

敦賀発電所1号機の出力降下について (原子炉給水ポンプの点検結果と対策)

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kW）は定格熱出力一定運転中のところ、平成20年8月中旬から、原子炉給水ポンプ^{※1}（全3台中2台運転）のうち、運転中のA号機のメカニカルシール部付近から通常値（10cc/分未満）を上回る漏れが認められました。このため、監視を強化していましたが、増加傾向が続いているため、同ポンプを停止して当該部の点検を行うこととし、9月4日13時31分に待機状態にあったC号機を起動した後、14時07分にA号機を停止しました。

このポンプ切替操作に伴う現場点検において、今回起動したC号機の補助油ポンプ^{※2}のメカニカルシール部から、潤滑油の漏えい（約40cc/分）が確認されました。

今回の潤滑油の漏えいは、C号機の運転に直ちに影響を与えるものではありませんが、同油ポンプの点検・修理を行うためには、C号機を停止する必要があることから、同日18時より出力降下を開始し、出力約15万kW（42%）の状態とした上で同油ポンプの点検・修理を行う予定です。

本事象による環境への放射能の影響はありません。

※1 原子炉給水ポンプ

原子炉への冷却水を供給するポンプで、3台（A、B、C）ある。運転中は2台が運転、1台が待機している。

※2 補助油ポンプ

原子炉給水ポンプが待機中に軸受けに潤滑油を供給するために運転しているポンプで、原子炉給水ポンプ運転中は停止している。

（平成20年9月4日発表済）

1. 原子炉給水ポンプC号機補助油ポンプのメカニカルシール部

（1）調査結果

補助油ポンプのメカニカルシール（封油部）は、主軸に固定された回転リング（カーボン、凸構造）が回転しながら固定リング（セラミック）と接触することで、ポンプ内の潤滑油が主軸を伝って外部へ漏れるのを防いでいます。

①分解点検結果

- ・ 回転リングシール面（凸部）が著しく摩耗しており、このシール面と接触する固定リングの摺動面に通常は認めれない摩耗が確認されました。
- ・ 回転リングおよび固定リングの背面に設置されているゴムシールの一部で硬化が認められ、固定リング側ではひび割れも認められました。
- ・ その他の構成部品に異常は認められず、取付状態等に問題はありませんでした。

②摺動面の詳細観察結果

- ・ 固定リングおよび回転リングの摺動面を詳細観察した結果、周方向のこすれ傷は認められたものの、漏えいにつながる摺動面を横切る傷は認めませんでした。

③摺動面の摩耗に関する調査

- ・ 固定リングに通常見られない摩耗が認めれたことについて、その要因を文献等により調査した結果、摺動面に空気が混入し潤滑不良となった場合には、今回の事象とよく似た様相の摩耗が起り、摺動面で摩擦熱が発生することがわかりました。
- ・ リング背面にあるゴムシールに硬化が認められていることから、摺動面で硬化を生じさせるような発熱があったものと推定されました。
- ・ また、メカニカルシール部の構造を調査したところ、メカニカルシール室内上部に

空気が滞留する可能性がある」と判断されました。

（２）原因

- ・ 補助油ポンプは毎定期検査で点検後、油を注入しますが、その際メカニカルシール室内の空気が抜け切れず室内に滞留した可能性がありました。
- ・ その後、当該補助油ポンプを運転継続する（原子炉給水ポンプＣ号機は待機状態）のに伴い、滞留した空気が摺動面に入り込み、潤滑不良を起こし摩耗が進行しました。
- ・ ポンプ運転時は回転リングが主軸とともに回転していることから、固定リングとの接触が保持されていましたが、ポンプ停止により回転リングと固定リングとの接触面にわずかなズレが生じ、今回の潤滑油漏れに至ったものと推定されました。

（３）対策

- ・ 当該補助油ポンプについて、メカニカルシールを新品に取り替えるとともに、メカニカルシール室内の空気を確実に取り除くため、メカニカルシール室上部に空気抜き用の穴を設けます。
- ・ 次回定期検査で、補助油ポンプ全３台について、メカニカルシール室の空気抜き構造を持った新品のポンプに取り替えます。

２．原子炉給水ポンプＡ号機のメカニカルシール部

- ・ 給水ポンプのメカニカルシール（軸封部）は、主軸に固定された回転リング（シリコンカーバイト製）が回転しながら遊動リング（カーボン製）と接触していることで、ポンプ内の水が主軸を伝って外部へ漏れるのを防いでいます。
- ・ メカニカルシール部を分解点検したところ、回転リングの接触面に通常見られる摺動跡が確認されましたが、遊動リングの摺動面には面荒れが確認されました。その他に異常はなく、摺動面の焼き付きや異物の混入等も認められませんでした。
- ・ これらのことから、ポンプ運転中に軸封部に注入している水（シール水）に含まれる小さな鉄さびが回転リングと遊動リングの接触面に入り込んだことにより、面荒れが発生するとともに、摩耗が進展したことにより、接触面の密封性が低下し、漏れが発生したものと推定されました。
- ・ 対策として、当該軸封部を新品と交換します。

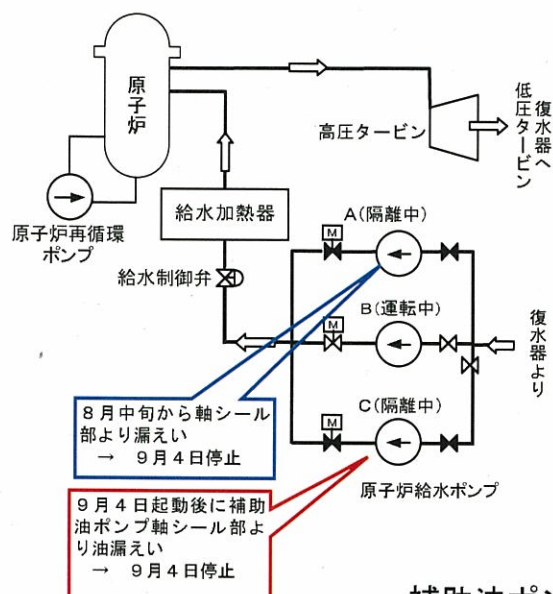
３．今後の予定

今後、原子炉給水ポンプＡ号機と補助油ポンプＣ号機の軸封部の取り替えを行い、ポンプ試運転により健全性を確認した後、来週中にも出力上昇を開始し、定格熱出力一定運転に復旧する予定です。

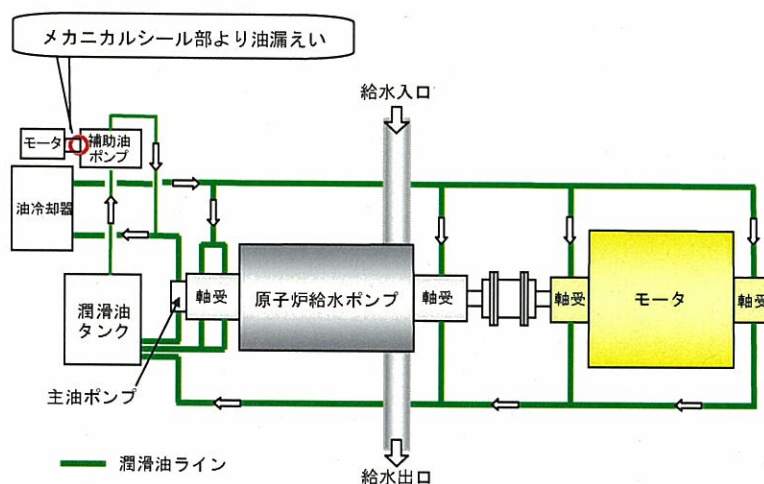
添付資料１：原子炉給水ポンプ系統概要図、原子炉給水ポンプＣ号機潤滑油系統図

２：原子炉給水ポンプＡ号機シール水系統図

原子炉給水ポンプ系統概要図

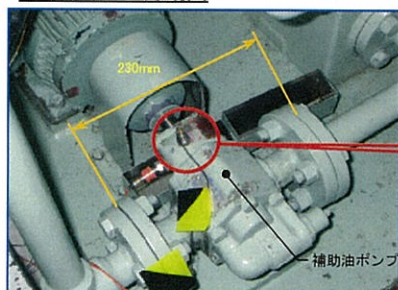


原子炉給水ポンプC号機潤滑油系統図

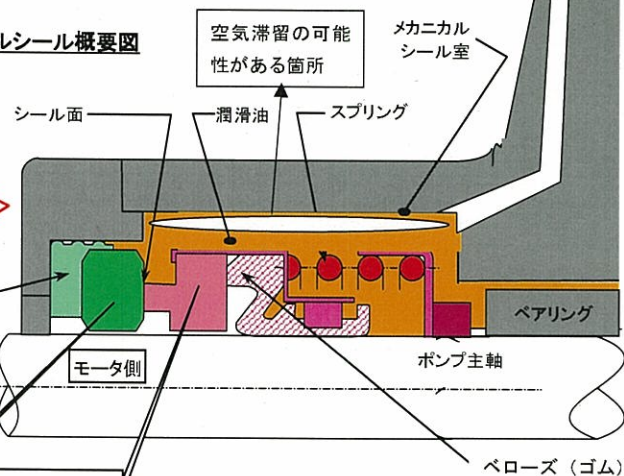


補助油ポンプメカニカルシール点検結果

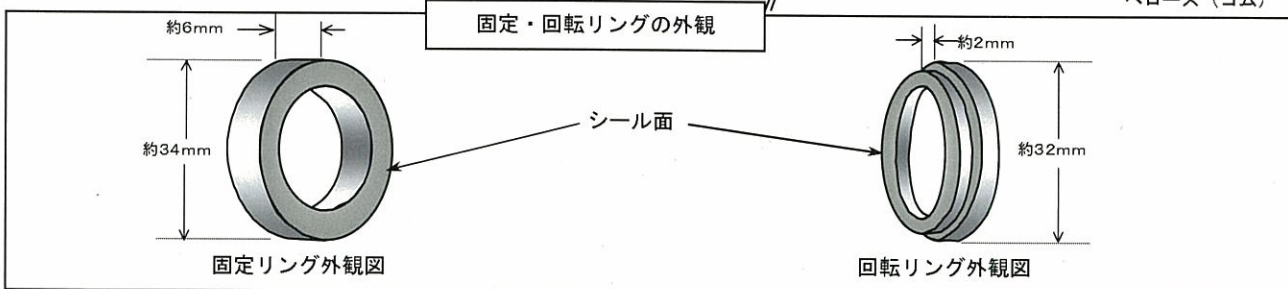
補助油ポンプ外観図



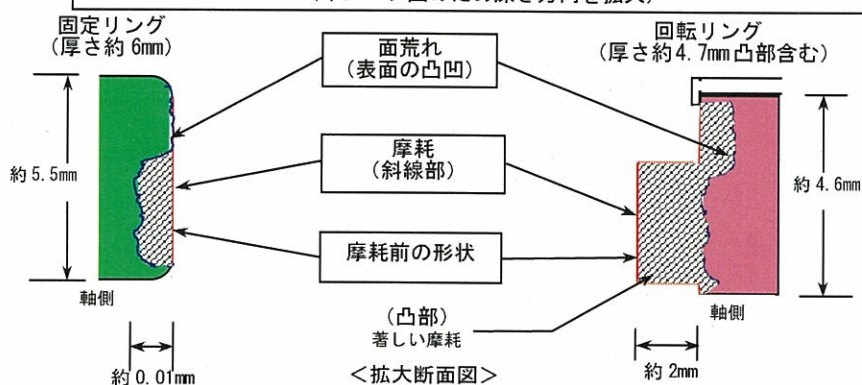
メカニカルシール概要図



ガスケット (ゴム)

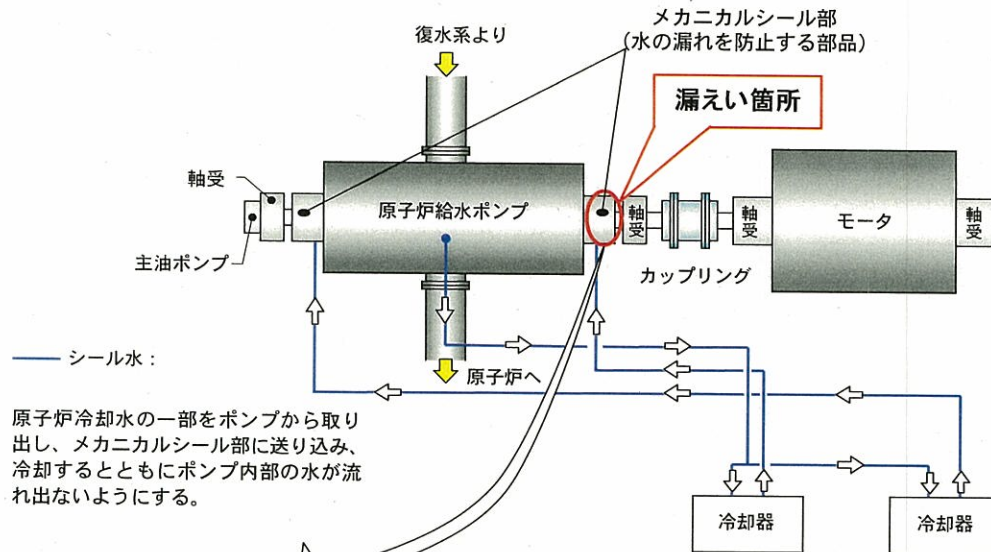


漏えい発生後の固定リング・回転リング摺動面の断面 (イメージ図のため深さ方向を拡大)

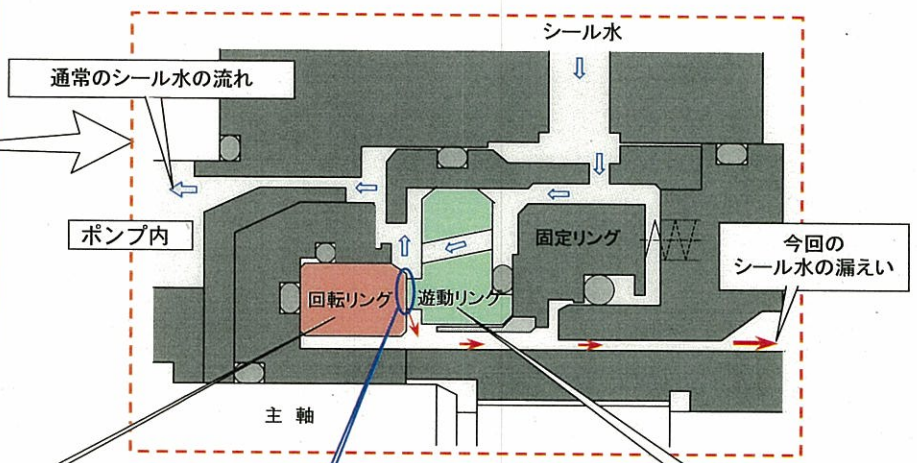
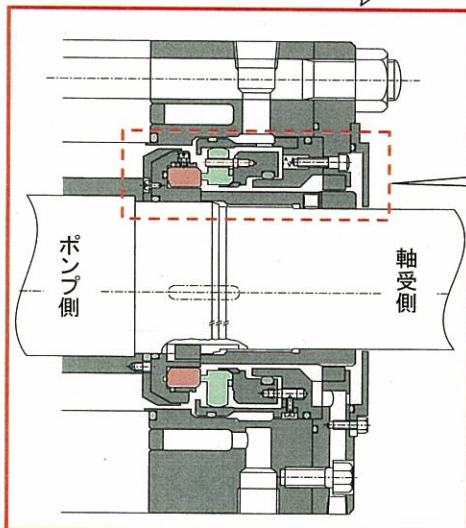


原子炉給水ポンプA号機シール水系統図

添付資料2



メカニカルシール部点検結果



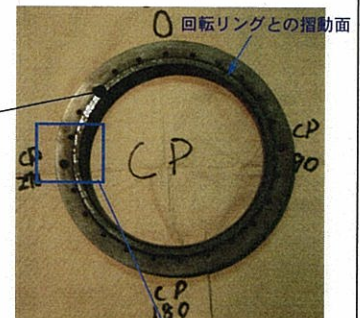
回転リング側摺動面の状況
(材質:シリコンカーバイト, 外径:約158mm)



摺動面に微細な鉄さびが入り込み、面荒れが発生するとともに、
摩耗が進展してシール水が漏えい

目視による外観点検結果
・摺動面の全周に光沢は少なく面荒れしていた。
・外周から内周に向かって、水の流れたような跡が10箇所確認された。

遊動リング側摺動面の状況
(材質:カーボン, 外径:約182mm)



<拡大断面>

