



# 水車の自動運轉化に就て

鯨澤 秀夫\*

## On the Automatization of Hydraulic Turbine Control

By Hideo Ebisawa

Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

Automatic control of hydraulic power stations began to be adopted from around 1923, and the power plants constructed since about 1935 have mostly been equipped with the one-man control automatic control system.

In recent years, the automatization of existing hand controlled power stations has become a general tendency from the view points of saving labor and promoting safety of operation.

The main items of the content are ;—

1. Automatic control systems of the past.
2. Defects in each constituting parts of automatic control systems and their improvements.
3. Modern automatic control systems.
4. Instruments required for automatization.

The writer gives outlines on the selection of the following systems.

1. Full automatic control system.
2. One-man control system.
3. Supervisory remote system.
4. Mechanical automatic control system.

### [I] 緒 言

自動発電所は大正の末期に始まり、当初は全自動方式を採用したものが多く、昭和 10 年頃には建設の約三分の二が自動発電所であり、其の後現在迄のものは方式の

差はあるが殆んどが自動発電所であり、一人制御方式が最も多く全自動方式の所は数カ所である。

手動発電所は操作上に非能率的な人力を要し、従業員の苦勞も多く、且つ管理上の損失は非常に大きなものがある。一方日進月歩の近代文化の發達は従業員の智識技術の向上を推進する潜在勢力となつて働き、旁々経費の合理化等の觀點からも必然的に自動装置を採用する趨勢

\* 日立製作所日立工場



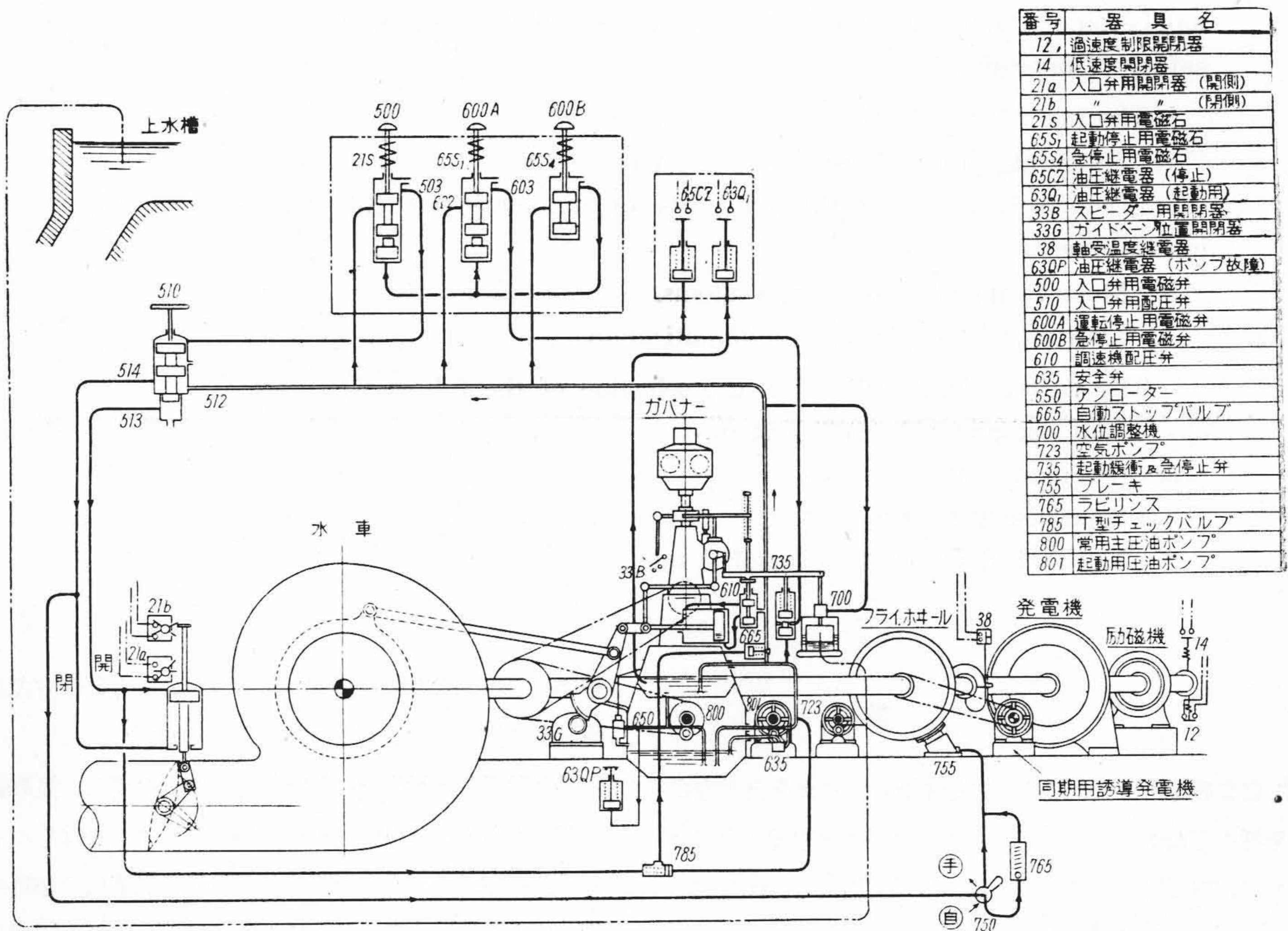
となつて來た。

例えば日本發送電株式會社に於ては昭和 24 年度に於て既設發電所の自動化並びに自動方式の改造等を合せて數十カ所、又各配電會社にも多數の計畫があり、更に今後の分についても既に諸豫算の検討中の様である。

自動操作方式は従來の方式の實績に就ての検討と設計技術の進歩改良等によつて、操作並びに動作の確實性、取扱の簡易化の方向に改善せられて、初期の自動方式はすでに舊式な方式となつて來た。舊い自動發電所では最初計畫した通りの方式になつていないもの、或いは自動装置を取外してあるものがある。これ等は建設當時の技術水準で行つたものに尙不十分なる點があつて現在では根本的に改善を要する點もあり、又入口弁制壓機等を水壓操作式としていたものが、永年使用の結果水壓中の土砂やゴミ等の混入が多くて、動作が不圓滑になつているもの等もあり、或いは手動操作の方に慣れて終つて敢て

自動に頼ろうとしないもの、操作上一度間誤附きが起るとその装置を外して終つているものも多い様である。本來自動方式の發達改善は使用者側と製作者側とが一體の協力の下に爲し遂げられるものであり、今後益々より良い能率的な自動發電所にしたいものと念願している。

自動發電所は後述の様な諸方式があるが、要は勞力を省いて配電盤なり親發電所から卸スイッチを入切する程度で簡単に操作が出来て、且つ又全装置が少しの誤動作もなく安全確實なる起動停止が思ひの儘に遂行され、人はおつても偶に點檢手入をすれば充分なものであることを立前としなければならない。従つて自動化に際しては自動運轉に必要な器具を追加すれば事足りる筈であるけれども、その他の諸機構の全部が合せて好調であることが必要であるので、本稿は自動方式の説明の次に自動に關聯のある諸機器について従來の不調を起し易かつた點を列記し、個々についての改善策について述べること、



第 1 圖 全自動方式操作説明圖

Fig. 1. Diagram of Full Automatic Control System.



する。

## [II] 自動方式の種類

自動方式を大別すれば次の様に分類されるが、この何れの方式を採用するかは発電所の容量、送電系統との関係、地理的條件等によつて自づと決定される。

### 1. 全自動方式

発電所には勤務員を常駐せしめず、親発電所にて起動条件を與えれば水車発電機が起動し、且つ負荷調整が自動的に行われ、又停止条件を與えた時と機械的又は電氣的事故發生の場合には自動停止を爲すものを言う。

第1圖は全自動方式の一例である。逆送電壓によつて先ず起動用油ポンプが起動して油壓を作り、次に21S（入口弁開）電磁弁は交流電源で操作され、入口弁が開すれば65S<sub>1</sub>（水車起動）電磁弁が操作され水車が起動して勵磁機電壓が一定値になれば65S<sub>4</sub>が勵磁機直流電壓でホールドされて、同時に前記交流電磁石は消勢されるがそれ等の電磁弁は油壓によつてホールドされており、停止の際は65S<sub>4</sub>のみを操作すれば急停止し、入口弁も閉じる方式である。

本方式に改造するためには起動用油ポンプを設けること、入口弁を油壓式とし、調速機に起動装置を設けること、負荷は水位調整機でとる様にし、ブレーキ及び電磁弁等を追加することになる。又並列用として単相誘導発電機を取付けて、規定回轉に達したことを検して強制並列を行わしめるものである。従つて並列時のショックから考えてその容量は、親発電所又は系統に對して成るべく小さいことが望ましい。

### 2. 一人制御方式

容量が餘り大きくない場合でも、系統との關係上全自動とすることの不適當なもの、又は地理的條件で人をおいた方がよいもの、又は中容量以上の大部分の発電所は一人制御方式（所謂ワンマンコントロール）としている。これには種々の組合せが考えられるが、概念的に云つて発電所の起動停止、負荷の調整等を配電盤から一人で容易に行い得るものを云う。

従つて自動同期装置を有するもの、手動並列をなすもの、負荷の調整を水位調整機により自動的に行うもの、

或いは電動負荷制限装置によつて人爲的に行うもの等がある。又特に水車が2臺以上の場合にその綜合效率が最大となる様に負荷が1臺分以上の場合には等分に負荷をとり、1臺分以下の場合には全負荷を1臺に移行せしめる如き高能率運轉の方法もある。

保護装置は事故の種類によつて警報と急停止とに區別している。

第2圖は横軸フランシス水車の自動化せる一人制御方式の一例であり、入口弁は油壓式とし、調速機には起動装置と緩停止装置を設け、電磁弁は21QS、21CS（入口弁開閉用）65S<sub>1</sub>、65S<sub>4</sub>（水車起動停止用）を複式とし65S<sub>2</sub>（緩起動兼緩停止用）と75S（ブレーキ用）を單式とした、配電盤よりの起動停止は一つの廻動式ハンドルによつて行い、ブレーキは入口弁が閉鎖したこと、回轉が $\frac{1}{3}$ に下つたことを條件として配電盤から任意操作をなすものとし、尙壓油ポンプは起動用ポンプを主ポンプの故障の場合にも補助ポンプとして自動起動せしめる様にする。

### 3. 遠方監視制御方式

遠方の発電所又は制御所に諸表示計を設けて、同所より発電所の状態を監視しながら起動停止、負荷調整等を行うもので、制御線と監視表示計用として4本乃至5本のケーブル線を架設することによつて、配電盤から撰擇操作すると同様な操作をなし得る方式である。

従つて発電所の機器、保護装置等は一人制御方式のものと殆んど同様である。

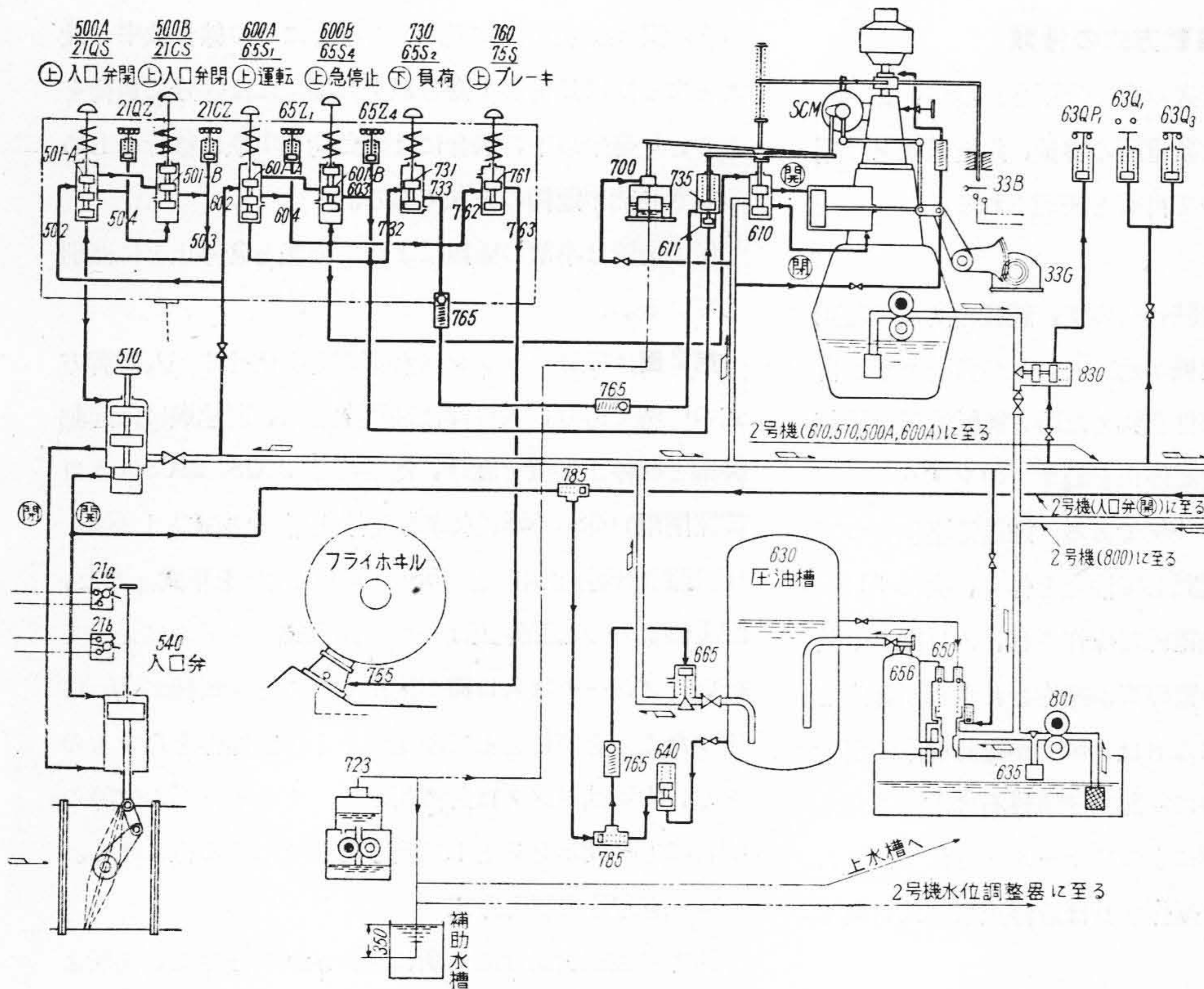
本方式の詳細については追て發表される筈である。

### 4. 機械自動方式

本方式は昨年關東配電株式會社が主催して小水力自動化委員會を設けこれに日立製作所も加わつて、500 kW以下の発電所を對稱として立案した簡単な一人制御方式でその主旨とする所は次の通りである。

- (1) 水車の起動停止は一名にて容易に操作し得ること
- (2) 晝間は勤務員を一名とし夜間は無人とすること。
- (3) 事故發生の際は自動停止をなし、且つ勤務員も警報をなすこと。
- (4) 配電盤には餘り手を加えずに機械的に操作すること。





番号	器具名
21CS	入口弁開閉用電磁石
21QS	入口弁開閉用電磁石
21CZ	油圧開閉器(21CS用)
21QZ	油圧開閉器(21QS用)
33G	ガイドベーン位置開閉器
33B	スピナー用開閉器
63Q1	起動用油圧継電器
63Q3	停止用油圧継電器
63QP1	油ポンプ用継電器(1号機用)
63QP2	油ポンプ用継電器(2号機用)
65S1	水車運転用電磁石
65S2	水車緩起動用電磁石
65S4	水車急停止用電磁石
65Z1	油圧開閉器(65S1用)
65Z4	油圧開閉器(65S4用)
75S	ブレーキ用電磁石
500A	入口弁開閉用電磁弁
500B	入口弁開閉用電磁弁
510	入口弁用配圧弁
540	入口弁
600A	運転用電磁弁
600B	急停止用電磁弁
610	調速機配圧弁
611	エマーセンサーピストン
630	圧油槽
635	安全弁
640	油圧補償弁
650	アンローダー
656	空気補給槽
665	自動ストップバルブ
700	水位調整器
723	空気ポンプ
730	緩起動用電磁弁
735	起動緩衝装置
755	ブレーキ
760	ブレーキ用電磁弁
765	ラビリンス
785	T型チェックバルブ
800	圧油ポンプ(常用)
801	圧油ポンプ(起動用)
830	油圧切換弁

第 2 圖 一人制御方式操作説明圖(自動化の一例)

Fig. 2. Diagram of One-man Control System,

次に制御の順序は

- (イ) 起動用圧油ポンプはモーター直結のものとし、  
 鈕スキッチにて開閉する。
- (ロ) 入口弁は油圧操作式とし、開閉は水車室の自動  
 制御盤にて一つのハンドルを上下する程度のもの  
 とする。
- (ハ) 調速機に起動装置を設け同盤にて他のハンドル  
 を上動することにより水車は自動起動する。
- (ニ) 並列はガバナーモーターを配電盤から操作して  
 行う。
- (ホ) 並列に入れば起動用圧油ポンプを停止しこれに  
 代つて常時は水車軸よりベルト掛けの油ポンプが運  
 轉され、並列運轉中は水位調整機により自動負荷調  
 整を行う。
- (ヘ) 通常停止の場合には前記制御盤にて(ハ)項の  
 ハンドルを下げればガイドベーンを閉じ、同時に入

口弁も閉鎖する。ブレーキは入口弁が閉じてから除  
 々にかゝる様にする。又人為的にも回轉を見て任意  
 にかける様にする。

- (ト) 発電機の過電圧、過電流及び主油ポンプの故障、  
 操作油圧の低下、水車の過速度、ガバナー用ベルト  
 の切斷等の場合には急停止電磁弁が動作して水車を  
 急停止せしめると共に、入口弁を閉じてこれをロッ  
 クする。

第 3 圖は本方式の一例であり、第 4 圖は電磁弁類を纏  
 めた自動操作盤である。本方式は水車の保護装置として  
 は一人制御方式と大差はないが、配電盤には大きな變更  
 加工もなく格安に出来て小容量のものばかりでなく更に  
 中容量のものもこの程度の方式で、自動として充分な價  
 値があると思う。

本方式の実施例としては關東配電株式會社中之畑、同  
 野々瀬第 2 日本發送電株式會社小瀧第 4 及び同第 2 發電







所等があり、中容量以上のものでは日本輕金屬株式會社波木井(11000 kW)東北配電株式會社藪神發電所(5500 kW)等もこれに類した方式である。

尙これ等の方式に改造する場合の追加部品を表示すると次の様になる。

### 〔III〕 自動用調整機構の改善策

自動發電所が安全確實に運轉をなすためには、調整機器類の總べてが圓滑な動作をなさねばならぬので、以下個々についての実績から、不調になり勝ちな點を擧げて、その改善策を述べたいと思う。

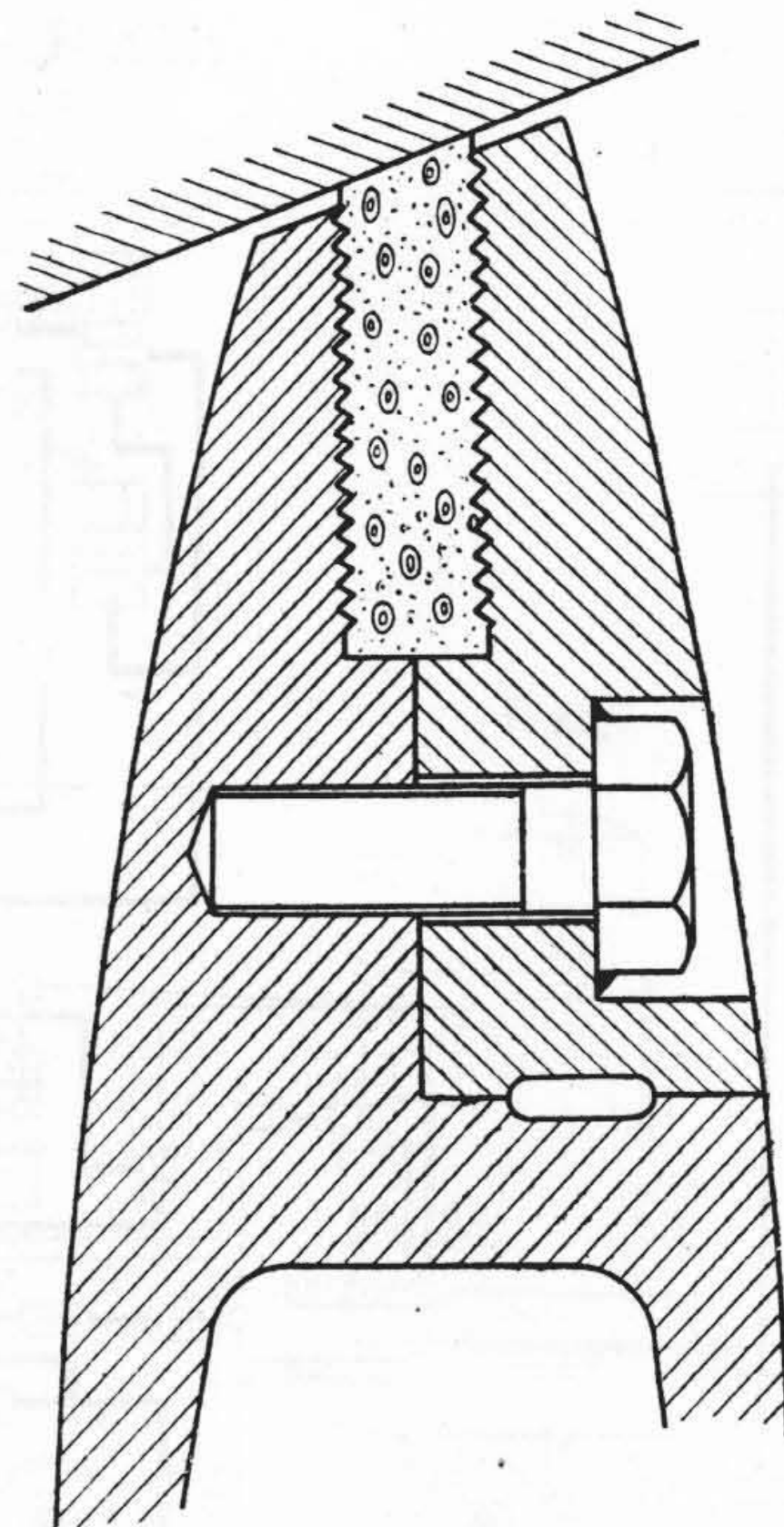
#### 1. 水車入口弁(スルースバルブ又はバターフライバルブ)

(1) 手動式を自動化するに當つては油壓シリンダーを設けて油壓操作式とするのが最も良い方法である。水壓操作式のもの水車の有する水壓によつて常に安全に閉じ得ると云う特長を持つている筈であるが、砂ゴミ等のために開閉動作が不圓滑で自動の役目を果していないものが多い。

(2) 配壓弁の動作不圓滑のもの及び摺り合せ部分の摩擦のために漏水漏油の多いものがあり、又側弁と主弁の関係動作が不良のものもあるので、これ等は配壓弁及びその補助弁を改造する必要がある。

(3) 入口弁が全閉しても漏水の多いものがある。これはバルブシートの摺り合せ面を加工することも勿論必要であるが、特にバターフライバルブは弁周から漏水し易いので、新設の場合には第5圖の様な特殊構造のゴムリングを入れることにしている。既設のものでもこの様に改造することが出来る。

(4) 自動化の際側弁の無いものに對しては極力付けることにしたいが、水車ケーシングが鑄鐵製であつたり、特に付けることの出来ない場合には、主弁のみで流水中での開閉が出来る様に、主弁開閉用シリンダーの容量を大きくして而も開く時と閉まり際には緩徐に動作する装置を設け、水槌作用を防ぐ様にしてゐる。第6圖はその一例であり、ピストンロッドの先端に絞り弁を附した構造である。



第5圖 バッターフライバルブにゴムリングを挿入せる構造

Fig. 5. Butterfly Valve with a Rubber Sealing Ring Adopted at the Periphery

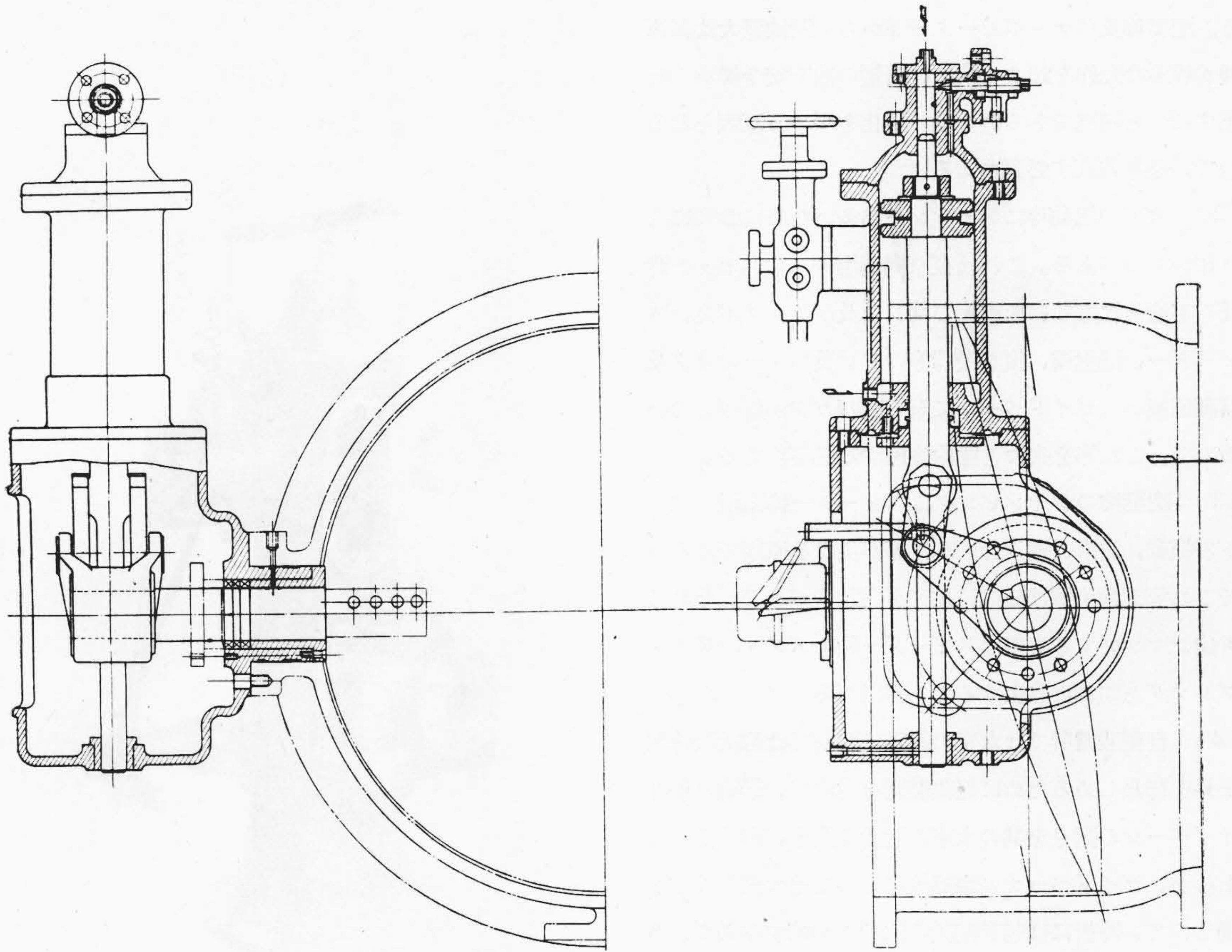
(5) 従來入口弁と鐵管の接手は鉛パッキングをフランジで締め付ける方式が多かつたが、今後は第7圖の如きコンパニオンフランジとして主弁體の取付取外しを簡単に行える様にしておいた方が便利で、新設の場合は勿論已設品も機會を見てこの様に改造すべきである。

#### 2. 調速機

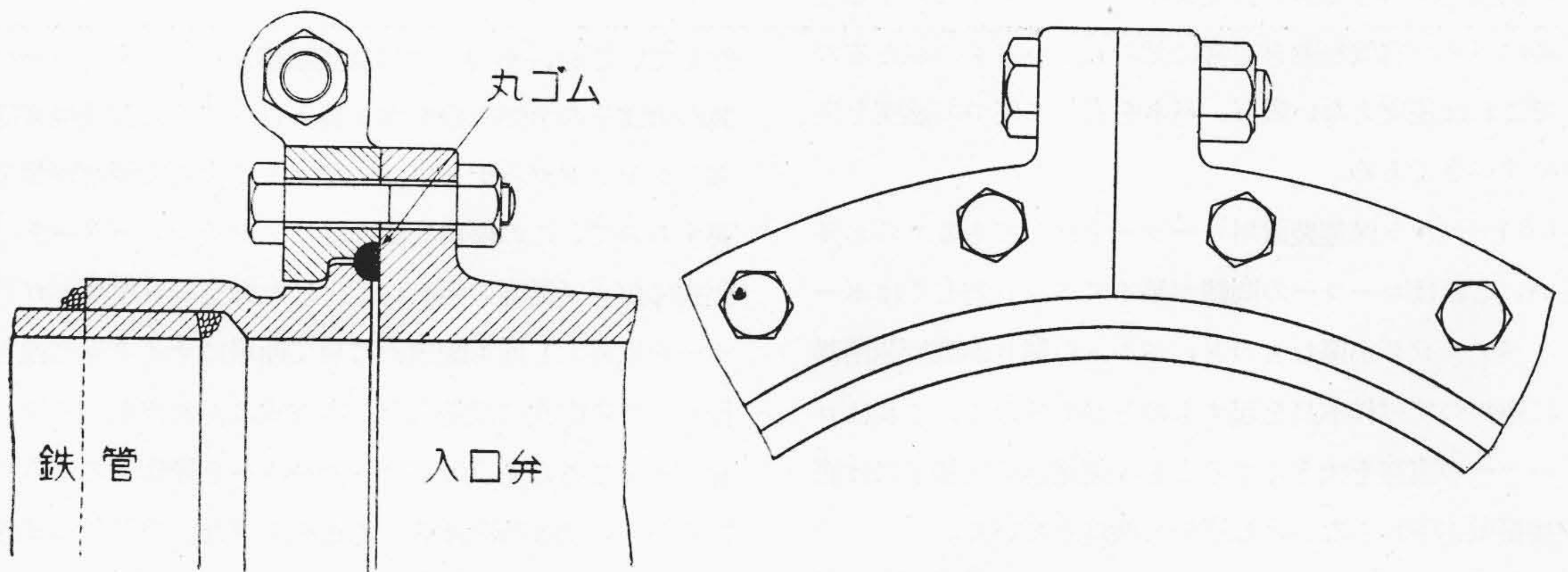
調速機は自動化に當つては前記表の通り、急停止装置、起動装置、負荷制限装置、スपीダー傳動装置の保護装置等を追加すれば良いのであるが、以下述べる様な部分が動作不良では自動化の意味がないので、これ等も合せて修理する必要がある。即ち配壓弁の不良はレーシングを起し、安全弁及び配壓弁からの漏油は油温を上げて、益々その機能を害することになるので、これ等も探究して修理調整をなす必要がある。次に個々の例を挙げれば

(1) 配壓弁からの漏油が非常に多いもの、即ちラップの不足、摺り合せ部がガタになつてゐるものがあり、これ等は一見油ポンプの容量不足の様に思われることがあ





第6圖 バッターフライバルブを油壓式に改造せる實施例  
Fig. 6. An Example of a Butterfly Valve Remodelled to oil Pressure Operated Type.



第7圖 コンパニオンフランジの構造  
Fig. 7. Construction of Companion Flange.



る。配壓瓣及びサーボモーター等からの漏油過大は調速機が危険な動作を起すと共に、高壓の油を安全弁から吐出するのと同様であるから油の劣化を早める原因となるので、是非共直す必要がある。

(2) 水車の起動時にレーシングが多いために並列に入り難いものがある。これは復原機構用ダッシュポット時間の不適當なもの、配壓瓣のコジレ及びラップ不良、スピーダー、配壓瓣、復原機構等のピン及びキーのガタ及び調速機からガイドベーンに至る間のガタが起因しているので、これ等を次々と點檢修理する必要がある。

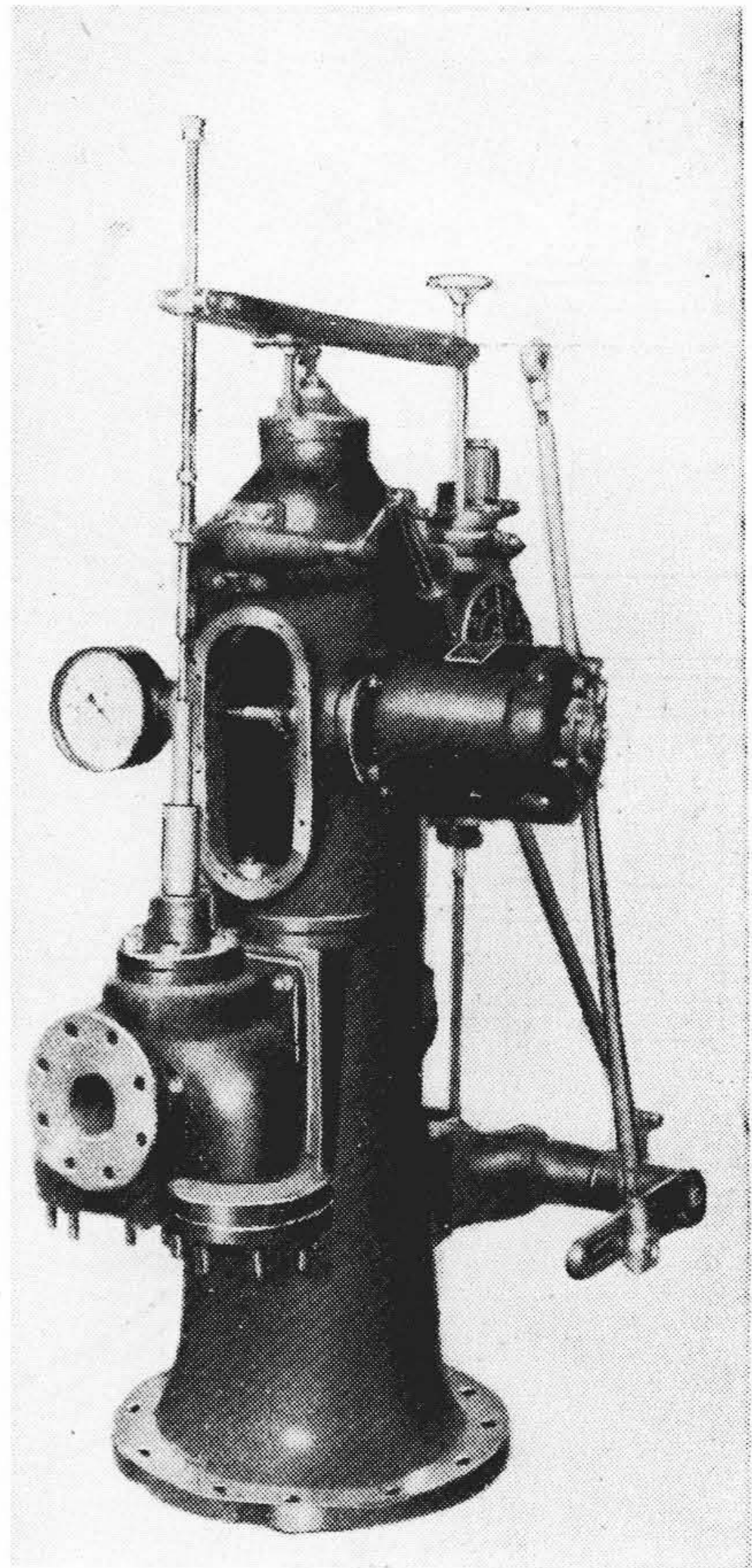
(3) 配壓瓣のジャンピングはスピーダー傳動用のベルトの振動、齒車の噛み合い不良等が主なる原因であるのでこれ等を極力避ける様に加工を注意すべきで、それでも尙ジャンプするものはスピーダー軸をスプリングカップリングとすれば除去することが出来る。

(4) 自動發電所では水車の起動に際しては適當な速度上昇を行わしめるために起動装置を設けて、起動の際ガイドベーンの開きを其の水車に適當な開きに押えるのであるが、ガイドベーンの摩擦等によつてその開き寸法が變るので、時折には起動装置の位置も調節する必要がある。

(5) スピーダーバネの強さが調整不良のため、スライディングスリーブの位置不良のもの、即ち平常回轉に於て中正位置にないものがある、これはバネを調整して正規の位置とすべきであり、又ジャンピングを少なくするためにバネの有効巻數を非常に減らしているものがあるのでこれは差支えない限り、バネを有効に使つて感度を良くすべきである。

(6) ベルト保護装置用ローラーを外してあるものが多い、これはローラーの回轉が早くてベルト若しくはボールベアリングが傷むものと、ベルトの踊りが直接開閉器に傳わつて動作不良を起すものがあるもので、これはローラーの直徑を大きくすること、開閉器の接觸子には直接振動が傳わらない様な構造に改良している。

(7) 近時サイクル切換装置の簡易化が叫ばれている折柄、日立製作所では卒先して新型サイクル切換装置を發表して、現在日本發送電株式會社梓川地區の十數臺を製



第8圖 A社製シャフトガバナーをサイクル切換装置付き電動ガバナーに改造せる例

Fig. 8. Shaft Governor a motor Driven Governor with Cycle changing Device.

作しているが、一例として龍鼻發電所の Allis-Chalmers 製水車はその主要部分を作り替えると同時に調速機も従来のシャフトガバナーではサイクル切換には相當時間を要するので、この際第8圖の様にアクチュエーターを電動式に更め（従来の主軸に取付けた大型のシャフトガバナーを取外し）而も配電盤に於て簡単にサイクル切換を行わしめる方式に改造した。本方式によれば水車を停止せしめることなく、ガバナーモーターを操作するのみであるから、切換時間は著しく短縮し得た。尙開放型調速機のスピーダーの大きなものはその軸受も損傷し易い缺點があつたので、サイクル切換とは無關係に同構造の新型スピーダーに取替えることを希望する。



3. 制 壓 機

制壓機は自動手動には關係なくその型式には水壓式、油壓式、直接式とあり、入口弁と同様に水壓式のものに土砂やゴミ等のために事故が多く、又事故は起さないにしても、不斷の手入れは相當厄介であるので、自動化に際しては成るべく油壓式に改造することに致したい。

4. 壓油装置

(1) 壓油槽の空氣の過不足を起すもの、即ち壓油槽の油面平均装置が不良のものがある。特に調速機に壓油槽が包藏されている型のものはその傾向にある。又安全弁アンローダーからの漏油の多いもの、アンローダーの動作範圍が狭すぎて壓力差が僅かで動作が頻繁なものも相當多い。

壓油槽の空氣量の多寡は調速機の動作に非常な危険を與えるので、壓油槽の油面は常に一定となる様に是非共改善する必要がある。第9圖日立特許方式新型空氣補給

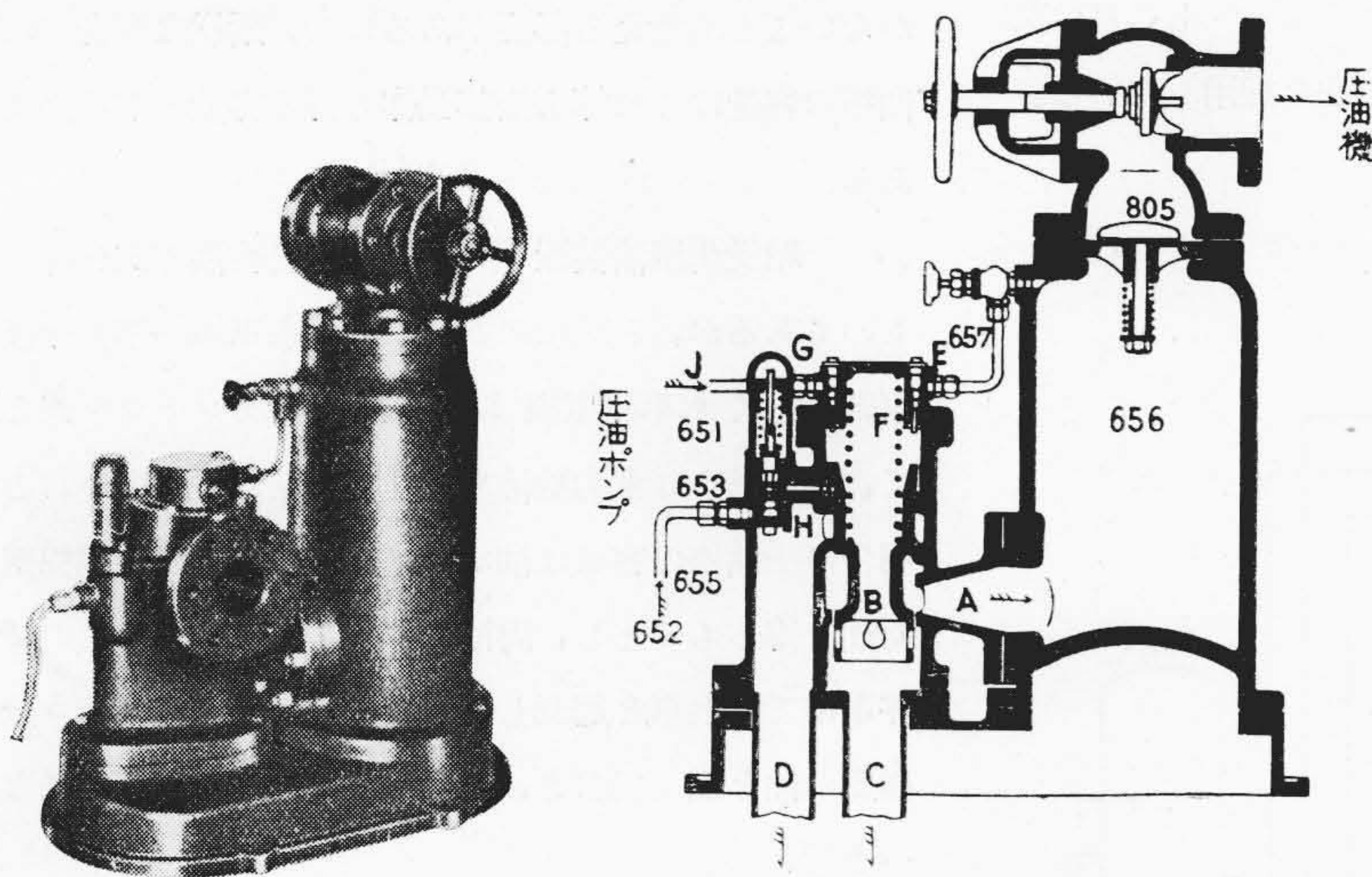
て見ると、大體はポンプのサイドギャップが大きくなつたものであるが、又配壓弁、サーボモーター、安全弁、アンローダー等から常時相當量の漏油があるため、あたかも油ポンプの容量が不足しているかに見えるものもある。

漏油の多い結果は油温の上昇となり、配壓弁等からの漏油が益々激しくなる傾向がある。一般に用いられるタービン油第2號又は第3號は粘度の關係上油温は45°C以下に抑えたいものである。雜多な油の混入を止めて早急に規格油を使用することに改めたい。舊油を使う場合には良く精製してその粘度も計り、規格外のものは避けるべきである。

(3) 油ポンプの齒車は昭和初年までは殆んどスパーギヤであつたが、スパーギヤは一般に回轉が速いと音響が高くなるので、回轉數を低くとつて形が大きかつた。段々容量の大きいポンプが必要になつてからはヘリカル

ギヤ式に變え、回轉も以前よりは稍高くとつている。特に大容量のものにはスクリーポンプを採用した。

(4) 起動用油ポンプ 自動化に際して入口弁、制壓機及び入口弁ガバナーの起動停止を爲すための電磁弁等を油壓式とすると、是非共水車の起動準備のために油壓が必要となるので、起動用油ポンプとしてモーター直結の油ポンプ又は小水車直結の油ポンプが必要となるのである。



第9圖 油ポンプ用アンローダバルブ (空氣補給装置)

Fig. 9. Unloading Valve for Oil Pump

装置附アンローダーは最も簡便確實な方式である。動作が確實であり、パイロットバルブとメインバルブとを別個にしたため、作業が容易であると共に取扱いも容易であり、油面平均装置並びに後述の小水車制速機用配壓弁等も取付けてある。従來の壓油装置で不具合なものにはこれを取付けることを希望する。

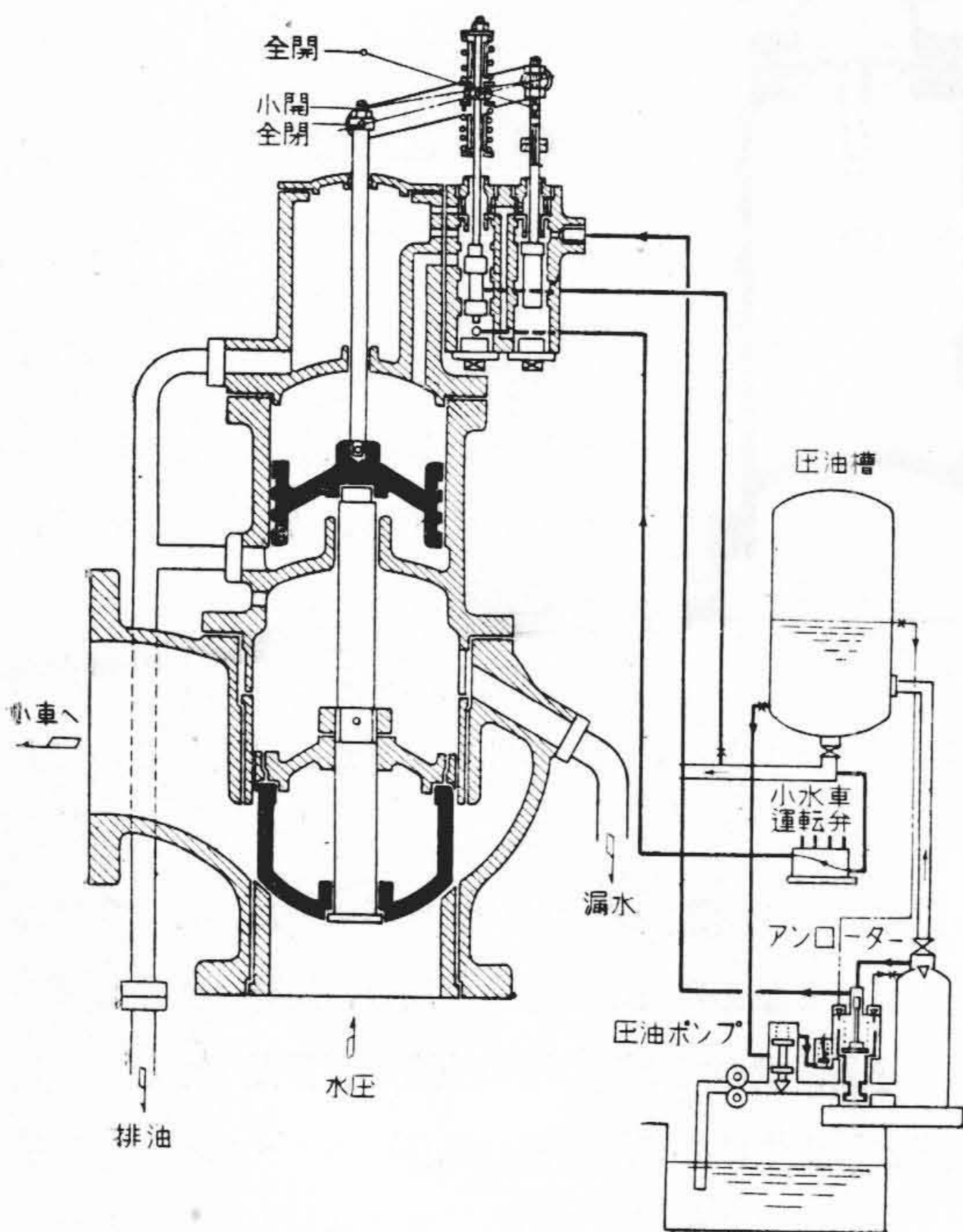
(2) 油ポンプの容量が不足していると云う場合を調べ

従來の手動發電所の大部分はガバナーにベルト掛けのポンプが1臺あるだけであつた爲め、長時間停止の後の水車起動に當つては壓油槽の油壓が相當低下するので、水車の停止中は必ず壓油槽の出口のストップバルブを手動で閉めておく必要があつた。常時油壓を確保するためには小水車をおくのが理想的であるが、自動化の實際問題としては小容量の發電所には小水車を増設することが



無理な場合もあるので、起動用としてモーター直結の油ポンプを設け、水車の運轉中はベルト掛けのポンプを使用し、水車の停止と共に壓油槽出口のバルブを自動的に閉じて、次の水車起動まで油壓を保持する様にすべきである。

(5) 補助油ポンプ用小水車 水力発電所の生命とも云うべき壓油を確保するための最も必要な条件として、常用にモーター直結の油ポンプを用い、これの停電時又は故障時に対しては小水車を運轉することが理想的であるが、小水車はやゝもすると補助と云う觀念のために、例えば小水車側の壓油ポンプにはアンローダーを置けば必然調速機を設ける必要があるので、勢い油ポンプが相當大容量のものまでアンローダーを設けなくて、安全弁で吐かせるものや、小水車の構造を簡單にして長時間の連続運轉には耐えないものもあつた。併し現在では小水車側もモーター側も出来るだけ平等に使用し得る様に、成るべく双方にアンローダーを設けることとし、且つ又小水車の速度を簡単に調整し得る方法を採用している。



第10圖 小水車用制速機

Fig. 10. Speed Regulator for Small Turbine.

即ち小水車入口弁は制速機式とし、第10圖の様な構造で好評を博している。

小水車側を補助ポンプとする場合の小水車の運轉条件は、モーター側壓油ポンプの故障、同潤滑油ポンプの故障及び壓油槽の油壓低下の場合には夫々の油壓弁が動作して、小水車の入口弁を自動的に開いて小水車を起動せしめるのであつて、前記の様に小水車が連続運轉しても、アンローダーを設けてあれば油温の上昇も心配なく、又この制速機は入口弁を開閉するものであるから、小水車にはガイドベーンは不用であり、小水車の構造は簡單になる。

(6) 壓油槽の増設 壓油槽の容量は一般に油ポンプからの補給なしに調速機サーボモーターを3行程せしめても未だ充分な動作壓力を有するものとしているが、入口弁や制速機が油壓式であるに拘らず、補助油ポンプがモーター運轉の場合には、停電のために油壓の補給が付かないことも考える必要があるので、斯様な場合には壓油槽の容量はこれ等も全部動作し得る容量とする必要がある。

(7) 軸受潤滑油装置 従前は自己給油方式を採つたものもあるが、(縦軸水車並びに横軸水車の一部) 今後は原則として水車発電機1臺に対してセントラル式として、上油槽より重力給油を爲す様にした方が良い。この場合の上油槽の容量は油ポンプの停止後10分間程度を給油し得るものとし、尙補助ポンプが電動式のものでは停電中でも水車を起動し得る様に、上油槽には尙5分間程度の油を残しておき、手動起動に役立たせる様になすべきである。

## [V] 水位調整機

水位調整機は従前レーシングを起し易くて調整が非常にむづかしいものとされていたが、最近漸くこれを解決して、完全なレーシング防止装置を得るに至つた。即ち日立水位調整機は大別して次の様に四段階に改良されている。

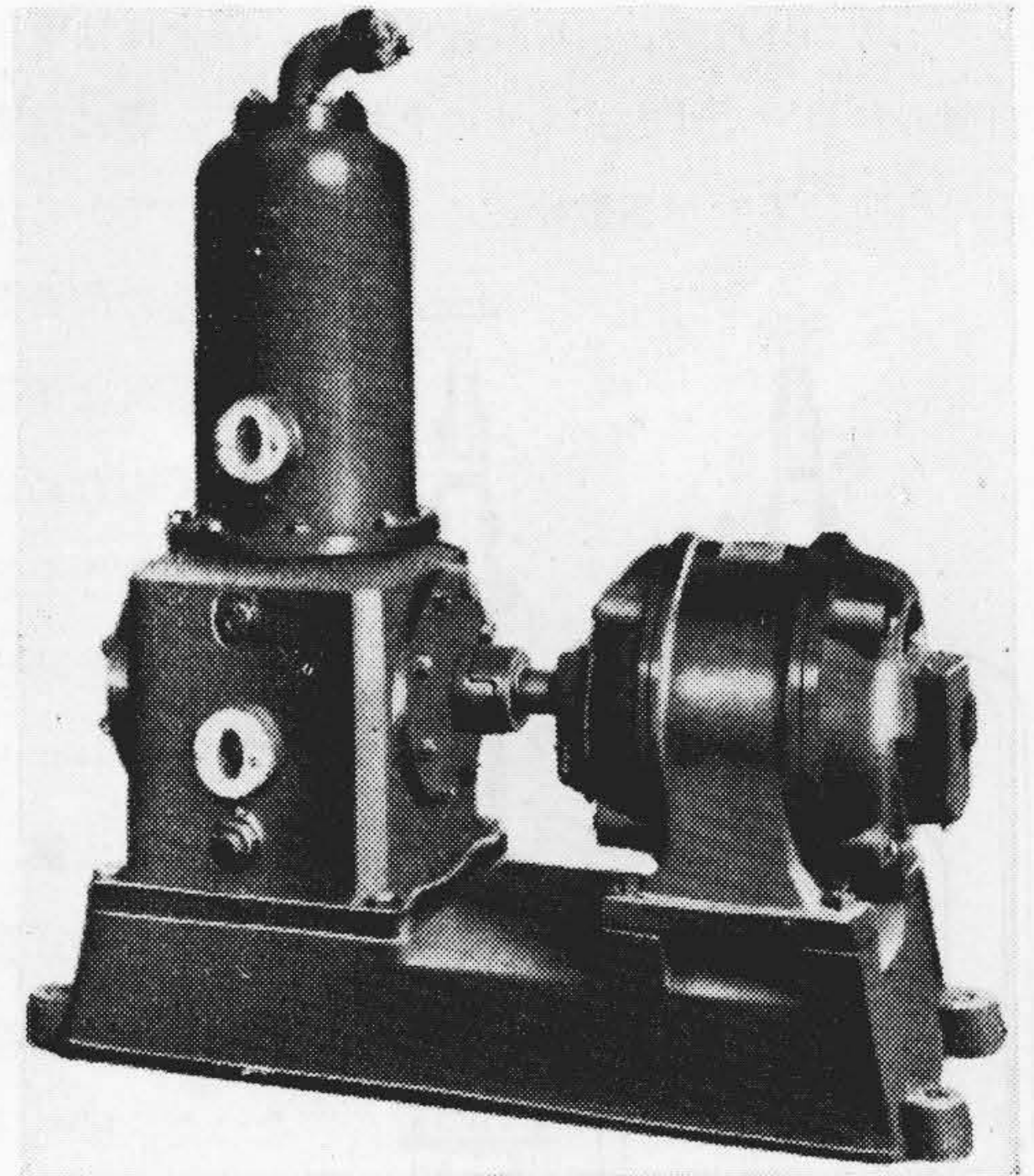
最初はフロートタンク内に鐵管から水を取入れ、フロートの浮力によつて直接調速機配壓弁を操作せしめるも



のとし、同期投入と同時に電磁弁によりタンク内の水を除々に増して規定の面までフロートを浮かせ、除々に負荷をとらせる構造のものであつたが、タンクが腐蝕する缺點があつた。

次にフロートタンク内に一定量の油を入れておき、フロートの上下動で調速機を操作する如くしたが、フロートで直接調速機を操作するのでは感度が悪いので、フロートの上下により油圧ピストンを操作して、僅かな浮力の差を強力な油圧力に変えて調速機に作用する。

現在では小型なものに纏めるためにフロートタンク内に水銀を入れ、フロートの上下動を油圧ピストンによつて力を擴大せしめたもので、直徑 200 耗程度のものとして、新型調速機にはその側面にフランジで取付ける様にした。尙且つ日立特許レーシング防止装置を一體として纏めたもので、餘り場所も要しないので自動化等にも好適である(特許第 151165 號)。第 11 圖は新型水銀式水位調整機を示し、第 12 圖は水位調整機用空気ポンプである。

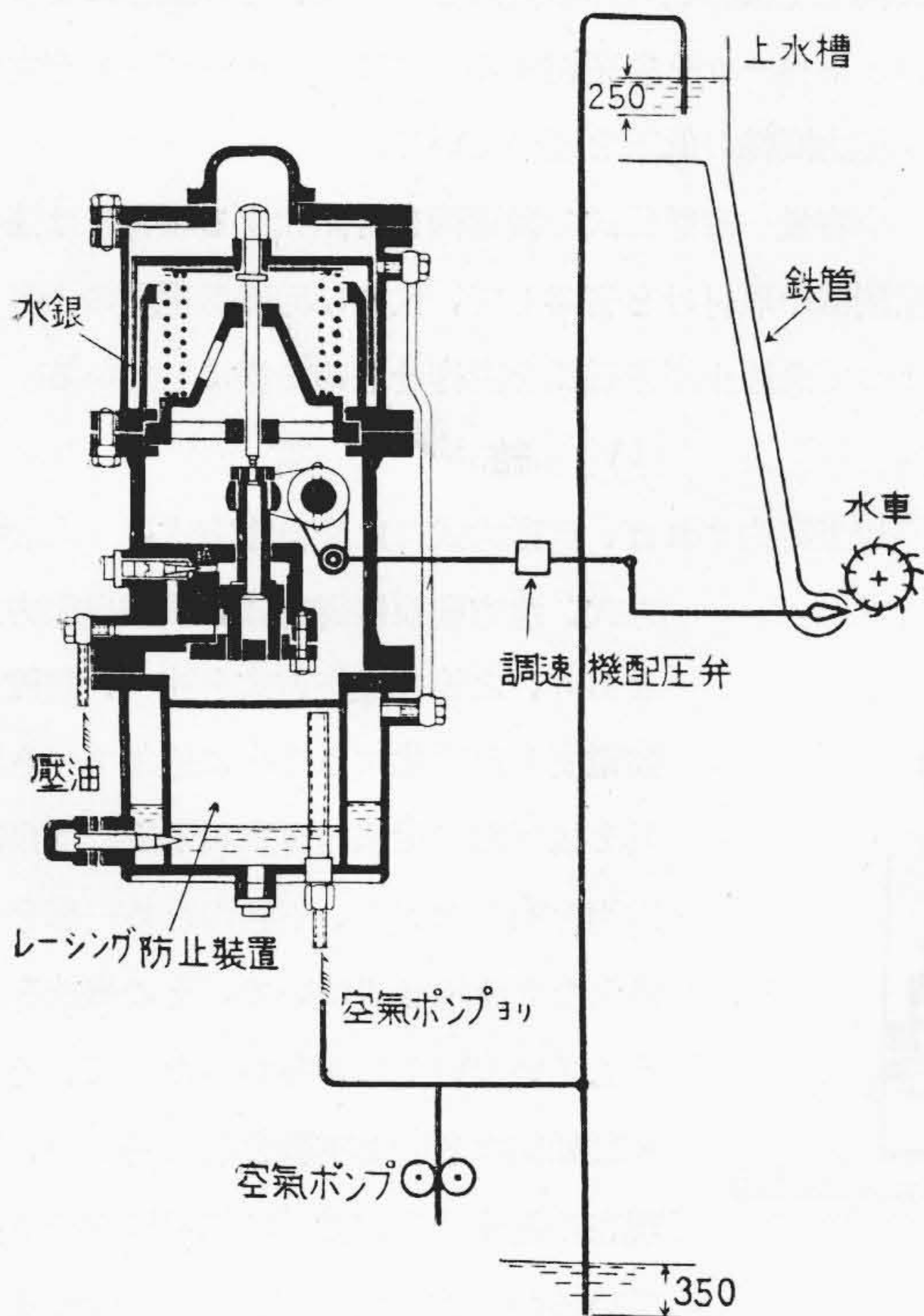


第 12 圖 水位調整機用空気ポンプ  
( $\frac{1}{2}$  馬力モーター直結)

Fig. 12. Air Pump for Water Level Regulator

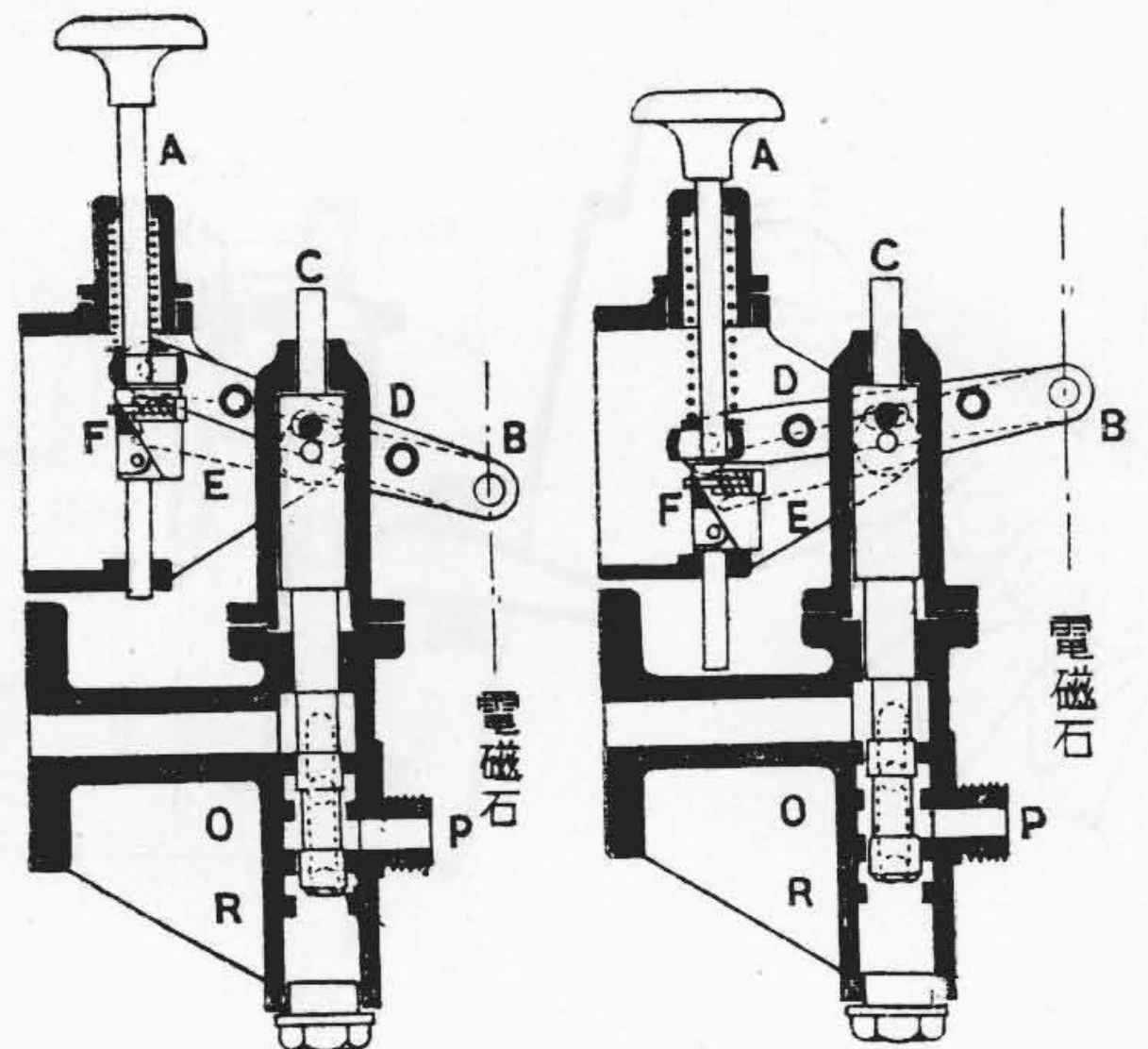
[VI] 自動操作電磁率

初期の電磁弁は電磁石が附勢された時と消勢された時に、油壓を通じるか排油するか構造のものであるが、次には第 13 圖の如くこれに手動装置を設けて手動自動の兩用とし、且つ最初に手動でハンドルを上げて操作した電磁弁はクラッチにより上動位置を保ち、後に發電機電壓が発生して電磁石が附勢され、前記の手動ハンドル



第 11 圖 水銀式水位調整機

Fig. 11. Mercury Typ Water Level Regulator.

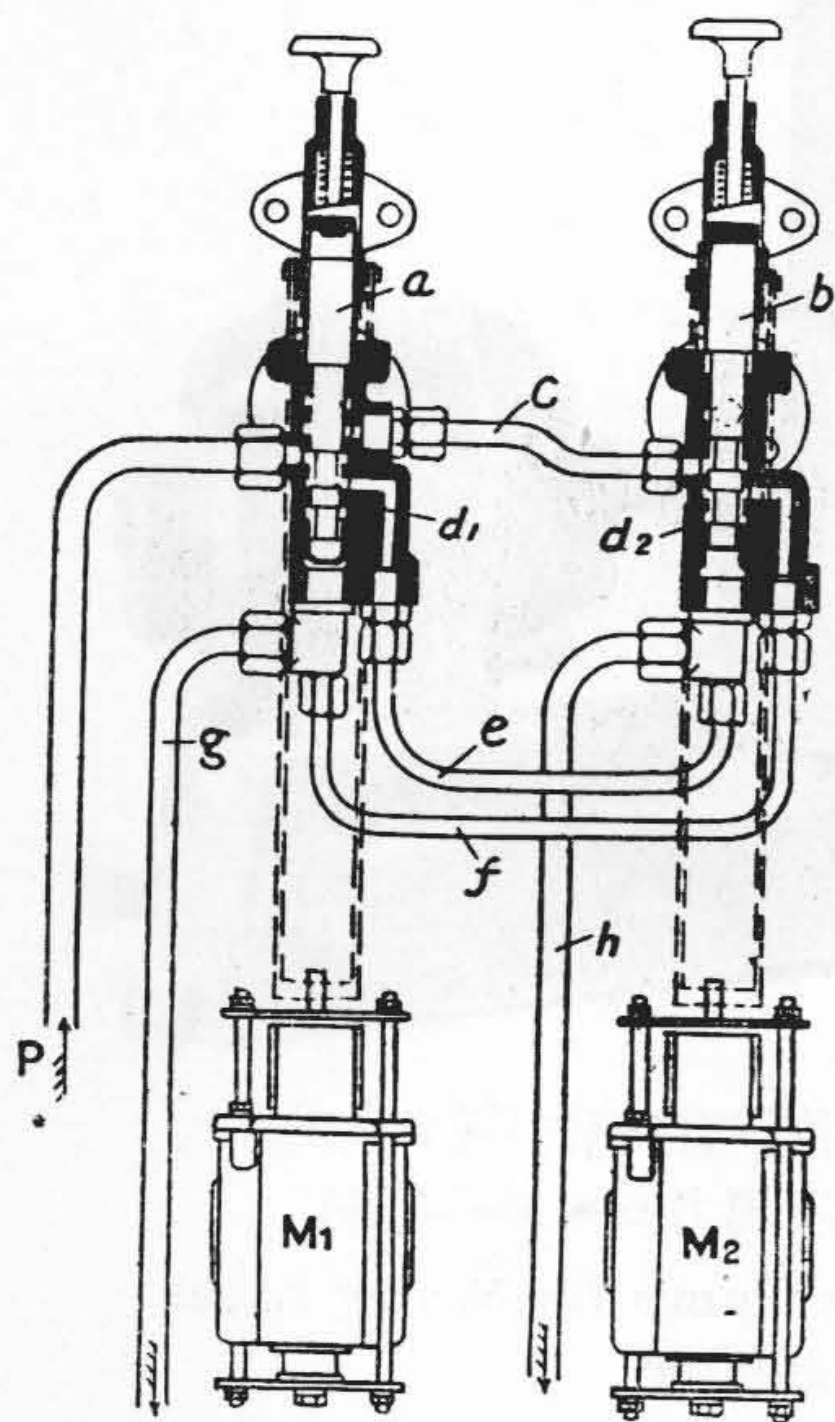


第 13 圖 單式電磁弁 (手動切換裝置附)

Fig. 13. Single Type Magnet Valve.



はクラッチが外れて、次に事故停止等の場合には電磁瓣が自動の役目をなす方式のものを採用した。更に蓄電池使用の自動発電所が多数建設される様になつてからは、

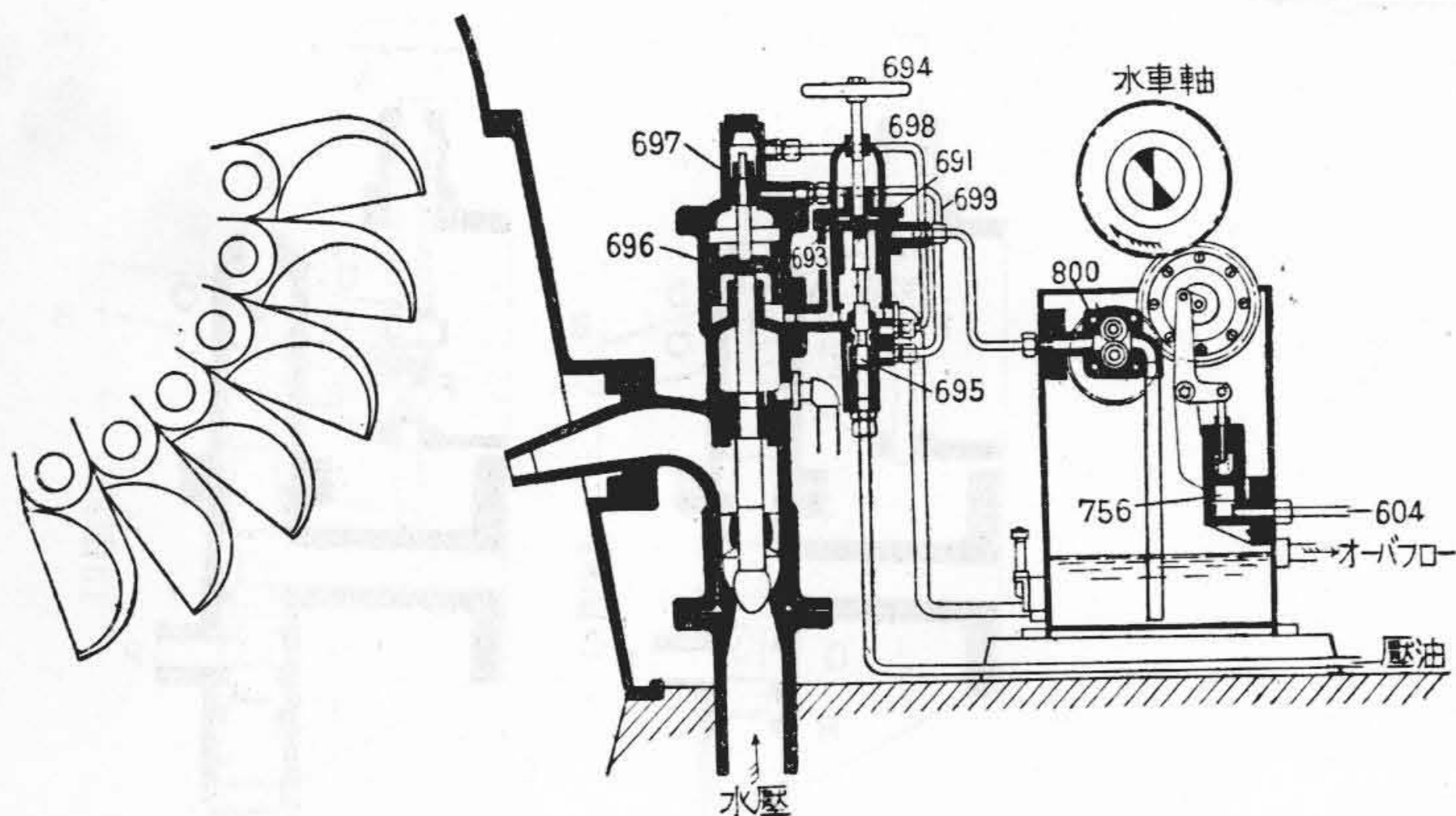


第 14 圖 複式電磁瓣  
Fig. 14. Double-Type Magnet Valve (two magnet valve)

蓄電池の消費節約と電源又は電磁石の故障のために不時の誤動作を起さざる様に常時は機械的にホールドせしめておく第 14 圖の如き複式電磁瓣を採用する様になつた。即ち入口瓣開閉、水車起動停止等の様に長時間連続勵磁を必要とする電磁瓣は複式を使用し、緩起動用とかブレーキ等の様に短時間勵磁するものには單式を使用している。

[VII] ブレーキ及び過速度防止装置

従來ブレーキは餘り回轉が下らない中に掛けると云う嫌いがあつたが、これはブレーキシユアの壽命を縮めるばかりでなく、ブレーキデスクに龜裂を生ぜしめる原因



第 15 圖 ジェットブレーキ操作装置  
Fig. 15. Schematic Diagram of Jet Brake Operating Device

ともなるので、現在では規定回轉數の約 1/3 に下つたことを條件に入れてブレーキ用電磁瓣が動作する様にしている。但し全自動方式の場合には入口瓣が全閉してから徐々に掛かる様にしている。只中にはサーボモーターが全閉しても餘り回轉の下らないものがあるが、これ等はガイドヘーンを修理するか全閉出来る様に調整する必要がある。

ペルトン水車の場合のジェットブレーキは水車のニードルが閉じると同時に掛け初めて差支えないが、水車が静止した時に逆回轉しない中にジェットを閉じる様に、水車回轉に關聯したブレーキ操作装置を設けている。第 15 圖はその詳細圖でこれの操作には油壓を用いている。

過速度防止装置としては一般に遠心開閉器の接觸によつて電磁瓣を動作せしめて急停止する方法を採つているが、ペルトン水車の場合には別に機械的の保護装置を設けて、その動作によつて水壓によつてデフレクターを閉じる様にしている。無拘束速度の大きいカプラン水車では同じく機械的の保護装置を設けて、その動作によつてガイドベーンを急閉鎖すると共にランナーベーンを立て、極力回轉の低下を圖つている。

小容量一定勵磁式の發電機を自動化する場合には遠心開閉器の取付けを省略して、代りに勵磁機電壓の上昇によつて急停止用電磁瓣を動作せしめる様にしている。

[IV] 結 言

以上要約すれば、自動方式には全自動方式、一人制御方式、遠方監視制御方式、機械自動方式とあり、之等の操作方式を述べ、既設の發電所を自動化する場合に追加すべき器具を掲げた。従來の自動發電所には自動設備を有しながら、不調のため一部を取外したり使用せずについて、その機能を全うしていないものが多かつたので、それ等は如何なる所が不調を起し易いか、又現在の進歩せる設計では如何に解決されているかの點について述べた。今後新設改造を行う場合の参考となれば幸甚である。