平成20年８月１日
原子力安全対策課
（２０－３１）
＜14時記者発表＞

敦賀発電所２号機の原子炉起動と調整運転の開始について
（第１６回定期検査）

このことについて、日本原子力発電株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

敦賀発電所２号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力116.0万ｋＷ）は、平成19年８月26日から第16回定期検査※1を実施しているが、平成20年８月３日に原子炉を起動し、同日臨界となる予定である。

その後、諸試験を実施し、８月６日から12日頃※2に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、９月上旬には経済産業省の最終検査を受けて営業運転を再開する予定である。

※１　平成19年度当初、定期検査開始時期を平成19年９月上旬としていたが、発電設備の総点検結果を踏まえた国の特別な検査に対応するため、同年７月下旬開始に変更した。その後、新潟県中越沖地震の発生に伴い、作業員の確保が困難となったことから、同年８月26日から開始した。
　また、定期検査開始時には、平成19年12月中旬に発電を再開し、平成20年１月中旬に定期検査を終了する予定であったが、蒸気発生器入口管台溶接部での傷およびタービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良の原因調査および対策のため、定期検査期間を延長した。

※２　タービンバランシング作業（調整運転開始前にタービンの回転数を上昇させて振動を測定し、振動が大きい場合には、タービン車軸にバランスウエイトを取り付け、振動が小さくなるように調整する作業）実施の有無により、調整運転の開始日が前後する。

１　主要工事等

(1) 原子炉容器上部ふた取替工事　　**（添付－１、図－１参照）**

国内外で発生した原子炉容器上部ふた管台からの１次冷却材漏えい事象を踏まえ、長期的な健全性維持を図るため、材料を変更するなどの改良を施した新しい上部ふたに取り替えた。

旧上部ふたについては、新設した原子炉容器上部ふた保管庫に保管した。

(2) 蒸気タービン取替工事　　**（添付－２、図－２参照）**

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、材料の変更や全一体型ロータ構造の採用等により信頼性の向上を図った低圧タービンに取り替えた。

また、蒸気タービン点検時の保守性向上の観点から、高圧タービンを取り替えた。

なお、タービン取替工事において、低圧タービン同士を接続するためのボルト穴の位置がわずかにずれて加工されていたため、再加工を実施した。

(3) 耐震裕度向上工事　　**（図－３参照）**

設備の耐震裕度を一層向上させるため、加圧器逃がし配管の支持構造物を強化した。また、安全注入系、余熱除去系等の配管の支持構造物の強化を追加で実施した。

(4) 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る予防保全工事

（図－４、図－９参照）

国内外ＰＷＲプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全として溶接部表面の残留応力を低減させるため、600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器の冷却材出入口管台について、ウォータージェットピーニング工事※3を施工し、Ｂ，Ｃ－蒸気発生器の出口管台およびＡ，Ｄ－蒸気発生器出入口管台については、ショットピーニング※3を施工した。また、加圧器サージ用管台については、レーザー外面照射応力改善工事※4を実施した。

なお、Ａ，Ｂ，Ｃ－蒸気発生器入口管台溶接部については、ショットピーニング施工前の渦流探傷試験で応力腐食割れによる傷が認められたことから、Ａ号機は配管内面を薄く削って微細な傷を除去した後、ショットピーニング工事を行い、Ｂ，Ｃ号機は、傷を切削除去した後、耐食性に優れた690系ニッケル基合金で表面肉盛溶接を行った。（５ページの７(1)参照）

※３　金属表面の引張り残留応力を圧縮応力に変化させる工法として、金属表面に高圧ジェット水を吹き付ける工法（ウォータージェットピーニング）、また金属表面に金属の玉を高速度で叩き付ける工法（ショットピーニング）を実施。

※４　配管外面にレーザーを照射して、配管内外面に温度差を与えることにより、配管内面の引張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

(5) 原子炉容器供用期間中検査　　**（図－５参照）**

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器胴部および１次冷却材出入口管台の溶接部について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

(1) １次冷却材配管内構造物の流体振動対策工事　　（図－６参照）

流体振動に関する新しい技術基準※5を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物の評価を行った結果、流体振動が発生する可能性がある１次冷却材系統の温度計ウェル８本について、１次系冷却材配管への差込部の隙間をなくした形状のものに取り替えた。

※５　各電力事業者においては、平成７年12月の「もんじゅ」事故を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物について、当時の知見をもとに評価を行い、流体振動が発生しないことを確認していた。その後、日本機械学会において「配管内円柱状構造物の流力振動評価指針」が整備され、平成18年１月より技術基準として適用されたことを受けて、改めて保守的な評価を実施した。

(2) 高サイクル熱疲労割れの対策工事　　（図－７参照）

国内ＰＷＲプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる疲労）を踏まえ、ＡおよびＢ余熱除去冷却器バイパスライン合流部の２箇所について、応力集中が小さい溶接形状のものに取り替えた。

また、ほう酸注入系の４箇所および１次冷却材系統ドレンラインの１箇所について、温度ゆらぎを抑制するため配管ルートを変更した。

(3) ２次系配管の点検等　　（図－８参照）

①日本原子力発電㈱が定めた「配管肉厚管理手引書」に基づき、２次系配管 4,484箇所※6について超音波検査（肉厚測定）を実施した結果、必要最小厚さを下回る箇所および次回定期検査までに必要最小厚さを下回る可能性があると評価された箇所はなかった。

※６　定期検査開始時の計画では、1,884箇所の超音波検査を実施する予定であったが、下記の点について見直し、合計2,600箇所が追加となった。

・未点検部位の追加 ……	7 箇所
・スケルトン図と現場との照合結果による追加 ……	13 箇所
・日本機械学会の技術規格の策定(H19.3)を受けた追加 ……	61 箇所
・保安院の指示文書(H19.11)を受けた追加 ……	32 箇所
・海生物流入量増加に伴う出力抑制運転を踏まえた追加 ……	37 箇所
・他プラントの減肉事象を踏まえた追加 ……	2,450 箇所
合計	2,600 箇所

②今定期検査開始時には249箇所の配管取替えを計画していたが、配管取替え時の作業性や今後の保守作業を考慮して215箇所を追加し、合計464箇所を、耐食性に優れたステンレス鋼や低合金鋼の配管に取り替えた。

(4) プロセスモニタ取替工事

設備信頼性維持の観点およびＧＭ管検出器の生産中止に伴う対応として、プロセスモニタの操作パネル取り替えにあわせて、１次冷却材連続モニタ、復水器排ガスモニタ、蒸気発生器ブローダウン水モニタ

を新品に取り替えた。

3　蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

４台ある蒸気発生器の伝熱管全数（既施栓管を除く13,049本）について、渦流探傷検査を実施した結果、異常は認められなかった。

4　燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 193体のうち、69体（うち60体は新燃料集合体）を取り替えた。

また、再度使用する燃料集合体（８体）の外観検査を実施した結果、異常は認められなかった。

5　発電設備の総点検結果を踏まえた特別な検査への対応

発電設備の総点検結果を踏まえた特別な検査に対応するため、国などの立会いのもと以下の検査を行った。

・「格納容器漏えい率検査における均圧弁の不正操作」を踏まえ、原子炉格納容器全体漏えい率検査を追加で行い、エアロック均圧弁や系統隔離弁の状態等を検査前および検査中に現場で確認するなど、厳格な検査を実施した。
・「１次冷却材の微少漏えい事象発生時期の隠ぺい」を踏まえ、１次冷却材の微少漏えい事象が発生した化学体積制御系の当該配管およびその他クラス１，２，３機器の供用期間中検査について、通常は10年周期で順次行う漏えい検査を全ての配管・機器について実施するとともに、現場で確認するなど、厳格な検査を実施した。
・「非常用ディーゼル発電機のガスケット交換工事に際しての他系統作動の未確認」を踏まえ、当該配管漏えい検査や非常用ディーゼル発電機に係る検査を現場で確認するなど、厳格な検査を実施した。

6　次回定期検査の予定

平成21年　秋頃

7　定期検査中に発生した安全協定に基づく異常事象

(1) 蒸気発生器入口管台溶接部での傷　　（図－９参照）

今定期検査において、蒸気発生器（全４台）の１次冷却材入口および出口管台の600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れ予防保全工事としてショットピーニング工事を計画しており、事前に当該溶接部内面について渦流探傷試験を実施したところ、Ａ，ＢおよびＣ号機の入口管台溶接部で有意な信号指示が合計29箇所認められた。有意な信号指示が認められた箇所について、超音波探傷試験を実施し、傷の深さを確認したところ、最大深さが約13mmと評価された。

詳細調査の結果、応力腐食割れに特有の結晶境界に沿った割れが認められ、応力腐食割れが発生する可能性のある引張り残留応力が確認されたことから、応力腐食割れが発生・進展したものと推定された。

対策として、Ａ号機は配管内面を薄く削って微細な傷を除去した後、ショットピーニング工事を行った。また、Ｂ，Ｃ号機は、傷を切削除去した後、耐食性に優れた690系ニッケル基合金で表面肉盛溶接を行った。

[平成19年10月18日、11月２日、平成20年２月４日　発表済]

(2) タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良　　（図－10参照）

原子炉起動に向けて準備中のところ、タービン動補助給水ポンプを試運転するため、同ポンプ駆動用蒸気の電動入口弁ＡおよびＢを「閉」から「開」にしたところ、過負荷警報が発報するとともに、入口弁Ａが途中で停止した。

調査したところ、過負荷継電器の通電部が溶断し、電動機の整流子摺動部には溶けて変形した跡が認められた。

[平成20年７月23日　発表済]

当該弁の電動機は、電動機の電源が切れると同時に電動機を停止させるブレーキが設置されており、ブレーキ板に貼り付けられた摩擦板を制動板が押し付けることにより制動するが、分解点検したところ、摩擦板が脱落し、ブレーキ板と制動板の間に挟まっていた。

このため、電動機の回転が拘束され、当該弁の動作不良に至ったものと推定された。

対策として、損傷した電動機および過負荷継電器等を新品に取り替える。

問い合わせ先(担当：吉田)
内線2352・直通0776(20)0314

（添付－１）

敦賀発電所２号機原子炉容器上部ふた取替工事の概要

１　概要

敦賀発電所２号機は、平成19年８月26日から開始した第16回定期検査において、原子炉容器上部ふた取替工事を実施した。

平成19年10月４日から12日に新上部ふたの原子炉格納容器内への搬入、10月21日から22日に旧上部ふたの搬出を行い、新上部ふたは平成20年６月24日から30日に原子炉容器へ据え付けた。

２　原子炉容器上部ふた取替工事の工程（実績）

取替工事の開始（原子炉容器開放開始）：平成19年８月27日
取替工事の終了（原子炉容器組立完了）：平成20年６月28日

３　原子炉容器上部ふたの技術的改善点　　（図－１参照）

新上部ふたは主要寸法等の仕様に変更はないが、管台の材料を変更し、耐腐食性の向上を図るなどの改善が行われている。

主な改善点は以下のとおりである。

項　　目	改　善　点	理　　由
管台の材料	690系ニッケル基合金に変更(旧ふたは600系ニッケル基合金)	耐腐食性向上
キャノピーシール	廃止	信頼性向上
フランジと鏡板の取合部	一体化による溶接部の廃止	信頼性向上
管台溶接部形状変更	溶接開先形状変更	溶接残留応力低減

４　旧原子炉容器上部ふたの保管

旧原子炉容器上部ふたは、保管容器内に収納した状態で、新設した原子炉容器上部ふた保管庫に保管している。

5　廃棄物の発生量

原子炉容器上部ふたの取替工事に伴い、上部ふた搬出入時の干渉物（コンクリート壁）などが放射性廃棄物として発生し、発生量は、旧上部ふたを除き、200リットルドラム缶に換算して約100本であった。

これらの廃棄物は、既設の廃棄物保管庫および原子炉容器上部ふた保管庫に保管している。

6　被ばく線量

約　０．１１　人・シーベルト

（参考）

原子炉容器上部ふた取替工事計画経緯

日本原子力発電株式会社は、県および敦賀市に安全協定に基づく「事前了解願い」を提出	H17．３．17
県および敦賀市は、国への手続きについて了承。日本原子力発電株式会社は、国に原子炉設置変更許可を申請	H17．７．28
国は、日本原子力発電株式会社に対し、原子炉設置変更許可	H17．12．15
県および敦賀市は、日本原子力発電株式会社に対し、安全協定に基づき事前了解	H18．２．２

（添付－２）

敦賀発電所２号機蒸気タービン取替工事の概要

１　概要

敦賀発電所２号機は、平成 19 年８月 26 日から開始した第 16 回定期検査において、蒸気タービン取替工事を実施した。

平成 19 年９月６日から 22 日に旧蒸気タービンのタービン建屋からの搬出、９月 25 日から 10 月 24 日に新蒸気タービンの搬入を行い、新蒸気タービンは平成 20 年２月 22 日から４月 10 日に据え付けた。

２　蒸気タービン取替工事の工程（実績）

取替工事の開始（旧蒸気タービン開放開始）：平成 19 年８月 27 日
取替工事の終了（新蒸気タービン組立完了）：平成 20 年４月 10 日

３　取替内容　（図－２参照）

（１）低圧タービン

動翼を取り付けている円板部の材料として応力腐食割れ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した。

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

（２）高圧タービン

タービン点検時の保守性向上（低圧タービンと高圧タービンとの脱着が容易な形状に変更する）の観点から取替えを行った。

また、最新設計の３次元流体設計翼※等を採用した。

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、電気出力が年平均で約３～４％上昇する。

※ 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

(参考)

蒸気タービン取替工事計画経緯

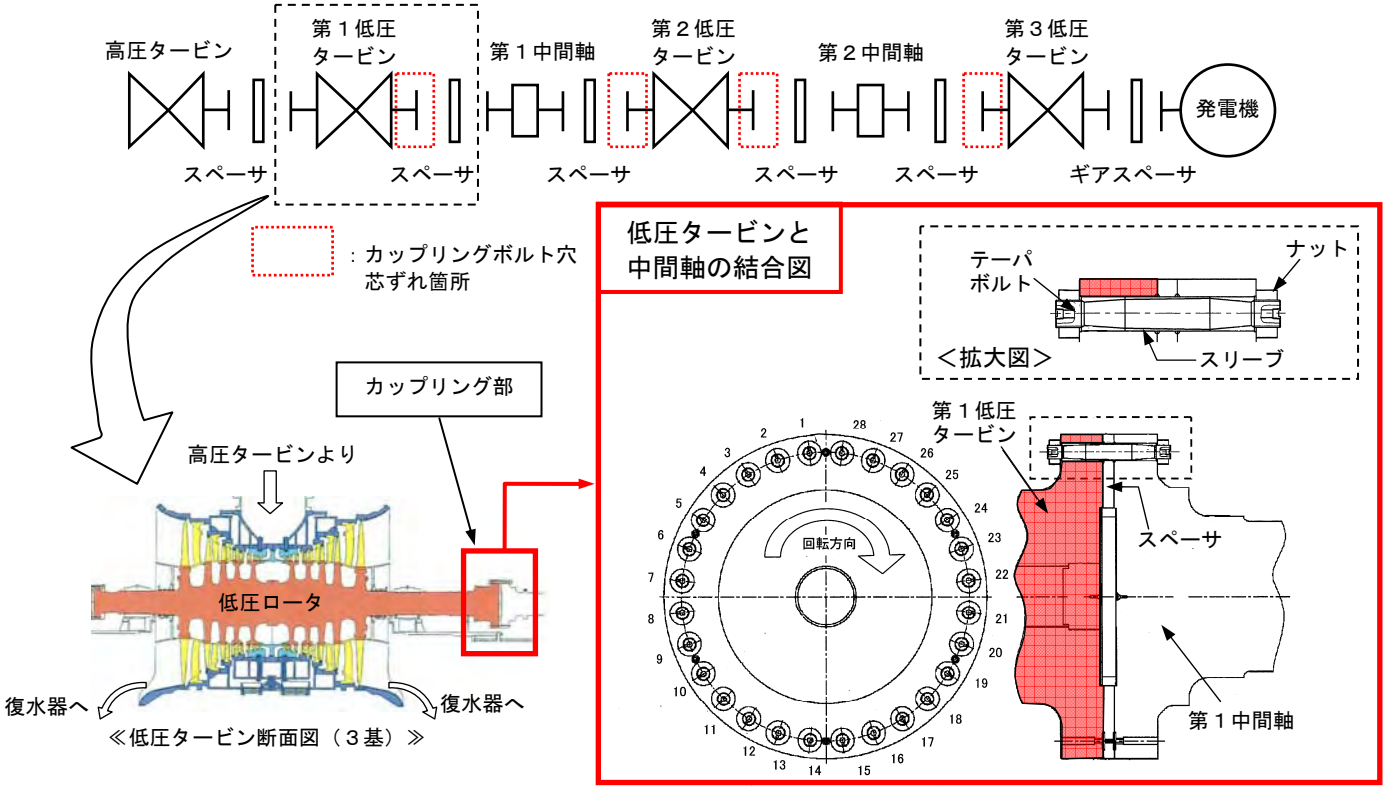
日本原子力発電株式会社は、県および敦賀市に安全協定に基づく「事前了解願い」を提出	H18．６．16
日本原子力発電株式会社は、国に工事計画届出書を提出	H18．６．28
国は、定格熱出力一定運転実施に伴う発電設備の健全性評価の確認結果について公表	H18．７．28
県および敦賀市は、日本原子力発電株式会社に対し、安全協定に基づき事前了解	H19．１．18

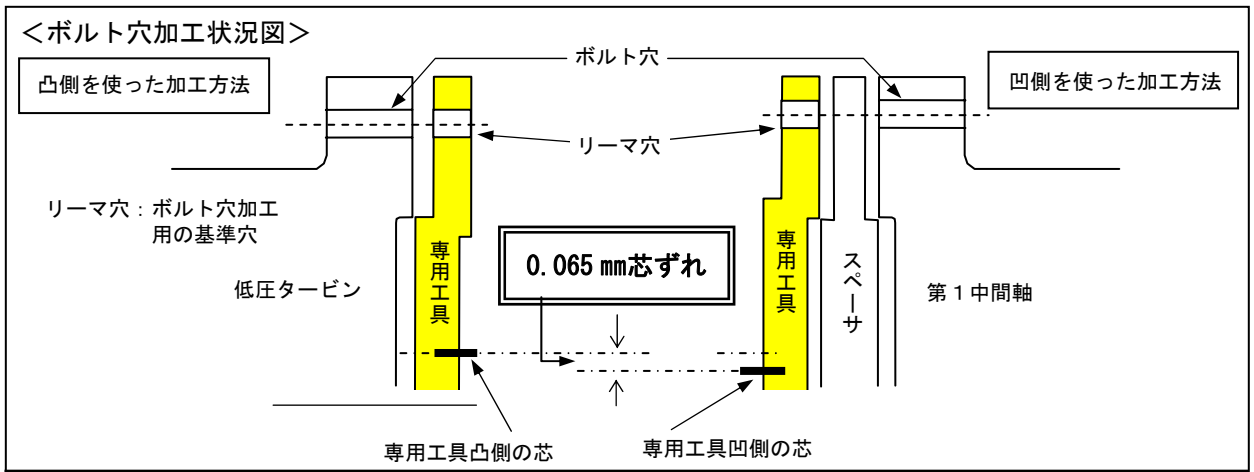
４　その他

タービンとタービンを結合する作業において、軸の振れが許容値を超えていることが確認された。

原因を調査したところ、工場でボルト穴を加工する際に使用した専用工具の中心が約 0.065mm ずれていることが確認された。

対策として、タービン接続部ボルト穴の直径を 80mm から 80.7mm に再加工して芯ずれを修正し、ボルト穴に挿入するスリーブ（金属製の筒）の厚さを厚いものとした。





＜芯ずれの発生原因＞

・専用工具の凹側の芯は専用工具自身の芯と同芯だが、専用工具の凸側の芯は専用工具自身の芯から 0.065mm ずれていた。

・今回、専用工具の凸側にて低圧タービンのボルト穴を加工したため、芯ずれが発生した。

原子炉容器上部ふた取替工事

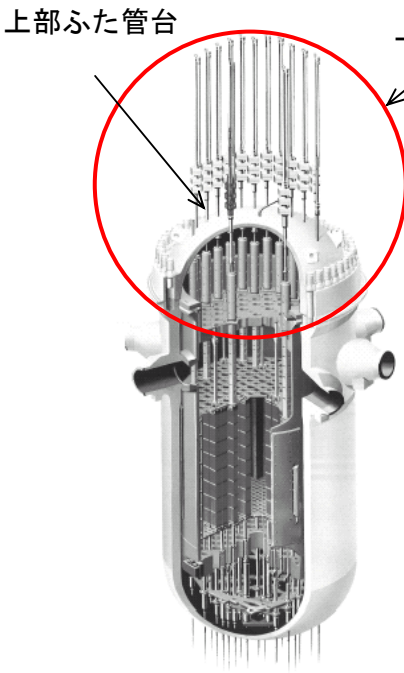
概　要

国内外で発生した原子炉容器上部ふた管台からの１次冷却材漏えい事象を踏まえ、長期的な信頼性維持を図るため、材料を変更するなどの改良を施した新しい上部ふたに取り替えました。

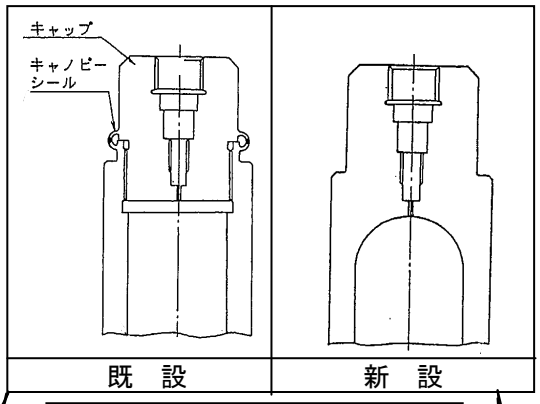
旧上部ふたについては、新設した原子炉容器上部ふた保管庫に保管しました。

【管台の配置及び本数】

上部ふた用管台名称	既　設	新　設
制御棒駆動装置	53	53
炉内熱電対（温度計測用）	4	4
予備	16	4
空気抜き	1	1
合　　計	74	62



【原子炉容器鳥瞰図】



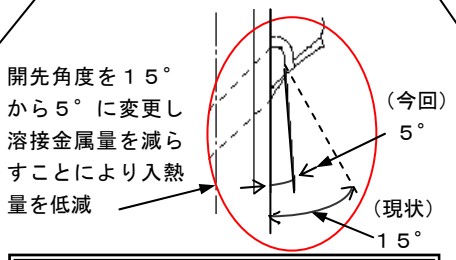
【概略寸法】

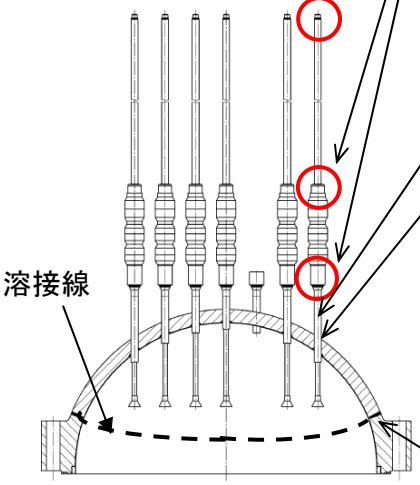
外径：約５．２ｍ
高さ：約８．２ｍ
厚さ：約１８ｃｍ
重量：約１００ﾄﾝ

キャノピーシール構造の廃止

管台母材及び
溶接金属材料変更
600系ニッケル基合金→690系ニッケル基合金

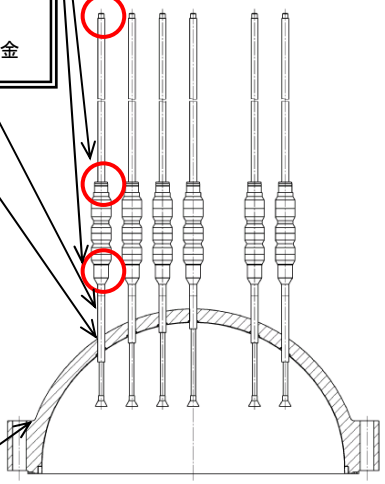
溶接部形状変更





【既設上部ふた構造概要】

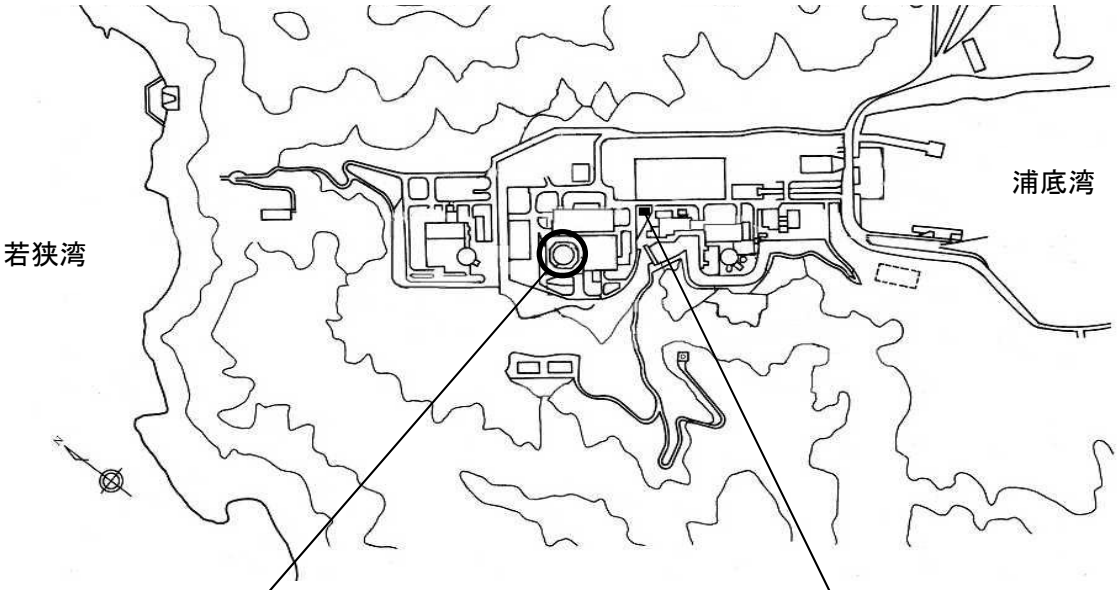
一体鍛造上部ふたの採用
（溶接線なし）
材料は、取替前後とも低合金鋼



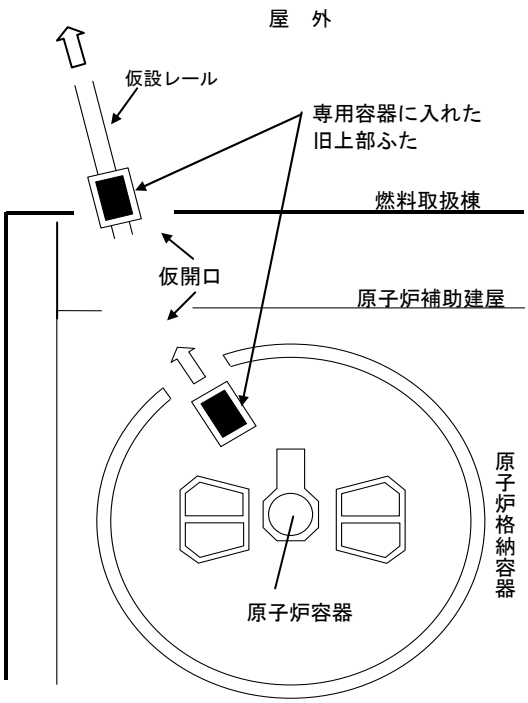
【新規上部ふた構造概要】

発電所全体配置図

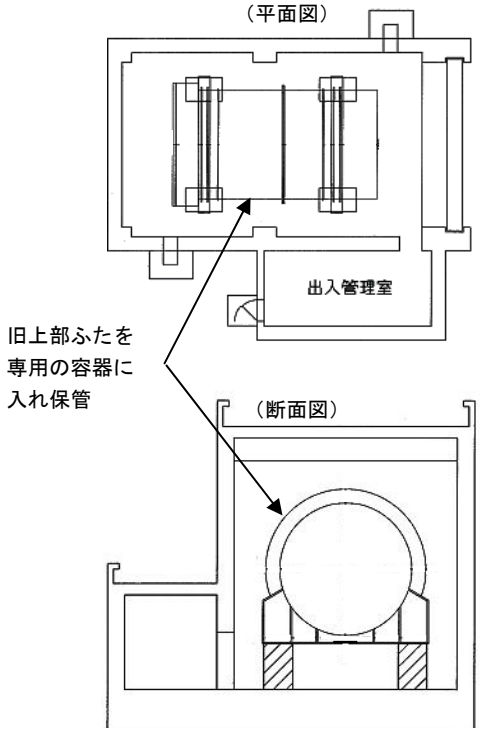
取替後の旧上部ふたについては、原子炉容器上部ふた保管庫内に保管しました。



原子炉建屋からの搬出



原子炉容器上部ふた保管庫（管理区域）

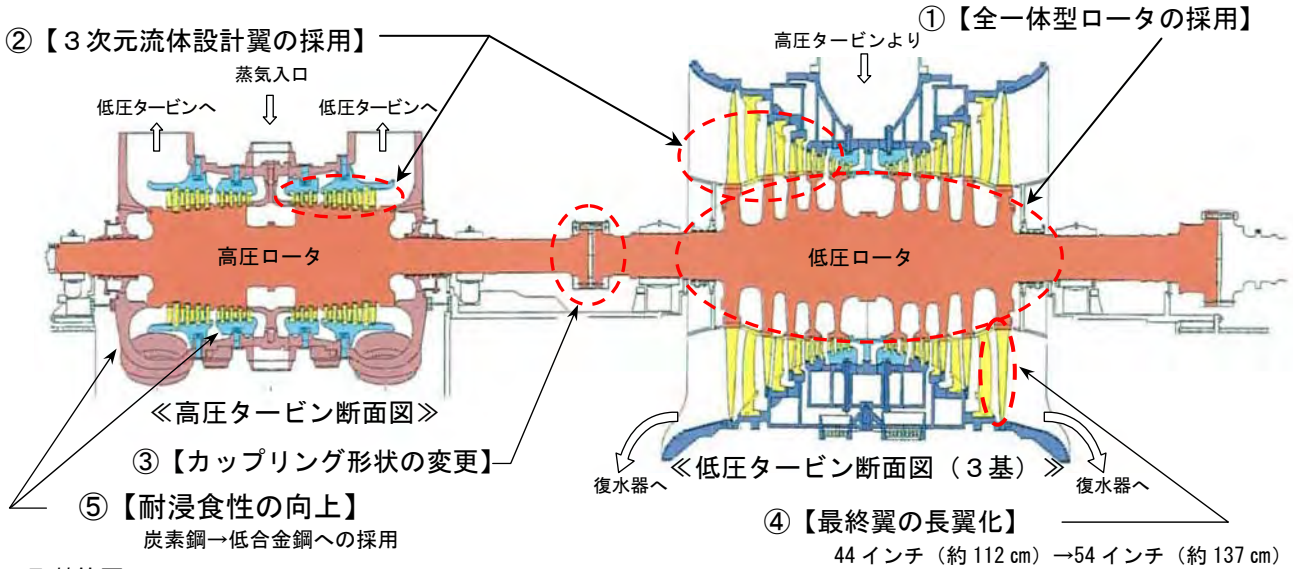


蒸気タービン取替工事

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、材料の変更や全一体型ロータ構造の採用等により信頼性の向上を図った低圧タービンに取り替えました。また、蒸気タービン点検時の保守性向上の観点から、高圧タービンを取り替えました。

なお、タービン取替工事において、低圧タービン同士を接続するためのボルト穴の位置がわずかにずれて加工されていたため、再加工を実施しました。



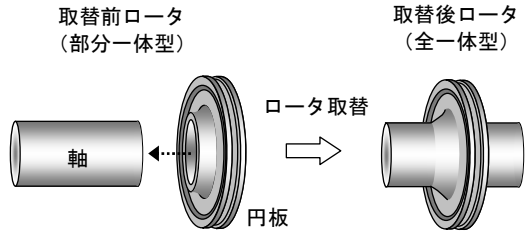
＜取替範囲＞

：低圧タービンロータ、高圧タービンロータ　：低圧タービン内部車室

：動・静翼　：翼環　：高圧タービン外部車室

［参考］
低圧ロータ全長：約 955 cm
低圧ロータ主軸軸受部直径：約 66 cm

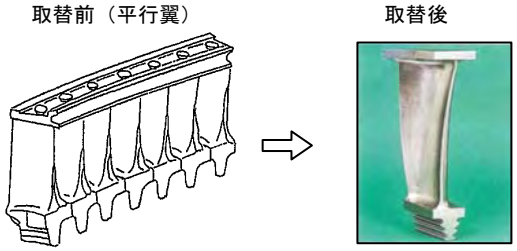
① 全一体型ロータの採用



円板を加熱後、軸に挿入し冷却する。（焼嵌め）

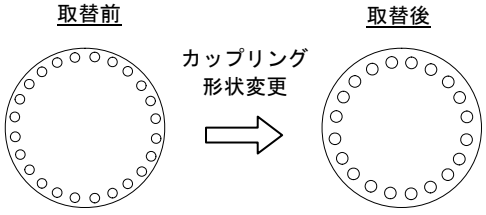
SCC感受性の低い材料の円板を軸と一体成型したロータとしました。

② ３次元流体設計翼の採用



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翼形状としました。

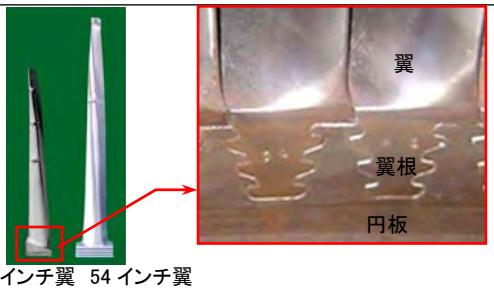
③ カップリング形状の変更



油圧で脱着可能なボルトを採用し保守性を向上させました。

	取替前	取替後
ボルト穴径	60㎜	73㎜
ボルト本数	24 本	20 本

④ 低圧タービン最終翼の長翼化



44 インチ翼　54 インチ翼

・最終翼を 54 インチ翼にすることにより、蒸気の通過流速を下げ、翼振動応力を低減させました。
・翼溝に発生する応力を低減させるため、翼溝及び翼根を大型化しました。

図－３

耐震裕度向上工事

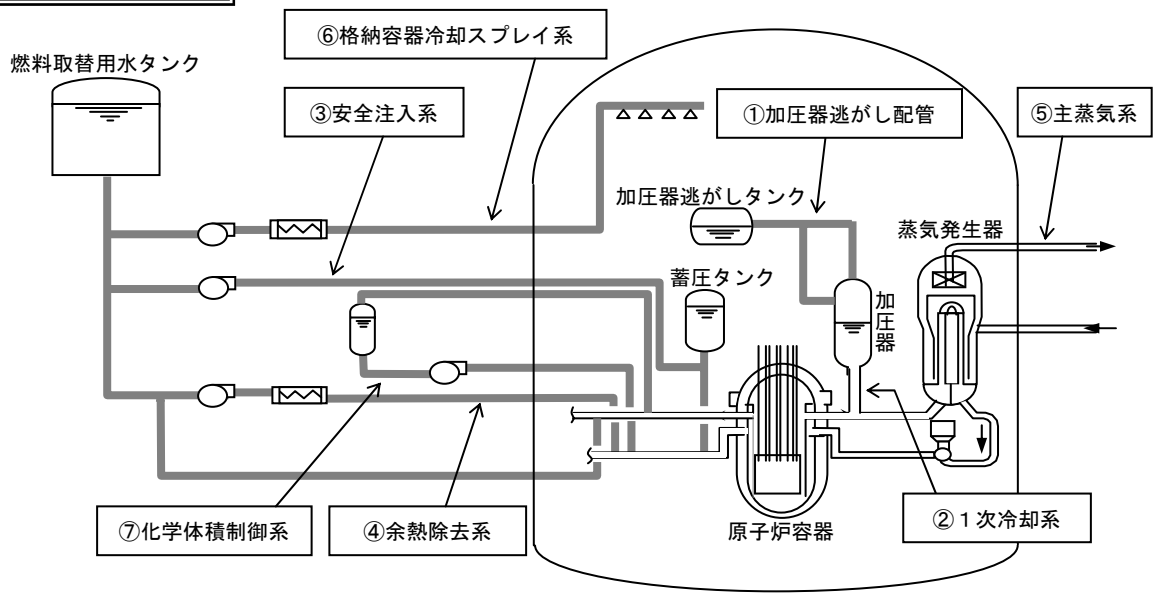
概　要

既設設備の耐震裕度を一層向上させるため、加圧器逃がし配管の支持構造物を強化しました。
また、安全注入系、余熱除去系等の配管の支持構造物の強化を追加で実施しました。

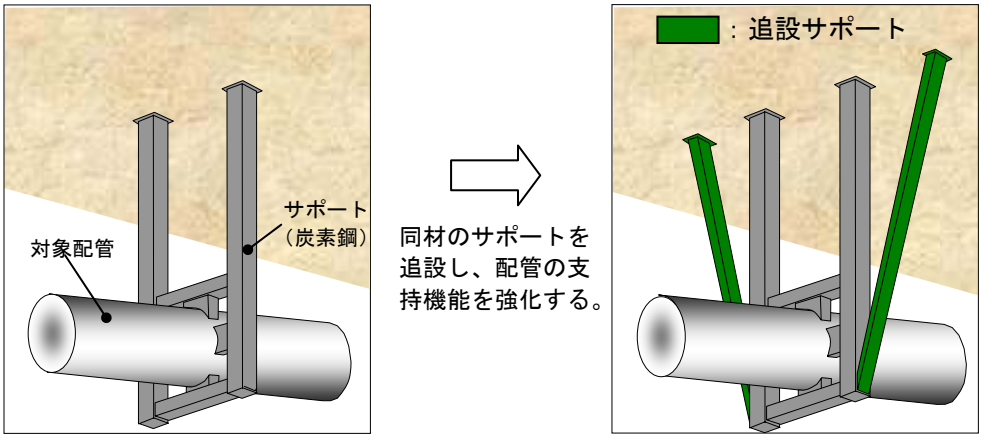
工事箇所

系統・設備名称		対象数	補強内容
当初計画	① 加圧器逃がし配管	1	配管サポート改造
追加実施	② １次冷却系	2	配管サポート改造
	③ 安全注入系	１３	配管サポート改造
	④ 余熱除去系	１７	配管サポート改造
	⑤ 主蒸気系	7	配管サポート改造
	⑥ 原子炉格納容器スプレイ系	1	配管サポート改造
	⑦ 化学体積制御系	3	配管サポート改造

系統概略図



補強イメージ



６００系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る点検・予防保全工事

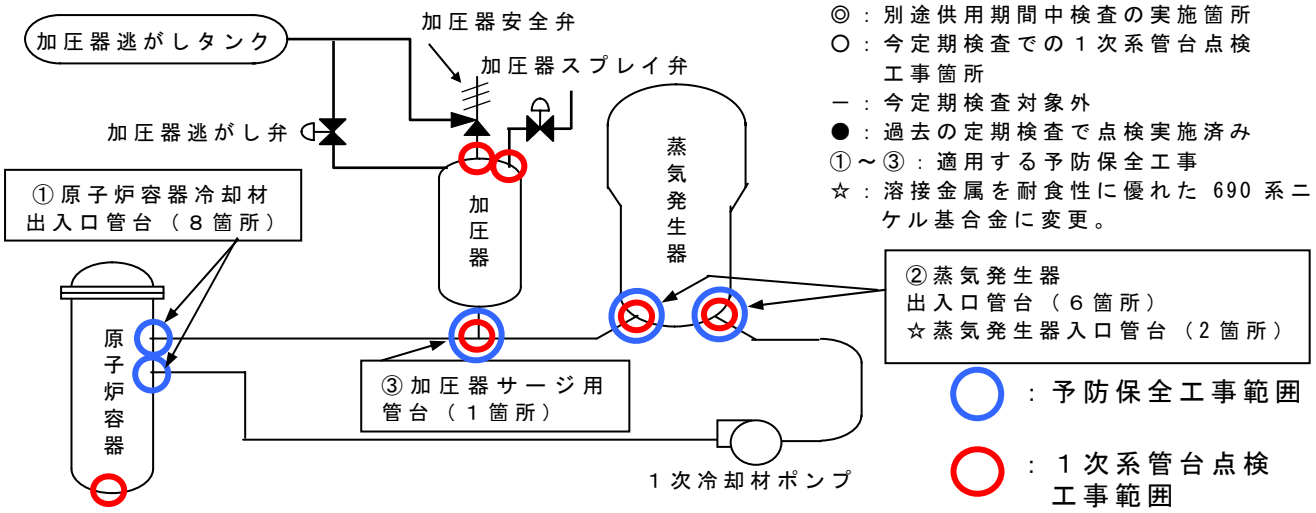
概　要

国内外ＰＷＲプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全として溶接部表面の残留応力を低減させるため、６００系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器の冷却材出入口管台についてウォータジェットピーニング工事を施工し、Ｂ，Ｃ－蒸気発生器の出口管台およびＡ，Ｄ－蒸気発生器入口管台については、ショットピーニングを施工しました。また、加圧器サージ用管台については、レーザー外面照射応力改善工事を実施しました。

なお、Ａ，Ｂ，Ｃ－蒸気発生器入口管台溶接部については、ショットピーニング施工前の過流探傷試験で応力腐食割れによる傷が認められたことから、Ａ号機は配管内面を薄く削って微細な傷を除去した後、ショットピーニング工事を行い、Ｂ，Ｃ号機は、傷を切削除去した後、耐食性に優れた６９０系ニッケル基合金で表面肉盛溶接を行いました。

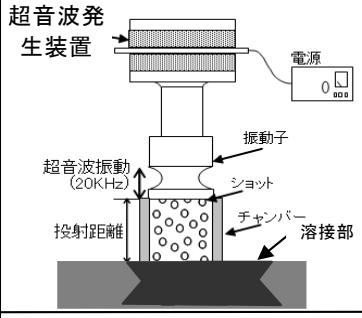
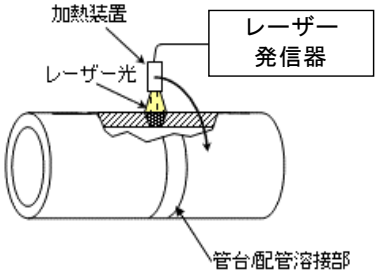
	原子炉容器										加圧器						蒸気発生器							
	＊上部ふた	入口				出口				底部	逃がし弁	安全弁			スプレイ弁	サージ管	入口				出口			
		A	B	C	D	A	B	C	D			A	B	C			A	B	C	D	A	B	C	D
外観目視点検	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	－	－	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
超音波探傷検査	－	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	－	－	－	●	●	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○
予防保全工事		①	①	①	①	①	①	①	①	－			－	－	－	③	②	☆	☆	②	②	②	②	②

＊：今定期検査で取替え済み



＜凡例＞
◎：別途供用期間中検査の実施箇所
○：今定期検査での１次系管台点検工事箇所
－：今定期検査対象外
●：過去の定期検査で点検実施済み
①～③：適用する予防保全工事
☆：溶接金属を耐食性に優れた 690 系ニッケル基合金に変更。

＜適用する予防保全工事＞

内容＼対象	①原子炉容器冷却材出入口管台	②蒸気発生器出入口管台	③加圧器管台
予防保全工事	ウォータージェットピーニング	ショットピーニング	レーザー外面照射応力改善法
工事概要			
原理	高圧水をノズルより噴射し、その際に生じるキャビテーション気泡崩壊時の衝撃力により、配管内面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる	超音波振動子によりチャンバー内のショットを配管に当て、配管内面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる	レーザー照射により配管内外面に温度差を与え、内面を塑性変形させることにより、配管内面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる

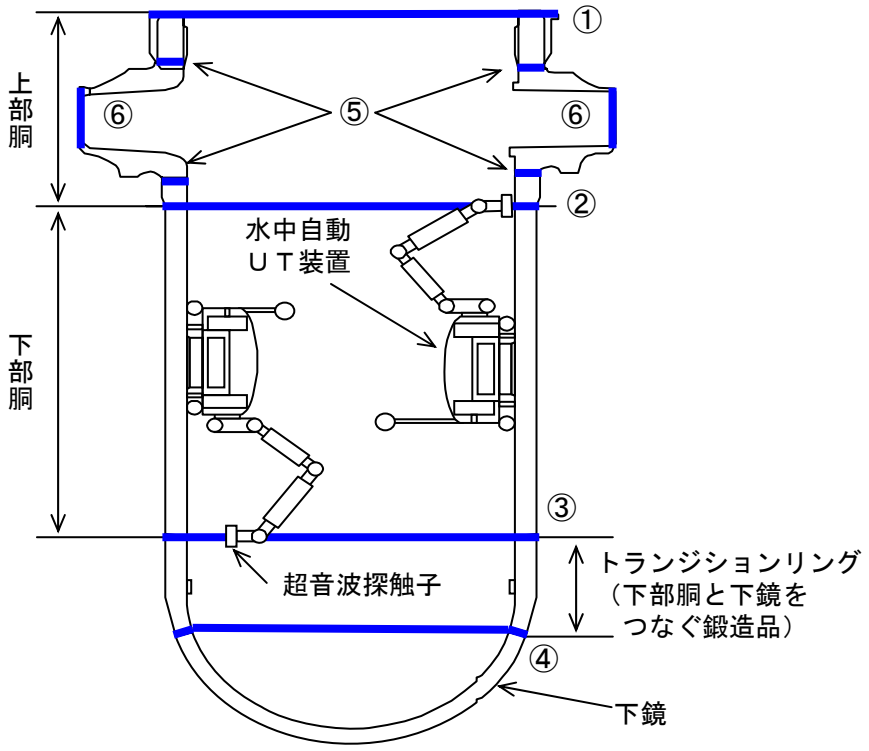
図－５

原子炉容器供用期間中検査

概　要

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器胴部および１次冷却材出入口管台の溶接部について超音波探傷検査を行い、健全性を確認しました。

■：検査実施箇所



原子炉容器供用期間中検査　検査対象範囲

【原子炉容器溶接部】

①　原子炉容器フランジと上部胴の溶接部（全周）

②　上部胴と下部胴の溶接部（全周）

③　下部胴とトランジションリングの溶接部（全周）

④　トランジションリングと下鏡の溶接部（全周）

【原子炉容器と冷却材出入口管台の溶接部】

⑤　上部胴と原子炉容器冷却材入口管台の溶接部（全４箇所全周）

⑤　上部胴と原子炉容器冷却材出口管台の溶接部（全４箇所全周）

【冷却材出入口管台溶接部】

⑥　原子炉容器冷却材入口管台溶接部（全４箇所全周）

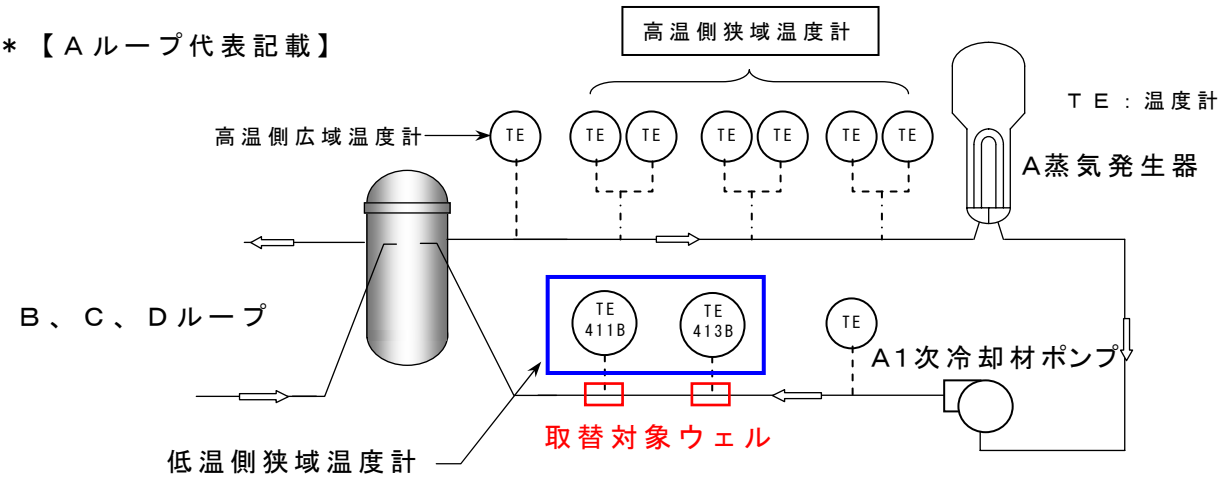
⑥　原子炉容器冷却材出口管台溶接部（全４箇所全周）

１次冷却材配管内構造物の流体振動対策工事

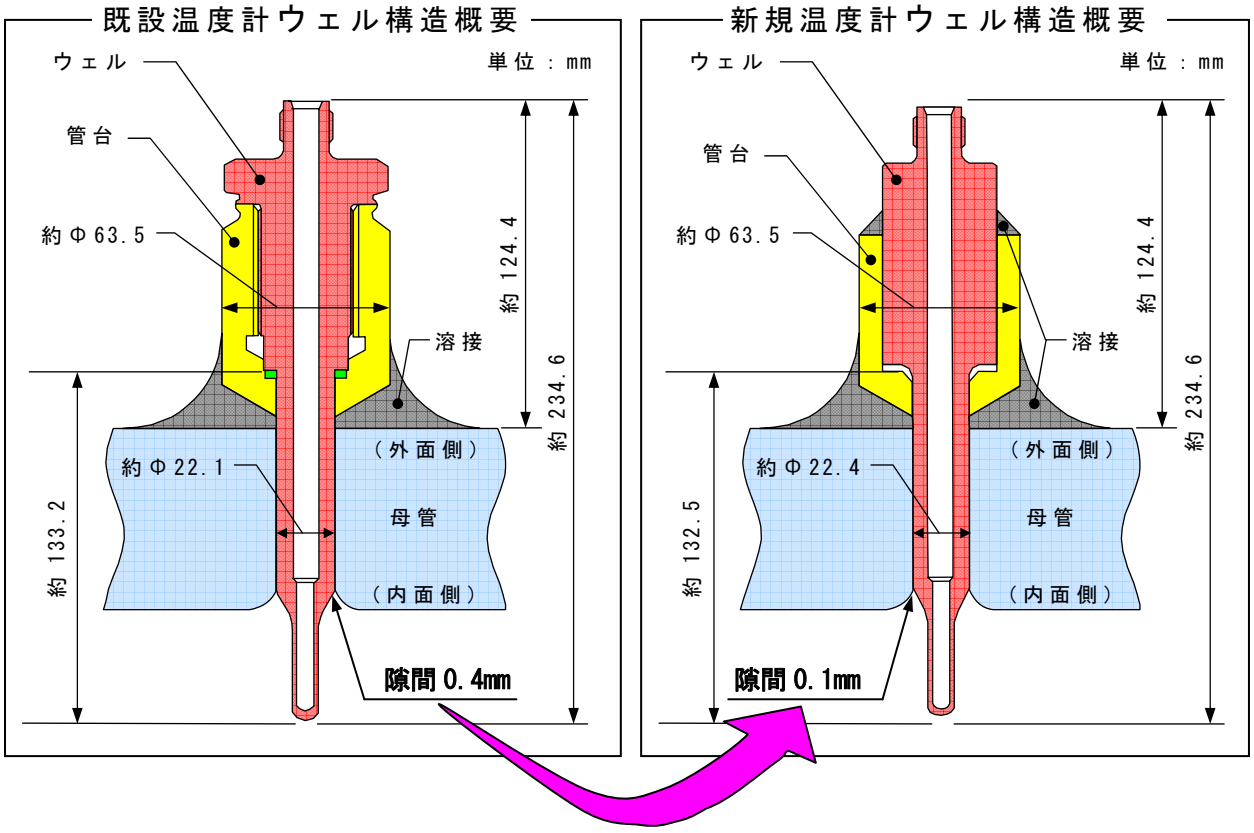
概　要

流体振動に関する新しい技術基準を踏まえ、配管内に設置されている円柱状構造物の評価を行った結果、流体振動が発生する可能性がある１次冷却材系統の温度計ウェル８本について、１次系冷材却配管への差込部の隙間をなくした形状のものに取り替えました。

＊【Ａループ代表記載】



点検対象（１次冷却材系統配管低温側狭域温度計）
Ａループ：２箇所　　Ｂループ：２箇所
Ｃループ：２箇所　　Ｄループ：２箇所　　合計８箇所

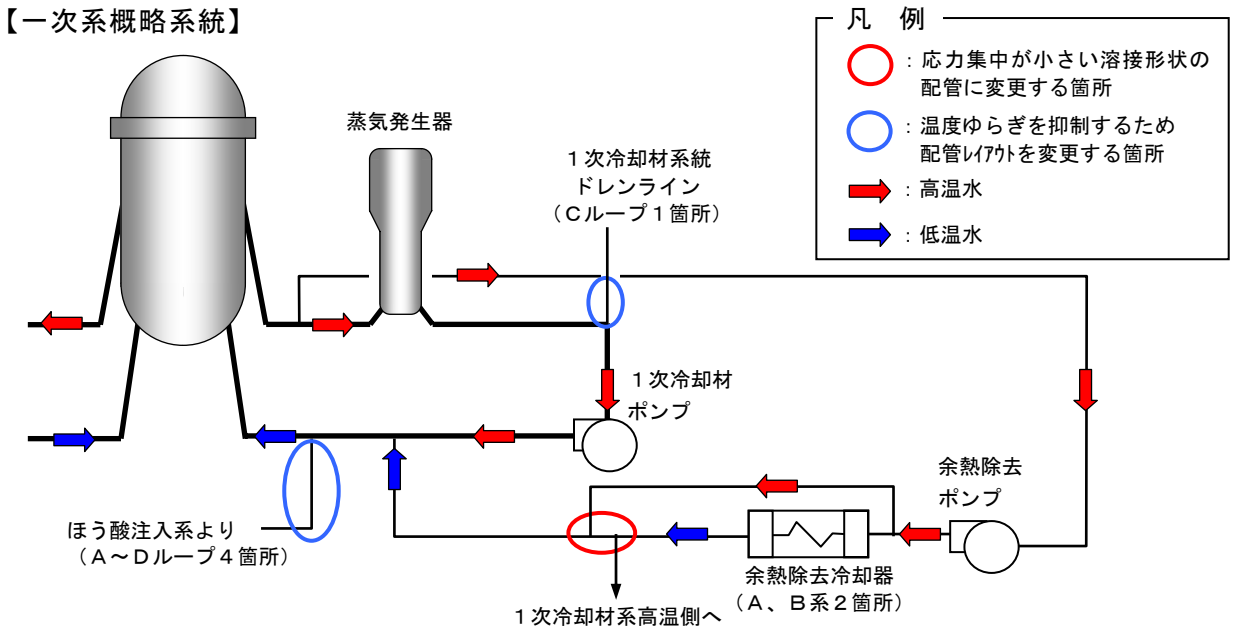


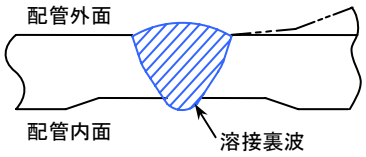
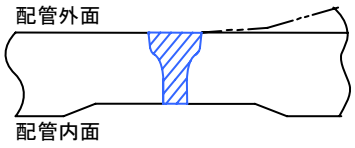
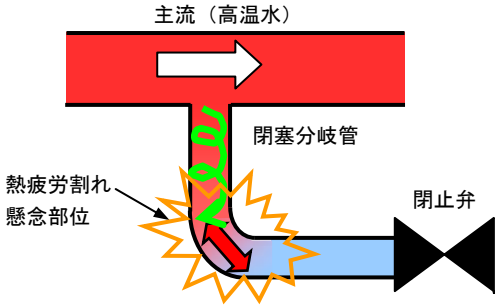
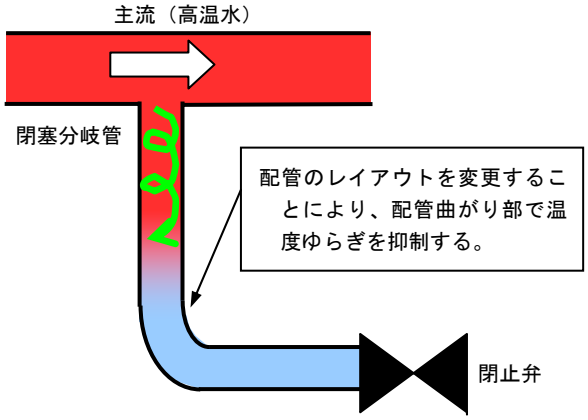
高サイクル熱疲労割れの対策工事

概　要

国内ＰＷＲプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる疲労）を踏まえ、Ａ及びＢ余熱除去冷却器バイパスライン合流部の２箇所について、応力集中が小さい溶接形状のものに取り替えました。また、ほう酸注入系の４箇所及び一次冷却材系統ドレンラインの１箇所について、温度ゆらぎを抑制するため、配管レイアウトを変更しました。

【一次系概略系統】



	＜現　状＞	＜取替後＞
配管の溶接形状を変更する箇所	 配管内面に溶接裏波が突起部として存在することで、当該部に応力が集中する。	 ・溶接裏波を取り除き、応力集中を小さくする。 ・開先形状（狭開先）を変更することにより、溶接残留応力を低減する。
配管レイアウトを変更する箇所	 高温流体配管に接続されている閉塞配管に高温水が流入し曲がり部で温度ゆらぎが発生する。	

２次系配管の点検等

点検概要

当社が定めた「配管肉厚管理手引書」に基づき、２次系配管４，４８４箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施しました。

その結果、必要最小厚さを下回る箇所及び次回定期検査までに必要最小厚さを下回る可能性があると評価された箇所はありませんでした。

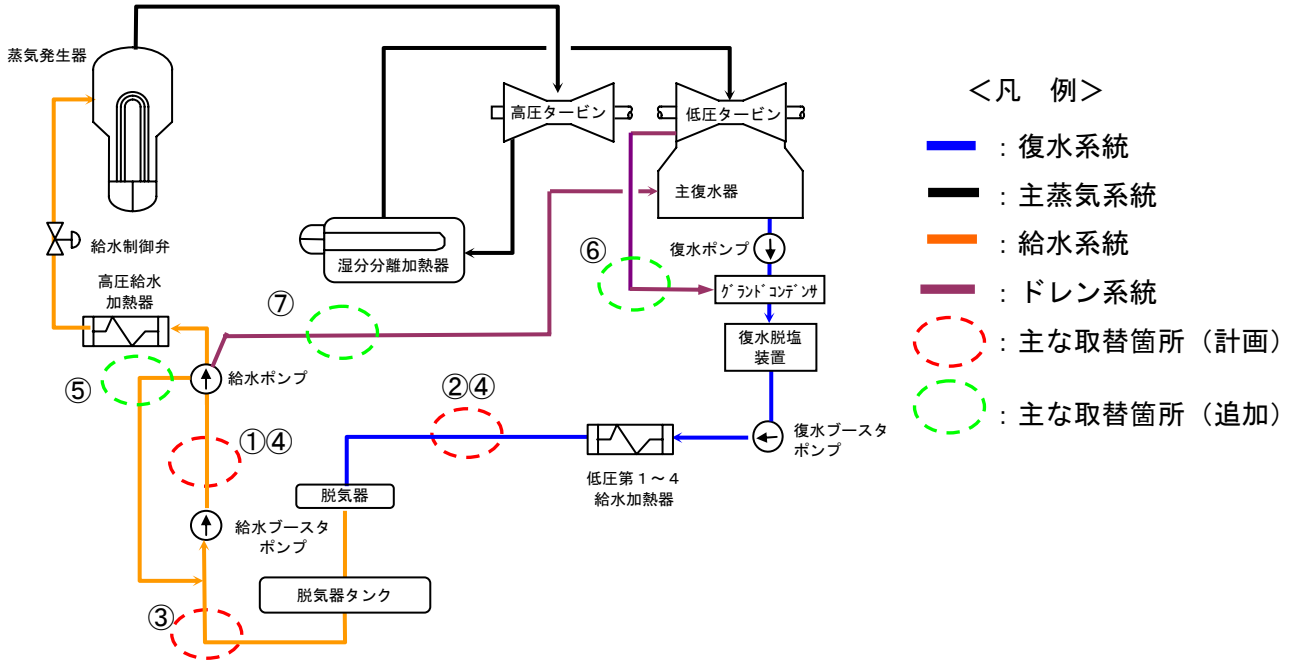
	点検対象部位		当初計画 点検部位	追加点検 部位 ※２	今回点検 実施部位	今回点検後の 点検未実施部位
	総　数	未点検部位				
主要点検部位	３５１６	３ ※１	２４２	９７０	１２１２	０
その他点検部位	５３２３	１３２７ ※１	１６４２	１６３０	３２７２	０
合　計	８８３９	１３３０ ※１	１８８４	２６００	４４８４	０

※１：未点検部位（主要３箇所、その他２１箇所）については、取り替えを実施しました。

※２：・未点検部位の追加…… 7 箇所（主要：　0 箇所、その他：　7 箇所）
・スケルトン図と現場との照合結果による追加……13 箇所（主要：　0 箇所、その他：　13 箇所）
・日本機械学会の技術規格の策定（H19.3）を受けた追加… 61 箇所（主要：　61 箇所、その他：　0 箇所）
・保安院の指示文書（H19.11）を受けた追加……32 箇所（主要：　31 箇所、その他：　1 箇所）
・海生物流入量増加に伴う出力抑制運転を踏まえた追加……37 箇所（主要：　19 箇所、その他：　18 箇所）
・他プラントの減肉事象を踏まえた追加……2450 箇所（主要：　859 箇所、その他：1591 箇所）
合計 2600 箇所（主要：　970 箇所、その他：1630 箇所）

取替概要

定期検査開始時には２４９箇所の配管取替えを計画していましたが、配管取替え時の作業性や今後の保守作業を考慮して２１５箇所を追加し、合計４６４箇所を、耐食性に優れたステンレス鋼や低合金鋼の配管に取り替えました。



【取替理由と取替箇所数】

＜計画：２４９箇所＞

①過去の点検で減肉が認められ、肉盛補修溶接を実施した箇所（２１箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（１０箇所）または低合金鋼（１１箇所）

②過去の点検で減肉が認められ、余寿命５年未満の箇所（２８箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（２６箇所）または低合金鋼（２箇所）

③配管の保守作業を考慮して取り替えた箇所（５０箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（２４箇所）または低合金鋼（２６箇所）

④配管取替作業時の作業性を考慮して取り替えた箇所（１５０箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（１４４箇所）または低合金鋼（６箇所）

＜追加：２１５箇所＞

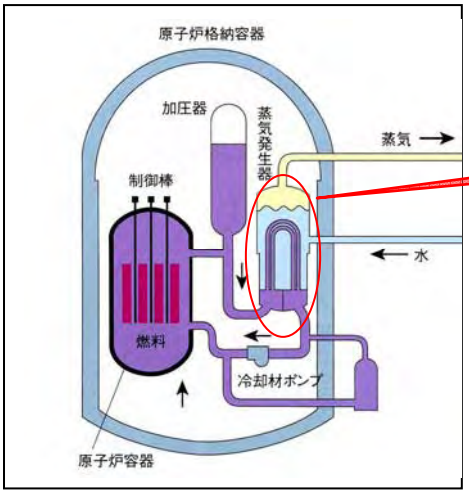
⑤余寿命５年以上であるが、減肉が認められたため（１４１箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（１３３箇所）または低合金鋼（８箇所）

⑥配管の保守作業を考慮して取り替えた箇所（７２箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（３箇所）または低合金鋼（６９箇所）

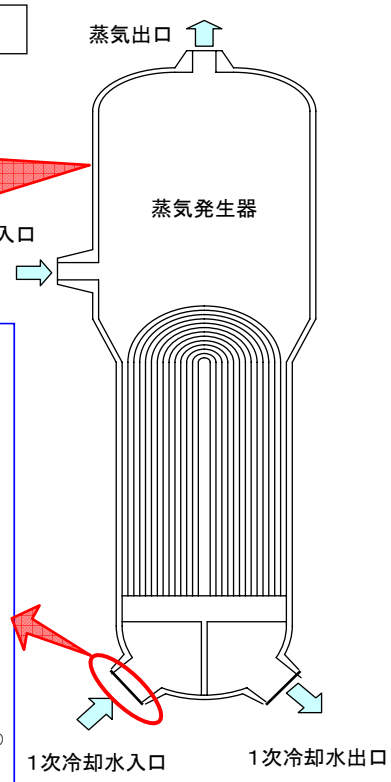
⑦配管取替時の作業性を考慮して取り替えた箇所（２箇所）
　炭素鋼⇒ステンレス鋼（２箇所）

蒸気発生器入口管台溶接部での傷の原因と対策

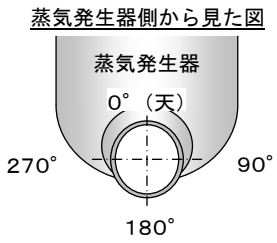
発生場所

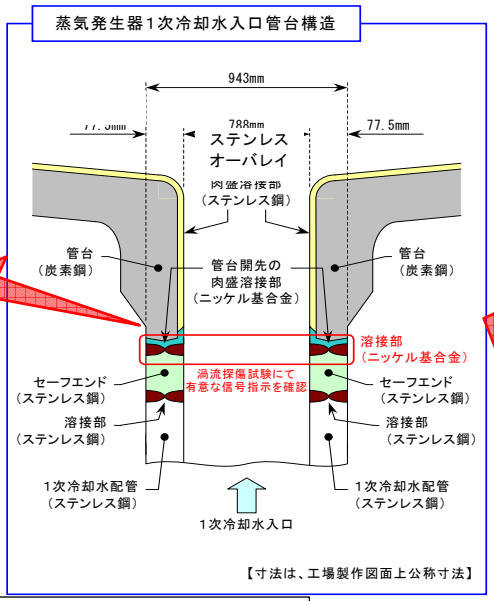


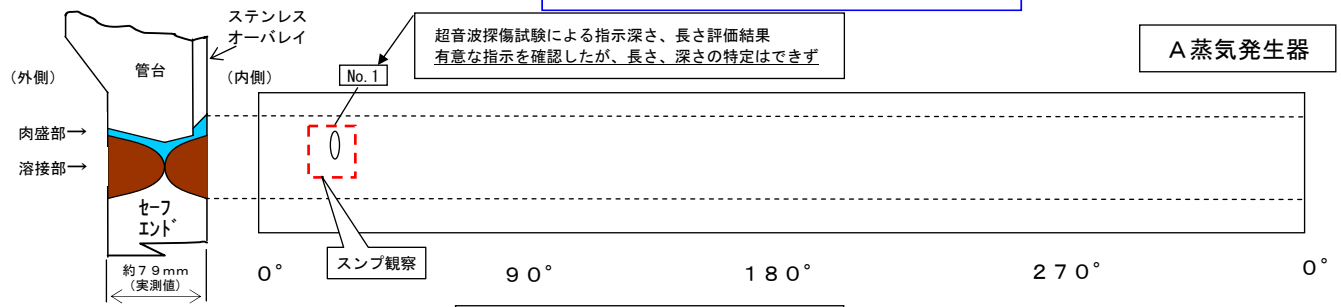
蒸気発生器概要図

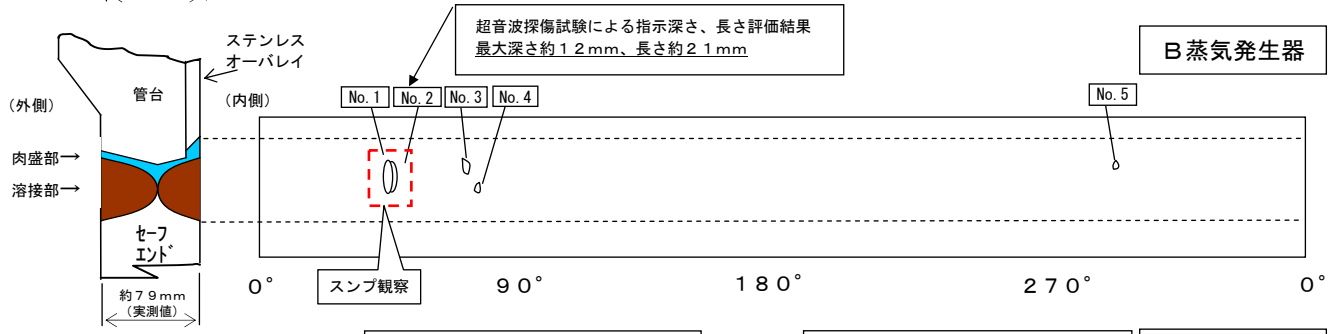


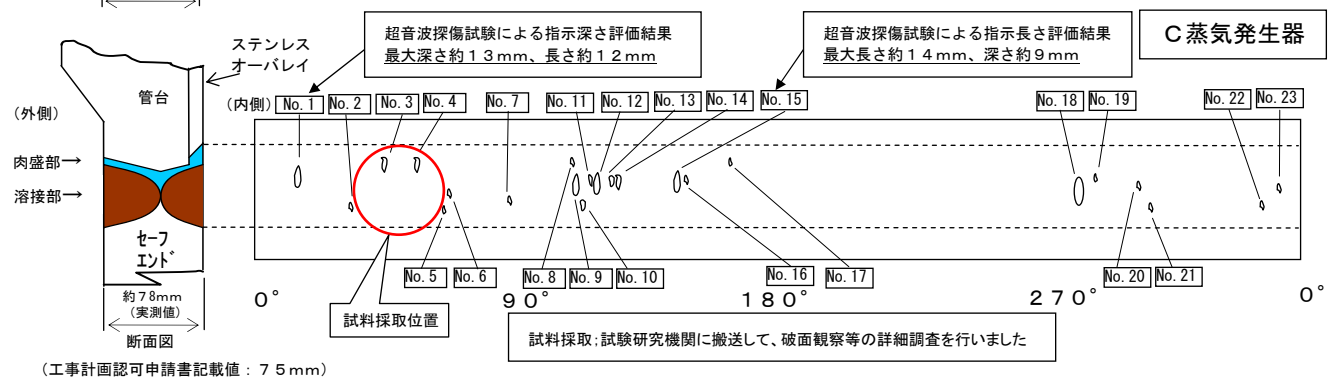
ＥＣＴ結果（有意な指示個所）









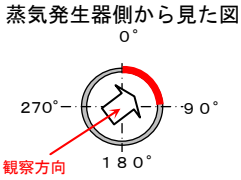


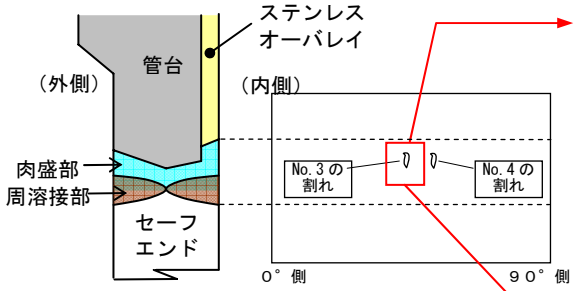
試料採取：試験研究機関に搬送して、破面観察等の詳細調査を行いました

（工事計画認可申請書記載値：７５mm）

Ｃ蒸気発生器Ｎｏ．３の割れ

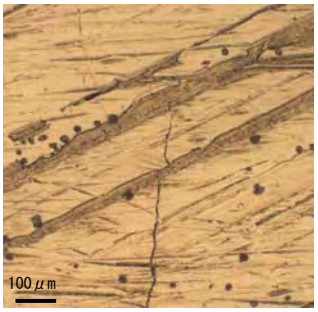
蒸気発生器側から見た図





断面図

採取試料（No. ３割れ）の表面観察結果

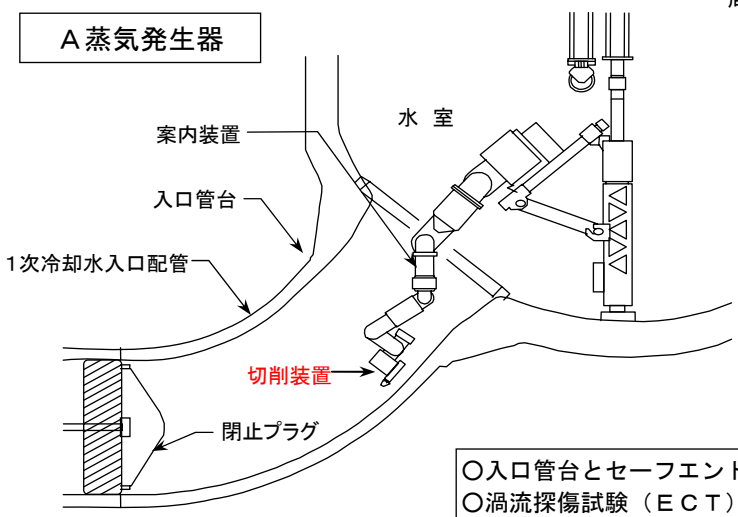


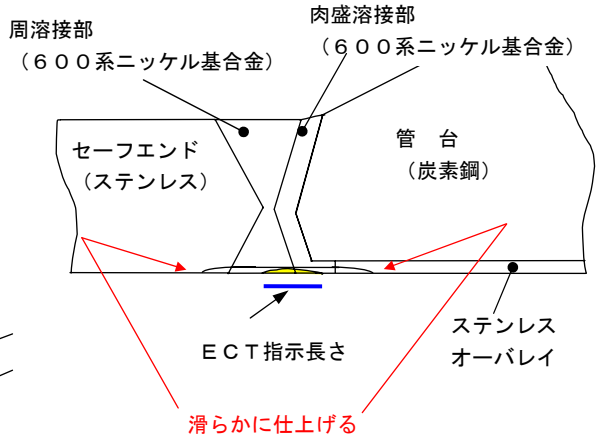
No. ３割れの破面観察結果

○溶接金属結晶の粒界に沿って枝分かれした破面を確認しました。

対　策

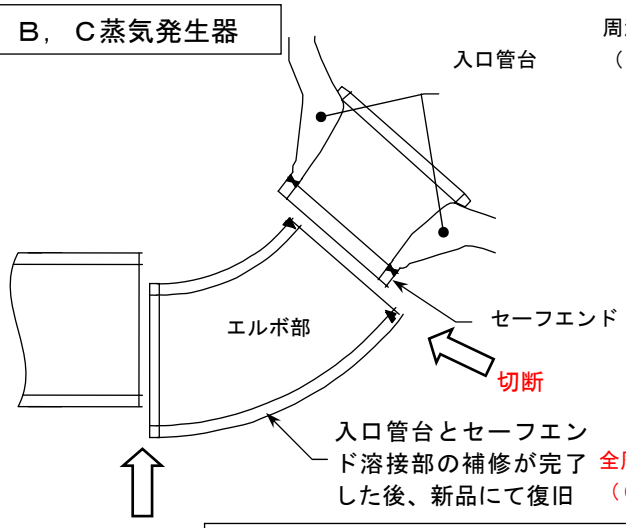
Ａ蒸気発生器

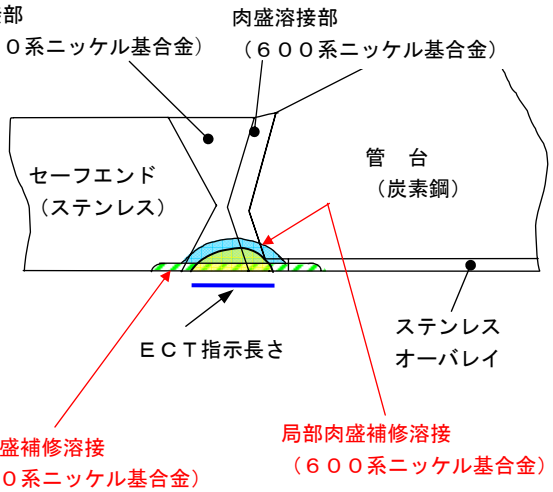




○入口管台とセーフエンドとの溶接部に確認された割れを除去しました。
○渦流探傷試験（ＥＣＴ）で割れが除去されたことを確認しました。
○今後の検査性を考慮し、内表面を滑らかに仕上げました。
○ショットピーニングを行い、溶接部表面の残留応力を低減させました。

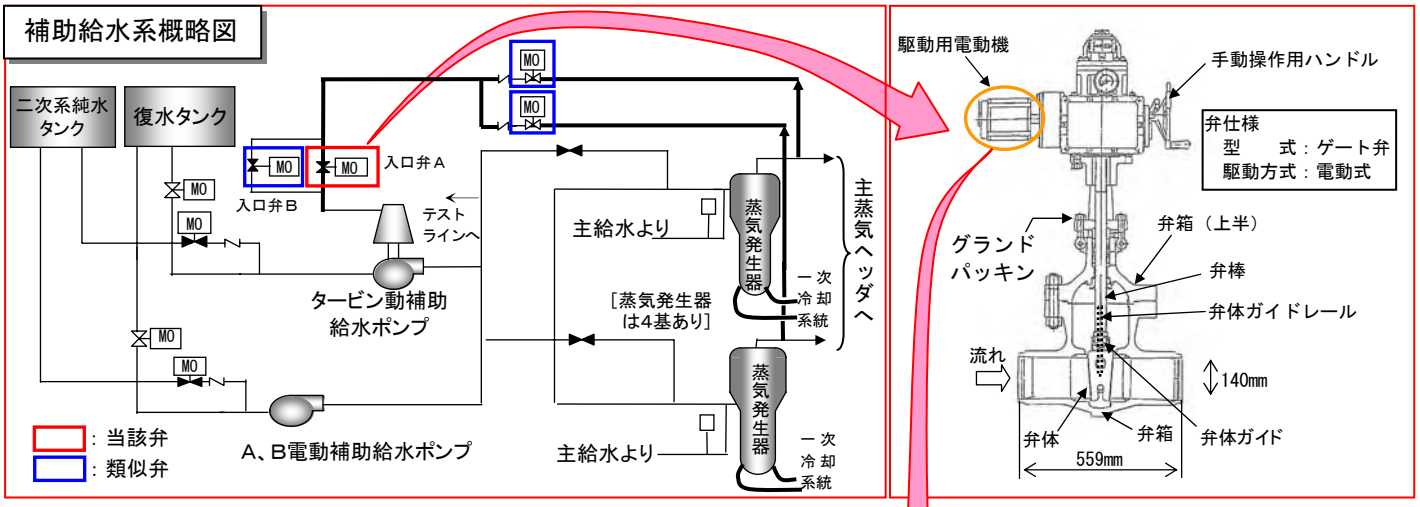
Ｂ，Ｃ蒸気発生器





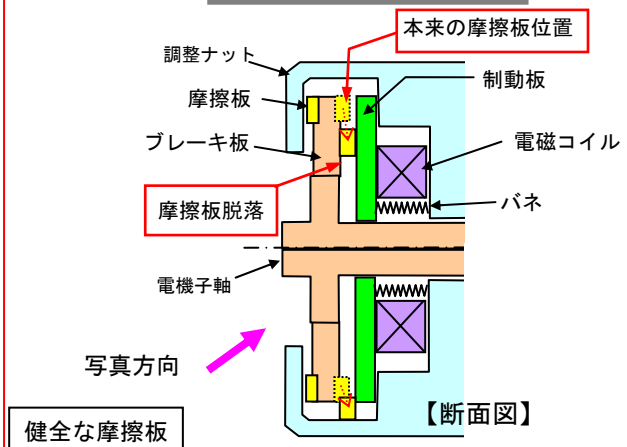
○入口管台とセーフエンドとの溶接部に確認された割れを除去しました。
○部分的に切削した部位については６００系ニッケル基合金で当該部の肉盛溶接を施工しました。
○全周を耐食性に優れた６９０系ニッケル基合金で表面肉盛溶接しました。

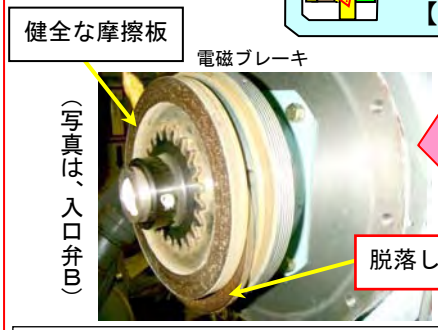
タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良の状況説明図



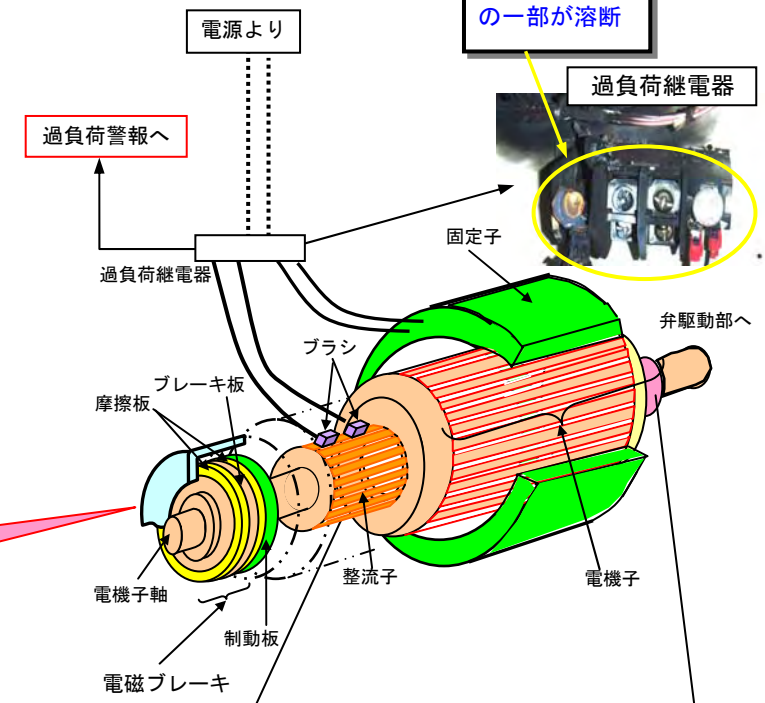
調査結果

電磁ブレーキ板より摩擦板（ブレーキパッド）が脱落

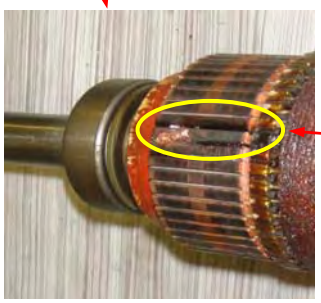




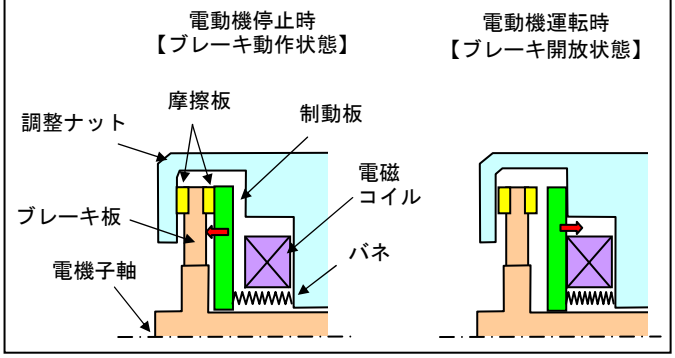
過負荷継電器の一部が溶断



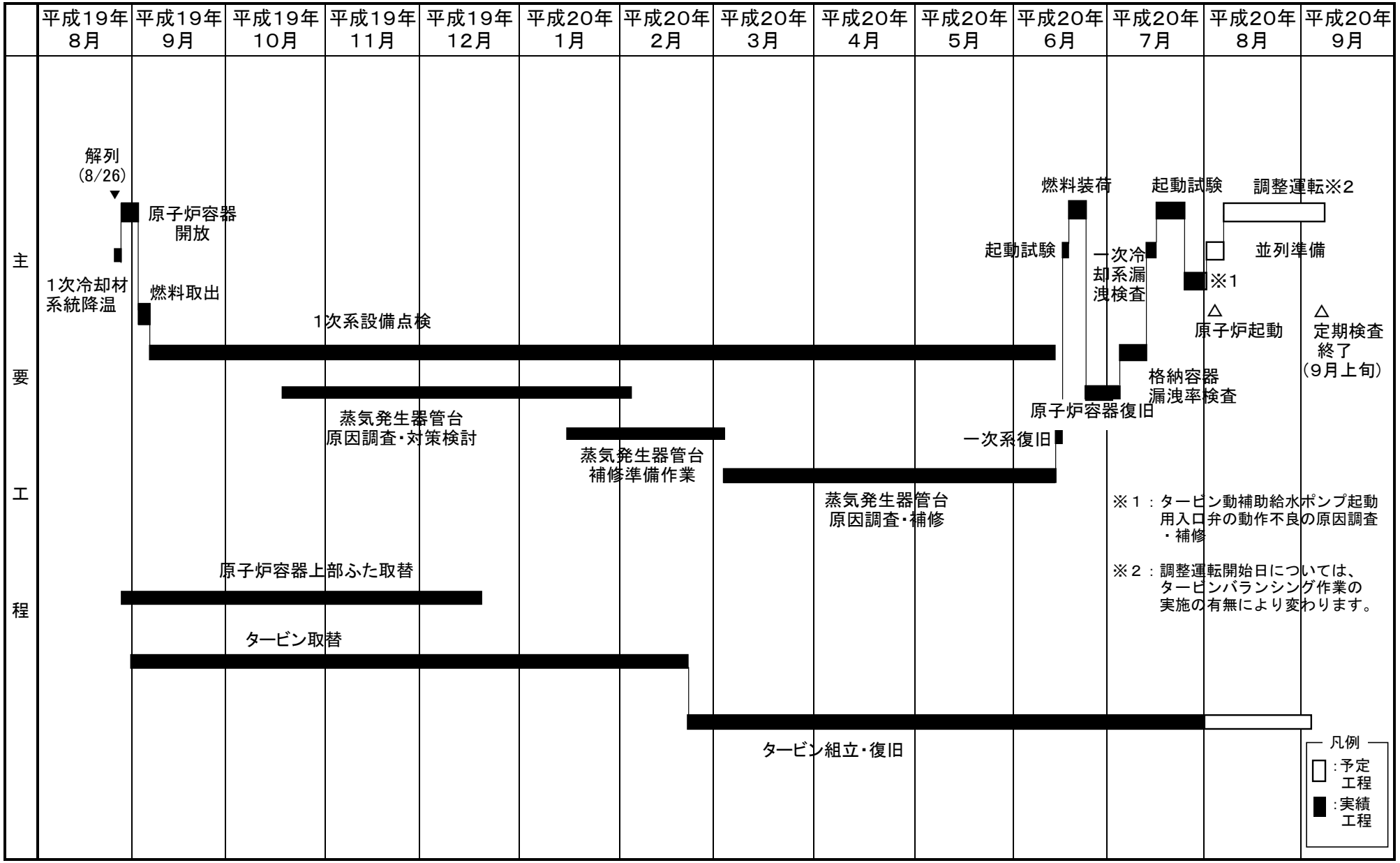
整流子摺動部が熱で一部溶けて変形 電機子巻線に発熱による変色



【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停止しバネ力で、制動板を摩擦板に押し付け、ブレーキをかける。
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、ブレーキを外す。



敦賀発電所2号機第16回定期検査の作業工程



別紙