

最近のポンプの自動運転

The Recent Automatic Operation of Pumps

小田保光*

Yasumitsu Oda

内容梗概

水道用，鉱山排水用，一般産業用，発電所用，農業用などに用いられるポンプの自動運転の最近の傾向として，完全な一人制御自動運転または全自動運転が広く採用されてきたが，その具体例を各種の用途別にあげ，その実例を中心にして自動運転方法につき考察を加えた。

〔I〕 緒言

最近上下水道用，鉱山排水設備用，一般産業用，水・火力発電用，農業用，建築設備用など各種のポンプ設備に対する自動化の計画が非常に活発になつている。自動運転の内容は「簡易化された自動操作方式」から完全な「一人制御方式」または「全自動方式」などそれぞれの使用条件に応じた適切な「自動操作方式」が採用され，必要に応じては上記「自動操作」の分野から一歩進んだポンプの速度調整または翼角度制御あるいは吐出弁の開度調整などによる圧力制御，電動機負荷制御などのいわゆる「自動制御」の分野にまで及んでいる。

これらの自動操作あるいは自動制御によるポンプ設備の自動運転化の目的は

- (1) 運転操作の簡易化により熟練した運転員を必要とせず運転に必要な人員を減少しポンプ設備の合理化を計ること
- (2) 速度調整，弁制御あるいは多数台ポンプの選択自動起動停止などにより，ポンプもしくはポンプ設備が総合的に最高効率または最適状態で運転することにより運転費の低減などいわゆる運転の合理化を計ること
- (3) さらにまた自動化することにより附随的に手動操作運転においては運転操作中に運転員が状況を確認し判断することを要するが，自動化の場合これらはすべて機械的電氣的に実施されるので運転操作上の誤操作が無く（運転の確実性）しかも迅速に起動停止が行われる（運転の迅速化）。
- (4) 各種の保護装置を設けることにより異常状態を早期に検出し，事故発生を未然に防止することができるから運転の信頼性が一層増大すること

などの大きな利点がある。

しかし一方では手動運転に比較して電氣的な機器が増加し，これらの機器の保守のために電氣的知識を必要とする度合を高めなければならないとか，また運転員の経費の節約ということがかならずしも当面の問題でない場合もあるが，大乗的見地に立つて考えればポンプ設備の

自動化は上述の自動化の目的および利点を十分に生かすことにより，今後当然進むべき方向にあるといつてよい。

ポンプの自動運転はかならずしも最近のものではなく以前より実施されているものであるが，以下は各種のポンプ設備の自動運転計画における最近の傾向を述べ御参考に供する次第である。

〔II〕 ポンプ設備自動化の最近の傾向

炭鉱または金属鉱山の坑内排水ポンプの自動運転については，すでに紹介済みである⁽¹⁾ので，ここでは上下水道，一般産業用などのポンプ設備について自動化の最近の傾向について考察してみることにする。

自動運転と一括して呼ばれる運転方法もその内容について分析すると

- (1) 簡易自動方式
- (2) 一人制御方式
- (3) 遠隔制御方式
- (4) 全自動方式

に大別される。

簡易自動方式と呼ばれるものは，それぞれのポンプ場の実情に応じて自動化に要する設備をできるだけ簡略化し，場合によつては運転操作中の一部を手動現場操作のままとしたものであり，運転員の判断と操作，および連続した監視などを要求するもので，ポンプ設備においてはこの程度の自動化は場合によつて手動運転とほとんど変わらない結果を招いている実例が多かつた。最近のポンプ設備自動化の計画においては，従来簡易自動方式程度のもので計画されていたものが，操作盤または配電盤上の操作開閉器の簡単な操作により，全機能が一定の順序制御動作方式にしたがつて自動的に動作して起動・停止を行い，また運転中の保護動作がすべて自動的に行われるいわゆる一人制御方式が多く採用される傾向にある。

遠隔制御方式はその制御内容において一人制御方式とほとんど変りないが，後者がポンプ室建屋内の配電盤室などにおける操作方式であるのに対して，遠隔制御方式はポンプ場を無人化しポンプの運転操作はすべて遠方の操作室から一人制御する方式であり，たとえば上水道設

備において地形的条件により取水ポンプと送水ポンプとを同一室内に収めることのできぬ場合、送水ポンプ室内に取水ポンプ操作盤を設け、取水ポンプを遠隔制御したり、あるいは火力発電所において主屋内より遠方に設置された灰流しポンプを操作するなどすべてこの範疇に属する。

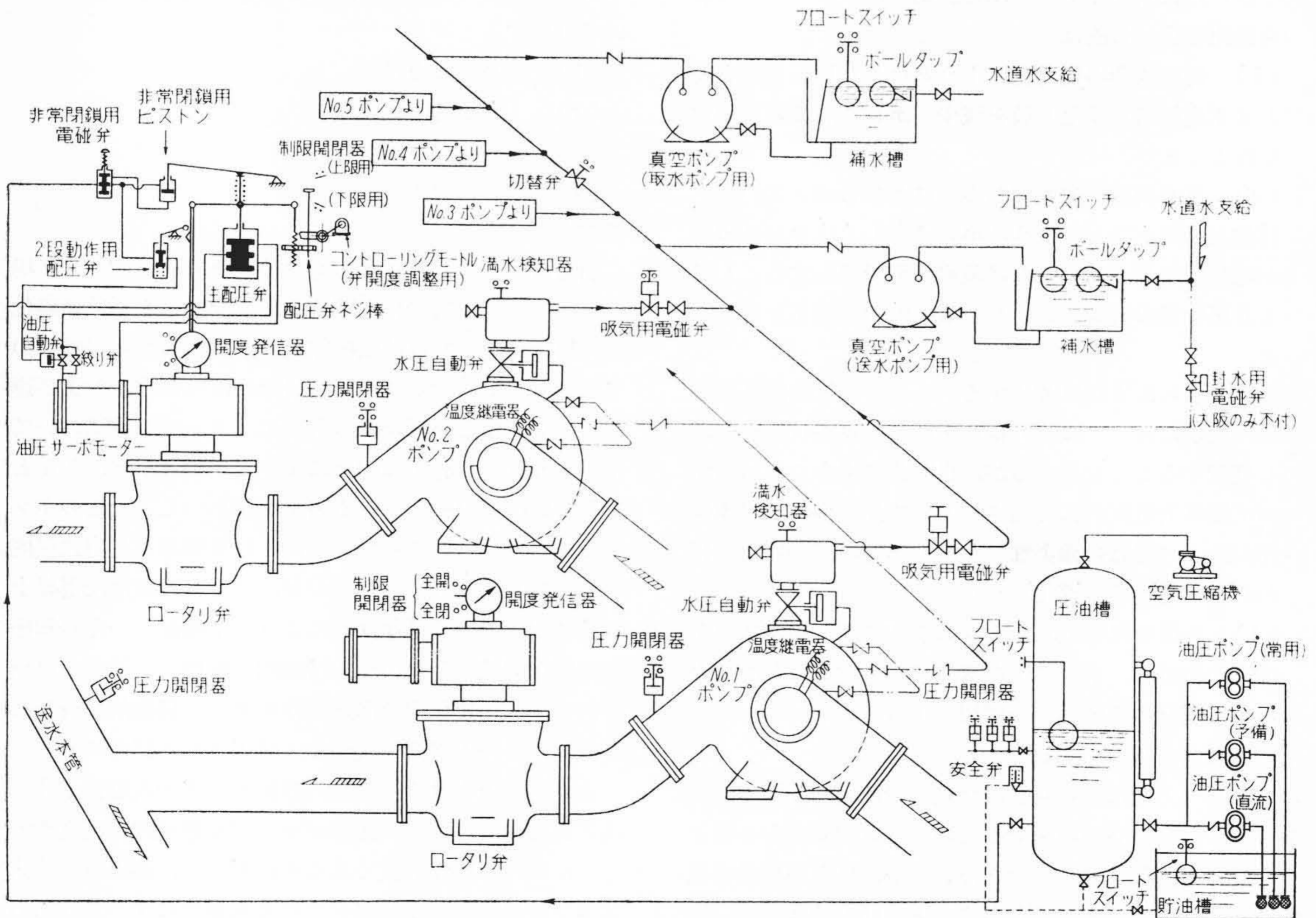
全自動方式の簡単なものは浮動開閉器あるいは圧力開閉器による自動運転として小型のポンプ設備においては以前より広く採用されているものであるが、大型のポンプ設備においても上述の一人制御方式あるいは遠隔制御方式の完成により最近広く採用される傾向にあり、とくに大型のポンプ設備においては単なる起動停止を自動的に行うのみでなく、ポンプの運転能率あるいはポンプ系の最適運転状態の維持のために、運転中の各種の要素の自動調整を行う必要がある場合がある。たとえば上水道ポンプ設備の直送式送水ポンプにおいては、送水管末端の給水圧力を一定に制御すること、貯水池送水ポンプにおいては所要水量において最高能率運転を行うことを目標に多数台のポンプの自動起動停止を行ったり、あるいはポンプの回転数または吐出弁を自動制御することが最近各所に採用されているが、これらはポンプ設備自動化の目標であり今後歩むべき過程でもある。

これらのポンプ設備自動化計画に当つては、一人制御方式とするか、遠隔制御方式とするか、あるいはまた全自動方式とするかはそれぞれのポンプ場の条件に応じて独自に選定すべきであり、大容量の水車および発電機を有する水力発電所の自動化とはおのづと異つた方式が生ずるのは当然であるが、ポンプ設備自体が大容量、大型化しつつある現在、その自動運転方式もかなり高度化してゆく傾向にある。

〔III〕 水道用および一般産業用 ポンプ設備の自動化

(1) 一人制御方式

都市の上水道ポンプ設備のように、大容量のポンプを数台設置し、需要者の変動に対応して送水量を調節する必要のある場合に現在は一人制御方式が広く採用されている。これは操作開閉器の簡単な操作によりポンプの起動・停止を自動的に行い、いかなる需要の変動に対しても応動しうるとともに、各種の保護装置を設けることにより運転中の多数のポンプに対して、常に監視を続ける必要がないために少数の運転員で完全な運転ができ、しかもその運転要員の労を少なくすることができる特長をもっている。



第1図 大阪市水道局庭窪浄水場納 取水、送水ポンプ一人制御自動運転操作説明図

今一例として大阪市の水道における実施例について第1図により説明すると、このポンプ設備は最終段階において送水ポンプとして800mm 700kW 3台、600mm 350kW 2台計5台、取水ポンプとしても同数のポンプを備えた大都市水道の代表的なポンプ設備であるが、これらのポンプはすべて操作机盤上の操作開閉器により一人制御自動運転されるものである。

運転操作の概要を記すと下記のとおりである。すなわち操作机盤上の運転せんとするポンプの操作開閉器を「運転」に入れると、つぎの一連の動作が順次自動的に動作してポンプは運転に入る。

- (a) まず真空ポンプが起動し吸気用電磁弁を開いて主ポンプケーシング内の吸気を行う
- (b) 主ポンプの満水が完了するとポンプケーシング頂部に設けられた満水検知器が動作し、主電動機の油入遮断器が投入される。
- (c) 主モータの起動用抵抗器が全部抜けると回転子を短絡し同時に刷子を引き上げる。
- (d) 起動抵抗器が全部抜けたことにより吸気用電磁弁を閉じ同時に真空ポンプを停止する。
- (e) 起動抵抗器が全部抜けたことおよびポンプの吐出圧力が規定値に達したことを条件に吐出弁（油圧ロータリ弁）を全開する。
- (f) 吐出弁は操作机盤上の別に設けられた操作開閉器を手動操作することによりコントローリングモータを正・逆回転させ任意の開度に維持することができる。

停止の場合には、操作開閉器を停止にすると

- (a) まず吐出弁が全閉する。
- (b) 吐出弁が全閉すると制限開閉器が動作して油入遮断器を開路する。
- (c) ついで非常閉鎖用電磁弁が閉じて吐出弁を全閉状態に鎖錠する。

ポンプの運転中に重大な事故が発生し非常停止用保護継電器が動作した時、あるいは非常停止用操作開閉器を手動操作すると、ただちに主ポンプは停止するとともに吐出弁非常閉鎖用電磁弁が閉じて吐出弁を非常閉鎖する。この時の吐出弁の閉動作は2段動作用配圧弁、油圧自動弁および絞り弁などにより2段動作を行い、内径1,500mm全長12kmにおよぶ送水管路中に生ずるウォーターハンマを防止している。

なお起動操作時の誤操作を防止するために主ポンプの起動に当つて下記の事項をインタロックしている。

- (a) 油入遮断器が投入されたままでないこと。
- (b) 自動・手動切換開閉器が自動側に閉路していること。
- (c) 保護継電器が動作していないこと。

(d) 起動抵抗器が短絡されていないこと。および電動機刷子昇降装置が起動位置にあること。

(e) 吐出弁（油圧ロータリ弁）が全閉していること

(f) 真空ポンプ用補水槽水位が異常低下していないこと。

(g) 油圧装置（圧油槽）油圧が規定値以上あること

(h) 配圧弁桿子棒が全閉位置にあること。

したがって操作机盤上の自動・手動切換開閉器を手動側に操作して主ポンプを現場で直接手動操作した時に、上記諸条件の中の一項目でも満足されぬまま放置されてふたたび自動側に切換えて操作机盤より遠隔操作した時でも、これらのインタロックにより事故を未然に防止することができる。

またポンプ運転中に第1表に示す異常故障があつた場合は警報を発し、重大な事故の場合は非常停止を行い事故原因はすべて集合表示器に表示することにより事後の処置、対策をいかにすべきかの判断が非常に容易になっている。

主ポンプの吐出弁としては油圧式ロータリ弁を使用し、附属の復原機構付き配圧弁用コントローリングモータにより自動的に全開または全閉せしめうることに同時に操作机盤上の操作開閉器により遠隔操作し任意の開度をとらせることもできる。コントローリングモータとしては1/4馬力程度の小馬力のものでよく、復原機構によりわずかな力で確実に任意の開度をとらせることができる。したがって弁の開度調整を頻繁に行うような場合油圧ブレーキおよびスピンドルの磨耗などのまつたくないこの方式を採用すべきものと考えられる。

一般に一人制御または遠隔監視制御を行う数台のポンプを有するポンプ設備において、ポンプ運転中に停電などにより事故停止した時、できうる限りすみやかに元の運転状態に復旧する必要がある。従来真空ポンプの容量は主ポンプ1台の満水所要時間が3分ないし5分程度に収まるように計画されていたが、このような急速再起動

第1表 保護装置

故障の種類	保護動作	保護装置
過電流	ベル警報 非常停止	過電流継電器
低電圧	" "	低電圧継電器
真空ポンプ用補水槽水位の異常上昇および低下	ブザー警報	フロートスイッチ
補助電動機の過負荷 遮断	"	温度 継電器
主電動機軸受温度異常上昇	"	温度 継電器
主ポンプ軸受温度異常上昇	"	温度 継電器
送水本管内圧力異常上昇および低下	" (表示せず)	圧力 開閉器
油圧異常低下	"	圧力 開閉器
貯油槽油面異常低下	"	フロートスイッチ
圧油槽油面異常上昇	"	フロートスイッチ

の要求を満足するためには一段大容量の真空ポンプ2台(内1台は予備)を設けるとともに、主ポンプの満水を確実に検出する装置として特殊な満水検知器を設け、2台以上のポンプを同時に満水せしめた場合にも一台一台のポンプの満水状態を確実に検出しようとするような構造のものをを用いる必要がある。

主ポンプの起動に先立つて真空ポンプによりポンプケーシングを満水する時にポンプケーシングのスタッフインボックス部に外部より封水を供給することが望ましい。これは長時間の運転によりグランドパッキンが磨耗した時にも封水によりスタッフインボックス部分から空気が浸入して、満水に要する時間がいたずらに長引くことを防ぎ急速起動を常に行いようとするためのもので、このために第1図中仮想線にて示すような給水管系統を設けポンプの起動時のみ給水し、ポンプが起動した後は、配管附属の小型チェック弁により自動的に自己の吐出圧力水を供給する方式が多く採用されている。

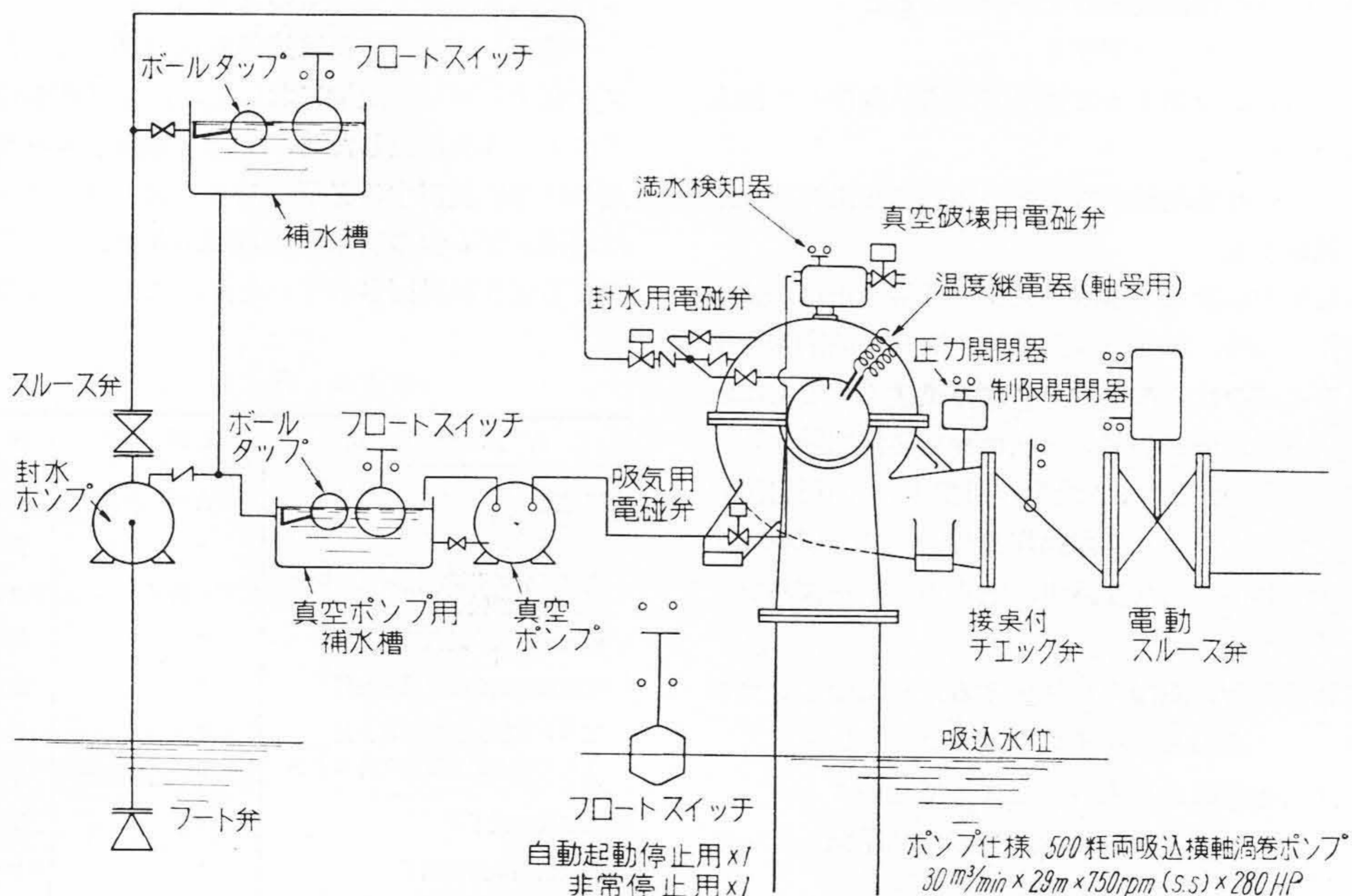
なおこの場合、給水を要する時間はきわめて短時間(ポンプの起動時のみ)であるから、封水用電磁弁は全ポンプもしくは数台のポンプに共通して設ける方が機器の簡易化からいつて得策である。ただし揚水する液質が腐蝕性を有したり、あるいは土砂その他の挟雑物を含んでいるような場合には、スタッフインボックス部分のパッキンおよび軸スリーブの磨耗を保護するために、ポンプ運転中は常時清水を供給する必要があるが、このような時は封水用電磁弁を各ポンプごとに設ける必要がある。

(2) 全自動方式(自動操作のみの場合)

都市の上水用送水ポンプとくに直送式ポンプの場合、あるいは一般産業用冷却水送水ポンプなどのように、その所要送水量が時間的にまた季節的に変動するものにおいては、現在では一人制御方式または遠隔監視制御方式が広く採用されているが、一般産業用揚水ポンプなどの場合ポンプは常に全力運転をすることが望ましい場合が多い。たとえば庄延工場のスケールピット用排水ポンプとか、あるいは第2図に示すような自家発電設備の不足流量を揚水ポンプにより補充する場合などはこの例であり、この場合ポンプは吸水井に設けられたフロートスイッチにより起動、停止をするいわゆる全自動運転方式が採用されている。

このポンプの自動運転方式については、すでに本誌⁽²⁾で紹介済みであるので割愛するが、常時監視員の居住している山間僻地のポンプ場を無人ポンプ場となし、全自動方式の採用と事故警報のみを監視員室に報知することにより運転合理化の実績をいちじるしくあげることができた。なおこのポンプ場は遠隔の発電所に附属するもので、発電所の出力に応じてポンプは運転されるものであるから必要あれば発電所内の操作盤にて遠隔操作することもできるように計画されている。

このポンプ場においては附近に適当な給水設備がないために、独立した封水ポンプを設け主ポンプの運転と連動させているが、もし工場内のポンプ設備のように給水源のある時は、封水ポンプおよび同ポンプ用補水槽は不



第2図 旭化成工業株式会社中島川ポンプ場納，揚水ポンプ全自動運転操作説明図

要となり自動運転方式は一層簡単なものとする事ができる。

各補水槽に附属するフロートスイッチは封水ポンプおよび真空ポンプの空運転を未然に防ぐためのもので、単に主ポンプのみでなくこうした補機が常に正常に運転している状態に保つておくことが、ポンプの自動運転を確実な信頼性のあるものとする一つの基礎であることはいうまでもないことである。

工場内の排水ポンプ設備（たとえば圧延工場のスケールピット用排水ポンプ設備）では、ポンプの排水量に比較して吸水井の容量をあまり大きくできない場合がある。このような条件の下に、吸水位によりポンプを自動運転するような場合、上述の例のようにポンプの起動に先立つて真空ポンプにより満水する場合には、この満水時間がいわば不動時間となつて、排水が吸水井から溢流する可能性があることを考慮してポンプの起動水位をポンプケーシング最頂部より高くするか、あるいは縦軸ポンプを使用し急速な起動ができるようにすることが望ましい。

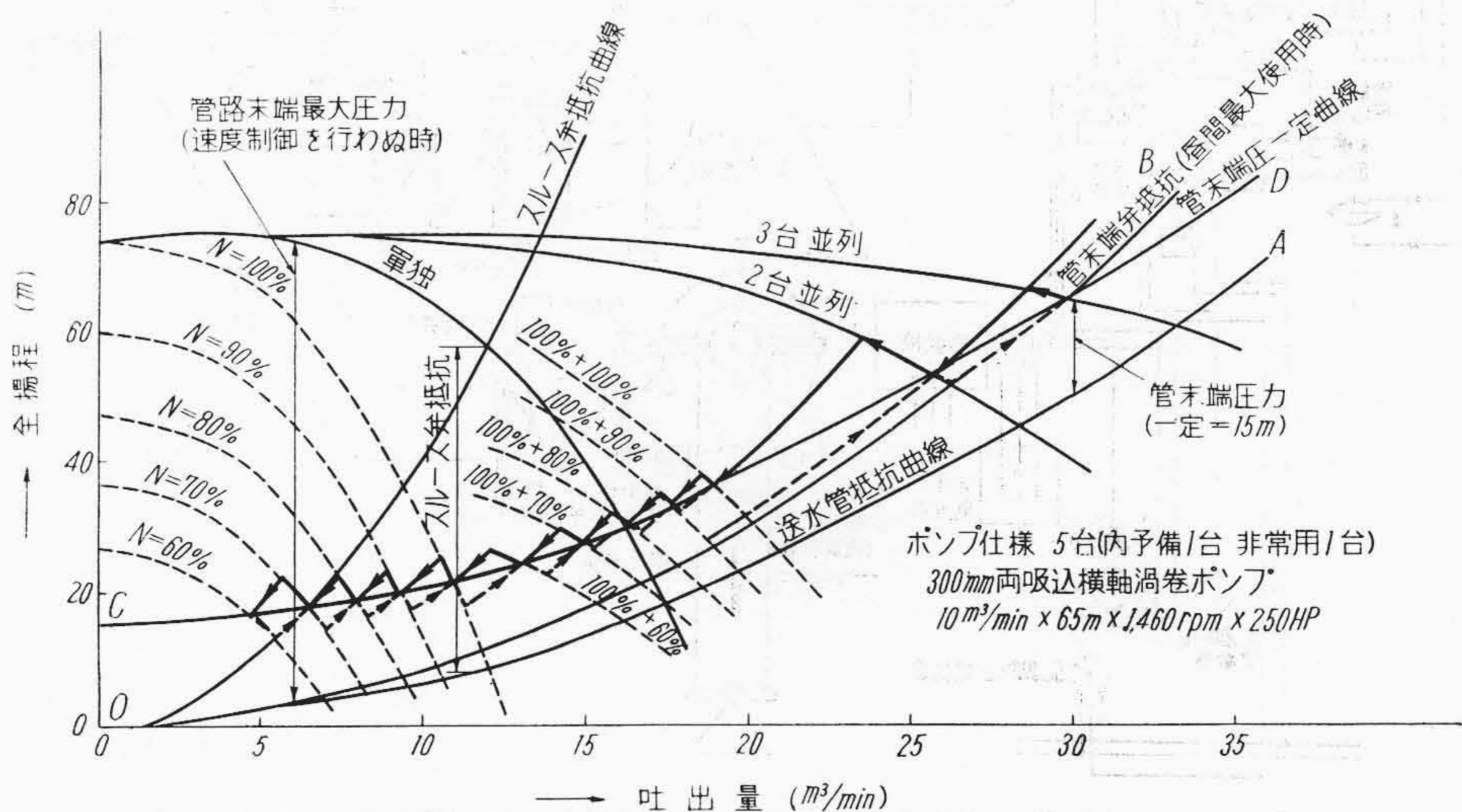
(3) 全自動方式（自動制御を含む場合）

ふたたび論を戻して上水道ポンプ設備の自動化について考察してみよう。前述のように直送式の送水ポンプでは所要水量の変動が激しいから、これに(2)項のような吐出弁全開、全速運転方式による自動運転を適用することは、給水管末端の圧力変動が激しくて、需要先が困惑する場合が多い。したがって需要量に応じてポンプの速度制御を行うなり、あるいは吐出弁の開度調整を行うなりして、給水圧力をほぼ一定に保つ必要がある。

新潟市水道局大島浄水場においては、この需要量の変動に対応する運転合理化としてつぎのような自動運転方

式を採用した。すなわち5台（内1台はディーゼルエンジン駆動の非常用）の送水ポンプのうち1台のみを速度制御可能の誘導電動機直結のポンプとし、昼間の送水量の多い時の需要量の変動に対してはポンプの稼働台数の増減により、また夜間のように送水量が少ない時の需要の変動に対してはポンプの並列運転と単独運転との切換および速度調整により、いずれも給水管末端の給水圧力をほぼ一定の値に保つように計画してある。このためにすべてのポンプは一人制御自動方式とし、操作盤の操作開閉器をただ一回操作することにより、迅速かつ確実に起動・停止を行いうるようにし、その中の1台のポンプのみは送水流量と送水圧力とを検出して常に送水管末端圧力が一定になるようにポンプの速度を自動的に調整するものである。

この運転方法を流量—揚程曲線上に示すと第3図のようになる。すなわち図に示すように実揚程がほとんど零の送水管の抵抗曲線(OA)に対して、昼間の最大需要時に管路末端圧力が15mになるようにポンプ仕様を決定した。管路末端の圧力は管末端の弁抵抗曲線(OB)と送水管抵抗曲線(OA)との間の値をもつて示される。需要量が減少すれば曲線OBは順次その勾配が上り左側へ移行する。このために管路末端の圧力は増大し計画最小需要量が6m³/minであるとするとき、速度調整を行わぬ時は管路末端の圧力は最大71mにも達する。このような激しい管路末端の圧力変動を避けるためにポンプの速度制御を行うもので、図では説明上速度調整を10%ごとの段階的に行つたものとするとき、需要量が減少する時は図中の太い実線を矢印の向きに、需要量が増加してゆく時は太い破線を矢印の向きに自動的に移動する。実際速度制御は磁気増幅機を使用し無段階制御を行うから、



第3図 新潟市水道局大島浄水場納送水ポンプ圧力一定制御特性曲線

このような段階的な圧力変動はなく，管末端圧力一定曲線（CD）上を右方向あるいは左方向へ移行し，圧力は常に15m一定に制御することができる。なお図中の細かい点線は高い吸込揚程に対していかなる条件の下にでも連続して運転できるように吐出側のスルース弁により絞り抵抗を与えた時のポンプの特性を示している。図示の曲線CD上を常に運転するように速度制御する方法は，第4図に示すように送水本管中の流量を検出しコントローリングモータを正転または逆転させて液体抵抗器の極の位置を変えることにより電動機を速度を加減するもので，送水圧力がその時の送水量に対応した所定の値になるまで速度制御を自動的に行うものである。

すなわち流量と圧力が相互に一定の曲線（CD）上を変動するように自動制御するものであり，現地運転の結果曲線CDの勾配を変更したり（すなわち送水管抵抗が計画よりも若干変動した場合）あるいは曲線CDの勾配はそのままにその相対値を変更する必要がある場合（すなわち管路末端の一定圧力の値を変更しようとする場合）には，図示の2個の可変抵抗器を調整することにより，磁気増幅機の出力はそれぞれ調整されて所要量に設定することができる。

この方式により昼間の監視制御にはわずかな運転員でよく，また夜間などの使用水量の少い時は速度調整を含む全自動方式を採用することにより送水管末端の圧力を常に自動的に一定に保ち，また各種の保護装置により連続した運転監視を必要としないから，その運転の合理化

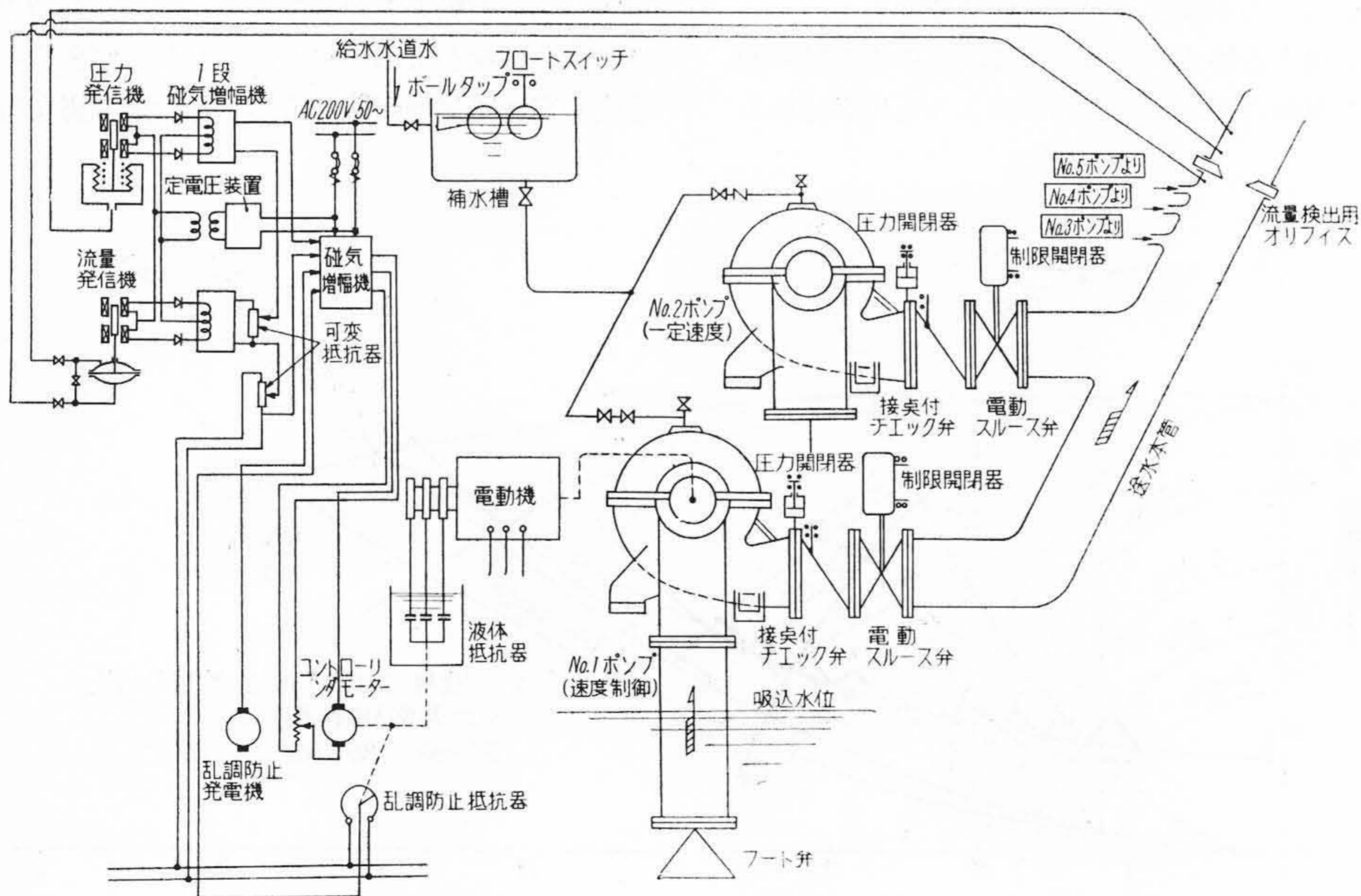
はいちじるしく向上した反面，全ポンプに対する一人制御方式に加えて夜間用として一部のポンプの全自動方式を採用したことは，全台数のポンプを全自動化した場合に比較して自動用機器の簡易化，取扱いの容易という面においても非常に有効な方式である。

〔IV〕 農業用ポンプ設備の自動化

従来，各所に分散設置されていた農業用の揚・排水ポンプが国営・県営または地方公共団体営として集約され大容量のポンプ設備になるにしたがい，これらのポンプ設備が自動化されつつあることも最近の特色であらう。

農林省印旛沼手賀沼干拓建設事業所手賀排水機場のポンプ設備の自動運転については，報告済み⁽³⁾であるので重複することを避けるが，2台のポンプと2台の吐出弁および2台の切替弁をもつて一組とするポンプ設備3組がそれぞれ内外水位に応じて単独運転，並列運転および直列運転を適宜切換えて運転するためには，非常に複雑な運転操作が必要で，もしこれを手動運転しようとした場合余程の運転熟練者といえども混乱をきたし誤操作をしないとはいきれない。このような複雑な操作を要するポンプ設備に一人制御方式を採用し，人為的には操作開閉器および順序制御器の簡単な操作を行うのみにて，後はすべて電氣的・機械的に一定の順序にしたがつて自動的に動作せしめ，起動・停止を行いうるようにした。

このような複雑な運転操作を必要とするポンプ設備においては，運転中の各機器の運転状況を操作盤そのほか



第4図 新潟市水道局大島浄水場納，送水ポンプ圧力一定制御自動運転操作説明図

の必要の箇所に表示することにより、運転操作の信頼性は一層向上される。従来の表示方式としてはランプ表示方式が一般に採用されているが、このポンプ設備のように「単独」「並列」「直列」といった種々の運転方式がある場合には、単にポンプが稼動しているということだけでなく、いかなる運転方法によつて運転中であるかを一目瞭然とするために、監視盤および操作盤（第5図）にそれぞれその運転状況を示す模擬照光器を設けている。第6図はこの模擬照光器の説明図でP₃およびP₄はポンプを、V₁ V₂、およびV₃、V₄はそれぞれ吐出弁および切換弁を示し、ポンプが起動した時および弁が開いた時に点灯する。途中の水路は単独・並列・直列の切換操作によりそれぞれの状態を示すように点滅するもので、図では「直列運転」の状態を示している。なお、起動操作中の各機器の状態は操作盤上部の照光表示盤に逐次表示される。手賀沼ポンプの場合には各ポンプおよび弁についてそれぞれ

- 「気密」—真空ポンプによる呼水をする時に吐出弁と切換弁の弁座に気密水を供給していることを示す
- 「呼水」—真空ポンプにより呼水していることを示す
- 「満水」—呼水が完了したことを示す
- 「潤滑油」—主ポンプの軸受に潤滑油を送つていることを示す

などを表示している。

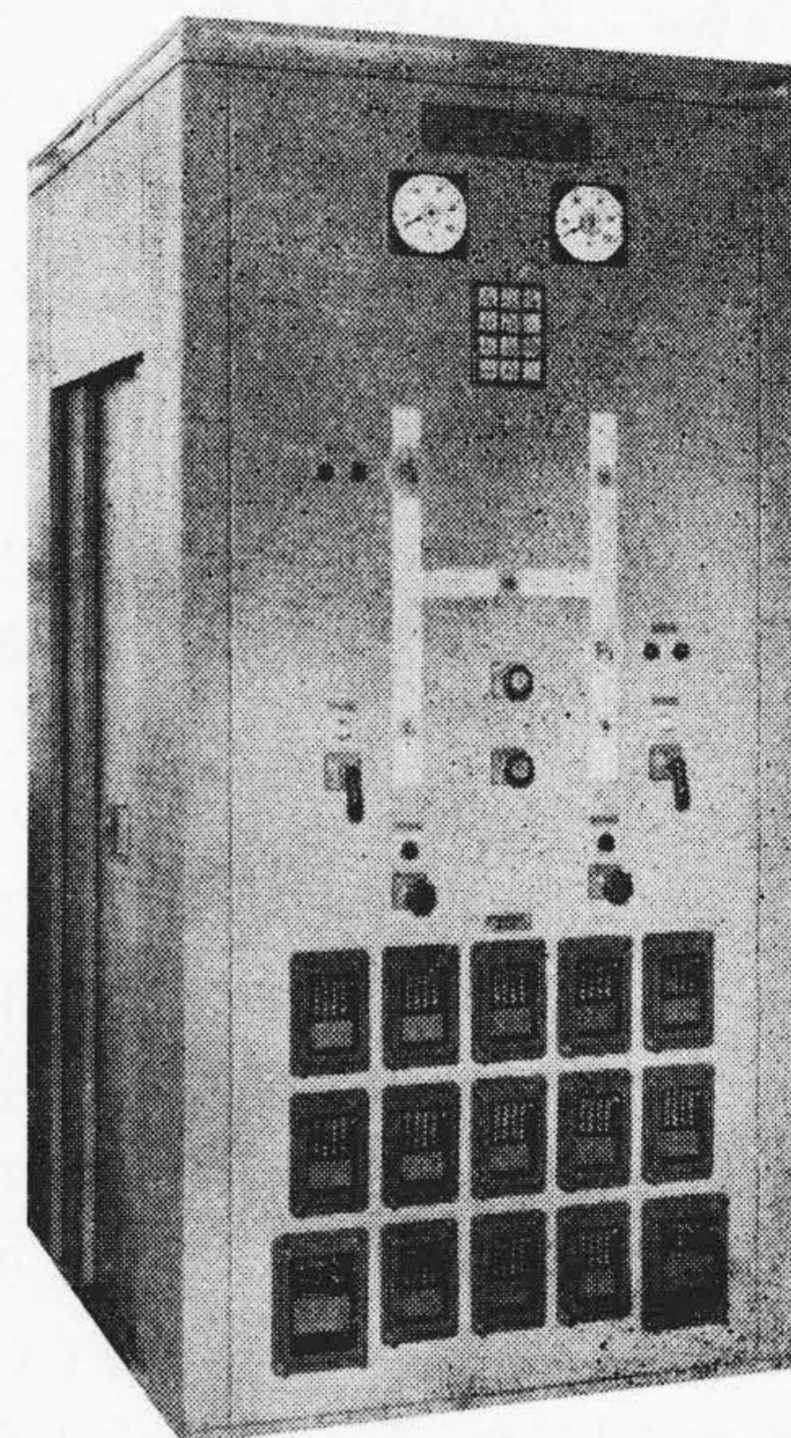
一般の農業用揚・排水ポンプにおいては、このような複雑な運転方式をかならずしも必要としない場合が多いが、そのような時は上述のような一人制御方式とするよ

りは、吐出水位または吸水位による全自動運転を行わせることによりポンプ場を無人化し、警報のみを常住場所に報知することにより、効果的な運転の合理化の目的が達せられると考える。

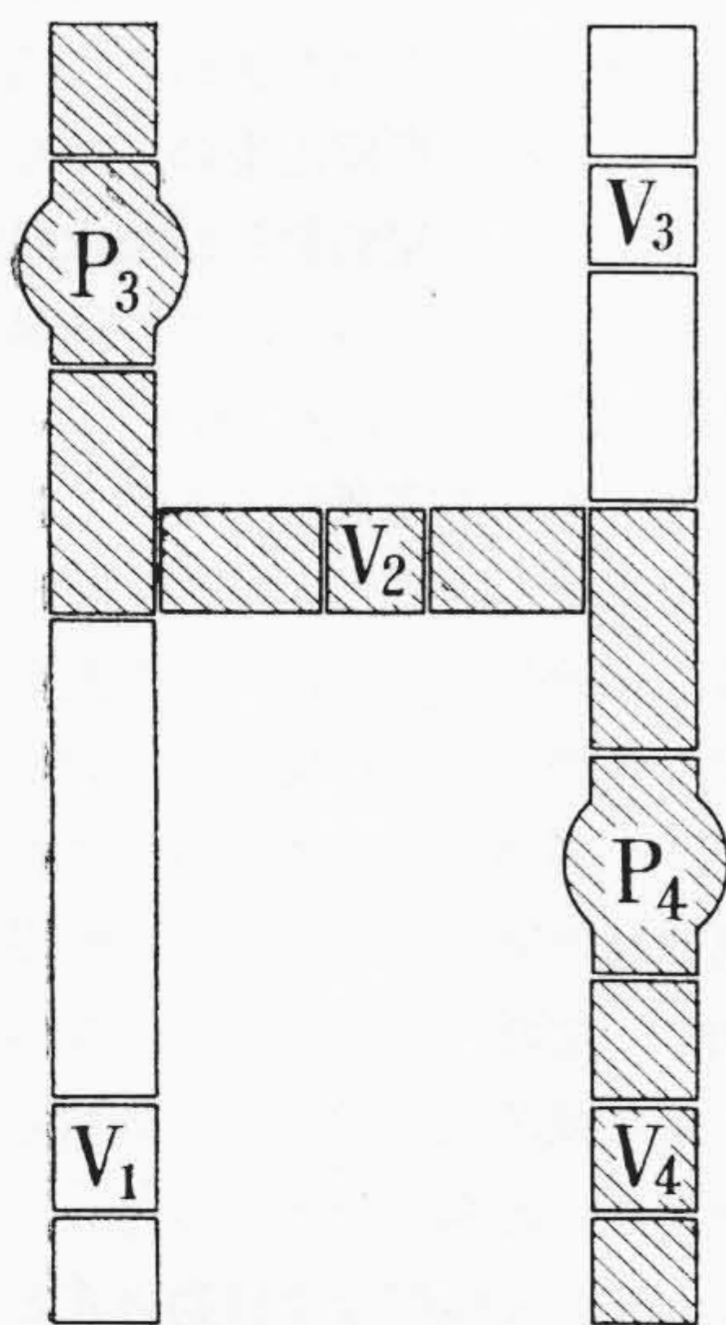
〔V〕 火力発電所用ポンプの自動運転

従来火力発電用の各種ポンプはそのほとんどすべてのものが現場における直接手動操作であつたが、最近の火力発電所においては自動ボイラ制御が発達し、主要な機器はすべて自動制御または中央制御室から遠隔操作されるようになった。ポンプについても同様に、中央制御室またはポンプ操作盤において遠隔制御する要求が非常にたかまつてきた。

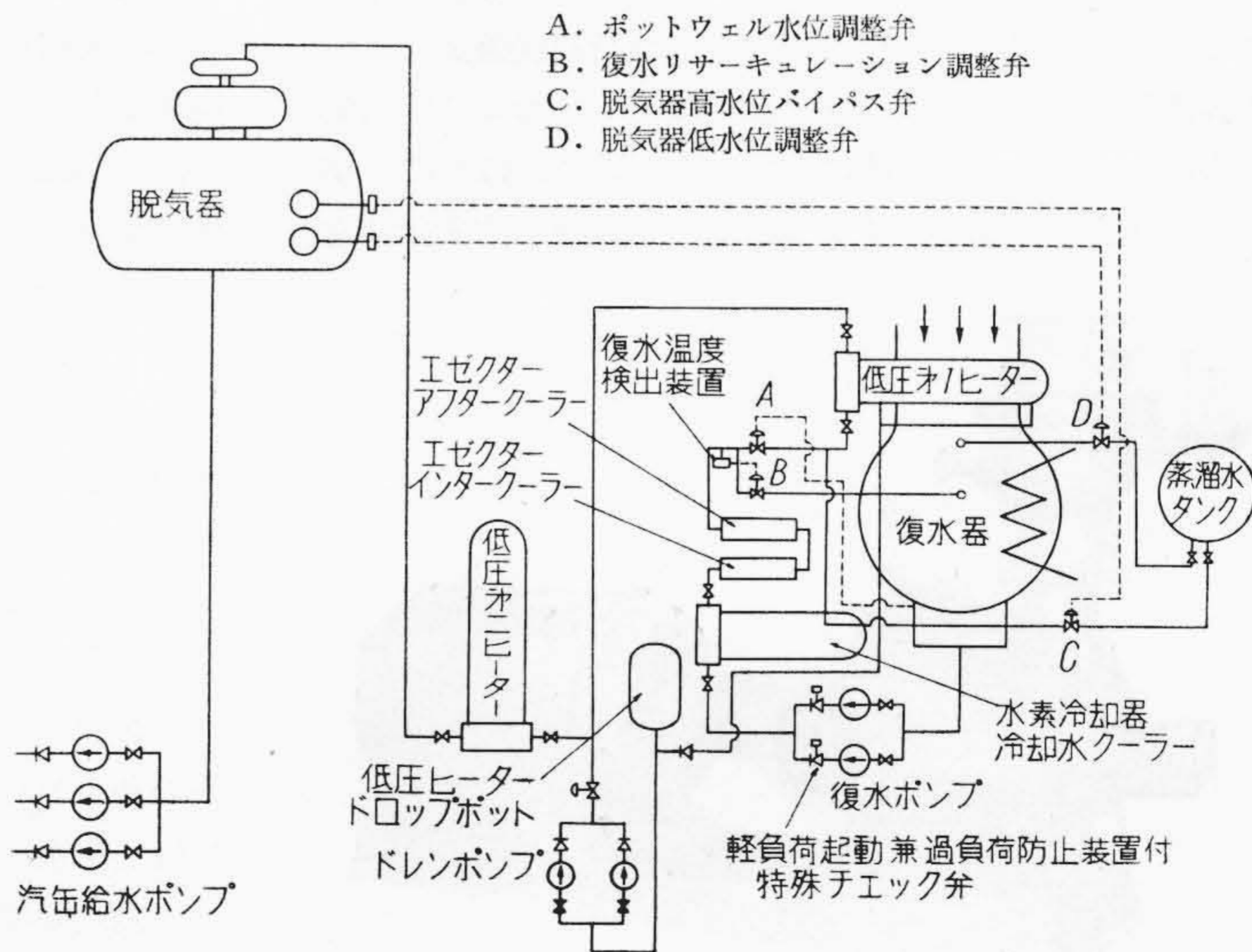
従来においても簡単なものたとえば揚水ポンプなどは吐出側の水槽水位によつて全自動運転されており、また一部のポンプについては、かなり苛酷な運転条件



第5図 主ポンプ操作盤



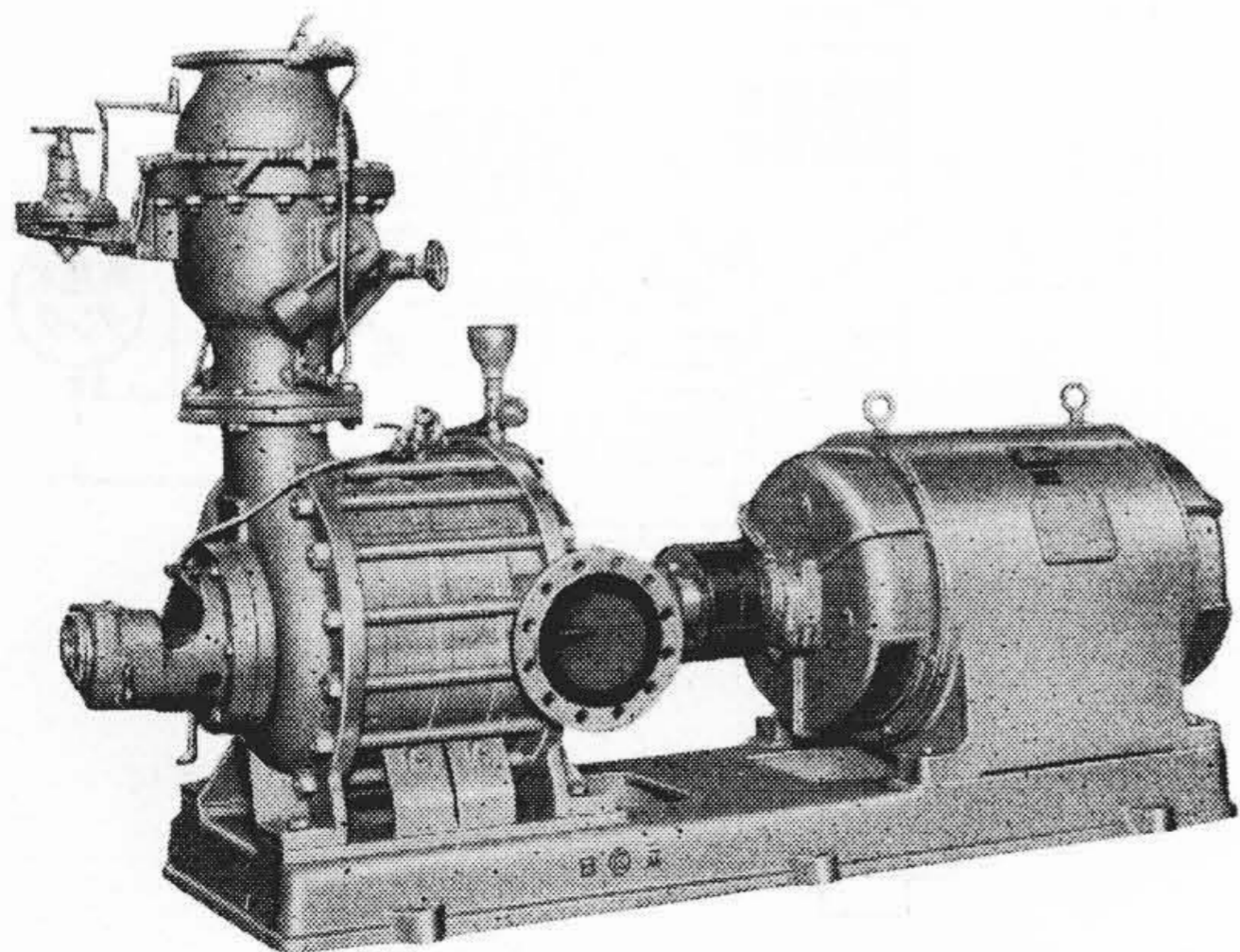
第6図 照光式模擬水路
運転表示装置



第7図 復水ポンプ関係配管系統図

の下にでも連続運転をしいられていたが，高温高圧のボイラ給水ポンプや堅軸大容量の循環水ポンプ・復水ポンプなどにおいては，関連機器の状態を綿密に調査しあらゆる状態の下において起動しても，なんら事故を生じないよう保護装置を必要とする。

一例として復水ポンプについて考えるならば，その関係配管系統は第7図のようになつており，主機および各補機の状態に応じて配管系統中の4個の自動弁（記号A, B, C, D）は自動的に開閉するものである。したがつて復水ポンプが起動する時に，これら4個の自動弁がいかなる開閉状態になつているかによつて，ポンプの吐出側の圧力は非常に激しく変動する。またこの吐出側の圧力は予備ポンプが追加起動する場合によつても変化する。この圧力変動の割合は，一例として総揚程140mの復水ポンプの場合最低で6m最高140mという激しいものである。このために吐出側の圧力が非常に低下している時は，復水ポンプの吐出量は極端に増加するとともに，吸込性能はいちじるしく劣化し，キャビテーションを発生するケースが多い。復水ポンプの吸水管系のNPSHは復水ポンプの所要最低NPSHに対して多くの余裕を与えることは発電所機器の配置上不可能のことであり，したがつてこのキャビテーションを防止するためには，吐出側の水圧が低下している時にでも復水ポンプの吐出弁の開度を自動調整することにより，必要以上の水を送水しないようにすることが望ましい。この要求を満足するために吐出弁として軽負荷起動兼過負荷防止装置付き特殊チェック弁を使用し，吐出側水圧が低下して所要水量以上に送水しようとする時には，弁を自動的に所要開度まで閉鎖してポンプの吐出圧力は常に正常な値で運転する方式が採用されている。この軽負荷起動兼過負荷防止装置付き特殊チェック弁の動作はポンプおよび吐出側の水圧によつて自動的に開閉するもので，ほかに一切電気的な自動制御装置を必要とせず自動運転方式は非常



第8図 軽負荷起動兼過負荷防止装置付き特殊チェック弁
（バランスデスク付多段タービンポンプに使用した例）

に簡単である。

補機ポンプの中，軸推力平衡装置としてバランスジスクを使用するポンプにおいて，同様に吐出側の圧力が極端に低下するような場合がある系統に使用する場合には，バランスジスクに必要な最低水圧を保つために，同様に軽負荷起動兼過負荷防止装置付き特殊チェック弁を用いる必要がある（第8図参照）。

これらの配管系統およびその系統に使用されるポンプを総合的に検討した結果，現在の大容量火力発電所設備においては，ボイラ給水ポンプ・循環水ポンプ・復水ポンプ・海水冷却ポンプ・軸受冷却水ポンプ・揚水ポンプ・蒸溜水汲上ポンプ・重油加熱器疎水輸送ポンプ・回収封水輸送ポンプ・低圧給水加熱器疎水ポンプなど必要あるほとんどすべてのポンプは，遠隔制御または全自動運転を行つている。

ボイラ給水ポンプが中央制御室における遠隔制御により起動する場合，または予備機が自動起動する場合には軸受潤滑油供給方式についてとくに留意する必要がある。同様な注意は循環水ポンプ・海水冷却ポンプ・復水ポンプなどの軸受潤滑水供給方式についても検討する必要がある。従来これらに対しては比較的簡単に考え，運転中起りうべき事故に対する対策をおろそかにしたまま運転に入っているものを多数見受けるが，当然これらの主要ポンプについては十分な保護装置を設け，これらのポンプの事故のためにいやくも発電所の機能が発揮できぬようなことが起らぬように計画すべきである。

〔VI〕 簡易水道ポンプ設備の自動化

都市における自動化の傾向はすでに前述のとおりであるが，町村単位の簡易水道の設置計画もまたきわめて活澆である。これは都市の水道ほどに大規模なものではなく，いわば家庭用の電気井戸ポンプを集約化した配水設備であり，簡易であることを主としているが，この簡易水道とその自動化とはきわめて密接な関連を有している。すなわち簡易水道といえどもその需要量の変動の割合は都市の上水道となんら変りなく，また火災発生時に使用する水量は，常用水量に比較して非常に大きな割合を示すが，このような需要の変動とか尖頭使用時においても需要量に即応しうることが必要になつてくる。このためには手動運転の場合運転員の連続した監視と運転操作が必要になり，さらに加えて需要の変動に対する操作上の多少の時間遅れを見込んで滅菌池とか圧力水槽あるいは高架水槽の容量を十分大きく計画せねばならない。

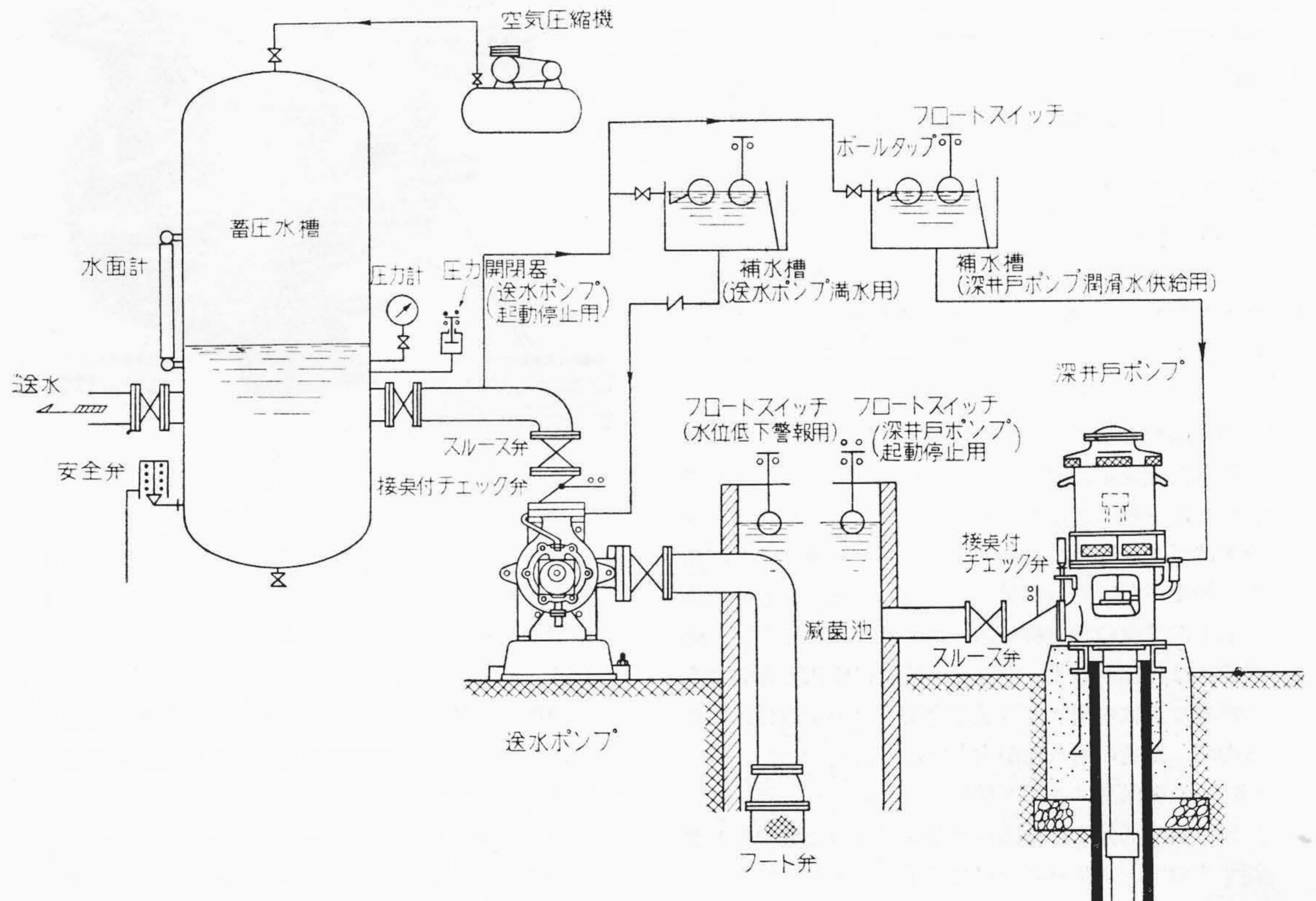
自動化の場合にはほとんどすべての場合全自動方式となり無人ポンプ場とすることができ警報のみを運転要員の居住地区に通報するにすれば，定期的な巡視以外の何の操作も必要としない。しかも需要の変動に対する

即応性は手動運転に比較して問題にならぬ程良く、したがって自動化することにより滅菌池や圧力水槽の容量も必要最低値まで小さくすることができる。さらにまた手動運転の場合、上述のように需要の変動に対する即応性がないことをおぎなうために、最大需要量に対応しうるだけの容量のポンプを需要量の少い時も連続して運転しておらねばならず、ポンプの運転動力を消費する割合が大きいがこれは自動化することによつて完全に必要量のみを送水する方式とすることができる。したがって簡易であるということはむしろ自動化によつて完成され、家庭用の電気井戸ポンプがほとんど圧力水槽付きの自動運転に移り変つたと同様に簡易水道は自動化されるべき道程を歩みつつあるといつて過言ではない。このポンプ設備についての詳細は別に発表することとして、自動化されたポンプ設備の一例を御紹介することにする(第9図)。

この例では深井戸ポンプにより取水し、一度滅菌池により滅菌したものを送水ポンプにより送水するもので、上述のような需要量の変動に即応しえてしかもポンプの効率よい運転を行うために蓄圧水槽を使用している。すなわち滅菌池の水位を常に一定の範囲にあるようにフロートスイッチにより深井戸ポンプを自動運転し、送水ポ

ンプは蓄圧水槽に附属する圧力開閉器により自動起動しポンプの送水量のうちその時の需要量よりも多い分は蓄圧水槽中に蓄圧され、水槽内の圧力が所定の圧力に達するとポンプは自動的に停止する。蓄圧水槽は同時に送水圧を一定の範囲内に保つ役割を果し、直送式のポンプのように需要量の変動により送水圧が変動することを避けることができる。なお深井戸ポンプの水中軸受は水潤滑式として、送水中に潤滑油が混入することを避けているが、この給水源として蓄圧水槽内の圧力水を直接使用することを避け、その途中に補水槽を設けフロートスイッチにより潤滑水が正常に供給されているか否かを確実に検出する構造となつている。水潤滑の深井戸ポンプが運転中に軸受潤滑水の供給が断たれると、深井戸ポンプはもつとも致命的な事故となるが、このような状態になる以前にフロートスイッチによりその異常状態を検出してポンプを非常停止するとともにベルにより警報するように計画されている。

送水ポンプは蓄圧水槽内の水により直接満水する方法もあるが、ポンプが停止するたびごとにウォーターハンマ圧力が直接フート弁に作用して、長期の使用期間中にフート弁が損傷し洩水を生ずる。炭砒などの坑内排水ポン



第9図 簡易水道ポンプ設備自動運転操作説明図

プのように起動・停止の回数の少ないものではこのような方法でも十分な実用性はあるが、蓄圧槽付きの場合、数分ないし数十分ごとに起動・停止を繰り返すものでは、フート弁の損傷する率が高く、一度洩水すると蓄圧水槽中の水がすみやかに逸出してしまう。この欠点をおぎない、しかも常時グランドパッキンに送水水圧が作用してパッキンおよび軸スリーブの磨耗が早まることを防ぐために深井戸ポンプと同様に補水槽を設け、長期の使用に対して十分な信頼性を与えている。もしフート弁が洩水し始めた時は、補水槽附属のフロートスイッチによりこれを検出し、警報を発するとともに送水ポンプが空起動しないようにインタロックされている。

[VII] 結 言

近年「オートメーション」ということが各方面の注目を集めているが、ポンプ設備における自動化の計画も非

常に活潑である。しかも上記の数例によつてうかがえるように、その傾向は自動操作方式としては人為的労力を極度に合理化した方式に移りつつあり、さらにまた自動制御方式の採用により運転の合理化が企画されていることである。

自動制御の場合さらに多くの興味ある問題を含んでいるが、紙数の都合上これはつぎの機会に譲り、単に自動運転の各種の方法を紹介するにとどまつたが、今後のポンプ場の計画に当つて本報告がなんらかの参考となれば幸である。

参 考 文 献

- (1) 寺田：日立評論 37, 1293 (昭 30-9)
- (2) 日立評論 39, 85 (昭 32-11)
- (3) 江角, 矢島：日立評論 38, 1467 (昭 31-12)
- (4) 森井, 小川：日立評論 38, 1477 (昭 31-12)

製 品 紹 介

日立標準小型ポリュートポンプ

1957年から登場した日立標準小型ポリュートポンプ(OV型)は、従来製作してきた同種ポンプの優秀性をいかし、さらに内容を改良し、より広い用途に使用できるように設計されている。

用途としては、農地用、上水道用、土木工事用、建築用、一般工業用などであつて、特にパルプ工業用の一部、温水循環ポンプ、塩田ポンプなどにも簡単に変更できるよう部品の共通性をもたせた構造になつている。

特長の主なものは、

- (1) ポンプ効率が高い
- (2) 軸受の耐久性が大きい

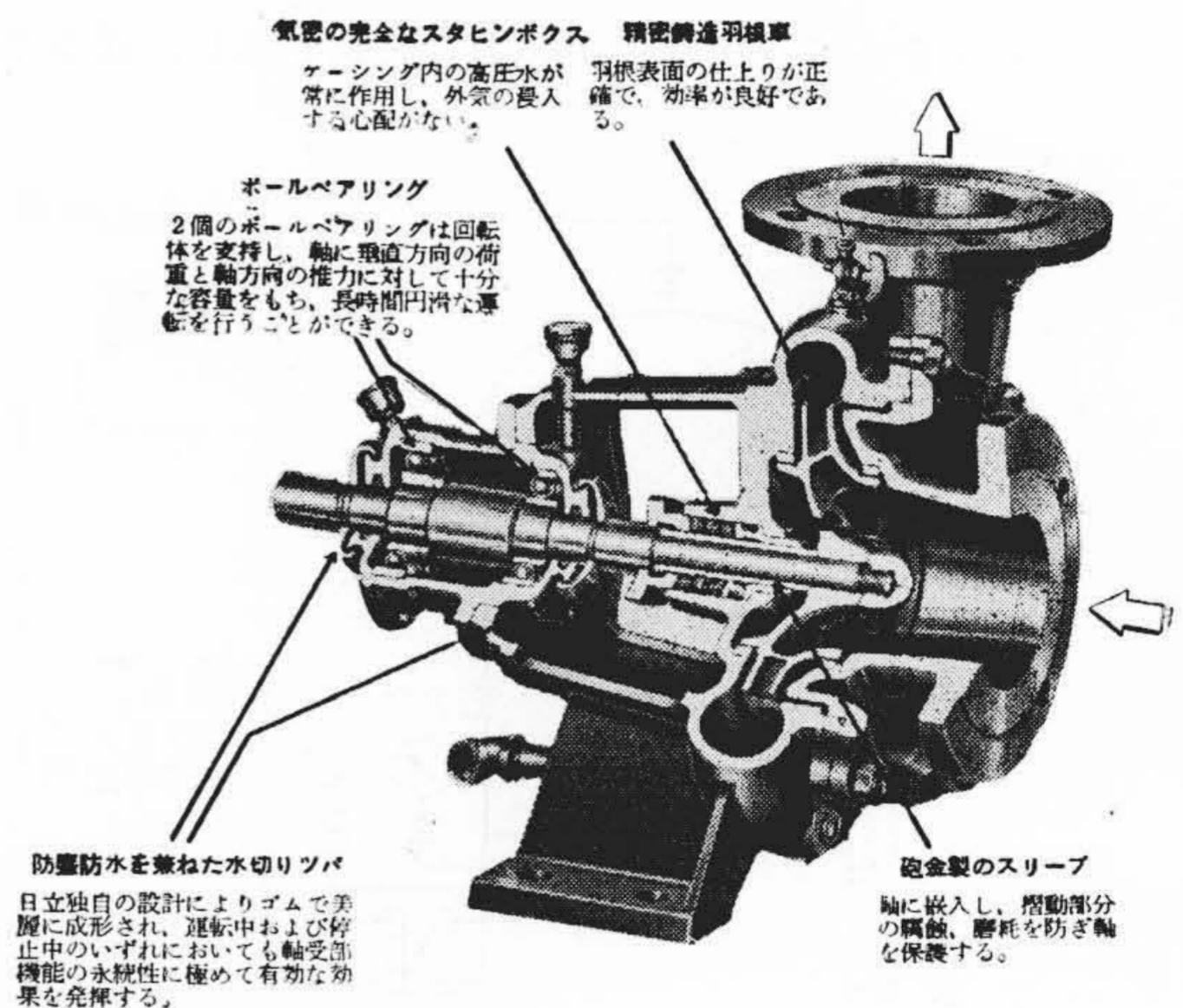
強固な軸受箱に容量十分な2個のボールベアリングを備え、羽根車を片持式に支えている。ボールベアリングはベルト掛とした場合にも十分な容量をもち、水中に軸受がないから軸受としての耐久度がきわめて高く水中に多少の含有物があつてもさしつかえない。軸受箱には外部から水、塵などが絶対に侵入しないような特殊な形状の耐油ゴム製の水切りツバを取付けてあるので、軸受の耐久性が大きい。

- (3) 主軸保護スリーブ使用

封水箱の部分の主軸はパッキングとの接触のため磨耗するので、スリーブを取付け主軸を保護している。

- (4) 適用範囲が広い

ポンプの特性は広範囲にわたり効率がよくできてい



第1図 標準小型ポリュートポンプ

るから適応水量の範囲が広く、仕様点のいかにかわらずモートルに過負荷をきたすことがなく安心して使用できる。

- (5) 小型堅牢

独得の設計により小型堅牢であり、運搬、取扱らびに据付がきわめて便利である。しかも分解組立が容易である。

- (6) 部品の互換性が完全

各部品は高級な材料を用いて精密なる工作を施し、厳密な検査を経ているから、部品の互換性は完全である。