

美浜発電所3号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第21回定期検査)

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。
県としては、今後、調整運転段階においても適宜立入調査を行い、発電所の運転状況や健全性を確認していく。

記

美浜発電所3号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力82.6万kW）は、平成16年8月9日に発生した2次系配管破損事故により停止し、引き続き同年8月14日から第21回定期検査を開始した。

2次系配管破損箇所や事故により影響を受けた機器を取り替えるとともに、計画された定期検査作業等が終了したことから、設備全体の健全性をプラント運転状態で確認するため、原子炉起動に必要な諸試験を実施した後、平成18年9月21日に原子炉を起動し、9月26日に発電を開始、定格熱出力までの試験的な運転を行い、10月3日に原子炉を停止した。

今後は、平成19年1月10日午後に原子炉を起動、同日に臨界となり、1月11日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始する。2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 主要工事等

(1) 原子炉容器供用期間中検査 (図1-1参照)

原子炉容器供用期間中検査として、溶接部等の超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

(2) 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検・予防保全工事 (図1-2参照)

国内外PWRプラントでの応力腐食割れ事例に鑑み、溶接部に600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台、加圧器サージ管台等の外面について、外観目視点検や超音波探傷検査を実

施し、異常のないことを確認した。

また、予防保全として、原子炉容器炉内計装筒管台溶接部近傍の内表面についてウォータージェットピーニング^(※1)を施工し、残留応力の低減を図った。

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

(3) 原子炉冷却系統設備小口径配管取替工事 (図 1 - 3 参照)

海外プラントでの損傷事例を踏まえ、溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある化学体積制御系統等の配管分岐部を、耐食性に優れた材料で、応力集中の小さい溶接形状のものに取り替えた。

(4) 安全注入系統設備小口径配管継手部取替工事 (図 1 - 4 参照)

信頼性向上の観点から、安全注入系統の通水時に生じる母管の振動と共振する可能性のある小口径分岐配管の溶接継手部を、応力集中の小さい溶接形状のものに取り替えた。

(5) 主蒸気管・主給水管ベローズ他取替工事 (図 1 - 5 参照)

第20回定期検査（平成15年度）において、主蒸気管・主給水管ベローズの外表面に軽微な錆が確認されたことから、当該ベローズを取り替えた。

また、第17回定期検査（平成11年度）に発生した水撃現象（ウォーターハンマー現象）の影響が考えられるA－主蒸気系統配管の一部についても取り替えた。

(6) 発電機負荷開閉装置設置工事 (図 1 - 6 参照)

発電機停止中における所内電源（常用母線、非常用母線）の供給ラインを多重化するため、発電機と主変圧器との間に発電機負荷開閉装置を設置するとともに、非常用母線への供給ラインを、常用母線から所内変圧器へ変更した。

(7) 2次系熱交換器他取替工事 (図 1 - 7 参照)

2次系の水質向上対策として、蒸気発生器への不純物持込み低減を図るため、給水加熱器等の伝熱管を銅合金製からステンレス製に取り替えた。また、復水器伝熱管で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た。

2 保全対策について

(1) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図 1 - 2 参照)

国内PWRプラントでの高温水と低温水の混合による温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れ事象に鑑み、同様の熱疲労割れが

発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部等について、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

また、第18回定期検査（平成12年）時に実施した点検で製作時の加工痕・へこみ等が確認された再生熱交換器の連絡管について、今後の検査に伴う作業員の被ばく等を考慮し、取り替えた。

(2) 余熱除去系配管等の点検

国内PWRプラントでのステンレス配管に貼り付けられた塩化ビニールテープを原因とする応力腐食割れ事象に鑑み、余熱除去系統等の配管について点検を行い、塩化ビニールテープの貼り付け跡が確認された箇所について、浸透探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

3 2次系配管破損事故の対策工事

(1) 2次系配管の点検・取替工事

①技術基準適合命令を受けた配管 (図3-1参照)

原子力安全・保安院から技術基準適合命令を受けた第4低圧給水加熱器出口弁から脱気器までの主復水配管については、炭素鋼配管部で28箇所（A系およびB系のオリフィス下流部2箇所を除く）とステンレス鋼配管部で8箇所の計36箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施した結果、計算必要厚さを下回る部位および次回定期検査までに計算必要厚さを下回る可能性があるとして評価された部位はなかった。

炭素鋼配管部については、技術基準に適合するよう、耐食性に優れたステンレス鋼配管に取り替えた。

②それ以外の配管 (図3-2参照)

関西電力が定める2次系配管肉厚管理指針の点検対象部位4,233箇所に加え、知見拡充の観点から1,696箇所、既に確認された減肉事象の水平展開として303箇所、合計6,232箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施した結果、計算必要厚さを下回る部位が34箇所、次回定期検査までに計算必要厚さを下回る可能性があるとして評価された部位が6箇所確認された。

これら40箇所に加え、次回定期検査時に余寿命5年未満となる部位のうち、計算必要厚さを下回る部位の類似箇所など38箇所の合計78箇所の配管を取り替えた。

以上まとめると、合計6,268箇所について超音波検査（肉厚測定）を行い、技術基準適合命令を受けた主復水配管を取り替えるとともに、78箇所の配管を取り替えた。

(2) 中央制御室への蒸気浸入に係る点検 (図 3 - 3 参照)

事故時に中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等416箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所170箇所を含む385箇所について補修を実施した。

(3) 熱水等により影響を受けた機器の取替え・修理 (図 3 - 4 参照)

事故により発生した熱水・蒸気・衝撃力の影響を受けた機器180台について、取替えまたは修理を行った。

(4) タービン動補助給水ポンプ出口流量制御弁のバネ取替工事

(図 3 - 5 参照)

事故時において、タービン動補助給水ポンプ出口側にある流量制御弁を流量調整のため閉止した後、ポンプを待機状態とするため開操作したところ、弁出口側の流体圧力が弁開動作用バネのバネ力より高く開動作しなかった事象の対策として、当該バネをバネ力の大きいものに取り替えた。

4 定期検査中に発生した安全協定に基づく異常事象

(1) 4 - 3 C 母線停電に伴う A 非常用ディーゼル発電機の自動起動

(図 4 - 1 参照)

平成17年4月6日、「4 - 3 C 母線電圧低」警報が発信し、A 非常用ディーゼル発電機が自動起動したが、同警報は復帰せず、4 - 3 C 母線から給電されているA海水ポンプ等が停止した。

調査の結果、計器校正作業中に誤って充電中の回路に校正装置を接続したため、母線電圧検出回路のヒューズが溶断し、非常用ディーゼル発電機が起動したが、検出回路で正確な母線電圧を検出できず、警報が復帰しなかったものと推定された。

対策として、溶断したヒューズを取り替えるとともに、作業開始前の隔離養生や検電を確実に実施することを再徹底した。

[平成17年5月10日 プレス発表済み]

(2) 2 次系純水系統におけるトリチウムの検出 (図 4 - 2 参照)

平成17年8月23日、2 次系純水の定期放射能濃度測定において、通常は検出限界未満であるトリチウムが微量検出された。

調査の結果、配管改造工事後に実施した洗浄作業の際に、トリチウムを含む1次系純水と2次系純水を同時に使用したため、1次系純水が2次系純水系統へ流れ込んだものと推定された。

対策として、1次系機器の洗浄作業において、1次系純水と2次系純水を同時に使用しないことを社内マニュアルに定め、関係者に周知徹底を図った。 [平成17年8月24日、9月6日 プレス発表済み]

(3) 補助蒸気配管サポートの損傷 (図4-3参照)

平成17年9月16日、原子炉補助建屋へ補助蒸気の供給を開始したところ、水撃現象（ウォーターハンマー現象）が発生し、補助蒸気配管サポートなどが損傷した。

調査の結果、蒸気通気前に行ったドレン水の排水が不十分で、配管内が満水状態であったことから、蒸気通気により水撃現象が発生したものと推定された。

対策として、損傷したサポートなどを新品に取り替えるとともに、蒸気供給前にはドレン水を完全に排出するよう、社内マニュアルに定めた。
[平成17年9月20日、28日 プレス発表済み]

(4) 格納容器内での水漏れ (図4-4参照)

平成18年5月16日、「原子炉格納容器サンプ水位上昇率高」警報が発信したため、現場を確認したところ、仮設キャビティ浄化装置のホースから漏えいを確認した。

調査の結果、作業要領書にホースを取り外す前には浄化装置を停止する旨の記載がなく、作業責任者からもその旨の注意がなかったため、浄化装置が運転中であるとの認識がない状態で作業員がホースを取り外したため、漏えいが発生したものと推定された。

対策として、ホースを取り外す前には浄化装置を停止することを作業要領書等に明記するとともに、関係者に周知徹底を図った。

[平成18年5月16日、19日 プレス発表済み]

5 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

3台ある蒸気発生器のうち、BおよびC－蒸気発生器の伝熱管全数（3,382本×2基、計6,764本）について、渦流探傷検査（ECT）を実施した結果、異常は認められなかった。

6 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数 157 体のうち、69体（うち52体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（16体）を実施した結果、異常は認められなかった。

7 次回定期検査の予定

平成19年4月上旬

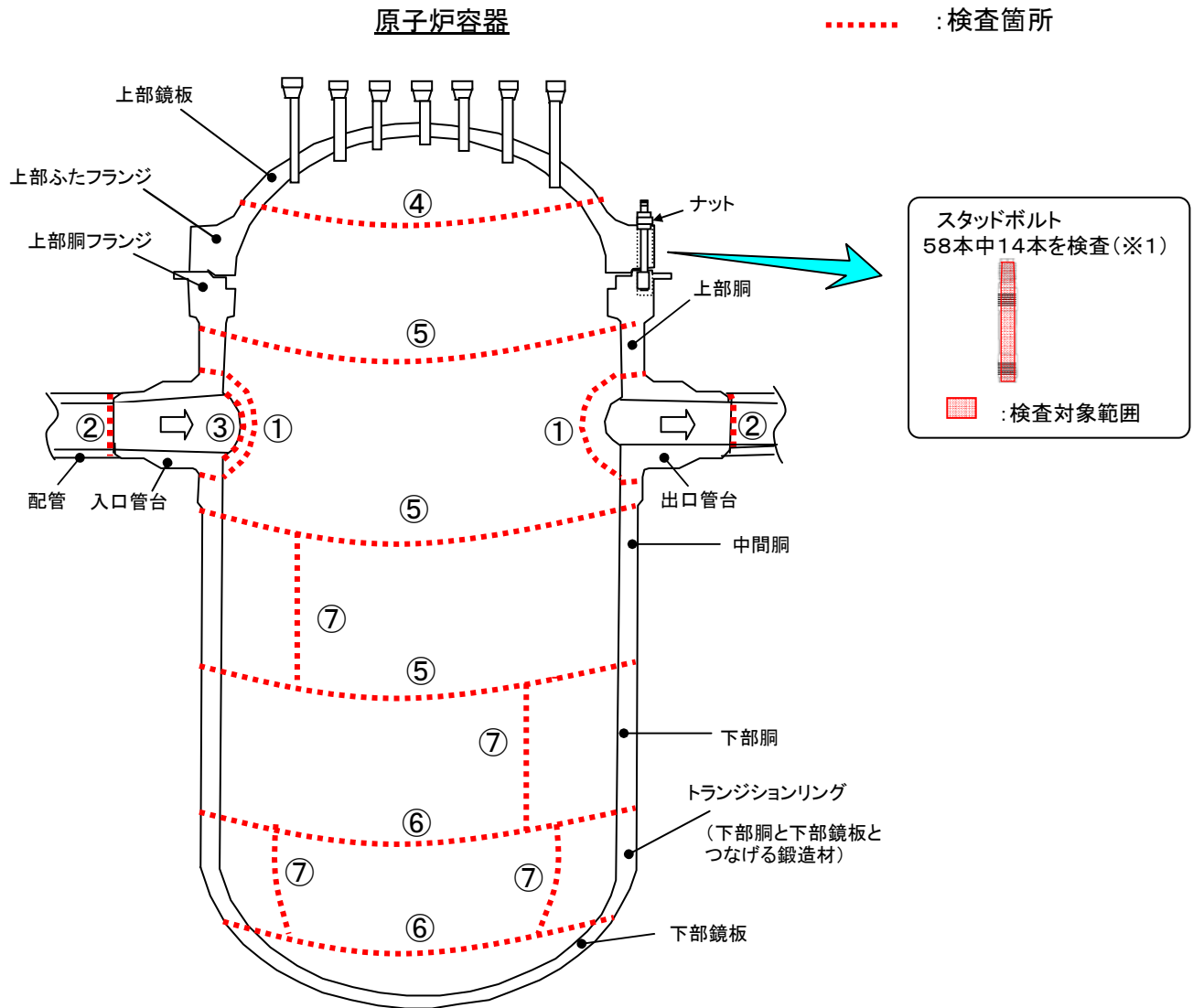
問い合わせ先(担当：藤内) 内線2354・直通0776(20)0314
--

図1-1 原子炉容器供用期間中検査

検査概要

原子炉容器供用期間中検査として、原子炉容器の溶接部等の超音波探傷検査を行い、異常がないことを確認した。

超音波探傷検査等の箇所



検査対象箇所

- ①A、B、Cの出入口管台と胴との溶接部6箇所の全周を検査(※1)
- ②A、B、Cの出入口管台とセーフエンドとの溶接部6箇所の全周を検査(※1)
- ③A、B、C入口管台内面丸み部分3箇所の全周を検査(※1)
- ④周方向溶接部全周の20%を検査(※1)
 - ・上部鏡板と上部ふたフランジの溶接部

- ⑤周方向溶接部全周を検査(※1)
 - ・上部胴フランジと上部胴の溶接部
 - ・上部胴と中間胴の溶接部
 - ・中間胴と下部胴の溶接部
- ⑥周方向溶接部全周の5%を検査(※2)
 - ・下部胴とトランジションリングの溶接部
 - ・トランジションリングと下部鏡板の溶接部
- ⑦長手方向溶接部
 - ・中間胴3箇所全長の100%を検査(※1)
 - ・下部胴3箇所全長の100%を検査(※1)
 - ・下部鏡板4箇所全長の10%を検査(※3)

※1: 10年間で100%を検査
 ※2: 10年間で 5%を抜取検査
 ※3: 10年間で10%を抜取検査

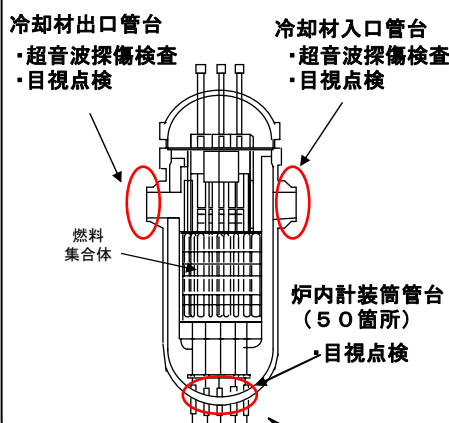
図1-2 原子炉容器管台溶接部等の応力腐食割れに係る点検・予防保全工事

点検・予防保全工事概要

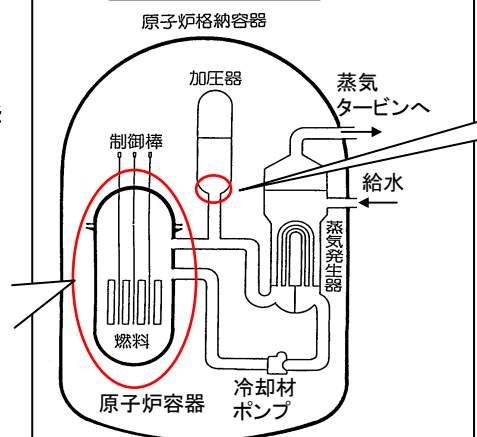
国内外PWRプラントにおける600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れ事例に鑑み、溶接箇所600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台溶接部および加圧器サージ管台溶接部等について、外観目視点検や超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。

また、予防保全として配管表面の残留応力を低減させるため、原子炉容器炉内計装筒においてウォータージェットピーニングを施工した。

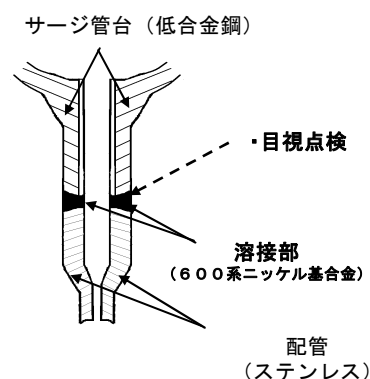
原子炉容器各部管台の点検概要



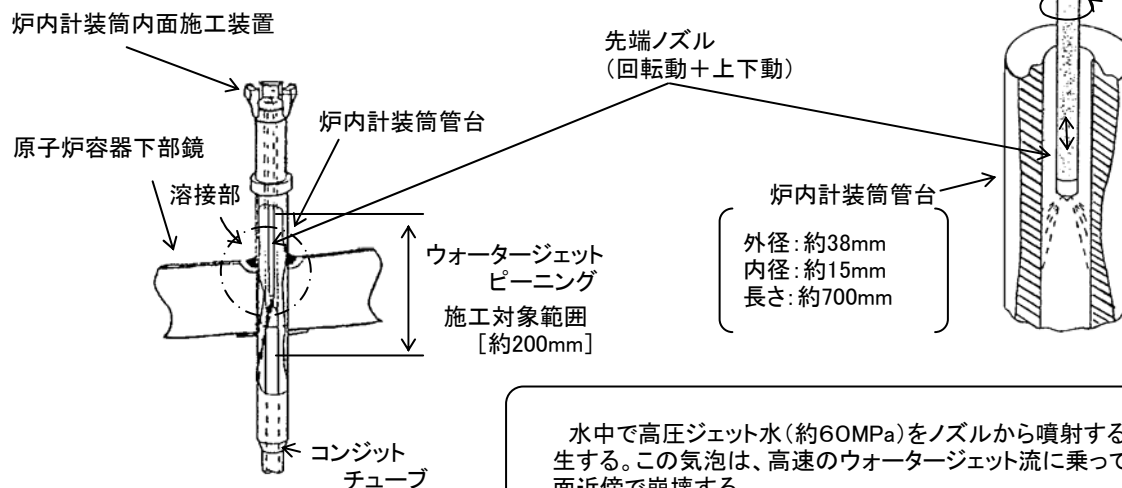
概略系統図



加圧器サージ管台の点検概要



ウォータージェットピーニングの概要



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)、金属表面近傍の残留応力を低減する。

【点検・予防保全対象箇所】

点検箇所 管台	原子炉容器							加圧器			蒸気発生器					
	上部 ふた	入口			出口			逃がし弁	安全弁	スプレージ	入口			出口		
		A	B	C	A	B	C				A	B	C	A	B	C
外観目視点検	※1	○	○	○	○	○	○	○	※2	○	※1	※1	※1	※1	※1	※1
超音波探傷検査		○	○	○	○	○	○	-		●	※1	※1	※1	※1	※1	※1
ウォータージェットピーニング	※1			○			○	○	※2	△						

◎: 今回定期検査で実施
●: 点検実施済み
○: 次回以降の定期検査で実施予定
-: 対象外

※1: 690系ニッケル基合金のため対象外
※2: 冷却材と接液しない構造のため対象外

図1-3 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事

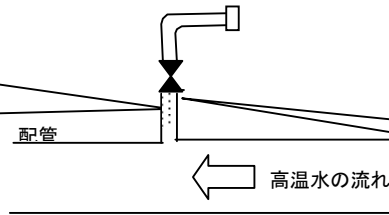
工事概要

海外プラントでの損傷事例を踏まえ、溶存酸素濃度が高く応力腐食割れの可能性がある化学体積制御系統等の配管分岐部を、耐食性に優れた材料で、応力集中の小さい溶接形状のものに取り替えた。

【酸素型応力腐食割れ※メカニズム】

※酸素型応力腐食割れ：溶接等の熱影響により鋭敏化（耐腐食性が低下）した配管に、高温、高溶存酸素濃度の水質条件下で割れが発生する事象。

- ・内部流体が滞留 ⇒ 高溶存酸素濃度
- ・高温流体の熱伝達 ⇒ 高温
- ・溶接等の熱影響 ⇒ 耐腐食性低下



ソケット溶接部 ⇒ 応力集中

取替対象範囲

系 統	対 象 箇 所	箇所数	図中番号
化学体積制御系統	充てんラインベント・ドレン配管	3	①
	充てんライン分岐管補助スプレライン配管	1	②
	充てんバイパスライン配管	1	③
	抽出水ラインベント・ドレン配管	2	④
1次冷却材系統	冷却材ドレンライン分岐管	1	⑤
安全注入系統	アキュムレータ注入ライン配管	3	⑥

取替範囲概略図

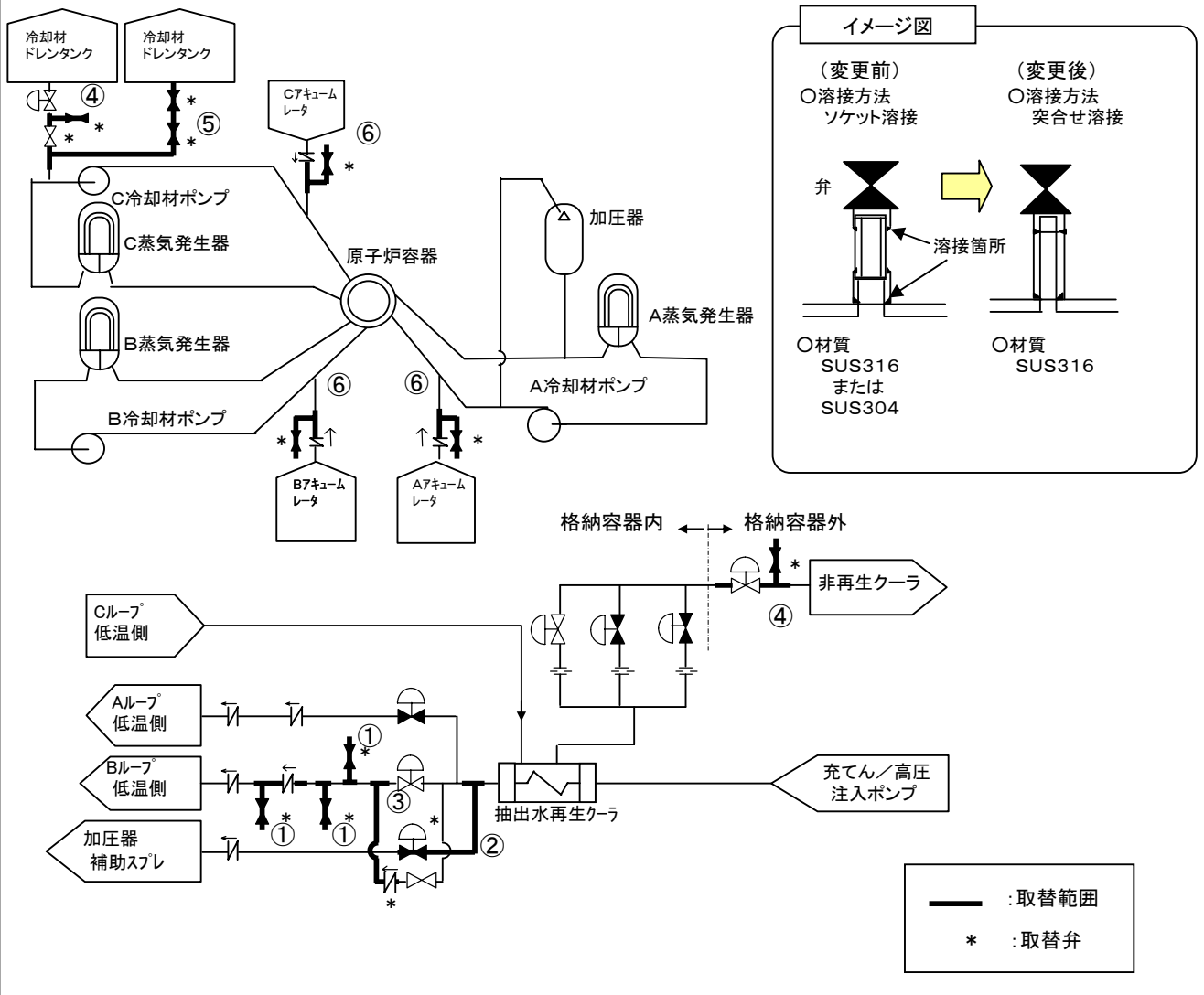


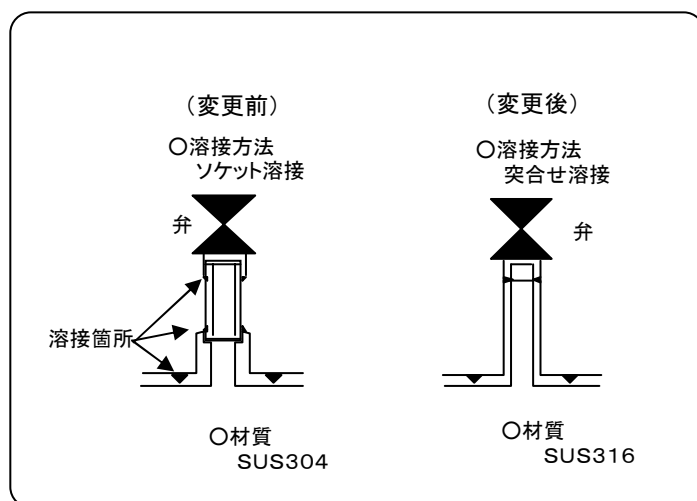
図1-4 安全注入系統設備小口径配管継手部取替工事

工事概要

信頼性向上の観点から、安全注入系統の通水時に生じる母管の振動と共振する可能性のある小口径分岐配管の溶接継手部を、応力集中の小さい溶接形状のものに取り替えた。

取替範囲概略図

系 統	対 象 箇 所	箇所数	図中番号
安全注入系統	充てん注入ライン(Aループ高温側)	1	①
	充てん注入ライン(Bループ高温側)	1	②
	充てん注入ライン(Aループ低温側)	1	③
	充てん注入ライン(Cループ高温側)	2	④



— : 取替範囲

※ : 取替弁

--- : 母管と共振する可能性のある範囲

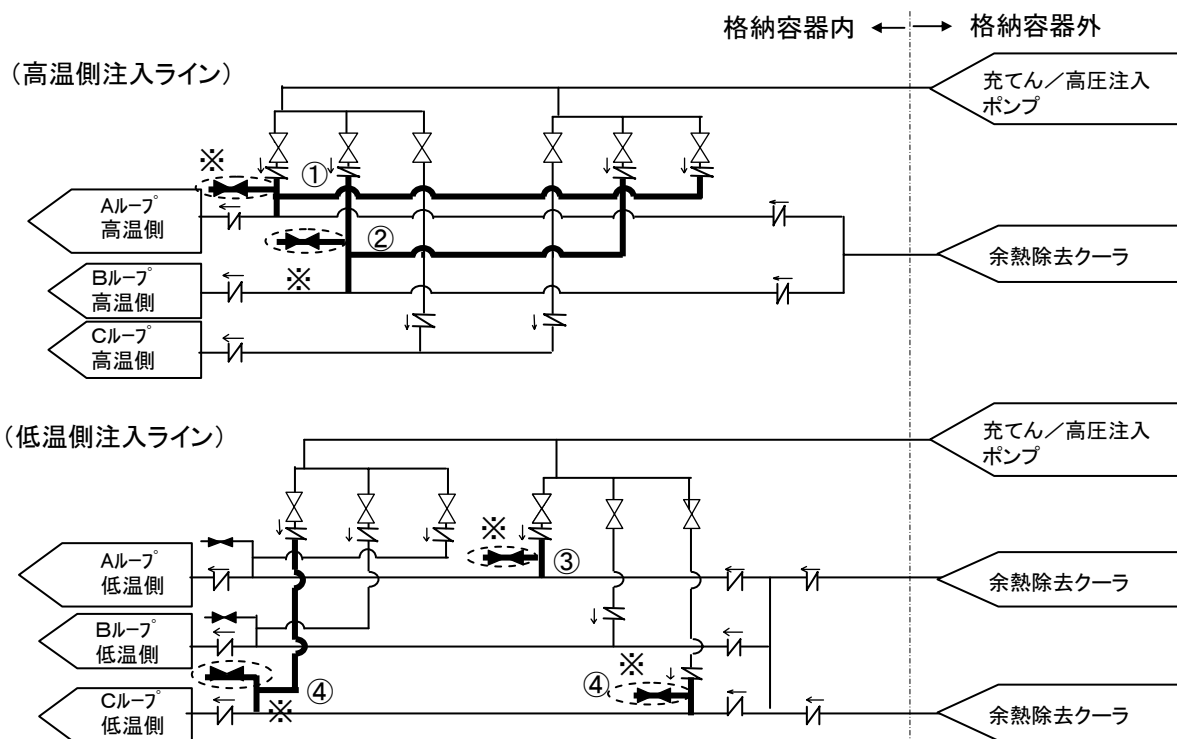
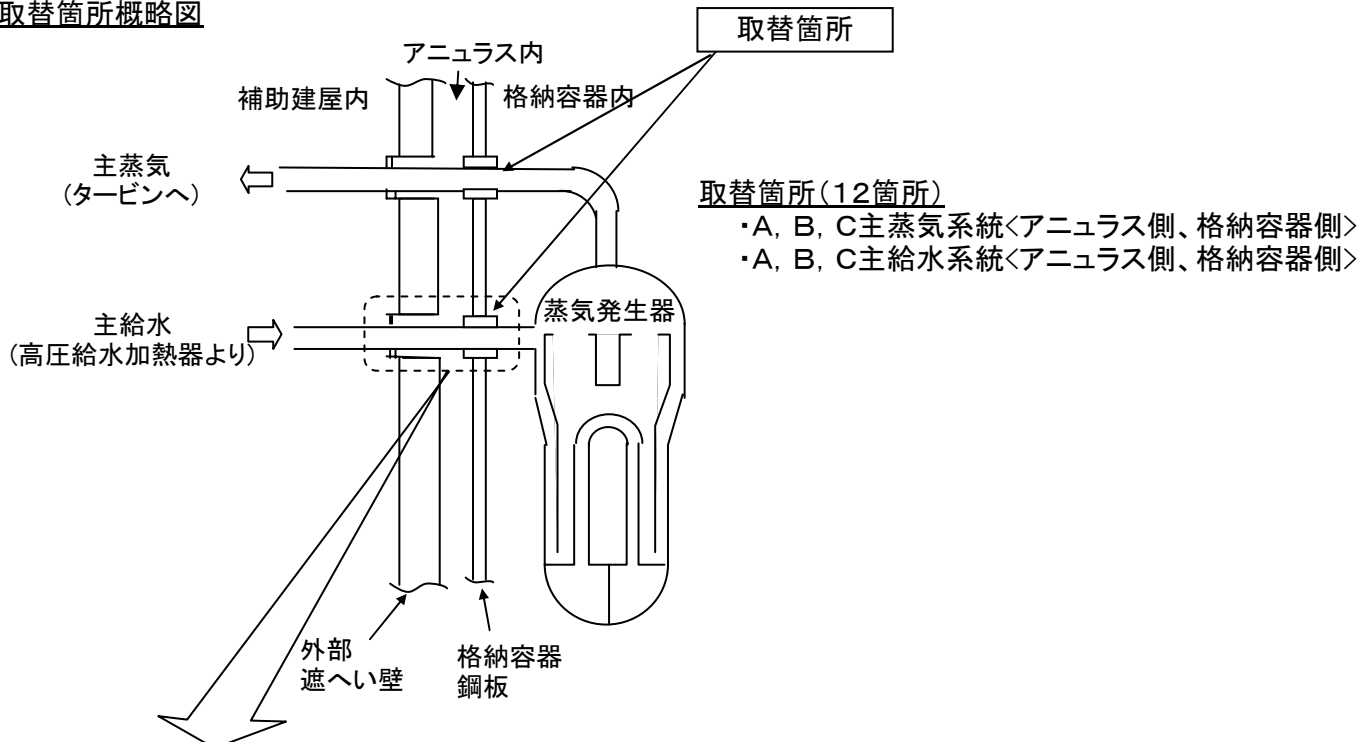


図1-5 主蒸気・主給水管ベローズ他取替工事

工事概要

第20回定期検査(平成15年度)において、主蒸気管・主給水管ベローズの外表面に軽微な錆が確認されたことから、当該ベローズを取り替えた。
また、第17回定期検査(平成11年度)に発生した水撃現象(ウォーターハンマー現象)の影響が考えられるA-主蒸気系統配管の一部についても取り替えた。
※ベローズ: 格納容器の配管貫通部などをシールする金属製の機器

取替箇所概略図



拡大図

A-主給水管の例

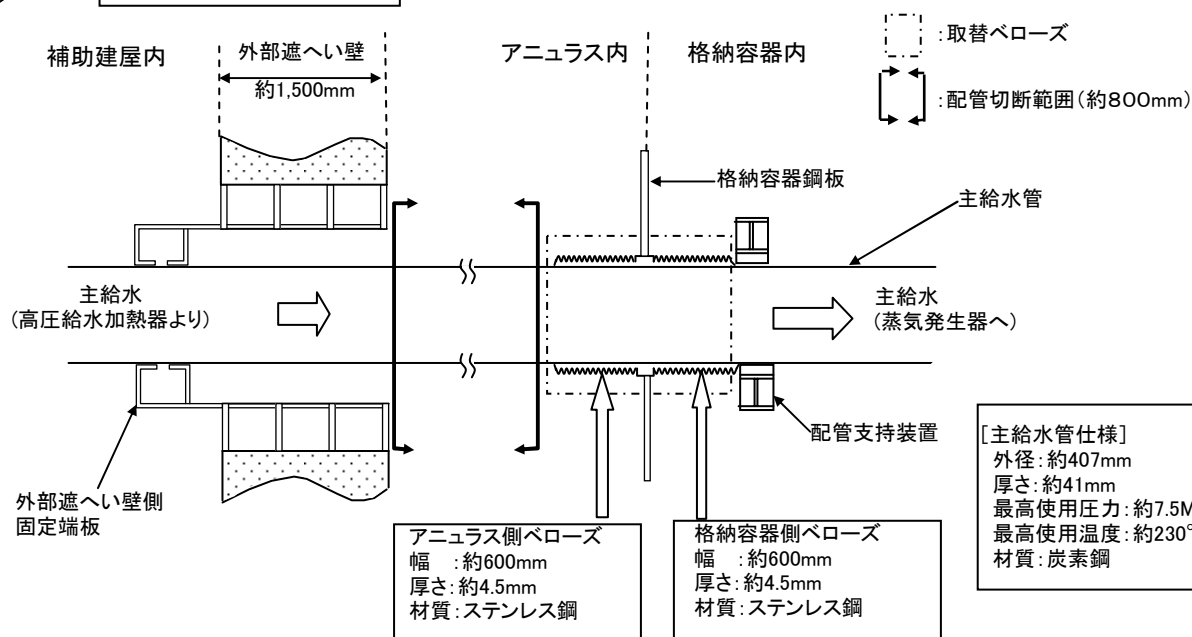


図1－6 発電機負荷開閉装置設置工事

工事概要

発電機停止中において、所内電源（常用母線、非常用母線）の電源供給ラインを多重化するため、発電機と変圧器との間に発電機負荷開閉装置を設置するとともに、非常用母線への電源供給ラインを、常用母線から所内変圧器へ変更した。

※発電機停止中においては、起動変圧器または予備変圧器から所内電源を受電していたが、発電機負荷開閉装置を設置し、主変圧器から所内変圧器を通じて受電可能とすることにより、所内電源確保の信頼性向上を図った。

電源系統図

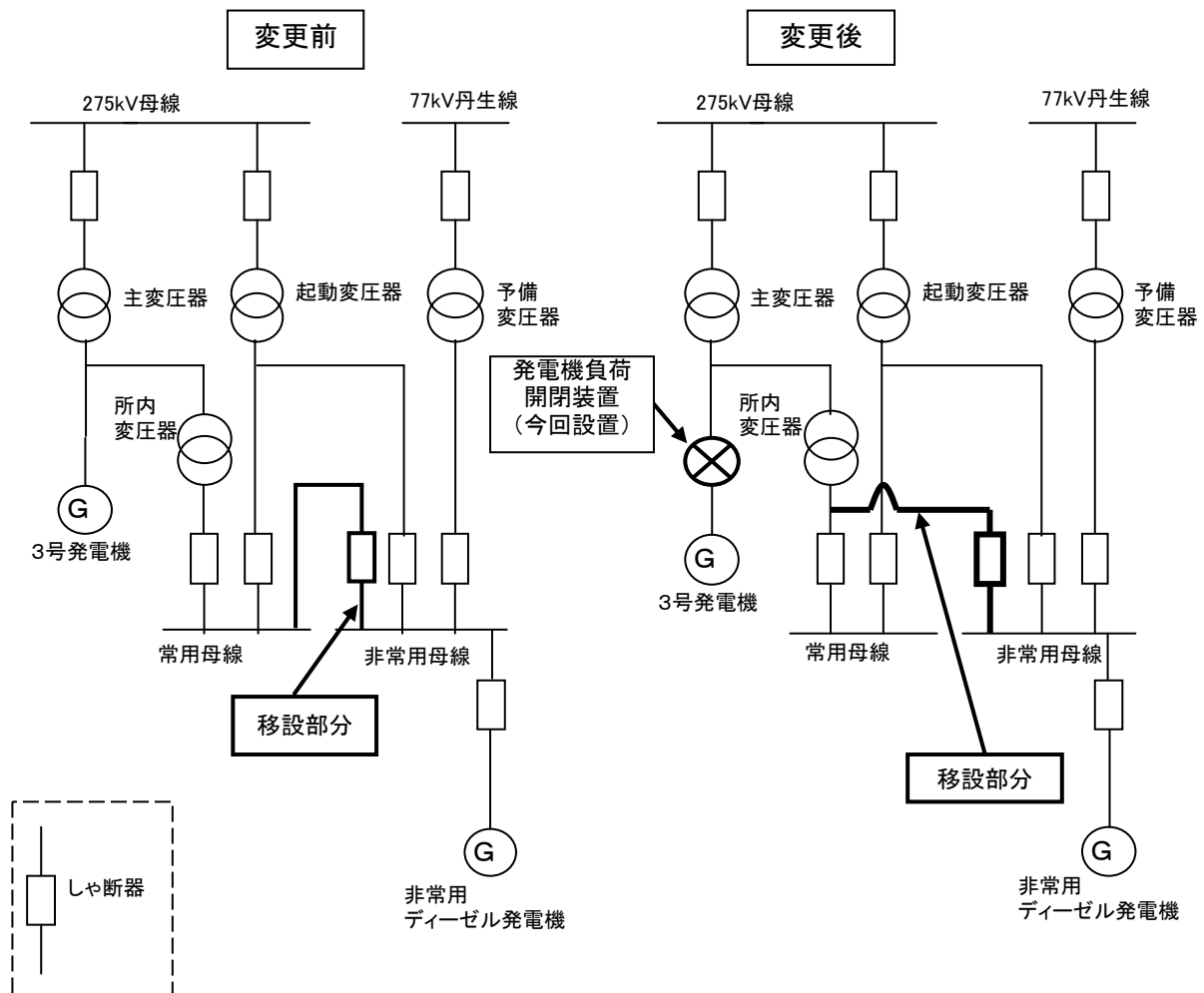
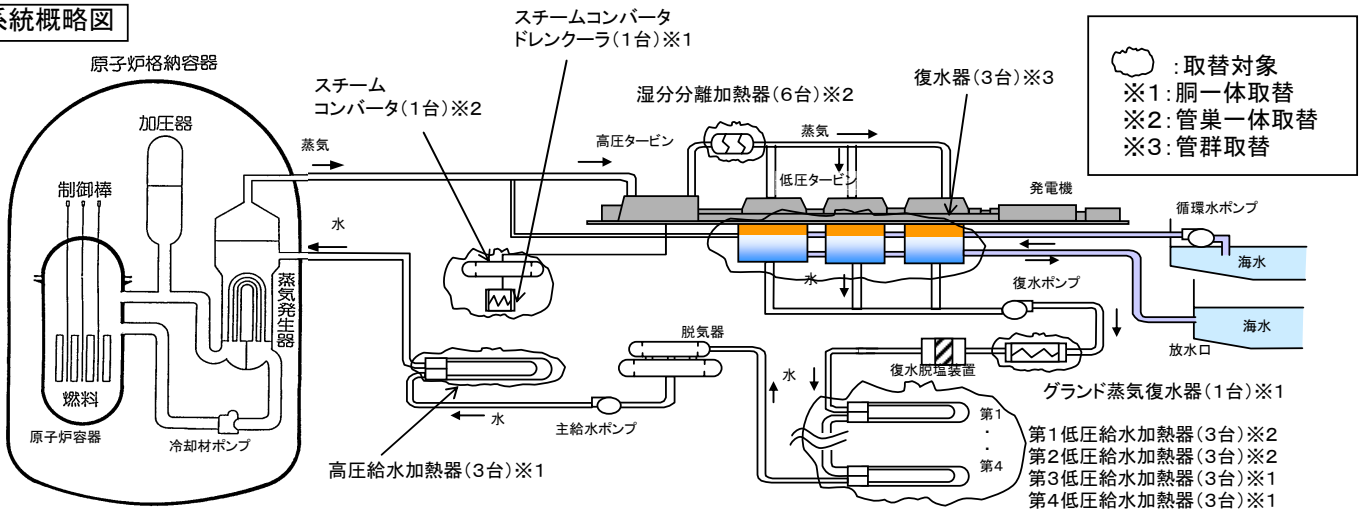


図1-7 復水器2次系熱交換器他取替工事

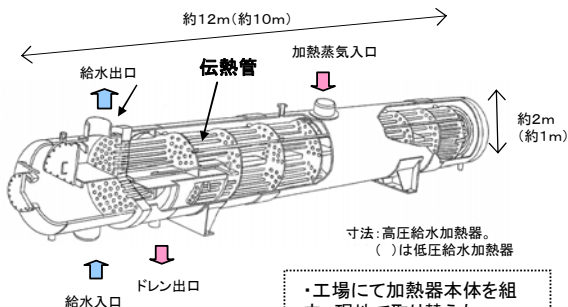
工事概要

2次系の水質向上対策として、蒸気発生器への不純物持ち込み低減を図るため、給水加熱器等の伝熱管を銅合金製からステンレス製に取り替えた。また、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た。

系統概略図

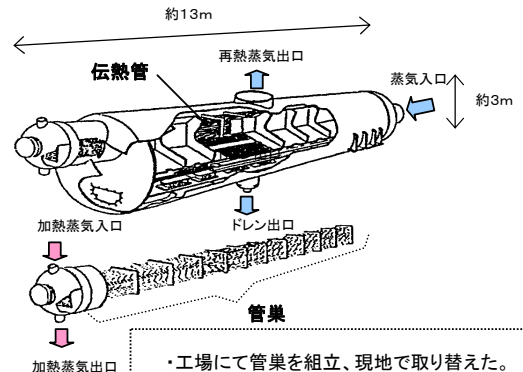


給水加熱器の例 (※1: 胴一体取替)



第4低圧給水加熱器(伝熱管本数) 取替前: 604本 取替後: 888本
高圧給水加熱器(伝熱管本数) 取替前: 2,120本 取替後: 2,658本 (材質) 取替前: 銅合金 取替後: ステンレス

湿分分離加熱器の例 (※2: 管束取替)



復水器の例 (※3: 管群取替)

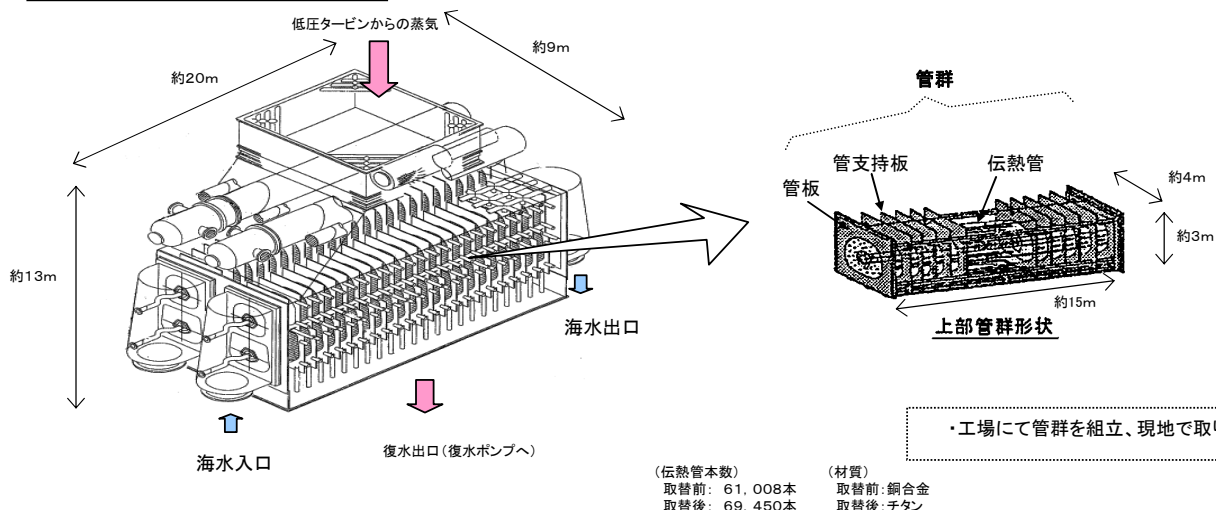


図2 高サイクル熱疲労割れに係る点検

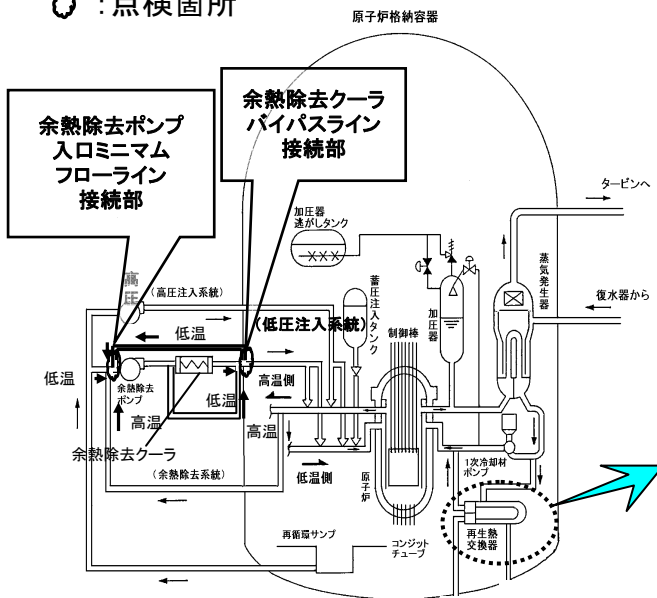
点検概要

国内PWRプラントでの高温水と低温水の混合による温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れ事象に鑑み、同様の熱疲労割れが発生する可能性のある余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部等について、超音波探傷検査を実施し、異常がないことを確認した。

また、第18回定期検査(平成12年)時に実施した点検で製作時の加工痕・へこみ等が確認された再生熱交換器の連絡管について、今後の継続的な検査に伴う作業員の被ばく等を考慮し、同仕様のものに取り替えた。

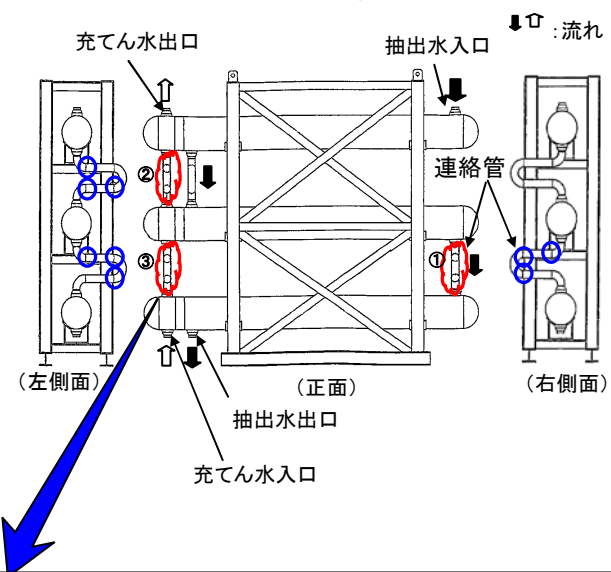
系統概略図

○：点検箇所



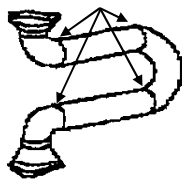
再生熱交換器概略図

○：①～③今回取替連絡管
●：信号指示があった溶接線



再生熱交換器連絡管概略図

溶接線



<取替箇所>

- ・抽出水連絡管 中間胴—下部胴・図中—①
- ・充てん水連絡管 上部胴—中間胴・図中—②
- ・充てん水連絡管 中間胴—下部胴・図中—③

<仕様>

材質：ステンレス鋼
口径：3B
厚さ：11.1mm
長さ：約1,500mm

配管点検範囲(例)[高サイクル熱疲労割れに係る点検]

○：今定期検査における点検箇所

- ・余熱除去クーラバイパスライン接続部：(A系2箇所、B系2箇所)
- ・余熱除去ポンプ入口ミニマムフローライン接続部：(A系1箇所、B系1箇所)

【余熱除去クーラバイパスライン接続部の例】

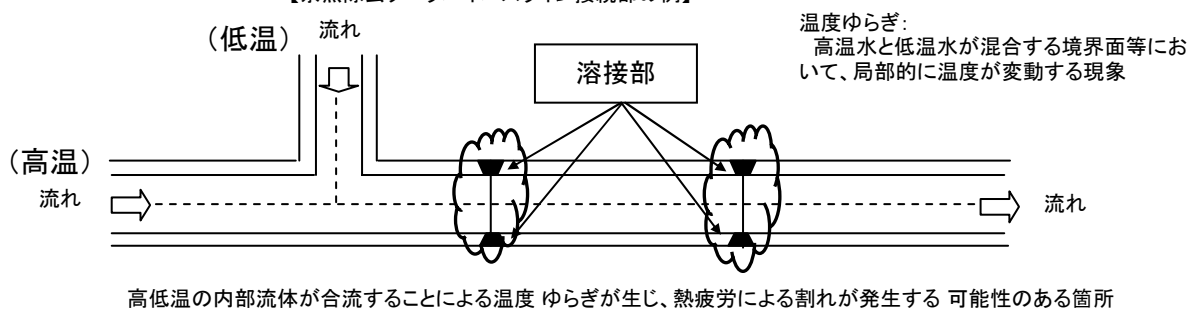
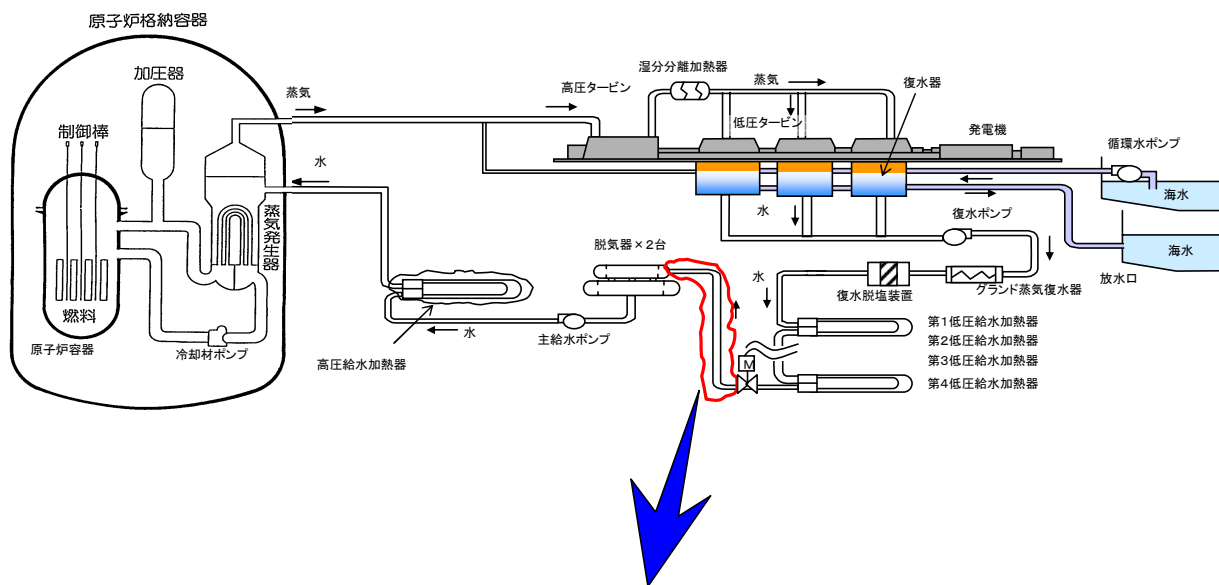
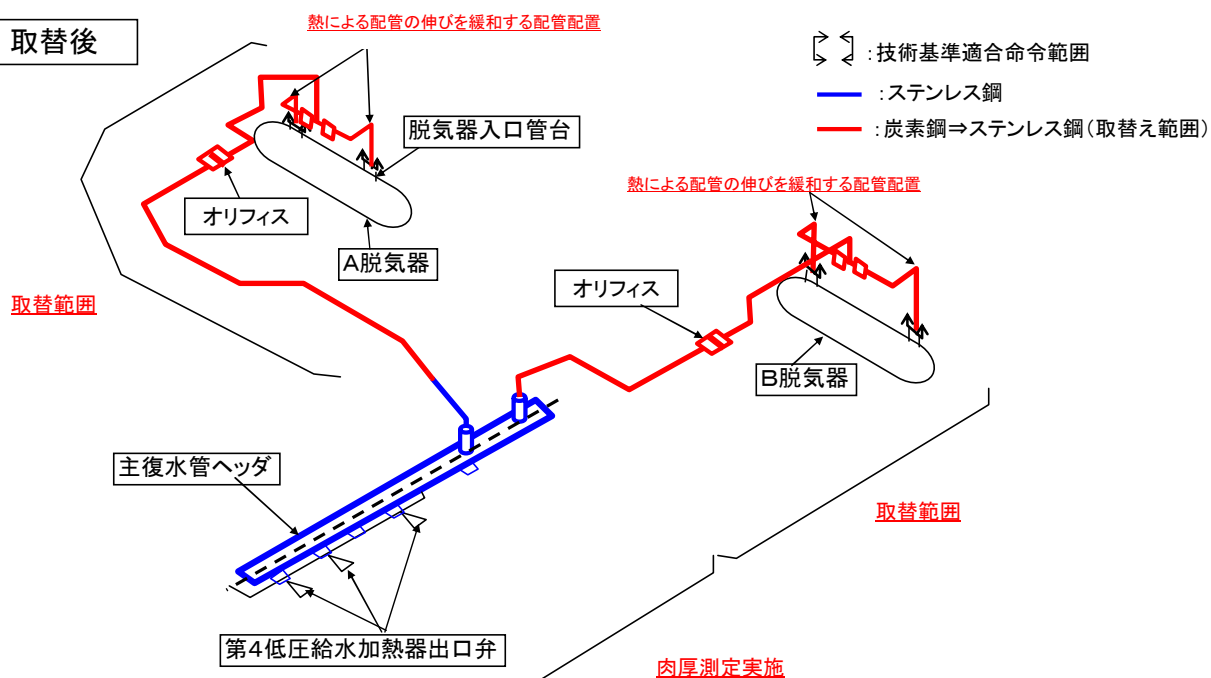


図3-1 主復水配管取替工事

系統概略図



取替後



主復水ヘッダー出口～脱気器入口(今回取替範囲)の仕様比較

取替箇所数合計30箇所

仕様		取替前				取替後	
最高使用圧力		13kg/cm ² g(1.27MPa)				1.27MPa(13kg/cm ² g)	
最高使用温度		195℃				195℃	
配管仕様	範囲	ヘッダー～ レジャーサ	レジャーサ	レジャーサ～ 脱気器	ヘッダー～ レジャーサ	レジャーサ	レジャーサ～ 脱気器
	外径(mm)	558.8	558.8/406.4	406.4	558.8	558.8/406.4	406.4
	厚さ(mm)	10.0	10.0/12.7	12.7	10.0	10.0/14.0	14.0
	材料	炭素鋼	炭素鋼	炭素鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼	ステンレス鋼

図3-2 2次系配管点検等
(点検結果・取替概要)

点検概要

(点 検)

2次系配管破損事故を踏まえ、2次系配管管理指針において点検対象としていた4,261箇所に加え、知見拡充等の観点から2,007箇所を追加し、合計6,268箇所の肉厚測定(超音波検査)、50箇所の内面目視点検を実施した。

○2次系配管の超音波検査(肉厚測定)部位

項 目		今回点検実施部位 ※			今回点検実施後の 未点検部位
		技術基準 適合命令範囲	技術基準 適合命令範囲外	合計	
管理指針に基づく 点検対象箇所	主要部位	28	902	930	0
	その他部位	0	3,331	3,331	0
	小計	28	4,233	4,261	0
管理指針外	知見拡充のための点検対象箇所	8	1,696	1,704	—
	減肉事象の水平展開による対象箇所	0	303	303	—
	小計	8	1,999	2,007	—
合 計		36	6,232	6,268	0

※:「美浜発電所3号機 2次系配管肉厚測定結果」(平成17年7月28日)での箇所数

○2次系配管肉厚の管理指針に基づく内面目視点検

2次系配管肉厚の管理指針において、内面目視点検対象部位である高圧排気管の直管部全50箇所に
ついて、内面目視点検を実施した。

(結 果)

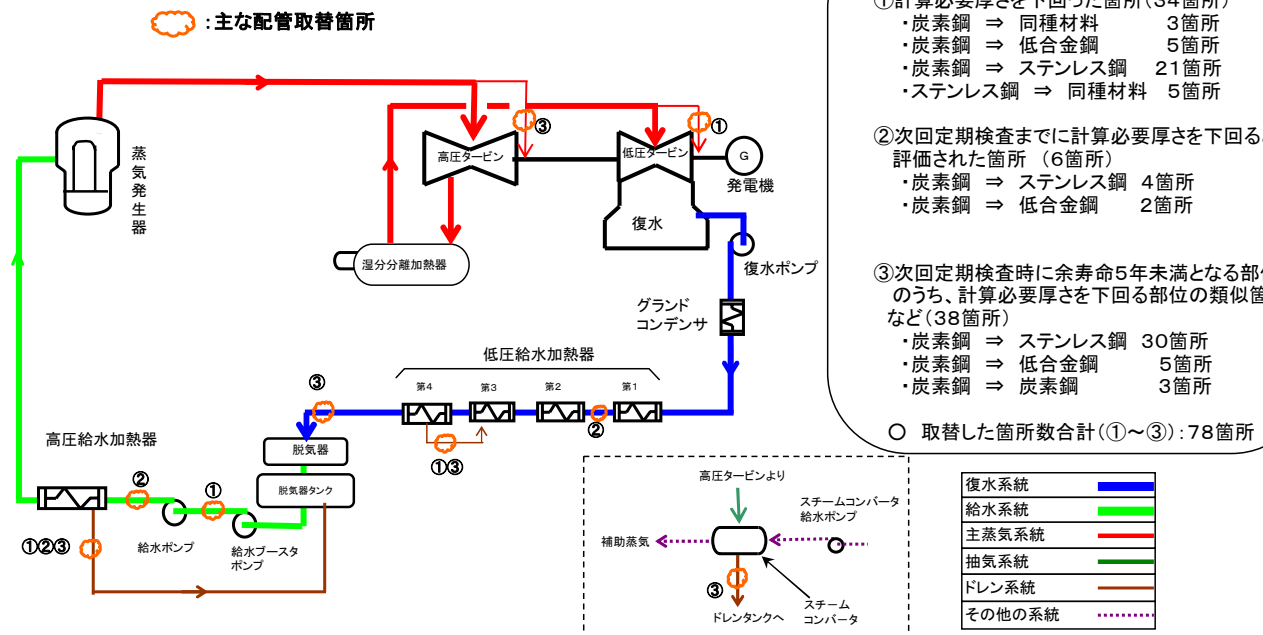
点検の結果、計算必要厚さを下回っている部位が34箇所、次回定期検査までに計算必要厚さを下回ると可能性
があると評価された部位が6箇所確認された。

今回の点検で新たに確認された減肉発生部位等については、2次系配管肉厚の管理指針に新たな知見としての
点対象部位に反映した。

取替概要

計算必要厚さを下回った部位34箇所、次回定期検査までに計算必要厚さを下回る可能性があると評価された部位
6箇所、これら40箇所に加え、次回定期検査時に余寿命5年未満となる部位のうち、計算必要厚さを下回る部位の類
似箇所など38箇所の合計78箇所の配管を取り替えた。

系統別概略図



日本機械学会の技術規格を踏まえた追加点検

日本機械学会の配管減肉管理に関する技術規格が策定(平成18年9月)されたことを踏まえ、現在、自主的に技術規格と
管理指針との照合を行っている。その結果、管理指針において、点検対象外^{※1}としているスチームコンバータ^{※2}給水管などが
技術規格では点検対象として例示されていることから、当該系統について、定期検査時に念のため肉厚測定などを実施する
こととしている。大飯3号機、美浜3号機、美浜1号機については、現在実施中の定期検査で有意な減肉がないことを確認し
た。また、その他のプラントについても、今後、定期検査で点検を実施する。

※1 流速が遅い(0.5m/s程度)こと、また、当社においてこれまで具体的な不具合がないことから点検対象外としている。

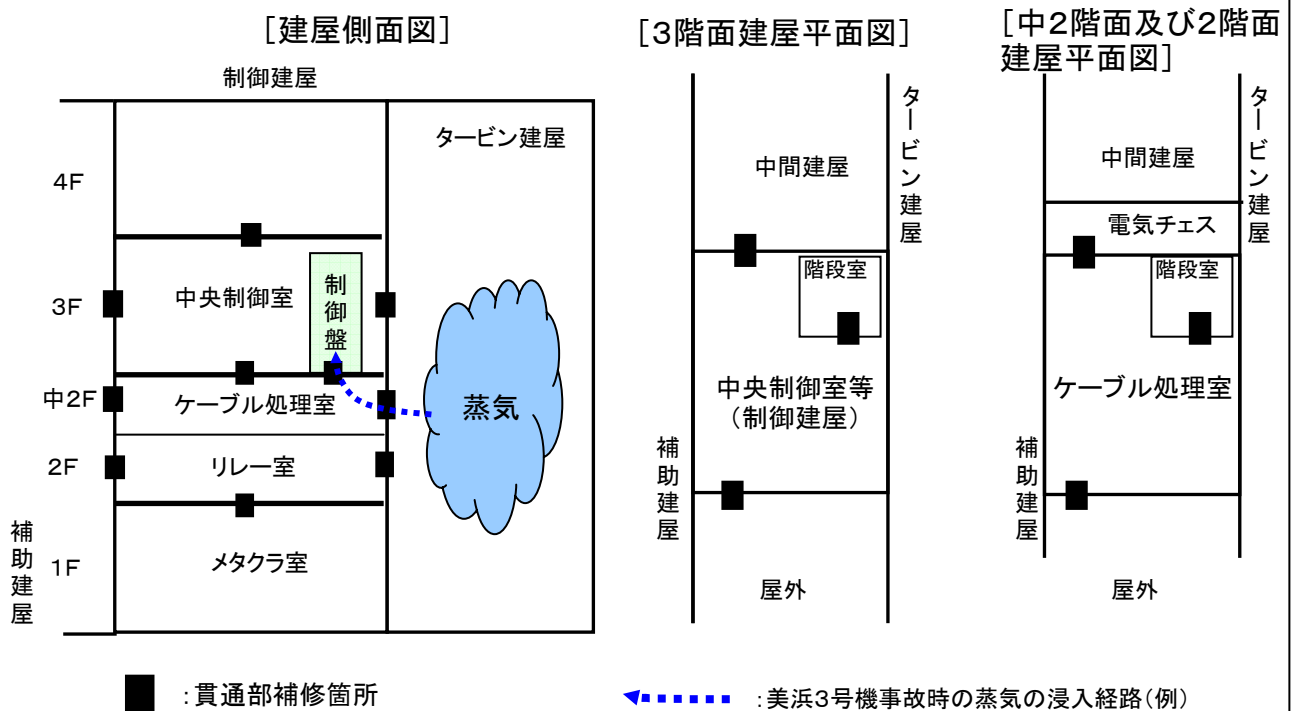
※2 抽気などを熱源として、別系統の水を加熱し、蒸気を発生させる熱交換器

図3-3 中央制御室への蒸気浸入に係る点検

点検概要

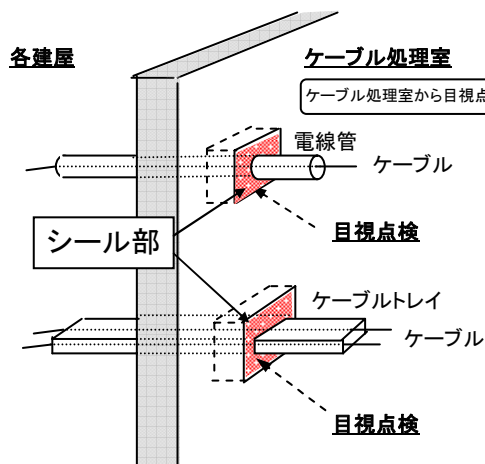
事故時に中央制御室につながるケーブルトレイおよび電線管の壁貫通部等のシール施工が不適切であったため中央制御室への蒸気浸入が認められたことを踏まえ、中央制御室貫通部等416箇所のシール施工状況を点検し、不適切な箇所170箇所を含む385箇所について補修を実施した。

点検箇所概要図



壁貫通部の点検

各建屋からケーブル処理室への壁貫通部
目視点検箇所のイメージ



床貫通部の点検

ケーブル処理室から中央制御室への床貫通部
目視点検箇所のイメージ

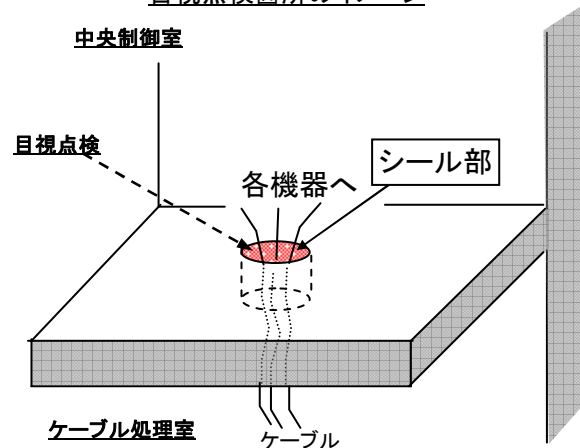


図3-4 熱水や蒸気等により影響を受けた機器の補修

点検概要

事故により発生した熱水・蒸気・衝撃力の影響を受けた機器180台について、修理または取替えを行った。

電気設備

モータ、制御盤等73機器について、熱水または蒸気の侵入による絶縁不良および発錆等が認められた。これら73機器については取り替えまたは補修を行った。

計装設備

制御弁、流量計等103機器について、熱水または、蒸気による絶縁不良、発錆などが認められた。これら103機器については、取り替えまたは補修を行った。

機械設備

脱気器等4機器について、配管破口時の圧力減少による内部品の変形などが認められた。これら4機器については、取り替えまたは補修を行った。

機器の内訳

影響区分	機器区分	台数	代 表 設 備
影響を受けた機器	電気設備	73	・発電機設備(一式)
			・復水器バイパス電動弁(2台)
			・復水器連続除貝装置入口電動弁(1台)
			・高圧、低圧モータ(13台、高圧11、低圧2)
			・微量金属自動測定装置、給水サンプリング装置(7面)
	計装設備	103	・マッセル差圧伝送器(6台)
			・B主給水制御弁ポジションナ(2台)
			・B主給水バイパス制御弁ポジションナ(2台)
	機械設備	4	・当該配管保温材、配管サポート、脱気器
	合計	180	— — —

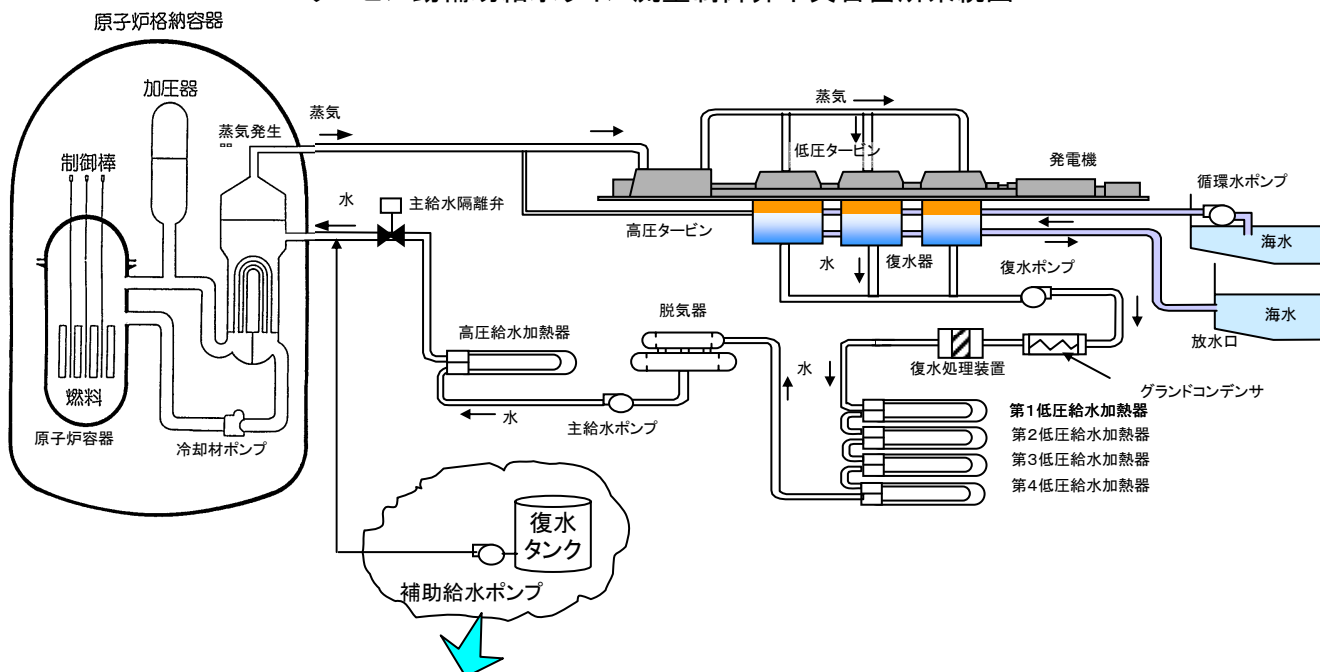
図3-5 タービン動補助給水ポンプ出口流量制御弁の一時的動作不具合に係る対策工事

概要

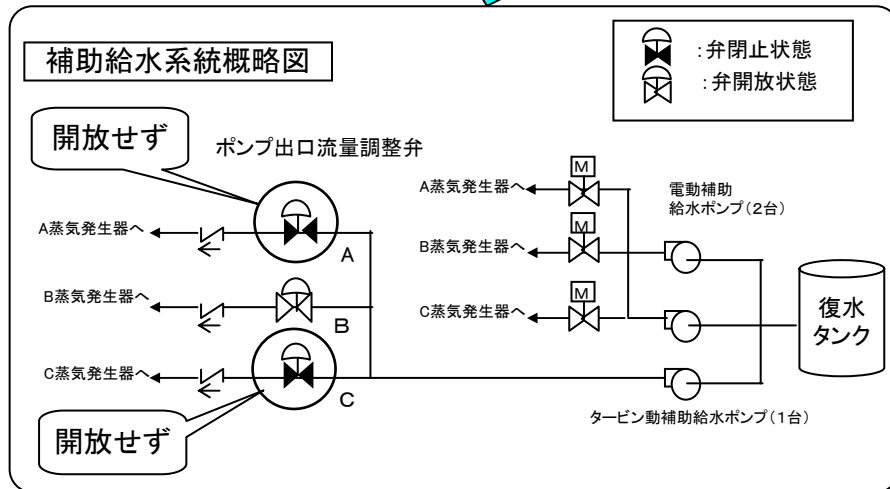
事故時に起動したタービン動補助給水ポンプの流量調整のため、ポンプ出口側にある流量制御弁が閉止された後、ポンプを待機状態とするため、当該弁を操作したところ、出口側の流体圧力が高い状態であったため、開動作しなかった。この事象の対策として、弁体開動作用バネをバネ力の大きいものに取り替えた。

概略系統図

タービン動補助給水ライン流量制御弁不具合箇所系統図



補助給水系統概略図



対策

弁体開動作用のバネをバネ力の大きいものに取り替えた

推定原因

出口側の流体圧力が高い状態であったため、弁体が閉側に押さえられ、開動作しなかった

ポンプ出口流量調整弁

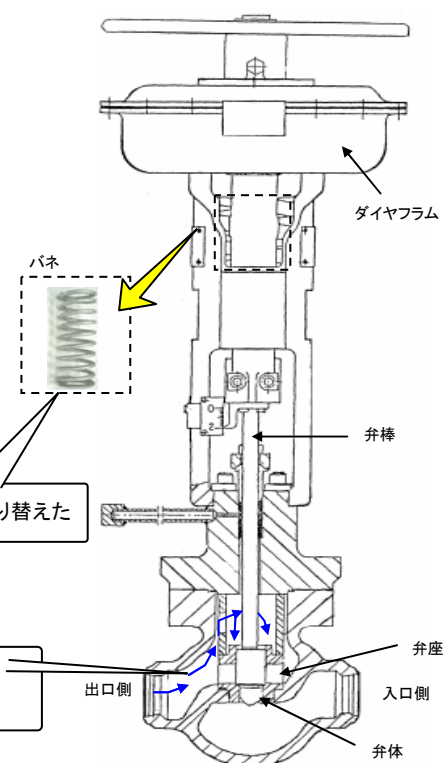
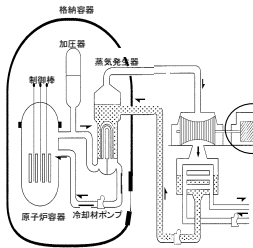


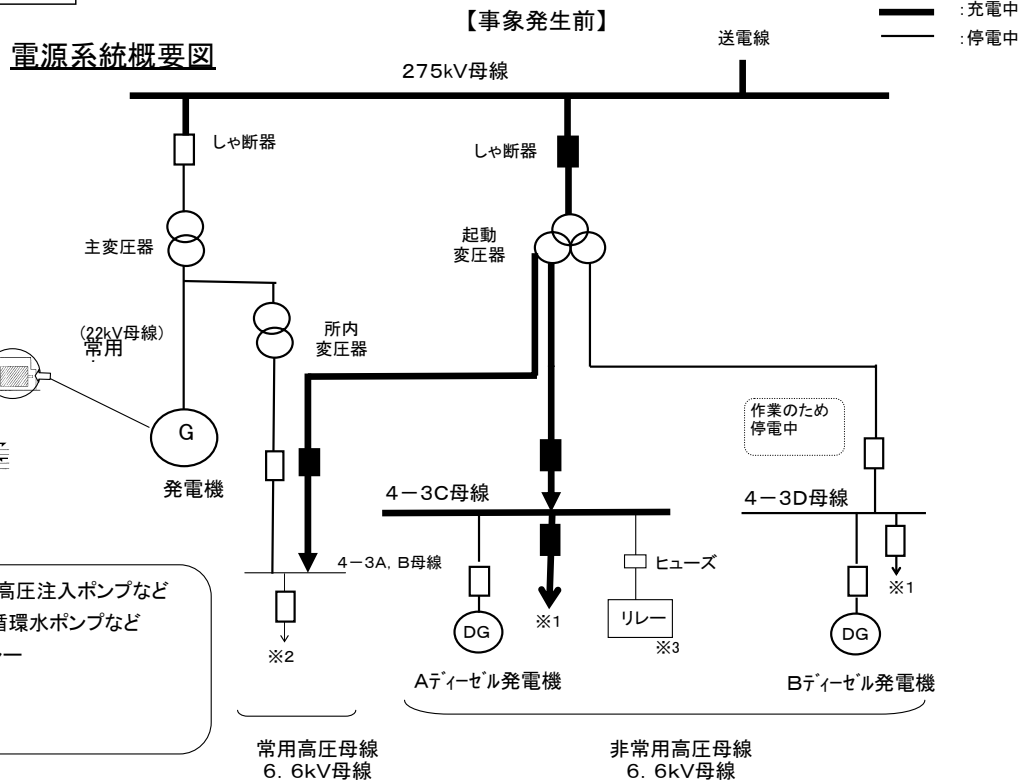
図4-1 4-3C母線停電に伴うA-非常用ディーゼル発電機の自動起動について

事象発生概要

系統概略図



- ※1 : 海水ポンプ、充てん高圧注入ポンプなど
- ※2 : 1次冷却材ポンプ、循環水ポンプなど
- ※3 : 母線電圧検出用リレー
- : しや断器「入」
- : しや断器「切」



【事象発生時】

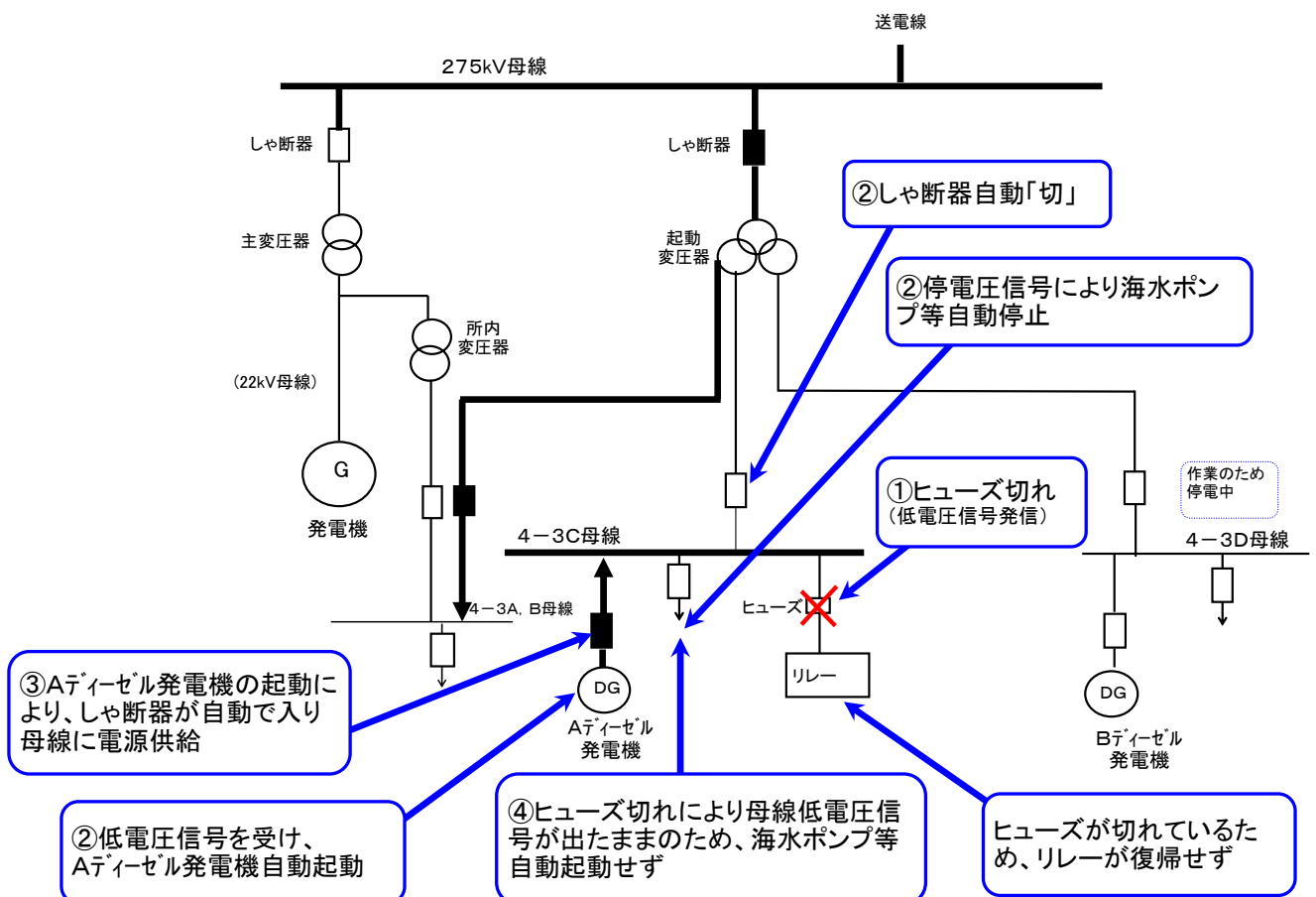


図4-2 2次系純水系統におけるトリチウムの検出について

系 統 概 略 図

→ :トリチウム逆流経路
(H17.8.11~8.23)

場 所	測定箇所	濃度 (Bq/cm ³)
①	1次系機器の冷却水補給等	約1,600~ND*
②	ディーゼル発電機シリンダ冷却水タンク等	約530~ND*
③	Bディーゼル発電機室サンプ	約460
④	Bディーゼル発電機室サンプ放水管	約340
⑤	湿分離加熱器等	約15~100

通常値:ND検出限界未満

プラント運転中における純水のトリチウム濃度

*1次系純水:約18,000Bq/cm³
2次系純水:ND
(平成16年度年間[平均]放出量:3.05×10¹¹~3.31×10¹²Bq/月)

*ND:検出限界未満

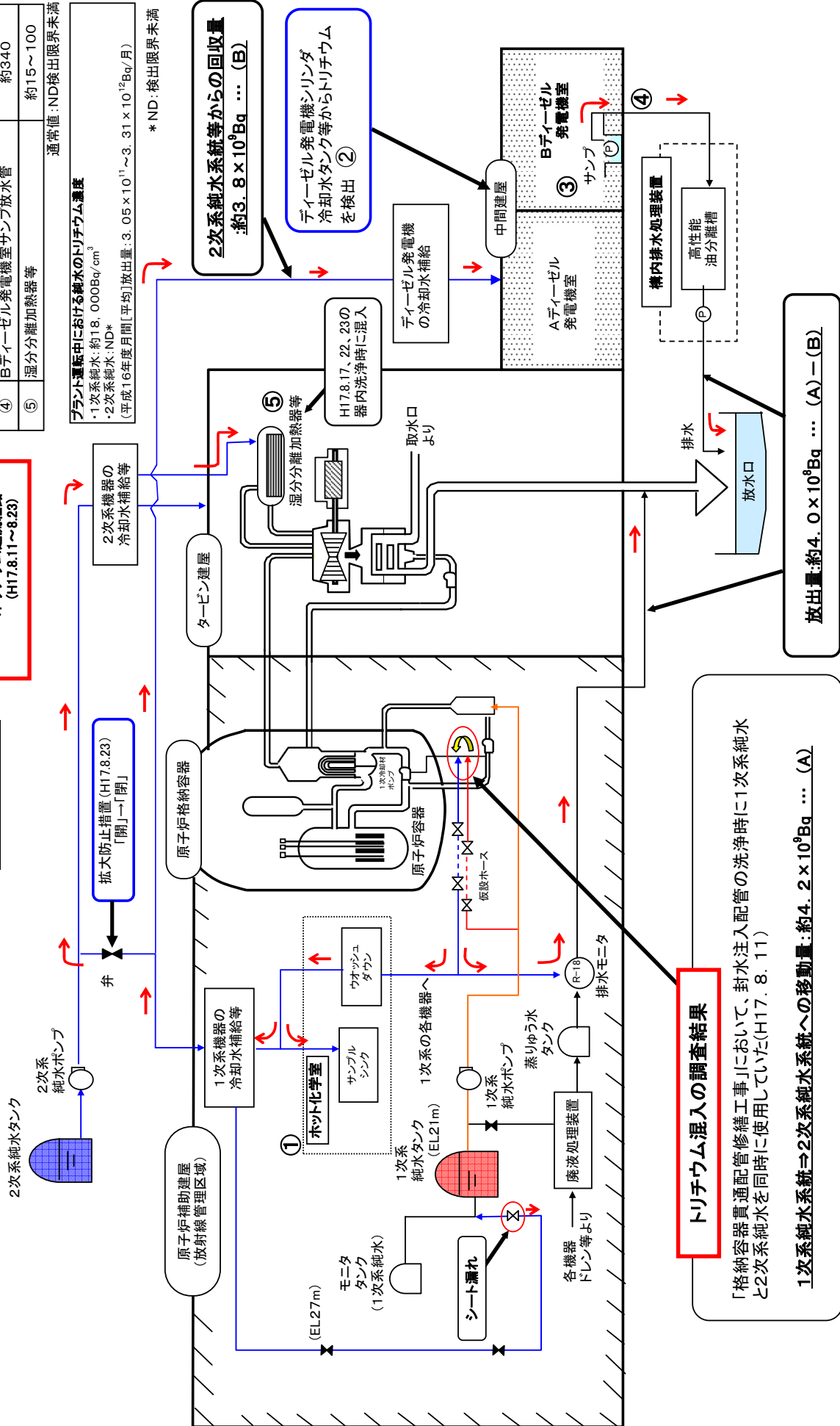


図4-3 補助蒸気配管サポートの損傷について

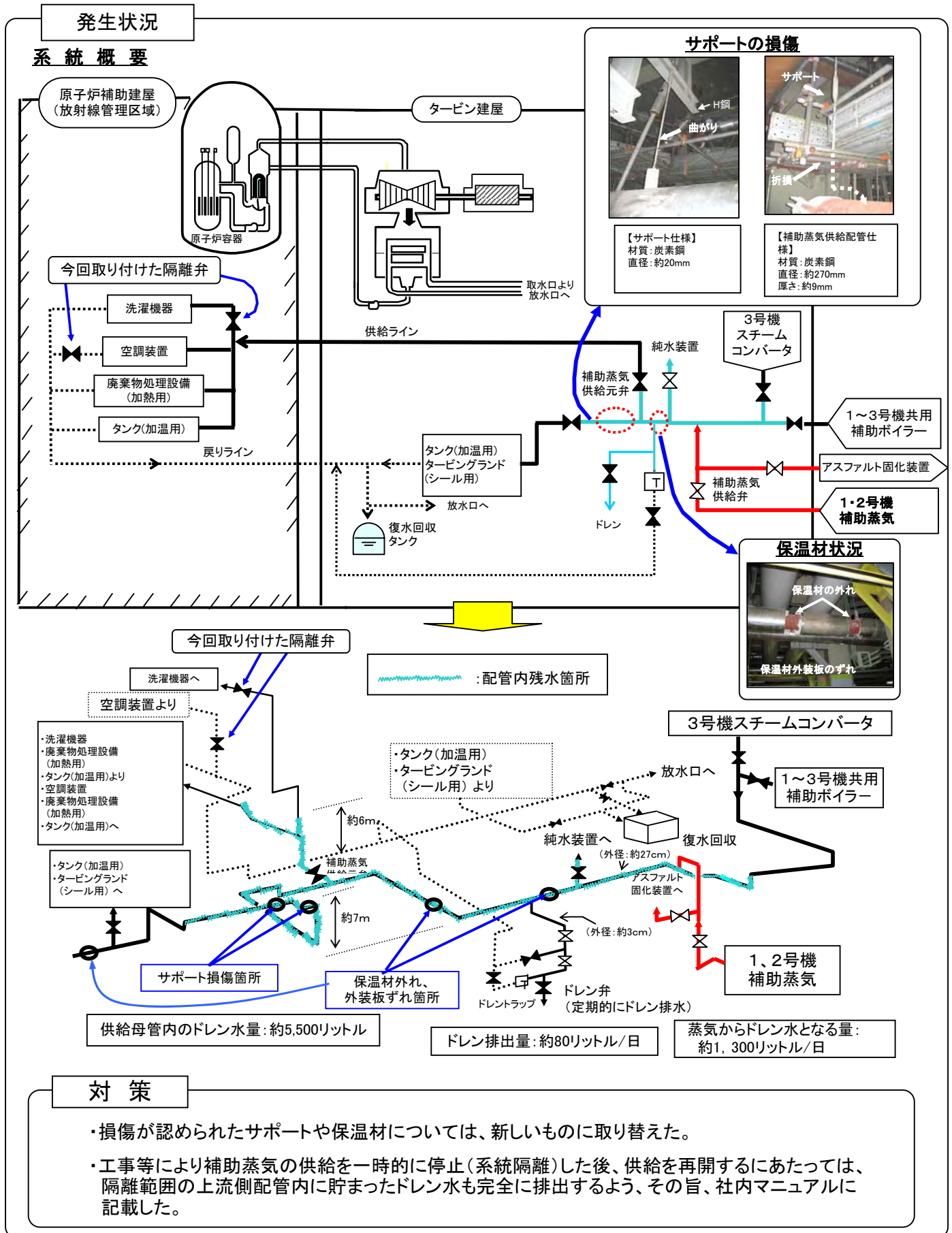
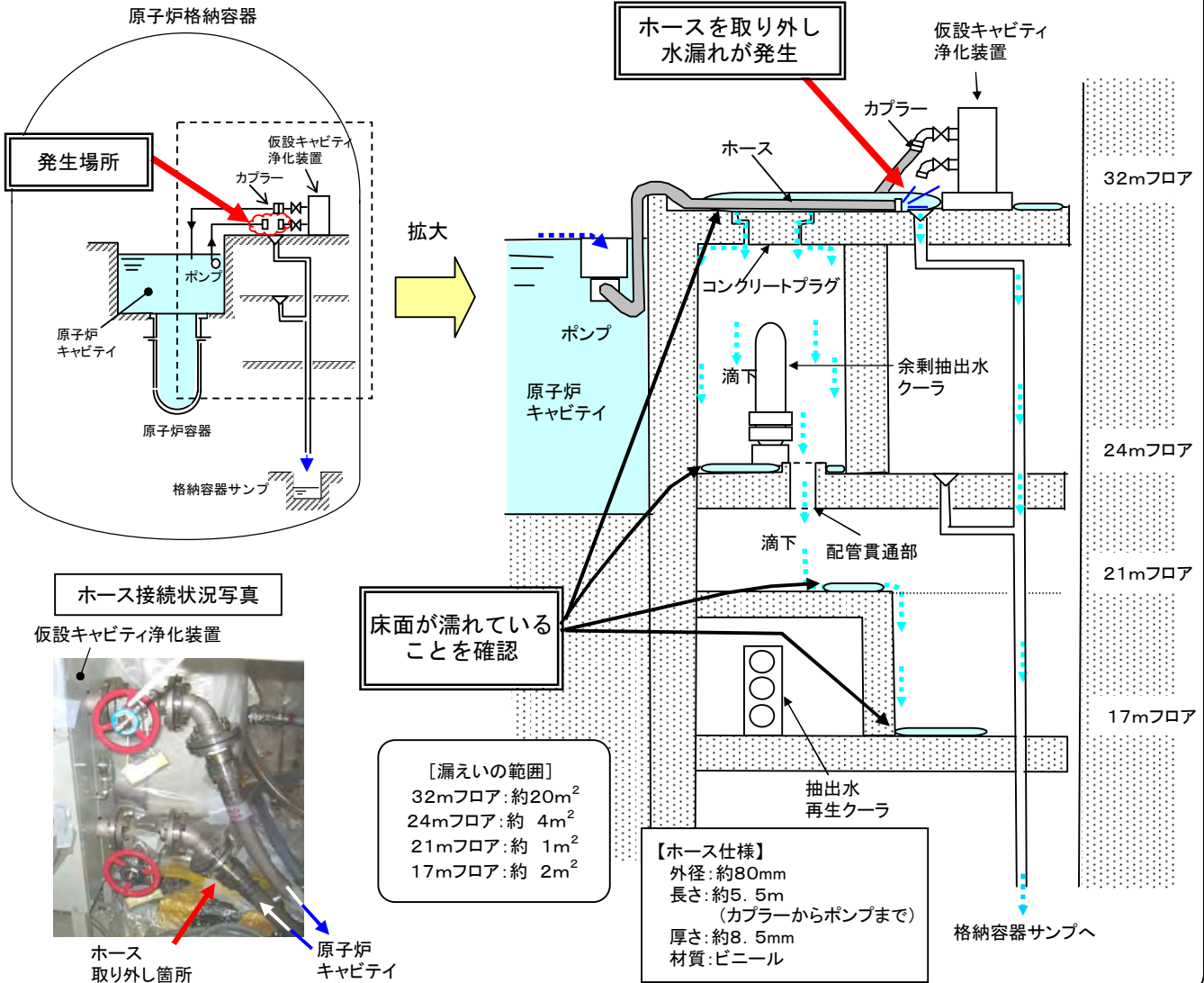


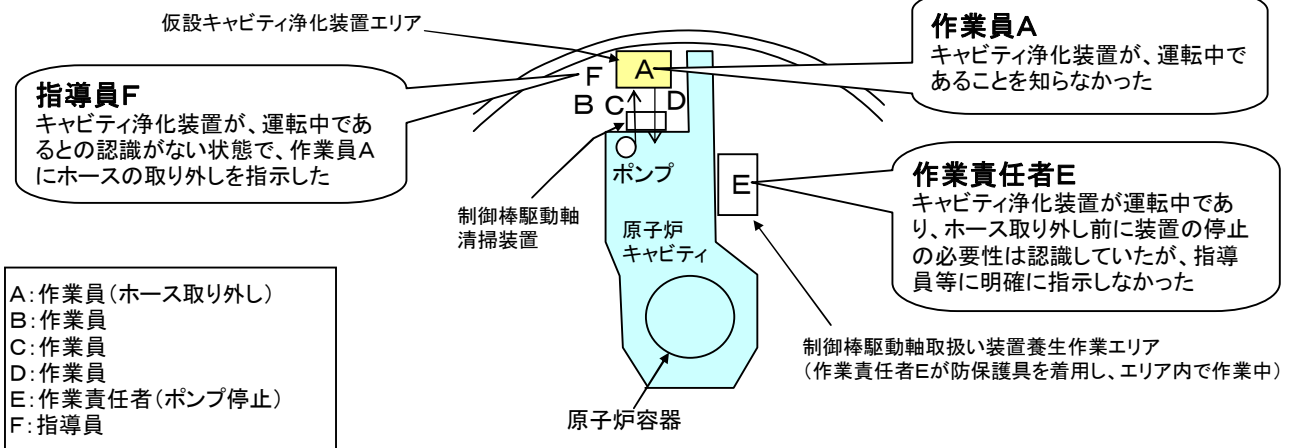
図 4 - 4 格納容器内での水漏れについて

発生場所および水漏れの状況

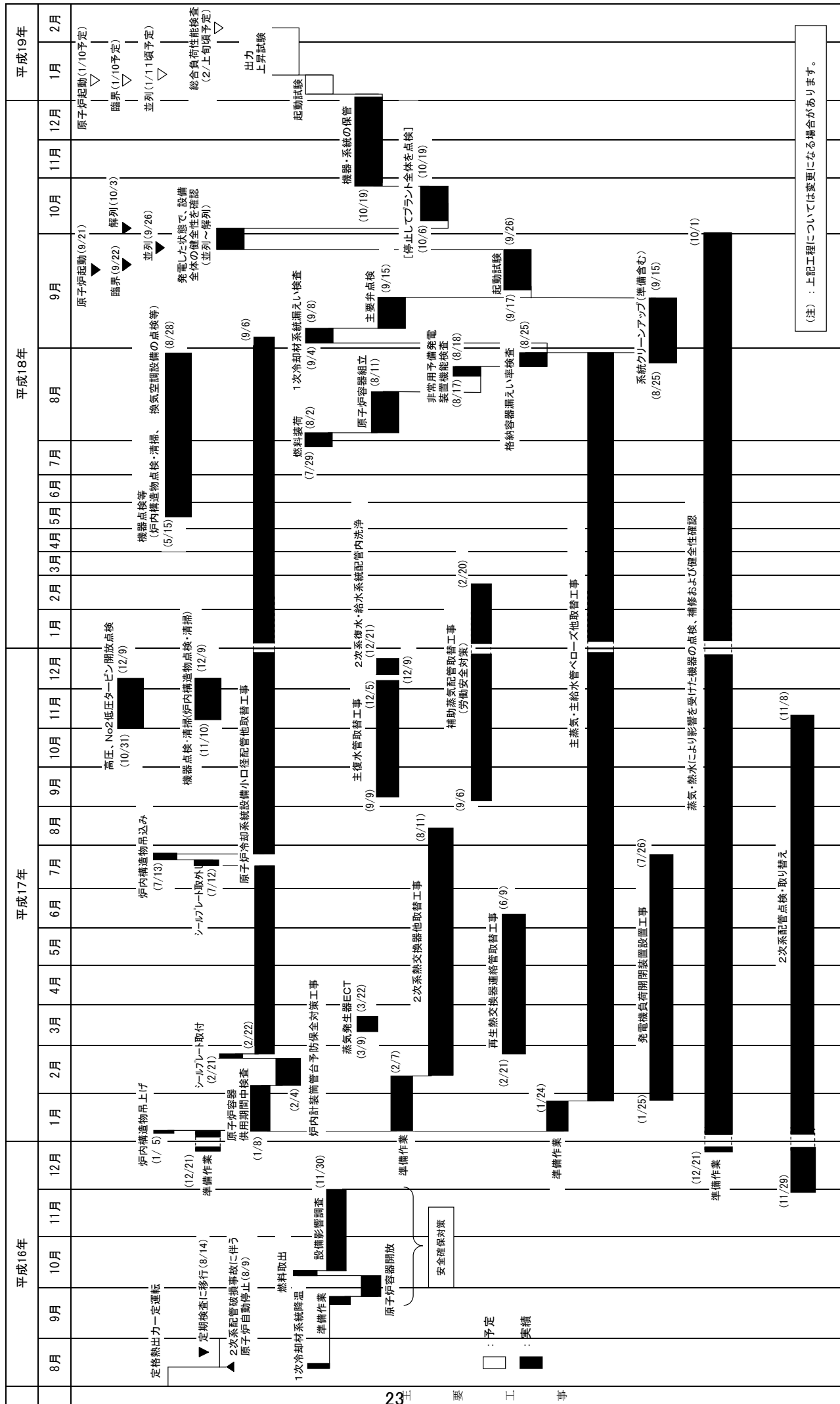


作業状況

原子炉容器炉内構造物点検清掃工事作業人員配置図 (32mフロア)



別紙



(参考) 美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故後の主な経緯

(平成 16 年)

- 8 月 9 日 ・ 事故発生
- 8 月 10 日 ・ 知事が美浜発電所を立入調査
- ・ 知事が小泉内閣総理大臣へ安全確保等について電話で要請
- ・ 現地を訪れた経済産業大臣、自民党政務調査会長に対し、知事が事故原因の徹底究明と再発防止対策、現行の安全基準等の問題点などの抜本的な見直しなどを要請
- ・ 原子力安全・保安院（以下、保安院）は「美浜発電所 3 号機 2 次系配管破損事故調査委員会」（以下、事故調査委員会）を設置
- 8 月 11 日 ・ 保安院は電気事業法に基づき、全事業者に対し、配管減肉事象に係る点検に関する調査報告徴収を指示
- 8 月 12 日 ・ 県は原子力安全専門委員会を設置
- 8 月 13 日 ・ 知事は関西電力に対し、すべてのプラントを計画停止して確認するよう要請
- ・ 関西電力は県の要請を受け入れ、運転中の発電所 8 基を 3 グループに分けて点検する方針を決定
- 8 月 18 日 ・ 関西電力が保安院に対し、報告徴収に対する報告書を提出
（肉厚管理未実施部位 4 カ所＋他プラントの測定結果から健全性が確認された部位 11 カ所）
- 8 月 27 日 ・ 県は国に安全規制や高経年化対策の強化などを要請
- 9 月 24 日 ・ 県は国に安全規制や高経年化対策の強化などを要請
- 9 月 27 日 ・ 事故調査委員会において調査結果の中間とりまとめを実施
- ・ 経済産業省は関西電力に対し、以下の対応を実施
 - ① 文書による厳重注意（再発防止策の年度末までの報告）
 - ② 電気事業法に基づく技術基準適合命令を発令
 - ③ 定期安全管理審査の再評価
- 10 月 22 日 ・ 県は国に、抜本的な安全管理システムの構築、高経年化対策の強化、原子力保安検査官や原子力地域安全広報官を統括する事務所の県内への設置など拠点立地地域での安全行政体制の確立などを要請
- 11 月 30 日 ・ 関西電力は原因究明のための現場調査、設備影響調査を終了
- 12 月 13 日 ・ 保安院に高経年化対策室を設置
- 12 月 16 日 ・ 保安院は高経年化対策検討委員会を設置
- 12 月 21 日 ・ 関西電力は定期検査の準備作業を開始
- 12 月 28 日 ・ 電気事業法施行規則の一部改正（検査対象設備、検査方法等の明確化）

(平成 17 年)

- 2 月 18 日 ・ 保安院は配管減肉管理に対する要求事項を定め、全事業者に指示
- 3 月 1 日 ・ 関西電力は、原子炉等規制法に基づく事故報告書と厳重注意文書に対する回答書を提出
- 3 月 3 日 ・ 事故調査委員会において関西電力報告書等を審議

- 3月10日 ・国は関西電力に対し「再発防止対策の具体化に際しての必要な要件について」を提示
- 3月14日 ・事故調査委員会において最終報告書案等を審議
- 3月25日 ・関西電力は国に「美浜発電所3号機事故再発防止に係る行動計画」を提出
- 3月30日 ・事故調査委員会において最終報告書のとりまとめを実施
- 6月1日 ・関西電力は「美浜発電所3号機事故 再発防止対策の実施計画」を公表
- 7月28日 ・原子力安全専門委員会において、関西電力が主復水管取替計画を説明
- 8月4日 ・関西電力は保安院に「美浜発電所3号機 配管取替等の技術基準適合確認の実施計画書」を提出
- 8月29日 ・原子力安全専門委員会は主復水管取替計画について現場確認を実施
・原子力安全専門委員会において、保安院が関西電力の計画の審査結果を説明
- 9月8日 ・県および美浜町は主復水管取替工事着手を了承
- 9月9日 ・関西電力は主復水配管取替工事を開始

{
 9月9日～28日 配管取替え作業
 10月5日～6日 耐圧試験
 10月11日～19日 肉厚測定・評価
 }
- 10月11, 12日 ・原子力安全専門委員会は、主復水管取替工事結果について現場確認を実施
- 10月19日 ・関西電力は配管取替えに伴う検査を完了
- 10月31日 ・関西電力は保安院に「美浜発電所3号機配管取替等の技術基準適合確認の実施報告書」を提出
- 11月10, 11日 ・保安院は美浜発電所3号機技術基準適合命令に対する立入検査を実施
- 11月14日 ・原子力安全専門委員会は美浜発電所において主復水管取替え後の検査結果等を確認
- 11月16日 ・保安院は美浜発電所3号機主復水管取替工事における不適切な刻印修正（以下、刻印問題という）について、関西電力と三菱重工業に対し厳重注意するとともに、原因究明の結果および再発防止対策の報告を指示
- 11月18日 ・保安院は立入検査の結果を公表するとともに、関西電力に対して配管肉厚測定結果の再評価等を指示
- 12月1日 ・関西電力は保安院に配管肉厚測定結果の再評価結果を報告
- 12月5日 ・保安院は関西電力の報告を受けて再度立入検査を実施
・保安院は美浜発電所3号機主復水配管について、電気事業法に基づく技術基準に適合していることを確認し、当該配管の使用停止命令を解除
- 12月7日 ・関西電力および三菱重工業は、刻印問題に対する原因究明の結果と再発防止対策をとりまとめ保安院に報告
- 12月14日 ・保安院は関西電力および三菱重工業の報告書を妥当と判断
- 12月16日 ・保安院は関西電力に対し、美浜発電所の溶接安全管理審査の評定結果（適合）を通知
- 12月19日 ・原子力安全専門委員会において、保安院が技術基準適合命令の確認結果について、関西電力および三菱重工業は刻印問題に対する再発防止対策について説明

(平成18年)

- 1月30日 ・ 関西電力は、「美浜発電所3号機高経年化技術評価等報告書」を経済産業省に提出
- 2月15日 ・ 関西電力は、再発防止対策の実施状況についての報告書を保安院、県および美浜町に提出
- 2月17日 ・ 原子力安全専門委員会において、関西電力は再発防止対策の実施状況を、保安院は特別な保安検査の結果を説明
- 2月20日 ・ 保安院は、関西電力に対して特別な保安検査（平成17年度第4四半期）を実施（～3月10日）
- 2月21日 ・ 三菱重工業は、刻印の不適切な取扱いに関する追加報告書を保安院に提出
- 2月27日 ・ 刻印の不適切な取扱いに関する再発防止対策が提出されたことを受け、保安院による関西電力および三菱重工業への立入調査（～3月1日）
- 3月7日 ・ 三菱重工業は、2次系配管破損事故の教訓を踏まえた改善活動の実施状況に関する報告書を保安院に提出
- 3月28日 ・ 事故調査委員会において、再発防止対策の実施状況を審議（第11回）
- 4月3日 ・ 関西電力は、美浜発電所3号機定期安全レビュー（第2回）をとりまとめ、公表
- 4月7日 ・ 原子力安全専門委員会において、保安院は事故再発防止対策の実施状況に対する評価を説明
- 4月12日 ・ 事故再発防止対策の実施状況確認のため、県および美浜町が発電所へ立入調査
- 4月18日 ・ 原子力保全改革検証委員会（第4回）
- 4月27日 ・ 事故再発防止対策の実施状況確認のため、県および美浜町が原子力事業本部へ立入調査
- 5月10日 ・ 関西電力株式会社は、安全協定に基づく運転再開協議について、県および美浜町に申し入れ
- 5月11日 ・ 原子力安全専門委員会において、県は安全協定に基づく立入調査の結果を説明
- 5月16日 ・ 美浜町議会全員協議会にて、運転再開を了承
- 5月26日 ・ 県および美浜町は、運転再開を了承
- 5月30日 ・ 保安院が、高経年化技術基準評価等報告書に関し、立入調査
- 7月20日 ・ 原子力安全専門委員会（第29回）
- 9月21日 ・ 試験的な運転のため、原子炉を起動
- 9月22日 ・ 臨界（試験的な運転）
- 9月26日 ・ 並列（試験的な運転）
- 10月3日 ・ 解列、原子炉停止（試験的な運転）
- 10月4日 ・ 停止後のプラント全体の点検（～19日）
- 10月16日 ・ 試験的な起動運転後の点検状況について確認するため、県および美浜町が美浜発電所へ立入調査