

16  
JAERI 1141

# JRR-4 の建設

---

1967 年 9 月

---

日本原子力研究所

Japan Atomic Energy Research Institute

日本原子力研究所は、研究成果、調査結果の報告のため、つぎの3種の研究報告書を、それぞれの通しナンバーを付して、不定期に公刊しております。

- |         |                                 |                 |
|---------|---------------------------------|-----------------|
| 1. 研究報告 | まとまった研究成果あるいはその一部における重要な結果の報告   | JAERI 1001-3999 |
| 2. 調査報告 | 総説、展望、紹介などを含め、研究成果 調査の結果をまとめたもの | JAERI 4001-5999 |
| 3. 資料   | 研究成果の普及、開発状況の紹介、施設共同利用の手引など     | JAERI 6001-6999 |

このうち既刊分については「JAERI レポード一覧」にタイトル・要旨をまとめて掲載し、また新刊レポートは「原研びふりお」でその都度紹介しています。これらの研究報告書に関する頒布、版權、複写のお問合せは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あてお申し越しください。

---

Japan Atomic Energy Research Institute publishes the nonperiodical reports with the following classification numbers:

1. **JAERI 1001-3999** Research reports,
2. **JAERI 4001-5999** Survey reports and reviews,
3. **JAERI 6001-6999** Information and Guiding Booklets.

Any inquiries concerning distribution copyright and reprint of the above reports should be directed to the Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan

# JRR-4 の 建 設

## 要 旨

JRR-4 は、設計熱出力 1,000 kW の濃縮ウラン燃料軽水冷却・減速型スイミングプールタイプの原子炉である。同炉は主として遮蔽に関する研究を目的に、日本原子力研究所東海研究所に 5 基目の原子炉として設置され、現在主として原子力第一船に関する遮蔽モックアップテストに利用されている。

このレポートは、JRR-4 の建設（設置の方針の決定から現地掘付、作動試験の完了まで）の経過につきまとめたものである。

1967 年 5 月

日本原子力研究所  
JRR-4管理課

# Construction of JRR-4

## Summary

Japan Research Reactor-4 (JRR-4) is a swimming pool type reactor, 1,000 kW in thermal power, with light water as the coolant and moderator. The fuel elements consists of plates of an alloy of 90 % enriched uranium-235 and aluminum.

The JRR-4 is installed as the fifth reactor in Japan Atomic Energy Research Institute, and intended mainly for the study of shielding.

The JRR-4 is now in operation for the mock-up-tests of shielding of the first nuclear ship.

This paper reports the process of construction of the JRR-4, including from the policy of its installation and actual construction works done, to the completion.

May 1967

JRR-4 Operation Section  
Japan Atomic Energy Research Institute

執筆者 JRR-4 管理課

なお本稿関係者は次のとおりである。

木場規矩雄（現技術部）八剣達雄（現研究炉管理部）平山省一（現 JMTR 部）新藤満夫（現動力炉開発部遮蔽研究室）佐藤春人（現建設部建設課）安福晋太郎（現建設部建設課）大岸佐吉（現名古屋工大）一ノ瀬衛（現建設部建設課）内田紀郎（現建設部建設課）坂倉敦（現建設部建設課）富村和夫（現建設部建設課）高野清之丞（現建設部設備課）原忠（現 JMTR 部原子炉課）宮坂駿一（現動力炉開発部遮蔽研究室）古川友三（現北海道大学）吉田恭二郎（現 JMTR 部原子炉課）中原康明（現動力炉開発部核設計研究室）若山直昭（現動力炉開発部原子炉計測研究室）三輪秀泰（現 JMTR 部原子炉課）山田為彦（現大洗管理事務所）中崎ちよ子（現研究炉管理部研究炉業務課）苦米地頭，一柳勝晤，富井格三，両角実，岡島正直，田村和行，小山田六郎，大西信秋，大塚徹雄，若林隆雄，薄羽皓雄，薮肇，小管征雄，渡辺絡吉，東山豊，布施卓嘉（外来研究員）御手洗岩男（外来研究員）



## 目 次

1. まえがき	1	4.4 第三期工事	19
2. 設置に至る経緯	1	4.5 第四期工事	20
3. JRR-4 建設室の発足と JRR-4 の契約ならび に安全審査	5	5. 各種機能試験	28
4. 各工事の進捗状況	10	6. あとがき	32
4.1 第一期工事	13	参照文献	32
4.2 炉心支持構造の変更等の設計変更	15	関連資料	32
4.3 第二期工事	18	付録	33

## Contents

1. Introduction	1	4.4 3rd Step	19
2. Prehistory before Construction	1	4.5 4th Step	20
3. Contract and hazard evaluation	5	5. Functional Tests	28
4. Process of Construction	10	6. Afterwards	32
4.1 1st Step	13	Reference	32
4.2 Modifications	15	Materials	32
4.3 2nd Step	18	Appendix	33

## 表 目 次

Table 1	主要事項年表	3	Table 5	JRR-4 許認可関係手続き一覧表	9
Table 2	JRR-4 関係予算総括表	4	Table 6	工程表-1	11
Table 3	JRR-4 主要諸元	5	Table 7	JRR-4 工程実績対比表	12
Table 4	JRR-4 関係主要契約一覧表	6	Table 8	JRR-4 試験項目一覧表	29

## 図 目 次

Fig. 1	JRR-4 見取図	2	Fig. 8	原子炉設備 (1)	21
Fig. 2	1階平面図	14	Fig. 9	原子炉設備 (2)	22
Fig. 3	地階平面図	15	Fig.10	炉心部	23
Fig. 4	2階平面図	16	Fig.11	計測制御系系統図	24
Fig. 5	断面図 (1)	16	Fig.12	冷却系系統図	25
Fig. 6	断面図 (2)	17	Fig.13	燃料要素	31
Fig. 7	遮蔽温水系統概念図	17			

## 1. ま え が き

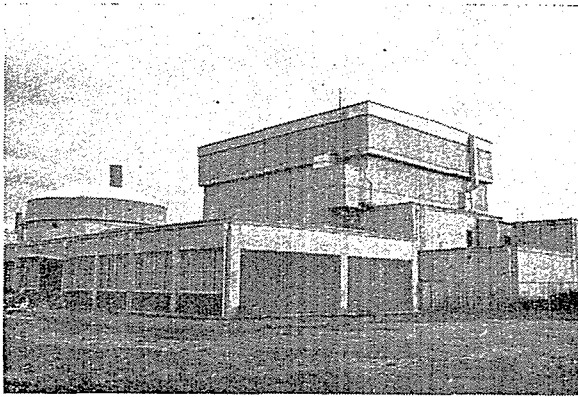
JRR-4 は、JRR-1, 2, 3, および JPDR にひきつづき、日本原子力研究所東海研究所に設置された5番目の大型原子炉である。この炉は、主として遮蔽に関する実験研究をおこなう目的で計画設計された原子炉で、その目的にもっとも適した炉型としてスイミングプール型が選ばれ、炉の出力、中性子束密度等は予想される実験の規模の面からそれぞれ 1,000 kW,  $10^{13}$ n/cm<sup>2</sup>/sec 程度とされた。

同炉は、1962年(昭和37年)6月着工、1964年(昭

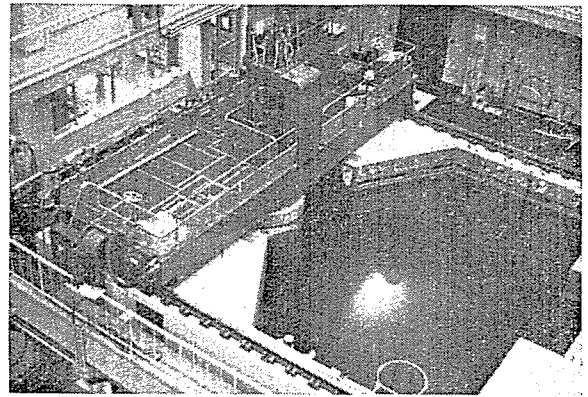
和39年)10月現地掘付完了、1965年(昭和40年)1月臨界を経て1966年(昭和41年)10月以降原子力第一船のための遮蔽モックアップテストに利用されている。

この報告書は、JRR-4の設置計画の具体化以後のJRR-4の建設過程をまとめたものである。

JRR-4の概要ならびに関連する諸事項については、「JRR-4の概要 JAERI memo-1354」その他巻末の文献を参照されたい。



JRR-4 建屋外観



JRR-4 炉室と炉心ブリッジ

## 2. 設置に至る経緯

主要事項年表を Table 1 に示す。

1959年(昭和34年)4月、当時わが国における原子力船関係の開発に関する中心的機関であった社団法人原子力船研究協会は、原子力船開発研究の一環として、同所の下部組織である機関関係分科会内に遮蔽グループを設置し、遮蔽研究開発に関する検討を開始した。同グループは同年6月には研究方針案を完成し、同時にスイミングプール型原子炉の設置を各方面に要請した。

これとは別に、運輸省船舶局運輸技術研究所(現在の船舶技術研究所)でも、原子力船の開発中における遮蔽の研究の重要性を強調し、研究を進めるためにはスイミングプール型原子炉の建設が急務であるとし、その予算の申請を開始した。

1960年(昭和35年)には、原子力船調査団の報告書が発表され、その中で「遮蔽設計の研究は、理論的研究と併せて実験用原子炉を用いて解決しなければならない問題が多く、また遮蔽構造の軽量化が原子力船の経済性に及ぼす影響を考慮に入れるとき、早急に船用遮蔽研究用

原子炉を設置することがのぞましい」と述べた。このような状況のもとに、遮蔽研究用原子炉としてのスイミングプール型原子炉を設置しようとする気運が急速に高まってきた。原子力船研究協会では、それまでの調査検討結果の報告書を発表し、スイミングプール型原子炉の建設に関し積極的態度をしめした。これらの報告書にのべられた原子炉の各種要目が、その後のJRR-4の設計仕様の母体となった。(付録1「船用遮蔽研究用スイミングプール型原子炉設置規模に関する調査報告」抜萃参照)

1960年(昭和35年)6月には運輸技研からスイミングプール型原子炉建設予算として7億4000万円余が提出された。政府ならびに原子力委員会は、これらの動きを重視し、1960年(昭和35年)遮蔽研究用原子炉を設置する方針を決め、他の原子炉との関連、建設ならびに運転に関する技術的経験、資金の効率的運用等の諸点をも考慮のうえ、日本原子力研究所東海研究所に設置することを決定し、36年度予算に債務負担行為として約6億円が計上された。

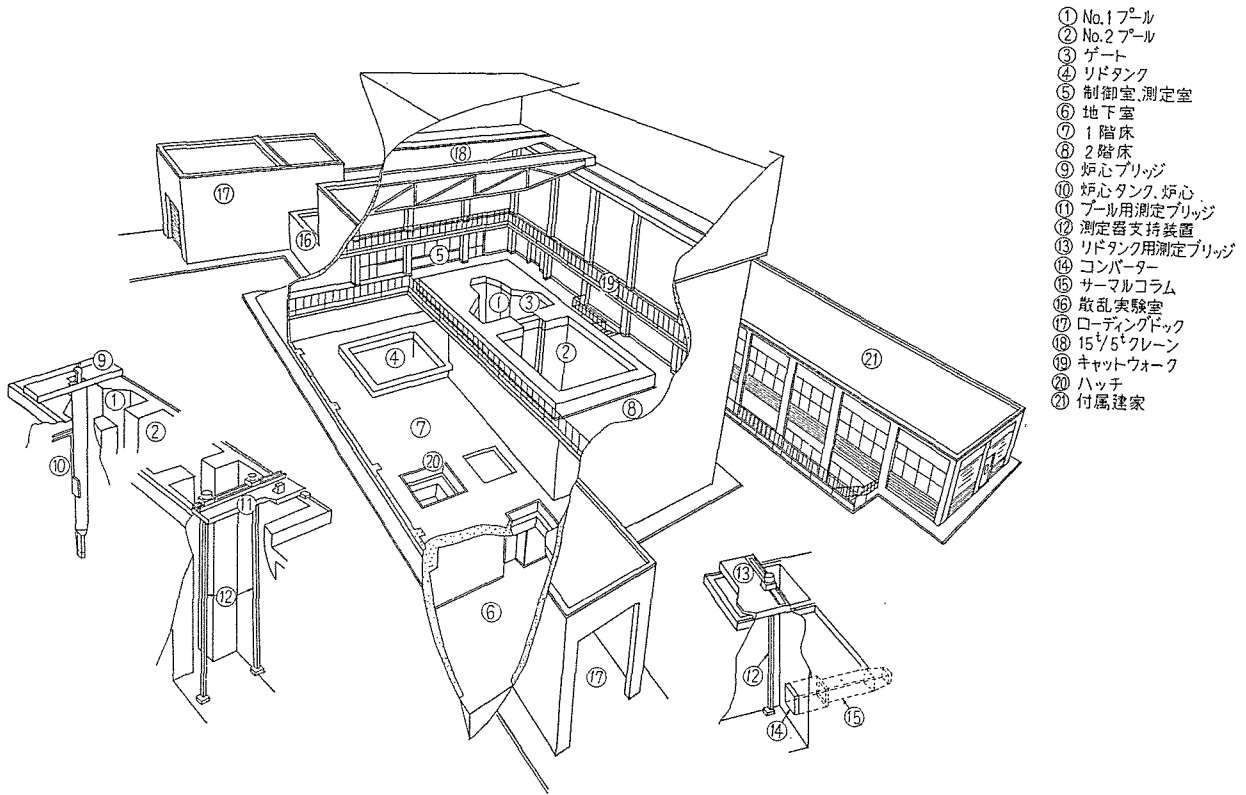


Fig. 1 JRR-4 見取図

JRR-4 関係予算の総括表を Table 2 にしめす。

日本原子力研究所内においても、これらの動きに対応し、1960年（昭和35年）度より、当時の開発室内にSPRグループを設置し、当時保健物理部および建設部に所属した遮蔽実験グループと協力して原子炉ならびに実験設備に関する基礎調査を始めた。

これらのグループは、1960年（昭和35年）12月、36年度予算の内示とともに JRR-4 の引き合い仕様書の作

成に着手し、実験設備は遮蔽研究グループ、原子炉本体冷却設備は国産1号炉設計グループ、中性子計測制御設備は計測制御研究室、核設計は炉物理第1研究室がそれぞれ担当することとなった。

引き合い仕様書は翌年4月に完成し、4月12日日立、三菱、NAIG、第一、住友の国内原子力5グループに見積り依頼がなされた。（参照文献「JRR-4 契約関係書類集」JAERI-memo 近刊）

- ① No.1 プール
- ② No.2 プール
- ③ ゲート
- ④ リドタンク
- ⑤ 制御室、測定室
- ⑥ 地下室
- ⑦ 1階床
- ⑧ 2階床
- ⑨ 炉心ブリッジ
- ⑩ 炉心タンク、炉心
- ⑪ プール用測定ブリッジ
- ⑫ 測定器支持装置
- ⑬ リドタンク用測定ブリッジ
- ⑭ コンバーター
- ⑮ サーマルコラム
- ⑯ 散乱実験室
- ⑰ ローディングドック
- ⑱ 15 $\frac{1}{2}$ tクレーン
- ⑲ キャットウォーク
- ⑳ ハッチ
- ㉑ 付属建家



Table 1 主要事項年表

年度	35	36	37	38	39	40	41	
事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>原研にJRR-4設置の方針きまる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引合仕様書作成、五グループに提示</li> <li>JRR-4建設案発足</li> <li>各グループ見積仕様書到着</li> <li>原子炉設置に関する書類提出</li> <li>原子炉関係工事入札</li> <li>日立と正式契約</li> <li>建家および設備関係入札、大成落札</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全審査完了</li> <li>建家関係工事方法認可</li> <li>安全審査変更申請認可</li> <li>炉関係工事方法認可</li> <li>プルライニング工事着手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プルライニング工事完了</li> <li>後打コンクリート工事完了</li> <li>建家関係工事完了、原子炉組立工事着手</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心タンク据付開始</li> <li>制御盤現地調整完了</li> <li>日立側現地総合動試験完了</li> <li>初臨界</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0出力特性試験完了</li> <li>制御板手直工事</li> <li>I MW出力上昇</li> <li>サイマルコラム改修、JMTR、C据付</li> <li>安全審査変更認可</li> <li>I MW×24H、局性能検査</li> <li>I MW性能合格証交付</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.5 MW連続運転試験</li> <li>2.5 MW性能合格証交付</li> <li>JMTR、C撤去</li> </ul>	
業務内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽研究グループ開発</li> <li>JRR-4開発グループ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>5グループ見積仕様書作成</li> <li>ボーリング</li> <li>技術検討</li> <li>設計打合せ、承認図面討</li> <li>工場製作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変更申請作成</li> <li>JRR-4建設室</li> <li>プルライニング工事</li> <li>工場製作</li> <li>後打コンクリート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遮蔽研究室</li> <li>JRR-4建設課</li> <li>現場組立工事</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JRR-4管理室</li> <li>改修工事</li> <li>特性試験</li> <li>改修、その他</li> <li>特性試験</li> <li>試験的利用運転</li> <li>オーバーホール</li> <li>2.5 MW上昇</li> <li>定期検査</li> <li>原船団利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全審査</li> <li>安全審査</li> <li>安全審査</li> <li>設計、工事方法審査</li> <li>JMTR、C据付</li> <li>JMTR、C運転</li> <li>(No.2プール)</li> <li>モックアップテスト</li> <li>遮蔽研試験</li> <li>原船団利用</li> <li>共同利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4月</li> <li>7月</li> <li>10月</li> <li>1月</li> <li>4月</li> <li>7月</li> <li>10月</li> <li>1月</li> <li>4月</li> <li>7月</li> <li>10月</li> <li>1月</li> <li>4月</li> <li>7月</li> <li>10月</li> <li>1月</li> </ul>	

Table 2 JRR-4 関係予算総括表 (昭和 36~39 年度)

予算科目	総額	36 負担行為				36 新規	37 負担行為			37 新規	38 新規	39 新規	備考
		36 現金	37 現金	38 現金	39 現金		37 現金	38 現金	39 現金				
JRR-4建設費	658,623	90,000	265,200	29,300	213,500	1,973	0	40,000	0	3,632	15,018	0	
原子炉及び燃料加工費	340,794	82,020	9,480	0	213,500	0	0	29,194	0	0	6,600	0	
建設費	303,806	7,980	255,720	29,300	0	0	0	10,806	0	0	0	0	
業務費	14,023					1,973				3,632	8,418	0	36年度業務費 臨界作動試験費 6,360 (%)分 2,058
<p>JRR-4 建設費は 36~38 年度までとし、39 年度は研究費に切り替えたため、39 年度予算については右記の下欄とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 37 年度負担行為額 40,000 の中、原子炉設備工事の設計変更 etc による建家関係の設計変更不足分として 3 回にわたり流用。</li> <li>・ 38 年度(現金)業務費 8,418 千円の中、臨界作動試験費 6,360千円 調査試験費(建家、プール振動) 1,000 千円 (%) 分 1,058 千円</li> </ul>													
JRR-4 整備費										12,150			
JRR-4 臨界試験費										19,787			
										31,937			

### 3. JRR-4 建設室の発足と JRR-4 の契約ならびに安全審査

1961年(昭和36年)5月 JRR-4 の建設に本格的にとりくむため、JRR-4 建設室が発足した。なお運輸技術研究所は、従来までの経緯にかんがみ、JRR-4 プロジェクトを重視し、2名の外来研究員を JRR-4 建設室に参加させた。

1961年(昭和36年)8月上記各原子力グループより見積り仕様書が提出された。この間各グループは精力的に引き合いに応じ、設計に独自のアイデアをおここんだもの、外国メーカーを技術コンサルタントとして確実を期したものなど、各社各様の特色ある設計書が提出された。

見積り仕様の検討に先立ち、JRR-4 建設室を中心に JRR-4 の契約方針につき検討がおこなわれ、その結果次の2点が決定された。

- (1) スイミングプール型原子炉はすでにわが国の内外において相当数建設され、稼動しており、特に技術上問題となる点が少ない炉であるので、各社の見積り内容も技術的にそれほど差がないと予想される。したがってできるだけ入札金額一本による競争入札とする。
- (2) 燃料と原子炉を一体とした性能保証条項を入れる。

この決定にしたがい、前記各社の見積り仕様の検討、さらに各社との個別的な協議により、各社仕様の技術的レベルをそろえる努力がはらわれた。この努力は各社の創意工夫による特色、外国メーカーとの技術提携上の問題、特許上の問題等多くの困難な問題に直面した。しかし各社の設計上の特色はできるだけ尊重し、しかも最低限原研の要求する性能は確保するという方向で進み、幸い各社の協力もあってようやく金額一本による競争入札が可能となった。

競争入札は1961年(昭和36年)11月20日日本原子力研究所本部でおこなわれ、株式会社日立製作所が散乱実験室測定ブリッジを除く原子炉設備一式につき2億7340万円で落札した。日立製作所とはその後仕様細部ならびに契約条件細部につき打合せがおこなわれ、1962年(昭和37年)1月31日正式に契約した。契約の内容、仕様については、「JRR-4 契約関係書類集」(JAERI-memo 近刊)を参照されたい。

契約当時における JRR-4 主要諸元を Table 3 にしめす。

原子炉関係の設計、発註と併行して、炉建屋、付属建屋、電気設備、空気調整設備、給排水設備、天井クレーン、冷却塔等の諸設備に関しても設計、業者説明、入札、契約がおこなわれた。炉建屋の設計に対し、原子炉側からは、プール水面を一階床面とし、10mの水深をもつプール内における機材を自由に操作できる軒高を確保

Table 3 JRR-4 主要諸元

1. 出力	常時 1 MW 最大 3 MW
2. 中性子束 (1 MW)	熱中性子束 平均 $8 \times 10^{12}$ n/cm <sup>2</sup> sec 程度 最高 $2 \times 10^{13}$ "
	速中性子束 平均 $2 \times 10^{13}$ " 最高 $5 \times 10^{13}$ "
3. 燃料	濃縮度 90% <sup>235</sup> U U-Al 合金 (19 w/o U 程度)
4. 燃料要素	型式 MTR 型 平板 ミート 0.5×67×600 (mm) 推定 被覆 0.38 mm 厚 Al 推定 燃料板板数 15/要素
5. 減速材	軽水
6. 冷却材	軽水
7. 反射材	黒鉛および軽水
8. 標準炉心燃料装填量	約 3.3 kg <sup>235</sup> U
9. 反応度係数	温度係数 減速材 $-1.5 \times 10^{-4}$ ΔK/K/°C 程度 燃料 $-5 \times 10^{-7}$ ΔK/K/°C 程度 ボイド係数 $-2 \times 10^{-3}$ ΔK/K/ボイド % 程度
10. 制御棒および後備スクラム装置	粗調整安全棒 吸収機 B 入り SUS-27 個数 4 等価反応度 約 19% ΔK/K 微調整棒 吸収材 B 入り SUS-27 個数 1 等価反応度 約 0.5% ΔK/K 後備スクラム装置 吸収材 B 入り SUS-27 個数 2 等価反応度 約 1.8% ΔK/K
11. 熱特性 (1 MW)	出力密度 12.7 kW/l 流量 約 288.000 kg/hr 炉心入口温度 30°C 炉心出口温度 約 33°C
参考値	炉心寸法 405 mm × 336 mm × 600 mm
核特性	e 1.000 p 0.997 f 0.779 η <sub>∞</sub> 2.056 k <sub>∞</sub> 1.595 τ <sub>A</sub> 35.9 cm <sup>2</sup> τ <sub>B</sub> 12.6 cm <sup>2</sup> L <sup>2</sup> 3.0 cm <sup>2</sup> B <sup>2</sup> 0.0087 cm <sup>-2</sup> ρ <sub>th</sub> $5 \times 10^{-5}$ sec
反応度	燃 燒 1.5 % Xe. Sm 2.9 % 実 験 1.0 % 制 御 0.2 % Xe オーバライド 0.3 % 合 計 5.9 %
臨界量	2.5 kg <sup>235</sup> U (黒鉛反射体付)
熱特性	最高熱流束 8.7 kcal/m <sup>2</sup> hr ホットチャンネルファクター 2.6 燃料板表面最高温度 34.7°C 燃料中心最高温度 34.9°C

Table 4 JRR-4 関係主要契約一覽表

施設	年度	件名	実施回議	契約番号	業者名	契約金額	契約年月日	竣工及び納期	文 条 件	原契約金額に対する変更契約金額の割合 %
調	36	JRR-4 予定地地質調査	建設 8	財契 47 36-18	鬼怒川ポーリング	525,000	36. 5.22	36. 7. 10	竣工 払	
	"	JRR-4 敷地地盤調査	(36) R-4-2	財契 2 36-29	"	190,000	36. 8. 7	36. 9. 6	"	
	"	同上変更	(36) R-4-4	36-29 改	"	80,940	36. 9. 6	36. 9. 15	"	80,940 42.6%
査	38	JRR-4 建家振動試験	(38) R-4-10	財契 526	大成建設	200,000	39. 3.10	39. 3. 31	"	
		計				995,940				
建	36	JRR-4 原子炉建家及附属建家新築工事	(36) R-4-16	財契 342 36-102	大成建設	148,000,000	37. 3.20	38. 9. 30	出来高 払い	
	38	同上変更 (第 1 回) 設計変更	(38) R-4-6	財契 221 36-102-2	"	(減)△144,943 変更後 147,855,057	38. 9.21	(炉室のみ) 39. 1. 31	"	1,433,424 9.7%
	"	同上変更 (第 2 回精算) 設計変更	(38) R-4-15	財契 409 36-102-3	"	(増) 1,578,367 変更後 149,433,424	39. 1.31	39. 1. 31	"	
家	37	生体遮蔽用マグネタイト	451-40	1146	同和興産	2,756,000	37. 3.31	37. 12. 31	検 収 払	
	"	" マグネタイト追加 (130 t)	451-48	1334	"	1,372,000	38. 3.18	38. 5. 31	"	
関	36	遮蔽扉及防火扉	451-43 R-4-11	1241	鈴木製作所	4,700,000	37. 3.28	38. 9. 30	工場検収 80% 残 検 収 払	
	37	散乱実験室遮蔽窓	451-38	340	日本光学工業	1,100,000	37. 7.19	39. 3. 31	検 収 払	
係	"	JRR-4 γ線源遮蔽用鋼製扉	451-49	1362	鈴木製作所	960,000	38. 3.25	38. 12. 10	"	
	36	JRR-4 敷地整地工事	建設 45	財契 250	間 組	846,000	36.12.11	37. 1. 10	竣工 払	
		計				161,167,424				
冷 却 設 備	36	JRR-4 原子炉冷却塔及附属設備	(36) R-4-18	財契 375 36-111	高砂熱学工業	19,350,000	37. 3.29	38. 11. 30	出来高 払い	
	37	同上 (第 1 回) 設計変更	(37) R-4-20	財契 517 36-111-2	"	(増) 463,437 変更後 19,813,437	38. 3.27	"	"	830,774 4.3%

38	同上 (第2回) 設計変更	(38) R-4-12	財契 294 36-111-3	"	(増) 367,337 変更後 20,180,774	38.11.30	"	"	
	計				20,180,774				
36	JRR-4 建家給排水衛生その他設備	(36) R-4-21	財契 397 36-113	建設工業	10,830,000	37.3.29	38.11.30	"	
38	同上工期延長	(38) R-4-9	財契 302 36-113-2	"	変更なし	38.11.30	39.2.15	"	839,000 7.7%
38	同上設計変更及工期延長	(38) R-4-19	財契 430 36-113-3	"	(増) 839,000 変更後 11,669,000	39.2.15	39.2.15 屋外蒸気配管のみ 39.3.31	"	
	計				11,669,000				
36	JRR-4 建家蒸気調整及換気設備工事	(36) R-4-19	財契 376 36-110	東洋キャリア工業	56,350,000	37.3.29	38.11.30	出来高払い	
37	同上 (第1回) 設計変更	(37) R-4-19	財契 527 36-110-2	"	(増) 1,668,382 変更後 58,018,382	38.3.25	38.11.30	"	1,767,382 3.1%
38	同上 工期延長	(38) R-4-9	財契 302 36-110-3	"	変更なし	38.11.30	39.2.15	"	
"	同上 (第2回) 設計変更	(38) R-4-18	財契 432 36-110-4	"	(増) 99,000 変更後 58,117,382	39.2.10	39.2.15	"	
	計				58,117,382				
36	JRR-4 建家電気及配電設備工事	(36) R-4-20	財契 398 36-112	沖電気工業	27,150,000	37.3.29	38.11.30	"	
37	同上 (第1回) 設計変更	(37) R-4-21	財契 518 36-112-2	"	(増) 2,706,000 変更後 29,586,000	38.3.28	38.11.30	"	3,402,000 1.3%
38	同上 工期延長	(38) R-4-9	財契 302 36-112-3	"	変更なし	38.11.30	39.2.15	"	
"	同上 (第2回) 設計変更	(38) R-4-20	財契 431 36-112-4	"	(増) 696,000 変更後 30,552,000	39.2.10	39.2.15	"	
	計				30,552,000				
36	原子炉設備及燃料	総括 48	財契 290	日立製作所	273,400,000	37.1.30	工事開始より 24ヵ月	前渡金 30% 現地掘付完了 50% 臨時所有権移転 10% 掘付完了 80% 掘付完了 10% 掘付完了 10%	
37	同上第1回設計変更	(37) R-4-11	—	"	(増) 9,480,000 変更後 282,880,000	38.2.18	39.11.11	掘付完了 10% 掘付完了 10% 掘付完了 10%	

施設年度	件名	実施回議	契約番号	業者名	契約金額	契約年月日	竣工及納期	支払条件	原契約金額に対する変更契約金額の割合 %
37	同上第2回設計変更	(37) R-4-12	—	日立製作所	(増)4,074,000 変更後 286,954,000	38. 3.29	39. 11. 11	現場据付テスト 監視 所有権移転	80% 10% 10%
"	同上第3回設計変更	(37) R-4-13	—	"	(増)2,970,000 変更後 289,924,000	38. 3.30	"	"	"
38	同上第4回設計変更	(38) 451-20 R-4-5	—	"	(増)2,500,000 変更後 292,424,000	38. 6.29	"	"	"
"	同上第5回設計変更	(38) 451-147 R-4-16	—	"	(増)1,800,000 変更後 294,224,000	39. 3.23	"	"	"
40	同上第6回設計変更	(39) R-4-11	—	"	0	40. 5.12	"	"	"
38	JRR-4 中性子源 ペリリウム	(38) 451-21	780	三菱商事	1,689,000	38.10.11	39. 2. 17	検 収	払
"	JRR-4 中性子計数装置	(38) 451-112	ト 4904	神戸工業	2,247,000	39. 3.30	39. 10. 10	"	"
"	コンバーター	(38) 451-46 R-4-3	ト 4891	三菱原子力工業	2,490,000	39. 3.25	39. 9. 30	"	"
36	散乱測定ブリッジ	451-34	1238	日立製作所	31,600,000	37. 3.30	39. 11. 11	炉本体に同じ	"
37	散乱測定ブリッジ操作盤	451-1	27-25	"	4,400,000	37. 5.11	39. 11. 11	検 収	払
	計				336,650,000				
36	天井走行クレーン	451-9 10 39	553 556	日本起重機	13,170,000	37. 3.12	15 t 37.12.27 5 t 38. 3.31	"	"
37	同上変更	451-43	553-B	"	(増) 385,000 変更後 13,555,000	38. 3.16	38. 4. 30	"	385,000 2.9%
36	モノレールホイスト	451-42	1196	大倉商工	949,000	37. 3.19	38. 3. 11	検 収	払
37	同上変更	451-42	1196-B	"	(減) △29,000 変更後 920,000	38. 2.18	38. 3. 30	"	△29,000 3.1%
36	リフト	R-4-10 451-41	1154	日立製作所	7,800,000	37. 3.28	38. 5. 31	"	"
	計				22,275,000				

20,824,000 7.6%

その他の設備

したいとの要請が出されたが、予算上の制約により実現できなかった。このためブルゲートを2分割式とし、測定棒を3分割式とすること等多くの制約が加わった。

諸契約関係一覧表を Table 4 に示す。

これらの原子炉関係契約業務と併行して、原子炉の設置に関する安全審査、原子炉の設計および工事の方法に関する認可申請のため、関係書類の作成がおこなわれた。安全審査に関する書類は「JRR-4 の設置に関する書類」として1961年(昭和36年)10月完成し、原子力局に提出された。(「JRR-4 安全審査関係書類集」JAERI-memo 近刊参照)

原子力委員会原子炉安全専門審査会では、JRR-4 の安全審査のため第4部会を設置し、山田太郎(電気試験所)、山崎文男(理研)、内田秀雄(東大)、高島洋一(東工大)の各氏が審査にあられた。審査会は1961年(昭和36年)10月から1962年(昭和37年)3月まで延14回にわたって開かれ、3月末原子力委員会に対し安全上支障がない旨答申した。同答申により4月7日付で内閣総理大臣の認可がおりた。安全審査上問題となったのは次の諸点である。

- 1) プール壁からの水漏れ対策およびプール壁の耐震強度に関する問題
- 2) 炉心部の耐震構造および炉心保護の問題、特に後者については、炉心が水中にあるため上方よりの落下物に対し無防備であることに対する対策
- 3) 動特性、熱計算における計算値の信頼性(この点については、各既設炉の実際例と対比しながら安全性を検討するという方針がとられた)
- 4) プール、実験設備等から放出される $^{41}\text{Ar}$ の量、特に原研全体から放出される $^{41}\text{Ar}$ の全体量との関連
- 5) 最悪事故に関する考え方(原研より提出された書類によれば、スイミングプール型原子炉は、本質的に安全であるとの建前にもとづいて、最悪事故に対する解析がおこなわれているが、その考え方の妥当性)

6) 燃料破損検知の方法(この点については、後に炉心タンク水に関するバルク水モニターをとりつけることとなった)

7) スイミングプール型原子炉の炉心は、炉心構成を自由にかえられるが、標準炉心以外の炉心構成についてはどうするか。(設置に関する書類に記載される燃料要素本数、 $^{235}\text{U}$ 量、超過反応度等は、それぞれ最大限を規定していると解釈し、任意の炉心に関し、それぞれの規定値を越えるときはその都度安全審査をやり直すこととなった。)

安全審査完了後ただちに認可を受ける必要のある「設計および工事の方法」に関する書類については、建屋関係を先発着工する関係上、建屋関係と炉関係にわけ、建屋関係については1962年(昭和37年)5月、炉関係については同年9月原子力局に提出された(「JRR-4 安全審査関係書類集」JAERI-memo 近刊参照)。これらの書類は原子力局で審査のうえ建屋関係については1962年(昭和37年)6月、原子炉関係については同年11月認可になった。

上記諸手続きを通じ、わが国においてはまだ原子炉自体の建設経験が少ないことも関連し、安全審査の段階で相当詳細な技術的諸問題まで検討の対象となることが多かった。このため安全審査に関する書類と設計および工事に関する書類は、ほとんど同じ内容となり、二度手間の感をまぬがれなかった。これらの点は安全審査ならびに設計および工事の方法認可のあり方に関する問題として、JMTR等JRR-4以後設置を計画された原子炉の審査の際も問題となったものである。

安全審査関係書類ならびに設計および工事の方法に関する書類に関しては、その後炉心支持構造のタンクタイプへの変更、使用済供試体用ポンドの新設等の設計変更がおこなわれるたびに、若干の変更申請がなされている。これらの諸手続きに関する一覧表を Table 5 に示す。各書類の内容に関しては参照資料「JRR-4 安全審査関係書類集」(JAERI-memo 近刊)を参照されたい。

Table 5 JRR-4 の許認可関係手続き一覧表

( ) 内は認可

申請件名	安全審査	設計及び工事の方法	施設検査	性能検査
JRR-4	36.10.19, 36 原研25-4号 (37.4.7, 37 原第2047号)	そのⅠ 建家関係 37.5.16, 37 原研08-58号 (37.6.26, 37原第2624号) そのⅡ 原子炉関係 37.9.28, 37原研08-273号 (37.11.12, 37原第4753号)	38.3.4, 37 原研 25-2 号 (40.11.15, 40水原第110号)	

申請件名	安全審査	設計及び工事の方法	施設検査	性能検査
JRR-4(そのI)変更 廃液貯槽室 排風機器室 純水製造装置室 実験準備室 附属家 新燃料格納庫	—	38, 12, 27, 38原研25-27号 (39.1.14, 39 水原第7号)	39.2.17, 38 原研25-33号 (40.11.15, 40水原第110号)	
JRR-4(そのI)変更 使用済試験体冷却ポ ンド新設	38.12.27, 38原研25-26号 (39.2.11, 39 原第549号)	39.3.19, 38 原研25-32号 (39.3.18, 39水原第37号)		
炉心タンクに変更 プール形状変更 水平実験孔廃止 その他上記変更に伴 う変更	37.6.20, 37 原研25-1号 (37.8.29, 37 原3686号)	39.1.31, 38 原研25-31号 (39.2.10, 37水原第18号)		
自動液面調節弁 サイフォンブレーカー	37.12.5, 37 原研25-20号 (38.4.1, 38 原第860号)	38.6.10, 38 原研25-1号 (38.9.2, 38 原第2076号)		39.11.14, 39原研25-11号
粗調整安全板ローラー 特殊反射体構造変更		40.5.17, 40 原研19第9号 (40.6.15, 40水原第41号)	40.5.17, 原研19第10号 (40.11.15, 40水原第110号)	
コンバーター変更		40.7.12, 40原研19第15号 (40.8.4, 40 水原第62号)	40.8.9, 40 原研19第17号 記載事項の変更 40.11.13, 40原研19第30号 (40.11.15, 40水原第110号)	40.8.9, 40 原研19第18号 記載事項の変更 40.11.31, 40原研19第31号
サーマルコラム改造		40.7.27, 40原研19第16号 (40.8.4, 40 水原第66号)	40.8.9, 40 原研19第17号 記載事項の変更 40.11.13, 40原研19第30号 (40.11.15, 40水原第110号)	40.8.9, 40 原研19第18号 記載事項の変更 40.11.13, 40原研19第31号
原子炉諸特性常数 警報スクラム項目 インターロック	40.9.13, 40原研05第10号 (40.10.8, 40原第3497号)	40.10.11, 40原研19第108号 (40.10.18, 40水原第106号)	40.10.18, 40原研19第119号 記載事項の変更 40.11.13, 40原研19第30号 (40.11.15, 40水原第110号) 施設検査以上まとめて (40.11.15 付 40 水原 第110号) 合格証受	40.10.18, 40原研19第120号 記載事項の変更 40.11.13, 40原研19第31号 性能検査以上まとめて (40.11.15 付 40 水原 第111号) 合格証受
2500 kW Power up	41.1.13, 41 原研05第1号 (41.3.17, 41原第1074号) 記載事項の変更 41.3.12, 41 原研05第4号	41.3.17, 41原研19第36号 (41.3.19, 40水原第20号)	41.3.22, 41原研19第37号 (41.4.30, 41水原第21号)	41.3.22, 41原研19第38号 (41.4.30 水原 第22号)

#### 4. 各機器の工場製作ならびに現地据付工事

JRR-4 はスイミングプール型原子炉であるため、炉室の工事とプールライニング工事をどのように結びつけるかが工事実施上の最大の問題点であった。プールはすべてアルミ溶接構造であり、アルミの溶接は可能な限り良好な雰囲気で行うことが望ましい。このため、建屋コンクリート工事を先行させ、天井クレーンを

設置し、屋根の鉄板張りを完了したのちプールライニングの据付にかかることとし、工程表-1 (Table 6) が作成された。

工事は主として4つの期間にわけられる。第一期工事は、基礎掘削より基礎コンクリートの打設、炉室コンクリート部分の打設、天井クレーンの設置ならびに屋根張



Table 6 工 程 表 - 1

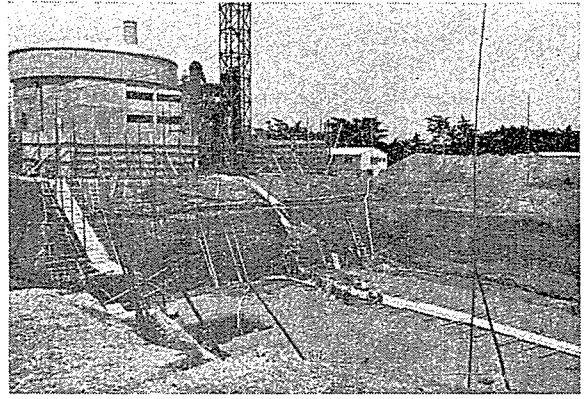
年 月	37年												38年												39年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
工 事 名																																				
土 工 事																																				
塔コンクリート																																				
アスファルト防水																																				
押入コンクリート																																				
鉄 筋 工 事																																				
仮 枠																																				
コンクリート打																																				
ク レ ー ン																																				
鉄 骨 工 事																																				
アルミライニング																																				
コンクリート打																																				
金 属 工 事																																				
床無筋コンクリート																																				
左 管 工 事																																				
塗 装 工 事																																				
内 装 工 事																																				
工 場 製 作																																				
プ ー ル 据 付																																				
機 器 据 付																																				
作 動 試 験																																				
電 気 設 備																																				
給排水設備																																				
空 気 調 整 設 備																																				
冷 却 塔																																				
原 子 炉 工 事																																				
機 界 試 験																																				
設 備 工 事																																				



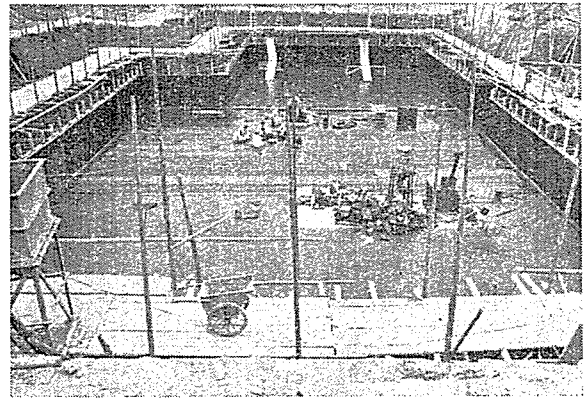
り工事であり、約1ヵ年をわりふる。この際プールライニング周辺の一部はコンクリートを打設せずに置く。第二期工事は、プールライニングの掘付工事で、約3ヵ月、第三期工事は、ライニング周辺の後打コンクリートの打設ならびに建屋関係の仕上げ工事で、約4ヵ月、電気設備、給排水設備、空気調整設備の主要部分もこの間に完成させるようにし、第四期の原子炉関係諸工事にそなえる。第四期工事は原子炉本体、中性子計測設備、冷却設備、実験設備等の掘付工事で9ヵ月をわりふる。作動試験は運転習熟期間をもちかねて6ヵ月をわりふる。全体を通じ着工以来掘付完了まで2ヵ年、作動試験完了まで2年6ヵ月という工程であった。この工程は、その後工事の進行上発生した種々の不測の事態のため、6回にわたって変更されたが、大筋においては、ほぼ各工事期間がまもられ、掘付工事に関する期間は約3ヵ月、全工程に関しては約1ヵ月の遅れとなった。(その差2ヵ月は作動試験ならびに習熟訓練にしろよせされている。)全工程に対する工事の進捗実績を Table 7 にしめす。

#### 4.1 第一期工事

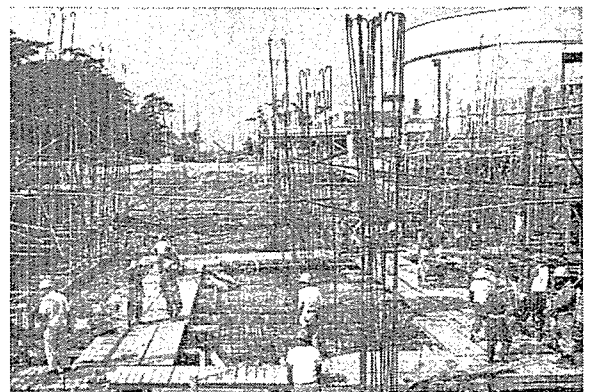
第一期工事の基礎掘削は1962年(昭和37年)4月に開始された。当時建屋関係の設計および工事の方法はまだ認可されていなかったが、建屋の本格的着工はともかく、基礎の掘削程度ならば万一設計および工事の方法に変更があった場合にもさしつかえないであろうとの判断により、原子力局の内諾を得て着工されたものである。敷地予定地を幅30m、長さ50m、深さ8mにわたり掘削し、底に1.8mの基礎コンクリートを打設する作業が終了したのが同年6月である。この間設計および工事



基礎掘削



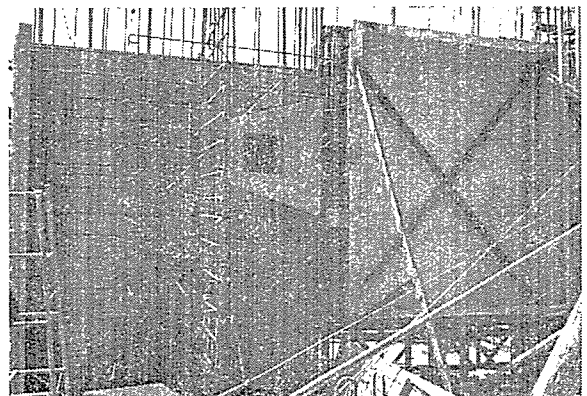
基礎防水工事



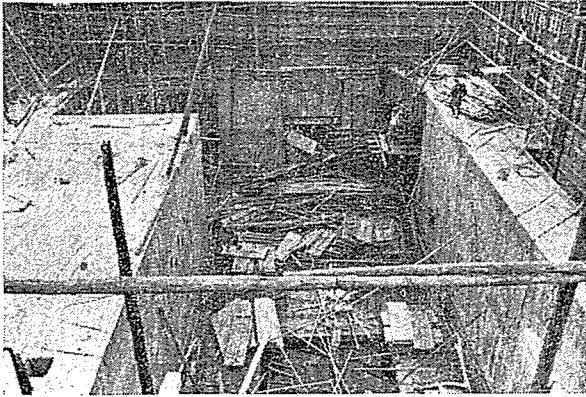
地階床コンクリート打ち



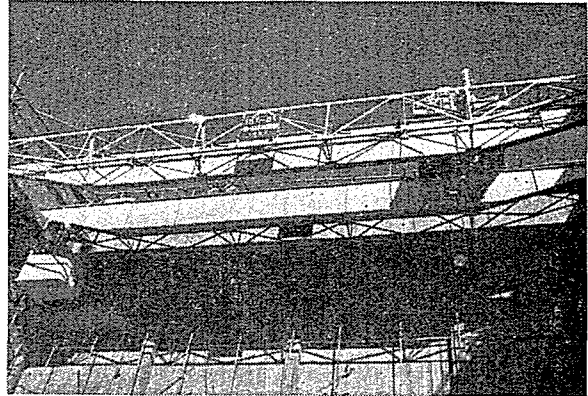
JRR-4 敷地予定地



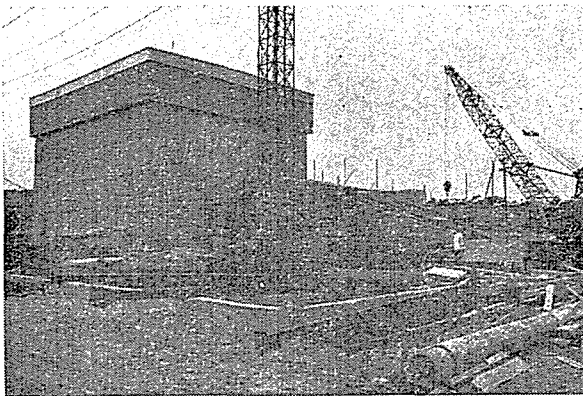
地階、壁面に埋め込まれる金物類



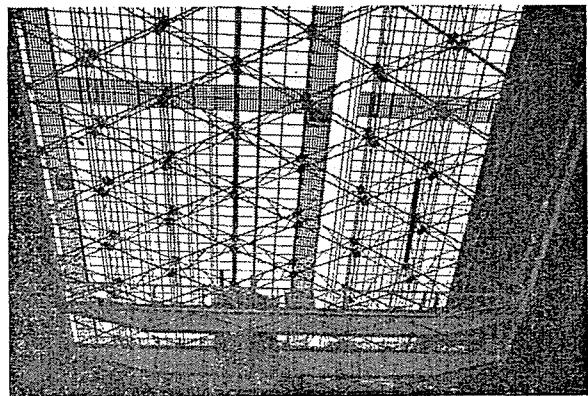
一階床ならびにプール底部



天井クレーン組立



完成した炉室外観



炉室屋根, 鉄骨鉄板張り

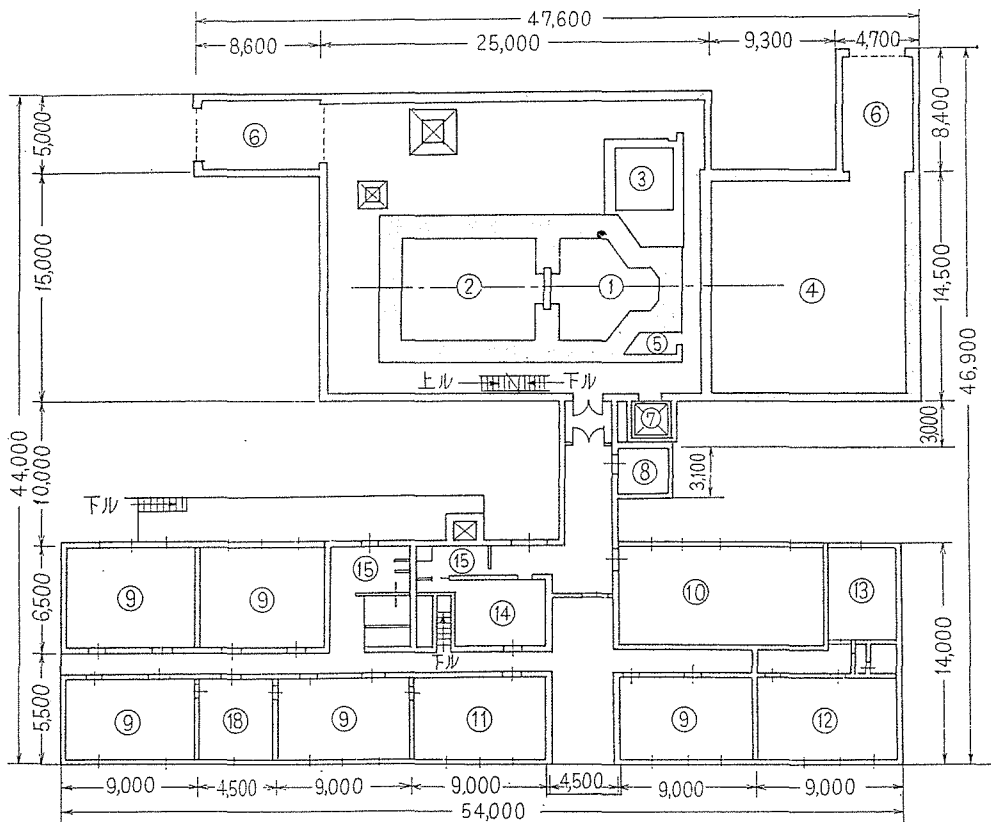


Fig. 2 1 階 平 面 図

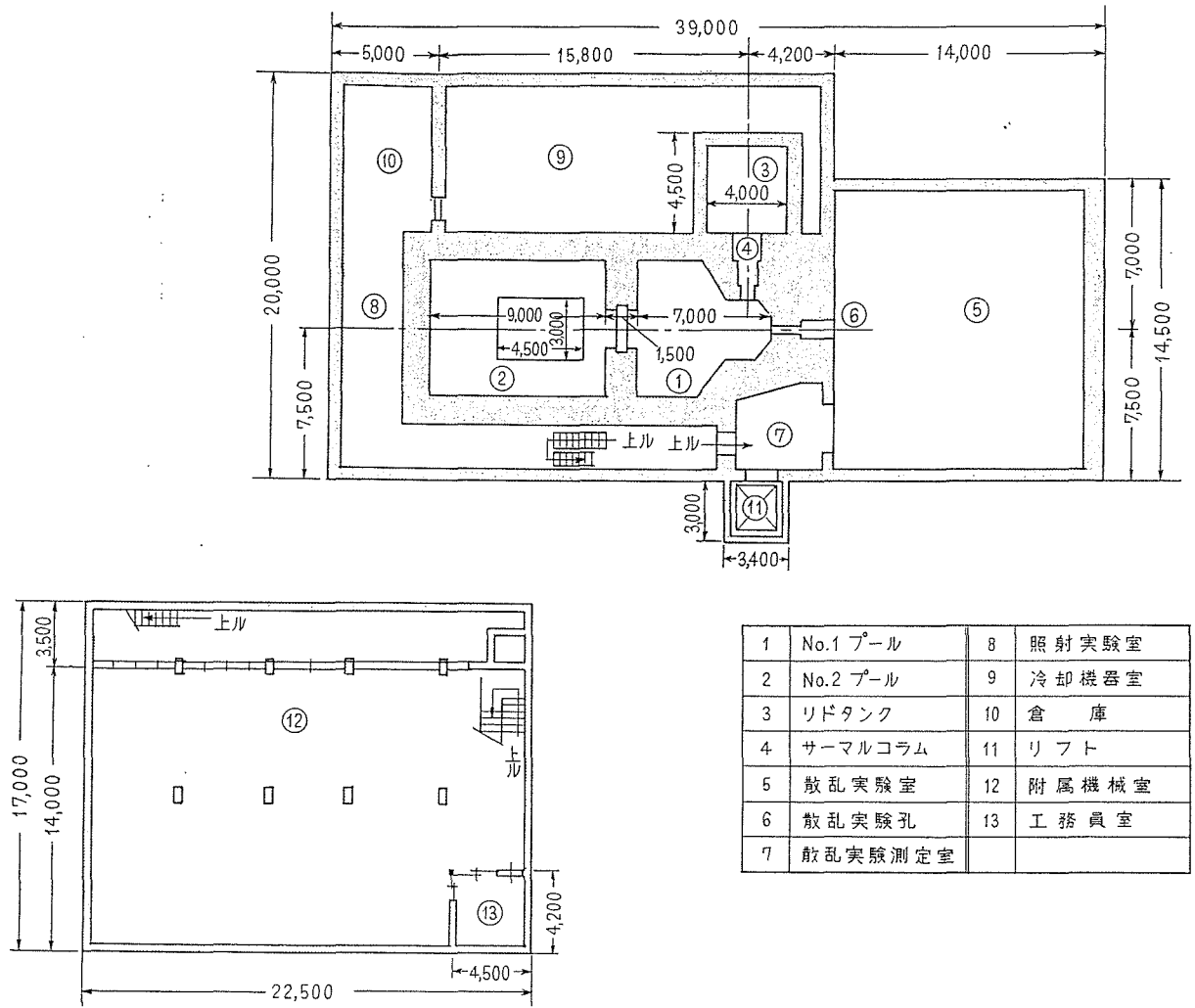


Fig. 3 地階平面図

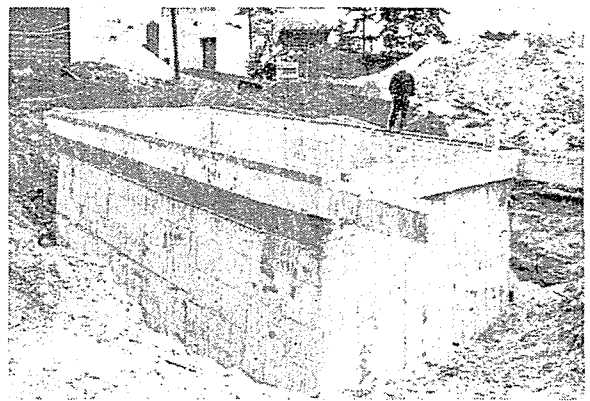
の方法が認可となり、6月下旬より炉室関係コンクリート打ちが開始され、地階より順次建て上げて11月下旬全コンクリート打ち作業が完了した。ついで炉室天井クレーンの据付けならびに屋根鉄骨鉄板張り工事に入り第一期工事が終了したのは1963年（昭和38年）3月中旬であった。

建屋の概要については Fig. 2~6 参照。

### 4.2 炉心支持構造の変更等の設計変更

現場工事の進行中、二三の重要な設計変更があった。プール表面における放射線量率に関し、炉本体の支持構造をタンク形としたこと、原子力船事業団からの要望によりプールの形状を変更したこと、使用済み供試体用ポンドを新設することにしたこと等がそれである。

炉心構造をタンク型としたのは次の理由による。当初設計で炉心部の支持構造をフレーム型としていた。したがって炉心は直接プールの中に設置されており、1次冷



使用済み供試体冷却用ポンド工事

却水は直接プール水中に放出される設計であった。一次冷却水中には、多くの放射性同位元素がふくまれ、これがプール水中に混じり、プール表面の放射能レベルを上昇させる原因となる。この放射性同位元素のうち、炉心構造材であるアルミニウムが中性子により放射化され、その反応時に反跳粒子として放出される  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{56}\text{Mn}$ ,

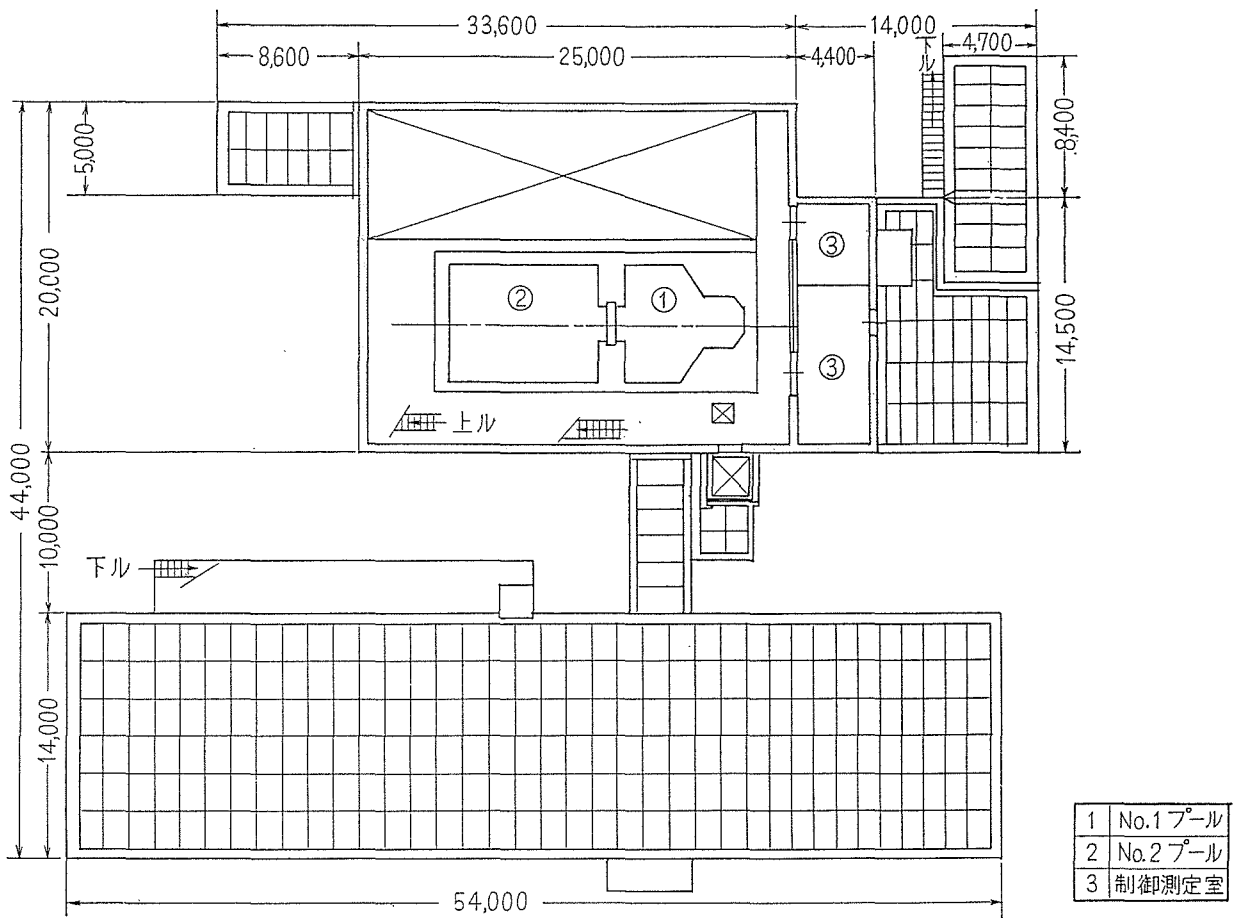


Fig. 4 2 階 平 面 図

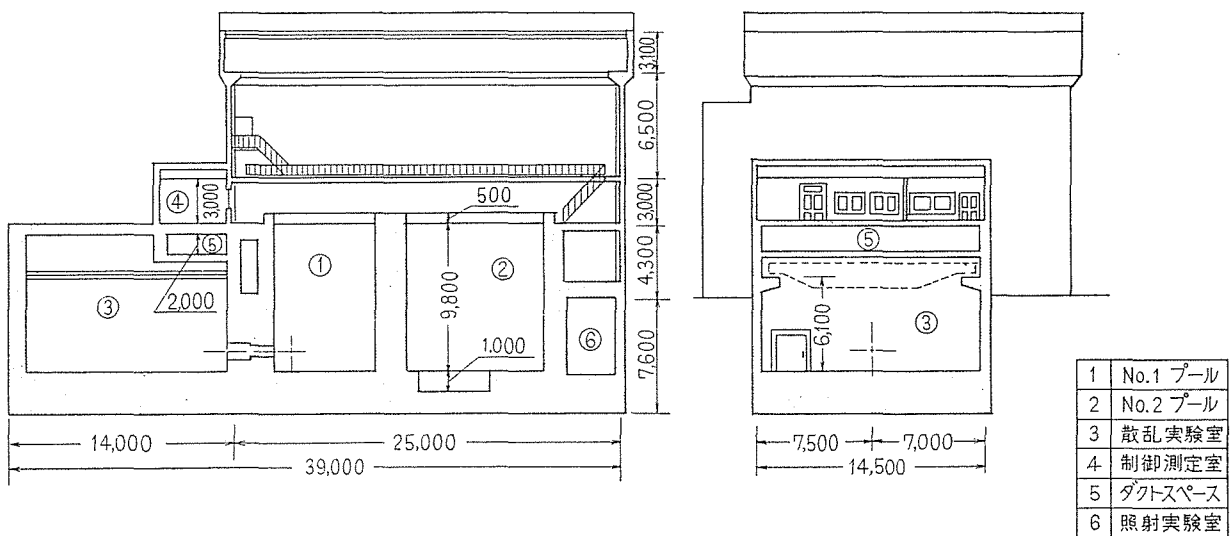


Fig. 5 断 面 図 (1)

$^{28}\text{Al}$ , および  $^{28}\text{Mg}$  がプール表面の放射能レベルを著しく増大させることがわかった. したがってこのままの構造で設計を進めると, プール水表面の放射能レベルについて原研が提示した値を満足させることが困難な場合も予想されるにいたった. これに対する対策として, 日立製作所は, 炉心の支持構造をフレーム型からタンク型に変更し, 一次冷却水とプール水を完全に分離する方式を提案した. なおこの場合プール水表面の放射能レベルは低下させることができるが, タンク上面の放射能は著しく上昇することとなる. したがって, これを遮蔽するため, タンク水上部に一次冷却水より  $5\sim 10^\circ\text{C}$  程度高い

温水を注ぐことにより, 温水による約 1.5m 厚の遮蔽層を作るという方式でこの問題に対する解決策とした. 原研側もこの提案に対し, 燃料要素の取扱い, 実験実施上の若干の不都合等の問題はあにせよ, プール表面の放射能レベルを基準値以下におさえる必要があることからこの方式の採用にふみきった.

プールの形状の変更については, 当初の設計は No. 1 プールを主たるプールと考え, 同プールの長さを 10m, No. 2 プールの長さを 6m とする予定であったが, 原子力船事業団の実験計画が具体化するにつれ No. 1 プールを 7m, No. 2 プールを 9m とすることが都合が

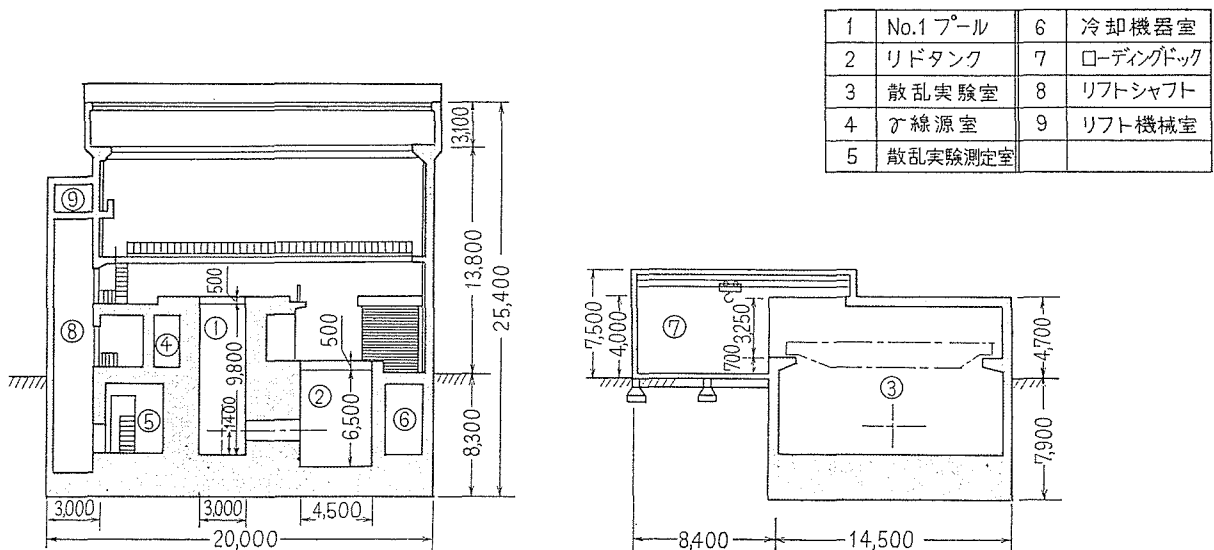


Fig. 6 断面図 (2)

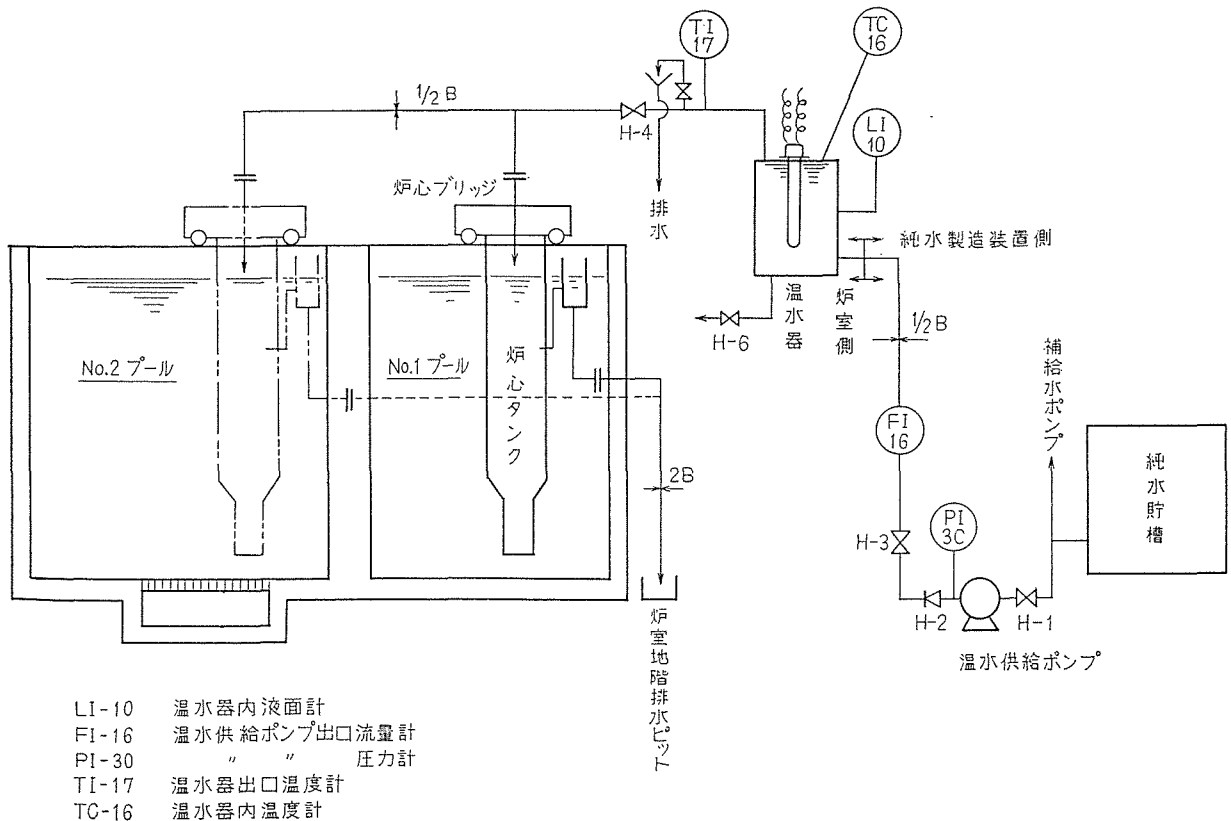


Fig. 7 遮蔽温水系統概念図

よいことがわかり、形状を変更することとしたものである。

使用済供試体冷却用ポンドに関しては、その必要性は JRR-4 建設の当初より認められていたが、モックアップテスト用供試体の寸法、構造、材質等の具体化をまって詳細設計をすることとしていたものである。原子力船事業団の実験計画の具体化とともにこれらの諸点も明らかとなり、それら供試体の表面放射能も計算しうようになったので、これらの諸点を考慮し、炉室東側に幅 4.5 m、長さ 15 m、深さ 5 m の冷却用ポンドを設置することとなった。

その他の若干の細部変更に関しては、参照資料「JRR-4 安全審査関係書類集」(JAERI-memo 近刊)を参照されたい。

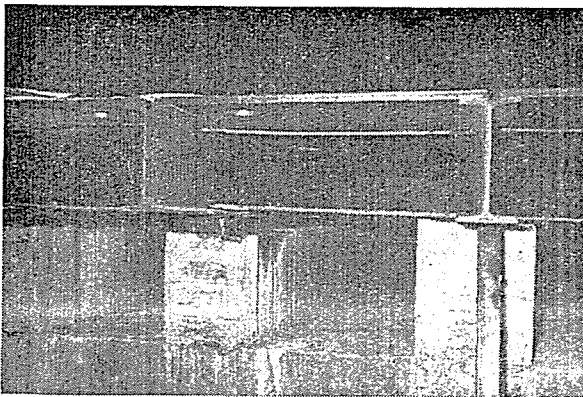
### 4.3 第二期工事

1963 年(昭和 38 年)2 月プールの基準となる I ビームならびに基礎鋼板の据付敷設工事が開始された。アルミライニングは現地での溶接作業を少なくするため、底板部は 5 分割、側板は 15 分割として現地に搬入し、基礎鋼板の固定をまって底板部の溶接を開始し、同年 3 月固定を完了した。側板は、ゲート部分の型物を芯出ししたのち仮付けし、No. 1 プール側は工場製作の型物をそ

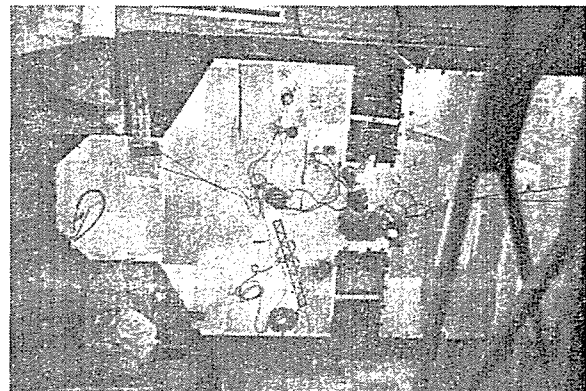
のまま据え付け、No. 2 プール側は 8 枚のパネルの側板を現地で床上に拡げて溶接し、建て込み芯出しののち最終溶接をおこなった。1963 年(昭和 38 年)7 月ライニングのほかコンクリート内に埋め込まれる配管、スリーブ、実験設備の一部の据付完了によって第 2 期工事が終



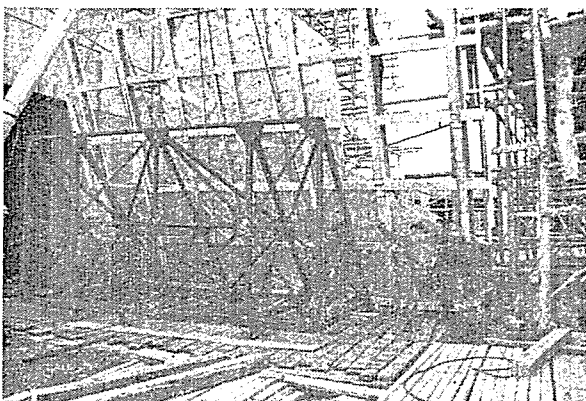
プールライニング型物の吊込み



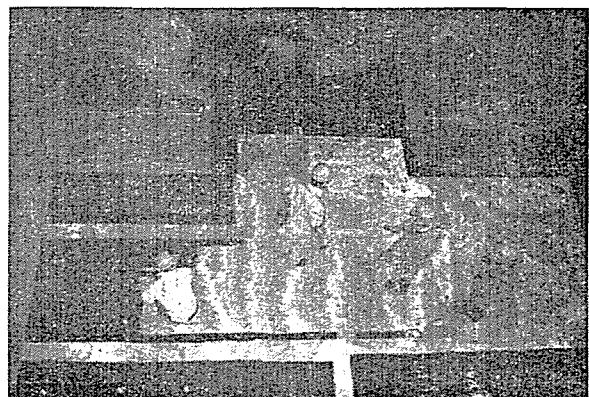
プール底基礎鋼板ならびに I ビーム据付状況



ライニング底板溶接作業

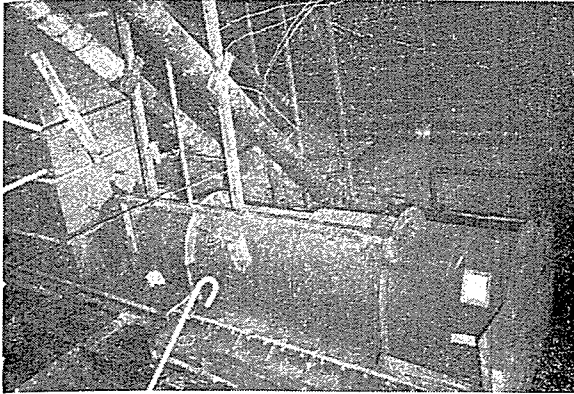


プールライニングの搬入

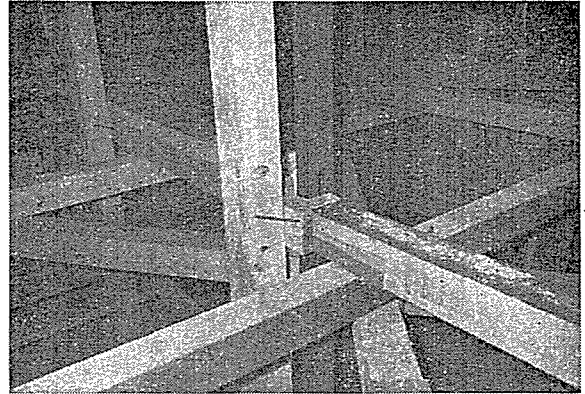


ライニング防蝕用ビッチェタイト塗装

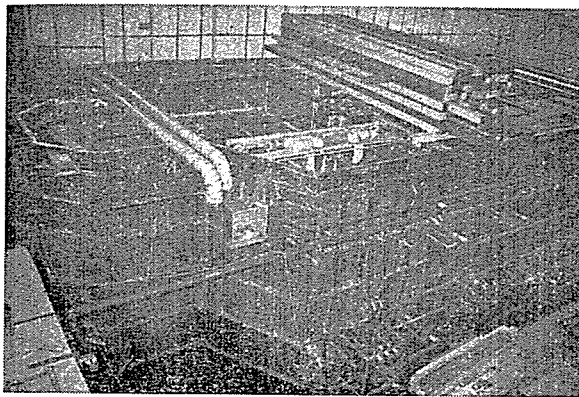




サーマルコラムスリーブ、一次冷却系配管  
(コンクリート埋込部)



プールライニング内部の補強(2)



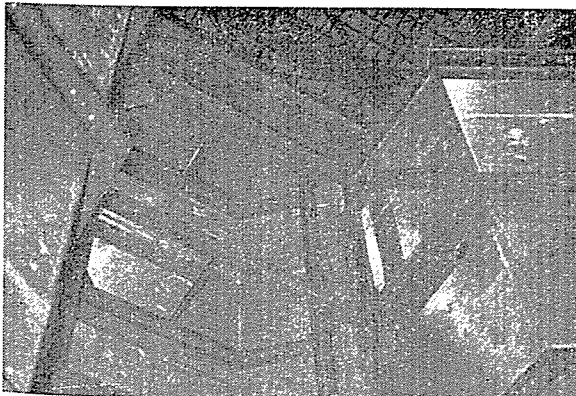
据付けを完了したプールライニング

了した。

#### 4.4 第三期工事

第三期工事はプールライニング付近の後打コンクリートの打設ならびに建屋関係の諸仕上工事、給排水、電気、空調設備等の据付工事である。

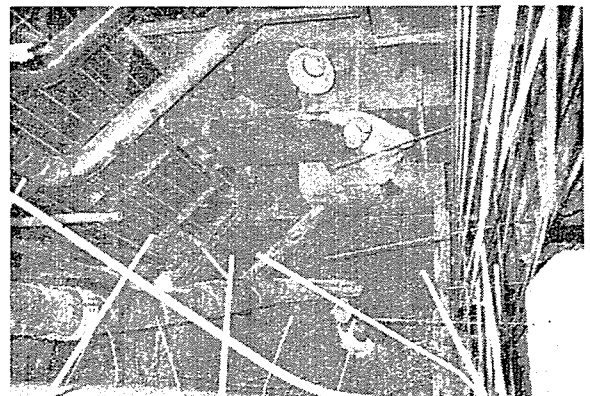
プールライニング付近の後打コンクリートの打設はライニングとすでに打設済のコンクリートのすき間に、一様にしかもすき間なくコンクリート、または重コンクリートを打設する必要がある、かつライニング類に変形を起こさせてはならないので慎重に施工しなければならない



プールライニング内部の補強(1)



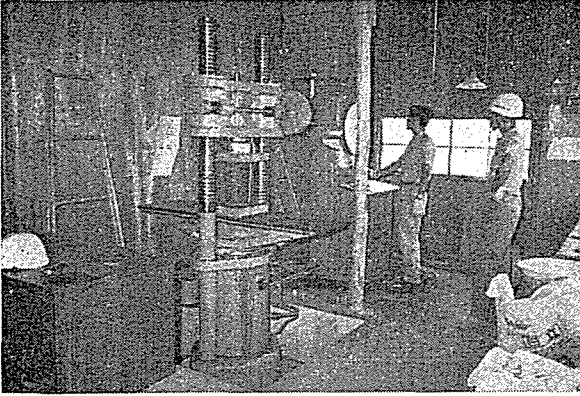
後打重コンクリートの打設(プール壁面)



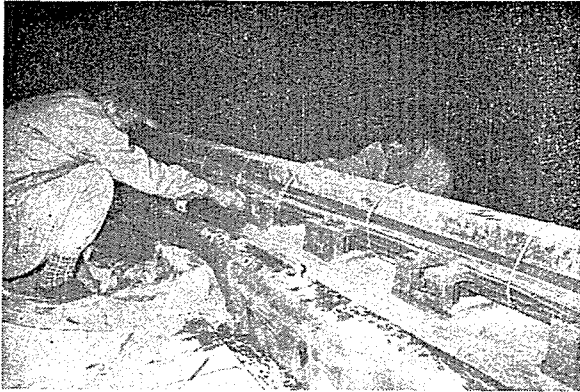
後打重コンクリートの打設(サーマルコラム付近)

かった。このためライニング内部に強固な補強をおこなない、プール底に対してはコンクリート圧入工法によりコンクリート打設を、プール側壁部には普通工法による打設をおこなって良好な結果を得た。

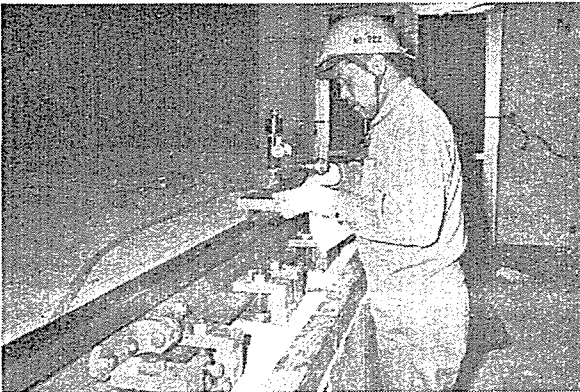
後打コンクリートの打設完了後、各種ブリッジ用レー



コンクリートテストピースの強度試験



ブリッジ用レール据付工事 (1)



ブリッジ用レール据付工事 (2)

ル、実験設備類の基礎取付けに入り、同年 11 月中旬予定通り完了した。建屋ならびに給排水、電気、空調等の付属設備は、1964 年 2 月までに全工程を完了し、第三期工事を終了した。

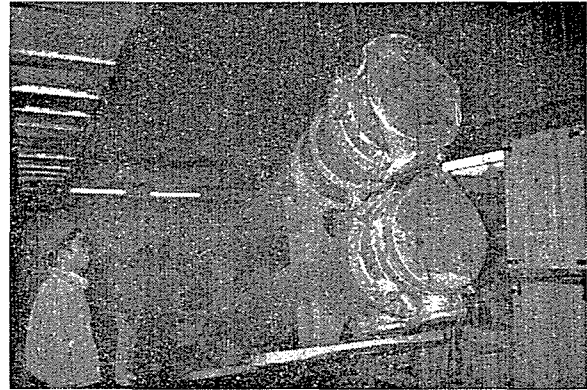
#### 4.5 第四期工事

第四期工事は原子炉本体、冷却設備、計測制御設備、実験設備等の据付工事である。

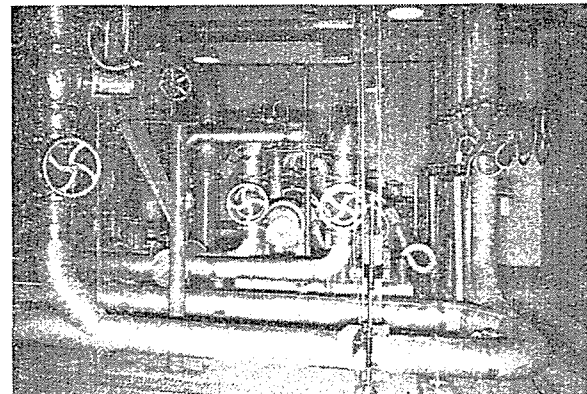
この工事は 1963 年（昭和 38 年）11 月炉室外冷却系設備配管より始まった。炉室内工事は、炉室関係建屋工事の竣工と合わせ、冷却系機器の据付工事を 1964 年（昭

和 39 年）1 月に開始し、配管類の整備をまってプール、リドタンクの洗浄をおこない、3 月より炉心タンク、炉心ブリッジ等、炉本体部品の据付に入った。これと併行して中性子計測制御設備、実験設備類の据付がおこなわれ、全機器の据付、作動試験の完了は同年 10 月 10 日であった。

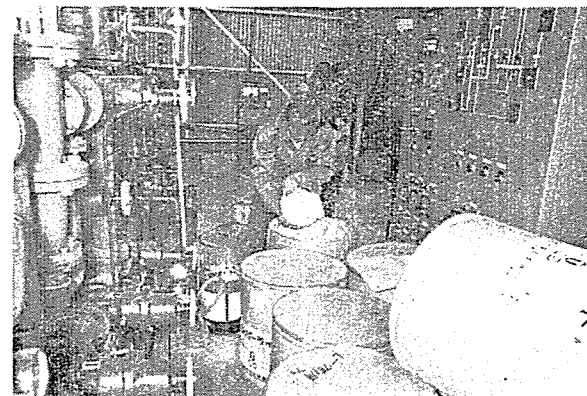
炉心ブリッジ、炉心タンク等の据付作業に関しては、それらの部品がすでに工場製作の段階で材料、溶接部強度、構造等については試験済であったので、主として輸送、荷下ろし、吊り込み作業中の変形に留意し、無理のない工法で吊り込み組み立てることに留意した。また、これらの作業はプールに水が張られていない状況でおこ



熱交換器の吊込み



組立てを終了した冷却機器室



純水製造装置の組立て

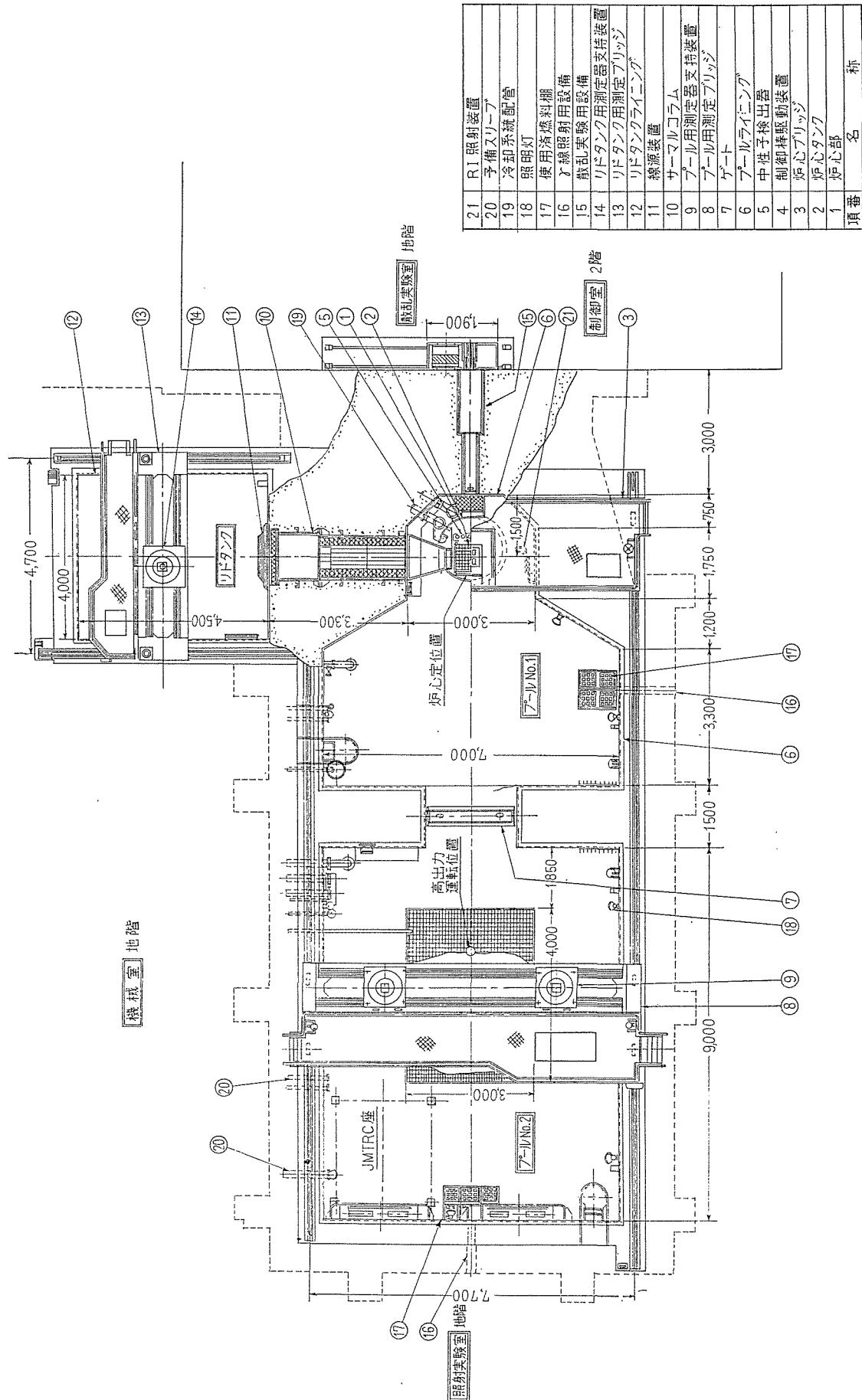


Fig. 8 原子炉設備 (1)

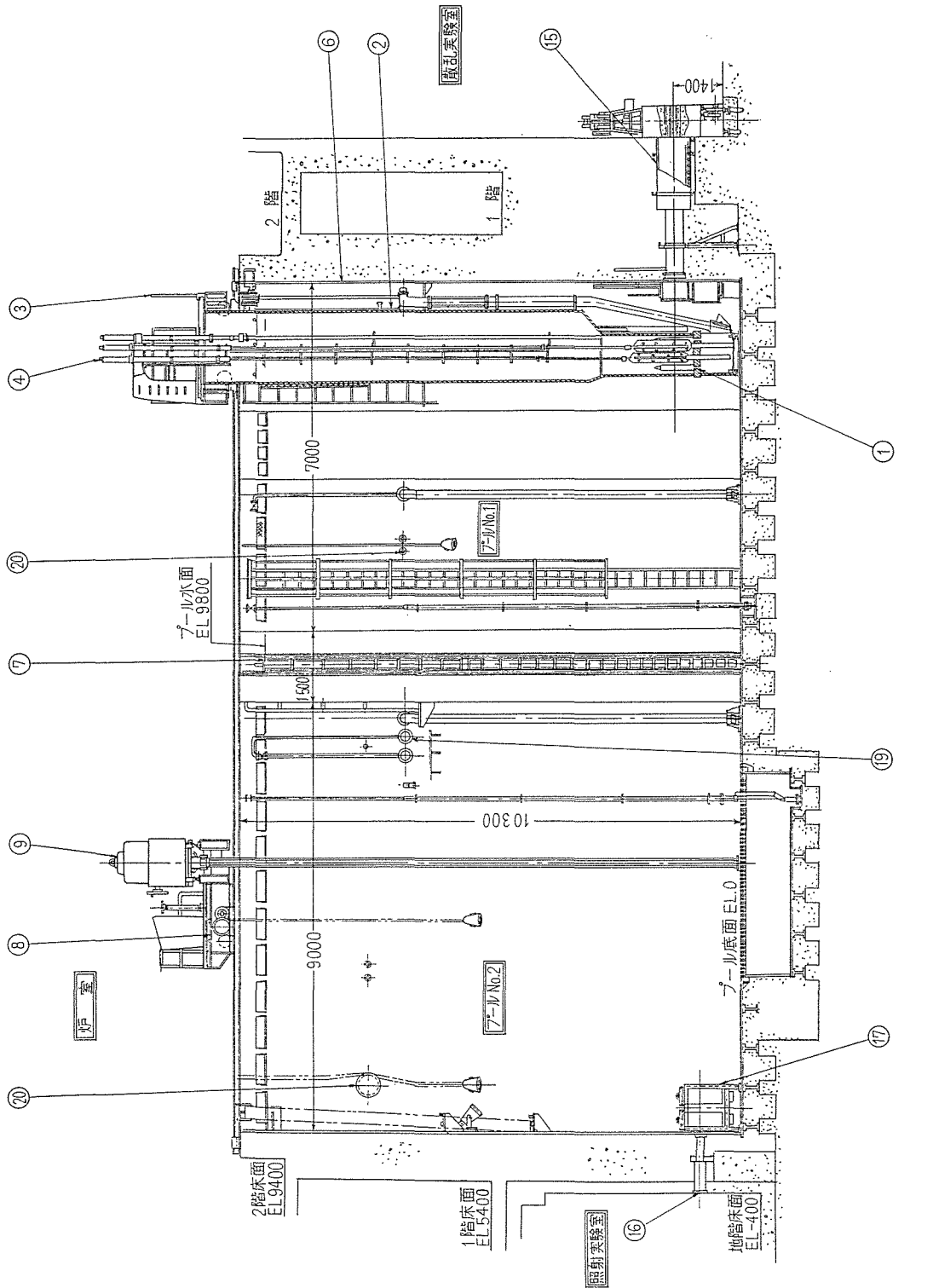
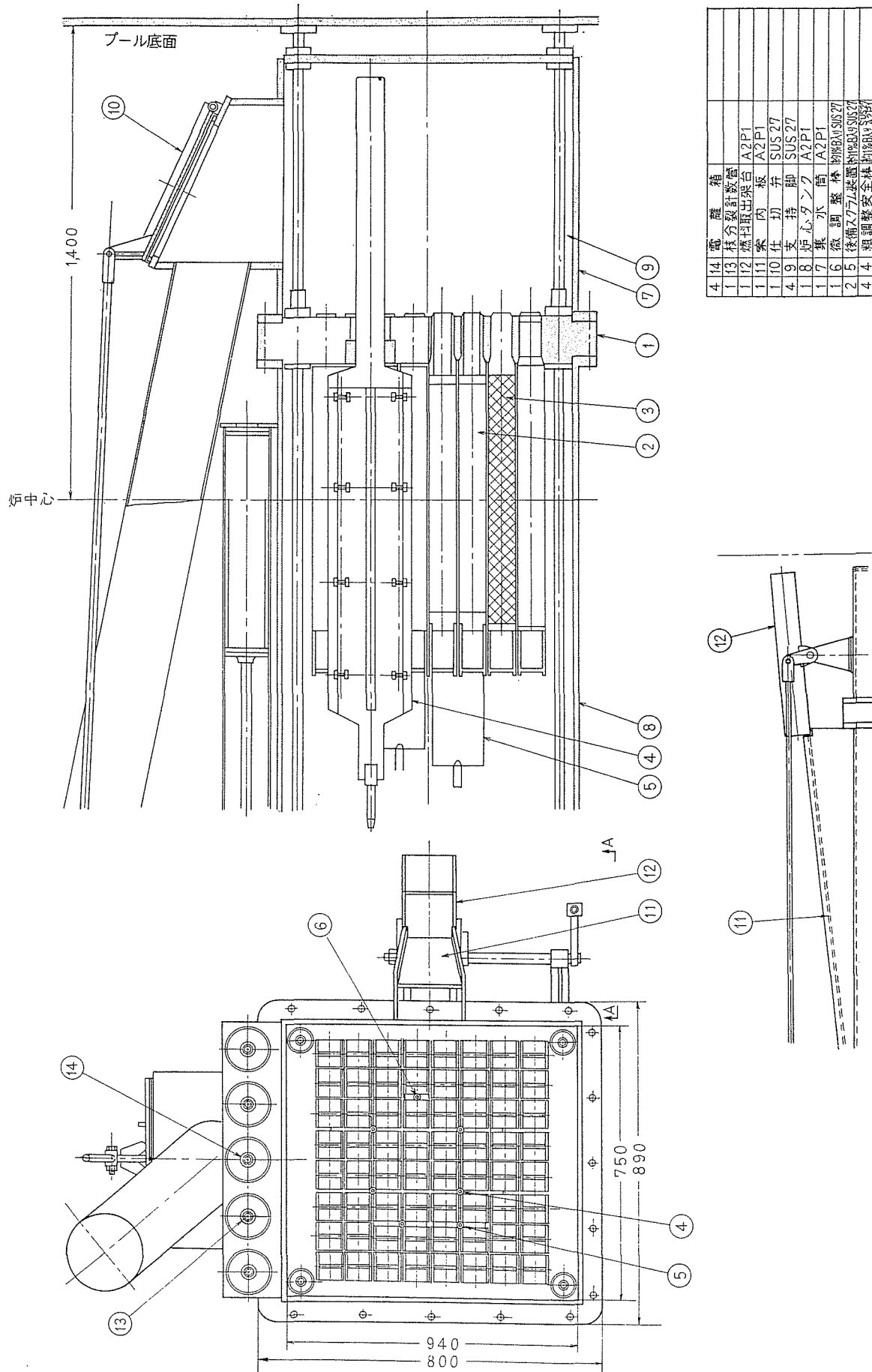


Fig. 9 原子炉設備 (2)



品名	数量	単位	材料	備考
電離機	4	台		
13 枝分岐計数管	1	本	A2P1	
12 燃料取出架台	1	台	A2P1	
11 案内板	1	枚	SUS27	
10 支柱	4	脚	SUS27	
9 炉心タンク	1	個	A2P1	
8 水筒	1	個	A2P1	
7 微調整機	2	台	物販A/SUS27	
6 後補入プラグ装置	4	台	物販A/SUS27	
5 粗調整安全機	4	台	物販A/SUS27	
4 反射体要素	1	個	AI03黒鉛	
3 燃料要素	1	個	AI03黒鉛	
2 燃料要素	1	個	AI03黒鉛	
1 格子	1	枚	AI03相当品	

A-A 視図 (1/20)

Fig. 10 炉 心 部

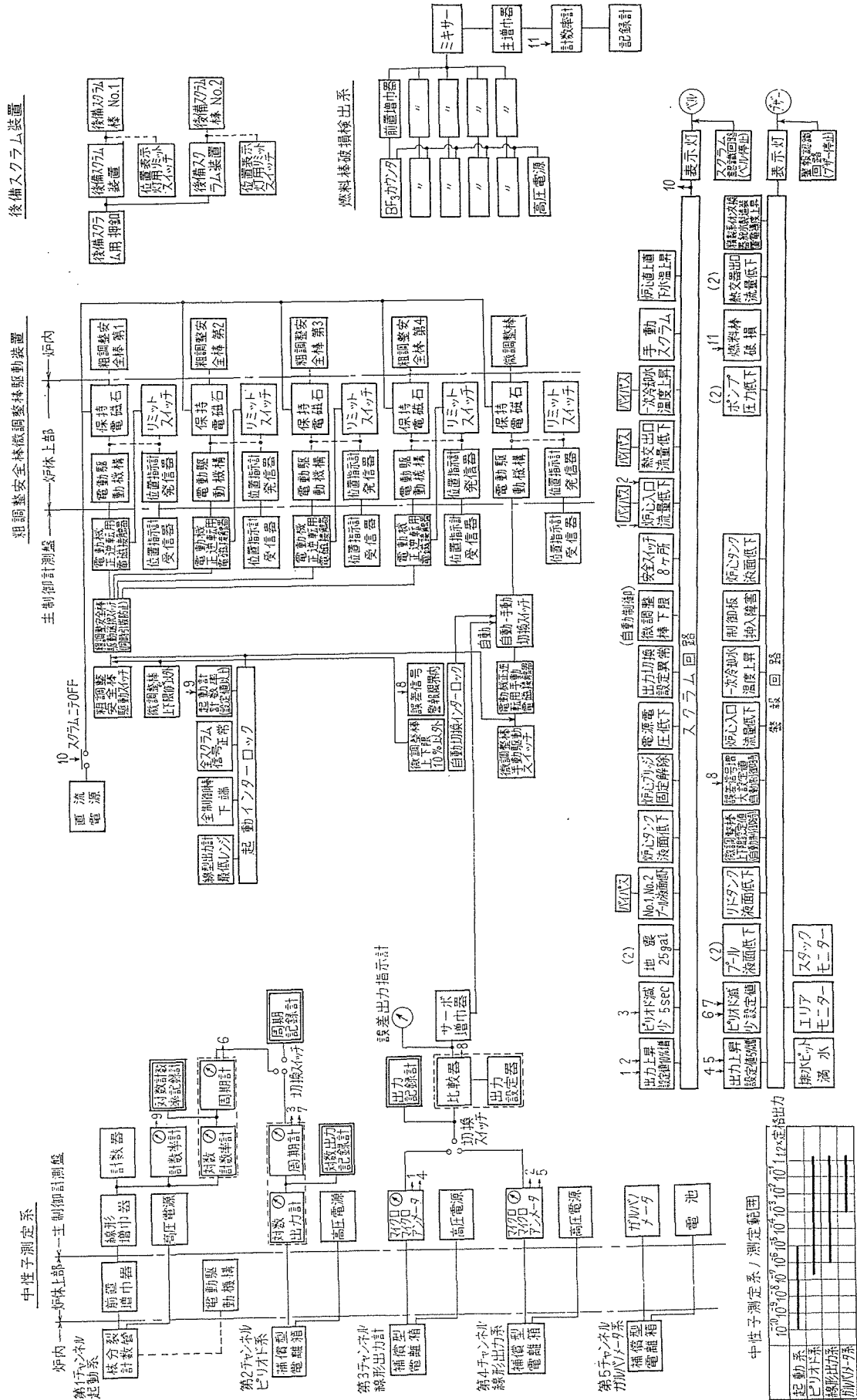


Fig. 11 計測制御系統図

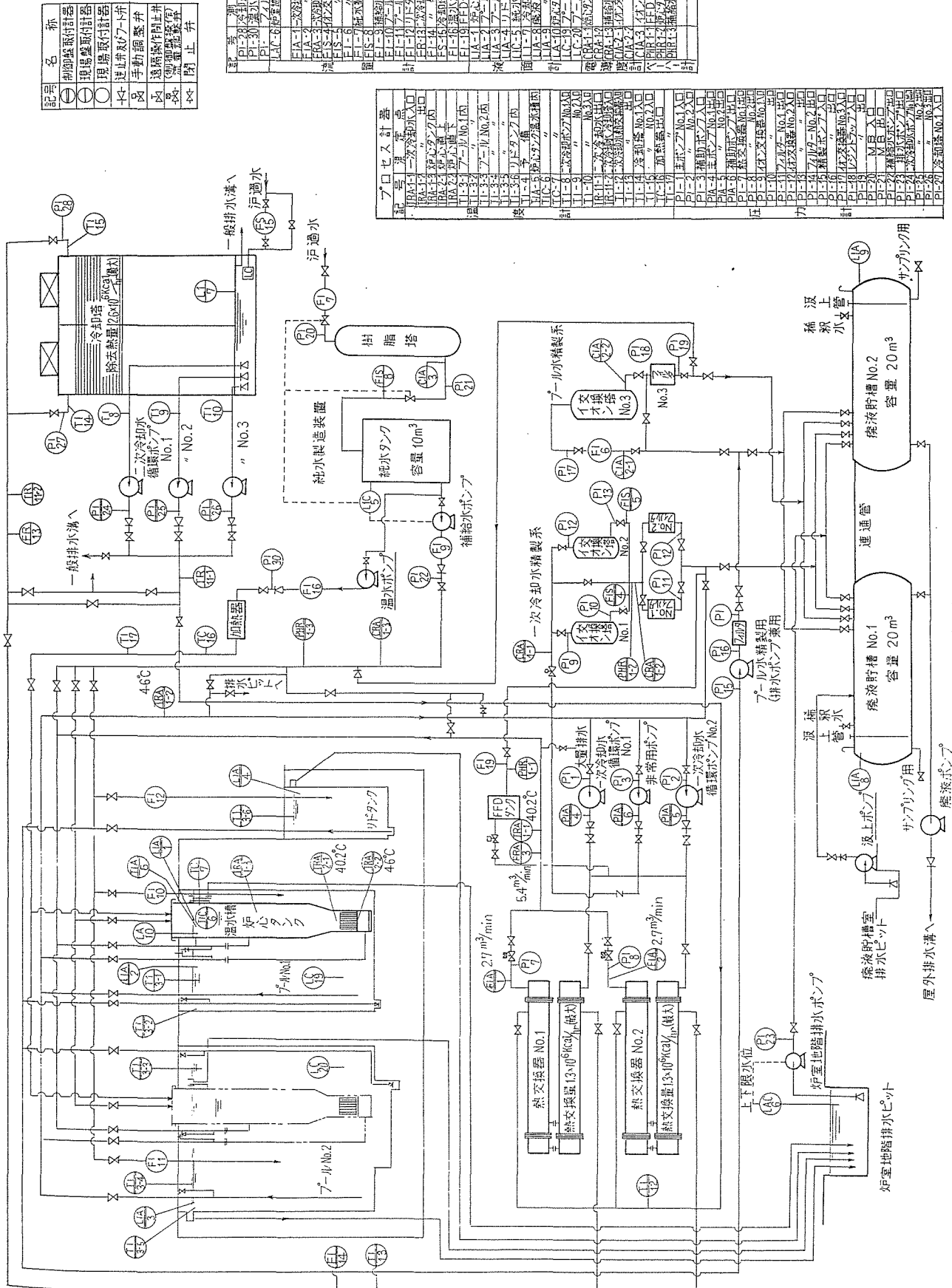
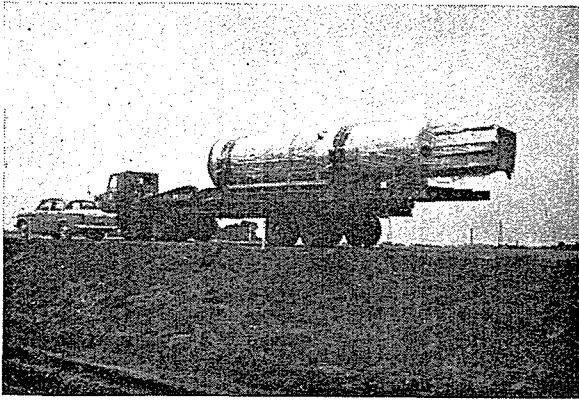


Fig. 12 冷却系系図

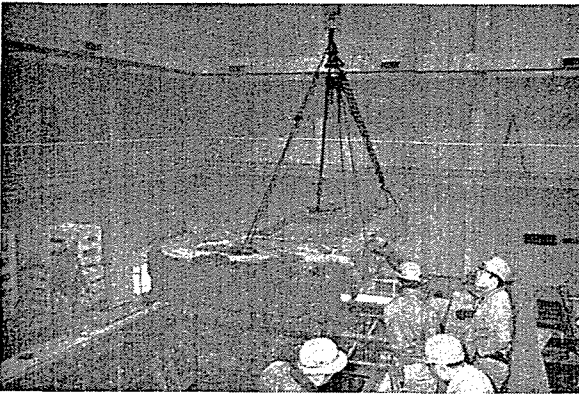
記号	名称
○	制御盤取付計器
⊙	現場取付計器
△	現場取付計器
□	手動調整弁
▽	遠隔操作開閉弁
◇	制御盤取付弁
✕	閉止弁

記号	機器名称
PI-1	一次冷却水入口
PI-2	一次冷却水出口
PI-3	二次冷却水入口
PI-4	二次冷却水出口
PI-5	純水供給ポンプ出口
PI-6	純水供給ポンプ入口
PI-7	純水タンク出口
PI-8	純水タンク入口
PI-9	熱交換器No.1入口
PI-10	熱交換器No.1出口
PI-11	熱交換器No.2入口
PI-12	熱交換器No.2出口
PI-13	熱交換器No.3入口
PI-14	熱交換器No.3出口
PI-15	熱交換器No.4入口
PI-16	熱交換器No.4出口
PI-17	熱交換器No.5入口
PI-18	熱交換器No.5出口
PI-19	熱交換器No.6入口
PI-20	熱交換器No.6出口
PI-21	熱交換器No.7入口
PI-22	熱交換器No.7出口
PI-23	熱交換器No.8入口
PI-24	熱交換器No.8出口
PI-25	熱交換器No.9入口
PI-26	熱交換器No.9出口
PI-27	熱交換器No.10入口
PI-28	熱交換器No.10出口
PI-29	熱交換器No.11入口
PI-30	熱交換器No.11出口
PI-31	熱交換器No.12入口
PI-32	熱交換器No.12出口
PI-33	熱交換器No.13入口
PI-34	熱交換器No.13出口
PI-35	熱交換器No.14入口
PI-36	熱交換器No.14出口
PI-37	熱交換器No.15入口
PI-38	熱交換器No.15出口
PI-39	熱交換器No.16入口
PI-40	熱交換器No.16出口
PI-41	熱交換器No.17入口
PI-42	熱交換器No.17出口
PI-43	熱交換器No.18入口
PI-44	熱交換器No.18出口
PI-45	熱交換器No.19入口
PI-46	熱交換器No.19出口
PI-47	熱交換器No.20入口
PI-48	熱交換器No.20出口
PI-49	熱交換器No.21入口
PI-50	熱交換器No.21出口
PI-51	熱交換器No.22入口
PI-52	熱交換器No.22出口
PI-53	熱交換器No.23入口
PI-54	熱交換器No.23出口
PI-55	熱交換器No.24入口
PI-56	熱交換器No.24出口
PI-57	熱交換器No.25入口
PI-58	熱交換器No.25出口
PI-59	熱交換器No.26入口
PI-60	熱交換器No.26出口
PI-61	熱交換器No.27入口
PI-62	熱交換器No.27出口
PI-63	熱交換器No.28入口
PI-64	熱交換器No.28出口
PI-65	熱交換器No.29入口
PI-66	熱交換器No.29出口
PI-67	熱交換器No.30入口
PI-68	熱交換器No.30出口
PI-69	熱交換器No.31入口
PI-70	熱交換器No.31出口
PI-71	熱交換器No.32入口
PI-72	熱交換器No.32出口
PI-73	熱交換器No.33入口
PI-74	熱交換器No.33出口
PI-75	熱交換器No.34入口
PI-76	熱交換器No.34出口
PI-77	熱交換器No.35入口
PI-78	熱交換器No.35出口
PI-79	熱交換器No.36入口
PI-80	熱交換器No.36出口
PI-81	熱交換器No.37入口
PI-82	熱交換器No.37出口
PI-83	熱交換器No.38入口
PI-84	熱交換器No.38出口
PI-85	熱交換器No.39入口
PI-86	熱交換器No.39出口
PI-87	熱交換器No.40入口
PI-88	熱交換器No.40出口
PI-89	熱交換器No.41入口
PI-90	熱交換器No.41出口
PI-91	熱交換器No.42入口
PI-92	熱交換器No.42出口
PI-93	熱交換器No.43入口
PI-94	熱交換器No.43出口
PI-95	熱交換器No.44入口
PI-96	熱交換器No.44出口
PI-97	熱交換器No.45入口
PI-98	熱交換器No.45出口
PI-99	熱交換器No.46入口
PI-100	熱交換器No.46出口

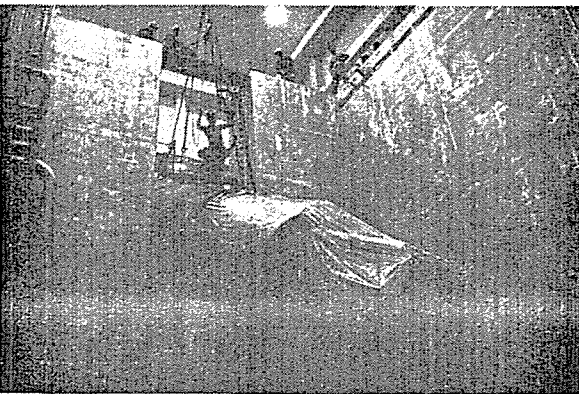
記号	機器名称
PI-1	一次冷却水入口
PI-2	一次冷却水出口
PI-3	二次冷却水入口
PI-4	二次冷却水出口
PI-5	純水供給ポンプ出口
PI-6	純水供給ポンプ入口
PI-7	純水タンク出口
PI-8	純水タンク入口
PI-9	熱交換器No.1入口
PI-10	熱交換器No.1出口
PI-11	熱交換器No.2入口
PI-12	熱交換器No.2出口
PI-13	熱交換器No.3入口
PI-14	熱交換器No.3出口
PI-15	熱交換器No.4入口
PI-16	熱交換器No.4出口
PI-17	熱交換器No.5入口
PI-18	熱交換器No.5出口
PI-19	熱交換器No.6入口
PI-20	熱交換器No.6出口
PI-21	熱交換器No.7入口
PI-22	熱交換器No.7出口
PI-23	熱交換器No.8入口
PI-24	熱交換器No.8出口
PI-25	熱交換器No.9入口
PI-26	熱交換器No.9出口
PI-27	熱交換器No.10入口
PI-28	熱交換器No.10出口
PI-29	熱交換器No.11入口
PI-30	熱交換器No.11出口
PI-31	熱交換器No.12入口
PI-32	熱交換器No.12出口
PI-33	熱交換器No.13入口
PI-34	熱交換器No.13出口
PI-35	熱交換器No.14入口
PI-36	熱交換器No.14出口
PI-37	熱交換器No.15入口
PI-38	熱交換器No.15出口
PI-39	熱交換器No.16入口
PI-40	熱交換器No.16出口
PI-41	熱交換器No.17入口
PI-42	熱交換器No.17出口
PI-43	熱交換器No.18入口
PI-44	熱交換器No.18出口
PI-45	熱交換器No.19入口
PI-46	熱交換器No.19出口
PI-47	熱交換器No.20入口
PI-48	熱交換器No.20出口
PI-49	熱交換器No.21入口
PI-50	熱交換器No.21出口
PI-51	熱交換器No.22入口
PI-52	熱交換器No.22出口
PI-53	熱交換器No.23入口
PI-54	熱交換器No.23出口
PI-55	熱交換器No.24入口
PI-56	熱交換器No.24出口
PI-57	熱交換器No.25入口
PI-58	熱交換器No.25出口
PI-59	熱交換器No.26入口
PI-60	熱交換器No.26出口
PI-61	熱交換器No.27入口
PI-62	熱交換器No.27出口
PI-63	熱交換器No.28入口
PI-64	熱交換器No.28出口
PI-65	熱交換器No.29入口
PI-66	熱交換器No.29出口
PI-67	熱交換器No.30入口
PI-68	熱交換器No.30出口
PI-69	熱交換器No.31入口
PI-70	熱交換器No.31出口
PI-71	熱交換器No.32入口
PI-72	熱交換器No.32出口
PI-73	熱交換器No.33入口
PI-74	熱交換器No.33出口
PI-75	熱交換器No.34入口
PI-76	熱交換器No.34出口
PI-77	熱交換器No.35入口
PI-78	熱交換器No.35出口
PI-79	熱交換器No.36入口
PI-80	熱交換器No.36出口
PI-81	熱交換器No.37入口
PI-82	熱交換器No.37出口
PI-83	熱交換器No.38入口
PI-84	熱交換器No.38出口
PI-85	熱交換器No.39入口
PI-86	熱交換器No.39出口
PI-87	熱交換器No.40入口
PI-88	熱交換器No.40出口
PI-89	熱交換器No.41入口
PI-90	熱交換器No.41出口
PI-91	熱交換器No.42入口
PI-92	熱交換器No.42出口
PI-93	熱交換器No.43入口
PI-94	熱交換器No.43出口
PI-95	熱交換器No.44入口
PI-96	熱交換器No.44出口
PI-97	熱交換器No.45入口
PI-98	熱交換器No.45出口
PI-99	熱交換器No.46入口
PI-100	熱交換器No.46出口



炉心タンク輸送状況



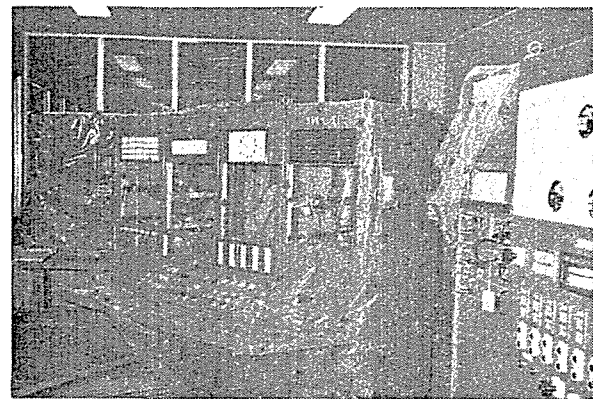
プールブリッジ吊り込み作業



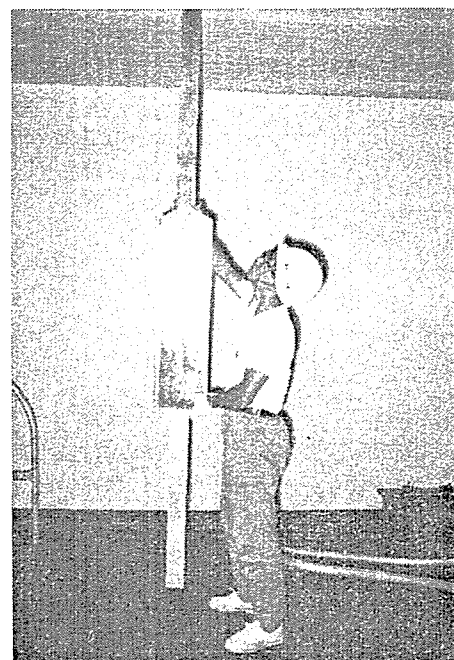
炉心タンクの吊り込み作業



組み立てられた炉下タンク下部



制御室に搬入された主制御盤



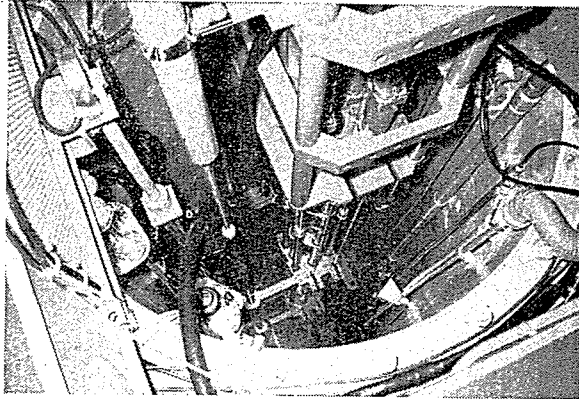
組調整安全板

なわれたので、プール底に対し相対的に 10m 余の高所作業となり作業者の安全に関しては特に考慮がはらわれた。

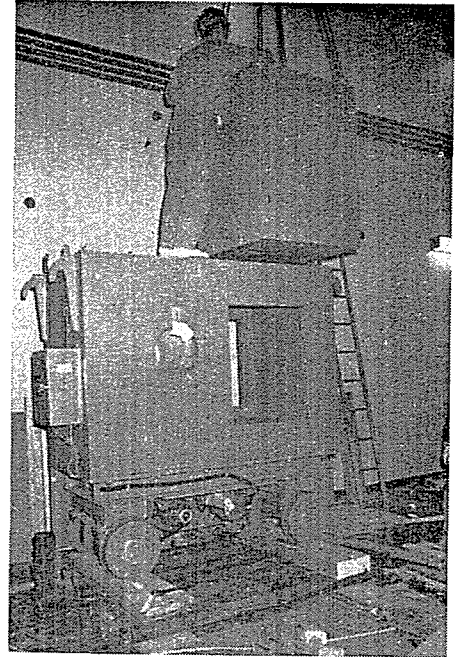
中性子計測制御系機器の据付調整に関しては、従来までの各炉の建設経験にかんがみ、設計当初より施工上問題の多い点としてとりあげ、動力用配線と計測用配線の完全分離、接地線シールド線の入念施工、配線材料の厳選等多くの意が用いられた。しかし、予算ならびに工期上の制約もあって必ずしも満足しうる状態には至らず、施工上のもっとも難点となった。

実験設備類に関しては、JRR-4 の使用の目的よりみて、各設備の相対的位置精度が特に高く要求されるの

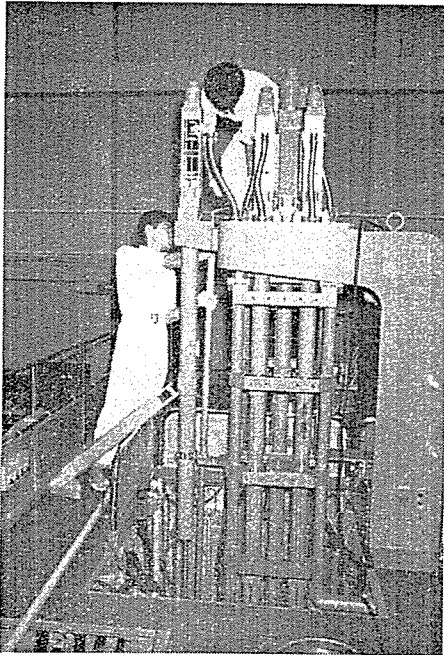




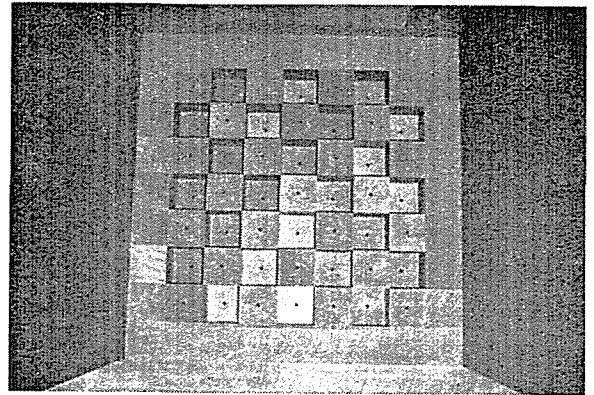
組立作業進行中の炉心タンク内部



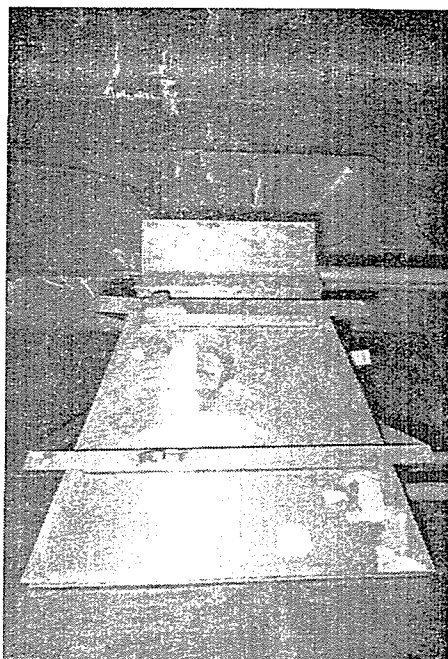
散乱実験孔遮蔽用ドアの組立て



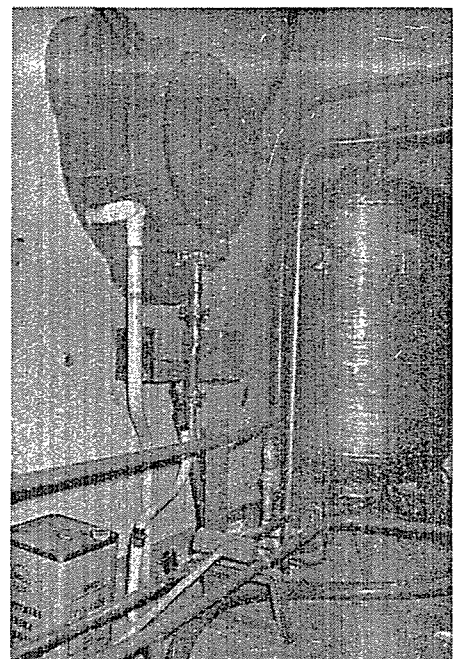
制御板駆動装置の組立て



サーマルコラム内に積まれたグラファイト



組立てを終わったプール内コラム



組立中の気送管通路変換器

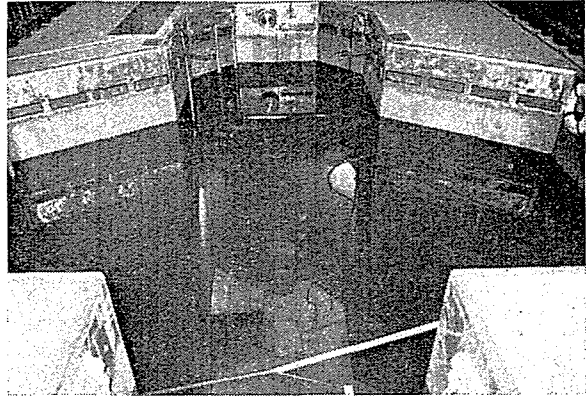
で、据付、芯出しには特に意をもちい、寸法精度、水平度、真直度を厳密に保持するよう留意した。

これらの工事期間を通じ、プールブリッジ据付調整中測定棒が落下し、若干の機器を損傷させたこと、リドタンクライニング仕上げ中タンク内で小火災が発生し、足場等の材木が焼失し、ライニングに若干の歪が生じたこと、プール水に原因不明の濁りが生じたこと等のトラブルが発生した。

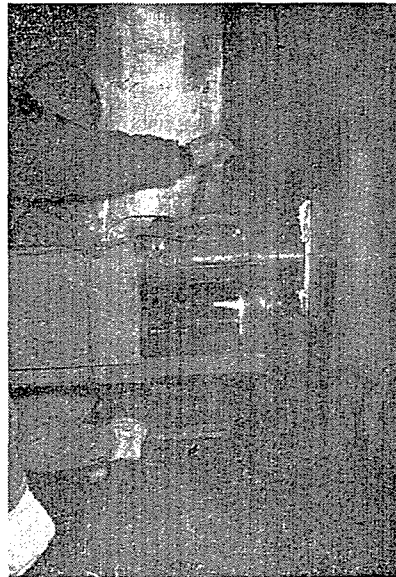
測定棒の落下による機器の損傷は、組み上った測定棒を上下させたところきしみ音を発するので、測定器台車を再分解した際、誤って測定棒駆動装置のストッパーまで分解したため測定棒が落下し、その結果、台車の若干の部品に損傷をあたえたものである。破損部品のうち回転台車用ベアリングが輸入品であったため、修復に時間がかかったが、メーカー側の協力により期限内に修復することができた。

リドタンク内での小火災の原因は、作業用火種の不始末と考えられ、リドタンクライニングが約  $1\text{m}^2$  にわたってふくれ上がり、変形を生じたが、熔接部コンクリート取付部等に異常が認められなかったため、ライニングをバーナーで加熱し、手押しジャッキ等で押し込んで修復を完了した。

1964年(昭和39年)8月プールにはじめて純水を満たしたところ、電気伝導度およびpHが正常であるのに透明度があがらず、全体に緑色がかかり、プール底部がよく見えないという事態が発生した。この混濁はプール水を何度も入れかえることで解決したが、正確な原因は不明である。



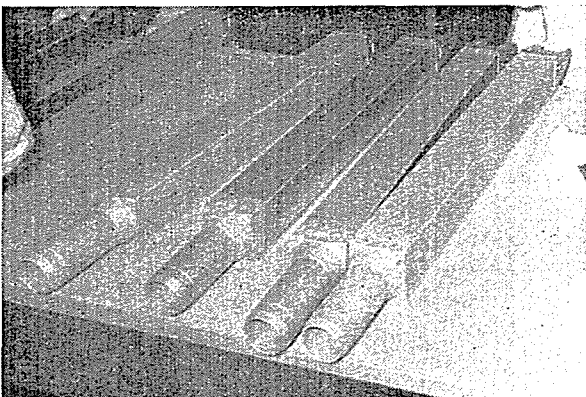
完成した No.1 プール



サーマルコラムライニング修復工事

## 5. 各種機能試験

1964年(昭和38年)5月頃より原子炉関係各系の部品が完成し始めるのにもない、各系ごとの機能試験の段階に入った。各種試験の一覧表を Table 8 に示す。作動試験の実施にあたって特に留意されたのは次の諸点



燃料要素

である。

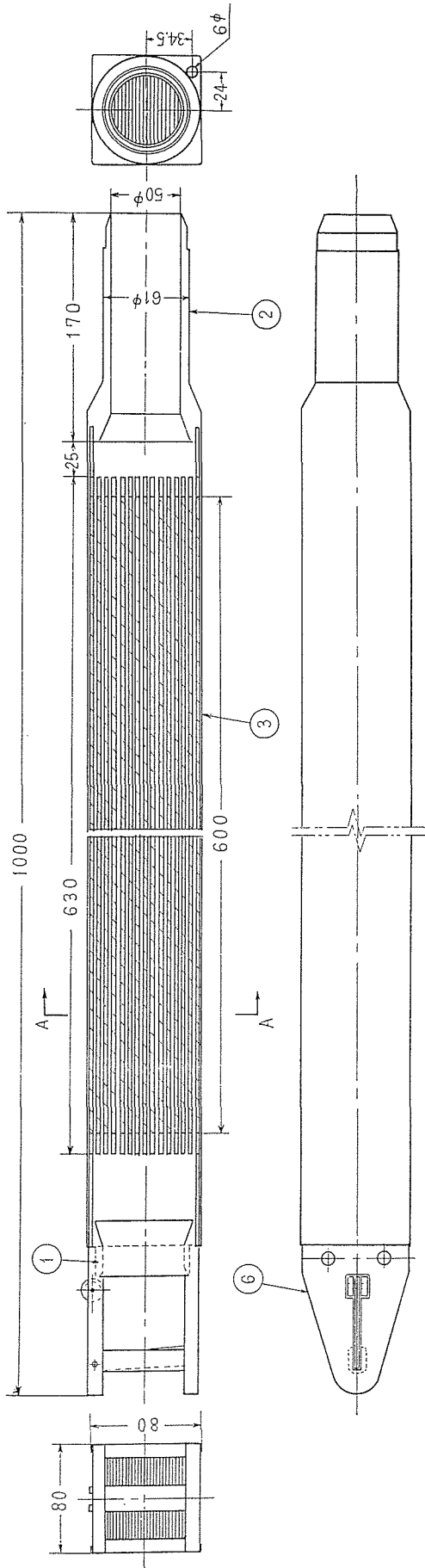
- (1) 炉心ブリッジ、炉心タンク 炉本体を構成する機器は炉の心臓部であり、炉の使用につれて高度に放射化されるのでその取りかえが容易ではない。したがって、可動部分については特に入念に動作試験をおこない故障の発生を防止する。また工事実施段階で指摘したように、実験設備類との相対的位置、寸法関係が厳密を要するので、据付精度、寸法については特に入念にチェックする。なお燃料要素については寸法外観検査、真直度テストならびに模擬格子板への挿入試験をおこなう。
- (2) 冷却系機器 JRR-4 は軽水炉であるため、JRR-2, 3 等の重水炉に比較すればそれほど洩れ試験の厳密さは必要としないが、恒常的に純水に浸される機器に水洩れがあると、腐蝕等による損傷の発生が考えられ、また地震等による機械的破損に対する強

Table 8 JRR-4 試験項目一覧表

記号	説明
○	材料試験成績表を提出するもの
⊙	工場試験を行なうもの
◎	現地試験を行なうもの

機 器 名	材 料 試 験	寸 法 試 験	圧 力 試 験			ヘリウム 試 験	溶 接 部 検 査			作 動
			水 張	水 圧	空 圧		カ ラ ー	X 線	機 械 度	
炉 心 部	反 射 体 要 素	○	⊙			⊙	⊙	⊙		
	特 殊 反 射 体 要 素	○	⊙			⊙	⊙	⊙		
	格 子 栓	○	⊙					⊙		
	ダ ミ ー 燃 料 要 素	○	⊙					⊙		
	格 子 板	○	⊙							
炉心ブリッジ	ブ リ ッ ジ		⊙							◎
	炉 心 支 持 棒	○	⊙				⊙	⊙	⊙	
	集 水 筒	○	⊙		⊙		⊙	⊙	⊙	
ライニング(プールおよびリドタンク)		○	◎	◎			◎ ⊙	○	○	
ゲ ー ト		○	⊙	◎			○			
制御駆動 御制動 棒御装 及棒置	制 御 棒	○	⊙							
	制 御 棒 駆 動 装 置		⊙							⊙ ◎
中 性 子 検 出 器 駆 動 機 構			⊙							⊙ ◎
原子炉附属設備	後 備 スク ラム 装 置	○	⊙							
	吸 収 体 駆 動 装 置		⊙							◎
	炉 心 要 素 取 扱 ト ン グ									◎
	使 用 済 燃 料 貯 蔵 棚	○	⊙							
一次冷却設備	一 次 冷 却 水 循 環 ポ ン プ	○			⊙ ◎	⊙ ◎				⊙ ◎
	熱 交 換 器	○			◎	◎		⊙		
	配 管	○			◎	◎		⊙ ◎	○	
	弁 類	○			◎	◎				
精製系統設備	精 製 系 イ オン 交 換 器	○			◎	◎		⊙		◎
	配 管	○			◎	◎		⊙ ◎		◎
	弁 類	○			◎	◎				◎
給水系統設備	純 水 製 造 設 備				◎					◎
	給 水 ポ ン プ				◎					◎
	純 水 貯 槽			◎						
	補 給 水 ポ ン プ				◎					◎
	配 管				◎			⊙ ◎		
	弁 類				◎					◎

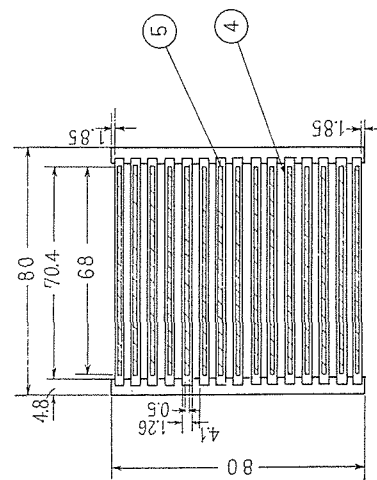




頂番	継ぎ手	側板	外燃料板	燃料板	吊り手	頂番
1	1	2	2	13	1	A2P1 SUS 27
2	1	2	2	13	1	U-Al相当
3	1	2	2	13	1	U-Al相当
4	1	2	2	13	1	U-Al相当
5	1	2	2	13	1	U-Al相当
6	1	2	2	13	1	U-Al相当

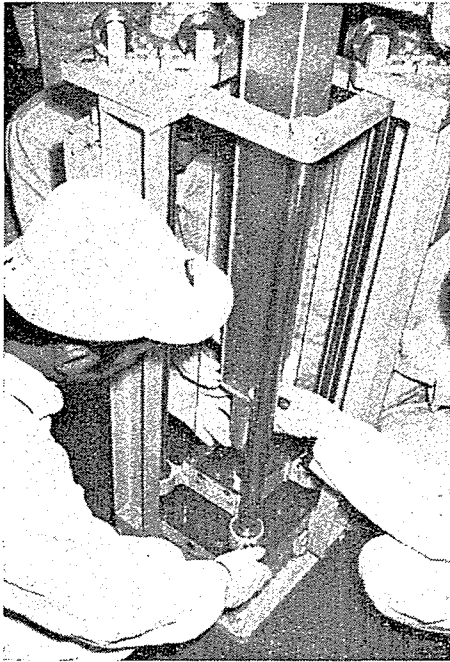
仕様

濃縮度	89.866%
<sup>235</sup> U量 (要蒸当り)	165.60gr
U含有量(重量パーセント)	19.41%



A-A断面図

Fig. 13 燃料要素



燃料要素真直度テスト

度を保証するため、各溶接部に関し染色試験，X線試験をおこない、洩れが特に問題となる個所については He リーク試験をおこなう。

- (3) 中性子計測制御系 各単体のテスト，特に系全体としての動作状況，ノイズ対策。
- (4) 実験設備 実験設備に関してはさきに建設の項でのべたような各設備の位置精度の検査。

上記各試験の成績は、それに先立つ各単体の工場検査に関する書類とあわせて、JRR-4 建設課より JRR-4 管理課にひきつがれ同課に保管されている。

## 6. あとがき

上記全工程を総括して基礎調査，概念設計に要した期間が1年，見積り，入札，契約，安全審査等ほぼ1年半，建屋関係工事1年10ヵ月，原子炉関係工事2年であった。

スイミングプール型原子炉はわが国内外においてすでに相当数建設され、各種の技術的問題点についても情報が比較的豊かであり、また、わが国の原子力関係メーカー、建設関係業者がすでに JRR-1, 2, 3, JPDR 等の原子炉の建設を通じ、相当程度の経験を経ているとはいうものの、JRR-4 の建設の各段階においては、困難な情勢に直面したり、予期しない現象にぶつかることも度々あった。しかし、本場建設室長以下関係者一同の協力により、事態を一つずつ解決し乗り越えて、全体計画に

大きな変更を加えることなく、ほぼ予定した期間内に全作業を完了できたことに関係者一同大きな喜びとほこりを感じている。

本稿執筆中、当所理事として在任中 JRR-4 の建設計画を指導された杉本朝雄氏の訃報に接した。元気で活躍しておられた時をしのびつつ謹んで哀悼の意を表す。

また JRR-4 の建設に終始たずさわり、臨界を前にして負傷され、今日なお病床にある外来研究員御手洗岩男氏の回復の一日も早からんことを祈り筆をおく。

本レポートの執筆に関し、JRR-4 管理課長日高丘平氏より有益な指導、助言をいただいた。また各種資料、写真の作成、整理につき JRR-4 管理課大川真一君の協力を得た。深く感謝する。

### 参 考 文 献

- 1) JRR-4 の概要，JAERI-memo 1354
- 2) JRR-4 実験設備の利用手引き，JAERI 6016
- 3) 日本原子力船研究協会「船用遮蔽研究用スイミングプール形原子炉設置規模に関する調査報告」原船協-16 (1960)
- 4) 日本原子力船研究協会「船用遮蔽研究用スイミングプール形原子炉の実験方法および実験装置についての調査研究」原船協-27 (1962)
- 4) JRR-4 の特性試験 (4) (JRR-4 の高出力運転試験-1.000 kW)，JAERI-memo 2394
- 5) JRR-4 の特性試験 (5) (JRR-4 の高出力運転試験-2.5 MW)，JAERI-memo 2395
- 6) JRR-4 の特性試験 (6) (JRR-4 の Xe<sup>135</sup> の蓄積)，JAERI-memo 2396
- 7) JRR-4 の特性試験 (7) (JRR-4 気送管の高速中性子束)，JAERI-memo 2397
- 8) JRR-4 リドタンク設備特性試験報告書，JAERI-memo 2605
- 9) JRR-4 の放射線管理，JAERI-memo 2349

### 関 連 資 料

- 1) JRR-4 の臨界試験ならびに特性試験の概要，JAERI 1139
- 2) JRR-4 の特性試験 (1) (JRR-4 の制御板較正)，JAERI-memo 2393
- 3) JRR-4 の特性試験 (2) (JRR-4 の質量係数，ボイド係数，温度係数の測定)，JAERI-memo 2420

### 付 録

日本原子力船研究協会「船用遮蔽研究用スイミングプール形原子炉設置規模に関する調査報告」抜萃

## 付録 日本原子力船研究協会「船用遮蔽研究用スイミングプール型原子炉設置規模に関する調査報告」(1960) 抜萃

### スイミングプール型原子炉の設置規模概要

#### 一般配置の構想

前節において述べた“研究項目と実験規模の内容”を考慮して、添付図に示すような遮蔽研究用スイミングプール型原子炉の一般配置構想を得た。(本図は計画図または設計図でない。)

本研究炉の実験設備上の特異点はバルクテストプールのほかに、Dry Shielding Test Facility および Lid Tank Shielding Facility を具備せしめたことである。プール自体については、2プール区画制と3プール区画制が検討されたが、下記の諸点において、3プール区画制が実験施行上、flexibilityがあつて好ましいとされ、これについて極力建設コストを下げることを目的としてcompactな配置を考慮した。

#### 3プール区画の利点

1. コアプール(炉心固定部)における実験と、バルクプールにおける実験とを独立して準備することが可能で、相互の実験に影響をおよぼさない。
2. コアプール(炉心固定部)の大きさを可能な限り小さくしうることにより、コアプールの周辺に実験孔、サーマルコラム、エヤボックス、ラビットチューブ等を有効に集めることが可能で、炉の遮蔽体貫通部の設置固定が容易かつ確実である。
3. コアプールにおいて高出力運転が可能で、その放射線源面を最大限に利用でき、物理実験用実験孔を付加しうる。
4. 高出力時の冷却、除染機能を容易とする。
5. 散乱実験や、プールによる実験操作は炉の反応度、中性子束の変化をきたす要因がないので、安全度が高い。
6. 使用済燃料によるガンマ線照射実験、その他船用炉開発のための小規模な工学実験など多面的な利用面を兼備しうる。

#### 設備構想の主要目および付帯設備

原子炉型式	スイミングプール型原子炉
出力熱	1 MW (最高3 MW)
炉心	MTP 型
燃料	20% U <sup>235</sup> or 90% U <sup>235</sup>
減速材	H <sub>2</sub> O (demineralized)
冷却材	H <sub>2</sub> O (減速材兼)
	200 kW 以下 自然循環
	200 kW 以上 強制循環
遮蔽	H <sub>2</sub> O 重コンクリートおよび普通コンクリート

中性子束 ~10<sup>13</sup> n/cm<sup>2</sup>·sec

#### 原子炉付属実験設備

コアプール (炉心固定部)  
 No. 1 バルクテストプール 8 m × 10 m × 10 m(d)  
 No. 2 バルクテストプール 8 m × 5 m × 10 m(d)  
 (ストレージ兼用)

Lid Tank 4 m × 4 m × 6 m(d)  
 Dry Shielding Test Facility 16 m × 16 m × 13 m(d)

実験孔 6'φ × 3本  
 ラビットチューブ 1½'φ × 1本  
 移動ブリッジ Core 用 × 1  
 測定用 × 2  
 Lid Tank 用 × 1

ゲイト アルミ製 × 2

クレーン 30 t × 1  
 5 t × 1

#### 原子炉付属室

炉室 20 m × 38 m × 16.5 m(h)  
 散乱実験室 (内寸法) 16 m × 16 m × 13 m(h)  
 測定室 8.5 m × 7 m  
 機械室および電気設備室 20 m × 20 m

その他に換気設備、試料貯蔵室、液体廃棄物貯蔵槽、キャスク置場を考慮する。

#### 研究棟および事務棟

運転室 (原子炉および炉室内作業を常時把握できる位置に設置)

放射線管理室 1  
 ロッカールーム 2  
 シャワールーム 1  
 更衣室 1  
 実験室 2  
 " 3  
 工作室 1  
 暗室 1  
 事務室 1  
 会議室 1  
 資料室 1  
 運転員控室 1  
 換気室 1  
 便所 1  
 機械室 1  
 倉庫 1

添付図は実験研究施行の立場から、原子炉室を中心に

付帯実験設備を考察したもので、研究棟、および事務棟ならびに原子炉に関連する冷却系、純化系、廃液処理系などの考察は省略した。

次節に主要設備について説明を加える。

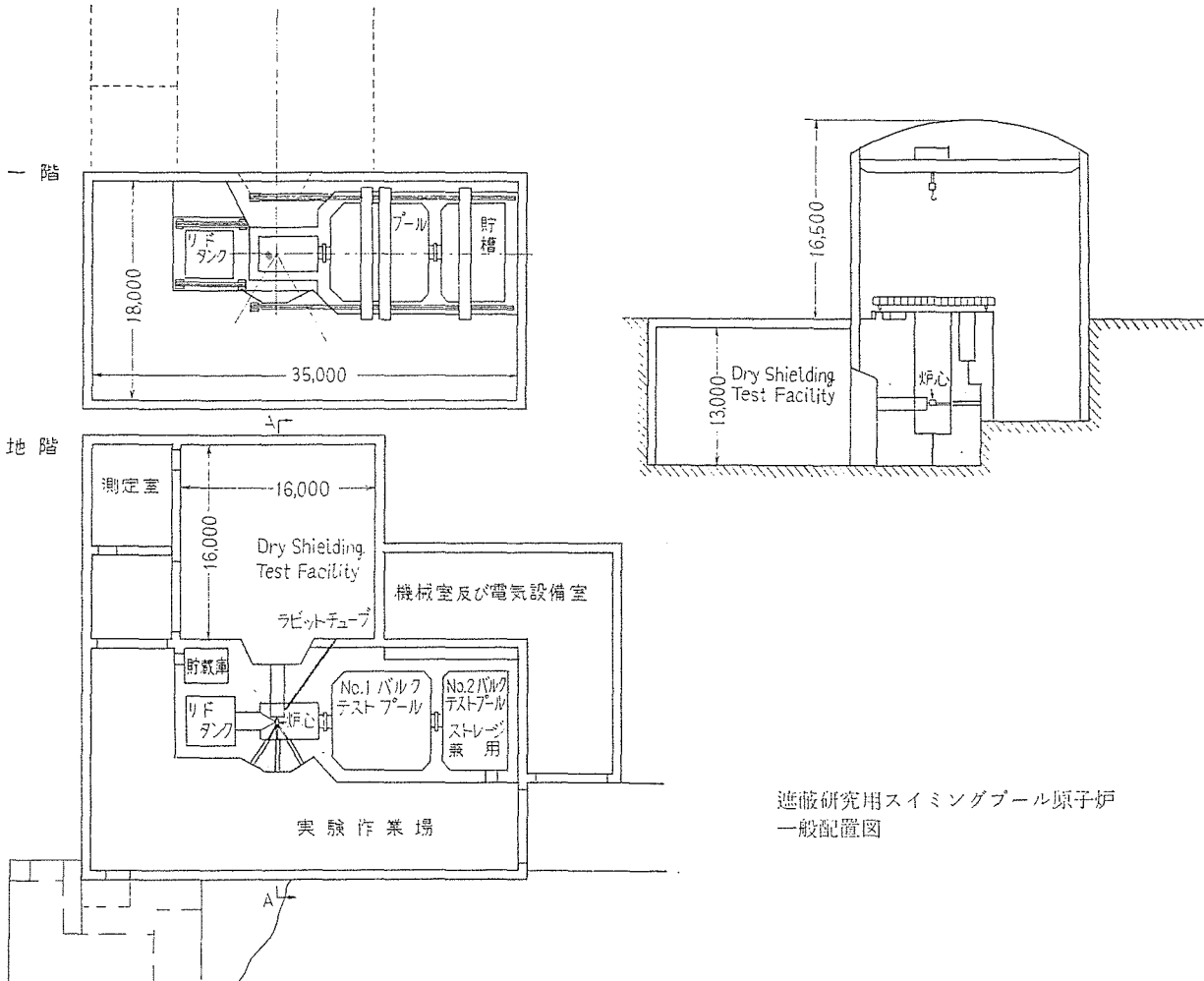
主要設備の説明

1. バルクプール

- (1) 水中につした炉心を線源とする直接の放射線を用いて、遮蔽体および水中の放射線の実験が可能であること、実験物体周囲が水で十分囲まれているので、実験中にプールの上方からのぞきながら測定しうることが他に換えられない特徴である。
- (2) 実験に用いる遮蔽体が大規模であるのでクレーンにより組立、配置換えなどをおこなうこととなり、さらに実験を途中で一時休止して、測定器類の交換をおこなったりする場合を考慮すると、その準備、後始末に相当期日を要することが見込まれるので、バルクテストプールは2個設けるべきで、この2個の中1個は燃料貯蔵プールをかねてもよい。
- (3) 各々のバルクテストプールは中央に近いところで、MW に達しうるように、1次冷却水循環系が

考慮されねばならないと同時に、炉心はプールを縦断移動させた位置で少なくとも 100 kW の低出力運転が可能であることを要する。

- (4) 船用遮蔽体は、厚さの合計が 2 m を越えて設計されることはないと考え、プールの実験に使用できる面積は、最低 7 m × 8 m は必要であるが、得られる資料を拡張するために、さらに厚い遮蔽体の試験もおこなう場合を考えて、8 m × 10 m あることが望ましい。
- (5) プール深さは、実験中に上方からのぞきうるに十分安全な遮蔽能力をもつ水深とすると、出力 1 MW で炉心表面から 7 m 必要である。炉心下方の水深は、循環水系の取付具の存在するスペース、あるいは最大出力時に、床面コンクリートに熱影響をおよぼさないだけのスペースの何れかで決まる。各国設計例から見て炉心下面から床面まで 150 cm 見ること十分と思われる。以上からプールの深さは、炉心高さ正味約 50 cm を加え、水面と床の間で、出力の余裕を見込んで、10 m は必要である。
- (6) 遮蔽体の実験では、床からの散乱線を嫌う場合も考えられるので、深く掘り下げた試験体の置場所を



遮蔽研究用スイミングプール原子炉一般配置図



考え、常時は重コンクリートブロックで埋める構造が望ましい。この掘下げる深さは 1.5 m で十分である。

- (7) 壁の厚さは、高出力定位置で 3 MW、縦軸上任意の位置で 100 kW 出力に対し、壁外面で 0.3 mr/hr 以下となるよう定める。

## 2. リドタンク

- (1) 炉心から出る中性子を減速して得られる熱中性子を、コンバーターに照射して生ずる核分裂放射線を用いて実験する装置で、コンバーターが線源となる。この装置の特徴は

- (イ) 放射線が、原子炉炉心で発生するものと同じ組成をもつ。  
 (ロ) 線源の形を円板となしうるので、測定結果の数学的取扱いが容易である。

などであり、線源としては、出力の高いことは望み得ないので、実効除去断面積などの基礎資料を求める実験に適している。

- (2) 出力は 10 W 前後が見込まれる。最も効率よく変換し得て 30 W の出力が得られるものとする。  
 (3) 実験はコンバーターを包む水中でおこなわれるので、タンクと称する小プールを有する。遮蔽体として 2 m 厚さの試料を入れ、測定するために、測定器移動スペースを見込んで、4 m×4 m 必要である。深さはコンバーター上端から、4.5 m で 30 W 出力で十分の遮蔽能力がある。これにコンバーター直径、試料下端までの長さを考慮して 6 m とする。

## 3. Dry Shielding Test Facility (DSTF)

- (1) 空気中で遮蔽体による放射線の透過散乱を実験する室で、実用規模の厚さの遮蔽体について実験することができる。炉心周辺に存在すべき却冷水の厚さを残した残余の水の層を排除する空気タンクを沈めて、炉心からの放射線をプールサイドの孔より引出して線源とする。名称は仮に Dry Shielding Test Facility と名付けたが、いまだかつてこのような装置をもつ原子炉施設がなかったので、第 1 の要求者の実験目的からかく名付けた。本施設においては、いままでに水中でしかおこないえなかった高放射線レベルの各種の吸収散乱の実験を一步すすめて、空気中で（水の吸収を考えず）おこないうることに意義がある。当然、実験中はこの室内に人の立入りはできない。  
 (2) プールサイドの取出口は、炉心直径に相当する円形孔とし、これに直径 15 cm の孔を持つプラグを付し、さらにこの直径 15 cm の孔には直径 2~5 cm 程度の孔を持つプラグを挿入して、細い放射線束を取り出しうるものとする。直径 15 cm のプラグはその中心孔径を 2~5 cm の範囲に変えた数種類を備える。  
 (3) 線束取出口には、プールサイドコンクリート部分

およびプラグ外側に速中性子、熱中性子、ガンマ線吸収物質からなるフィルター物質を装置して、そのスペクトル成分を変更しうるよう、二重のフィルター装置を備えるものとする。

- (4) 空気性タンクには部分的に水を入れるように、区画および注排水が可能であることが望ましい。

運転停止直後あるいは、空気柱タンクに十分の水が入ったのちには、この部屋に立ち入ることができるようにするため、厚さ 60 cm の鉛を含むシャッター（約 2 ton）をコンクリート壁内に備える。

- (5) 放射線をこの室に導入するときは、何人も立ち入ることができない。したがって、多数点の測定に計器を移動（円弧運動、直線運動）させうる精密なレール、および台車を付属せしめる。

- (6) この実験室内に試料移動のための天井走行クレーンを付する。容量は 5 ton を見ればよい。

- (7) この室の大きさは、この室で取り扱う試験材料の厚さを 2 m、これに測定器の距離および移動する懐を考慮して、両側におのおの 2 m、さらに室壁からの散乱が測定器におよぼす影響を少なくするために、その背後にその 2.5 倍の 5 m を加えて、直径 18 m 以上、あるいは方形に 16 m×16 m 程度が望ましい。上下方向は、これよりして取入口を中心に上下 5 m は必要である。

- (8) 床は散乱線を防ぐために、5 m 下げたが、フィルター装置、測定器取り扱いのために、周囲 2 m 幅は取入口中心より約 1.4 m 下に固定床とし、残余は鉄柱上に鉄格子床とする。その耐荷重は 5 ton/m<sup>2</sup> でよい。

- (9) 本室にラビッチューブを導き、半減期、アクチベートの程度に左右されずに、ラジオアイソトープをガンマ線源として利用しうるものとする。

## 4. コアプール（定量プール）

ラビッチューブ、実験孔などの数本のチューブが炉心に近く固定された位置で大出力運転できるプールである。実験孔を短くするために、プールの幅は可能なかぎり狭くする。

配置、および実験孔の数如何によっては、バルクテストプールと兼用して設計が可能であるが、熱除却方法として強制循環冷却を考慮する必要がある。

## 6. 燃料貯蔵用プール

使用済燃料冷却期間貯蔵プールで、特別に設ける型もあるが、バルクテストプールをさらにひろげて、その一隅にピットを設けて兼用することも可能であるが、第 2 バルクテストプールと兼用させることが妥当であろう。

## 5. 実験孔

広い flux の照射面積実験を必要としないガンマ線の照射実験が可能である。ガンマ線の再生係数の測定、中性子捕獲ガンマ線の測定、その他の基礎的な炉物理実験をおこなうものである。