

高浜発電所1号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第24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1号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力82.6万kW)は、平成18年11月22日から第24回定期検査を実施しているが、平成19年2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、2月16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) 原子炉冷却系統設備小口径配管取替工事 (図-1参照)

海外での損傷事例を踏まえ、溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある安全注入系統の配管分岐部を、耐食性に優れた材料で応力集中が小さい溶接形状のものに変更した。

(2) 1次冷却材管内構造物流体振動対策工事 (図-2参照)

流体振動に関する新しい技術基準を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物の評価を行った結果、流体振動が発生する可能性がある1次冷却材系統のサンプルノズル2本について、1次冷却系配管への差込部の隙間をなくし、流体振動の発生を回避した剛構造のものを取り替えた。

* ;各電力事業者においては、平成7年12月の「もんじゅ」事故を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物について、当時の知見をもとに評価を行い流体振動が発生しないことを確認していたが、その後、日本機械学会において「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」が整備され、平成18年1月より技術基準として適用されたことを受けて、改めて保守的な評価を実施した。

(3) 原子炉容器周辺遮へい体設置工事 (図－3 参照)

原子炉運転中に機器の点検で立ち入る原子炉格納容器周辺建屋屋上の放射線量を低減させるため、原子炉容器の上部に遮へい体を追加設置した。

2 設備の保全対策

(1) 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1,331箇所[※]について超音波検査(肉厚測定)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。

(今回で未点検箇所の点検を終了)

※ 今定期検査開始時には1,307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1,331箇所について超音波検査を実施した。

・配管点検範囲見直しに伴う変更	3箇所追加
・配管追加取替え箇所(初期肉厚測定)	15箇所追加
・他プラントの減肉事象を踏まえた変更	6箇所追加
	合計 24箇所追加

②今定期検査開始時には330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40箇所を追加し、合計370箇所について配管を取り替えた。

(2) 発電機固定子コイル取替工事 (図－5 参照)

発電機固定子コイルの絶縁物材料が劣化傾向にあることから、予防保全として、耐久性に優れた絶縁物材料を用いた発電機固定子コイルに取り替えた。

(3) 1次系電動弁取替工事

化学体積制御系統に設置された海外製弁1台を、保守性向上の観点から部品調達が容易な国産弁に取り替えた。

3 定期検査中に発生した安全協定に基づく異常事象 (図－6 参照)

(1) 原子炉補助建屋内(管理区域内)での水漏れ

今定期検査中の平成19年1月14日、原子炉補助建屋内(管理区域内)で、充てん/高圧注入ポンプ入口連絡弁取替工事の耐圧漏えい試験終了後の復旧作業として、試験のために設置した閉止フランジの取外し作業を行っていたところ、当該部より漏えいが発生した。

この漏えいにより協力会社作業員4名に水がかかったが、測定の結果、身体に放射能の汚染はなかった。漏えい量は約370リットルと評価され、放射エネルギーは約 6.9×10^6 ベクレルと推定された。

調査の結果、原因は原子炉保守課において、発電室の承認が得られていない状態で、水抜き操作中に閉止フランジの取り外し作業を行ったため、水抜き操作として実施した弁開放に伴い、系統内に残留していた圧力が開放され、系統内の水が押し出されて、取り外し作業中のフランジから漏えいしたものと推定された。

対策として、作業着手前に系統状態を発電室に確認することや、計画の変更について発電室の承認を得ることなどの基本ルールの遵守や基本動作の徹底について全所員に文書で周知した。また、関係者の再教育を速やかに実施するとともに、閉止フランジなどの仮設機器について、発電室の管理対象の機器であることを明確にし、発電室の許可を得ずに取り付け・取り外し作業ができないよう、社内ルールを変更する。さらに、発電室と作業担当課との間や、課内での連絡・調整が確実に実施されるよう、業務の手続きや連携の在り方を検討し、社内ルールに反映する。

[平成19年1月15日、30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うち、B-蒸気発生器伝熱管全数（計3,382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、73体（うち48体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（12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20年 春頃

問い合わせ先(担当：藤内) 内線2354・直通0776(20)0314
--

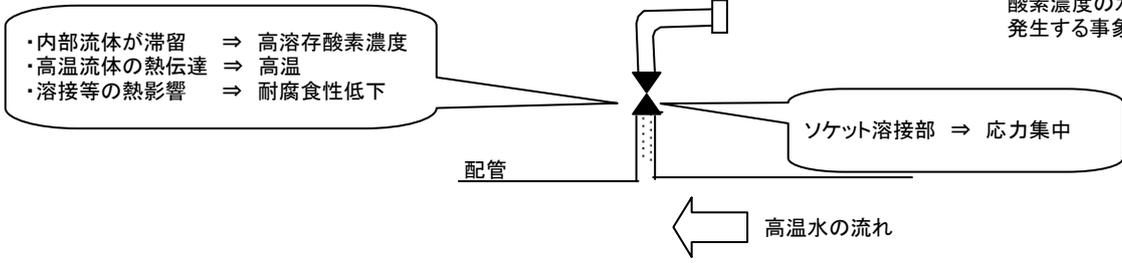
図-1 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事

工事概要

海外での損傷事例を踏まえ、溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある安全注入系統の配管分岐部を、耐食性に優れた材料で応力集中が小さい溶接形状のものに変更した。

【酸素型応力腐食割れ※メカニズム】

※酸素型応力腐食割れ: 溶接等の熱影響により鋭敏化 (耐腐食性が低下)した配管に、高温、高溶存酸素濃度の水質条件下で割れが発生する事象。



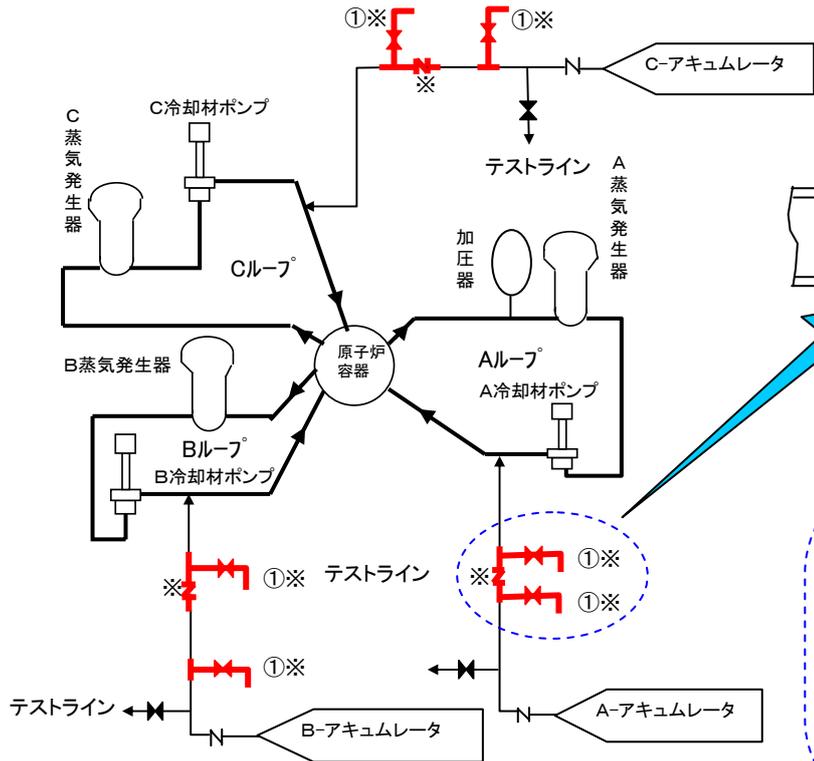
取替対象範囲

高浜1号機

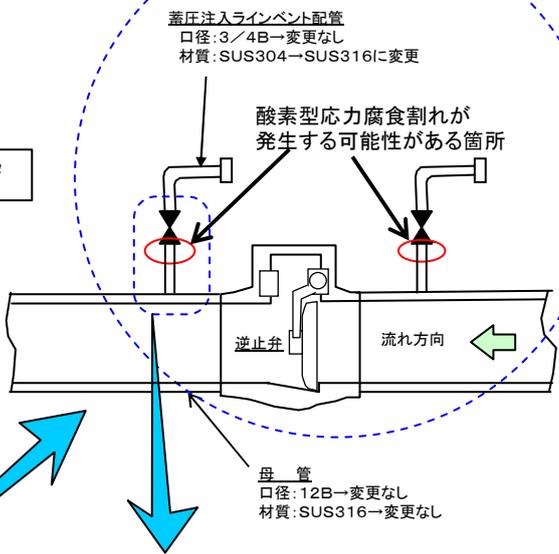
系統	対象箇所	箇所数	図中番号
安全注入系統	蓄圧注入ラインイベント配管他	6	①

取替範囲概略図

— : 取替範囲
※ : 取替弁



取替範囲概略図



溶接式継手の溶接方法の変更

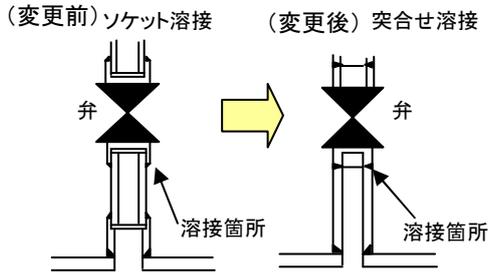
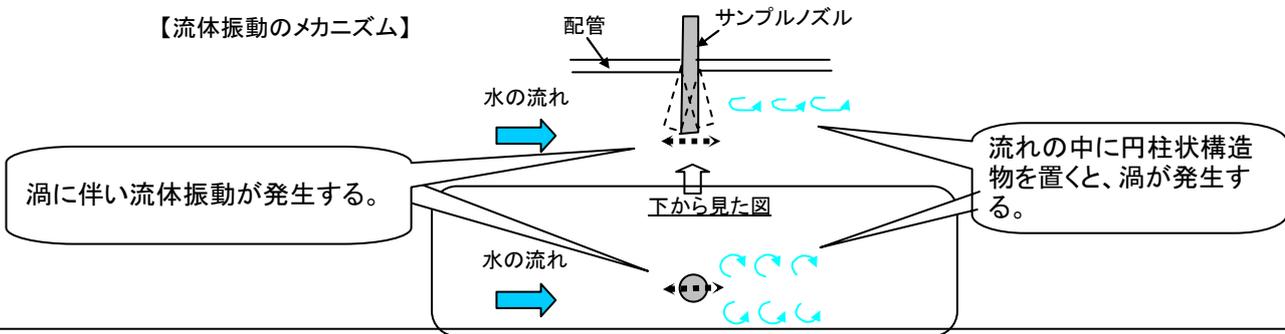


図-2 1次冷却材管内構造物流体振動対策工事

工事概要

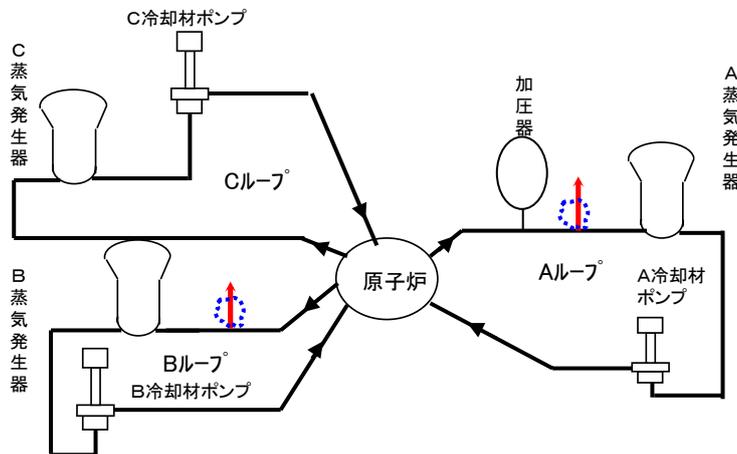
流体振動に関する新しい技術基準を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物の評価を行った結果、流体振動が発生する可能性がある1次冷却材システムのサンプルノズル2本について、1次冷却系配管への差込部の隙間をなくし、流体振動の発生を回避した剛構造のものと取り替えた。

【流体振動のメカニズム】



取替概略図

系統概要図



取替箇所	取替本数
Aループ1次冷却材高温側サンプルノズル	1
Bループ1次冷却材高温側サンプルノズル	1

○ サンプルノズル取替範囲

サンプルノズル取替前後比較

■ 取替箇所

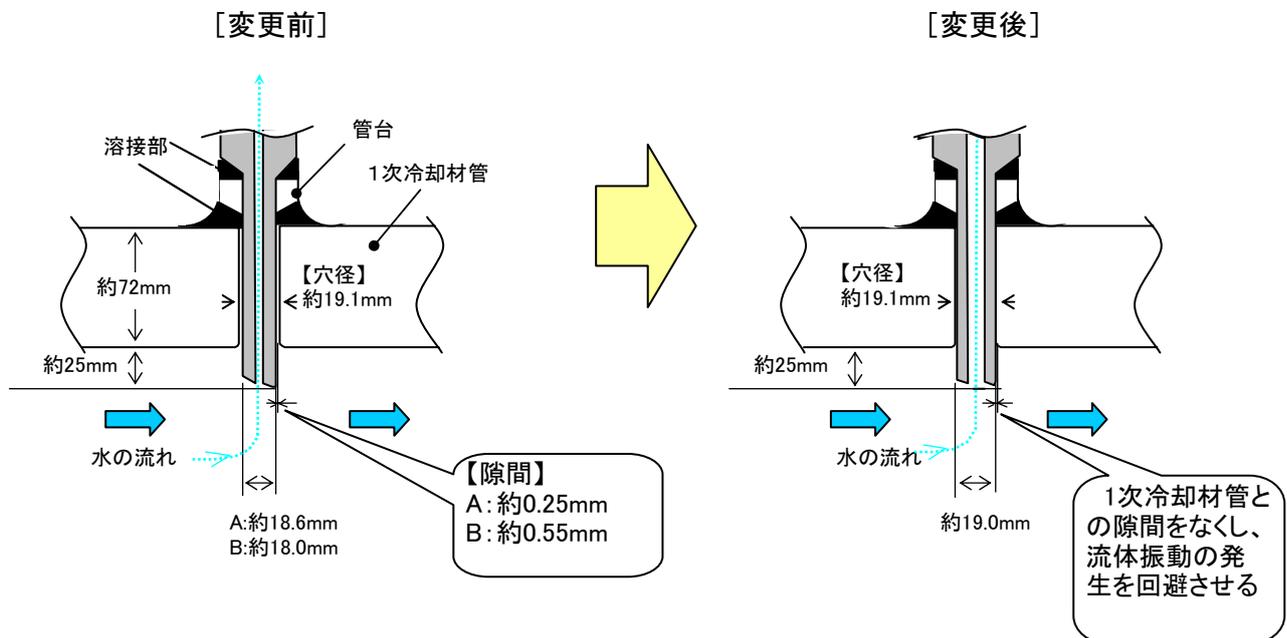
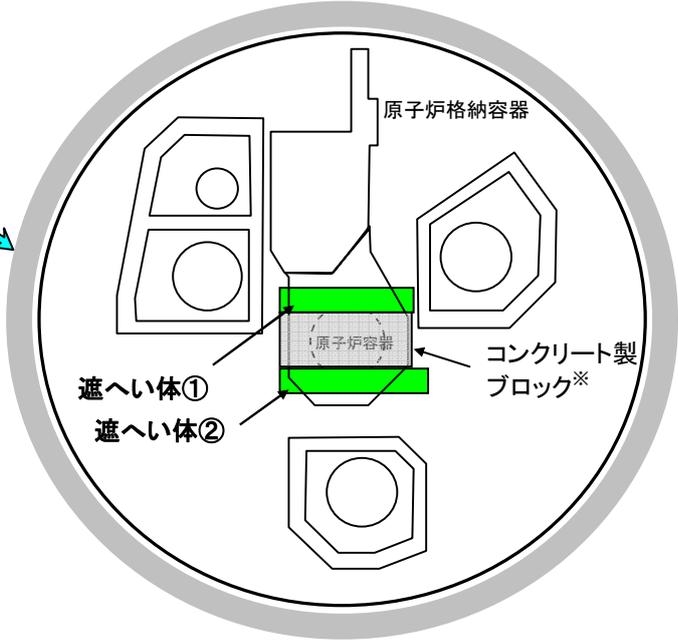
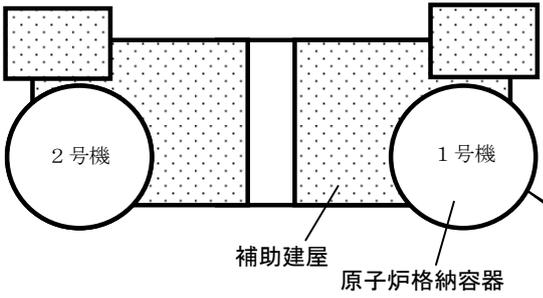


図-3 原子炉容器周辺遮へい体設置工事

工事概要

原子炉運転中に機器の点検で立ち入る原子炉格納容器周辺建屋屋上の放射線量を低減させるため、原子炉容器の上部に遮へい体を追加設置した。

系統概要図



- [遮へい体の主な仕様]
- ① 鋼板型枠コンクリート製
寸法：約8.5m×1.5m×0.25m
重量：約15t
 - ② 鋼板型枠コンクリート製
寸法：約9.3m×1.5m×0.25m
重量：約20t

※制御棒飛び出し事故時の影響緩和のために設置
(放射線遮への役割も果たす)

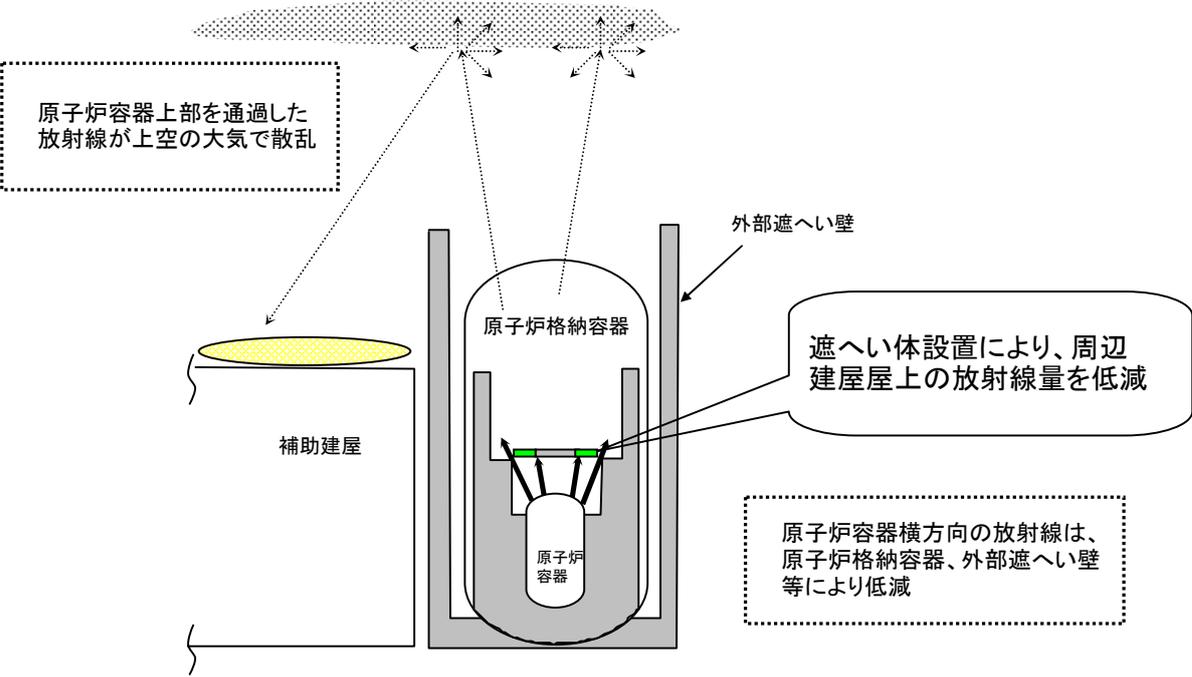


図-4 2次系配管の点検等

点検概要

(点 検)

今定期検査において、1, 331箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した。

○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 [<>内は、定検開始時点]		今回点検実施部位 [<>内は、定検開始時点]	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	うち未点検部位		
主要点検部位	1,037 <1,037>	0 <0>	787 ^{※1} <779>	0 <0>
その他部位	1,819 <1,819>	5 <5>	544 ^{※2} <528>	0 <0> ^{※4}
合計	2,856 <2,856>	5 <5>	1,331 ^{※3} <1,307>	0 <0>

※1: 主要点検部位の点検実施部位787箇所は、配管取替え後の初期肉厚測定部位 174箇所を含む

※2: その他部位の点検実施部位544箇所は、配管取替え後の初期肉厚測定部位 189箇所を含む

※3: 定期検査開始時からの変更内容

	今回点検実施部位	理 由
主要点検部位	+8	・配管取替え範囲見直しによる変更
その他部位	+16	・配管点検範囲見直しによる変更: +3箇所 ・配管取替え範囲見直しによる変更: +7箇所 ・他プラントの減肉事象を踏まえた変更: +6箇所
合計	+24	

※4: その他部位の未点検部位5箇所については取り替えたことから、今定期検査終了後の未点検部位は0箇所となった

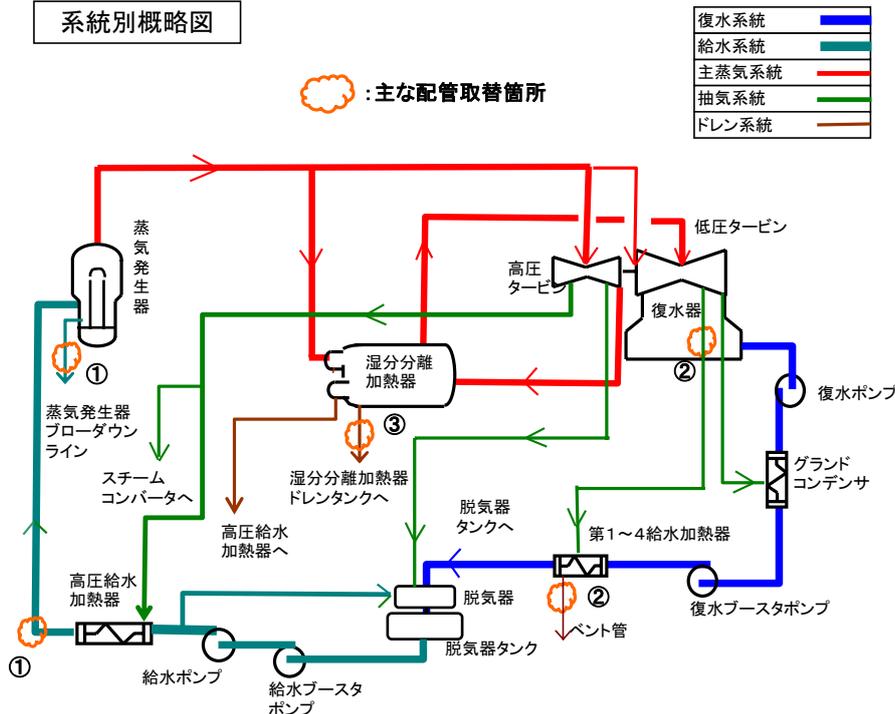
(結 果)

○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。

取替概要

○今定期検査開始時には、330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40箇所を追加し、合計370箇所について配管を取り替えた。

系統別概略図



【取替理由】

- ① 余寿命10年未満で減肉が確認されたため取替え(27箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 26箇所
 - ・ステンレス鋼 ⇒ ステンレス鋼 1箇所
- ② 配管の保守性を考慮して取替え(326箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 310箇所
 - ・炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 16箇所
 - (当初計画303箇所に23箇所を追加した)
- ③ 配管取替えによる作業性を考慮して取替え(17箇所)
 - ・炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 17箇所
 - (新規に17箇所を追加した)

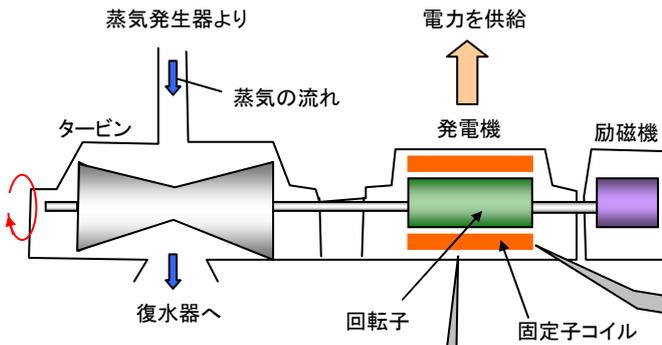
取替箇所数合計 : 370箇所

図-5 発電機固定子コイル取替工事

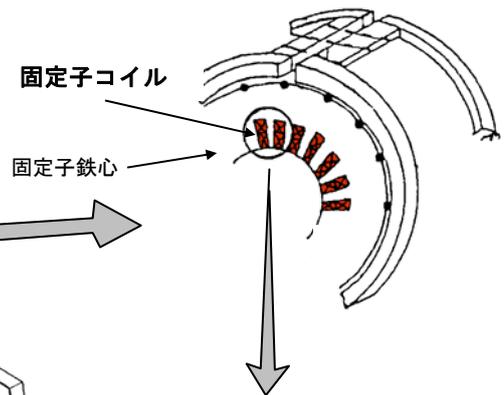
工事概要

発電機固定子コイルの絶縁物材料が劣化傾向にあることから、予防保全として、耐久性に優れた絶縁物材料を用いた発電機固定子コイルに取り替えた。

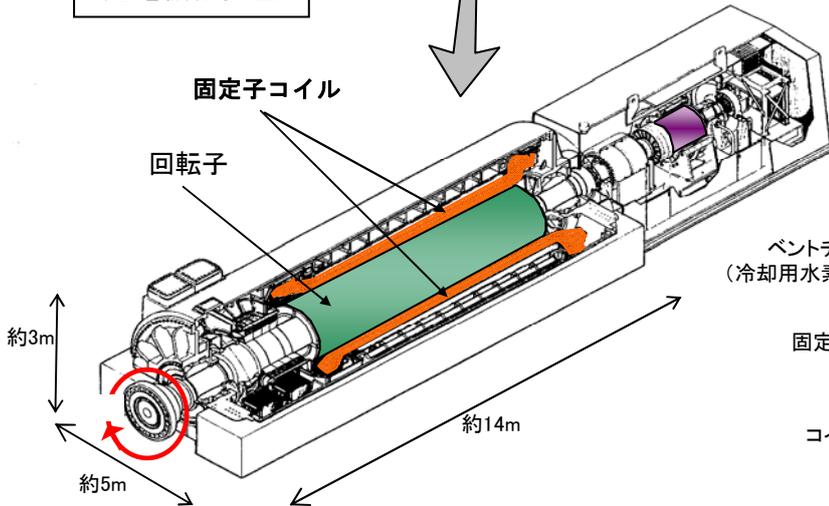
系統概要図



固定子コイル断面図



発電機概要図



絶縁能力が低下すると、送電線への落雷等による異常電圧発生時に絶縁破壊を起こし、機器の損傷に至る

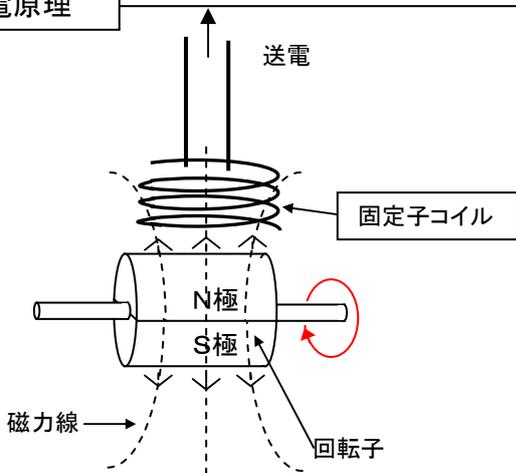
ベントチューブ
(冷却用水素の通気口)

固定子鉄心

コイル

絶縁物

発電原理



回転子(磁石)の回転により、固定子コイルに作用する磁力線の向きが変化し、固定子コイルに電気が発生する。

固定子コイルの主な仕様

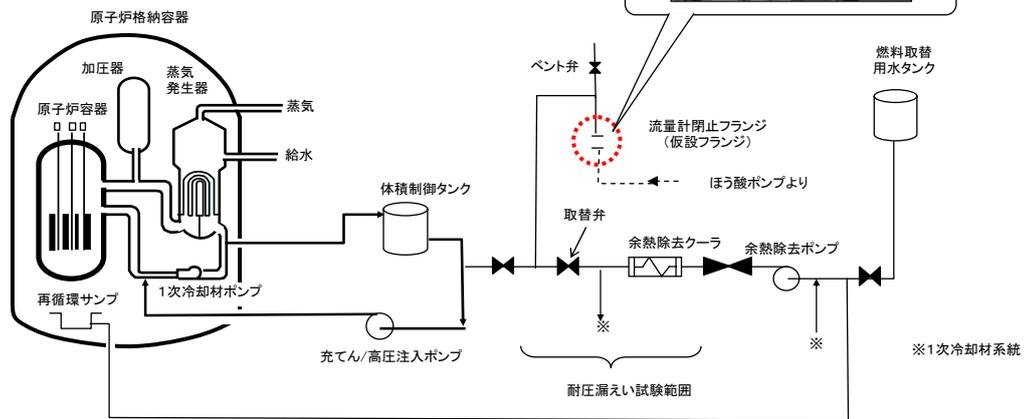
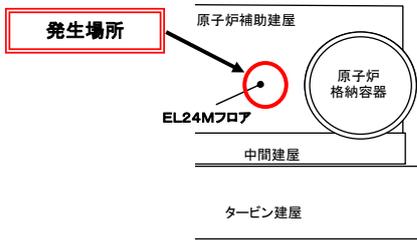
- ・コイル数※：内側 42個(周方向)
外側 42個(周方向) } 合計84個
- ・コイル寸法：内側 約62mm×126mm×7m
外側 約62mm×110mm×7m
- ・重 さ：約0.25t/個
- ・コ イ ル：銅製
- ・絶 縁 物：(変更前)ポリエステル製
(変更後)エポキシ製

<訂正とお詫び>

定期検査開始のお知らせ(平生18年11月17日)で固定子コイル数を内側84個、外側84個としておりましたが、正しくは内側42個、外側42個です。お詫びを申し上げ、訂正させていただきます。

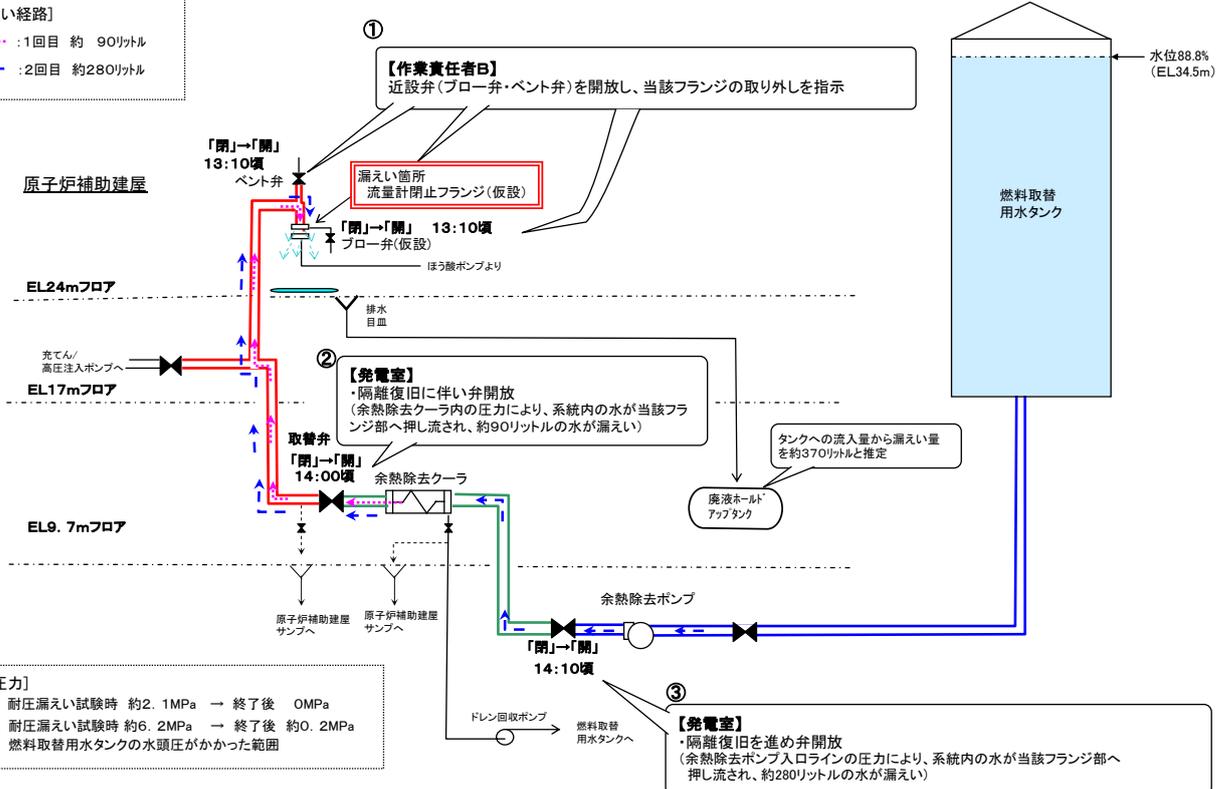
図-6 原子炉補助建屋(管理区域)での水漏れ

発生状況



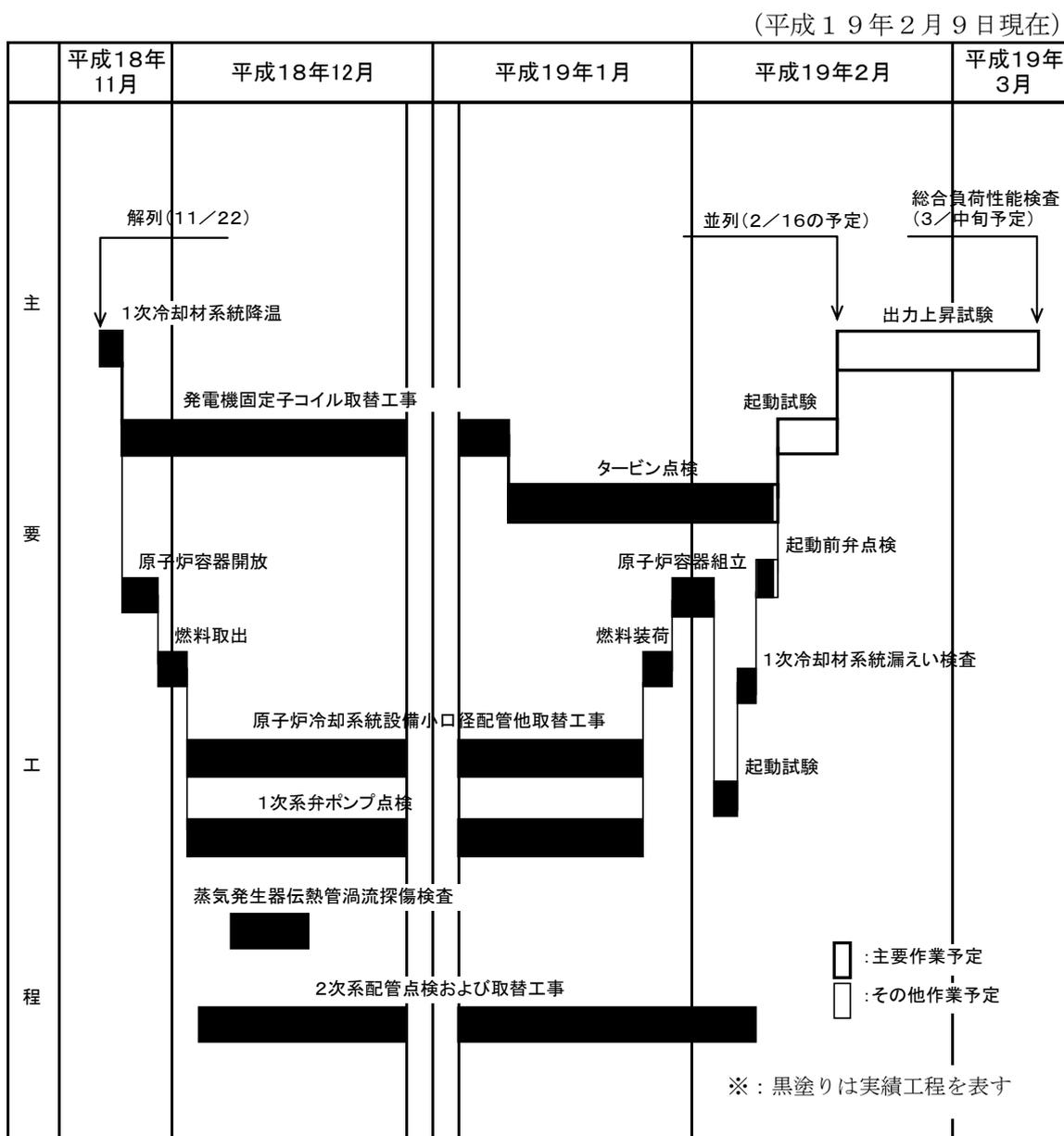
調査結果

【漏えい経路】
 ← : 1回目 約 90リットル
 ← : 2回目 約280リットル



高浜発電所1号機 第24回定期検査の作業工程

平成18年11月22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おります。



(参考) 高経年化対策として実施する主な作業

○燃料取換クレーン他ロッキングカム検査

燃料取換クレーンおよび燃料ピットクレーンにおいて、燃料をつかむフィンガはロッキングカムとの連携により作動するが、連携部分(摺動部)はこすれにより摩耗する可能性があるため、フィンガとロッキングカムとの隙間計測を行い、これらの機能に係る健全性を確認した。