

# 東京都水道局上井草給水所納 配水ポンプ設備

## Water Supply Pumping Equipment in Kamiigusa Water Supply Plant, Tokyo Metropolitan Waterworks Bureau

近藤正道\*      藁谷弘治\*\*      平輪憲道\*\*  
Masamichi Kondô      Hiroji Waratani      Norimichi Hirawa

### 要 旨

利根川系水道拡張事業の一環として、東京都が建設した上井草給水所に納入した配水ポンプ設備は、広範囲の速度制御により流量調節を行なうものである。速度制御は動力費節減の目的でセルビウス方式によっているが、これに用いる M-G セルビウスセットは、わが国最大を誇るものである。また、ポンプ、電動機、自動制御設備などの機器も使用目的に応じた信頼度の高いものとなっている。本文はこれらの各機器につき概要を説明したものである。

### 1. 緒 言

上水道の配水ポンプは需要量の変動が大きく、大幅な水量調節を必要とするものであり、調節法のいかんはポンプの運転費に重大な影響を及ぼすものである。とくに最近では設備の大容量化に伴い、この点に着目して動力費節減のため高度の設備が使用される傾向にある。利根川系水道拡張事業の一環として東京都が建設した上井草給水所に納入した配水ポンプもセルビウス方式を用いた速度制御により水量調節を行ない、二次電力の回収をはかったものである。配水ポンプは立軸片吸込うず巻ポンプで、速度制御に適するような下降特性と高効率を有するものであり、機室内の付帯設備一式とともに納入され現在好調に運転中である。今後この種の設備が増してくるものと考えられるので参考のため、ここに概要につき紹介する。

### 2. ポンプ設備の概要

上井草給水所に設置された配水ポンプは和泉、大蔵系と東村山系の2系統のポンプよりなっている。和泉、大蔵系は朝霞浄水場より送られ、上井草給水所内の配水池にたくわえられた浄水を和泉水圧調整槽、大蔵配水池へ送り、あるいは高井戸ポンプ系その他の区域に配水し、東村山系ポンプは東村山系配水本管への補給を行なうものである。それぞれのポンプ仕様は下記のとおりである。

	和泉、大蔵系	東村山系
吸込口径	1,500 mm	900 mm
吐出口径	1,000 mm	600 mm
形 式	立軸片吸込 うず巻ポンプ	立軸片吸込 うず巻ポンプ
吐 出 量	312.5 m <sup>3</sup> /min	104.2 m <sup>3</sup> /min
全 揚 程	35 m	45 m
回 転 数	315~157 rpm	565~395 rpm
電動機出力	2,300 kW	1,000 kW
台 数	4 台	2 台

なお、ポンプは必要に応じて二次短絡運転もできるようになっている。

付帯設備としては吐出側の油圧操作コーン弁、同用油圧装置、吸込側手動制水弁、冷却水ポンプ、所内排水ポンプおよび天井クレーンなどよりなっている。これに要する電気設備は各ポンプの駆動電動機、速度制御用 M-G セルビウスセット、受配電設備1式よりな

\* 日立製作所亀有工場  
\*\* 日立製作所日立工場

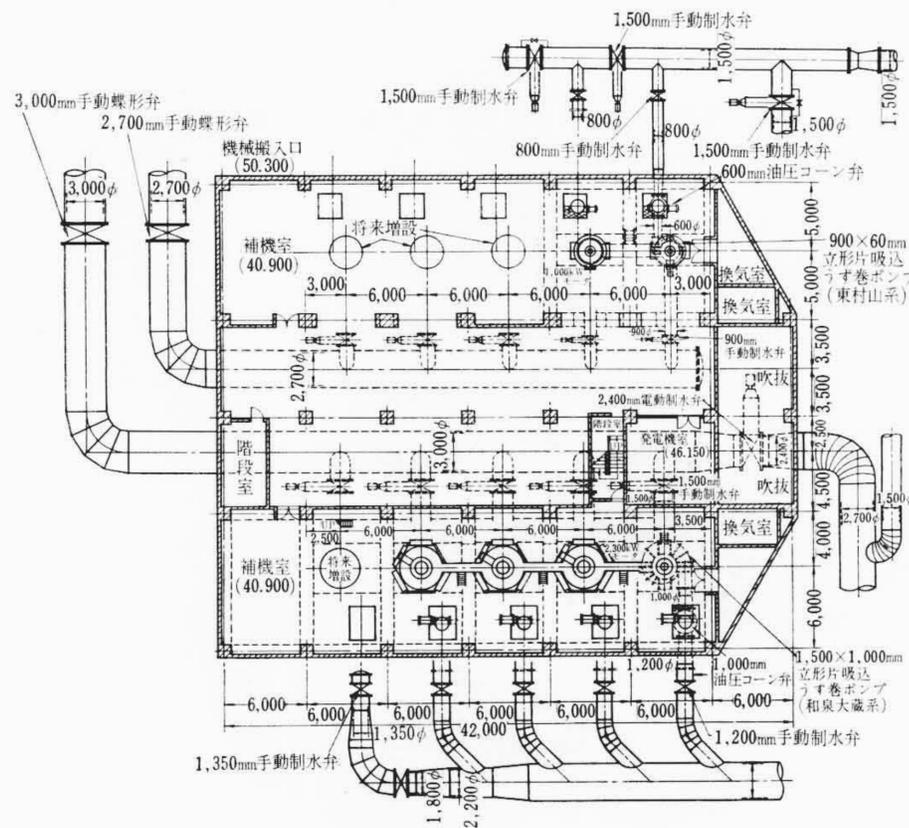


図1(a) 上井草給水所 配水ポンプ設備据付図 (平面)

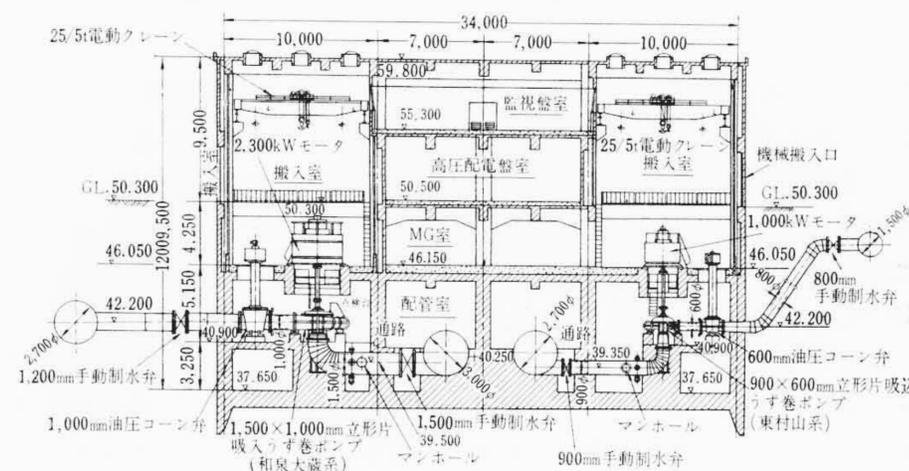


図1(b) 上井草給水所 配水ポンプ設備据付図 (側面)

っている。ポンプ場は図1に示すように半地下式であり、主要機器は地下部分に設置される。ポンプ吸込管は配水池から出る3,000mm(和泉、大蔵系)および2,700mm(東村山系)導水管に接続されており、ポンプの据付レベルは配水池最低水位においても押込となるようにして、起動停止操作を簡単にしている。

### 2.1 ポ ン プ

ポンプは2床式であって、中間軸を介して電動機と直結されてい

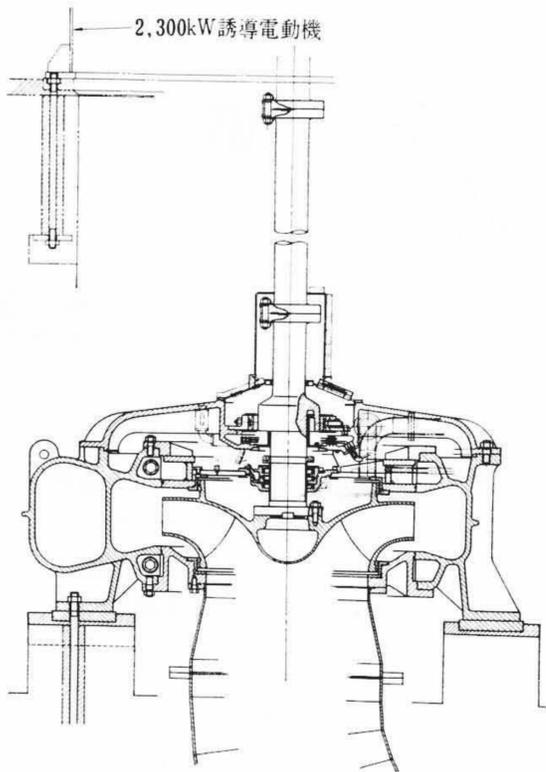


図2 1,500 mm×1,000 mm うず巻ポンプ構造図

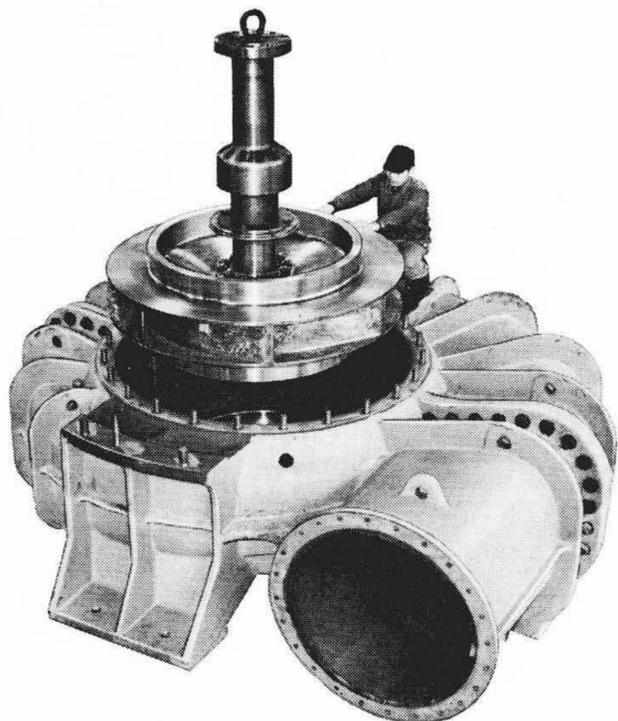


図3 1,500 mm×1,000 mm うず巻ポンプ組立状況

る。ケーシングは鋳鉄製で部分流量運転時の半径方向推力を減らし、かつ水圧に対して剛性を増すため二重ボリュート形としてある。また、電動機取付部の床穴を通して搬入できるようにするため軸を含む断面で二分割するよう製作されており、フランジで固定する構造になっている。羽根車との対応部に 17-4 PH 鋼製ライナリングを取付けてある。

羽根車は 13 クローム 鋳鋼製で、軸推力を減らすため上下に 18-8 ステンレス製のウェアリングを取付けて、吐出カバーからバランス管を取出して吸込管に接続し羽根車の背圧を下げている。バランス管には圧力計を取付け、ウェアリングまたはライナリングの摩耗による水圧の増加を知ることができるようになっている。また、吐出カバーにはこの間げきをチェックしうるよう数個所に点検用穴が設けてある。

和泉、大蔵系ポンプにはセグメント形、東村山系には二つ割の円筒軸受を用いており、軸または軸受箱をはずすことなくメタルが取出せるようになっている。潤滑は油浴式で、ポンプが逆流、逆転した際にも支障ないようにメタル形状を考えてある。軸受箱内には冷却蛇管を通して水冷としている。また軸受支持用ブラケットは、ケーシング外周部分あるいはボリュート室内の整流板部に取付けるよ

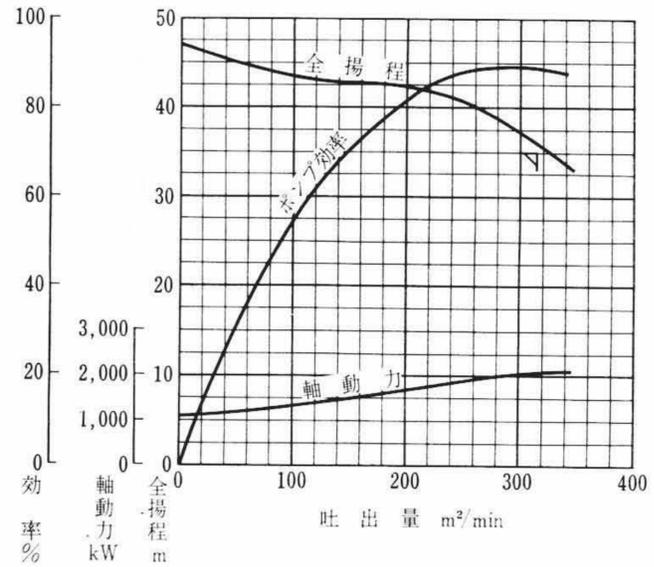


図4 1,500 mm×1,000 mm うず巻ポンプ性能曲線

うにし、水圧によるケーシングのひずみにより、軸心が狂わないようになっている。図2にポンプの構造、図3に組立中の写真を示す。

ポンプは電動機および M-G セルビウスセットと組み合わせて工場性能試験を実施し、制御範囲に相当する範囲で速度を変化させた性能を測定した。その結果、図4に示したように速度制御に適した良好な下降特性と高効率を得られた。

### 2.2 吐出弁

吐出弁には油圧操作式コーン弁を用いている。和泉、大蔵系のポンプについては吐出管長は約 11 km と長いのにに対して実揚程は約 13~5 m と小さいので、ポンプ全台が非常停止した場合には、吐出弁をしめないとすると逆流は約 3~8 分後に生ずるのに対して、並列運転時に 1 台のみ非常停止すると、逆流は 1 秒前後に生じ、逆転は 5~10 秒後におきることになる。前の場合、弁を急閉鎖すると吐出管に異常負圧を生ずるおそれがあるため、それぞれの場合急閉鎖時間を同じにすることはできないので、運転中のポンプが全台非常停止するときには弁の閉鎖時期をずらせるようにしてある<sup>(3)</sup>。

### 2.3 油圧装置

油圧装置は和泉、大蔵系および東村山系のそれぞれに各 1 組、計 2 組よりなるが、圧油槽、貯油槽の容量は 1 組が万一故障した場合でも、他の 1 組で全系統を 1 回操作可能なようにしてある。操作油圧は 16~11 kg/cm<sup>2</sup> である。圧油ポンプの吐出管にフリーピストンを取付け、この上部に圧油ポンプ停止中に圧縮機よりの空気をため、圧油ポンプ起動時に圧油槽内へ空気を送り込むことにより、空気の自動補給を行っており、これにより過剰に補給された空気または油は貯油槽にもどって、圧油槽内の油面が一定に保たれるようになっている<sup>(3)</sup>。

## 3. 配水ポンプ用セルビウスセットの概要

本セルビウスセットは和泉大蔵系配水ポンプ用、東村山系配水ポンプ用の 2 セットからなっている。いずれも誘導電動機のすべり電力変換にシリコン整流器と、電動発電機を用いたいわゆる M-G セルビウスセットで、各系統に対し 1 台の M-G セットですべての電動機を一括制御する共通セルビウス方式である。

和泉大蔵系では主機 2,300 kW 3 台を制御するうえに、速度範囲が 100~50% と広範囲であるため、電動発電機出力は 980 kW となり、わが国最大の M-G セルビウスセットである。したがって設計・製作に当たっては制御装置も含めて十分な事前検討を行なったので、試験においては所定の性能を得ることができた。以下その概要を述べる。

### 3.1 主電動機仕様

系 統 和泉大蔵系 東村山系

台数	4(うち1台は予備)	2
出力	2,300 kW	1,000 kW
形式	立形全閉内冷 巻線形回転子	立形全閉内冷 巻線形回転子
電圧	6,000 V	6,000 V
周波数	50 c/s	50 c/s
極数	18 P	10 P
速度範囲	315~157 rpm (100~50%)	565~395 rpm (100~70%)

3.2 電力変換設備仕様

系統	和泉大蔵系	東村山系
台数	1セット	1セット

直流電動機

(1) 出力	520 kW×2	315 kW
(2) 電圧	935 V	590 V
(3) 電流	2,160 A	1,366 A
(4) 形式	全閉内冷他励磁 補償巻線付	全閉内冷他励磁 補償巻線付
(5) 極数	12 P	8 P
(6) 回転数	610 rpm	1,020 rpm

誘導発電機

(1) 出力	980 kW	293 kW
(2) 電圧	6,000 V	6,000 V
(3) 形式	全閉内冷 かご形回転子	全閉内冷 かご形回転子
(4) 極数	10 P	6 P
(5) 周波数	50 c/s	50 c/s

4. 機器の構造

4.1 主電動機の構造

4.1.1 全体の構造

主電動機は立形でポンプ軸推力もあわせ持つようになっている。ポンプとの直結は2床式で上面の床上に電動機が据付けられる。都市水道ポンプ設備は住宅地にあたり近かったりするため低騒音にする必要がある。本設備も主機、補機とも80ホン以下の低騒音であり、騒音の小さい全閉内冷形が採用された。空気冷却器は固定子側面に分割して取り付けられている。

4.1.2 軸受

推力軸受はポンプ停止時の134%逆転3分間、100%逆転連続に耐えるように中心支持方式が採用されており、案内軸受は円筒セグ軸受で油潤滑が良好になっている。ただし1,000 kW主電動機の案内軸受にはローラベアリングを使用し、構造保守の簡易化を図っている。

軸受の冷却は油タンクを自蔵した自冷式で、油の冷却にはタンク内に水冷却管を設けて冷却水を用いる。

4.1.3 空気冷却器および通風方式

2,300 kWでは3個、1,000 kWでは2個の空気冷却器が固定子外わくにそれぞれ対称の位置に取り付けられている。冷却風は電動機内の自己ファンにより電動機内、冷却器を循環する。冷却水は浄水であるので水質では問題はないが、非常時はポンプの吐出側からとることがあるので、水圧は最大7.5 kg/cm<sup>2</sup>と高い。したがって空気冷却器(軸受用水冷却器も)の各部には十分な強度を有する材質を厳選している。

4.1.4 巻線およびスリップリング

電源電圧が6,000 Vであるため固定子巻線には特に絶縁特性の良いポリエステルワニスを用い、電氣的機械的強度を増加せしめ

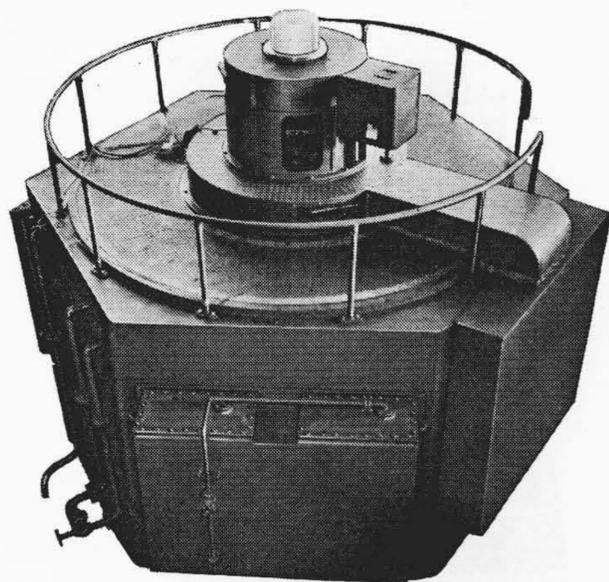


図5 2,300 kW セルビウス用主電動機

ている。スリップリングには保護カバーに通風窓を設けて本体と別に単独に冷却する構造としてある。

4.1.5 端子箱

1次、2次配線ケーブルには固定子外わくに軸方向に取付けられたカバー内にまとめて収納されている。スペースヒータ、サーチャイコイルなどのリード線も同様である。したがって電動機外観はまとまった簡潔な構造となっている。図5は和泉大蔵系2,300 kW主電動機の外観である。

4.2 電動発電機の構造

4.2.1 和泉大蔵系 M-G セット

M-G出力が大きく、直流電動機はその最大電圧最大電流の値からうかがえるように大容量の電動機に相当する。また本設備ではM-Gセットのはいる電気室は建屋設置条件からの制約を受け、そこにはいる機器の搬入据付方法に特別の工夫が必要であった。

M-Gセットは主電動機1台に対し1セット設けるユニット方式では据付面積も増すので、本設備の場合には面積が小さくてすむ共通方式とするのがよい。しかし制御方式のいかんによっては(たとえば3台のうち1台だけを運転するような場合)ユニット式と共通式で総合効率が異なってくる。このような点からいずれが良いか決定されるが、本設備は検討結果共通式が最適であるとして採用された。

ここで特に考慮の払われた点は

- (i) 直流電動機を2台として搬入を容易にする。
- (ii) 整流の性能を落さずできるだけ回転数をあげて寸法を小さくする。
- (iii) クレーンなしで据付を簡単にする方法をとる。

などの点であり、2台の電動機の負荷バランスをとり、整流に関してはタンデム刷子を使用するとともに、厳選された日立製刷子を用い、良好な整流特性を得ている。据付については、ソールプレートをあらかじめ基礎に埋めて置いて、搬入した機器を設置して取付ボルトで締めればよいようにした。

冷却については主機と同じく騒音を80ホン以下に押えるため全閉内冷形とし、空気冷却器を固定子両側に取り付けている。誘導発電機は両軸で2台の電動機に直結されている。

4.2.2 東村山系 M-G セット

本セットは容量も比較的小さいので回転数も前者より高くとれ、寸法的にも制約は受けないが、搬入、据付には前者と同様の考慮が必要である。図6は2,300 kW用M-Gセルビウスセットの外観である。

4.3 セルビウス特性

次に揃速制御を行なったときの諸特性を参考までに述べる。

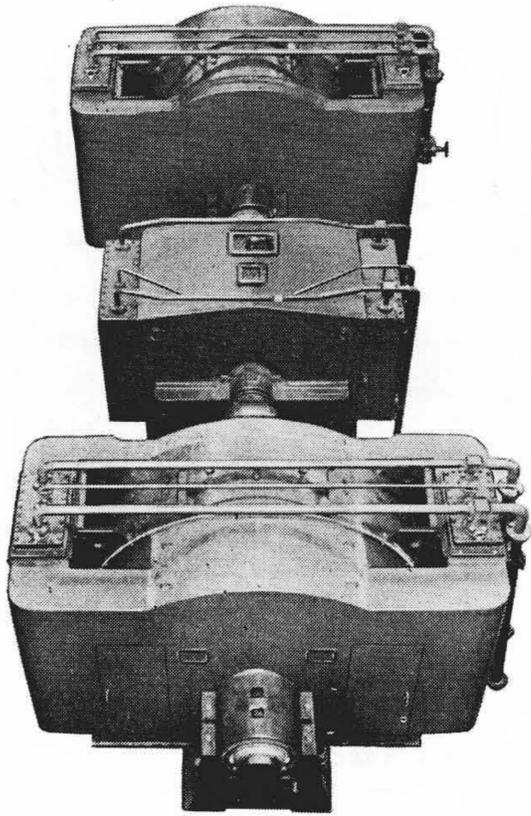
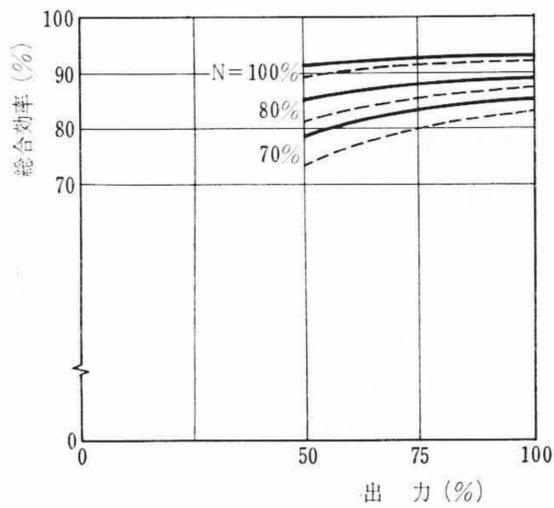


図6 2,300 kW用 M-G セルビウスセット



N: 回転速度 (%)  
 実線: 2台並列運転総合効率  
 点線: 1台運転総合効率

図7 1,000 kW セルビウスセット総合効率

4.3.1 総合効率

ポンプの速度制御でセルビウス方式を用いる最大の理由の一つは総合効率の良いことであるが、制御方式によって効率が当然異なってくる。主電動機群を共通セルビウスセットで並列運転する方式で、台数制御もあわせて行なうとすれば、このときは少ない台数の主電動機でセルビウスセット全体の無負荷損失を負担することになり、全数制御のときよりも、同じ回転数、1台あたり同じ負荷において、総合効率が悪くなる。

本設備では共通方式をとっているので台数制御をした場合の効率変化を測定した。図7に1,000 kW主電動機2台並列運転と、1台単独運転の総合効率比較を示す。回転数が下がるほど効率の差が大きくなるのは、全損失のうちM-Gセットの無負荷損失の占める割合が大きくなるためである。なおM-Gセットの代わりにサイリスタを用いた静止セルビウス方式では無負荷損失が非常に小さいので効率にあまり差は生じない。今後はこの方式が多く利用される傾向にある。

4.3.2 運転特性

並列運転における状態を図8のオシログラムで示す。すなわち2,300 kW電動機3台を並列運転し、そのうち1台を全負荷、2台を無負荷とした場合である。

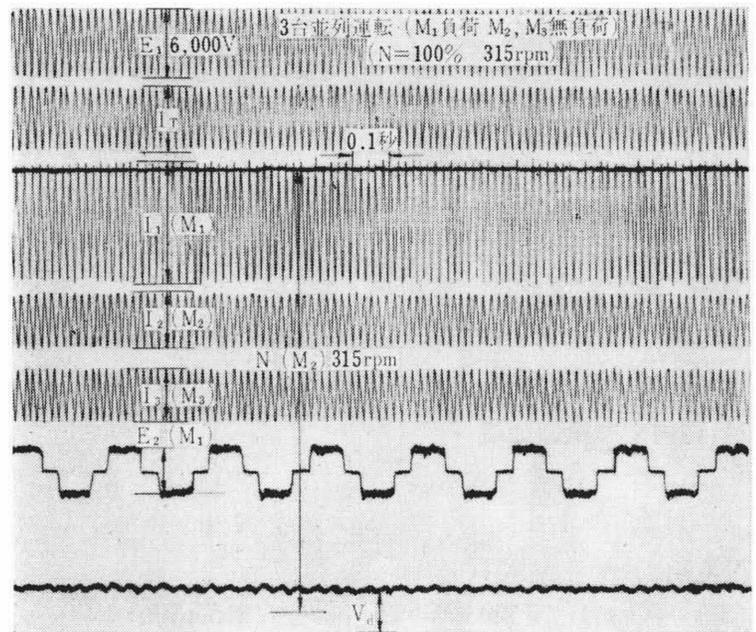


図8 2,300 kW セルビウスセット並列運転オシログラム

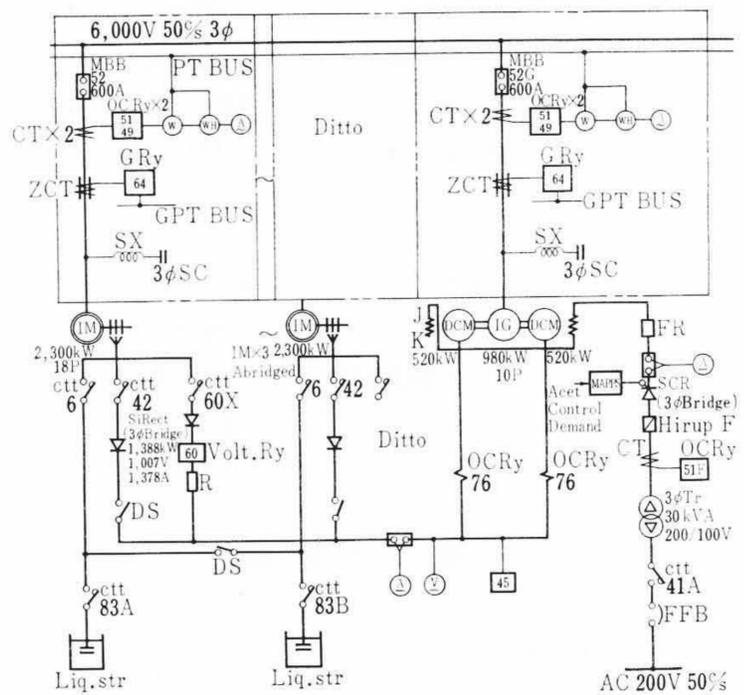


図9 2,300 kW 共通 M-G セルビウス単線接続図

- 図中 M<sub>1</sub>: 負荷電動機
- M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>: 無負荷電動機
- I<sub>1</sub>~I<sub>3</sub>: 電動機一次電流
- I<sub>T</sub>: 母線電流
- E<sub>2</sub>: 電動機二次電圧
- N: 無負荷回転数

である。

また共通方式では2台の主電動機間の高調波の悪影響を避けるために、特殊巻線を採用し安定した運転を行なうことができる。

5. 制御方式

5.1 制御装置の構成

2,300 kW, 1,000 kWポンプとも、二次電力を電源側に返還するインバータすなわちM-Gセットを複数台の誘導電動機に対し共通に用いる共通M-Gセルビウスセットであり、前者は1台のM-Gセットに電動機が最大3台、後者は2台が接続される。制御装置は容量は異なるが両者とも同様な構成であり、制御方式もほぼ同一なので、以下主として2,300 kWポンプ設備(和泉大蔵系配水用)に対して説明を加える。図9に2,300 kWセルビウスセットの単線接続図を示す。一次側の遮断器には磁気遮断器を、二次側の接触器には新たに開発した1,300A耐圧3,000V級の大容量電磁接触器を採用した。二次励磁回路の接触器、シリコン整流器、運転切換指令装置は

列盤構造のキュービクルで電気室に設置されている。シリコン整流器は3相ブリッジ接続で300A, 1,000V 素子3S-6P-6Aの構成である。

起動抵抗器は、液体抵抗器をセルビウスセット1組に対し2台設け、常時1台を選択して各電動機の起動に用いている。M-Gセットは直流電動機が2分割されているので、その界磁巻線を直列に接続し(1,000kW用は直流機1台)サイリスタ式静止励磁器により界磁制御を行なっている。サイリスタの移相制御は磁気増幅器式自動パルス移相器MAPPSによって行なわれるが、MAPPSへの指令は、手動またはプログラム指令装置から与えられる。これらの静止励磁器はM-Gセット機側、自動制御装置は中央監視室に設置されている。

5.2 ポンプ操作方式

ポンプ設備は、中央監視室の操作デスクから照光式グラフィック

パネルで監視しつつ遠方操作が行なわれる。操作すべき機器数が多いため、朝霞浄水場と同じく、押ボタンによる選択制御方式が採用されている<sup>(1)</sup>これは操作すべき対象(機器または方式など)を押ボタンにて選択した後、マスタースイッチを操作することにより、一段階の操作が完了する方式で、多重選択防止機能を含む回路網が、通信用継電器を用いて組まれている。

「自動」操作の場合は、マスタースイッチを起動側に操作する一挙動で、M-Gセットの起動、主電動機の起動からセルビウス運転への切換、補機の運転、吐出弁の開操作など、一連のシーケンス制御が行なわれる。図10は停止の場合も含めた機器動作のフローチャートである。電動機がセルビウス運転にはいれば、流量プログラム指令装置によってポンプの吐出量調整および台数切換が自動的に行なわれる。なお、2,300kWポンプは管路条件から常時2台以上で運転するよう制約を受けているので、実際には、1台がセルビウス運転にはいると、あらかじめ設定された順位のほかの1台が直ちに追起動するようになっている。また停止時も、ベースの2台は同時に停止が行なわれる。

「手動」操作の場合には、中央または機側から、各ポンプの運転、M-Gセットの運転、吐出弁の開閉などがおのおの単独に行なわれる。電動機の起動から運転への切換は、自動、手動の操作いかんにかかわらず、自動的に行なわれる。これには朝霞浄水場納6,200kWクレーマセットと同じく、最も確実に安全な電圧比較方式を採用した<sup>(2)</sup>。液体抵抗器で起動した電動機がセルビウス制御範囲近くまで昇速すると、速度リレーにて電圧比較回路形成用接触器60Xが投入される。直流機の誘起電圧と誘導機二次すべり電圧の直流換算値が平衡した時点で電圧平衡リレー60が動作し、運転用接触器42が投入される。ここでセルビウス運転にはいり、起動器は接触器6にて切り離され、速度調整ができる状態になる。この電圧比較方式によれば、2台目3台目と追加起動を行なう場合に、運転切換速度が先行機の色度と一致するため、負荷に大きなじょう乱を与えたり、ポンプの締切運転を惹起したりする心配がない。図11のオシログラムに起動→2台目の追加起動→加速の状況を示す。直流電流 $I_d$ には突入電流が生じておらず、円滑に切換が行なわれている様子がわかる。

5.3 保護方式

ポンプ設備の保護項目を、大別して重故障、中故障、軽故障とした。重故障とは、事故発生とともに主機を非常停止させるもので、その際の機器動作は図10(b)に示してある。中故障は故障発生と同時にポンプを普通停止(吐出弁全閉後一次遮断器開放)させ、軽故障はブザ警報で運転員の注意を喚起する。これらの内容は表1に示されている。重故障中「主電動機二次開路」は、運転中に接触器6および42がともに開放した場合である。「起動渋滞」は、スイッチ起動操作後規定時間経過しても吐出弁が開かない場合であるが、これには電圧比較回路の故障でセルビウス切換が行なわれ得ない場合も含まれている。「シリコン整流素子短絡」は、ハイラップヒュ

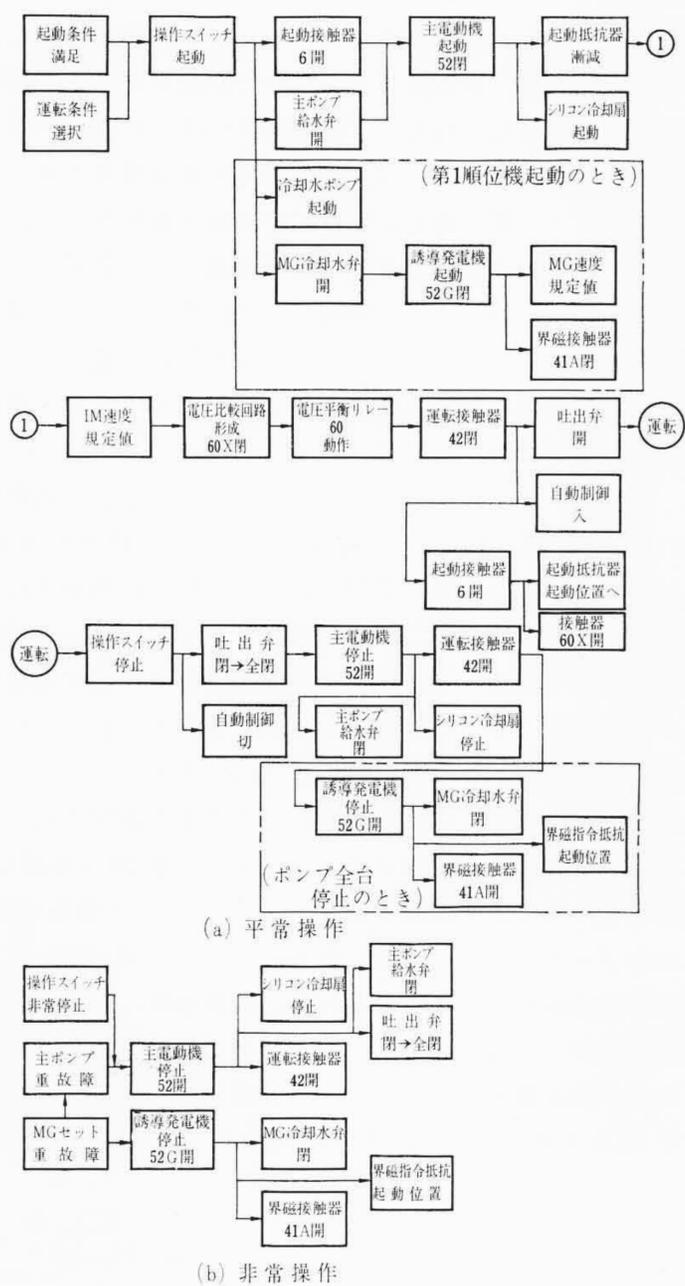
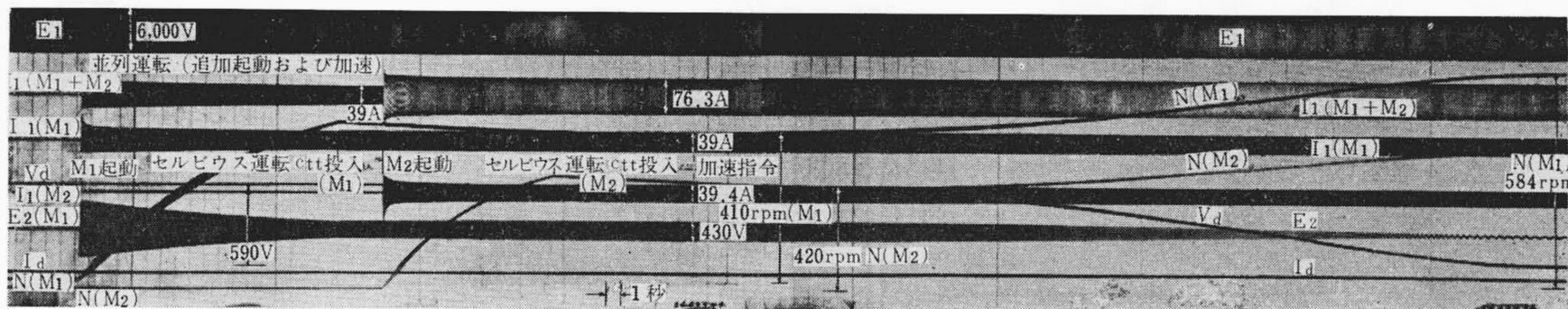


図10 機器動作フローチャート



(追加起動および加速特性)  
 $M_1$ : 1号電動機  $M_2$ : 2号電動機  $N$ : 回転数  $I_1$ : 一次電流  $E_1$ : 一次電圧  $E_2$ : 電動機二次電圧  $V_d$ : 直流電圧  $I_d$ : 直流電流

図11 1,000kW電動機並列運転オシログラム

表1 故障保護項目

故障保護項目	非常停止	自動停止	警報	備考
主ポンプ吸込圧力異常低下	○		ベル	危険圧力
主電動機 過負荷	○		ベル	
主電動機 過電流	○		ベル	
主電動機二次開路	○		ベル	二次接触器開放
起動渋滞	○		ベル	セルビウス運転 切替不能も含む
シリコン整流器素子短絡	○		ベル	
シリコン整流器素子温度上昇	○		ベル	
整流器冷却扇故障	○		ベル	
直流主回路過電圧	○		ベル	
直流主回路過電流	○		ベル	
誘導発電機過負荷	○		ベル	
MGセット 過速度	○		ベル	
MGセット 停止	○		ベル	主電動機運転中
直流電動機界磁喪失	○		ベル	
直流電動機界磁過電流	○		ベル	
主ポンプ軸受過熱		○	ベル断続	
主電動機軸受過熱		○	ベル断続	
主電動機固定子巻線過熱		○	ベル断続	
主ポンプ締切運転			ブザ	
主ポンプ吸込圧力低下			ブザ	警戒圧力
調整槽水位上下限			ブザ	和泉大蔵系のみ
プログラム制御異常			ブザ	制御偏差規定値以上
直流電動機冷却風温度上昇			ブザ	
補機過負荷	○ (補機のみ)		ブザ	

ーズで検出し停止させるが、容量的には並列の1P分破壊しても運転を続行する能力を持っているので運転員の判断により再起動も可能である。「M-Gセット停止」とは、主電動機運転中にM-Gセット用遮断器が開放された場合で、M-Gセットへの流入電力が過大となって過速度となるのを防ぐものである。「直流電動機界磁喪失」もM-Gセットの流入電力を過大にする主因である。図12は、工場における界磁喪失試験オシロの一部である。実際には界磁不足電流リレーにより遮断器を開放するか、または直流電流  $I_d$  が過電流リレーのセット値以上のときは50ms以内に検出して遮断器を開放することになる。

「直流主回路過電圧」の項以下の二次励磁回路関係の故障は、ポン

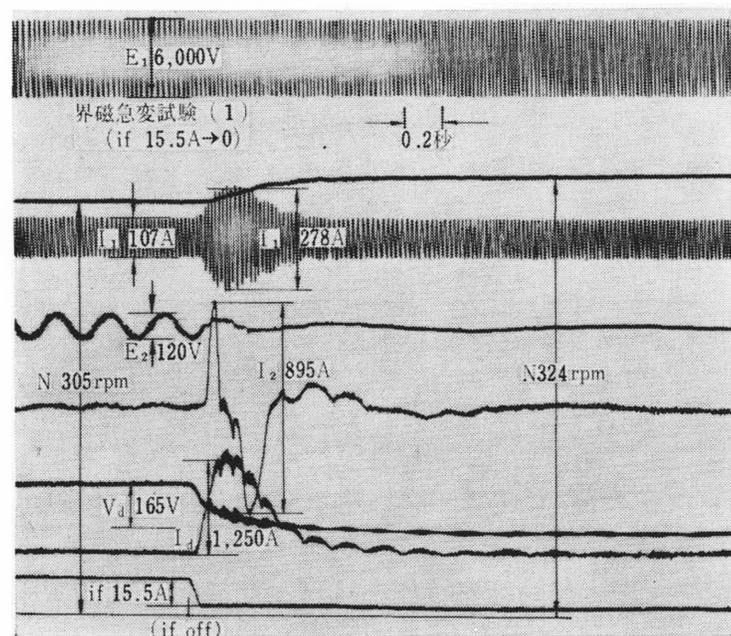


図12 直流機界磁喪失試験オシログラム

プ全台停止となるが、2,300kWポンプは前述したように吐出管に異常負圧発生のおそれがあるので、ポンプ停止後約7分(不調整)後、吐出弁を急閉させるようになっている。

軽故障中「調整槽水位上下限」は後述する2,300kWポンプ系の調整水槽の水位が上限または下限に達したときの注意用で、これによりプログラムを変更するなどの対策が行なわれる。「プログラム制御異常」はプログラム値と実流量または水位との差が規定範囲を越えたときに発生する。

5.4 流量自動制御方式<sup>(3)</sup>

2,300kW和泉大蔵系配水ポンプは、その管路中に互いに独立した二つの調整水槽(和泉調圧水槽および大蔵配水池)を持っている。両水槽の標高はほぼ等しいが、距離的に離れており、また負荷も異なるため、その水位制御が問題である。ポンプの制御の目的は、両水槽に需要の少ない夜間貯水して、昼間は水槽の水を一日で使いきるようにし、系統の経済運用を図ることにある。したがって需要が一般家庭であり、配水曲線がほぼ一定していることから、プログラム制御が採用された。ポンプには流量プログラム指令装置で目標流量が与えられるほか、各水槽ごとに設けた水位プログラム指令装置からの補正信号が与えられる。水位補正信号は、いずれかの水槽水位がプログラム値より低ければ、ポンプ吐出量を増大させ、両槽とも水位がプログラム値を越えた場合は吐出量を減少させるように与える。水位が上限値に達するとその水槽の流入弁が全閉し、両槽とも満水した場合は、プログラム制御から分岐点圧力一定制御に自動的に切り換えられる。水位がプログラム値から規定値以上下がると警報を出し、運転員の判断により圧力制御からプログラム制御へ切り換えることができる。

なお、水位プログラムのみによる制御も行なえるよう切換回路が設けられている。図13に和泉大蔵系の自動制御系統図を示す。

ポンプ台数は、需要流量の変動に応じて自動的に増減される。台数切換点の流量は、消費動力の経済性とキャピテーションの有無を考慮して設定してある。またポンプ運転時間を平均化するために、ポンプの運転順位はあらかじめ定められたとおりの組み合わせのいずれかを中央操作デスクで選択することができる。

回路の構成要素は保守点検を最小限とするよう選定されている。プログラム設定器に、直線形ポテンショメータを24本並置し、これに1時間ごとの指令値を設定するようにした。これは構造が簡易で、運転中でもプログラム設定変更が容易に行なえる利点がある。時間の切換指令は水晶時計から与えられる。演算回路にはすべて磁気演算増幅器を使用し、回路故障、ドリフトなどが生じないようにした。サンプリング調節器も無接点とし、この出力パルスでシリコン交流制御素子FLSをオンオフし、APPS指令用電動可変抵抗器を操作

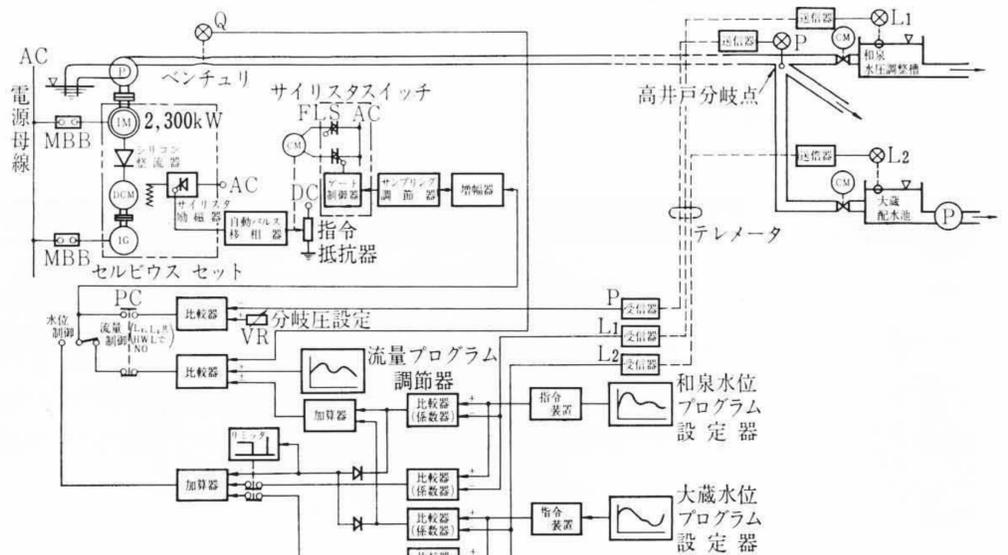


図13 和泉大蔵系配水ポンプ自動制御系統図

している。

1,000 kW 東村山系配水ポンプは、東村山浄水場からの主送水管中に不足流量分を圧入補給するもので、流量プログラム制御を行なっている。制御回路は 2,300 kW ポンプの流量プログラム指令部分から水位補正信号を除いたものとなるので、省略する。

6. 結 言

以上、今回上井草給水所に納入された配水ポンプ設備について概要を説明した。上水道用ポンプ設備として大容量であるのみならず、M-G セルビウスセットとしては、わが国最大のものであり、設

計、製作に当たり種々苦心を払ったが、各種試験も好成績に終わって営業運転にいきり、東京都の配水に寄与していることは、われわれの誇りとするところである。

なお、本設備の製作に当たり種々ご指導いただいた東京都水道局の各位に厚くお礼申し上げるものである。

参 考 文 献

- (1) 大音, 池谷: 日立評論 47, 671 (昭40-4)
- (2) 麻生ほか: 日立評論 47, 663 (昭40-4)
- (3) 特許申請中



特 許 の 紹 介



特許第470014号(特公昭40-22417号)

中山敬造

距 離 継 電 器

この発明は方向性のないオフセット・モー特性距離器において、オフセット回路をこの継電器の動作に関連して作動する自己接点または補助継電器接点によって常時閉路していわゆるモー特性としておき、この継電器が動作後、オフセット・モー特性に換え、方向性と至近端故障時の動作の確実性をあわせ有するようにしたもので、図1においてオフセット回路を形成するオフセットリアクタ11の一次巻線111の一端を電流コイル9に、他端を電流端子C<sub>2</sub>に接続し、二次巻線112の一端は電圧端子P<sub>2</sub>と電圧抑制コイル8との接続点に、他端は電圧記憶効果をもたせるためのコンデンサ12を介して電圧極性コイル10に接続され、前記二次巻線112と並列に、この継電器の動作に関連づけて作動する常閉接点13を設けて構成される。

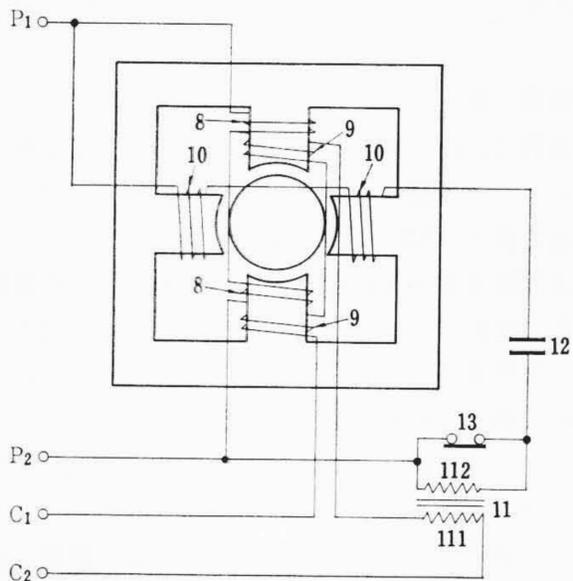


図 1

したがってこの発明においてはあらかじめ図2曲線22のモー特性すなわち方向性を有するモー継電器として待機し、この継電器の保護区内に故障が発生すれば、継電器は動作し、その後において、この動作に関連づけられて作動する接点13が開路し、図2に示すように曲線22のモー特性から曲線21のオフセット・モー特性に変化する。したがってオフセット量Z<sub>b</sub>を零とすれば、その動作範囲はR-X座標で表わされた図2曲線22の内部となって方向性と距離測定能力をあわせもったモー特性継電器となり、オフセット量Z<sub>b</sub>をある定数に選べば前方の最大インピーダンスには変化なく後方のインピーダンスZ<sub>b</sub>以内の故障にも応動する曲線21のようなオフセット・モー特性継電器となる。

この発明によれば以上のように、至近端故障において電圧が消滅した場合でも継電器動作はそのまま続けられるとともに、故障が回復すれば元のモー特性に復帰するので、至近端背後故障に対し動作するなどの誤動作の心配がない。(西宮)

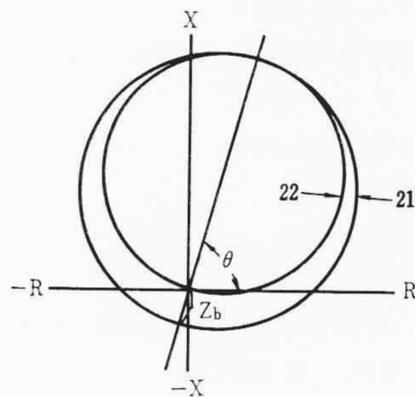


図 2