



もんじゅ発電所の建設経験および 成果（その1）

長広 義彦 大熊 信孝 神 悟
和地 永嗣* 大戸 敏弘

高速増殖炉もんじゅ建設所
* 動力炉建設運転本部

資料番号：77-2

Reports on Construction Experience of Monju, No.1

Yoshihiko Nagashiro Nobutaka Okuma Satoru Jin
Eiji Wachi* Toshihiro Odo
(Monju Construction Office)

* Reactor Construction and Operation Project

もんじゅの建設工事のうちFBR固有の特徴を有する設備の設計、製作を通して以下の成果を得た。①大口径の格納容器における外圧対策として設けた強め輪は、耐震上も有効であることを確認した。②万一のナトリウム漏洩時にも、健全性を有するコンクリート構造体の設計評価手法を確立した。また、複雑な配筋箇所の施工手順等の検討として、縮尺模型の利用は有効であった。③生体遮蔽壁に採用した鋼板構造は、高い据付精度と工程の短縮が図れることを実証した。④ナトリウム漏洩事故時にライニング設備に要求される機能条件に則して、3形式のライナを適切に組み合わせることで合理的な設計を得た。また、施工における先付工法は工程短縮に有効であることを確認した。これらは、実証炉計画に直接反映できるものと判断している。

1. はじめに

発電プラントとしての高速増殖炉の性能、信頼性を確認し、経済性評価のための見通しを得ることを目的とし、国のプロジェクトとして平成4年10月臨界を目指して福井県敦賀市白木に建設中の高速増殖炉もんじゅ発電所は、昭和60年着工以来順調な建設の進捗を見せ、本年4月の機器据付充を目前にひかえて据付調整の最終段階を迎えている。ここに至るまでの建設の主要経緯を表1に、平成3年1月現在のもんじゅ発電所の全景を写真1に示す。

建設および引き続き行う総合機能試験の実施にあたっては、安全、品質および工程の確保に万全を期することはもとより、もんじゅが我が国初のFBR発電炉であることから、その建設および試験を通して得られる貴重な経験や技術的成果を蓄積・評価し、充実・補強した技術基盤をタイムリーに次の発電炉へ伝えていくことも、もんじゅに携わる者の使命である。このような観点から、建設経験により得られた成果は、体系的に、報告書にまとめて社内での評価を経た後、日本原子力学会年会、秋の大会等で発表している。さらに、これらの発表内容を正確かつタイムリーに、より広く周知するため、本報の技

術資料として漸次報告することとした。

本報では、その1として、もんじゅ発電所の建設工事のうち、FBRとしての特徴を有するものの中から、原子炉格納容器、格納容器内部コンクリート構造物、生体遮蔽壁およびライニング設備の設計、製作および施工について報告し、次報以降は機電設備の成果報告へと進める。

なお、もんじゅ発電所の概要ならびに建設の工程および特徴については、参考文献¹⁾を参照されたい。

2. 原子炉格納容器の設計・製作²⁾

2.1 設備の概要

原子炉格納容器は、外部遮蔽建物とともに原子炉格納施設を構成し、内部には原子炉容器、1次主冷却系設備等の主要な設備が収容され、事故時に原子炉からの放射性物質の放散を抑制するものである。原子炉格納容器はPWR型軽水炉の格納容器によく似た上部半球形鏡板および下部さら形鏡板を有する円筒形鋼製容器であり、直径約49.5m、全高約79mである。

原子炉格納容器本体は、ポーラクレーンを取り付

表1 建設の主要経緯

昭和60年10月 重機基礎掘削開始 (1985)	
61・1	原子炉重機基礎基礎架設開始
61・3	重機基礎配筋開始
61・4	水切り開始 (原子炉格納容器部材) 原子炉格納容器現地溶接開始
61・5	原子炉基礎板 (ステップマット) 打設開始
61・6	77KV工事用変電所受電開始
61・7	原子炉格納容器掘削開始
61・10	2次冷却系ナトリウムタンク据付
61・12	原子炉格納容器用ロータリオン上昇
62・4	原子炉格納容器据付完了
62・5	原子炉格納容器保固開始
62・6	原子炉格納容器用トラス解体
62・8	原子炉格納容器用ロータリオン貫立 生体遮蔽壁本体据付開始
62・12	原子炉格納容器内ライナー据付開始
63・2	生体遮蔽壁本体据付完了 ナトリウム貯留槽据付 原子炉格納容器ガードベッセル下部支持構造物据付
63・4	原子炉格納容器中間床据付 1次冷却系タンク据付 1次冷却系配管貫通部据付開始
63・6	原子炉格納容器ガードベッセル据付
63・7	ベアスタル据付 デリッククレーン据付
63・8	ジブクレーン据付
63・9	原子炉格納容器本体ソールプレート据付
63・10	原子炉格納容器完了
63・11	1次冷却系中間熱交換器および 循環ポンプガードベッセル据付完了
63・12	1次冷却系配管据付開始
元・4	中央監視盤および中央制御盤搬入
元・6	1次冷却系循環ポンプおよび中間熱交換器据付開始
元・7	1次冷却系中間熱交換器据付完了
元・7	蒸発器および過熱器据付開始
元・9	過熱器据付完了
元・10	蒸発器据付完了
元・10	2次冷却系循環ポンプ据付完了
元・11	1次系高圧テスト完了
2・1	1次系低圧テスト完了
2・2	遮蔽ブラク据付開始
2・4	275KV受電開始
2・5	タービン発電機据付開始
2・7	補助ボイラ火入れ
2・8	燃料出入機据付開始
2・11	制御棒駆動装置据付開始

けるリングガード、外圧に対する強め輪（6段）を有している。また、格納容器円筒部には機器搬入口、エアロック（常用、非常用）、配管用および電気配管用貫通スリーブ（約200本）が配置されている。

図1に原子炉格納容器説明図を示す。

2.2 設計

原子炉格納容器は、原子炉運転中に想定した1次冷却材漏洩事故時にもその圧力、温度に耐え、かつ地震時にも健全性を確保するよう設計している。表2に原子炉格納容器の設計仕様を示す。

もんじゅの大口径の格納容器には、外圧対策として強め輪³⁾を設けた。強め輪については、地震時にもその有効性が考えられるため、実機の1/19縮尺模

型により座屈試験を行い、強度上の効果を確認している。

2.3 製作・据付

原子炉格納容器は、昭和60年8月から昭和61年10月までの間、工場において鋼板（452枚）を自動溶接により板継し、小ブロック化（約300ブロック）して順次、海上輸送（23回、総重量約5000t）によりサイトに搬入した。

現地では昭和61年4月からサイト内に設けた仮工場において、工場で製作された鋼板小ブロックを更

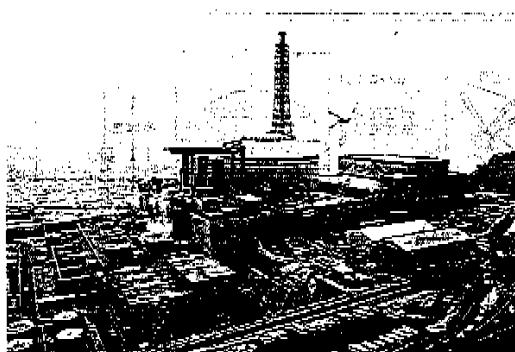


写真1 もんじゅ発電所の全景（平成3年1月）

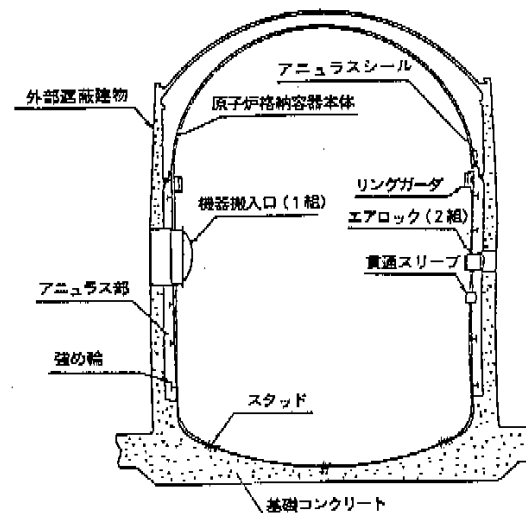


図1 原子炉格納容器説明図

表2 もんじゅ原子炉格納容器の設計仕様

型式	上部及び下部に腹板を有する円筒形鋼製容器
最高使用圧力	
内圧	0.5kg/cm ² G
外圧	0.05kg/cm ² G
最高使用温度	150℃
主要寸法	
内径	49.5m
全高	約79m
鋼板厚	38mm (上部腹板19mm)
本体材料	中・常温圧力容器用炭素鋼板
漏洩率	1%/d以下 (最高使用圧力、常温酸素雰囲気において) ただし格納容器内にナトリウムを含まないときは0.1 %/d以下 (最高使用圧力、常温空気において)

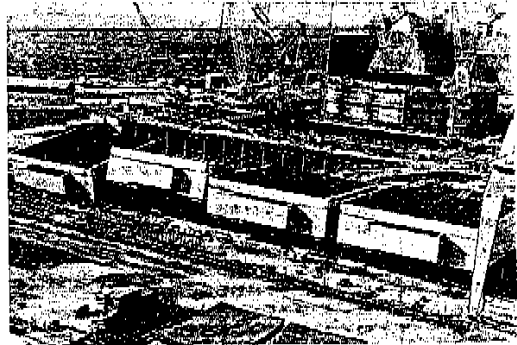


写真2 仮工場

に大型の据付ブロック (約150ブロック、約12m×11m、重量約53t) にする板継ぎ接を行った。大型ブロック化の目的は、品質の向上と据付工程の短縮である。この板継ぎ接は、自動溶接機と電動ウィンチ付ポジションナの組合せにより湾曲板溶接部が常に下向き溶接になるようコントロールして行った。写真2に仮工場を示す。

据付ブロックの据付は、大型サイドクレーンを用いて行った。61年7月に建方を開始し、さら形部、円筒部を据付けた後、円筒部にエアロック、機器搬入口を取り付けポーラクレーンを上架した。

据付作業において、水平度、垂直方向のレベル出し、さら形部の真円度および回転角の設定等は格納容器全体の精度を左右する建設上の重要なポイント

であり、最新のPWRと同等の高度な建設技術が要求された。

図2に原子炉格納容器建設手順、写真3に円筒部据付状況を示す。

仮工場における大型ブロック化と大型サイドクレーンの採用は、据付現場における手動溶接線長を従来の工法の約1/4に減少し、工程の短縮と据付精度の向上に貢献した。62年1月から半球部を据付け、3月に全ての溶接作業を終了し、4月24日耐圧漏洩検査を実施して据付を完了した。写真4に耐圧漏洩検査状況を示す。

板継ぎ接線長は延べ約6kmと従来の3ルーブPWR

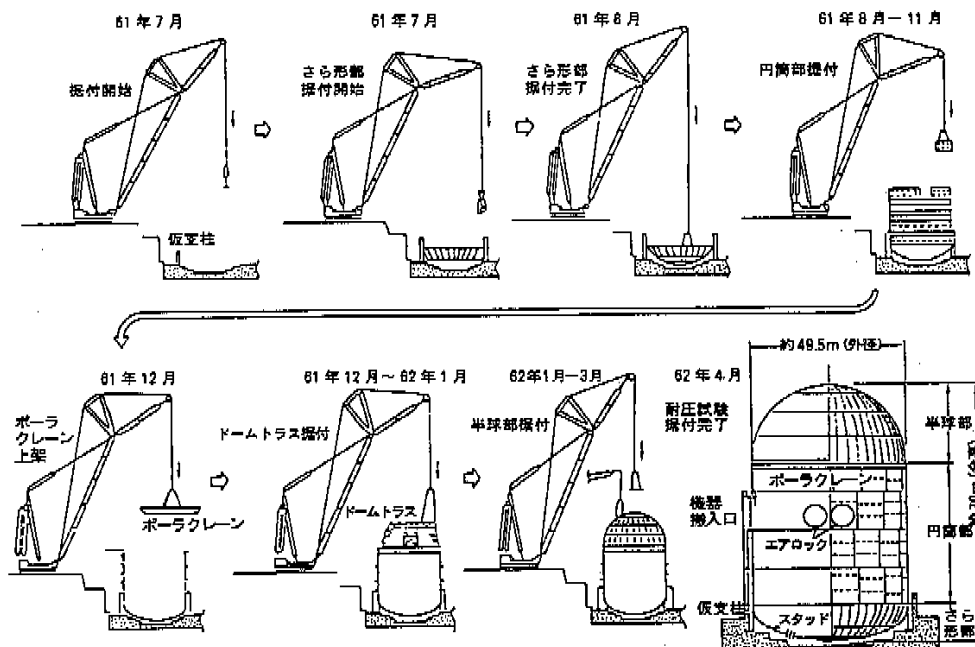


図2 原子炉格納容器建設手順

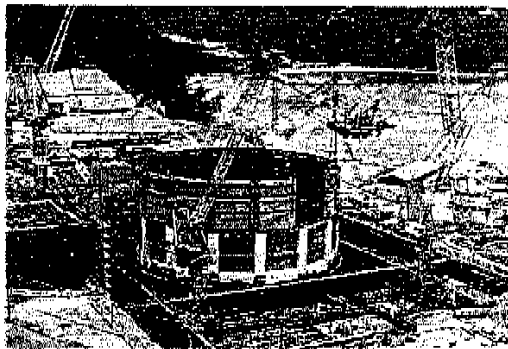


写真3 円筒部据付状況

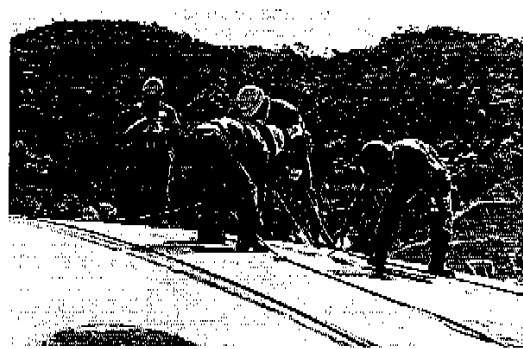


写真4 耐圧漏洩検査状況

のそれに比べ約20%上回っているにもかかわらず、同程度の10ヶ月で据付を完了した。これは、現場溶接においても円筒部の溶接に自動溶接を採用したことから、自動溶接の割合が板継ぎ溶接線全体の約75%に達した効果による。図3に溶接自動化率の推移を示す。

写真5に完成した原子炉格納容器を示す。

2.4 まとめ

もんじゅ格納容器の特徴である大口徑でかつ外圧に対する設計として設けた強め輪は、耐震裕度上も有効であることを確認した。また、格納容器の溶接施工については、実機の製作、検査を通して自動溶接の性能および信頼性がきわめて高いことを確認し、さらには今後も自動溶接の範囲が拡大されることを考えると、溶接検査の省力化等、検査方法の合理化を検討すべき時期に来ていると思われる。

3. 内部コンクリート構造物の設計、施工⁴⁾

3.1 設備の概要

内部コンクリート構造物は、原子炉格納容器のほぼ下半部に設置され、原子炉容器、1次冷却系設備、燃料交換装置等の機器、設備を収納し、支持するものである。その構造は、図4および図5に示すごとく、平面が原子炉格納容器の内径にそった直徑49.5m弱の円形で、基礎上面から約30mの高さを持つ鉄筋コンクリート造であり、原子炉容器を設置するための変形六角形の生体遮蔽壁（鋼板コンクリート造）を中心として、各室が配置されている。これら各室には、万一の冷却系配管からのナトリウム漏洩に備えて、内包する機器の種別に応じた鋼製ライニングが施され、また、必要に応じてライニングとコンクリートの間に、パーライトコンクリート等の断熱材が敷設されている（詳細は5章にゆずる）。

以下、本章では、生体遮蔽壁およびライニング設備を除く、内部コンクリート構造物の設計、施工について述べる。

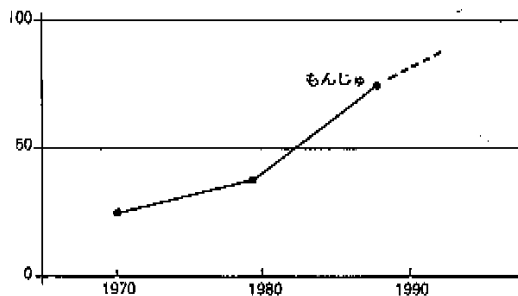


図3 原子炉格納容器(円筒鋼製)の溶接自動化率の推移

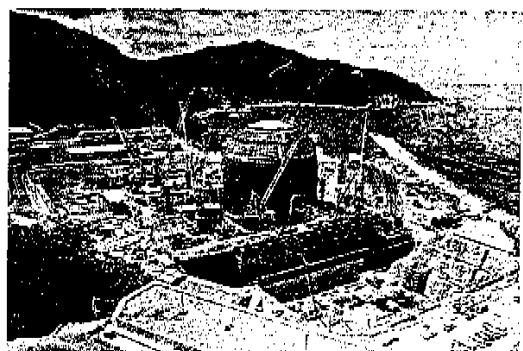


写真5 完成した原子炉格納容器

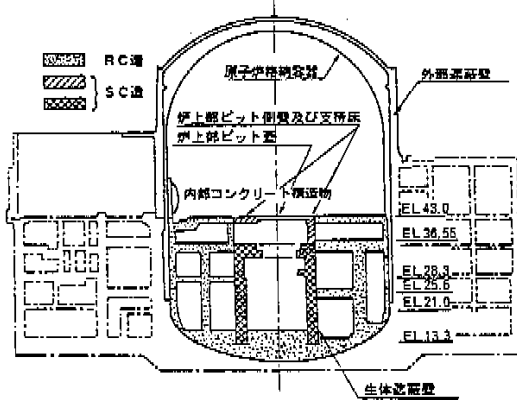


図4 原子炉建物構造断面図

3.2 設計

もんじゅの建物設計は基本的には軽水炉と同様である。しかし、冷却材として高温の液体ナトリウムを用いていることから、万一冷却材が配管から漏出し建物内に漏洩する事態を想定して設計した。すなわち、もんじゅの建物設計に当っては、このような場合における構造物の熱応力、耐震剛性、地震荷重および耐力を適切に評価できるような合理的な手法を開発し、この手法を適用することによって建物の構造健全性を確認することとした。この評価手法の開発に当っては、各種モデルによる解析検討を行うとともに、高温域での材料の物性の変化を把握するための各種構造部材実験を行い、最後に縮尺1/10の内部コンクリート構造体全体縮尺模型試験体を用いた構造健全性確認実験(写真6参照)を行った。これらの実験によって、材料特性、構造性状の変化を把握し、それらの変化を評価手法に反映する際の方

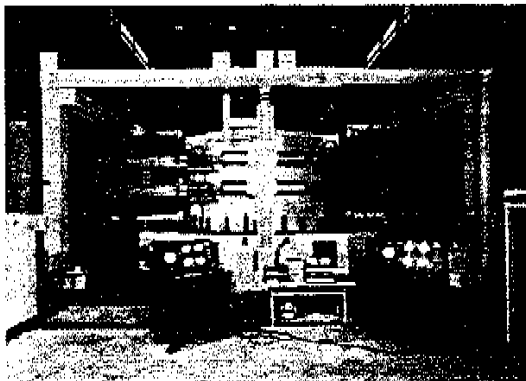


写真6 1/10の縮尺模型実験状況

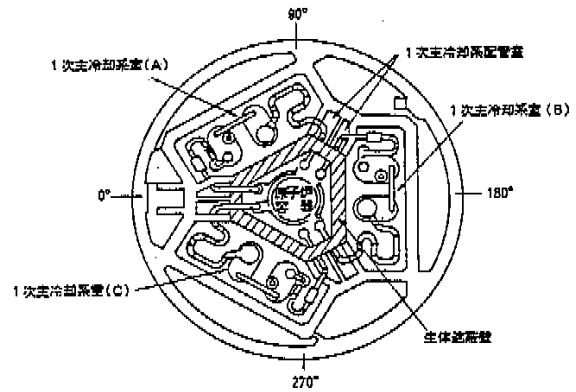


図5 原子炉建物配置図 (E L 28.3m)

法を検証し、また、開発した手法の信頼性を確認することができた。

3.3 施工

本工事の施工は、原子炉格納容器耐圧漏洩試験終了後の昭和62年6月から平成元年12月の約30ヵ月にわたり、鉄筋約5,100 t、コンクリート約24,000 m³等の材料を使用して行った。

実際の施工に当たっては、重要な機器が多数配置されていることからそれらの据付用アンカーボルト等が複雑に配置されており、その周辺の鉄筋形状および施工手順が複雑なものとなった。1次主循環ポンプの設置位置廻りでは、図面上の検討に加えて、1/10の配筋模型(写真7)および原寸図による施工手順等の検討を行うなど細心の注意をはらって施工した。

また、継部の強度を確保し、さらにコンクリートの充填性を向上させる目的で、鉄筋の継手および定着にはすべて機械的継手(表3参照)を採用した。

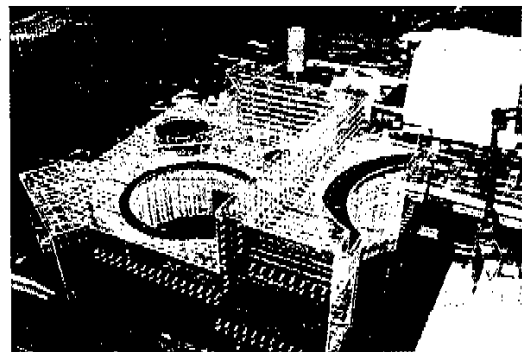


写真7 1次主循環ポンプ設置場所廻りの配筋モデル

表3 鉄筋継手の使用区分

種類	使用箇所	図
直継ぎ	一般部 (下記以外)	45D
機械的継手-I (トルク式)	直径29mm以下の鉄筋のうち、C/V内支線、外部遮蔽壁および一般部の開口部等の打ち込み部等	カバーネット
機械的継手-II (グラフト式)	機械的継手-Iの場合において解行機が使用できない場合等	グラフト穴 エボシキリ機

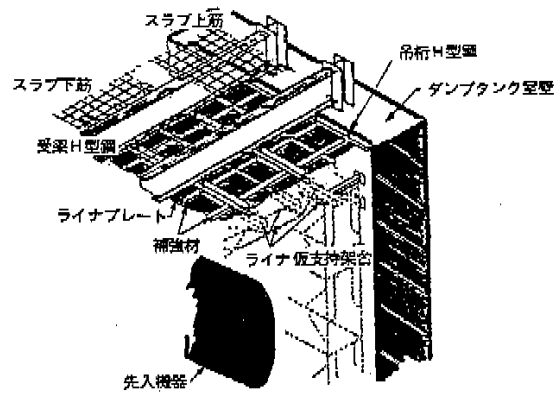


図6 吊り型枠工法の概念図

一方、内部コンクリート構造物の室内には先入れ機器が数多くあることから、上の階の床型枠を組み立てるために通常下の階から立ち上げる支保工が機器との干渉により使用できない場合がある。その対応策として、図6にその概念を示す特殊な吊り型枠工法（先組みした受梁H型鋼から吊り材を出して床型枠を支持する工法）等を採用した。また、床下面（下の階の天井面）にライニングが施される場合には、そのライナプレートを床型枠材として兼用することすなわち先付工法により、ライニング施工の工期短縮および高所作業の低減効果が得られた。

3.4 まとめ

FBRに固有な高温のナトリウム漏洩を考慮した内部コンクリート構造体の設計手法を確立した。一方、当該構造体の施工経験から複雑な配筋箇所への縮尺模型利用等の効果を確認した。

4. 原子炉容器廻り生体遮蔽壁の設計・製作²⁾

4.1 設備の概要

原子炉容器廻りの生体遮蔽壁は、原子炉格納容器内部コンクリート構造体の一部を構成し、最も重要な機器である原子炉容器、遮蔽プラグ、原子炉容器ガードベッセル等を支持するもので、対面寸法約14m、高さ約25mの変形六角断面の筒型形状をした鋼板コンクリート構造体である（図4および図5参照）。

原子炉容器等の支持の他、原子炉容器室に隣接する炉上部ピット室、1次系機器室に対し、原子炉からの放射線を遮蔽する機能を有する。また、ライニング設備等とともに、原子炉容器室および1次系冷却系室の窒素雰囲気のパウンダリを形成し、万一、これらの部屋において1次冷却材漏洩事故が発生した際には、ナトリウムの燃焼を抑制する。

4.2 設計

表4に設計条件を示す。

生体遮蔽壁は、原子炉構造に対する耐震支持剛性を確保し、配管設計との整合を図るため高剛性壁である鋼板コンクリート構造とした。

生体遮蔽壁は、生体遮蔽壁本体、原子炉容器、遮蔽プラグ等を支持するベダスタル部および原子炉容器ガードベッセルを支持する中間床からなり、相互に溶接により接合する。図7に生体遮蔽壁構造図を示す。

生体遮蔽壁本体は、壁厚約2mで主として板厚25mmの鋼板で構成し、内部にコンクリートを充填する。特に、原子炉容器等が据付けられるベダスタル部および中間床は温度が高くなることから、一般のコンクリート用骨材に比べ結晶水が多いことにより高温においても保水性が高く中性子遮蔽性能が維持できる蛇紋岩を骨材とした蛇紋岩コンクリートを内部に充填することとし、床厚は夫々約3m、約1mとした。

また、蛇紋岩自体は、強度上十分でないため構造用コンクリートとしての強度には期待せず、強度は鋼板のみに持たせることとし、鋼板の板厚は、ベダスタル部約50mm、中間床約35mmとした。

生体遮蔽壁は原子炉格納容器内部コンクリート構造体と一体で耐震解析を実施し、その結果に基づき取合荷重を定め、生体遮蔽壁詳細モデルにより応力

表4 設計条件

形式	鋼板溶接構造コンクリート充填式
設計温度	100℃
雰囲気条件	窒素ガス雰囲気
材料	溶接構造用圧延鋼材 普通コンクリート及び蛇紋岩コンクリート

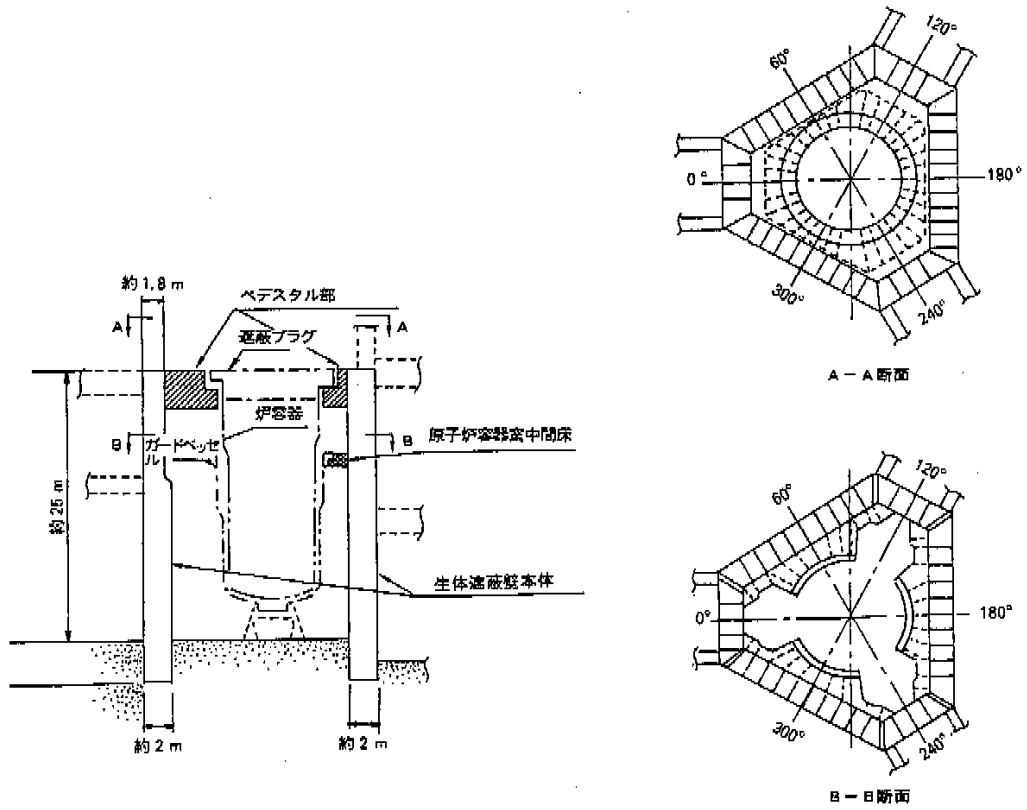


図7 生体遮蔽壁構造図

解析を行い構造評価を実施した。

遮蔽設計は、代表的な部分について放射線の線源強度計算および遮蔽計算を行い、基準線量率を満足していることを確認した。

4.3 製作・据付

生体遮蔽壁は、昭和61年2月から昭和62年11月までの間、工場において生体遮蔽壁24分割（縦方向4分割、周方向6分割）、ペDESTAL部6分割、中間

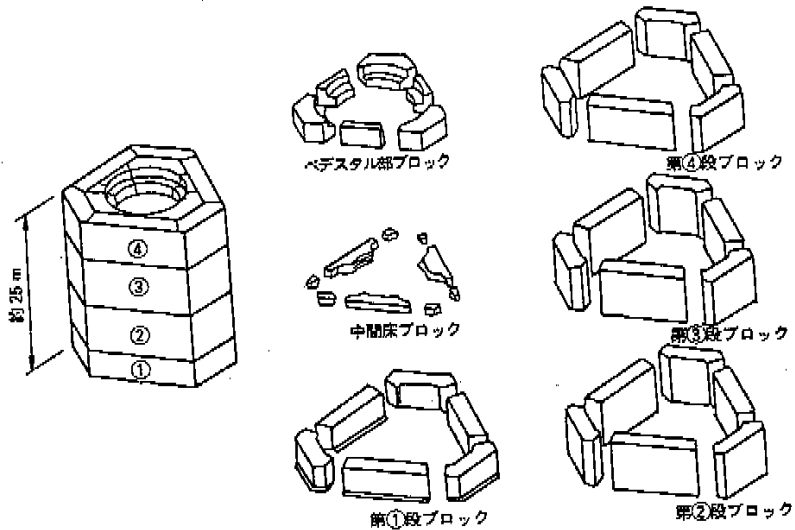


図8 工場製作ブロック

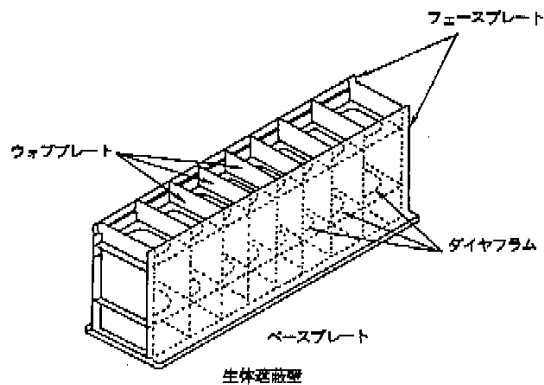


図9 製作ブロックの構造

床9分割の計39個の鋼板ブロック（計約2,300t）を製作し、順次6回に分けてサイトに輸送した。図8に工場製作ブロックを示す。

製作ブロックは、内外面を構成する鋼板（フェイスプレート）とそれらを相互に溶接接合するための鋼板（ウェブプレート、ダイヤフラム）からなる。図9に製作ブロックの構造、写真8に工場製作状況を示す。

一段ブロックとベDESTAL部ブロックについては、据付精度を確保するため工場であらかじめ仮組立を行い組立寸法の確認をした。写真9に一段ブロック工場仮組立状況を示す。

据付は昭和62年5月から昭和63年9月までの間、輸送したブロックを一段から順に据付け、各段が組み上がった後、鋼板内部へコンクリートを充填した。（充填総量約3,300m³）

鋼板ブロックの据付は、下段ブロックの据付状態を計測、その結果を次の段の据付にフィードバックさせながら行った。図10にブロックの据付要領を示す。

また、溶接による歪を防止するため、変形防止治具の取付や対称溶接線の同時溶接等溶接方法に細心

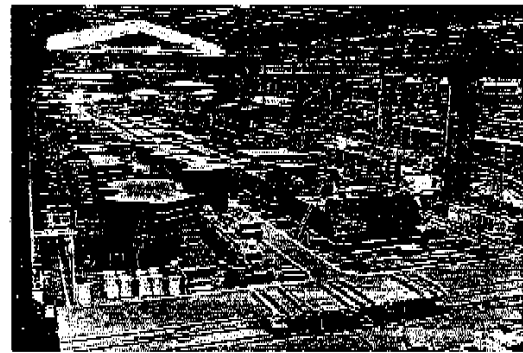


写真8 工場製作状況

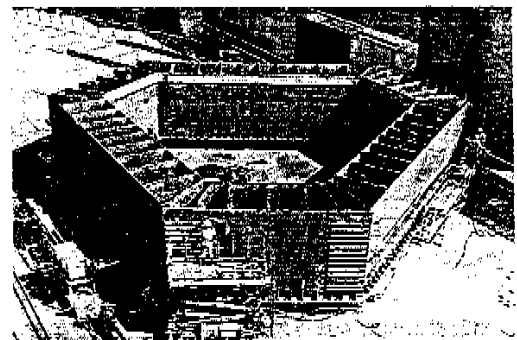


写真9 一段ブロック工場仮組立

の注意を払いながら実施した。溶接部は、超音波探傷試験および真空箱による局部漏洩検査を実施し、強度および気密性を確認した。写真10にブロック据付状況、写真11にベDESTAL部溶接状況を示す。

コンクリート工事は、生体遮蔽壁本体に充填する普通コンクリートとベDESTAL部および中間床に充填する蛇紋岩コンクリートがある。生体遮蔽壁本体は、一段の打設高さが約8mになることからコンクリートの沈降、収縮等を考慮し、水平プレート（ダイヤフラム）下部で一旦打ち止める他、一層の打設高さを1.5m程度とし、5層打ちとした。また、ダ

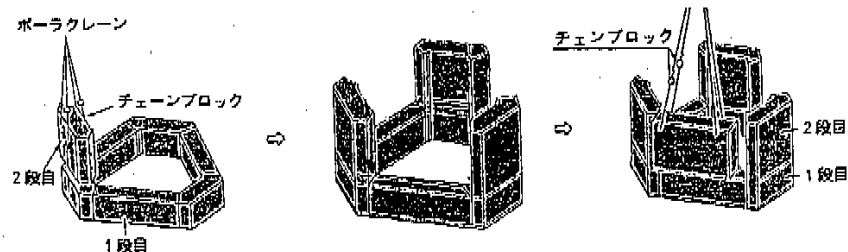


図10 ブロックの据付要領

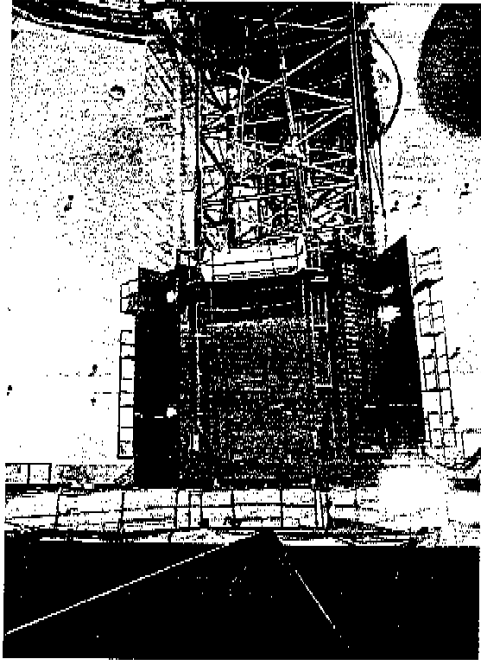


写真10 ブロック据付状況

イヤフラムの四隅には空気抜き穴を設け、下面に空隙が生じることを防止し、密実なコンクリート構造体が得られるよう工夫した。図11に生体遮蔽壁本体へのコンクリート打設要領を示す。

蛇紋岩コンクリートは、普通コンクリートと同様の調査では良好な流動性等の性状とはならないことが考えられる。このため調査を変えた試し練り試験を重ねて行い、最終的に、細骨材に人工骨材（NKグリッド）を含めた調査により所期の性状を得た。

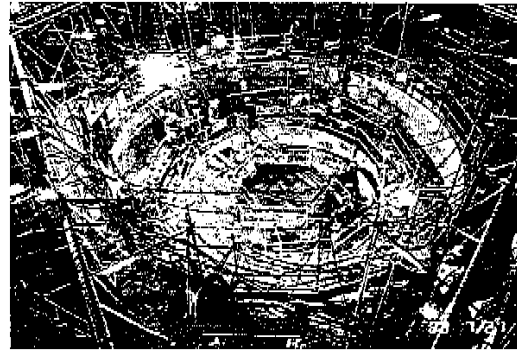


写真11 ペダスタル部溶接状況

表5 蛇紋岩コンクリートの含有水分量

測定法	実測データ (%)		
	試し練り	中間戻	ペダスタル部
強制減量法 試料を110℃にて乾燥後1000℃まで加熱し、試料の重量減量を測定する。	12.0	12.4	12.6

コンクリートの検査では、材料および性状強度検査の他、内部に空洞を生じる等による遮蔽機能の低下を防ぐため乾燥単位容積重量を測定した。また、蛇紋岩コンクリートについては、さらに結晶水量を測定し、設計値9.5%以上含有していることを確認した。表5に蛇紋岩コンクリートの水分量測定結果を示す。

据付結果は、大型鋼板溶接構造の4段積で高さ約25mに対して上端での芯ずれは数mmと、非常に良い精度を得た。また、もんじゅ建設工程の主要ポイント

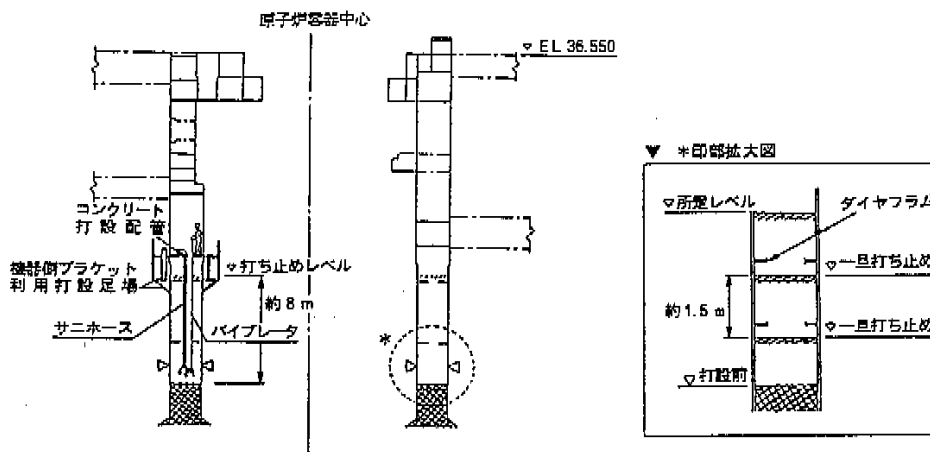


図11 生体遮蔽壁本体へのコンクリート打設要領

トであった昭和63年10月の原子炉容器据付スケジュールを確保できた⁶⁾。これら良好な据付結果は、鋼板構造の採用によるところが大きい。

4.4 まとめ

もんじゅの生体遮蔽壁に採用した鋼板構造は、高い据付精度が得られること、工場製作が多く現地での他設備工事との取合調整が少なく工程短縮が図られること、ライニング設備が合理化できること、建設期間中の清浄度管理が比較的容易なこと等の特長があり、FBR実証炉以降の格納容器内の塗築躯体への適用が十分考えられる。

5. ライニング設備の設計・製作および施工^{7) 8)}

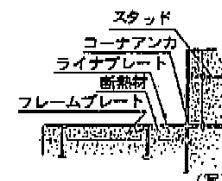
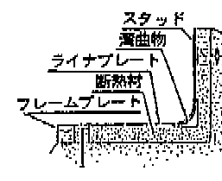
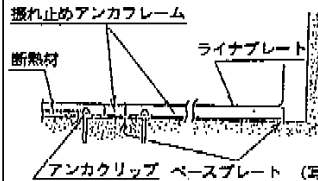
5.1 設備の目的

もんじゅにおいては、万一の冷却材ナトリウムの漏洩を想定しても安全機能を失わない設備としている。このため、各冷却系ループエリアを漏洩ナトリウムの影響を他の健全なループに及ぼさないよう隔離するとともに、漏洩したナトリウムを保持しナトリウムがコンクリートと直接接触することを防止する目的でナトリウム内包機器・配管を収納する部屋の床および壁面に鋼製ライニングを設置している。さらに、放射性ナトリウムを保持する機器を収納する部屋は、窒素ガス雰囲気とすることにより、漏洩したナトリウムと空気との反応を防止してナトリウムの燃焼を抑制する。このため、当該部屋では、天井にもライニングを施し気密性を保つようにしている。

5.2 設備の概要および設計

もんじゅで採用しているライニング型式は、固定式、セミフローティング式およびキャッチパン式の

表6 ライニングの基本構造

ライニング型式	構造概要 (写真番号)
固定式ライニング	
セミフローティング式ライニング	
キャッチパン式ライニング	

3種類であり、各部位で要求される機能に応じて使い分けている。これら3種類のライニングの基本構造を表6にまとめて示す。

以下は、ライニング設備の設計の概要について説明する。

(1) 1次冷却系エリアのライニング設備

雰囲気気密性の確保のため、密閉型のセルライニングを採用した。機器・配管の基礎金物類の多いエリアでは固定式ライニング(写真12)とし、少ないエリアではセミフローティング式セルライニングとした。固定式

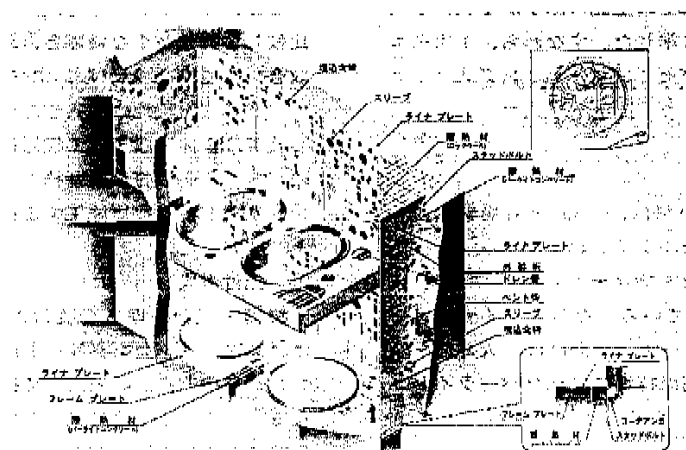


写真12 固定式ライニング構造説明図

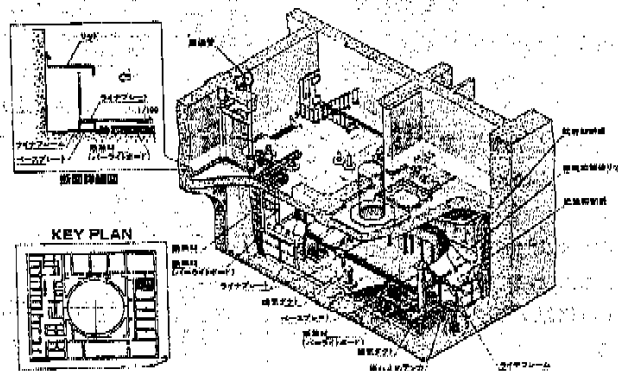


写真13 キャッチパン式ライナ構造説明図

セルライナは、建物躯体へスタッドを完全に埋設したアンカ点へ溶接にて接続される。セミフローティング式セルライナは、ライナ最外周部のライナプレートに湾曲部を設け、建物躯体にスタッドを部分的に埋設したアンカ点へ溶接にて接続される。

(2) 2次冷却系エリアのライニング設備

2次系冷却材は非放射性ナトリウムであり、当該エリアのライニングは、主として液体ナトリウムの保持を目的としていることから開放型のキャッチパン式ライナを採用した(写真13)。キャッチパン式ライナは、建物床に一方にスライド可能な振れ止めアンカを十字に固定し、その上にライナプレートを設置する。ライナ最外周部は建物躯体と間隙を有し、キャッチパンの開放端を建物壁に設けた鋼製カバーで覆うことで、拘束しない構造としている。

(3) 炉外燃料貯蔵設備エリアのライニング設備

炉外燃料貯蔵設備の1次、2次冷却系エリアのライニング設備は、それぞれ上記の原子炉1次、2次冷却系エリアのそれに準じた。すなわち、1次系エリアは、固定式およびセミフローティング式ライナを、2次系エリアは、キャッチパン式ライナを採用した。

(4) 設計仕様

ライナプレートの材料は、3形式とも炭素鋼であり、板厚は、固定式セルライナおよびキャッチパン式ライナが約6mm、セミフローティング式セルライナが約4.5mmを採用している。なお、ライナプレートと建物普通コンクリートとの間には、天井部を除き、断熱材として、高温特性に優れたパーライトコンクリートまたはパーライトボードを採用している。

5.3 製作および施工

ライニングの施工は、3章でも触れたとおり、建築工事と並進する必要があるため、昭和61年10月より開始し、平成3年4月完成予定で実施している。このうち、特に機器・配管基礎金物類との取合いの多い固定式およびセミフローティング式ライナについては現地に加工場を設置して製作を進めた。現地に加工場を設置したねらいは以下の点にある。

- ① 工場製作に比べ、掘付工事工程に追従した製作工程の立案が容易となる。
- ② 他設備との取合い、現場合わせ等迅速な対応が可能となる。
- ③ 大型のライナパネルの運搬が建設所構内のみとなり、品質および効率上のメリットがある。

現地ライナ加工場は、資材保管エリア、ライナアンカー加工エリア、ライナパネル製作エリア、断熱材(パーライトコンクリート)打設エリアを配置した。

なお、キャッチパン方式については前記2種類に比較して物量が少ないこと、および他設備と複雑な取合いがないことから、すべての部材を工場ブロック化し、現地に搬入した。

施工は全体建設工事工程短縮の目的から建設工事のコンクリート打設用型枠を兼用した先付方式とコンクリート打設後に施工する後張り方式の2種類により実施した。

① 先付方式

機器・配管の埋込金物および断熱材を予め取付け、スタッドをコンクリートに埋設固定する構造でコンクリート打設に先立って据付けられ型枠兼用となる。この方法は建築工事の型枠設定・解体工程が省略できる等の利点がある。本方式は機器掘付工事と建築工事が絡まる原子炉格納容器内の固定式ラ

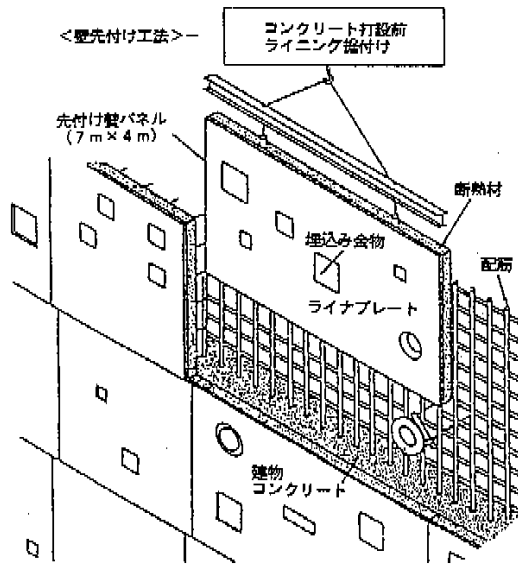


図12 先付ライナの掘付概念図 (壁パネルの例)

イナに適用した。本方式の施工概念図を図12に示す。

写真14は先付ライナの掘付を終え、先入機器(オーバフロータンクおよびダンプタンク)の掘付を完了した状況である。この後、エリアは建築側に引渡され、壁コンクリートが打設された。

② 後張り方式

コンクリート打設後に掘付ける方法で、予め設定された機器・配管用埋込金物位置に合わせてプレート加工(穴あけ)して掘付けるもので、複雑な現場調整と高度な寸法精度が要求された。

5.4 まとめ

ライニング設備に要求される機能としてトレイ、貯留、セル、コンクリート保護があり、要求される機能条件に則して3形式の鋼製ライナを適切に選定することにより合理的な設計が得られた。

本設備は他工事と並進するため、クリティカル工程を常に意識して施工してきた。特に工程上厳しい箇所についてはコンクリート型枠を兼用した先付工法を採用したが、本工法は工程短縮に効果を発揮した。

6. おわりに

もんじゅ発電所の建設工事経験のうち、FBRとしての特徴を有するものの中から、4件の成果をま

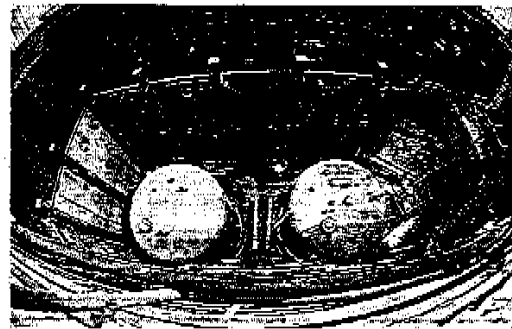


写真14 先付ライナ掘付状況

とめて報告した。これらは以下に示すごとくいずれもFBRがナトリウムを冷却材として使用していることに起因する特徴である。

- (1) 大口徑で、万一の冷却材漏洩事故時の内圧上昇は低いが負圧設計も要求される原子炉格納容器
- (2) 冷却材漏洩事故時の健全性を有する格納容器内部コンクリート構造体
- (3) 高温のナトリウムを内含する原子炉容器を支持するため温度が高くなるベダスタイル部等に蛇紋岩コンクリートを採用して保水性を高めることにより遮蔽性能を確保した生体遮蔽壁
- (4) 冷却漏洩事故時の漏洩ナトリウムの保持とコンクリート構造体との接触防止を目的とした鋼製のライニング設備

これらは、FBRの実用化に向けて必要となる技術であり、その設計、製作および掘付手法の適切性をもんじゅの建設を通して確認した。今後の実証炉の計画において、本報で紹介した技術・経験が活用されることを期待する。

参考文献

- 1) 動力炉建設運転本部、高速増殖炉もんじゅ建設所、「高速増殖炉もんじゅ発電所建設状況」、動燃技報No67 (1988)
- 2) 庄広義彦他、「高速増殖炉もんじゅ発電所原子炉格納容器の製作」、日本原子力学会昭和62年秋の大会 (1987)
- 3) 「原子炉格納容器の地震荷重に対する座屈強度に関する研究」、日本原子力学会「昭和61分科会」(1986)
- 4) 神竹他、「内部コンクリート構造物の設計および施工」、日本原子力学会1990年秋の大会 (1990)
- 5) 庄広義彦他、「原子炉容器廻り生体遮蔽壁の設計・掘付」、日本原子力学会1990年秋の大会 (1990)
- 6) 仲村高他、「もんじゅ原子炉容器の製作」、動燃技報No75 (1990)
- 7) 和地木剛他、「もんじゅライニング設備の設計」、日本原子力学会1990年秋の大会 (1990)
- 8) 大熊信孝他、「ライニング設備の製作および施工」、日本原子力学会1990年秋の大会 (1990)