

## 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3号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力87.0万kW）は、定期検査に伴う出力降下中の平成18年8月18日に「B-SG水位異常低」警報の発信により原子炉が自動停止し、翌19日から計画どおり第17回定期検査を実施しているが、平成18年11月14日に原子炉を起動し、翌15日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、11月中旬（11月17日頃）に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、12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) 原子炉容器供用期間中検査 (図-1参照)  
原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認した。
- (2) 2次系熱交換器他取替工事 (図-2参照)  
2次系水質向上対策として、蒸気発生器への不純物持ち込み低減を図るため、給水加熱器等の伝熱管を銅合金製からステンレス製に取り替えた。

#### 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プラントの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と原子炉容器および蒸気発生器の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、健全性を確認した。

(2) 2次系配管の点検等 (図-4参照)

①美浜発電所3号機事故を踏まえ、2次系配管1,615箇所<sup>\*1</sup>について超音波検査(肉厚測定)等を行った結果、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。

(超音波検査1,607箇所<sup>\*1</sup>、内面目視点検のみ8箇所;今回で未点検箇所の点検を終了)

※1 今定期検査開始時には1,278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、下記の点について見直しを行い、合計1,607箇所について超音波検査を実施した。

- ・スケルトン図と現場との照合結果による変更 …………… 43箇所追加
- ・他プラントの減肉事象を踏まえた変更 …………… 276箇所追加
- ・配管内面からの目視点検により減肉が認められた高圧排気管の直管部 …… 10箇所追加

②今定期検査開始時には480箇所の配管取替えを計画していたが、作業性の観点から2箇所を追加し、合計482箇所<sup>\*2</sup>について配管を取り替えた。

※2 過去の点検結果から減肉傾向が見られる部位 …………… 17箇所  
保守性・作業性を考慮した部位 …………… 465箇所(2箇所追加)

3 出力降下中に発生した安全協定に基づく異常事象 (図-5参照)

(「B-SG水位異常低」警報発信による原子炉自動停止)

今定期検査のため出力降下中の平成18年8月18日、電気出力約11%にてBシステムの給水制御の主給水流量制御弁から主給水バイパス流量制御弁に自動で切替操作を行っていたところ、主給水バイパス流量制御弁が開かなかったため、蒸気発生器の水位が低下し、「B-SG水位異常低」警報が発信して、原子炉が自動停止した。

原因は、当該弁の開閉信号(空気圧)を出力する弁(パイロット弁)の弁棒に付着した硫酸アンモニウムが弁棒の動作を阻害し、開信号が出力されなかったためと推定された。硫酸アンモニウムは近くのETA処理装置で発生し、夏期に当該弁が設置されている主給水配管室の外気取入口を開放した際に室内に流入したものと考えられた。

対策として、今定期検査において、パイロット弁を新品に取り替えるとともに、硫酸アンモニウムの流入を防ぐため、主給水配管室の外気取入口を閉運用とすることとした。

[平成18年8月19日、21日、9月19日 記者発表済み]

4 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(ECT)を実施した結果、異常は認められなかった。

5 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 157体のうち、69体（うち60体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（10体）を実施した結果、異常は認められなかった。

6 次回定期検査の予定

平成19年 冬頃

問い合わせ先(担当：藤内)  
内線2354・直通0776(20)0314

# 図-1 原子炉容器供用期間中検査

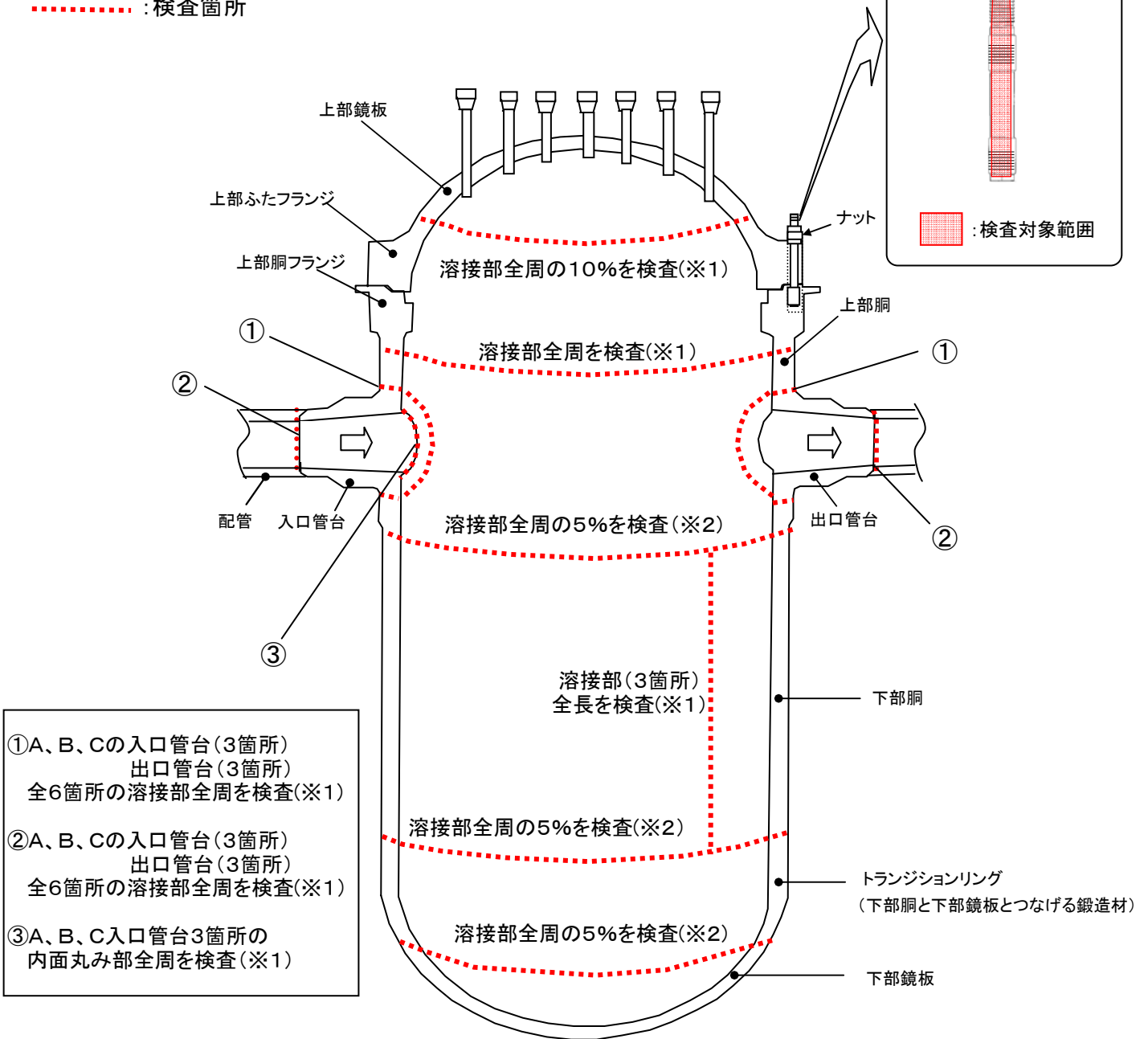
## 検査概要

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、異常がないことを確認した。

## 超音波探傷検査の箇所

..... : 検査箇所

### 原子炉容器



- ①A、B、Cの入口管台(3箇所)  
出口管台(3箇所)  
全6箇所の溶接部全周を検査(※1)
- ②A、B、Cの入口管台(3箇所)  
出口管台(3箇所)  
全6箇所の溶接部全周を検査(※1)
- ③A、B、C入口管台3箇所の  
内面丸み部全周を検査(※1)

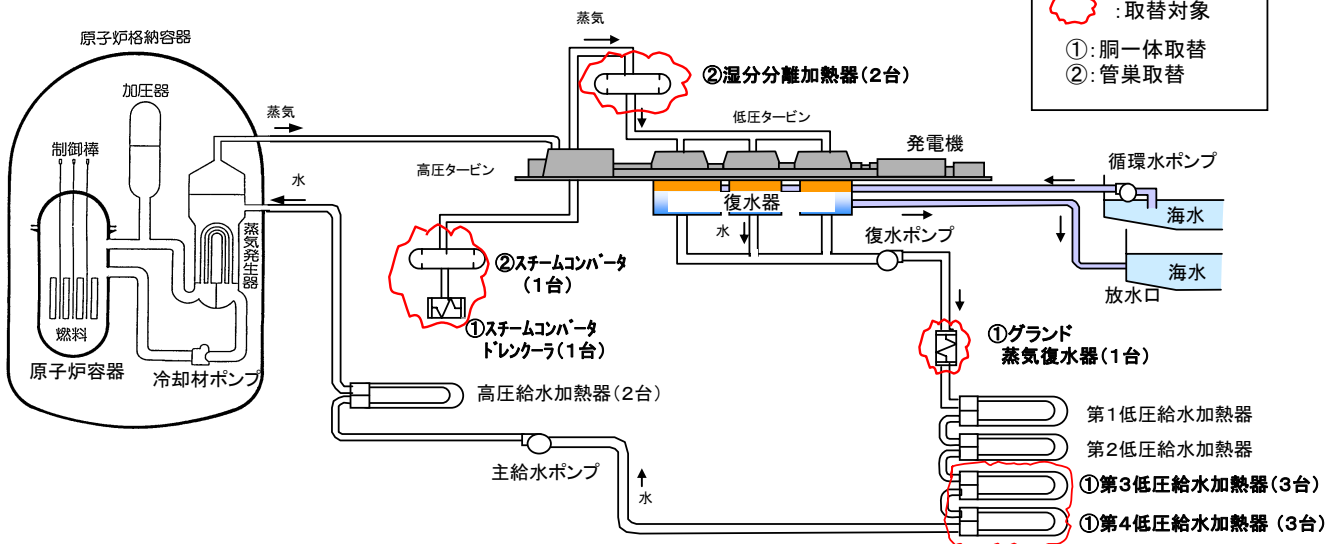
(※1) 10年間で100%を検査  
(※2) 10年間で 5%を抜取検査

## 図-2 2次系熱交換器他取替工事

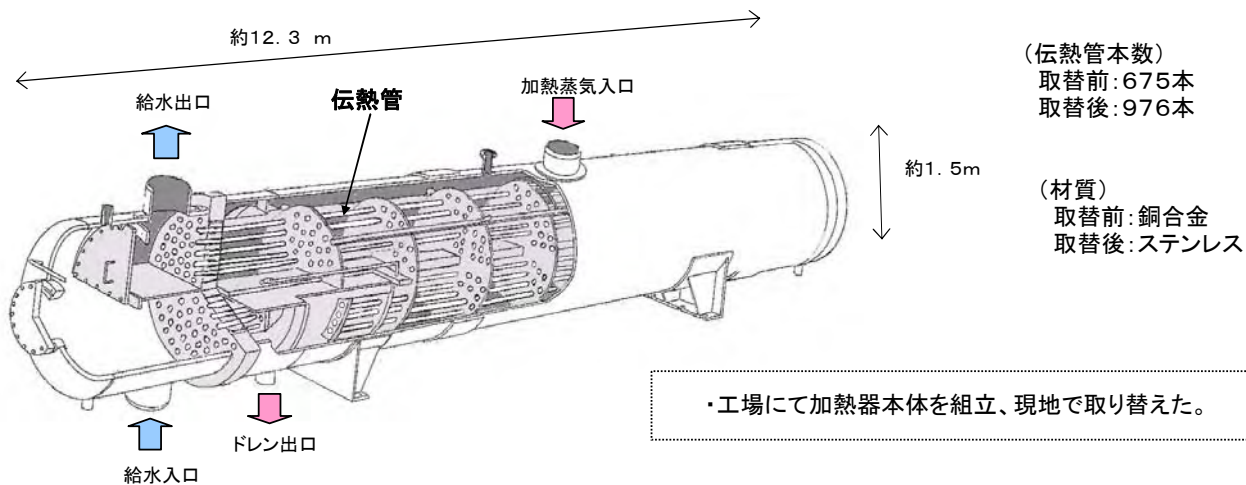
### 工事概要

2次系水質向上対策として、蒸気発生器への不純物持ち込み低減を図るため、給水加熱器等の伝熱管を銅合金製からステンレス製に取り替えた。

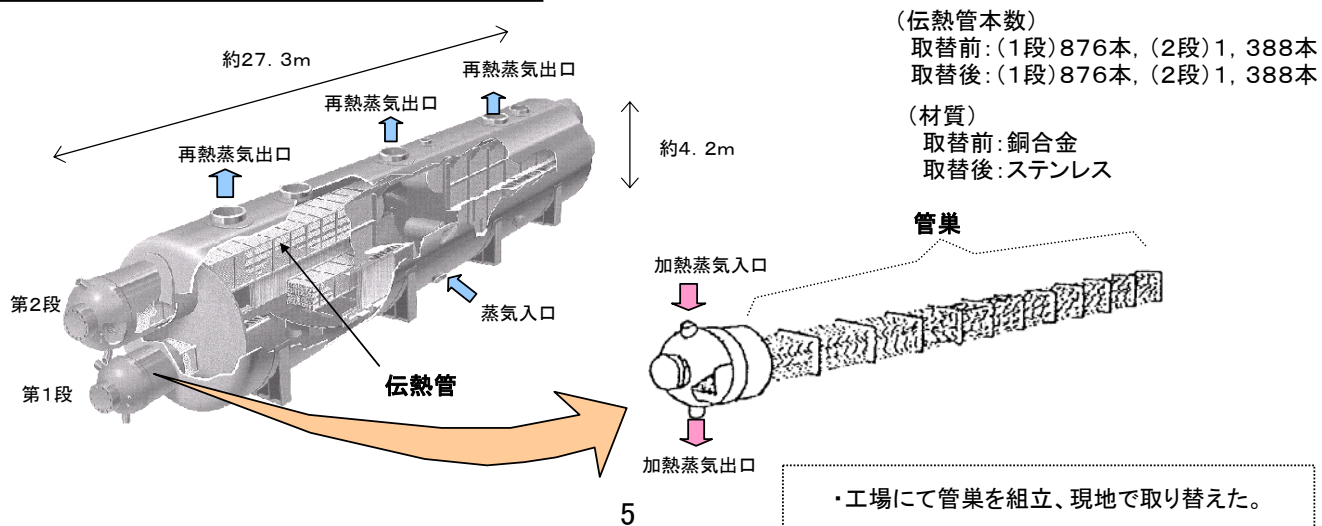
### 概略系統図



### 第3低圧給水加熱器の例 (①胴一体取替)



### 湿分離加熱器の例 (②管巢取替)

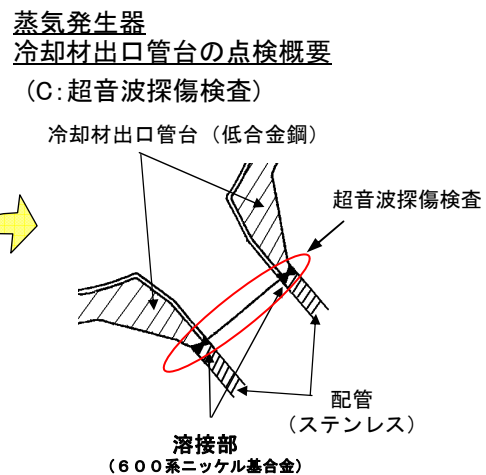
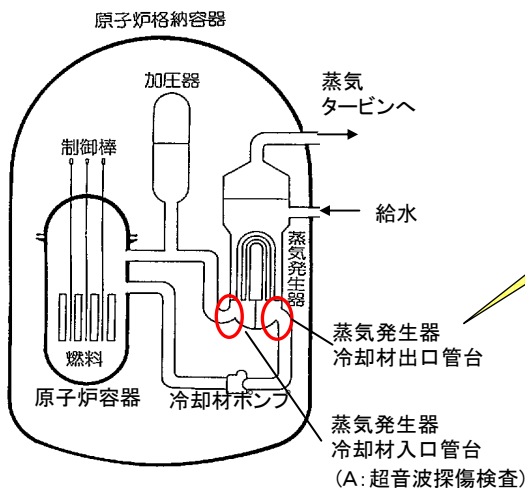
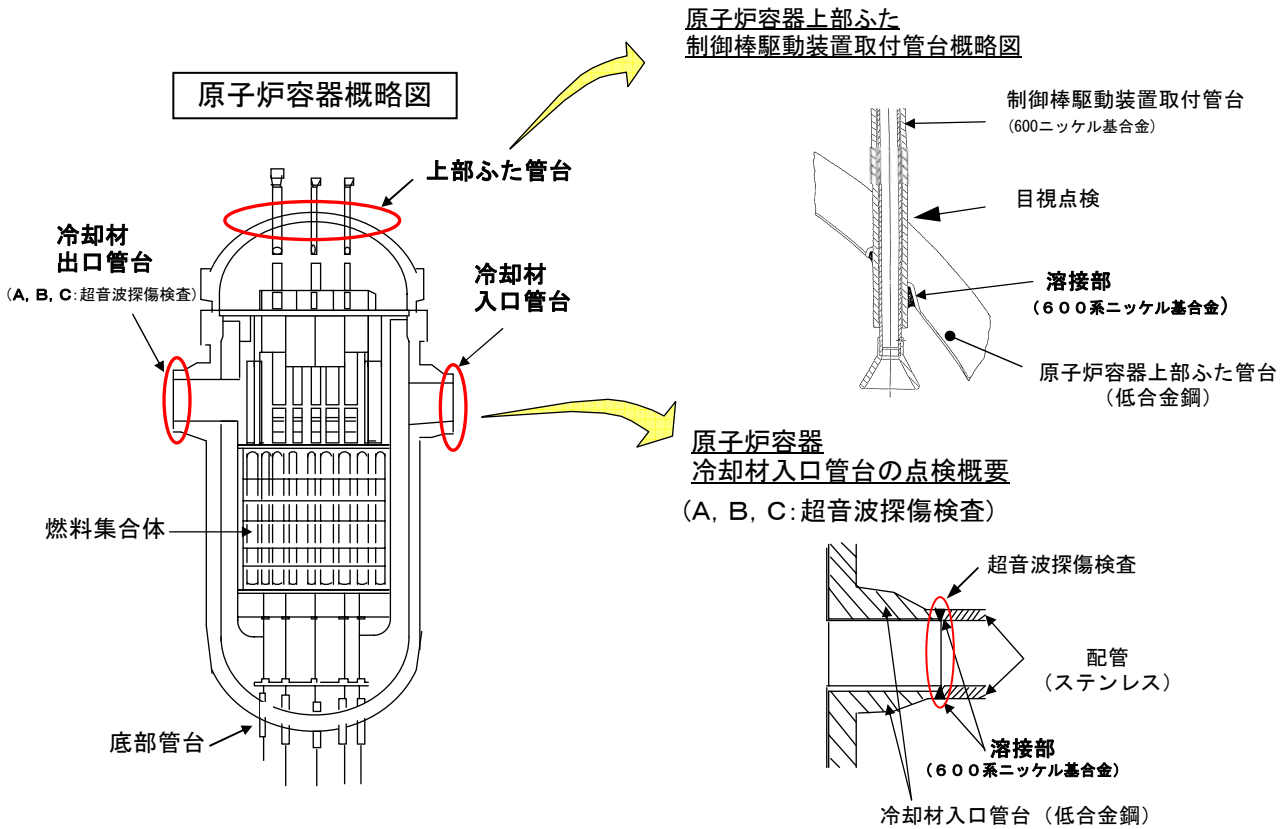


# 図-3 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検

## 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例に鑑み、以下の点検を行った。

- ①原子炉容器上部ふた管台の点検  
原子炉容器上部ふた管台全数(66本)について、上部ふた表面の外観目視点検を実施し、異常がないことを確認した。
- ②1次冷却材系統管台溶接部等の点検  
溶接箇所ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台、蒸気発生器冷却材出入口管台について、超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。



## 管台点検箇所

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

◎: 今回定期検査で実施  
○: 次回定期検査以降で実施予定  
●: 点検実施済み  
=: 超音波探傷検査実施による免除  
—: 対象外

# 図-4 2次系配管の点検等

## 点検概要

### (点 検)

今定期検査において、合計1,615箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施した。

[超音波測定(肉厚測定)1,597箇所、内面目視点検8箇所、内面目視点検および超音波測定(肉厚測定)10箇所]

○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

	※1 「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]		※2 今回点検実施部位 [<>内は、定検開始時点]	※3 今回点検実施後の 点検未実施部位 [<>内は、定検開始時点]
	総数	未点検部位		
主要点検部位	1,473 <1,473>	0 <0>	867 <655>	0 <0>
その他部位	1,978 <1,935>	288 <245>	730 <623>	0 <0>
合計	3,451 <3,408>	288 <245>	1,597 <1,278>	0 <0>

※1:(点検対象部位総数)定検開始時点からの変更内容

	総数	未点検部位	理 由
その他部位	+43	+43	・スケルトン図と現場との照合結果による増減: +46箇所、 -3箇所

※2:(今回点検実施部位)定検開始時点からの変更内容

	今回点検実施部位	理 由
主要点検部位	+212	・他プラントの減肉事象を踏まえた増: +212箇所
その他部位	+107	・他プラントの減肉事象を踏まえた増: +64箇所 ・スケルトン図と現場との照合結果による増減: +46箇所、 -3箇所
合計	+319	

※3: その他部位の未点検部位288箇所のうち、252箇所を点検、36箇所を取り替えた。  
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次系配管肉厚の管理指針に基づく内面目視点検ならびに超音波検査(肉厚測定)部位

高圧排気管の直管部18箇所について、配管内面から目視点検を実施した結果、10箇所の配管内面に減肉傾向が認められたため、配管外面から超音波検査(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、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して評価された部位はなかった。

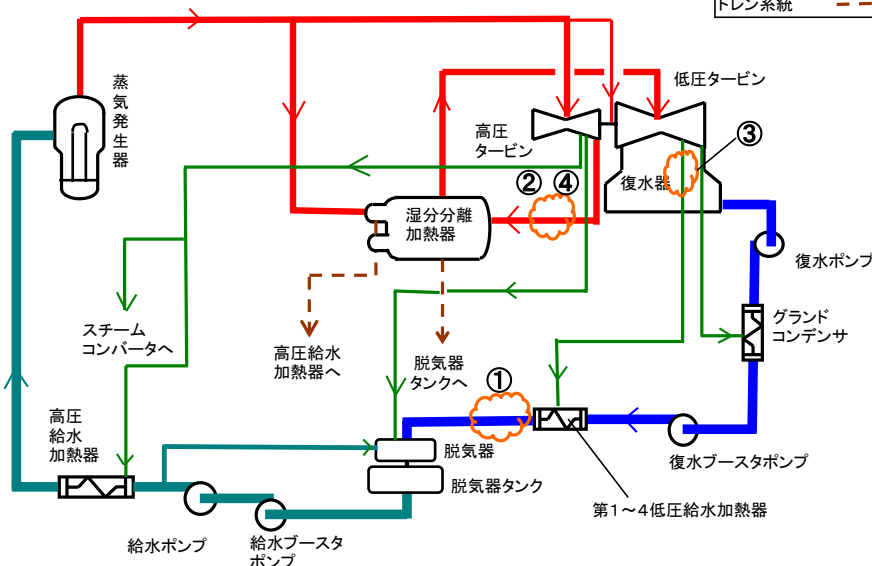
## 取替概要

○定期検査開始時には、480箇所の配管取替を計画をしていたが、配管取替による作業性の観点から2箇所を追加し、合計482箇所について配管を取り替えた。

### 系統別概略図

 : 主な配管取替箇所

復水系統	
給水系統	
主蒸気系統	
抽気系統	
ドレン系統	

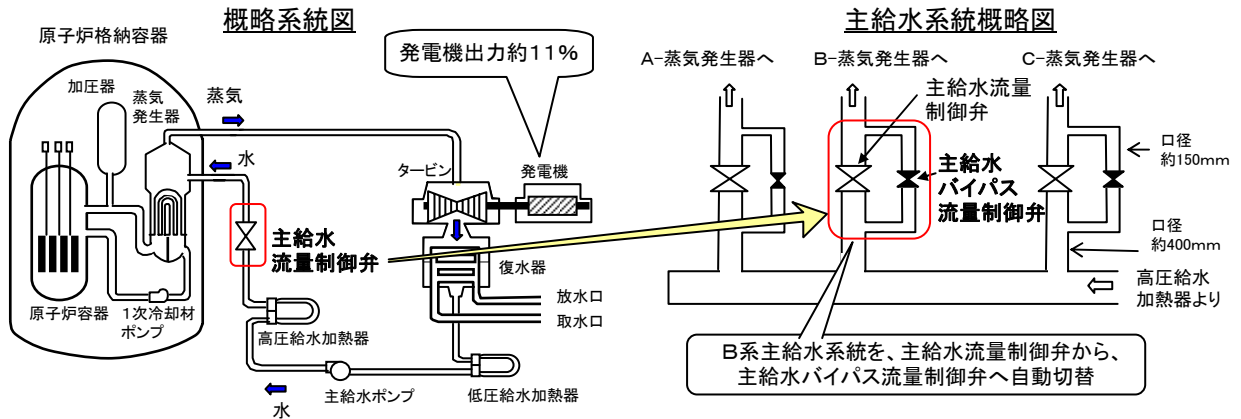


### 【取替理由】

- ① 余寿命5年未満で減肉が確認されたため取替(12箇所)  
・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 10箇所  
・炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所
- ② 余寿命5年以上であるが減肉傾向が確認されたため取替(5箇所)  
・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 5箇所
- ③ 配管の保守性を考慮して取替(449箇所)  
・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 447箇所  
・炭素鋼 ⇒ 炭素鋼 2箇所  
(当初449箇所全てステンレス鋼に取り替える予定であったが、その内2箇所については、近傍にあるポンプの点検時における作業性の観点から炭素鋼に取り替えた)
- ④ 配管取替による作業性を考慮して取替(16箇所)  
・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 16箇所  
(当初計画14箇所に2箇所を追加した)

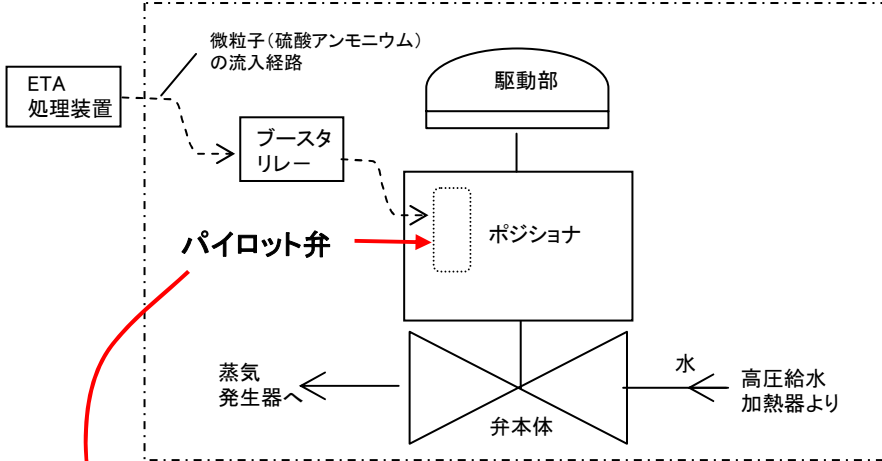
図-5(1) B-SG水位異常低警報発信による原子炉自動停止(原因と対策)

発生時の状況



点検・調査結果

主給水配管室



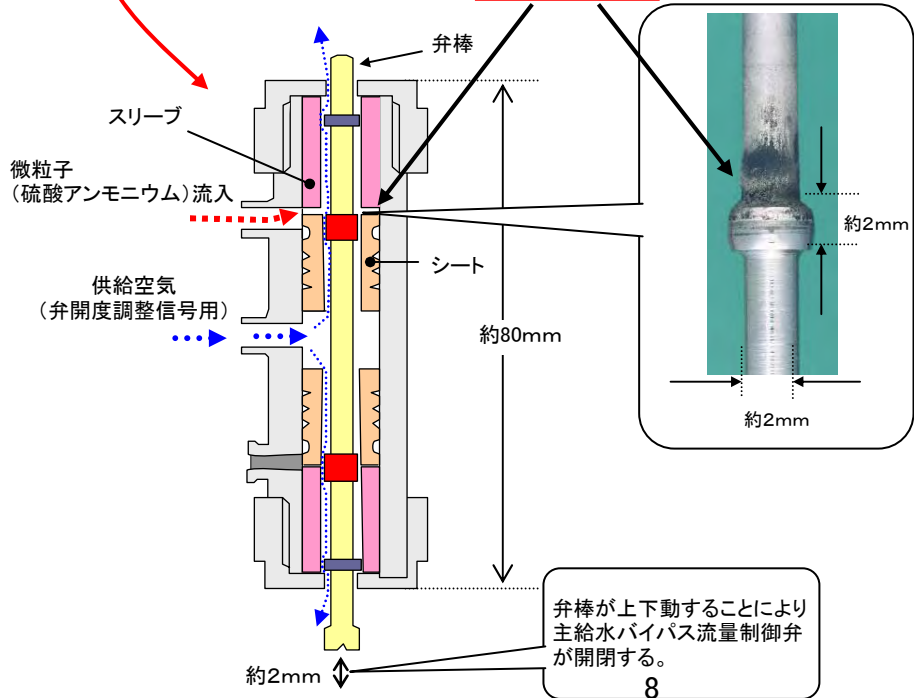
① ETA処理装置より排出された微粒子(硫酸アンモニウム)が主給水配管室に流入

② 通常運転中の主給水バイパス流量制御弁閉止状態においてパイロット弁部に外気を吸入

③ 外気とともに吸入した微粒子(硫酸アンモニウム)が、弁棒に付着堆積

④ 主給水バイパス流量制御弁への自動切替えにともない、パイロット弁の弁棒が上るところ、付着物(硫酸アンモニウム)が弁棒の動きを阻害し、主給水バイパス流量制御弁が開かなかった。

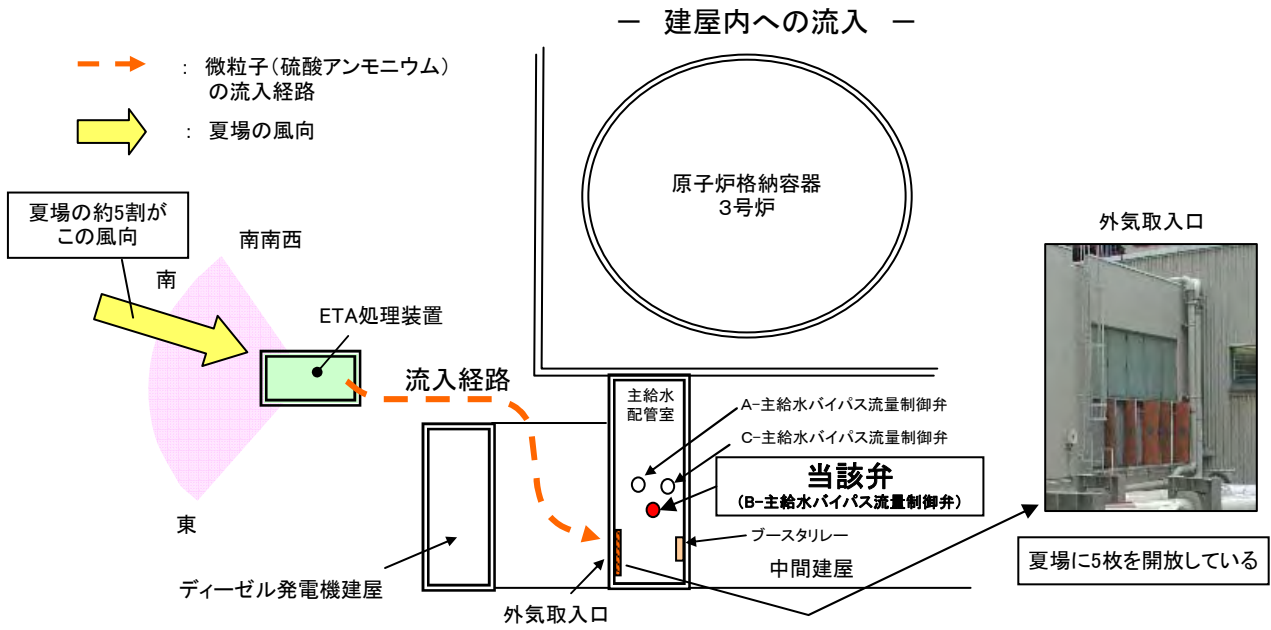
黒色の付着物



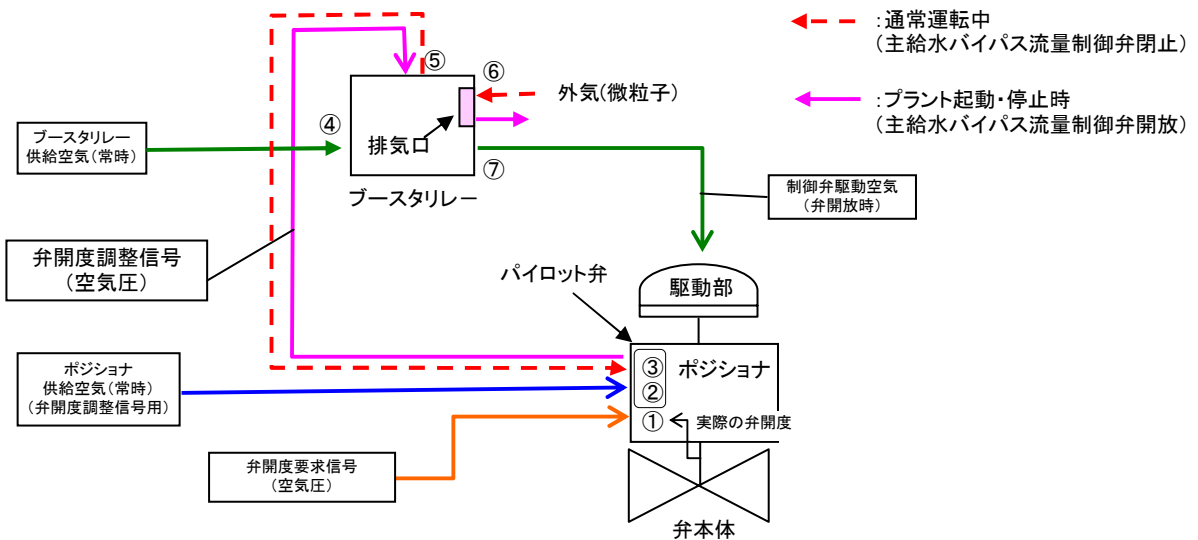
弁棒が上下動することにより主給水バイパス流量制御弁が開閉する。



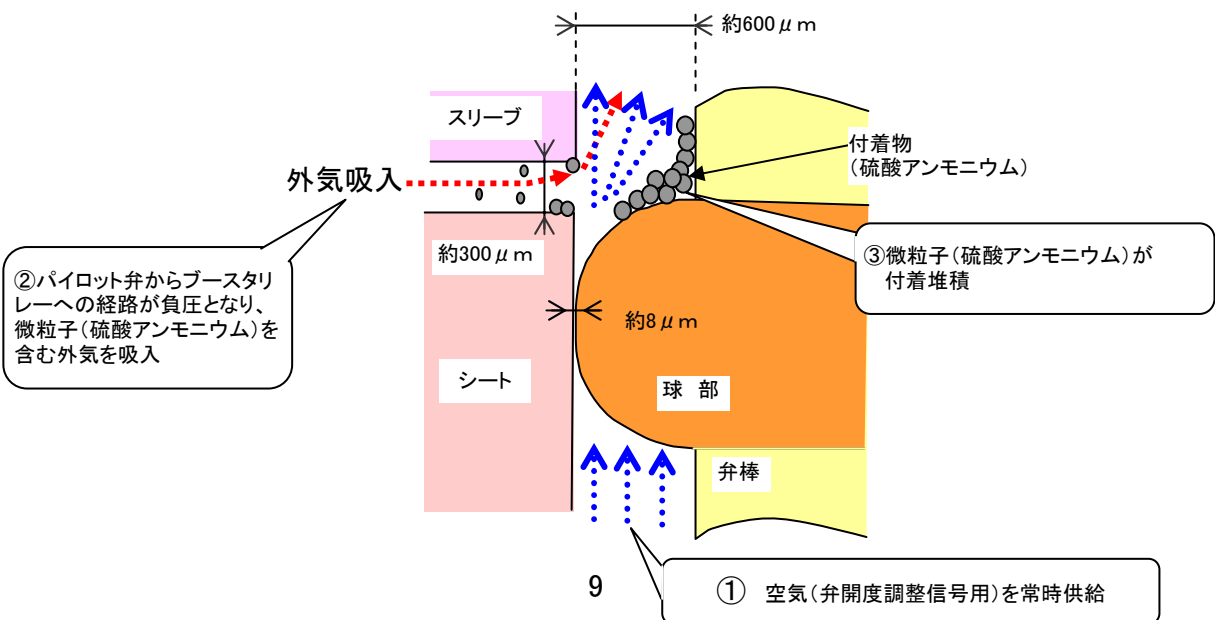
微粒子(硫酸アンモニウム)の流入経路



— パイロット弁への流入 —



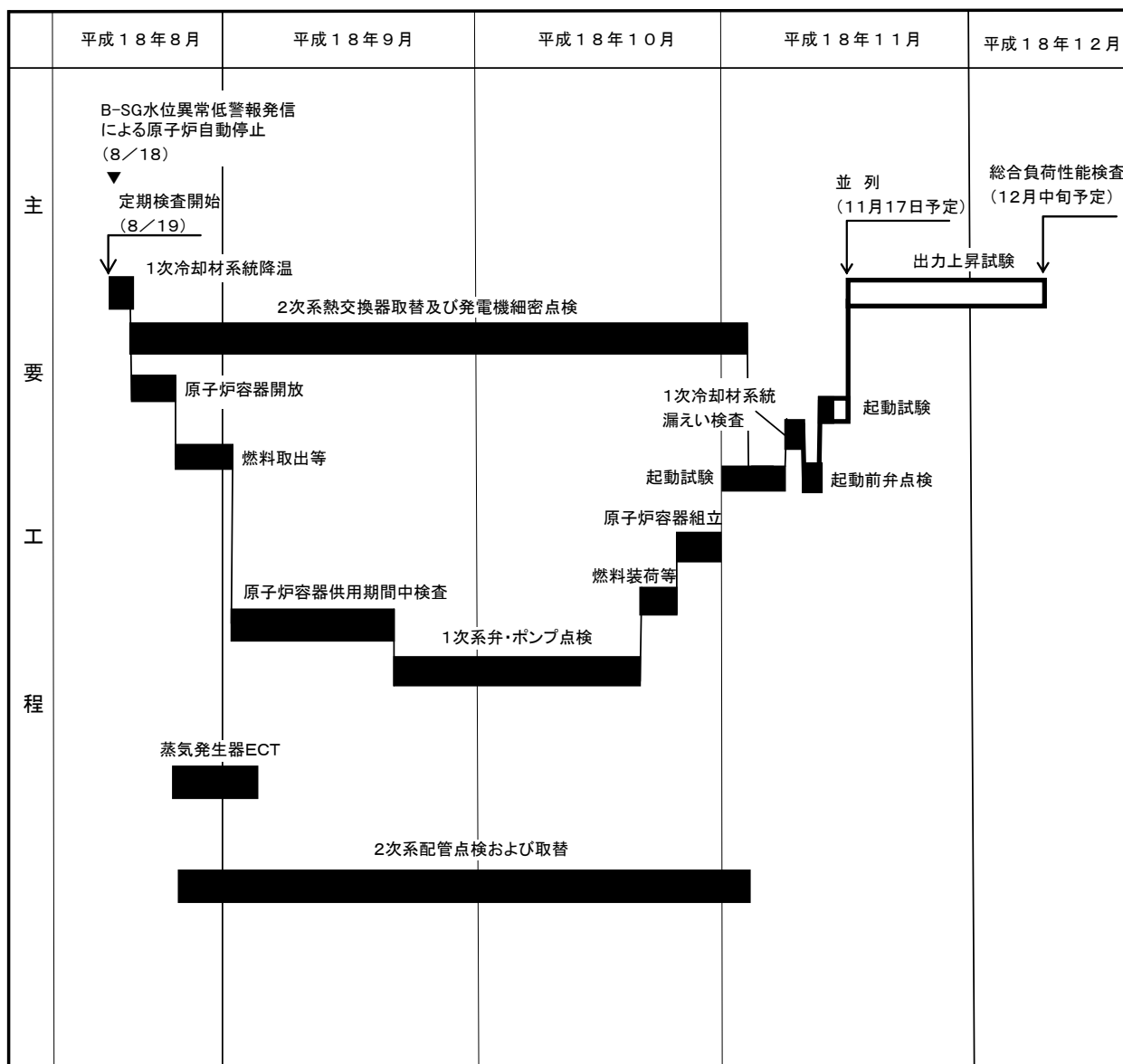
パイロット弁上部詳細図



## 高浜発電所3号機 第17回定期検査の作業工程

平成18年8月19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11月13日現在)



黒塗りは実績を表します。