

給水装置 製品技術紹介

－第3回 ON/OFF 制御方式について－

奥田和孝*

Water Supply Equipment: Introduction of Product Technologies － Part 3: ON/OFF Control System －

by Kazutaka OKUDA

This series introduces technologies for EBARA water supply equipment that is our main product, and the types, uses and selection of water supply systems were explained in the previous two articles. This third article provides an introduction of the “ON/OFF control system,” which is the most basic pressure control system among water supply systems, and the water supply equipment controlled thereby. Control system details, the actual structure and main components, various special specifications, and protective functions for safe operation are illustrated.

Keywords: Water supply equipment, ON/OFF, Control system, Pump, Pressure tank, Inching, Pressure sensor, Special specifications, Flow switch, Protective function

1. はじめに

当社の主力製品である給水装置（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説明を行った。

第3回となる本稿では、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制御方式と、それを用いた給水装置について、その制御方式の内容、実機の構造と主要構成部品、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。

ON/OFF制御方式は、水がユースポイントで使用され、給水装置吐出し側の配管圧力が規定の圧力（始動圧力）よりも低くなったら、ポンプを商用電源で定速運転させ、規定の圧力（停止圧力）よりも高くなったらポンプを停止させるという制御である。このため本方式の給水装置は、特殊な電子機器をはじめとする部品点数も少なく、信頼性が高いことから、各種の給水設備に幅広く使用されている。

ただし、単にON/OFF制御するだけでは、停止圧力時のポンプ吐出し流量よりも少ない水の使用量の場合に、

ポンプの始動・停止が高い頻度で繰り返されるため（イン칭ング運転）、圧力変動や、ポンプ等機器の寿命短縮・故障の原因となる。このイン칭ング運転を防ぐため、必ず圧力タンクをはじめとする補器を設けた製品としている。

2. ON/OFF 制御方式の給水装置の種類

ON/OFF制御を行う給水装置は、給水方式の分類上、大形圧力タンク方式と、小形圧力タンク方式がある。しかし、大形タンク方式は、小形圧力タンク方式に比べ設置面積が大きく、コストが高いため、一般的な水道水等の給水用途にON/OFF制御方式の給水装置を採用する場合は、小形圧力タンク方式が主流となっている。

そこで、ON/OFF制御方式は、「第1回 各種給水方式の特徴について」で小形タンク方式の一方式として紹介しその特徴を説明したが、前述のイン칭ング運転を防ぐ考え方に特徴があり、再度その観点から両者について解説・比較し、つづいてON/OFF制御を行う給水装置の詳細を小形圧力タンク方式について説明する。

2-1 大形圧力タンク方式

上水道等の水源から受水槽にいったん貯水した水を、給水ポンプによって大形の圧力タンクに送水してタンク内の空気を圧縮し、圧縮空気の圧力を利用して給水する方式である。タンク容量は、当社製品では0.67～12 m³

* 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

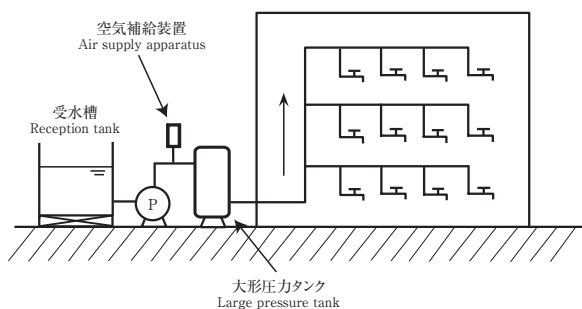


図1 大形圧力タンク方式
Fig. 1 Large pressure tank system

を用意している。図1に大形圧力タンク方式の系統図を示す。

ポンプ運転時は、タンクに圧入するまとまった量の水を送水し、また、ポンプ停止時は、そのタンクにためた水を圧縮空気の力で送水するため、その分ポンプの運転・停止双方の時間を延長させることで、インチング運転を緩和できる（12回/時間以下）。

しかし、圧力タンクの容量が大きくなることから、広い設置スペースの確保が必要である。また、小流量が長時間継続するような運転条件等では、機器寿命に影響するインチング運転を抑制できない場合があることから、流量条件も制約される。このため、近年採用されるケースは減少している。

2-2 小形圧力タンク方式

ポンプ停止条件に、圧力だけでなく、各種の流量検知機構による極小流量の検知を加え、ポンプを極力停止させないようにしてインチング運転を防止するとともに、圧力タンクの容量を小さくすることを可能とした方式である。図2に小形圧力タンク方式の系統図を示す。

ただし、流量検知機構は、多くの場合機械式であり、不純物を多く含む取扱液では、誤動作する可能性がある。このため小形圧力タンク方式は、水質によっては適用できない場合がある。

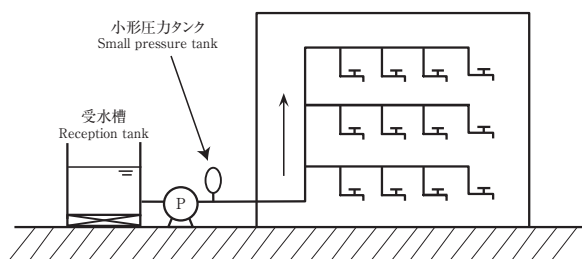


図2 小形圧力タンク方式
Fig. 2 Small pressure tank system

3. ON/OFF制御方式給水装置の構造

3-1 給水装置外観

代表的なON/OFF制御方式の給水装置であるフレッシャー1000型（以下、F1000型と記す）シリーズの外観を、写真1に示す。

本シリーズの給水装置は、1～2台のポンプと制御盤を、共通のユニットベースに設置し、必要な制御機器を吐出し配管等に取り付け、配線施工している。また、ポンプ2台の場合は、ポンプ吐出し口を集合させる吐出し配管によって、給水装置としての吐出し口を1つにまとめている。以上から、個々の機器を単品でそれぞれ取り扱うよりも、設置・配管・配線の手間を大きく軽減した構造としている。

本製品の構成機器の詳細は、以下のとおりである。

3-2 ポンプ

ポンプとしては、水質汚染の心配がなく、ある程度のインチング運転にも耐える、ステンレス鋼製の小形多段ポンプを使用している。写真2に、そのMDPE型ステンレス鋼製多段ポンプの外観を示す。

3-3 圧力タンク

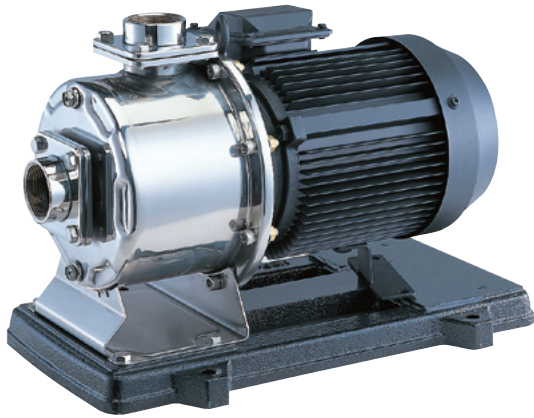
極小流量でのポンプ停止時に、補助的に水を補給してインチング運転を防止するための機器である。図3の構造図に示すとおり、空気補充を極力不要とするため、空気と取扱液をゴム製の空気袋（プラグ）で分離するプラグ構造で、総容量10 L程度のものをポンプの吐出し配管に接続している。

また、プラグ構造でも、空気はゴム膜を透過するなどして、微量ずつ減少するため、定期的な空気補充が必要となる。このメンテナンス作業や、経年劣化後の部品交



15-01 01/247

写真1 ON/OFF制御方式給水装置（F1000型）
Photo 1 Water supply equipment with ON/OFF control (model F1000)



15-01 02/247

写真2 ステンレス鋼製多段ポンプ (MDPE型)

Photo 2 Stainless steel multi-stage volute pump (model MDPE)

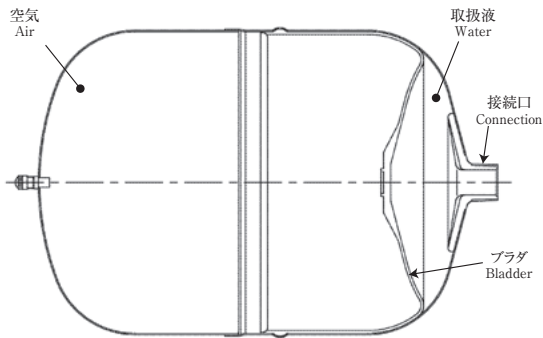


図3 圧力タンク

Fig. 3 Pressure tank (accumulator)

換のため、集合配管と圧力タンクを仕切る弁と、内部の水を抜く弁をそれぞれ備えている。

3-4 逆止め弁

ポンプの吐出し側からの逆流を防ぐ弁である。ポンプごとに、ポンプ吐出し口の配管内に内蔵している。また、図4の構造図に示すとおり、ウォーターハンマによる、ポンプ破損を防止するため、スプリングを備えた急閉型のものを採用している。

3-5 制御盤

圧力や流量の検知機構等の信号を受け、電動機への電源供給を制御して、ポンプを駆動させる機器である。過電流等の異常運転時には、ポンプを強制停止させたり、報知器等への異常発生信号を出力したりする機能も備えている。

3-6 センサ類

小形圧力タンク方式のON/OFF制御で、核となるセンサは、圧力検知と流量検知である。

本製品の圧力検知には、接点信号を出力する圧力スイッチや、圧力の値をアナログ信号で出力する圧力センサ (図5) を使用している。

また、流量検知には、流水の力を機械的に検知するフロースイッチ (図6) を使用し、ポンプごとに、ポンプ吐出し口に装備している。

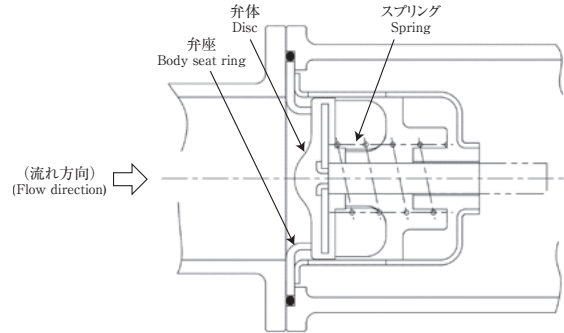


図4 逆止め弁

Fig. 4 Check valve

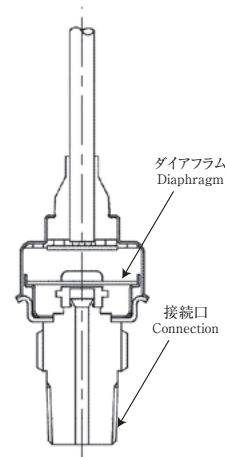


図5 圧力センサ

Fig. 5 Pressure sensor

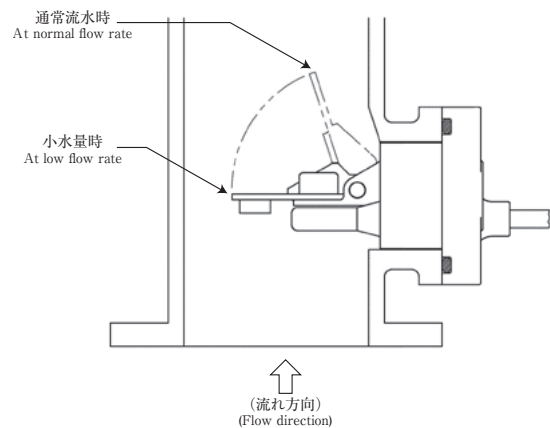


図6 フロースイッチ

Fig. 6 Flow switch

3-7 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、様々な特殊仕様・特別附属品の要求があり、即応できるよう適宜対応方法を用意している。

大きな変更を伴う特殊仕様としては、流量変動下でも一定の吐出し圧力となるよう、減圧弁を取り付ける仕様（写真3）や、受水槽と一体型とした仕様（写真4）等がある。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。

その他の変更として需要が多いのは、維持管理の都合を反映した、ポンプの始動・停止条件の変更や、運転・異常信号の追加・変更等、制御盤の仕様変更が挙げられる。また、水質に対して注意が必要な用途で、接液材料の変更の要求もある。このように、特殊仕様は多岐にわたる。



15-01 03/247

写真3 減圧弁付給水装置 (F1300型)

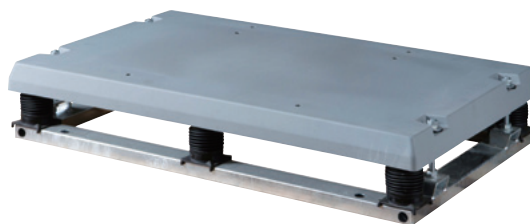
Photo 3 Water supply equipment with pressure regulator (model F1300)



15-01 04/247

写真4 受水槽付給水装置 (F2000型)

Photo 4 Water supply equipment with reception tank (model F2000)



15-01 05/247

写真5 防振架台

Photo 5 Vibration isolation platform



15-01 06/247

写真6 屋外カバー

Photo 6 Outdoor cover

特別附属品としては、振動を基礎へ伝えないための防振架台（写真5）や、屋外設置をするための屋外カバー（写真6）等の需要が多く、即応できるよう用意している。

4. ON/OFF制御方式給水装置の制御動作

4-1 ON/OFF制御

1.項でも述べたが、ON/OFF制御方式は、給水装置吐出し側の配管圧力が始動圧力（図7のH2）よりも低くなったらポンプを運転させ、停止圧力（図7のH1）よりも高くなったらポンプを停止させる。

極力小さな流量でポンプが停止するよう、停止圧力を高くすることが、インチング運転を防ぐことになる。しかしその結果、停止圧力とポンプの締切圧力との差が小さくなることとなり、受水槽の水位変化やポンプ性能のばらつきなどによってポンプが停止せず、締切運転の原因となる。このため、停止圧力は締切圧力に比べて、おおよそ0.03～0.05 MPa程度低い値とする。

4-2 小水量停止制御

4-1の単純な停止圧力設定での停止流量よりも、更に小さな流量（小水量、図7のQ1）になるまで、ポンプを停止させない条件を加えることで、インチング運転を防止する制御が、小水量停止制御である。

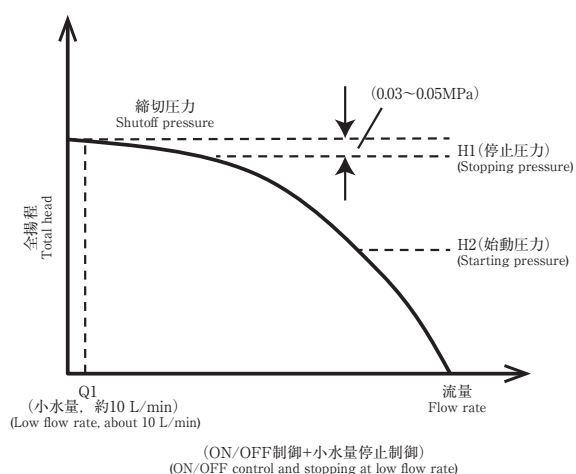


図7 ポンプ性能曲線

Fig. 7 Pump performance curve

小水量を検知する方法としては、前述の機械的なフロッスイッチを用いる直接的な検知方法がある。

4-3 単独交互運転／並列交互運転

ポンプ2台の給水装置では、交互運転が可能となる。同時運転可能台数が1台の場合と2台の場合で、それぞれ単独交互運転、並列交互運転と呼ぶ。

交互運転には次のような効果があり、給水装置の主流となっている。

- ①インテグレーション運転の緩和や、1台当たりの運転時間短縮による、ポンプの長寿命化
- ②ポンプ並列運転によって、大流量に対応（並列交互運転の場合）
- ③ポンプの故障時やメンテナンス時に、1台は運転可とすることで断水を防止

4-4 停電後の復電時動作

給水装置は、給水を極力止めないために、停電から復帰後、自動的に停電前の運転状態に戻す機能を備えている。

このため、停電前に通常の圧力制御の状態だった場合、復電するとすぐに元の圧力制御状態に復帰し、始動条件がそろえばポンプは運転を開始する。

4-5 水位制御

給水装置は、単に圧力に応じたポンプ始動停止だけでなく、水源である受水槽の水位や、送水先に高置水槽等の水槽がある場合の水位の信号を受けて、それに合わせてポンプを始動・停止させたり、補給水のバルブを開閉したり、必要な警報出力をするなどの機能を、標準、若しくは特殊仕様で備えている。

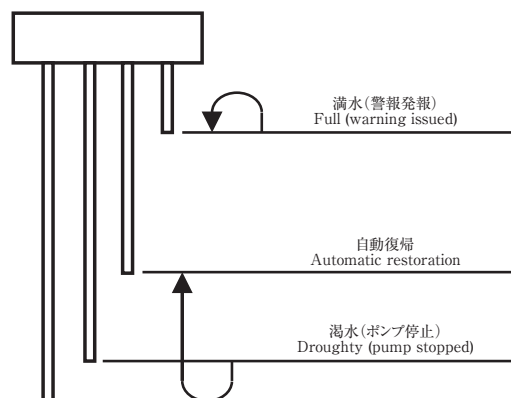


図8 液面電極による水位制御（受水槽）

Fig. 8 Water level control with electrode (reception tank)

図8に水位制御の1例として、受水槽の水位を液面電極（4本）で検知する場合の代表的な制御を示す。

4-6 ポンプ保護機能

給水装置は、ポンプの故障や、寿命の短縮の原因となる事象に対し、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。代表的なものを、以下に挙げる。

4-6-1 ポンプ空運転の防止

ポンプ内に水が十分満たされない状態でポンプを運転する（空運転）と、給水不可能となるだけでなく、特にポンプの軸封部が著しく損傷する。

これを防ぐため、水源の受水槽の渇水や、ポンプ吐出し圧力の低下（エアロック現象）を検知して、ポンプを強制停止させる。

4-6-2 ポンプ締切連続運転の防止

小水量停止機能の故障や、停止圧力設定の不備等によって、ポンプの締切運転が長時間継続すると、ポンプ内の水が過熱し、樹脂・ゴム材が損傷するなどして、ポンプが破損する。

これを防ぐ手段として、ポンプ吐出し側の配管から常時水を逃がす機構を設け、熱がポンプ内に蓄積しないようにしたり、温度センサをポンプの近傍に取り付けて、ポンプ内部の水の温度上昇を直接検知してポンプを止めたりする。

4-7 電動機保護機能

給水装置は電動機についても、過負荷保護・過電流保護・漏電検知等、各種の電気的な保護機能を制御盤に備えており、電動機の焼損や感電等を防いでいる。

5. おわりに

給水装置は、用途によって向き不向きがあり、また、適切なメンテナンスを必要とする装置である。本稿で紹介した、ON/OFF制御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、幸いです。

「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 (本稿)
- 第4回 速度制御方式について (15年7月発行予定)
- 第5回 増圧給水方式について (15年10月発行予定)
- 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4回からの内容に変更がある場合があります。

