

給水装置 製品技術紹介

— 第5回 増圧給水方式について —

檜 垣 展 宏*

Water Supply Equipment: Introduction of Product Technologies — Part 5: Direct Connecting Booster Pump —

by Nobuhiro HIGAKI

We discussed various water supply systems, their purposes and how to select them, in the first and second series of technical introduction of the water supply equipment (water supply unit) which comprises our company's main products. Subsequently, we explained the "ON-OFF control system", the most basic pressure control system among water supply systems, and the "variable frequency control system" which is superior to the "ON-OFF control system" in suppressing water pressure fluctuations and which can operate with a high degree of energy saving, in the third and fourth parts of the series respectively.

In this fifth part of the series, we will introduce the "direct connecting booster pump system", which is a system that increases only necessary water supply pressure in a way that makes up for insufficient pressure of the main pipe while taking advantage of its pressure with water supply equipment directly connected to a pipe branched from the main pipe, and also explain about the water supply equipment that utilizes the system. We will include details of the control system, its actual structure and main components, various special specifications, and protective functions for its safe operation.

Keywords: Water supply equipment, Water supply system, Direct connecting booster pump system, Variable frequency control system, Back flow preventer, Estimated constant end pressure control, Flow switch, Pressure sensor, Direct connecting booster pump system (serially cascaded type)

1. はじめに

当社の主力製品のひとつである給水装置（給水ユニット）の技術紹介シリーズとして、第1回・第2回講座では給水方式の種類と用途、選定方法などについて、第3回講座では、給水方式の中で最も基本的な圧力の制御方式であるON/OFF制御方式について、第4回講座では、ON/OFF制御方式に比べて水圧変動を抑えるとともに、省エネルギー効果の高い運転をする速度制御方式について説明を行った。

第5回となる本稿では、水道本管から分岐した配水管に給水装置を直接接続し、配水管の圧力を利用し、不足分だけを増圧する増圧給水方式と、それをを用いた給水装置について、実機の構造と主要構成部品、その制御方式の内容、様々な特殊仕様、安全に運転するための保護機能等を紹介する。

2. 増圧給水方式

増圧給水方式の概要図を図1に示す。水道本管から分岐した配水管を敷地内に引き込み、配水管に給水装置を直接接続し、配水管の圧力を給水装置で更に増圧して、建物内所要箇所に給水する給水方式である。

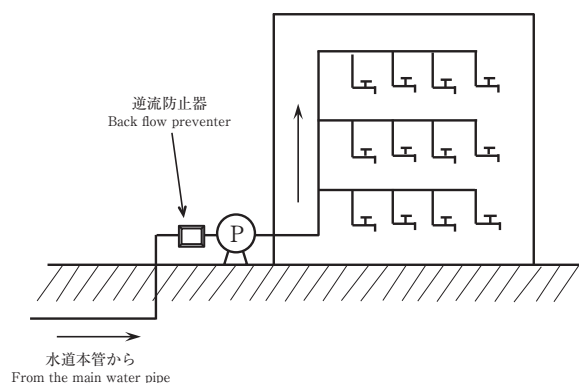


図1 増圧給水方式（概要図）

Fig. 1 Direct connecting booster pump system (outline)

* 風水力機械カンパニー 標準ポンプ事業統括 開発設計統括部
システム機器開発設計室

このため、水道本管の圧力だけで給水する直圧方式では対応できない中高層建物（3、4階建て程度から10階建て程度まで）についても、受水槽を経由することなく、水道水を各階へ給水することができる。

本方式は、受水槽を設置するスペースが不要であり、敷地面積を有効に活用できるとともに、受水槽の管理不備による水質劣化の心配もない。さらに、配水圧（配水管圧力）を有効に利用するため、受水槽方式に比較し、大幅に消費エネルギーの低減が図れる。

2-1 増圧給水方式給水装置の構造

増圧給水方式は、給水装置が、直接、水道本管に接続されるため、汚染水が水道本管に逆流することを防止するための逆流防止装置が必要である。また、給水装置の吸込圧力及び吐出し圧力に応じてポンプの回転速度を制御するため、装置の主要な構成に、ポンプ、ポンプの吸込圧力及び吐出し圧力を検知するための圧力センサや制御盤などがある。

給水装置は、2台以上のポンプで構成し、1台が故障しても、残りのポンプで給水可能な構成としている。そこで、当社の代表的な増圧給水方式の給水装置であるポンプ2台型のPNAFM型（写真1）を例に挙げ、説明する。

ユニット構成機器を図2に、配管系統図を図3に示す。図2に示す本給水装置は、キャビネット内に2台の永久磁石型同期電動機搭載型ポンプと、インバータ、吸込・吐出し配管、吐出し側圧力タンク、制御盤、圧力センサ、逆流防止装置、弁（バルブ）類を配置している。

2-2 配管構成

吸込側・吐出し側ともポンプごとに保守管理用のボール弁を設けている。各ポンプの吐出し側は、逆止め弁を



15-14 01/249

写真1 増圧給水方式給水装置 (PNAFM型)

Photo 1 Direct connecting booster pump system (model PNAFM)

介して吐出し配管に接続されている。吸込側配管と吐出し側配管は、バイパス配管で接続され、逆止め弁が内蔵されている。十分な流入圧力がある場合には、このバイパス管を流れて、ポンプを運転せずに給水することができる。圧力センサは、吸込、吐出しに各1個組み込まれている。ポンプ・配管類の接液部は、主にステンレス、銅合金製で構成し、赤水対策品となっている。

2-3 逆流防止装置

水道本管に直接接続される増圧給水方式の給水装置には、水道法関連法規「給水装置の構造及び材質の基準に関する省令」に定められた性能の逆流防止装置を装備している。

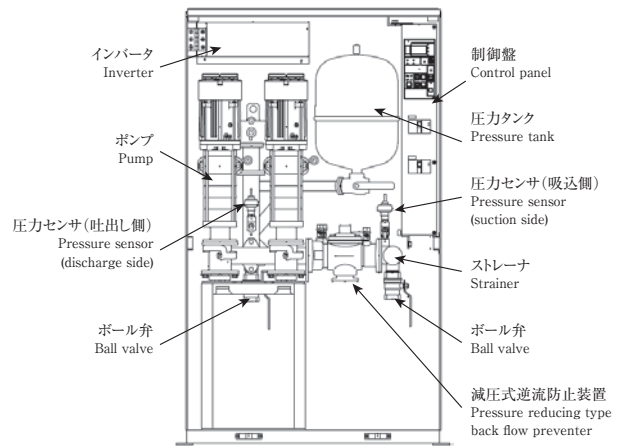


図2 機器構成 (PNAFM型)

Fig. 2 Configuration (model PNAFM)

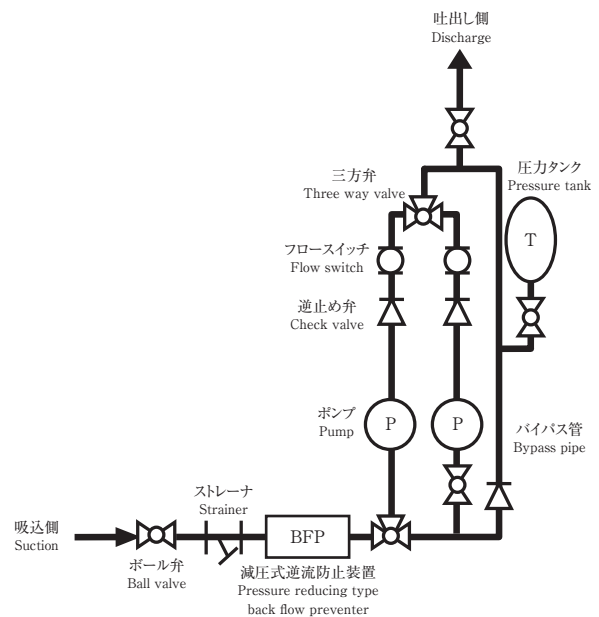


図3 配管系統図

Fig. 3 Piping diagram

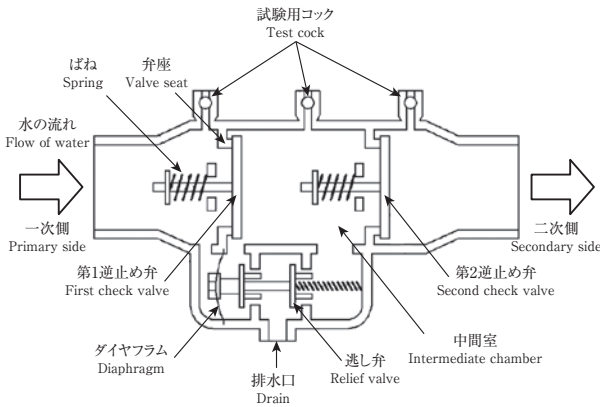


図4 減圧式逆流防止装置

Fig. 4 Pressure reducing type back flow preventer

逆流防止装置は、減圧式や複式、単式等があるが、当社の増圧給水方式の給水装置には、その信頼性の高さから、減圧式の逆流防止装置を使用している。図4に減圧式逆流防止装置の構造を示す。

2個の逆止め弁の間に逃し弁を持つ中間室がある構造で、逆止め弁が故障しても、逃し弁が開き、中間室の水

を排水することによって、管路を遮断する。その逆流防止効果は、受水槽の吐水口空間に匹敵する。

2-4 圧力センサ

給水装置の吸込圧力及び吐出し圧力を検知する圧力センサは、水圧の変化によって変位するダイヤフラムを使って、電気的アナログ信号を出力するものを使用している。増圧給水方式において、3項で説明する各動作を制御するための核となる機器である。

3. 増圧給水方式給水装置の動作説明

3-1 推定末端圧力一定制御

図5に給水方式別の機器構成とポンプ運転点を示す。

増圧給水方式は、受水槽を使用せずに水道本管と給水装置を直接接続した給水方式で、これによって水道本管圧力を無駄にすることなく利用できるため、給水装置は、末端圧力に足りない分だけ増圧すれば良い。そのため、受水槽方式と比較し、大幅に消費エネルギーの低減が図れる¹⁾。構成機器は、速度制御方式の推定末端圧力一定制御に対し、本管圧力が高い場合にポンプを介さず給水するためのバイパス配管、本管への逆流を防止するため

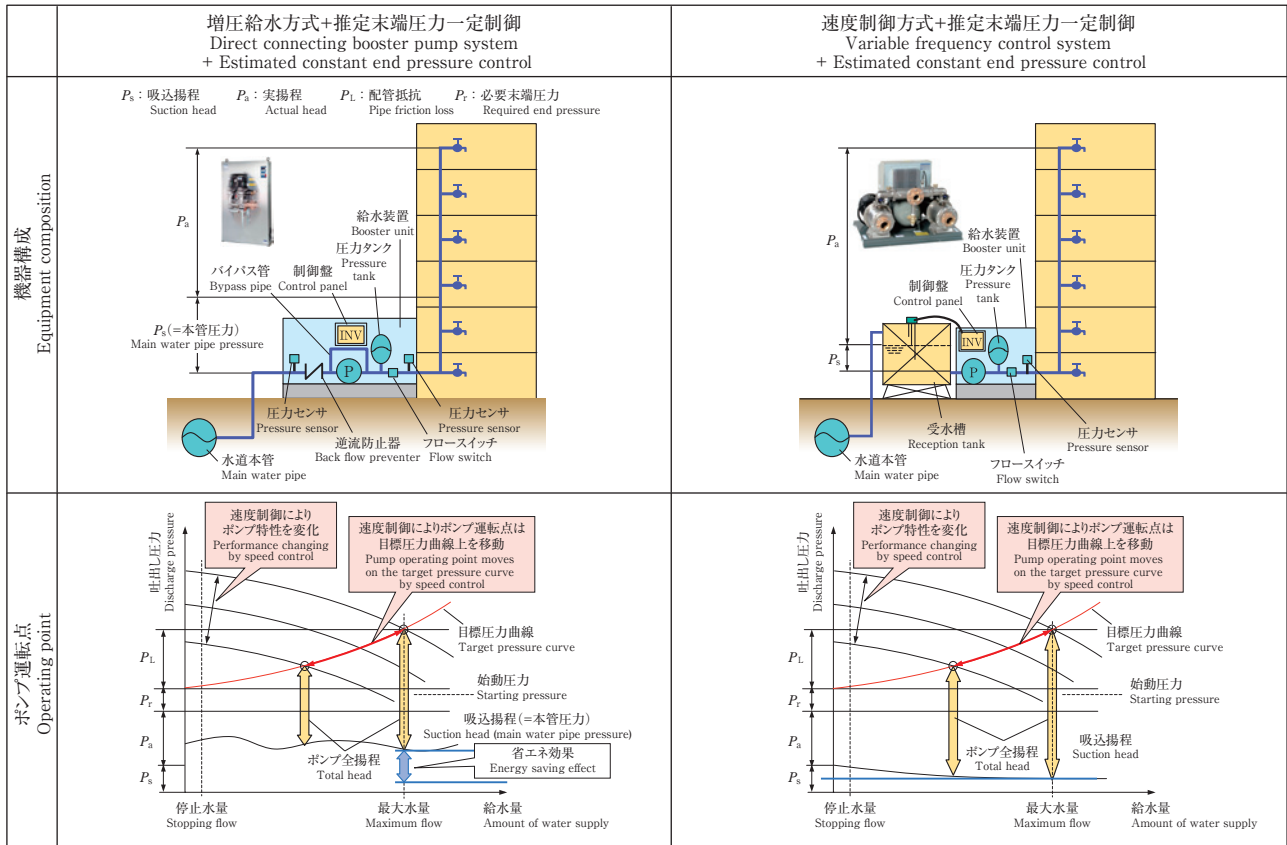


図5 給水方式別の機器構成とポンプ運転点

Fig. 5 Equipment composition and operating point

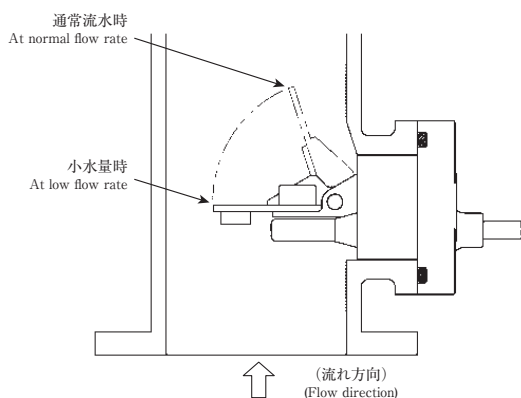


図6 フロースイッチ
Fig. 6 Flow switch

の逆流防止器、ポンプ吸込側圧力を検知する圧力センサが追加となる。増圧給水方式における推定末端圧力一定制御は、吸込側の配水管圧の変動と、給水量が変化しても給水量に応じた吐出し圧力値決定を独自の演算処理で行い、末端圧力が一定になるように制御している。

3-2 小水量停止動作

使用給水量は、設置場所と時間帯によって大きく異なってくる。例えば、マンションのような住宅設備の場合、深夜などの使用給水量が極端に少ない時間帯は、ポンプが締切運転を継続しないように、ポンプを停止させる必要がある。小水量を検知する方法としては、水の流れ（流量）を機械的に検知するフロースイッチ（図6）を用いる直接的な検知方法等、様々なものがある。

しかし、小水量を検知するたびにポンプを停止させると、使用給水量が頻繁に変化する早朝などは、ポンプが停止・始動を繰り返すため、そのたびに給水圧力が変化し、使用者に不快感を与えてしまう。

そこで、当社の給水装置は、過去の運転状況に基づく学習機能による始動頻度過多防止の小水量停止制御を採用し、的確な小水量停止動作をさせて、無駄な停止を避け、給水圧力の変化を極力少なくしている。

3-3 流入圧力警報動作

ポンプ始動時は、インバータのソフトスタート機能を採用し、吸込側の圧力低下を緩和している。また、配水管が減水・断水等で圧力低下した場合に、ポンプが吸引するのを防止するため、吸込側の圧力センサが設定水压以下を検知すると、流入圧力低下警報を出力し、ポンプが自動停止する。配水管の圧力が所定の圧力まで回復すると、警報が解除され、ポンプが再始動する。

3-4 高圧配水時ポンプ停止動作

ポンプの吸込側圧力が上昇し、ポンプの吐出し側圧力が、設定圧力以上になると、ポンプは自動的に停止し、

配水管圧力によってバイパス管から給水することが可能となる。再び、ポンプ吐出し側圧力が設定圧力以下になると、ポンプは自動的に再始動する。

3-5 交互運転動作

増圧給水方式の給水装置では、2台（若しくは3台）のポンプを備えているが、同時運転可能台数は1台（若しくは、2台）とし、単独交互運転（若しくは台数制御運転）を行う。ポンプ複数台で給水を分散することで、1台当たりの運転時間短縮によるポンプの長寿命化を図っている。また、停止しているポンプを予備機と位置づけ、運転中のインバータやポンプが故障した場合でも、自動で予備機による運転を行うため、通常時と同様の給水が可能である。

3-6 停電後の復電時動作

給水装置は、停電が解除されて復電すると、自動的に再始動し、停電前の自動運転に復帰する機能を備えている。

しかし、停電が長時間にわたった場合、停電中に給水栓から水の使用があると、給水管内の圧力が急激に低下し、給水管内に空気が混入する可能性がある。この状態で復電してポンプが再始動すると、急激に給水管内の圧力が回復するため、給水管内に混入した空気がポンプの性能をはるかに超える圧力で圧縮される。この圧力が空気から水に伝わりウォーターハンマ現象を引き起こすと、給水管や周辺機器に強い衝撃を与え、最悪の場合、損傷するおそれがある。

当社の給水装置は、復電後に自動で再始動する場合、ポンプの回転速度を緩やかに上昇させて、復電前の圧力まで回復させる制御を備えている。このため、給水管内に空気が混入していても、前述のようなウォーターハンマ現象が起こることはなく、給水管等に衝撃を与えることはない。

4. 保護機能

給水装置は、ポンプ・インバータ・電動機の故障や、寿命の短縮となる事象に対し、その事象を発生させないような機構を設けたり、それらを検知し、ポンプを強制的に停止させたり、警報出力したりする機能を備えている。

代表的な機能として、下記の機能がある。

詳細については、【エバラ時報 No.248 (2015-7) 第4回速度制御方式について】を参照ください。

- ポンプの空転防止
- ポンプ締切連続運転の防止
- インバータの保護機能
- 電動機保護機能

5. 特殊仕様・特別附属品

本給水装置には、設置先の事情に応じた、様々な製品仕様・特殊仕様・特別附属品の要求があり、即応できるように適宜対応方法を用意している。

5-1 製品ラインナップ

様々な要求仕様に対応するために、前記以外に、大水量を得られる3台ローテーション・2台並列型の給水装置（PNEFM型）（写真2）、横型ポンプを使用した給水装置（PNAMN型・PNEMN型）（写真3、4）を用意しており、当社ではこれらを、別途それぞれ製品シリーズ化して販売している。

5-2 特殊仕様・特別附属品

その他の特殊仕様として需要が多いのは、維持管理の要求を反映した、運転・異常信号の追加・変更等による制御盤の仕様変更や断水することなく逆流防止装置のメンテナンスを可能とする逆流防止装置並列配置（φ75 + φ40）内蔵仕様、減圧式逆流防止器の吐出し口空間における異常漏水を検知する漏水検知器付仕様などがある。

特別附属品としては、給水装置の運転状況を管理人室等の離れた場所から監視可能な遠方監視器（写真5）の需要が多く、当社としても即応できるよう用意している。

5-3 制御システムバックアップ仕様

給水装置は重要なライフラインの一つであり、万一の故障にも極力断水時間を短くしたいという市場の要求は強い。このような要求に対し、当社では特殊仕様の一つとして、制御システムバックアップ仕様を用意している。本仕様は、予備用としての制御基板と圧力センサを装備しておき、使用中の制御基板や圧力センサの異常が発生

した場合に、自動で予備用の制御基板と圧力センサによる運転に切り替わり、正常時と同様の自動運転が継続可能である。より信頼性の高い給水が可能な本仕様は、PNEFM型で対応可能である。



15-14 03/249

写真3 PNAMN型
Photo 3 Model PNAMN



15-14 04/249

写真4 PNEMN型
Photo 4 Model PNEMN



15-14 02/249

写真2 PNEFM型
Photo 2 Model PNEFM



15-14 05/249

写真5 遠方監視器
Photo 5 Remote monitor

5-4 東京都水道局「増圧直結給水方式（直列多段型）」対応²⁾ (図7)

増圧直結給水装置は日本水道協会規格 (JWWA B 130) によって呼び径は75 mmまで、最高使用圧力は0.75 MPaと定められている。このため、増圧直結給水による給水可能な世帯数は200戸以下、階層16階程度までとなっている。したがって、これを超えるような規模の建物に関しては仕様範囲外となっている。これに対し、東京都水道局は2009年2月に「指定給水装置工事事業者工事施工要領」(以下、「工事施工要領」)を改正し、より高層の建物への給水を目的とした増圧直結給水装置の直列設置(直列多段型)や大規模集合住宅への給水を目的とした並列設置を認めることとした。

当社では、低層階に低層階用増圧直結給水装置と中間階に中高層階用増圧直結給水装置を設置し、それらが直列に接続される直列多段型に対応している。当社の製品の特徴として、低層階用増圧直結給水装置と中高層階用増圧直結給水装置を通信線で繋ぎ、2台の増圧直結給水装置を連携制御し、圧力変動を抑えている。これによって、30階程度の高層建物にも増圧直結給水が可能になっている。

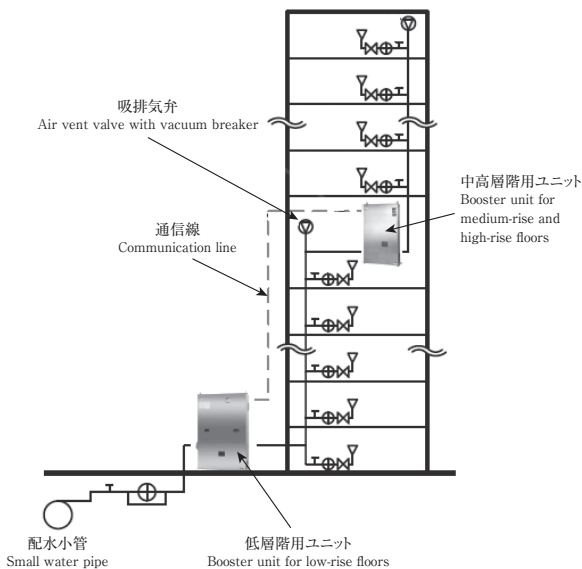


図7 直列多段型増圧直結給水装置

Fig. 7 Direct connecting booster pump system (serially cascaded type)

6. おわりに

増圧給水方式は、受水槽を設置するスペースが不要であり、敷地面積を有効に活用できるとともに、省エネ効果大きい。

本稿で紹介した増圧給水方式の給水装置に関する、技術的なポイントについてご理解をいただき、本方式の給水装置を適切に使用していただける一助となれば、幸いである。

参考文献

- 1) エバラ時報 No.225 (2009-10)「給水装置における省エネルギーの変遷と今後の動向」.
- 2) エバラ時報 No.227 (2010-4)「直列多段型増圧直結給水装置の開発」.

「給水装置 製品技術紹介」

- 第1回 各種給水方式の特徴について
(14年10月発行済み, No. 245)
- 第2回 給水装置の選定, 設置, 配管, 配線方法
(15年1月発行済み, No. 246)
- 第3回 ON/OFF制御方式について
(15年4月発行済み, No. 247)
- 第4回 速度制御方式について
(15年7月発行済み, No. 248)
- 第5回 増圧給水方式について (本稿)
- 第6回 給水装置に関するその他の製品技術紹介
(16年1月発行予定)

※第6回の内容に変更がある場合があります。