

## 可変速形ホーム井戸ポンプ

牧 野 力\* 磯 辺 剛 司\*\* 三 木 亮 太\*

### Variable-speed Pump for Shallow Wells

by Chikara MAKINO, Takashi ISOBE, & Ryota MIKI

A variable-speed, shallow-well pump, equipped with an inverter-driven DC brushless motor, was developed. This pump features an estimated constant end-pressure control for maximum energy conservation and noise reduction (about a 55% saving in energy and 7 - 10 dB (A) in noise reduction, compared to the case of conventional such pumps). Compared to induction motor equipped conventional models, its new hydraulic parts enable the pump performance characteristics of this pump suitable for the control pressure and applied flow rate ranges. Safety in the water quality is further improved by compliance with the leachate performance standard. This pump can also easily replace existing conventional such pumps as its dimensions and suction-discharge diameters are made compatible with conventional types.

**Keywords:** Variable speed, Inverter, End pressure, Noise reduction, Energy conservation, Constant speed, Compatibility, Fuzzy control, Excessive frequency of starting, Cascade pump

### 1. はじめに

ホーム井戸ポンプは取替需要が主体となり、市場拡大が困難となってきている。その中で、インバータ駆動のDCブラシレスモータを搭載した可変速形ホーム井戸ポンプが登場し、吐出し圧力一定制御による省エネルギー・低騒音化などの利点を生かして従来製品との入れ替えが始まっている。そこで、今回、推定末端圧力一定制御が可能な可変速形ホーム井戸ポンプの開発を行った(写真)。その概要について説明する。

### 2. 特 長

#### 2-1 省エネルギー・低騒音化

本製品は、吐出し圧力を使用最大流量において最大吐出し圧力となるように設定し、それより小流量側では配管抵抗が減少するため、その減少分(想定値)だけ下回る吐出し圧力に設定し、給水栓の末端圧力がおおむね一定となる推定末端圧力一定制御を採用しており、現在市場に出ている吐出し圧力一定制御形に対して、更に省エ



04-117 01/205

写真 可変速形ホーム井戸ポンプ HPF型  
Photo Variable speed pump for shallow well (Model : HPF)

ネルギー・低騒音化を図っている。

また、ホーム井戸ポンプは、小形で比較的高揚程の得られる渦流ポンプ形式の製品が主力となっており、本製品も同形式である。この渦流ポンプは、一般的に広く使用される渦巻ポンプと異なり、流量が小さくなるほど消費電力が大きくなる。運転音に関しても一般に小流量側で高い傾向にあり、その上、特有の高周波音を発生する。

しかし、小流量側になるほど回転速度を大きく低減

\* 風水力事業本部 藤沢工場 汎用機器開発室  
\*\* 同 開発統括 風車技術開発室 PE・制御技術部

できる推定末端圧力一定制御により、大幅な省エネルギー・低騒音化を実現することができ、従来モデルに対して、約55%の省エネルギー、約7～10 dB (A) の低騒音化を達成することができた。

**2-2 制御圧力と使用流量範囲に適したポンプ特性**

誘導電動機を使用した従来モデルに対し、ハイドロ部を新規とした。特性としては、定格回転速度時の全揚程－流量特性を従来モデル（固定速形）より急こう配とし、目標圧力に保たれる流量範囲を極力広くしている。

また、定格回転速度時の小水量側の全揚程を大きくしているため、小水量側で大きく回転速度を低減でき、前述の大幅な省エネルギー・低騒音化が達成できた。

**2-3 浸出性能基準適合**

接液部は錆の発生を防止する材料を使用しているだけでなく、銅合金に鉛除去表面処理を施し、「給水装置の浸出性能基準」に適合させ、飲料水として高い安全性を確保している。

**2-4 従来モデルとの配管互換性確保**

ポンプユニット全体の外形寸法及び吸込口・吐出し口の位置を従来モデルと同一に設計することにより、既設ポンプの取替えの際の互換性を確保している。

**2-5 表示・操作性の充実**

従来から、制御盤の盤面に表示部として電源ランプ、異常ランプを設け、電源の投入、異常の有無を確認可能としているが、今回は、表1に示すように、異常ランプを点灯又は点滅表示とし、点滅回数（インターバルを設けて繰返し）により異常内容の識別を可能とした。

操作部としては今回、盤面に運転スイッチを設け、入一切の切替えを可能にするとともに、圧力設定スイッチを設け、高・中・低の3段階の設定圧力切替えを可能にしている。

**3. 機器構成**

本製品の機器構成を図1に示す。シリーズの範囲は、単相100 V用が呼び出力150・250・400 W、三相200 V用が呼び出力400・750 Wであり、計5機種となっている。仕様を表2に示す。

**3-1 ポンプユニット**

ポンプの吸込側には、吸込管への逆流を防止するチェック弁、ポンプの吐出し側には、始動・回転速度制御などを行うための圧力を検出する圧力センサ、停止流量を検知するフロースイッチ、停止中に圧力を保持する圧力タンクなどが設けられ、これらの機器と制御盤をユニットベースに組み込んだものにユニットカバーを加えた構

成となっている。

**3-2 制御盤**

DC ブラシレスモータ駆動用のインバータを内蔵した制御盤を搭載しており、圧力センサ、フロースイッチの信号に基づいて、自動運転（運転－自動停止）を行う。

表1 異常表示・保護動作  
Table 1 Alarms

異常ランプ Alarm lamp	異常内容 Alarm	保護動作 Protection	復帰方法 Reset
点灯 Lighting	インバータトリップ、 モータ過負荷、 モータ保護用温度センサ異常 Inverter trip, Motor over load, Thermistor error for motor	自動停止 Stop	手動 Manual
点滅1回 Blink once	ポンプ過熱 Pump overheat		
点滅2回 Blink twice	低水位 Low water level	運転継続 Alarm only	自動 Automatic
点滅3回 Blink three times	ポンプ過熱検知用 温度センサ異常 Thermistor error for pump overheat		
点滅4回 Blink four times	圧力センサ異常 Pressure sensor error	自動停止 Stop	

表2 仕様  
Table 2 Specifications

設置場所 Location		屋内・屋外 Indoor/Outdoor use
取扱液 Liquid handled		清水 0～40℃ Clean water
最大吸上げ高さ Maximum suction head		- 8 m (20℃)
許容押込高さ Allowable suction head		4 m
ポンプ Pump	形式 Type	渦流ポンプ Cascade pump
	軸封 Shaft seal	メカニカルシール Mechanical seal
	軸受 Bearing	密封玉軸受 Sealed ball bearing
主要構成材料 Main part material	ケーシング Casing	CAC406 (鉛除去表面処理) Surface treatment for non-lead
	ケーシングカバー Casing cover	CAC406 (鉛除去表面処理) Surface treatment for non-lead
	羽根車 Impeller	CAC406 (鉛除去表面処理) Surface treatment for non-lead
	主軸 Shaft	SUS304 (接液部) (wetted parts)
	ユニットベース Base	合成樹脂 Synthetic resin
	吐出し管 Discharge pipe	CAC406 (鉛除去表面処理) Surface treatment for non-lead
モータ Motor		DC ブラシレスモータ DC brushless motor
電源 Power		単相・100 V (50/60 Hz) Single phase 三相・200 V (50/60 Hz) Three phase

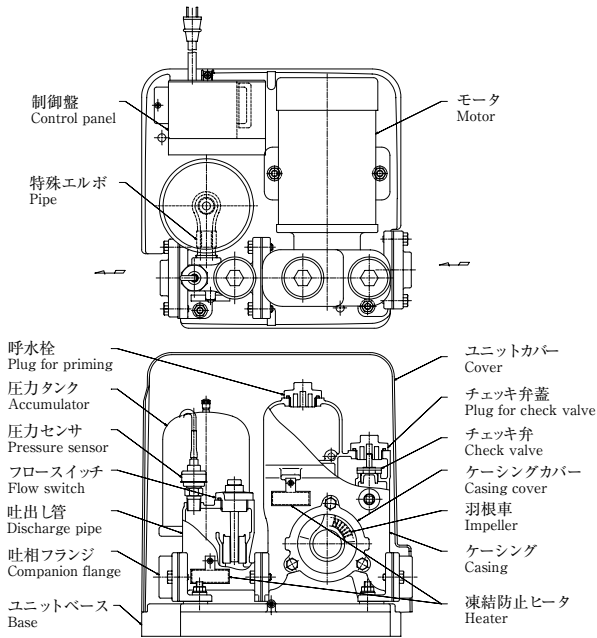


図1 機器構成  
Fig. 1 Structure

自動運転時は、圧力センサの信号と回転速度情報により、推定末端圧力一定制御を行う。また、異常を検知した時には、その内容により異常ランプ表示・ポンプ保護動作（ポンプ自動停止）などを行う。前述のとおり、盤面に、表示部として電源ランプ、異常ランプ、操作部としては運転スイッチ、圧力設定スイッチを備えている。

#### 4. 動作説明

給水栓を開くと、まず、圧力タンク内の蓄圧水で徐々に給水され、吐出し配管の圧力が低下する。始動圧力に達するとポンプが始動する。ポンプ運転中は、推定末端圧力一定制御となる。

給水栓を閉じて、所定の圧力が保たれた状態で、停止流量（約3 L/min）以下の状態が一定時間継続すると、10秒間の蓄圧運転後にポンプが停止する。ポンプ停止までの時間は、ファジィ制御の採用で、停止条件となっても前回の停止時間、連続運転時間、停止流量検知回数により、20～60秒の間で変動するようになっており、無駄な運転時間をなくしつつ、始動頻度過多を防止するように工夫している。

#### 5. おわりに

ホーム井戸ポンプの市場では、安価であることが要求されるため、従来の固定速形ホーム井戸ポンプが主力製品であった。しかし、近年、省エネルギーに対する関心とともに、都市部を中心として、低騒音化に対する要求が高くなってきており、可変速形への移行が進みつつある。

今回の開発もこの可変速形の利点を生かした省エネルギー・低騒音化に重点を置いて行っている。今後も市場の動向にあわせ、必要な機能・性能を保持しつつ、よりシンプルで扱いやすい製品の開発を目指していきたい。