

令和 2 年 1 月 2 9 日
原子力安全対策課
(3 1 - 3 7)
< 1 5 時記者発表 >

高浜発電所 4 号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第 2 2 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 4 号機（加圧水型軽水炉：定格電気出力 87.0 万 kW）は、令和元年 9 月 18 日から第 22 回定期検査を実施しているが、令和 2 年 1 月 30 日に原子炉を起動し、同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 1 日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、2 月下旬には原子力規制委員会の最終試験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) 高エネルギーアーク損傷対策工事 (図－1 参照)

国内外の原子力発電所の電気設備で高エネルギーアーク損傷が発生していることを踏まえ、原子力規制委員会によるバックフィット（新たな規制基準の既存の施設等への適用）として保安電源設備に係る技術基準規則等が一部改正（平成 29 年 8 月）されたことから、重要安全施設への電力供給に係る電気盤について、遮断器の遮断時間の変更やインターロックの追加を行った。

(2) 格納容器サンプ水位計取替工事 (図－2 参照)

格納容器サンプに設置している浮力式水位計が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮し、差圧式水位計へ取替えた。

2 設備の保全対策

2次系配管の点検等

(図－3参照)

関西電力㈱の定めた「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、2次系配管 676箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施した。その結果、必要最小厚さを下回る箇所および次回定期検査までに必要最小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。

また、過去の点検で減肉傾向が確認された部位 35 箇所、配管取替時の作業性を考慮した部位 40 箇所、今後の保守性を考慮した部位 20 箇所、合計 95 箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えた。

3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査の結果

(図－4参照)

3台ある蒸気発生器（SG）の伝熱管全数（既施栓管を除く計9,752本）について、渦流探傷検査を実施した結果、A－SGの伝熱管1本、B－SGの伝熱管1本、C－SGの伝熱管3本について、管支持板部付近に外面（2次側）からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。

原因は、管支持板下面に異物が留まり、その異物に伝熱管が繰り返し接触したことで摩耗減肉が発生したものと推定した。なお、異物は前回（第21回）の定期検査中における弁等の分解点検時に混入したものと推定した。

対策として、当該伝熱管の高温側および低温側管板部で閉止栓（機械式栓）を施工した。また、SGへの異物混入の可能性のある機器の点検については、立ち入り前に作業服を着替えるとともに靴カバーを着用することや、垂直配管に取り付けられている弁の点検後、目視による確認が困難な箇所に対して、ファイバースコープによる異物確認を行うことなどを作業手順書等に記載した。

[令和元年10月17日、29日、11月15日、28日 公表済]

4 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 157 体のうち、57 体を取り替えた。今回装荷した新燃料集合体は 28 体である。また、MOX燃料は 20 体を装荷した。

燃料集合体の外観検査（52 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

2020年10月7日

問い合わせ先

原子力安全対策課（清水）

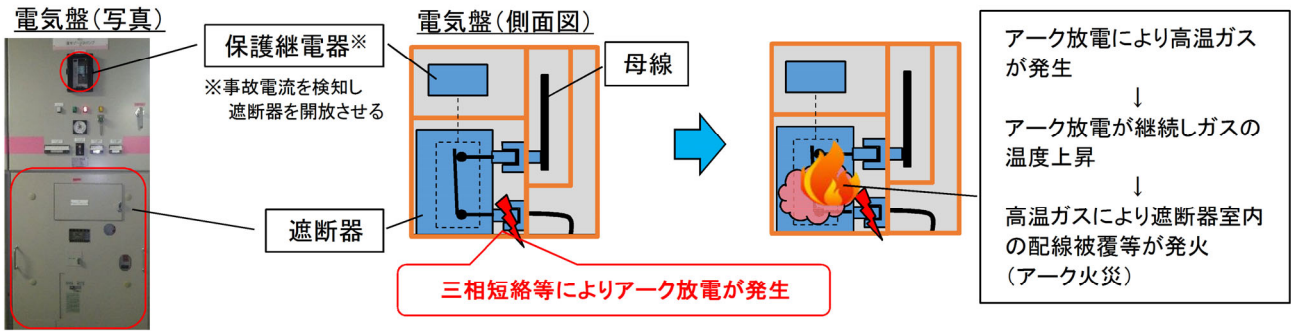
内線 2353・直通 0776(20)0314

図-1 高エネルギーアーク損傷対策工事

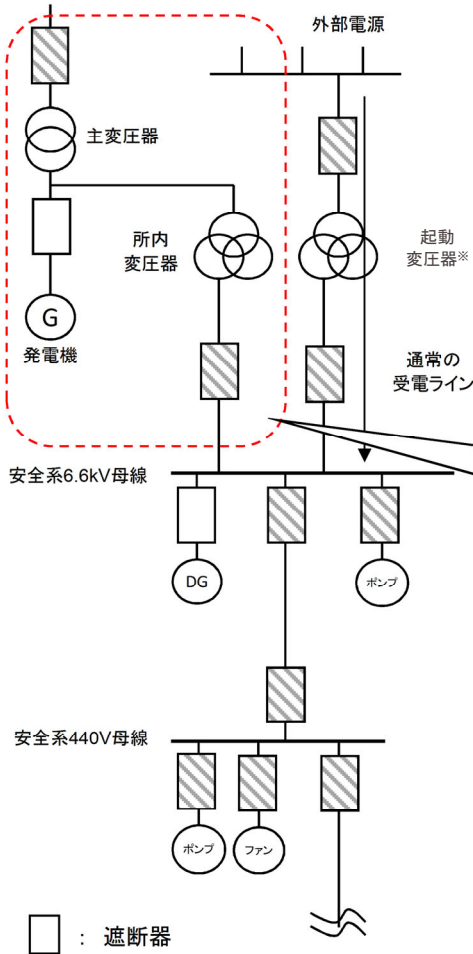
工事概要

国内外の原子力発電所の電気設備で高エネルギーアーク損傷が発生していることを踏まえ、原子力規制委員会によるバックフィット(新たな規制基準の既存の施設等への適用)として保安電源設備に係る技術基準規則等が一部改正(2017年8月)されたことから、重要安全施設への電力供給に係る電気盤について、遮断器の遮断時間の変更やインターロックの追加を行った。

工事概要図



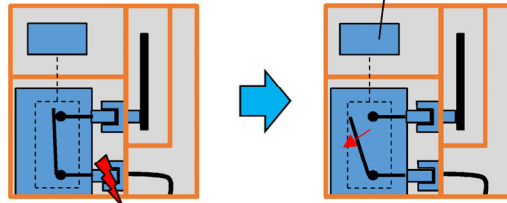
<電源系統構成(イメージ)>



遮断器の遮断時間の変更

対象箇所:

事故電流を検知してから遮断器を開放させるまでの時間(遮断時間)を早くし、アーク放電の継続時間を短くする



インターロックの追加

※安全系は、通常、起動変圧器から受電しているが、所内変圧器から受電する場合があるため対策を実施

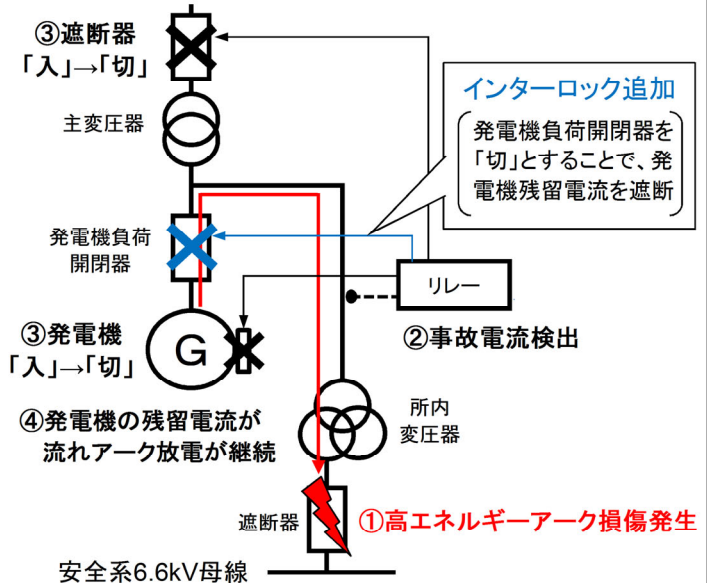


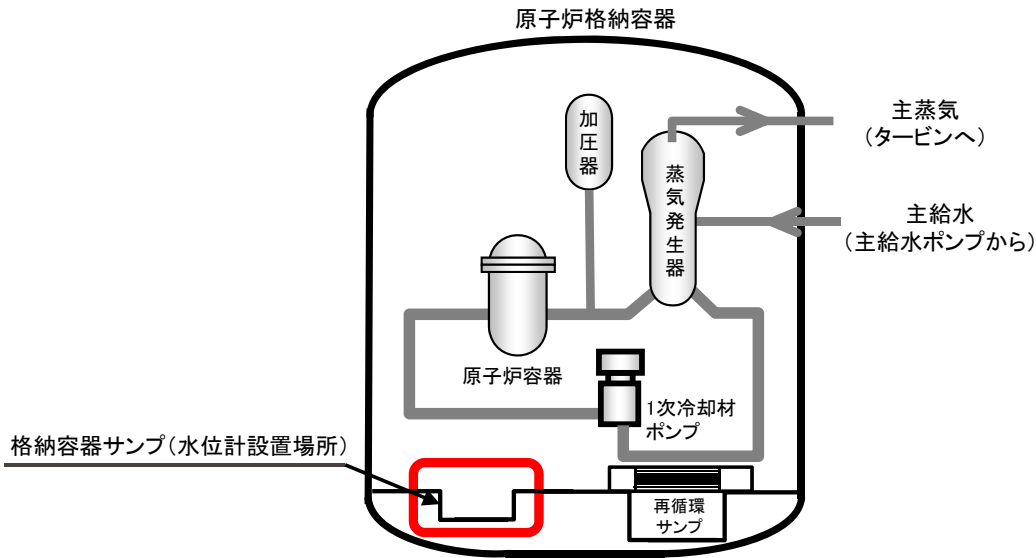
図-2 格納容器サンプ水位計取替工事

工事概要

格納容器サンプに設置している浮力式水位計が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、差圧式水位計へ取り替えた。

工事概要図

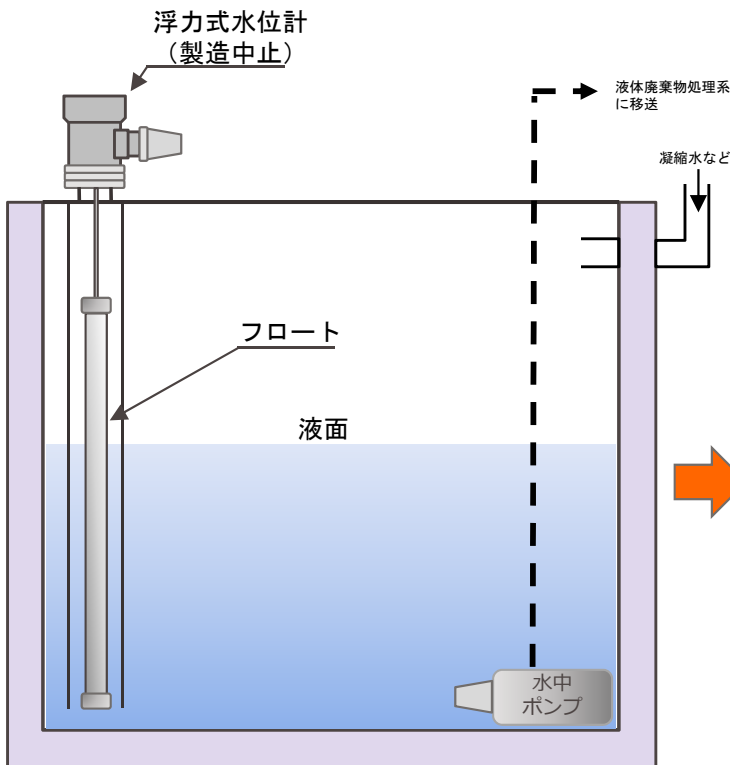
格納容器サンプに設置している水位計を浮力式から差圧式へ変更した。



<取替前>

【浮力式水位計】

フロートの浮力により液面水位を検出する。

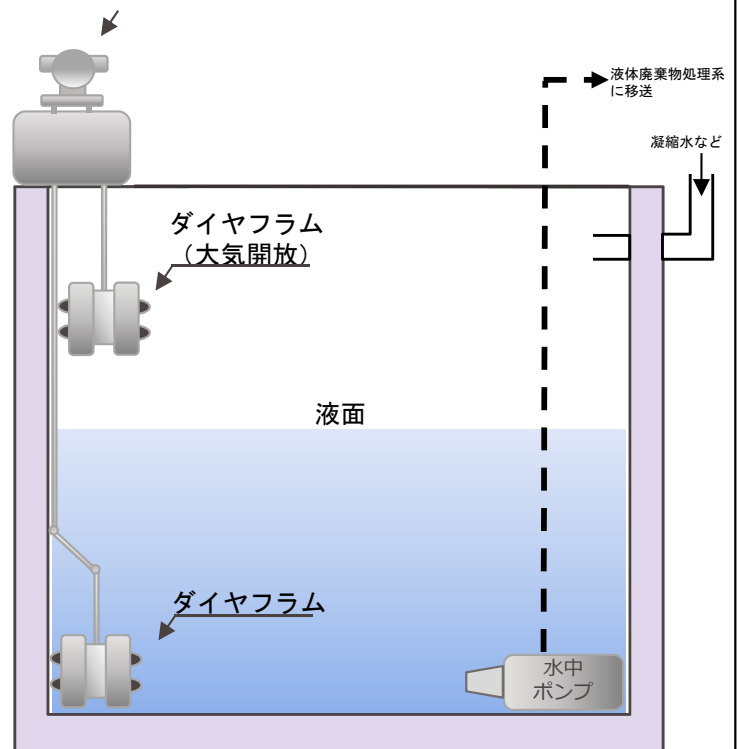


<取替後>

【差圧式水位計】

ダイヤフラムにかかる水圧により液面水位を検出する。

差圧式水位計



格納容器サンプ：格納容器内の凝縮水などの床ドレンが溜まる。通常運転中の水位は50%から85%であり、水位が85%になれば水中ポンプで液体廃棄物処理系へ移送する。

図-3 2次系配管の点検等

工事概要

今定期検査において、676箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した。

○2次系配管肉厚の管理指針に基づく超音波検査(肉厚測定)部位

	「2次系配管肉厚の管理指針」 の点検対象部位	今回点検実施部位
主要点検部位	1, 704	289
その他部位	1, 107	387
合計	2, 811	676

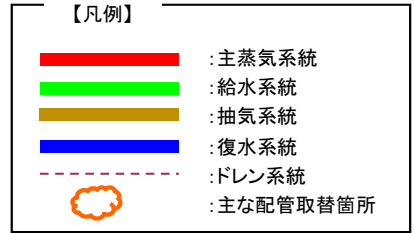
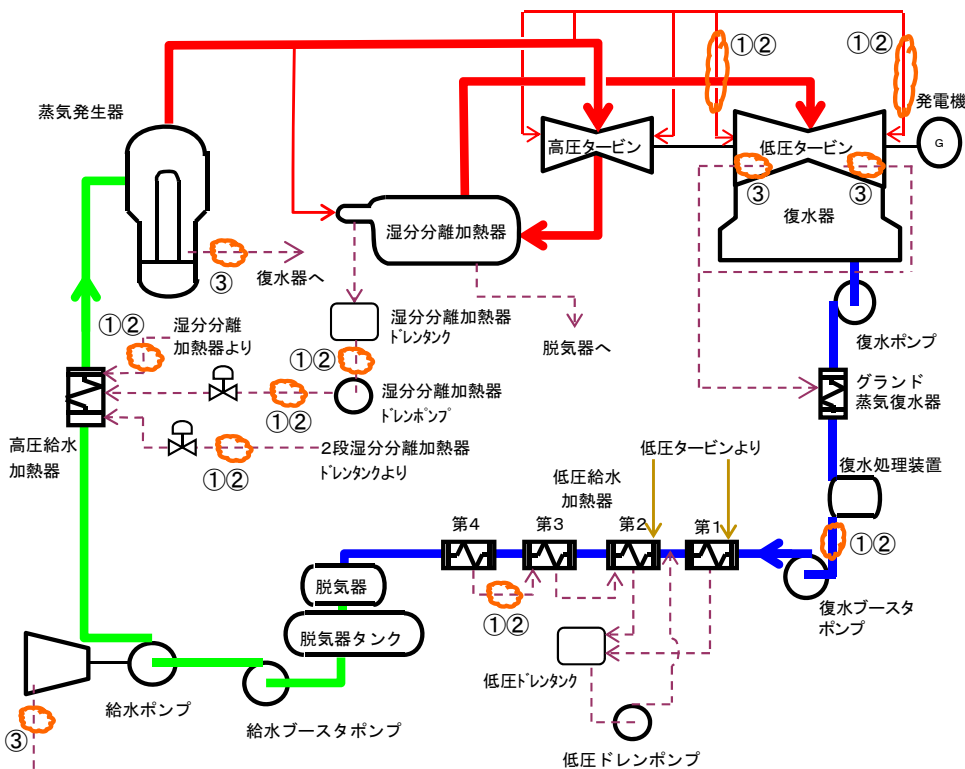
(結果)

必要最小厚さを下回っている箇所、および次回定期検査までに必要最小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。

取替範囲概略図

過去の点検において減肉傾向が確認された部位35箇所、配管取替え時の作業性を考慮した部位40箇所、今後の保守性を考慮した部位20箇所、合計95箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えた。

系統別概要図



【取替理由】

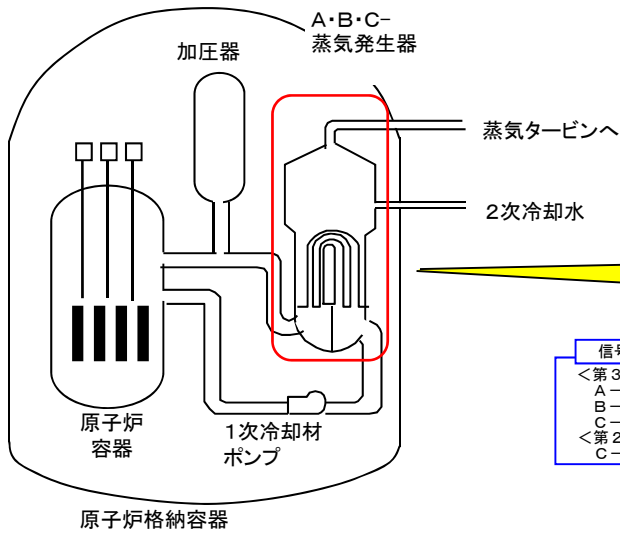
- ① 過去の点検で減肉傾向が確認されているため計画的に取り替えた箇所 (35箇所)
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年未満の箇所
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 3箇所
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年以上の箇所
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 32箇所
 - ② 配管取替時の作業性^{※1}を考慮して取り替えた箇所 (40箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 40箇所
 - ③ 今後の保守性^{※2}を考慮して取り替えた箇所 (20箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 1箇所
炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 19箇所
- [合計 95箇所]

※1: 配管取替時に近傍の配管も一緒に取替えた方が作業をし易いために取替えた
 ※2: 狭隘部で肉厚測定がしづらい配管を取替えた

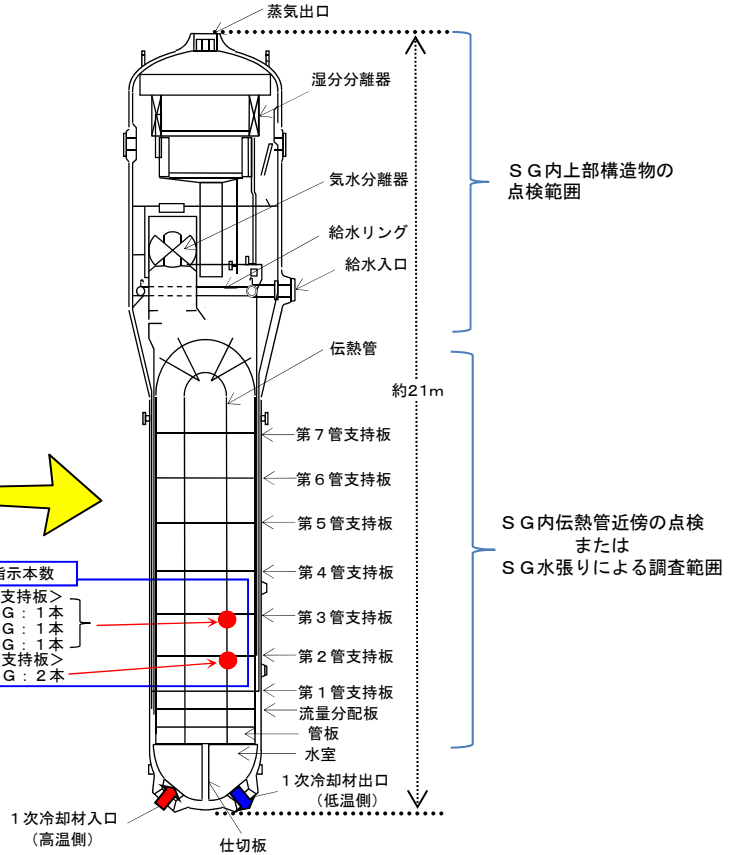
図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(1/3)

発生箇所

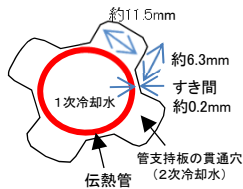
系統概要図



蒸気発生器の概要図



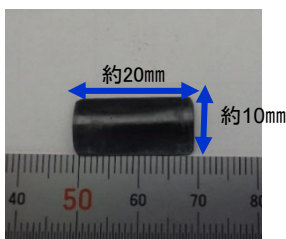
伝熱管の拡大平面図



伝熱管概要

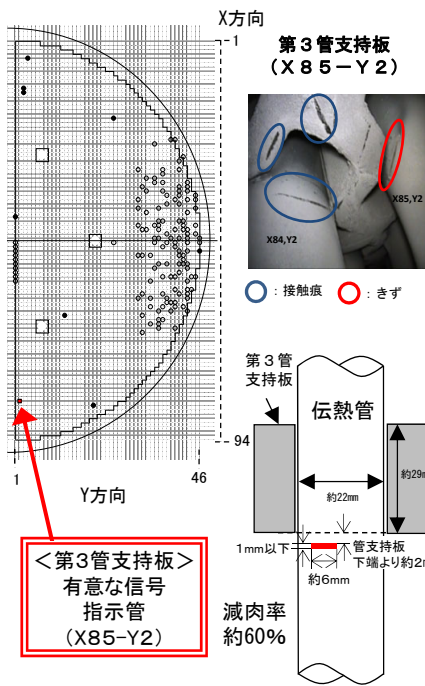
外径：約22.2mm
 厚さ：約1.3mm
 材質：インコル600合金
 (特殊熱処理)

回収したA-蒸気発生器
第1管支持板上の金属片



材質：ステンレス鋼
 (SUS304相当)
 重量：約1g

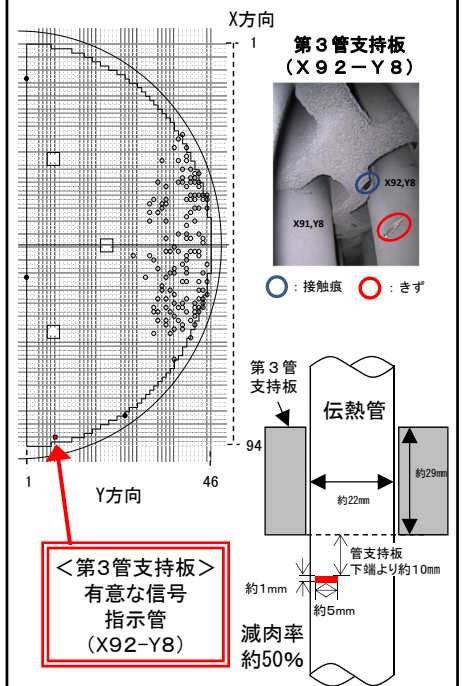
A-蒸気発生器伝熱管の状況



<第3管支持板>
 有意な信号
 指示管
 (X85-Y2)

- : 有意な信号指示管 (1本)
- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ) (8本)
- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ以外) (129本)

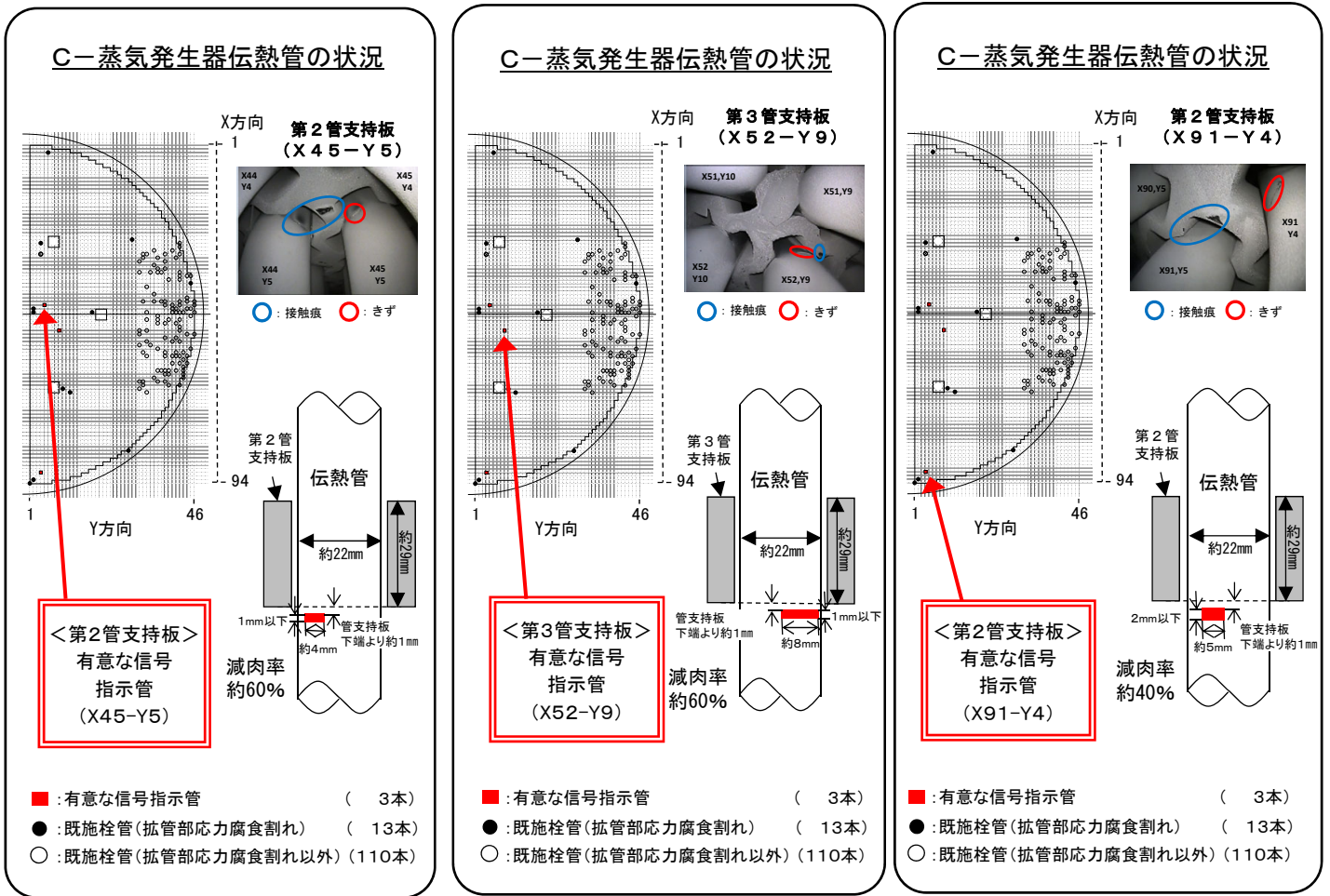
B-蒸気発生器伝熱管の状況



<第3管支持板>
 有意な信号
 指示管
 (X92-Y8)

- : 有意な信号指示管 (1本)
- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ) (3本)
- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ以外) (131本)

図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(2/3)



伝熱管損傷の推定メカニズム

◆工場における再現試験等の結果、蒸気発生器内の水・蒸気の流れにより管支持板下面に留まった異物に伝熱管が繰り返し接触することにより、摩擦減肉が発生することを確認した。

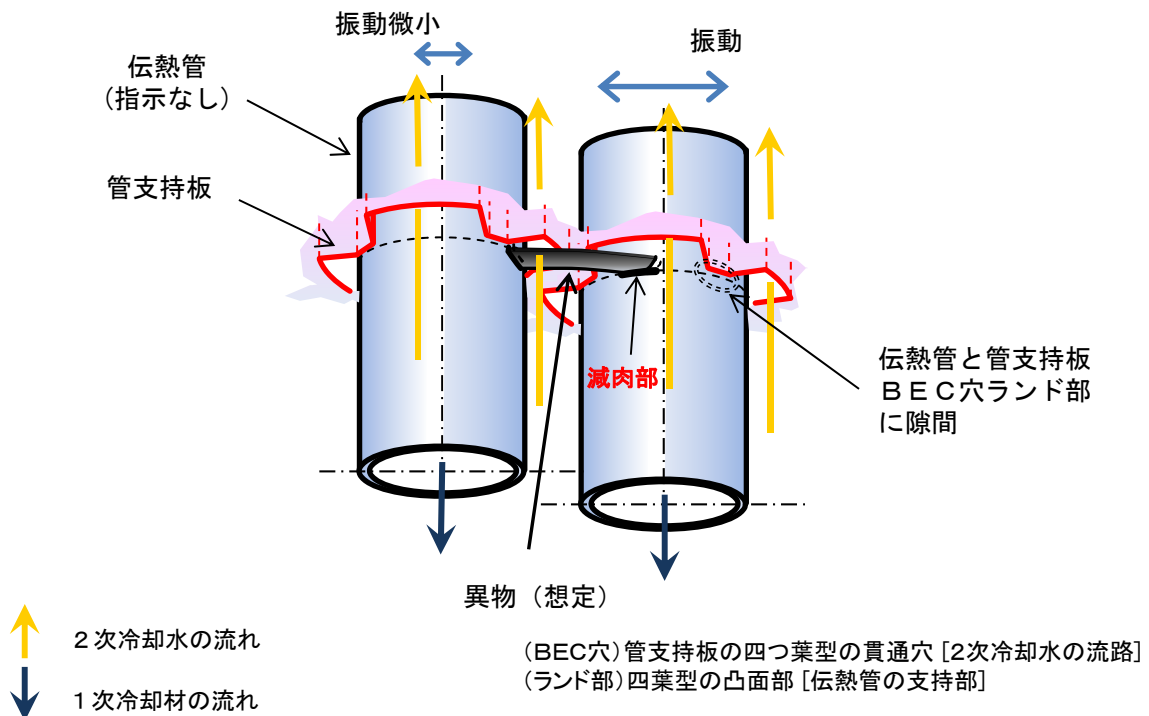
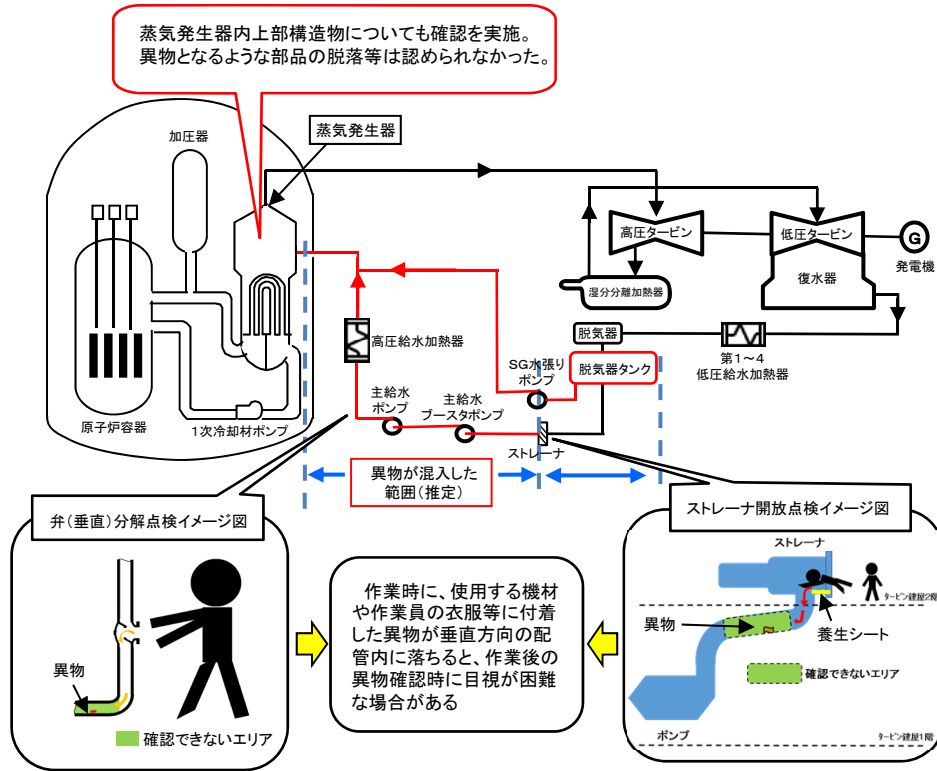


図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(3/3)

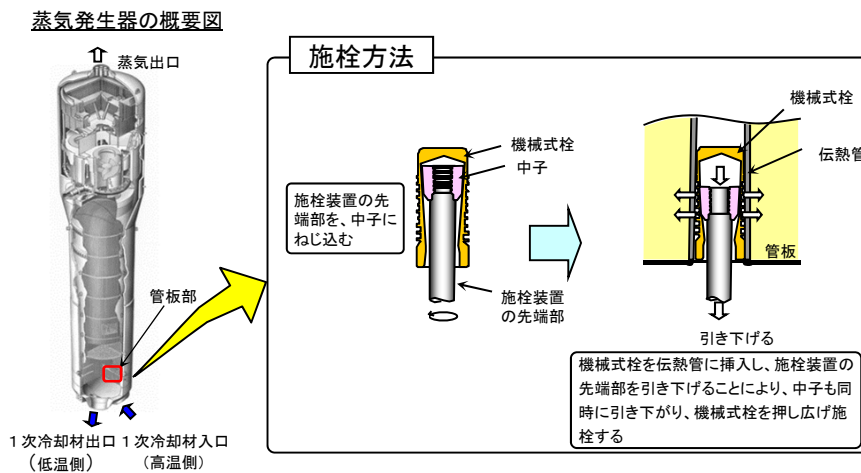
外面減肉の要因となった異物混入の調査結果

◆伝熱管に外面減肉を生じさせた異物は、前回の定期検査(第21回)の作業で2次系に混入した後、蒸気発生器内に流入し、当該部に入り込んだ可能性が高いと考えられる。



対策

◆外面減肉が認められた蒸気発生器伝熱管5本については、高温側および低温側管板部で閉止栓(機械式栓)を施工した。



◆蒸気発生器への異物混入の可能性のある機器の点検について、次の内容を作業手順書等に記載した。

- ・作業員が機器に立ち入る際には、作業服を着替えるとともに靴カバーを着用する。
- ・垂直配管に取り付けられている弁の点検後、目視による点検が困難な箇所に対してファイバースコープによる異物確認を行う。

高浜発電所4号機 第22回定期検査の作業工程

(2020年1月29日現在)

