



平成15年8月6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開始について

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15年6月14日から第28回定期検査を実施しておりましたが、8月7日に原子炉を起動し、同日中に臨界となる予定です。

その後は諸試験を実施し、8月中旬（8月9日～12日頃\*）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定常運転を開始する予定です。

- \* 調整運転開始日は、タービンバランシング作業（調整運転開始前にタービン発電機の回転数を上昇させてタービン車軸の振動を測定し、振動の状況によっては、タービンの車軸にバランスウエイトを取り付け、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変わります。

以上

---

添付資料 敦賀発電所1号機 第28回定期検査の実施状況

参考資料 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

## 敦賀発電所1号機 第28回定期検査の実施状況

### 1. 主要工事

#### (1) 制御棒取替工事

(図-1 参照)

放射性廃棄物の低減を図るため、炉内の制御棒73本のうち4本を、従来型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<sup>\*1</sup>に取り替えました。

なお、今回の定期検査の中で実施した「制御棒点検工事」で、前回定期検査にて取り替え、制御用<sup>\*2</sup>として使用してきた新型制御棒5本の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にひびが認められました。このため、今回取り替えた新型制御棒4本については、当初予定していた制御用としては使用せず、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ました。

(詳細は本文4「定期検査中に発生した事象」参照)

\*1 新型制御棒：中性子吸収材を従来型のボロンカーバイド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。

\*2 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ランド蒸気系配管<sup>\*</sup>に、ガス抜き用のベントラインを新たに設置しました。

\*タービンランド蒸気系配管：高压タービン軸封部からの空気吸い込みを防止するため、プラント起動・停止時に軸封部へ主蒸気の一部を送る配管。

#### (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压力容器の材料特性変化を把握するため、原子炉压力容器内に設置している照射試験片を取り出しました。

### 2. 主要点検

#### (1) 制御棒駆動水圧系配管等ステンレス配管の点検

(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、ステンレス材を用いた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配管（非常用復水器系、原子炉再循環系、高压注水系等の12系統と計装系配管）の外観目視点検および塩分量測定（121箇所）を行いました。

点検の結果、19箇所で軽微な発錆、6箇所で塩分量が高いことを確認しました。

これらの箇所については、浸透探傷検査を行いました。指示は認められませんでした。

なお、今回、外観目視点検を実施した範囲については、念のため洗浄しました。

## (2) 原子炉再循環系配管等の点検

(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（1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ました。

なお、本点検については、平成15年5月16日発表の「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等点検計画書」に基づき実施したものです。

## 3. 燃料集合体取替

燃料集合体全数308体のうち、56体を新燃料集合体（9×9燃料集合体）に取り替えました。

また、燃料集合体（8体）について外観検査を実施した結果、異常は認められませんでした。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ました。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ました。

## 4. 定期検査中に発生した事象

### (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ました。主給水逆止弁のワッシャー（ステンレス製）については、給水スパージャ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）については、第4給水加熱器（B）水室内から回収しました。

調査の結果、主給水逆止弁は弁体開き角度を約45度（設計角度）に調整されるべきところ、実際は約35度となっており、給水の流れに伴うワッシャーの揺動により、偏摩耗が進展したと推定されました。また、原子炉給水ポンプ出口逆止弁は回転による全周摩耗として進展していましたが、1箇所で偏摩耗状態となり、開口・脱落したものと推定されました。なお、原子炉給水ポンプ出口逆止弁のワッシャーは比較的柔らかい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ました。

これらの対策として、主給水逆止弁（4台）については弁軸及びワッシャーを同材質の新品と交換するとともに弁体開き角度の小さかった弁は設計角度に調整しました。また、原子炉給水ポンプ出口逆止弁（3台）については弁軸およびワッシャーを耐摩耗性の高いステンレス製に取替えました。

## (2) 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

(図－6 参照)

「制御棒点検工事」において、前回定期検査で取り替えた新型制御棒5本について外観目視点検したところ、制御棒表面のシース（ステンレス材の板：SUS316L）とハフニウム板固定部材（ステンレス材）の溶接部近傍にひびを確認しました。

新型制御棒については、運転中、原子炉出力を一定に維持するための制御用として炉心に部分挿入していますが、ひびはこの炉心に挿入されていた範囲に存在していました。

ひびの原因については、観察されたひびの特徴から応力腐食割れによるものと推定されました。

なお、ひびが認められた5本の制御棒については、従来型の制御棒に取り替えました。

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す。

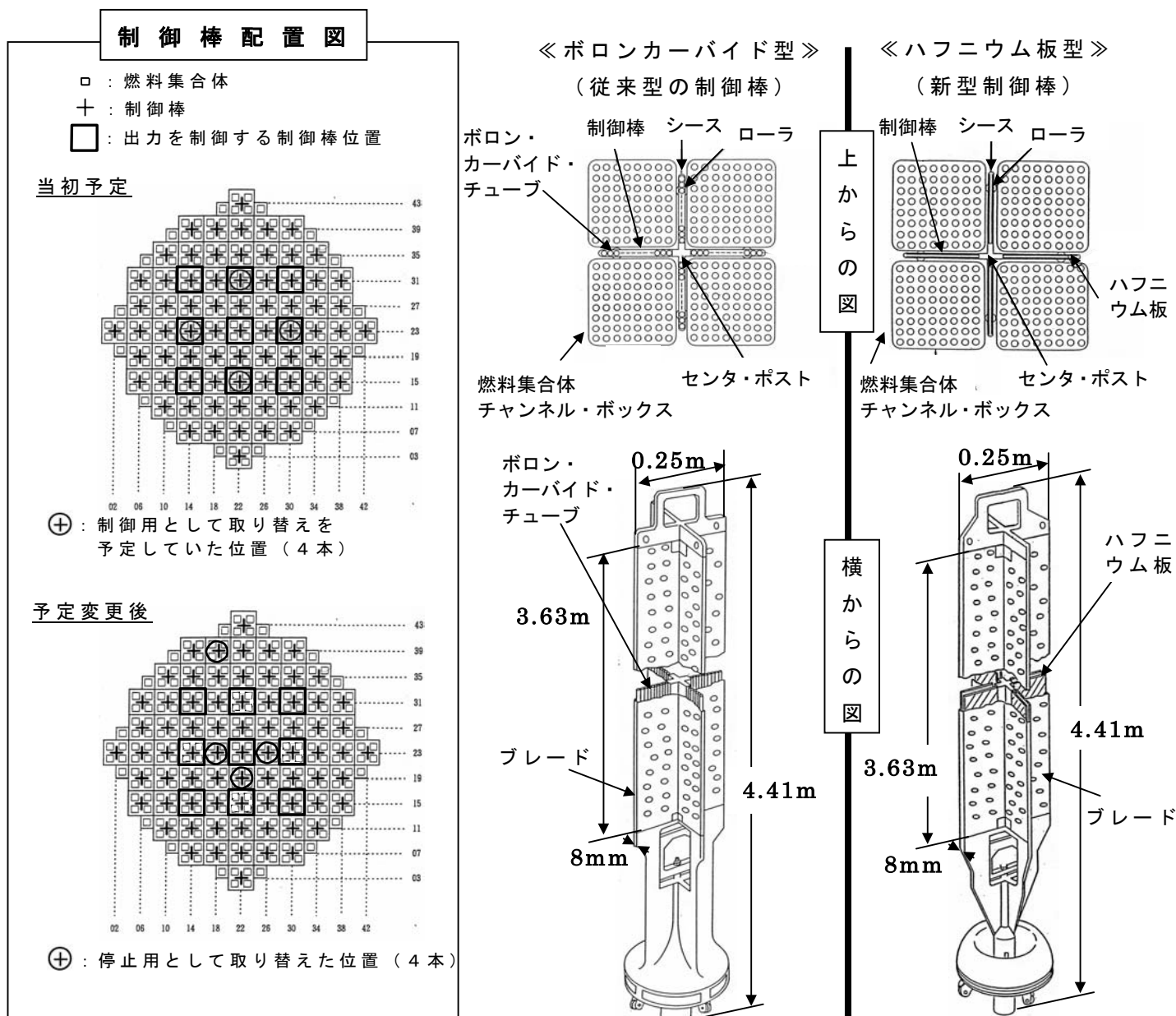
## 5. 次回定期検査予定

次回定期検査は平成16年秋頃を予定しています。

以 上

### 制御棒取替工事

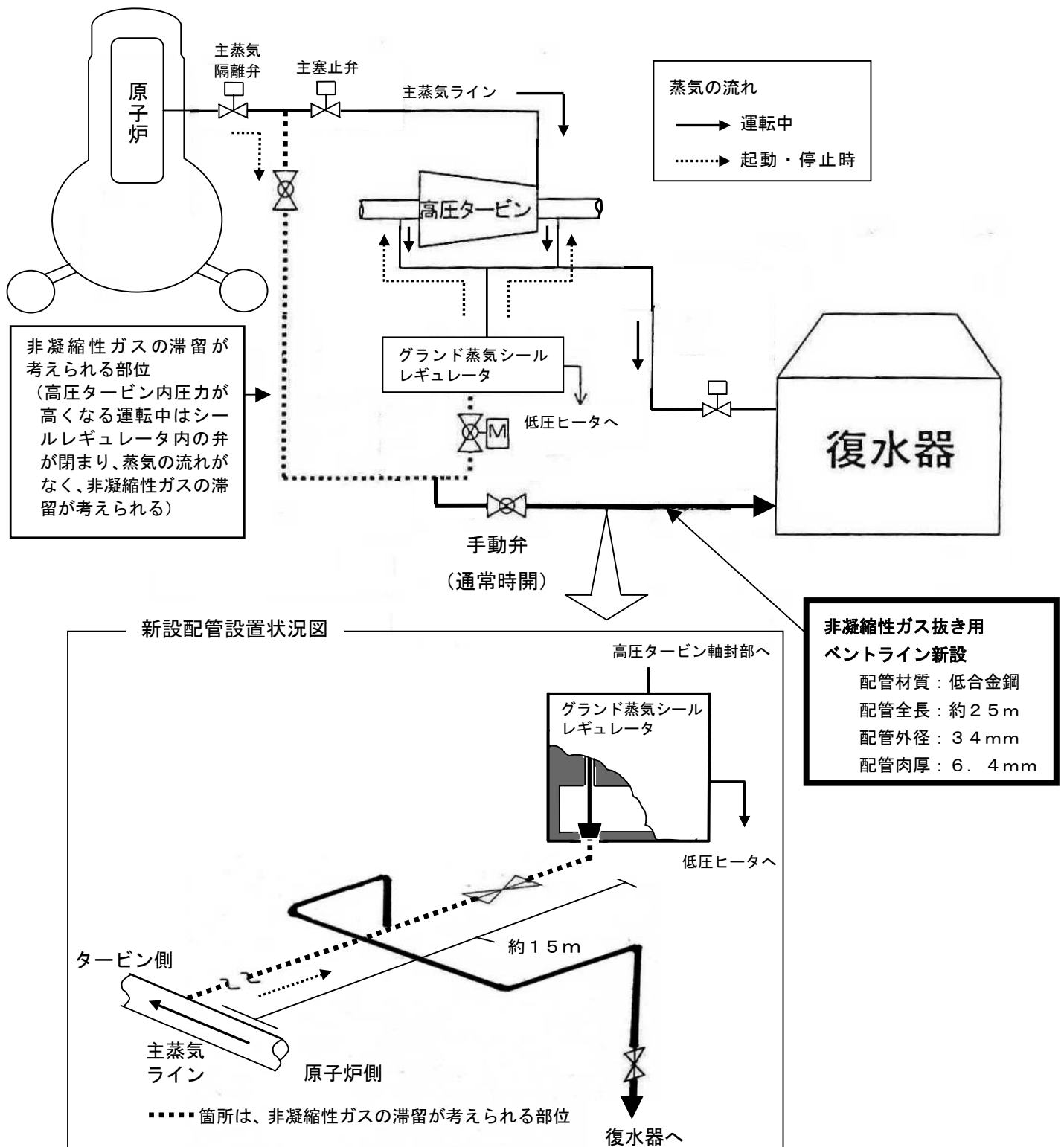
放射性廃棄物の低減を図るため、炉内の制御棒73本のうち4本を、従来型の制御棒に比べて炉内で長期間使用することができる新型制御棒に取り替えました。なお、今回の定期検査の中で実施した「制御棒点検工事」で、前回定期検査にて取り替え、制御用として使用してきた新型制御棒5本の制御棒表面のシースとハフニウム板固定部材との溶接部近傍にひびが認められました。このため、今回取り替えた新型制御棒4本については、当初予定していた制御用としては使用せず、原子炉停止時のみ炉心に挿入される停止用として使用することとしました。



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ました。

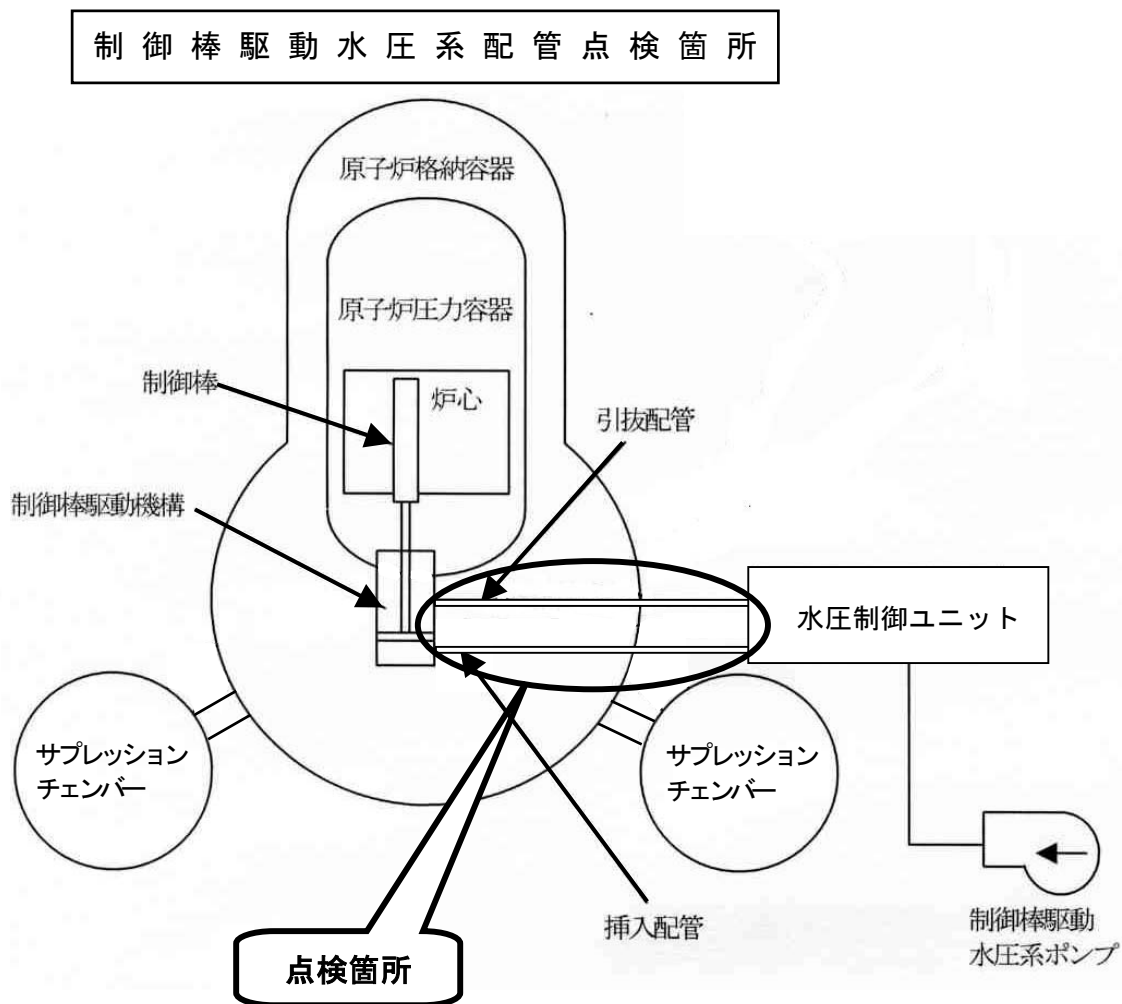


### 制御棒駆動水圧系配管等ステンレス配管点検工事

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、ステンレス材を用いた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配管（非常用復水器系、原子炉再循環系、高圧注水系等の12系統と計装系配管）の外観目視点検および塩分量測定（121箇所）を行いました。

点検の結果、19箇所では軽微な発錆、6箇所では塩分量が高いことを確認しました。これらの箇所については、浸透探傷検査を行いました。指示は認められませんでした。

なお、今回、外観目視点検を実施した範囲については、念のため洗浄しました。



外観目視点検：目視点検可能な範囲  
 付着塩分量測定：代表ポイント

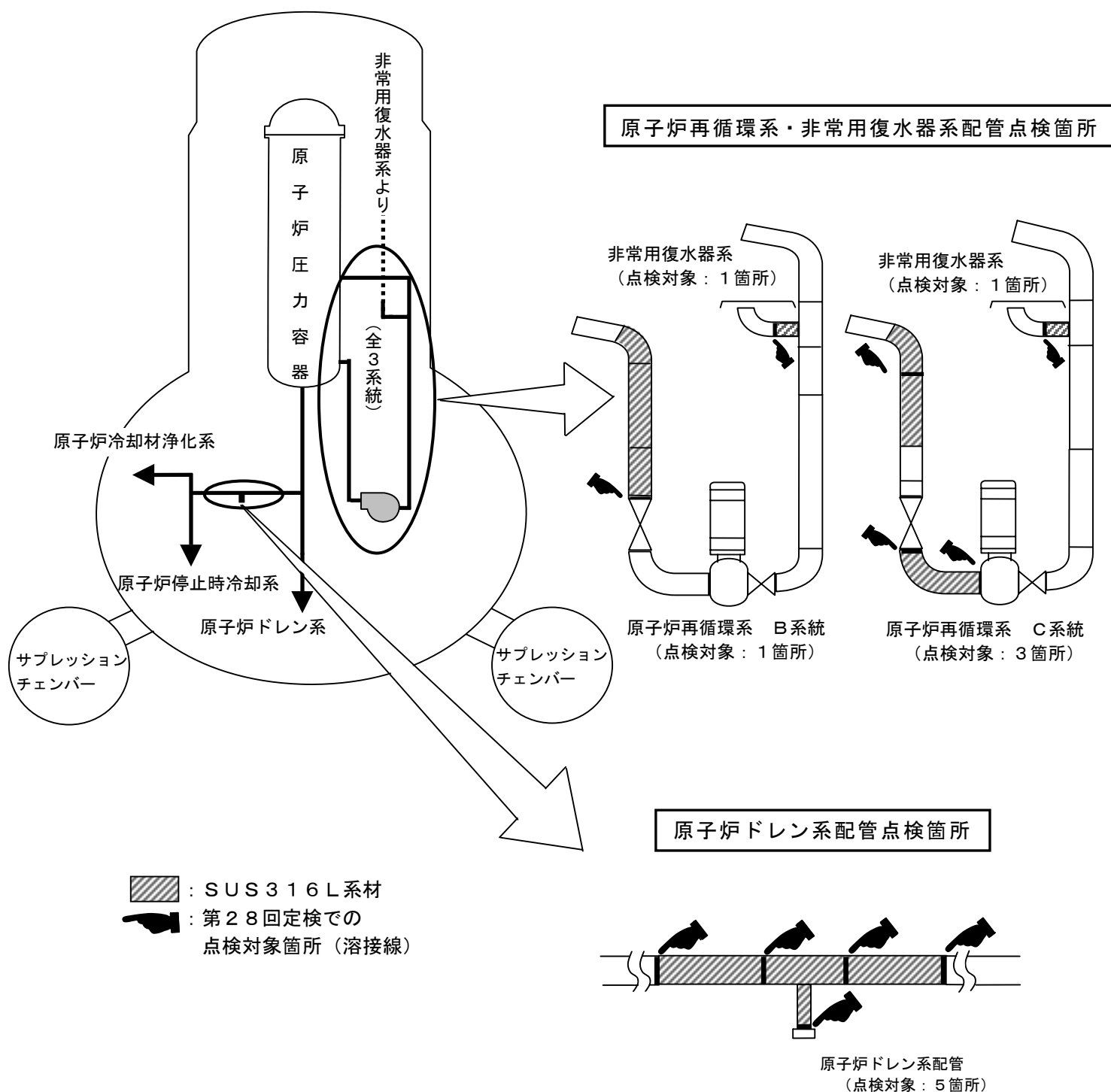
#### 制御棒駆動水圧系配管以外の主な点検箇所

- ・ 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
- ・ 原子炉压力容器頭部冷却系

### 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ました。

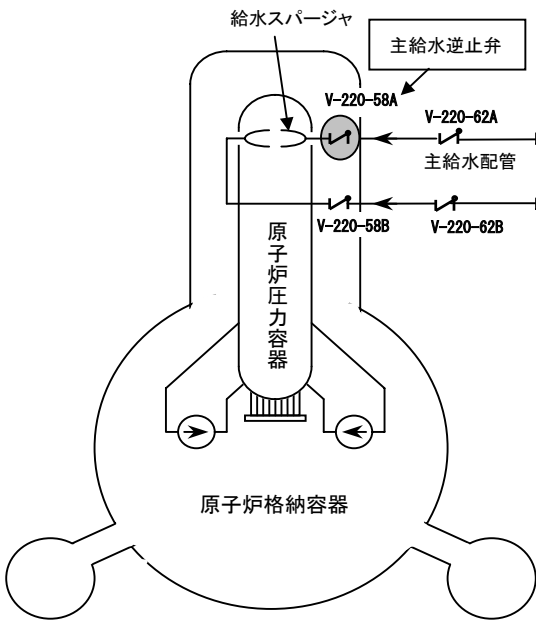
なお、本点検については、平成15年5月16日発表の「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等点検計画書」に基づき実施したものです。



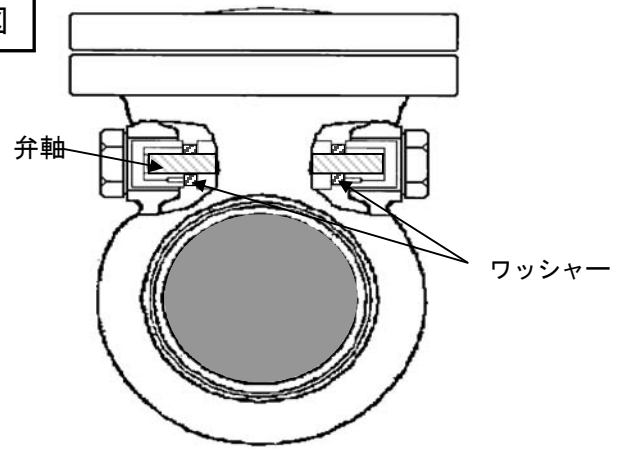


### 主給水逆止弁等の構成部品の紛失

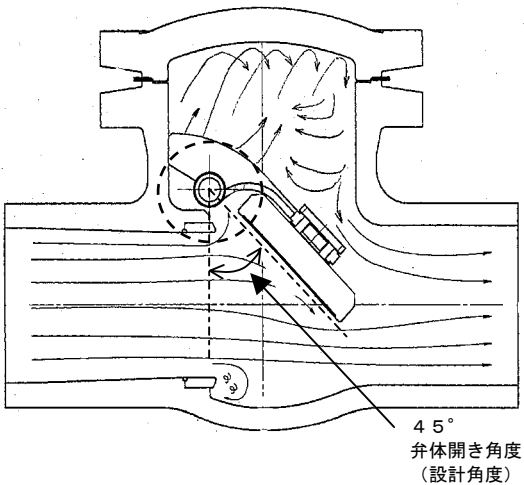
#### 系統概略図



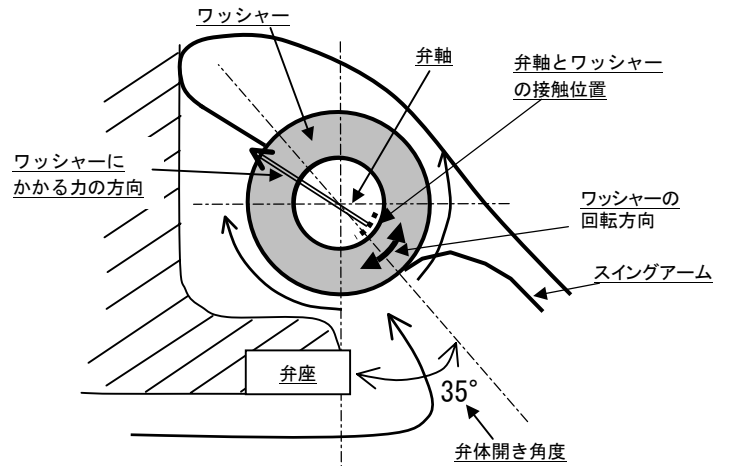
#### 逆止弁構造図



#### 逆止弁断面図



#### 主給水逆止弁 (V-220-58A) の摩耗メカニズム

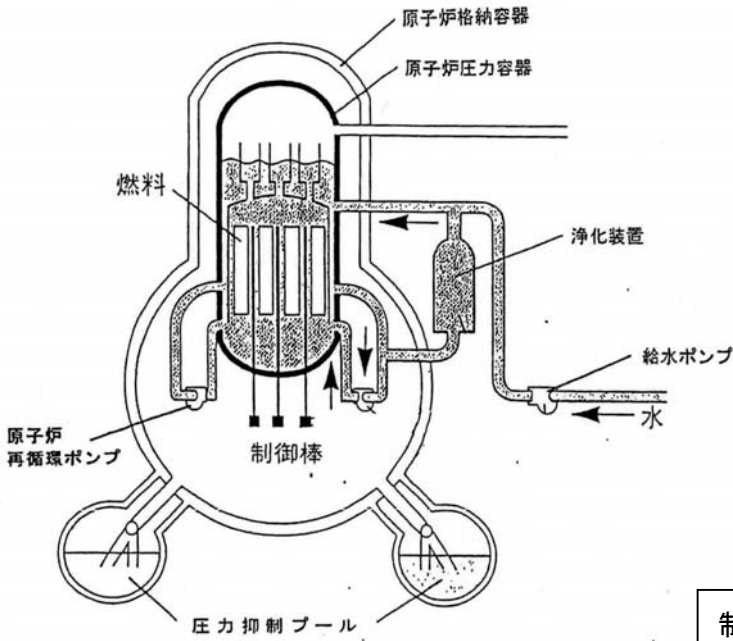


弁体開き角度が約35°の主給水逆止弁のワッシャーは、弁軸下側に接触しながらワッシャー内側の一箇所に偏った摩耗が発生し、さらに偏摩耗が進展、脱落したものと推定される。

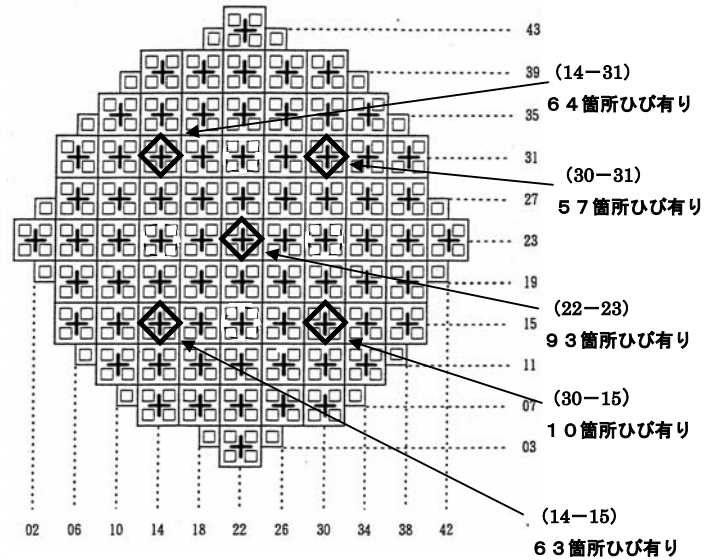
#### 対策

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"> <li>ワッシャーおよび弁軸を同材質の新品に取り替えた。</li> <li>58A および 62B の弁体開き角度の調整を実施した。</li> <li>作業手順書に弁体開き角度調整の実施を明記した。</li> <li>次回点検で、ワッシャーを必要としない弁体構造に変更する。</li> </ul>
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"> <li>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。</li> <li>作業手順書に、弁体開き角度調整の実施を明記した。</li> <li>次回点検で、ワッシャーを必要としない弁体構造に変更する。</li> </ul>

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

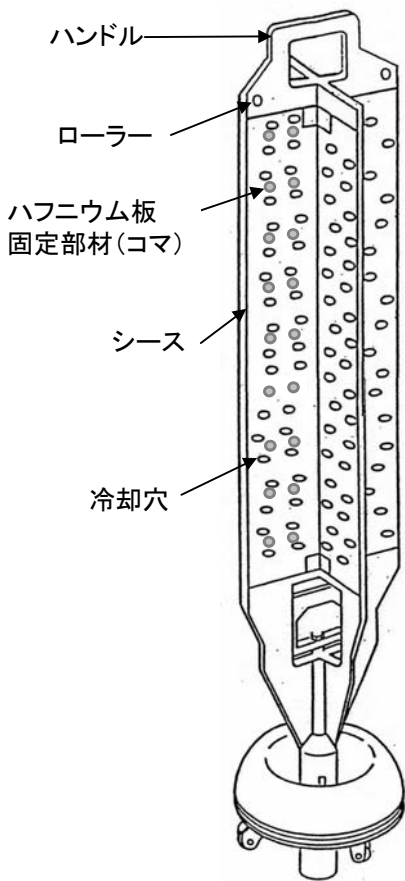


(沸騰水型軽水炉)概略図

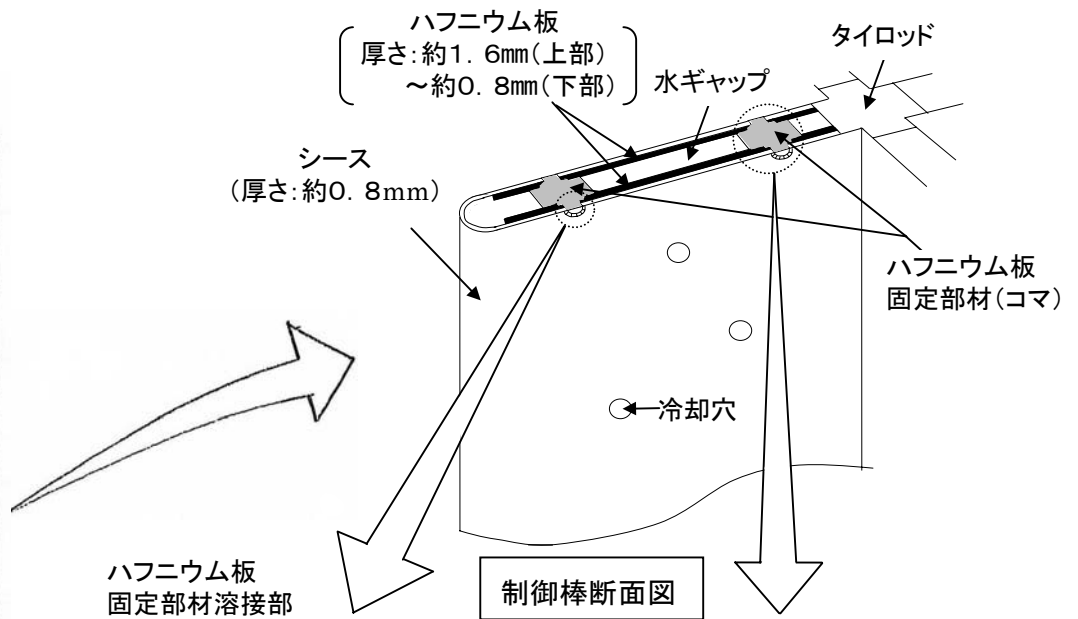


制御棒位置図

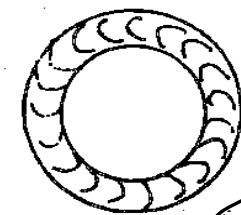
- : 燃料集合体 308体
- + : 制御棒 73本
- ◇ : ひびが見つかった制御棒 (5本)  
従来型制御棒 (新品) に取り替え



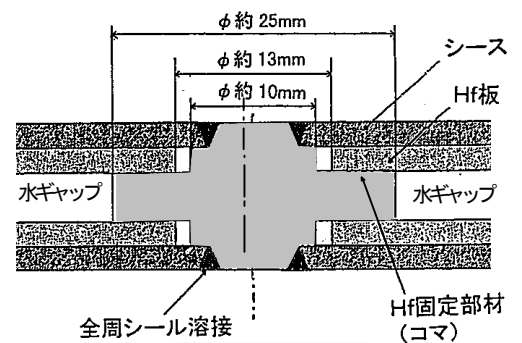
制御棒概略図



制御棒断面図



ひびの状況図(代表箇所)



断面拡大図

## 敦賀発電所 1 号機 第 2 8 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 1 0 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ブレードの一部に膨らみ状の変形が生じたことにより、制御棒が動作不良となった事象に鑑み、前回（第 2 7 回）定期検査で取り替えた新型制御棒 5 本のうち 2 本について、健全性確認のため外観目視点検を行ったところ、1 本目の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にひびが認められました。そのため、残りの 4 本についても外観目視点検を行ったところ、同様のひびが認められました。

（詳細は本文 4 「定期検査中に発生した事象」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 参照）

平成 1 3 年 1 月、敦賀 1 号機の第 2 6 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、今定期検査で取り替えた制御棒駆動機構（1 2 本）のハウジングフランジ面の外観目視点検を行い、異常がないことを確認しました。

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、その後の原子炉水圧試験にて漏えいがないことを確認しました。

### (3) 蒸気ドレン系小口径配管点検工事

（参考図－2 参照）

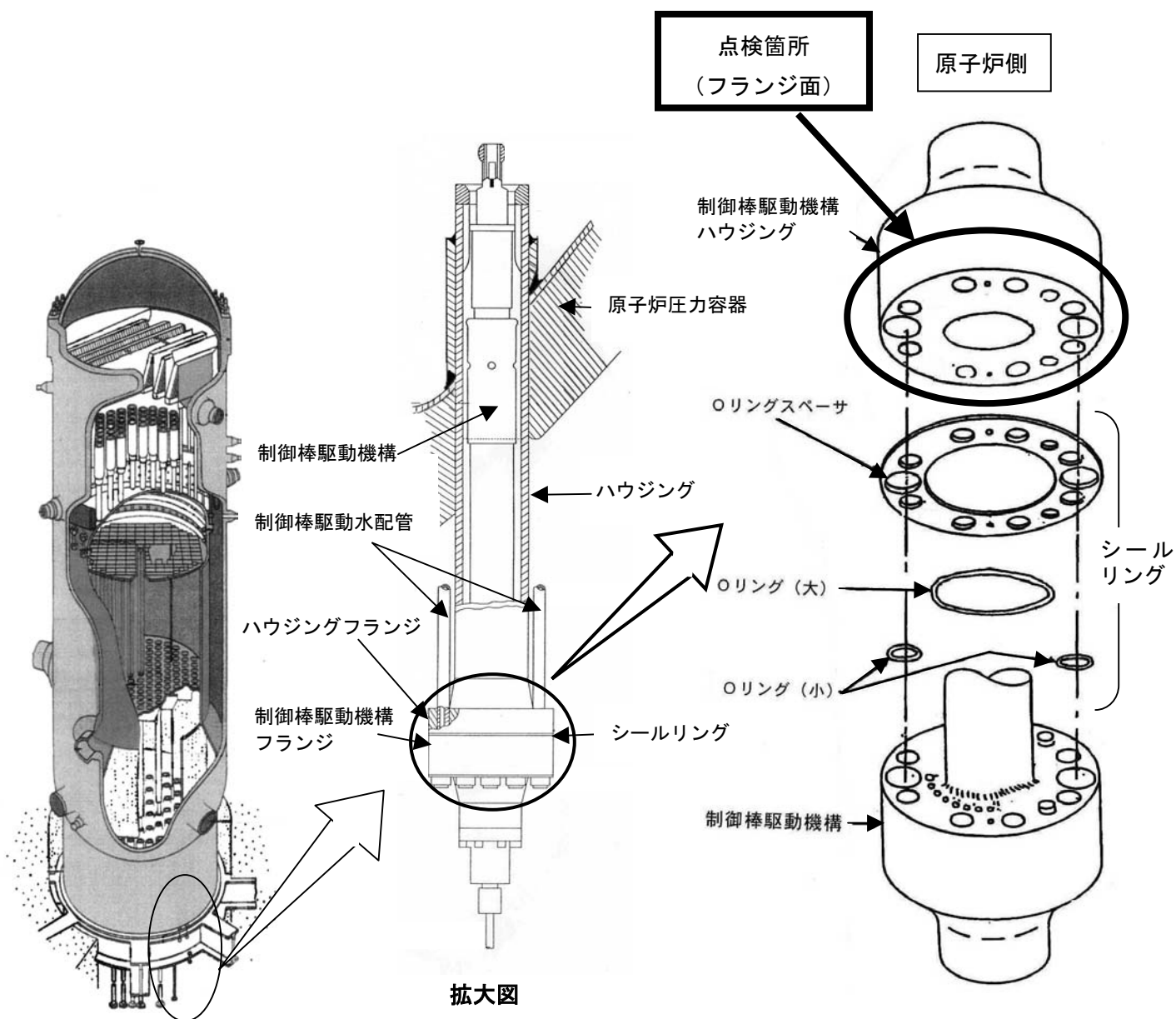
平成 1 3 年 1 0 月、定格出力運転中の敦賀 1 号機において、弁のシートパスにより発生した高速の蒸気ドレンにより、タービン衛帯蒸気ドレン配管エルボ部が減肉し、蒸気が漏えいした事象に鑑み、類似の蒸気ドレン系配管のエルボ部については放射線透過試験等を、弁については分解点検を行い、ともに異常がないことを確認しました。

以 上

### 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い、異常がないことを確認しました。

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、その後の原子炉水圧試験にて漏えいがないことを確認しました。



原子炉圧力容器構造図

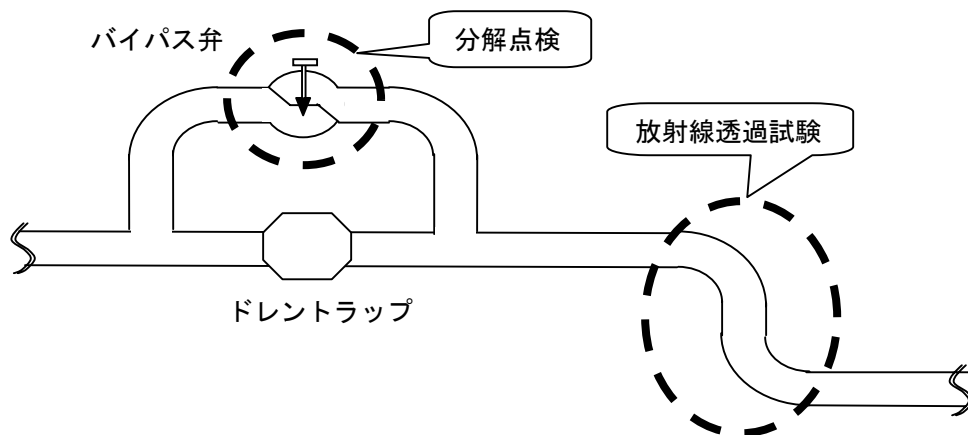
制御棒駆動機構フランジ部構造図

## 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い、ともに異常がないことを確認しました。

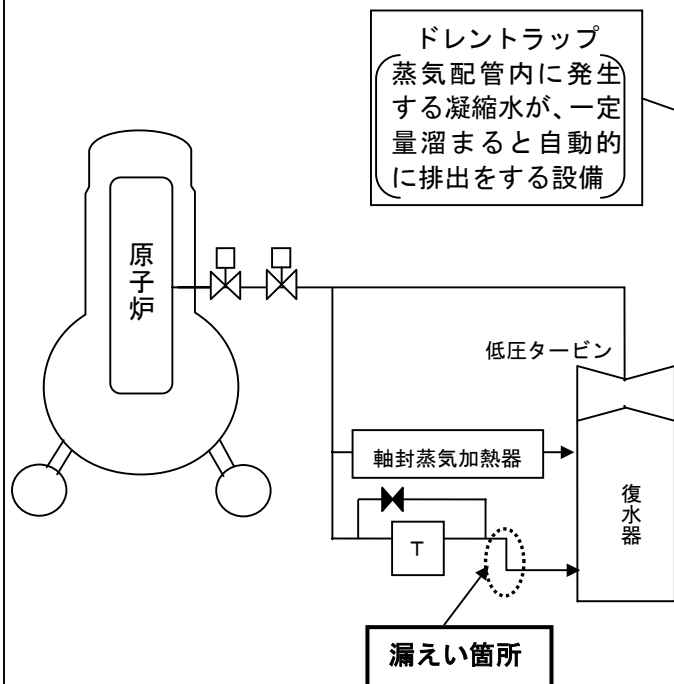
(点検箇所総数 配管：56箇所、弁：19箇所)

### 今定期検査における点検例

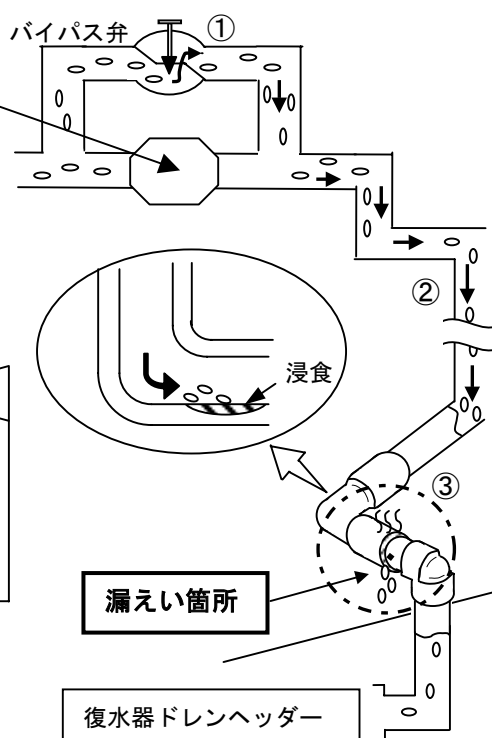


### タービン衛帯蒸気ドレン系漏えい事象の概要 (平成13年10月に敦賀発電所1号機にて発生)

#### 《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。