

平成15年6月13日
原子力安全対策課
(15-28)
<11時記者発表>

高浜発電所4号機の原子炉起動と調整運転開始について (第14回定期検査)

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4号機(加圧水型軽水炉;定格出力87.0万kW)は、平成15年4月28日から第14回定期検査を実施していたが、6月14日に原子炉を起動し、翌15日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、6月中旬(6月17日頃)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、7月中旬には経済産業省の最終検査を受けて営業運転を再開する予定である。

高浜発電所4号機は、今回の調整運転開始から、定格熱出力一定運転^{*1}を実施する。

*1)定格熱出力一定運転:

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6%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等 (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(A~C)あるポンプ耐圧部の漏えい検査を実施し、健全性を確認するとともに、分解検査として、Aポンプのインペラ等の内部部品について点検した。

また、長期的な設備信頼性維持の観点から、昇温、降温時における振動安定対策として改良型サーマルスリーブに取り替えるとともに、併せて主軸の取り替えを行った。

(2) 放射線管理用計測装置検出器取替工事 (図-2参照)

エリアモニタおよびプロセスモニタ検出器(GM管検出器)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た。

(3) 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った。

2. 運転期間中に発生したトラブルに係る修繕
(原子炉トリップパーシャル作動他の警報発信)

(1) 1次冷却材高温側温度検出器取替工事 (図 - 3 参照)

平成14年8月9日、B - 1次冷却材高温側温度検出器(常用と予備の一体型温度検出器のうち常用側)の不良により「原子炉トリップパーシャル作動」等の警報が発信した。このため、予備温度検出器に切り替え、当該系統を復旧した。(平成14年9月6日発表済み)

今定期検査では、不良が認められた温度検出器を同一仕様の新品に取り替えるとともに、当該制御系について予備から常用の温度検出器に切り替えた。

不良が認められた温度検出器の詳細調査の結果、温度検出器の先端にある感温素子部で導通がないことを確認した。このことから、感温素子部が断線し、温度を検出できなくなったものと推定された。

3. 設備の保全対策および点検工事について

(1) 余熱除去系配管の点検および一部補修工事 (図 - 4 参照)

国内PWRプラントのステンレス配管に貼り付けられた塩化ビニールテープが原因で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、今定期検査において、余熱除去系、安全注入系等の配管外表面の点検を行い、塩化ビニールテープの貼り付け跡が認められた箇所については、浸透探傷検査を実施した。

点検の結果、1箇所浸透指示が確認されたため、当該箇所について手入れを行い、指示を除去した。

なお、前回定期検査(第13回定期検査)で配管表面で傷が見つかった2箇所(深さ測定にて配管の必要肉厚を満足)については、今後の継続的な点検に伴う作業性等を勘案し、念のため同種配管に取り替えた。

(2) 海塩粒子による応力腐食割れに係る点検

国内プラントにおいて、ステンレス配管に海塩粒子が付着し応力腐食割れが発生した事例に鑑み、今定期検査において、海塩粒子の付着しやすい場所にあるステンレス配管を8箇所選定し、目視点検および配管表面の塩分付着量測定を実施した。

塩分付着量測定の結果、1箇所について、塩分付着量が高いことが確認されたが、配管表面の肌荒れや錆は認められず問題がないことを確認した。また、当該配管の表面については、洗浄を行い付着していた塩分量を除去した。

4 . 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

(図 - 5 参照)

蒸気発生器伝熱管の全数(既施栓管を除き3基で10,099本)について、渦流探傷検査(ECT)を行った結果、2本の伝熱管(A-蒸気発生器1本、B-蒸気発生器1本)の高温側管板拡管部に、有意な欠陥信号が認められた。

原因については、高浜発電所3,4号機での過去の調査結果から、蒸気発生器製作時に伝熱管を管板部で拡管する際、伝熱管内面で局所的に大きな引張応力が残留し、これと運転時の内圧とが相まって、伝熱管内面で応力腐食割れが発生したものと推定された。

対策として、欠陥信号が認められた伝熱管2本は、閉止栓(機械式栓)を施工し、使用しないこととした。(平成15年5月22日発表済み)

5 . 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数157体のうち、81体(うち60体は新燃料集合体)を取り替えた。

燃料集合体の外観検査(22体)を実施した結果、異常は認められなかった。

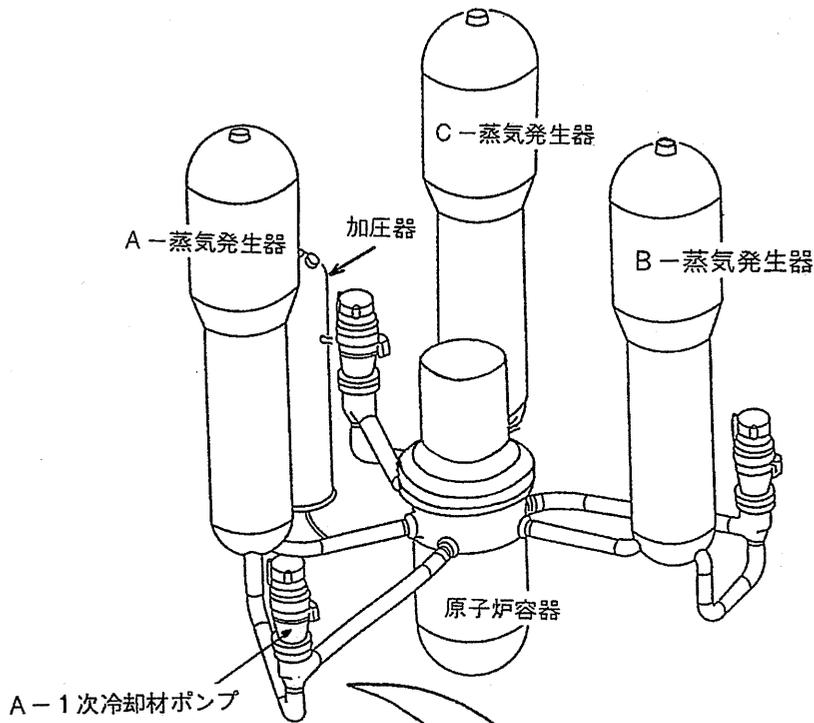
6 . 次回定期検査の予定

平成16年度 夏頃

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等概要図

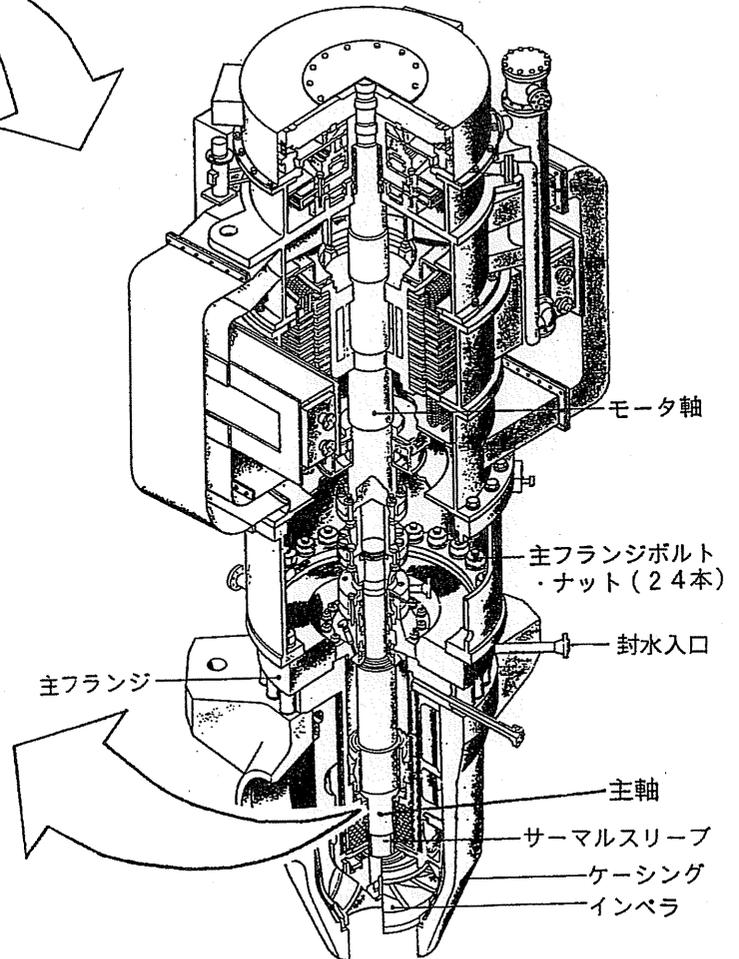
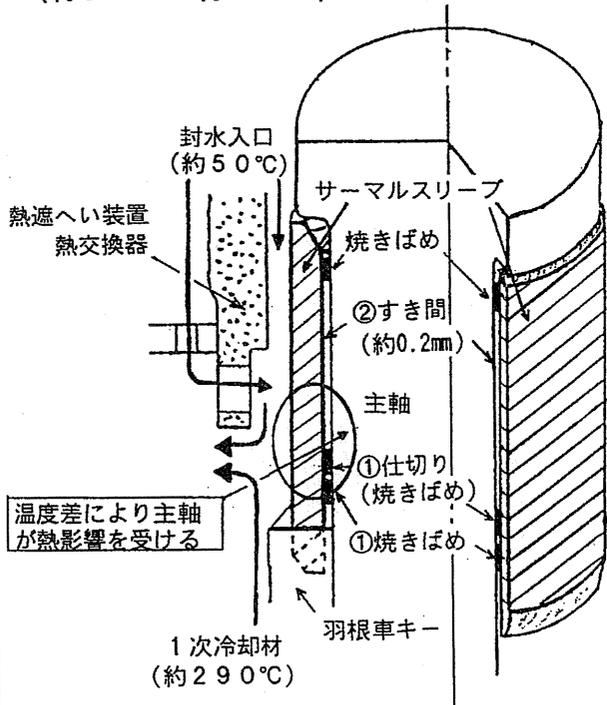
原子炉冷却系統概要図



サーマルスリーブの改良点

振動対策工事として、主軸とサーマルスリーブとの間に高温水の流れを防ぐために、以下①②を実施する。

- ①焼きばめが羽根車キーにかからないように位置変更するとともに、新たに仕切りを設ける。
- ②主軸とサーマルスリーブとのすき間を変更する。(約0.4mm→約0.2mm)



※焼きばめ：熱膨張と収縮を利用して2つの物体を結合する方法であり、サーマルスリーブを主軸に結合している。

※封水：1次冷却材ポンプシール部の潤滑と洗浄度確保（1次冷却材が直接シール部に入らないようにする）のため、化学体積制御系から1次冷却材ポンプシール部へ供給する水。

図-2 放射線管理用計測装置検出器取替工事概要図

1. 目的

保守性向上の観点から、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

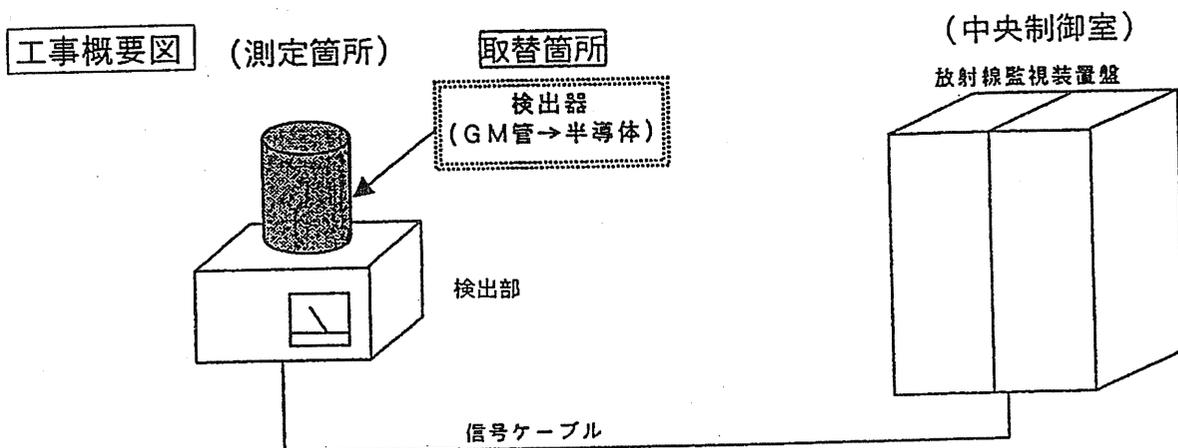
エリアモニタ検出器（全7個中7個*¹）およびプロセスモニタ検出器（全22個中1個*²）をGM管式から半導体式に取り替える。

なお、設置個所数および設置場所に変更はない。

（*1）以下の7個のエリアモニタ検出器がある。

- ・格納容器内エアロック区域
- ・格納容器内オペレーティングフロア
- ・A充てんポンプ室
- ・B充てんポンプ室
- ・C充てんポンプ室
- ・使用済燃料ピット区域
- ・炉内計装区域

（*2）冷却材連続モニタ



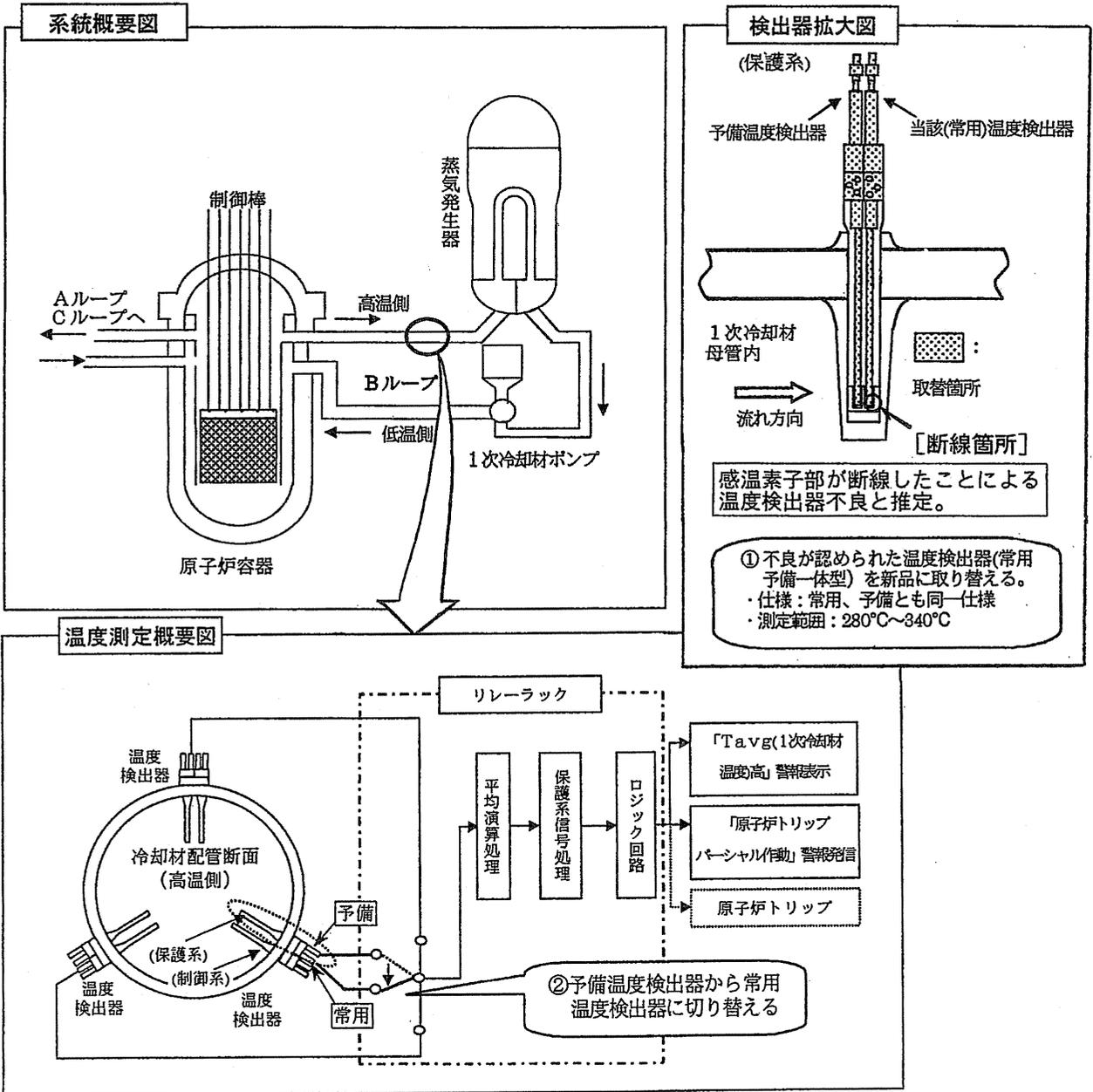
取 替 前	取 替 後
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">GM管式</div> <p>（検出原理）</p> <p>GM管には電離ガス（ネオンガス）が封入されており、中心電極に高電圧を印加している。 放射線がGM管に入射されると、放射線のエネルギーによりガスが電離し、電子と正イオンに分離され、電流が流れることによって、電気信号（パルス信号）となり、外部（放射線監視盤）へ信号を発信する。</p> <p>（測定範囲）：1～10⁵μSv/h</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">半導体式</div> <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。 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出し（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）：1～10⁵μSv/h</p>

図-3 1次冷却材高温側温度検出器取替工事概要図

工事概要

1次冷却材高温側温度検出器（常用）の不良による原子炉トリップパーシャル作動警報の発信事象の対策として、温度検出器を取り替える。

- ①不良が認められた温度検出器を同一仕様の新品に取り替える。
- ②仮復旧として使用していた予備温度検出器を常用温度検出器に切り戻す。



【事象概要】

定格出力運転中の平成14年8月9日、「原子炉トリップパーシャル作動」*1および「Tavg(1次冷却材平均温度)高」*2の警報が発信した。

調査の結果、温度変換器、演算カードには異常はなかったが、3本の温度検出器のうちの1本が不良であることを確認した。当該温度検出器を健全性が確認された予備の温度検出器に切り替えたところ、温度指示値は正常値に復帰した。

不良が確認された温度検出器は、次回(第14回)定期検査時に取り替えることとした。

*1 原子炉トリップパーシャル作動

原子炉を停止(トリップ)させる信号は、A、B、Cループの3系統で構成され、2系統同時に発信すると原子炉はトリップする。今回は1系統のみの発信であったが、原子炉はトリップ信号の部分作動(パーシャル作動)状態となった。

*2 Tavg

1次冷却材の平均温度「Tavg」は、A、B、Cの各ループ毎に高温側と低温側の温度の平均温度(Tavg)を求めている。

図-4 余熱除去系統他配管の点検および補修工事概要図

工事概要

国内PWRプラントのステンレス配管に貼り付けられた塩化ビニールテープ(*)が原因で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、余熱除去系統等の配管外表面の点検を行い、塩化ビニールの貼り付け跡が認められた箇所について、浸透探傷検査を実施した。

なお、前回定期検査で指示が認められ、深さ測定にて配管の必要厚さを満足していることが確認されている2箇所について、今後の継続的な点検に伴う作業性等を勘案し、念のため、同種の配管に取り替えた。

なお、美浜発電所3号機のコンジットチューブで浸透探傷指示が認められた事象に鑑み、併せてコンジットチューブの点検を実施した。

(*) 発電所建設時に溶接線番号等の識別用として、配管に貼り付け使用。

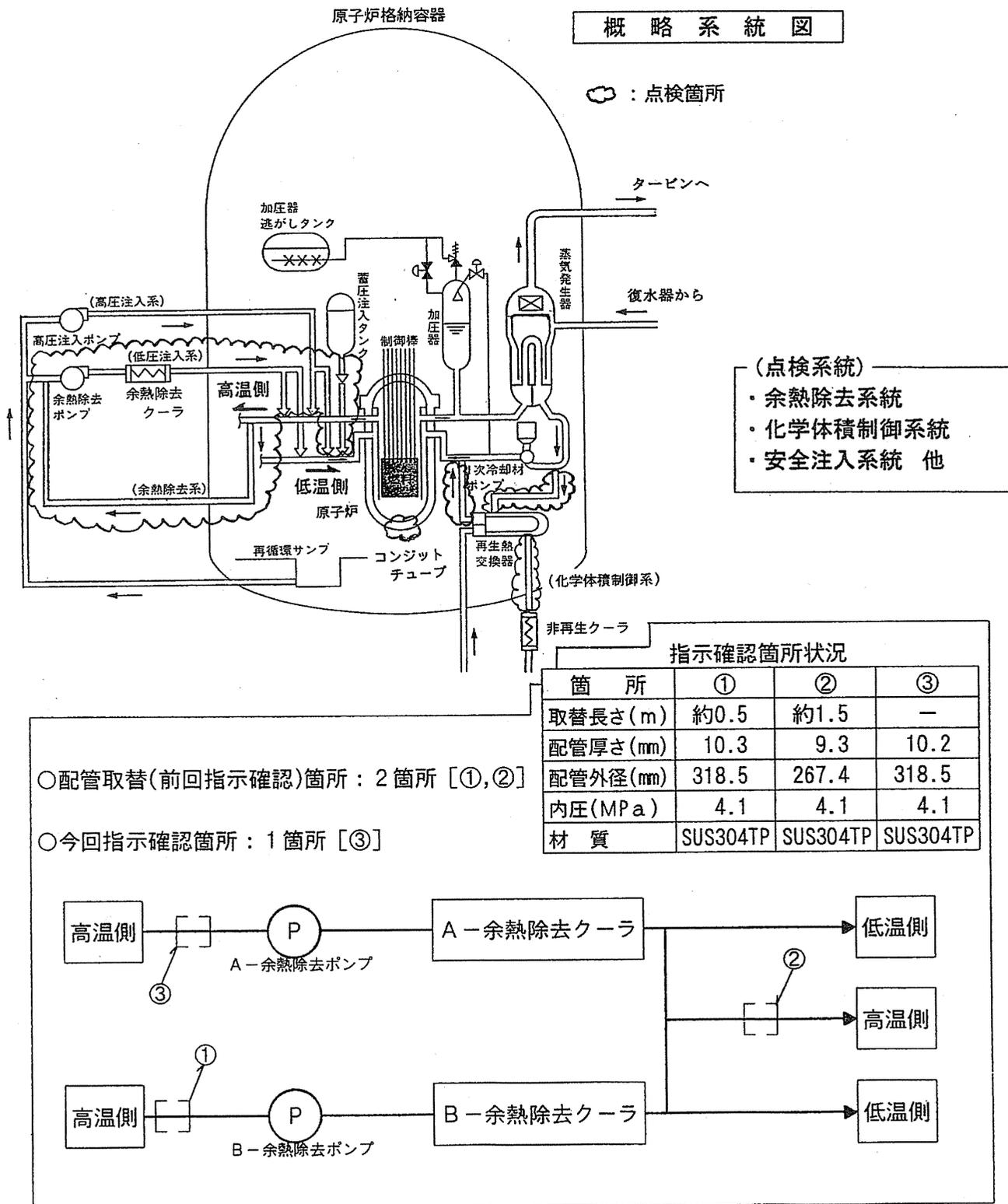
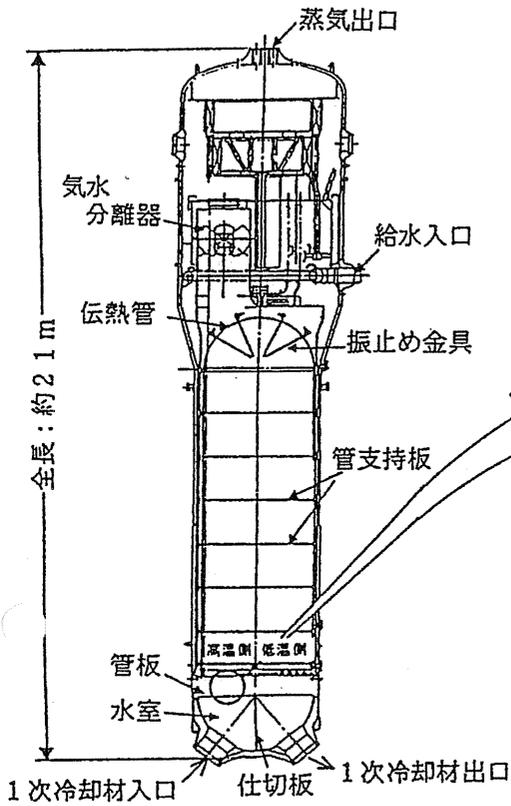
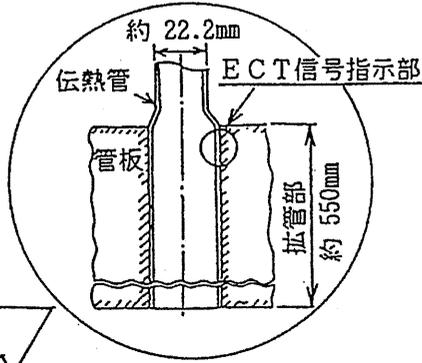


図-5 蒸気発生器伝熱管損傷状況図

蒸気発生器伝熱管損傷発生箇所概要図



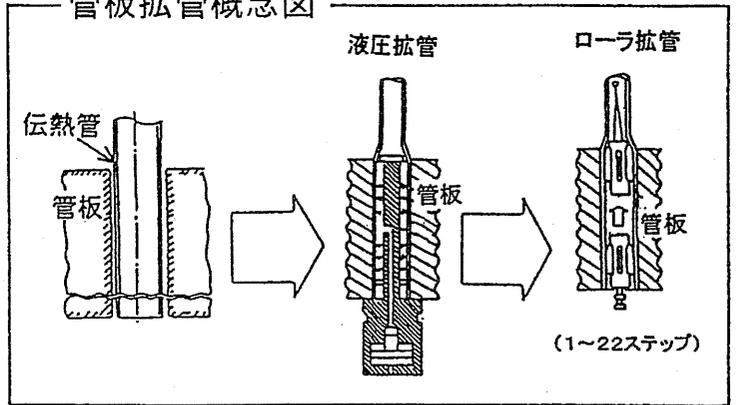
ECT信号指示部拡大図



伝熱管仕様

外径：約22.2mm
 厚さ：約1.3mm
 材質：インコネルTT600
 (特殊熱処理材)

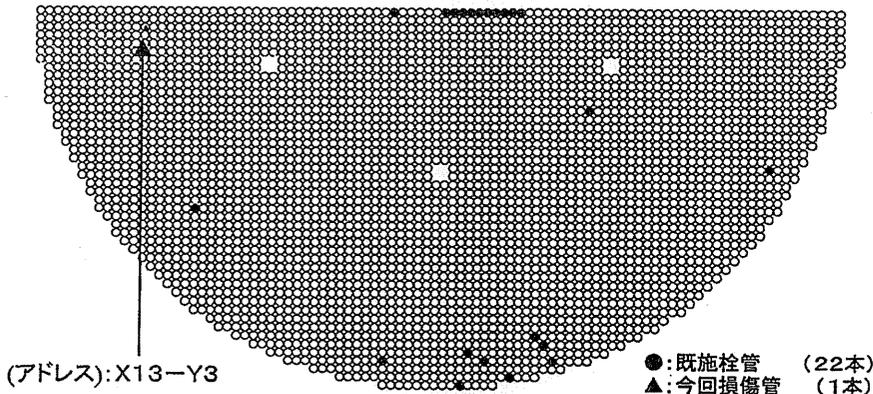
管板拡管概念図



ECT信号指示管位置図

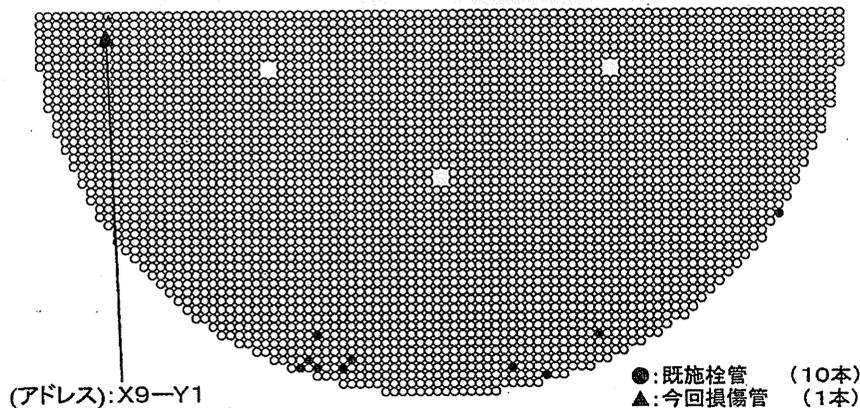
[A-蒸気発生器高温側]

(蒸気発生器上部より見た位置を示す)

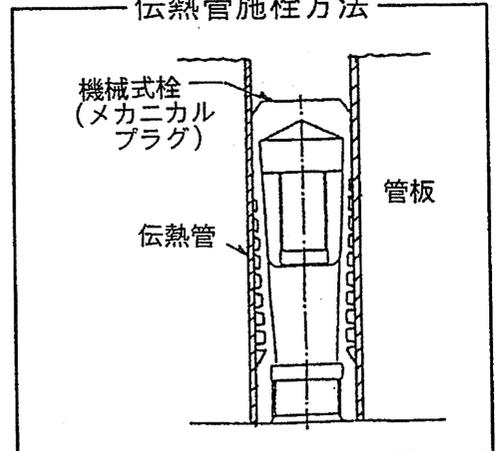


[B-蒸気発生器高温側]

(蒸気発生器上部より見た位置を示す)



伝熱管施栓方法



(参考)

高浜発電所 4号機 第14回定期検査で実施している自主点検の例

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、健全性を確認した。なお、起動時においても同様に確認する。

② 原子炉容器上蓋管台貫通部点検工事

(下図参照)

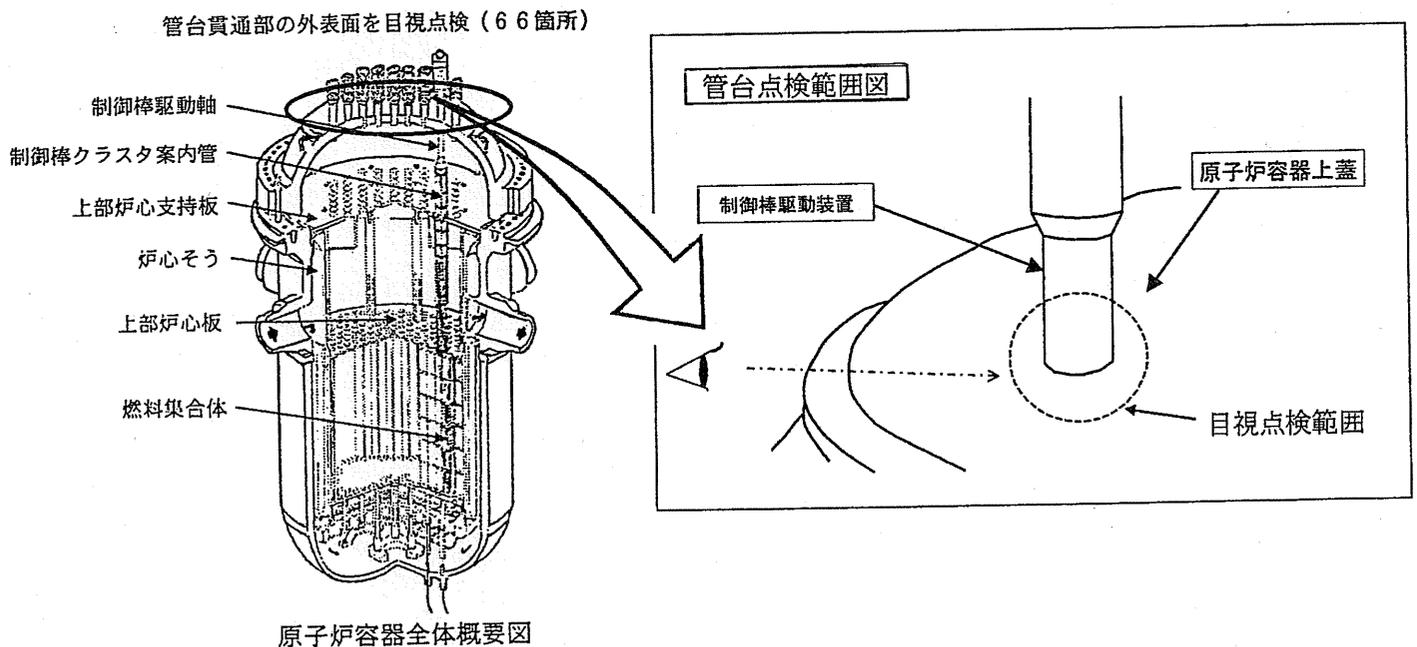
海外発電所のトラブル反映として、原子炉容器上蓋管台貫通部全66箇所について、漏えい跡等がないか目視点検を行い、健全性を確認した。

③ ポンプ付属配管健全性調査工事

大飯3号機において、ポンプに付属した配管(ポンプフラッシング水配管*1)が、ポンプ自体の振動により破損し漏水した事象に鑑み、ポンプに付属した配管の固有振動数を計測し、付属配管が共振しないことを確認した。

* 1) ポンプフラッシング水配管

ポンプ軸封部をシールするために供給しているシール水用の配管。



(参考)

高浜発電所4号機 第14回定期検査で実施している自主点検の例

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、健全性を確認した。なお、起動時においても同様に確認する。

原子炉容器上蓋管台貫通部点検工事

(下図参照)

海外発電所のトラブル反映として、原子炉容器上蓋管台貫通部全66箇所について、漏えい跡等がないか目視点検を行い、健全性を確認した。

ポンプ付属配管健全性調査工事

大飯3号機において、ポンプに付属した配管(ポンプフラッシング水配管^{*1)}が、ポンプ自体の振動により破損し漏水した事象に鑑み、ポンプに付属した配管の固有振動数を計測し、付属配管が共振しないことを確認した。

*1) ポンプフラッシング水配管
ポンプ軸封部をシールするために供給しているシール水用の配管。