

大飯発電所3号機の原子炉起動と調整運転開始について
(第9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

大飯発電所3号機(加圧水型軽水炉;定格出力118万kW)は、平成15年1月5日から第9回定期検査を実施していたが、2月23日に原子炉を起動、臨界とする予定である。

その後は諸試験を実施し、2月下旬(2月27日頃)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、3月下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。

大飯発電所3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) 原子炉の熱出力を常に一定(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約3%程度上回る運転が可能となる。

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、4台あるポンプのうち、A、C2台のポンプについて、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、併せて主軸の取替えを行った。

(2) 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、計画的に取り替えた。

- (3) 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。
- (4) 2次系熱交換器他取替工事 (図 - 3 参照)
2次系給水系統の水質向上対策として、給水加熱器や湿分分離加熱器の伝熱管については、銅合金から耐食性に優れたステンレス製に取り替えた。これにより、蒸気発生器への不純物の持ち込み低減が図られる。
- (5) 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、運転情報を管理しているコンピュータのソフト改良を行った。

2. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器4台のうち、BおよびD-蒸気発生器伝熱管全数(計6,764本:3,382本×2基)について、渦流探傷検査を実施した結果、異常は認められなかった。

3. 運転期間中に発生したトラブルに係る修繕および点検

(D-主蒸気管からのわずかな蒸気漏れについて) (図 - 4 参照)

平成13年12月25日、D-主蒸気管の閉止栓管台付け根部から蒸気漏れが確認され、12月27日、漏えい箇所についてクランプによる補修を実施した。(平成14年1月9日発表済み)

今定期検査において、蒸気漏れが確認された閉止栓管台付け根部について原因調査を行った。

その結果、管台溶接部の表面では0.2mmの割れであったが、内面は長さ20mmにわたって割れが認められた。破面等の調査から、割れは内面から外面に向けて溶接部内を扇状に進展しており、内面の起点部では溶接時の溶け込み不良と、管台を溶接する前に行った仮付け溶接跡が認められた。

漏えいに至った原因は、管台を溶接した際、溶け込み不良部を起点として、仮止め溶接部の影響^{*1}により、溶接部外表面近くまで大きな溶接割れ(低温割れ^{*2})が発生していたと推定された。その割れがその後の運転や停止に伴う圧力変化等により進展し、貫通したため漏えいしたものと推定された。

対策として、当該部については、閉止栓のない同寸法、同材質の新しい配管に取り替えるとともに、他の類似の閉止栓については、磁粉探傷検査により健全性を確認した。

- * 1) 管台の仮付け溶接は被覆アーク溶接で行っていた。この溶接法では、溶接棒の管理（乾燥等）が不十分な場合、低温割れが発生することが知られている。
- * 2) 溶接後、溶接部やその近傍が200 程度以下に冷却される際に発生する割れ。低温割れには水素が関与している。

4. 設備の保全対策について

(図 - 5 参照)

(1) 余熱除去系配管の一部補修工事

国内PWRプラントのステンレス配管に取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、前回定期検査より計画的に余熱除去系、安全注入系等の配管について、配管外表面の点検を行ない、塩化ビニールテープの取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ている。

今定期検査で指示が確認された6箇所について

今定期検査において、6箇所では指示模様が確認された。3箇所は、手入れにより指示部が除去されたが、残り3箇所については、当該配管の必要厚さを満足しているが、念のため同種配管に取り替えた。

前回定期検査で指示が確認された11箇所について

前回定期検査において、11箇所では指示模様が認められたが、配管の必要厚さを満足していることを確認していた。今定期検査において、これらの指示部のうち3箇所は手入れにより指示部が除去されたが、残り8箇所については、念のため同種配管に取り替えた。

以上、計11箇所について同種配管(配管数としては10箇所)に取り替えた。

5. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数193体のうち、105体（うち76体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（36体）を実施した結果、異常は認められなかった。

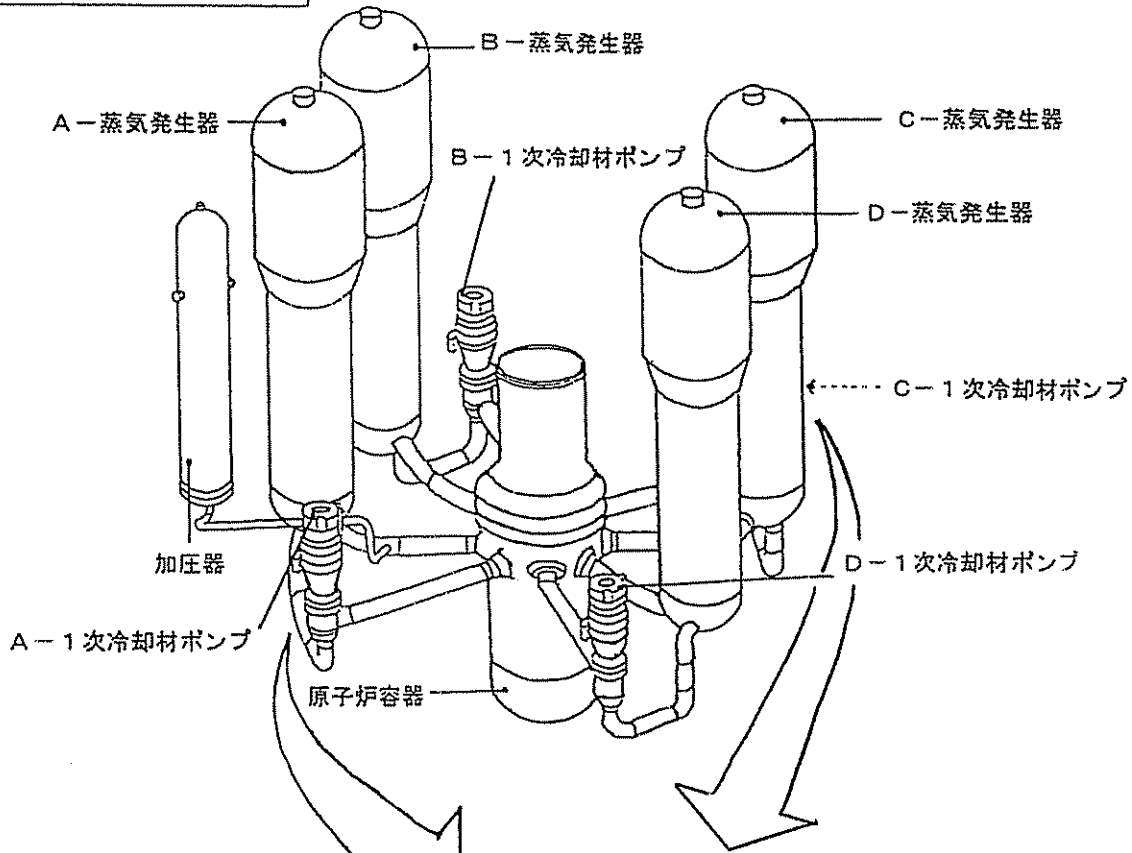
6. 次回の定期検査の予定

平成16年 春頃

問い合わせ先(担当：小西) 内線2354・直通0776(20)0314
--

図-1 1次冷却材ポンプ点検工事概要図

1次冷却系統設備概要図



1次冷却材ポンプ構造図

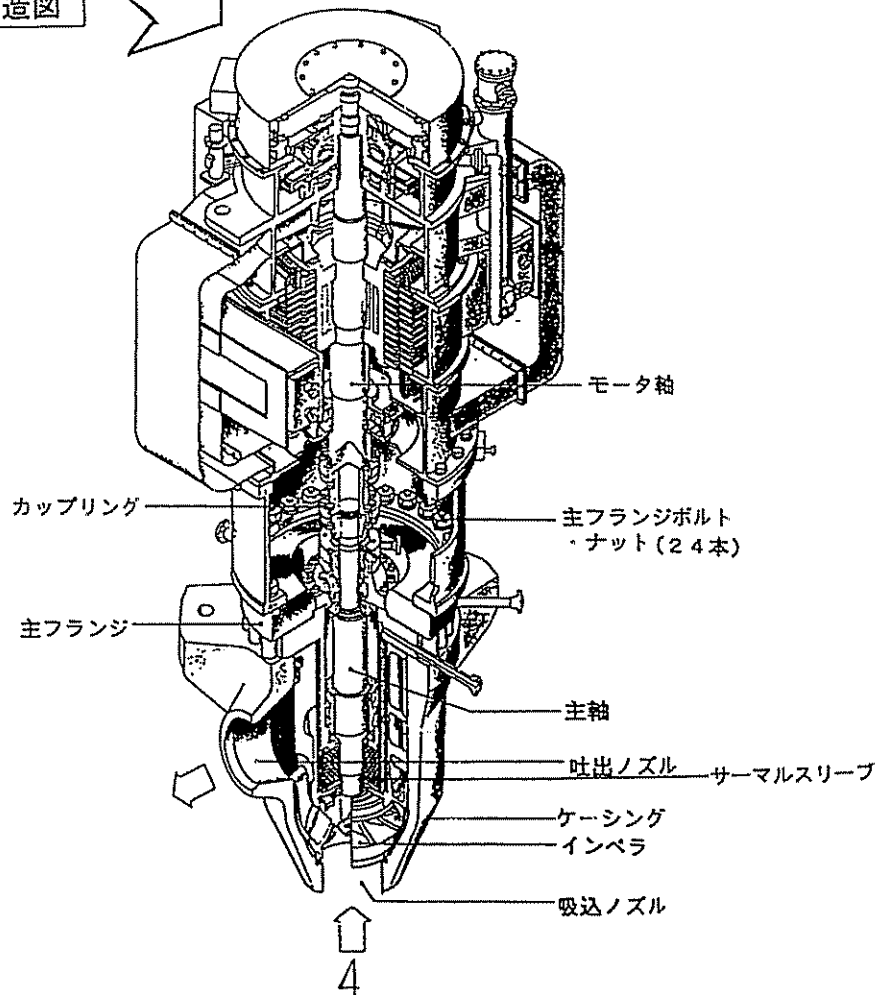


図-2 放射線管理用計測装置検出器取替工事概要図

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12個中12個*¹）およびプロセスモニタ検出器（全23個中1個*²）を、GM管から半導体式に取り替える。

なお、設置箇所数および設置場所に変更はない。

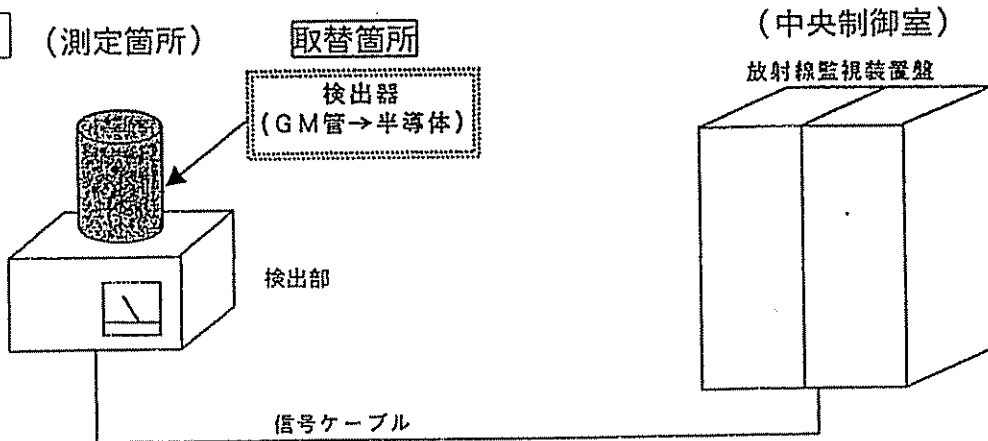
(*1) 以下12個のエリアモニタ検出器がある。

- ・中央制御室エリアモニタ
- ・1次系補機操作室エリアモニタ
- ・格納容器エアロック区域エリアモニタ
- ・放射化学室エリアモニタ
- ・A-充てんポンプ室エリアモニタ
- ・B-充てんポンプ室エリアモニタ

- ・C-充てんポンプ室エリアモニタ
- ・使用済燃料ピット区域エリアモニタ
- ・試料採取室エリアモニタ
- ・炉内計装区域エリアモニタ
- ・ドラム詰室エリアモニタ
- ・雑固体固形化処理エリアモニタ

(*2) 冷却材連続モニタ（プロセスモニタ）

工事概要図



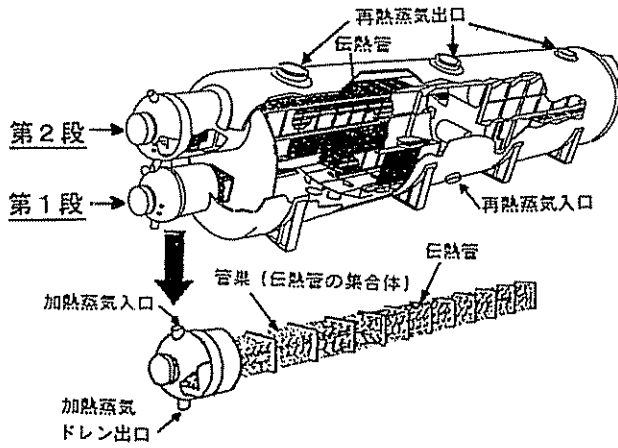
取替前	取替後
<p>GM管式</p> <p>(検出原理)</p> <p>GM管には電離ガス(ネオンガス)が封入されており、中心電極に高電圧を印加している。</p> <p>放射線がGM管に入射されると、放射線のエネルギーによりガスが電離し、電子と正イオンに分離され、電流が流れることにより、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。</p> <p>(測定範囲) : $1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$</p>	<p>半導体式</p> <p>(検出原理)</p> <p>半導体検出器は、ダイオード(半導体)に逆電圧を印加したものと同様である。</p> <p>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り、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) : $1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$</p> <p>※中央制御室および1次系補機操作室エリアモニタについては、$0.1 \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$</p>

図-3 2次系熱交換器他取替工事概要図

工事概要

- ・ 高圧給水加熱器 2 基、低圧給水加熱器 1 1 基およびグランド蒸気復水器 1 基の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。
- ・ 湿分離加熱器 2 基の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。
- ・ スチームコンバータ 1 基およびスチームコンバータドレンクーラ 1 基の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。

湿分離加熱器取替概要図

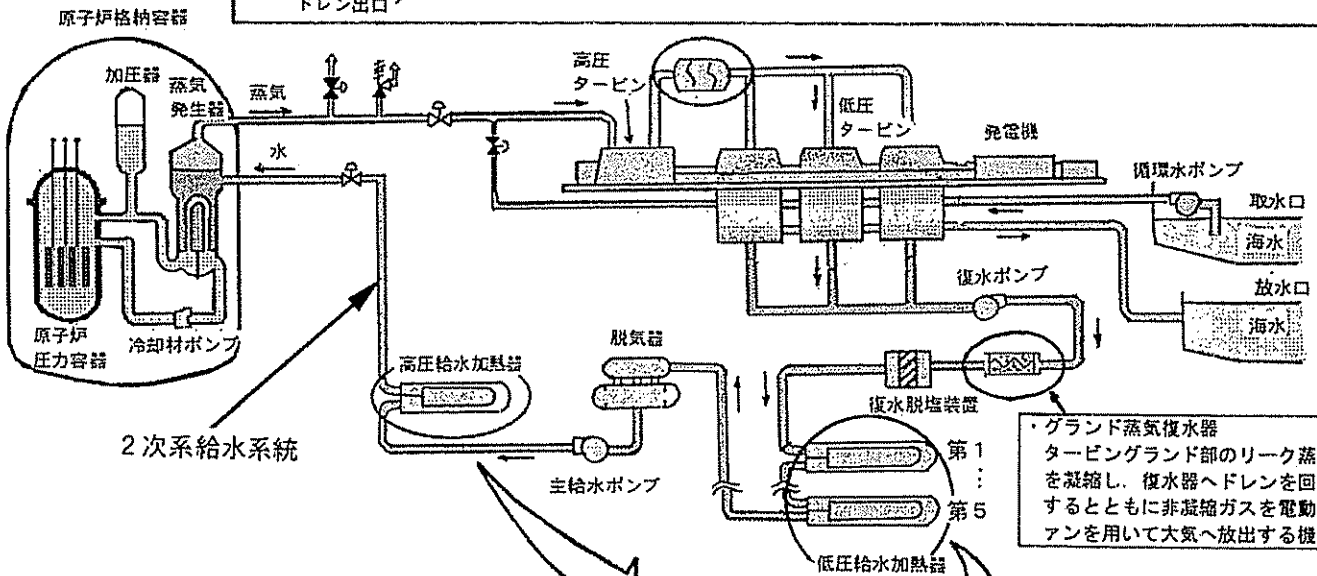


(機能)
高圧タービン排気蒸気中の湿分を除去し、更に加熱し低圧タービンへ送る機器。

	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	ステンレス
伝熱管本数 (第1段/第2段)	1,246	1,246
外観長さ	約 30 m	
外観高さ	約 5 m	

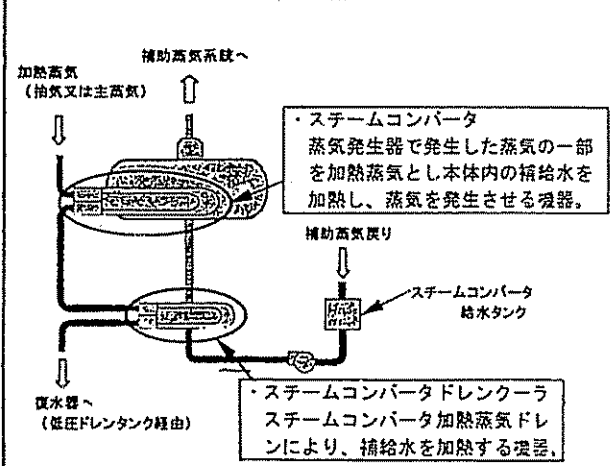
・ 工場にて管束 (伝熱管の集合体) 状態に組み立て、現地に搬入・据付けする。

系統概要図

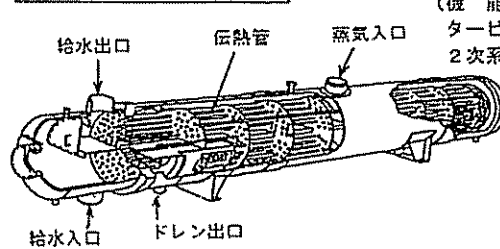


・ グランド蒸気復水器
タービングランド部のリーク蒸気を凝縮し、復水器へドレンを回収するとともに非凝縮ガスを電動ファンを用いて大気へ放出する機器。

スチームコンバータ概要図



給水加熱器取替概要図



(機能)
タービンより一部の蒸気を抽出し2次系給水系統を加熱する機器。

(例)

	高圧給水加熱器		第1号低圧給水加熱器	
	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	3,088	4,226	724	1,079
外観長さ	約 1.2 m		約 1.7 m	
外観高さ	約 3 m		約 2 m	

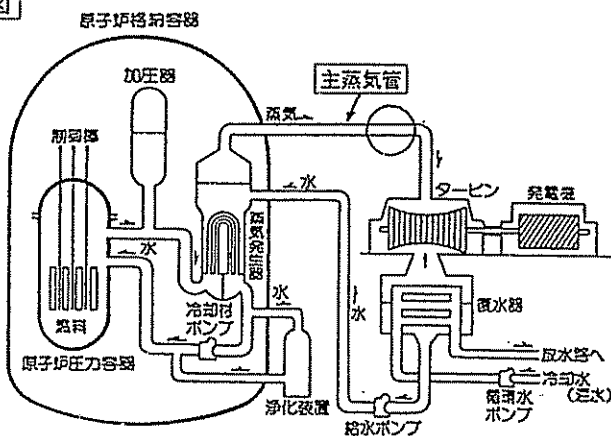
・ 工場にて加熱器全体を製作し、一体型で現地に搬入・据付けする。
(高圧給水加熱器、第3・第4・第5号低圧給水加熱器)
・ 工場にて管束 (伝熱管の集合体) 状態に組み立て、現地に搬入・据付けする。(第1・第2号低圧給水加熱器)

図-4 主蒸気管一部取替工事概要図

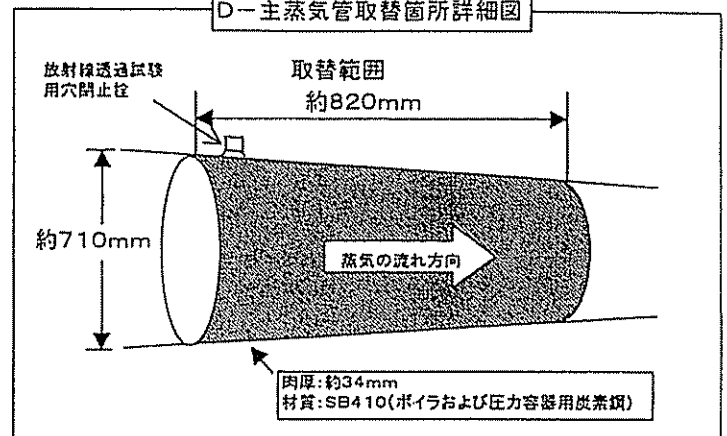
工事概要

D-主蒸気管放射線透過試験用穴閉止栓溶接部からの蒸気漏えい事象（平成13年12月発生）の原因調査のため、漏えいが発生した管台を含む主蒸気管の一部を同寸法・同材質で閉止栓のない新しい配管に取り替えました。

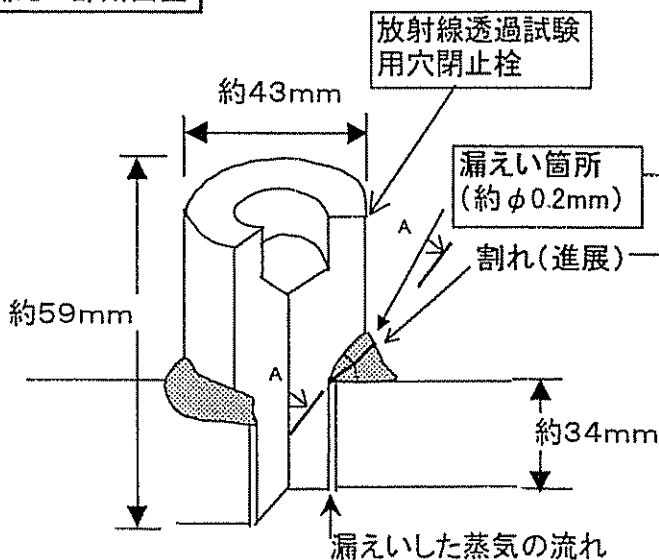
系統概要図



D-主蒸気管取替箇所詳細図



漏えい部断面図



破面観察結果(イメージ図)

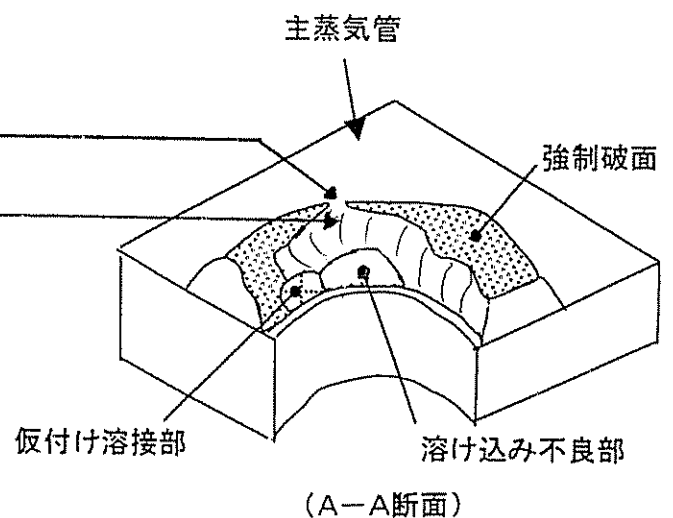


図-5 余熱除去系統他配管の一部補修工事概要図

工事内容

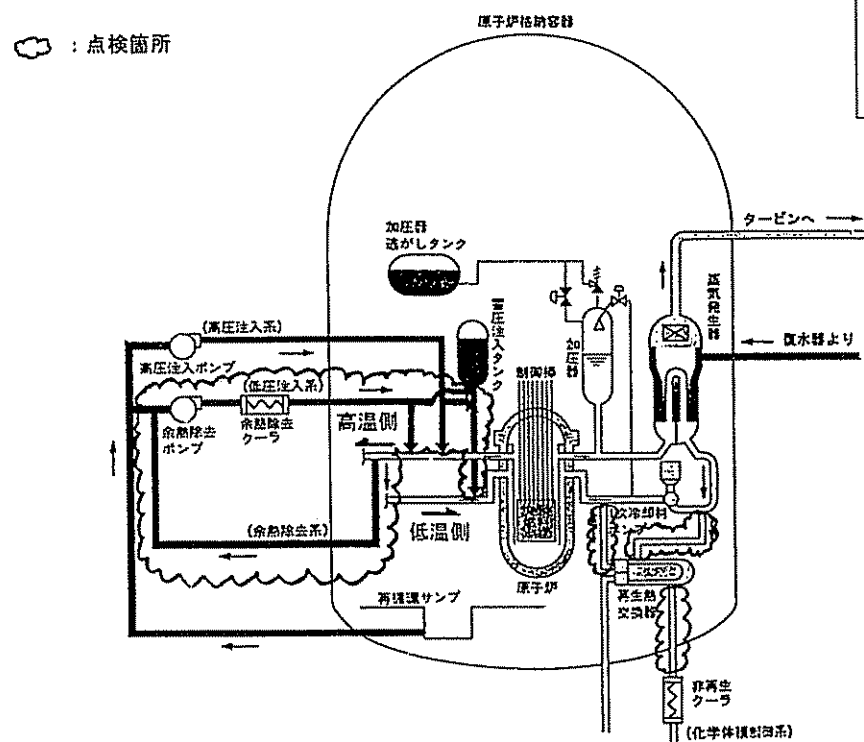
国内PWRプラントのステンレス配管に取り付けられた塩化ビニールテープ*が原因で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、余熱除去系統、化学体積制御系統等の配管外表面の点検を行い、塩化ビニールテープの取り付け跡が認められた箇所について浸透探傷検査を実施した結果、6箇所で指示模様が確認されました。

今回指示模様が確認された6箇所と前回定検で指示が確認されている11箇所について配管外表面の軽微な手入れを行ったところ、6箇所(内3箇所前回定検分)は、指示部が除去され、再度、浸透探傷検査等により異常のないことを確認しました。

残りの11箇所(内8箇所前回定検分)については、当該配管の必要厚さを満足しているが、念のため同種配管に取り替えました。

*：塩化ビニールテープの目的：発電所の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

概略系統図



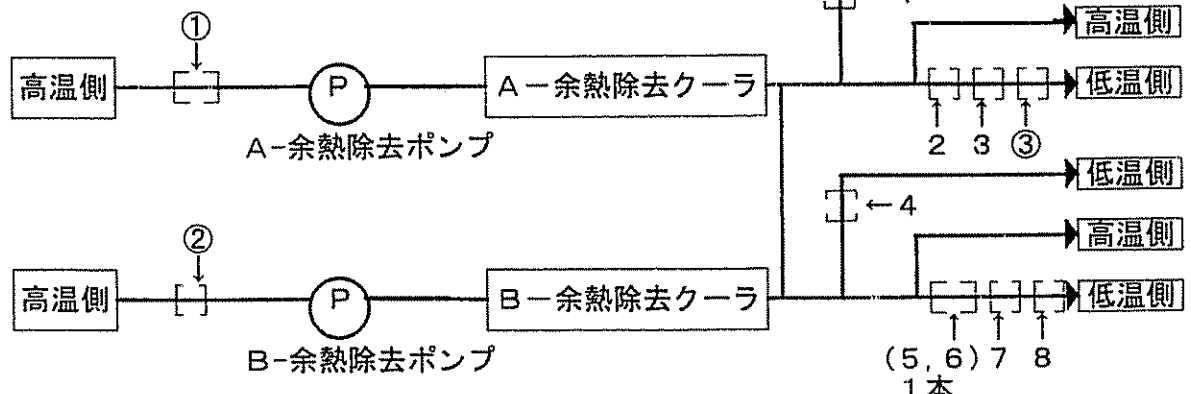
- (点検系統)
- ・余熱除去系統
 - ・化学体積制御系統
 - ・安全注入系統

取替箇所例 (取替長さ最大箇所)

箇所 (No)	(5, 6)
取替長さ (m)	約1.4
配管厚さ (mm)	18.2
配管外径 (mm)	165.2
内圧 (MPa)	17.2
材質	SUS304TP

指示、配管取替箇所概略図

指示確認箇所：11箇所 [①~③] 今回確認箇所、1~8 前回確認箇所



配管取替箇所：10箇所(本)

取替箇所 (No)	①	②	③	1	2	3	4	5, 6	7	8
取替長さ (m)	約0.9	約0.3	約0.3	約0.3	約0.3	約0.4	約0.3	約1.4	約0.3	約0.3
配管外径 (mm)	355.6	355.6	165.2	165.2	165.2	165.2	165.2	165.2	165.2	165.2

< 参考資料 >

大飯発電所 3 号機の第 9 回定期検査に関する補足説明資料

- (1) 原子炉起動 : 2 月 2 3 日 17 時頃
- (2) 臨界 : 2 月 2 3 日 23 時半頃
- (3) 調整運転開始 : 2 月 2 7 日 朝頃

調整運転開始日については、タービンバランシング作業*を行った場合の日程を記載しているが、当作業が不要になった場合、2 日程度前倒しされる可能性がある。

*1)タービンバランシング作業

調整運転開始前にタービン発電機の回転数を上昇させ、タービンの車軸の振動の状況を確認し、振動が大きい場合はタービンの車軸にバランスウエイトを取付け、軸のつりあいを調整する作業。

- (4) 営業運転再開 : 3 月下旬

(参考)

大飯発電所3号機 第9回定期検査で実施予定の自主点検の例

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、健全性を確認する。

制御棒クラスタ摩耗測定調査

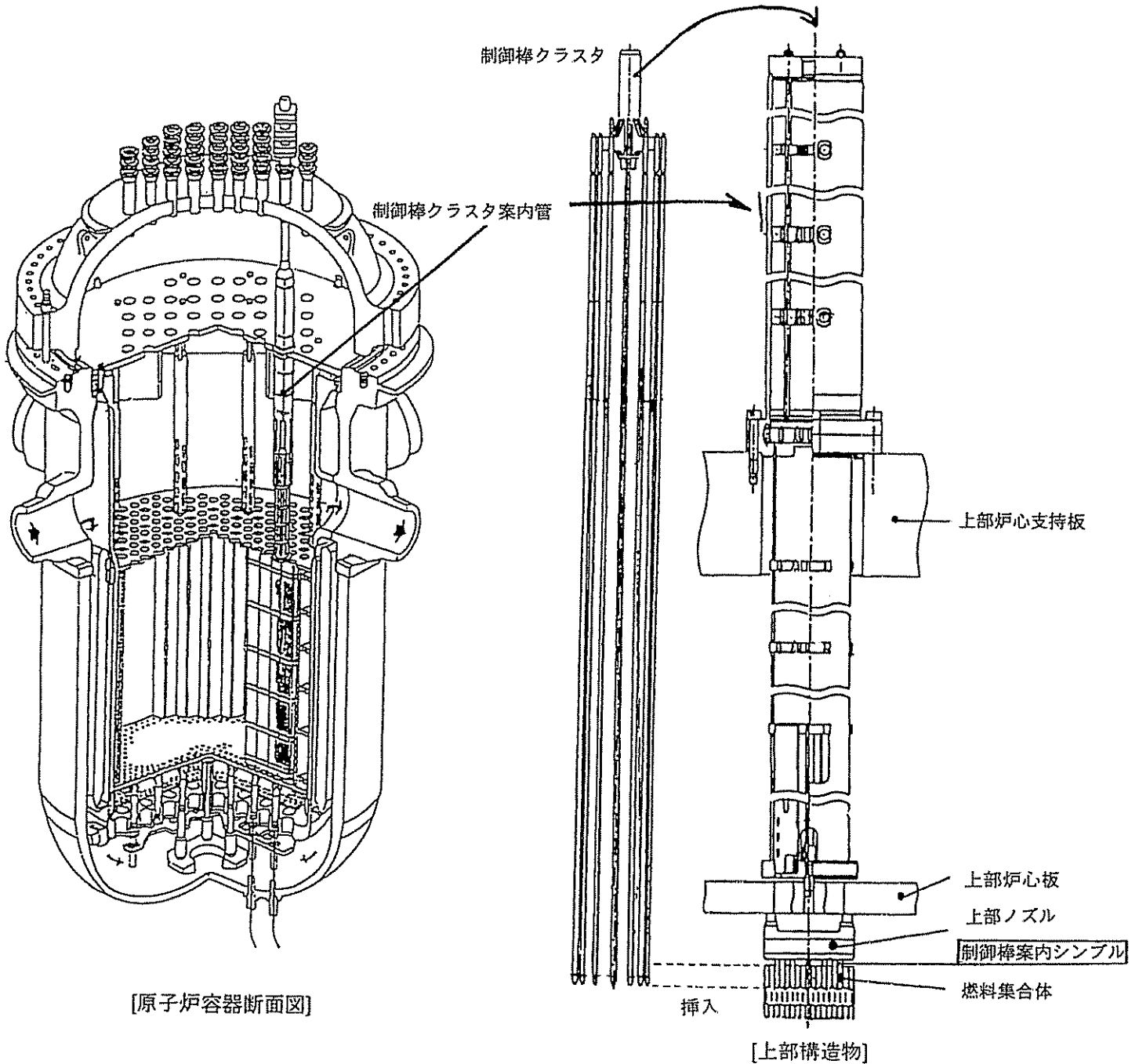
制御棒クラスタは、原子炉運転中、炉内の一次冷却材の流れにより振動し、制御棒案内シンブル等と接触し摩耗する。このため、計画的に制御棒クラスタの摩耗測定を実施している。

今定期検査において、制御棒クラスタ全数(53本)の摩耗を評価した結果、先端部摩耗量が取替基準に達した5本について、取替を実施した。

蒸気発生器支持板BEC穴点検工事

蒸気発生器の伝熱管については、渦流探傷検査により健全性を確認しているが、伝熱管支持部(BEC穴)では伝熱管外表面にスラッジが付着している。この付着物の状況と渦流探傷検査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BEC穴の点検を遠隔目視点検装置により実施する。

制御棒クラスタ概要図



制御棒クラスタ主要仕様

項目	仕様
制御棒クラスタ全長	約4m
制御棒の被覆管材質	ステンレス
制御棒の中性子吸収材	銀-インジウム-カドミウム合金
制御棒被覆管外径	9.7mm
制御棒被覆管肉厚	470 μ m
クラスタ1本当たりの制御棒本数	24本