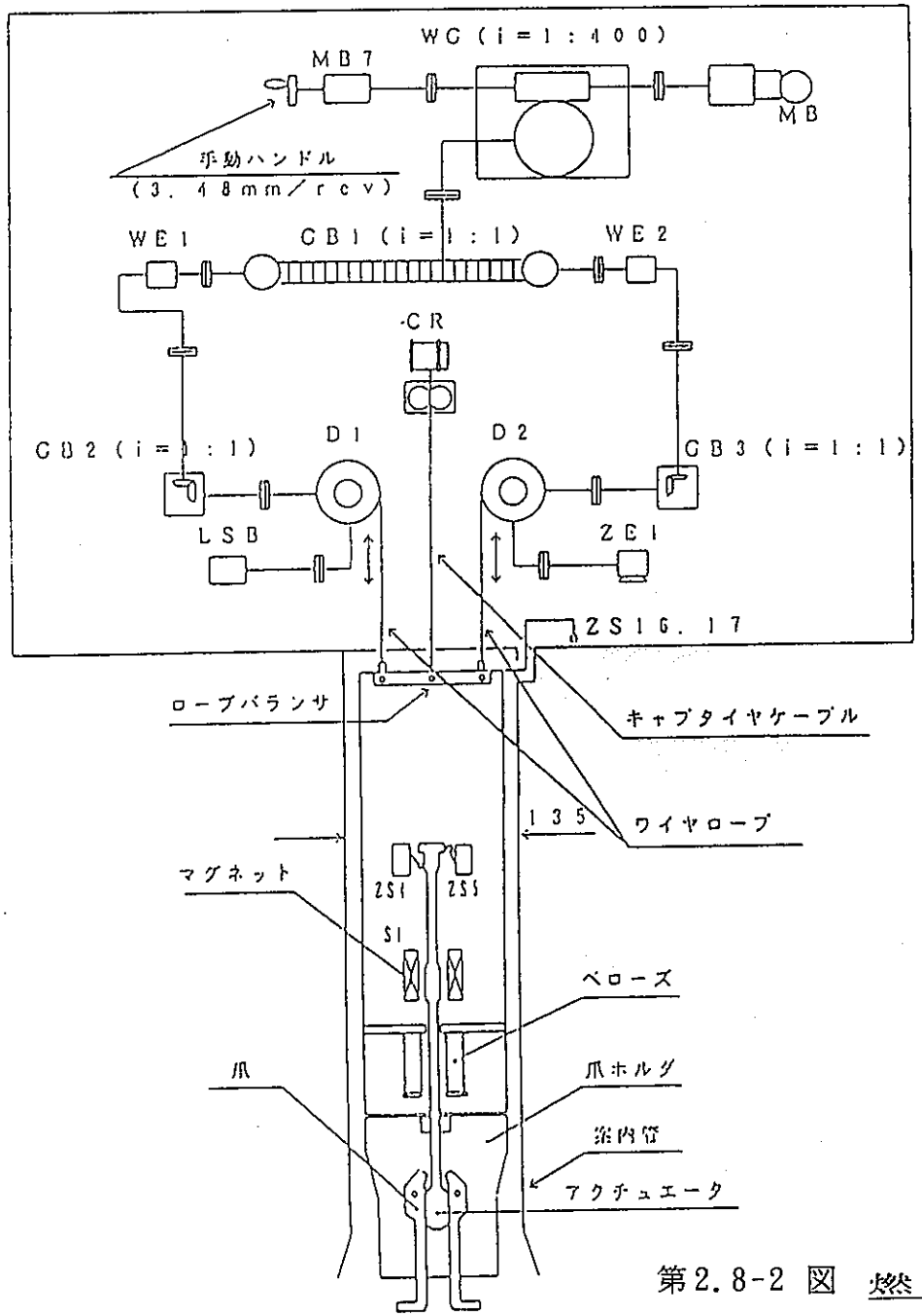
燃料池ライニングは、燃料池内に純水を保持するためのステンレス鋼製の内張り容器である。



第2.8-1 図

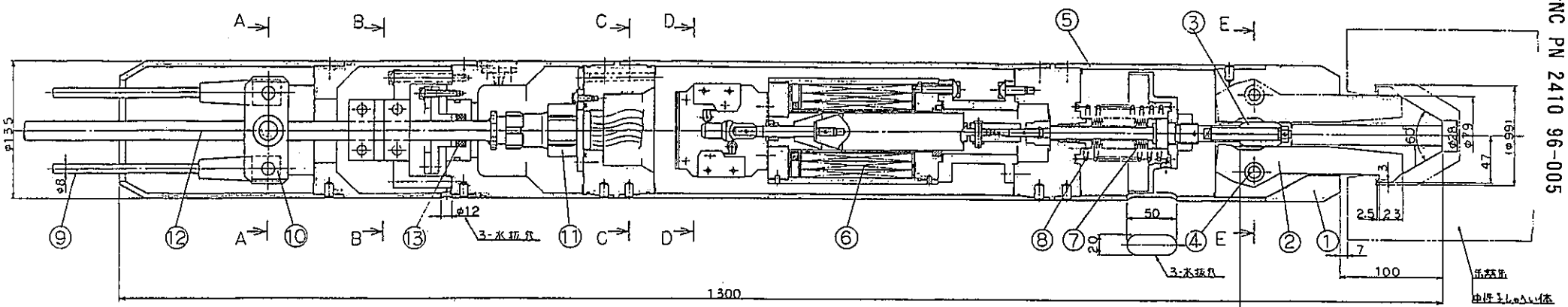
「もんじゅ」使用済燃料取扱ルート図

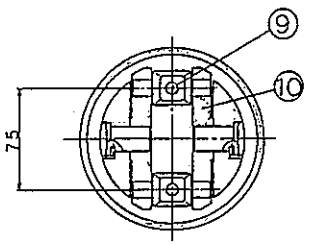
"Monju" ROUTE OF IRRADIATED FUEL SUB-ASSEMBLIES



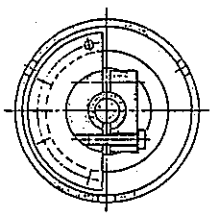
記号	名称又は用途
M 7	グリッパ駆動モータ（高速）
M 8	グリッパ駆動モータ（低速）
M B	駆動モータ内ブレーキ
MB7	グリッパ駆動装置ブレーキ
S 1	グリッパ爪開閉ソレノイド
WE1	グリッパ昇降駆動系1トルクメータ
WE2	グリッパ昇降駆動系2トルクメータ
ZE1	グリッパ昇降ストローク位置検出器
GB1	ギヤボックス（動力分配用）
GB2	ギヤボックス（ドラム軸用）
GB3	ギヤボックス（ドラム軸用）
D1,D2	ワイヤロープ巻取ドラム
C R	ケーブルリール
W G	ウォーム減速機
L S B	リミットスイッチ箱（ZS6~15,18も内蔵）
Z S	リミットスイッチ
ZS4	グリッパ爪閉用
ZS5	グリッパ爪開用
ZS16	グリッパ上限ストッパ開
ZS17	グリッパ上限ストッパ閉

第2.8-2図 燃料移送機駆動原理図（本体）

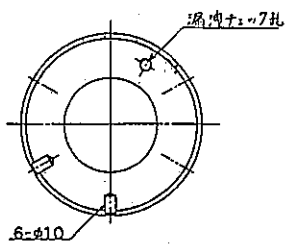




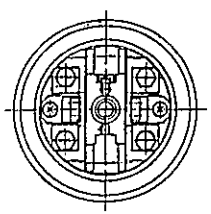
断面 A A



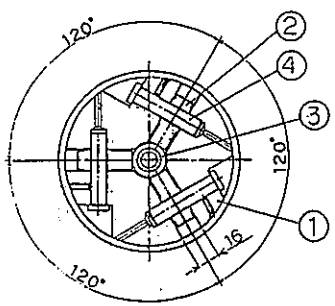
断面 B B



断面 C C



断面 D D

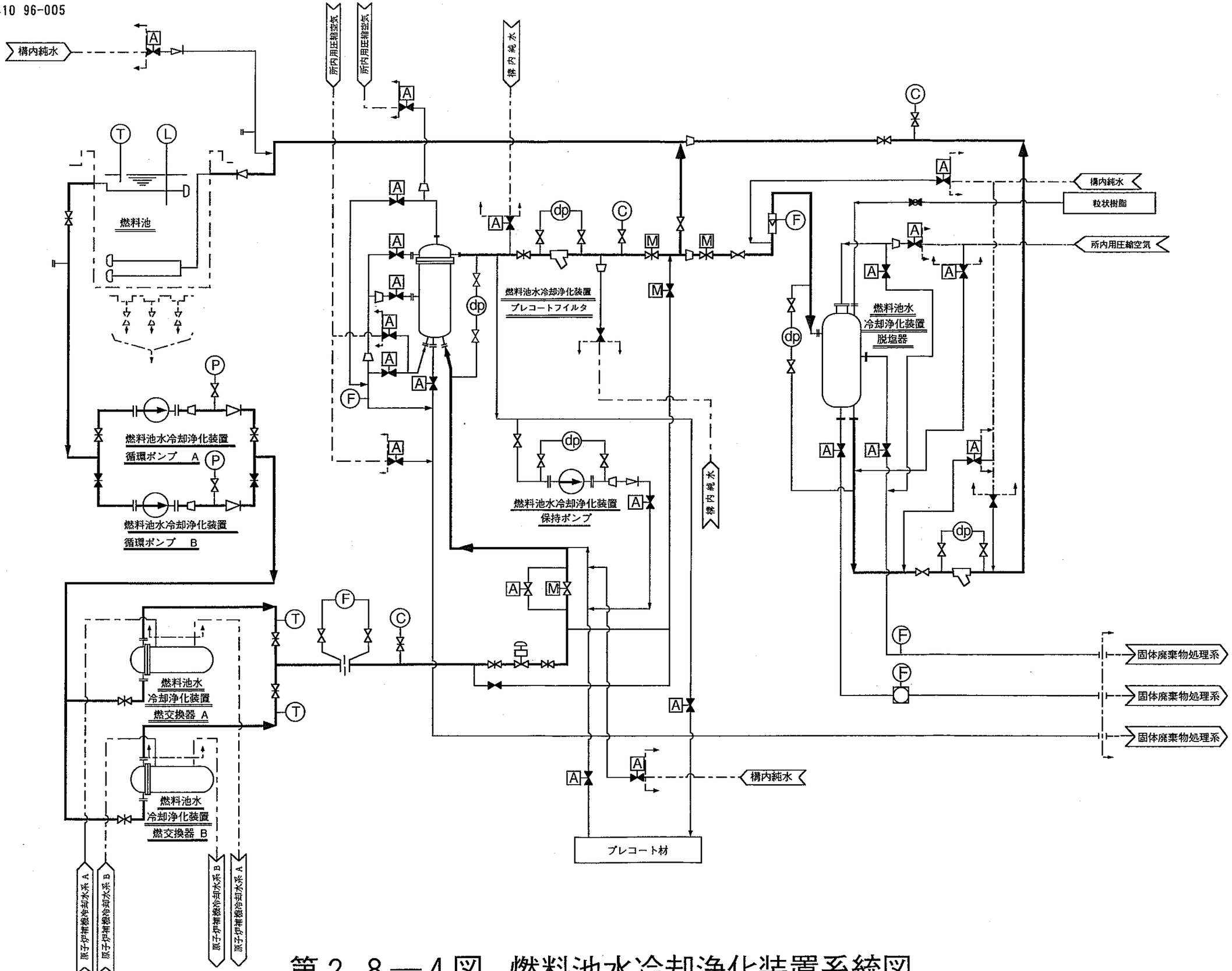


断面 E E

部品, 仕様		・備考
形式	電磁開閉式	
材料	一般構造	
材料クラス	B (S₂)	
最高使用圧力/運転圧力	——	
最高使用温度/運転温度	65℃/52℃	
基数	1	
取付容量	炉心構成要素 1体分/基	
取付荷重	最大 150kg	

部品表				
番号	名称	数量	主要材料	備考
1	ホルダ	1	SUS304	
2	爪	3	SUS630	
3	アクチュエータ	1	SUS304	
4	爪支持ピン	3	SUS304	
5	ケーシング	1式	SUS304	
6	マグネット	1	——	
7	ベローズ	1式	SUS304	
8	スプリング	1	SUS304	
9	ワイヤロープ	1式	SUS304	線径7×19, φ8 実効径0.53, 2.01
10	ロープバランサ	1式	SUS630	
11	コネクタ	1式	——	
12	キャブタイヤケーブル	1	シリコンゴム	
13	ガスケット	1	ニトリルゴム	

第2.8-3 図 燃料移送機グリッパ構造図



第2.8—4図　燃料池水冷却浄化装置系統図

2．9　新燃料受入貯蔵設備

新燃料受入貯蔵設備は、所内に搬入された新炉心構成要素及び缶詰缶を燃料出入設備に引き渡すまでに必要な開梱、検査、一時貯蔵、移送及び予熱を行う設備で、燃料容器取扱装置、新燃料検査装置、新燃料移送機、新燃料貯蔵ラック、地下台車、地下台車新燃料予熱装置等から構成されている。

第2.9-1 図に新燃料を受入れ貯蔵する設備の概要、第2.9-2 図に新燃料取扱ルート図を示す。

（1）新燃料容器取扱装置

輸送容器１基／回を燃料搬出入エリア(A-576) 内で、燃料容器ジブクレーンにより搭載し、新燃料取扱室(A-574) に移送して起立するもので、新燃料キャスク移送台車、キャスク支持台、燃料搬出入口及び新燃料移送室監視用しゃへい窓で構成される。

（2）新燃料検査装置

新燃料検査装置は、新炉心燃料集合体が輸送容器に収容された状態で、輸送容器内の空気をサンプリングし、アルファ線の検出を行って、集合体に破損等が生じていないことを検査するもので、ダストサンプラ、集塵器部等よりなる。

（3）新燃料移送機

新燃料移送機は、新炉心構成要素、缶詰缶、新燃料移送機輸送容器内蓋及び新燃料貯蔵ラックしゃへいプラグを着脱、昇降及び走行・横行移送するものでグリッパ、グリッパ駆動装置、案内管、走行台車、新燃料方位調整治具で構成されている。

グリッパには回転機能があり、燃料番号読み取りをＩＴＶを通して操作盤で行うことから、グリッパを60° 回転させて集合体の番号位置を変え、回転前後のどちらかで番号読み取りが可能なようにしている。

新燃料方位調整治具は、新燃料移送機のグリッパの回転と相まって、炉心へ移送する新炉心構成要素の角度を設定するものである。

（4）新燃料貯蔵ラック

新炉心構成要素及び缶詰缶の一時貯蔵を行うもので新燃料貯蔵ラックと缶詰缶貯蔵ラックで構成され、それぞれ５０体の貯蔵容量がある。

（5）地下台車

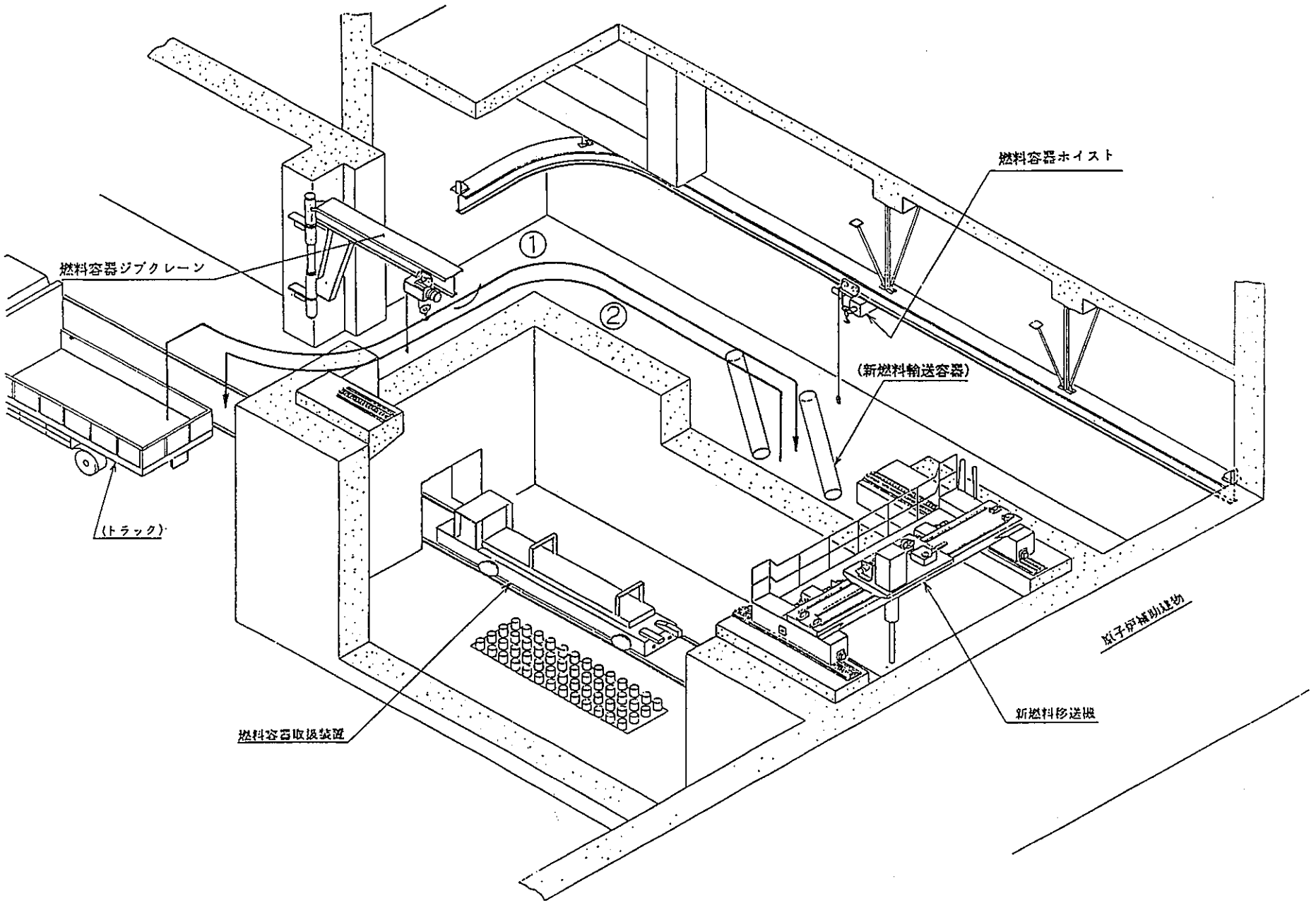
地下台車は、新燃料移送機と燃料移送機出入設備間の炉心構成要素及び缶詰缶の中継移送と洗浄済みの燃料出入機本体Ａドリップパンの保管を行うもので、移送機側案内管、台車、駆動装置、走行レール、床ドアバルブ、可動案内筒より構成されている。

（6）地下台車新燃料予熱装置

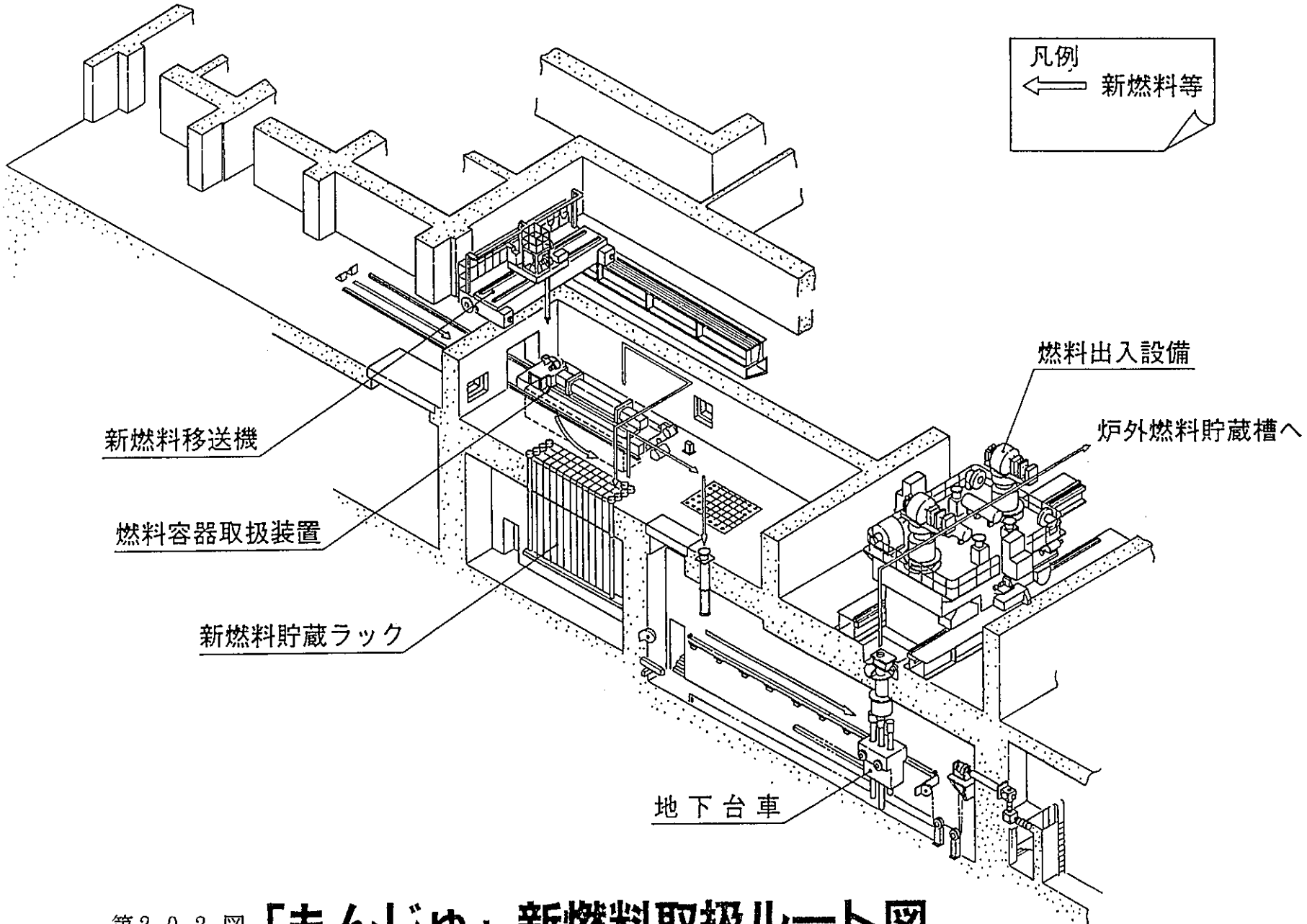
地下台車新燃料予熱装置は、地下台車が新炉心構成要素及び燃料出入機本体Ａドリップパンを燃料出入機本体Ａに受け渡す際、新炉心構成要素及び燃料出入機本体Ａドリップパンを予熱する装置で、加熱器、ブロワ、空気冷却器、配管、弁類で構成される。

新炉心構成要素は150 ℃以上、ドリップパンは120 ℃以上に予熱する。

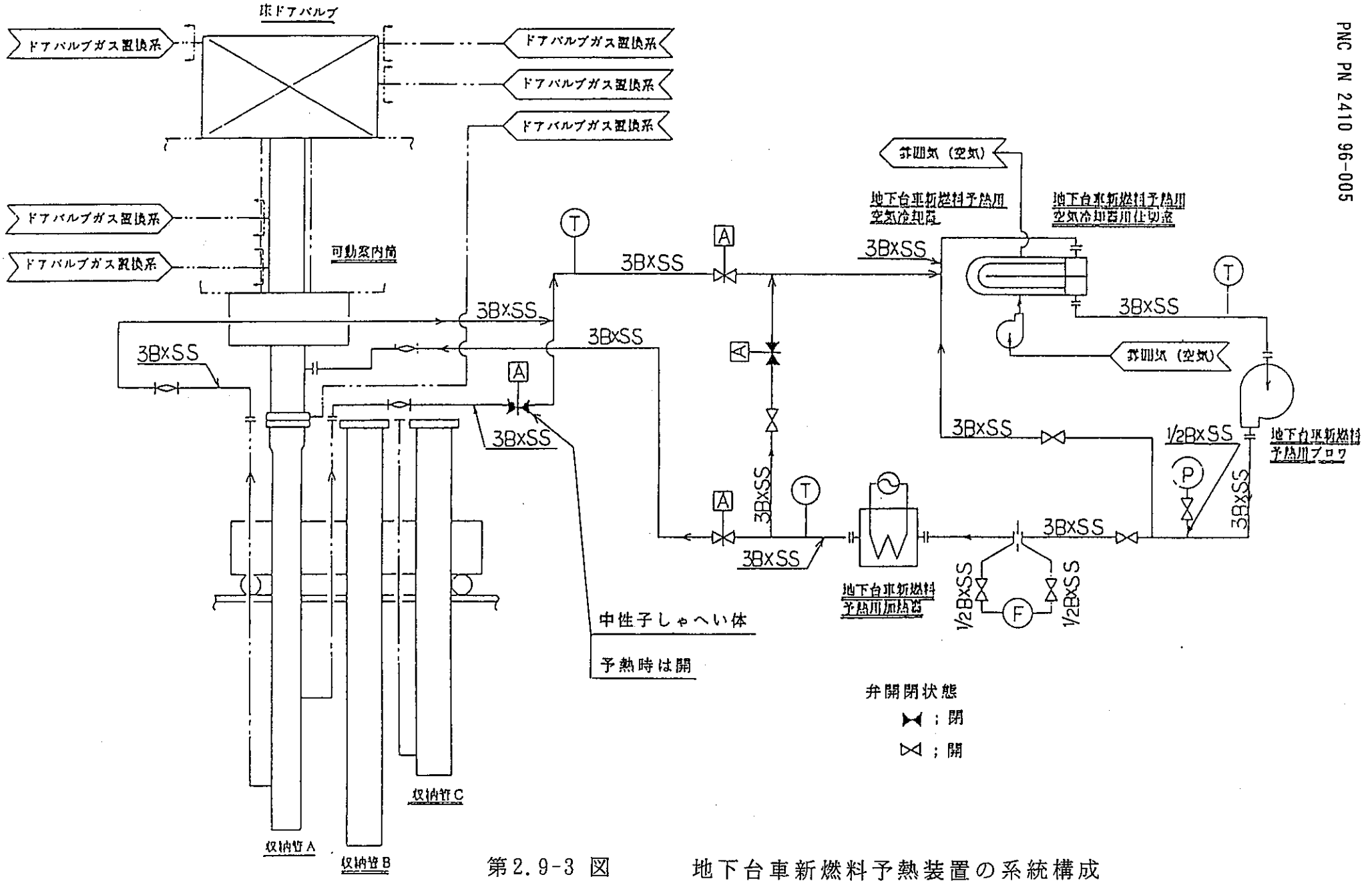
第2.9-3 図に地下台車新燃料予熱装置の系統構成を示す。



第2.9-1 図　新燃料を受入れ貯蔵する設備の概要



第2.9-2 図 「もんじゅ」新燃料取扱ルート図
"Monju" ROUTE OF NEW FUEL SUB-ASSEMBLIES



第2.9-3 図　　地下台車新燃料予熱装置の系統構成

2．10　燃料搬出設備

燃料搬出設備は、使用済燃料を所外に搬出する設備で、キャスククレーン、燃料出入設備通路クレーン、キャスク装荷装置等から構成される。

使用済燃料の搬出は、検査施設向輸送容器と高速炉際処理施設（試験施設を含む）向け燃料輸送キャスクの搬出に分けられる。第2.10-1図に燃料を搬出する設備の概要を示す。

（1）検査施設向輸送容器の搬出

検査施設向輸送容器の搬出は、更に破損燃料集合体と健全燃料集合体に分かれる。

①　破損破損燃料集合体

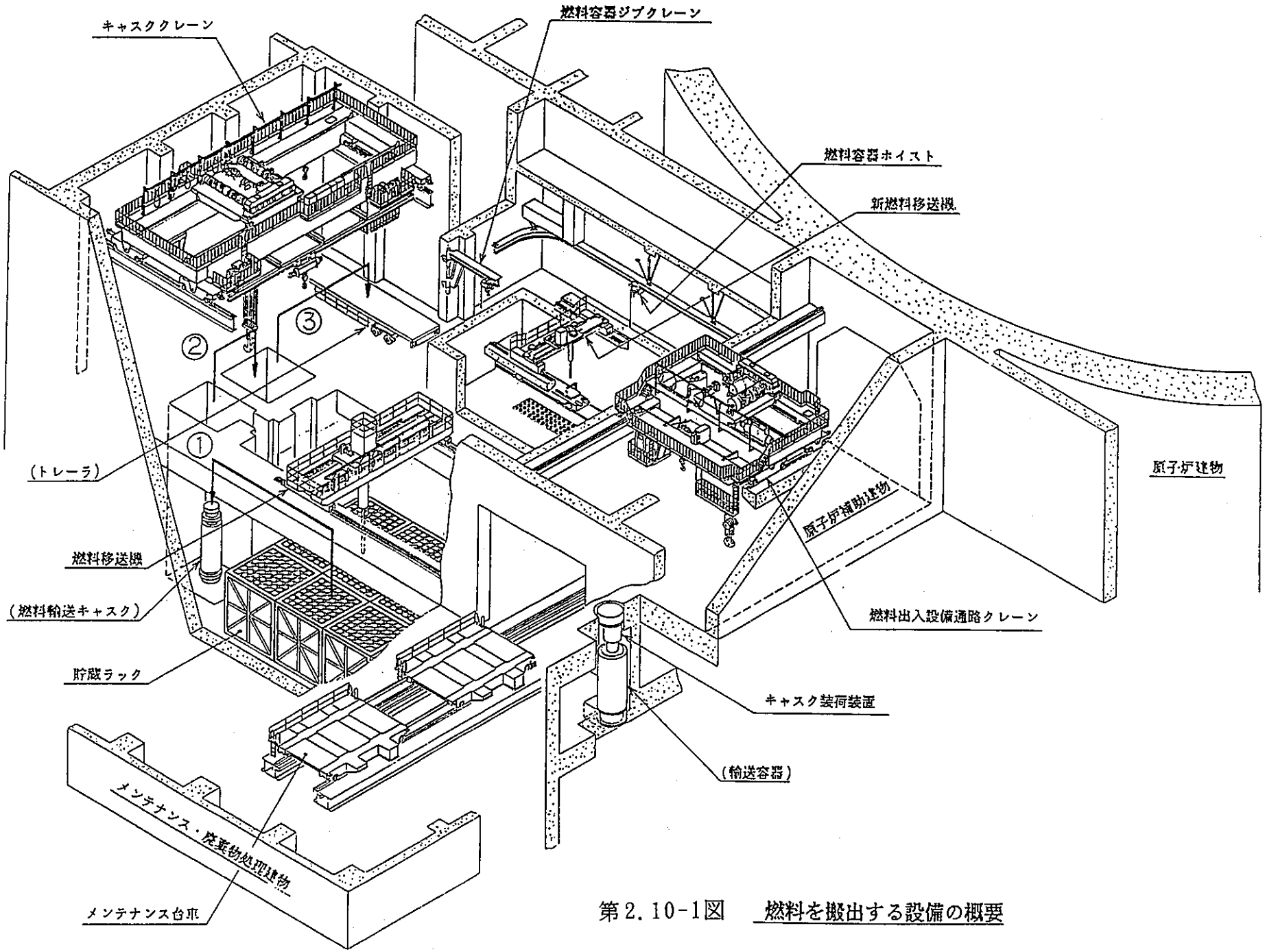
燃料出入設備通路において、燃料出入設備及びキャスク装荷装置により、破損破損燃料集合体を検査施設向輸送容器に収納する。その後、燃料出入設備通路クレーンにより検査施設向輸送容器をメンテナンス台車に搭載し、メンテナンス・廃棄物処理建物（M／B）に移送し、メンテナンスクレーンによりトレーラに搭載し、所外へ搬出する。

②　健全燃料集合体

燃料池内の貯蔵ラックに保管中の缶詰缶入り燃料集合体を、予め燃料池内キャスクピットに設置した検査施設向輸送容器に収納する。その後、キャスククレーンで検査施設向輸送容器をキャスク洗浄ピットに移送し、洗浄を行った後、キャスククレーンを用いてトレーラに搭載し、所外へ搬出する。

（2）燃料輸送キャスクの搬出

燃料輸送キャスクの搬出は、上記の検査施設向輸送容器（健全燃料集合体）と同様な方法で行う。



第2.10-1図　燃料を搬出する設備の概要

2．11　燃取系計算機システム

燃取系計算機システムは、燃料取扱貯蔵設備の運転全体において、ＣＲＴによる監視の集約化、燃料等の移送処理に係わるスケジュール管理及びこれに基づく運転の自動化並びに予熱設備の監視制御を行うことにより、運転員の負担軽減及び運転の信頼性向上を図るものである。第2.11-1図に燃取系計算機システム構成図、第2.11-1表に燃取系運転監視対象設備、第2.11-2図に燃取系監視制御システムを示す。

このため、燃取系監視制御システムの中核として、一部の操作盤を除き、主要な設備を統括管理し、主要な運転状態、警報を集中監視するプロセス運転監視機能、自動化運転機能、予熱監視制御機能、燃料所在管理機能、記録帳票機能等から構成されている。

（１）プロセス運転監視機能

燃取計算機システムは、運転員が主盤上のＣＲＴ装置等の監視機器により燃取系各設備の状態を的確に把握し、確実な運転操作が遂行できるように、各設備の機器運転状態、プロセス状態及び警報等の監視を行う。また、本計算機システムにより運転の自動化を行う燃料移送処理系統の設備に対しては、上記監視の他、自動化運転の進行状態の監視を行う。

（２）自動化運転機能

燃取系設備のうち、運転頻度が高く、かつ繰り返し操作となる燃料移送処理に係わる系統設備について、自動制御盤及び燃料交換自動化盤と協調し、予め入力された運転スケジュールに従って自動化運転を進行させるもので下記の作業を自動化運転する。

① 新炉心構成要素及び空缶の搬入、貯蔵　（新燃料搬入受入運転）
② ＥＶＳＴと炉心間での炉心構成要素交換　（燃料交換運転）
③ 燃料出入機本体ＡのＤＰ交換　（ドリップパン交換運転）
④ 使用済炉心構成要素洗浄、貯蔵　（使用済燃料裸処理運転）
⑤ 使用済炉心構成要素洗浄、貯蔵　（使用済燃料缶詰処理運転）
⑥ 使用済ＤＰをＥＶＳＴでＮａ溶解する洗浄前作業（ドリップパン溶解返還運転）
⑦ 燃料出入機本体ＢのＤＰ水抜　（ドリップパン水抜運転）
⑧ 燃料入缶詰、使用済炉心構成要素の搬出　（燃料搬出運転）

第2.11-3図に燃取自動化運転範囲を示す。

（３）予熱監視制御機能

燃取計算機システムは、予熱監視制御機能として炉外燃料貯蔵設備のナトリウム充塡・ドレン時、純化時、通常運転時、メンテナンス（通常，OF／T，C／T)時の各予熱運転

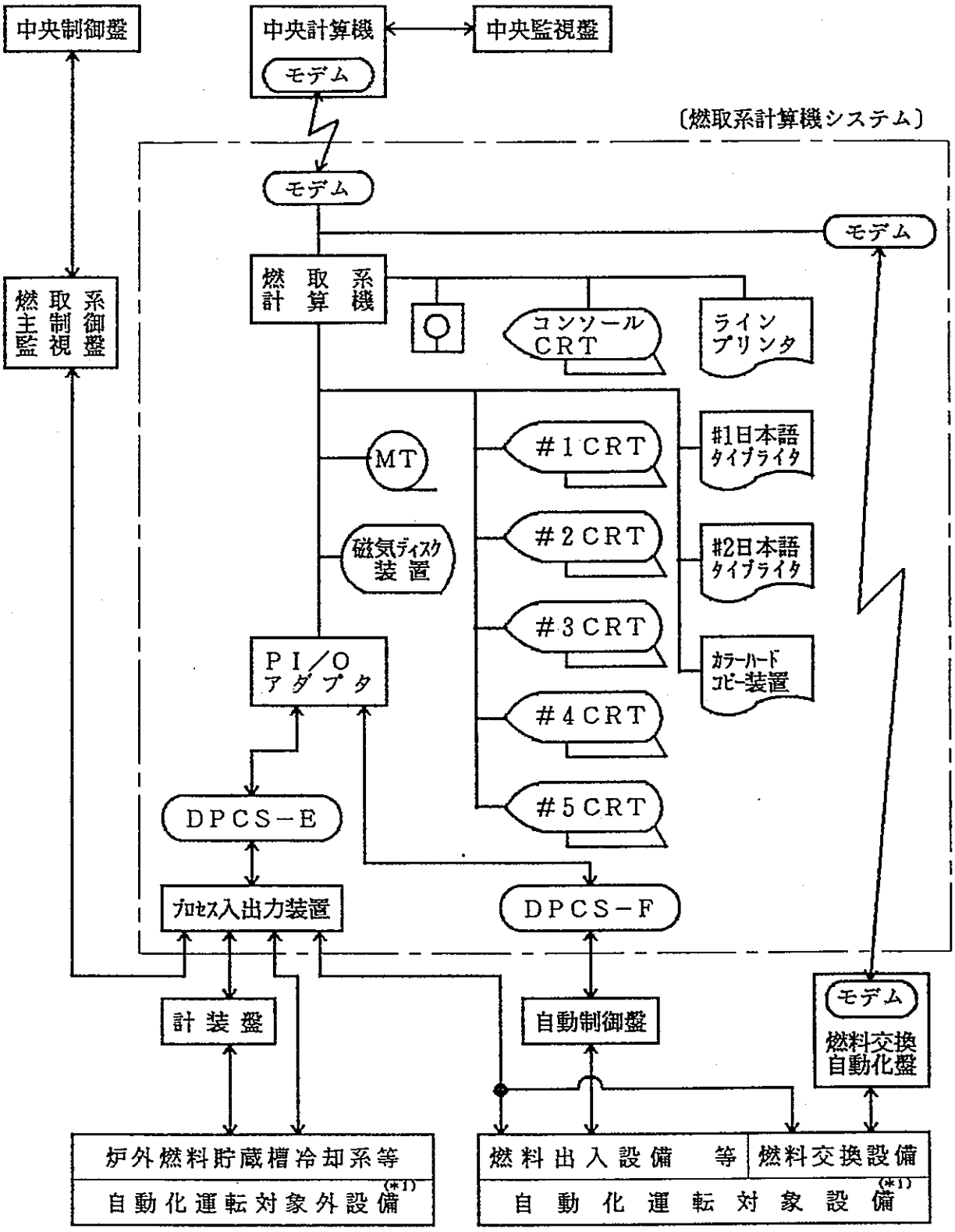
モードにおいて、ナトリウム及びナトリウムベーパを内包する機器や配管を予熱ヒータで加熱し、温度制御を行うとともに、予熱運転状態を監視する。

（4）燃料所在管理機能

燃料所在管理機能として、運転員により入力された燃料取扱計画を計画データとして保有するとともに、自動化運転を進行させるためのスケジールに展開する。一方、自動化運転の実行結果として燃料等の移動に伴いデータを自動更新し、常に燃料等の所在を把握する。

（5）記録帳票機能

記録帳票機能として燃取系各設備の運転進行状態、警報メッセージ及び燃料取扱計画等を日本語タイプライタに印字出力し、記録帳票として残すことにより、燃取系各設備の保守、運転管理に有効に活用する。



第2.11-1図 燃取系計算機システム構成図

＊1；設備の内訳を表－1に示す。

第2.11-1表　燃取系運転監視対象設備

自動化運転対象設備	自動化運転対象外設備
① しゃへいプラグ本体 (026)	① しゃへいプラグ窒素ガス冷却系 (021)
② 燃料交換装置 (511)	② しゃへいプラグアルゴンガス系 (022)
③ 炉内中継装置 (512)	③ しゃへいプラグシリコンオイル循環系(023)
④ 燃料交換設備アルゴンガス系 (514)	④ しゃへいプラグフリーズ合金供給系 (024)
⑤ 燃料出入機本体 (521)	⑤ しゃへいプラグ持上油圧系 (025)
⑥ 燃料出入機冷却装置 (522)	⑥ 燃料交換機器置場 (515)
⑦ 走行台車 (523)	⑦ 炉外燃料貯蔵槽冷却系 (533)
⑧ 燃料出入機予熱冷却装置 (524)	⑧ 炉外燃料貯蔵槽1次補助ナトリウム系 (534)
⑨ 炉外燃料貯蔵槽 (531)	⑨ 炉外燃料貯蔵槽2次補助ナトリウム系 (535)
⑩ ドアバルブガス置換設備 (538)	⑩ 炉外燃料貯蔵槽1次アルゴンガス系 (536)
⑪ 燃料洗浄設備 (550)	⑪ 炉外燃料貯蔵槽2次アルゴンガス系 (537)
⑫ 燃料缶詰装置 (561)	⑫ 炉外燃料貯蔵設備ナトリウム漏えい検出設備 (530)
⑬ 缶詰雰囲気調整装置 (562)	⑬ 炉外燃料貯蔵設備予熱設備 (530)
⑭ 水中台車 (571)	⑭ 燃料検査設備 (541)
⑮ 燃料移送機 (572)	⑮ 燃料池水冷却浄化装置 (574)
⑯ 新燃料移送機 (584)	⑯ 燃料容器取扱装置 (581)
⑰ 地下台車 (586)	⑰ キャスク装荷装置 (591)
⑱ 地下台車新燃料予熱装置(587)	

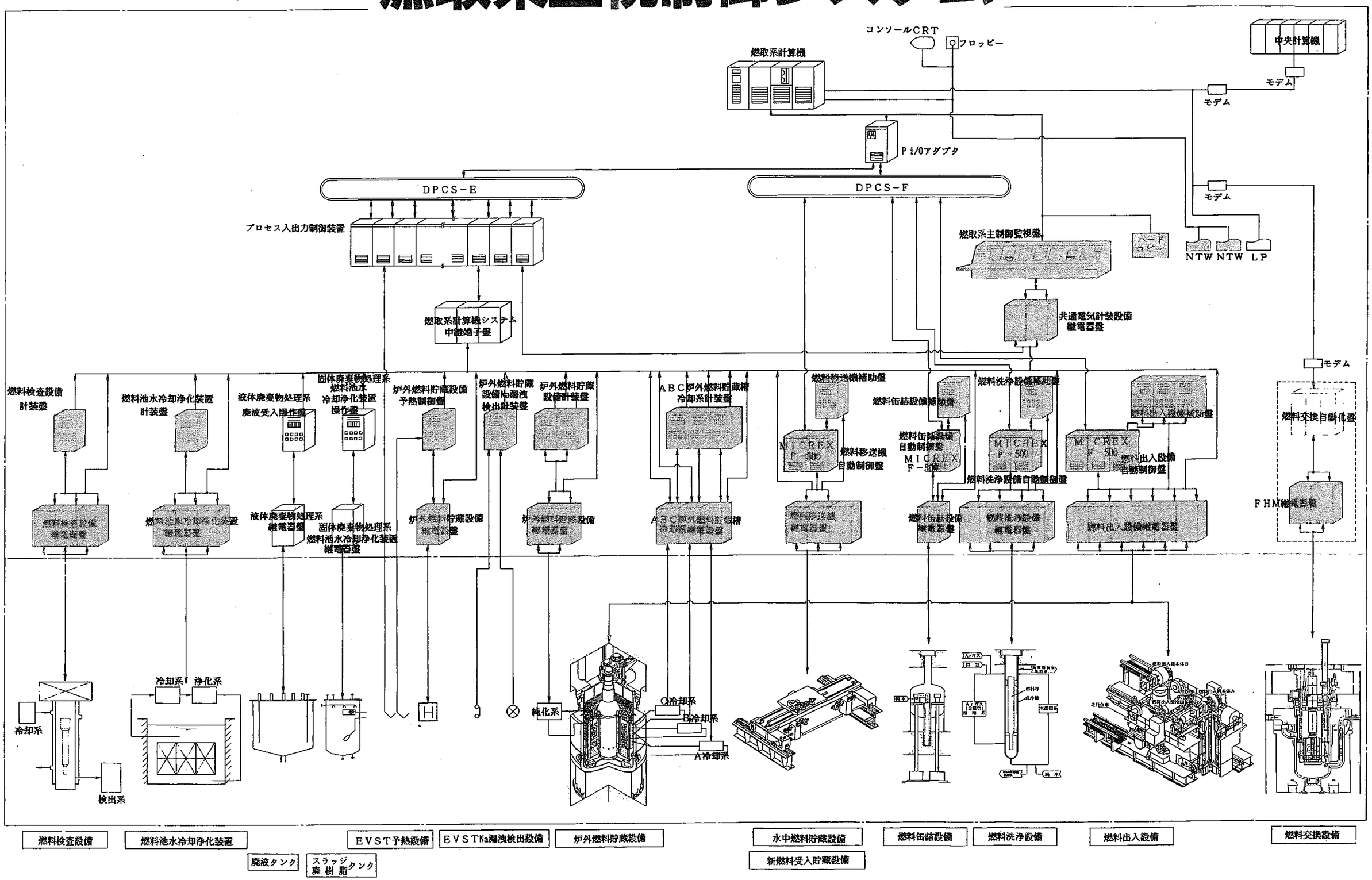
なお，以下の設備については，現場操作のみとなるため，監視対象から外している。

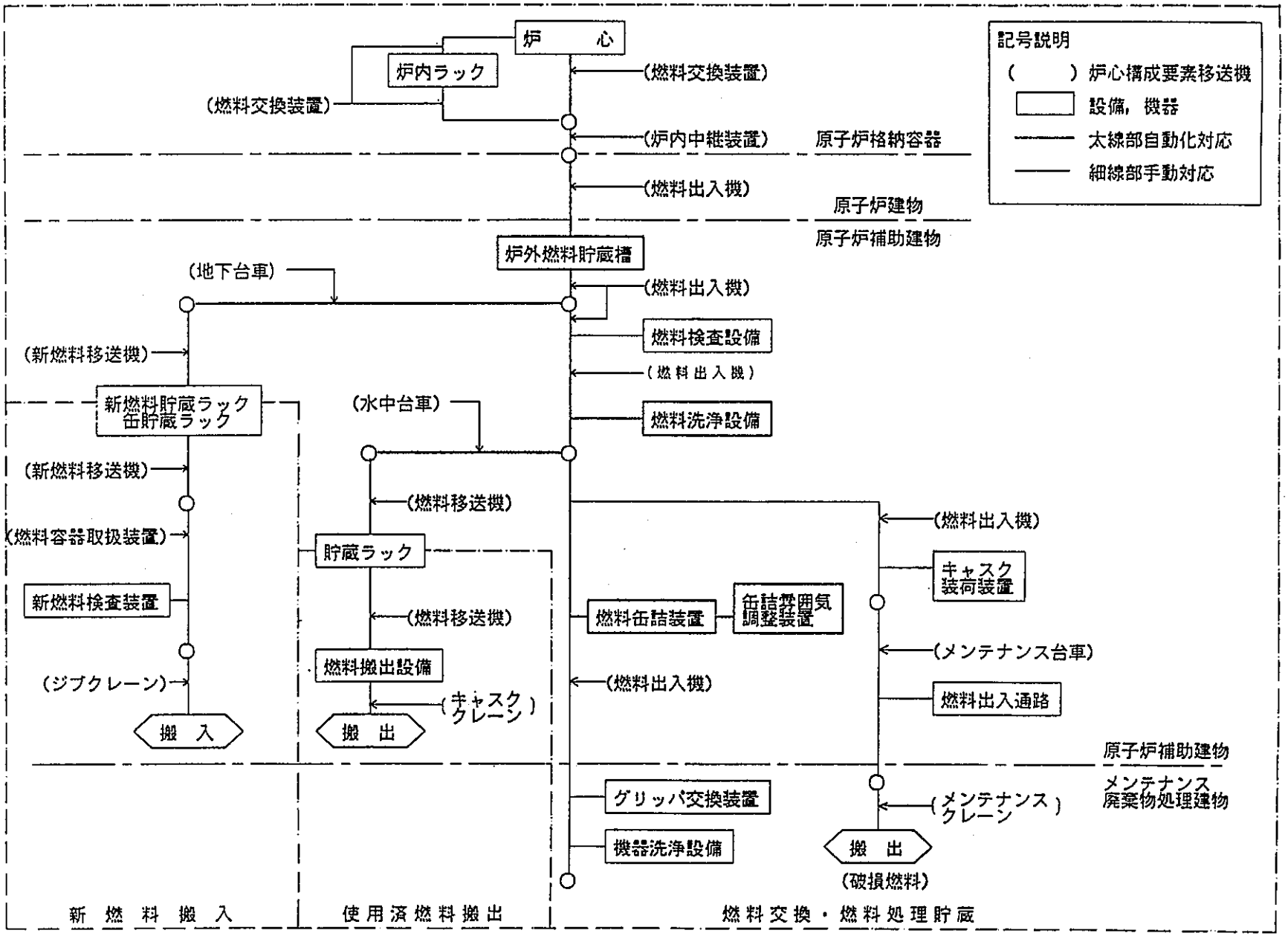
① ナトリウム透視装置 (071)
② 炉内検査孔設備 (513)
③ 新燃料検査装置 (582)
④ キャスク洗浄装置 (592)
⑤ キャスククレーン (593)

注）1.　(　　) 内は系統番号を示している。

第2.11-2図

燃取系監視制御システム





第2.11-3図　燃取系自動化運動範囲

2．12　共通保修設備

共通保修設備は、機器移送設備と機器洗浄設備から構成される。

2.12.1　機器移送設備

機器移送設備は、メンテナンス台車及びメンテナンスクレーンから構成されいてる。

メンテナンス台車及びメンテナンスクレーンとも、取扱対象機器のうちで最大の１次系主循環ポンプのメンテナンス、移動が可能な容量（最大200 ﾄﾝ）としている。

2.12.2　機器洗浄設備

機器洗浄設備は、保守、保修及び廃棄対象のナトリウム付着機器（被洗浄体）のナトリウムを洗浄、除去するための設備で、洗浄槽類、循環系、廃ガス系、廃液系及び供給系より構成されている。被洗浄体により、１次系ポンプ洗浄ライン、燃取機器洗浄ライン、２次系機器洗浄ラインを構成して洗浄運転を行う。

第2.12-1図に機器洗浄設備の概　要を示す。

（１）洗浄槽類

洗浄槽類は、燃取機器洗浄槽及びポンプ洗浄槽、２次系機器洗浄槽、２次系小型機器洗浄槽より構成される。

各洗浄槽類では供給系より洗浄に必要な各種流体を受け、窒素ガス雰囲気中で緩やかにナトリウムと水を反応させて洗浄する。洗浄の際に発生する廃ガス及び廃液は廃ガス系及び廃液系へ移送される。

①　燃取機器洗浄槽

燃料交換設備、燃料出入機グリッパ等の長尺の１次系ナトリウム（放射性）付着機器の洗浄に用いる。燃取機器洗浄槽では、湿潤窒素ガス洗浄、水漬洗浄及び温水減圧洗浄を行う。洗浄槽及び被洗浄体の水分は熱風及び減圧法により乾燥させる。

第2.12-2図に機器洗浄工程（燃取機器洗浄槽）を示す。

②　ポンプ洗浄槽

ポンプ洗浄槽は、１次主循環ポンプを始めとする１次系ナトリウム付着機器の洗浄に用いる。ポンプ洗浄槽でも燃取機器洗浄槽と同様な方法で洗浄、乾燥を行う。

③　２次系機器洗浄槽

２次系機器洗浄槽は、２次系の大型機器である２次主循環ポンプ、蒸発器、過熱器を洗浄するものである。

④　２次系小型機器洗浄槽

２次アルゴンガス系ベーパトラップ用金属フィルタ、２次系弁等の２次系ナトリウム（非放射性）が付着する小物機器の洗浄に用いる。

燃取機器洗浄槽、ポンプ洗浄槽及び２次系機器洗浄槽には、温水減圧時に温水を段階

的に供給するためのノズルが多段に設けられており、水面付近に80℃の温水を供給して沸騰させ、液位の上昇に伴って連続的に沸騰させることにより被洗浄体の洗浄効果を高めるものである。

また、各洗浄槽での洗浄が難しい物に対して、将来の洗浄用キャスクに洗浄用の蒸気、洗浄水等が供給できるよう各洗浄槽廻りには、蒸気、純水、窒素のノズルが設定されている。

（2）循環系

温水減圧洗浄時に各洗浄槽からの洗浄水を各循環ポンプで昇圧した後、各洗浄槽の出口フィルタを通し、温水加熱器で加熱し循環運転を行う。また、洗浄後の廃液系への排水ポンプとしても使用する。

なお、燃取機器洗浄系及びポンプ洗浄系からの洗浄水は放射化したC.P が含有されている。本設備を含む下流側機器へのC.P 付着による線量率上昇防止のため、燃取機器洗浄槽及びポンプ洗浄槽の出口にはフィルタが取付けられ、洗浄水中のC.P を除去する。

（3）廃ガス系

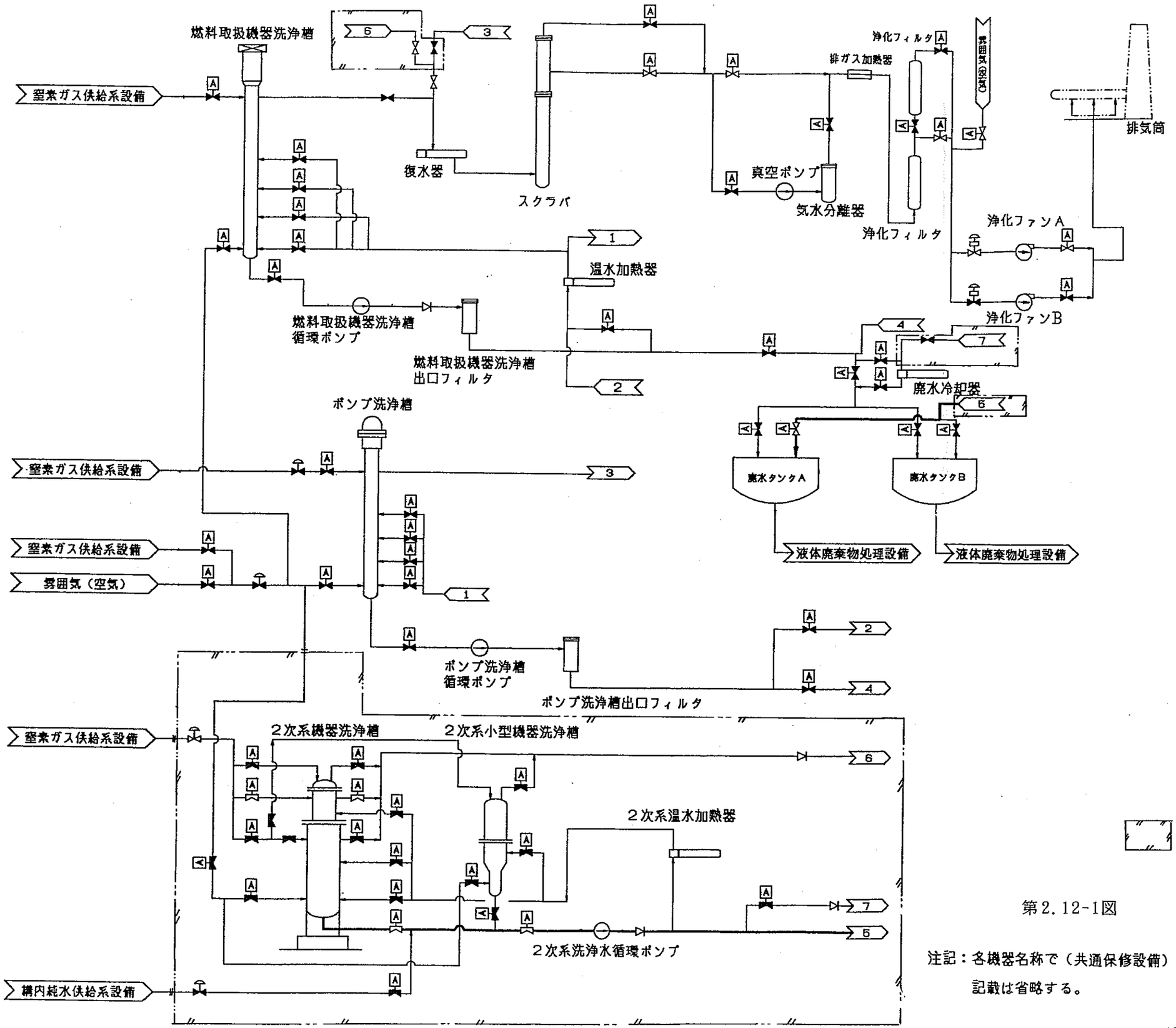
各洗浄槽から排出される廃ガスは、復水器により冷却されスクラバに入り、気液分離及びミストの除去が行われ、排ガス加熱器で昇温された後、浄化フィルタユニットでよう素等を除去する。浄化フィルタユニットを出た廃ガスは浄化ファンで昇圧され、放射線監視設備で放射能濃度の監視を行い排気筒より大気に放出される。

（4）廃液系

廃液系は各洗浄系より排出される廃液を廃水冷却器により冷却した後、廃水タンクに一時貯留し、一時貯留した廃液は、廃水移送ポンプにより液体廃棄物処理系へ移送される。

（5）供給系

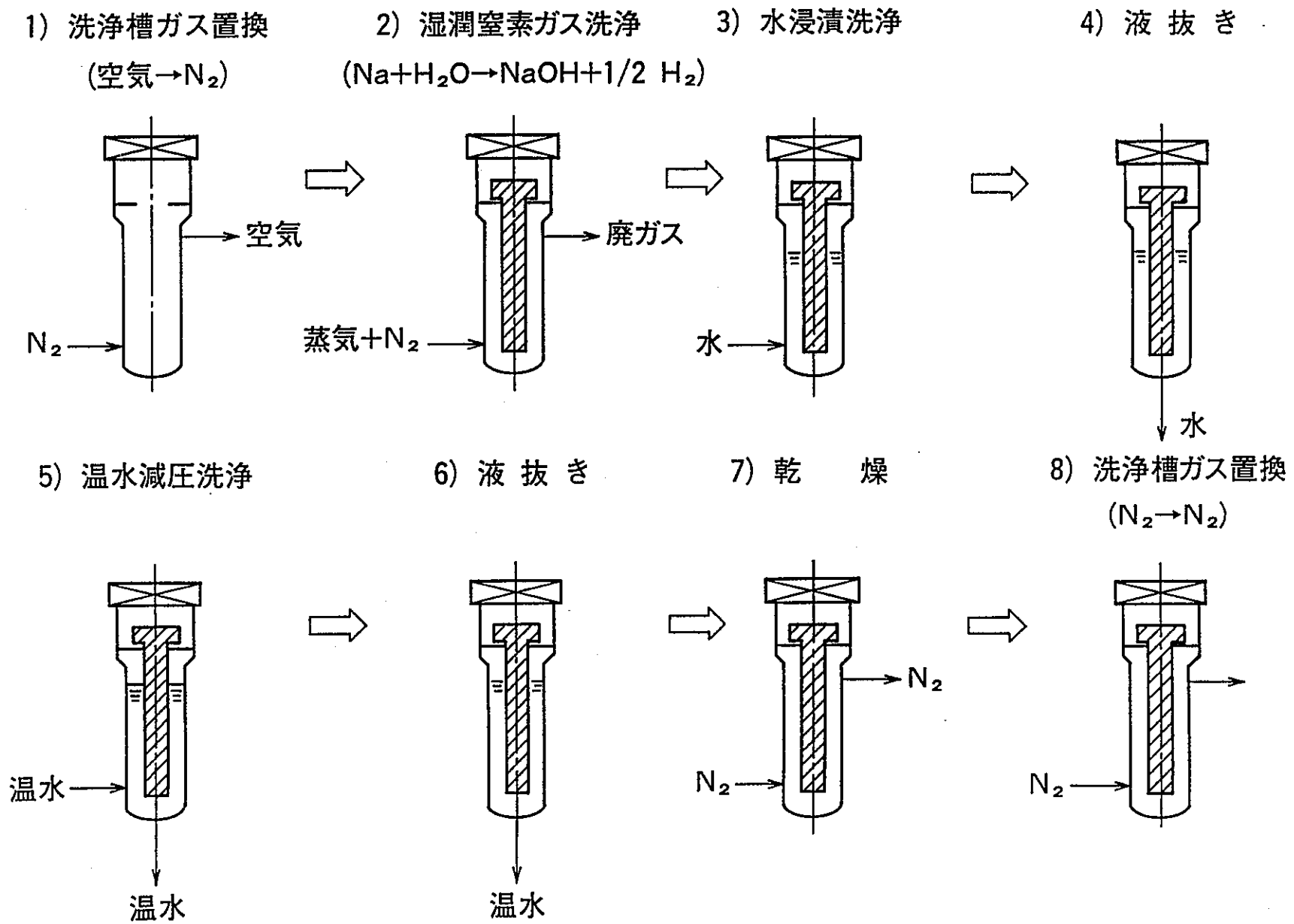
洗浄に必要な各種流体を受入れ、運転条件に合わせて圧力、温度、流量等の調節、混合、脱水等の処理を行い洗浄系等に供給するもので、蒸気、再使用水、純水、窒素ガス、アルゴンガス、空気、除染剤等を取り扱う。



第2.12-1図　　機器洗浄設備の概要

注記：各機器名称で（共通保修設備）の記載は省略する。

第2.12-2図 **機器洗浄工程(燃料取扱機器洗浄槽)**



2．13　固体廃棄物貯蔵プール設備

原子炉施設から発生する固体廃棄物を水中貯蔵する設備で、M／Bライニング設備、キャスク受台車、固体廃棄物貯蔵ラック及び浄化設備から構成される。

貯蔵対象物を以下に示す。

① 炉体廃棄物

・CRDM上部案内管部

・液面計

・炉外中性子検出器・炉内中性子計装検出器案内管

・炉心出口計装

・炉心上部機構・予備孔プラグ（B）

・炉外計装品

② 燃料洗浄設備使用済フィルタ（共通保修設備使用済フィルタを含む）

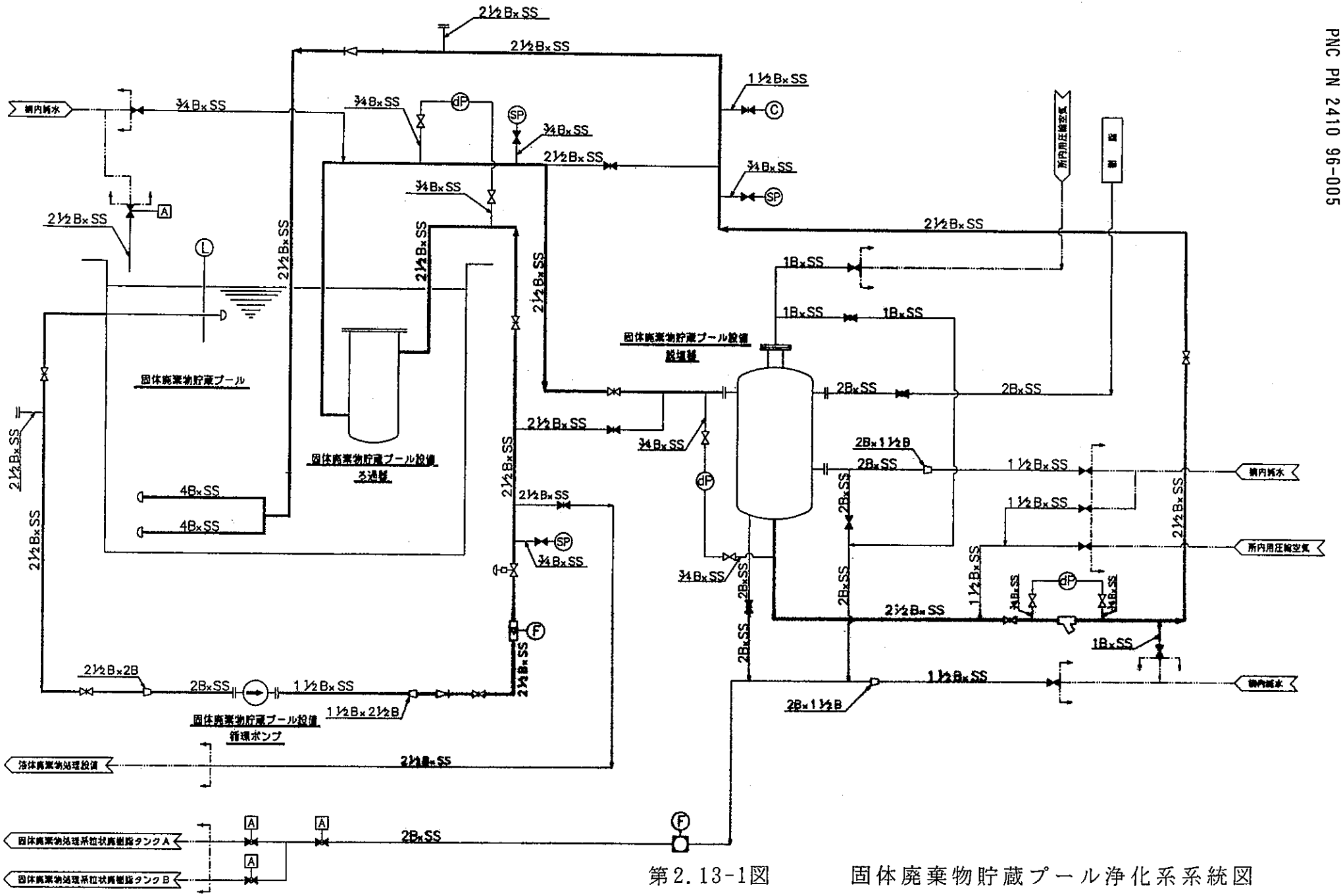
③ 固体廃棄物貯蔵プール設備ろ過器使用済フィルタ

④ その他の廃棄物

原子炉施設から発生した炉体廃棄物及び他の固体廃棄物はキャスクに収納され、メンテナンスクレーンにて固体廃棄物貯蔵プール上の保修エリ(M-501）に設置されたキャスク受台車に搭載され、キャスク受台車の位置決め機能等により、プール内ラックの所定場所に水中貯蔵される。

浄化設備は、プール内の水を浄化するろ過及び脱塩装置であり、固体廃棄物貯蔵プール及び固体廃棄物貯蔵プール浄化系機器室に設置される。浄化設備はプール水中の懸濁固形分、コロイド状物質、腐食生成物を除去し、プール水の水質を保持するもので、循環ポンプ、ろ過器、脱塩器、樹脂供給ホッパ、樹脂ストレーナ、配管及び弁類等から構成されている。

第2.13-1図に固体廃棄物貯蔵プール浄化系系統図を示す。


2½B×SS
2½B×SS
1½B×SS
¾B×SS
¾B×SS
¾B×SS
¾B×SS
¾B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
1B×SS
1B×SS
1B×SS
2B×SS
2B×SS
2B×1½B
2B×SS
1½B×SS
1½B×SS
2½B×SS
¾B×SS
¾B×SS
2B×SS
2B×SS
2B×SS
2B×SS
2½B×SS
1½B×SS
¾B×SS
¼B×SS
1B×SS
1½B×SS
2B×1½B
4B×SS
4B×SS
2½B×SS
2½B×2B
2B×SS
1½B×SS
1½B×2½B
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2½B×SS
2B×SS
2B×SS
2B×SS
2B×SS
2

2．14　その他関連設備

燃料取扱貯蔵設備に関連の深い設備として原子炉構造保修設備、原子炉格納容器機器搬入口（機器ハッチ）がある。

原子炉構造保修設備は、ナトリウム透視装置、原子炉機器輸送ケーシング、プラグ取扱機、保修用取扱機、炉外計装取扱機からなる。このうち原子炉機器輸送ケーシング、プラグ取扱機を燃料交換の際に使用する。

（1）原子炉機器輸送ケーシング（AHM）

原子炉機器輸送ケーシングは、燃料交換時に燃料交換装置（FHM）、炉内中継装置（IVTM）を炉上部に搭載するために使用する大型の輸送キャスクである。

FHM，IVTMは、原子炉運転中はM／Bの燃交機器置場の収納容器に保管されており、燃交準備作業において、AHMを置場のドアバルブ上に据付、AHM及びドアバルブ間をアルゴンガスにしてから、ドアバルブを開け、AHM内部に収納し、メンテナンス台車に搭載して、原子炉建物内に輸送し、ポーラクレーンで起立して、炉上部に据付、ドアバルブを開けて、炉内に挿入する。また、燃料交換終了後は、炉上部からFHM，IVTMを撤去する後始末作業に使用する。

（2）プラグ取扱機

プラグ取扱機も原子炉機器輸送ケーシングと同様に燃料交換準備、後始末作業で使用するもので、炉上部のしゃへいプラグのFHM，IVTM据付位置に通常はしゃへいのためのプラグが装荷されていることから、FHM，IVTM据付前に取り外しておき、燃料交換後始末において、FHM，IVTM撤去後にプラグ取扱機を使用してプラグを挿入する

（3）原子炉格納容器機器搬入口（機器ハッチ）

機器ハッチは、燃料交換時に燃料出入設備が炉上部と炉外燃料貯蔵槽の間を移送運転する通路となる。また、燃料交換設備の炉上部への据付においても通路となることから、燃料交換時には最初に機器ハッチを開け、レールブリッジを取り付けて、メンテナンス台車の通路を確保する。

３．燃料取扱貯蔵設備の運転・保守経験

高速増殖原型炉「もんじゅ」の燃料取扱設備は、平成４年７月に総合機能試験及び国の運転性能に係る使用前検査を完了し、動燃事業団に引き渡された。

平成４年７月７日最初の炉心燃料のサイトへの輸送、搬入が行われた。平成５年１０月１３日に内側燃料装荷を開始し、１１月３日に内側１０８体の装荷を終了した。

平成６年１月２７日から外側燃料装荷を開始し、４月５日１６８体で最小臨界を達成した。引き続き燃料を装荷して５月２０日初期炉心仮構成（１９８体）を完了した。

その後、燃料等価反応度評価等の出力分布試験において、炉心へ試験用集合体を延べ約１２０体を炉心に装荷、取り出しを行った。

平成７年２月からは炉外燃料貯蔵槽（ＥＶＳＴ）に取り出した模擬体の洗浄処理運転を行い、１１月に１９８体の取り出しを終えた。

燃料装荷中の燃料交換設備での炉心構成要素取扱体数

時　　期	累積体数	取扱延べ日数
中性子源装荷時	９体	３日
内側燃料装荷時	１０８体	１６日
外側燃料装荷時	１３１体	３２日
出力分布試験時	１２１体	４６日
計	３６９体	９７日

内側炉心燃料構成時のトピックス

1．燃料装荷は計画どおり約９０分／体で実施できた。

2．装荷中の発生事象

・燃料出入設備が走行中、台車走行ストローク読み取り不良により走行停止し、連動運転が停止した。

・燃料交換装置により、新燃料を炉心に装荷中、新燃料集合体が適切に挿入回転せず下降動作が停止した。

・装荷作業前に、燃料出入設備本体Ａグリッパの下降操作を行ったがグリッパ昇降テープに付着したＮａの影響によりグリッパが下降しなかった。

3．１０８体装荷中にドリップパンを３回交換したが、その際に移送ポットからドリップパンへのＮａ滴下量を計測した。

設計値４５ｇ／体以下に対し、約１７～２３ｇ／体であった。

また、保守点検については、平成4年度からこれまで毎年実施してきており、プラントの試験計画と使用実績等を考慮して点検対象機器、点検項目を決定している。

各設備の保守実績は別に記載することとし、ここでは燃取設備の共通的な設備である電源、計測制御設備の点検実績を記す。

・平成4年度	：電源設備 コントロールセンタ	盤(365ユニット)	一般点検
	計測制御設備	計器（単体 884台）	計器校正
		（ループ 190 ）	
		（健全性 60台）	
・平成5年度	：計測制御設備	計器（単体1883台）	計器校正
		（ループ 756 ）	
		（健全性 113台）	
・平成6年度	：電源設備	電源盤(IVR, VVVF 7面)	詳細点検
	計測制御設備	計器（単体1050台）	計器校正
		（ループ 650 ）	
		（健全性 110台）	
・平成7年度	：計測制御設備	計器（単体 51台）	計器校正
		（ループ 128 ）	

以下に燃料取扱貯蔵設備の各設備の運転、保守実績について述べる。

3．1　しゃへいプラグ

3.1.1 しゃへいプラグの運転実績

平成５年９月から１０月にかけて、燃料装荷のための運転員への習熟訓練で模擬燃料体を延べ約２０体燃料交換した。その後、内側燃料装荷、外側燃料装荷、出力分布試験等で延べ約３７０体燃料集合体等を取り扱っている。また、その間流量分布評価試験において燃料交換装置に代えて流量計測装置を取り付け、炉心の流量分布測定で回転プラグを回転させ所定の炉心位置での流量測定に使用した。平成７年２月以降は核加熱試験を開始したことから基準位置で停止している。

回転プラグの保守点検において留意するポイントは、フリーズシールのバックアップとして用いているエラストマシールである。「常陽」において運転初期に損傷した経験があり、「もんじゅ」においてはＲ＆Ｄの段階からその対策がとられ、その耐久性について確認が行われている。設計上は、約５年（年２回の燃料交換として１０回分の燃料交換に相当）の交換周期が想定され、大規模確証試験により、５年間での回転プラグの回転回数を１０００回転と設定し、経年変化、余裕を考慮して３倍の３０００回転以上、起動停止回数についても３０００回以上実施しリーク等の異常がないことが確認されている。

燃料交換１体で回転プラグは、３回旋回するが、炉心の位置によって回転角度は違ってくることから、燃料交換１体で１回転するものと仮定して、これまでの累積回転数を別表に示す。

累積回転数は約1200回におよんでおり設計値を超えている。起動停止回数についても確証試験時の回数を 超えている。更に燃料交換に先立って回転プラグが旋回する前にジャッキアップし、燃料交換後はジャッキダウンする昇降動作がある。この際はエラストマシールに上下方向のせん断力が負荷される。「もんじゅ」運転開始後は５年間で僅か２０回であるが、製作からこれまでの累積で１７２回程度と想定され、エラストマシールはほぼ交換時期に達しているものと思われる。

回転プラグの累積回転数

試験・燃料交換	回転数	起動停止回数	時　期	昇降回数
工場内単体機能試験時	約４４０回	約１７５０回	Ｈ１年　４月	約６０回
据付後単体機能試験時	約１００回	約　４００回	Ｈ２年　９月	約３０回
総合機能試験時	約３００回	約１２００回	Ｈ４年　７月	約４４回
流量分布予備試験時	約　３０回	約　　９０回	Ｈ５年　５月	約４０回
燃料交換習熟運転時	約　２０回	約　　６０回	Ｈ５年　９月	
内側燃料装荷時	約１２０回	約　３６０回	Ｈ５年１１月	
流量分布評価試験(1)時	約　２０回	約　　６０回	Ｈ５年１２月	
外側燃料装荷時	約１００回	約　３００回	Ｈ６年　５月	
出力分布試験時	約　６０回	約　１８０回	Ｈ６年　９月	
流量分布評価試験(2)時	約　２０回	約　　６０回	Ｈ６年１１月	
累　積	約１２１０回	約４４６０回	――――	約１７４回

3.1.2　しゃへいプラグの保守実績

・平成４年度	：しゃへいプラグ冷却系窒素ガスブロワＡ，Ｂ	分解点検
・平成５年度	：シール部（固定シール、摺動シール部）	漏えい確認
	回転プラグ持上油圧装置	油分析
	回転プラグ水平度検出器	機能確認
・平成６年度	：シール部（固定シール、摺動シール部）	漏えい確認

3.1.3　しゃへいプラグの運転、保守における特記事項

（１）しゃへいプラグ窒素ガス冷却系ブロワ異音発生（Ｈ５年２～５月）

しゃへいプラグ窒素ガス冷却系ブロワは、しゃへいプラグを冷却してしゃへいプラグ上板の温度を最高使用温度（100 ℃）以下に保持する。

総合機能試験中にブロワＢのメカシール部から油漏れが生じていたことから、Ｈ４年２月分解点検を行い、メカシールの交換を行った。その後、試運転を行ったが、Ｂ号機でインペラとケーシング内面に異物の混入による接触が発生した。分解して確認したところインペラに傷（幅20MM，深さ0.3MM)を生じていた。この傷による性能への影響は僅か0.6 %で問題ない。再発防止対策として、ブロワ入口側配管にストレーナ(100ﾒｯｼｭ)を設置した。２月２４日に再び試運転を行ったところ、またしてもＢ号機に異音が発生した。異音の原因は、インペラ同士の接触であった。工場に持ち帰って、原因究明と補修を行った。原因は「インペラシャフトとパイロットギヤ部の打ち込み不足及び押さえナットの締め付け不足により起動時にギヤとシャフトが滑りタイミングがずれてインペラが接触した」ものと考えられた。軸のギヤテーパ部を再加工してギヤとの接触面を向上させ、以後の試運転及び性能試験の冷却運転において問題なく運転されている。

（２）平成５年度設備点検（Ｈ５年６月）

しゃへいプラグは原子炉カバーガスバウンダリを構成する重要な機器である。部品の合わせ面は、二重Ｏリングでシールされ、かつＯリングの中間にはバックアップガスが供給され、原子炉からの放射性ガスまたは原子炉内への空気の進入がないよう気密保持されている。その気密性能の確認のため漏えい試験を実施した。ほとんど判定値を満足していたが、原子炉内は既にナトリウムが充填されて予熱保持されていることから、温度変化が大きい箇所があり、測定結果に誤差が大きく試験方法について今後検討を要する。

（３）回転プラグと固定プラグとの間隙部の目視確認（Ｈ５年２月、４月）

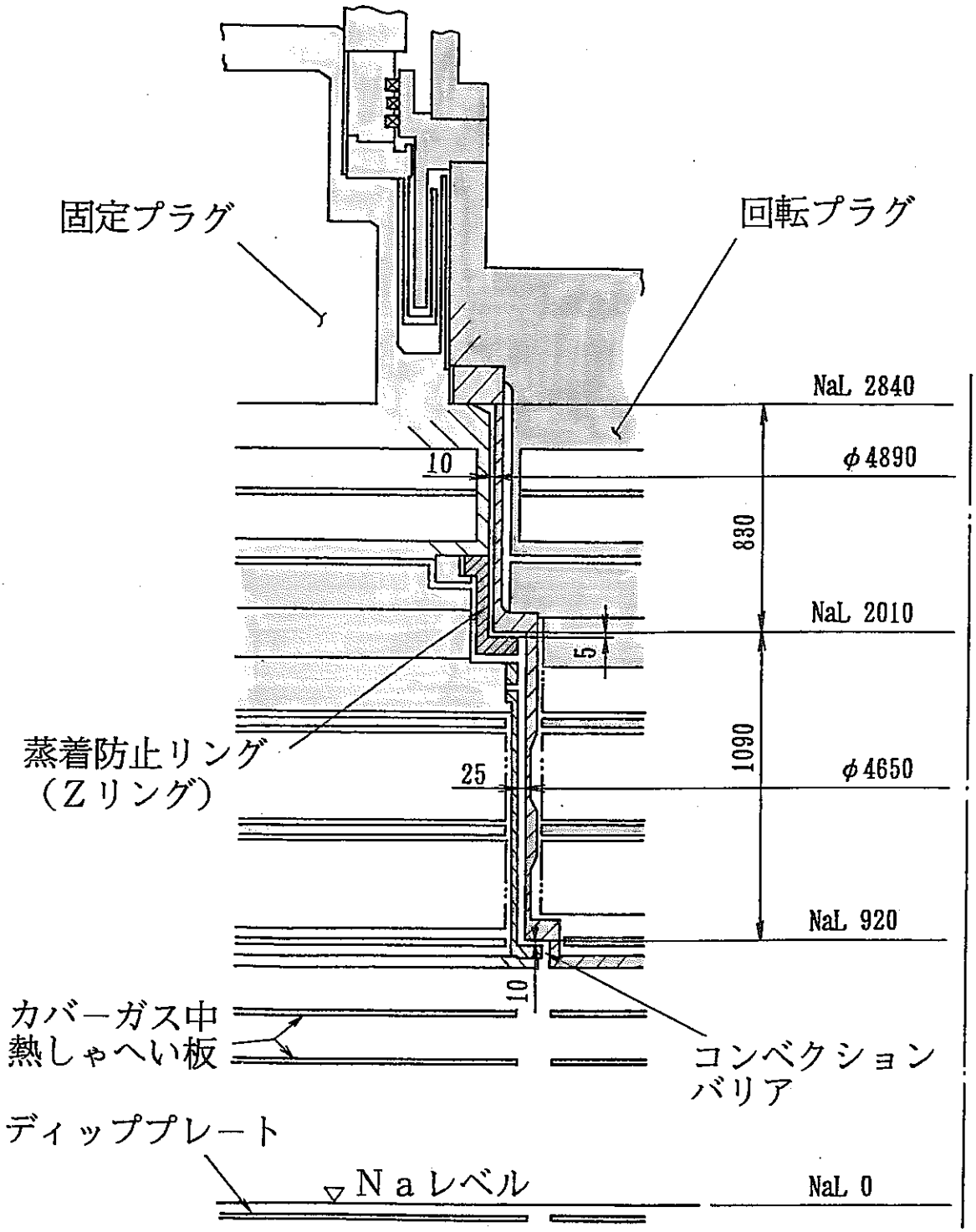
回転プラグ外周部と固定プラグ内面は僅か１０㎜（片側）のギャップしかない。この間隙部に炉内のナトリウムベーパ及びミストが付着すると、回転プラグの昇降の妨げになるばかりでなく回転動作にも影響を与える。この間隙部へのナトリウム付着防止のため固定プラグにＺリングを設け回転プラグが着床した状態（原子炉運転中）でギャップを５㎜としている。Ｚリングの水平部に上昇してくるナトリウムベーパ及びミストを積極的に溜め、回転プラグとの隙間をなくして、それ以上の円筒部へのナトリウムの上昇を防止するためのものである。

この間隙部及びＺリングへのナトリウム付着状況を監視するための点検孔が回転プラグに２方向（計６個）にあり、これまで、ＳＫＳ中、プラント特性予備試験中（２回）ファイバースコープを挿入して状況を観察した。

プラント特性予備試験時のナトリウム温度が約３２５℃に上昇後、温度を約200 ℃に下げて観察したところ、Ｚリング及び円筒部ともベーパがうっすらと付着していた。

その後、ナトリウム温度が３９７℃まで上昇したことから、温度上昇に伴うベーペの円筒部への上昇及びＺリングへのＮａ付着状況を観察した。Ｚリング部にはナトリウムが堆積しているのが観察された。円周部は前回に比べやや多くなっていたが厚さとしては１㎜未満程度であった。（もんじゅテクニカルメモ MS-92-040）

第3.1-1 図にナトリウム蒸着防止構造を示す。



第3.1-1 図　ナトリウム蒸着防止構造

（4）回転プラグ水平度検出異常（H５年５月）

回転プラグを回転する前に油圧ジャッキにより持ち上げ、使用を終了したら持ち下げる昇降動作を４群の油圧シリンダで行うが、シリンダの不調等により傾くと回転プラグと固定プラグに干渉を生じ、損傷の原因になることから回転プラグに一定の傾き（±1.25㎜）が生じた場合、警報を発するとともに昇降動作を停止するため水平度を監視しているのが水平度検出器である。

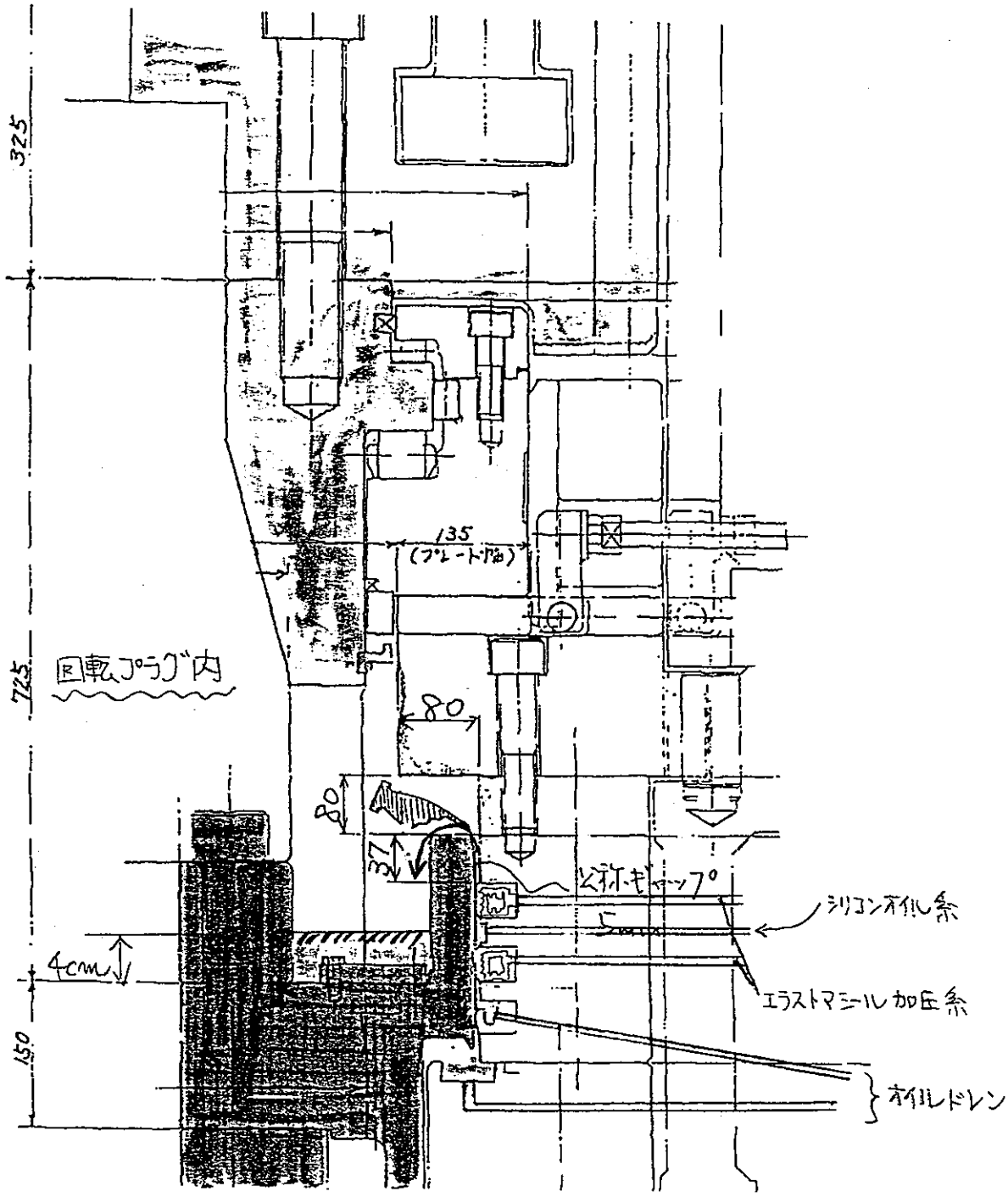
総合機能試験時から昇降していないにもかかわらず警報が発報することがあった。その要因は回転プラグの温度変化による熱変位により水平度検出器が影響を受けるものと推定されたことから検出器の固定プラグ方法を変更し、４点固定から２点固定にする等種々の対策をした。しかし、改善の効果は見られず、現状は昇降動作前に検出器の指示値をリセットしに炉上部まで運転員が行っている。水平度検出の必要性、設定値等について再検討が必要である。

（5）シリコンオイル漏出（H６年12月）

しゃへいプラグシリコンオイル循環系の計器点検のためシリコンオイル供給タンクの油面計を確認したところ油面指示がなく空の状態であった。しゃへいプラグシリコンオイル循環系は、燃料交換等のために回転プラグを回転する際の摺動抵抗を低減してエラストマシールにかかる荷重を軽減するとともにシール性を向上させるためのものである。

流出先を調査したところドレンタンクに約３２ℓ、回転プラグの仕切板上板部全周にわたってオイル（約３０ℓ）が溜まっていた。漏出の原因は明確ではないが、何らかの原因でエラストマシール内圧とシリコン供給圧力のバランスが崩れたものと推定される。

第3.1-2 図にシリコンオイル漏洩ルートを示す。



第3.1-2 図　　シリコンオイル漏洩ルート

（6）ＳＫＳ時の残件

ＳＫＳ期間中に起きた事象で以下の２件については、回転プラグの分解点検時に対策を実施することで、動燃とメーカとの間で確認されており、メーカの責任で処置することになっている。

① 回転プラグ持上油圧系Ａ群シリンダ停滞現象

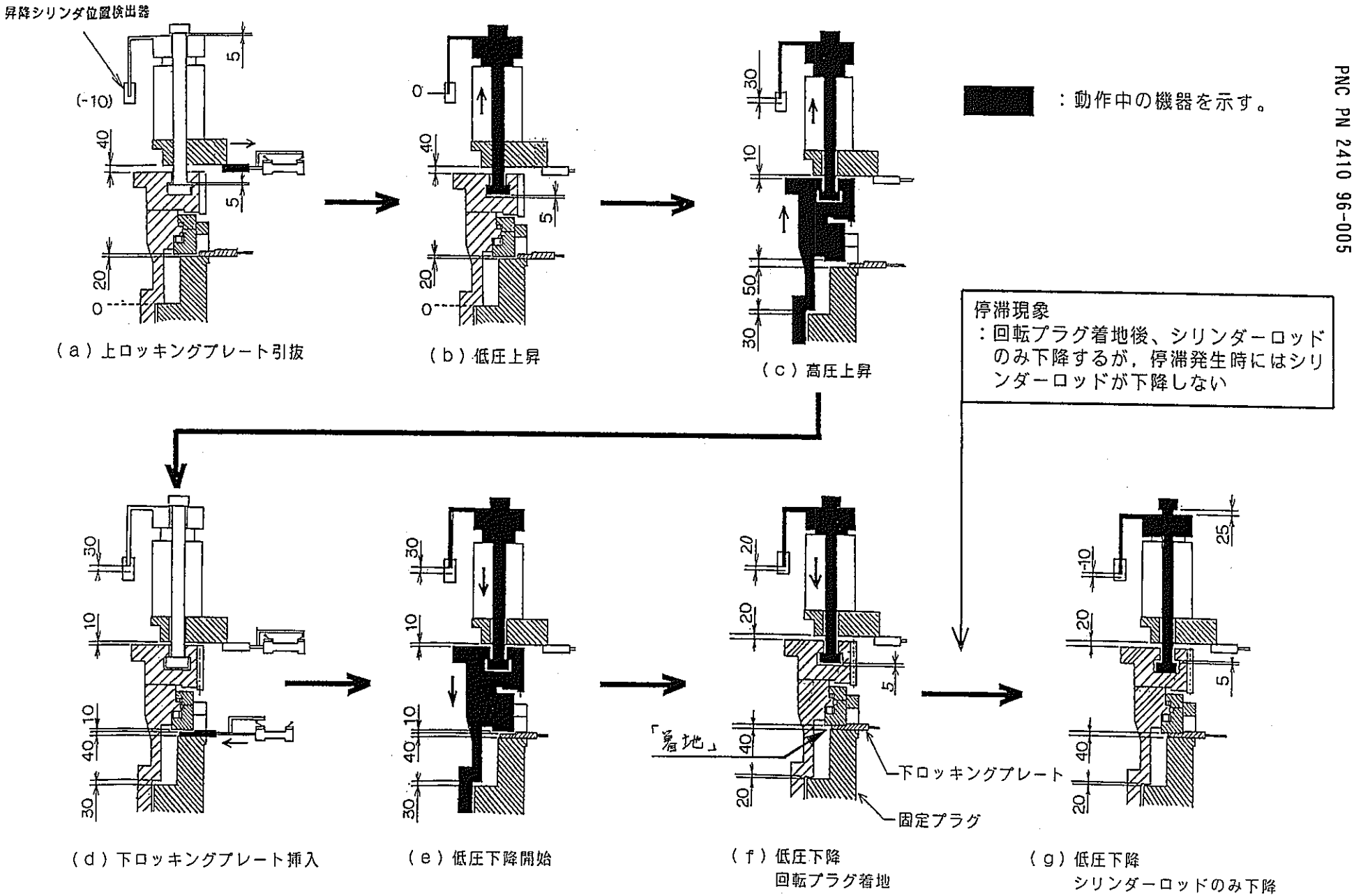
油圧装置により持ち上げ動作を行った際に、回転プラグが固定プラグ上に着地した直後、いわゆる無負荷状態においてＡ群シリンダロッドが下降せず、停滞が時々発生した。

調査したところ、Ａ群３個のシリンダのうち１個（AX-501）にロッド側からヘッド側への内部リークがあることが判明した。リークの原因としては、シール面の傷、テフロン製リング及びＯリングの変形等が考えられるが、補修するには約２月かかり、ＳＫＳ工程への影響が大きい。また、本事象は昇降動作時に毎回発生するものではなく、発生してもシリンダロッドが無負荷の状態であり現状のまま運転しても機能上は支障ないことから、回転プラグの分解点検時に交換することとした。

当面の対策としては、現状のまま運転を行うこととする。停滞が発生しインタロックが作動した場合は手動操作で解除することとした。また、今後、頻発に発生するようであれば当該シリンダを隔離し、２台運転とすることも考慮し、２台による昇降動作確認試験を実施した。

なお、シリンダの改善案を検討し、確認試験を実施した。詳細な原因は分解点検をしないと明らかにならないが、「圧力が徐々に逆転する状況下でのシール溝内への圧力導入が不十分」と推定している。このような状況においてもシール性を確保するためシールリング端部に切欠を設け、確認試験を行って信頼性が向上することを確認した。従って、次回の交換時は、全てのシリンダについて改善したシールリングを採用する予定である。

第3.1-3 図に持上動作説明図、第3.1-4 図に停滞発生時チャート、第3.1-5 図にシール構造と作動原理、第3.1-6 図にシリンダの動作とこれに伴うシールの作動を示す。



(a) 上ロッキングプレート引抜

(b) 低圧上昇

(c) 高圧上昇

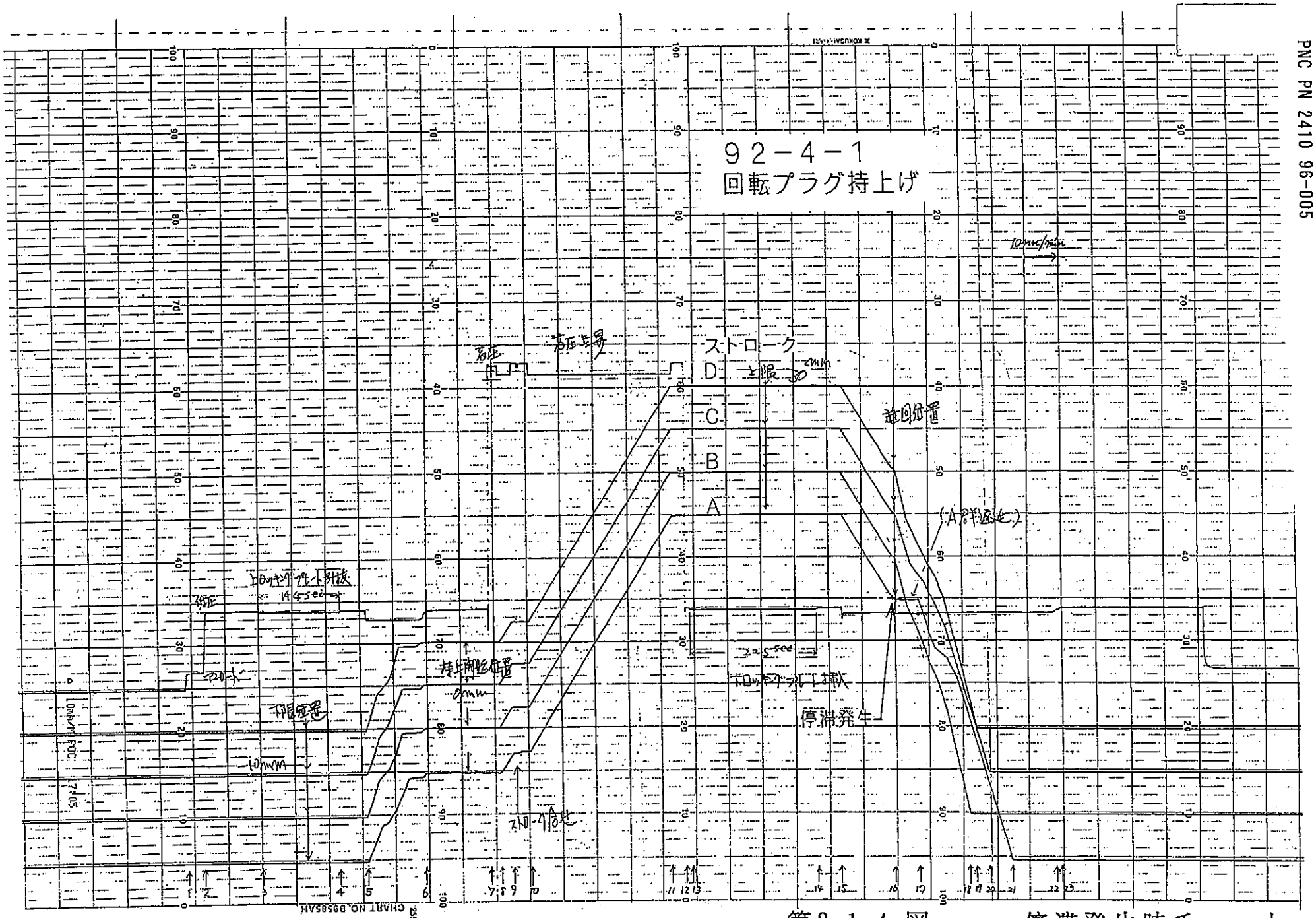
(d) 下ロッキングプレート挿入

(e) 低圧下降開始

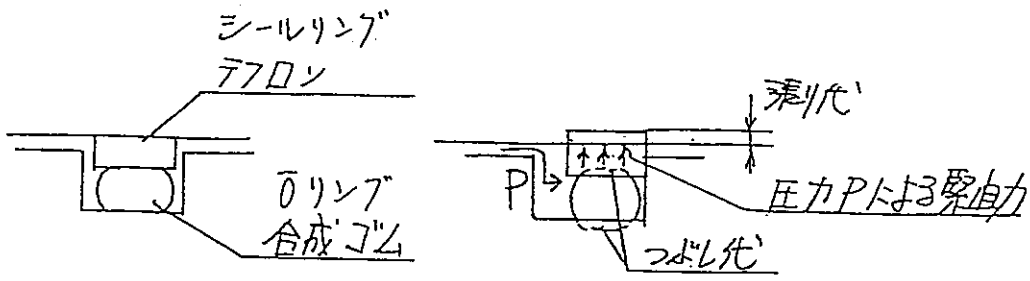
(f) 低圧下降
回転プラグ着地

(g) 低圧下降
シリンダーロッドのみ下降

第3.1-3 図　　持上動作説明図

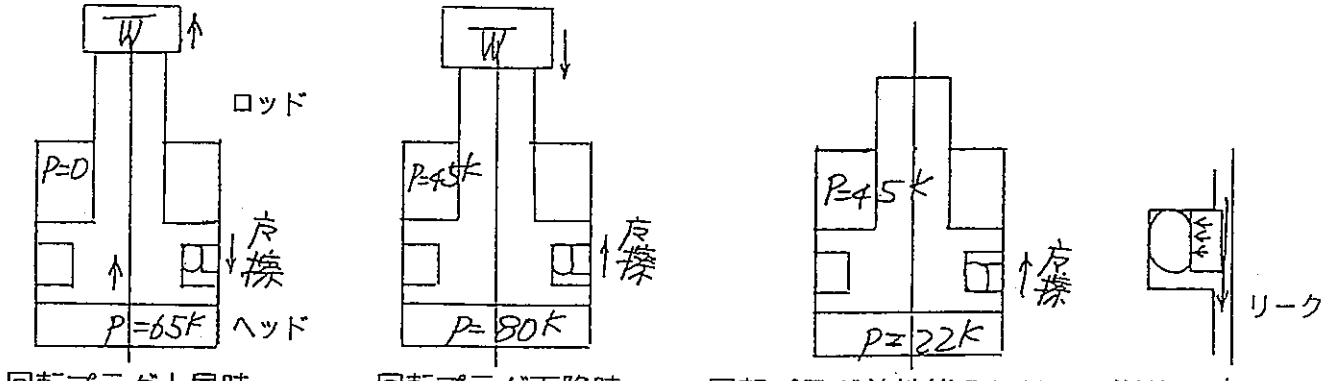


第3.1-4 図　　停滞発生時チャート



テフロン製の矩形シールリングとフッ素ゴムOリングを組み合わせたセルフシールタイプのシールである。テフロン製シールリングの張り代とフッ素ゴムOリングのつぶし代でシリンダチューブ内面に密着させると共に、セルフシールタイプのため油圧の圧力による緊迫力がシール性確保に寄与している。

第3.1-5 図　シール構造と作動原理



回転プラグ上昇時
a（高圧上昇）

回転プラグ持上時には、ヘッド圧力によりシールは溝上側に押しつけられている。この状態では、ヘッド圧力が溝内に導入されシールリングには油圧による緊迫力が作用している。

回転プラグ下降時
b（低圧下降）

回転プラグ持下時にも、ヘッド圧力によりシールは溝上側に押しつけられている。この状態でも、持上時と同様にシールリングには油圧による緊迫力が作用している。

回転プラグ着地後のシリンダ単体下降時
c（低圧下降）

回転プラグが着地すると、回転プラグ荷重を支える負荷荷重がなくなり、ロッド側にかかる低圧下降圧力（45 kg/cm²）のみが作用した状態となる。この時、ヘッド側圧力は約 80 kg/cm² から約 22* kg/cm² に変化し、正常時にはロッド圧力によりシールが溝下側に押しつけられた状態となる。

シールが溝下側に移動することにより、ロッド圧力が溝内に導入されシールリングには油圧による緊迫力が作用することになる。

何らかの原因により、シールの溝下側への移動が正常に行われなかった場合には溝内への油圧の導入ができず、緊迫力によるシール効果が期待できないことになる。

＊：22 kg/cm²はシリンダのヘッド/ロッド面積比で定まる圧力である。

第3.1-6 図　シリンダの動作とこれに伴うシールの作動

対策

現状の設計では、シールリングが油圧に押されてオーリング溝内を移動することにより油圧を導入する隙間があき、セルフシールが働く構造を採っている。このため、前項に示したように、シールリングの移動性（動き）が悪くなるとセルフシールが働かなくなり、内部漏れを起こす現象が発生することになる。

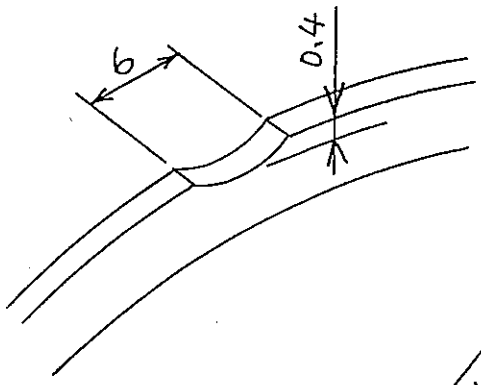
今回のような不具合の再発を防止するため、以下に示すように、シールリングの移動性（動き）に依存しないシール構造に設計変更したい。

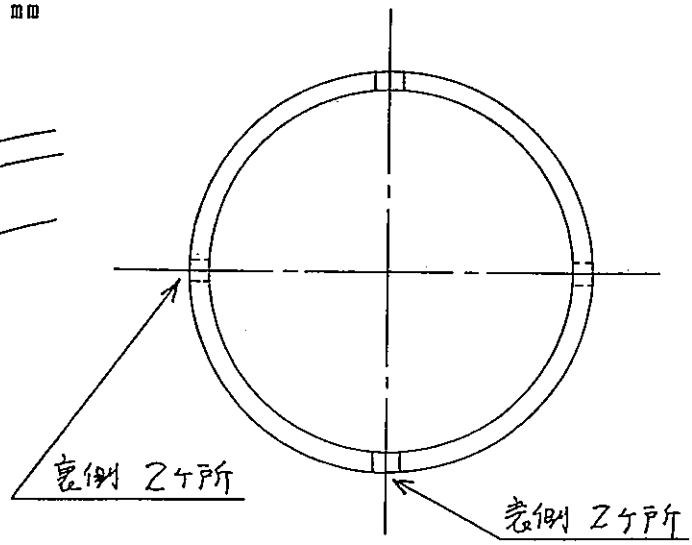
［シールリング構造］

シールリングの両端面に油圧導入用の溝を設ける。

溝個数：各端面に２ヶ所（0°－180°方向 および 90°－270°方向）

溝寸法：幅 6 mm 、深さ 0.4 mm





［有効性］

シールリングに設けた上記溝部から油圧が導入されるため、シールリングの移動性（動き）に依存せず、セルフシールが働く。

シールの動作性については、「　　シリンダ内部漏れ確認試験」で確認した。「吹き抜け現象」が発生したケースにおいて、シールリングのみを上記構造のものと入れ換えて試験をした結果、良好なシール性能を得ることができた

② フリーズシールヒータ断線

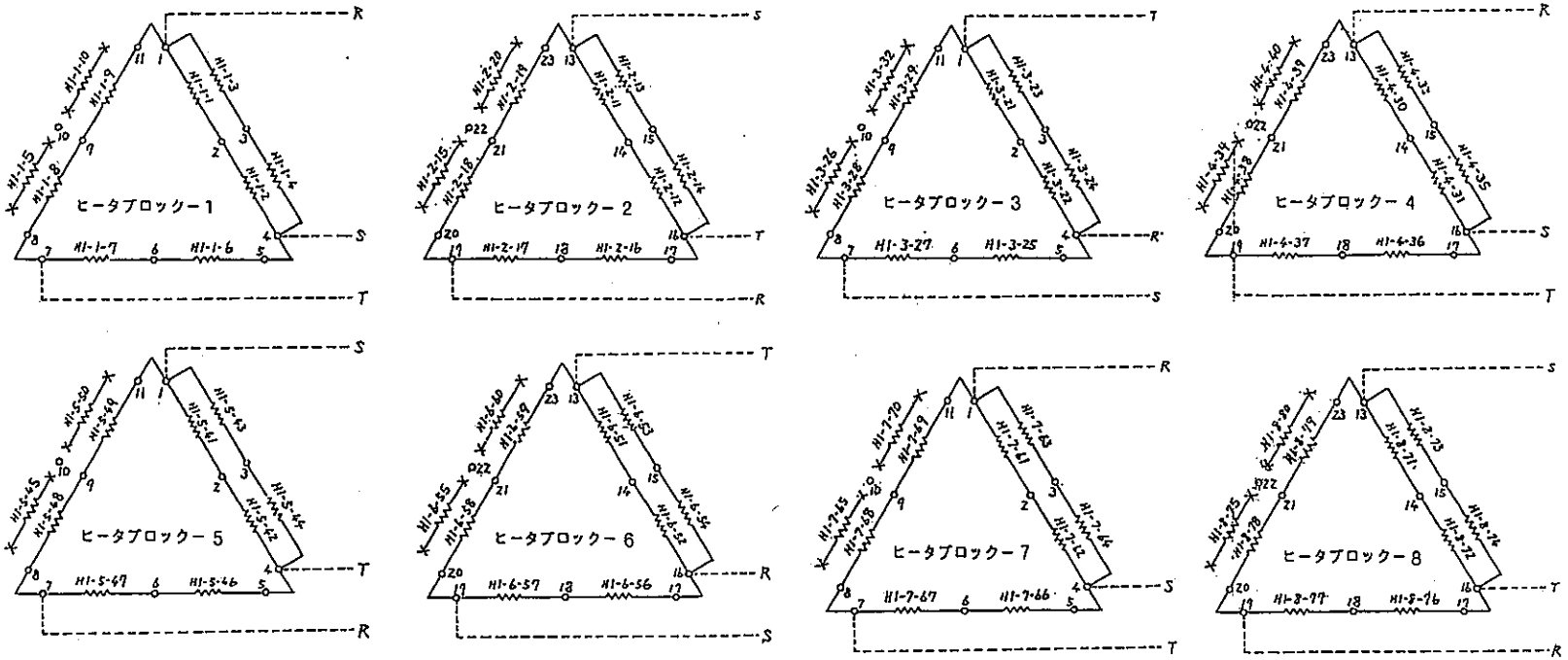
回転プラグ及びＦＨＭの試験に伴いフリーズシールの連続運転を行ったところ、運転開始から３週間目に、ヒータブロックNo.5の電流値に異常が発生した。原因を調査した結果、ヒータNo.026 H 1-5-48 の断線またはケーブル取出口端子部の異常であるとの結論に達した。このため No.026 H 1-5-48のヒータを予備ヒータ(026 H 1-5-50)と入替えた。

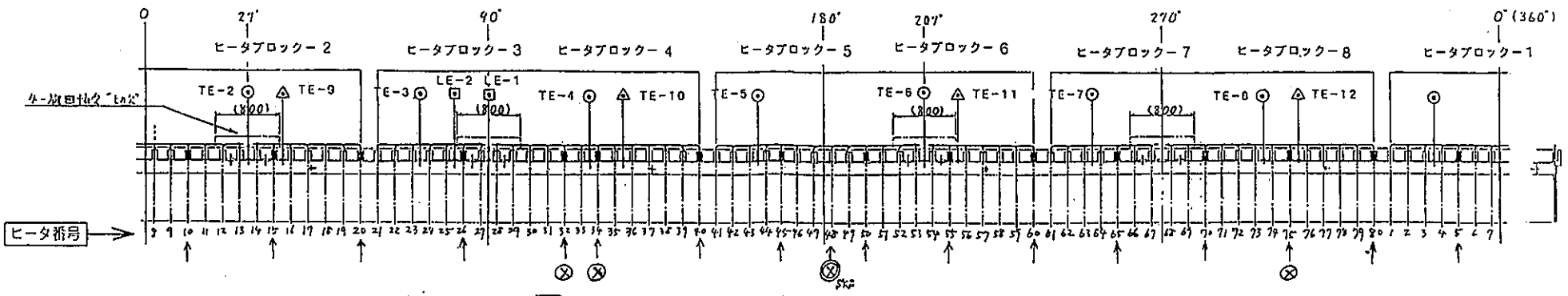
電流異常の原因がヒータ本体の不具合によるものか、ケーブル取出口端子部の不具合によるものかについては、当該部分がしゃへいプラグの内部に位置することから調査ができなかった。回転プラグの分解点検時（エラストマシール交換時）にヒータ廻りを分解し確認することとした。

なお、ＴＫＳ時にもヒータブロックNo.4のヒータNo.32,34とヒータブロックNo.8のヒータNo.75 の計３本に導通不良があり、予備のヒータに代えた経緯がある。

ヒータが導通不良に至った要因としては、種々のことが考えられるがほとんど使用開始初期に生じていることから、現地据付時の施工不良による可能性が大きい。

第3.1-7 図にフリーズシール仕切板　ヒータ・熱電対配置展開図を示す。





第3.1-7 図 フリーズシール仕切板 ヒータ・熱電対配置展開図
（仕切板内側から見た図）

記号説明

↑ ： 予備ヒータ
⊙ ： 制御用T／C位置（8本）
△ ： 監視用T／C位置（4本）
⊡ ： 液位監視用T／C位置（2本）

３．２　燃料交換設備

3.2.1 燃料交換設備の運転実績

燃料交換設備は燃料交換時に燃料交換装置(FHM) を回転プラグに、炉内中継装置(IVTM)を固定プラグに据え付けて燃料交換運転を行う。燃料交換後は、取り外して付着ナトリウムを洗浄除去し、メンテナンス・廃棄物処理建物(M/B) の保管置場で原子炉運転中保管する。

平成５年８月に燃料装荷のため炉上部に据付、９月に燃料装荷習熟運転で模擬燃料体約２０体の取扱を行った後、１０月１２日に中性子源集合体２体、１３日から１１月３日まで内側炉心燃料１０８体を約８体／日で実施した。その後、炉内流量分布評価試験のためＦＨＭを取り出し、流量計測装置(FMR) を設置した。取り出したＦＨＭはナトリウム洗浄後、パンタグラフ及びグリッパについて点検した。

平成６年１月に再度、炉上部に据付、１月２８日から外側燃料の装荷を開始し、４月５日１６８体で初臨界を達成し、５月２０日１９８体の初期炉心構成を完了した。

その後、出力分布試験のために試験用集合体を約６０体燃料交換し、１０月ＦＨＭ，ＩＶＴＭを撤去した。

3.2.2 燃料交換設備の保守実績

・平成４年度	ＦＨＭパンタグラフ	分解点検
	ＦＨＭ昇降駆動装置	内部点検、機能確認
・平成５年度	ＦＨＭパンタグラフ，グリッパ	分解点検
	燃交アルゴンガス系真空ポンプ	分解点検
・平成６年度	ＦＨＭ本体	分解点検
	燃交アルゴンガス系真空ポンプ	分解点検
	ＩＶＴＭドアバルブ	開放点検
	燃交ｱﾙｺﾞﾝｶﾞｽ系FHM 軸封装置	
	供給ｶﾞｽ流量計	分解点検
・平成７年度	ＦＨＭ本体駆動部	分解点検
	ＦＨＭ本体，グリッパ	分解点検
	ＦＨＭ昇降駆動装置	内部点検、機能確認

3.2.3 燃料交換設備の運転、保守における特記事項

（１）燃料交換装置パンタグラフアーム収納不良（平成４年９月）

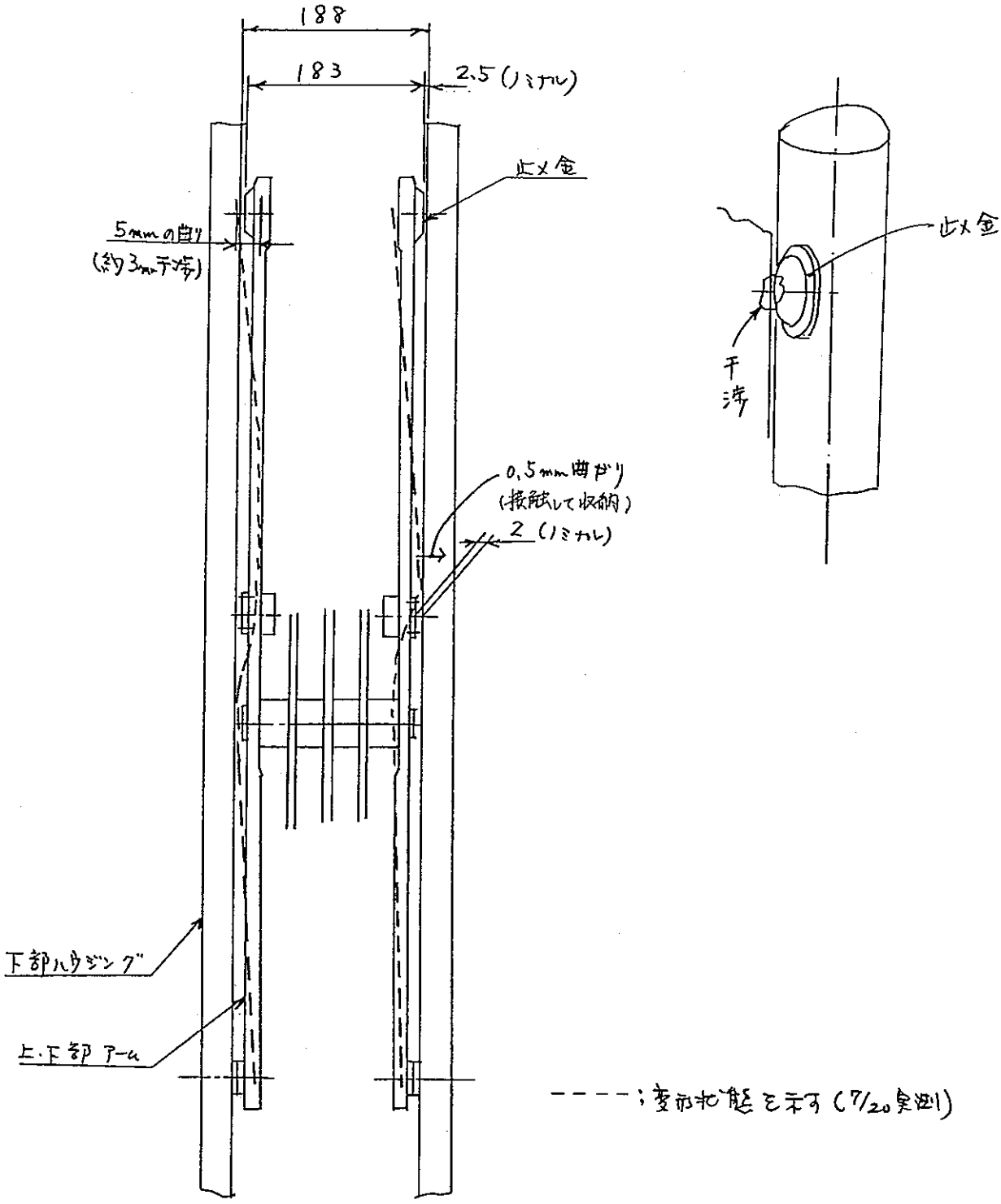
パンタグラフアームはグリッパを保持して、ＦＨＭを炉内へ出し入れする際は閉じた状態で行い、炉内でパンタグラフアームを拡げて所定の回転半径とし、回転プラグと相まって所定位置の燃料の頂部に位置決めするもので、左右、上下各１対（計４本）のアームで構成されている。

ＳＫＳを終了後の後始末作業でナトリウム洗浄後、Ｍ／Ｂ機器試験ピットにおいてＦＨＭの動作確認を行っていた際に、パンタグラフアームが所定の位置まで収納（閉じ）されない事象が生じた。グリッパの本体からの飛び出し量は僅かであり、即、問題になるものではないが、このまま放置して次回の燃料装荷で炉内に設置し、飛び出し量が増加するとＦＨＭを取り出せなくなることから、その原因を調査した。

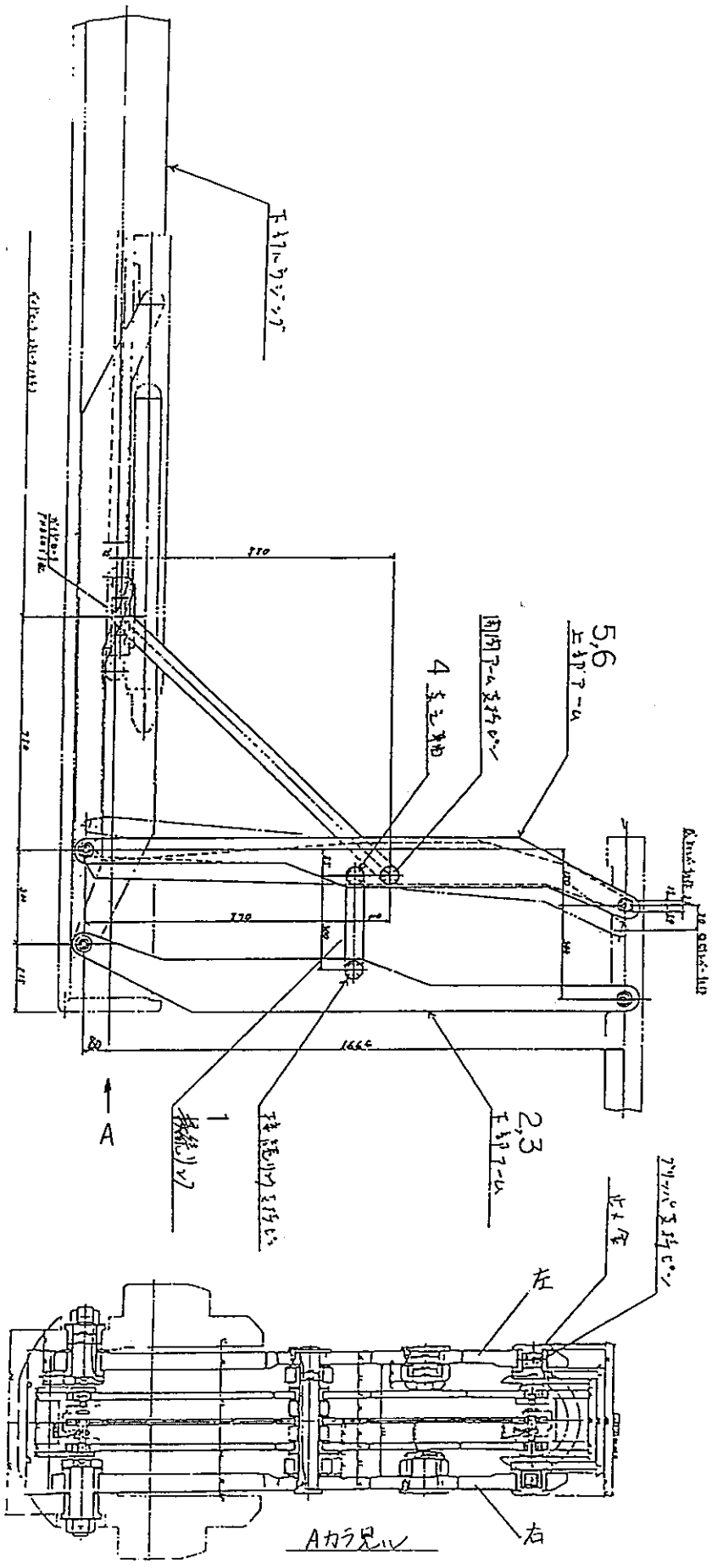
調査した結果、パンタグラフアームはグリッパをはさむようにして上下各２枚で構成されているが、そのアームに変形（曲がり）が生じて収納部において本体胴と干渉していることがわかった。工場に持ち帰り詳細に寸法計測したところ、左側アームはほとんど曲がりがなかった（２㎜以下）が、右側アームに約１０㎜の曲がりがあった。曲がりの原因は工場製作時の機械加工による残留応力がナトリウム中試験で開放されたことによると推定された。これは工場製作時に右側アームに製作不良が生じ、再製作したが納期の関係から機械加工のステップを急いだため、左側に比べ右側のアームにより大きな初期変形及び残留応力が生じた状態で組立てられたものとおもわれる。

対策として、４枚のアーム全てについてプレスにより修正し、寸法安定化熱処理を行った。また、万一、パンタグラフアームに再度の変形が生じたとしても、収納できるよう駆動モータの容量を２倍にした。（但し、閉時の停止トルクは変更していない。）

第3.2-1 図にパンタグラフ収納状態、第3.2-2 図にパンタグラフ機構の分解点検範囲説明図、第3.2-3 図にパンタグラフアームの曲がり測定結果(1/4～4/4)を示す。

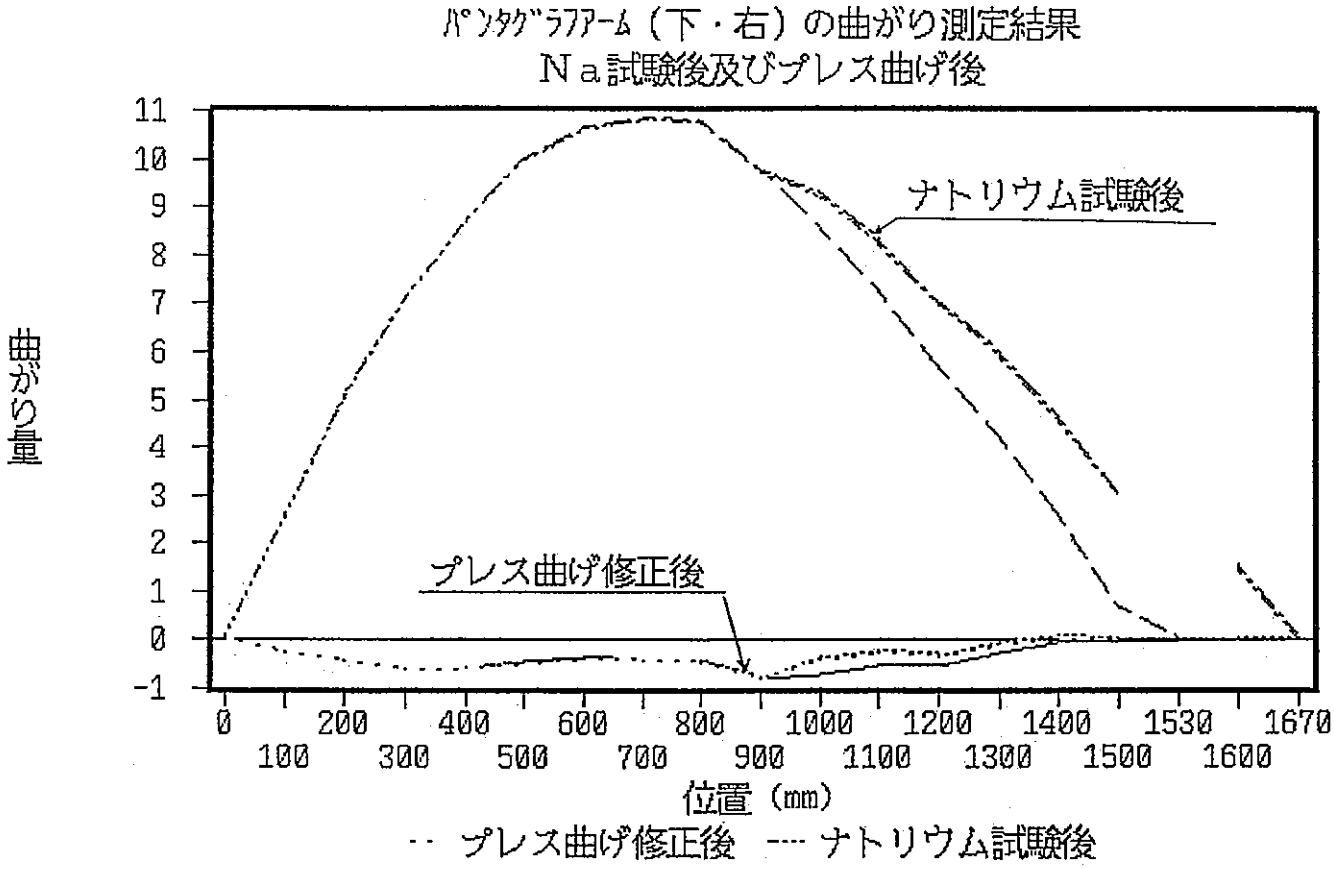


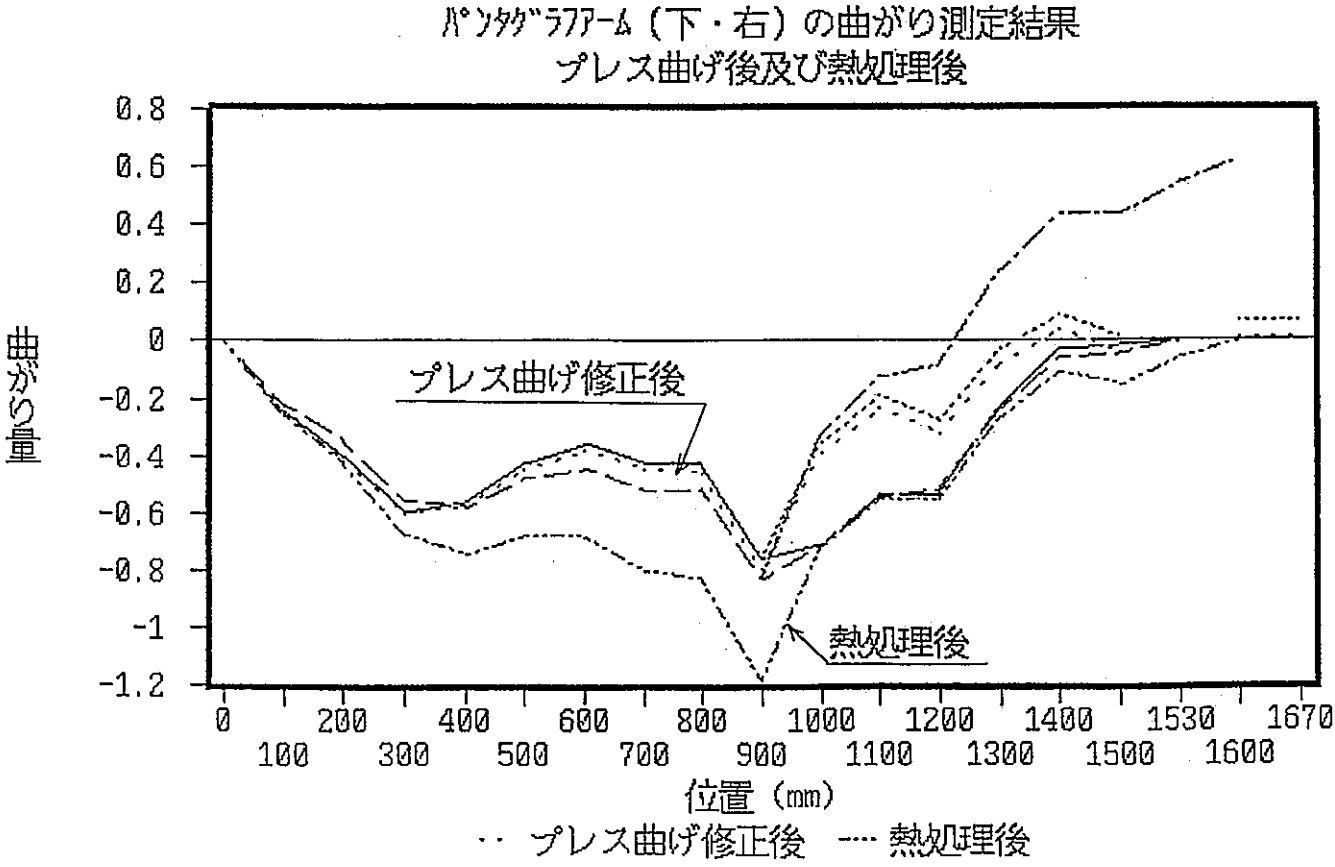
第3.2-1 図 パンタグラフ収納状態(グリッパ側から見る)



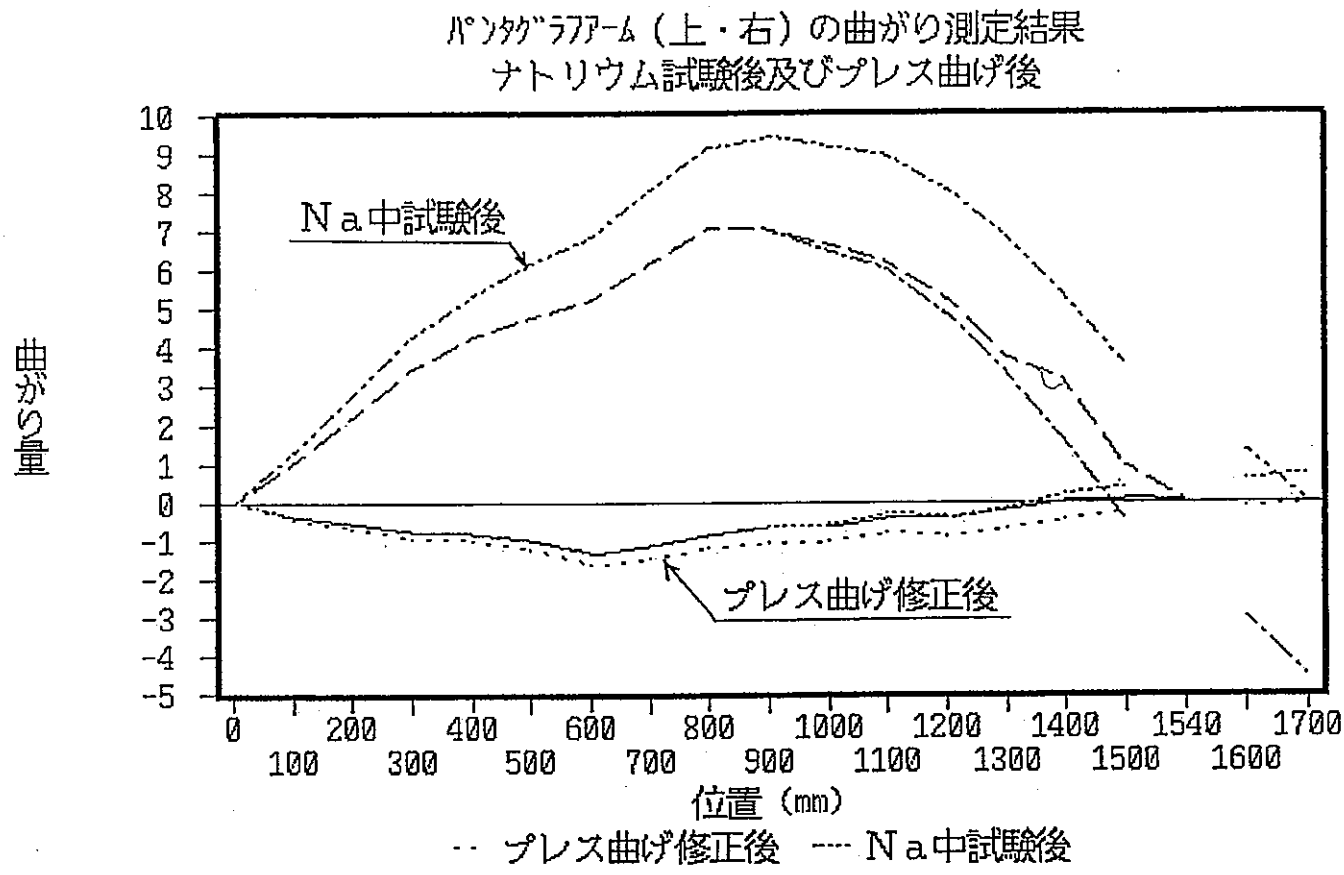
第3.2-2 図 パンタグラフ機構の分解点検範囲説明図

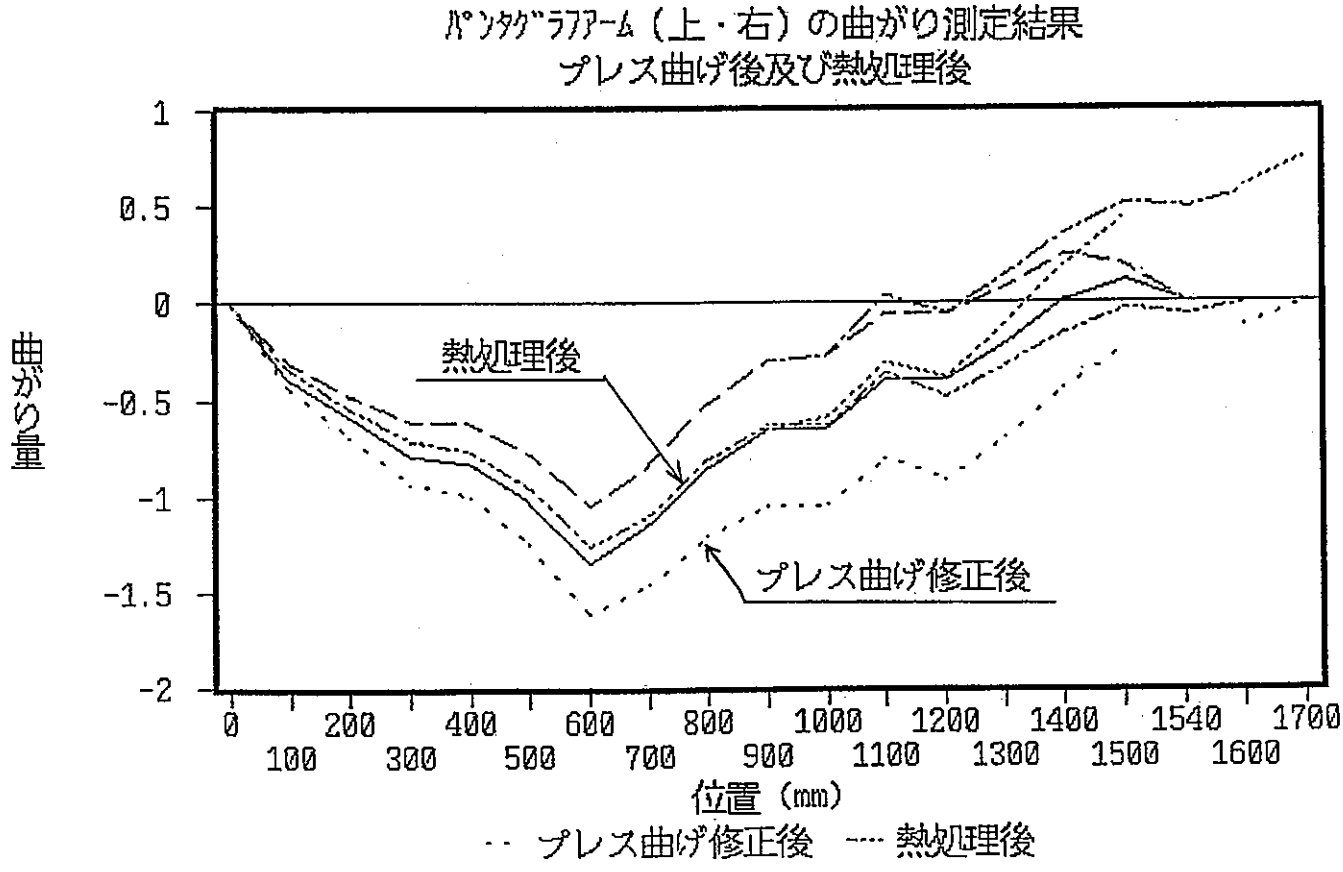
第3.2-3 図　パンタグラフアームの曲がり測定結果(1/4)



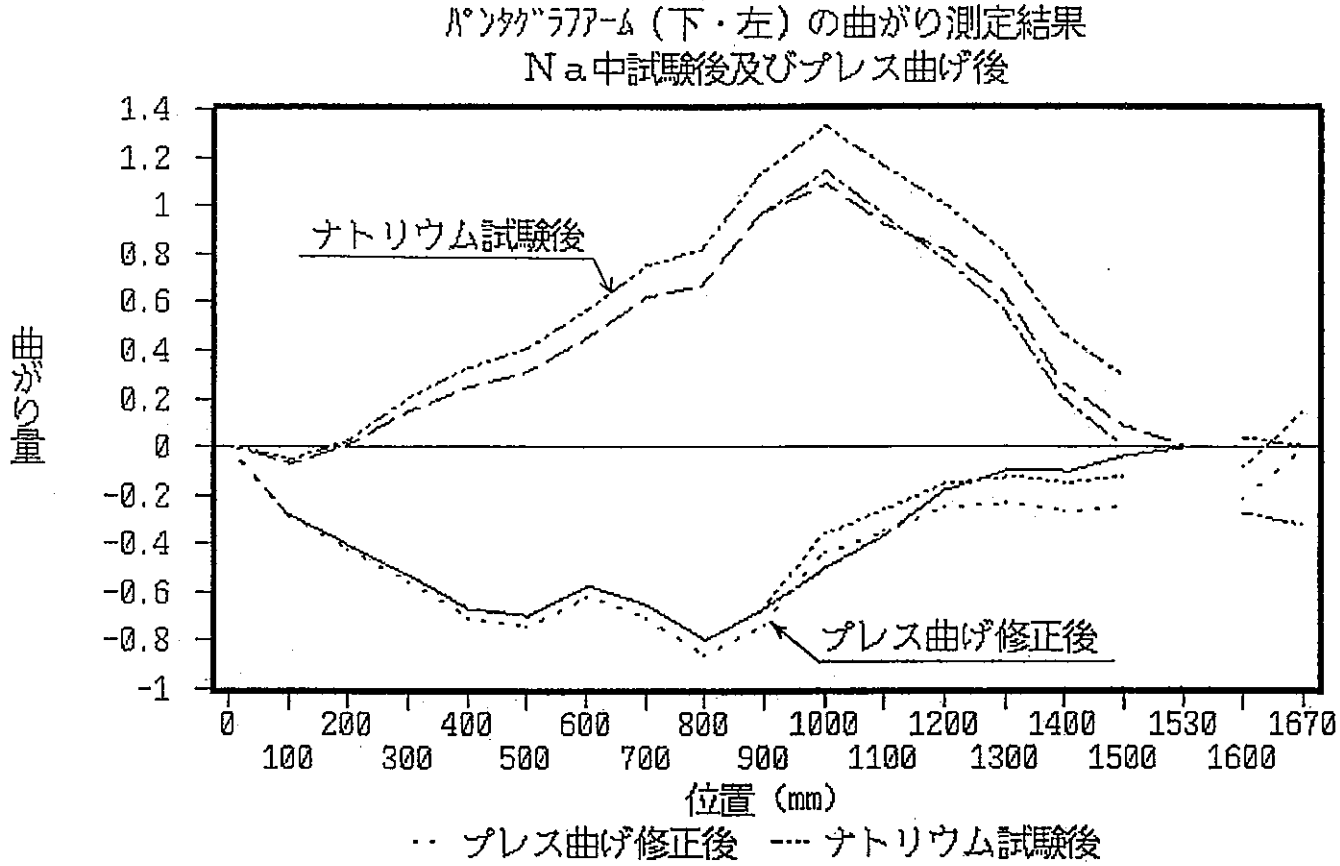


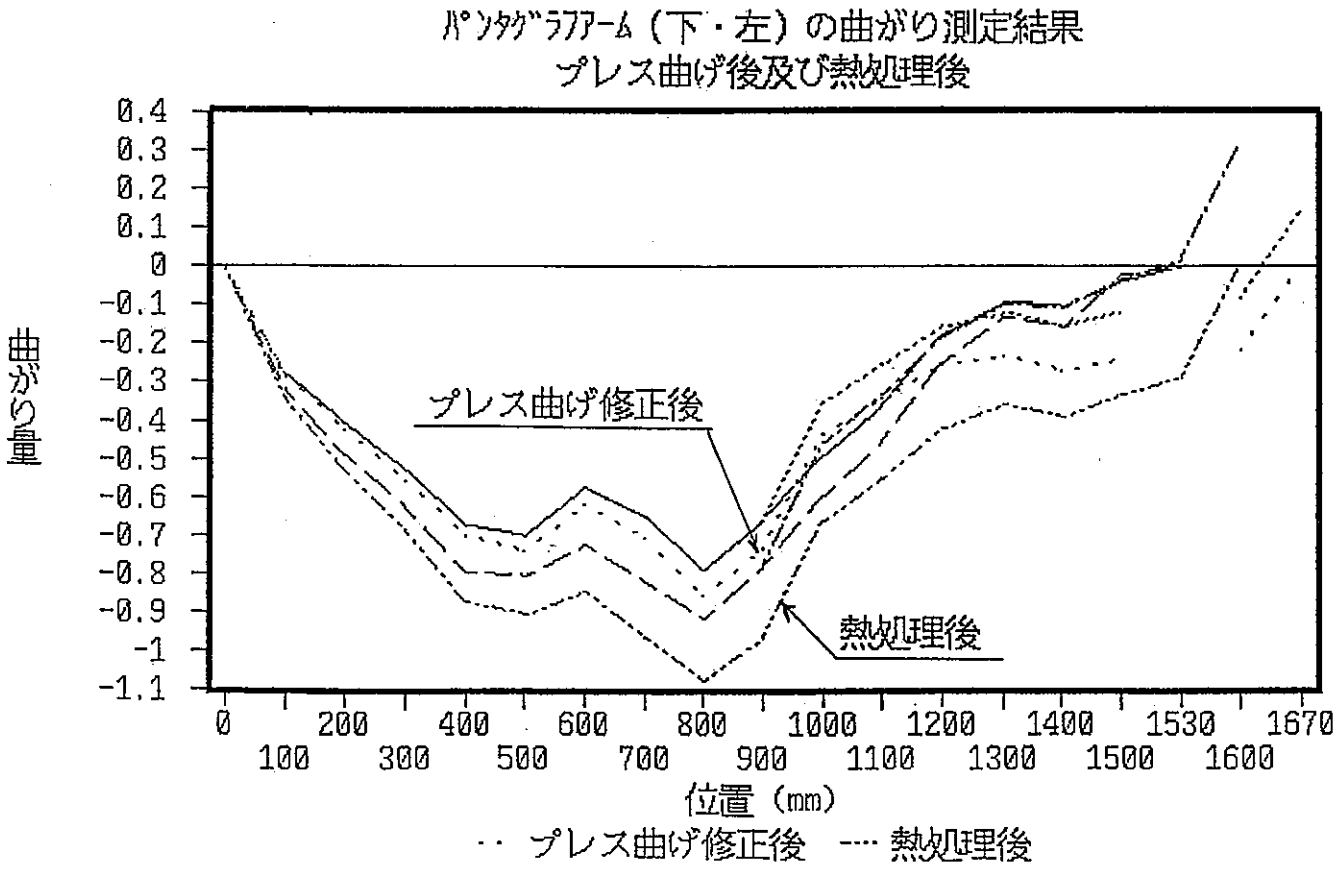
第3.2-3 図　パンタグラフアームの曲がり測定結果(2/4)



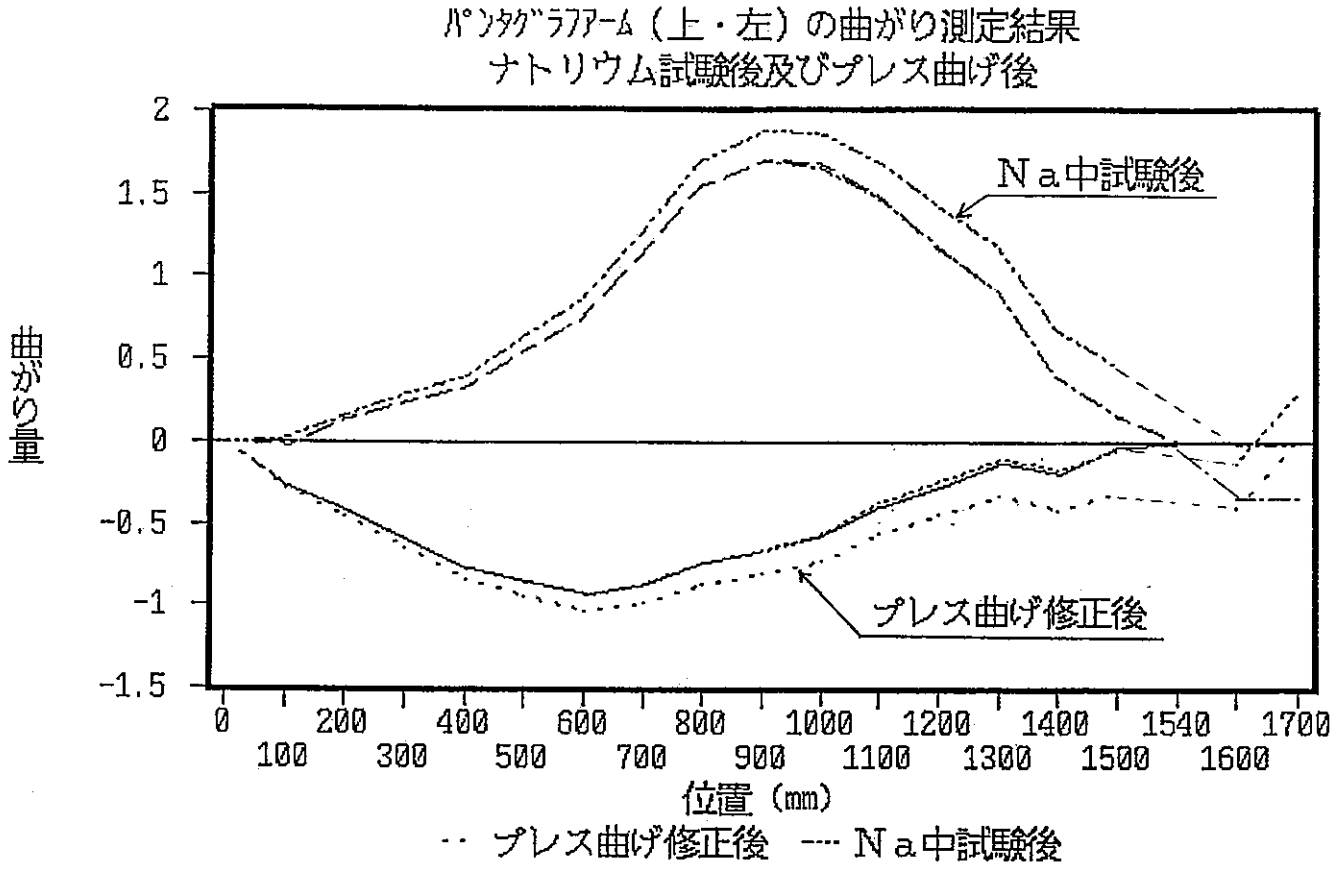


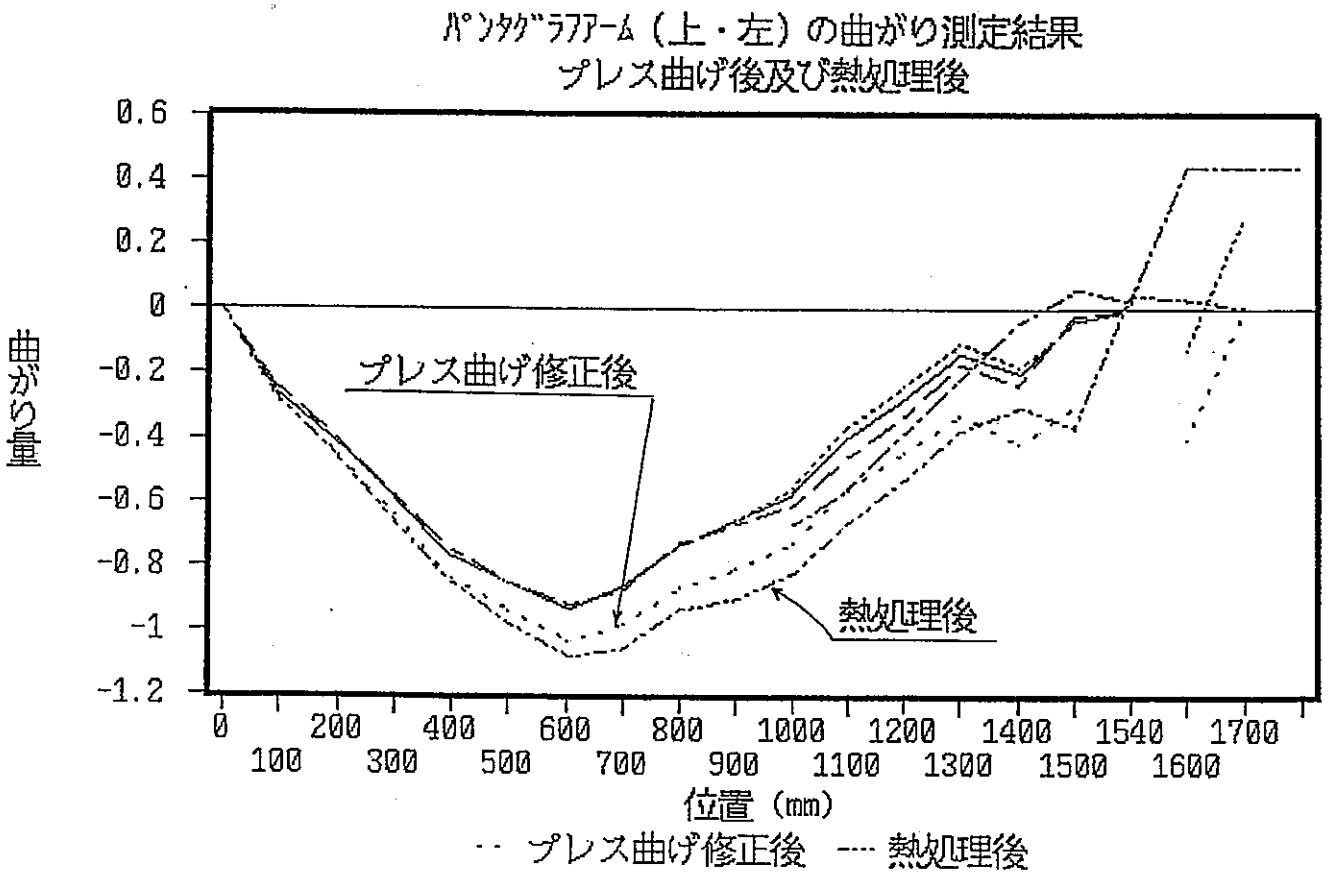
第3.2-3 図　パンタグラフアームの曲がり測定結果(3/4)





第3.2-3 図　パンタグラフアームの曲がり測定結果(4/4)





（２）平成４年度点検（平成４年10月）

ＦＨＭはＳＫＳにおいて、約１燃交相当の稼働実績と更に偏心試験等の過酷な状態での試験を行ったことから、本体についてはＦＨＭ洗浄性確認試験後、ＳＫＳの後始末として点検を行った。一方、ＦＨＭ昇降駆動装置についても製作後、ＳＫＳにおいて本格的に稼働し、平成５年度には燃料装荷で引き続き使用していくことから、昇降駆動装置について点検（内部点検、機能確認及びオイル交換）を行った。

（３）平成５年度点検〔燃料装荷前点検〕（平成５年６月）

アルゴンガス系真空ポンプの分解点検を行った。アルゴンガス系真空ポンプは燃料交換時に燃料出入機本体Ａが燃料出入孔接続筒に接続した際に、出入機及びＩＶＴＭドアバルブ間をアルゴンガス置換するとともに出入機が使用済燃料を受け取って切離しを行う場合に空気置換するための真空引きに使用される他、炉上部機器のメンテナンス時等の機器の取付、取り外し時にも使用される。ＳＫＳでの使用実績が多かったことと更に燃料装荷で使用頻度が多いことから、燃料装荷を円滑に実施するため点検した。

（４）ＦＨＭ据付後の動作不良（Ｈ６年１月）

外側炉心燃料装荷のため流量計測装置を取り外して、ＦＨＭを据え付けた後の動作試験において、昇降ストローク確認のため、炉心アドレス７Ａ１にＦＨＭグリッパうを下降させたところ、感知ロッド爪開閉準備位置状態表示が点灯せず、下降荷重超過信号により自動停止した。その時のストローク表示は－３３ｍｍであった。上昇下降操作を再度実施したが同様な結果であった。これらのことから、グリッパは炉心構成要素頂部に着床しているにもかかわらず、感知ロッド爪開閉準備位置信号が出ず炉心構成要素つかみ操作ができないものと推測された。

リミットスイッチ及び電気回路の不良が考えられることから、駆動部を開放して点検したが、正常であった。その他の要因として、感知ロッドは爪開閉ロッドの中を上下する二重管構造であることから、その間隙にナトリウムが固着して動作不良を起こしていることが考えられた。そこで感知ロッド上端に油圧ジャッキにより荷重（300Kg ）を加えたがロッドのたわみ程度（2mm）しか下降しなかった。そこで荷重を取り除いた状態でロッドにプラスチックハンマで打撃を数回与えたところ、荷重を加えた時よりも大きな

変位が生じ、人力においても変位することが確認できた。更に人力を加えたところ15㎜（正常値）の変位が確認され、リミットスイッチの作動も確認できた。そこで昇降駆動装置を据え付けて補助盤からの操作による作動確認を行い爪開閉許可条件成立の表示が点灯し、グリッパ爪開閉動作が正常に行えることが確認できた。

今回の感知ロッド動作不良の原因は、二重管部のナトリウム不純物の固着であったことはほぼ間違いなかったようである。これについてはこれまでにあった二つの事象からＦＨＭ据付時に水分が系統に持ち込まれていることが明らかとなっており、今回のＦＨＭ据付にあたっては、リンク機構等の狭隘な部分の酸化Ｎａの除去と、より乾燥度を上げるため燃取機器洗浄槽で据付直前に洗浄・乾燥運転を実施した。しかし、その効果は得られなかったようである。このことからＦＨＭの洗浄時、特に温水減圧洗浄においてロッド内が負圧になり運転終了時に洗浄槽が正圧になることによりロッド内外の圧力差により槽内の温水がロッド内に浸入し、乾燥運転においてもＦＨＭは60～80℃程度にしかならないため、ロッド内に浸入した水分がほとんど抜けずに残留したままになったものと思われる。

これまでにあった二つの事象の概要を以下に示す。

① 据付時のカバーガス中水素濃度の上昇

Ｈ５年８月の据付時及び今回の据付時にＦＨＭを炉上部に据付た直後あたりからカバーガス中の水素濃度が急上昇しほぼ１日後に正常値に戻る現象が生じていることが、カバーガス分析装置により明らかとなっていた。また、Ｈ６年11月に炉内流量分布測定のために流量計測装置（外観はほぼＦＨＭと同じ形状寸法でグリッパの代わりに流量計が取り付けてある）を据付た際も同様な現象があった。

② ＦＨＭ取り外し後の外観点検時におけるブリッジ生成事象の確認

Ｈ５年11月に内側燃料装荷を終え、炉内流量分布計測のためＦＨＭを取り外したが、ＦＨＭを燃取機器洗浄槽に収納し、付着Ｎａを洗浄する前にＦＨＭ本体へのＮａ付着状況をビニールバッグで覆った状態でメンテナンスクレーンで吊り上げて、目視確認を行ったところ、炉内へ据付た際に液面となる部分の本体内部に厚さ約５㎝のＮａのプレートが確認された。プレートは荒い結晶（水酸化物？）がポーラス状に固まっているように見えた。このようなプレートは、炉物理試験後に取り外したＦＨＭ(Ｈ６年 9月）、そして炉内流量分布試験後（Ｈ６年11月）においても観察された。

これらのことから、ＦＨＭ及び流量計測装置を燃取機器洗浄槽で洗浄した際に、ＦＨＭ等に水分が残留したものと推定される。

更に平成６年度点検において、ＦＨＭの分解点検を行ったところ、前述のとおり爪開閉ロッド等に水の存在が確認されている。

感知ロッドの動作不良は感知ロッド等の内部に残留した水が、炉内に据付た際に、約200 ℃に加熱されることによりカバーガス中に噴出し、水- Ｎａ反応が生じたことにより二重管部に水酸化物が生成し、固着したものと推定される。この水- Ｎａ反応によりカバーガス中の水素濃度が上昇するとともに本体内部の液面近傍にＮａ水酸化物のプレートが生成したものと推定される。

第3.2-4 図に燃料交換装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況を示す。

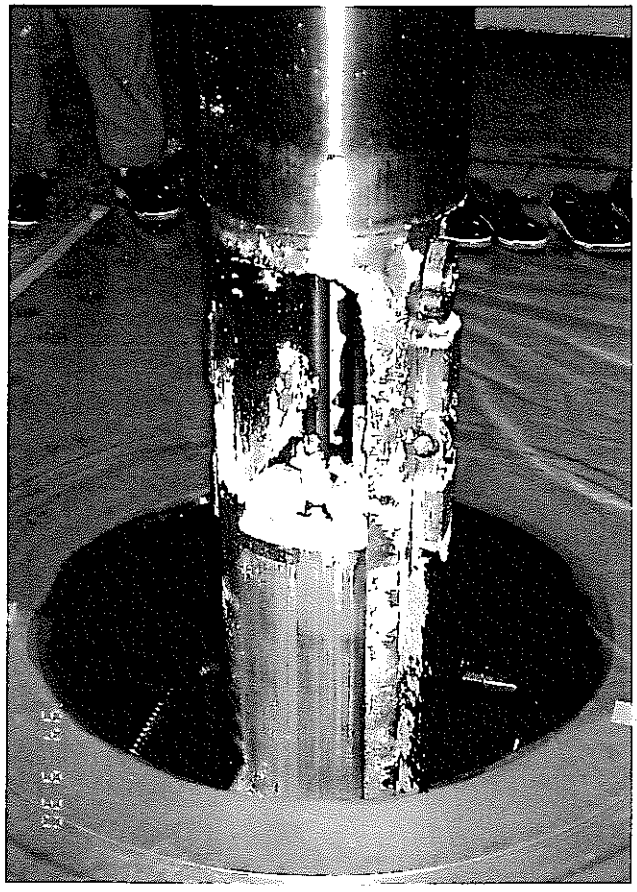
（５）炉内中継装置回転ラック旋回不具合（Ｈ６年４月）

炉内中継装置は燃料交換時に燃料出入設備と燃料交換装置との間で新燃料及び使用済燃料の受渡しをするもので、左右の二つのラックを旋回させて、それぞれの設備に受渡しを行う。

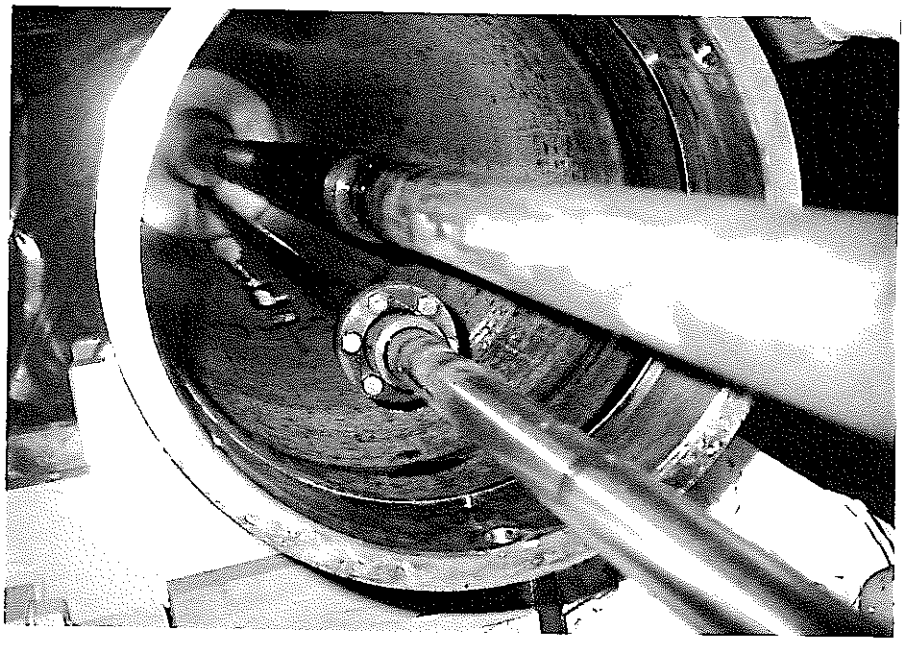
燃料装荷運転中に新燃料を燃料出入設備からＩＶＴＭの左ラックに受け取り、燃料交換装置との取り合い位置へ旋回中に停止した。ＩＶＴＭはギヤボックスを介して、ラックの旋回角度が現場で確認できるようにインデックスハンドルが設置されているが、ギアボックスに固定されている歯車固定ピンが外れ可動するインデックスハンドル部を押し上げ、駆動抵抗の増加により回転速度が低下して所定の時間を超過したため自動停止した。歯車固定ピンが外れた原因は、駆動装置を製作して約５年経過しており、インデックスハンドル内部に埃等が浸入し徐々に固定歯車とピニオン歯車との間の摺動抵抗が増し、歯車固定ピンに力がかかり、ピンに変形を生じさせたものと推定される。

対策としては、歯車固定ピンの径を太くして多少の摺動抵抗の増加に対して変形が生じないようにした。なお、インデックスハンドルは新品に交換し、防塵カバーを取り付けた。

第3.2-5 図に炉内中継装置　回転ラック駆動装置説明図、第3.2-6 図にインデックスハンドル構造図、第3.2-7 図にインデックスハンドルを示す。

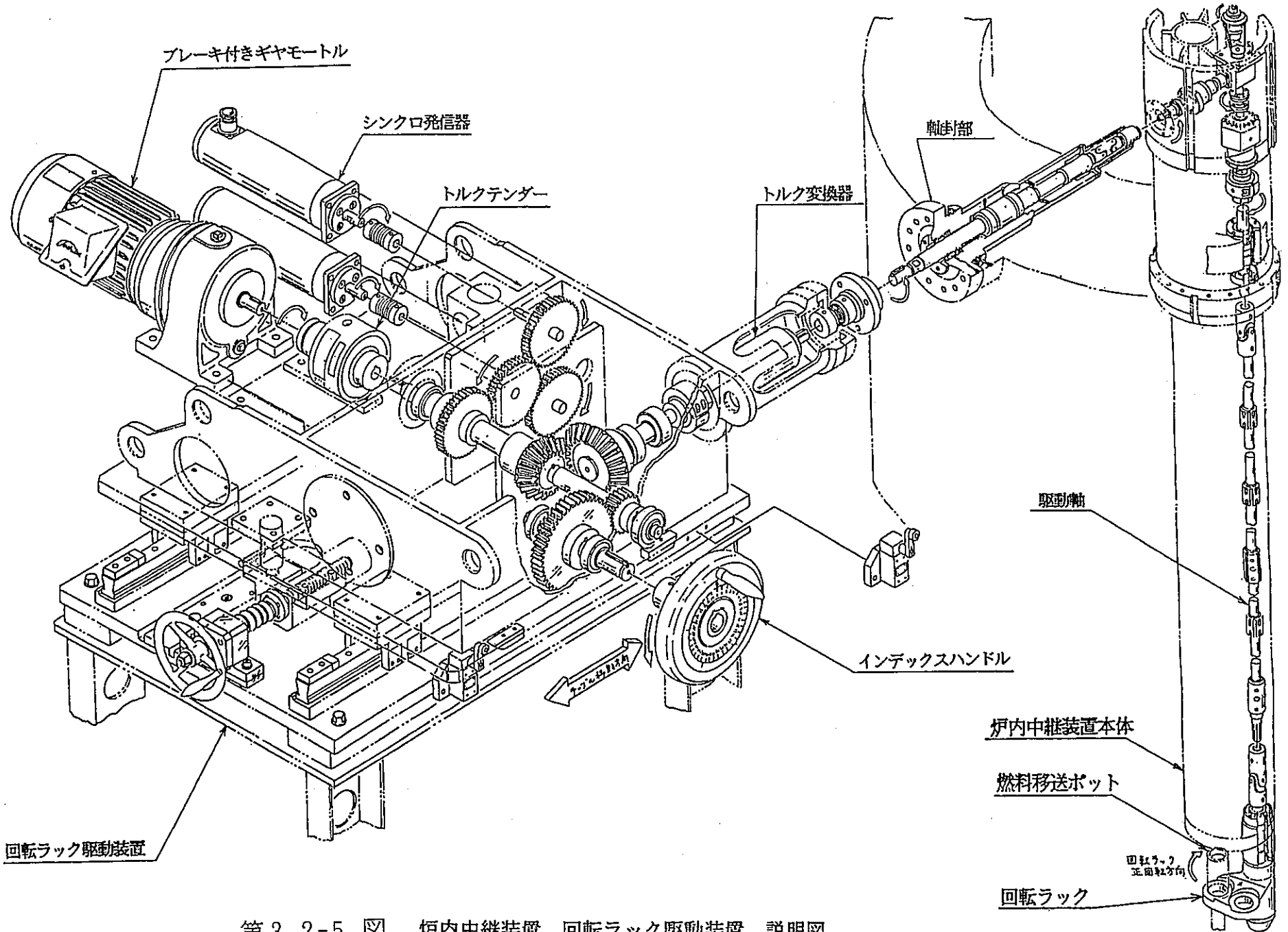


△　Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況（液面近傍）



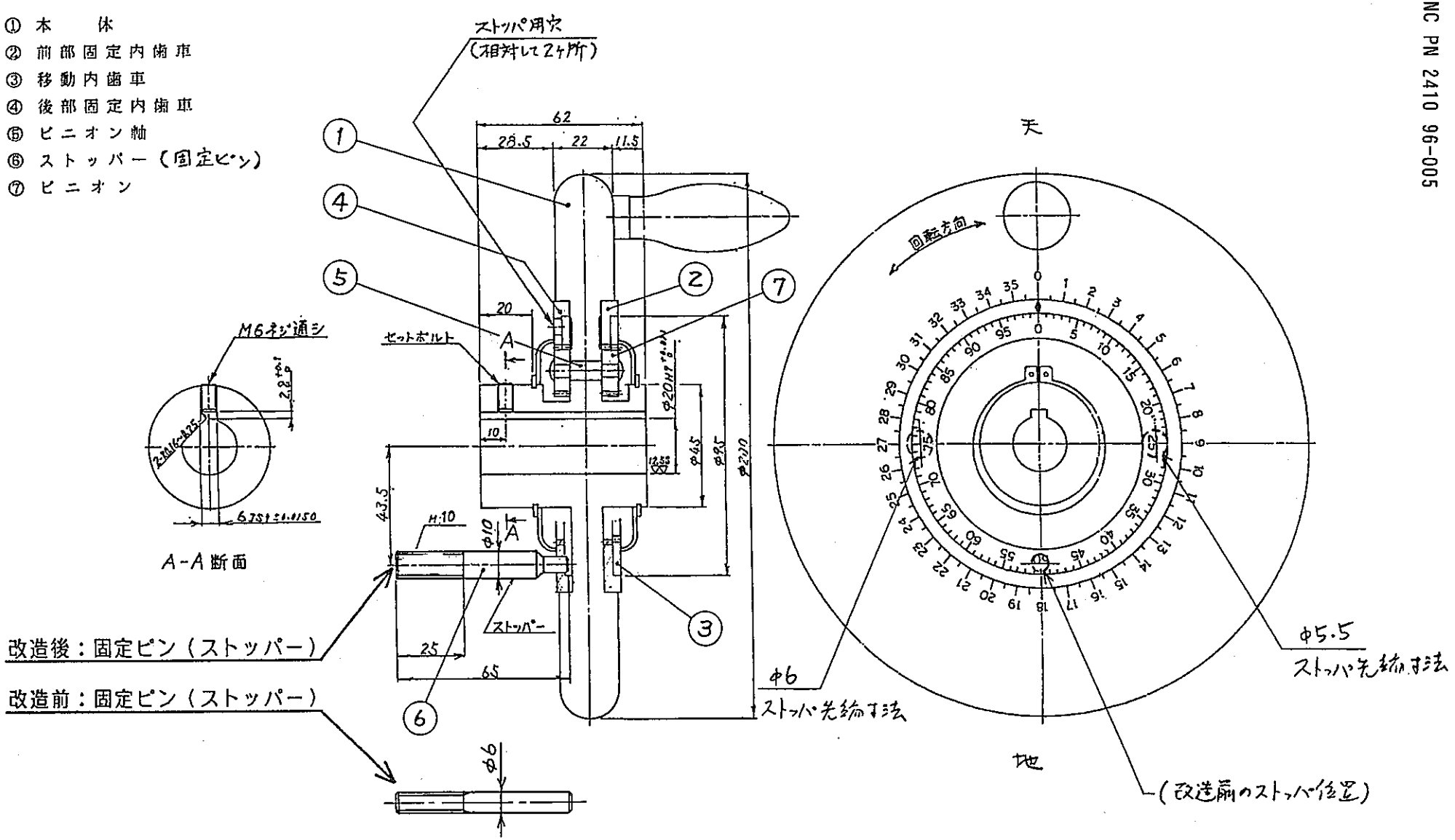
△　円筒胴の内面（中のパイプは開閉軸）

第3.2-4 図　　燃料交換装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況（液面近傍）

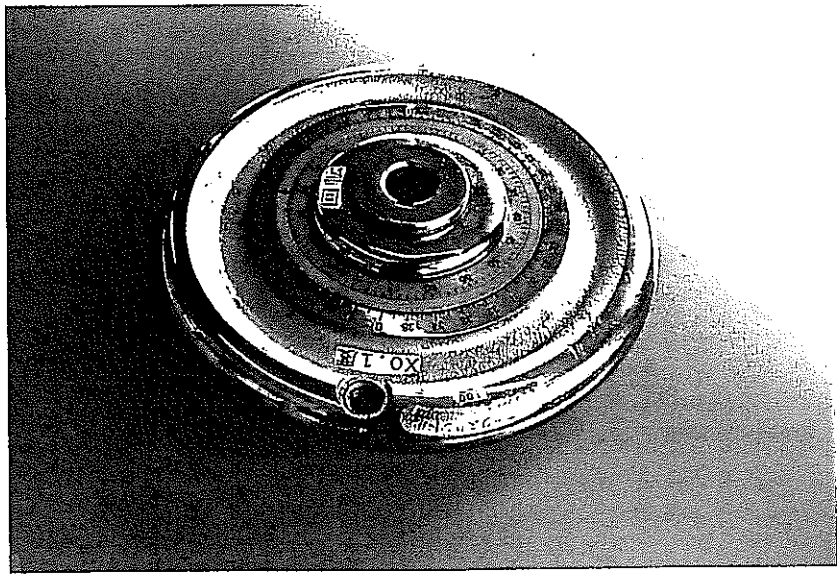


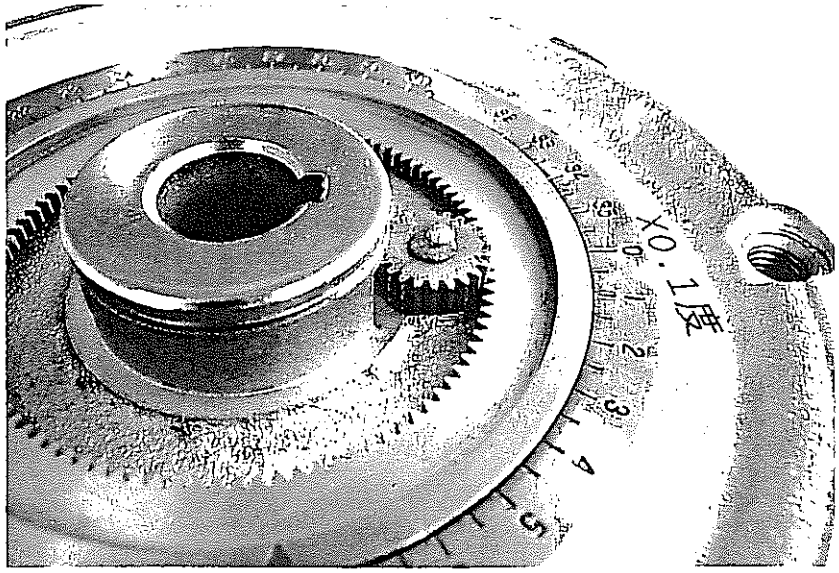
第3.2-5 図　炉内中継装置　回転ラック駆動装置　説明図

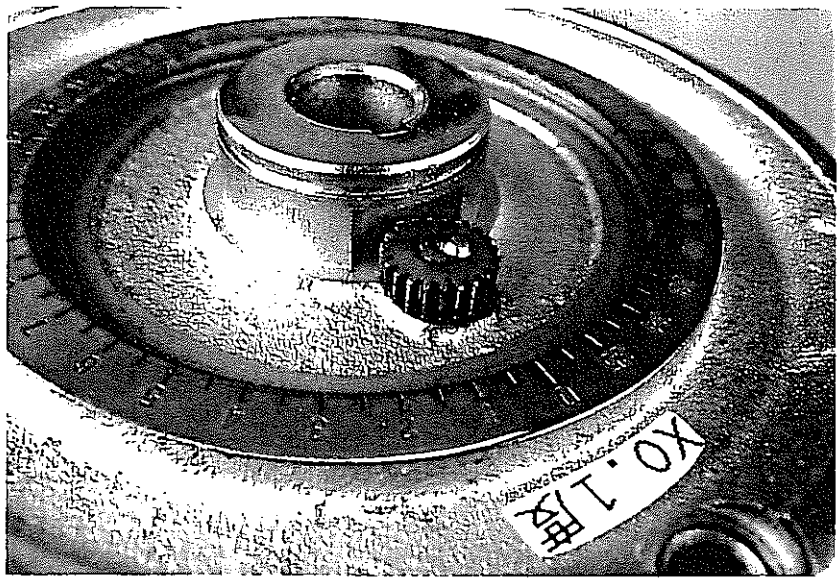
① 本　　体
② 前部固定内歯車
③ 移動内歯車
④ 後部固定内歯車
⑤ ピニオン軸
⑥ ストッパー（固定ピン）
⑦ ピニオン



第3.2-6 図　インデックスハンドル構造図







第3.2-7 図　　インデックスハンドル

（6）炉内から取り出した後のナトリウム付着状況（平成6年9月）

ＳＫＳにおいて、ＦＨＭ，ＩＶＴＭ及びナトリウム透視装置（ＵＳＶ）について確認しているが、燃料装荷でＦＨＭ及びＩＶＴＭを使用したことから取り出し時に外観を目視確認した。ＦＨＭの円筒部及びグリッパには、ＳＫＳ後に観察した時は表面に黒っぽい汚れのようなものが付着していたが、内側炉心燃料装荷後及び出力試験終了後に観察したところ表面には、ほとんどＮａの付着はなかった。

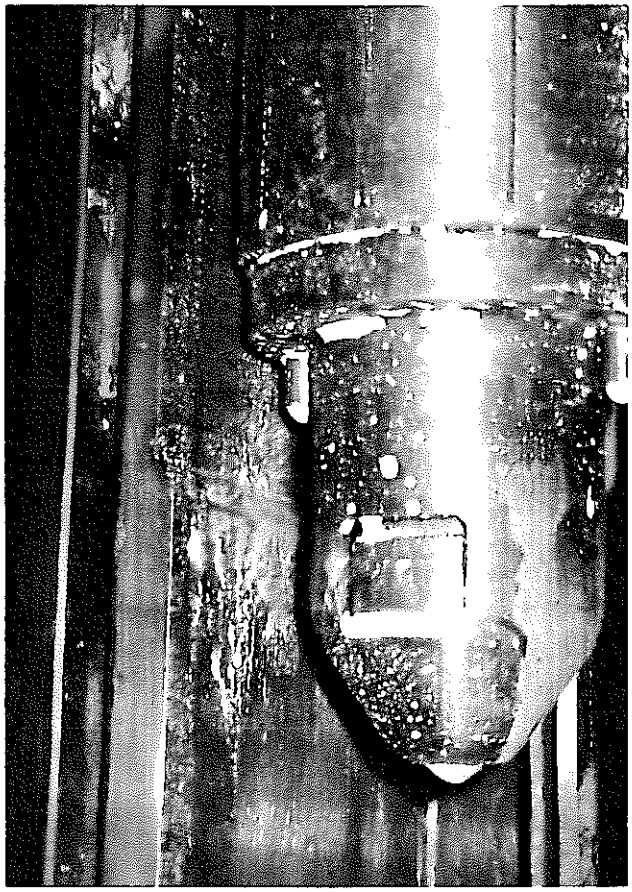
ＳＫＳ終了後に取り出した際、本体下端の平板にＮａ溜まりがあった。グリッパのドレン抜き対策に比べ、本体への配慮が足りなかったようで、下端の平板、ガイド部上端に水平部があり残留Ｎａが確認されていた。そこで、内側炉心装荷後に取り出した際、下端の平板の中央にドレン穴を設けたものと交換したところ、ドレン穴が有効に働いていることが確認できた。なお、ＩＶＴＭについては、ほとんどＮａの付着はなかった。

第3.2-8 図に燃料交換装置グリッパのナトリウム付着状況を示す。

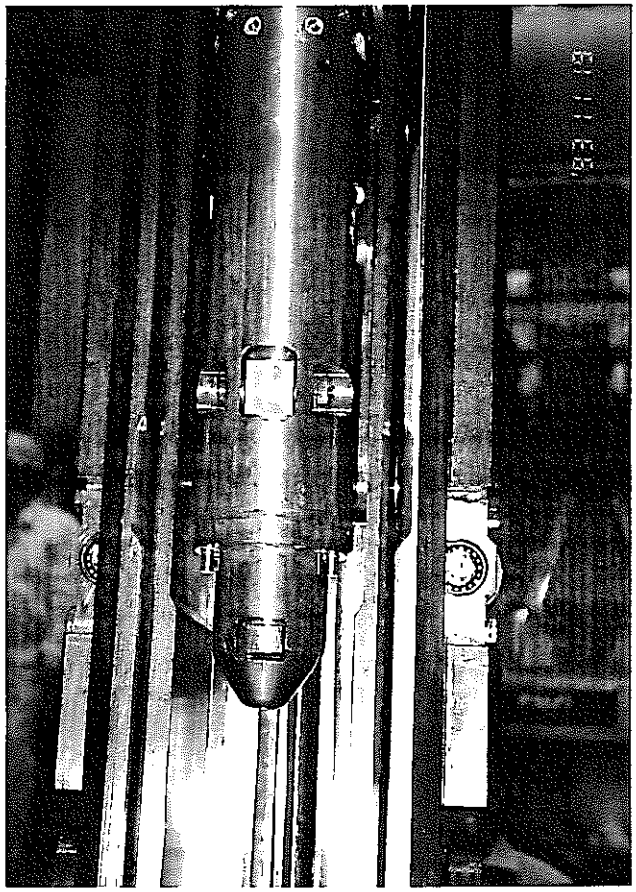
第3.2-9 図に炉内中継装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況を示す。

（7）ＦＨＭ本体分解点検（平成6年10月）

パンタグラフ、下部及び中間ハウジング、パンタグラフ開閉軸、爪開閉軸等の分解を行った。特にパンタグラフ開閉軸は内部に感知軸を内包する二重構造となっており、外側燃料装荷前に炉内に据付た際に、感知ロッドの動作不良を生じたことから、二重間の洗浄状況、外観等について入念に確認した。確認の結果、軸が長いため途中でネジ込みにより繋いでいるが、そのネジ込み部から軸の内部（中空軸）に水が浸入していることが確認された。そこで浸入しても抜けるよう水抜き穴を軸の下端付近に開ける対策をとった。また、上部ハウジングにはパンタ開閉軸等が上下するストロークを吸収するとともに炉上部のカバーガスバウンダリを確保するためのベローズがあるが、上部ハウジング部の内面にも残留水が確認され、この部分の乾燥が十分でないことが分かった。対策として軸の曲がりを中間で抑えている中間フランジに水抜き穴を設けるとともに燃取機器洗浄槽で洗浄・乾燥後、取り出したらパンタ開閉軸下端から圧縮空気を二重管部に流して二重管部を乾燥し、二重管部の上端から圧縮空気を上部ハウジングに流出させ、上部ハウジング内を下降させてハウジング内も乾燥を十分行えるようにした。



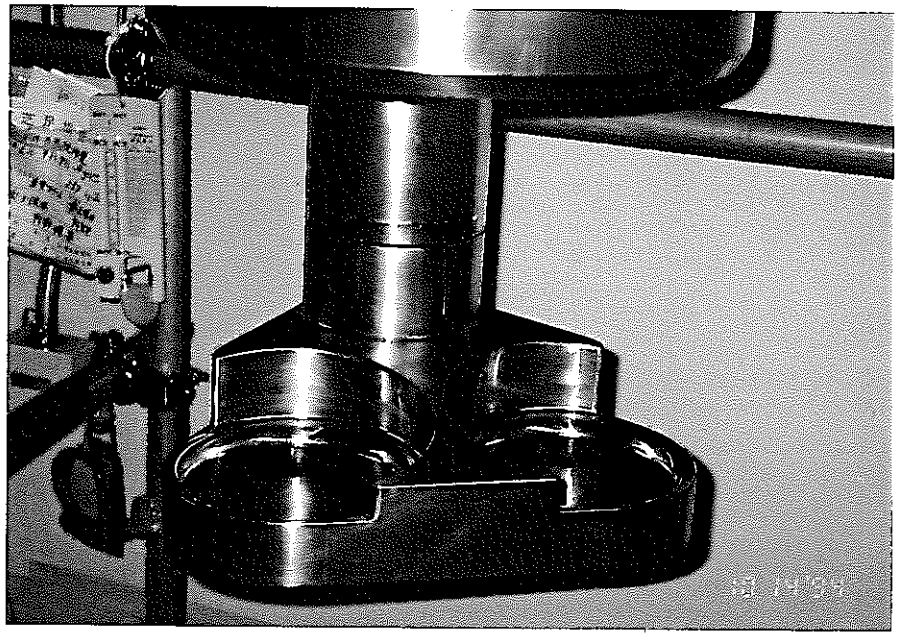
◁ 洗浄前（ＳＫＳ時）



◁ 洗浄後（今回）

第3.2-8 図　　燃料交換装置グリッパのナトリウム付着状態

△　Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況（回転ラック部）



△　Ｎａ洗浄後

第3.2-9 図　　炉内中継装置Ｎａ洗浄前Ｎａ付着状況

組立後、動作確認を行った。分解前とほぼ同程度の動作トルクであったが、爪開閉トルクについては、ＳＫＳの段階から開閉の中間でトルクが高くなる山なりの傾向が現れていたが、今回の点検では改善が図られなかった。

（８）ＩＶＴＭドアバルブ開放点検（平成６年12月）

ＳＫＳ、燃料装荷等で約３００体の燃料交換を行っているが、これは約１．５燃交分に相当する。今後、本格的に原子炉を運転することから、シール材の磨耗、経年劣化を考慮し、ドアバルブを開放し内部のＮａ付着状況の確認とＯリング交換を実施した。内部にはほとんどＮａの付着は見られなかったことから、燃交時、使用済燃料を移送ポットに入れて燃料出入機に収納する際の滴下が十分に行えているものと推察される。

（９）ＦＨＭ駆動部点検（平成７年４～８月）

①　駆動部点検

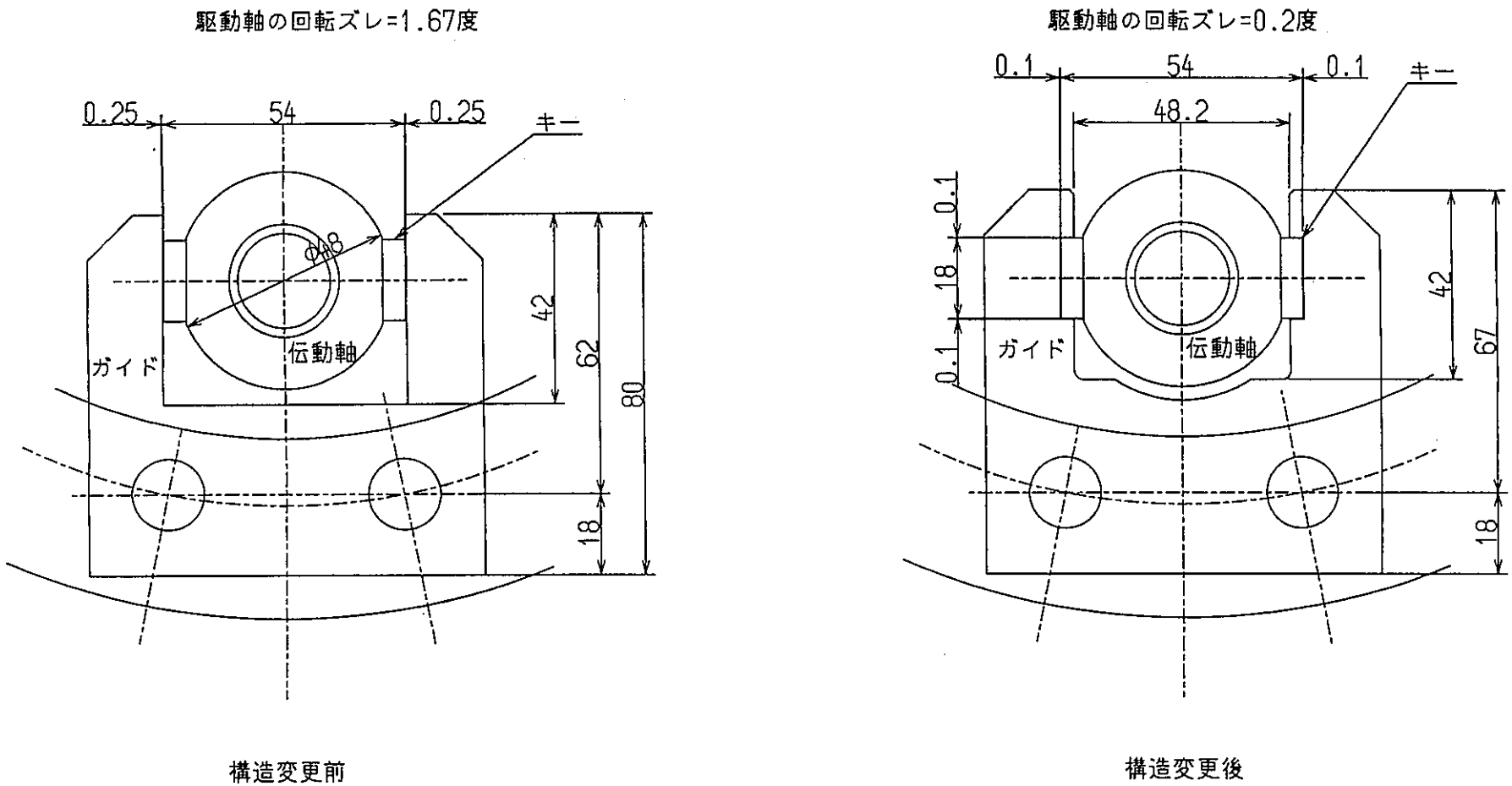
平成６年度点検結果から、ＦＨＭ本体駆動部の点検が必要との結論に達し４月から８月にかけて工場に持ち帰り分解点検を行った。爪開閉トルクが高くなった原因は、軸が昇降する際にベローズ保護のために軸の回転を防止するガイドを設けているが取扱回数の増加とともにガイド溝に傷が生じていた。また、爪開閉アームの長穴に擦れが確認されたことから、詳細に穴の寸法測定を行ったところ、若干、中間が狭く製作されていることが判った。これらの要因が相互に作用して、摩擦抵抗が増加したものと推定される。そこで、ガイドとキーの接触をこれまでの線接触から面接触になるよう形状を変更し、アームの長穴についても山を削ってフラットにした。組立後の作動確認の結果、ほぼ平坦なトルクに回復した。

第3.2-10図に爪開閉軸の回転防止機構説明図を示す。

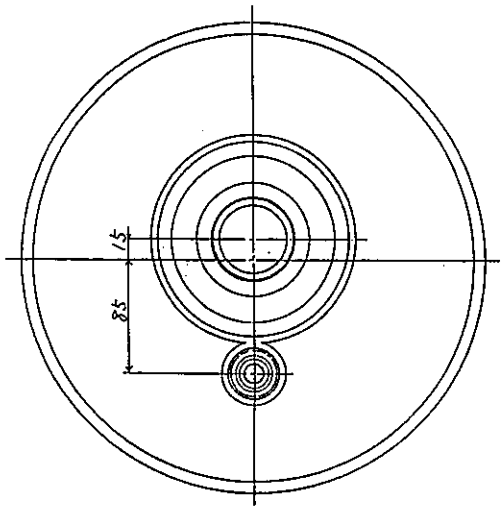
②　ロッド内水分浸入防止対策

Ｈ６年度点検において爪開閉ロッド内部に水分が残留していることが明らかとなり水抜き穴を追加したが、根本的な対策として水分が浸入しない構造のロッドに取り替えることとし、爪開閉ロッド及び感知ロッドについて取り替えを実施した。

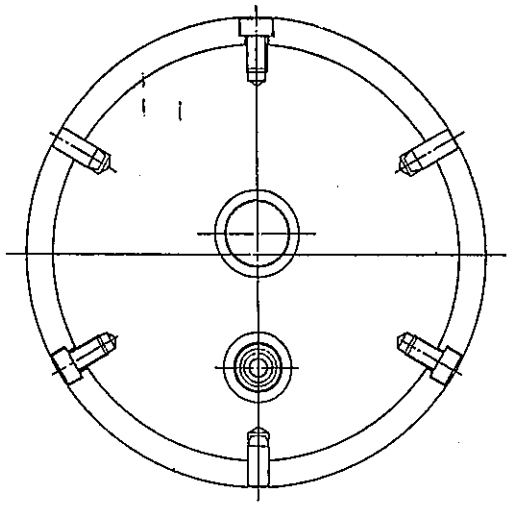
第3.2-11図に点検箇所詳細図(1/3～3/3)、第3.2-12図に構造変更説明図を示す。



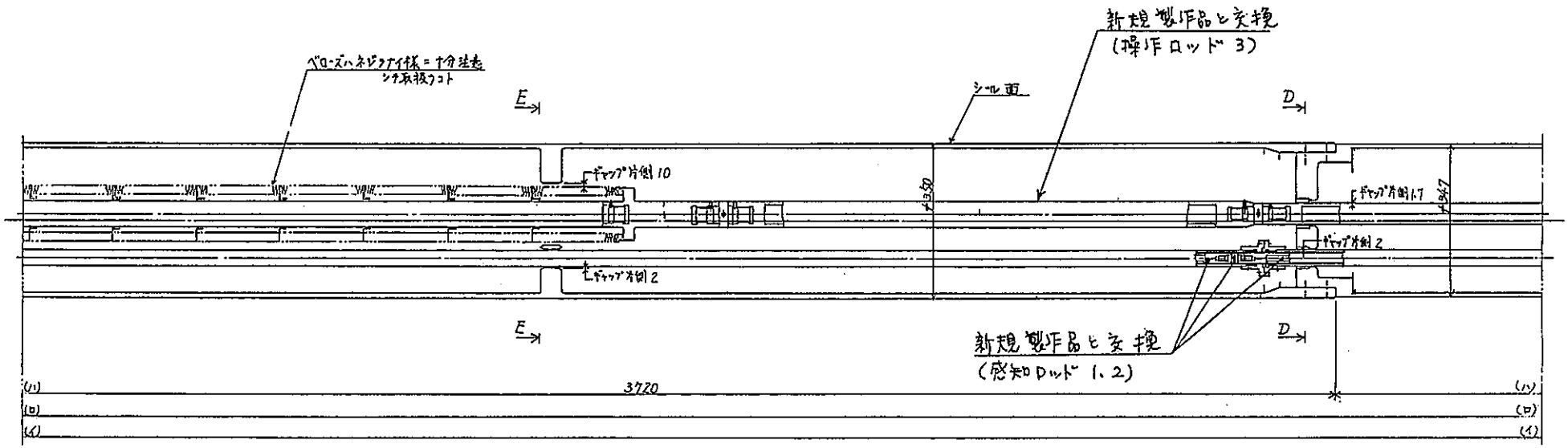
第3.2-10図　爪開閉軸の回転防止機構説明図



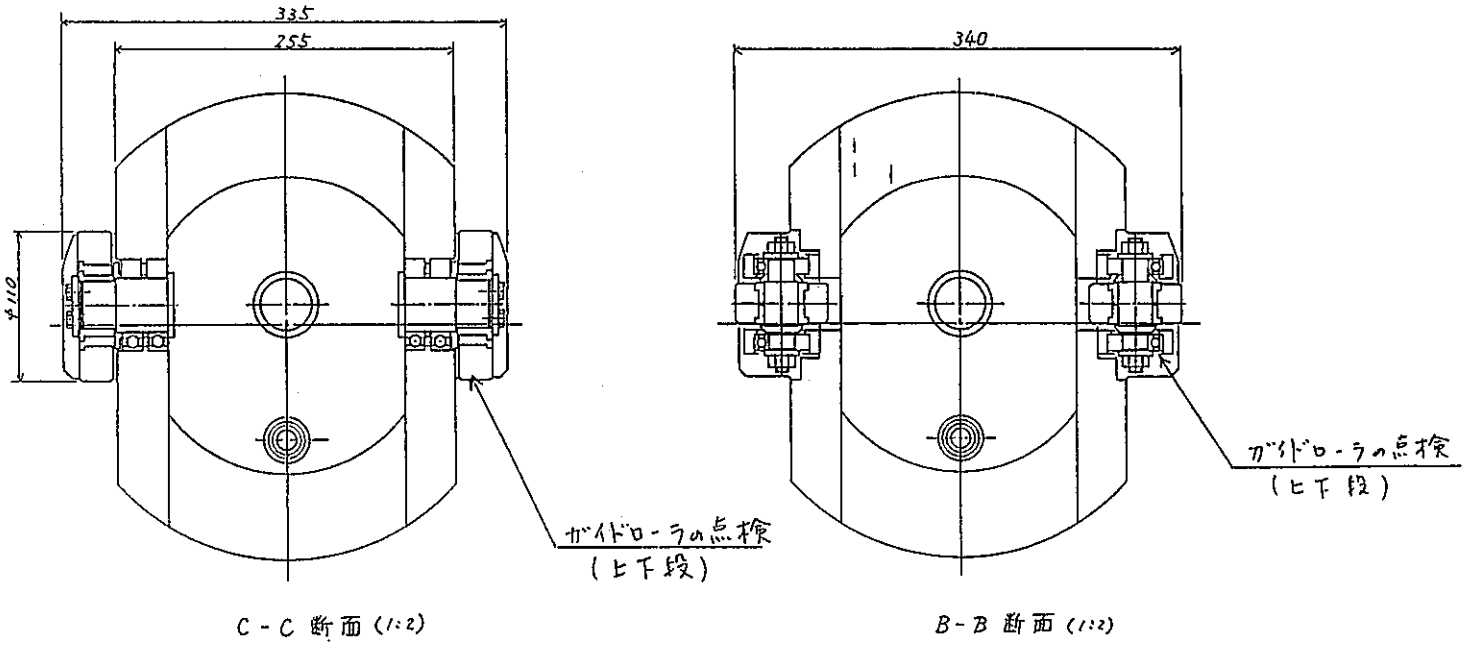
E-E 断面 (1:2)

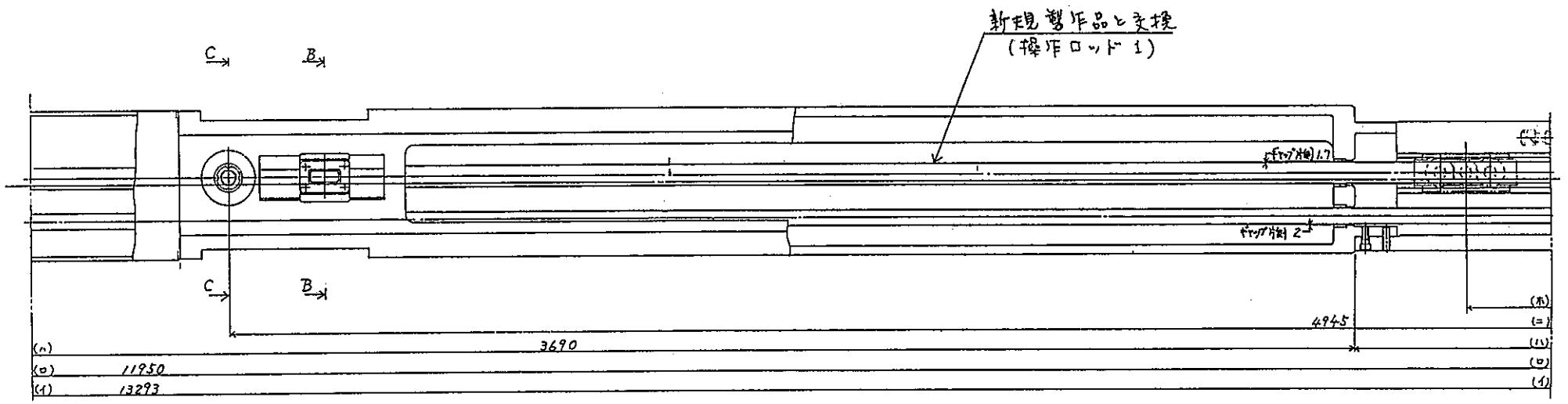


D-D 断面 (1:2)

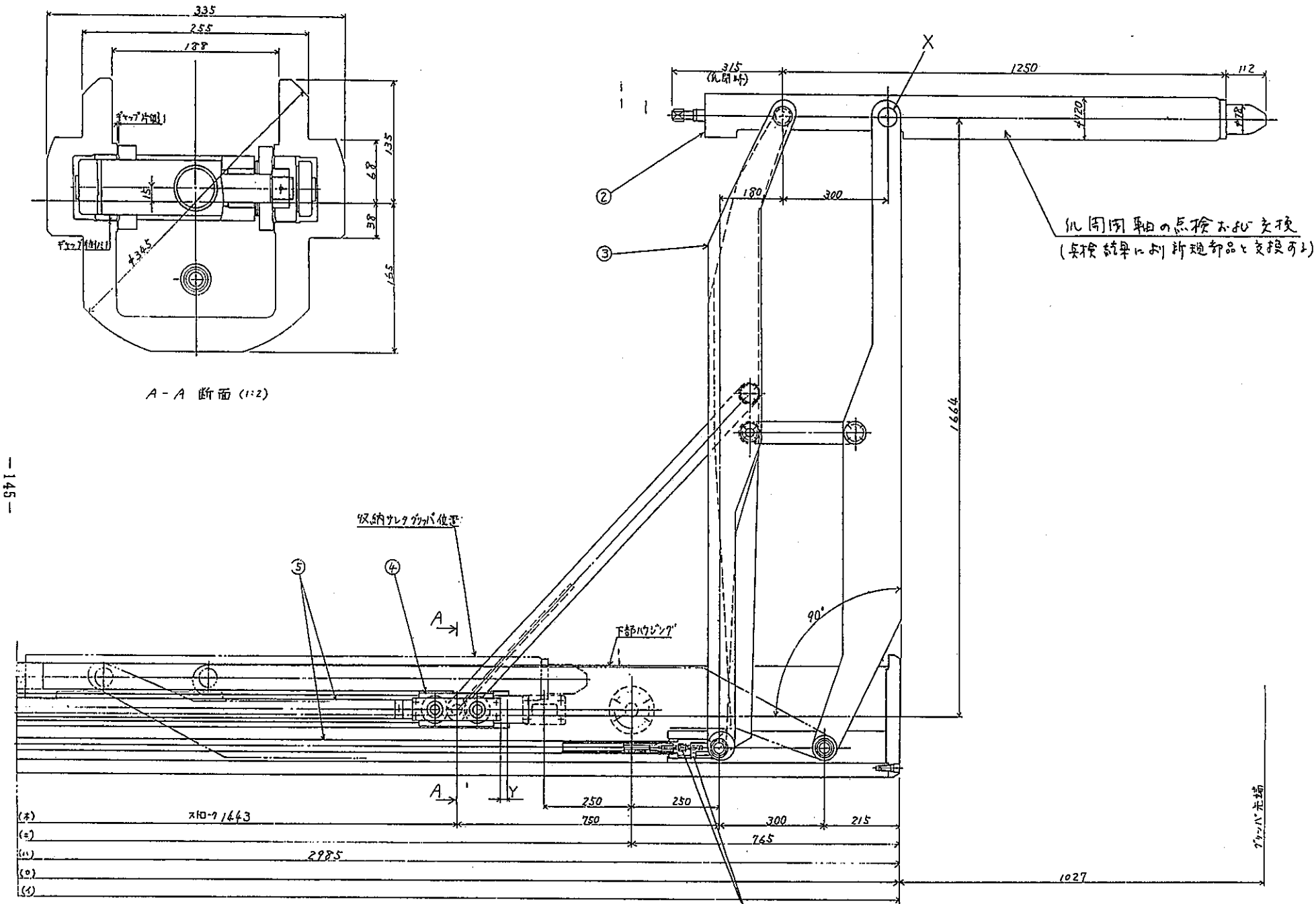


第3.2-11図　　点検箇所詳細図(1/3)

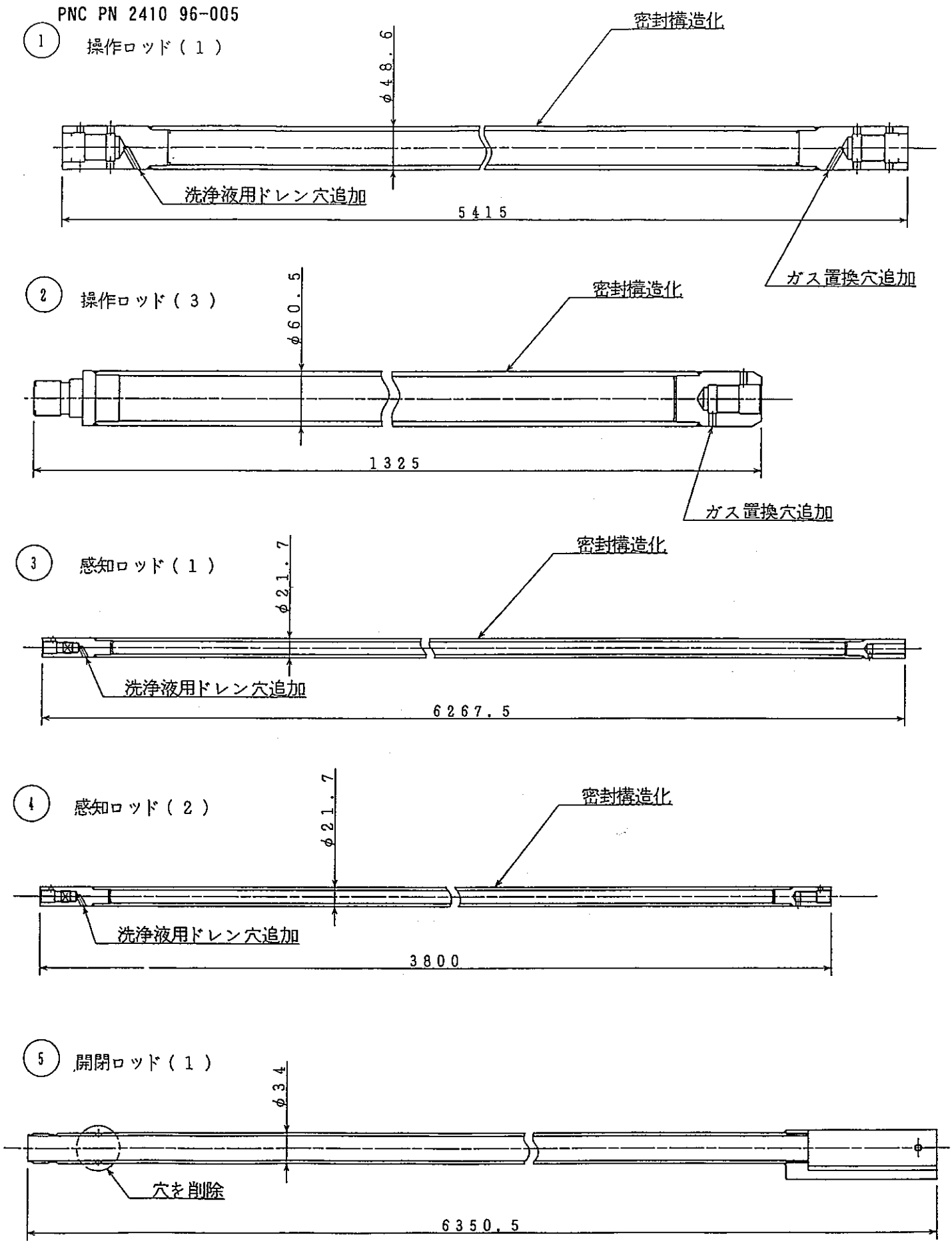




第3.2-11図　　点検箇所詳細図(2/3)



第3.2-11図　点検箇所詳細図(3/3)



第3.2-12図　　構造変更説明図

３．３　燃料出入設備

3.3.1 燃料出入設備の運転実績

燃料出入設備は原子炉運転中に新炉心構成要素（新燃料等）を炉外燃料貯蔵槽（ＥＶＳＴ）へ移送するとともに、ＥＶＳＴから使用済炉心構成要素を燃料池へ取り出すための移送運転を行う。また、原子炉停止した後の燃料交換においてＥＶＳＴと炉内に設置した燃料交換設備との間での新燃料と使用済燃料との移送運転を行う。従って、燃料出入設備は点検時を除きほぼ年間を通してフル稼働する設備である。

燃料出入設備は、平成４年９月からＥＶＳＴへの新燃料の移送を開始し、平成５年８月までに１３６体移送した。９月に燃料装荷習熟運転で模擬燃料体約２０体の取扱を行い、１０月１２日に中性子源２体、１３日から１１月３日まで内側炉心燃料１０８体の移送を行った。その後も新燃料の移送を行いながら平成６年１月２８日から外側燃料の装荷を実施し、４月５日に１６８体で初臨界を達成し、５月２０日１９８体の初期炉心構成を完了した。その後、出力分布試験のために試験用集合体約６０体を炉心とＥＶＳＴ及び燃料検査槽との間で移送運転した。

出力分布試験後、燃料装荷で炉心からＥＶＳＴへ取り出した模擬体のうち４体を洗浄し、平成７年２月にも模擬体５０体を洗浄処理して燃料池へ移送した。４月には次の燃料交換に備えて制御棒１９体をＥＶＳＴへ移送し、ＥＶＳＴのドアバルブ６連化工事が終了した後、８月から１１月にかけて模擬体１４４体の洗浄処理運転で使用した。

１１月下旬にＥＶＳＴへ新燃料２４体を移送した。

3.3.2 燃料出入設備の保守実績

・平成４年度	本体Ａグリッパ，グリッパ駆動装置	分解点検
	本体Ａドアバルブ	分解点検
	本体Ａコフィン，可動ブロック	開放点検
	走行台車駆動部	簡易点検
	冷却装置本体Ａ直接冷却系出入口弁(2台)	分解点検
・平成５年度	本体Ｂグリッパ	分解点検
	本体Ｂドアバルブ	分解点検
	本体Ａグリッパ，グリッパ駆動装置	分解点検

	冷却装置　電動弁，空気操作弁(9台)	分解点検
	本体Ｂ直接冷却系弁(1台)	分解点検
	走行台車給電装置	簡易点検
・平成６年度	本体Ａグリッパ，グリッパ駆動装置	分解点検
	本体Ａドアバルブ	分解点検
	本体Ａコフィン，可動ブロック	開放点検
・平成７年度	本体Ａグリッパ，グリッパ駆動装置	分解点検
	本体Ａドアバルブ	分解点検
	本体Ａコフィン，可動ブロック	開放点検

3.3.3 燃料出入設備の運転、保守における特記事項

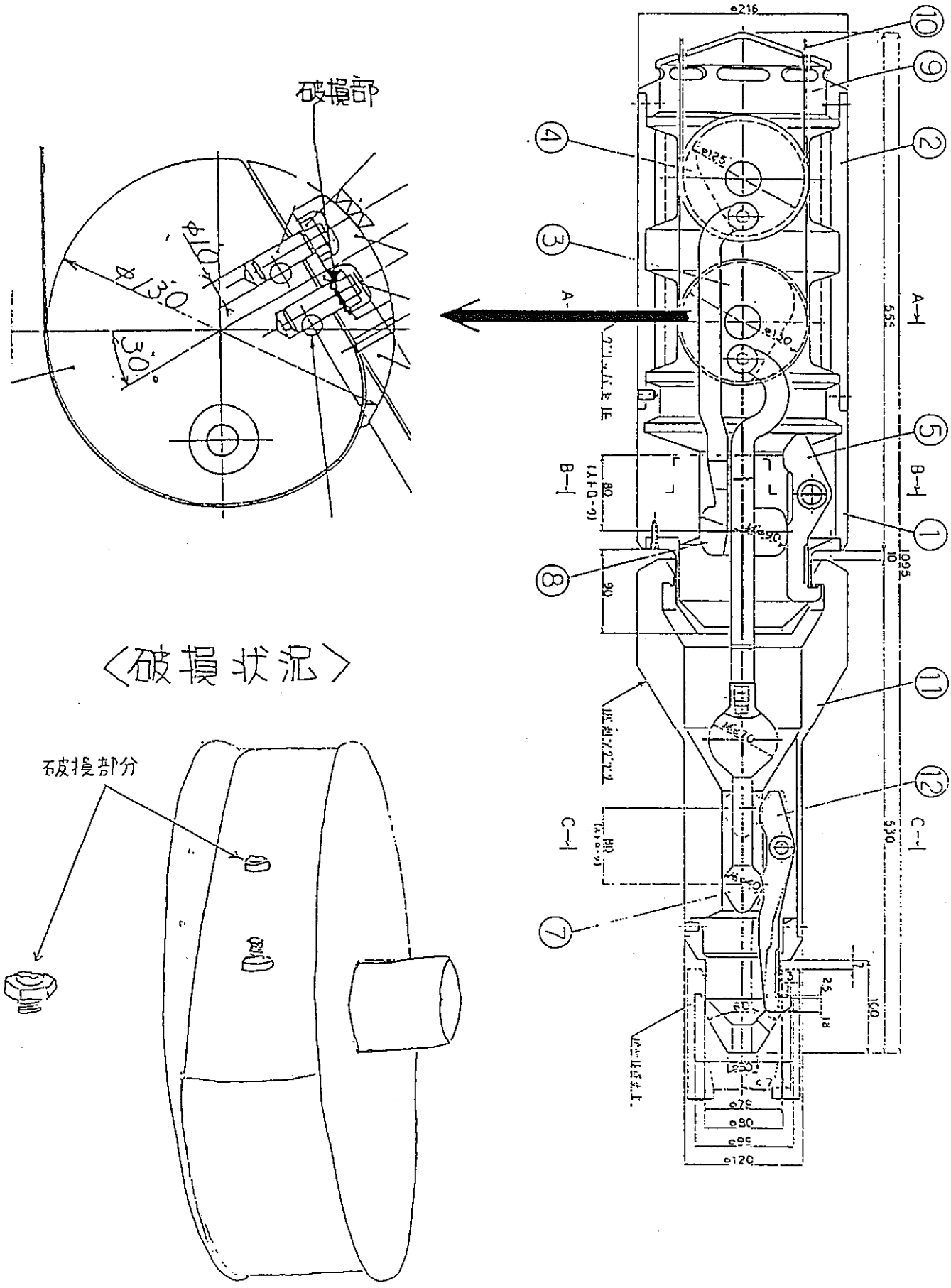
（１）Ｈ４年度点検（Ｈ４年８月）

ＴＫＳ，ＳＫＳでの使用実績が多かった（約２３０体）ことと引き続いて次年度の燃料装荷のためにＥＶＳＴへの新燃料移送で使用することから本体Ａについて分解点検を実施した。点検結果は概ね良好であったが、グリッパのテープ固定金具を分解時にテープ固定ボルトが破損（８本中１本）していた。原因はグリッパ洗浄時のＮａ水反応によるアルカリ脆化により破損したものと推定される。対策としてボルトの材質を高張力鋼からインコネル718 に変更した。

第3.3-1 図にテープ固定ボルト破損状況を示す。

グリッパ昇降テープの固定部付近にポンチ傷があった　ことから、念のため一式新品に交換した。

また、グリッパ駆動装置の点検復旧後の作動試験において、グリッパ昇降動作を行ったところ　グリッパ上上限の警報が復帰しない事象が生じた。上限バックアップ装置を取り外して調査したところ、リミットスイッチの摺動部に酸化Ｎａが付着しリミットスイッチが押し込まれた状態のままとなっていた。リミットスイッチを新品に交換するとともに今後の対策として次回点検時に、Ｎａベーパの付着予防のためカバーを取り付けることとした。



第3.3-1 図　　テープ固定ボルト破損状況

（２）改良型ドリップパンの製作（平成５年２月～３月）

本体Ａドリップパンを洗浄する際に、ＥＶＳＴでドリップパン内のＮａのドレン抜きを行うが、当初製作して納入されている１０体のドリップパンには約２５０ccのＮａが残留することがＳＫＳの結果から明らかになっており、ドリップパンの洗浄性及び乾燥の上から残留Ｎａの低減化が課題となっていた。

その対策として底面形状の変更についての提案があり、種々の形状について検討し、形状を模擬して水によるサイフォン試験を実施して残留水の測定を実施した。

試験の結果、残留水の最少は約６５CCで、底部外周に傾斜した溝を設けた形状のものであったが、製作に放電加工を必要とすることからコスト高となる。このため製作性を考慮して残留水が約９５CCだった底部外周に溝を設けた形状のものを採用することとし４体製作した。今回の製作の際に合わせてハンドリングヘッドのリングの補強を行うこととし、３本の支柱を６本にした。これにより残留Ｎａは従来の約１／３に低減され、洗浄性等の向上が図られた。サイフォン試験結果を次表に示す。

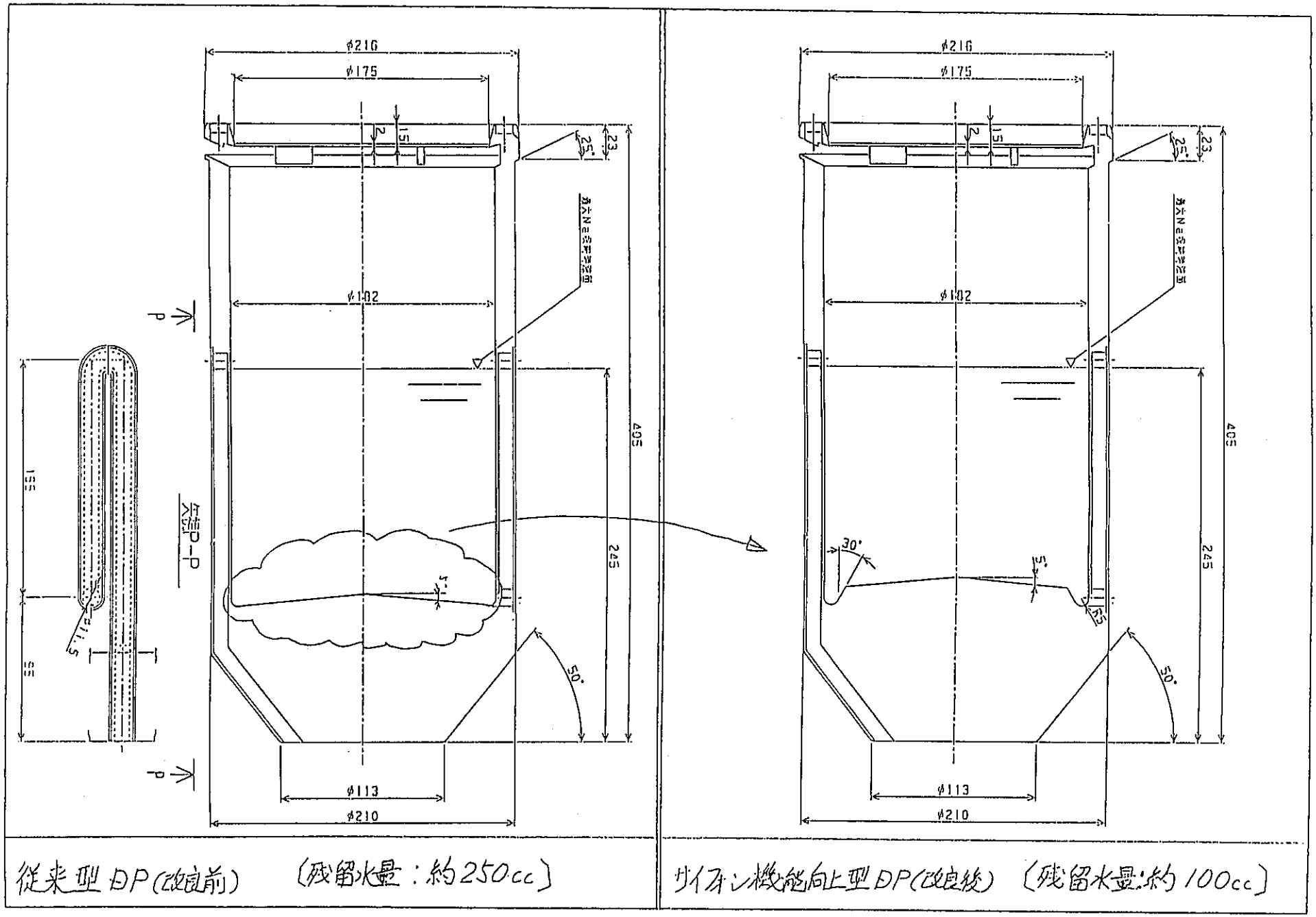
サイフォン試験結果　〔cc〕

底部の形状	平均残留水量	理論残留水量
現状の形状	約２５５	約２９０
底部外周に溝を設けた形状	約　９５	約１１５
底部外周に傾斜した溝を設けた形状	約　６０	約　７０

この他にも底部の形状を①底部斜面の角度を変えた物　②孔部のみに窪みを設けた物③底部中央を低くした物で試験を行った。

第3.3-2 図に従来型とサイフォン機能向上型ドリップパン比較図を示す。

第3.3-2 図　　従来型とサイフォン機能向上型ドリップパン比較図



（3）ドリップパンのサイフォン機能向上試験（平成5年4月）

改良型ドリップパンの製作時に、更に残留水量を低減できるドリップパンの底部形状について検討したが納期の関係で試験はできなかったことから、更なる残留水の低減に向け引き続いて試験を実施した。

試験の結果、いずれも本体A改良型ドリップパンに採用したものより残留水量が更に少ない結果が得られた。特に「サイフォン孔部に縦穴を設け周囲に傾斜を付けた形状」が残留水量が最少で約５０CCだった。これはサイフォンが切れた時のサイフォン通路の容量であり、この量以下にはならないものと思われる。但し、この値のドリップパン形状にするには、製作時の加工に手間がかかる（コスト高）。

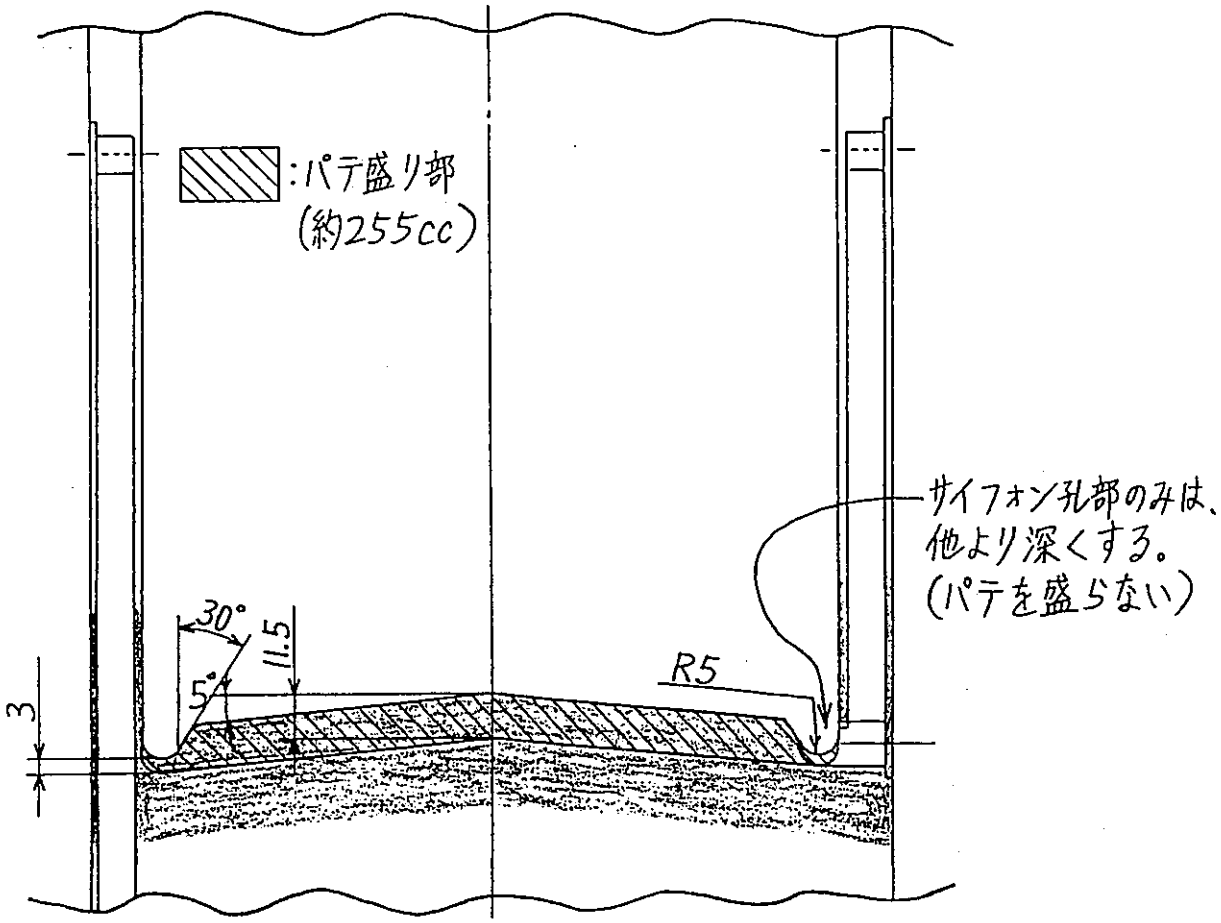
製作性を損なわない範囲で残留水が約６３ccと低減効果が大きかった「底部外周に浅い溝を設けた形状」を今後製作する場合は採用すべきである。

なお、出力分布試験時に交換が必要となる燃料検査槽ドリップパンの交換用を製作することとなり、交換用の検査槽ドリップパンにサイフォン機能を向上させた底部形状を採用した。

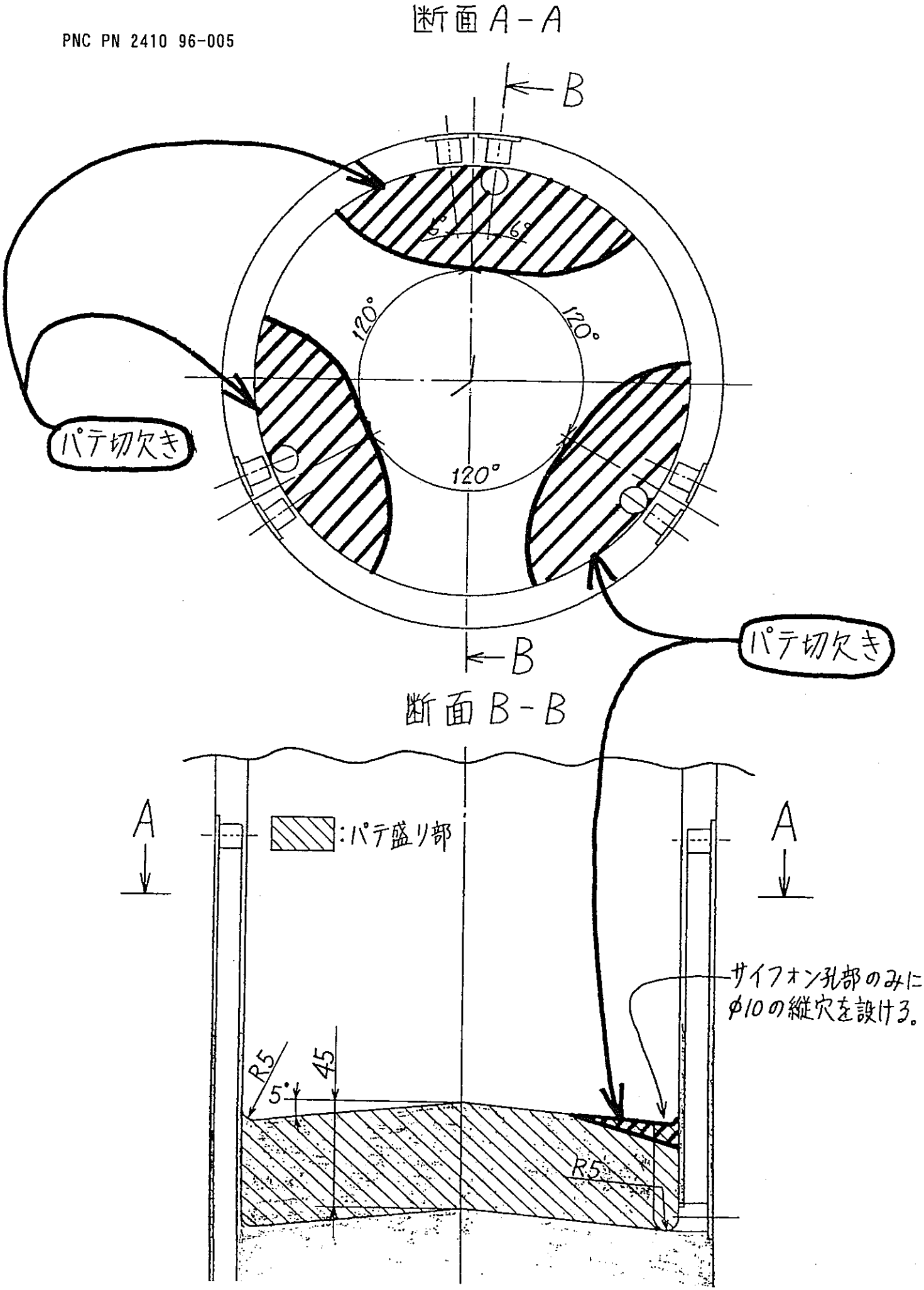
第3.3-3 図に底部に浅い溝を設けた形状、第3.3-4 図にサイフォン孔部に縦穴を設け周囲に傾斜を付けた形状を示す。

サイフォン機能向上試験結果　〔cc〕

底部の形状	平均残留水量	理論残留水量
底部外周に浅い溝を設けた形状	約　６３	約　９５
ｻｲﾌｫﾝ 孔部に縦穴を設け周囲に傾斜を付けた形状	約　４７	約　５０
サイフォン孔部を最も低くした斜面形状	約　５１	約　６５



第3.3-3 図　　底部に浅い溝を設けた形状



第3.3-4 図　　サイフォン孔部に縦穴を設け周囲に傾斜を付けた形状

（４）走行台車走行積算距離計設置（Ｈ５年４月）

走行台車のメンテナンスの定量的な目安を知ることとＰＲの目的で、走行距離メータを設置した、燃料出入設備の運転で走行ストロークを測定して、床設備の取り合い位置を検知しているが、その走行ストロークを積算する装置を追加した。

設置してからＨ８年３月末までの走行距離は約５８Kmにおよび、この間、燃料装荷開始～初臨界まで(H5/10～H6/4) で約17Km, それ以降出力分布試験中(H6/4 ～9)に約17Km、模擬体処理を行った期間(H7/2 ～11) に約13Kmそれぞれ走行している。

（５）Ｈ５年度（燃料装荷前）点検（Ｈ５年５月）

Ｈ４年度点検以降、１２１体の新炉心構成要素をＥＶＳＴへ移送した。ＳＫＳおけるＮａ中での取扱実績としては約５０体だったことから、取扱体数の増加の影響確認と今後予定している燃料装荷を支障なく実施することを目的に本体Ａの点検を行った。

点検結果は、使用状況が主にＥＶＳＴ移送だったことからグリッパの約半分しかＮａ中に浸漬しなかったため、駆動装置へのＮａの付着量は少なかったが、ドアバルブについては、ケーシング内部に付着があり、特にグリッパ通過穴周辺に集中して付着していた。

前回点検時に発生したリミットスイッチ動作不良の対策として、カバーの取付を行うとともに予防保全のためリミットスイッチを交換した。

点検工程短縮のため点検架台に追加架台を取り付けた。これにより点検歩廊の取り外しがなくなり、４日短縮できた。

（６）燃料装荷中グリッパ下降動作停止（Ｈ５年１１月）

11月 2日の１体目の燃料装荷において、燃料出入機がＥＶＳＴ上で新燃料をつかむためグリッパを下降させたところ、ストローク約1000mmで「本体Ａグリッパ昇降異常」（荷重低）警報が発生し、下降が停止して「燃料出入設備連動運転渋滞」となり自動化運転が除外となった。

状況を調査したところ、荷重値が通常の約半分の40Kg程度になっていた。その原因として考えられることは、グリッパを吊って昇降しているテーブに付着するナトリウムを

かき落とすためのスクレーパがコフィン内の上部に設置されているが、これまで約130体ＥＶＳＴと炉心との間で取り扱っており、燃料装荷体数の増加に伴いスクレーパ部に付着したＮａが増大し、一部固着してグリッパ下降時のテープ摺動抵抗を増加させたものと思われる。

コフィン上部ヒータ設定温度 180℃を 220℃に変更して、手動でグリッパを徐々に下降させ、下降が確認できたので燃料検査槽に移動し、そこで下降、上昇操作を繰り返したところ、荷重値がほぼ通常の値に回復した。11月３日にも同様な事象が発生した。

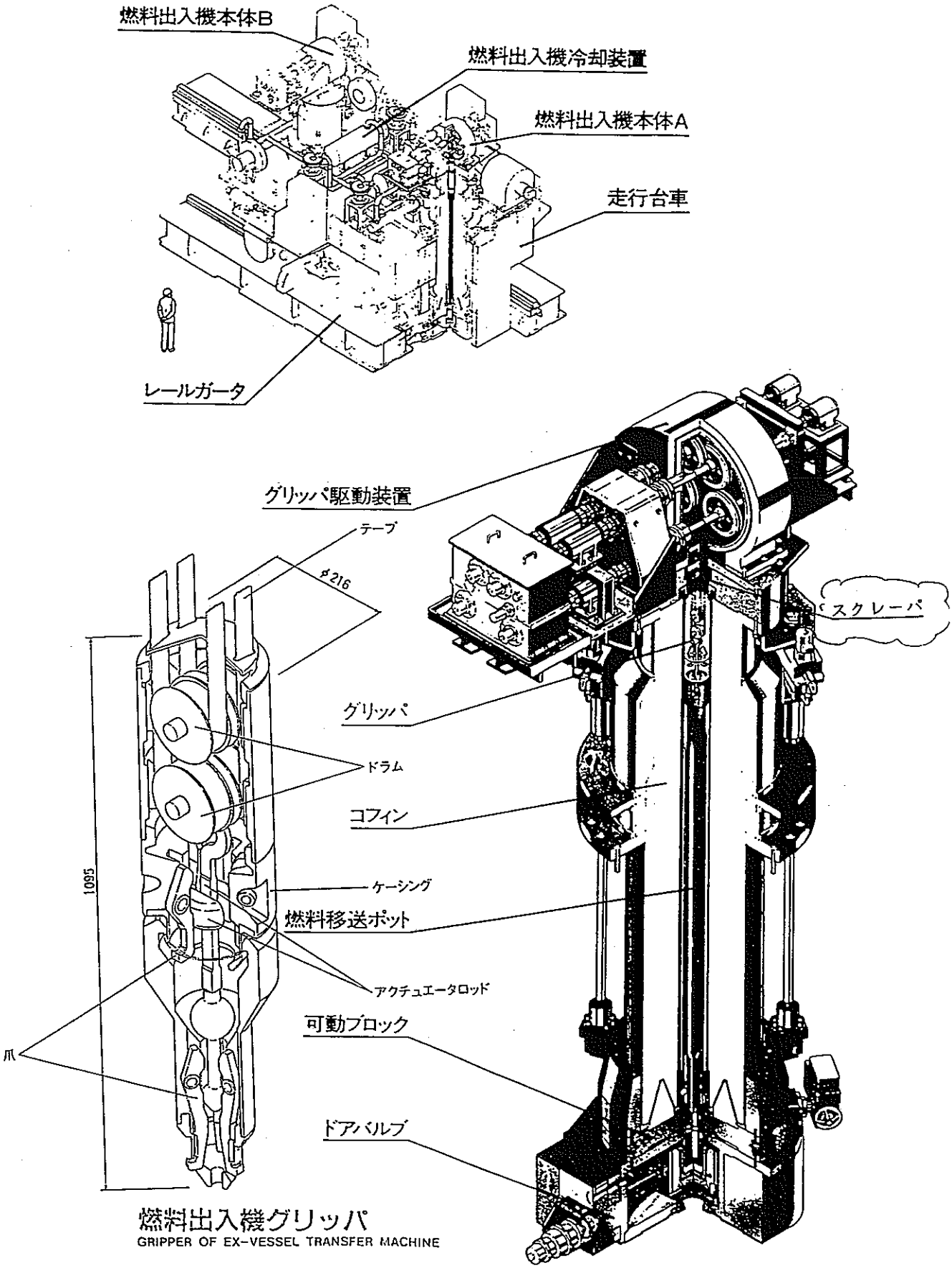
今回の事象は燃料装荷時に前兆はあった。それは装荷中の燃料出入設備の異常監視のため昇降トルクを仮設レコーダに記録しており、装荷体数の増加に伴いEVSTで新燃料をつかんでグリッパを上昇した時に上限付近でトルク値が一時的に増大することが時々認められていた。また、10月16日（通算20体目）の１体目を開始した直後、グリッパ昇降異常の警報が発報したことがった。（但し、グリッパの下降は停止しなかった。）

EVSTへの新燃料移送時に発生しなかったのは、EVSTへ移送した際にグリッパはＮａ中に浸るものの昇降テープはレベル的にアルゴンガス中になるため、Ｎａが付着することがなく、従ってスクレーバへのＮａの付着もほとんどなかった。（Ｈ５年度点検時に目視確認済み）

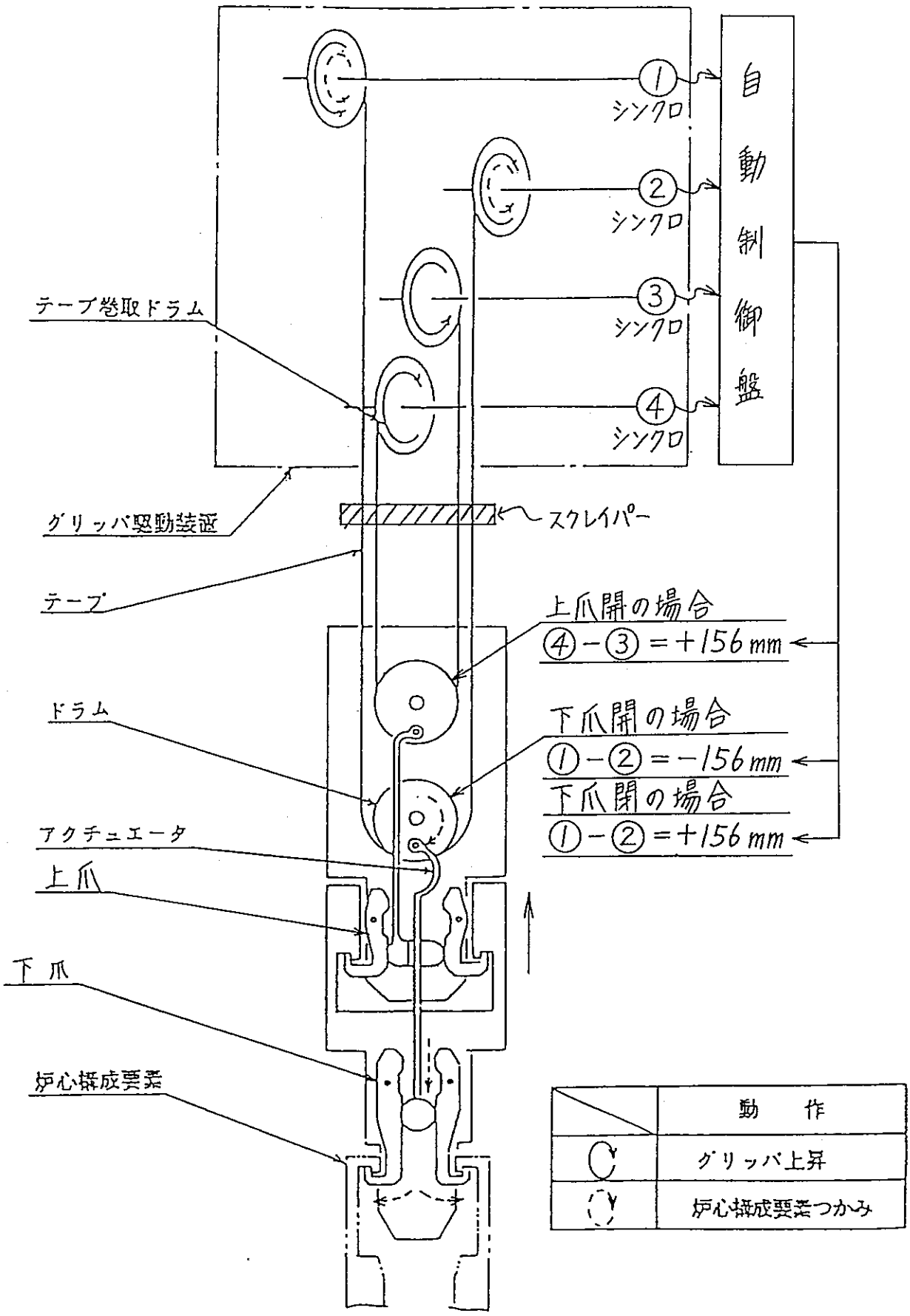
一方、燃料装荷においては、炉内中継装置で燃料移送ポットの受渡しを行うが、その時、テープが約５ｍほどＮａ中に浸るためグリッパを上昇した際に、テープに付着したＮａはスクレーバでかき落とされるが、今回の場合、スクレーパに付着したＮａが固着し昇降時のグリッパ等の荷重の関係（１体目の下降時のみ上限からグリッパのみの荷重）から下降トルクが低下し停止したものと推定される。

11月３日に内側炉心燃料装荷を終了したが、Ｈ６年１月から外側炉心燃料装荷を予定しており、また、臨界後も引き続いて初期炉心構成、出力分布試験で燃料出入設備はフル稼働になることから、外側炉心燃料装荷前に点検を行うこととした。

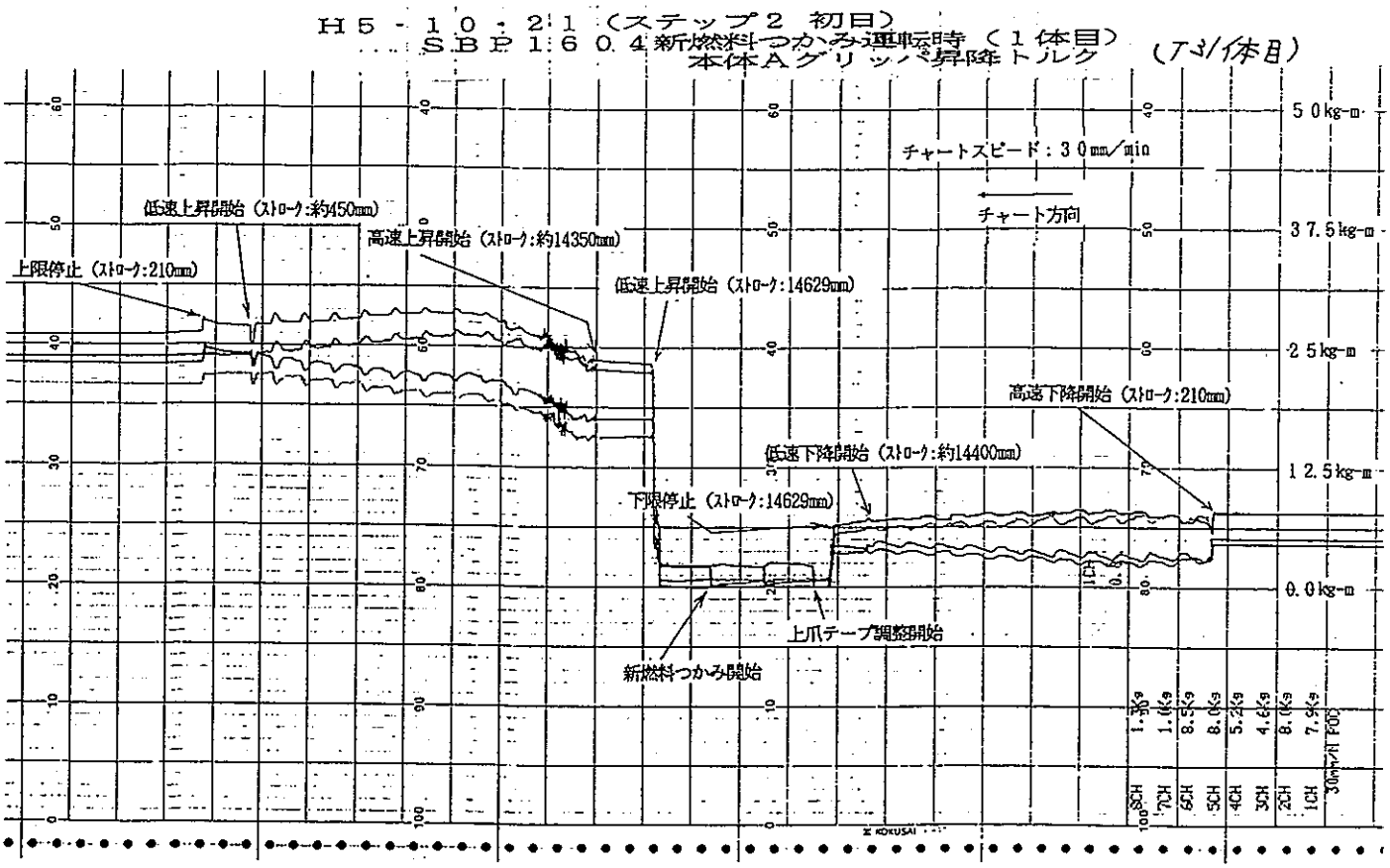
第3.3-5 図に燃料出入設備、第3.3-6 図に本体Ａグリッパ駆動原理図、第3.3-7 図に新燃料つかみ運転時本体Ａグリッパ昇降トルク比較図、第3.3-8 図に燃料交換時の本体ＡテープＮａ中浸漬ストローク、第3.3-9 図にグリッパ及び昇降テープへのＮａ付着状況、第3.3-10図にスクレーパを示す。



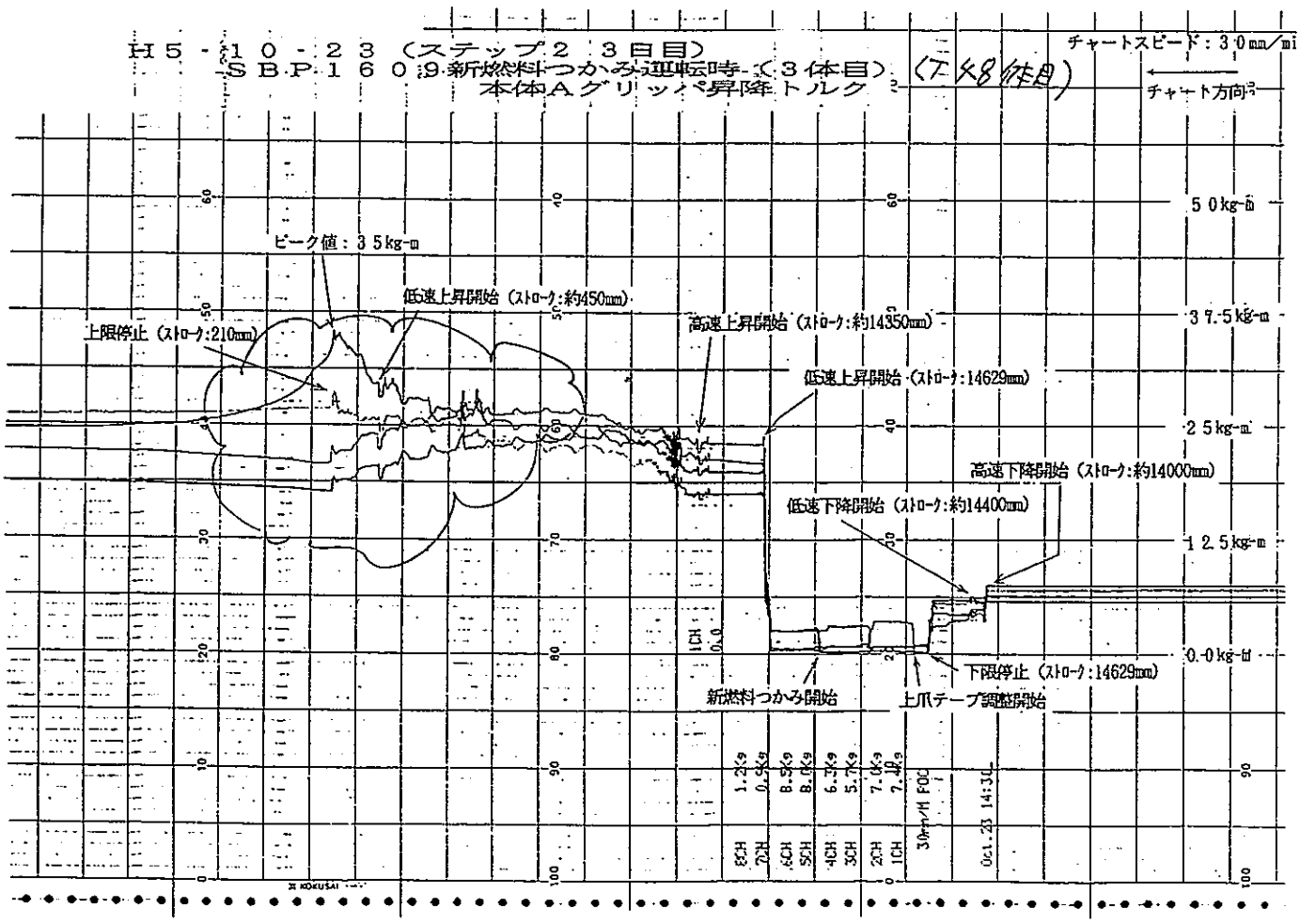
第3.3-5 図　燃料出入設備
EX-VESSEL TRANSFER MACHINE

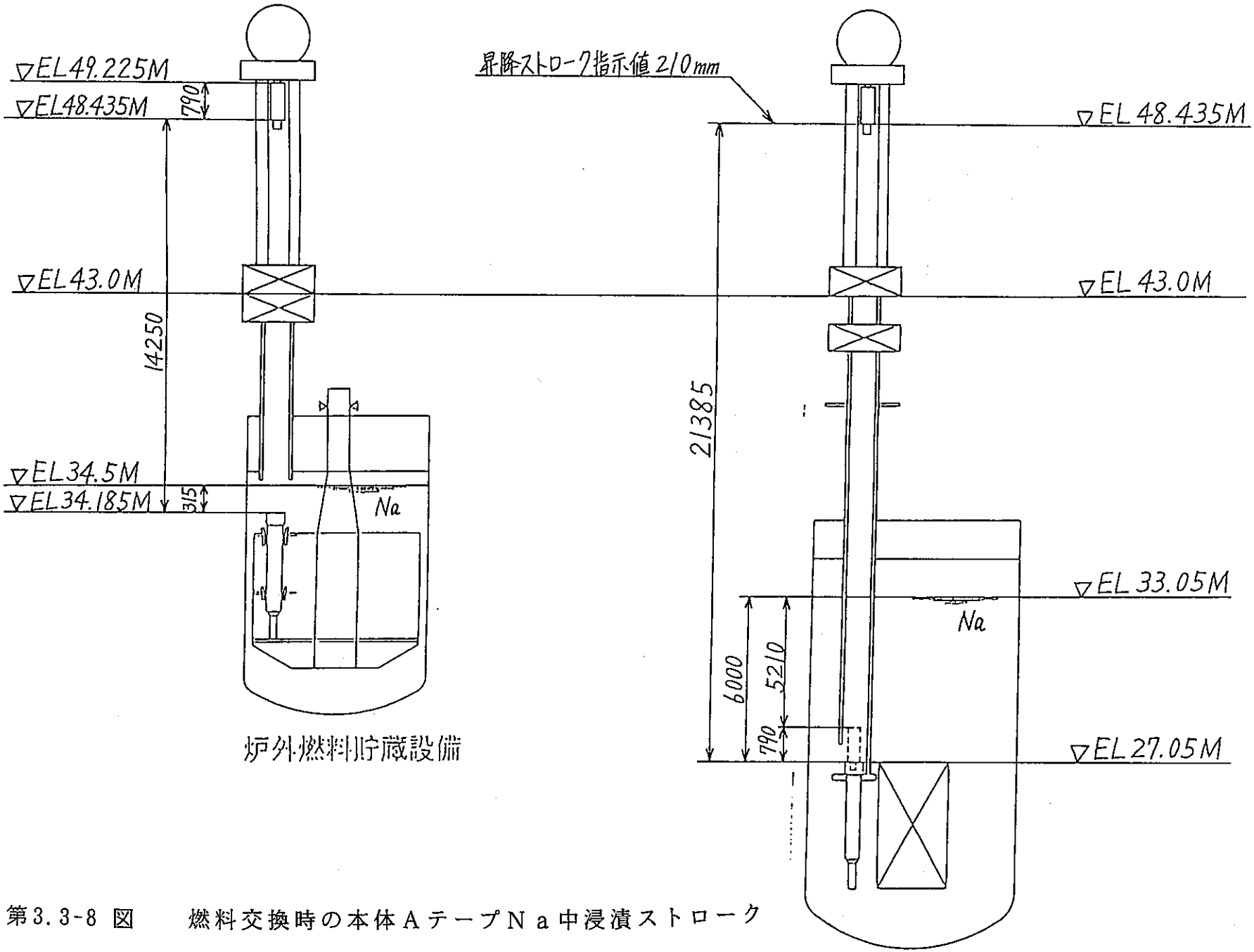


第3.3-6 図　　本体Aグリッパ駆動原理図

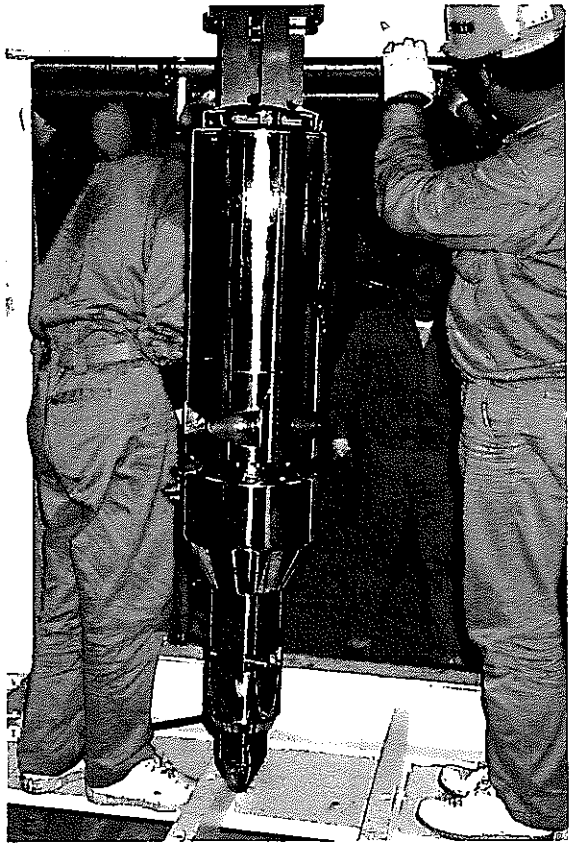


第3.3-7 図　　新燃料つかみ運転時本体Aグリッパ昇降トルク比較図

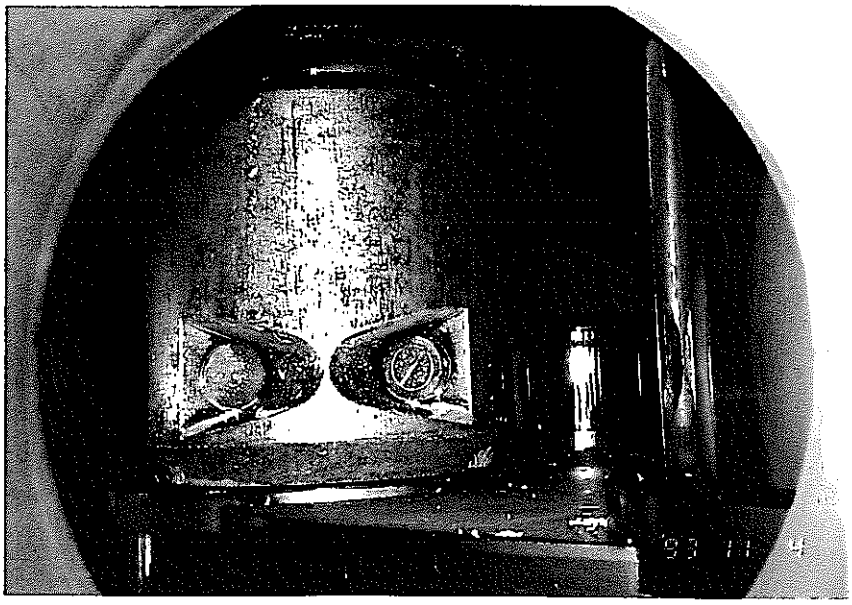




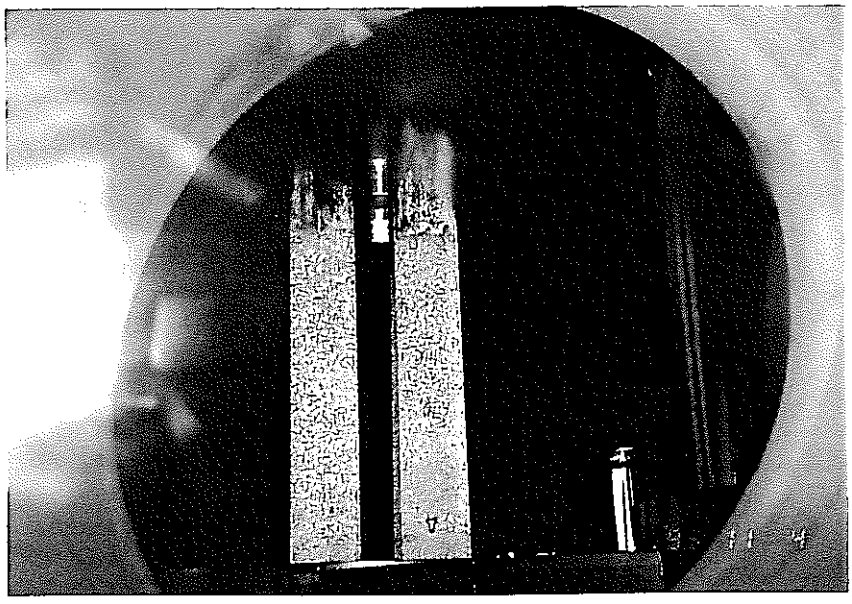
第3.3-8 図　燃料交換時の本体Aテープ Na 中浸漬ストローク



△ グリッパ，アダプタ組合せ状況（点検時）

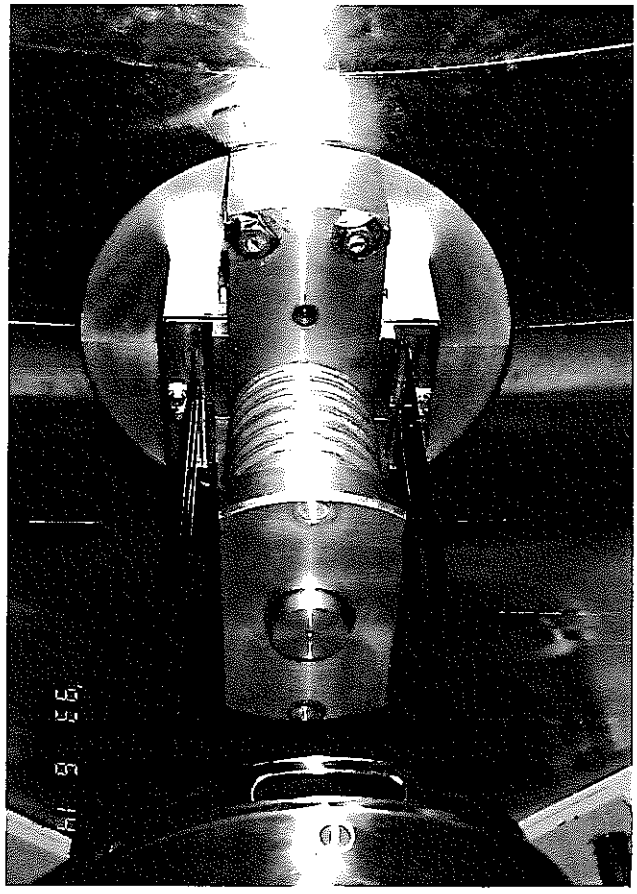


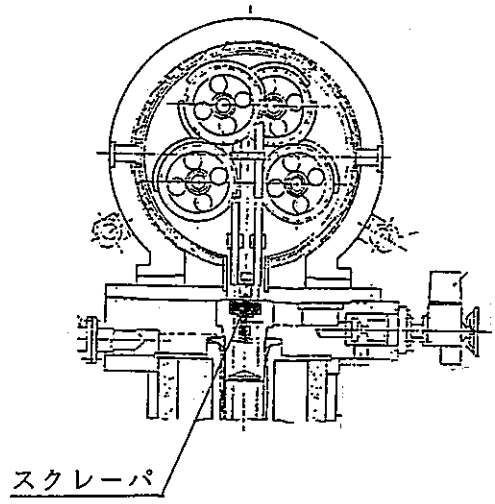
△ グリッパ（Ｎａ付着状況）



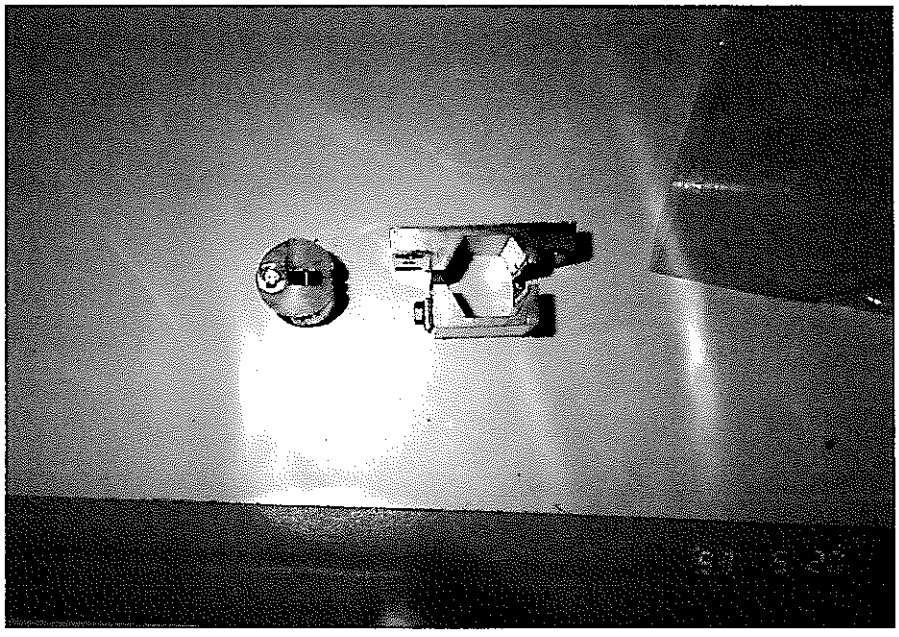
△ 昇降テープ〔上爪用（左）〕

第3.3-9 図　　グリッパ及びテープへのＮａ付着状況





△　スクレーパ昇降駆動装置取付状態



△　スクレーパ（左），スクレーパケーシング

第3.3-10図　　スクレーパ

（7）本体Ａグリッパ駆動装置点検（Ｈ５年12月）

本体Ａグリッパ駆動装置について分解点検を実施した。点検の結果、スクレーパ部は予想していた以上に内部にＮａ（約360g）が詰まっていた。また、ケーシング内の下部にもかなりの量（約140g）のＮａが堆積していた。これはスクレーパにＮａが詰まり、機能低下が生じたため、駆動部内までＮａが持ち込まれ、テープに付着したＮａが、ドラムに巻き取られる時に押し出されるようにしてケーシング下部に滴下したものと思われる。第3.3-11図に対策前Ｎａ付着状況を示す。

Ｎａ付着状況から、その原因を検討すると①スクレーパ部の温度が低いことが考えられる。②スクレーパのＮａドレン性が悪い。

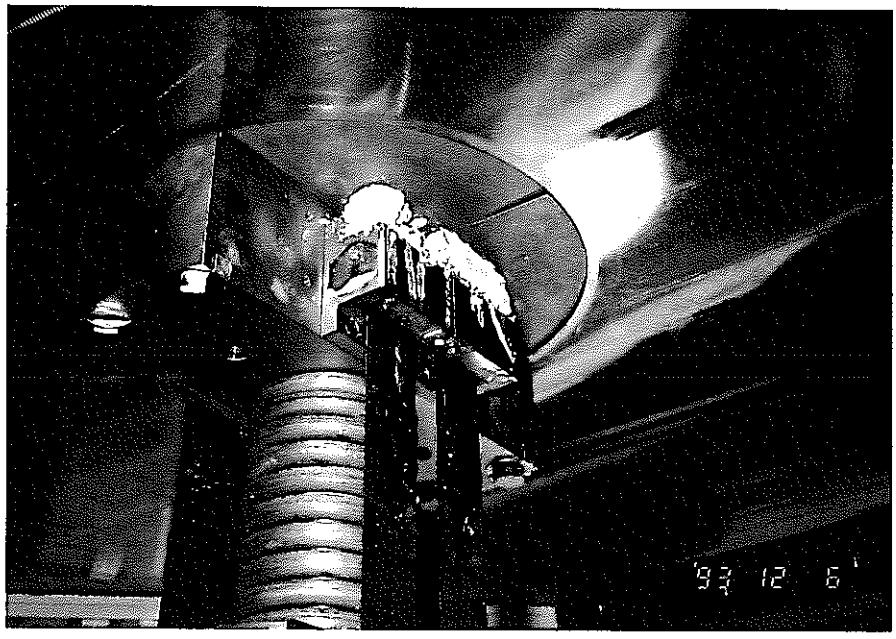
そこで対策として①コフィン及び駆動装置接続フランジに放熱抑制のためのヒータを設置する。②Ｎａドレン性向上を図ったスクレーパとする。改造を行った。

ヒータ追加においては、スクレーパの温度を確認できるよう、仮設の測温抵抗体を設けた。ヒータ電源投入前のスクレーパの温度を測定したところ、約50℃であった。このことから、スクレーパの温度が低かったことにより、スクレーパに掻き落としたＮａが付着、固化してスクレーパの機能を失わせテープ昇降時の抵抗を上昇させてグリッパ下降停止に至ったことが明らかになった。

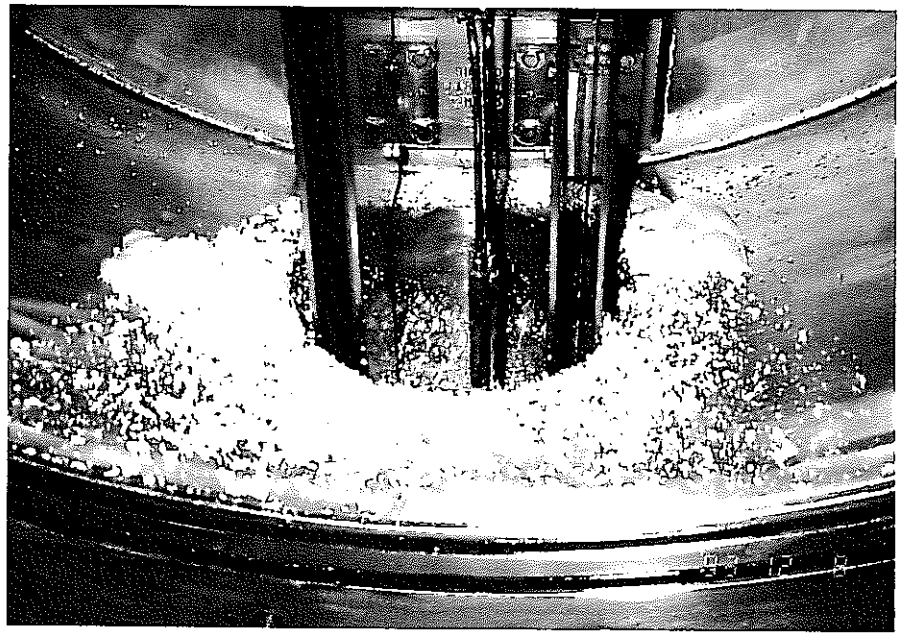
ヒータ設置によりスクレーパの温度をＮａの融点に余裕をみて、110 ℃以上を確保することとし昇温試験を行ったところ、115 ℃となり付着したＮａが固着ことはない。

また、スクレーパについては、スクレーパ及びスクレーパケースにＮａドレン用穴を設け、スクレーパケース上面に傾斜を設ける。また、スクレーパ上部にカバーを設置し駆動装置からの滴下Ｎａがスクレーパに落下することなく、コフィン内に落ちるよう山形のカバーを取り付けた。

第3.3-12図にスクレーパ構造図、第3.3-13図にヒータ及び保温材の設置を示す。

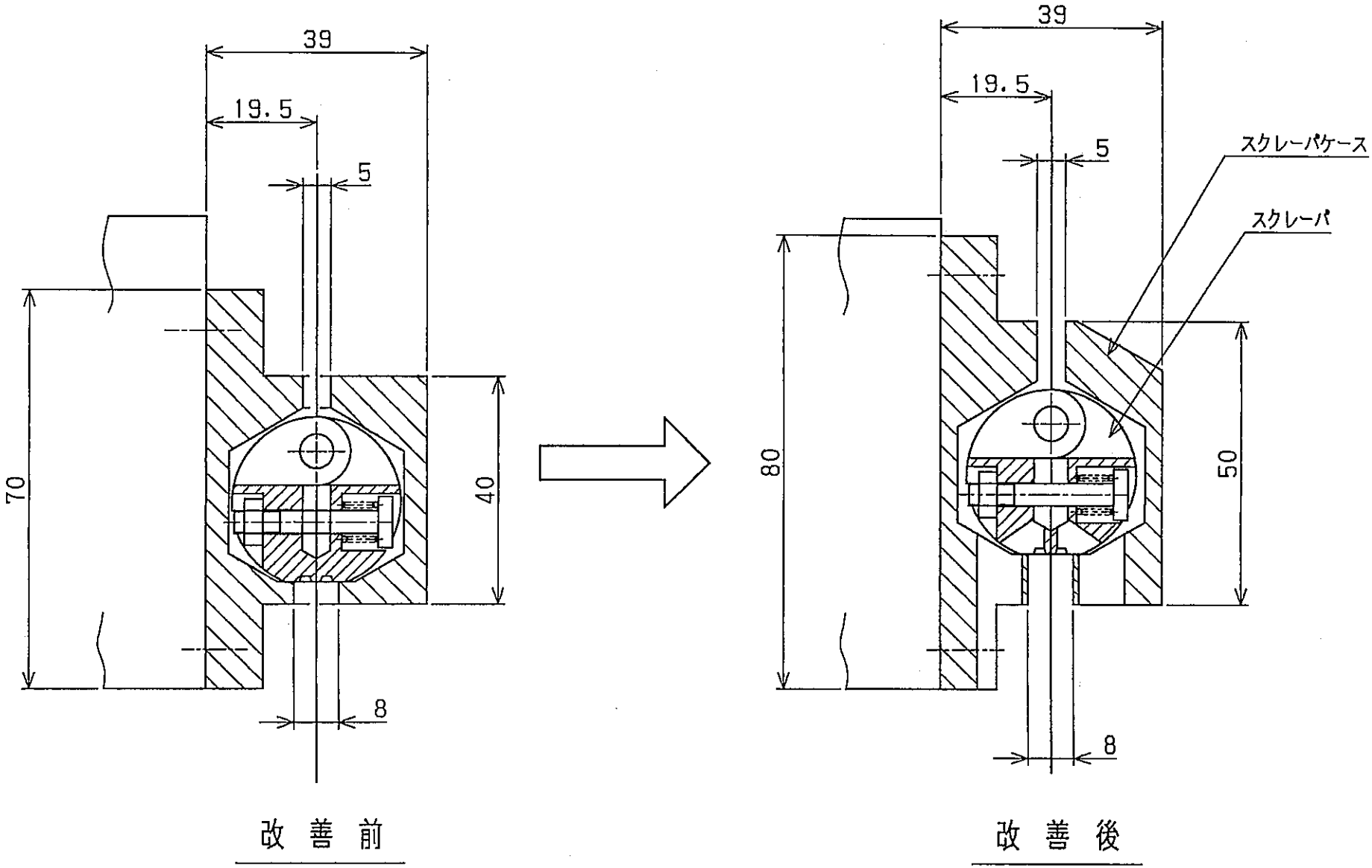


△　スクレーパ部（Ｈ５年度の対策前）



△　駆動装置内面（Ｈ５年度の対策前）

第3.3-11図　対策前Ｎａ付着状況



第3.3-12図　スクレーパ構造図

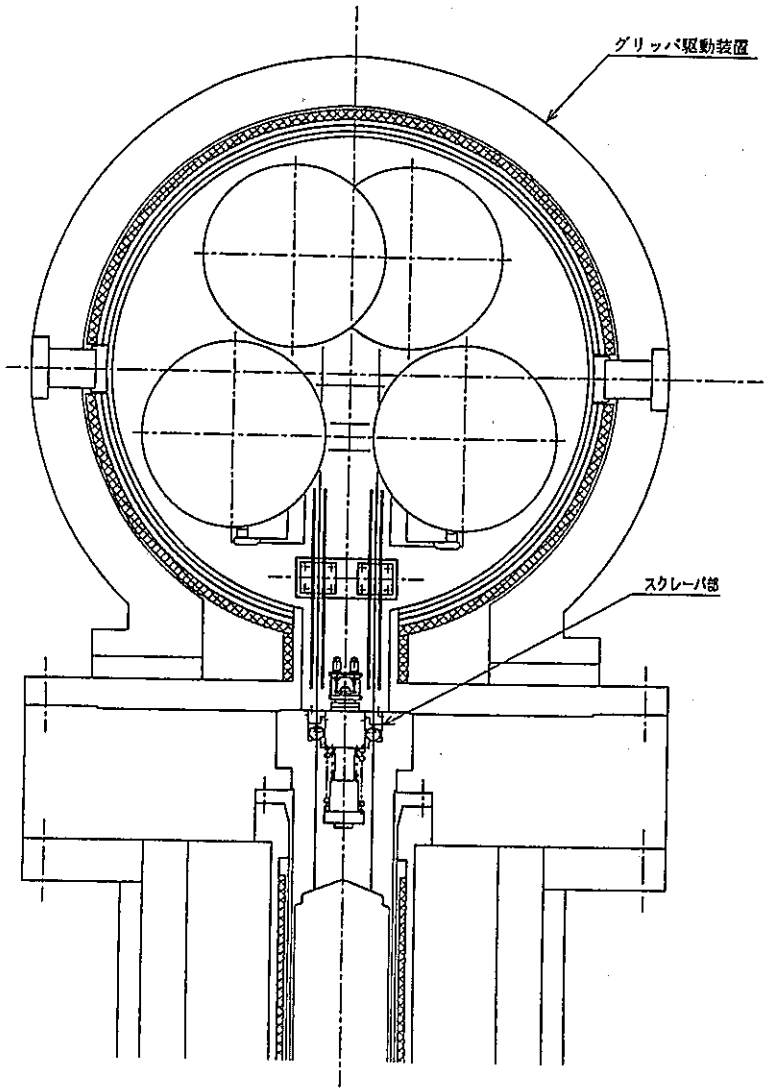
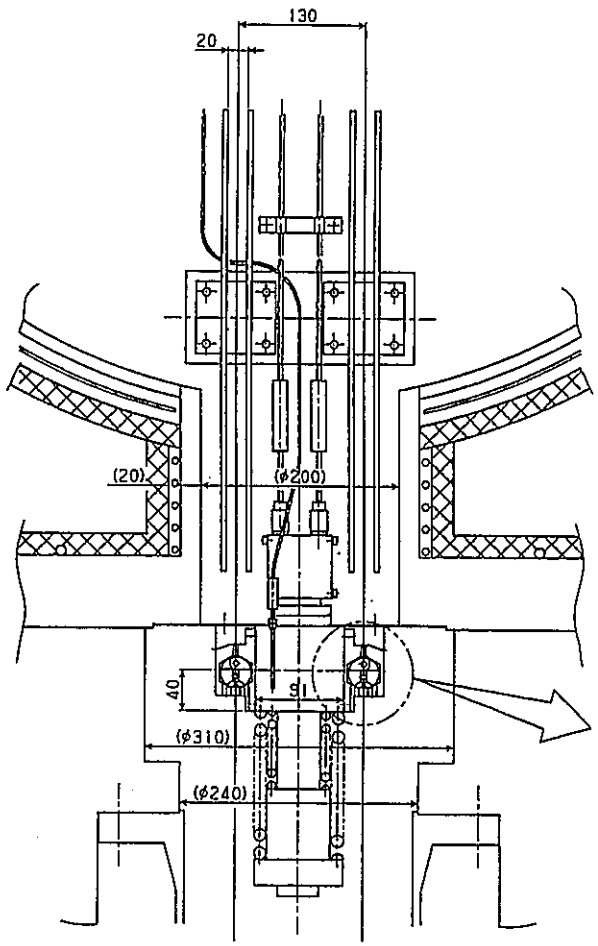
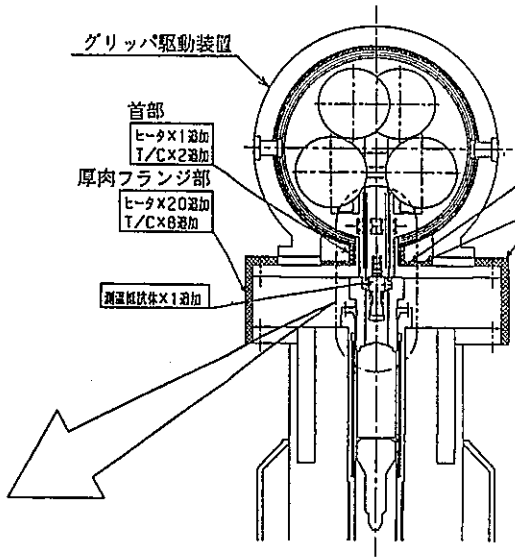
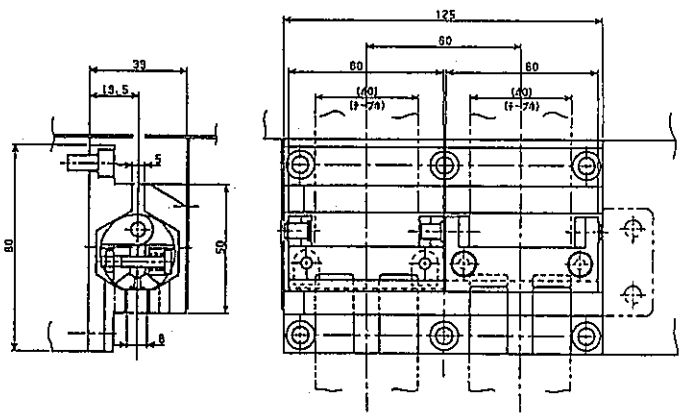


図-2 ヒータ及び保温材の設置（改善前）





スクレーパ詳細図



第3.3-13図 ヒータ及び保温材の設置（改善後）

（８）Ｈ５年度点検下期分（Ｈ５年12月）

燃料出入機本体Ｂは、平成３年４月の据付後、ＳＫＳ等で使用しており初期状態を確認することを目的に点検した。燃料装荷で燃料出入機を使用することから工程上、全分解はできないことから、駆動装置に比べ湿分の影響が懸念されるドアバルブについて分解点検を実施した。ドアバルブはこれまでに約 150回開閉を行っている。

点検の結果、セルフロック座等のステンレス鋼以外の材料の接触部に錆の発生が認められた。ドアバルブ内が湿度の高い空気雰囲気にあるため、温度変化で結露し錆を発生させたものである。但し、分解前の作動試験において、特に異常は認められていない。

（９）本体Ａドリップパンの Ｎａ抜き不良（Ｈ６年２～５月）

本体Ａドリップパンは、燃料等の移送に伴って滴下するＮａを受けるもので設計上燃料移送ポット取扱時は70体(35 燃交分）、燃料処理運転で集合体を取扱う時は12体ごとに取り替えることとしている。取り替えたドリップパンは燃料交換または燃料処理運転が終了した段階でドリップパンをEVSTへ移送しＮａ中へ浸漬し引き上げる際にドリップパンに設けてあるサイフォンラインから内部のＮａを抜いた後に共通保修設備燃取機器洗浄槽に移送してＮａ洗浄を行った後、再使用することとしている。燃取機器洗浄槽ではこれまでドリップパン（ＤＰ）を一個づつ洗浄することとしていたが、窒素ガス、蒸気、脱塩水等を使用することから一個毎の洗浄は無駄が多い。このため、３個を一度に洗浄できるように改造を実施し、複数体洗浄が可能であることが確認できたことから、燃料装荷以降は３個洗浄を行うこととした。

ＤＰの３体洗浄に際し、ＥＶＳＴでＮａドレン抜き後、ＤＰ内の残留Ｎａ量を確認するためＤＰを燃取機器洗浄槽に挿入する前にグリッパ交換装置でドレン状況を観察したところ、１個についてドレン抜きがほとんど行われていない状況が確認されたことから、ドレン抜きが確認できた２体について同時洗浄した。ドレン抜きができなかったＤＰはＥＶＳＴのＮａ（約200 ℃）中に約１ケ月放置して取り出して見たところ、ドレン抜きが確認できた。

初期炉心構成を終了した後（５月）にも３個の内１個にドレン抜きが不良のものがあった。これについてもＥＶＳＴでドレン抜きを行ったが、有意なＮａの排出が確認され

るまで4回にわたり、ＥＶＳＴとグリッパ交換装置の間を往復し、２日かかってドレン抜きを確認し燃取機器洗浄槽で洗浄した。

ドリップパン洗浄は、ＥＶＳＴと検査槽との間で溶解返還を行った後、燃取機器洗浄槽に移送して洗浄を行う設計となっているが、上述したような状況が確認されたことから今後のドリップパン洗浄においてもグリッパ交換装置で残留Ｎａ量を確認してから、燃取機器洗浄槽に移送しないとドリップパン及び洗浄槽等の損傷事故を起こす可能性があり、ドレン抜き状態を確認しながらドリップパンのサイフォン管の改善等を検討する必要がある。

(10) 走行トルク高（Ｈ６年５月）

出力分布試験中に試験用集合体を移送中、走行トルク高の警報により燃料出入機の運転が停止した。ＣＲＴにより走行トルクを見たところ、トルク値がこれまでになく、変動していおり、現場を確認しても干渉した形跡がないことからトルク検出器を調査したところ、検出器内部にカーボンブラッシュの粉が飛散している状況が確認された。そこで飛散した粉を掃除機により除去し、走行試験を行ったところ、トルク値は下がり異常なく走行した。しかしながら、燃料出入設備は燃取設備の中でも最も稼働状況の厳しい機器であることから、再発防止対策として、トルク検出器を接触式から非接触式に変更することとし、Ｈ７年３月に非接触式への改造を実施した。

(11) グリッパ駆動装置軸シールの漏えい増加（Ｈ６年７月）

本体Ａは、炉内接続時のブローダウン、ドアバルブ接続時のシール及び駆動装置軸シールのためにアルゴンガスを使用している。このアルゴンガスは燃料出入機に積載した３本のボンベにより供給しているが、出力分布試験で試験用集合体を炉内～EVST～検査槽間で移送運転時、燃料装荷時に比べてボンベの消費量が増加した。

調査した結果、駆動装置軸シールからの漏えい量が増加していることが判明した。今回の事象は昨年の内側燃料装荷時にも発生し、12月の点検時に軸シールを取り替えた経緯があったが、再発したことから根本的な対策を検討する必要がある。

対策について検討したところ、昨年の点検において軸にシール材との接触跡（傷ほど

深くない）が確認されていた。それが直接漏えいに影響するものではないと判断しているが、長期的（傷になった場合）には影響を与えることから軸の軸シール部について、ハードクロムメッキを次回点検時に実施することとした。

なお、本体Ｂの軸シール部については、同様に空気ボンベによりシールガスを供給しているが、使用頻度が少ないことによるものか、現状は問題が生じていない。

(12) 本体Ａドアバルブ全閉不良（Ｈ６年９月）

出力分布試験を終了した後から燃料出入機が開始されるまでの間に、燃料装荷で炉心からＥＶＳＴへ取り出した模擬体をＮａ洗浄して燃料池への搬出を12体計画した。ところが、処理運転を開始して２日目（9/22）の２体目を燃料洗浄槽に受渡した後、本体Ａドアバルブを閉としたが全閉の信号が得られず、渋滞タイマーで異常警報を発し燃料出入機の運転が停止した。

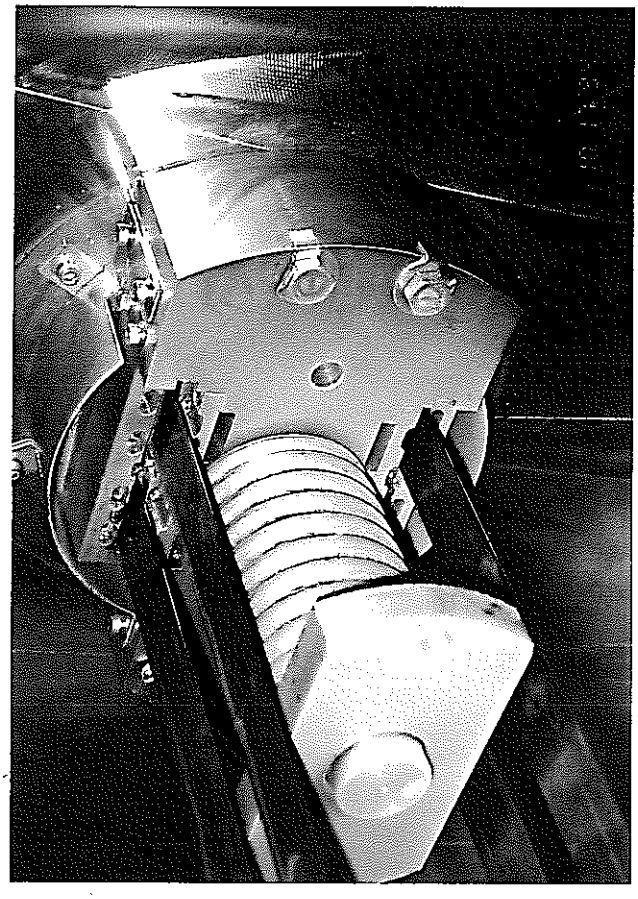
ドアバルブは、Ｈ５年６月に点検した以降、燃料装荷、移送、炉物理試験等で約 460 体の燃料等の取扱に使用している。これは１年間の取扱数の約半年分であるが、炉心とＥＶＳＴ間での取扱は約300 体行っており、約1.5 年分（３燃交分）に相当する。燃料交換運転の場合、炉内で燃料移送ポットの受渡しをする際に本体Ａグリッパテープが約5mＮａ中に浸漬することから、グリッパ上昇時に滴下するＮａがドアバルブのケーシング内に付着し、取扱体数の増加とともに堆積量が増加して作動性能に悪影響を与えたものと想定されるが、12月の点検時に詳細に調査することとした。

(13) 平成６年度設備点検（Ｈ６年10月）

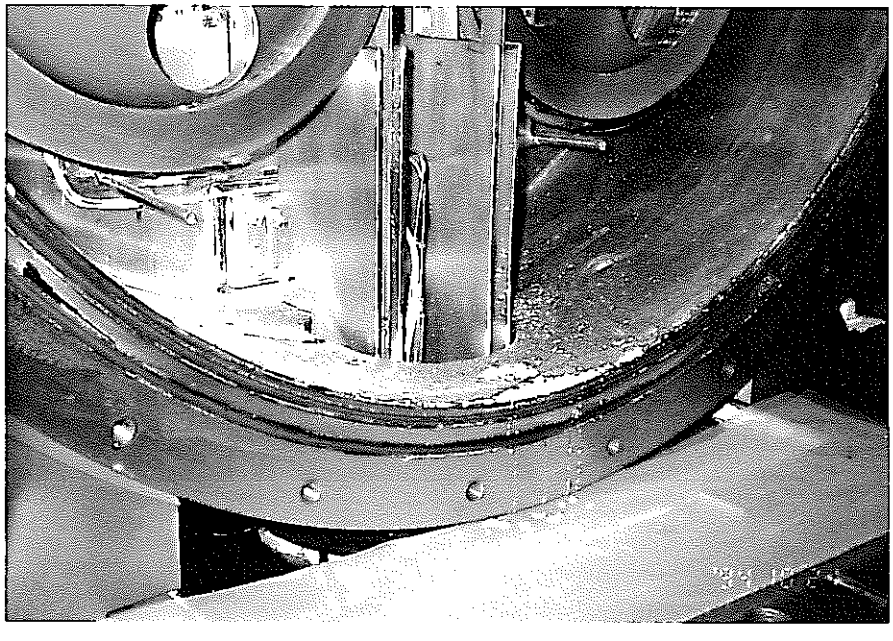
Ｈ５年12月の本体Ａグリッパ駆動部点検において、スクレーパ部のＮａ固化防止対策として、グリッパ駆動装置については接続部にヒータを追加し、また、スクレーパのドレン性向上を図る改造を実施したが、本体Ａ分解点検に際して、その効果を確認した。

また、ドアバルブについては、先の模擬体搬出運転時に動作不良が発生したことからその原因を究明しすることを重点に点検した。

点検の結果、スクレーパ部及び駆動装置ケーシング内ともほとんどＮａの付着がなく改造の効果が確認できた。第3.3-14図にスクレーパ部及び駆動装置内面状況を示す。



△　スクレーパ部（点検前）



△　駆動装置内面（点検前）

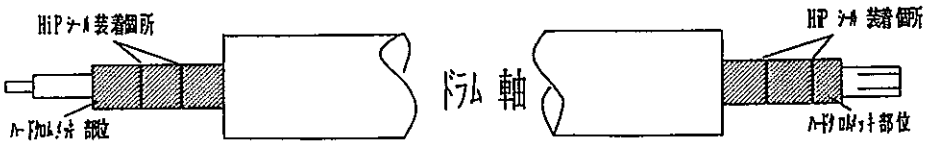
第3.3-14図　スクレーパ部及び駆動装置内面状況

ドアバルブについては、弁体上部とケーシング側面に多量のＮａ（約1.8 Kg）が確認された。弁体上部はケーシングとの隙間を埋めるように堆積し開閉時に干渉していた。特に弁体の先端部には閉止時にケーシングと接触しており、かつ、表面が酸化しているのが観察された。これらのことからドアバルブ閉動作不良の原因は、取扱体数の増加に伴って弁体上部への滴下、付着するＮａが増加したため、弁体先端部から下に垂れて固化し、ケーシングと接触して押し潰さられるようにして使用されていたが、弁体は予熱されていないことから、付着量の増大に伴い閉止トルクで固化Ｎａを押し潰せなくなり全閉出来なくなったものと推定される。第3.3-15図にドアバルブＮａ付着状況を示す。

弁体上の付着Ｎａの増加は、スクレーパ部のドレン向上対策も少なからず影響（ｽｸﾚｰﾊﾟ部のＮａﾄﾞﾚﾝ性が向上したため、ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞ部へのＮａ滴下量が増加した）していると思われることから、弁体上のＮａ付着低減対策は弁体だけでなく、スクレーパ部についても検討する必要がある。

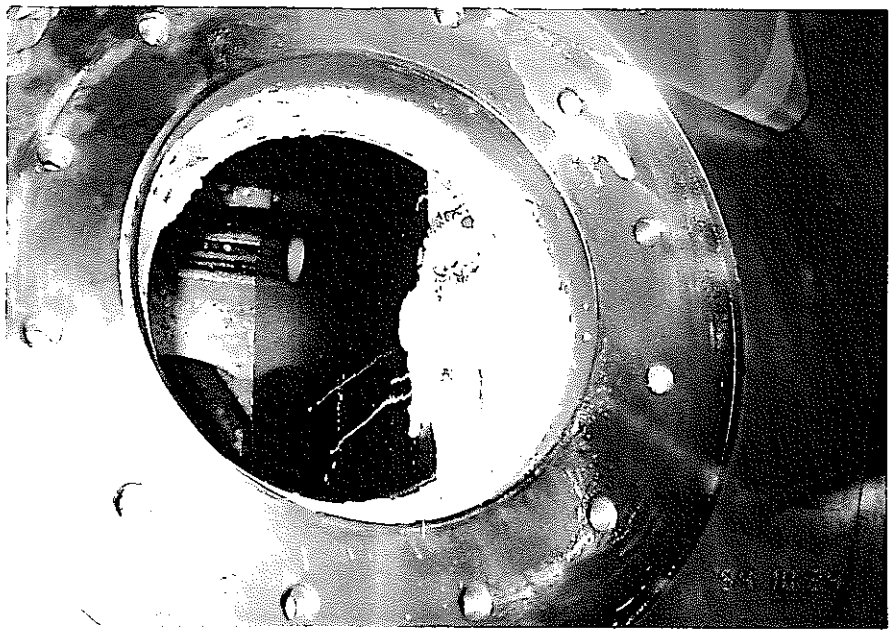
点検期間の中でこの対策を検討、実施する期間を取れなかったことから、Ｎａを除去して復旧した。幸い点検後の燃料出入設備の運転は、EVSTからの模擬体搬出及び新炉心構成要素のEVST移送運転しか予定されていないことから、今回のように弁体上部及び先端部にＮａが多量に付着して動作不良を起こす可能性はほとんどなく、次回の点検時に対策をとることとした。

駆動装置軸シール部の点検を行った結果、前回点検時と同様に軸にシール材との接触跡が確認された。またシール材が変形していた。シール材については新品に交換し、ドラム軸については工場に持ち帰りハードクロムメッキ処理を施すこととした。その結果、Ｈ７年２月以降から11月まで実施した模擬体搬出運転等で約200 体取り扱ったが、アルゴンガスの消費量の増加は生じていない。



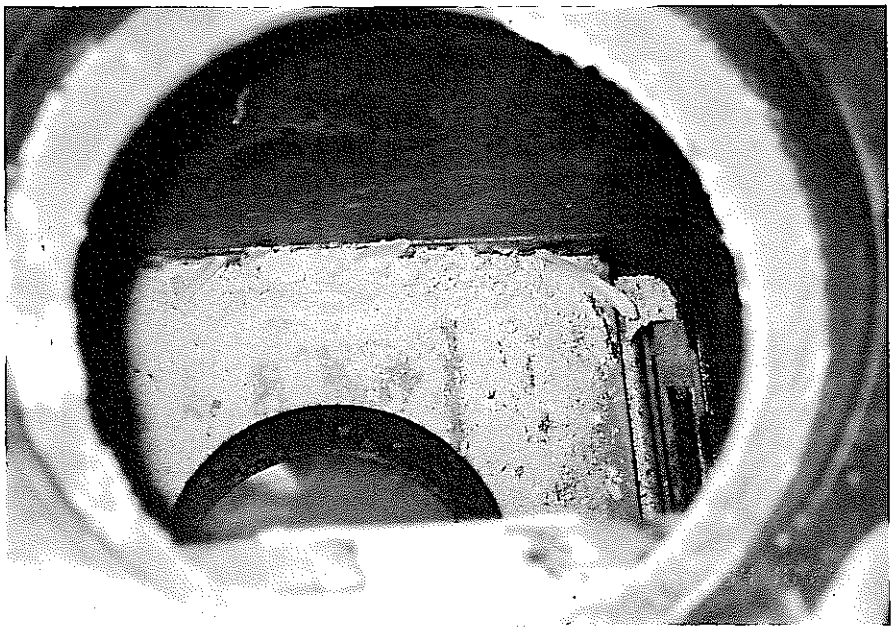
駆動軸ハードクロムメッキ処理範囲図

△　ドアバルブ（弁体端面のＮａ付着状況）

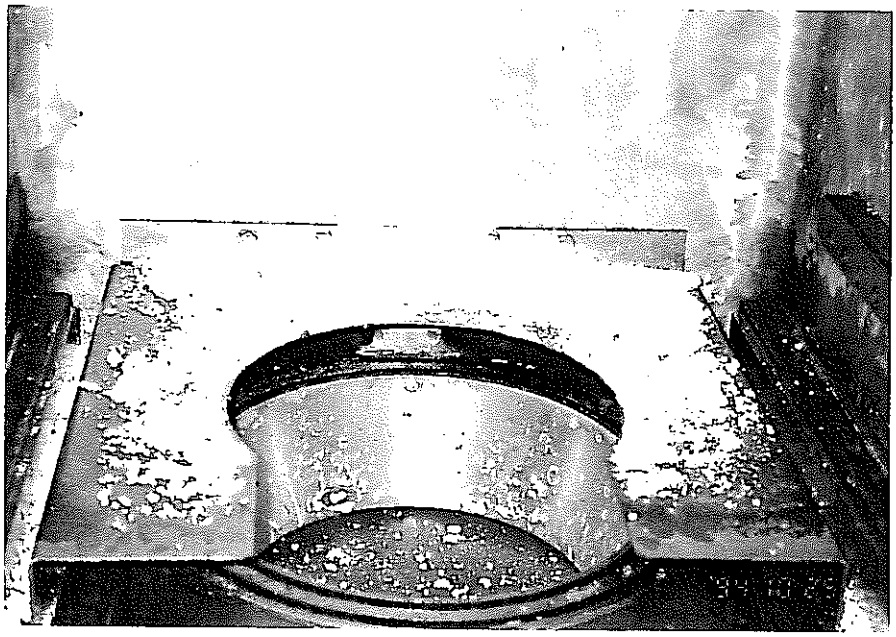


△　ドアバルブ（弁体上面のＮａ付着状況）

第3.3-15図　ドアバルブＮａ付着状況（１／２）



△　ドアバルブ（ケーシング内Ｎａ付着状況）



△　ドアバルブ（ケーシング内Ｎａ付着状況）

第3.3-15図　ドアバルブＮａ付着状況（２／２）

(14) 本体Ａグリッパつかみ／はなし異常発生（Ｈ７年２月）

模擬体洗浄搬出において、２ 月11日の１体目、燃料洗浄設備で模擬体はなした後、上爪のテープ調整運転の際、上爪はなし時に爪開閉トルク高が発生し、運転が除外停止となった。その後も頻発したことからテープ調整運転を自動化から削除し、手動対応とした。これらのことから燃料洗浄槽の燃料出入機本体Ａとの接続時の脱湿が十分にできていないことが懸念される。

(15) 本体Ａグリッパつかみ／はなし異常発生（Ｈ７年９月）

３月～７月までEVST６連化工事のため模擬体搬出運転を中断していたが、８月７日から再開したが、９月６日から燃料洗浄設備で模擬体をはなす際に、本体Ａグリッパつかみ／はなし異常の警報が頻発するようになった。原因は、今回の模擬体搬出運転前に燃料洗浄設備の脱湿運転を改善する対策を取ったが、まだ十分ではなく約60体を終えた頃に発生したものと推定される。そこでEVSTのＮａ中（200 ℃）に浸せば付着した不純物が溶解しつかみ／はなしトルクの低下が見られるのではないかと考え、EVSTに浸した後、動作確認を実施したところ、かえってトルクの上昇がみられた。このため燃料検査槽でArガス中における爪のつかみ／はなし運転を繰り返したところ支障なく動作するようになった。

本体Ａグリッパつかみ／はなし異常発生の原因調査の一つとして、クリッパ交換装置でグリッパ部の外観を目視したところ、表面に付着したＮａが白色化しており、グリッパとアダプタの接続部にはＮａの固まりが付着し、表面には水酸化物の膜が確認されたことから、200 ℃程度の温度では付着したＮａは溶融しないものと思われる。また、グリッパとアダプタを切り離してトルク上昇の原因を探ろうとしたが切離しが出来なかった。アダプタ内部にもＮａの固まりが付着して切離しを妨げているものと思われる。

以後の模擬体の処理工程を考慮し、グリッパを燃取機器洗浄槽で洗浄した。その結果爪開閉トルクは正常値に戻り、アダプタの切離しも可能となった。

(16) 本体Ｂグリッパ爪損傷（Ｈ７年８月）

本体Ｂは洗浄後の燃料等を燃料池に移送することから取扱中に燃料等やグリッパから水が滴下する。それを受けるためのドリップパンがドアバルブに設けられており、取扱体数12体でドリップパンの水抜きを行うよう計画されている。

模擬体処理運転時の滴下量を確認するため本体Ｂを原子炉補助建物とメンテナンス・廃棄物処理建物間に移動、停止してグリッパによりドリップパンをドアバルブから取り出して重量計により滴下水量を確認した。その後、グリッパでドリップパンをつかみ、上昇させたところドアバルブ下端手前で低速上昇から高速上昇に切り替わり、この際に生じたグリッパの振れにより、上昇中にドアバルブとドリップパンが接触して本体Ｂグリッパ昇降異常で停止した。

グリッパを下降して調査したところ、３本の爪のうち１本が変形して２本吊りの状態になっていた。動作状態を確認したところ問題はなかったため翌日の模擬体処理運転は実施した。しかし、長期的な使用に際しては、不具合要因となる可能性が有ることから、変形が確認された爪１本と念のために残り２本の爪について、予備品と交換した。

再発防止対策として、滴下量確認後、グリッパでドリップパンをつかみ上昇する際は、ドリップパンが本体Ｂ内に収納され、コフィンでガイドされるまでは約300mm づつ低速上昇を繰り返して行うこととした。

(17) 平成７年度設備点検（Ｈ７年12月～Ｈ８年３月）

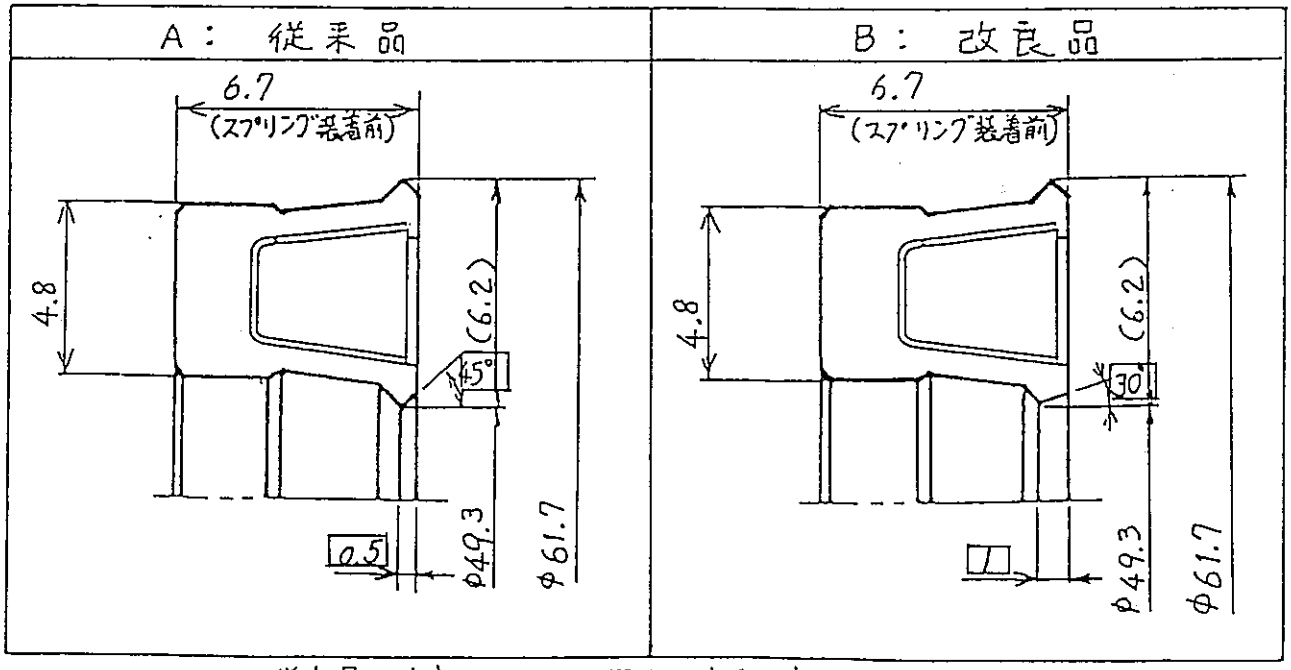
模擬体処理運転での使用実績が多かった（約２００体）こと、当初の工程ではＨ８年４月に燃料交換が計画されており、Ｈ７年に発生したドアバルブ全閉不可の再発防止対策を実施することを目的に分解点検を実施した。

また、点検用足場の架設について、これまで点検の都度に足場用資材の搬入、組立、養生及び解体、放射線サーベイ、搬出を実施していたが、この方法は、架設作業に時間がかかるため出入機点検専用の足場を新設したい旨メーカから提案があり、今後の点検工程の短縮化の為に実施することとした。本体Ａ廻りの足場設置は、今回の本体Ａ点検時に合わせて実施し、本体Ｂ廻りについては、Ｈ８年度点検で実施予定の本体Ｂ点検時に実施予定である。今回実施したことにより、点検用足場の架設、解体でこれまでの日

数に比べ約５日短縮できる見通しを得た。

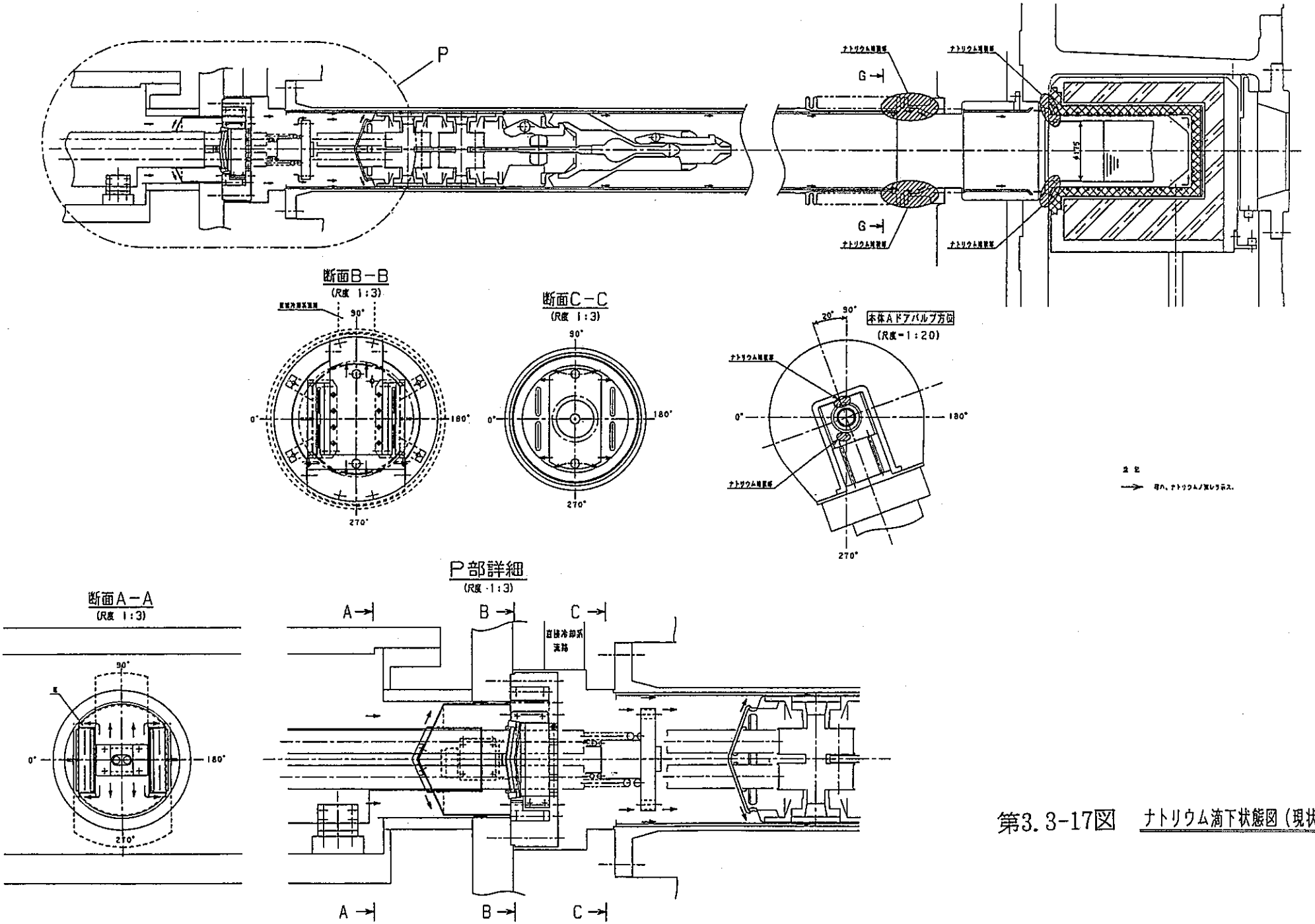
分解の結果、昇降駆動装置の駆動軸シール材のリップに変形が見られた。Ｈ６年度の運転中に時々「シールガス漏えい」の警報が出てＨ６年度点検で新品に交換したが、Ｈ５年度点検時にも変形があったことから、今回は点検時にリップの形状を変更した改良品に交換することを計画し、工場で確認試験を実施してきた。その結果、改善が確認されたことから、改良品に交換した。

ドアバルブ全閉不可対策として、スクレーパ部の形状変更及びドアバルブ弁体のドリップパン受ヒータの改善を行った。スクレーパ部はテープ巻取ドラムから滴下するＮａが極力コフィン内壁を伝って流れ落ちない様にドレンガイドを追加してＮａを中心に集めグリッパを伝ってドリッパンに落ちるようにした。また、ドリップパン受ヒータについては弁体上部のテーパ部の温度が低くて付着Ｎａが固化しドリップパンに流れ落ちないで溜まったものと思われることから、ヒータの施工範囲をテーパ部まで実施しテーパ部の温度を上げて滴下Ｎａが固化することなくドリップパンに流れ落ちるように改善を図った。第3.3-16図に駆動軸シールリップ形状比較図、第3.3-17図にナトリウム滴下状態図（現状）、第3.3-18図にナトリウム滴下対策構造図を示す。

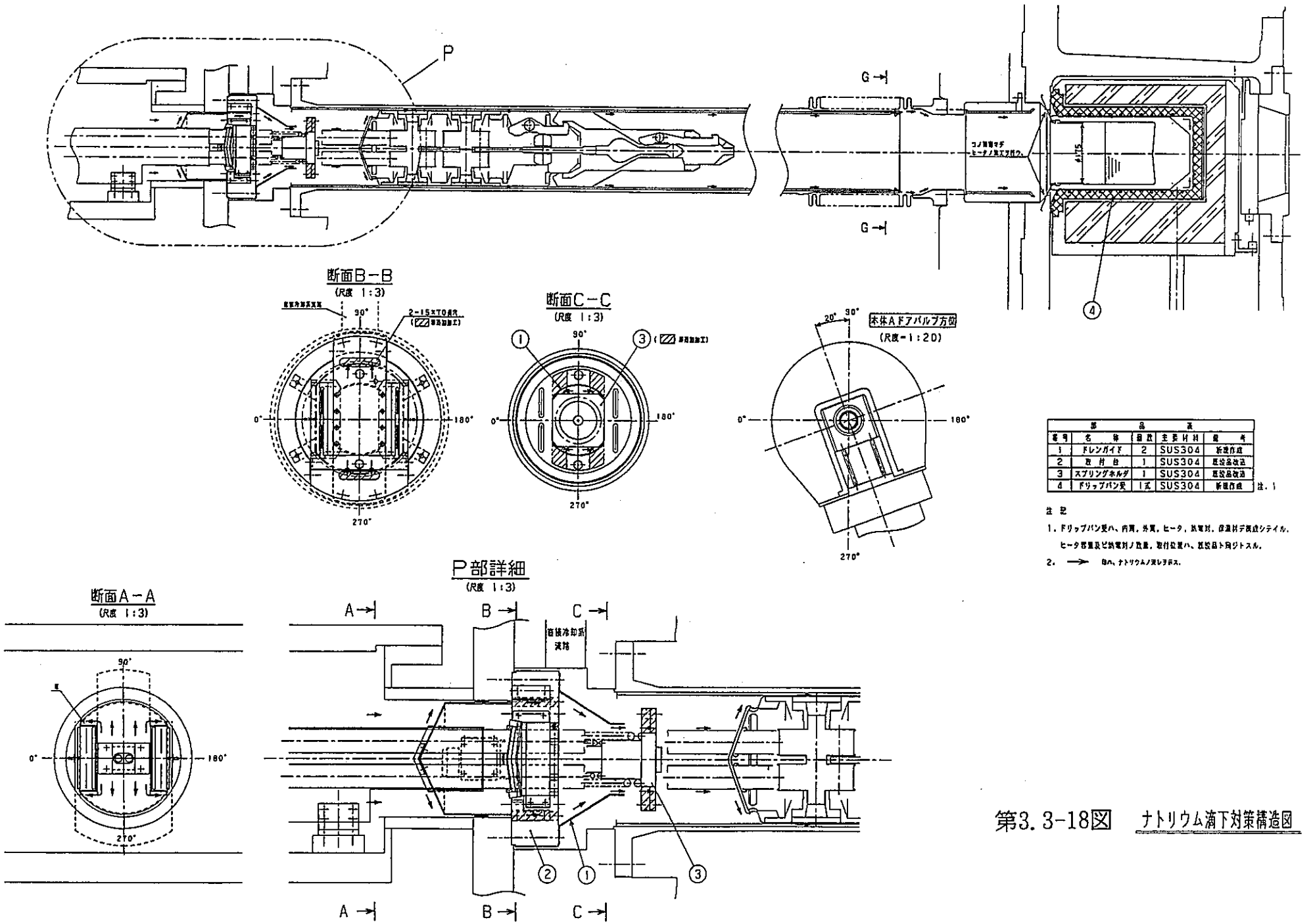


□内寸法は、従来品と改良品における相違寸法を示す。

第3.3-16図　駆動軸シールリップ形状比較図



第3.3-17図　ナトリウム滴下状態図（現状）



部品表				
番号	名称	員数	主要材料	備考
1	ドレンガイド	2	SUS304	新規作成
2	取付台	1	SUS304	既設品改造
3	スプリングホルダ	1	SUS304	既設品改造
4	ドリップパン受	1式	SUS304	新規作成 注.1

注記

1. ドリップパン受ハ、内筒，外筒，ヒータ，熱電対，保温材デ構成シテイル。
   ヒータ容量及ビ熱電対ノ数量，取付位置ハ、既設品ト同ジトスル。
2. ⟶ 印ハ、ナトリウムノ流れヲ示ス。

第3.3-18図　ナトリウム滴下対策構造図

3．4　炉外燃料貯蔵設備

3.4.1 炉外燃料貯蔵設備の運転実績

炉外燃料貯蔵設備は、炉心へ装荷する新燃料等及び炉心から取り出した使用済燃料等をナトリウム中で中継・冷却貯蔵するもので炉外燃料貯蔵槽、残留熱除去のための冷却系及び貯蔵槽内のＮａ液位と純度保持のための補助系等から構成されている。

炉外燃料貯蔵槽は、平成４年９月から新燃料の受入、貯蔵を開始し、平成５年８月までに１３６体を受け入れた。９月に燃料装荷習熟運転、10月12日から11月 3日まで内側炉心燃料装荷で108 体の移送、その後、外側炉心燃料を受け入れるとともに１月28日から外側燃料装荷運転を行い、５月20日198 体の移送を行って初期炉心構成を完了した。

その後、出力分布試験で試験用集合体の炉心及び燃料検査槽への移送に使用した。

出力分布試験後、燃料装荷で炉心から取り出した模擬体のうち４体を洗浄した。平成７年２月にも模擬体50体を洗浄処理のため搬出した。４月に次の燃料交換に備えて制御棒19体を受入れた後、ドアバルブの６連化工事を開始し、７月に工事を完了した。

これまで単式ドアバルブを使用してきたが、延べ1271体の燃料等の受入れ、取出しを行い、各列案内筒間を29回に渡り移設した。

７月末にブランケット燃料34体を受入れ、８月から１１月にかけて模擬体の洗浄処理のために144 体取り出した。11月下旬には新燃料24体を受け入れた。

冷却系及び補助系等は、ＳＫＳ以降継続して運転を行っている。特に冷却系については、使用済燃料が入っていないことから３ループのラインにそれぞれ設置されている加熱器により予熱運転を行っている。

3.4.2 炉外燃料貯蔵設備の保守実績

・平成４年度	床ドアバルブ	分解点検
	回転ラック駆動装置	漏えい確認
	冷却系空気冷却器Ａ	開放点検
	冷却系外気取入フィルタA,B,C	開放点検
	１次補助Ｎａ系窒素ガス循環プワワA	分解点検
	ドアバルブガス置換系真空ポンプ	分解点検
	ドアバルブガス置換系圧力計元弁(8台)	分解点検

・平成５年度	床ドアバルブ	分解点検
	ＤＰＤ真空ポンプ(2台)	分解点検
	エクステンション弁(56 台)	作動確認
	冷却系空気冷却器Ａ	開放点検
	１次補助Ｎａ系窒素ガス循環プワワB	分解点検
	ドアバルブガス置換系真空ポンプ	分解点検
	ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ 置換系　電動弁，電磁弁，空操弁(26 台)	分解点検
	１次アルゴンガス系圧力調整弁(2台)	分解点検
	予熱ヒータ，接点式Ｎａ漏えい検出器	絶縁抵抗測定，導通確認
	ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ 置換系　地下台車可動案内筒排気弁	分解点検
	ＤＰＤ真空ポンプ(2台)	交換
・平成６年度	床ドアバルブ	分解点検
	回転ラック駆動装置軸封部	分解点検
	ＤＰＤ真空ポンプ(14 台)	分解点検
	予熱ヒータ，接点式Ｎａ漏えい検出器	絶縁抵抗測定，導通確認
	冷却系１次・２次補助Ｎａ系電磁ポンプ(5台)	性能確認
	冷却系１次・２次補助Ｎａ系電磁ﾎﾟﾝﾌﾟ 冷却ﾌｧﾝ (5台)	分解点検
	ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ 置換系床ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞ 用電磁弁(2台)	分解点検
	ドアバルブガス置換系フィルタ差圧計	交換
・平成７年度	プラグ取扱機	簡易点検
	ＤＰＤ真空ポンプ(A系14台)	分解点検
	冷却系空気冷却器出口ダンパ(3台)	リミット調整

3.4.3 炉外燃料貯蔵設備の運転、保守における特記事項

（１）平成４年度点検（Ｈ４年８月）

EVSTドアバルブはEVSTのカバーガスバウンダリを構成するとともに燃料出入機本体Ａが貯蔵ラックの燃料または燃料移送ポットを取り扱う場合に燃料出入機と接続するものである。１個のドアバルブを６個ある案内筒に移設して使用する。、ＴＫＳ、ＳＫＳを

通して約 300回の開閉を行ったことから、内部へのＮａの付着状況を確認するため分解点検を実施した。内部には比較的多くＮａが付着していた。

回転ラック軸封装置は軸の摺動部からのカバーガスの漏えいを防止するため、Ｘリングが三段構造になっておりリング間にはアルゴンガスで背圧をかけている。これまでの使用実績による磨耗状況の確認のため軸封部の漏えい試験を行った。その結果、判定値を十分に満足しており、漏えいに影響を与えるほどの磨耗は生じていない。

空気冷却器は使用済燃料の崩壊熱を除去するためのものであることからこれまでほとんど使用していない。しかし、将来、使用済燃料が取り出された場合には、３ループあるがほぼフル稼働になる。空気取り入れ口が海岸に面していることから塩分の影響が懸念された。そこで初期状態を確認しておく目的でＡ号機について開放点検を行い、伝熱管部の外観状況を確認した。その際、点検孔蓋の取り外しにおいて取付ボルトが外れなくて破損した。原因は予熱運転で約240 ℃まで昇温するため、ネジ部が焼き付けを起こしたものと推定される。新品のボルトに換え、焼付防止剤(ﾓﾘｺｰﾄ 1000)を塗布した。

（２）ドアバルブガス置換系真空ポンプオイラー油面減少（Ｈ４年10月）

ドアバルブガス置換系は燃料出入設備がＮａを内包すること及び放射性ガスを内包する可能性があることから、EVST等の床設備と接続する際並びに切離しを行う際にドアバルブ間をガス置換するための設備である。

真空ポンプは８月に分解点検を行った後、EVSTへの新燃料移送運転で使用していたが週例点検においてオイラーの油面が低下しているのが確認された。何回か補給したが状況に変化がないことから、再度分解しオイルシールを新品に交換した。しばらく異常なく運転していたが、Ｈ５年１月頃再度油面の低下が確認されたことから対策が必要になった。幸い油面低下があっても真空ポンプの性能低下はなかったこととオイルが外部に漏えいすることがなかったことから、そのままの状態で運転を継続し次回点検時に対策を取ることとした。

（３）平成５年度点検（燃料装荷前点検）（Ｈ５年６月）

①EVSTドアバルブは新燃料の受入れで112 回開閉し、今後燃料装荷で約400 回の開閉が予定されていることから分解点検を行った。昨年の点検以降新燃料の受入れにしか使用

しなかったことから、内面へのＮａの付着はわずかであった。

②ドアバルブガス置換系真空ポンプオイラー液面低下の対策を実施した。前回の点検時に内側オイルシールに亀裂が見られたことよりそこから油がポンプ内に吸い込まれて液面が低下したものと思われる。内側オイルシールに亀裂が生じた要因は、アルゴンガスを排気する際に圧縮熱が空気の時に比べ高温になるため、ロータシャフトが加熱されてこれに接触するオイルシールの潤滑性と耐熱性が損なわれ摩擦抵抗が増加して亀裂に至ったものと推定された。そこで対策として接触面積を小さくしたオイルシールに変更するとともにオイルシールへの潤滑方式をオイラー式から内部オイル給油式にすることとしオイラーを取り外した。また、同型式の真空ポンプを使用している燃料検査設備真空ポンプについても同様な対策を実施した。

③冷却系空気冷却器Ｂの開放点検を行ったが、昨年実施したＡと同様に点検孔蓋取付ボルトを取り外す際に折損したことから同様に焼付防止剤を塗布して復旧した。

（４）配管支持用オイルスナバからの油漏れ（Ｈ６年６月）

炉外燃料貯蔵設備の月例点検において冷却系配管の支持構造物として使用しているオイルスナバのリザーバタンクとリード管との接続部からわずかに油漏れしているのを発見した。接続部の増し締めを行ったが、漏えいを止めることは出来なかった。他のオイルスナバについても同事象が考えられることから、全数について調査した。全数128 体の内、高所の５体を除く 123体について行った。その結果、14体について漏えいが確認された。油漏れがあったオイルスナバは、全てリザーバタンクと本体がリード管で接続されたもので、その接続部から漏えいしていた。油漏れの原因は、冷却系配管の熱変位により接続部に緩みが生じたものと推定される。取り合えず増し締めを行った。

（ もんじゅ ﾃｸﾆｶﾙﾒﾓ MS-94-009）

（５）差圧式ナトリウム漏えい検出装置フィルタ交換頻度の増加（Ｈ６年８月）

差圧式ナトリウム漏えい検出装置は、EVSTのＮａ配管からの漏えいを検知するために設置されており、配管と保温材の間にステンレス製の板を巻いて空間を設け、その間の空気（窒素）をフィルタを通して真空ポンプで引き、フィルタの差圧の上昇によりＮａ

漏えいを検知する。設置されているのは、冷却系配管がある空気雰囲気とEVSTの液位等を維持する一次補助系配管がある窒素雰囲気に大きく分けられる。以前から約１ケ月で交換差圧約1650mmAqになることから、全数交換していたが窒素雰囲気の方はほとんど上昇しないことから空気雰囲気の方について１ケ月毎に交換していたが、約２週間で交換差圧に達した。フィルタの付着物を分析したところＮａ漏えいはなかった。しかし、急激に上昇したことから現場を調査したところ保温カバーの汚れが確認された。汚れの要因を調査したところ空調換気系給気口が非常に汚れていた。それと差圧式ナトリウム漏えい検出装置の戻り配管排気口が同部屋にあり、排気口付近に黒い粉が確認された。また、別の機会にオイルスナバの油量をチェックしたところ油面が低下しており補給しても低下する事象があったことから、これらが相互に作用して差圧上昇を増加させたものと思われる。取り合えず保温材表面の清掃を実施した。オイルスナバについては別途点検することとした。なお、戻り配管及び空調換気系について抜本的対策が必要である。

（６）平成６年度点検（Ｈ６年11月～７年３月）

①ＥＶＳＴ回転ラック軸封部分解点検

EVST回転ラックは据付後、約４年（製造後６年）経過しており、この間約1000体分の取扱実績がある。これは軸封部のＸリングのメーカ推奨の点検頻度である５年間分の運転実績に相当することから軸封部の分解点検を実施した。取り外したＸリングは外観上は異常なく、硬さ、引張強度、伸び等の物性の低下もほとんどないことが確認された。このことからＸリングの次回点検は６定検後に実施しても問題ないと思われる。

軸封部を取り外すとメンテナンスリングが露出するが表面に薄くＮａベーパが付着していた。メンテナンスリングはＸリングの点検の際に軸受けを取り外すことから回転ラックの荷重を軸受けに代えて受けるとともにＸリングに代わってカバーガスのバウンダリも構成する。通常は下側ＸリングがバウンダリとなっていることからＮａベーパは上昇するがベーパの上昇を抑制するため、しゃへいプラグ下端の軸の貫通部にはベーパ上昇抑制板が取り付けられている。次回点検時に付着状況の変化を確認する必要がある。

②ＤＰＤ真空ポンプ分解点検

差圧式ナトリウム漏えい検出装置の真空ポンプの分解点検を行った。14の検出ライン

から構成されており、各ラインに２台の真空ポンプがあり交互運転を行っている。ＳＫＳにおいて系統にＮａを受け入れて以降、ほとんど連続的に監視しており運転開始から約３年経過した。昨年、空気雰囲気系、窒素雰囲気系各１台についてサンプリング的に分解点検したが、この１年間に２台のポンプ停止があったことから半数について分解点検した。点検の結果、カーボンブレードに著しい磨耗は見られなかった。しかし、分解前に作動確認して異常のなかった真空ポンプが点検中にトリップしたことから、作動確認の方法を再検討する必要がある。また、真空ポンプの吸気口にポンプ保護のフィルタが取り付けてあるが、出口側にはないことが判った。入口側は透明なアクリルカバーでありフィルタが目視できたが、出口側は同じ形状の鋼製だったことから目視できず、内部に同様にフィルタが取りついているものと思っていたが、分解点検の結果なにもないことが判った。メーカに確認したところサイレンサとのことであったが、目的が理解できない。出口側にフィルタがなかったことから、戻り配管の出口付近に付着していた黒い粉は真空ポンプのカーボンブレードの磨耗粉であることが判った。空気雰囲気の差圧上昇の要因として、現状このブレードの磨耗粉は窒素雰囲気の上昇率が小さいことから影響していないものと思われるが、このまま放置しておくと差圧上昇に影響を与えるばかりでなく、サンプリング流量の低下や閉塞を招くおそれがある。

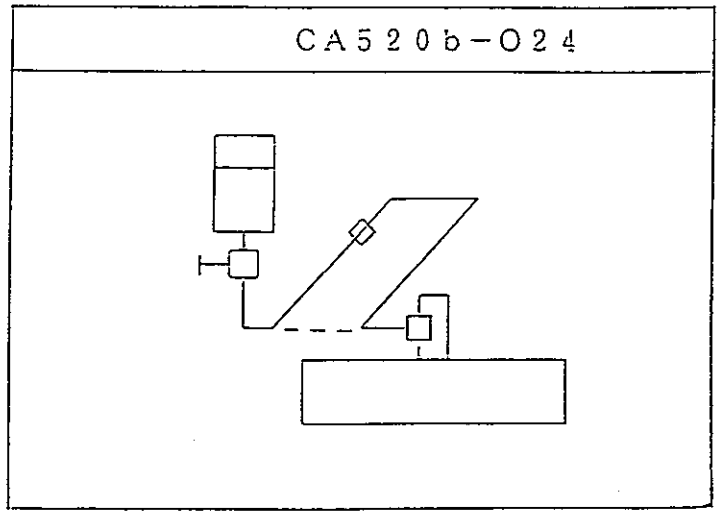
③冷却系配管オイルスナバ点検

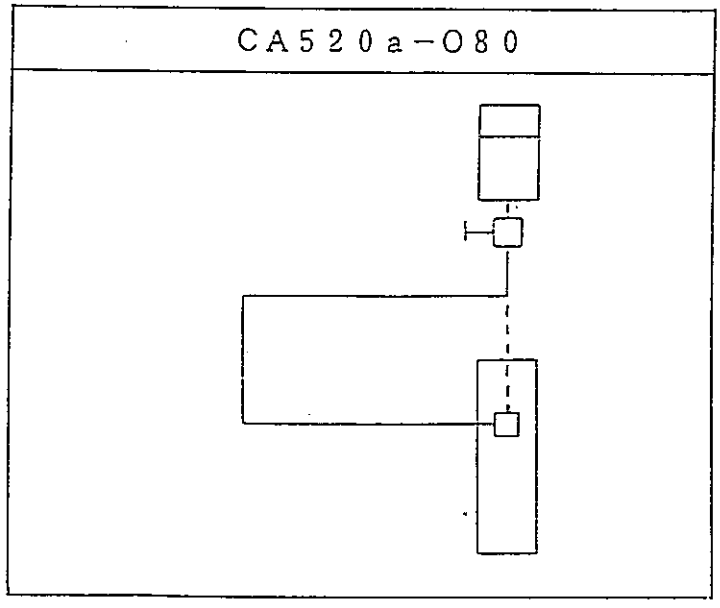
オイルスナバの油量低下があったことから全数について詳細に点検した。油漏れを調査したところ、145 体のうち29体に漏えいがあった。原因としては据付時の取付不良とリード管の熱変位に対する配慮不足によるものであった。油漏れ箇所のバルブ、継手、リード管について取り替えを行った。特にリード管が直線的で熱変位に対する配慮が不足していたものは伸縮性を持たせるリード管形状に変更した。(もんじゅ テクニカルメモ MS-95-1)

第3.4-1 図にオイルスナバリード管ルート変更図を示す。

第3.4-1 図

オイルスナバリード管ルート変更図





—— 交換後のリード管ルート

----- 交換前のリード管ルート

（7）ドアバルブガス置換系第二真空ポンプサーマルトリップ（H７年８月）

模擬体処理運転において第二真空ポンプを起動したところサーマルトリップした。

現場にて第二真空ポンプを確認したところ、潤滑油が白く濁っており油面がレベルゲージで確認できないほど上昇していた。また、床設備を確認したところ水中台車床ドアバルブ弁体上面に水が溜まっていた。このことから模擬体を洗浄後、水中台車に受渡しを行うガス置換の際に水中接続筒の水を吸い込み真空ポンプ油液位上昇により過負荷トリップしたものと考えられる。

水中台車床ドアバルブ弁体に水が溜まった原因を調査するため、ドアバルブ上面にアクリル板を取り付けて弁体を開けたところ、弁体下面まで水面が上昇（約1.9m）していた。このことからドアバルブのシール性は保持されていることが判った。そこで接続側の燃料出入機本体Ｂの内圧を調べたところ約－0.2 kg／㎠であったことから、本体Ｂが水中台車床ドアバルブに接続し模擬体を受け渡す際に本体内が負圧のため水中台車接続筒内の水位を上昇させドアバルブ弁体上面まで達したものと思われる。

ドアバルブガス置換系については、フィルタを開放したところ底部に約10ℓ水が溜まっていたので除去し、真空ポンプについてはオイルの白濁がなくなるまでオイル交換を実施した。

対策として燃料洗浄設備で模擬体を本体Ｂに受け渡す際に微正圧になるよう運転シーケンスを変更した。なお、現状は模擬体搬出運転を速やかに実施するための専用の運転シーケンスにおいての不具合であり、使用済燃料の処理運転においては問題ないようになっていることを確認した。

（8）平成７年度点検（H８年２月）

① 差圧式ナトリウム漏えい検出装置の真空ポンプ点検

Ａ系14台について分解点検を実施した。従来はポンプベアリング交換、ブレード交換等消耗品の交換を行うため分解していたが、組込み時の施工不良（ﾍﾞｱﾘﾝｸﾞ 取付不良）の原因によるポンプトリップを発生させた。

よって、今回はポンプヘッド部一式の交換を行った。

現地で分解点検する手間を考えると、工場で組立てられたポンプヘッド一式を交換し

た方が品質管理上、信頼性上共に向上する。なお、現地で分解点検に要する人工数とポンプヘッド一式購入費は同等であり、点検コストのアップにはならないことから、今後もポンプヘッド一式交換でよいと考える。

B系ポンプ14台については今回、簡易点検を実施した。ポンプ寿命はメーカ推奨1年のため、2台交互運転するとして、1年毎にA系、B系を交互に分解点検する必要がある。

② 差圧式ナトリウム漏えい検出装置サンプリング配管フラッシング

同真空ポンプの運転に伴い発生するロータブレードの磨耗粉が戻り配管に付着していることから、窒素ガスにて配管フラッシングを実施した。

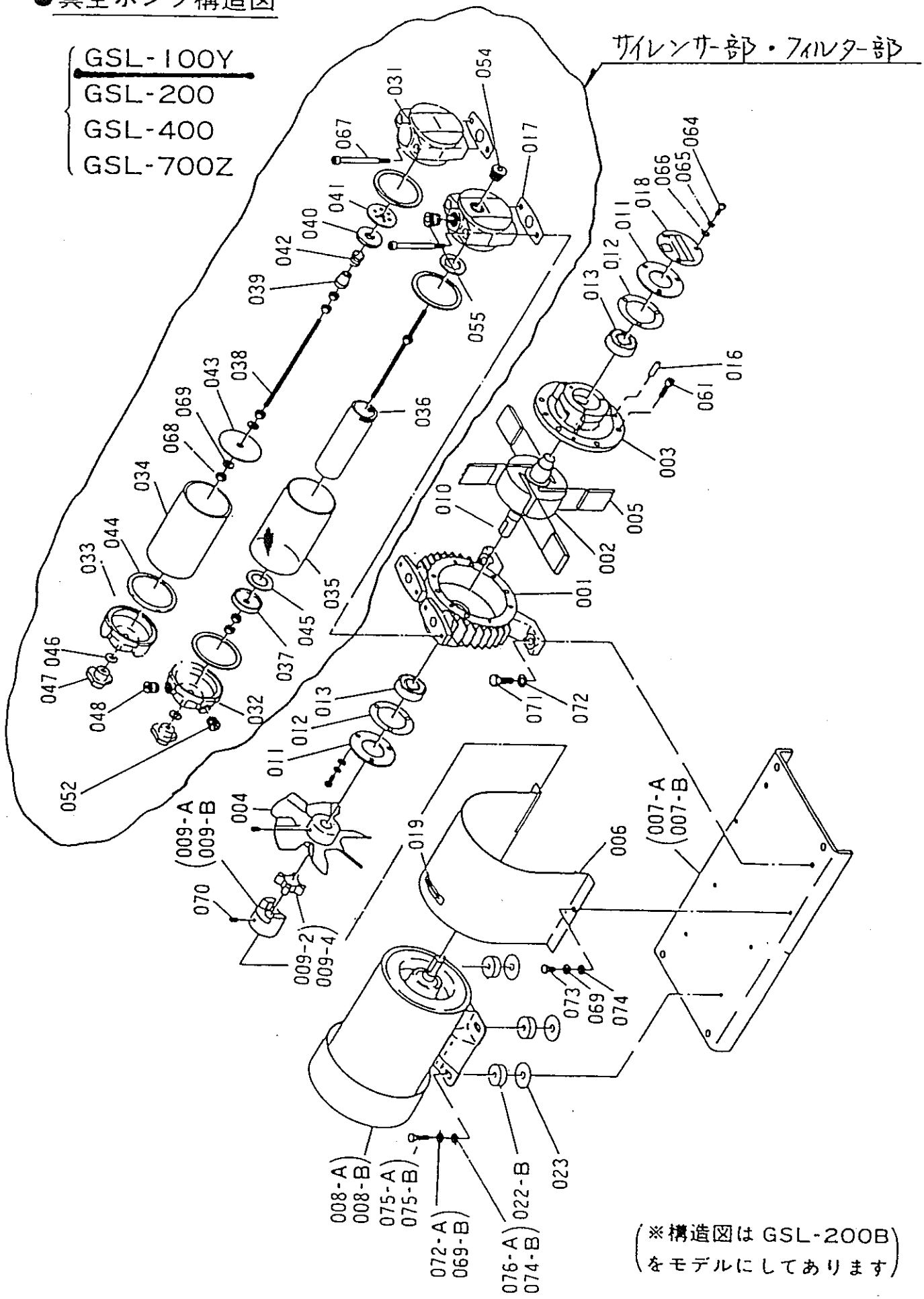
これまでポンプ出口側には、この磨耗粉を捕集するフィルタが設置されていなかったことから、磨耗粉を捕獲することを目的に、今回、試験的に533CP002A,2B系ポンプ出口配管部にフィルタを追設した。また、533CP001A,1Bには、真空ポンプ本体サイレンサ部にポンプブレードの磨耗粉捕獲用フィルタを新規に装填した。

他の系統については、これらのフィルタの効果及び系統としての性能を確認、評価した上で改造等を検討していく。（もんじゅテクニカルメモ MS-95-095）

第3.4-2 図に真空ポンプ構造図、第3.4-3 図に仮設フィルター配置図、第3.4-4 図にカートリッジフィルター組込み図を示す。

第3.4-2 図

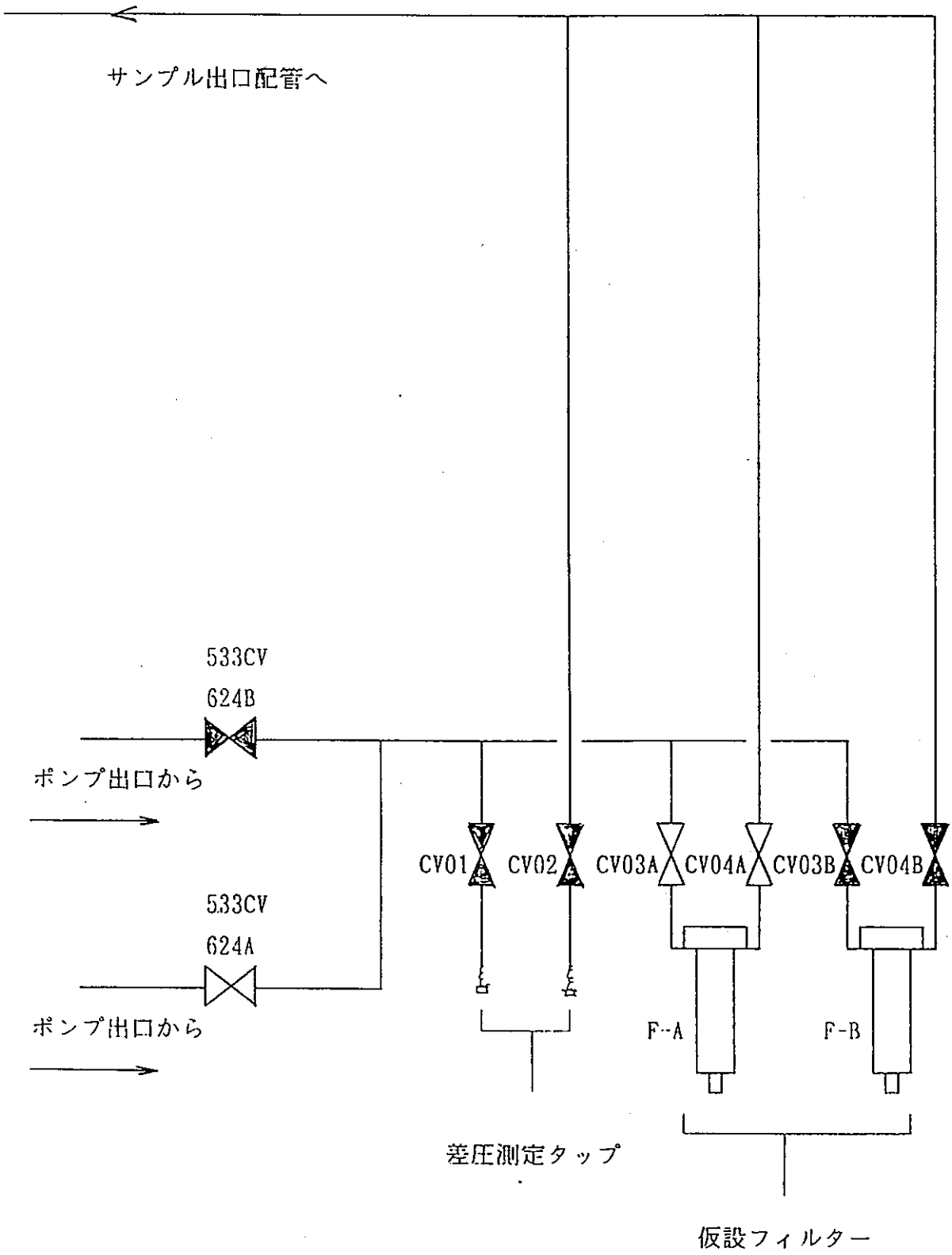
●真空ポンプ構造図



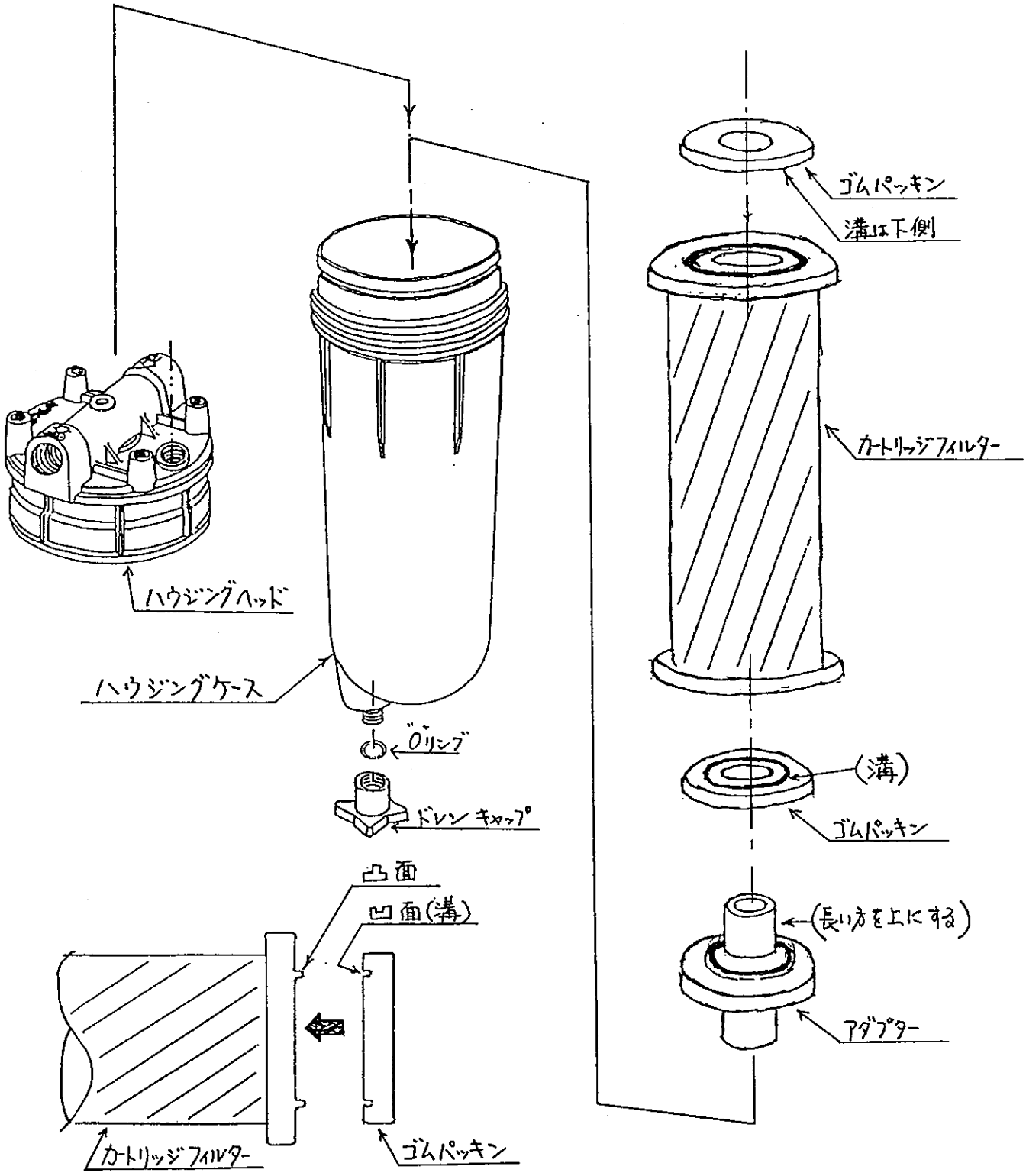
(※構造図はGSL-200Bをモデルにしてあります)

第3.4-3 図

仮設フィルター配管図



第3.4-4 図 カートリッジフィルター組込み図



ゴムパッキン装着部断面図

3．5　燃料検査設備

3.5.1 燃料検査設備の運転実績

燃料検査設備は原子炉運転中に破損燃料検出装置（遅発中性子法，カバーガス法，タギング法）により、燃料破損を検出した場合に、原子炉を停止しまたは、燃料交換に先がけて破損した燃料集合体を同定する際に燃料を燃料移送ポットごと検査槽内に受け入れて、槽内に放出された核分裂生成ガスを検出することにより行う。従って、通常は燃料出入機本体Ａの使用済のドリップパン置場として使用する。

ＳＫＳ，燃料装荷において使用済ドリップパン置場として累計で約３０体貯蔵した。

検査槽へのドリップパンの貯蔵量は最大９体で、通常、燃料交換または燃料処理貯蔵運転に伴い使用するドリップパンは５～８体で計画している。

燃料装荷後の出力分布試験においては、燃料移送ポット入りの試験用集合体を約６０体受入れ、照射後の泊の取出及び照射前の泊の挿入に使用された。

3.5.2 燃料検査設備の保守実績

・平成４年度	検査槽床ドアバルブ	分解点検
・平成５年度	真空ポンプ	分解点検
・平成６年度	検査槽床ドアバルブ	分解点検
	γ線検出器	線源校正
・平成７年	γ線モニタ	線源校正，作動確認

3.5.3 燃料検査設備の運転、保守おける特記事項

（１）燃料検査を行う場合の留意点

燃料検査槽は燃料移送ポットを受け入れることから、槽内にＮａの付着や堆積を生じる。　このことから、検査槽は約150 ℃に電気ヒータで予熱保持している。また、使用済燃料入りポットを受け入れることから、燃料の崩壊熱を除去するため冷却ブロワが設けてある。しかし、使用済燃料入りポットの受入れはほとんど予定にないことから、通常はこの冷却ラインは燃料洗浄槽上部の冷却のためにスタンバイ状態としている。

これは使用済燃料を洗浄処理する際に洗浄槽で燃料出入機が使用済燃料を下降してい

る途中に何らかの原因で下降が停止した場合の冷却を検査槽冷却ブロワで行うようにしている。従って、燃料検査槽に使用済燃料を受け入れる場合は、前もって冷却配管（フランジ構造）を燃料洗浄槽側から検査槽側に接続を変えなければならない。

（２）平成５年度点検（燃料装荷前点検）（Ｈ５年６月）

ドアバルブガス置換系真空ポンプのオイラー油面低下の不具合を受け、検査槽真空ポンプについても同様な対策を実施した。

（３）検査槽底部へのナトリウム溜まり（Ｈ６年３月）

初期炉心構成後の出力分布試験において検査槽内には、燃料移送ポットを約６０体受け入れることとなる。検査槽は破損燃料を同定するために燃料移送ポットの受入れをするこからポットからの滴下Ｎａを受けるためのドリップパンが底部に取り付けられている。　このドリップパンの貯蔵Ｎａ容量は、寿命中のポット受入れ想定数（約30体）及びドリップパンからのＮａの滴下量の推定値（約4000cc）に余裕をみて約５ℓとしている。しかしながら、推定値を上回った場合を想定して、燃料出入機本体Ａにより、取り出せる構造となっている。

出力分布試験における検査槽への移送ポット受入体数は設計受入れ体数を超えることから、試験中途でのドリップパンの交換が生じることになり、試験工程への影響を最小限にするため、予備のドリップパンを準備するとともに、これまで検査槽ドリップパンの交換実績がないことから、今回リハーサルを兼ねて交換を行った。取り出したドリップパンをグリッパ交換装置に移動して目視したところ、汚れたＮａが底部に溜まっていたが液面から５～６㎝の高さにＮａが浸った跡があった。また、ドリップパン外面には底部から約150 ㎜の高さまでＮａに浸った跡があった。これらのことから検査槽内にドリップパン内のＮａが抜けたことが想定された。内部観察用治具を検査槽ドアバルブに取付、内部観察をしたところ底部にＮａ溜まりがあることが判明した。

検査槽底部にＮａが溜まった原因は、ドリップパン設置部はメタルタッチとなっており、検査槽をガス置換した際、ドリップパン設置部より上の空間と下の空間で圧力差が生じるため、ドリップパンのサイフォンを通して圧力バランスをとることとなり、ドリ

ップパン内のＮａが検査槽底部に漏れ出たものと推定される。

底部に溜まったＮａ量は約1300ccと推定され、その回収のために急遽、回収装置を製作した。この回収装置によるＮａ回収は、ドアバルブガス置換系を利用して真空引きにより行った。回収タンクは２ℓと１ℓを用意し、最初に２ℓで行い、後で１ℓも使用した。２ℓ容器はほぼいっぱいなっていたが、１ℓにはほとんどＮａはなかった。

ドリップパンについては、設置面の上下で圧力差が生じないよう連通する構造に変更することとし、ドリップパンの上部円筒に３ケ所貫通孔を明けた。これによりドリップパンのＮａ貯蔵容量が５ℓから4.5 ℓになった。また、同種構造のドリップパンを有する燃料出入機本体Ａ及びＢについても同様な対策を取ることとした。

（４）出力分布試験後の検査槽ドリップパン交換時のナトリウム溜まり（Ｈ７年３月）

燃料交換に伴う燃料出入機本体Ａドリップパンの交換頻度は、設計上は燃料移送ポット70体（滴下量45ｇ／体）としているが、燃料装荷の実績では最大滴下量23ｇ／体から120 体取扱ごとに変更とした。出力分布試験において検査槽ドリップパンへの滴下量は取扱体数が60体であることから、試験中途での交換の必要はないと判断して試験を実施した。試験を終了したことから、ドリップパンの交換を行うため使用したドリップパンをグリッパ交換装置に移動して内部を確認したところ、Ｎａが底部の一部が見える位しかがなく、外表面全体に滴状のＮａが付着していた。このことからＮａが再び槽内底部に抜けたものと思われることから観察治具を取り付けて観察したところ底部にＮａが滞留しているのが確認された。

原因は、滴下Ｎａ量が貯蔵容量を超えたために、ドリップパン引き抜き時にサイフォン管から漏れ出たものと推定される。

滴下Ｎａ量が貯蔵容量を超えた原因は、ポット内の試験用集合体から泊ホルダーを抜くために泊ホルダー取扱装置のグリッパがポット内のＮａ中に入ったことにより、ポット内のＮａ液位が上昇しポットのサイフォンラインからオーバフローし、検査槽のドリップパンに収納された。このグリッパ分のＮａの考慮が足りずドリップパンの貯蔵容量を超えてしまったものと思われる。従って、前回使用した回収タンクの容量では足りないことが考えられたので、５ℓ容量に改造し、回収作業を行った。その結果、約2.3 ℓ回収された。

3．6　燃料洗浄設備

3.6.1 燃料洗浄設備の運転実績

燃料洗浄設備は炉外燃料貯蔵槽に保管している使用済燃料等を取り出し、燃料池に貯蔵する際に、付着しているＮａを洗浄除去するための設備で、湿潤アルゴンガス洗浄及び脱塩水循環洗浄により行われる。

ＳＫＳ以降模擬体洗浄処理運転を開始した平成６年９月までの間、ほとんど休止状態で保持されていた。模擬体は平成６年９月に４体、平成７年２月に５０体、８月から11月の間で144 体の計198 体洗浄処理した。11月には被洗浄体への付着Ｎａ量を確認するために洗浄、乾燥済の模擬体３体に一定量のＮａを入れてＮａ定量洗浄確認を行った。

模擬体洗浄は専用の運転ソフトに変更し４体／日で洗浄運転をて行った結果、短期間で処理ができた。

3.6.2 燃料洗浄設備の保守実績

・平成５年度	燃料洗浄槽床ドアバルブ	分解点検
・平成６年度	真空ポンプ	分解点検
	電動弁(6台)	分解点検

3.6.3 燃料洗浄設備の運転、保守における特記事項

（１）平成５年度点検（Ｈ５年12月）

燃料洗浄槽床ドアバルブはＳＫＳ試験中のＨ３年９月に開閉動作不具合を生じて分解点検を行ったが、動作不良の原因として洗浄運転に伴う湿分がドアバルブのセルフロック部に錆を発生させて開閉トルクを増加したことが判っており、分解点検以降約40体の洗浄運転を行っていることから、ドアバルブ内部のＮａ付着状況、錆の発生状況を確認するために分解点検を実施した。

点検の結果、ドアバルブ内部のＮａ付着状況は、ケーシング、シールフランジ上面等に少量の水酸化Ｎａが付着していた。錆の状況は、セルフロック座及び弁体浮上り防止片に錆の発生が見られた。洗浄時にドアバルブ内に湿分が浸入し長期間、閉状態で保持されていたため錆が発生したものと思われる。錆を除去し潤滑剤（モリコート）を塗布して組み立てた。

（２）真空ポンプ潤滑油の白濁（Ｈ５年７月）

潤滑油の白濁が確認されたことから、油交換を実施した。その後、８回洗浄運転を行ったところ、白濁が生じたので油交換したところ、約 300cc程ヘドロが出てきた。油交換後に約１時間真空ポンプを運転したら、油が白濁し、油面が１cm上昇した。油を抜き取ったところ、約 200ccの透明な水が出てきた。Ｈ４年10月にも混濁した油面がスケールオーバし、油交換の結果、抜き取った油量は定格５ℓに対し約 7.5ℓあり、水分混入が確認されていた。このことから洗浄運転にともなって真空ポンプに水分が相当な量持ち込まれることから、真空ポンプの保護のための対策が必要である。

（３）アルゴンガス加熱器出口温度低（Ｈ６年９月）

アルゴンガス加熱器は、使用済燃料等を洗浄し燃料出入機に受渡した後、次の被洗浄体を洗浄槽に受け入れる際に、燃料出入機本体Ａへの湿分の移行を防止するため洗浄槽を乾燥するために加熱したアルゴンガスを送る機器である。

９月21日から模擬体の洗浄を開始したが、22日まで行った４体のうち３体について処理運転時に加熱器出口温度低で運転が停止した。脱湿運転は加熱器の温度が230 ℃に設定された状態でアルゴンガスを40分間循環して行うが、循環中に出口温度が200 ℃以下になったため温度低が発報して運転が停止したものである。本事象はＨ５年３月のＳＫＳ後始末での洗浄運転、Ｈ５年６月，９月の模擬燃料集合体の洗浄運転時にも発生している。ヒータを調査した結果、異常はなかった。原因を検討した結果、循環ライン切替時の急激な流量増大した場合に温度調節器が追随しきれていないことが判った。そこで出口温度のみで行っていた温度調節を流量他のファクタを加えて制御性を向上させ、確認試験を行ったが改善はほとんど見られなかった。しかしながら、平成７年２月から模擬体処理運転を開始し、当初は温度低が発生していたが、７体目以降は循環ラインを切り替えても極端に温度が低下するような現象がなくなり安定した状態となった。長期間の停止により系統配管に水分が滞留していた可能性が考えられる。

（４）平成６年度点検（平成６年11月）

真空ポンプ内部への水分混入があったことから、真空ポンプの内部状況の確認及び摺動部の磨耗状況の確認を目的に分解点検を実施した。各部品の摺動部の点検の結果、運

転性能に係わる傷、変形及び磨耗等の異常はなかった。潤滑油については油タンク底部にヘドロ化した油が溜まっていた。

排気側の油煙トラップの蓋を取り外したところ、エレメント３個の内１個の取付ナットが緩み、エレメントがずれていた。真空ポンプの運転による振動でナットが緩んだものと思われる。取付ナットをダブルナットとする廻り止め対策を行った。また、同じ仕様の真空ポンプを使用している燃料交換アルゴンガス系真空ポンプについても同様な対策を実施した。

（５）模擬体洗浄搬出運転（平成７年２月～11月）

燃料装荷で取り出した模擬体 212体について、第３サイクル運転までに取り出す必要があるとの技術課からの要請により、運転時間を短縮して４体／日の処理を目的に模擬体洗浄処理専用の運転ソフトに変更して模擬体を洗浄搬出した。模擬体洗浄処理用の運転ソフトの概要は、模擬体であることから冷却運転を燃料出入設備及び燃料洗浄設備において削除した。これにより、燃料出入機本体Ａドリップパンへの滴下Ｎａ量が低減し、ドリップパンの交換頻度が少なくなった。燃料洗浄設備については、１体あたり10分短縮した。湿潤ガス洗浄及び脱塩水循環洗浄についてもＨ６年９月に実施した模擬体処理運転の結果を反映して洗浄時間を各々20分,5分に短縮する等により一体の処理に約３時間30分で、更に４体連続処理する場合のソフトにすることで、ほぼ12時間／４体との見通しを得たので変更し、洗浄処理運転を実施した。実際には、洗浄槽の脱湿運転に不備が発見され、それにより脱湿運転が延びた等により約13時間かかった。しかし、ソフト変更前に比べると変更前は約15時間／３体であり、大幅に処理時間が短縮された。この結果として、平成７年中にほぼ全数の洗浄処理が終了した。

模擬体処理は冷却運転を除去した専用の運転ソフトに変更して行ったことから、模擬体への付着Ｎａは、約250gであった。また、最後に運転ソフトを復旧して確認したところ冷却運転を実施した場合は、約100gで半分以下になることが分かった。その差約150gはドアバルブドリップパンに滴下することになり、洗浄処理運転時のドリップパン滴下量について、今後確認する必要がある。（ﾃｸﾆｶﾙﾒﾓ MS-95-010 及び093）

（６）模擬体洗浄搬出運転の課題（ﾃｸﾆｶﾙﾒﾓ MS-95-083）

① 真空ポンプへの水分混入

ＳＫＳ直後に真空ポンプ潤滑油への水分の混入が発見されたが、模擬体の連続処理で水分が多量に潤滑油中に混入することが明らかとなったので、洗浄搬出前に真空ポンプに油水分離装置を仮に取り付けた。洗浄運転に伴い油水分離装置で水分が分離されたことから、この間に真空ポンプの油交換は必要なかったが、１日に２回油水分離装置からの水抜きを行わなければならなかった。分離回収された水分は約200 ～300cc ／体だった。回収した水の処理が容易でないことから、水分が混入しないような対策または、水分が入っても問題にならない水封式真空ポンプ等への変更等恒久対策が必要である。

② 洗浄槽の脱湿不良

洗浄槽の脱湿運転が十分でないことが判ったことから、模擬体処理運転の中で各種の対策を行った。当初約200 ℃のガスを20分循環すれば乾燥できるということで余裕をみて40分に設定していたが、乾燥後の槽内の露点（湿度）を測定したところ乾燥していないことが判った。調査した結果、アルゴンガスが流れる槽や配管は乾燥するが、槽や配管に接続されている枝配管等は流路がないことから高温のガスが流れず表面に付着した水分が乾燥できない可能性が高いことが判った。そこで第一止弁まで仮設のヒータを取り付けて運転したところ、改善がみられたが十分とは言えなかった。そこでガス置換するときの真空放置時間を10分間保持することによる真空乾燥を実施したところ、ほぼ目標の露点温度－10℃に達することが判った。なお、更に受入れ前にガス置換を行うことにより確実に満足することが分かった。仮設のヒータの本設化と運転ソフトの変更を検討する。第3.6-1 図に脱湿確認試験結果を示す。

③ 洗浄槽出口フィルタのフィルタ最適孔径確認試験

模擬体洗浄運転において処理体数の増加とともに洗浄槽出口フィルタの差圧が上昇するが、交換条件の差圧に達する以前に循環流量「低」が検出され、運転が停止するようになった。設計では約１２０体で交換条件に達するものとしていたが、３２体程度で流量が大きく脈動し流量低により運転が停止する影響が出た。洗浄槽出口フィルタは使用済燃料に付着するＣＰを捕集し、下流側の液廃設備の機器、配管の放射線量

を上昇させないためのものであり、模擬体にはＣＰが付着していないことが確認されていることから、以降の模擬体洗浄処理運転においてはフィルタエレメントを装着せずに運転し、フィルタが想定以上に詰まった原因を調査することとした。

当初節制の0.45μのフィルタでは約30体で規定圧に達してしまうことから、CP除去性能を確保できる範囲で、１燃交分の洗浄処理が行えるようなフィルタ孔径を選定するため試験装置を用いて実廃液による通液試験を行った。フィルタ孔径を0.8 μと３μで実施したところ、0.8 μフィルタは約14体分の通液で規定差圧(1.5Kg／cm²）に達した。３μフィルタは１燃交分通液してもほとんど差圧の上昇はなかった。

「常陽」における廃液の分析結果から、７μ以下のフィルタであれば放射線量上支配的な^{60}Coは90％まで除去できるとの報告があり、上記試験結果から３μフィルタであればＣＰ除去性能を確保しつつ、１燃交分の処理ができる見通しを得た。

また、試験に用いたフィルタの付着物の分析を行ったところ、ステンレス鋼（Fe, Cr, Ni 等）系及び一般無機系(Al, Si, Na, Ca等）が混在する微粒子が付着していた。

第3.6-2 図にフィルタ通液試験結果を示す。

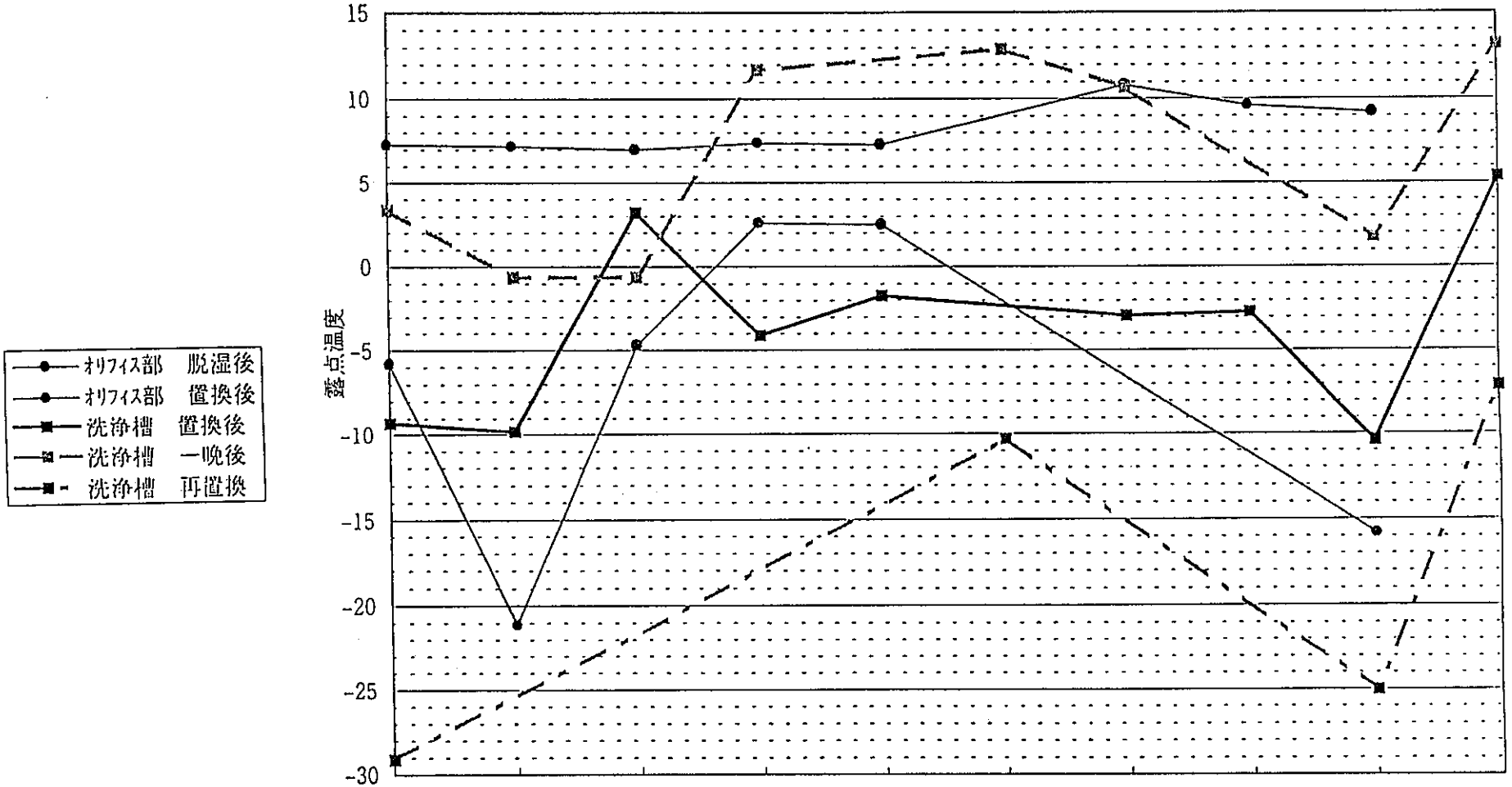
（７）ナトリウム定量洗浄試験（平成７年11月）

燃料洗浄設備で使用済炉心構成要素のＮａ洗浄を実施した場合に、現状、洗浄Ｎａ量を直接確認することができない。ＳＫＳの洗浄試験において水素濃度、洗浄廃液分析結果、電導度等により模擬炉心構成要素の洗浄Ｎａを評価しているが、それぞれの結果には明らかに違いがあったことから、予め計量したＮａを模擬体に装荷し、燃料洗浄設備で洗浄することにより、水素濃度、電導度の運転データと洗浄Ｎａの相関関係を確認した。洗浄試験は、Ｎａ装荷量を約50g, 100g, 200g の３ケースについて各１回実施した。

試験の結果、各定量した洗浄Ｎａに対し、水素濃度から算出したＮａ量がほぼ近似値となることが確認できた。今後、燃料洗浄設備で使用済炉心構成要素を洗浄する場合の洗浄Ｎａを評価する上で有効な試験結果が得られた。（ﾃｸﾆｶﾙﾒﾓ MS-95-093)

この結果から、模擬体洗浄処理時のＮａ洗浄量を評価したところ、ほとんどの処理運転を行った本体Ａ直接冷却系停止状態で約200g、最後に運転ソフトを復旧して行った本体Ａ直接冷却系運転状態では約100gであった。

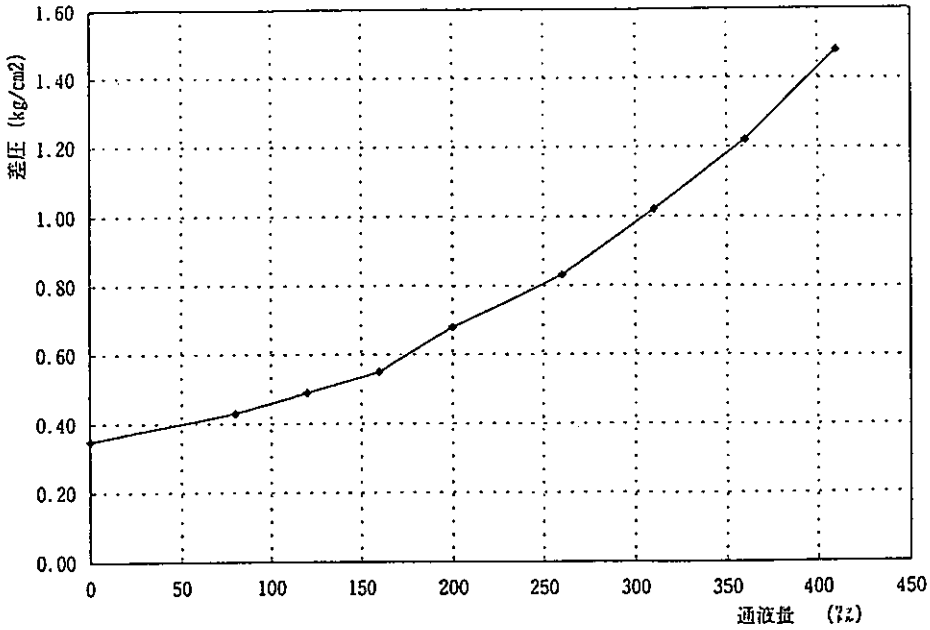
第3.6-3 図にＮａ定量洗浄における水素濃度、電導度の評価を示す。



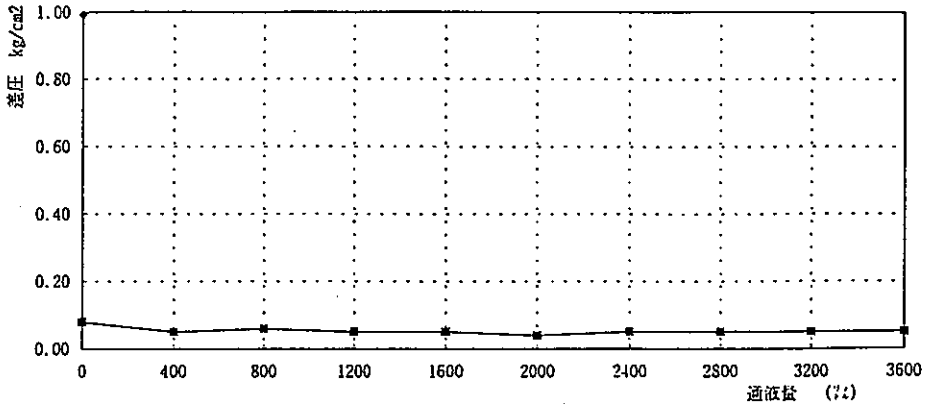
試験No	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
脱湿時間	65分	120分	120分	65分	65分	45分	45分	65分	65分	65分
真空保持	10分3回	10分3回	10分3回	10分3回	10分3回	10分3回	10分3回	5分3回	10分3回	10分1回
V901	閉	閉		閉	閉		閉	閉	閉	
ブロー	10分毎									
			Na定量後			缶詰後				
オリフィス部　脱湿後	7.3℃	7.2℃	7.0℃	7.4℃	7.3℃		10.8℃	9.6℃	9.2℃	
オリフィス部　置換後	-5.8℃	-21.1℃	-4.7℃	2.6℃	2.5℃				-15.8℃	
洗浄槽　置換後	-9.3℃	-9.8℃	3.2℃	-4.1℃	-1.7℃		-2.9℃	-2.7℃	-10.4℃	5.4℃
洗浄槽　一晩後	3.4℃	-0.6℃	-0.6℃	11.7℃		12.9℃	10.7℃		1.8℃	13.2℃
洗浄槽　再置換	-29.1℃					-10.3℃			-25.0℃	-7.1℃

第3.6-1 図　　脱湿確認試験結果

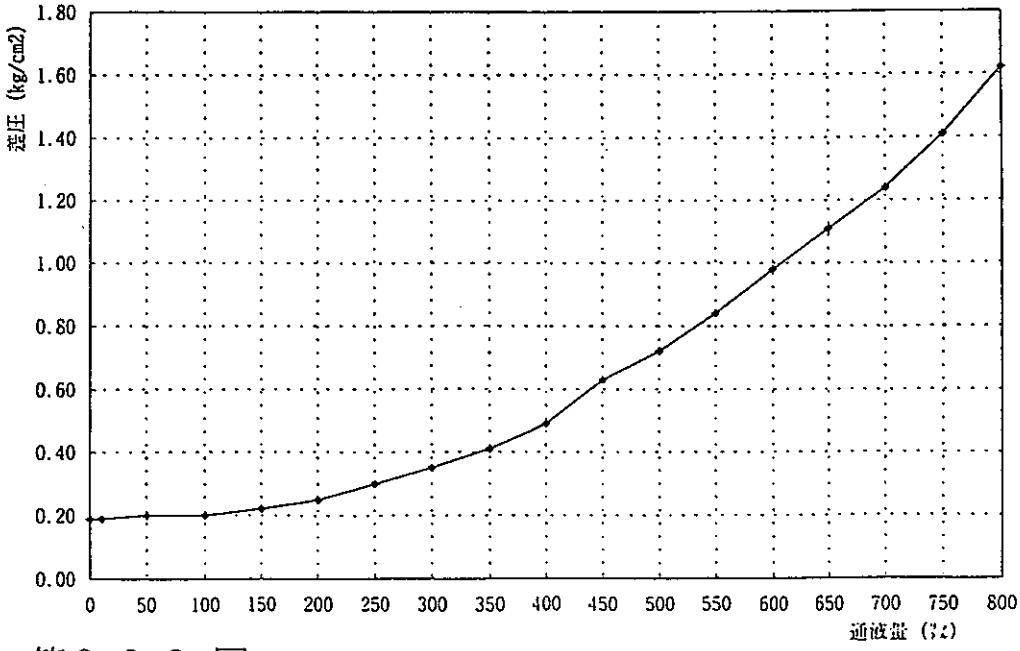
図－1　0.8μフィルタ差圧上昇



図－2　3μフィルタ差圧上昇



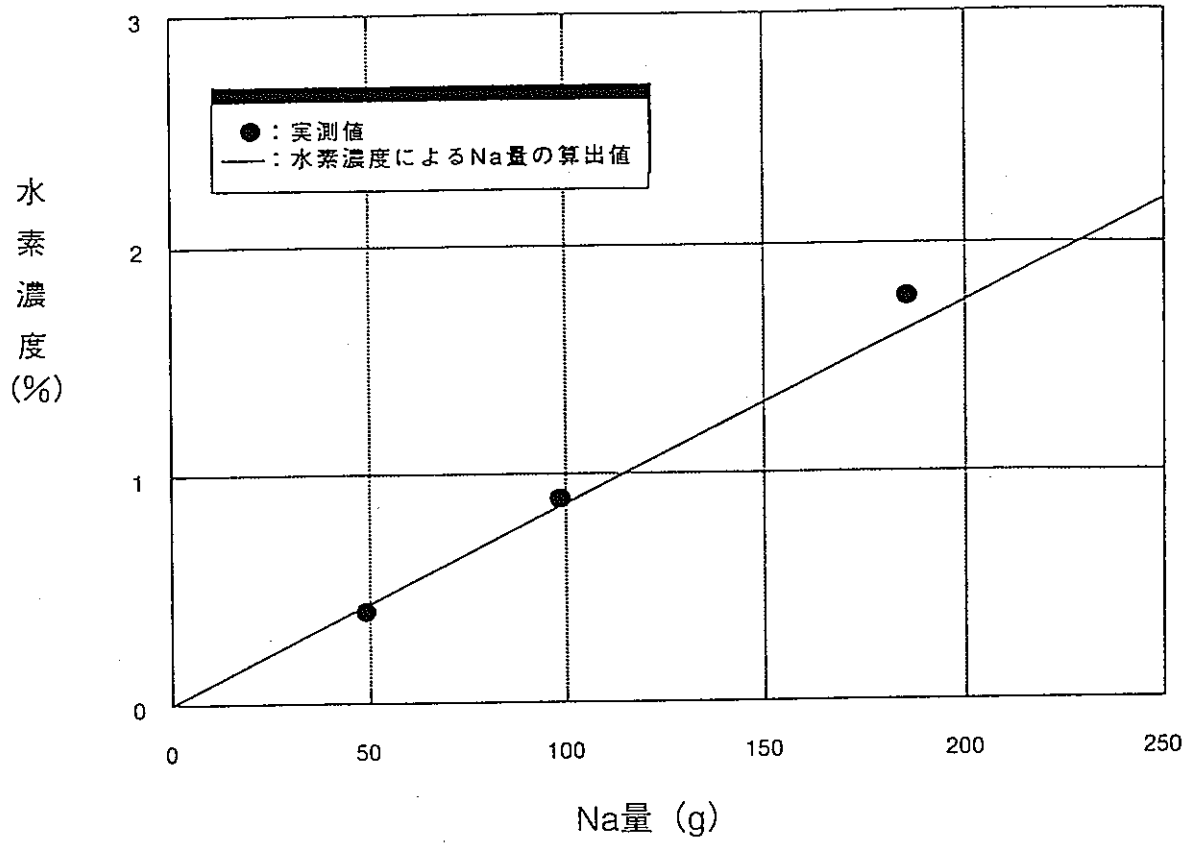
図－3　0.8μフィルタ差圧（3μ通過液）



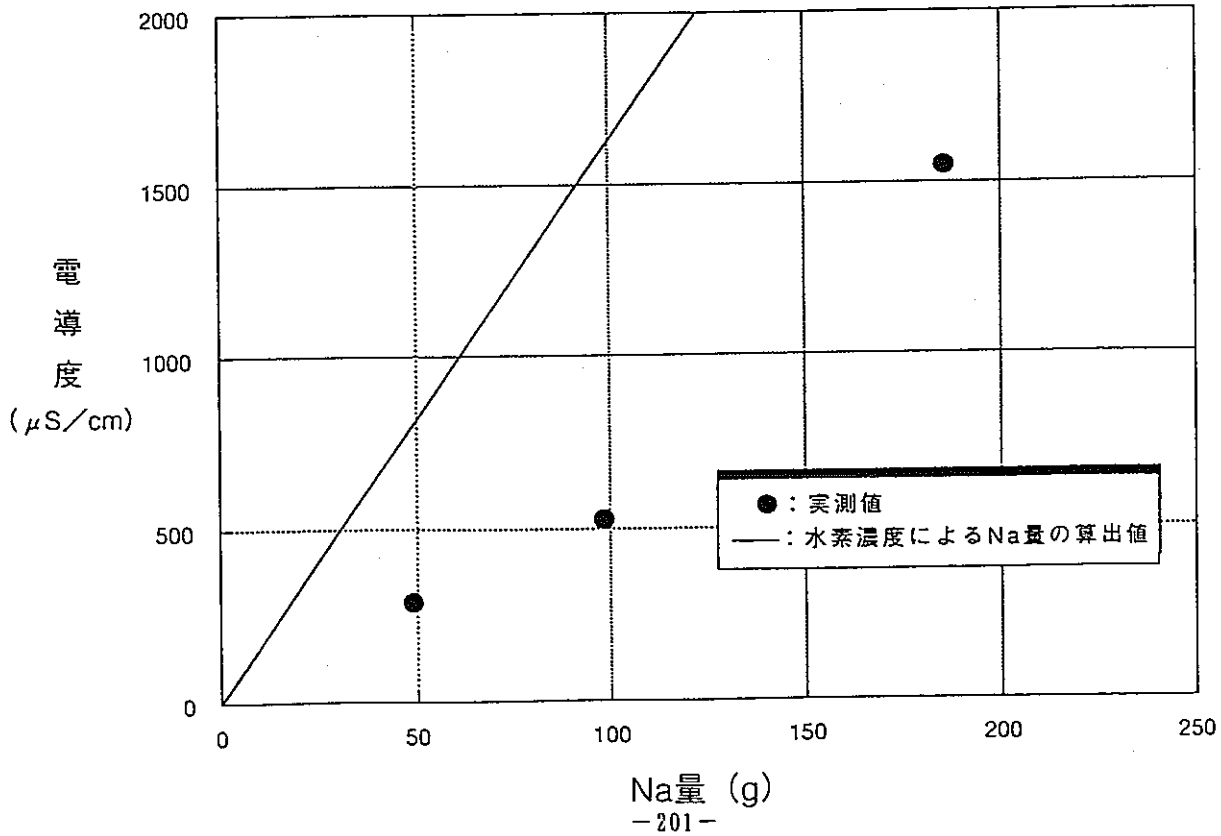
第3.6-2 図　　フィルタ通液試験結果

第3.6-3 図　　Ｎａ定量洗浄における水素濃度、電導度

水素濃度によるNa量の評価



電導度によるNa量の評価



3．7　燃料缶詰設備

3.7.1 燃料缶詰設備の運転実績

燃料缶詰設備は、洗浄後の使用済燃料及び制御棒を缶詰缶に密閉し、万一、燃料池で長期保管中に何らかの原因で被覆管が破損し、放射性物質が漏れ出るような事態が生じても水中及び室内雰囲気等に出ないよう缶詰缶に収納して貯蔵するものである。

燃料缶詰設備はＳＫＳで機能確認を行った平成４年５月から平成７年11月までの約３年間休止、保管状態であった。一連の模擬体洗浄処理運転の最後の平成７年11月に、運転員の訓練と設備の機能確認を兼ねて５体の缶詰処理運転を実施した。

3.7.2 燃料缶詰設備の保守実績

・平成７年度　　燃料缶詰装置　　作動確認

3.7.3 燃料缶詰設備の運転、保守における特記事項

（１）模擬体缶詰処理運転（Ｈ７年11月）

ＳＫＳ以降、長期間休止状態にあり、次に使用する前の第一回定検時に分解点検を行う計画であるが、プラント第一課から運転員の訓練をしたいとの要求があったことと、次に運転する場合に当然のことながら、使用済燃料を扱うこととなる。ＳＫＳで機能確認をしているものの色々あってなんとか確認を終えた経緯もあり、今回運転した結果を定検時の分解点検に活かせる可能性もあることから、故障が発生することを承知の上で模擬体缶詰処理運転を実施した。

模擬体缶詰処理運転前に燃料缶詰設備単体での動作確認を行ったところ、缶詰缶の蓋を固定するためのボルト締め装置にナットランナが一対ついているが、片側が回転しないことが判った。ナットランナは圧縮空気により作動させる構造となっており、取り外して分解したところ、空気モータのインペラがケーシング中心より偏心していて回転に伴い、インペラが軸内に入ったり出たりするようになっているが、インペラに油とゴミの固形物が固着して動作を妨げていることが判った。固着物をアルコールで除去して組立、動作試験を行ったところ、回転はするもののもう一方に比べ約半分の回転数であった。そこでタイマーを延ばすことで対処することとした。なんとか、単体での動作確認を終えたことから模擬体の缶詰処理を５体行った。問題点及び改善点を別表に示す。

缶詰装置動作確認時の発生事象リスト (1/3)

No.	発生日	項　目	発生事象内容	原因及び仮処置
1	10／6	ﾅｯﾄﾗﾝﾅｰ圧力調整用電気変換器の異常	ﾅｯﾄﾗﾝﾅｰ圧力調整用電気変換器の出力が変化しない。	
2	10／11	缶詰設備ＩＴＶ映像不可	缶詰設備の上部及び側面ＩＴＶが写らない。	湿気による電極の腐食が原因で球切れが発生した。
			缶詰装置運転中に球切れが発生した場合どうするのか？多重化する等対策を行う必要はないか	
			上部ＩＴＶのフォーカス機構が動作しない。	(1)フォーカス用モータの損傷 (2)フォーカス機構摺動部の固着
			主盤ＩＴＶの切換ＳＷの接触不良。缶詰装置上部と側面の切り換えがしずらい。	
3	10／11	缶詰設備ＩＴＶ画像のノイズ	缶詰設備ＩＴＶ画像にノイズが発生している。	製造メーカーにて調査を行ったが原因不明。
4	10／12	ナットランナーが動かない	補助盤の単独操作にて緩め又は締めを行ったが片側（空圧モータ２）のﾅｯﾄﾗﾝﾅｰ が動作しなかった。	空圧モータ内摺動部の固着 ﾅｯﾄﾗﾝﾅｰの駆動部を分解・再組立し動作可能となったが、摺動抵抗が大きく、正常なモータの半分の回転数でしか動作しなかった。 この為、緩め，締めのタイマーを回転数の少ないモータに合わせ変更した。 （試験後、タイマー設定に復旧した）

缶詰装置動作確認時の発生事象リスト (2/3)

No.	発生日	項　目	発生事象内容	原因及び仮処置
5	10/31	561PSV19a, b用のＣＰトリップ	補助盤の単独により緩め操作中、ナットランナー561PSV19a, b 用の電源がトリップした。	電磁弁の抵抗，絶縁とも異常なし。
6	11/6	燃料番号読み取り不可	缶詰装置ＩＴＶ（側面）による燃料番号の読み取りが行えない。	燃料の片側からしか照明が当たっていない為、逆側に番号の刻印が有る場合には、読み取りがほとんど行えない。
			もっと広範囲に画像が見えるようにならないか	
7	11/6	給排水アームの昇降トルク高	SBP5007 保護板取付進行時、給排水アームの昇降トルク高が発生した。 （ＳＫＳ時にも同様の事象が発生している原因の究明を行い、対策を実施すること。 駆動系の摺動抵抗に対し、駆動部の容量，トルクSWの設定は適切か検討要）	(1)リミトルク下降側の設定値を２から2.5目盛に変更。（ストッパがあり2.5目盛が最大） (2)駆動部にグリスアップを施し、動作可能となったが、後日再発。
8	11/6	SBP5007 保護板取付警報発生時自動化除外に成らず	SBP5007 保護板取付運転中、７項目に上げた給排水アームの昇降トルク高が発生した場合、自動化除外しない。	昇降トルク高警報が瞬時復帰してしまう為に計算機側が信号を捕らえきれない。
9	11/6	給排気運転自動化立ち上げ時の進行不具合	SBP5007 保護板取付進行中、自動化除外に成り補助盤SBP5007 を終了し、SBP5008 から自動化運転を開始する場合、給排気運転の停止をリレーのリフトにより行わないと自動化への立ち上げが出来ない。	計算機から給排気運転起動が出力されたままである為、「主盤」に切り換えただけで起動してしまう。
			SBP5001, 5101の給排気運転が、出入機が缶詰装置に接続しないと開始されない。実効スケジュールの見直しが出来ないか。又、SBP5007 保護板取付で給排気運転を停止する理由は何故か？	

缶詰装置動作確認時の発生事象リスト (3/3)

No.	発生日	項　目	発生事象内容	原因及び仮処置
10	11／6	SBP5107 缶蓋気密試験除外停止	缶蓋気密試験を自動運転で行った所、「気密試験機故障」及び「漏えい」が発生し、自動化除外となった。 （同事象が5体全てに於いて発生した）	現場からの操作で気密試験を行った所、約70mm H_2O の漏えい量を示した。 補助盤の連動運転でノズル漏えいチェックを行った所、異常なく運転は終了した。
11	11／7	SBP5103 缶内水位設定連動運転渋滞	缶内水位設定を運転し、給排水アームのノズルにて排水タンク内に缶詰容器内の水を吸出したが、その水量が排水タンク水位低を検出できず連動運転渋滞となった。	今回使用した模擬燃料では、給水した水量が足りないことが分かったため、SBP5006 缶内給水での水量を規定の51ℓ→52ℓとした。
12	11／9	SBP5106 缶蓋ボルト締除外停止	缶蓋のボルト締め中、缶詰容器空気供給系流量低（3 Nm^3/H）が発生し、自動化除外となった。	空気圧モータ用圧縮空気供給正逆選択弁の2つの内561PSV19a, b に動作不良があり、排気弁が閉まっているにもかかわらず空圧モータに空気を送り続けた為、空圧モータのシール部より、缶詰容器内に圧縮空気が流れ、容器内圧力が上昇し流量が低下した。
			自動運転でのボルト締め中、除外停止等で途中停止した場合の運転方法を示してほしい。 又、補助盤連動によるボルト締めの再起動が出来るようにしてほしい。	

3．8　水中燃料貯蔵設備

3.8.1 水中燃料貯蔵設備の運転実績

水中燃料貯蔵設備は使用済燃料等を燃料池内の貯蔵ラックに長期的に貯蔵するもので保管中の燃料等からの崩壊熱の除去を行う。

燃料池はＳＫＳで水張りを行った以降、水を張った状態で水の清浄度を維持するため水浄化系を連続運転している。

ＳＫＳ以降はＳＫＳの後始末として数体の模擬燃料体を受入れ、取り出し運転しか行っていなかったが、平成７年２月から11月にかけて模擬体を約200 体受入れた。また、模擬体は取り出して、乾燥保管することとし、平成７年４月～11月までで１１５体の乾燥を行い、Ａ／Ｂ内に保管している。第3.8-1 表に模擬体乾燥実績を示す。

（もんじゅテクニカルメモ MS-95-91）

3.8.2 水中燃料貯蔵設備の保守実績

・平成５年度	水中台車床ドアバルブ	分解点検
	燃料池水冷却浄化装置循環ポンプＡ	分解点検
	燃料池水冷却浄化装置熱交換器Ａ	開放点検
・平成６年度	燃料移送機グリッパ駆動装置	性能確認
	燃料移送機走行台車	簡易点検
	燃料池水冷却浄化装置循環ポンプＢ	分解点検
・平成７年度	燃料池水冷却浄化装置プレコート材供給ポンプ	分解点検

3.8.3 水中燃料貯蔵設備の運転、保守における特記事項

（１）平成５年度点検（Ｈ５年12月）

水中台車床ドアバルブの分解点検を行った。水中台車床ドアバルブ下部は燃料池の水面があることから、ドアバルブ内部は湿度が高い状態にあると考えられる。同じように湿度が高いドアバルブである燃料洗浄槽ドアバルブがＳＫＳ中に錆によると思われる原因で動作不良を起こした経緯があり、Ｈ２年８月に据付てから初めて点検するもので、これまでに約50回の開閉しており、内部の錆の発生状況等を確認するため点検した。

第3.8-1 表　　模擬体乾燥実績

D U (内側)			D S (外側)		その他
1	51	101	1	51	DN 001
2	52	102	2	52	DN 002
3	53	103	3	53	
4	54	104	4	54	
5	55	105	5	55	
6	56	106	6	56	
7	57	107	7	57	
8	58	108	8	58	
9	59		9	59	
10	60		10	60	
11	61		11	61	
12	62		12	62	
13	63		13	63	
14	64		14	64	
15	65		15	65	
16	66		16	66	
17	67		17	67	
18	68		18	68	
19	69		19	69	
20	70		20	70	
21	71		21	71	
22	72		22	72	
23	73		23	73	
24	74		24	74	
25	75		25	75	
26	76		26	76	
27	77		27	77	
28	78		28	78	
29	79		29	79	
30	80		30	80	
31	81		31	81	
32	82		32	82	
33	83		33	83	
34	84		34	84	
35	85		35	85	
36	86		36	86	
37	87		37	87	
38	88		38	88	
39	89		39	89	
40	90		40	90	
41	91		41		
42	92		42		
43	93		43		
44	94		44		
45	95		45		
46	96		46		
47	97		47		
48	98		48		
49	99		49		
50	100		50		

- 第1回目　50体
  (7/ 4/17～ 7/ 5/24)
- 第2回目　65体
  (7/10/ 9～ 8/ 1/31)

合計　１１５体

点検結果は、開閉動作に影響を与える程ではないが、セルフロック座の摺動面に錆が発生していた。作動試験において錆の影響はみられなかったが、湿度が高い環境にあることから、使用状況よりも経年による影響を考慮して点検を実施する必要がある。

（２）燃料池水面清掃用ろ過装置の購入（Ｈ５年12月～Ｈ６年３月）

燃料池及び固体廃棄物貯蔵プールの水面にゴミ、埃等が浮いて水中が見にくい状況が散見されるようになった。燃料池及び固体廃棄物貯蔵プールともオーバフロラインがなく表面に浮遊するゴミの除去ができない。ゴミはやがて沈んで底部に溜まり、浄化系により捕集されることになるが水質の低下をまねくこととなる。また、汚れた水面を放置していた場合に外部からの視察、見学者等に対しＰＡ上好ましくない。そこで、移動式のろ過装置を購入し、燃料池及び固体廃棄物貯蔵プールの水面清掃をした。

ろ過装置は表面の水を吸い込んでフィルタを通してプールに戻すもので、移動して使用できるようコンパクトに製作されている。

その後、使用した実績から吸い込み口形状の改良を行った。〔特許申請済〕
それにより細かなレベル調整をしなくても連続して運転が可能となった。

（３）プレコート材供給ポンプ吐出圧力低下（Ｈ７年４月）

燃料池水冷却浄化系プレコートフィルタへのプレコート運転を行った際に、プレコート材供給ポンプの吐出圧力が殆ど発たない事象が発生した。そこで変速機によりポンプの回転数を上げたが変化がなかった。これまでの運転においては、このようなことはなかったが、起動トルクが増加傾向にあることが確認されていた。

燃料池水冷却浄化系の運転はプレコートフィルタをバイパスしてもろ過器により水質を保持できているので現状、問題ないと判断できることからバイパス運転を行うこととし、Ｈ７年度点検でプレコート材供給ポンプを分解点検することとした。

ポンプ吐出圧力低下の原因としては、据付てから約５年経過していることから、ステータが軽年変化で硬化しプレコート材スラリにより急激に磨耗しロータとステータとのギャップが広がった等が考えられる。

（４）燃料移送機走行トルク高（平成７年11月）

燃料洗浄設備のＮａ定量洗浄試験において、洗浄後の模擬体を燃料移送機がつかむために水中台車との取合位置に移動を開始したところ、走行トルク高の警報により運転が停止した。燃料移送機のトルク高はＳＫＳ中にも発生し、走行用減速機のオイルの油種を粘性の低いものに変えた経緯があり、オイル等の点検を行ったが油量や汚れに異常はなかった。CRT で燃料移送機走行トルクのデータを確認したところ、明らかに上昇していた。第3.8-1 図に清掃前の燃料移送機走行トルクを示す。

以前、燃料出入機走行トルクが上昇し、トルク検出器の清掃を行って回復した経験があったことから、トルク検出器内部を確認した。内部には多くのカーボン粉でよごれていた。ブラッシュが磨耗して粉末が飛散し、絶縁抵抗を低下させトルク指示が不安定になったことが分かった。検出器内部を清掃後、走行試験をして異常なく走行できることを確認した。

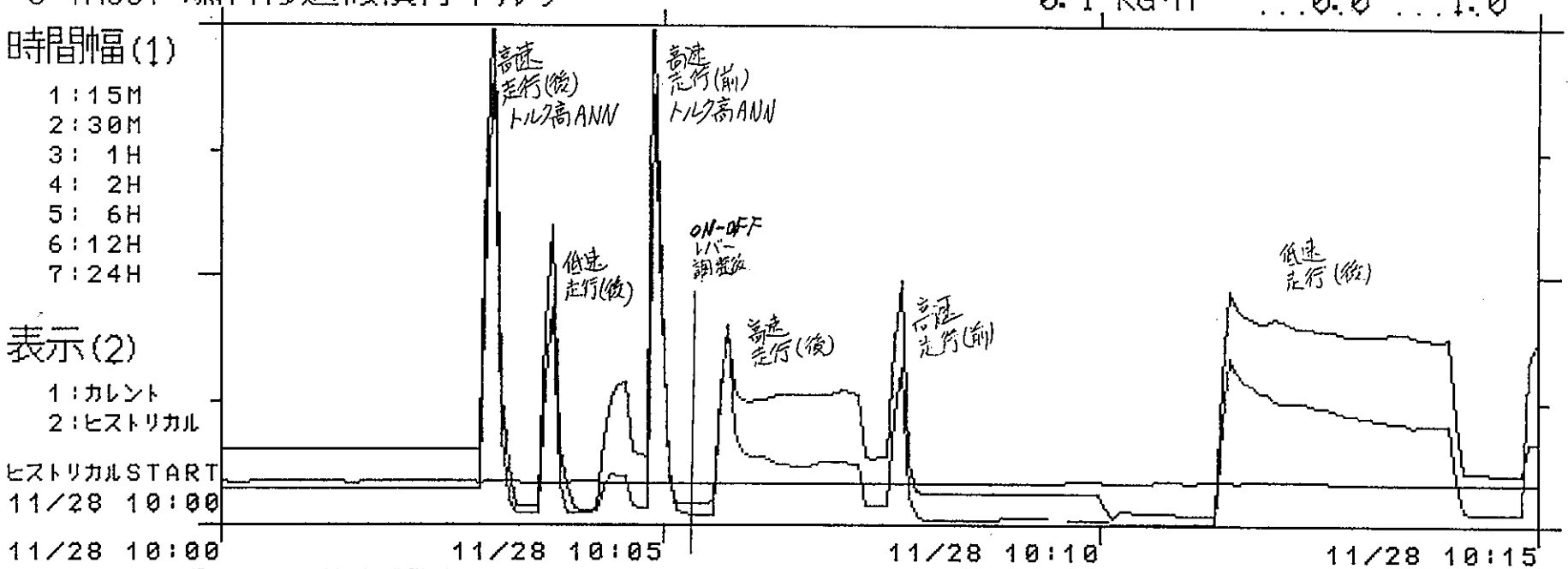
（５）Ｈ７年度設備点検（Ｈ８年２月）

プレコート材供給ポンプの分解点検を実施したところ、明らかに経年劣化によるものと思われるステータの磨耗、ひび割れ及び欠落が見られた。また、樹脂の付着が確認された。ステータの材質は移送流体が粉末イオン交換樹脂スラリであることから耐磨耗性を考慮してポリウレタンとしている。ポリウレタンはＮＢＲ等他のゴム材料と比較した場合に、約２倍の起動トルクが必要であり、経年により更に硬化しトルクが増加することから、ステータの材質をＮＢＲに変更してモータの起動トルクに余裕を持たせることとした。但し、材質変更だけでは、ステータ磨耗の解決にならない。樹脂スラリ移送後の配管、ポンプの洗浄操作が自動運転の中であるが、洗浄が十分行われることを今後、運転の中で確認していく。

R0101 トレンド表示 (ｸﾞﾙｰﾌﾟ= 2) (ｸﾞﾙｰﾌﾟ名=GROUP 2)

MONJU
95/11/29 09:44

				LOW	HIGH
1	TA000	水中台車走行トルク	30 KG·M	0	0
2	TA016	地下台車走行トルク	74.0 KG·M	...0.0	...0.0
3	TA005	燃料移送機走行トルク１	0.0 KG·M	...0.0	...1.0
4	TA006	燃料移送機走行トルク２	0.1 KG·M	...0.0	...1.0
5	TA007	燃料移送機横行トルク	0.1 KG·M	...0.0	...1.0



燃料缶詰設備 | 燃料洗浄設備 | 燃料出入設備

⊗⊗ IFD LP1 第3.8-1 図 清掃前の燃料移送機走行トルク

3．9　新燃料受入貯蔵設備

3.9.1 新燃料受入貯蔵設備の運転実績

新燃料受入貯蔵設備は輸送されてくる新燃料を受入れ、一時貯蔵した後、次の燃料交換に備えてＥＶＳＴへ移送するための設備である。

新燃料受入貯蔵設備は平成４年７月に燃料装荷のための内側炉心燃料を受入れを開始してから、平成５年10月の燃料装荷開始までに約１５０体受入れ、１３６体をＥＶＳＴへ移送した。その後も外側炉心燃料を受入れ平成６年４月には延べ約２００体の初期炉心構成用の受入れ、移送を終えた。

平成７年４月制御棒19体のEVST移送、６月新燃料24体の受入れ、７月ブランケット燃料移送、11月新燃料24体の移送、11月末新燃料24体の受入れを実施した。

3.9.2 新燃料受入貯蔵設備の保守実績

・平成４年度	新燃料検査装置α線検出器	線源校正
	新燃料移送機グリッパ	分解点検
	新燃料移送機走行台車	簡易点検
	地下台車床ドアバルブ	分解点検
・平成５年度	新燃料検査装置α線検出器	線源校正
	新燃料移送機グリッパ	分解点検
	新燃料移送機グリッパ駆動装置(ﾌﾞﾚｰｷ)	分解点検
	地下台車床ドアバルブ	開放点検
	新燃料予熱装置循環ブロワ	分解点検
	新燃料予熱装置空気操作弁(4台)	分解点検
	地下台車燃料収納管	内部清掃
	新燃料予熱装置加熱器	ﾋｰﾀ 絶縁抵抗測定
	新燃料方位調整治具	性能確認
・平成６年度	新燃料検査装置α線検出器	線源校正
	新燃料方位調整治具	性能確認
	新燃料予熱装置冷却器	開放点検
・平成７年度	新燃料検査装置α線モニタ	線源校正，作動確認

3.9.3 新燃料受入貯蔵設備の運転、保守における特記事項

（1）平成4年度点検（H4年4月）

新燃料移送機はTKS、SKSで約 100体の模擬燃料を取り扱っている。今後、燃料装荷のために新燃料等を約 200体受入れ、移送を行うことから、新燃料移送時等の健全性を担保するためグリッパの分解点検を実施した。点検結果は爪等に磨耗はみられず、作動状況は良好であった。

（2）地下台車燃料収納管内Na付着（H5年6月）

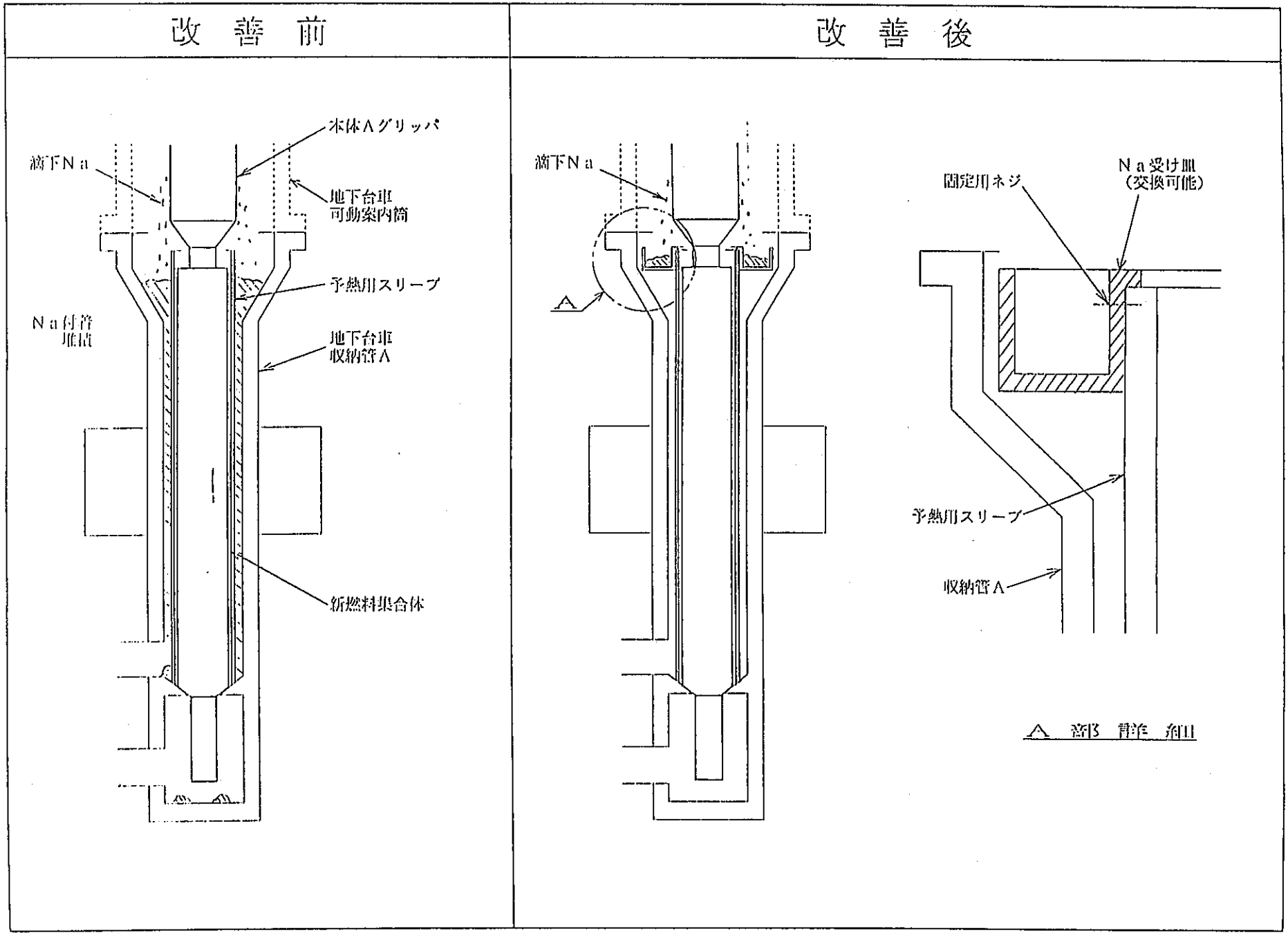
新燃料等のEVST移送運転において、固定吸収体を地下台車燃料収納管で予熱する際に予熱用スリーブを取り外す必要があり、スリーブを取り外そうとして内部を目視確認したところ、収納管と予熱用スリーブの間隙にNaが多量に付着しているのが発見された。これは燃料出入機本体Aで収納管内の新燃料をつかむ際にグリッパからNaが滴下したものが、堆積したものでこのまま放置しておくと、スリーブの固着、放射性Naの放散等の原因になることから、滴下Naがスリーブの間隙へ浸入することを防止するとともに点検時等に滴下したNaを簡単に除去できるようNa受け皿をスリーブと収納管の間に設置した。第3.9-1 図に地下台車収納管内滴下Na除去方法の改善を示す。

（3）平成5年度点検（H5年11月）

H4年度点検以降、約 160体の新燃料受入れとEVSTへの移送を行ったことから、昨年に続いてグリッパの分解点検を実施した。点検の結果、正常な状態であることを確認した。定常的な運転になると新燃料移送機で1年間に取り扱う新燃料等は約 200体であり、点検の状況からグリッパの分解点検は2年毎にしても支障ないものと思われる。

地下台車新燃料予熱装置は、新燃料等をEVSTに移送する際に燃料出入設備に受渡す前に新燃料等を予め約 150℃以上に予熱するもので、約 240℃に加熱されたアルゴンガスをブロワで循環することにより行う。従って予熱用ブロワは高温になる。TKSからこれまでに延べ約 900時間（約2燃交分）運転しており軸受等の熱影響を確認するため分解点検した。点検の結果、ケーシング内面にわずかにNa粉が付着していた。これは燃料出入機が地下台車と接続し新燃料等をつかむ時にグリッパからNaが滴下し、予

第3.9-1 図　　地下台車収納管内滴下Ｎａ除去方法の改善



熱運転の際にＮａが溶融し系統内に移行しブロワに付着したものと考えられる。従ってブロワの上流に設置されている空気冷却器内にもＮａが付着しているものと思われる。

（４）平成６年度点検（Ｈ６年11月）

昨年実施した地下台車新燃料予熱用ブロワの点検結果を反映して、空気冷却器の開放点検を実施した。平板を取り外して内部を確認したところ管側内部にＮａ粉が付着していた。特に予熱ガス出口側が入口側に比べＮａ付着及び堆積が多かった。これは予熱ガスが空気冷却器で冷やされて出口側に析出、堆積したものと推定さる。また、冷却管の内部をファイバースコープで確認したところ、全ての冷却管内部の全体にＮａベーパの付着が観察され、冷却管についても入口側よりも出口側の方が付着量が多くなる傾向を示していた。付着しているＮａ粉は黄色で、既に炭酸Ｎａ化しているようであった。

付着していたＮａは、ナイロンブラシ、ウエス等で除去した。このＮａは燃料出入機本体Ａグリッパから地下台車収納管に滴下したＮａが、予熱運転でミストとなって系内に流入したものであるが、系内への流入はブロワ等の機器の故障の原因や放射性物質の拡散になることから何らかの改善策の検討が必要である。

3．10　燃料搬出設備

3.10.1　燃料搬出設備の運転実績

燃料搬出設備は使用済燃料を再処理施設あるいは、破損燃料または試験のために検査施設に送る際にキャスクを「もんじゅ」施設内での運搬等に使用するものである。

使用済燃料の取出が行われていないことから、運転実績はないが平成６年１０月に検査施設向（ＰＩＥ）キャスクが完成し現地に搬入され、１１月に燃料池で、そして平成７年２月に破損燃料の場合の燃料出入設備との取り合い確認を実施した。

燃料搬出設備はキャスククレーン、燃料出入通路クレーン及びキャスク装荷装置からなり、クレーン類は日常における重量物の移動に使用されている。

3.10.2　燃料搬出設備の保守実績

・平成６年度　　キャスク装荷装置　　動作確認

なお、キャスククレーン、燃料出入通路クレーンについては、労働安全衛生法クレーン規則に従った性能検査等の法定点検を実施している。

3.10.3　燃料搬出設備の運転、保守における特記事項

（１）ＰＩＥキャスク取合確認（Ｈ７年２月）

破損燃料をＰＩＥキャスクに入れる場合は、燃料出入設備とキャスク装荷装置を使用して行うが、ＦＰガスの漏出を防止するため燃料出入設備との容器バウンダリを確保する必要があり、厳しい据付精度が要求される。また、崩壊熱を持っていることから円滑にキャスクへの受渡しを行う必要がある。このようなことから事前に取合及び受渡し機能を確認しておくことを目的に試験を実施した。

取合精度は満足することを確認した。受渡し機能については、現状の運転ソフトでは円滑な運転が行えず、ジャンパ、リフト等により対応して試験は終了したが、Heガス置換、キャスクプラグ取扱時の本体Ｂドアバルブ開閉運転について実際に取り出しを行う前までに改造が必要なことが分かった。

3．11　燃取系計算機システム

3.11.1　燃取系計算機システムの運転実績

燃取系計算機システムは「もんじゅ」の燃料取扱貯蔵設備の運転制御をつかさどるもので、これまで燃料装荷、出力分布試験、そして模擬体洗浄処理運転とフル稼働運転で使用している。

3.11.2　燃取系計算機システムの保守実績

平成５年度から毎年、年間を通しての保守点検を設計製作メーカに発注し、３ケ月、１年点検及び異常時オンコール契約により、健全性の維持を図っている。なお、同一メーカの保障措置対応機器設備計算機も同時期に実施している。

・平成５年度　：　計算機ユニット冷却ファン全数交換

3.11.3　燃取系計算機システムの運転、保守における特記事項

（１）磁気ディスク装置動作不良（Ｈ６年４月）

ＣＰＵ異常及びＣＰＵ電源異常により燃取計算機がトリップした。ＥＶＳＴの予熱制御を本計算機で行っていることから、制御できなくなりＥＶＳＴ１次補助Ｎａ系をドレンを実施した。原因はディスクの動作不良によるリードエラーであることが分かった。

新品の磁気ディスクに交換して燃取計算機を復旧した。

3．12　共通保修設備

3.12.1　共通保修設備の運転実績

共通保修設備は機器移送設備と機器洗浄設備からなり、機器移送設備はメンテナンスクレーン、メンテナンス台車からなり、これまでＳＫＳ、燃料装荷及び出力分布試験等において、ＦＨＭ、ＩＶＴＭ等の輸送やこれまでの点検時の点検機器の移動、分解部品の移動に使用している。

機器洗浄設備はポンプ洗浄設備、燃取機器洗浄設備からなっていたが、平成７年10月に２次系機器洗浄設備の据付工事を完了し追加された。

ポンプ洗浄設備は１次系主循環ポンプを主に１次系機器を対象としているが、平成６年12月に水平型Ｎａ透視装置（ＵＳＶ）用ドアバルブを点検のため洗浄した。

２次系機器洗浄設備については、設備が完成した平成７年11月に小物機器洗浄槽で２次系Ｎａサンプリングチューブを１回（Ｎａ量約２Ｋｇ）洗浄した。

燃取機器洗浄設備ではこれまで、ＦＨＭ、ＩＶＴＭ、燃料出入機本体Ａグリッパ及びドリップパン等延べ６３回洗浄してきている。

燃取機器洗浄設備運転実績

被　洗　浄　体	洗浄回数	備　　考
燃料交換装置（ＦＨＭ）	5	
炉内中継装置（ＩＶＴＭ）	2	
水平型Ｎａ透視装置（ＵＳＶ）	2	
炉内流量計測装置（ＦＭＲ）	4	
燃料出入機本体Ａグリッパ	２２	
燃料出入機本体Ａドリップパン	２１	延べ４９個
炉外燃料貯蔵槽用プラグ	6	
小物洗浄治具（１次系Ｎａ ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞﾁｭｰﾌﾞ）	1	
計	６３	

3.12.2　共通保修設備の保守実績

・平成５年度	真空ポンプ	分解点検
	浄化ファンＢ	分解点検
・平成６年度	燃取機器洗浄槽循環ポンプ	分解点検
	制御弁(2台)	分解点検
・平成７年度	燃取機器洗浄槽床ドアバルブ	分解点検

3.12.3　共通保修設備の運転、保守における特記事項

（１）メンテナンス台車搭載用ワイヤ損耗（Ｈ４年12月）

ＥＶＳＴドアバルブ移設作業時にメンテナンス台車を燃料出入機レール上に搭載しようとワイヤリングを実施していた時、メンテナンス台車搭載用ワイヤのシャックル吊り部に芯線（麻ロープ）がはみ出しているのを発見した。すぐに使用できない状態ではなかったことから、その後の作業は継続して実施した。しかしながら、重量物の運搬であり今後も引き続き作業があることから、労働災害防止の上から新品に交換することとした。これまで約２年の使用で今回のような状況になったことから、耐久性を考慮して、ワイヤ径をこれまでの30φから40φに太くした。

（２）平成５年度点検（Ｈ５年５月～６月）

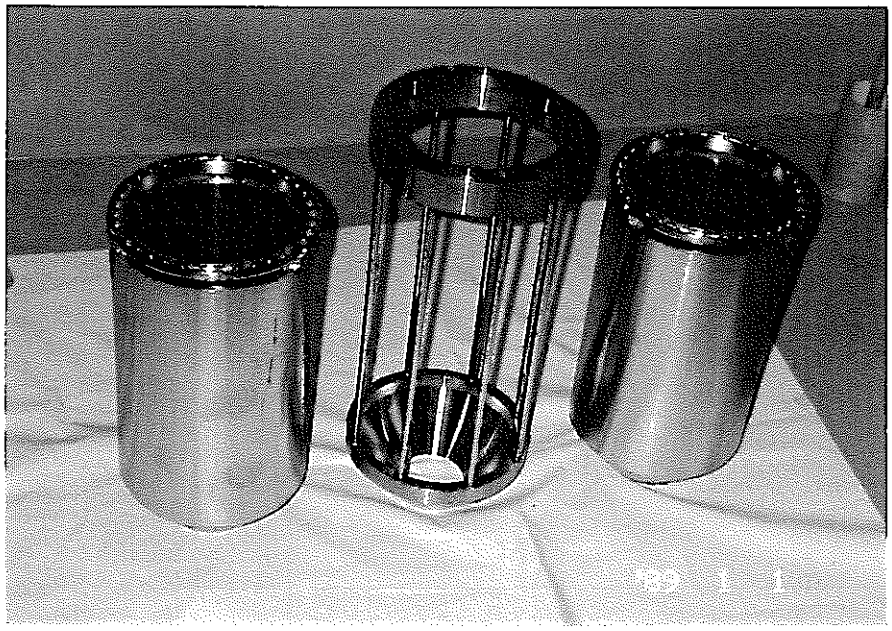
Ｈ５年度点検で浄化ファン、真空ポンプを分解点検したが、真空ポンプ組立後の作動試験において反駆動側軸受温度が上昇し判定基準（室温＋40℃）を越えた。組立不良が原因と思われたことから、再度、分解し軸受を交換して組立、作動試験を行った。しかし、同じ事象となった。そこで原因を検討した、軸受隙間が小さいことによる摩擦熱による　影響が考えられたことから、反駆動側軸受を普通隙間からＣ３隙間のベアリングに変えて作動試験を行ったところ、軸受温度が判定値を満足し性能上も問題ないことを確認した。

（3）燃料出入機本体Aドリップパン複数体洗浄可能性確認（平成4年6，10月）

ドリップパンの洗浄は1体づつ行うこととなっており、窒素ガス、蒸気等が多量に消費され不経済であるばかりでなく、洗浄時間が日勤ベースの運転で3日、昼夜運転でも2日かかることから、燃取設備の運転工程への影響が懸念され複数体洗浄をすることを考えた。2段積みしてもハンドリングヘッド部に僅かに隙間が生じることから洗浄の可能性はある。しかし、円筒状の洗浄治具内に設置して洗浄することから下のドリップパンへの蒸気の廻り込みが抑制されることから中間にスペーサを入れて洗浄してみることとしスペーサを製作し2体同時洗浄を実施した。その結果、2体共、洗浄及び乾燥が確実にできており、2体同時洗浄が可能なことが確認できた。

また、10月に実施したスペーサなし洗浄でドリップパンに損傷があったことから、スペーサ治具を使用して再度2体洗浄を実施した。その結果、Na及び洗浄水の残留等はなく、良好な洗浄状態であった。また、変形、損傷等も認められなかった。

ドリップパン及びスペーサ（中央）を下図に示す。



（4）ドリップパン2体洗浄時のハンドリングヘッドの損傷（平成4年9月～10月）

スペーサを間においての2体洗浄は良好な結果を得たが、現状の洗浄治具では寸法的な制約から2体までが限度である。スペーサなしで積み重ねれば4体までの洗浄が行え

る可能性があることから、スペーサなしでの洗浄性を確認することとした。

そこで、先ず２体洗浄を試験してみることとした。ドリップパンの洗浄においては以前から、湿潤洗浄後の水浸漬洗浄時に水とＮａが反応して水素爆発音を発することが観測されていたが、２体洗浄においては下側のドリップパンへの蒸気の廻り込みが抑制されることから、蒸気洗浄時間を長めにして行った。しかし水浸漬洗浄時に爆発音が観測された。洗浄後、取り出して観察したところ上側のドリップパンのハンドリングヘッド部のリングに荷重がかかって中間が下がったような変形が観察された。

もう１度２体洗浄して洗浄性を再確認することとした。そして洗浄したところ、水浸漬洗浄時に前回よりも激しい音があり、更に間をおいて金属音が観測された。水浸漬洗浄時の水素濃度が一時的に約３％まで上昇した。（通常１％以下）洗浄後、洗浄槽ドアバルブを開けて、取り出そうと槽内を覗いたところ、設置位置かち約３ｍ上の洗浄治具フランジ部に横転しているドリップパンを発見した。取り出してドリップパンを観察したところ、ハンドリングヘッド部が何かに当たって激しく変形しており、底部外表面にもフランジと当たった打痕があった。このことから重ねた上のドリップパンがＮａ－水反応による爆発で洗浄治具のミサイル効果で約５～６ｍ上のドアバルブまで飛び弁体に激突したことが分かった。その衝突によりハンドリングヘッドが変形したものである。

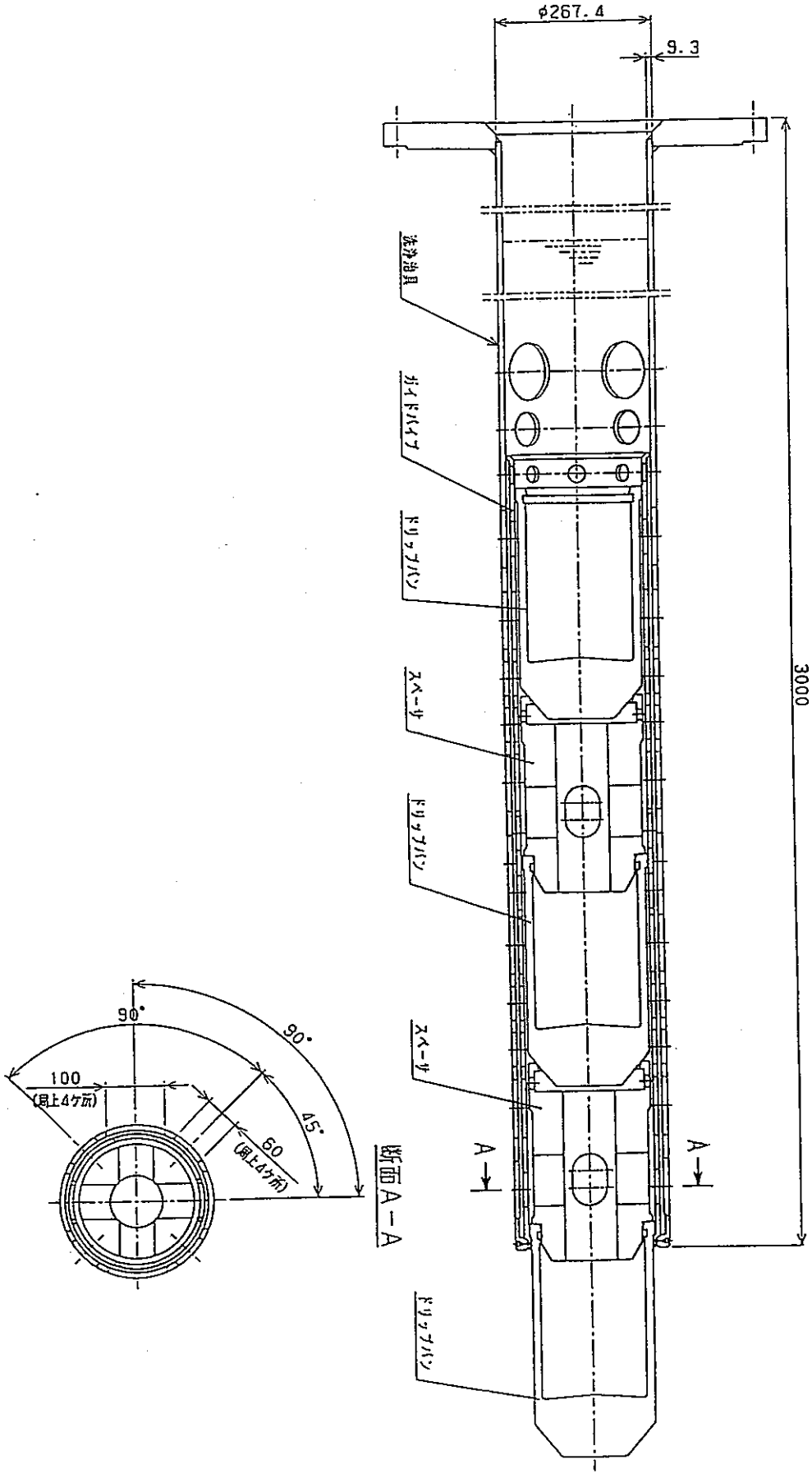
このことから、ドリップパンの複数洗浄においては間にスペーサが必要なことが明らかになった。

（５）本体Ａドリップパン複数体洗浄性確認試験（平成５年５月）

複数体洗浄可能性確認の結果を反映して複数体洗浄を実機への導入をすることとし、その洗浄性確認試験を実施した。可能性確認で使用したスペーサは軽いことから燃料出入設備を使用しての移送運転ができないこと、そして長さが長く２体までしかできないことから、スペーサの重量を約30Kgとして燃料出入機での吊り不吊り判定ができるようにし、重量を確保する最小の寸法で製作してドリップパン３体の洗浄性確認試験を実施することとした。第3.12-1図にＤＰ３体洗浄状態詳細図を示す。

また、スペーサの移送も燃料出入設備を使用して行うこととし、グリッパ交換装置の点検蓋を取り外して円筒の容器を接続してスペーサ置場とし、洗浄後のドリップパン等の返還は本体Ｂで行うこととし、Ｂ用に新たにドリップパンアダプタを製作して本体Ａ

第3.12-1図　　ＤＰ３体洗浄状態詳細図



及びＢでの燃料検査槽、グリッパ交換装置、燃取機器洗浄槽及び地下台車の各機器との間での取扱い確認も合わせて実施することとした。

また、燃取機器洗浄設備においては、ドリッパンの乾燥もこれまでは窒素ガスを加熱して行っていたが、洗浄後空気雰囲気に保管されることから窒素ガスを無駄に消費する必要がないことから室内空気を加熱して行う様に変更した。

試験の結果、３体洗浄が実施できることが確認できた。また、空気による乾燥でも窒素ガスと同様に乾燥でき、窒素ガスを節約できることが分かった。

燃料出入機による各設備間との取り合いは、運転シーケンスの変更が伴うことから、試験においては手動操作等により実施し、取扱いの成立性を確認した。従って、今後、燃料出入設備運転ソフトの改造を行うこととした。

（６）燃取機器洗浄槽小物洗浄治具破損（平成７年10月）

１次系及び燃取系の放射性機器の点検時にボルト，ナット等の小物品の付着Ｎａを洗浄する場合を考慮して、燃取機器洗浄槽で洗浄が行えるよう小物洗浄治具を製作した。

これまでの性能試験において、出力試験で使用した泊ホルダ、１次系Ｎａｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞﾁｭｰﾌﾞの付着Ｎａの洗浄の要求があり、小物洗浄治具に収納して洗浄した。これらの洗浄体は直径が約10㎜で内部にＮａが詰まっており洗浄しにくい。そこで長さを10～15㎝程度に切断しており、湿潤洗浄時間についても通常の２倍位洗浄した。しかし，その後、水浸漬洗浄をしたところ、Ｎａ－水反応による音を観測（水素濃度約５％）した。全ての洗浄、乾燥工程を終了し、小物洗浄治具を取り出したところ、洗浄治具の金網に数ケ所穴が開いているのが発見された。Ｎａ－水反応により、チューブが飛んで金網に衝突し破損したものである。今後、洗浄治具、洗浄方法について再検討することとした。

（７）２次系小型洗浄槽による２次系Ｎａｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞﾁｭｰﾌﾞ洗浄（平成７年11月）

小型洗浄槽に２次系Ｎａｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞﾁｭｰﾌﾞの切断片（約15Φ×15H ）を約100 本（Ｎａ量として約２Kg）を入れ洗浄したところ、湿潤洗浄において初め槽内が結露してＮａと水の反応が覗き窓ごしに目視と音が観測されたが、洗浄槽の温度が約60℃以上になると槽内が乾燥し約５時間経過しても水素濃度の変化がなくＮａ－水反応が進展しているのか分からなかった。そこで、内部が乾燥した状態では反応が行われない可能性があると推定

し、キャリアガス（窒素）の流量を約１／３に絞ってみたところ、再び槽内が結露し反応も再発した。その状態で約５時間運転し反応がなくなったので、浸漬洗浄に移った。

ところが、覗き窓から内部を見ていたところ、水位が洗浄カゴの底板の上部に達したと同時に激しいＮａ－水反応が生じた。それから約１０分後に水素濃度が約８％に達して高警報により設備の運転が停止した。

このことから、次回洗浄時は、

① 洗浄治具は円筒状じ底板と側板からなり、底板は穴が約２０個開いている。側板はﾊﾟﾝﾁﾝｸﾞﾌﾟﾚｰﾄ で穴が無数にあいており、蒸気は側板をほとんど通過しているように見えることから、底板の穴の数を増やす。

② 湿潤洗浄においては槽内が常に結露した状態を保持するような運転を行う。

措置を行って、再度、２次系Ｎａｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞﾁｭｰﾌﾞ洗浄を実施し洗浄性の確認を行っていく。

今回の洗浄運転で水素濃度監視機能が不十分なことが分かった。今後の設備改善項目とする。

（８）燃取機器洗浄槽床ドアバルブ分解点検時不具合（Ｈ８年３月）

ドアバルブを取り外して、上フランジを取り除いたところケーシング内に弁体台車車輪軸回り止めキープレートが１個とプレート固定用ボルトが６本落ちていた。キープレートについては昨年10月頃にもドアバルブ内部に１個落ちていた。固定用ボルトについては全て首近傍で破断していた。更に分解を進めたところ台車車輪軸４本のうち３本に車輪軸座との接触によるカジリが確認された。

本ドアバルブは、平成２年11月に据付、これまでに約250 回の開閉を行っている。また、使用中のドアバルブ内の雰囲気は蒸気等により、湿度が高い状態になっている。

このような使用条件を考慮して、軸受はスベリ軸受を採用している。今回のカジリの原因を調査した結果、軸受メタルの隙間が小さいために、磨耗した粉が除去されないで車輪軸と固着し車輪軸と車輪が共回りしたことによるものと推定される。

対策としては、軸受メタルの隙間を若干(ﾒﾀﾙﾒｰｶ 推奨値迄）拡げることで車輪軸との固着は防止できると判断した。キープレートについても材質をSUS304からSUS630に変更した。以上の対策で再発は防止できると判断するが、使用条件等を考慮して次回は４年後位に分解し、健全性及び状況の確認を行いたい。

3．13　固体廃棄物貯蔵プール設備

3.13.1　固体廃棄物貯蔵プール設備の運転実績

固体廃棄物貯蔵プール設備は制御棒駆動装置上部案内管等の高放射化した固体廃棄物をプール水中で貯蔵するものである。

ＳＫＳ以降、固体廃棄物の受入れはないが、プールに水を張った状態で水質を保持するため系統の運転を継続してきている。

プール水循環ポンプが１台でフル稼働しており、これまでＨ５年、Ｈ６年と続けて循環ポンプの分解点検を実施している。

3.13.2　固体廃棄物貯蔵プール設備の保守実績

・平成５年度	循環ポンプ	分解点検
・平成６年度	循環ポンプ	分解点検
・平成７年度	ろ過器	開放点検
	流量制御弁(1台)	分解点検

3.13.3　固体廃棄物貯蔵プール設備の運転、保守における特記事項

（１）ろ過器平板止めナットのかじり（Ｈ５年６月）

フィルタエレメントを新品に交換し、平板止めボルト・ナット10本の内の１本がきつくて締めれない状態（ボルト・ナットのかじり）になった。取り合えず９本で止めて運転を行っていたが、その後のフィルタエレメント交換時にももう１本にかじりが生じたことから、Ｈ７年度点検でボルト交換等を行うこととした。

（２）ろ過器フィルタエレメント水中落下（Ｈ５年６月）

使用済のフィルタカートリッジは将来は、固体廃棄物貯蔵プール内の所定のラック内に収納、保管するが、現状は放射化されていないことから、回収してフィルタエレメントのみ交換してカートリッジは再使用している。今回、フィルタエレメントを新品に交換する際に、ワイヤでカートリッジを吊って引き上げるが誤ってフックが外れプール底部に落下させてしまった。なんとか回収したが、今後も交換作業があることから吊具等の変更を含め作業方法を見直す必要がある。

（３）ろ過器フィルタエレメントのメッシュ変更（Ｈ５年10月）

ろ過器は、プール水中の懸濁固形分、腐食生成物をろ過除去し、固体廃棄物のプールへの貯蔵作業に支障がない程度にプール水の水質を維持するもので、縦置き円筒カートリッジ形式で使用済のフィルタエレメントをプール中に廃棄する際のしゃへい対策を容易にするためプールの水中に設置されている。

フィルタエレメントメッシュは５μｍを使用しているが、プール水中に貯蔵物がないのに僅か半年程度で差圧が規定値（1.5Kg/cm²）に達した。設計上は差圧が規定値になるか、または３年間の使用のうち短い期間内に交換することとなっている。しかし、現状は半年程度での交換となっており、以前にもあったことから、固体廃棄物が入っていないことも考慮し、メッシュサイズを10μのエレメントに変えて交換頻度を長くし、水質への影響等を確認することとした。

その結果、変更後、約10ケ月後に差圧が規定値に達したことから交換した。その後、約１年以上経過したＨ８年２月にＨ７年度点検でろ過器を点検した際に、エレメントの外観目視を行ったが若干の汚れが確認された程度だった。再使用しても問題ないとのことであったが、１年以上使用してきたので新品に交換した。

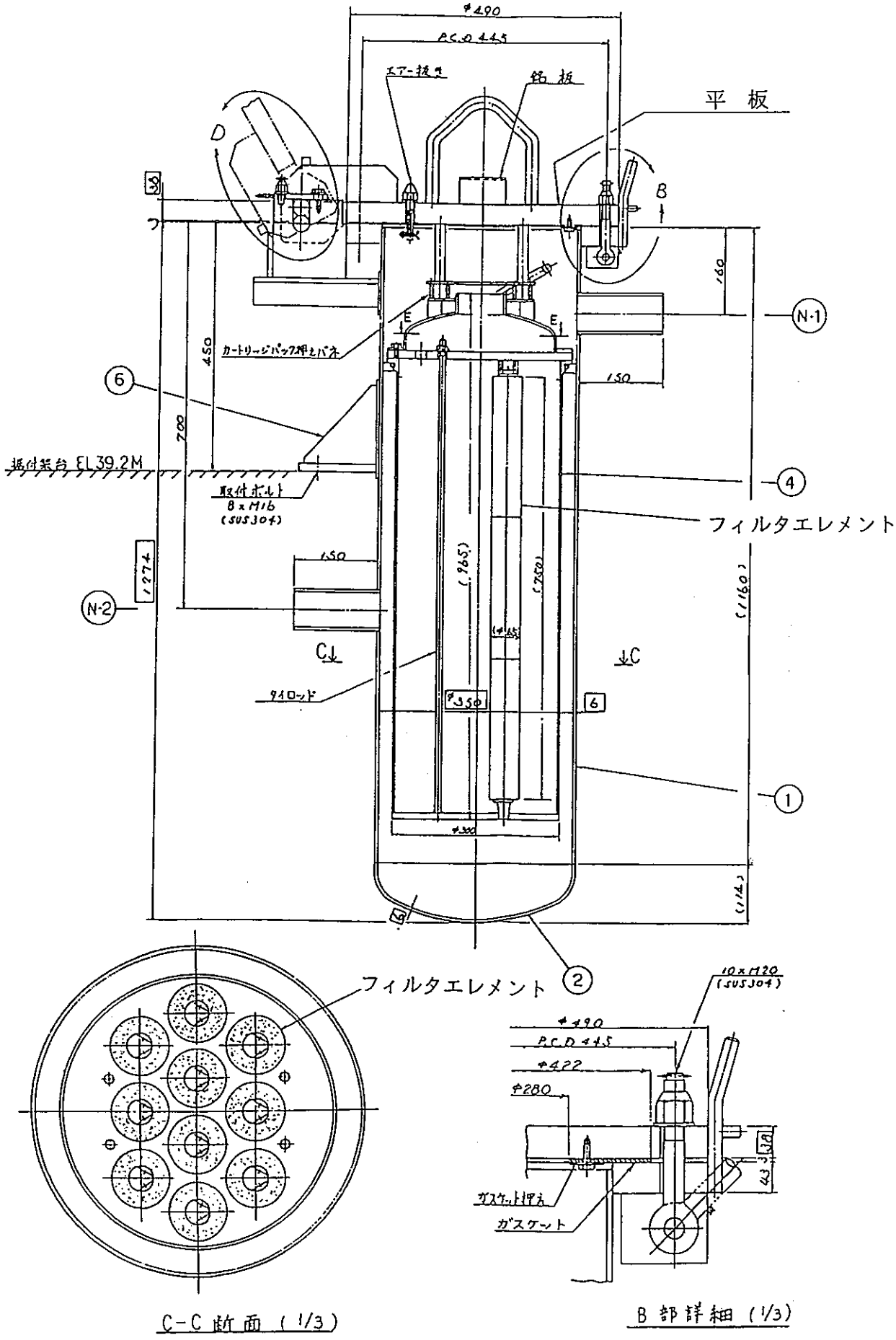
このように交換時期が徐々に延びる傾向にある。これは建設直後の建物内の塵、埃等がプール水中に入り、プール水の初期の汚れが固廃プール設備の運転により、ろ過器で除去されプール水が清浄になってきているものと推察される。次回交換が更に延びるようであれば、設計通りの５μｍのエレメントに復旧するを検討している。

（３）平成７年度点検（Ｈ８年２月）

①　ろ過器開放点検

ろ過器平板止めナットにかじりが生じていたことから点検を行った。その結果、３本にかじりが発見された。原因はボルトとナットが同材質（SUS 304 ）であり、フィルタ交換のために頻繁にボルトの締め、緩めを行うが水中にあることからモリコート等の焼付防止剤の塗布ができないことから、表面に肌あれが生じかじりに至ったものと推察される。第3.13-1図にろ過器構造図を示す。

かじりは、軟質の材料が起きやすくＳＵＳ３０４は一般的に焼付きやすい材料といわ



第3.13-1図　　ろ過器構造図

れている。焼付防止の方法としては、①硬度の異なる組合せ　②表面をクロム等の硬質の材料で硬化処理　③焼付防止剤を塗布等が一般には行われる。

ろ過器が水中にあり、水の汚れ等から③は採用できない。①が②の選択になるが、ナットの材質を硬度の高いＳＵＳ６３０に変更することとした。

② ポンプ出口流量制御弁(CV5) 分解点検

ポンプ出口流量制御弁は以前から異音がしていたことから、今回点検した。異音の原因は弁の応答制御性をよくするために設置しているブースタリレーからのもので問題ないことが分かった。しかし、分解の結果、弁体及びシールリング部に僅かに腐食が観察された。原因ははっきりしないがステライト盛りをしている母材との境界付近に発生していた。他のステライト盛りをしている弁(V26) も分解し、調査したが腐食は確認されなかった。調査の結果、本弁製造メーカ独自の現象らしく、他プラントにおいても同様な現象を経験していることが分かった。シート面に腐食がなく腐食量も僅かなことから機能上問題ないことからそのまま組み立てた。但し、今後（５年後頃）再度点検して状況により、材質変更、部品交換等が必要になるものと思われる。

3．14　その他関連設備

3.14.1　原子炉機器輸送ケーシング等の取扱、保守における特記事項

原子炉機器輸送ケーシング（ＡＨＭ）、プラグ取扱機（ＰＨＭ）は燃料交換時にＦＨＭ、ＩＶＴＭを据付及び取り外しの際に使用するもので、原子炉機器輸送ケーシングは内部にＦＨＭ、ＩＶＴＭを収納し内部をアルゴンガスに置換して、しゃへいプラグに接続し原子炉カバーガスバウンダリを構成してＦＨＭ．ＩＶＴＭを炉内へ挿入する。

プラグ取扱機はＦＨＭ．ＩＶＴＭを据え付ける際に、しゃへいプラグの据付位置に通常しゃへいのためのプラグが設置されており、その取り外し及びＦＨＭ等撤去時に取付を行うものである。

これまでの使用実績以下に示す。

・H5年	4～ 8月	炉内流量分布予備試験	流量計測装置取付
・H5年	4～ 8月	流量分布予備試験終了	流量計測装置撤去
・H5年	7～ 8月	燃料装荷準備	FHM, IVTM取付
・	11～12月	炉内流量分布試験(1)	FHM 撤去、流量計測装置取付
・H6年	1月	外側燃料装荷準備	流量計測装置撤去、FHM 取付
・	9～10月	炉内流量分布試験(2)	FHM, IVTM撤去、流量計測装置取付
・	11月	流量分布試験(2)終了	流量計測装置撤去

（１）原子炉機器輸送ケーシング用ケーブル断線（Ｈ５年４月～６月）

炉内流速分布試験のため流量計測装置（ＦＭＲ）を炉内に設置するため、Ｍ／Ｂ燃料交換機器置場において、ＡＨＭ内にＦＭＲを収納する前にＡＨＭ単独でグリッパ動作確認中、グリッパ着床条件が成立しなかった。そこでケーブル、コネクタ等を調査したところ、ケーブルが計３本断線していることが分かった。応急措置により仮接続してＦＭＲを炉内へ設置した。その後、断線の原因を調査したところケーブルに捩れがみられ、ケーブル内電線にキンクが発生し一部断線が確認されたことから、断線の原因はキンクによるものと判明した。ＡＨＭはＭ／Ｂ及びＲ／Ｂを移動して取り扱うがケーブルも移動することとなる。ケーブル長さは約20～50mあり、使用の都度延ばしたり、丸めて保管する作業を繰り返しており、ケーブル引き出し時の取扱に問題があったものと思われる。

対策として、全てのケーブルを新しく手配することとし、ケーブルはストレートマーク入りキャブタイヤケーブルとし延線時に捩じれがないことを確認し易くする。また、引き出し時に捩じれにくいよう保管時には8の字取りで収納することとした。

3.14.2 原子炉格納容器機器ハッチ開閉における特記事項

機器ハッチは原子炉運転中は閉止して原子炉格納容器バウンダリを構成するが、原子炉停止して燃料交換を行う際は、燃料交換のために燃料出入設備の炉上部とＥＶＳＴ間を移動する通路となる。従って機器ハッチの開閉は燃料交換の都度行うこととなるが、燃料装荷及び出力分布試験においては、試験のために原子炉の起動をする必要があり、４０回（20燃交分）もの開閉作業を行った。

ハッチは重量物であることから格納容器にＩ型鋼を取り付け、トロリに吊り下げである。開閉時の移動はトロリを水平に移動することにより行う。

（１）ハッチ移動用トロリローラ破損（Ｈ６年５～６月）

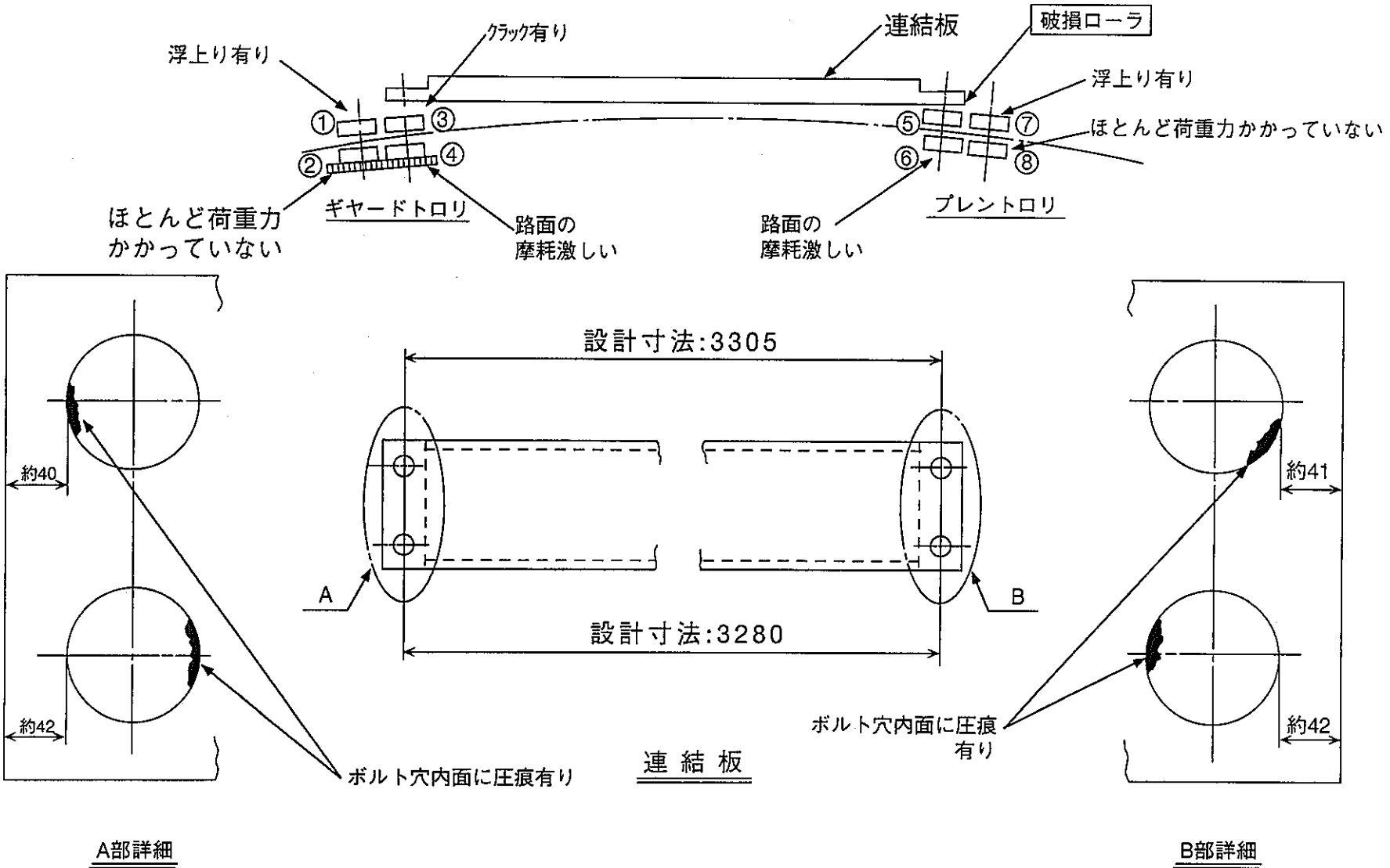
出力分布試験において、ハッチを開するため両ねじボルトを外して、ハッチの移動を開始し約半開のところでトロリのローラ４個のうち１個が破損して床上に落下した。幸い作業員に当たらず怪我はなかった。半開の状態で放置できないので他のローラの状態を確認してゆっくり全開にした。機器ハッチは性能試験になってから１４回開閉していた。

現場調査の結果、内側のローラ残り３個共、破損、クラック等が確認された。

ローラ破損の原因は、連結板のボルト穴加工が設計図面通りにされていなかったことから、全ローラ（８個）に蓋荷重（28t ）が分散されずに、内側４個のローラのみに蓋荷重がかかった状態でこれまで移動が行われていたことによる。

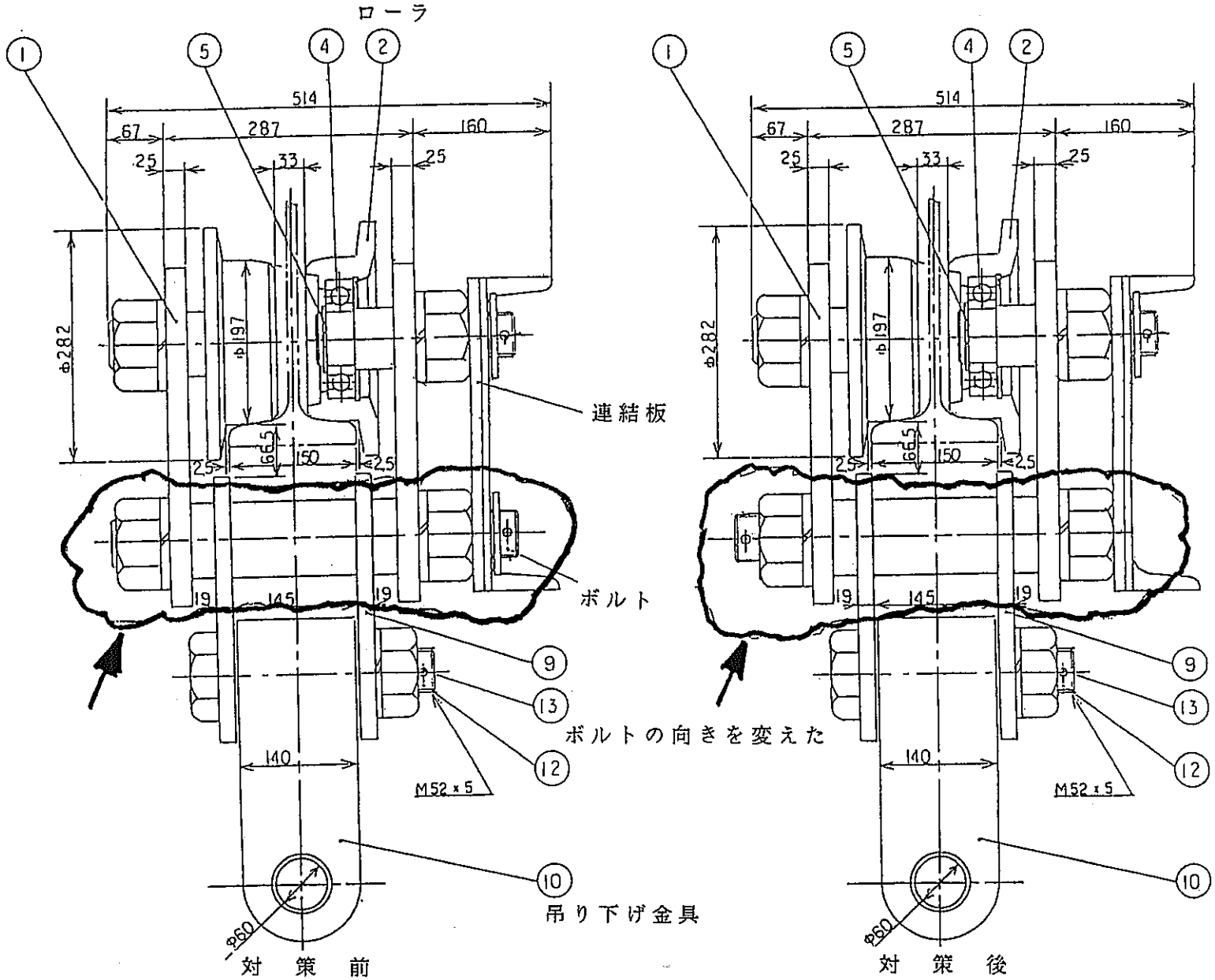
対策はトロリと連結板とのボルト２本による接続を１本に変更して全ローラで蓋荷重を受ける構造とし、ローラを新品に交換した。

第3.14-1図に分解点検結果、第3.14-2図に連結板・トロリ接続ボルト処置対策図、第3.14-3図にトロリと連結板の接続図を示す。

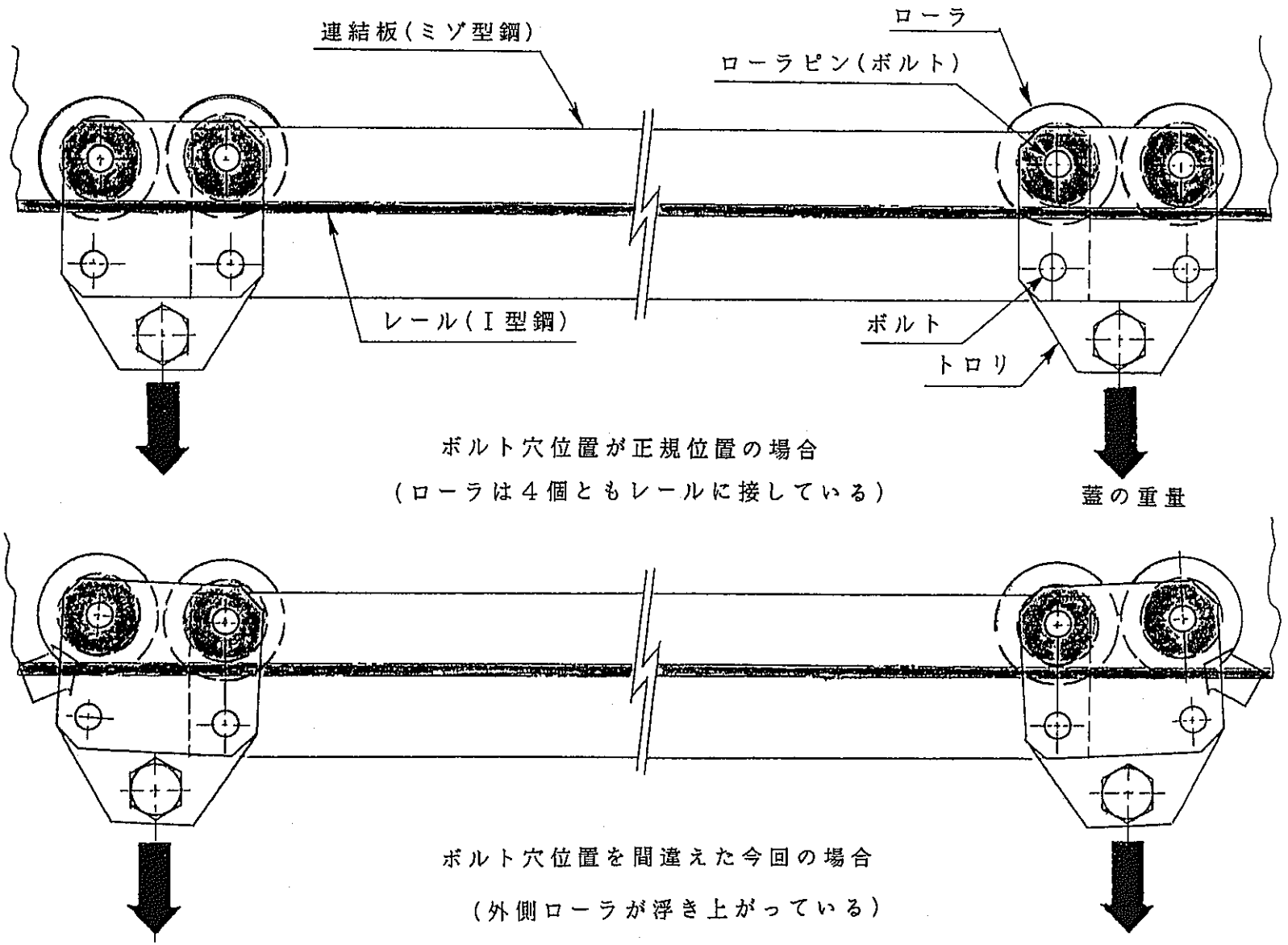


◎ 吊り金具とトロリの接続部は
固着していなかった

第3.14—1図　　分解点検結果



第3.14-2図　連結板・トロリ接続ボルト処置対策図



第3.14-3図　トロリと連結板の接続図

3．15　設備改善等

総合機能試験を通じて、現状の設備で機能、性能上問題がないことは確認されているが、現状の設備では、労働安全、工程、経費及び信頼性向上等の観点から設備改造を行った方が良いと判断し、ドラブル対応とは別にこれまで設備改善を図ってきている。

改善を実施した主要なものを以下に示す。

(1)　炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブの６連化

(2)　ドアバルブガス置換系第二真空ポンプの追加

(3)　新燃料方位調整装置設置

(4)　燃取ＩＴＶ及び無線通話装置の設置

(5)　燃料容器用ジブクレーン及びホイストの昇降速度変更

(6)　ドリップパン複数洗浄化

(7)　レールブリッジ取付、取外し作業時間短縮のための改造

(8)　瞬停防止対策

(9)　新燃料移送時間の短縮化

(10)　二次系機器洗浄設備

(11)　缶詰缶の追加製作

3.15.1　設備改善等の内容

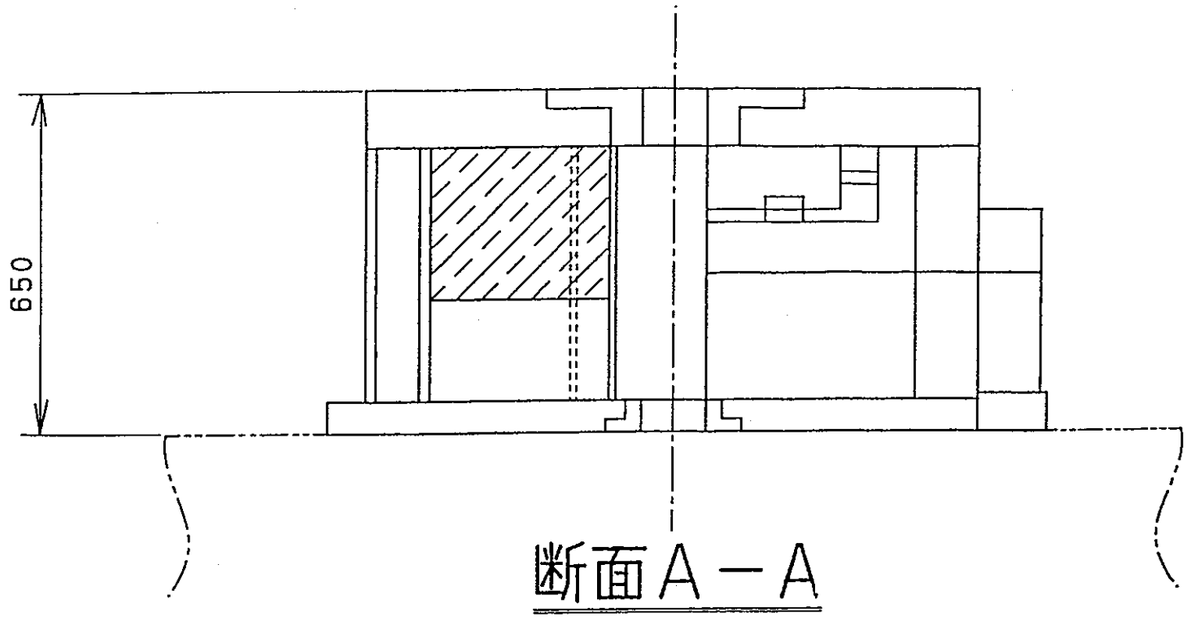
（１）炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブの６連化（平成３年～平成７年７月）

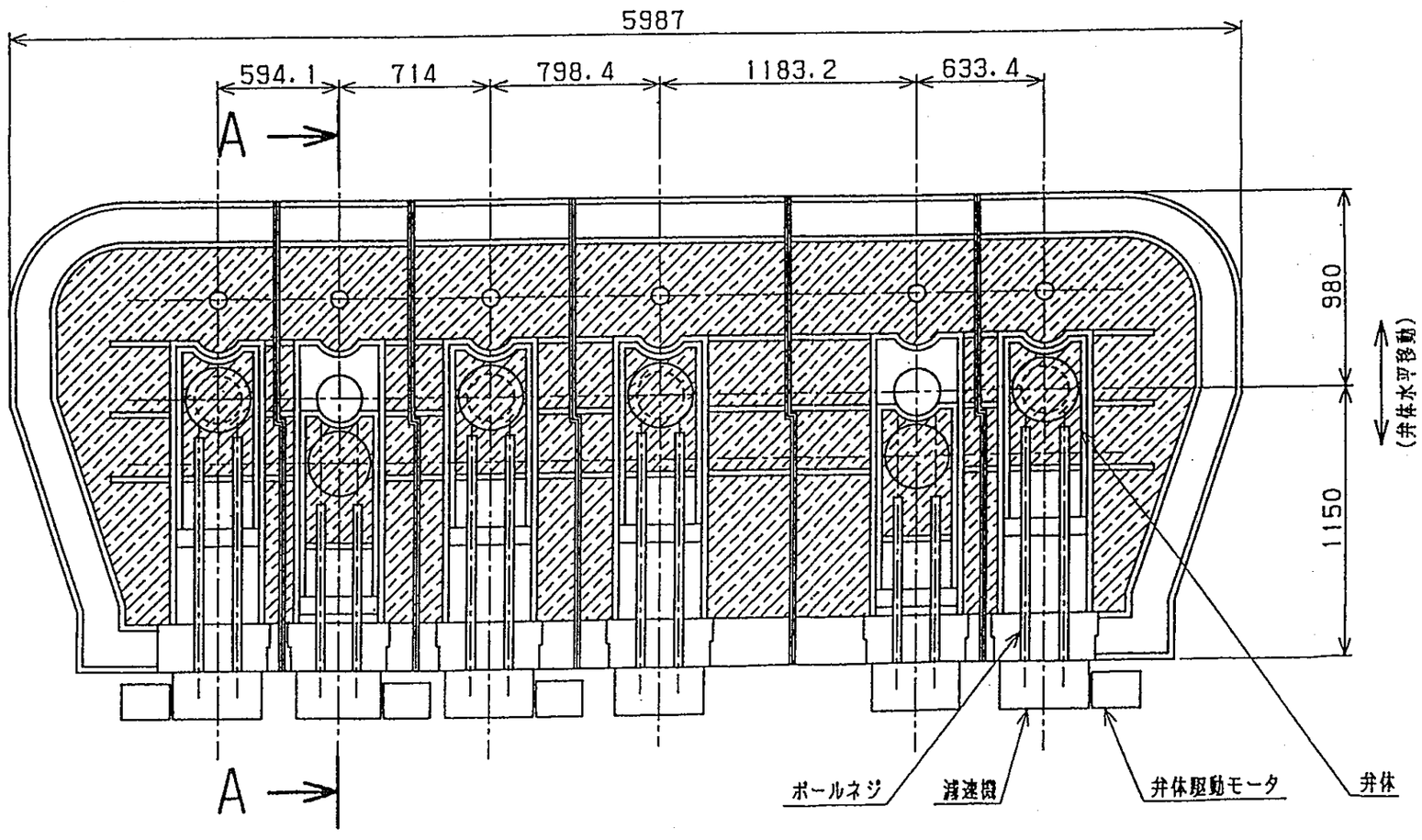
炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブは設計当初（１９７９年頃）、６連式床ドアバルブとなっていた。しかし、その後のメーカ発注段階で「もんじゅ」全体の建設コストを削減する必要が生じ、その調整の１つとして単式のドアバルブが提案され、燃料交換期間についても１ケ月間に収まるとの評価結果を得、単式のドアバルブとなった経緯がある。

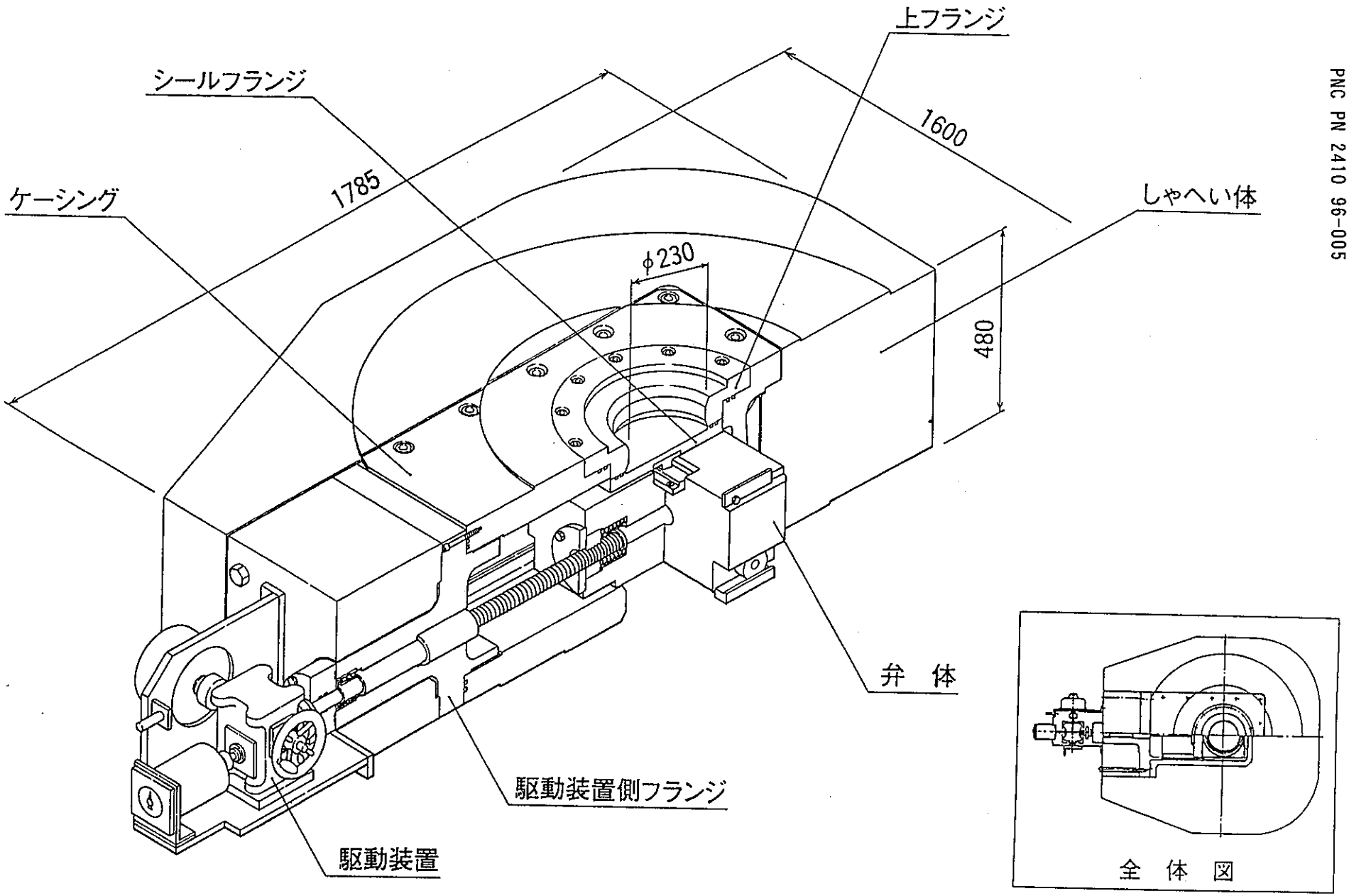
しかしながら、単式のドアバルブは炉外燃料貯蔵槽案内筒の各列（６列）にクレーン等を使用して移動しなければならないことから、総合機能試験を通して設計段階では予測出来なかった様々な問題点があることが分かり、移設作業を伴わない据置型６連式ドアバルブへの設備改造の必要性が認識されるようになった。

第3.15-1図に旧設計６連式ドアバルブ、第3.15-2図に単式床ドアバルブを示す。

第3.15-1図　旧設計6連式床ドアバルブ（ゲート弁式）概略図







第3.15-2図　「もんじゅ」床ドアバルブ
"Monju"　FLOOR VALVE

(1-1)単式ドアバルブの移設作業の概要

炉外燃料貯蔵槽（以下「EVST」）は同心６列の回転式貯蔵ラックにより、新燃料及び使用済燃料等を 250体貯蔵できる。燃料等の取扱には、６筒の案内筒に対しドアバルブが１基しかないため移設しなければならない。ドアバルブの移設は燃料交換時に４～５回、燃料処理時（新燃料EVST移送、使用済燃料の洗浄・缶詰等）に４～５回でそれぞれ１年間に２回行うことから年間約２０回移設作業を行うこととなる。

移設作業はドアバルブ（13ﾄﾝ）、プラグ取扱機（18ﾄﾝ）、プラグ置場（15ﾄﾝ）、運搬架台（ 3ﾄﾝ）、メンテナンス台車（35ﾄﾝ）２ 台等の大型重量物をクレーンを使用して行わなければならない。プラグ取扱機は、案内筒内のしゃへいプラグ、シールプラグを引き抜いて燃料等の通路を確保する。また、燃料移送後はドアバルブ移設前にプラグを挿入してしゃへいとEVSTｶﾊﾞｰｶﾞｽﾊﾞｳﾝﾀﾞﾘを確保する。従ってドアバルブ移設作業は、プラグ取扱機等を頻繁に移動する必要があり、これまで29回の移設作業を行っている。

第3.15-3図にドアバルブ移設作業手順、第3.15-1表に単式床ドアバルブ利用年表を示す。

(1-2) ドアバルブ移設作業に伴う問題点

① 単式ドアバルブに設計上（燃料取扱性）の問題はないが、重量物の移動を行うことから、多くの日数と熟練した作業員（約10名）が必要となり、多くの経費がかかる。

② 一回の移設作業に２～３日かかり、年間で約４８日移設作業に費やされることとなり発電施設の運転計画に及ぼす影響が大きい。

③ 狭隘な場所で重量物を頻繁に移動することから、作業員の労働災害の危険性が大きい。

④ 使用済燃料を貯蔵するEVSTの上部での作業であることから、作業員の放射線被ばくが多くなる。

⑤ ドアバルブはEVSTのバウンダリを形成する重要な機器であるが、移動及びプラグ取扱機上架時のクレーン操作のミス等により、ドアバルブに損傷を与えるおそれがある

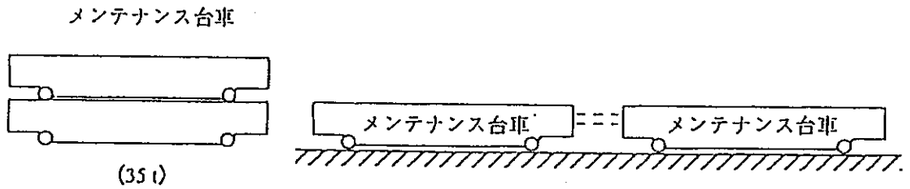
⑥ 近年の社会的傾向として、労働者が現場作業を敬遠するようになってきている。

この傾向は今後益々顕著になるものと思われる。熟練技能者を継続して確保することが今後困難になってくる。

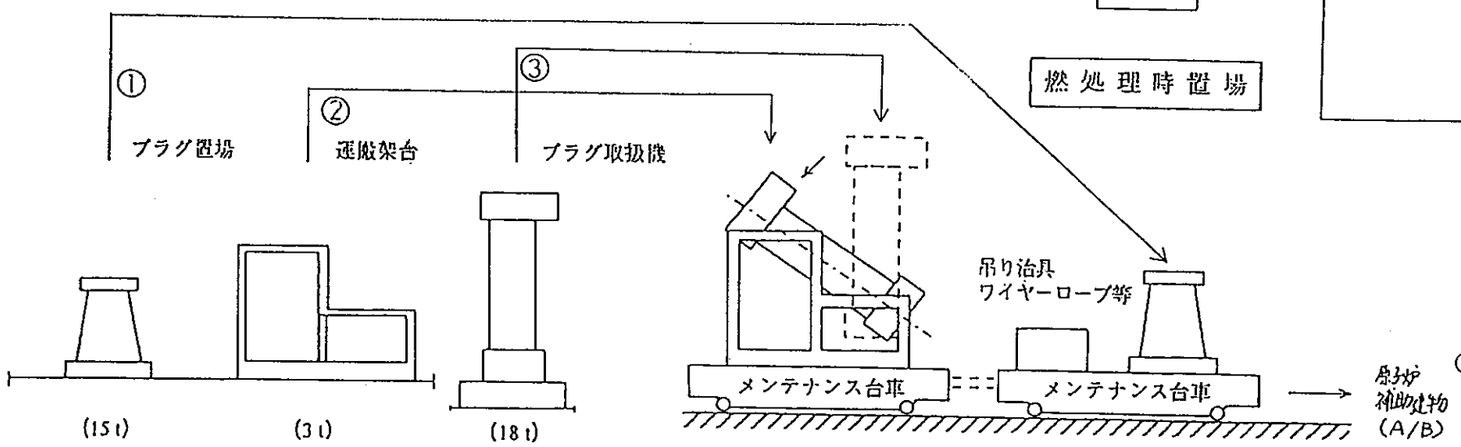
単式床ドアバルブの移設（B→D）要領

第3.15-3図　　ドアバルブ移設作業手順

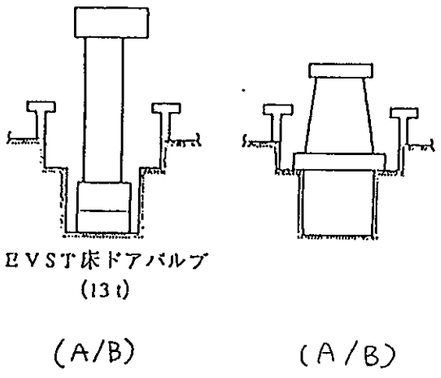
①メンテナンス台車組立



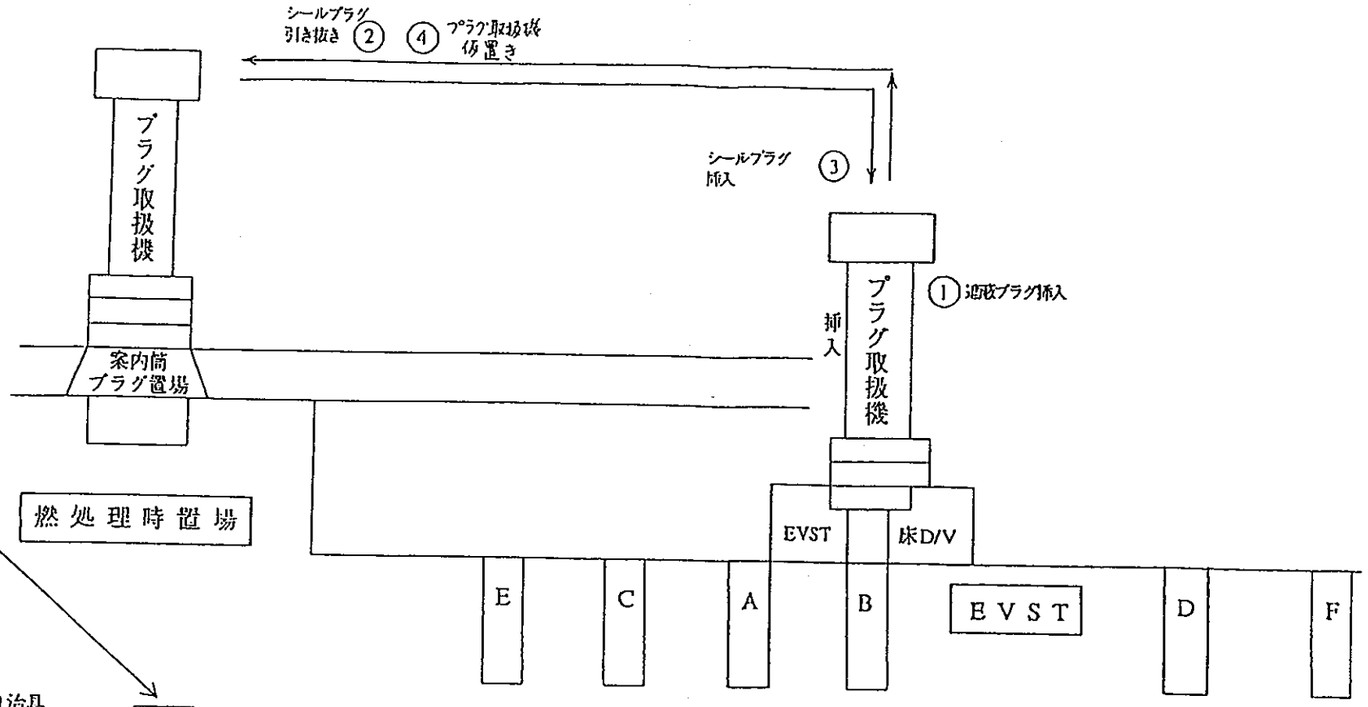
②プラグ置場，プラグ取扱機の搬入



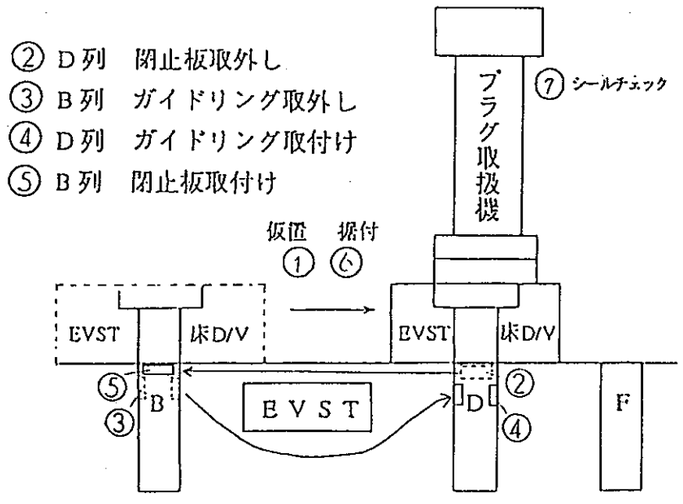
③プラグ置場，プラグ取扱機の設置



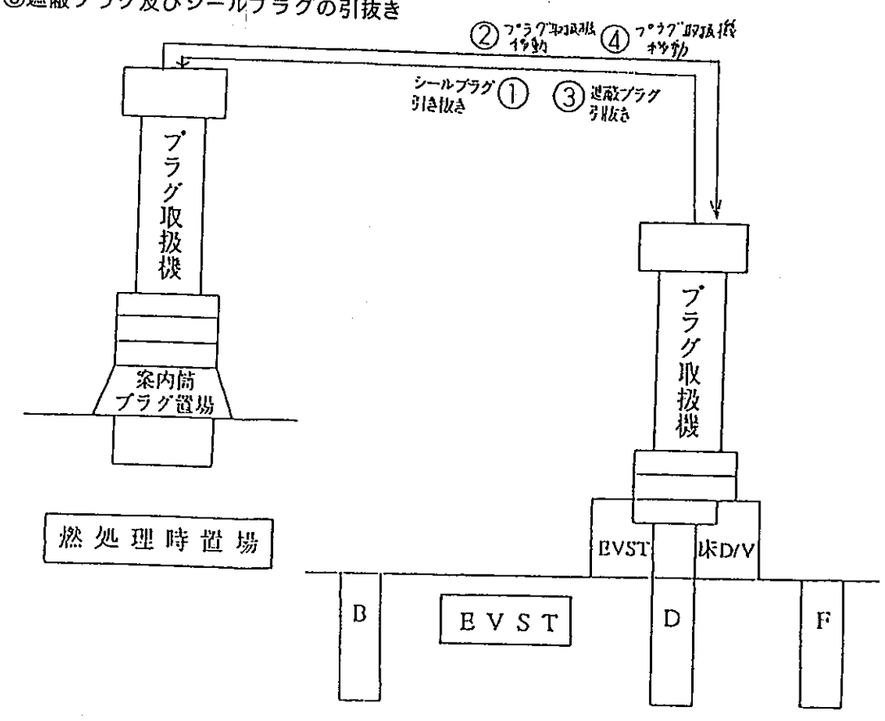
④遮蔽プラグ及びシールプラグの挿入



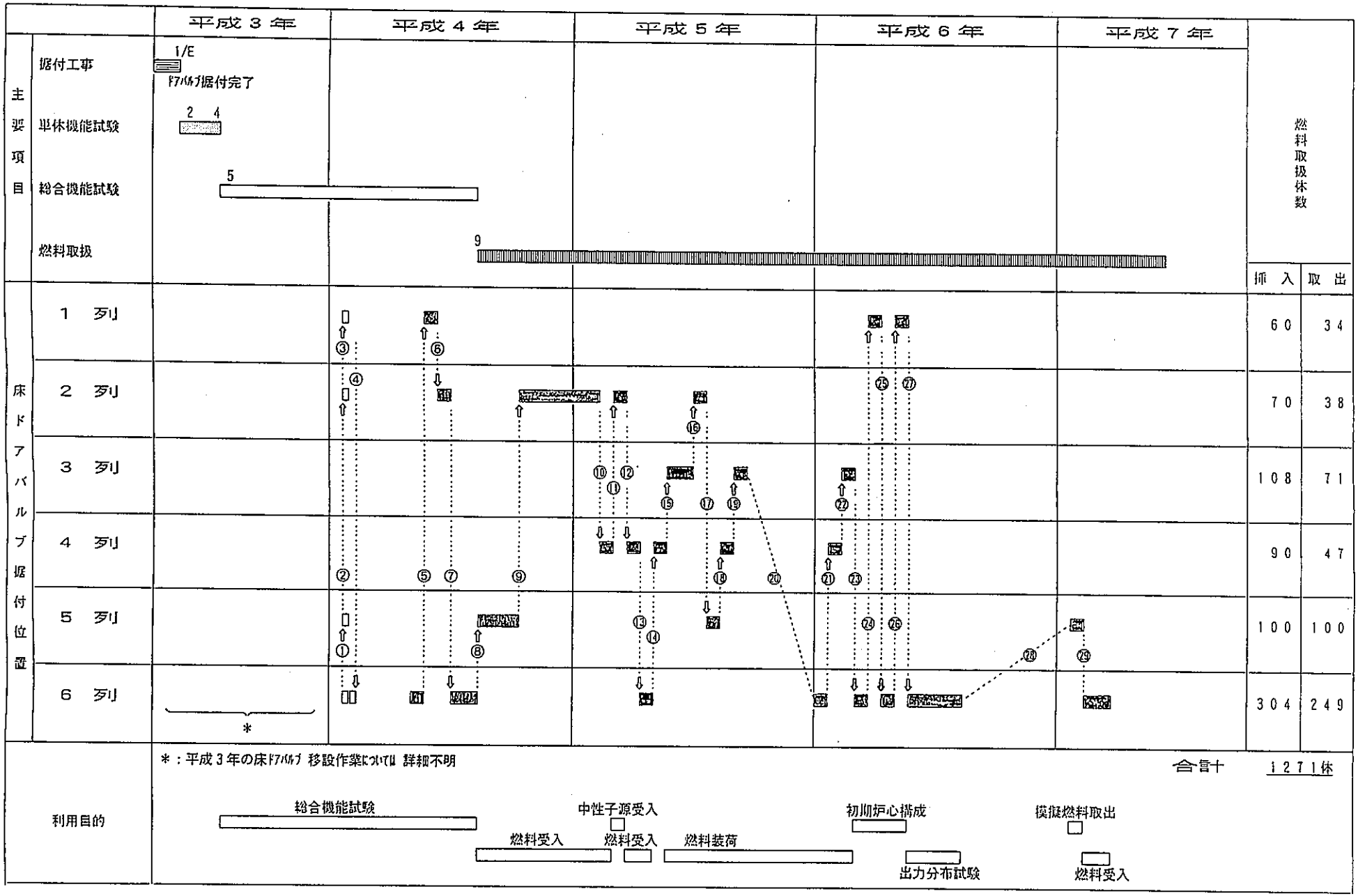
⑤単式床ドアバルブの据付及び付属品の取付け



⑥遮蔽プラグ及びシールプラグの引抜き



第3.15-1表 炉外燃料貯蔵槽 単式床ドアバルブ利用年表



*：平成3年の床ドアバルブ 移設作業については 詳細不明

(1-3)改造による効果

前記の問題点を解決できる。即ち、

① 移動に伴う経費を大幅に節減できる。

② 作業員の負担がなくなり、作業安全が確保できる。

③ 機器の損傷の危険性がなくなり、設備としての安全性が確保できる。

④ ドアバルブ移設がなくなることにより、作業工程が短縮される。特に燃料交換工程は、設計上は３０日としているが、その前提条件として燃交機器を据付、撤去する現場作業を実働約２４時間／日としており、ＳＫＳの実績から作業員の確保が困難なことが明らかになっており、今後の運転においては実質困難である。

現実的な作業時間約10時間／日で燃交機器の据付、撤去した場合に燃交期間が約４８日かかることになる。これを６連式ドアバルブに改造することにより約１０日短縮できる。燃交期間は運転工程のクリティカルパスであることから、設計上の日数に近づくことにより、運転計画への裕度が生まれる。

第3.15-4図に燃料交換作業工程の比較検討結果を示す。

(1-4) 改造の内容

① 各案内筒にそれぞれドアバルブを設けた据置型の６連式ドアバルブとする。

② 単式ドアバルブと同じ型式（ゲート式）では据付スペースが多く必要となり、配置上収まらないことから、形状を小型化できる弁体回転式にする。

(1-5)改造の経過

改造については、改造規模が比較的大きいため工期及び経費がかかることと設工認変更等の許認可申請手続きが必要になることから、数年間で行うことで計画した。

① 基本設計（Ｈ４年10月～Ｈ５年３月）

まず、平成４年度に基本設計を実施し、ドアバルブの６連化が可能かどうかの成立性について検討した。検討結果は設置スペースに制約があることからゲート式を弁体回転式にすることで成立する。また、建物の耐震強度への影響についても検討した結果、強度に与える影響は小さいとの結論を得た。

６連化することにより、前述した問題点が解決されることから、建設所として改造を推進することが決定された。

第3.15-4図　燃料交換作業工程の比較検討結果

日　数　1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41

1）旧設計（製作準備設計その2～合理化設計）における6連式床ドアバルブと単式床ドアバルブの作業工程（案）

6連式 床D／V（製作準備設計その2；S55. 11）	燃料交換準備*2 4．5日	燃料交換 *1 4．0日		燃料交換 *1 4．5日		燃料交換*1 3．5日	燃料交換*1 3日	燃料交換後始末*2 5日
			*3		*3		*3	
単式 床D／V（合理化設計；S56. 5）	燃料交換準備*2（プラグ 作業含む）4．5日	燃料交換*1 3日	移設 1	燃料交換*1 3．5日	移設 1	燃料交換 *1 2．5日	移設 1	燃料交換 *1 3日	燃料交換後始末*2 5日（プラグ置場作業含）

＊1；実労約16時間／日で2班による作業

＊2；実労約24時間／日で2班による作業

＊3；実労約12時間／日で1班による作業

(1) 6連式から単式に変更したことによる燃料交換の全体作業工程は変更していない。

2）臨界試験後における6連式床ドアバルブと単式床ドアバルブの作業工程

単式 床D／V	燃料交換準備（プラグ置場作業2班含む）*4 11．5日	燃料交換*1 3．5日	床D/Vの移設 2日*1	燃料交換*1 3．5日	床D/Vの移設 2日*1	燃料交換*1 3日	床D/Vの移設 2日*1	燃料交換 *1 2．5日	燃料交換後始末（プラグ置場作業2班含む）*4 10．5日
		18．5日							
6連式 床D／V（H7．7運用開始）	燃料交換準備*4 9．5日	燃料交換*1 3．5日	燃料交換*1 3．5日	燃料交換*1 3日	燃料交換 *1 2．5日	燃料交換後始末*4 8．5日			
		12．5日							

＊4；実労約8時間／日で1班による作業

10日間の燃料交換作業の短縮

(1) 6連式に変更したことにより、40日／年×9人／日＝360人日／年の削減効果がある。（1回の燃料交換時に要するドアバルブの移設日数は①プラグ置場作業準備2日，②ドアバルブの移設（2日／回×3回）6日，③プラグ置場作業後始末2日　の合計10日（6連式にしたことによる移設日数10日間の燃料交換作業の短縮）である。従って、1年間では40日（10日×4回（燃料交換2回／年，燃料処理2回／年））となる。また、移設作業には9人／日かかっている。）

② 官庁手続き（Ｈ５年10月～Ｈ６年５月）

平成５年度は、所轄官庁への折衝を開始した。まず、行政側の疑問は、「現状の設備で運転できているのなら、今、変更申請をしてまで改造することはないのではないか？運転開始して使用前検査合格した後に行えばよいのではないか」との指摘があった。

これに対し、「運転開始後、ドアバルブ改造を行うと現地工事に約３月かかり、その間燃料等の移送が行えないことから、「もんじゅ」の運転を改造のためにその間停止せざるを得なくなり、結局、改造そのものを見送らざるを得なくなるおそれがある。今現在、性能試験期間中に行えば運転開始までに改造を終えることができる。そうすれば、その間は燃料交換が計画されていないことから、全く運転計画に影響を与えることはなく、運転開始後の燃料交換において６連化のメリットを十分発揮できる。従ってこの改造は運転開始前の今の時期が最も良いと判断している。」旨説明し理解を得た。

もう一つの疑問としては、「原子炉運転中にこの改造を行うことは安全上問題ないか」ということだった。何らかの原因で全炉心退避をする必要が生じた場合に燃料池へのアクセスルートがなくなるのではないか？ということで、これについては、全炉心退避が必要になる事象としては、燃料破損等が想定されるが、炉心に保持しておくことにより、冷却と閉じ込めの機能を保つことができることから、早急に炉外に出す必要はなく、炉内に保持しておくことが最も安全である旨説明した。但し、万一、何らかの要因で炉心から燃料等を取り出す必要が生じた場合を考慮し、燃料検査槽を経由して取り出せるようルートの確保はできていることを説明して了承を得た。

工事認可変更申請が必要か、通産省資源ｴﾈﾙｷﾞ庁発電課に説明した。改造規模からは必要との判断があったが、現状のドアバルブについて工認本文に記載がないことから、変更する６連ドアバルブだけ記載して変更すると、他の設備のドアバルブとの整合が図れないことになることから変更申請は不要となった。しかしながら、EVSTｶﾊﾞｰｶﾞｽﾊﾞｳﾝﾀﾞﾘを構成することから、単式ドアバルブはイ項検査として耐圧、外観及び据付検査を受検済みであり、また、ハ項検査として系統運転性能試験を受検済みであり、６連ドアバルブに変更後、工認変更していなければ、何にもとづいてそれらの検査を再受検すればよいかということになった。単式ドアバルブの検査についても工認本文に基づくものではなく、使用前検査要領書の段階で指導により加えたものであることから、６連ドアバルブについては、再受検についてお願いの文書を動燃がら発電課に提出することで、富山支局

及び本省内の合議を発電課で実施していただくこととなった。

これらの調整に約半年費やされたが、平成６年３月設計及び工事の変更認可申請を実施し、５月に認可を受けた。

③　製作設計及び材料の一部先行手配（Ｈ５年10月～Ｈ６年３月）

◎設計の概要

・型　式　：一体型６連式ドアバルブ

・燃料等の通路形成：従来の水平移動方式から回転移動方式に変更

・バウンダリー形成：従来のドアバルブと同様にシールフランジの開閉による。

・燃料等からの放射線しゃへい：従来のドアバルブと同様に構造材（炭素鋼，ステンレス鋼）とポリエチレンにより行う。

・燃料出入機との放射線しゃへい：接続部構造を移動式とした。（可動ｱﾀﾞﾌﾟﾀﾌﾗﾝｼﾞ）

・ＥＶＳＴ案内筒間接冷却流路形成：昇降リングを空気圧シリンダで動作させる。

第3.15-5図にＥＶＳＴ６連式ドアバルブ、第3.15-6図に回転移動方式弁体、第3.15-7図に燃料出入機との接続部（従来）、第3.15-8図に燃料出入機との接続部（６連式）、第3.15-9図に間接冷却流路形成を示す。

設工認変更認可を受けて、製作設計及びケーシング等の大型鍛造部材の購入について平成５年度に実施した。

ケーシングは、単式ドアバルブはステンレス鍛鋼品であったが、コストを考慮して、６連では炭素鋼鍛鋼品とした。材料に炭素鋼を使用する場合は、最低使用温度が重要となる。これは低温での脆性破壊に対する強度を確認しなければならないことが技術基準で定められている。ドアバルブの最低使用温度は、当初、炉上部にあるしゃへいプラグと同じ１０℃としていたが、格納容器内に比べ燃料出入通路はメンテナンス建物と繋がっており、冬季にかなり温度が下がることが、ＳＫＳを通じて判っており、据付位置についてもしゃへいプラグは炉内のＮａ液面のすぐ上に設置されているが、EVSTドアバルブはEVST内のＮａ液面から約８ｍ上部に設置することから、ほとんどＮａ温度の影響を受けることがなく、室温に左右される。従って、６連ドアバルブはしゃへいプラグに比べて温度が低くなることが考えられることから、最低使用温度を５℃に変更した。

製作設計においては、弁体回転式に伴いシールフランジのセルフロック機構も直線移

動から回転移動になる。それにより上フランジとの接触力が不均一にならないことの確認のためモックアップを製作して耐久試験及びシール性について試験した。

④　工場製作（Ｈ６年７月～Ｈ７年３月）

平成６年度に工場製作を行った。製作設計を前年度に実施したが、各部品の製作図の作成等製作設計の実質は工場製作をしながら行った感じだった。

工場での組立後の機能試験は年度末までかかり、製作完了が納期ギリギリであった。

⑤　現地据付工事（Ｈ７年４月～７月）

設工認申請時点での工事計画は、出力40％試験中の原子炉停止期間に据付、溶接工事等プラント運転に支障を及ぼすおそれのある作業を実施することとしていたが、工場製作段階で性能試験途中の平成７年７月頃燃料交換を行う可能性もあるとの、水面下での情報があり、６連ドアバルブの工事時期について色々検討したが、２月に水蒸気系フラッシュタンクのトラブルが発生し、その対策工事のために５月まで原子炉停止することとなり、それに合わせて６連ドアバルブの工事も行うことで調整がついた。５月末で機械、電気工事を終え、単体機能試験、総合機能試験、官庁立会検査等を実施して７月初めに工事を完了した。

機能試験において、ドアバルブ移設に相当する可動アダプタフランジの移動時間を測定したところ、最長のドアバルブ間（Ｅ～Ｆ列）において約４分間で移動が完了した。

これは、単式ドアバルブ移設時間に比べ約1500～2000分の１であり、大幅な時間短縮が図られた。

第3.15-2表にEVST床ドアバルブ（６連式）据付工事工程表を示す。

⑥完成後の効果の実証

７月完成後の直後にブランケット燃料34体のEVST移送、８月から11月にかけて模擬体の洗浄処理のためにEVSTから 144体の取出、その後、新燃料24体のEVST移送運転を行った。この間延べ７列を使用し、約200 体を取り扱ったが、ドアバルブに関するトラブルはなく、可動アダプタフランジの移動時間も運転時間にほとんど影響を与えなかった。

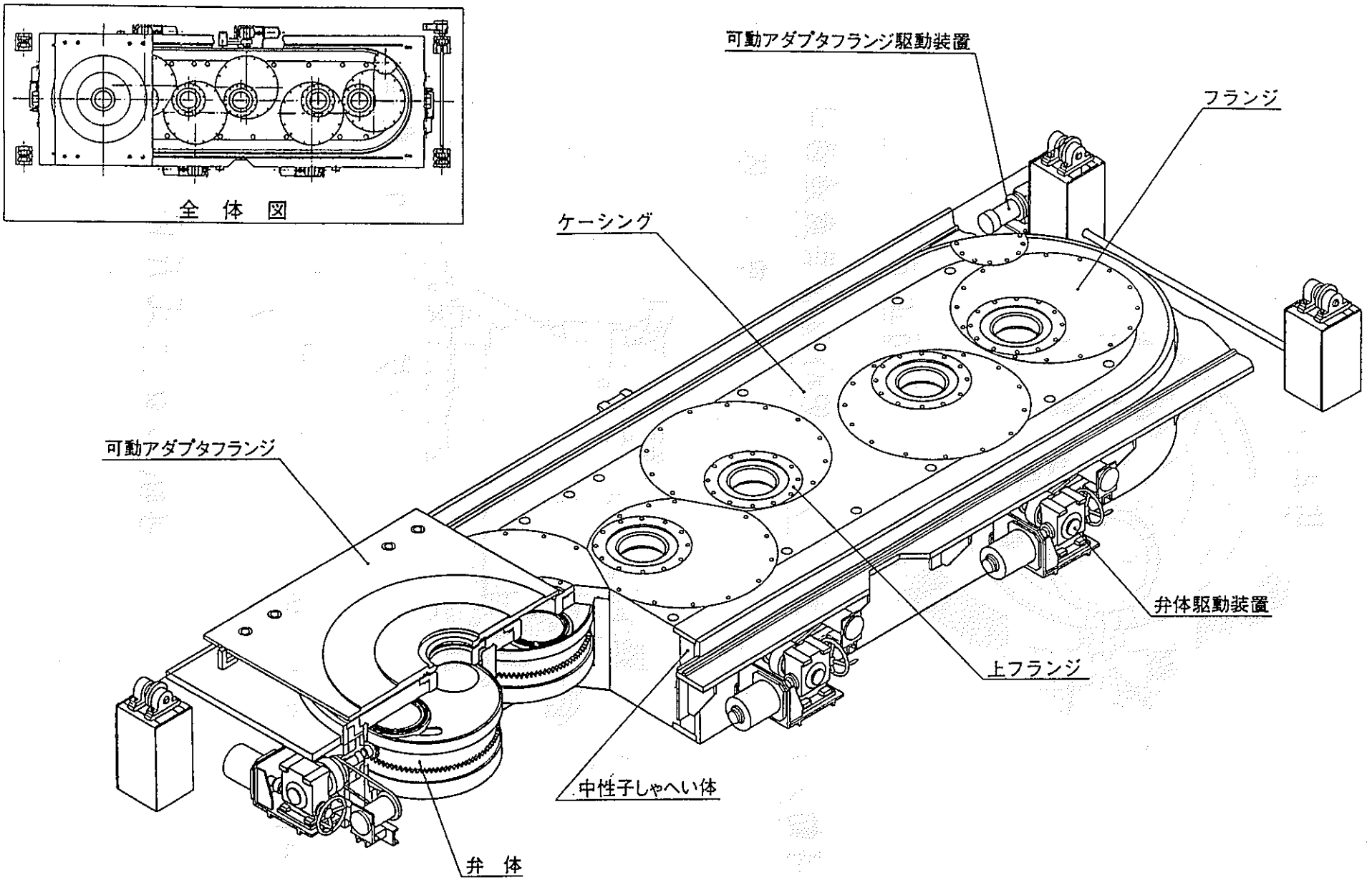
改造前の単式ドアバルブであれば、約２０日余計にかかっていたこととなり、工程上大きな効果があったことが実証された。なお、工程のみならず、労力低減、労働安全において格段の向上が図られ、当初の目的どおりの改善効果が得られた。

第3.15-3表に炉外燃料貯蔵槽６連式ドアバルブ使用実績を示す。

⑦単式ドアバルブの燃料切離装置用ドアバルブへの転用（Ｈ８年３月）

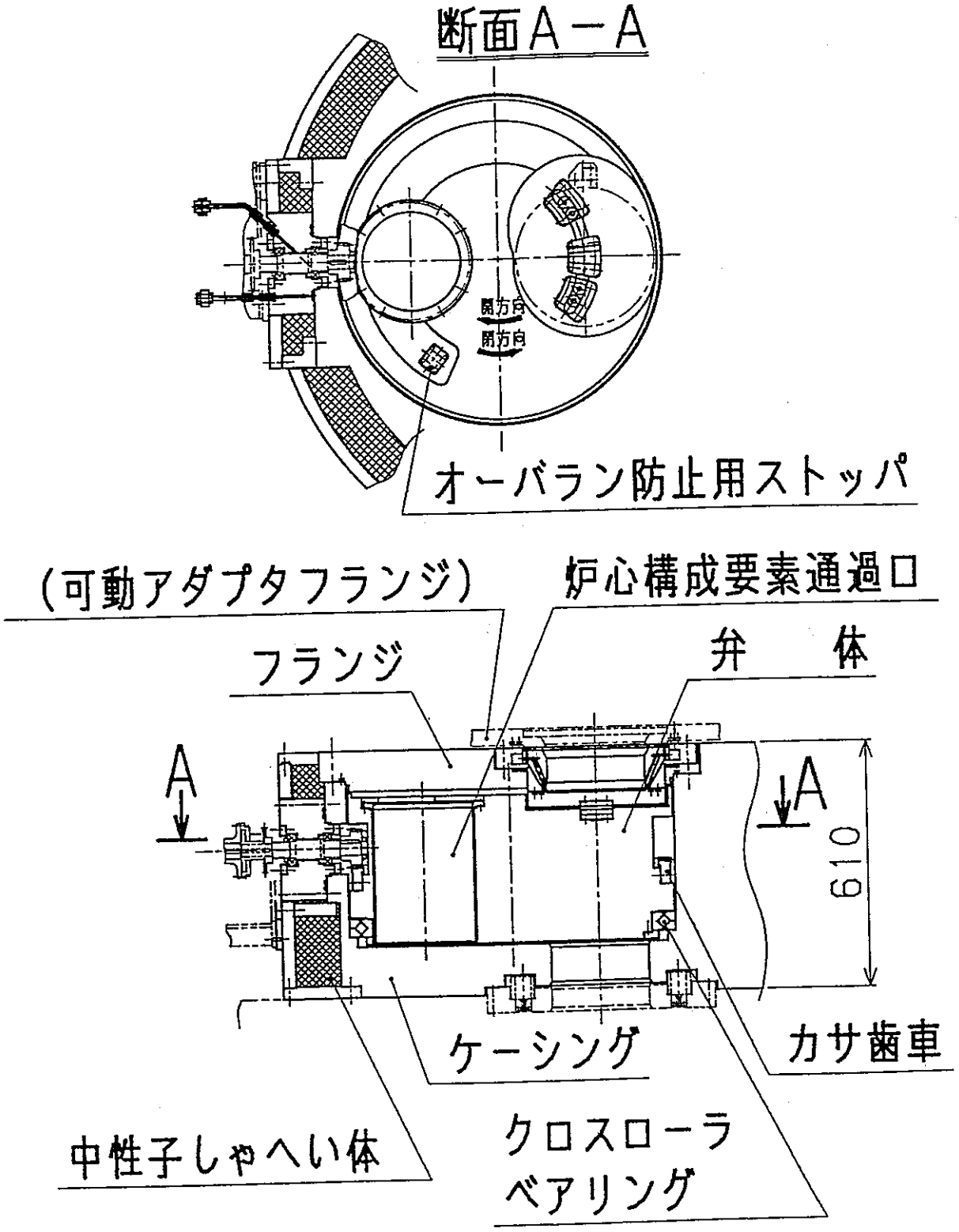
６連式ドアバルブに改造する計画段階で単式ドアバルブの転用について検討しており、結論として燃料切離装置用ドアバルブへの転用が可能なことが分かっていた。

燃料切離装置用ドアバルブへの転用に向けて、Ｈ６年度に炉内検査孔閉止フランジ及び燃料切離装置固定フランジと取り合って所定の据付位置に燃料切離装置が設定できるよう上及び下アダプタフランジを製作している。Ｈ８年度に６連式ドアバルブへの改造を完了したことから、取り外した単式ドアバルブを燃料切離装置用ドアバルブとして使用できるように、しゃへい体を削るとともに駆動装置を取り外して手動操作とし、外形寸法をコンパクトにして据付位置に収まるよう改造した。

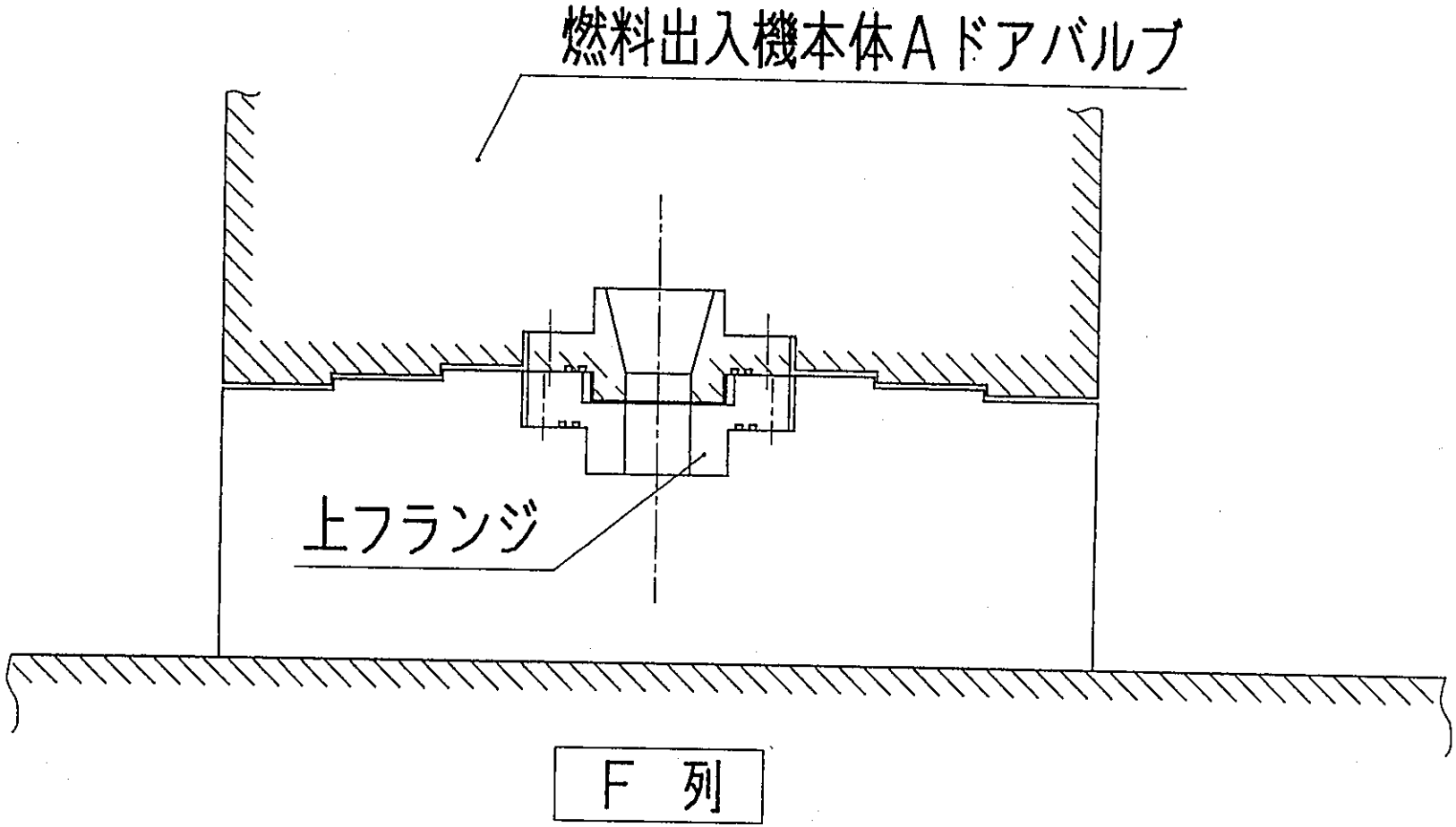


第3.15-5図 **EVST6連式ドアバルブ**

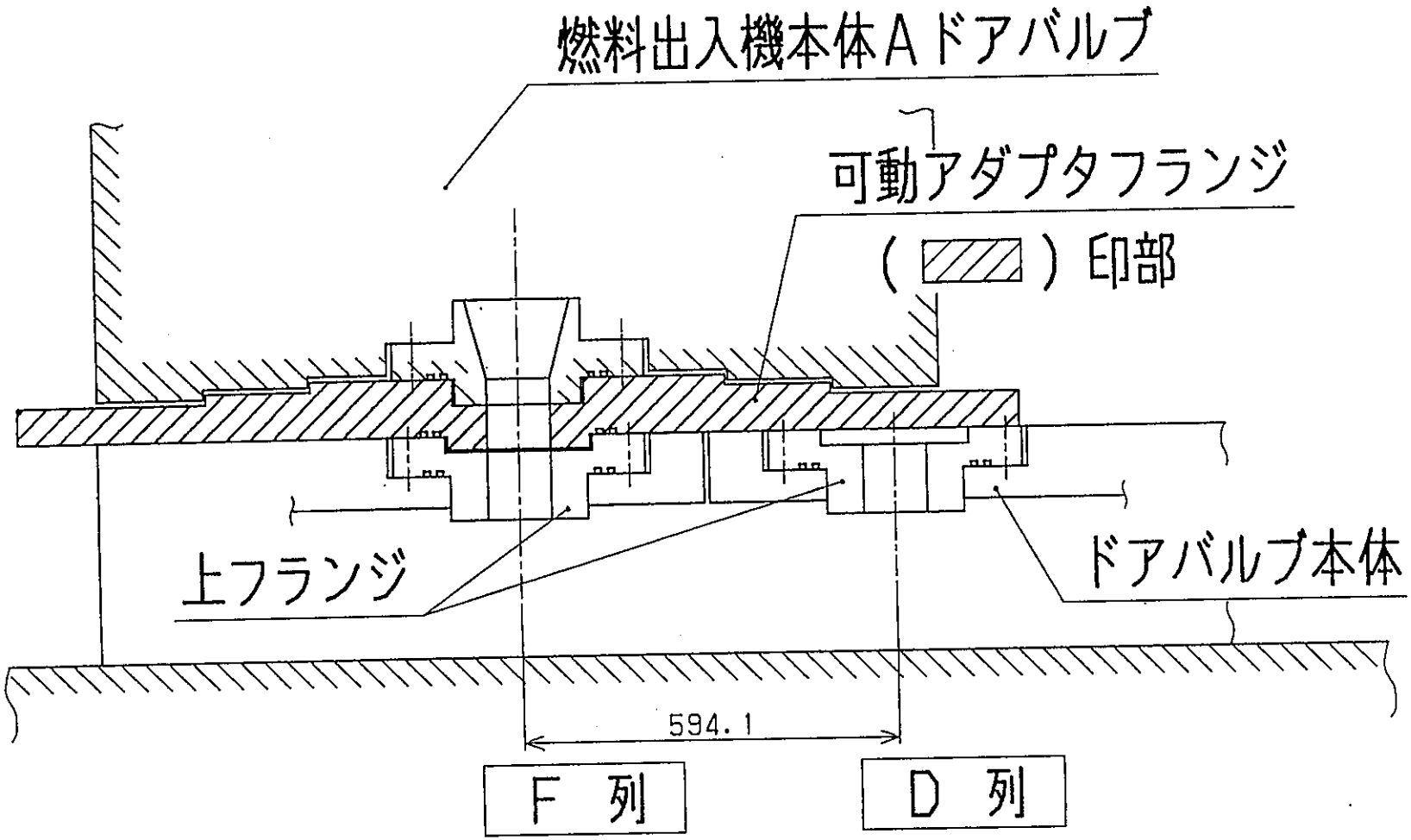
EX-VESSEL FUEL STORAGE TANK 6-CONNECT TYPE DOOR-VALVE



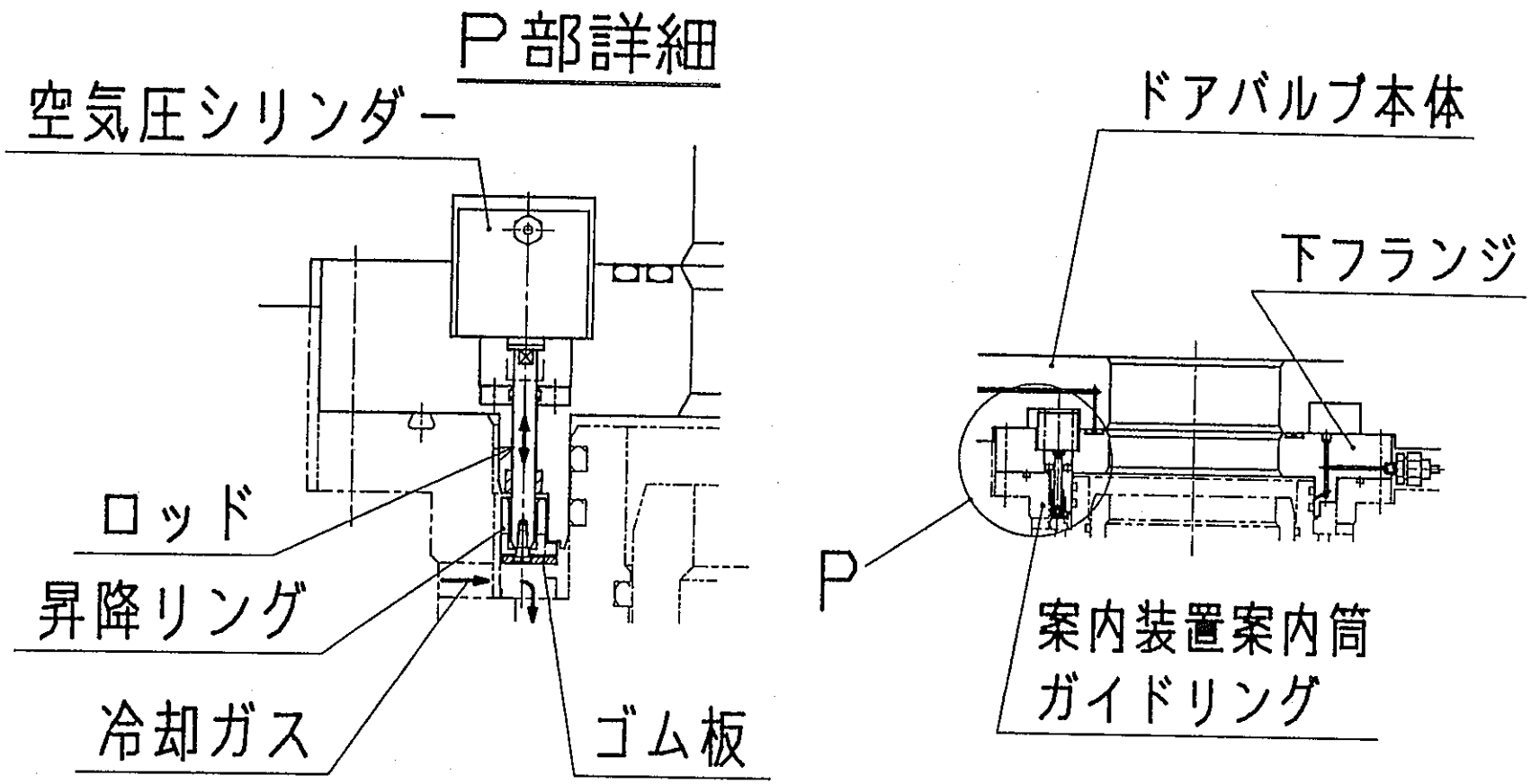
第3.15-6図　回転移動方式弁体



第3.15-7図　燃料出入機との接続部（従来）



第3.15-8図　燃料出入機との接続部（6連式）

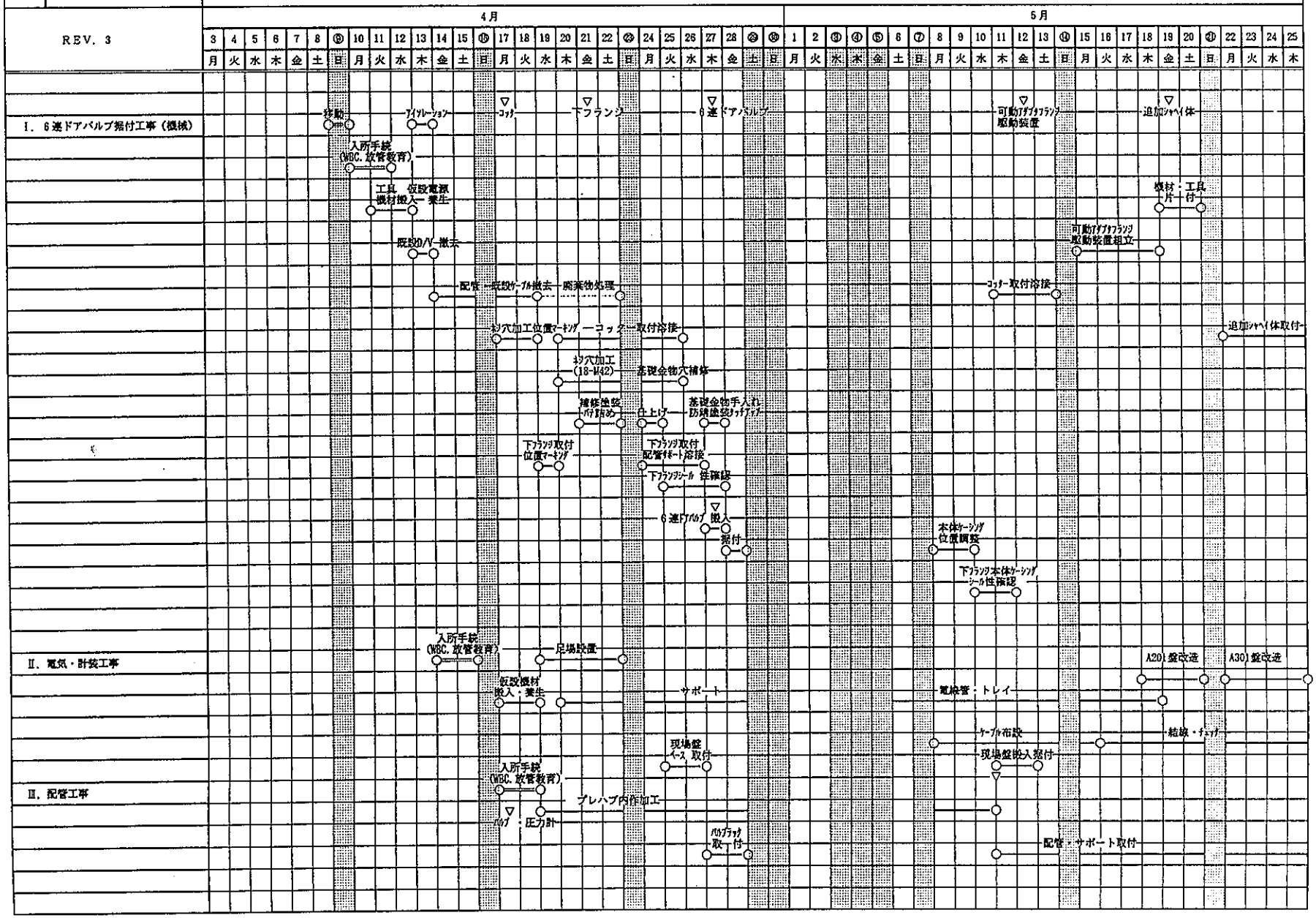


第3.15-9図　間接冷却流路形成

O/S

REV. 3

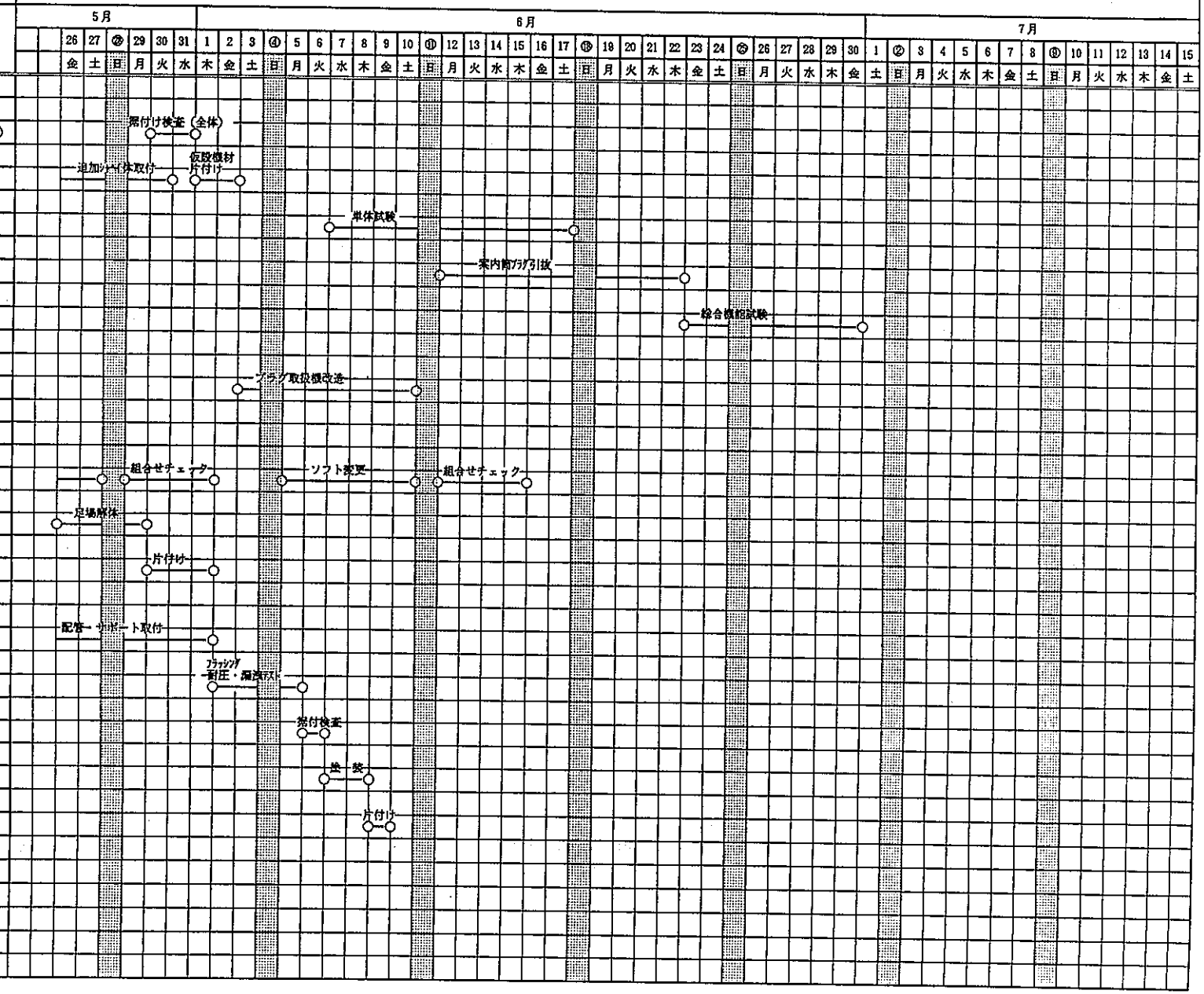
第3.15-2表　ＥＶＳＴ床ドアバルブ（６連式）据付工事工程表（１／２）



O/S

REV. 3

第3.15-2表　ＥＶＳＴ床ドアバルブ（６連式）据付工事工程表（２／２）



第3.15－3表　炉外燃料貯蔵槽　6連式ドアバルブ使用実績

列		平成7年（6連化以降）		備考
列		搬入	搬出	
A列	新燃料	0	0	
	使用済燃料	0	14	（模擬体）
	計	0	14	14
B列	新燃料	24	0	
	使用済燃料	0	32	（模擬体）
	計	24	32	56
C列	新燃料	0	0	
	使用済燃料	0	36	（模擬体）
	計	0	36	36
D列	新燃料	0	0	
	使用済燃料	0	43	（模擬体）
	計	0	43	43
E列	新燃料	34	0	
	使用済燃料	0	0	（模擬体）
	計	34	0	34
F列	新燃料	0	0	
	使用済燃料	0	14	（模擬体）
	計	0	14	14
合計		58	139	197

（２）ドアバルブガス置換系第二真空ポンプの追加（Ｈ６年９月～11月）

ドアバルブガス置換系は燃料出入機が床設備に接続して燃料等を受渡しする際に、

① 空気を燃料出入機本体Ａ、炉外燃料貯蔵槽内へ持ち込まない。
（系内のナトリウムと空気との反応防止）

② 原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽及び燃料洗浄等における放射性ガスの作業エリアへの放出防止（作業環境の放射性物質による汚染並びに汚染拡大防止）

を主な目的に、燃料出入機と床設備側ドアバルブ間を接続時及び切離し時にガス置換する。

床設備は、７ケ所あり、燃料交換及び燃料処理貯蔵運転で燃料出入機は、ほぼ１年間フル稼働の状態になる。それに伴いドアバルブガス置換系の真空ポンプもフル稼働するが、真空ポンプは１台しか設置されていなかった。稼働状況とポンプの異常により停止した場合の影響を考慮し、もう１台追加することとした。

追加するにあたっては、原子炉等規制法に基づく設工認申請書の本文記載事項ではないが、添付図面の系統図に真空ポンプが記載されていることから設工認の変更認可が必要と指導があった。幸い炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブ（６連化）の改造計画があったことから、その設工認の変更認可申請時に合わせて申請した。

追加の変更工事は、平成６年度設備点検時に行った。その後の模擬体洗浄処理運転で使用を開始しており、ドアバルブガス置換系の信頼性が向上した。

（３）新燃料方位調整装置の設置（平成３年10月～平成４年７月）〔特許申請済〕

ＳＫＳの燃料交換装置大気中試験時に制御棒集合体の交換試験を行った際、制御棒集合体が挿入途中で荷重超過により燃料交換装置（以下ＦＨＭと記載する）の下降が停止した。原因は集合体のセルフオリエンテーション機構（以下Ｓ／Ｏと記載する）の機能が働かず、制御棒集合体の六角形の頂点が周囲の集合体の面と接触し、パッドオリエンテーションも機能しなくて挿入抵抗が上昇し停止に至ったものであった。

第3.15-10 図にセルフオリエンテーション機能を示す。

ＳＫＳのＳ／Ｏ試験においても集合体の挿入角度が20～45°の範囲は機能しにくいことが確認されており、その範囲の角度で挿入されたものと思われる。現状の設備は、集合体がいかなる角度で挿入されても、集合体のＳ／Ｏ機能により集合体が回転し円滑に挿入されるものとして、設計、製作されていることから、集合体の挿入前の角度がどうなっているか判らない。Ｓ／Ｏ機構については、大洗工学センターでＲ＆Ｄを行ってその機能を確認していたが、試験条件が今の炉心の状態と異なっていたとのことである。また、Ｒ＆Ｄにおいても必ずしもＳ／Ｏが働かない場合もあるとのことであった。Ｒ＆Ｄ時は周囲の集合体が拘束された状態で行っていた。それに対し、炉内の今の状態は、原子炉運転を行えばスエリング等により集合体に曲がり（変形）が生じ、集合体の挿入、引き抜きの抵抗が増すことを考慮して、集合体間がルーズな状態になっており、周囲の集合体が外へ広がることからＳ／Ｏは機能しにくくなっている。

しかしながら、集合体の挿入ができないと「もんじゅ」の運転ができなくなることから、Ｓ／Ｏの機能に期待しつつも、万一、機能しない場合の対策を検討した。その一つはＦＨＭ側で、次の対応を行うこととした。

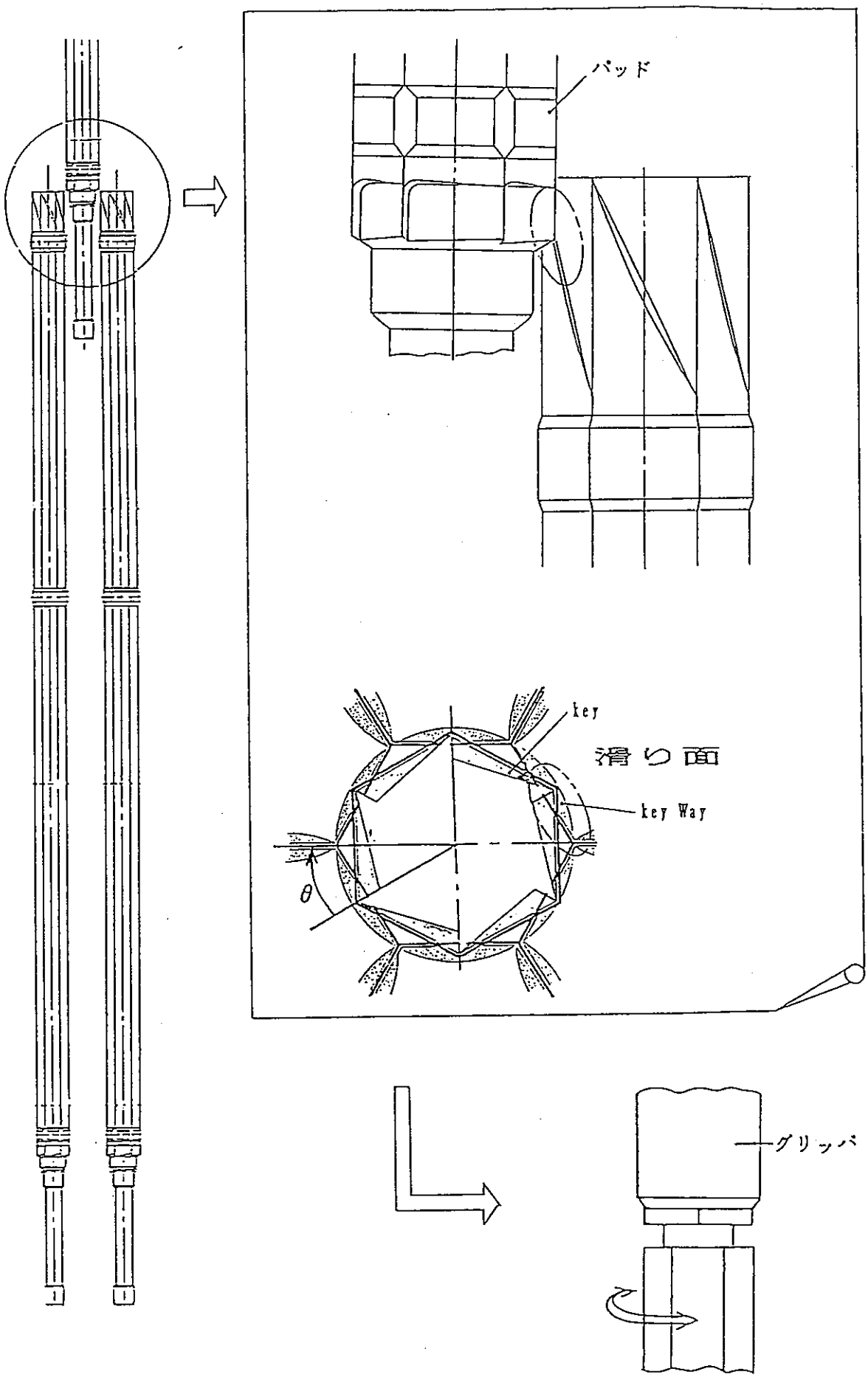
① 新燃料の装荷を安全に行うため、低速挿入領域を拡大し、新燃料の下部パッドが周囲の燃料の中間パッドを通過する範囲について低速挿入する。

② 燃料交換装置昇降荷重監視により、Ｓ／Ｏ挿入異常を検知し、過度の押し込み力が加わらないようにした。

③ 挿入異常が発生した場合の対処

・何度か挿入、引き抜きを繰り返す。

・回転プラグ、ＦＨＭをもう一方のアドレス（旋回方向を変える）で挿入する場合の予回転角度が約30度となれば、別アドレスで旋回させ、挿入を試みる。



第3.15-10 図　　セルフオリエンテーション機能

・それでも挿入不可の場合は、集合体を炉内ラック（Ｒ３，Ｒ８）へ一担装荷して、別アドレスでつかみ直すことで、約30度の予回転を与え再挿入を試みる。

もう一つの対応として、新燃料等をEVSTへ移送する際に、炉心への装荷位置をあらかじめ決め、挿入が円滑に行えるよう装荷位置に対応した予角度を与えて移送することとした。その予角度を与える装置が新燃料方位調整装置である。しかしながら、EVST～炉心間は燃料移送ポットで運ばれるが、そこでは集合体の球面座ではなくエントランスノズルの下端で集合体の荷重を受けることになり、ポット内で集合体が傾き、予角度にズレが生じ挿入時に支障をきたすおそれがあることから、あらかじめ地下台車で設定した角度が炉心挿入時にどの位ズレるか試験を行った。その結果、ズレ角度は最大12°で概ね５°程度であり、角度を設定することで円滑に挿入できる見通しを得た。

集合体の方位設定方法を検討したところ、新燃料移送機グリッパに回転機構があることから、地下台車に受渡しする前に行うことが、設備的に合理的と判断した。

新燃料移送機グリッパはワイヤロープで昇降することから、昇降に伴って回転すること、そして振れることによりズレが生じることから、グリッパの回転、振れを止めるためグリッパにキーを、地下台車案内管にキー溝を設置することとした。集合体の角度検出には非接触により面間寸法を検出することにより行うレーザ法を採用した。キー、キー溝等のギャップの誤差も含めて新燃料方位調整装置の地下台車へ受渡す際の角度設定精度を±５°とした。

新燃料方位調整装置は新炉心構成要素をＥＶＳＴへ移送する際、新燃料移送機から地下台車へ受け渡す前に新炉心構成要素の角度を検出し、新燃料移送機グリッパの回転機能を使用することにより、燃料交換装置側からの指定角度に方位調整するものである。

新燃料方位調整装置は、案内管、角度設定確認装置及び新燃料移送機グリッパガイドキーより構成される。案内管は新燃料移送機グリッパの昇降をガイドするとともに、新炉心構成要素を指定角度に回転させる際に新燃料移送機グリッパ本体の回転を拘束するためのものである。角度設定装置は新炉心構成要素の方位を検出する装置であり、回転歯車駆動モータ、回転歯車、回転歯車回転位置検出器及び新炉心構成要素の上部パッド部２面間寸法を測定する２対のレーザセンサより構成される。グリッパガイドキーは案内管内において新炉心構成要素を指定角度に回転させる際に、新燃料移送機グリッパ本

体の回転及び振れを制限するためのものである。

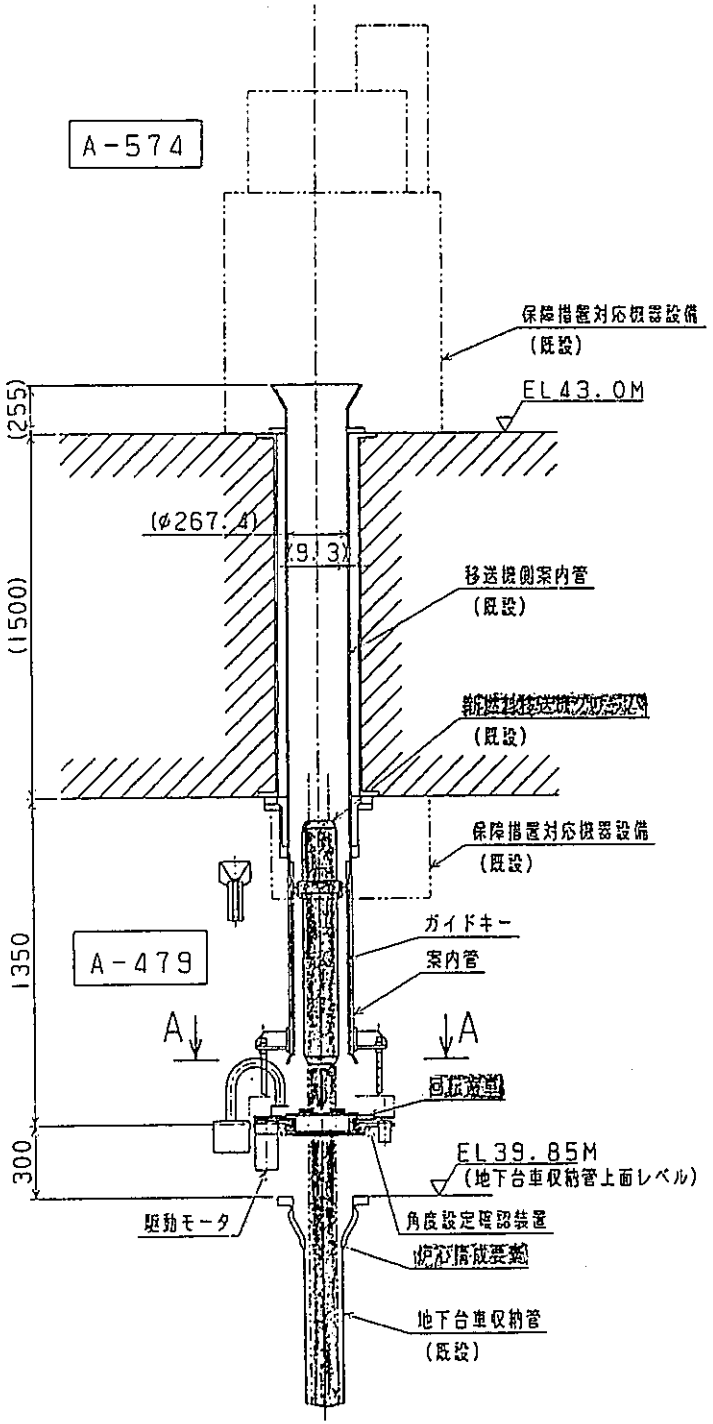
第3.15-11 図に新燃料方位調整治具機器外形図を示す。

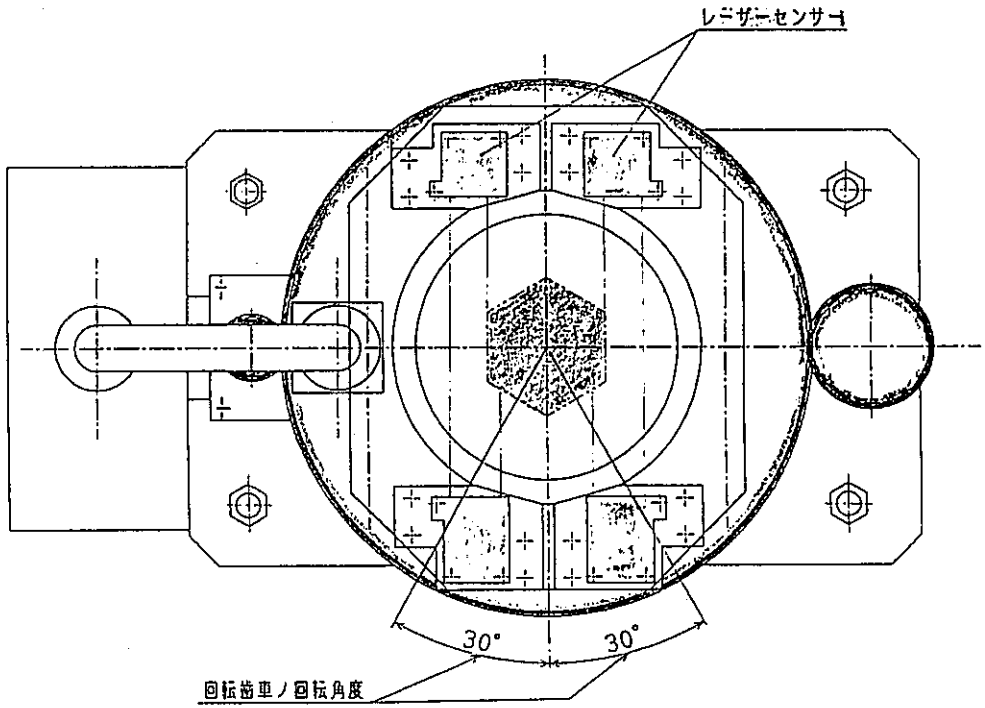
新燃料方位調整装置による新炉心構成要素の指定角度への方位設定は、新炉心構成要素を新燃料移送機により地下台車へ吊り下ろす際に、角度設定確認装置の２対のレーザセンサ及び回転歯車の回転により、上部パッド部の２面間寸法を検出、測定し、この時の回転歯車角度と予め新燃料移送機位置決め用ＩＴＶにより確認しておいた新燃料貯蔵ラック内での方位から、初期方位を演算する。次に指定角度と初期角度の偏差から新炉心構成要素の回転角度を演算し、回転歯車を回転させレーザセンサを方位設定位置とし、新燃料移送機グリッパを回転、停止させることにより方位設定を行う。

これら一連の運転は燃取操作室から遠隔自動で行われ、演算及び運転監視は燃料移送機自動制御盤と燃取系主制御監視盤による。第3.15-12 図に新燃料受入貯蔵設備～炉内までの炉心構成要素の角度設定フローを示す。

平成５年10月から平成６年５月まで実施した燃料装荷において、２００体の新燃料を炉心に装荷したが、挿入異常警報で停止したものは、内側燃料装荷時に２回あった。そこで押し込み荷重を 200から 250Kgに上げたところ、外側燃料装荷時は無かった。このことから、新燃料方位調整装置は要求機能を満足していることが確認された。

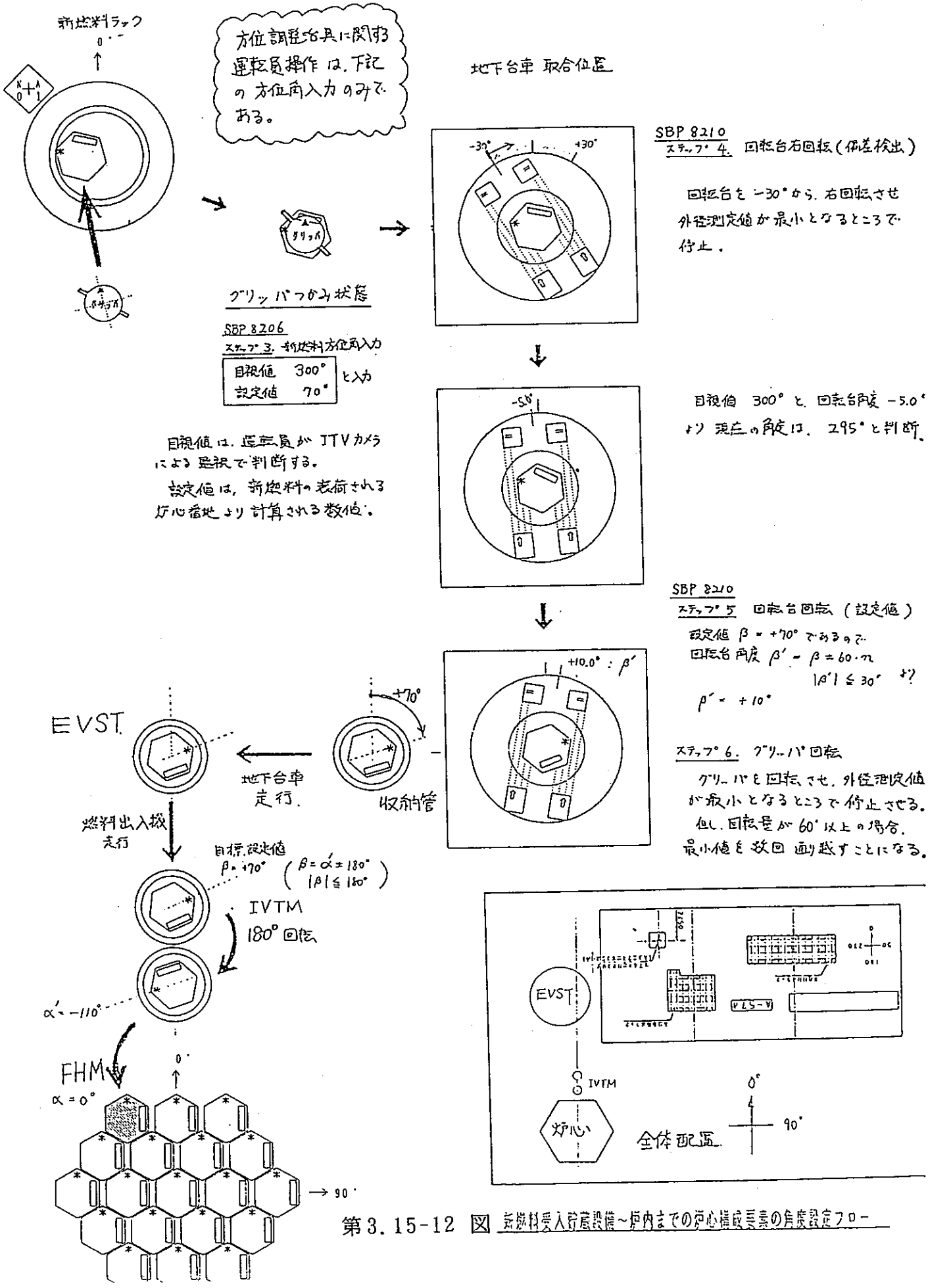
ただし、新燃料方位調整装置は予め炉心への装荷位置を決定したことにより、その機能が発揮されるもので、EVST移送後の装荷位置の変更または、炉内シャフリング時には挿入角度が合わないことが考えられることから、燃料交換装置側で任意の回転角に設定できるような対策を今後、検討していく必要がある。





断面A－A
(尺度 1:3)

第3.15-11 図　新燃料方位調整治具機器外形図



第3.15-12 図 新燃料受入貯蔵設備～炉内までの炉心構成要素の角度設定フロー

（４）燃取ＩＴＶ及び無線通話装置の設置（平成５年１月～平成７年３月）

①ＩＴＶの追加設置

燃料取扱設備の運転は燃取操作室（Ａ－３０１）からの遠隔自動操作により行うこととしており、運転員の操作をサポートするためにＩＴＶが各設備に設置され、位置決め、燃料番号確認及び干渉等の監視に使用している。しかしながら、ＳＫＳ、燃料装荷運転等を通して監視対象を拡大した方がより安全、確実な運転ができるとの判断から次のエリアに追加した。

・新燃料移送室（A-479）：ＩＡＥＡの保障措置対応として新燃料移送室の遮蔽扉がシールされることとなり、地下台車の異常時の対応にシール解除の手続き等で時間を要することとなった。そこで新燃料移送時の地下台車の監視が行えるようＩＴＶを設置した。

・燃料出入機通路（A-573）：燃料出入機通路にはM／Ｂ側壁に燃料出入機火災監視用として設置されている。また、走行台車の前後に各１台取付られ、走行中の前方及び後方を確認している。しかし、燃料出入機が走行を開始する際の足元が死角となっており安全上問題であることから、これまでは試験員または運転員が現場で人がいないことを確認していた。そこで燃料出入機通路Ｃ／Ｖ側壁面に追加して前進の際の足元の安全が確認できるようにした。また、走行開始前に通路上に立ち入った人がいる場合に、注意を音声で行えるようスピーカを通路の壁に取り付けた。

・M／Ｂ点検エリア（M-501）：燃料交換時にはＦＨＭ，ＩＶＴＭを炉上部に据付るが、その準備作業はM／Ｂ点検エリアで行う。その時、ガス置換操作等を運転側で行うが現場の状況がつかめなかった。また、燃料出入機のグリッパ交換等でＡ／ＢからM／Ｂへ移動するが、現状の燃料出入機通路にあるM／Ｂ側壁のＩＴＶでは、後方の足元の確認ができないことから、安全上問題があった。

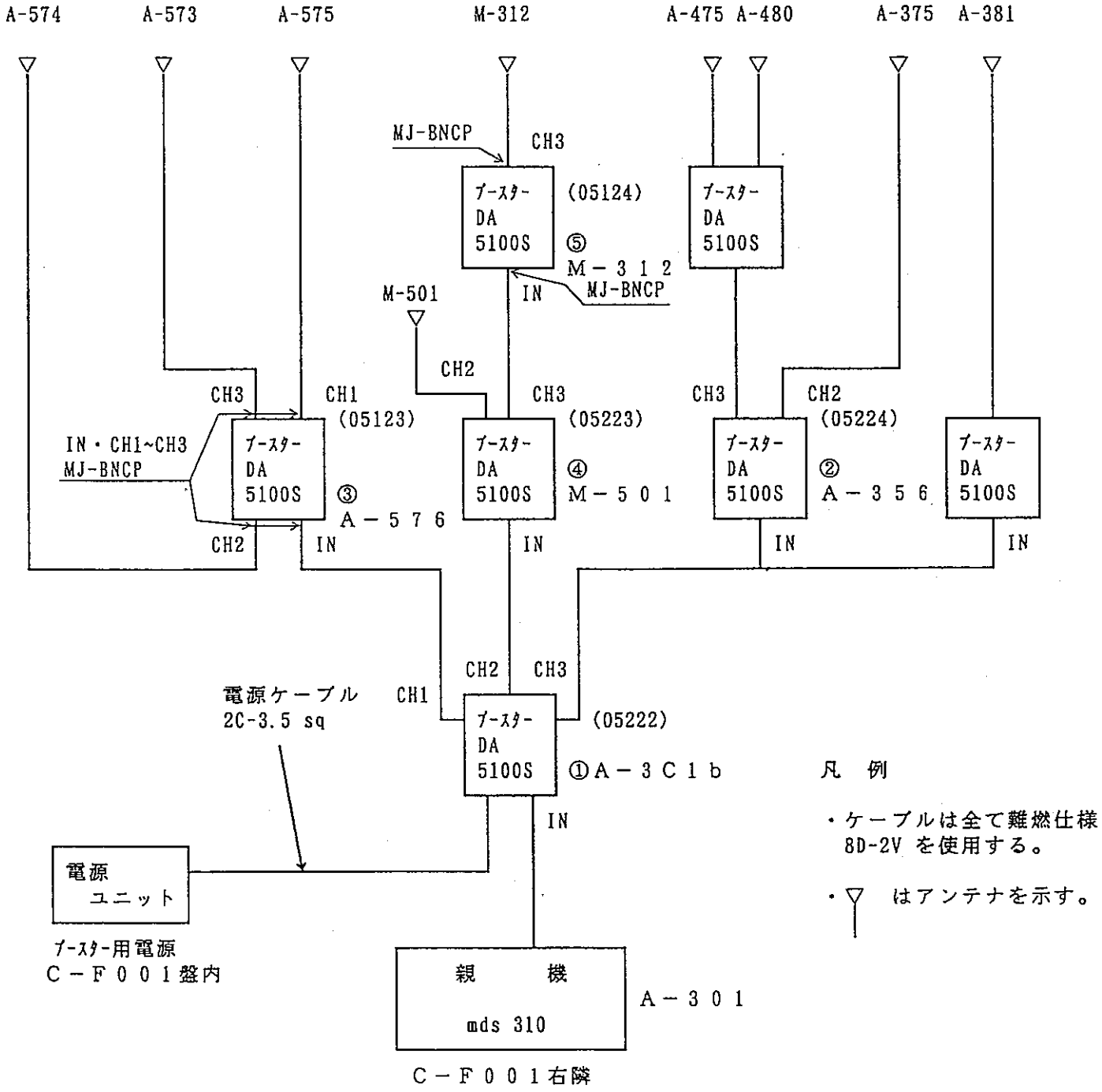
・燃料交換は格納容器内の炉上部で行われるが、現状、中央制御室において監視ができるものの肝心の燃取操作室ＩＴＶでは受信できない状況にあった。そこで中央制御室へ映している映像信号を分岐して燃取操作室でも受信できるようにした。

また、追加したＩＴＶのうち燃料出入機通路及びM／Ｂ点検エリアについては、現場の臨場感を燃取操作室で感じることにより、より的確な操作が可能と判断しマイク付カメラを設置した。

②無線通話装置の設置

燃料取扱設備は多数の動的機器から構成され、各機器は起動、停止を頻繁に行うことから、運転中に軽故障の発生や調整等が比較的多く生じやすいことから、ＳＫＳにおいて現場と燃取操作室との連絡に試験請負会社は仮設の無線通信を設置して実施した。ＳＫＳ後、設備を動燃が引き取って運転してきたが、運転に伴う現場条件変更及びＥＶＳＴドアバルブ移設作業等において現場と燃取操作室との連絡が頻繁に必要であり、それを本設の通信設備で行うことは、ページングまで行くこととなり現場から離れなければならず、適切なタイミングでの連絡ができないことが分かった。そこでＳＫＳ中に使用していた無線通信装置を本設化するとともに通信エリアの拡大を図った。これにより運転時の連絡だけでなく、点検時においても容易に現場と操作室との間で連絡ができるようになり、安全性および作業性が向上した。

第3.15-13 図に通信設備システム構成図を示す。



第3.15-13 図　　通信設備システム構成図

（５）燃料容器用ジブクレーン及びホイストの昇降速度変更（平成４年２月～３月）

ＳＫＳで新燃料輸送容器の取扱試験を実施したが、燃料容器ジブクレーン及びホイストの昇降速度が速く(8.5m/min)、輸送容器の着床時に容器に振動が生じ、オペレータのちょっとしたミスにより、輸送容器（新燃料）に衝撃を与えるおそれがあることが分かった。他のプラントの同様なクレーンを調査したところ、１m/min 程度の低速で使用されていた。そこで昇降速度の低速化について検討し、現状の駆動部に微速モータを追加し、高速／低速（8.5 ／0.85m/min)の２段階で操作が行えるよう改造した。また、微速モータ追加工事に合わせ、ジブクレーンの横行速度を17m/min から５m/min に変更し、狭いスペースでの取扱い作業の安全性及び作業性を向上させた。

（６）燃料出入機本体Ａドリップパン複数洗浄化（平成４年５月～平成５年10月）

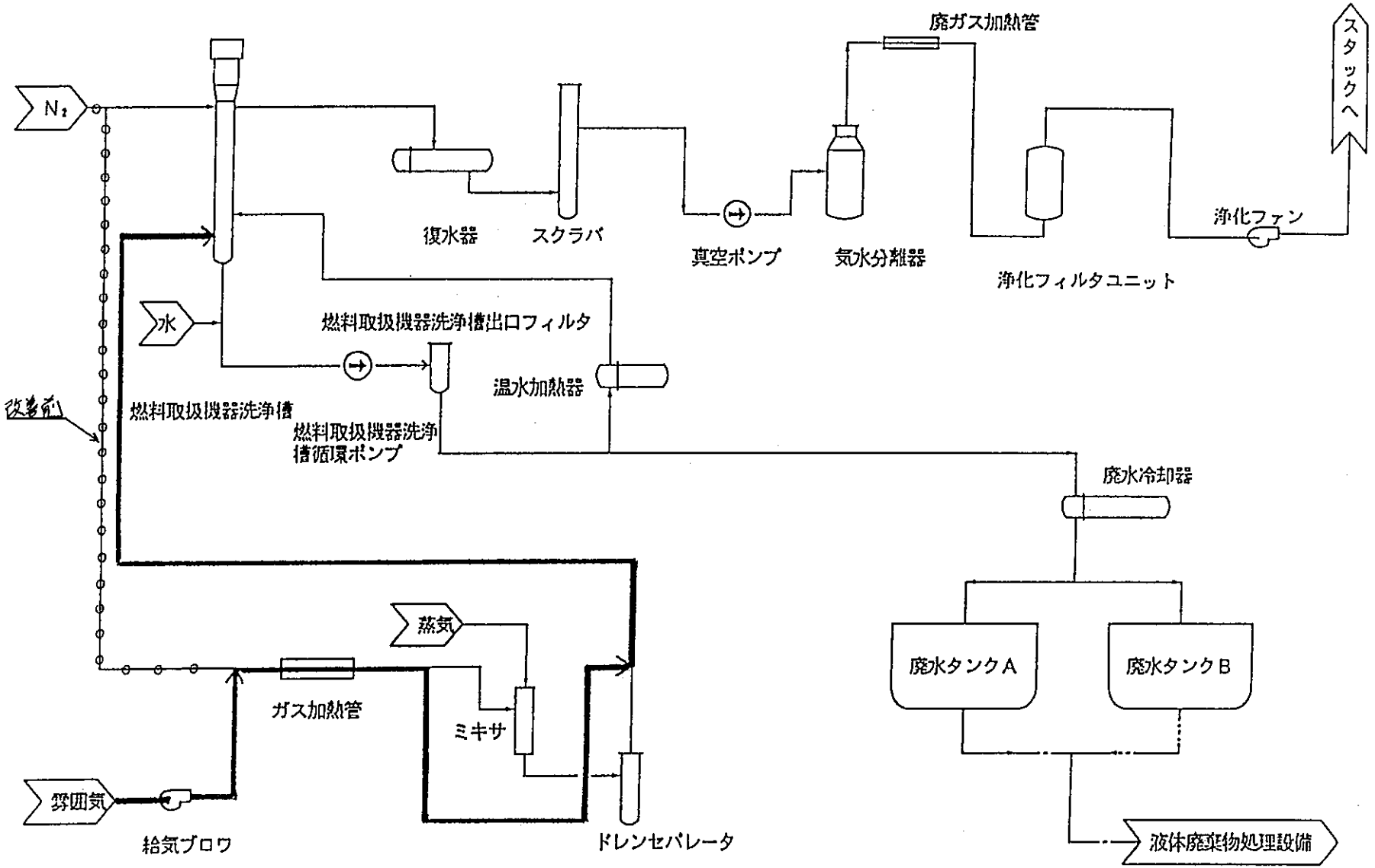
燃料出入設備は燃料交換及び燃料処理運転においても使用するもので、燃取設備の中でも最も稼働状況が厳しい機器である。燃料出入設備の運転に伴い本体Ａドアバルブにはｎａが、本体Ｂドアバルブには水が取り扱う燃料等から滴下する。滴下するＮａ等を受けるためにドアバルブにはドリップパンが取付てあり、所定の取扱い体数を経過したら本体Ｂは、水中台車床ドアバルブを通して燃料池に水抜きを行う。本体Ａについては所定の取扱い体数を経過したら新しいドリップパンに取り替え、使用後のドリップパンは一連の運転モードが終了するまで燃料検査槽に仮保管することとしており、ドリップパン交換を燃料交換時に約４回、燃料処理運転時は約９回行う計画となっている。燃料検査槽に保管されたドリップパンは、燃料交換後及び燃料処理運転後にＭ／Ｂ共通保修設備燃取機器洗浄設備で一体づつ洗浄することとなっていた。ＳＫＳ及びその後の燃料移送運転を等を通して、一体づつの洗浄では時間がかかり過ぎる（約３０時間／体）こと、洗浄運転は湿潤窒素ガスで行うが運転中窒素ガスパージをしており、窒素ガスはワンスルー方式で排出されることから消費量が多く経済性が著しく悪いことが明らかになった。そこで複数体の洗浄を行うことを提案し、現状の洗浄治具での洗浄性確認試験を実施することとし、ドリップパン間にスペーサを入れて３体による試験を平成４年５月に行った。その結果、複数体の洗浄が可能なことが分かった。また、洗浄後の乾燥を窒素ガスで行うこととなっているが、地下台車で保管中は室内の空気雰囲気にさらされる

ことから、ドリップパンについては空気により乾燥するように変更した。そして洗浄後の燃料出入機によるドリップパンの取扱いは本体Bで行うこととし、その取扱い試験も実施した。第3.15-14 図に改善後の乾燥ガスフロー図を示す。

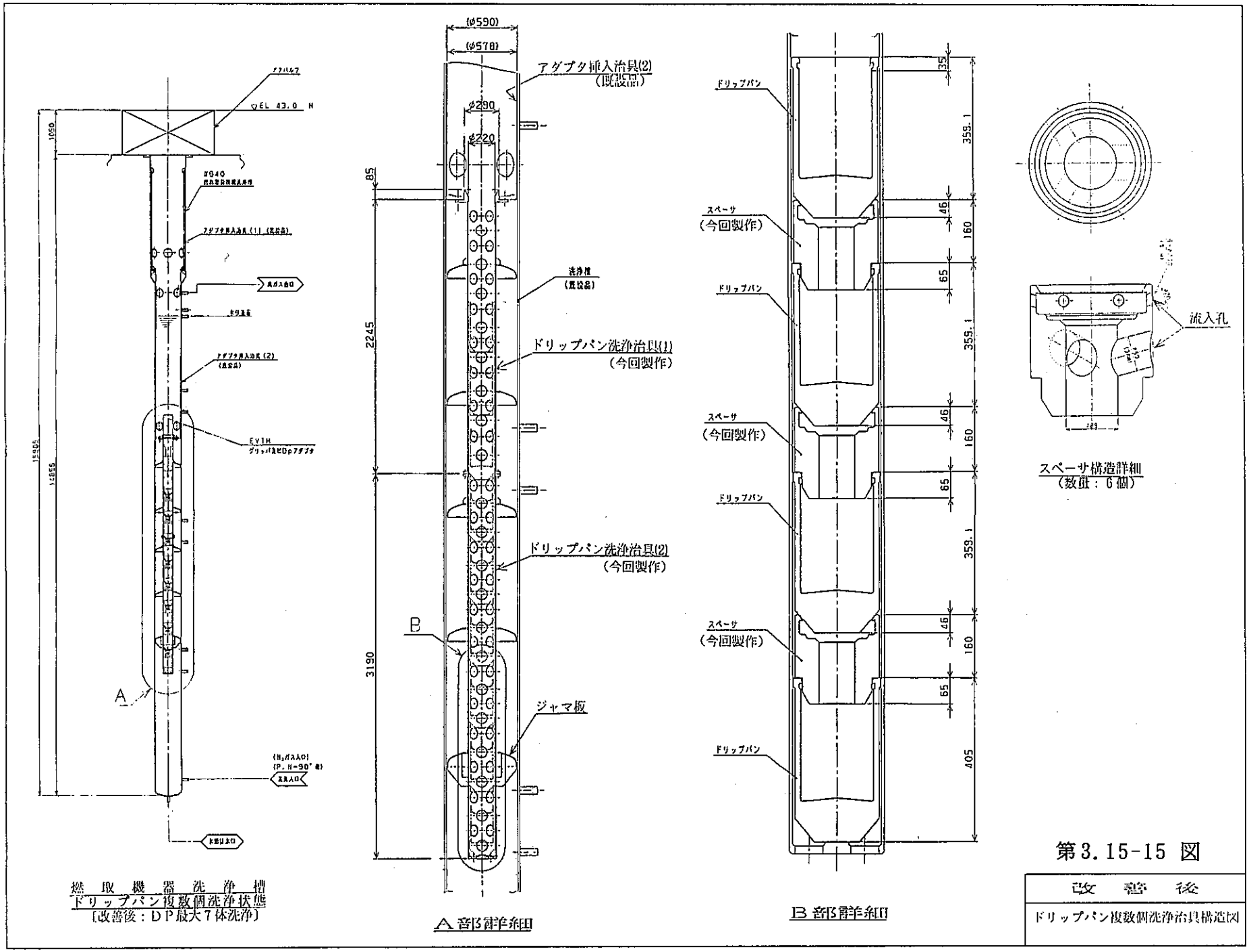
洗浄性確認試験の結果を受け、ドリップパン洗浄治具の改造を検討した。洗浄及び乾燥は、洗浄槽の下端ほど供給される蒸気、乾燥空気に近くなることから、その効果が増大される。従って洗浄治具はできるだけ長尺にすることとし、一度に9体まで洗浄が可能とした。そして、蒸気等がドリップパンの内部に回り込み易いような構造とするため、洗浄槽と治具の空間を通過しないよう邪魔板を数段設置することとした。H5年3月据付後、ドリップパンの取扱い及び洗浄試験を行って複数体の洗浄ができるようになった。これにより、洗浄期間の短縮及びユーティリティー（窒素、蒸気、脱塩水等）の消費の低減が図られた。

第3.15-15 図にドリップパン複数個洗浄治具構造図を示す。

第3.15-14 図　改善後の乾燥ガスフロー図



改善後



第3.15-15 図

改善後
ドリップパン複数個洗浄治具構造図

（７）レールブリッジ改造（平成４年１１月）

原子炉運転中、格納容器は機器ハッチ、エアロック等は閉止され、原子炉格納容器のバウンダリが確保されているが、燃料交換時は燃料交換のため機器ハッチが開放され炉上部とＥＶＳＴの間を燃料出入設備が往復して新燃料と使用済燃料を交換する。

原子炉停止から燃料交換開始までには、①機器ハッチ開　②レールブリッジ取付け③燃料交換設備取付等の準備作業がある。燃料交換終了後、準備作業を逆（ＦＨＭ等の取外し等）に行う後始末作業がある。

設計上の準備作業期間は現実的ではないが、２４時間作業で約５日なっている。このうち機器ハッチ開とレールブリッジ取付で約１日としているが、ＳＫＳ期間の実績は昼間作業で機器ハッチ開、レールブリッジ取付共３日費やしていた。これは一つには機器ハッチ開とレールブリッジ取付で作業社が異なっていたため、作業安全上並行作業を組めなかったことである。しかし、そればかりではなく、レールブリッジの取付作業が煩雑なことから一社により並行作業を行っても４日はかかることが明らかとなった。燃料装荷においても５～６回の開閉が予定され、特に臨界近傍になれば、燃料装荷運転１日のために開閉で８日費やすこともありうることが分かった。更に初期炉心構成後の出力分布試験で試験体照射、取出で頻繁に開閉することから、現状のままでは試験工程のみならず試験そのものが条件を満足しないおそれが懸念された。作業エリアは放射線管理区域であることから、同一作業員の入域時間は１０時間／日との法的制約があり、２４時間作業は３交替を行うこととなり、要員の確保が難しく、日勤プラス残業が現実的な対応である。そこで機器ハッチ開及びレールブリッジ取付を日勤ベースで２日間で行えるよう改造及び治工具の調達を行うこととした。改造　等の内容を以下に示す。

① レールブリッジはワイヤ４本で吊っていたが、重心位置が中心からズレていることから水平に吊るためチェーンブロックで調整していたが、その調整に時間がかかっていたことから、専用の吊り具を製作し水平に吊れるよう予め調整しておく。

② レールブリッジは、常設のレールとの取り合い精度が厳しい（例：段差１㎜以下）ことから、精度内に納めるための調整に時間がかかっていた。そこでガイドを新たに取り付けて調整の時間をなくした。

③ 取り外されたレールブリッジは燃料出入機の運転の障害にならないようレールガータの外側に置かれている。取付にあたっては、給電架台を取り外して別の位置の給電

架台に一度仮固定しレールブリッジをウォールクレーンで吊り上げ、機器ハッチ位置まで旋回し設定した後、レールブリッジ部の給電架台も同様にウォールクレーンで吊るが、クレーンの寄り付きの関係で補巻きから主巻きに掛け変える作業を行ってから旋回しレールブリッジに取り付ける。その後、仮固定した給電架台を正規の位置に復旧する。このように作業が複雑なことから、給電架台の仮固定の方法をボルト締めからピン止め構造に変更する等により作業性の改善を図った。

④ 機器ハッチは７２本ものボルトで固定されており、その緩め作業は油圧式のボルトテンショナーで行うが、電動ナットランナを新たに購入して併用することで作業時間を短縮する。

⑤ 機器ハッチ開、レールブリッジ取付を一社に発注して、一つの作業として可能な範囲で並行作業とし時間短縮を図る。

以上の対策を行った後、臨界までは作業員の習熟訓練も兼ね３日間で実施した。その実績を反映して、臨界移行は約２０回におよぶ開閉作業を行ったが、いずれも２日で作業を完了することができた。

（８）燃取設備の瞬停防止対策（平成５年10月～平成６年３月）

平成５年１月に落雷により外部電源の瞬時電圧低下（以下瞬停））が生じ、一部の機器が停止する事象が発生し、復旧のために多くの労力と時間を費やす結果となった。

特に外部電源喪失時の崩壊熱除去維持等のために非常用電源に接続されている機器においても、停止した物があり、安全性に対する懸念と復旧時の運転負担軽減の観点から設備の一部について改善する必要があることが分かった。燃取設備においても瞬停防止対策装置の設置状況及び問題点の調査を実施した。

その結果、燃料取扱設備については非常系であっても、一部の機器を除き瞬停防止対策がとられていなかった。これは燃取設備については瞬停時には、手動操作による復帰を行うための時間的余裕があり、系統的にも問題がないとの判断から対策が取られていなかった。しかしながら、実際に生じたプラント全域の瞬停においてその後の対応に予想以上の労力を要した経験から、必ずしも時間的余裕があるとは言えない状況にあることが分かった。そこでプラント全体について非常用電源に接続されている機器は原則と

して瞬停防止対策を実施することとし、更に常用電源に接続されている機器のうち、運転負荷軽減等の観点で有意な改善が期待できるものについて、段階的に実施することとし、これによりプラント全体の安全性及び信頼性を向上させることとした。

以下に燃取設備における瞬停防止対策対象機器を示す。

第一段階

(1) 非常用電源に接続されている機器

① しゃへいプラグ窒素ガス冷却系ブロワA，B

② 燃料池水冷却浄化装置循環ポンプA，B

③ ＥＶＳＴ冷却系循環ポンプA，B，C

④ 燃料出入機本体Ａグリッパ駆動装置ヒータ

(2) 常用電源に接続されている機器

① ＥＶＳＴ１次補助Ｎａ系汲上ポンプ

② ＥＶＳＴ２次補助Ｎａ系電磁ポンプ

③ ドアバルブガス置換系真空ポンプ

④ 新燃料予熱系予熱運転関連機器（新燃料予熱運転連動回路）

第二段階

① 燃料池水冷却浄化装置保持ポンプ

② ＥＶＳＴ１次補助Ｎａ系Ｃ／Ｔブロワ A，B

③ ＥＶＳＴ２次補助Ｎａ系Ｃ／Ｔ冷却ファン

④ 燃料出入機本体Ａコフィン上部ヒータ

⑤ 燃料出入機本体Ａコフィン中部ヒータ

⑥ 燃料出入機本体Ａコフィン下部ヒータ

⑦ 燃料出入機本体Ａドアバルブヒータ

⑧ 燃料検査槽上部予熱ヒータ

⑨ 燃料検査槽中部予熱ヒータ

⑩ 燃料検査槽下部予熱ヒータ

⑪ 燃料検査槽下部ＤＰ予熱ヒータ

なお、対策方法は、各機器の動力回路収納盤に瞬停再起動リレーを追加し、自己保持回路収納盤に再起動のリレーを並列接続する。新燃料予熱運転連動回路については連動運転条件に取り込んでいる信号のうち、瞬停により落ちる可能性のある入力点については、自動制御盤シーケンサソフトにオフディレータイマを挿入し瞬停時にも条件が継続出力されるようにした。

（９）新燃料移送時間の短縮化（平成３年12月～平成８年３月）

① 初期予熱運転の完了条件変更（平成３年12月～平成７年７月）

新燃料等をＥＶＳＴに移送する際に地下台車で新燃料予熱装置により、１５０℃以上に予熱するが、ＳＫＳの段階から系統の初期予熱に必要以上に時間がかかっているとの意見が担当者よりあった。これは初期予熱の完了条件をタイマーによる時間確認とする設計としていたためである。今後、燃料装荷に向け新燃料をＥＶＳＴに連続的に移送する事になり、時間短縮が燃料装荷工程から要求されてきた。そこで、時間管理（150 分）から温度管理（加熱器出口温度が 240℃以上）にすることにより、予熱完了を確実にするとともに予熱時間の削減を図ることとして確認試験を行った。その結果、予熱時間は１５０分から８０分へ約７０分短縮ができる見通しを得た。更に新燃料予熱を２体分行う自動化運転パターンにおいて、１体目の新燃料予熱完了から２体目の予熱開始までの間も予熱運転を停止させず、初期予熱状態を維持することで２体目の予熱開始時には、間もなく予熱完了となり予熱時間が大幅に短縮できることが分かった。初期予熱の変更により次の改善が図られる。

◎新燃料移送時間の短縮

・新燃料移送（１体）　：　７時間　⇨　５時間５０分（約　70分短縮）

・新燃料移送（２体連続）　：　１４時間　⇨１１時間　５分（約 175分短縮）

・新燃料移送（３体連続）　：　２１時間　⇨１６時間２０分（約 280分短縮）

・新燃料移送（４体連続）　：　２８時間　⇨２１時間３５分（約 385分短縮）

◎燃料処理貯蔵運転時間の短縮

「２体分裸処理・新燃料移送」の自動化運転において、１回の所要時間が13時50分から１２時間に約１１０分（55分×2)短縮される。但し、「２体缶詰処理・燃料移

送」の自動化運転は、初期予熱がクリティカルパスでないため、総所要時間に変更はない。

以上の検討結果をもとに予熱制御方式を変更し、ＥＶＳＴへの新燃料移送運転を行って運転時間を確認したところ、１体目で約60分、２体目で約90分（連続で約150 分）の短縮が図られた。このことから、以後のＥＶＳＴ移送運転は３～４体／日の見通しを得、燃料装荷工程がｸﾘﾃｨｶﾙだったことから４体／日で実施した。

更に、冬季の予熱運転において、初期予熱条件がブロワ入口ガス冷却ブロワの起動により加熱器出口温度が影響を受け、条件成立直前で温度が低下し初期予熱完了に４時間程度かかったことがあったことから、新燃料予熱の機能に影響がほとんどないと思われる温度（235 ℃）に完了条件を下げる改造を行った。（ 平成７年７月）

② 新燃料予熱完了条件の変更（平成８年２月～３月）

新燃料等の予熱完了は時間管理としており、ＳＫＳの予熱試験において確認した結果から、新燃料は９０分、中性子しゃへい体は２１０分となっている。しかし、これまでの移送時予熱運転で季節（室温）により地下台車収納管出口温度にかなりの差があり、集合体の到達温度にも差があることが推定され、予熱温度を確保するのであれば、夏場はもっと予熱時間が短縮できることが予想された。そして集合体の予熱温度と収納管出口温度との間にはなんらかの相関関係があるものと思われることから、収納管出口温度を完了条件とすることで、より確実に予熱完了が確認でき予熱時間の短縮にもなると考え、制御方法を変更して、集合体に温度ラベルを張り予熱試験を行って、完了条件の温度を確認した。その結果、収納管出口温度を新燃料１３０℃、中性子しゃへい体１１０℃にすれば確実に予熱温度１５０℃を満足することが分かった。

(10) 2次系機器洗浄設備（平成5年6月～平成7年10月）

共通保修設備は、1次系ポンプ洗浄設備と燃取機器洗浄設備から構成され、平成3年4月に据付を完了し、ＳＫＳ後、平成4年12月に設備移管を受けており、燃料装荷運転等に伴う燃料出入機グリッパ、ドリップパン、ＦＨＭ、ＩＶＴＭ等燃取機器のＮａ洗浄に使用している。しかしながら、2次系Ｎａ機器の保守時の洗浄設備がなかった。2次系機器の洗浄設備は概念設計時点では考慮されていたようである（原子炉設置許可申請書中の主要建物平面図に2次系洗浄室が記載されている）が、「もんじゅ」建設費高騰による一連の合理化設計の中で、一括契約から除外され全体の据付工事完了後に追加することとしていたようで平成5年6月に2次系機器洗浄設備設計、製作について本社から業務引き継ぎを受け、以降サイト主体で設計、製作等を実施することになった。

当初の設計は、対象機器を2次系主循環ポンプ及び弁等小物機器とし、洗浄設備はポンプ洗浄槽及び大気開放型水槽で構成を考えていたようである。しかし、引き継ぎ段階で本社から蒸発器及び過熱器も洗浄対象加えて大型洗浄槽とし、小物機器は別途洗浄用カゴ等の治具を製作して大型洗浄槽で洗浄する旨の提案があった。それを受けて、メーカ（富士電機）に設計、製作、据付の発注を行った。

設計検討の結果、蒸発器及び過熱器も洗浄対象に加えて大型の2次系機器洗浄槽とし、小物機器については小物洗浄槽を新たに設けることとした。但し、2次系洗浄設備として確定している予算（2年マル債）を超えることが明らかになった。そこで小物洗浄槽については6年度の単年度予算から調達することとした。その後、詳細設計を重ね平成6年8月に原子炉等規制法に基づく設工認変更申請（共通保修設備への追加）をし、9月認可された。（共通保修設備は電気事業法上、工認申請対象設備となっていないことから既設備についても申請していない）

10月から工場製作を開始し、平成7年3月に小物洗浄槽の搬入、据付、4月に2次系機器洗浄槽の搬入、据付をした。その後、配管、制御盤、ケーブル等の工事をし、8月から単体機能試験、性能試験を実施して10月工事を完了した。

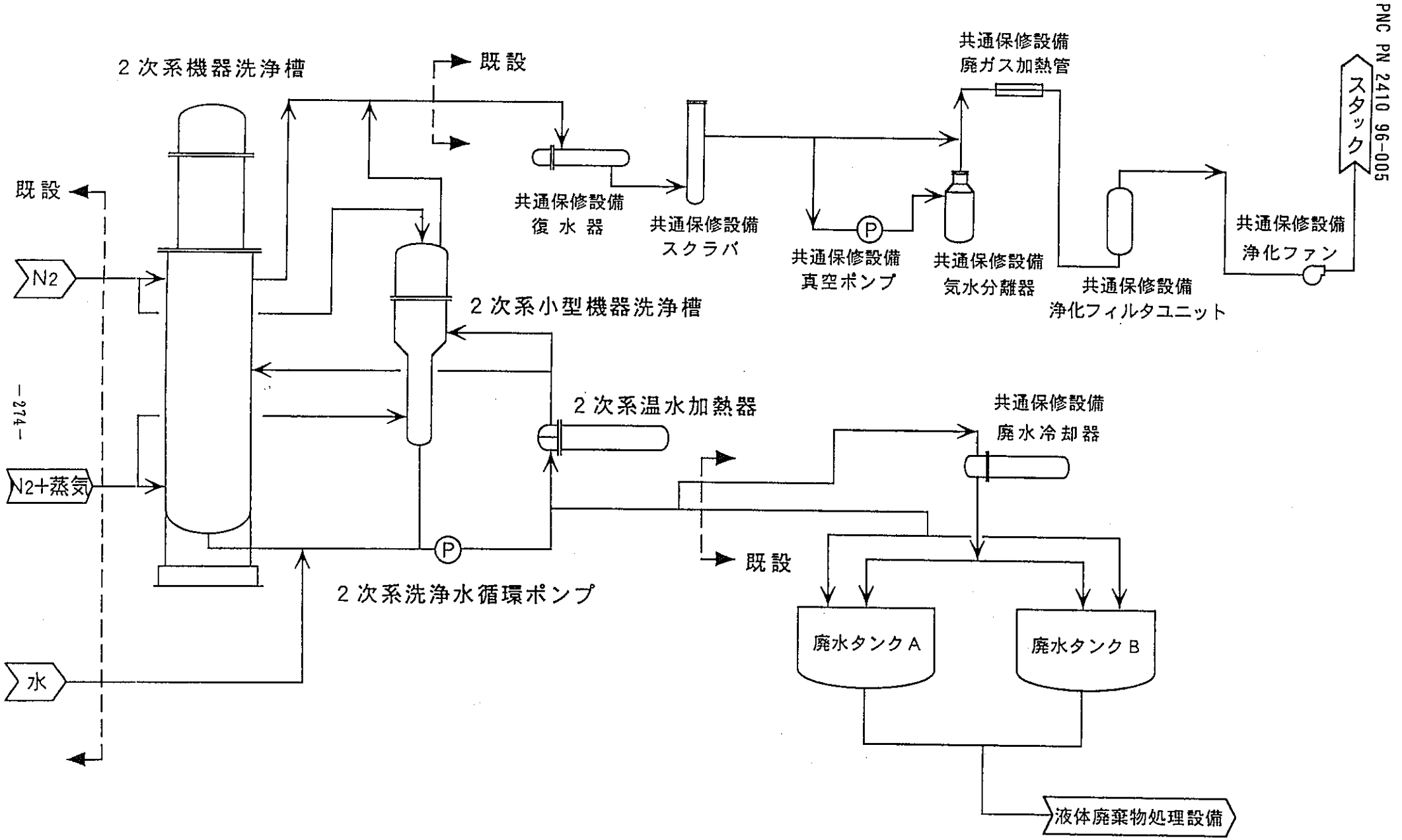
共通保修設備については工認申請をしていないことから、労働安全衛生法の適用を受けることになるかの疑問が生じた。電気事業法の規制を受ける場合は労働安全衛生法の除外規定に記載があり、労働安全衛生法の規制を受けないこととなる。電気事業法の規

制を受けない場合は労働安全衛生法の規制を受けることとなる。その場合は、洗浄槽が第一種圧力容器となり労働安全衛生法に基づく手続きが必要となり、据付後においても1回／年の性能検査等が必要となる。既設の共通保修設備の状況を調査したところ、労安法の手続きは工場段階で製造許可申請を製造メーカで行っているが、据付以降の手続きは行っていない。これは電気事業法に基づく手続きを行っていなくても、発電所施設内の設備は電気事業法の規制を受ける旨、当時、MITI富山に確認し、労基署に対しては労安法の適用除外の了解を得たとのことであった。また、同様な例としてアルゴンガス，窒素ガス供給設備があり、これについては資源エネルギー庁に確認した結果が、メモとして残っており「工認申請していなくても、適用範囲である」との回答を得ていた。

これらのことから、2次系機器洗浄設備の労安法上の取扱いについては、労安法の手続きはせずに、溶接検査を原安センタ（セ）に加えて発電技検（G）も受検することとした。（テクニカルメモ　保－94－031 参照）

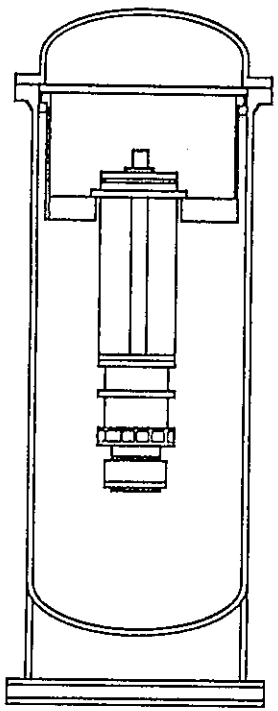
第3.15-16 図に系統の概要、第3.15-17 図に洗浄の姿図、第3.15-18 図に2次系機器洗浄設備主要機器位置図、第3.15-4表に2次系洗浄設備据付工事工程表を示す。

第3.15-16 図　系　統　の　概　要

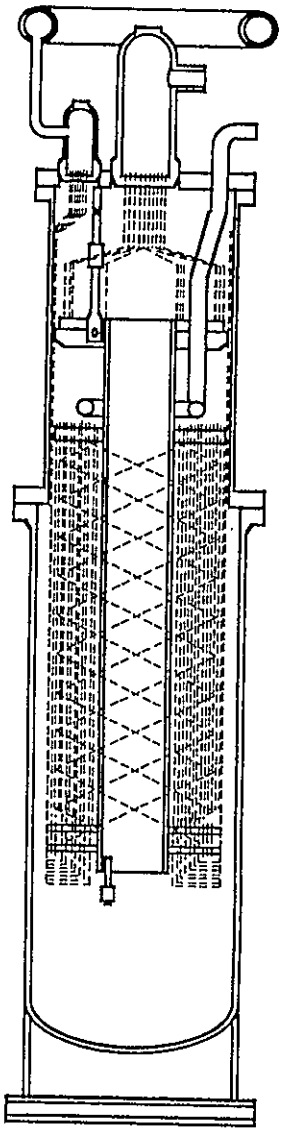


PNC PN 2410 96-005

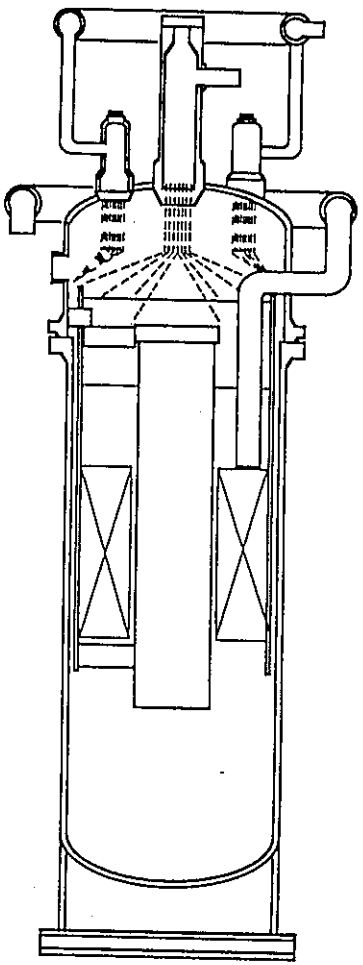
第3.15-17 図　洗 浄 の 姿 図



2次主循環ポンプ洗浄時



蒸発器洗浄時

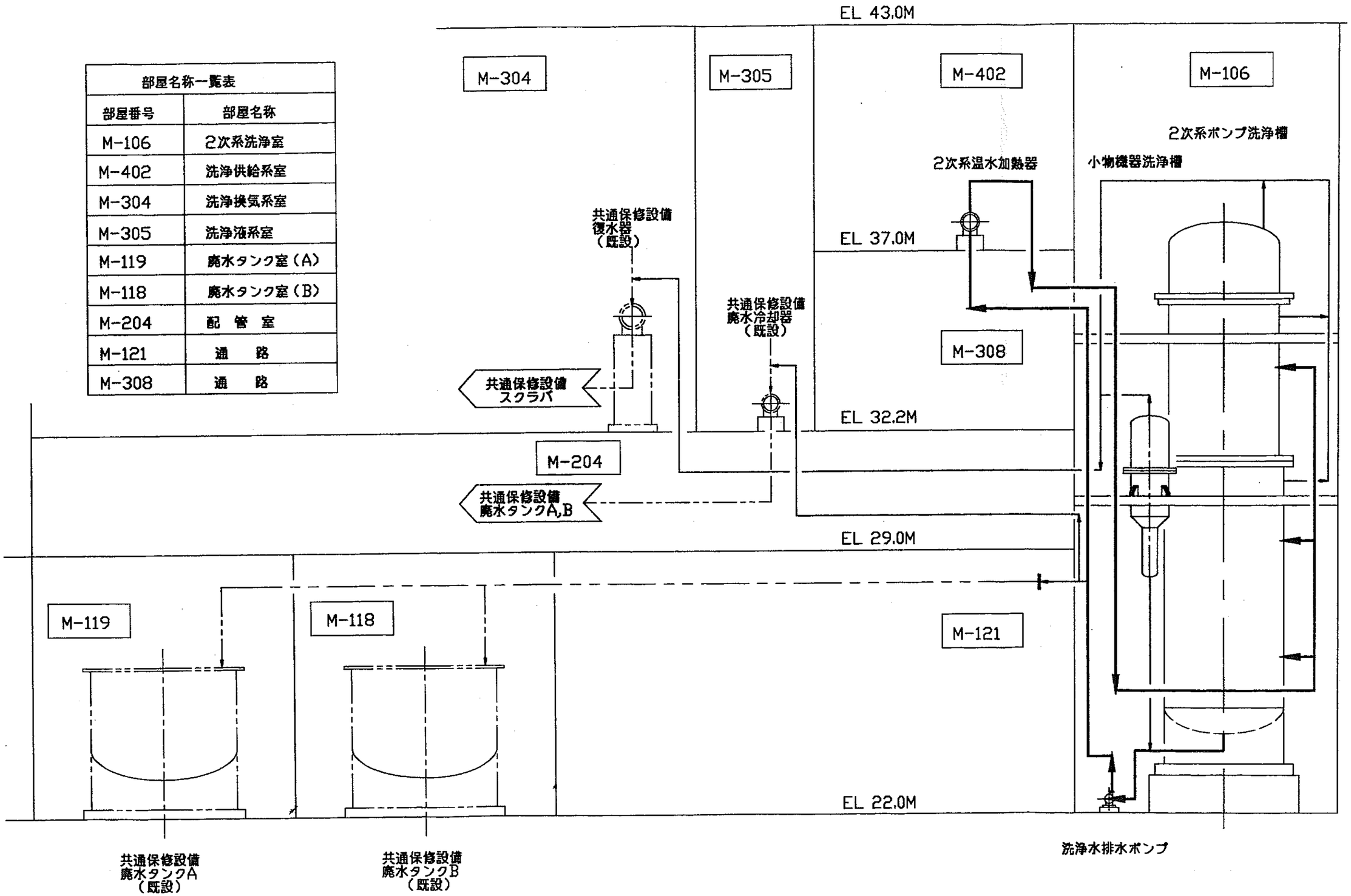


過熱器洗浄時

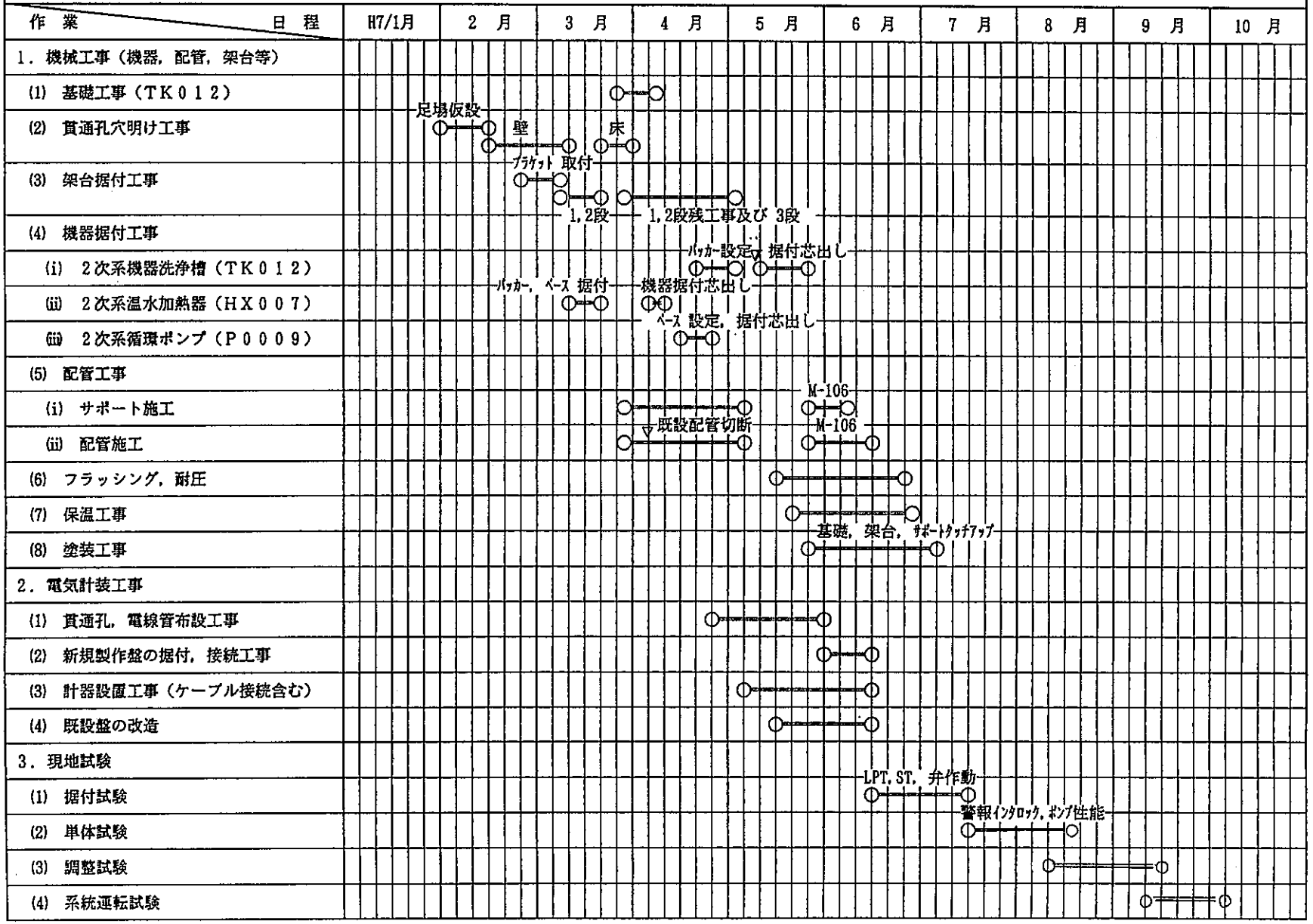
第3.15-18 図

共通保修設備 2次系機器洗浄設備主要機器位置図

部屋名称一覧表	
部屋番号	部屋名称
M-106	2次系洗浄室
M-402	洗浄供給系室
M-304	洗浄換気系室
M-305	洗浄液系室
M-119	廃水タンク室（A）
M-118	廃水タンク室（B）
M-204	配　管　室
M-121	通　　路
M-308	通　　路



第3.15-4表　2次系洗浄設備　据付工事工程表



(11) 缶詰缶の追加製作（平成６年～平成８年３月）

缶詰缶はＮａ洗浄後の使用済燃料集合体等を燃料池で水中保管する際に用いるもので燃料洗浄設備から取り出した燃料を燃料缶詰設備に燃料出入設備で移送し、燃料缶詰装置内に予め容易しておいた缶詰缶に収納し、蓋をボルト締めして缶を密閉する。

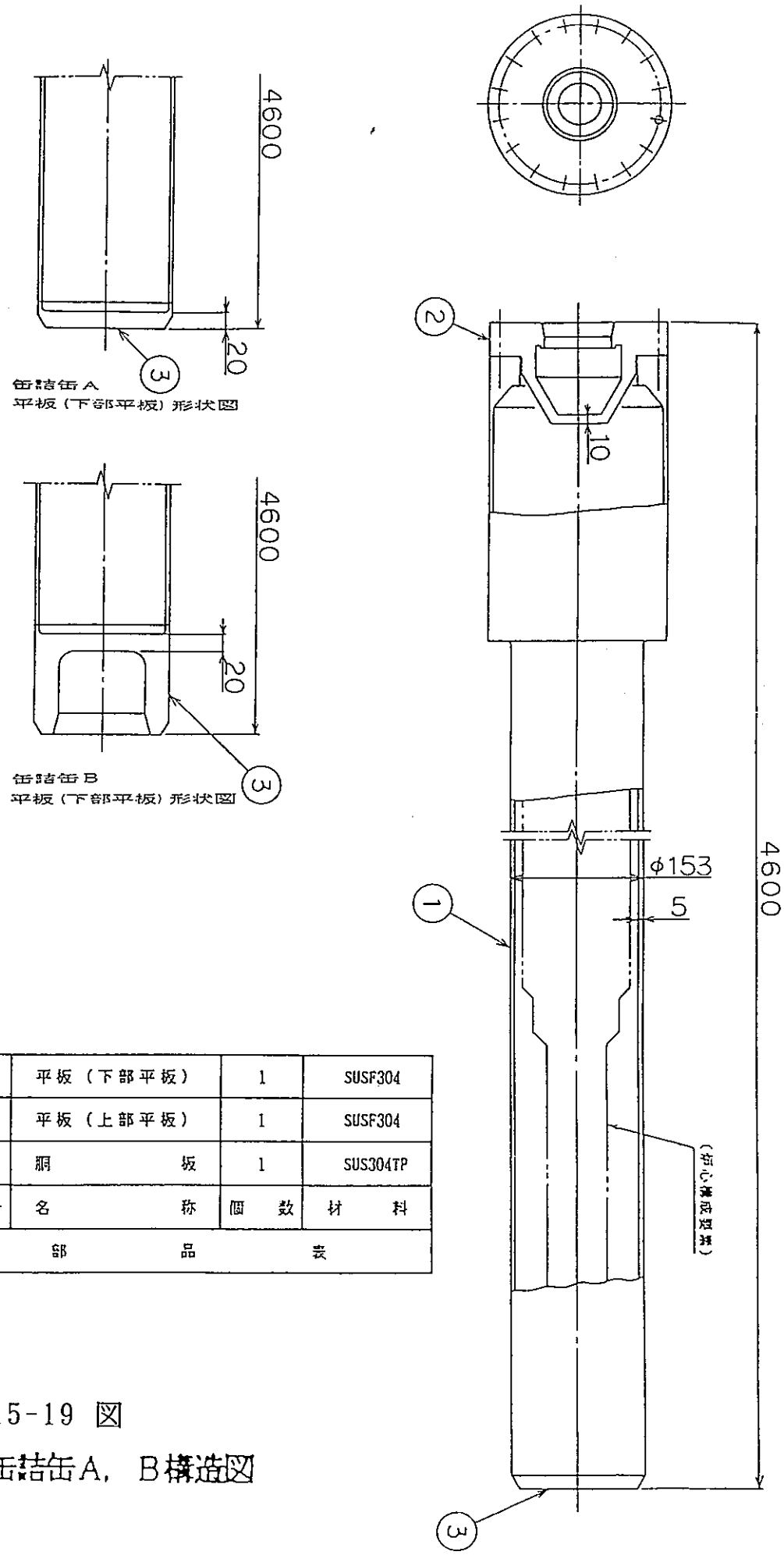
ＦＢＲの燃料被覆管は通常ステンレス製であり、Ｎａ中で照射したものを、燃料池の水中で長期に保管した実績がないことから、保管中に万一、被覆管に腐食等により穴が開きＦＰガスが外部に漏えいするような事象が生じた場合に、環境に放出されないよう缶詰缶に閉じ込めておくために缶詰缶を使用する。缶詰缶はＡとＢがあり、Ａは炉心燃料及びブランケット燃料を、Ｂは制御棒を入れることとしており底板がＡはフラットに対しＢは窪んだ形としている。第3.15-19 図に缶詰缶Ａ，Ｂ構造図を示す。

缶詰缶は燃料の交換計画に沿って、事前に製作しておく必要がある。当初、燃取設備の機能確認に使用するため燃料缶詰設備の製作、据付の中で１０個製作した。

平成４年度に第一回燃交後に使用するため８５個の追加製作を計画し、設工認及び工認変更申請をした。缶詰缶の製作完了（使用前検査受検）が本格運転開始（運開）前となることから、原計画の変更ということで、初回製作の１０個に８５個を追加する形の手続きをした。（原子炉等規制法第27条第 2項に基づく設工認変更及び電気事業法第70条第 2項に基づく工認変更）

平成６年４月申請、５月認可を受け、９月から製作を開始した。缶詰缶８５個と缶詰缶梱包箱１０箱を製作し平成７年３月現地に搬入した。缶詰缶梱包箱は缶詰缶を使用するにあたって予め新燃料貯蔵室缶詰缶貯蔵ラック（容量５０個）に収納する場合に新燃料移送機により遠隔自動運転で行うことから、新燃料移送機との取合位置を精度よく設定するために専用の架台が必要となる。そこで専用の架台と輸送容器を兼ねる缶詰缶梱包箱を製作することとした。

平成６年度の時点での「もんじゅ」の運開時期は平成７年12月であった。燃料交換は２回／年実施することから第２回燃交は平成８年12月頃、また、第３回燃交は平成９年５月頃の計画となっていたことから、これらの使用済燃料等の燃料処理運転前に準備することとして、平成７年度末までに２０９個追加製作することとした。この２０９個については製作完了が、運開以降（使用前検査合格後）となることから原設備への追加と



番号	名称	個数	材料
3	平板（下部平板）	1	SUSF304
2	平板（上部平板）	1	SUSF304
1	胴板	1	SUS304TP

部品表

第3.15-19 図

缶詰缶A，B構造図

いう扱いとなり、平成７年３月、原子炉等規制法第27条第 1項に基づく原子炉施設変更に係る設工認及び電気事業法第70条第 1項に基づく工事計画届出を行った。

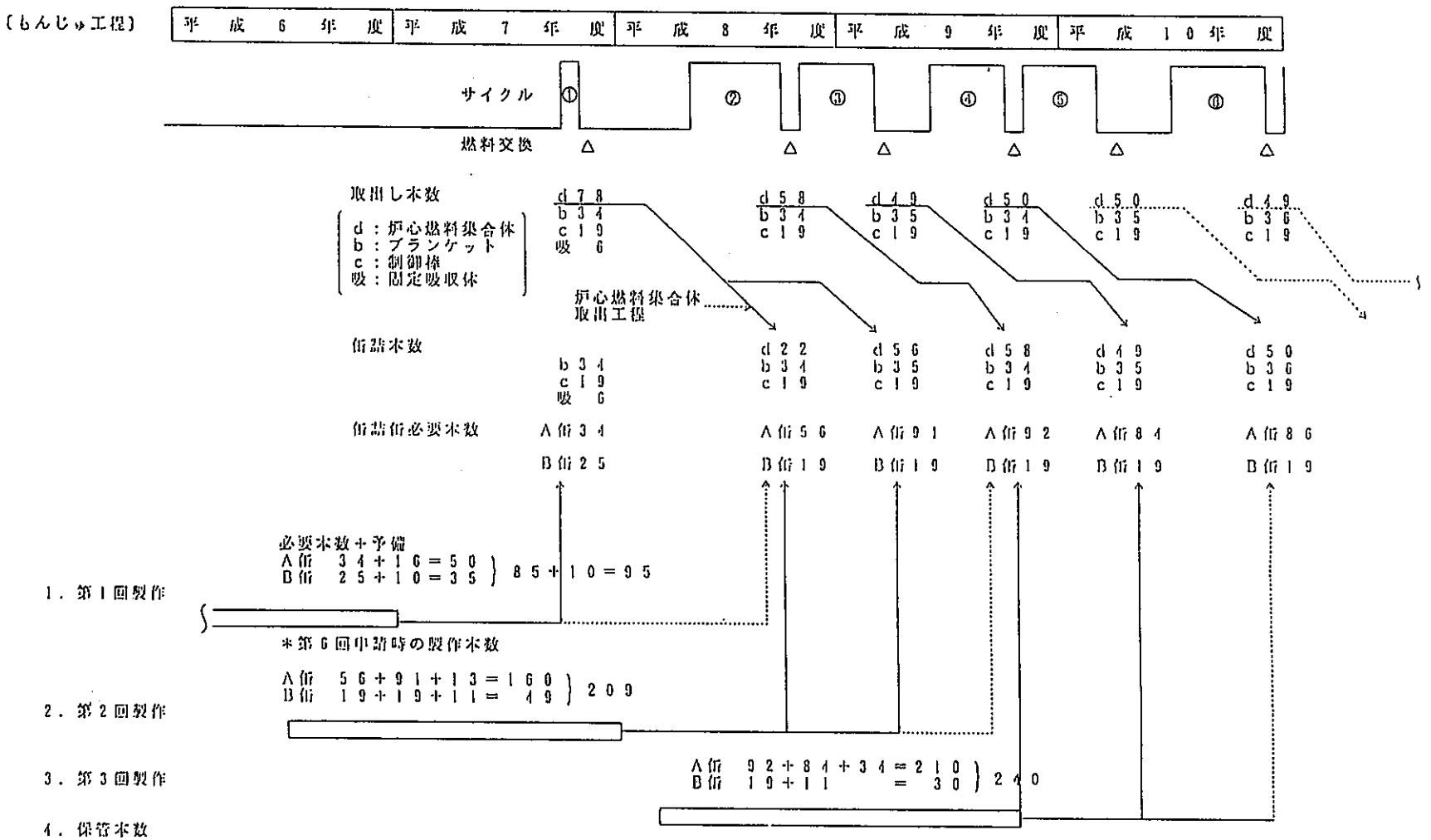
しかしながら、平成７年３月及び５月の水蒸気系のトラブルにより、運開時期は平成８年夏頃に延び、更に１２月８日の２次系Ｎａ漏えいにより未定の状態になった。

缶詰缶の製作は９月から開始し平成８年３月にサイトに搬入されたが運開時期未定のため電気事業法の使用前検査申請ができない状況になっている。

缶詰缶梱包箱も今回２０箱追加製作した。缶詰缶梱包箱は合計で３０箱（缶詰缶 150個分）となったが、残り１０９個は木箱に収納している。今後、缶詰缶の製作時には納入済の缶詰缶梱包箱及び木箱をメーカに返送して繰り返し輸送時に使用する。

第3.15-20 図に缶詰缶使用スケジュール、第3.15-5表に製作工程表を示す。

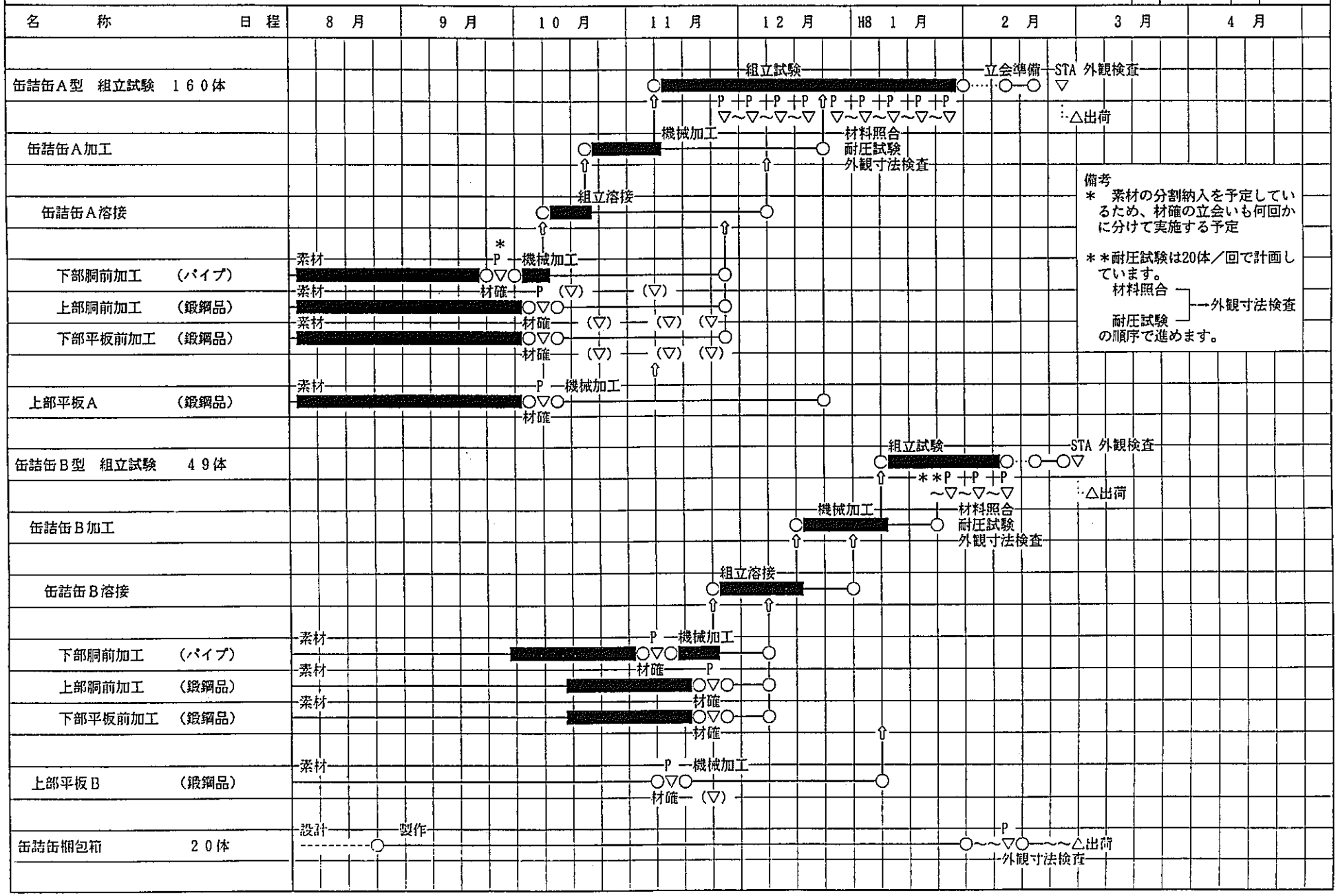
第3.15-20 図　缶詰缶使用スケジュール



A 缶	5	55	21	181	125	34	244	152	68
B 缶	5	40	15	64	45	26	56	37	18
合 計	10	95	36	245	170	60	300	189	86

第3.15-5表　缶詰缶製作工程表

記号説明　▽　立会
P　動燃
STA　科学技術庁



３．16　燃料取扱貯蔵設備の運転・保守経験のまとめ

前項まで各設備毎の運転・保守実績、異常事象及び設備改造について述べたが、燃取設備の運転実績を第3.16-1図にまとめた。

「もんじゅ」の年間の運転は、定常状態で原子炉運転４ケ月、燃料交換１ケ月で年間２サイクル（定検３ケ月）を計画しており、１サイクル当たりの燃料交換体数は最大１２８体で通常は約１０３体（燃料８４体、制御棒１９体）である。

燃料装荷からこれまで３６９体の燃料交換実績があり、燃料交換に使用する回転プラグ、燃料交換設備及び燃料出入設備は約３．５燃交分の運転を行っている。

また、燃料処理貯蔵に使用する設備は、模擬体の洗浄処理で２０８体、その他試験等の運転を含めると約２燃交分の運転実績がある。但し、燃料缶詰設備については使用済燃料の取出しを行っていないことからほとんど休止状態にある。

第3.16-1表に燃取設備燃料等取扱実績、第3.16-2図に燃料装荷工程、第3.16-2表に燃取設備燃料等取扱実績（平成７年）を示す。

このような使用状況の中で、これまで平成４年度から１回／年の設備点検を実施してきている。点検機器の選定にあたっては、点検の必要性を明確にするため点検基準を平成４年に作成した。点検基準は、「常陽」の基準を参考に使用頻度や構造の相違を考慮して作成したものであるが、予算との関係でこれまでは基準に則った点検は実施できていない。

第3.16-3図に燃料取扱設備保守実績、第3.16-3表～10表に平成４年度から平成７年度までの設備点検項目及び点検実績工程を示す。

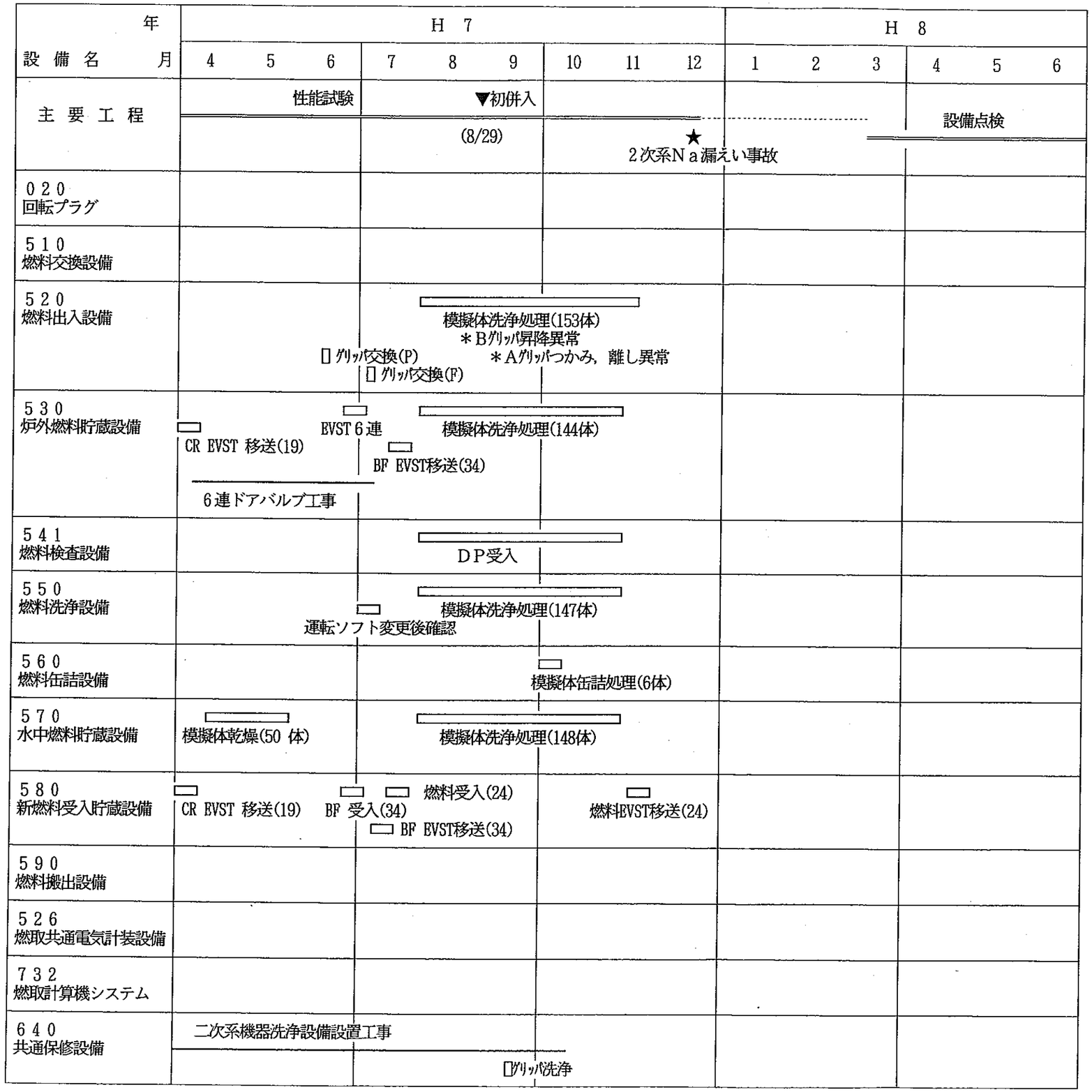
燃取設備はこれまで、主として炉心までの上流側の機器の使用状況が多く、トラブルの発生もメカニックなところでは燃料交換のグリッパ動作不良、燃料出入機本体Ａグリッパ昇降動作不良同じく本体Ａドアバルブ全閉不可等があった。また、燃取設備は遠隔自動運転としていることから、シーケンス渋滞等のトラブルの事象は軽微なものの、比較的多く発生している。ＳＫＳにおいても燃料交換自動運転及び燃料処理貯蔵自動運転の試験を行い、総合運転における問題点を解決してきているが、多数の検出器、駆動機構等の組み合わせにより複雑な構成になっていることから、運転に伴う経年変化等による多少のズレでシーケンス渋滞等の伝送異常に至っているものと思われる。

これまでの運転は新燃料及び模擬体でありほとんど発熱がないことから、シーケンス渋滞等が生じても復旧に対する時間的な制約は安全上なかった。しかし、今後は使用済燃料を扱うこととなり、少しの停止も第一に崩壊熱の除去を考えて対処する必要があり、運転員及び保守員は燃取設備を熟知していることは勿論のこと計装制御の実務を習熟した要員を配置する必要がある。

第3.16-1図　燃料取扱貯蔵設備　運転実績（1／2）〔平成5年度，6年度〕

年	H 5									H 6										H 7		
設備名　月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
主要工程	性能試験	設備点検		性能試験（燃料装荷[1]）				流量分布評価[1]			（燃料装荷[2]）		☆4/5 初臨界(168体) 臨界試験			（出力分布評価試験）			流量分布[2]		設備点検		核加熱試験	
020 回転プラグ						燃料交換習熟訓練		▽10/13 内側燃料装荷開始 燃料装荷(108) 流量分布評価[1]			▽1/27外側燃料装荷開始		初期炉心構成(30 体)			出力分布試験(121体)								
510 燃料交換設備				燃料交換設備炉上部設置		燃料交換習熟訓練		▽10/13 内側燃料装荷開始 燃料装荷(108) 流量分布評価[1]		FHM 取付 燃料装荷	▽1/27外側燃料装荷開始 燃料装荷		初期炉心構成(30 体) (198体)			出力分布試験(121体)								
520 燃料出入設備	グリッパ交換					燃料交換習熟訓練		▽10/13 内側燃料装荷開始 燃料装荷(108) EVST移送(27) グリッパ交換(F)			▽1/27外側燃料装荷開始 EVST移送(24) グリッパ交換	EVST移送(24) グリッパ交換(F)	グリッパ交換	初期炉心構成(30 体)		出力分布試験(121体)		模擬体処理(4体)				2/1 2/16 模擬体処理(50 体)	PIE キャスク 取扱確認	
530 炉外燃料貯蔵設備 ドアバルブ 列						燃料交換習熟訓練		▽10/13 内側燃料装荷開始 燃料装荷(108) EVST移送(27)			燃料装荷 ▽1/27外側燃料装荷開始 EVST移送(24)	EVST移送(24)		初期炉心構成		出力分布試験(121体)		模擬体処理(4体)				2/1 2/16 模擬体処理 (50 体)		
				C	B		E	D C F			D C F	A	F	A		F						E	F	
541 燃料検査設備																出力分布試験(121体)								
550 燃料洗浄設備																		模擬体処理(4体)					模擬体処理(50)	
560 燃料缶詰設備																							缶詰缶製作納入 (85)	
570 水中燃料貯蔵設備																		模擬体処理(4体)		PIE キャスク 取扱確認			模擬体処理(50)	
580 新燃料受入貯蔵設備	新燃料受入・EVST移送			EVST 136体移送			新燃料受入・EVST移送																(40) 缶詰缶搬入 CR受入	
590 燃料搬出設備																							PIE キャスク 取扱確認	
526 燃取共通電気計装設備																								
732 燃取計算機システム													▼磁気ディスク装置障害											

第3.16－1図　燃料取扱貯蔵設備　運転実績（2／2）〔平成7年度〕

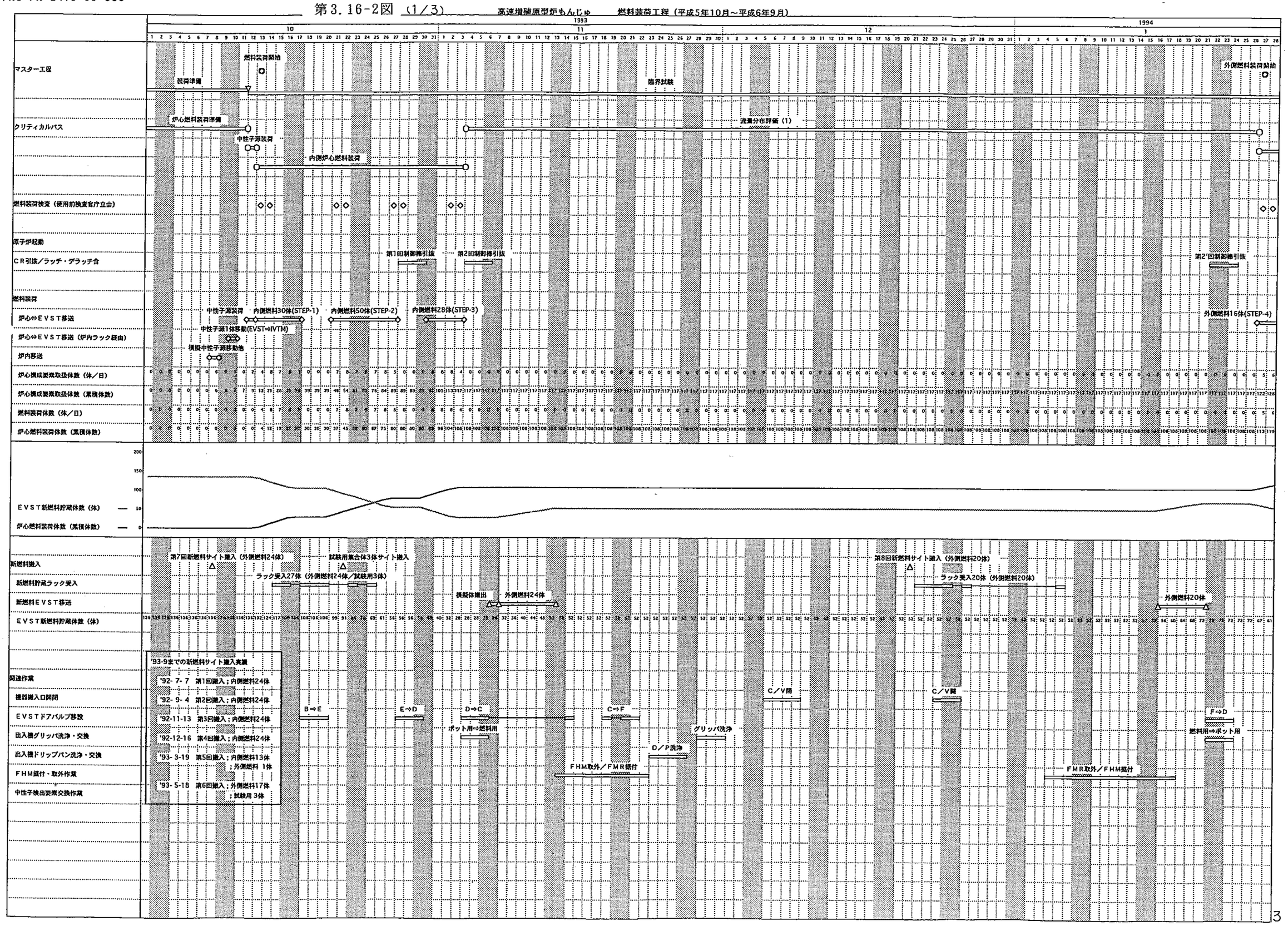


第3.16－1表　燃取設備 燃料等取扱実績　（ＳＫＳ～平成７年12月まで）

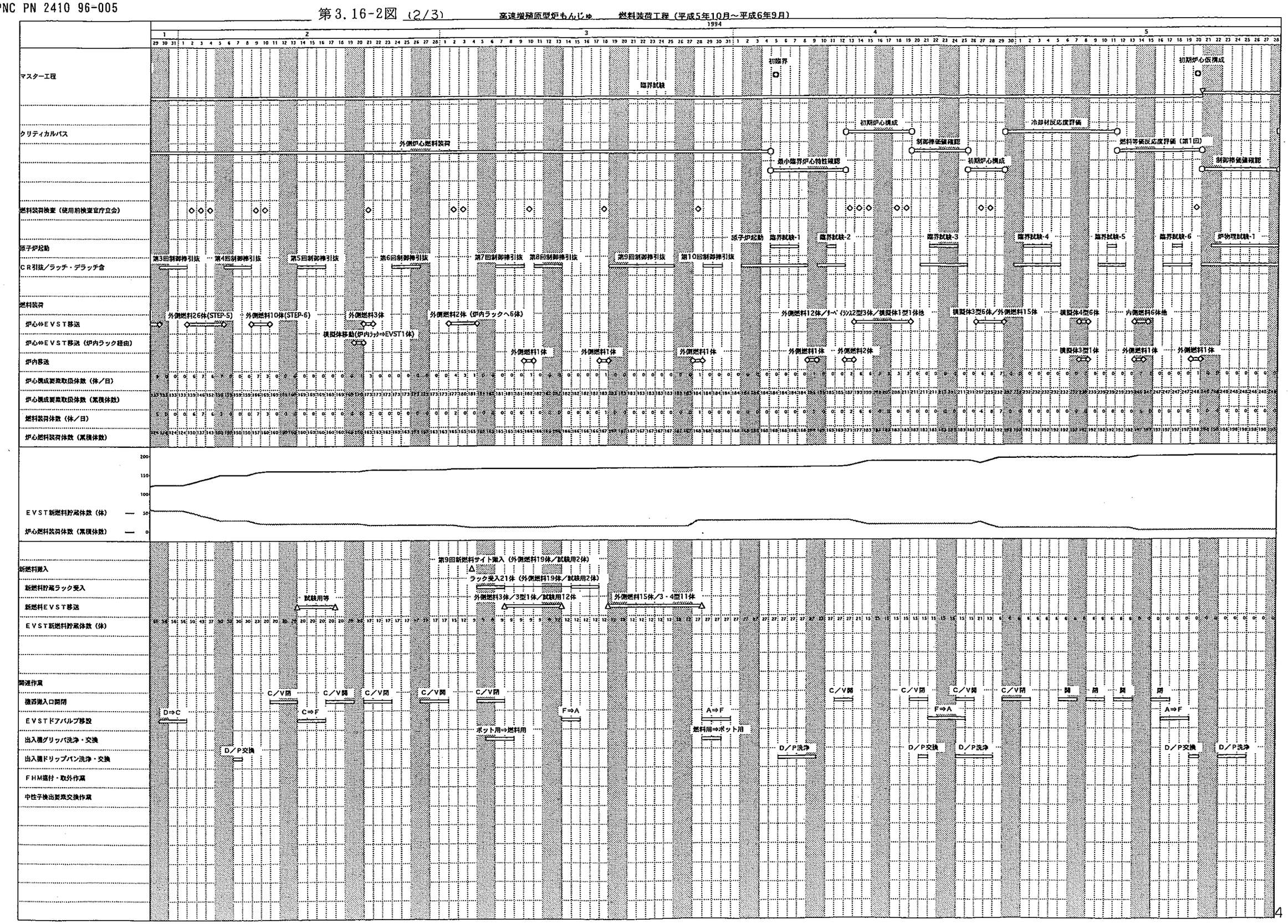
▒ ；ＳＫＳ完了までの取扱実績
▤ ：ＳＫＳ完了以降の取扱実績

設備名	取扱実績	SKS完了までの取扱実績	SKS完了以降の取扱実績
回転プラグ	回転数（回）	約840	約370
燃料交換装置	燃料等取扱数（体）	約120	約370
炉内中継装置	燃料等取扱数（体）	約60	約370
燃料出入機本体A	燃料等取扱数（体）	約300	約670
燃料出入機本体B	燃料等取扱数（体）	約300	約220
炉外燃料貯蔵槽	燃料等取扱数（体）	約310	約650
燃料検査設備	燃料等取扱数（体）	約110	約100
燃料洗浄設備	燃料等取扱数（体）	約10	約200
燃料缶詰設備	燃料等取扱数（体）	約20	約26
水中台車	燃料等取扱数（体）	約40	約200
燃料移送機	燃料等取扱数（体）	約105	約310
新燃料キャスク移送台車	燃料等輸送容器取扱数（体）	約20	約70
新燃料移送機	燃料等取扱数（体）	約100	約220
地下台車	燃料等取扱数（体）	約100	約100
地下台車予熱装置	燃料等予熱回数（回）	約100	約90
共通保修設備 燃取機器洗浄槽	ＦＨＭ等洗浄回数（回）	約10	約65

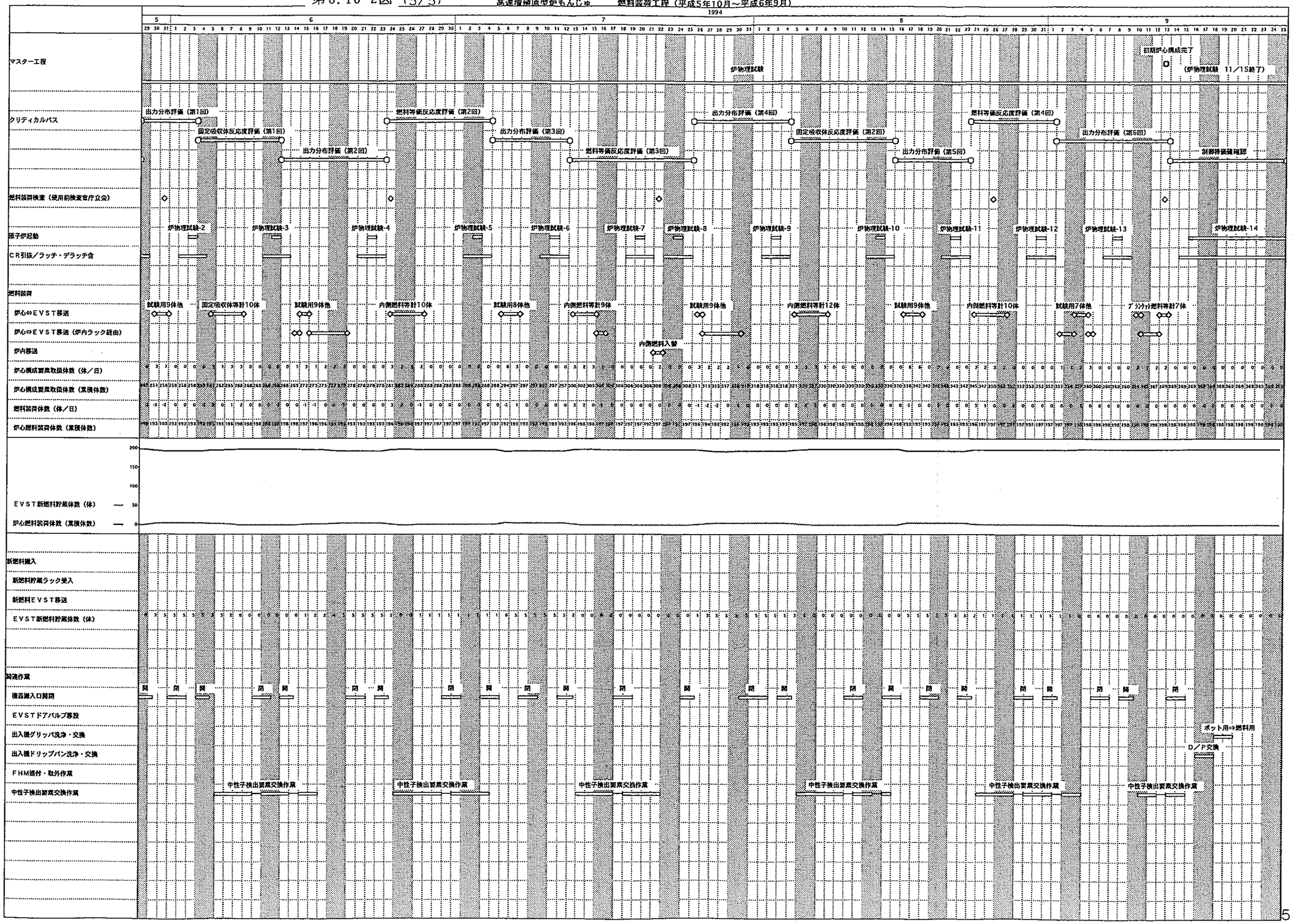
第3.16-2図 (1/3) 高速増殖原型炉もんじゅ 燃料装荷工程（平成5年10月～平成6年9月）



第3.16-2図 (2/3)　高速増殖原型炉もんじゅ　燃料装荷工程（平成5年10月～平成6年9月）



第3.16-2図 (3/3)　高速増殖原型炉もんじゅ　燃料装荷工程（平成5年10月～平成6年9月）



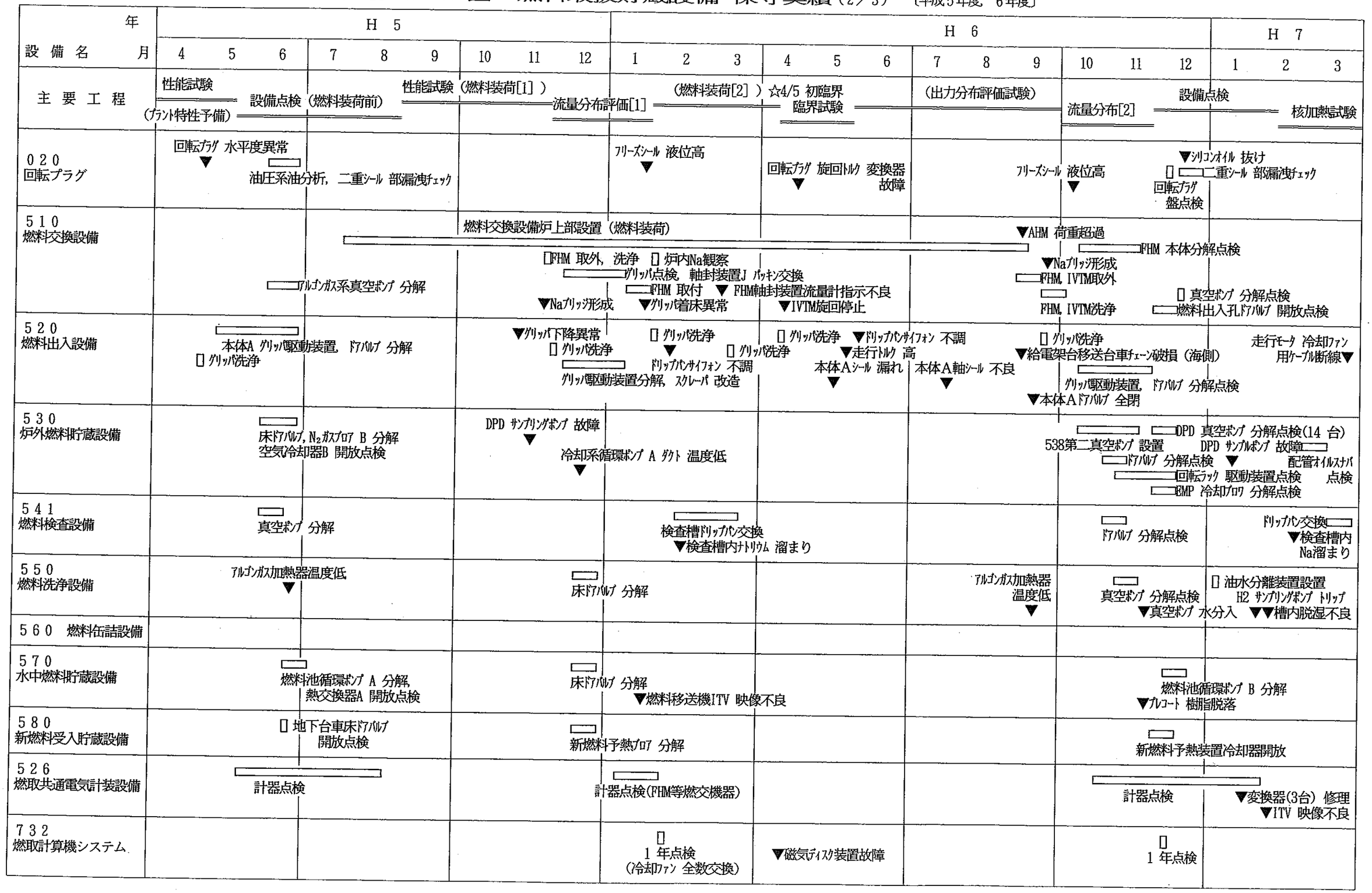
第3．16－2表　燃取設備 燃料等取扱実績　（平成７年）

設備名	取扱対象	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	合計
燃料交換装置	燃料 制御棒														
炉内中継装置	燃料 制御棒														
燃料出入機 本体A	新燃料等 ドリップパン 模擬体	3	5 50	6 2	19 3			30	4 1 46	2 69	2 24	24 8		77 22 199	298
燃料出入機 本体B	模擬体 缶詰缶 ドリップパン		50 2	6					46	69 5	24 1	3 6		192 7 13	212
炉外燃料貯蔵槽	新燃料 制御棒 模擬体 Aドリップパン	2	50 2	19	1			30	4 46	69	24	24 5		58 19 194 5	276
燃料検査設備	燃料移送ポット Aドリップパン	2			3				1		1			7	7
燃料洗浄設備	模擬体		50						46	69	24	8		197	197
燃料缶詰設備	缶詰缶 模擬体										1	5		6	6
水中台車	缶詰缶 模擬体		50						46	69	24	6 3		6 192	198
燃料移送機	缶詰缶 模擬体		50		21	29			46	69	69	6 18		6 302	308
新燃料ｷｬｽｸ 移送台車	燃料輸送容器 ﾌﾞﾗﾝｹｯﾄ輸送容器 缶詰缶梱包箱 その他	12		8 12				12 5				3	12	36 5 8 15	64
新燃料移送機	新燃料等 制御棒 缶詰缶 模擬体	24		19 40 2				76	4		1	24 5 3	24	152 19 46 5	222
地下台車	新燃料等 制御棒 缶詰缶 Aドリップパン 模擬体			19 12 2				30	4	3	1	24 5 3		58 19 6 15 5	103
共通保修設備 燃取機器洗浄槽	FHM IVTM 出入機グリッパ ドリップパン その他	4			2					16	6	6	2	3 18 6	27

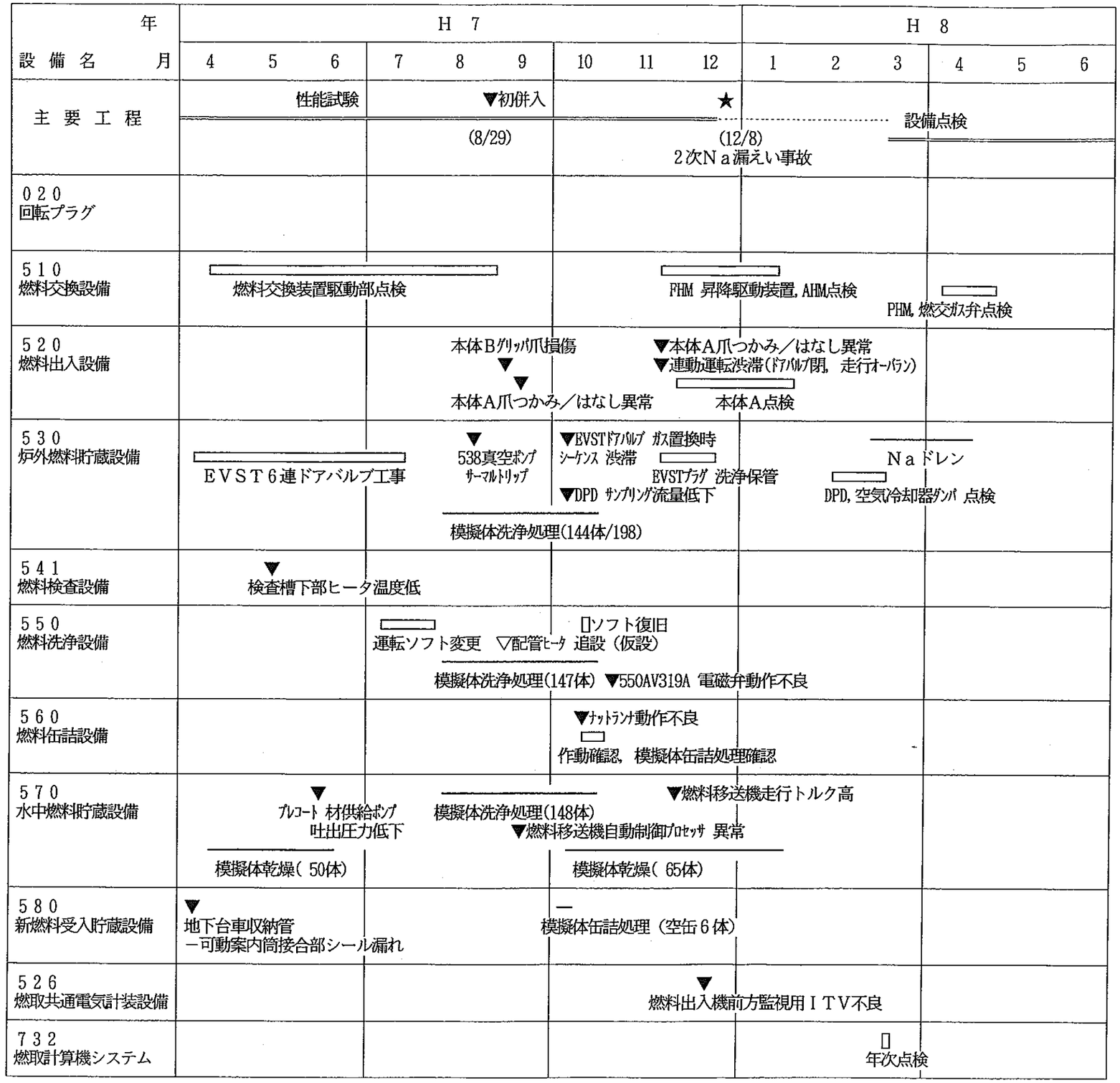
第3.16－3図　燃料取扱貯蔵設備 保守実績（1／3）〔平成3年度，4年度〕

年 / 設備名 / 月	H 3									H 4												H 5		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
主要工程	建設工事 ◇据付完了	総合機能試験		（大気中試験）						総合機能試験			（ナトリウム中試験）								SKS完了 ◇	性能試験 （プラント特性予備試験）		
020 回転プラグ	▼A群油圧シリンダ停滞					▼A群油圧シリンダ停滞 フリーズ合金注入				▼N₂冷却系流調弁異音		▼A群油圧シリンダ停滞 ▼回転プラグ 水平度異常		▼シリンダ圧力上昇 □炉内Na液面観察								しゃへいプラグ 昇温特性試験		
510 燃料交換設備				燃料交換設備炉上部設置	▼セルフオリエンテーショウ不良						Na中試験前点検 軸封装置J パッキン交換		燃料交換設備炉上部設置 □炉内Na観察 ▼グリッパ爪開閉トルク 高			▼パンタグラフ閉不良		パンタグラフ分解点検 □FHM 孔プラグ 外観点検	AHM, PHM ドリップパン点検					
520 燃料出入設備					走行ストローク 異常					□グリッパ洗浄 ▼ドリップパン取扱不能 ▼コフィン内付着Na潮解 ▼ポット 用アダプタつかみ不良		□グリッパ洗浄		□グリッパ洗浄		□ グリッパ洗浄		昇降駆動装置，ドアバルブ分解点検 ▼本体A グリッパテープ 固定スタッド破損 ▼本体A グリッパ上上限LS不良					
530 炉外燃料貯蔵設備				□EVSTマンホールプラグ閉鎖 ▼EVSTブローダウン流量不足 ▼NaK 圧力計指示不良 ▼ガス置換不良			EVST系Na受入 ▼ヒータ 予熱不良			▼EVST液面計指示変動 ▼Na遠隔操作弁動作不良			▼EVST予熱ヒータ 絶縁不良					床ドアバルブ，ガス置換系真空ポンプ 分解点検 1次C/T 冷却ブロア A 分解点検 冷却系空気冷却器A 開放，外気取入フィルタ交換 ▼空気冷却器A 点検窓閉止ボルト 焼付				DPD サンプリングポンプ 故障 ▼		
541 燃料検査設備												▼検査槽冷却ブロアサーマルトリップ					床ドアバルブ 分解点検							
550 燃料洗浄設備					床ドアバルブ 開動作不良					水素濃度計不調				▼床ドアバルブ 開動作不良										
560 燃料缶詰設備				▼缶蓋締付トルク 不足 ▼収納筒内水位低			▼気密試験結果不良		▼床ドアバルブサーマルトリップ ▼ナットランナ空振り ▼缶詰缶固定力不足					▼給排水アーム 昇降トルク 高										
570 水中燃料貯蔵設備	▼燃料移送機横行駆動ギア損傷				▼燃料移送機グリッパ不良 ▼燃料移送機グリッパ開動作不良				燃料池水張り □プレコートフィルタ エレメント 組込			▼燃料移送機走行トルク 高		▼燃料移送機 走行台車潤滑油ポンプトリップ □燃料池照明ランプ 交換										
580 新燃料受入貯蔵設備				▼新燃料予熱装置予熱不良					▼新燃料移送機走行トルク 高			燃料容器ジブクレーン，ホイスト改造		新燃料移送機グリッパ分解点検 新燃料方位調整治具据付 ▼新燃料移送機グリッパ昇降ブレーキ異音 ▼新燃料移送機しゃへいプラグ 引抜異常										
526 燃取共通電気計装設備							▼A/B-E3C(5B) MCCB トリップ					計器点検		コントロールセンタ点検			計器点検							
732 燃取計算機システム													□点検											

第3.16－3図　燃料取扱貯蔵設備 保守実績（2／3）〔平成5年度，6年度〕



第3.16－3図　燃料取扱貯蔵設備 保守実績（3／3）〔平成7年度〕



第3．16－3表　平成4年度設備点検項目

系統番号	系統名称	機器名称	点検内容	点検時期	点検社
020	しゃへいプラグ	窒素ガスブロワA，B	分解点検	H5/2～4	東芝
510	燃料交換設備	FHM昇降駆動装置 FHMパンタグラフ	内部点検 分解点検		東芝
521	燃料出入機本体	本体Aグリッパ 本体Aアダプタ 本体Aグリッパ駆動装置 本体Aドアバルブ 本体Aコフィン内筒 本体A可動ブロック駆動装置	分解点検 分解点検 分解点検 分解点検 開放点検 開放点検	7.16 ～8.31	富士
522	燃料出入機冷却装置	本体A直接冷却系出入口弁	分解点検	8.5 ～26	富士
523	燃料出入機走行台車	駆動部	簡易点検	8.21～28	富士
531	炉外燃料貯蔵槽	床ドアバルブ 回転ラック駆動装置	分解点検 漏洩確認	7.28 ～8.28 8.5 ～7	富士 富士
533	炉外燃料貯蔵槽 冷却系	空気冷却器（伝熱管部）A 外気取入フィルタA，B，C	開放点検 開放点検	9.5 ～8 9.1 ～4	川重 川重
534	炉外燃料貯蔵槽 一次補助ﾅﾄﾘｳﾑ系	窒素ガス循環ブロワA	分解点検	9.1 ～11	川重
538	ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ置換系	真空ポンプ	分解点検	8.3 ～10	富士
541	燃料検査設備	床ドアバルブ	分解点検	7.29 ～8.29	富士
582	新燃料検査装置	α線検出器	線源校正	4.16～17	富士
584	新燃料移送機	グリッパ 走行台車	分解点検 簡易点検	4.8 ～15 4.8 ～16	富士 富士
586	地下台車	床ドアバルブ	分解点検	7.28 ～8.20	富士
500 600	計測設備	計器　単体　884台 ループ　190 健全性　60台	計器校正	7.27 ～9.29	富士
763	コントロールセンタ	盤体（A/B-A3, B3, C3, D3, E3-C/C M/B-D1, E1, E2） 365ﾕﾆｯﾄ	盤点検 盤清掃	5.18 ～6.24	富士

第3.16-4表　平成4年度　燃取設備定期点検実績工程表（1/2）

H. 4年10月27日

○═○ 点検作業
○～○ 試験検査
○—○ 準備作業

7月：13 14 15 16 17 18 ⑲ 20 21 22 23 24 25 ㉖ 27 28 29 30 31
8月：1 ② 3 4 5 6 7 8 ⑨ 10 11 12 13 14 15 ⑯ 17 18 19 20 21 22 ㉓ 24 25 26 27 28 29 ㉚ 31
9月：1 2 3 4 5 ⑥

	作業内容
出入機本体Aグリッパ及びグリッパ駆動装置	分解前試験
	準備
	駆動装置取外
	駆動装置分解
	点検，オイル交換
	組立
	シールチェック
	準備
	全体LRT
	組立後試験
	駆動装置取付
	後始末
コフィン及び可動ブロック内面清掃	配線等取外
	グリッパ分解
	点検
	グリッパ組立
	グリッパ組立
	配線等取付
	コフィン可動ブロック内部清掃，点検
出入機本体Aドアバルブ	分解前試験
	シールチェック
	シールチェック
	組立後試験
	準備
	しゃへい体取外
	リフター搬入試運転
	組立
	しゃへい体取付
	取外
	分解
	点検
	取付
	後始末
出入機置冷系出入口弁	準備
	分解前試験
	取外
	取付
	リークテスト
	組立後試験
	準備
	分解点検組立
	後始末
走行台車駆動部	準備
	走行テスト ギャップ測定
	外観点検 オイル交換
	給電装置点検
EVST・検査槽床ドアバルブ	準備
	分解前試験
	取外・分解
	点検
	組立・据付
	組立後試験
	後始末
	転封部シールチェック回転試験
	後始末
	分解
	点検
	組立後試験
	後始末
地下台車床ドアバルブ	準備
	分解前試験
	取外・分解
	組立・据付
	組立後試験
	後始末
	点検
ドアバルブガス置換系真空ポンプ	準備
	取外
	分解 洗浄・組立
	分解前試験
	組立後試験
	後始末

御注文主	動力炉・核燃料開発事業団	系統名	＃５００　燃料取扱設備及び貯蔵設備
御納入先	高速増殖原型炉もんじゅ	件　名	燃料取扱設備及び貯蔵設備点検

第3.16-4表　工　程　表（2/2）

No.	項　目	8月	9月	10月
1	工事計画書作成			
2	工事要領，検査要領説明 入構手続き			
3	窒素ガス循環ブロア点検			
4	空気冷却器点検			
5	外気取入フィルタ点検			
6	点検報告			
7	書類整理			
8				
9				
10				
11				
12				

備　考

第3．16－5表　平成5年度設備点検項目 (1/2)

系統番号	系統名称	機器名称	点検内容	点検時期	点検社
020	しゃへいプラグ	シール部 回転プラグ持上油圧装置	漏洩確認 油分析	6月 6月	東芝
515	燃料交換設備Arｶﾞｽ系	真空ポンプ	分解点検	6月	東芝
521	燃料出入機本体	本体Aグリッパ 本体Aアダプタ 本体Aグリッパ駆動装置 本体Aドアバルブ 本体A可動ブロック 本体Aコフィン内筒	分解点検 分解点検 分解点検 分解点検 分解点検 開放点検	5.10 ～6.24	富士
		本体Aグリッパ駆動装置 本体Aグリッパ，アダプタ	分解点検 分解点検	12月 ～1月	富士
		本体Bグリッパ 本体Bドアバルブ	分解点検 分解点検	12.3 ～ H6.1.11	富士
522	燃料出入機冷却装置	電動弁，空操弁 (522MV8, 306, PSV27, 401, 28, 31, 110, 111, 112, 401)　9台 本体B直冷系弁 (522MV304)	分解点検 分解点検	5.21 ～6.18 12.3～22	富士 富士
523	燃料出入機走行台車	給電装置	簡易点検	H6.1.8, 9	富士
530	炉外燃料貯蔵設備	DPD真空ポンプ　2台 DPD真空ポンプ　26台 エクステンション弁　56台	分解点検 簡易点検 作動確認	7.6 ～19 6.25 ～7.2	川重 川重 川重
531	炉外燃料貯蔵槽	床ドアバルブ	分解点検	5.21 ～6.11	富士
533	炉外燃料貯蔵槽	空気冷却器（伝熱管部）B	開放点検	6.25 ～7.19	川重
534	炉外燃料貯蔵槽 一次補助ﾅﾄﾘｳﾑ系	窒素ガス循環ブロワB	分解点検	6.25 ～7.19	川重
538	ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ置換系	真空ポンプ 電動弁，電磁弁，空操弁 (538MV624, PSV120, 122, 124, 126 128, 140, 209, 210, 211, 212, 213, 314, 407, 408, 512, 513, 514, AV602, 604, 606, 608, 610, 612, 614, 617)　26台	分解点検 分解点検	5.17～26 5.21 ～6.18	富士 富士
541	燃料検査設備	真空ポンプ	分解点検	5.17～26	富士

第3．16－5表　平成5年度設備点検項目 (2/2)

系統番号	系統名称	機器名称	点検内容	点検時期	点検社
571	水中台車	床ドアバルブ	分解点検	12.16 ～ H6.1.7	富士
571	水中台車	床ドアバルブ	分解点検	12.16 ～ H6.1.7	富士
574	燃料池水 冷却浄化装置	循環ポンプA 熱交換器A	分解点検 開放点検	6.22 ～7.2 6.23 ～7.1	川重 川重
582	新燃料検査装置	α線検出器	線源校正	4.16	富士
584	新燃料移送機	グリッパ グリッパ駆動装置（ﾌﾞﾚｰｷ等）	分解点検 分解点検	11.15 ～12.4	富士
586	地下台車	床ドアバルブ	開放点検	5.21 ～6.11	富士
587	地下台車 新燃料予熱装置	循環ブロワ 空操弁(587AV1,6,10,11)　4台	分解点検 分解点検	11.24 ～12.20 12.3～22	富士 富士
610	気体廃棄物処理系	廃ガス圧縮機A，B ブライン循環ポンプB 弁(AV406A,B)　2台	分解点検 分解点検 分解点検	5.26 ～7.17 5.10～17 5.26 ～6.2	富士
620	液体廃棄物処理系	廃液処理水移送ポンプB 弁(AV271)　1台	分解点検 分解点検	5.15 ～21 5.27 ～6.3	富士
640	共通保修設備	真空ポンプ 浄化ファンB	分解点検 分解点検	5.19 ～7.12	富士
641	固体廃棄物 貯蔵プール設備	循環ポンプ	分解点検	6 月	FTEC
500 600	計装設備	計器　単体　1883台 ループ　756 健全性　113台	計器校正	5 月 ～9 月	富士

第3.16-6表　H５年度設備点検（1／2）　〔燃料装荷前点検〕

（参考：富士分）

点検対象機器 ＼ 月	4月	5月	6月	7月	8月
日	10　20	10　20	10　20	10　20	10　20
燃取設備 燃料出入機本体A					
ＥＶＳＴ床ドアバルブ 地下台車床ドアバルブ					
ﾄﾞｱﾊﾞﾙﾌﾞｶﾞｽ 置換系真空ポンプ 燃料検査設備排ｶﾞｽ用真空ﾎﾟﾝﾌﾟ					
燃料出入機冷却装置弁 ドアバルブガス置換系弁					
新燃料検査装置					
気体廃棄物処理系 廃ガス圧縮機A B					
ブライン循環ポンプA					
廃液処理水移送ポンプB					
廃棄物処理設備弁（3台）					
共通保修設備　真空ポンプ					
浄化ファンB					
共通　燃取系計器					
廃棄物処理系計器					

第3.16-6表　Ｈ５年度設備点検（2／2）

（参考：富士分）

点検対象機器	年	Ｈ５年				Ｈ６年					
	月	１１月		１２月		１月		２月		３月	
	日	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
燃取設備 燃料出入機本体B											
燃料洗浄設備床ドアバルブ 水中台車床ドアバルブ											
地下台車新燃料予熱ブロワ											
新燃料移送機グリッパ											
燃料出入機冷却装置弁 地下台車新燃料予熱装置弁											

第3．16－7表　平成６年度設備点検項目 (1/2)

系統番号	系　統　名　称	機　器　名　称	点検内容	点検時期	点検社
０２０	しゃへいプラグ	シール部	漏洩確認		東芝
５１１	燃料交換装置	本体 パンタグラフ	分解点検 分解点検	H6/10 ～12	東芝
５１２	炉内中継装置	燃料出入孔ドアバルブ	開放点検	11.28 ～12.10	東芝
５１４	燃料交換設備 アルゴンガス系	真空ポンプ 安全弁，減圧弁	分解点検 分解点検		東芝
５２１	燃料出入機本体	本体Ａグリッパ 本体Ａアダプタ 本体Ａグリッパ駆動装置 本体Ａドアバルブ 本体Ａ可動ブロック 本体Ａコフィン内筒	分解点検 分解点検 分解点検 分解点検 簡易点検 開放点検	10.11 ～ 12.19	富士
５３０	炉外燃料貯蔵設備	ＤＰＤ真空ポンプ　１４台 ＤＰＤ真空ポンプ　１４台 予熱ヒータ 接点式ﾅﾄﾘｳﾑ 漏洩検出器　96台	分解点検 性能確認 性能確認 作動確認	11.14 ～12.8 12.5～21 12.5～20	川重 川重 川重
５３１	炉外燃料貯蔵槽	回転ラック駆動装置軸封部 床ドアバルブ	分解点検 分解点検	11.12 ～12.26 10.11 ～11.26	富士 富士
５３３	炉外燃料貯蔵槽 冷却系	循環ポンプＡ，Ｂ，Ｃ 循環ポンプ用冷却ﾌｧﾝ A,B,C	性能確認 分解点検	12.5 ～20	川重
５３４	炉外燃料貯蔵槽 一次補助ﾅﾄﾘｳﾑ 系	汲上ポンプ 汲上ポンプ用冷却ファン プラギング計	性能確認 分解点検 性能確認		
５３５	炉外燃料貯蔵槽 一次補助ﾅﾄﾘｳﾑ 系	電磁ポンプ 電磁ポンプ用冷却ファン　６台 プラギング計	性能確認 交換 性能確認		
５４１	燃料検査設備	床ドアバルブ γ線検出器	分解点検 線源校正	10.11 ～11.26 10.26 ～28	富士 富士
５５０	燃料洗浄設備	真空ポンプ 電動弁　６台	分解点検 分解点検	11.15 ～22 11.24 ～12.8	富士 富士

第3．16－7表　平成6年度設備点検項目 (2/2)

系統番号	系統名称	機器名称	点検内容	点検時期	点検社
572	燃料移送機	グリッパ駆動装置 走行台車	性能確認 簡易点検	12.7 ～13	富士
574	燃料池水 冷却浄化装置	循環ポンプB	分解点検	12.7 ～21	川重
582	新燃料検査装置	α線検出器	線源校正	12.20,21	富士
584	新燃料移送機	新燃料方位調整治具	性能確認	12.15 ～20	富士
587	地下台車 新燃料予熱装置	冷却器	開放点検	11.4 ～13	富士
500	系統付電源盤	電源盤(IVR,VVVF)　7面	詳細点検	11.29 ～12.6	富士
610	気体廃棄物処理系	廃ガス圧縮機A 廃ガス圧縮機B ブラインチラーユニットA，B	分解点検 分解点検 簡易点検	10.14 ～29 12.2～20 H7.1.30 ～2.14	富士 富士 富士
620	液体廃棄物処理系	シール水ポンプA	分解点検	11.14 ～24	富士
640	共通保修設備	燃取機器洗浄槽循環ポンプ 制御弁(CV55,242)　2台	分解点検 分解点検	11.22 ～12.1 11.29 ～12.19	富士 富士
641	固体廃棄物 貯蔵プール設備	循環ポンプ	分解点検	12.6～21	川重
500 600	計装設備	計器　単体　1050台 ループ　650 健全性　110台	計器校正	10.3 ～H7.2.2	富士

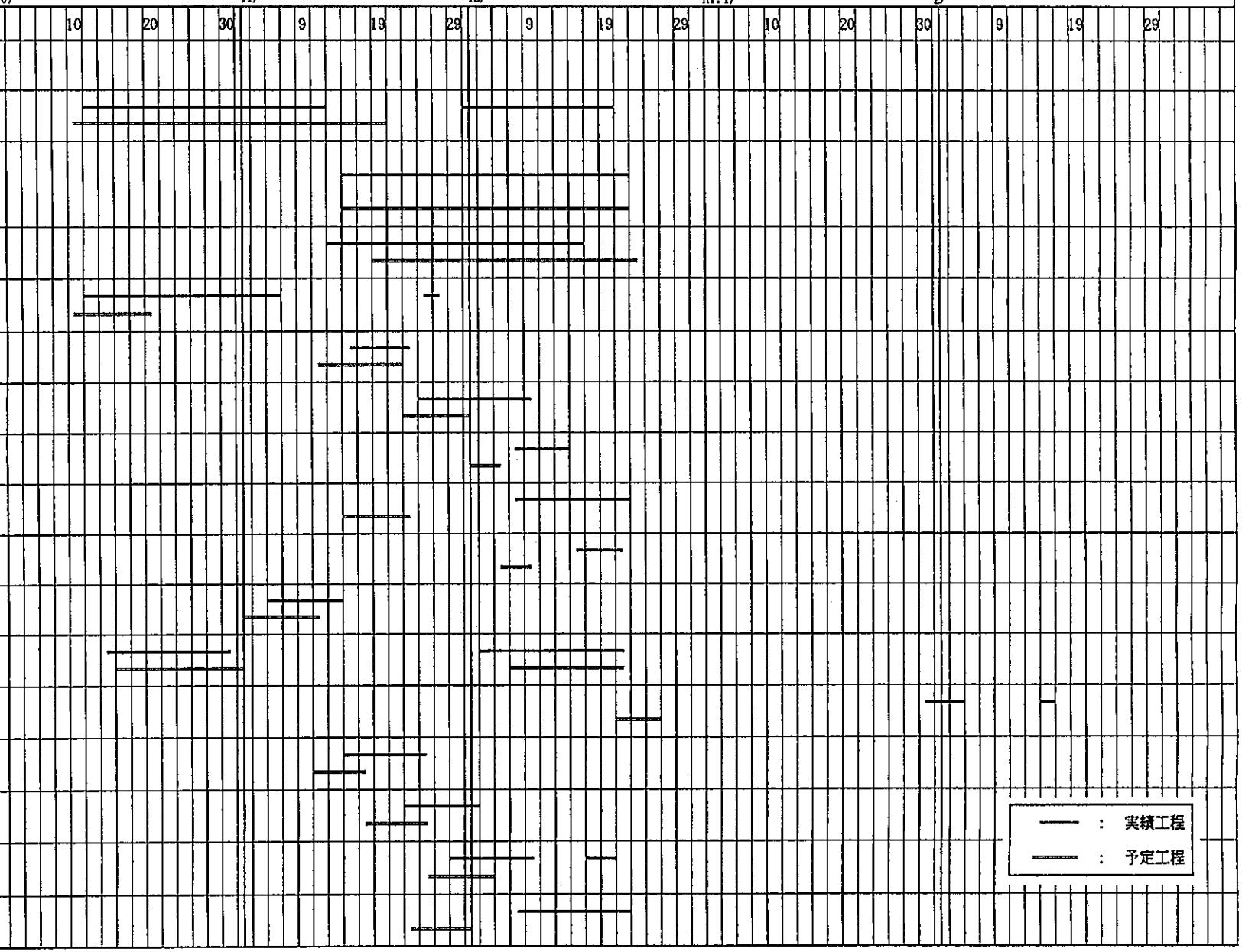
動力炉・核燃料開発事業団

高速増殖原型炉もんじゅ

第3.16-8表　平成6年度設備点検実績工程表

(1／2)

系統番号	系統名称
* 521	燃料出入機本体A
* 530	炉外燃料貯蔵設備 (DPD 真空ポンプ, 電磁ポンプ, ブラキング計, 予熱ヒータ, ナトリウム漏洩検出器)
* 531	炉外燃料貯蔵槽 回転ラック 駆動装置
* 500	炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブ 燃料検査槽床ドアバルブ
* 550	燃料洗浄設備 真空ポンプ
* 550	燃料洗浄設備 電動弁 (6台)
* 572	燃料移送機
* 574	燃料池水冷却浄化装置 循環ポンプ
* 584	新燃料移送機 方位調整治具
* 587	地下台車新燃料予熱装置 冷却器
* 610	気体廃棄物処理設備 廃ガス圧縮機A, B
* 610	気体廃棄物処理設備 ブラインチラーユニット A, B
* 620	液体廃棄物処理設備 シール 水ポンプ A
* 640	共通保修設備 燃料取扱機器洗浄槽循環ポンプ
* 640	共通保修設備 弁 (2台)
* 641	固体廃棄物貯蔵設備 循環ポンプ



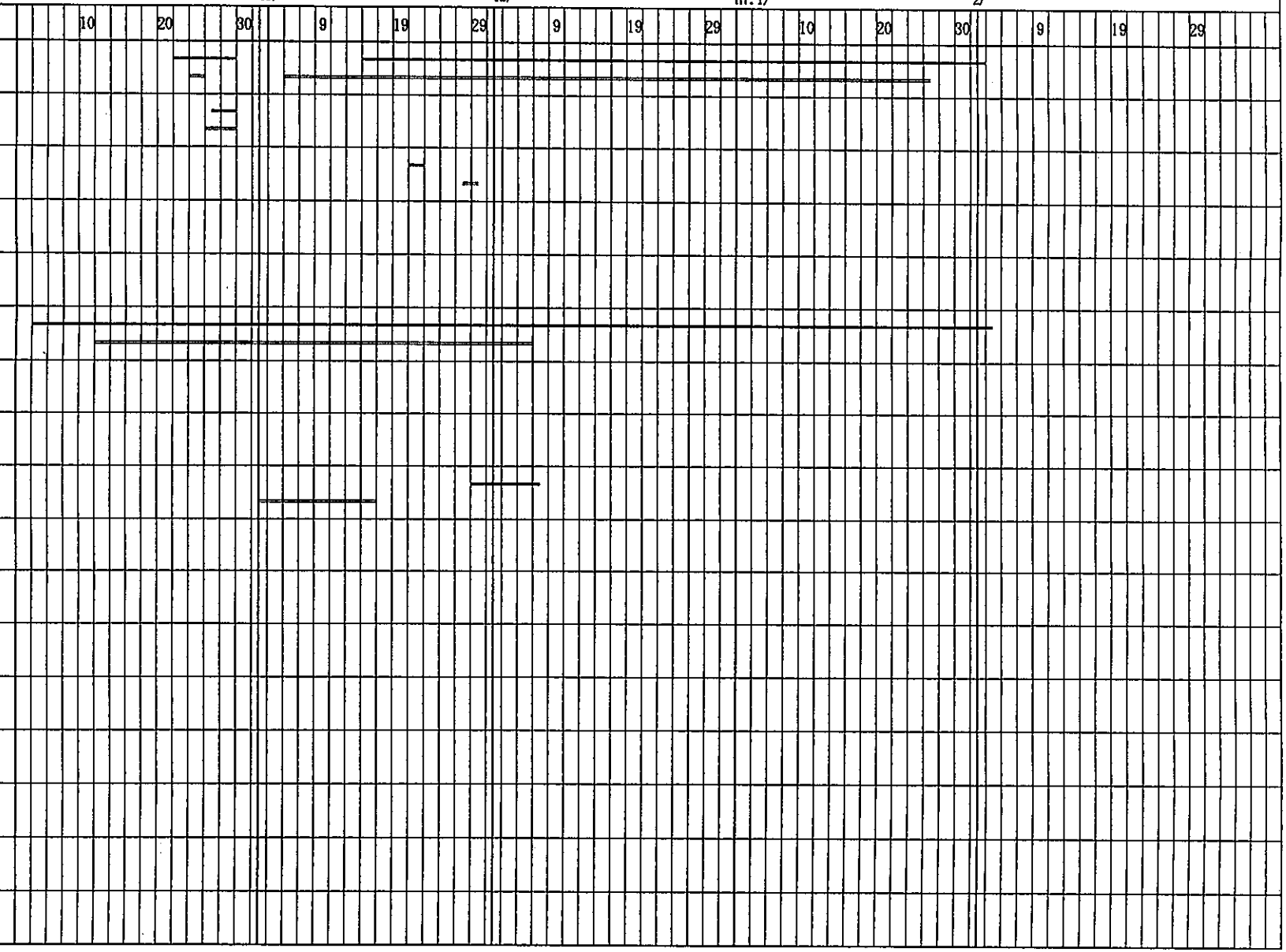
動力炉・核燃料開発事業団

高速増殖原型炉もんじゅ

第3.16-8表　平成6年度設備点検実施工程表

(2／2)

項目		日程
* 821	プロセスモニタ設備	
* 541	燃料検査設備 （γ線ガスモニタ）	
* 582	新燃料検査装置 （α線ダストモニタ）	
* 700	計器点検	
* 500	燃取設備盤類 〈VVVF 4台 (3面) IVR 5台 (4面)〉	



第3．16－9表　平成7年度設備点検項目 (1/2)

系統番号	系統名称	機器名称	点検内容	点検時期	点検社
511	燃料交換装置	駆動部，本体，グリッパ 昇降駆動装置	分解点検 開放点検	H7/4～8 H7/11 ～H8/2	東芝
072	原子炉機器 輸送ケーシング	原子炉機器輸送ケーシング	開放点検	H7/12 ～H8/2	東芝
073	プラグ取扱機	プラグ取扱機	開放点検	H8/4予定	東芝
515	燃料交換機器置場	減圧弁　2台	分解点検	H8/2.27 ～3.14	川重 川重
521	燃料出入機本体A	グリッパ，アダプタ グリッパ駆動装置 ドアバルブ	分解点検	H7/12.18 ～ H8/2.15	富士
		可動ブロック駆動装置	性能確認		
		コフィン内筒	開放点検		
		点検架台・ボンベラック改造	製作、 改造	H7/11.21 ～H8/3.2	
530	炉外燃料貯蔵設備	ＤＰＤ真空ポンプ　１４台	分解点検	H8/2.16 ～3.15	川重
		ＤＰＤ真空ポンプ　１４台	簡易点検		
531	炉外燃料貯蔵槽	プラグ取扱機，プラグ置場	簡易点検	H7/11,12	富士
533	炉外燃料貯蔵槽 冷却系	空気冷却器入口ダンパ	ﾘﾐｯﾄｽｲｯﾁ 調整	H8/3.12 ～3.13	川重
574	燃料池水冷却浄化 装置	プレコート材供給ポンプ	分解点検	H8/2.16 ～2.20	川重
541	燃料検査設備	γ線モニタ	線源校正 作動確認	H8/2.5 ～2.7	富士
582	新燃料検査装置	α線モニタ	線源校正 作動確認	H8/2.8 ～2.9	富士
610	気体廃棄物処理系	廃ガス圧縮機B	分解点検	H8/2.26 ～4.8	富士
		再生ガスブロワB	分解点検	H8/3.4 ～3.12	
640	共通保修設備	燃取機器洗浄槽床ドアバルブ	分解点検	H8/2.20 ～3.29	富士

第3．16－9表　平成７年度設備点検項目 (2/2)

系統番号	系　統　名　称	機　器　名　称	点検内容	点検時期	点検社
６４１	固体廃棄物貯蔵プール設備	流量調整弁(CV 5)　1台	分解点検	H8/2.27～3.7	川重 川重
		ろ過器　1基	開放点検	H8/2.26～3.5	川重 川重
５００	燃料取扱貯蔵設備	計器点検　単体：１０１台 ループ：１１６	計器校正	H8/1.10～3.14	富士
６００	放射性廃棄物処理設備	計器点検　ループ：２３	計器校正	H8/2.26～3.8	富士

第3.16-10 表　平成７年度設備点検実績工程表

系統番号	設備名 ＼ 期間	点検工程 H7／11月	12 月	H8／1月	2 月	3 月	4 月
515	燃料交換機器置場 減圧弁 ２台 分解点検				取外	工場での点検 取付	
521	燃料出入機本体 A 分解点検	点検架台製作、設置		分解・点検・組立	ﾎﾟﾝﾍﾟﾗｯｸ製作		
530	炉外燃料貯蔵設備 ＤＰＤ 分解点検 14台 ＤＰＤ 簡易点検 14台						
533	炉外燃料貯蔵槽冷却系 空気冷却器入口ﾀﾞﾝﾊﾟｰﾘﾐｯﾄ調整						
541	燃料検査設備 γ線ﾓﾆﾀ 線源校正 作動確認						
574	燃料池水冷却浄化装置 ﾌﾟﾚｰﾄ材供給ﾎﾟﾝﾌﾟ 分解点検						
582	新燃料検査装置 α線ﾓﾆﾀ 線源校正 作動確認						
610	気体廃棄物処理系 廃ｶﾞｽ圧縮機Ｂ 分解点検						
610	気体廃棄物処理系 再生ｶﾞｽﾌﾞﾛｱＢ 分解点検						
640	共通保修設備 燃取機器洗浄槽床Ｄ／Ｖ 分解点検						
641	固体廃棄物貯蔵プール設備 空気作動弁１台 分解点検 ろ過器 １基 開放点検						
500	燃料取扱貯蔵設備ﾙｰﾌﾟ 計器点検 ﾙｰﾌﾟ：116 単体101台						
600	放射性廃棄物処理設備 計器点検 ﾙｰﾌﾟ：23						

４．今後の課題

これまでの燃取設備の運転、保守経験から今後、検討していくべき問題点、設備改造及び保守の高度化等に係る懸案事項について以下に述べる。

（１）点検基準の見直し

（２）点検時期の検討

（３）しゃへいプラグの分解点検

（４）炉内常設型燃料交換設備の開発

（５）グリッパ回転機能付燃料交換装置の開発

（６）燃料出入機本体Ａドリップパン予熱ヒータ改造

（７）燃料出入設備使用済燃料冷却時の運転制御の確認

（８）ＥＶＳＴ配管予熱ヒータ電源及び制御の多重化

（９）ＥＶＳＴ差圧式Ｎａ漏えい検出装置（ＤＰＤ）の改造

(10) 燃料検査槽冷却配管の切替ライン改造

(11) 燃料洗浄槽脱湿機能向上対策

(12) 燃料洗浄槽出口フィルタ交換装置の改造検討

(13) 燃料缶詰装置缶固定クラッチの改造

(14) 使用済燃料貯蔵容量の増加対策検討

(15) 使用済燃料缶詰なし貯蔵の検討

(16) 缶詰缶再使用の検討

(17) 新燃料予熱装置Ｎａミスト移行防止の検討

(18) 運転時間短縮化のシステム検討

(19) 燃取操作中央監視盤の高度化検討

(20) 運転支援システムの追加検討

(21) 保守管理データ収集装置の追加検討

(22) 共通保修設備機器洗浄設備水素濃度検出応答時間の短縮化

(23) メンテナンスクレーンの遠隔操作化

次項以降に懸案事項の内容を記す。

4．1　点　検

（1）点検基準の見直し

平成4年度に燃取設備の点検基準を作成したが基本的な考えを示したもので、各機器の使用状況、部品の材料、使用環境等を考慮して個別に決めていく必要がある。これまでの点検結果から、同一仕様の類似機器でも点検の要求度が異なり、限られた点検予算の中で最大の効果を得るためには、合理的な点検が必要でありこれまでの点検結果を踏まえ機器毎の点検基準の見直しを行う。第4.1-1表に燃取設備点検基準表を示す。

（2）点検時期の検討

これまで平成4年度から実施してきた燃取系の設備点検は、

① 燃取設備は原子炉運転に直接影響を与えないことから、通常運転中においても点検が行える。

② 点検時にM／Bで他の設備の点検と重なると点検エリア及びメンテナンスクレーン等の調整が難しく点検期間も長くなる。

等の理由から、燃料出入機及び燃料出入通路の機器の点検は全体の設備点検工程よりも先行して行い、他の設備の点検とM／Bで干渉がないように行ってきている。但し、これまでは燃料交換及び燃料処理運転を1年間サイクルを通して実施していないことから、定常運転になった場合の運転と点検時期の検討、調整が必要である。

特に燃料出入機本体はA，Bあり、片方の点検で約2ケ月かかっている。定検時には最初に燃料交換を行うことから燃料出入機を最初に使うこととなり、官庁検査等との関係からどの時期に何を点検することがよいか各種の条件を考慮して合理的な方法を検討する必要がある。

（3）しゃへいプラグの分解点検

運転、保守実績でも記載したが、回転プラグの稼働実績は設計値を超えており、早期に分解点検してエラストマシールの健全性を確認するとともに今後の点検周期に反する必要がある。回転プラグの分解点検は、約4ケ月要すとの検討結果があり、当然のことながら経費についても膨大になることから合理的な点検周期を設定することが、「もんじゅ」の経済性を評価する上で重要である。

第4.1-1 表　燃取設備点検基準表（案）

考慮すべき項目				実施すべき頻度						対象機器の例	備考
大項目	中項目	中項目	細項目	1年	2年	3年	4年	5年	6年		
特殊機器	燃料集合体のつかみ、上下動作をする機器	燃料集合体を直接つかみ、はなしする（グリッパ）	Na中及び高温Arガス中で動作する	○						燃料出入機Aグリッパ（アダプタを含む）	
			Na中で動作する		○					燃料交換装置グリッパ（パンタグラフ含む）	
			水中で動作する		○					燃料移送機グリッパ	
			高温空気中及び水中で動作する		○					燃料出入機Bグリッパ	
			大気中で動作する			○				新燃料移送機グリッパ	
		燃料集合体の上下等をする（グリッパ駆動装置）	Naが付着する		○					燃料出入機Aグリッパ駆動装置	
			高温空気中で動作する			○				燃料出入機Bグリッパ駆動装置	
			大気中で動作する			○				燃料交換装置昇降駆動装置 新燃料移送機グリッパ駆動装置 燃料移送機グリッパ駆動装置	
	燃料等以外の物をつかみ、上下する	グリッパ及び駆動装置					○			原子炉輸送ケーシング、プラグ取扱機 炉外燃料貯蔵槽プラグ取扱機	
	容器バウンダリー	可動シール部（ドアバルブ、軸シール等）	多くのNaが付着するシール部	○						燃料出入機Aドアバルブ 燃料交換装置本体軸封装置 原子炉輸送ケーシングドアバルブ プラグ取扱機ドアバルブ 炉外燃料貯蔵槽プラグ取扱機ドアバルブ	
			少量のNaが付着するシール部		○					炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブ 炉外燃料貯蔵槽駆動装置軸封部 炉内中継装置床ドアバルブ 燃料交換装置床ドアバルブ 燃料検査槽床ドアバルブ 地下台車床ドアバルブ	
			高温Arガスのシール部		○					地下台車可動案内筒 燃料出入機Aシール部	
			高温空気のシール部		○					燃料出入機Bドアバルブ 燃料出入機Bシール部	
			湿度の高い雰囲気のシール部			○				水中台車床ドアバルブ 燃料洗浄設備床ドアバルブ 燃料缶詰設備床ドアバルブ	
			Arガスのシール部			○ ○				燃料出入機グリッパ交換装置床ドアバルブ 燃料交換機器置場床ドアバルブ（6台）	
			通常のシール部				○			貫通軸シール部	
		固定シール部						○		固定Oリング、ガスケット部	
	燃料冷却	冷却ブロワ	Naミスト、高温Arガス流体			○				燃料出入機A直接冷却系ブロワ 地下台車新燃料予熱ブロワ 燃料洗浄設備循環ブロワ	
			空気ガス流体				○			燃料出入機B直接冷却系ブロワ 燃料出入機間接冷却系ブロワ 燃料検査設備冷却ブロワ 炉外燃料貯蔵設備冷却系ブロワ 炉外燃料貯蔵槽間接冷却ブロワ	
		冷却器	Arガス冷却器					○		燃料出入機A直接冷却系冷却器	
			水冷却器		○					燃料洗浄設備Arガス冷却器 燃料池水冷却浄化系冷却器 （炉外燃料貯蔵槽コールドトラップ冷却器）	
			空気冷却器（フィルタユニット）			○				炉外燃料貯蔵設備冷却系空気冷却器 炉外燃料貯蔵設備冷却系空気取入フィルタ	
		加熱器	Naミスト、高温Arガス流体			○				燃料出入機A直接冷却系加熱器 地下台車新燃料予熱用加熱器 燃料洗浄設備Arガス加熱器	
	燃料移送	回転移送	Naで動作する		○					炉内中継装置本体	
			Naが付着する				○			回転プラグ 燃料交換装置ホールドダウンアーム	
			湿度の高い大気中で動作する							燃料缶詰装置	
		台車移送	水中で動作する					○		水中台車	
			大気中で動作する							燃料容器移送台車 新燃料移送機台車 地下台車 燃料出入機台車	
	燃料検査	放射線検出器		○						新燃料検査設備検出器 燃料検査設備検出器	
汎用機器	可動機器	連続運転（ポンプ、ブロワ類）	6～12ケ月／年運転する		○					燃料池水冷却浄化系循環ポンプ 炉外燃料貯蔵槽コールドトラップ冷却ブロワ ドアバルブガス置換系真空ポンプ 炉外燃料貯蔵槽汲上系循環ブロワ 炉外燃料貯蔵槽冷却系循環ポンプ 炉外燃料貯蔵設備Na漏洩検出系真空ポンプ	約4000～8000hr
			6ケ月／年未満運転する				○			燃料検査設備循環ブロワ	約4000hr未満
		間歇運転（ポンプ油圧ユニット等）	3ケ月／年以上運転する		○					ドアバルブガス置換系真空ポンプ 燃料出入機走行台車潤滑油ポンプ	約2000hr以上
			3ケ月／年未満運転する				○			新燃料移送機潤滑油ポンプ 燃料移送機潤滑油ポンプ 回転プラグ交換装置持上ポンプ 燃料交換機設備Arガス圧縮機 燃料検査設備真空ポンプ 燃料洗缶詰装置真空ポンプ 燃料真空ポンプ	

４．２　設備改造、高度化検討

（１）燃料交換設備

①　炉内常設型燃料交換設備の開発

燃料交換に先立って、ＦＨＭ、ＩＶＴＭを炉上部のしゃへいプラグに据付作業（燃交準備作業）を行うが、設計上は２４時間労働で約５日としている。ＳＫＳにおいて準備作業時間についても確認したところ累積時間としては、設計上の時間を僅かに超える程度であったが、作業員の確保、夜間作業に伴う労働安全等の問題から、二交替による１６時間／日程度で実施して１０日程度かかった。その後、燃料装荷、炉内流速分布試験等でＦＨＭ等を据付たが、やはり作業員の確保が難しいことと管理区域内作業になったことから１０時間／日・人の制約があり１班（約１５人）で作業を実施しすることとなり、更に種々の制約等もあって１５日程度かかっている。１班による準備作業の実績は１回しかないが、その結果から今後の準備作業期間を予測し、１３日とした。燃交運転までには更にＦＨＭ等の機能確認、官庁の使用前検査の受検等を行うことになり、それに５日要することとしている。燃交運転に約１６日、そしてＦＨＭ、ＩＶＴＭを取外す燃交後始末作業に１０日とし、原子炉起動前試験を７日想定して、単純には４９日も燃交期間がかかることになる。後始末と起動前試験での並行作業を考慮しても４５日程度と想定され、設計の５割増しである。その要因は準備、後始末に対する設計条件が現実離れしていたことにある。今後、燃料交換の実績を積むことにより、準備、後始末の合理的な手順、更に作業員の習熟度がますことにより、短縮されていくものの設計値３０日には遠く及ばないものと考えられる。

- 燃料交換は２回／年あることから運転工程への影響があること
- 大型重量物の移動を伴うことから多くの熟練作業者の確保と労働災害に十分な対策が必要なこと
- 炉上部の重要な機器の上での作業であることから、重要機器損傷に十分な注意が必要であり作業員の心理的負担が大きいこと
- ＦＨＭ、ＩＶＴＭに付着した放射化したＮａにより作業員が被ばくすること
- 多くの熟練作業者を確保して長期間の作業となることから作業経費が多くかかること

等の問題点があり、炉内常設型燃料交換設備の開発、検討を進める必要がある。

② グリッパ回転機能付燃料交換装置の開発

炉心への燃料挿入時のセルフオリエンテーション機能は、新燃料方位調整装置及び燃料交換装置と回転プラグによる別アドレスの選択等により対応可能な状況になっている。

現状、燃料交換設備側では炉内シャフリングに対応できる設備対応はとられていない。しかし、燃料の経済性や高燃焼度燃料のスエリング緩和対策等から、今後、炉内シャフリングの実施が検討されるものと思われる。その場合は、燃料交換装置と回転プラグによる別アドレスの選択等により対応を行うこととなるが、その運転は手動操作によらざるを得ないことから運転時間が通常の燃料交換（約９０分）の２倍以上かかるものと推定される。そこで、グリッパに回転機能を持ったＦＨＭの導入の検討を行う必要がある。

（２）燃料出入設備

① ドリップパン予熱ヒータ改造

燃料出入設備は内側炉心燃料装荷運転中にグリッパ昇降異常事象を起こしたが、昇降駆動装置へのヒータ敷設とスクレーパ部の改造により、同事象のトラブルの再発はなくなった。しかしながら、スクレーパのＮａ切れが良くなったことによる副産物として、ドアバルブ弁体上部への付着Ｎａが増加しドアバルブ全閉不可の事象が発生した。グリッパ及び燃料等から滴下するＮａはドリップパンで受けるが、弁体の上面のドリップパン周囲の温度が低く、弁体上に滴下したＮａがドリップパンに流れ落ちないで固化してしまうことにより、上面にＮａが溜まっていくものと推定された。そこで平成７年度点検において、ドリップパン上部の温度を上げるためドリップパン受けに敷設しているヒータを上部まで敷設し、昇温試験を実施したところ約10℃の上昇を確認したが約70℃であり、Ｎａ付着防止のために十分なのか、今後、使用し分解点検した際に確認していくこととなる。

② 使用済燃料冷却時の運転制御の確認

燃料装荷を通して燃料交換運転に係る実証はほぼ確認できた。また、燃料処理運転についても、新燃料のＥＶＳＴ移送及び模擬体の洗浄処理を通して燃料出入機の性

能をほぼ確認できた。しかし、まだ、崩壊熱のある使用済燃料の取扱いを行っていないおらず、燃料冷却運転制御がうまく行えるよう燃料交換等をとおして確認していく必要がある。特に燃料交換時はポット移送による間接冷却運転を行うが、コフィン出口温度で冷却運転の制御をすることとしており、その制御性に十分注意して、初期の燃料交換を慎重に行う必要がある。

（４）炉外燃料貯蔵設備

① 配管予熱ヒータ電源及び制御の多重化

・ＥＶＳＴ系予熱電源盤のうち、予熱電源盤ＤＥ－１，ＤＥ－２は受電先が１系統のみであることから、系統がＮａドレン状態でも運用上Ｎａドレンできない部分については、仮設電源の給電による予熱の確保を行っている。よって、ＥＶＳＴ系常用予熱電源盤電源のメンテナンス時を考慮し、３ＤＥ－１，３ＤＥ－２の停電時対策として、ＥＶＳＴ外容器予熱電源として使用している予熱電源盤Ｅからの受電を可能にする設備改造を行い仮設電源対応作業の合理化を図る。

・予熱制御は燃取系計算機で行っているが、計算機の点検及びシステムダウン時には、一次補助Ｎａ系はドレンを行わなければならない。しかしながら、構造的にドレンができない部分があり放置しておくとフリーズすることとなり、その後の復旧に時間と労力がかかる。そこでドレンできない部分について予熱制御が行えるようパソコン、シーケンサを組み合わせた予熱監視制御バックアップシステムを追加し、予熱設備の信頼性の向上と運転員の負担軽減を図る

② 差圧式Ｎａ漏えい検出装置（ＤＰＤ）の改造（もんじゅテクニカルメモ MS-95-085）

・ＤＰＤは冷却系（空気雰囲気）は配管表面のアニュラス部から、１次補助Ｎａ系（窒素ガス雰囲気）は部屋の雰囲気をポンプにより循環し、循環ラインに取り付けているフィルタの差圧上昇を検出して、Ｎａ漏えいを検知するものである。

これまで運転してきた結果から、Ｎａ漏えいがなくても冷却系は空気雰囲気にあることから、外気等の影響を受けバックグランドが約１ケ月で警報設定値近くまで上昇することから、その都度フィルタの交換をしており場合によっては７日程度で交換した実績もあった。また、初期差圧にバラツキがあり、全て一つの警報設定値で管理するのは、早期検知の観点から必ずしも安全側にあるとは限らない。

そのようなことから、平成８年度点検時に改造すべくＮａ漏えい検出補助装置の追加を計画している。これは既設の装置からの差圧信号をパソコンに入力し、上昇率を計算してＮａ漏えいを早期に検知し、監視注意警報を発報するもので、現設備を補完する目的で設置する。その後、実証試験を行って将来的には現設備に置き換えることも検討していく必要がある。

・ポンプは無給油式のカーボンベーンを使用しており、運転に伴ってベーンが磨耗するが、ポンプの出口側にフィルタが設置されていないことが平成６年度点検で分かった。このまま放置するとバックグランド上昇の要因になることは勿論、サンプリング管の閉塞、配管室等へ入室する場合の作業環境の悪化等に繋がることから、Ｈ７年度点検において、代表ラインにフィルタを設置して、流量、差圧変化等を測定し系統としての性能を確認し今後の改造に反映する。（もんじゅ ﾃｸﾆｶﾙﾒﾓ MS-95-95）

（５）燃料検査設備

①　検査槽冷却配管の切替ライン改造

燃料検査設備は原子炉運転中にＦＦＤ、遅発中性子法等で燃料破損が確認された場合に原子炉を停止して、破損の疑いのある燃料を燃料検査槽に移送して破損燃料を同定するものである。しかし、現状は燃料交換の際に破損がなかったことを代表燃料にて燃料検査設備で計測することにより確認することが燃料交換時の官庁検査になりつつあることを技術課から言われている。

検査槽に燃料を受入れるにあたっては、燃料の崩壊熱除去のため検査槽冷却ブロワの運転を行うこととなるが、ブロワからの冷却配管は通常は燃料洗浄槽の異常時冷却のラインに接続されており、ライン変更の際はエルボを付け替える作業を行わなければならない。当初の運転方法を変更することになったことから、エルボをティー構造に変え、電動式切替え弁を追加して容易にライン切替えができるようにし、切替え作業の低減と作業ミスのないようインターロックを追加し、信頼性の向上を図る。

（6）燃料洗浄設備

① 脱湿機能向上対策

燃料洗浄槽に燃料等を受入れる際の洗浄槽の乾燥度が十分でなかったことから、模擬体洗浄処理運転時に燃料出入機本体Ａのドアバルブ及びグリッパの動作不良が生じ、仮設ヒータの追加、運転フローの変更等で改善されることが確認された。そこで仮設ヒータを本設化する等の対策をとり脱湿機能の向上を図る。

② 真空ポンプの構造変更

脱湿機能向上確認試験において、ガス置換時に真空を保持する真空乾燥の併用により所定の露点を満足している。しかし、真空ポンプは油回転式を使用しており、これまでも運転に伴い潤滑油に水分が混入しており、ポンプへの影響が懸念されていたが、真空乾燥の併用により混入する水分量が顕著に増大し油回転式ポンプでは仕様に耐えないことが明らかになった。そこで水封式真空ポンプへの変更が提案されている。

③ 洗浄槽出口フィルタ交換装置の改造検討

洗浄槽出口フィルタの差圧が上昇し所定の値に達するとフィルタを交換することとしており、設計上は２回／年としている。

フィルタ交換は、専用の交換装置を用いて行い、交換装置に使用後のフィルタを収納したままＡ／ＢからＭ／Ｂへ輸送し、固体廃棄物貯蔵プール中に貯蔵するが、輸送時に屋外をトラックで運ぶが、現状、フィルタ交換装置のドアバルブは機密構造をしておらず改造を検討する必要がある。

（7）燃料缶詰設備

① 缶固定クラッチの改造

ＳＫＳにおいて缶蓋ボルトの締付トルクが、当初所定の値を満足しない事態が生じ、ナットランナへの供給空気圧力をアップするとともに２回締めを４回にした。ところが、空気圧力を上昇したことで缶が回転してボルトとナットランナに位置ズレが生じるようになった。そこで缶固定アームの支点を変える等により缶固定力を増大させたが、駆動装置のクラッチにすべりが生じるようになり、駆動軸を補強して所定の機能を確認してＳＫＳは終了した。ところが、今後、使用済燃料の缶詰処

理運転を行っていく場合、２体／日で約８０体／モードを２回／年となり、その連続使用に対する耐久性に不安があった。そこで、Ｈ８年度点検時に長期休止状態の燃料缶詰装置の分解点検を予定しており、その中で缶固定クラッチの改造等を計画している。その改造においては、缶固定力のアップだけでなく、それにより４回締めを当初どおり２回締めに戻す等運転時間短縮化への変更も合わせて行うよう検討を進めている。

（８）水中燃料貯蔵設備

① 使用済燃料貯蔵容量の増加対策検討

貯蔵ラックの貯蔵容量は、使用済燃料分が１４１２体でこれは約１５サイクル分で約７～８年で満杯になる。「もんじゅ」の計画段階から高速炉燃料の再処理の開発状況を踏まえながら、使用済燃料プールは増設することとしていた。しかし、貯蔵ラックの改造をして現設備の貯蔵量の増加を図ることも一つの選択肢としてあり、軽水炉、「ふげん」等においても実施されている。「もんじゅ」において、どのようにするかは今後の大きな課題である。

２次系Ｎａ漏えい事故により、この課題は一時棚上げとなるが、長期的な視点で検討をしていく必要がある。

② 缶詰なし貯蔵の検討

ＦＢＲの使用済燃料は「常陽」、「もんじゅ」において缶詰缶貯蔵としているが、将来の実証炉、実用炉を想定し、安全性の確保を第一とし、経済性を考慮して裸貯蔵の可能性の検討、並びに実証のための確認を「常陽」の実績も踏まえて検討していく必要がある。

（９）新燃料受入貯蔵設備

① 缶詰缶再使用の検討

使用済燃料の再処理する場合に再処理施設にキャスクで燃料を輸送するが、缶詰缶に収納した状態で運ぶことから、使用済缶詰缶が返却されてくるが、缶詰缶の汚染状況、除染条件、缶詰缶貯蔵ラックの管理条件、保管場所の条件等を整理し、再使用できるか固体廃棄物にするか検討していく必要がある。

② 新燃料予熱装置Ｎａミスト移行防止の検討

Ｈ５年度設備点検において、新燃料予熱ブロワを点検したところケーシング内にナトリウムが確認された。地下台車収納管内部へのＮａの付着は以前から観測されていたが、収納管以降の予熱ラインへＮａが以降したものである。このことからＨ６年度設備点検でブロワ入口にある冷却器の開放点検を行った結果、Ｎａがかなり多く付着していた。将来、Ｎａが放射化した場合には、部屋の環境放射線量を上昇させることから、Ｎａミストを捕集し系統への拡散を防止する措置を検討する必要がある。

(10) 燃取系計算機システム

① 運転時間短縮化のシステム検討

燃料交換は約９０分／体の性能を燃料装荷による運転でも実証できた。しかし、設計は１０体／日（１６時間）としている。燃料装荷は全数官庁立会検査となったことと大量の燃料交換を行うのが初めてだったこと等を考慮して、最大８体／日で計画し、実施できた。しかし、設計時に想定した時間のフロー通りにはできておらず、無駄な時間待ちと思われるものがある。従って、現設備の状況を確認して運転フローに無駄がないか見直し、運転時間短縮へのシステム変更の検討をする必要がある。

燃料処理についても、新燃料移送運転における時間管理を温度管理に変更とか燃料洗浄設備の脱湿機能向上対策のためのソフト変更等を行って個別の設備の運転性能の向上改善を図っているが、それに伴い運転時間の変更も生じている。そこで、ＳＫＳ時に確認した燃料処理貯蔵運転の運転時間に対する再評価が必要である。

② 燃取操作中央監視盤の高度化検討

燃料交換及び燃料処理運転共に設計通り遠隔自動運転が円滑に行われている。しかし、燃料処理運転における洗浄運転は状態に変化がほとんどなく、運転員は退屈な時間を送っている。そのような状況を少しでも解消すべく運転時間の残時間を表示し、秒単位の数値が変化するようにしたり、サブブレークポイントの切替え時にチャイムを鳴らす等の改善を取ってきているが、基本ソフトの範囲での限られた改造に終わっている。また、燃取設備ＩＴＶにマイク付カメラを追加したが、これに

より運転員が臨場感を持って運転を行えるようにとの願いを込めたものである。

燃料装荷、模擬体処理で運転を重ねてきた経験から、ヒューマンエラーの防止や人間工学、心理学等からより良い運転監視盤の検討が必要と考える。

③ 運転支援システムの追加検討

燃取設備はこれまでの運転でほぼ自動運転で円滑に実施できることが実証されている。しかし、その間にも何度かシーケンス渋滞等の軽微なトラブルを経験しており、これまでは崩壊熱のない燃料等を扱っていたことから、復旧までの時間には余裕があったが、今後は使用済燃料を扱うこととなることから軽微なトラブルも緊急性が要求されてくることから、これまで経験したトラブル及び対処してきた方法等をパソコンに収録し復旧に対する運転手順を運転員にガイドする支援システムの検討を進める必要がある。

④ 保守管理データ収集装置の追加検討

燃取設備の機器の起動、停止について、現在、印字により記録されておりトラブル時の機器の動作シーケンスの確認等に使用している。順調に運転されている場合は、運転データが単に記録されるだけで何ら利用されていない。そこで、動作データをパソコンに収集し統計処理して、各機器の動作データとトラブルとの相関関係、稼働実績に基づく定量的な根拠による合理的な点検周期を決定のための基礎データとして有効活用を図る。

(11) 共通保修設備

① 機器洗浄設備水素濃度検出応答時間の短縮化

２次系小型機器洗浄槽の運転を行ったところ、水素濃度監視の検出時間に約１０分かかり、槽内の反応が収まった後で設備の運転が停止する状況となっており、第一には水素濃度が４％を越えないような運転方法を確立することにあるが、万一、水素濃度が越えるような事態が発生した場合は速やかに運転停止されるよう検出配管の短縮化、口径拡大等の改造を検討する必要がある。

(12) その他

① メンテナンスクレーンの遠隔操作化

メンテナンスクレーンは大型重量物の移動、運搬を頻繁に行うが、運転席が床から約１５ｍと高所にあり、機器の保護及び労働安全の観点から、床上操作ができるよう無線式遠隔操作への設備改造を早期に実施していく必要がある。

5. おわりに

燃料取扱貯蔵設備は設備移管後、3年余にわたり、「もんじゅ」の性能試験の初期において運転実績を積み重ね貴重な運転、保守に係る経験をしてきた。この間種々の異常、トラブル等があったが大事に至らず性能試験工程への影響はなかった。関係者の迅速な対応、日常の地道な点検等の実施に感謝するしだいです。

燃料取扱貯蔵設備はＦＢＲの特徴である

①ウラン－プルトニウム混合酸化物燃料を使用する。

②冷却材としてナトリウムを取り扱う。

の両方に直接係わる設備で、「もんじゅ」の設計においては、主要機器の大型モックアップ装置による種々のＲ＆Ｄの成果やＦＢＲの先輩である「常陽」の運転、保守経験が反映されている。

しかしながら、試験と実際の使用状態の相違、「常陽」に比べ取扱対数の増加、寸法・構造的なスケールアップ等により、これまで経験しなかったトラブル等もあり、ＦＢＲの奥の深さを感じている。

これまで順調に運転が行えた要因は、

(1) Ｒ＆Ｄ及び「常陽」の運転経験の成果が設計製作に反映された。

(2) ＳＫＳにおいて十分に初期トラブルを出し、その対策が取られた。特に遠隔自動運転方式としたことから、運転シーケンスのミスマッチをＳＫＳ時に摘出、改善が行われた。

(3) ＳＫＳ段階から、燃取グループとしてプラント第一課・二課の担当者が一体となって試験にあたり、設備移管後も運転－保守の連携が円滑に図られてきた。

(4) ＳＫＳに引き続いて性能試験期間中も設計、製作、据付を行ったメーカの積極的な協力が得られた。

(5) 設備の使用状況に応じた予防保全を目的とした保守点検を行い、問題点の早期発見、早期対策が取られた。

等が上げられる。これからも円滑な運転の実施に努めるとともに、更に設備改善を進め運転性及び保守性が良く、将来の運転コスト評価を考慮しながら、より安全で信頼性の高い燃料取扱貯蔵設備に育てていきたい。

６．参考図書

６．１　ＰＮＣ報告書

（１）「もんじゅ」建設のあゆみ　Ｎｏ８－３
燃料取扱貯蔵設備据付工事　（ＰＮＣ　ＰＮ2440　91-001）

６．２　設計図書

（１）系統設計仕様書	燃料取扱及び貯蔵設備	D31-500
（２）系統設計仕様書	しゃへいプラグ窒素ガス冷却系	D31-021-01
（３）系統設計仕様書	しゃへいプラグアルゴンガス系	D31-022-01
（４）系統設計仕様書	しゃへいプラグシリコンオイル循環系	D31-023-01
（５）系統設計仕様書	しゃへいプラグ持上油圧系	D31-025-01
（６）機器設計仕様書	しゃへいプラグ本体	D36-026-01
（７）系統設計仕様書	燃料交換設備	D31-510-01
（８）系統設計仕様書	燃料出入設備	D31-520
（９）系統設計仕様書	炉外燃料貯蔵設備	D31-530
（10）系統設計仕様書	燃料検査設備	D31-541
（11）系統設計仕様書	燃料洗浄設備	D31-550
（12）系統設計仕様書	燃料缶詰設備	D31-560
（13）系統設計仕様書	水中燃料貯蔵設備	D31-570
（14）系統設計仕様書	新燃料受入貯蔵設備	D31-580
（15）燃取系計算機機能仕様書	燃取系計算機システム	D55-732-02
（16）燃取系計算機機器仕様書	燃取系計算機システム	D55-732-01
（17）プロセス運転監視機能仕様書	燃取系計算機システム	D55-732-03
（18）自動化運転機能仕様書	燃取系計算機システム	D55-732-04
（19）燃料所在管理機能仕様書	燃取系計算機システム	D55-732-05
（20）系統設計仕様書	共通保修設備　機器洗浄設備	D31-640
（21）系統設計仕様書	共通保修設備　２次系機器洗浄設備	D31-640F-MF371
（22）系統設計仕様書	共通保修設備　２次系小型機器洗浄設備	D31-640F-MF389
（23）系統設計仕様書	固体廃棄物貯蔵プール設備	D31-641

６．３　参考資料

（１）燃取設備運転実績表（ＴＫＳ，ＳＫＳ）　　１／３～３／３
（２）燃料交換設備ＳＫＳ実績工程

燃取設備運転実績表（TKS，SKS）

系統 No. ＼ 年月	平成元年（1989）	平成2年（1990）	平成3年（1991）	平成4年（1992）	運転実績（日） TKS	運転実績（日） SKS	取扱回数（体） TKS	取扱回数（体） SKS	取扱回数（体） サービス	取扱回数（体） 合計
#520 燃料出入設備 ・本体A,B D/V ・本体A グリッパ及び グリッパ駆動装置 ・本体A コフィン内筒 ・本体A 直冷出入口弁 ・本体B グリッパ ・直冷，間冷ブロワ(機能) ・可動ブロックA,B(機能) ・走行台車(機能)	▽	500-Air-1 520-Na-1		67日	35日 (Air中) 102日 (Na中)	23体	191体	82体	296体
#531 炉外燃料貯蔵槽 ・床 D/V ・駆動装置（機能）	▽	500-Air-1 530-Na-1		32日	10日 (Air中) 24日 (Na中)	251体	30体	25体	306体
#538 ドアバルブガス置換設備 ・真空ポンプ	▽	500-Air-1 SKSサービス運転		31日	67日	—	—	—	—
#541 燃料検査設備 ・床 D/V	▽			28日	—	—	—	6体 (ポット) 104体 (DP)	6体 (ポット) 104体 (DP)

燃料交換体数　：　240体／年（1燃交　120体，2燃交／年）
D／P取扱体数　：　26体／年（燃交中　8体，燃処理中18体）
D／P洗浄回数　：　26回／年（燃交中　8回，燃処理中18回）

記号説明；▽据付完了日，　═ TKS，　— SKS，　═══ 点検時期

参考資料

燃取設備運転実績表（TKS，SKS）

系統 No. ＼ 年月	平成元年（1989）	平成2年（1990）	平成3年（1991）	平成4年（1992）	運転実績（日） TKS	運転実績（日） SKS	取扱回数（体） TKS	取扱回数（体） SKS	取扱回数（体） サービス	取扱回数（体） 合計
#571 水中台車 ・床 D/V ・駆動装置（機能）	▽	═	─ 500-Air-1 水中	═	16日	5日（Air中） 5日（Na中）	──	6体	36体	42体
#572 燃料移送機 ・グリッパ及びグリッパ駆動装置（機能） ・台車（機能）	▽	═	─ 500-Air-1 水中	─	38日	10日（Air中） 10日（Na中）	63体	6体	36体	105体
#581 燃料容器取扱装置 ・キャスク移動台車（機能）	▽	═	─ ─ ─ 500-Air-1	═	18日	48日	24体	28体	44体	96体
#582 新燃料検査装置 ・検査装置（機能）	▽	═	─ ─	═	3日	1日	──	──	──	──

燃料交換体数　：　240体／年（1燃交　120体，2燃交／年）
D／P取扱体数　：　26体／年（燃交中　8体，燃処理中18体）
D／P洗浄回数　：　26回／年（燃交中　8回，燃処理中18回）

記号説明；▽据付完了日，　═ TKS，　─ SKS，　── 点検時期

参考資料

燃取設備運転実績表（TKS，SKS）

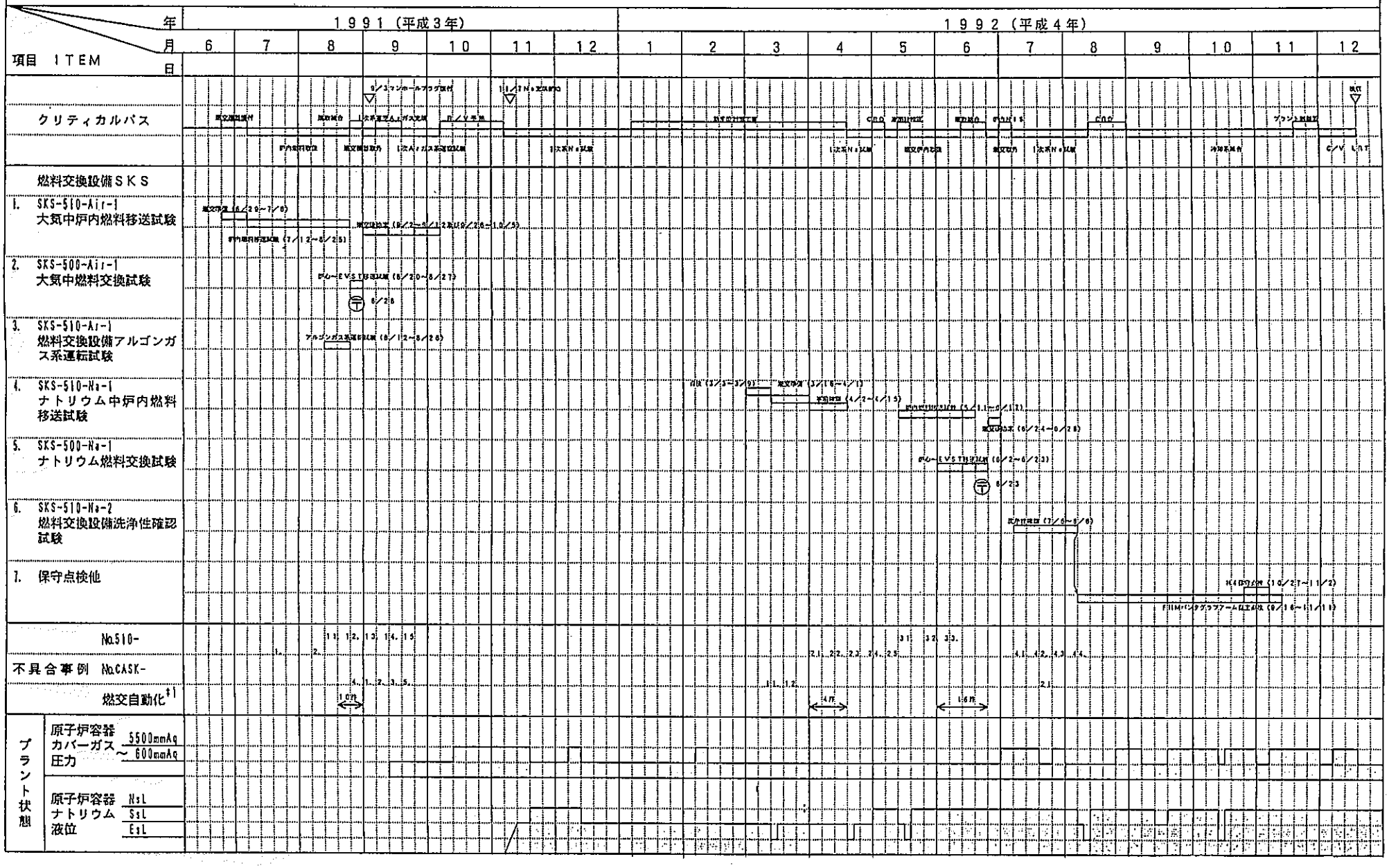
系統No. ＼ 年月	平成元年（1989）	平成2年（1990）	平成3年（1991）	平成4年（1992）	運転実績（日） TKS	運転実績（日） SKS	取扱回数（体） TKS	取扱回数（体） SKS	取扱回数（体） サービス	取扱回数（体） 合計
#584 新燃料移送機 ・グリッパ及びグリッパ駆動装置台車（機能）	▽	▬ ▬	▬ 500-Air-1	-	42日	48日	24体	28体	44体	96体
#586 地下台車 ・可動案内筒 ・床 D/V		▽ ▬	▬ 500-Air-1	▬	24日	48日	24体	28体	44体	96体
#587 地下台車新燃料予熱装置 ・ブロワ（機能） ・冷却器用ブロワ（機能）		▽ ▬	▬ ▬ ▬ 500-Air-1	▬	42日	48日	24体	28体	44体	96体

燃料交換体数　：　240体／年（1燃交　120体，2燃交／年）
D／P取扱体数　：　26体／年（燃交中　8体，燃処理中18体）
D／P洗浄回数　：　26回／年（燃交中　8回，燃処理中18回）

記号説明；▽据付完了日，▬ TKS，— SKS，▬▬ 点検時期

参考資料

高速原型炉もんじゅ　燃料交換設備ＳＫＳ実績工程



参考資料