

県内原子力発電所の最近の異常事象について

1 応力腐食割れ事象

- 1-1 高浜 4 号機 蒸気発生器伝熱管の損傷
- 1-2 高浜 4 号機 蒸気発生器入口管台溶接部での傷

2 ポンプ軸封部の機能低下事象

- 2-1 敦賀 1 号機 原子炉給水ポンプの点検に伴う出力降下
- 2-2 敦賀 1 号機 原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下に伴う原子炉手動停止
- 2-3 美浜 2 号機 A-余熱除去ポンプ軸封部の不調に伴う運転上の制限の逸脱

3 その他事象

- 3-1 敦賀 2 号機 高圧タービン車室からの蒸気漏れに伴う原子炉手動停止
- 3-2 敦賀 2 号機 タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良
- 3-3 大飯 4 号機 1 次冷却材中の放射能濃度の上昇
- 3-4 も ん じ ゅ 屋外排気ダクトの腐食孔の確認

4 労働災害

- 4-1 大飯 1 号機 管理区域内での作業員の体調不良
- 4-2 大飯 3, 4 号機 海水淡水化装置建屋での作業中の負傷

平成 20 年 10 月 13 日

福井県安全環境部原子力安全対策課

平成20年度安全協定に基づく異常事象報告一覧

(平成20年10月13日現在)

件 番	発 電 所 名	発 生 日	事象発生時 運 転 状 況	事 象 概 要	影響等	国への報告区分
		終 結 日				評価尺度
1	もんじゅ	H20. 4. 1	建 設 中	落雷影響の波及に伴う瞬時電圧低下による2次主循環ポンプポニーモータの停止	—	—
2	敦賀1号機	H20. 4. 17	運 転 中	可燃性ガス濃度制御系の流量調整弁動作不良に伴う待機除外	—	—
3	敦賀1号機	H20. 5. 14	運 転 中	原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下に伴う原子炉手動停止	手動停止	—
4	大飯3号機	H20. 5. 26	定期検査中	原子炉容器出口管台溶接部での傷	—	法律 0-(暫定)
5	敦賀1号機	H20. 7. 15	運 転 中	原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下に伴う原子炉手動停止	手動停止	—
6	美浜2号機	H20. 7. 21	定期検査中	A-余熱除去ポンプ軸封部の不調に伴う運転上の制限の逸脱	—	—
7	敦賀2号機	H20. 7. 23	定期検査中	タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良	—	法律 0-(暫定)
8	大飯1号機	H20. 7. 27	定期検査中	管理区域内での作業員の体調不良	—	—
9	大飯4号機	H20. 8. 19	運 転 中	1次冷却材中の放射能濃度の上昇	—	—
10	敦賀1号機	H20. 9. 4	運 転 中	原子炉給水ポンプの点検に伴う出力降下	出力抑制	—
11	大飯3,4号機	H20. 9. 8	3号機:定期検査中	海水淡水化装置建屋での作業中の負傷	—	—
12	もんじゅ	H20. 9. 9	4号機:運転中	屋外排気ダクトの腐食孔の確認	—	法律 0-(暫定)
13	敦賀2号機	H20. 9. 16	定期検査中 (調整運転中)	高圧タービン車室からの蒸気漏れに伴う原子炉手動停止	手動停止	法律 対象外(暫定)
14	高浜4号機	H20. 9. 22	定期検査中	蒸気発生器伝熱管の損傷	—	法律 0-(暫定)
15	高浜4号機	H20. 10. 3	定期検査中	蒸気発生器入口管台溶接部での傷	—	法律 0-(暫定)

事象の概要と調査結果

第18回定期検査中、3台ある蒸気発生器(SG)の伝熱管全数*について渦流探傷検査(ECT)を実施した結果、C-SGの伝熱管1本の高温側管板部に、有意な欠陥信号が認められた。なお、A、B-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。

* 既施栓管を除きA-SGで3,247本、B-SGで3,249本、C-SGで3,262本、合計9,758本。

(1)過去の点検、予防保全工事の実績

○第11回定期検査において、高温側管板部で有意な欠陥信号を確認

抜管調査の結果、ローラ拡管部上端付近の伝熱管内面で軸方向に沿った割れを確認

【原因】伝熱管を固定する管板の上端管穴の径が部分的にわずかに広がっていたことにより、拡管した際に引張り残留応力が発生

→ 引張り残留応力と運転時の内圧が相まって応力腐食割れが発生したものと推定

○第13回定期検査でSG伝熱管の高温側管板部に応力改善工事(ショットピーニング)を施工

(2)過去の調査結果との比較

・第11回定期検査から第14回定期検査までに同機で応力腐食割れが発生した際に確認された信号の特徴

①高温側管板部のローラ拡管上端部付近に発生している } → 今回確認された欠陥指示と類似

②伝熱管の軸方向に沿った内面傷を示す指示

(3)応力改善工事(ショットピーニング)の効果

ショットピーニングでは、内表面から一定の深さまでは引張り応力が圧縮応力となるが、これより深い部分では、効果が小さいことが知られており、この範囲に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。

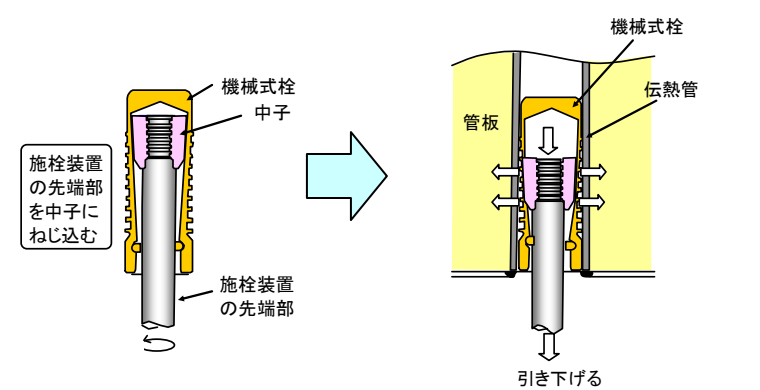
これまでも、ショットピーニング後の第14回定期検査で、有意な欠陥信号が確認されている。

原因

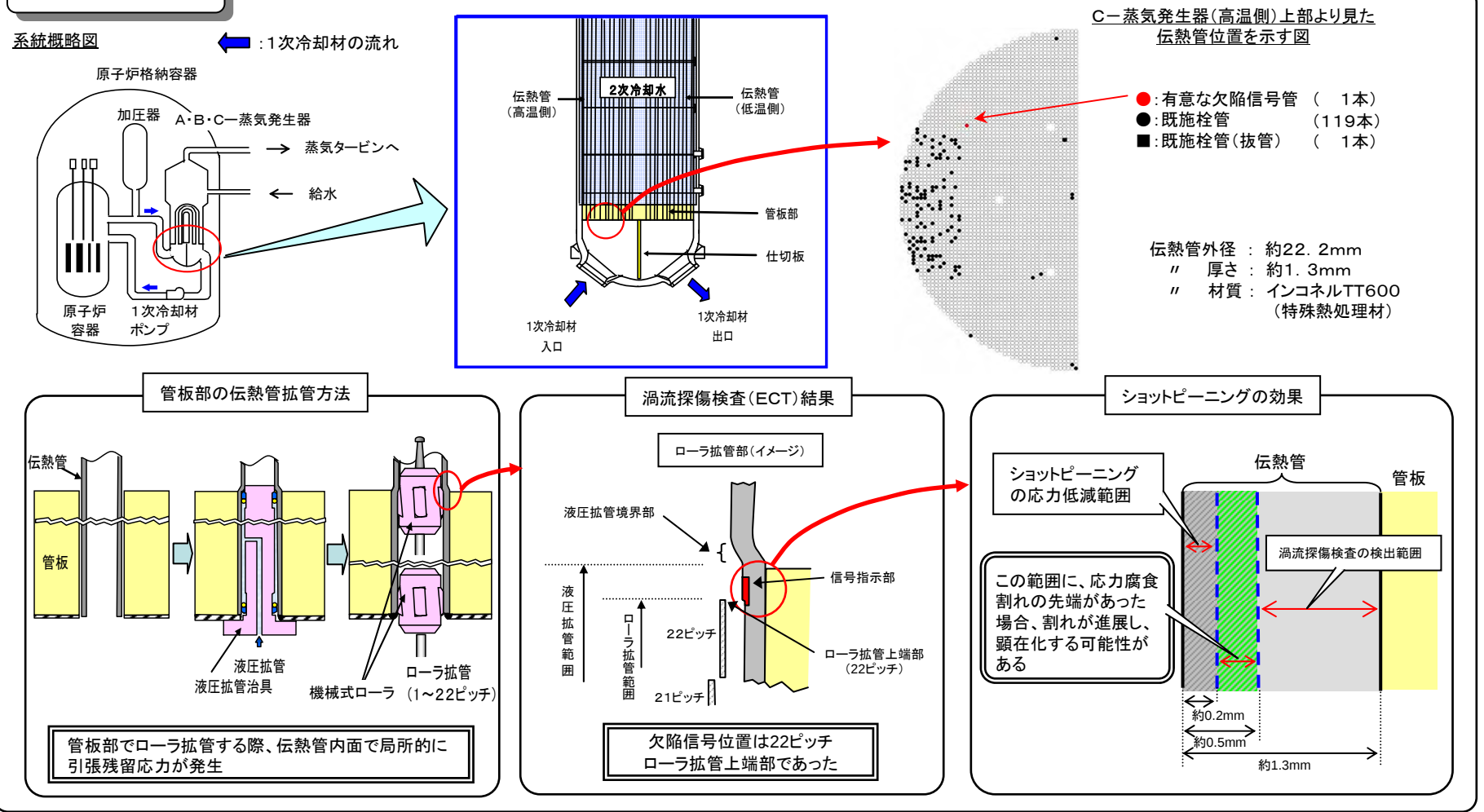
- ①SG製作時に当該伝熱管を管板部で拡管する際、管内面で引張り残留応力が発生
- ②運転時の内圧と相まって、伝熱管内面から応力腐食割れが発生
- ③応力腐食割れが徐々に進展し、今回検出された

対策

○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。



状況図



高浜発電所4号機のSG伝熱管の施栓履歴

	A-SG	B-SG	C-SG	合計	施栓理由
伝熱管の設備本数	3,382	3,382	3,382	10,146	-----
第4回定検 H2.2~2.5	7	9	5	21	振止め金具部の摩耗減肉
第9回定検 H8.9~8.11	10	0	0	10	管支持板洗浄装置の接触痕(予防保全)
第11回定検 H11.4~11.7	0	0	4	4	高温側拡管板部の応力腐食割れ
第12回定検 H12.9~12.11	4	1	6	11	高温側拡管板部の応力腐食割れ
第13回定検 H14.1~14.3	1	0	0	1	高温側拡管板部の応力腐食割れ
第14回定検 H15.4~15.6	1	1	0	2	高温側拡管板部の応力腐食割れ
第15回定検 H16.8~16.10	112	122	105	339	旧振止め金具部の摩耗減肉検出
第18回定検 (今回施栓予定)	0	0	1	1	高温側拡管板部の応力腐食割れ
累積施栓本数 [施栓率]	135 [4.0%]	133 [3.9%]	121 [3.6%]	389 [3.8%]	-----

[安全解析施栓率* : 10%]

* プラントの安全性に問題ないことが確認されている伝熱管の施栓率。

事象の概要と調査結果

第18回定期検査中、蒸気発生器(SG)の1次冷却材入口管台溶接部(計3箇所)について内面の渦流探傷試験(ECT)を実施したところ、有意な信号指示が認められた。有意な信号指示が認められた箇所について、超音波探傷試験(UT)を実施し、各SGの最大深さを評価した結果、各SGの最大深さは、A: 約12mm、B: 約13mm、C: 約16mmと評価された。

(1) 詳細観察

○目視観察の結果、信号指示箇所には軸方向の傷が見られ、応力腐食割れの特徴である折れ曲がりや枝分かれが認められた。また、内表面には製作時の表面加工跡と思われる筋状の模様が認められた。

○型取り観察でこの筋状模様を分析した結果、グラインダによる比較的粗い加工跡やそれに直交するような滑らかな跡(パフ※1による研磨跡)と細かな研磨加工跡(弾力性のある砥石※2)が観察された。

※1 電動工具(グラインダ)に取り付けた円形状の粗い砥石で研磨(グラインダ研磨)を行なった後、細かな砥石粒を付着させた布ペーパーを何枚も円形状に組み合わせたもので研磨(パフ研磨)を行なう。

※2 弾力性を持たせた砥石でグラインダに比べ滑らかな研磨加工ができる。

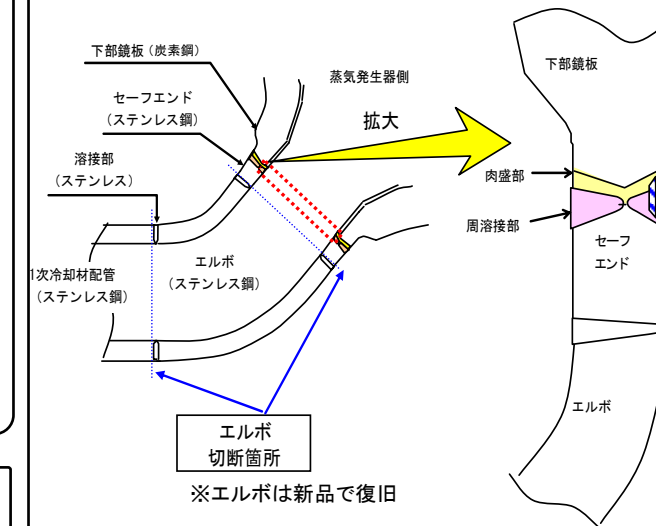
(2) 溶接後の表面研磨による影響調査

同じ表面加工を行っている敦賀2号機での調査結果と比較し、高浜4号機SG入口管台溶接部においても応力腐食割れが発生する可能性がある引張り残留応力が発生していると推定された。

推定原因

詳細観察や敦賀2号機での調査結果等から、①応力腐食割れの感受性のある600系ニッケル基合金溶接部で、②溶接後の研磨加工による引張り残留応力と運転時の内圧が作用し、③高温の1次冷却材水質環境の三因子が重畳して発生・進展した応力腐食割れであると推定された。

対策



・出口管台(計3箇所)については、ECTで健全性を確認した上でショットピーニングを実施する

(施工手順)

- ①内表面全周を切削し浅い傷を除去
- ②傷が残った場合、部分的に除去し、600系ニッケル基合金で肉盛補修溶接
- ③内表面全周を690系ニッケル基合金で肉盛補修溶接
- ④パフ施工を行い残留応力を低減

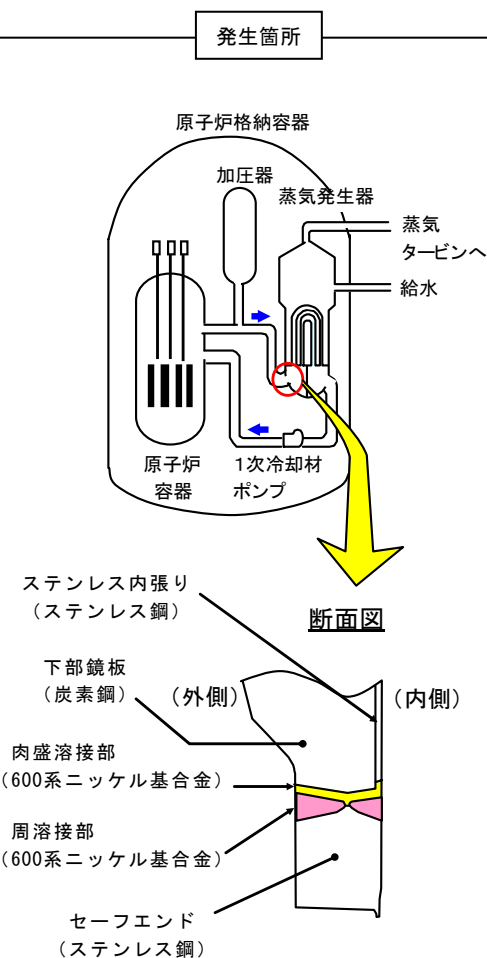
○赤斜線部分

・浅い傷の除去と690系ニッケル基合金による肉盛補修溶接

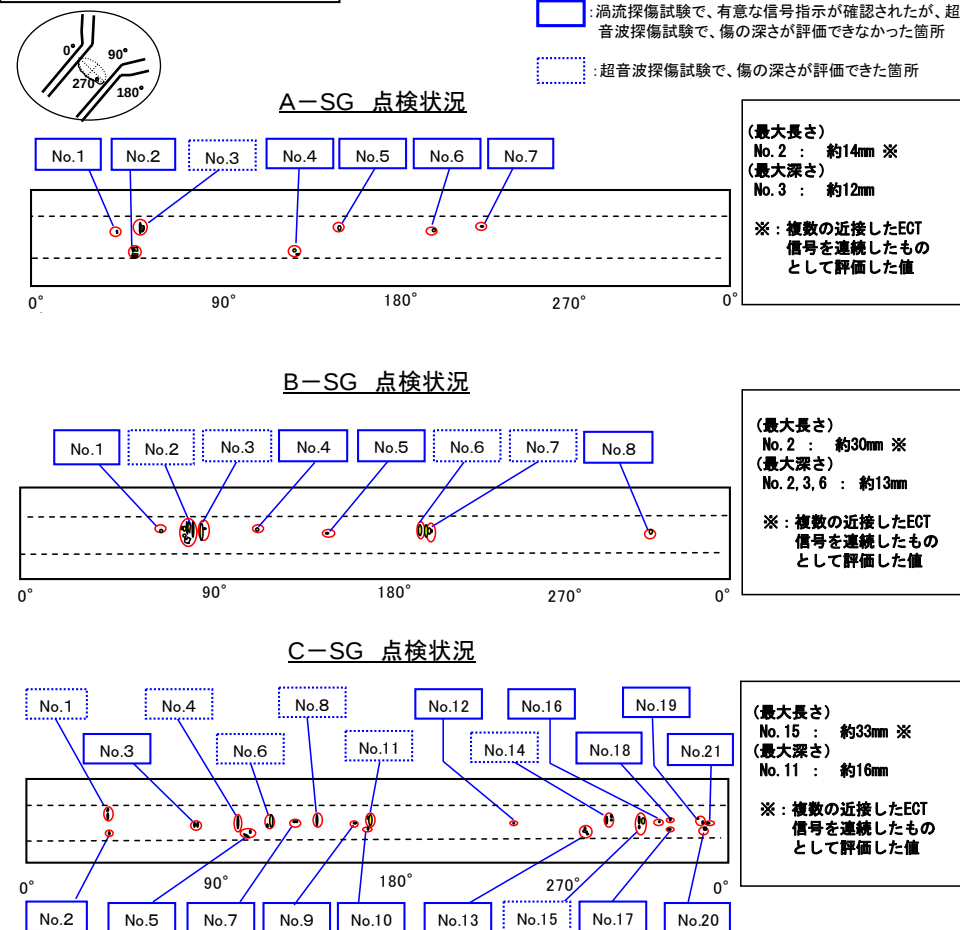
○青斜線部分

・深い傷の除去と600系ニッケル基合金による肉盛補修溶接

状況図



ECT結果(有意な信号指示箇所)



C-SG入口管台溶接部 No. 4指示部の詳細観察結果



敦賀発電所2号機 表面加工跡の再現試験



・試験体による再現試験の結果、上記2つの表面加工跡では、応力腐食割れが発生する引張り残留応力(300MPa以上)が認められた。

敦賀 1 号機 原子炉給水ポンプの点検に伴う出力降下

概要

- 8月中旬：原子炉給水ポンプ※¹のうち、運転中のA号機のメカニカルシール（軸封部）付近から、通常値（10cc/分未満）を上回る漏れを確認。
→ 監視を強化し、運転を継続。
- 9月4日：漏れの増加傾向が継続。
→ 点検のためA号機を停止することを決定。
待機状態にあったC号機を起動。
A号機を停止。
切替え操作に伴う点検で、C号機の補助油ポンプ※²のメカニカルシール（封油部）から、潤滑油の漏えい（約40cc/分）を確認。
→ 当該補助油ポンプ点検のため、C号機を停止することを決定。
原子炉出力の降下を開始。
電気出力15万kW（定格電気出力の約42%）まで低下させ、一定運転。
C号機を停止。
- 9月18日：対策完了後、出力を上昇、19日に定格熱出力一定運転に復帰。
- ※¹ 原子炉へ冷却水を供給するポンプで、3台ある。運転中は2台が運転、1台が待機している。
※² 原子炉給水ポンプ待機中に軸受に潤滑油を供給するためのポンプで、原子炉給水ポンプ運転中は停止している。

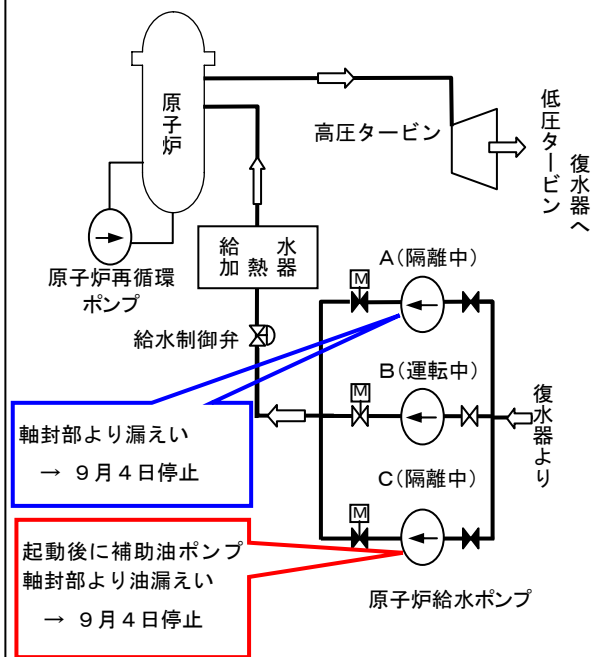
C号機 補助油ポンプの調査結果と対策

- 推定原因
- 補助油ポンプに油を注入する際、軸封部室内の空気が抜け切らず、室内に滞留した可能性があった。
 - 補助油ポンプの運転中、室内に滞留した空気が摺動面に入り込み、潤滑不良を起こし、摩耗が進展した。
 - 補助油ポンプ運転時は、回転リングが主軸とともに回転していることから、摺動面の接触が保持されていたが、主給水ポンプが起動し、補助油ポンプが停止したことにより、回転リングと固定リングがわずかにズレ、摺動面に隙間が生じ、漏えいに至ったものと推定された。
- 対策
- 当該補助油ポンプの軸封部を新品に交換するとともに、軸封部室上部に空気抜き用の穴を設けた。→ 9月16日に復旧・試運転を行い、待機状態に復帰。
 - 次回定期検査で、補助油ポンプ全3台について、軸封部室内の空気抜き構造を持った新品のポンプに取り替える。

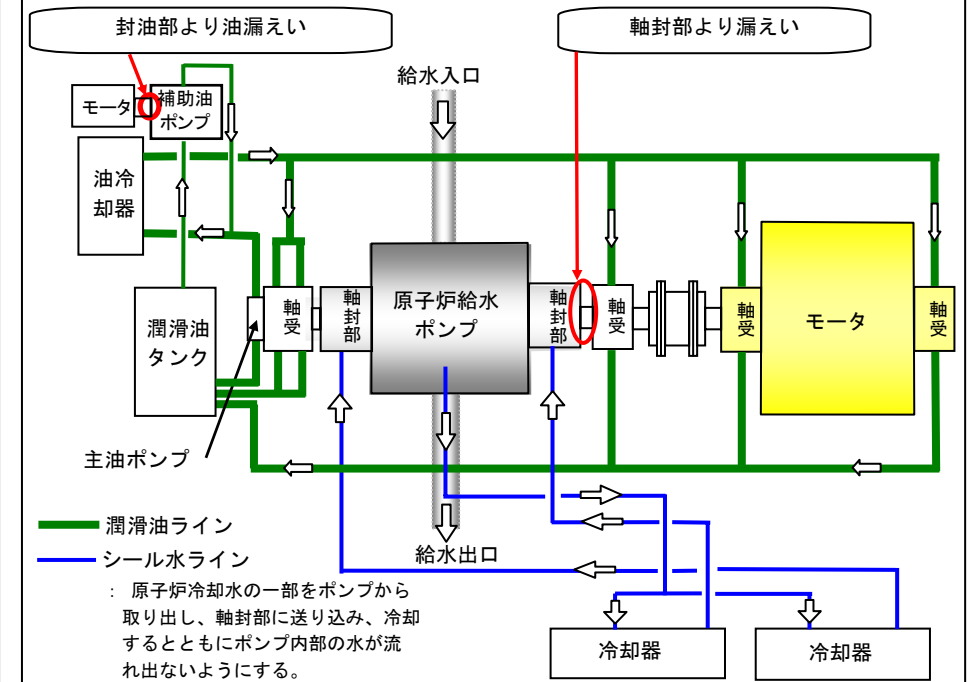
A号機 主給水ポンプの調査結果と対策

- 推定原因
- 給水ポンプ運転中に軸封部に注入している水（シール水）に含まれる小さな鉄さびが回転リングと遊動リングの摺動面に入り込んだことにより、面荒れが発生するとともに、摩耗が進展し、摺動面の密封性が低下し、漏えいに至ったものと推定された。
- 対策
- 当該軸封部を新品と交換した。
→ 9月17日に復旧・試運転を行い、9月18日に起動、運転状態へ復帰。

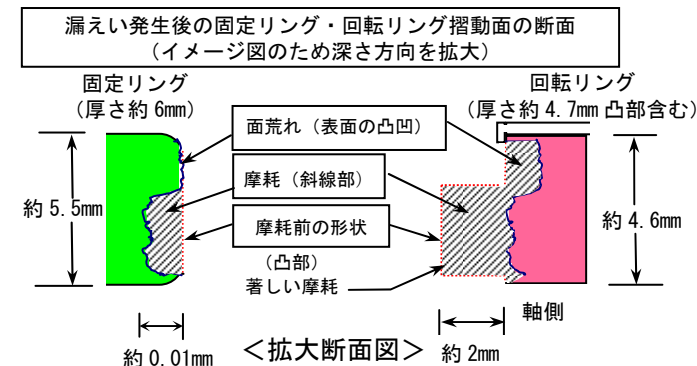
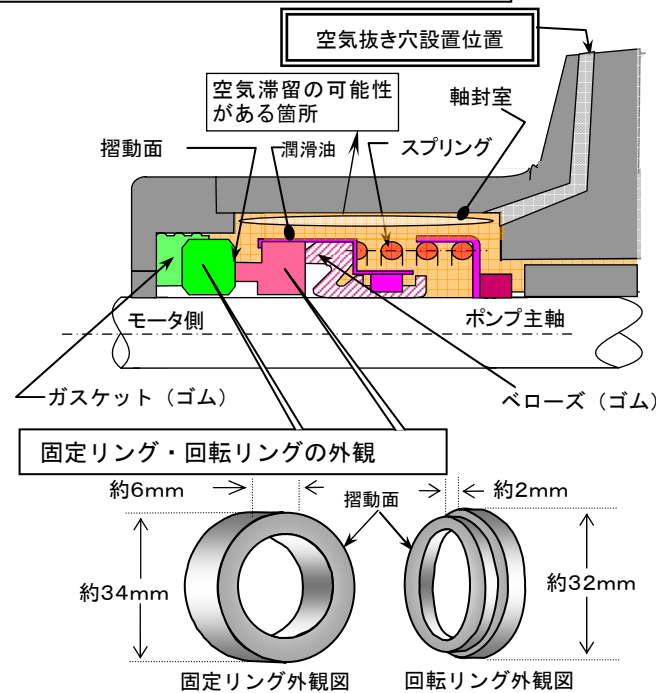
原子炉給水ポンプ系統概要図



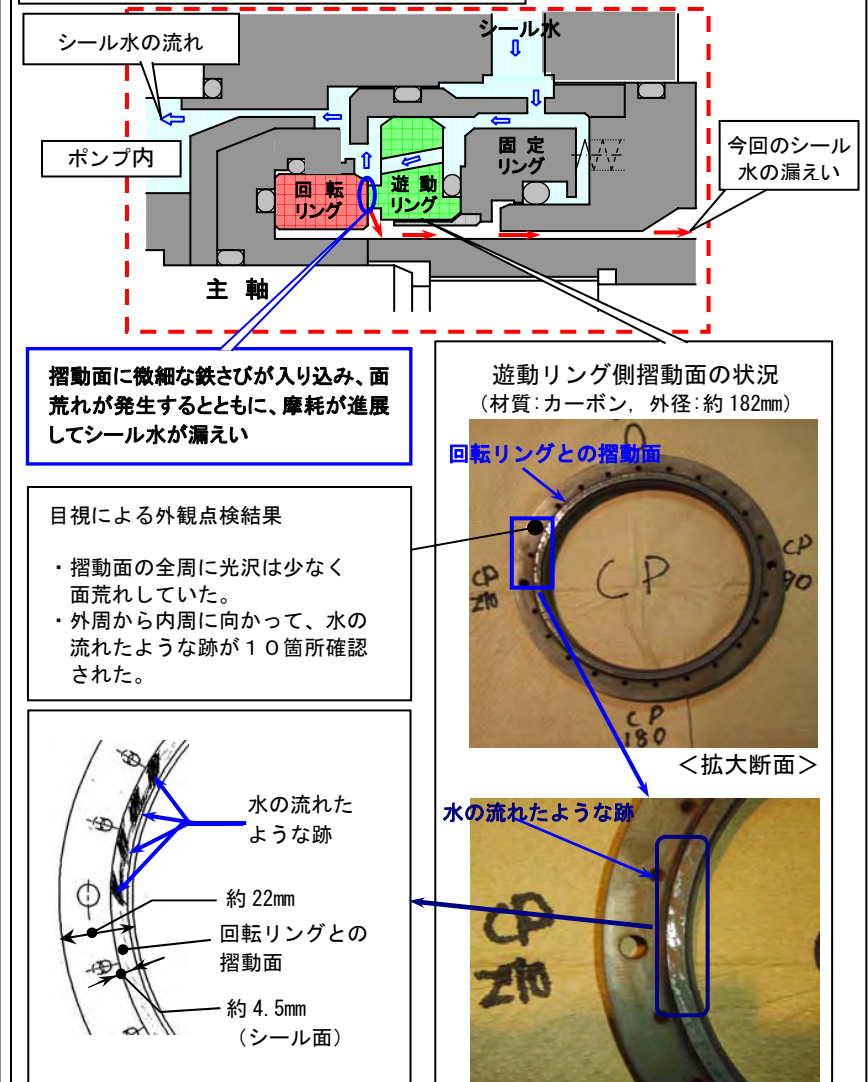
原子炉給水ポンプ潤滑油・シール水系統図



補助油ポンプ軸封部点検結果



主給水ポンプ軸封部点検結果



敦賀 1 号機 原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下に伴う原子炉手動停止

概要

- 平成19年2月から第31回定期検査を開始し、同年9月1日から調整運転を行っていたが、原子炉再循環ポンプAおよびC号機の軸封部（メカニカルシール）に僅かな機能低下が認められたため、9月26日から10月7日まで原子炉を停止し、軸封部の点検・交換を行った。
- 営業運転開始後、C号機の軸封部の機能低下が再び認められ、平成20年5月15日から6月1日まで原子炉を停止し、軸封部の点検・交換を行った。また、A号機の軸封部でも僅かな機能低下が認められたため、あわせて点検・交換を行った。
- 6月下旬より原子炉再循環ポンプC号機の軸封部で機能低下が再び認められた。過去の当該部の機能低下事象では、シールリーク流量の上昇は確認されていたが、今回は、シールリーク流量の上昇に増減の繰り返しを伴う状況が確認された。
- 7月中旬からシールリーク流量の上昇傾向が大きくなり、第2段シール室の圧力低下傾向が顕著となったことから、7月16日に原子炉を停止して点検を行った。
- 本事象による環境への放射能の影響はなかった。

調査結果

- 軸封部
 - 軸封部を点検した結果、第2段固定リングのシール面に2箇所傷を確認した。
 - これらの傷は、固定リングシール面に設けられているU溝先端から内側に伸びており、1箇所は内周まで達していた。
 - なお、シールリーク流量の増減を引き起こす可能性があると推定された固定リング押さえバネ力などには異常は認められなかった。
- シールリーク排出系統
 - シールリーク流量が増減を繰り返した原因調査として、シールリーク排出系統の点検を行ったところ、シールリーク流量を計測している板状の接点スイッチ（リードスイッチ）が閉じた際の電気抵抗値が正常値より大きな値を示していた。

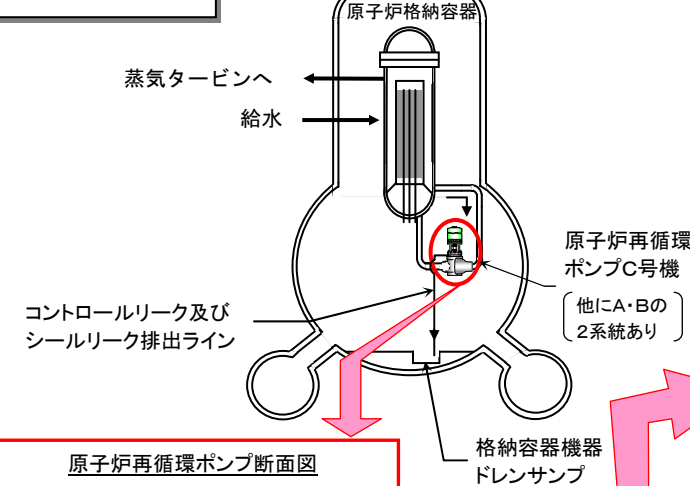
推定原因

- C号機の軸封部は、ポンプ運転中の軸の微妙な振れまわりにより、ポンプ軸と軸封部下部との隙間が変動し、原子炉冷却材中に含まれる微細な異物（クラッド）が軸封部側に流れ込んだことから、第2段シール部を僅かに傷付け、シール機能が低下したものと推定された。
- シールリーク流量が増減を繰り返した原因は、シールリーク流量計のリードスイッチの接触抵抗が大きかったことから、流量が正しく検出できなかったものと推測された。

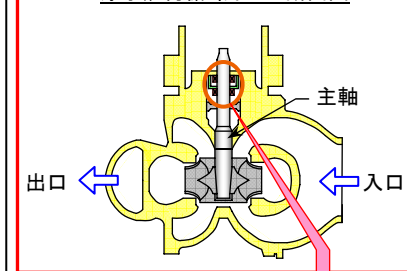
対策

- C号機の軸封部について、第1段および第2段の固定リングと回転リングを新品に取り替えた。また、予防保全の観点からB号機の軸封部についても取り替えた。
- C号機のシールリーク流量計のリードスイッチを新品に取り替えた。また、ポンプAおよびB号機の流量計については、点検を行い異常の無いことを確認した。
- 上記対策を実施し、7月31日から発電を再開した。

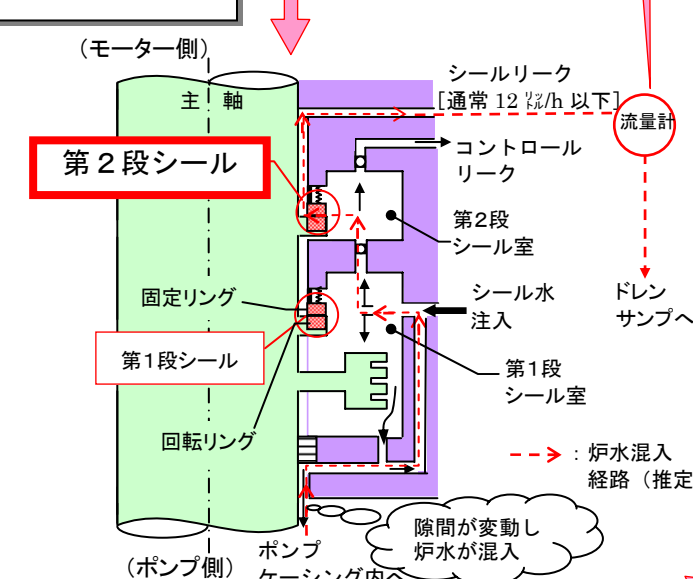
系統概略図



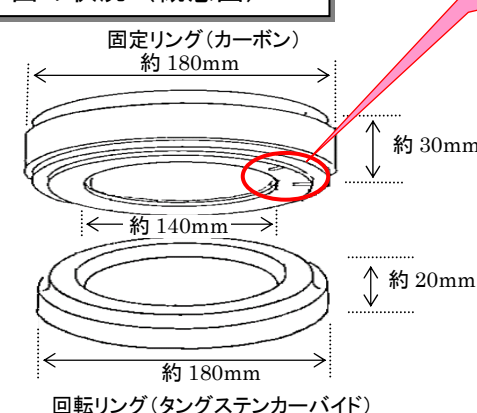
原子炉再循環ポンプ断面図



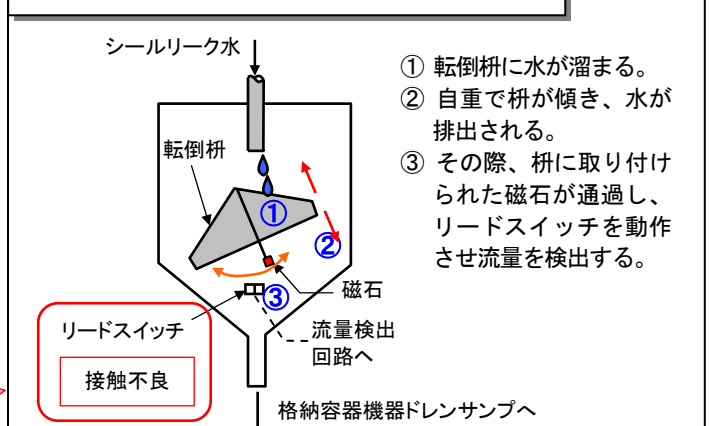
軸封部概念図



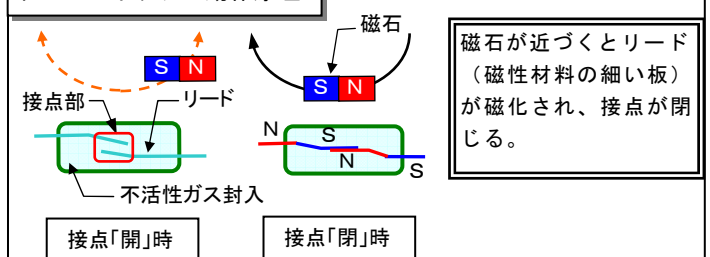
シール面の状況（概念図）



原子炉再循環ポンプシールリーク流量計

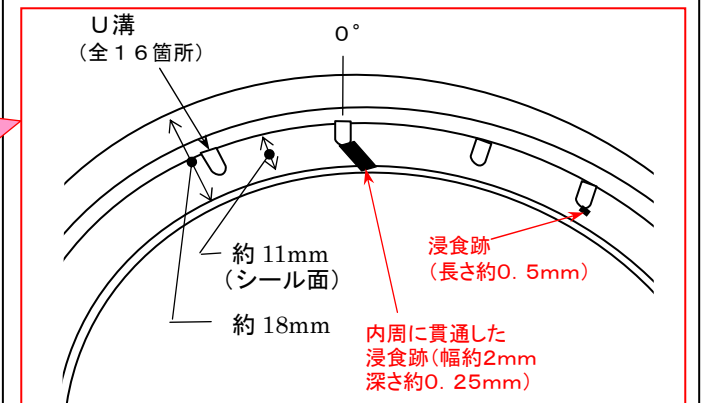


リードスイッチの動作原理



固定リングシール面点検結果

U溝：水の潤滑膜を形成することでシール面の保護と冷却能力を向上させるためのもの。
【寸法】幅：約3mm、深さ：約1mm、長さ：約7mm



第2段シール部の固定リングのU溝先端から内周に延びて貫通した浸食跡を確認した。

事象の状況

第24回定期検査における原子炉起動準備中の平成20年7月21日11時29分、A-余熱除去ポンプ室のサンプ(水溜め)水位の上昇を示す警報が発信した。直ちに現場を確認したところ、停止中のA-余熱除去ポンプ軸封部(メカニカルシール)から、配管を介してサンプに回収されているドレン水の量が、運転時の管理基準値※を超えて漏れ出ていることが確認された。

このため、当該ポンプを点検することとし、1次系温度を降下させる操作を行うとともに、当該ポンプの前後弁を閉止して隔離した。

なお、1次冷却材温度が177℃以上の場合は、余熱除去系統が2系統動作可能であることを保安規定で要求されており、1次系冷却材温度が177℃未満になるまでの間、運転上の制限を満足していないものと判断した。

この事象による、環境への放射能の影響はなかった。

※:管理基準値は1リットル/時以下であり、今回の漏れは約43リットル/時程度であった。

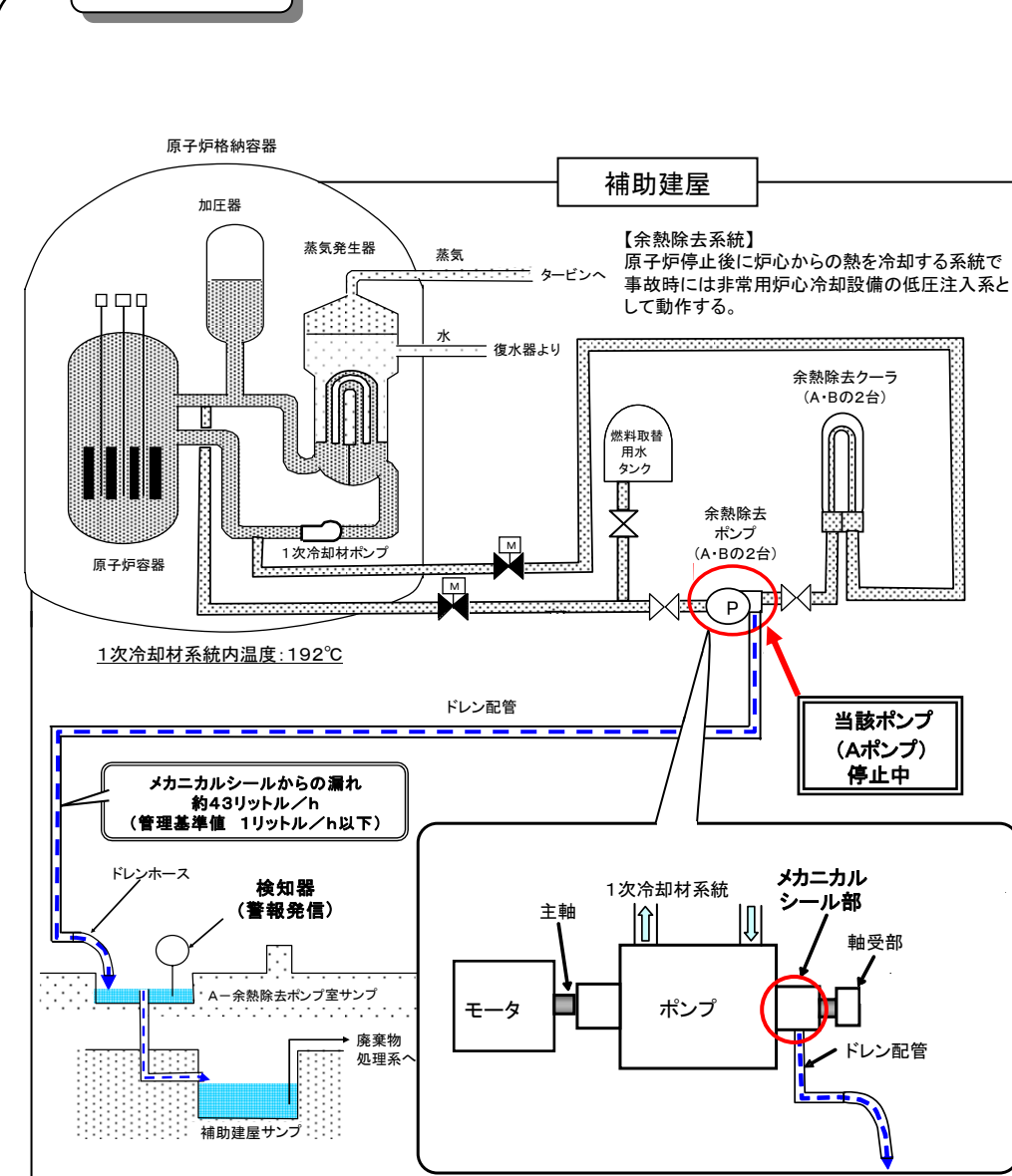
推定原因

○回転リングに対して固定リングの押しつける力が全周にわたって均一でなかったことから、ポンプ運転時において固定リング表面の摩耗量に差が生じる状態となり、ポンプ停止後の温度変化等の影響で、押しつけ力の弱いところで漏えいに至ったものと推定された。

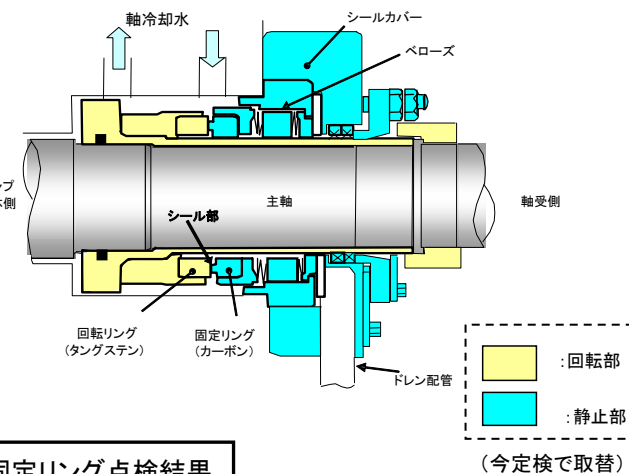
対策

○ベローズの押しつけ力が均一になるよう、固定リング背面の水平面が全周にわたって確保されていることを確認した新しい軸封部に取り替えた。
○今後は、回転・固定リングタイプの軸封部を取り替える際には、固定リング背面が全周にわたって水平であることを確認する。

状況図

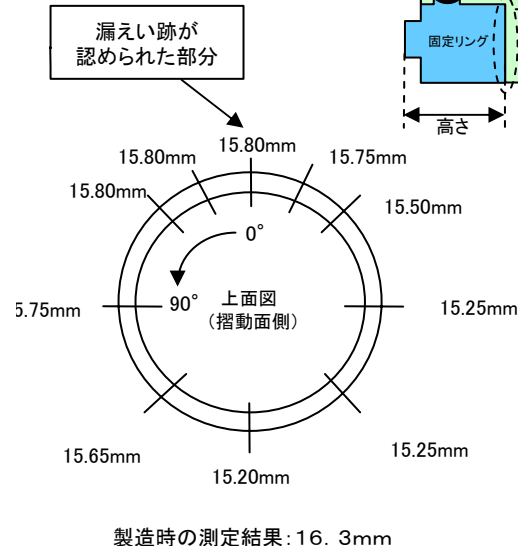


点検結果

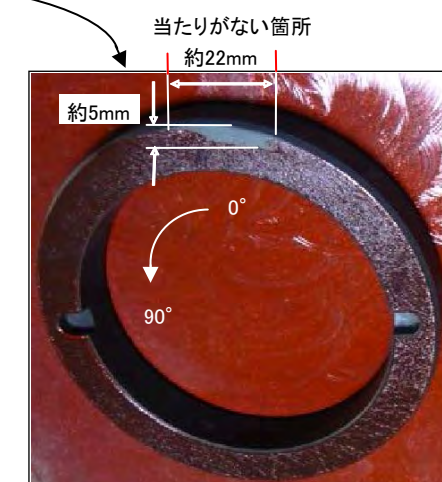


固定リング点検結果

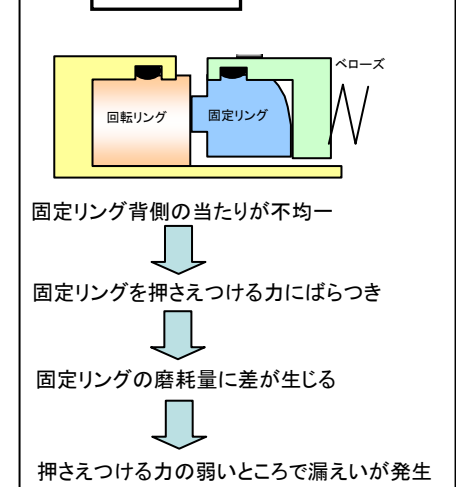
【固定リング高さ測定結果】



【インクによる当たり確認の結果】



推定原因



敦賀2号機 高圧タービン車室からの蒸気漏れに伴う原子炉手動停止

概要

- ・ 第16回定期検査中であり、8月8日から調整運転を開始した。
- ・ 9月16日にタービン弁の定期試験（1回／月）を実施した後、高圧タービン主蒸気入口配管付け根部付近を覆う保温材から、僅かに蒸気が出ていることを確認した。
- ・ 当該箇所の点検を行うこととし、同日、原子炉を手動停止した。
- ・ 本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

点検・調査結果

(1) 現場調査

- ・ 高圧タービン上部車室の保温材を取り外し点検したところ、回り止めピン（蒸気の流れにより静翼が回転するのを防ぐために設置されているピン）1本において、ピンを高圧タービン車室に取り付けているすみ肉溶接部に目視で2箇所の傷が認められ、この部分でタービン車室内（真空状態）に空気の吸い込みが確認されたことから貫通しているものと判断された。
- ・ 下部車室についても保温材を取り外し点検したところ、回り止めピン2本で蒸気漏れ跡が確認された。
- ・ これら3本のピンのすみ肉溶接部について、浸透探傷試験（PT）を実施したところ、上部車室のピンでは、2箇所の指示が、また、下部車室では、1本で1箇所、もう1本で2箇所の指示が確認された。
- ・ 高圧タービンは、今定期検査で新しいものに取り替えていることから、高圧タービン車室の溶接部で蒸気漏れにつながる箇所について、浸透探傷試験を行っており、これまでのところ、上部車室の空気抜き穴の閉止栓※（1本）のすみ肉溶接部で、2箇所の指示が確認された。

※ タービン車室完成後、製作工場で水圧による耐圧試験を実施している。その際、車室を水で満たすために空気を抜く穴で、試験後は、穴に閉止栓をねじ込みタービン車室にすみ肉溶接している。

(2) 研究機関での調査

最初に傷が確認されたタービン上部車室の回り止めピンについて、傷部を含めて溶接部の一部を切り取り、メーカーの試験研究機関で詳細な調査を実施している。

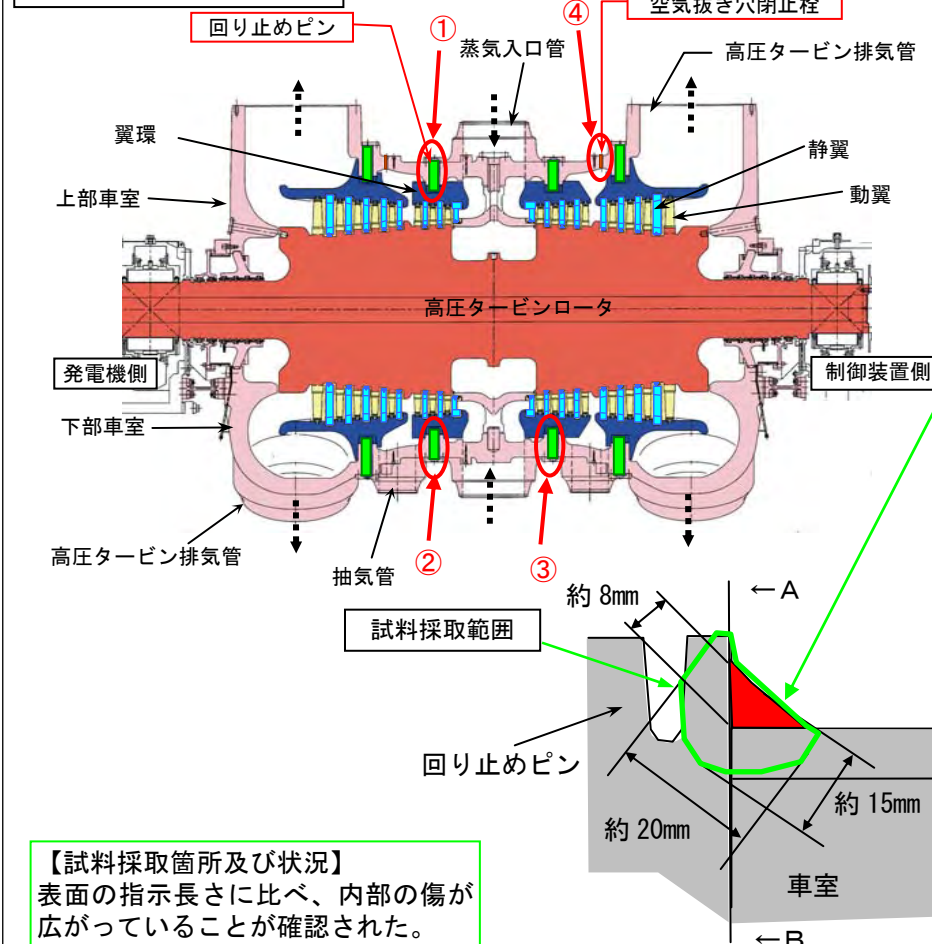
これまでに行った破面の目視観察で、傷の形状は溶接部表面に比べ内部で広がっていることが確認された。

今後の予定

引き続き、高圧タービン溶接部について浸透探傷試験を行うとともに、傷が認められたピンについて試験研究機関での詳細な調査を行う。

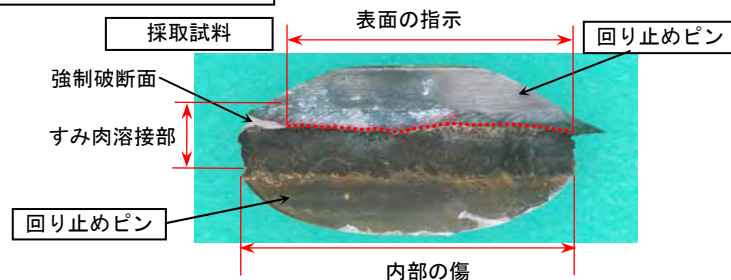
状況図

高圧タービン断面図

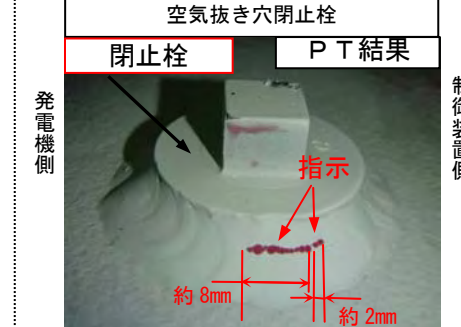


【試料採取箇所及び状況】
表面の指示長さに比べ、内部の傷が広がっていることが確認された。

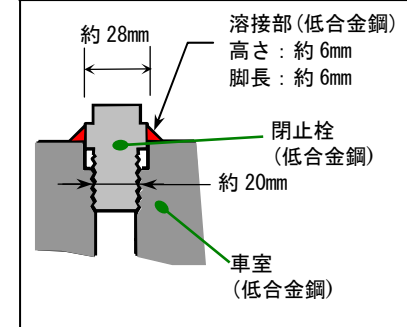
A-B面から見た破面



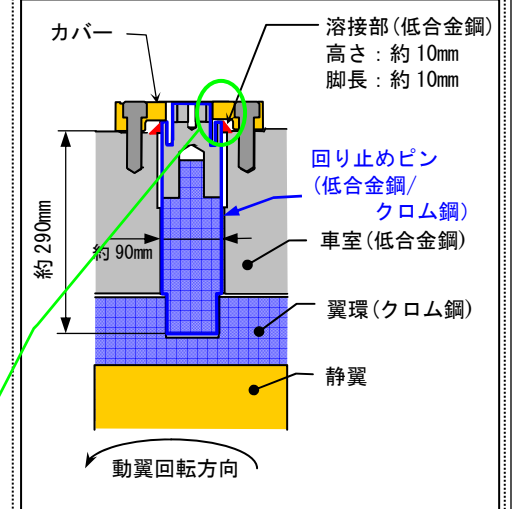
④上部車室（制御装置側）空気抜き穴閉止栓



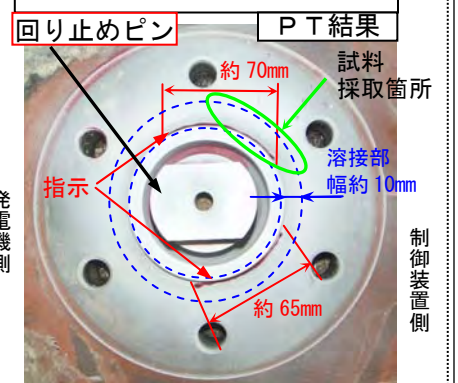
④ 空気抜き穴閉止栓



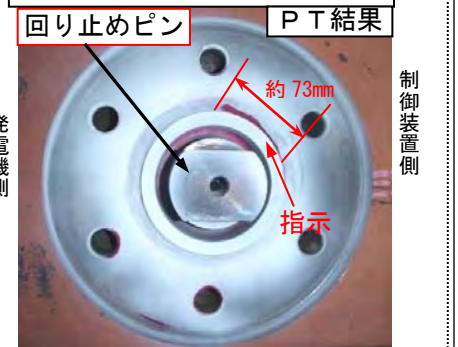
① ② ③ 回り止めピン



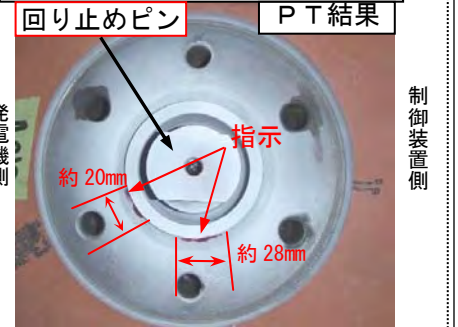
①上部車室（発電機側）回り止めピン



②下部車室（発電機側）回り止めピン



③下部車室（制御装置側）回り止めピン



概 要

- 第 16 回定期検査中で、原子炉起動に向けて準備中のところ、7 月 21 日にタービン動補助給水ポンプ※¹の試運転のため、同ポンプ起動用の蒸気入口弁（電動）※²A および B を開操作したところ、「タービン動補助給水ポンプ直流電動弁過負荷」警報が発報した。
 - 現場を確認したところ、入口弁 B は全開になっていたが、入口弁 A は弁開度が約 6 % で停止し、入口弁駆動用電源盤内の入口弁 A の過負荷継電器に一部焦げ跡が認められた。
 - このため、入口弁 A の動作不良について原因調査を実施するとともに、電動機等の取り替えを行った。
 - 本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。
- ※ 1 原子炉停止後に崩壊熱を確実に除去する目的で、2 次主冷却系統とは独立して蒸気発生器に水を供給する補助給水系統（電動補助給水ポンプ 2 台およびタービン動補助給水ポンプ 1 台）がある。
- ※ 2 タービン動補助給水ポンプは、電動補助給水ポンプが自動起動しない場合や、蒸気発生器の水位が異常に低下した信号により、駆動用蒸気（蒸気発生器で発生している蒸気）の弁を開くことで自動起動する。

点検・調査結果

- 弁駆動用電動機を分解点検した結果、整流子のブラシとの摺動部が一部溶けて変形していた。
- 電動機に取付けられている電磁ブレーキを分解点検したところ、ブレーキ板に貼り付けられていた摩擦板が脱落し、ブレーキ板と制動板との隙間に挟み込まれる位置にあった。
- 焦げ跡の認められた過負荷継電器では通電部が溶断していた。

推定原因

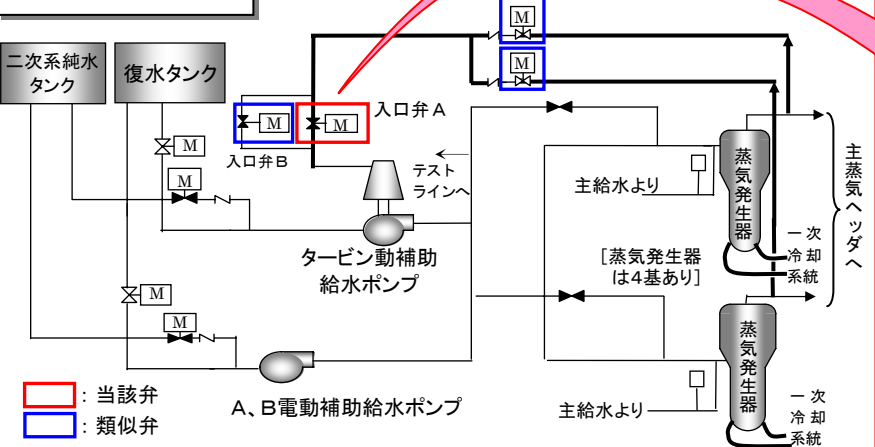
- 当該弁の電動機は運転開始以降使用しており、使用に伴い摩擦板を固定している接着性能が低下し、ブレーキ板から脱落したものと推定された。
- 今回当該弁を開操作した際、脱落した摩擦板がブレーキ板と制動板との隙間に挟まり、強く制動させたことから、電動機が拘束され、弁の動作不良に至ったものと推定された。
- また、開動作中に電動機が拘束されたため、継続して大きな電流が流れ、過負荷継電器の一部が溶断したものと推定された。

対 策

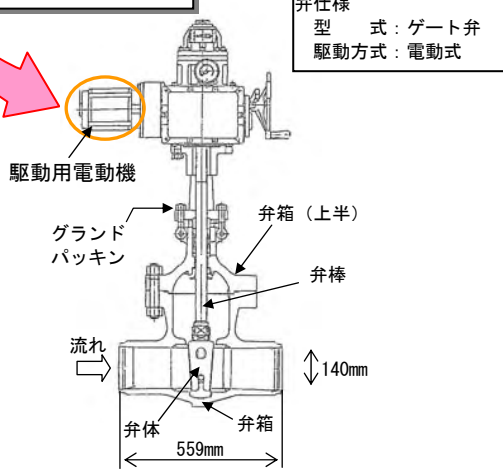
- 当該弁の電動機および過負荷継電器等を新品に取り替えた。
- 点検頻度を見直し、4 定期検査に 1 回の頻度で電磁ブレーキの健全性を確認するとともに、1 2 定期検査に 1 回の頻度で電磁ブレーキを交換することとする。
- 類似弁の電動機 3 台について、新品の電磁ブレーキに取り替えた。

状 況 図

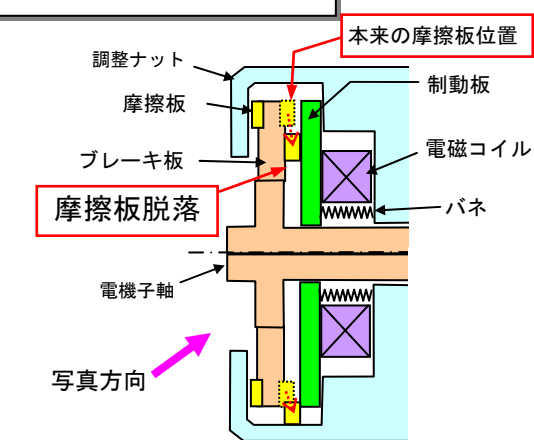
補助給水系概略図



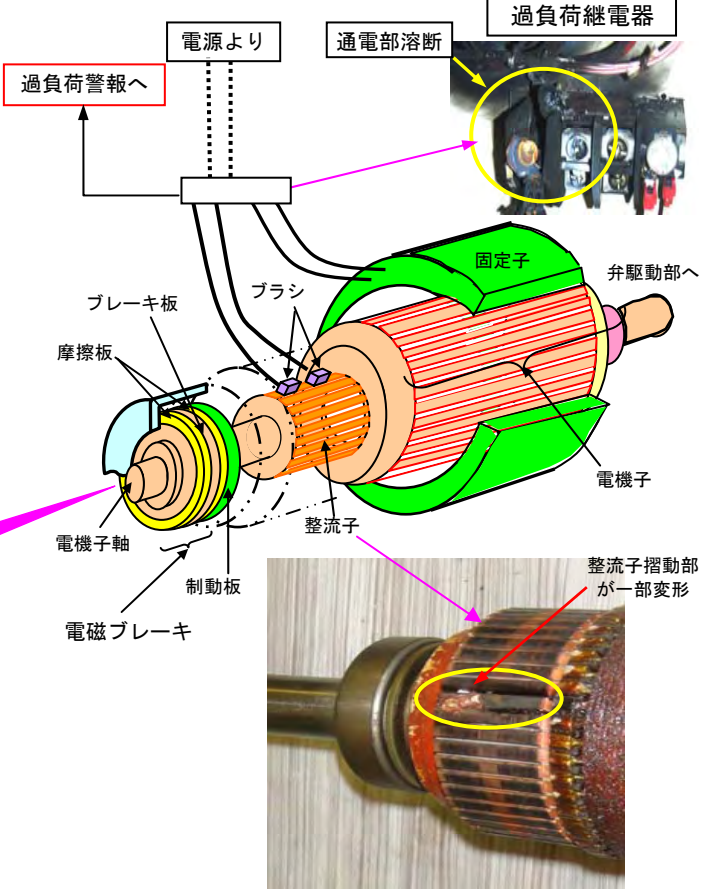
入口弁断面



弁駆動用電動機調査結果

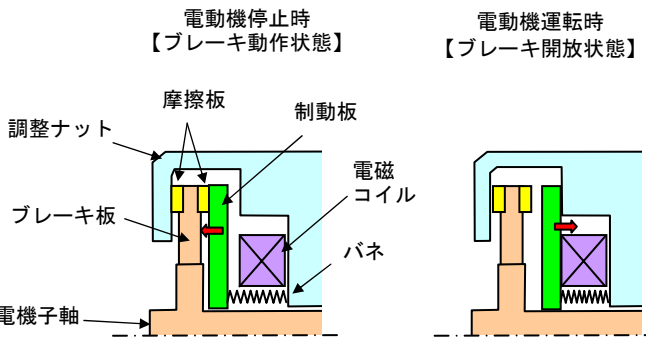


健全な摩擦板



【電磁ブレーキ原理】

- 摩擦板は、ブレーキ板に接着されており、電機子軸と共に回転する。
- 電動機停止時は電磁コイルの通電が無くなり、バネ力で、制動板が摩擦板に押し付けられ、ブレーキがかかる。
- 電動機運転時は電磁コイルの通電により制動板がコイルに引きつけられ、ブレーキが外れる。



事象の状況

定格熱出力一定運転中の平成20年8月6日、定例(3回/週)の1次冷却材中のヨウ素131濃度測定を行った結果、前回の測定値(約0.6Bq/cm³)を若干上回る値(約0.8Bq/cm³)を確認した。このため、翌7日に、化学体積制御系統にある冷却材脱塩塔を切り替えたところ、ヨウ素131濃度は低下した。

その後、8月18日の定例測定でヨウ素131濃度の上昇が認められ、翌19日の測定でもヨウ素131濃度の上昇(約1.1Bq/cm³)が認められたことから、燃料集合体に漏えい※1が発生した疑いがあるものと判断した。

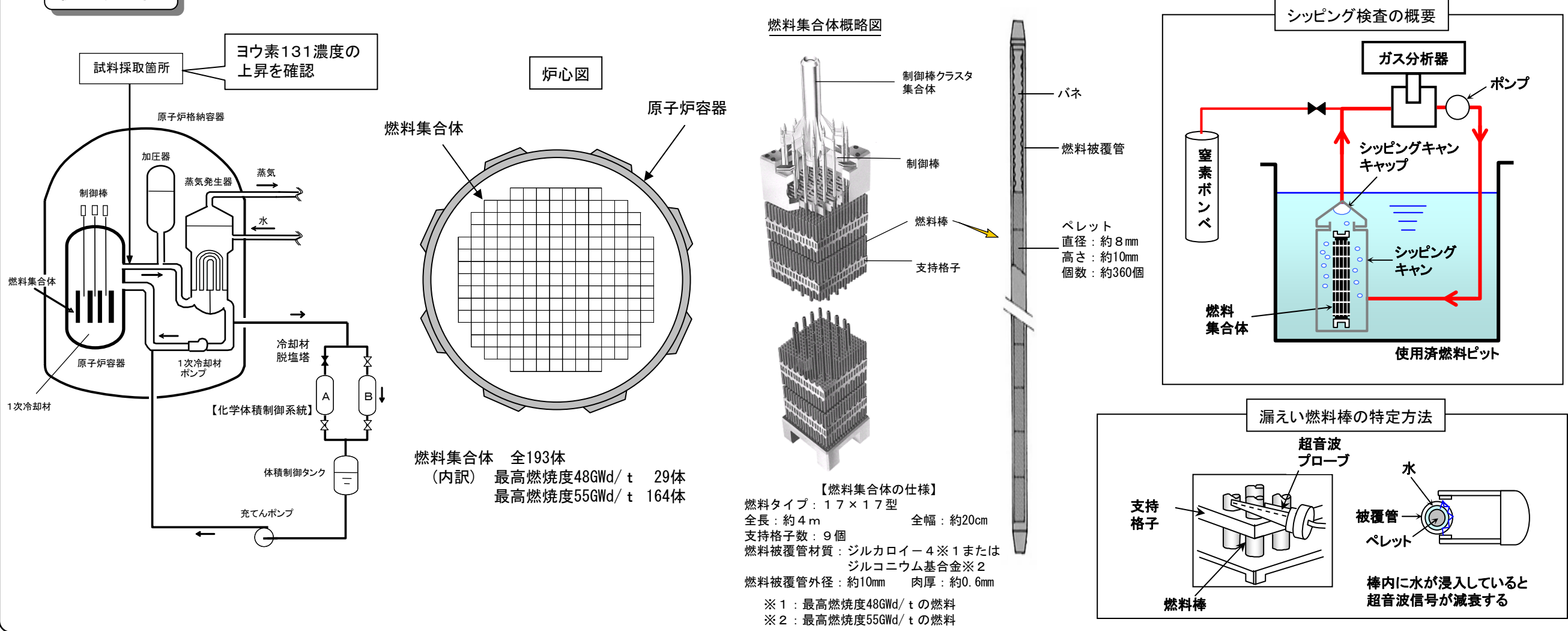
ヨウ素131濃度は、保安規定に定められた運転上の制限値(40,000 Bq/cm³)に比べて十分低く、発電所の運転および環境安全上の問題はないと判断されることから、1次冷却材中の放射能濃度測定頻度を上げて監視を強化し、運転を継続していたが、放射性廃棄物の放出抑制の観点から、第12回定期検査を約2日間前倒して、9月9日から開始した。

現在実施中の定期検査において、炉心に装荷されていた燃料集合体の全数(193体)について、 SHIPPING 検査※2 を実施し、漏えいが確認された燃料集合体については漏えい燃料棒を特定して外観点検を実施する予定である。

なお、漏えいが確認された燃料集合体について、今後、使用しない。
この事象による、環境への放射能の影響はなかった。

- ※1: 燃料ペレットを収納している燃料被覆管から漏えいがあると、燃料被覆管内のヨウ素131が1次冷却材中に放出される。
このため、1次冷却材中のヨウ素131濃度の変化から、漏えいの有無を判断している。
- ※2: 漏えい燃料集合体から漏れ出てくる核分裂生成物(キセノン133)を検出し、バックグラウンドと比較することにより、漏えい燃料集合体かどうかを判断する検査。

状況図



概要

平成20年9月9日、原子炉補助建物の屋上に設置している屋外排気ダクトの計画的な補修のため、鋼板塗装などの作業を行っていたところ、当該屋外排気ダクト※に腐食孔(縦約1cm、横約2cm)があることを確認した。
このため、アルミ材の補修テープにより屋外排気ダクトの腐食孔を塞ぐ応急処置を行った。
なお、本事象による周辺環境への影響はない。

※:材質:炭素鋼 板厚:6mm 約2.5m×約2.5mの角型ダクト

調査状況

- ① ダクト腐食孔等を切り出したサンプル※調査の結果、外面から減肉しており、減肉部の表面に塩素及び酸化物が認められた。
- ② 外観点検の結果、切り出した箇所以外には、貫通孔は確認されなかった。

※:切り出し箇所は、当て板を冷間溶着材で固定し塞ぐ処置を実施。

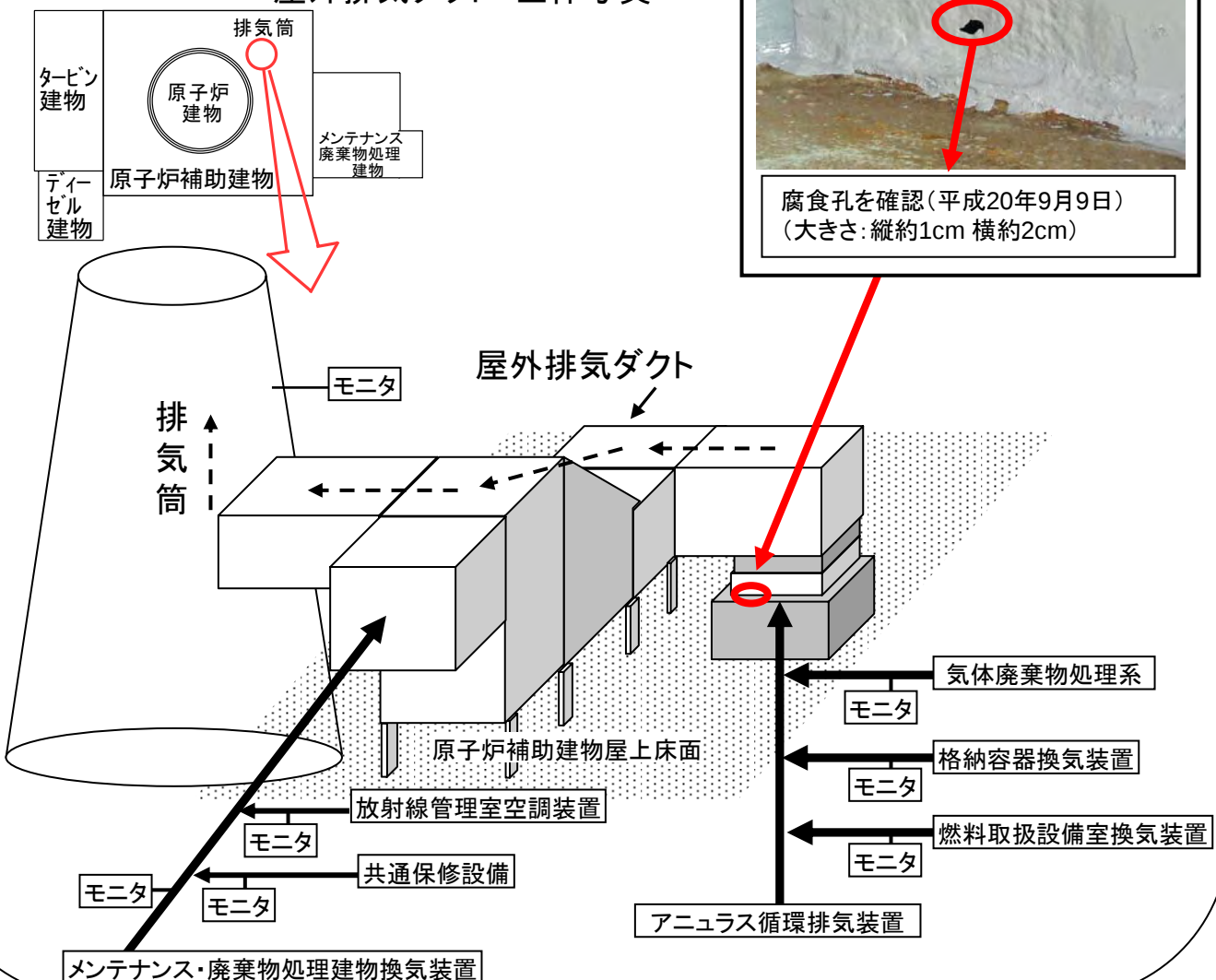
対策

調査結果を踏まえ、検討を行い対策を講じる。

屋外排気ダクトの腐食孔の状況について



屋外排気ダクト 全体写真



事象の状況

平成20年9月8日9時45分頃、大飯発電所3、4号機共用の海水淡水化装置※1建屋において、作業員が、滅菌タンクに次亜塩素酸ソーダ※2を投入後、滅菌タンク横の水位計を確認するために、空のポリ容器（10リットル容器）を右手に、作業手順書を左手に持って踏み台を降りていたところ、足元を滑らせ床面に転倒し、左肘を打ち付け負傷した。外傷および出血はなかったが左肘に痛みがあるため、当該作業員を病院へ搬送し、診察を受けた結果、左肘負傷により9月中は就労できず3ヶ月間の加療を要する見込みと診断された。

※1: 海水淡水化装置

発電所用水確保のため、海水から淡水（真水）を生産するための装置。（非管理区域）

※2: 次亜塩素酸ソーダ

一般に飲料水に使われる滅菌用の薬品

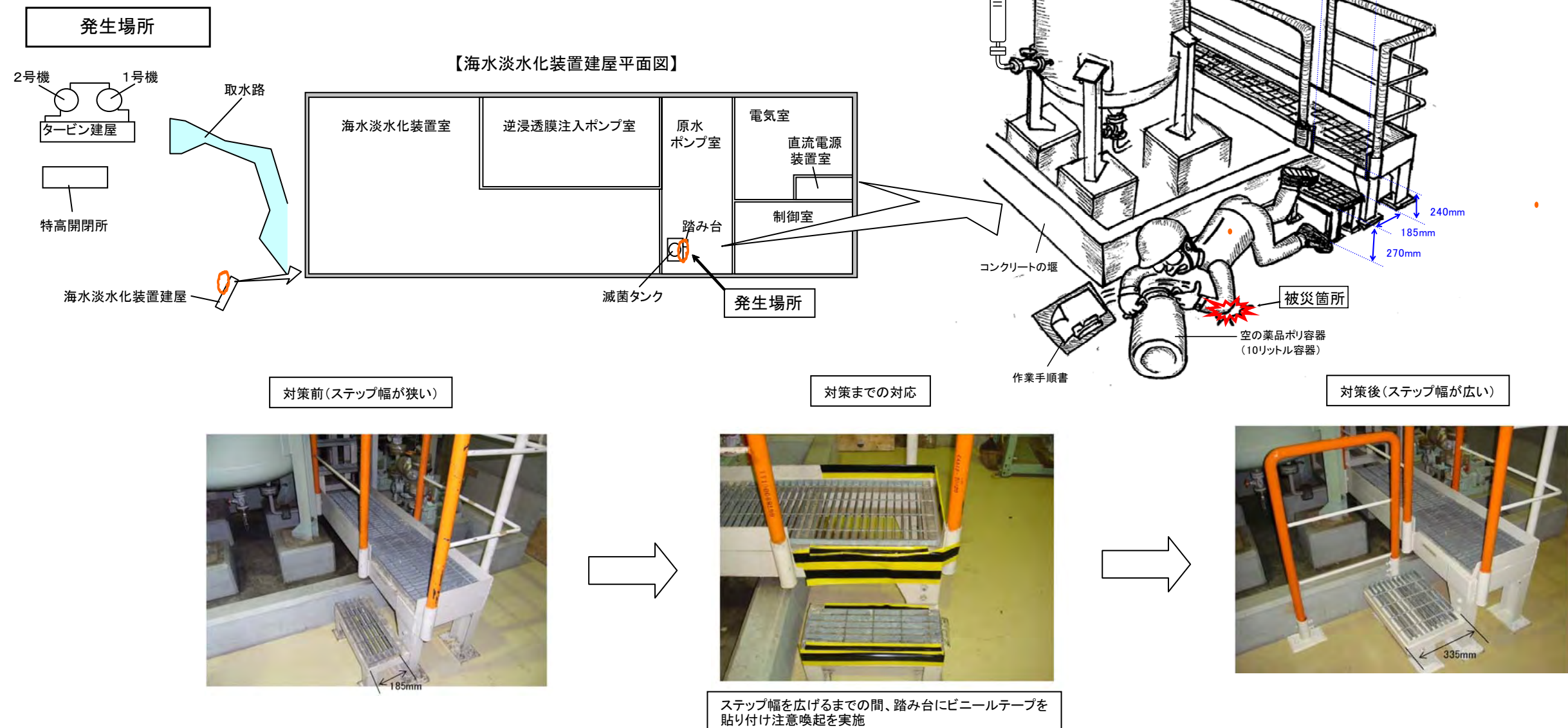
推定原因

- 踏み台のステップ幅が十分でなく踏み外す可能性のある構造であった。
- 踏み台を降りる際に、右手にもっていたポリ容器により足元が見えにくい状態であった。

対策

- 当該踏み台のステップ幅を広げ滑りにくい大きさにした。
なお、ステップ幅を広げるまでの間は、踏み台に目立つビニールテープを貼り付け注意喚起を行なった。
- 本事例に基づく注意喚起文書を作成し、当社社員および協力会社社員に慣れた作業にも危険要因が潜んでいることを周知し、階段等昇降時の足元の確実な確認を徹底した。
- 危険要因への感受性を高めるための危険予知活動の活性化を継続して実施する。

発生状況の概要



平成20年10月 9 日
原子力安全対策課
(2 0 - 6 3)
<15時記者発表>

大飯発電所3，4号機の低圧／高圧タービン取替計画に係る事前了解願いについて

本日、関西電力株式会社から、大飯発電所3，4号機の低圧／高圧タービン取替計画について、「原子力発電所周辺環境の安全確保等に関する協定書」第3条第2項に基づき、事前了解願いが提出された。

県としては、この計画について、地元おおい町の意見も十分踏まえ、安全の確保を最優先に対処していく。

〈事前了解願いの概要〉

海外で発生した低圧タービン円板の翼取付部での応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全対策として、低圧タービンについて全一体ロータの採用や材料の強度変更等により、応力腐食割れに対する耐性の向上を図った最新型に取替える。

また、高圧タービンについても、信頼性向上の観点から低圧タービンと併せて取り替える。

なお、今回の蒸気タービンは最新の設計手法を用いることにより、タービンの効率が向上し、定格熱出力一定運転において、電気出力が最大約4％上昇する。

問い合わせ先(担当：吉田)
内線2352・直通0776(20)0314

大飯発電所 3, 4 号機の低圧／高圧タービン取替計画

1. 取替理由

海外で発生した低圧タービン円板での応力腐食割れ（以下、「S C C」という。）事象に鑑み、予防保全対策として、低圧タービンを材料の強度変更や、全一体型ロータ構造の採用等、信頼性の向上を図った最新型の蒸気タービンに取替える。

また、高圧タービンについても、信頼性向上の観点から低圧タービンと併せて取り替える。

2. 取替内容

（1）低圧タービン

低圧タービン（3 基）は、動翼を取り付けている円板部の材料として S C C に対する感受性が低い材料を使用した全一体型ロータを採用する。

また、最新設計を用いた完全 3 次元流体設計翼※および長翼化した最終翼等を採用する。

（2）高圧タービン

高圧タービン（1 基）は、外部車室、翼環を耐食性に優れた材質に変更するとともに、振動応力を低減した翼を採用することにより、信頼性の向上を図る。

また、最新設計の 3 次元流体設計翼※等を採用する。

今回の取替えに伴い、タービン性能の効率が向上することにより、従来から実施している原子炉定格熱出力一定運転において、電気出力が最大約 4 % 上昇する。（図－1、2 参照）

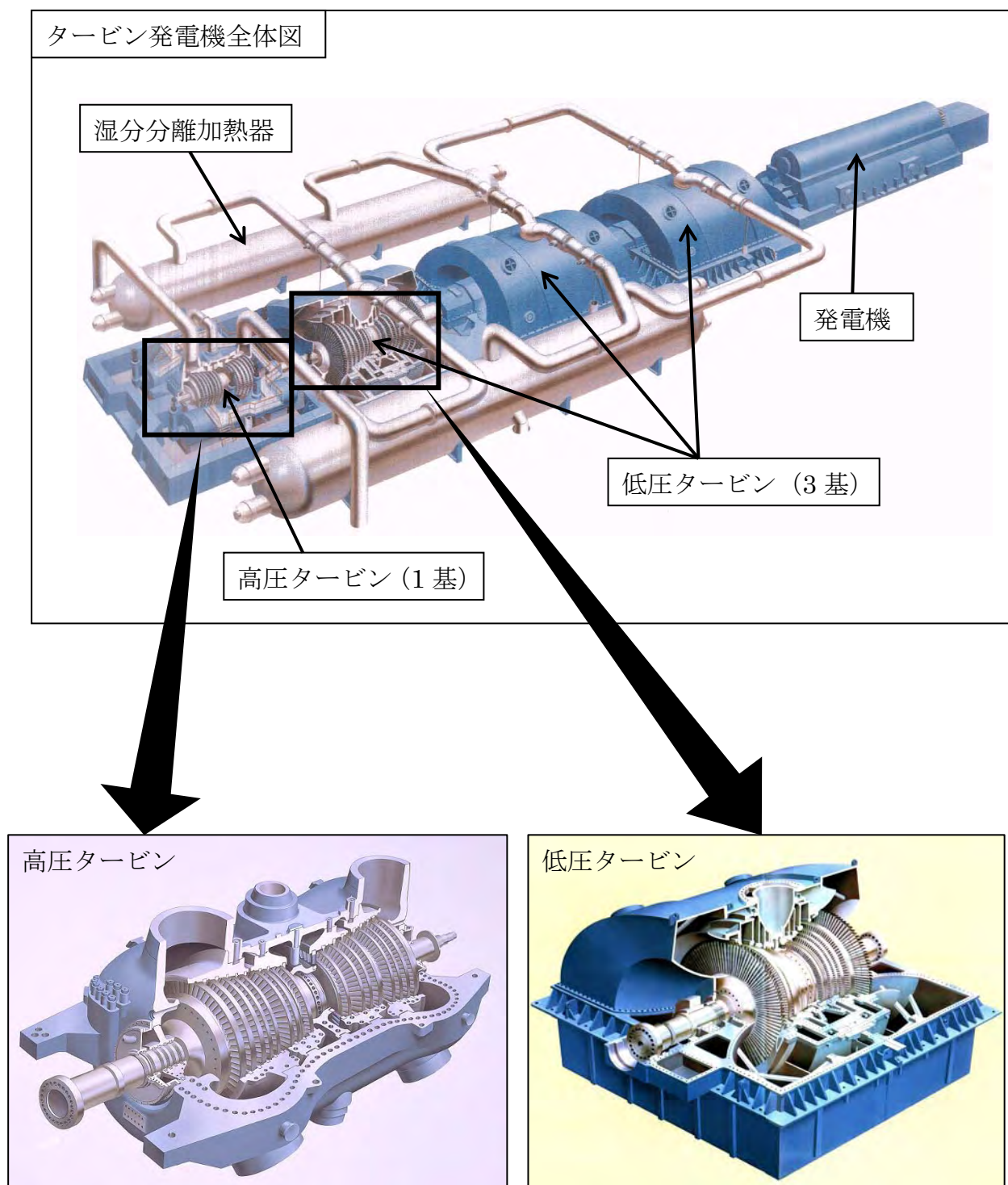
※ 翼を通過する蒸気の流れによる損失を抑えるとともに、振動応力を低減させるよう設計した翼

3. 工事計画

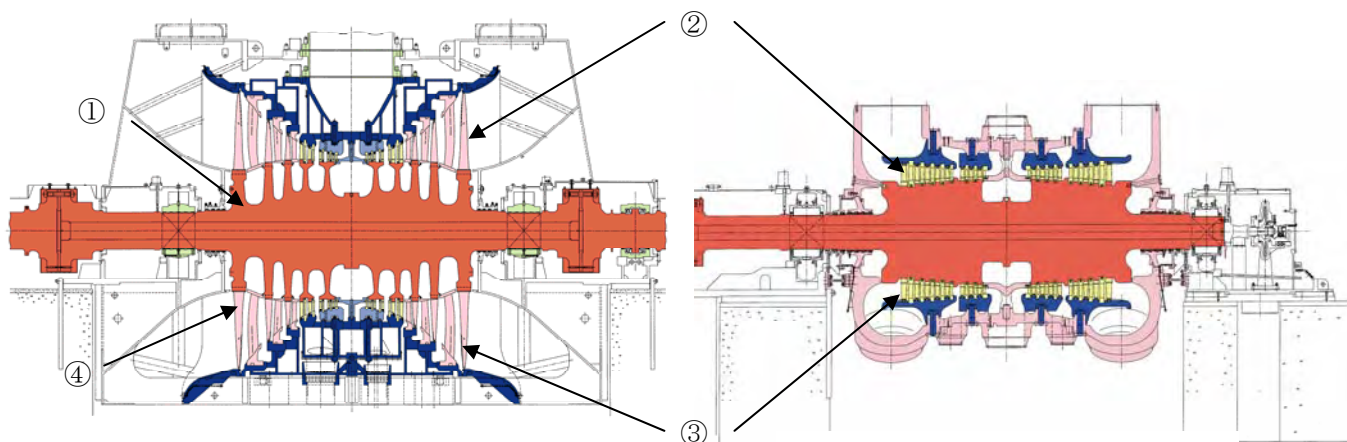
3 号機：第 1 5 回定期検査時（平成 2 2 年 9 月開始予定）

4 号機：第 1 4 回定期検査時（平成 2 3 年 5 月開始予定）

蒸気タービン発電機概要図



低圧／高圧タービン取替計画概要図



主要取替部品（低圧タービン）

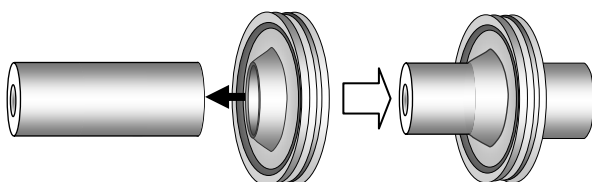
	・・・ 低圧ロータ		・・・ 内部車室
	・・・ 最終翼群		・・・ 上流段翼
	・・・ 翼環		・・・ その他

主要取替部品（高圧タービン）

	・・・ 高圧ロータ		・・・ 翼環
	・・・ 翼		・・・ 外部車室

①全一体ロータの採用（SCC 予防保全対策）

・SCC 感受性が低い低強度材（降伏応力の低い材料）を使用した全一体ロータを採用



【円板を加熱後、軸に挿入した
ロータ（焼きばめ）】

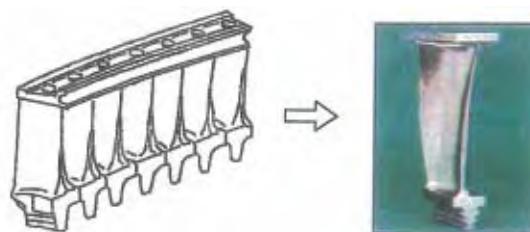
【軸と円板を一体
成型したロータ】

【取替前】

【取替後】

②完全 3 次元流体設計翼の採用（効率向上技術）

・従来の平行翼から 3 次元形状とすることにより、翼を通過する蒸気の流れにより発生する損失を低減



③ISB 翼の採用（信頼性向上技術）

・遠心力による翼の振り戻りを利用してかみ合わせた全周綴り構造の採用により、振動応力を低減

（ISB：Integral Shroud Blade）



④最終翼の長大化（信頼性/効率向上技術）

：44 インチ→54 インチ

・最終段動翼を長大化し、
蒸気流速を減速させることで、
翼振動応力を低減
・最終段動翼を長大化し、
排気損失を低減



44 インチ翼 54 インチ翼