

令和4年10月20日
原子力安全対策課
(04-26)
<15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4号機(加圧水型軽水炉:定格電気出力87万kW)は、令和4年6月8日から第24回定期検査を実施しているが、令和4年10月21日に原子炉を起動し、22日に臨界となる予定である。

その後は、諸試験を実施し、10月24日に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、11月18日には総合負荷性能検査を実施し、営業運転を再開する予定である。

1 主要工事等

原子炉容器供用期間中検査

(図-1参照)

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認した。

2 設備の保全対策

2次系配管の点検

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1,215箇所(主要点検部位:801箇所、その他部位:414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」の点検対象部位 2,616箇所

(主要点検部位:1,572箇所、その他部位:1,044箇所)

3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査の結果

(図-2参照)

3台ある蒸気発生器(SG)の伝熱管全数(既施栓管を除く計9,743本)について、渦流探傷検査を実施した結果、A-SGの伝熱管4本、B-SGの伝熱管1本およびC-SGの伝熱管5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。このほか、A-SGの伝熱管1本およびB-SGの伝熱管1本について、管支持板部付近に外面(2次側)からの微小な減肉とみられる信号指示(判定基準未満)が認められた。

原因は、これまでの運転に伴い、伝熱管表面に生成された稠密なスケールが前回定期検査時の薬品洗浄の後もSG器内に残存し、プラント運転中に管支持

板下面に留まり、そのスケール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可能性が高いと推定した。

対策として、SG器内のスケールおよびスラッジを可能な限り除去するため、小型高圧洗浄装置を用いて管支持板の洗浄を実施した上で、スケールの脆弱化を図るため、薬品洗浄を行った。また、きずが認められた伝熱管12本は、閉止栓を施工し、使用しないこととした。

[令和4年7月8日、22日、8月23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、69体（うち、16体はMOX新燃料、44体はウラン新燃料）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（16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

令和5年冬頃

6 その他

40年以降運転に向けて、原子炉容器や原子炉格納容器等の対象設備の劣化の状況を把握するため、運転開始35年以降に採取したデータを踏まえた確認・評価（特別点検）を実施することを9月22日に決定した。

データを踏まえた確認・評価に同日から着手し、その結果等を踏まえ、運転期間延長認可申請について判断する予定である。

現在、採取したデータを踏まえた確認・評価を実施している。

問い合わせ先

原子力安全対策課（河村）

内線 2353・直通 0776(20)0314

高浜発電所 4 号機 第 2 4 回定期検査の作業工程

(令和 4 年 10 月 20 日現在)

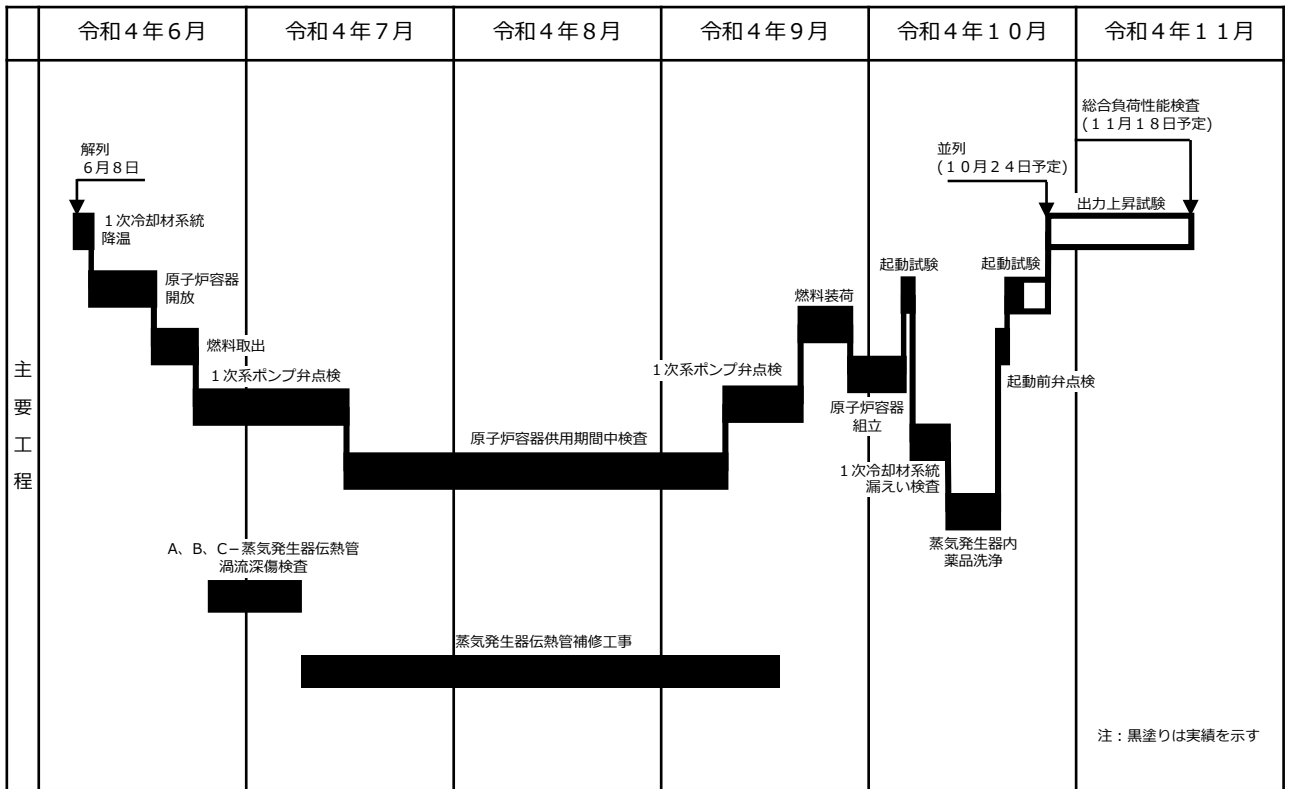


図 - 1 原子炉容器供用期間中検査

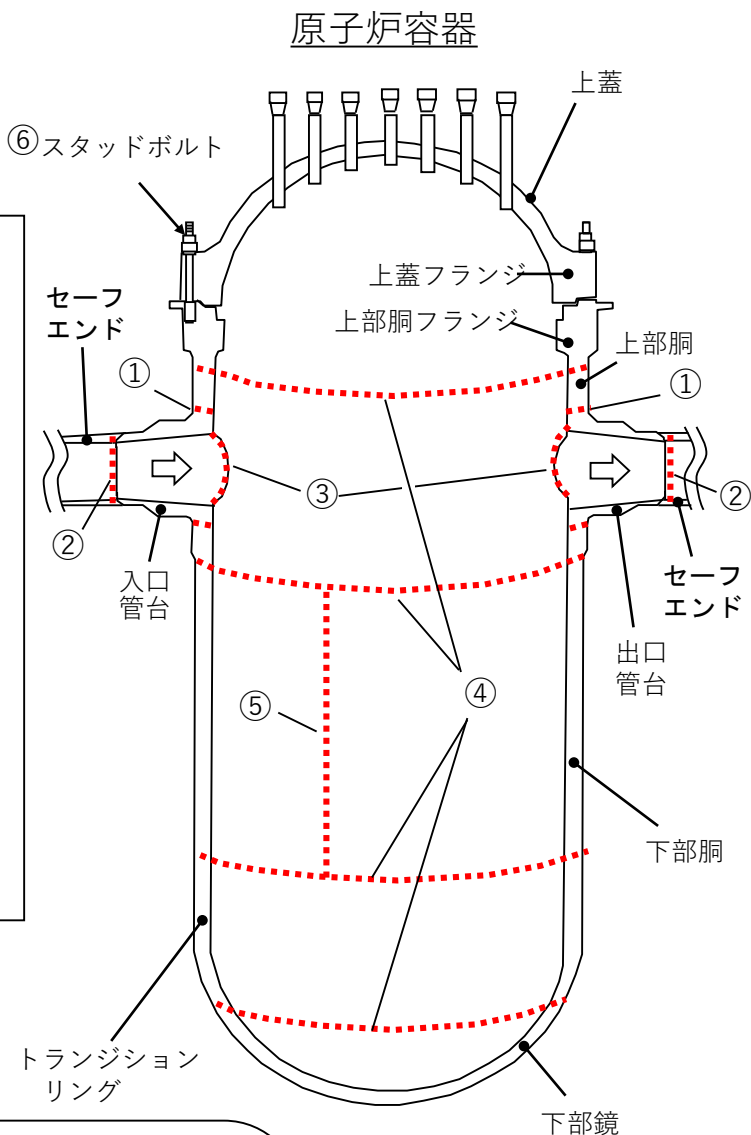
検査概要

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認した。

超音波探傷検査の箇所

..... : 検査箇所

- ① 入口管台と胴との溶接部 (A~Cループ)
出口管台と胴との溶接部 (A~Cループ)
全6箇所の溶接部を検査
- ② 入口管台とセーフエンドとの溶接部 (A~Cループ)
出口管台とセーフエンドとの溶接部 (A~Cループ)
全6箇所の溶接部全周を検査
- ③ 入口管台内面丸み部 (A~Cループ)
出口管台内面丸み部 (A~Cループ)
全6箇所の丸み部を検査
- ④ 胴の溶接部
全4箇所の溶接部を検査
- ⑤ 下部胴の長手溶接部
全3箇所の溶接部を検査
- ⑥ スタッドボルト
58本中15本を検査



< 検査装置の概要 >

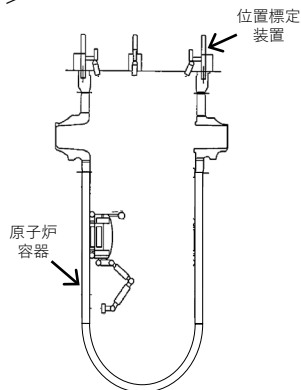
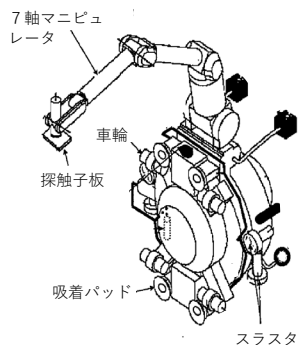
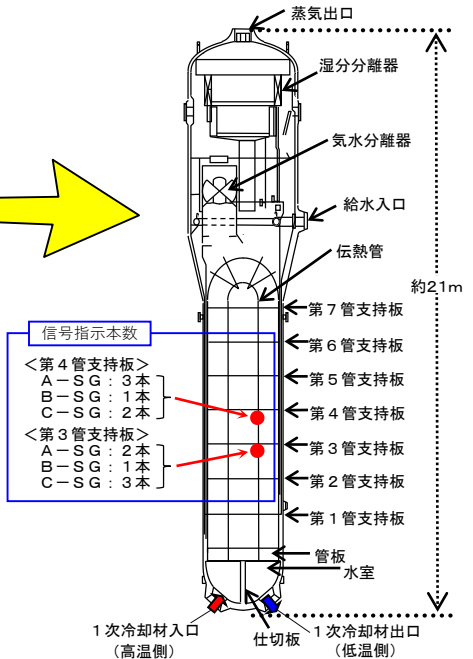
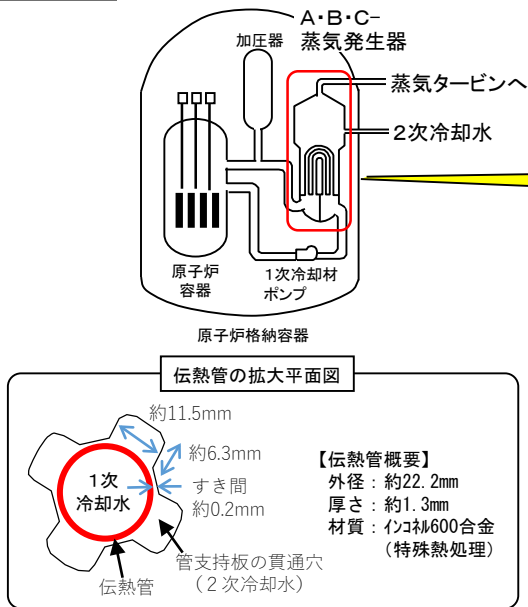


図 - 2 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

発生箇所

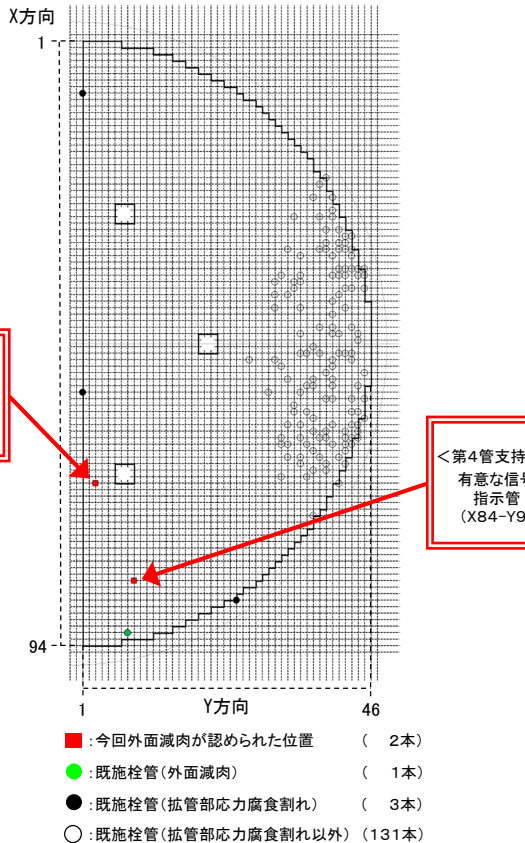
系統概要図

蒸気発生器の概要図



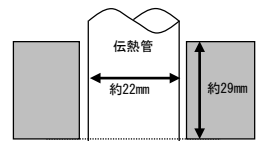
B-蒸気発生器の調査

B-蒸気発生器上部から見た
伝熱管位置を示す図



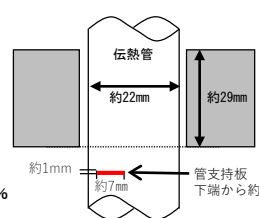
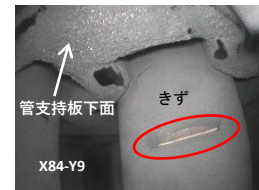
小型カメラで確認したきずの状況

第3管支持板 (X69-Y3)



きずの深さ※：減肉率20%未満 (判定基準未満)

第4管支持板 (X84-Y9)



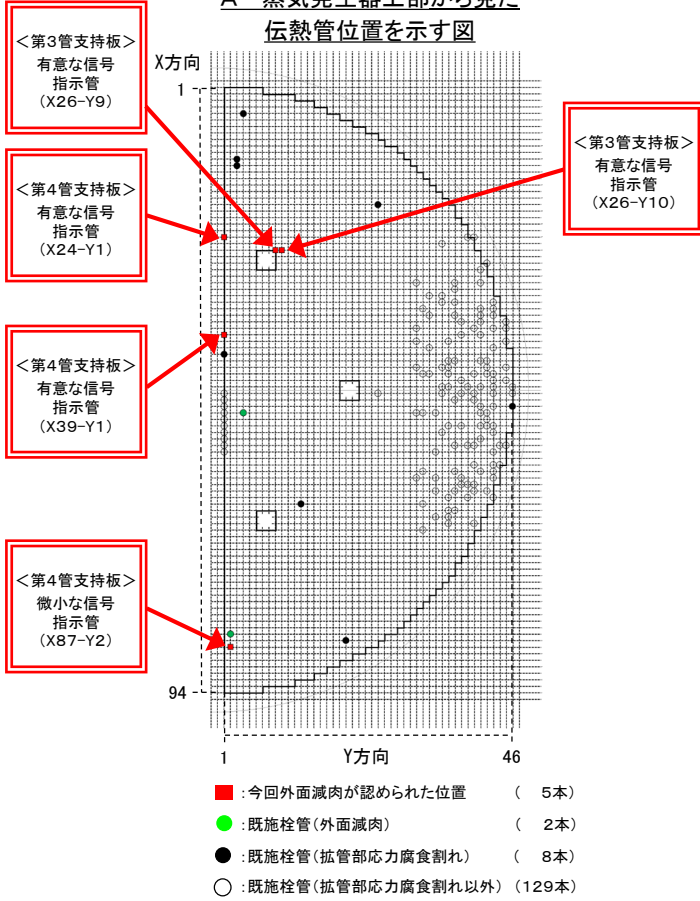
きずの深さ※：減肉率約49%

※：渦流探傷検査 (ECT) 結果による

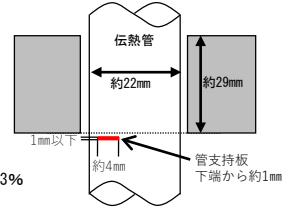
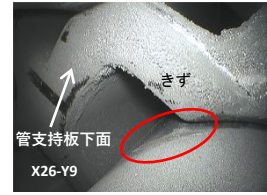
A-蒸気発生器の調査

小型カメラで確認したきずの状況

A-蒸気発生器上部から見た
伝熱管位置を示す図

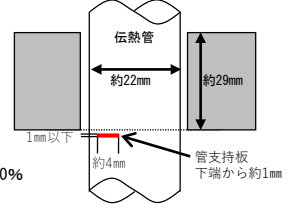
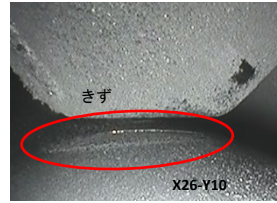


第3管支持板 (X26-Y9)



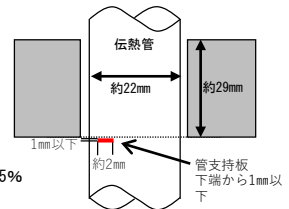
きずの深さ※: 減肉率約33%

第3管支持板 (X26-Y10)



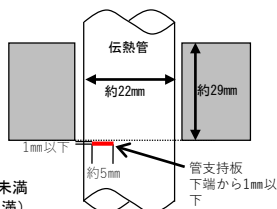
きずの深さ※: 減肉率約40%

第4管支持板 (X24-Y1)



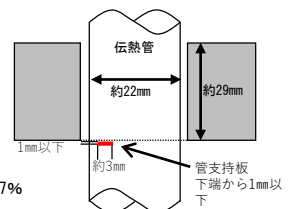
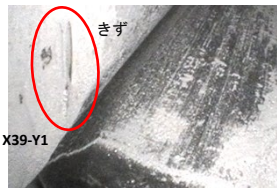
きずの深さ※: 減肉率約25%

第4管支持板 (X87-Y2)



きずの深さ※: 減肉率20%未満
(判定基準未満)

第4管支持板 (X39-Y1)



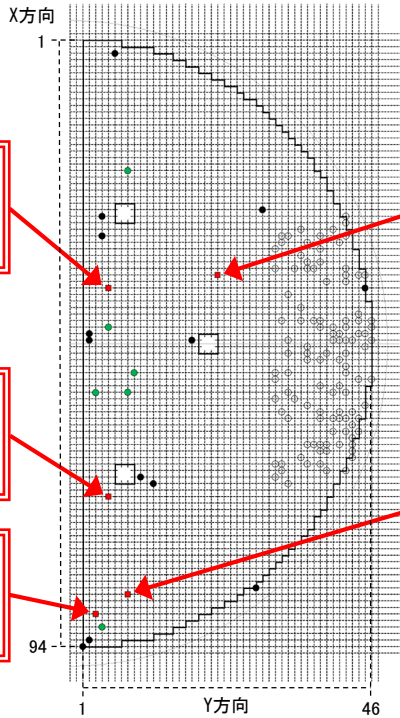
きずの深さ※: 減肉率約47%

※: 渦流探傷検査 (ECT) 結果による

C-蒸気発生器の調査

小型カメラで確認したきずの状況

C-蒸気発生器上部から見た
伝熱管位置を示す図



<第3管支持板>
有意な信号
指示管
(X39-Y5)

<第4管支持板>
有意な信号
指示管
(X37-Y22)

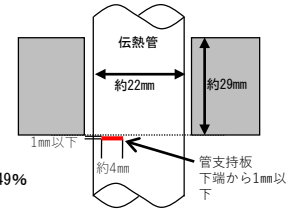
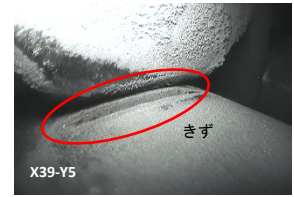
<第3管支持板>
有意な信号
指示管
(X71-Y5)

<第3管支持板>
有意な信号
指示管
(X86-Y8)

<第4管支持板>
有意な信号
指示管
(X89-Y3)

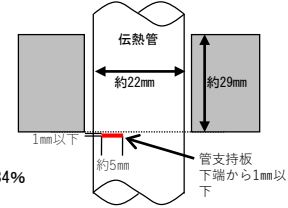
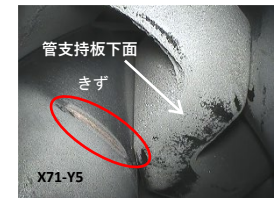
- :今回外面減肉が認められた位置 (5本)
- :既施栓管(外面減肉) (6本)
- :既施栓管(拡管部応力腐食割れ) (13本)
- :既施栓管(拡管部応力腐食割れ以外) (110本)

第3管支持板 (X39-Y5)



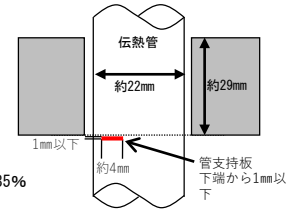
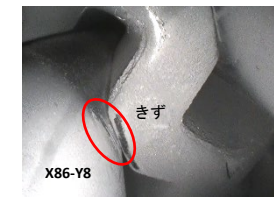
きずの深さ※: 減肉率約49%

第3管支持板 (X71-Y5)



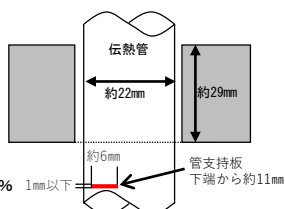
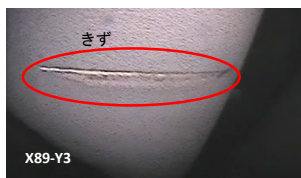
きずの深さ※: 減肉率約34%

第3管支持板 (X86-Y8)



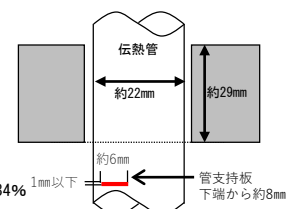
きずの深さ※: 減肉率約35%

第4管支持板 (X89-Y3)



きずの深さ※: 減肉率約31%

第4管支持板 (X37-Y22)



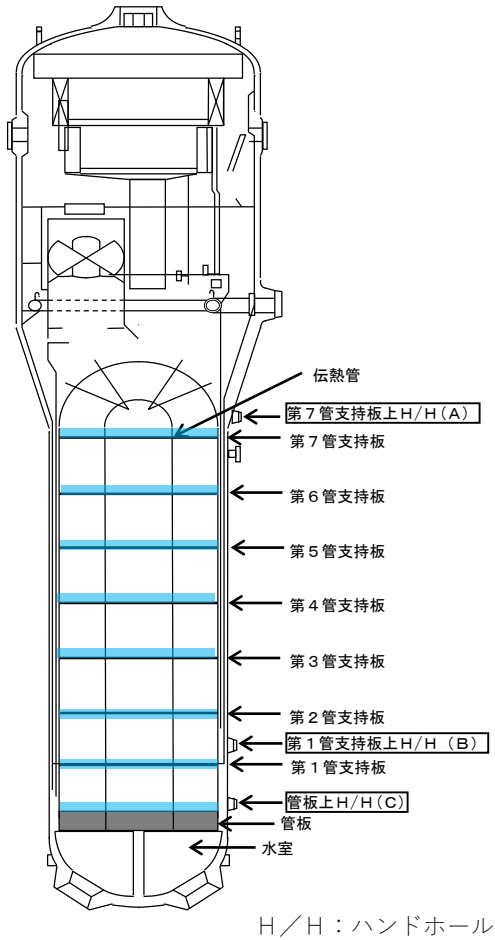
きずの深さ※: 減肉率約34%

※: 渦流探傷検査 (ECT) 結果による

対策①小型高圧洗浄装置による洗浄（スケール等の回収）

洗浄箇所：

（管板および第1管支持板から第7管支持板上）



STEP 1：第7～第3管支持板の洗浄

第7管支持板上ハンドホール（A）から装置を挿入し、高圧水を噴射することにより、上層の第7管支持板上から順に第3管支持板上までのスケール等を下層の管支持板へ落下させた。



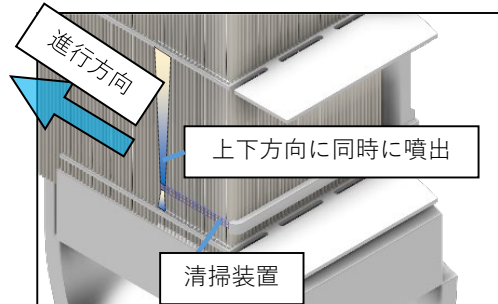
第7管支持板用



第3～6管支持板用

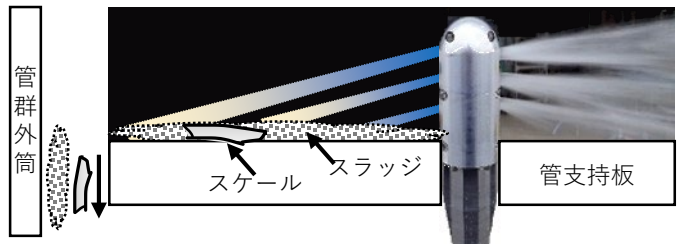
STEP 2-1：第2，1管支持板の洗浄（垂直ノズルによる洗浄）

第1管支持板上ハンドホール（B）から装置を挿入し、上下方向に高圧水を噴射することで、管支持板と伝熱管との隙間を清掃し、スケール等を管支持板上へ移動させた。



STEP 2-2：第2，1管支持板の洗浄（水平ノズルによる洗浄）

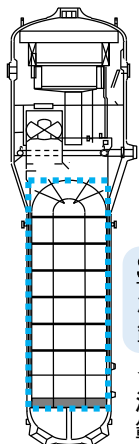
STEP 2-1により管支持板上に移動させたスケール等を押し流し、管板に落下させた。



STEP 3：管板上の洗浄

定期検査毎に実施している高圧水による管板上の洗浄により、管板上ハンドホール(C)からスケール等を回収した。

対策②薬品による洗浄（スケール全体の脆弱化）

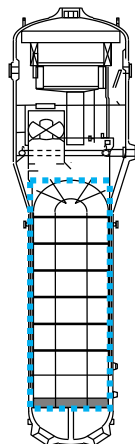


STEP 1 鉄洗浄

濃度：3%
範囲：伝熱管全体

<前回>

濃度：3%
範囲：第3管支持板以下



STEP 2 鉄洗浄

濃度：3%
範囲：伝熱管全体

<前回>

濃度：2%
範囲：伝熱管全体

洗浄箇所：

スケール排出
（回収）

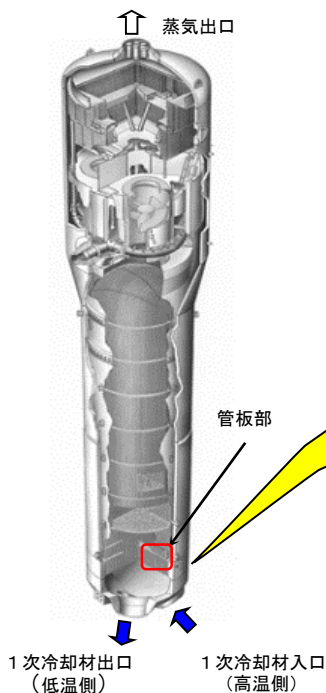
STEP 3

純水による洗浄

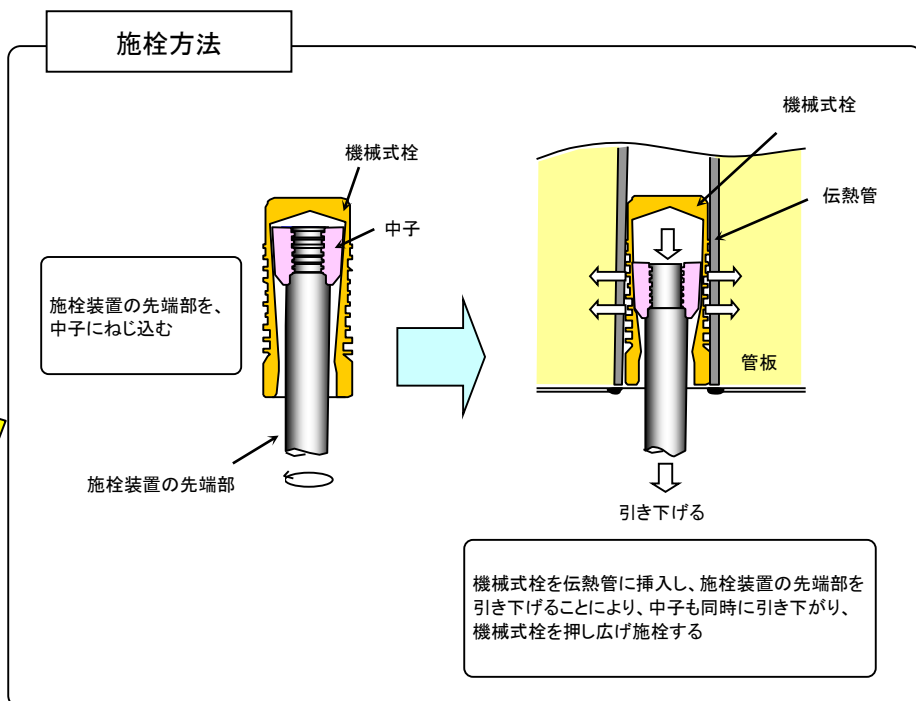
対策③蒸気発生器伝熱管の施栓

損傷が認められた蒸気発生器伝熱管 1 2 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。

蒸気発生器の概要図



施栓方法



高浜発電所4号機の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	3,243	3,247	3,253	9,743
今回施栓	5	2	5	12
累積施栓本数 (応力腐食割れによる施栓本数)	144 (8)	137 (3)	134 (13)	415 (24)
(外面減肉による施栓本数) [施栓率]	(7) [4.3%]	(3) [4.1%]	(11) [4.0%]	(21) [4.1%]

○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)