

給水補助加圧装置

牧野 力* 川井 政人* 三木 亮太*

Development of Packaged Auxiliary Booster System for Home-use

by Chikara MAKINO, Masahito KAWAI, & Ryota MIKI

A new packaged auxiliary booster system for home-use has been developed. This system, a product certified by the Japan Waterworks Association, is designed to backup the supply of tap water by a booster pump to tap water outlets on the second and third floors of homes. Its pump unit features a variable-speed pump for shallow wells, previously released into the market. Estimated constant end-pressure control by an inverter realizes energy conservation and noise reduction. The booster pump does not turn on when the water supply pressure in the supply line is maintained above the rated value. In such case the water becomes supplied under normal pressure in the water main, via a bypass line between the suction and discharge side of the booster pump.

Keywords: Packaged auxiliary booster system, Bypass, Reverse flow, Protection function, Low suction pressure, Chattering, Excessive frequency of starting

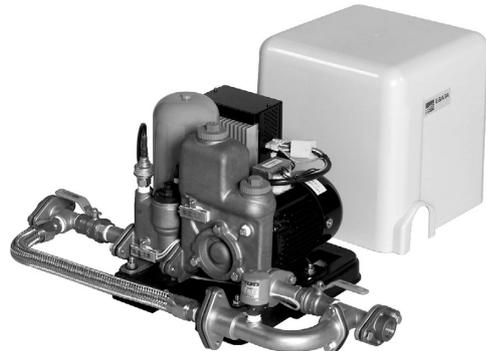
1. はじめに

戸建て住宅では近年、二世帯住宅などでトイレ・バスを2階又は3階にも設置する場合が増えている。また、従来のロータンク方式とは異なるタンクレス方式のトイレが製品化され、今後の増加が見込まれている。

このような状況に対応して水圧不足が懸念される2、3階の給水器具（水栓・シャワー・トイレ等）へ補助的に加圧することを目的とした、小形の家庭用水道直結形・給水補助加圧装置が、(社)日本水道協会の認証登録品として出回るようになってきた。

従来、水を水道本管から受水槽へためずに直接、加圧ポンプで加圧し、末端の給水器具へ供給する直結形給水装置は、比較的高層の集合住宅・ビルなどの昇圧が欠かせない大きな建物を対象としていた。そのため故障発生時に備えて、複数台のポンプ、インバータを設置し、異常時切替え運転ができるようになっている。

これに対し、給水補助加圧装置は、戸建て住宅において水圧不足が懸念される場合に補助的に使用されるもので、従来のホーム井戸ポンプにバイパス配管を付加した簡易な構成となっている。



05-103 01/208

写真 給水補助加圧装置

Photo Packaged auxiliary booster system

今回、先に製品化を行った可変速形ホーム井戸ポンプをもとに、写真に示す給水補助加圧装置の開発を行ったので、その概要について説明する。

2. 省エネ・低騒音化

可変速形ホーム井戸ポンプと同様、末端の給水器具の圧力が概ね一定となる推定末端圧力一定制御を採用し、給水圧力の安定化とともに、省エネ・低騒音化を図った。

井戸用ポンプが吸上げ運転であるのに対し、水道直結形は、水道本管の圧力による押し込み運転となり、吐出し側の圧力設定が同一のとき、加圧分が少なくすみ、回

* 風水力機械カンパニー 汎用ポンプ事業統括部 第一汎用機器開発室

転速度が小さくなるため、より省エネ・低騒音となる。別の見方をすれば、同じ定格消費電力で、より高い吐出し側の圧力設定が可能となる。本製品の圧力設定は「高・中・低」の3段階の切替えを可能としており、出荷時は「高」に設定している。現場の状況に合わせて、圧力設定を下げるにより、更なる省エネ・低騒音となる。

3. 配管系統

給水補助加圧装置の使用は、戸建て住宅（2，3階建て）に限定されており，2，3階に設置した給水器具（水栓・シャワー・トイレなど）への補助的な加圧に用いる。現状の法令では，集合住宅の一住戸への使用，戸建て住宅の全給水器具への使用は認められていない。

水道本管と接続された給水用の枝管が，1階用配管と2階・3階用配管に分岐し，2階・3階用配管の途中に給水補助加圧装置を取り付ける。これにより，給水補助加圧装置は，2，3階の給水器具への給水のみを行う。配管系統図を図1に示す。

2，3階への給水圧力が所定値以上に保たれる場合は，内蔵の加圧ポンプは運転せず，加圧ポンプの吸込側と吐出し側を接続するバイパス流路を通し，水道本管の圧力による給水を行う。

4. 機器構成

本製品の機器構成を図2に示す。シリーズの範囲は，単相100V用として呼び出力150・250・400W，三相200V用として呼び出力400Wの計4機種である。表1に仕様を示す。

4-1 ポンプユニット

ポンプの吸込側には，ポンプケーシング内を通り吸込側へ水が逆流するのを防ぐ逆止め弁，ポンプの吐出し側には，ポンプの始動，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ズイッチ，停止中に圧力を保持する圧力タンク等が設けられている。これらの機器が取り付けられたポンプ部と制御盤がユニットベースに組み込まれ，ユニットカバーにより塵埃・風雨などから保護される。

4-2 制御盤

制御盤は，ブラシレスDCモータ駆動用のインバータを内蔵しており，圧力センサ，フローズイッチの信号に基づいて自動運転（運転－自動停止）を行う。自動運転中は，圧力センサの信号と回転速度情報に基づき，推定末端圧力一定制御を行う。また，異常検知時には，その内容別の異常ランプ表示やポンプ保護動作（自動停止）などを行う。盤面の表示部に電源ランプ，異常ランプを備え，操作部には運転－停止スイッチ，圧力設定スイッチを備えた。

4-3 バイパス配管ユニット

ポンプユニットの吸込・吐出し口には各々，ポンプユニットのメンテナンス用ボールバルブ，吸込・吐出し側分岐管が取り付けられている。吸込・吐出し側分岐管は

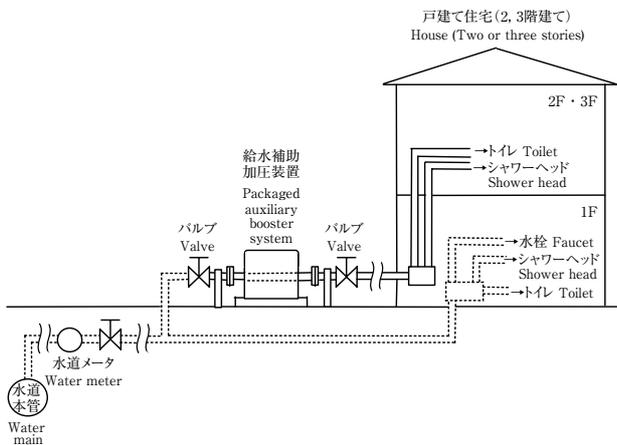


図1 配管系統図
Fig. 1 Piping diagram

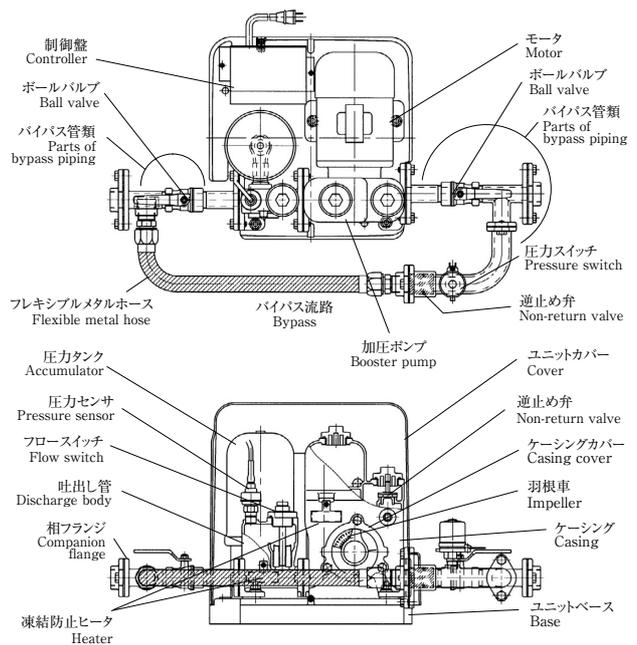


図2 機器構成
Fig. 2 Structure

表1 仕様
Table 1 Specifications

口径 Size	20 mm (Rc3/4)	
呼び出力 Nominal output	150・250・400 W	
電源 Power supply	単相100 V (50/60 Hz) : 150・250・400 W Single phase 三相200 V (50/60 Hz) : 400 W Three phase	
要目 Rated point	150 W	15 L/min - 24 m
	250 W	25.5 L/min - 26 m
	400 W	32 L/min - 29 m
設置場所 Location	屋内/屋外 Indoor/Outdoor	
取扱液 Handled liquid	清水・0～40℃ Clean water	
最大吸込圧力 Maximum suction pressure	0.45 MPa	
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
主要部品材料 Main part materials	ポンプ本体 Pump body	CAC406 (鉛除去表面処理) (surface treatment for non-lead)
	主軸 Shaft	SUS304 (接液部) (wetted area)
	ベース/カバー Base/Cover	合成樹脂 Synthetic resin
	バイパス管類 Parts of bypass piping	SCS13
	ボールバルブ Ball valve	C3771BE/C3604BD/PTFE/FPM (接液部) (wetted area)
	フレキシブルメタルホース Flexible metal hose	SUS304/CAC406 (接液部) (wetted area)
モータ Motor	形式 Type	ブラシレスDCモータ Brushless DC motor
制御盤 Controller	制御方式 Control method	推定末端圧力一定制御 Estimated constant end-pressure control
	表示/スイッチ Display/Switch	電源ランプ・異常ランプ/運転-停止スイッチ Power lamp・Trip lamp/Run-stop switch
設定圧力 (高-中-低) Setting pressure (High-Middle-Low)	150 W	290-260-230 kPa (29-26-23 m)
	250 W	310-280-250 kPa (31-28-25 m)
	400 W	340-310-280 kPa (34-31-28 m)
始動圧力 Starting pressure	"設定圧力" - 30 kPa (3 m) "Setting pressure" - 30 kPa (3 m)	
停止流量 Stopping flow rate	3 L/min	
圧力タンク Accumulator	1 L - 0.18 MPa	

各々、吸込・吐出し口とバイパス流路の接続口に分岐しており、バイパス流路はバイパス管とフレキシブルメタルホースで構成されている。

バイパス管は、吸込圧力検出用の圧力スイッチ、バイパス流路を通り吸込側へ水が逆流するのを防ぐ逆止め弁を備えている。

5. 動作説明

給水栓が開き、圧力タンク内の蓄圧水が吐出されて吐出し側の圧力が始動圧力まで低下すると、圧力センサがこれを検知してポンプが始動し、推定末端圧力一定制御による加圧給水を行う。

ただし、給水栓を開いた状態でも吐出し側の圧力が始動圧力以上に保持されているときは、バイパス流路部により水道本管圧力での給水を行う。給水栓が閉じて、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。停止流量以下となってからポンプ停止までの時間は、前回停止時間、連続運転時間、停止流量検知回数により20～60秒の間で調整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制御している。

6. 要求性能・機能

6-1 基本基準の性能項目

(社)日本水道協会の認証登録品として、要求される基本基準の性能項目には耐圧性能、浸出性能、逆流防止性能の三つがある。

耐圧性能としては、水圧1.75 MPaの耐圧試験で水漏れ・変形・破損等の異常がないことが求められる。これは通常時の最高使用圧力0.5 MPaを大きく上回るレベルのため、圧力タンクのダイヤフラムに対し、耐圧1.75 MPaと最高使用圧力以下での繰り返し耐久性をセットにした確認試験を行った。その結果、良好な圧力タンクの耐久性を確認した。

浸出性能としては、給水装置の浸出性能基準への適合が求められる。ポンプ部は、可変変形ホーム井戸ポンプとして製品化の際に、銅合金に鉛除去表面処理を施して対応しており、今回追加となるバイパス流路部には、ステンレス鋳物部品を主として使用し、製品全体として基準に適合させている。

逆流防止性能としては、水圧3 kPaと1.5 MPaで流入側からの漏れ等のないことが求められる。ポンプ部に、ホーム井戸ポンプで実績のあるリフト式逆止め弁、バイパス流路部に、直結形給水装置で実績のあるカートリッジ式（スプリング付）逆止め弁を使用して、逆流防止の信頼性を確保した。

6-2 水道直結形としての必須機能

水道直結形では、末端の給水器具に安定した圧力で給水を行い、断水を回避し、水道本管へ悪影響を及ぼさな

いことが重要となる。

給水器具を使用したときの圧力変動の確認試験として、現場を模擬した配管で各種の給水器具使用パターンでの試験を行い、各部の圧力、流量及びポンプ回転速度の変化に異常のないことを確認した。

異常発生時に異常表示やポンプ自動停止（保護動作）を行う保護機能をもたせた。また、ポンプのメンテナンス時には、バイパス流路部による水道本管圧力での給水を行えるようにするため、メンテナンス用ボールバルブを備えた。復帰方法は、異常内容により、手動又は自動での復帰となる。保護機能一覧を表2に示す。

インバータトリップ、ポンプ過熱、センサ異常などの項目は井戸用と同一であるが、水道直結形の場合に特に重要となるものが吸込圧力低下である。

水道本管の圧力が低過ぎる状態で、加圧ポンプの運転が継続されると、水道本管の圧力低下を助長することになる。そこで、吸込側の圧力が約30 kPa以下に低下したときに加圧ポンプを自動停止させて異常表示を行い、約60 kPa以上に復帰したときに加圧ポンプを運転可能状態に復帰させて異常表示を解除するようにしている。

ここで、水道本管の圧力が低く、1階で大量の水を使用中に2階でも大量の水を使用開始した場合、水道本管に接続された給水用の枝管に過大量の水が流れるため、枝管内圧力が低下し、その結果、吸込圧力低下により加

圧ポンプが自動停止する。しかし、ポンプが停止すると使用水量の減少により吸込圧力が回復する。その際、即時に運転を復帰した場合、運転と停止を繰り返すチャタリング状態に陥ることがある。

本製品では、吸込圧力低下による自動停止後の30秒間は、吸込圧力が回復しても強制的に停止状態を継続させこれを回避している。前述のような状態に陥るほどの大量の水が使用される事例は、タンクレス方式のトイレを含むいくつかの給水器具が同時に使用される

表2 保護機能一覧
Table 2 Protection function

警報ランプ Alarm lamp	故障 Failures	保護動作 Protection action	復帰方法 Reset method
点灯 Lighting	インバータトリップ Inverter trip モータ過熱 Motor overheat モータ保護用温度センサ異常 Thermistor failure for protecting motor	ポンプ自動停止 Pump stop	手動 Manual
点滅1回 One blink	ポンプ過熱 Pump overheat		自動 Automatic
点滅2回 Two blinks	吸込圧力低下 Low suction pressure		
点滅3回 Three blinks	ポンプ過熱防止用温度センサ異常 Thermistor failure for preventing pump overheat	ポンプ運転継続 Continuing pump operation	
点滅4回 Four blinks	圧力センサ異常 Pressure sensor failure	ポンプ自動停止 Pump stop	

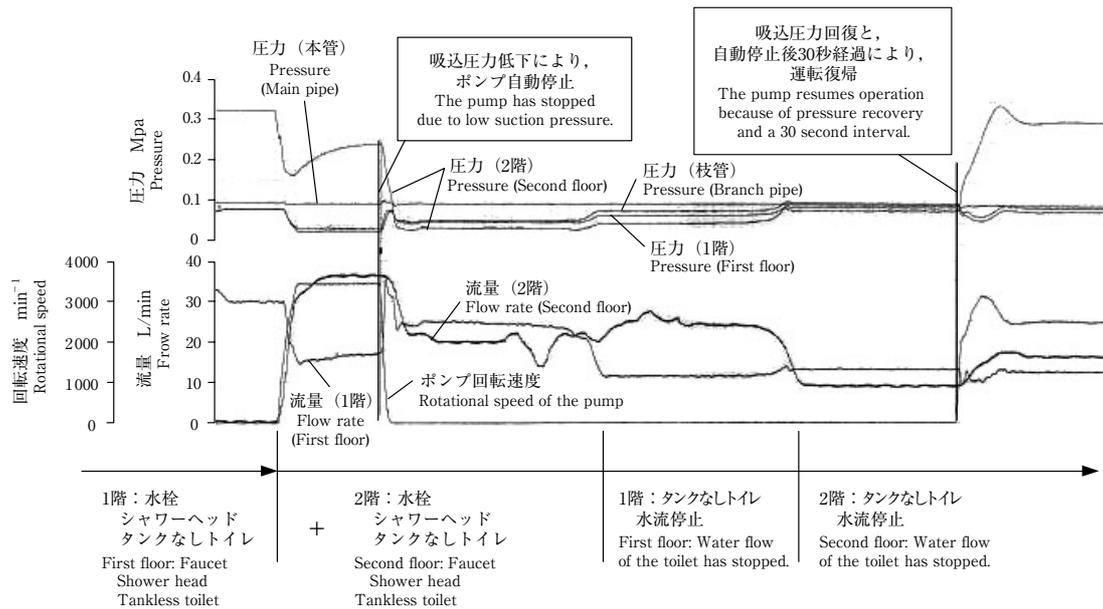


図3 30秒間の強制停止によるチャタリング防止例
Fig. 3 Chattering prevention by a compulsive pump stop for 30 seconds

場合なので、トイレの作動時間より少し長い時間を強制自動停止タイマとして設定した。このようにして吸込圧力低下による自動停止後のチャタリングを回避した例を図3に示す。

7. おわりに

給水補助加圧装置は、戸建て住宅において水圧不足が懸念される2, 3階の給水器具への補助的な加圧に用い

られている。本装置の設置にあたっては、(社)日本水道協会の認証とは別に、各水道事業体により設置条件が定められている場合があるため、所轄の水道事業体に設置の可否を確認し、指示に従って施工を行う必要がある。

本製品は、戸建て住宅の2, 3階での水圧不足を解決できる簡便なポンプ装置として使用できるものであり、水道本管との直結により、安全で清潔な水の供給が可能である。今後広く使用されるものと期待している。

