

美浜発電所1号機の原子炉起動と調整運転開始について
(第19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

美浜発電所1号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力34.0万kW)は、平成14年9月1日から第19回定期検査を実施していたが、11月19日に原子炉を起動し、翌20日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、11月下旬(11月21日頃)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、12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。

美浜発電所1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) 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した。

(2) 炉内構造物バッフルフォーマボルト取替工事 (図-1参照)

海外の事例に鑑み、長期的な信頼性を十分に確保する観点から、バッフルフォーマボルト全数(624本)について、材料・形状等を改良したものに取替えた。

- (3) 炉内計装筒管台予防保全対策工事 (図-2 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、炉内計装筒管台金属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*2)を施工した。
- *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。
- (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、計画的に取り替えた。
- (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。
- (6) 充てん配管継手部他取替工事 (図-4 参照)
高線量区域にある充てん配管のソケット溶接部について、応力集中が小さい突き合わせ溶接に変更した。
- (7) 低圧タービンのグラウンド部他補修工事 (図-5 参照)
低圧タービンの軸封部取付面とドレンオリフィス穴周辺に減肉が認められるため、肉盛溶接等による補修を実施した。
- (8) 炉外核計装装置測定処理部取替工事 (図-6 参照)
保守性、作業性向上の観点から、炉外核計装装置測定処理部について、作業時に計器類を引き出すドロワ式から、引き出しを要しないカード式に切り替えた。
- (9) 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や、発電機出力の監視画面追加を行った。

2. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器2台のうち、A-蒸気発生器伝熱管全数(2,918本)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. 今定期検査中に実施した保全対策について (図-7参照)

①余熱除去系配管の一部取替工事

国内プラントで化学体積制御系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、化学体積制御系充てん配管や余熱除去系配管について、配管外面の点検を行い、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は浸透探傷検査を実施した。

その結果、4箇所で指示が確認されたが、2箇所については、配管外表面の手入れを行い指示模様は消えた。また、余熱除去ポンプミニマムフロー配管*3)(外径60.5mm)で認められた2箇所については、超音波探傷検査で、指示の最大深さが約1.8mm(公称肉厚3.9mm)と確認され、当該配管の必要厚さ(1.2mm)を満足しているが、今後の継続的な点検に伴う作業性等を勘案し、同種配管に取り替えた。

*3)ミニマムフロー配管

余熱除去ポンプの最低流量を確保し、ポンプの過熱や振動を防止するための系統を構成する配管。

4. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数121体のうち、41体(うち28体は新燃料集合体)を取り替えた。

燃料集合体の外観検査(17体)を実施した結果、異常は認められなかった。

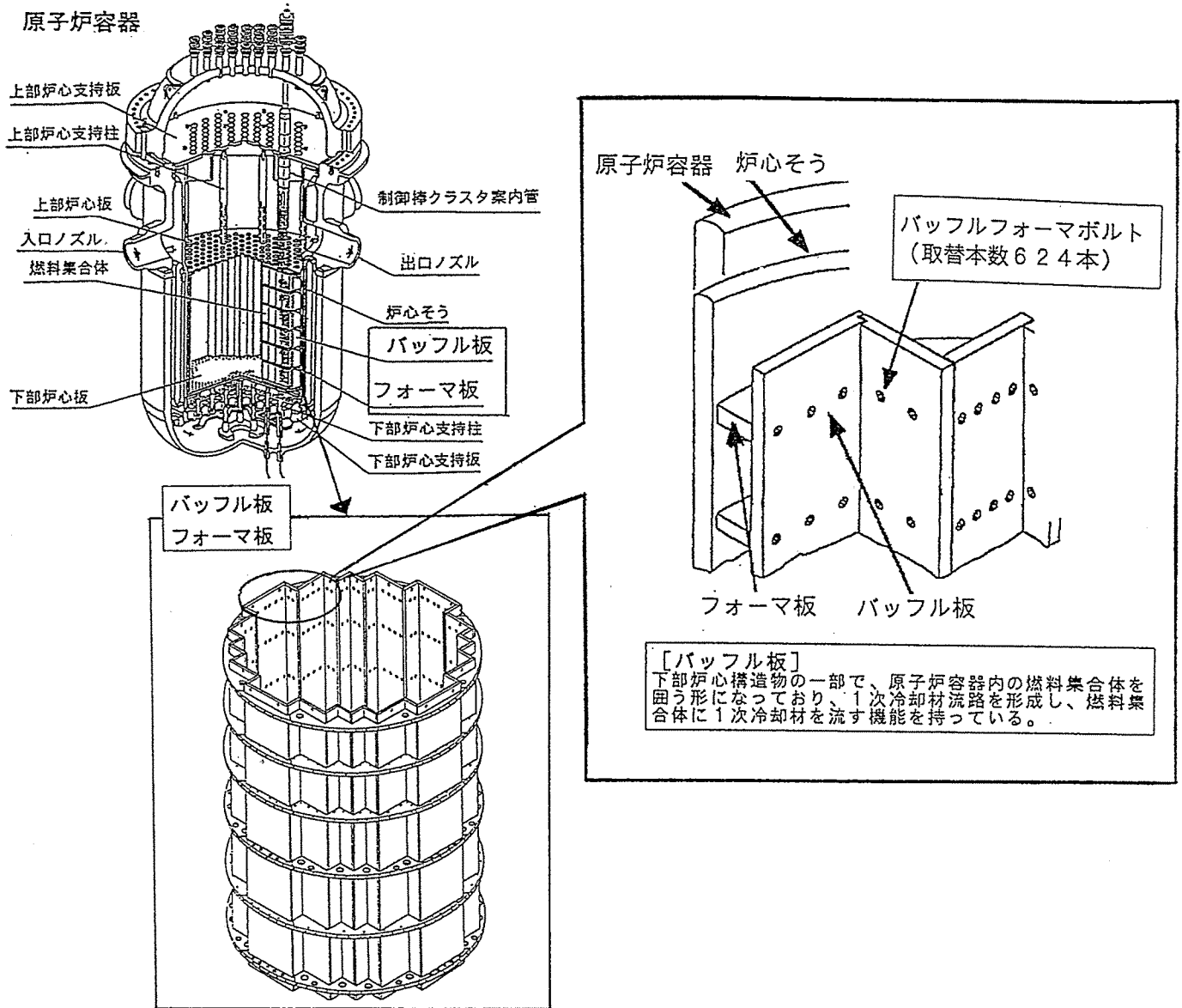
5. 次回定期検査の予定

平成15年 冬頃

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

図-1 炉内構造物バップルフォーマボルト取替工事概要図

[工事概要] 海外の不具合の反映として、バップルフォーマボルト全数(624本)を材料等を改良したものに取替える。



バップルフォーマボルト取替前後の比較

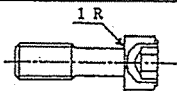
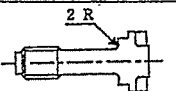
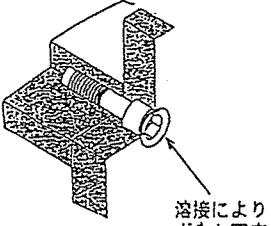
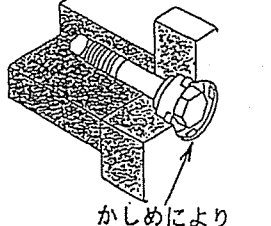
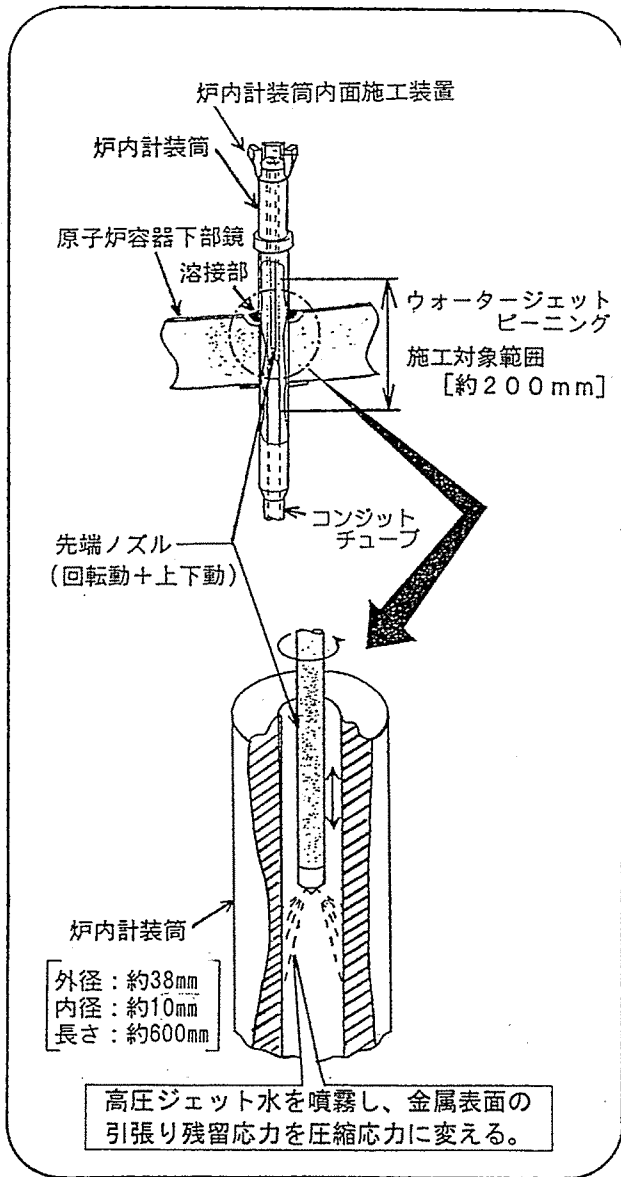
	現 状	取 替 後	備考(改善点)
材質	SUS347	SUS316cw	強度に余裕のある材料に変更する
形状			首下部の曲率半径を大きくし、応力集中を緩和する
固定方法	 溶接によりボルト固定	 かしめによりボルト固定	ボルトの回り止め対策として、かしめによる固定とする

図-2 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。

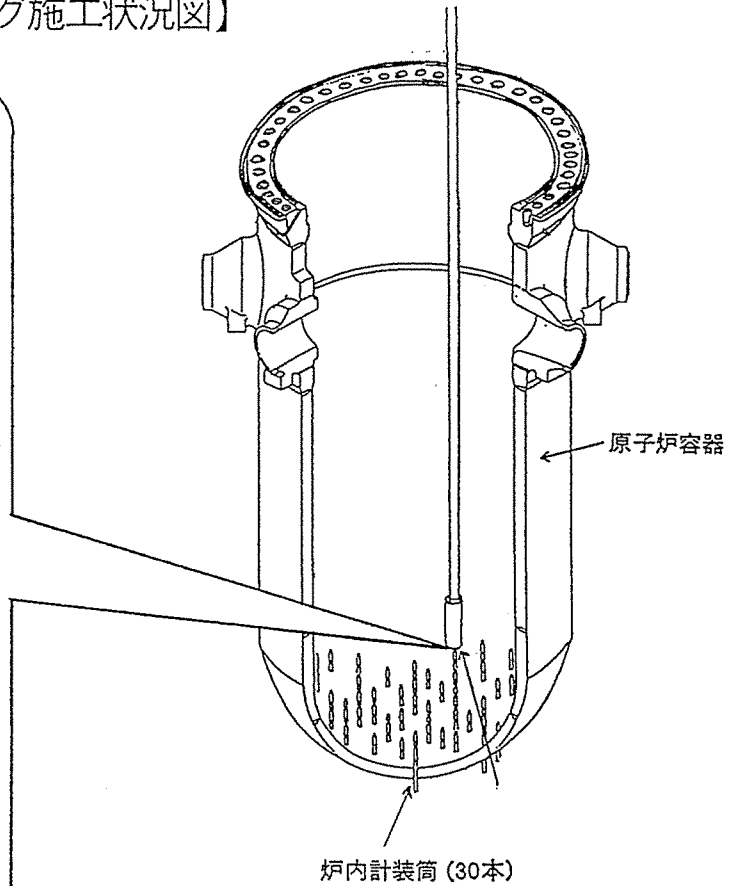
【ウォータージェットピーニング施工状況図】



炉内計装筒
外径：約38mm
内径：約10mm
長さ：約600mm

高圧ジェット水を噴霧し、金属表面の引張り残留応力を圧縮応力に変える。

	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	



[原子炉容器下部 概要図]

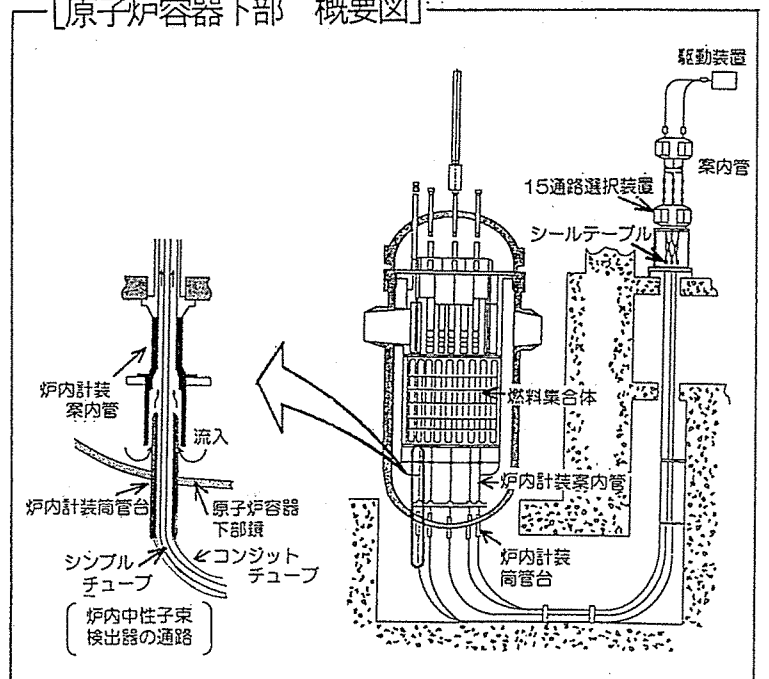


図-3 放射線管理用計測装置検出器取替工事概要図

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8個中8個^{*1}）およびプロセスモニタ検出器（全18個中1個^{*2}）を、GM管から半導体式に取り替える。

また、中央制御室エリアモニタについては、運用性向上の観点より、測定範囲の変更もあわせて実施する。

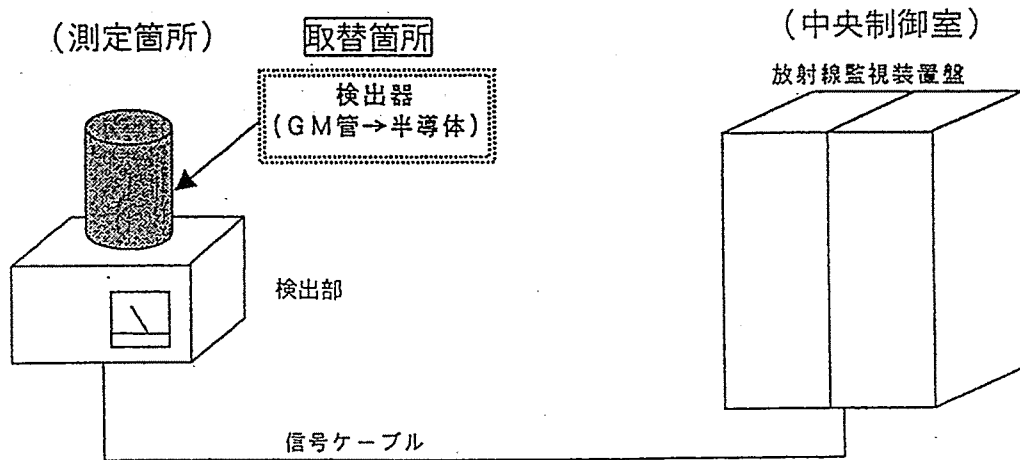
なお、設置個所数および設置場所に変更はない。

(*1) 以下8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
- ・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
- ・炉内計装区域エリアモニタ
- ・人用エアロック内エリアモニタ
- ・充てんポンプ室エリアモニタ
- ・サンプル室エリアモニタ
- ・ドラム詰室エリアモニタ

(*2) 冷却材連続モニタ

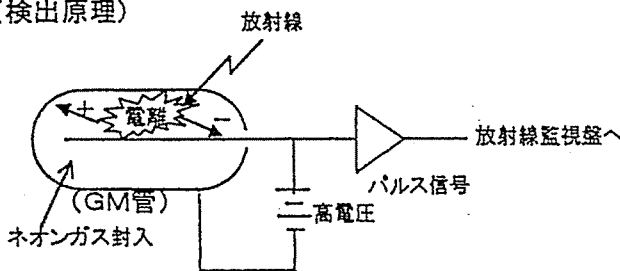
工事概要図



取替前

GM管式

(検出原理)



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。

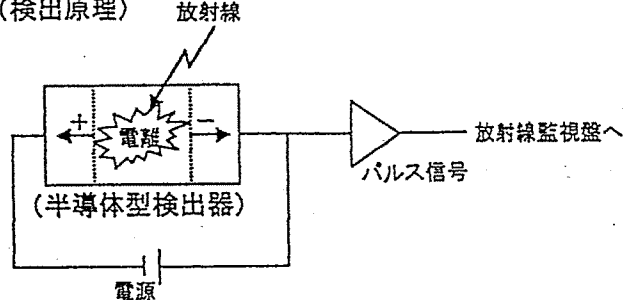
放射線がGM管に入射されると、放射線のエネルギーによりガスが電離し、電子と正イオンに分離され、電流が流れることによって、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。

(測定範囲) : $1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$

取替後

半導体式

(検出原理)



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。

(測定範囲) : $1 \sim 10^5 \mu\text{Sv/h}$

($0.1 \sim 10^4 \mu\text{Sv/h}$: 中央制御室エリアモニタのみ)

図-4 充てん配管継手部他取替工事概要図

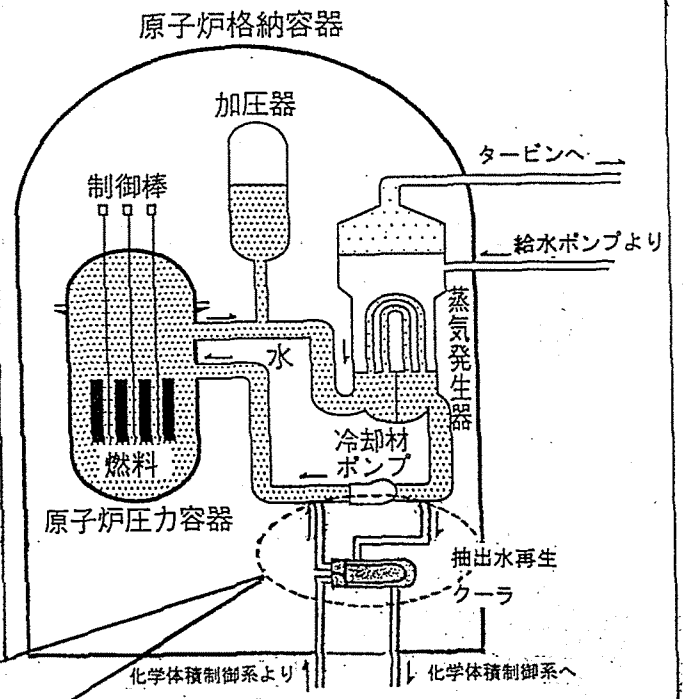
工事概要

充てん配管については温度変化が大きく溶接箇所が応力の集中の影響を受けやすい形状であることから、通常の点検に加え、計画的に自主点検を行い健全性を確認している。

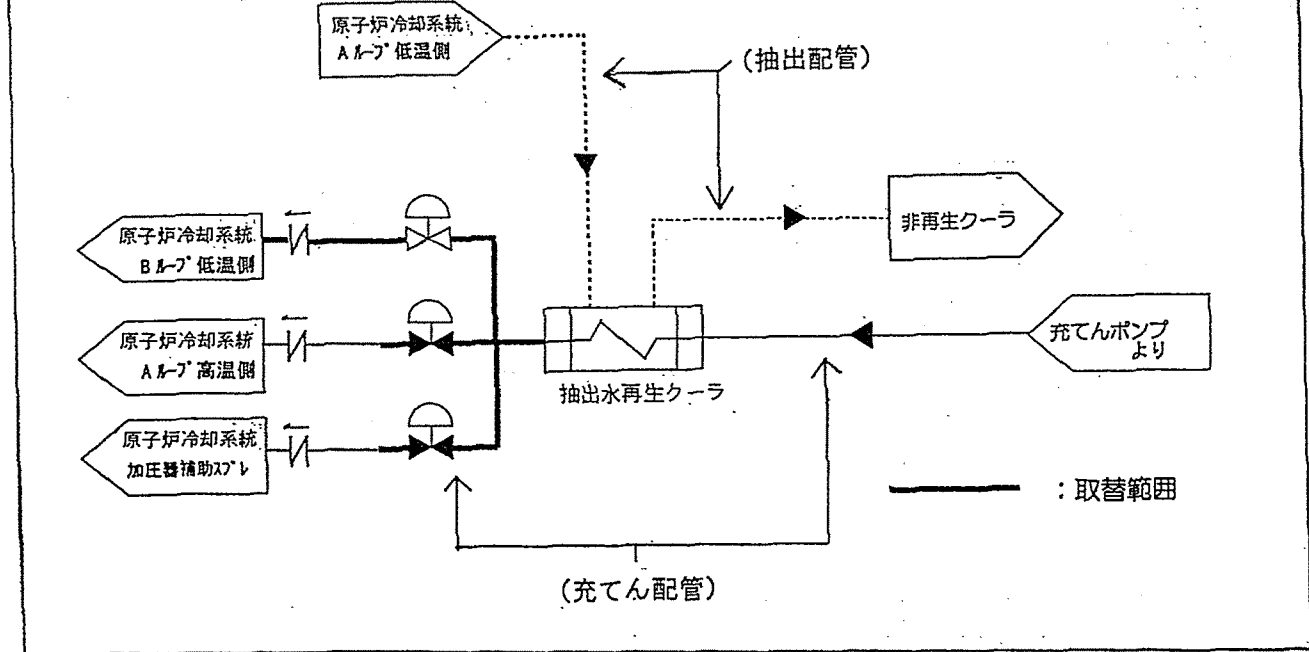
信頼性の向上を図るために充てん配管を取り替えるとともに、抽出水再生クーラ下流の配管の一部について、配管の継手形状をソケット溶接から応力集中が小さい突合わせ溶接に変更する。

配管を突合わせ溶接に変更することにより、溶接部の点検箇所が減少でき被ばく低減を図ることができる。

概略系統図



取替範囲概略図



溶接方法の変更

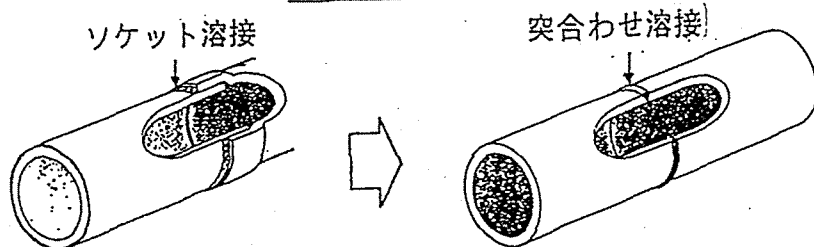
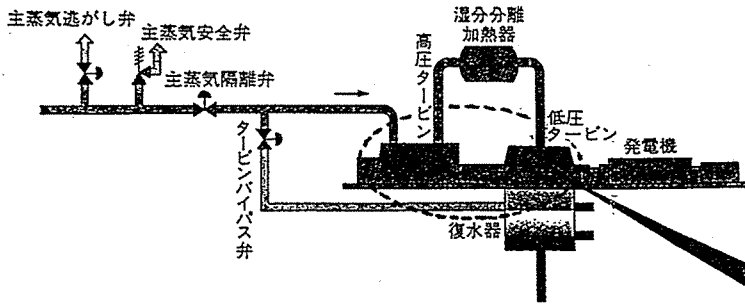


図-5 低圧タービン外部車室グランド部他補修工事概要図

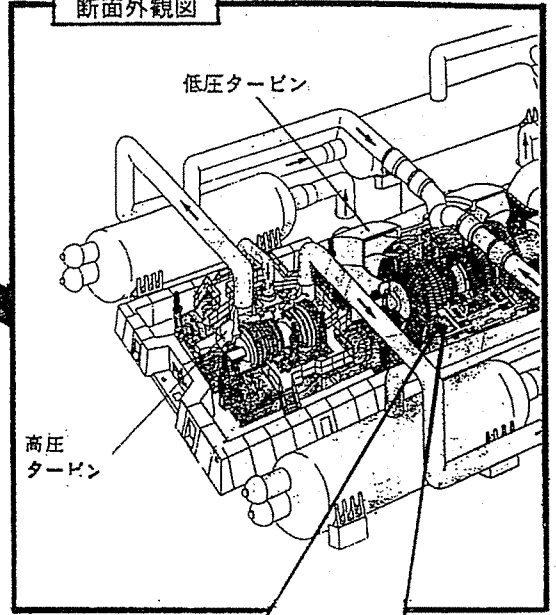
工事概要

低圧タービン外部車室下半部グランド取付面および第2内部車室ドレンオリフィス穴周辺の経年的エロージョン対策として肉盛溶接等補修を実施する。

概略系統図(タービン発電機)



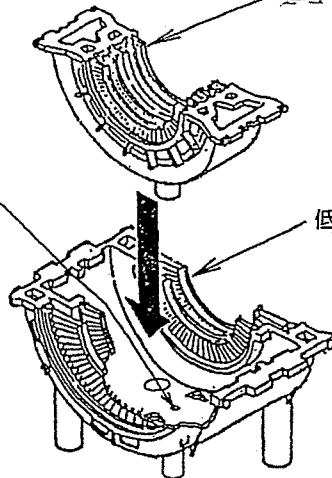
断面外観図



補修工事箇所

補修箇所
ドレンオリフィス穴
(1個/低圧タービン)

低圧第1内部車室(下半部)



補修箇所
低圧グランド取付面
(2箇所/低圧タービン)

低圧外部車室(下半部)

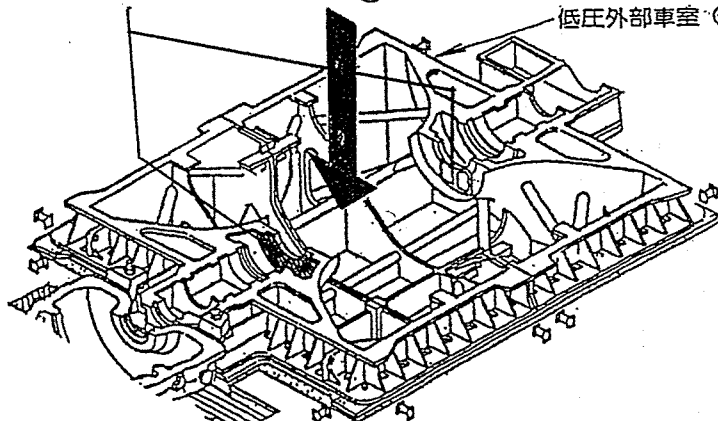
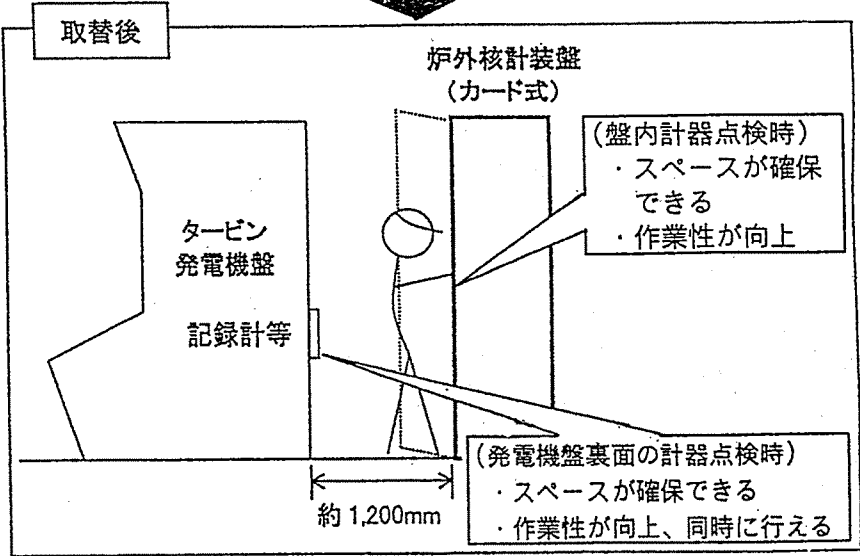
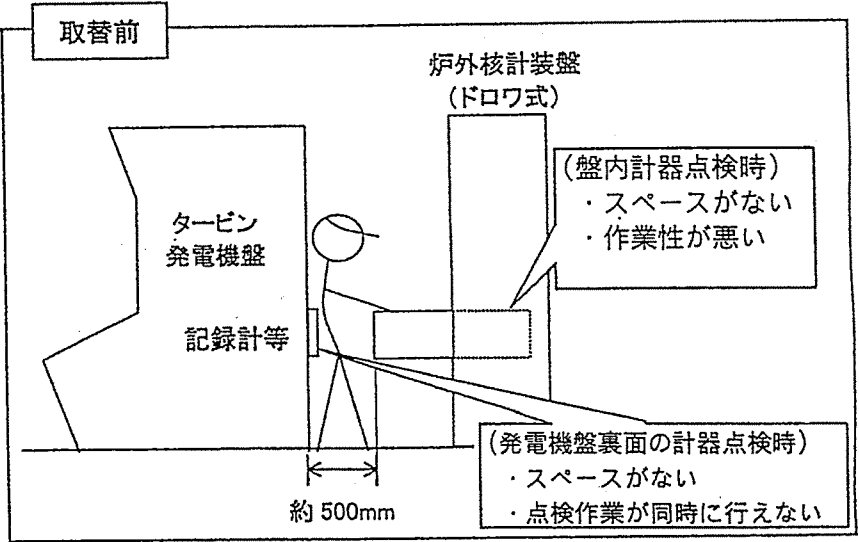
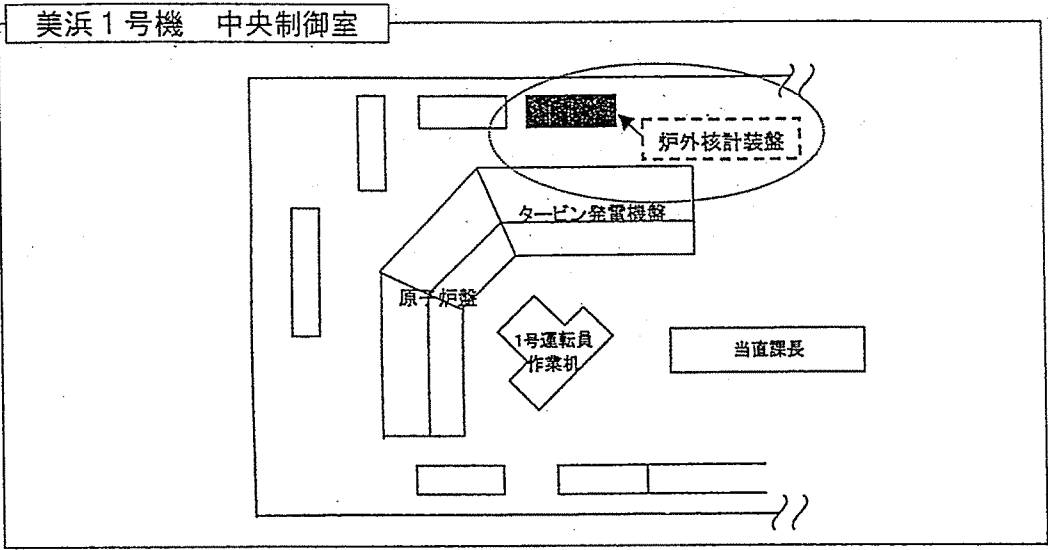


図-6 炉外核計装装置測定処理部取替工事概要図

工事概要
 保守性および作業性向上の観点から、炉外核計装装置測定処理部について、作業時に計器類を引き出すドロウ式から、引き出しを要しないカード式に取り替える。



今定検中に実施した保全対策

図-7 余熱除去配管の一部取替工事概要図

工事内容

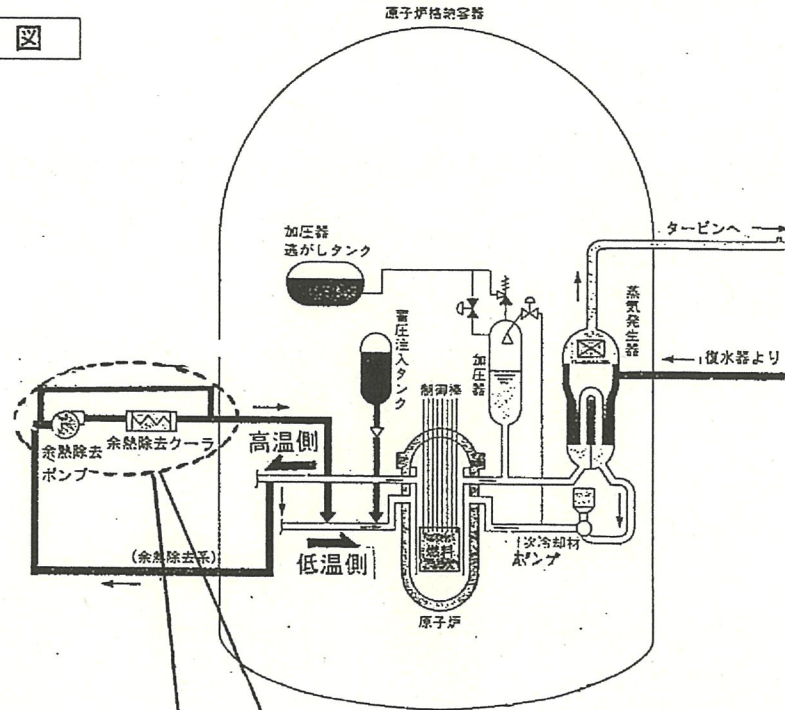
伊方1号機の充てん配管耐圧検査中の漏えい事象に対する水平展開として、充てん配管他の配管外面点検を行っていたところ、余熱除去系統他で116箇所に塩化ビニールテープ^{※1}の付着物が確認され、これらについて浸透探傷検査を行ったところ、4箇所で見出された。

このうち、2箇所については手入れを行ったところ指示模様は消えたが、余熱除去ポンプミニマムフロー配管^{※2}に確認された2箇所については、超音波探傷検査により確認したところ、最大深さは約1.8mmであり、当該配管の肉厚は、技術基準上の必要肉厚を満足しているが、今後の継続的な点検作業を勘案し、念のため同種配管に取り替えました。

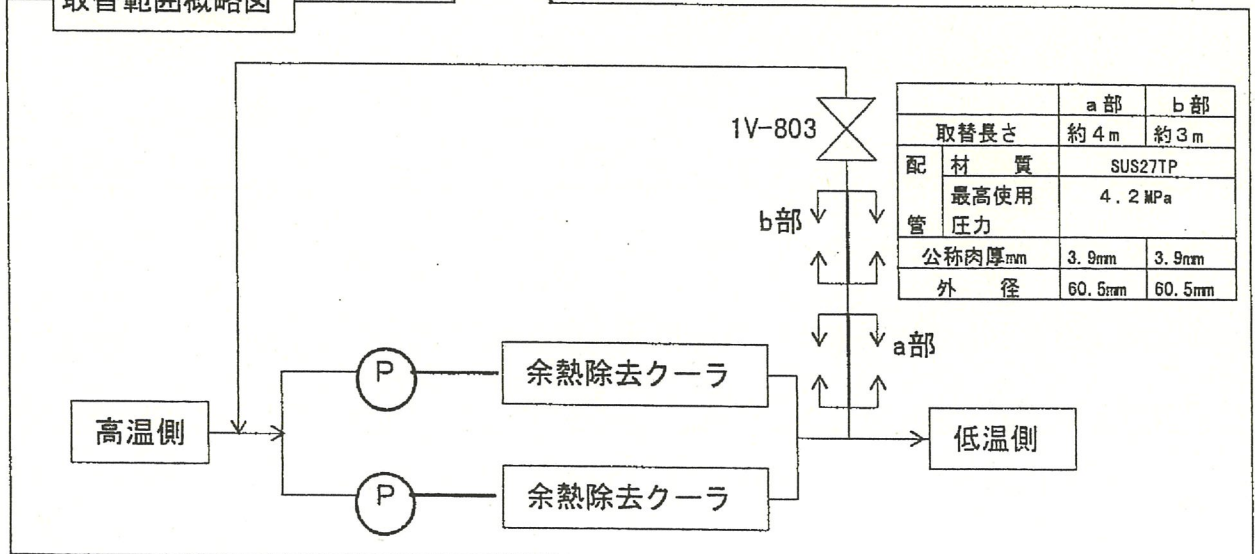
※1 塩化ビニールテープの目的：発電所の建設時に溶接線番号等の識別用として配管に貼り付け使用

※2 ミニマムフロー配管：余熱除去ポンプの最低流量を確保し、ポンプの過熱や振動を防止するための系統を構成する配管。

概略系統図



取替範囲概略図



(参考)

美浜発電所1号機 第19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、健全性を確認している。

- ・ 格納容器循環ファンモータ軸受取替工事

(参考図-1参照)

平成14年8月、美浜発電所2号機で発生したA-格納容器循環ファンの手動停止事象に鑑み、美浜2号機と同様の機能を持った格納容器循環ファンモータについては、4台とも軸受交換を実施している。

- ・ 主蒸気管他管台の点検工事

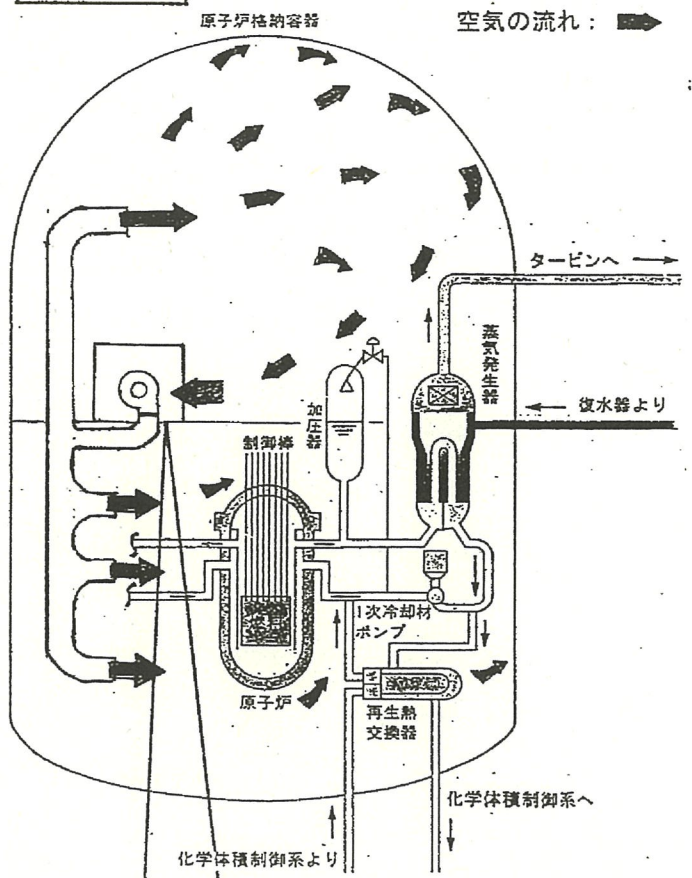
(参考図-2参照)

平成13年6月、美浜発電所2号機で発生したB-主蒸気管からのわずかな蒸気漏れ事象に鑑み、漏えいが認められた管台と類似の管台(31箇所)について、磁粉探傷試験を実施し健全性を確認している。

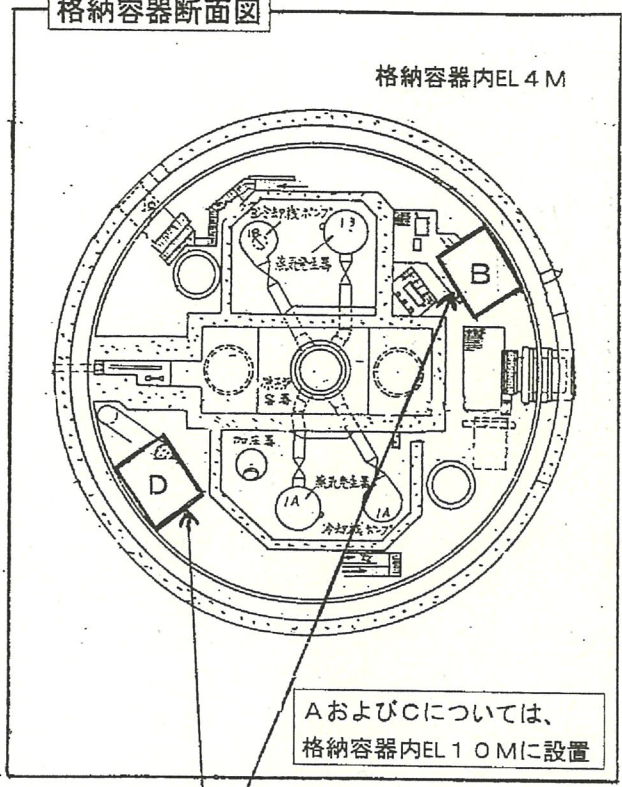
以上

格納容器循環ファンモータ軸受取替概要図

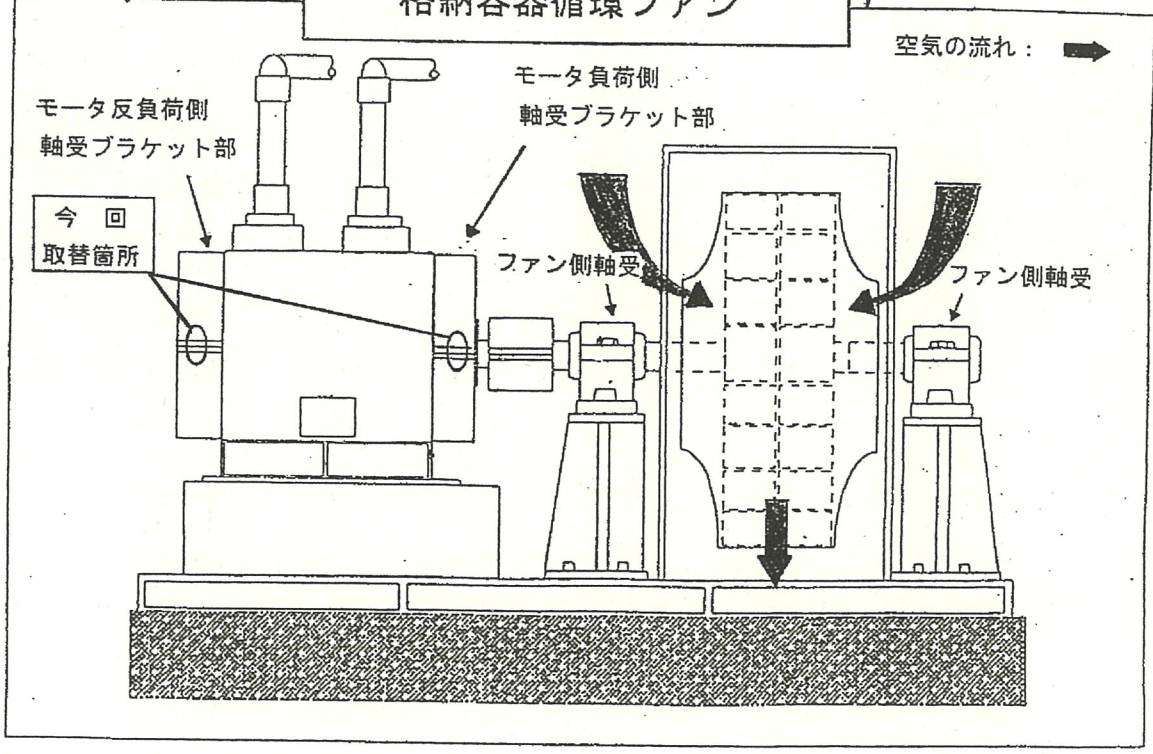
概略系統図



格納容器断面図

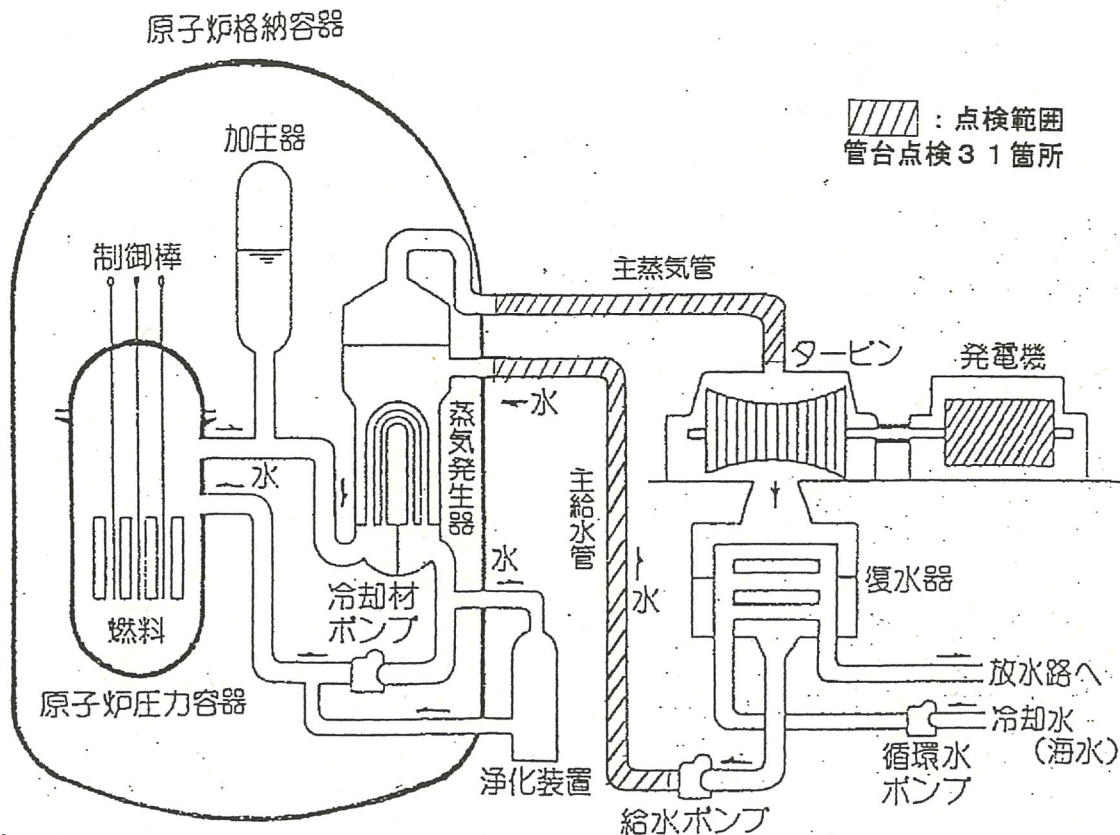


格納容器循環ファン

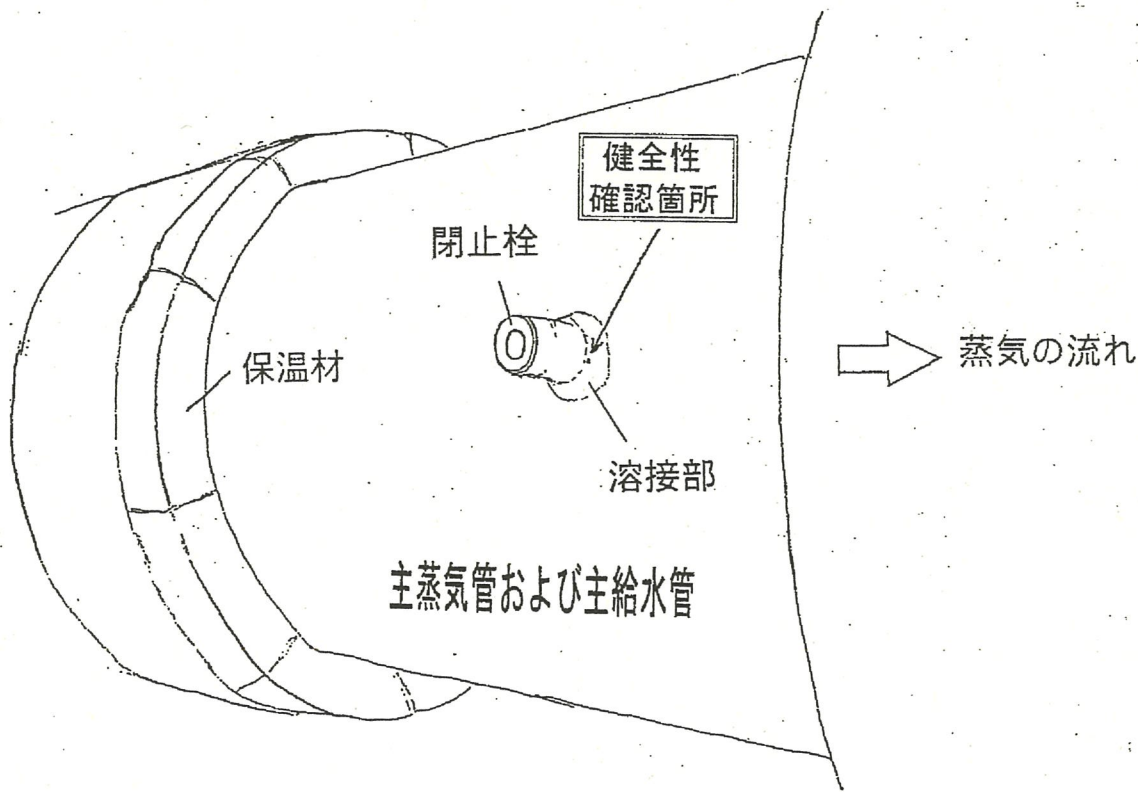


主蒸気管他管台点検箇所概要図

概略系統図



点検箇所スケッチ図



<参考資料>

美浜発電所 1号機の第19回定期検査に関する補足説明資料

- ・ 原子炉起動 : 11月19日 (17時頃)
- ・ 臨界 : 11月20日 (2時頃)
- ・ 調整運転開始 : 11月21日頃
- ・ 営業運転再開 : 12月中旬