

平成14年11月18日  
原子力安全対策課  
(14-80)  
<11時資料配付>

## 高浜発電所1号機の第21回定期検査開始について

このことについて、関西電力株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

### 記

高浜発電所1号機（加圧水型軽水炉；定格出力82.6万kW）は、平成14年11月20日から約4カ月の予定で第21回定期検査を実施する。

定期検査を実施する主な設備は次のとおりである。

- (1) 原子炉本体
- (2) 原子炉冷却系統設備
- (3) 計測制御系統設備
- (4) 燃料設備
- (5) 放射線管理設備
- (6) 廃棄設備
- (7) 原子炉格納施設
- (8) 非常用予備発電装置
- (9) 蒸気タービン

なお、高浜発電所1号機は、平成15年2月中旬に予定されている調整運転開始から、定格熱出力一定運転<sup>\*1)</sup>を実施することとしている。

\*1)原子炉熱出力を常に一定(100%)として運転する方法で、海水の温度が下がり、復水器の性能(熱効率)が良くなる冬季において、これまでの定格電気出力を最大で約8.3%程度上回る運転が見込まれる。

## 1. 主要工事等

- (1) 1次冷却材ポンプ供用期間中検査 (図-1 参照)  
1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、3台あるポンプのうち、Bポンプについて、主フランジボルト、締め付け部等耐圧部の健全性を確認するとともに、分解検査としてインペラ等の内部部品について点検する。
- (2) 原子炉容器供用期間中検査  
原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器の溶接部等について、計画的に超音波による探傷検査を行い健全性を確認する。
- (3) 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事 (図-2 参照)  
海外における原子炉冷却系統設備の損傷事例に鑑み、将来的な健全性維持を図るという予防保全の観点から、原子炉冷却系統設備の配管他について、材質等を変更した新しい配管に取り替える。
- (4) 出力領域計測装置検出器取替工事  
運転時の原子炉出力を監視するため原子炉外に設置している出力領域計測装置の検出器(全8個中2個)を、信頼性維持の観点から、計画的に取り替える。
- (5) 放射線管理用計測装置検出器取替工事 (図-3 参照)  
エリアモニタ全数およびプロセスモニタ検出器(GM管検出器)の一部を、保守性向上の観点から、部品調達が容易で現検出器と同等の性能を有する半導体検出器に取り替える。
- (6) 海水ポンプ取替工事 (図-4 参照)  
海水ポンプ(全4台)の構成部品である主軸やケーシング等は、常時、海水に浸っており、腐食を受けやすい環境にあることから、耐腐食性に優れた材質のものに取り替える。
- (7) 原子炉容器照射試験片取出工事  
中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を計画的に取り出す。

(8) 炉内計装筒管台予防保全対策工事 (図-5 参照)

1次系水質環境下における応力腐食割れに対する予防保全対策として、炉内計装筒管台の引張り残留応力を圧縮応力に変えるため、管台内表面にウォータージェットピーニング<sup>\*2)</sup>を施工する。

\*2)ウォータージェットピーニング

金属表面に気泡を含んだ高圧ジェット水を吹き付けることにより、金属表面に塑性変形が生じ、表面にある残留応力を引張りから圧縮に変える工法。

(9) 復水器および2次系熱交換器他取替工事 (図-6 参照)

2次系給水系統の水質向上対策として、復水器伝熱管管群については、銅合金から耐食性に優れたチタン製へ取り替える。また、給水加熱器伝熱管や湿分分離加熱器については、銅合金から耐食性に優れたステンレス製に取り替える。これにより、海水漏えいの未然防止や、蒸気発生器への不純物の持ち込み低減が図られる。

(10) 定格熱出力一定運転に伴う運転管理強化

定格熱出力一定運転の導入に当たり、運転管理の信頼性を一層向上させるため、発電機出力過大を知らせる警報を制御盤に追設する他、運転情報を管理しているコンピュータのソフト改良や、発電機出力の監視画面追加を行う。

## 2. 燃料取替計画

燃料集合体全数157体のうち、65体(うち56体は新燃料集合体)を取り替える予定である。

## 3. 運転再開予定

原子炉起動・臨界	:	平成15年2月中旬
発電再開 (調整運転開始)	:	2月中旬
定期検査終了(営業運転再開)	:	3月中旬

問い合わせ先(担当:小西)
内線2354・直通0776(20)0314

図-1 1次冷却材ポンプ供用期間中検査概要図

原子炉冷却材系統概要図

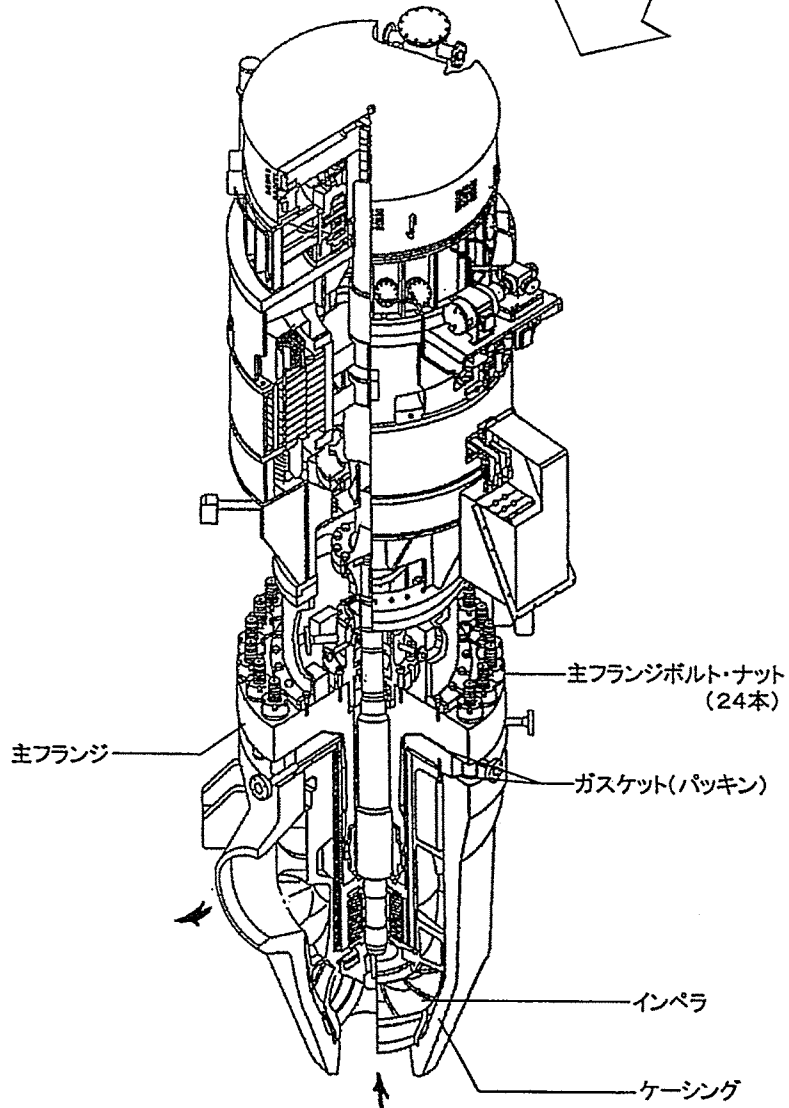
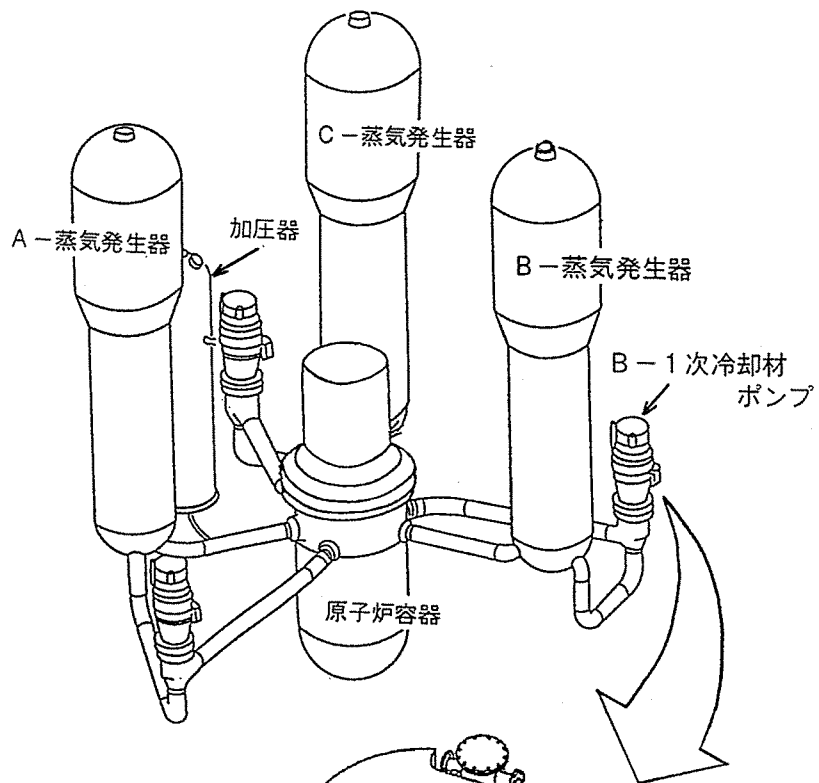


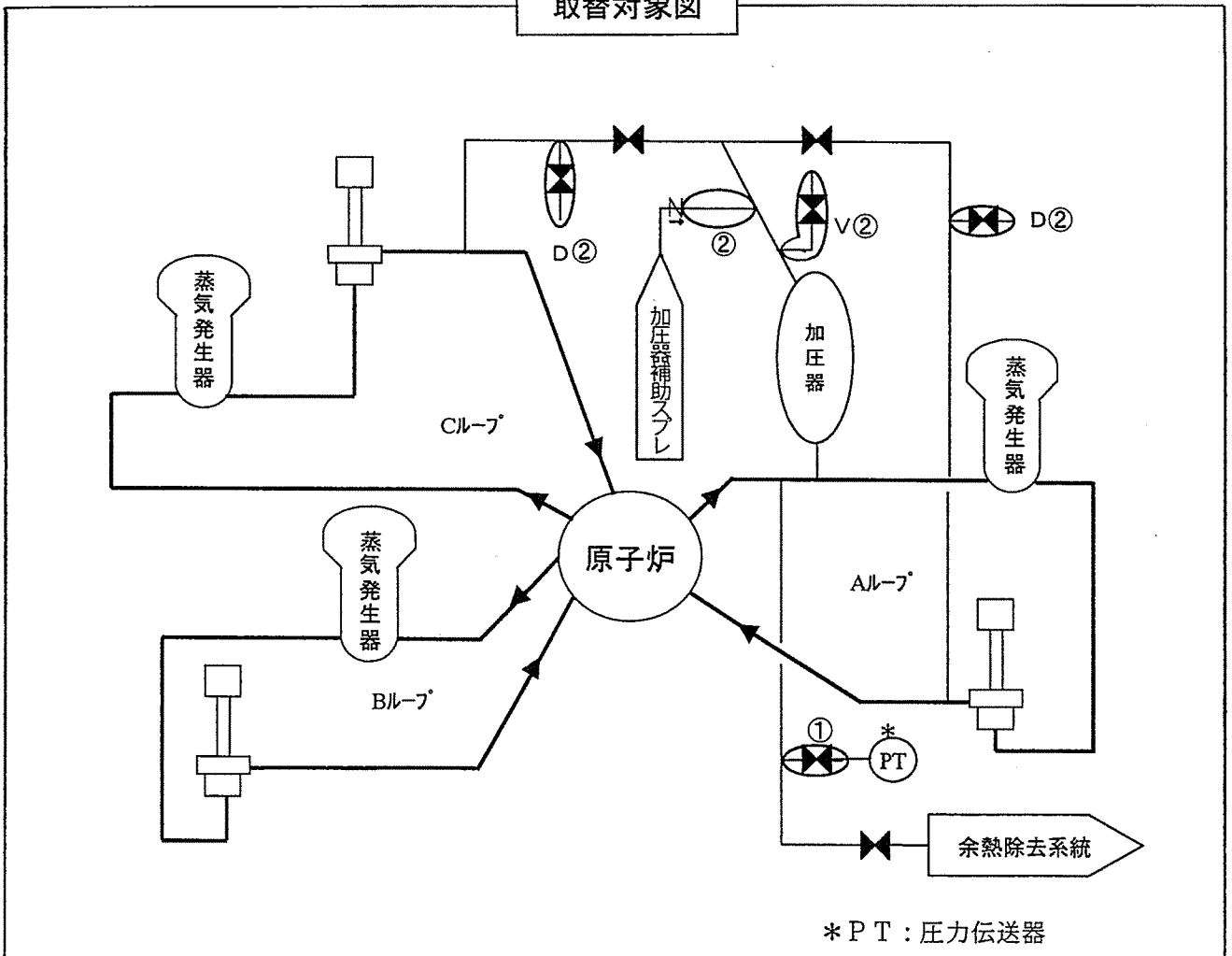
図-2 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事概要図

工事概要

海外事例の予防保全対策として、原子炉冷却系統設備のうち、酸素型応力腐食割れの感受性が高いと考えられる余熱除去系統の配管他について、計画的に耐腐食性に優れた材料の配管に取り替えるとともに（SUS304→SUS316）、ソケット溶接箇所は突き合わせ溶接に変更する。

系統名	対象箇所	箇所数	図中番号
余熱除去系統	計器取出しライン	1	①
1次冷却材系統	加圧器スプレライン	4	②

取替対象図



溶接方法の変更

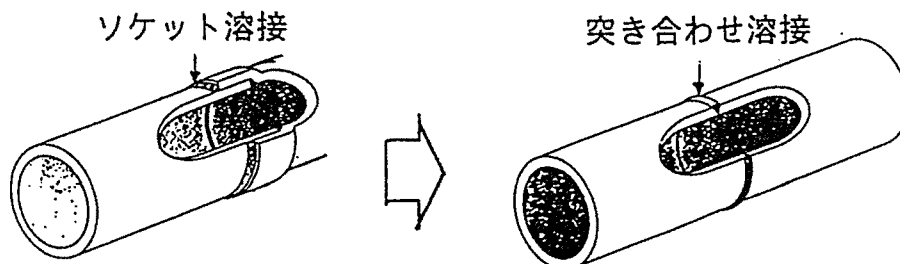


図-3 放射線管理用計測装置検出器取替工事概要図

1. 目的

保守性向上の観点より、エリアモニタ検出器全数およびプロセスモニタ検出器の一部を、GM管検出器から部品調達が容易で、現検出器と同等の性能を有する半導体検出器に取り替える。

2. 工事概要

エリアモニタ検出器（全10個中10個\*<sup>1</sup>）およびプロセスモニタ検出器（全21個中1個\*<sup>2</sup>）を、GM管式から半導体式に取り替える。

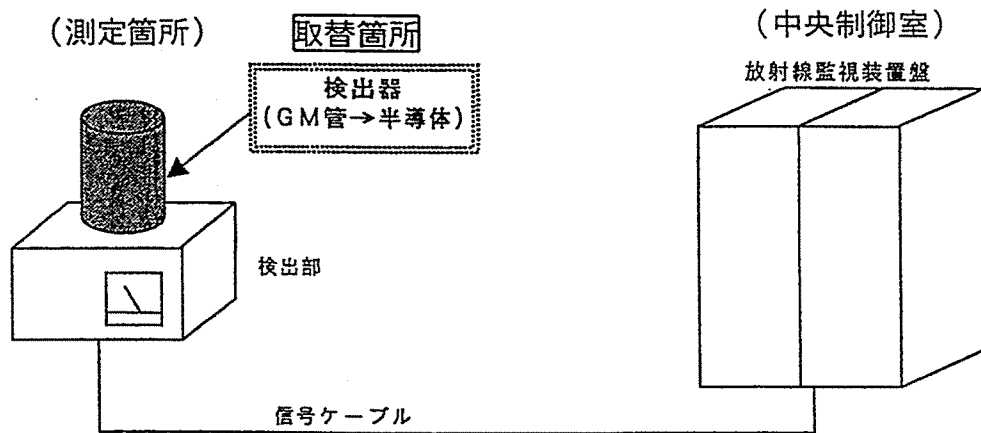
なお、設置個所数および設置場所に変更はない。

（\*1）以下の10個のエリアモニタ検出器がある。

- ・原子炉格納容器エリアモニタ
- ・ドラム詰室エリアモニタ
- ・サンプル室エリアモニタ
- ・充てんポンプ室エリアモニタ
- ・ガス圧縮室エリアモニタ
- ・放射化学室エリアモニタ
- ・使用済燃料ピット区域エリアモニタ
- ・中央制御室エリアモニタ
- ・廃樹脂貯蔵庫エリアモニタ
- ・炉内計装区域エリアモニタ

（\*2）冷却材エリアモニタ

工事概要図



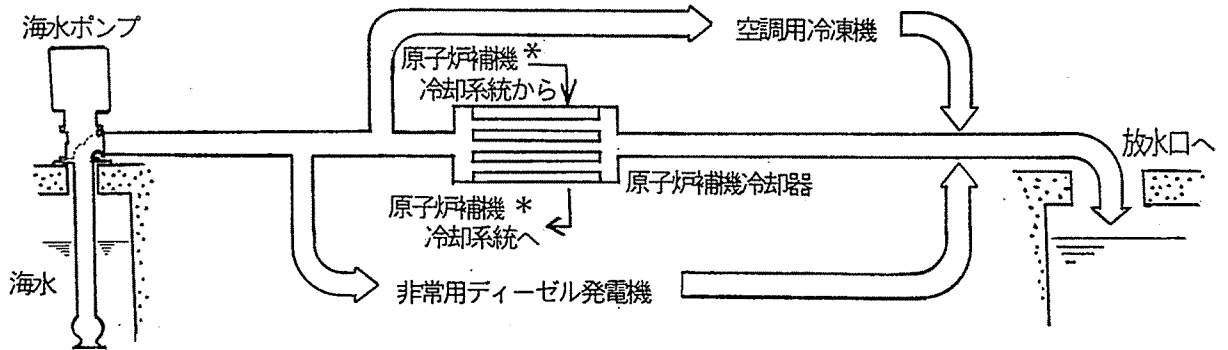
取 替 前	取 替 後
<p><b>GM管式</b></p> <p>(検出原理)</p> <p>GM管には電離ガス(ネオンガス)が封入されており、中心電極に高電圧を印加している。</p> <p>放射線がGM管に入射されると、放射線のエネルギーによりガスが電離し、電子と正イオンに分離され、電流が流れることによって、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。</p> <p>(測定範囲) : <math>1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}</math></p>	<p><b>半導体式</b></p> <p>(検出原理)</p> <p>半導体検出器は、ダイオード(半導体)に逆電圧を印加したものと同様である。</p> <p>放射線が半導体に入射されると、放射線のエネルギーにて半導体内の電子が飛びだし(電離する)、電流が流れることによって、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。</p> <p>(測定範囲) : <math>1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}</math>                      (中央制御室エリアモニタのみ <math>0.1 \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}</math>)</p>

図-4 海水ポンプ取替工事概要図

海水ポンプの主要構成部品である主軸・羽根車・ケーシング等を耐腐食性に優れている材料（耐食ステンレス鋼）を使用したものに取り替える。[全4台]

系統概要

海水系統は、海水ポンプによって汲み上げた海水を冷却水として、原子炉補機冷却器、空調用冷凍機、非常用ディーゼル発電機に供給する系統であり、設置している4台のうち3台を常時運転し、定期的に切り替えを行っている。（残り1台は、予備機として待機）

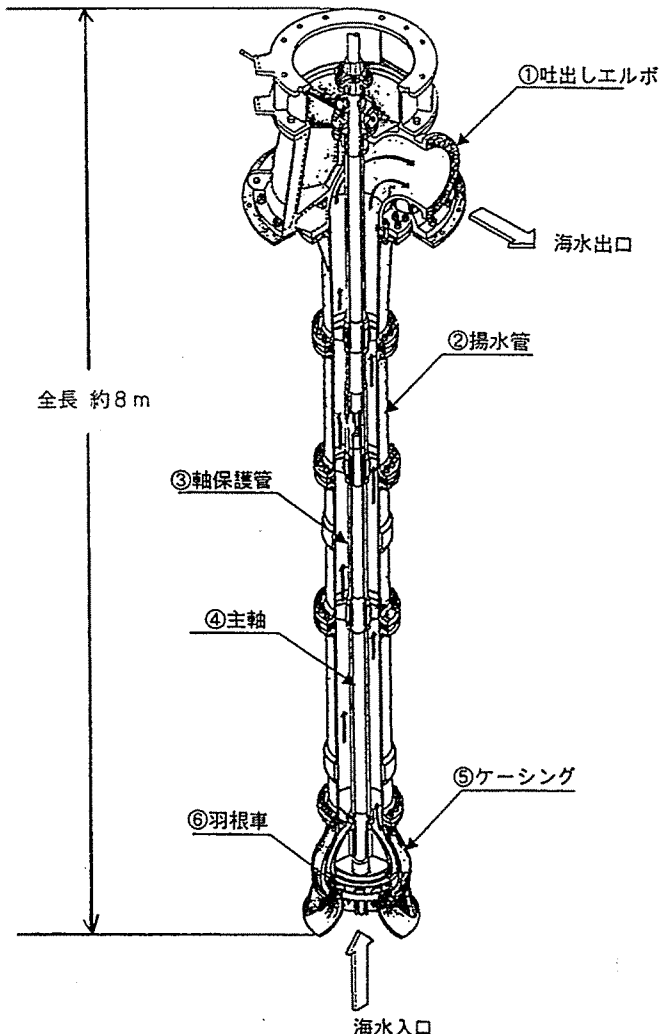


外海に面した取水口に海水ポンプを設置し、各装置に冷却水として通水後、熱交換が行われた海水は、放水口より放出する。

\*原子炉補機冷却系統

燃料ピット冷却器および1次冷却材ポンプ等、1次系機器で発生する熱を除去し、海水と熱交換する系統である。

海水ポンプ鳥瞰図



主要部品の材料比較

	取替前	取替後
①吐出しエルボ	FCHD (球状黒鉛鉄材)	GSCS16 (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)
②揚水管	FCHD (球状黒鉛鉄材)	GSCS16 (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)
③軸保護管	SUS304 (ステンレス鋼)	GSCS16 (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)
④主軸	SUS316 (ステンレス鋼)	GSCS317J4L (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)
⑤ケーシング	FCHD (球状黒鉛鉄材)	GSCS16 (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)
⑥羽根車	SCS14 (ステンレス鋼、鋳鋼品)	GSCS16 (耐食ステンレス鋼、鋳鋼品)

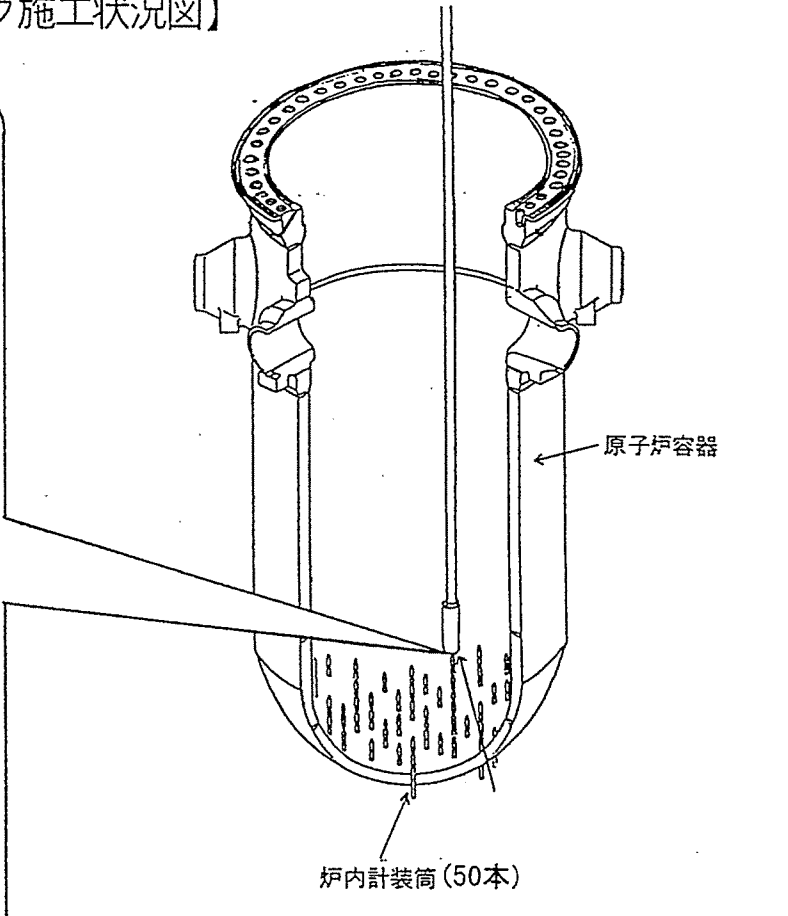
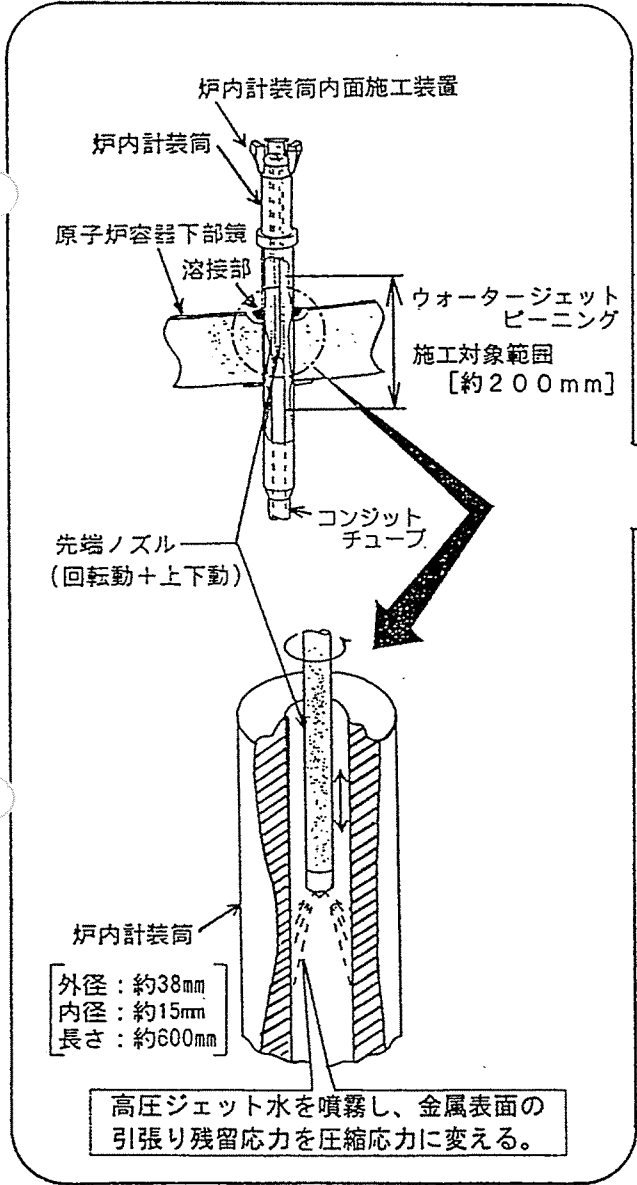
能力（変更なし）

- ・容量：3200m<sup>3</sup>/h/台
- ・揚程：30m

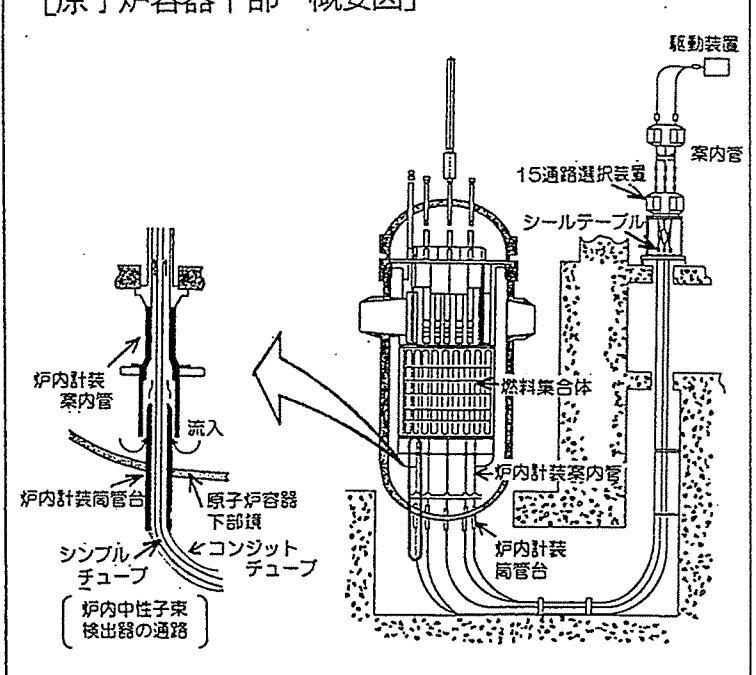
図-5 炉内計装筒管台予防保全対策工事概要図

**工事概要**  
 1次系水質環境下における応力腐食割れ発生防止対策として、炉内計装筒管台内表面にウォータージェットピーニングを施工し、表面残留応力を低減させる。

【ウォータージェットピーニング施工状況図】



【原子炉容器下部 概要図】

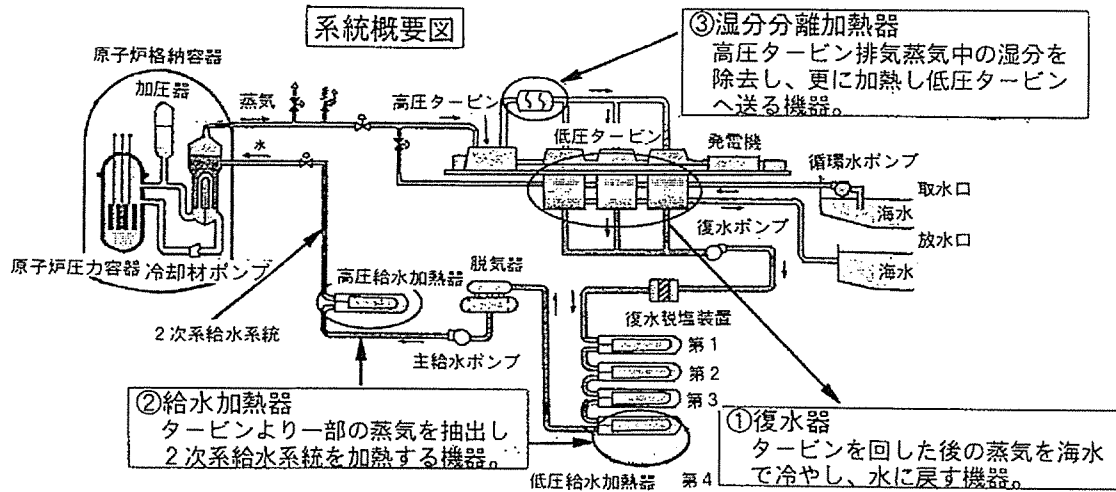


	材	質
原子炉容器	低合金	
炉内計装筒	インコネル600合金	
溶接部	インコネル132[600溶金]相当	

図-6 復水器および2次系熱交換器他取替工事概要図

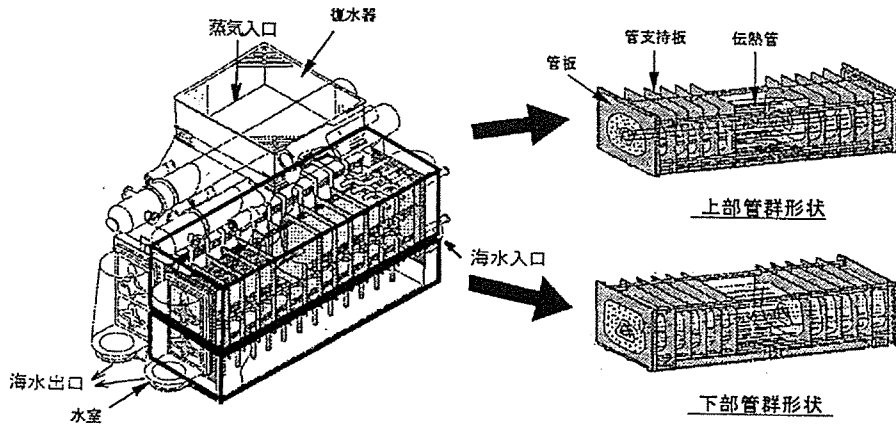
工事概要

- ・復水器一式：伝熱管材料を銅合金製から耐食性に優れたチタン製に取り替える。
- ・高圧給水加熱器2基および第4低圧給水加熱器3基：伝熱管材料を銅合金製から耐食性に優れたステンレス製に取り替える。（本体一式を取り替える。）
- ・湿水分離加熱器6基：伝熱管材料を銅合金製から耐食性に優れたステンレス製に取り替える



①復水器取替概要図

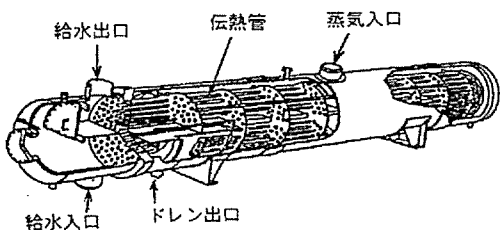
伝熱管の取替は、1水室分の伝熱管、管板、管支持板等の部品を工場にて2分割の管群状態に組み立て、現地に搬入・据付けする。



	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	チタン
伝熱管本数	60,984	69,450
復水器外観		
長さ	約20m	
高さ	約13m	
幅	約9m	
管群外観(上部・下部同寸法)		
長さ	約15m	
高さ	約3m	
幅	約4m	

②給水加熱器取替概要図

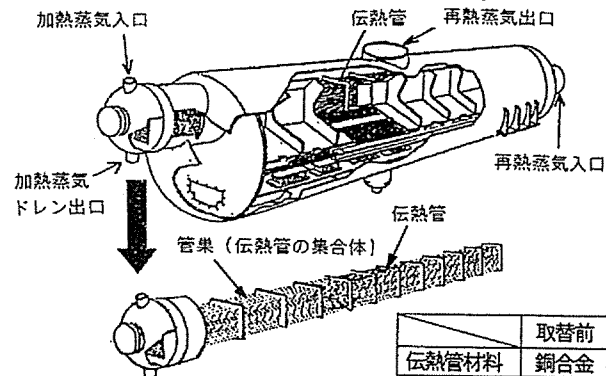
伝熱管の取替は、工場にて加熱器全体を製作し、一体型で現地に搬入・据付けする。



	高圧給水加熱器		低圧給水加熱器	
	取替前	取替後	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	ステンレス	銅合金	ステンレス
伝熱管本数	2,120	2,658	604	888
外観長さ	約1.2m		約1.0m	
外観直径	約2m		約2m	

③湿水分離加熱器取替概要図

伝熱管の取替は、工場にて管束（伝熱管の集合体）状態に組み立て、現地に搬入・据付けする。



	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	ステンレス
伝熱管本数	690	690
外観長さ	約13m	
外観高さ	約3m	

### 高浜発電所1号機 第21回定期検査で実施する自主点検の例

#### ① 1次冷却材ポンプ起動停止時健全性確認

1次冷却材ポンプ全台について、停止時に振動計測および周波数測定を行い、健全性を確認します。

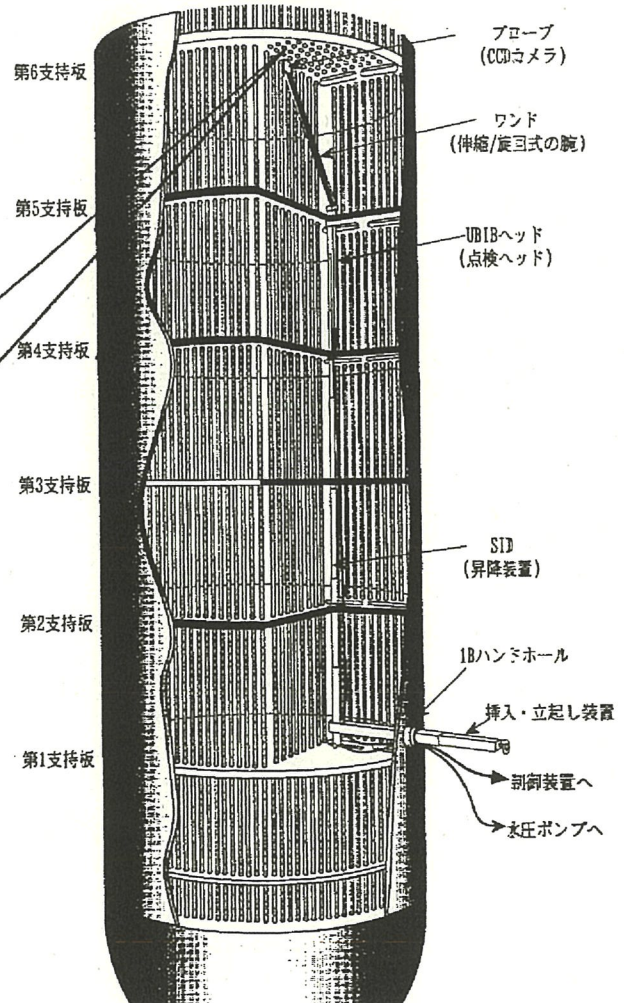
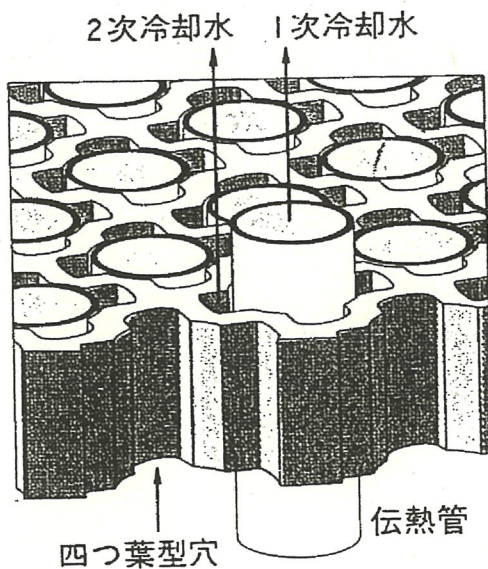
#### ② 蒸気発生器支持板BEC穴点検工事

(下図参照)

蒸気発生器の伝熱管については、渦流探傷検査(ECT)により健全性を確認していますが、伝熱管支持部(BEC穴)では、伝熱管外表面に水あか等が付着しています。この付着物の状況とECTでの信号との相関を詳細に把握するため、蒸気発生器管支持板のBEC穴の点検を遠隔目視点検装置により実施します。

#### 蒸気発生器管支持板BEC穴点検工事状況

四つ葉型(405ステンレス鋼)



管支持板目視点検状況

<参考資料>

高浜発電所 1 号機の第21回定期検査に関する補足説明資料

- ・ 出力降下開始 : 11月19日 (18時頃)
- ・ 発電停止 : 11月20日 (1時頃)
- ・ 原子炉停止 : 11月20日 (3時頃)