

美浜発電所2号機の第27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

美浜発電所2号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力50.0万kW）は、平成23年12月18日から約5カ月の予定で第27回定期検査を実施する^{※1}。検査を実施する主な設備は次のとおりである。

※1 美浜発電所2号機は、11月30日2時よりコーストダウン運転を実施した。

A-加圧器スプレ弁のグランド部から1次冷却水をドレンタンクに回収する配管内の流量が増加傾向にあったため、12月7日に電気出力約95%から出力降下を開始し、12月8日に原子炉を停止した。

（コーストダウン運転）

運転期間の末期において、1次冷却材系統のホウ素（制御材）濃度を低下させず、ホウ素濃度を一定とし燃料の燃焼反応度の低下に伴い、電気出力を低下させていく運転をコーストダウン運転という。通常は燃焼反応度の低下に伴い、1次冷却材系統のホウ素濃度を低下させながら定格出力を維持している。

- (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：富田)
内線2354・直通0776(20)0314

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、格納容器スプレ系統や余熱除去系統などの配管、中央制御室空調系統のダクト、原子炉盤の機器などの支持構造物を強化する。

(2) 加圧器安全弁、加圧器スプレ弁および加圧器逃し弁他取替工事

(図－2 参照)

保守性向上の観点から、加圧器安全弁、加圧器スプレ弁および加圧器逃し弁を輸入弁から部品調達の容易な国産弁へ取り替える。また、作業性や今後の保守性を考慮し、各弁に接続する配管の前後一部を取り替える。

(3) 化学体積制御系統小口配管他取替工事 (図－2 参照)

国外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、1次冷却材の流れのない配管（高温環境で溶存酸素濃度が高い）の溶接部について、計画的に対策工事^{*2}を実施しており、今回は化学体積制御系統2箇所について溶接形状と材料を変更する。また、取替え時の作業性を考慮し、対象箇所周辺の配管の一部および弁を取り替える。

※2：応力集中の小さい溶接形状への変更と耐食性に優れた材料への変更

(4) 1次系強加工曲げ配管取替工事 (図－2 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、管継手に取り替える。また、取替え時の作業性を考慮し、対象箇所周辺の配管の一部を取り替える。

(5) 原子炉保護装置取替工事 (図－3 参照)

原子炉保護装置^{*3}について、電子部品が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮して、原子炉安全保護計装盤を最新設計のものに取り替える。

※3：1次冷却材系統の圧力・温度信号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装置。

(6) 安全系計器用電源装置取替工事 (図－4 参照)

安全系計器用電源装置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、最新の電源装置に取り替える。

(7) 2次系熱交換器取替工事 (図－5参照)

復水器伝熱管からの海水漏えいを防止するため、伝熱管を銅合金製から耐食性に優れたチタン製に取り替える。

A－第2低圧給水加熱器の伝熱管支持板部の管穴の一部に腐食が認められることから、予防保全として、A－第2給水加熱器を耐食性に優れた材料^{*4}を使用した新品に取り替える。

※4：管支持板部は炭素鋼から低合金鋼、伝熱管は銅合金からステンレス鋼へ変更する。

(8) 1次冷却材ポンプ供用期間中検査 (図－6参照)

1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、A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、目視点検や超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。

(9) 原子炉容器供用期間中検査 (図－6参照)

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。

2 設備の保全対策

(1) 発電機固定子コイルおよび発電機励磁機取替工事 (図－7参照)

発電機固定子コイル、発電機励磁機回転子および固定子コイルの絶縁材料が劣化傾向にあることから、予防保全として、発電機固定子コイルを新しいものに取り替えるとともに、発電機励磁機を新品に取り替える。

(2) 2次系配管の点検 (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 826 箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施する。

(超音波検査 797箇所、内面目視点検 29箇所)

また、過去の点検において減肉が確認された部位4箇所、配管取替時の作業性を考慮して取り替える部位4箇所、今後の保守作業を考慮した部位86箇所、合計94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 121 体のうち、41 体（うち36体は新燃料集合体への取替え）を取り替える予定である。

4 福島第一原子力発電所事故を踏まえた特別点検等^{※5} (図-9参照)

非常用炉心冷却系統や格納容器スプレリングの健全性確認および使用済燃料ピットの温度計の電源を非常用電源に変更するとともに、更なる監視強化のため、非常用電源に接続した使用済燃料ピットの広域水位計および監視カメラを設置する。

また、非常用炉心冷却系統の耐震サポートおよび屋内外タンク基礎ボルト等の点検を行う。

※5：使用済燃料ピット冷却系統ポンプの分解点検は、実施済である。

5 その他

(1) A-加圧器スプレ弁グランドリークオフ流量増加の原因調査

美浜発電所2号機は、11月9日頃からA-加圧器スプレ弁^{※6}のグランド部から1次冷却水をドレンタンクに回収する配管の温度が若干高めであったことから、当該配管内の流量等の監視を行っていたが、配管内の流量が液体廃棄物処理設備の処理能力を超える可能性があったことから、12月7日20時から出力降下を開始し、12月8日3時15分に発電を停止、4時に原子炉を停止した。

なお、格納容器内の放射線モニタや加圧器水位等の運転パラメータに変化はなく、格納容器内の監視カメラによる点検で漏えいは認められなかった。

この事象による周辺環境への放射能の影響はない。

[平成23年12月7日 記者発表済]

原子炉停止後、当該弁の外観目視点検を実施したところ、1次冷却水の系統外への漏えい等の異常は認められなかった。

今後、定期検査で予定している燃料取出しを行った後、系統の水抜きを行い、当該弁を取り外して原因調査を行う。

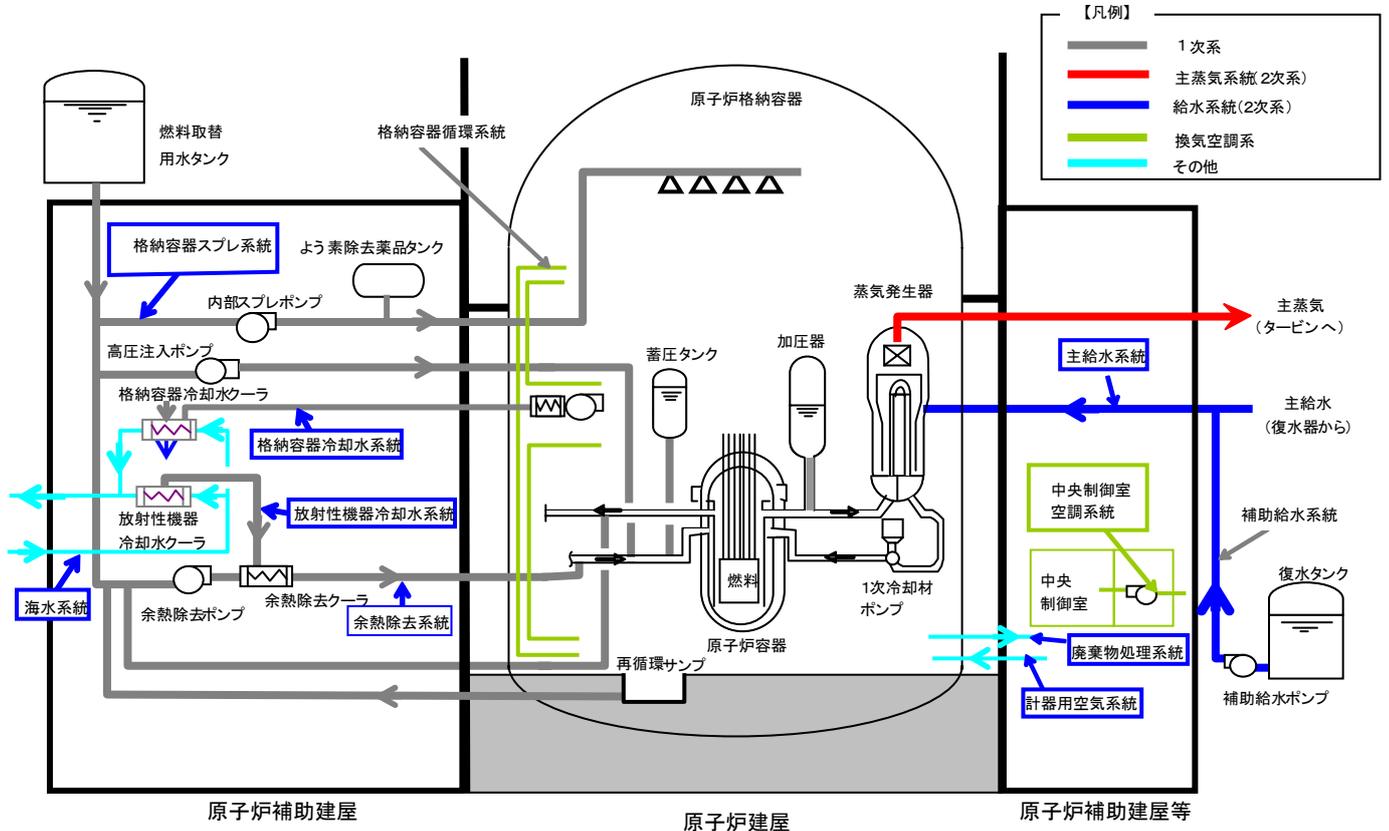
※6：加圧器の圧力が設定値(15.59MPa)を超えて高くなった場合に、加圧器内に水を拡散し、圧力を調整する弁。

(2) 原子炉の起動については、福島第一原子力発電所事故に対する安全対策の実施状況を踏まえ、計画していく。

図-1 耐震裕度向上工事

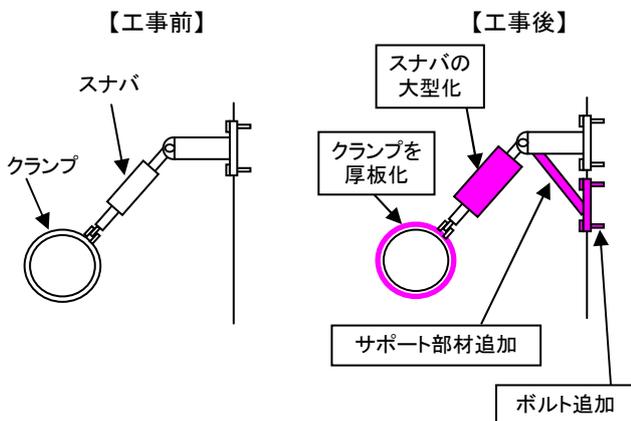
工事概要

既設設備の耐震性を一層向上させるため、格納容器スプレ系統や余熱除去系統などの配管、中央制御室空調系統のダクト、原子炉盤の機器などの支持構造物を強化する。



原子炉盤 (原子炉補助建屋)

配管の支持部の強化例(イメージ)



原子炉盤前面部の補強(イメージ)

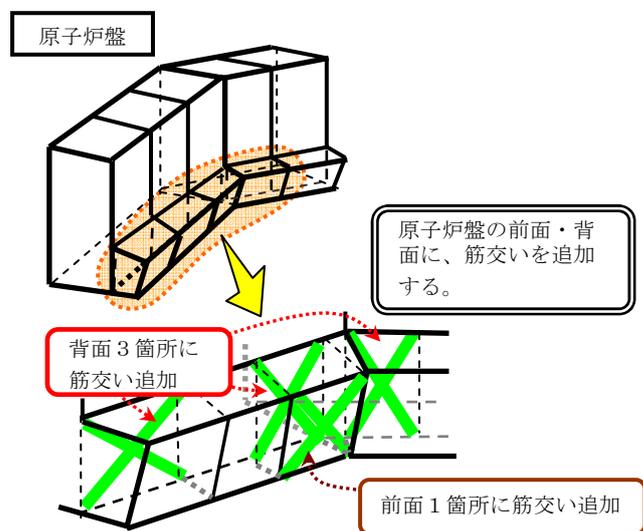


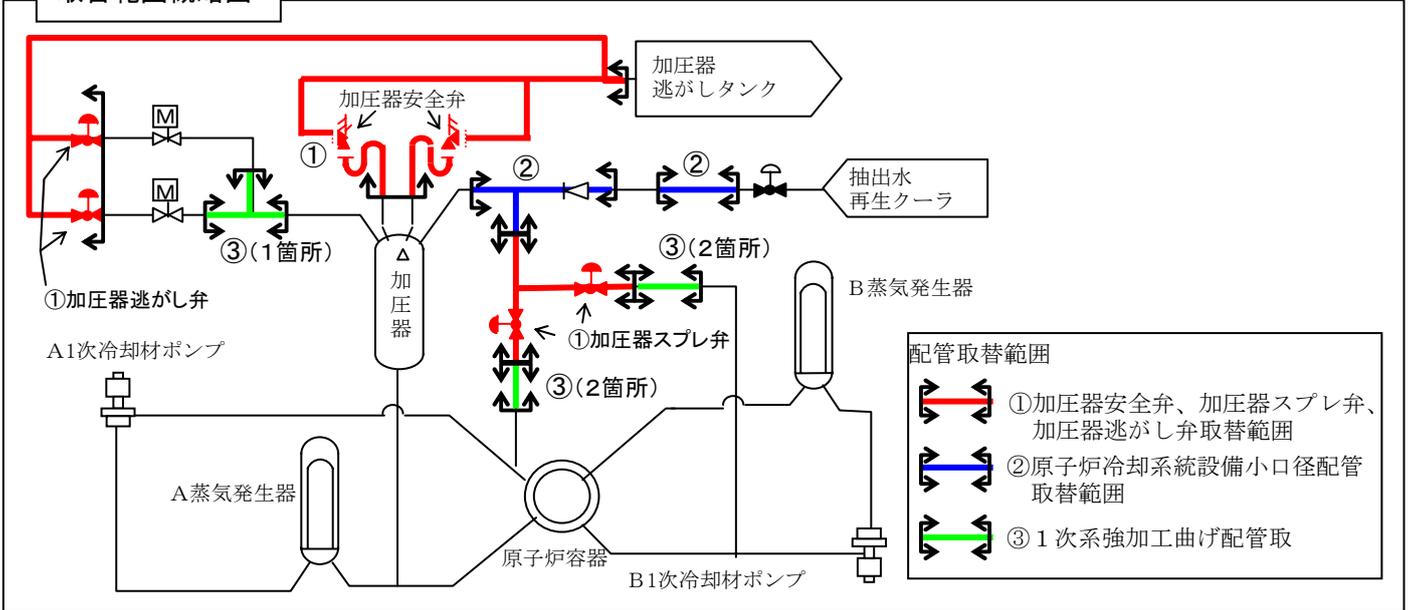
図-2 加圧器安全弁、加圧器スプレ弁、加圧器逃がし弁他取替工事 化学体積制御系統小口径配管他取替工事 1次系強加工曲げ配管取替工事

工事概要

保守性向上の観点から、加圧器安全弁、加圧器スプレ弁および加圧器逃がし弁を輸入弁から部品調達の容易な国産弁へ取り替える。また、作業性や今後の保守性を考慮し、各弁に接続する配管および弁を取り替える。

- ①加圧器安全弁、加圧器スプレ弁、加圧器逃がし弁他取替工事
加圧器安全弁(2台)、加圧器スプレ弁(2台)、加圧器逃がし弁(2台)について、保守性向上の観点から、輸入弁から部品調達の容易な国産弁へ取り替える。
- ②化学体積制御系統小口径配管他取替工事
国外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、1次冷却材の流れがない配管(高温環境で溶存酸素濃度が高い)の溶接部について、計画的に対策工事を実施しており、今回は、化学体積系統2箇所について、溶接形状と材料を変更する。
- ③1次系強加工曲げ配管取替工事
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、芯金を使用して曲げ加工した配管(5箇所)を、管継手に取り替える。

取替範囲概略図



① 加圧器安全弁、加圧器スプレ弁、加圧器逃がし弁 仕様

加圧器安全弁

	工事前	工事後
駆動方式	バネ作動方式	バネ作動方式
弁製造メーカ	クロスビー	東亜バルブ
呼び径	4インチ×6インチ	4インチ×6インチ
本体材質	ステンレス鋼	ステンレス鋼
最高使用圧力	17.16MPa	17.16MPa
外形寸法	約1,400mm	約1,390mm

加圧器スプレ弁

	工事前	工事後
駆動方式	空気作動方式	空気作動方式
弁製造メーカ	コープスバルカン	CCI
呼び径	3インチ	3インチ
本体材質	ステンレス鋼	ステンレス鋼
最高使用圧力	17.16MPa	17.16MPa
外形寸法	約1,450mm	約1,600mm

加圧器逃がし弁

	工事前	工事後
駆動方式	空気作動方式	空気作動方式
弁製造メーカ	コープスバルカン	CCI
呼び径	3インチ	3インチ
本体材質	ステンレス鋼	ステンレス鋼
最高使用圧力	17.16MPa	17.16MPa
外形寸法	約1,050mm	約1,200mm

② 工事概略図

- ・材料変更(SUS304⇒SUS316)
- ・溶接形状(ソケット溶接⇒突合せ溶接)



③ 変更前の配管曲げ加工方法

配管内に芯金を挿入し、曲げ金型を回しながら曲げていく。

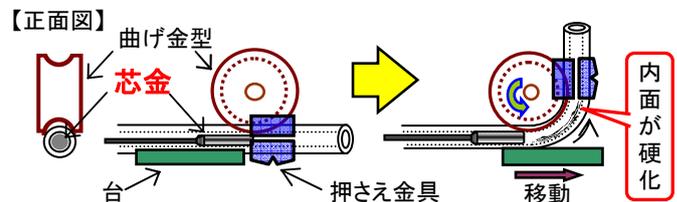


図-3 原子炉保護装置取替工事

工事概要

原子炉保護装置※について、電子部品が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮して、原子炉安全保護計装盤を最新設計のものに取り替える。

※：1次冷却材系統の圧力・温度信号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装置。

取替概要図

【凡例】

- : 取替箇所
- : 原子炉保護装置

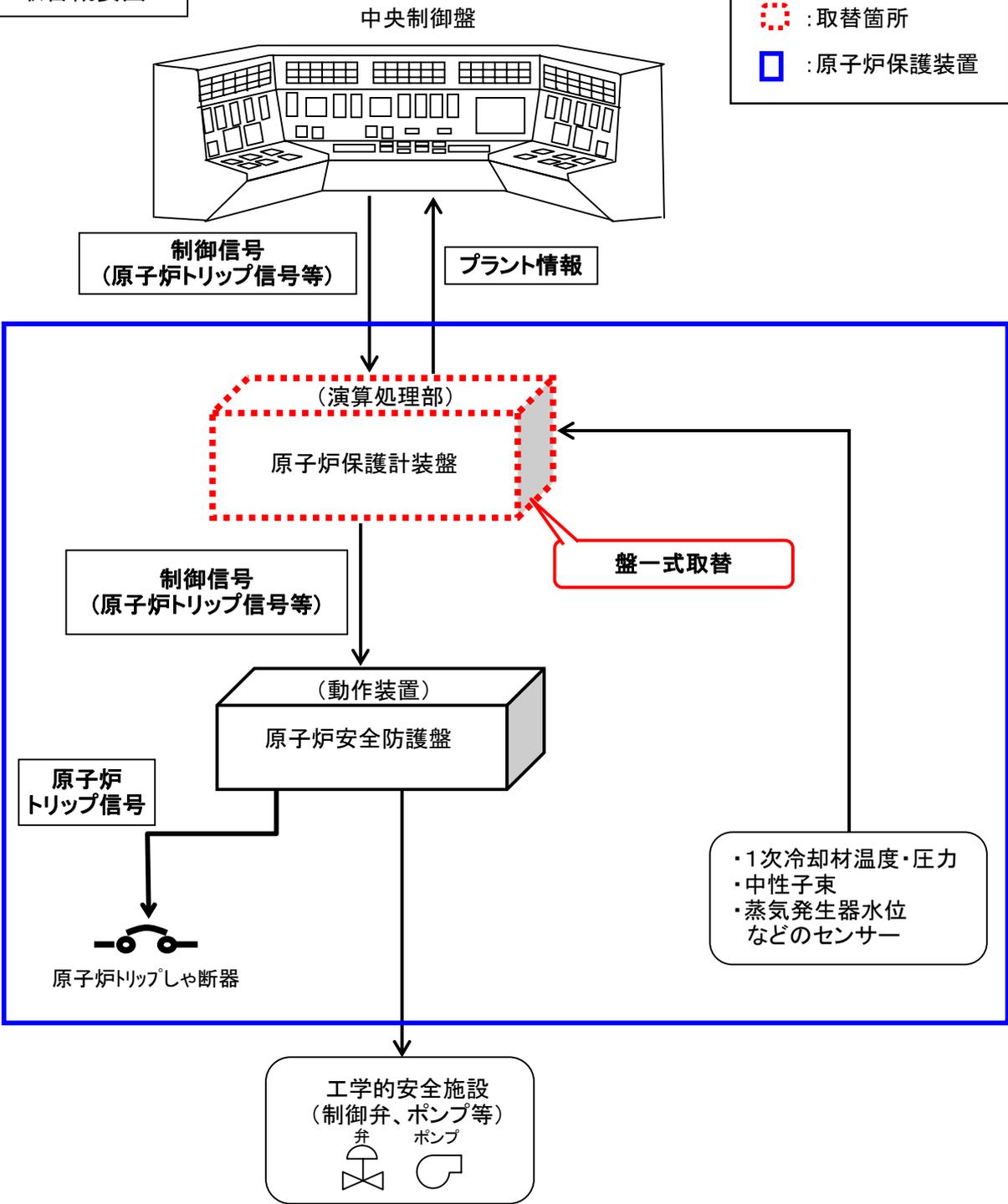


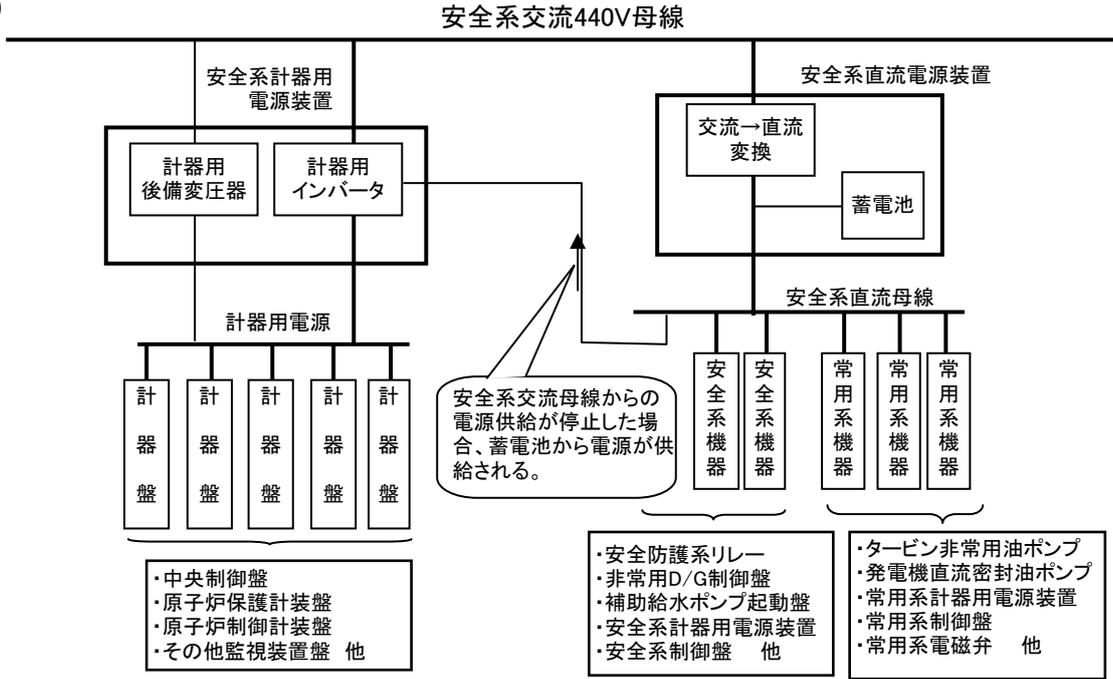
図-4 安全系計器用電源装置設置工事

工事概要

安全系計器用電源装置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、最新の電源装置に取り替える。

系統概要

(工事前)



(工事後)

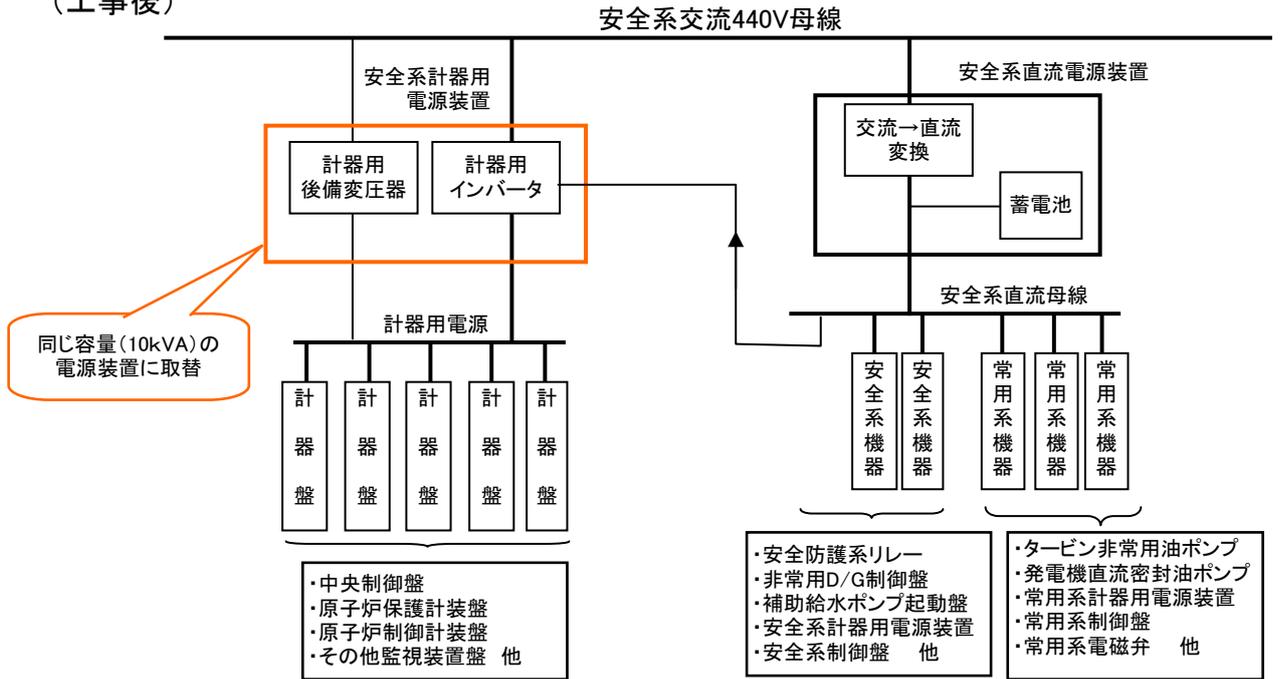


図-5 2次系熱交換器取替工事

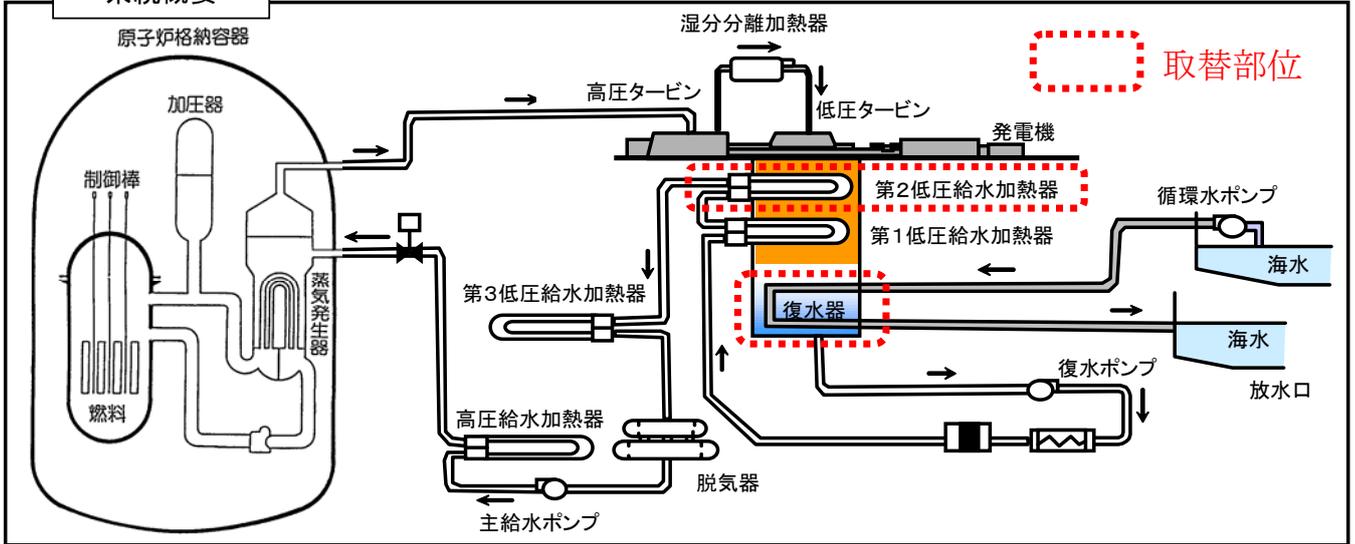
工事概要

復水器伝熱管からの海水漏えいを防止するため、伝熱管を銅合金製から耐食性に優れたチタン製に取り替える。

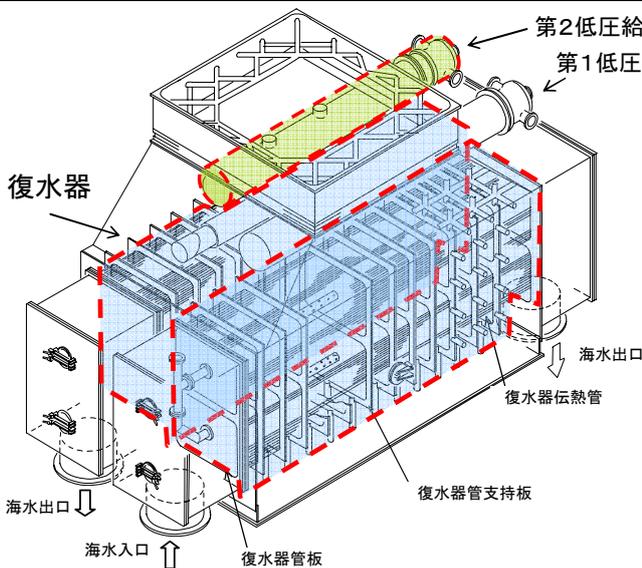
A-第2低圧給水加熱器の伝熱管支持板部の一部の管穴に腐食が認められることから、予防保全として、A-第2給水加熱器を耐食性に優れた材料^{※4}を使用した新品に取り替える。

※4: 管支持板部は炭素鋼から低合金鋼、伝熱管は銅合金からステンレス鋼へ変更する。

系統概要



復水器及び第二低圧給水加熱器取替概要



- : 復水器の取替範囲
- : 第2低圧給水加熱器の取替範囲

復水器伝熱管取替

項目	工事前	工事後
材質	銅合金	チタン
厚さ	約1.2mm	約0.5mm (一部0.7mmを使用)
本数	10,990本/室	14,576本/室

チタンは銅合金に比べ材料自体の熱伝達が劣ることから、伝熱面積を確保するため、伝熱管本数を増加する等により、工事前と同等の性能を確保する。

第2低圧給水加熱器取替

項目	工事前	工事後
材質	銅合金	ステンレス
厚さ	約1.2mm	約1.0mm
本数	622本	720本

ステンレスは銅合金に比べ材料自体の熱伝達率が劣ることから、伝熱面積を確保するため、伝熱管本数を増加する等により、工事前と同等の性能を確保している。

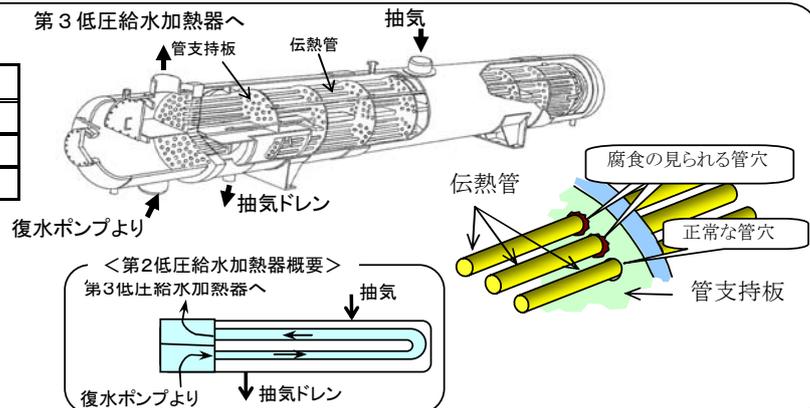


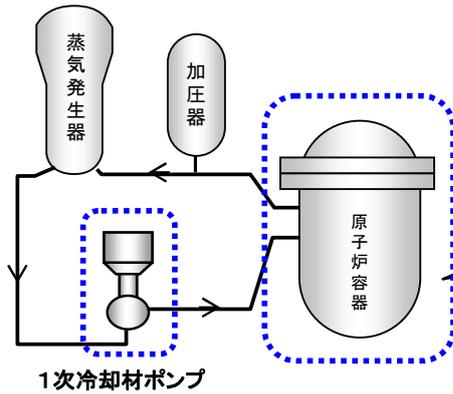
図-6 1次冷却材ポンプおよび原子炉容器の供用期間中検査

検査概要

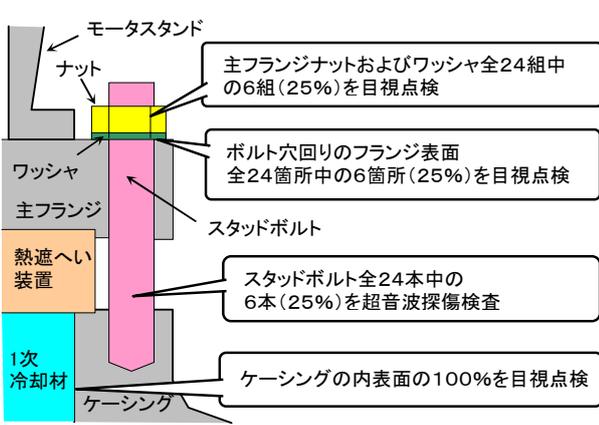
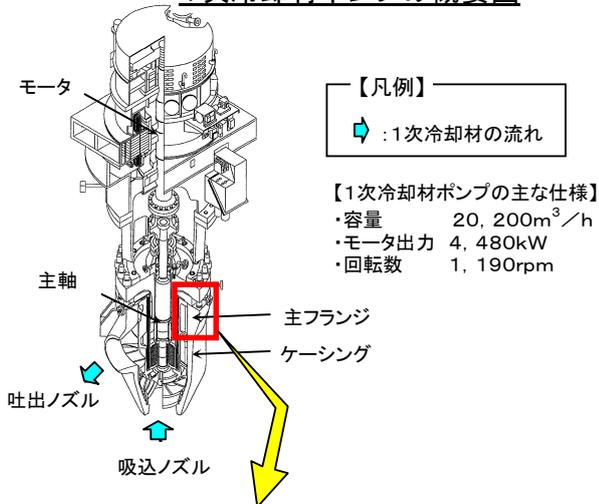
1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、A号機の主フランジ締め付け部やケーシング内表面について、目視点検や超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。

また、原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器溶接部等の超音波探傷検査を行い、健全性を確認する。

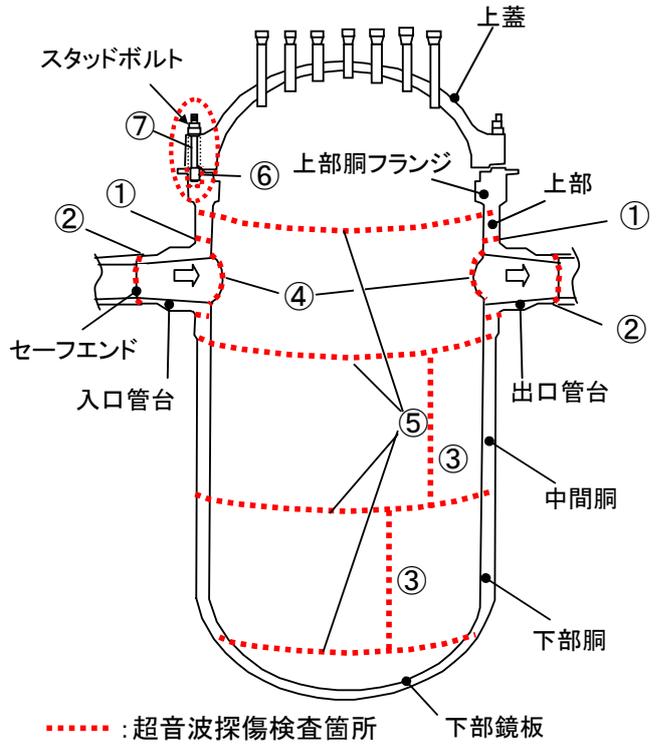
系統概要図



1次冷却材ポンプの概要図



原子炉容器概要図



- ① 主冷却材入口管台と胴との溶接継手(A・Bルーフ)
 主冷却材出口管台と胴との溶接継手(A・Bルーフ)
 全4箇所の溶接部を検査
- ② 主冷却材入口管台とセーフエンドとの溶接継手(A・Bルーフ)
 主冷却材出口管台とセーフエンドとの溶接継手(A・Bルーフ)
 全4箇所の溶接部を検査
- ③ 中間胴の長手継手
 下部胴の長手継手
 全6箇所の溶接部を検査
- ④ 主冷却材入口管台内面の丸みの部分(A・Bルーフ)
 主冷却材出口管台内面の丸みの部分(A・Bルーフ)
 全4箇所の丸み部を検査
- ⑤ 胴の周継手
 全4箇所の溶接部を検査
- ⑥ 胴フランジ ネジ穴のネジ部
 48箇所中16箇所を検査
- ⑦ スタッボルト
 48本中16本を検査

図-8 2次系配管の点検等

点検概要

当社の定めた「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、2次系配管 826 箇所について超音波検査（肉厚測定）等を実施する。
（超音波検査 797箇所、内面目視点検 29箇所）

○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	今回点検実施部位
主要点検部位	1,585	493
その他部位	797	304
合計	2,382	797

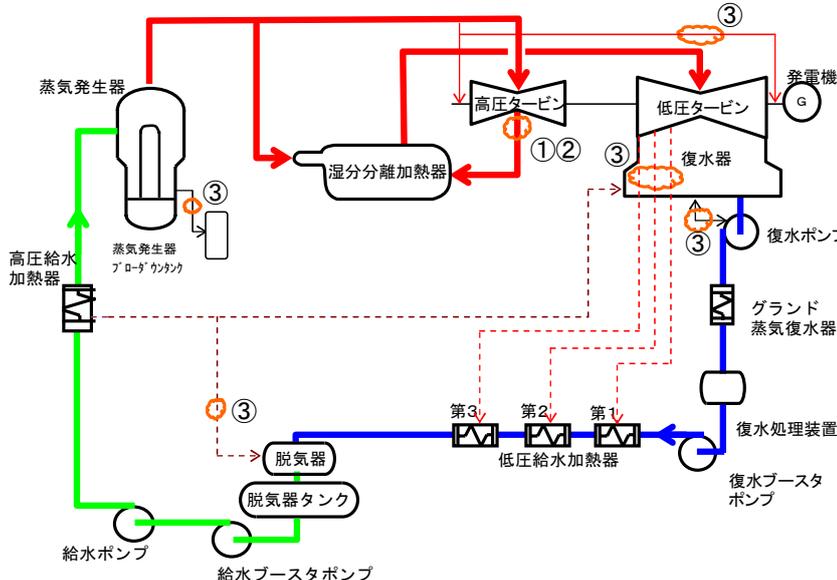
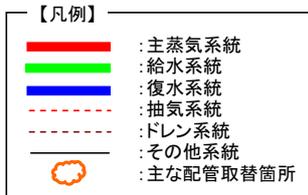
○2次系配管肉厚の管理指針に基づく内面目視点検

高圧排気管の直管部29箇所について、配管内面から目視点検を実施する。
その結果、配管内面に減肉が認められれば、超音波検査（肉厚測定）を実施する。

取替概要

過去の点検において減肉が確認された部位4箇所、配管取替時の作業性を考慮して取り替える部位4箇所、今後の保守作業を考慮した部位86箇所、合計94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。

系統別概要図



【取替理由】

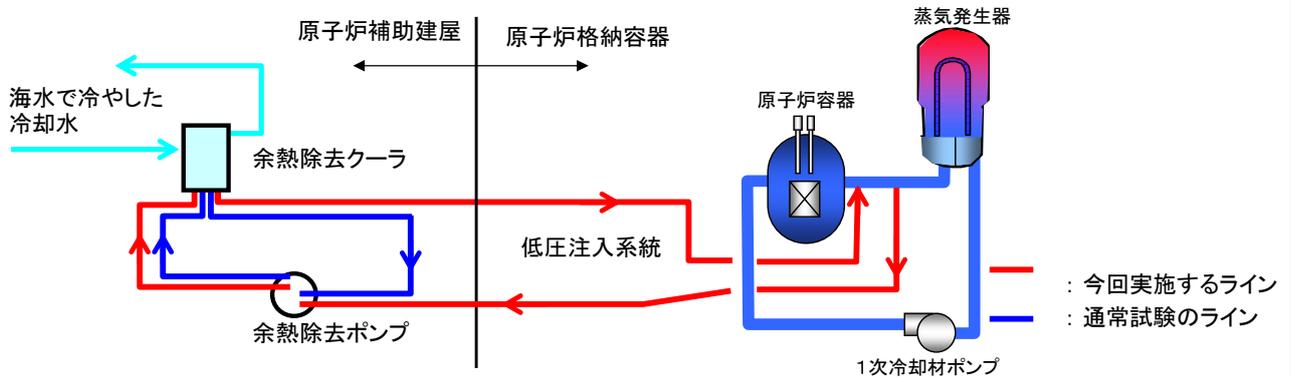
- ① 過去の点検結果で減肉が認められているため、計画的に取り替える箇所（4箇所）
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年未満の箇所
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年以上の箇所
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
 - ② 配管取替による作業性^{※1}を勘案して取り替える箇所（4箇所）
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 4箇所
 - ③ 配管の保守性^{※2}を考慮して取り替える箇所（86箇所）
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 57箇所
 - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 29箇所
- 合計 94箇所

※1 配管取替時に近隣の配管も一緒に取替えた方が作業がし易いため取り替える。

※2 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。

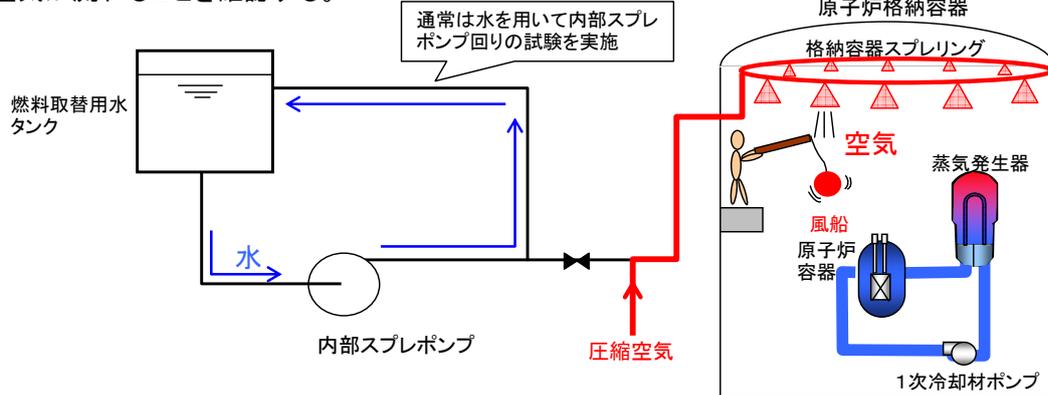
非常用炉心冷却システムの健全性確認

・定期検査中のプラントにおいて、事故を模擬し、実際に原子炉容器に水が注入されることを確認する。



格納容器スプレリングの健全性確認

・原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制する設備の健全性を確認するため、系統配管に圧縮空気を供給し、空気が流れることを確認する。



使用済燃料ピットポンプの分解点検
使用済燃料ピットの温度計電源の変更 他

・使用済燃料の冷却に用いる使用済燃料ピットポンプの分解点検を実施し、健全性を確認した(11月実施済)。
・使用済燃料ピットの監視強化のため温度計の電源を常用電源から非常用電源に変更する。
・使用済燃料ピット監視系のさらなる監視強化のため、非常用電源に接続した広域水位計、監視カメラを設置する。

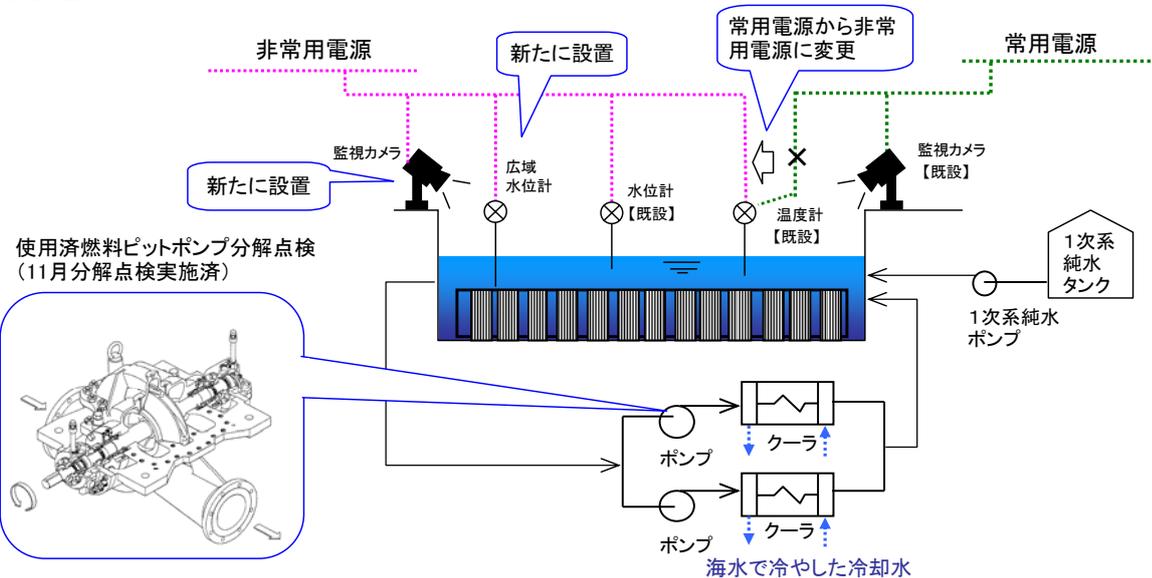
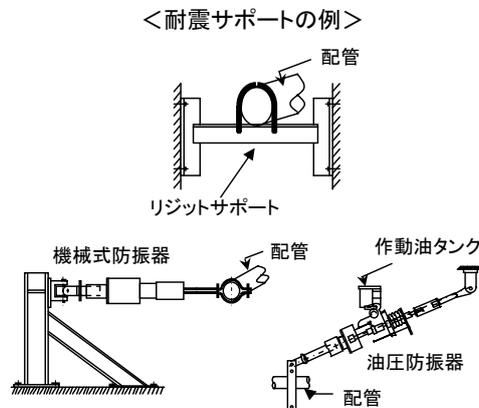
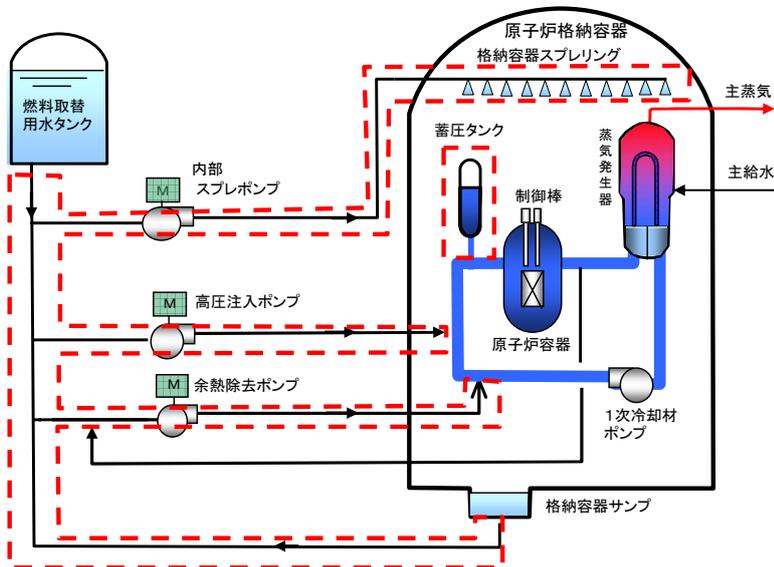


図-9 定期検査中における特別点検等

非常用炉心冷却システムの耐震サポートの総点検

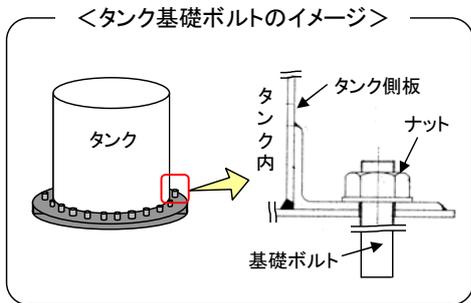
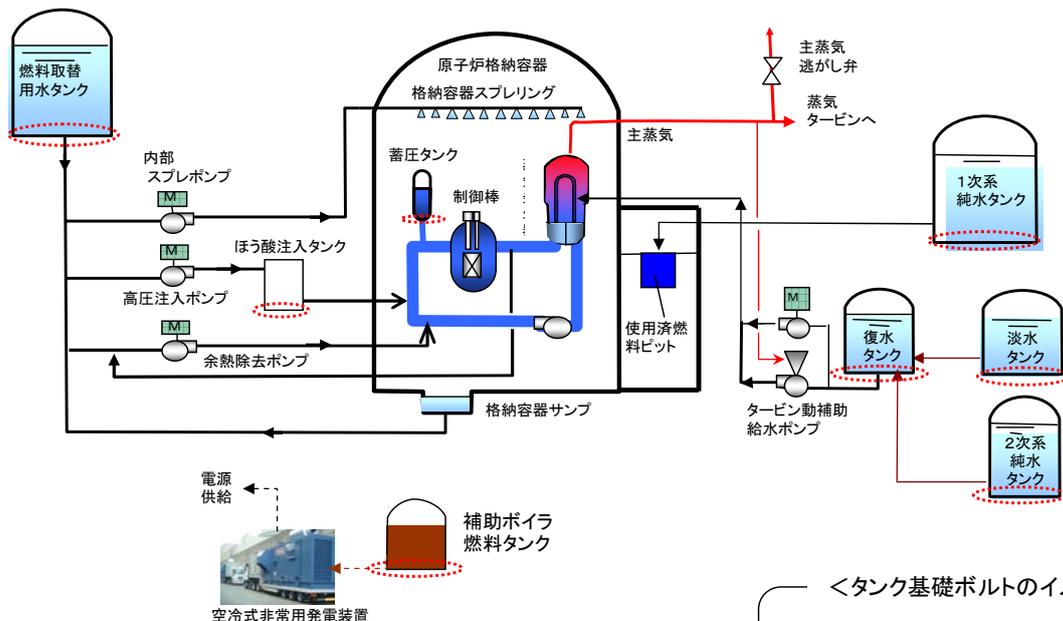
非常用炉心冷却システムに設置されている支持構造物について、取付状態、干渉状態、油もれ、き裂等の異常がないことを確認する。また、支持構造物のボルト・ナットについて、緩みの無いことを確認する。



- 対象システム
- ・高圧注入システム
 - ・低圧注入システム
 - ・蓄圧注入システム
 - ・格納容器スプレシステム

屋内外タンクの基礎ボルト等の総点検

蒸気発生器及び使用済燃料ピットへの補給水源として期待される屋内外タンクや非常用炉心冷却システムに設置されている屋内外タンクの基礎ボルト等について、緩みの無いことや、タンク基礎部の腐食・塗膜のはがれ等の異常がないことを確認する。



点検内容	対象機器	
基礎ボルトの緩み確認	蓄圧タンク	燃料取替用水タンク
	ほう酸注入タンク	1次系純水タンク
	復水タンク	
タンク基礎部の腐食・塗膜のはがれ等の確認*	2次系純水タンク(共用)	淡水タンク(共用)
	補助ボイラ燃料タンク(共用)	

*基礎ボルトがないタイプのタンク