

美浜発電所2号機の原子炉起動と調整運転の開始について
(第23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2号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力50.0万kW)は、平成18年3月3日から第23回定期検査を実施しているが、平成18年5月26日に原子炉を起動し、臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、5月下旬(5月28日頃)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、6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。

1 主要工事等

- (1) 原子炉冷却系統設備小口径配管取替工事 (図-1参照)
海外での損傷事例に鑑み、化学体積制御系統など溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある配管分岐部について、応力集中を低減させるため溶接形状を変更し、耐食性に優れた材料に取り替えた。
- (2) 化学体積制御系抽出水配管継手部取替工事 (図-1参照)
高経年化技術評価により、プラント起動・停止時の温度変化に伴う疲労割れに対する点検が必要とされている化学体積制御系統の抽出水配管の溶接継手部について、今後の保守性を考慮して、応力集中を低減させるため溶接形状を変更し、耐食性に優れた材料に取り替えた。
- (3) 制御棒駆動装置冷却ユニット設置工事 (図-2参照)
原子炉格納容器内雰囲気温度による計器等への影響を緩和するため、制御棒駆動装置の冷却用空気ダクトに水冷式の冷却ユニットを設置し、制御棒駆動装置から格納容器へ排出される循環空気の温度低減を図った。

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-3参照)

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および蒸気発生器冷却材出入口管台について、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-4参照)

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次系配管の点検他 (図-5参照)

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1,113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1,077箇所^{*1}、内面目視点検36箇所；今回で未点検箇所の点検を終了)。

その結果、計算必要厚さを下回っている箇所が9箇所、次回定期検査までに計算必要厚さを下回ると評価された箇所が1箇所あり、これら計10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。

※1：今定期検査開始時の計画では、2次系配管1,030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、スケルトン図と現場との照合結果等を踏まえ、47箇所について追加で超音波検査を行った。

②過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位7箇所、他プラントにおいて減肉傾向の見られる類似部位4箇所、保守性・作業性を考慮し取り替えた部位83箇所、合計94箇所をステンレス鋼もしくは同種材料(炭素鋼)の配管に取り替えた。

(4) 中央制御室への蒸気流入に係る点検 (図－6参照)

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124箇所^{※2}のシール施工状況を点検し、不適切な箇所11箇所を含む94箇所について補修を実施した。

※2：前回定期検査（H17.1～3）において98箇所を点検し、不適切な箇所15箇所を含む36箇所について補修を実施した。今定期検査では平成17年4月に発出された原子力安全・保安院の点検指示文書を踏まえ、点検箇所を見直し、124箇所を追加で点検した。

3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

2台ある蒸気発生器のうち、B－蒸気発生器伝熱管全数（3,382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。

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36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 夏頃

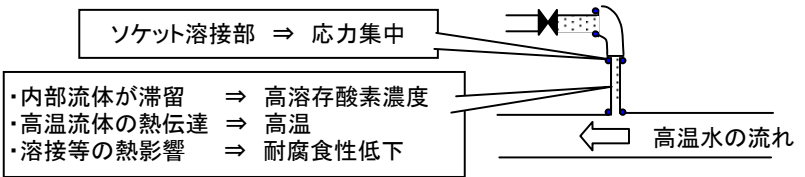
問い合わせ先(担当：藤内)
内線2354・直通0776(20)0314

工事概要

原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事

海外での損傷事例に鑑み、化学体積制御系統など溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある配管分岐部について、応力集中を低減させるため溶接形状を変更し、耐食性に優れた材料に取り替えた。
[図中番号①~④]

※酸素型応力腐食割れ:溶接等の熱影響により鋭敏化(耐腐食性が低下)した配管に、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。



工事概要

化学体積制御系抽出水配管継手部取替工事

高経年化技術評価により、プラント起動・停止時の温度変化に伴う疲労割れに対する点検が必要とされている、化学体積制御系統の抽出水配管の溶接継手部について、今後の保守性を考慮して、応力集中を低減させるため溶接形状を変更し、耐食性に優れた材料に取り替えた。[図中番号⑤]

取替範囲概略図

【取替え範囲】

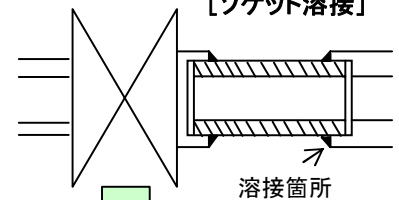
(1)酸素型応力腐食割れ対策

系 統	対 象 箇 所	箇所数	図中番号	内 訳
化学体積制御系統	抽出水ラインイベント・ドレン配管	3	①	A系=3
	抽出水ライン安全弁取出配管・ドレン配管	2	②	(系区分なし)
余熱除去系統	余熱除去系統圧力計元弁取出配管	1	③	A系=1
安全注入系統	安全注入系統、蓄圧タンク注入ライン合流配管	2	④	A系=1 B系=1

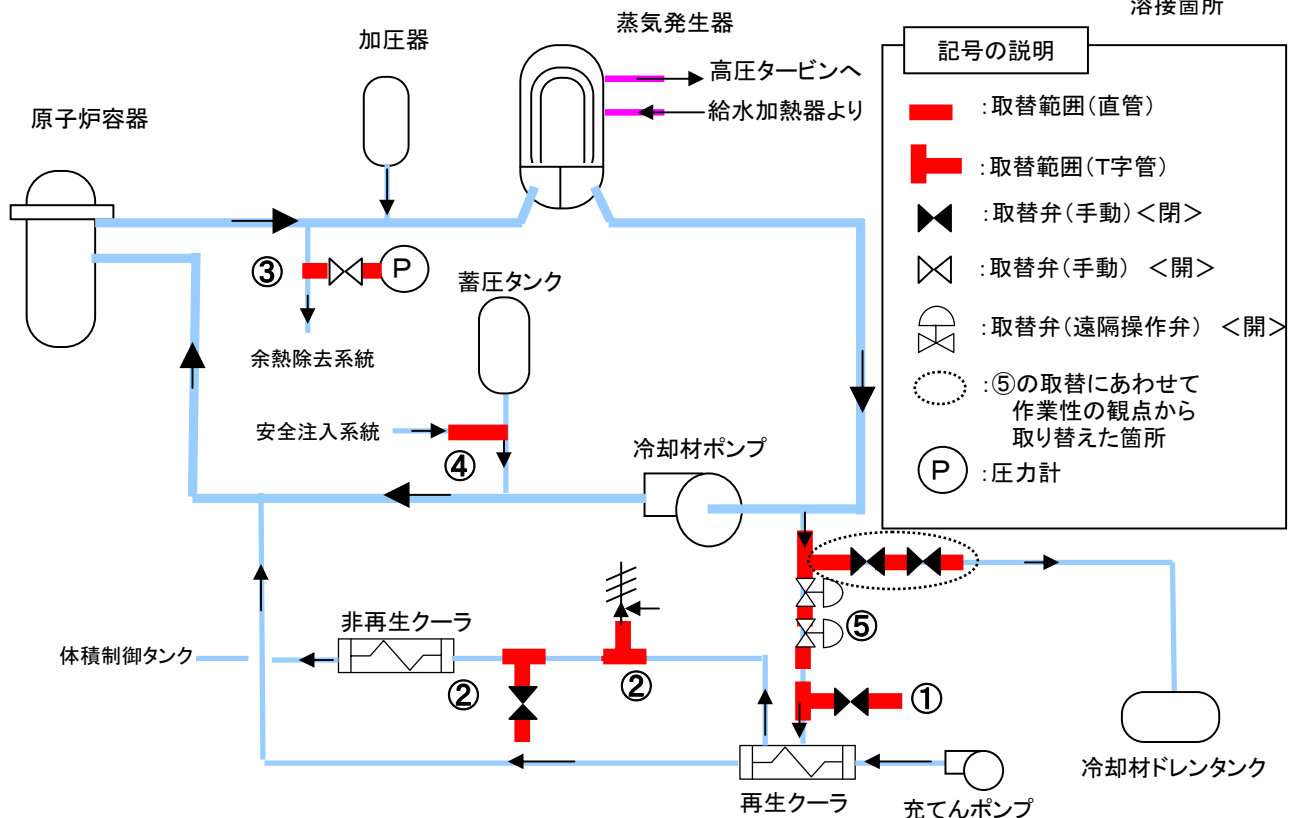
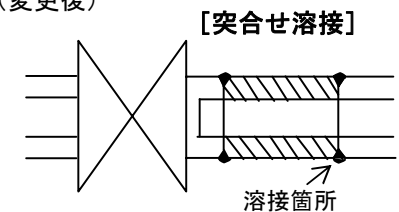
(2)熱疲労応力腐食割れ対策

系 統	対 象 箇 所	箇所数	図中番号	内 訳
化学体積制御系統	抽出水ライン他配管	1	⑤	A系=1

(変更前)



(変更後)



記号の説明

- : 取替範囲(直管)
- T : 取替範囲(T字管)
- : 取替弁(手動) <閉>
- : 取替弁(手動) <開>
- : 取替弁(遠隔操作弁) <開>
- : ⑤の取替にあわせて作業性の観点から取り替えた箇所
- : 圧力計

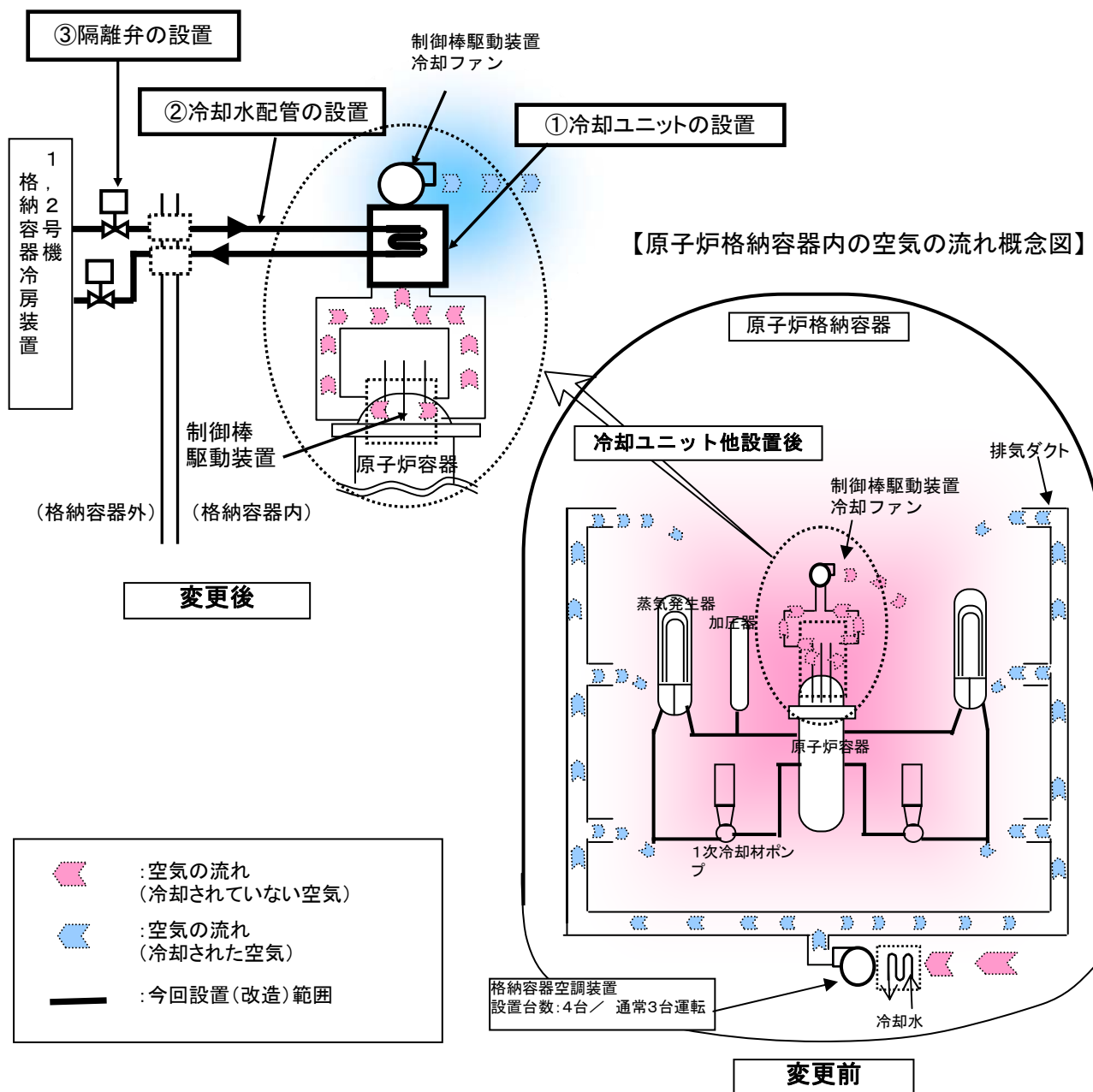
工事概要

原子炉格納容器内雰囲気温度による計器等への影響を緩和するため、制御棒駆動装置の冷却用空気ダクトに水冷式の冷却ユニットを設置し、制御棒駆動装置から格納容器へ排出される循環空気の色度低減を図った。

工事範囲概略図

- ①制御棒駆動装置冷却ファン(既設)上流側に冷却ユニットを設置した。
- ②屋外の原子炉格納容器冷房装置(既設)から冷却ユニットへ冷却水を供給するための配管を設置した。
- ③上記配管の設置に伴い、原子炉格納容器配管貫通部の改造ならびに原子炉格納容器隔離弁(電動弁)を設置した。

【制御棒駆動装置冷却ユニット設置工事概略図】

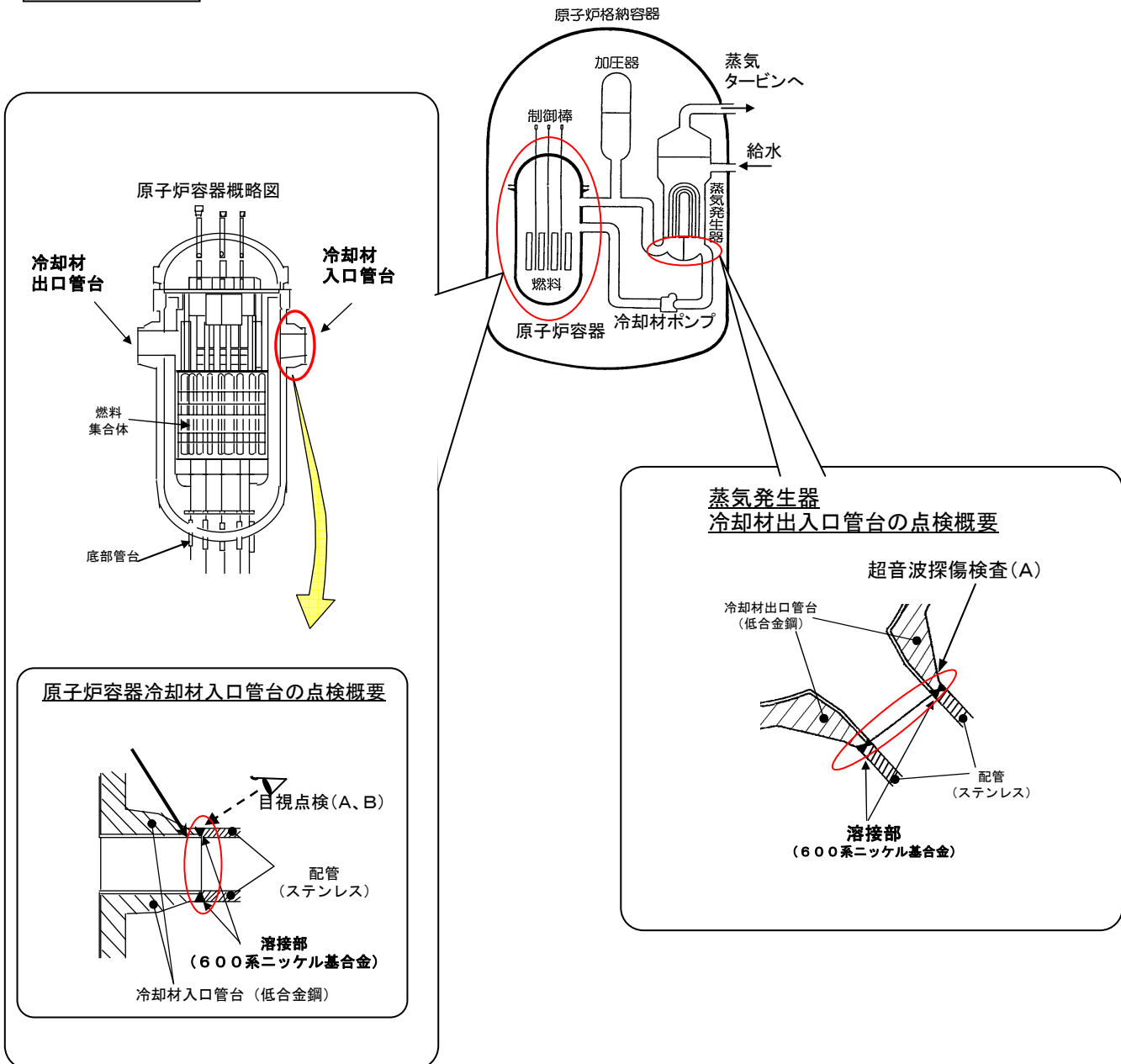


原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検

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、蒸気発生器冷却材出入口管台について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施した。

概略系統図



管台点検箇所

点検箇所 管台	原子炉容器					加圧器				蒸気発生器				
	上部 ふた	入口		出口		底部	逃がし弁	安全弁	スプレ弁	サージ	入口		出口	
		A	B	A	B						A	B	A	B
外観目視点検	—	◎	◎	●	●	●	—	—	—	●	—	—	—	—
超音波探傷検査	—	●	●	●	●	—	—	—	—	●	◎	●	◎	●

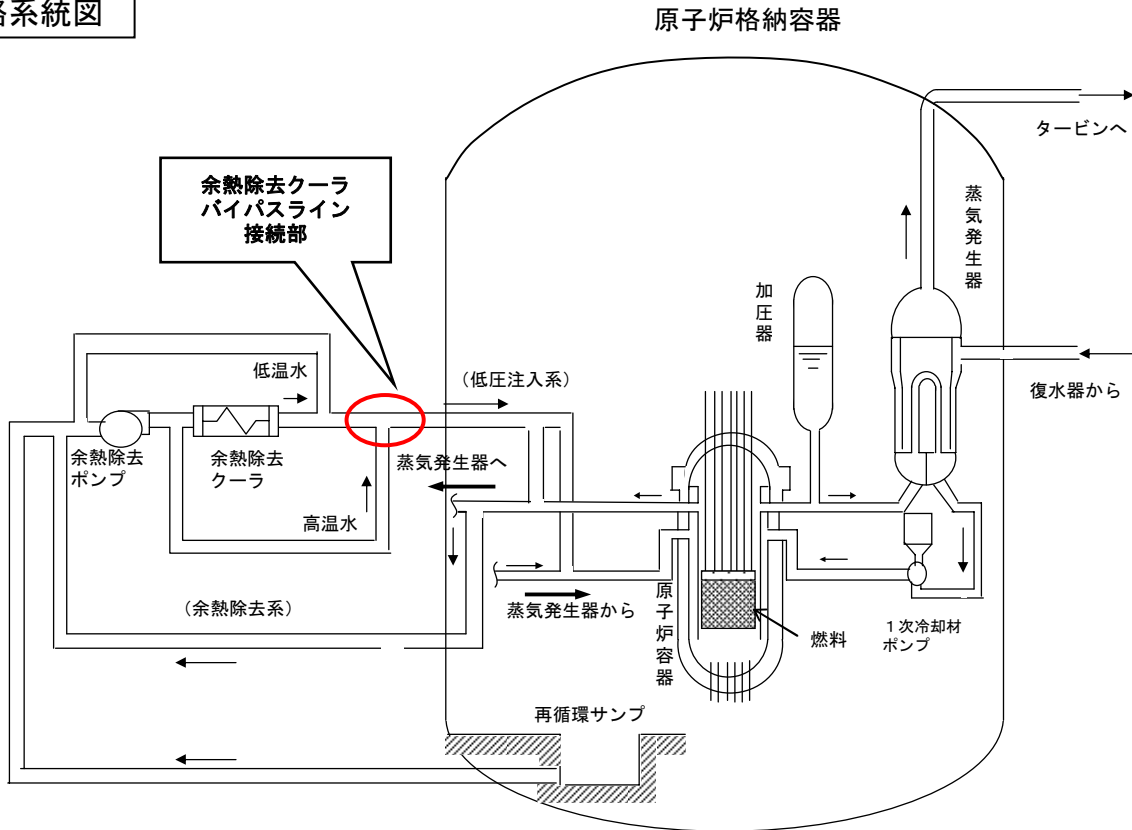
◎: 今回定期検査で実施
 ●: 点検実施済み
 =: 超音波探傷検査実施による対象外
 —: 対象外

高サイクル熱疲労割れに係る点検

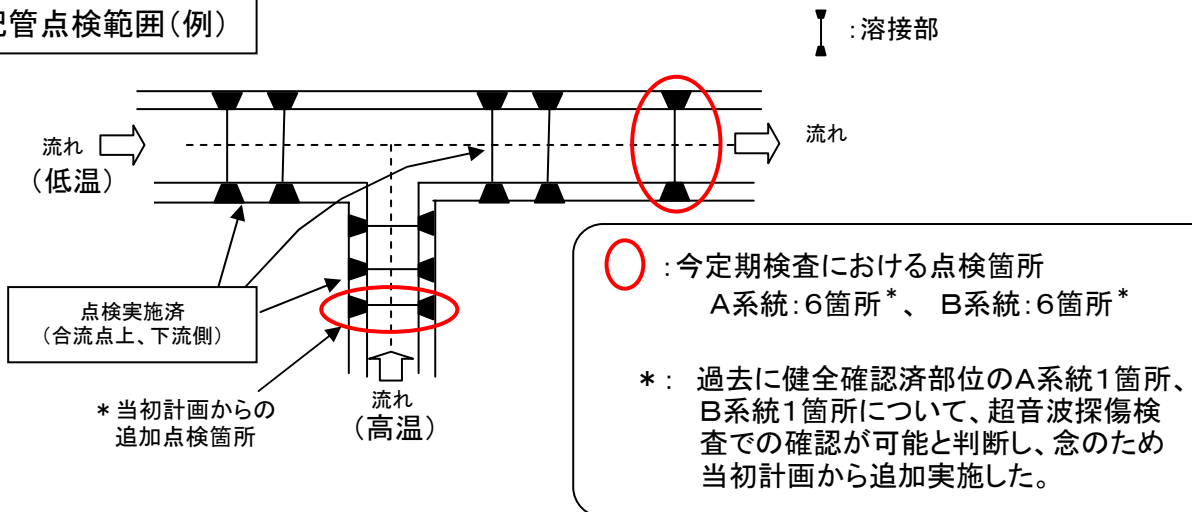
点検概要

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た。

概略系統図



配管点検範囲(例)



温度ゆらぎ:
 高低温の内部流体が合流することによる温度ゆらぎが生じ、熱疲労による割れが発生する可能性のある箇所。

点検概要

(点検結果)

今定期検査において、合計1,113箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施した結果、計算必要厚さを下回っている箇所が9箇所確認され、さらに次回定期検査までに計算必要厚さを下回ると評価された箇所が1箇所確認された。〔超音波検査(肉厚測定)1,077箇所、目視点検36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]		今回点検実施部位 [<>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	849<847>	87<85>*3	169<159>	0
その他部位	1,796<1,772>	551<521>*4	908<871>	0
合計	2,645<2,619>*1	638<606>	1,077<1,030>*2	0

- *1: 点検対象部位総数は、定検開始時点では2,619箇所であったが、スケルトン図と現場との照合結果等を踏まえ2,645箇所となった。
- *2: 定検開始時点では、1,030箇所の肉厚測定を実施する計画であったが、スケルトン図と現場との照合結果等を踏まえ1,077箇所を点検した。
- *3: 主要点検部位の未点検部位87箇所のうち、56箇所を点検、31箇所は今回取り替えを実施した。
- *4: その他点検部位の未点検部位551箇所のうち、503箇所を点検、48箇所は今回取り替えを実施した。
このため今定期検査後の点検未実施部位は0箇所となった。

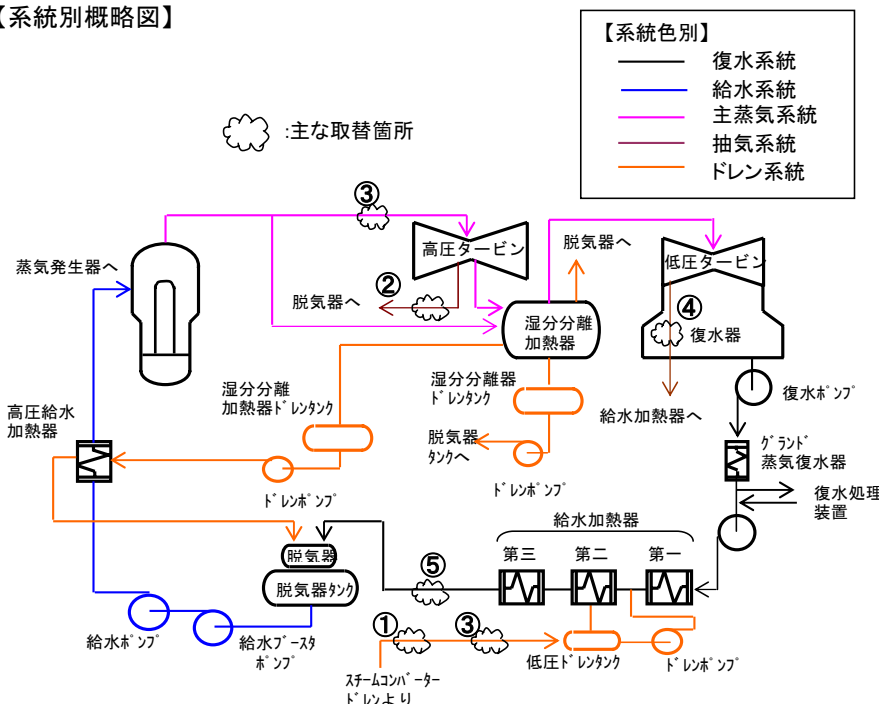
○2次系配管の管理指針に基づく目視点検部位

高圧排気管の直管部36箇所について配管内面から目視点検を実施した結果、減肉傾向は認められなかった。

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9箇所および次回定期検査までに計算必要厚さを下回ると評価された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の配管に取り替えた。
- 過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位7箇所、他プラントにおいて減肉傾向の見られる類似部位4箇所、保守性・作業性を考慮し取り替えた部位83箇所、合計94箇所について、同種材料(炭素鋼)、または耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えました。
(炭素鋼材から耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えた箇所は64箇所、熱膨張の影響等を考慮して同種材料で取り替えた箇所は40箇所。)

【系統別概略図】



【取替理由と取替箇所数】

- ① 計算必要厚さを下回る箇所および次回定期検査までに計算必要厚さを下回ると評価された箇所 (10箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 10箇所
- ② 余寿命10年未満で減肉が確認されていた箇所<当初より計画>(7箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ 同種材料 1箇所
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 6箇所
- ③ 配管取替による作業性を考慮して取替えた箇所 (42箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ 同種材料 1箇所
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 41箇所
- ④ 今後の保守性を考慮して取り替えた箇所 (41箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ 同種材料 38箇所
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 3箇所
- ⑤ これまでに他プラントで減肉を確認した類似箇所 (4箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 4箇所

取替箇所数合計:104箇所

中央制御室への蒸気流入に係る点検

図-6

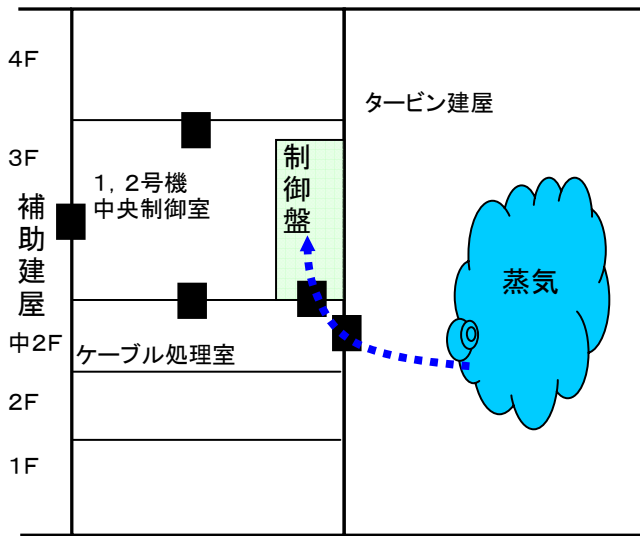
点検概要

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124箇所（シール施工状況）を点検し、不適切な箇所11箇所を含む94箇所について補修を実施した。

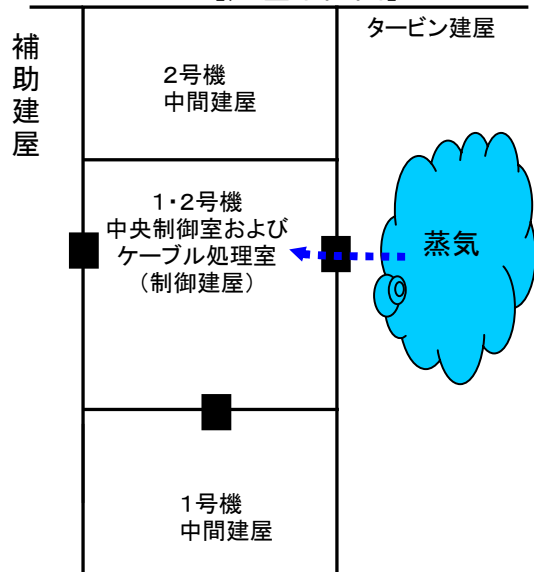
なお、前回定期検査では98箇所を点検実施し、不適切な箇所15箇所を含む36箇所について補修を実施済み。

点検箇所概要図

[建屋側面図]



[建屋平面図]



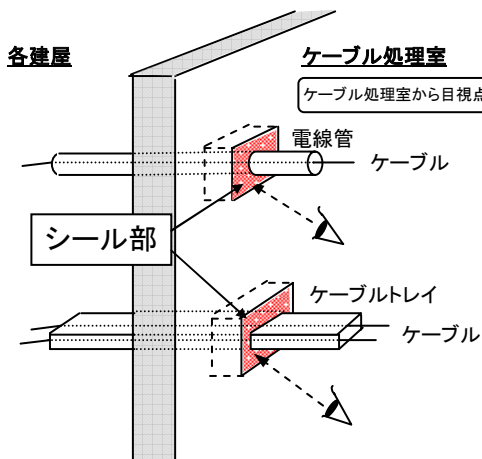
■ : 貫通部点検箇所

◀..... : 美浜3号機事故時の蒸気の流入経路(例)

貫通部の点検例

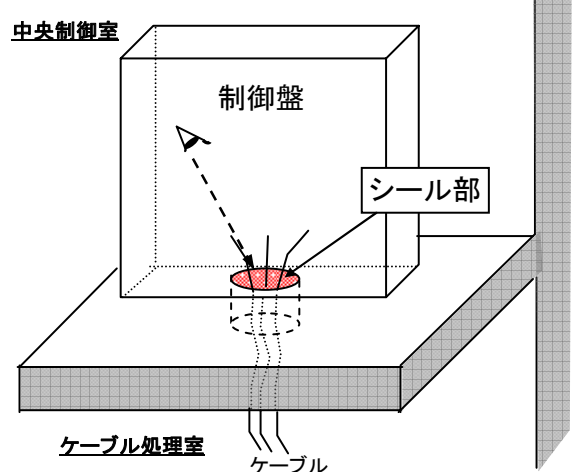
壁貫通部の点検

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



美浜発電所2号機 第23回定期検査の作業工程

平成18年3月3日から約4ヶ月の予定であり、以下の作業工程にて実施しています。
(平成18年5月24日現在)

