

敦賀発電所 1 号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第 30 回定期検査)

このことについて、日本原子力発電株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

敦賀発電所 1 号機（沸騰水型軽水炉；定格電気出力35.7万kW）は、平成17年11月12日から第 30 回定期検査を実施していたが、12月29日に原子炉を起動し、臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、平成17年12月31日～平成18年 1 月 3 日頃※ に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、平成18年 1 月下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。

※タービンバランシング作業（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、調整運転の開始が前後する。

1 主要工事等

(1) 制御棒取替工事

(図－1 参照)

長寿命化を図った新型（ハフニウム）制御棒※¹として採用したハフニウム板型制御棒で、制御棒表面のハフニウム板を固定するコマの溶接部近傍に応力腐食割れが確認された事象に鑑み、制御棒表面に固定用の溶接部がない構造となっているハフニウムフラットチューブ型制御棒 9 本を制御用として装荷した。

※1 放射性廃棄物の低減を目的とし、中性子吸収材を従来のボロンカーバイドからハフニウムに変更することにより、炉内で長期間使用可能となる。

運転中は、制御棒73本のうち、制御用 9 本については原子炉の出力を調整するため炉心に部分的に挿入された状態にあるが、停止用64本については全引抜位置にある。

新型制御棒は炉内で長期間使用可能なため、制御用として、第27回定期検査（平成14年）より新型制御棒（ハフニウム板型）を順次採用する計画であった。

第28回定期検査において、第27回定期検査で装荷した 5 本の新型制御棒に応力腐食割れによるものと推定されるひび割れが確認されたため、当該の制御棒は従来型制御棒（ボロンカーバイド型）に取り替えている。

2 設備の点検工事について

(1) 原子炉圧力容器供用期間中検査 (図－2 参照)

原子炉圧力容器の供用期間中検査として、原子炉圧力容器の下鏡部の溶接部について超音波探傷検査等を行い、異常がないことを確認した。

(2) 給水・復水系の配管等の点検について (図－3 参照)

美浜発電所 3 号機の 2 次系配管破損事故に鑑み、給水・復水系の配管など 409 箇所について肉厚測定を実施した。

その結果、計算必要厚さを下回っている箇所が 2 箇所確認された。

計算必要厚さを下回った 2 箇所および余寿命 5 年未満で減肉傾向が認められた 3 箇所の計 5 箇所について取替えを実施した。

また、原子炉停止後の冷却操作中（11月12日）に復水ポンプミニマムフロー配管エルボ部でわずかな漏えいが確認され、原因調査の結果、オリフィス下流部でのエロージョンが原因の減肉と推定されたため、3 系統ある復水ポンプミニマムフロー配管オリフィス下流部について配管の取替えを実施した。

※ 定期検査開始当初の計画では、376箇所の肉厚測定を実施する計画であったが、復水ポンプミニマムフロー配管でのエロージョンによる漏えいが確認されたことや、計算必要厚さを下回るなど 5 箇所で有意な減肉が確認されたことを踏まえ、水平展開としてこれらの類似箇所計 33 箇所について追加で肉厚測定を実施した。

(3) 原子炉格納容器内保温材取替工事 (図－4 参照)

原子炉冷却材喪失事故時において、非常用炉心冷却系統のストレーナが配管保温材等の異物により閉塞し、非常用炉心冷却系統の機能が確保できなくなることを防止する観点から、原子炉格納容器内で使用されている繊維状およびケイ酸カルシウムの保温材について、軽量で水に浮くポリイミド系発泡材の保温材と取り替えた。これにより、原子炉冷却材喪失事故時でも、保温材がストレーナに付着し閉塞することはない。

(4) 中央制御室への蒸気流入に係る点検 (図－5 参照)

美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故において、中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等 1,319 箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所 156 箇所を含む 182 箇所について補修を実施した。

3 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 308 体のうち、60 体（全て新燃料集合体で 9 × 9 燃料集合体）を取り替えた。また、再装荷する燃料集合体 4 体の外観検査を実施した結果、異常は認められなかった。

4 次回定期検査の予定

平成19年 春頃

問い合わせ先(担当：嶋崎) 内線2352・直通0776(20)0314
--

制御棒取替工事

図 - 1

概 要

長寿命化を図った新型（ハフニウム）制御棒※として採用したハフニウム板型制御棒で、制御棒表面のハフニウム板を固定するコマの溶接部近傍に応力腐食割れが確認された事象に鑑み、制御棒表面に固定用の溶接部がない構造となっているハフニウムフラットチューブ型制御棒9本を制御用として装荷しました。

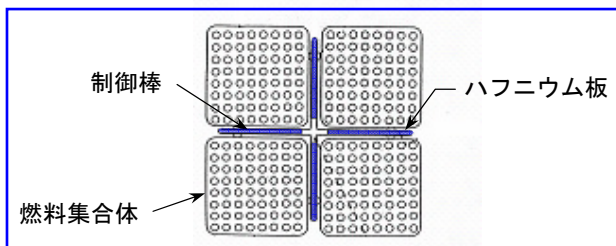
※：放射性廃棄物の低減を目的とし、中性子吸収材を従来のボロンカーバイトからハフニウムに変更することにより、炉内で長期間使用可能となります。

運転中は、制御棒73本のうち、制御用9本は原子炉の出力を調整するため炉心に部分的に挿入した状態にありますが、停止用64本は全て引き抜いた状態にあります。

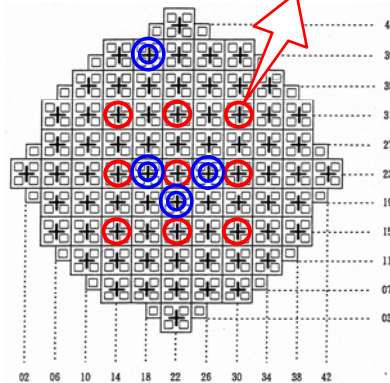
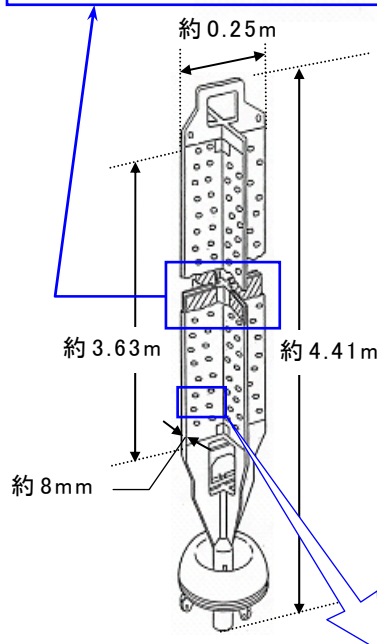
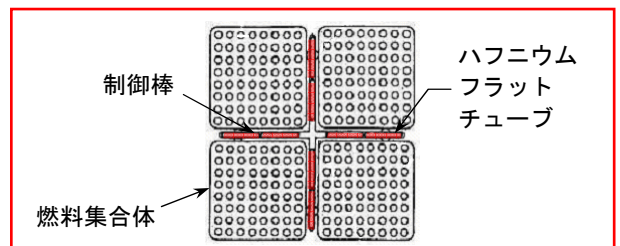
新型制御棒は炉内で長期間使用可能なため、制御用として、第27回定期検査（平成14年）より新型制御棒（ハフニウム板型）を順次採用する計画でした。

第28回定期検査において、第27回定期検査で装荷した5本の新型制御棒に応力腐食割れによるものと推定されるひび割れが確認されたため、当該の制御棒は従来型制御棒（ボロンカーバイト型）に取替えております。

〔 従来装荷している新型制御棒 〕 ハフニウム板型制御棒

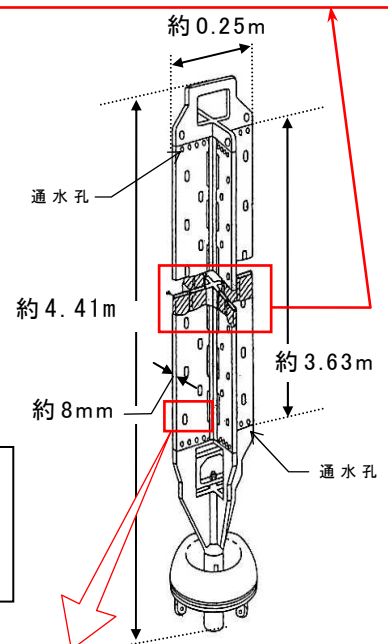


〔 今回装荷する新型制御棒 〕 ハフニウムフラットチューブ型制御棒

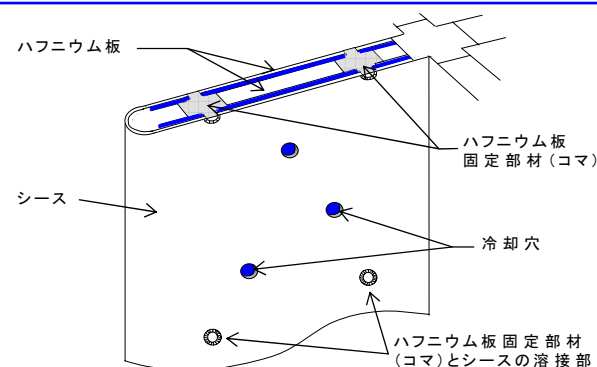


制御棒配置図

- ：今回取替位置（9本）
（ボロンカーバイト型→ハフニウムフラットチューブ型）
- ：ハフニウム板型制御棒
- ✕：制御棒
- ：燃料集合体

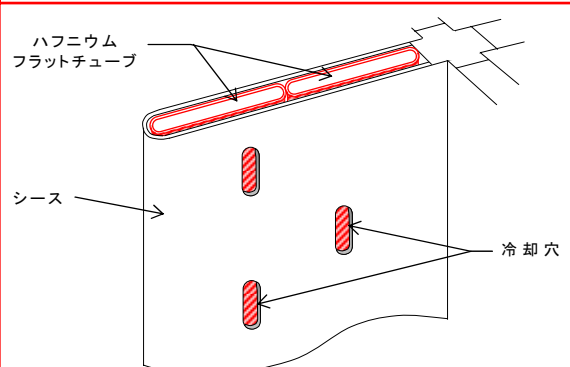


ハフニウム板型制御棒断面図



ハフニウムの固定は、ハフニウム固定部材（コマ）のシースへの溶接によるため、残留応力が残りやすい構造。

ハフニウムフラットチューブ型制御棒断面図

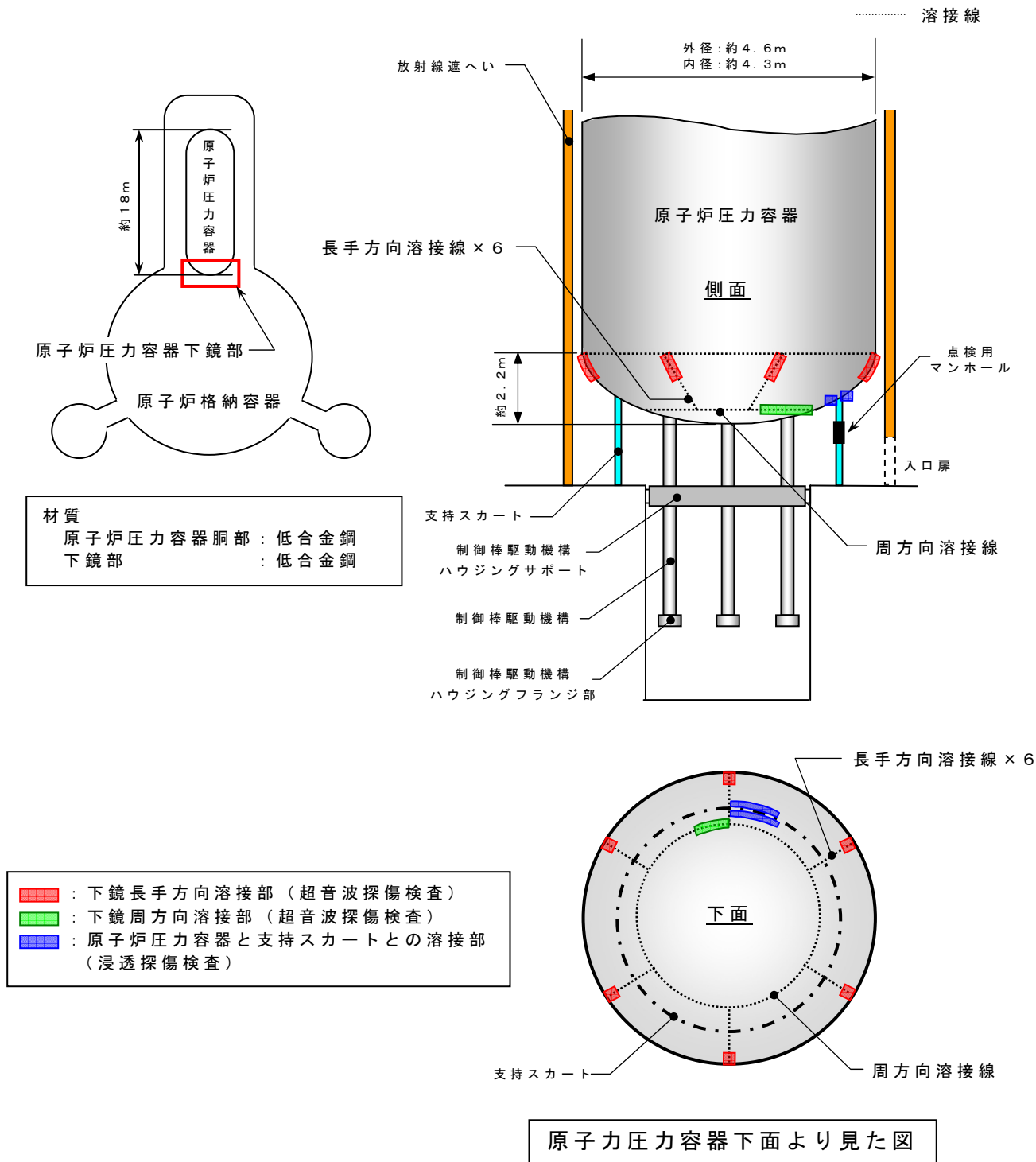


シース表面にハフニウム固定のための溶接部がなく、シースに残留応力が残らない構造。

原子炉圧力容器供用期間中検査

概 要

原子炉圧力容器の供用期間中検査として、原子炉圧力容器下鏡部の溶接部の超音波探傷検査等を行い、異常がないことを確認しました。



概 要

- ①国内プラントで発生した２次系配管破損事故に鑑み、給水・復水系統の配管など４０９箇所※^１の肉厚測定を実施しました。
その結果、計算必要厚さを下回った２箇所および余寿命５年未満で減肉傾向が認められた３箇所の計５箇所を取替えました。
(次頁「１．肉厚測定結果」参照)
- ②原子炉停止後の冷却操作中（１１月１２日）に復水ポンプミニマムフロー配管エルボ部でわずかな漏えいが確認され、原因調査の結果、オリフィス下流部でのエロージョンが原因の減肉と推定されたため、３系統ある復水ポンプミニマムフロー配管オリフィス下流部の配管を取替えました。
(次頁「２．復水ポンプミニマムフロー配管からの漏えい」参照)

[点検部位]

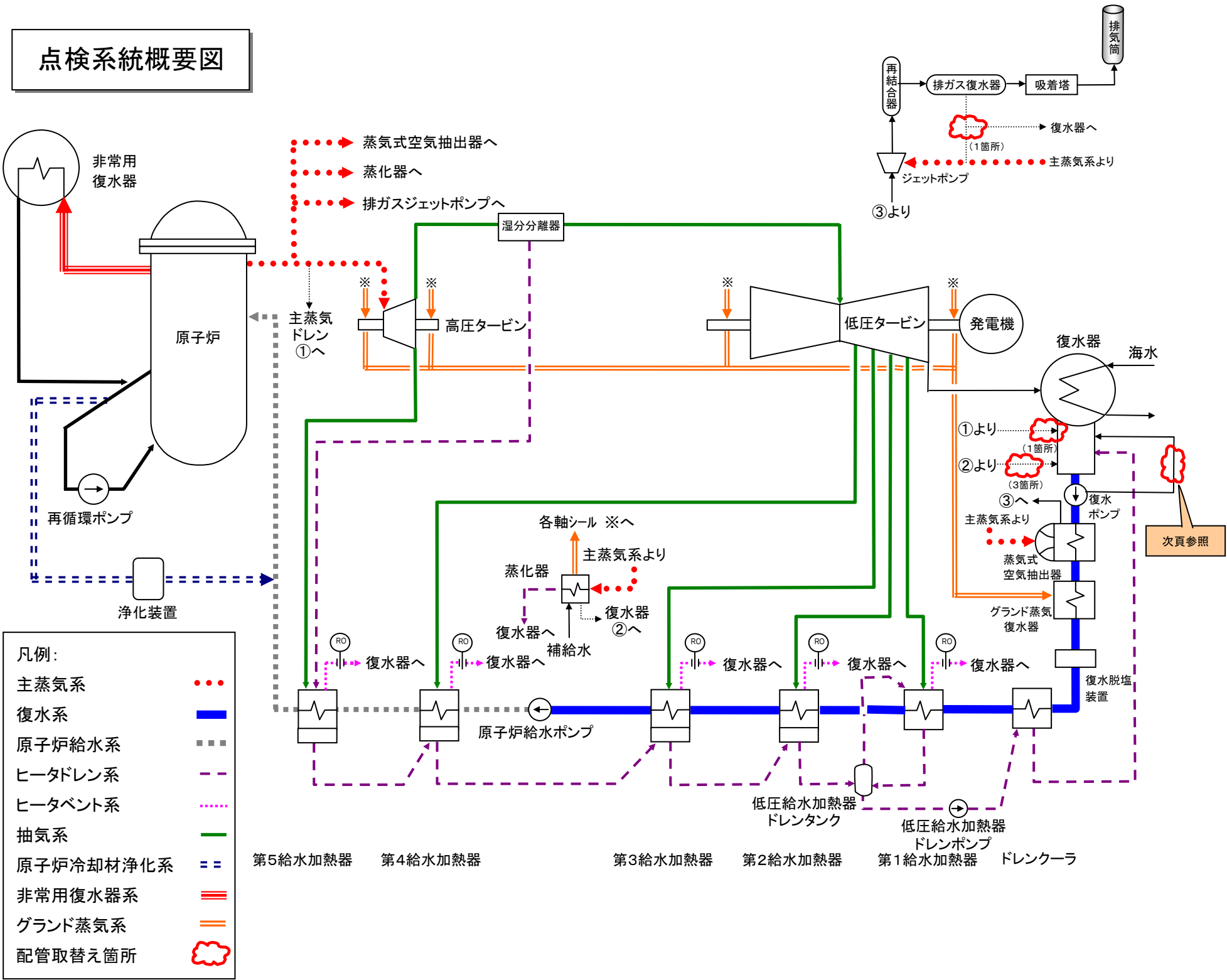
点検区分	点検対象総数	当初計画 点検箇所数	追加点検 箇所数	今回定期検査 点検箇所数	点検未実施箇所
主要点検部位	４７５※ ^３	１１７	１７※ ^３	１３４※ ^２	２０１
その他点検部位	３,７５１	２５９	１６	２７５	３,１７５
合 計	４,２２６※ ^３	３７６	３３	４０９	３,３７６

※１：定期検査開始当所の計画では、３７６箇所の肉厚測定を実施する計画でしたが、復水ポンプミニマムフロー配管でのエロージョンによる漏えいが確認されたことや、計算必要厚さを下回るなど５箇所で有意な減肉が確認されたことを踏まえ、水平展開としてこれらの類似箇所計３３箇所を追加して肉厚測定を実施しました。

※２：復水器内抽気配管の点検未実施部位（２４箇所）を除く点検未実施部位の代表部位全数を点検しました。
なお、復水器内抽気配管の点検未実施部位については、第３１回定期検査にて点検を実施します。

※３：第３０回定期検査時に主蒸気ドレン系減肉により点検対象部位を１５箇所追加しました。

点検系統概要図



給・復水系等配管点検工事

1. 肉厚測定結果

（１）減肉箇所										
No.	系 統	配管名称	点検区分	口径 (mm)	材 質	公称厚さ (mm)	必要 最小厚さ (mm)	測定厚さ (mm)	余寿命 (年)	備 考
1	主蒸気ドレン系	主蒸気ドレン復水器 入口管台	主要点検部位	80	炭素鋼	7.6	3.0	1.8	—	点検対象 部位に追加
2	グラウンド蒸気系	蒸化器ドレンライン	その他点検部位	25	低合金鋼	4.5	0.1	1.7	1.3	
		蒸化器ドレンライン	その他点検部位	25	低合金鋼	4.5	0.1	1.4	2.5	
		蒸化器ドレンライン	その他点検部位	25	低合金鋼	4.5	0.1	1.8	3.6	
3	排ガス系	排ガス復水器 ドレンライン	主要点検部位	25	炭素鋼	3.4	1.7	1.1	—	

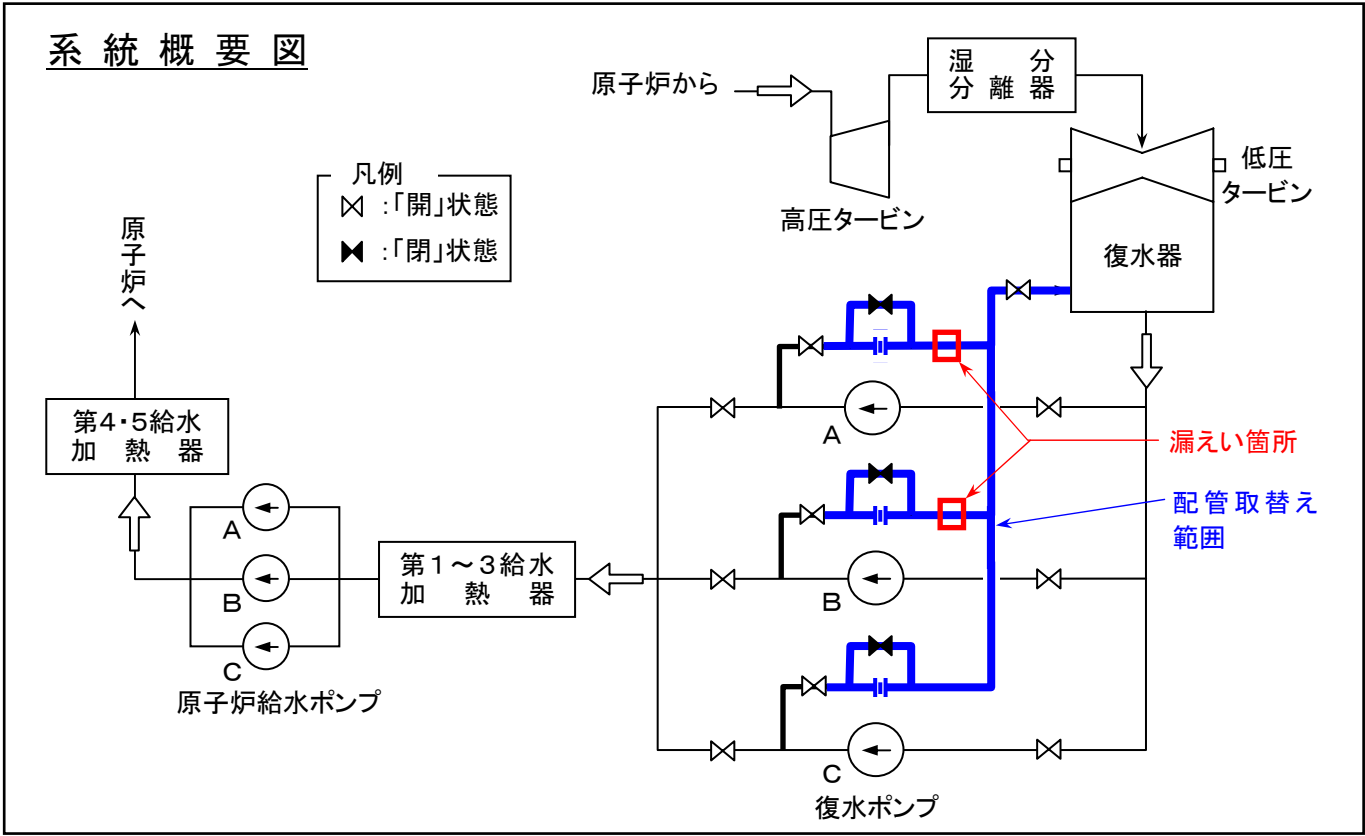
（２）対策／追加点検				
No.	系 統	対 策	追加点検	
			内 容	点検区分
1	主蒸気ドレン系	炭素鋼から低合金鋼に取替	15箇所※ ¹ について 追加肉厚測定実施 (当該部1箇所含む)	主要点検部位
2	グラウンド蒸気系	同一材質（低合金鋼）にて取替	4箇所について追加 肉厚測定実施	その他点検部位
3	排ガス系	同一材質（炭素鋼）にて取替	2箇所について追加 肉厚測定実施	主要点検部位

※ 1：第30回定期検査時に主蒸気ドレン系減肉により点検対象部位として追加した箇所。

2. 復水ポンプミニマムフロー配管からの漏えい

（１）漏えい箇所							
No.	系 統	配管名称	口径 (mm)	材 質	公称厚さ (mm)	必要 最小厚さ (mm)	備 考
1	復水系	復水ポンプBミニマム フローライン	25	炭素鋼	6.5	1.7	原子炉停止後の冷却操作中に 漏えいを確認
		復水ポンプAミニマム フローライン	25	炭素鋼	4.5	1.7	原子炉停止後の冷却操作中に 漏えいを確認

（２）対策／追加点検			
No.	系 統	対 策	追加点検
			内 容
1	復水系	同一材質（炭素鋼）にて取替	12箇所について追加肉厚測定実施



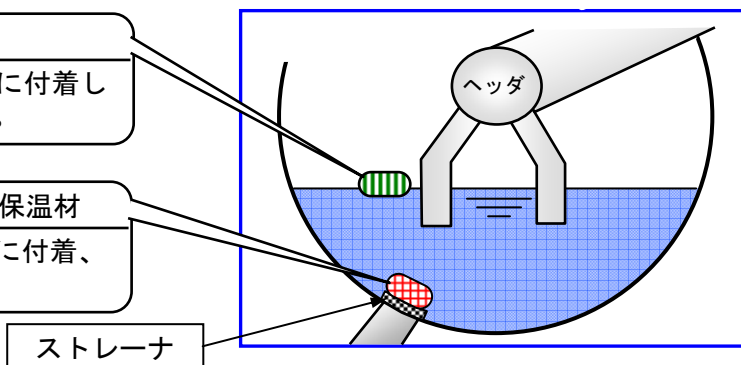
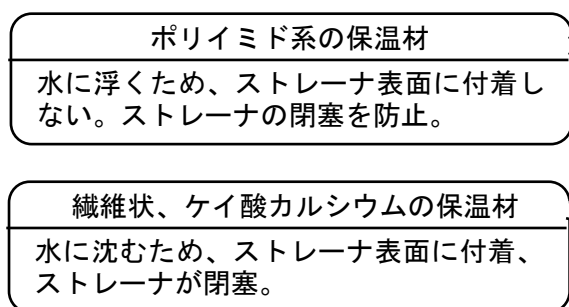
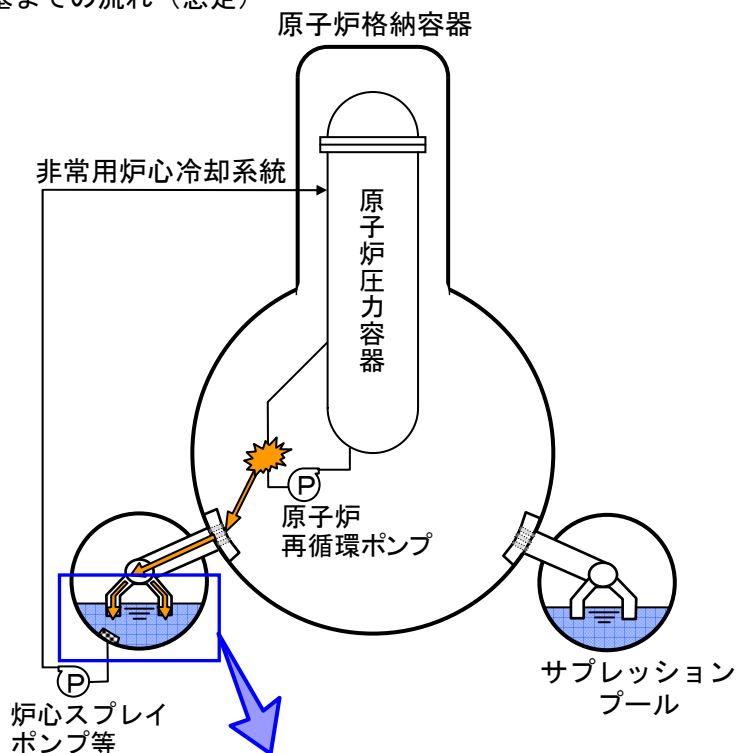
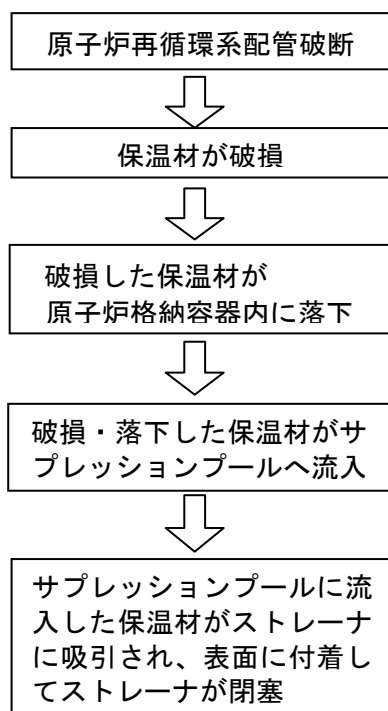
原子炉格納容器内保温材取替え工事

図-4

概 要

原子炉冷却材喪失事故時において、非常用炉心冷却系統のストレーナが配管保温材等の異物により閉塞し、非常用炉心冷却系統の機能が確保できなくなることを防止する観点から、原子炉格納容器内で使用されている繊維状およびケイ酸カルシウムの保温材を軽量で水に浮くポリイミド系発泡材の保温材に取替えました。

1. 原子炉冷却材喪失事故時のストレーナ閉塞までの流れ（想定）



2. 原子炉格納容器内の保温材の種類、使用量

系 統 名	繊維状保温材 (m^3)	ケイ酸カルシウム (m^3)	金属反射型 (m^3)	ウレタン (m^3)	小 計 (m^3)
合 計 (%)	12.7 (15.6 %)	0.4 (0.5 %)	65.0 (80.1 %)	3.0 (3.7 %)	81.1 (100 %)



ポリイミド系の保温材に取替え

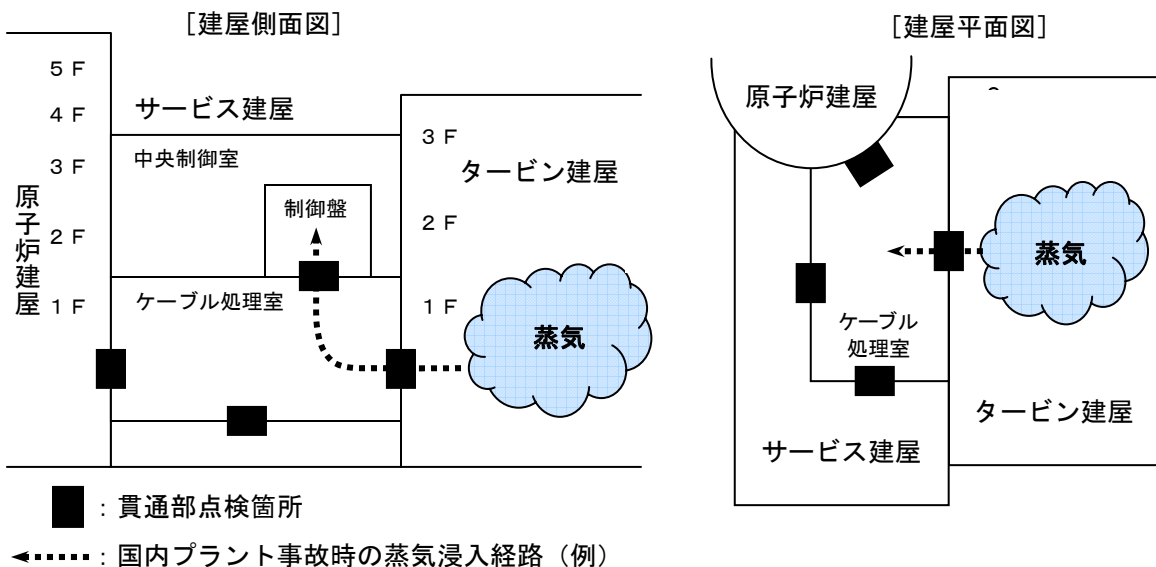
系 統 名	ポリイミド系保温材 (m^3)	金属反射型 (m^3)	ウレタン (m^3)	小 計 (m^3)
合 計 (%)	13.7 (16.8 %)	65.0 (79.5 %)	3.0 (3.7 %)	81.7 (100 %)

中央制御室への蒸気浸入に係る点検

概 要

国内プラントで発生した２次系配管破損事故において、中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等１，３１９箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所１５６箇所を含む１８２箇所の手直しを実施しました。

点検箇所概要図



貫通部の点検例

