

敦賀発電所 2 号機の第 17 回定期検査開始について

敦賀発電所 2 号機（加圧水型軽水炉：定格電気出力 116 万キロワット）は、平成 22 年 2 月 21 日から約 5 ヶ月の予定で、第 17 回定期検査を実施します。

定期検査を実施する主な設備は、次のとおりです。

- （１）原子炉本体
- （２）原子炉冷却系統設備
- （３）計測制御系統設備
- （４）燃料設備
- （５）放射線管理設備
- （６）廃棄設備
- （７）原子炉格納施設
- （８）非常用予備発電装置
- （９）蒸気タービン

< 添付資料 >

敦賀発電所 2 号機 第 17 回定期検査の概要

以 上

敦賀発電所 2 号機 第 17 回定期検査の概要

1. 主要工事等

(1) 耐震裕度向上工事

(図－1 参照)

既設設備の耐震性を一層向上させるため、1 次冷却材系や余熱除去系などの配管、格納容器スプレイ冷却器、非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク、ポーラクレーンの支持構造物を強化します。

(2) 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－2 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た予防保全対策として、溶接部での残留応力を低減させるため、原子炉容器底部にある炉内計装筒全数の内面及び溶接部についてウォータージェットピーニング工事^{※1}を、加圧器に設置されている管台の溶接部についてレーザー照射による応力改善工事^{※2}を実施します。

※1 配管内面に高圧ジェット水を吹き付けることにより、溶接部表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

※2 配管外面をレーザー照射することにより、内外面に温度差を与え、溶接部内表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

(3) 格納容器再循環サンプスクリーン取替工事

(図－3 参照)

1 次冷却材喪失事故時に格納容器再循環サンプスクリーンが異物混入により機能低下することを防止する観点から、スクリーンをより表面積の大きいものに取り替えます。

また、同スクリーンを通過した異物が流量調整弁で閉塞しないよう弁の開度（隙間）を大きくし、その下流側に流量調整用オリフィスを設置します。

※3 国外 BWR プラントでの非常用炉心冷却系統ストレーナの閉塞事象を踏まえた原子力安全・保安院の指示を受け、格納容器再循環ポンプスクリーンの有効性を評価した結果、設備上の対策が必要であると評価された。なお、設備上の対策を講じるまでは、閉塞事象発生時対応マニュアルの整備などの暫定策を講じており、安全上の問題が生じることはない。

(4) 1 次系小口径曲げ配管取替工事

(図－4 参照)

国外 BWR プラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生した事象を踏まえ、1 次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを芯金を使用せずに曲げ加工した配管に取り替えます。

(5) 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

(図－5 参照)

国内外 PWR プラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる熱疲労）を踏まえ、2 系列ある充てん配管を撤去し、新たに 1 系列を設置します。

(6) 原子炉保護系制御盤等取替及び電源装置改造工事

(図－6 参照)

原子炉保護装置^{※4}の電子部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、デジタル制御のものに取り替えます。取り替えに伴い消費電力が増加するため、当該制御盤等に電源を供給している計器用インバータ電源装置及び安全系直流電源装置に

ついて電源容量（電源供給能力）を大きくする改造を行います。

また、この工事に合わせて原子炉停止信号や工学的安全施設作動信号の発信に用いられている信号を増やし、信頼性の向上を図ります。

※4 1次冷却材系統の圧力・温度などからプラントの異常を検出して、原子炉トリップ遮断器および工学的安全施設を動作させるための信号を送る装置。

（7）制御棒駆動装置制御盤等取替工事

（図－7 参照）

制御棒駆動装置制御盤の構成部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、国産のものに取り替えます。また、当該制御盤の取り替えに伴い、制御棒駆動装置に電源を供給している装置に交流が流れるようになることから部品の一部を取り替えます。

（8）高圧タービン入口圧力調整工事

（図－8 参照）

前回の定期検査（第16回）において、設備の予防保全（低圧ロータでの応力腐食割れ対策）として、材料を変更し、全一体型ロータ構造や最新設計のタービン翼等を採用した低圧タービンに取り替えるとともに、保守性向上の観点から高圧タービンについても取り替えました。

取り替え後のプラント運転データからタービンの性能を確認したところ、蒸気が高圧タービンに入った直後の圧力が設計時に設定した値より若干低いことが認められたことから、設計時の値とするため、高圧タービンの一部の翼を取り替えます。

2. 設備の保全対策

（1）2次系配管の点検等

（図－9 参照）

当社が定めた「配管肉厚管理手引書」に基づき、給水系等の配管582箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施します。

また、過去の点検で減肉が確認された部位14箇所、配管取り替え時の作業性を考慮した部位45箇所、予防保全の観点から取り替える部位53箇所、合計112箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えます。

3. 運転期間中に発生したトラブルに係る修繕および点検

（原子炉格納容器内の手動弁でのほう酸析出について）

（図－10 参照）

平成21年5月7日、水質測定のため、1次冷却材を取り出している小口径配管に取り付けられている弁の保温材に、ほう酸の析出が認められました。調査の結果、弁の本体部から僅かな1次冷却材の漏れが確認されたため、当該弁を閉止することで漏れは停止しました。

（平成21年5月11日ホームページお知らせ済み）

今定期検査では、当該弁を新品に取り替えるとともに、漏れが発生した原因について詳細に調査します。

4. 燃料集合体取替

燃料集合体全数 193 体のうち、101 体（うち 72 体は新燃料集合体）を取り替える予定です。

5. 運転再開予定

原子炉起動・臨界 : 平成 22 年 7 月上旬

発電再開（調整運転開始） : 平成 22 年 7 月上旬

定期検査終了（定常運転再開） : 平成 22 年 8 月上旬

なお、定期検査の作業工程については、別紙を参照下さい。

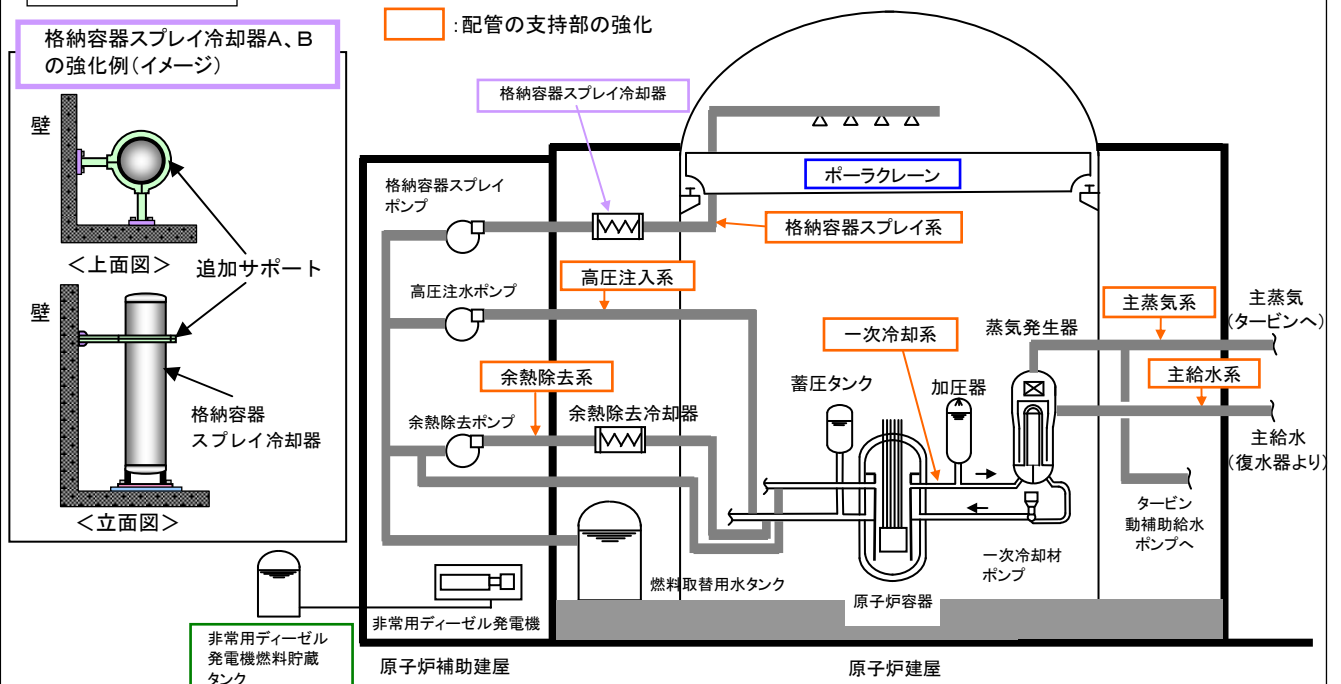
以 上

耐震裕度向上工事

概要

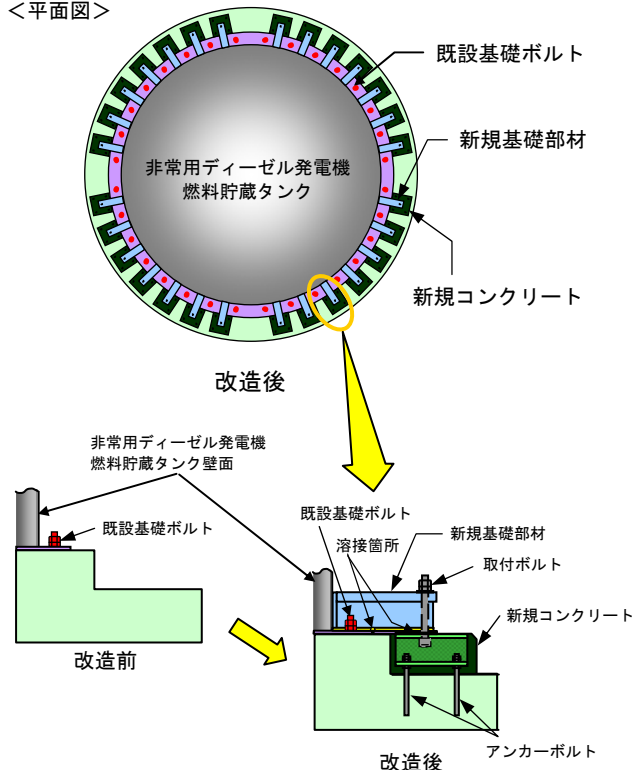
既設設備の耐震性を一層向上させるため、1次冷却材系や余熱除去系などの配管、格納容器スプレイ冷却器、非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク、ポーラクレーンの支持構造物を強化します。

概要図

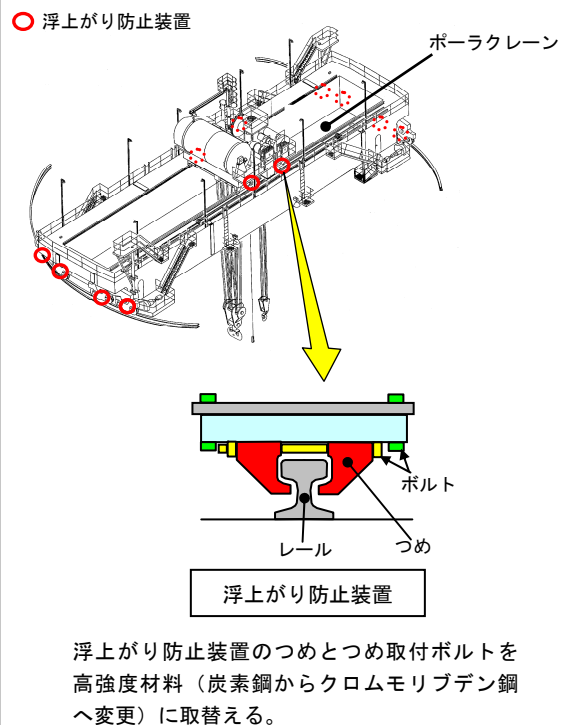


非常用ディーゼル発電機燃料貯蔵タンクA、Bの強化例（イメージ）

<平面図>



ポーラクレーンの支持部の強化例（イメージ）

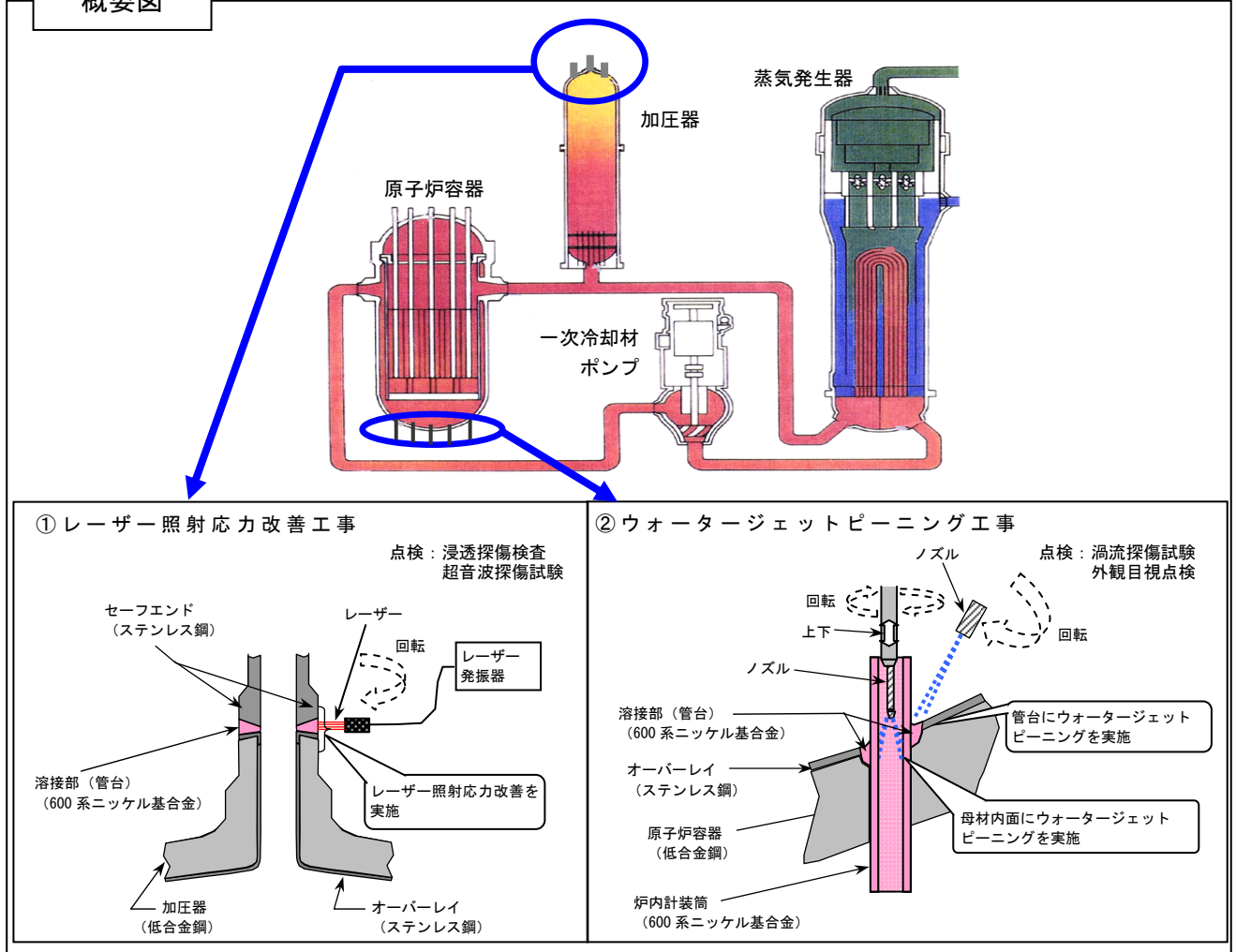


600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る予防保全工事

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た予防保全対策として、溶接部での残留応力を低減させるため、原子炉容器底部にある炉内計装筒全数の内面及び溶接部についてウォータージェットピーニング工事を、加圧器に設置されている管台の溶接部についてレーザー照射による応力改善工事を実施します。

概要図



<適用する予防保全工法>

対象	① 加圧器管台 3箇所 ・安全弁用管台 2台 ・スプレイライン用管台	② 原子炉容器底部炉内計装筒管台 58箇所
内容		
工事工法	レーザー照射応力改善	ウォータージェットピーニング
工法概略		
原理	配管外面をレーザー照射することにより内外面に温度差を与え、溶接部内表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。	配管内面に高圧ジェット水を吹き付けることにより、溶接部表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

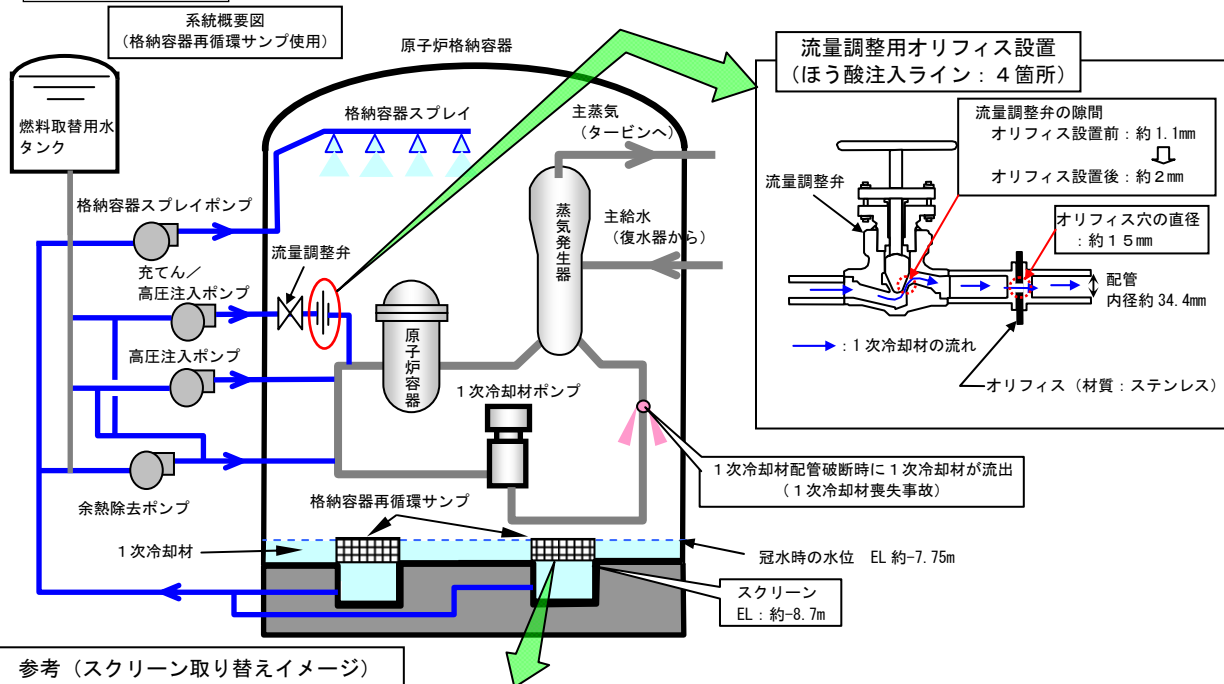
格納容器再循環サンプスクリーン取替工事

概 要

1次冷却材喪失事故時に格納容器再循環サンプスクリーンが異物混入により機能低下することを防止する観点から、スクリーンをより表面積の大きいものに取り替えます。

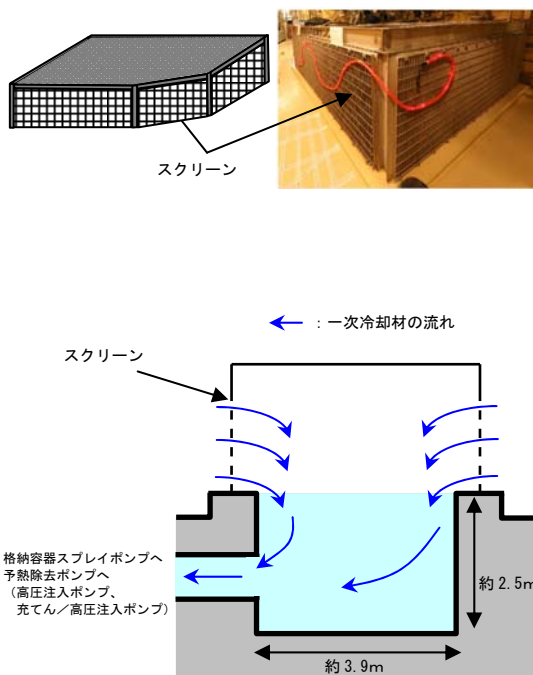
また、同スクリーンを通過した異物が流量調整弁で閉塞しないよう弁の開度（隙間）を大きくし、その下流側に流量調整用オリフィスを設置します。

概 要 図

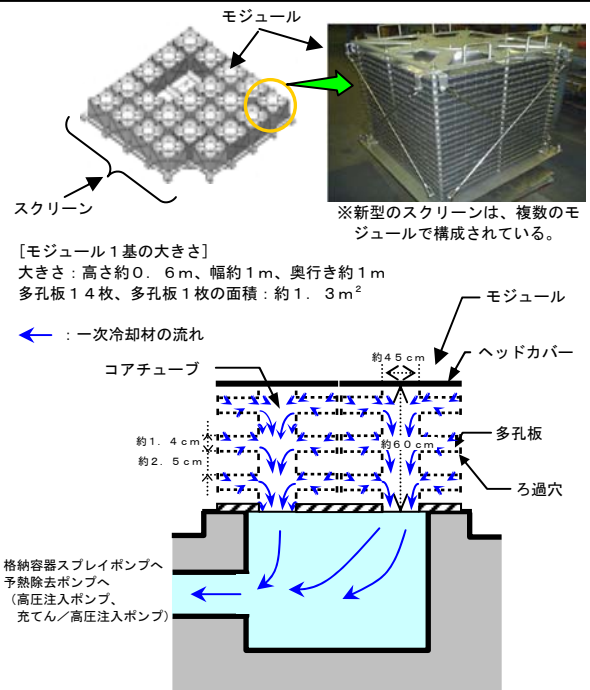


取り替え前

再循環サンプスクリーンの概要図



取り替え後（イメージ）



ろ過穴

約3mm角

直径 約1.7mm

表面積

A：約20m² B：約20m²A：約410m² B：約410m²

材質

ステンレス

ステンレス

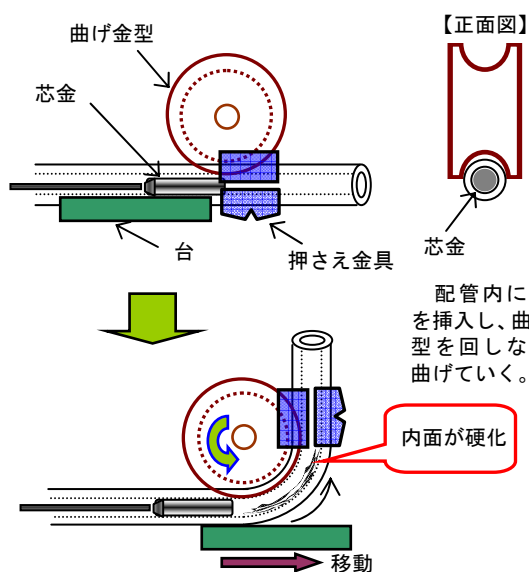
1次系小口径曲げ配管取替工事

概 要

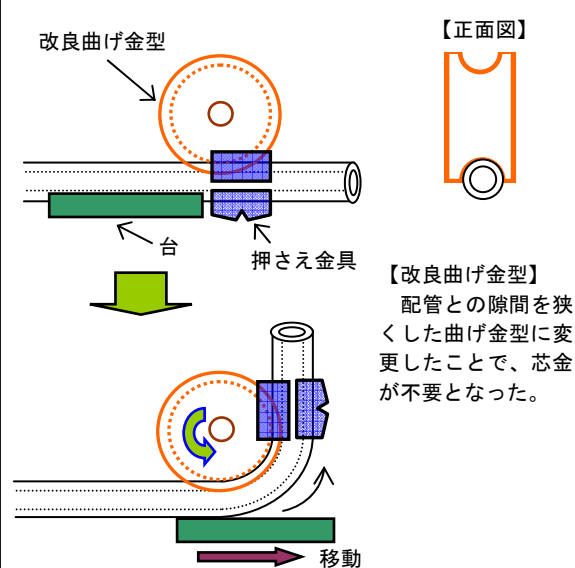
国外BWRプラントにおいて、芯金を使用して曲げ加工した配管の内面で応力腐食割れが発生した事象を踏まえ、1次冷却材系統につながる曲げ配管のうち、芯金を使用して曲げ加工したものを芯金を使用せずに曲げ加工した配管に取り替えます。

工事概略図（曲げ加工法）

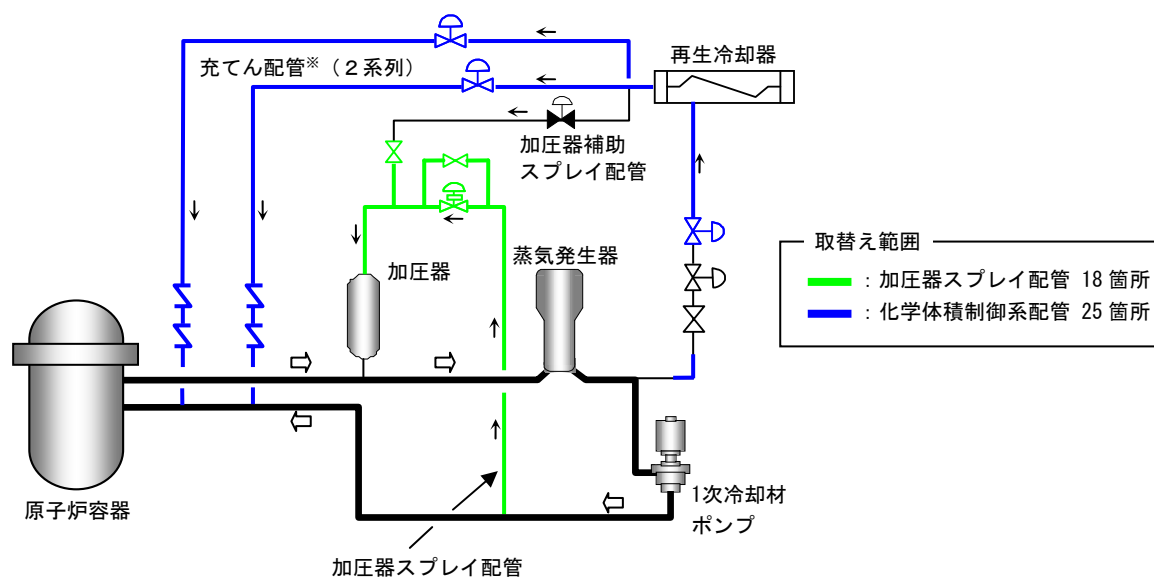
工事前（芯金を使用した曲げ加工）



工事後（芯金を使用しない曲げ加工）



取り替え範囲概略図



※化学体積制御系配管のうち、充てん配管については、「高サイクル熱疲労割れに係る対策工事」（図－5参照）で新たに設置する1系列に芯金を使用せずに曲げ加工した配管を採用する。

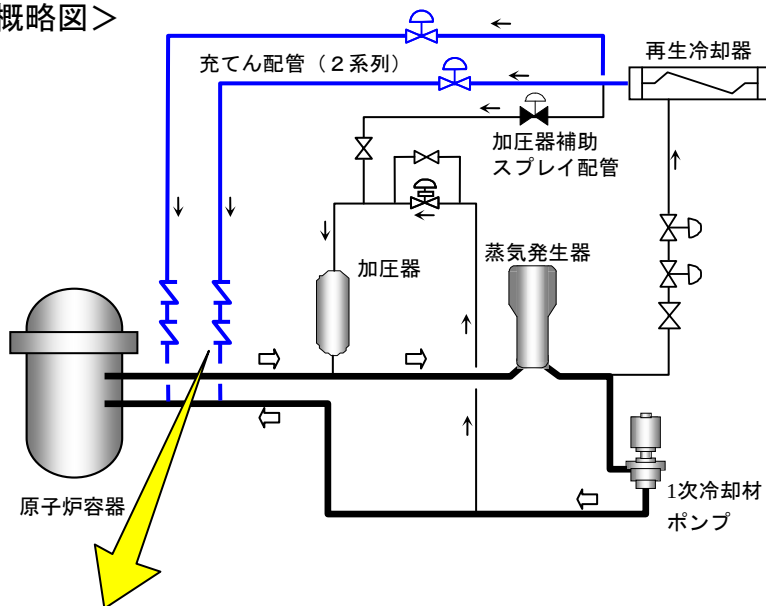
高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

概 要

国内外PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる熱疲労）を踏まえ、2系列ある充てん配管を撤去し、新たに1系列を設置します。

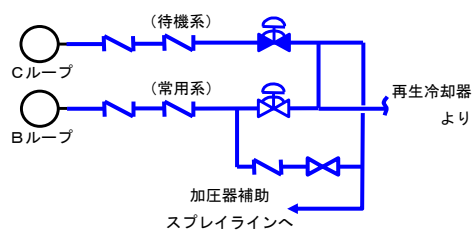
概 要 図

<系統概略図>

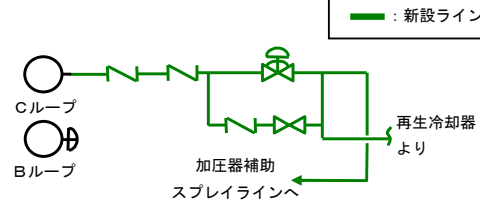


改造部詳細

工事前



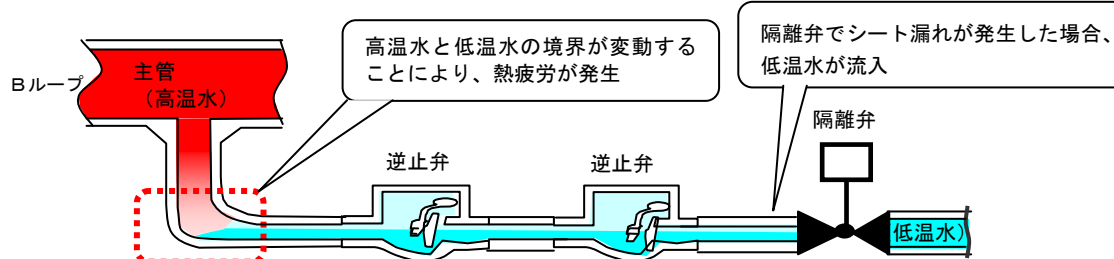
工事後



凡例

— : 撤去ライン
— : 新設ライン

高サイクル熱疲労（シートリーク型）発生メカニズム



原子炉保護系制御盤等取替及び電源装置改造工事

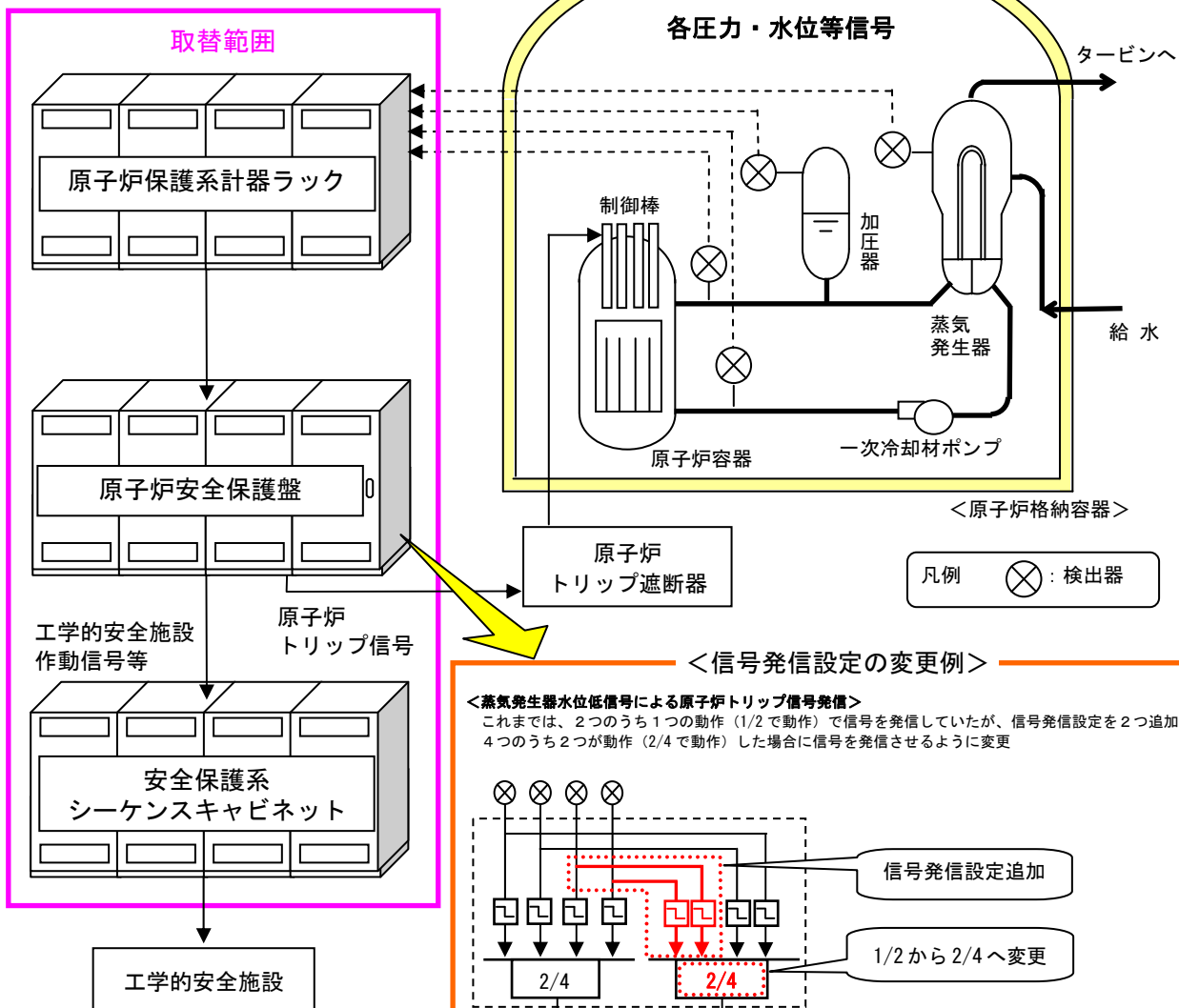
原子炉保護系制御盤等取替 概要

原子炉保護装置※の電子部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、デジタル制御のものに取り替えます。また、この工事に合わせて原子炉停止信号や工学的安全施設作動信号の発信に用いられている信号を増やし、信頼性の向上を図ります。

※ 1次冷却材系統の圧力・温度などからプラントの異常を検出して、原子炉トリップ遮断器および工学的安全施設を動作させるための信号を送る装置。

概要図

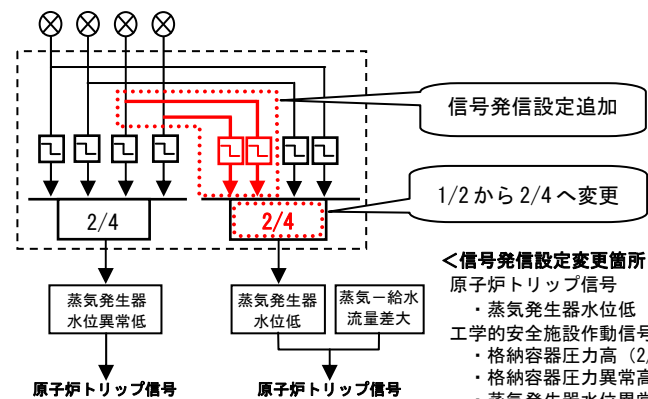
<原子炉保護系概略図>



<信号発信設定の変更例>

<蒸気発生器水位低信号による原子炉トリップ信号発信>

これまでの、2つのうち1つの動作（1/2で動作）で信号を発信していたが、信号発信設定を2つ追加し、4つのうち2つが動作（2/4で動作）した場合に信号を発信させるように変更



<信号発信設定変更箇所>

- 原子炉トリップ信号
 - ・ 蒸気発生器水位低 (1/2 → 2/4)
- 工学的安全施設作動信号
 - ・ 格納容器圧力高 (2/3 → 2/4)
 - ・ 格納容器圧力異常高 (2/3 → 2/4)
 - ・ 蒸気発生器水位異常高 (2/3 → 2/4)

制御盤等の取り替えに伴い、消費電力が増加する。

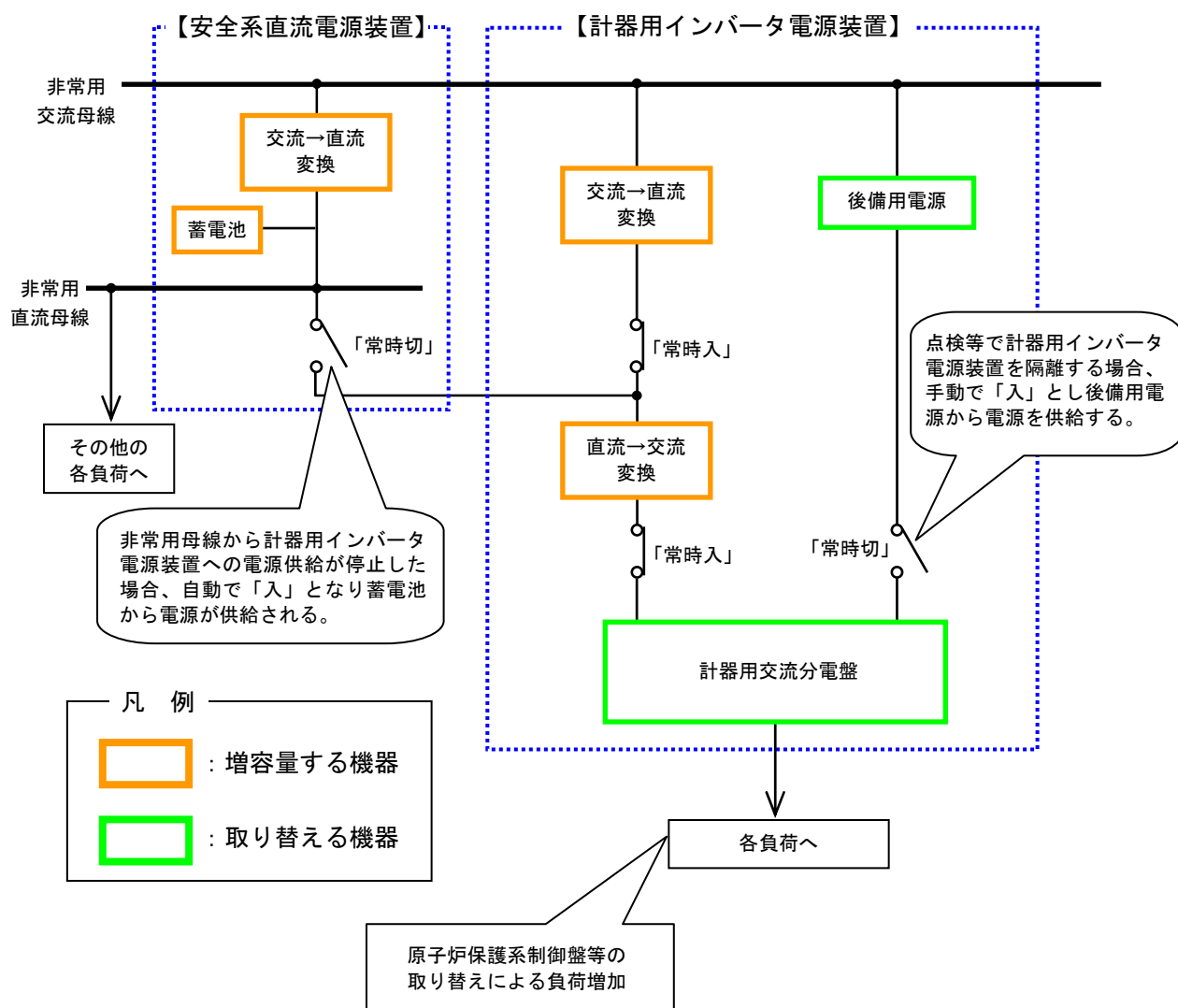
原子炉保護系制御盤等取替及び電源装置改造工事

電源装置改造 概要

原子炉保護系制御盤等の取り替えに伴い消費電力が増加するため、当該制御盤等に電源を供給している計器用インバータ電源装置及び安全系直流電源装置について電源容量（電源供給能力）を大きくする改造を行います。

概 要 図

<概略工事範囲図>



高圧タービン入口圧力調整工事

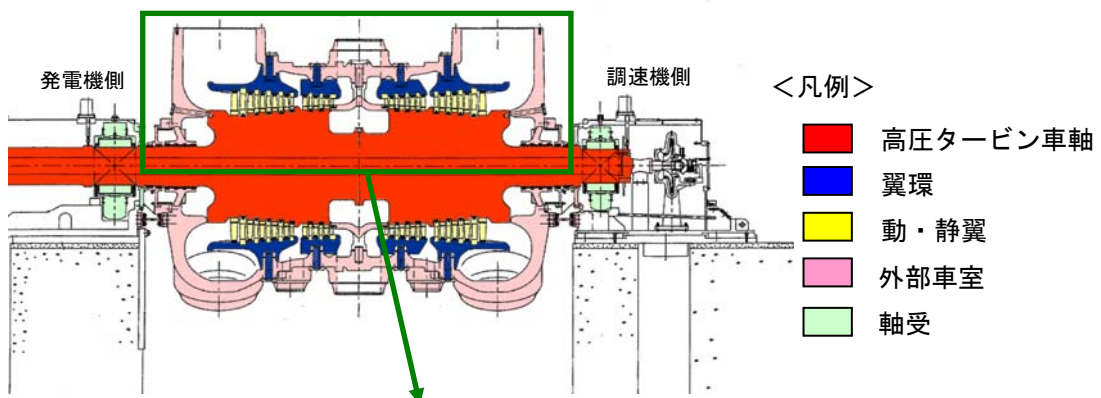
概 要

前回の定期検査（第１６回）において、設備の予防保全（低圧ロータでの応力腐食割れ対策）として、材料を変更し、全一体型ロータ構造や最新設計のタービン翼等を採用した低圧タービンに取り替えるとともに、保守性向上の観点から高圧タービンについても取り替えました。

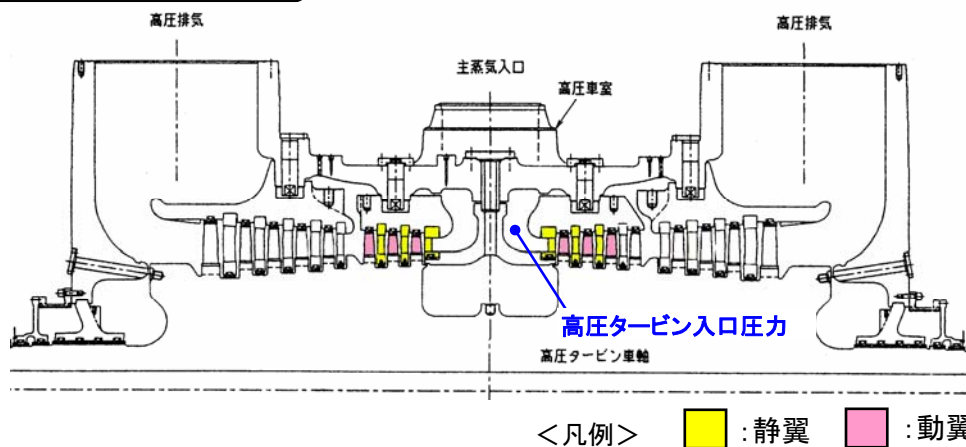
取り替え後のプラント運転データからタービンの性能を確認したところ、蒸気が高圧タービンに入った直後の圧力が設計時に設定した値より若干低いことが認められたことから、設計時の値とするため、高圧タービンの一部の翼を取り替えます。

概 要 図

高圧タービン構造図



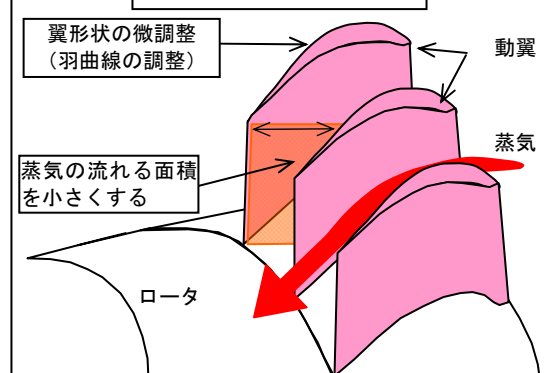
高圧タービン取替範囲



調整工事概要

	調整工事内容
対象範囲 (翼取替範囲)	高圧タービン静翼・動翼 調速機側：１～３段 発電機側：１～３段
高圧タービン 静翼	翼形状の微調整及び翼枚数の変更（数枚増加）を行い、翼間の蒸気の流れる面積を小さくする。
高圧タービン 動翼	翼形状の微調整を行い、動翼間の蒸気の流れる面積を小さくする。

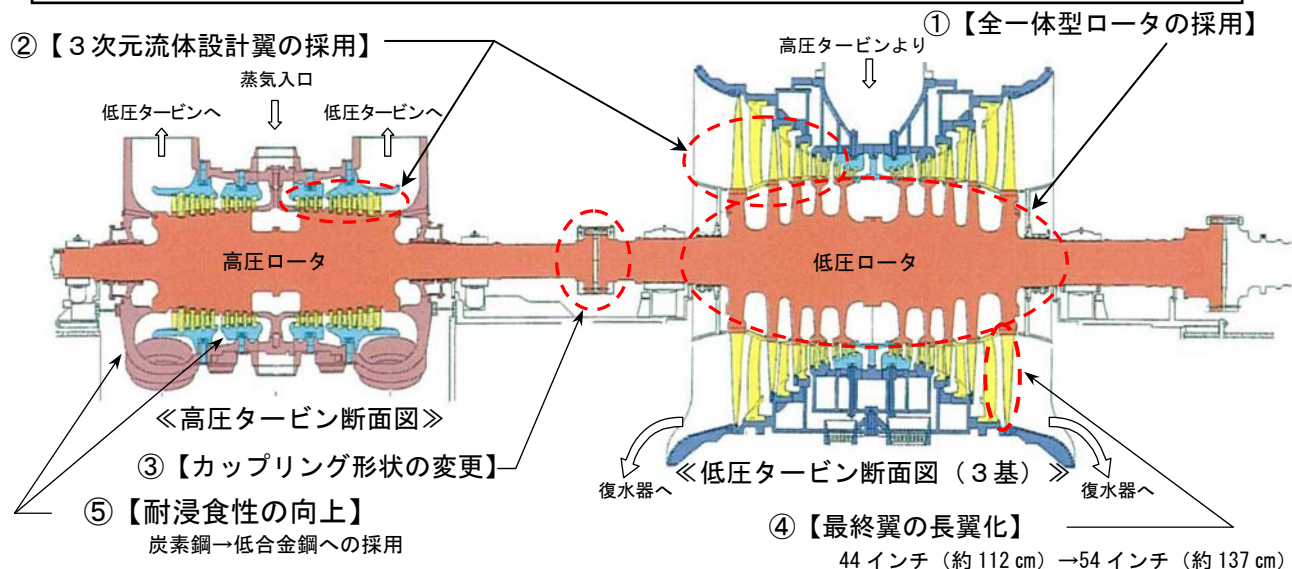
動翼調整イメージ



蒸気タービン取替工事（第 16 回定期検査）

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す。あわせて、蒸気タービン点検時の保守性の向上の観点から、高圧タービンも取り替えます。



<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]

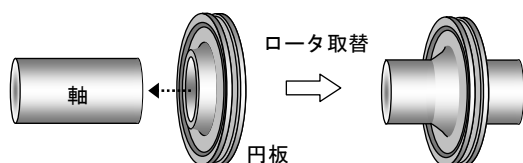
低圧ロータ全長：約 955 cm

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

取替前ロータ
（部分一体型）

取替後ロータ
（全一体型）



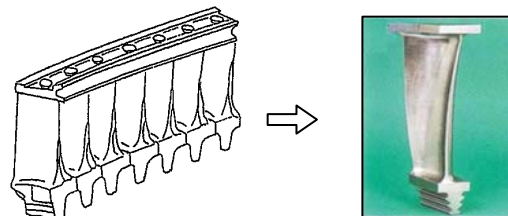
（円板を加熱後、軸に挿入し冷却する。（焼嵌め））

（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する。）

② 3次元流体設計翼の採用

取替前（平行翼）

取替後

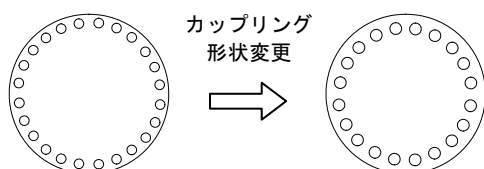


翼を通過する蒸気の流れによる損失を抑えるとともに、振動応力を低減させる翼形状とする。

③ カップリング形状の変更

取替前

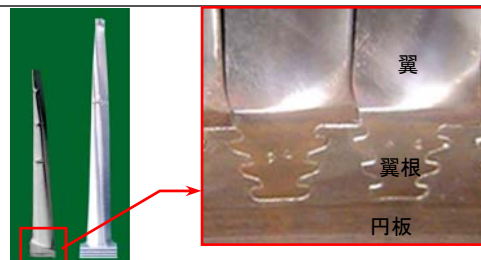
取替後



油圧で脱着可能なボルトを採用し保守性を向上させる。

	取替前	取替後
ボルト穴径	60mm	73mm
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る。
・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する。

2次系配管の点検等

概 要

当社が定めた「配管肉厚管理手引書」に基づき、給水系等の配管 582 箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施します。

また、過去の点検で減肉が確認された部位 14 箇所、配管取り替え時の作業性を考慮した部位 45 箇所、予防保全の観点から取り替える部位 53 箇所、合計 112 箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えます。

点検概要

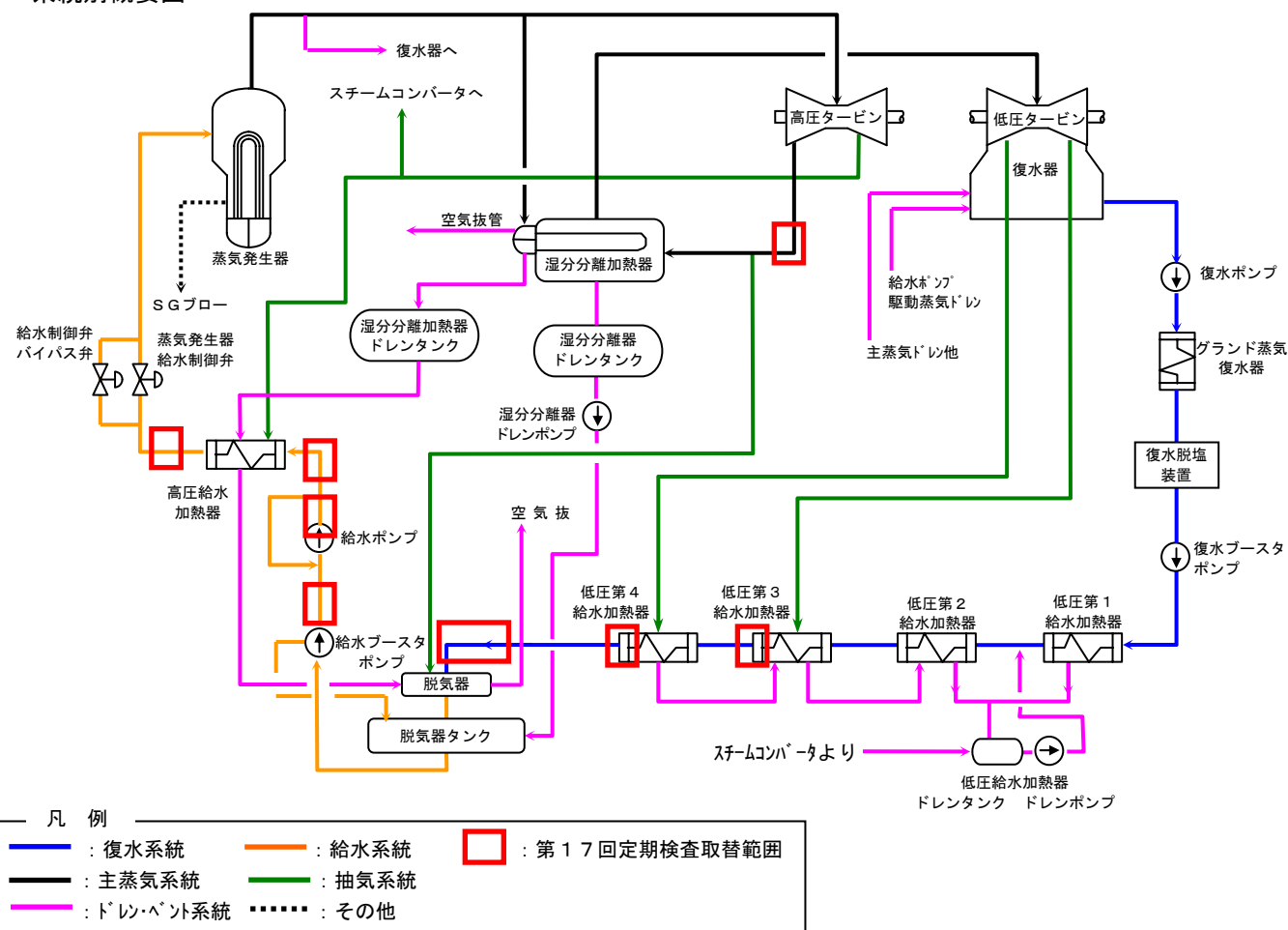
2次系配管肉厚の配管肉厚管理手引書に基づく超音波検査（肉厚測定）部位

	「配管肉厚管理手引書」 の点検対象部位	今回定期検査開始 時点での未点検部位	今回点検実施部位
主要点検部位	1 6 8 3	0	3 1 7
その他点検部位	1 6 3 6	0	2 6 5
合 計	3 3 1 9	0	5 8 2

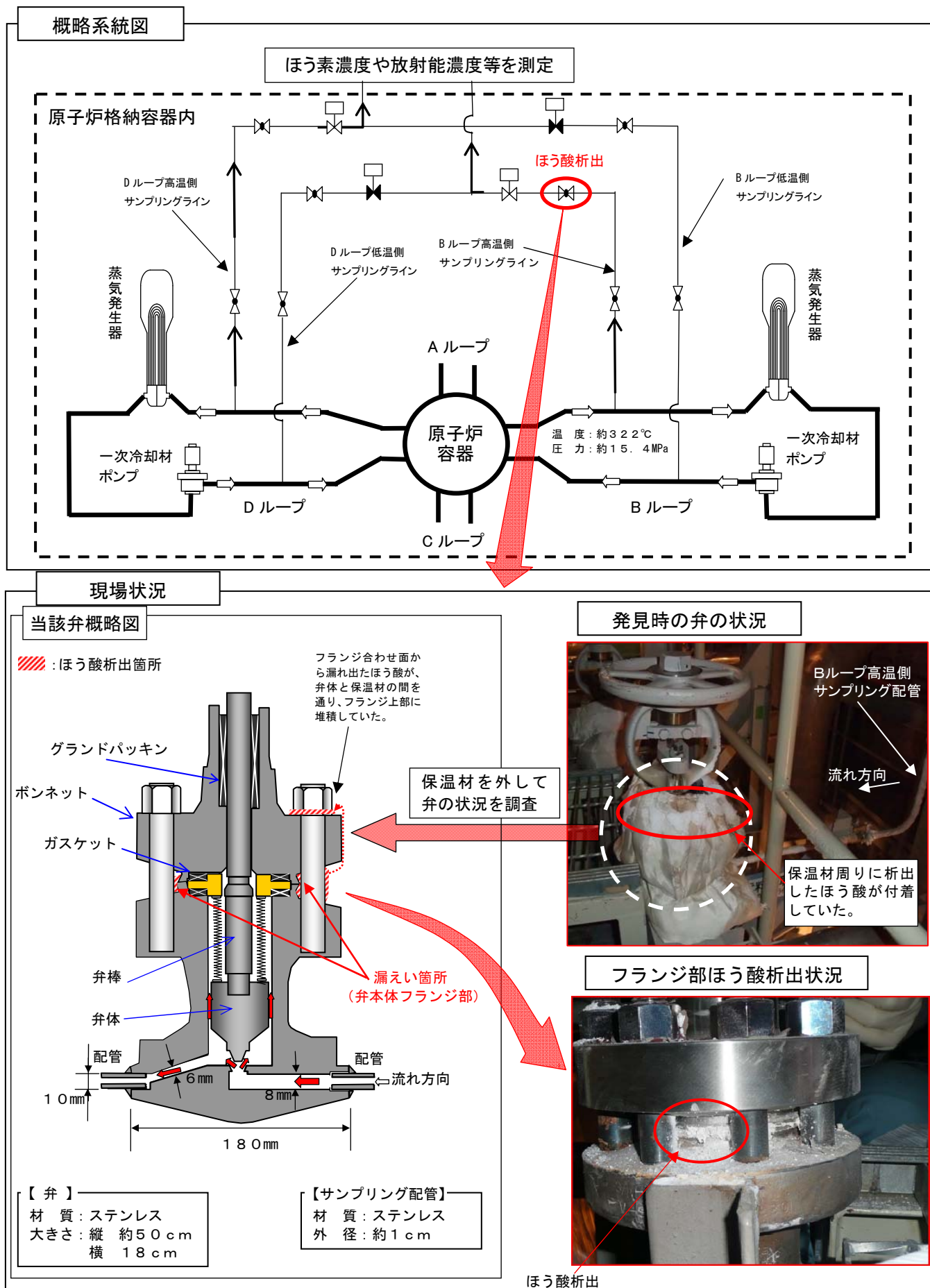
2次系配管の取り替え

過去の点検で減肉が確認された部位	1 4	炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼もしくは低合金鋼
配管取り替え時の作業性を考慮した部位	4 5	
予防保全の観点から取り替える部位	5 3	
合 計	1 1 2	

系統別概要図



原子炉格納容器内の手動弁でのほう酸析出について



敦賀発電所2号機 第17回定期検査工程表

