

高浜発電所 3 号機  
蒸気発生器伝熱管の損傷について

令和 2 年 4 月

関西電力株式会社

## 1. 件名

高浜発電所3号機 蒸気発生器伝熱管の損傷について

## 2. 事象発生日

令和2年2月18日（技術基準に適合していないと判断した日）

## 3. 事象発生の発電用原子炉施設

原子炉冷却系統施設 一次冷却材の循環設備 蒸気発生器

## 4. 事象発生前の運転状況

第24回定期検査中

## 5. 事象発生の状況

（添付資料－1）

高浜発電所3号機（加圧水型軽水炉、定格電気出力87万kW、定格熱出力266万kW）は、令和2年1月6日より第24回定期検査中であり、3台ある蒸気発生器（以下「SG」という。）の伝熱管<sup>\*1</sup>全数について、健全性を確認するため渦流探傷試験<sup>\*2</sup>（以下「ECT」という。）を実施した。

その結果、B-SGの伝熱管1本およびC-SGの伝熱管1本について、管支持板<sup>\*3</sup>部付近に、外面からの減肉とみられる有意な信号指示<sup>\*4</sup>が認められたことから、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則第18条並びに第56条に適合しておらず、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第134条に該当することを、令和2年2月18日13時00分に判断した。

<sup>\*1</sup> SGの中で1次冷却材（1次側）と給水（2次側）の熱交換を行う逆U字形の管群。1次冷却材は入口管板部（高温側）から入り、給水と熱交換後に出口管板部（低温側）へ流れる。

<sup>\*2</sup> 高周波電流を流したコイルを伝熱管に挿入することで伝熱管に渦電流を発生させ、伝熱管の欠陥により生じる渦電流の変化を電気信号として取り出すことで欠陥を検出する試験（ECT；Eddy Current Test）。全周に対して渦電流の発生と検出を別々のコイルを用いた24組のコイルで伝熱管の欠陥による渦電流の変化を信号として検出する。

<sup>\*3</sup> 伝熱管を支持する部品。

<sup>\*4</sup> ノイズレベル（雑音信号レベル）を超える信号であって、SG管支持板等の外部構造物あるいは伝熱管の形状等に起因する信号（疑似信号）ではない信号指示。

## 6. 環境への影響

なし

## 7. ECT結果

### （1）検査期間

令和2年 2月 2日～令和2年 2月18日（定期事業者検査終了日）

探傷検査・データ整理期間 令和2年 2月 2日～令和2年 2月15日

解析・評価検査期間 令和2年 2月16日～令和2年 2月18日

## (2) 検査範囲

S Gの施栓<sup>\*5</sup>済みの伝熱管を除く、全数の伝熱管についてE C Tを実施した。

(単位：本)

S G	A	B	C	合 計
検査対象本数	3,272	3,248	3,262	9,782

<sup>\*5</sup> 伝熱管の1次側出入口部分に機械式栓を用いて栓をし、供用外とすること。

## (3) 検査結果

(添付資料ー2、3)

E C Tデータを評価した結果<sup>\*6</sup>、2本の伝熱管に有意な信号指示が認められた。

リサーチ表示<sup>\*7</sup> (信号表示) で分析した結果、いずれも伝熱管外面の周方向に沿った非貫通のきずの特徴を有していた。

また、有意な信号指示が認められた箇所は、色調図表示<sup>\*8</sup>で分析した結果、管支持板部付近であった。

なお、前回 (第23回) の定期検査におけるE C Tデータを確認した結果、今回有意な信号指示が認められた伝熱管の外面に、有意な信号指示が認められなかったことを確認した。

(単位：本)

S G	A	B	C	合 計
指示管本数	0	1	1	2

### B－S G

第三管支持板 X54, Y4：減肉率 約32%

### C－S G (有意な信号指示2カ所<sup>\*9</sup>)

第三管支持板 X38, Y3：減肉率 約28%、約56%

<sup>\*6</sup> 一般社団法人日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格 (2008年改訂版) JSME S NA1-2008 S G伝熱管に対する判定基準に従う。

<sup>\*7</sup> 渦電流変化の電気信号を図で表したもの (水平成分および垂直成分を同一画面に表示)。

<sup>\*8</sup> 24組分のコイルのチャートを平面状に並べ、信号振幅に応じて色調として表示させたもの。伝熱管全長についての信号指示の大きさや位置等の分析に用いる表示方法。

<sup>\*9</sup> 小型カメラによる目視点検の結果、同一伝熱管上に2か所のきずを確認。

## 8. 時系列

2月 2日 定期事業者検査開始 (探傷検査・データ整理)

2月18日 定期事業者検査終了

B－S G伝熱管1本 (2次側)、C－S G伝熱管1本 (2次側) に、外面からの減肉と認められる信号指示があることを確認

2月21日 B－S G器内のカメラによる目視確認の結果、伝熱管外面にきずを確認

2月27日 C-SG器内のカメラによる目視確認の結果、伝熱管外面にきずを確認

## 9. 減肉伝熱管2次側からの確認結果

E C Tで減肉とみられる信号指示が認められた伝熱管を調査するため、当該部位を2次側から小型カメラにて点検を実施した。なお、E C Tの信号による位置およびサイズと相違はなかった。

### (1) 伝熱管外観観察

小型カメラを用いて、減肉信号が確認された伝熱管の外観観察を実施したところ、以下のとおり摩耗痕とみられる箇所が認められた。

#### a. B-SG

第三管支持板（減肉率 約32%）：  
周方向約4.0mm、軸方向約1.0mm（X54, Y4）

#### b. C-SG

第三管支持板（減肉率 約28%）：  
周方向約1.0mm、軸方向1.0mm以下（X38, Y3）  
第三管支持板（減肉率 約56%）：  
周方向約4.0mm、軸方向1.0mm以下（X38, Y3）

### (2) E C T信号との比較

伝熱管2次側減肉部位における外観観察結果は、E C Tにより得られる減肉信号指示による位置およびサイズが当該部の外観観察結果と相違ないことが確認された。

## 10. 原因調査 (添付資料-4)

有意な信号指示があった伝熱管の外面減肉の原因を調査するため、要因分析図に基づき、原因調査を行った。

### (1) SG伝熱管内面（1次側）からの損傷 (添付資料-5)

E C Tの信号指示により、伝熱管内面（1次側）にきずがないことを確認した。

### (2) SG伝熱管外面（2次側）からの損傷

#### a. デンティング<sup>\*10</sup> (添付資料-5)

E C Tの信号指示を確認した結果、デンティングではないと考えられる。

<sup>\*10</sup> 管支持板の腐食およびそれに伴う腐食生成物の体積膨張による伝熱管の変形をいう。

#### b. 粒界腐食割れ（IGA）<sup>\*11</sup> (添付資料-6)

過去にSG2次側環境においてアルカリ環境と酸化銅等による酸化性雰囲気

気を経験したプラントで、粒界腐食割れが発生した実績があるが、高浜発電所3号機のようなアンモニアとヒドラジンの注入により良好な還元性雰囲気維持されているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、粒界腐食割れの可能性はないと考えられる。

\*<sup>11</sup> 金属の結晶粒の境目（粒界）に沿って進展する腐食。

c. ピッチング\*<sup>12</sup> (添付資料－7)

過去にSG2次側環境において海水リーク等による塩化物環境と酸化銅等による酸化性雰囲気を経験したプラントで、ピッチングが発生した実績があるが、高浜発電所3号機のような塩素濃度が十分低く管理され、かつ、アンモニアとヒドラジンの注入により良好な還元性雰囲気が維持されているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、ピッチングの可能性はないと考えられる。

\*<sup>12</sup> 塩素イオン等に起因する金属表面の被膜破壊によって起きる局所的な腐食。

d. リン酸減肉 (添付資料－8)

過去の2次系水処理において、リン酸を使用していたプラントでリン酸による減肉が発生した実績があるが、高浜発電所3号機のようなアンモニアとヒドラジンによるAVT (All Volatile Treatment) \*<sup>13</sup>を実施しているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、リン酸減肉の可能性はないと考えられる。

\*<sup>13</sup> pH調整剤のアンモニアと酸素除去剤のヒドラジンで水質調整を行う揮発性物質処理。

e. 摩耗減肉

(a) 管支持板との接触 (添付資料－9)

ア. 管支持板ベイ部\*<sup>14</sup>の信号

構造上、伝熱管と管支持板ベイ部は接触しない。また、運転中に伝熱管にねじれを発生させる外力は発生しないと考えられる。

\*<sup>14</sup> 管支持板に加工されている四ツ葉管穴のうち凹面部。

イ. 管支持板ランド部\*<sup>15</sup>の信号

管支持板との接触により摩耗減肉が発生したのであれば、4ヶ所の管支持板ランド部に減肉が生じることになるが、目視点検の結果からは4ヶ所の管支持板ランド部の減肉は確認できなかったため、管支持板との接触・摩耗によって発生した減肉ではないと考えられる。

\*<sup>15</sup> 管支持板に加工されている四ツ葉管穴のうち凸面部。

f. S G器内発生物との接触・S G器外流入物との接触

(a) S G器内の目視点検 (添付資料－10～11)

ア. 点検結果

A、B、C－S G器内の管板、流量分配板、第一および第二管支持板の上面の全ての範囲並びに第三管支持板の下面の減肉指示が確認された伝熱管周辺部について小型カメラによる目視確認を実施した。

(ア) A－S G

A－S Gの流量分配板上 (X54-55, Y44) に、重さ約0.2 g、長さ約24 mm、幅約5 mm、厚さ約0.2 mmの金属片が確認された。

(イ) B－S G

B－S G器内には剥離したスケール (以下、スラッジという。) 以外の異物は確認されなかった。

(ウ) C－S G

C－S Gの流量分配板上 (X2-3, Y5-6) に、重さ約0.3 g、長さ約33 mm、幅約5 mm、厚さ約0.2 mmの金属片が確認された。

金属片が確認された位置は、減肉が確認された位置 (第三管支持板の下面(X38, Y3)) から約3.5 m下方、約1.2 m半径方向に離れた場所であった。

確認された金属片以外には、A、B、C－S Gの伝熱管からスラッジがS G器内の各所に確認された。

また、A、B、C－S Gのスラッジランシング<sup>\*16</sup>を実施した結果、スラッジ以外の異物には確認されなかった。

<sup>\*16</sup> 管板部に堆積したスラッジ (酸化鉄(主にマグネタイト)) を水圧により除去する方法。

イ. 金属片分析 (添付資料－12)

(ア) 金属片の材質

A、C－S Gで発見された金属片について、X線回析等により材質を確認した結果、オーステナイト系ステンレス鋼 (S U S 3 0 4相当) が主体であった。

(イ) 金属片の類似形状

A、C－S Gで発見された金属片と類似する形状の資材等を確認したところ、外観から幅4.5 mm程度の渦巻きガスケットの一部 (フープ材) であると推定された。

(ウ) 金属片の表面観察

A、C-SGで発見された金属片の表面を走査電子顕微鏡（以下「SEM」という。）により観察した結果、部分的な筋状の擦れ跡、打痕、摩耗などが確認された。

(b) SG器外（SGブローダウン系統）の目視点検（添付資料-13）

ア. 系外ブローライン（海水放出ライン）の目視点検

(ア) 仮設ストレーナの点検結果

高浜発電所4号機第22回定期検査におけるSG伝熱管外部減肉事象の調査結果を踏まえ、3号機では今回（第24回）の定期検査開始後のSGブロー前に、系外ブローラインに仮設ストレーナを新たに設置した。

SGブロー後に、この仮設ストレーナの開放点検を実施したところ、SG2次側のスラッジランシング等で回収されるスラッジと同じようなスラッジは確認されたが、異物は確認されなかった。

(イ) SGブローダウンタンク内の点検結果

SGよりブローされた器内水は、SGブローダウンタンクに一旦貯留されるため、異物が滞留する可能性があることから、開放点検を実施したが、異物は確認されなかった。

(ウ) 水位制御弁等の点検結果

水位制御弁等については、異物が滞留しやすい構造となっていることから、これらについて開放点検を実施したが、異物は確認されなかった。

イ. 復水器回収ラインの目視点検

復水器回収ラインの点検範囲については、高浜発電所4号機第22回定期検査時のSG伝熱管外部減肉事象の調査結果を踏まえ、本ラインに流れてくる異物は主流路にある流量調整弁で捕獲されると想定としており、ここまでの範囲を点検範囲としていた。

一方、前項のとおり系外ブローラインで異物が確認されなかったことから、再度復水器回収ラインの点検範囲について詳細に検討した。その結果、本ラインの主流路にある流量調整弁をバイパスするオリフィスのライン（分岐ライン）に異物が流れ、その後復水器に流入する可能性も否定できないことが分かった。

以上から、これらのラインも含め範囲を拡大し点検を実施することとした。

(ア) 流量調整弁およびオリフィスの点検結果

流量調整弁およびオリフィスについては、異物が滞留しやすい構造となっていることから、これらについて開放点検を実施したが、異物は確認されなかった。

(イ) 復水器ホットウエルの点検結果

復水器回収ラインを流れるSG器内水は、復水器ホットウエルに回収されることからホットウエル内部の目視点検を実施したが、異物は確認されなかった。

(ウ) 復水ポンプ入口ストレーナの点検結果

復水器回収ラインから復水器ホットウエルに回収されたSG器内水は、復水ポンプを通じて復水系統へ流れるため、復水ポンプの入口に設置されているストレーナの目視点検を実施したが、異物は確認されなかった。

なお、SGブローダウン系統へ流出した異物が復水器回収ラインを通じて復水器ホットウエルに流入し、タービンサンプルへ異物が流出した可能性は否定できない。

(c) まとめ

A、B、C—SG器内のカメラによる目視点検およびスラッジランシング、並びにSGブローダウン系統の目視点検の結果、以下の内容を確認した。

ア. SG器内の目視点検を実施した結果、A、C—SGの流量分配板上に、それぞれ1つずつ渦巻きガasketの一部と考えられる金属片が確認された。SEMによる表面観察を行った結果、2つの金属片には複数箇所筋状の擦れ跡や摩耗、打痕が認められた。また、成分分析の結果、2つの金属片はオーステナイト系ステンレス鋼（SUS304相当）であった。

イ. スラッジランシングを実施した結果、スラッジ以外の異物は確認されなかった。

ウ. SGブローダウン系統の仮設ストレーナ、タンクおよび水位制御弁等について目視点検を実施した結果、異物は確認されなかった。

g. 流体振動による疲労

(添付資料—14)

管支持板部の流れによる伝熱管の管支持板部の応力は、疲労限に比べ非常に小さく、疲労損傷は発生しないと考えられる。



h. エロージョン\*<sup>17</sup> (添付資料－15)

当該部流速は約3 m/sであり、かつ、TT600合金は耐エロージョン性が高いことから(室温条件では約70 m/s以上がエロージョン発生領域)、エロージョンの発生はないと考えられる。

なお、室温条件にて評価を行っているが、温度によるエロージョンへの影響は小さく、常温の知見を用いても問題ないことを評価している。

\*<sup>17</sup> 流体が金属表面に衝突することで生じる機械的な衝突力で材料が損傷する現象。

i. 損傷以外のECT信号指示 (添付資料－16)

局所的なスケールの剥離は、減肉と識別できることから、今回の信号指示は、スケールの剥離ではないと考えられる。

(4) 今後の予定 (添付資料－17)

a. 実機調査

これまでの原因調査結果を踏まえ、追加調査として以下の点検を行う。

(a) 金属片の発生源調査

ア. ガasketパッキンがSG器内に流出する可能性のある範囲を選定する。

イ. 回収した金属片と類似寸法のガasketパッキンを使用し、機器の構造上ガasketパッキンが系統内に流出する可能性のある機器を選定する。

ウ. 選定された機器について、系統内に流出した過去の実績を点検記録により調査した結果、ガasketパッキンが破損していた記録はなかったものの、念のため、今回(第24回)の定期検査で開放点検実績がないものについて、開放点検を実施し、ガasketパッキンの健全性を確認する。

(b) SGブローダウン系統配管の目視点検

異物の滞留の可能性は低いと考えられるものの、現状未点検であるSGブローダウン系統配管について小型カメラによる目視点検を行う。

(c) SG器内の第三管支持板上面以上の目視点検

現状の異物挙動メカニズムから伝熱管を減肉させうる異物が第三管支持板よりも上へ上昇する可能性は極めて低いと考えられるものの、SG器内の第三管支持板上面以上の範囲について小型カメラによる目視点検を行う。

b. 減肉メカニズム等の調査

実機調査結果を踏まえ、減肉メカニズムを推定するとともに、要因分析図に基づいて残りの設計評価を行う。

1 1. 推定原因

原因調査結果を踏まえ、今後、推定原因を特定する。

1 2. 対 策

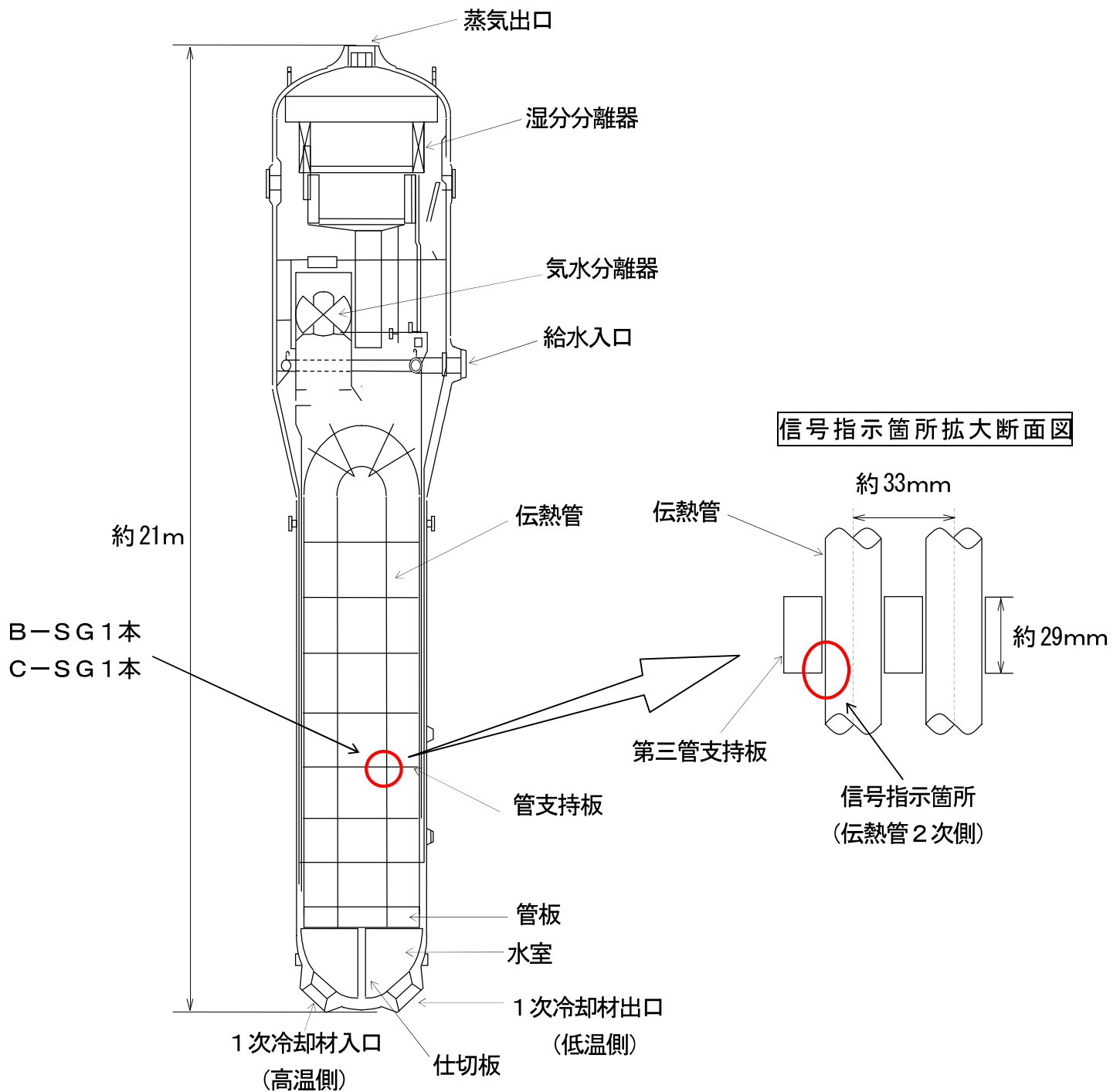
推定原因を踏まえ、今後、対策を講じる。

以 上

## 添 付 資 料

1. SG伝熱管信号指示箇所概要図
2. SG伝熱管ECT結果
3. SG伝熱管ECT信号指示位置図
4. 要因分析図
5. ECTの位相評価
6. 粒界腐食割れに関する検討結果
7. ピッチング発生に関する検討結果
8. リン酸減肉によるきずの形状
9. 管支持板との接触による摩耗減肉の評価
10. SG伝熱管2次側表面写真
11. 金属片位置図
12. 金属片分析結果
13. SGブローダウン系統点検結果
14. 流体振動による疲労評価
15. エロージョンの発生可能性評価
16. スケール剥離による減肉信号への影響
17. SG点検スケジュール

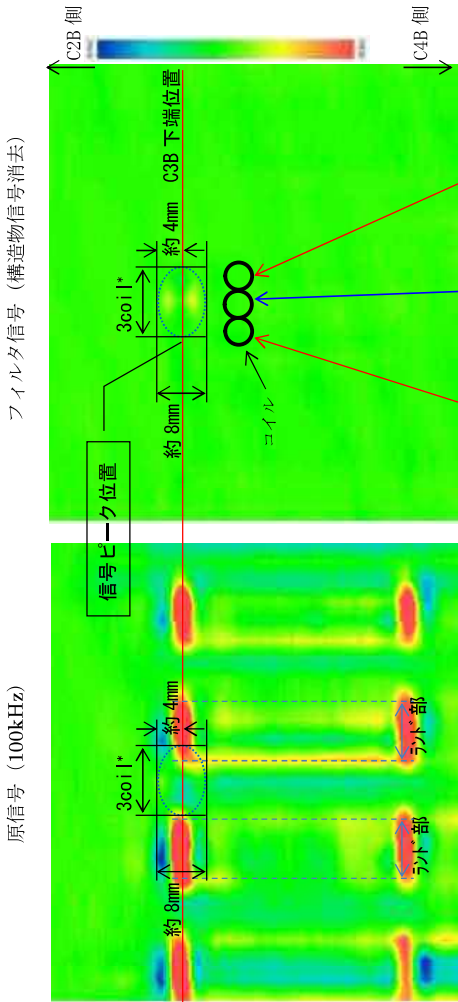
SG伝熱管信号指示箇所概要図（SG管支持板部）



高浜3号機 SG伝熱管ECT結果

	A-SG	B-SG	C-SG	合計
設備本数	3,382	3,382	3,382	10,146
既施栓本数 (応力腐食割れによる施栓本数*)	110 (7)	134 (10)	120 (7)	364 (24)
検査対象本数	3,272	3,248	3,262	9,782
指示管本数	0	1	1	2
結果	管支持板部付近において、B-SGで1本、C-SGで1本に、外部からの減肉とみられる有意な信号指示が認められた。			

\* 既施栓本数の内数を示す。



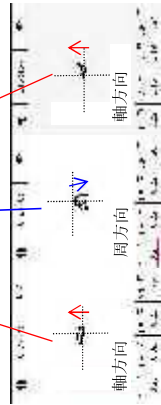
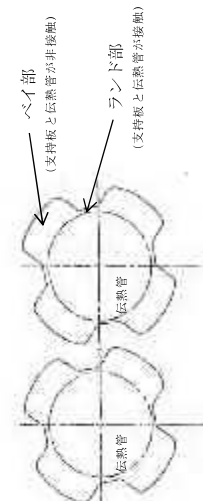
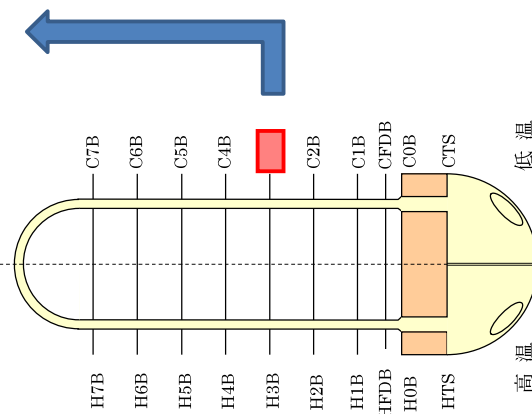
今回 フィルタ信号 (構造物信号消去)

前回 フィルタ信号 (構造物信号消去)

今回 原信号 (100kHz)

前回 原信号 (100kHz)

\*1coil: 約3mm ※内側から見たイメージ



【B-SG X54-Y4 リサーチ波形】

きず端部の軸方向成分(赤色矢印)を検出  
きず中心部の周方向成分(青色矢印)を検出

**波形評価**

- ・位相角評価から、外面指示の特徴を持っている。
- ・指示は複数のコイルで検出されており、指示の中心部のコイルは周方向成分、両端部のコイルでは軸方向成分の特徴を持っている。

上記の通り軸方向成分及び周方向成分の両方の成分が読み取れるため、広がりを持つ減肉と評価する。(下図参照)

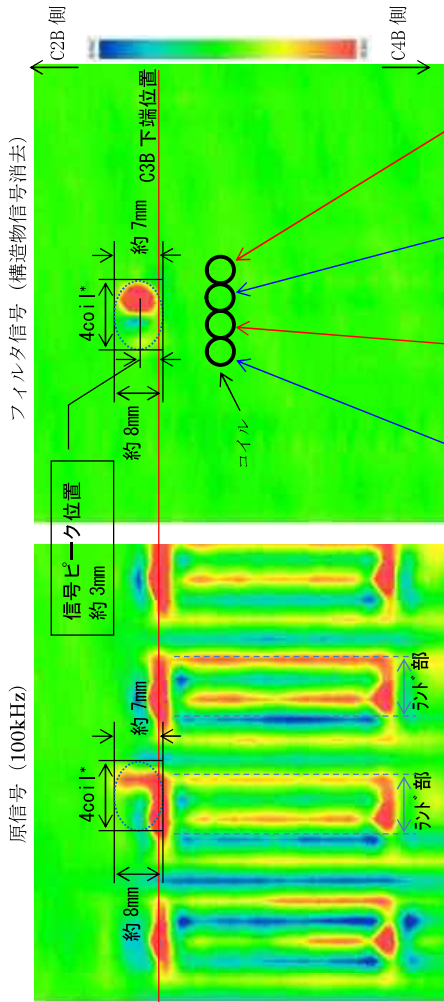
MIX表示おける特徴

信号評価

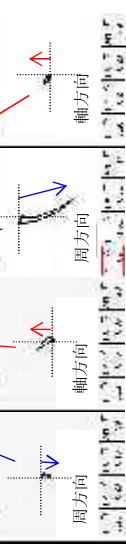
B-SG X54 Y 4 部位 : C3B

前今比較

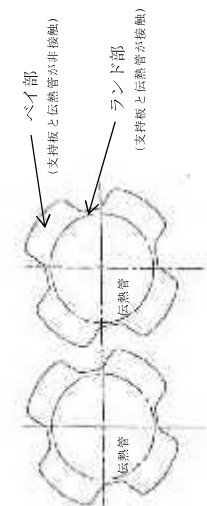
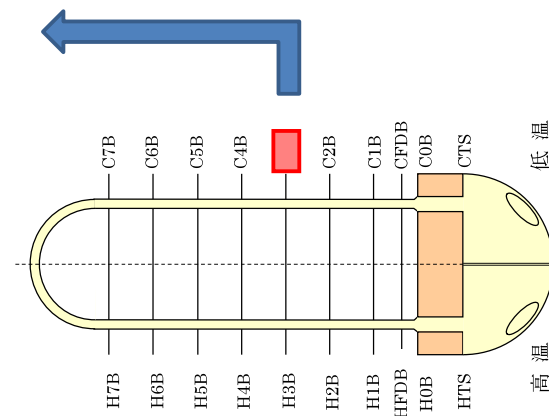
※特異な信号がないため任意の位置で表示。



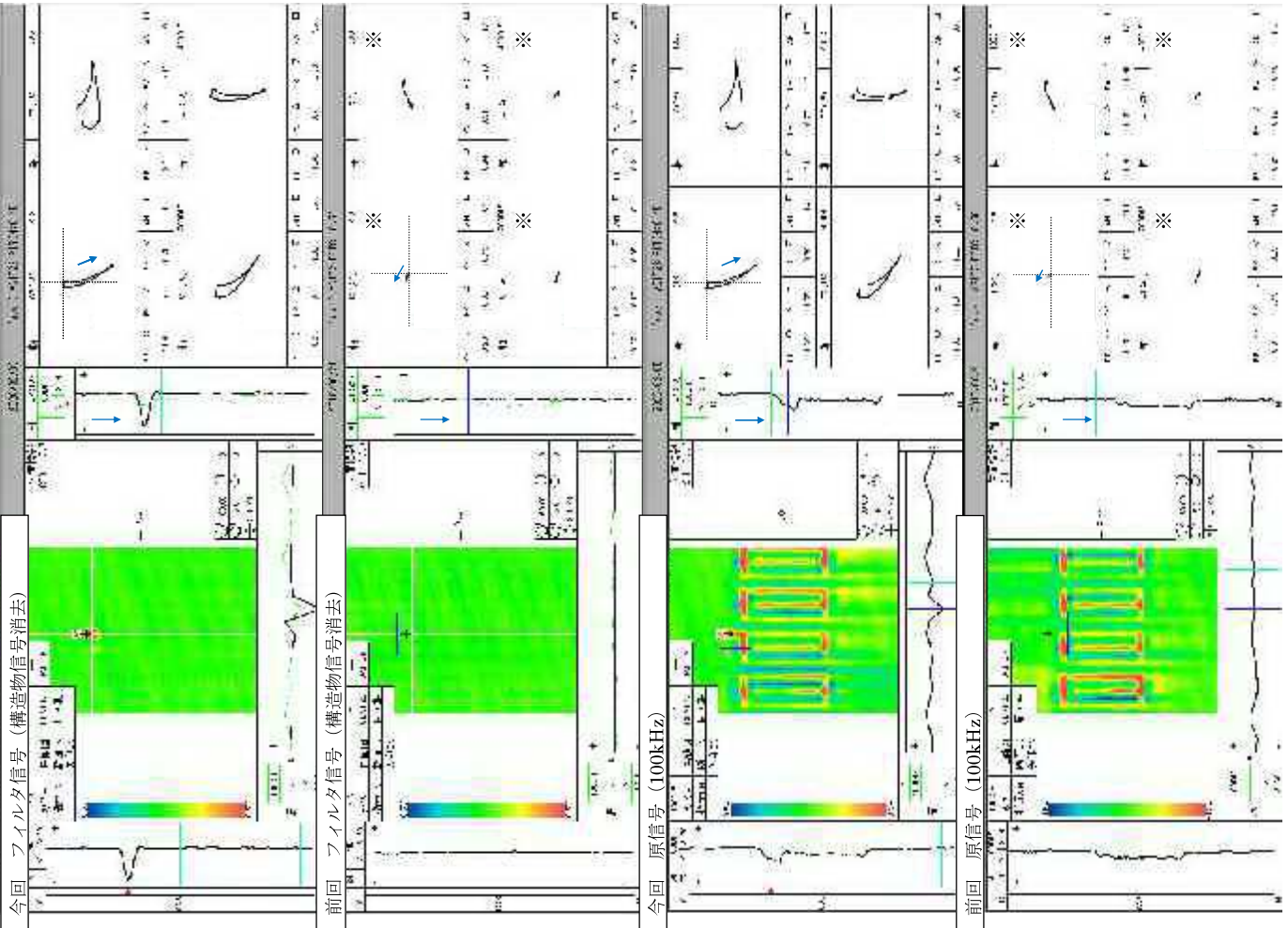
\*1coil : 約3mm ※内側から見たイメージ



【C-SG X38-Y3 リサージュ波形】  
 必ず端部の軸方向成分(赤色矢印)を検出  
 必ず中心部の周方向成分(青色矢印)を検出



信号評価



※特異な信号がないため任意の位置で表示。

前今比較

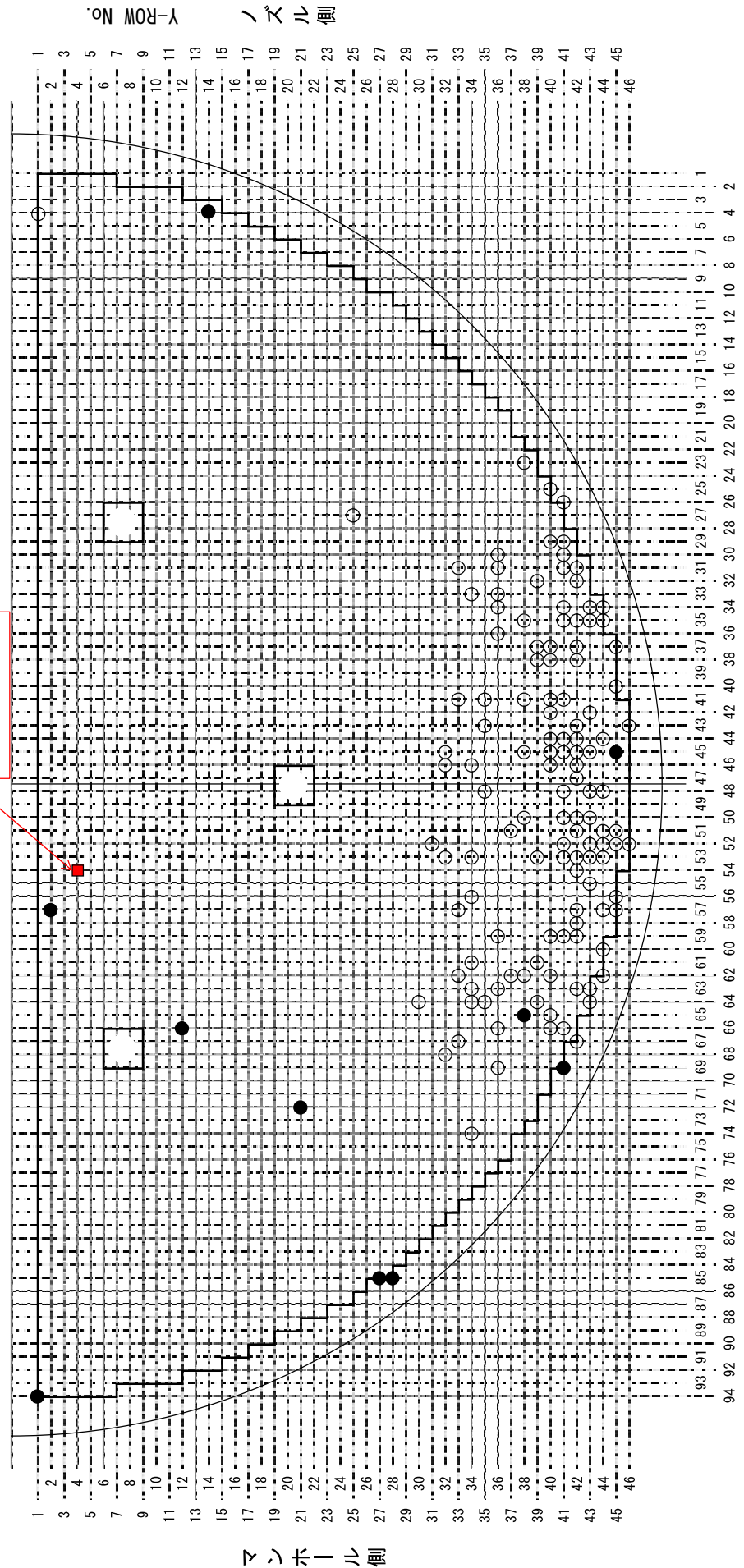
C-SG X38 Y 3 部位 : C3B

高浜3号機 SG伝熱管ECT信号指示位置図  
B-SG (低温側)

- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ以外) (124本)
- : 既施栓管 (拡管部応力腐食割れ) (10本)
- : 今回減肉指示が認められた位置 (1本)

＜第三管支持板＞  
有意な信号指示管  
(X54-Y4)

本図はSG上部から見た位置を示す

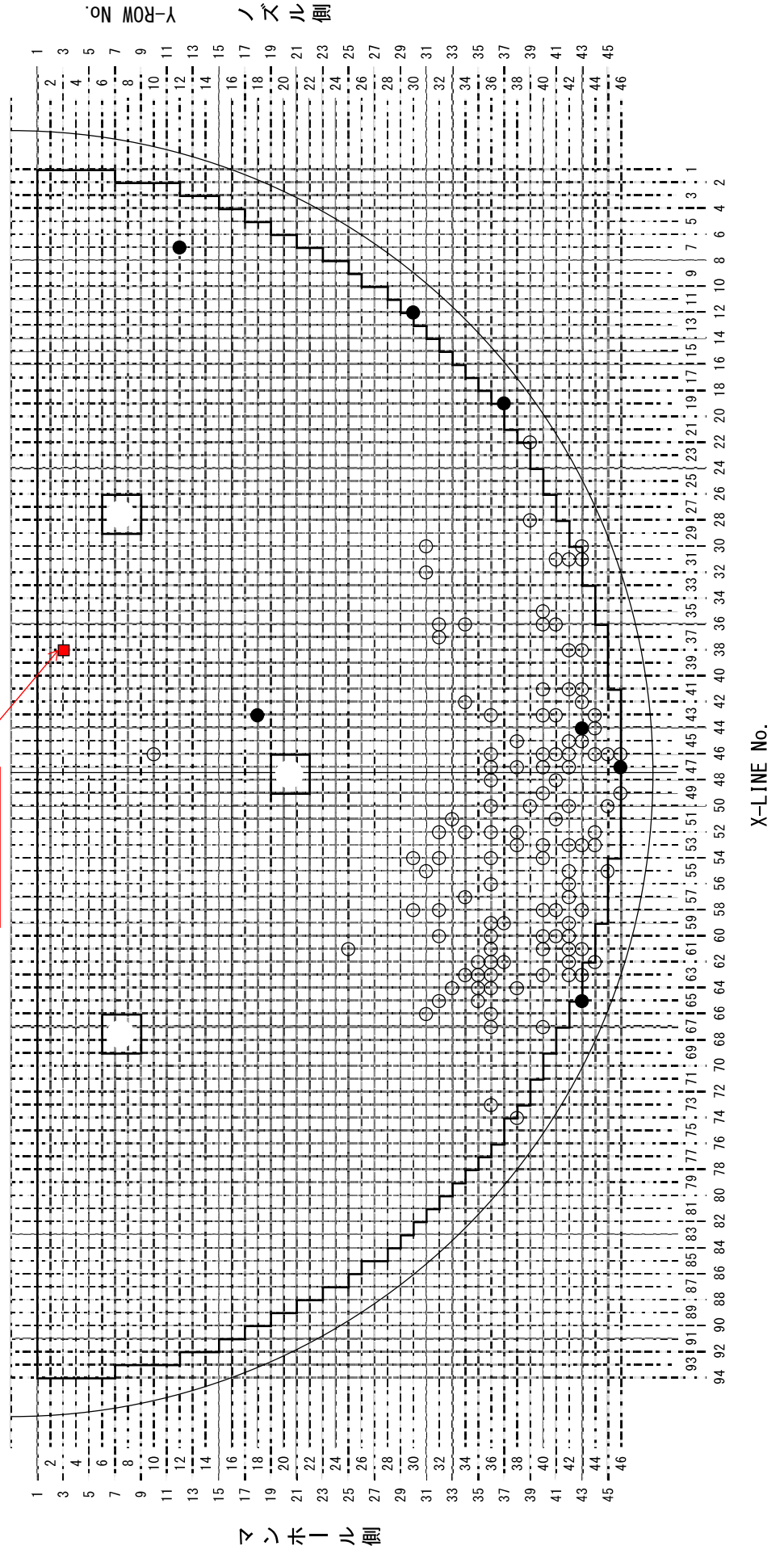


高浜3号機 SG伝熱管ECT信号指示位置図  
C-SG (低温側)

- : 既施発管 (拡管部応力腐食割れ以外) (113本)
- : 既施発管 (拡管部応力腐食割れ) (7本)
- : 今回減肉指示が認められた位置 (1本)

<第三管支持板>  
有意な信号指示管  
(X38-Y3)

本図はSG上部から見た位置を示す





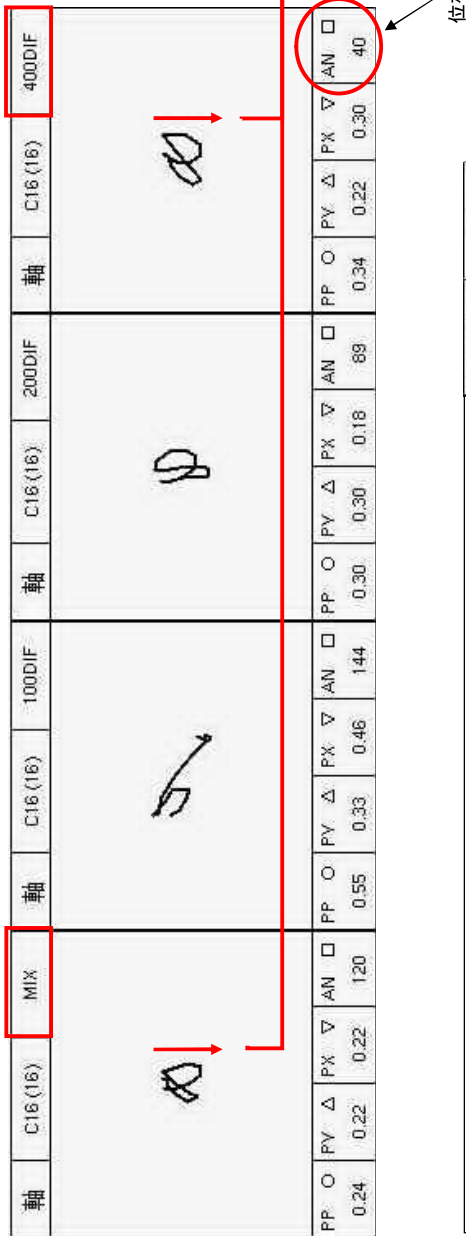
高浜3号機 SG伝熱管 管支持板部の減肉指示の要因検討 (FT図)

要因		調査項目	評価	添付資料	
1次側からの損傷	減肉指示	ECT信号	ECTの指示信号から損傷は、1次側からの損傷ではないと考えられる。	添付資料-5	
		デンディング	ECTの信号指示からデンディングではないと考えられる。	添付資料-5	
		粗界面食割れ (IGA)	過去にSG2次側環境においてアルカリ環境と酸化銅等による酸化性雰囲気を経験したプラントで、粗界面食割れが本生した実績があるが、高浜発電所3号機のようなモニタリングの注入により良好な還元性雰囲気は維持されているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から顕微鏡的な影響によるものと考えられる減肉であることから、粗界面食割れの可能性はないと考えられる。*	添付資料-6	
		ピッチング	過去にSG2次側環境において漁水リーク等による塩化物環境と酸化銅等による酸化性雰囲気を経験したプラントで、ピッチングが本生した実績があるが、高浜発電所3号機のような蒸気温度が十分低く管理され、且つ、アンモニアとピッチングの注入により良好な還元性雰囲気は維持されているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から顕微鏡的な影響によるものと考えられる減肉であることから、ピッチングの可能性はないと考えられる。*	添付資料-7	
	リン酸塩肉	過去の茶葉処理において、リン酸を使用していたプラントでリン酸による減肉が発生した実績があるが、高浜発電所3号機のようなアンモニアとピッチングによる還元性雰囲気は維持されているプラントでは発生していないことから、発生の可能性はないと考えられる。また、小型カメラによる目視点検結果から顕微鏡的な影響によるものと考えられる減肉であることから、リン酸塩肉の可能性はないと考えられる。*	添付資料-8		
	摩擦減肉	管支持板との接触 SG器内発生物との接触	設計評価 管内減肉が顕在化する場合は4ヶ所の接触部(ランド部)に減肉が生じることになるが、ECT信号上は減肉は管支持板下部位置にしか発生しない。且つ、ランド部の位置に発生していないことから、前述の傾向とは異なり、減肉が管支持板との接触・摩擦によって発生した可能性はないと考えられる。	添付資料-9	
	2次側からの損傷	内部品が脱落して接触	設計評価 今後、点検・評価を実施する。	実施予定	
		スラッジとの接触	設計評価 今後、点検・評価を実施する。	実施予定	
SG器外流入物との接触		目視点検 SG器内を目標確認した結果、A、C-SGの流量分配板上にそれぞれ1つずつ滴着ガスケットの一部と考えられる金属片が確認された。SEMIによる表面観察を行った結果、2つの金属片には複数箇所での腐蝕跡や摩耗、打痕、スラッジとの接触跡が確認された。また、成分分析の結果、2つの金属片はオーステナイト系ステンレス(SUS304相当)であった。なお、スラッジランニングでは上記の金属片を除き、スラッジ以外の異物は確認されなかった。また、SGプロダクションの取組として、タンクおよび水位制御弁等についても目視点検を実施したが異物は確認されなかった。今後、追加調査として金属片の発生源調査および未点検箇所であるSGプロダクション系統監視について小型カメラによる目視点検を行う。さらに、現状の異物挙動メカニクスから伝熱管を減肉させる異物が第三管支持板よりも上へ上昇する可能性は極めて低いと考えられるものの、SG器内の第三管支持板上面以上の範囲について小型カメラによる目視点検を行う。	実施中 添付資料-10 添付資料-11 添付資料-12 添付資料-13		
流体振動による疲労		設計評価 今後、点検・評価を実施する。	実施予定	添付資料-14	
ECT探傷	エロージョン	設計評価 管支持板部の流れによる伝熱管の管支持板部の応力は、疲労限に比べ非常に小さく、疲労損傷は発生しないと考えられる。	×	添付資料-15	
	損傷以外の信号	設計評価 当該部流速は約3m/sであり、かつ、TT600合金は耐エロージョン性が高く(室温条件下では約70m/s以上がエロージョン発生領域)、エロージョンの発生はないと考えられる。	×	添付資料-16	
	局所的な異物等の付着・剥離	ECT信号 異物等の付着による信号は、減肉信号と異なるが、今回の信号は減肉信号であるため、異物等の付着・剥離の可能性は低い。	×		

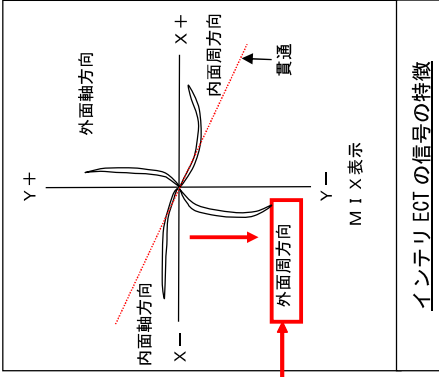
\*. ますの形状からも本要因ではないと判断できる。  
\*. 要因の可能性なし。

E C T の位相評価

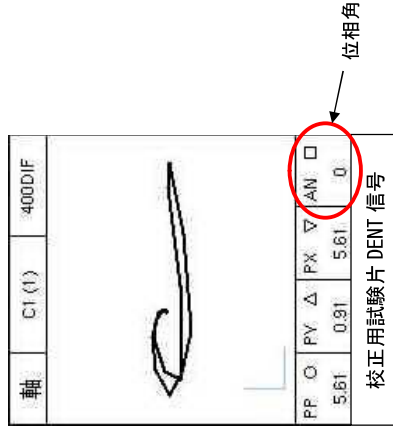
当該管リサージュ表示 (B-SG X54-Y4)



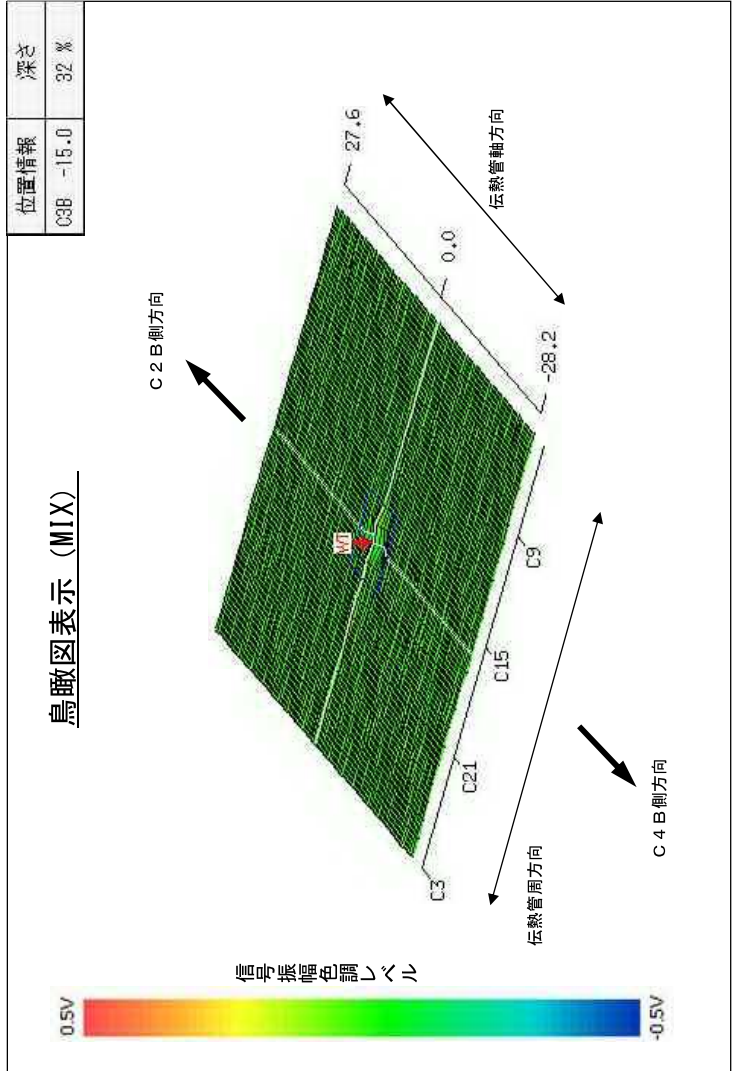
(1)内面軸方向信号の特徴との比較  
 インテリジェント ECT の信号の特徴と今回の当該信号を比較したところ、今回の当該信号は 400kHz および MIX の位相角で Y-方向の外周方向向きの特徴を示している。そのため、伝熱管内面 (1 次側) からの損傷ではないと考えられる。



(2) デンティンク (DENT) 信号の特徴との比較



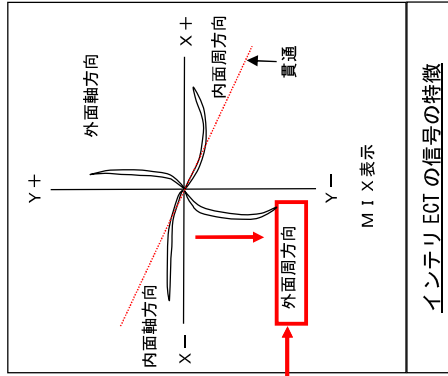
校正用試験片の DENT 信号を見た場合、DENT 信号は“全振幅を直線で結ぶと、位相角がほとんど 0° となる”という特徴を持っている。今回の当該信号は Y-方向の位相を示しており、DENT 信号の特徴を持たず外周周方向向きの特徴を持っていると言える。そのため、DENT 信号のような局所変形ではないと考えられる。



ECTの位相評価

当該管リサージェ表示 (C-SG X38-Y3)

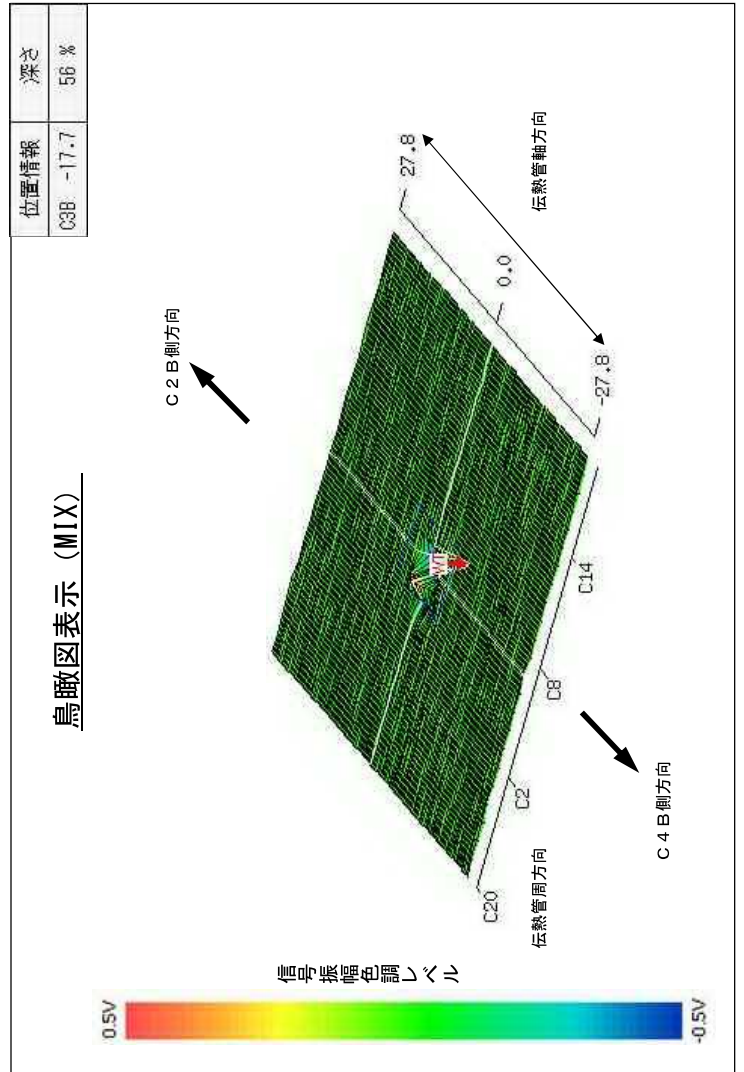
軸	C7(18)	MIX	軸	C7(18)	100DIF	軸	C7(18)	200DIF	軸	C7(18)	400DIF
PP ○	1.69	1.55	0.70	1.14	1.68	1.82	1.31	1.32	1.67	1.87	0.38
PV △	0.70	0.70	0.70	0.70	1.35	1.32	1.32	1.35	1.32	1.32	0.38
PX ▽	0.70	2.11	2.11	2.11	1.32	1.32	1.32	1.35	1.32	1.32	0.38
AN □	114	179	179	179	135	135	135	135	135	135	95



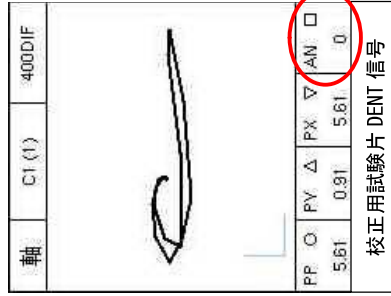
(1)内面軸方向信号の特徴との比較  
 インテリジェント ECT の信号の特徴と今回の当該信号を比較したところ、今回の当該信号は 400kHz および MIX の位相角で Y-方向の外周方向向きの特徴を示している。そのため、伝熱管内面 (1 次側) からの損傷ではないと考えられる。

インテリ ECT の信号の特徴

位相角



(2) デンテイング (DENT) 信号の特徴との比較



校正用試験片の DENT 信号を見た場合、DENT 信号は“全振幅を直線で結ぶと、位相角がほとんど 0° となる”という特徴を持っている。今回の当該信号は Y-方向の位相を示しており、DENT 信号の特徴を持たず外周方向向きの特徴を持っていると言える。そのため、DENT 信号のような局所変形ではないと考えられる。

## 粒界腐食割れに関する検討結果

高浜3号機 SG の至近サイクルについて、通常運転中の SG 器内水質（バルク水の水質）を用いたクレビス部 pH 計算の結果、クレビス部での pH は平均 5.9 と、高温での中性点（pH：5.5）近傍の値であった。

ここでは、伝熱管と異物との隙間内での濃縮倍率として、 $10^3$  と安全側に仮定した。

また、高浜3号機では2次系水中にアンモニアとヒドラジンが注入されており、運転中良好な還元雰囲気維持されている。

TT600 合金の粒界腐食割れ（IGA）の感受性領域を下図に示すが、IGA が発生する環境になく、IGA 発生の可能性はないものと考えられる。

<クレビス部 pH 値計算結果>

	第24サイクル
pH <sub>300°C</sub>	平均 5.9

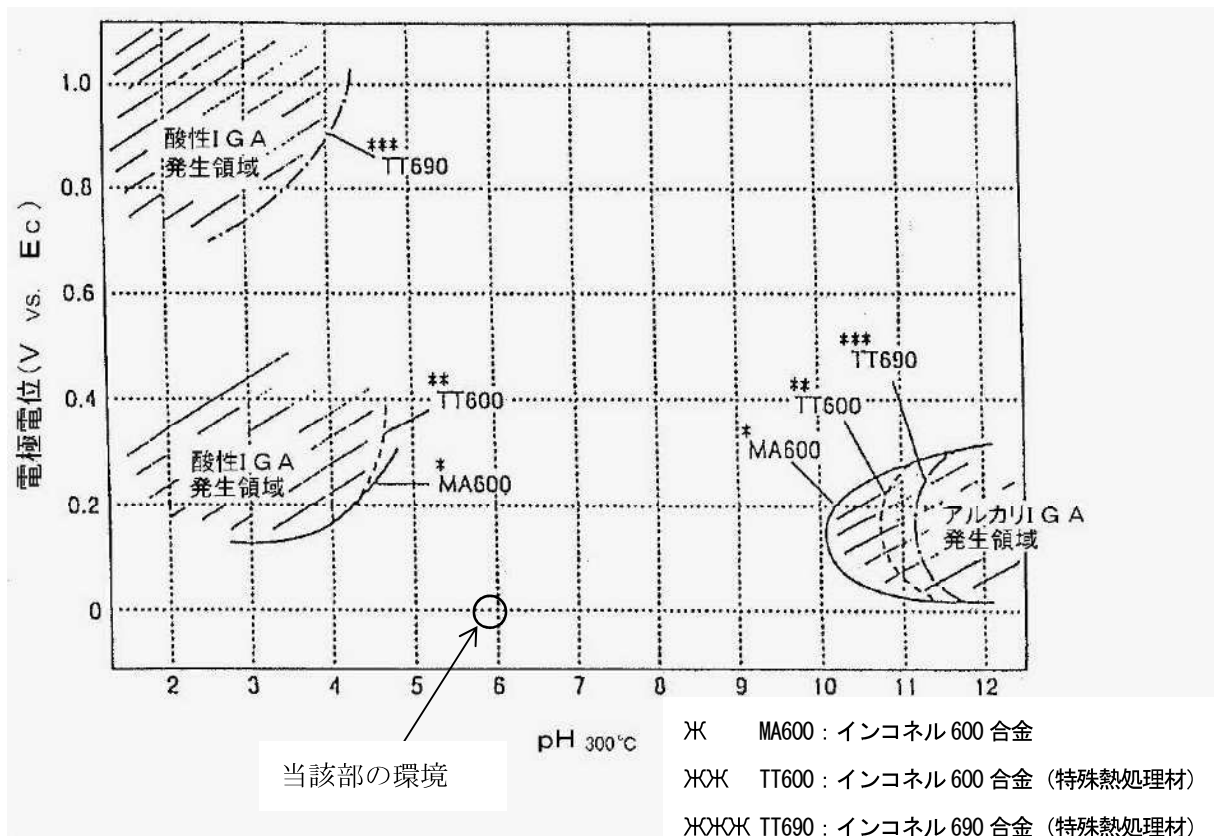
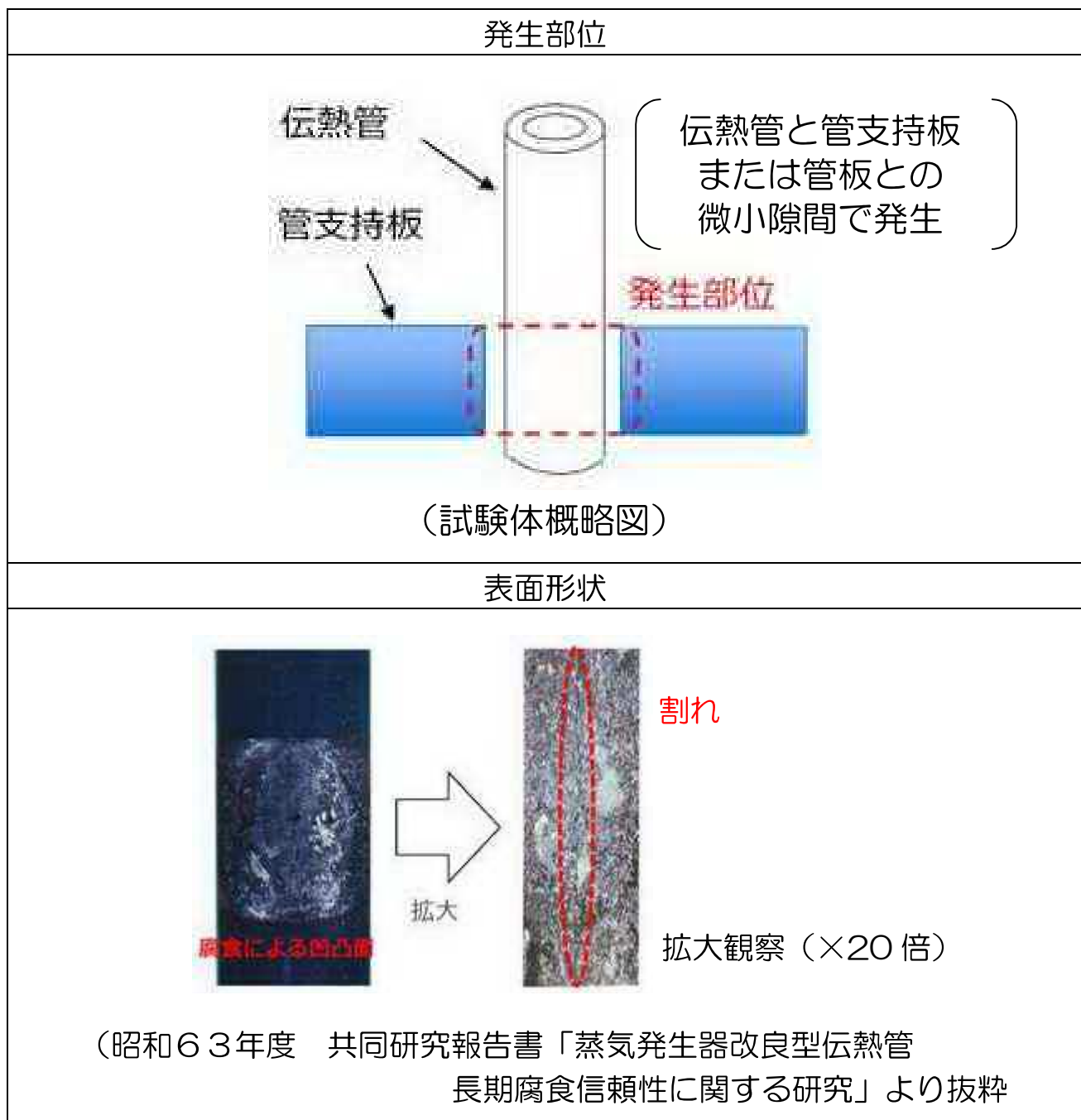


図 粒界腐食割れの発生領域

[出典：(財)発電設備技術検査協会「第7回 報告と講演の会 報告成果スライド集(平成6年10月28日)」]

## 粒界腐食割れによるきずの形状

プラントメーカーの材料研究部門の有識者を含め検討した結果、今回確認されたきずが摩耗減肉であると判断している。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、粒界腐食割れの可能性はないと考えられる。なお、粒界腐食割れによるきずの形状例を以下に示す。



## ピitting発生に関する検討結果

高浜3号機の通常運転時のSG2次側器内水塩素濃度の管理値は10ppbである。参考として、至近サイクルの塩素濃度は下表に示すが、実際に管理値を十分下回っていることを確認している。

高浜3号機 SG 器内水塩素イオン濃度至近サイクル平均値

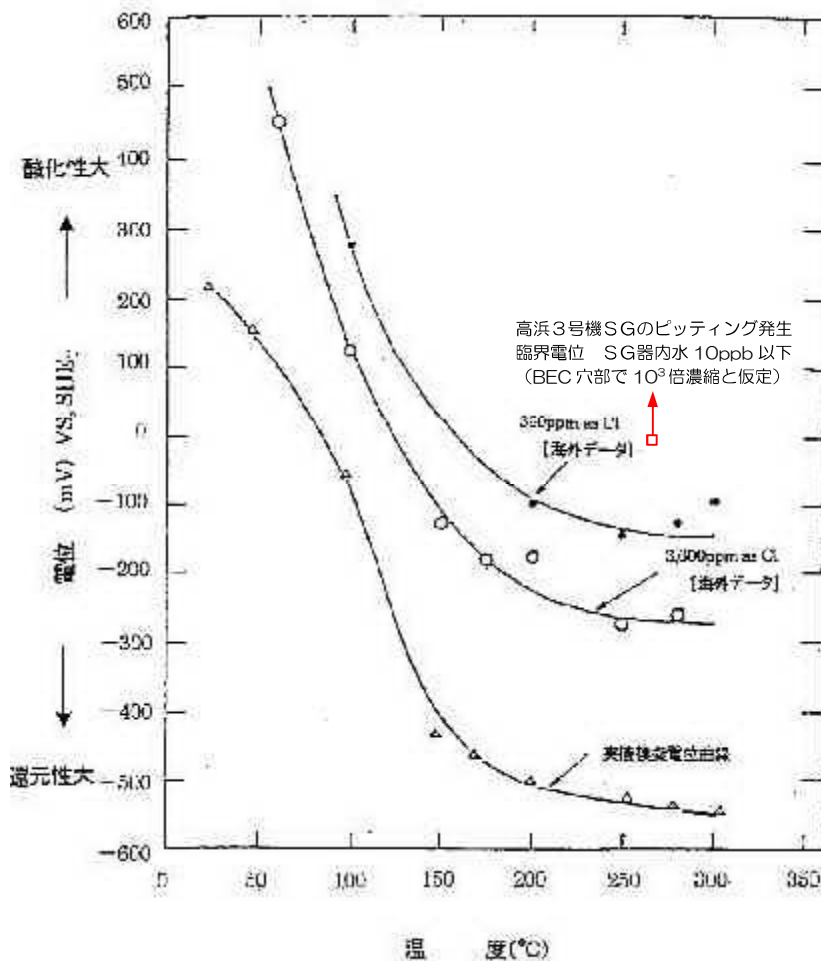
	第24サイクル
塩素イオン (ppb)	0.4

ここで、今回信号が検出された管支持板 BEC 穴部での塩素イオン濃縮倍率は最大  $10^3$  程度であり、安全側に最大濃縮倍率を仮定した場合、BEC 穴部の塩素イオン濃度は管理値最大でも 10ppm 以下（至近サイクルは 0.4ppm 程度）である。よって、ピitting\*<sup>1</sup>発生限界電位は下図の 360ppm のデータの電位（-100mV 以下（at 270°C））よりも十分高いと考えられる。

一方、高浜3号機では起動時の高ヒドラジン運転等により、還元性が良好に維持されており、SG 器内のスラッジ成分のうち、ほとんどがマグネタイトであることから、実機の電位（at 270°C）は約 -540mV と評価される。

したがって、高浜3号機では実機電位がピitting発生電位よりも低く、ピittingの発生環境ではないと考えられる。

\*<sup>1</sup> 塩素イオン等に起因する金属表面の被膜破壊によって起きる局所的な腐食。



(説明)

- ピittingは、ピitting発生限界電位により実機電位が超過した場合に発生。
- TT600 合金のピittingに対する耐食性は、MA600 合金と同等。

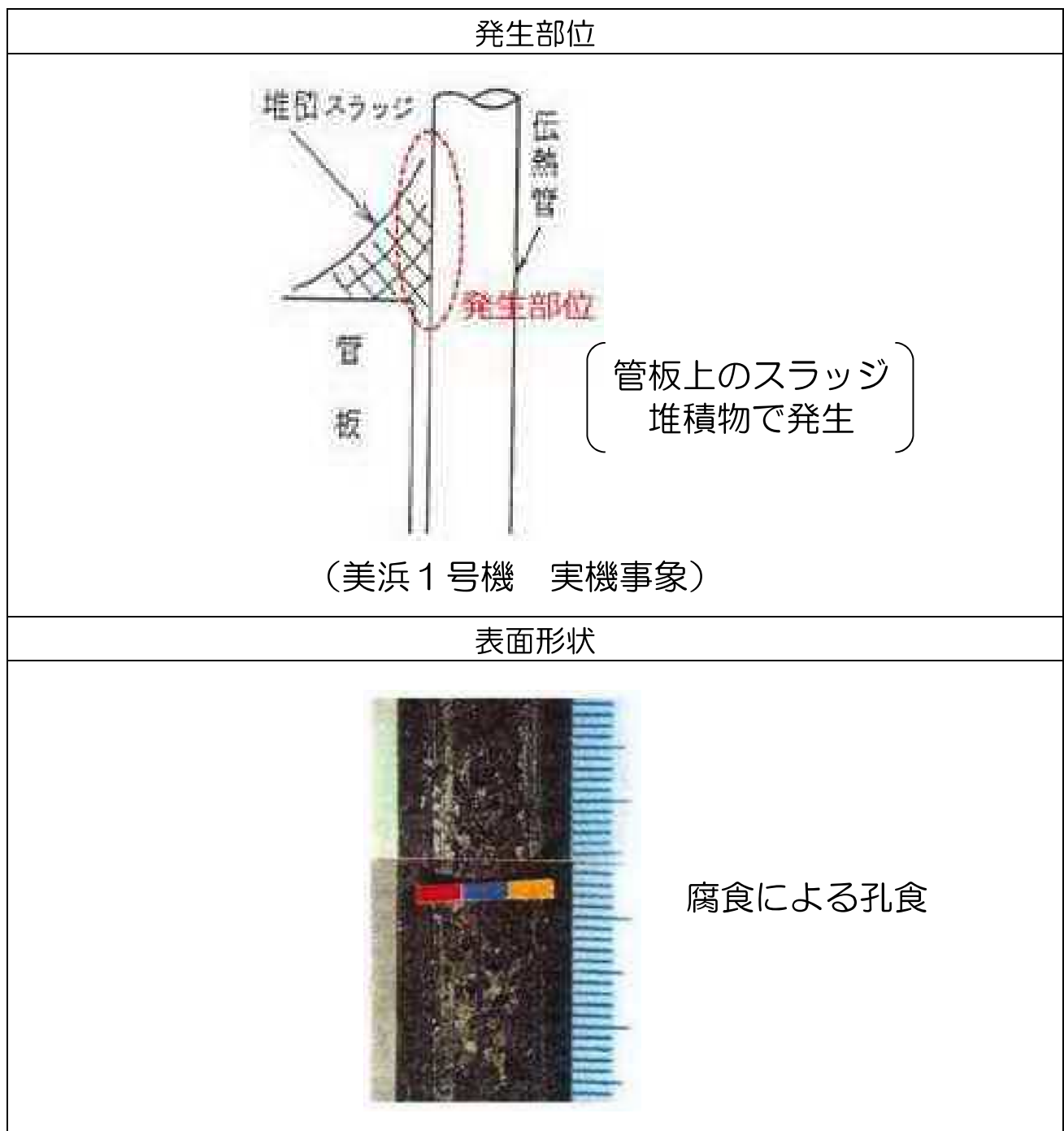
出典

Proc. of 2nd Inter. Symp. on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power Systems-Water Reactors, P.456(1985)

図 MA600 合金のピitting発生電位

## ピittingによるきずの形状

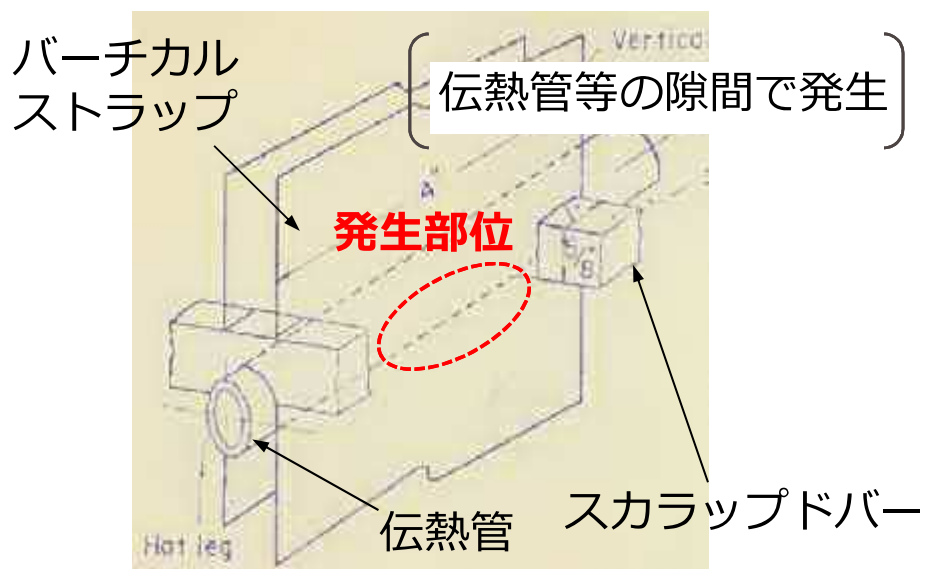
プラントメーカーの材料研究部門の有識者を含め検討した結果、今回確認されたきずが摩耗減肉であると判断している。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、ピittingの可能性はないと考えられる。なお、ピittingによるきずの形状例を以下に示す。



## リン酸減肉によるきずの形状

プラントメーカーの材料研究部門の有識者を含め検討した結果、今回確認されたきずが摩耗減肉であると判断している。また、小型カメラによる目視点検結果から機械的な影響によるものと考えられる減肉であることから、リン酸減肉の可能性はないと考えられる。なお、リン酸減肉によるきずの形状例を以下に示す。

### 発生部位



(美浜1号機 実機事象)

### 表面形状



拡大観察 (×3倍)



## 管支持板との接触による摩耗減肉の評価

伝熱管は図 1 に示すとおり管支持板によって水平方向を支持されており、四つ葉型の穴によって 1 穴あたり 4 ヶ所が伝熱管と接触する構造となっている。2 次冷却水によって伝熱管に振動が生じた場合、伝熱管は水平全方向にランダムに振動するため、管支持板との接触による摩耗減肉が顕著化する場合は 4 ヶ所の接触部(ランド部<sup>\*1</sup>)に減肉が生じることとなる。

今回、減肉指示が確認された位置の目視点検を行った結果、図 2～図 3 に示すとおり、減肉は管支持板下端位置にしか発生していない、且つ、ランド部の位置に発生していない、又はランド部の位置に発生していても接触部 4 ヶ所のうち 1 ヶ所しか発生していないことから、前述の傾向とは異なり、減肉が管支持板との接触・摩耗によって発生した可能性はないと考えられる。

<sup>\*1</sup> 管支持板に加工されている四つ葉型管穴のうち凸面部。

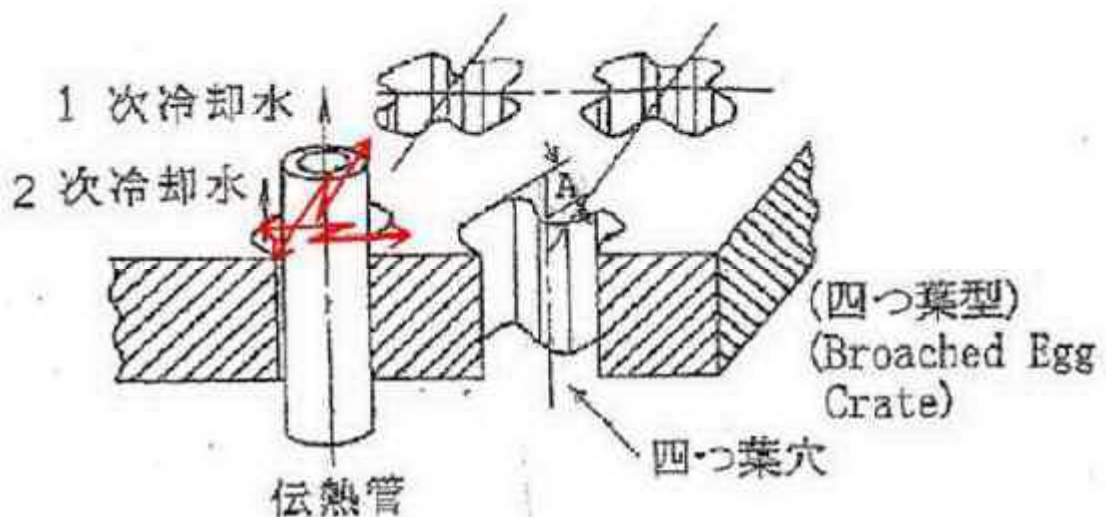


図 1 管支持板四つ葉穴（BEC 穴）による伝熱管の支持状況

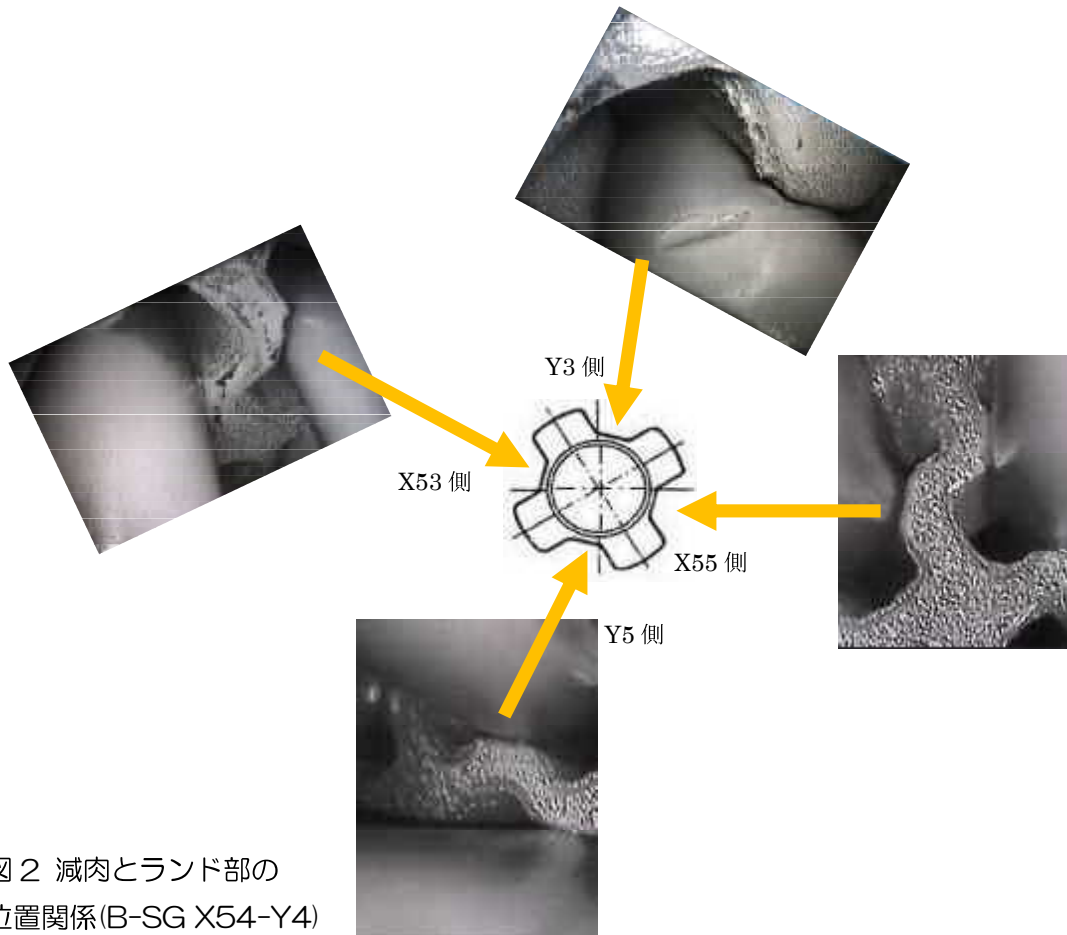


図2 減肉とランド部の位置関係(B-SG X54-Y4)

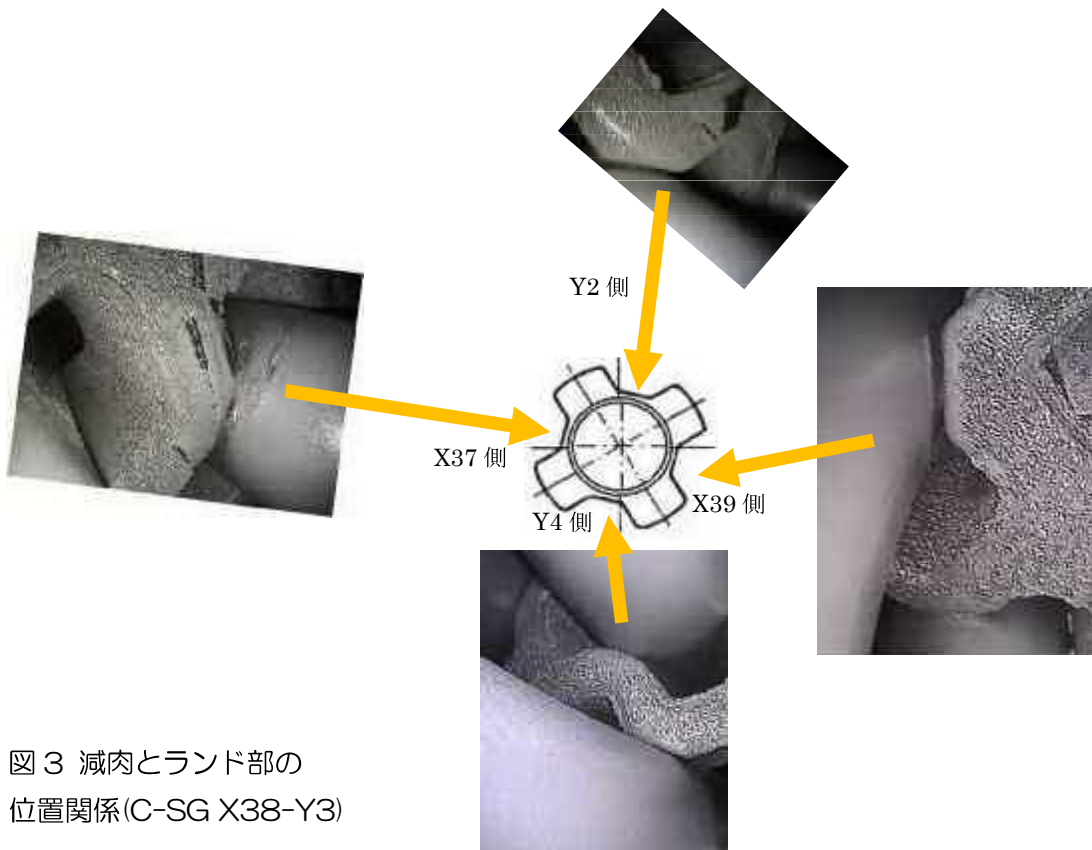
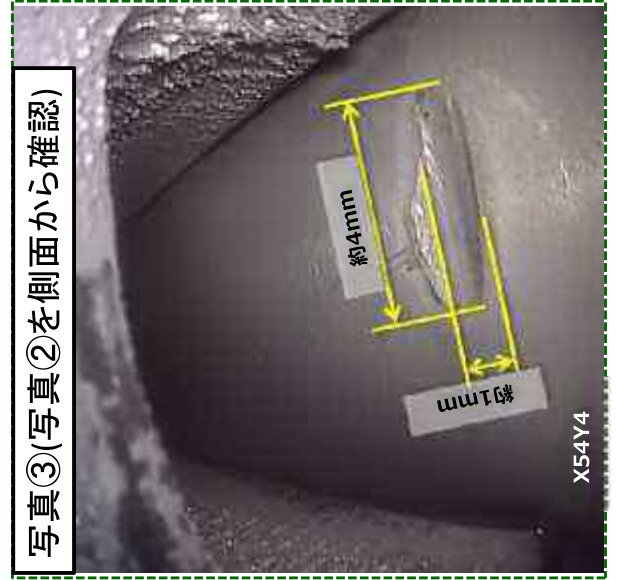
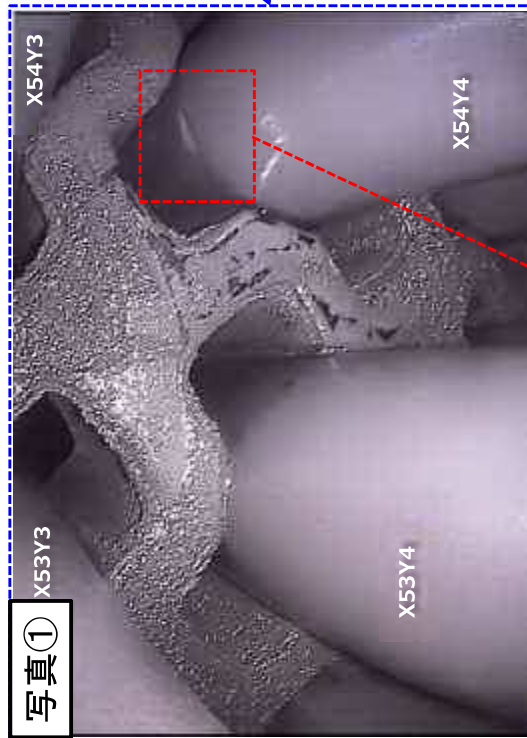
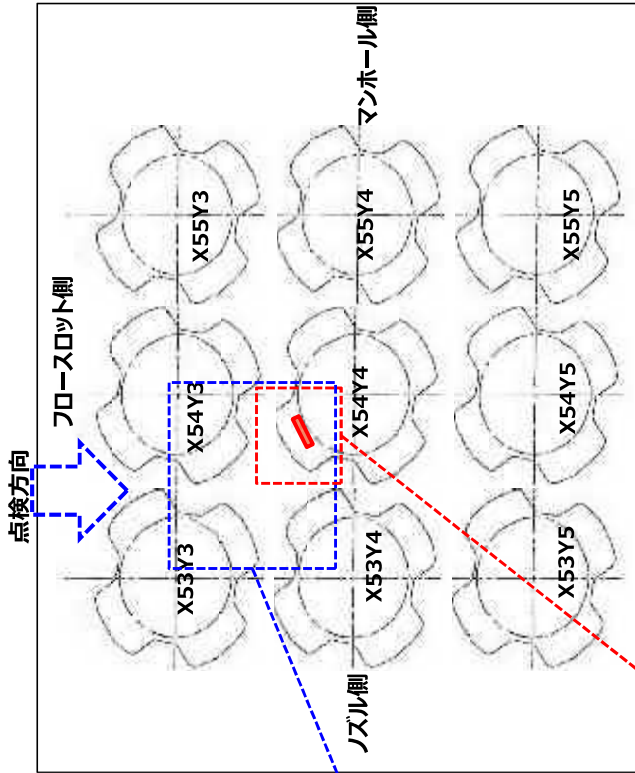


図3 減肉とランド部の位置関係(C-SG X38-Y3)

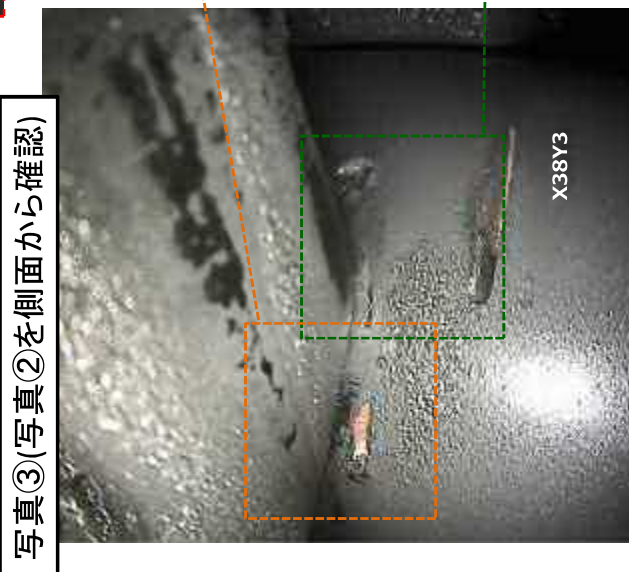
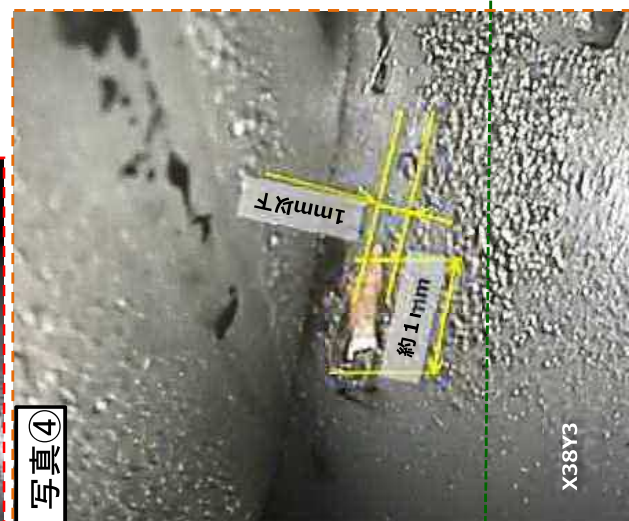
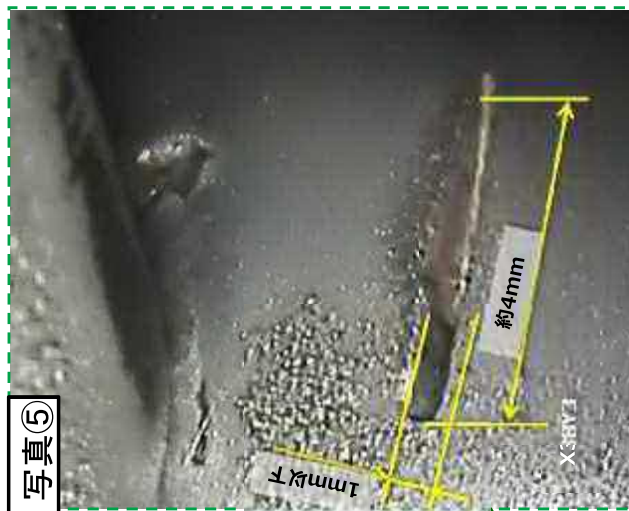
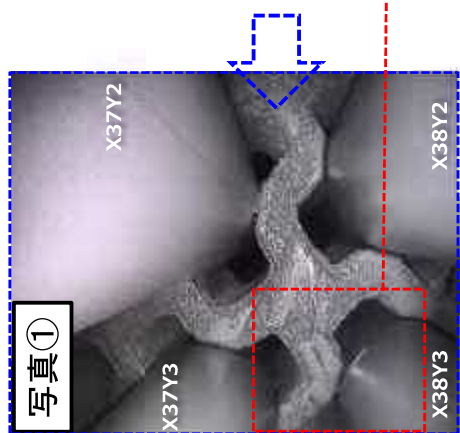
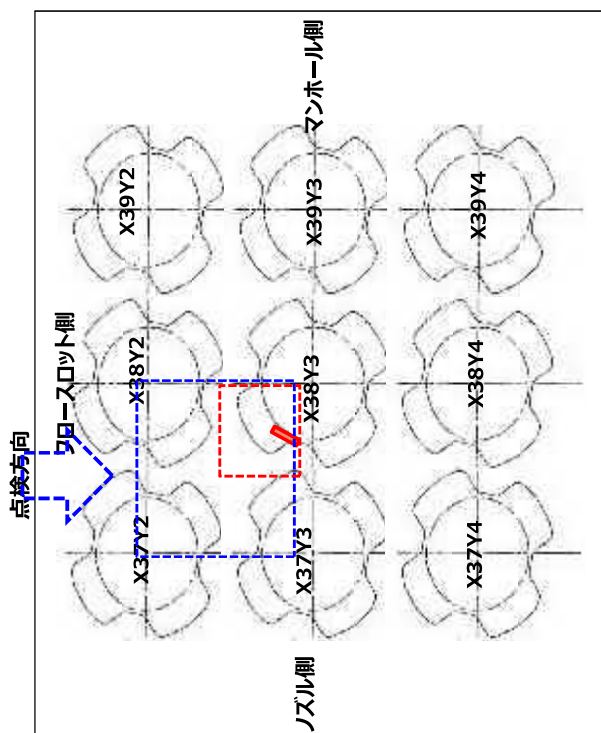
# B-SG 伝熱管 2次側表面写真

対象：第三管支持板下面 伝熱管 X54, Y4 @Cold



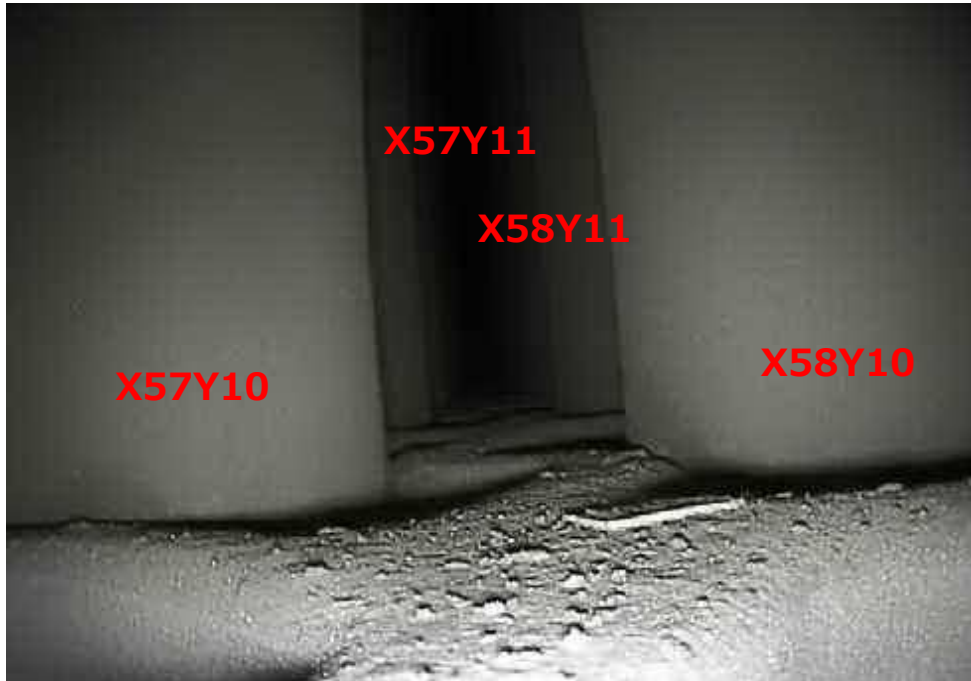
C-SG 伝熱管 2次側表面写真

対象：第三管支持板下面 伝熱管 X38, Y3 @Cold



写真③(写真②を側面から確認)

## A-S G 第一管支持板上写真



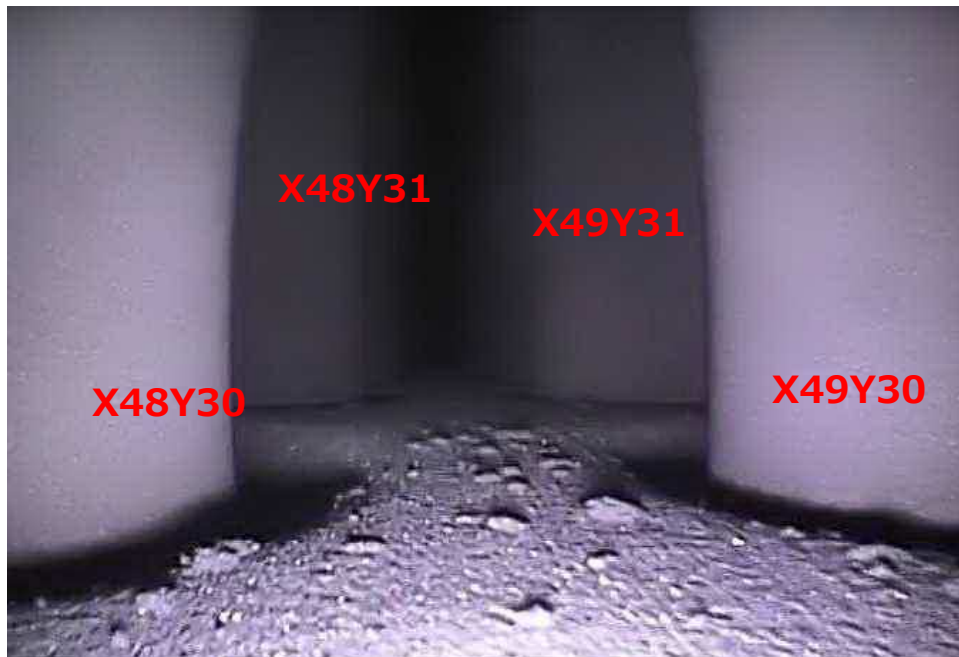
## A-S G 第二管支持板上写真



A-S G 管板上写真



A-S G 流量分配板上写真



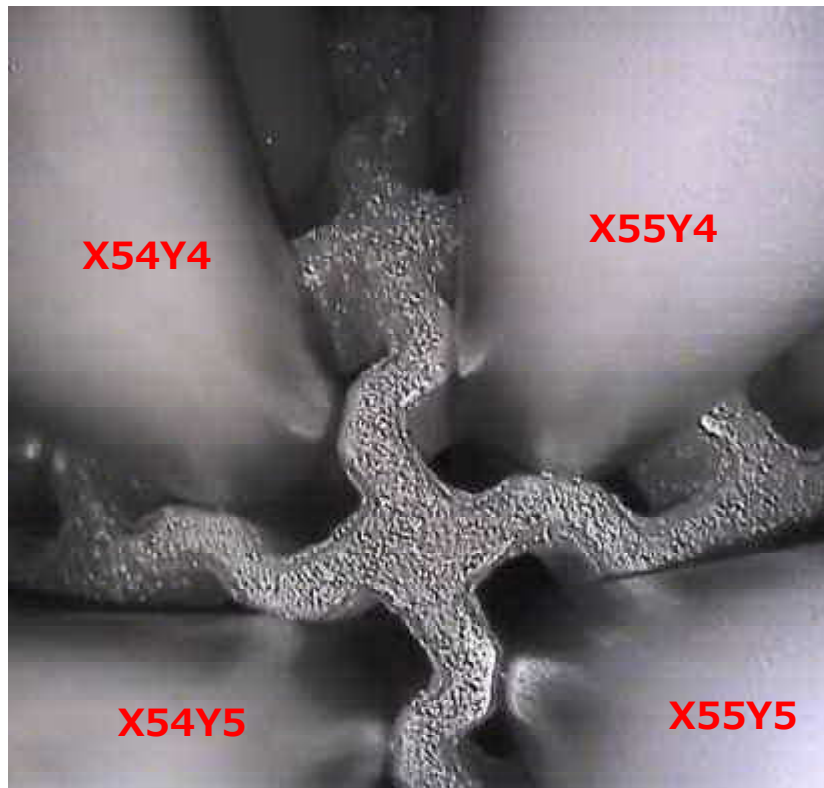
B-S G 第一管支持板上写真



B-S G 第二管支持板上写真



B-S G 第三管支持板下写真

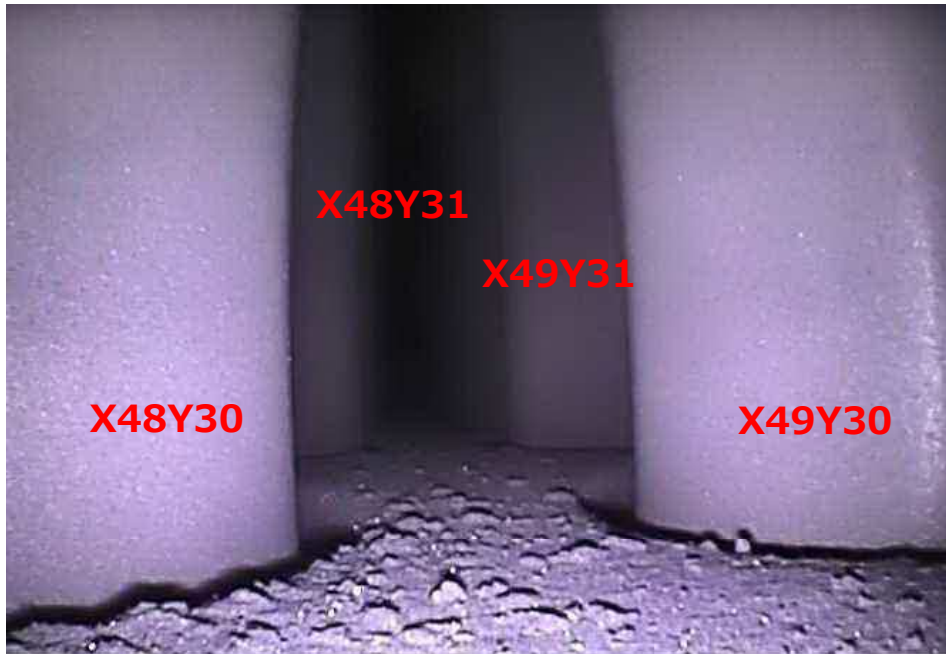


B-S G 管板上写真





## B-S G 流量分配板上写真



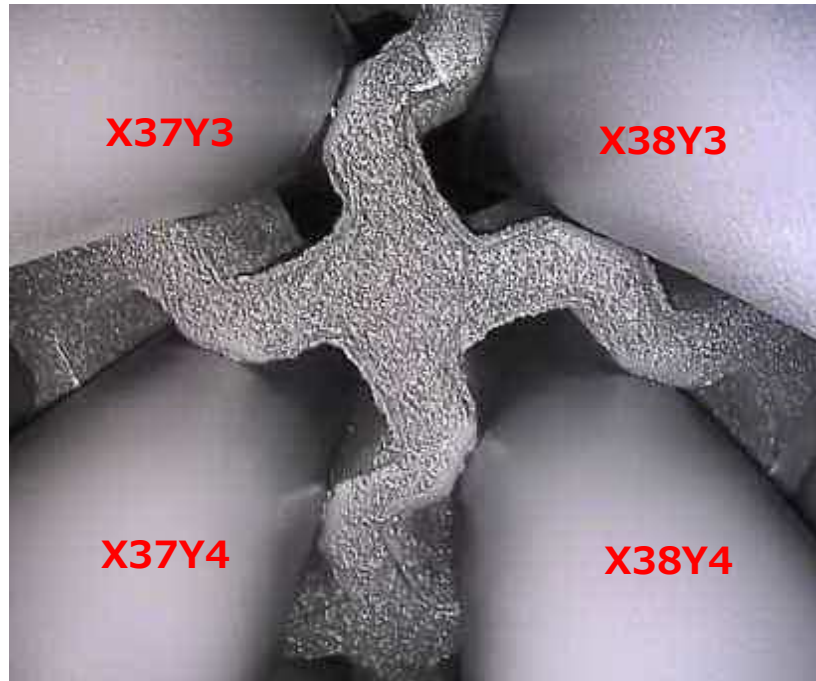
C-S G 第一管支持板上写真



C-S G 第二管支持板上写真



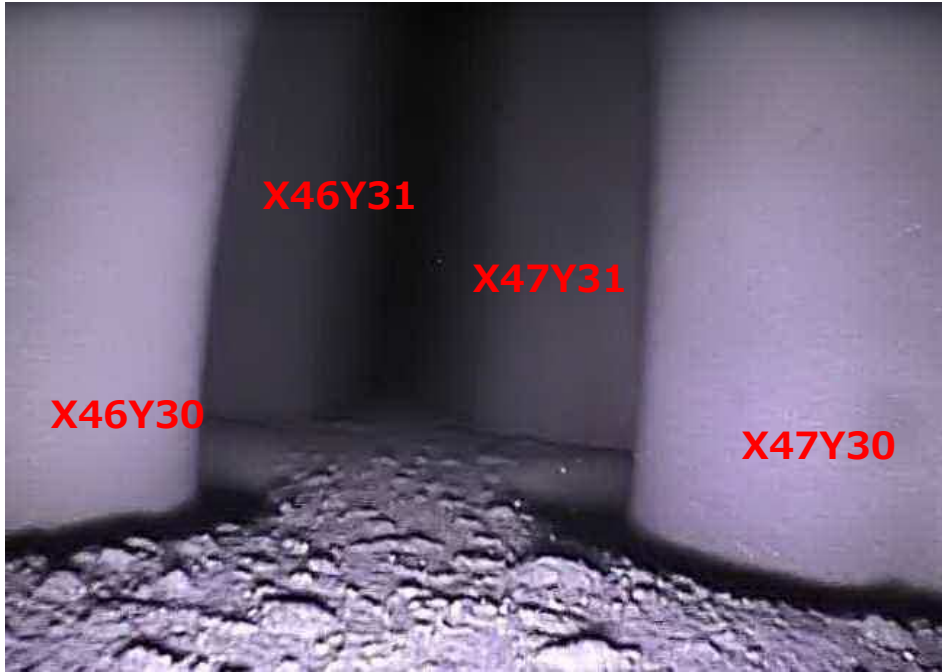
C-S G 第三管支持板下写真



C-S G 管板上写真



## C-S G 流量分配板上写真



## スラッジ等の収集および確認結果

B-SGスラッジランシング\*<sup>1</sup>回収分(比較的大きいスラッジのみ抽出し撮影)



\*<sup>1</sup> 管板部に堆積したスケール(酸化鉄(主にマグネタイト))を水圧により除去する方法。

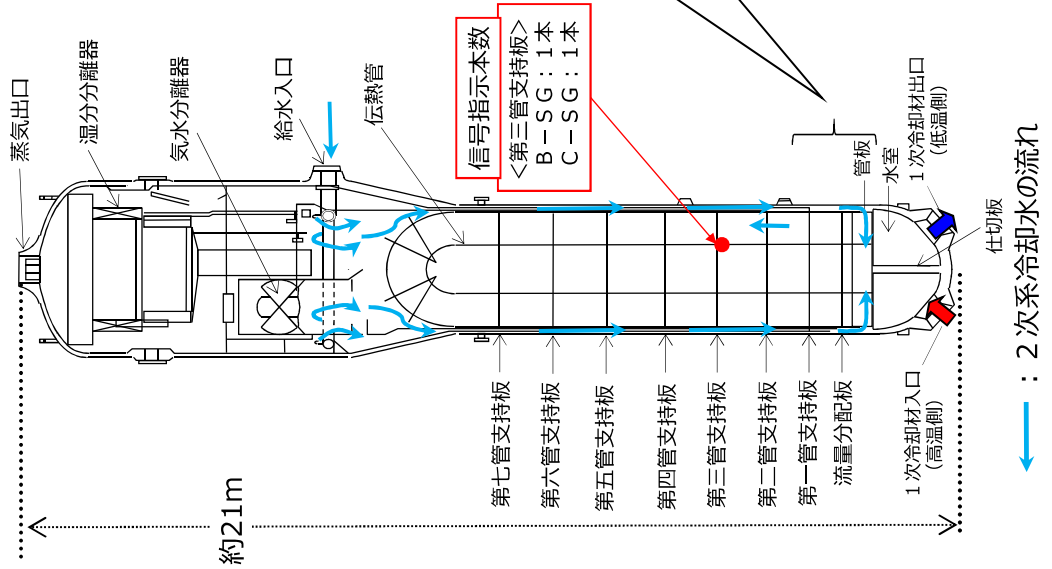
スラッジランシング回収分(一部) : 代表 B-SG



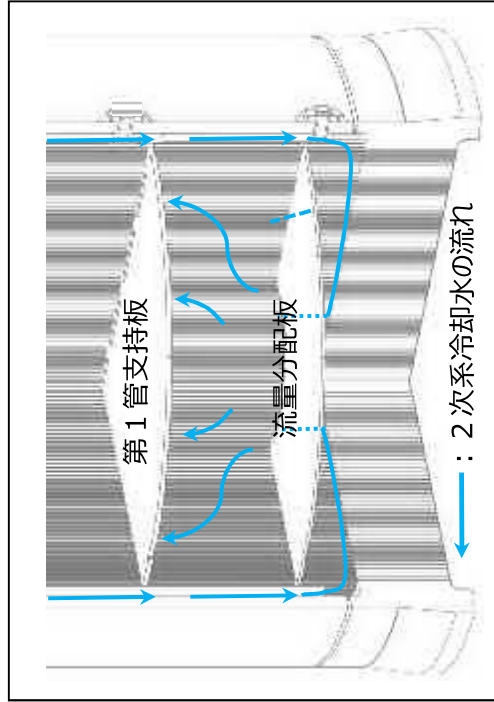
# 金属片の位置図

C-SGの金属片が確認された位置は、減肉が確認された位置から約3.5m下方、約1.2m半径方向に離れた場所であった。

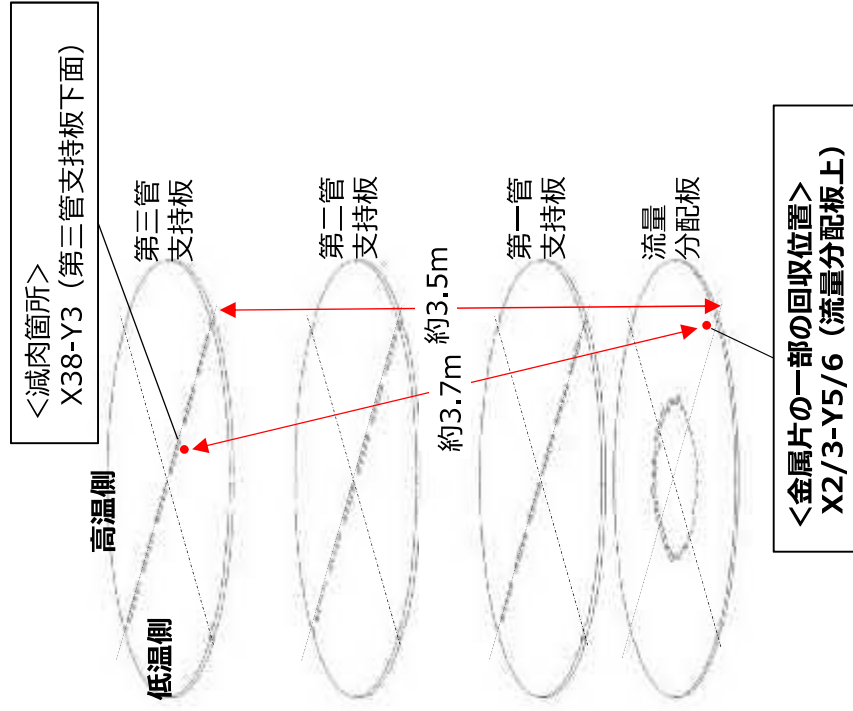
蒸気発生器概要図



流量分配板付近拡大図



C-SG伝熱管の減肉箇所と金属片の回収位置



# 金属片分析結果（1／2）

＜C-SGで発見された金属片＞

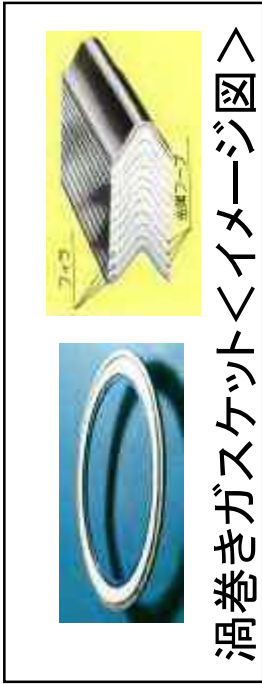
○成分分析結果

・オーステナイト系ステンレスSUS304相当

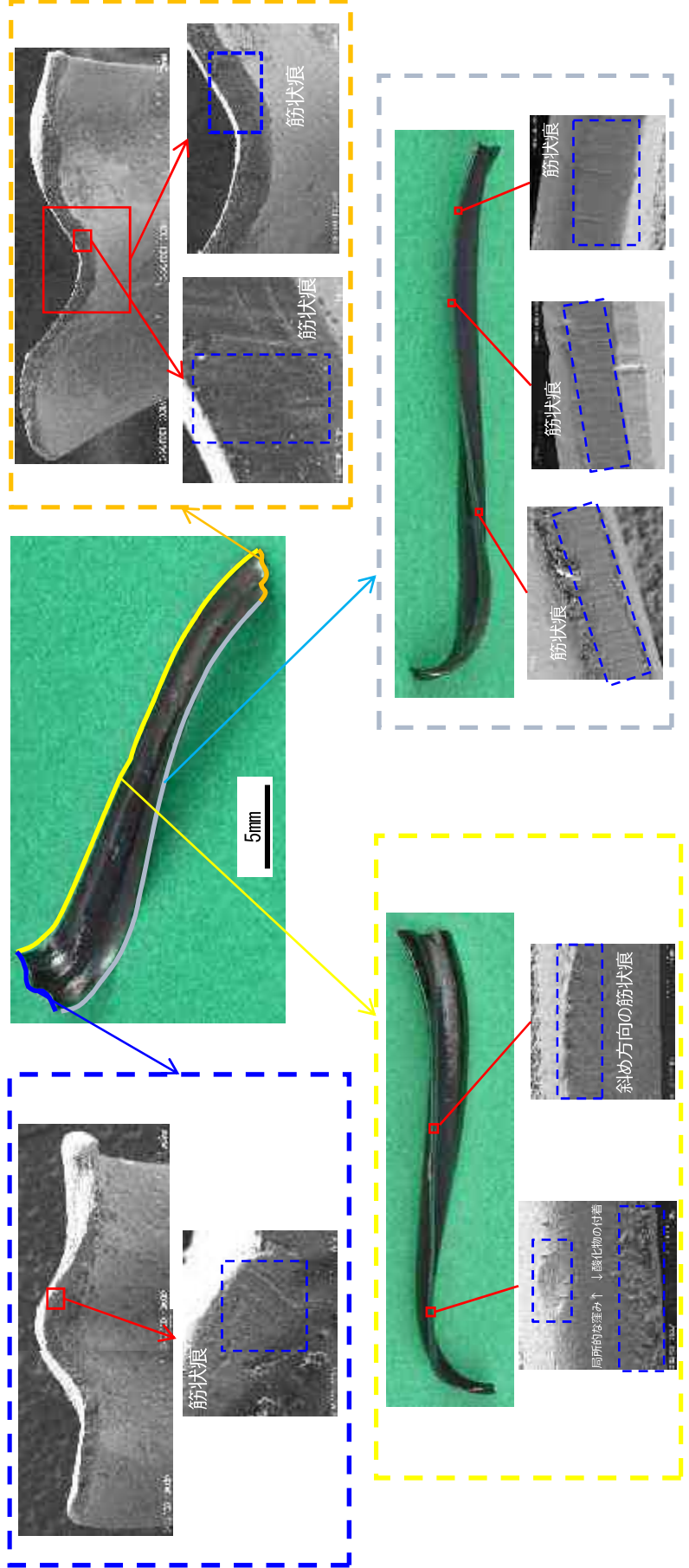
○外観観察結果（SEM）

・渦巻ガスケットのフープ材の一部と思われる。

・SEM観察等の結果から、部分的な筋状の擦れ跡、打痕、摩耗など、いくつかの痕跡が確認できた。



渦巻きガスケット<イメージ図>



# 金属片分析結果（2／2）

< A-SG で発見された金属片 >

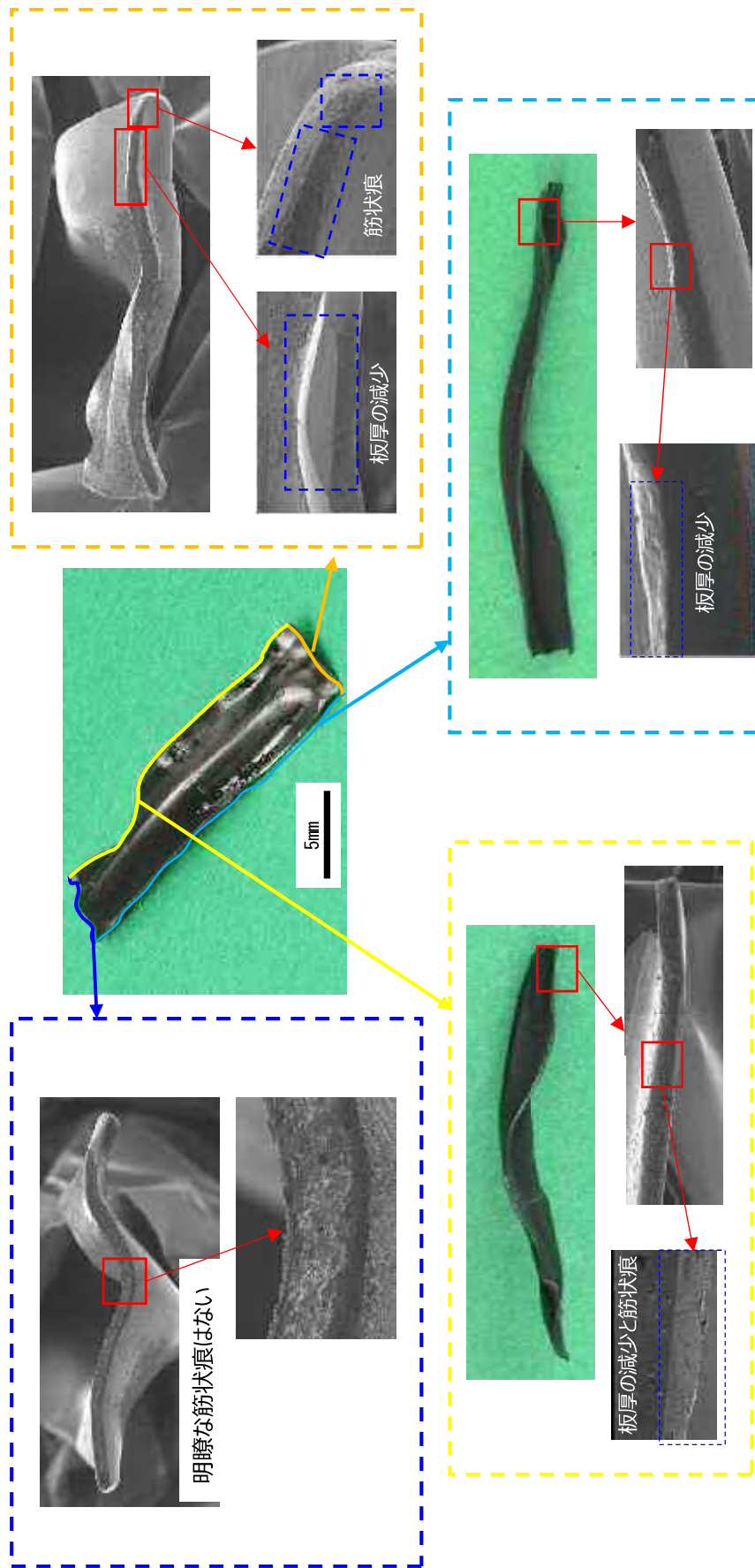
○成分分析結果

・オーステナイト系ステンレス SUS304 相当

○外観観察結果（SEM）

・渦巻ガスケットのフープ材の一部と思われる。

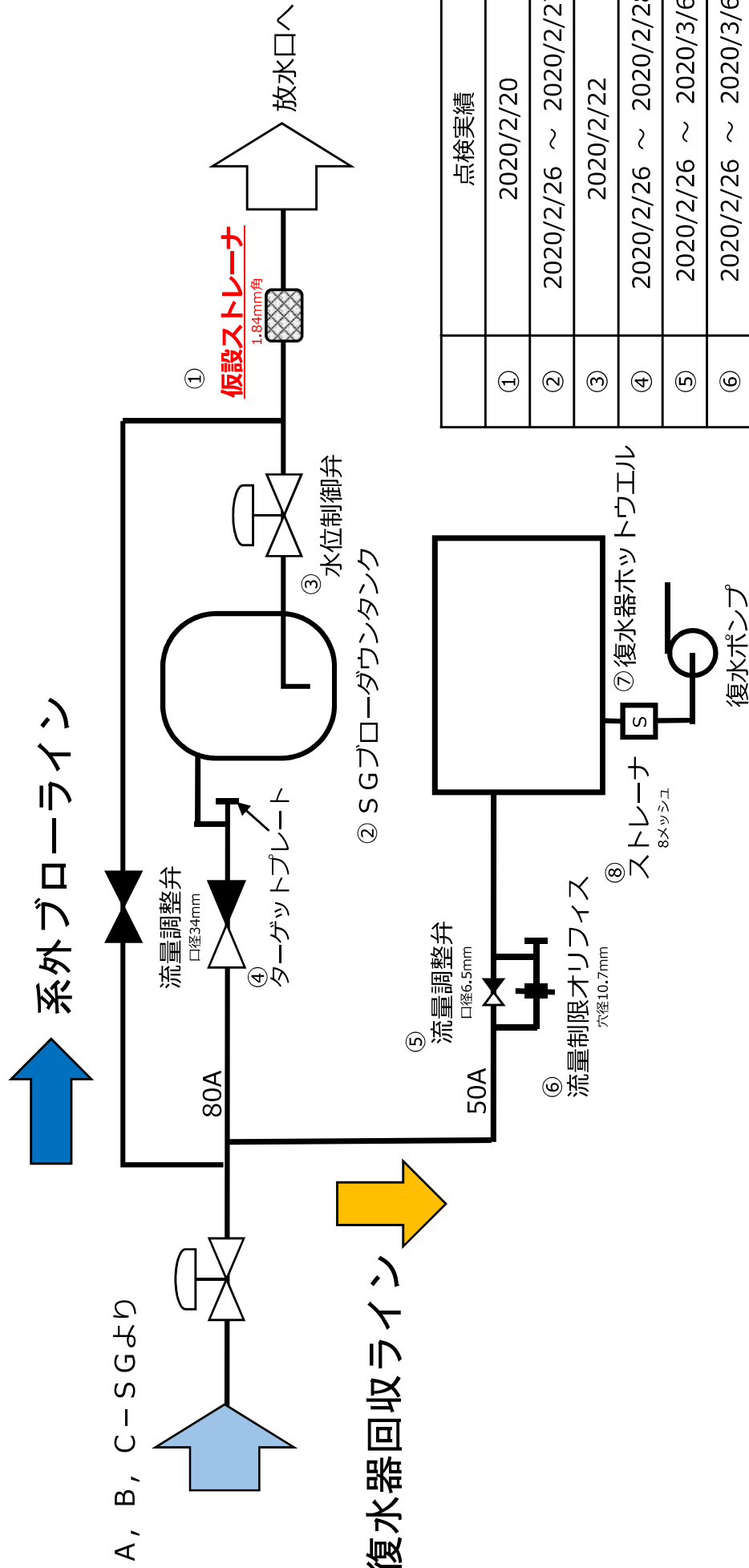
・SEM観察等の結果から、部分的な筋状の擦れ跡、摩耗など、いくつかの痕跡が確認できた。





# SGブローダウンシステム点検結果 (1 / 16)

SGブローダウンシステムの点検概略図

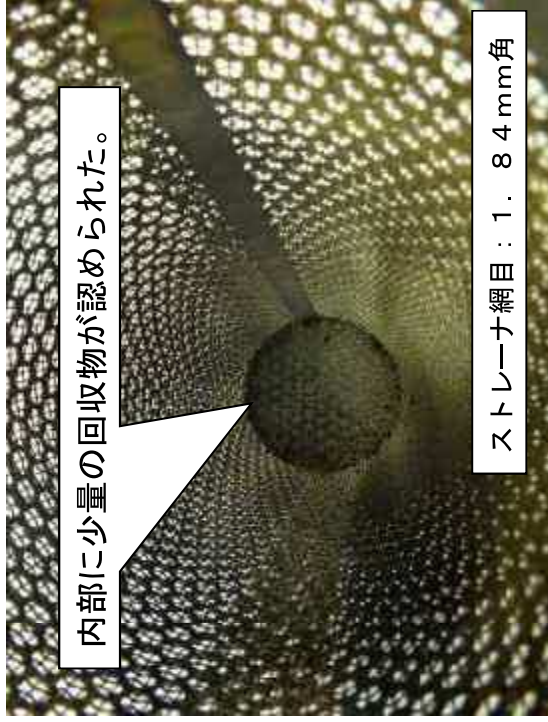


	点検実績
①	2020/2/20
②	2020/2/26 ~ 2020/2/27
③	2020/2/22
④	2020/2/26 ~ 2020/2/28
⑤	2020/2/26 ~ 2020/3/6
⑥	2020/2/26 ~ 2020/3/6
⑦	2020/2/26 ~ 2020/3/6
⑧	2020/2/27 ~ 2020/2/28

# SGブローダウンシステム点検結果 (2/16)

## ①仮設ストレーナ (異物なし)

ストレーナ取外し時外観



内部に少量の回収物が認められた。

ストレーナ網目：1.84mm角

回収物拡大写真-1



回収物の大きさ

Max：約8mm×5mm×厚さ約1.0mm

回収量：約0.8g

回収物はスラッジと思われる。

回収物拡大写真-2



# SGブローダウンシステム点検結果 (3/16)

## ②SGブローダウンタンク (異物なし)



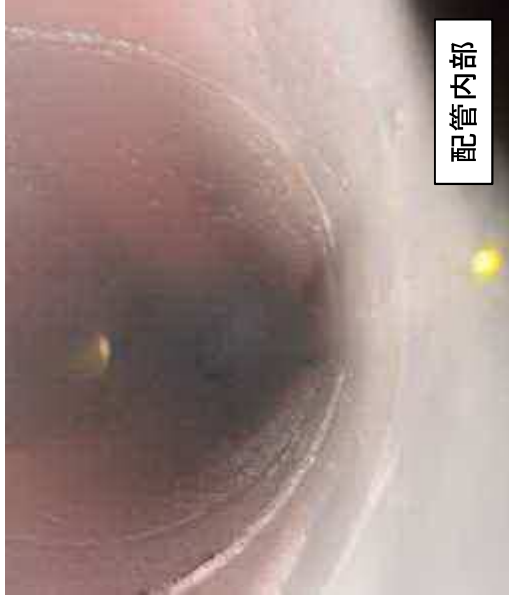
# SGブローダウンシステム点検結果 (4/16)

## ③-1 水位制御弁 弁内部 (異物なし)



# SGブローダウンシステム点検結果 (5/16)

## ③-2 水位制御弁 1次側配管内部 (異物なし)

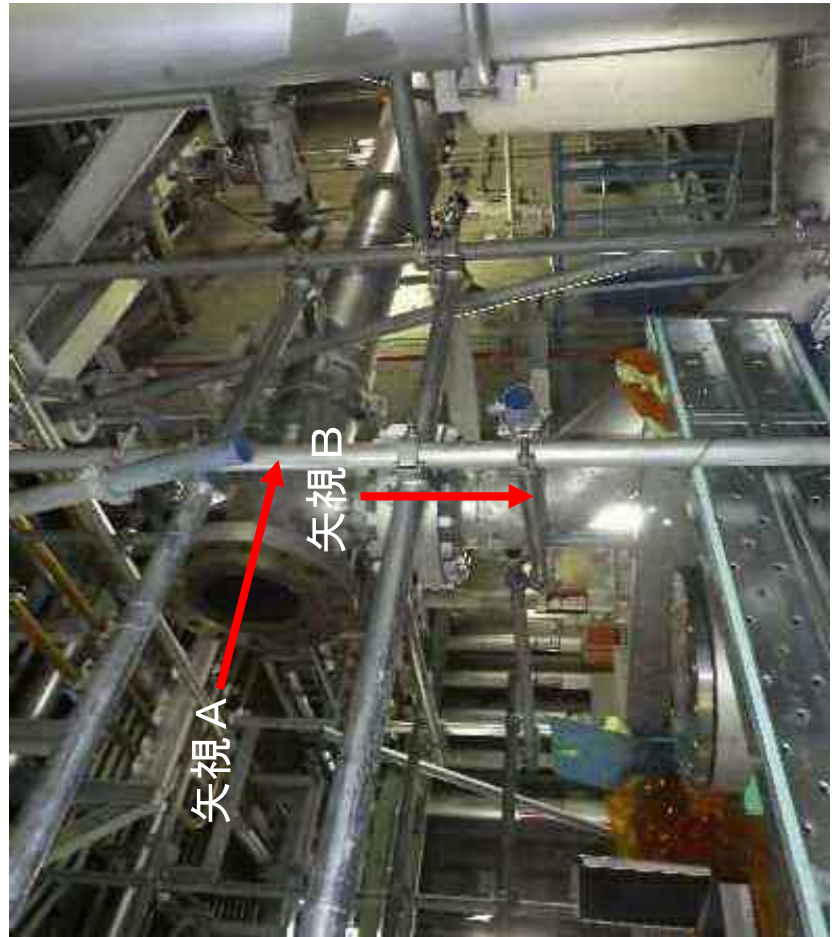


## ③-3 水位制御弁 2次側配管内部 (異物なし)



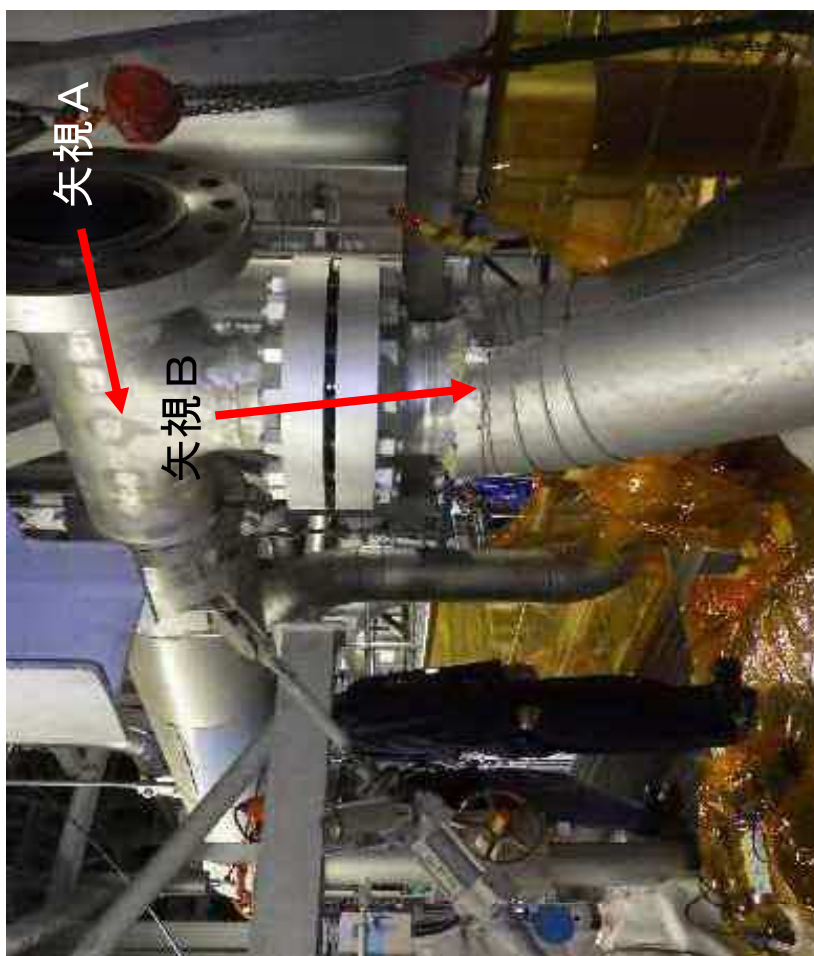
# SGブロワーダウンシステム点検結果（6 / 16）

## ④-1 A-SGブロワーダウンシステム ターゲットプレート（異物なし）



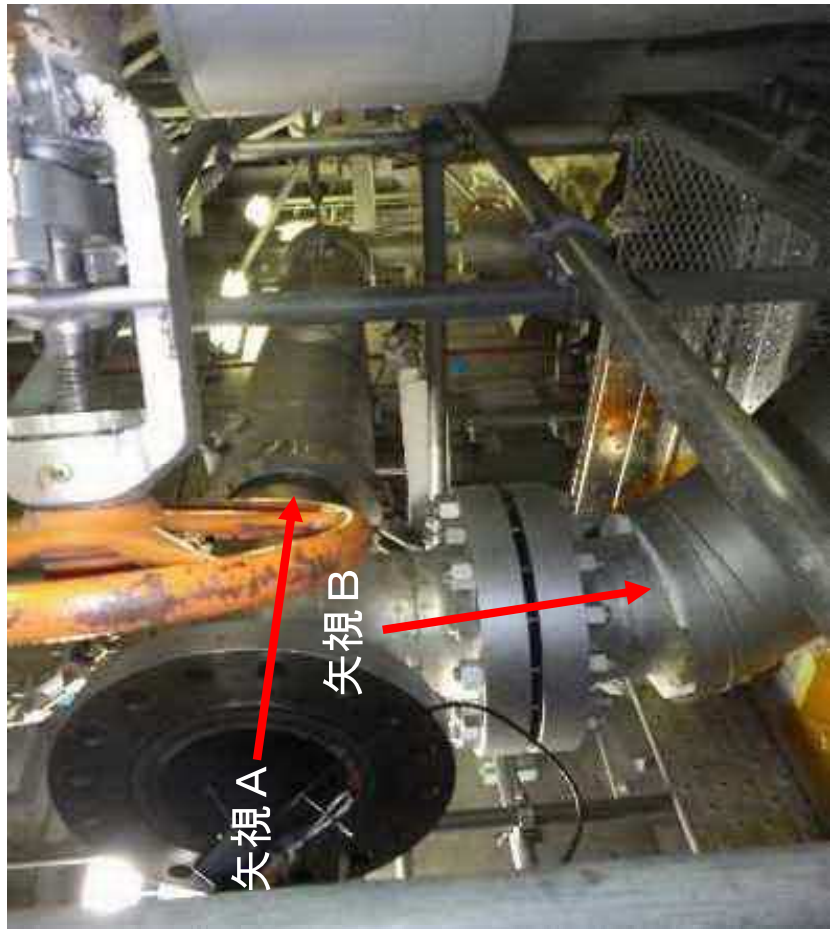
# SGブロワーダウンシステム点検結果 (7/16)

## ④-2 B-SGブロワーダウンシステム ターゲットプレート (異物なし)



# SGブロワーダウンシステム点検結果 (8/16)

## ④-3 C-SGブロワーダウンシステム ターゲットプレート (異物なし)





# SGブローダウンシステム点検結果 (9/16)

## ⑤-1 流量調整弁 (BD-123A) (異物なし)

①入口配管



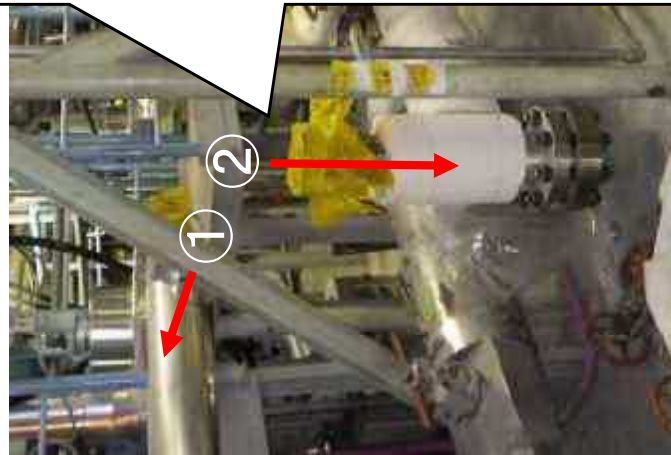
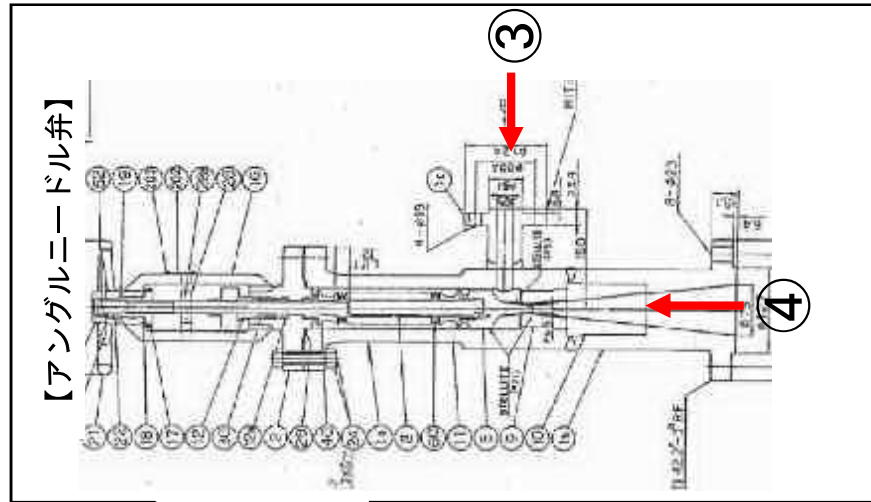
③弁入口管



②出口配管



④弁出口管



# SGブローダウンシステム点検結果 (10/16)

## ⑤-2 流量調整弁 (BD-123B) (異物なし)

①入口配管



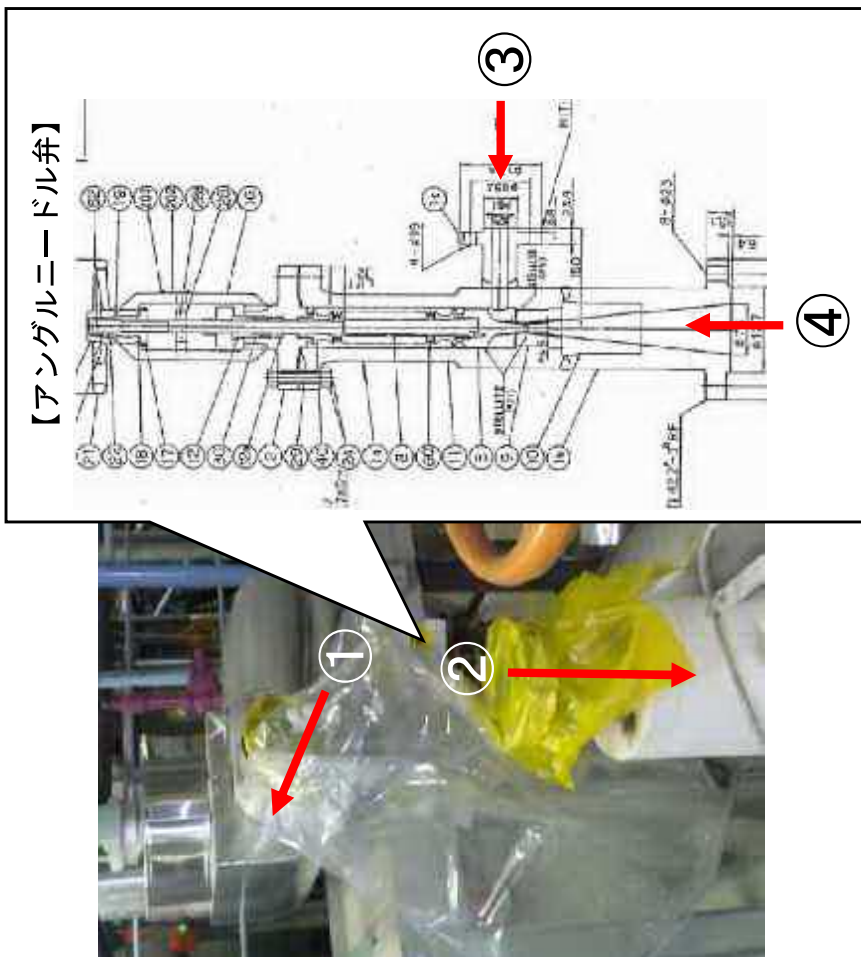
③弁入口管



②出口配管



④弁出口管



# SGブローダウンシステム点検結果 (11/16)

## ⑤-3 流量調整弁 (BD-123C) (異物なし)

①入口配管



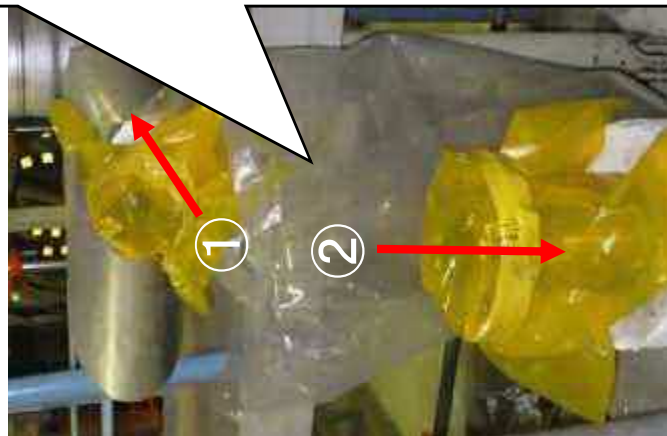
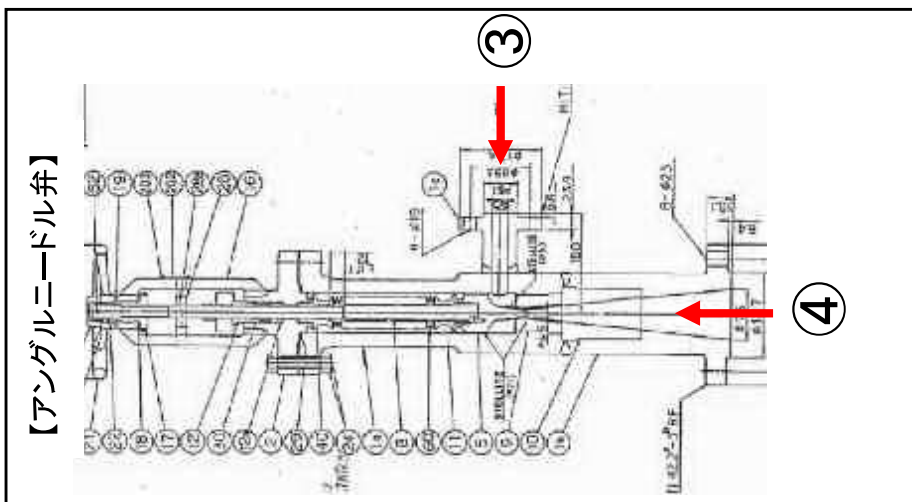
③弁入口管



②出口配管



④弁出口管



# SGブローダウンシステム点検結果 (12/16)

## ⑥-1 A-SG 流量制限オリフイス (異物なし)



## ⑥-2 B-SG 流量制限オリフイス (異物なし)



## ⑥-3 C-SG 流量制限オリフイス (異物なし)



# SGブローダーダウンシステム点検結果 (13/16)

## ⑦-1 復水器ホットウェルNo. 1 (異物なし)

SGブロー復水器流入部

ファイバースコープによる点検

出口部復水ポンプ行き

直径：30mm

(B-1側)





(A-1側)

出口部復水ポンプ行き

B-1ホットウェル全体  
(原子炉側から変圧器側撮影)

# SGブローダーダウン系統点検結果 (14/16)

## ⑦-2 復水器ホットウエルNo. 2 (異物なし)

<p>B-2ホットウエル全体 (変圧器側から原子炉側撮影)</p> 	<table border="1"><tr><td data-bbox="539 1133 675 1509">(B-2側) →</td><td data-bbox="675 1133 1321 1509"></td><td data-bbox="1321 1133 1433 1509">→</td></tr><tr><td data-bbox="539 741 675 1133">(A-2側) ←</td><td data-bbox="675 741 994 1133"></td><td data-bbox="994 741 1321 1133">←</td></tr></table> <p>Diagram showing flow directions in the hot well. The left side is labeled (B-2側) with a right-pointing arrow, and the right side is labeled (A-2側) with a left-pointing arrow. Two red dashed circles with grid patterns are positioned in the central area, with red arrows pointing to them from the photographs below.</p>	(B-2側) →		→	(A-2側) ←		←	<p>出口部復水ポンプ行き</p> 	<p>A-2ホットウエル全体 (原子炉側から変圧器側撮影)</p> 
(B-2側) →		→							
(A-2側) ←		←							
<p>出口部復水ポンプ行き</p> 									

# SGブローダーダウン系統点検結果 (15/16)

## ⑦-3 復水器ホットウエルNo. 3 (異物なし)


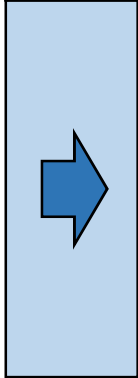
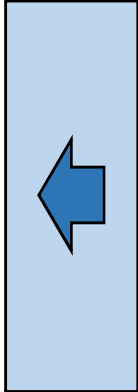


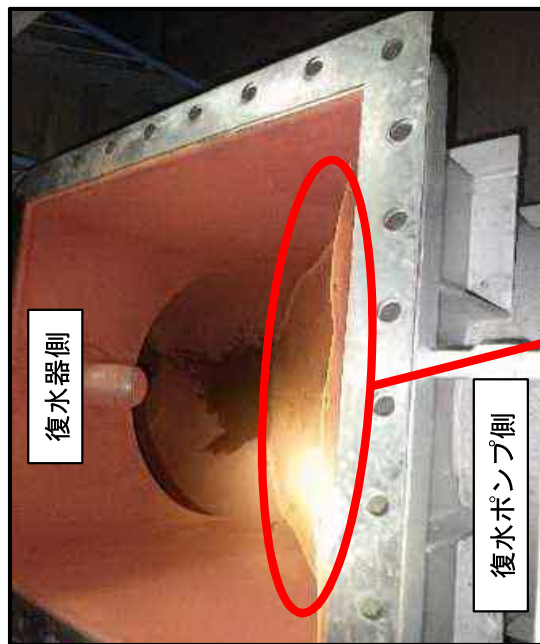
<p>B-3 ホットウエル全体 (変圧器側から原子炉側撮影)</p>				
<p>(B-3側)</p>			<p>(A-3側)</p>	
<p>出口部復水ポンプ行き</p>				
<p>A-3 ホットウエル全体 (原子炉側から変圧器側撮影)</p>				

Diagram description: A schematic diagram of the SG blower down system. It shows two main sections, (B-3側) on the left and (A-3側) on the right. In the (B-3側) section, a blue arrow points to the right. In the (A-3側) section, a blue arrow points to the left. Two red dashed circles with grid patterns are positioned in the center of each section, with red arrows pointing from them to the corresponding photographs of the hot wells and pump outlet.

# SGブローダウンシステム点検結果 (16/16)

## ⑧入口ストレーナ (異物なし)

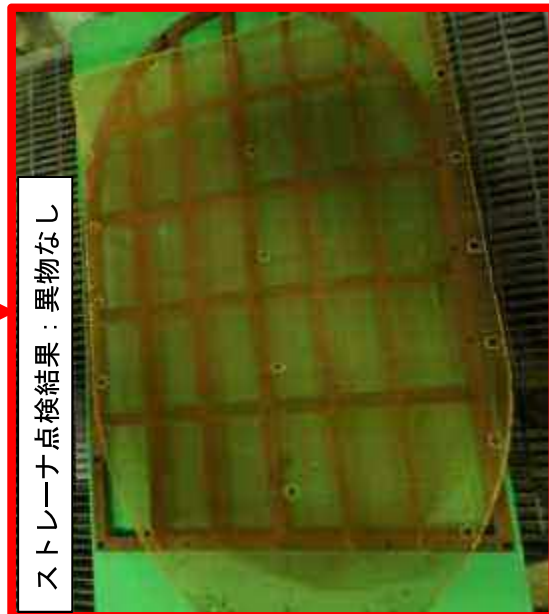
3A-復水ポンプ入口ストレーナ



3B-復水ポンプ入口ストレーナ



3C-復水ポンプ入口ストレーナ





## 流体振動による疲労評価

第三管支持板部において、流体力によって伝熱管に発生する応力を算出し、疲労損傷が生じないことを確認した。

伝熱管に作用する流体力  $F$  は、

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S = \text{■■■■■■■■■■}$$

ここで、 $C_D$ ：抗力係数 = ■■■■■■

$\rho$ ：流体の密度 = ■■■■■■■■■■

$V$ ：流速 = ■■■■■■

$S$ ：流れを受ける面積 = ■■■■■■■■■■  
= ■■■■■■

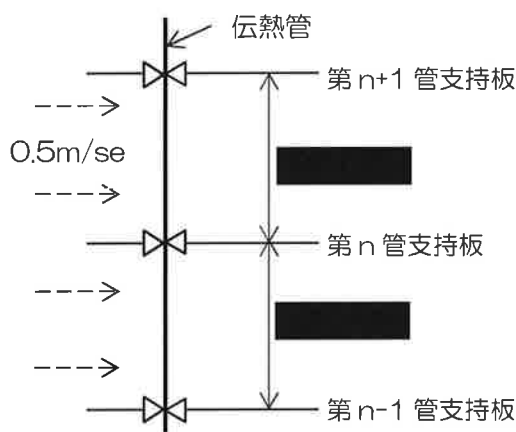


図 1 流体力を受ける伝熱管 ( $n = 3$ )

流体力  $F$  による最大曲げモーメント  $M$  は、

$$M = (F/2l) \cdot l^2/8 = 21.83\text{N} \cdot \text{mm}$$

ここで、 $l$ ：管支持板間の長さ = ■■■■■■

伝熱管の断面係数  $Z$  は

$$Z = \frac{\pi(d_2^4 - d_1^4)}{32d_2} = \text{■■■■■■■■■■}$$

ここで、 $d_2$ ：伝熱管外径 = ■■■■■■

$d_1$ ：伝熱管内径 = ■■■■■■

よって、伝熱管に発生する最大応力  $\sigma$  は、

$$\sigma = M/Z = 0.053\text{N}/\text{mm}^2$$

以上より、流体力によって伝熱管に発生する応力  $0.053\text{N}/\text{mm}^2$  は、疲労限  $94\text{N}/\text{mm}^2$  に比べて非常に小さく、疲労損傷は発生しないと考えられる。

## エロージョンの発生可能性評価

### 1. 目的

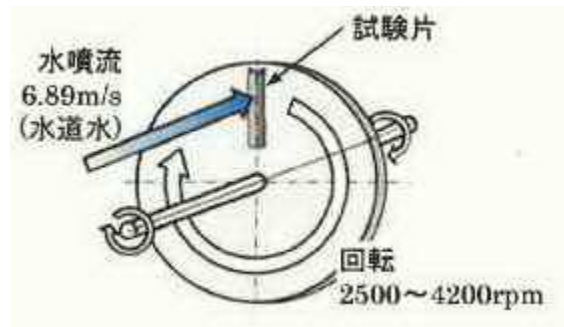
SG 伝熱管の管支持板部に周辺流体の衝突によるエロージョン\*1 が発生しないことを評価する。

\*1：管内外を流れる水により配管表面が摩耗する現象

### 2. 方法

ウォータージェットテスト（室温）によりエロージョン発生限界流速を求め、実機流速と比較する。

エロージョンの評価においては管内外に差異はないため、管外面に正面から噴流を衝突させた試験結果を基に評価する。



### 3. 評価結果

TT600 製伝熱管のエロージョンが発生する限界流速は約 70m/s 以上であり、当該部の実機流速は 3m/s 以下であることからエロージョンの発生可能性はない。

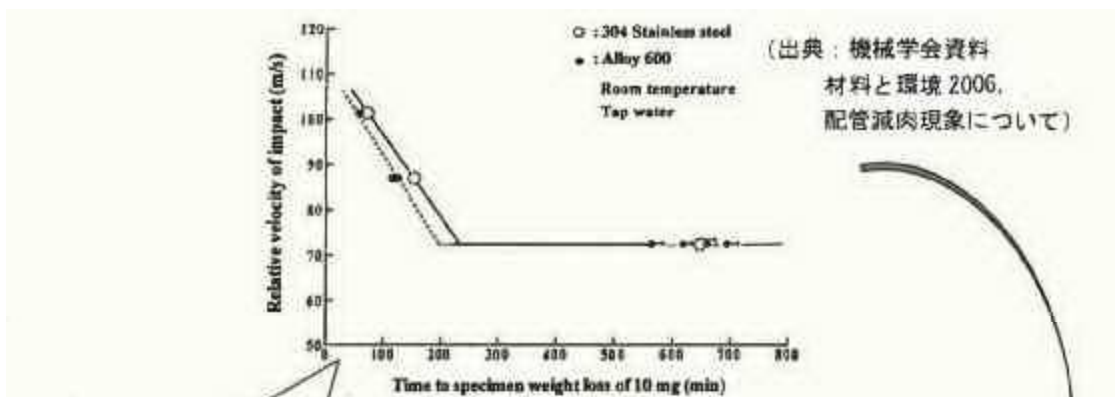


図1 ウォータージェットテストによる限界流速

$$\text{相対速度} = \sqrt{(\text{水噴流速})^2 + (\text{試験片の周速})^2}$$
 試験例の場合  
 水噴流速 = 6.89 m/s  
 試験片の周速 = 72.22 m/s  
 周速 = 試験片の円周長さ × 回転数  

$$= (2\pi \times 0.23) \times (3000/60)$$
 試験片までの半径 (m) : 0.23  
 回転数 (rpm) : 3000

表面の番号は、試験片番号



図2 ウォータージェットテスト後の外観  
(700分間水噴流後の状況)

## エロージョンの限界流速の温度影響

エロージョンが発生する限界流速の知見として、常温での試験結果を用いているが、限界流速の温度影響について、以下に説明する。

### ● エロージョンのメカニズム

- ✓ エロージョンは、流体が金属表面に衝突することで生じる機械的な衝撃力で材料が損傷する現象である。
- ✓ 温度は流体因子のうち密度、材料因子のうち硬さに影響する。

#### <流体因子（密度）>

- ✓ SG2次側温度269℃での水の密度は769 kg/m<sup>3</sup>であり、常温（20℃）に比べ約2割小さい。
- ✓ 密度が低下するとエロージョンが生じにくくなる。（限界流速は上昇する。）

#### <材料因子（硬さ）>

- ✓ 実機伝熱管温度約300℃での硬さは約1.59 GPaであり、常温に比べ約1割小さい\*1。
- ✓ 硬さが低下するとエロージョンが生じやすくなる。（硬さが約1割低下すると、限界流速は約2m/s低下する。）（図1）\*2

⇒ 保守的に材料因子（硬さ）の温度影響のみを考慮しても、限界流速は約68m/sであり、SG2次側器内流速約3m/sに対して十分余裕がある。（図2）

※1：材料メーカーカタログ（インコネル600合金）の単位を換算

※2：材料と環境，57，146-152(2008)，磯本ら

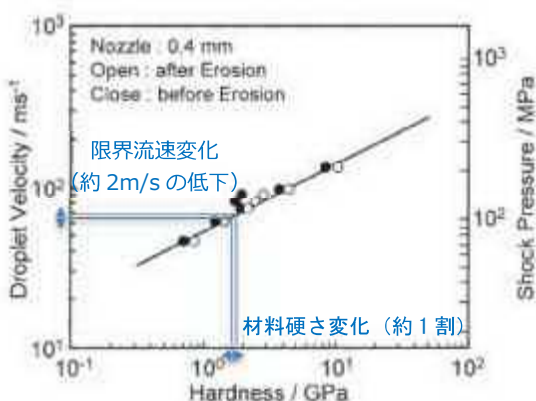


図1 限界流速と硬さの関係

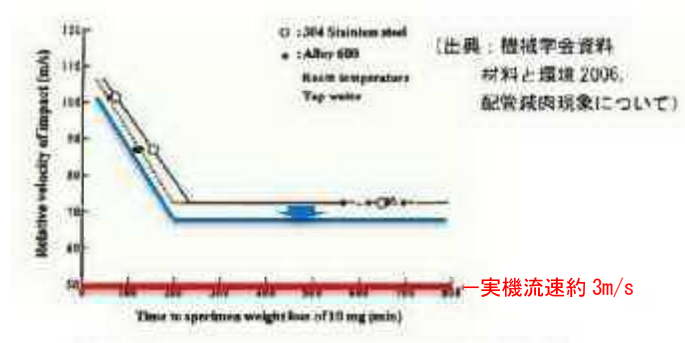


図2 ウォータージェットテストによる限界流速

温度の影響は小さく、常温の知見を用いても問題ない。

## スケール剥離による減肉信号への影響

## 1. 概要

減肉信号とスケール付着信号は、周波数間の振幅・位相の相関関係が異なるため、スケール付着箇所の信号はMIXフィルタを適用することで消去されるが、減肉信号は消去されない。そこで、実機で検出された信号と、スケール付着・剥離（EDMスリット有り）およびスケール付着・剥離（EDMスリット無し）の信号を比較し、スケール付着箇所の信号と減肉信号の違いを実験的に示した。また、局所的なスケール剥離について、ECTでの信号検出性を確認した。

## 2. 試験方法

## 2.1 スケール付着・剥離（EDMスリット有り）の試験片データ

深さ59%、長さ5mm、幅0.4mmの外面周方向矩形EDMスリットが付与された伝熱管外面に四三酸化鉄を薄く延ばした厚さ1.0mm程度の模擬スケールを貼り付け、スリット直上に当たる部分に、スリット同様の切れ目を入れた。この伝熱管でECTデータを取得した。

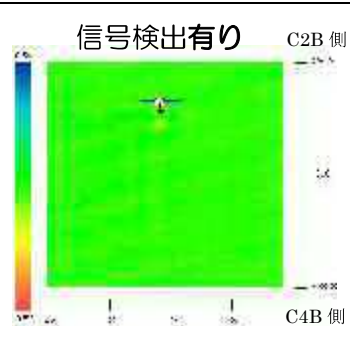
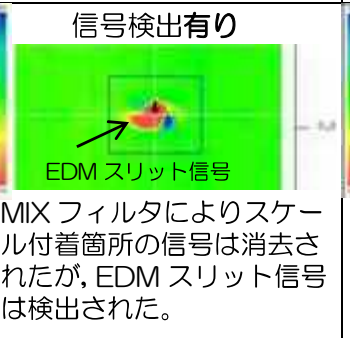
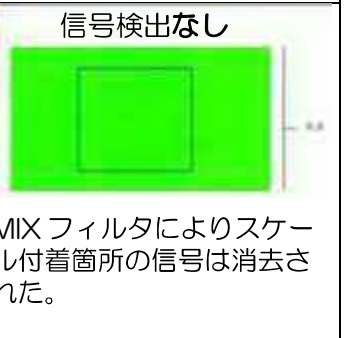
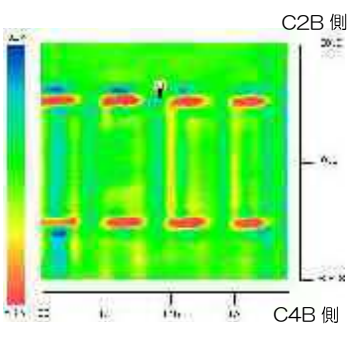

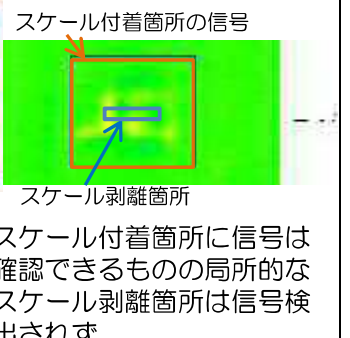
## 2.2 スケール付着・剥離（EDMスリット無し）の試験片データ

伝熱管外面に四三酸化鉄を薄く延ばした厚さ1.0mm程度の模擬スケールを貼り付け、模擬スケールに長さ約4mm(周方向)、幅約0.5mm(軸方向)の切れ目を入れ、局所的なスケール剥離を模擬した。この伝熱管でECTデータを取得した。

## 3. 結果

取得したデータを表1に示す。

表1 実機信号とスケール付着・剥離（EDMスリット有り）、スケール付着・剥離（EDMスリット無し）比較

実機信号 (B-SG X54 Y4) MIX	スケール付着・剥離 (EDMスリット有り) MIX	スケール付着・剥離 (EDMスリット無し) MIX
<p>信号検出有り</p>  <p>C2B側 C4B側</p>	<p>信号検出有り</p>  <p>EDMスリット信号</p> <p>MIXフィルタによりスケール付着箇所の信号は消去されたが、EDMスリット信号は検出された。</p>	<p>信号検出なし</p>  <p>MIXフィルタによりスケール付着箇所の信号は消去された。</p>
<p>実機信号 (B-SG X54 Y4) 100kHz</p>  <p>C2B側 C4B側</p>	<p>EDMスリット信号</p>  <p>スケール付着箇所の信号</p> <p>スケール付着箇所の信号およびEDMスリット信号が検出された。</p>	<p>スケール付着箇所の信号</p>  <p>スケール剥離箇所</p> <p>スケール付着箇所に信号は確認できるものの局所的なスケール剥離箇所は信号検出されず。</p>

## 4. まとめ

- スケール付着・剥離（EDMスリット有り）の試験片を用いた検証結果より、スケール付着箇所の信号はMIXフィルタにより消去されるが、EDMスリットの信号は消去されず、有意な信号として検出される。
  - スケール付着・剥離（EDMスリット無し）の試験片を用いた検証結果より、局所的なスケール剥離箇所では信号が検出されない。
- ⇒実機信号はMIXフィルタを適用しても有意な信号が検出されていることから、スケール付着や局所的なスケール剥離の信号ではなく、減肉信号と考えられる。

以上

# SG点検スケジュール (1/2)

	2020.2月														2020.3月														2020.4月																															
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
カメラによる SG器内 目視確認	ECT解析 (定事検)																																																											
	完了																																																											
	作業準備																																																											
	完了																																																											
カメラによる SG器内 目視確認	B-伝熱管表面、管支持板上 (第一、第二)、管板上点検																																																											
	完了																																																											
	▲減肉箇所撮影																																																											
	作業準備																																																											
	完了																																																											
	C-伝熱管表面、管支持板上 (第一、第二)、管板上点検																																																											
	完了																																																											
	▲減肉箇所撮影																																																											
	作業準備																																																											
	完了																																																											
SGBD システムの点検	▼SGブローダウン出口フィルタ開放・異物確認																																																											
	作業準備																																																											
	完了																																																											
	SGブローダウン系統 (弁の一部) 点検																																																											
	完了																																																											
	SGブローダウン系統 (弁、タンク) 点検																																																											
	完了																																																											
	SGブローダウン系統配管点検																																																											
	完了																																																											
	SGブローダウン系統配管点検																																																											
スラッジの 確認	A-SGスラッジランジング																																																											
	完了																																																											
	C-SGスラッジランジング																																																											
	完了																																																											
	B-SGスラッジランジング																																																											
	完了																																																											
	C-SGスラッジランジング																																																											
	完了																																																											
	C-SGスラッジランジング																																																											
	完了																																																											

□: 予定、■: 実績

