

平成 30 年 11 月 6 日
原子力安全対策課
(3 0 - 3 6)
< 14 時記者発表 >

高浜発電所 3 号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第 2 3 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 3 号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力 87 万 kW）は、平成 30 年 8 月 3 日から第 23 回定期検査を実施しているが、11 月 7 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、11 月 9 日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、12 月上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) 1 次系強加工曲げ配管取替工事 (図-1 参照)

国外 BWR プラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生したことを踏まえ、予防保全として、1 次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを、芯金を使用せずに曲げ加工した配管等に取り替えた。

(2) 主変圧器取替工事 (図-2 参照)

主変圧器のコイル絶縁性能を定期的に確認し、寿命評価をした結果、予防保全対策として主変圧器を取り替えた。

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 577 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 19 箇所、配管取替時の作業

性を考慮した部位 6 箇所、合計 25 箇所を耐食性に優れたステンレス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 9,784 本) について、渦流探傷検査を実施した結果、C-SG の伝熱管 1 本の高温側管板部で、有意な欠陥信号が認められた。原因は、過去の調査結果等から、SG 製作時に伝熱管を管板部で拡管する際に発生した引張り残留応力と運転時の内圧が相まって、伝熱管内面で応力腐食割れが発生・進展したものと推定された。

また、A-SG の伝熱管 1 本に外面からの微小な減肉と見られる信号 (判定基準未満) が認められたため、当該箇所を小型カメラで点検したところ、伝熱管外面に微小な摩耗痕が確認された。このため、金属片と想定される何らかの異物が管支持板と伝熱管の間に入り込み、運転中に繰り返し伝熱管に接触したことで摩耗減肉が発生したと推定された。異物は、主給水系統のストレーナ等の分解点検時に作業員の衣服等に付着していた可能性があり、前回 (第 22 回) の定期検査時に配管内に混入したものと推定された。

対策として、当該伝熱管それぞれを使用しないこととし、閉止栓 (機械式栓) を施工した。また、弁やストレーナの分解点検時に使用する機材や内部に立ち入る作業員の衣服等への異物付着の有無を確認することについて、作業手順書に追記した。

[平成 30 年 9 月 12 日、9 月 20 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、77 体を取り替えた。今回装荷した新燃料集合体は 60 体 (うち 4 体は MOX 燃料) である。また、MOX 燃料は 28 体 (新燃料を含む) を装荷した。

燃料集合体の外観検査 (73 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

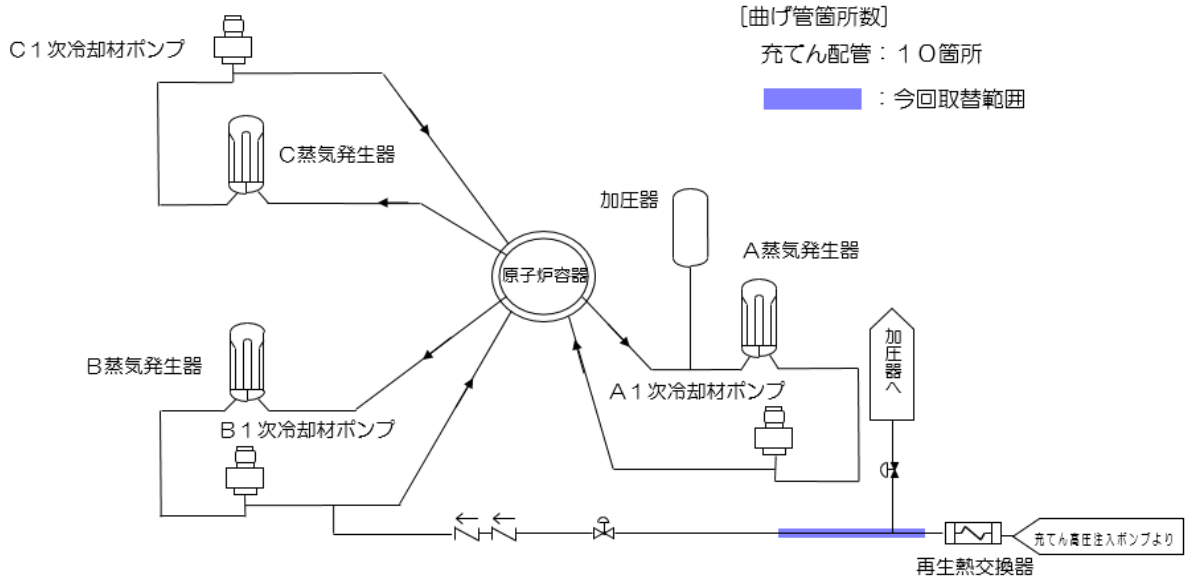
2020 年 冬頃

図-1 1次系強加工曲げ配管取替工事

工事概要

国外BWRプラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生したことを踏まえ、予防保全として、1次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを、芯金を使用せずに曲げ加工した配管等に取り替えた。

取替範囲概略図



工事概略図（曲げ加工方法）

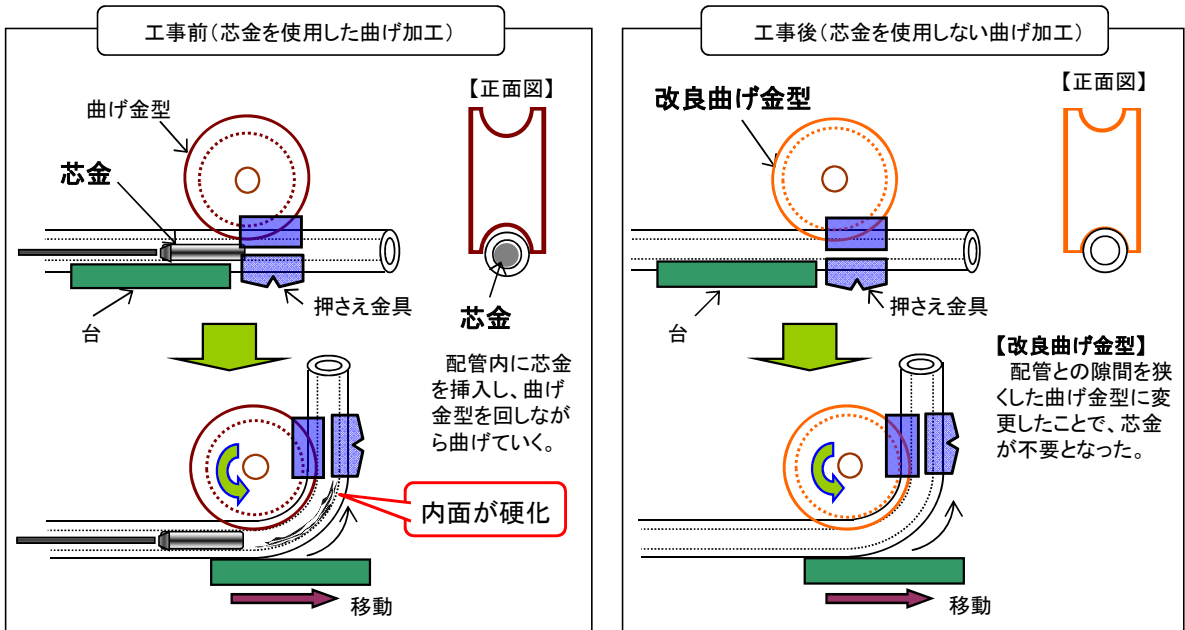


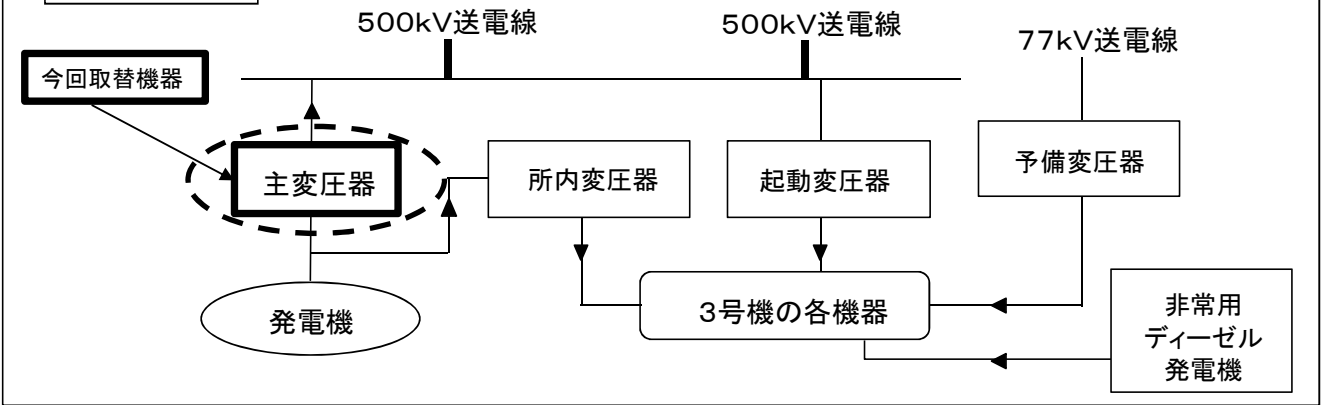
図-2 主変圧器取替工事

工事概要

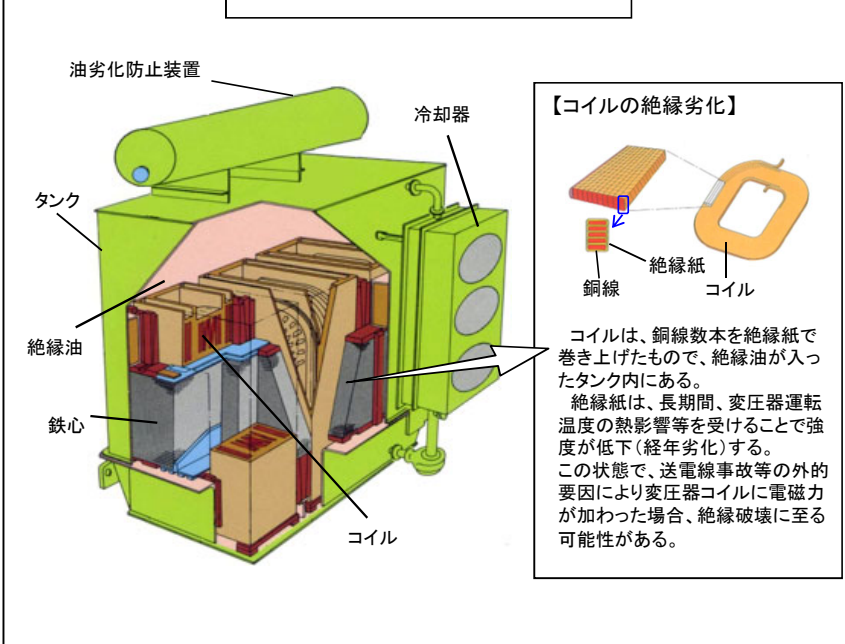
主変圧器^{※1}のコイル絶縁性能を定期的に確認し、寿命評価をした結果、予防保全対策として主変圧器を取り替えた。

※1: 主変圧器とは、電気を効率的に送電するために、発電機により発生した23kVの電圧を、509.375kVに昇圧し、送電する機器である。

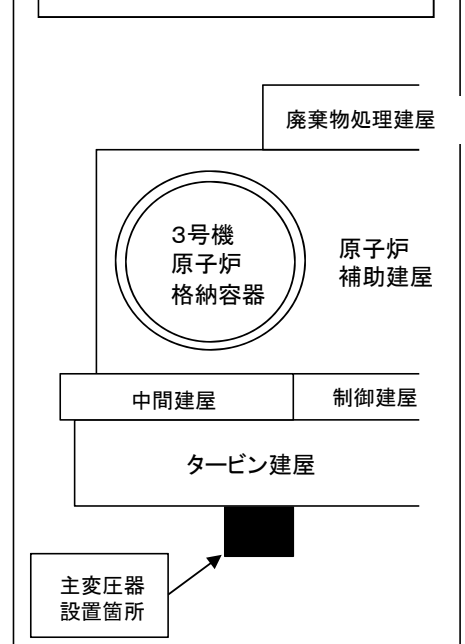
電源系統概要図



取替後の主変圧器概要図



主変圧器設置位置概要図



	取替前の主変圧器仕様	取替後の主変圧器仕様
定格電圧	高圧509.375kV／低圧23kV	同 左
定格容量	930MVA	同 左
冷却方式	導油風冷方式 ^{※2}	同 左
外形寸法(全体)	約16.4m×約11.3m×約9.2m	約15.5m×約11.3m×約9.2m

※2: 送油ポンプにより変圧器内部絶縁油を変圧器本体と冷却器間で循環させ、冷却器により絶縁油を冷却する方式。

図-3 2次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、577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	1,492	487
その他部位	871	90
合計	2,363	577

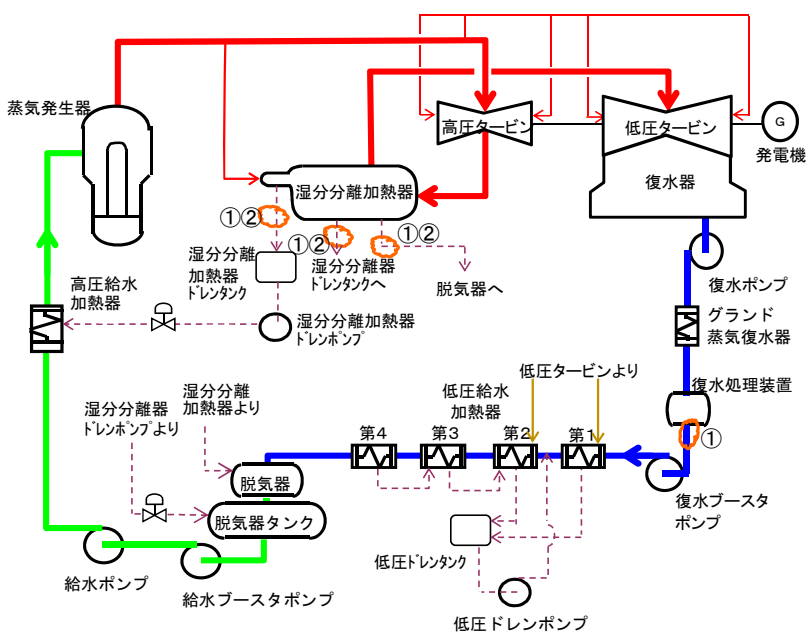
(結果)

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。

取替概要

過去の点検において減肉傾向が確認された部位19箇所、配管取替え時の作業性を考慮した部位6箇所、合計25箇所を耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えた。

系統別概要図



【凡例】

- : 主蒸気系統
- : 給水系統
- : 抽気系統
- : 復水系統
- - - : ドレン系統
- (orange) : 主な配管取替箇所

【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る箇所 (19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 4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 15箇所
- ② 配管取替え時の作業性※を考慮して取り替える箇所 (6箇所)
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 6箇所

[合計 25箇所]

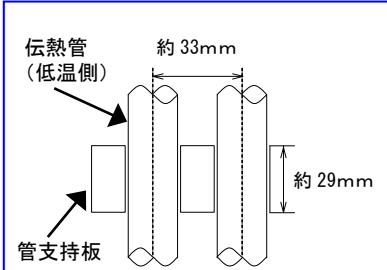
※: 配管取替え時に近隣の配管も一緒に取り替えた方が作業をし易いために取り替えた

図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(1/2)

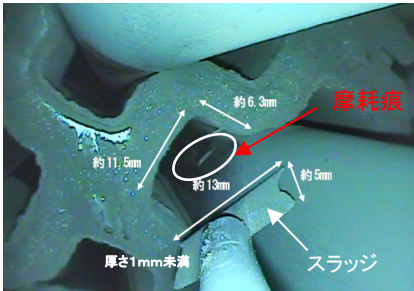
発生箇所

微小な外面減肉信号の確認

減肉信号確認箇所拡大断面図

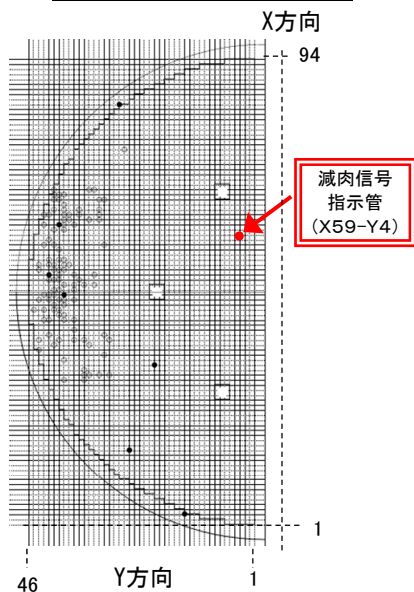


減肉信号確認箇所の写真



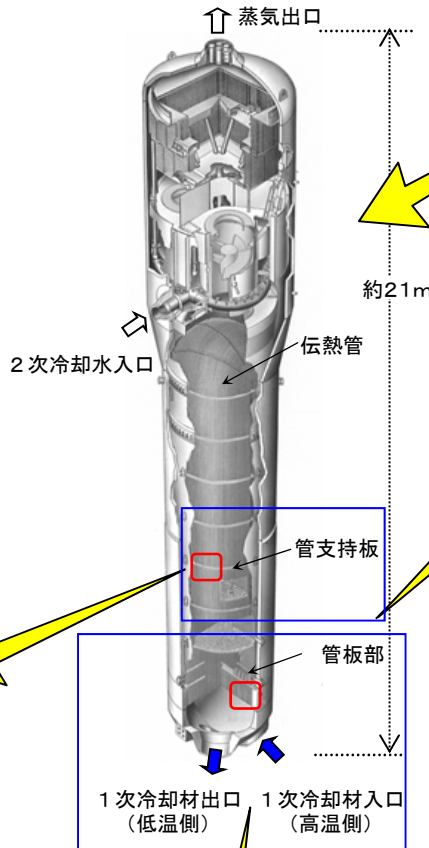
スラッジは、厚さ1mm未満の脆いものであり、伝熱管に減肉を生じさせることは考えられない。

A-蒸気発生器(低温側)上部より見た伝熱管位置を示す図

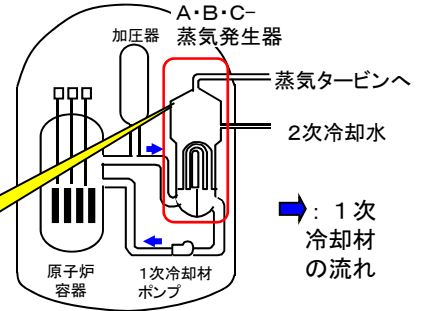


- : 今回微小減肉指示が認められた位置 (1本)
- : 既施検管(高温側管板部の応力腐食割れ) (7本)
- : 既施検管(高温側管板部の応力腐食割れ以外) (102本)

蒸気発生器の概要図



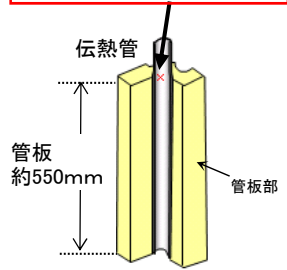
系統概要図



有意な信号指示

管板部拡大図

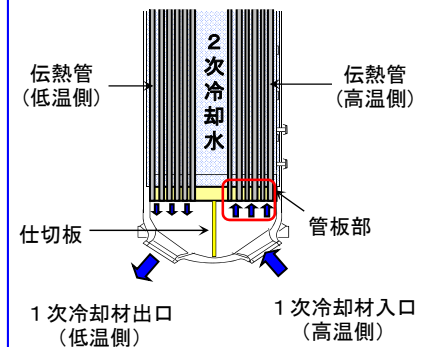
信号指示箇所*



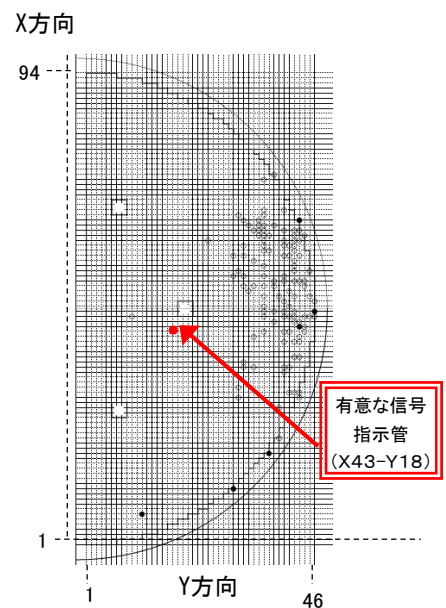
伝熱管外径 : 約22.2mm
 " 厚さ : 約1.3mm
 " 材質 : インコネルTT600(特殊熱処理)

* 従来から応力腐食割れが確認されている部位

蒸気発生器下部の断面図



C-蒸気発生器(高温側)上部より見た伝熱管位置を示す図

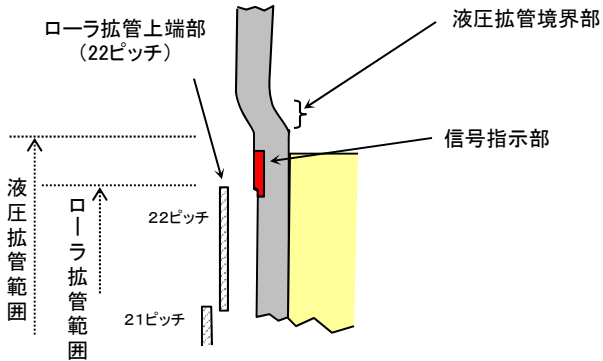


- : 有意な信号指示管 (1本)
- : 既施検管(高温側管板部の応力腐食割れ) (6本)
- : 既施検管(高温側管板部の応力腐食割れ以外) (113本)

図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(2/2)

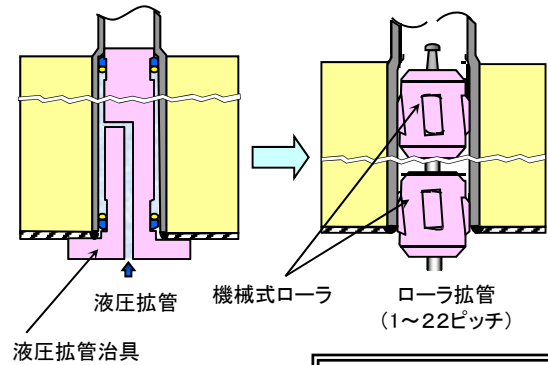
C-SG伝熱管における有意な信号指示

信号指示の位置(ローラ拡管部イメージ)



信号指示位置は22ピッチローラ拡管上部部であった

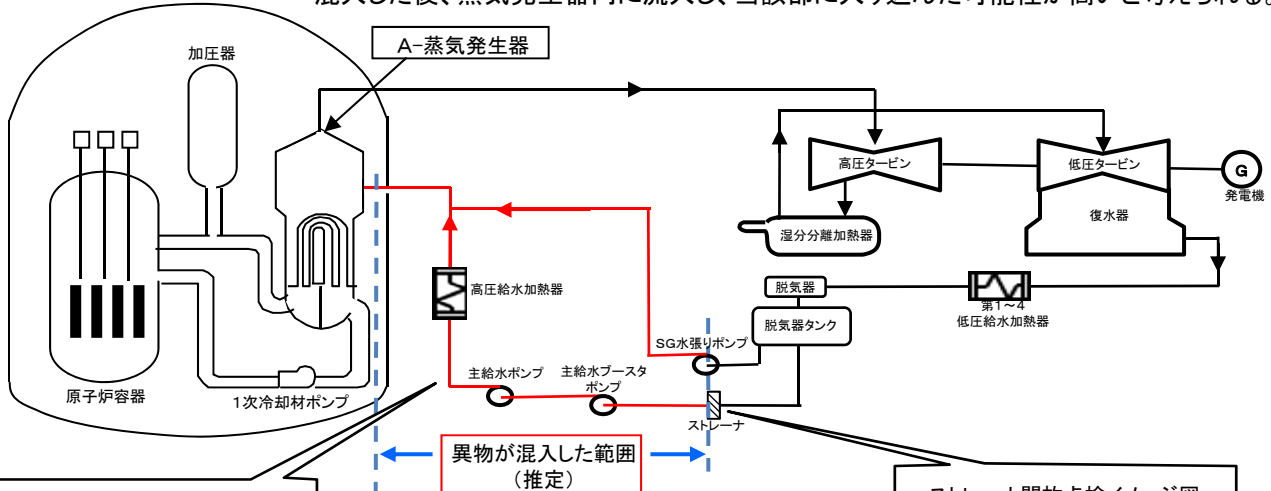
蒸気発生器製造時の管板部の伝熱管拡管方法



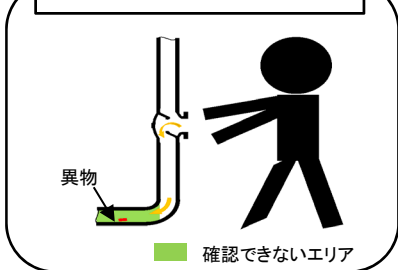
管板部でローラ拡管する際、伝熱管内面で局所的に引張り残留応力が発生

A-SG伝熱管における微小な外面減肉信号の確認

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22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。

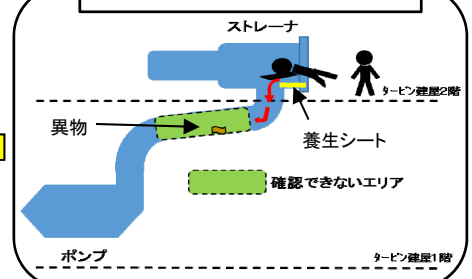


弁(垂直)分解点検イメージ図



作業時に、使用する機材や作業員の衣服等に付着した異物が垂直方向の配管内に落ちると、作業後の異物確認時に目視が困難な場合がある

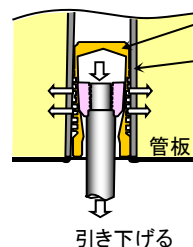
ストレーナ開放点検イメージ図



対策

- (1) 当該伝熱管それぞれを使用しないこととし、閉止栓(機械式栓)を施工した。
- (2) 弁やストレーナの分解点検時に使用する機材や内部に立ち入る作業員の衣服等に異物の付着がないことを確認することについて作業手順書に追記して、異物混入防止の更なる徹底を図った。

<施栓方法>



機械式栓を伝熱管に挿入し、施栓装置の先端部を引き下げることにより、中子も同時に引き下がり、機械式栓を押し広げ施栓する

高浜発電所3号機 第23回定期検査の作業工程

(平成30年11月6日現在)

