

## 高浜発電所4号機 第22回定期検査の概要

### 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（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いました。

#### (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ました。

### 2. 設備の保全対策

#### 2次系配管の点検等 (図-3参照)

当社の定めた「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）を実施しました。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ありませんでした。

また、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ました。

### 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9,752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本および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ました。

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ました。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ました。

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）を施工しました。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ました。

[2019年10月17日、29日、11月15日、28日お知らせ済み]

#### 4. 燃料集合体の取り替え

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

燃料集合体の外観検査（52体）を実施した結果、異常は認められませんでした。

#### 5. 次回定期検査の予定

2020年10月7日

以上

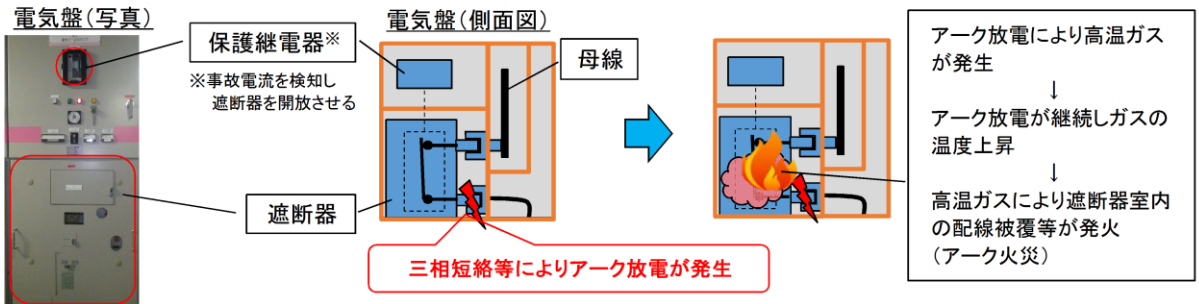


# 図-1 高エネルギーアーク損傷対策工事

## 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いました。

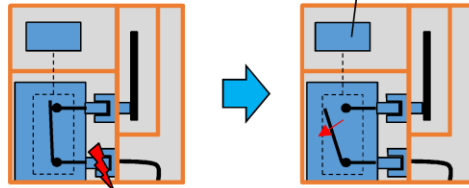
## 工事概要図



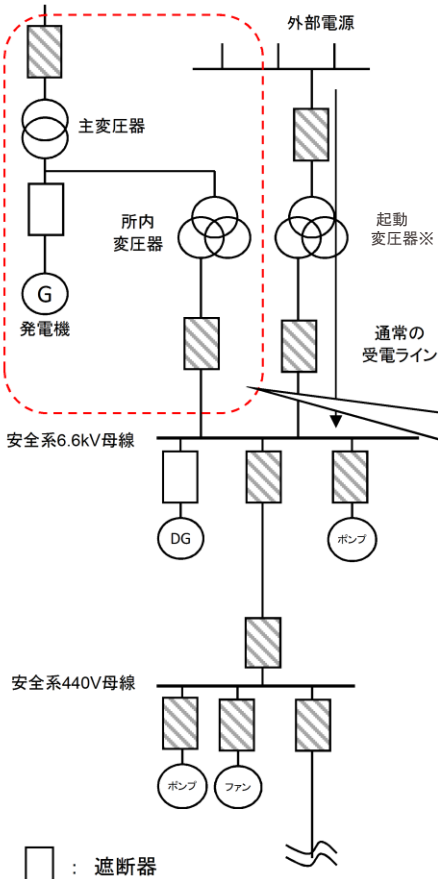
### 遮断器の遮断時間の変更

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

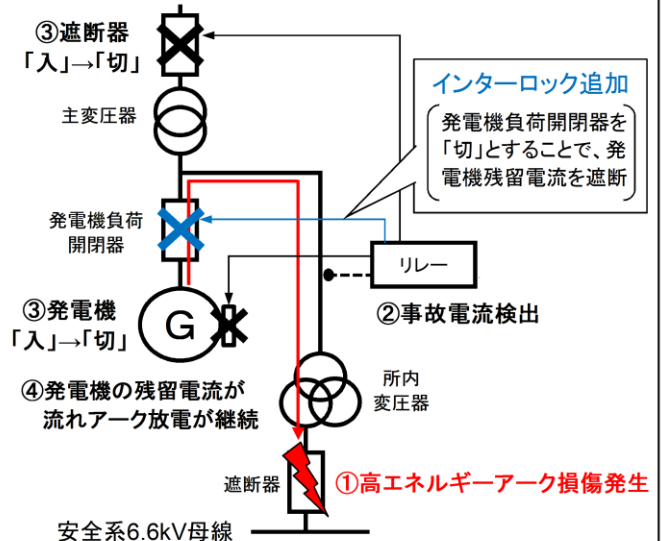


### <電源系統構成(イメージ)>



### 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



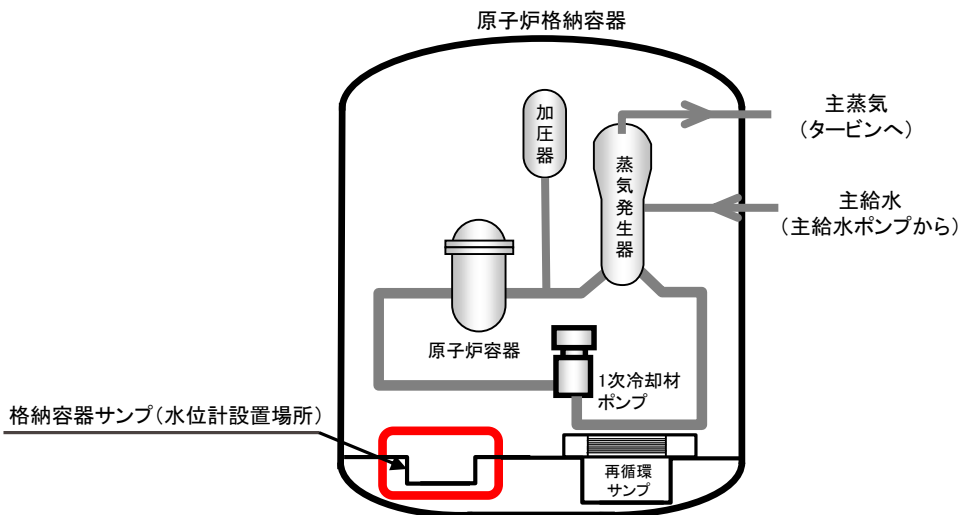
## 図-2 格納容器サンプ水位計取替工事

### 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ました。

### 工事概要図

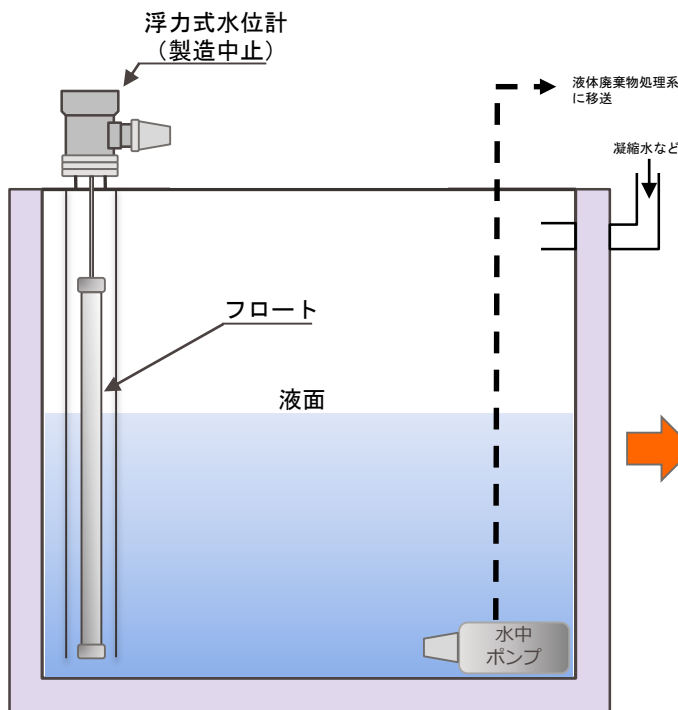
格納容器サンプに設置している水位計を浮力式から差圧式へ変更しました。



### <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。

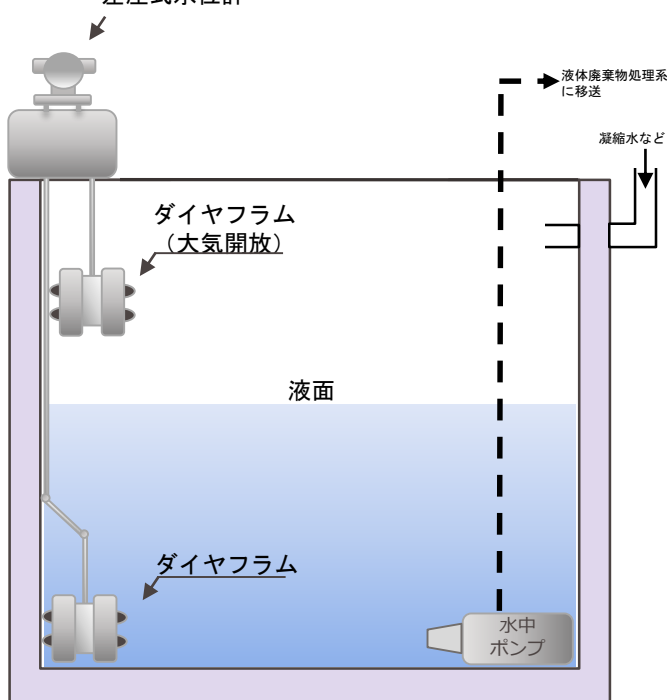


### <取替後>

#### 【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)を実施しました。

### ○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

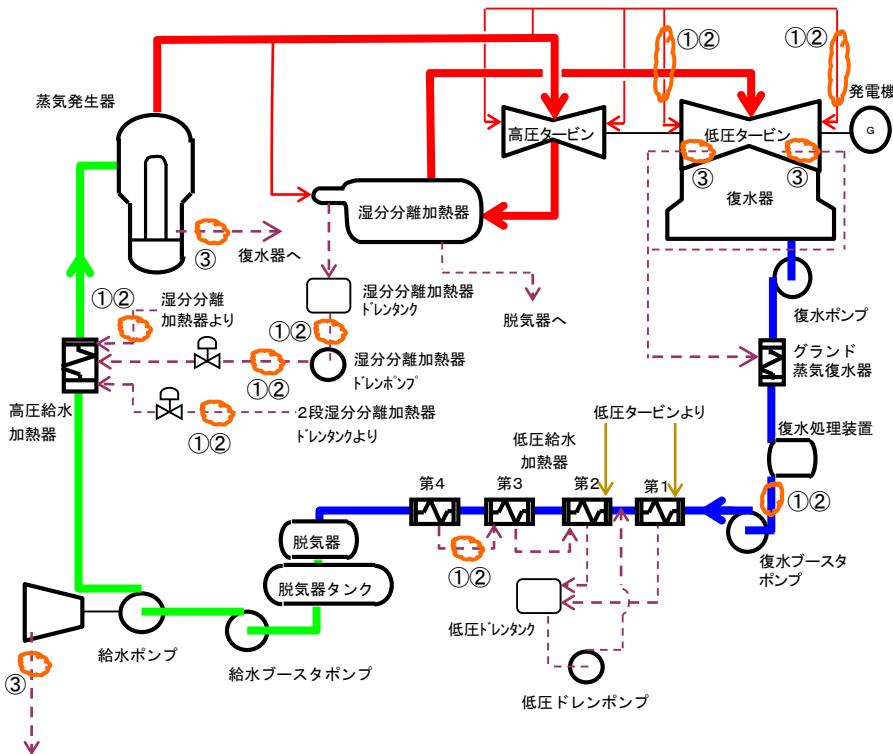
### (結果)

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評価された箇所はありませんでした。

## 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ました。

### 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
- : 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<sup>※1</sup>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<sup>※2</sup>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]

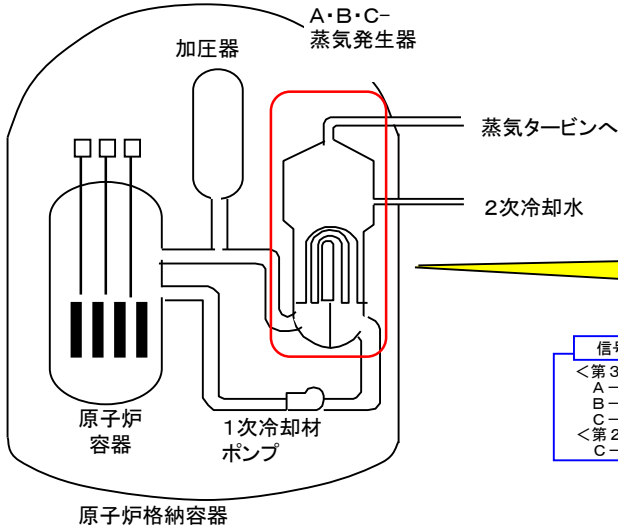
※1: 配管取替時に近傍の配管も一緒に取替えた方が作業をし易いために取替えた

※2: 狭隘部で肉厚測定がしづらい配管を取替えた

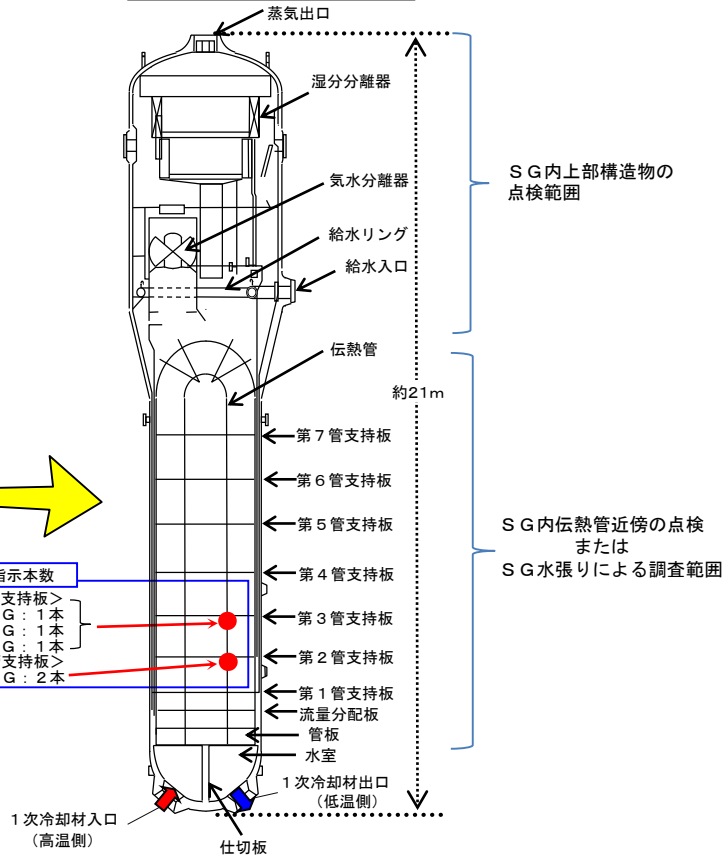
# 図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(1/3)

## 発生箇所

### 系統概要図

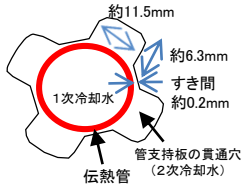


### 蒸気発生器の概要図



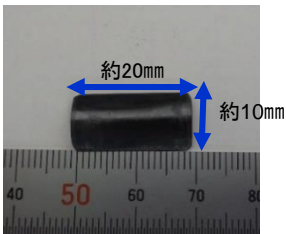
信号指示本数	
<第3管支持板>	
A-SG	1本
B-SG	1本
C-SG	1本
<第2管支持板>	
C-SG	2本

### 伝熱管の拡大平面図



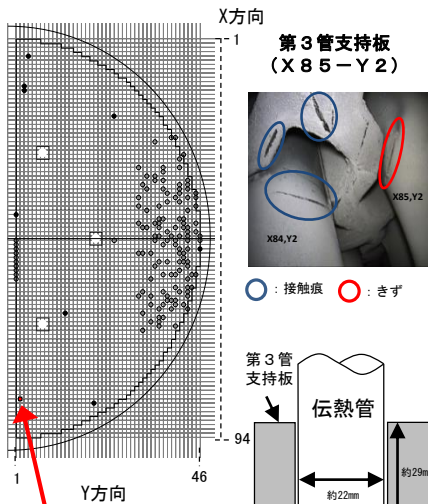
伝熱管概要  
外径：約22.2mm  
厚さ：約1.3mm  
材質：インコル600合金  
(特殊熱処理)

### 回収したA-蒸気発生器 第1管支持板上の金属片



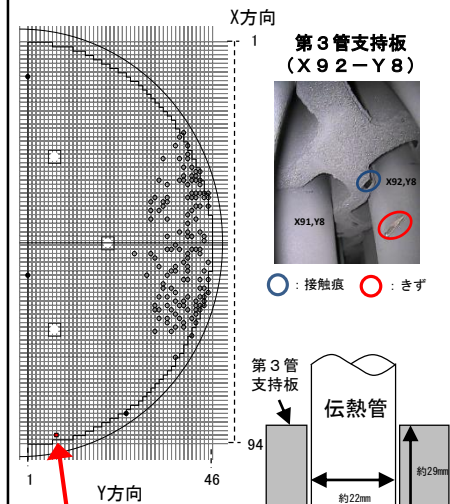
材質：ステンレス鋼  
(SUS304相当)  
重量：約1g

### 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)

### B-蒸気発生器伝熱管の状況

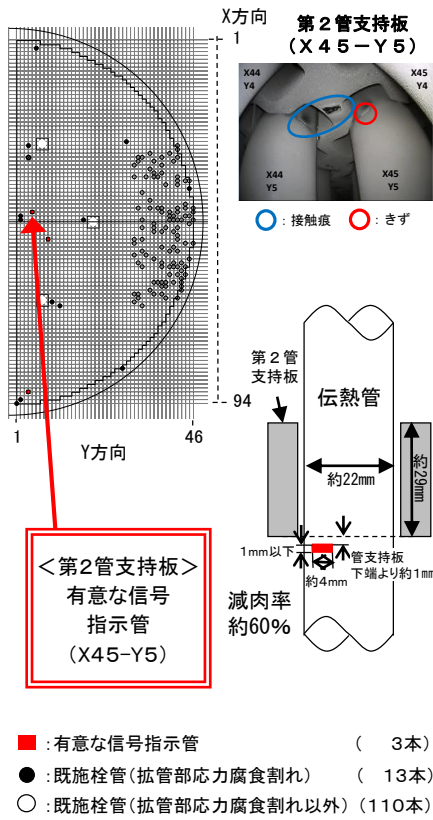


<第3管支持板>  
有意な信号  
指示管  
(X92-Y8)

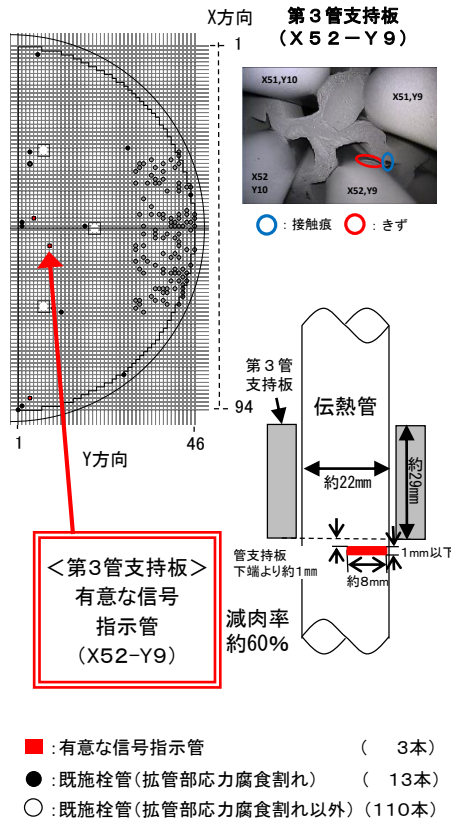


図-4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果(2/3)

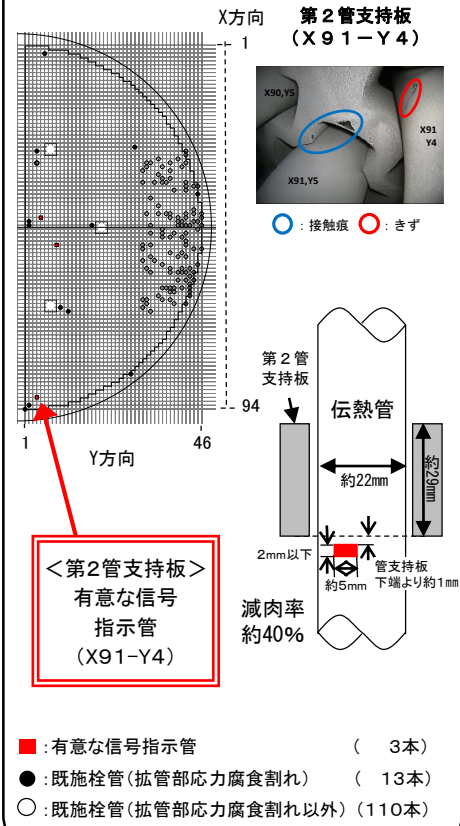
C-蒸気発生器伝熱管の状況



C-蒸気発生器伝熱管の状況

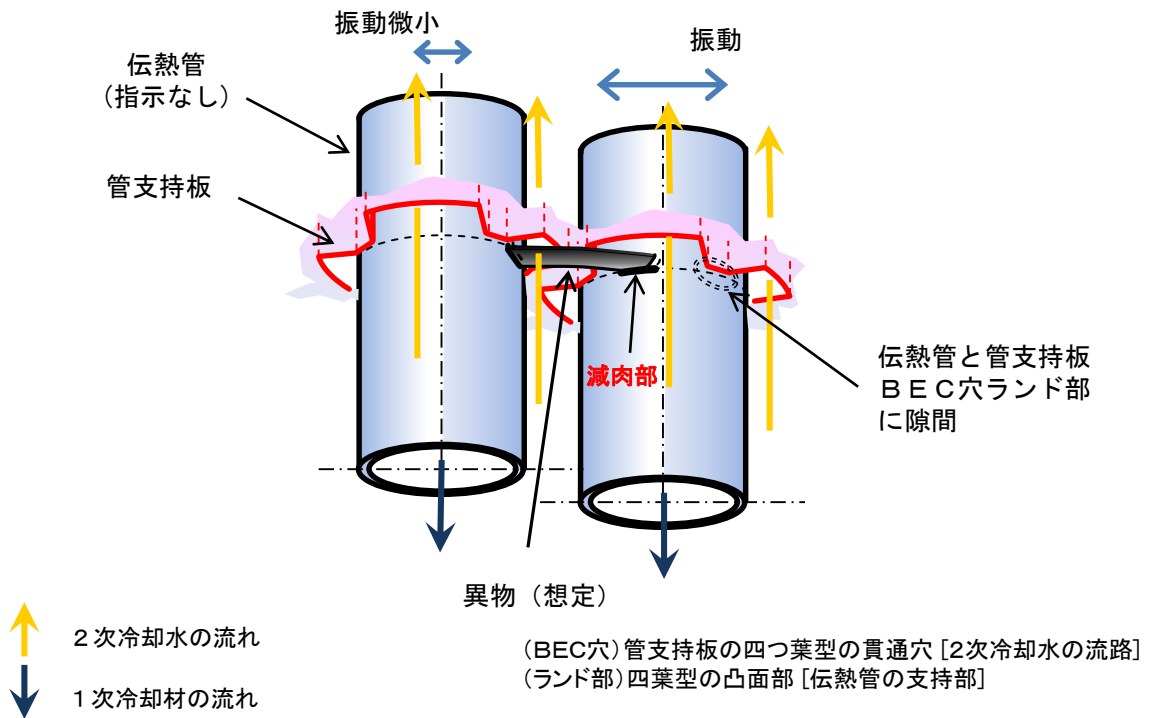


C-蒸気発生器伝熱管の状況



伝熱管損傷の推定メカニズム

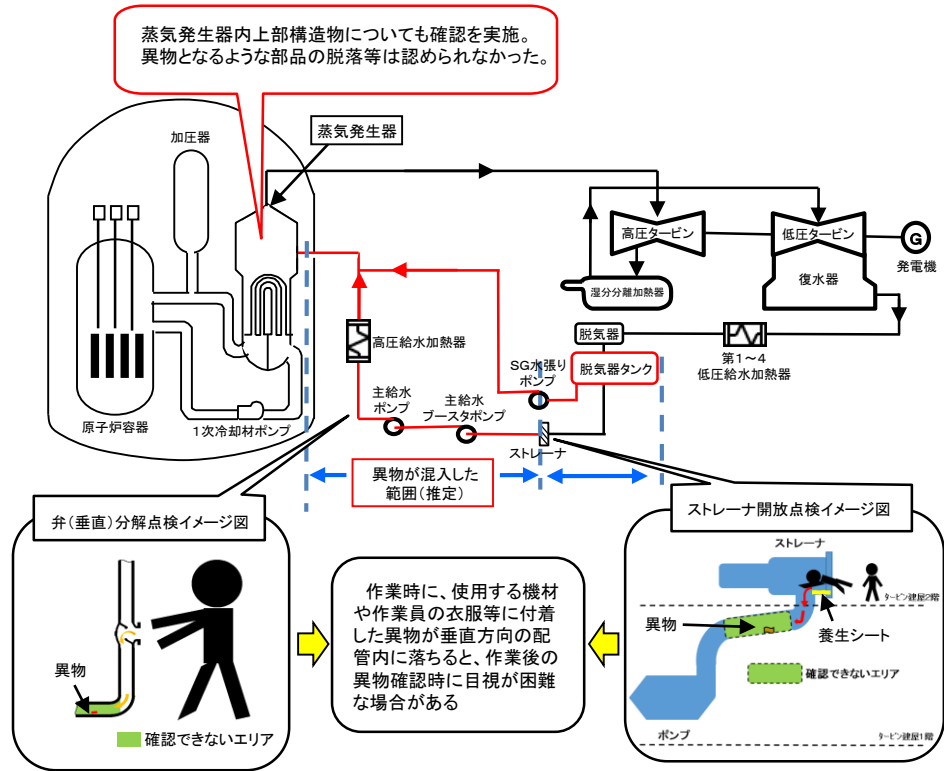
◆工場における再現試験等の結果、蒸気発生器内の水・蒸気の流れにより管支持板下面に留まった異物に伝熱管が繰り返し接触することにより、摩耗減肉が発生することを確認しました。





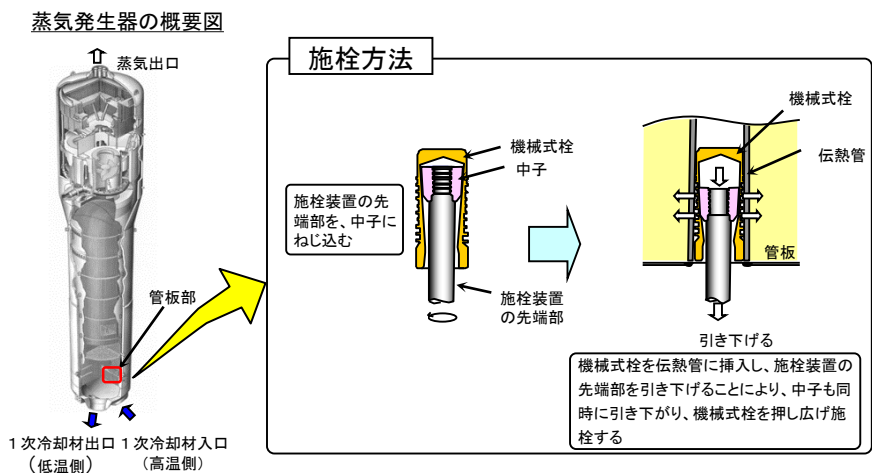
外面減肉の要因となった異物混入の調査結果

◆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ます。



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)を施工しました。



◆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ました。

- ・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。