

美浜発電所 3号機における 2次系配管破損事故について（第8報）
（法令に基づく定期検査の開始について）

平成16年 8月13日
関西電力株式会社

美浜発電所 3号機(加圧水型軽水炉 定格電気出力 8 2万6千キロワット、
定格熱出力 2 4 4万キロワット)は、定格熱出力一定運転中の平成 1 6年
8月9日 1 5時 2 8分、「2次系配管破損事故」により原子炉が自動停止し
ております。現在、原因究明中ではありますが年度計画に基づき 8月 1 4日か
ら第 2 1回定期検査を実施します。

定期検査を実施する主な設備は、次の通りです。

原子炉本体
原子炉冷却系統設備
計測制御系統設備
燃料設備
放射線管理設備
廃棄設備
原子炉格納施設
非常用予備発電装置
蒸気タービン

以 上

（添付資料）美浜発電所 3号機 第 2 1回定期検査の概要

美浜発電所3号機 第21回定期検査の概要

1. 主要な工事等について

(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、健全性を確認します。

(2) 炉内計装筒管台予防保全対策工事 (図 - 1 参照)

炉内計装筒管台の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、金属表面の引張り残留応力を圧縮応力に変えるため、炉内計装筒管台の内表面にウォータージェットピーニング^{*1}を施工します。

*1：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、金属表面を塑性変化が生じ、表面にある引張り残留応力を圧縮応力に変えるものである。

(3) 再生熱交換器連絡管取替工事 (図 - 2 参照)

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の連絡配管エルボ部及び胴体内面の割れによる1次冷却材漏えい事象に鑑み、第18回定期検査(平成12年)に、再生熱交換器連絡管について超音波探傷検査(UT)を実施した結果、連絡管の3本に製作時の加工痕・へこみ等によるものと推定される信号指示が認められました。

これらについては、定期検査毎に各種検査により進展性がないことを確認していましたが、その検査にかかる作業量、作業員の被ばく量等を考慮して当該連絡管を同仕様のものに取り替えます。

(4) 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事 (図 - 3 参照)

海外における原子炉冷却系統設備の酸素型応力腐食割れ^{*2}による損傷事象等に鑑み、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うち、化学体積制御系統等の配管の一部について、耐腐食性の優れた材質の配管に取り替えるとともに、ソケット溶接継手から、突き合わせ溶接継手に変更します。

また、作業性を考慮し弁についても併せて取り替えます。

*2：酸素型応力腐食割れ

溶接等の熱影響により鋭敏化(耐食性が低下)した配管に、高応力および高温、高溶存酸素濃度の水質条件下で割れが発生する事象である。

(5) 1次系小口径配管継手部取替工事 (図 - 4 参照)

信頼性向上の観点から、トラブル時に通水される安全注入系統のうち、母管と共振する可能性のある小口径分岐配管の継手形状を、応力の集中を受けやすいソケット溶接から、応力を低減できる突き合わせ溶接に変更するとともに、作業性を考慮し弁について併せて取り替えます。また、隣接する配管の継手部についても突き合わせ溶接に変更します。

- (6) 主蒸気、主給水管ベローズ他取替工事 (図 - 5 参照)
前回の定期検査において、主蒸気、主給水管ベローズの外表面に軽微な錆が確認され、手入れにより錆を除去し、健全性を確認しているが、今後の保全に万全を期す観点から、当該ベローズなどを取り替えます。
- (7) 発電機負荷開閉装置設置工事 (図 - 6 参照)
所内電源の信頼性向上の観点から、発電機と主変圧器の間に、発電機負荷開閉装置を設置するとともに、所内変圧器から非常用所内母線への電源供給ラインおよびしゃ断器を設置します。
- (8) 復水器および2次系熱交換器他取替工事 (図 - 7 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、銅合金から海水耐食性に優れたチタン製に取り替えます。また、給水加熱器などの伝熱管を、銅合金から耐食性に優れたステンレス製に取り替えます。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持ち込み低減を図ります。

2. 保全対策について

- (1) 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検 (図 - 8 参照)
国内外PWRプラントにおいて、600系ニッケル基合金を用いた1次冷却材系統の溶接部で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、溶接箇所にも600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台、加圧器サージ管台等について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、漏えいの有無を確認します。
- (2) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図 - 9 参照)
国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主な要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事例に鑑み、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部等について、超音波探傷検査を実施します。
- (3) 余熱除去系統他配管の点検
国内PWRプラントにおいて、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、余熱除去系統や化学体積制御系統等の配管について、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ます。
- (4) 主蒸気・主給水配管の検査 (図 - 10 参照)
大飯発電所1号機において、2次系主給水配管の主給水隔離弁下流の配管曲がり部で、水流の乱れに起因するエロージョン・コロージョンによる減肉が進展した事象に鑑み、今定期検査より、定期事業者検査として、主給水隔離弁から蒸気発生器入口までの配管および蒸気発生器出口から主蒸気隔離弁までの配管について、計画的に肉厚測定を実施します。

- 3 . 「 2 次系配管破損事故」に伴う 2 次系配管の調査等
破口配管に関する調査を実施していくと共に、原因の特定を行い、再発防止の措置を行なっていきます。

- 4 . 燃料集合体の取替え
燃料集合体全数 1 5 7 体のうち 6 4 体を取り替える予定です。
(取替用燃料集合体のうち 5 2 体は新燃料集合体。)

- 5 . 今後の予定
「 2 次系配管破損事故」に伴う原子炉自動停止の調査中であり、現在、今後の工程は未定です。

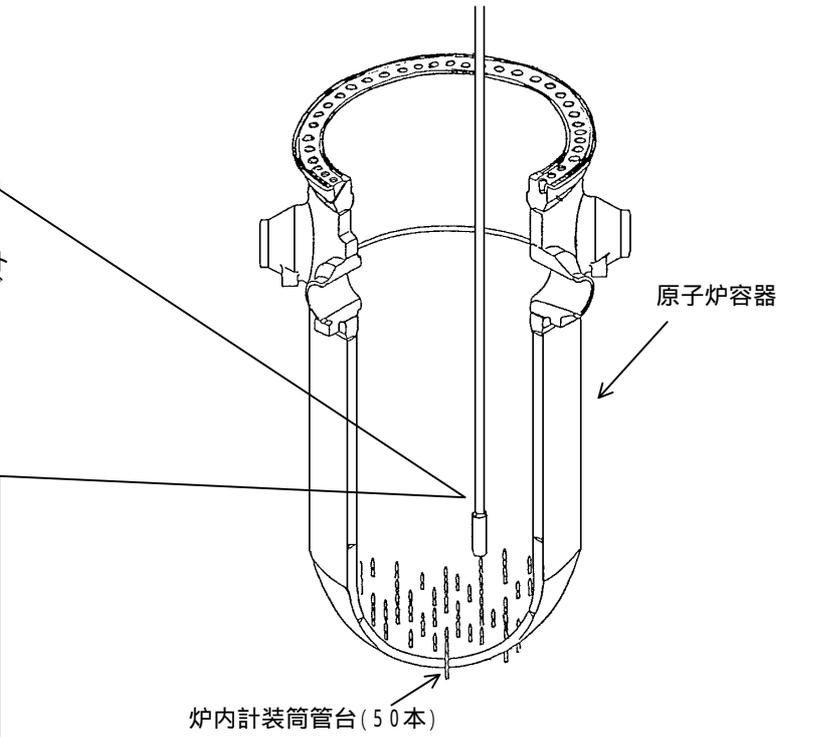
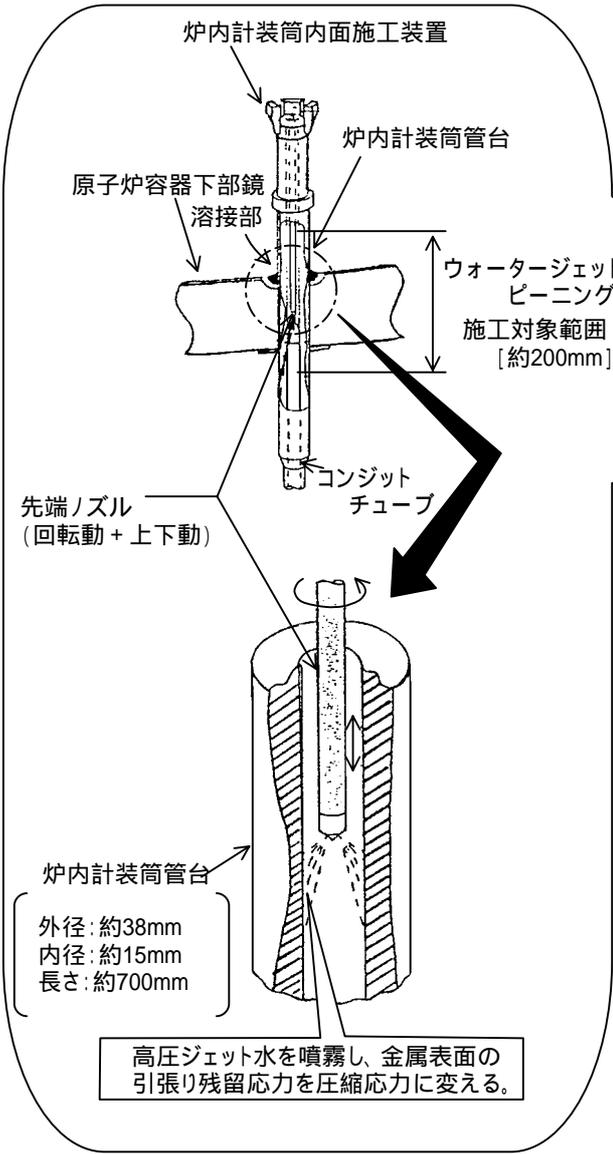
以 上

図 - 1 炉内計装筒管台予防保全対策工事概要図

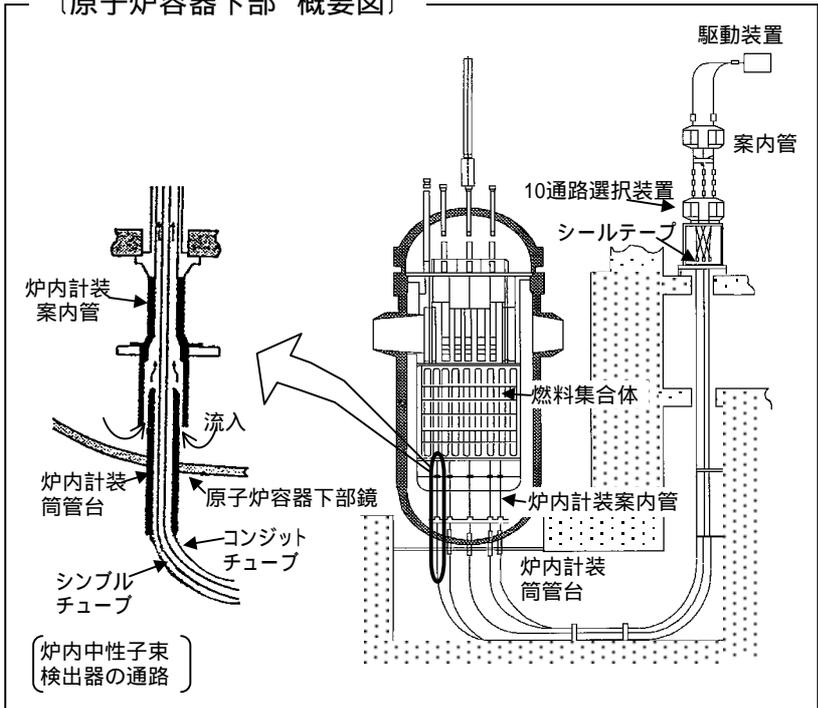
工事概要

炉内計装筒管台の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、金属表面の引張り残留応力を圧縮応力に変えるため、炉内計装筒管台の内表面にウォータージェットピーニングを施工する。

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)



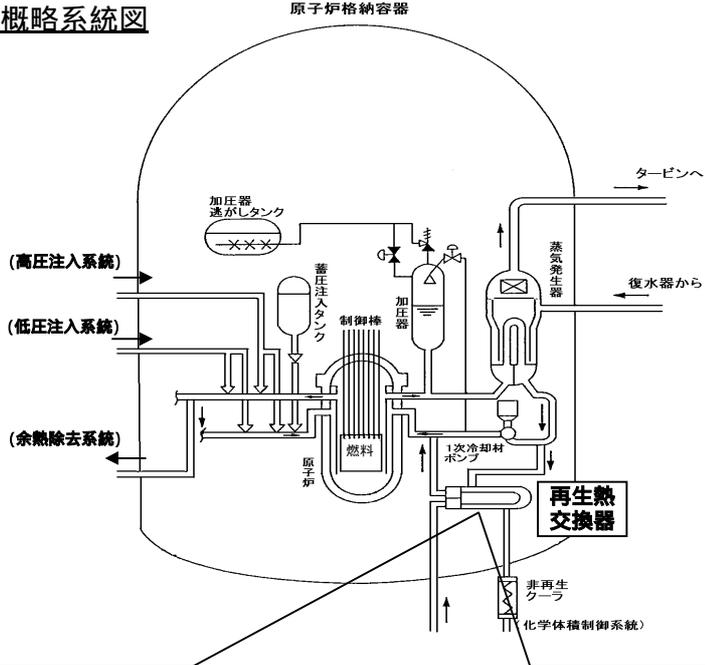
	材 質
原子炉容器	低合金鋼
炉内計装筒管台	600ニッケル基合金
溶接部	600系ニッケル基合金

図 - 2 再生熱交換器連絡管取替工事概要図

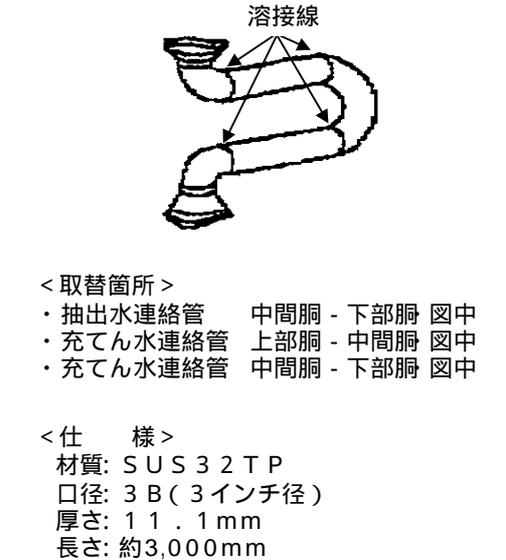
工事概要

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の連絡配管エルボ部及び胴体内面の割れによる1次冷却材漏えい事象に鑑み、第18回定期検査(平成12年)に、再生熱交換器連絡管について超音波探傷検査(UT)を実施した結果、連絡管の3本に製作時の加工痕・へこみ等によるものと推定される信号指示が認められた。
 これらについては、定期検査毎に各種検査により進展性がないことを確認していましたが、その検査にかかる作業量、作業員の被ばく量等を考慮して当該連絡管を同仕様のものに取り替える。

概略系統図



再生熱交換器連絡管概要図



再生熱交換器概要図

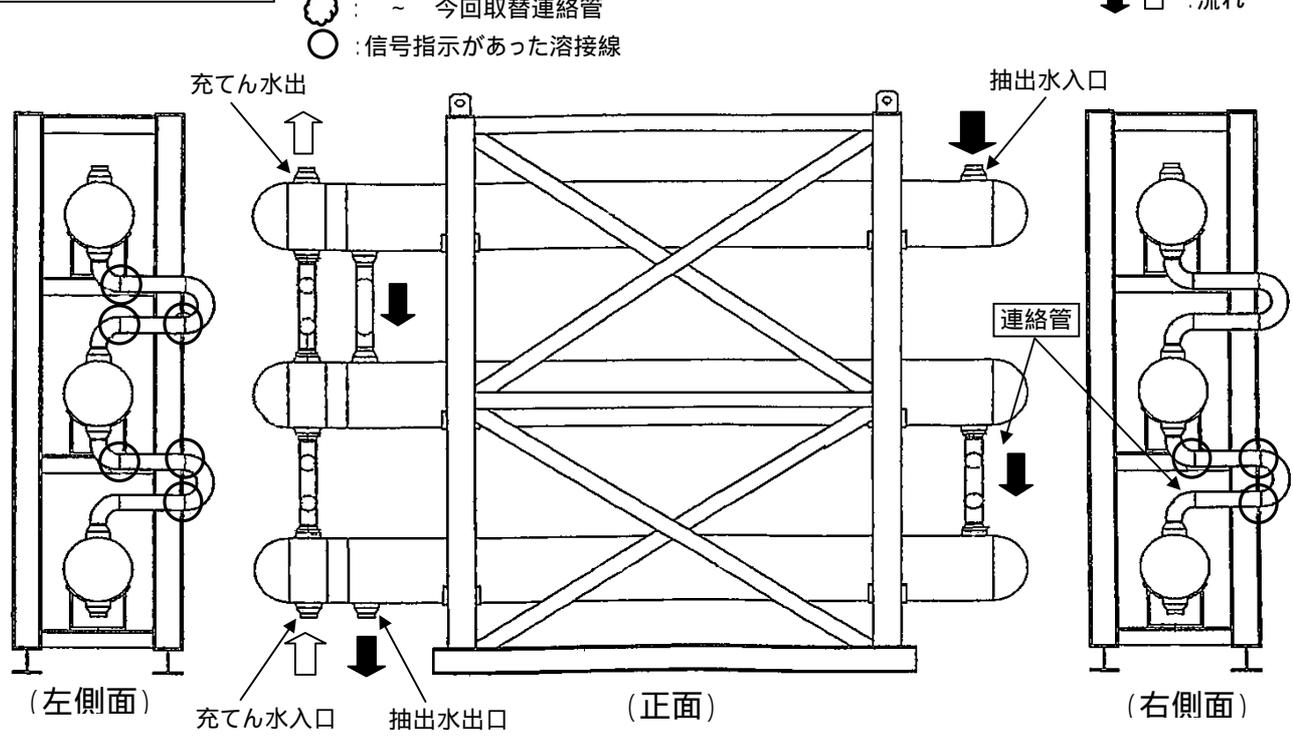
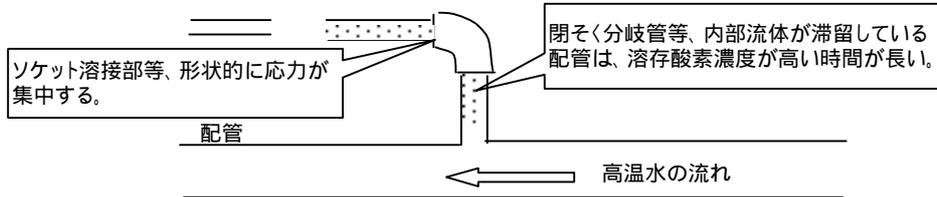


図-3 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事概要図

1. 工事概要

海外における原子炉冷却系統設備の酸素型応力腐食割れによる損傷事象等に鑑み、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うち、化学体積制御系統等の配管の一部について、耐腐食性の優れた材質の配管に取り替えるとともに、ソケット溶接継手から、突き合わせ溶接継手に変更する。また、作業性を考慮し弁についても併せて取り替える。

酸素型応力腐食割れが発生する状況イメージ図(例)



2. 取替対象範囲

系 統	対 象 箇 所	箇所数	図中番号
化学体積制御系統	充てんラインベント・ドレン配管	3	
	充てんライン分岐管補助スプレライン配管	1	
	充てんバイパスライン配管	1	
	抽出水ラインベント・ドレン配管	2	
1次冷却材系統	冷却材ドレンライン分岐管	1	
安全注入系統	アキュムレータ注入ライン配管	3	

3. 取替範囲概略図

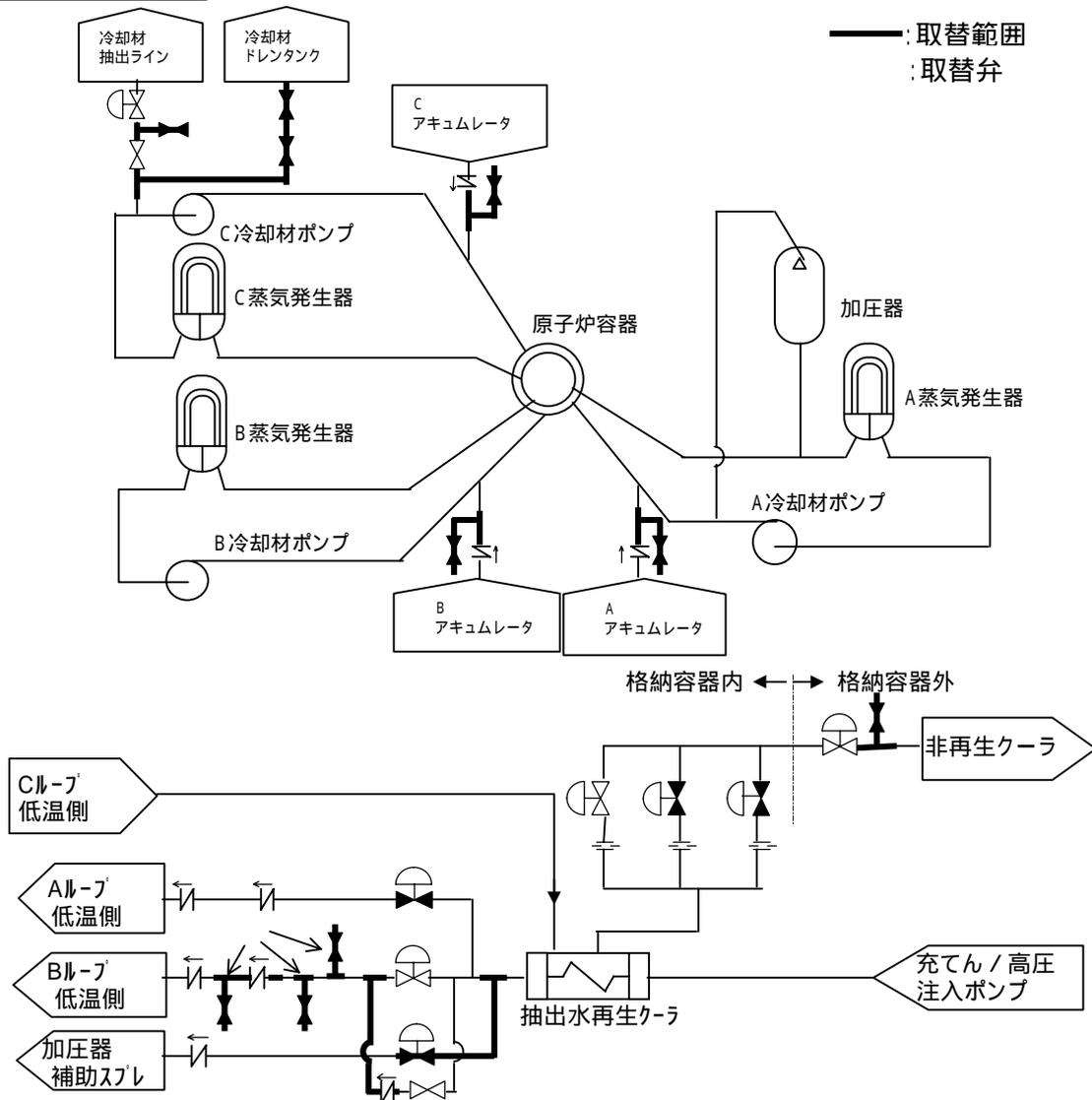
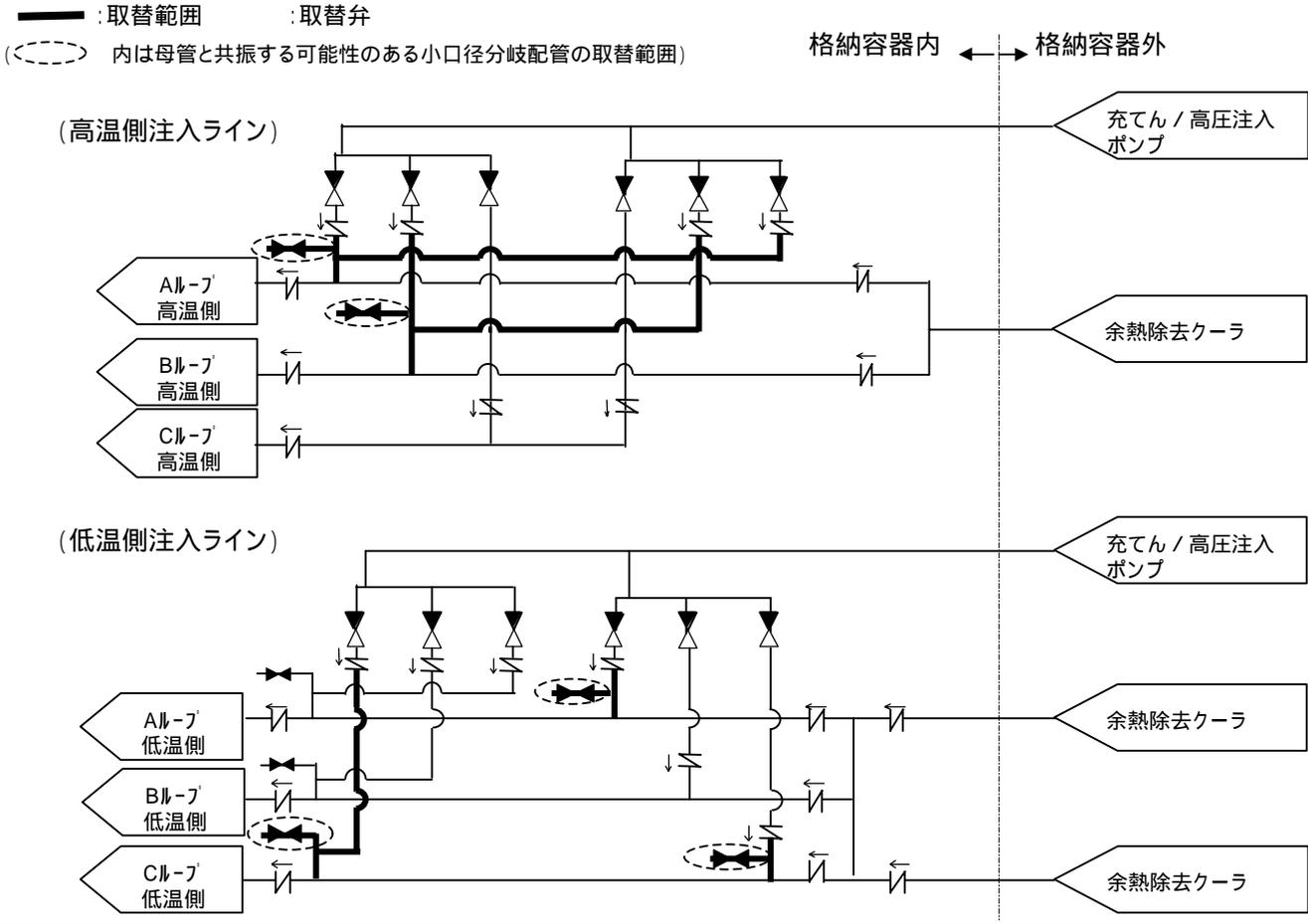


図 - 4 1次系小口径配管継手部取替工事概要図

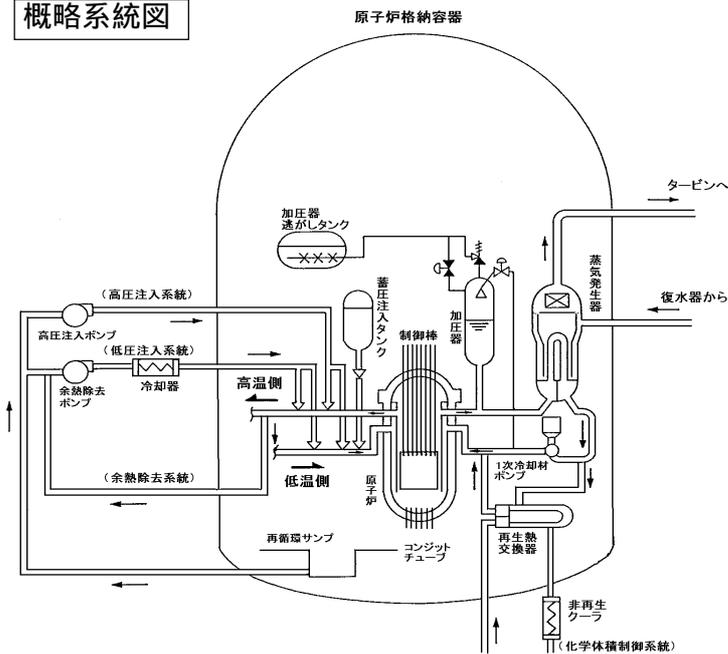
工事概要

信頼性向上の観点から、トラブル時に通水される安全注入系統のうち、母管と共振する可能性のある小口径分岐配管の継手形状を、応力の集中を受けやすいソケット溶接から、応力を低減できる突き合わせ溶接に変更するとともに、作業性を考慮し弁について併せて取り替える。また、隣接する配管の継手部についても突き合わせ溶接に変更する。

2. 取替範囲概略図



概略系統図



溶接方法の変更

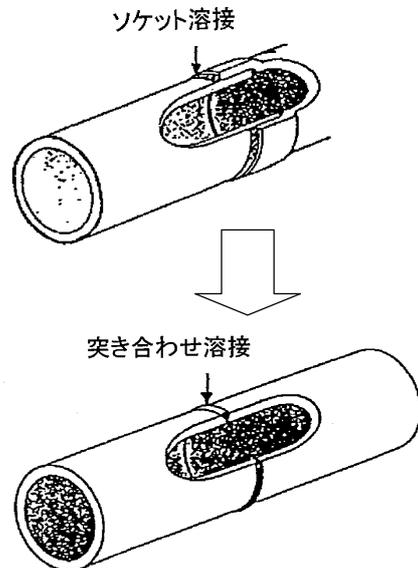
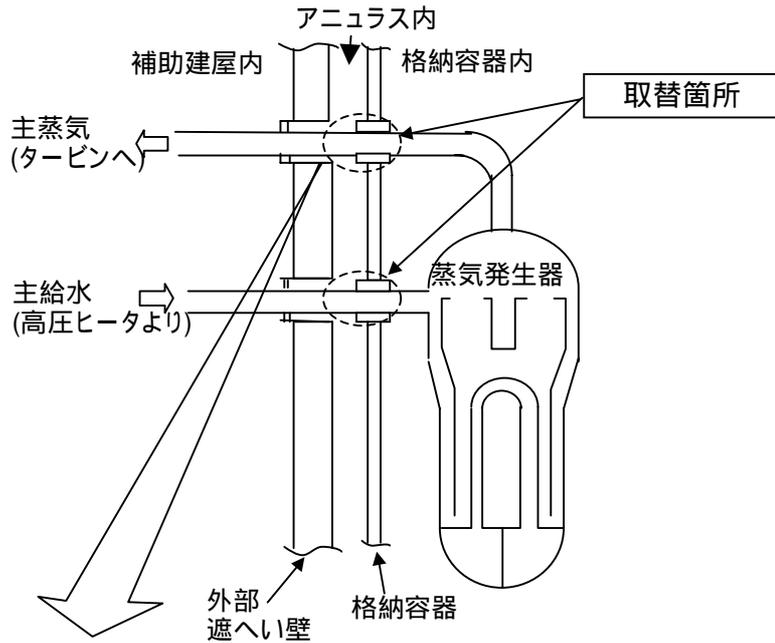


図 - 5 主蒸気、主給水管ベローズ他取替工事概要図

工事概要

前回の定期検査において、主蒸気、主給水管ベローズの外表面に軽微な錆が確認され、手入れにより錆を除去し、健全性を確認しているが、今後の保全に万全を期す観点から、当該ベローズなどを取り替える。

取替箇所概略図 (例: B・C主蒸気系統、A・B・C主給水系統)



拡大図

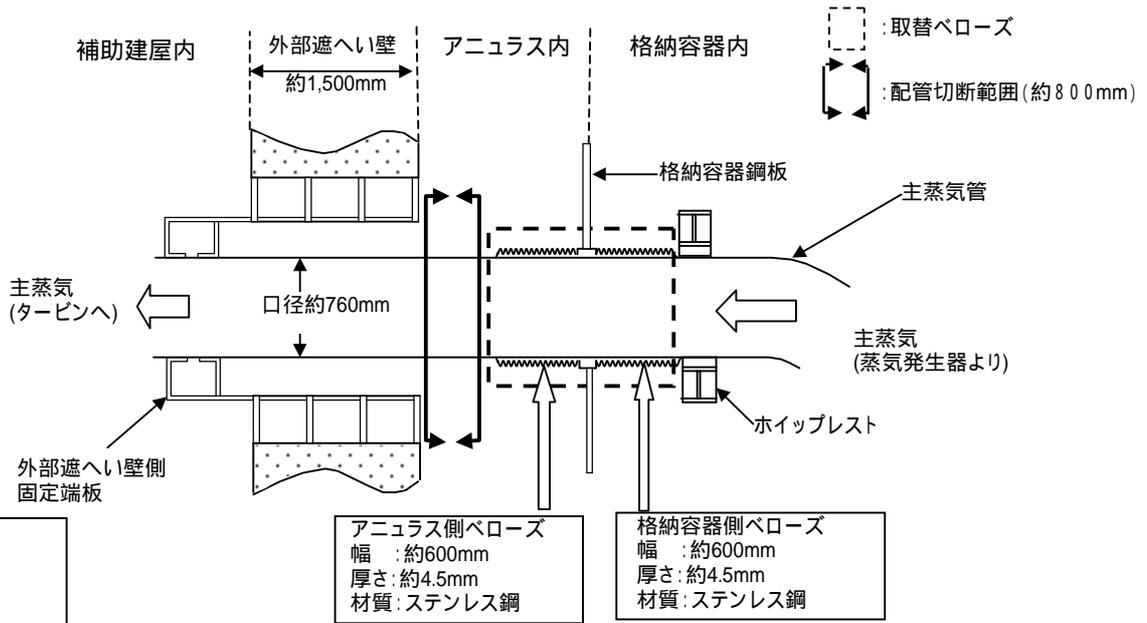


図 - 6 発電機負荷開閉装置設置工事概要図

工事概要

所内電源の信頼性向上対策として、発電機と主変圧器の間に、発電機負荷開閉装置を設置するとともに、所内変圧器から非常用所内母線への電源供給ラインおよびしゃ断器を設置する。

発電機停止中においては、起動変圧器などから所内電源を受電していたが、発電機負荷開閉装置を設置し、主変圧器からの電気を所内変圧器を通じて受電可能とすることにより、所内電源確保の信頼性向上を図る。

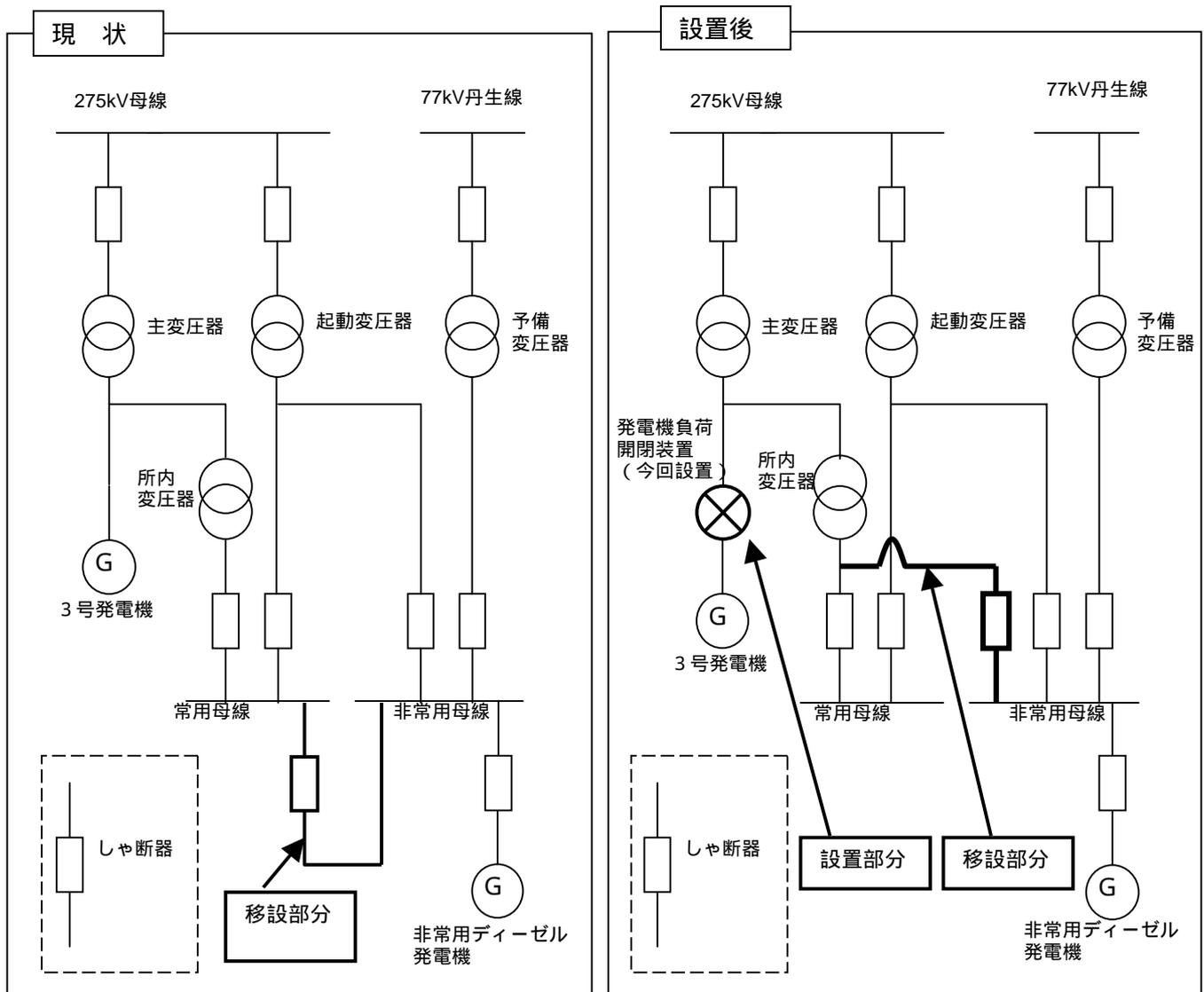


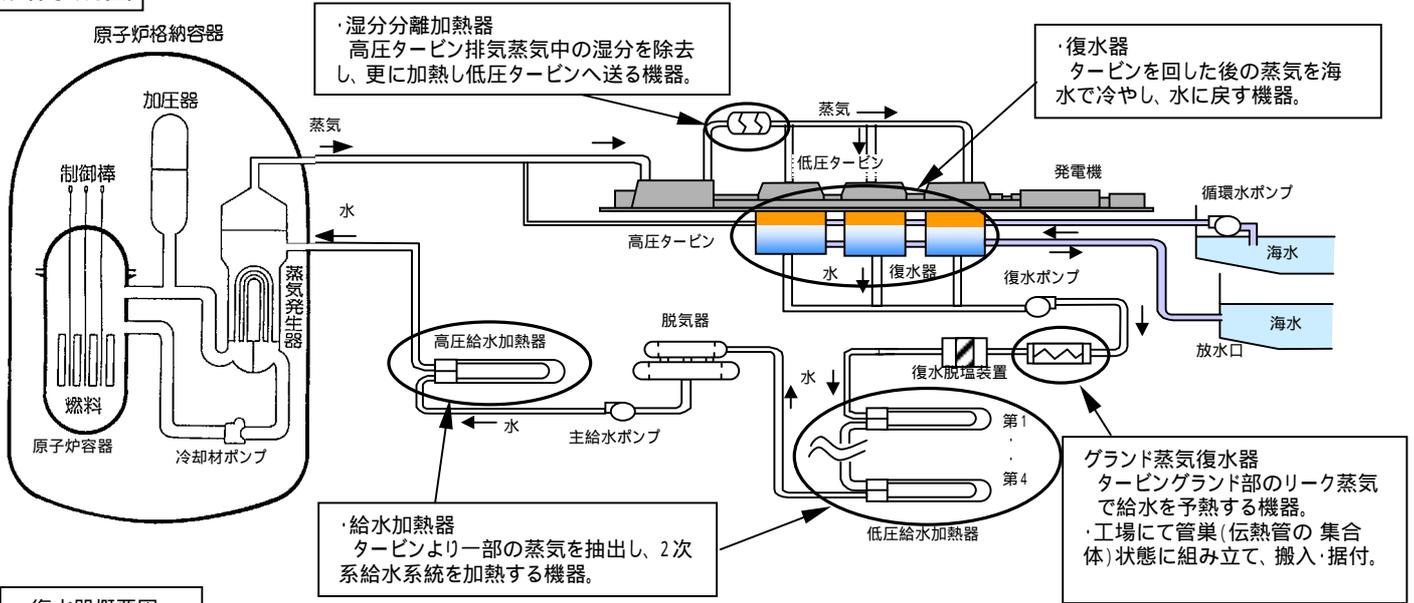
図 - 7 復水器および2次系熱交換器他取替工事概要図

工事概要

2次系給水系統の水質向上対策として、復水器伝熱管群については、銅合金から海水耐食性に優れたチタン製に取り替える。また、給水加熱器などの伝熱管を、銅合金から耐食性に優れたステンレス製に取り替える。

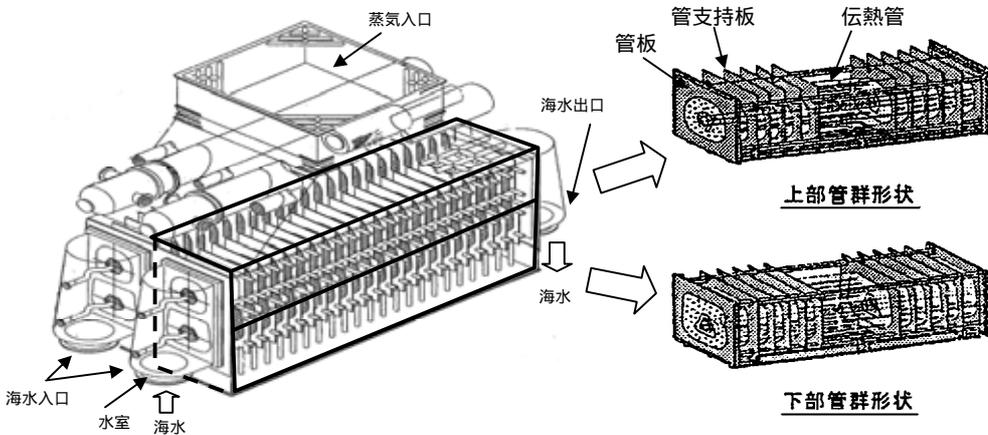
- ・復水器3台
- ・給水加熱器14台(高圧2台、低圧12台(第1～第4低圧給水加熱器各3台))
- ・湿分分離加熱器6台
- ・グランド蒸気復水器1台
- ・スチームコンバータ1台
- ・スチームコンバータドレンクーラ1台

概略系統図



・復水器概要図

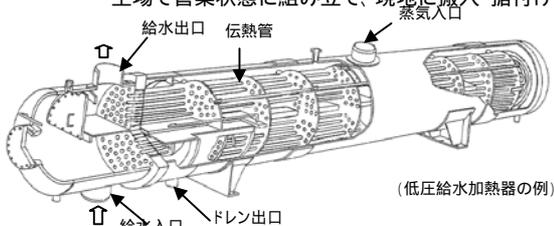
伝熱管取替: 1水室分の伝熱管、管板、管支持板等の部品を工場にて2分割の管群状態に組み立て、現地に搬入・据付けする。



	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	チタン
伝熱管本数	61,008	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	

・給水加熱器概要図

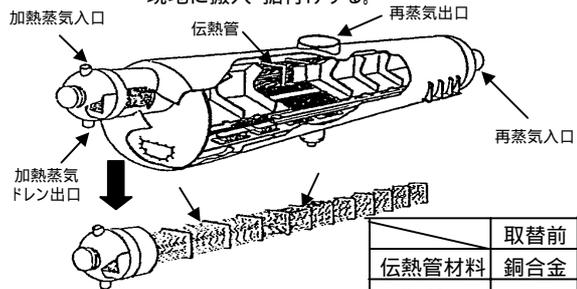
伝熱管取替: 工場加熱器全体を製作し、現地に搬入・据付ける。
 ・工場で管束状態に組み立て、現地に搬入・据付ける。



	高圧給水加熱器		第4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12m		約10m	
外観直径	約2m		約1m	

・湿分分離加熱器概要図

伝熱管取替: 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。



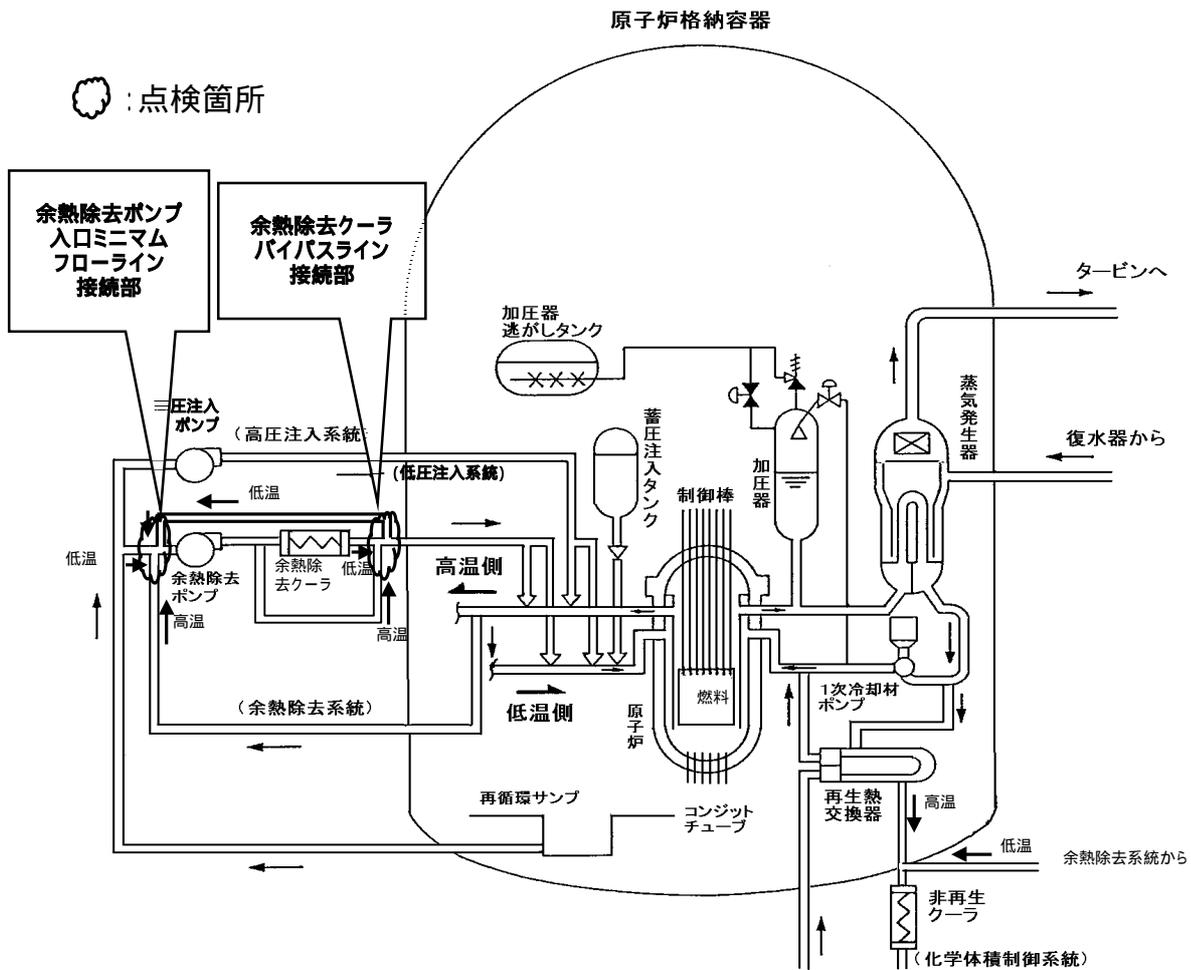
	取替前
伝熱管材料	銅合金
伝熱管本数	690
外観長さ	約13m
外観高さ	約3m

図 - 9 高サイクル熱疲労割れに係る点検概要図

点検概要

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主な要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事例に鑑み、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部などについて、超音波探傷検査等を実施し健全性を確認する。

概略系統図



配管点検範囲(例)

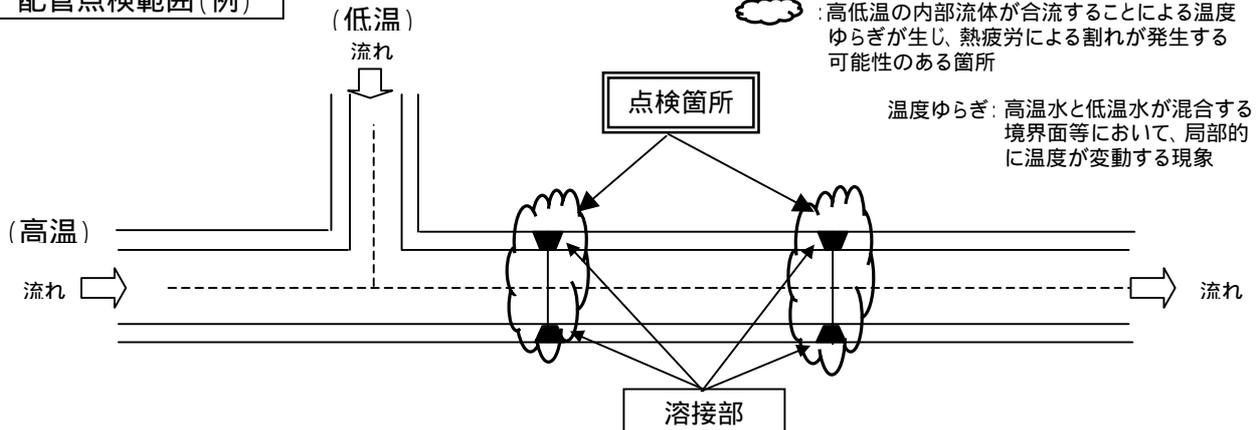


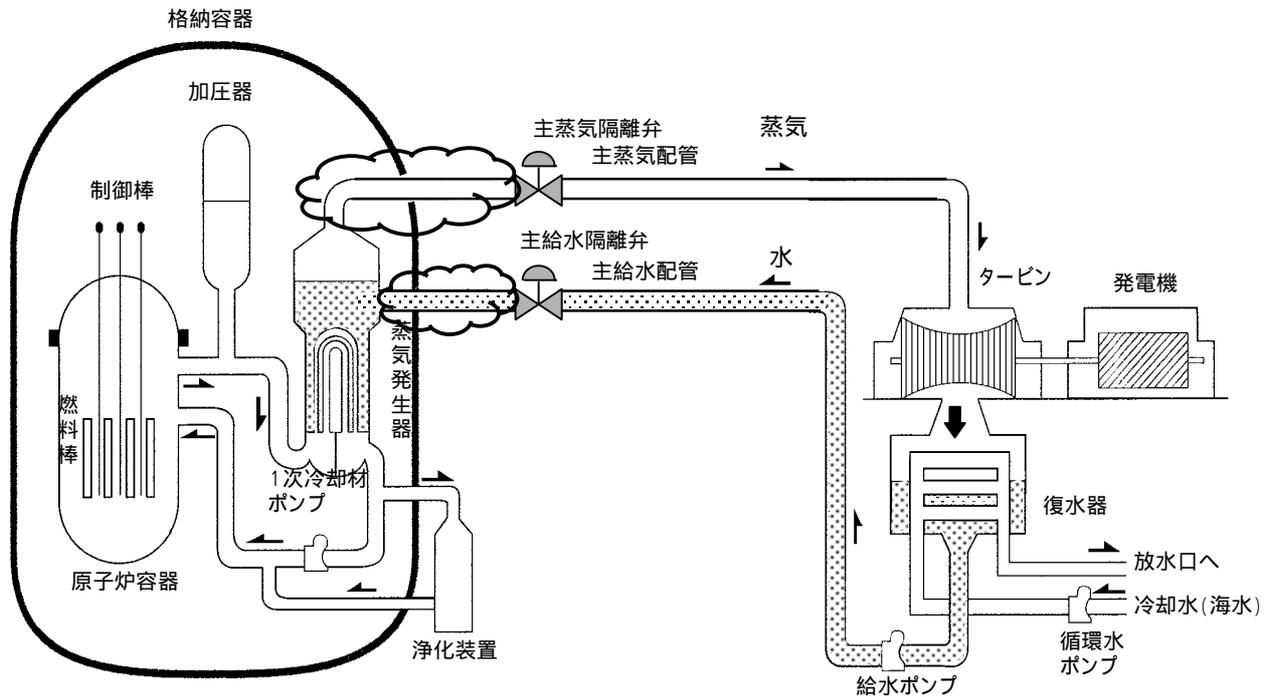
図 - 10 主蒸気・主給水配管の検査

点検概要

大飯発電所1号機において、2次系主給水配管の主給水隔離弁下流の配管曲がり部で、水流の乱れに起因するエロージョン・コロージョンによる減肉が進展した事象に鑑み、今定期検査より、定期事業者検査として、主給水隔離弁から蒸気発生器入口までの配管曲がり部等および蒸気発生器出口から主蒸気隔離弁までの配管曲がり部等について、計画的に肉厚測定を実施する。

系統概要図

 : 点検箇所



主蒸気配管仕様

外 径	約762mm
厚 さ	約33mm
最高内圧	約7.5MPa
最高温度	約291
材 質	炭素鋼
流 量	約1,560t/h・ループ

主給水配管仕様

外 径	約410mm
厚 さ	約22mm
最高内圧	約7.5MPa
最高温度	約230
材 質	炭素鋼
流 量	約1,560t/h・ループ

原子炉容器供用期間中検査概要図

