

平成 30 年 6 月 22 日
原子力安全対策課
(3 0 - 1 8)
< 16 時記者発表 >

高浜発電所 4 号機の定期検査状況について (蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果)

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、平成 30 年 5 月 18 日から第 21 回定期検査を実施しているが、3 台ある蒸気発生器（SG）の伝熱管全数^{※1}について渦流探傷検査（ECT）を実施した結果、A-SG の伝熱管 2 本の高温側管板部で、有意な欠陥信号が認められた。B、C-SG の伝熱管については、有意な欠陥信号は認められなかった。

なお、この事象による環境への放射能の影響はない。

※1 既施栓管を除き A-SG で 3,247 本、B-SG で 3,248 本、C-SG で 3,259 本、合計 9,754 本

1 原因調査

伝熱管 2 本の高温側管板部で有意な欠陥信号が認められた原因を調査するため、過去の調査結果との比較や運転履歴の調査を実施した。

(1) 過去の調査結果との比較

- ・高浜 4 号機では、これまでの定期検査において、高温側管板拡管部で有意な欠陥信号が確認された（伝熱管 22 本）。過去の抜管調査の結果、ローラ拡管^{※2}上端部付近の伝熱管内面で軸方向に沿った割れが認められた。原因は、管内面での引張り残留応力と運転時の内圧とが相まって生じた応力腐食割れであると推定され、対策として施栓を行っている。
- ・今回の有意な欠陥信号も、①高温側管板部のローラ拡管上端部付近であり、②伝熱管の軸方向に沿った内面傷を示す指示であるなど、過去に 4 号機で認められた欠陥信号と特徴が類似していることを確認した。

※2 伝熱管内部に機械式ローラを通すことで伝熱管を押し広げて、伝熱管と管板を接合させる工程。

(2) SG 伝熱管へのショットピーニング^{※3}の効果

- ・高浜 4 号機では第 11 回定期検査（平成 11 年）において、初めて応力腐食割れが確認された後、当該部の応力腐食割れの発生を予防するため、第 13 回定期検査（平成 14 年）で SG 伝熱管の高温側管板拡管内面にショットピー

ニングを施工し、伝熱管内表面の引張り残留応力を改善した。

- ・ショットピーニングでは、伝熱管内表面近傍（深さ約 0.2mm まで）の引張り残留応力が改善されるが、これより深い部分では効果が小さいことが知られている。
- ・このため、ショットピーニング施工時に、深さ約 0.2mm 以上で当時使用していた ECT の検出限界未満（約 0.5mm 未満）の微小な傷が既に発生していた場合、時間の経過とともに傷が進展する可能性があることが推定された。

※3 伝熱管内面に小さな金属球を高速で叩き付けることにより、伝熱管内面の引張り残留応力を圧縮応力に改善する工事

(3) 運転履歴調査

- ・運転開始以降、今定期検査開始に至るまでの期間について、1 次冷却材の主要なパラメータである温度、圧力、水質について調査を行った結果、過大な応力を発生させる温度、圧力の変化はなく、水質も基準値の範囲内で安定していたことが確認された。

2 推定原因

欠陥信号が認められた原因は、過去の調査結果等から、S G 製作時に当該伝熱管を管板部で拡管する際、管内面で引張り残留応力が発生し、これが運転時の内圧と相まって、伝熱管内面で応力腐食割れが発生・進展し、今回検出されたものと推定された。

3 対策

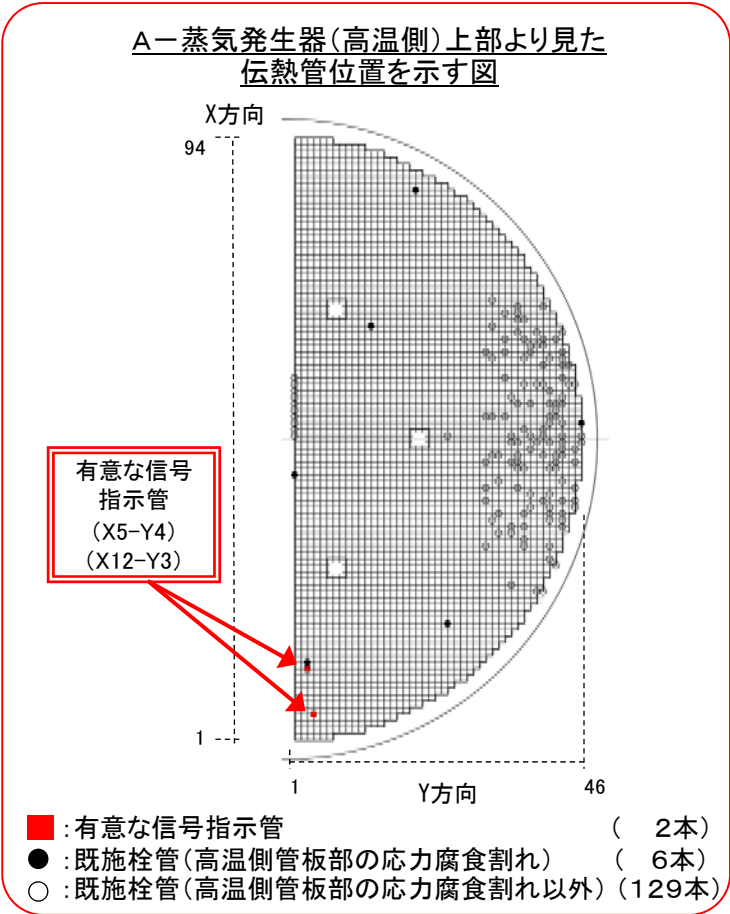
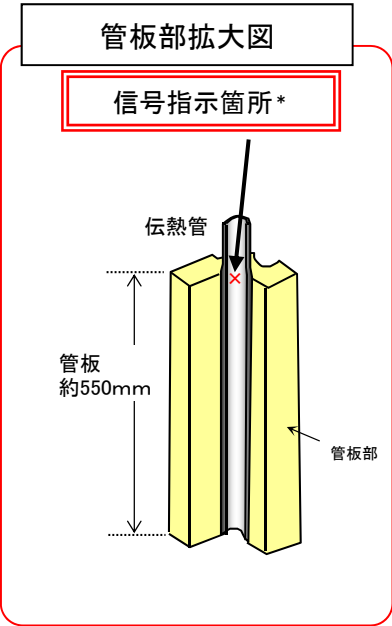
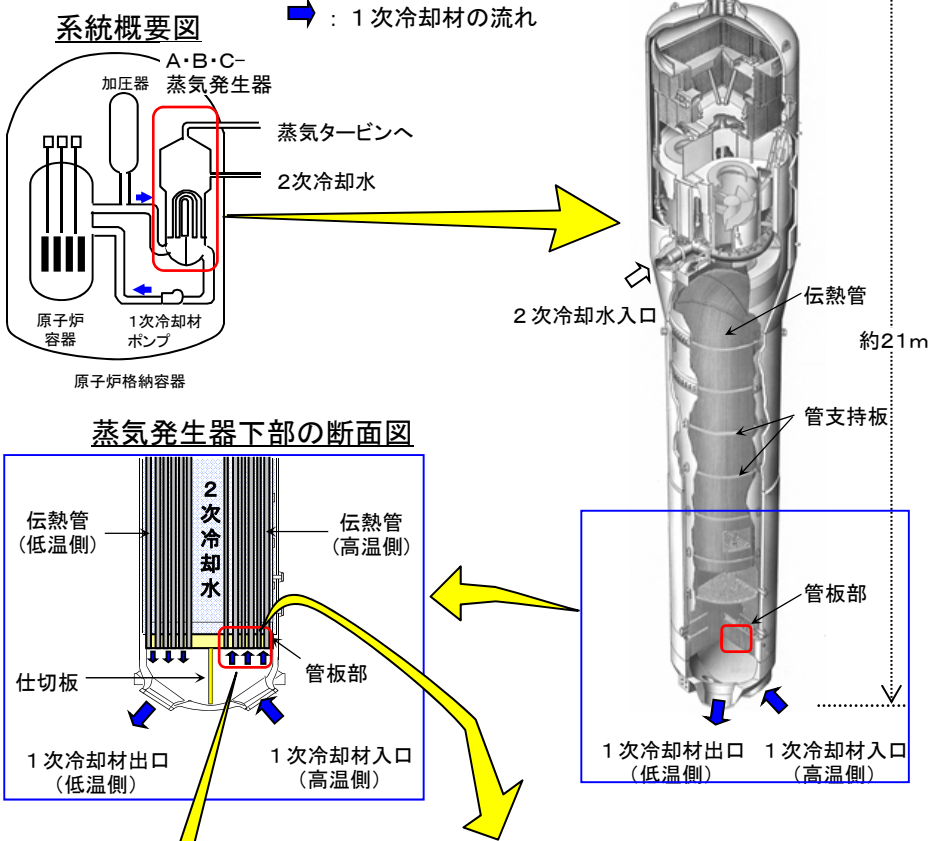
欠陥信号が認められた伝熱管 2 本については、高温側および低温側管板部で閉止栓（機械式栓）を施工し、使用しないこととする。

問い合わせ先 原子力安全対策課（鷺田） 内線 2353・直通 0776(20)0314

高浜発電所4号機の定期検査状況について (蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果)

発生箇所

蒸気発生器の概要図

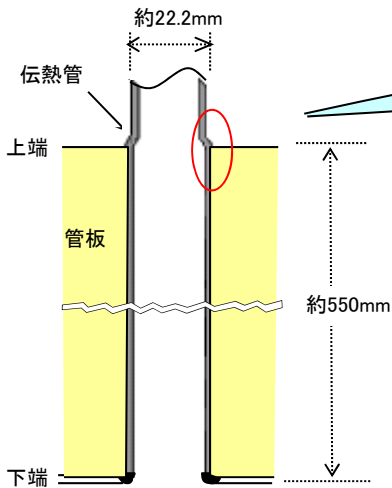


伝熱管外径 : 約22.2mm
 " 厚さ : 約1.3mm
 " 材質 : インコネルTT600(特殊熱処理)

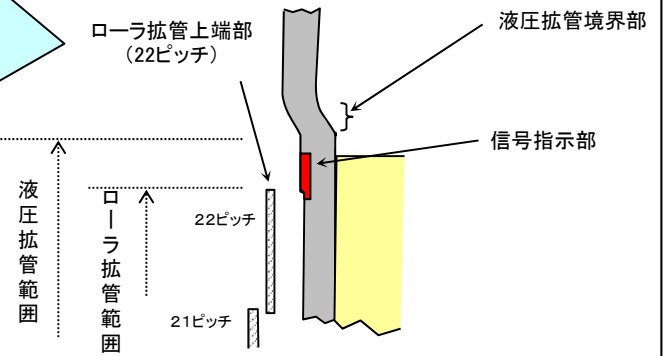
*従来から応力腐食割れが確認されている部位

渦流探傷検査(ECT)結果

信号指示の位置

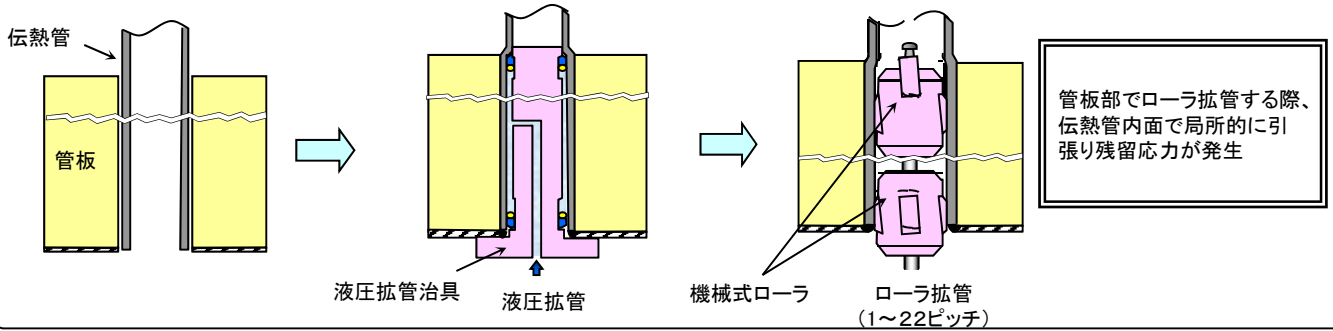


ローラ拡管部(イメージ)



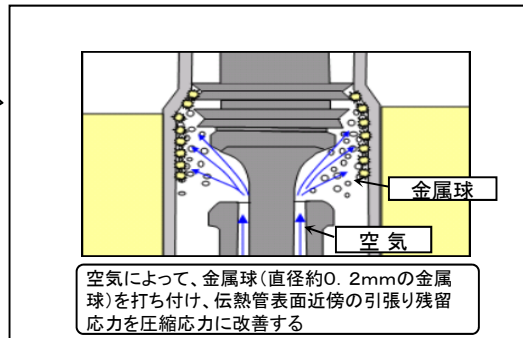
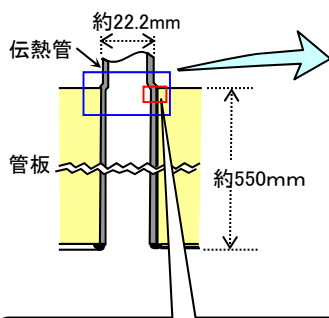
信号指示位置は22ピッチローラ拡管上部部であった

蒸気発生器製造時の管板部の伝熱管拡管方法



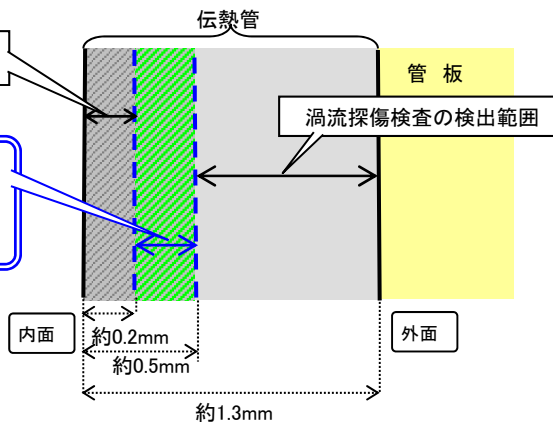
ショットピーニングの効果と渦流探傷検査(ECT)の検出範囲

ショットピーニングの実施概要

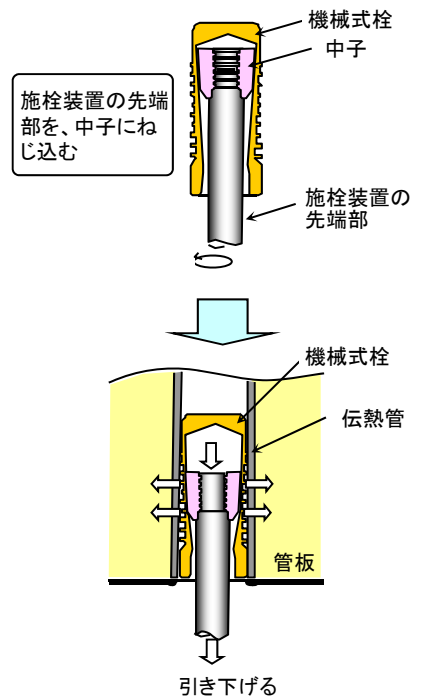


ショットピーニングによる圧縮応力付与範囲

この範囲に、応力腐食割れの先端があった場合、割れが進展し、顕在化する可能性がある



対策(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で、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4号機の蒸気発生器伝熱管の施栓履歴

	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)	施 栓 理 由 ()内は、実施した対策
第4回定検 (H2.2～H2.5)	7	9	5	21	振止め金具部の摩耗減肉 (振れ止め金具の取替実施)
第9回定検 (H8.9～H8.11)	10	0	0	10	管支持板洗浄装置の接触痕を 確認
第11回定検 (H11.4～H11.7)	0	0	4	4※	高温側管板部の応力腐食割れ
第12回定検 (H12.9～H12.11)	4	1	6	11※	高温側管板部の応力腐食割れ
第13回定検 (H14.1～H14.3)	1	0	0	1※	高温側管板部の応力腐食割れ (ショットピーニング施工)
第14回定検 (H15.4～H15.6)	1	1	0	2※	高温側管板部の応力腐食割れ
第15回定検 (H16.8～H16.10)	112	122	105	339	旧振れ止め金具部の微小な 摩耗減肉(新方式のECT採用)
第18回定検 (H20.8～H20.12)	0	0	1	1※	高温側管板部の応力腐食割れ
第19回定検 (H22.2～H22.5)	0	0	1	1※	高温側管板部の応力腐食割れ
第20回定検 (H23.7～H29.5)	0	1	1	2※	高温側管板部の応力腐食割れ
第21回定検 (今回施栓予定)	2	0	0	2	高温側管板部の応力腐食割れ
累積施栓本数 [施栓率]	137 [4. 1%]	134 [4. 0%]	123 [3. 6%]	394 [3. 9%]	※前回までの応力腐食割れ 合計:22本

○蒸気発生器1基あたりの伝熱管本数:3, 382本

○定検回下の年月は、解列～並列

○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)