

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17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19年4月13日から第17回定期検査を実施しているが、7月6日に原子炉を起動し、翌7日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、7月8日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、8月上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) 原子炉容器上部ふた取替工事 (添付-1、図-1参照)

大飯発電所3号機の原子炉容器上部ふた管台からの1次冷却材漏えい事象を踏まえ、長期的な健全性維持を図るため、材質を変更するなど改良を施した新しい上部ふたに取り替えた。

旧上部ふたについては、既設のB蒸気発生器保管庫内に保管した。

(2) 再生熱交換器取替工事 (図-2参照)

国内PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象(温度ゆらぎによる疲労)を踏まえ、内筒を有する再生熱交換器については定期的に点検を行っていたが、今後の保守性を考慮し、再生熱交換器一式(3台)を内筒のない構造のものに取り替えた。

旧再生熱交換器については、既設のC廃棄物庫に保管した。

(3) 亜鉛注入装置設置工事

(図－3 参照)

作業員の被ばく低減を目的として、コバルト-60等の放射性物質が機器や配管内表面に付着するのを抑制する等の効果がある亜鉛を、1次冷却材中に注入するための装置を化学体積制御系に設置した。

※ 亜鉛注入は国内プラントで実績があり、1次冷却材中に放射化しにくい亜鉛を注入することで、機器や配管内表面に強固な被膜を形成させ、コバルト-60等の放射性物質が機器・配管内表面へ再付着することを抑制することで、1次冷却材系配管等の線量を低減する。

2 設備の保全対策

(1) 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る点検 (図－4 参照)

国内外PWRプラントにおける600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れ事象を踏まえ、600系ニッケル基合金を使用している蒸気発生器1次冷却材出入口管台および加圧器サージ管台の溶接部について、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) 2次系配管の点検等

(図－5 参照)

- ①美浜発電所3号機事故を踏まえ、2次系配管1,019箇所について超音波検査(肉厚測定)を行った結果、計算必要厚さを下回っている箇所、および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箇所はなかった。
- ②過去の点検結果で減肉が確認された部位9箇所、他プラントにおいて減肉が確認された類似部位1箇所、今後の保守作業を考慮した部位339箇所、合計349箇所を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。

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157体のうち、77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(41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20年 夏頃

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

(添付－ 1)

高浜発電所 4 号機原子炉容器上部ふた取替工事の概要

1 概要

高浜発電所 4 号機は、平成19年 4 月13日から開始した第17回定期検査において、原子炉容器上部ふた取替工事を実施した。

平成19年 5 月 4 日から 5 日に新上部ふたの原子炉格納容器内への搬入、5 月12日から13日に旧上部ふたの搬出を行い、新上部ふたは 6 月17日から22日に原子炉容器へ据え付けた。

2 原子炉容器上部ふた取替工事の工程（実績）

取替工事の開始（原子炉容器開放開始）：平成19年 4 月14日

取替工事の終了（原子炉容器組立完了）：平成19年 6 月22日

3 原子炉容器上部ふたの技術的改善点 （図－ 1 参照）

新上部ふたは主要寸法等の仕様に変更はないが、管台の材料を変更し耐腐食性の向上を図るなどの改善が行われている。

主な改善点は以下のとおりである。

項 目	改 善 点	理 由
管台の材料	690系ニッケル基合金に変更(旧ふたは600系ニッケル基合金)	耐腐食性向上
キャノピーシール	廃止	信頼性向上
フランジと鏡板の取合部	一体化による溶接部の廃止	信頼性向上
管台溶接部形状変更	溶接開先形状変更	溶接残留応力低減

4 旧原子炉容器上部ふたの保管

旧原子炉容器上部ふたは、保管容器内に収納した状態で、B 蒸気発生器保管庫に保管している。

5 廃棄物の発生量

原子炉容器上部ふたの取替工事に伴い、上部ふた搬出入時の干渉物（コンクリート壁）などが放射性廃棄物として発生し、発生量は、旧上部ふたを除き、200リットルドラム缶に換算して約328本であった。

これらの廃棄物は、既設の廃棄物庫およびB蒸気発生器保管庫内に保管している。

6 被ばく線量

約 0.21 人・シーベルト

(参考)

原子炉容器上部ふた取替工事計画経緯

関西電力株式会社は、県および高浜町に安全協定に基づく「事前了解願い」を提出	H17. 1. 11
県および高浜町は、国への手続きについて了承。関西電力株式会社は、国に原子炉設置変更許可申請	H17. 4. 8
関西電力株式会社は、国に原子炉設置変更許可申請の一部補正を実施	H17. 7. 29
経済産業省は、関西電力株式会社に対し、原子炉設置変更許可	H17. 10. 14
県および高浜町は、関西電力株式会社に対し、安全協定に基づき事前了解	H17. 11. 7

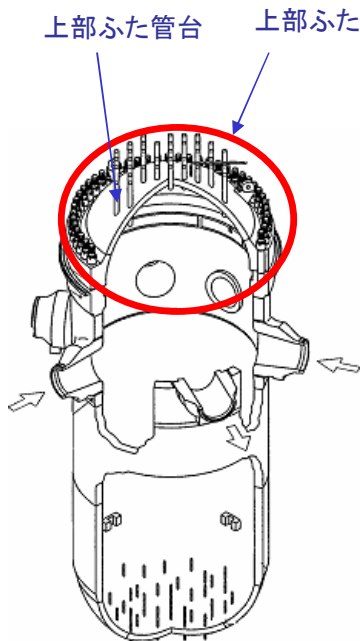
工事概要

大飯発電所3号機の原子炉容器上部ふた管台からの1次冷却材漏えい事象を踏まえ、長期的な設備信頼性維持を図るため、材質を変更するなど改良を施した新しい上部ふたに取替えた。

旧上部ふたについては、既設のB蒸気発生器保管庫内に保管した。

取替工事概略図

【原子炉容器概要図】



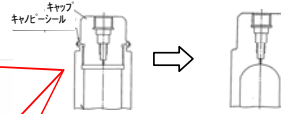
取替前

□ : 主な改良点

取替後

キャノピーシール構造の廃止

上部キャノピーシールの例



管台母材及び
溶接金属材料変更
600系ニッケル基合金
→690系ニッケル基合金

溶接部形状変更

開先角度を15°から
5°に変更し溶接金
属量を減らすこと
により入熱量を低減

(今回)
5°

一体鍛造上部ふたの採用(溶接線なし)
材質は、取替前後とも低合金鋼

..... : 溶接線

【管台の配置及び本数】

	旧	新
制御棒駆動装置	48	48
炉内熱電対(温度計測用)	3	3
空気抜き	1	1
予 備	14	4
合 計	66	56

(参考) 原子炉容器上部ふた管台からの1次冷却材漏えい事象

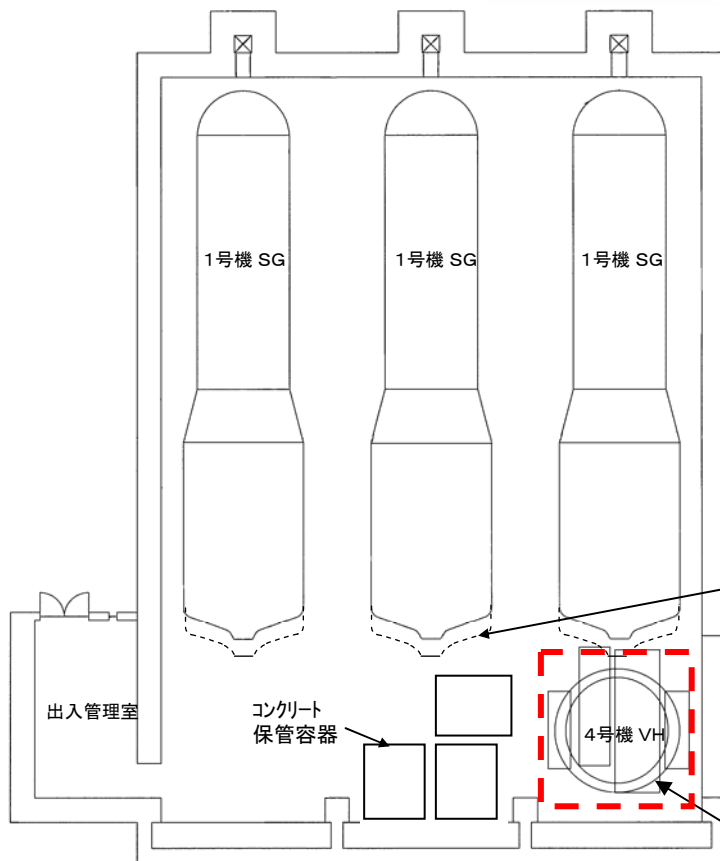
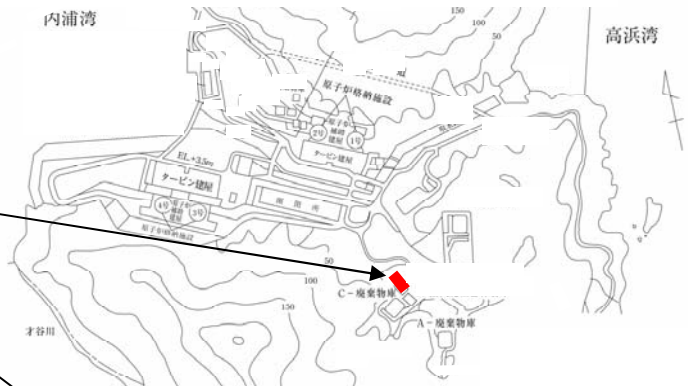
大飯発電所3号機 第10回定期検査中の平成16年5月、原子炉容器上部ふたの外観目視点検において、制御棒駆動装置取付管台1箇所から1次冷却材の漏えい跡が確認された。

原因調査の結果、管台溶接部の表面仕上げが不十分であったことに起因して発生した応力腐食割れを起点として、1次冷却材中環境下において溶接金属内を応力腐食割れが進展し、貫通に至ったことにより、漏えいが発生したものと推定された。

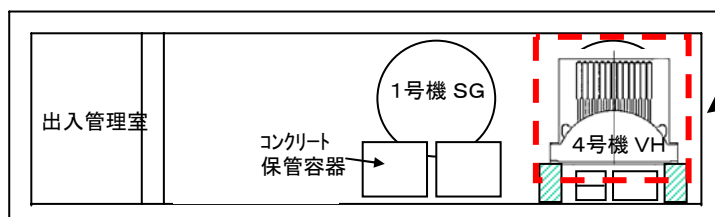
発電所全体配置図

取替後の旧上部ふたについては、B蒸気発生器保管庫内に保管している。

B蒸気発生器保管庫



(平面図)



(断面図)

B-SG保管庫に保管されていた1号機および2号機の原子炉容器上部ふた(VH)をA-SG保管庫へ移動して保管しており、そのスペースに4号機の原子炉容器上部ふた(VH)を保管している。

SG保管庫内のスペースを確保するため、SGを移動した。また、SGをかさ上げするとともに、その他の保管物についても必要に応じて移動している

旧上部ふたを専用の容器に入れ保管

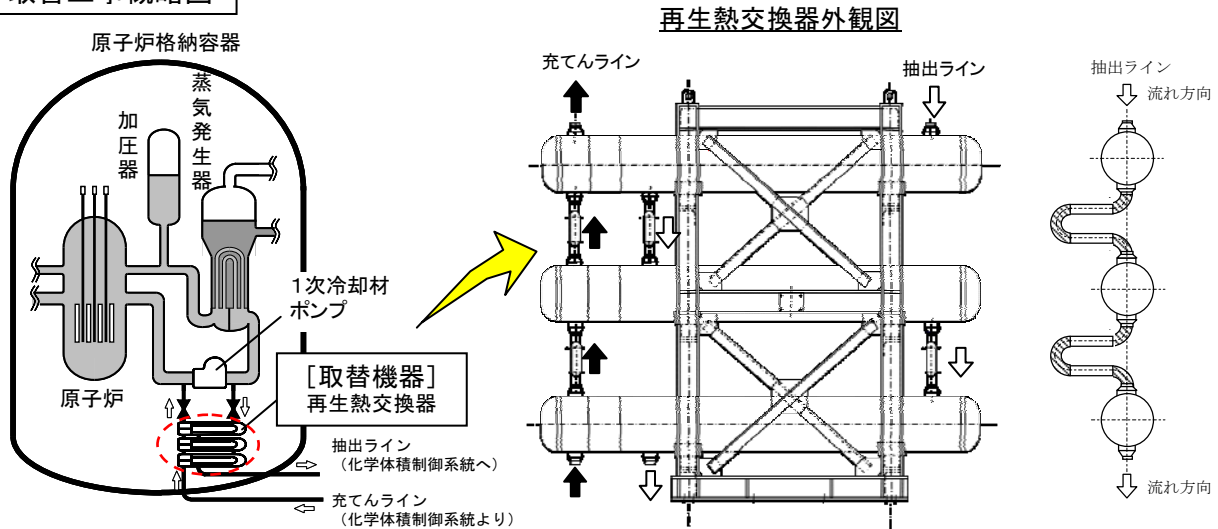
SG: 蒸気発生器
VH: 原子炉容器上部ふた

図－2 再生熱交換器取替工事

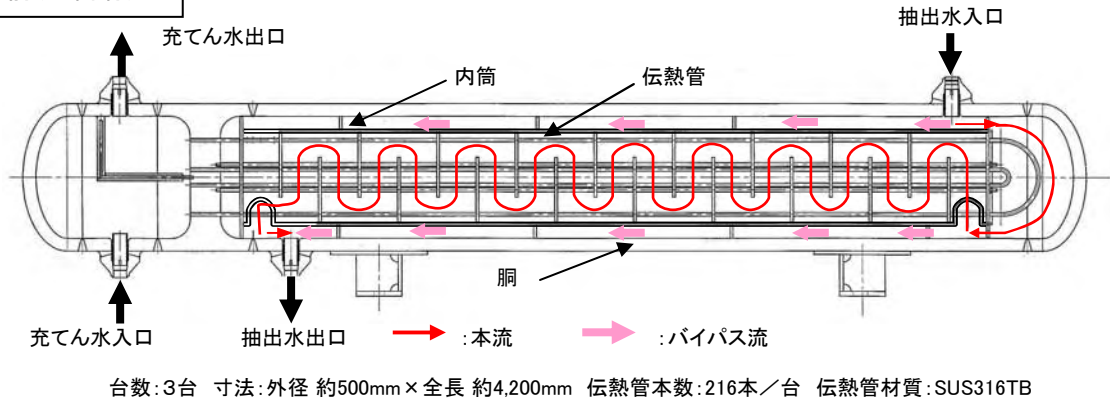
工事概要

国内PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象(温度ゆらぎによる疲労)を踏まえ、内筒を有する再生熱交換器については定期的に点検を行っているが、今後の保守性を考慮し、再生熱交換器一式(3台)を内筒のない構造のものに取り替えた。
旧再生熱交換器については、既設のC廃棄物庫に保管した。

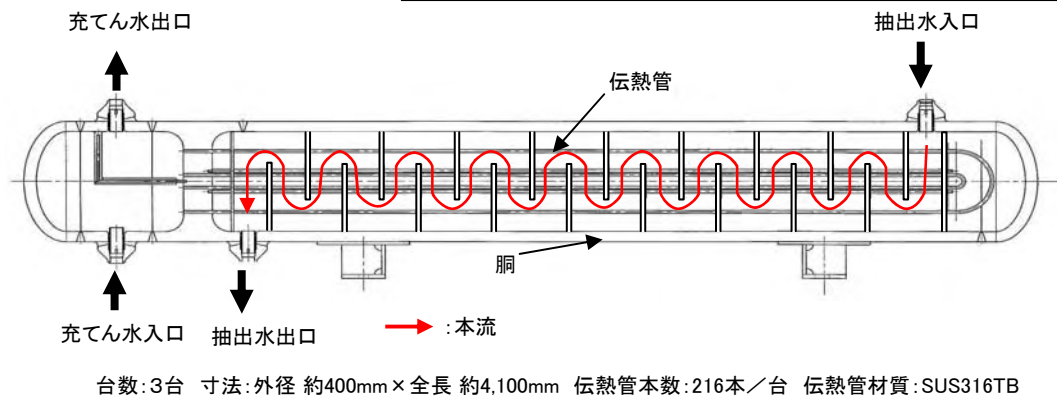
取替工事概略図



取替前(内筒有)



取替後(内筒なし)



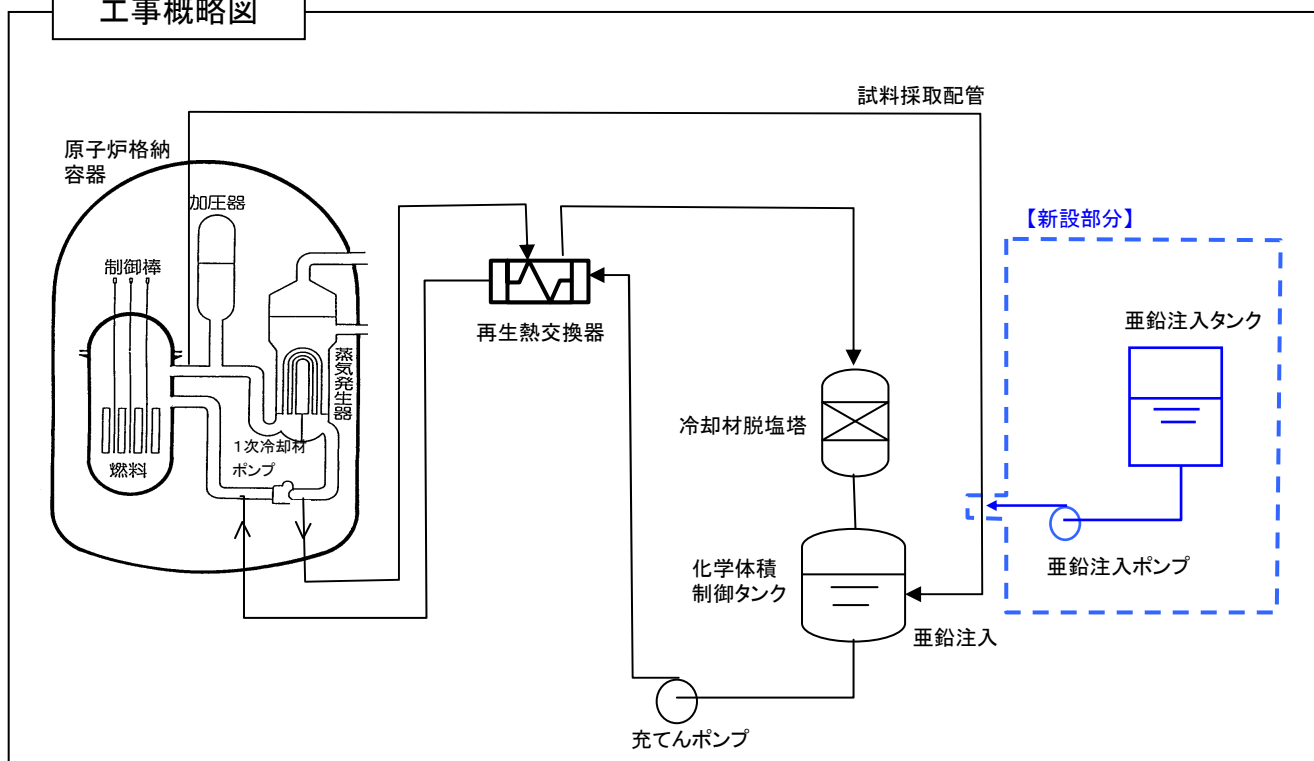
伝熱管群に対し、胴が大きいことから、効率よく熱交換するために内筒を設けていた。取替後の再生熱交換器は、胴を小さくすることで内筒が不要となった。

図－3 亜鉛注入装置設置工事

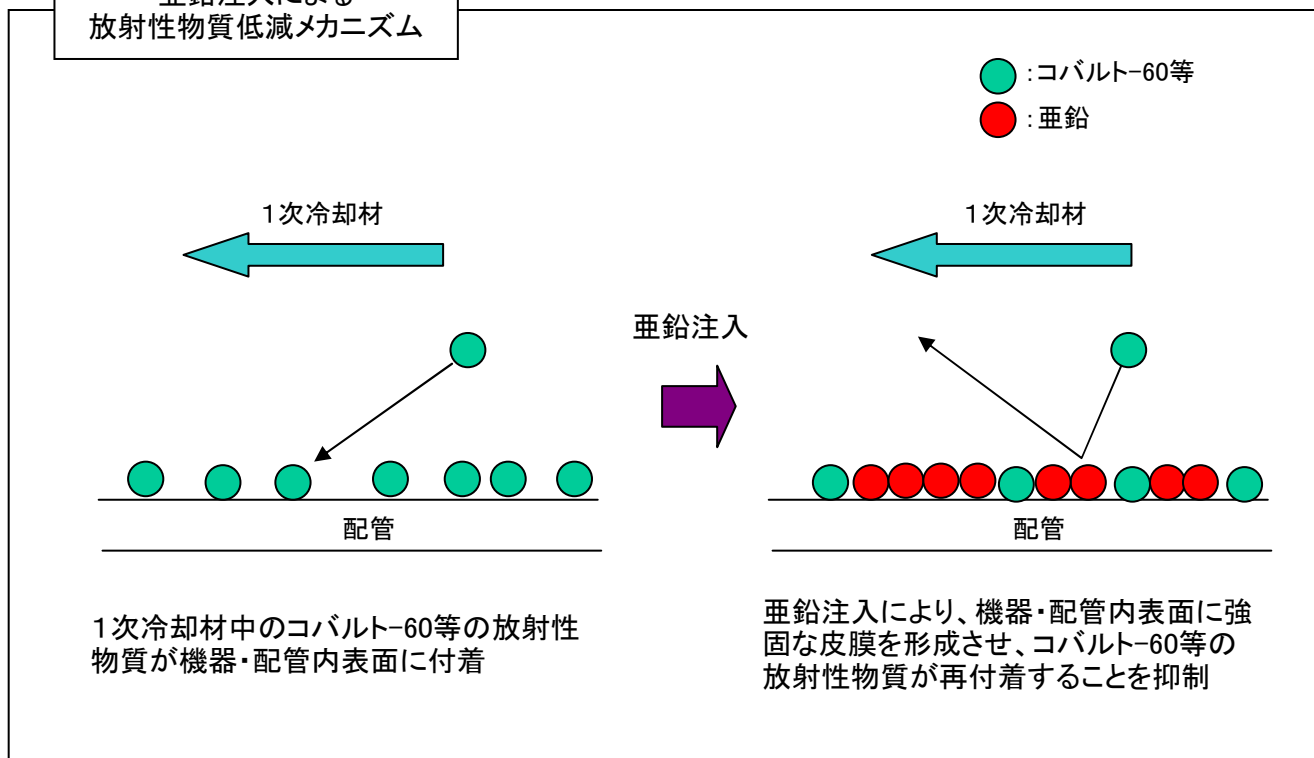
工事概要

作業員の被ばく低減を目的として、コバルト-60等の放射性物質が機器や配管内表面に付着するのを抑制する等の効果がある亜鉛を1次冷却材中に注入するための装置を、化学体積制御系に設置した。

工事概略図



亜鉛注入による放射性物質低減メカニズム

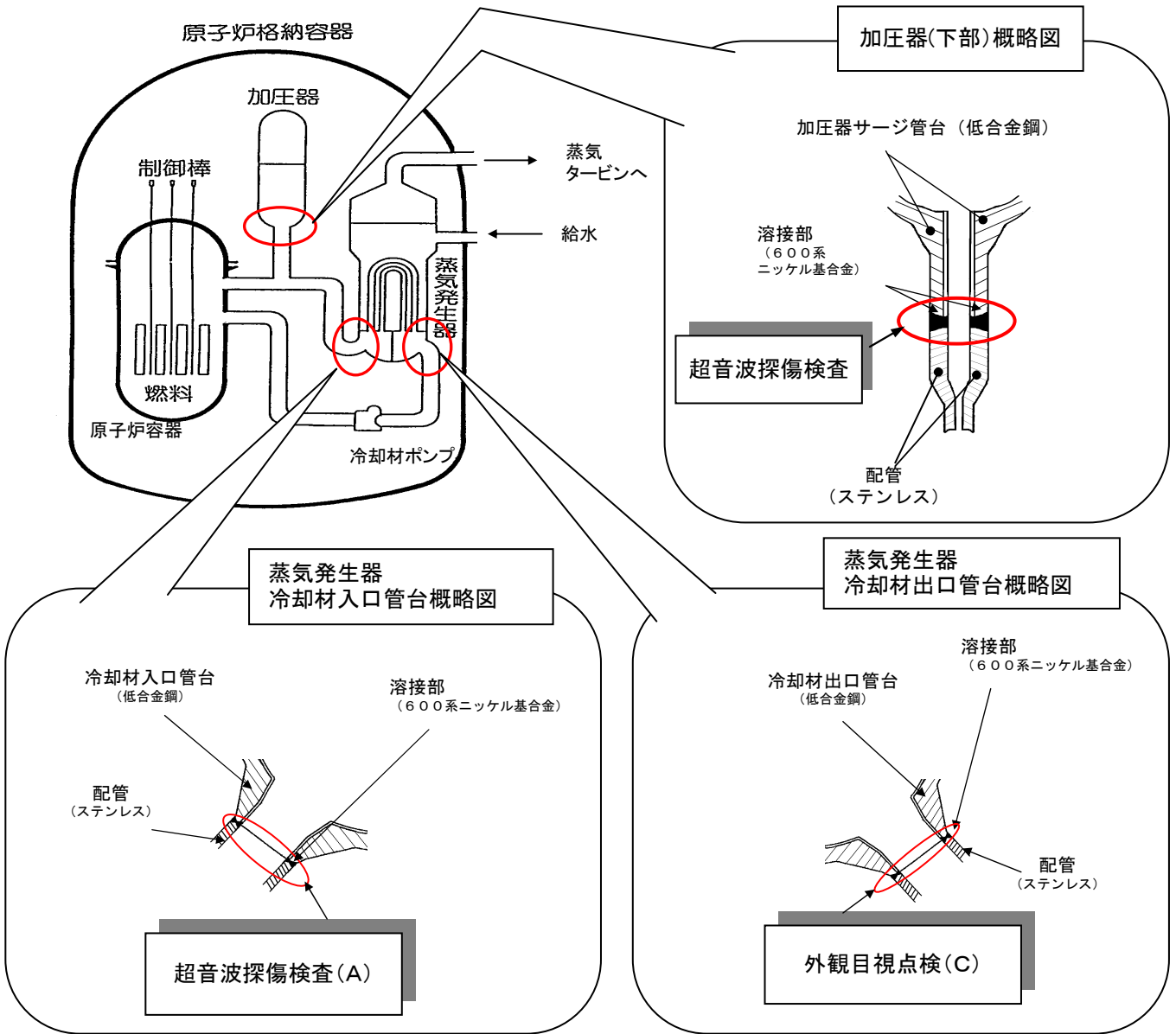


図ー４ 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れにかかる点検

点検概要

国内外PWRプラントにおいて、600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れ事象を踏まえ、600系ニッケル基合金が使用されている蒸気発生器出入口管台および加圧器サージ管台溶接部について、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。

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 A	入口 B	入口 C	出口 A	出口 B	出口 C	底部	逃がし 弁	安全弁 (A,B,C)	スプレ	サージ	入口 A	入口 B	入口 C	出口 A
外観目視点検	★	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
超音波探傷検査	—	○	○	○	○	○	○	—	●	●	●	◎	◎	○	●	●

【記号の説明】
◎：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による対象外
—：対象外
★：原子炉容器上部ふた取替工事

図－5 2次系配管の肉厚検査等

点検概要

今定期検査において、1, 019箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した。

○2次系配管肉厚の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 ※	今回点検開始時点での 点検未実施部位	今回点検実施部位		今回点検実施後の 点検未実施部位
			点検済部位	未点検部位	
主要点検部位	1,991	54	637	54	0
その他部位	1,690	41	287	41	0
合 計	3,681	95	1,019		0

※日本機械学会が制定した「配管減肉管理に関する技術規格」などを踏まえて平成19年3月22日に改正した「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、今定期検査から点検部位を追加。

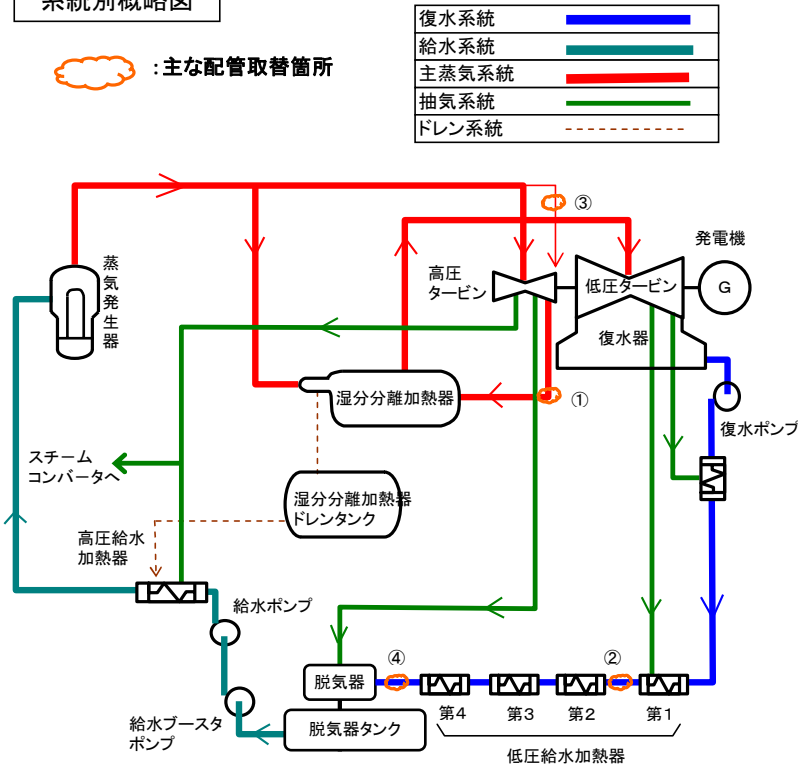
(結 果)

計算必要厚さを下回っている箇所、ならびに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
と評価された部位はなかった。

取替概要

○過去の点検結果から減肉が確認された部位9箇所、他プラントにおいて減肉を確認した類似
部位1箇所、保守性を考慮し取り替える部位339箇所、合計349箇所の配管を取り替えた。

系統別概略図



【取替理由】

- ① 余寿命5年未満で減肉が確認されたため取り替えた(2箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
- ② 余寿命5年以上であるが減肉が確認されたため取り替えた(7箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 6箇所
炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 1箇所
- ③ 配管の保守性を考慮して取り替えた(339箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 336箇所
炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 3箇所
- ④ 他プラントでの減肉事象を踏まえ類似箇所を取り替えた(1箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 1箇所

(合計 349箇所)

高浜発電所 4 号機 第 1 7 回定期検査の作業工程

平成 1 9 年 4 月 1 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 1 9 年 7 月 5 日現在)

