

高浜発電所2号機補助建屋排気筒ガスモニタの 一時的な指示値の上昇について（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

高浜発電所2号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力82.6万kW）は定格熱出力一定運転中のところ、体積制御タンク*¹の放射性ガスに含まれる酸素および水素の濃度をガス分析器*²により定期的に分析する操作を平成22年3月8日1時から開始したところ、1時13分に補助建屋排気筒ガスモニタを監視しているCRT画面に注意警報*³が発信した。当該モニタの指示値は1時9分頃から最大809cpmに上昇していたことから、1時15分に体積制御タンクからガス分析器につながっている系統の弁を閉じた結果、1時22分頃に通常レベル（約700cpm）に戻った。

なお、この時間帯に、当該分析系統が設置されたフロア（4階）のモニタ（仮設）も上昇していたことから、今回の分析操作に伴い、放射性ガスが室内に漏れ換気系を通じて補助建屋排気筒から排出されたものと推定されたことから、放射性ガスが漏れた原因の調査を行うこととした。

今回、補助建屋排気筒から放出された放射性廃棄物の量を評価した結果、約 2.8×10^8 ベクレルであり、この値は保安規定に基づく高浜発電所の年間放出管理目標値（ 3.3×10^{15} ベクレル/年）に比べ十分低く、周辺環境への影響はなかった。

体積制御タンクのガス分析操作の際に使用した系統の機器及び配管について漏えい検査等を行ったところ、サンプラポンプ（No.2）のダイヤフラム*⁴に変形とひび割れ（最大17.5mm）があり、ひび割れの中央部に貫通孔（ピンホール）が確認された。

なお、当該ポンプ以外の機器および配管については、漏えいにつながる異常は認められていない。

- * 1 化学体積制御系の設備で、原子炉容器や配管内の一次冷却材の量を調整するためのタンク。
- * 2 ガス減衰タンクなどの1次系タンクの放射性ガスに含まれる酸素及び水素の濃度を測定する装置
- * 3 補助建屋排気筒ガスモニタの指示値の上昇を早期に検知し、運転員に注意喚起を促すために設定（791cpm）されている。
- * 4 ガスを吸込・吐出する際にガスと外気を隔てているゴム製の隔膜

[平成22年3月8日、23日 公表済]

1 調査結果

(1) ダイヤフラム表面の観察

- ・電動機と反対側のダイヤフラム表面に認められた周方向のひび割れ（最大17.5mm）について、詳細に観察したところ、ひび割れの近傍に、面荒れやしわが確認された。

(2) ダイヤフラムの取付け状態の観察

- ・当該ポンプは電動機の回転を、回転軸に取り付けたアームロッドの上下動に変え、アームロッドの先端に取り付けられたダイヤフラムを上下させることで吸排気を行う構造である。
- ・このダイヤフラムは、外周部をポンプのアップブラケット（外枠）のフランジの段付き部にはめ込み、キャップで押さえつけて固定している。
- ・ダイヤフラムの取付け状態を確認したところ、ダイヤフラムは段付き部に収まっていたものの、ダイヤフラム表面のキャップ押さえ跡が偏ってついていてことから、ポンプの中心に対し電動機と反対側にずれて取り付けられていることが確認された。

(3) アームロッドの取付け位置の調査

- ・ダイヤフラムはアームロッドにネジで固定されているが、ネジ部にガタツキ等の異常は認められなかった。
- ・アームロッドの回転軸への取付け位置を確認したところ、ポンプ中心に対し、約1.2mm電動機と反対側にずれて取り付けられていることが確認された。
- ・このことから、ダイヤフラムがずれていた原因はアームロッドの回転軸への取付け位置のずれによるものであることがわかった。

(4) 前回定期検査時の分解点検状況の調査

- ・当該ポンプは、定期検査毎に現場で分解点検を行っており、前回定期検査の点検状況を確認したところ、分解時にアームロッドの取付け位置をポンプの回転軸にマーキングし、組立て時にはそのマーキングに目測で合わせてアームロッドを取り付けていた。

(5) アームロッドの位置ずれがダイヤフラムに及ぼす影響の評価

- ・通常、アームロッドがポンプの中心から1.2mmずれた状態でダイヤフラムの取付けを行うと、アップブラケットのフランジの段付き部から僅かにはみ出した状態となるが、今回、当該ダイヤフラムは段付き部に収まっていたことから、組立て時にダイヤフラムを段付き部に押し込み、圧縮方向の力が加かった状態で取り付けられていたものと推定された。
- ・文献調査の結果、ダイヤフラムが圧縮された状態で、繰り返し応力が加わると、摩擦熱が発生し、ゴムの劣化が促進され、面荒れやしわが発生し、これらが進展することでひび割れが生じることがわかった。
- ・また、ダイヤフラムの電動機側の変形は、劣化に伴うしわの発生により、引っ張られて生じたものと推定された。

2 推定原因

- 補助建屋排気筒ガスモニタの指示値が上昇した原因は、体積制御タンクのガス分析時に、放射性ガスが当該ポンプのダイヤフラム損傷部（貫通孔）から室内に漏れ、換気系を通じて補助建屋排気筒から排出されたものと推定された。
- ダイヤフラムが損傷した原因は、前回定期検査時に現場で当該ポンプの分解点検を行った際、アームロッドの取付け位置がずれた状態でダイヤフラムを押し込んで組み込んだことにより、ダイヤフラムに圧縮の力がかかった部分が生じた。この部分にポンプ運転中のダイヤフラムの上下動に伴う繰り返し応力が加わったことにより、摩擦熱が発生し、ゴムの劣化が促進され、ひび割れが発生、進展したため、漏えいに至ったものと推定された。

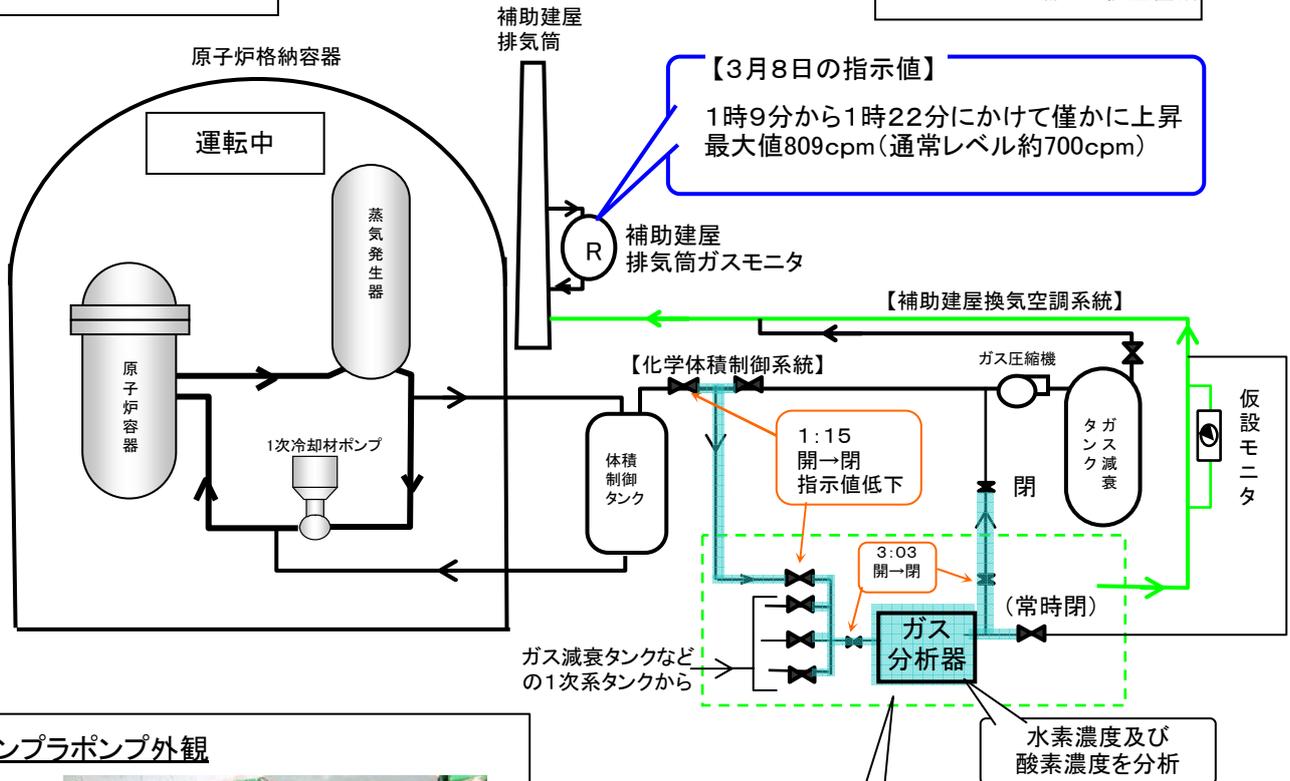
3 対策

- 当該ポンプを含むサンプルポンプ2台について、軸部分（回転軸、アームロッド、軸受け）とダイヤフラムを新品に取り替える。その取替えにあたっては、アームロッドの位置ずれを防止するため、あらかじめ工場ではアームロッドと軸受けを回転軸に取り付けることとする。
- また、組立て時には、アームロッドとアップブラケットの間の距離を測ることにより、アームロッドが正規の位置（ポンプ中心）にあることを確認し、ダイヤフラムを取り付ける。
- 今後の分解点検にあたっては、軸部分はあらかじめ工場では部品の取付けが行われた新品に取り替える。また、その組立て時にはアームロッドが正規の位置にあることを確認し、ダイヤフラムを取り付ける。

問い合わせ先(担当：有房)
内線2354・直通0776(20)0314

高浜発電所2号機補助建屋排気筒ガスモニタの 一時的な指示値の上昇に係る調査結果について

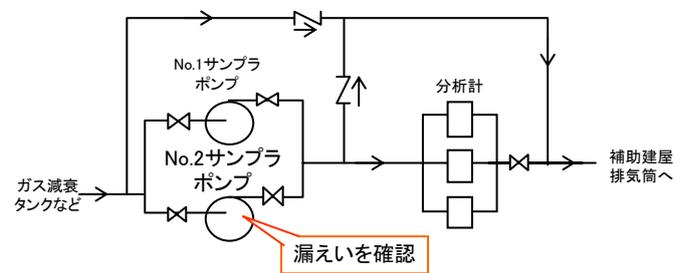
系統概要図



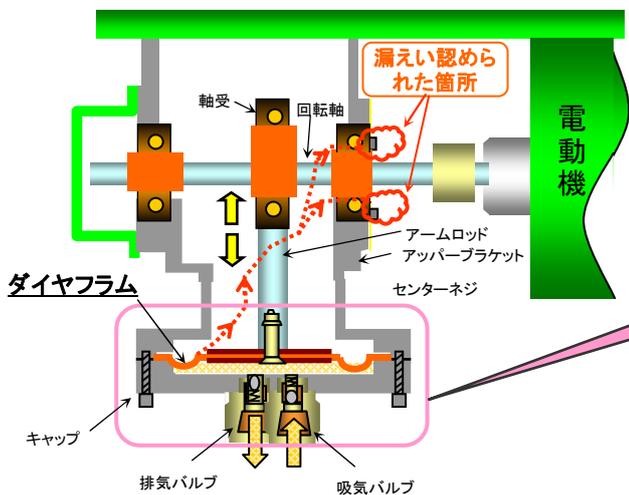
サンブラポンプ外観



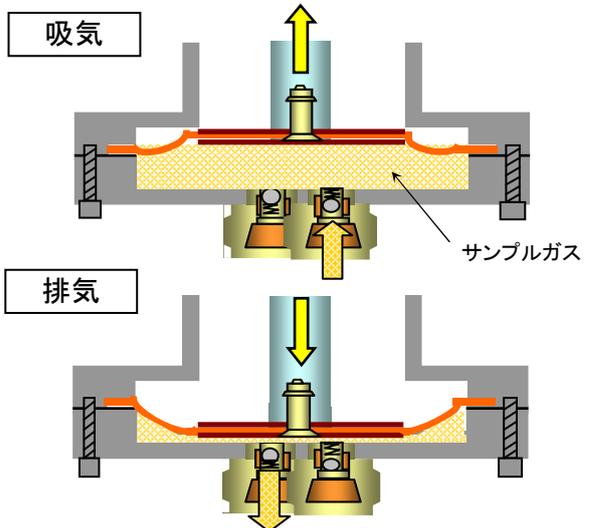
ガス分析器廻りの漏えい調査状況



サンブラポンプ断面図



動作メカニズム

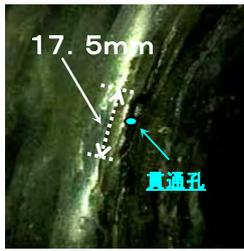


調査結果

※ 分解・組立は、ポンプを取り外し、ダイヤフラム部を上に向けて行う

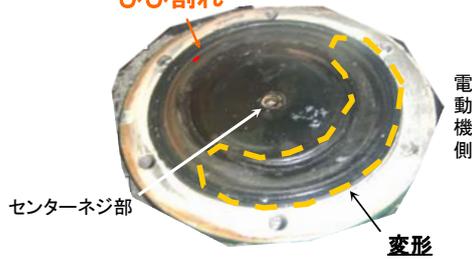
キャップをはずした状態

ひび割れ拡大

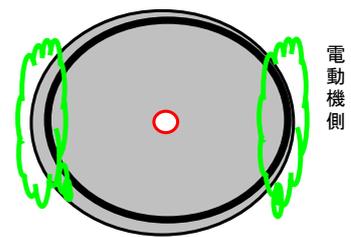


ダイヤフラム
材質:クロブレングム
外径:約80mm
厚さ:2.6mm

ひび割れ



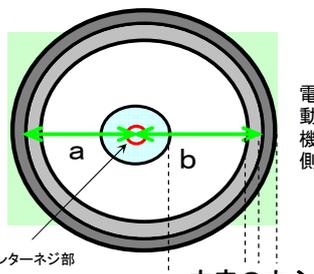
キャップによる押さえ痕に片寄り



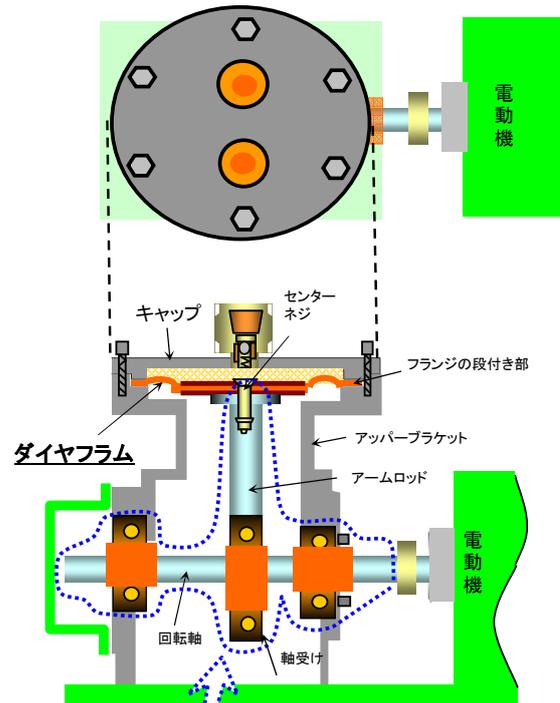
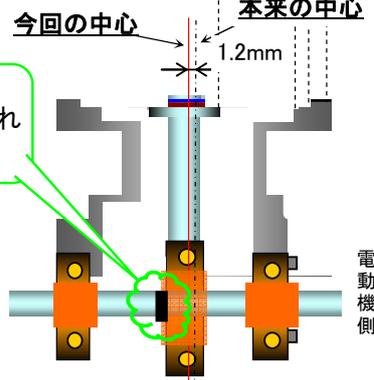
キャップとダイヤフラムをはずした状態

アームロッド位置の測定

アームロッド中心とアッパーブラケットとの距離
a:38.97mm
b:41.28mm
差 2.31mm
正規の取付け位置
(ポンプ中心)
とのずれ 1.2mm

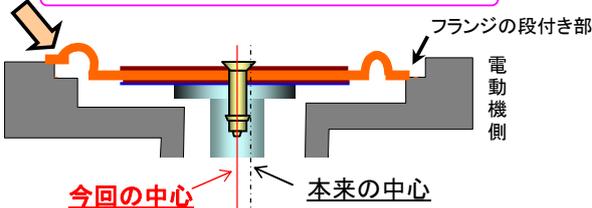


マーキング位置とずれて取り付けられたと推定される

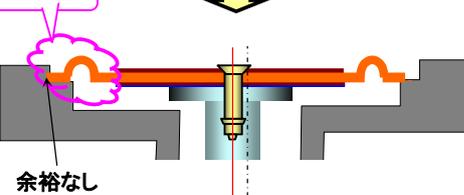


アームロッドのずれによる、ダイヤフラムへの影響

フランジの段付き部に押し込んで取付け



圧縮状態



圧縮による力を受ける部分に、ポンプの運転による上下動の繰り返し応力が加わり、摩擦熱が発生し、劣化が促進され損傷

対策

- サンプラポンプの分解点検にあたっては、軸部分（回転軸、アームロッド、軸受け）は、あらかじめ工場で部品の取付けが行われた新品に取り替える。
- ダイヤフラムの取付け時に、アームロッドの中心とアッパーブラケットの間の距離を測ることにより、アームロッドが正規の位置（ポンプ中心）にあることを確認し、ダイヤフラムを取り付ける。

正常な場合

