

## 岡山県南部水道企業団納

### 200kW EDモータを適用した増圧ポンプ設備

#### Equipment of Booster Pump by 200kW Permanent Magnet Motor

#### 1. まえがき

岡山県南部水道企業団広江増圧ポンプ所に高機能ベクトルインバータED64sp及び永久磁石形同期電動機EDモータを適用した可変速増圧ポンプ設備を納入，電動機総合効率及びポンプ効率の向上により大きな省電力効果を上げることができた。ここに増圧ポンプ設備の概要を紹介する。

#### 2. 概要

岡山県南部水道企業団は122,000[m<sup>3</sup>/日]の送水能力を有し，倉敷市，玉野市，岡山市の一部に水道用水を供給している。広江増圧ポンプ所は浄水所から約45%を供給され，増圧ポンプで2箇所の調整池に送水している。

水需要の変化に伴い送水能力の見直しと送水原単位（水1m<sup>3</sup>を送水するのに必要な電力量）の向上を図ることを目的に増圧ポンプ設備の更新仕様が決定された。

#### 3. 特長

増圧ポンプ設備の特長は次のとおりである。

- (1) 増圧ポンプ駆動用変速モータに最も高効率である永久磁石形同期電動機をインバータ制御する「エコドライブシステム」EDモータを適用，モータ効率96.5%以上を実現した。
- (2) EDモータはセンサレス，自己通風形とし保守性の向上を図った。
- (3) 主変圧器はトッランナーモールド式変圧器 JEM1483-2003適合品を採用した。
- (4) ポンプは高効率品（85%以上）を採用した。

#### 4. 納入機器

##### 4.1 増圧ポンプ

形式	横軸両吸込渦巻ポンプ
口径	φ400×300 mm
吐出量	21.1 m <sup>3</sup> /min
全揚程	41 m
付属品	フライングカップ リンク GD <sup>2</sup> 100kg・m <sup>2</sup>
台数	1台

##### 4.2 ポンプ駆動用電動機

形式	全閉外扇自己通風形
型式	EDM4311F 永久磁石形同期電動機

極数	6
出力	200kW
電圧	380V
回転数	1750~1260 min <sup>-1</sup>
台数	1台

#### 4.3 増圧ポンプ盤

(1) 高圧盤	1面
寸法	1200W×2350H×1200D
収納機器	高圧真空電磁接触器，断路器，変流器 過電流継電器，不足電圧継電器
(2) 変圧器盤	1面
寸法	1400W×2350H×1200D
収納機器	300kVA モールド形変圧器 JEM1483-2003
(3) インバータ盤	1面
寸法	(600+1200)W×2350H×1200D
収納機器	正弦波コンバータ VF61R-20044 200kW 高機能インバータ ED64sp-20044 200kW

図1に増圧ポンプセット，図2に増圧ポンプ盤の外観を示す。



図1 増圧ポンプと200kW EDモータ  
Fig.1 Booster pump and 200kW EDmotor



図2 増圧ポンプ盤

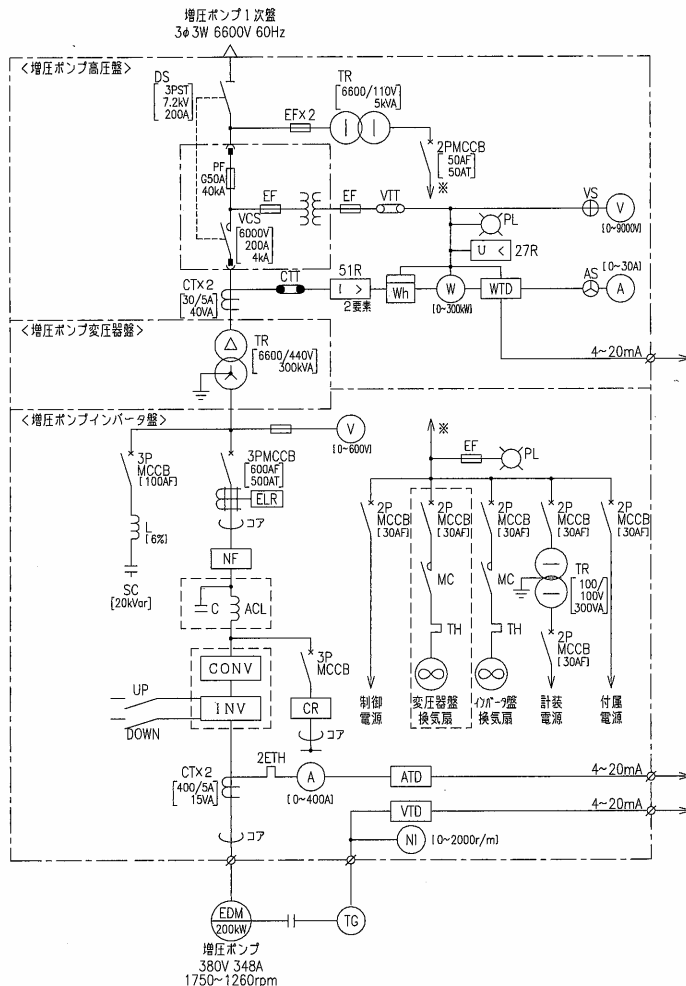
Fig.2 Equipment of booster pump control board

## 5. システム構成

図3に増圧ポンプ盤の主回路単線図を示す。増圧ポンプ所受電設備から6.6kVで高圧盤に引込、主変圧器300kVAで440Vに降圧してインバータ装置に給電している。

主変圧器にはトップランナーモールド形変圧器 JEM1483-2003適合品を使用、省エネルギー法（2003年4月1日施行）の対象に指定された高効率変圧器である。

半導体電力変換器の普及により電力系統の高調波電圧ひずみが増加している。電源環境の適切なレベルを維持するため、「高調波抑制対策ガイドライン」が1994年に制定されている。増圧ポンプ所は6.6kV受電であり200kW ED64sp インバータ装置（永久磁石形電動機用）の設置に伴い、インバータの電源入力部に正弦波コンバータを設置、電源電流ひずみ率を5%以下（定格負荷時）に抑え、受電側への高調波電流の流出を抑制している。



凡例

記号	品名	記号	品名
DS	断路器	U <	不足電圧継電器
VCS	真空スイッチ	L >	過電流継電器
PF	電力ヒューズ	WTD	電力変換器
TR	変圧器	ATD	電流変換器
VT	計器用変圧器	VTD	電圧変換器
CT	変流器	⊕	交流電圧計切替スイッチ
L	リアクトル	⊗	交流電流計切替スイッチ
SC	進相コンデンサ	V	交流電圧計
		A	交流電流計
		⊙	電力計
MCCB	配線用遮断器	⊞	電力量計
ELR	漏電リレー	NI	回転数指示計
MC	電磁接触器	NF	ノイズフィルタ
TH	サーマルリレ	ACL	交流リアクトル
CR	アブソーバ	EDM	永久磁石形同期電動機
CONV	正弦波コンバータ	TG	回転計発電機
INV	インバータ		

図3 増圧ポンプ盤 主回路単線図

Fig.3 Skelton diagram of booster pump control board

## 6. 省電力効果

増圧ポンプの更新前と更新後の運転記録を表1に、総合効率の内訳を表2に示す。

表1 更新前と更新後の運転記録

Table 1 Running report of renewal

記録項目	更新前	更新後 (定格送水時)
送水流量 [m <sup>3</sup> /h]	1300	1270
吸込圧力 [MPa]	0.289	0.300
吐出圧力 [MPa]	0.544	0.571
回転数 [min <sup>-1</sup> ]	1552	1522
ポンプ軸動力 [kW]	91.9	95.4
消費電力 [kW]	191.0	125.0
総合効率 [%]	48.1	76.3
送水原単位 [kWh/m <sup>3</sup> ] (指数)	0.147 (100%)	0.098 (67%)

表2 総合効率の内訳

Table 2 Detail in the total efficiency

	更新前	更新後 (定格送水時)
制御方式	BLモータ サイクロコンバータ	EDモータ インバータ制御
ポンプ効率 [%]	70.0	82.6
モータ総合効率 [%]	70.8	93.0
主変圧器効率 [%]	97.0	99.3
総合効率 [%]	48.1	76.3

表1では送水原単位が更新後0.098[kWh/m<sup>3</sup>]と良好な結果が得られた。既設送水原単位の67%まで大幅に低減されており、各機器の効率が改善されていることを示している。

送水原単位の低減に大きく貢献した「モータ総合効率」(インバータ、コンバータ効率を含む)は表2に示すように93%へと向上している。永久磁石形同期電動機EDモータの高効率が寄与している。

図4にED64spインバータ、正弦波コンバータの効率を含んだ200kW EDモータの総合効率特性を示す。ポンプ負荷では回転数が下がると3乗に出力が減少する。EDモータの特長の一つであるが、軽負荷であっても効率はわずかしこ低下しないことを如実に示している。

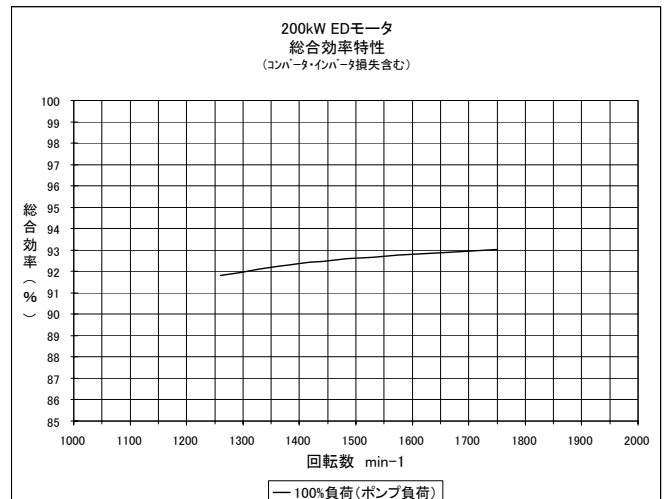


図4 200kW EDモータの総合効率

Fig.4 Total efficiency of 200kW EDmotor

注：総合効率はポンプ負荷（2乗低減トルク負荷）の場合である。

EDモータを適用した増圧ポンプ設備更新の結果、消費電力は125kW（定格送水時）、従来比の65%へ減少、大幅な電力低減を図ることができた。

## 7. むすび

EDモータを適用した増圧ポンプの省電力効果の一例を紹介した。上下水道施設では消費電力の60%がポンプ設備で消費されていると言われている。今日、世界的に地球温暖化による環境の変化が著しく、温暖化防止の取り組みとして二酸化炭素排出量の削減を義務付けた京都議定書が2005年2月16日発効されている。日本は2008年～2012年の間に1990年比6%の削減をしなければならない状況にある。今後、より具体的に地球温暖化防止対策の推進、二酸化炭素排出量の削減を要求されているのが現状である。

当社は上下水道ポンプの可変速化に永久磁石形同期電動機をインバータ制御する「エコドライブシステム」「EDモータシリーズ」を提供することで省電力化による温暖化防止に貢献するとともに、顧客ニーズに応えたシステムを提供していく所存である。

終わりに、本設備の設計製作施工に当たり多大なご指導、ご助言を賜った岡山県南部水道企業団様に深く感謝する次第である。