

平成22年2月2日
原子力安全対策課
(21-90)
<11時記者発表>

高浜発電所4号機の第19回定期検査開始について

このことについて、関西電力株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

高浜発電所4号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力87.0万kW）は、平成22年2月4日から約4カ月の予定で第19回定期検査を実施する。定期検査を実施する主な設備は次のとおりである。

- (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

問い合わせ先(担当：神戸)
内線2353・直通0776(20)0314

1 主要工事等

(1) 1次冷却材ポンプ供用期間中検査 (図－1参照)

1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、C号機の主フランジ締め付け部やケーシング内表面について、外観目視点検や超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。

(2) 低圧タービン取替工事 (図－2参照)

国外で発生した低圧タービン円板の翼取付部における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(3基)について、材料強度の変更、全一体ロータ構造および最新の翼形状などを採用した低圧タービンに取り替える。

*1 今回の取替については、平成19年に事前了解している工事である。また、当該工事に伴い、タービン性能が向上することにより、定格熱出力一定運転において電気出力が約1.5～3.0%上昇する。

(3) 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－3参照)

国内外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器出入口管台について超音波探傷検査を、原子炉容器炉内計装筒の内面及び管台溶接部については、渦流探傷試験や外観目視点検を実施する。

また、予防保全対策として、原子炉容器炉内計装筒の内面及び管台溶接部について、表面の残留応力を低減させるため、ウォータージェットピーニング工事*2を施工し、加圧器サージ管台、安全弁管台、逃がし弁管台、スプレイライン管台について、600系ニッケル基合金で溶接された管台から耐食性に優れた690系ニッケル基合金で溶接された管台に取り替える。

*2 金属表面に高圧ジェット水を吹きつけることにより、金属表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

(4) 格納容器再循環サンプスクリーン取替工事 (図－4参照)

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が大きいものに取り替える。

*3 国外BWRプラントでの非常用炉心冷却システム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、格納容器再循環サ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対策を講じており、安全上の問題が生じることはない。

(5) 1次系小口径曲げ配管取替工事 (図－5参照)

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、予防保全として、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る。

(6) 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事 (図－6 参照)

国内外の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、安全注入系統の補助注入ライン高温側2箇所、低温側1箇所に弁を追加する。また、作業時の作業性を考慮し、対象となる部分の周辺の配管の一部を取り替える。

(7) 原子炉保護装置取替工事 (図－7 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て、一部を最新設計のものに取り替えるとともに、1次冷却材系統の圧力・温度等を測定する検出器について、信頼性向上のため、現在3台のものを4台に変更する。

*4 1次冷却材系統の圧力・温度信号などからプラント異常を検出して、原子炉トリップしゃ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

(8) 原子炉照射試験片取出工事

中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を取り出す（今回で4回目）。

2 設備の保全対策

(1) 2次系配管の点検等 (図－8 参照)

関西電力株の定めた「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、2次系配管726箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施する。

また、過去の点検において減肉が確認された部位3箇所、今後の保守作業を考慮した部位170箇所、合計173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る。

3 燃料取替計画

燃料集合体全数 157 体のうち、61 体（うち44体は新燃料集合体）を取り替える予定である。

4 運転再開予定

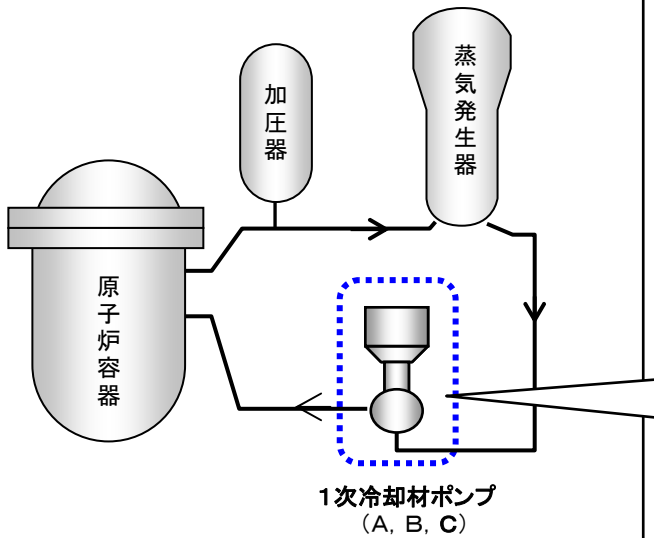
原子炉起動・臨界	:	平成22年5月上旬
発電再開（調整運転開始）	:	平成22年5月中旬
定期検査終了（営業運転再開）	:	平成22年6月上旬

図-1 1次冷却材ポンプの供用期間中検査

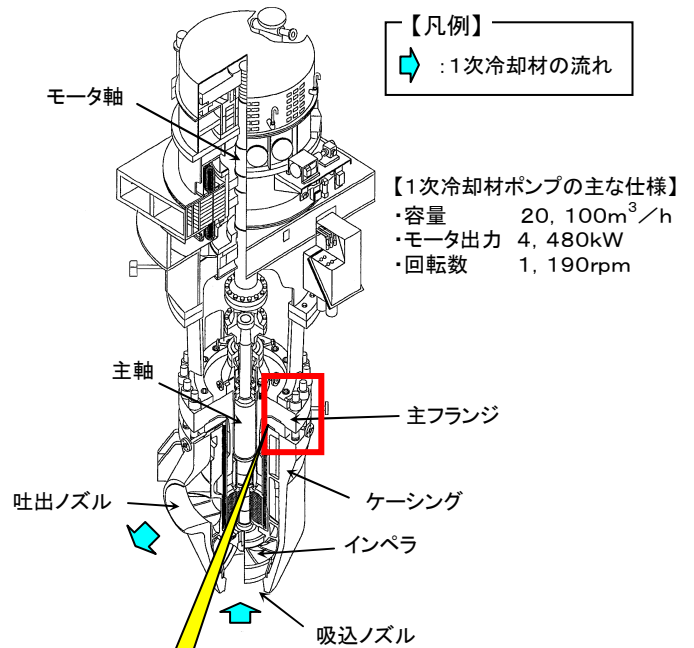
検査概要

1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、C号機の主フランジ締め付け部やケーシング内表面の外観目視点検や超音波探傷検査を行ない、健全性を確認する。

系統概要図



1次冷却材ポンプの概要図



C号機 1次冷却材ポンプの点検概要図

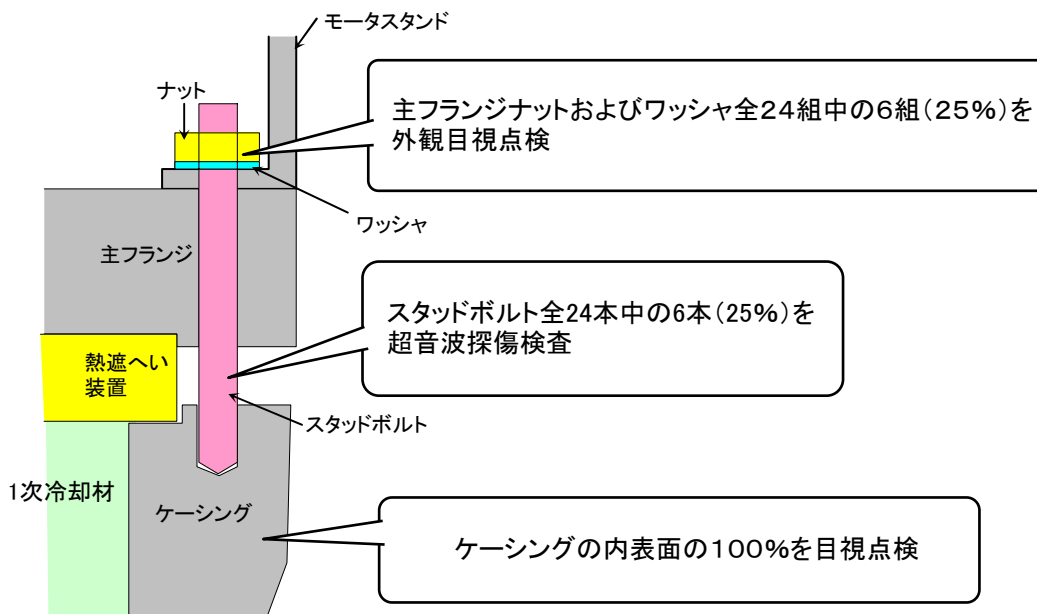
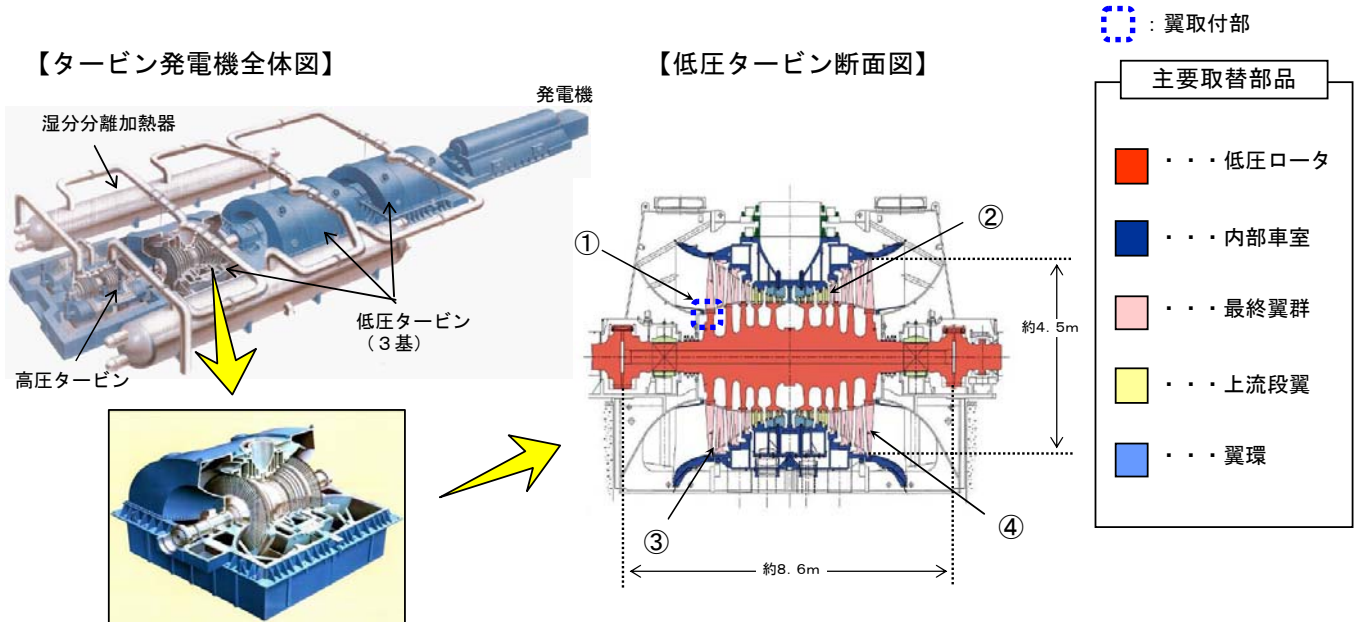


図-2 低圧タービン取替工事

工事概要

国外で発生した低圧タービン円板の翼取付部における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（3基）について、材料強度の変更、全一体ロータ構造および最新の翼形状などを採用した低圧タービンに取り替える。

低圧タービン取替概要図



①全一体ロータの採用（応力腐食割れ予防保全対策）
・ 応力腐食割れ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

【工事前】

円板を加熱後、軸に挿入したロータ（焼きばめ）

【工事後】

軸と円板を一体成型したロータ

②完全3次元流体設計翼の採用（効率向上）
・ 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

【工事前】

【工事後】

③ISB翼の採用（信頼性向上）
・ 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）
・ 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

【工事前】

40インチ翼
(約100cm)

【工事後】

46インチ翼
(約115cm)

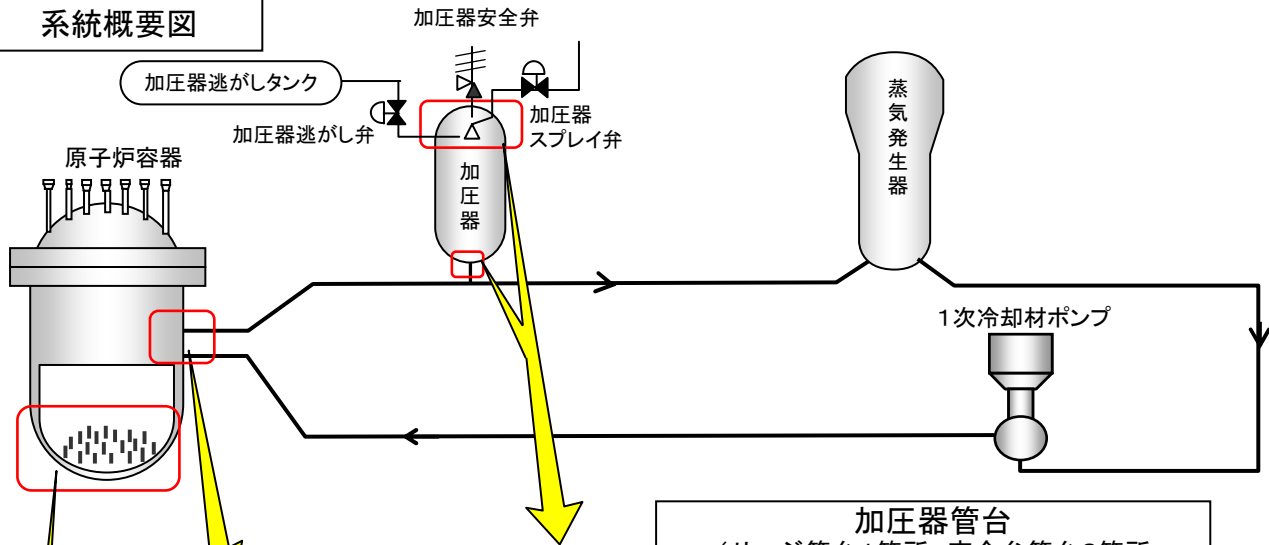
図-3 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る予防保全工事

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、600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器出入口管台について超音波探傷検査を、原子炉容器炉内計装筒の内面及び管台溶接部については、渦流探傷試験や外観目視点検を実施する。

また、予防保全対策として、原子炉容器炉内計装筒の内面及び管台溶接部について、表面の残留応力を低減させるため、ウォータージェットピーニング工事を施工し、加圧器サージ管台、安全弁管台、逃がし弁管台、スプレライン管台について、600系ニッケル基合金で溶接された管台から耐食性に優れた690系ニッケル基合金で溶接された管台に取り替える。

系統概要図



原子炉容器出入口管台
(入口管台3箇所、出口管台3箇所)
点検: 超音波探傷検査

加圧器管台
(サージ管台1箇所、安全弁管台3箇所、逃がし弁管台1箇所、スプレ管台1箇所)

予防保全工事: 管台取替 (600系ニッケル基合金 → 690系ニッケル基合金)

【工事前】

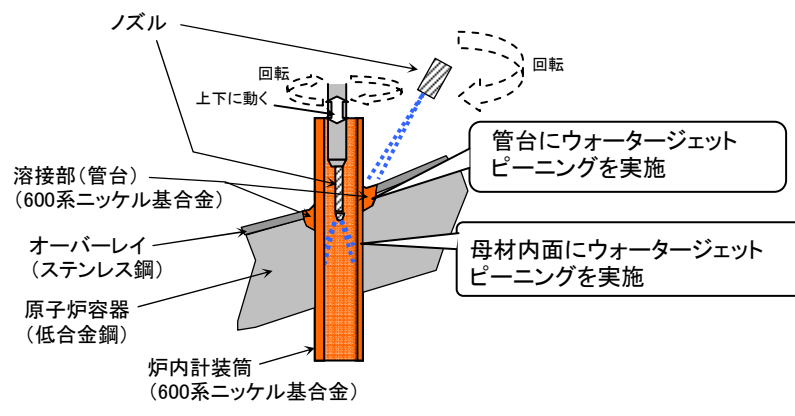
600系
ニッケル基合金

【工事後】

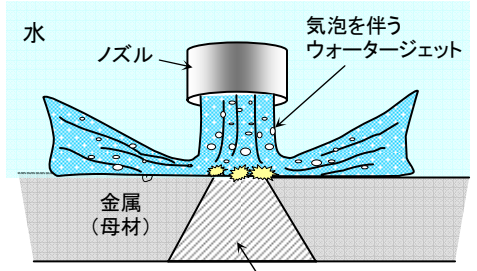
690系
ニッケル基合金

原子炉容器炉内計装筒管台および母材内面
(内面及び管台溶接部 50箇所)

点検: 渦流探傷試験、外観目視点検
予防保全工事: ウォータージェットピーニング工事



ウォータージェットピーニングの原理
【原理イメージ図】



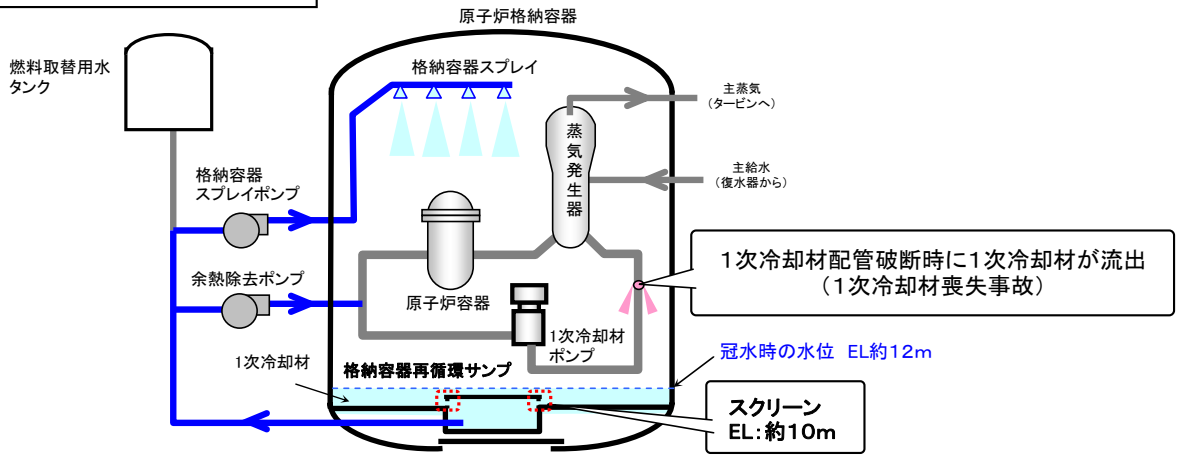
【説明】 溶接部(600系ニッケル基合金) 水中で高圧ジェット水(約60MPa)をノズルから噴射すると気泡が発生する。この気泡は、高速のウォータージェット流に乗って流れ、金属表面近傍で崩壊する。その時に生じる衝撃力で金属表面をたたき(ピーニング)、金属表面近傍の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる

図-4 格納容器再循環サンプスクリーン取替工事

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を防止する観点から、スクリーンの表面積をより大きいものに取り替える。

系統概要図(格納容器再循環サンプ使用時)



参考 (スクリーン取替イメージ)

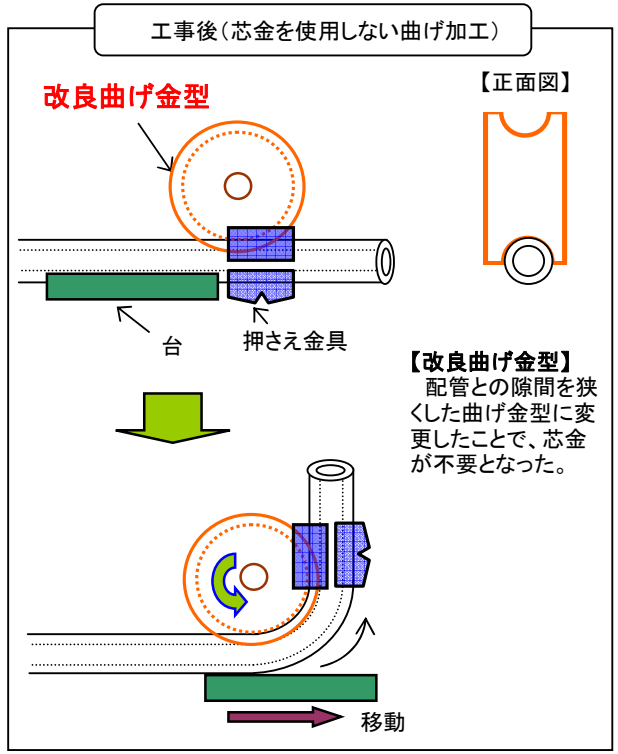
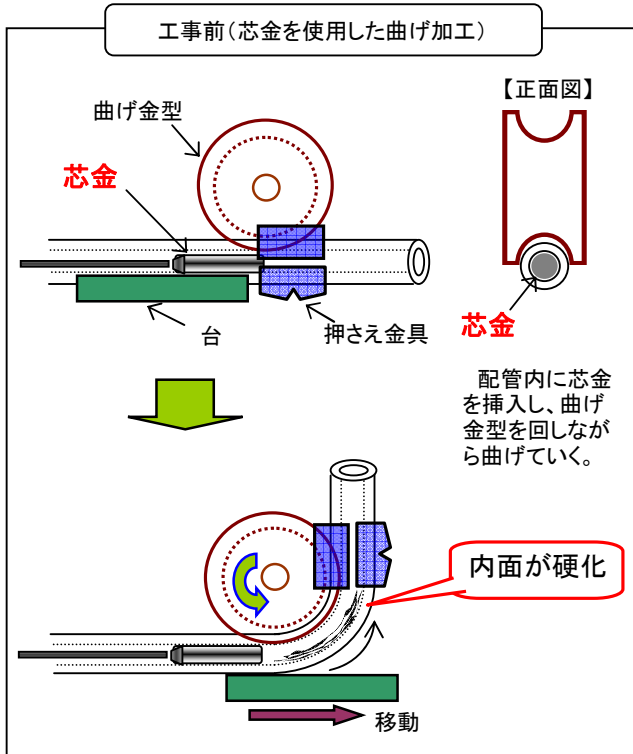
項目	工事前	工事後(イメージ)
再循環サンプスクリーンの概要図	<p>平面図</p> <p>断面図</p>	<p>平面図</p> <p>断面図</p> <p>*: 新型スクリーンは複数のモジュールで構成されている</p>
スクリーンの概要	<p>スクリーンの写真</p> <p>スクリーン拡大図</p>	<p>スクリーンの写真</p> <p>モジュール構造図</p> <p>【モジュール1基の大きさ】 大きさ: 高さ約1.5m、幅約1m、奥行き約1m 多孔板33枚、多孔板1枚の面積約1.3m²</p>
ろ過穴	約2mm × 約5.0mm	直径 約1.7mm
全体の表面積	① : 約26m ² ② : 約26m ²	① : 約310m ² ② : 約310m ²
材質	ステンレス	ステンレス

図-5 1次系小口径曲げ配管取替工事

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内面で応力腐食割れが発生した事象を踏まえ、予防保全として、1次冷却材系統につながる配管のうち、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る。

工事概略図（曲げ加工方法）



取替範囲概要図

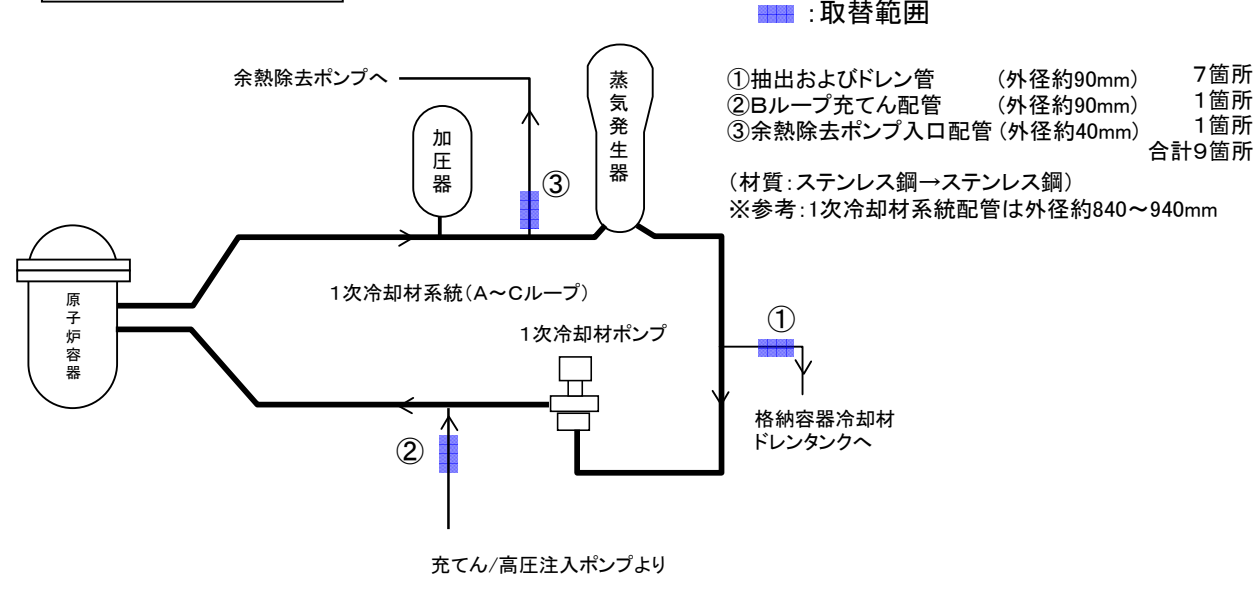


図-6 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

工事概要

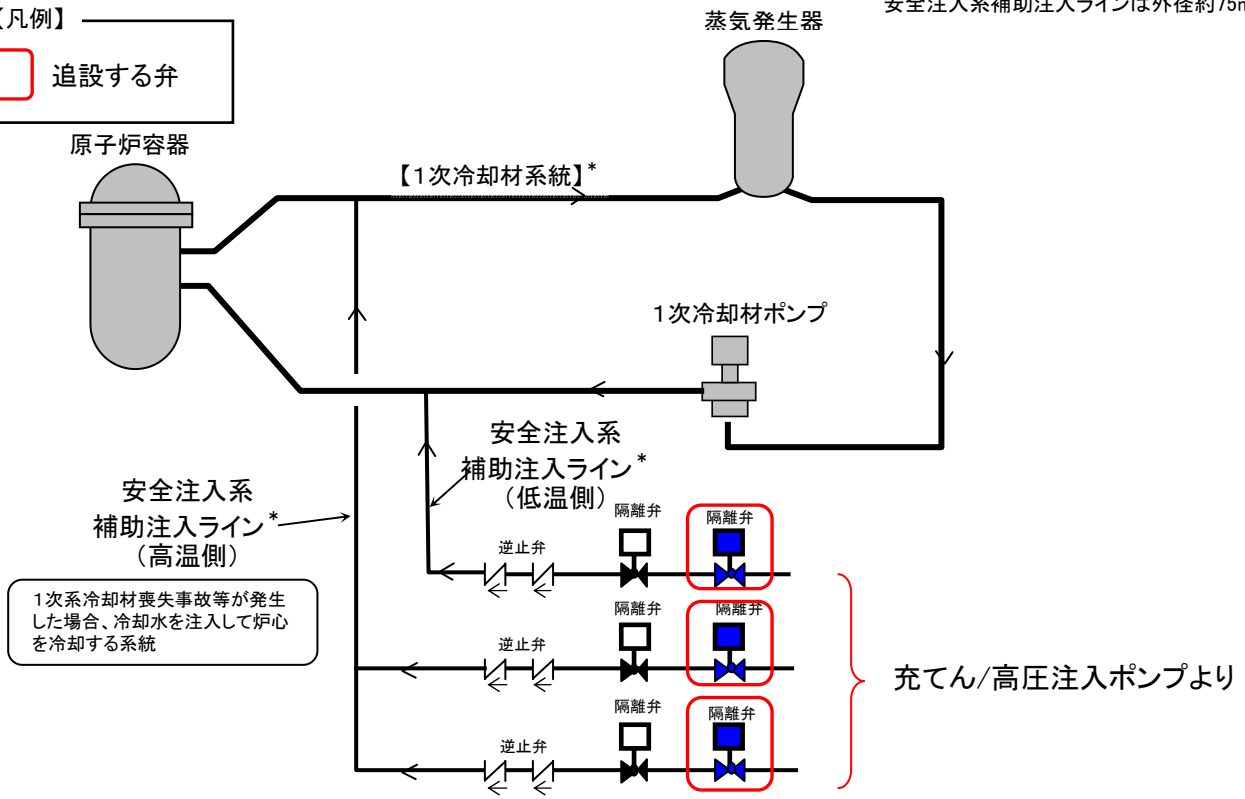
国内外PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ(温度揺らぎによる疲労)を踏まえ、安全注入システムの補助注入ライン高温側2箇所、低温側1箇所を弁を追加する。なお、作業性を考慮し、配管の一部を取り替える。

* : 隔離弁のシートリークにより洩れ出た低温水(滞留した水)が高温水側に流入し、高温水と低温水の境界が変動することにより熱疲労が発生する可能性がある。

系統概要図

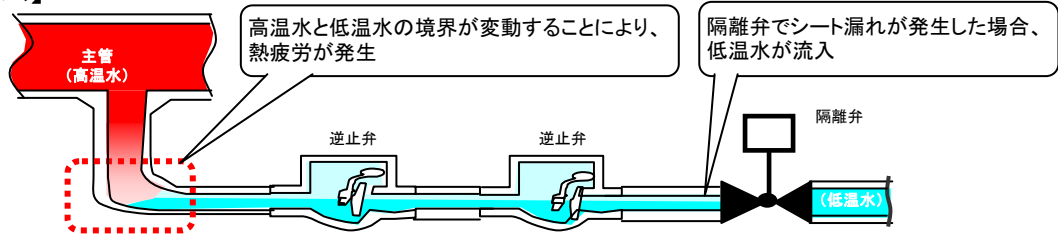
【凡例】
 追設する弁

* : 1次冷却材系統の配管は外径約840~940mm
 安全注入系補助注入ラインは外径約75mm



工事概要図

【発生メカニズム】



【工事後】

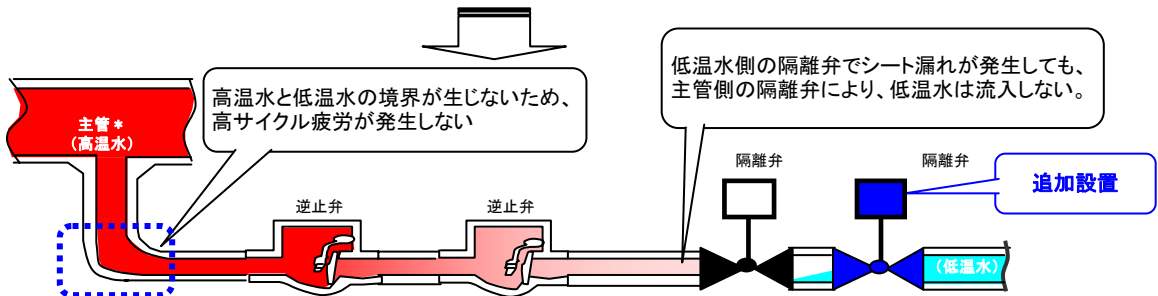


図-7 原子炉保護装置取替工事

工事概要

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て、一部を最新設計のものに取り替えるとともに、1次冷却材系統の圧力・温度等を測定する検出器について、信頼性向上のため、現在3台のものを4台に変更する。

* 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、原子炉トリップしゃ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。

取替概要図

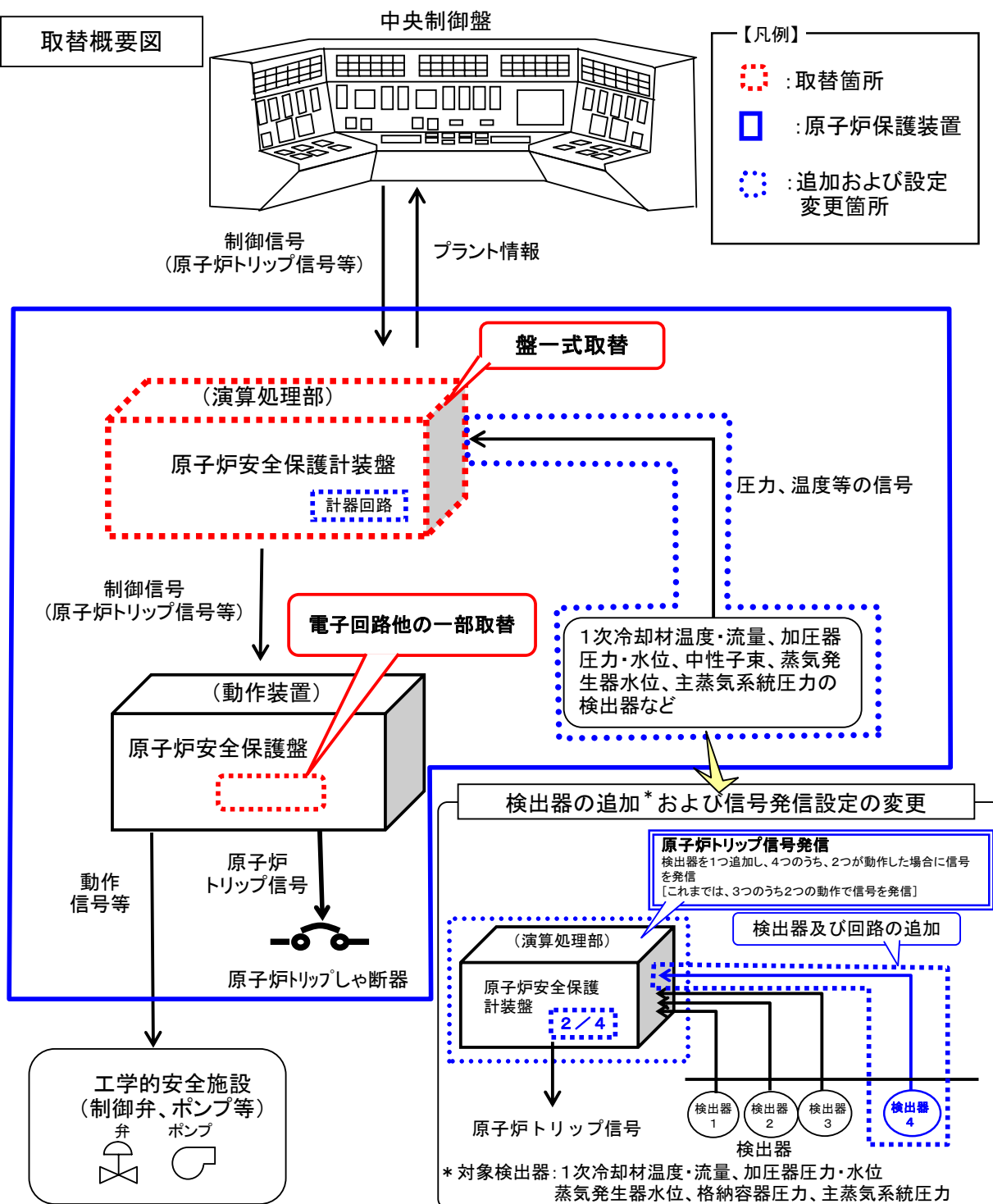


図-8 2次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、合計726箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施する。

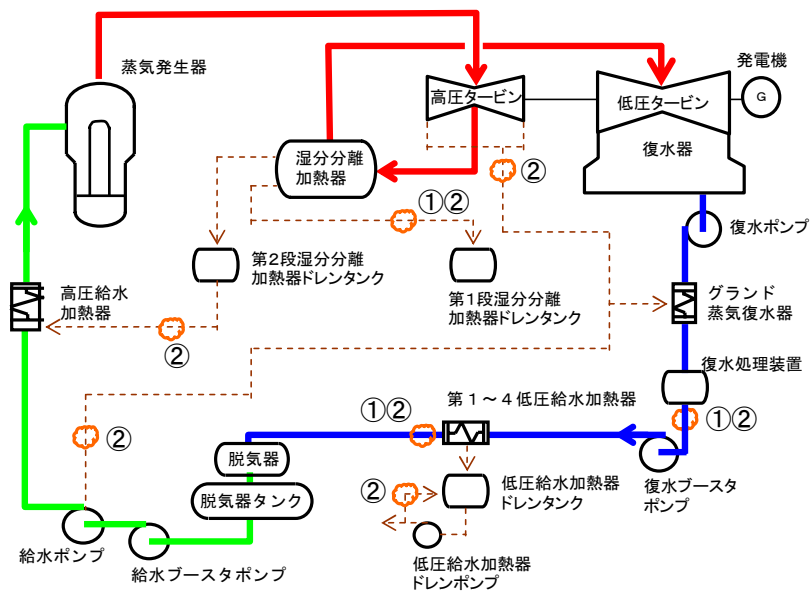
○2次系配管肉厚の管理指針に基づく超音波検査(肉厚測定)部位

	「2次系配管肉厚の管理指針」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	1,639	0	285
その他部位	1,374	0	441
合計	3,013	0	726

取替概要

過去の点検で減肉が確認された部位3箇所、配管の保守性を考慮した部位170箇所、合計173箇所を耐食性に優れたステンレス鋼又は低合金鋼の配管に取り替える。

系統別概要図



【凡例】

- : 主蒸気系統
- : 給水系統
- : 復水系統
- - - : ドレン系統
- : 主な配管取替箇所

【取替理由】

① 過去の点検結果で減肉が認められているため計画的に取り替える箇所 (3箇所)

- ・ 必要最小厚さとなるまでの期間が5年未満の箇所 (1箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 1箇所
- ・ 必要最小厚さとなるまでの期間が5年以上の箇所 (2箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所

② 配管の保守性*を考慮して取り替える箇所 (170箇所)

- 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 136箇所
- 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 34箇所

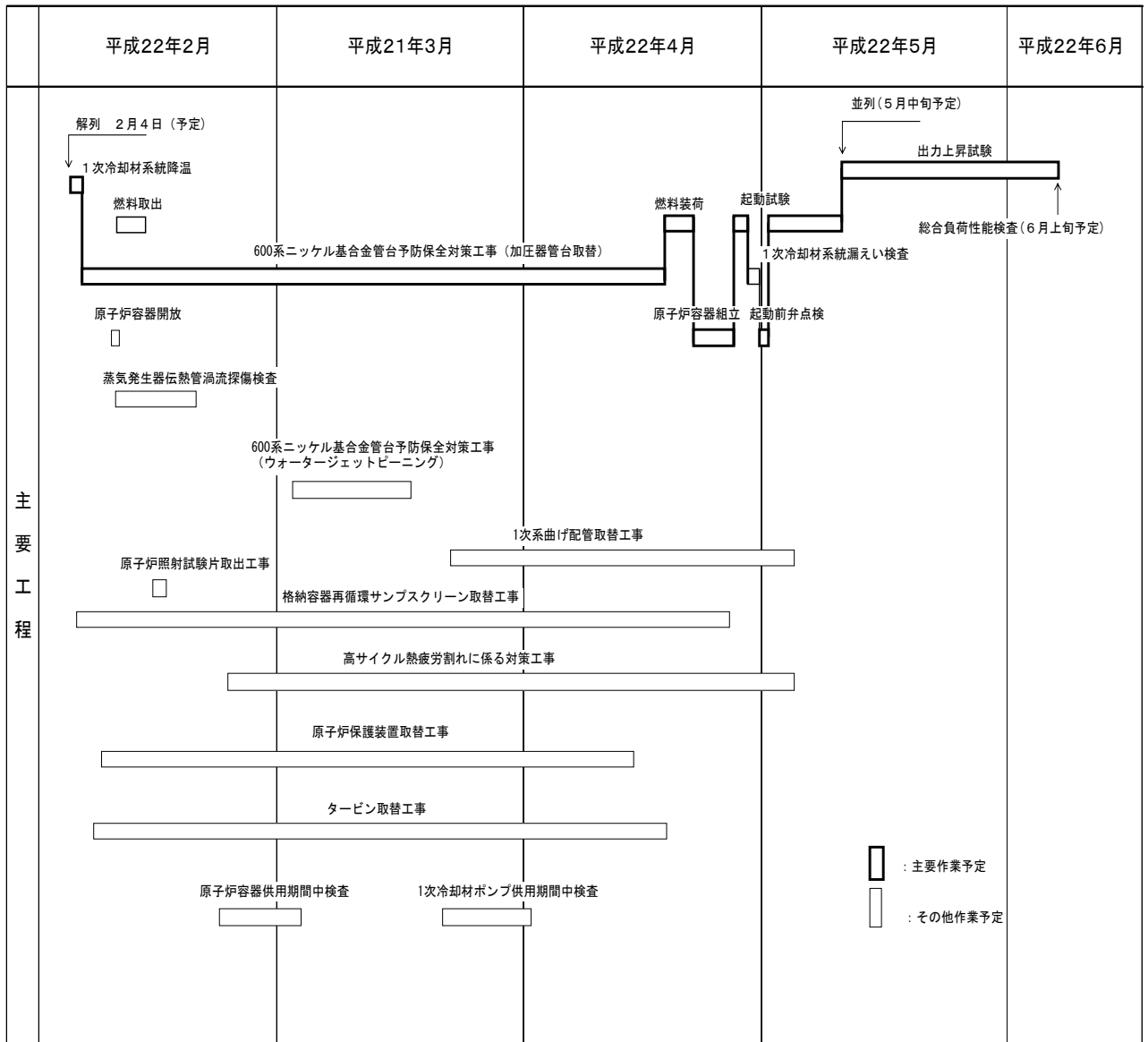
合計 173箇所

* 狭隘部で肉厚測定がしづらい小口径配管などについて取り替える。

高浜発電所4号機 第19回定期検査の作業工程

平成22年2月4日から約4ヶ月の予定であり、以下の作業工程にて実施します。

(平成22年2月2日現在)



以上