

技術開発レポート

水車・発電機への磁気軸受の適用

1. はじめに

水力発電所の水車・発電機には、数百 kW 以下のものを除き、軸受にすべり軸受が使用されている。すべり軸受には潤滑油や冷却用の水が必要であるが、これらの管理に労力を要している。そこで「油レス」「水レス」を指向し、保守の省力化を図るため、磁気軸受の水車・発電機への適用を目的として開発を行った。

2. 磁気軸受の概要

磁気軸受は完全な非接触、無潤滑軸受で、大別すると永久磁石の反発力を利用する受動型と電磁石の吸引力を用いて電気制御により制御する能動型の2種類がある。水車・発電機では回転部重量が重いので能動型磁気軸受が採用される。

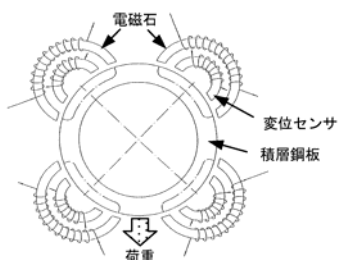


図1 能動型磁気軸受の構造概念

3. 磁気軸受の開発

磁気軸受は、高速工作機械、コンプレッサなど小型で高速回転機器への実用化が図られていたが、水車・発電機のように大型、低速機器に適用された例はなかった。そこで、信頼性を確保することと適用拡大に際しての基本特性が確認できることを条件に

- ・回転系として振れ回りや軸たわみの課題を持つ横軸機
 - ・水車・発電機としては比較的回転部質量が軽い
 - ・変動荷重の大きいスラスト軸受を含む
- などを考慮して検討対象発電所を選定した。

また、開発にあたり次の項目について検討を行った。

(1) 軸受の荷重

磁気軸受の設計荷重に関し回転部の重量、水車に作用する水スラスト力、アンバランス力、電気的外力など静的および動的な荷重要素について検討した。

(2) 軸系の振動モード

すべり軸受と磁気軸受の相互作用や軸系のアンバランスによる影響について、すべり軸受および磁気軸受の動特性を考慮して振動モード、変位センサの取付位置、荷重分担などの検討を行った。

(3) 補助軸受

故障などで磁気軸受が磁力を消失した場合に、軸が落下してコイルなどを破損しないように補助軸受を設置した。

なお、補助軸受は磁気軸受が正常に運転している場合には回転部に接触しないように回転部との間に適正なギャップを設けた。

(4) その他

その他の項目として軸受台の強度、軸電流の防止、磁気軸受の監視機能、ランナーギャップなどとの関連を考慮した軸受の適正ギャップなどについて検討を行った。

4. 実機への適用

磁気軸受開発時に検討対象とした芦川第三発電所(発電所出力 530kW)の水車・発電機は、回転部質量約 4,500kg で4台の軸受を持っている。1993年、その水車側の軸受(スラスト軸受を含め3台)に磁気軸受を適用した。その後、1996年には立軸機の山崎発電所(発電所出力 1,500kW、回転部質量約 14,300kg)のスラスト軸受を含むすべての軸受(4台)、2001年に横軸機の赤川発電所(発電所出力 1,100kW、回転部質量約 6,500kg)では、すべての軸受(スラスト軸受を含め3台)に磁気軸受を適用した。赤川発電所の水車・発電機の全景および水車側磁気軸受点検時の写真をそれぞれ図2、図3に示す。



図2 赤川発電所の水車・発電機の全景



図3 赤川発電所の磁気軸受

5. まとめ

磁気軸受については、イニシャルコストがすべり軸受より高いこともあり、適用箇所は多くない。しかし、当初の目的であった油レスなどによる保守の省力化に加え、非接触による軸受損失の低減などのメリットが確認できた。また油レスによる設備トラブル時の油流出防止も期待できる。

塩崎 隆幸 (東京電力(株))
(平成 17 年 4 月 22 日受付)