

給水装置 製品技術紹介

－第2回 給水装置の選定，設置，配管，配線方法－

浜田博和*

Water Supply Equipment: Introduction of Product Technologies － Part 2: Selection, Installation, Piping and Wiring of Water Supply Equipment －

by Hirokazu HAMADA

Water supply equipment, which is used to supply water to facilities such as collective housing and office buildings, has some series corresponding to several water supply systems. Each series has its own model lineup covering different kinds of pump bore and motor output. This paper explains how to calculate the water supply capacity and pressure to choose an appropriate model from the various types of water supply equipment, as well as the installation, piping and wiring of the equipment.

Keywords: Water supply equipment, Calculation of water supply capacity, Calculation of water supply pressure, Installation method, Outdoor installation, Suction piping, Discharge piping, Power supply specifications, Electrode control of the reception tank, Electric noise

1. はじめに

第1回講座では給水方式の種類，特徴とその変遷について紹介した。第2回講座では給水装置の選定，設置方法，配管，配線について，一般的な方法にこれまでの経験を加えて紹介する。

2. 給水装置の選定

前回記述したとおり以前から種々の給水方式が考案されており，それぞれに長所・短所があり，給水方式の選定に当たっては，いろいろな条件を考慮しなければならない。その主な条件としては次の項目をあげることができる。

- 1) ランニングコスト
- 2) イニシャルコスト
- 3) 信頼性
- 4) 圧力変動
- 5) LCC (Life Cycle Cost)

これらに関する顧客の要求内容を検討して，給水方式を決定する。給水方式ごとの特徴は前号（エバラ時報 No.245）を参照されたい。ここでは給水装置の性能に関

する選定要素である給水量と給水圧力について記述する。

2-1 給水量の求め方

計画する使用水量は，給水管の口径，給水装置等の主要緒元を決定する上において基礎となるものであり，給水対象建物に応じ，適正な使用水量（瞬時最大使用水量）を算出しなければならない。給水量の求め方は，給水対象によって大別される。給水量の変動が大きい給水対象，すなわち生活給水対象（集合住宅）には数多くの手法がある。決定的な手法はないが，ここでは代表的な二つの方法を示す。(1) は戸数，(2) は人数から求める方法で，計算結果はほぼ同一の値となる。

(1) 給水戸数から瞬時最大使用水量を予測する算定式
優良住宅部品認定基準の資料¹⁾においては，1住戸当たりの平均人数4人，1人1日当たりの平均使用水量250 Lとの仮定の下に，瞬時最大給水量を式(1)～(3)のように定めている。

$$10 \text{戸未満の場合} \quad Q = 42 N^{0.33} \dots\dots\dots \text{式 (1)}$$

$$10 \text{戸以上} 600 \text{戸未満の場合} \quad Q = 19 N^{0.67} \dots\dots\dots \text{式 (2)}$$

$$600 \text{戸以上の場合} \quad Q = 2.8 N^{0.97} \dots\dots\dots \text{式 (3)}$$

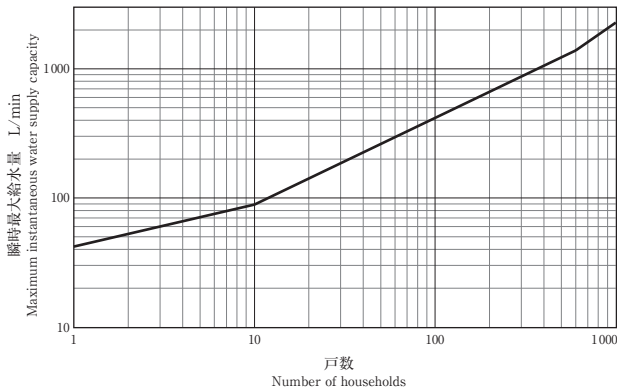
ここに，

Q ：瞬時最大給水量 [L/min]

N ：戸数 [戸]

住戸数に対する瞬時最大給水量をグラフにすると図1になる。

* 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



優良住宅部品認定基準による戸数-瞬間最大給水量
Number of households - maximum instantaneous water supply capacity
by certification standards for quality housing components

図1 瞬間最大給水量

Fig. 1 Maximum instantaneous water supply capacity

(2) 居住人数から瞬間最大使用水量を予測する算定式

1 ~ 30人の場合 $Q = 26 P^{0.36}$ 式 (4)

31 ~ 200人の場合 $Q = 13 P^{0.56}$ 式 (5)

201 ~ 2000人の場合 $Q = 6.9 P^{0.67}$ 式 (6)

ここに,

Q : 瞬間最大給水量 [L/min]

P : 人数 [人]

このほかに, 事務所ビルに対しては, 各種給水器具ごとに決められた数値を積算して瞬間最大給水量を求める「器具給水負荷単位法」や, 病院, 工場, 学校等建物の種類とその収容人数から総給水量を求め, 瞬間最大給水量を求める「建物の種類別収容人数による方法」等がある。

1人当たりの使用水量は, 給水器具の高機能化に伴い, 年々増加傾向にあるため, 建屋内の設備によっては, 計算結果に対し余裕をとる必要がある。

2-2 給水圧力の求め方

給水圧力の求め方は, 一般の揚水ポンプ計画時に必要なポンプ全揚程計算方法と同じであるが, 給水管の末端に接続する各種の給水器具が十分な機能を果たすためには, その末端で一定以上の給水圧力を確保する必要がある。特に増圧給水方式の場合, 給水装置の流入側, すなわち配水小管から給水装置までの圧力も考慮する必要がある, 複雑となるためここで例示する (図2, 式 (7))。受水槽方式の場合は, $p_0 \sim p_3$ は0とし, P_8 は受水槽の水位に置き換えることで適応できる。

$$\text{全揚程} = p_7 - p_8 = (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) - p_0$$

..... 式 (7)

p_0 : 配水小管の水圧

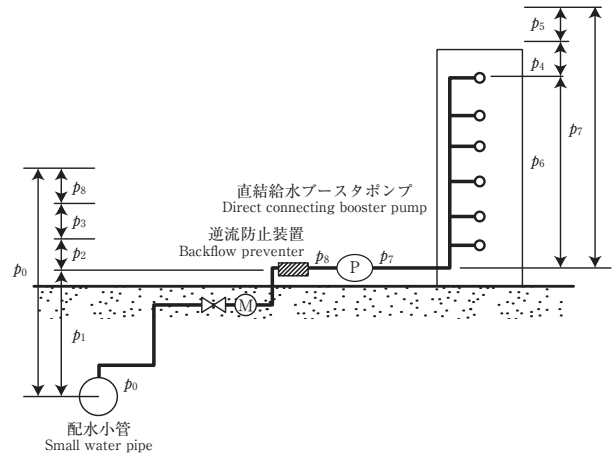


図2 増圧給水方式の給水圧力の求め方

Fig. 2 Calculation of water supply pressure in direct connecting booster pump system

p_1 : 配水小管と直結給水ブースタポンプとの高低差

p_2 : 直結給水ブースタポンプの上流側の給水管や給水器具等の圧力損失

p_3 : 直結給水ブースタポンプの圧力損失 (逆流防止装置の圧力損失)

p_4 : 直結給水ブースタポンプの下流側の給水管や給水器具等の圧力損失

p_5 : 末端最高位の給水器具を使用するために必要な圧力

p_6 : 直結給水ブースタポンプと末端最高位の給水器具の高低差

p_7 : 直結給水ブースタポンプの吐出し圧力

p_8 : ポンプ吸込側有効圧力

3. 設置方法

給水装置は誤操作の防止や安全上の観点から, 管理者以外の人容易に近づけない場所に設置する必要があるため, 建物内に機械室を設け, 設置することが望ましい。また温度上昇に対する換気, 騒音や振動についても必要に応じ対策を講じる必要がある。

3-1 屋外設置

機械室に設置することが理想であるが, 土地, 建物のスペースの有効利用のため, 屋外に設置されるケースも少なくない。当社では給水装置専用の屋外カバーを供給しているが, これが使用されるケースは20%程度である。また増圧給水装置では標準で屋外設置が可能なPNF型 (写真1) と, 屋外に設置する場合に屋外カバーが必要なPN型 (写真2) とを併売しているが, PNF型の割合が大多数を占める。しかし屋外に設置する場合は, 周囲環境が厳しいため, いくつかの注意が必要である。



14-28 01/246

写真1 PNF型直結給水ブースタポンプウォールキャビネットタイプ
Photo 1 Model PNF: Wall cabinet type direct connecting booster pump



14-28 02/246

写真2 PN型直結給水ブースタポンプ
Photo 2 Model PN: Direct connecting booster pump

①直射日光

密閉構造に近い増圧給水装置PNF型は、発熱体であるモータやインバータを内蔵しているため、真夏に直射日光が当たると内部温度は50℃以上に上昇する。一般的に電子部品は温度が10℃上昇すると寿命が半分になるといわれるため、直射日光が当たる場所は極力避け、やむを得ず設置する場合は日光を遮蔽するひさし等を設置するようお願いしている。

②暴風雨

近年気象の激状化で、豪雨、強風の頻度が増加している。給水装置用の屋外カバーの防雨効果は、JISの散水試験に基づき、①で懸念される温度上昇に対する通気性の確保との兼ね合いで設計しているため、暴風雨の中では内部への雨水の浸入は避けられない。風雨が強く当た

る場所に設置する場合は、暴風壁等の対策が別途必要となる。

③騒音, 振動

設置場所に住居が隣接している場合、ポンプの運転音が問題となるケースがある。屋外カバーでは防音効果が小さいため、このような場合は遮音壁の設置等の対策が必要である。増圧給水装置PNF型では、屋外設置を標準仕様としているため、騒音を考慮し、対策を講じている。

振動対策には防振装置が有効であり、屋上設置のような場合を除き、振動だけがトラブルになるケースはまれである。

④凍結

水道管が冬場に凍結するような地域では、原則屋内設置が安全であるが、やむを得ない場合は十分な対策が必要である。給水装置は、専用のヒータを用意しているが、鋳物部品や細い配管には更なる対応をお願いしたい。

3-2 屋内設置

屋内の機械室に設置する場合は、前記①から④の環境条件は相当緩和される。このとき注意することは共振である。特に可変速式の給水装置で、中～低周波数帯で運転する場合、まれに配管の周波数と共振することがある。この振動が配管の貫通部から壁に伝播し、住居にまで達するケースがある。対策としてはパイプサイレンサ(写真3)を設置したり、共振周波数を避けた飛び越し運転をさせる方法があるが、貫通部の振動対策や、計画時に適切な性能のポンプを選定し、中～低周波数帯での運転を極力避けることが、最善の策である。

4. 配管

給水装置は主として上水、又は中水で使用されるため、接液部はステンレス鋼や樹脂、銅合金、ゴム類など、発錆の少ない材料で構成されている。配管についてもス



14-28 03/246

写真3 パイプサイレンサ
Photo 3 Pipe silencer

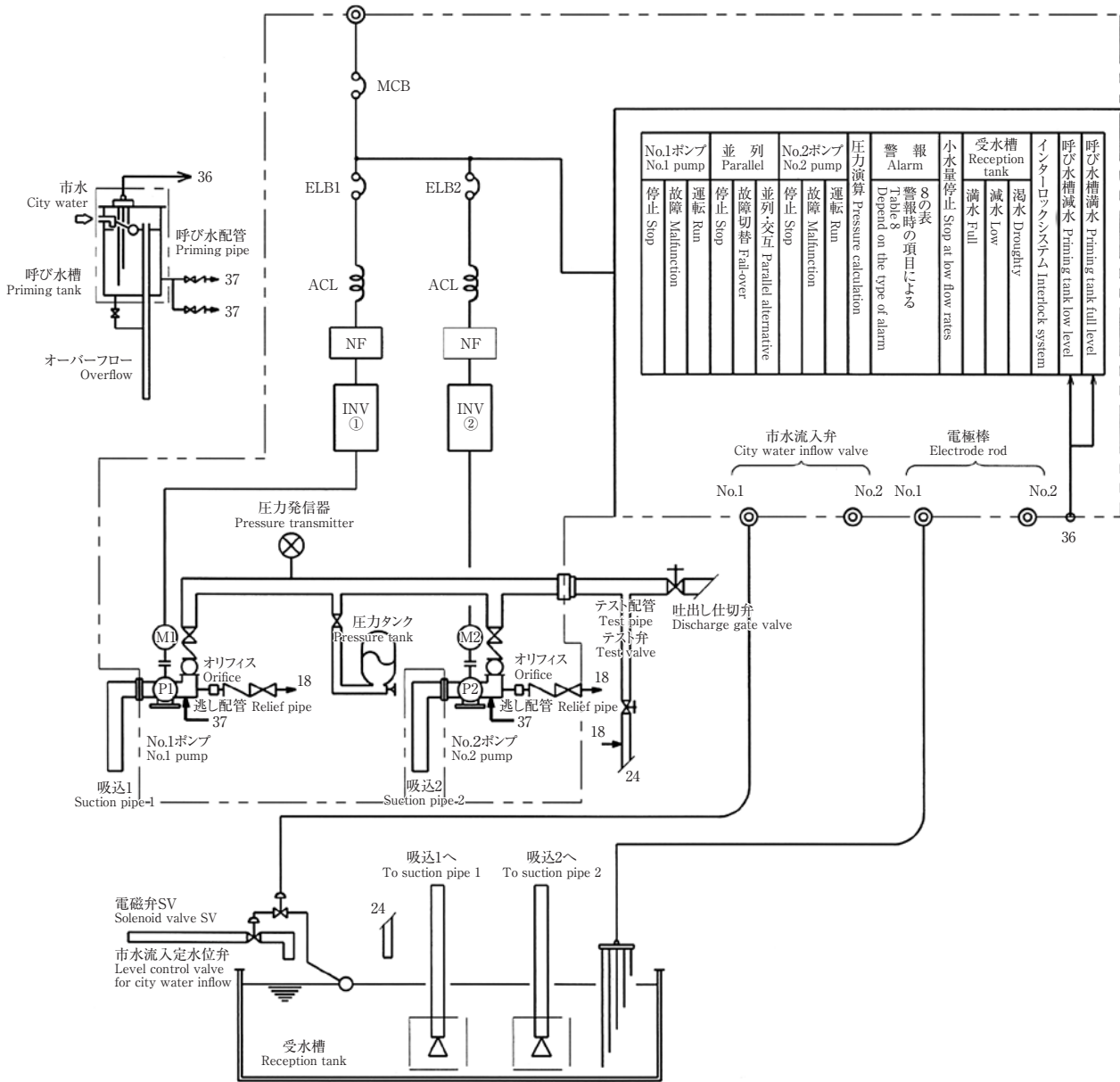


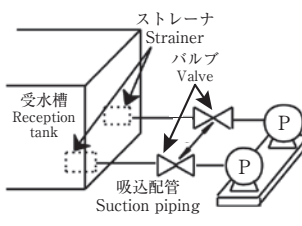
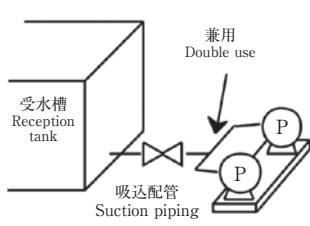
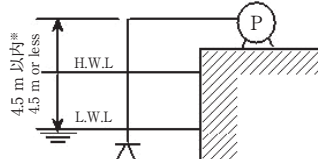
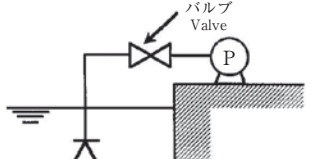
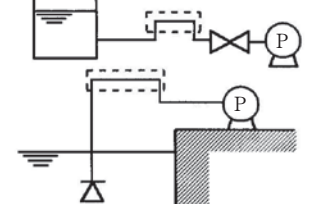
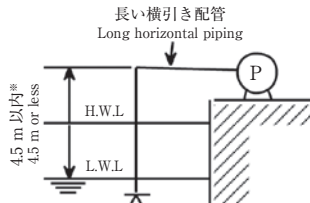
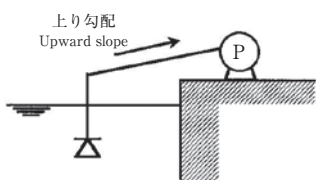
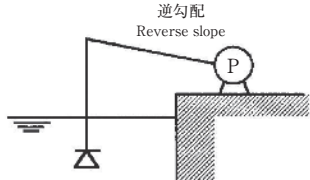
図3 フローシート
Fig. 3 Flow sheet

ステンレス鋼材が好ましいが、コストの観点から低圧では塩ビ管、高圧では塩ビライニング管が使用される場合が多い。またポンプを自動制御するため、必要最低限の部品は給水装置に内蔵しているが、メンテナンス性を向上させる目的や、各現場事情によって設置する機器がある。図3に受水槽方式、吸上げ仕様の場合のフローシートの一例を示す。次に配管ごとの役割について示す。

① 吸込配管

受水槽からポンプ吸込口までの配管を吸込配管と呼ぶ。ポンプと水槽水位との位置関係（主として高さ方向）は様々で、水位がポンプより高い場合を押込み、同等程度の場合を流し込み、低い場合を吸上げと呼んでいる。

このうち特に吸上げで使用する場合、給水装置の側に工夫が必要で、配管にも注意が必要である。すなわち、給水装置は小水量での運転もあり得るが、この運転を連続すると、負圧によって水中の空気が気水分離を起こす。さらに、小水量運転のため流速による吐出し側への空気の排出効果が小さくなり、ポンプの吸込口付近に空気がたまって揚水不可能となる。この現象をエアロック現象という。この対策として以前は、給水量が減少してきた際、小水量になる前にポンプを停止させたり、吐出し配管から分岐した逃がし配管を設置し、エアロック現象を起こさない水量を水槽に戻していた。現在は、当社の場合、羽根車に工夫を施し、吸込口付近に空気がたま

<p>良い例 Good example</p>	<p>悪い例 Bad example</p>	<p>理由 Reason</p>
		<p>(吸込配管の兼用) ポンプの維持管理に必要となるので、流し込みの配管の場合には、必ず吸込配管部にバルブを設ける。吸込配管の兼用は、1台運転中に、停止のポンプの吸込部が負圧になり、配管部分、ポンプ部分から空気を吸い込む場合があるので、必ずポンプごとに専用にする。 (Double use of suction piping) Be sure to install valve to the suction piping for the maintenance and management of the pump if piping of positive suction pressure type is used. Double use of suction piping causes negative pressure to the suction port of the non-operating pump while only one pump is operating, resulting in the suction of air from the piping of the pump. In order to avoid this, be sure to install individual suction piping for each pump.</p>
		<p>(吸込配管) 吸上げの場合は、吸込配管にバルブを設けると、エアだまりの原因になるので、バルブは設けない。 また、吸上げの高さは、4.5メートル以内*とする。 (Suction piping) If suction type piping is used, do not install a valve to the suction piping because it may cause air accumulation. The suction lift must be 4.5 m or less.</p>
		<p>(鳥居配管) 左図配管は、鳥居配管と言われている。点線の部分の空気が抜けなく、エアの噛み込みの原因になるので絶対に行わない。 (Right-angled expansion piping) The piping in the left drawing is called right-angled expansion piping. Never adopt this type of piping because air cannot escape from the parts enclosed by the dotted line, resulting in jamming air.</p>
		<p>(横引き配置) 吸上げの高さが、4.5メートル以内*でも横引きの長さが長いとエアの噛み込みの原因になる。 吸込配管は、できる限り短くする。 (吸込全揚程は、6メートル以内*) (Horizontal piping) Long horizontal piping may cause jamming air even if the suction lift is 4.5 m or less. Suction piping should be as short as possible. (Total suction head is up to 6 m.)</p>
		<p>(逆勾配) ポンプの配管は、上流に向かって上り勾配にする。 特に、吸込配管は、エアの噛み込みの原因になるので必ず、ポンプに向かって上り勾配にする。 (Reverse slope) Pump piping should be arranged to be upward slope that goes toward a pump. Especially for suction piping, failure to do so may cause jamming air.</p>

*ポンプの性能によって異なる。
Vary depending on pump performance.

図4 吸込配管例
Fig. 4 Example of suction piping

らない構造としている。また吸込配管のほかの部分にもエアがたまらないよう、図4に示す注意をお願いしている。

②吐出し配管

ポンプの吐出し口から、給水器具までを吐出し配管と呼ぶ。仕切弁や逆止め弁、各種のセンサ類を設置する。配管の脈動が大きい場合にはパイプサイレンサを設置する場合もある。

③常時逃がし配管

設置する目的はいろいろあり、エアロック現象の防止は①に示したが、加熱防止を目的として使用する場合がある。給水装置では始動頻度を抑えるため、運転～停止までにタイマによる強制運転をさせる場合がある。締切(流量0)運転が一定時間連続すると、特にモータ出力が大きい場合ポンプ内の水温が上昇する。これを低減させるため、一定の水量を受水槽に戻す。ポンプが複数

台ある場合は、ポンプごとに設置する必要がある。

④呼び水配管

吸上げ仕様の場合、ポンプに外部から注水し、ケーシング内を満たす必要がある。ポンプ単体では、呼び水じょうごを設置し、当初の運転開始時にホース等で水を流し込むが、給水装置は停止の状態が一定時間連続することが多いため、吸込配管の水槽側に設置するフート弁が漏水等の故障を起こすと、ポンプに空気が入り、揚水ができない状態も想定される。これを防止するため、呼び水水槽を設置し、吐出し配管が空になると自動的に補給を行う。これを呼び水配管と呼ぶ。この配管にはポンプからの圧力水が逆流しないよう仕切弁や逆止め弁を設置する。

⑤テスト配管

給水装置の運転を確認するために設置する。ポンプが複数台で並列運転を行う場合には、2台目が自動的に追従運転する水量を流すことが可能な配管口径が望ましい。

⑥増圧給水時の引き込み管

直結給水は受水槽を介さず、直接水道本管から配管するため、水利計算書を役所に提出することが義務付けられている。新設であればこの計算書に基づき配管口径を決定するが、既設で受水槽タイプの給水からの取替える場合、細い配管が埋設されているケースが多く、その場合直結給水装置までの間で配管損失によって、圧力が低下し、直結給水装置内の設定値によってポンプが停止する可能性があるため、太い配管へ敷設し直す必要がある。

5. 配 線

給水装置は、原則としてモータや制御機器の配線を出荷時に結線済みのため、現場での配線は電源配線とアース線、及び警報信号類の施工となる。受水槽方式の場合は、このほかに電極への配線、及びその警報信号線も必要となる（図3参照）。

①電源仕様

機種によっては、制御機器を保護するため、電圧の大きな変動が生じた場合は運転を停止させる場合がある。一般的に電源の仕様は次のように制限している。

電圧変動：±5%以内

周波数変動：±2%以内

その他電源相間のアンバランスなどもトラブルの原因となる場合がある。

経験的に商用電源は、定格値より高い場合が多いが、トランスからの距離が長い施設等では電圧降下を考慮する必要がある。

②電気ノイズ

同一電源ラインに、インバータ等の機器があると、そこから発生した電気ノイズが、他の機器に悪影響を及ぼす場合がある。給水装置にインバータを搭載している場合は、外部の機器に影響を与えたり、逆に外部の機器で発生したノイズが電源ライン等から侵入し、給水装置に影響を及ぼしたりする可能性がある。どちらの場合も機

[受水槽水位制御] 下記方式から選択することができる。
[Water level control for reception tank] Selectable from the systems below.

コードP10=1 (標準設定) Code P10=1 (Standard setting)	コードP10=2 Code P10=2	コードP10=4 Code P10=4	コードP10=6 Code P10=6
満水/渴水 [受水槽-槽式・電極4本式] Full/droughty [One tank/4P electrode]	満水/減水/渴水*1 [受水槽-槽式・電極5本式] Full/low/droughty [One tank/5P electrode]	満水/減水/渴水+市水流入弁制御*1 [受水槽-槽式・電極5本式] Full/low/droughty + City water inflow valve control [One tank/5P electrode]	満水/減水/渴水+市水流入弁制御*1 [受水槽-槽式・電極5本+3本式] Full/low/droughty + City water inflow valve control [One tank/5P + 3P electrode]
	※1 特殊仕様 Special specification 	※1 特殊仕様 Special specification 	※1 特殊仕様 Special specification

※1 受水槽電極は、満水/渴水警報（電極4本式）制御用が標準である。それ以外の制御方式の場合は特殊仕様となる。
The standard electrode control system for a reception tank is Full/Droughty alarm (4P electrode) system. The specifications of other systems are special.

項目 Item	表示 Display	動作 Operation	外部出力 External output	ブザー発声 Buzzer sound
満水水位 Full level	満水 Full	満水水位以上で動作 At full or higher level	有 On	有 On
減水水位*2 Low level	減水 Low	減水水位以下で動作 At low or lower level	有 On	有 On
渴水水位 Droughty level	渴水 Droughty	渴水水位以下で動作 At droughty or lower level	有 On	有 On
市水流入弁動作 City water inflow valve operation	-	流入弁動作水位以下 At the inflow valve operation level or lower	有 On	-

※2 減水は、タイマ制御で検出しているため、ポンプの吸込量が受水槽への流入量より多い場合には、渴水表示が先に出ることがある。
Low water level is detected by timer control. Therefore, the display "Droughty" may be indicated first when the suction amount is greater than the volume of water flowing into the reception tank.

図5 水位制御例

Fig. 5 Example of water level control

器の誤動作につながる場合がある。給水装置にはノイズの影響を防止するため、リアクトルやノイズフィルタを設置している。この機能を十分発揮させるためには、確実なアースの施工が必要である。

③自家発電機電源による運転

商用電源のバックアップとして、発電機を用いる場合がある。給水装置が商用電源運転の場合は問題ないが、発電機電源でインバータ搭載型の給水装置を運転する場合は注意が必要である。インバータメーカーの技術資料によると、電圧が低下するとインバータがトリップするため、発電機の容量はモータ容量の5～6倍、インバータの電源ラインにリアクトルを設置した場合で3倍必要となる。

④受水槽水位制御

受水槽には、受水槽への市水の流入制御と、水位によって警報を出力したり、ポンプを停止させたりする水位制御がある。市水の流入制御には機械式のボールタップ方式のほかに流入電磁弁を開閉させて水位を制御する方式がある。ポンプ用の水位制御も、流入電磁弁用の水位制御も、電極棒によるシステムが一般的である。給水装置には、多くの機種に電極棒の信号を受ける水位制御を搭載している。これらの制御も多様で、いくつかのパターンが存在する。当社給水装置に搭載した水位制御ごとの配線方法を図5に示す。

6. あとがき

給水装置は、長い実績、経験から、設備に合わせ改良を続けている。しかしポンプ単体とは異なり、制御機器を搭載しているため、設置や、配線に一定の配慮をお願いしたい。次回は給水装置の構成部品詳細や、各種保護機能等を中心に執筆予定である。

参考文献

- 1) 財団法人ベターリビング発行、給水システムおよび給水ポンプユニット図書作成要領。

「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 (本稿)
- 第3回 ON/OFF 制御方式について (15年4月発行予定)
- 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3回からの内容に変更がある場合があります。