

## 大飯発電所3号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第12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

大飯発電所3号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力118.0万kW)は、平成18年9月27日から第12回定期検査を実施しているが、平成18年12月7日に原子炉を起動し、翌8日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、12月中旬(12月9～11日\*)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、平成19年1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。

※タービンバランスング作業(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、調整運転開始日が前後する。

### 1 主要工事等

#### (1) 原子炉容器上部ふた取替え工事 (添付-1、図-1参照)

平成16年5月に発生した原子炉容器上部ふた管台からの一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原子炉容器上部ふたに取り替えた。

#### (2) 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検・予防保全工事

(図-2参照)

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例に鑑み、600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器および蒸気発生器の一次冷却材出入口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、健全性を確認した。

また、蒸気発生器の出入口管台溶接部については、予防保全として、溶接部表面の残留応力を低減させるためのショットピーニング\*1を施工した。

※1 金属表面に金属の玉(ショット)を高速度でたたきつける(ピーニング)ことにより、金属表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

## 2 設備の保全対策

### (1) 2次系配管の点検等

(図-3参照)

①美浜発電所3号機事故を踏まえ、2次系配管1,079箇所<sup>\*2</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 1,032箇所<sup>\*2</sup>、内面目視点検 47箇所;今回で未点検箇所の点検を終了)

※2 今定期検査開始時には836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1,032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	15箇所増
・他プラントおよび類似箇所の減肉事象を踏まえた変更	189箇所増
・今定期検査において追加で配管を取り替えた箇所	8箇所減
	合計 196箇所増

②今定期検査開始時には347箇所の配管取替えを計画していたが、保守性・作業性の観点から17箇所を追加し、合計364箇所について配管を取り替えた。

## 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うち、AおよびC-蒸気発生器の伝熱管全数(計6,764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。

## 4 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数193体のうち、97体(うち64体は新燃料集合体。そのうち60体は55,000MWd/t高燃焼度燃料)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19年度 冬頃

## 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4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

(添付－ 1)

## 大飯発電所 3 号機原子炉容器上部ふた取替工事の概要

### 1 概要

大飯発電所 3 号機は、平成18年 9 月27日から開始した第12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18年10月23日から25日に新上部ふたの原子炉格納容器内への搬入、11月 1 日から11月 5 日に旧上部ふたの搬出を行い、新上部ふたは11月19日から30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18年 9月28日

取替工事の終了（原子炉容器組立完了）：平成18年11月30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	600系ニッケル基合金から690系ニッケル基合金に変更	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、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発生する放射性廃棄物の量は、旧原子炉容器上部ふたおよび制御棒駆動軸等、200リットルドラム缶に換算して約700本であった。これらの廃棄物は、既設の廃棄物保管庫および蒸気発生器保管庫内に保管している。

## 6 被ばく線量

約 0.28 人・シーベルト

## 7 その他

知見拡充を図るため、旧上部ふたの2管台（漏えい対策済みの1管台を含む）を切り取り、詳細な調査を行っている。

(参考)

### 原子炉容器上部ふた取替工事計画経緯

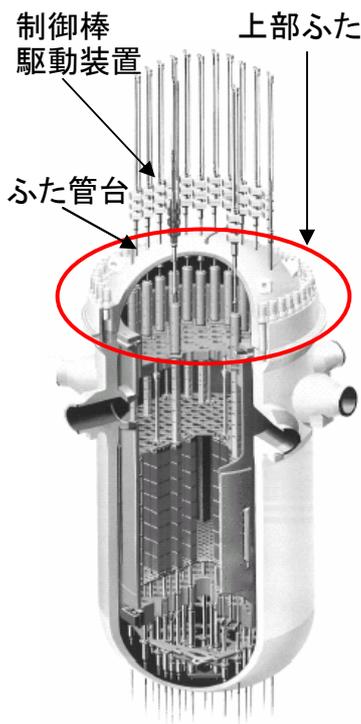
関西電力株式会社は、県および大飯町（当時）に安全協定に基づく「事前了解願い」を提出	H17. 1. 11
県および大飯町（当時）は、国への手続きについて了承。関西電力株式会社は、国に原子炉設置変更許可申請	H17. 4. 8
関西電力株式会社は、国に原子炉設置変更許可申請の一部補正を実施	H17. 7. 29
経済産業省は、関西電力株式会社に対し、原子炉設置変更許可	H17. 10. 14
県および大飯町（当時）は、関西電力株式会社に対し、安全協定に基づき事前了解	H17. 11. 7

工事概要

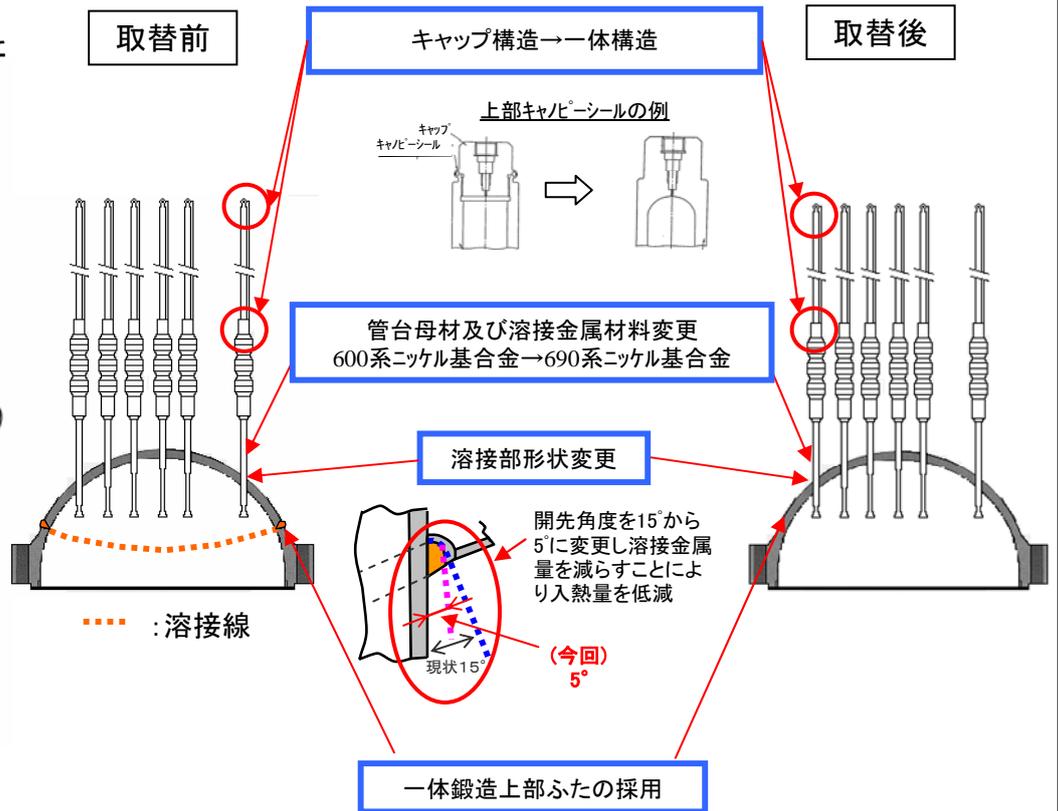
平成16年5月に発生した大飯発電所3号機の原子炉容器上部ふた管台からの1次冷却材漏えい事象に鑑み、長期的な設備信頼性を確保する観点から、管台および溶接材料を600系ニッケル基合金から耐応力腐食割れ性に優れた690系ニッケル基合金に変更した原子炉容器上部ふた(制御棒駆動装置含む)に取り替えた。また、取替後の旧上部ふたについては、蒸気発生器保管庫内に保管している。

取替工事概略

【原子炉容器概要図】



□ : 主な改良点



【管台の配置及び本数】

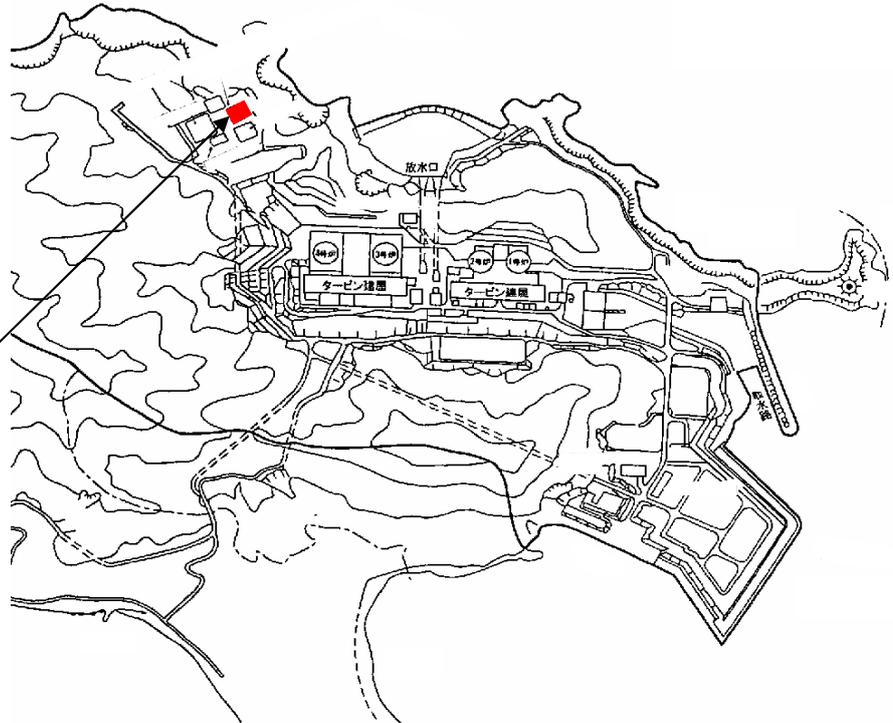
	旧	新
制御棒駆動装置	53	53
炉内熱電対(温度計測用)	4	4
水位計	1	1
空気抜き	1	1
予備	11	8
合計	70	67

(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

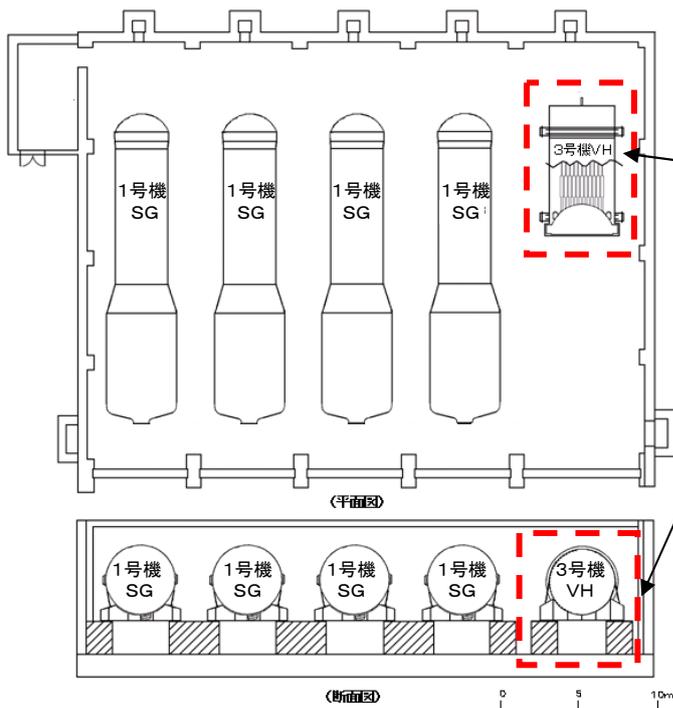
第10回定期検査中の平成16年5月、原子炉容器上部ふたの外観目視点検において、制御棒駆動装置取付管台1箇所での1次冷却材の漏えい跡が確認された。原因調査の結果、管台溶接部の表面仕上げが不十分であったことに起因して発生した応力腐食割れを起点として、1次冷却材中環境下において溶接金属内を応力腐食割れが進展し、貫通に至ったことにより、漏えいが発生したものと推定された。

### 発電所全体配置図

取替後の3号機旧上部ふたについては、A蒸気発生器保管庫内に旧1号機蒸気発生器とともに保管している。



A蒸気発生器保管庫



旧上部ふたを専用の容器に入れ保管

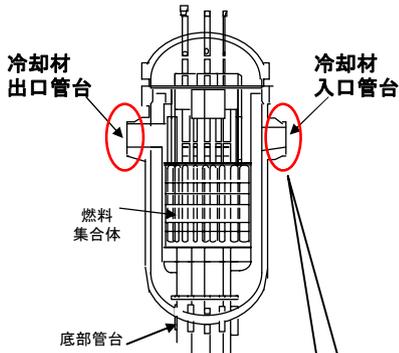
SG: 蒸気発生器  
VH: 原子炉容器上部ふた

# 図-2 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検・予防保全工事

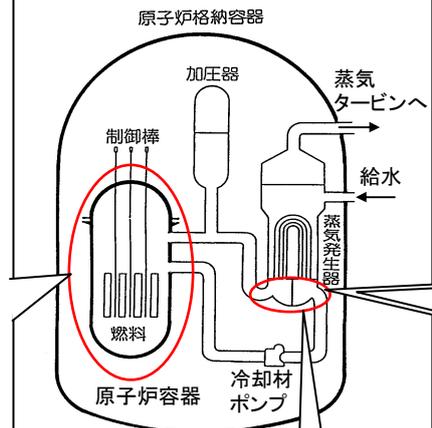
## 点検・予防保全工事概要

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、溶接箇所には600系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、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た。また蒸気発生器冷却材出入口管台については、溶接部表面の引張残留応力を圧縮応力へ改善するショットピーニングを施工した。

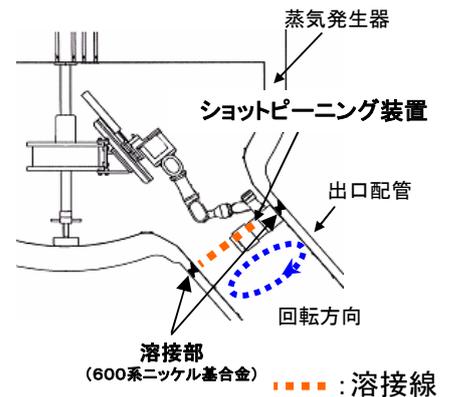
### 【原子炉容器概略図】



### 概略系統図

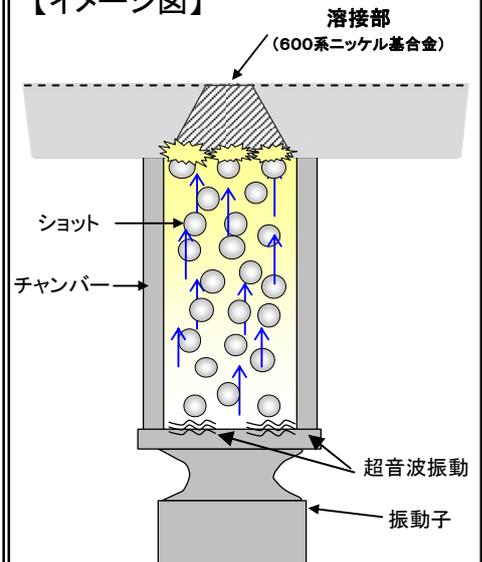


### 【ショットピーニング作業イメージ】



### ショットピーニングの原理

#### 【イメージ図】



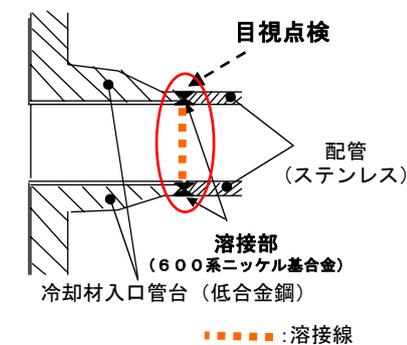
#### 【説明】

振動子の機械的振動によって、ショット(直径約4mmの金属球)を往復運動させて出入口管台溶接部に衝突させ、表面近傍の引張残留応力を圧縮応力へ改善する。

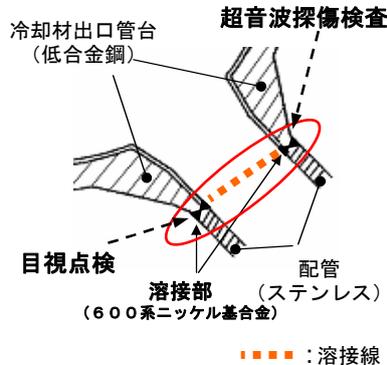
#### 【施工対象箇所】

箇所名	箇所数
A~D 蒸気発生器出入口管台	8

### 原子炉容器冷却材出入口管台の点検概要



### C蒸気発生器冷却材出入口管台の点検概要



### 【管台点検箇所】

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

- ◎ : 今回定期検査で実施
- : 次回以降の定期検査で実施予定
- : 点検実施済み
- : 点検対象外
- = : 超音波探傷検査実施済みのため点検対象外
- ※ : 今回の原子炉容器上部ふたの取替えにより、今後点検対象外となる

図-3 2次系配管の肉厚検査等

点検概要

(点 検)

今定期検査において、合計1,079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):1,032箇所、内面目視点検:47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)

	「2次系配管肉厚の管理指針」の点検対象部位 ※1 [<>内は、定検開始時点]		今回点検実施部位 ※2 [<>内は、定検開始時点]		今回点検実施後の ※3 点検未実施部位 [<>内は、定検開始時点]
	総数	未点検部位	(点検済部位)	(未点検部位)	
主要点検部位	809 <809>	0 <0>	324 <166>	0 <0>	0 <0>
その他部位	2,176 <2,161>	705 <690>	157 <126>	551 <544>	0 <0>
合計	2,985 <2,970>	705 <690>	1,032 <836>		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	+15	+15	・スケルトン図と現場との照合結果による増: +15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	+158	・他プラントの減肉事象を踏まえた増: +158箇所
その他部位	+38	・スケルトン図と現場との照合結果による増: +15箇所 ・他プラントおよび類似系統の減肉事象を踏まえた増: +31箇所 ・今定期検査において追加で配管を取り替えた箇所: -8箇所
合計	+196	

※3: その他部位の未点検部位705箇所のうち、551箇所を点検、154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次系配管の管理指針に基づく内面目視点検

高圧排気管の直管部47箇所について内面目視点検を実施した。

(結 果)

○計算必要厚さを下回る箇所、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。

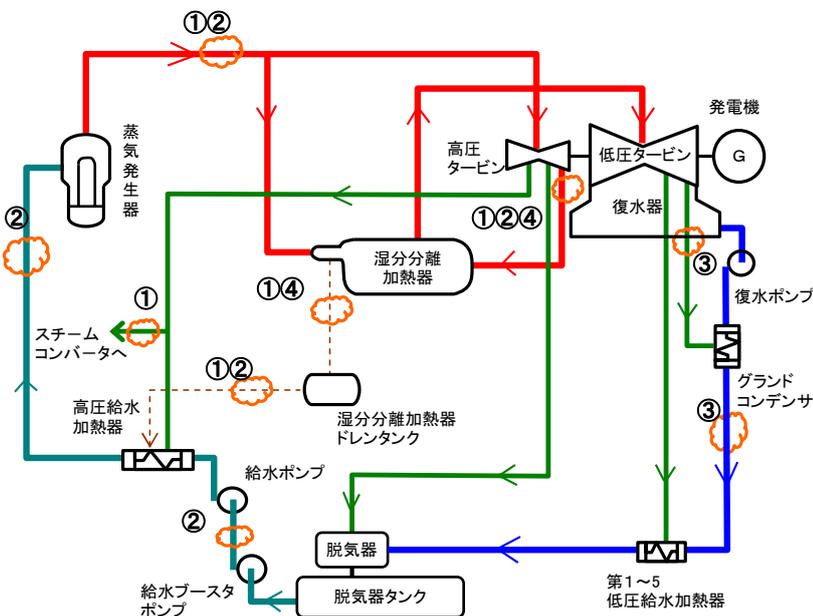
取替概要

○今定期検査開始時には、347箇所の配管取替を計画していたが、保守性・作業性の観点から17箇所を追加し、合計364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(35箇所)

炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 24箇所  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 4箇所  
 炭素鋼 ⇒ 同種材料 7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(21箇所)

炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 18箇所  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所  
 炭素鋼 ⇒ 同種材料 1箇所

③ 配管の保守性を考慮して取替(294箇所)

炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 43箇所  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 244箇所  
 炭素鋼 ⇒ 同種材料 7箇所  
 (当初計画279箇所に15箇所を追加した)

④ 配管取替による作業性を考慮して取替(14箇所)

炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 12箇所  
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所  
 (当初計画12箇所に2箇所を追加した)

取替箇所数合計 : 364箇所

