

ポンプ専用多機能可変速ドライバ

駒井正和* 畑林希美* 塚越健太*

Multifunctional variable speed driver for pumps

by Masakazu KOMAI, Kimi HATABAYASHI, & Kenta TSUKAKOSHI

A multifunctional variable speed driver (Model EVFC) has been developed that allows users to willingly and easily achieve energy savings in pump operations.

Model EVFC provides variable speed motor drive control for both induction motors and efficient permanent magnet synchronous motors. It also supports optimum pump control (including pressure and flow controls), multi-pump control, and many pump protection functions based on Ebara's long-standing expertise.

Thus, model EVFC allows users to achieve energy savings in pump operations and to ensure suitable operation and protection for each application.

Keywords: Variable speed drive, Energy saving, Optimum pump control, Permanent magnet synchronous motor, Sensorless vector control, Motor mount, Multi-pump control, External communication function, Pump protection

1. はじめに

環境問題に対する関心やエネルギー問題を中心とした節電ニーズがますます高まっており、一般のポンプにおいても消費電力削減のために省エネルギー化の動きが加速している。ポンプの省エネルギー化手段としては、インバータによる可変速運転が広く知られている。これはポンプの必要動力が回転速度の3乗に比例して減少するからである。すなわち、ポンプの回転速度を80%にした場合、動力は約半分となり、ポンプの可変速駆動によって大きな省エネルギー効果が期待できる。しかし、圧倒的に稼働台数の多い小中型のポンプ使用現場では、用途の多様性と対策の手間を考えるとまだまだ省エネルギー化が定着しているとは言い難い。

そこで、ポンプの可変速駆動用インバータに、ポンプの負荷用途に合わせた各種最適運転制御機能を組合せたポンプ専用多機能可変速ドライバEVFC型（EVFC型は当社の機種記号である、以下同様）を開発したので、その概要を紹介する（写真1）。



13-43 01/239

写真1 多機能可変速ドライバ（EVFC型）

Photo 1 Multifunctional variable speed driver (Model EVFC)

2. 特長

EVFC型はポンプの省エネルギー、高効率運転をユーザが積極的に取り組むことができる各種機能を搭載したポンプ専用のインバータ（可変速ドライバ）である。

2-1 駆動対象モータ

ポンプ駆動用モータとしては誘導モータが長年主流であったが、より高効率で小型化が可能な永久磁石同期モータ（Permanent Magnet Synchronous Motor, 以下PMモータ）によって運転される機会が増えている。

一般に、PMモータの駆動には回転子の磁極位置を把

* 風水力機械カンパニー 技術生産統括 開発統括部 制御装置開発設計室 VFDグループ

握して運転する必要があるため、磁極センサをモータにとりつけて制御するための専用インバータが必要である。

EVFC型は従来からの誘導モータとPMモータの両者の可変速運転を可能とし、特にPMモータの運転制御については、センサレスベクトル制御を採用することで磁極位置センサがなくても運転を実現可能とした。

2-2 ポンプ最適制御機能の搭載

ポンプの用途は多種多様であり、様々なアプリケーションがある。EVFC型は当社がこれまで給水装置で培ってきた推定末端圧力一定制御のほか、差圧制御、流量制御、温度制御などポンプアプリケーションに必要な自動制御運転機能を多数搭載し、ユーザの使い勝手に合わせた各種制御を提供する。通常これらの制御を実現するには、外部にPLC (Programmable Logic Controller) 等の専用のコントローラが必要であるが、EVFC型1台で実現することができるため、運用準備段階の大幅な省力化を可能とした (図1, 2)。

2-3 機側設置

EVFC型は新設のポンプだけでなく既設のポンプの省エネルギー化を積極的に実現するため、ポンプ駆動用モータファンカバー上に設置できるようにした (写真2)。

EVFC型は防滴構造を採用しているため、ポンプと一体に設置することが可能であり、既存の制御盤等の設置スペースの制約を受けることなく改造が可能である。また、ポンプ駆動モータまでの配線が最低限の長さで実現できるため、ノイズやサージ電圧の発生を抑制できる。

なお、モータファンカバーに設置するだけでなく、ポンプ周囲の壁面に設置して使用することも可能である (写真3)。

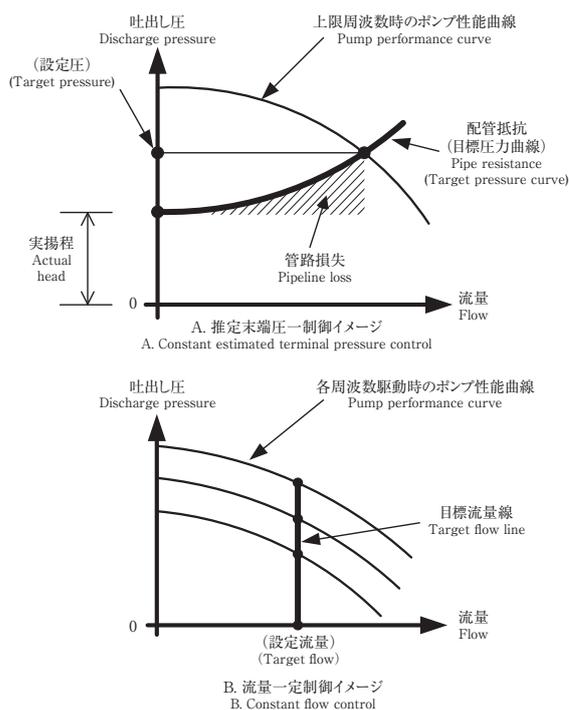


図2 制御機能イメージ

Fig. 2 Concept of the control function



写真2 モータマウント据付

Photo 2 Installation on the motor mount

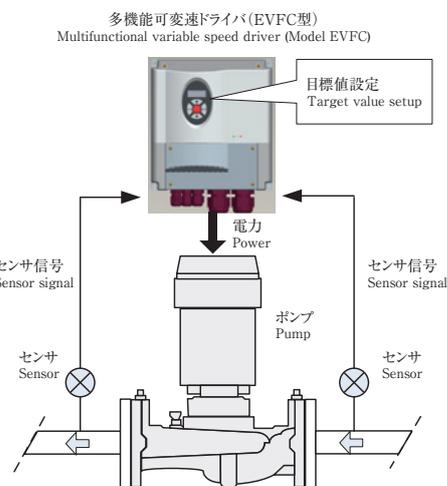


図1 設置イメージ

Fig. 1 Schematic of installation



写真3 壁掛け設置

Photo 3 Installation on the wall mount

13-43 02/239

13-43 03/239

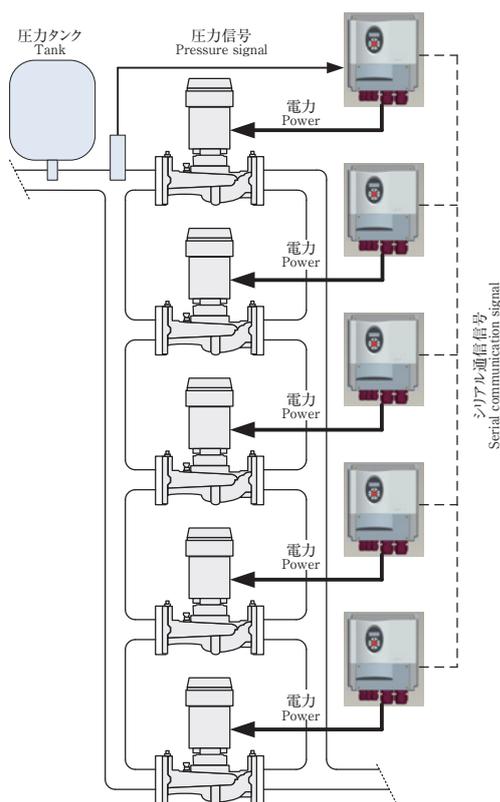


図3 複数台制御 (全台インバータ方式)
Fig. 3 Multi-pump control (method of all inverters)

2-4 複数台連携運転

ポンプの並列運転制御を実現するための複数台運転機能を装備している。複数台運転としては、ポンプごとにEVFC型を接続した全台インバータ制御と、ポンプ1台だけを可変速制御し、その他のポンプをEVFC型のリレー出力で制御する1台インバータ制御の2つの制御方式を提供している。

全台インバータ制御は、最大5台までのEVFC型同士をシリアル通信で接続して、圧力センサ信号などを1台に入力することで、複数台ポンプを使用した自動可変速制御運転ができる (図3)。

1台インバータ制御は、EVFC型のリレー出力により、モータポンプと電源間に接続したマグネットスイッチをON / OFFすることで、最大3台までの簡易的な複数台運転が可能である (図4)。

2-5 外部通信機能

外部からEVFC型の自動制御、省エネルギー効果のモニタリングを実現するため、外部通信機能を装備している。この機能により、外部に設けられたPCやPLCといった中央監視装置からの通信によって、ポンプの制御やモ

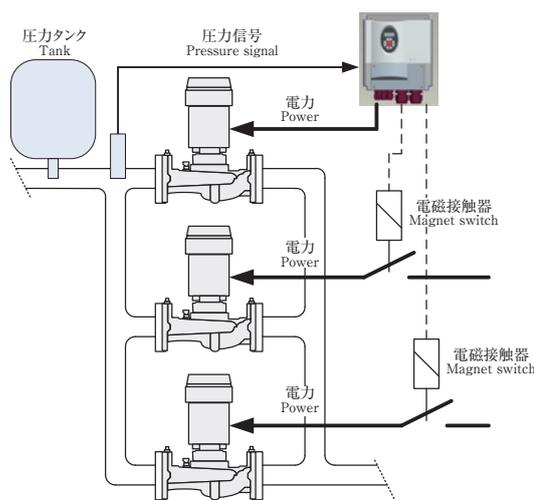


図4 複数台制御 (1台インバータ方式)
Fig. 4 Multi-pump control (method of single inverter)

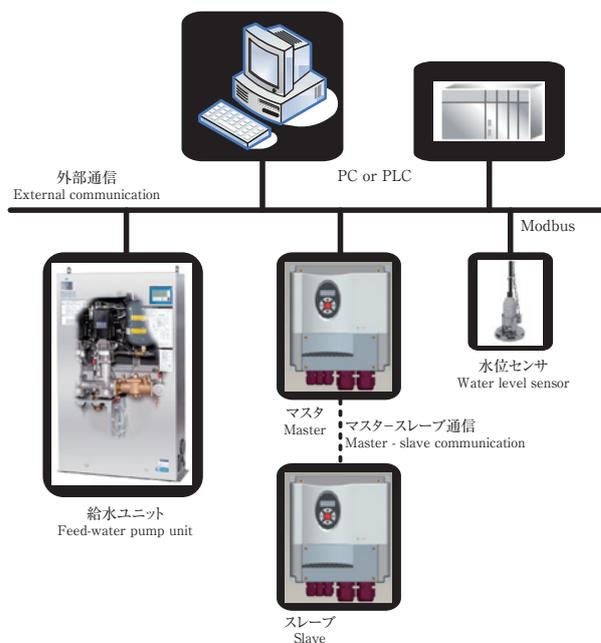


図5 外部通信機能
Fig. 5 External communication function

ニタを行うことができる (図5)。

2-6 ポンプ保護機能

汎用インバータに搭載の電圧・電流・温度などの通常の保護機能だけでなく、ポンプに関する保護機能も充実させ、トータルで信頼性の高いシステムを提供している。主なポンプ保護機能を次に示す。

- ・ポンプ始動過多：一定時間内のポンプ始動回数を制限し、始動過多によるポンプ及び配管系、モータへ

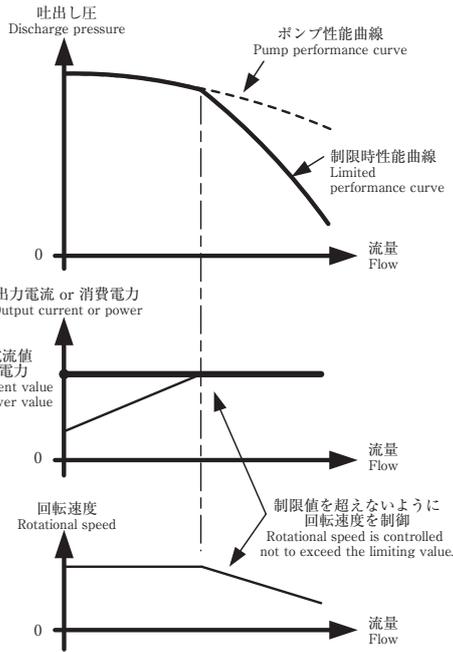


図6 リミットロード運転機能
Fig. 6 Limit load operation function

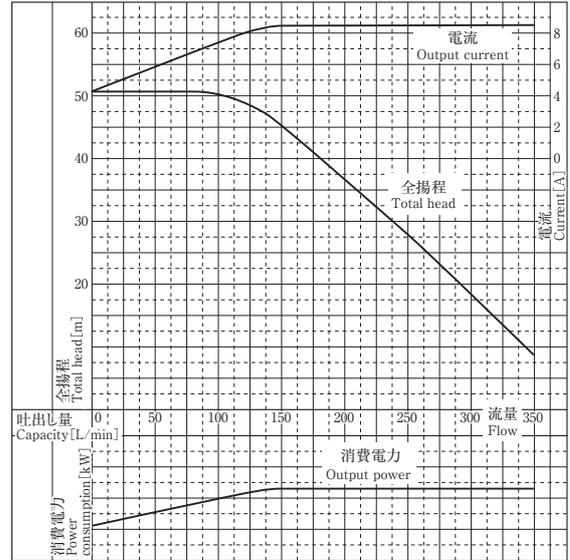


図7 リミットロード運転例
Fig. 7 Example of limit load operation

表 仕様一覧
Table Specifications

適合モータ容量 Conforming motor	2.2/3.7 [kW], 5.5/7.5 [kW], 11/15 [kW], 18.5/22 [kW]
電源 Power supply	三相 AC200 ~ 230 [V] / AC380 ~ 460 [V] (±10 [%]) 50/60 [Hz] (±5 [%]) 3 phase
出力周波数範囲 Output frequency range	1 ~ 400 [Hz] 上下限周波数の設定可 Setup of upper and lower limit frequencies
インバータ制御方式 Inverter control method	PM用磁極位置センサレスベクトル制御, V/F制御 PM sensorless vector control (for use with SPM and IPM), V/F control
運転方式 Operating method	最適ポンプ制御運転, 外部アナログ信号制御運転, 手動運転 いずれか選択可 Optimal pump control operation, external analog signal control operation, manual operation.
最適ポンプ制御機能 Optimal pump control function	吐出し圧力一定制御, 推算末端圧力一定制御, 差圧一定制御, 差圧比例制御, 流量一定制御, PID制御 (正・逆動作) Constant pressure control, constant estimated terminal pressure control, difference pressure constant control, difference pressure proportional control, constant flow control, PID control (forward and reverse actions)
運転機能 Operation function	最低回転速度運転機能, 小水量検知機能, 小水量停止機能 Minimum-speed operation, detection and stop control at low flow rates
保護機能 Protection function	システムインターロック, 吐出し圧力異常低下, 吸込圧力低下, 外部異常接点入力, 締切運転保護, フロースイッチ異常, 24時間内ポンプ始動過多, ストール防止 (電流, 電力), ジャンプ周波数, 直流制動, 過電流, 出力短絡, ポンプ過負荷, 過電圧, 不足電圧, 瞬停復帰, 過熱, 出力欠相, 地絡, 低電流 System interlock, discharge pressure abnormal drop, decreased suction pressure, abnormal external contact input, protection of shut-off operation, flow switch error, too frequent pump starting within 24 hours, stall prevention (current, electric power), power fail recovery, jump frequency, DC brake, over-current, output short circuit, pump overload, over voltage, under voltage, overheating, open phase, ground fault, low current
履歴機能 History function	ポンプ積算運転時間, ポンプ始動回数, アラーム履歴, ソフトウェアバージョン情報 Pump run time, number of pump starts, alarm history, software version
表示機能 Display function	制御対象値 (吐出し圧, 差圧, 流量, 水温), 出力周波数, 出力電流, 出力電圧, 運転モード, 設定値, 履歴, 各種エラー, 警報 Controlled system value (discharge pressure, difference pressure, flow, water temperature), output frequency, output current, output voltage, operation mode, parameter, history value, error codes, alarm code
通信方式 Communication method	RS485, MODBUS-RTU プロトコル RS485, MODBUS-RTU protocol
据付場所 Installed condition	屋内・屋外兼用, 周囲温度 -10 ~ 40 [°C], 標高 1000 [m] 以下 Indoor & outdoor, air temperature: -10 to 40 [°C], altitude: Max. 1000 [m]
雰囲気 Atmosphere	直射日光及び爆発性, 腐食性ガスのないこと No direct sunlight and no gas of explosiveness and corrosive
保護構造 Protection class	IP54相当 防滴構造 IP54 drip-proof
取付形態 Mounting form	壁掛け及びモータマウント Wall mount & Motor mount

の衝撃を緩和する。

- ・吐出し圧力・流入圧力異常：ポンプごとに規定圧力範囲外での運転を防止する。
- ・縮切り運転保護：長時間のポンプ縮切り運転による内部流体の過昇温を防止する。
- ・小水量停止制御：圧力タンクを用いたシステムで、使用水量が規定値以下での運転を停止し、無駄なエネルギー消費を削減する。
- ・リミットロード運転機能：ポンプが馬力オーバ（すなわち駆動源であるモータが過負荷状態）にならないように、モータの定格使用範囲内の電流値若しくは電力値を設定し、この制限値を超えないように回転速度を制御することで、ポンプの運転を継続し、モータの過負荷・過熱を防止する（図6）。図7は、実際にリミットロード運転をしたポンプの運転特性例である。電流及び消費電力がある値以上に増加せず、一定になっていることが分かる。

3. 製品仕様一覧

EVFC型の主な製品仕様を表に示す。

4. おわりに

当社では、省エネルギーをコンセプトとした環境配慮型のポンプ製品群を順次投入している。本稿で紹介したポンプ専用多機能可変速ドライバEVFC型もポンプの可変速化を新設、既設問わず機器のアプリケーションに応じて実現できることから、ポンプの省エネルギー化を推進する手段として広く社会に貢献できると確信している。

今後も本機に搭載したポンプの省エネルギー化技術や外部通信技術を新たな開発製品に搭載していく所存である。

