

平成16年6月14日
原子力安全対策課
(16-26)
<11時資料配付>

高浜発電所1号機の原子炉起動と調整運転開始について (第22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1号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力82.6万kW)は、平成16年4月11日から第22回定期検査を実施していたが、平成16年6月15日に原子炉を起動し、翌16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。

1. 主要工事等

(1) 炉内計装筒管台予防保全対策工事(管台内表面加工手入れ) (図-1参照)

前回定期検査(第21回)における渦流探傷検査(ECT)で微小な信号指示が認められた炉内計装筒管台1本(48)について、念のため管台内表面の加工手入れ(切削)を行った。なお手入れ前後にはECTを実施し、前回定検で確認された指示に変化のないことおよび、手入れ後には指示のないことを確認した。

また、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、炉内計装筒管台の内表面手入れ後にウォータージェットピーニング^{*1}を施工した。

*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て、塑性変形を生じさせることにより、表面の残留応力を引張りから圧縮に変える工法。

- (2) 燃料取替用水タンク取替工事 (図 - 2 参照)
屋外に設置されている燃料取替用水タンク(ステンレス製)は、建設当初に外面塗装を施していなかったため、海塩粒子の付着による塩素型応力腐食割れの発生が考えられることから、外面塗装を施したタンクに取り替えた。
- (3) 主変圧器取替工事 (図 - 3 参照)
主変圧器のコイル絶縁性能が経年劣化の傾向にあるため、予防保全対策として主変圧器を取り替えた。
- (4) 2次系熱交換器他取替工事 (図 - 4 参照)
2次系給水系統の水質向上対策として、低圧給水加熱器等の伝熱管について、銅合金製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) 1次系電動弁取替工事
化学体積制御系統と余熱除去系統の主要弁計3台について、保守性向上の観点より海外製弁から部品調達が容易な国産弁に取り替えた。
- (6) 廃樹脂貯蔵室プロセスモニタ検出器取替工事
廃樹脂貯蔵室プロセスモニタ検出器^{*2}(GM管^{*3}検出器)1台を、部品調達が容易で現検出器と同等の性能を有するプラスチックシンチレーション検出器^{*4}に取り替えた。

* 2 : プロセスモニタ検出器

発電所の各系統の流体(水、ガス等)から放出される放射線を測定し、放射性物質の漏えいを検知する検出器。

* 3 : GM管

ガラス管の中心部と側面に電極を設けガスを封入したものであり、電極間に高電圧を印加して使用する。管内に入射した放射線によりガスが電離され、外部へ電気信号を発信する。

* 4 : プラスチックシンチレーション検出器

放射線がプラスチック製のシンチレータ(発光物質)に入射すると、相互作用によって微弱な光を発する。発生した光を光電子増倍管にて光から光電子へ変換および光電子を増加させ、外部へ電気信号を発信する。

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 - 5 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象に鑑み、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口管台および加圧器サージ管台等の溶接部について、外観目視点検を行い漏えいの有無を確認するとともに、加圧器サージ管台の溶接部については、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。
- (2) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図 - 6 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、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。
- (3) 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、海塩粒子の付着した可能性のあるステンレス配管(外気から塩分が流入する可能性のある場所にある配管等)の目視点検および配管表面の塩分付着量測定を実施し、異常のないことを確認した。

3. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器 3 台のうち、B - 蒸気発生器伝熱管全数(既施栓管除く計 3,382 本)について、渦流探傷検査(ECT)を実施した結果、異常は認められなかった。

4. その他、共有すべき軽微な事象

(1) 制御棒クラスタ案内管支持ピンの点検結果 (図 - 7 参照)

制御棒クラスタ案内管(53本)に、各々2本ずつ取り付けられている支持ピン全数(106本)について、水中カメラにより、支持ピン回り止め金具部(ナット、止め金、止めピン)の外観検査を行った結果、1本の支持ピンのナットおよび止めピンに摩耗が認められた。

調査の結果、止めピンが1次冷却材の流れによる振動で、ナットとこすれあって摩耗したものと推定された。

このため、当該支持ピンについては、改良型支持ピン(かしめ型)に取替えた。また、念のため、当該支持ピンが取り付けられていた制御棒クラスタ案内管の、もう1本の支持ピンについても、改良型支持ピンに取替えた。

大飯2号機の第9回定期検査(平成3年3月~7月)において、制御棒クラスタ案内管支持ピンの回り止め金具(止めピン)が摩耗して、脱落していることが認められた。この事象に鑑み、制御棒クラスタ案内管支持ピン全数の回り止め金具部について、定期的に水中カメラにより、摩耗状況を確認している。高浜発電所1、2号機では5定検に1回、点検を行っている。

5. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数157体のうち、69体(うち56体は新燃料集合体)を取り替えた。

燃料集合体の外観検査(20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17年度 夏頃

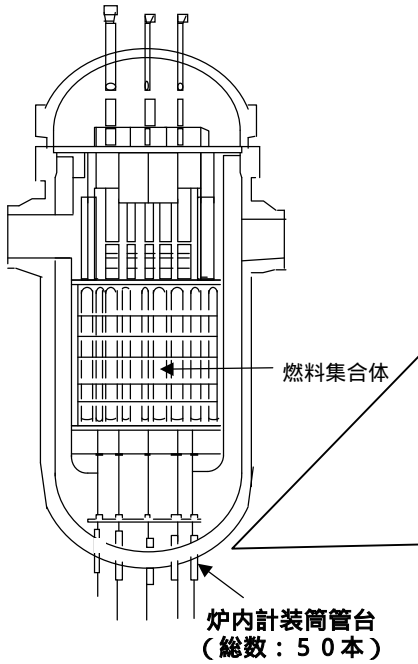
問い合わせ先(担当:宮川)
内線2353・直通0776(20)0314

図 - 1 炉内計装筒管台予防保全対策工事(管台内表面加工手入れ)概要図

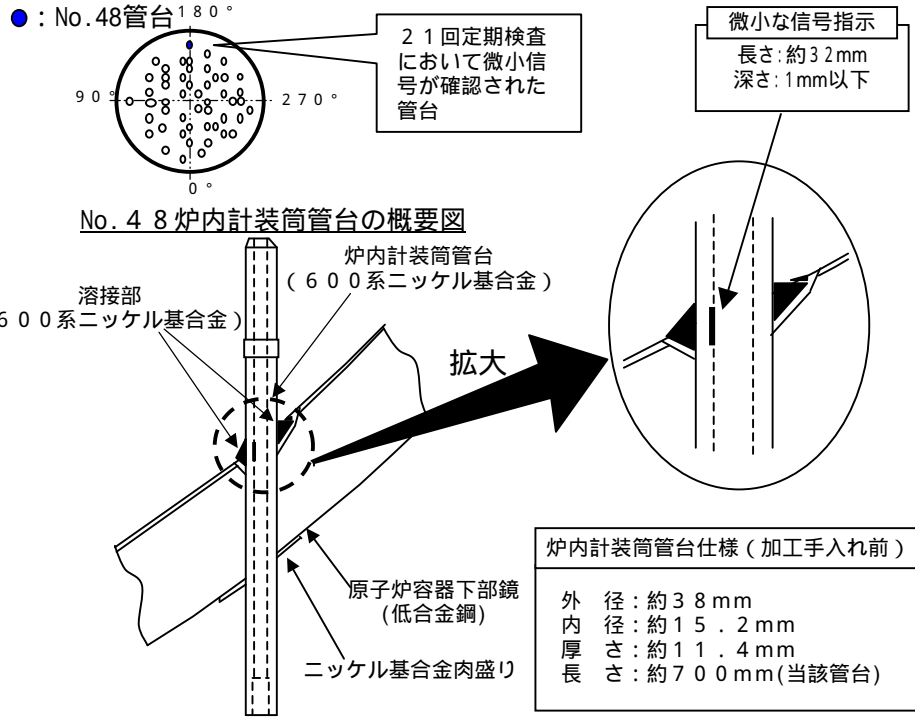
工事概要

前回の定期検査(第21回)における渦流探傷検査(ECT)にて、微小な信号指示が認められた炉内計装筒管台1本(No.48)について、念のため管台内表面の加工手入れ(切削)を行いました。
 なお、手入れ前後にはECTを実施し、前回の定期検査で確認された指示に変化がないことおよび、手入れ後には指示のないことを確認しました。
 また、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手入れ後にウォータージェットピーニングを施工しました。

原子炉容器概略図



炉内計装筒管台 配置概略図(原子炉容器上部から見た図)



工 事 工 程 概 要

ECT	第21回定期検査からの信号指示変化がないことを確認した。
加工手入れ	<p>・切削工程</p> <p>切削装置のドリルにて、炉内計装筒管台内表面を約1.8mmの加工手入れ(切削)を行った。</p> <p>ドリル</p> <p>切削箇所</p> <p>炉内計装筒</p>
ECT	手入れ結果確認の為、ECTを実施し、信号のないことを確認した。
WJP	<p>1次系水質環境下応力腐食割れに対する予防保全対策として、管台内表面へのWJPを施工し、表面残留応力を低減させた。</p> <p>炉内計装筒管台内面施工装置</p> <p>炉内計装筒管台</p> <p>原子炉容器下部鏡</p> <p>先端ノズル (回転動+上下動)</p> <p>高圧水</p> <p>炉内計装筒</p> <p>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。</p>

図 - 2 燃料取替用水タンク取替工事概要図

工事概要

- ・燃料取替用水タンクは、海塩粒子による塩素型応力腐食割れに対する長期保全の観点から取り替えを行う。取替工事に際しては、海塩粒子の影響を受けないよう、工場にて製作、外面塗装を施したタンクに取り替えた。
- ・旧燃料取替用水タンクの撤去に伴い、旧燃料取替用水タンク解体用の仮設建屋にて解体する。

燃料取替用水タンク取替概要図

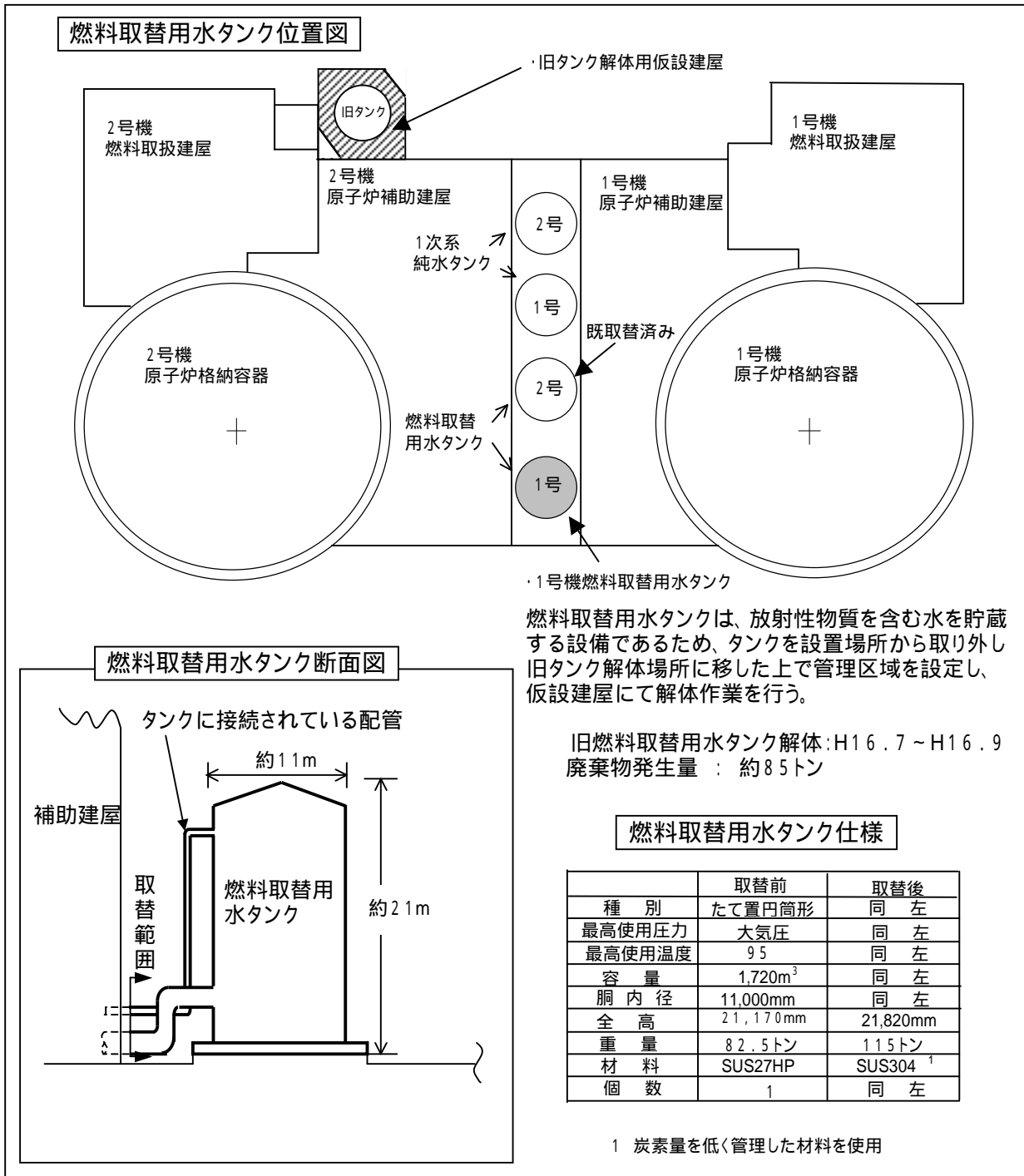
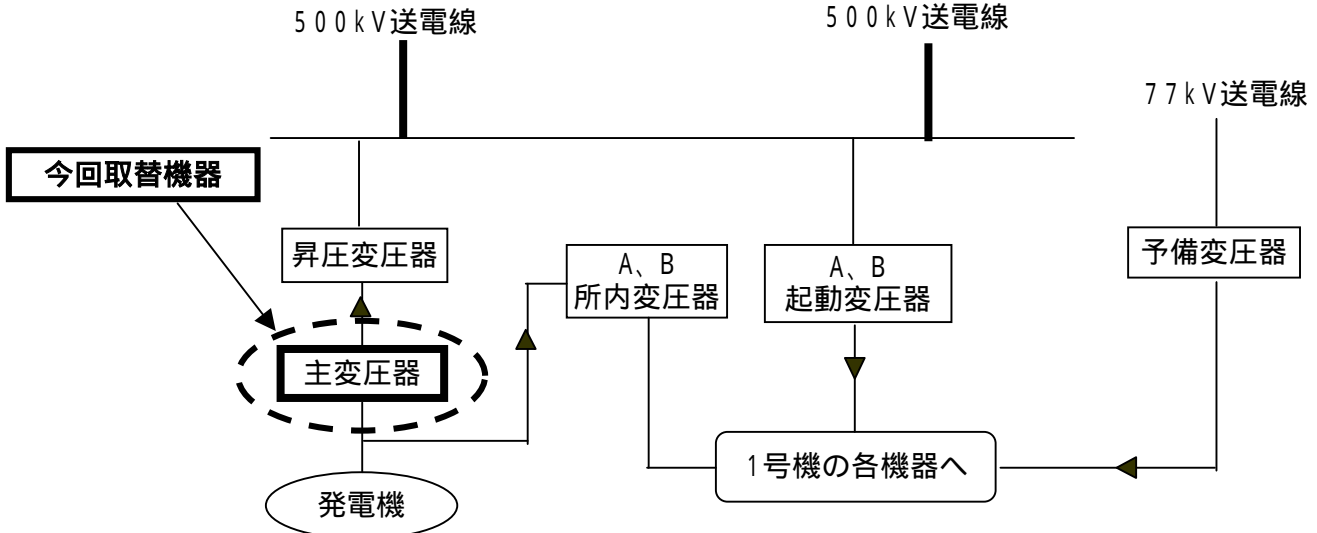


図 - 3 主変圧器取替工事概要図

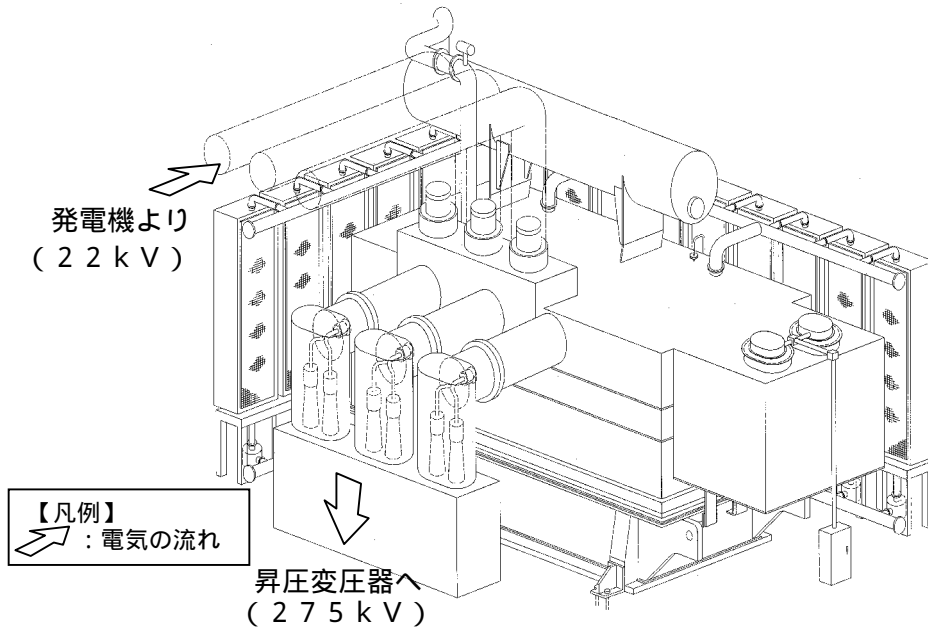
工事概要

主変圧器 のコイル絶縁性能が経年劣化の傾向にあるため、予防保全対策として主変圧器を取り替えた。
 主変圧器とは、電気を効率的に送電するために、発電機で発生した22kVの電圧を、275kVに昇圧し送電する機器である。

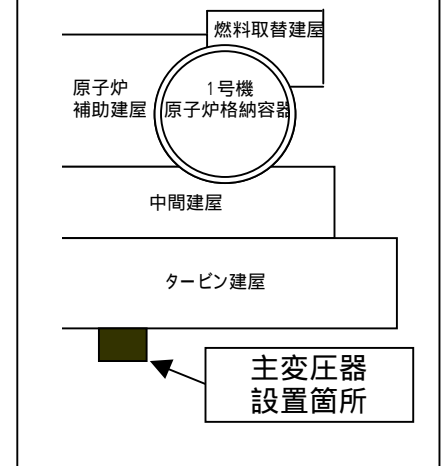
電源系統概要図



取替後の主変圧器概要図



主変圧器設置位置概要図



	取替前の主変圧器仕様	取替後の主変圧器仕様
定格電圧	高圧 275kV / 低圧 22kV	同 左
定格容量	860MVA ¹	900MVA ¹
冷却方式	導油風冷方式 ²	同 左
外形寸法(全体)	約14×約9.3×約8.4(m)	約13.5×約9.5×約8.4(m)

1: 定格容量の増加に伴い、平成14年10月に国の確認を受けた「定格熱出力一定運転実施に伴う発電設備の健全性評価書」の電気設備の使用上限について健全性の再評価を行い、改めて経済産業省に提出し、平成16年5月13日に確認を受けております。

2: 導油風冷方式

送油ポンプにより変圧器内部絶縁油を、変圧器本体と冷却器間で循環させ、冷却器により絶縁油を冷却する方式。

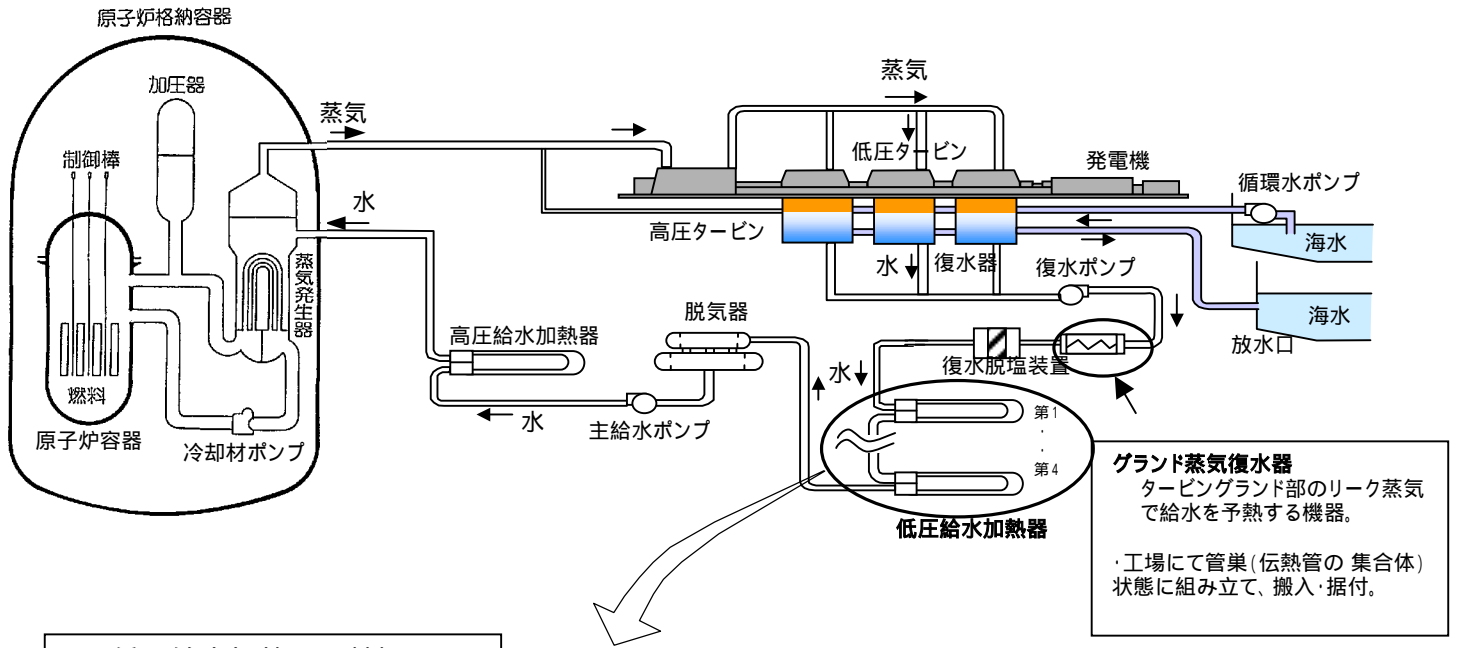
図 - 4 2次系熱交換器他取替工事概要図

点検概要

2次系給水系統の水質向上対策として、低圧給水加熱器等の伝熱管を、銅合金製から耐食性に優れたステンレス製に取り替えた。

- ・低圧給水加熱器7基
(第1低圧給水加熱器1基、第2低圧給水加熱器3基、第3低圧給水加熱器3基)
- ・グラウンド蒸気復水器1基
- ・スチームコンバータ1基

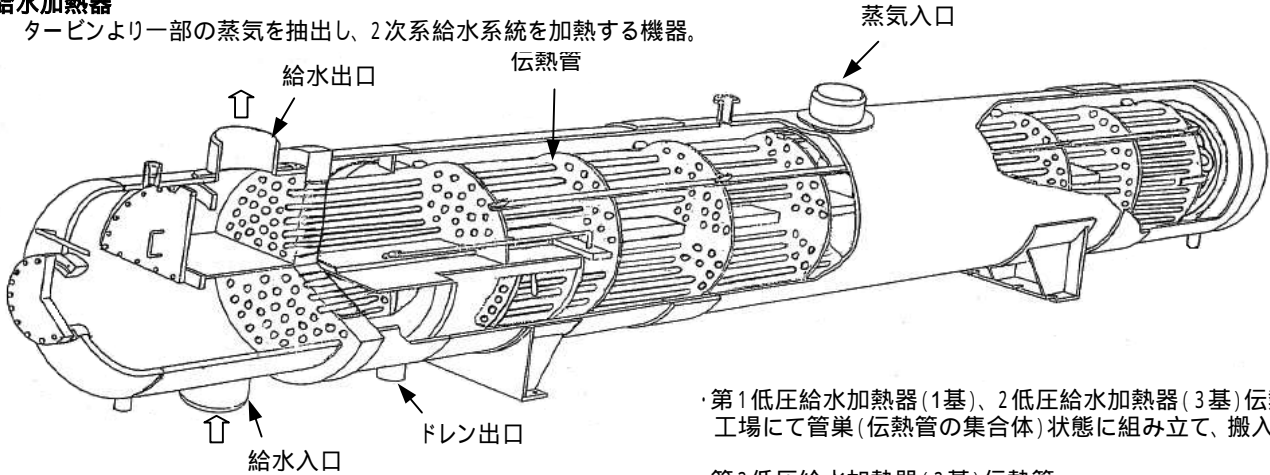
概略系統図



低圧給水加熱器取替概要

給水加熱器

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。



- ・第1低圧給水加熱器(1基)、2低圧給水加熱器(3基)伝熱管
工場にて管束(伝熱管の集合体)状態に組み立て、搬入・据付。
- ・第3低圧給水加熱器(3基)伝熱管
工場にて加熱器全体を製作し、一体型で搬入・据付。

	第1低圧給水加熱器		第2低圧給水加熱器		第3低圧給水加熱器	
	取替前	取替後	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	銅合金	ステンレス
伝熱管本数(本)	480(U字管)	724(U字管)	604(U字管)	790(U字管)	604(U字管)	877(U字管)
本体長さ(m)	約16		約16		約11	
本体直径(m)	約1		約1		約1	

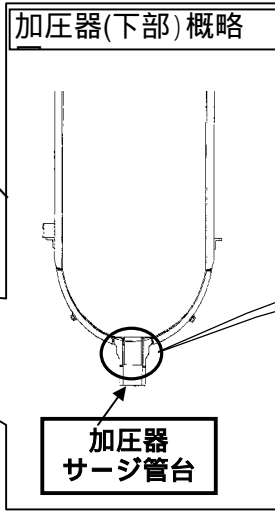
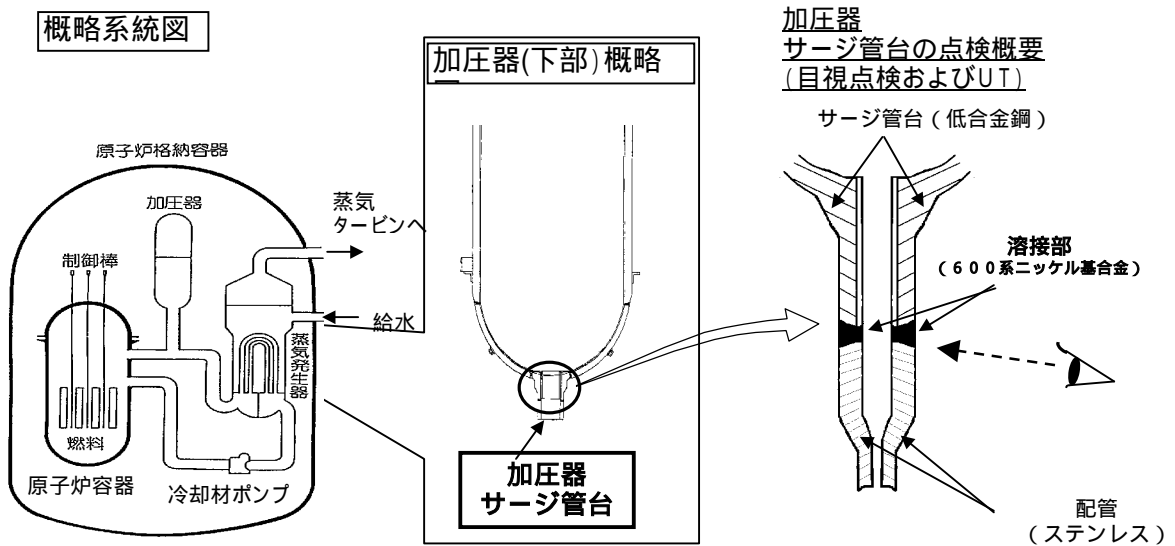
図 - 5 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検概要



点検概要

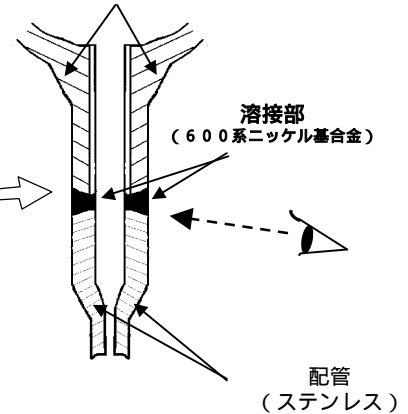
国内外PWRプラントにおいて、600系ニッケル基合金を用いた1次冷却材システムの溶接部で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、溶接箇所ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出口管台、原子炉容器底部の炉内計装管管台および加圧器サージ管台について、外観目視点検や超音波探傷検査(UT)を実施し、異常のないことを確認した。

概略系統図



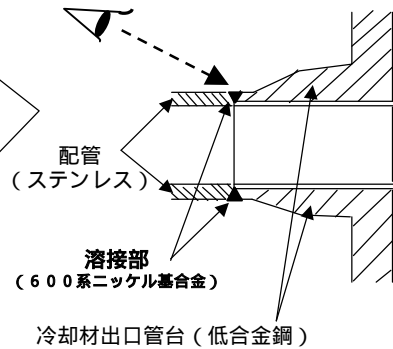
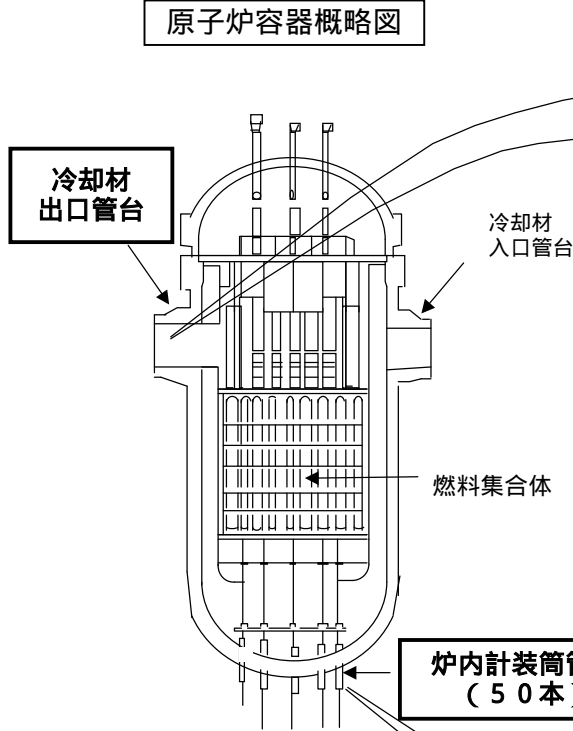
加圧器サージ管台の点検概要 (目視点検およびUT)

サージ管台 (低合金鋼)



冷却材出口管台の点検概要 (目視点検)

原子炉容器概略図



炉内計装管管台の点検概要 (目視点検)

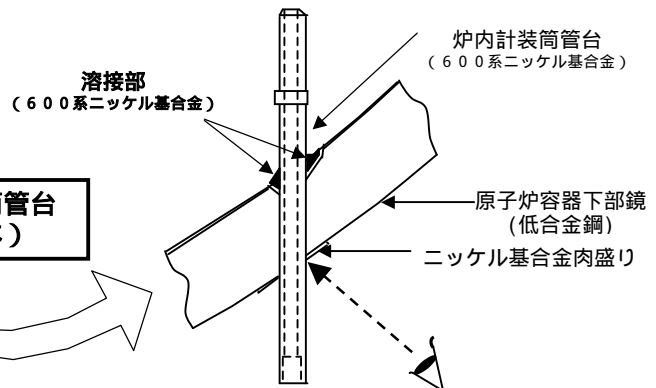
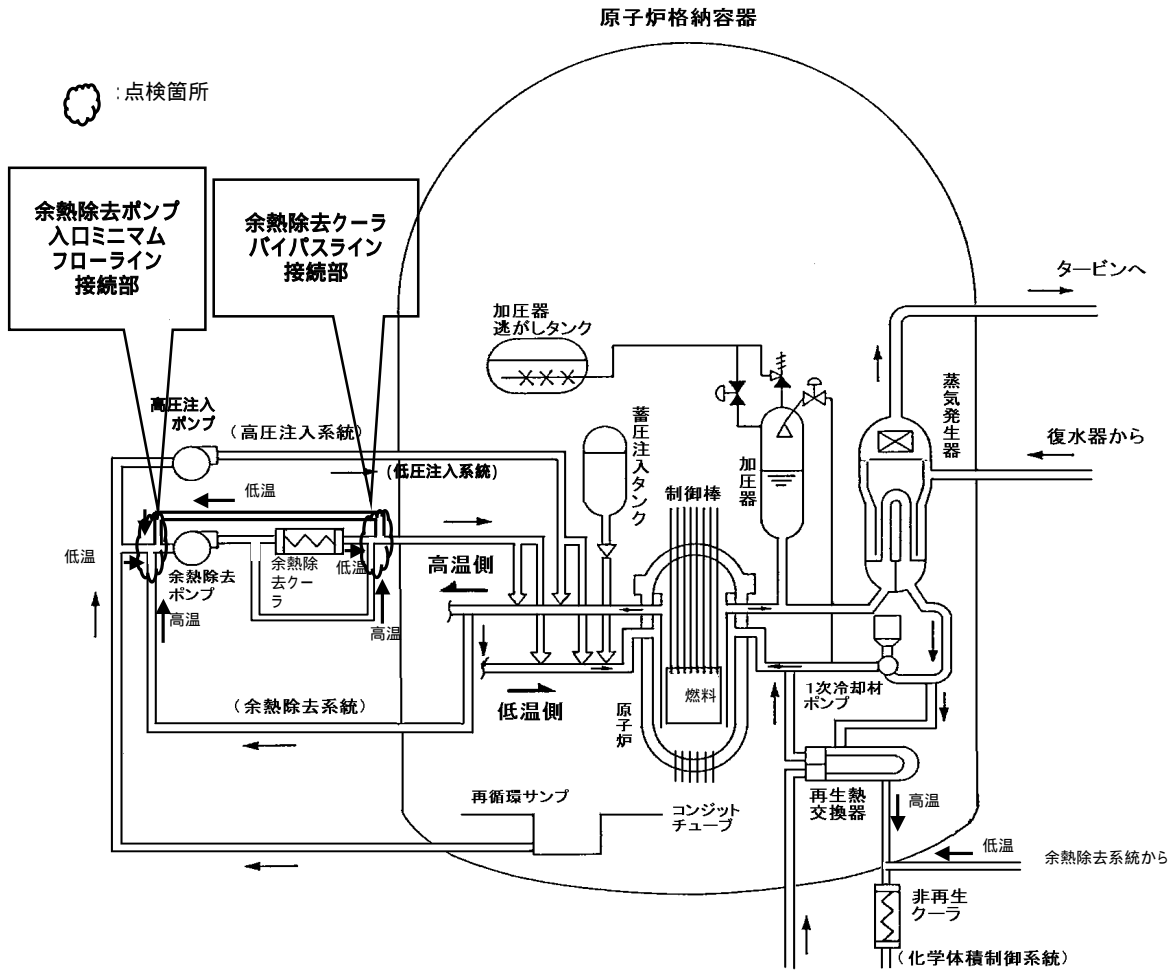


図 - 6 高サイクル熱疲労割れに係る点検概要図

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した。

概略系統図



配管点検範囲(例)

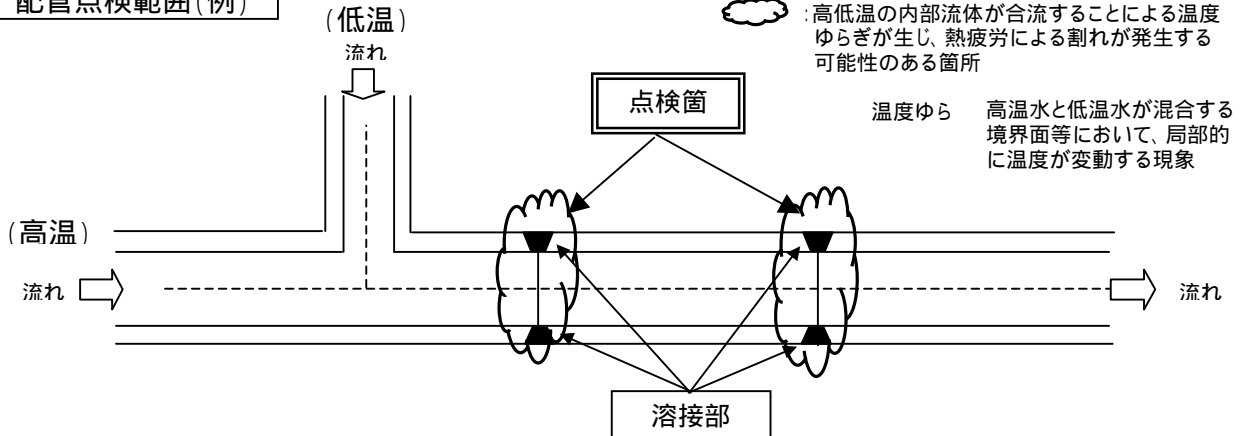
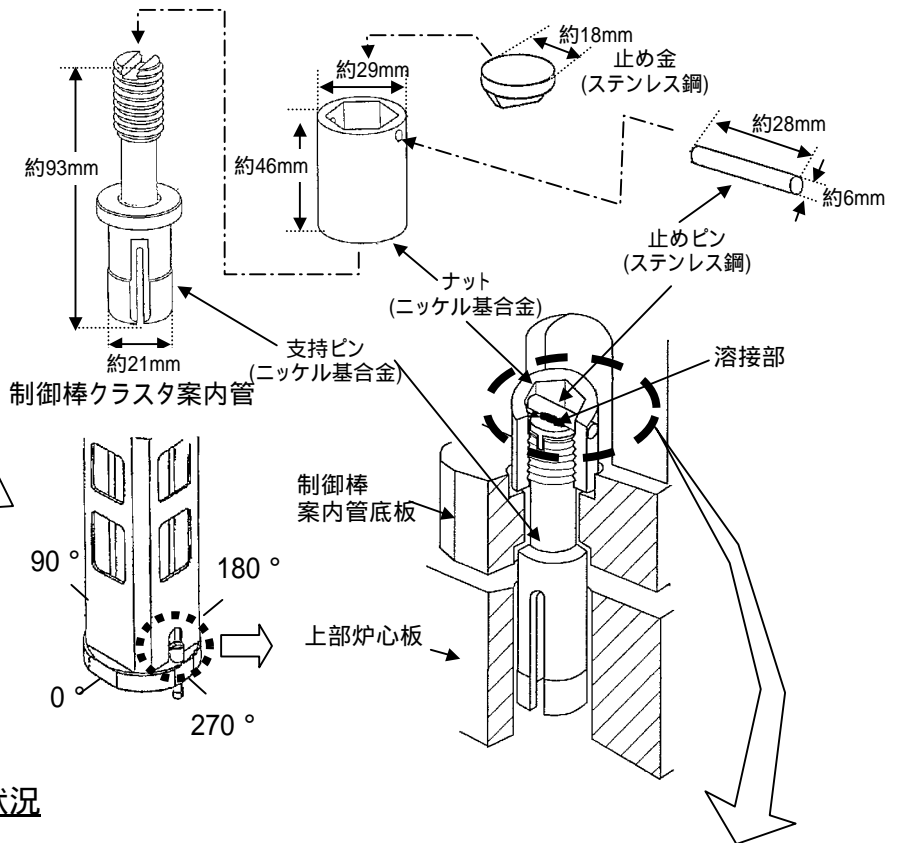
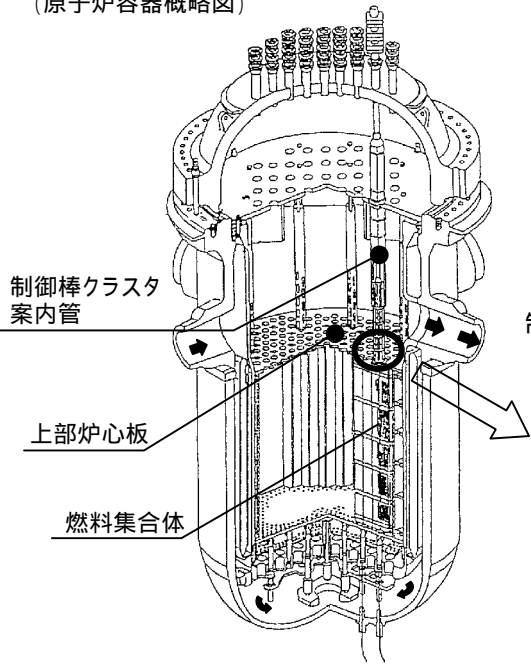


図 - 7 制御棒案内管クラスタ案内管支持ピンの摩耗概要図

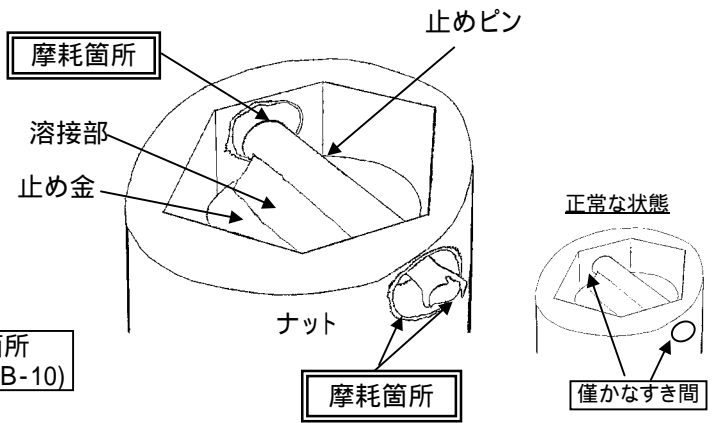
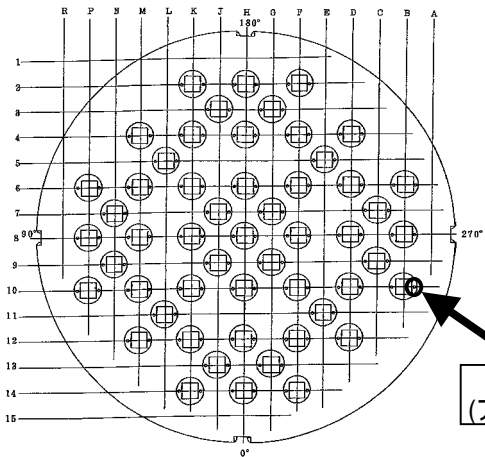
支持ピン概略図

(原子炉容器概略図)



支持ピン(ナット、止めピン)の摩耗状況

制御棒クラスタ案内管配置図(上から見た図)



改良型支持ピン(カシメ型)概略図

止めピンがなく、ナットへ折り曲げ、カシメ固定するタイプのもの

