

高浜発電所2号機の原子炉起動と調整運転の開始について  
(第22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2号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力82.6万kW)は、平成16年12月18日から第22回定期検査を実施していたが、平成17年2月15日に原子炉を起動し、翌16日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、2月中旬(2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、3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) 2次系熱交換器他取替工事 (図-1参照)  
2次系給水系統の水質向上対策として、第1、第2、第3低圧給水加熱器、グランド蒸気復水器等の伝熱管について、銅合金製から耐食性に優れたステンレス製に取り替えた。これにより、蒸気発生器への不純物の持ち込み低減が図られる。

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-2参照)  
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象を踏まえ、600系ニッケル基合金が使用されている蒸気発生器出入口管台、加圧器サーージ管台、原子炉容器底部の炉内計装筒管台の溶接部について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。
- (2) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図-3参照)  
国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、

高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事象を踏まえ、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部などについて、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

(3) 2次系配管の点検等 (図 - 4 参照)

美浜発電所3号機において2次系配管が減肉し破損した事故に鑑み、2次系配管の1,349箇所について超音波検査(肉厚測定)を行った結果、全て、計算上必要厚さを満足していることを確認した。余寿命を評価した結果、次回定期検査までに必要最小肉厚を下回ると評価された部位はなかった。

また、過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位等15箇所について、計画的に、炭素鋼材から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替えた。

なお、美浜3号機で現在実施している2次系配管の点検結果を踏まえ、蒸気発生器ブローダウン系統のステンレス鋼製配管22箇所について、追加で点検を行った結果、著しい減肉は認められなかった。

高浜発電所2号機は8月13日～9月5日の間、プラントを停止し2次系配管26箇所の超音波検査(肉厚測定)を行い、健全性を確認している。

### 3. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器3台のうち、A、C - 蒸気発生器伝熱管全数(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157体のうち、65体(うち52体は新燃料集合体)を取り替えた。

燃料集合体の外観検査(24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18年 春頃

問い合わせ先(担当:宮川)  
内線2353・直通0776(20)0314

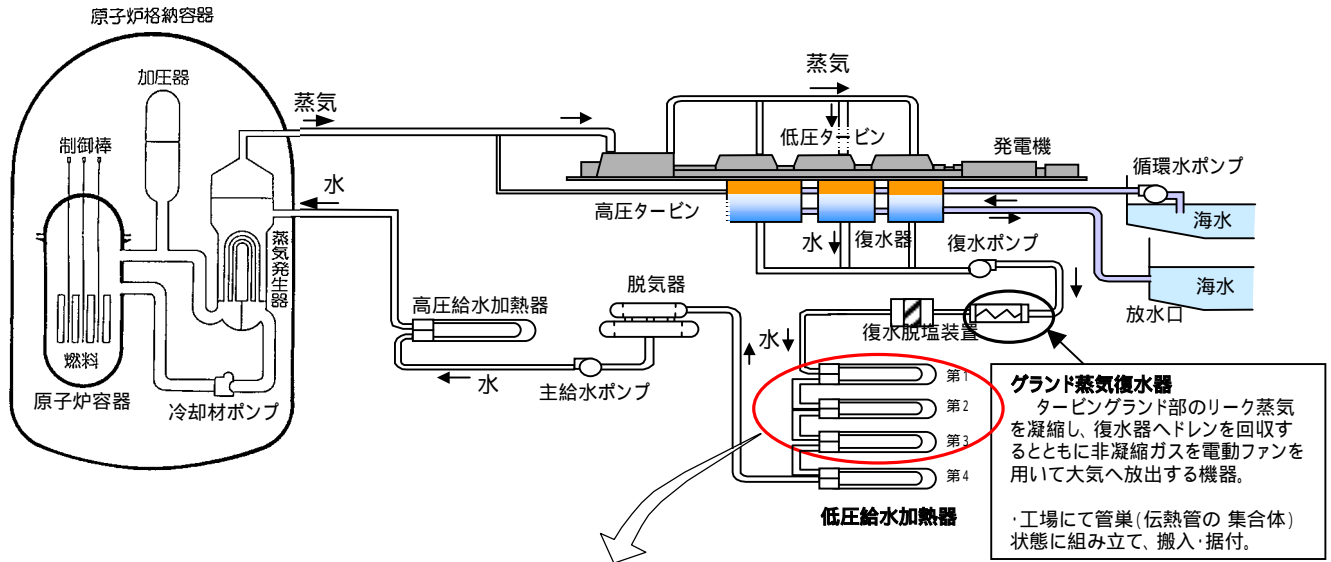
図 - 1 2次系熱交換器他取替工事概要図

点検概要

2次系給水系統の水質向上対策として、低圧給水加熱器等の伝熱管を、銅合金製から耐食性に優れたステンレス製に取り替えた。

- ・低圧給水加熱器：9台  
(第1低圧給水加熱器：3台、第2低圧給水加熱器：3台、第3低圧給水加熱器：3台)
- ・グランド蒸気復水器：1台
- ・スチームコンバータ：1台

概略系統図

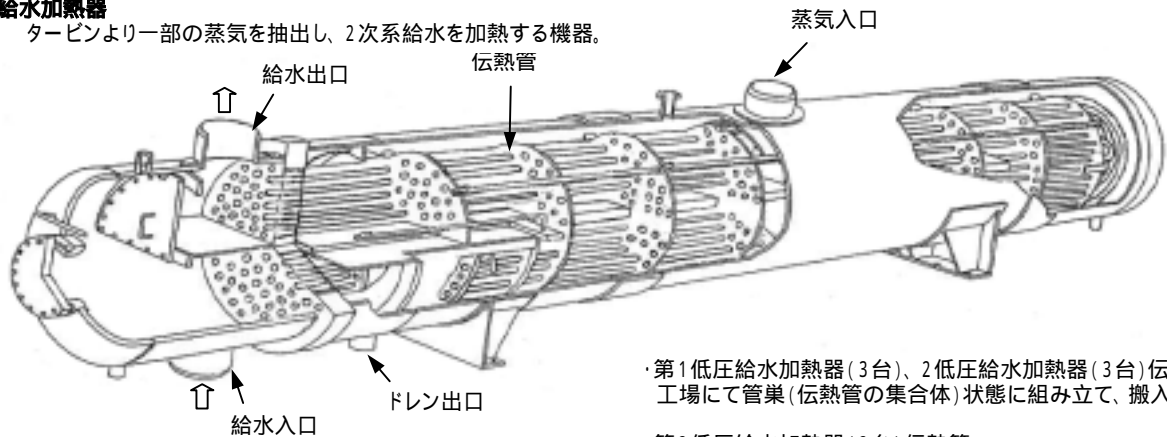


**グランド蒸気復水器**  
タービングランド部のリーク蒸気を凝縮し、復水器へドレンを回収するとともに非凝縮ガスを電動ファンを用いて大気へ放出する機器。  
・工場にて管束(伝熱管の集合体)状態に組み立て、搬入・据付。

低圧給水加熱器取替概要

給水加熱器

タービンより一部の蒸気を抽出し、2次系給水を加熱する機器。



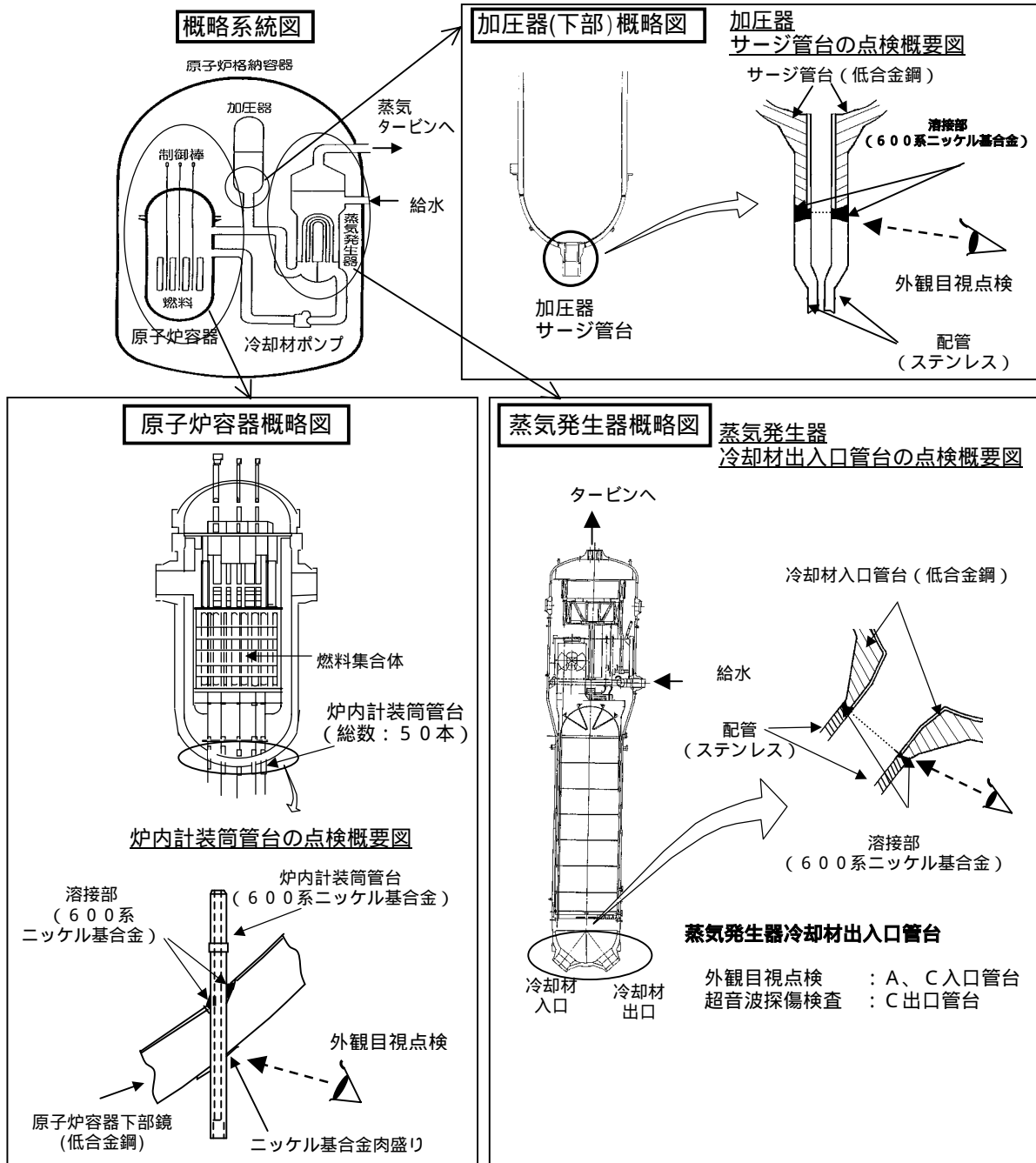
- ・第1低圧給水加熱器(3台)、2低圧給水加熱器(3台)伝熱管  
工場にて管束(伝熱管の集合体)状態に組み立て、搬入・据付。
- ・第3低圧給水加熱器(3台)伝熱管  
工場にて加熱器全体を製作し、一体型で搬入・据付。

	第1低圧給水加熱器		第2低圧給水加熱器		第3低圧給水加熱器	
	取替前	取替後	取替前	取替後	取替前	取替後
伝熱管材料	銅合金	ステンレス	銅合金	ステンレス	銅合金	ステンレス
伝熱管本数(本)	480(U字管)	724(U字管)	604(U字管)	790(U字管)	604(U字管)	877(U字管)
外観長さ(m)	約1.6		約1.6		約1.1	
外観直径(m)	約1		約1		約1	

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概要図

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、600系ニッケル基合金が使用されている蒸気発生器冷却材出入口管台、加圧器サージ管台および原子炉容器底部の炉内計装管台の溶接部について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。



(管台点検箇所)

:今回対象 - :今回対象外

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			下部			逃がし弁	安全弁	スプレ弁	サージ	入口			出口					
		A	B	C	A	B	C					A	B	C	A	B	C			
外観目視点検	*1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
超音波探傷検査		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*1: 690系ニッケル基合金

\*2: 600系ニッケル基合金 接液せず対象外

図 - 3 高サイクル熱疲労割れに係る点検概要図

点検概要

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主な要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事象に鑑み、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部などについて、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

概略系統図

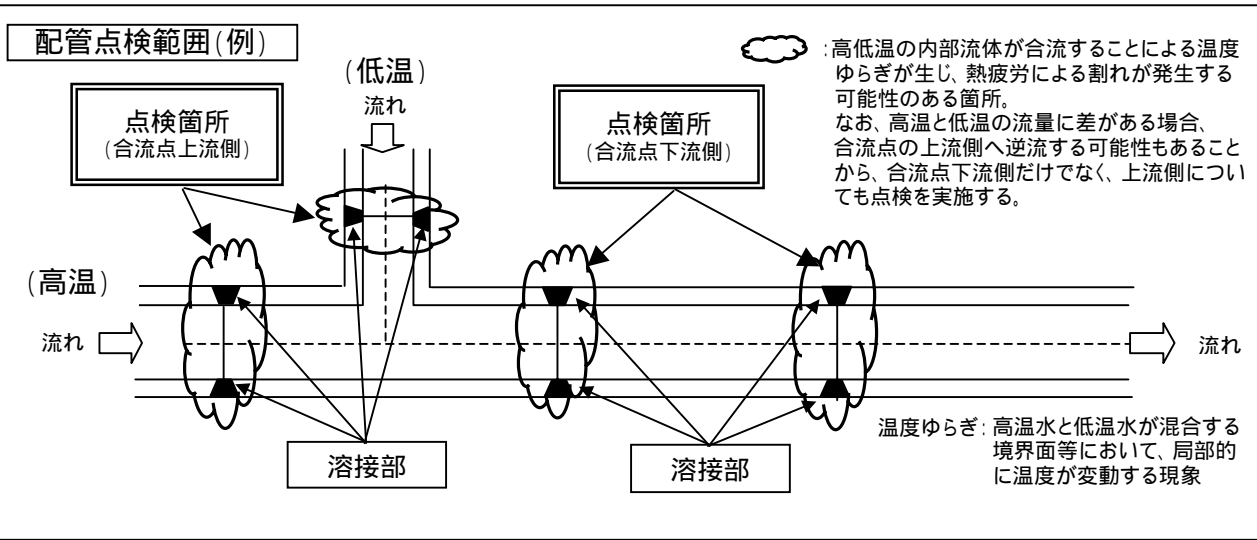
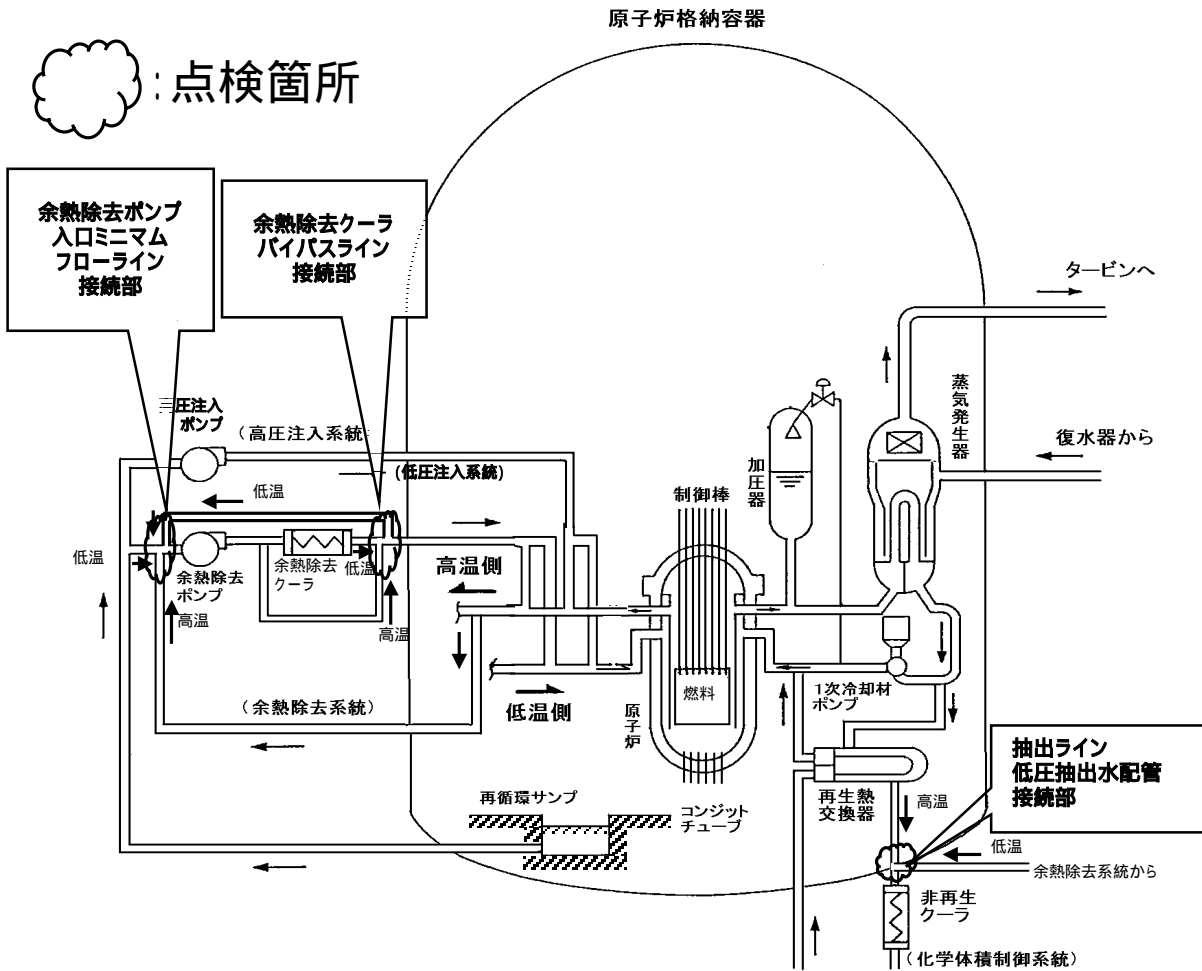


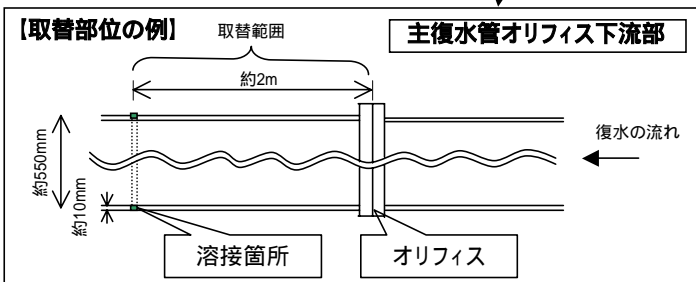
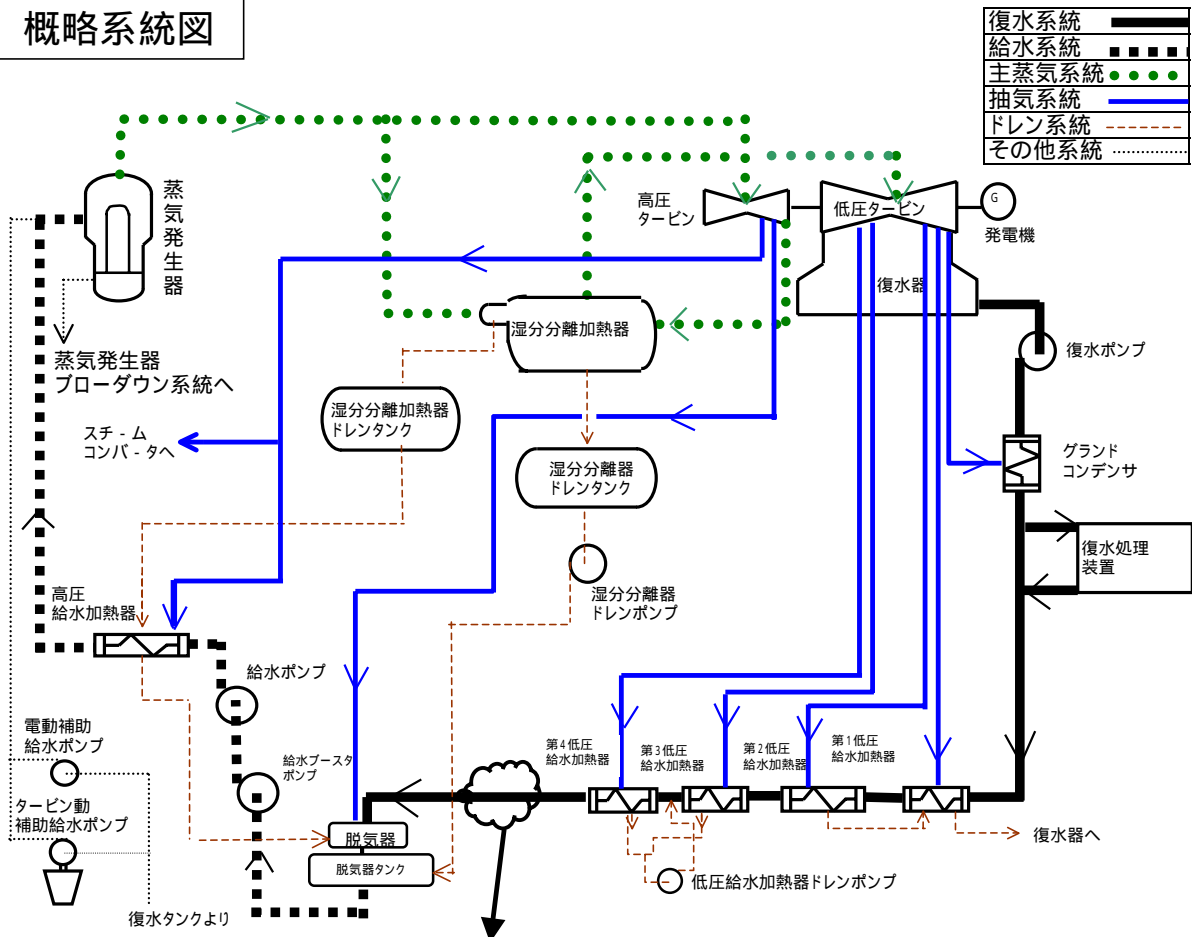
図 - 4 2次系配管の肉厚検査

点検概要

美浜発電所3号機において2次系配管が減肉し破損した事故に鑑み、2次系配管の1,349箇所について超音波検査(肉厚測定)を行った結果、全て、計算上必要厚さを満足していることを確認した。余寿命を評価した結果、次回定期検査までに必要最小肉厚を下回ると評価された部位はなかった。  
 また、過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位等15箇所について、計画的に、炭素鋼材から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替えた。  
 なお、美浜3号機で現在実施している2次系配管の点検結果を踏まえ、蒸気発生器ブローダウン系統のステンレス鋼製配管22箇所について、追加で点検を行った結果、著しい減肉は認められなかった。

高浜発電所2号機は8月13日～9月5日の間、プラントを停止し2次系配管26箇所の超音波検査(肉厚測定)を行い、健全性を確認している。

概略系統図



(取替前配管仕様)  
 材質: SB42(炭素鋼)  
 寸法: 550A × 10t

(取替後配管仕様)  
 材質: SUS304(ステンレス鋼)  
 寸法: 550A × 10t

配管点検箇所数(計画分)

	点検対象部位	今回点検開始時点での点検未実施部位	今回点検実施部位		今回点検実施後の点検未実施部位
			(点検済部位)	(未点検部位)	
主要点検部位	598	0	157	0	0
その他点検部位	3,411	764	678	514	250
合計	4,009	764	1,349		250

配管取替箇所数(計画分)

取替箇所	箇所数
余寿命が短い部位	7
オリフィス下流部位	6
作業性に併い併せて取替	2
合計	15

配管点検箇所数(追加分)

・蒸気発生器ブローダウン系統(ステンレス配管) 22箇所

## < 参考 >

### 燃料装荷作業中における燃料装荷位置の誤りについて

平成17年1月30日から、原子炉炉心への燃料集合体装荷作業（全157体）を行っていたが、2月1日8時33分、114体目の燃料集合体を所定の位置（L-9）<sup>1</sup>に装荷した際、隣の空いているべき位置（L-8）に燃料集合体が装荷されていることを確認した。このため作業を中断し、既に装荷した燃料集合体全数の位置を確認した結果、113体目の燃料集合体が、本来計画していた装荷位置（L-11）とは異なる位置（L-8）に装荷されていることが確認された。なお、原子炉の安全上の問題はなかった。

当該（113体目）燃料集合体の装荷作業時の状況を調査した結果、クレーンを走行位置Lまで移動させた後、作業指示者は、クレーンの横行位置を11とし、8mm微調整<sup>2</sup>するとの指示を出したが、クレーン操作者が横行位置（11）と微調整量（8mm）の数字を混同し、横行位置8にクレーンを移動させていたことが分かった。

また、クレーン操作者と作業指示者は、クレーン移動後に位置確認のため炉心アドレスモニタ<sup>3</sup>を確認した際、微調整量（8mm）の確認に注意が集中し、装荷位置の再確認を行わなかったため、装荷位置の間違いに気づかなかった。

対策として、作業指示者、クレーン操作者に加え、クレーン操作に携わっていない作業員も、クレーン移動後の燃料集合体装荷位置確認を行うとともに、作業時に使用するチェックシートを、クレーン移動後の燃料集合体装荷位置を記入する様式に改善することで、確実な位置確認を行うこととした。また、指差呼称、復命復唱等の基本ルールの再徹底を図ることとした。

1 燃料集合体の装荷位置：

燃料取扱クレーンの走行方向の位置（走行位置：A～R）と、それに直交する方向の位置（横行位置：1～15）の組み合わせで、原子炉炉心内での燃料集合体の位置を示す。

2 微調整：

燃料集合体を炉心に装荷するためにクレーンを移動させるにあたり、クレーンを停止させる位置を微調整することで、燃料集合体を炉内に吊り降ろすときに、燃料装荷位置の中心位置に着底するようにしている。

3 炉心アドレスモニタ：

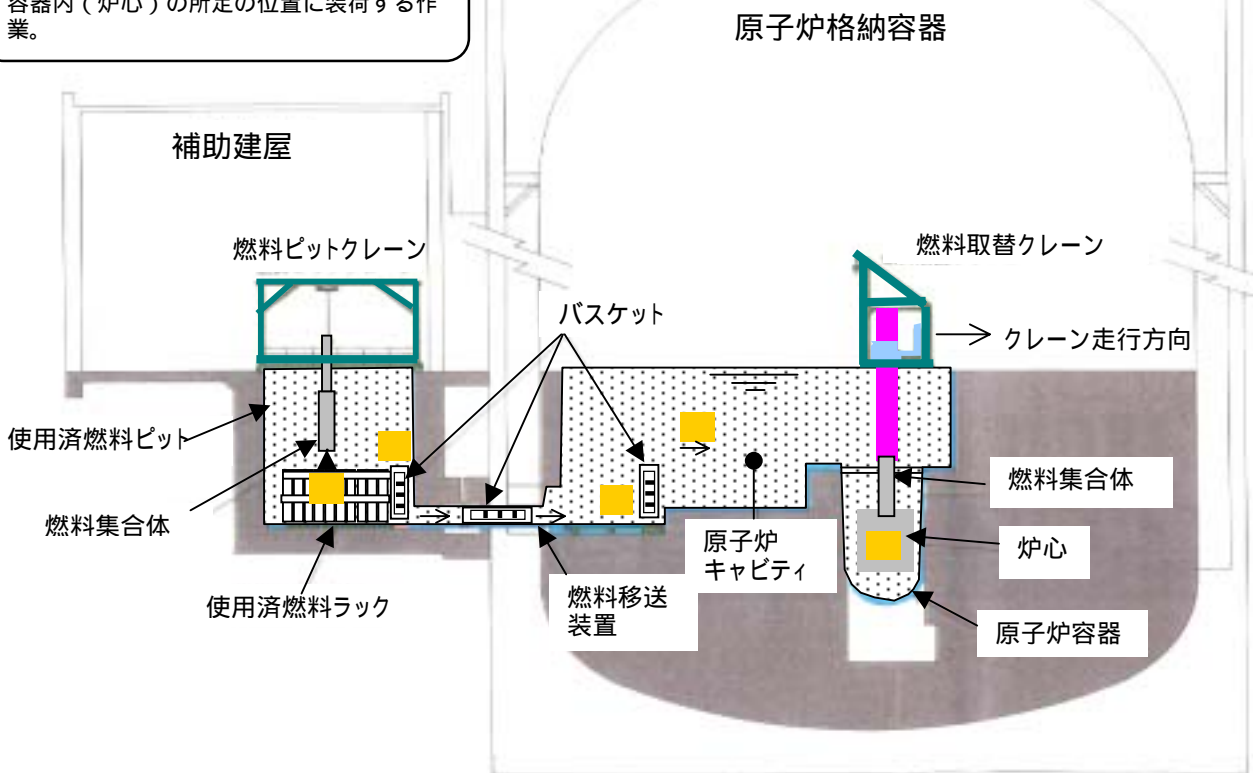
クレーンの移動するレール近傍に取り付けてある位置表示目盛をTVモニタで映し、クレーン位置を確認する。

# 燃料装荷作業中における燃料装荷位置の誤りについて

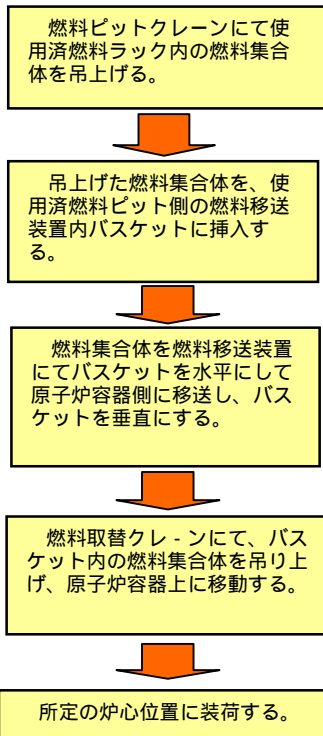
(参考図)

## 燃料装荷作業の概要

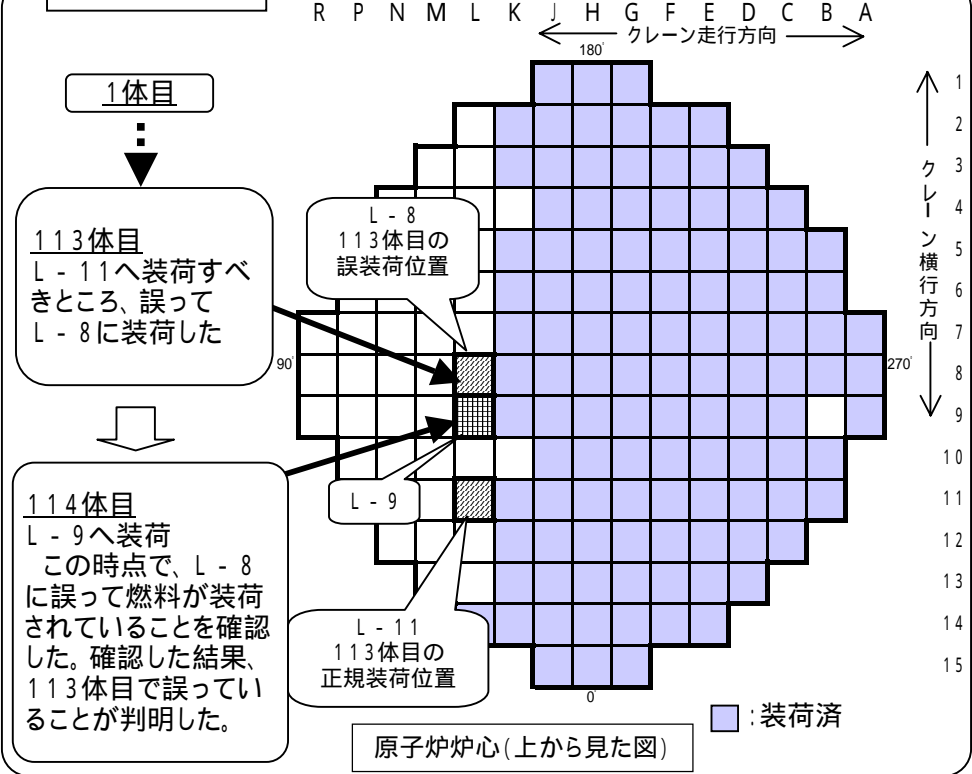
予め決められた手順に従い、燃料集合体を使用済燃料ピットから移送して、原子炉容器内(炉心)の所定の位置に装荷する作業。



## [燃料装荷手順]



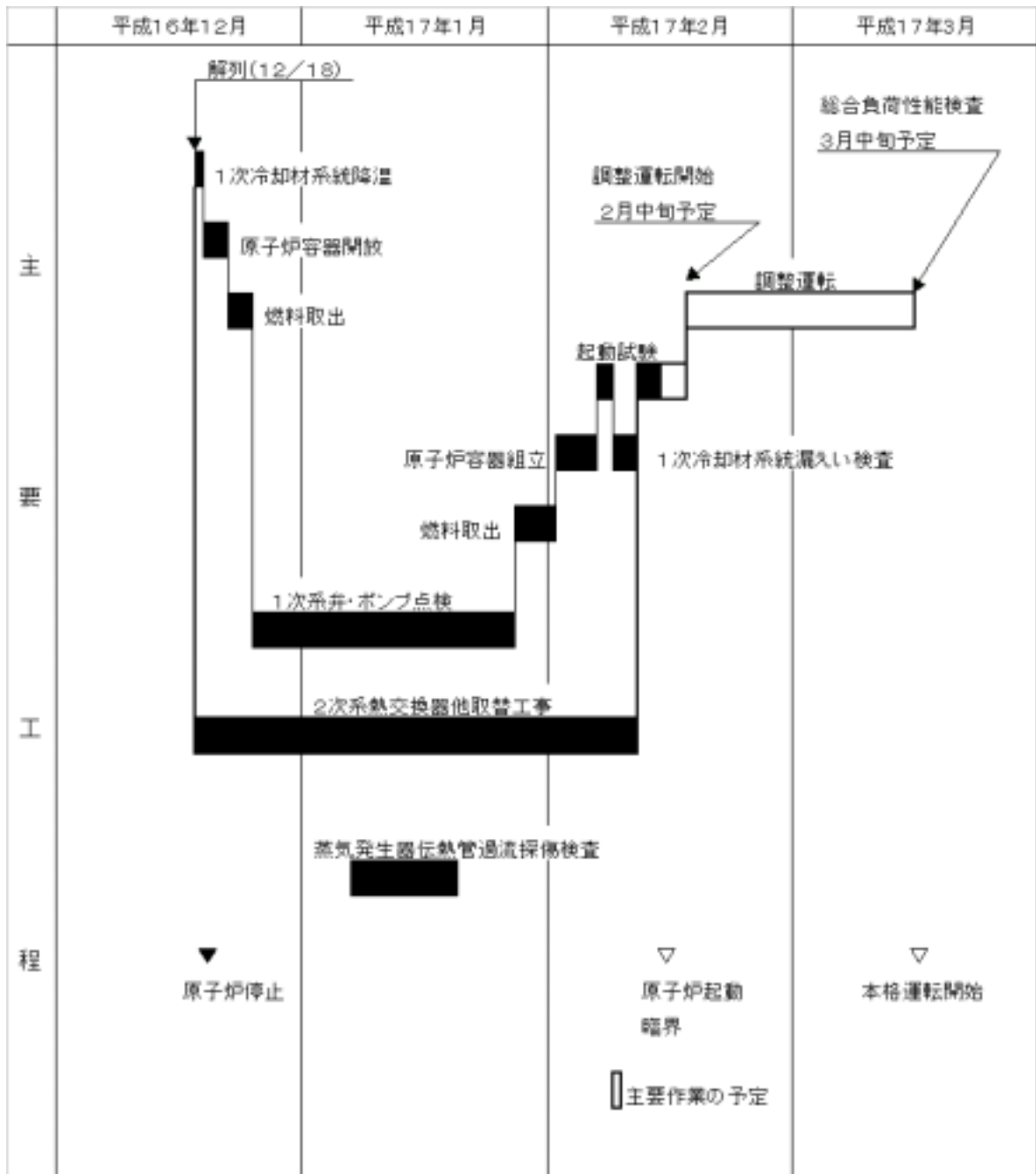
## 今回の不具合





## 高浜2号機 第22回定期検査の作業工程

平成16年12月18日から約3ヶ月の予定であり、以下の作業工程にて実施している。  
 (平成17年2月14日現在)



: 黒塗りは実績を示す

< 参考資料 >

高浜発電所 2 号機の第 2 2 回定期検査に関する補足説明資料

- ・ 原子炉起動 : 2 月 15 日 1 8 時頃
- ・ 臨界 : 2 月 16 日
- ・ 調整運転開始 : 2 月 17 日頃
- ・ 営業運転再開 : 3 月下旬頃