水車用新型調速機* II

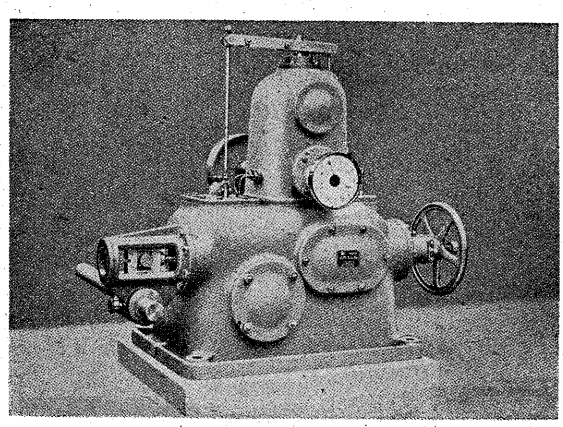
富士電機　製作部　高須四郎

調速機

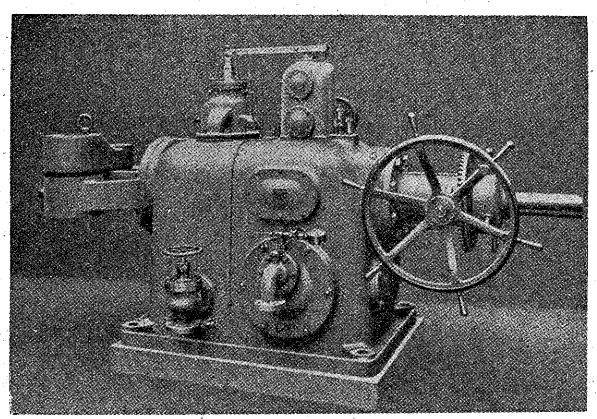
調速作用を確實に行ふ爲めには、常に一定量の壓油を貯へて置いて不時の要求に應ずるやうにする方法が最も賢明である。壓油を貯へるにはプレツシヤータンクを用ひる。新型調速機ではプレツシヤータンクを備へた調速機をW型調速機と稱して居る。所が調速容量が比較的小さくなつて來ると、プレツシヤータンクを備へる代りに壓油發生用のギヤーポンプを大小2個備へ、場合に應じてポンプを1臺或ひは2臺運轉して需要を滿たすといふやり方が有利になつて來る。此のやうな調速機をD型調速機と稱する。

富士製の調速機を容量によつて分類すると、D型が5種、W型が4種合計9種になる。何れも主要部分——アクチユエーター、コントロールバルブ、サーボモーター、オイルポンプ、オイルタンク等——は一體に纏めてある。但しW型調速機のプレツシヤータンクは分離してゐる。第7圖はD型調速機、第8圖はW型調速機の外形圖である。

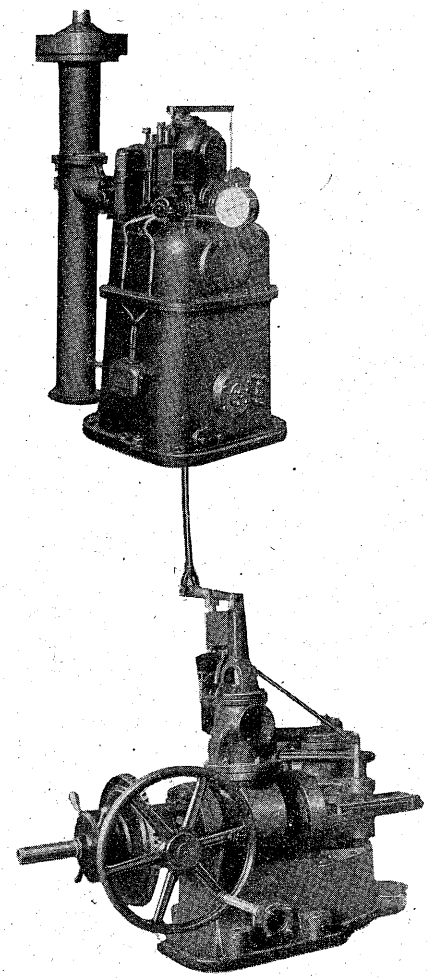
發電所内の配置の都合上調速機を幾つかの單位即ちアクチユエーター、サーボモーター、壓油發生裝置等に分けて配備すること



第7圖　D型調速機



第8圖　W型調速機



第9圖　St型調速機

がある。此の時はアクチユエーターのコントロールバルブは直接主サーボモーターの壓油を制御せずに補助サーボモーターを動かし、補助サーボモーターが主サーボモーターの壓油を制御する主コントロールバルブのピストンを動かすといふ方式が採られる。故にアクチユエーターと補助サーボモーターの一群、主コントロールバルブと主サーボモーターの一群といふ風に各々が分離して獨立した形をとる。之をSt型調速機と稱する。此の外形は第9圖に示してある。

調速機の構造は發電所内の配置に對して如何樣にでも對應するやうに考案してあるから、調制軸の竪横、サーボーモーターの開閉方向等を任意に選ぶことが出來る。

又特殊の機構を附加へることによつて、カプラン水車のランナーの羽根の制御、ペルトン水車の針弁と折曲器の制御を行ふこと

* Takasu Sirô : New Type of Governors for Water Turbines II

が出來ることは既にユニバーサルアクチユエーターの項で述べた通りである。

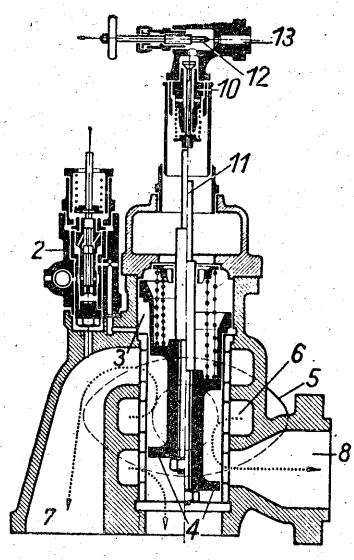
更に負荷制限裝置を利用して上水位の調整を行つたり、起動裝置を附加へて緩起動、急停止を行ふことが出來るし、其の他自動操作に必要な安全裝置、インターロツキング裝置を容易に取付けることが出來るから、最新式の自動操作發電所で使用する場合には、其の優秀な機能を極度に發揮することが出來る。

W 型 調 速 機

1) 壓 油 の 發 生

壓力の發生はギヤーポンプによつて行ひ、之をプレツシヤータンクに貯へる。ギヤーポンプはプレツシヤータンクを備へた爲めに比較的小容量のもので濟む。ギヤーポンプの驅動は電動機によるか、或ひは水車軸からのベルトによつて行ふ。

プレツシヤータンク內には空氣と油とを入れ、空氣の壓縮性を利用して壓力を或る値以上に保つのである。此の壓縮空氣は壓油が減少した際減少した油の體積だけ膨脹する。其の結果壓力は幾



第 10 圖　アンローダーバルブ

分低下するが、空氣の體積と壓力の相乘積は一定と考へられるから、或る一定量の壓油の減少に對しては初めの空氣量が多い程壓力の降下が少くなる。卽ち壓縮空氣の量を多くすれば油量の變化に對する油壓の變化が少くなる。新型調速機に於ては壓油の使用壓力を常に 13.5～18 kg/cm² の範圍內に保持する。壓縮空氣は漏洩に依り、又油中に溶解することにより減少するから、時々補給する必要がある。又壓力を上記の範圍內に保持する爲めには油壓の調整裝置を必要とする。其の他安全裝置等種々の弁が壓油發生裝置に附屬して居る。次に其の中の主なるものに就て述べる。

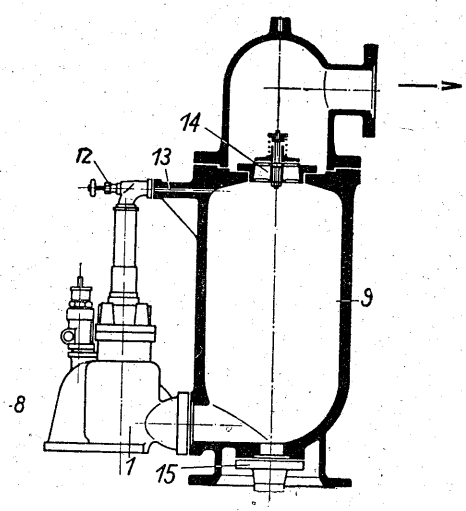
（a） アンローダーバルブ

ギヤーポンプは常にプレツシヤータンクの壓力に抗して油を送り、壓油が過剩になつた場合にはセーフテイーバルブを通してオイルタンクに放出するといふ方法が屢々採られて居るが、此の方法ではギヤーポンプに絕えず全負荷がかゝり動力の不經濟であるのみならず油が非常に熱せられる。之等の缺點を除く爲めセーフテイーバルブの代りにアンローダーバルブを使用する。

第10圖にアンローダーバルブの縱斷面を示す。圖に示す如くプランヂヤーピストン(4)は二つのスプリングと油室(3)內の油壓兩者の働きによつて上下二つの位置を占めることが出來る。ピストン(4)が下つた時にはギヤーポンプからの油をプレツシヤータンク側に通じ、上つた時には歸油管に通じてオイルタンクに歸す。故にピストンが下つた時にのみギヤーポンプに負荷がかゝることになる。此のプランヂヤーピストン(4)の制御はコントロールバルブ(2)が行ふ。コントロールバルブにはスプリングの力とプレツシヤータンク內の油壓とが働いて居る。プレツシヤータンク內の壓力が或る値以上になると油壓はスプリングの力に打勝つてコントロールバルブを押上げる。其の結果アンローダバルブの油室に壓油が入りスプリングの力に打勝つてピストン(4)を押上げる。故に油は歸油管に通じ、プレツシヤータンク內の壓力は上昇しない。プレツシヤータンク內の油壓が降下した時には、コントロールバルブ(2)の動作は反對になり、從つてアンローダーバルブピストンは下り、ギヤーポンプからの油はプレツシヤータンクに送られ油壓の上昇が行はれる。此のコントロールバルブの動作を喚起する油壓の變化の値の範圍が狹いと、アンローダーバルブの切換へ動作が頻繁に起る。然しコントロールバルブのポートとピストンの重なりを適當に選んで此の範圍を大體 2.5kg/cm² にしてあるからアンローダーバルブはそれ程頻繁に働かない。又コントロールバルブのスプリングの初壓力を加減して切換への行はれる時の油壓の値を調整することが出來る。

（b） 補 助 タ ン ク

之はプレツシヤータンクに空氣を補給するのに使用する。プレツシヤータンクに空氣を供給するのには、通常ギヤーポンプの吸込管に吸入弁を設けて此處から吸込ませ、壓油と一緒にプレツシヤータンクに送るといふ方法を採つて居るが、之には次のやうな缺點がある。卽ち空氣と油とがギヤーポンプの中ですつかり混和して油が泡立ち、プレツシヤータンク內でも油と空氣が仲々分離



第 11 圖　空 氣 補 給 裝 置

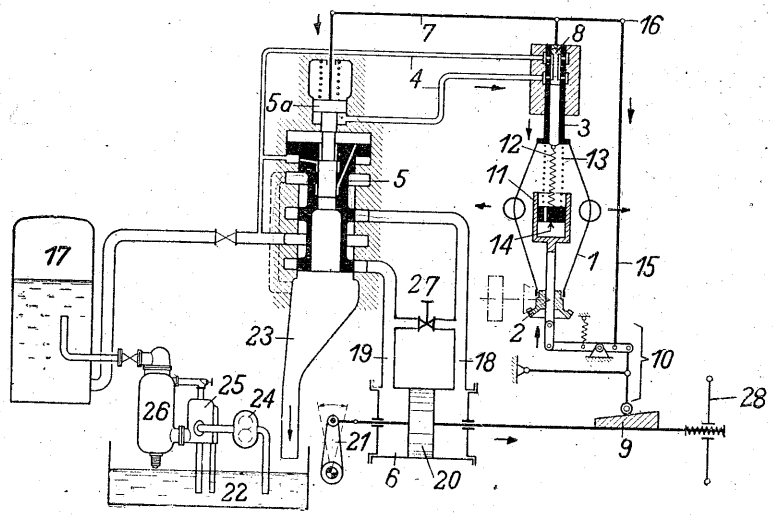
しない爲めに調速作用に障害を與へるし、又空氣を吸込む間はギヤーポンプの効率が著しく低下する。それ故補助タンクを使用して之等の缺點を除くのである。

第11圖にその斷面を示す。(1) はアンローダーバルブ、(9)が補助タンクである。補助タンクはアンローダーバルブとプレツシヤータンクの中間に挿入され、アンローダーバルブの動作に依つて空氣を其の中に吸入する。補助タンクの上方には吸入路(13)が設けられ、之はコツク若しくはバルブ(12)によつて開閉される。その作用は次の通りである（第10圖アンローダーバルブ參照)。アンローダーバルブの上方にはノンリターンバルブ(10)があり、之はアンローダーバルブロツド(11)が押開く時以外閉ぢて居る。アンローダーバルブピストン(4)が上つた時には、ギヤーポンプからの油は歸油管に通じ、又補助タンク內の油もオイルタンクに連絡する。從つてピストンロツド(11)がノンリターンバルブ(10)を押開くと、外氣はノンリターンバルブ(10)、吸入路(13)を通つて補助タンクに入る。次にプレツシヤータンク內の壓力が降つた爲めアンローダーバルブピストンが下ると、ノンリターンバルブは閉ぢて補助タンクと外氣との連絡を遮斷する。一方ギヤーポンプからの油は補助タンクに入るから補助タンク內の空氣は油に壓縮される。此の壓力がプレツシヤータンク內の壓力よりも大きくなると、壓油に押されて大きな空氣の塊となつてチエツクバルブ(14)を押開きその儘プレツシヤータンクに送られる。故に空氣と油とが混和することはない。空氣を補給する必要のない時にはコツク(12)を閉めて吸入路(13)を塞いでおけば、空氣は補助タンクに入らず、油のみがプレツシヤータンクに送られる。

補助タンクには更にセーフテイーバルブ(15)を配備してアンローダーバルブが働かぬといふ萬一の場合の危險に備へて居る。

（c） 油面自動調整裝置

プレツシヤータンク內の空氣量が多過ぎる時には、壓油量が過少になり調速作用其の他油壓に依る動作の確實を期し難くなる。



第 13 圖　W型調速機動作說明圖

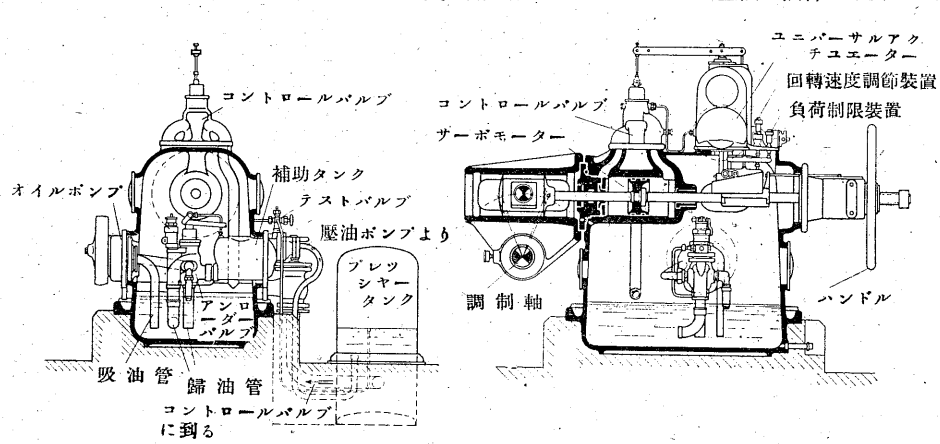
故にプレツシヤータンクの油面の異常低下を防止する必要がある。之が爲め油面自動調整裝置を設け、油面の變動を或る範圍內に限定して居る。

2） コントロールバルブとサーボモーター

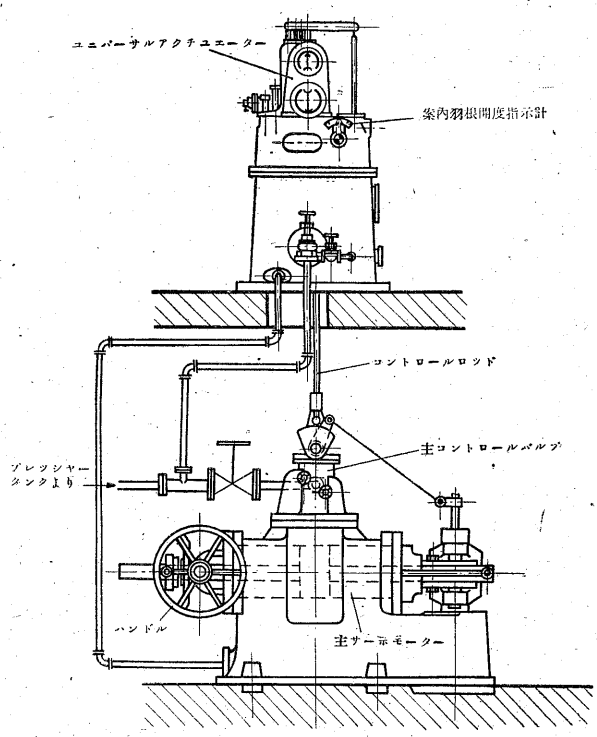
第12圖はW型調速機の斷面圖、第13圖は動作說明圖である。容量の小さい時はコントロールバルブは第2圖の如くレバー(7)に直接連結するが、容量が大きくなると、コントロールバルブはパイロツトバルブ（5a）とコントロールバルブ（5）の二部分になる。コントロールバルブはフローテイングバルブになつてパイロツトバルブピストン（5a）の動きに從つて油壓で動くから、其の運動は非常に輕く行はれる。コントロールバルブ（第2圖(5)）パイロツトバルブ（第13圖(5a)）は水車開の方向には油壓、閉の方向にはスプリングの力で動くから、油管(4)內の油壓が消えた時には直ちに閉の方向に動き危險を防ぐのに役立つ。

コントロールバルブピストンが中正位置にある時には、卽ち水車の運轉が定常狀態にある時にはポートは閉ぢて居る。從つてサーボモーターピストン(20)は靜止して居る。若しもフローテイングバルブ(5)が上或ひは下に動くと、プレツシヤータンク(17)からの壓油は油管(18)或ひは(19)を通つてサーボモーター(6)の右或ひは左の油室に入り、ピストン(20)を動かし案內羽根を開き或ひは閉める。壓油の入らぬ側は歸油管(23)に通じてオイルタンクに油を歸す。第13圖では調速機が閉の方向に働く時の動作方向に矢印を附けてある。

調速機の開閉に要する時間（閉鎖時間）はサーボモーターのポート或ひはコントロールバルブにスロツトルプレートを裝置することによつて任意に調整することが出



第 12 圖　W 型 調 速 機 斷 面 圖



第14圖 St 型 調 速 機

來る。

サーボモーターピストン(20)を手動で操作するのには、バイパスバルブ(27)を開いてサーボモーターの兩側を連絡してから、右端のハンドル(28)によつて行ふ。

St 型 調 速 機

第14圖は St 型調速機の外形を示す。此の如く發電所内の機器配置の都合によつてアクチユエーターとサーボモーターを分離し、壓油發生裝置は第15圖の如く纏め、別の場所に置く。

動作の原理としてはW型調速機と差異はないが、唯コントロールバルブとサーボモーターを各一段增した爲めに、其の作用が幾分複雜になつて居る。リターン機構はサーボモーター毎に備へてある。

壓油發生裝置は通常オイルタンクの上に配置してある。プレッシャータンクが同容量のW型調速機の場合に比して幾分大きくなるのは構造の上からみて當然である。

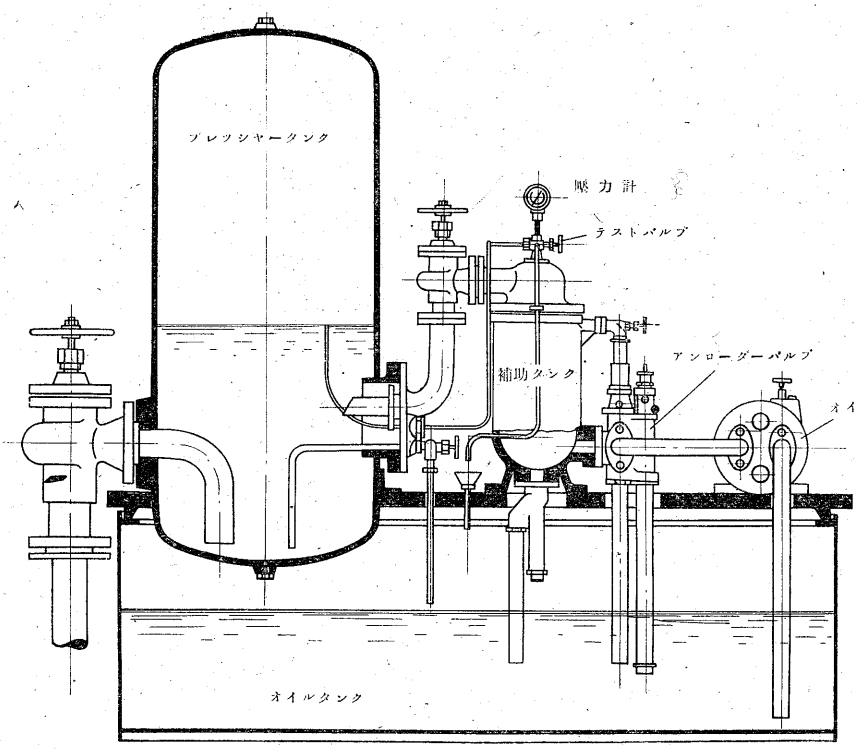
D 型 調 速 機

D型調速機ではプレッシャータンクを使用しないから大きな負荷變化の起つた場合に備へて比較的容量の大きなオイルポンプを設ける必要がある。更に此のオイルポンプと並列に小容量のポンプを設ける。此の小ポンプは案内羽根の開度を保持し、或ひは小さな緩かに起る負荷變化に對する調速作用を行ふ場合に働くのである。大ポンプは此の場合無負荷で運轉して居るが、大きな負荷變化が急激に起つた時には直ちに油壓を發生する。故に大容量のポンプを唯1個備へて之を絶えず全負荷で運轉するのに比較すると、動力の節約と油の溫度上昇といふ方面からみて大いに有利となる。オイルポンプの運轉は水車軸からベルトで行ふことも、電動機によることもある。

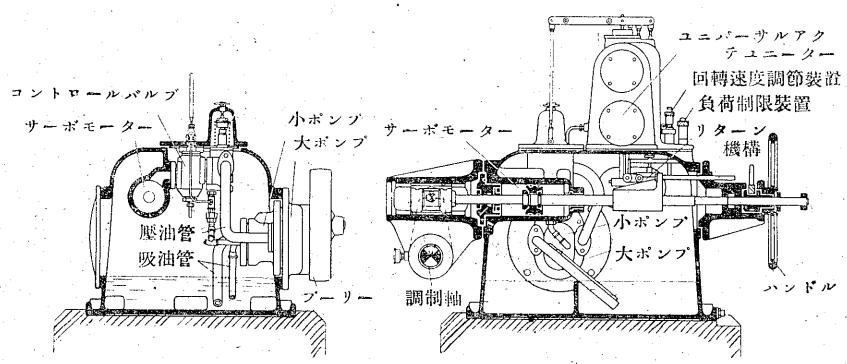
第16圖はD型調速機の斷面圖、第17圖は動作說明圖である。

コントロールバルブピストン(5)は差動型である。即ち之の制御溝はコントロールバルブの環狀部と小さな間隙によつて連絡して居る。且つ此の間隙は大ポンプ(20)からの油の通る部分に於て、小ポンプ(17)からの油の通る部分に於けるよりも大きくなつて居る。故に速度の制御はピストン(5)のストロークが或る値を超えぬ間は小ポンプからの油のみによつて行はれることになる。ピストン(5)が中正位置にある時には、小ポンプ(17)からの油は油管(18)を通り、大ポンプ(20)からの油は油管(19)を通つて各々コントロールバルブに入るが、何れも前記の隙を通つてオイルタンク(22)に歸る。故に大ポンプは無負荷運轉をなし、小ポンプは僅かにパイロツトスリーブで要する油壓のみを發生して居る。定常狀態ではピストン(5)が中正位置にあるから、サーボモーターピストン(25)の兩側の油壓は等しく、從つてサーボモーターピストンは靜止して居る。

今負荷の變動の爲め水車の回轉速度が變化すると、アクチユエ



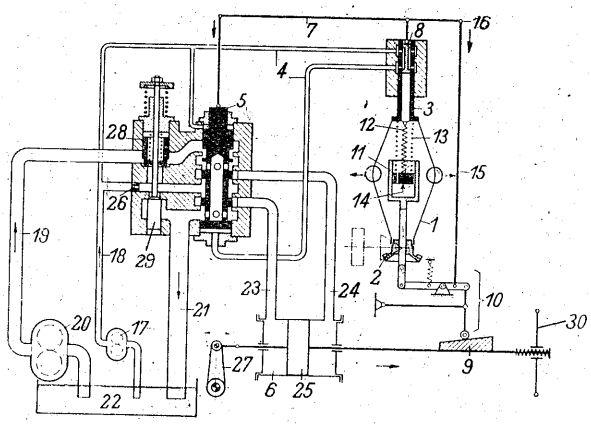
第15圖 壓 油 發 生 裝 置



第16圖　D型調速機斷面圖

ーターの働きでコントロールピストン(5)は移動する。從つて小ポンプからの油はサーボモーターの一方に通じ、他の側はオイルタンクに通ずるから、サーボモーターピストンは動かされ案内羽根の開度を變へる。然し負荷の變動が甚だしい場合には、小ポンプからの壓油のみではサーボモーターピストンを速く動かすのに不充分であるから、回轉速度は更に變化する。此の時にはコントロールバルブピストン(5)は更に大きく動く。從つて大ポンプからの油の通る制御溝と環狀部との連絡が斷たれる。故に油管(19)內の油壓は上昇してノンリターンバルブ(28)を押上げ、小ポンプからの壓油と一緒にサーボモーターに入り、ピストン(25)を大きな速度で動かし短時間で調速作用を達成する。圖には調速機が閉の方向に働く時の動作方向に矢印を附けてある。更に又バルブ(28)の上方のスプリングによりピストン(29)にセーフテイーバルブとしての働きを持たせて居るから、油壓系統の故障を防止することが出來る。

サーボモーターピストン(25)を手動で操作するには、セーフテイーバルブ(29)を開き、右端のハンドル(30)によつて行ふ。

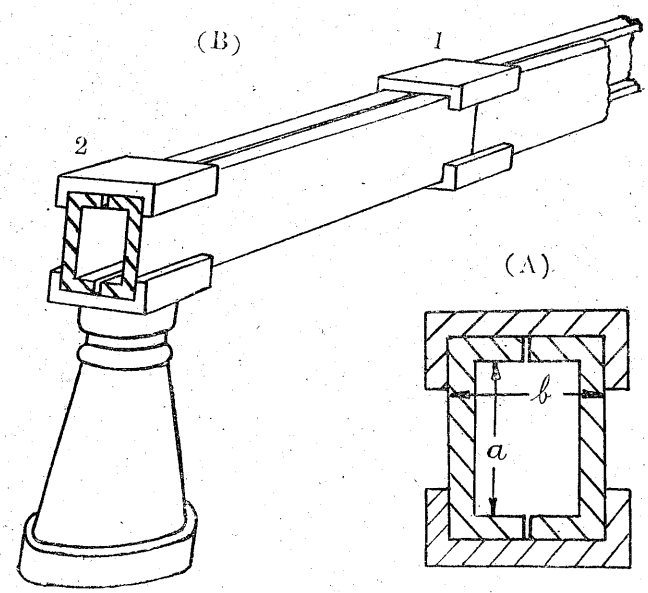


第17圖　D型調速機動作說明圖

交流强電流用導體

（特許第 135133 號）

二重U形導體が交流强電流用導體として屢々使用されるが、其の場合一般に接續具及取附具を別々に作る必要がある。本發明は此の樣な不便を一掃したものである。卽、(A)圖に示す樣にU形斷面の導體を作るに當つて其の內徑高さ a を矩形導體に構成した時の外徑幅 b に等しくするのである。さうするとU形導體の端部を切取つて極めて簡單に接續具1,或は取附具2として使用出來る事は(B)圖に示す通りである。從つて本發明によれば接續具或は取附具を豫め別々に作つておく必要が無くなり極めて便利である。



（富士電機　池上晃記）

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。