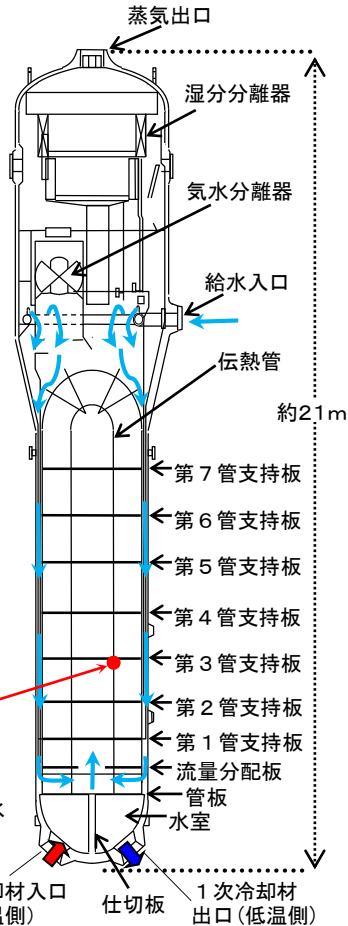
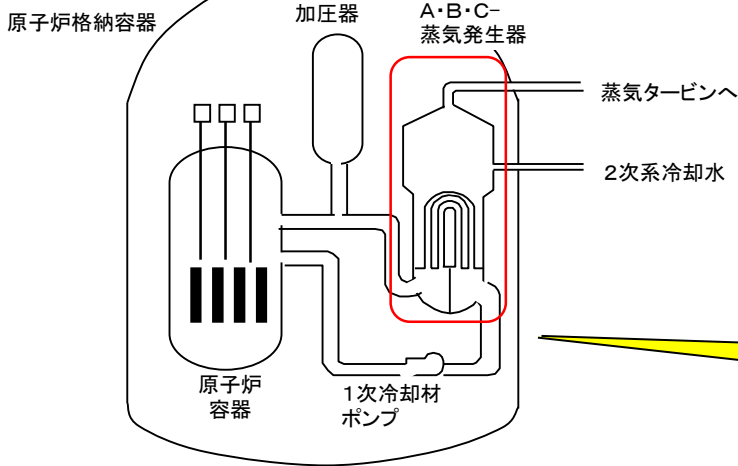


高浜発電所4号機の蒸気発生器伝熱管の損傷(調査結果)

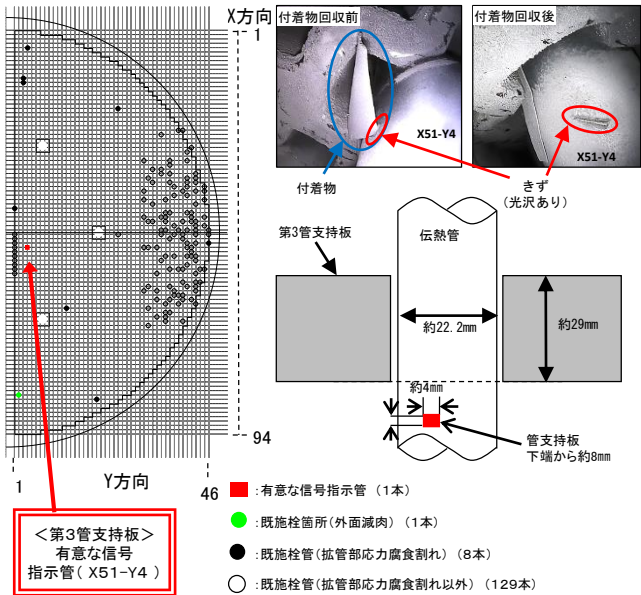
発生箇所

系統概要図

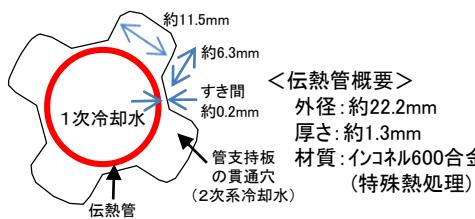
蒸気発生器の概要図



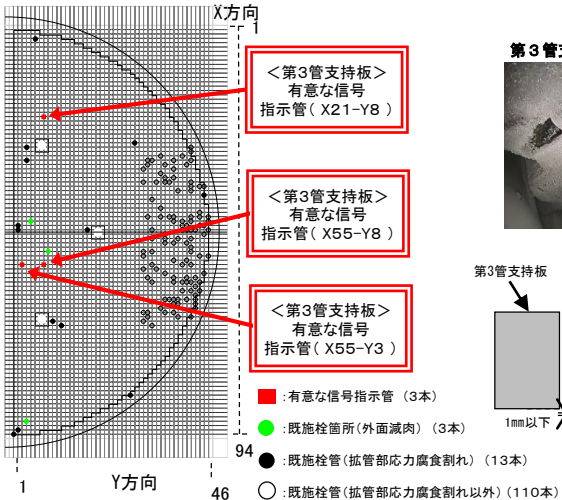
A-蒸気発生器伝熱管(低温側)の状況



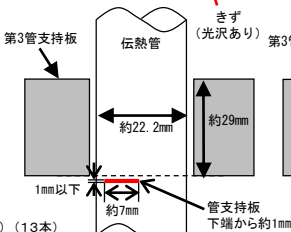
伝熱管の拡大平面図



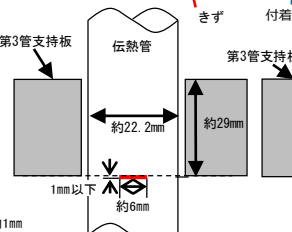
C-蒸気発生器伝熱管(低温側)の状況



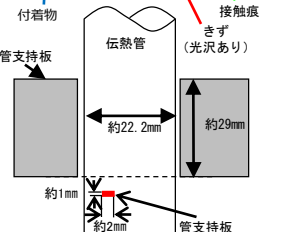
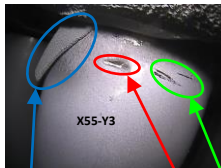
第3管支持板 (X21-Y8)



第3管支持板 (X55-Y8)



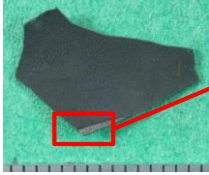
第3管支持板 (X55-Y3)



スケールA、C 2、C 3の分析結果

スケールA

<凹面>



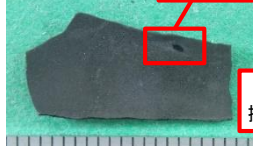
伝熱管との接触箇所

幅 : 約15mm
長さ : 約9mm
厚さ : 約0.2mm~0.3mm
重さ : 約0.1g
材質 : マグネタイト
(鉄酸化物)

- ・伝熱管との接触箇所に光沢を確認。
(電子顕微鏡による観察の結果、
筋状の摺れ痕を確認。)
- ・伝熱管の主成分であるニッケルや
クロムを検出。

スケールC 2

<凹面>



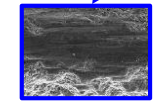
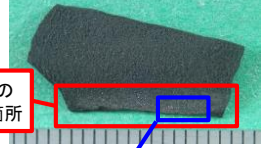
平滑面
(管支持板との
接触想定箇所)

伝熱管との
接触想定箇所

幅 : 約18mm
長さ : 約10mm
厚さ : 約0.3mm
重さ : 約0.19g
材質 : マグネタイト
(鉄酸化物)

- ・管支持板の主成分で
あるクロムを検出。

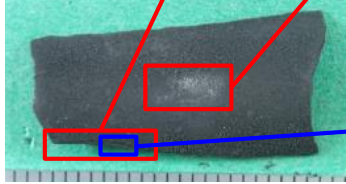
<凸面>



- ・筋状の摺れ痕を確認。
- ・伝熱管の主成分である
ニッケルやクロムを検出。

スケールC 3

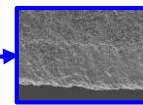
<凸面>



伝熱管との
接触想定箇所

平滑面
(管支持板との
接触想定箇所)

- ・管支持板の主成分で
あるクロムを検出。



- ・筋状の摺れ痕を確認。
- ・伝熱管の主成分である
ニッケルやクロムを検出。

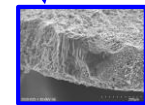
幅 : 約23mm
長さ : 約11mm
厚さ : 約0.3mm
重さ : 約0.25g
材質 : マグネタイト
(鉄酸化物)

スケールC 4の分析結果

スケールC 4

(伝熱管から剥離後に破損したスケールの一部と推定)

伝熱管との
接触想定箇所

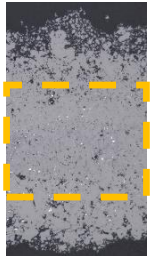
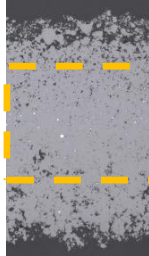
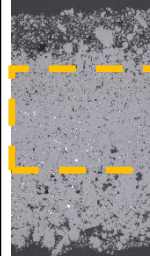


- ・筋状の摺れ痕を確認。
- ・伝熱管の主成分である
ニッケルやクロムを検出。

幅 : 約11mm
長さ : 約3mm
厚さ : 約0.3mm
重さ : 約0.03g
材質 : マグネタイト
(鉄酸化物)

スケールA、C2、C3、C4の断面観察結果

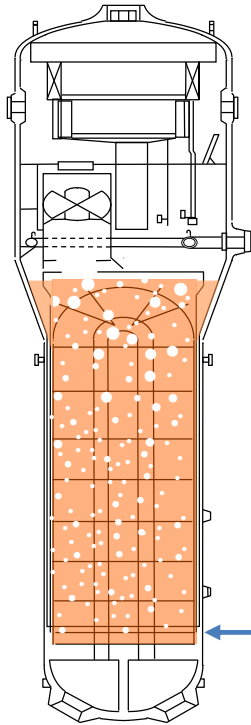
稠密層の範囲

	スケールA	スケールC2	スケールC3	スケールC4
断面 観察 結果	 約0.2~ 0.3mm	 約0.3mm	 約0.3mm	 約0.3mm
回収 場所	A-SG伝熱管減肉部 (第3管支持板下部)	第2管支持板上	第1管支持板上	第2管支持板上
性状	稠密層が主体			

対策(蒸気発生器内の化学洗浄)

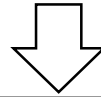
- ◆SG器内から回収した稠密なスケールを薬品洗浄し摩耗試験を行った結果、伝熱管をきずつける前に折損したことから、対策として十分な効果があることを確認しました。
このため、今後SG器内の薬品洗浄を実施することとしました。

【薬品洗浄の流れ】



STEP①

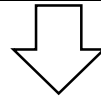
SG器内温度を100℃に昇温し、薬品を注入する。



(その後、スケールの洗浄で
分離した銅成分の洗浄を実施)

STEP②

SG器内温度を常温に戻し、スケールを系外へ
排出(回収)する。



STEP③

水張り・水抜きを数回繰り返し残留した薬品や
スケールを洗い流す。

STEP①～③までを約1週間かけて実施する。

水

薬品

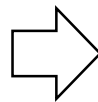
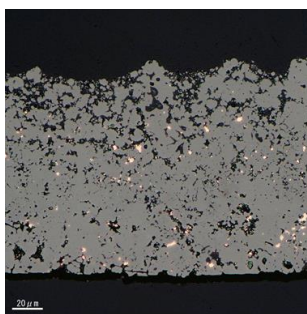
窒素／空気

窒素: 鉄洗浄の際に使用
空気: 銅洗浄の際に使用

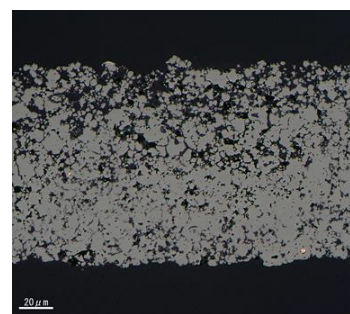
- ◆使用後の薬品については濃縮および乾燥・固化処理を行った後、焼却処分します。
◆高浜発電所4号機に先行して、現在定期検査中の3号機SG器内の薬品洗浄を実施し、スケールが脆弱化することを確認します。

(参 考)大飯発電所4号機での薬品洗浄効果の確認

薬品洗浄前のスケール



薬品洗浄後のスケール



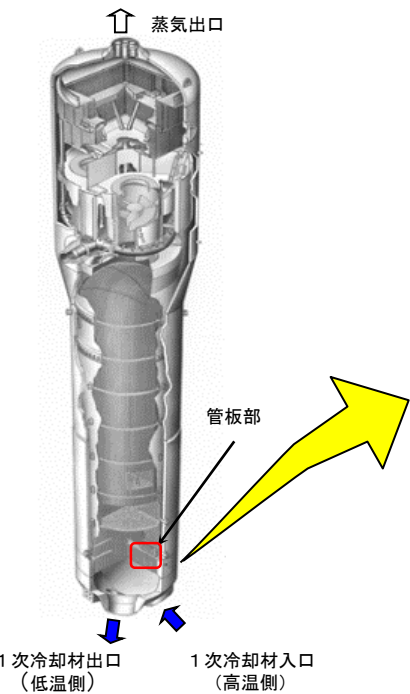
薬品洗浄前に比べ、スケール
が粗密化されていることを確認

対策(蒸気発生器伝熱管の施栓)

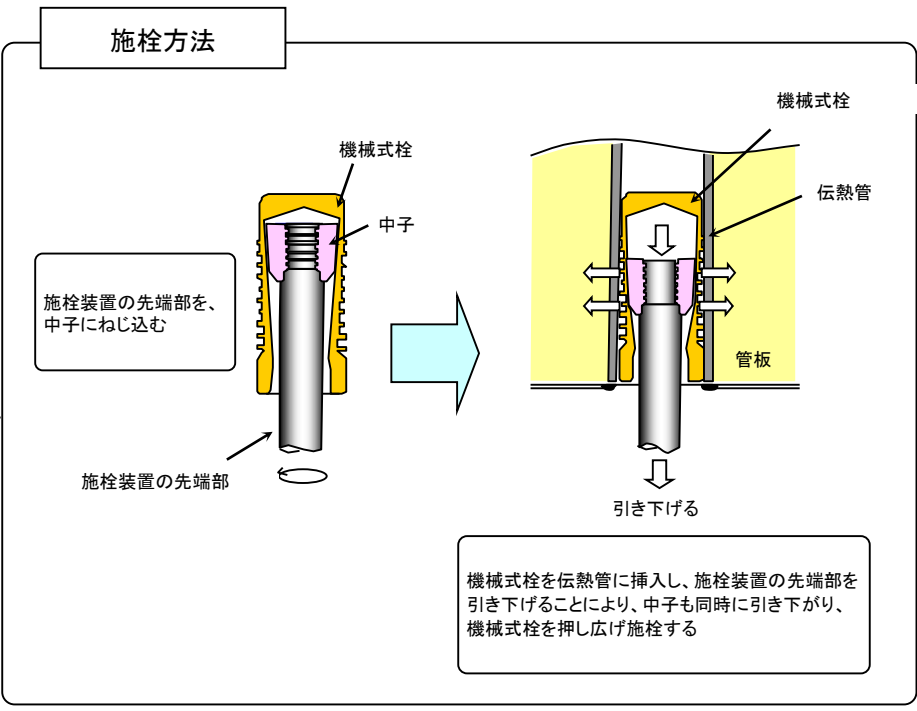
【蒸気発生器伝熱管の施栓方法】

◆外面減肉が認められた蒸気発生器伝熱管4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、使用しないこととします。

蒸気発生器の概要図



施栓方法



【蒸気発生器伝熱管の施栓状況】

	A-蒸気発生器 (3,382本)	B-蒸気発生器 (3,382本)	C-蒸気発生器 (3,382本)	合計 (10,146本)
検査対象本数	3, 244	3, 247	3, 256	9, 747
今回施栓予定	1	0	3	4
累積施栓本数 (応力腐食割れによる施栓本数) [施栓率]	139 (8) [4. 1%]	135 (3) [4. 0%]	129 (13) [3. 8%]	403 (24) [4. 0%]

○蒸気発生器1基あたりの伝熱管本数:3, 382本

○安全解析施栓率は10%

(伝熱管の施栓率が10%の状態において、プラントの安全性に問題がないことが確認されている)