

敦賀発電所 2 号機の原子炉手動停止について (原子炉格納容器内床面等でのホウ酸の発見の原因と対策)

敦賀発電所 2 号機（加圧水型軽水炉：定格電気出力 116 万キロワット）は、定格熱出力一定運転中のところ、6 月 5 日に格納容器内監視カメラで、1 次冷却材ポンプ（C）ループ室地下 2 階床面等に付着物が確認されたことから、翌 6 日に同室内に入域し、付着物を採取し分析した結果、1 次冷却材中に含まれる放射能とホウ酸を確認しました。

1 次冷却材の漏えいを監視している格納容器サンプ水位や放射線モニタ等に有意な変化は認められませんでした。漏えい箇所の特定や詳細な点検調査を行うため、6 月 9 日 14 時に原子炉を手動停止しました。

なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はありません。

格納容器内点検の結果、漏えいの痕跡（ホウ酸）が見られた H 鋼の真上にあるホウ酸注入系統^{*1}のテストコネクタ弁^{*2}（閉止状態）下流に取り付けられている閉止栓（スウェージロック）付近に、ホウ酸の析出が認められました。

このため、当該箇所を一時的に隔離し、漏えいの原因の詳細調査を行うこととしました。

* 1：ホウ酸注入系統

非常用炉心冷却設備の一つで、事故時に中性子を吸収するホウ酸を原子炉に注入する系統

* 2：テストコネクタ弁

定期検査時の試験や水抜きの際に使用する弁

（平成 17 年 6 月 8 日、10 日発表済）

1. 配管の調査結果

- ・当該箇所の保温材を取り外し、外観点検を行った結果、閉止栓から約 11 cm の範囲にホウ酸の析出が認められました。
- ・ホウ酸注入タンク系統配管との接続部から閉止栓までの範囲について浸透探傷検査を行い、指示模様がないことを確認しました。

2. テストコネクタ弁の調査結果

- (1) 弁の閉止状態
 - ・弁ハンドルは、規定の締付けトルク以上で締付けられていることを確認しました。
- (2) 構成部品の状態
 - ・弁体と弁座の接触面（シート面）を観察した結果、弁体側の 1 箇所で異物の噛込み跡とシート面の当たり不良が見られ、この箇所に接触する弁座側のシート面にも当たり不良が見られました。この他、弁座側のシート面の 1 箇所に当たり不良が見られました。
 - ・その他の構成部品（弁、弁棒、グランドパッキン等）に損傷等の異常は認められず、適正に取り付けられていることを確認しました。
- (3) 点検・操作履歴
 - ・当該弁の操作実績から、前回（第 14 回）定期検査においてグランドパッキンを取替えるまで、運転開始以降、弁操作が行われていないことを確認しました。また、閉止栓の操作も、運転開始以降、行われていないことを確認しました。
 - ・グランドパッキンの取替えは、当該弁内に水がある状態で弁を全開にして行ったことを確認しました。

3. 閉止栓の調査結果

(1) 締付け状態

- ・閉止栓のナットとキャップの間の隙間を測定した結果、隙間は3.4mmでメーカー指定値(3.2mm以下)^{*3}より広いことがわかりました。

(2) 構成部品の状態

- ・閉止栓のシール部を構成するフロントフェルール^{*4}の外観観察の結果、小径側外表面に擦り痕が認められましたが、拡大鏡で観察した結果、漏えいにつながるような傷は認められませんでした。
- ・フロントフェルールが取り付けられている配管表面の外観観察の結果、楕円状の傷が3箇所確認され、そのうちの1箇所は、フロントフェルールを横切っており、その箇所にはフロントフェールの明確な喰い込み跡が認められませんでした。
- ・フロントフェールの配管への喰い込み深さを測定した結果、メーカー指定値に基づき適正に締付けた場合とほぼ同じ深さであったことから、建設時の閉止栓の取付けは適切に行われていたものと推定されました。

(3) モックアップ試験

- ・新品の閉止栓を用いて傷等の再現試験を行った結果、フロントフェール表面の擦り痕はキャップをまわした時にできる接触痕であり、配管表面の傷はグライNDERの接触痕であると推定されました。
- ・接触痕および締付け状態を模擬した閉止栓を用いて漏えい試験を行った結果、接触痕による漏えいは認められませんでした。適正に締付けた後、隙間を3.4mmとした状態では漏えいが認められました。

*3：手でナットを締付けた後、レンチ等で1と1/4回転締付ける。締付けが十分であるか確認する場合には、隙間検査ゲージ(3.2mm)を用いる。

*4：フロントフェール

閉止栓を構成する部品。フロントフェール及びバックフェールをナットに組み込み、配管に取り付けた状態でナットを締め込むことにより、各フェールが配管外表面に食い込み、シールが可能となる。

4. 推定原因

- ・締付け状態を示す隙間が若干広がったこと等から、建設時に閉止栓を取り付けた後、運転開始前までに閉止栓を緩め再度締付けたが、締付けが不足していたものと推定されました。
- ・この状態で、前回定期検査時に当該弁のグランドパッキンを取り替えた際に、弁のシート部に1次冷却水中のクラッドが噛込み、シート漏れが発生しました。
- ・これにより、1次冷却水が当該弁の下流側(閉止栓側)に流れ込み、締付けが不足していた閉止栓からわずかながら漏れたものと推定されました。

5. 対策

- ・弁より下流の配管および閉止栓を新品に取替えます。
- ・弁の弁体および弁座の手入れを行います(調査過程で実施済み)。
- ・閉止栓について締付け確認を徹底することなどの留意点や、弁を開状態としてグランドパッキンを交換する際には、弁を閉じる前に十分水を流してクラッドの噛込みを防止するなどの留意点を所内規程に反映します。

原子炉格納容器内で1次冷却水が流れる系統にある弁等の下流に取り付けられている閉止栓のうち、これまで水抜き作業等のために取り外した実績等がないものについては、閉止栓を取り外して点検を行います。また、実績等がある

ものについても、隙間測定を行い締付け状態の確認を行ないます。

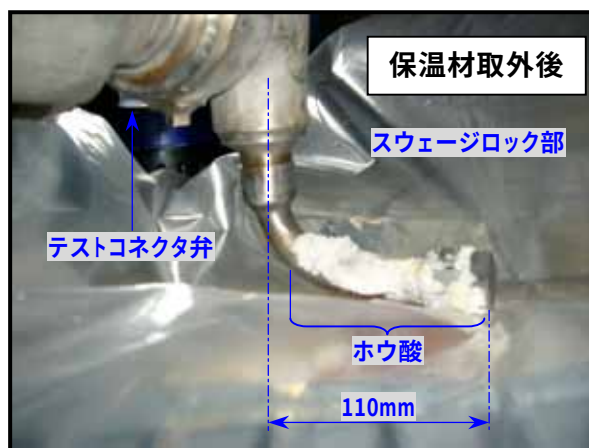
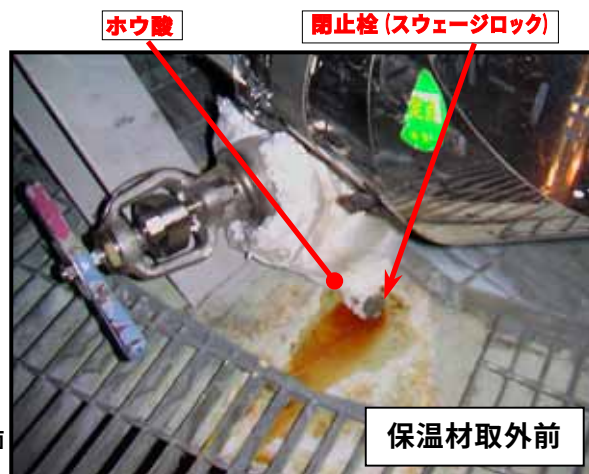
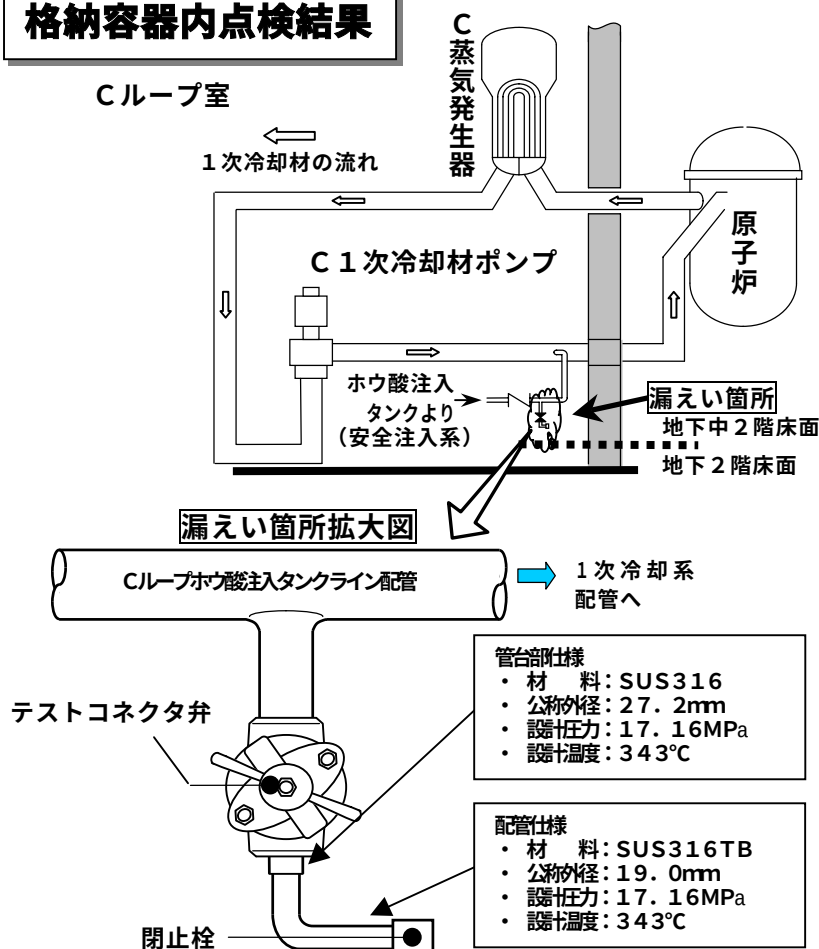
以 上

添付資料 1：点検結果概要（格納容器内、テストコネクタ弁）

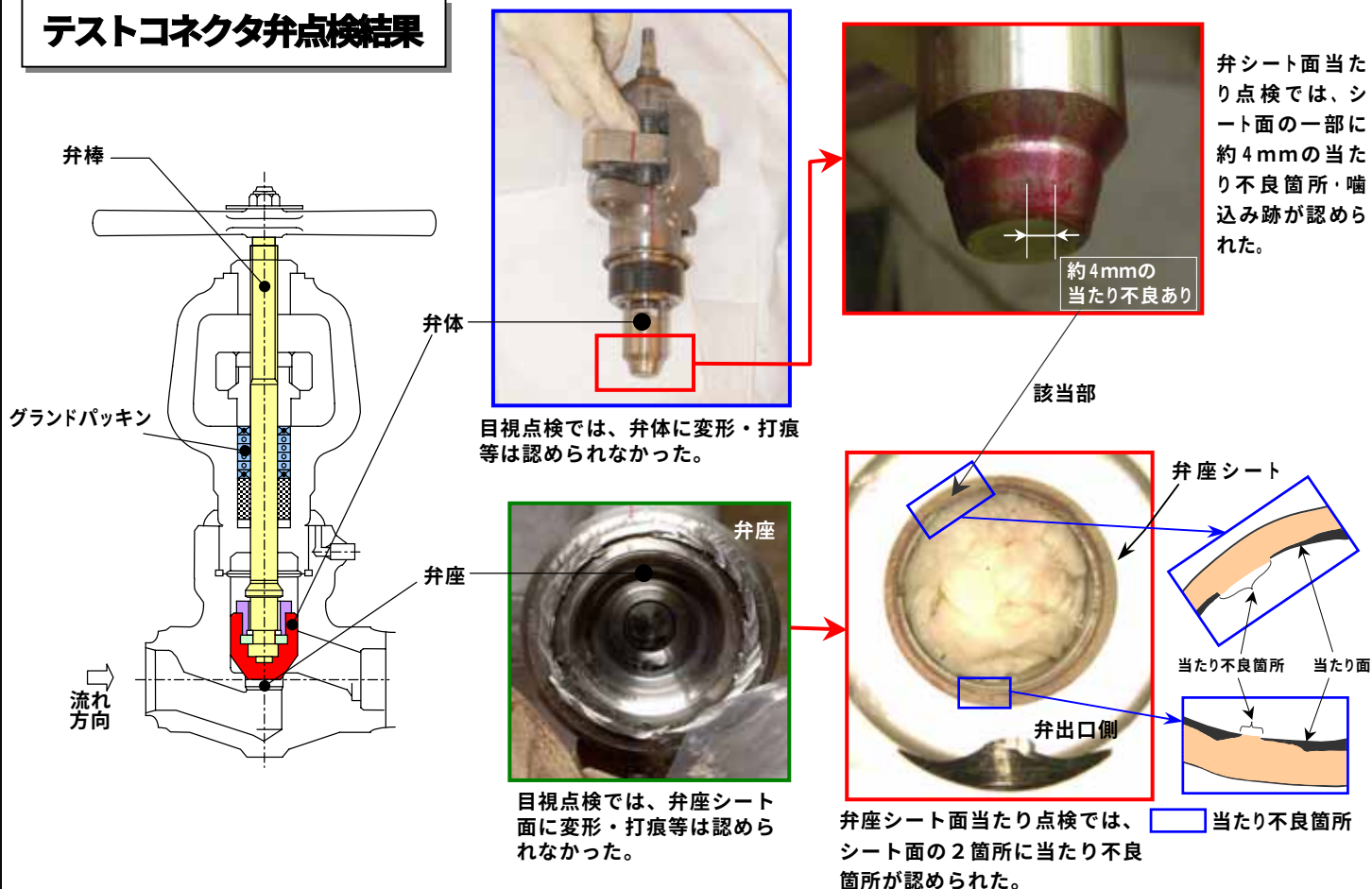
添付資料 2：点検結果概要（閉止栓）

添付資料 3：1 次冷却水漏えいメカニズム

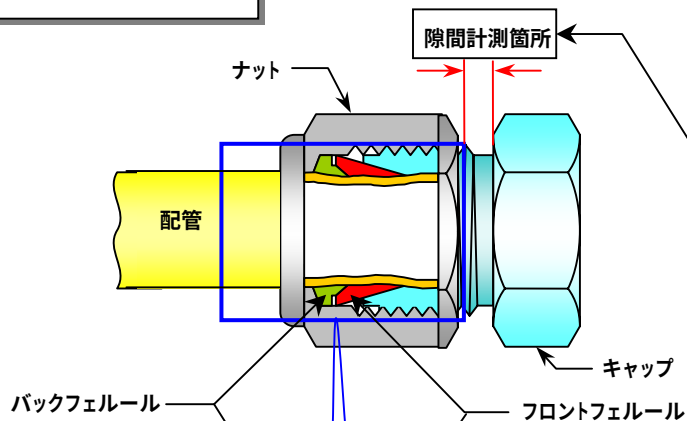
格納容器内点検結果



テストコネクタ弁点検結果



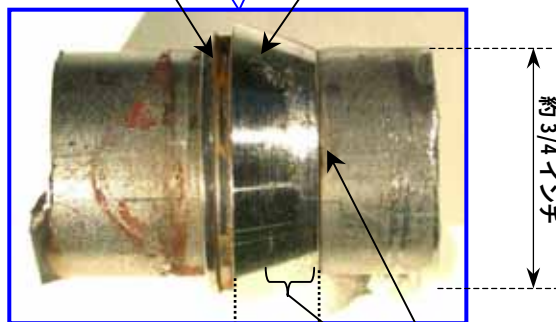
閉止栓の点検結果



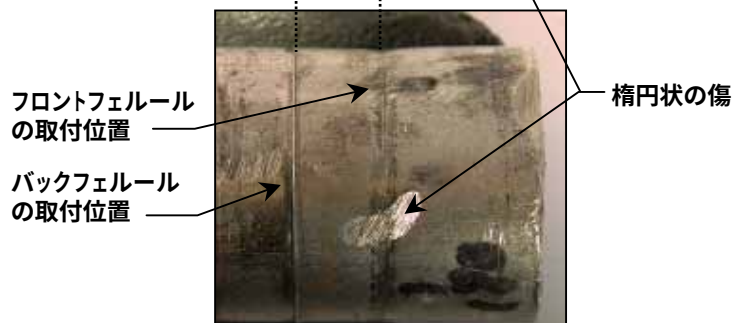
①締付け不足

隙間の計測結果は 3.4 mmであり、適切な締付状態に対して、やや広めの隙間となっていた。

締付け不良を模擬した再現試験 (隙間 3.4 mm) で漏えいを確認した。



②配管表面に楕円状の傷



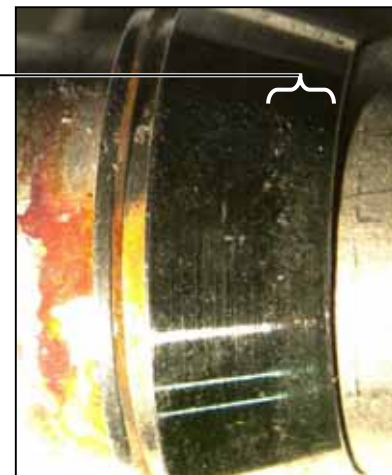
〔フロントフェルール、バックフェルール取り外し後〕

配管表面（フロントフェルール取付位置）に傷を確認した。

フェールの喰い込み深さより、締付けは適正であったと推定。フェールの喰い込みが薄く、漏えい経路となっている可能性がある。

楕円状の傷を模擬した再現試験では、漏えいは確認されなかった。

③フロントフェルール表面に擦れ痕



〔フロントフェルール拡大写真〕

フロントフェールの表面に擦り痕を確認した。

拡大鏡等にて点検した結果、シール面を横切る傷はなかった。

表面に傷を模擬した再現試験では、漏えいは確認されなかった。

1次冷却水漏えいメカニズム

