

伊方発電所第2号機

低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aのモータ過負荷による
自動停止について

平成22年 5月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機
低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aのモータ過負荷による自動停止について

2. 事象発生の日時

平成22年3月14日 22時40分

3. 事象発生の設備

低圧給水加熱器ドレンポンプ2A

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（電気出力577MW）

5. 事象発生の状況

伊方発電所2号機は通常運転中のところ、3月14日22時40分、低圧給水加熱器ドレンポンプ2A^{*1}のモータ過負荷を示す信号が発信し、ポンプが自動停止した。

調査の結果、モータ下部の軸受が固着しており、軸受の外輪が軸とともに、下部ブラケット^{*2}内面と接触したまま回転したため、モータの負荷が増加し、過負荷に至ったものと考えられる。

固着した軸受は新品と取り替え、傷の認められた軸および下部ブラケット内面については、補修を行った後、低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aを運転し、異常のないことを確認し、通常状態へ復旧した。

なお、本事象発生から復旧までの間は、停止していた低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aに代わり、バックアップ用の水位制御弁により低圧給水加熱器ドレンタンクの水位は制御されており、プラント運転への影響はなかった。また、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1）

*1 低圧給水加熱器ドレンポンプ

復水を加温した低圧タービンの抽気熱を回収するために設けられた設備で、低圧給水加熱器ドレンタンクの水を第1低圧給水加熱器出口へ送水するためのポンプ。

*2 下部ブラケット

モータ下部の軸受を保持するカバー状の枠

6. 事象の時系列

3月14日

22時40分 低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aのモータ過負荷を示す信号「4-2Aモータ過負荷」発信
低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aの自動停止を示す信号「低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aトリップ」発信

3月15日

1時15分 低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aモータ分解点検開始

3月16日～27日

軸・下部ブラケット工場修理

3月27日 低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aモータ組み立て開始

3月30日 負荷試運転実施

3月31日 低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aの運転状態に異常のないことを確認し、通常状態に復旧。

7. 調査結果

(1) 現場調査（事象発生時）

a. モータ

排油口からグリースを確認すると黒く変色していた。

また、ハンドターニングを実施した結果、軸受外輪が軸と共に回転していたため、軸受および下部ブラケットが損傷していると判断した。

なお、モータの絶縁抵抗測定、巻線抵抗測定、外観については異常は認められなかった。

b. ポンプ

モータと接続した状態でハンドターニングを実施した結果、異音等の異常はなく回転した。また、カップリング取付状態、ポンプ外観、軸を目視点検した結果、異常は認められなかった。

c. 保護装置

過負荷を検出した遮断機の過電流引き外し装置の設定値および動作を確認した結果、異常は認められなかった。

以上のことから、低圧給水加熱器ドレンポンプ2Aは、モータの軸受の異常により過負荷保護装置が作動し自動停止したものと判断した。

(2) 工場調査におけるモータの調査結果

(添付資料－ 2、 3)

a. 下部ブラケット

ブラケット内径の表面には、フレットィング*³による面荒れが認められた。また、軸受嵌合部は、管理値0～5.9/100mmに対して計測値6.6/100mmであり、軸受接触面が緩くなっていた。このため、ブラケット内面に肉盛補修を実施した。

* 3 : フレットィング

ベアリングの嵌め合い部などのように二つの物体が接触している状態で、接触部で生ずる相対すべりにより摩耗損傷が生ずる現象で、金属酸化物の堆積などを伴う。

b. 回転子軸

軸受嵌合部に損傷が確認された、このため肉盛補修にて軸の補修を実施した。

c. 軸受

内輪・ボール・保持器は黒色化しており、一部のボールは変形し、保持器はその部分が広がっていた。全体的に内外輪とボールの異常摩耗と顕著な圧痕ならびに保持器の変形等の損傷が認められた。

また、外輪外径面および内輪内径面にフレットィングが認められた、このため新品の軸受に交換し復旧した。

d. グリース

グリースは黒く変色しており、軸受の異常摩耗による熱でグリースが劣化したものと考えられる。このため、異常な温度上昇の要因として考えられる下記項目について調査を実施した。

①グリースの過剰注入

グリースを過剰注入した場合、グリースの攪拌のため熱が生じる。このため今回、初期充てん量と分解後に回収したグリース量および軸受箱内部の未回収量想定を比較した結果、ほぼ同量であったことから過注入は考えにくい。

②グリースの過度の不足

グリースが不足した場合、潤滑不良が生ずる。このため、初期充てん量と分解後に回収したグリース量および軸受箱内部の未回収量想定を比較した結果、ほぼ同量であったことから過度の不足は考えにくい。

③グリースの混合

仕様の異なるグリースが混入すると、性状の変化、分離等により劣化が生じ潤滑不良になる。このためグリースを分析した結果、当該グリース以

外の成分は検出されなかったため仕様の異なるグリースの混合はない。

④水分の混入

軸受内のグリースに水分が混入すると、グリースの劣化が生じ潤滑不良となる。このためグリース注入作業時に排出されたグリースを調査した結果、水分の混入を示す乳化現象はなく、水分混入はない。

⑤異物の混入

軸受内のグリースに異物が混入すると、その異物によりボールの動きに支障が生じ熱を発生する。このため、回収したグリースを調査した結果、異物混入を特定することは出来なかった。しかし、現状のグリースガン（グリース注入に使用する工具）の保管状況ではグリースガンのキャップがなかったり、蓋のない保管箱で保管されていたため、グリースガンの先端部に異物が付着し、グリース注入時に異物が混入する可能性は否定できない。

⑥摩耗粒子の増加

軸受の経年劣化等により摩耗粒子が増加した場合、抵抗が増加して潤滑不良が生じる。このため回収したグリースを分析した結果、摩耗粒子はやや多かったが、正常範囲内と考えられ、温度上昇の直接的原因とは考えにくい。

(3) 保守状況の調査

a. モータ点検状況

当該モータについては、1回/4定検の頻度で点検を計画しており、至近では第18回定検（平成17年9月～平成18年2月）にて精密点検を実施し、軸受等に異常はなかった。（取替え部品として軸受は新品に交換実施）また、軸受の嵌め合い部の間隙は $2.2/100\text{mm}$ であり、管理値（ $0\sim 5.9/100\text{mm}$ ）を満足していた。

b. 日常保守状況

グリース注入・振動・温度測定を定期的に（2ヶ月に1回）行っていたが、平成21年12月24日のグリース注入後、下部軸受の温度が徐々に上昇傾向であったため、振動・温度測定の頻度を増やし、監視を強化していた。

平成22年2月に定期的なグリース注入予定であったが、状況を確認しつつ注入時期と注入量を検討し、3月2日にグリースを注入した。

その後、下部軸受の温度は高めであるが安定していたことから、3月中旬に再度グリースを注入する（グリースの全量入替え）予定であった。

8. 推定原因

今回の原因は、前回のモータ精密点検以降、順調に運転してきており、軸受のグリース注入以降に軸受の温度が徐々に上昇していることより、グリース注入時に異物が混入し、それにより一部の軸受のボールが拘束され熱を発生し軸受の温度を上昇させてグリースを劣化させ、潤滑不良となり、最終的には軸受全体が焼き付いて軸に固着して過負荷となり、保護装置により自動停止したものと推定される。

9. 対 策

- (1) モータの固着した軸受は新品と取り替え、傷の認められた軸、下部ブラケット内面については、肉盛補修を行い復旧した。
- (2) グリース注入時の異物混入を防止するため、グリース注入作業の作業要領書にグリースガンの保管・管理の強化(キャップの取り付け、保管箱の整備)、およびグリース注入作業における注意事項の追記を行い、関係者に周知した。
- (3) 今後、手順書等の充実を図り、低圧給水加熱器ドレンポンプ等の軸受部で温度の上昇等の兆候が見られた場合は、その状態によって軸受温度の監視強化等を図るとともに、モータの分解点検等の対策を実施する。

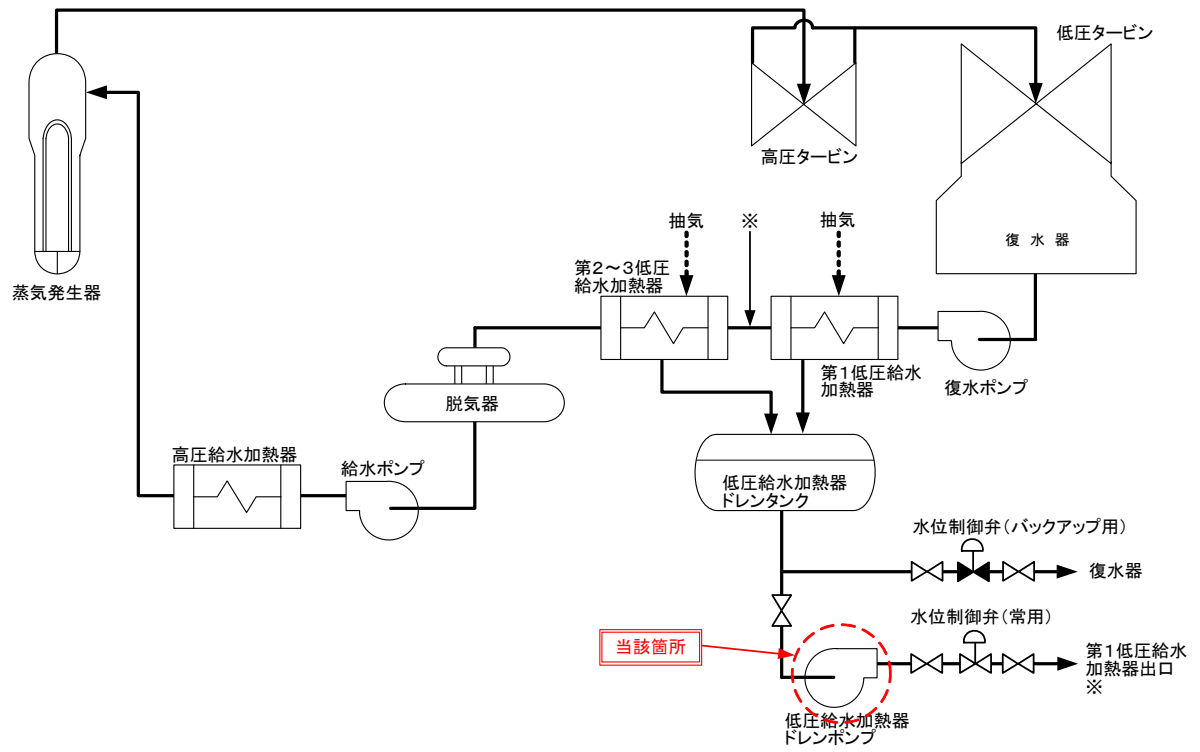
添 付 資 料

添付資料－ 1 伊方発電所 2 号機 低圧給水加熱器ドレンポンプ周り系統概要図

添付資料－ 2 低圧給水加熱器ドレンポンプモータ状況図

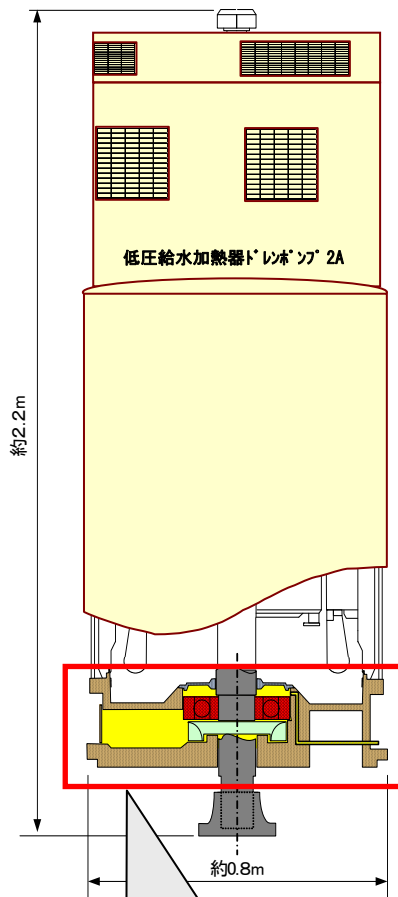
添付資料－ 3 低圧給水加熱器ドレンポンプモータ軸受調査結果

伊方発電所 2号機 低圧給水加熱器ドレンポンプ周り系統概要図

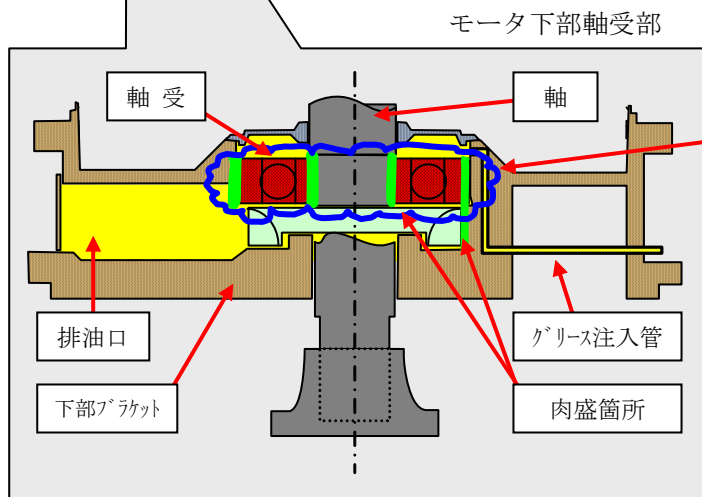
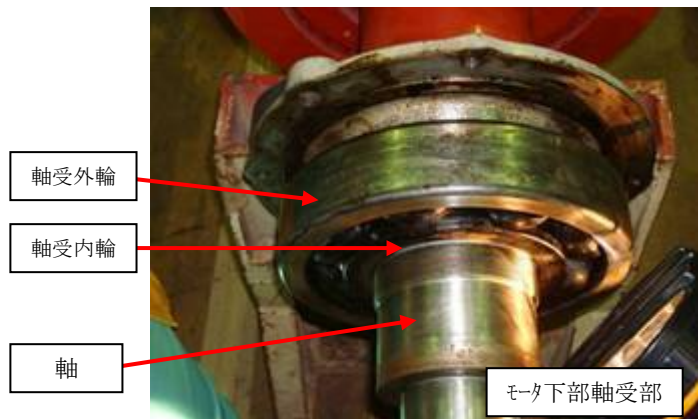


低圧給水加熱器ドレンポンプモータ状況図

1. モータ断面図



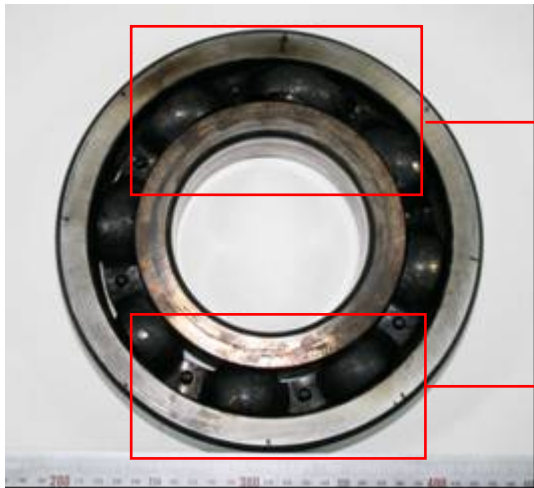
2. 損傷箇所



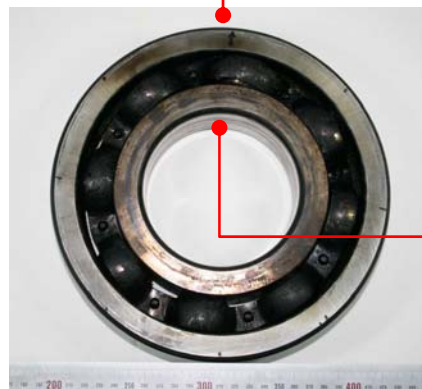
- 【損傷のあった箇所】**
- ・ 軸受
 - ・ 軸
 - ・ 下部ブラケット
- 【肉盛箇所】**
- 部
- ・ 下部ブラケット内面
 - ・ 軸(軸受接触部分)

低圧給水加熱器ドレンポンプモータ軸受調査結果

- ・ 保持器の一部でポケット部が変形し、広がっている。



- ・ 内輪・ボール・保持器が黒色化しており、異常過熱の痕跡が認められる。
- ・ グリースは黒色化し、軸受内部にはほとんど残っていない。



- ・ 外輪外径面および内輪内径面の全周に、フレットングが認められる。

