

敦賀発電所2号機の原子炉起動と調整運転の開始について  
(第15回定期検査)

このことについて、日本原子力発電株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

敦賀発電所2号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力116.0万kW)は、平成18年4月23日から第15回定期検査を実施しているが、平成18年6月27日に原子炉を起動し、翌28日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、6月下旬(6月30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。

※タービンバランシング作業(調整運転開始前にタービンの回転数を上昇させて振動を測定し、振動が大きい場合には、タービンの車軸におもりを取り付け、振動が小さくなるように調整する作業)の実施の有無により、調整運転の開始が前後する。

1 主要工事等

(1) 1次冷却材ポンプ供用期間中検査 (図-1参照)

1次冷却材ポンプ供用期間中検査として、4台あるポンプのうちAポンプについて、主フランジボルト締め付け部の耐圧部の健全性を確認した。

(2) ホウ酸注入ライン試験用弁撤去工事 (図-2参照)

平成17年6月に発生したホウ酸注入ライン分岐管に設置された試験用弁(テストコネクタ弁)下流閉止栓(スウェージロック)からの漏えいを踏まえ、試験用弁4個のうち、今後使用する予定のない3個を撤去した。

- (3) 炉内照射試験片取出工事 (図－3 参照)  
中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を取り出した。
- (4) 原子炉容器フランジシート面修繕工事 (図－4 参照)  
原子炉容器フランジシート面にわずかな面荒れが認められたため、肉盛溶接による補修を実施した。

## 2 設備の保全対策

- (1) 1次冷却材管内構造物の流体振動に係る点検 (図－5 参照)  
本年1月、流体振動に関する新しい技術基準が施行されたことを踏まえ、配管内に設置されている温度計ウェル（さや管）など円柱状構造物の振動評価を行った結果、流体振動が発生する可能性があるとして評価された1次冷却材系統の温度計ウェル（8本）について、超音波探傷検査を実施し、健全性を確認した。
- \*：各電力事業者においては、平成7年12月の「もんじゅ」事故を踏まえ、配管内に設置されている温度計ウェルなどについて、当時の知見をもとに評価していた。その後、日本機械学会において「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」が整備され、本年1月に技術基準として適用されたことを受けて、改めて評価を実施した。
- (2) 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検 (図－6 参照)  
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に鑑み、溶接部に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（74本）およびD－蒸気発生器冷却材入口管台について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、健全性を確認した。
- (3) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図－7 参照)  
本年1月、高温水と低温水の混合による温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れに関する新しい技術基準が施行されたことを踏まえ、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性のある箇所について評価を行った結果、点検を必要とする箇所はなかった。
- \*：平成15年9月の泊発電所2号機での再生熱交換器胴側出口配管の損傷事例を受け、敦賀発電所2号機では、前回定期検査において、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性があるとして評価された5箇所について超音波検査を実施し、異常のないことを確認した。その後、日本機械学会において「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」が整備され、本年1月に技術基準として適用されたことを受けて、今回、改めて評価を実施した。

(4) 2次系配管の点検他 (図－8、9参照)

①美浜発電所3号機事故を踏まえ、2次系配管1,168箇所<sup>※1</sup>について超音波による肉厚測定を行った。その結果、復水器につながるドレン集合配管で微小な貫通穴1箇所と、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部位2箇所が確認された。

これを踏まえ、類似の147箇所を追加して点検した結果、計算必要厚さを下回っている部位が1箇所確認された。

貫通穴1箇所と追加点検で計算必要厚さを下回っていた1箇所、および予防保全として減肉が認められる4箇所の合計6箇所を、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。

また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2箇所と予防保全として減肉が認められる4箇所の合計6箇所について、配管内面の肉盛溶接補修を行った。これらの箇所は、次回定期検査で取り替える計画である。

※1：今定期検査開始時には1,120箇所を計画していたが、敦賀1号機他での点検結果を踏まえ48箇所を追加し、合計1,168箇所とした。

②運転中の本年3月に漏えいが認められたBタービン動主給水ポンプ用ブースタポンプ出口配管部について切断し調査した結果、配管内面で減肉が認められ、溶接部では溶け込み不良が認められた。これらのことから、今回の漏えいは、配管内面の減肉が進展し、溶接不良部から漏えいしたものと推定された。

対策として、当該部を炭素鋼からステンレス鋼の配管に取り替えた。

この事象を踏まえ、追加で55箇所を点検した結果、減肉が認められた12箇所について予防保全として配管内面の肉盛溶接補修を行った。これらの箇所は、次回定期検査で取り替える計画である。

③当初の作業計画に基づき、過去の点検で減肉が確認されていた3箇所、保守性・作業性を考慮して4箇所、合計7箇所<sup>※2</sup>を炭素鋼からステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えた。

※2：上記②の漏えい箇所1箇所を含む。

以上をまとめると、今定期検査では、合計1,370箇所の肉厚測定を行い、13箇所を取り替え、18箇所は配管内面の肉盛溶接補修を行った。

(5) 中央制御室への蒸気浸入に係る点検 (図－10参照)

美浜発電所3号機事故で、中央制御室につながるケーブルトレイや壁貫通部等のシール施工が不適切であった箇所から中央制御室に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386箇所を点検し、シール施工が不適切な2箇所を含む31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

4台ある蒸気発生器の伝熱管全数(既施栓間を除く13,049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。

※敦賀発電所2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 193 体のうち、93体(うち80体は新燃料集合体)を取り替えた。

燃料集合体の外観検査(9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

### 6 その他

美浜発電所3号機の主復水配管修繕工事における配管刻印問題に関連し、実機での確認が必要と評価された8箇所について点検を行った結果、配管刻印は材料検査記録と合致しており、消失・打ち替え等がないことを確認した。

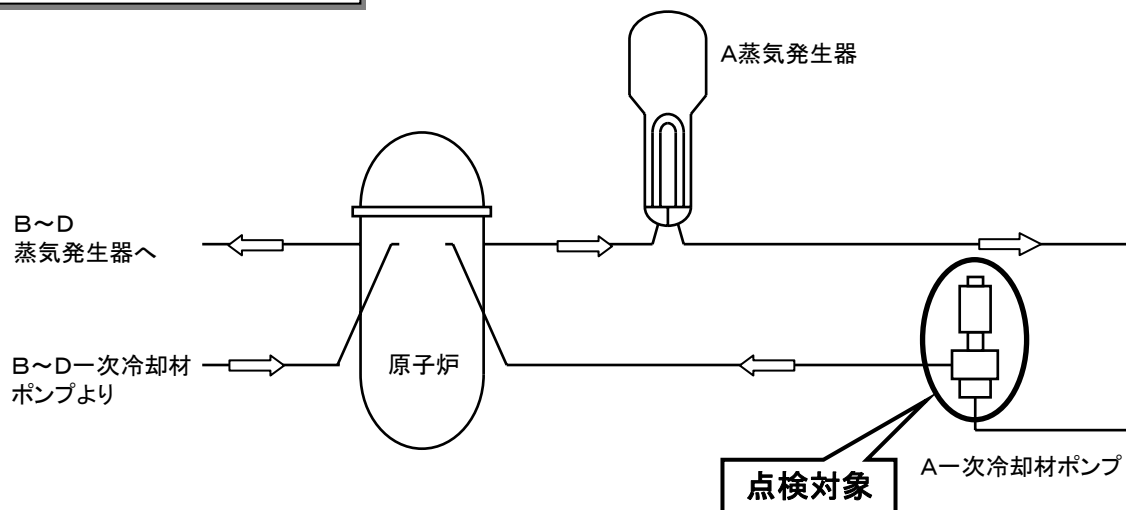
問い合わせ先(担当:藤内)  
内線2354・直通0776(20)0314

## 一次冷却材ポンプ供用期間中検査

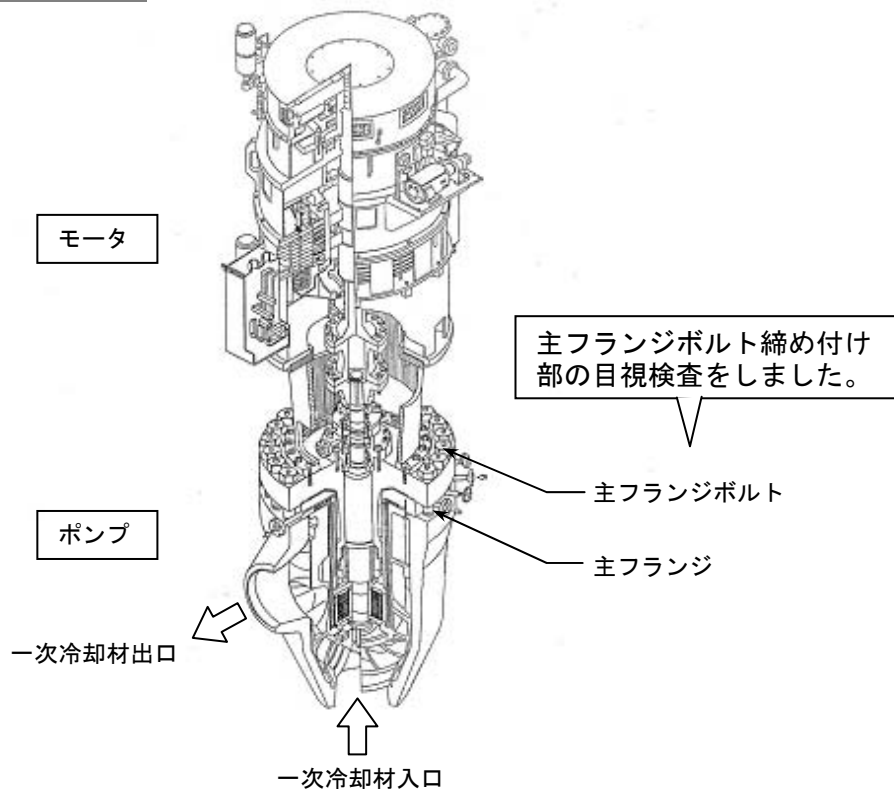
### 概要

一次冷却材ポンプの供用期間中検査として、4台あるポンプのうちAポンプについて、主フランジボルト締め付け部の耐圧部に異常がないことを確認しました。

### 一次冷却系概略系統図



### 一次冷却材ポンプ構造図



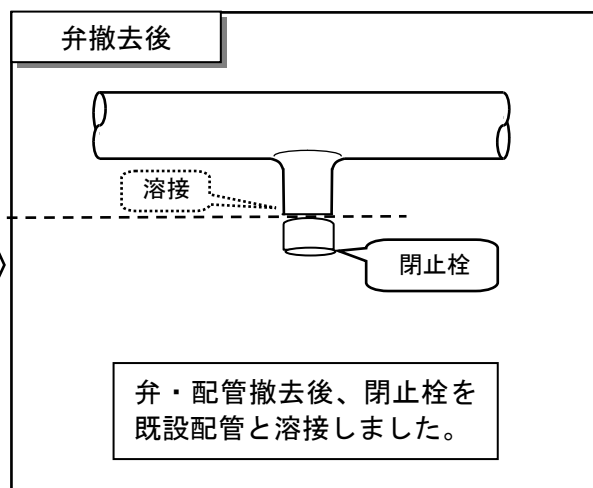
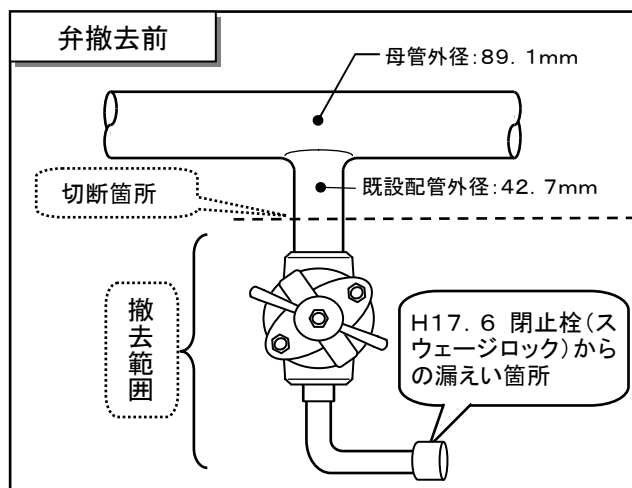
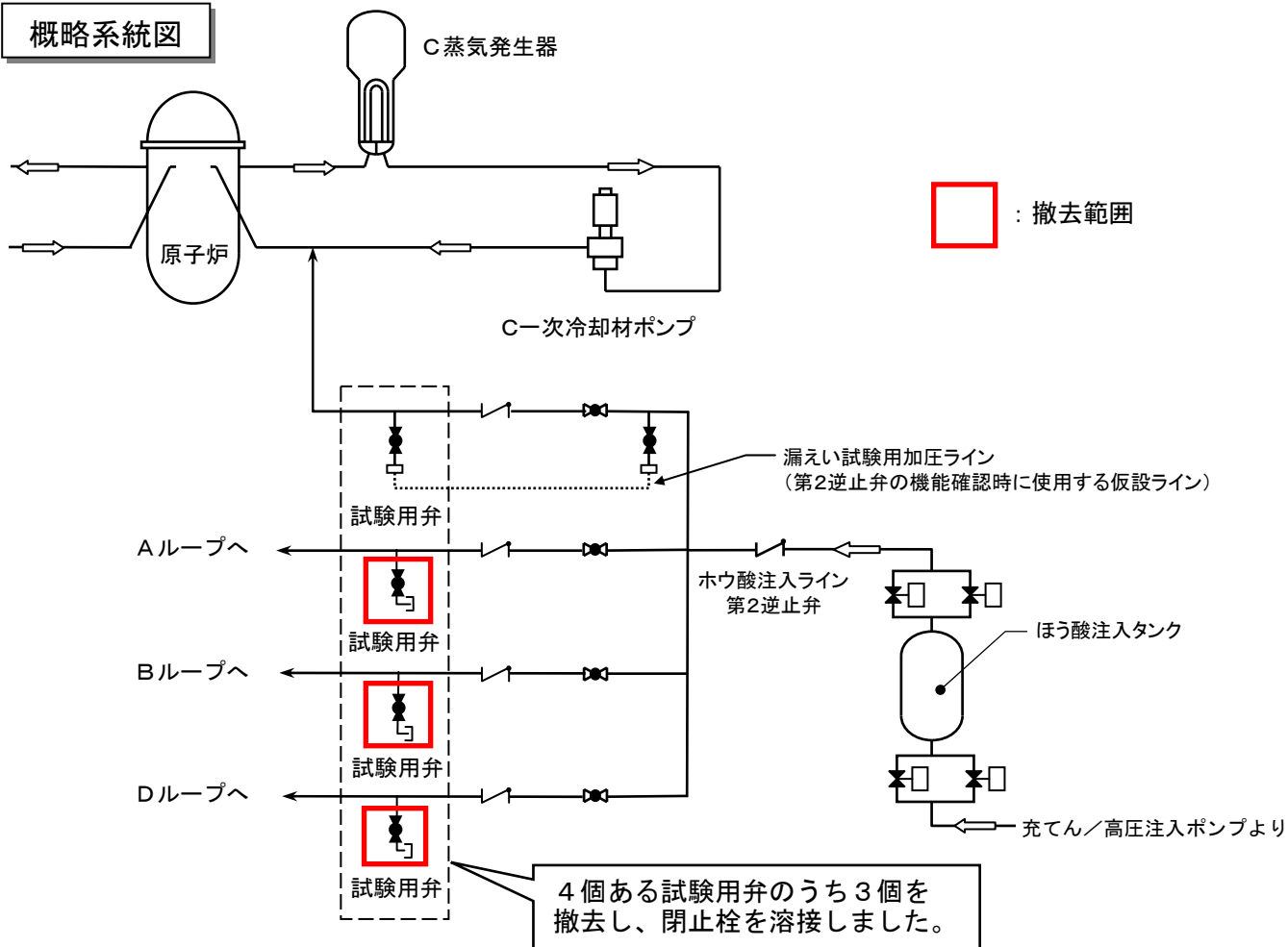
## ホウ酸注入ライン試験用弁撤去工事

### 概要

平成17年6月に発生したホウ酸注入ライン※の分岐管に設置された試験用弁下流の閉止栓（スウェージロック）からの漏えいを踏まえ、当該試験用弁4個のうち、今後使用する予定のない3個を撤去しました。

※：非常用炉心冷却設備の一つで、事故時に中性子を吸収するホウ酸を原子炉に注入する系統

### 概略系統図

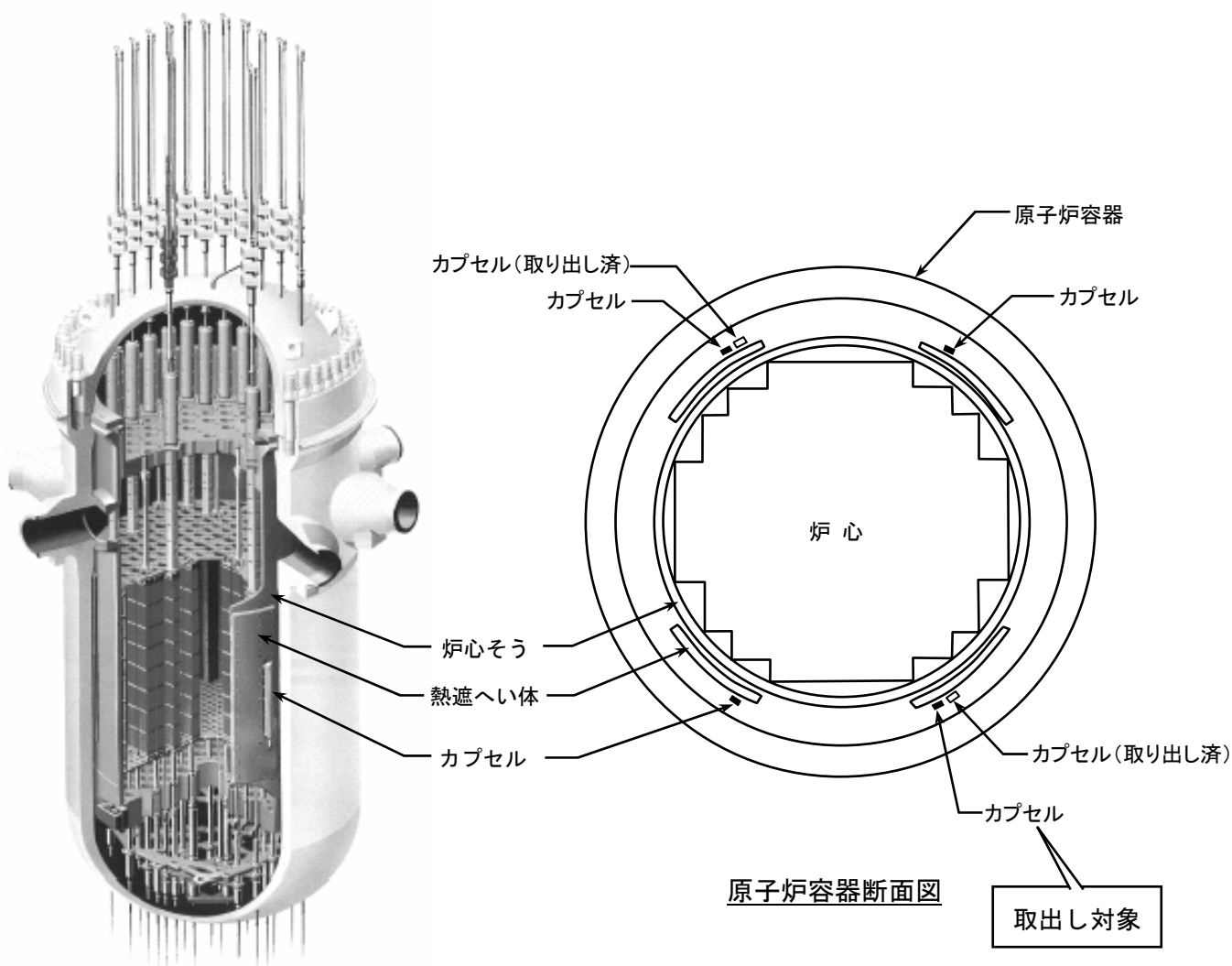


### 炉内照射試験片取出工事

**概 要**

中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を計画的に取り出しました。同試験片は、今後、民間試験機関にて破壊試験等を行います。

**原子炉容器概要図**



原子炉容器概要図

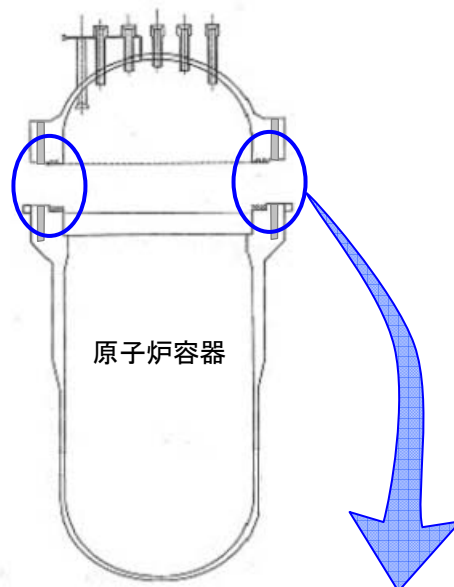
カプセルには、原子炉容器母材等の衝撃試験片、引張試験片等が収納されており、炉内より取り出し、今後民間試験機関にて、中性子照射による金属材料の脆化を評価して、原子炉容器の健全性を確認します。

## 原子炉容器フランジシート面修繕工事

### 概要

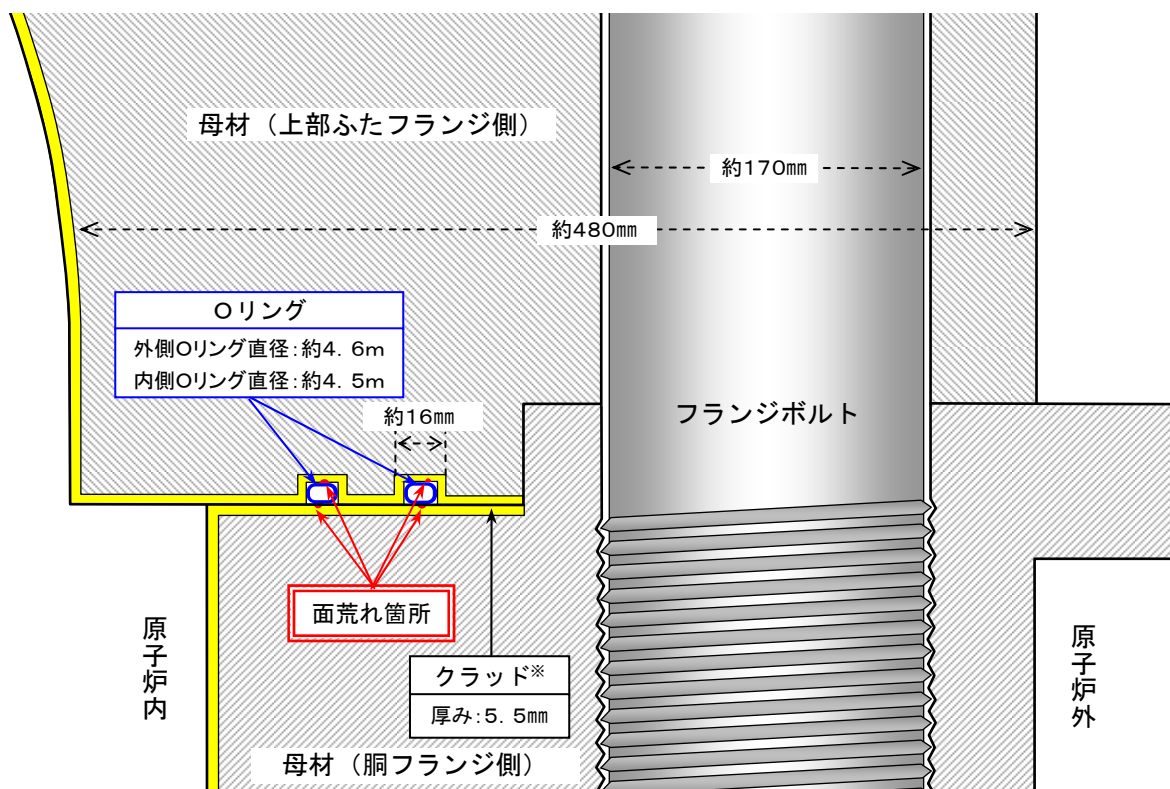
原子炉容器フランジシート面にわずかな面荒れが認められていたため、肉盛溶接による補修を実施しました。

### 面荒れ状況概略図



### 拡大図

面荒れ箇所を補修（箇所数は点検による）



※：原子炉容器内表面には、母材（低合金鋼）の腐食防止のため、SUS材を肉盛溶接している。



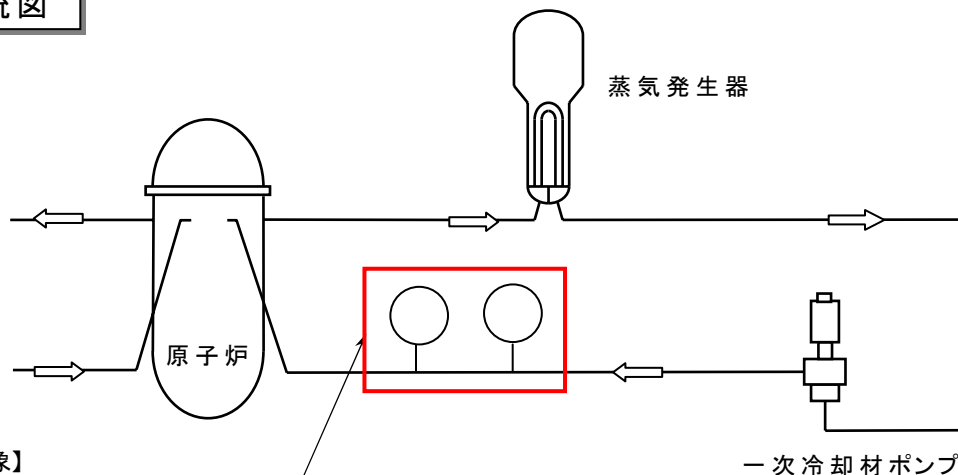
一次冷却材管内構造物の流体振動に係る点検

概要

本年1月より新しい技術基準が施行されたことを踏まえ、配管内に設置されている温度計ウェル(さや管)等の円柱状構造物の流体振動評価<sup>※</sup>を行った結果、流体振動が発生する可能性があるとして評価された一次冷却材系統の温度計ウェル(8本)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ました。

※：平成7年12月の国内での損傷事例を踏まえ、配管内に設置されている温度計ウェルなどについて、当時の知見をもとに評価していましたが、その後、日本機械学会において「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」が整備され、本年1月に技術基準として適用されたことを受けて、改めて評価を実施しました。

概略系統図

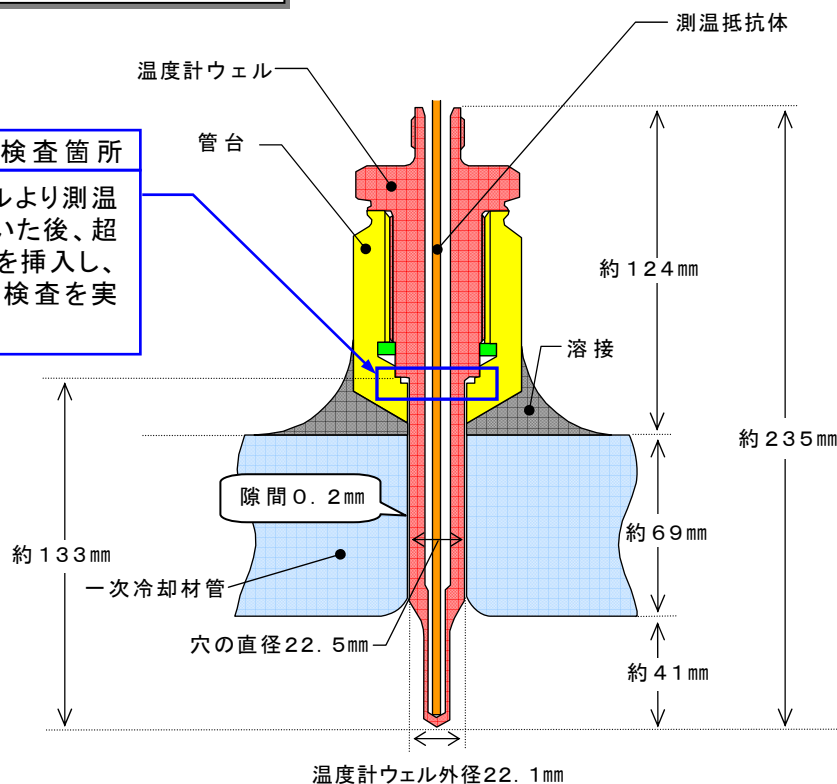


【点検対象】  
一次冷却材温度計ウェル(低温側)  
各ループ2台、合計8台

一次冷却材温度計ウェル

超音波探傷検査箇所

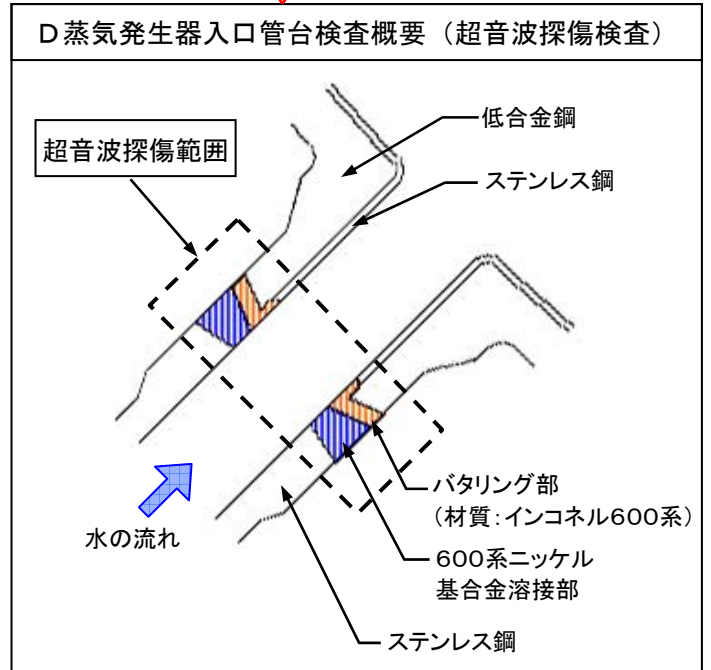
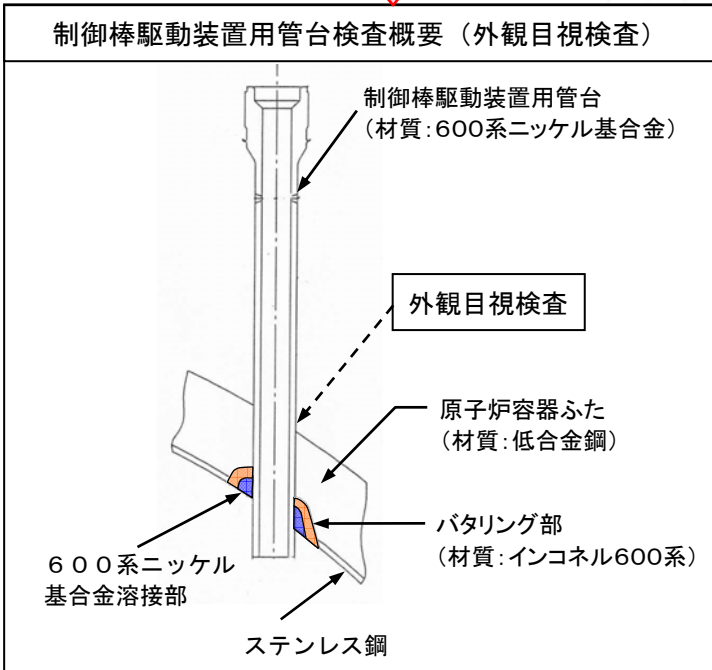
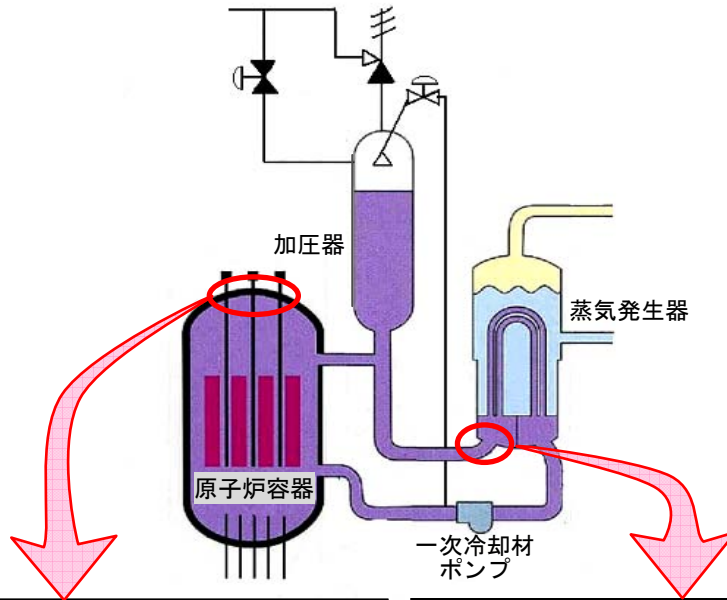
温度計ウェルより测温抵抗体を抜いた後、超音波探触子を挿入し、超音波探傷検査を実施した。



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**  
 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に鑑み、溶接部に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(74本)及びD蒸気発生器冷却材入口管台について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認しました。

**概要図**



**管台点検箇所**

点検方法	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 イ弁	サージ	入口				出口								
			A	B	C	D	A	B	C	D			A	B	C			A	B	C	D									
外観目視点検	◎	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
超音波探傷検査	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	●	●	●	●	●	●	○	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○	○

◎ : 今回定期検査で実施  
 ○ : 次回定期検査以降実施  
 ● : 点検実施済み  
 - : 対象外

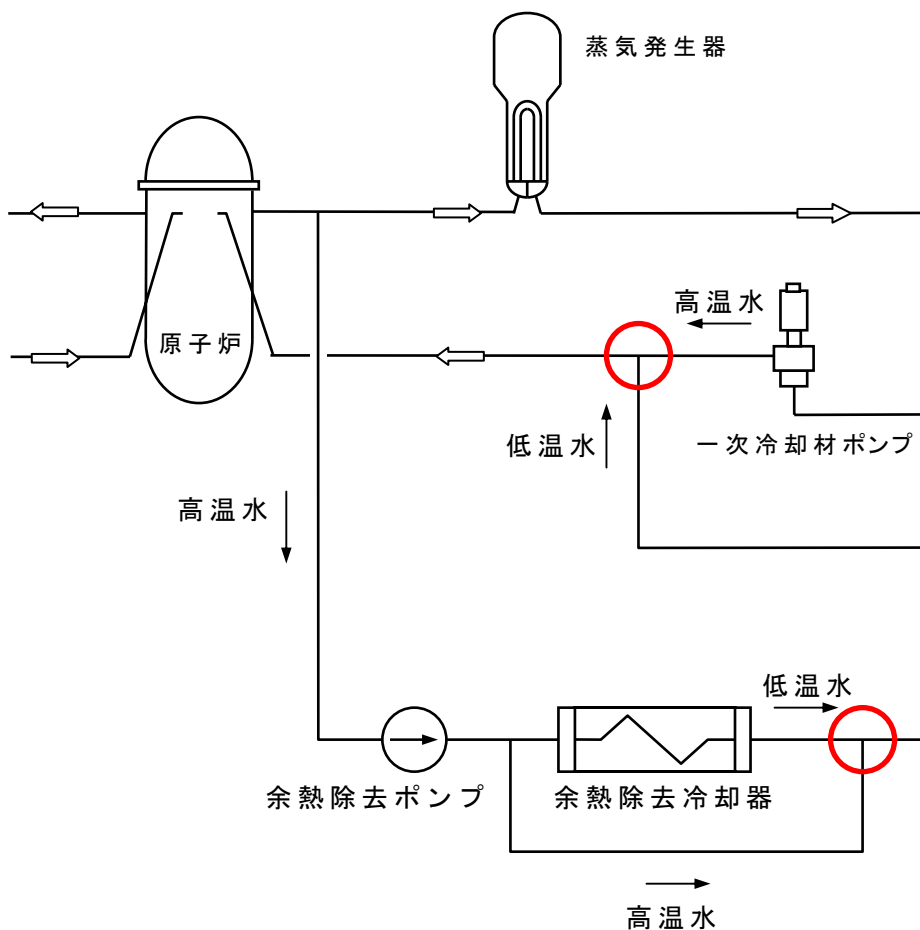
## 高サイクル熱疲労割れに係る点検

### 概要

本年1月より、高温水と低温水の混合による温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れに関する新しい技術基準が施行されたことを踏まえ、高サイクル熱疲労割れが発生する可能性のある箇所について評価※を行った結果、点検をする必要がある箇所はありませんでした。

※：平成15年9月の国内での損傷事例を踏まえた、原子力安全・保安院からの指示に基づき、前回定期検査で高サイクル熱疲労割れが発生する可能性があるとして評価された5箇所について超音波検査を実施し、異常のないことを確認した。その後、日本機械学会において「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針」が整備され、本年1月に技術基準として適用されたことを受けて、改めて評価を実施した。

### 概略系統図



○：(例) 高温水と低温水の合流部

高温水と低温水の合流部で高サイクル熱疲労割れが発生する可能性がある箇所。

二次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、合計1,370箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した結果、計算必要厚さを下回っている箇所が2箇所、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が2箇所確認された。

	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	3,516 (3,516)	478 (478)	1,166 (1,047)	3×3
その他部位	5,094※1 (5,073)	1,243 (1,222)	204 (73)	1,098
合計	8,610※1 (8,589)	1,721 (1,700)	1,370※2 (1,120)	1,101

※1 復水器につながるドレン集合配管に微小な貫通穴が確認された事象を踏まえ23箇所追加、スケルトン図と現場とを照合した結果2箇所減少した。

※2 当初計画の1,120箇所に加え250箇所を追加し、1,370箇所の点検を実施した。

- ・敦賀1号機他での点検結果を踏まえ48箇所追加
- ・復水器につながるドレン集合配管で微小な貫通穴が確認された事象を踏まえ147箇所追加
- ・B-タービン動主給水ポンプ用ブースタポンプ出口配管から漏れが認められた事象を踏まえ55箇所追加

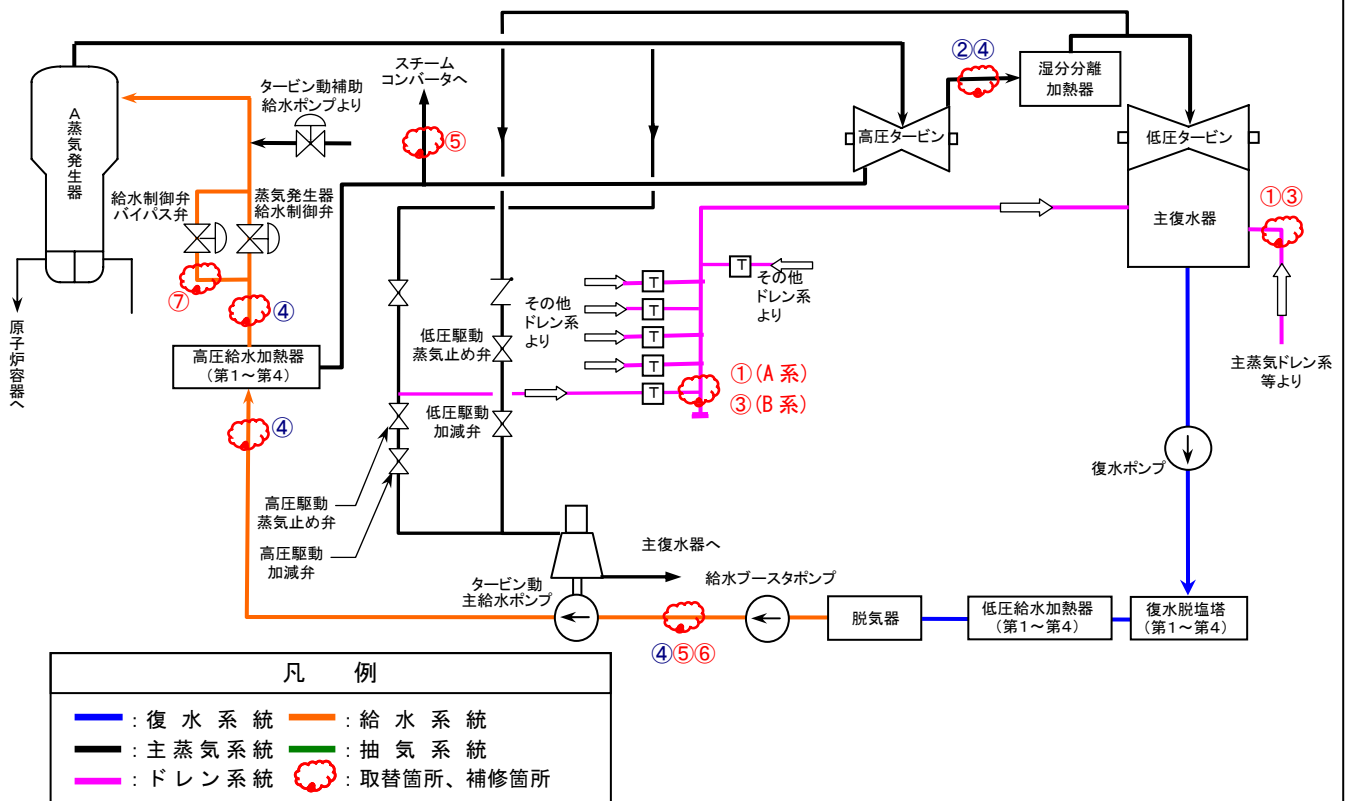
※3 コンクリート内、又は狭隙部であり、測定が不可能な部位(3箇所)

対策概要

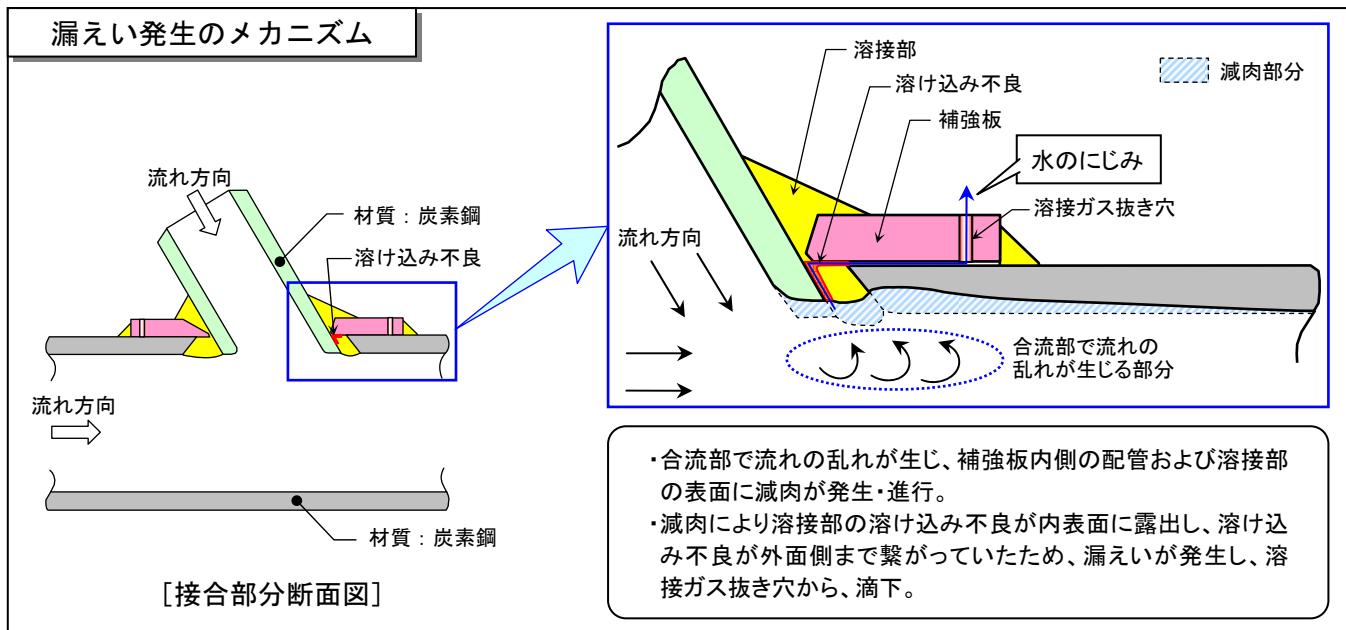
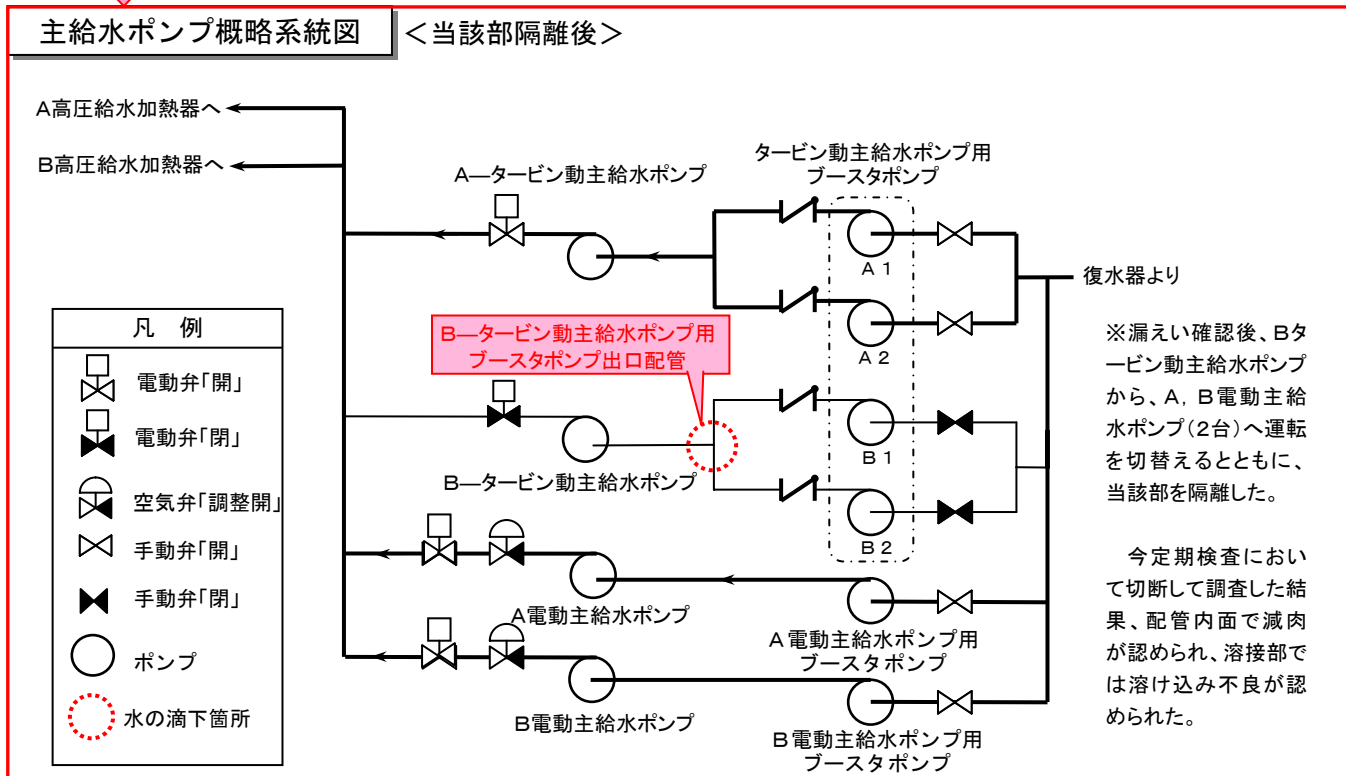
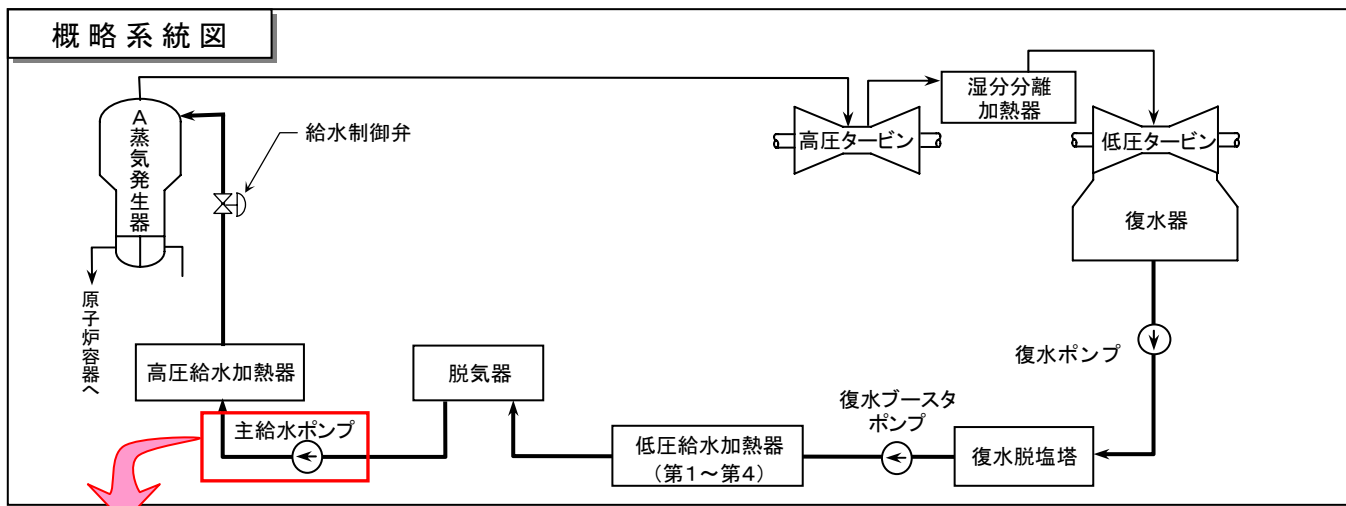
今定期検査では、13箇所の配管を取り替え、18箇所について肉盛補修溶接を行った。

- |  |   |
|--|---|
| ① 計算必要厚さを下回っていた箇所(2箇所)<br>配管取替(炭素鋼⇒ステンレス鋼) | ⑤ 過去の点検で減肉が確認(3箇所)<当初計画><br>配管取替(炭素鋼⇒低合金鋼・ステンレス鋼) |
| ② 次回定期検査までに計算必要厚さを下回る箇所(2箇所)<br>肉盛補修溶接     | ⑥ 作業性を考慮(2箇所)<当初計画><br>配管取替(炭素鋼⇒ステンレス鋼)           |
| ○ 減肉傾向が認められた箇所(予防保全)                       | ⑦ 配管の保守性を考慮(2箇所)<当初計画><br>配管取替(炭素鋼材⇒低合金鋼)         |
| ③ 配管取替(炭素鋼⇒ステンレス鋼:4箇所)                     |   |
| ④ 肉盛補修溶接(16箇所)                             |   |

[系統概略図]



「B-タービン動主給水ポンプ用ブースタポンプ出口配管からのわずかな漏えい」について



## 中央制御室への蒸気浸入に係る点検

**概要**

国内プラントにおいて発生した、中央制御室につながるケーブルトレイ及び電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であった箇所から中央制御室への蒸気浸入事象に鑑み、中央制御室貫通部等386箇所のシール施工状況を点検した結果、不適切な2箇所を含む31箇所について補修を実施しました。

