

平成15年8月6日
原子力安全対策課
(15-54)
<11時記者発表>

敦賀発電所1号機の原子炉起動と調整運転開始について (第28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1号機（沸騰水型軽水炉；定格電気出力35.7万kW）は、平成15年6月14日から第28回定期検査を実施していたが、8月7日に原子炉を起動し、同日、臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、8月中旬（8月9日～12日頃*¹）に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、9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)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) 制御棒取替工事 (図-1参照)

炉内の制御棒73本のうち4本について、放射性廃棄物の低減を図るため、従来の制御棒に比べて炉内で長期間使用することができる新型制御棒*²に取り替えた。

なお、今定期検査で実施した「制御棒点検工事」で、前回定期検査で制御用*³として装荷した同じ新型制御棒の表面にひび割れが確認されたことから、今定期検査で装荷した新型制御棒4本については、当初予定していた制御用としてではなく、原子炉停止時のみ炉心に挿入される停止用として使用することとした。

*本文「3.定期検査中に確認された不具合について(2)新型制御棒表面に確認されたひび割れ」参照

*2)新型制御棒：中性子吸収材を従来のボロンカーバイト粉末からハフニウム板に変更することにより、炉内で長期間使用可能となる。

*3)制御用：原子炉運転中に炉心に部分挿入し、炉心反応度や出力分布を制御する制御棒。

- (2) タービングランド蒸気系配管ベントライン設置工事 (図-2 参照)
国内プラントにおいて、配管の一部に滞留していた非凝縮性ガス(水素、酸素)が、高温の蒸気により急速に燃焼し配管を破断させた事例に鑑み、非凝縮性ガスが滞留する可能性があるタービングランド蒸気系配管に、ガス抜き用のベントラインを新たに設置した。

(3) 炉内照射試験片取出工事

沸騰水型軽水炉における中性子照射による原子炉圧力容器の材料特性変化を把握するため、原子炉圧力容器内部に設置している照射試験片を取り出した。

2. 設備の点検工事について

(1) 制御棒駆動水圧系配管等ステンレス配管点検工事 (図-3 参照)

国内プラントにおいて、制御棒駆動水圧系配管に海塩粒子が付着し応力腐食割れが発生した事例に鑑み、制御棒駆動水圧系配管や安全上重要な配管で建設時や配管取替時に塩害対策を行っていないステンレス配管について、外観目視点検および配管表面の塩分付着量測定(121箇所)を実施した。

調査の結果、19箇所が発錆を確認するとともに、6箇所で塩分付着量が高い値を示したことから、これらの箇所について浸透探傷検査を実施したところ、有意な指示は確認されなかった。念のため、これらの箇所については、配管表面の洗浄を行った。

(2) 原子炉再循環系配管等点検工事 (図-4 参照)

国内プラントにおいて、SUS316L系(ステンレス)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事例に鑑み、原子炉冷却材圧力バウンダリのうち、SUS316L系材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部(11箇所)について、超音波探傷検査を行い、異常がないことを確認した。

3. 定期検査中に確認された不具合について

(1) 主給水逆止弁等の構成部品の紛失 (図-5 参照)

主給水逆止弁1台および原子炉給水ポンプ出口逆止弁2台で、弁軸の両端に取り付けているワッシャーが紛失していることを確認した。紛失した主給水逆止弁のワッシャー(ステンレス製)は、給水スパージャーフローノズル内から、また、原子炉給水ポンプ出口逆止弁のワッシャー(銅合金製)は、第4給水加熱器(B)水室内から回収した。

弁の分解点検の結果、通常、弁体開き角度は約45度に調整されるべきところ、主給水逆止弁は、約35度であることが確認された。

また、模擬試験の結果、弁体開き角度45度の場合は、ワッシャーは弁体内の水流により回転することが、弁体開き角度約35度の場合は、ワッシャーが大きく揺動することが判明した。

以上のことから、主給水逆止弁のワッシャーは、ワッシャーの一部に偏摩耗が進展し、脱落したと推定された。また、原子炉給水ポンプ出口逆止弁のワッシャーは、比較的軟らかい銅合金材料が使われていたことが、摩耗減肉の進展を助長したと推定された。

対策として、主給水逆止弁については、弁軸およびワッシャーを同材質の新品に、また、原子炉給水ポンプ出口弁については、耐摩耗性の高いステンレス製に取り替えた。また、弁体開き角度が小さかった主給水逆止弁については、基準値(45度)に調整した。

さらに、次回定期検査において、これらの弁については、保守性を勘案し、ワッシャーを必要としない構造の弁体に取り替えることとした。

(2) 新型制御棒表面に確認されたひび割れ (図-6参照)

前回定期検査で装荷した新型制御棒(5本)の外観目視点検を実施したところ、制御棒表面のシース(ステンレス材の板)とハフニウム板を固定する部材の溶接部近傍(シース側)に10~93箇所(シース側)のひび割れをそれぞれ確認した。

ひび割れの原因は、観察されたひび割れの特徴から応力腐食割れによるものと推定されている。

ひび割れが認められた制御棒については、従来型の制御棒に取り替えた。また、一部の制御棒については、今後、試験施設等にて詳細調査を実施する予定である。

4. 燃料取替計画

燃料集合体全数308体のうち、56体(全て新燃料集合体で9×9燃料集合体)を取り替えた。また、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。

なお、外観検査において、2体の燃料集合体に付着物が確認された。付着物は非常にもろい性状で、成分分析を実施した結果、鉄錆であることが判明し、原子炉の安全性に影響を与えるものではないと評価された。

5. 次回定期検査の予定

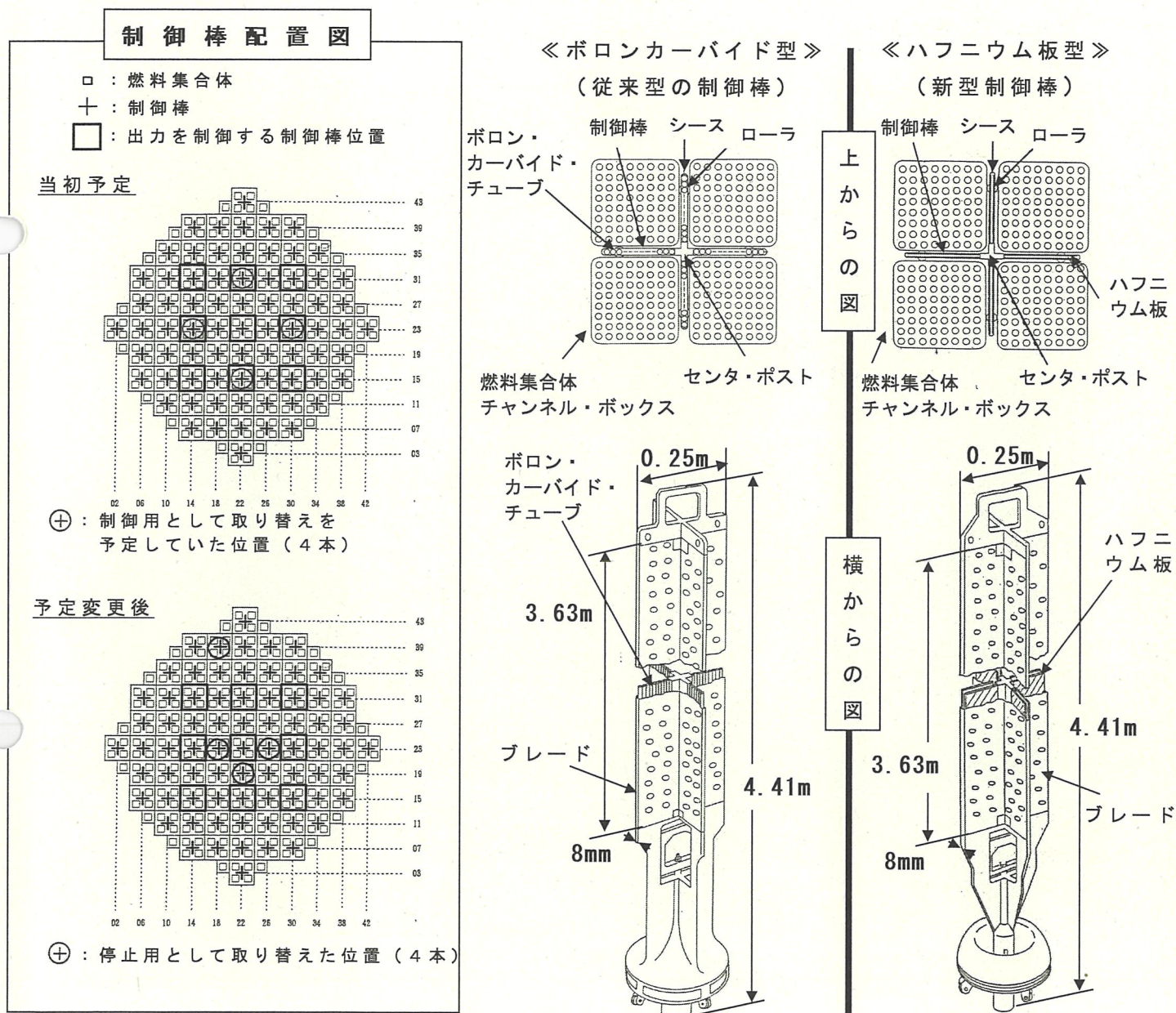
平成16年 秋頃

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

制御棒取替工事

炉内の制御棒73本のうち4本について、放射性廃棄物の低減を図るため、従来の制御棒に比べて炉内で長期間使用することができる新型制御棒に取り替えた。

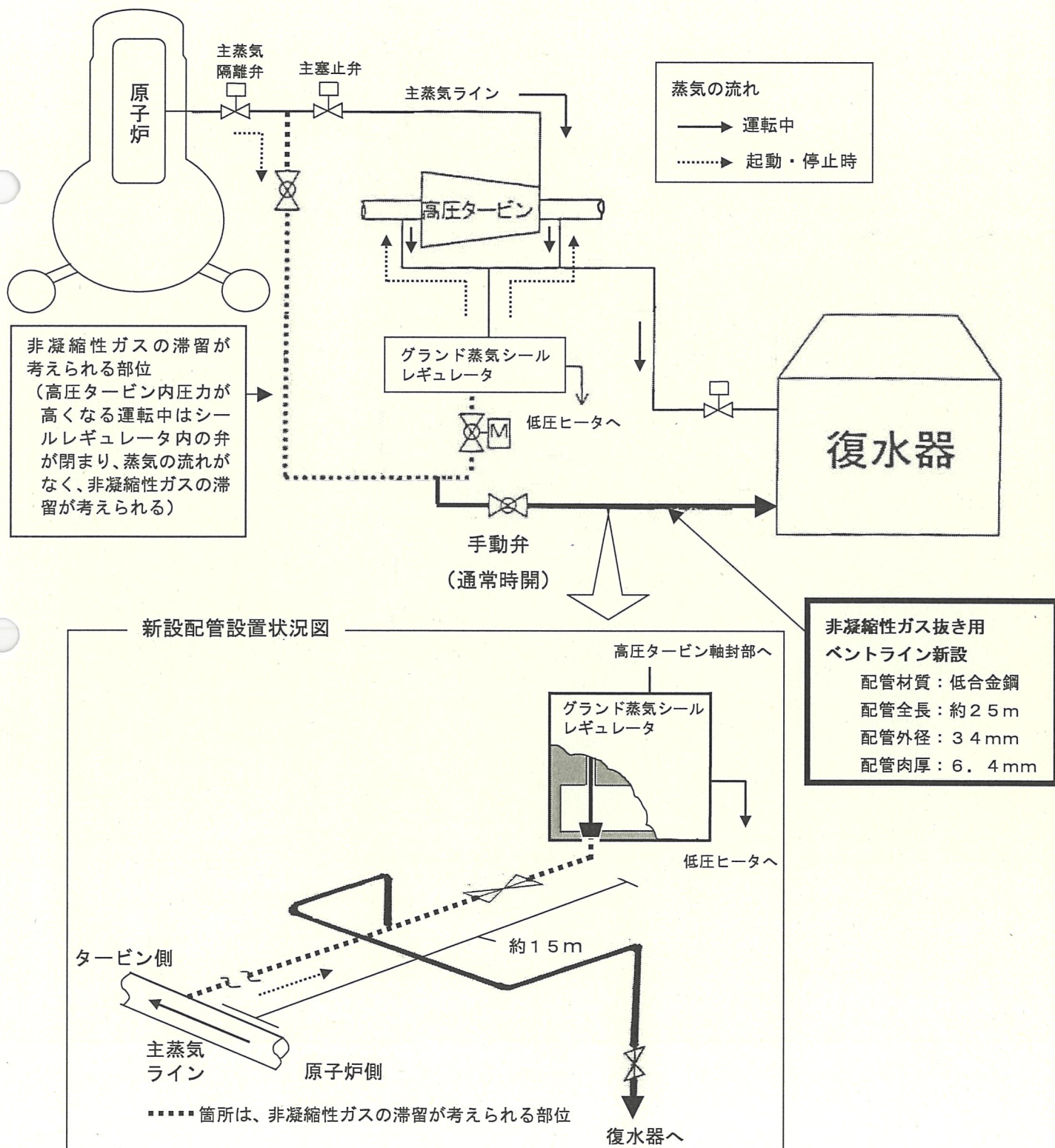
なお、今定期検査の中で実施した「制御棒点検工事」で、前回定期検査で装荷した新型制御棒の表面にひび割れが確認されたことから、今定期検査で装荷する新型制御棒4本については、当初予定していた制御用としてではなく、原子炉停止時のみ炉心に挿入される停止用として使用することとした。



制御棒タイプ		ボロンカーバイド型	ハフニウム板型 (前回及び今回定期検査で採用)
寸法	有効長 (m)	約 3.63	約 3.63
	ブレード厚さ (mm)	約 8	約 8
	シース肉厚 (mm)	約 1.4	約 0.8
	重量 (kg)	約 100	約 100
	中性子吸収材	ボロンカーバイド粉末	ハフニウム板

タービングランド蒸気系配管ベントライン設置工事

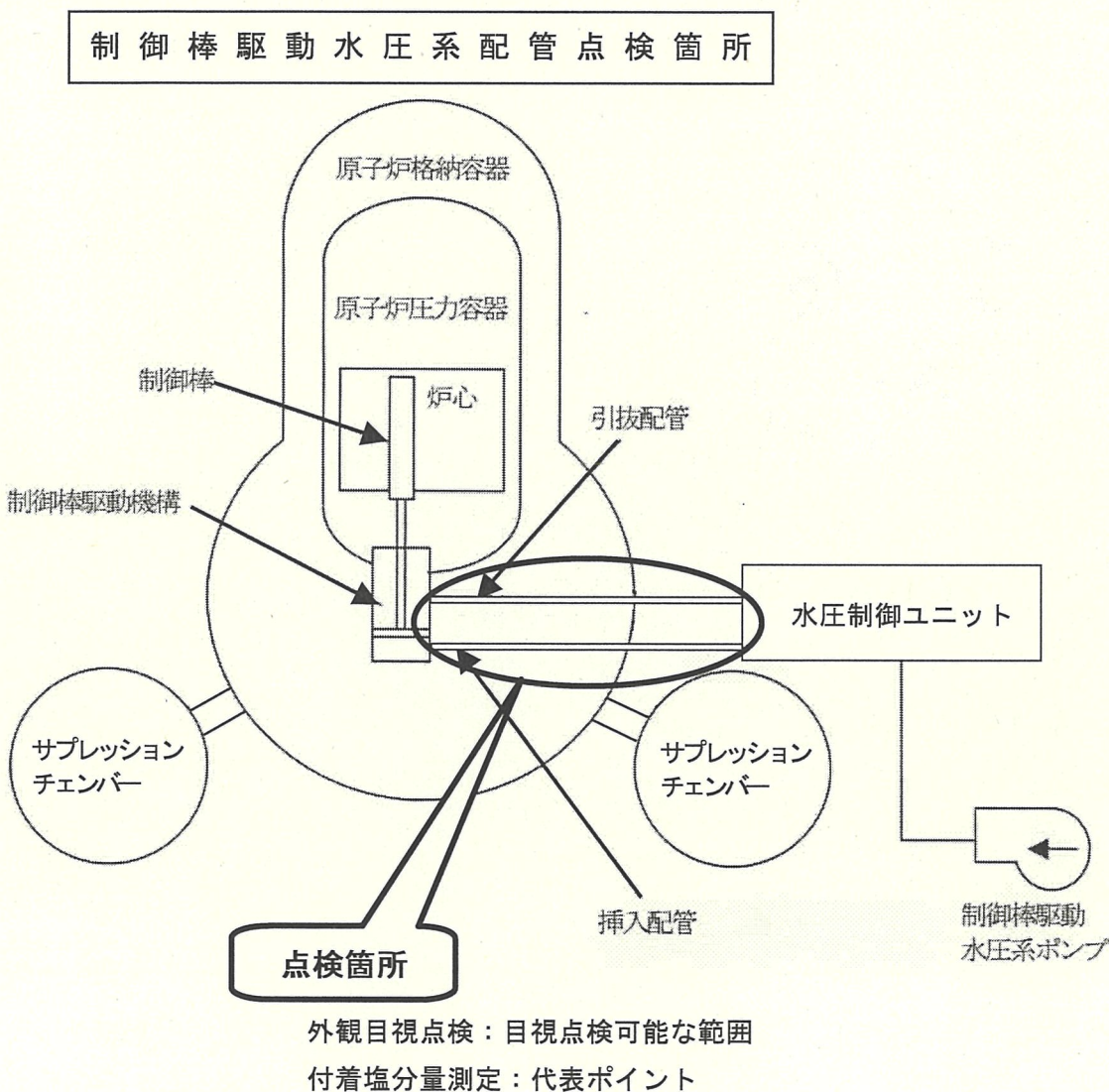
国内プラントにおいて、配管の一部に滞留していた非凝縮性ガス（水素、酸素）が、高温の蒸気により急速に燃焼し配管を破断させた事例に鑑み、非凝縮性ガスが滞留する可能性があるタービングランド蒸気系配管に、ガス抜き用のベントラインを新たに設置した。



制御棒駆動水圧系配管等ステンレス配管点検工事

国内プラントにおいて、制御棒駆動水圧系配管に海塩粒子が付着し応力腐食割れが発生した事例に鑑み、制御棒駆動水圧系配管や安全上重要な配管で建設時や配管取替時に塩害対策を行っていないステンレス配管について、外観目視点検および配管表面の塩分付着量測定（121箇所）を実施した。

調査の結果、19箇所で見錆を確認するとともに、6箇所で見付着量が高い値を示したことから、これらの箇所について浸透探傷検査を実施したところ、有意な指示は確認されなかった。念のため、これらの箇所については、配管表面の洗浄を行った。

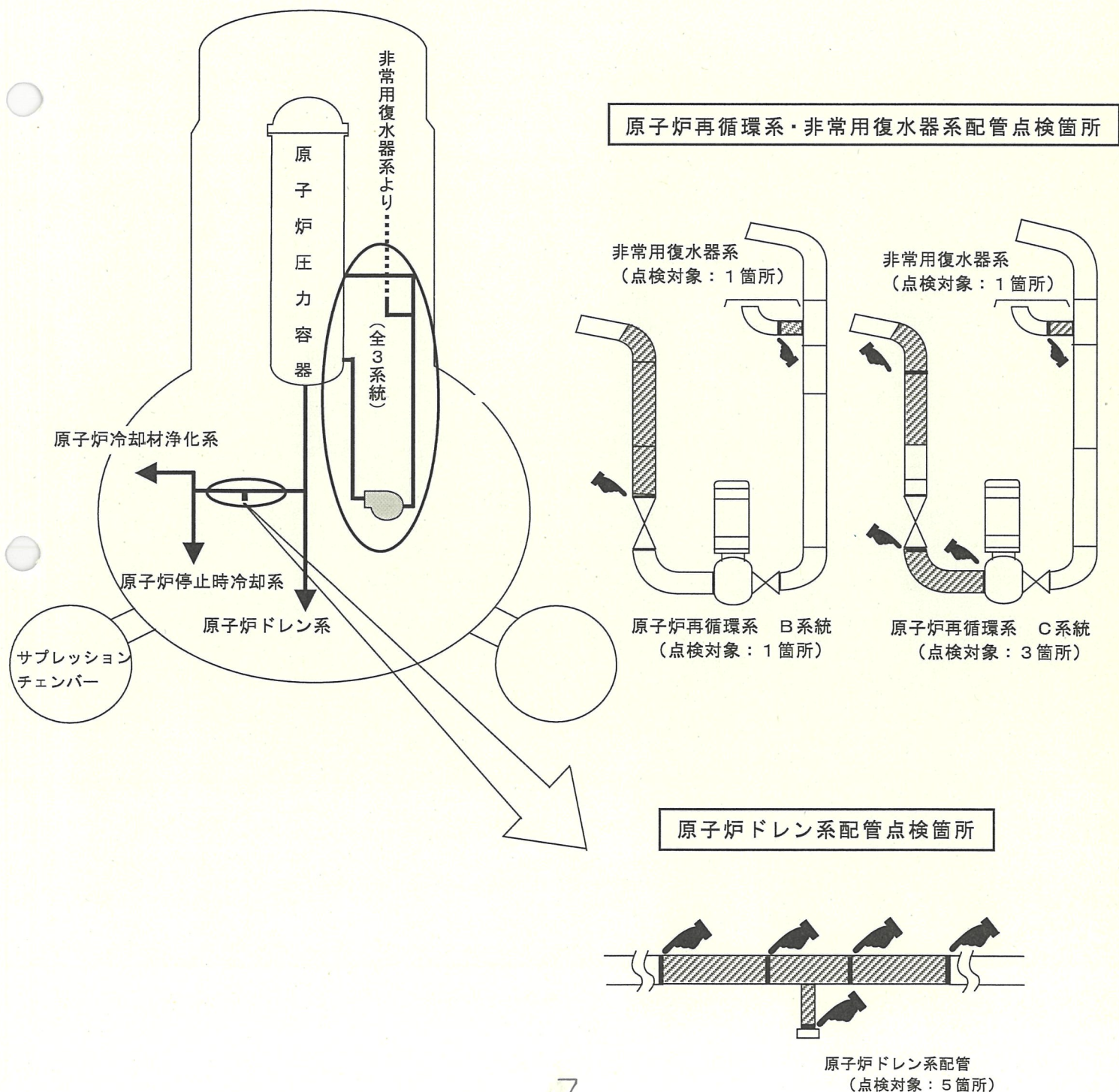


制御棒駆動水圧系配管以外の主な点検箇所

- ・ 非常用復水器系
- ・ 原子炉再循環系
- ・ 高圧注水系
- ・ 自動減圧系
- ・ 液体毒物注入系
- ・ 炉心スプレイ系
- ・ 原子炉圧力容器頭部冷却系

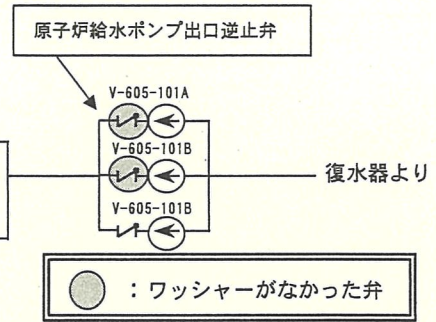
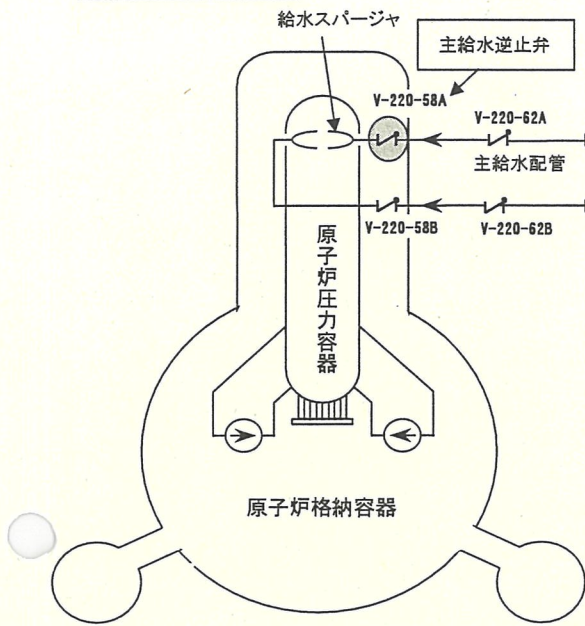
原子炉再循環系配管等点検工事

国内プラントにおいて、SUS316L系（ステンレス）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事例に鑑み、原子炉冷却材圧力バウンダリのうち、SUS316L系材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部（11箇所）について、超音波探傷検査を行い、異常がないことを確認した。

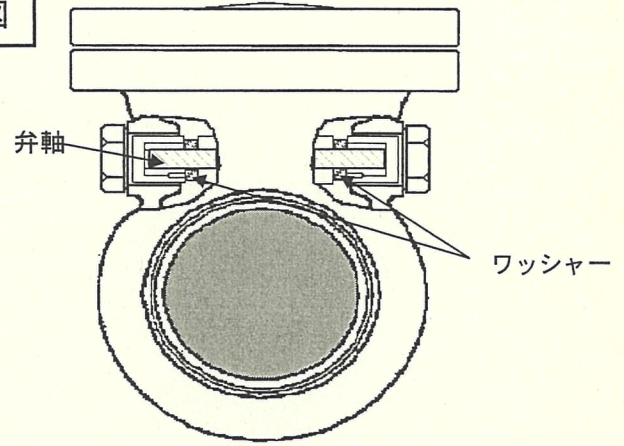


主給水逆止弁等の構成部品の紛失

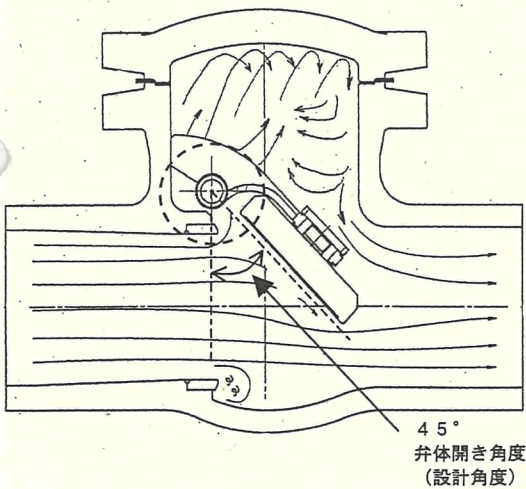
系統概略図



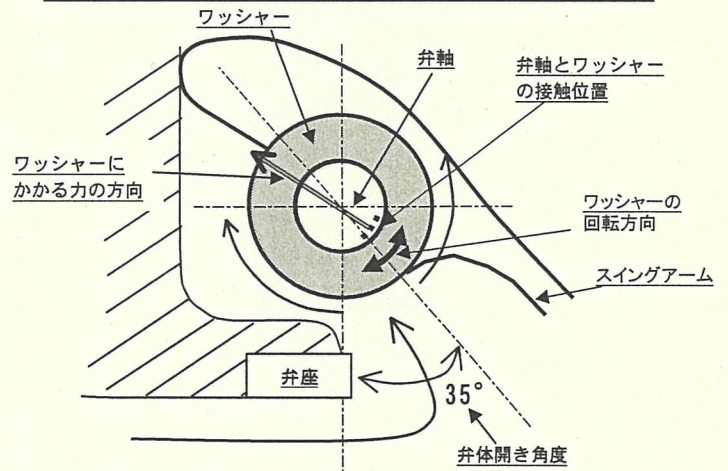
逆止弁構造図



逆止弁断面図



主給水逆止弁 (V-220-58A) の摩耗メカニズム

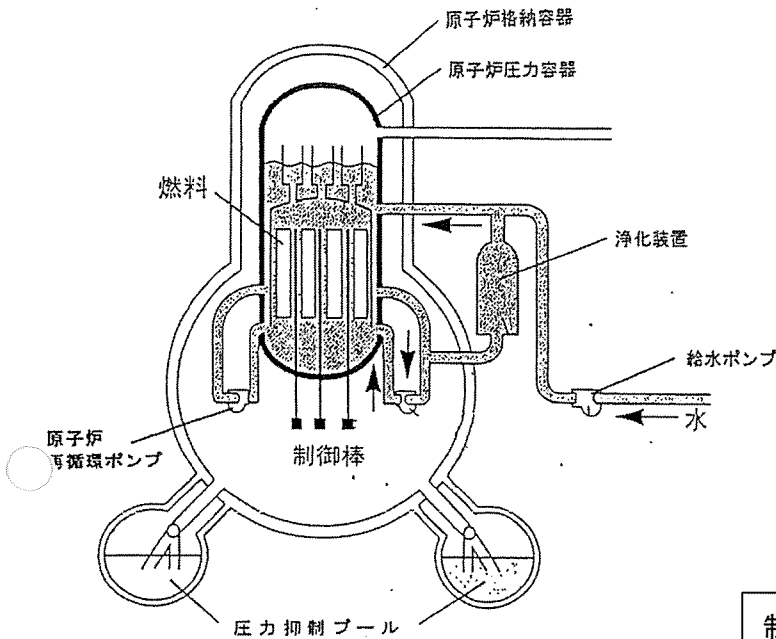


弁体開き角度が約35°の主給水逆止弁のワッシャーは、弁軸下側に接触しながらワッシャー内側の一箇所に偏った摩耗が発生し、さらに偏摩耗が進展、脱落したものと推定される。

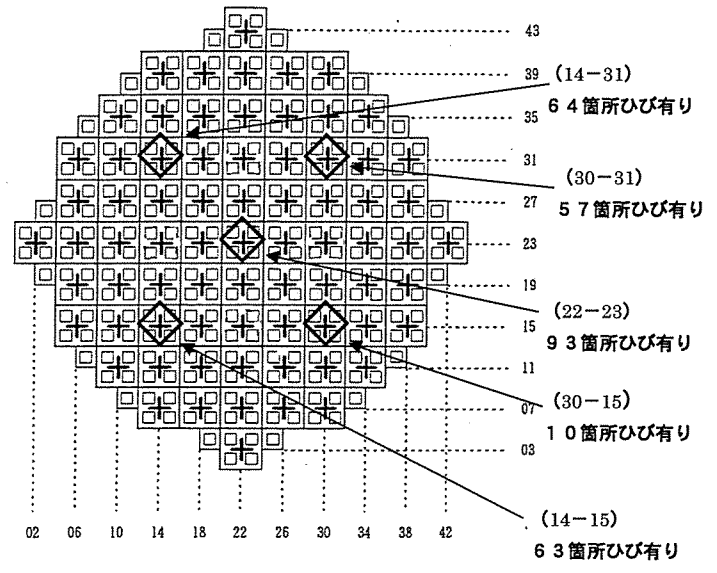
対策

弁番号	材質	対策
主給水逆止弁 V-220-58A 58B 62A 62B	ワッシャー : SUS403 弁軸 : SUS431	<ul style="list-style-type: none"> ワッシャーおよび弁軸を同材質の新品に取り替えた。 58A および 62B の弁体開き角度の調整を実施した。 作業手順書に弁体開き角度調整の実施を明記した。 次回定検で、ワッシャーを必要としない弁体構造に変更する。
原子炉給水ポンプ出口逆止弁 V-605-101A 101B 101C	ワッシャー 101A, B : ニッケル銅合金 101C : BC3 弁軸 : SUS403	<ul style="list-style-type: none"> ワッシャーの材質を SUS403、弁軸の材質を SUS431 として新品に取り替えた。 作業手順書に、弁体開き角度調整の実施を明記した。 次回定検で、ワッシャーを必要としない弁体構造に変更する。

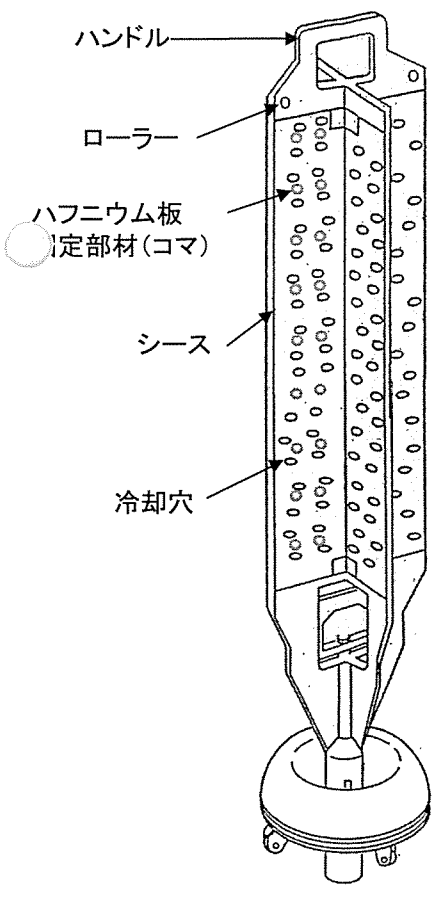
新型制御棒表面のシースとハフニウム板固定部材との溶接部近傍のひびについて



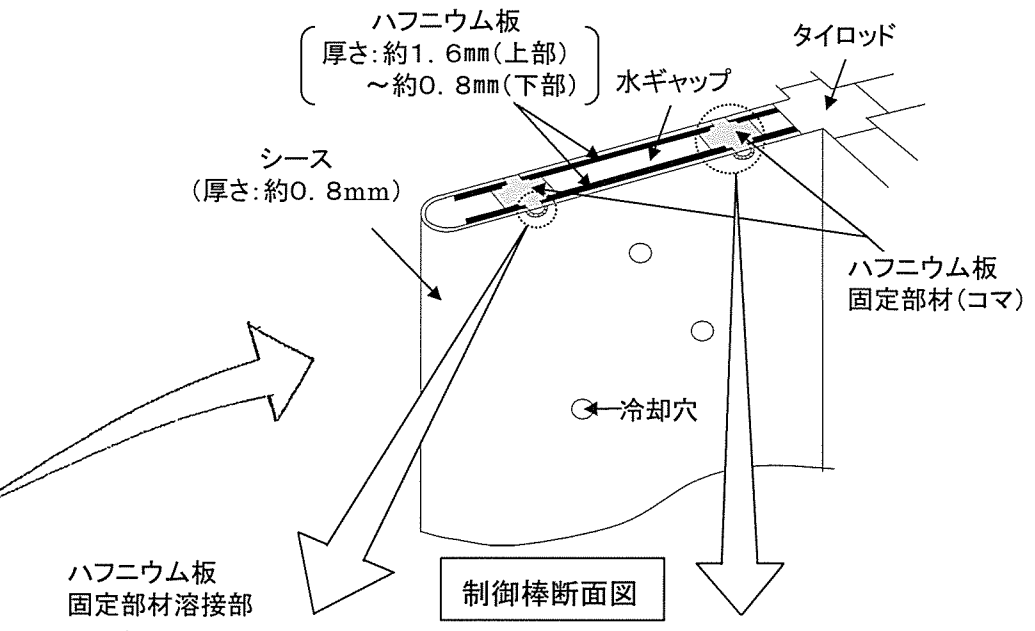
(沸騰水型軽水炉) 概略図



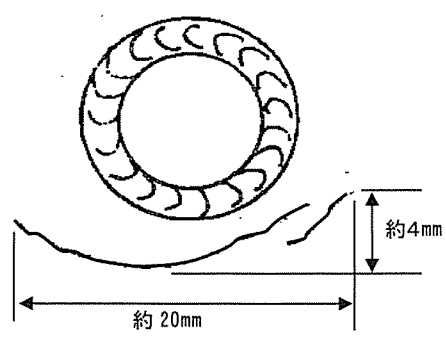
制御棒位置図
□: 燃料集合体 308体
+: 制御棒 73本
◇: ひびが見つかった制御棒 (5本)
従来型制御棒 (新品) に取り替え



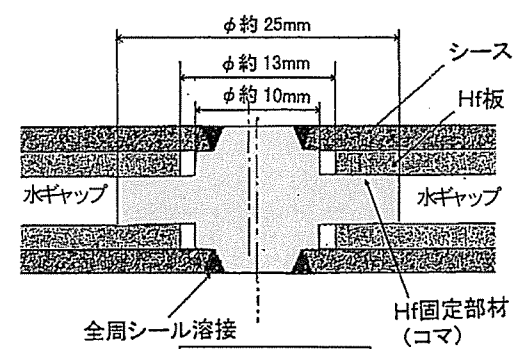
制御棒概略図



制御棒断面図



ひびの状況図(代表箇所)



断面拡大図

(参考)

敦賀発電所 1 号機 第28回定期検査で実施した自主点検の例

①制御棒点検工事

平成9年10月、定格出力運転中の敦賀1号機において、海外メーカー製新型制御棒の表面の一部が膨れ、制御棒が動作しなくなった事象に鑑み、今定期検査では、前回定検(第27回)で取り替えた新型制御棒5本の健全性確認のため、外観目視点検を行った結果、ひび割れが確認された。

当初の計画では、5本の新型制御棒のうち2本について、点検する予定であったが、最初に点検を行なった制御棒にひび割れが確認されたことから、5本全てについて外観目視点検を実施した。

*本文「3. 定期検査中に確認された不具合について(2) 新型制御棒表面に確認されたひび割れ」参照

②制御棒駆動機構ハウジングフランジ部の点検

(参考図-1)

平成13年1月、敦賀1号機の第26回定期検査中、制御棒駆動機構の漏えい確認を行った際、駆動機構のハウジングフランジ面の面荒れが原因で、わずかな漏えいが認められた事象に鑑み、今定期検査で取替予定の制御棒駆動機構(12本)のハウジングフランジ面の外観目視点検した結果、異常がないことを確認した。

なお、3本については、軽度の面荒れが認められたことから、念のため手入れを行い、原子炉水圧試験において漏えいがないことを確認した。

③蒸気ドレン系小口径配管点検工事

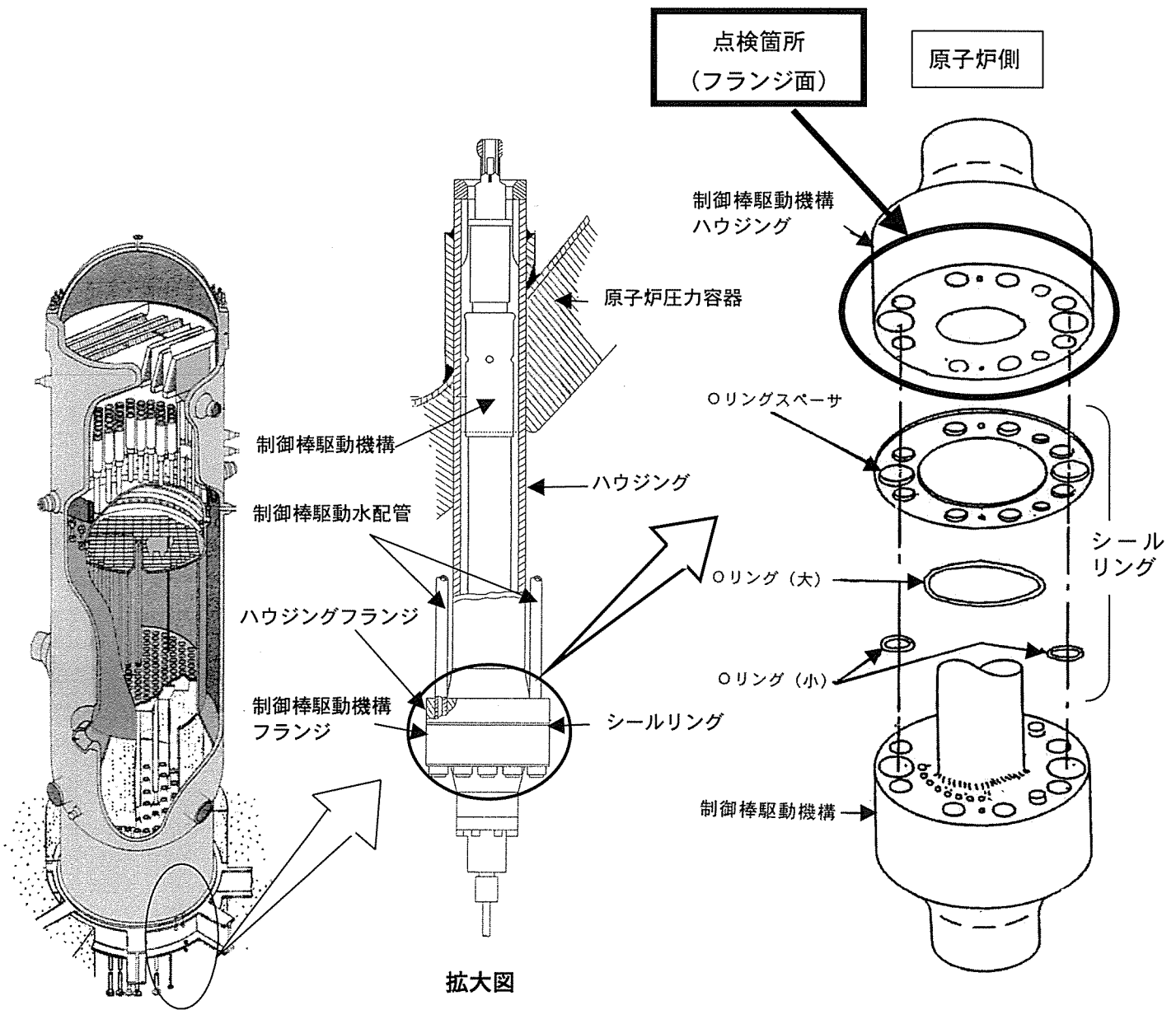
(参考図-2)

平成13年10月、定格出力運転中の敦賀1号機において、弁のシートパスにより発生した高速の蒸気ドレンにより、タービン衛帯蒸気ドレン配管エルボ部が減肉し、蒸気が漏えいした事象に鑑み、類似の蒸気ドレン系配管のエルボ部については放射線透過試験等を、弁については分解点検を行った結果、ともに異常がないことを確認した。

制御棒駆動機構ハウジングフランジ部の点検

平成13年1月、敦賀1号機の第26回定期検査中、制御棒駆動機構の漏えい確認を行った際、駆動機構のハウジングフランジ面の面荒れが原因で、わずかな漏えいが認められた事象に鑑み、今定期検査で取替予定の制御棒駆動機構（12本）のハウジングフランジ面の外観目視点検を行った結果、異常がないことを確認した。

なお、3本については、軽度の面荒れが認められたことから、念のため手入れを行い、原子炉水圧試験において漏えいがないことを確認した。



原子炉圧力容器構造図

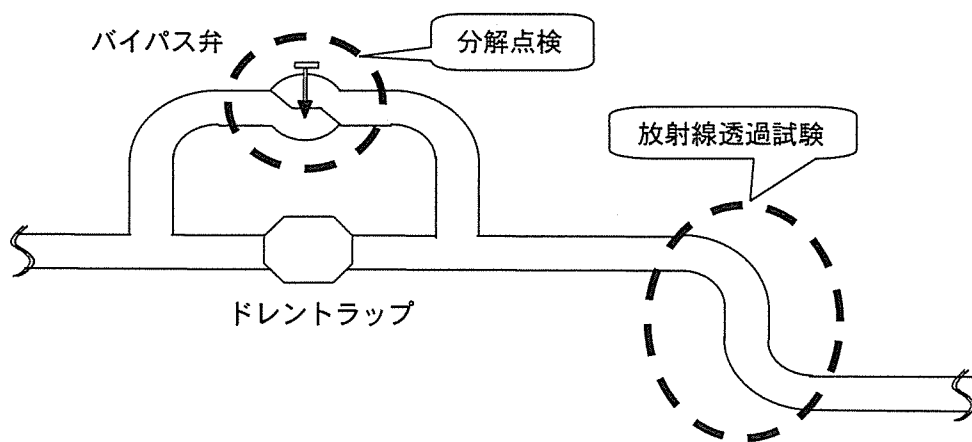
制御棒駆動機構フランジ部構造図

蒸気ドレン系小口径配管点検工事

平成13年10月、定格出力運転中の敦賀1号機において、弁のシートパスにより発生した高速の蒸気ドレンにより、タービン衛帯蒸気ドレン配管エルボ部が減肉し、蒸気が漏えいした事象に鑑み、類似の蒸気ドレン系配管のエルボ部については放射線透過試験等を、弁については分解点検を行った結果、ともに異常がないことを確認した。

(点検箇所総数 配管：56箇所、弁：19箇所)

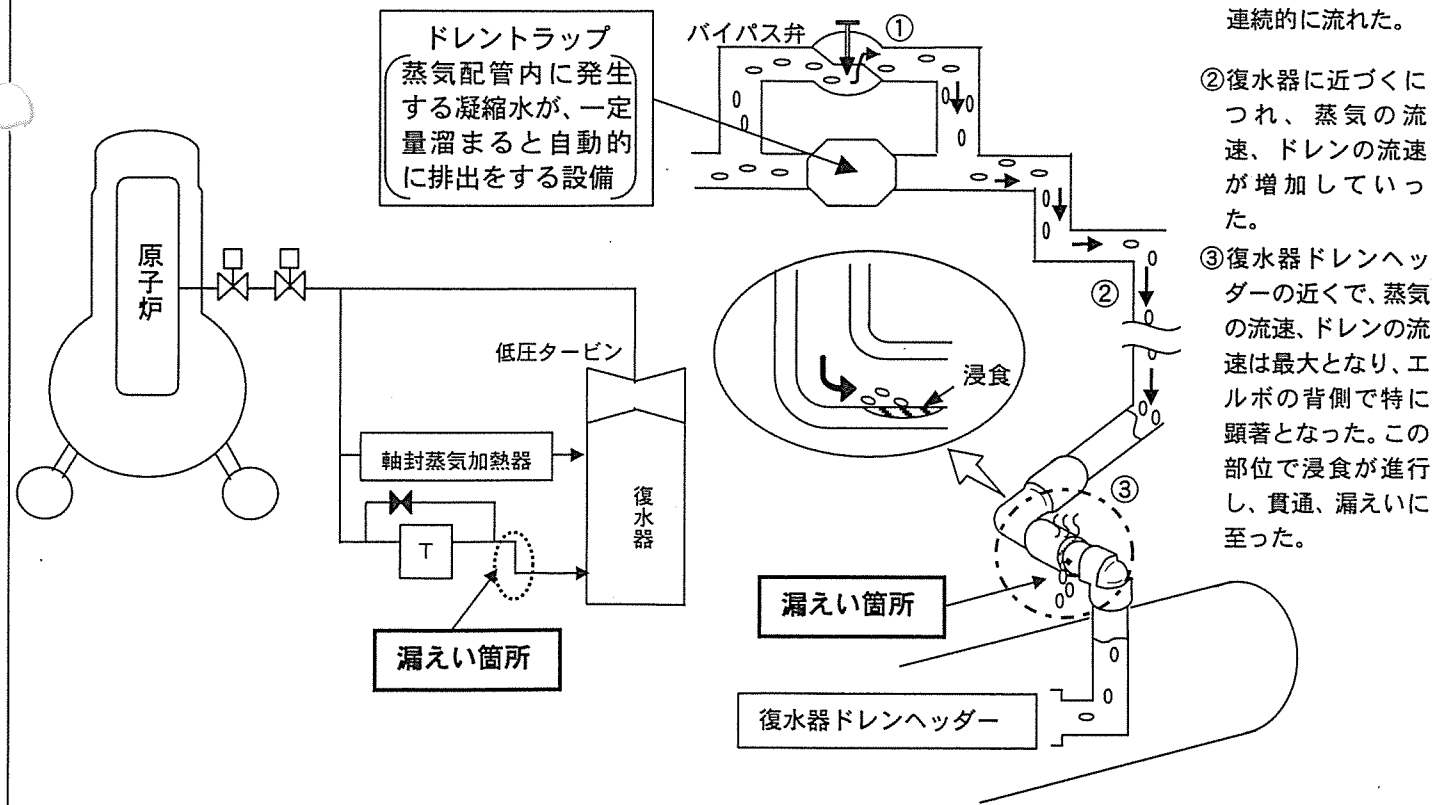
今定期検査における点検例



タービン衛帯蒸気ドレン系漏えい事象の概要 (平成13年10月に敦賀発電所1号機にて発生)

《概略図》

《発生メカニズム》



- ①ドレントラップのバイパス弁にシートパスがあったことから、ドレンが連続的に流れた。
- ②復水器に近づくにつれ、蒸気の流速、ドレンの流速が増加していった。
- ③復水器ドレンヘッダーの近くで、蒸気の流速、ドレンの流速は最大となり、エルボの背側で特に顕著となった。この部位で浸食が進行し、貫通、漏えいに至った。