

敦賀発電所2号機の定期検査状況について (タービン動補助給水ポンプ起動入口弁の動作不良の原因と対策(最終報告))

1. 発生状況

敦賀発電所2号機(加圧水型軽水炉:定格電気出力116万キロワット)は、平成19年8月26日から第16回定期検査中の原子炉起動準備中のところ、平成20年7月21日19時12分にタービン動補助給水ポンプ※¹の試運転のため、タービン動補助給水ポンプ起動用の蒸気入口弁(電動)※²AおよびBを「閉」から「開」にしたところ、「タービン動補助給水ポンプ直流電動弁過負荷」警報が発報しました。

現場を確認したところ、入口弁Bは全開になっていましたが、入口弁A(以下「当該弁」という)は弁開度が約6%で停止していました。

2. 調査結果

(1) 弁本体、弁駆動機構部の調査

当該弁を分解点検した結果、弁体や弁棒に異常は認められませんでした。

(2) 弁駆動用電動機および電源盤内過負荷継電器の調査

- ・弁駆動用電動機を分解点検した結果、電磁ブレーキのブレーキ板に貼り付けられていた摩擦板が脱落し、ブレーキ板と制動板との隙間に挟み込まれる位置にありました。
- ・当該電動機は、定期検査時の点検では、絶縁抵抗や動作時の電流測定等を行っていましたが、電磁ブレーキ部についての点検は行っていませんでした。

(3) 類似弁の点検

当該弁と同様な構造を持つ電磁ブレーキ付き電動機は3台あり、調査したところ、蒸気入口弁Bでは、当該弁と同様に電磁ブレーキ用摩擦板が脱落していました。

3. 推定原因

当該弁の電動機の電磁ブレーキ用摩擦板がブレーキ板より剥離し、開操作した際、脱落した摩擦板がブレーキ板と制動板との隙間に挟まり、強く制動させたことから、約6%開動作した時点で電動機が拘束され、弁の動作不良に至ったものと推定されました。

4. 対策

- ・当該弁の電動機等を新品に取り替え、類似弁の電動機3台について、新品の電磁ブレーキに取り替えました。
 - ・点検頻度を見直し、4定期検査に1回の頻度で電磁ブレーキの健全性を確認するとともに、12定期検査に1回の頻度で電磁ブレーキを交換することとします。
- また、電磁ブレーキ用摩擦板が剥離した原因について、詳細な調査を行いその結果について最終報告を行うこととしました。

なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はありません。

※1: 原子炉の停止後において崩壊熱を確実に除去する目的で、2次主冷却系統とは独立して蒸気発生器に水を供給する補助給水系統(電動補助給水ポンプ2台およびタービン動補助給水ポンプ1台)がある。

※2: タービン動補助給水ポンプは、電動補助給水ポンプが自動起動しない場合や、蒸気発生器の水位が異常に低下した信号により、駆動用蒸気(蒸気発生器で発生している蒸気)の弁を開くことで自動起動する。

(平成20年7月23日、8月1日発表済)

5. 電磁ブレーキ用摩擦板剥離に係る詳細調査結果

当該弁の動作不良は、電動機の電磁ブレーキ用摩擦板（以下、「摩擦板」）がブレーキ板より剥離・脱落し、停止に至ったものであり、その剥離した原因について詳細な調査を行いました。

詳細な調査にあたっては、文献・製造過程・保守管理から剥離要因項目を抽出し、原因調査を行いました。

（１）調査結果

①剥離原因の調査

- ・剥離面の観察において剥離した摩擦板とブレーキ板面との接着剤の間に界面破壊※³が確認されました。
- ・当該弁等の現状のブレーキ板にて接着面の剥離に至るまでの強度を測定したところ、製作時の強度に対して、約１割まで低下していたことが確認されました。
- ・水分による接着面の接着力の低下の影響が文献等に示されており、その影響を確認試験にて確認した結果、空気中に放置したブレーキ板との比較で、水に浸したものは強度が約４割低下していました。
- ・当該弁および類似弁の設置されている部屋の湿度は外気の湿度に影響を受けることがわかりました。また、摩擦板近傍の部品に錆が確認されていることから、電磁ブレーキ内部は結露が発生する状態にあったと推定されました。
- ・当該電磁ブレーキが製作された当時における工場の品質管理状況について調査したところ、製品の製造は品質保証計画に基づき実施されていました。また接着剤の選定不良や製作時の施工不良は確認されませんでした。
- ・文献によると、接着剤が劣化する水分以外の要因として、熱による劣化や繰り返し荷重による疲労等が考えられましたが、調査の結果、いずれも問題ありませんでした。

※３：接着剤の接着力不足により、接着剤と被接着材（ブレーキ板）が剥がれる事象。

②保守管理上の要因調査

- ・保守工事会社から、過去３回（第１３回～第１５回）の定期検査において、電気部品の劣化等を考慮した計画的点検実施の推奨提案を受けていましたが、当該弁は定期試験で開閉する程度の極めて少ない作動実績であり、電気・機械部品が寿命には達していない等の理由から、点検計画を変更する必要はないと考えておりました。
- ・推奨提案の採否判断の際に、設置環境による影響を考慮した評価を行っていませんでした。また、当社の判断理由や結果を記録として残すこととなっていなかった事から残していませんでした。

（２）推定原因

①剥離の推定原因

- ・当該弁が外気の影響を受ける高湿度エリアにあったことより、電磁ブレーキ内部に外気が侵入し金属部に結露が発生したと推定されました。
- ・その結露水がブレーキ板と摩擦板の接着面に浸透し、接着剤の接着力低下を加速させたこと、当該弁の作動頻度が極めて低いことからブレーキ摩擦板の磨耗は少ないと考え、建設の設置時から、現在に至るまで点検が行われていなかったことによるものと推定されました。

②保守管理上の推定原因

- ・点検・補修等の計画への反映を促す推奨提案に対し、現状の電動弁駆動部の点検・補修等の計画で良いと判断し、設置環境を考慮した点検・補修等の計画への反映が不足していたことや、そう判断した理由について、記録として残さなかったため、新たな知見の収集や確認・検討・審査が十分に行なわれず、保全計画に反映されておりました。

(3) 対策

当該弁及び類似弁3台について、12定期検査に1回の頻度で電磁ブレーキを交換することとしておりましたが、次回定検時に、摩擦板をリベット止めした脱落しないタイプの電磁ブレーキに変更することとしました。

(4) 保守管理に係る品質保証活動上の改善策

- ・当該弁と同様に、接着剤のみで構造上の強度および機能を持っている機器を洗い出し、今回得られた知見を保全計画に反映します。
- ・保守工事会社等から点検・補修等の計画への反映を促す推奨提案があった場合には、技術的な確認・検討・審査を確実に行います。また、当社の判断理由や結果を工事記録として残すことを社内規定に定め、この記録を保全の有効性評価に活用します。
- ・今事象を踏まえ、類似事象の未然防止の観点から、根本原因分析を行い、必要な対策を行います。

<添付資料>

タービン動補助給水ポンプ起動入口弁電動機電磁ブレーキ用摩擦板剥離原因説明図

以 上

タービン動補助給水ポンプ起動入口弁電動機電磁ブレーキ用摩擦板剥離原因説明図

