

## 美浜発電所1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1号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力34.0万kW）は、平成20年3月25日から約4カ月の予定で第23回定期検査を実施しているが、6月21日に原子炉を起動し、同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23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) A-1次冷却材ポンプ供用期間中検査および熱遮へい装置取替工事 (図-1参照)

1次冷却材ポンプ供用期間中検査として、A号機の主フランジ締め付け部について、外観目視点検や超音波探傷検査を行い、健全性を確認した。また、海外プラントでの1次冷却材ポンプ熱遮へい装置の熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる疲労）を踏まえ、予防保全としてA号機の熱遮へい装置を新品に取り替えた。

(注) 今定期検査ではB号機の供用期間中検査と熱遮へい装置の取替えを行う予定であったが、次回定期検査に延期する。理由は、新たに製作した熱遮へい装置の一つで装置内部に異物が確認されたことから、この装置を製作し直すこととしたためである。

##### (2) 耐震裕度向上工事 (図-2参照)

既設設備の耐震性を一層向上させるため、格納容器冷却水クーラや格納容器冷却水タンク、電気計装盤類の支持構造物を強化した。また、格納容器循環系ダクトの支持構造物の強化について、追加で実施した。

(3) 湿分分離加熱器の取替工事

(図－3 参照)

前回の第22回定期検査（平成18年）において、湿分分離加熱器A号機の加熱管に損傷が確認された事象を踏まえ、加熱管全数をステンレス製の新品に取り替えた。

加熱管の直管部外表面はフィン加工されているが、最終管支持板とフィンが干渉したことが損傷の原因と推定されたことから、最終管支持板近傍の直管部についてはフィン加工しないこととした。

2 設備の保全対策

(1) 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

(図－4 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、AおよびB余熱除去冷却器バイパスライン合流部の2箇所について、温度ゆらぎを抑制できる合流部形状に変更するとともに、応力集中が小さい溶接形状に変更した。

(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 853箇所<sup>\*</sup>について超音波検査（肉厚測定）等を実施した結果、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。（超音波検査 839箇所<sup>\*</sup>、内面目視点検 14箇所）

※ 定期検査開始時の計画では、970箇所の超音波検査（肉厚検査）を実施する予定であったが、下記の点について見直しを行い、合計131箇所が減少した。

・他プラントの減肉事象を踏まえた追加	59箇所増
・近接した測定箇所を追加	8箇所増
・配管取替えによる変更	198箇所減
合計	131箇所減

②今定期検査開始時には57箇所の配管取替えを計画していたが、取替え計画を見直して266箇所を追加し、合計323箇所の配管を取り替えた。

(3) 格納容器送気弁および排気弁取替工事

格納容器換気系統に設置された海外製の送気弁2台および排気弁2台を、保守性向上の観点から部品調達が容易な国産弁に取り替えた。

### 3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査

蒸気発生器の2台のうち、A—蒸気発生器伝熱管全数（2,918本）について渦流探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

### 4 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数121体のうち、37体（うち20体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（20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21年夏頃

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

# 図-1 A-1次冷却材ポンプ供用期間中検査および熱遮へい装置取替工事

## 工事概要

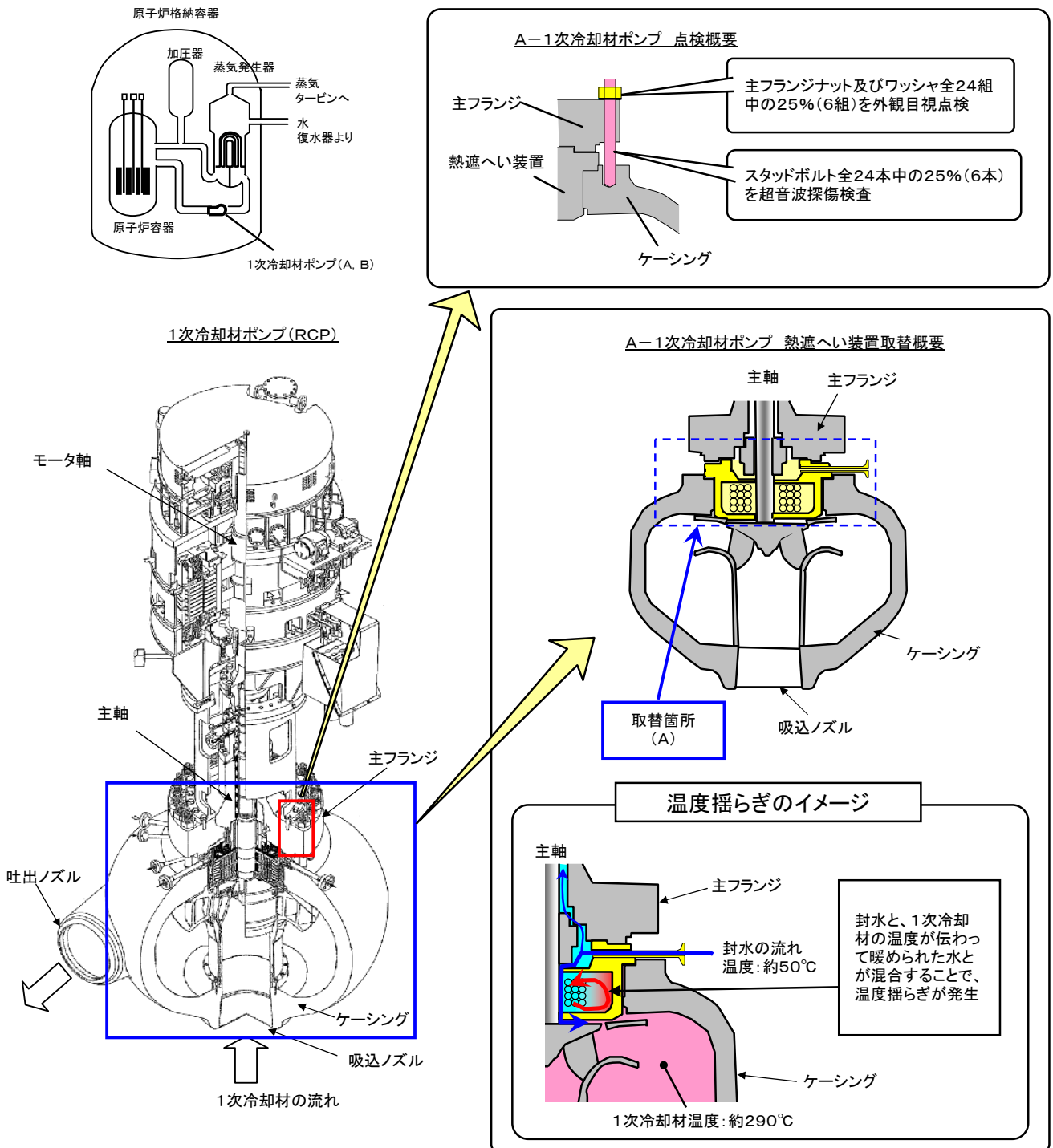
1次冷却材ポンプ供用期間中検査として、A号機の主フランジ締め付け部について、外観目視点検や超音波探傷検査を行い、健全性を確認した。

また、海外プラントでの1次冷却材ポンプ熱遮へい装置<sup>\*</sup>の熱疲労割れ事象(温度ゆらぎによる疲労)を踏まえ、予防保全としてA号機の熱遮へい装置を新品に取り替えた。

※:熱遮へい装置

1次冷却材ポンプの軸受部および軸シール部の潤滑・冷却を行う封水が注入されなくなった場合、高温の1次冷却材が軸受、軸シール部に進入し損傷する可能性があるため、その1次冷却材を冷やす装置である。

(注)今定期検査ではB号機の供用期間中検査と熱遮へい装置の取替えを行う予定であったが、次回定期検査に延長する。理由は、新たに製作した熱遮へい装置の一つで装置内部に異物が確認されたことから、この装置を製作し直すこととしたためである。



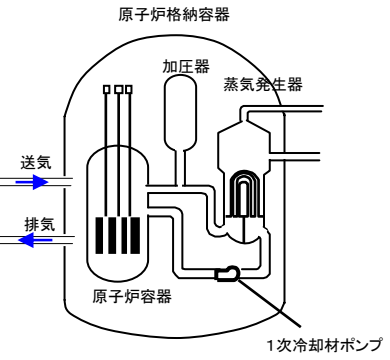
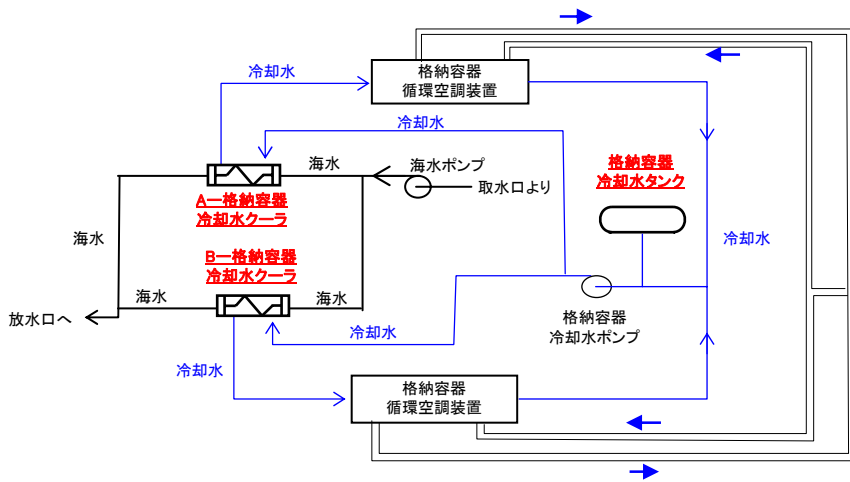
# 図-2 耐震裕度向上工事

## 工事概要

既設設備の耐震性を一層向上させるため、格納容器冷却水クーラや格納容器冷却水タンク、電気計装盤類の支持構造物を強化した。また、格納容器循環系統ダクトの支持構造物の強化について、追加で実施した。

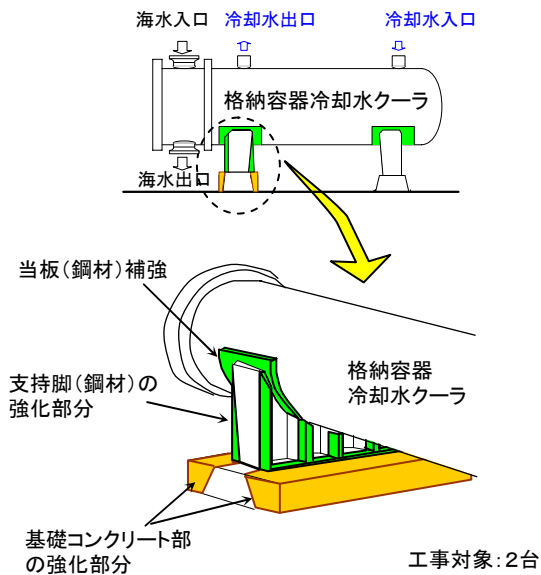
### 格納容器冷却水クーラ・格納容器冷却水タンク支持部の工事概要

系統概略図

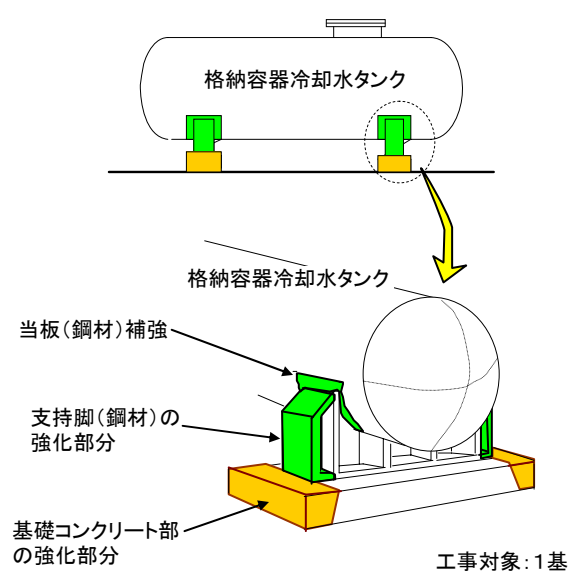


【格納容器循環空調装置】  
運転中に、原子炉格納容器内の温度を調整する装置である。

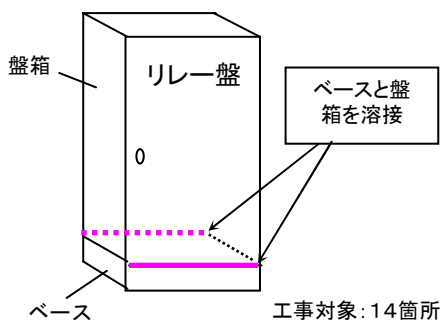
### 格納容器冷却水クーラ支持部の強化例



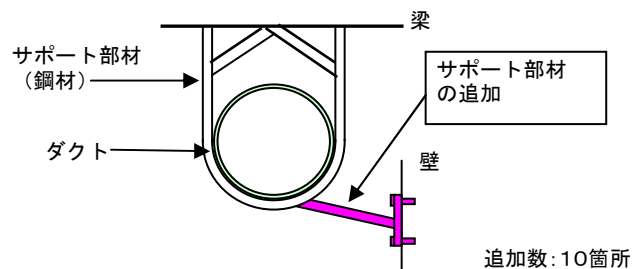
### 格納容器冷却水タンクの支持部の強化例



### 原子炉保護リレー盤の支持部の強化例



### ダクト支持構造物の強化例



# 図-3 湿分分離加熱器取替工事

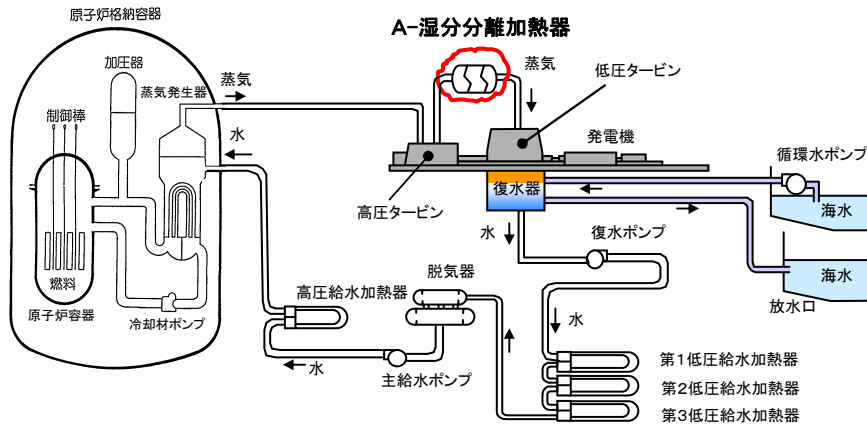
## 工事概要

湿分分離加熱器A号機で第22回定期検査(平成18年)に加熱管の損傷が確認された事象を踏まえ、加熱管全数をステンレス製の新品に取り替えた。

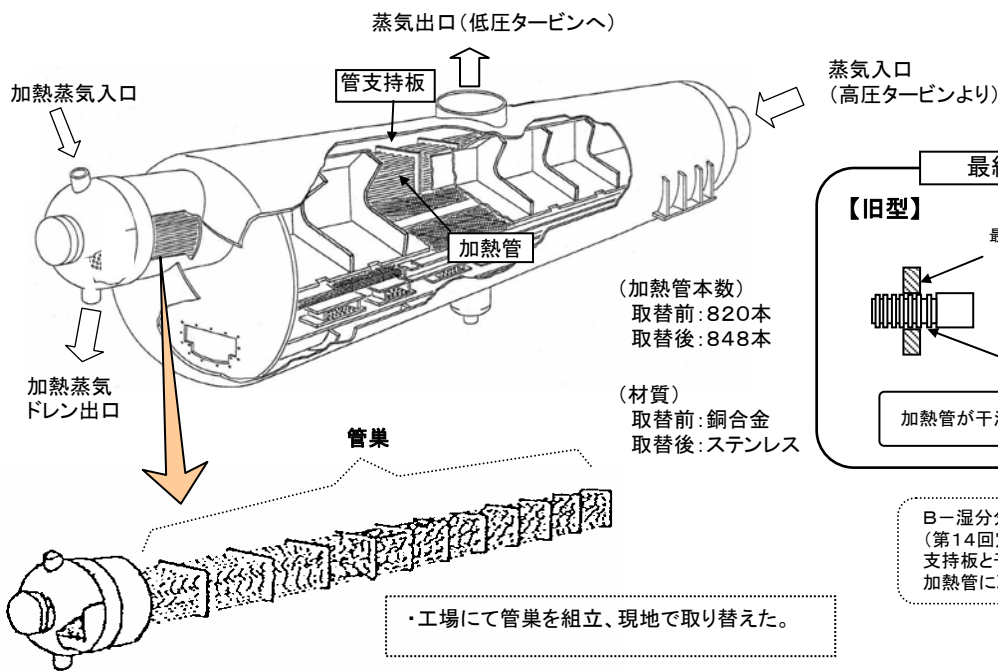
加熱管の直管部外表面はフィン加工されているが、最終管支持板とフィンが干渉したことが損傷の原因と推定されたことから、最終管支持板近傍の直管部についてはフィン加工しないこととした。

## 取替概要図

### 系統概要図



### A-湿分分離加熱器概要図



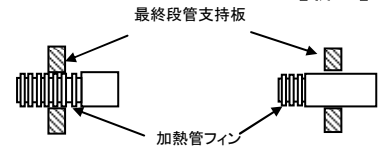
### A-湿分分離加熱器仕様

長さ: 約14m  
胴径: 約3.3m  
板厚: 約25mm  
水室材質: 炭素鋼

### 最終管支持板

【旧型】

【新型】

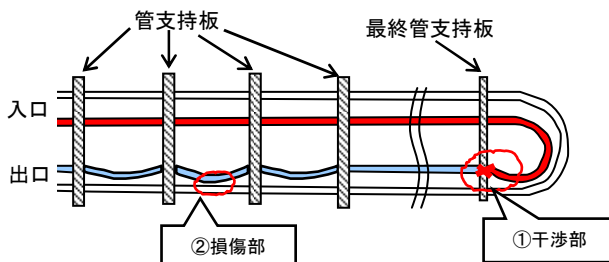


加熱管が干渉しない構造に変更

### B-湿分分離加熱器

(第14回定検(H6~8年度)に、最終管支持板と干渉しない形状の銅合金製の加熱管に取替済み)

## 第22回定期検査で確認された湿分分離加熱器A号機加熱管の損傷事象



### 損傷の推定メカニズム

①加熱管の入口部と出口部の温度差により熱伸び量に差が生じ、加熱管の外表面フィンと最終管支持板が干渉した。

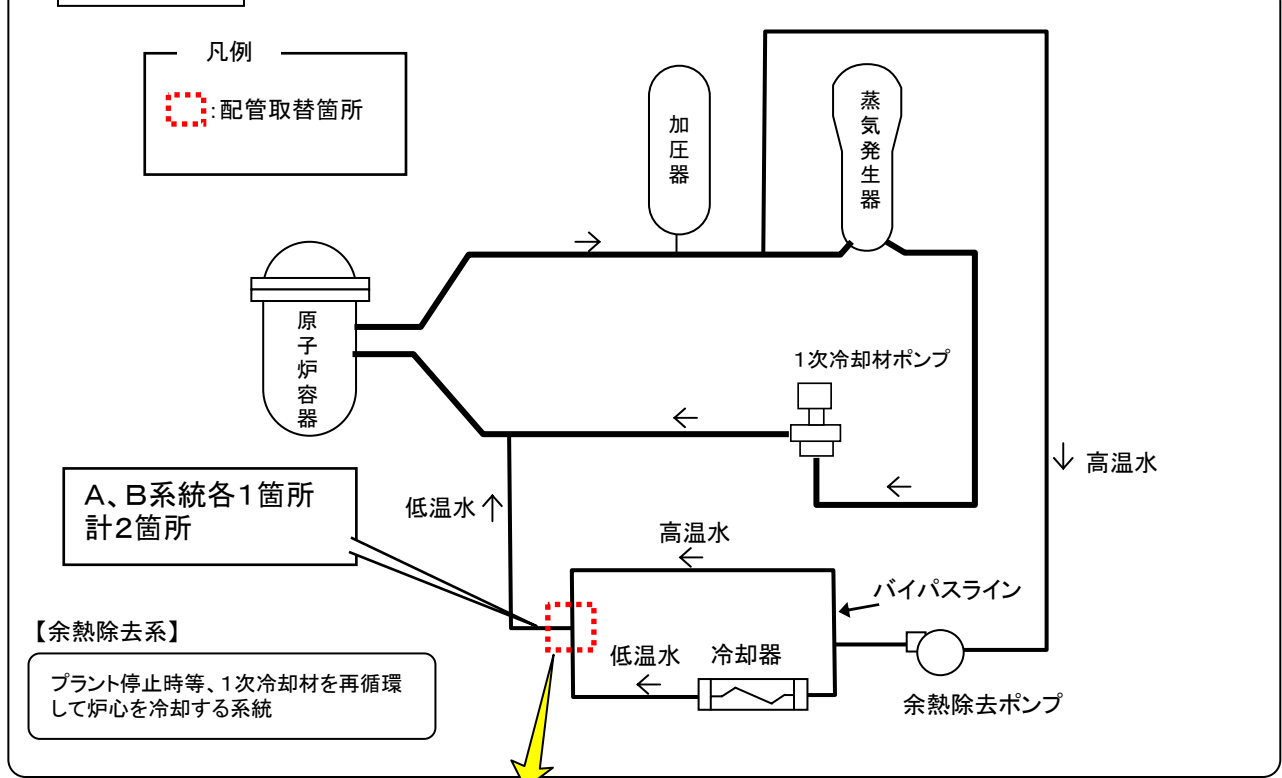
②その後の熱伸びにより加熱管に曲がりが生じ、隣接管と接触した。その際、両管の外表面のフィン同士が偶発的にかみ合うとともに、管支持板とひっかかった

## 図-4 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

### 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、AおよびB余熱除去冷却器バイパスライン合流部の2箇所について、温度ゆらぎを抑制できる合流部形状に変更するとともに応力集中が小さい溶接形状に変更した。

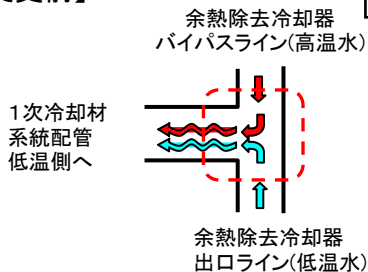
### 系統概要



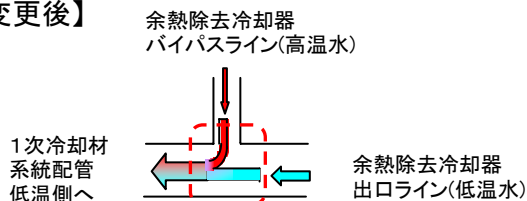
### 取替概要図

#### 配管取替箇所

##### 【変更前】

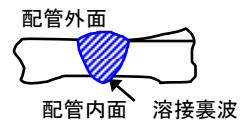


##### 【変更後】



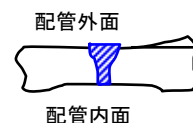
#### 配管溶接形状を変更

##### 【変更前】



配管内面に溶接裏波が突起部として存在することで、当該部に応力が集中する。

##### 【変更後】



- ・溶接裏波を取り除き、応力集中を小さくする。
- ・開先形状(狭開先)を変更することにより、溶接残留応力を低減する。

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853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):839箇所、目視検査:14箇所>

○2次系配管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		※ 今回点検実施部位	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	1,269<0>	59<0>	476<-125>	0<0>
その他部位	958<0>	21<0>	363<-6>	0<0>
合計	2,227<0>	80<0>	839<-131>	0<0>

※:(今回点検実施部位)定検開始時点からの変更内容

<>は定検開始時からの増減

	今回点検実施部位	理由
主要点検部位	-125	・他プラントの減肉事象を踏まえた増 :+ 59箇所 ・近接した測定箇所が増 :+ 6箇所 ・追加配管取替えによる減 :-190箇所
その他部位	-6	・近接した測定箇所が増 :+ 2箇所 ・追加配管取替えによる減 :- 8箇所
合計	-131	

○2次系配管の管理指針に基づく目視点検

高圧排気管の直管部14箇所について配管内面から目視点検を実施した。

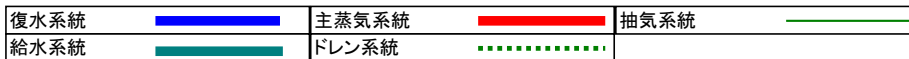
(結果)

○必要最小厚さを下回る箇所、および余寿命評価で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。

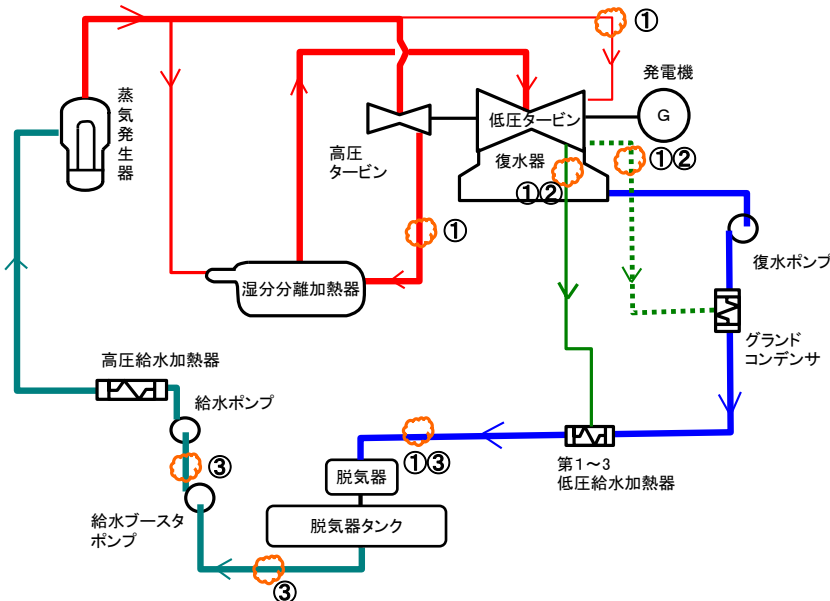
取替概要

○今定期検査開始時には57箇所の配管取替を計画していたが、取替計画を見直して266箇所を追加して、合計323箇所の配管を取り替えた。

系統別概略図



☁️ : 主な配管取替箇所



【取替理由】

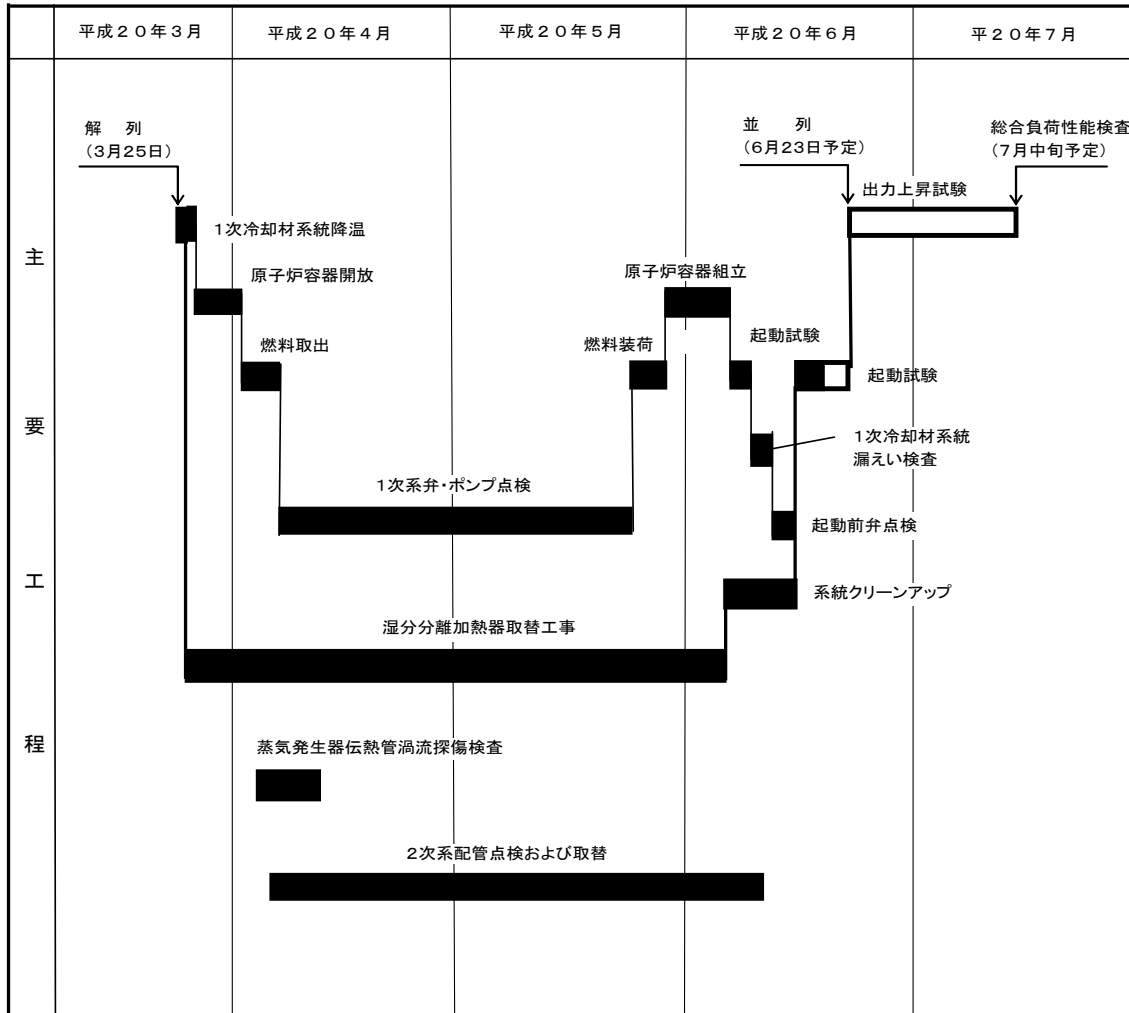
- ① 余寿命10年未満で減肉が確認されたため取り替えた (19箇所)  
 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 15箇所  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 4箇所
- ② 配管・機器の取替えの作業性を考慮して取り替えた (34箇所)  
 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 19箇所( 1箇所追加)  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 1箇所  
 炭素鋼 ⇒ 炭素鋼 14箇所(14箇所追加)
- ③ 配管の保守性を考慮して取り替えた (270箇所)  
 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 270箇所  
 (251箇所追加)

合計323箇所 (266箇所追加)



## 美浜発電所1号機 第23回定期検査の作業工程

(平成20年6月19日現在)



※：黒塗りは実績を示す。

### [参考1] 高経年化対策として実施する主な作業

- 原子炉容器の底部管台600系ニッケル基合金使用部位特別検査  
原子炉容器の底部管台の600系ニッケル基合金表面に損傷によるほう酸の付着がないことを目視により確認しました。
- 燃料油貯蔵タンク検査  
非常用ディーゼル発電機に付属している燃料油貯蔵タンクの胴板等について腐食の有無を確認するため、2つ(A、B)あるうちのA燃料油貯蔵タンク内面の目視検査とタンク内面からの鏡板・胴板部の肉厚測定を実施し、問題がないことを確認しました。

### [参考2] 600系ニッケル基合金の応力腐食割れに対する予防保全の実施状況

- 原子炉容器出入口管台：ウォータージェットピーニング工事を実施済(第22回定期検査)
- 蒸気発生器出入口管台：690系ニッケル基合金を使用(第14回定期検査;蒸気発生器取替え時)