

高浜発電所4号機の原子炉起動と調整運転の開始について
(第16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;定格電気出力87.0万kW)は、平成17年11月16日から第16回定期検査を実施していたが、平成18年2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、2月中旬(2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、3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) 2次系熱交換器他取替工事 (図-1参照)

2次系給水系統の水質向上対策として、湿分分離加熱器や低圧給水加熱器などの2次系熱交換器の伝熱管について、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。

2 設備の保全対策

(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-2参照)

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原子炉容器上部ふた管台や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、溶接箇所600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器上部ふた管台全数(66本)、原子炉容器冷却材入口管台、加圧器のスプレ管台およびサージ管台、ならびに蒸気発生器出口管台について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常が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-3 参照)

国内PWRプラントにおいて、再生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象に鑑み、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去クーラバイパスライン接続部について、超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。

(3) 2次系配管の点検等 (図-4 参照)

①美浜発電所3号機2次系配管破損事故を踏まえ、2次系配管1,280箇所について超音波検査(肉厚測定)等を行った(超音波検査1,275箇所*、内面目視点検のみ5箇所)。

その結果、計算必要厚さを下回っている箇所が1箇所確認され、当該箇所については、炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えた。それ以外に余寿命評価で次回定期検査までに計算必要厚さを下回る可能性があるとして評価された部位はなかった。

②過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位等168箇所*について、計画的に炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替えた。

(合計で169箇所について配管取替を実施)

* 今定期検査開始時の計画では、2次系配管1,231箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施する計画であったが、下記について計画を見直し、1,275箇所について超音波検査を実施した。

・二次系配管肉厚管理指針の改正に伴う変更	10箇所追加
・現場確認の結果による変更	12箇所追加
・配管取替範囲の見直しによる変更	8箇所追加
・配管内面からの目視点検により減肉が認められた高圧排気管の直管部	14箇所追加
計	44箇所追加

※ 定期検査開始当初は、125箇所の計画取替を予定していたが、作業性等の観点で43箇所を追加した。

(4) 中央制御室への蒸気流入に係る点検 (図-5 参照)

美浜発電所3号機2次系配管破損事故において、中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等432箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所104箇所を含む287箇所について補修を実施した。

3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

3台ある蒸気発生器の伝熱管全数(既施栓管を除く9,758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。

※ 高浜発電所4号機については、前回定期検査より、検出性を向上させたマルチコイル型(インテリジェント)ECT検出装置を導入している。

4 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 157体のうち、73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（29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19年 春頃

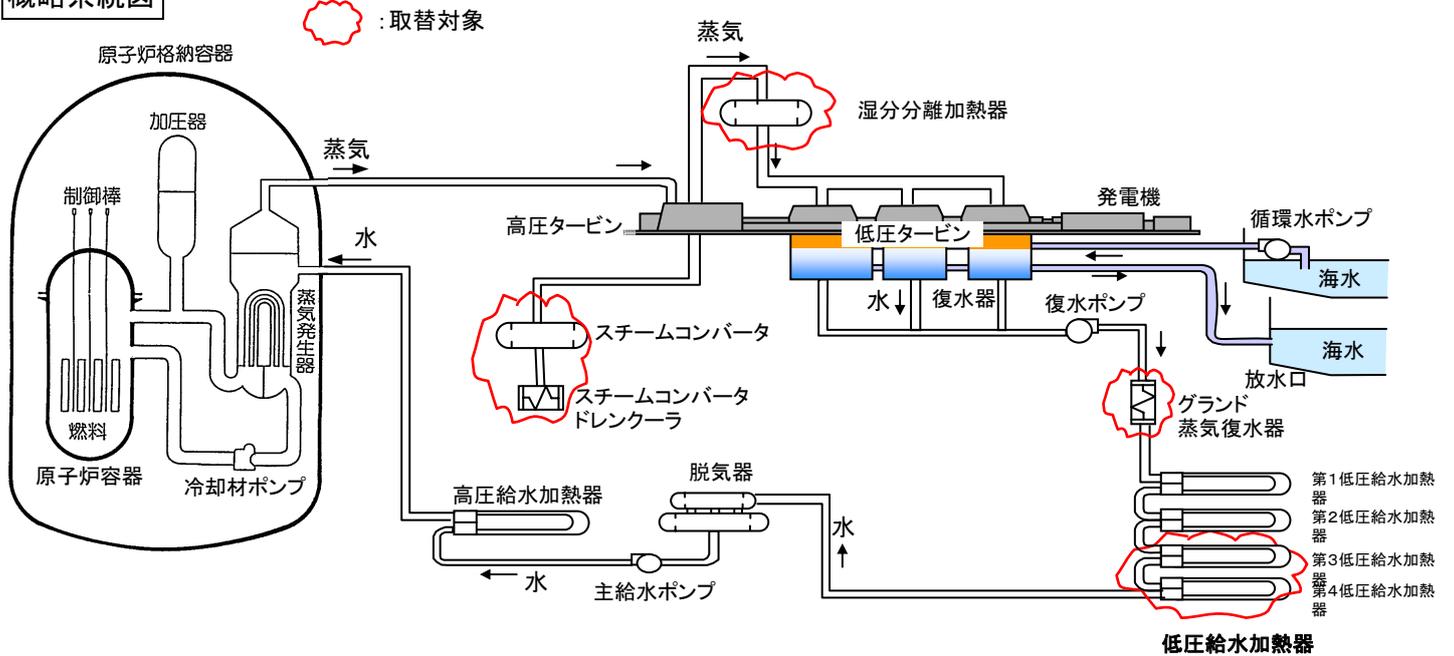
問い合わせ先(担当：嶋崎) 内線2352・直通0776(20)0314
--

図-1 2次系熱交換器他取替工事

点検概要

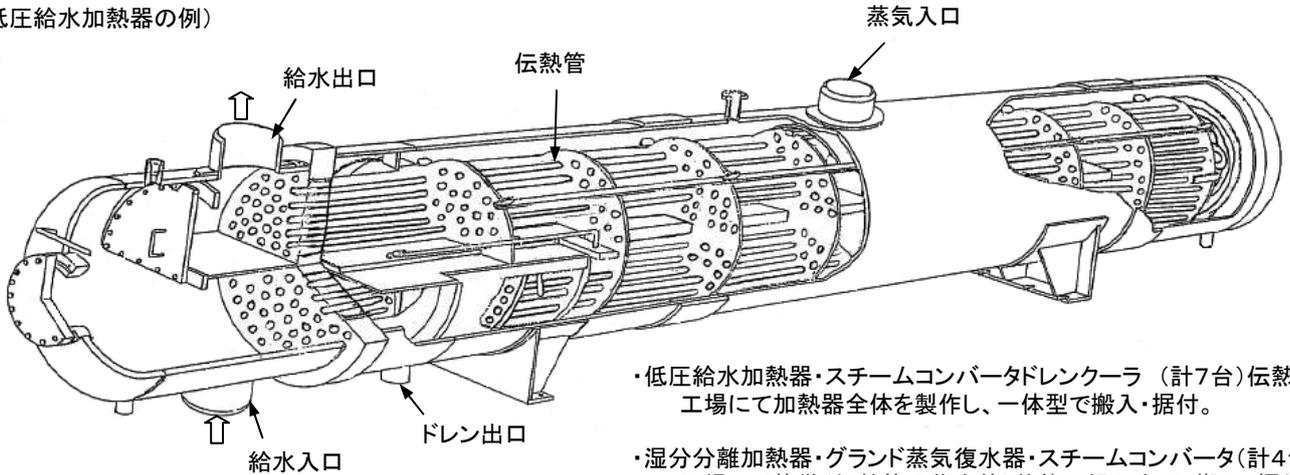
2次系給水系統の水質向上対策として、低圧給水加熱器などの伝熱管を、銅合金から耐食性に優れたステンレスに取り替えた。これにより蒸気発生器への不純物の持ち込み低減を図る。

概略系統図



熱交換器取替概要

(低圧給水加熱器の例)



- ・低圧給水加熱器・スチームコンバータドレンクーラ (計7台) 伝熱管工場にて加熱器全体を製作し、一体型で搬入・据付。
- ・湿分離加熱器・グランド蒸気復水器・スチームコンバータ(計4台) 工場にて管束(伝熱管の集合体)状態に組み立て、搬入・据付。

	湿分離加熱器 (2台)		グランド蒸気復水器 (1台)		スチームコンバータ (1台)		第3低圧給水加熱器 (3台)		第4低圧給水加熱器 (3台)		スチームコンバータドレンクーラ (1台)							
	取替前	取替後	取替前	取替後	取替前	取替後	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 (取替前)						⇒						ステンレス (取替後)					
伝熱管本数 (本)	2264	2264	1656	1656	156	204	675	976	675	978	79	79						
外観長さ (m)	約12m		約1.8m		約7.4m		約13m	約12m	約12m	約11m	約5m							
外観直径 (m)	約1.5m		約1.0m		約0.9m		約1.5m		約1.4m	約1.5m	約0.4m							
	(管束)		(管束)		(管束)		(胴)		(胴)		(胴)							

図-2 1次冷却材系統管台溶接部等の点検

点検概要

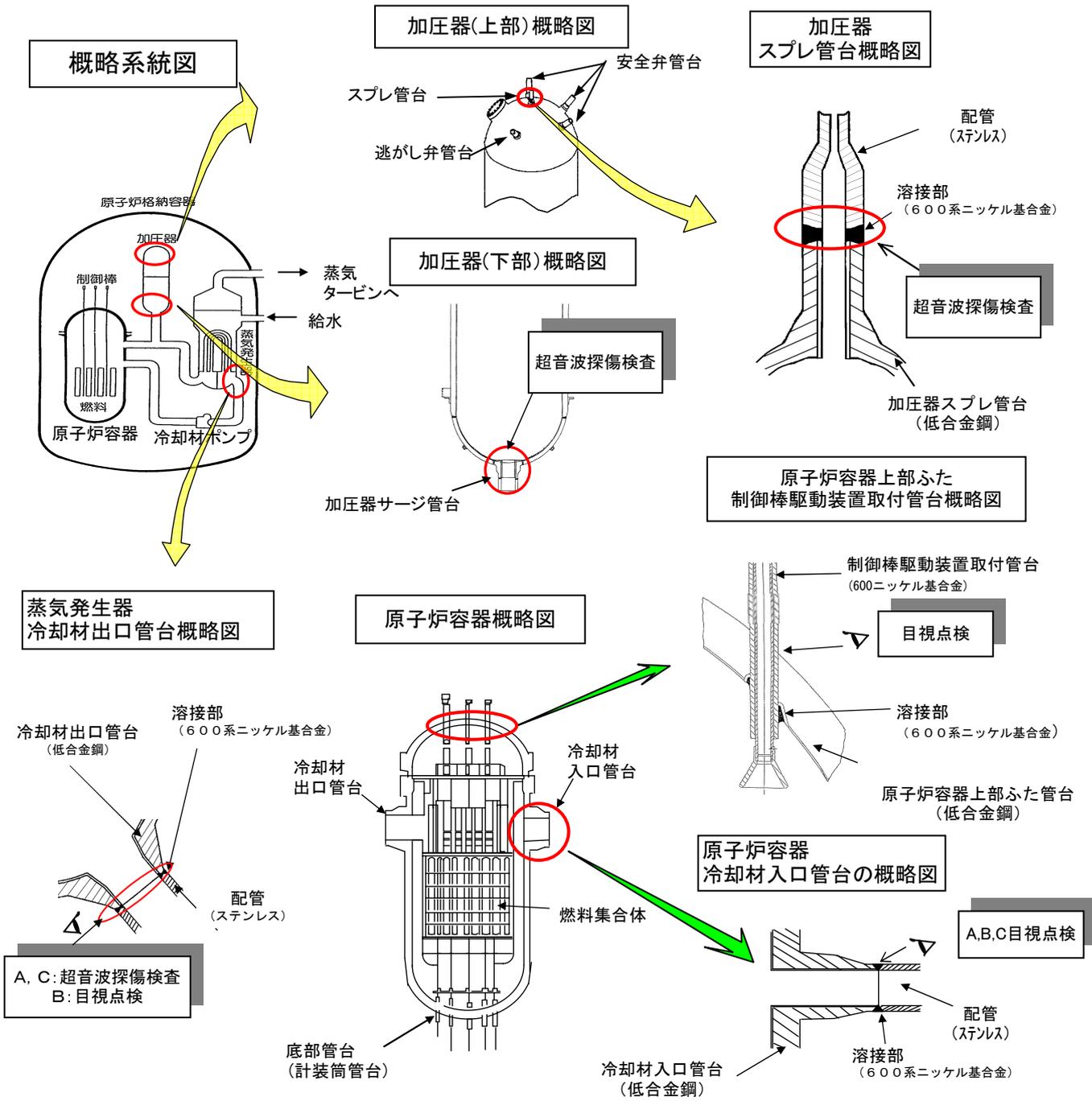
国内外PWRプラントにおいて、600系ニッケル基合金を用いた原子炉容器上部ふた管台や1次冷却材系統の溶接部で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、以下の点検を行った。

①原子炉容器上部ふた管台の点検

原子炉容器上部ふた管台全数(66本)について、上部ふた表面の外観目視点検を実施し、異常がないことを確認した。

②1次冷却材系統管台溶接部等の点検

溶接箇所には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入口管台、加圧器スプレ管台、蒸気発生器出口管台等について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。



管台点検箇所

点検方法	原子炉容器						加圧器				蒸気発生器						
	上部ふた	入口			出口			逃がし弁	安全弁(A,B,C)	スプレ	サージ	入口			出口		
		A	B	C	A	B	C					A	B	C	A	B	C
外観目視点検	◎	◎	◎	◎	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
超音波探傷検査	—	○	○	○	○	○	○	●	●	◎	◎	○	○	●	◎	○	◎

◎:今回定期検査で実施
 ○:次回定期検査以降で実施予定
 ●:点検実施済み
 =:超音波探傷検査実施済みによる対象外
 —:対象外

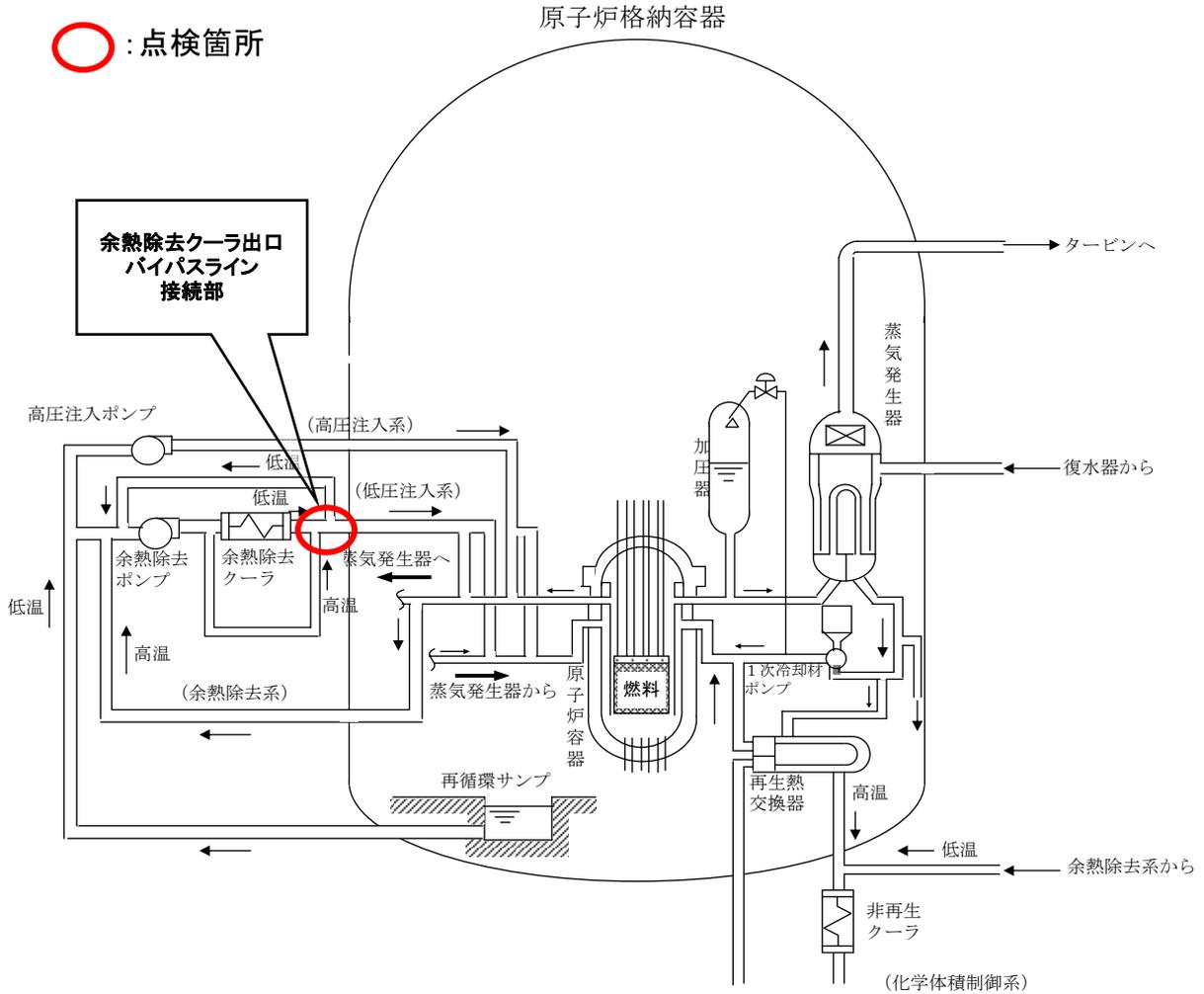
図-3 高サイクル熱疲労割れに係る点検

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クーラ出口バイパスライン接続部について、超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。

概略系統図

○ : 点検箇所



配管点検範囲(例)

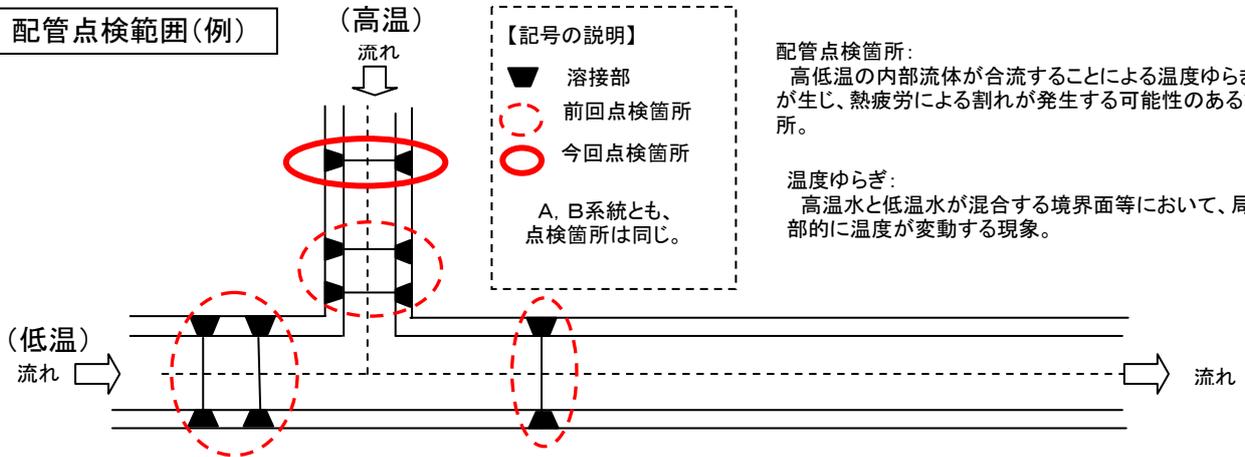


図-4 2次系配管の点検等

点検概要

(点検内容)

今定期検査において、合計1280箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施した。
 [超音波検査(肉厚測定)1,261箇所、目視点検5箇所、目視点検および超音波検査(肉厚測定)14箇所]

○2次系配管の肉厚管理指針に基づく超音波検査(肉厚測定)部位

	「2次系配管肉厚の管理指針」の点検対象部位 [<>内は、定検開始時点] ※1		今回点検実施部位 ※2 [<>内は、定検開始時点]	今回点検実施後の 点検未実施部位
	総数	未点検部位		
主要点検部位	1,547<1,494>	165<108>	500<446>	0
その他部位	1,991<2,013>	568<594>	761<785>	31
合計	3,538<3,507>	733<702>	1,261<1,231>	31

※1: 定検開始時点では、点検対象部位数が3,507箇所であったが、「2次系配管肉厚の管理指針」の改正(配管肉厚測定結果に基づく知見の反映:H17.11.17)、現場確認の結果の反映、および修繕範囲の見直しにより3,538箇所となった。

※2: 定検開始時点では、1,231箇所について肉厚測定を実施する計画であったが、「2次系配管肉厚の管理指針」の改正(配管肉厚測定結果に基づく知見の反映:H17.11.17)、現場確認の結果の反映、および修繕範囲の見直しにより、今回の点検実施部位は1,261箇所となった。

○2次系配管の管理指針に基づく目視点検並びに超音波検査(肉厚測定)部位

高圧排気管の直管部19箇所について、配管内面から目視点検を実施した結果、14箇所に減肉が認められたため、超音波検査(肉厚測定)を行った。

(点検結果)

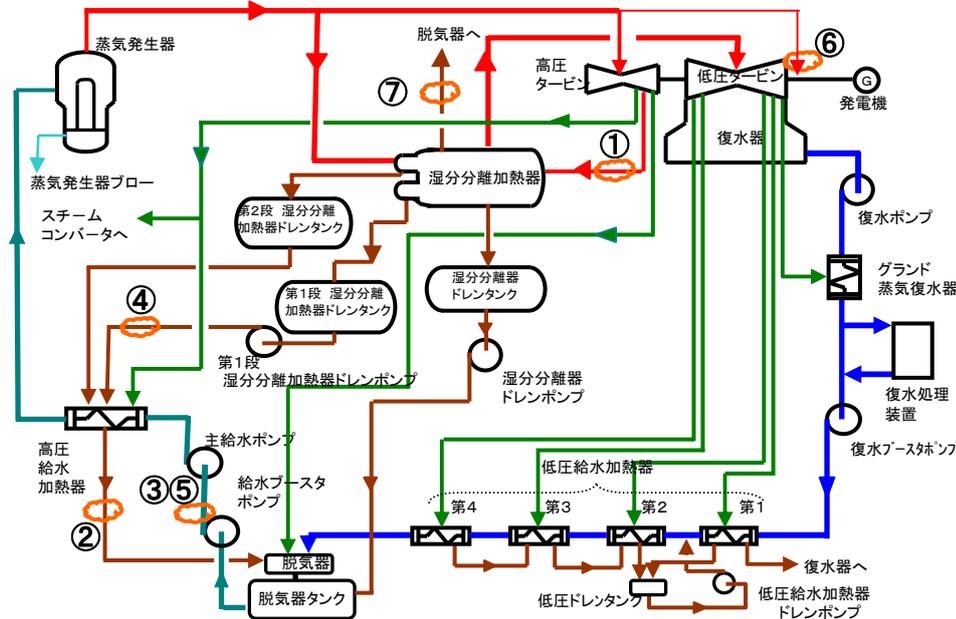
計算必要厚さを下回っている箇所が1箇所確認された。

取替概要

○今回実施した超音波検査(肉厚測定)において、計算必要厚さを下回っている1箇所について、炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取替えた。(別紙参照)

○当初計画していた過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位等125箇所に加え、新たに作業性の観点等から43箇所について、炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替えた。(別紙参照)

【系統別概略図】



○ : 主な配管取替箇所

- 復水系統 ————
- 給水系統 ————
- 主蒸気系統 ————
- 抽気系統 ————
- ドレン系統 ————
- その他系統 ————

【取替理由】

- ① 計算必要厚さを下回る箇所
- ② 美浜3号機類似箇所(オリフィス下流管)
- ③ 余寿命5年未満で減肉が認められる箇所
- ④ 過去に同一系統で減肉を確認した類似箇所
- ⑤ 配管取替による作業性を考慮した箇所
- ⑥ 狭隘部による作業性を考慮した箇所
- ⑦ 配管取替による作業性を考慮した箇所

高浜発電所4号機 第16回定期検査における配管取替え箇所一覧表

1. 今回の定期検査における肉厚測定結果に基づき取替えを実施。(1箇所)

No	取替え理由	取替え部位	材質	箇所数
1	計算必要厚さを下回る箇所 [肉厚最小値：7.3mm≦計算必要厚さ：7.9mm]	高圧排気管	炭素鋼→ ステンレス鋼	1箇所

2. 計画的に取替えを実施。(168箇所)

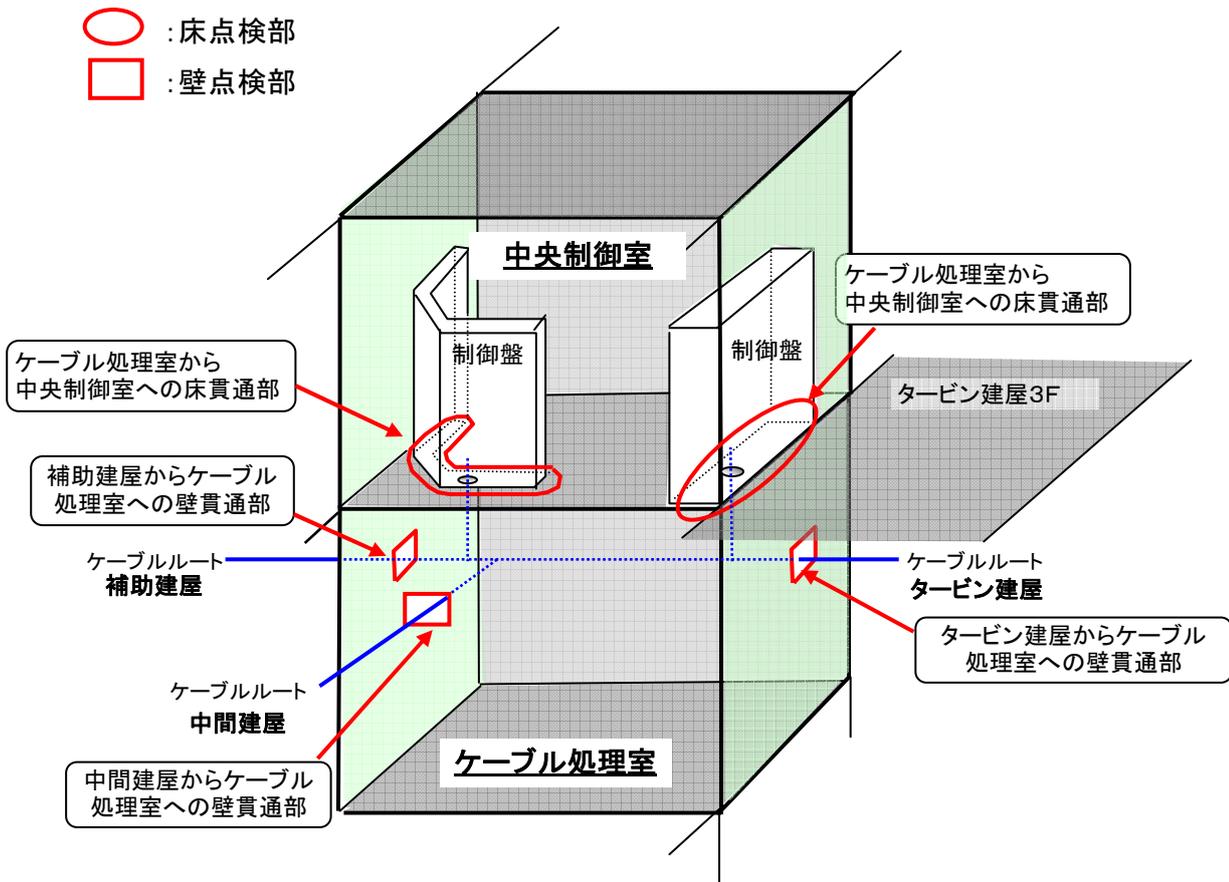
No	取替え理由	主な取替え部位	材質	箇所数
当初からの計画				
1	美浜3号機類似箇所（オリフィス下流管）	第6高圧給水加熱器ドレン管 他	炭素鋼→ ステンレス鋼	9箇所
2	余寿命5年未満で減肉（減肉傾向）が認められる箇所	主給水ブースタポンプ吐出管 他	炭素鋼→ ステンレス鋼、 低合金鋼	26箇所
3	過去に同一系統で減肉を確認した類似箇所	第5抽気管 他	炭素鋼→ ステンレス鋼	9箇所
4	配管取替えによる作業性を考慮した箇所	主給水ブースタポンプ吐出管 他	炭素鋼→ ステンレス鋼、 低合金鋼	81箇所
今回の定期検査における追加計画				
5	狭隘部のため肉厚測定の作業性を考慮した箇所	低圧タービンランド蒸気入口管他	炭素鋼→ ステンレス鋼、 低合金鋼	40箇所
6	配管取替えによる作業性を考慮した箇所	第1段湿分分離加熱器空気抜き管	炭素鋼→ ステンレス鋼	3箇所

図-5 中央制御室への蒸気流入に係る点検

点検概要

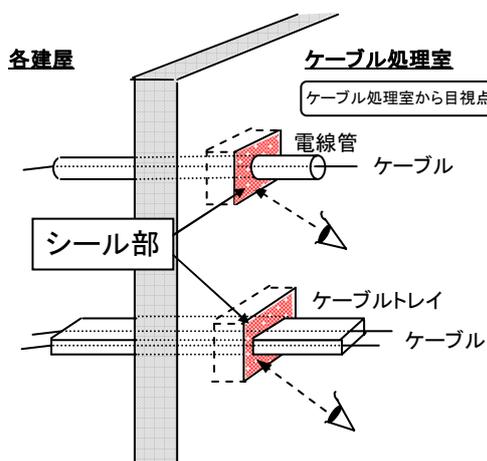
美浜発電所3号機事故において、中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため、中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等432箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所104箇所を含む287箇所について補修を実施した。

鳥瞰イメージ図



壁貫通部の点検

各建屋からケーブル処理室への壁貫通部
目視点検箇所のイメージ



床貫通部の点検

ケーブル処理室から中央制御室制御盤への床貫通部
目視点検箇所のイメージ

