

記憶に残る工事 5. 昭和45年1月号(第239号)

福島原子力発電所建設の工事概要

伏 谷 潔*

1. はじめに

福島原子力発電所の建設工事は、昭和41年秋準備工事に着手して以来現在まで順調に進展し、1号機についてはすでに90%と工事の終盤を迎え、45年5月には燃料装荷の予定であり、2号機についても諸般の準備を整え、44年1月から本格工事にとりかかり、約45%の進捗をみている。3号機については現在設置許可の申請中で、許可が得られれば45年1月から着工される。これらの主要工程を図-1に、主要諸元を表-1に示す。

2. 福島原子力発電所の配置

本発電所の本館は、太平洋に面した標高32mの台地を標高10mまで掘削、整地し、この敷地に設置するもので、太平洋岸に並行してタービン建家を、その山側に原子炉建家、主変圧器、および廃棄物処理建家を配置した。これら発電所主要建物のうち原子炉建家は標高-4mの泥岩層に直接支持され、その他のものは泥岩層上に打設された人工岩盤に支持されて耐震設計上の要請を満足させている。さらに事務所本館はタービン建家の北側

表-1 福島原子力発電所計画諸元

	1号機	2, 3号機
正味電気出力	440 MWe	760 MWe
熱出力	1,380 MWt	2,381 MWt
原子炉圧力	70.7 kg/cm ²	70.7 kg/cm ²
圧力容器内径	4,775 mm	5,570 mm
“全高	18,060 mm	22,000 mm
“重量	440 t	500 t
再循環ループ数	2	2
原子炉出力密度	40.6 kW/l	51.2 kW/l
燃料集合体本数	400	548
制御棒本数	97	137
蒸気タービン形式	TC4F35	TC6F35
“出力	460 MW	784 MW
“回転数	1,500 rpm	1,500 rpm
発電機容量	525,000 kVA	911,000 kVA
格納容器設計圧力	4.35 kg/cm ²	4.35 kg/cm ²
“温度	138°C	138°C
ドライウェル直径×高さ	32m×17.7m	33m×19.8m

に、超高圧開閉所は発電所本館の西側台地に配置した。

発電所敷地前面海域には港湾、取水設備を築造し、外洋の波浪を防いで蒸気タービン復水器の冷却水取入を行なうとともに、3,000トン級の資材搬送用船舶が出入港できるようにした。復水器の冷却水は港湾内の開水路か

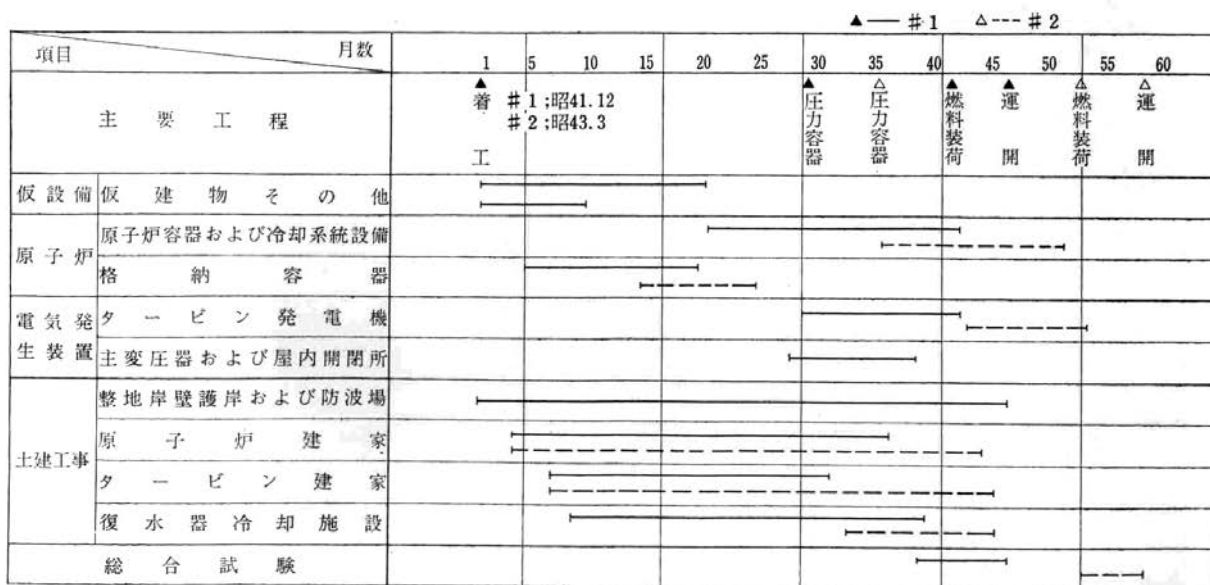


図-1 計画工期

* 東京電力(株)原子力部電気機械課長

ら取水し、南防波堤に接して設置された放水口から外洋に放出することとした。建設中の重量物搬入および使用済燃料の船積み等には港湾内の北側にある物揚場を使用する（図-2 参照）。

3. 敷地造成工事

発電所予定地は標高約 32 m の平坦な台地であり、海岸側は崖を形成して太平洋に面している。1号機の敷地として必要な面積は 170×200 m であり、敷地の施工基面は原子炉基礎、タービン復水器、台風、津波および土工費等を検討した結果 OP 10 m とした。1号機敷地および進入路の掘削総量は $1,200,000 \text{ m}^3$ であり、この掘削土は約 800 m 離れた土捨て場へ運搬した。地質はシルト岩および砂岩と、それを不整合におおう段丘堆積層から構成され、段丘堆積層の大部分は粘土混じり砂れきが占めており、その間に火山灰質粗砂が夾在している。

土工はこの段丘堆積層に対して行なわれたが、掘削工法については地表から 7.5 m 下がった面までをスクレーパ工法で施工し、それより下層部分の約 15 m にはショベルダンプ工法を採用した。スクレーパ工法の場合、掘削機械はモータスクレーパ 7 台、キャリオールスクレーパ 3 台を主軸に編成し、ショベルダンプ工法の場合はショベル 7 台、ブルドーザ 11 台を使用した。工期は 8 カ月で全土工を終了し、現在 2, 3 号機用敷地造成として $600,000 \text{ m}^3$ の掘削も終わっている。

4. 港湾工事

復水器冷却水として 1号機 $25 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、2号機 $45 \text{ m}^3/\text{sec}$ の海水取水が必要であり、将来の増設を考慮すると $180 \text{ m}^3/\text{sec}$ の取水を可能としなければならない。一方、

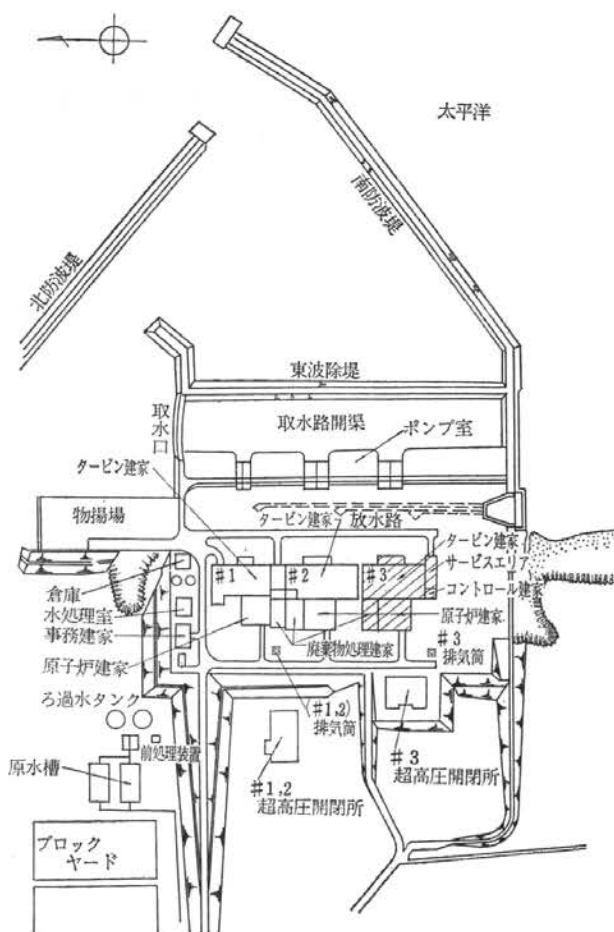
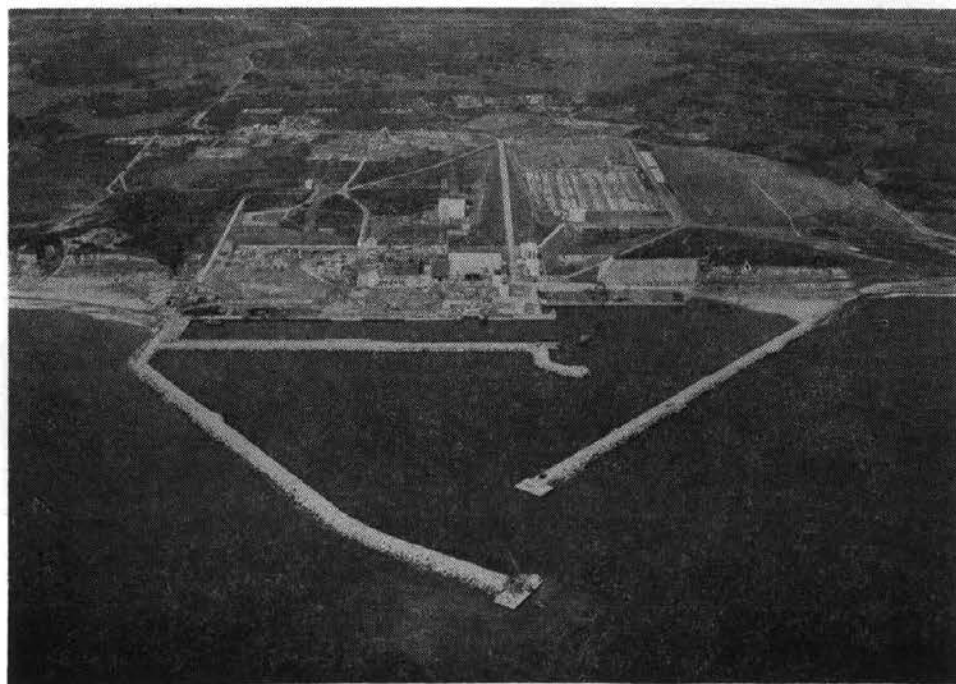


図-2 福島発電所構内配置図

発電所建設には原子炉圧力容器（1号炉 440 t）、変圧器等重量物の搬入が必要である。これらについて種々検討の結果、発電所前面に港湾を設け、3,000 トン級の船舶のけい船設備を設けるとともに、前面海域を一部埋立てて湾内より取水し、放水は南防波堤より外海に放流す



← 写真-1
福島原子力発電所全景

ることとした。

海底地形はこう配約 1/80 で水深 3 m 付近でバーが発生している。海底は基層である泥岩の上に深い所で 2~3 m の砂層が堆積しているが、水深が深くなるにつれて薄くなっている。波浪はこの地点の東方海上を通過する台風、低気圧によるものが大きく、調査期間中に有義波高 6.5 m の波浪が観測された。既往最高潮位は近くの小名浜港においてチリ地震津波の OP+3.122 m である。

防波堤は図-2 に示すように南北 2 本の防波堤により波浪の侵入を遮蔽し、港口からの進入波および防波堤の越波に対しては東波除堤を設けて冷却水の取水路および物揚場泊地を保護するよう計画した。港口は砂の移動の少ない水深 -10 m 付近に設け、比較的波高の低い波向きを考慮して北側に開いた形とした。

防波堤の構造は陸上施工が可能で工費も割安である捨石ブロック堤とし、堤頭部のみはケーソン堤を採用した。防波堤断面は図-3 のとおりであるが、工事費の節減と波の透過を少なくする目的でコア部に捨石 (100 kg 以上およびトン石) を投入し、外側を巴形ブロック (7.5 ~ 9.0 t) で被覆して堤体を築造し、袋詰コンクリートおよび現場打ちコンクリートによって補強のうえ、天端コンクリートを打設する。堤体の港外側は消波ブロックとして 8 t, 16 t, 25 t のテトラポッドで被覆される。

工事にあたっては、付近に作業船が利用し得る港がないので、東波除堤を早期に築造してその内側を泊地として利用した。防波堤の築造方式は陸上からの巻出しとし、被覆テトラポッドの一部の投入にのみ 30 t ぶりク

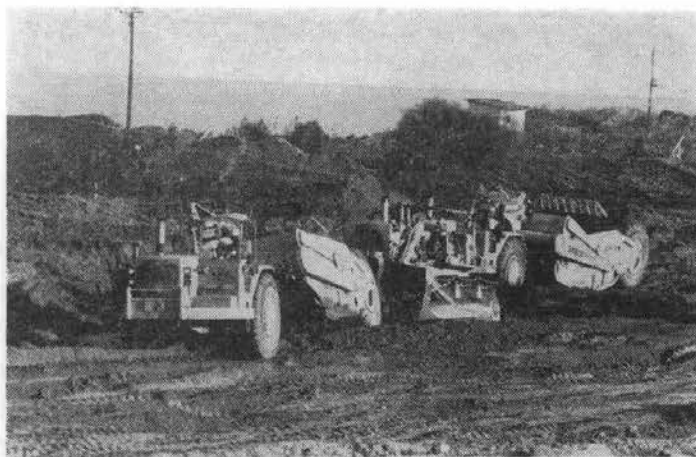


写真-2 構内整地工事掘削状況

レーン船を使用した。この工事は昭和 41 年 8 月に着工し、昭和 44 年 10 月現在では天端コンクリートを残して完了している。

5. 土木工事用石材製造

港湾工事に使用する石材は 950,000 t、コンクリートブロック 540,000 個、生コンクリート約 106,000 m³ であるが、付近には南方 70 km の地点に小規模な捨石用原石山があるだけで、粗骨材については周辺の河川は小川で砂利はほとんどとりつくされていた。このような状況から発電所より 18 km の地点に原石山を開発し、大発破による大ずりは捨石用に、小ずりは構内に設けたクラッシングプラントで粗骨材を製造した。

なお、コンクリートおよびコンクリートブロックについても構内にパッチャプラントおよびブロックヤードを設けて製造を行なった。

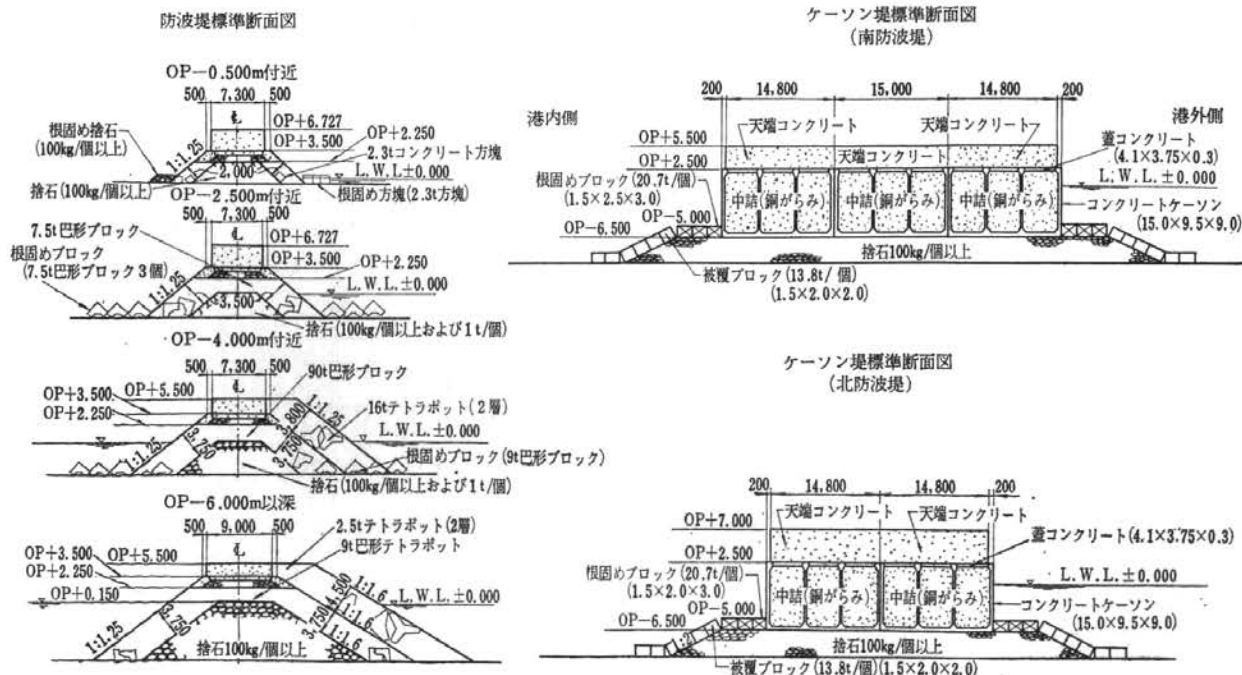


図-3 堤体断面図

6. 建築工事

各建物の主要諸元は表-2のとおりであり、これらの建物はすべて鉄筋コンクリート造りである。平面および断面を図-4、図-5に示す。

原子炉建物の基礎は直接泥岩盤についており、その地盤反力は常時 36 t/cm^2 である。建物中央部には原子炉圧力容器およびドライウェルを囲む厚さ約 2.0 m のコンクリートの遮蔽壁があり、外壁の厚さは地下部で約 1.3 m 、地上部で約 $1.2 \sim 0.4 \text{ m}$ である。建物断面図に見るように、この遮蔽壁と外壁の間を1階から5階までの床が一体に連絡しているの、極めて剛な構造となっている。さらに重心位置は低く、基礎を地下に 10 m 以上埋込んでいるので、耐震的に有利な構造となっている。

また、原子炉建家に隣接したタービン建家および廃棄

表-2 各建物の主要諸元

	1号機	2号機
原子炉建家平面	$40 \text{ m} \times 40 \text{ m}$	$45 \text{ m} \times 45 \text{ m}$
原子炉建家高さ*	57 m	63 m
全重量	$55,000 \text{ t}$	$90,000 \text{ t}$
タービン建家平面	$113 \text{ m} \times 48 \text{ m}$	$105 \text{ m} \times 54 \text{ m}$
高さ*	38 m	36 m

(注) *印は基礎底面からの高さ

物処理建家とは高さや構造形態が異なるので、その境界部分で分離し、おのおの独立した構造とした。この中に納める安全上重要な機器類はできる限り剛強な遮蔽壁または床に直接支持させ、地震時の水平力を直接建物に伝えるようにしてある。

原子炉建家上部にはステンレス鋼板内張りの燃料プールおよび原子炉内部構造の一部である気水分離器等の貯蔵プールなどがあって、最上階の燃料取替作業室床面か

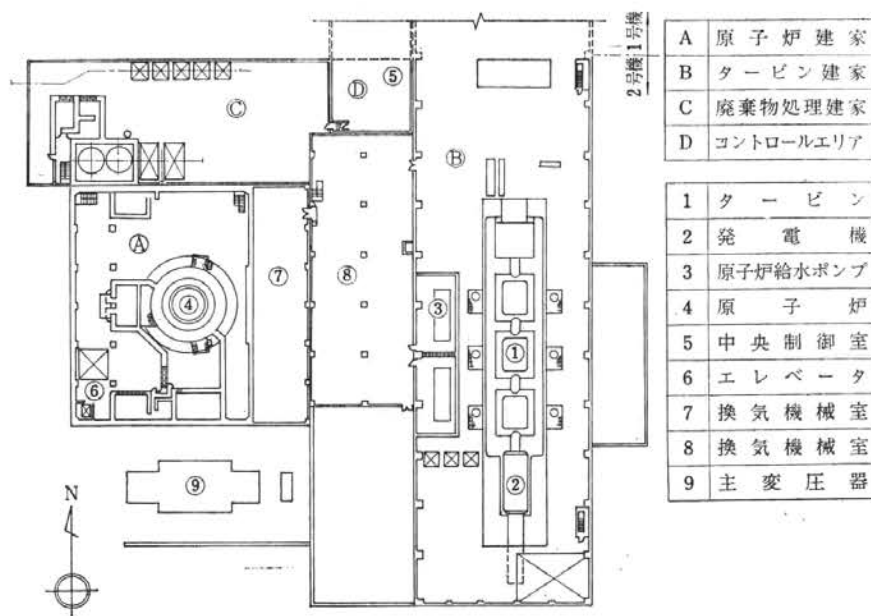


図-4 タービン室および原子炉補機室平面図

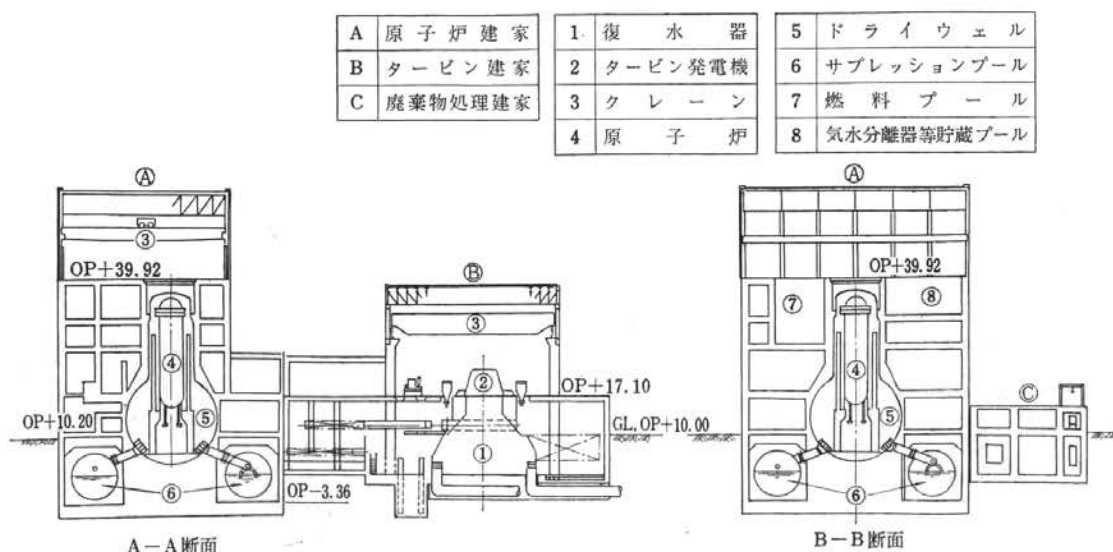


図-5 同上断面図

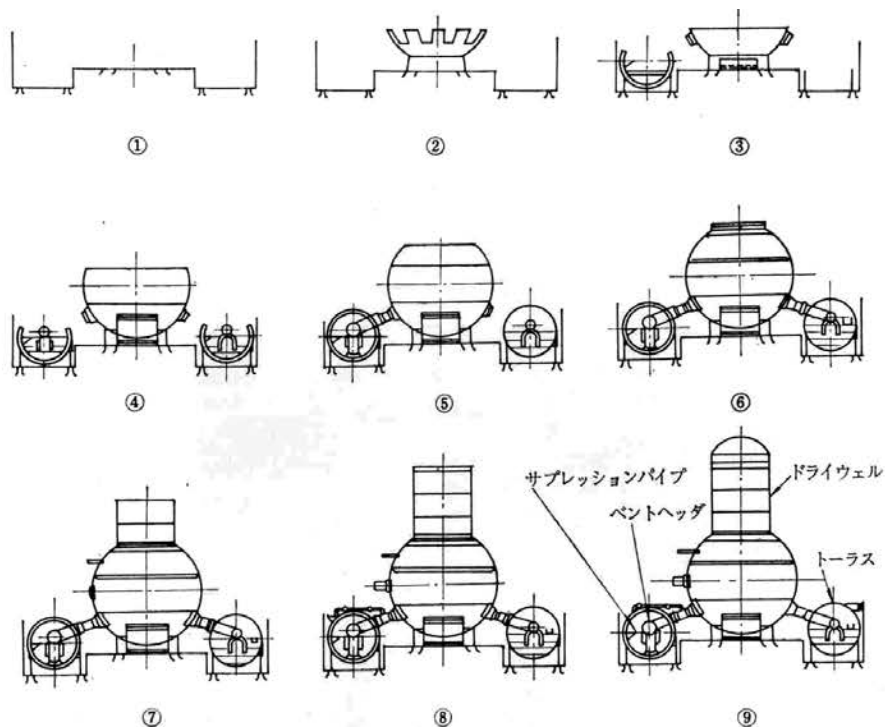


図-6 格納容器の組立順序

ら燃料取替操作が行なわれるようになっている。この作業室の上部にはつり上げ容量 80 t の天井走行クレーンが装備されており、建設中および保守時の機器分解搬出入に使用される。この建家には各種の原子炉補機が収容されるが、それらの搬出入および所員の出入のためエアロックドアを設けた。また、つり上げ用床ハッチおよびエレベータを装備した。

鋼製ドライウェルの熱膨張を許すため外側に約 50 mm 程度の空けきをとって遮蔽コンクリートを打設した。この空けきを作るため、コンクリート型わくを鉄筋に固定し、その外側にコンクリートを打設し、型わくは埋殺しとした。

7. 機械電気工事

原子炉建家の地下部分が構築されるとフラスコ形の鋼製格納容器の組立据付を行なうわけであるが、1号機の場合、まず地上で仮設ガイデリック（つり上げ重量 50 t）がつり込みうる最大限の大きさまで組立溶接した。ガイデリックは原子炉建家の北西角に建てられた（写真-3 参照）。これを用いて原子炉基礎にスカートを取付け、これに取付け環状部分をまず組立て溶接し、これを基準にして順次上方に環状部分を積上げ溶接していく（図-6 参照）。溶接部分は全部放射線検査を行ない、また完成時設計圧力の 1.1 倍の空気圧をかけて耐圧試験を行ない、引続いて漏洩試験を行なった。ドライウェル底部だけは早期にヘリウムを用いて漏洩試験を行ない、ドライウェル底面下の基礎コンクリートをドライウェル組立中に打設し、全体工程の短縮をはかった。

福島原子力発電所の原子炉は基本的構成として压力容器と炉内構造物、炉心、および制御棒とその駆動構成からなっている（図-7 参照）。压力容器とその他の内部構造物は工場でそれぞれ別個に製造輸送され、現地に到着後組立てられるが、このうち最も大きく重いものが压力容器である。この压力容器の使用材料は運転中放射線

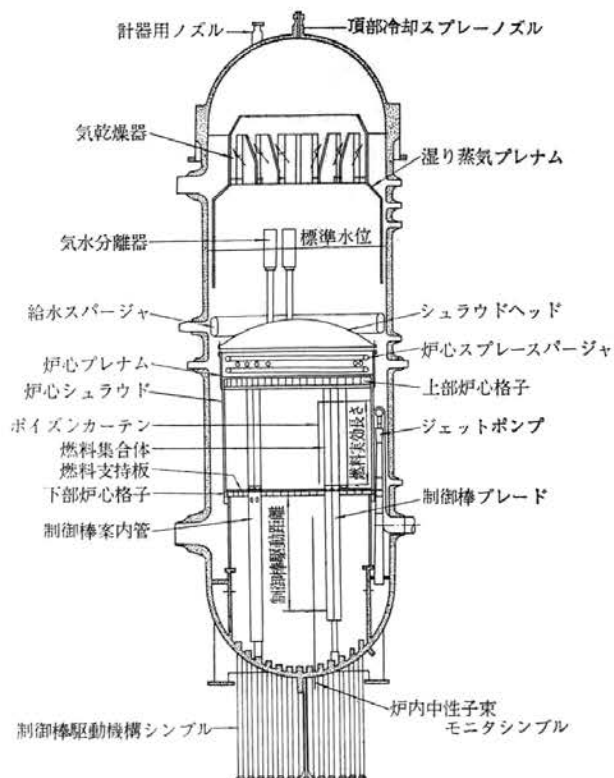
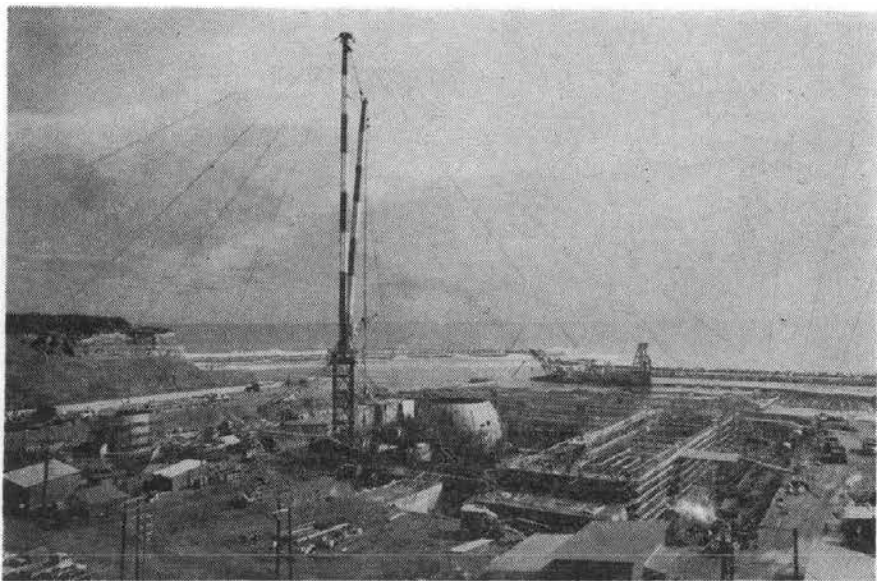
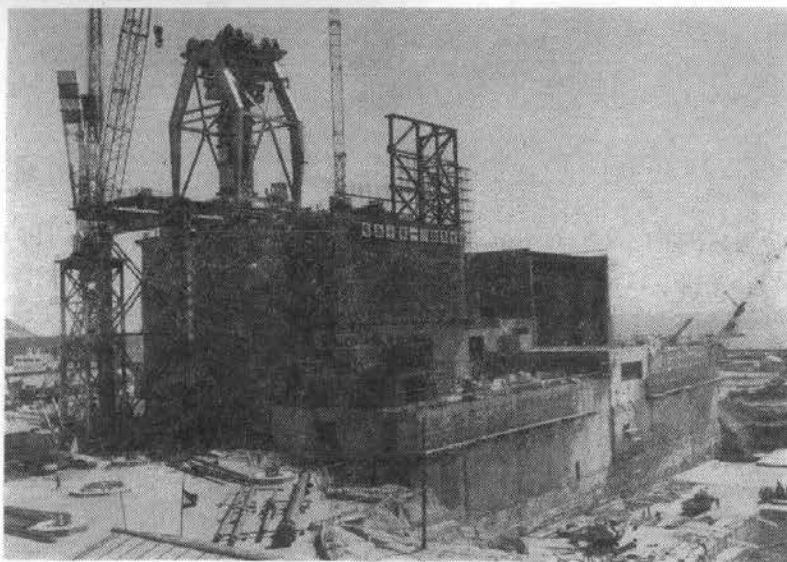


図-7 原子炉内部構造概略図



← 写真-3 格納容器組立用ガイド
リック

写真-4 原子炉压力容器の取込み、
据付け中
↓
(昭和44年5月21日)



照射を受けて脆性せん移温度が上昇するので、初めから脆性せん移温度の低いものを使用した。また運転後この脆性せん移温度の変化を管理するため試験片を炉内にそう入して定期的に取り出し、機械的特性の変化を測ることができるようにしてある。

压力容器は工場製作が完成し、水圧試験を終了したあと海上輸送によって発電所の物揚場まで運ばれ、ここに設置した700tジープールで水切された。物揚場から原子炉建家の下まではコロ引きで輸送されたが、途中1/28こう配の坂道等があり、難作業であった。压力容器の原子炉建家内取込みつりおろし作業は700t門形クレーンを燃料取替床面に仮設したので極めて円滑に行な

われた。

各種機器の取込み運搬に150tのトラッククレーンが活躍したが、特にこれを燃料取替床上に持上げて大形タンクや700t門形クレーンの仮設に威力を発揮した。

福島原子力発電所の電力は主変圧器で275,000Vに昇圧され、約200kmにわたる福島幹線で東京方面に送られるが、この送電線は将来500,000Vに昇圧して、さらに大電力を送ることができる設計となっている。