

ポンプ設備のリニューアルにおける高圧インバータ 駆動設備の適用

○坂本知礼、梶内俊宣

(株) 荏原製作所 風水力事業本部

概要：ポンプ施設の維持管理を行うにあたっては、老朽化した設備のリニューアルをいかに適切に行うかということが重要なテーマとなっている。ここでは回転数制御を行い目標とする流量を送水する揚水用大型ポンプ機場における電気設備のリニューアルにおいて、機能面だけでなく、ライフサイクルコスト（設備費、運転費、保守費）、作業環境、設置スペースなどを総合的に判断し、ポンプの駆動設備としてかご形誘導電動機を、また始動用及び回転数制御設備として高圧インバータを採用した事例を紹介する。

高圧インバータ、高調波、ライフサイクルコスト、大型ポンプ、回転数制御

1. はじめに

建設後20年以上を経過したポンプ場についてはそのリニューアルをいかに適切に行うかが重要なテーマとなる。ポンプ機場のリニューアルでは、新しい技術を取り入れた機能面の向上のみならず、環境に配慮したライフサイクルコストも含めた設備を選定する必要がある。

ここでは導水施設向けポンプ場の電気設備リニューアルにおいて、機能面・ライフサイクルソフト、作業環境、設置スペースなどを総合的に考慮して機場更新を実施した事例を紹介する。

2. 導水ポンプ機場の設備更新例

3200kW巻線形誘導電動機駆動の横軸形ポンプ（口径：吸込1,000mm・吐出600mm 吐出量×全揚程：2.4m³/sec/台×94m）4台で構成される導水ポンプ場の電気設備の更新を行った例を以下に示す。機場更新の際には以下の3項目を考慮し機器の選定を行った結果、既設の「セルビウス制御+巻線形誘導電動機」に替えて「高圧インバータ制御+かご形誘導電動機」を採用した。

更新期間中の既設ポンプと新設ポンプの同時運用。

機場内の環境改善。

ライフサイクルコストの低減

(1) ポンプ停止時間の制約

更新手順は以下のとおりである。

- ① 新設の電気設備を設置する新しい電気室を設置する（スペースの制約あり）。
- ② センサー部分の信号分岐を行い、旧電気設備と新設電気設備の両方に信号を送る。
- ③ 既設のポンプ設備にて 2 台運転を継続しながら残りのポンプを 1 台ずつ、制御系統を新設に移行する。

ここで最大の課題は、新設電気室のスペース上の制約から設備のコンパクト化を図らなければならなかったことである。

高圧インバータはそれ自身で 95% 以上の力率を確保できることから、力率改善用コンデンサ設備が不要となり、設備のコンパクト化が可能となる。

(2) 機場内の環境改善

巻線形誘導電動機の回転数制御においては電動機の二次側機構においてブラシとスリップリングを摺動させるため、ブラシから発生するカーボンが飛散し、周囲の環境を悪化させるという問題がある。このことから、二次側機構を必要としないかご形誘導電動機を採用した。

(3) ライフサイクルコストの低減

ライフサイクルコストの低減のためにイニシャルコストとランニングコストの両面を検討した結果、「高圧インバータ制御+かご形誘導電動機」が既設の「セルピウス制御+巻線形誘導電動機」に比較して 51,000（千円）程度有利であった。

① イニシャルコスト

両者の比較表を以下に示す。

表 1：設備費用比較

セルピウス制御装置+巻線形誘導電動機		高圧インバータ制御装置+かご形誘導電動機	
項目	評価	項目	評価
セルピウス制御装置	有利	高圧インバータ制御装置	不利
巻線形誘導電動機	不利	かご形誘導電動機	有利
SCR 一次盤	同等	高圧インバータ・一次盤	同等
制御用コンデンサ盤	不利		
総合評価	不利	総合評価	有利

電動機単品としてはかご形電動機が安価であり、始動装置や力率改善対策費用も含めたコスト比較ではセルビウス制御に比べ高圧インバータ制御が40,000(千円)程度安くなる。

② ランニングコスト

両者の比較表を以下に示す。

表2：ランニングコスト費用比較

セルビウス制御装置+巻線形誘導電動機		高圧インバータ制御装置+かご形誘導電動機	
項目	評価	項目	評価
電気料金		電気料金	
基本料金(5000kW×12ヶ月)	同等	基本料金(5000kW×12ヶ月)	同等
電力量料金(総合効率0.93)	有利	電力量料金(総合効率0.92)	不利
ブラシ保守費	不利		
液体抵抗器保守費	不利		
総合評価	不利	総合評価	有利

上表から、電力量料金は総合効率で優れる「セルビウス制御+巻線形誘導電動機」が有利となるが、ブラシ及び液体抵抗器の保守費用を含めた、年間のランニングコストは約11,000(千円)程度「高圧インバータ+かご形誘導電動機」の方が有利となる。

3. 高圧インバータの構成と特性

図1に高圧インバータ(以下、VVVFとする。)の構成を示す。トランスは3相3線AC6600Vの入力を10度ずつ位相のずれたAC690V出力電圧×6出力に変換する構成となっている。また、パワーセルに入力されたAC690VをPWM波形に変換し6台を直列接続されたパワーセルの出力電圧及び周波数を変化させる事により誘導電動機の回転数制御を行う。

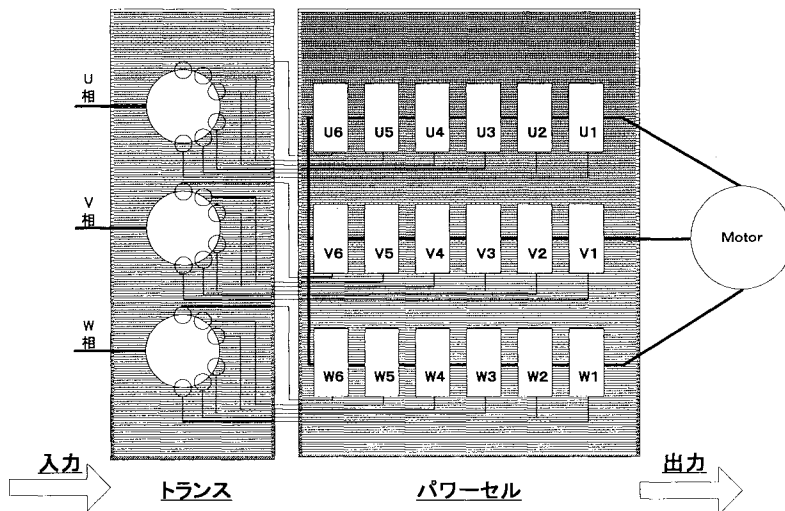


図1：インバータ構成図

この高圧インバータには以下のような特性が挙げられる。

- ① 電圧形多重 PWM 方式により電圧波形出力は正弦波に近くなることから、波形の歪み対策用に絶縁を強化したインバータ用誘導電動機ではない通常の誘導電動機を使用することができる。
- ② 高効率 (95%以上)・高力率 (0.95以上) な運転が可能である。このことから、力率改善用コンデンサを設置する必要がない。(セルビウス制御では多くのコンデンサを必要とする)
- ③ 高調波対策を行わなくても高調波ガイドラインをクリアできることから、高調波対策機器が不要である。したがって、機器点数を少なくすることが出来る。
- ④ V/F 制御によりポンプを始動から制御まで行えることから始動装置は必要ない。
- ⑤ PWM 制御のため回転数変化の指示に対する追従性がよく、回転数を常に変化させる必要のある制御に適している。

4. まとめ

導水ポンプ機場の大型ポンプ用電気設備のリニューアルにおいてはクリーンな環境の維持、ライフサイクルコストの低減と「省スペース」などの点から「高圧インバータ制御+かご形誘導電動機」の組合せが有効であることが確認された。

導水用大型ポンプの更新の際に本文が機器の選定や更新作業の参考になれば幸いである。