

平成20年10月8日
北海道電力株式会社

泊発電所1号機 A - 充てんポンプ定例試験中における電動機の 故障に係る原因と対策について

泊発電所1号機（加圧水型軽水炉、定格電気出力57万9千kW）は、定格熱出力一定運転中において、7月18日、定例試験のためA - 充てんポンプ¹（待機中）を起動したところ当該ポンプが自動停止しました。なお、充てんポンプは3台あり、運転中必要な台数は1台であることから、発電所の運転に影響はありません。

その後、自動停止した原因を調査していたところ、14時20分、電動機の故障であることが分かりました。今後、詳細な調査を行い、原因を究明します。

なお、今回の事象による外部への放射能の影響はありません。

（平成20年7月18日 お知らせ済）

本日、調査結果を踏まえ、泊発電所1号機 A - 充てんポンプ定例試験中における電動機の故障について、原因と対策をとりまとめましたのでお知らせします。

1. 調査結果

(1) 現地調査結果

- a. A - 充てんポンプが自動停止した要因を確認したところ、過電流リレーの動作が認められました。
- b. 当該電動機固定子²のコイル³の絶縁抵抗を測定した結果、絶縁不良が認められました。
- c. 当該電動機の分解点検を行った結果、負荷側コイルエンドに損傷が認められました。

(2) 工場調査結果

- a. 当該電動機内には溶断したコイル片等が残留しており、それらを回収して分析した結果、コイルの溶融物に加え、最大約5mm×約1mm（質量約5.9mg）の金属小片が認められました。
- b. 当該電動機の空気冷却器取付部ボルト穴の座面において、切削跡が認められました。取付部には、ばね座金^{4,5}を使用しており、実証試験を行った結果、ばね座金を使用しているボルトを緩める際に座面から小片が発

生することが確認され、この小片と当該電動機内に残留していた金属小片の成分等はほぼ一致しました。

- c . 当該電動機は、空気冷却器を取外すことで上部に開口部ができ、その開口部から損傷箇所である負荷側コイルエンドが見える構造となっていました。
 - d . 当該電動機のコイルエンドは、コイルを固定するためにテーピングを施しており、コイルとテーピングの間に金属小片が滞留する可能性がある隙間が存在する構造となっていました。
- (3) 製作時の記録等の調査結果
製作時の記録調査、運転履歴、環境調査、および定期検査時の点検状況確認の結果、問題は認められませんでした。

2 . 推定原因

前項の調査結果から、本事象の原因について、次のように推定しました。

- ・ 当該電動機点検時、ばね座金を使用しているボルトを緩めることで座面から切削された金属小片が発生しました。
- ・ 金属小片は、空気冷却器取外作業時に上部から落下して、負荷側コイルエンドに滞留しました。
- ・ 電動機運転中の磁界の変化に伴い金属小片が振動し、コイル素線の絶縁層を摩耗させました。

この結果、コイルが短絡（ショート）し、短絡電流により過電流リレーが動作し、当該電動機の自動停止に至りました。

3 . 対策

- (1) 当該電動機は、固定子のコイルおよび鉄心を新品に取替えます。
- (2) 当該電動機には、ばね座金は使用せず、座面を切削しない皿ばね座金⁶を使用します。
- (3) 更に万全を期す観点から、当該電動機負荷側コイルエンド上部にカバーを取付け、上部からの異物混入防止を図ります。
なお、機内底部に塗料片等が認められたことから、今後の充てんポンプ電動機分解点検時には、機内の清掃を徹底します。
- (4) B , C - 充てんポンプ電動機についても、当該電動機と同様な対策を実施します。

本件については、原子炉等規制法に基づき経済産業省へ、また安全協定に基づき北海道及び地元四ヶ町村に報告済です。

経済産業省への報告については、当社本店1階「原子力ふれあいコーナー」および原子力PRセンター（とまりん館）「原子力情報公開コーナー」において公開しています。

（経済産業省における INES の暫定評価）

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
		0 -	0 -

IN E S : 国際原子力事象評価尺度

1 : 充てんポンプ

- ・ 1次冷却系統から抽出した1次冷却水を浄化した後、再び1次冷却系統に戻すためのポンプ。
- ・ 3台設置しており通常1台運転で残りは待機としている。

2 : 固定子

- ・ 電動機を回転させるための磁界を発生させる部分のこと。この部分は回転せず電動機に固定されている。

3 : コイル

- ・ 銅線を巻いたもの。銅線に電流を流すことにより電動機が回転するのに必要な磁界を得る。

4 : 座金

- ・ 座金（ざがね）とは、ボルトを締め付ける際に挟み込む穴の空いた板状の部品である。ボルトの緩み防止などに用いられる。

5 : ばね座金

- ・ 平らな円盤状の座金の一部を切断し、切り口をねじることによりばね作用を持たせた座金である。スプリングワッシャーともいう。

6 : 皿ばね座金

- ・ 平らな円盤状の座金にふくらみをもたせることでばね作用を持たせた座金。

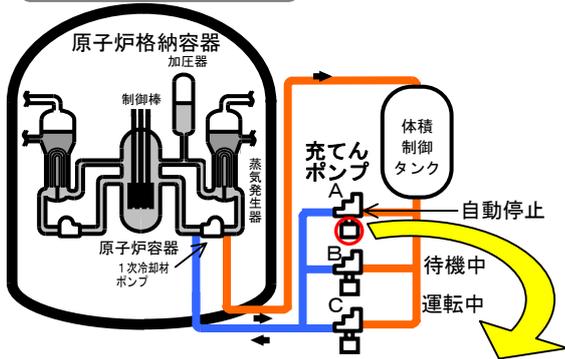
< 添付資料 >

原因対策図（1 / 2）（2 / 2）

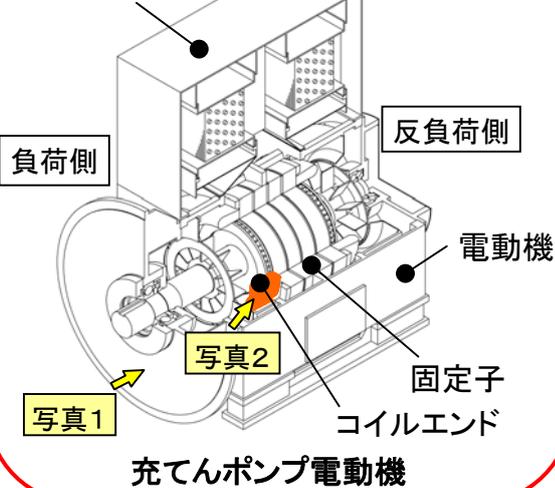
以上

原因対策図 (1 / 2)

発生箇所



空気冷却器



調査結果



写真1. 負荷側コイルエンド



損傷箇所

最大約5mm×約1mm
(質量約5.9mg)



機内残留物において最大の金属小片

写真2. コイル損傷箇所詳細

推定原因(1/2)

(1) 金属小片発生

ばね座金により、削り取られた跡が見られる

空気冷却器フレーム

電動機フレーム

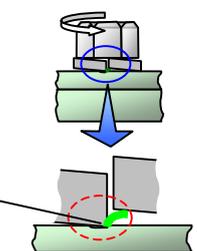
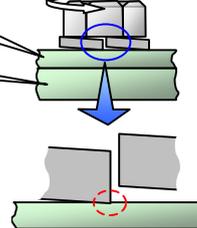
①ボルト締め初期の時点で、ばね座金割れ部角が、ボルト座面及び空気冷却器フレームの座面に食込む。

②食込んだ状態でばね座金が回転するため、座面が削り取られる。

③削り取られた部分が「金属小片」として発生する。

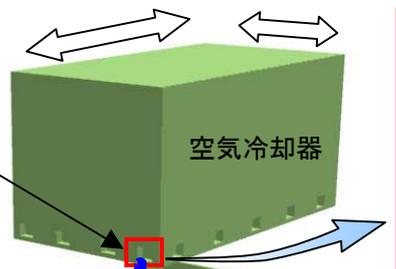


ボルト締め方向

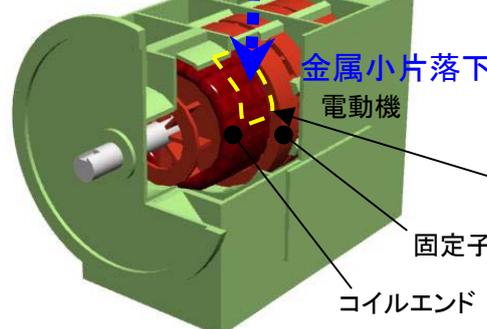


(2) 金属小片落下・滞留

電動機点検に伴うクレーン移動、停止時、空気冷却器が揺れる方向



金属小片発生部拡大

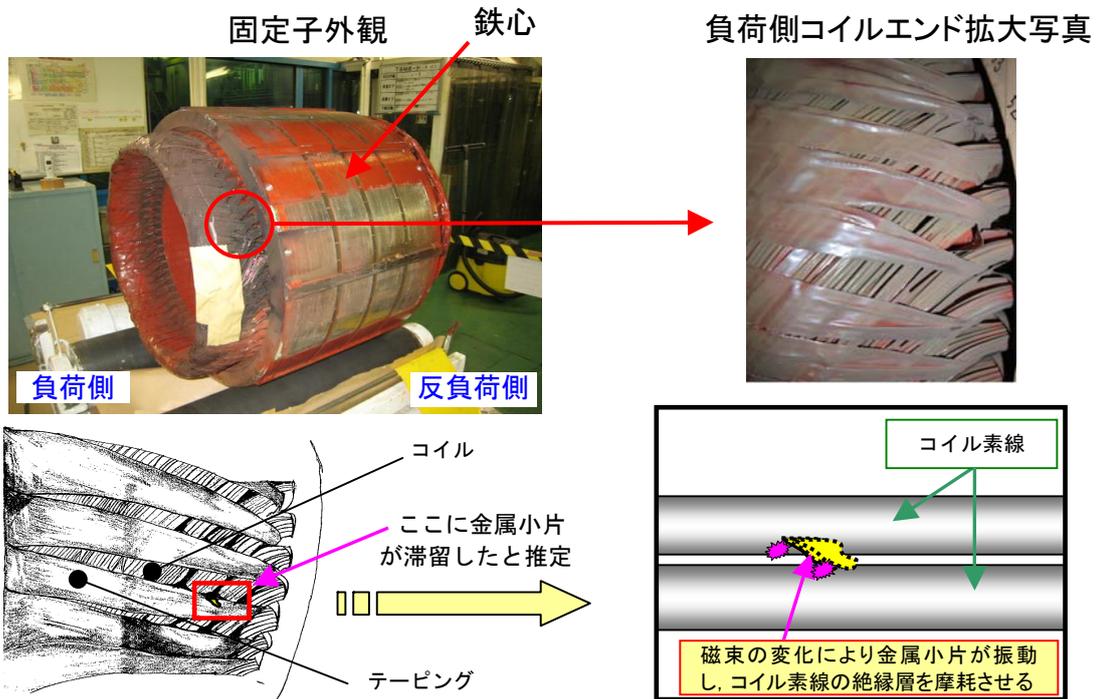


空気冷却器取外時に、負荷側コイルエンドが露出する箇所

原因対策図 (2 / 2)

推定原因(2/2)

(3) 金属小片振動および絶縁層摩耗



推定原因

調査結果から、本事象の原因は次のように推定。

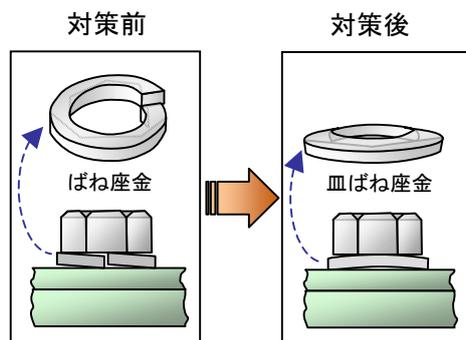
- ・当該電動機点検時、ばね座金を使用しているボルトを緩めることで座面から切削された金属小片が発生。
- ・金属小片は、空気冷却器取外作業時に上部から落下して、負荷側コイルエンドに滞留。
- ・電動機運転中の磁界の変化に伴い、金属小片が振動し、コイル素線の絶縁層を摩耗。

この結果、コイルが短絡し、短絡電流により過電流リレー動作、当該電動機の自動停止に至った。

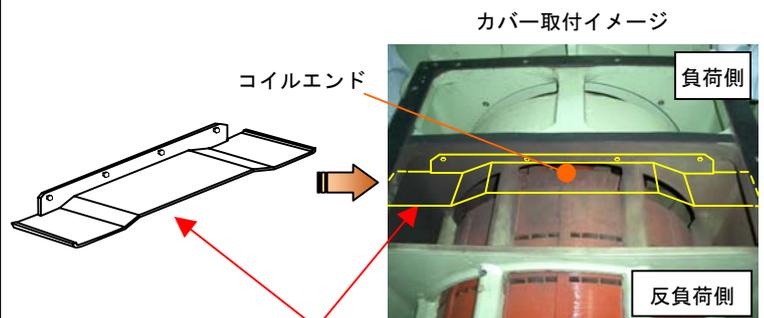
対策

- (1) 当該電動機は固定子のコイルおよび鉄心を新品に取替える。
- (2) 当該電動機には、ばね座金を使用せず、座面を切削しない皿ばね座金を使用する。
- (3) 更に万全を期す観点から、当該電動機負荷側コイルエンド上部にカバーを取付け、上部からの異物混入防止を図る。なお、機内底部に塗料片等が認められたことから、今後の充てんポンプ電動機分解点検時には、機内の清掃を徹底する。
- (4) B、C充てんポンプ電動機についても、当該電動機と同様な対策を実施する。

皿ばね座金への変更



負荷側コイルエンド上部へのカバー取付



上部から異物が機内に混入しないよう万全を期すため、コイルエンド上部にカバーを取付ける。