

平成17年2月22日
原子力安全対策課
(16-119)
<11時記者発表>

敦賀発電所2号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第14回定期検査)

このことについて、日本原子力発電株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

敦賀発電所2号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力116.0万kW）は、平成16年12月15日から第14回定期検査を実施していたが、平成17年2月23日に原子炉を起動し、翌24日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、2月下旬（2月25日頃^{※1}）に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、3月下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）調整運転開始前、タービンの回転数を上昇させた際、振動が大きい場合は、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（タービンバランシング作業）を行う必要があることから、調整運転開始日が前後する可能性がある。

1. 主要工事等

(1) 1次冷却材ポンプ供用期間中検査等 (図-1参照)

1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、4台あるポンプのうち、B、Dポンプについて分解点検を行い、主フランジボルト、締め付け部等の耐圧部や、インペラ等の内部部品について健全性を確認した。

またポンプ主軸については、主軸への熱影響に伴うポンプの振動防止の観点から、高温水の流入抑制を強化した改良型サーマルスリーブ付^{※2}のものに取り替えを行った。

※2）改良型サーマルスリーブへの取り替え：

4台のポンプについて、計画的に取り替えを実施してきており、A号機は第8回定期検査、C号機は第13回定期検査において、それぞれ取り替えを行っている。

(2) 放射線管理用計測装置検出器取替工事 (図-2参照)

エリアモニタ検出器（GM管検出器）25台を、保守性向上の観点から、部品調達が容易で現検出器と同等の性能を有する半導体検出器に取り替えた。

(3) 化学体積制御系小口径配管他取替工事 (図－3 参照)

海外事例の予防保全対策として、化学体積制御系統等の配管他において、酸素型応力腐食割れの可能性が高いと考えられる部位を、耐食性に優れた材質のものに取り替えた。

2. 設備の保全対策

(1) 加圧器管台等の応力腐食割れに係る点検 (図－4 参照)

前回定期検査において、600系ニッケル基合金を用いた加圧器逃がし弁用管台等の溶接部において応力腐食割れが確認された事象等を踏まえ、今定期検査においては、溶接箇所にも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、蒸気発生器冷却材出入口管台、加圧器安全弁用管台等について、外観目視点検や超音波探傷検査を行い、異常のないことを確認した。

(2) 高サイクル熱疲労割れに係る点検 (図－5 参照)

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事例を踏まえ、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などについて、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

(3) 2次系配管の点検等 (図－6 参照)

- ① 美浜発電所3号機において、2次系配管が減肉し破損した事故を踏まえ、2次系配管については当初から点検を計画していた235箇所および追加で点検を計画した1,650箇所、更に、定期検査中に現場の作業性を考慮して追加点検することとした部位等404箇所の、合計2,289箇所について超音波検査（肉厚測定）を行った。

その結果、主給水ポンプウォーミング配管において、必要最小肉厚と同じ厚さとなっている部位が1箇所確認されたことから、当該部の配管を炭素鋼からステンレス鋼に取り替えた。

なお、この1箇所を除くその他の配管については、全て、必要最小肉厚を満足しており、余寿命を評価した結果、次回定期検査までに必要最小肉厚を下回ると評価された部位はなかった。

- ② 過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位の配管について、計画的に炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼に取り替えた。
- ③ 10月15日に配管の減肉による漏えいが確認されたA低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管^{*3}について、今定期検査にお

いて当該部配管を切り出して詳細な原因調査を実施した。配管内面観察の結果、水位制御弁とレジャーサとの溶接線下流側近傍で貫通箇所（長さ約2mm、幅約0.5mm）が認められ、配管内面全体にエロージョン・コロージョン特有の鱗片状模様が見られた。また、配管の詳細な肉厚測定の結果、配管内面全体に減肉が認められ、溶接線下流側近傍での減肉が顕著であることが分かった。

これらのことから漏えいの原因は、水位制御弁下流域での流れの乱れにより、配管内面が減肉したことによるものと推定された。また、類似するB、C系統の配管についても調査した結果、同様の減肉が確認された。

対策として、当該配管および類似するB、C系統の配管を、炭素鋼からステンレス鋼に取り替えた。

[平成17年2月18日 福井県原子力安全専門委員会に報告済]

※3) A低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管からの漏えい事象：

定格熱出力一定運転中の平成16年10月15日、A低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁付近より2次系の水が滴下（約1滴/秒）していることを発見した。調査の結果、同制御弁下流側配管レジャーサ部（直径が異なる配管を接続するための円錐台の継手）からのわずかな漏えいであることが確認された。

当該漏えい部、漏えい部周辺の配管曲がり部等と、BおよびC低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御系統の同様部位について外観点検および肉厚測定を実施した結果、A、B、C各系統のレジャーサ部全体およびその下流の配管曲がり部（レジャーサ側）に減肉が確認され、A、B系統のレジャーサ部では必要最小肉厚を下回っていた。

A、B、C低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御系統については、次回定期検査まで隔離し、定期検査において当該漏えい部配管を切り出して詳細な原因調査を実施するとともに、配管の取替えを行こととしていた。

[平成16年10月15日、18日 記者発表済]

- ④ タービクロスアンダー管^{※4}の内面目視点検により、減肉が進んでいる箇所が確認されたため、肉厚測定を実施した。その結果、今回定期検査中に配管の取り替えが必要となる箇所はなかったが、3箇所については余寿命が短いことから、配管内面の肉盛溶接補修を行った。

※4) タービクロスアンダー管は、2次系配管の肉厚管理指針対象外であるが、従来よりタービンの開放点検にあわせて内面の目視点検を実施し、減肉の認められた箇所については、内面から肉厚測定を実施している。

[平成17年2月18日 福井県原子力安全専門委員会に報告済]

3. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果等

(図-7参照)

4台ある蒸気発生器の伝熱管全数（既施栓管を除く13,524本）について、検出精度および深さ測定精度を向上させたマルチコイル型（インテリジェント）渦流探傷検査（ECT）を行った結果、475本の伝熱管のU字管部において、判定基準（20%）をわずかに超える有意な信号指示が認められた。

有意な信号指示は、伝熱管外表面の減肉指示であり、平成2年まで旧振止め金具が取り付けられていた位置に確認された。また、当該部位について、従来方式のECTによる検査を行い、過去の検査結果と比較し

たところ、減肉は進展していないことを確認した。

これらのことから、これまで実施していた通常ECTでは判定基準内としていたものが、マルチコイル型ECTでは、判定基準をわずかに超える有意な信号指示として検出されたものと推定された。

対策として、信号指示が認められた伝熱管に閉止栓（機械式栓）を施工し、使用しないこととした。

[平成17年1月18日 記者発表済]

また、蒸気発生器伝熱管内面の応力腐食割れに対する予防保全対策として、引張り残留応力の低減を図るため、高温側管板拡管部の伝熱管内面にショットピーニング^{※5}を実施した。

※5) ショットピーニング：

金属材料表面に金属微粒子を打ちつけることにより、材料表面を塑性変形させ、残留引張り応力を圧縮応力に変える。今回、蒸気発生器伝熱管の高温側管板拡管部について、金属微粒子供給装置から連続的に供給される直径約0.2mmのインコネル微粒子を、伝熱管に挿入された先端ノズルから伝熱管内面に打ちつける。

4. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数193体のうち、81体（うち76体は新燃料集合体）を取り替えた。

燃料集合体の外観検査（8体）を実施した結果、異常は認められなかった。

5. 次回定期検査の予定

平成18年 春頃

問い合わせ先（担当：宮川） 内線2353・直通0776(20)0314
--

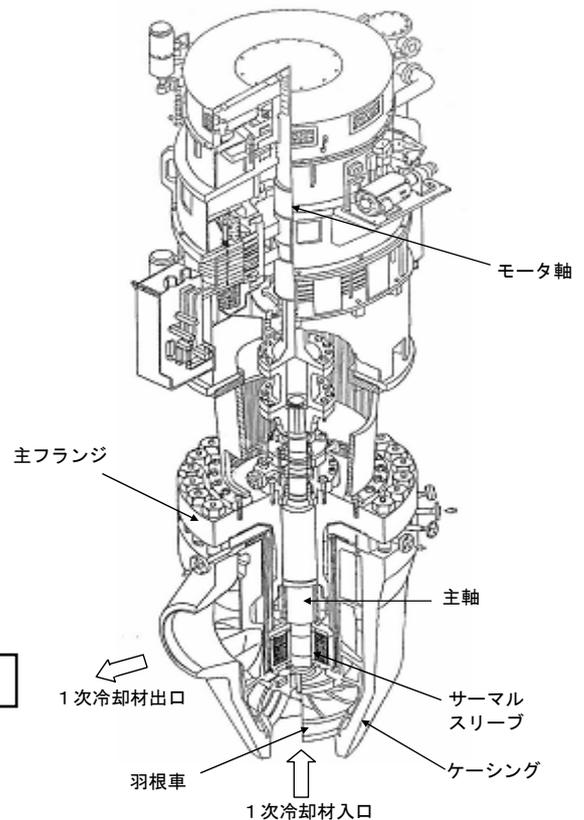
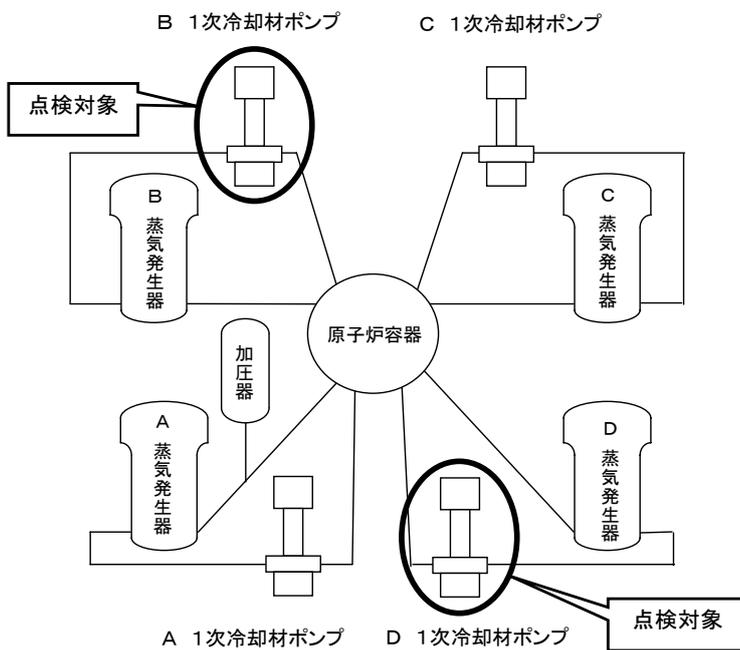
1次冷却材ポンプ供用期間中検査等

概要

1次冷却材ポンプの供用期間中検査として、4台あるポンプのうち、B、Dポンプについて分解点検を行い、主フランジボルト、締め付け部等の耐圧部や、インペラ等の内部部品について健全性を確認した。

またポンプ主軸については、主軸への熱影響に伴うポンプの振動防止の観点から、高温水の流入抑制を強化した改良型サーマルスリーブ※付のものに取り替えを行った。

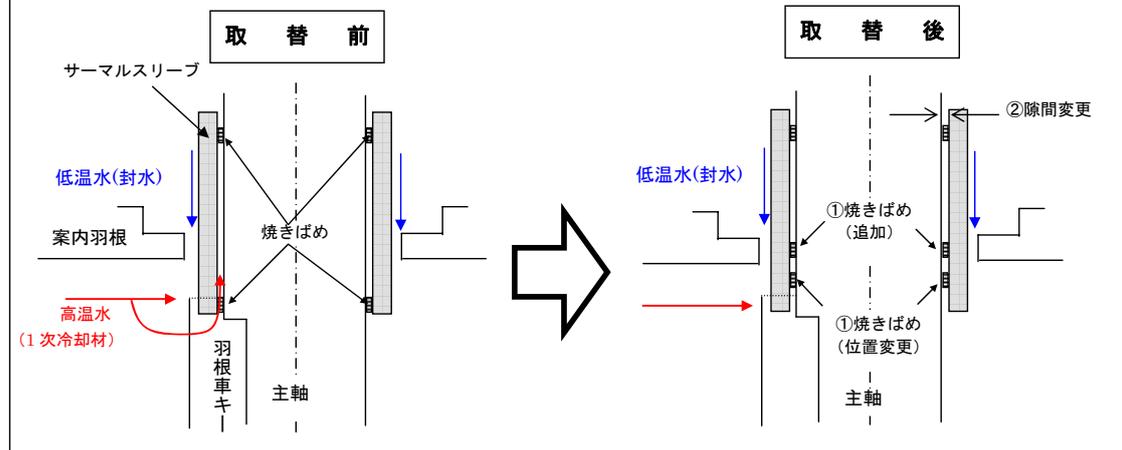
※ サーマルスリーブ：主軸への熱影響を緩和するために取り付けられているもの。



サーマルスリーブの改良点

振動対策工事として、主軸とサーマルスリーブとの間への高温水の流れを防ぐために以下①、②を実施した。

- ① 焼きばめの位置を変更し、羽根車キーにかからないようにするとともに、焼きばめを追加した。
- ② 主軸とサーマルスリーブとの隙間を変更した。(約0.4mm → 約0.2mm)

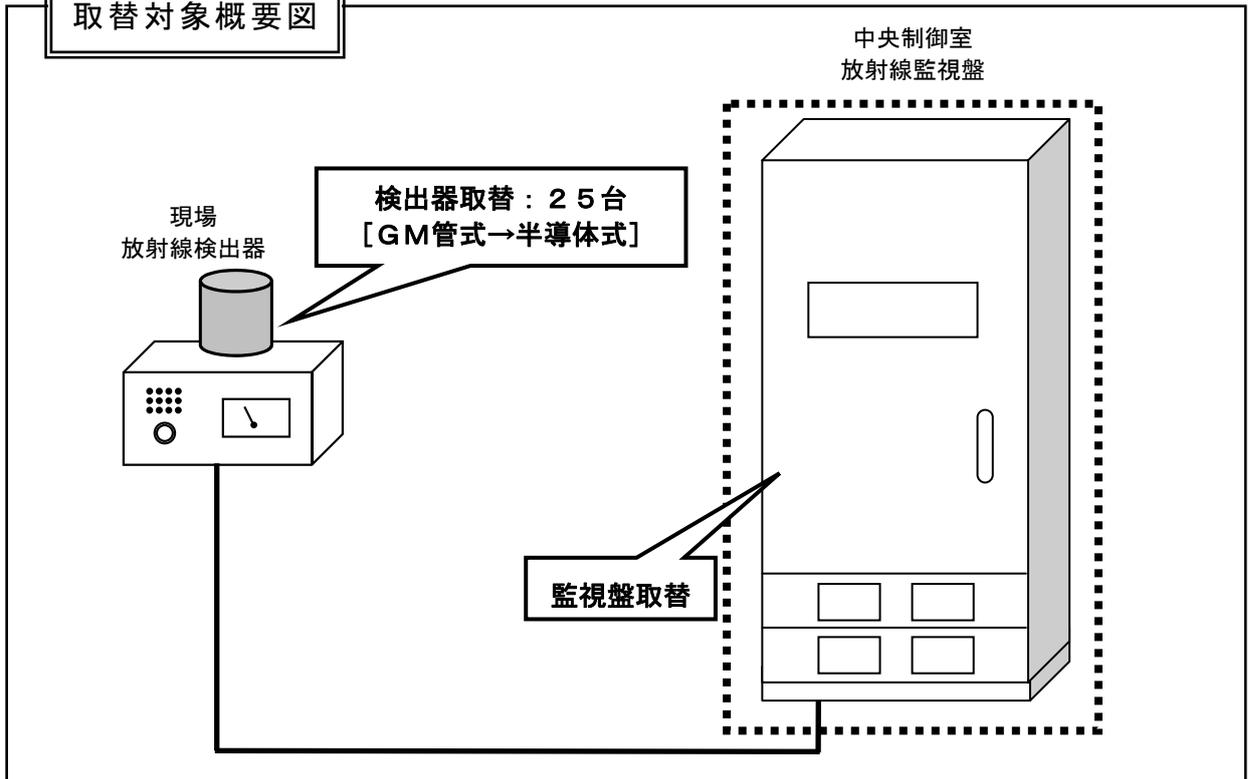


放射線管理用計測装置検出器取替工事

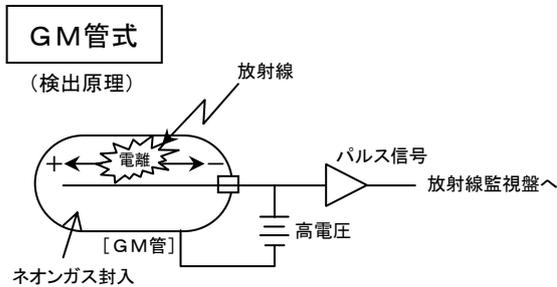
概要

エリアモニタ検出器（GM管検出器）25台を、保守性向上の観点から、部品調達が容易で現検出器と同等の性能を有する半導体検出器に取り替えた。
また、エリアモニタの監視盤についても取り替えた。

取替対象概要図

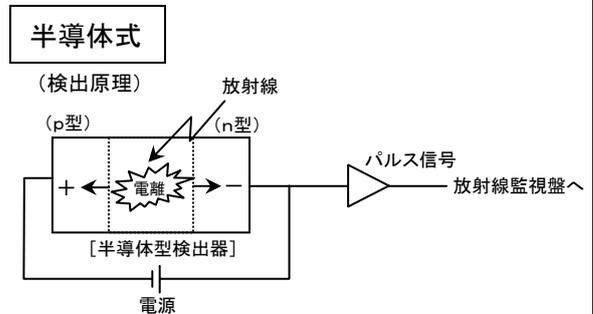


取替前



GM管には電離ガス(ネオンガス)が封入されており、中心電極に高電圧を印可している。
放射線がGM管に入射されると、放射線のエネルギーによりガスが電離し、電子と正イオンに分離され、電流が流れることによって、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。

取替後



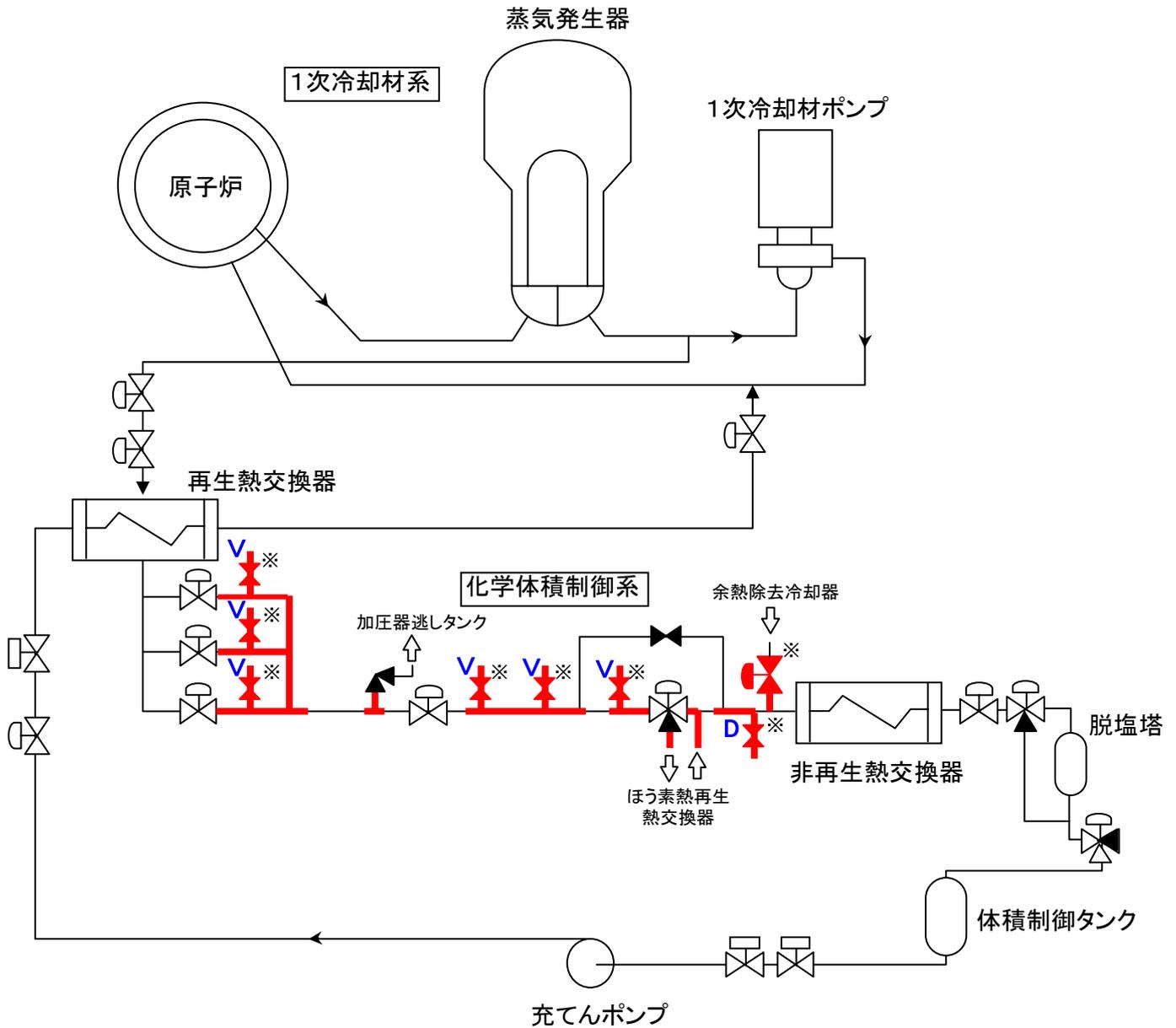
半導体検出器は、ダイオード(半導体)に逆電圧を印可したものと同様である。
放射線が半導体に入射されると、放射線のエネルギーにて半導体内の電子が飛び出し(電離する)、電流が流れることによって、電気信号(パルス信号)となり外部(放射線監視盤)へ信号を発信する。

化学体積制御系小口径配管他取替工事

概要

海外事例の予防保全対策として、化学体積制御系統等の配管他において、酸素型応力腐食割れ※の可能性が高いと考えられる部位を、耐食性に優れた材質のものに取り替えた。(SUS304⇒SUS316)

※ 酸素型応力腐食割れ：溶接等の熱影響により鋭敏化（耐食性が低下）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。



V※ : ベント弁 (空気抜き弁)

D※ : ドレン弁 (排水弁)

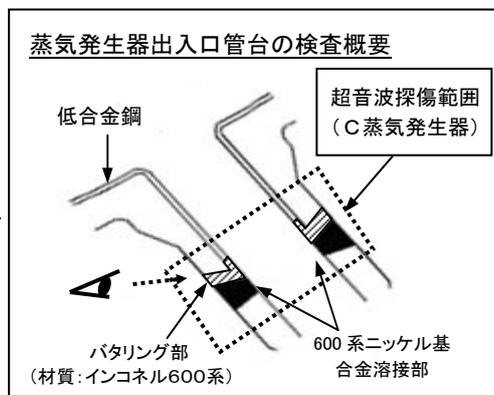
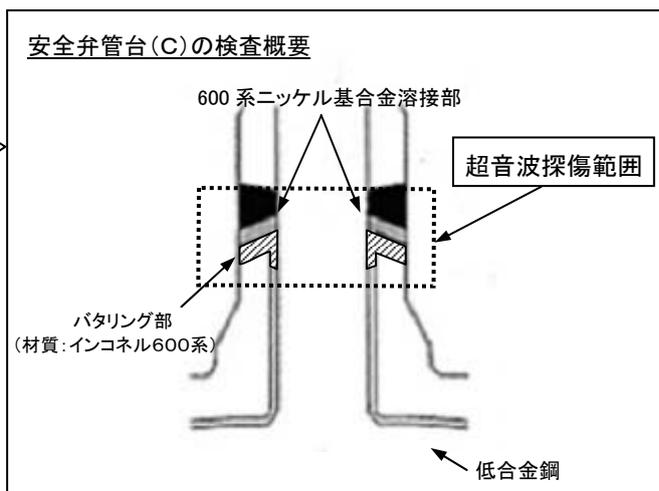
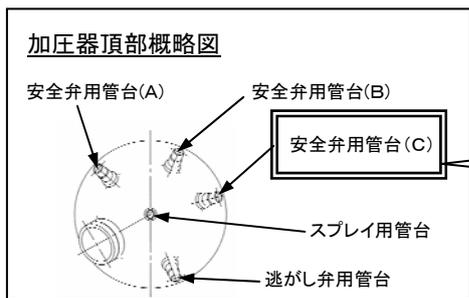
— : 取替対象配管
配管材質変更[SUS304→SUS316]

V※ : 取替対象弁
弁材質変更[SUS304→SUS316]

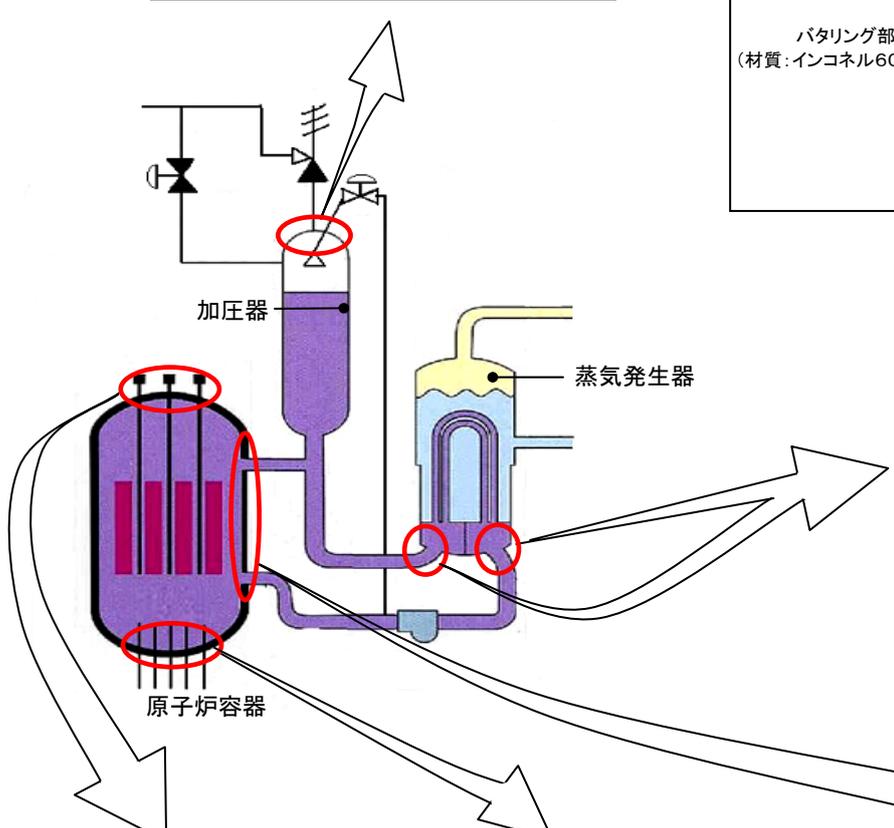
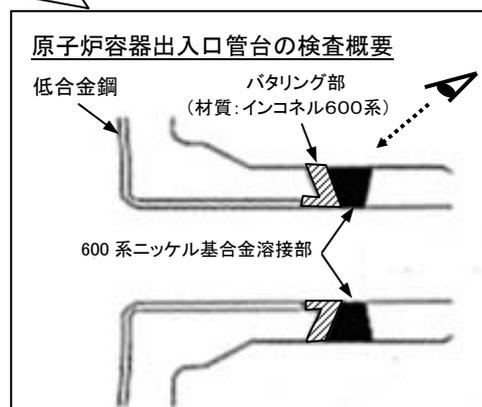
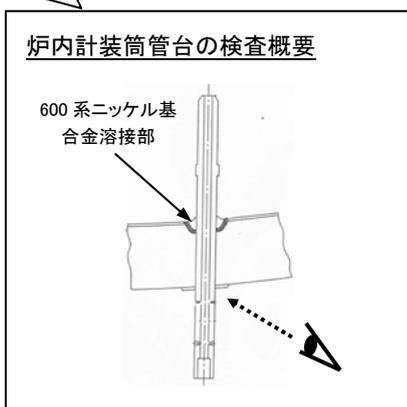
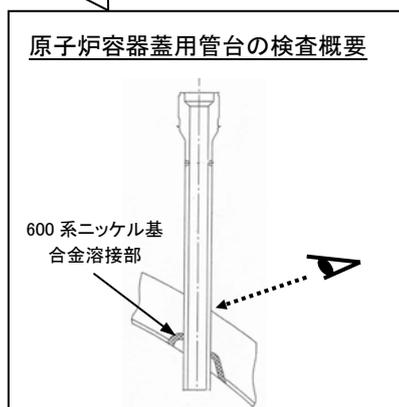
加圧器管台等の応力腐食割れに係る点検

概要

前回定期検査において、600系ニッケル基合金を用いた加圧器逃がし弁用管台等の溶接部において応力腐食割れが確認された事象等を踏まえ、今定期検査においては、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、蒸気発生器冷却材出入口管台、加圧器安全弁用管台等について、外観目視点検や超音波探傷検査を行い、異常のないことを確認した。



🔍 : 目視点検

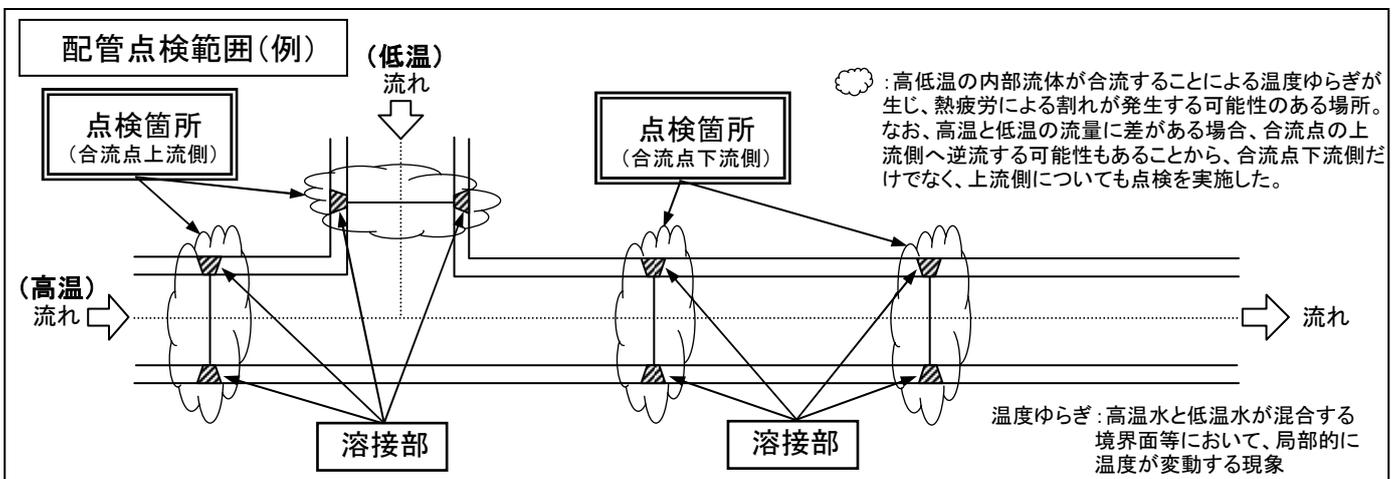
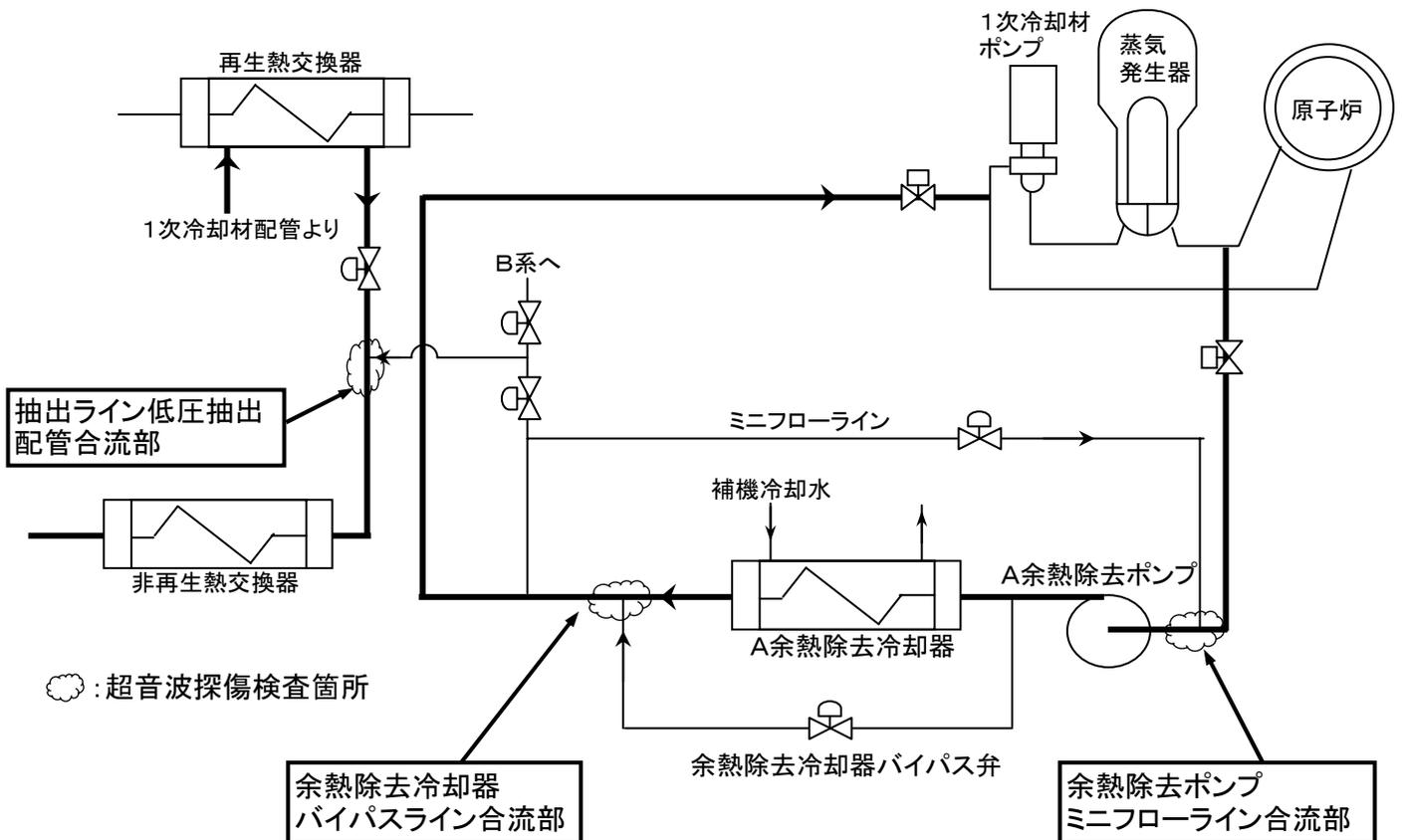


高サイクル熱疲労割れに係る点検

概要

国内PWRプラントにおいて、再生熱交換器の胴側出口配管部で、高温水と低温水の混合により発生する温度ゆらぎを主要因とする高サイクル熱疲労割れが発生した事例を踏まえ、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などについて、超音波探傷検査を実施し、異常のないことを確認した。

点検概要系統図(余熱除去系、化学体積制御系)

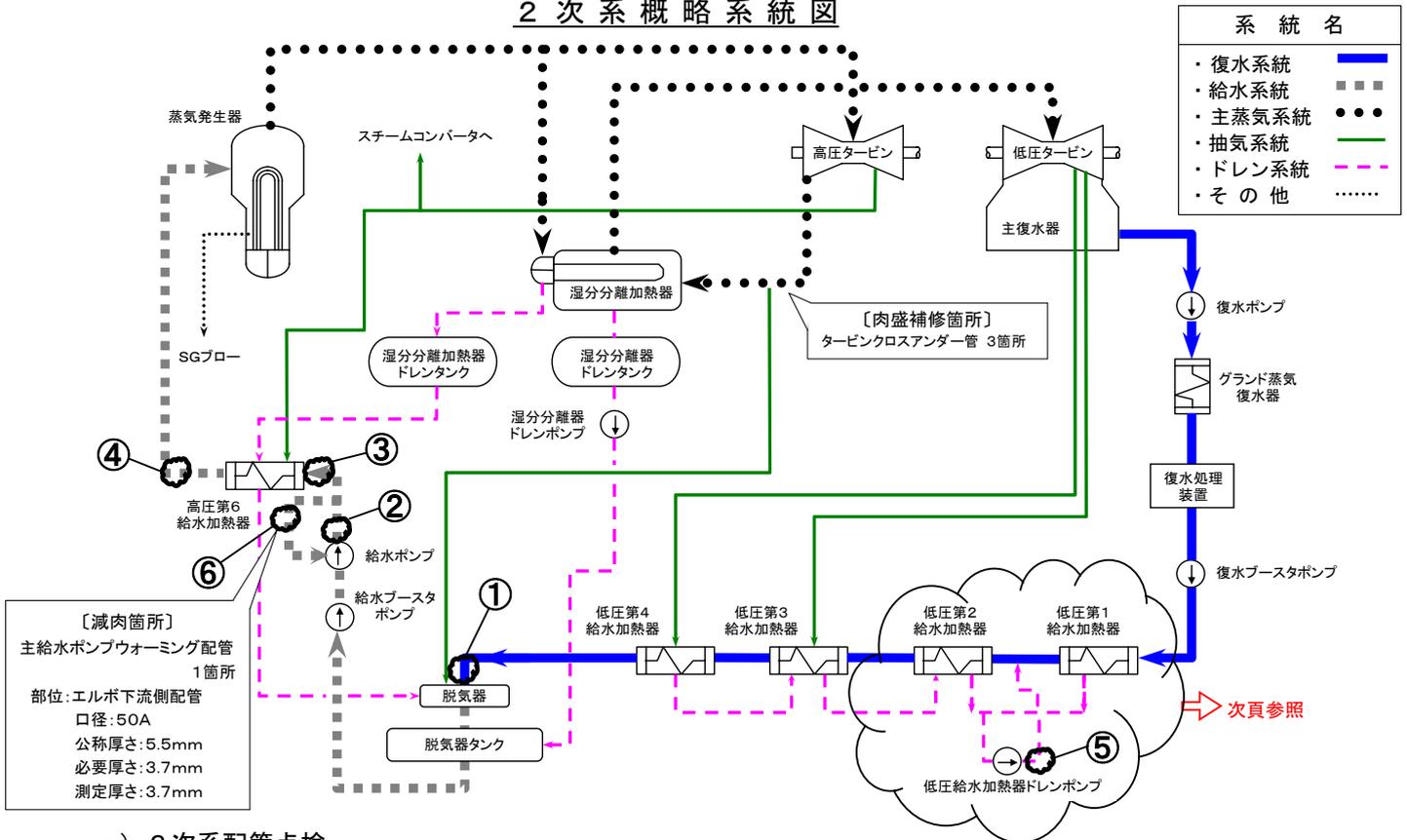


2次系配管の点検等

概要

- ① 美浜発電所3号機において2次系配管が減肉し破損した事故を踏まえ、2次系配管については、当初から計画していた235箇所および追加で点検を計画した1,650箇所、更に定期検査中に現場の作業性を考慮して追加点検することとした部位等404箇所の、合計2,289箇所について超音波検査(肉厚測定)を行った。
その結果、主給水ポンプウォーミング配管において、必要最小肉厚と同じ厚さとなっている部位が1箇所確認されたことから、当該部の配管を炭素鋼からステンレス鋼に取り替えた。
なお、この1箇所を除くその他の配管については、全て、必要最小肉厚を満足しており、余寿命を評価した結果、次回定期検査までに必要最小肉厚を下回ると評価された部位はなかった。
- ② 過去の点検結果から減肉傾向の見られる部位の配管について、計画的に炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼に取り替えた。

2次系概略系統図



a) 2次系配管点検

点検区分	点検対象(肉厚管理実施) 部位数			当初計画点検箇所数		追加点検箇所数		更に追加した点検箇所数		定検中点検箇所数
	総数	点検済	点検未実施	点検未実施部位	点検済部位	点検未実施部位	点検済部位	点検未実施部位	点検済部位	
主要点検系統	2,052	2,033	19	19	172	0	400	4 ^{注2}	205	800
その他の系統 ^{注1}	2,877	1,648	1,229	44	0	950	300	170	25	1,489
合計	4,929	3,681	1,248	235		1,650		404		2,289

注1：敦賀2号機低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管からの漏えい事象の水平展開箇所を反映した部位を含む。
注2：第14回定期検査時に実施した配管の取替に伴い、新たに測定部位を設けた箇所。

b) 給水、復水配管取替工事

No.	配管部位	長さ	材質
①	脱気器入口復水配管	約10m	炭素鋼→低合金鋼
②	給水ポンプ出口配管	A系：約25m、B系：約25m	炭素鋼→ステンレス鋼
③	高圧第6給水加熱器入口	A系：約20m、B系：約10m	炭素鋼→低合金鋼
④	高圧第6給水加熱器出口弁下流	約16m	炭素鋼→低合金鋼
⑤ ^注	低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管	A、B、C系 各約2m	炭素鋼→ステンレス鋼
⑥ ^注	主給水ポンプウォーミング配管	約4m	炭素鋼→ステンレス鋼

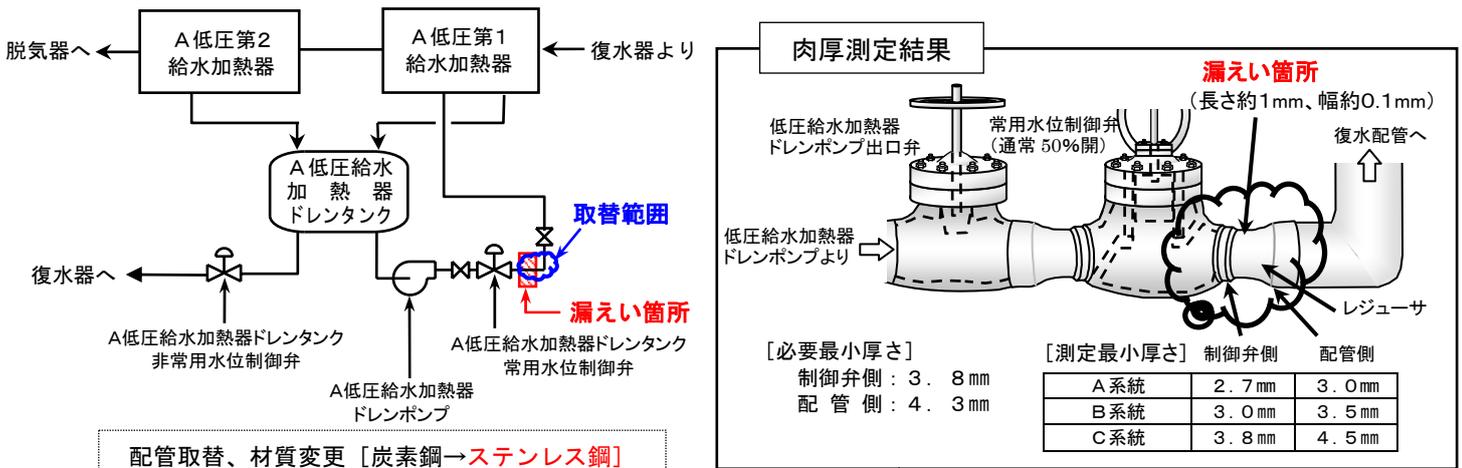
注⑤：定検前のトラブル反映、⑥：今回の測定結果の反映

低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管取替等

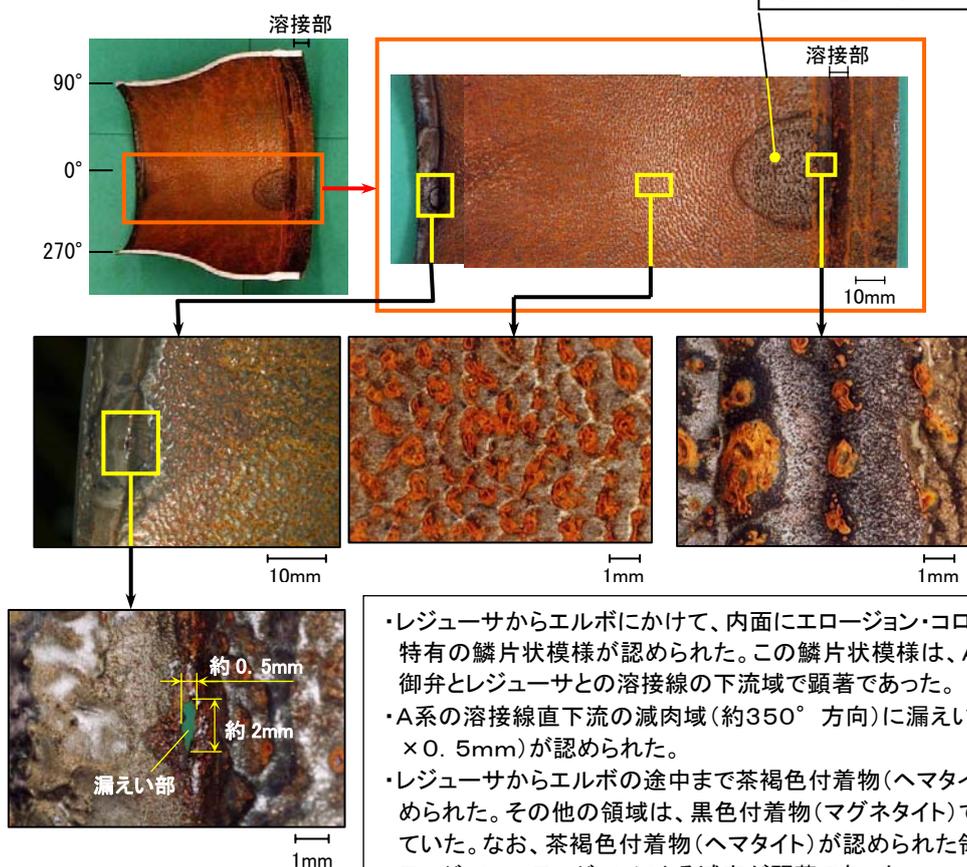
概要

平成16年10月15日に配管減肉による漏えいが確認された、A低圧給水加熱器ドレンタンク常用水位制御弁下流側配管について、A系統の当該部配管を切断し詳細調査を行った結果、水位制御弁下流配管内部の流れの乱れにより配管内面が減肉したことが漏えいの原因であると推定された。対策として、当該配管および、類似のB、C系統の配管について炭素鋼から耐食性に優れたステンレス鋼に取り替えた。

前頁概略系統図参照



工場での内面観察結果 (レジャーサ部)



- レジャーサからエルボにかけて、内面にエロージョン・コロージョン特有の鱗片状模様が認められた。この鱗片状模様は、A水位制御弁とレジャーサとの溶接線の下流域で顕著であった。
- A系の溶接線直下流の減肉域(約350°方向)に漏えい部(約2×0.5mm)が認められた。
- レジャーサからエルボの途中まで茶褐色付着物(ヘマトイト)が認められた。その他の領域は、黒色付着物(マグネタイト)で覆われていた。なお、茶褐色付着物(ヘマトイト)が認められた領域はエロージョン・コロージョンによる減肉が顕著であった。

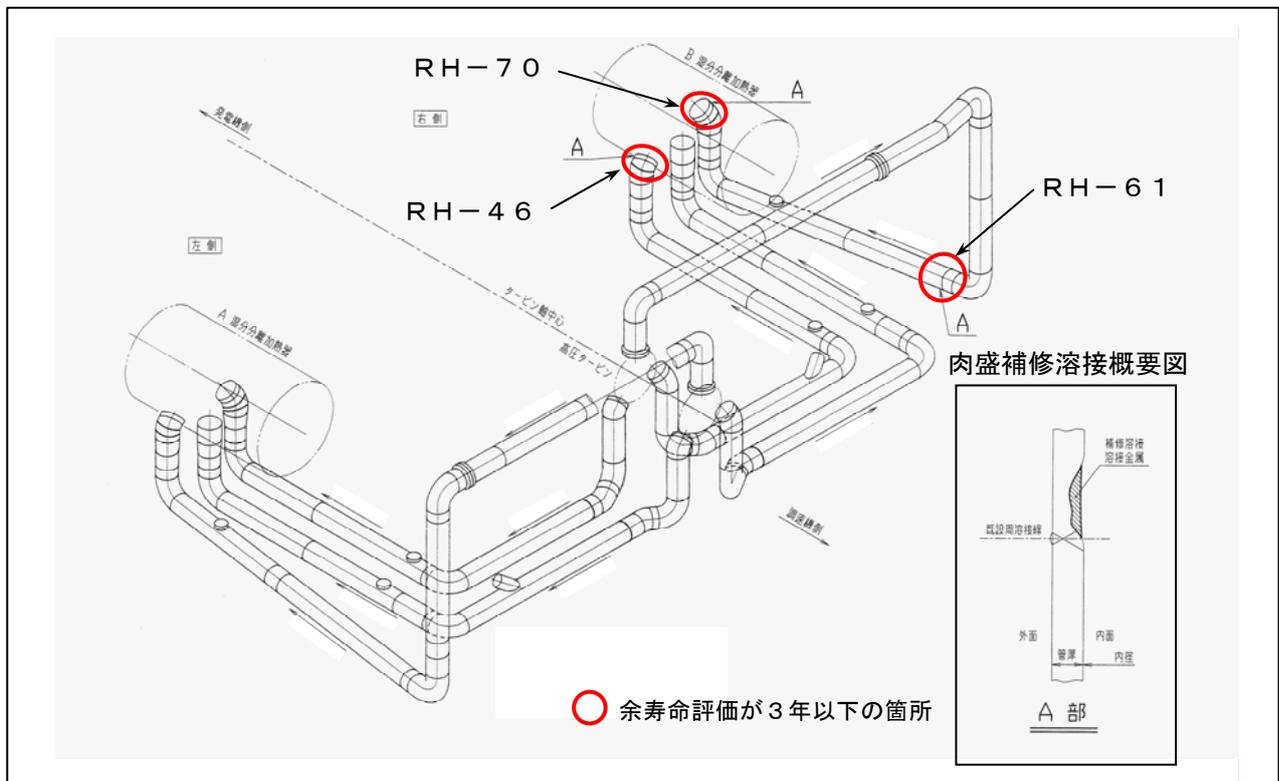
タービクロスアンダー管の点検・補修

概要

タービクロスアンダー管の内面目視点検により、減肉が進んでいる箇所が確認されたため、肉厚測定を実施した。その結果、今回定期検査中に配管の取替えが必要となる箇所はなかったが、3箇所については余寿命が短いことから、配管内面の肉盛溶接補修を行った。

※タービクロスアンダー管は、2次系配管肉厚の管理指針対象外であるが、従来よりタービンの開放点検にあわせて内面の目視点検を実施し、減肉の認められた箇所については、内面から肉厚測定を実施している。

タービクロスアンダー管鳥瞰図／肉盛補修溶接箇所



部 位	管内径 (mm)	公称厚さ (mm)	必要厚さ (mm)	最小厚さ (mm)	減肉率 ($\times 10^{-4}$ mm/hr)	余寿命 (年)	肉盛補修溶接後 の最小厚さ (mm)
RH-46	1030.8	18	11.47	12.4	0.42	2.5	13.3
RH-61	933.2	16	7.86	9.0	0.52	2.4	10.2
RH-70	1030.8	18	11.47	12.0	0.45	1.3	13.2

蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果等

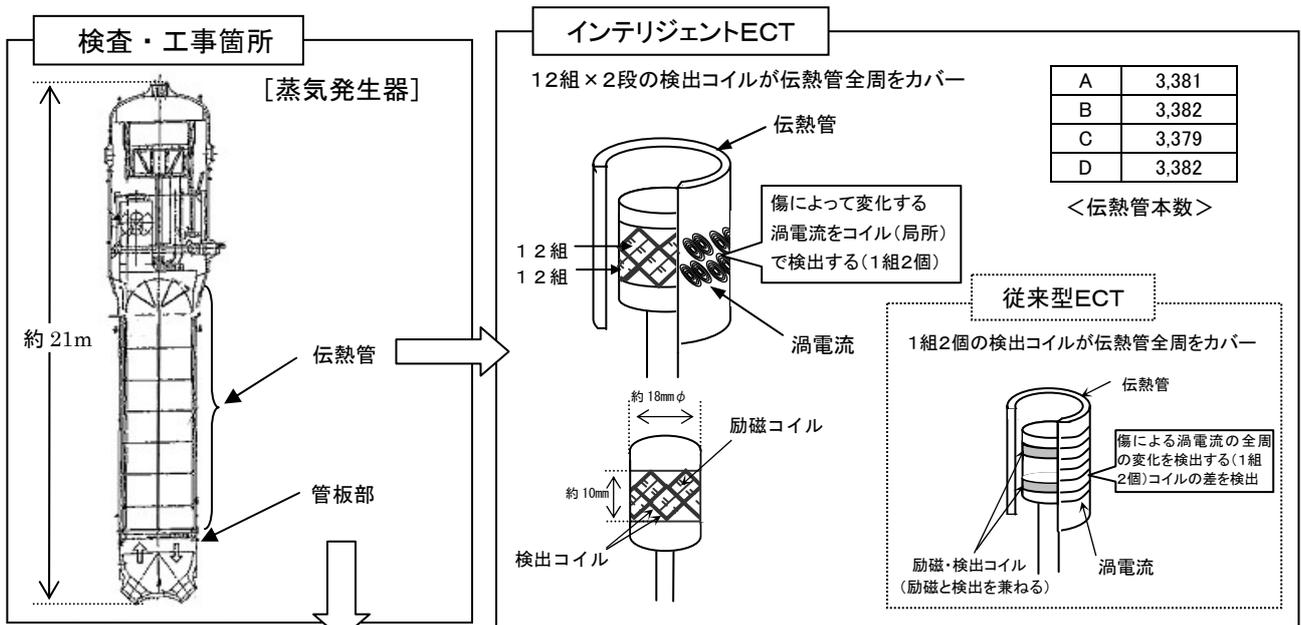
概要

4基ある蒸気発生器の伝熱管全数について、従来の検査より欠陥の検出性を向上させた渦流探傷検査（インテリジェントECT）※¹を実施した結果、475本の伝熱管に判定基準を超える有意な信号指示が認められたことから、閉止栓（機械式栓）を施工し、使用しないこととした。

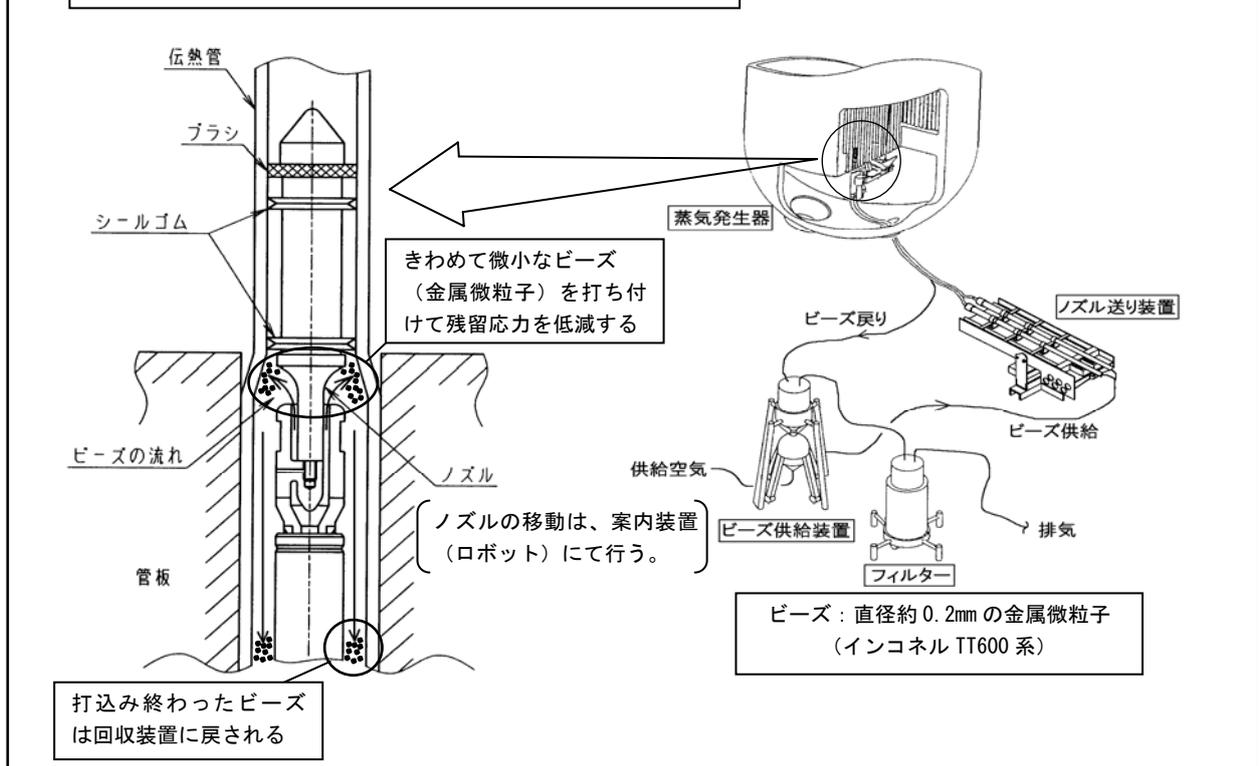
また、国内プラントの実績で伝熱管管板拡管部に応力腐食割れの発生が見られているため、予防保全の観点から残留応力抑制対策（ショットピーニング※²）を実施した。

※¹インテリジェントECT：従来の渦流探傷検査に使用してきた装置と同等の検査速度で、欠陥の検出性を一層向上させた探傷検査装置。伝熱管全周を24組のコイルで分割して検査しており、伝熱管の傷による渦電流の変化を各コイル毎に捉えることができ、従来の装置と比べ、局所的な傷に対する検出精度が優れている。

※²ショットピーニング：金属材料表面にビーズ（金属微粒子）を打ちつけることで、材料表面の残留引張り応力を圧縮応力に変えること。



残留応力抑制対策（ショットピーニング）概要図



<参考>

定期検査中に発生した軽微な事象

1. 中性子源領域モニタ 1 チャンネル動作不能 (参考図 1 参照)

原子炉停止操作中の12月15日 2時12分、原子炉停止直前の低出力状態において原子炉出力を監視するモニタが中性子源領域モニタに自動で切り替わった際に、2つある同モニタのうちの1つ(N-32モニタ)の指示値が表示されなかった。このため2時25分、当該モニタの動作不能により保安規定に定められた運転上の制限から逸脱したと判断した。なお、もう一方のモニタ(N-31モニタ)により原子炉出力を監視し原子炉出力を低下させ、3時02分に原子炉を停止した。

調査の結果、当該モニタ高圧電源回路の一部が短絡していることを確認したため、短絡部位を高圧電源回路から切り離すことにより、当該モニタを復旧し、同日20時、運転上の制限内に復帰した。

短絡原因の詳細調査の結果、電源回路の配線の一部(2本)が、配線を保護しているケーブルダクトカバーに挟まれていたため、それぞれの配線の絶縁被覆から内部の素線が露出・接触し、短絡したことが判明した。短絡した回路については新品に取り替えるとともに、今後、カバーの取付け・取外しを伴う作業については、配線を束ねてカバーを取り付けることとし、その旨を作業要領書に明記することとした。

[平成17年 1 月 7 日 記者発表済]

2. 燃料取替クレーンの不具合 (参考図 2 参照)

原子炉内の燃料集合体(計193体)の取出し作業中の12月24日 9時11分、燃料取替クレーンにより原子炉から取り出した燃料集合体を、燃料移送装置バスケット内に吊り降ろす作業を実施していた際に、燃料集合体がバスケット底部から10cm上の位置で一旦停止せずに、底部に着座した。

クレーンの点検を行った結果、クレーンの垂直方向位置検出器へクレーンワイヤー巻上器の回転を伝達する伝達軸(カップリングフランジ)の破断が確認された。このためクレーンワイヤーの垂直方向の動きが位置検出器に伝わらず、クレーンが一旦停止しなかったものと推定された。

詳細調査の結果、伝達軸を支える軸受けがわずかにずれて取り付けられていたことにより、伝達軸の軸芯が若干ずれた状態にあったため、定期検査時の燃料取替作業に伴って、軸部の根元部分に繰り返し応力が作用し、き裂が発生・進展し破断に至ったものと推定された。

対策として、当該伝達軸を新品に交換するとともに、交換作業にあたっては、伝達軸の軸芯が中心位置になるよう軸受けの取付け位置を調整した。また、今後は、芯ずれに関する注意事項を作業要領書に明記するとともに、現状の目視点検に加え、定期的に当該部の分解点検等を行い健全性の確認を行うこととした。

[平成17年 1 月 7 日 記者発表済]

3. 燃料集合体支持格子の変形

(参考図3参照)

12月24日に発生した燃料取替クレーンの不具合の復旧が完了し、燃料取出作業を再開していたが、12月27日に、燃料取扱装置で吊り上げた燃料（以下、当該燃料）が原子炉内で水平方向にわずかに振れるのを確認した。このため、全燃料取出し後の12月30日、水中カメラにより当該燃料の外観点検を実施したところ、支持格子の一部に、わずかな変形(縦：約3mm、横：約1mm)と擦り跡を確認した。なお、燃料外観点検や燃料漏えい検査等により、当該燃料や隣接する燃料の健全性を確認しており、今回の事象による放射能の影響はなかった。

調査の結果、当該燃料を原子炉内で水平方向に移動^{※1}させた際、当該燃料が炉心バップル板の角の部分に接触し、変形および擦り跡が生じたものと推定された。

対策として、燃料を水平方向に移動させることにより、その燃料が炉心バップル板の角の部分に接近する場合は、炉心バップル板への接触防止のため、水平方向への移動を行わずに取り出す運用に変更した。

なお、当該燃料集合体は今後使用しない。

※1) 原子炉内の燃料を取り出す作業においては、取り出す燃料の周辺に移動スペースがある場合、他の燃料との干渉を防止するため、燃料を水平方向に移動させ、他の燃料から離れた状態で取り出す運用としている。

[平成17年1月7日 記者発表済]

4. 主給水ヘッダー^{※2}ドレン配管からの漏えい

(参考図4参照)

平成17年2月8日、主給水系配管取替に伴う耐圧試験のため、水張りを行っていたところ、タービン建屋地下1階の主給水ヘッダー※下部のドレン配管から、水が漏えいしていることを確認した。このため、主給水ヘッダーの水抜きを行い、10時50分、漏えいは停止した。

調査の結果、漏えい箇所は、ドレン配管と主給水ヘッダー取り付け座との溶接部近傍で、円周方向に外側面で約40mm、内側面で約28mmの割れが認められた。破面の詳細調査の結果、高サイクル疲労破面の様相を呈しており、その両端には脆性破面が見られた。過去の配管施工等の調査の結果、当該系統については、第12回定期検査時に、第2ドレン弁を取替えており、当該配管の固有振動数が、変わったものと推定された。その後の、定期検査に伴うプラント停止過程において、主給水ヘッダーの温度降下による当該ドレン管の動きがサポート部で抑制され、当該部に引張り応力が生じ、さらに流体による主給水ヘッダーの振動によりドレン配管が固有振動数で振動し、当該部に高サイクル疲労割れが発生し、主給水系の水抜き後の温度降下に伴い、脆性破壊に至ったものと推定された。

対策として、当該部の配管を新品に取り替えるとともに、ドレン管の応力発生防止として、サポートの変更等を実施した。また、類似箇所として、高温配管・機器のドレン・ベント配管等について点検を行い、割れ等の異常のないことを確認した。

※2) 主給水ヘッダー：4台ある蒸気発生器への給水流量を均一にするため、2台ある高圧給水加熱器からの給水を合流させる主給水系配管の一部。

[平成17年2月14日、18日 福井県原子力安全専門委員会に報告済]

中性子源領域モニタ 1 チャンネル動作不能

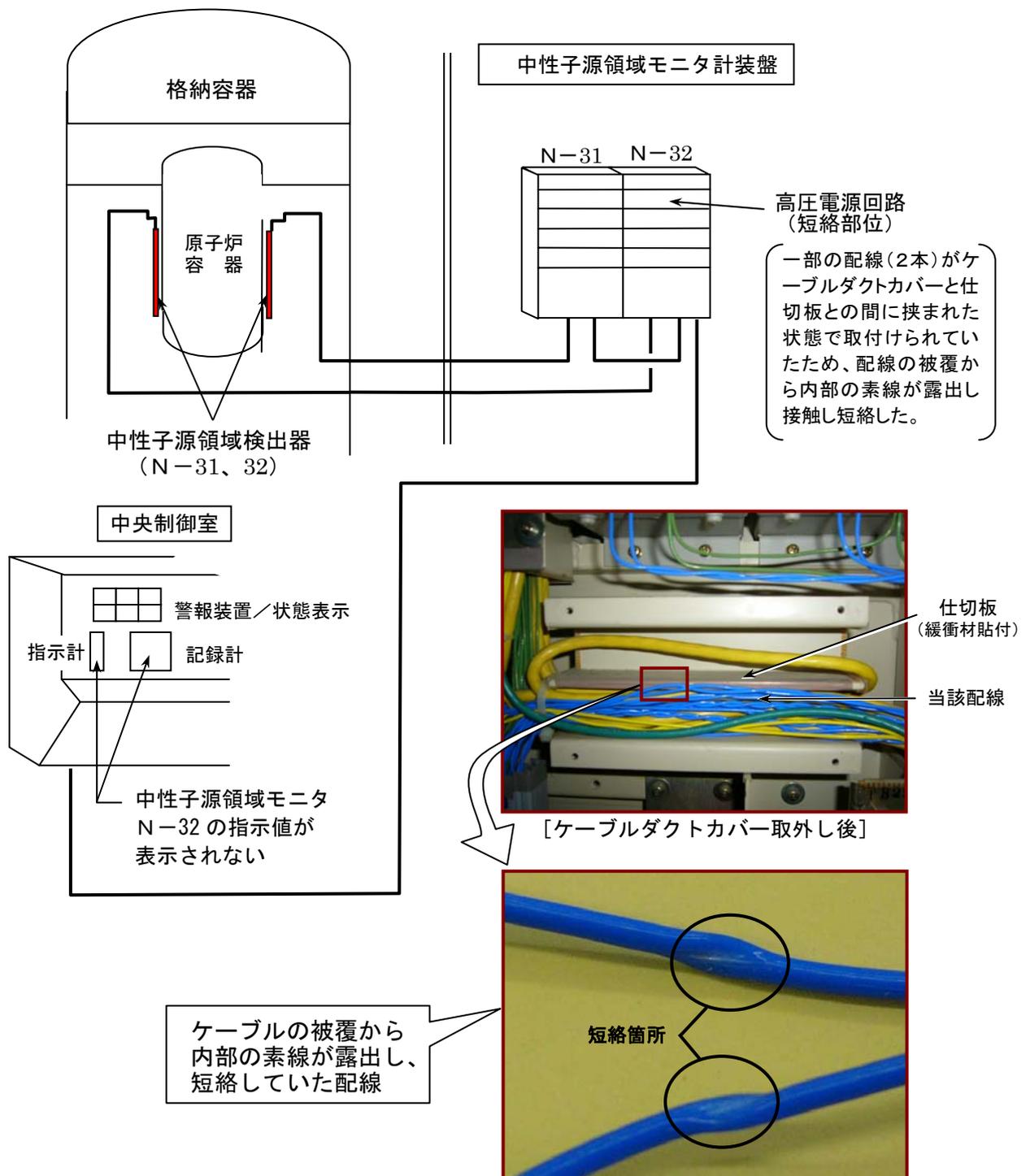
概要

平成16年12月15日2時12分、発電停止後の原子炉出力降下中、2台ある中性子源領域モニタのうち1台の指示が表示されない事象が発生した。このため2時25分、敦賀発電所原子炉施設保安規定で定める運転上の制限を満足していないと判断した。なお原子炉は、もう1台あるモニタで炉出力を監視して出力を降下させ、同日3時02分に停止した。

調査の結果、中性子源領域モニタの電源回路が短絡していることが確認され、短絡箇所を回路から切り離しモニタを復旧し、12月15日20時に運転上の制限内に復帰した。

調査の結果、短絡は電源回路の配線が配線保護カバーに挟まれて取り付けられていたため配線が接触したものと判明した。対策として配線の取り替えを実施した。

中性子源領域モニタ概要図



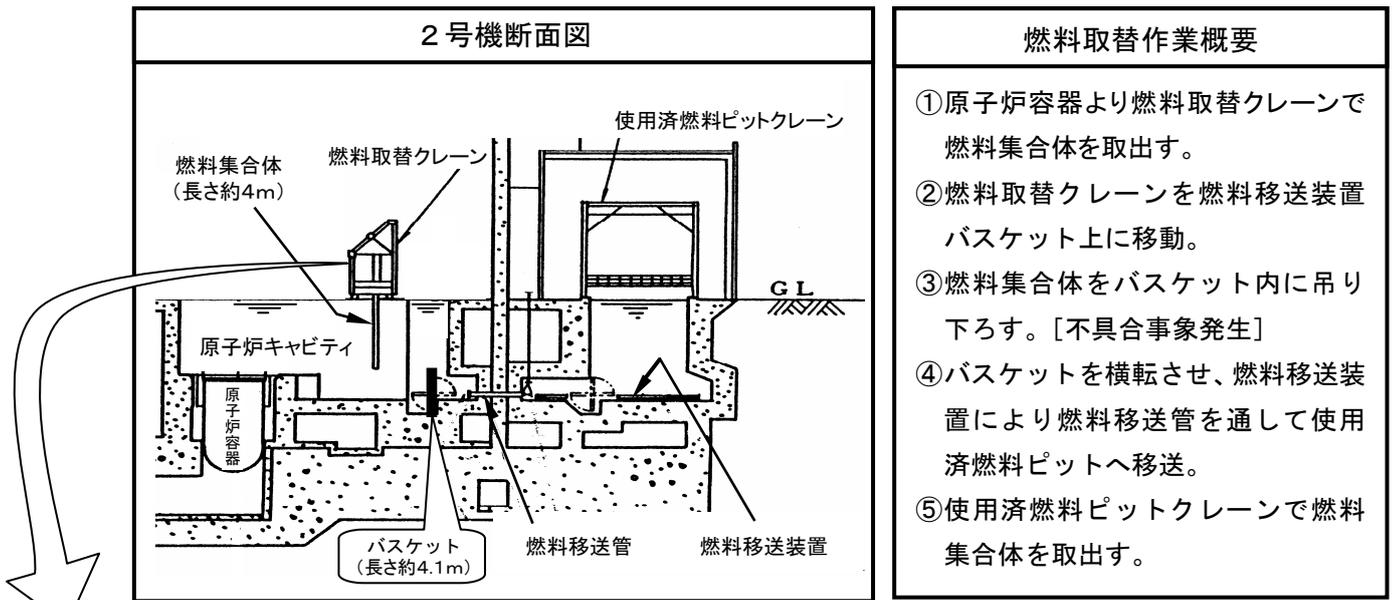
燃料取替クレーンの不具合

概要

平成16年12月24日、燃料取替クレーンにより原子炉容器内から燃料移送装置バスケット※内に燃料を吊り下ろす作業を実施していた際、クレーンが自動停止せず燃料集合体が底部に着座する事象が発生した。調査の結果クレーンの位置検出器の伝達軸が破損しており、軸受けがわずかにずれて取り付けられていたため軸に応力が作用し破損したものと推定された。対策として、当該軸を交換してクレーンを復旧するとともに、今後定期的に当外部の分解点検を行うこととした。

※ 燃料移送装置バスケット：燃料移送装置に設置されている燃料集合体を収納する容器。

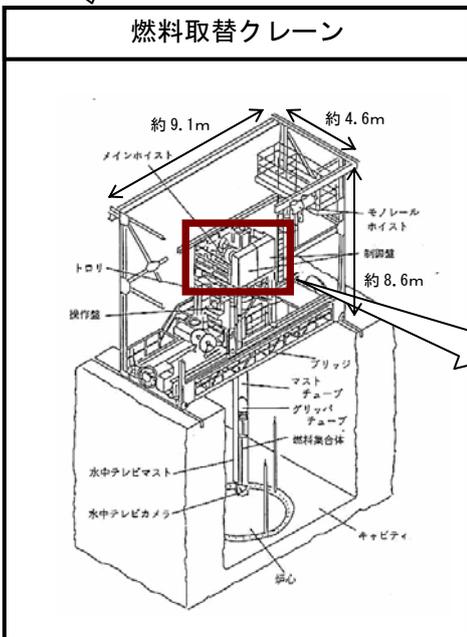
燃料取替クレーン概要図



燃料取替作業概要

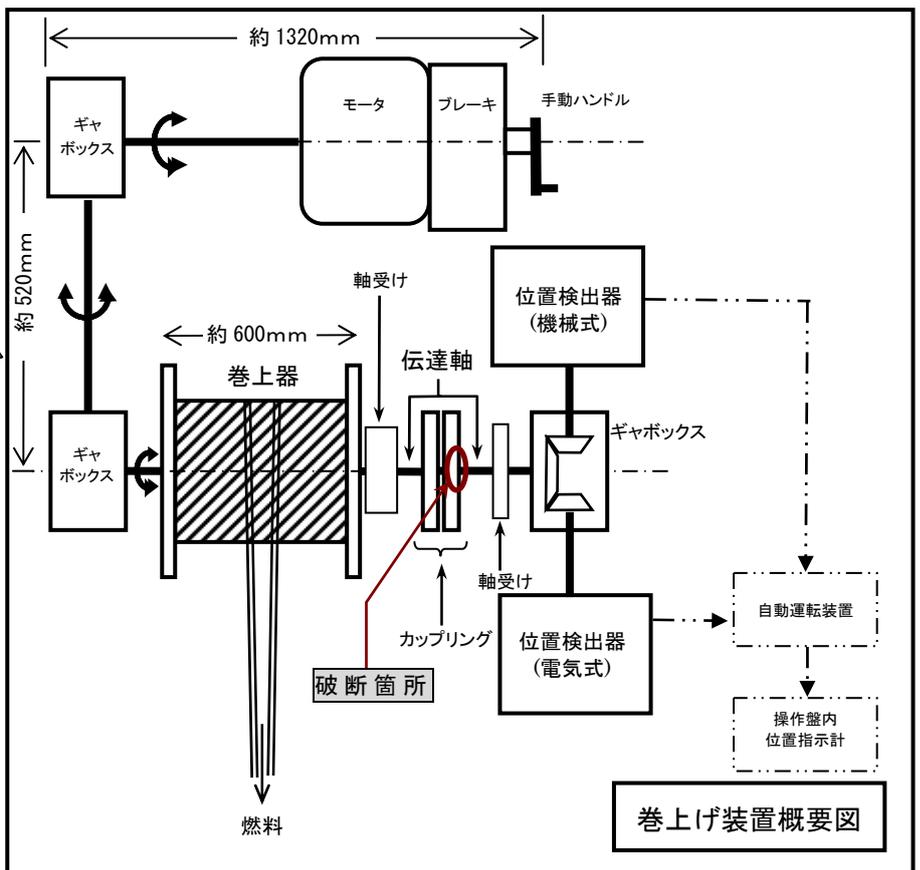
- ①原子炉容器より燃料取替クレーンで燃料集合体を取り出す。
- ②燃料取替クレーンを燃料移送装置バスケット上に移動。
- ③燃料集合体をバスケット内に吊り下ろす。[不具合事象発生]
- ④バスケットを横転させ、燃料移送装置により燃料移送管を通して使用済燃料ピットへ移送。
- ⑤使用済燃料ピットクレーンで燃料集合体を取り出す。

燃料取替クレーン



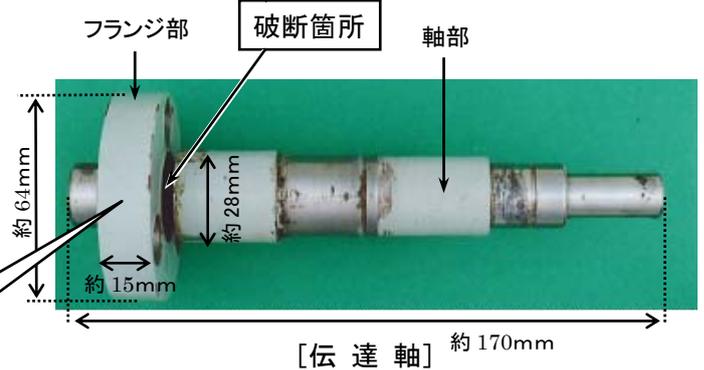
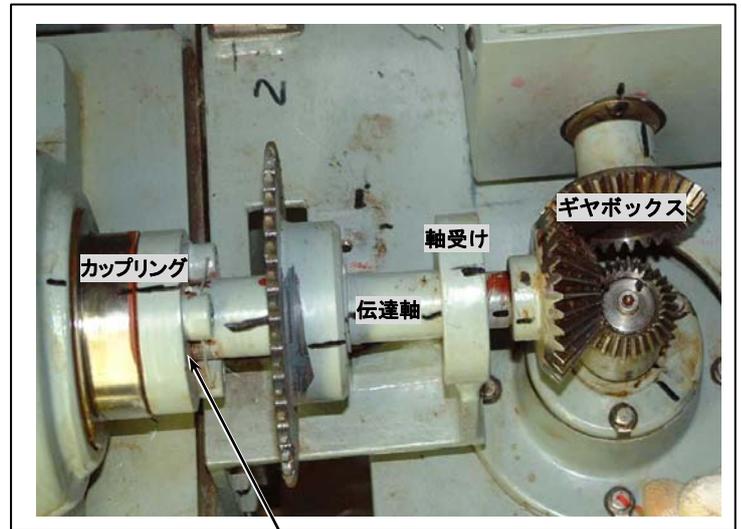
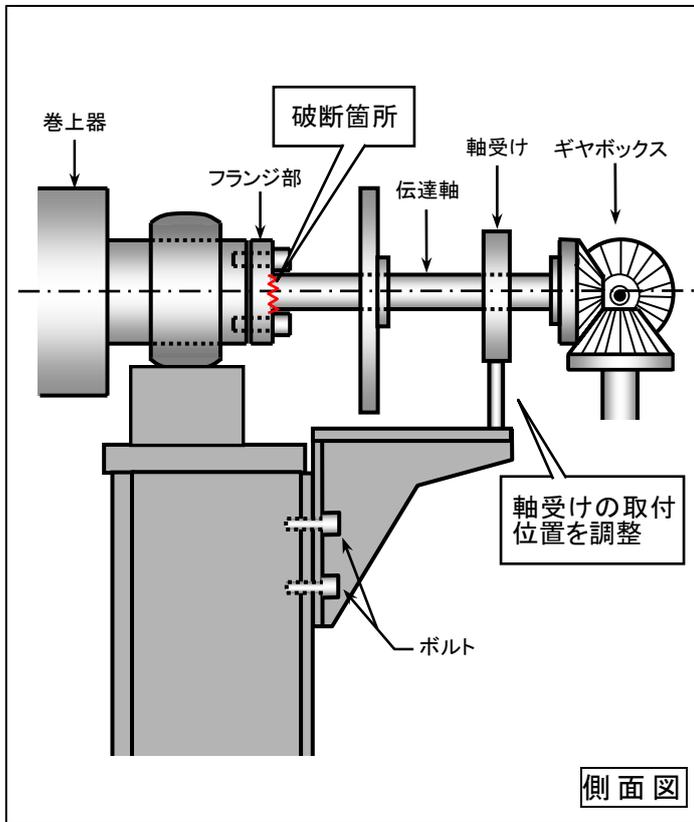
破断した伝達軸の仕様

直径：約28mm
 長さ：約170mm
 (カップリング含む)
 材質：炭素鋼

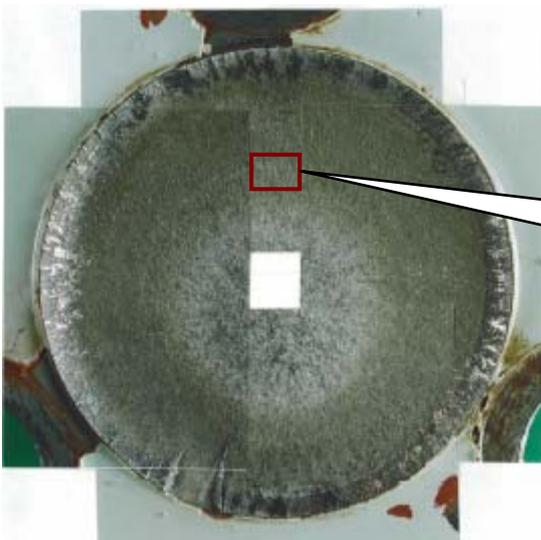


巻上げ装置概要図

伝達軸点検状況



[フランジ部側破面]



破面観察結果

疲労破面特有の模様（ストライエーション）が観察された。

燃料集合体支持格子の変形

概要

平成16年12月27日、燃料取替クレーンにより炉心から燃料を取出す際に、わずかな振れが認められた燃料集合体1体について、外観検査を実施したところ、12月30日、支持格子^{※1}の一部にわずかな変形(約3mm×約1mm)があることが確認された。

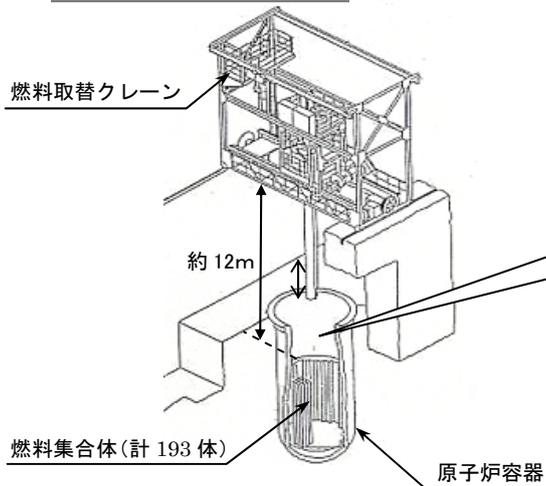
調査の結果、炉心から燃料を取出す際の水平方向移動時に、燃料が炉心バッフル板^{※2}の角の部分に接触し、変形したものと推定された。対策として、炉心バッフル板の角の部分へ接近する場合は燃料の水平移動を行わない運用に変更した。なお、当該燃料は使用しない。

※1 支持格子: 燃料棒を等間隔に束ねる格子状の金属製構成部品。

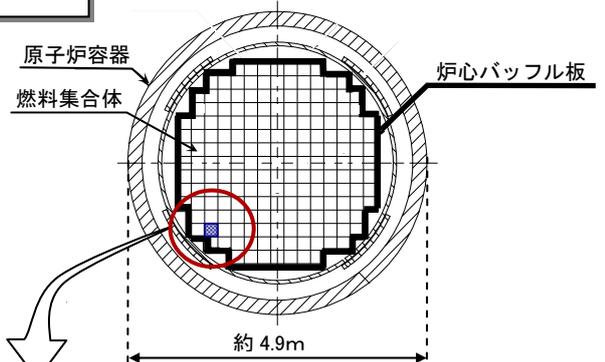
※2 炉心バッフル板: 炉心内の水の流路を形成するために、炉心の周囲に設置された金属の囲い。

燃料集合体支持格子変形状況概要図

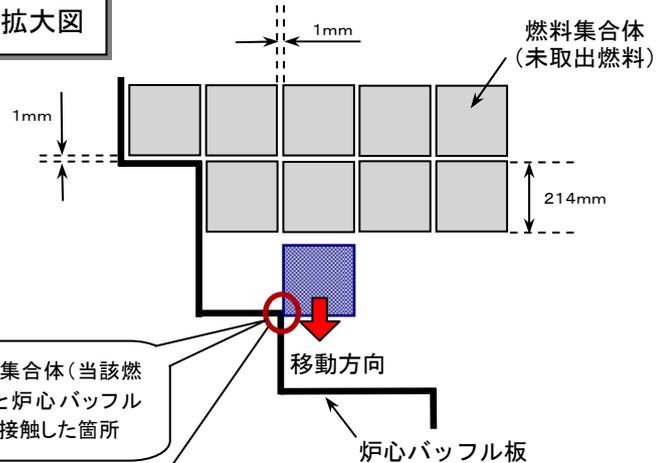
燃料取扱装置外観図



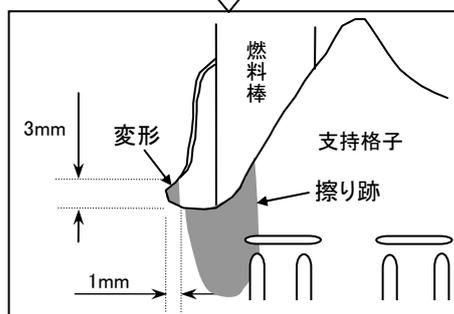
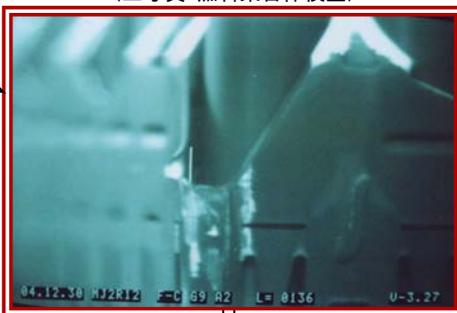
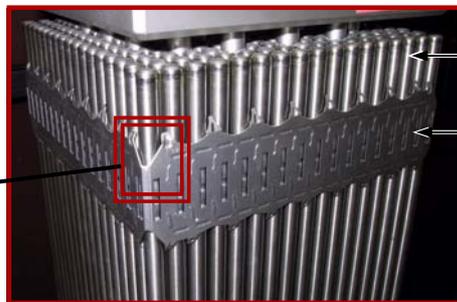
燃料配置図



拡大図



燃料集合体



変形・擦り跡部位

支持格子

約 4m

下部ノズル

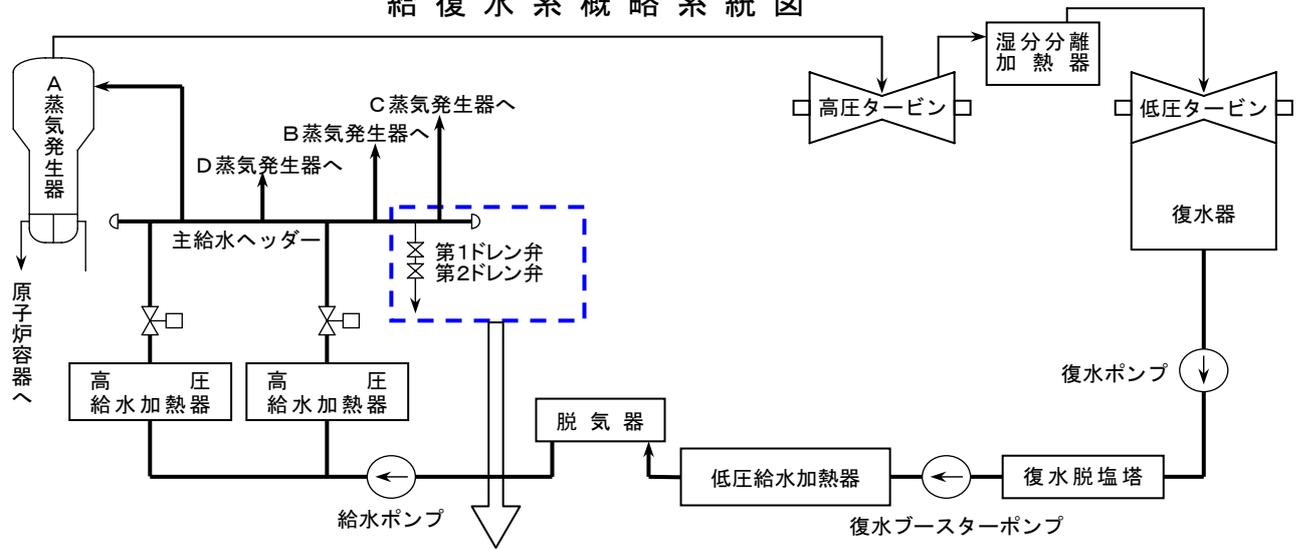
主給水ヘッダーのドレン配管からの水の漏えい

概要

平成17年2月8日、主給水系配管取替終了に伴う耐圧試験のため、純水にて水張りを行っていたところ、タービン建屋地下1階において、主給水ヘッダー*のドレン配管から純水がわずかに漏えいしていることを確認した。

破面の詳細調査の結果、高サイクル疲労波面の様相を呈しており、その両端には脆性破面が見られた。過去の配管施工等の調査の結果、当該システムについては、第12回定期検査時に、第2ドレン弁を取替えており、当該配管の固有振動数が、変わったものと推定された。その後の、定期検査に伴うプラント停止過程において、主給水ヘッダーの温度降下による当該ドレン管の動きがサポート部で抑制され、当該部に引張り応力が生じ、さらに流体による主給水ヘッダーの振動によりドレン配管が固有振動数で振動し、当該部に高サイクル疲労割れが発生し、主給水系の水抜き後の温度降下に伴い、脆性破壊に至ったものと推定された。対策として、当該部を新品に取替えるとともに、ドレン管の応力発生防止として、サポートの変更等を実施した。また類似箇所である高温配管・機器のドレン・ベント配管等について点検を行い、割れ等異常のないことを確認した。

給復水系概略系統図



ドレン配管図

この図は、主給水ヘッダーとドレン配管の接続を示しています。主給水ヘッダーは、約425mmの高さに設置されています。ドレン配管は、約1630mmの長さで、第1ドレン弁と第2ドレン弁を介して接続されています。蒸気発生器への接続も示されています。

ドレン配管サポート変更図

この図は、ドレン配管のサポートを変更した様子を示しています。サポート（新設）は、ドレン配管を支えるために設置されています。ネジキャップも示されています。

主給水ヘッダー

約50mm

第1ドレン弁

ドレン管

約40mm

[運転中の流体]
 圧力: 約6.9MPa
 温度: 約220°C
 [主給水ヘッダー]
 材質: 炭素鋼
 外径: 約813mm
 [ドレン管]
 材質: 炭素鋼
 内径: 約25mm
 公称肉厚: 4.5mm

< 参考資料 >

敦賀発電所 2 号機の第 1 4 回定期検査に関する補足説明資料

- ・ 原子炉起動 : 2 月 23 日 21 時頃
- ・ 臨界 : 2 月 24 日
- ・ 調整運転開始 : 2 月 25 日頃
- ・ 営業運転再開 : 3 月下旬頃