

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10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118万kW)は、平成16年4月20日から第10回定期検査を実施していたが、平成17年1月13日に原子炉を起動し、同日、臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、1月中旬(1月14日頃)に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、2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。

(注)平成16年5月に発生した原子炉容器上部ふた管台溶接部からの漏えい事象に係る原因調査と対策工事実施のため、定期検査終了時期は当初予定の平成16年6月下旬から、平成17年2月上旬に延期している。

1. 保全対策等

(1) 原子炉容器上部ふた管台溶接部の応力腐食割れ補修工事等

(図-1参照)

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上部ふた管台(全数70箇所)の外観目視点検の結果、制御棒駆動装置取付管台(No.47)の1箇所では漏えいが確認され、調査の結果、原因は管台溶接部での応力腐食割れによるものと推定された。残り69箇所について漏えい等の異常は認められなかった。

この対策として、当該管台溶接部について、耐食性に優れた690系ニッケル基合金を用いて、溶接内表面全面を溶接補修した。また、上部ふた管台部からの漏えいを早期に検知するための、漏えい監視装置を設置した。なお、次々回定期検査において、原子炉容器上部ふたを管台部について耐食性に優れた690系ニッケル基合金を用いたものに取り替える予定である。

[平成16年5月6日、7月9日、10月19日、平成17年1月7日

記者発表済]

(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－2 参照)
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および原子炉容器底部の炉内計装筒管台等の溶接部について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施した結果、原子炉容器上部ふた管台の1箇所を除いて漏えい等の異常は認められなかった。

(3) 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例に鑑み、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、異常の無いことを確認した。

(4) 2次系配管の肉厚検査結果 (図－4 参照)
美浜発電所3号機の2次系配管破損事故を踏まえ、2次系配管の1,018箇所について、超音波検査(肉厚測定)を実施した。

その結果、今回検査を実施した部位については、全て、必要最小肉厚を満足していることを確認した。

また、余寿命を評価した結果、次回定期検査時点で余寿命が5年を下回ると評価された部位が12箇所あり、現時点での余寿命が最も短いもので3.4年と評価された。なお、これらの部位については、次回定期検査において、肉厚測定または配管の取り替えを行う。

[平成16年9月18日、10月25日 福井県原子力安全専門委員会に報告済]

2. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器4台のうち、A、C－蒸気発生器伝熱管全数(計3,382本×2台)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。

3. 燃料集合体漏えいの疑いに伴う燃料集合体検査 (図－5 参照)

今定期検査前の運転中に、1次冷却材中のよう素(I-131)の濃度が通常値を僅かに上回っており、燃料集合体に漏えいが発生した疑いがあると判断されたため、今回定期検査において、燃料集合体全数(193体)の SHIPPING 検査^{*1}を実施した。

その結果、1体の燃料集合体に漏えいが確認され、詳細な調査の結果、今回の漏えいは、燃料棒に偶発的に発生した微小孔(ピンホール)によるものと推定された。なお、残り192体には漏えいは認められなかった。

今後、当該燃料集合体は再使用しない。

また、燃料集合体全数の外観検査において、漏えい燃料集合体以外の3体で、下部ノズル部に合計4個の異物が確認されたが、燃料集合体自体に異常は認められなかった。異物については全て回収した。

なお、異物について調査した結果、過去に、原子炉格納容器内の原子炉キャビティ^{*2}周辺で行なわれた工事作業に伴い発生した金属くずが原子

炉キャビティ内に落下し、1次冷却系に入り込んだものと推定された。今後、同種作業においては、切断箇所の周囲をポリシートで覆う等の飛散防止対策を実施し、発生した金属くずは確実に回収することとした。

*1：シッピング検査

漏えい燃料集合体から漏れ出てくる核分裂生成物(キセノン133)を検出し、バックグラウンドと比較することにより、漏えい燃料集合体かどうかを判断する。

*2：原子炉キャビティ

原子炉容器の上方に設けているプールであり、燃料取扱い時にはプール内にホウ酸水を満たすことにより、必要な遮蔽が得られるようにする。

[平成16年3月3日、4月15日、5月12日、6月4日 記者発表済]

4. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数193体のうち、漏えい燃料1体を含む81体を取り替えた。(うち28体は新燃料集合体)

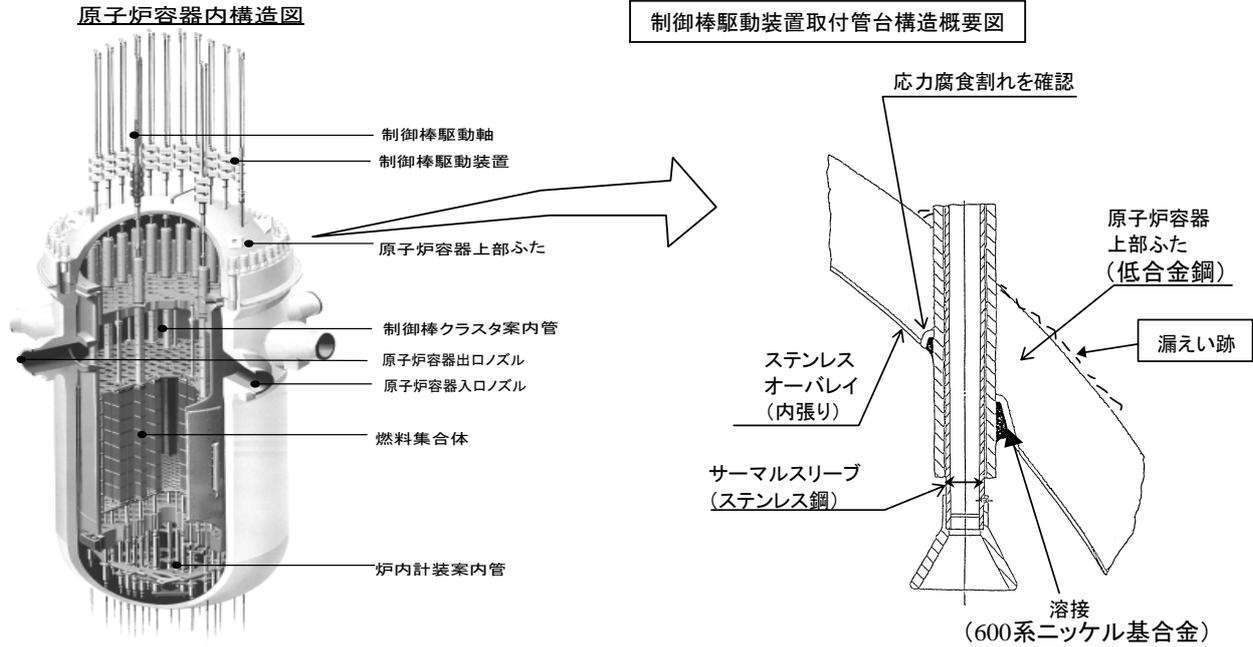
また、燃料集合体14体の外観検査を実施した結果、異常は認められなかった。

5. 次回定期検査の予定

平成17年度 夏頃

問い合わせ先(担当：宮川) 内線2353・直通0776(20)0314
--

図-1 原子炉容器上部ふた制御棒駆動装置取付管台からの漏えい



対 策

①当該管台部の溶接による補修

欠陥(推定)

管台溶接部(漏えい部)について耐食性に優れた690系ニッケル基合金を用いた溶接補修を実施した。

②原子炉容器上部ふたの取り替え

次々回定期検査時に、管台部を耐食性に優れた690系ニッケル基合金を用いた原子炉容器上部ふたに取り替える。

管台本体材料変更
600系ニッケル基合金 → 690系ニッケル基合金
(耐応力腐食割れ性の向上)

溶接部材料変更
600系ニッケル基合金 → 690系ニッケル基合金
(耐応力腐食割れ性の向上)

③原子炉容器上部ふた管台漏えい監視装置の設置

原子炉容器上部ふた管台部からの漏えいを早期検知するための、漏えい監視装置を設置した。

漏えい検知レベル: 1リットル/時以上
(保安規定運転制限値: 230リットル/時以上)

原子炉容器上部ふた(上からみた図)

270°
180° 0°
90°

湿度計へ (5箇所からサンプリング)

1箇所からサンプリング

格納容器内

蒸気発生器

原子炉キャビティ

原子炉

5箇所からサンプリング

ユニット

サンプリング → 湿度計 → 吸引ポンプ → 表示

アンブ

格納容器内

中央制御室

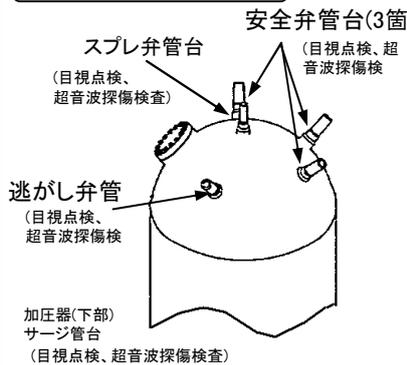
図-2 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検概要図

点検概要

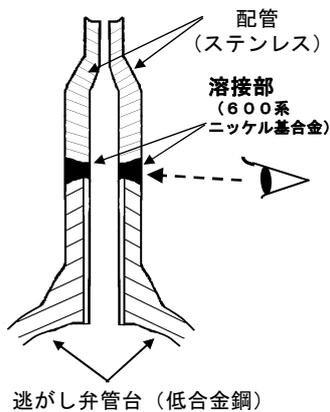
国内外PWRプラントにおいて、600系ニッケル基合金を用いた1次冷却材系統の溶接部で応力腐食割れが発生した事例に鑑み、溶接箇所ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台、原子炉容器炉内計装筒管台、蒸気発生器冷却材出入口管台や加圧器逃し弁管台等について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施した。
その結果、原子炉容器上部ふた管台の1箇所を除いて漏えい等の異常は認められなかった。

加圧器管台の点検概要図

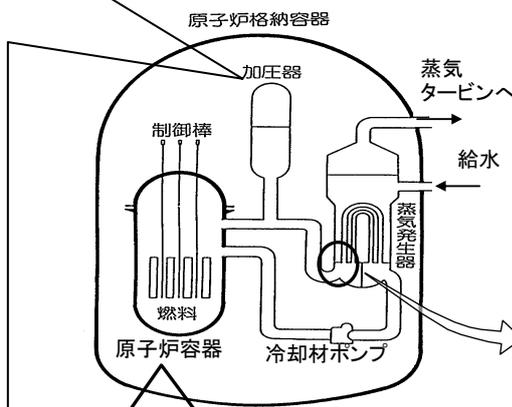
加圧器(上部)概略図



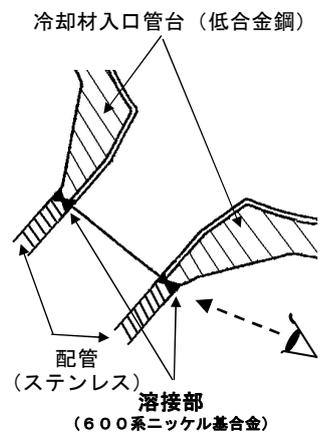
逃がし弁管台の点検概要



概略系統図



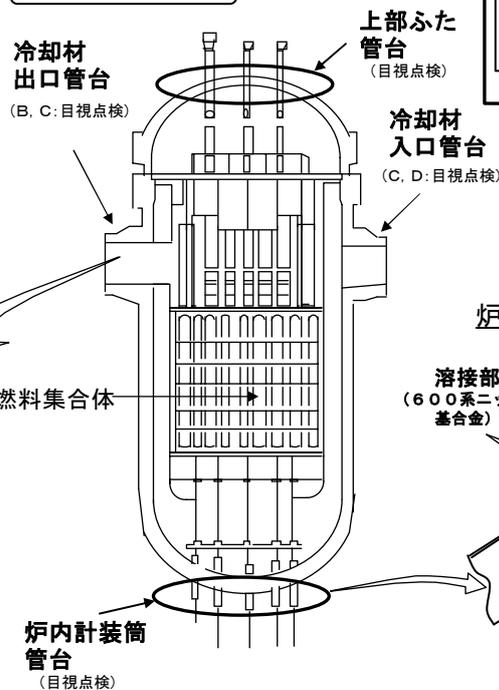
蒸気発生器冷却材出入口管台の点検概要図



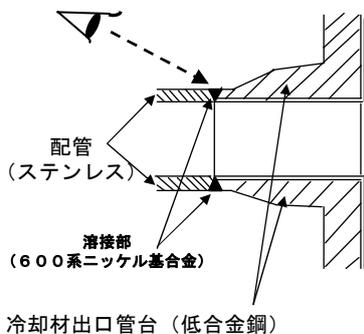
冷却材出入口管台

原子炉容器管台の点検概要図

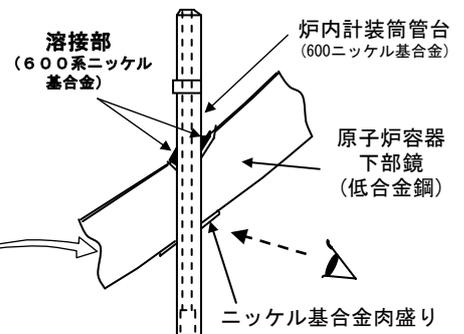
原子炉容器概略



冷却材出入口管台の点検概要



炉内計装筒管台の点検概要



管台点検箇所

点検方法	原子炉容器																加圧器				蒸気発生器							
	上部ふた		入口				出口				炉内計装筒	逃がし弁	安全弁(A,B,O)	スプレ弁	サージ	入口				出口								
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B						C	D	A	B	C	D							
外観目視点検	○	-	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	-	-	-	-						
超音波探傷検査	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	-	○	-	-	-	-	○	-						

○:今回対象 -:今回対象外

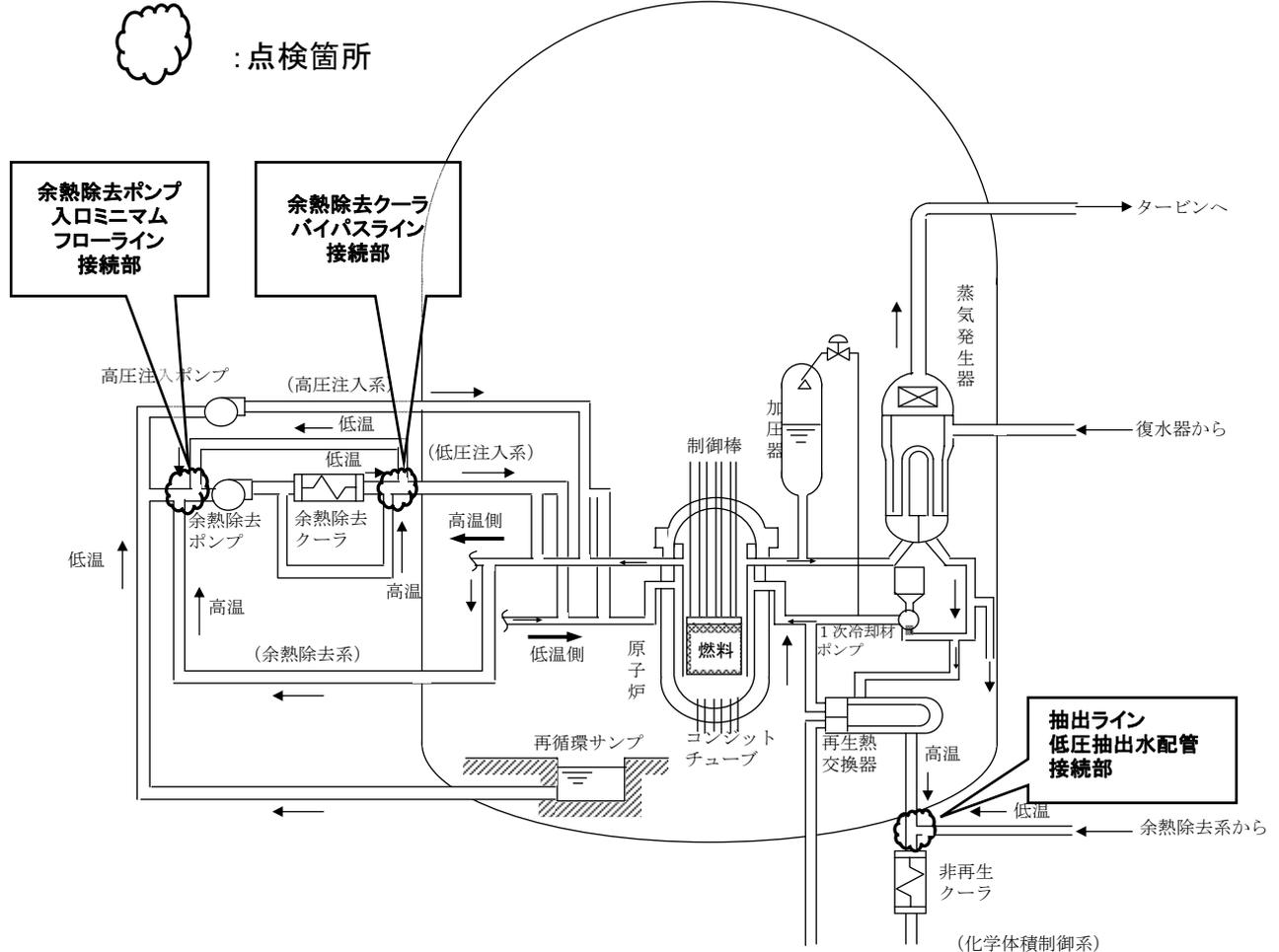
図-3 高サイクル熱疲労割れに係る点検概要図

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例に鑑み、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、健全性を確認した。

概略系統図

原子炉格納容器



配管点検範囲(例)

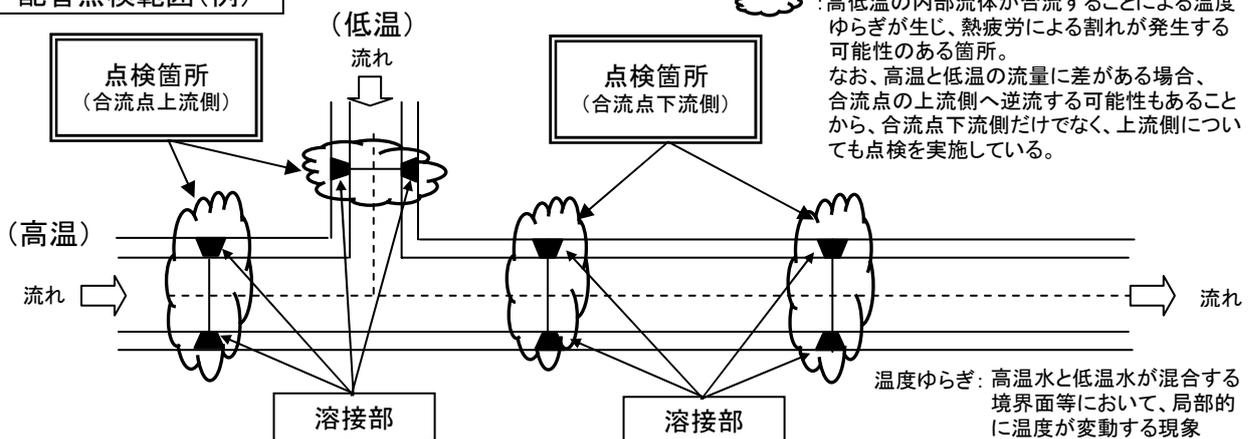
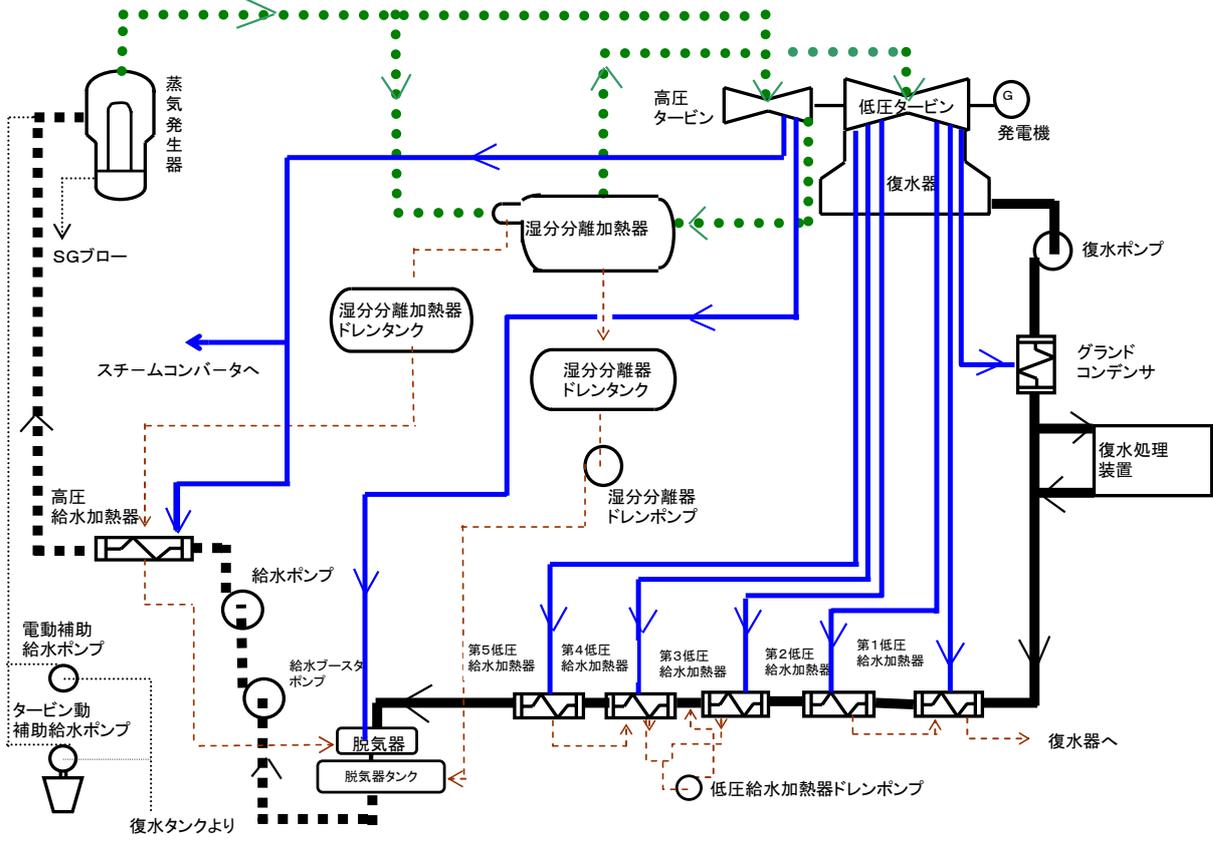


図-4 2次系配管の肉厚検査

点検概要

美浜発電所3号機2次系配管破損事故を踏まえ、2次系配管の1,018箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した。
 その結果、今回検査を実施した部位については、全て、計算必要厚さを満足していることを確認した。
 また、余寿命を評価した結果、次回定期検査時点で余寿命が5年を下回ると評価された部位は12箇所あり、現時点での余寿命は最も短いもので、3.4年と評価された。これらの部位については、次回定期検査において、肉厚測定または配管の取り替えを行う。

系統別概略図



系統名	
復水系統	——
給水系統	■■■■
主蒸気系統	●●●●
抽気系統	——
ドレン系統	- - - -
その他系統

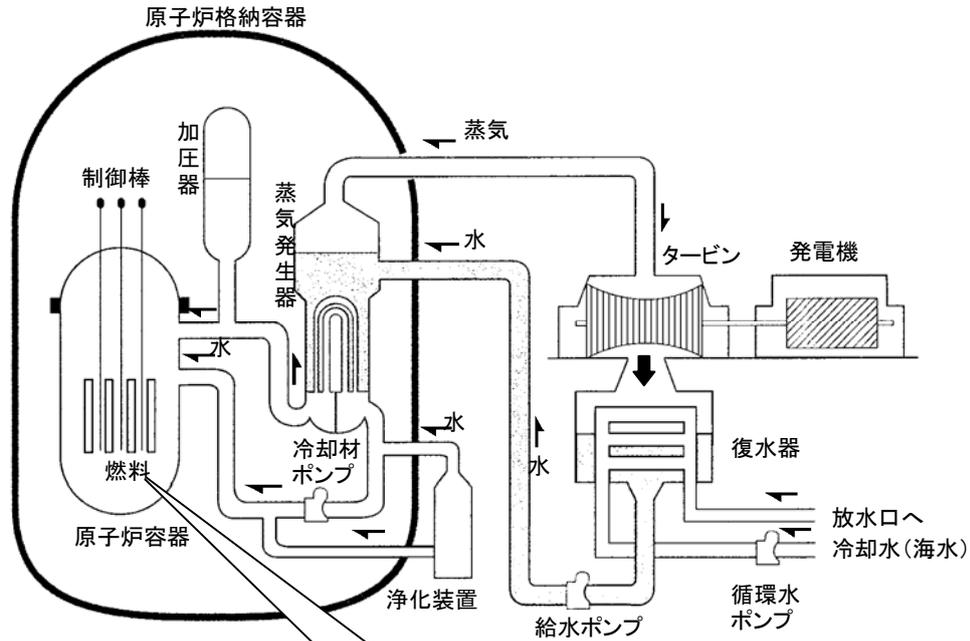
今回点検箇所数

	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
			(当初計画分)		(追加分)		
			(点検済部位)	(未点検部位)	(点検済部位)	(未点検部位)	
主要点検部位	515	9	33	9	21	4	0
その他点検部位	2,855	1,877	43	162	37	708	1,037
合計	3,370	1,886	247		771*		1,037
			1,018				

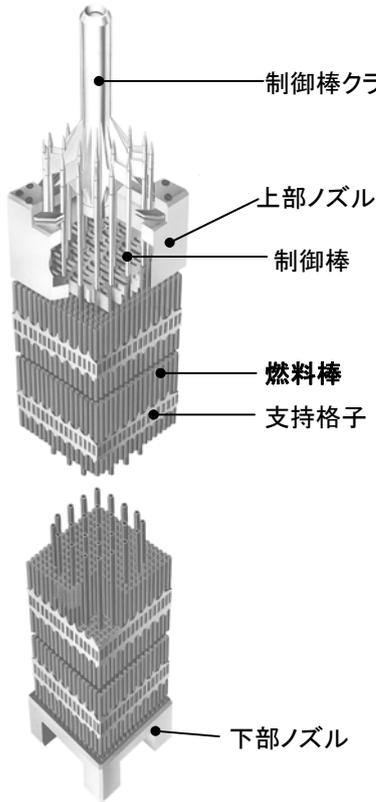
*: 「2次系配管肉厚の管理指針」対象外の1箇所を含む

燃料集合体検査(漏えい燃料集合体装荷位置)

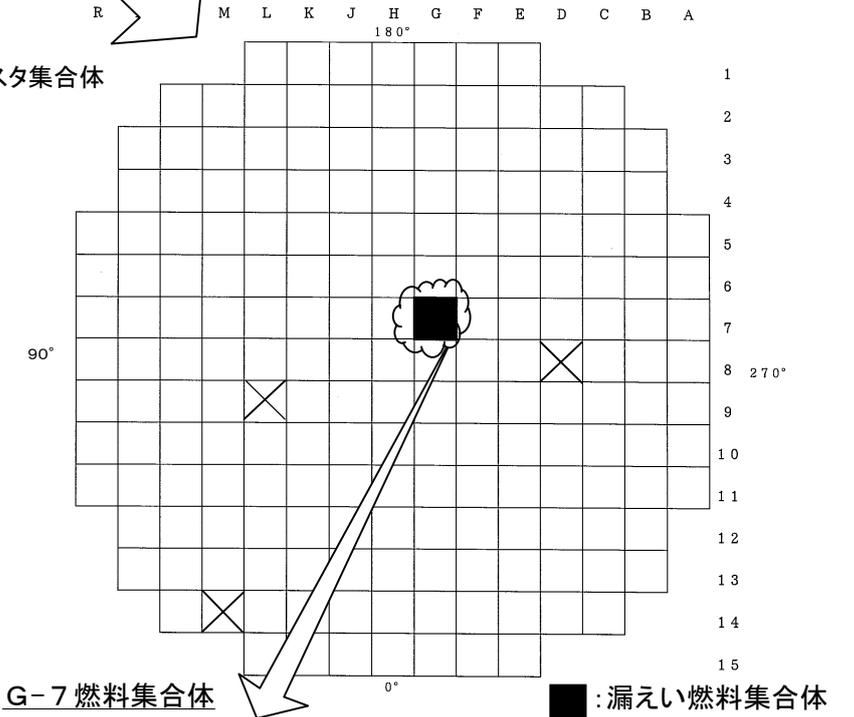
図-5(1/2)



燃料集合体概要図



燃料集合体炉心配置図(上から見た図)



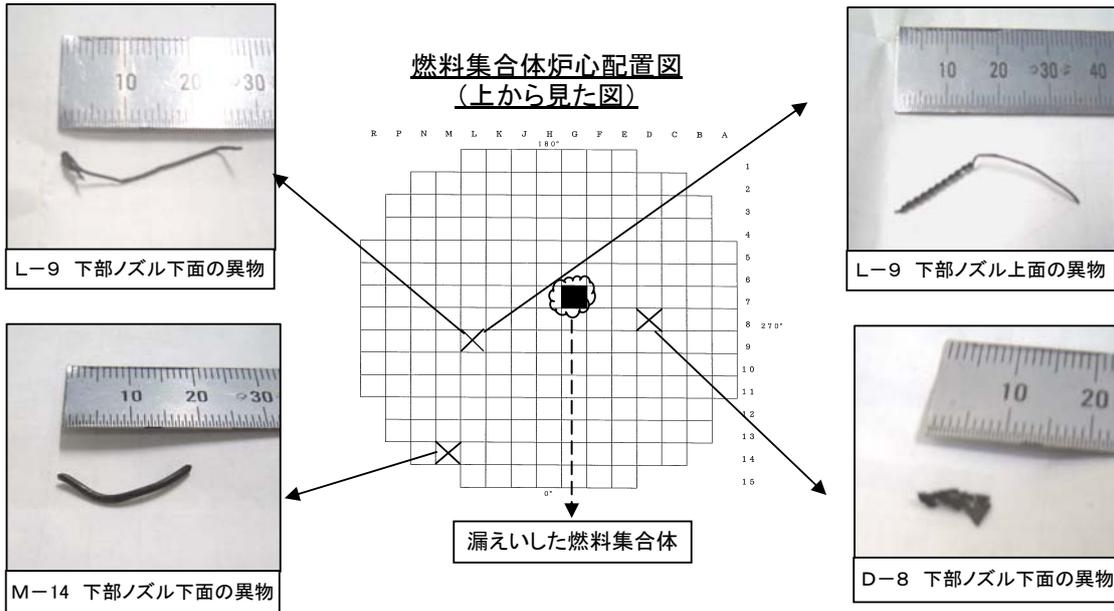
- : 漏えい燃料集合体
- ⊗ : 異物が認められた燃料集合体
- : 燃料棒
- : 制御棒案内シムル
- ⊕ : 炉内計装案内シムル
- : 漏えい燃料棒

燃料集合体の仕様
 燃料タイプ: 17×17型
 全長: 約4m
 全幅: 約20cm
 支持格子数: 9個
 燃料被覆管材質: ジルカロイ-4
 燃料被覆管外径: 約10mm
 燃料被覆管肉厚: 約0.6mm

燃料集合体検査(回収された異物の調査)

図-5(2/2)

異物の状況



異物の推定

燃料集合体	調査結果※	形状	形状等から推定されるもの
D-8	磁性あり たて約5mm×長さ約10mm	薄板状	電気ドリルでの穴あけ加工時に発生する金属片(微小な切断くず)
M-14	磁性あり Φ約1.2mm×長さ約18mm	針金状	作業で一般に使用する針金の切断片
L-9	磁性なし Φ約0.5mm×長さ約25mm	ワイヤー状	ナット廻り止めに使用するワイヤーの切断片
	磁性なし Φ約0.5mm×長さ約33mm	ワイヤー状	

※「磁性あり」は鉄製、「磁性なし」はステンレス製と推定される。

調査対象作業79件

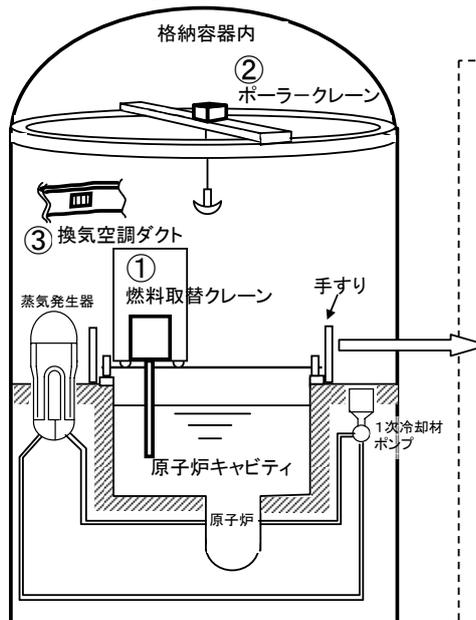
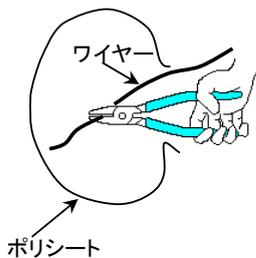
金属くずが発生する可能性のある作業
①燃料取替クレーン高速化工事 (電気ドリルでの穴あけ作業)
②ポーラークレーン点検作業 (廻り止めワイヤー使用)
③換気空調設備工事 (ダクトの仮止めに針金使用)
①燃料取替クレーン高速化工事 (廻り止めワイヤー使用)

3件を抽出

対策1

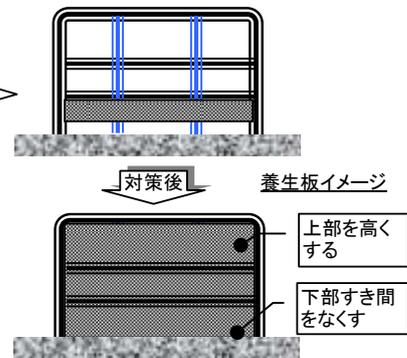
原子炉キャビティ周辺でのワイヤーの切断作業等、金属くずの発生する作業においては、飛散防止策を実施し、発生した金属くずを確実に回収する。

養生イメージ



対策2

原子炉キャビティ周辺の手すりに取り付けている異物落下防止養生板について、取付範囲を広げて隙間を減らし、微小な異物の落下防止強化を図る。



大飯発電所3号機の第10回定期検査に関する補足説明資料

- ・原子炉起動 : 1月13日（7時半頃）
- ・臨界 : 1月13日
- ・調整運転開始 : 1月14日頃
- ・営業運転再開 : 2月上旬