

敦賀発電所2号機の定期検査状況について

(非常用ディーゼル発電機シリンダ冷却水ポンプの軸の曲がりに対する原因と対策)

第18回定期検査中の敦賀発電所2号機において、平成28年12月21日、2台ある非常用ディーゼル発電機のうちB号機の点検に伴う試運転中に、シリンダ冷却水^{※1}を循環させるためのポンプの羽根車に割れが発生しました。

このため、工場にて当該ポンプを分解し構成部品の詳細点検を行っていたところ、平成29年2月3日に、軸の一部が僅かに曲がっており使用できないことを確認しました。

本事象は、実用炉規則^{※2} 第134条第3号の報告事象に該当しております。

本事象による周辺環境への影響はありません。

※1：ディーゼル機関の運転時には機関の駆動力を利用するポンプ（シリンダ冷却水ポンプ）により水を循環させて冷却している。（運転時圧力：約0.2MPa、自動停止設定値：0.089MPa）

※2：実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則

(平成29年2月3日お知らせ済)

その後、詳細な調査を実施し、原因・対策を取りまとめ、本日、原子力規制委員会に報告しました。

1. 原因調査

(1) ポンプ本体の調査

- ・羽根車とその周囲のマウスリング^{※3}に擦れ痕を確認するとともに、ケーシング内面全体に金属粉を確認しました。
- ・羽根車と軸の嵌め合い部にある回り止めのキー溝のうち、羽根車側の溝部分が割れており、溝に嵌まっていたキーが外れて羽根車と軸の間に挟まっていました。
- ・軸は羽根車との嵌め合い部が曲がっており、全周に擦れ痕等を確認しました。

※3：ケーシングと羽根車の隙間から流体が逆流するのを抑制する部品

(2) ポンプの点検作業に関する調査

- ・割れた羽根車は今回の分解点検時に初めて新品に交換したものであり、納入時の記録を確認した結果、材質や各部の寸法等に問題はありませんでした。
- ・今回の作業状況を確認した結果、軸に羽根車を嵌め込みポンプナットを締め込んだものの、ナットの回り止め用のロックピン取付け穴の位置の手前までしか締め込むことができませんでした。
- ・このため、ロックピン取付け穴の位置を合わせるため、羽根車を一旦取外し、ポンプナットの座面を削って位置調整を行った上で最終的な組み立てが行われていました。
- ・組み立て管理に関して、当社と施工会社は、新旧の羽根車が同一仕様品であることから、羽根車を交換する際のロックピン用の穴の位置合わせの手順の確認を行いませんでした。

(3) 羽根車の取付け状態の評価

- ・作業状況の調査結果から、羽根車を過大な力で押し込んだ可能性があることが分かったため、模擬試験を行った結果、羽根車の軸穴の内径が拡大することが確認されました。この状態で羽根車を軸に嵌めた場合、羽根車と軸に僅かな隙間が生じることが分かりました。
- ・また、ポンプナットを削った際の状況を確認した結果、座面が傾いた状態で加工された可能性があることが分かりました。
- ・これらの結果から、羽根車と軸に隙間がある状態で傾いたポンプナットを締め込んだため、羽根車が軸に対して僅かに傾いた状態で取り付けられたものと推定しました。

(4) 軸の曲がったメカニズムの評価

- ・ディーゼル機関運転時には、当該系統の水温が上昇し、羽根車およびマウスリングが熱膨張することから、羽根車が軸に対して僅かに傾いた状態では両者が接触する可能性があることが分かりました。
- ・接触により金属粉が発生し、ポンプ運転に伴う摺動により羽根車の回転が妨げられたものと推定しました。
- ・この時、羽根車に過大な応力がかかりキー溝部が割れ、キーが外れてポンプナットに接触し、ポンプナットの回転を妨げロックピンが折損しました。
- ・このため、軸の回転に伴いポンプナットが締まり、軸と羽根車の間にキーが押し込まれて軸に過大な応力がかかったものと推定しました。

2. 推定原因

- ・今定期検査の分解点検時に、羽根車が軸に対して僅かに傾いた状態で取り付けられたため、試運転時にポンプが回転した際に羽根車とマウスリングが接触して金属粉が発生し回転が妨げられ、羽根車のキー溝部に過大な応力がかかり、羽根車が割れました。
- ・この時、キーが外れ回転する軸と羽根車の間に押し込まれ、軸に過大な応力がかかり曲がったものと推定しました。
- ・羽根車が傾いた状態で取り付けられた原因については、新旧の羽根車が同一仕様品であることから、羽根車を交換する際の具体的な作業手順の確認を行わなかったためでした。

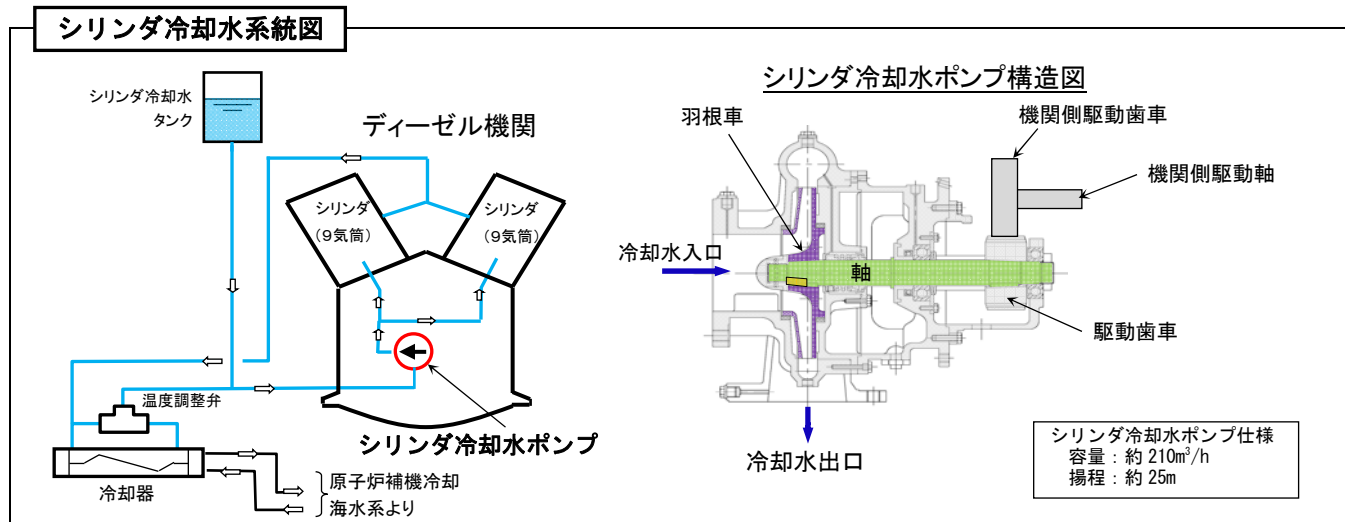
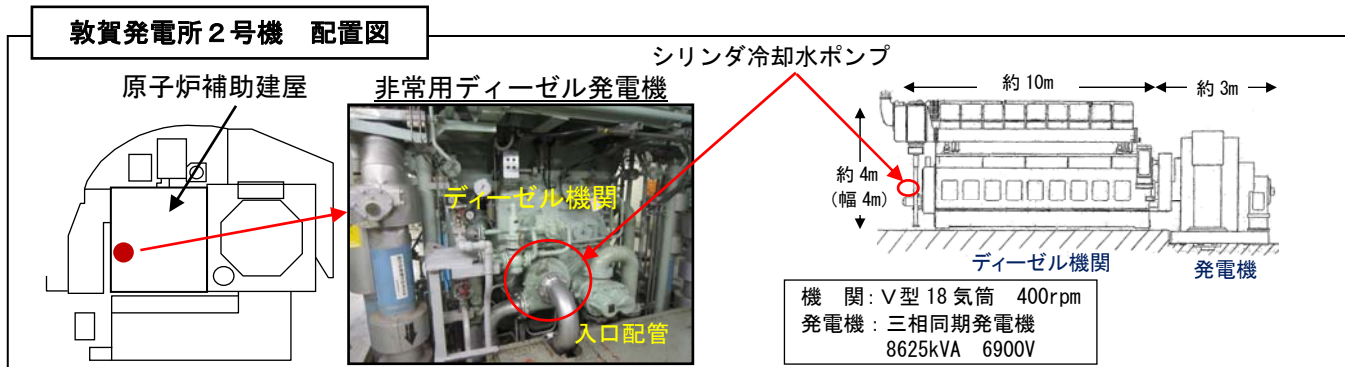
3. 対策

- ・軸と羽根車、キーを新品に取り替えます。羽根車を軸に取り付ける際は、羽根車の締め付け力を管理するとともに、羽根車とマウスリングの隙間等を計測し、軸に対し羽根車が傾いていないことを確認します。
- ・施工会社が現場工事において初めて部品の交換や分解点検を行う場合には、機器の製造メーカーへ確認した具体的な手順を工事要領書に記載するよう社内規程に反映します。

添付資料：敦賀発電所2号機の定期検査状況について（非常用ディーゼル発電機シリンダ冷却水ポンプの軸の曲がりに対する原因と対策）

以上

敦賀発電所 2号機の定期検査状況について
 (非常用ディーゼル発電機シリンダ冷却水ポンプの軸の曲がりに対する原因と対策)



ポンプ損傷状況

羽根車(入口側)割れの状況

キ

軸

割れ箇所

羽根車(入口側)の状況

マウスリングとの擦れ痕を確認

金属粉

ポンプナット

マウスリング(入口側)の状況

金属粉

ケーシング

マウスリング

マウスリングに羽根車との擦れ痕を確認

正常なキーの状態

正常なキーの状態

キー

軸

羽根車 (A-A' 断面)

軸の状況

曲がっている部分

キー溝

0.18mm

90 mm

羽根車側

駆動歯車側

軸の材質：ステンレス
 寸法：長さ約 45cm、直径約 5cm

ポンプ概略構造

マウスリング

ポンプナット

ロックピン

ケーシング

ケーシングカバー

羽根車

軸

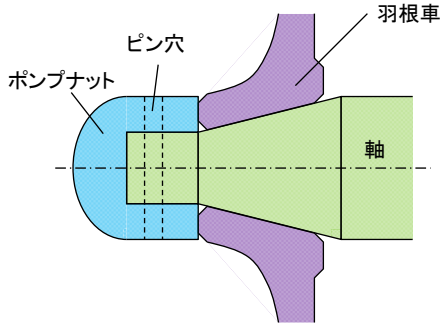
キー

羽根車(背面側)の状況

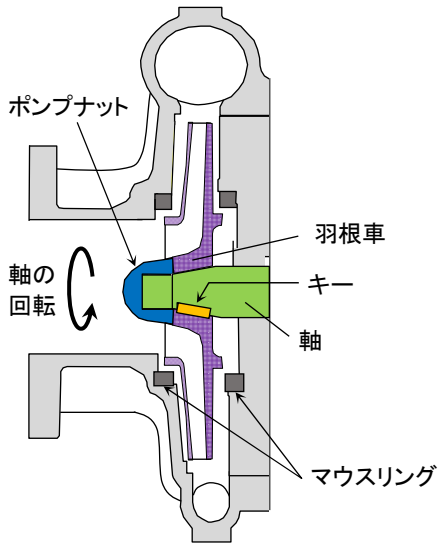
白枠内：マウスリングとの接触箇所

正常な状態

羽根車の正常な取り付け状態



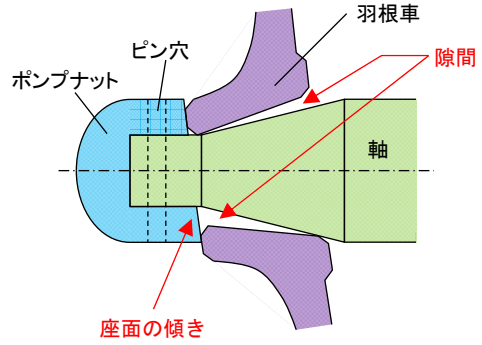
ポンプ運転中の状態



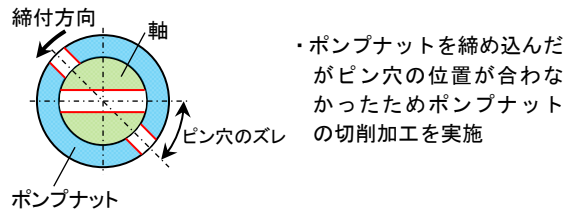
・羽根車とマウスリングの隙間が確保されており、接触することはない。

今回の状態

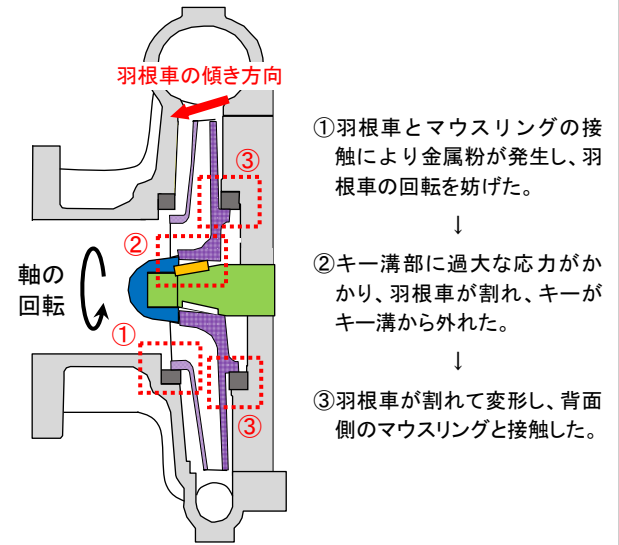
今回の羽根車の取り付け状態



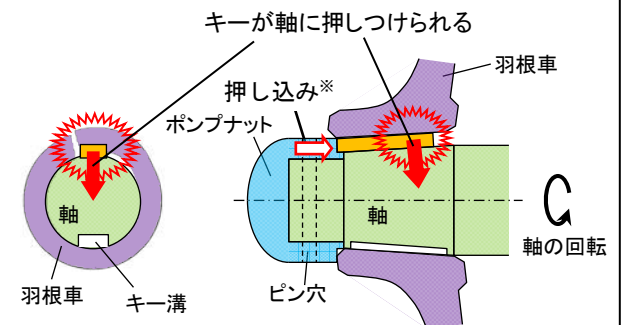
羽根車を最初に取り付けた際の状態



ポンプ運転中の状態(羽根車に割れが発生)



ポンプ運転中の状態(軸に曲がりが発生)



※：外れたキーがポンプナットに接触した際にロックピンが折損し、軸が回転するとポンプナットが締まるため