

## 高浜発電所3号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第20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3号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力87.0万kW)は、平成22年10月13日から第20回定期検査を実施しているが、12月22日に原子炉を起動し、翌23日に臨界となる予定である。

その後は、諸試験を実施し、12月25日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、平成23年1月下旬には経済産業省の最終試験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) 格納容器再循環サンプスクリーン取替工事 (図-1参照)

1次冷却材喪失事故時に格納容器再循環サンプスクリーンが異物混入により機能低下することを防止する観点からスクリーンをより表面積が大きいものに取り替えた。

\*1 国外BWRプラントでの非常用炉心冷却システムストレナの閉塞事象を踏まえた原子力安全・保安院の指示を受け、格納容器再循環サンプスクリーンの有効性を評価した結果、設備上の対策が必要であると評価された。なお、設備上の対策を講じるまでは、閉塞事象発生時対応マニュアルの整備などの暫定対策を講じており、安全上の問題が生じることはない。

#### (2) 1次系小口径曲げ配管他取替工事 (図-2参照)

国外BWRプラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生した事象を踏まえ、予防保全として、1次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを、芯金を使用せずに曲げ加工した配管に取り替えた。

また、近傍の配管について、信頼性向上の観点から、溶接継手部を応力集中の小さい溶接形状(突合せ溶接)のものに取り替えた。

#### (3) 原子炉保護装置取替工事 (図-3参照)

原子炉保護装置<sup>\*2</sup>の電子部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮して、一部を最新設計のものに取り替えるとともに、1次冷却材系統の圧力・温度等を測定する検出器について、信頼性向上のため、

現在3台のものを4台に変更し、原子炉停止信号や工学的安全施設作動信号の発信に用いられている信号を増やした。

\*2 1次冷却材系統の圧力・温度信号などからプラント異常を検出して、原子炉トリップしゃ断器および工学的安全施設を動作させるための信号を送る装置

(4) 1次冷却材ポンプ電源監視回路改造工事 (図-4参照)

1次冷却材ポンプ駆動用電源の電圧および周波数の低下を監視する装置の電源が喪失した状態で運転することを防止するため、監視装置の電源が喪失した場合には中央制御室に警報を発報するとともに、「電源電圧低」および「電源周波数低」の信号を発信する回路構成に変更した。

\*3 敦賀発電所2号機で、1次冷却材ポンプ駆動用電源の監視装置の電源が喪失した状態で運転した事象を踏まえ、平成22年5月、原子力安全・保安院は、事業者に対し監視装置の電源が喪失した場合に中央制御室に警報を発報する等の設備改善を行うよう指示した。

2 設備の保全対策

(1) 2次系配管の点検等 (図-5参照)

①関西電力株の定めた「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、2次系配管526箇所について超音波検査(肉厚測定)を行った結果、必要最小厚さを下回る箇所および次回定期検査までに必要最小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今定期検査時に計画していた116箇所の配管について、炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼もしく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9,786本)について、渦流探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。

4 燃料集合体の取替え (図-6参照)

燃料集合体全数157体のうち、77体を取り替えた。今回、装荷した新燃料集合体は64体(うち8体はMOX燃料)である。

また、燃料集合体の外観検査(8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24年 冬頃

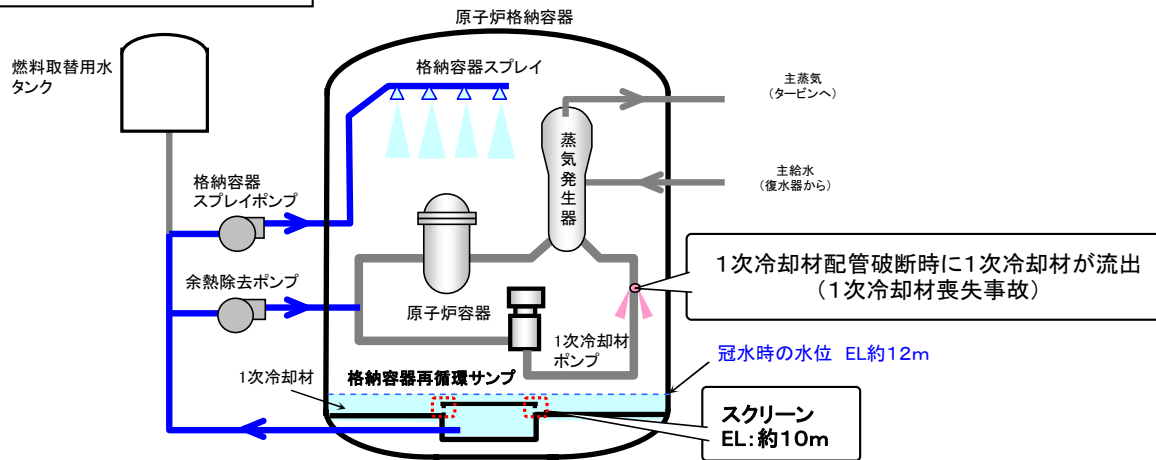
問い合わせ先(担当:有房)  
内線2354・直通0776(20)0314

図-1 格納容器再循環サンプスクリーン取替工事

工事概要

1次冷却材喪失事故時に、格納容器再循環サンプスクリーンが異物混入により機能低下を防止する観点から、スクリーンの表面積が大きいものに取り替えた。

系統概要図(格納容器再循環サンプ使用時)



参考 (スクリーン取替イメージ)

項目	工事前	工事後
再循環サンプスクリーンの概要図	<p>← : 1次冷却材の流れ</p> <p>■ : スクリーン</p> <p>※格納容器スプレイポンプへ 余熱除去ポンプへ</p> <p>原子炉容器</p> <p>① 断面図</p> <p>② 断面図</p> <p>約3.2m</p> <p>約3.1m</p> <p>約3.7m</p>	<p>← : 1次冷却材の流れ</p> <p>■ : スクリーン</p> <p>※格納容器スプレイポンプへ 余熱除去ポンプへ</p> <p>原子炉容器</p> <p>① 断面図</p> <p>② 断面図</p> <p>約3.2m</p> <p>約3.1m</p> <p>約3.7m</p> <p>工事後の様子</p>
スクリーンの概要	<p>スクリーンの写真</p> <p>スクリーン</p> <p>スクリーン拡大図</p>	<p>スクリーンの写真</p> <p>スクリーン拡大図</p> <p>ヘッドカバー</p> <p>ろ過穴</p> <p>約2.5cm</p> <p>約1.4cm</p> <p>多孔板(デイス)</p> <p>約35cm</p> <p>約140cm</p> <p>コアチューブ</p> <p>【モジュール1基の大きさ】 大きさ:高さ約1.5m、幅約1m、奥行き約1m 多孔板33枚、多孔板1枚の面積約1.3m<sup>2</sup></p>
ろ過穴	約2mm × 約5.0mm	直径 約1.7mm
全体の表面積	① : 約26m <sup>2</sup> ② : 約26m <sup>2</sup>	① : 約310m <sup>2</sup> ② : 約310m <sup>2</sup>
材質	ステンレス	ステンレス

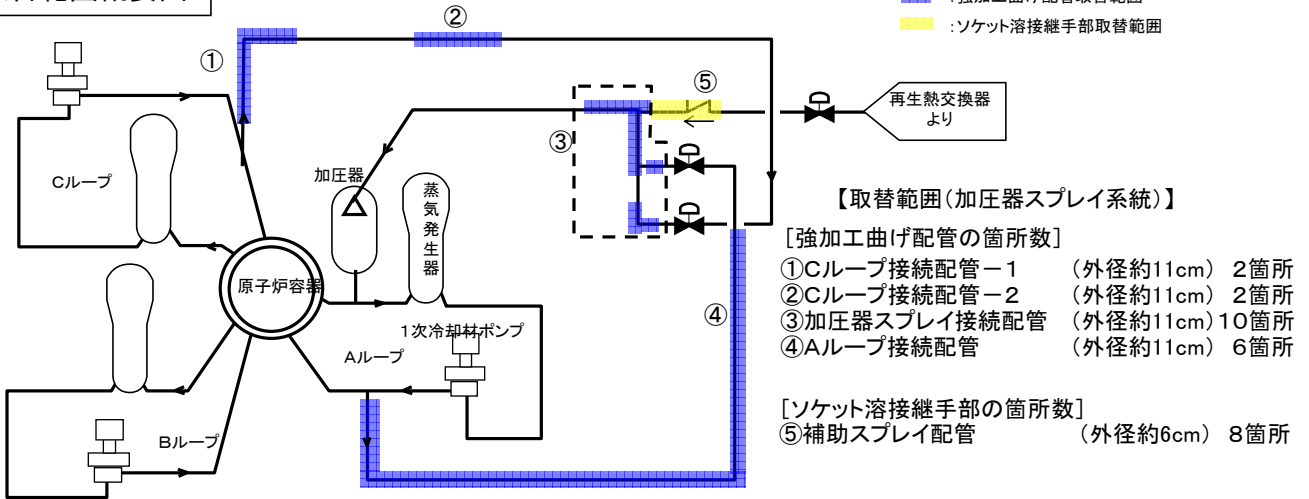
## 図-2 1次系小口径曲げ配管他取替工事

### 工事概要

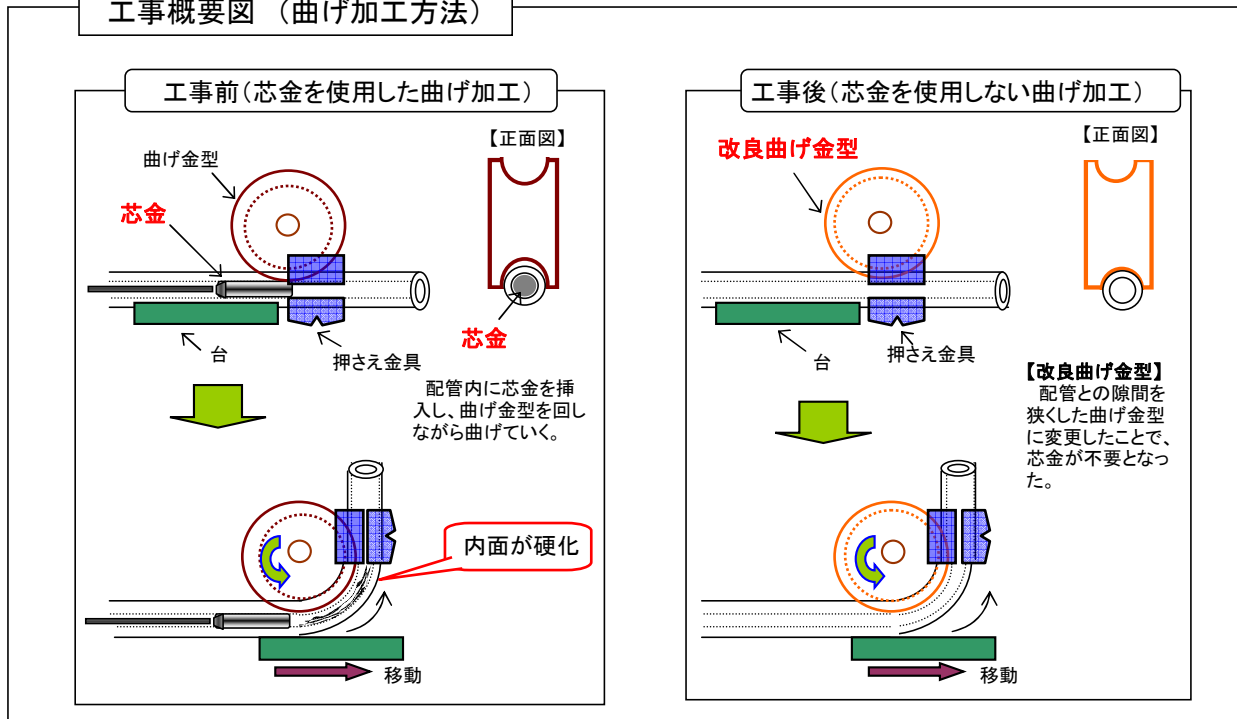
国外BWRプラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生した事象を踏まえ、予防保全として、1次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを、芯金を使用せずに曲げ加工した配管に取り替えた。

また、近傍の配管について、信頼性向上の観点から、溶接継手部を応力集中の小さい溶接形状(突合せ溶接)のものに取り替えた。

### 取替範囲概要図



### 工事概要図 (曲げ加工方法)



### 継手部の溶接形状変更概要図

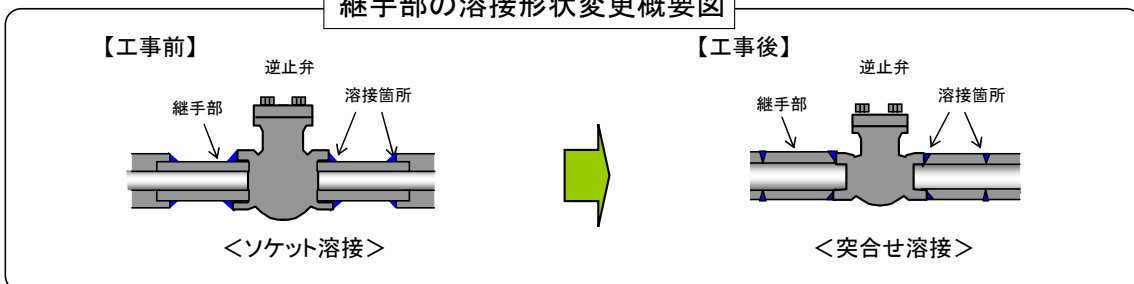


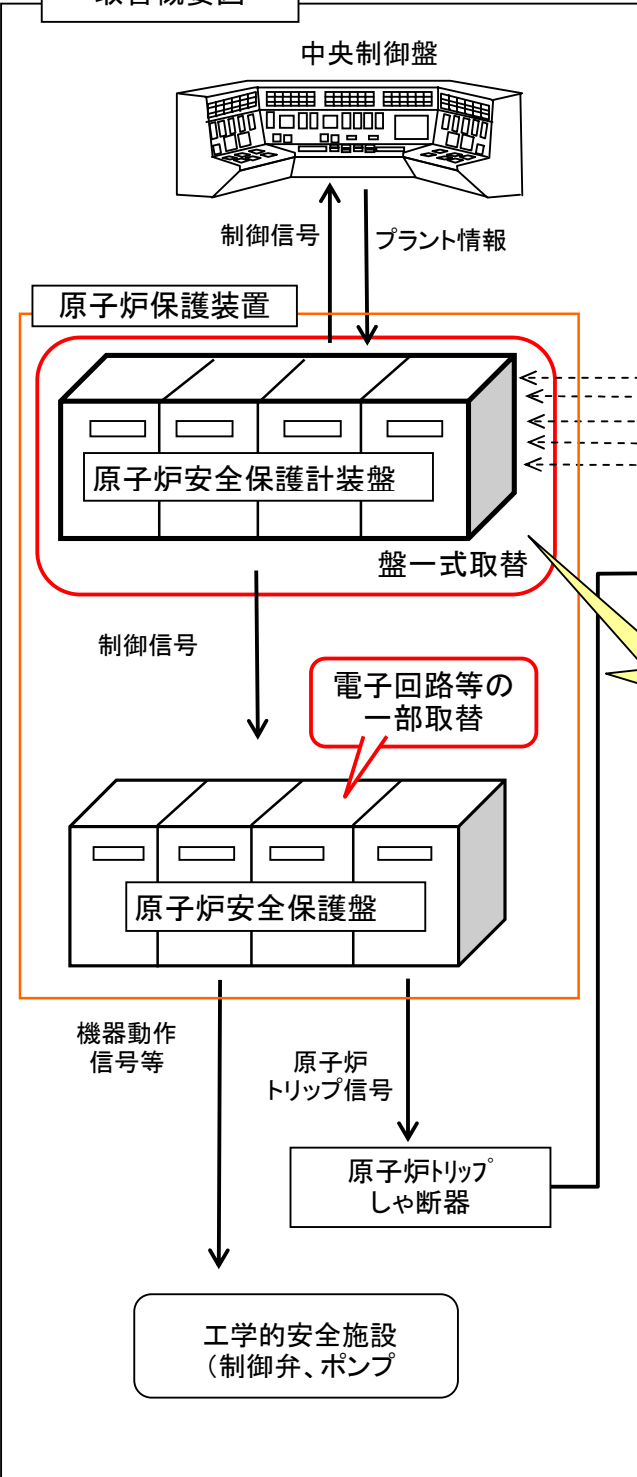
図-3 原子炉保護装置取替工事

工事概要

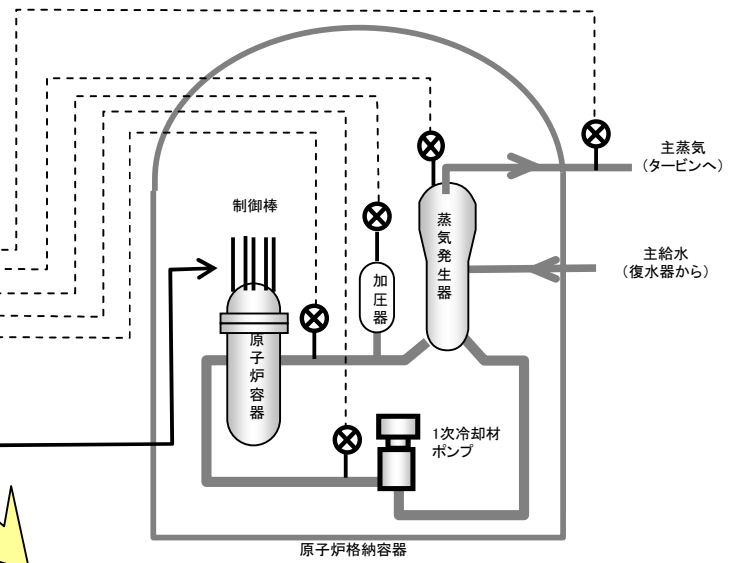
原子炉保護装置\*の電子部品が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮して、原子炉安全保護計装盤および原子炉安全保護盤の一部を最新設計のものに取り替えるとともに、1次冷却材系統の圧力・温度等を測定する検出器について、信頼性向上のため、現在3台のものを4台に変更し、原子炉停止信号や工学的安全施設作動信号の発信に用いられている信号を増やした。

\* 1次冷却材系統の圧力・温度信号などからプラントの異常を検出して、原子炉トリップしゃ断器および工学的安全施設を動作させるための信号を送る装置。

取替概要図

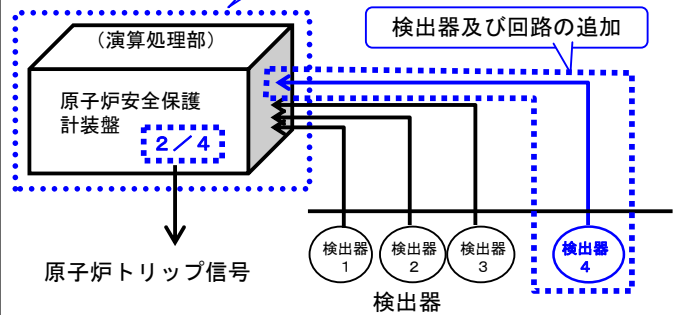


【凡例】  
⊗ : 検出器 (工事対象)



検出器の追加及び信号発信設定の変更

**原子炉トリップ信号発信**  
検出器を1つ追加し、4つのうち、2つが動作した場合に信号を発信  
[これまででは、3つのうち2つの動作で信号を発信]



- < 検出器を追加 >  
1次冷却材流量、加圧器圧力、蒸気発生器水位、主蒸気系統圧力
- < 予備の検出器を使用 >  
加圧器水位
- < 別の信号に用いられている検出器と共用 >  
1次冷却材温度

図-4 1次冷却材ポンプ電源監視回路改造工事

工事概要

1次冷却材ポンプ駆動用電源の電圧および周波数の低下を監視する装置の電源が喪失した状態で運転することを防止するため、監視装置の電源が喪失した場合には中央制御室に警報を発報するとともに、「電源電圧低」および「電源周波数低」の信号を発信する回路構成に変更した。

1次冷却材ポンプ電源監視回路概要図

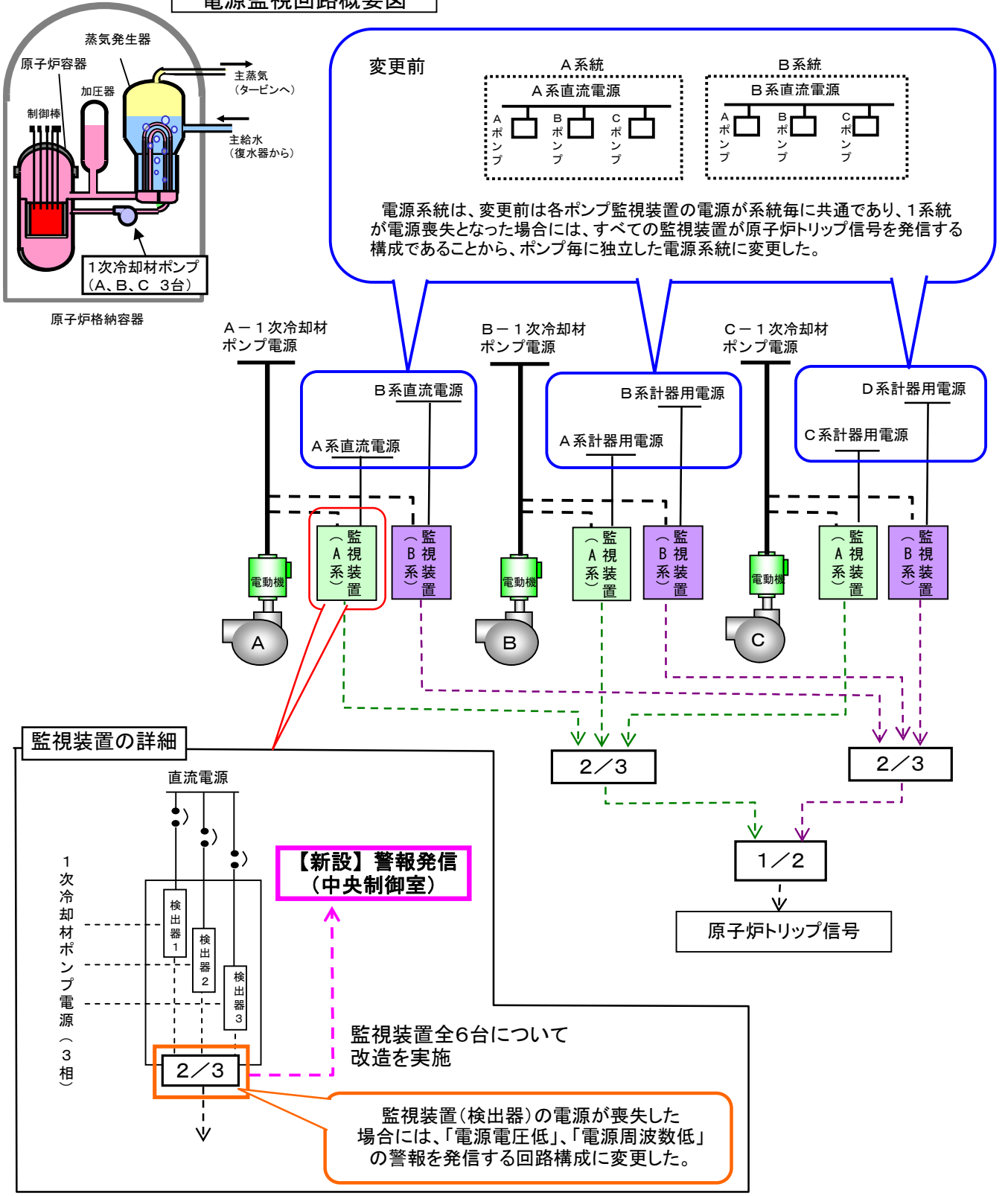


図-5 2次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、合計526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	今回定期検査開始時点での未点検部位	今回点検実施部位
主要点検部位	1,414	0	467
その他部位	1,107	0	59
合計	2,521	0	526

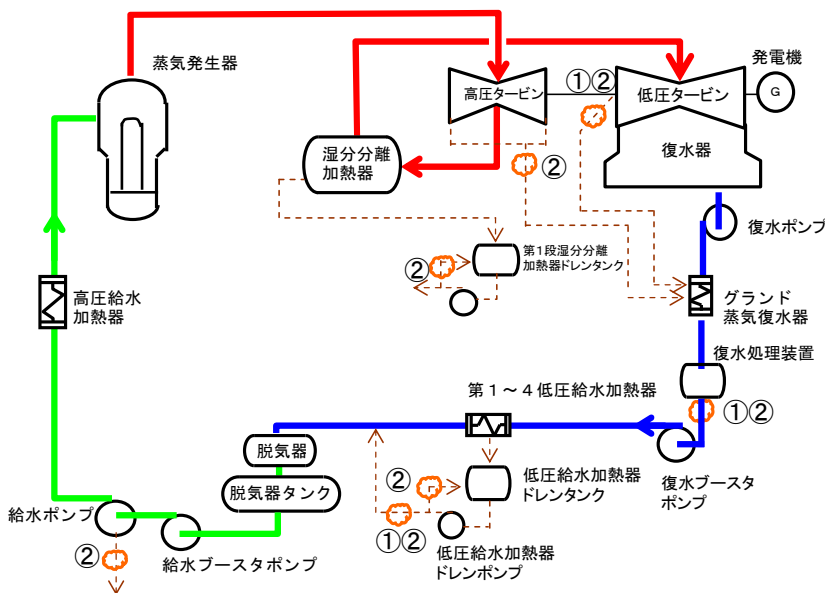
(結果)

必要最小厚さを下回っている箇所、および次回定期検査までに必要最小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。

取替概要

過去の点検で減肉が確認された部位3箇所、配管の保守性を考慮した部位113箇所、合計116箇所を耐食性に優れたステンレス鋼又は低合金鋼の配管に取り替えた。

系統別概要図



【凡例】

- 主蒸気系統 (Red line)
- 給水系統 (Green line)
- 復水系統 (Blue line)
- ドレン系統 (Dashed line)
- 主な配管取替箇所 (Orange circle with number)

【取替理由】

- 過去の点検結果で減肉が認められているため計画的に取り替えた箇所 (3箇所)
    - 必要最小厚さとなるまでの期間が5年未満の箇所
      - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
      - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 1箇所
  - 配管の保守性\*を考慮して取り替えた箇所 (113箇所)
    - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 85箇所
    - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 28箇所
- 合計 116箇所

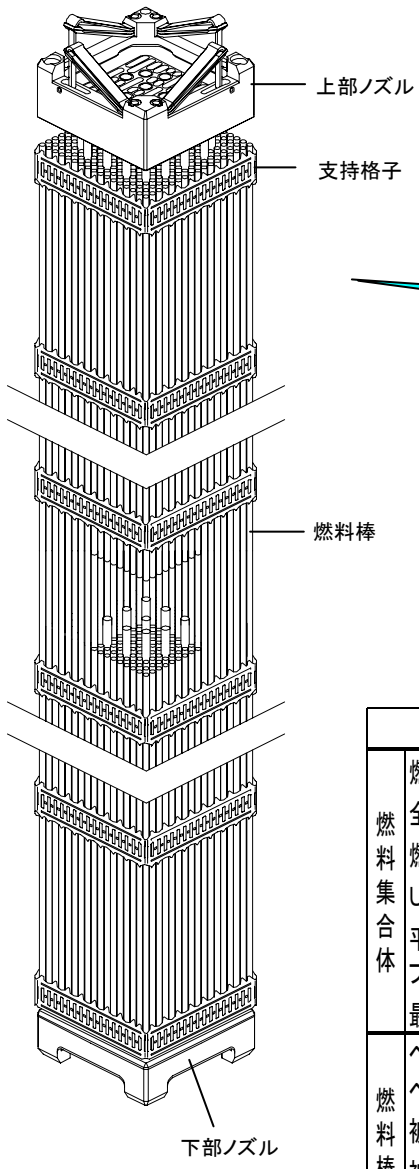
\* 狭隘部で肉厚測定がしづらい小口径配管などについて取り替えた。



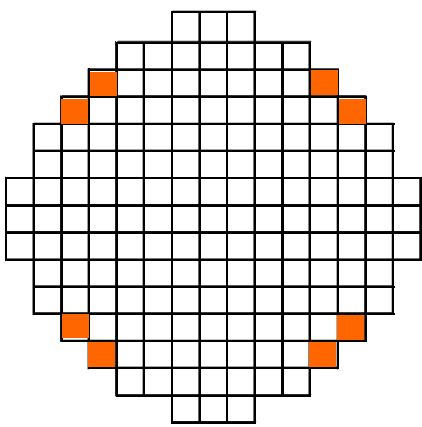
## 図-6 MOX燃料の概要

使用済燃料を再処理して得られるプルトニウムを利用したウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(MOX燃料)を取替燃料の一部として使用した。

MOX燃料集合体概略図



原子炉容器内MOX燃料集合体配置  
今回は燃料157体のうち、MOX新燃料8体



ウラン燃料とMOX燃料の仕様

		ウラン燃料(現行)	MOX燃料
燃料集合体	燃料棒配列	17×17	同左
	全長	約4.1m	同左
	燃料棒数	264本	同左
	U-235濃縮度	約4.1wt%	約0.2~0.4wt%
	平均核分裂性	—	約6.1wt%
	プルトニウム富化度	—	約6.1wt%
	最高燃焼度	48,000MWd/t	45,000MWd/t
燃料棒	ペレット材	二酸化ウラン	二酸化ウラン・二酸化プルトニウム
	ペレット直径	約8.1~8.2mm	同左
	被覆管外径	約9.5mm	同左
	被覆管厚さ	約0.6mm	同左
	被覆管材料	ジルカロイ-4	同左

・プルトニウム富化度の値は代表例を示したもの。  
 ・核分裂性プルトニウム富化度=(プルトニウム239+プルトニウム241)/(全プルトニウム+全ウラン)

注: MOX燃料の装荷に係るほう素濃度等の変更

- ・ほう素濃度
  - 燃料取替用水タンク 1台(2800ppm以上)、ほう酸注入タンク 1台(21000ppm以上)、蓄圧タンク 3台(2800ppm以上)
- ・燃料取替時のほう素濃度(2800ppm以上)
- ・ほう酸タンク 2台のほう酸水量(58.9m<sup>3</sup>以上)
- ・よう素除去薬品タンク 1台の苛性ソーダ水量(11.7m<sup>3</sup>以上)

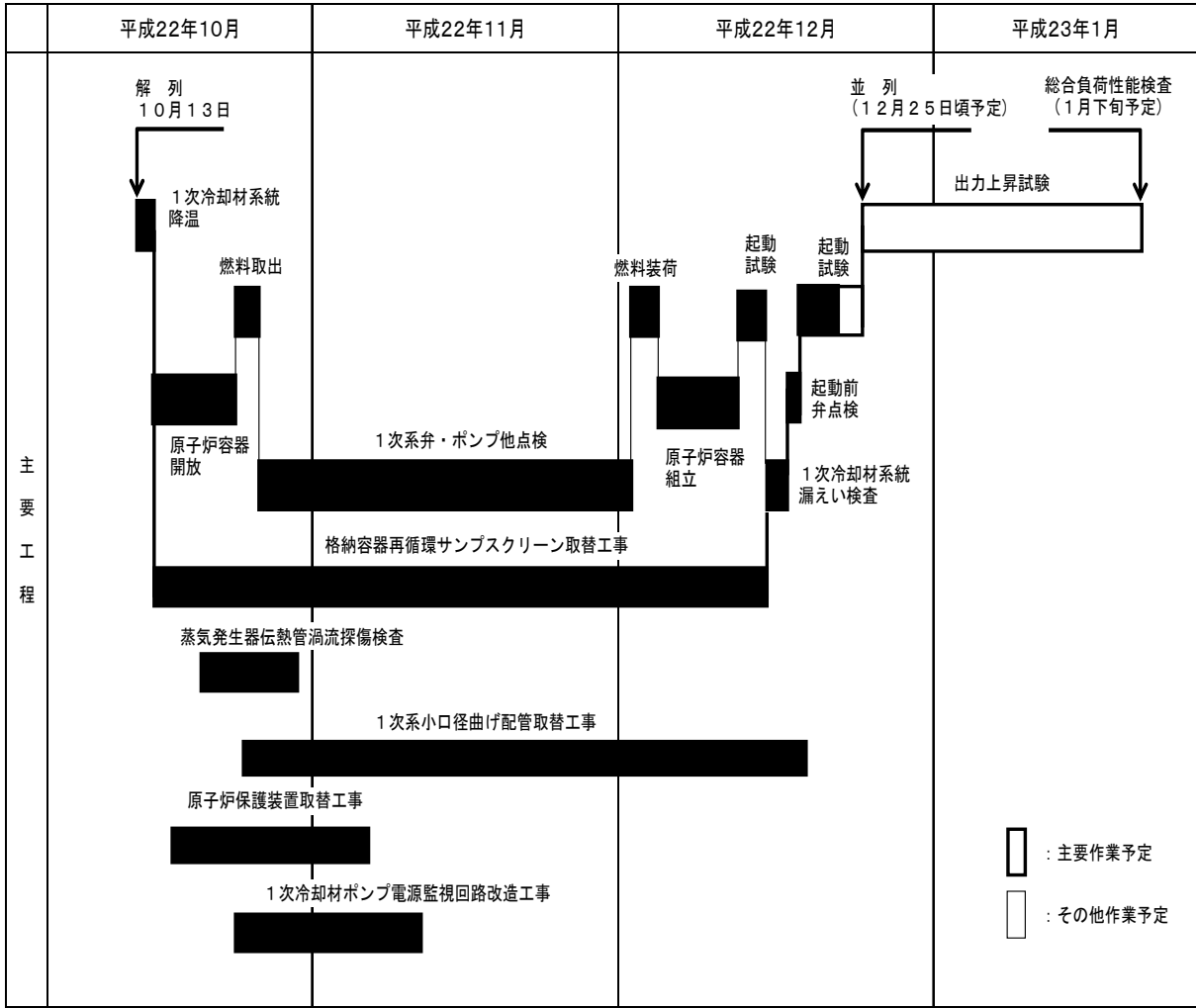
なお、この変更に伴う設備の設置及び改造工事はない。



## 高浜発電所3号機 第20回定期検査の作業工程

平成22年10月13日から以下の作業工程にて実施している。

(平成22年12月21日現在)



注：黒塗りは実績を示す