平成２１年１２月　４日
日本原子力発電株式会社

敦賀発電所１号機の原子炉起動と調整運転の開始について
（第３２回定期検査）

敦賀発電所１号機（沸騰水型軽水炉：定格電気出力３５万７千キロワット）は、平成２０年１１月７日から第３２回定期検査を実施しておりましたが、平成２１年１２月６日※1に原子炉を起動し、同日に臨界となる予定です。

その後、諸試験を実施し、１２月８日～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、平成２２年１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す。

※１：定期検査開始時には、平成２１年６月上旬に発電を再開し、７月上旬に定期検査を終了する予定でしたが、格納容器冷却海水系配管耐震裕度向上工事の実施、制御棒駆動水圧系統ベント弁シート部の傷事象の対策、高圧注水系ディーゼル冷却用海水配管の減肉対策のため定期検査期間を延長しました。

※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、タービンの車軸におもりを取り付け、振動が小さくなるように調整する作業）の実施の有無により、調整運転の開始が前後します。

＜添付資料＞

敦賀発電所１号機第３２回定期検査の実施状況

以　上

添付資料

敦賀発電所１号機　第３２回定期検査の実施状況

１．主要な工事等

（１）耐震裕度向上工事　（図－１参照）

既設設備の耐震裕度を一層向上させるため、原子炉再循環系等の配管や原子炉保護系等のケーブルトレイ及び電線管のサポートを強化しました。

津波対策として、引き波時における格納容器冷却海水系ポンプの取水機能を維持するため、海水ポンプ室に貯水堰を設置しました。

また、格納容器冷却海水系配管の地中埋設部について、地震時の配管支持機能をより一層強化するため、鋼管杭による配管基礎を設置し、基礎上に新設配管を敷設しました※３。

※３　当初計画においては、地盤改良により耐震裕度向上工事を実施することとしていましたが、地震時の配管支持機能をより一層強化する観点から当該工法に変更しました。この工事を実施するに当たっては、格納容器冷却海水系を停止する必要があるため、今定期検査に合わせて追加で実施しました。

２．設備の保全対策

（１）原子炉再循環系配管等点検工事　（図－２参照）

原子力安全・保安院の指示※４に基づき、原子炉冷却材圧力バウンダリのうち、SUS316L 系（ステンレス）材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部全 18 箇所について第 28 回および第 29 回定期検査時に健全性を確認していますが、今定期検査においては、当該溶接継手部 11 箇所について、超音波探傷検査を行い、異常のないことを確認しました。

※４　国内 BWR プラントにおいて、SUS316Ｌ系材を用いた原子炉再循環系配管の溶接継手部にひび割れが確認されたことを踏まえ、原子力安全・保安院は、平成 15 年 4 月に当該部について 5 年を超えない期間毎に点検するよう指示している。

（２）制御棒駆動水圧系インターロック改造工事　（図－３参照）

国内ＢＷＲプラントにおいて、原子炉停止中に発生した制御棒引抜け事象を踏まえ、更なる安全性向上を図るため、原子炉圧力容器と冷却水ヘッダとの冷却水差圧が設定値を超えた場合、制御棒駆動水ポンプを自動停止させるインターロックを追加しました。

（３）原子炉冷却材浄化ポンプ出口温度計修繕工事　（図－４参照）

流力振動に関する新しい技術基準に基づき評価を行い、流力振動が発生する可能性があると評価された原子炉冷却材浄化ポンプの出口温度計２箇所について、今定期検査で温度計ウェルを短尺化及び太径化したものに取り替えました。

注）　平成 7 年の「もんじゅ」事故を踏まえ、各電力事業者は、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流力振動が発生しないことを確認しています。その後、日本機械学会で「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から、改めて評価を実施した結果、当該２箇所を除いて、流力振動が発生する可能性のないことを確認しています。

（４）原子炉再循環ポンプメカニカルシール信頼性向上対策工事（追加実施）（図－５参照）

原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下事象を踏まえ、メカニカルシールのシール部をより信頼性の高いものに取り替えました。

（５）給水・復水系統等点検工事（配管肉厚測定）　（図－６参照）

①日本機械学会の配管肉厚管理に関する規格に基づき、当社が定めた配管肉厚管理点検計画に従い、給水・復水系統等の配管８５４箇所について、超音波探傷検査等により肉厚測定を実施した結果、主蒸気リード管（蒸気加減弁から高圧タービンまでの主蒸気配管）曲げ管に必要最小厚さを下回る部位が４箇所確認されました。内面観察の結果、原因は曲げ管製造時に生じたくぼみによるものと推定されましたが、当該部位４箇所を新品に取り替えました。あわせて、配管取替えの作業性等を考慮し、主蒸気リード管の曲げ管等１０箇所を新品に取り替えました。

②上記事象を踏まえ、未点検部位全てを含む４６１箇所※5を追加点検した結果、第１給水加熱器ドレン配管曲がり部で必要最小厚さを下回る部位が２箇所確認されたため、当該配管を新品に取り替えました。原因は垂直配管内を落下したドレン水が衝突したことによる減肉と推定されました。

③第１給水加熱器ドレン配管の減肉事象を踏まえ、さらに１５箇所（１２箇所は配管点検計画の点検対象外の部位）について超音波探傷検査等を行い、異常のないことを確認しました。

※５：定期検査開始時の計画では、８５４箇所の超音波探傷検査等（肉厚測定）を実施する予定でしたが、未点検部位全数を含む、以下の４６１箇所の肉厚測定を追加して実施しました。

・主蒸気リード管の事象をきっかけに未点検部位全数を追加……４３８箇所
・主蒸気系配管の肉厚調査のための追加……１１箇所
・主蒸気リード管の曲げ管部を管理部位に追加……８箇所
・図面と現場との照合結果による追加……４箇所
合計　４６１箇所

以上のとおり、今定期検査では、合計１，３３０箇所（配管点検計画対象外の部位１２箇所を含む）の肉厚測定等を実施した結果、必要最小厚さを下回った箇所が６箇所確認され、１６箇所（作業性等を考慮し取替えた１０箇所を含む）を取り替えました。

これらにより、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。

３．燃料集合体取替

燃料集合体全数３０８体のうち、５６体※6（全て新燃料集合体で９×９燃料集合体）を取り替えました。

※６：当初、運転停止時期を平成２２年としており、今回定期検査時は、次回（第３３回）定期検査後の運転期間も考慮し、取替え体数を６８体とし、次回定期検査では取替えは行わないこととしていました。その後、定期検査工程が延期されたこと等を踏まえ、運転計画を見直した結果、通常の取替え体数である５６体に変更しました。

４．定期検査中に発生した安全協定に基づく異常事象

（１）中央制御室換気空調系外気取り入れダクトの腐食　　（図－７参照）

中央制御室換気空調系の定期点検後の送風機試運転時に中央制御室換気系室の点検を行っていたところ、当該系統の外気取り入れダクトに腐食孔があり、当該部からの外気の吸い込みがあることが確認されました。

取り外した腐食ダクト等の詳細調査、設置場所の環境調査、過去からの補修実績や点検等について調査した結果、当該ダクトの内外を流れる空気の温度差により、ダクト内で結露が発生し、ダクト内面の結露水が溜りやすい接続部等で腐食が進行し、貫通に至ったものと推定しました。また、過去の補修実績や保守工事会社からの提案事項が適切に保守点検計画に反映されず、点検や巡視点検において発錆に対して適切な対応が行われていませんでした。

対策として、当該ダクトについては、結露水が溜まりにくいよう接続部を平坦にするなどの改善を行ったものに取替えるとともに結露を防止するため、ダクトの外側に断熱材を施工しました。また、当該ダクトを含む外気取り入れダクト全体について、３年毎に１回内面点検を行うこととし、点検にあたっては、点検時の要領書を新たに作成するとともに巡視点検時のチェックシートの項目にダクトを明記しました。また、過去の補修実績や保守工事会社からの改善提案等を保全計画に反映します。

〔平成２０年１２月１１日、１２月２５日、平成２１年３月３１日　発表済〕

（２）制御棒駆動水圧系統ベント弁シート部の傷　　（図－８参照）

耐震補強工事に伴い、制御棒駆動水圧系統のベント弁全１４６台を点検したところ、１３台の弁の弁座シート部に傷や浸透探傷試験による指示模様が確認され、うち３台はシート部を横断する傷が認められました。

調査の結果、今回発見されたシート面での傷は、耐摩耗性確保のため弁座シート面に肉盛溶接されているステライトに生じた微細な空洞（溶接欠陥）部で、弁体と弁座との当たり面で角度差が比較的大きい弁において、弁を閉じる際にシート面下端部近くで生じる局所的な引っ張り応力により、割れが生じたものと推定しました。

対策として、傷等が確認された弁１３台については、新品に取り替え、当該ベント弁全数について漏えい試験を行ったところ、２８台のベント弁に僅かなにじみが認められました。この２８台を分解点検したところ、シート面を横断する傷等は認められませんでしたが、手入後の浸透探傷試験において２７台に指示模様が認められたため、この２７台について新品に取り替えました。

〔平成２１年５月１３日、７月１３日　発表済、９月４日　当社ホームページ掲載済〕

（３）フィルタースラッジ貯蔵タンク室内での漏えい　　（図－９参照）

旧廃棄物処理建屋地下１階のフィルタースラッジ貯蔵タンク室内（立入制限区域）で漏えいを示す警報が発報し、現場確認を行ったところ、当該タンク室内の床面全域に水溜りを確認しました。

水溜りが発生した原因は、機器洗浄用に溜めていた水を同建屋２階床面の排水口か

ら排水し、この排水がタンク室床面の排水口を利用して床ドレンサンプに流れ込む際、タンク室の排水口に詰まりが生じたため床面に溜ったものと推定しました。

詰まりの原因は、排水管の一部で発生していた配管の錆が、排水等で流され、排水口下部に詰まったものと推定しました。

対策として、タンク室内の当該排水管を撤去し、床ドレンサンプ（排水槽）へ直接排水を導く経路に変更しました。

〔平成２１年６月３日、７月６日ホームページ掲載済〕

（４）高圧注水系ディーゼル冷却用海水配管の減肉　　（図－１０参照）

高圧注水系ディーゼル冷却用海水配管の肉厚測定を実施したところ、ディーゼル機関の冷却水を冷却するための冷却器入口海水配管の一部に必要最小厚さを満足しない部位が１箇所確認され、当該配管を切断し断面を観察したところ、配管内面で減肉が確認されました。

当該配管には、配管内を流れる海水による腐食を防ぐため、内面にタールエポキシ樹脂ライニング（以下、ライニング）が施工されていますが、減肉箇所は配管内面から腐食し、ライニングが途切れた状態でした。

当該配管が腐食し減肉した原因は、ライニングが海水中の海生物の付着・脱落・衝突により損傷し、海水と配管母材が接し腐食が始まり、その後、適切な点検や補修が行われず、腐食が進行し、必要最小厚さを下回ったと推定しました。

対策として、当該配管については、耐剥離性等に優れたポリエチレンライニング配管の新品に取り替えました。また、当該系統の残りの配管についても、ポリエチレンライニング配管への取替えやライニングの補修を行いました。なお、補修を行った配管は、次回定期検査にてポリエチレンライニング配管等に取り替えます。また、今後、当該系統については、定期点検計画等に点検内容を明確にし、計画的に点検していきます。

今後、安全上重要な海水配管については、今回の事例及び４０年目の高経年化技術評価の結果に基づき、具体的な点検内容を策定し、計画的に点検を実施していきます。

〔平成２１年１０月１４日、１１月２６日　発表済〕

＜参考資料＞

敦賀発電所１号機第３２回定期検査中における軽微な事象

以上

耐震裕度向上工事
（サポート改造工事）

概　　要

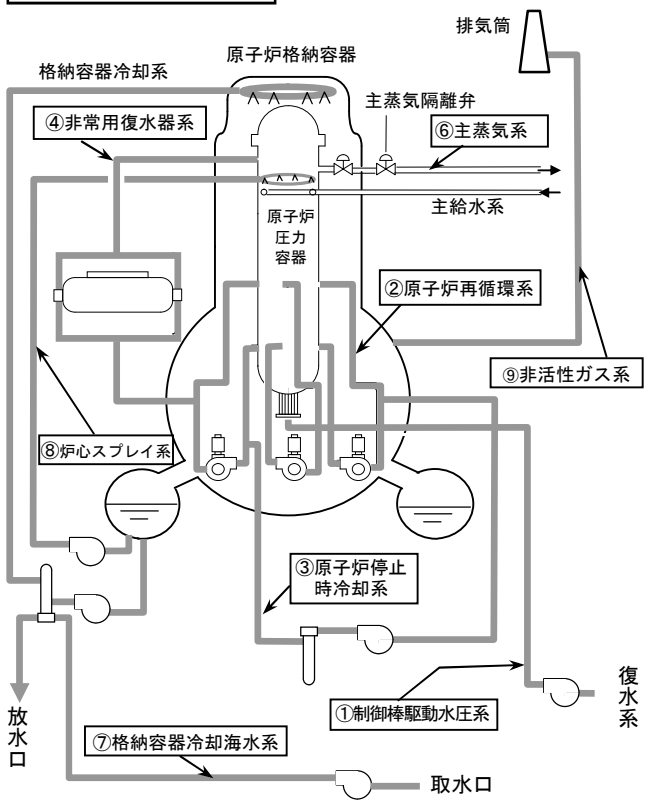
既設設備の耐震裕度を一層向上させるため、原子炉再循環系等の配管や原子炉保護系等のケーブルトレイ及び電線管のサポートを強化しました。

工事箇所

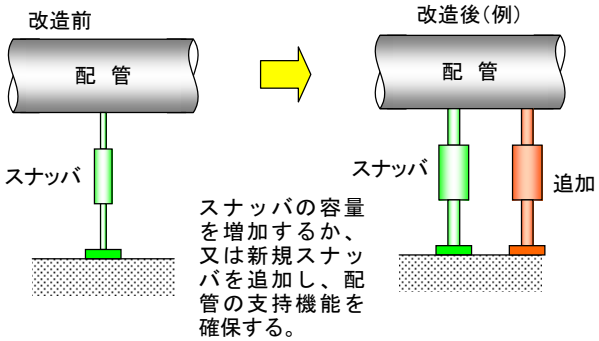
	系統・設備名称	補　強　内　容	箇所数
当初計画	①制御棒駆動水圧系	配管サポート改造	２１
	②原子炉再循環系	配管サポート改造	２０
	③原子炉停止時冷却系	配管サポート改造	１６(2)※
	④非常用復水器系	配管サポート改造	７(6)※
	⑤原子炉保護系等ケーブルトレイ及び電線管	ケーブルトレイ及び電線管サポート改造	１５３４
追加実施	⑥主蒸気系	配管サポート改造	６
	⑦格納容器冷却海水系	配管の地上化に伴うサポート設置	５４
	⑧炉心スプレイ系	配管サポート改造	１１
	⑨非活性ガス系	配管サポート改造	１４

※：（　）内は当初計画箇所数

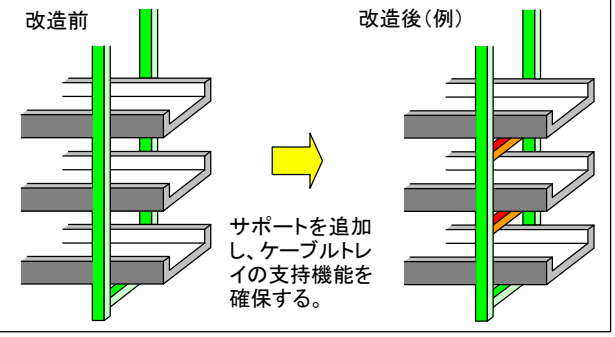
概要図



配管サポート改造イメージ図



ケーブルトレイサポート改造イメージ図

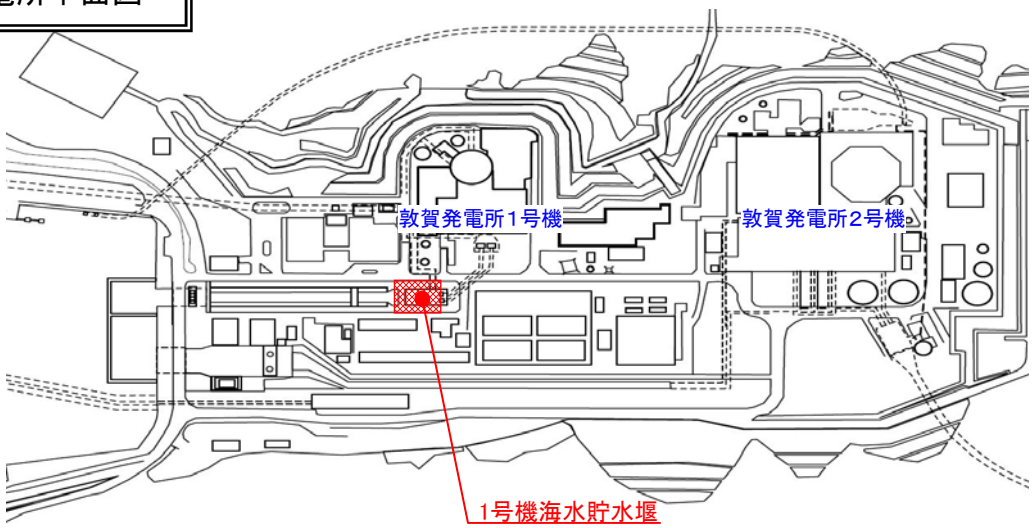


耐震裕度向上工事
（地震随伴事象対応工事のうち取水構造物海水貯水堰設置工事）

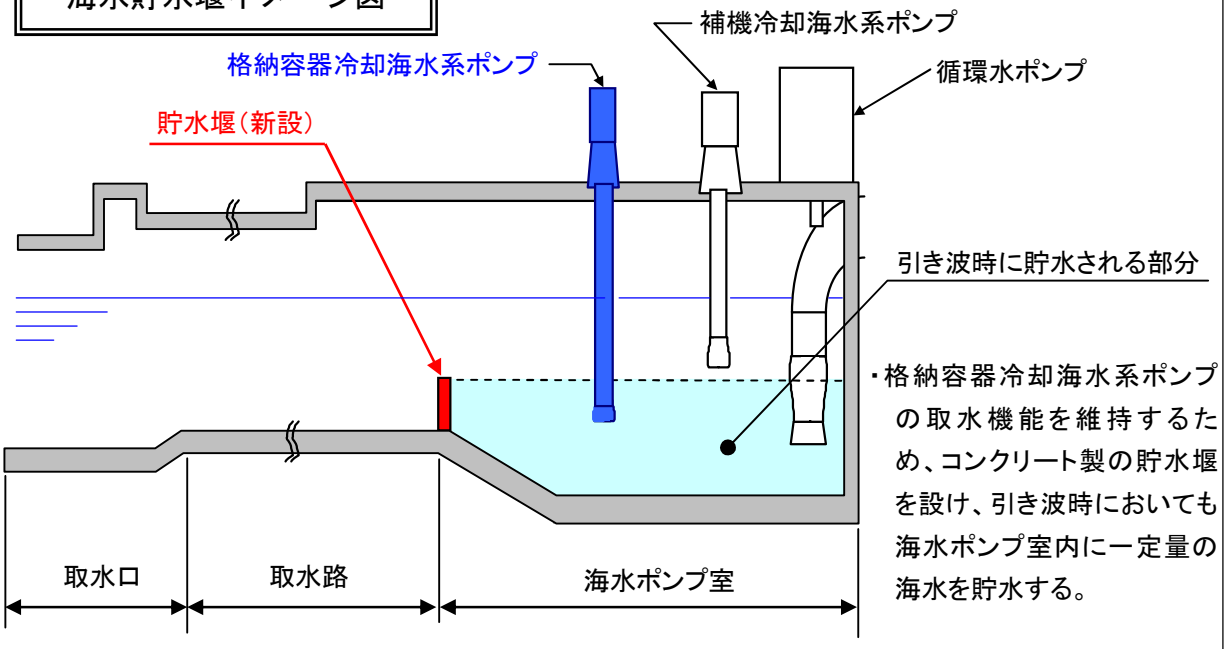
概　　要

津波対策として、引き波時における格納容器冷却海水系ポンプの取水機能を維持するため、海水ポンプ室に貯水堰を設置しました。

発電所平面図



海水貯水堰イメージ図



・格納容器冷却海水系ポンプの取水機能を維持するため、コンクリート製の貯水堰を設け、引き波時においても海水ポンプ室内に一定量の海水を貯水する。

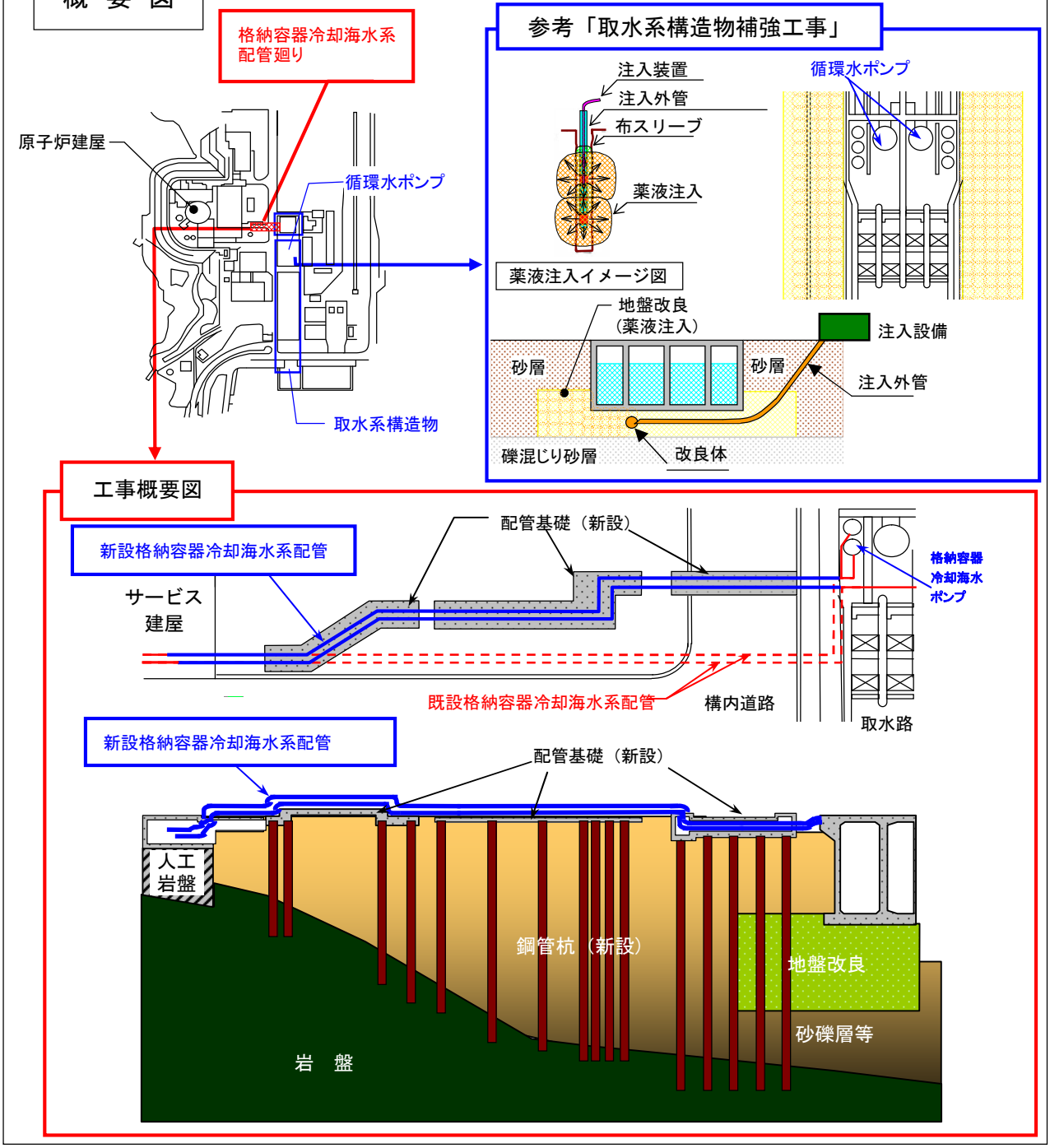
耐震裕度向上工事
（格納容器冷却海水系配管の耐震裕度向上工事：追加実施）

概　　要

格納容器冷却海水系配管廻りについて、当初、埋設された配管廻りの地盤改良等による補強工事を行う計画でしたが、地震時の配管支持機能を一層強化するため、鋼管杭による配管基礎を設置し、その上に新設配管を敷設する工事を行いました。

なお、既設設備の耐震裕度を一層向上させるため、取水系構造物については、地盤改良、金属製の矢板等による補強工事（平成 19 年度から平成 21 年度）を行い、循環水ポンプ廻りについては地盤改良工事を行いました。

概　要　図

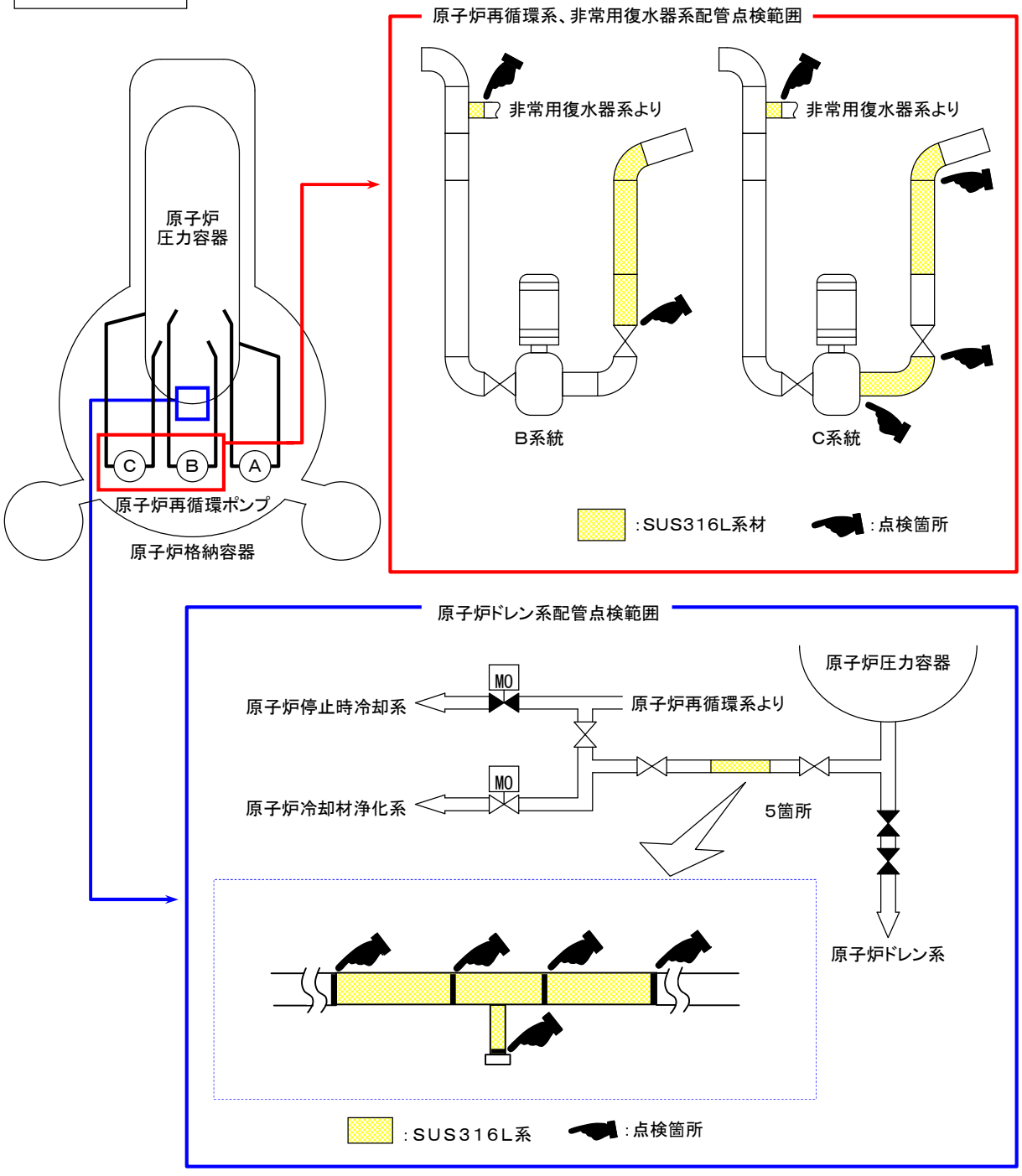


原子炉再循環系配管等点検工事

概　　要

原子力安全・保安院の指示に基づき、原子炉冷却材圧力バウンダリのうち、SUS316L 系（ステンレス）材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部全 18 箇所について第 28 回および第 29 回定期検査時に健全性を確認していますが、今定期検査においては、当該溶接継手部 11 箇所について、超音波探傷検査を行い異常が無いことを確認しました。

概　要　図



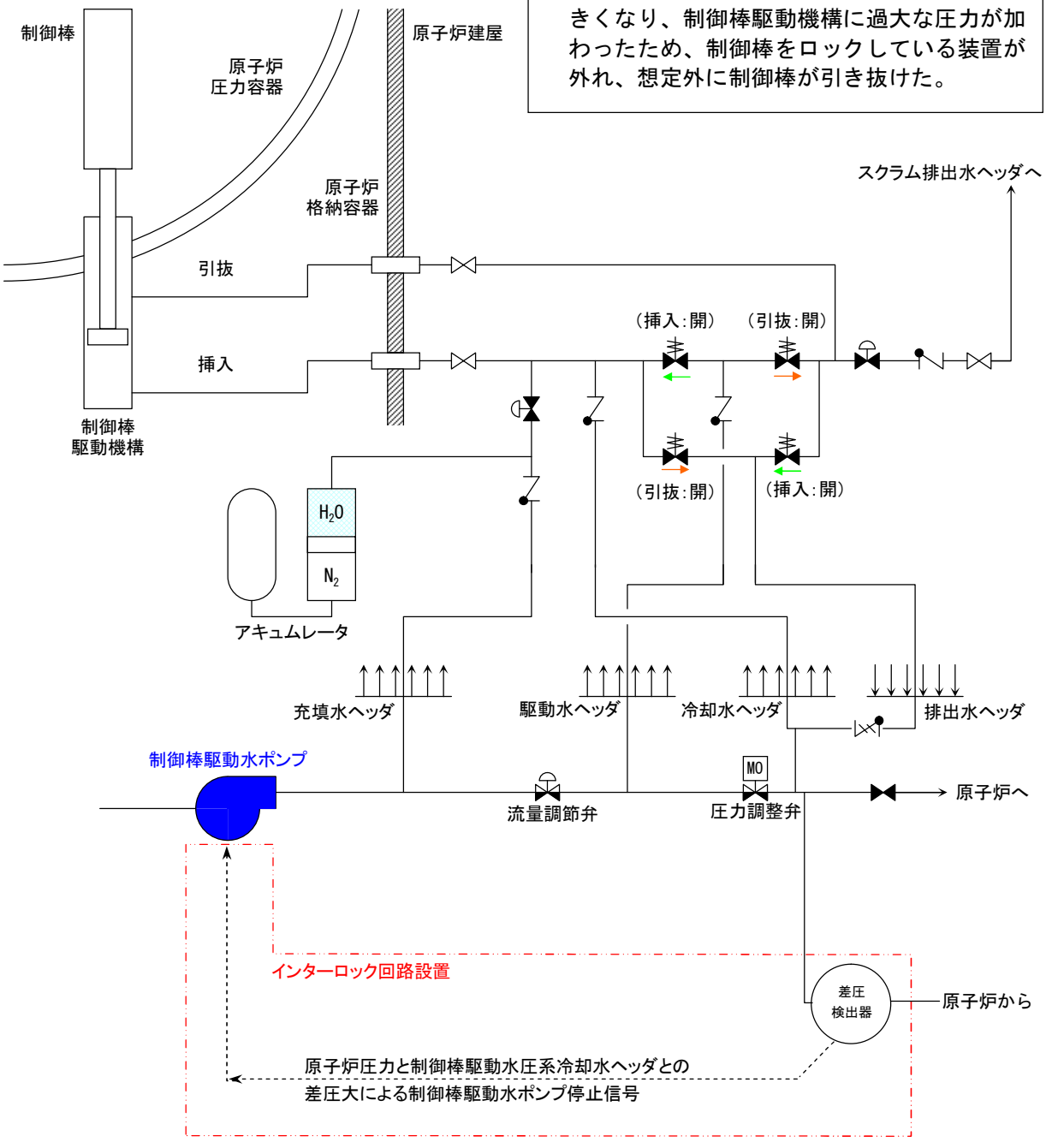
制御棒駆動水圧系インターロック改造工事

概　　要

国内ＢＷＲプラントにおいて、原子炉停止中に発生した制御棒引抜け事象を踏まえ、更なる安全性向上を図るため、原子炉圧力容器と冷却水ヘッダとの冷却水差圧が設定値を超えた場合、制御棒駆動水ポンプを自動停止させるインターロックを追加しました。

概　要　図

＜事象の概要＞
原子炉圧力容器と冷却水ヘッダの差圧が大きくなり、制御棒駆動機構に過大な圧力が加わったため、制御棒をロックしている装置が外れ、想定外に制御棒が引き抜けた。

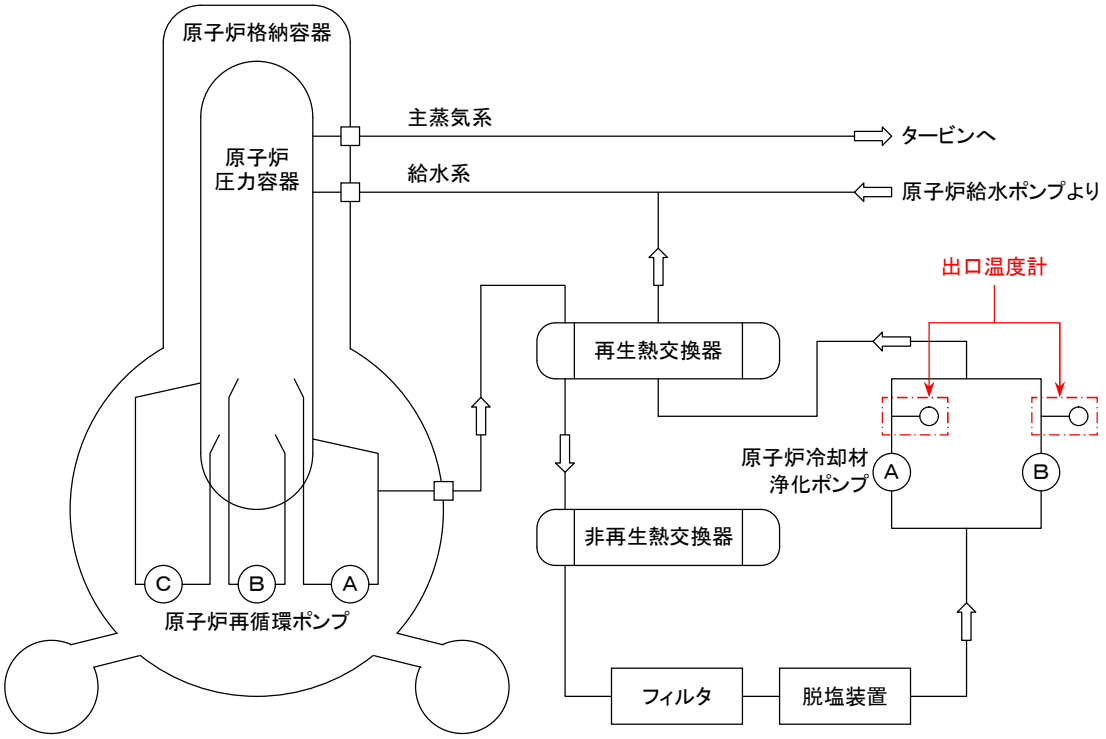


原子炉冷却材浄化ポンプ出口温度計修繕工事

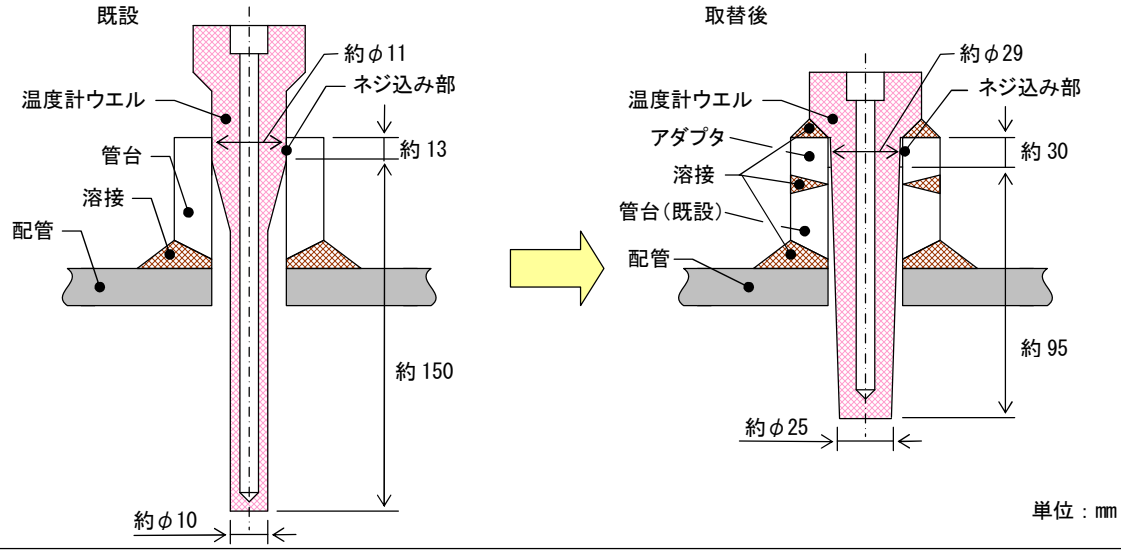
概　　要

流力振動に関する新しい技術基準に基づき評価を行い、流力振動が発生する可能性があると評価された原子炉冷却材浄化ポンプの出口温度計２箇所については、前回定期検査で浸透探傷試験を行い健全性を確認していますが、今定期検査で温度計ウェルを短尺化及び太径化したものに取り替えました。

概　要　図



出口温度計イメージ図



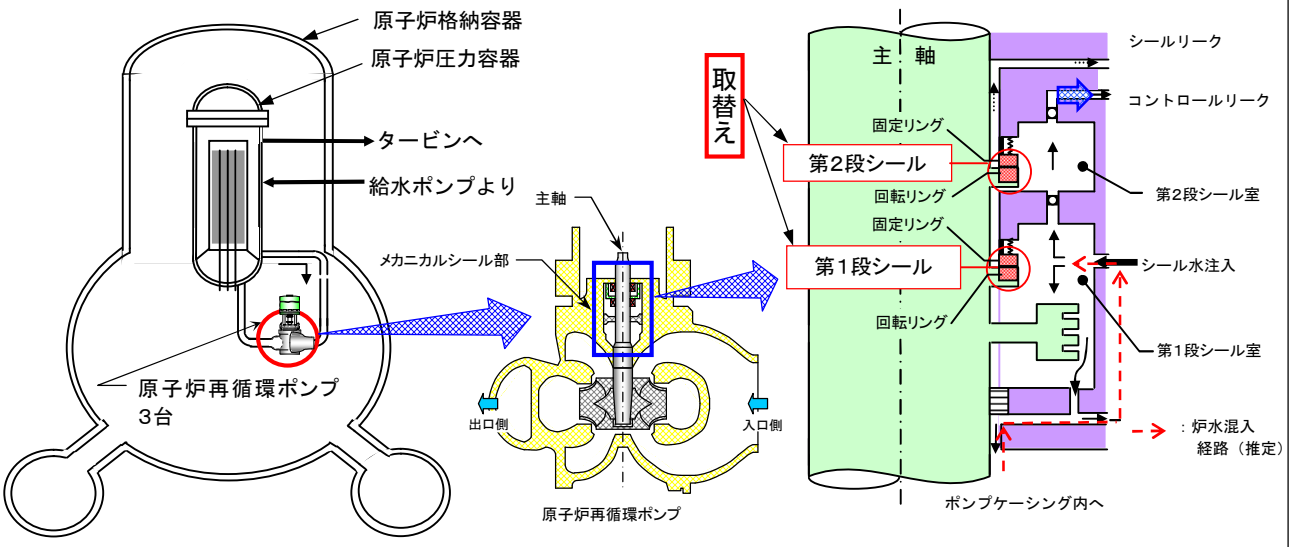
原子炉再循環ポンプメカニカルシール信頼性向上対策工事（追加実施）

概　要

原子炉再循環ポンプメカニカルシールの機能低下事象を踏まえ、メカニカルシールのシール部をより信頼性の高いものに取り替えました。

構造概略図

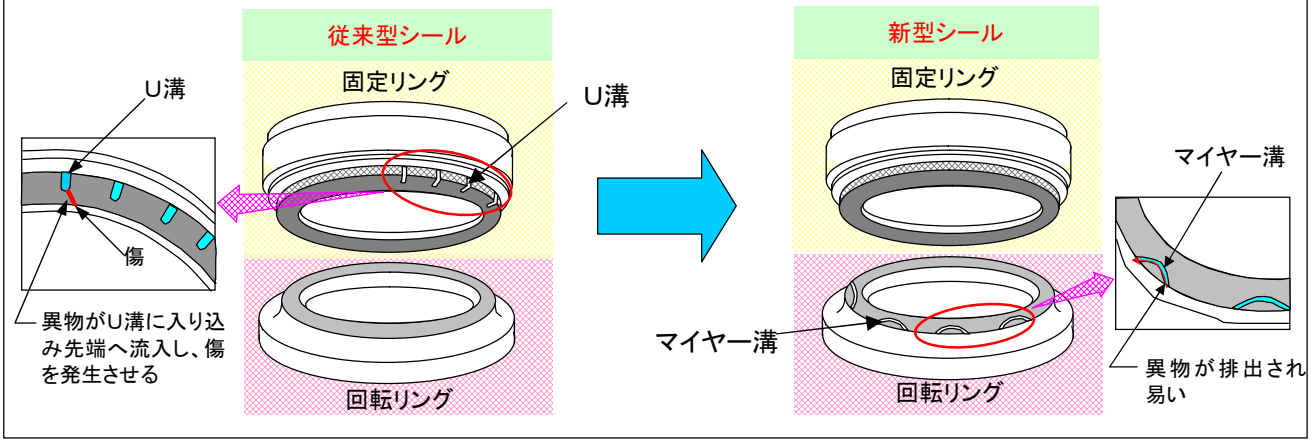
［メカニカルシール部概略図］



新型メカニカルシールは、従来型と比べ固定リング（カーボン）にU溝が無く平坦であり、回転リング（タングステンカーバイト）にマイヤー溝が設けられているため、炉水中に含まれる微細な異物が溝に入った場合でも遠心力により停滞することなく流れと一緒に排出されることから、異物がシールの摺動面に混入しにくく、シールリークの起点が出来にくい。

（溝の目的：シールの摺動面に水膜を作り，潤滑性や冷却性を向上させる。）

部品／項目		従来型シール	新型シール
固定リング	材料	カーボン	カーボン
	特徴	U溝	平坦（溝なし）
回転リング	材料	タングステンカーバイト	タングステンカーバイト
	特徴	平坦（溝なし）	マイヤー溝



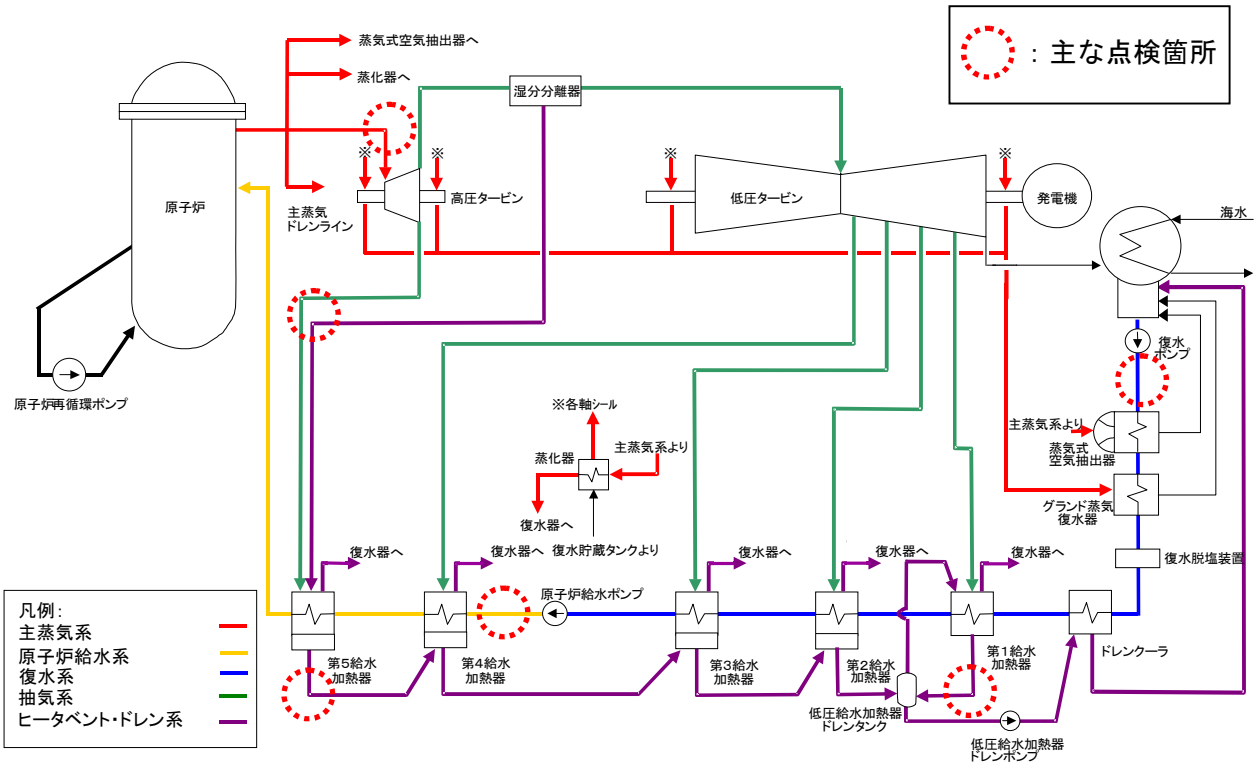
給水・復水系統等点検工事（配管肉厚測定）

概　要

日本機械学会の配管肉厚管理に関する規格に基づき、当社が定めた配管肉厚管理点検計画に従い、給水・復水系等の配管１３３０箇所※について超音波探傷検査等により肉厚測定を実施しました。

その結果、必要最小厚さを下回った箇所が６箇所確認され、１６箇所（作業性等を考慮し取り替えた１０箇所を含む）を取り替えました。

※：定期検査開始時の計画では、８５４箇所の超音波探傷検査（肉厚測定）を実施する予定でしたが、主蒸気リード管の事象を踏まえ、未点検部位全数を含む４６１箇所の肉厚測定を追加して行いました。また、第一給水加熱器ドレン配管の減肉事象を踏まえ、さらに１５箇所（１２箇所は配管点検対象外の部位）の肉厚測定を追加して行いました。



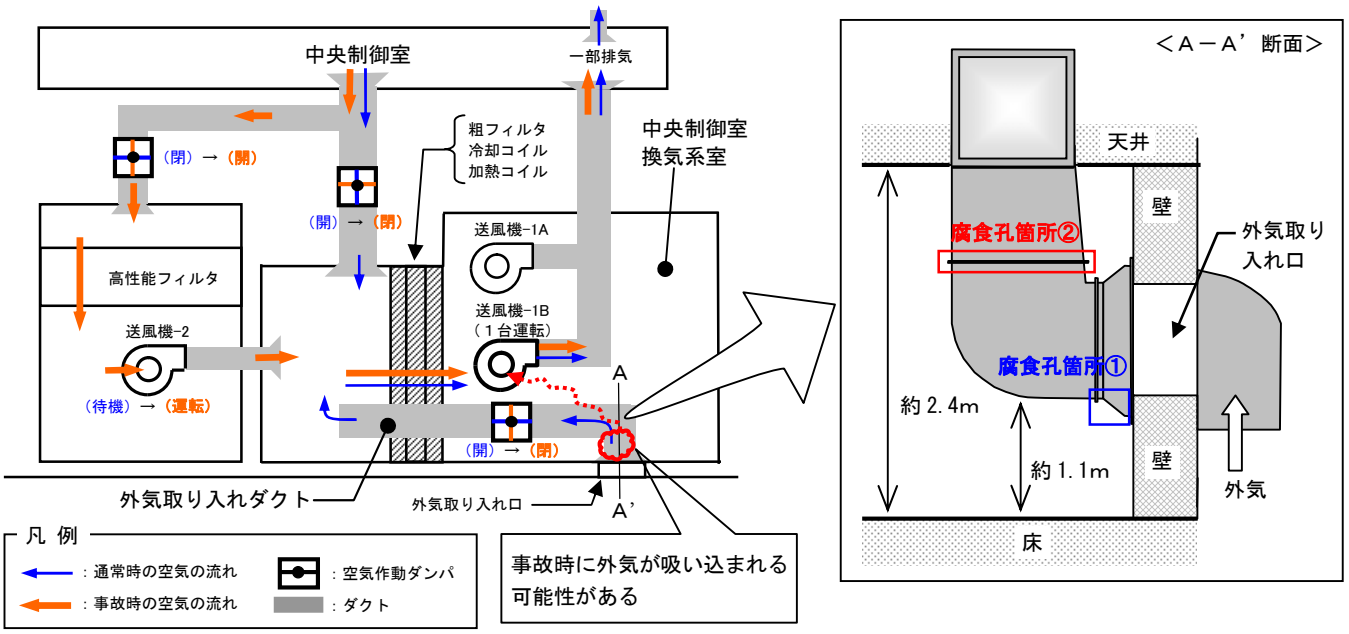
［点検部位］

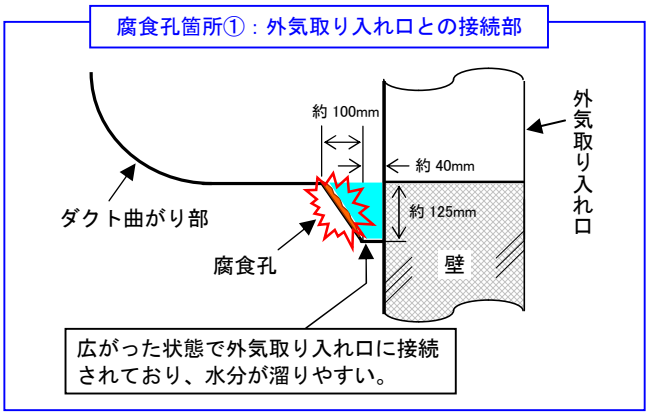
	総　数	当初計画 点検箇所数	追加点検箇所数		今回定期検査 点検箇所数	今回定期検査 終了後の 未点検箇所
			（主蒸気リード管）	（第１給水加熱器）		
主　要	1437	750	0	0	750	0
その他	869※1, 2	104	461※1～4	15※5	580	0
合　計	2306※1, 2	854	461※1～4	15※5	1330	0

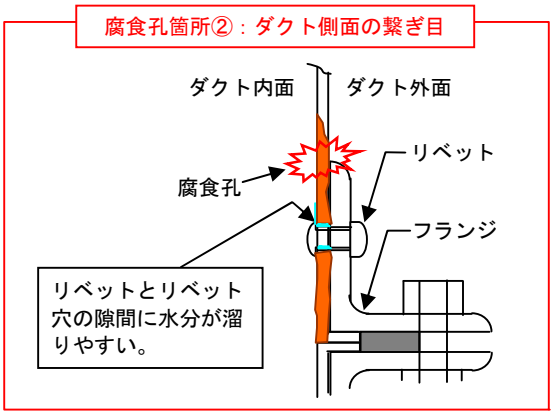
経済産業省原子力安全・保安院の技術評価が完了した「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所 配管減肉管理に関する技術規格（社団法人日本機械学会）」に基づき見直しを行った配管肉厚管理点検計画に従い肉厚測定を実施する。

※１：主蒸気ﾘｰﾄﾞ管の緩やかな曲げ管部６箇所及び曲がり管２箇所を管理部位に追加
※２：現場確認の結果、４箇所を管理部位に追加
※３：主蒸気ﾘｰﾄﾞ管の薄肉事象をきっかけに未点検部位全数（４３８箇所）を追加
※４：主蒸気系配管の減肉状況の調査のため１１箇所を追加
※５：配管点検対象外の部位１２箇所を含む

中央制御室換気空調系外気取り入れダクトの腐食



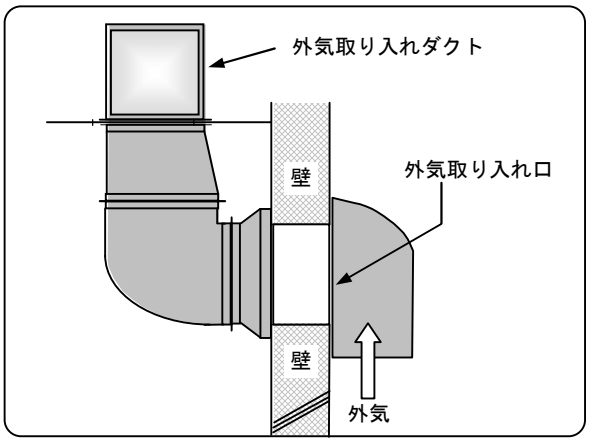




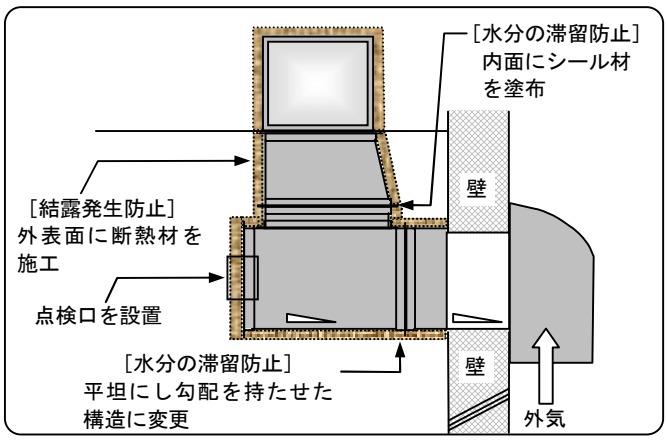
対　策

【ダクト構造】

＜ 対　策　前 ＞



＜ 対　策　後 ＞



【点検管理】

＜ 対　策　前 ＞

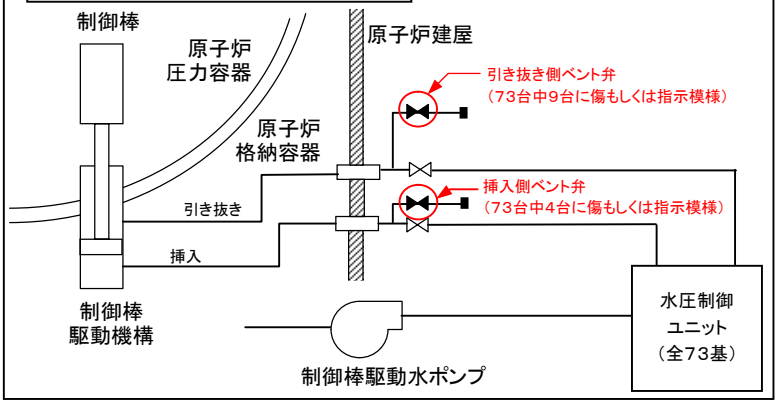
① 送風機の点検に合わせて外面点検のみ。
② 過去のダクト取替え時に腐食の原因と対策の検討がなされていなかった。また、ダクト取替え計画の提案に対し、その後の検討・立案がなされなかった。
③ 至近の点検において発錆の状況が的確に記録、報告されなかった。
④ 運転員の巡視点検では送風機の点検の一項目としてダクトを点検していた。

＜ 対　策　後 ＞

① 定期的に内面点検等を行う。
② 過去の補修実績や保守工事会社の改善提案等を全計画に反映する。また、新たにダクトの点検のための標準仕様書を制定し、点検内容を明確する。
③ ダクトの点検の標準仕様書を制定し、点検結果を的確に報告するよう明記する。
④ 巡視点検表にダクトも点検対象であることを明記する。

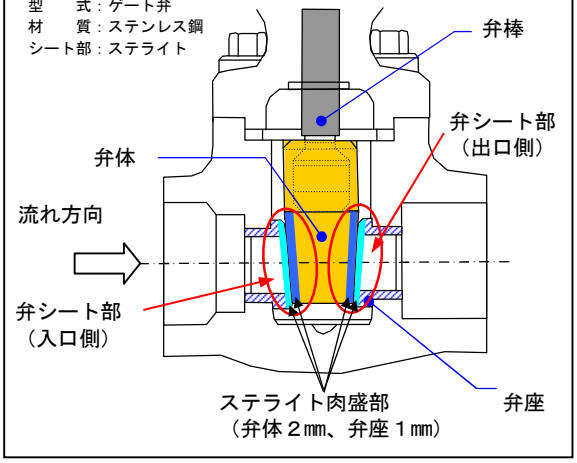
制御棒駆動水圧系統ベント弁シート部の傷について

制御棒駆動水圧系統概略図

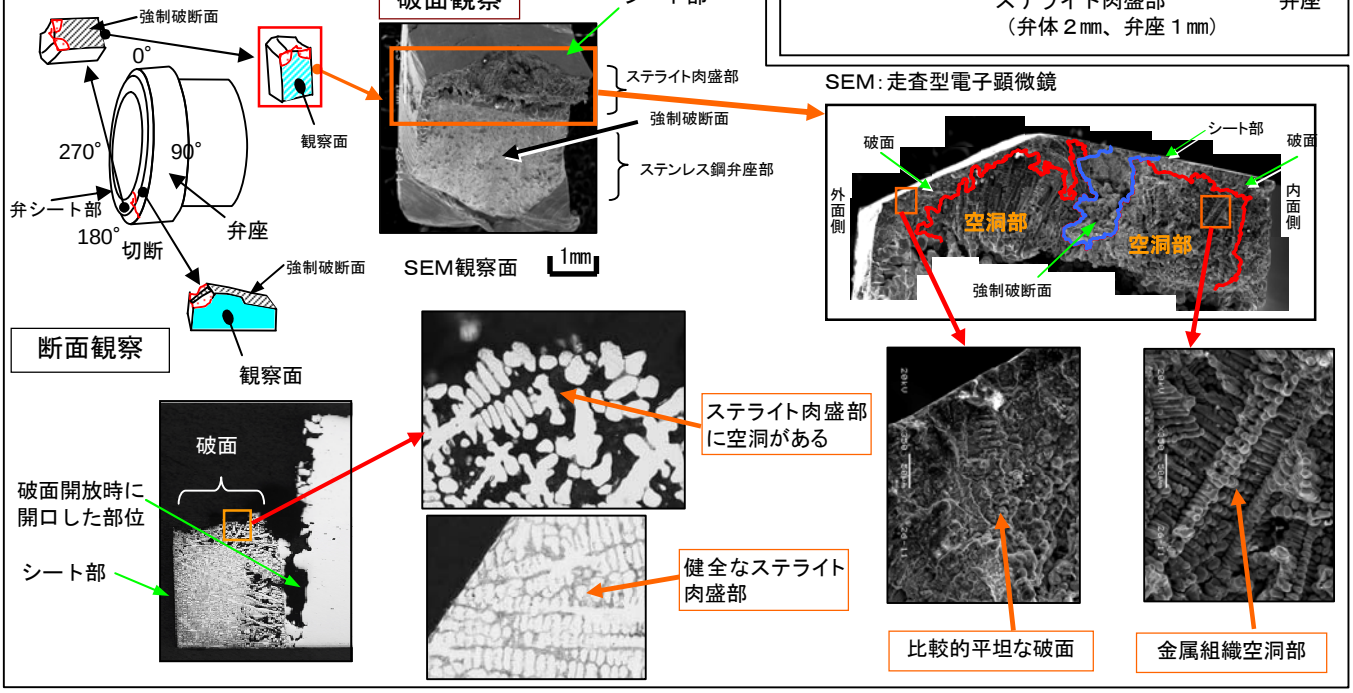


ベント弁断面図

弁仕様
口　　径：２０Ａ（外径約３８ｍｍ）
型　　式：ゲート弁
材　　質：ステンレス鋼
シート部：ステライト



弁座の詳細観察結果



推定メカニズム

＜弁製造時＞

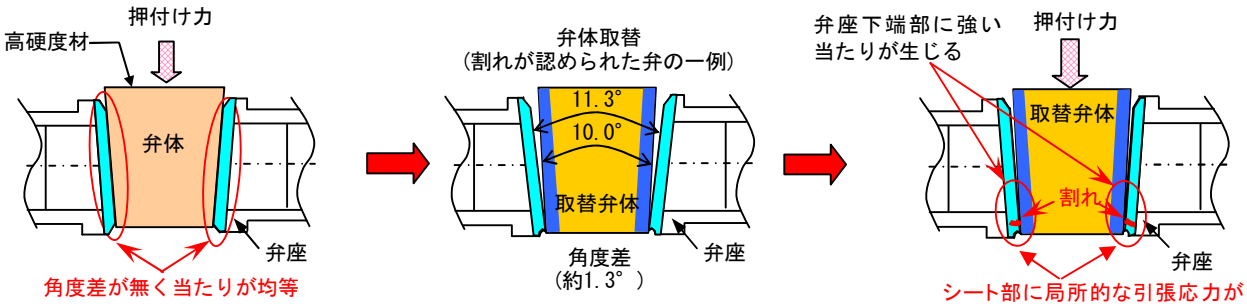
● 弁体に弁座を押しつけて固定することにより角度差は生じない。

＜第１３回定期検査時弁体取替＞

●擦り合せ代を考慮し、取替弁体は幅広で製作した。
●弁体をシート当たりが確認できるまで研磨を実施。

＜今回（第３２回定期検査）の事象＞

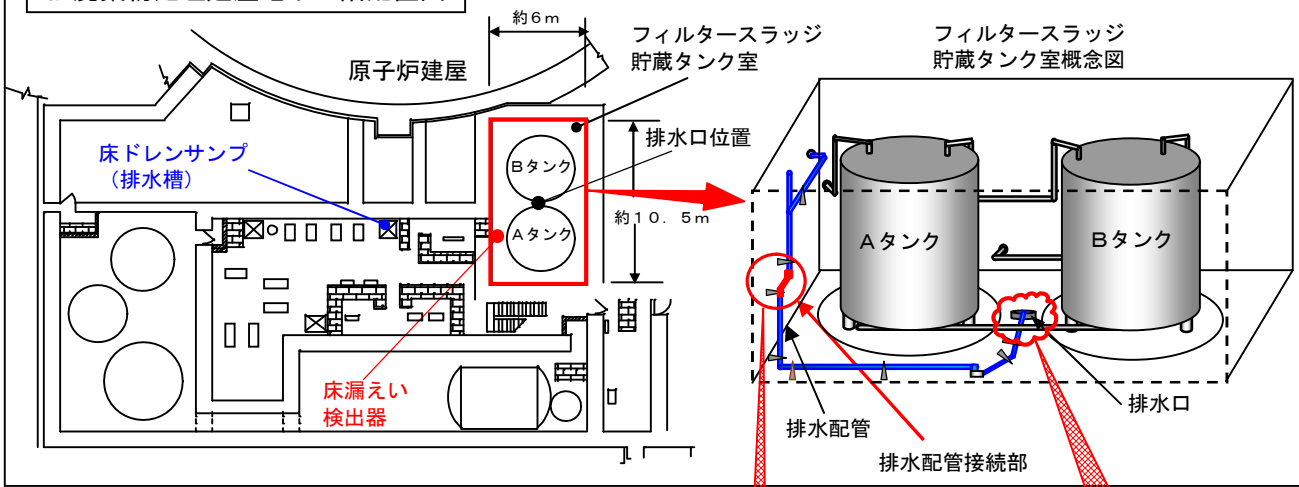
● 弁体シート面と弁座シート面の角度差が大きくなると、閉操作の押付け力により弁座下端部に強いあたりが生じる。
● この時、弁座シート部に局所的な引張応力が発生する。



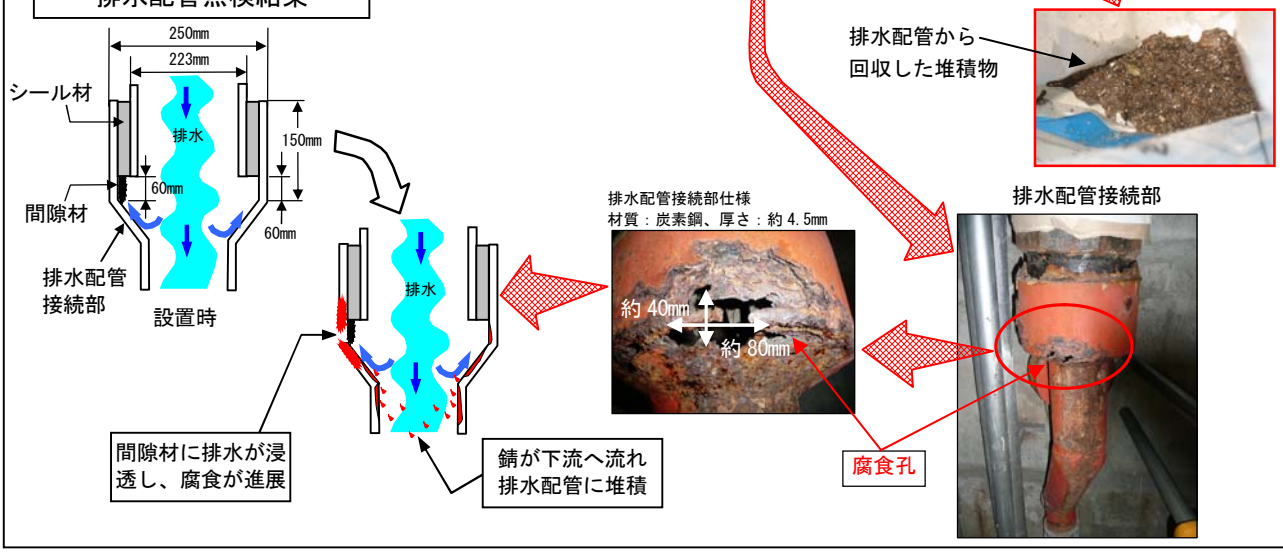
●第１２回定期検査で１台の弁体に応力腐食割れが確認されたことから、第１３回定期検査で弁体を割れ感受性の低いものと取り替え。

フィルタースラッジ貯蔵タンク室内での漏えいについて

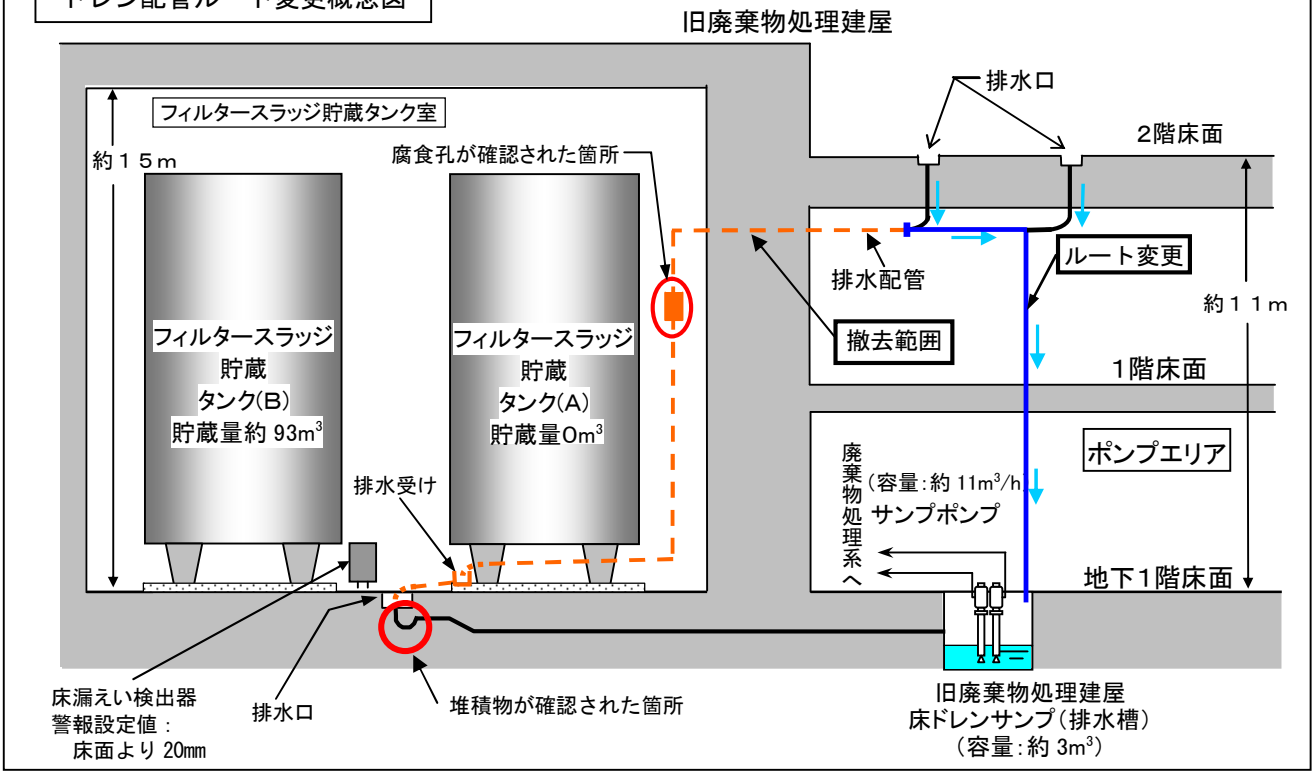
旧廃棄物処理建屋地下１階配置図



排水配管点検結果



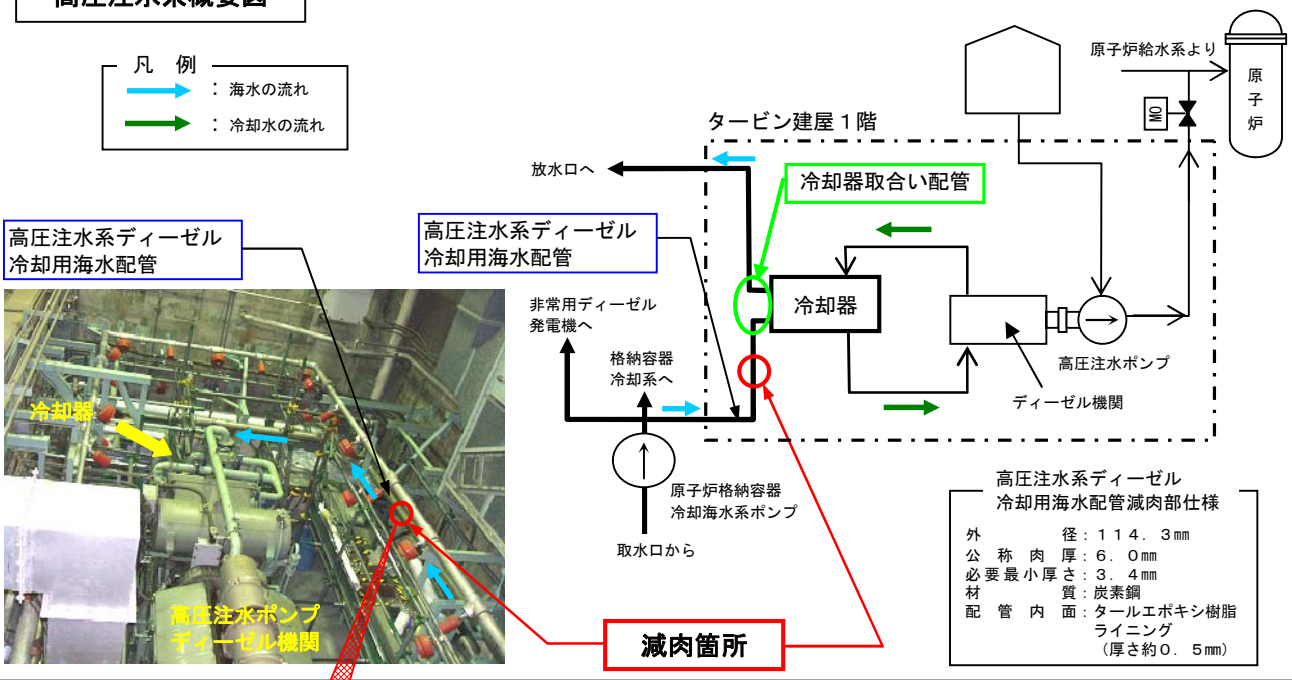
ドレン配管ルート変更概念図



高圧注水系ディーゼル冷却用海水配管の減肉について

高圧注水系概要図

凡　例
：海水の流れ
：冷却水の流れ

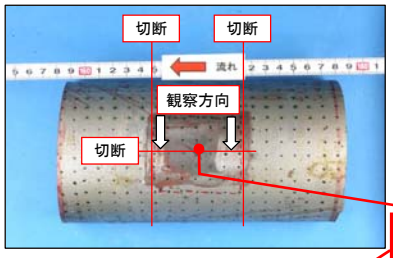


高圧注水系ディーゼル
冷却用海水配管減肉部仕様

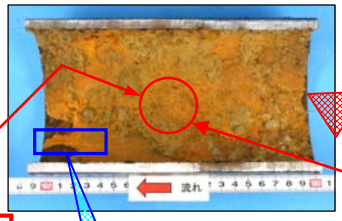
外径	１１４．３㎜
公称肉厚	６．０㎜
必要最小厚さ	３．４㎜
材質	炭素鋼
配管内面	タールエポキシ樹脂ライニング（厚さ約０．５㎜）

内面調査結果

＜当該配管外観＞



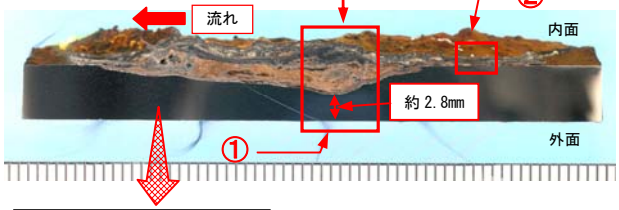
＜内面観察結果（半割後）＞



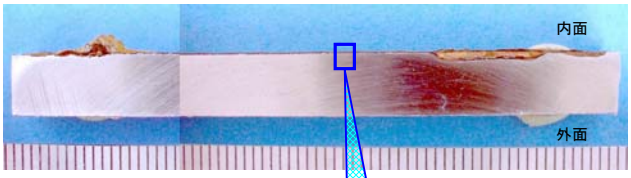
＜配管内面観察結果＞

配管内面に海生物等の付着

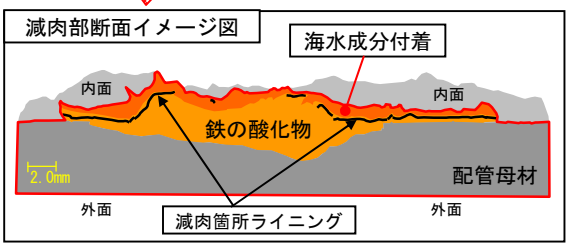
＜減肉部断面観察結果＞

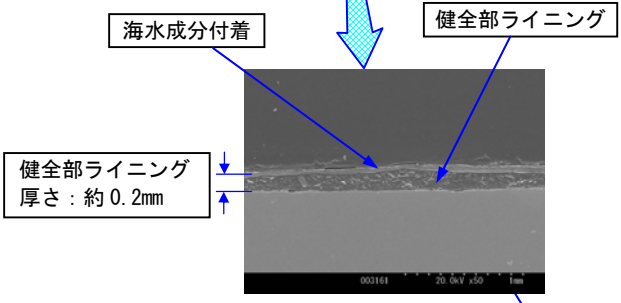


＜健全部断面観察結果＞

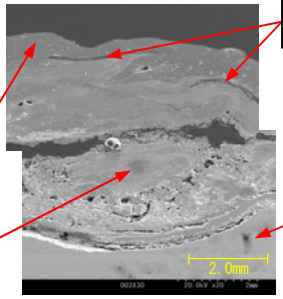


減肉部断面イメージ図

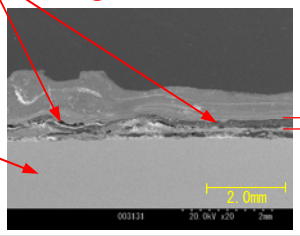




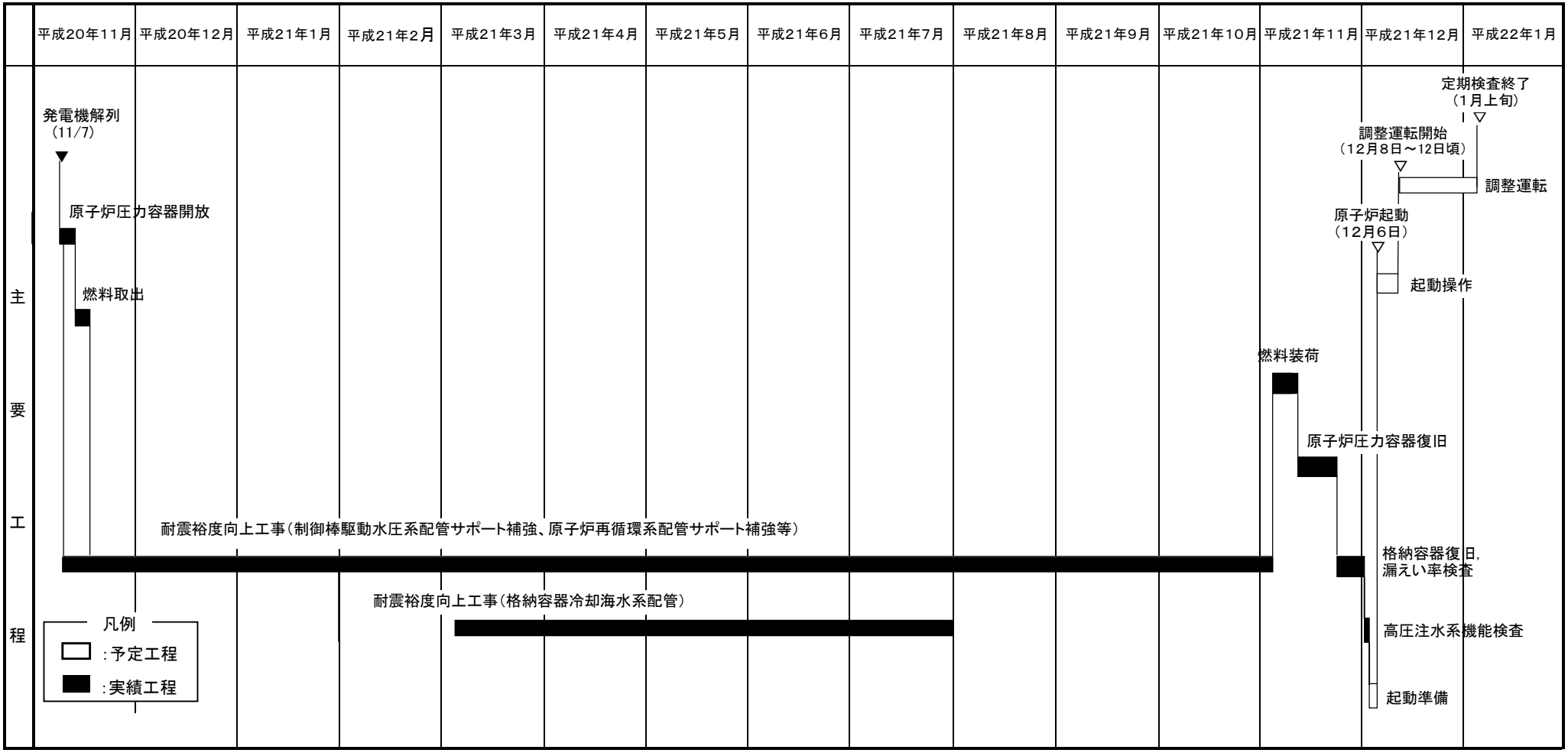
①拡大観察



②拡大観察



敦賀発電所1号機　第32回定期検査の作業工程



（参考）高経年化対策として実施した作業
・高圧動力ケーブル健全性点検工事
　30年目の高経年化技術評価を踏まえた長期保全計画に基づき、第32回定期検査において高圧動力用ケーブルの健全性確認及び劣化状況確認を実施するため、代表ケーブルの絶縁試験を行い、ケーブルが健全であることを確認しました。

別紙

参 考

１．敦賀発電所１号機　第３２回定期検査中における軽微な事象

下記事象による周辺環境への放射能の影響はありません。
また、下記事象は法律に基づく報告事象や安全協定の異常時報告事象に該当するものではありません。

No.	件　　名	概　要
１	原子炉圧力容器頭部冷却系ベント配管の変形について （発生日：平成 20 年 11 月 10 日） （参考図－１参照）	原子炉格納容器内点検において、原子炉圧力容器頭部冷却系（以下、「ＲＨＣ系」という。）ベント配管の保温材と原子炉格納容器上蓋が干渉していることを確認しました。 原子炉格納容器上蓋開放後、当該配管の保温材を取り外し、点検したところ、当該配管にわずかな変形が認められましたが非破壊検査や耐圧検査を行い健全性を確認した結果、有意な指示や漏れなどの異常は認められませんでした。 ＲＨＣ系ベント配管の保温材と原子炉格納容器上蓋が干渉した原因について調査した結果、当該配管の敷設ルートを決定するため、平成１８年７月に行った現場調査の際、現場が狭隘で暗所であったこと、水平方向の寸法計測において水平度の確認を行っていなかったことなどにより、寸法計測に誤差が生じ、干渉部には十分な間隔があるものと判断しました。この調査結果を元に当該配管の設計を行ったことにより、干渉したものと推定しました。 対策として、当該配管の敷設ルートを見直した新しい配管に取替えました。 また、現場調査を実施する際の寸法計測等が正確に行われるよう、現場の状況に応じ作業環境を改善するとともに、適切な計測器を使用し寸法計測を行います。 （平成２０年１２月４日当社ホームページ掲載済）
２	配管点検工事（肉厚測定）の状況について（主蒸気リード管） （発生日：平成 21 年 3 月 2 日） （参考図－２参照）	高圧タービン手前にある主蒸気リード管※1の曲げ管部（直管を曲げ加工したもの）４箇所で、必要最小厚さ（17.95㎜）を下回る部位（17.6㎜～17.8㎜）を確認しました。 調査の結果、主蒸気リード管の内面に減肉は認められなかったものの、製造時に生じた微小なくぼみ（深さ約1㎜）が認められました。また、当該部は製作時に配管が引き延ばされて薄くなる（曲げ減り）曲がり部の背側に位置し、肉厚測定の結果から、元々必要最小厚さまでの余裕が少ない箇所（余裕約1㎜）でした。 これらのことから、当該部は必要最小厚さまでの余裕が少ない箇所であったことに加え、製造時に生じた微小なくぼみがあったため、必要最小厚さを下回ったものと推定しました。 対策として、これらの配管を新しい配管に交換しました。また、今定期検査中において、これまで点検が行われていない箇所（438 箇所）や同じ事象が発生する可能性のある箇所を追加で点検しました。 ※１：原子炉で発生した蒸気を高圧タービンへ送る配管のうち、蒸気流量を制御している蒸気加減弁から高圧タービンの間の部分の配管。 （平成２１年６月３日当社ホームページ掲載済）

No.	件　　名	概　要
３	配管点検工事（肉厚測定）の状況について （ヒータドレン管） （発生日：平成 21 年 5 月 25 日） （参考図－２参照）	給水加熱器（Ａ系、Ｂ系の２台）からドレン水を回収するヒータドレン管※1の曲げ管部２箇所（Ａ系、Ｂ系各１箇所）で、必要最小厚さ（3.8㎜）を下回る部位（3.5㎜, 2.4㎜）を確認しました。 調査の結果､曲げ管内面の背側に局所的な減肉と流れ加速型腐食（ＦＡＣ）にみられる鱗片状模様が認められました。また、その位置は、水で満たされておらず、高さ約５ｍの位置から落下したドレン水が直接配管に当たる部位でした。 これらのことから、落下してきたドレン水が長期間にわたり当該部に当たることによる減肉と推定しました。 対策として、これらの配管を新しい配管に交換しました。また、今定期検査中において、これまで点検が行われていない箇所（438箇所）や同じ事象が発生する可能性のある箇所を追加で点検しました。 ※１：復水器から原子炉へ供給される冷却水は、給水加熱器で蒸気により加熱される。冷却水を加熱する際に使用した蒸気は温度が下がり、一部凝縮するため、蒸気や凝縮水（ドレン）を回収し、復水器へ送るための配管で２系統（Ａ系、Ｂ系）ある。 （平成２１年６月３日当社ホームページ掲載済）
４	床ドレン受タンク出口循環配管からのにじみについて （発生日：平成 21 年 7 月 31 日） （参考図－３参照）	新廃棄物処理建屋地下１階の床面で、水の滴下跡（約 2㎝ 四方）と、近傍の床ドレン受タンク*1 出口循環配管*2（２箇所）で水のにじみ等を確認しました。なお、床面の滴下跡部で放射能は検出されませんでした。 調査の結果、出口循環配管溶接部内面で局所的に腐食が発生し貫通していました。 原因は、配管内面の溶接形状不良部にスラッジ（鉄錆等の固形物）が堆積し、そこに床ドレン受タンク水に含まれている塩化物イオンが濃縮し、局所的に腐食を発生させたと推定しました。 対策として、当該配管は新しいものに取り替え、配管内にスラッジが堆積しないよう定期的な循環運転や洗浄を行うこととしました。また、今後、当該系統の配管をより耐食性に優れた材料等に変更する計画です。 （平成２１年１０月５日当社ホームページ掲載済）

No.	件　　名	概　要
５	蒸気乾燥器の点検結果について （発生日：平成 21 年 10 月 29 日） （参考図－４参照）	東海第二発電所の原子炉内構造物の蒸気乾燥器※1の外観点検において溶接部にひび状の指示模様が確認されたことを受け、蒸気乾燥器の外観点検を行ったところ、溶接部等計１２箇所にひびを確認しました。その他、指示模様を１箇所確認しましたが、この部分は部品の密着部（隙間）でした。 これらについて評価した結果、蒸気乾燥器の機能や構造健全性に影響はなく、運転に支障はないものと判断しました。 なお、次回定期検査においても当該部の外観点検を行います。 ※１：原子炉で発生させた蒸気の湿分を除去するために原子炉圧力容器内上部に設置されている機器 （平成２１年１０月３０日当社ホームページ掲載済）
６	低圧タービン軸封部フランジからの水の滴下について （発生日：平成 19 年 12 月 20 日、平成 20 年 1 月 18 日） （参考図－５参照）	運転中､タービン建屋３階の低圧タービン No.4 軸封部のフランジより水の滴下を確認しました。軸封部にはタービン車室内への空気の浸入を防ぐため軸封用蒸気が供給されており、この蒸気が凝縮し、フランジ合わせ面から滴下しているものと推定しました｡応急措置として、当該部に補修剤を塗布しました。その後、再度わずかなにじみが確認されたため、補修剤の重ね塗りを行いました。 当該箇所を点検したところ、水の滴下が認められたパッキンケーシング継手面での当り切れが認められていることから、軸封用蒸気がその部位の隙間を通り、にじみ出たものと推定しました。 対策として、当該継手面の補修を行い、当り切れがないことを確認しました。 （発生まで平成２０年１月９日、２月５日当社ホームページ掲載済）

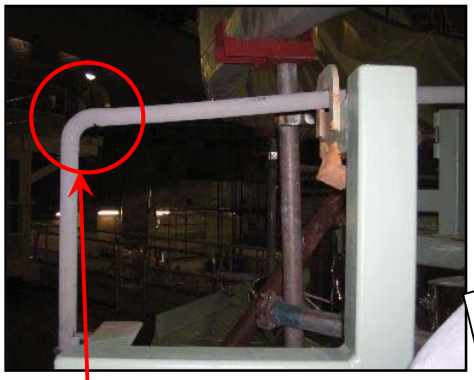
２．敦賀発電所１号機　第３２回定期検査中における人身災害

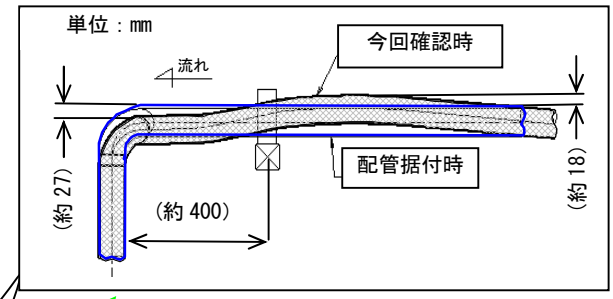
下記事象は安全協定の異常時報告事象に該当します。

No.	件　　名	概　要
１	タービン建屋での協力会社作業員の負傷について （発生日：平成 21 年 2 月 27 日） （参考図－６参照）	タービン建屋１階（管理区域）にあるタービン補機冷却水ポンプ付近でケーブルトレイの耐震裕度向上工事に従事していた協力会社作業員が、高さ約２メートルの仮設足場から仮設はしごを使用して降りる際に、左手薬指を負傷しました。 当該作業員からの聞き取り調査と現場調査の結果、被災した原因は、当該作業員が仮設はしごを降りる際に、仮設足場と仮設はしごを連結している固定金具※の突起部に左手薬指の指輪が引っかかった状態で、体を下方に移動したため、拘束された左手薬指に体重がかかり、負傷したものと推定されました。 対策として、現在設置されている仮設足場と仮設はしごを連結している固定金具の突起部の養生を行いました。 今後仮設足場に仮設はしごを連結する際には、その固定金具の突起部を養生することとし、作業前には養生されていることを必ず点検することにしました。また、仮設はしごの昇降の際には、固定金具などの突起部に触れないことを社員や協力会社に周知しました。 ※　仮設足場を組み立てる際にパイプ同士を金物（クランプ）でかみ合わせ、ボルトを締めて接合する金具。 （平成２１年３月４日当社ホームページ掲載済）
２	タービン建屋での協力会社作業員の負傷について （発生日：平成 21 年 7 月 10 日） （参考図－７参照）	タービン建屋１階（管理区域）仮設足場上の作業員が耐震補強用鋼材（約 11Kg）の受け渡し作業中に手を滑らせて鋼材を落としました。 落ちた鋼材は、通路床面より約 3.1m斜め下でポンプ点検作業をしていた作業員にあたり、２名の作業員が負傷しました。 原因は、２段目足場上に受け手がいない状況で１段目から補強用鋼材を持ち上げようとしたところ、鋼材の上部が足場材と干渉し、そのはずみで鋼材が通路床下のポンプエリアに落下したものと推定しました。 対策として、足場の側面等から斜め方向に資機材を荷上げ・降ろしを行う際は、荷の受け手側の体勢が整ったことを確認した上で双方が声を掛け合い受け渡しを行うとともに、鋼材の落下により影響を受ける恐れのあるエリアは立入禁止の措置を行うことにしました。また、このことを社員および協力会社社員へ周知しました。 （平成２１年８月７日当社ホームページ掲載済）

原子炉圧力容器頭部冷却系ベント配管の変形について

＜干渉により変形した配管＞





ベント配管仕様

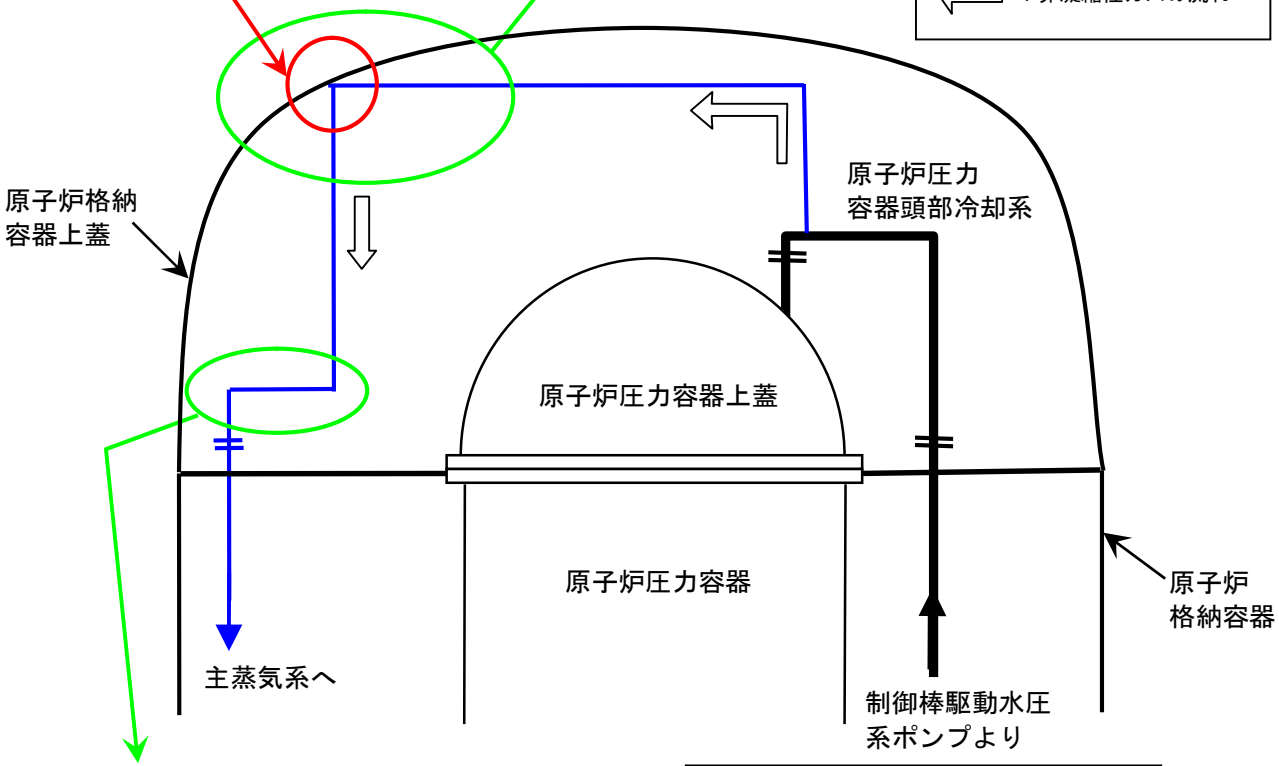
材質：炭素鋼　　口径：２７．２mm
肉厚：５．５mm　　全長：約９m

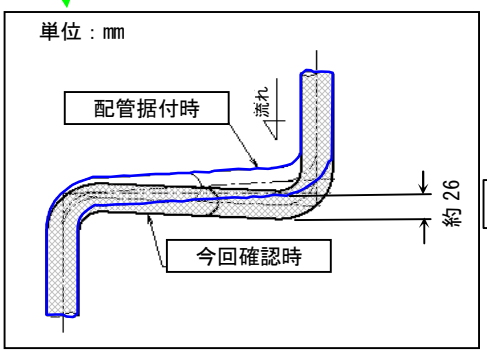
ベント配管と原子炉格納容器上蓋との干渉部

凡　例

：第３１回定期検査時に設置したベント配管

：非凝縮性ガスの流れ

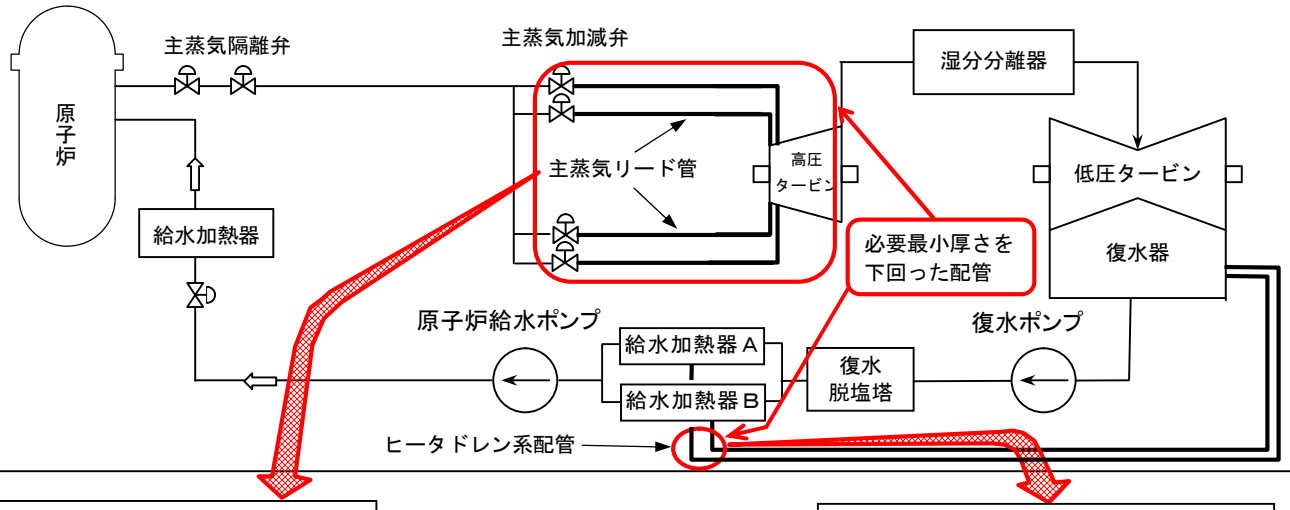




＜干渉により押し下げられ変形した配管＞

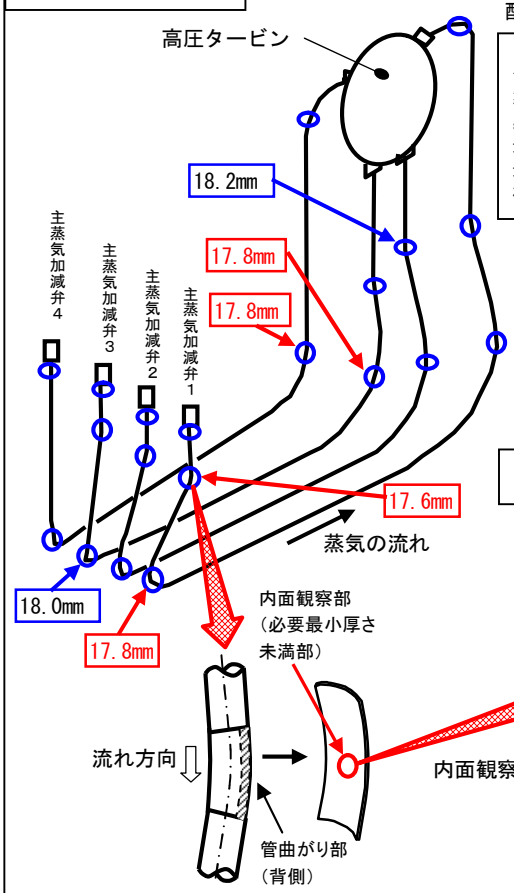
配管点検工事（肉厚測定）の状況について

系統概要図



主蒸気リード管

肉厚測定結果



配管仕様

口径：約 406mm
公称肉厚：21.4mm
製造時最小厚さ：18.73mm
必要最小厚さ：17.95mm
最高使用圧力：約 7.6MPa
最高使用温度：約 295℃
材　　質：炭素鋼

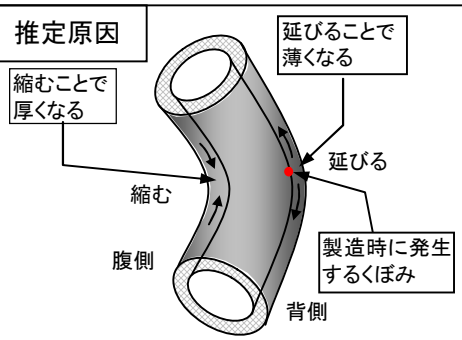
凡例

：肉厚測定部位
：必要最小厚さ以下
：余寿命１年未満

浅いくぼみが確認された。
（約10mm×5mm、深さ約1mm）

・全面が黒い酸化スケールで覆われていた。
・減肉は観察されなかった。

推定原因



・製造時に微小なくぼみ発生。
↓
・曲げ加工により背側が薄くなり、余裕が少なくなる。
↓
・くぼみの部分で必要最小厚さを下回った。

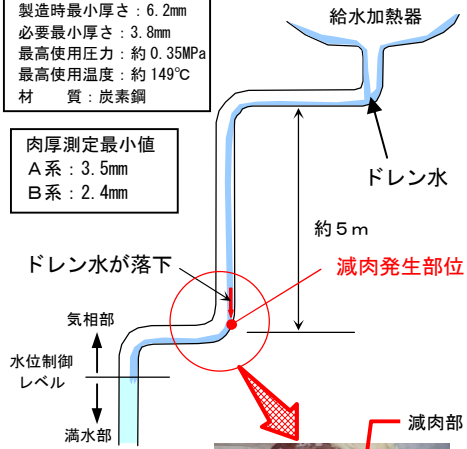
ヒータドレン系配管

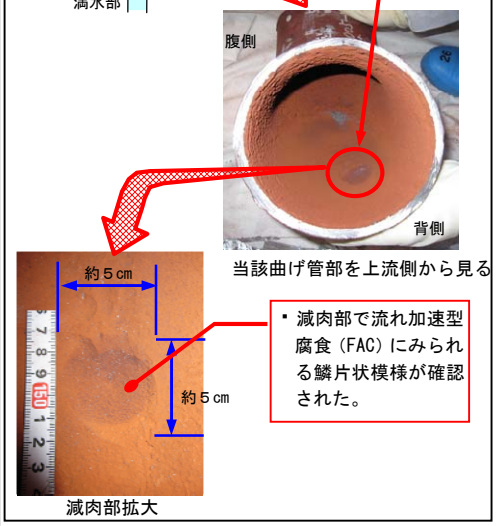
配管仕様

口径：約 165mm
公称肉厚：7.1mm
製造時最小厚さ：6.2mm
必要最小厚さ：3.8mm
最高使用圧力：約 0.35MPa
最高使用温度：約 149℃
材　　質：炭素鋼

肉厚測定最小値
Ａ系：3.5mm
Ｂ系：2.4mm

肉厚測定結果





当該曲げ管部を上流側から見る

・減肉部で流れ加速型腐食（FAC）にみられる鱗片状模様が確認された。

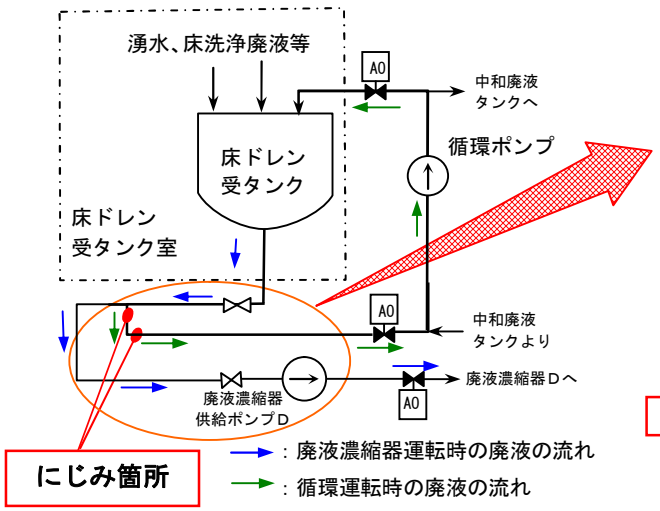
推定原因

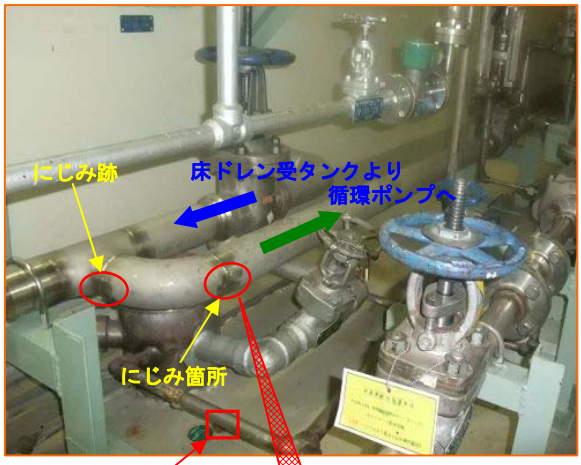
・当該曲げ管部には、約5ｍの位置からドレン水が落下する。
↓
・曲げ管部の背側に当たる。
↓
・長期間当たることにより、局所的な減肉が進行する。

床ドレン受タンク出口循環配管からのにじみについて

現場状況図

系 統 概 略 図

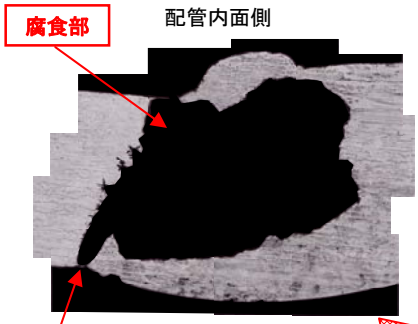




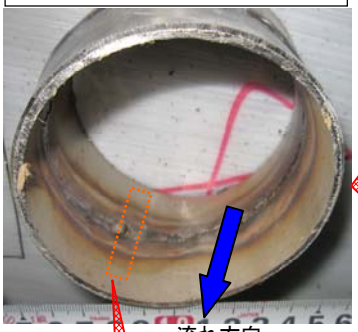
循環配管
材質：ステンレス鋼
外径：約 89mm
厚さ：約３mm

調査結果

断面詳細観察

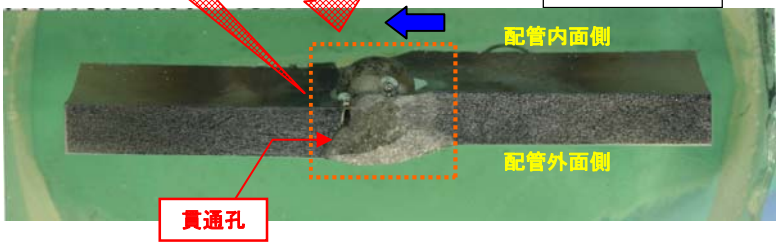


スラッジ洗浄切出し後



配管内面状況

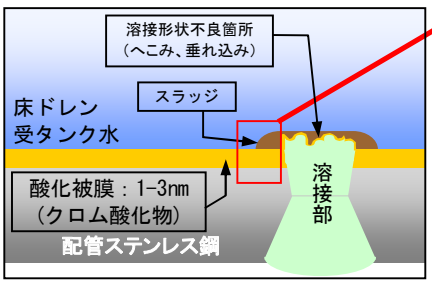
断面観察



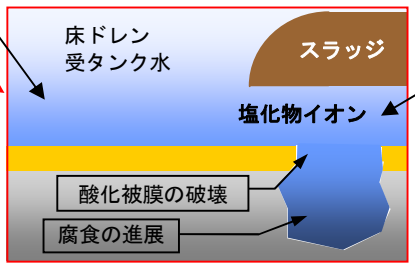
腐食の推定メカニズム

塩化物イオンは
数10 ppm程度

溶接形状不良箇所でスラッジが堆積し、
スラッジの下では廃液が対流しなくなる。



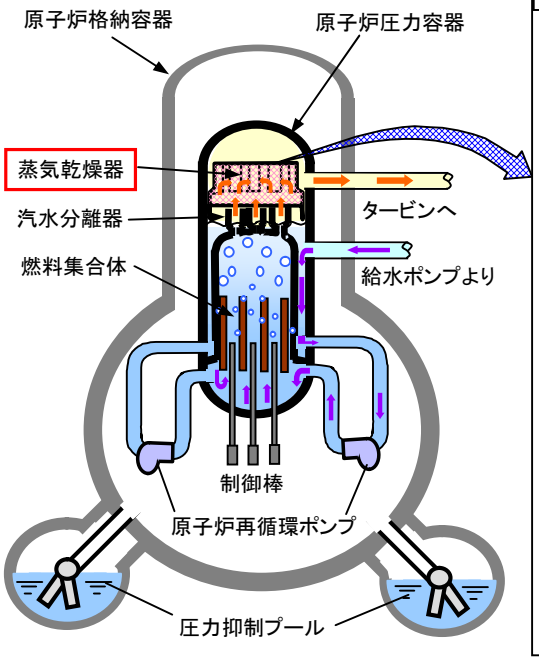
スラッジの下で塩化物イオンが濃縮され
酸化皮膜が破壊され、腐食が発生・進展。



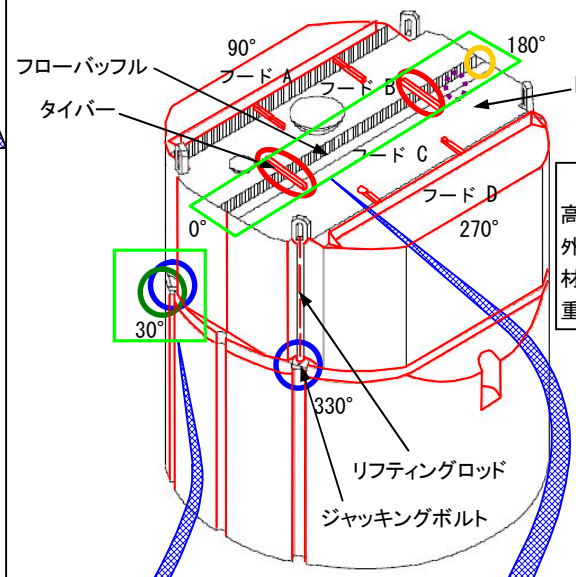
塩化物イオンが
数1000 ppm程度
に濃縮

蒸気乾燥器の点検結果について

蒸気乾燥器概要図



蒸気乾燥器

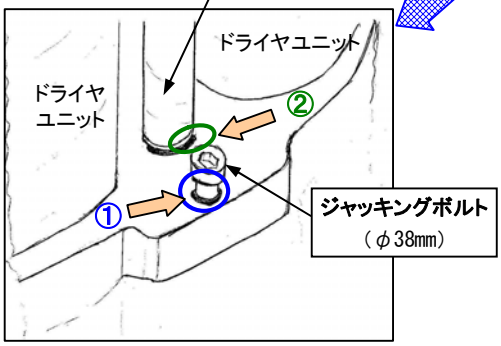


蒸気乾燥器
高さ：約4.16m
外径：約4.24m
材質：ステンレス
重量：約16トン

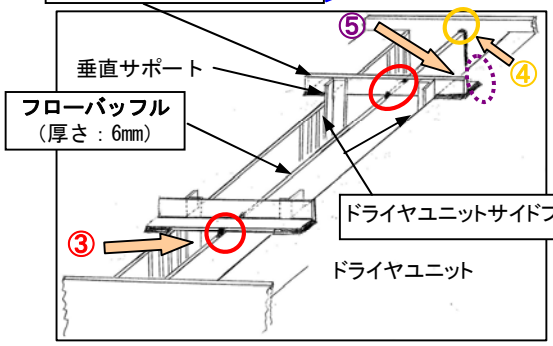
蒸気乾燥器点検状況

注：写真は例を示す

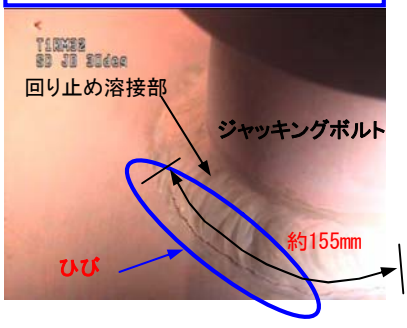
リフティングロッド
（φ76mm）



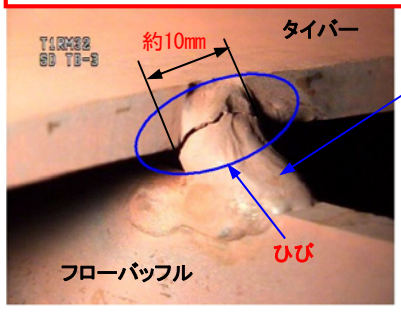
タイバー
（長さ：465mm、厚さ：6mm
L型：50mm×50mm）



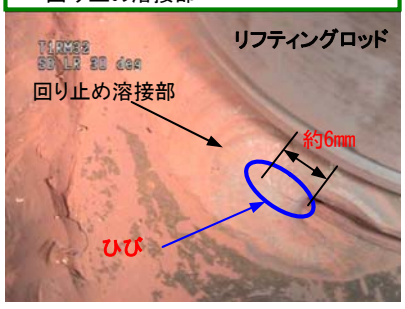
① ジャッキングボルト（30°）回り止め溶接部



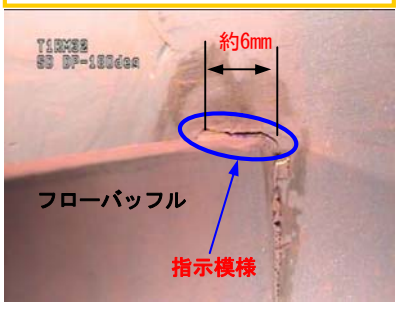
③ タイバーとフローバッフルとの点付溶接部



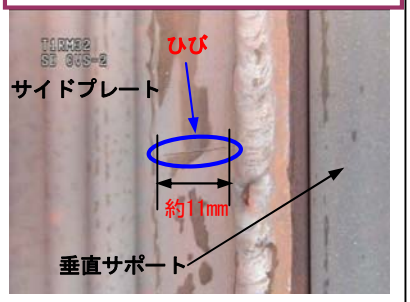
② リフティングロッド（30°）回り止め溶接部



④ フローバッフル端部

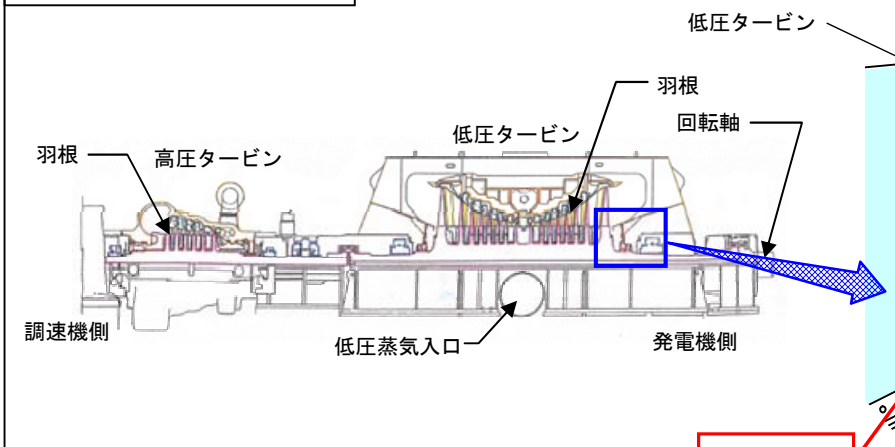


⑤ ドライヤユニットサイドプレート部

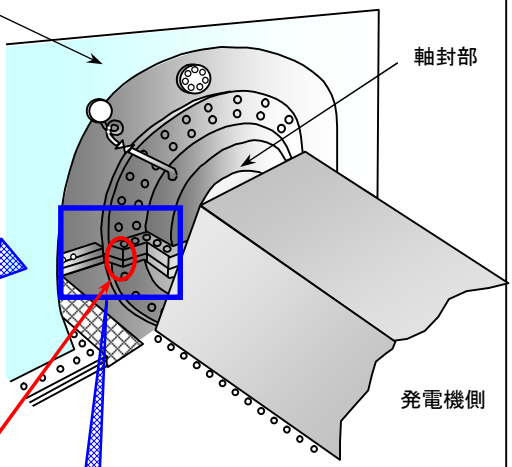


低圧タービン軸封部フランジからの水の滴下について

タービン断面図

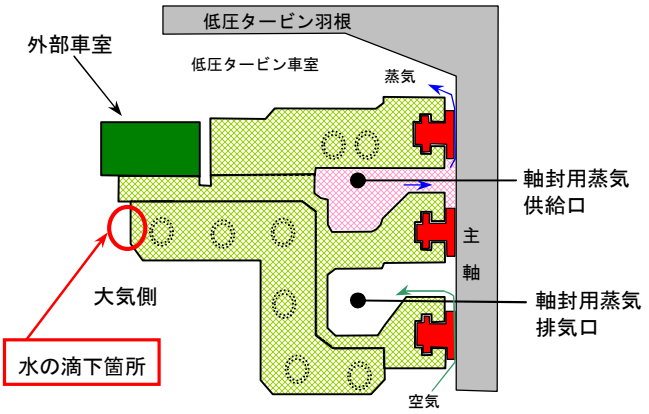


水の滴下が認められた軸封部



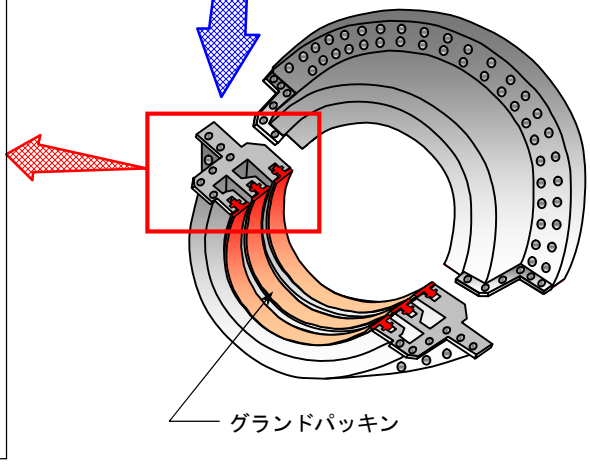
フランジ面点検結果

軸封部フランジ（平面図）

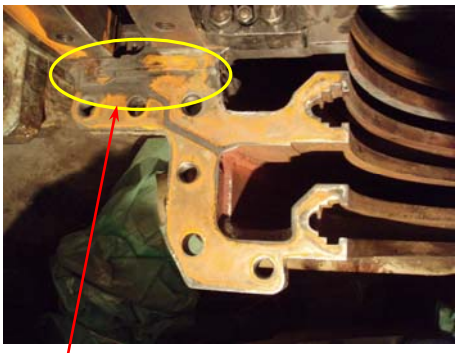


〔フランジを上から見た図〕

パッキンケーシング（上半）



修繕前フランジ面

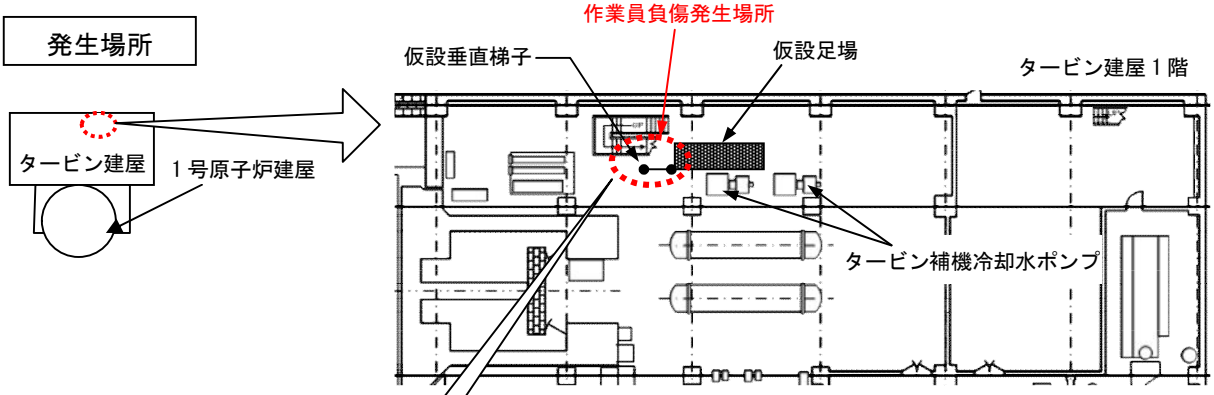


修繕後フランジ面

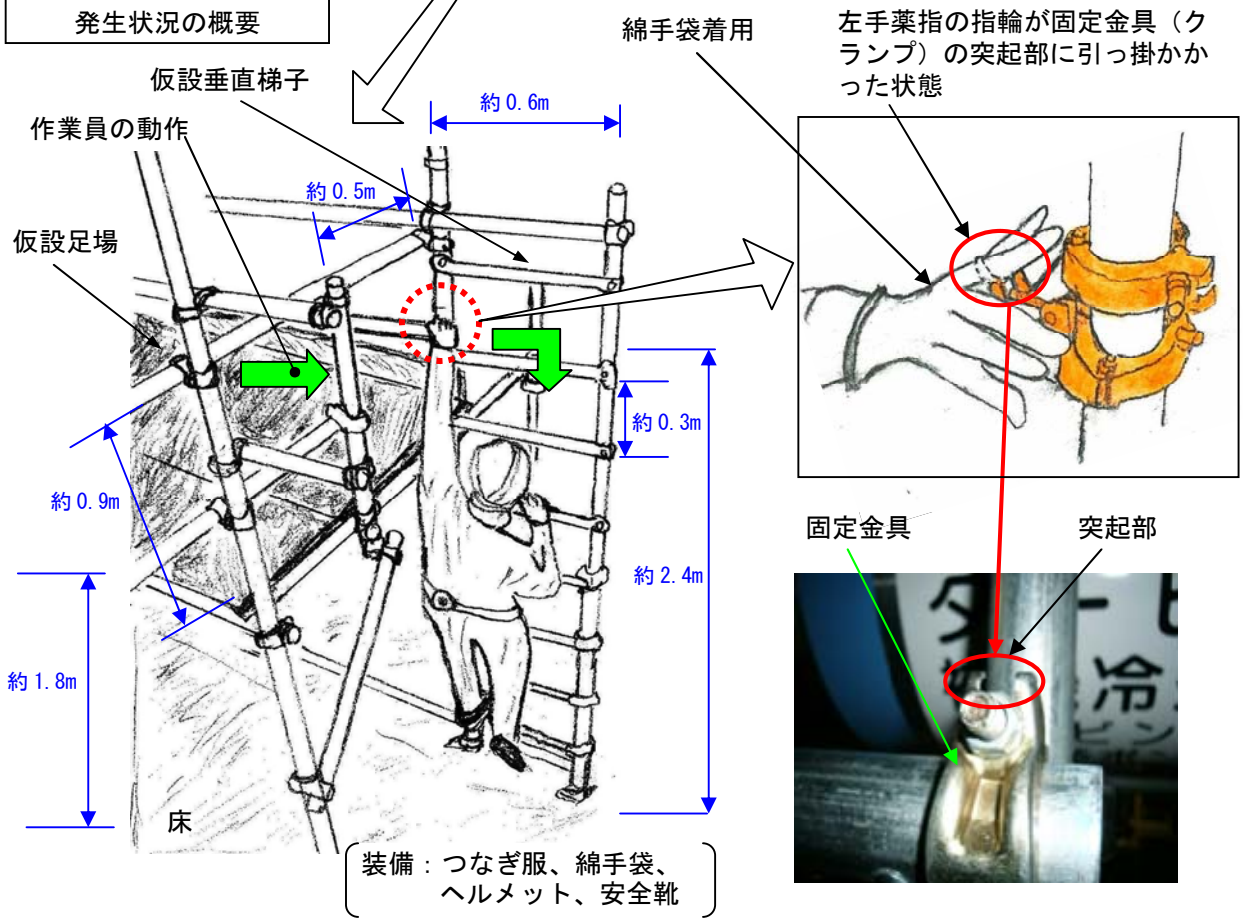
全面に当たりが出ている

タービン建屋での協力会社作業員の負傷について

発生場所



発生状況の概要



装備：つなぎ服、綿手袋、ヘルメット、安全靴

対　　策

突起部にシートを当てテープによる養生実施

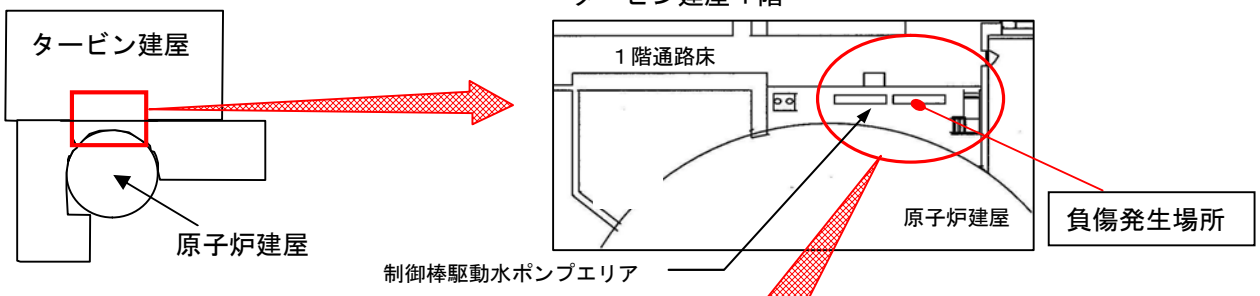
○ 現在設置されている仮設足場と仮設はしごを連結している固定金具の突起部の養生を行いました。

○ 今後仮設足場に仮設はしごを連結する際には、その固定金具の突起部を養生することとし、作業前には養生されているかについて必ず点検すること、および仮設はしごの昇降の際には、固定金具などの突起部に触れないことを社員や協力会社に周知しました。

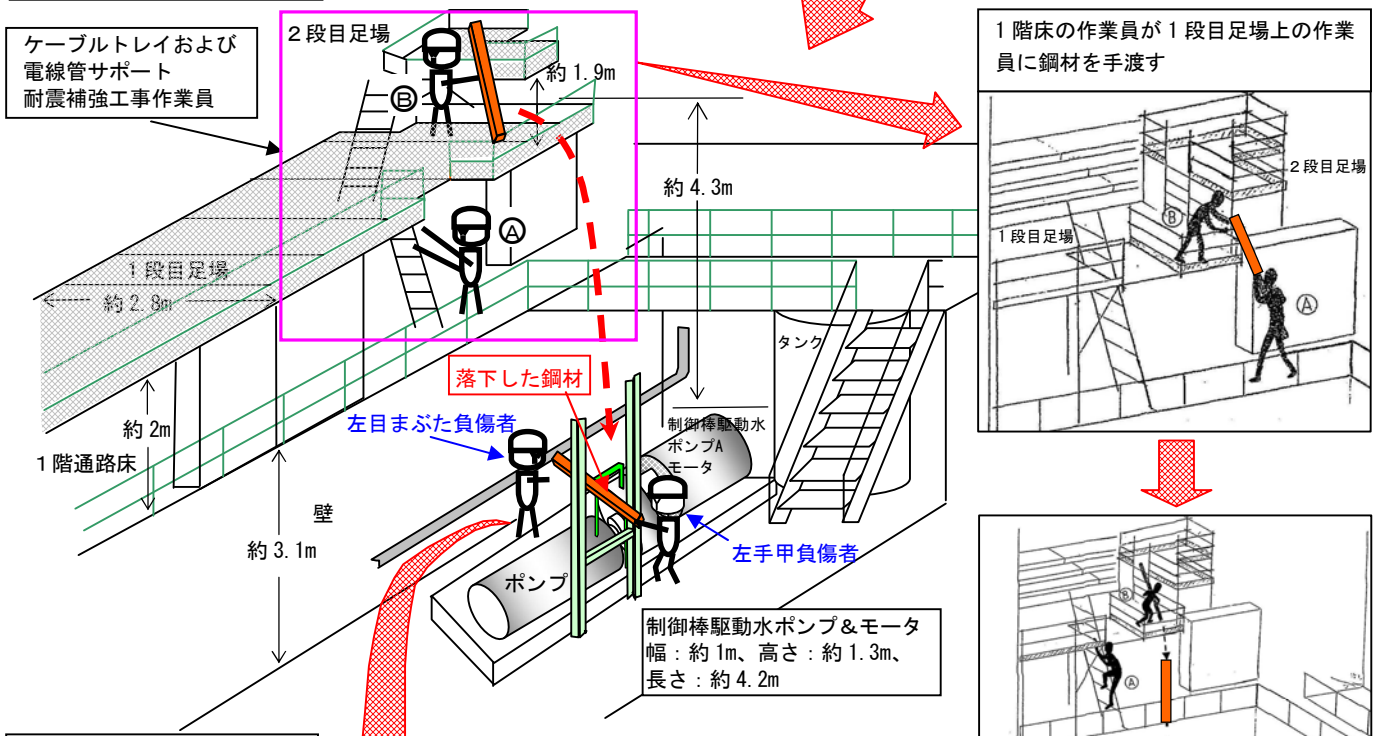
○ 上記について当社および各協力会社の規定に明記します。

タービン建屋での協力会社作業員の負傷について

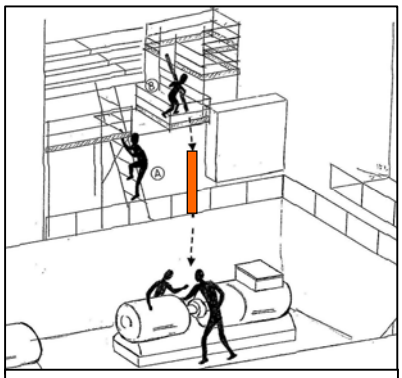
発生場所



発生時の状況概要図

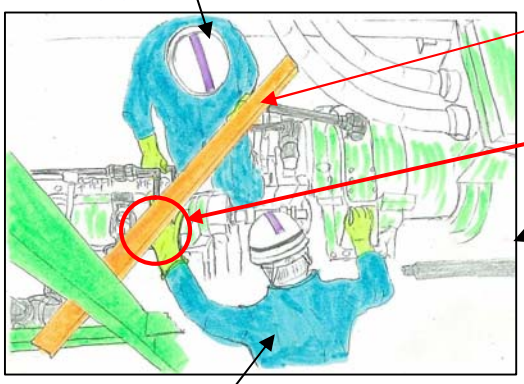


１階床の作業員が１段目足場上の作業員に鋼材を手渡す



１段目足場上の作業員が鋼材を２段目足場上に上げる準備として、鋼材を持ち上げ、２段目足場にあたり、手を滑らせ落とす。

鋼材落下後の負傷状況



鋼材（角型）
縦横：75mm
長さ：約 1.6m
厚さ：約 3.2mm
重さ：約 11kg

装備：つなぎ服、綿手袋、
ゴム手袋、
ヘルメット、安全靴

原因と対策

【原因】
- 荷の受け手がいない状況で鋼材の荷上げを行った。
- 上下作業と認識されず、立入禁止措置がとられていなかった。

【対策】
斜め方向への荷上げ時は
- 荷の受け手の体勢が整っていることを確認し、声掛を徹底する。
- 落下物により影響の恐れのあるエリアは、立入禁止措置をとる。