

玄海原子力発電所3号機C充てんポンプの主軸折損の調査結果(まとめ)

1. 調査結果

- ・主軸は羽根車6段の割りリング溝部から折損しており、折損部の破面観察の結果、疲労破壊の様相を示す複数のビーチマーク(貝殻模様)や組織状模様が認められた。
- ・主軸割りリング溝部のコーナR部の曲率半径が、製作時の図面指示値(0.8mm)より小さい値(0.44mm~0.70mm)であり、応力が集中しやすいことを確認した。
- ・割りリングと主軸の接触痕が認められた。これは製造時の羽根車取付時に、焼きばめに伴う温度管理がなされなかったことによると考えられる。
- ・運転履歴を調査した結果、今回の定期検査では、過去の定期検査と比較して、発電所の待機状態において充てんポンプの上流側にある体積制御タンクを低水位で運転した期間が長いことを確認した。
- ・体積制御タンクの水位が、低水位となる状態が継続した場合、ポンプ入口の水平配管部にガス溜まりが発生し、このガスがポンプへ流入することをメーカー研究施設で確認した。
- ・充てんポンプへのガス流れ込みによる主軸折損部(割りリング溝部)の応力評価の結果、当該溝部に発生する応力が、き裂発生疲労限度を上回ることを確認した。

2. 主軸折損の推定原因

上記調査結果から、以下のとおり主軸折損の原因を推定した。

- ・主軸製作時、割りリング溝部のコーナR部が小さく加工され、応力が集中する状態となっていた。さらに、羽根車焼きばめに伴う割りリングと主軸の接触により、主軸折損部(割りリング溝部)に応力が発生していた。
- ・体積制御タンクを低水位で長期間運転したことにより、ポンプ入口の水平配管部にガス溜まりが発生し、このガスの流れ込みで生じた振動により主軸の割りリング溝部に応力が発生した。
- ・これらが重畳することで、主軸の割りリング溝部に過大な応力が加わり、初期き裂が発生し、その後もガスの断続的な流入による振動で、ひびが進展し主軸折損に至った。

3. 過去の事例検討

過去に同様なポンプの主軸折損の事例があることから、玄海3号機における対応状況を確認し、過去の事例を踏まえ対策を検討した。

4. 対策

- ・玄海3号機の全ての充てんポンプの主軸を、割りリング溝部コーナR部に寸法公差を定めて図面指示どおりの曲率半径で製作するとともに、羽根車焼きばめ時の温度管理を実施した対策品に取り替える。
- ・体積制御タンクの低水位運転を長期間行わない運転手順へ変更する。
- ・充てんポンプへのガス流れ込み防止に万全を期する観点から、充てんポンプ入口にベントラインを設置する。
- ・主軸の調達にあたっては、割りリング溝部コーナR部の寸法公差を定め、加工方法の見直しなどにより、応力集中及び応力発生が抑制されていることを確認する。
- ・今後のトラブル事象において、水平展開の対象となったポンプの対応の検討を行う場合は、事象発生の可能性のある全ての要因を洗い出し、最も厳しくなる条件を想定した評価を行う。