

美浜発電所 1号機の定期検査状況について (加圧器安全弁出口温度の上昇および 1次冷却材ポンプ軸シール水漏えいの原因と対策)

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。

記

美浜発電所 1号機(加圧水型軽水炉；定格電気出力34.0万kW)は、第21回定期検査の調整運転中のところ、9月17日、B－湿分分離加熱器温度計管台溶接部から漏えいが発生したため、同日15時55分、電気出力約50%として点検・補修を実施した。原因調査の結果、A－湿分分離加熱器も点検を行うこととし、9月29日夕方から出力降下を開始し、原子炉を停止することとした。

9月29日 4時50分、原子炉冷却材系統の加圧器に設置されているB－安全弁^{*1}の出口温度の上昇を示す「加圧器逃がし弁・安全弁出口温度高」の警報(設定値77℃)が発信した。直ちに、加圧器逃がし弁と安全弁の出口温度を確認した結果、B－安全弁出口温度が約90℃に上昇していた。このことから、B－安全弁のシート面から1次冷却材の漏れが発生しているものと推定されたため、原子炉停止後、点検を実施することとし、9月29日17時15分、電気出力約50%から出力降下を開始した。

出力降下中の9月29日19時08分、A－1次冷却材ポンプのメカニカルシール(封水)部で「スタンドパイプ^{*2}水位注意(水位低)」の警報が発信した。このため、スタンドパイプへの水補給を行ったが、19時43分、再度警報が発信するとともに、格納容器内のテレビモニタにより同ポンプ軸シール部^{*3}の上部覆い板(スプラッシュガード)^{*4}からシール水の漏えいを確認したため、運転手順に基づき、19時57分、電気出力約20%にて原子炉を手動停止した。

なお、本事象による環境への放射能の影響はない。

- * 1 加圧器安全弁：加圧器の圧力(通常：約15.4MPa)が高くなった(約17.2MPa以上)時、自動的に開放し加圧器逃しタンクに圧力を逃す弁。加圧器逃がし弁は、圧力が約16.1MPa以上で開放する。
- * 2 スタンドパイプ：1次冷却材ポンプの軸シール部の最終段(No.3)軸シールと配管でつながっており、その水量を監視することでシール部の機能を確認している。
- * 3 軸シール部：1次冷却材ポンプの主軸の隙間から1次冷却材が外部に漏れ出すのを防ぐため、高圧水(封水)を注入してNo.1・No.2・No.3の3段のシール部で構成されている。
- * 4 スプラッシュガード：No.3シール部からの漏えい水飛散防止のため取り付けられている覆い板

[平成17年9月29日記者発表済み]

1. 加圧器B－安全弁出口温度の上昇について

(1) 調査結果

① 弁取り外し時の状況

- ・加圧器安全弁と出口側配管とはフランジ構造で接続されており、当該弁および入口側配管は加圧器本体に固定された構造であった。
- ・出口側配管フランジ部のボルトを取り外したところ、出口側配管が当該弁に対して下方向に22mmずれた。当該部は過去から改造等は行っておらず、従来よりズレが生じていたものと推定された。

② 漏えい試験

- ・弁を漏えい試験装置に接続し、規定圧力(15.12MPa)で漏えい確認を行った結果、判定基準(8.85cc/分)を上回る漏えい(12.2cc/分)が確認された。

③ 分解点検

- ・弁体と弁座が接するシート面を拡大観察した結果、出口側配管と反対方向のシート面に蒸気漏えいによる変色や微小な付着物による表面の荒れ(凸凹)が認められた。
- ・その他の構成部品(弁棒、弁体等)は、組込み状態に異常はなく、変形や焼付き等もなかった。

④ 保守管理状況

- ・当該弁は毎定期検査で分解点検しており、その作業は、専用のハウス内で行われるなど、異物管理への留意がなされている。

⑤ フランジ部でのズレの影響評価

- ・フランジ部取り外し時に確認された下方向のズレ(約22mm)は、運転中、加圧器が熱膨張により上方向へ移動(約44mm)するためさらに大きくなり、出口側配管が当該弁を下方に引っ張る様な力が働いていたと推定された。
- ・このズレ影響を解析した結果、この力により弁全体でわずかな歪みが生じ、出口側配管と反対方向のシート面で密封性を低下させた可能性があるかと推定された。

(2) 推定原因

当該弁と出口側配管との接続部で生じた大きなズレによりシート面での密封性が低下している状況であったこと、また、今回実施した分解点検時に、微小な異物がシート面に付着した可能性も否定できないことから、これらの要因によりシート漏れが発生し、当該弁の出口温度が上昇したものと推定された。

(3) 対策

以下の対策を行った上で、当該弁の点検および組立てを行い復旧する。

- ① フランジ部でのズレをなくすため、出口側配管のフランジ部を安全弁と同様に加圧器本体に固定（サポート）させる。
 - ② 今回の調査では、点検時に異物がシート面に付着した可能性について、明確な混入等は特定できなかったが、異物管理の徹底の観点から使用工具の清掃等について作業手順書に反映する。
- なお、A－安全弁についても同様な対策を行う。

2. A－1次冷却材ポンプ軸シール水漏えいについて

A－1次冷却材ポンプの軸シール部を取り外し、各構成部品を目視点検や寸法測定等を行った。

(1) 調査結果

① 漏えい状況等の調査

- ・ A－1次冷却材ポンプが設置されているループ室の状況を確認した結果、漏えい水は、同ポンプのモータスタンド下部のスペースに溜まっており、約22ℓが回収された。
- ・ 漏えい水を分析した結果、1次冷却材に含まれる主要核種が検出されなかったことから、供給されたシール水（1次系純水）が漏えいしたものと推定された。

② No. 3 シール部の分解点検

- ・ No. 3 シール部は、シールリングが自重とばね（4箇所）の力等によりシールランナ（回転軸側）と接触することでシール（封水）している。
- ・ シールリング、シールランナの接触面に摩耗は認められず、異物の混入も認められなかった。また、DDCS^{*3}についても、接触面には摩耗は認められず、Oリングにき裂や変形は認められなかった。
- ・ ばね力を測定した結果、納入時（新品）より約2割程度低下していることが判明した。

* 3 DDCS（ダブルデルタチャンネルシール）：

シールリングとシールリングホルダとの間を流れるシール水の漏えいを防止するために取り付けられたOリングを用いたシール材

③ ばねの保守点検実績

- ・ ばねは昭和59年に取り替えて以降、長期間にわたり使用されていた。
- ・ 定期検査毎にばねの自由長や、負荷時の長さ等を測定し、前回の定期

検査時との比較を行っていたが、経年的な変化を確認するような管理はしていなかった。

(2) 推定原因

ばね力が長期間の使用により徐々に低下し、シールリングを押さえ付ける力(シーティング力)が低下した。この影響で、シールランナの軸方向への動きに対するシールリングの追従性が悪く、シールリングとシールランナの間隙が大きくなり、シールリークラインからの回収量を上回ったシール水がスプラッシュガードから漏えいしたものと推定された。

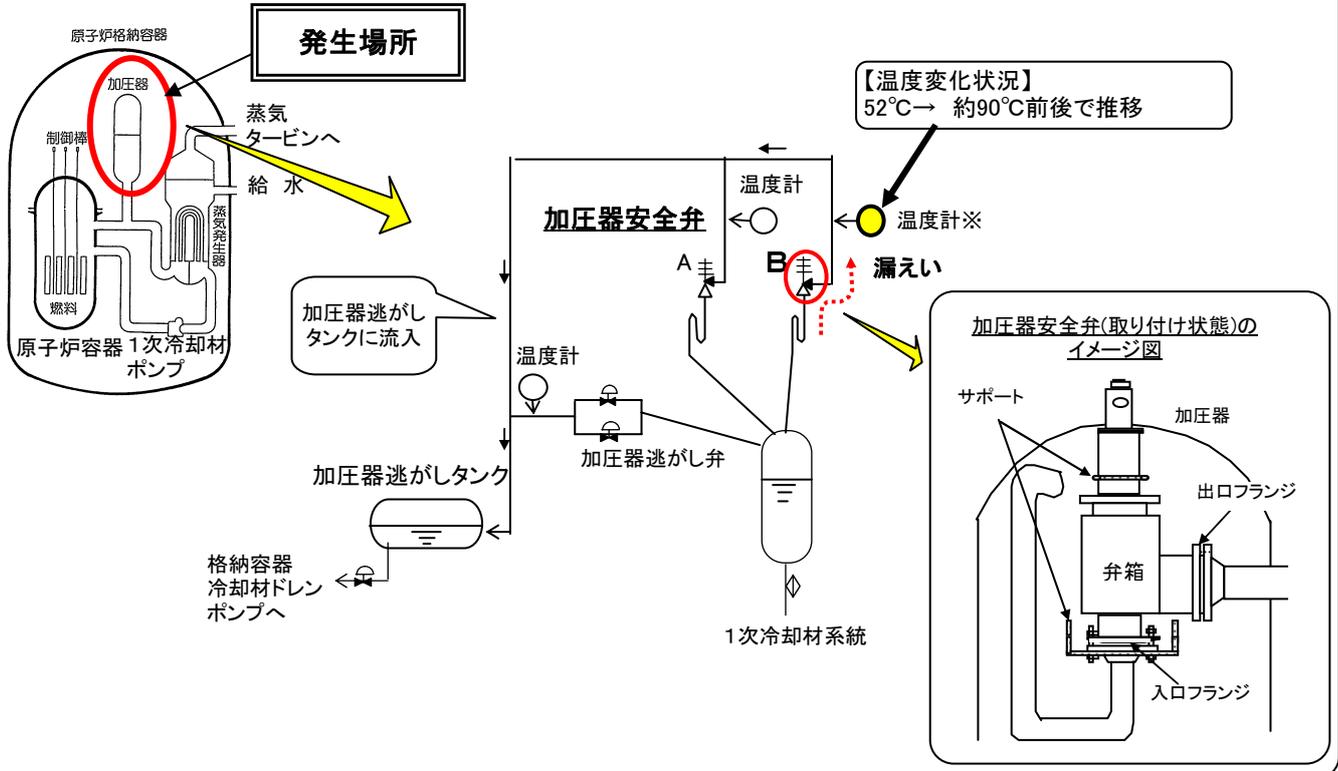
(3) 対策

- ・ No. 3 シール部のばねを新品に取り替える。B-1 次冷却材ポンプについても、同様に行う。
- ・ 今後、No. 3 シール部のばねについては、定期検査毎に経年的なばね力低下に対する評価を行い、計画的に取り替えることとする。

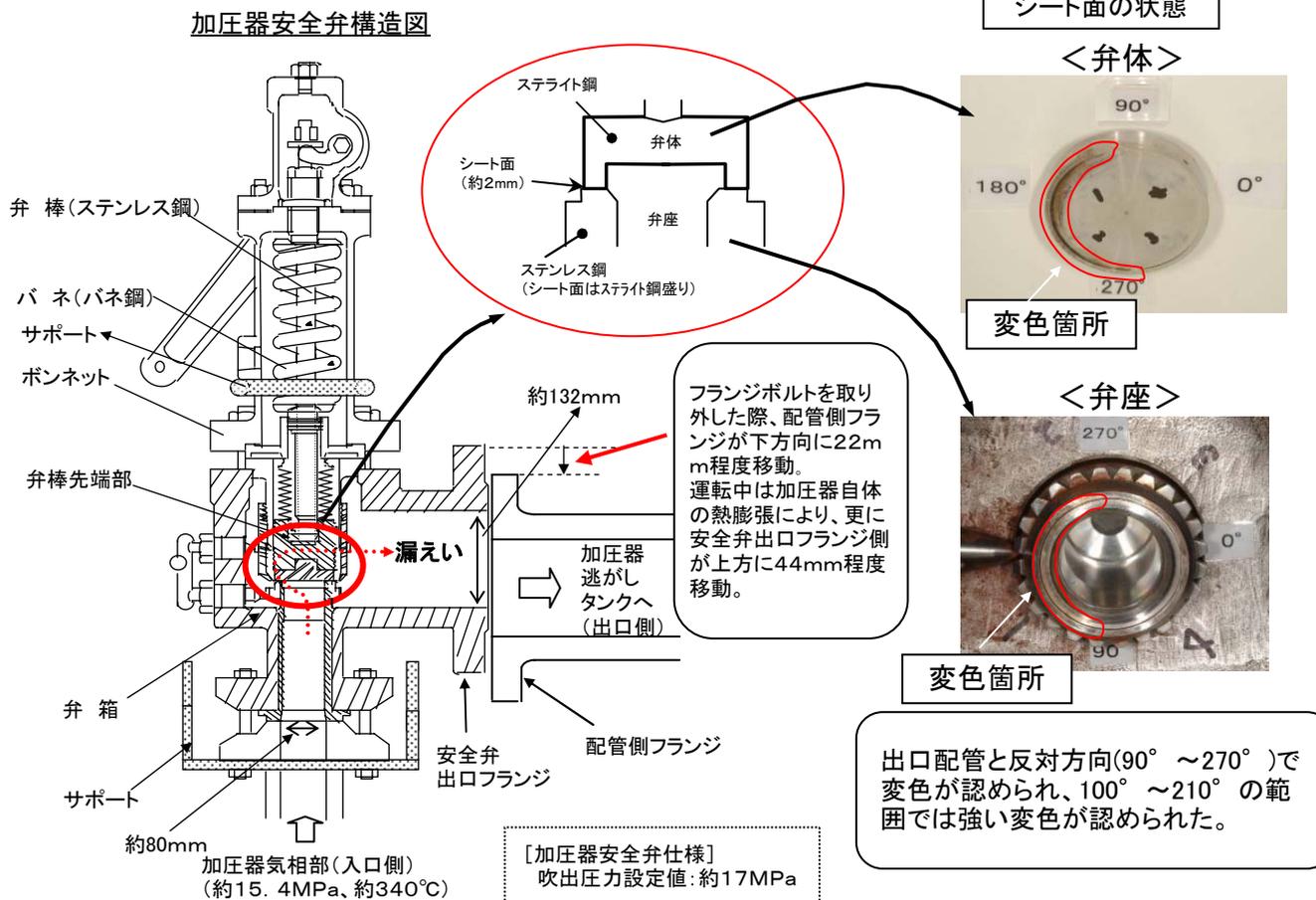
問い合わせ先(担当：伊藤, 小西) 内線2354・直通0776(20)0314
--

美浜発電所1号機 加圧器安全弁出口温度上昇の原因と対策について

発生場所

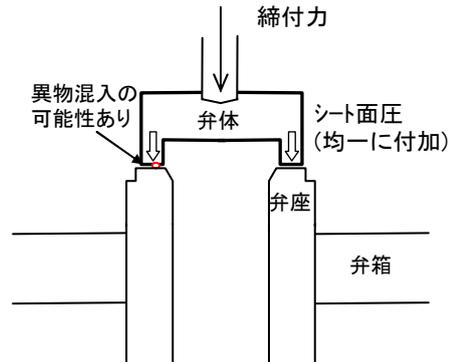
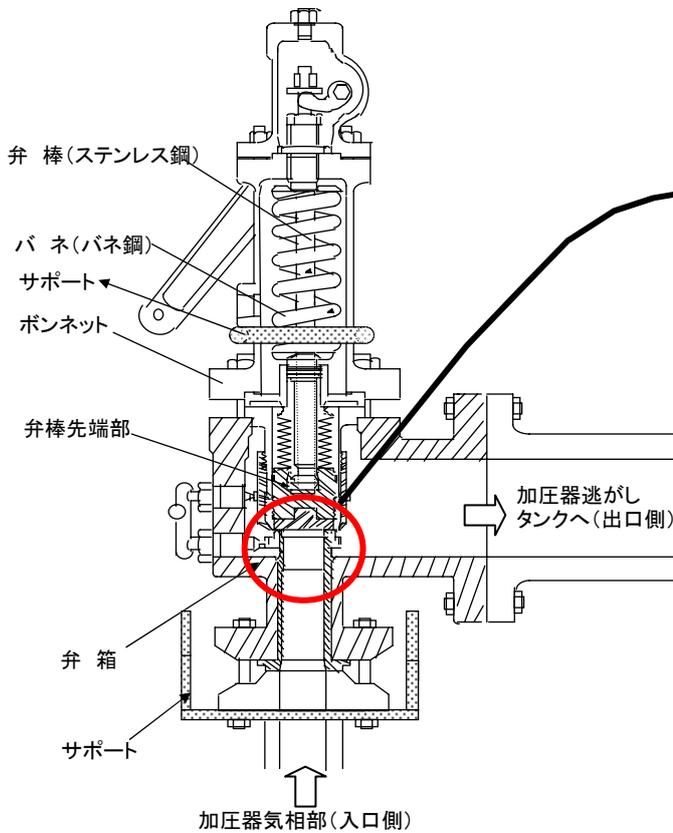


点検結果

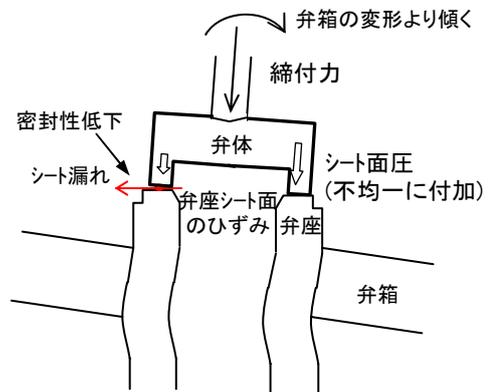
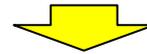


推定メカニズム

加圧器安全弁構造図



弁組立時又は機能検査時にシート面に異物が付着

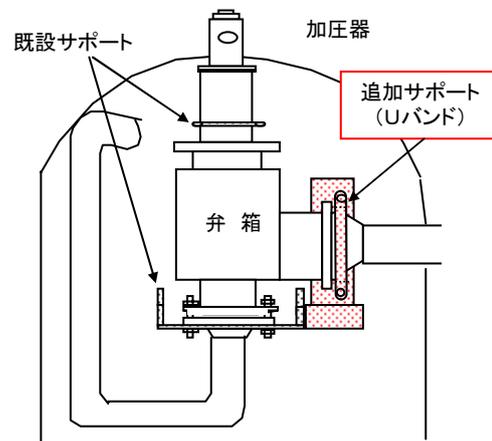


運転時高温となり、加圧器の熱伸びによる弁座シート面のひずみにより、シート密封性が低下し、シート漏えい発生。

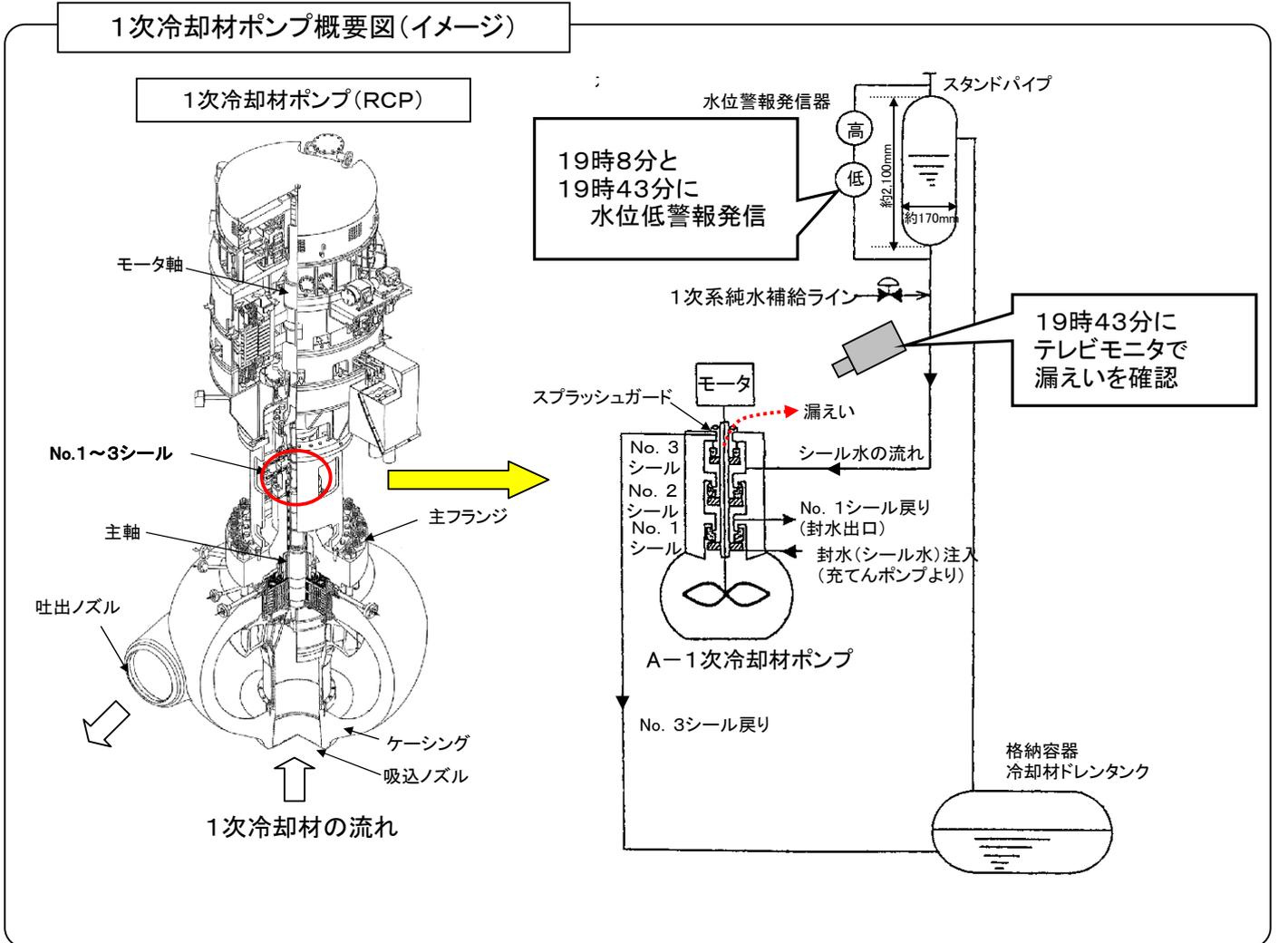
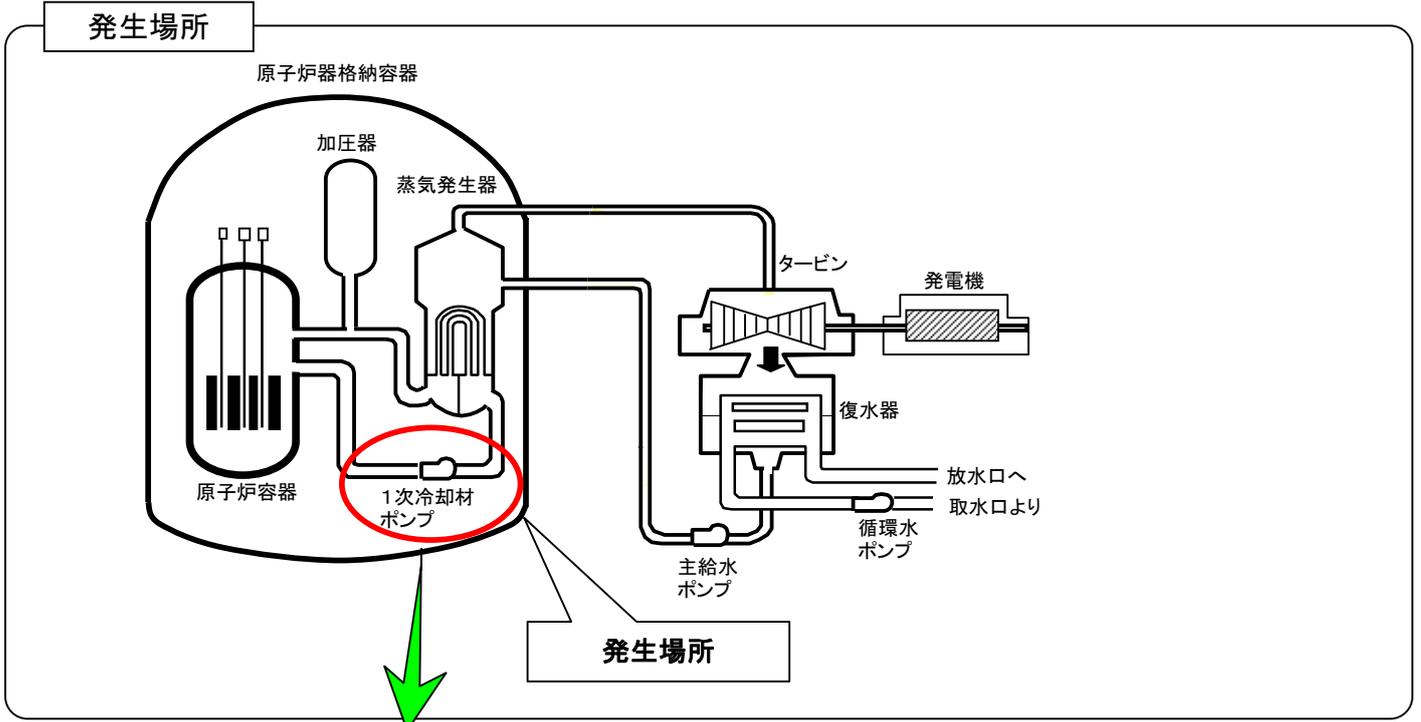
対策

- 出口配管フランジ接続部を加圧器本体からのサポートにより固定し、当該弁に働く外力を低減する。
- 異物管理の徹底の観点から、使用工具の清掃等について作業手順書に反映する。

対策イメージ図



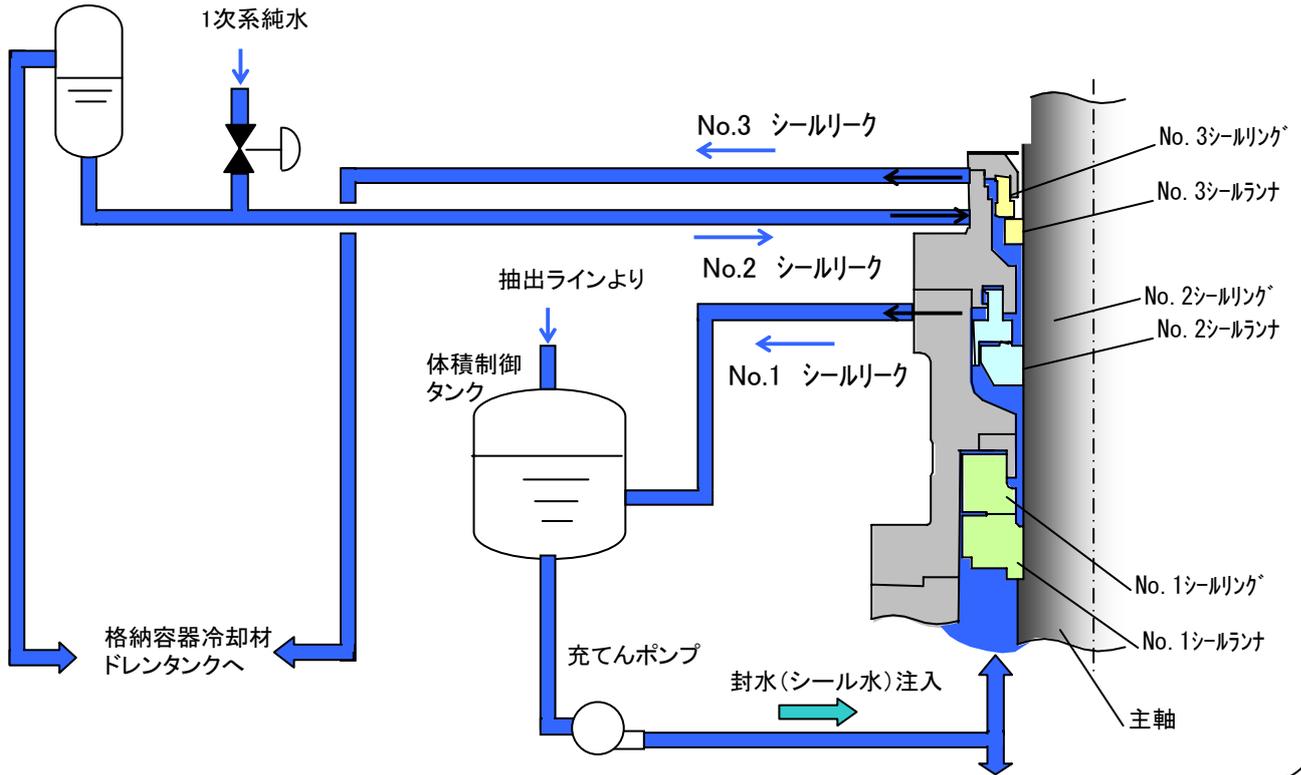
美浜発電所1号機 A-1次冷却材ポンプシール水漏えいの原因と対策について



1次冷却材ポンプ軸シールの概要

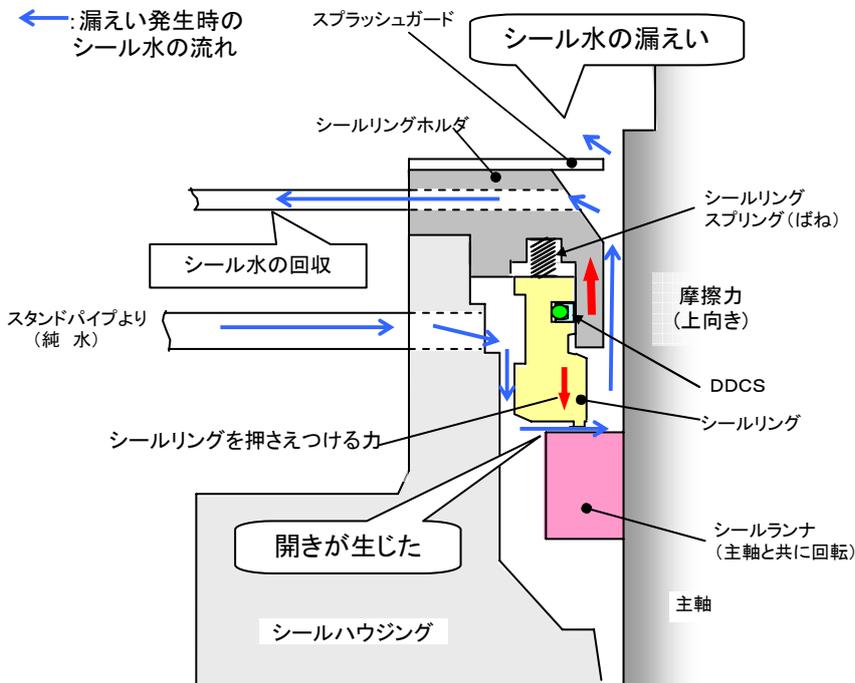
スタンドパイプ

← : シール水の流れ



推定メカニズム

No.3シール周り構造図



ばね力の低下に伴い、シールリングを押さえつける力が摩擦力(DDCSでの摺動抵抗)を下回りシールリングとシールランナに開きが生じた。

対策

- (1) 当該RCPのNo.3シール部については、シールリングスプリング(ばね)を新品のものに取替える。また、B-RCPについても、同様とする。
- (2) 今後、シールリングスプリング(ばね)については、定期検査毎に経年的なばね力低下に対する評価を行い計画的に取替える。

< 参考資料 >

美浜発電所 1 号機の第 2 1 回定期検査

- ・ 発電停止 : 4 月 25 日～
- ・ 調整運転開始 : 8 月 25 日
- ・ 定格熱出力到達 : 8 月 28 日

- ・ B－湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管からの蒸気漏れについて
 - : 9 月 17 日 10:10 頃 蒸気漏れ確認
 - 13:20 出力降下開始
 - 15:55 電気出力 50% 到達後、保持

- ・ 加圧器安全弁出口温度の上昇について
 - : 9 月 29 日 4:32 安全弁出口温度上昇を示す警報
発信
 - 4:50 「加圧器逃がし弁・安全弁出口温
度高」警報が発信
 - 17:15 電気出力 50% から出力降下開始

- ・ A－1 次冷却材ポンプ軸シール水漏えいについて
 - : 9 月 29 日 19:08 「スタンドパイプ水位注意」警報
発信
 - 19:43 テレビモニタにより漏えい確認
 - 19:57 電気出力 20% で原子炉停止
(調整運転を中断)