

JNC TN4410 2003-009

特別講演「第4回もんじゅ建設の歩み」
- 原子炉容器・炉本体構造機器製作据付 -
(技術報告)

2003年12月

核燃料サイクル開発機構
敦賀本部 国際技術センター

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

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松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 Muramatu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute) 2003

特別講演「第4回もんじゅ建設の歩み」
- 原子炉容器・炉本体構造機器製作据付 -
(技術報告)

大塚 二郎*1、川西 伴岳*2、小屋越 直喜*3
佐々木 和一*3、澤田 誠*3

要 旨

敦賀本部国際技術センターでは、高速原型炉「もんじゅ」の運転再開に向けた教育研修の一環として、「もんじゅ建設の歩み」と題する特別講演を平成14年7月より展開致している。

この特別講演は、「もんじゅ」のことをもう一度一から勉強し直そうとの発想に立って開催するもので、当時の建設業務に従事した諸先輩方に講演を頂き、建設時代に得られた貴重な経験や知見を「もんじゅ」開発に携わる関係者に伝承することを目的としている。

第1回は、「用地選定から着工まで」と題して、また第2回は「もんじゅ燃料の開発」と題して、平成14年7月と11月に開催した。第3回は「格納容器の建て方」と題して、平成15年3月に開催した。

本資料は、その第4弾として開催する特別講演の講演資料をまとめたものであり、講演は、着工以降の現地建設工事のうち主として「原子炉容器・炉本体構造機器製作据付」の頃を中心として行われる。

開催日：平成15年12月8日(月)

場 所：国際技術センター情報棟(MCスクエアホール)

*1：国際技術センター 実技訓練グループ(開発協力員)

*2：国際技術センター 実技訓練グループ(高速炉サービス株)

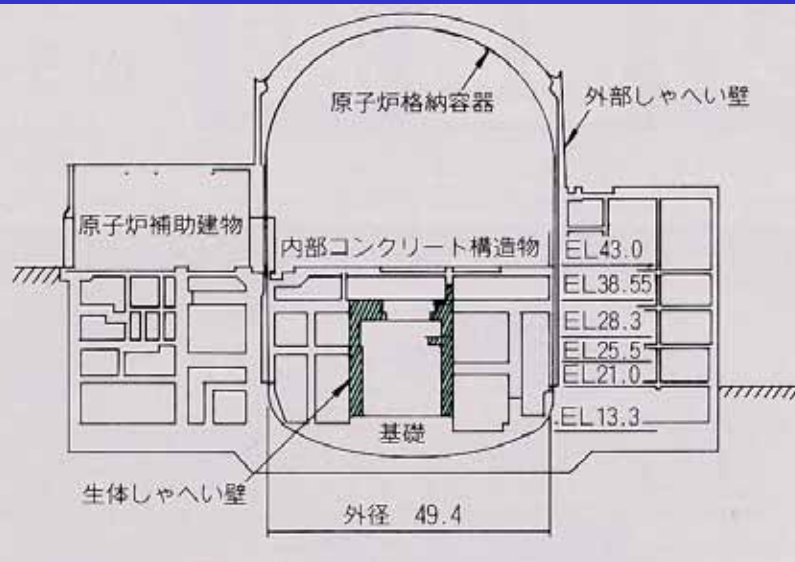
*3：国際技術センター 実技訓練グループ

目 次

炉本体機器構造	1
1. 生体しゃへい壁の据付	2
2. ナトリウム貯留槽、下部支持構造物の据付	11
3. 原子炉容器ガードベッセルの据付	13
4. 原子炉容器の据付	17

以上

1. 生体しゃへい壁の据付



構造概要

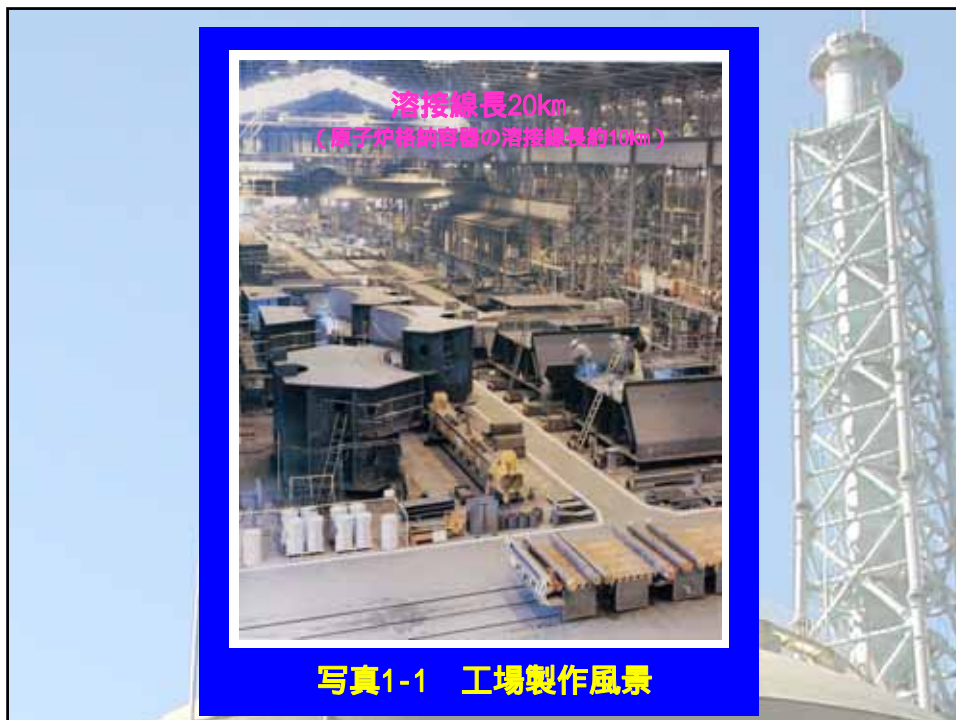
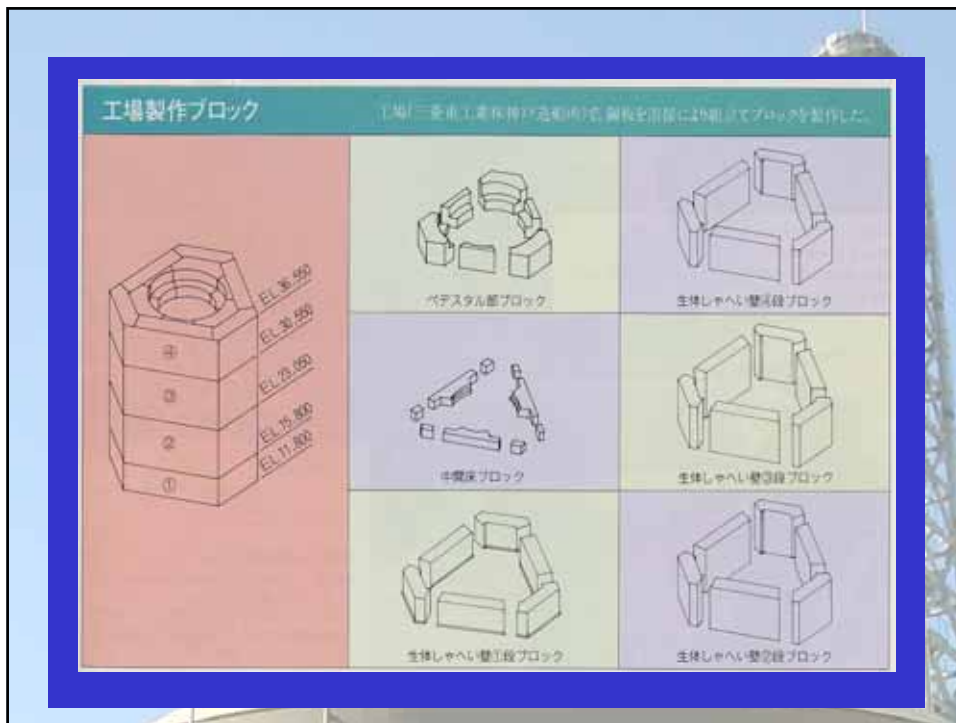




写真1-2 工場仮組立(1段ブロック)

生体しゃへい壁のうち、特に1段ブロックは据付精度の基準となるため工場において仮組立され、各ブロックについて調整が行われた。



写真1-3 水切り

海上輸送されたブロックは、200トンのローディングクレーンにより水切りされた。



写真1-4 工場内運搬

溶接組立てを終えたブロックは、寸法外観検査、塗装等の後、工場専用港に運ばれた。



原子炉格納容器の据付を完了した後、原子炉容器の据付規準芯を設定し、その規準芯に合わせて昭和62年5月16日基礎架台の設定が行われ、溶接により固定された。

写真1-5 基礎架台の設定

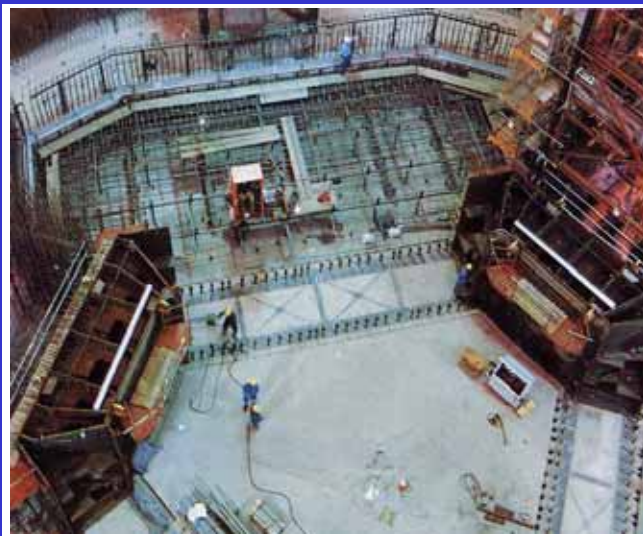


写真1-6 短辺ブロックの据付

各段とも据付は短辺ブロック(A、C、E)から行われた。



写真1-7 自動溶接(生体しゃへい壁)

自動溶接は走行レールの設定が容易な平坦で直線部(フェースプレートの縦継手及び水平継手のうち長辺ブロック)について行った。

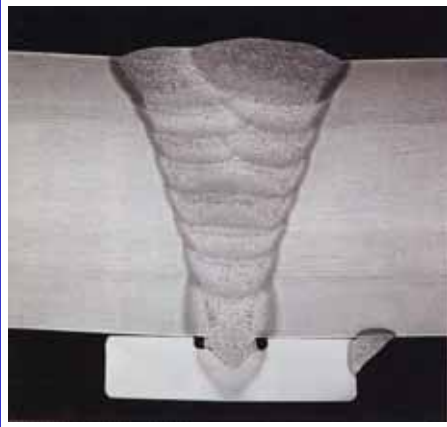


写真1-8 マクロ試験
(MAG自動溶接(立向))

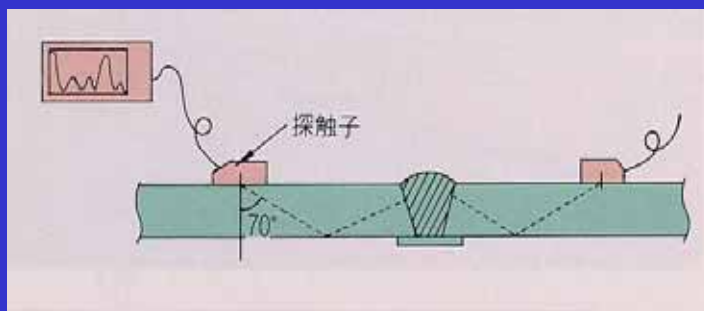
厚板鋼板の溶接線は、溶接に先立って幅約200mmにわたり、ガスバーナで予熱を行い、温度チョークを用いて予熱温度を確認した後、溶接を行った。

裏当金は、第一層溶接線の完全溶け込みが行われるよう、メーカーのこれまでの経験を反映して、深さ約2mmの溝が施してある。



写真1-9 超音波探傷検査

原子炉格納容器の現場溶接でも実績のあるMAG溶接により溶接を行ったことから、超音波探傷検査においても良好な結果を得た。



溶接部の試験検査
超音波探傷検査

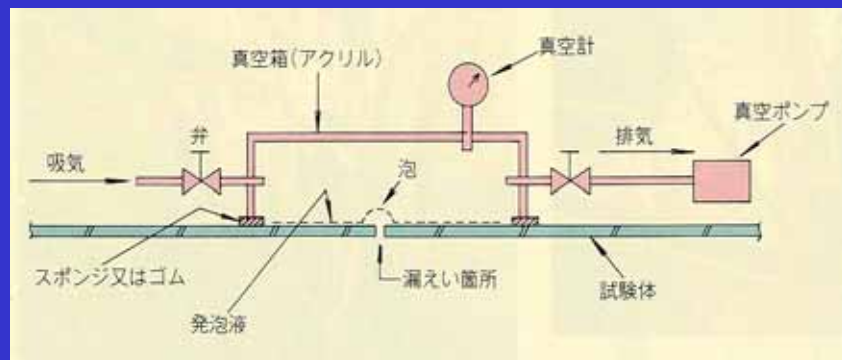
ペDESTアル部及び生体しゃへい壁、原子炉容器中間床は、原子炉容器等の重要な大型重量設備の支持を行うため、鋼板と同一以上の強度が要求され、その溶接部については超音波探傷検査により、健全性の確認を行った。

斜角一探触子法により、周波数5MHz、探触子は屈折角70°(板厚60mmを超える場合は45°も併用)で実施した。



写真1-10 真空引き試験

生体しゃへい壁の溶接線は、直線が多く平面であったので真空箱の設定も容易であったが、中間床及びペDESTアル部では、ボルト穴や裏当金があるため、形状にあった真空箱の交換や設定に時間を要した。



局部漏えい検査

フェースプレートは、床下の窒素ガスバウンダリーを形成する部材であり、溶接部からの漏えいのないことを真空箱を使用して局部漏えい検査を実施した。



写真1-11 ジャモン岩(埼玉県越生産)

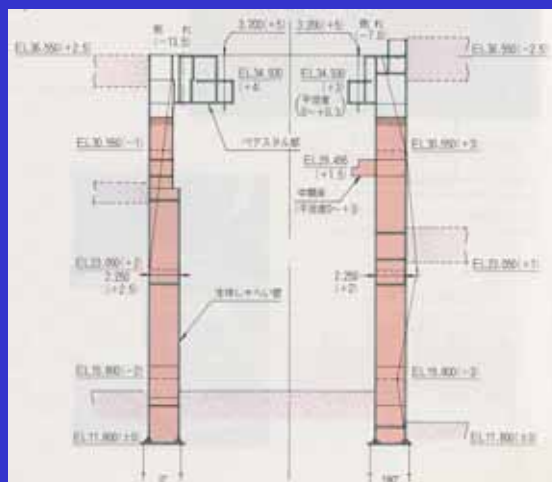


写真1-12 生体しゃへい壁の打設状況3

4段目の打設高さは約6mと高いことから、5層に分けて打設を行う。各層の打設間隔についてもある程度の沈降を見越し、1~1.5時間程度の間をおく。また、打設レベルまで作業員が中にもぐり、パイプレーターを使い締め固めを行う。

ペDESTアル部及び生体しゃへい壁、原子炉容器室中間床の据付精度は、いずれも許容値を十分満足する値で、良好な結果であった。

特に炉体総合据付精度に影響を与えるペDESTアル部については、高い精度で据付けられた。



建方精度

2. ナトリウム貯留槽、 下部支持構造物の据付

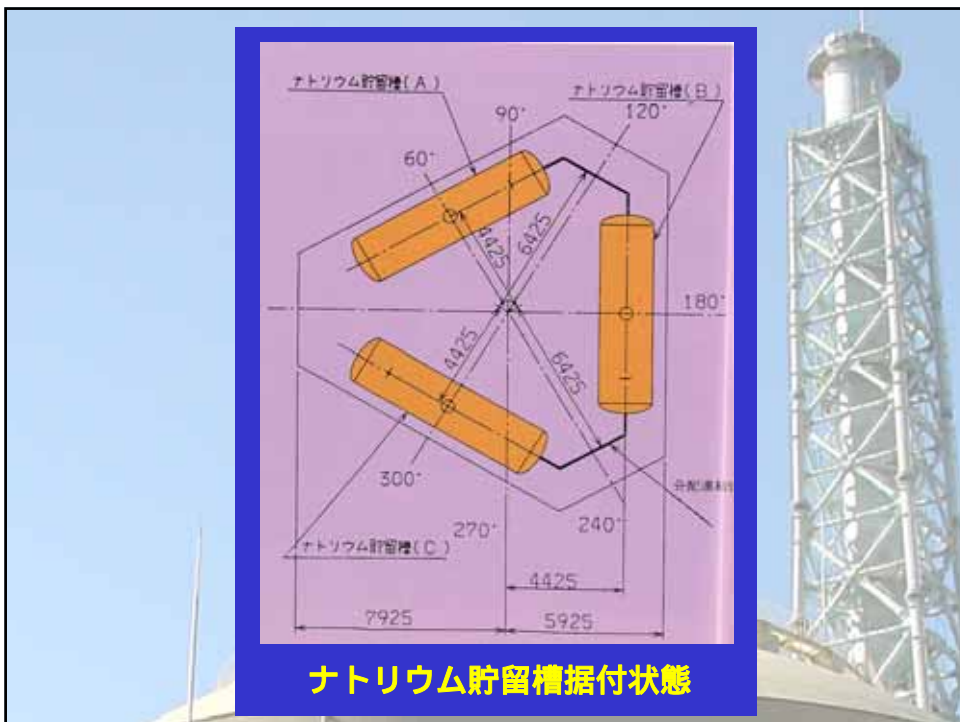
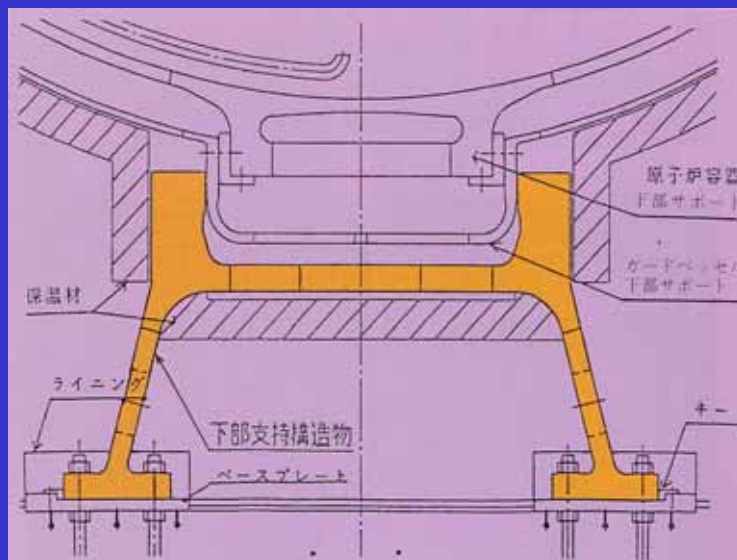




写真2-1 ナトリウム貯留槽(二見工場にて)



原子炉容器下部支持構造物の組立図



写真2-2 下部支持構造物の吊り込み状況

3. 原子炉容器ガード ベッセルの据付



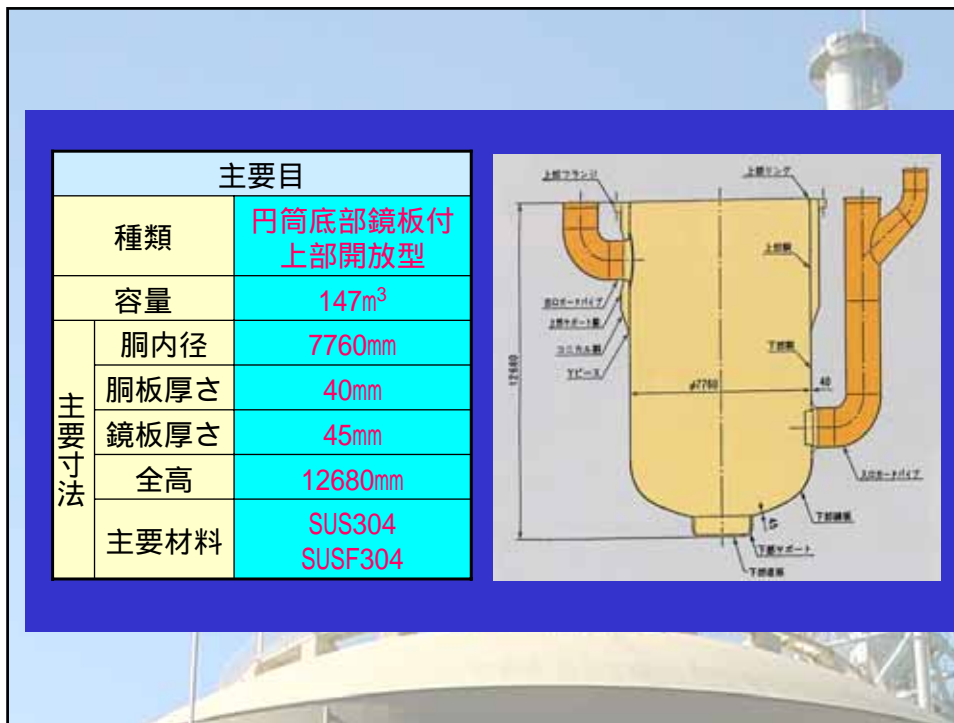


写真3-1 もんじゅ港へ接岸寸前のガードベッセル

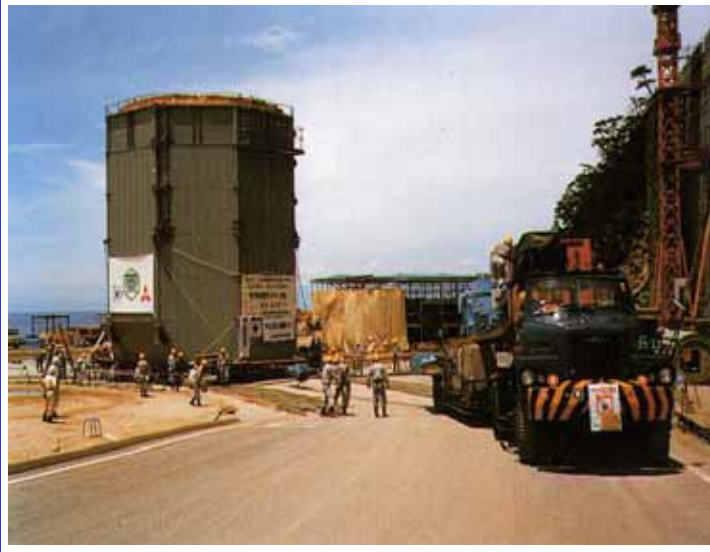


写真3-2 コロ引き最初のカーブ(A/B手前)を曲がり始める
(右端はコロ引き用ウインチを搭載したトレーラ)

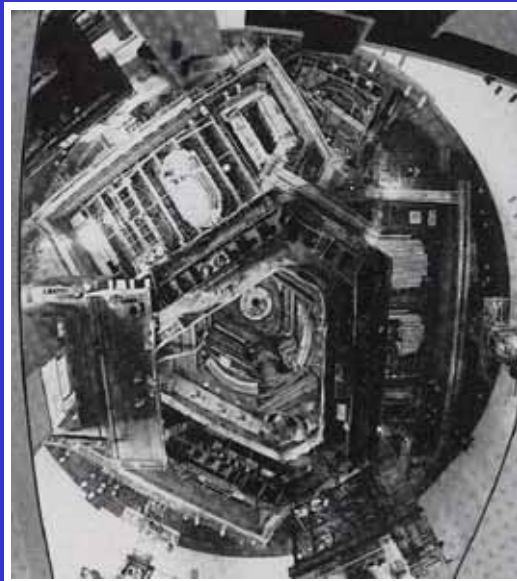


写真3-3 ガードベッセル据付前の原子炉容器室(真上から)



写真3-4 ガードベッセル吊り込み(6月18日)

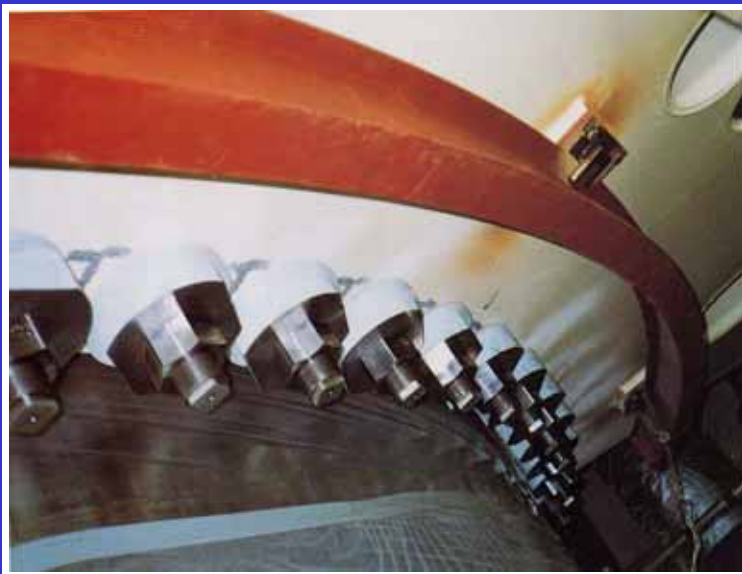


写真3-5 原子炉容器ガードベッセルを中間床に
ボルト締めにて据付完了(中間床下部)

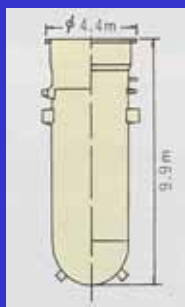
4. 原子炉容器の据付

設計及び主要目

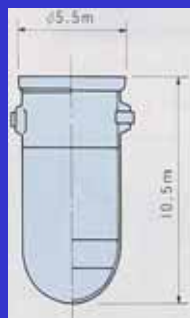
機器種別	高速原型炉第1種容器		
耐震クラス	As		
冷却材の種類	ナトリウム		
最高使用圧力	上部プレナム部	2kg/cm ²	
	下部プレナム部	10kg/cm ²	
最高使用温度	上部フランジ	150	
	上部プレナム部	550	
	下部プレナム部	420	
種類	底部鏡板付円筒縦型容器		
主要寸法	胴内径	上部胴	7,780mm
		中、下部胴	7,060mm
	胴板厚さ	50mm	
	鏡板厚さ	100mm	
	全高	17,780mm	
主要材料	SUSF 304		

原子炉容器比較図

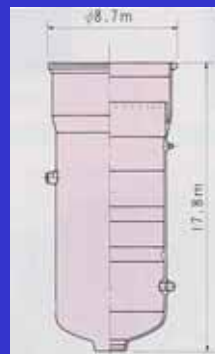
常陽



PWR



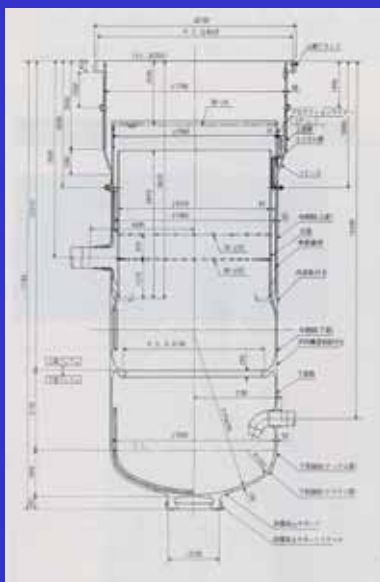
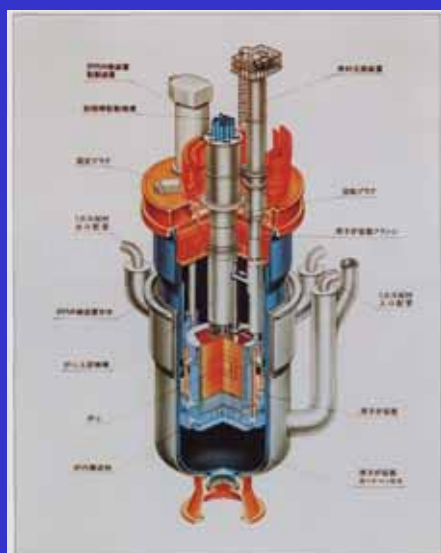
もんじゅ



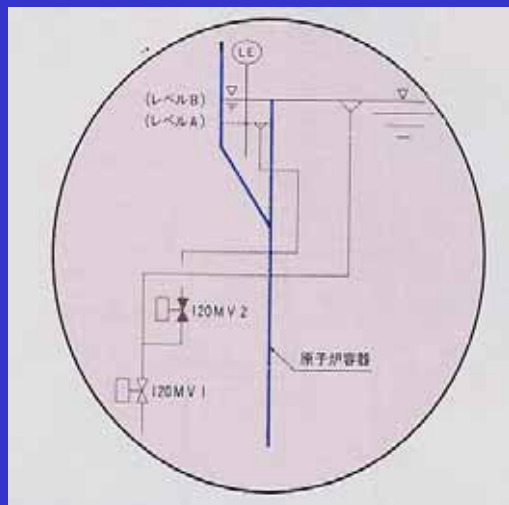
重量	80ト
材質	ステンレス鋼
胴板厚さ	25mm

重量	318ト
材質	低合金鋼
胴板厚さ	220mm

重量	280ト
材質	ステンレス鋼
胴板厚さ	50mm



原子炉容器



2液面制御の方法
(補助オーバーフロー系)

炉壁とプロテクション
ライナで形成されてい
るアニュラス部の液面
の制御

バルブV2を開 レベルA

38%炉出力から100%炉出力
(459 ~ 529)

バルブV2を閉 レベルB

原子炉起動から38%炉出力
(180 ~ 459)



写真4-1 造塊

(化学成分の選定)

- ・強度/クリープ特性/耐食性 及び溶接性等の材料特性のバランス
- ・不純元素及びガス成分の低減

(鋼塊の製造：溶解・精錬・造塊)

- ・電気炉 溶解/脱リンを主とした精錬及び成分の粗調整
- ・取鍋精錬炉 脱硫黄を主とした精錬、成分の微調整
- ・真空処理 高纯净度大型鋼塊の製造



写真4-2 鍛錬
(中間胴(上部)部材の機外での穴拡げ)

機外鍛造

- ・プレス機内/機外で据込み・穴あけ・穴拡げ(鍛造)を繰り返し鍛造
- ・鍛鋼品をプレス機外に置き、鉛直方向の10,000t⁺の力を水平方向に変換

保温法の開発

- ・保温効果・粘着性・耐剥離性に優れた発泡系断熱材の塗布
- ・輻射熱伝達による鍛造中の材温低下を抑える
- ・約80～100回の過熱加工回数が約30～40回の回数で鍛造



写真4-3 機械加工(黒皮削り段階)

加工には、テーブル直径8m(加工最大直径12.5m)のNCターニング盤を使用

- ・中間胴(上部)の加工精度実績(外径7.16m 1mm、振れ 内外径ともに0.2mm以内)
- ・寸法及び形状公差とも要求品質を十分に満足するものであった。



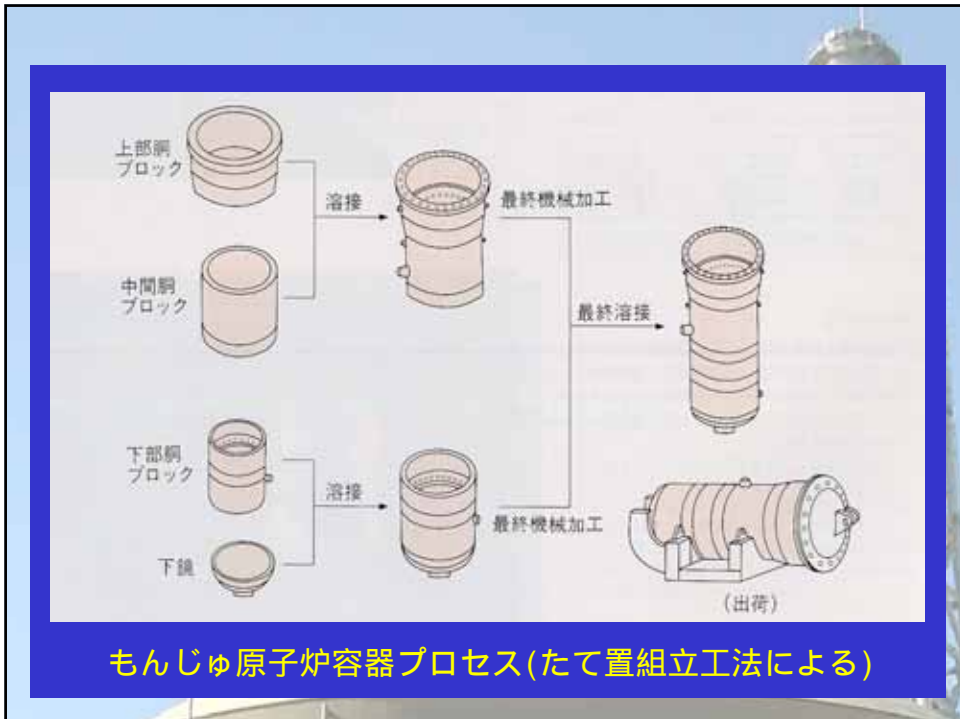
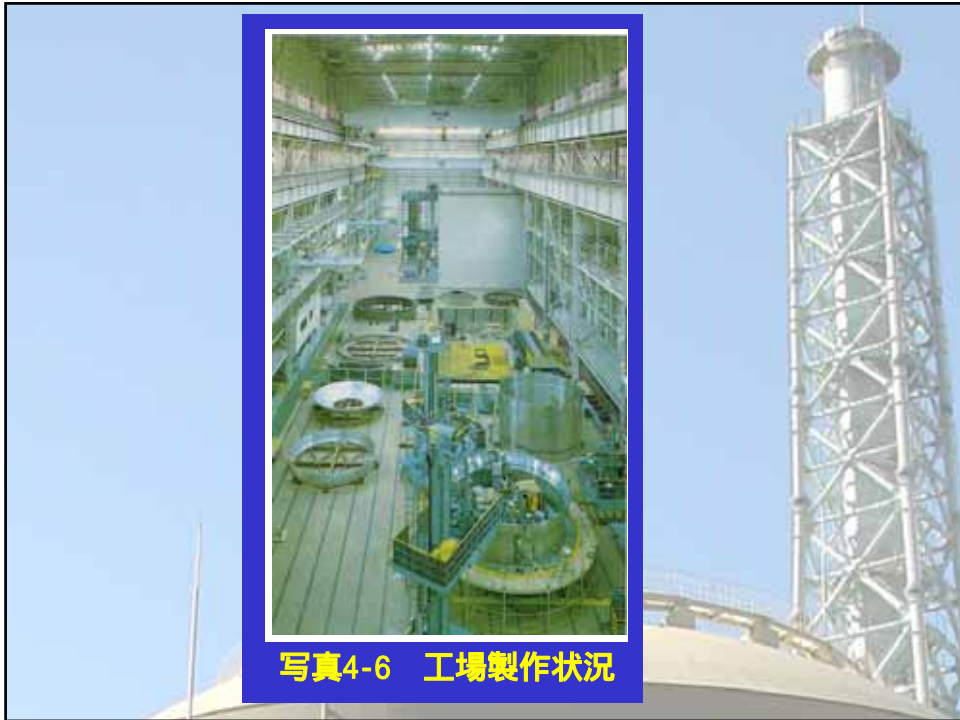
写真4-4 固溶化熱処理

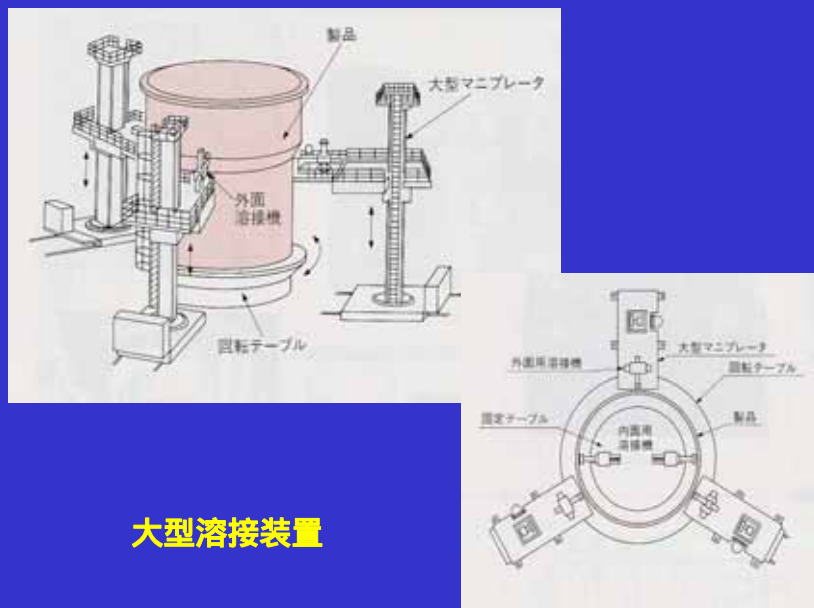
- ・ 熱処理（鍛鋼品を約1,040～1,050 に加熱し、水冷にて急冷）
ステンレス鋼の耐食性向上
- ・ 熱処理時の鍛鋼品は、できる限り最終形状に近い形状に機械切削
水冷時の冷却速度を高め、加熱及び水冷時の変形を最小限に



写真4-5 最終検査（超音波探傷検査）

- ・ オーステナイト系ステンレス鋼 超音波透過性が重要
- ・ 透過性改善のために結晶粒を十分に細整粒とする
適切な加熱・加工法
- ・ 超音波探傷検査の結果、板厚800mmの極厚品まで十分な透過性を示し、かつ欠陥は検出されなかった。





大型溶接装置



写真4-7 上部フランジ溶接





写真4-10 下部サポート溶接



写真4-11 部材

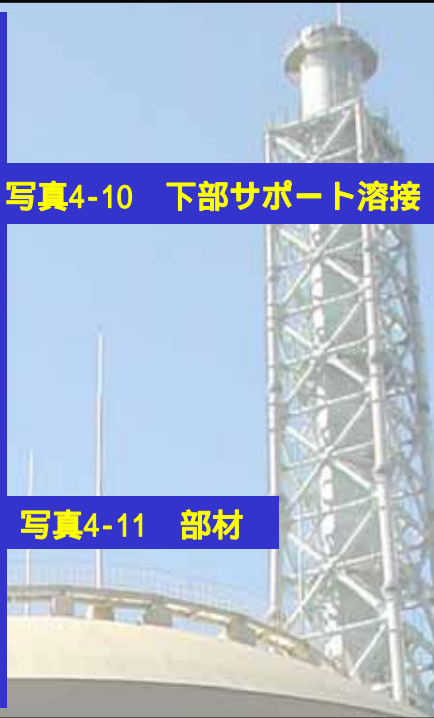


写真4-12 上部胴・中間胴溶接



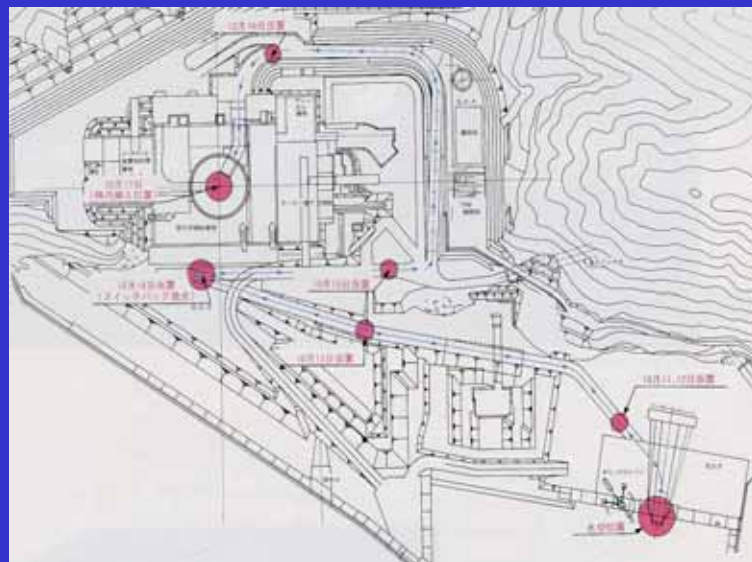
写真4-13 最終機械加工



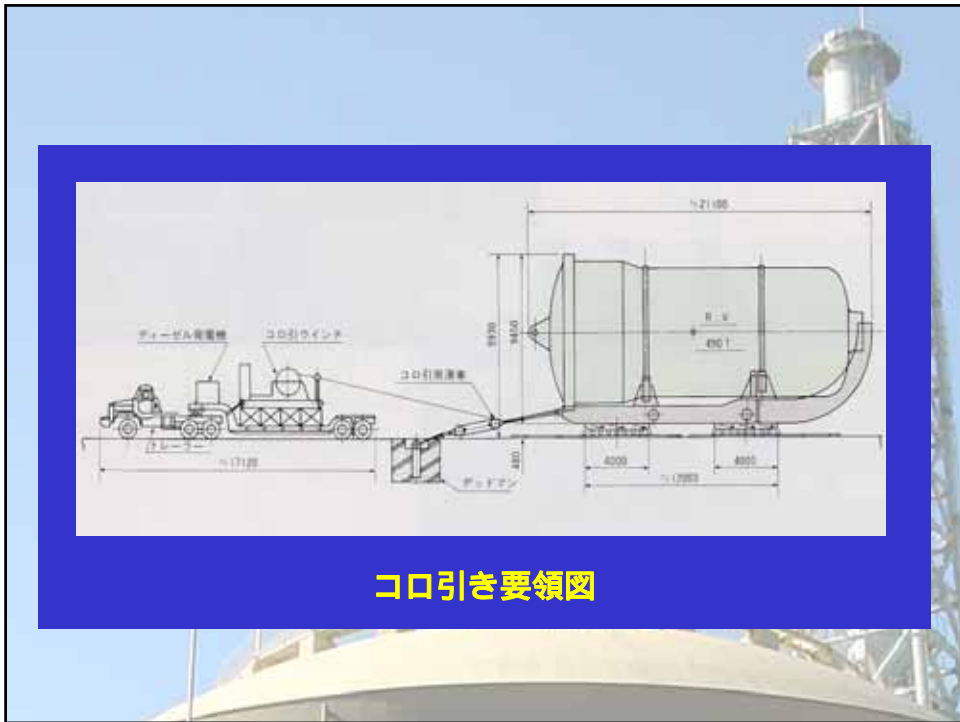
写真4-14 最終溶接終了



写真4-15 吊り上げられた原子炉容器



原子炉容器輸送経路



コロ引き要領図

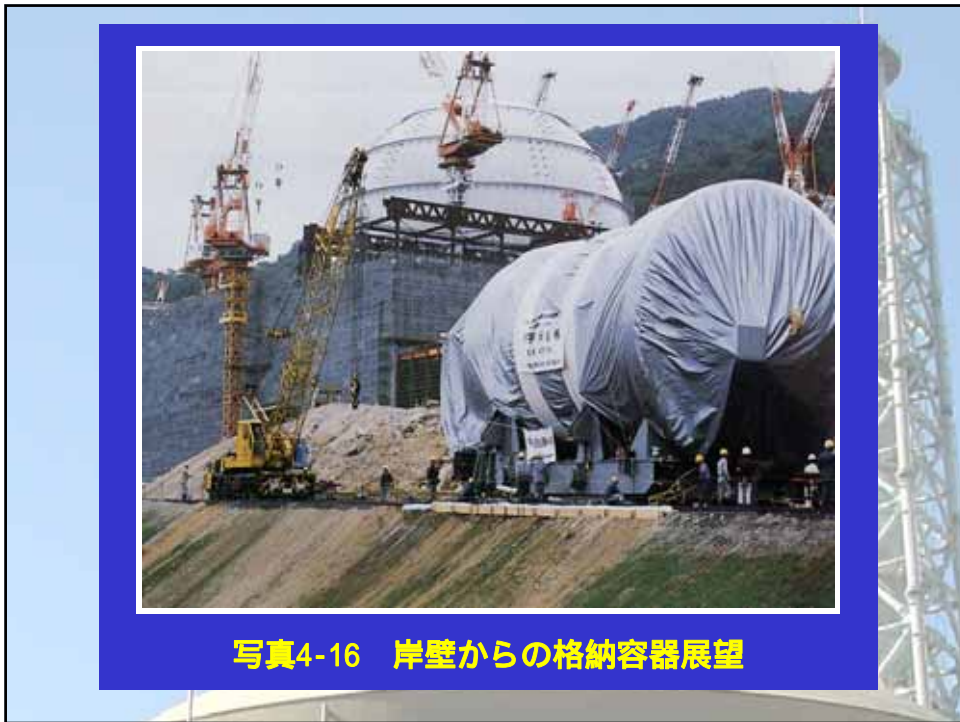


写真4-16 岸壁からの格納容器展望

昭和63年10月24日 作業時間8:30～19:00



写真4-17 原子炉容器据付開始(9:00)

慎重にポーラクレーンを巻き上げ、原子炉容器を立て起こし、吊り上げた。



**写真4-18、4-19 ガードベッセル養生蓋取り外し作業
(14:00～14:08)**

