

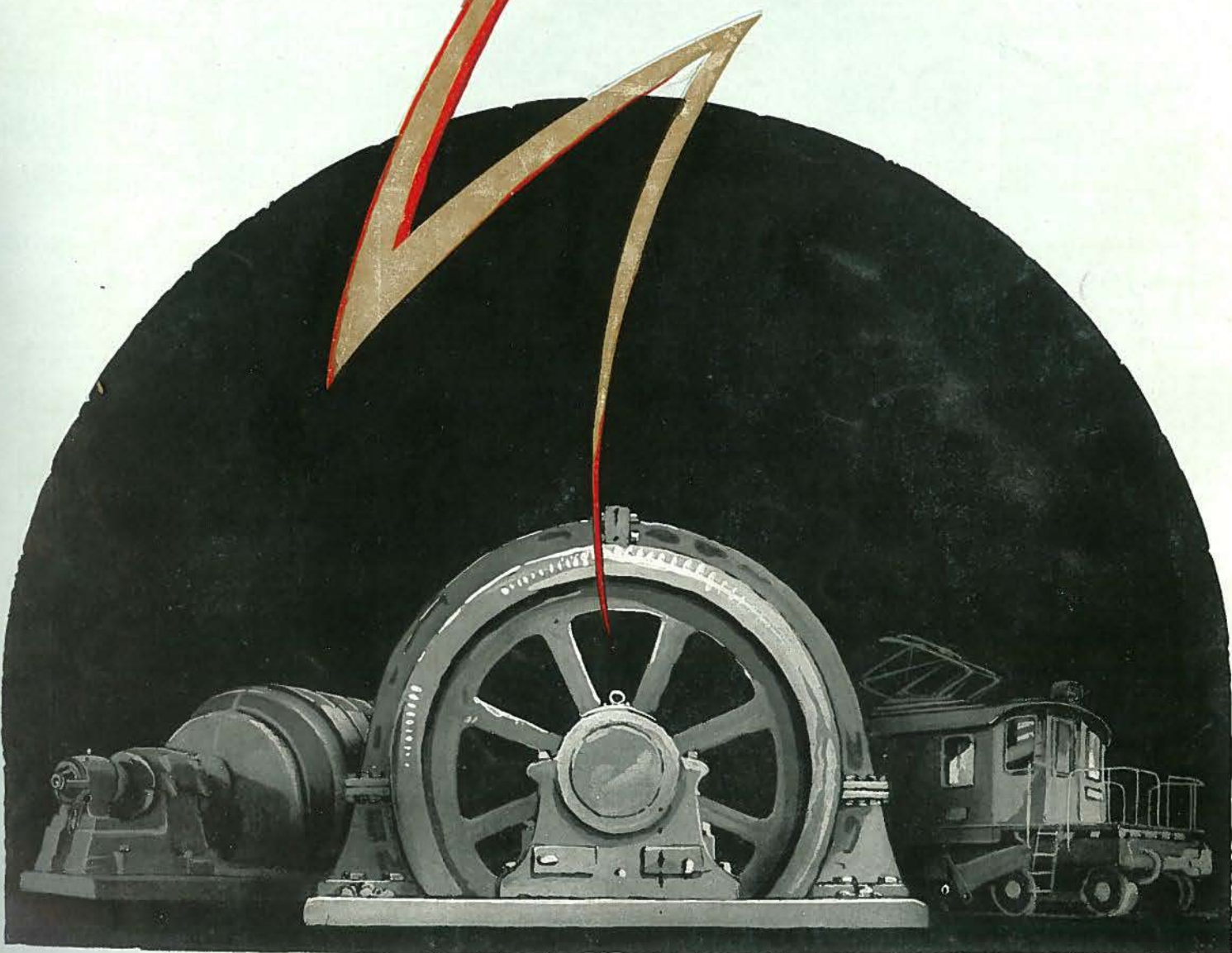
三菱電機

第五卷

昭和四年四月

第四號

	頁
五味自働水力發電所自働並に保護裝置	41—45
五味自働水力發電所用同期發電機	46—49
京阪電鐵五味發電所自働式水車に就て	50—53
電氣化學工業用直流電源に就て	54—56



三菱電機

第五卷

昭和四年四月

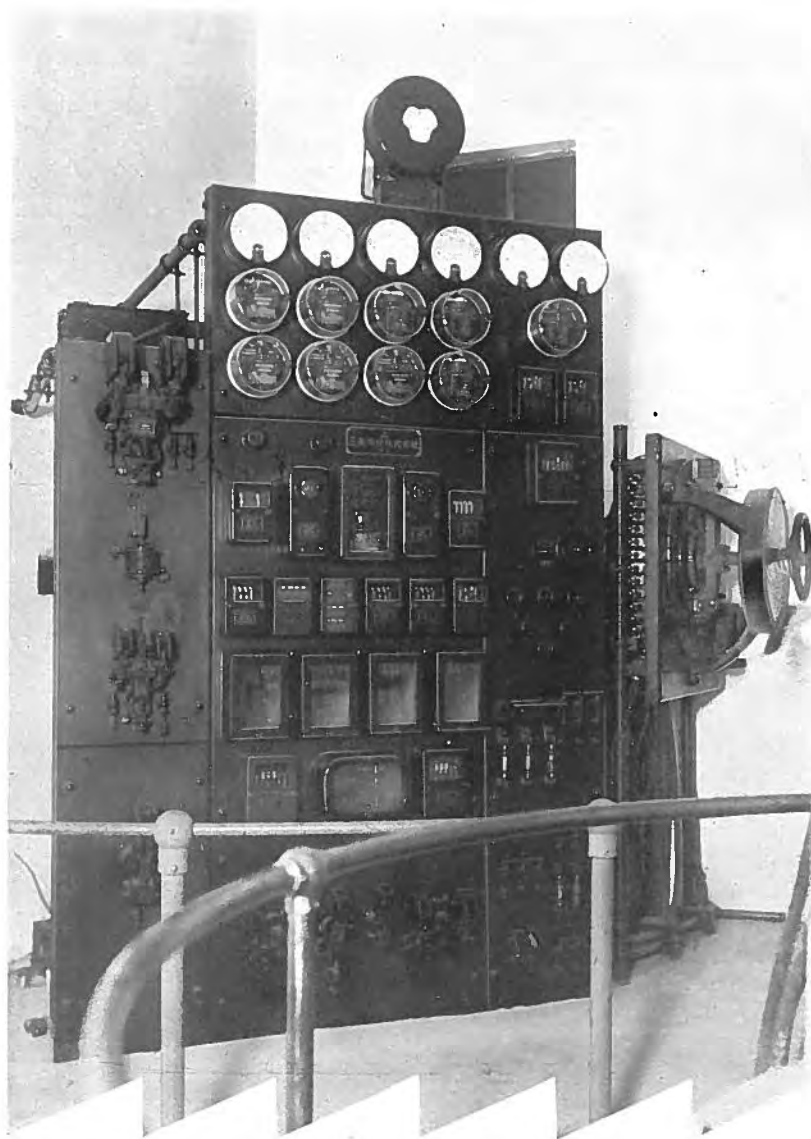
第四號



發電所の自動化は七八年以前歐米各國で盛んに論議されたものであるが、其當時我國では技術が今日程進歩して居なかつた爲め之を率先して實行することは餘程の英斷であつた。然し幸なことに我社が大正十五年初頭、其自動化を試みた船津發電所が好成績を示した爲め引續き柳瀬發電所の建設となり、今回の五味自動發電所の新設となつたのである。發電所を運轉する上に勞銀の低廉といふことは一つの重要なファクターを爲すものであることは云ふまでもないが手動操作に由る、即ち人爲的過誤に基因して會社の蒙る損害には莫大なものがある。之を完全に防ぐ爲にはどうしても信頼度の高い自動裝置に依る外に途がない。今回竣成を告げた五味發電所の原動機、發電機、自動裝置其他一切の機器は三菱電機會社並に三菱造船會社の製作に成るものであるが、運轉後の成績に徴して見るに操作が確實であり、保安上些の不安が無い。國產品にかゝる完成されたものが出来る様になつたことは斯界の爲め誠に慶賀に堪へない。

京阪電氣鐵道株式會社和歌山支店

高 岡 幾 造



五味自働水力発電所 自働並に保護装置

配電盤設計係 荒 井 晃 一

電力設備を自働化すれば各方面から見て益する所が多い事は早くから何人にも考へられて居たが、夫れには何よりも先に優秀な自働装置及び保安装置を完成する必要があつた。然るに夫等の装置の大部分を占めて居る継電器が晩近異常な發達をなし、正確で而も信

頼度の高いこゝが實證されてから俄かに電力設備の自働化が一般的に實現される様になつた。京阪電鐵五味自働発電所は斯うした風潮に應じて完成されたものであるが、部分的に從來の装置や方法に幾多の新工夫や改良が加へられて居る。

五味自働発電所は一回線の連絡線で親発電所（甲斐之川発電所）から起動停止を制御するもので、水位調整器によつて水量に相當する負荷を自働的に負ふ様になつて居る。又自働同期装置が設けられてあるから起動時の擾亂を生ずる事無く、從て比較的容量の少ない親発電所其他の運轉を亂す様な事はない。親発電所で連絡線の油入遮斷器を閉路すれば其れから二分も経てば起動が完成されて送電して來るのが其處の計器でよく分かる。停止させるには親発電所で其の油入遮斷器を開けばよい。それから二分も経たぬ内に水車は停止して丁ふ。

特 徴

保護 繼 電 器

限時をもつた繼電器は何れも正確で而も信頼度の高い誘導型又は電動機型で、油壺型や輪型は採用しない。

繼電器の使ひ方

正確で而も感度の高い繼電器、或ひは速斷式でない極限開閉器等は常に其の接觸で電流を切斷しない様な使ひ方をして居る。止むを得ない場合は許し得る範圍内のインダクティブでない回路の電流を切る様にして居るから永久性を失はない。

動 作 順 序

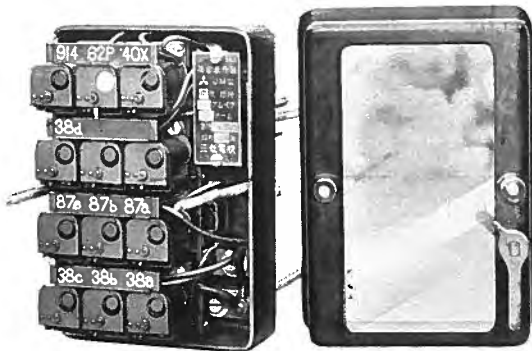
各回路は電氣的にインター・ロックされて居るから動作中に假令異常が起つても動作の順序を誤るこゝは絶対にない。其の異常が若し動作の進行を妨けるものである時は起動保護の限時繼電器が働いて此の發電所を閉鎖するだけで間違は絶対に起らない。

集 合 表 示 器

此の發電所を閉鎖する必要のある程度の故障の時は閉鎖繼電器を働かせるこゝ共に集合表示器が故障箇所を示す

様になつて居るから修理に來た場合に
至極便利である。

勵磁機界磁回路に抵抗を挿入して居
る。



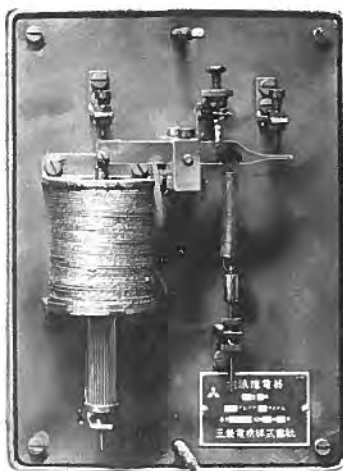
第 1 圖 JM 型集合表示器 (30 X)

停 止 装 置

親發電所で停止の目的で油入遮斷器
を開放した時、従來は一般に交流過電
壓繼電器で水車起動停止用の電磁石を
落して運轉を停止して居たが、本發電
所では其の油入遮斷器の開放と同時に
同時に瞬時動作の低電流繼電器によつ
て其の電磁石を落とし、斯て少しでも早
く導水瓣を閉ぢ水車の過速を防止する
方法を探つて居る。但し瞬時的低電流
ならば停止しない様にしてある。

交流側過電壓防止裝置

上記停止の場合の交流過電壓を防止
するため、瞬時動作の低電流繼電器で



第 2 圖 RO 型低電流繼電器 (LG)

する。

ガバナー・モートルの回轉

水車始動後同期速度附近では極めて
緩やかに速度の加減が出来る様ガバナ
ー・モートルの減速比は普通よりも多く



してある。然しこうしても
エツシャーウイス式調速機
は發電機が連絡線に接続さ
れてからはガバナー・モ
ートルが全負荷の位置に到る
迄に餘り時間を要しない構
造になつて居る。

同期速度檢出裝置

是は發電機側の周波数が連絡線側の
周波数の 99.2% 以上 100.8% 以下の
時のみ油入遮斷器が入り得る様に電氣
的回路を作るもので、此の間に別に設
けられた位相繼電器が働けば油入遮斷
器は入るのである。

自働起動防止裝置

起動は常に親發電所に居る制御者の
意志に委せられる様になつて居る。例
へば運轉中水槽水位の低下の爲め一時
運轉を停止し、暫くして再び水位が恢
復したとするも絶対に自働起動はしな
い。

交流制御電源瞬時的低下の際運轉停 止の防止裝置

制御電源は交流側から取つて居るが
何等かの故障の爲め瞬時的に電壓が低
下しても運轉を停止しない。

油入遮斷器再閉路防止裝置

起動の際油入遮斷器が閉路線輪によ
つて一度閉路すれば例へ開路するも始
めから起動を繰り返さなければ再び閉
路しない様になつて居るから意外な時
に閉路する事はない。

油 壓 繼 電 器

壓力目盛があるから調整
値の點檢が便利である。

軸承溫度繼電器

溫度目盛があるから自由
に調整出來而も其の點檢が



第 3 圖 同期速度檢出裝置の外形及び内部

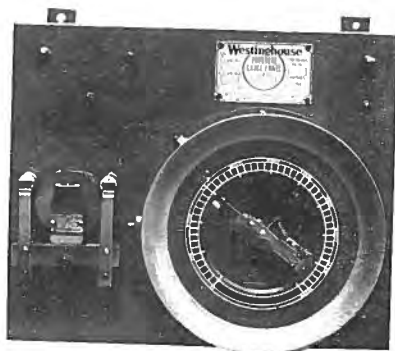
便利である。

手 動 起 動

必要に應じて手動起動も、電氣的手
動起動も、負荷の加減も出来る。自働
運轉停止が此の自働發電所内で出来る
ことは勿論である。

保 護 装 置

保護装置は之を大別して三種類に別つ事が出来る。即ち電壓の抑制、一時的停止、及び閉鎖である。



第 4 圖 油壓繼電器 (63)

電 壓 の 抑 制

- (1) 交流側電壓が過大となり交流過電壓繼電器 (59) が働いた場合
- (2) 勵磁機電壓が過大となり直流過電壓繼電器 (45) が働いた場合
- (3) 停止の際交流低電流繼電器 (37) が働いた場合

以上三つの場合に界磁變更接觸器 (93) を落して勵磁機の界磁回路に抵抗



第 5 圖 軸承溫度繼電器 (88)

を挿入して電壓を低下させる。

一 時 的 停 止

- (1) 水槽水位が豫定値以下に降下し浮動開閉器 (IF₂) が接觸を閉ぢた

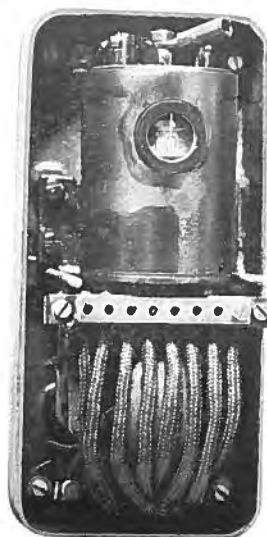
場合

- (2) 連續過負荷で發電機が過熱し交流溫度繼電器 (49) が働いた場合
- (3) 送電系統に短絡故障が起つて交流過電流繼電器が働いた場合
- (4) 過速度となり、速度繼電器の過速接觸 (12) が接觸を閉ぢた場合
- (5) 送電線の一線切斷等の爲め電流が不平衡になり衡相繼電器 (46) が働いた場合



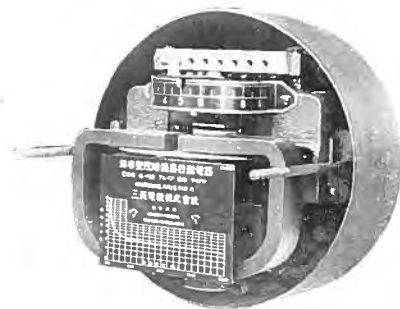
第 6 圖 水槽の浮動開閉器 (LF₂)

以上五種の場合には主幹繼電器 (3) を落とし更に水車起動停止用電磁石を落して水車を停止させる。是等の故障が恢復し次



第 7 圖 RA 壓交流溫度繼電器 (49)

第何時でも親發電所から起動する事が出来る。



第 8 圖

CO 型交流過電流繼電器 (51)

閉 鎖

- (1) 油壓が豫定値以下に降下し油壓繼電器 (63) の低壓接觸が閉ぢた場合
- (2) 軸承油の循環が停止しグラビテイー・タンク中の浮動開閉器 (912 p) が働いた場合
- (3) 推壓軸承油槽の油面が低下し其の中の浮動開閉器 (912q) が働いた場合



第 9 圖

PD 型速度繼電器 (12, 13, 14)

- (4) 發電機に内部故障が起り、差働繼電器 (87) が働いた場合
- (5) 軸承が過熱し軸承溫度繼電器 (88) が働いた場合
- (6) 發電機の勵磁回路が切斷されるか、或は勵磁電流が著しく減少して界磁故障繼電器 (40) が働いた

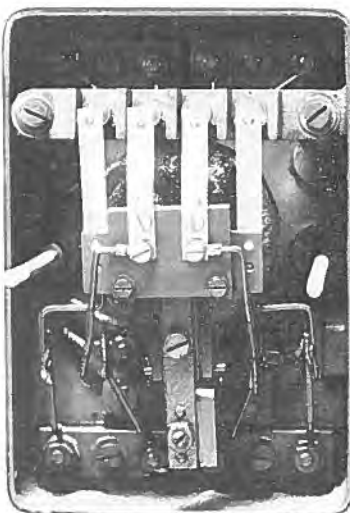
場合

(7) 起動時間が豫定以上かゝり起動保護としての限時継電器 (62) の (62p) 接觸が閉じた場合
以上七種の場合は閉鎖継電器 (30) を



第 10 圖
CQ 型衡相継電器 (46)

働かせ尚ほ表示器で夫々故障個所を示す。閉鎖継電器は主幹継電器 (3) の回路を切斷するから水車起動停止用電磁石は落ち、直ちに運轉を停止する。而



第 11 圖
MC 型主幹継電器 (3)



第 12 圖
推壓軸承浮動開閉器 (912q)

して人爲的に故障を修理してから閉鎖継電器を元の位置に戻してやらなければ再び起動しない。上記の内 (4) の發電機内部故障の場合は閉鎖継電器と同時に油入遮斷器を開放して故障の擴大を迅速に防止する。

起 動

連絡線勵磁

親發電所で連絡線の油入遮斷器を

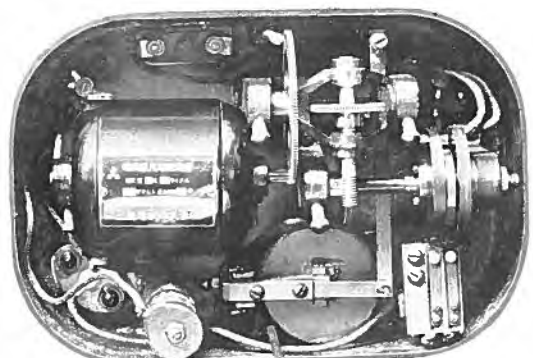


第 13 圖 CO-L 型差動継電器 (87)
閉路すれば調整機油壓唧筒用電動機 (911M) 及び軸承油循環唧筒用電動機

(912M) が運轉する。水槽の水位、油壓、グラビティ・タンクの油面等が充分にあり、速度継電器が始動前の位置にあれば先づ主幹継電器 (3) 及び (4) が働く。

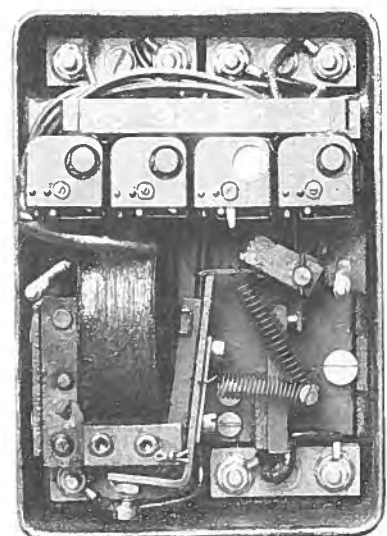
水 車 始 動

水車起動停止用電磁石 (65) が續いて働き水車主瓣を開く。尚ガバナー・モートル (15M) は導水瓣を閉ぢる方向に廻轉する。而して無負荷で格定速度の約 95% になる開度の位置で極限開閉器が働き廻轉を停める。此の極限開閉器は、水車主瓣全開の位置にある極限開閉器が働けば水車始動用電磁



第 14 圖 GK 型電動型限時継電器 (62)

石 (65 a) が働いて導水瓣を開き水車は始動する。此時油壓唧筒用補助水車



第 15 圖 JL 型閉鎖継電器 (30)

及び軸承油循環唧筒用補助水車は停止する。



第 16 圖
CV-G 交流限時繼電器(41Z)

界 磁 勵 磁
斯くて同期速度に近付 けば速度繼電器の接觸 (18) 閉ち、始動用電磁石

(65a) の回路を切斷し、水車はガバナー・モートルの位置による速度に變更される。此際勵磁機の界磁回路の抵抗を短絡して直流電壓の發生を早からしめて居たのを普通状態に戻す。夫から限時繼電器 (41 Z) によつてしばらく經過してから發電機を勵磁する。

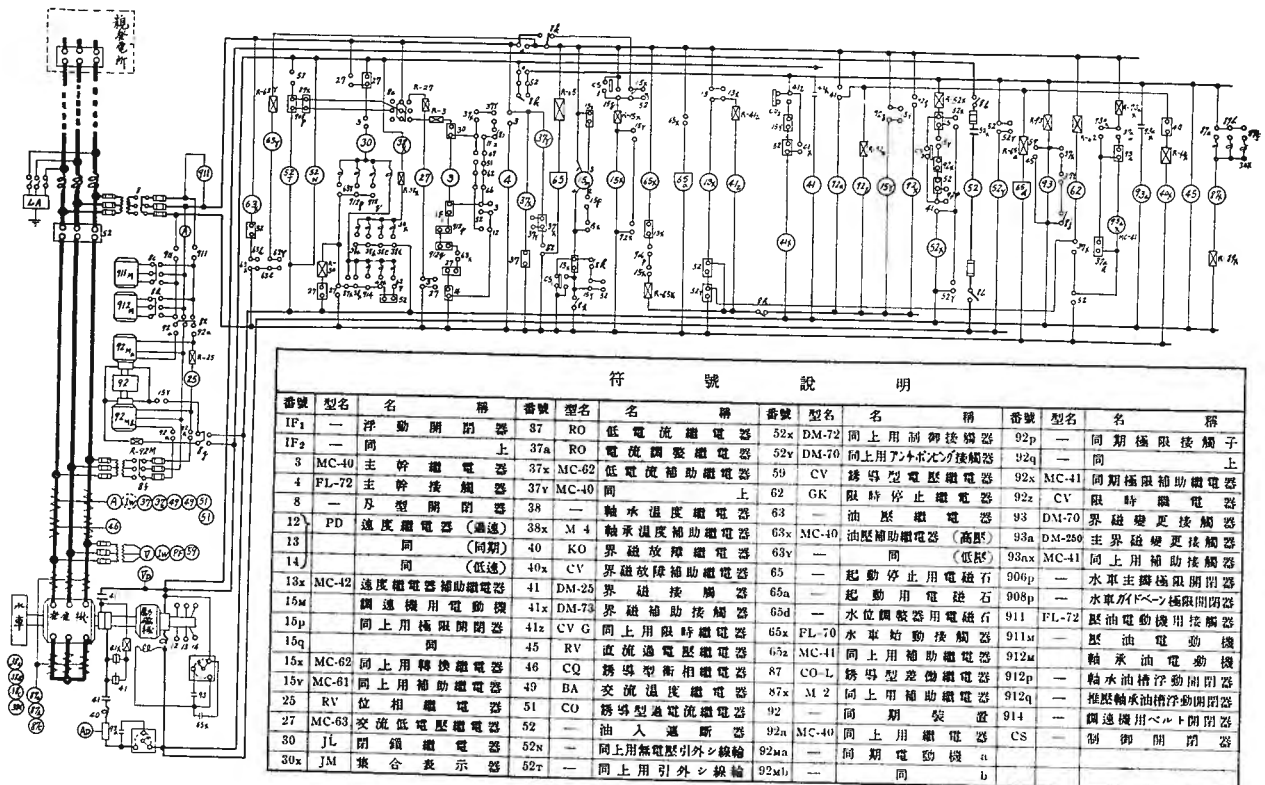
同 期 檢 出
續いて同期速度檢出裝置の二臺の同期電動機を夫々連絡線側及び發電機側の電壓で廻轉させる。尙ガバナー・モートルによつて水車の廻轉を徐々に上昇させる。而して發電機の周波數が連絡線の夫れの約 99.2 % 乃至 100.8 % の範圍で位相が合致せんとする少し手前で位置繼電器 (25) が働いて油入遮斷器 (52) を閉路する。

水車負荷をさる

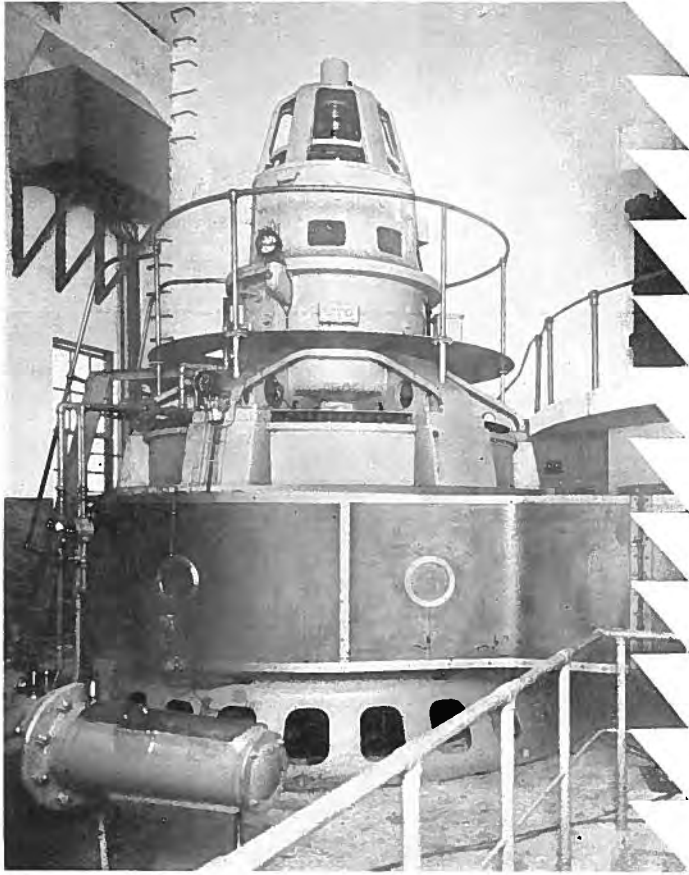
油入遮斷器閉路後ガバナー・モートルは續いて全負荷の位置まで廻り、尙水位調整器によつて水車は徐々に負荷をさる。

停 止

親發電所で連絡線の油入遮斷器を開放すれば低電流繼電器 (37) は瞬時的に主幹繼電器 (3) 及び (4) を落して水車起動停止用電磁石 (65) を落し、尙界磁變更接觸器 (93) を落して勵磁機の界磁に抵抗を挿入し過電壓を防止する。導水弁は直ちに全閉して油入遮斷器を開き、更に界磁接觸器を開き、主弁は徐々に閉ちて最後に油壓制動機を働かして水車を少時間の間に停止させる。尙油壓並びに軸承循環用の兩補助水車は何時でも起動に應じられる様にしてある。



第 16 圖 接續略圖及符號説明表



五味自働水力發電所用 同期發電機

交流機設計係 楠 瀬 康 雄

運轉費用の節約と運轉操作の簡約確實を目的とした水力發電所の自働化は目下の大勢であり、従て其の自働操作器具は最近急激に發展し、小は數百キロの發電機から大は數萬キロの發電機に至る迄極めて簡單且つ安價に自働化し得る様になつたのである。而も自働器具、特に繼電器類の進歩は營に大容量發電機の自働運轉を可能ならしめたのみでなく、更に手働の場合に比して遙かに優れた運轉成績を擧げるこ

そを得しめたのである。

以下我社最近の製作になる京阪電鐵五味自働水力發電所用發電機に就て其の二三の要點を説明し様と思ふ。

發電機の概要

容量 1,800 キロヴォルト・アムペア——力率 80 パーセント——電壓 3,300 ヴォルト——周波數 60 サイクル——回轉數 277 (毎分)——極數 26——堅軸——DA 型——保證能率 94.8 %、全負荷 80% 力率に於て——保證溫度上

昇 45°C 固定子、50°C 廻轉子——フライホキール・モーメントム 188,000 封度呎² (WR²)——最大輸送重量 15 噸——上部ブラケットの許容支持力 90 噸——軸受滑油系統セントラル・オイリング・システム——推力軸受キングスベリー型 (オイル・サーキュレーティング、セルフ・アライニング型)——固定子單一鑄鐵フレーム、高硅素薄鋼心、A 級絶緣二層捲線——廻轉子薄鋼板成層型——スパイダー薄鋼板成層ダムバー付極——ブレーキ油壓作働式。

信 頼 度

工 作 本機の様な自働發電所用機械に於てはボルト一本に對しても深い注意が拂はれて居なければならない。之が爲め其の使用材料及び之を製作する工具、工作機械の選擇には大いに留意し、例へば固定子鐵心用の鋼板、固定子捲線の絶緣、廻轉子成層組立等に對しては充分注意を拂ひ信頼度の高いものを製作する様に努力した。

据 付 一般發電所に於ける發電機の据付が極めて重要であることは云ふ迄もないが、特に水力發電所に於ては土木工事の大きな點からして一層注意を要するものである。従て其の据付の難易は自働水力發電所建設の一大眼目となるべきものである。本機は此の點を充分考慮し、その設計に特殊の方法を用ひて居る。即ちセンターリングを正確にするため下部ブラケットはベアリングと同一の鑄物とし、工場下部ガイド・ベアリングを取付ける裝置を施し、現場ではフレームとベースとを正確に合はしめれば軸は自ら正確にセンターリングする様になつて居る。

又ベース・リングは第 1 圖に示す通り下方を圓錐狀に開かせて居るから、

そのベアリング・キャパシチーを大きくするこゝが出来、従て据付の狂ひを生ずるこゝが無く、又据付に際しても



第 1 圖 下方を圓錐狀に開かせてベアリング
キャパシチーを大きくしたベース・リング

其作業が全く外部にある基礎ボルトによつて簡単に加減するこゝが出来、特徴をもつて居る。尙ほ固定子フレームを特に單一鑄物としたのは据付作業を簡単にせんが爲めに外ならないのである。

運 轉 運轉に對する信頼度は主として補器類、繼電器類、特に自働保護裝置の機能によつて充分保證されて居るが、發電機自身にしてもそのエーゼンから來る狂ひの絶対に無い様材料を精選すると同時に人工的にエーゼンを行ひ、仕上げ、嵌り込み等は元より、總ての締付け裝置等が運轉中に假想するこゝの出来る振動、衝動によつて絶対に緩まない様な方法を施して居る。例へば廻轉子の磁極用コイルの取付け、磁極をスパイダーに取付ける裝置等を特に高速度機に採用する方法に據つて取付けた事等その一例である。

運轉の骨子ともなるベキルブリケーションはグラビティー・タンク及びスラスト・ベアリング・ボット中に浮子開閉器を裝備し、ガイド・ベアリングは各々オーバー・フロー及びオイル・レザーバーを有して居り、グラビティ

・タンクの容量と相俟つて如何なる場合にも絶対にベアリング・オイルを切らず様な機會が無い。又運轉停止の

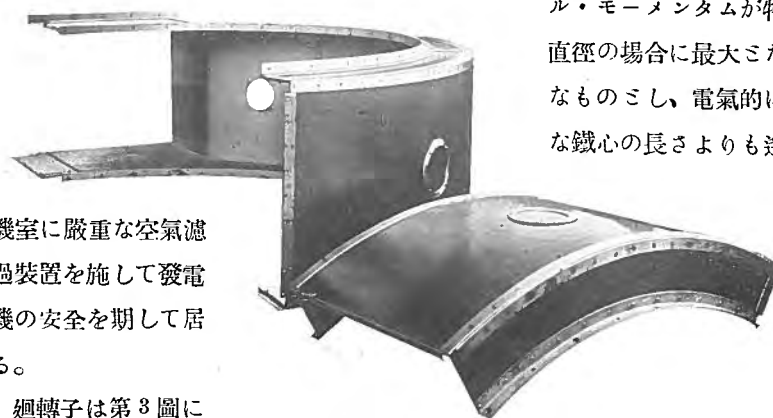
際は正確に一分間で廻轉子を止めるブレーキがあるから低速度で長く廻つてスラスト・ベアリングを焼く様な心配が絶対にない。尙スラスト・ベアリングは特に水冷管を裝備して居る。

通 風 通風は發電機室の空氣孔に設置した空氣濾過網を通して外氣を吸入し、發電機廻轉

子のファン及びエンクロージング・エンドベルに依つて各部へ充分に冷却氣を送り込み、チャンネル型の風洞を通じて發電機室

外へ吐き出されて居る。當發電所は所在地の關係上、夜間、發電所の電燈を目がけて集つてくる虫類が極めて多く、之が爲め

發電機のエアー・ダクトは虫の爲めに全く塞がれる恐れがあるから特に發電



第 2 圖 固定子のチャンネル型風洞

機室に嚴重な空氣濾過裝置を施して發電機の安全を期して居る。

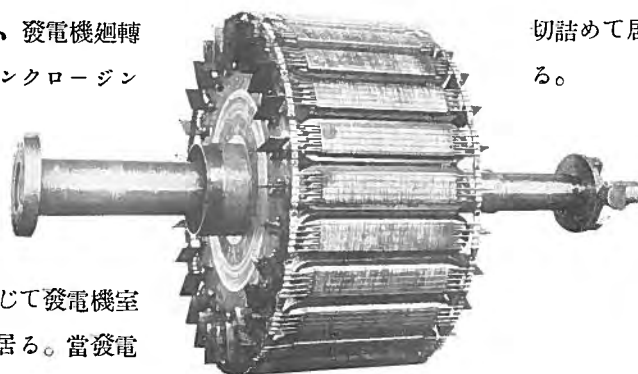
廻轉子は第 3 圖に示す通り太鼓形であるが、鑄鐵又は鑄鋼製のフライ・ホキール型のものに比べてそのバランシングが非常に良好であ

る。而も組立後特にスタチカル及びダイナミカルのバランシングを行ひ平滑な運轉をなさしめて居る。

安 定 度

運轉中に於ける安定度は一つに原動機の特性に依るものであるから本機に直結せられて居る三菱造船所製水車のガバナーの感度及び動作の正確を期すると同時に各部の適合といふこゝに特別の考慮をめぐらして居る。

即ち水車の速度調整の如きも必要以上に小さくし、負荷の變動に對する速度の變動を切詰めて居る。



第 3 圖 太鼓型廻轉子
ダムパー・ワインディング軸等を示す

發電機廻轉子の如きは第 3 圖に示す様に極めて頑丈なものでフライホキール・モーメントが特定の直徑の場合に最大となる様なものとし、電氣的に必要な鐵心の長さよりも遙かに

長く製作して居る。又電氣的にその漏洩リアクタンスを出来るだけ小さく

し、短絡レシヨを出来るだけ大きくしたことは、大きな断面を有し、而も抵抗の極めて低いダムパー・ワインデ



第4圖 勵磁機ヨーク

イングミ相俟つて發電機の同期化トルクを増大して居るに同時に、著しく安定度を増して居る。

自勵發電所發電機の勵磁は定勵磁式であるから、負荷の變化に對して力率が變化し、其の結果兩者の影響を受けて能率が著しく低下し、水車出力に對する發電機のキロヴォルト・アムペアが増加して不安定状態を惹起するこゝがある。本發電機では此點に留意し、勵磁電流は二段に自働的に變化する様なリレー・システムを採用して不安定状態を惹起するこゝが絶対にない様に設計してあるから、從て電壓變動率の如きも過飽和状態にならない範圍内で出來得る限り小さな値をこる様になつて居る。

特 性

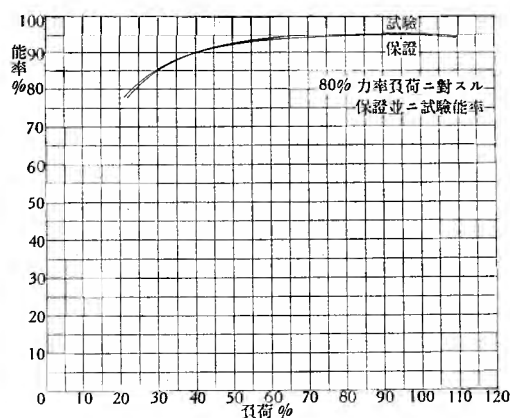
能 率 本機の保證能率は80% 力率に於て全負荷の場合 94.8% $\frac{3}{4}$ 負荷の場合 94.3% $\frac{1}{2}$ 負荷の場合 92.8% であるが、實際の試験成績に於ても設計上算出したものゝ殆んど同一の値を

得たのである。但し低負荷及過負荷の場合に多少の低下はあるが夫も極めて僅少である。能率曲線は大體第6圖に示す様に極めてフラットなもので設計



第5圖 勵磁機電氣子

試験の至りも同圖に示す様な結果を得たのである。



第6圖 能率曲線

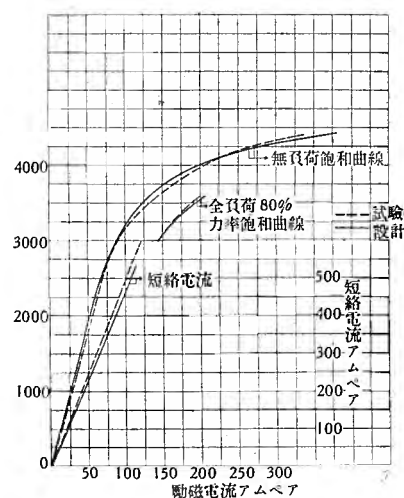
電壓變動率 本機は自勵電壓調整器を備付けて居ない關係上發電機の固有電壓變動率は水車の速度變動率と同じく出来るだけ小さくせねばならないが、然し電壓變動率の方で磁氣回路を餘りに飽和さすまいふこゝは前述の力

率ミ負荷ミの關係に於ける不安定度を増加せしめるこゝなるから之を避けねばならない。故に 16.5% 程度の試験結果になる様に設計してある。

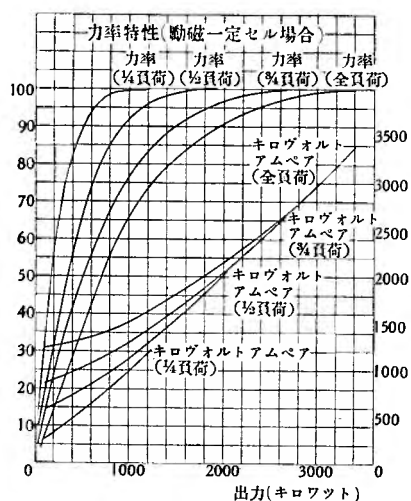
無負荷飽和曲線、短絡電流 大體に於て算定通りになつて居り、豫想通りの特性を確實に保有せしめるこゝを得たのである。第7圖はその試験ミ設計ミの比較を示したものである。

力率特性 五味發電所の容量はその親發電所に比べて著しく大きい關係上、本發電機の力率の變化は直ちに親發電所並に送電網に大きな影響を及ぼすものであるから力率特性も亦極めて重要なものである。第8圖は力率曲線を示したものである。

本發電機は前述の様に自勵發電所用發電機として定勵磁を要求せられて居るから若しあらゆる負荷に對して不變の勵磁をする時は圖に示す様に負荷の大小によつて發電機出力の力率は相當大きな範圍に變化し、發電機の負荷の大きな場合には親發電所並に送電網中にある小發電機は著しい低力率を強要せられるこゝなる。之は明かに送電系統の安定度を低下する。此點を考慮し本發電機は單一の定勵磁とせず、或



第7圖 飽和曲線



第 8 圖 力 率 特 性 曲 線

負荷以下に於ては繼電器を働かしめて勵磁電流の値を變へる様に設計したのである。即ち二種の異つた勵磁を以て定勵磁をやつて居る譯である。従て餘り極端な力率の變化はない。

溫度上昇 固定子用の絶縁は當社式が特に製作するマイカルタ・ラツバーの A 級絶縁である。導体の配列によつて負荷損を低下したこゝ、コイルの冷却面積を充分大きくしたこゝ、固定子コアはハイシリコンのトランスフォーマー・シートを採用したこゝ等は上記のマイカルタ・ラツバー絶縁がエアー・スペースを除いたが爲めに熱の傳導率を著しく増加したこゝ、共に固定子の溫度上昇を著しく下けて居るのである。

廻轉子コイルに於てもそのエツヂワイズを捲いた外縁を直接冷却氣に暴露せしめて居るから同じく溫度を低下して居る。

ベアリング等の機械的部分はルブリケーションに必要な以上の潤滑油を各ベアリングのオーバー・フローから流

し、その油は下方のタンクに於て水によつて冷却されるし、又ベアリング・サーフェイスやプレシユアは堅型發電機用ベアリングについて數回實驗したデータを基礎として設計したものであるから總て良好な結果を得て居る。

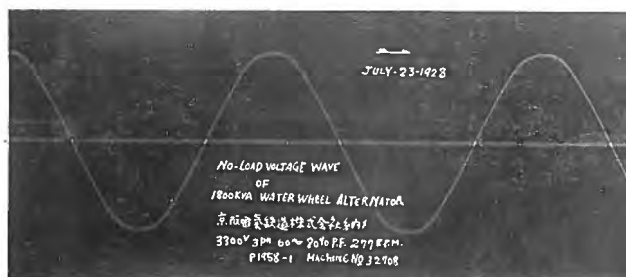
同期化特性 本發電機は別稿に説明してある様に自動同期檢定器を裝備して居る關係上、從來の様に同期化の際にダムパー・ワインディングのみに依る様な事はなく、總ての場合ラインと同相、同速度に殆んど合致して同期化するものである。即ち自動裝置のメカニズムから避けるこゝの出来ない極く僅かの狂ひを以てスキッチ・インされるからダムパー・ワインディングのみに依る場合に比較して話にならぬ程小さなラツシュ・カーレントしか取らない。即ちダムパー・ワインディングは單に安定度を増す爲めに付けたものに過ぎないが、同期化の際は此のダムパー・ワインディングが著しく之を助けるのである。尙水車のスピード・ライズを適當に調整したこゝ、發電機廻轉子のフライホキール・モーメントムを大ならしめたこゝは同期化の際の速度急轉を全く無くして居る。

ヴォルテージ・マッチング・デバイ

スは操作を簡單にするため之を省略して居るが、之は要するに 3,800 ヴォルトの線路電壓は一定して居るものゝ考へたのであつて、若し同期化の瞬間に電壓の變化が起れば之による横流が起る譯で、此際も低抵抗の上記ダムパー・ワインディングはそのトランスフォーマー・フラックスに對して著しいチョーキング・エフェクトを持つて居るのである。

波 形 低速度の極数の多い機械でダムパー・ワインディングを有して居る極のものとは一体に著しく波形を悪くするものであるが、本機は特にボールチップの形を考慮し、加ふるにスロット・パー・ボール・パー・フェースを端數とした爲め、その數を増加したのゝ同一結果となり、圖に示す通り波形は著しく改良されて居るのである。

以上その構造について述べ來つた本機は全自動水力發電所用發電機として當社が數年來研究し來つた所のものを實施した最初の發電機であるが、幸ひ豫想以上の好成績を納め得て、今後大容量の全自動發電所發電機を製作し得る充分なる自信を我々に與へて呉れたのである。



第 9 圖
發 電 機 波 形 オ ッ シ ロ グ ラ ム



京阪電鐵五味發電所 自働式水車に就て

三菱造船株式会社神戸造船所 山川 政 雄

自働發電所用水車としては特殊の型式のものがあるのではなく、型式及び臺數等は落差水量（湧水の程度を考慮す）其他地勢等に依つて決定すべきもので此邊は手働發電所と同一であるが、唯起動停止及び保安等を繼電器の制御によつて自働的に順序よく操作する爲めの器具が別に附屬されてゐるに過ぎないのである。

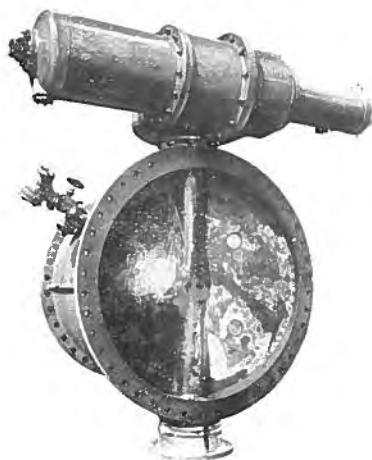
自働裝置用電機器具の操作には親發電所から送られた電力を用ふるか、又は自働發電所内に設備せられた蓄電池の電力を用ひるかであるが、水車附屬自働裝置用器具の操作には電氣器具の操作と關聯して油壓を用ひる。此油壓は調速機に用ひられるものを其儘使用するのであつて、各種補助ヴァルブ類の開閉、主弁の開閉、制動機其他に廣

く用ひられる。

以下京阪電鐵五味發電所に弊社が納入した自働發電所用豎軸水車に就て少しく説明を試みるこゝにする。

水車の設計要項

有効落差 65 呎



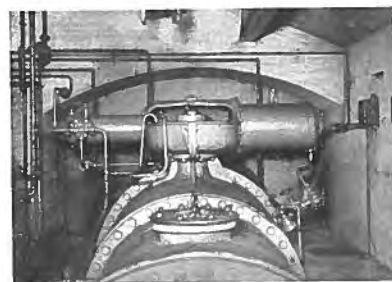
第 1 圖 水 車 主 弁

最大出力 2,470 馬力
速度 277 回轉毎分
型式 豎軸單一スバイラル
フランシス型

1,800 K.V.A. 交流發電機直結

主 弁 主弁は蝶型で内徑は 1,800 耗である。此弁は水壓及び油壓共用のサーボ・モーターに依つて開閉される。即ち閉り側には水壓を用ひ、開き側には油壓を用ひる様になつて居るから、油壓が或る機會に皆無なる事があつても主弁を完全に閉鎖する事が出来る。尙水壓側シリンダーには絶えず水壓を送つて居る様にしてあるから、主弁の開閉には單に油壓側サーボ・モーターに油壓を出入せしめればよい。

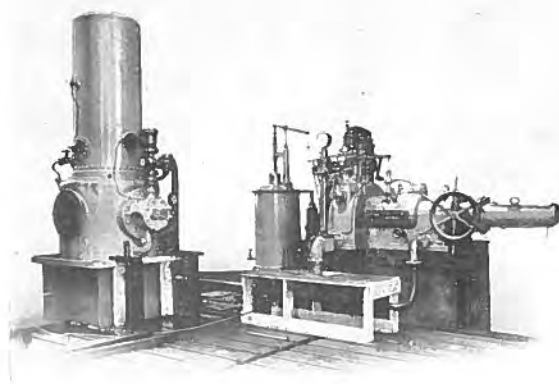
油壓 200 封度の時主弁の全開に要する時間は約 30 秒で、水壓に依る閉鎖時間は約 40 秒である。此主弁には特



第 2 圖 水 車 室 内 主 弁

殊の設計の補助弁が裝置され、主弁が完全に閉鎖した時制動機の油壓シリンダーに油壓を送る様にしてある。又水壓シリンダーにも特殊の設計の補助弁が裝置され、主弁が閉鎖すれば補助水車の入口弁が開き補助水車は起動する様にしてある。

油唧筒 第 3 圖に示すもので我社標準 5000 型である。二段齒車式を採用し、最大油壓は 16 キログラムで、15 馬力誘導電動機に依つて運轉せられて居る。油壓は自働裝置の操作、調



第 3 圖
5000型 油 唧 筒 と V 1800型 調 速 機

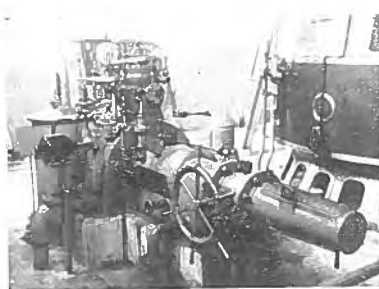
速機の動作、主弁の開閉、制動機の動作等に使用されるから空気槽は特に大容量のものを使用してゐる。アンローディング・ヴァルブを有し、常用油圧は 200 封度で、此油圧に達すれば水車は起動を許され、160 封度に降下するに繼電器が働いて水車を停止する様にしてある。此の油圧繼電器にはダイヤル・ゲージ式のものをを用ひ、ピストン型のものは用ひてないからリレーが幾キログラムで働くかは一見して分る。尚ほ其働く油圧を調整するにも容易であり、且つ正確に之を行ふことが出来る。

調速機 調速機は我社標準 V1800型で、油唧筒と共に發電機室に置かれてゐる。サーボ・モーターは差動式で小シリンダーには絶えず油圧を送つて置き、大シリンダーに油圧を出入せしめて導翼の開閉をする様になつて居る。

アクチュエーターはエツシャーウィス社 1925 年型のもので最新式のものである。調帯が切斷した場合に働く自働停止装置が設けられてゐるから、特に調帯が切斷した場合に働作する保護装置を設ける必要がない。自働用として特に起動装置が設けられてゐる。此装置は單に母螺を調整する事に依つて

起動時に於ける導翼の開きを自由に制限し、水車速度上昇の程度を自由に調整する事が出来る様になつてゐる。又調速機には速度調整用の交流電動機を具へ、起動の際水車の速度を極めて緩やかに昇降せしめて、發

電機を送電網中に並列に入れる時に生ずる突入電流を極めて小ならしめる様にしてある。これは五味自働發電所の容量が 1,800 キロヴォルト・アムペアであるのに親發電所が 1,500 キロヴォルト・アムペアといふ小容量である爲めである。



第 4 圖
發電機室に置かれた V 1800 型調速機

水車の起動は先づ起動装置に依つて水車を起動せしめ、速度が上昇して規定速度近くになつた時起動装置を切り放して調速機に移し、電動機に依つて緩やかに速度を昇降せしめ並列に入るに便ならしめるのである。

同期装置としては二個の同期電動機を用ひて一は送電網に、一は自働發電所の發電機に連結し、此兩電動機に加へられる周波数の爲めに生ずる兩電動機の回轉數の差に依つて特殊の制限接觸器を動作せしめ、これに依つて速度

調整用の電動機を運轉し、水車速度を昇降せしめて速度が合致した瞬間主油入遮斷器を閉ぢて並列に入れる様にしてあるのである。

調速機には水位調整機が取り付けられ、流量に應じて水車負荷を制限する。此水位調速機には空氣式を用ひて居る。

軸承給油装置 軸承給油は發電機共用の油系から供給される。即ち發電機室に備へられたグラビティー・タンクから重力に依つて油を水車及び發電機の各軸承に供給し、各軸承を出た油は水車室に在る油槽に集められ、電動油唧筒に依つて再びグラビティー・タンクに送られる。此途中油は冷却水中に在る蛇管を通つて行く様になつてゐるから冷却された油がグラビティー・タンクに送られる譯である。

各軸承にはダイヤル型の溫度繼電器が具へ付けられて居て、軸承の溫度が 70°C になつた時働作する様に調整してある。

グラビティー・タンク及びスラスト・ベアリング油槽内には夫々浮子開閉器を設け、油面が降下した時動作して水車を停止する様にしてある。

補助水車 本自働發電所には別に小さな水車によつて運轉される油唧筒を具へて居て、水車停止時には自働的に起動して夫々空氣槽及び軸承給油用グラビティー・タンクに油を供給し、空氣槽内油壓及びグラビティー・タンク内油面を常に規定通りに保たしめて居る。第 5 圖は此装置を示したものである。中央は油槽で此中に油唧筒が置かれ、右側に在るのが小水車で、此軸には 2 個の油唧筒が連結され、1 個は空氣槽に、他はグラビティー・タンクに給油して居る。此小水車は水車が起

動すれば自動的に停止する様になつて居る。

配油弁 水車の自働装置は油壓に依つて操作する様になつて居るから此油壓を供給する爲め各種の補助配油弁が具へられてゐる。第6圖は此等の配油弁を示したもので、夫々電磁石に依つて働かせられる。



第5圖 軸 承 給 油 装 置

中央は油槽、右側が小水車、左側が電動機で油槽中の油唧筒が之等に直結されてゐる

操 作 順 序

今本自働水力発電所の水車自働装置の操作順序を簡単に説明すれば、先づ水車停止時に於ては主弁は水壓に依つて閉鎖せられ、水壓シリンダー中に在る(310)なる補助弁の働きに依つて補助水車の入口弁は開かれて居るから、補助水車は運轉して空氣槽及びグラビティー・タンクに油を送り、空氣槽内壓力及びグラビティー・タンク内油面を規定に保たしめる。

又調速機用電動機は水車が全負荷を負ふ位置に調速機配油弁を持ち來し得る様な箇所で停止してゐるが、(65)が無勵磁にされて居るから、調速機配油弁は其給油口を調速機サーボ・モーターの閉り側に通する様な位置に置き、水車導翼は油壓に依つて閉鎖されてゐる。

親発電所で水車を起動せしむべく回路を閉ぢるこゝ、調速機用油唧筒及び軸

承給油用油唧筒は夫々電動機に依つて運轉を開始し、補助油唧筒と共に空氣槽及びグラビティー・タンクに油を送る。然し空氣槽内の油壓も、グラビティー・タンク内の油面も、補助油唧筒の運轉に依り既に規定に保たれ、夫々油壓繼電器の上部接觸子及び浮子接觸子が閉路して居るから、他の保護装置が完全に復歸して居れば、主幹繼電器(4)が接觸して調速機用電動機(15M)の廻轉を開始し、水車の速度が規定廻轉速度の95%位に落付く所へ配油弁を持ち來らして停止する。

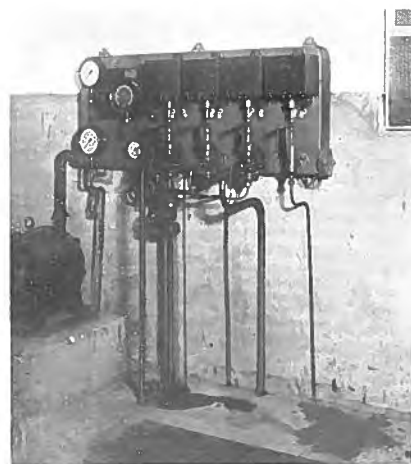
これと同時に主弁用電磁石(65)が附勢せられ、之れに連結してゐる補助配油弁が働いて油壓回路を構成し、主弁用サーボ・モーターの油壓シリンダーに壓力油が送られ、水壓シリンダー中の水壓に抗して主弁を開く。主弁が少し開けば制動機用補助弁が働いて制動機は緩められ、又水壓シリンダー内に在る補助弁に依つて補助水車の入口弁を水壓に依り閉鎖するから補助油唧筒は停止する。又(65)と同時に(65b)が附勢せられ、今迄其給油口をサーボ・モーターの閉り側に通する様に置かれてあつた調速機配油弁を調速機アクチュエーターの動作に従ひ自由に動作し得る様に復歸する。主弁が全開の近くの位置に達した時制限接觸子が働き又調速機用電動機の制限接觸子が閉路すれば起動装置用電磁石(65a)が附勢せられ、水車ガイドベーンは豫め調整せられた位置迄開かれ水車は緩やかに起動する。

而して水車が次第に回轉數を増して規定速度の近くに達した時繼電器が働いて(65a)を無勵磁にし起動装置を開放する。此時水車の速度は調速機が働き得る範圍迄上昇して居るから調速機

は働く。

且つ電動機に依り配油弁が規定速度の95%に相當する位置に持ち來たされて居る爲め水車速度は降下し265回轉前後の所にて落付く。

發電機は勵磁を受けて電壓を生じ此電壓が或る値に達すれば二個の同期電動機の一は送電網の電壓を他は發電機電壓を受けて廻轉し、又速度調整用電動機は廻轉して水車の速度を緩やかに上昇する。發電機の周波數と送電網の周波數とが殆んど一致し二個の同期電動機の速度が殆んど等しくなつた時特殊の設計に成る接觸子が接觸して主油入遮斷器を閉ぢ發電機を並列に入れる。然る時は電動機は調速機配油弁を水車が全負荷をこり得る位置迄持ち來し、且つ水位調整機が働いて流量に相當した荷重を負ひ運轉状態に入る。



第6圖 配 油 弁

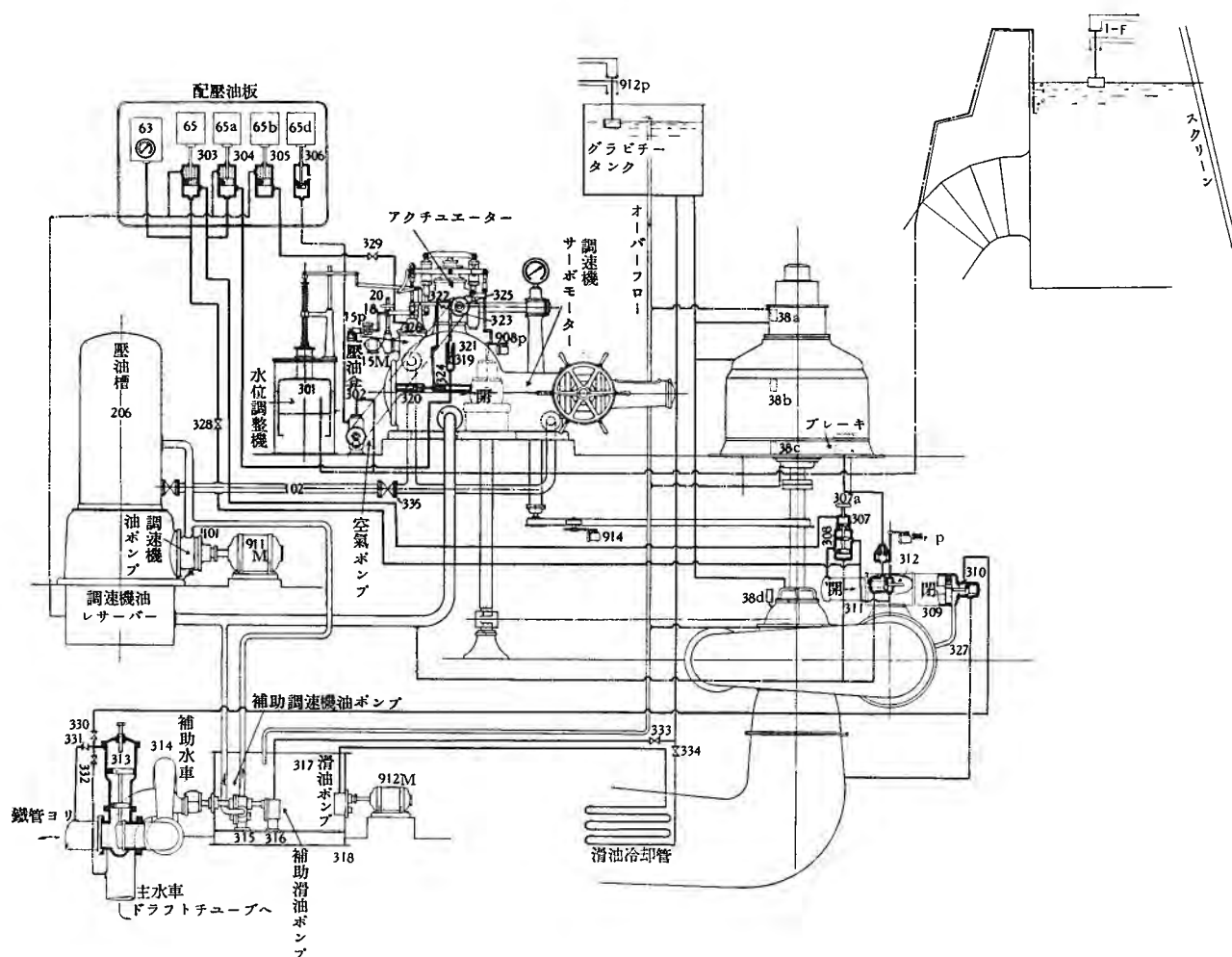
此同期方法はスピード・リレーに依つて主油入遮斷器を入れるが、發電機を無理に送電網中に引き入れる從來の方法に比べて並列時に生ずる突入電流が極めて小さく非常な好成績である。又親発電所の制御回路を閉ぢてから並列に入る迄に要した時間は僅かに1分36秒である。

三 発 電 機

自働発電所を停止せんとするには親発電所で制御回路を断つか、又は各種の保護装置が働いて自働装置用電磁が電源を失へば、先づ调速機は短時間にガイド・ベーンを閉ぢ、之に續いて

主弁も閉鎖する。主弁が閉鎖すれば制動機用配油弁が働いて制動機を作用せしめ水車を停止し、又補助水車を起動せしめて補助油唧筒を運轉し次の起動を待つのである。自働装置用電磁石

(65)が電源を失つてから水車が停止する迄に要する時間は約 1 分 32 秒である。



第 7 圖 水力自働発電所自働装置操作説明圖

符 號	名 稱	符 號	名 稱	符 號	名 稱
63	油 壓 繼 電 器	308	配 油 弁 (主弁用)	324	ス ト ッ パ 一
65	起 動 及 停 止 用 電 磁 石	309	水 壓 シ リ ン ダ ー	325	接 調 速 機 配 油
65a	起 動 機 用 電 磁 石	310	案 壓 シ リ ン ダ ー	326	速 機 壓 合
65b	調 整 機 用 電 磁 石	311	制 動 機 用 配 油 弁	327	水 接 ハ ャ ン 機 用 極 限 開 閉 器
65d	水 位 調 整 機 用 電 磁 石	312	補 助 水 車 油 唧 筒	18	同 主 弁 用 機 用 極 限 開 閉 器
101	油 圧 主 機 軸 上 水 空 配	313	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	20	調 速 機 油 槽 子 閉 器
201	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	314	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	15M	主 機 油 槽 子 閉 器
38	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	315	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	15p	主 機 油 槽 子 閉 器
I-F	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	316	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	906p	主 機 油 槽 子 閉 器
301	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	317	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	908p	主 機 油 槽 子 閉 器
302	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	318	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	912p	主 機 油 槽 子 閉 器
303	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	319	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	914	主 機 油 槽 子 閉 器
304	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	320	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	911M	主 機 油 槽 子 閉 器
305	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	321	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒	912M	主 機 油 槽 子 閉 器
306	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	322	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒		
307	油 壓 主 機 軸 上 水 空 配	323	軸 承 滑 油 用 補 助 油 唧 筒		

電氣化學工業用直流電源 に就て

廻轉變流機設計係 丸 山 肇

電氣化學工業は其種類が極めて多く且つ規模が大小區々であつて、從て之に使用する直流電源も其場合に應じて色々な方式に分れるのは當然である。然し乍ら天体に於て此種の機械に於て要求される所の通有性特質は次の様である。

1. 電壓が比較的低く電流が比較的多いこと。
2. 電壓加減の必要があること。
3. 負荷が長時間繼續すること。
4. 能率及び力率が良いことを一層切に要求すること。

之等の要求を満たすものは原動機直結發電機、電動發電機、廻轉變流機、及び水銀整流器であるが之等の適所及び長短に就いて簡単に説明して見よう。

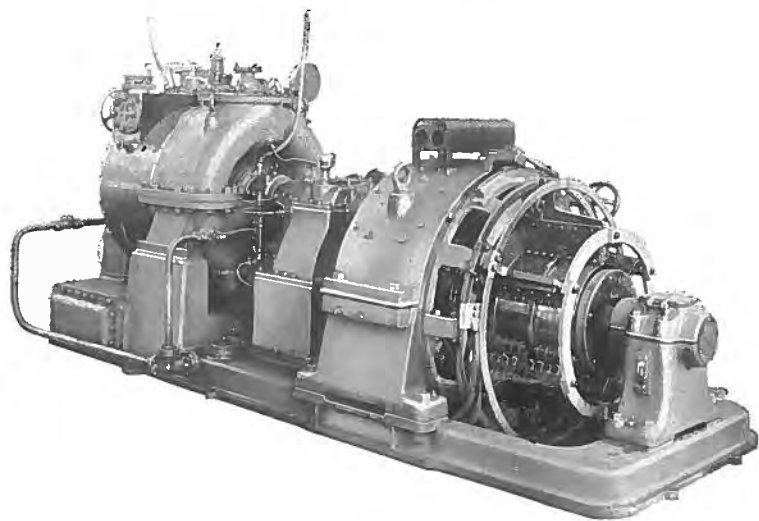
原動機直結發電機

化學工業の中には乾燥、熔解、保温其他の爲めに多量の蒸汽を必要とするものがある。殊に石炭が安價に得られる土地に於ては直流電源としてはギヤードタービン發電機が最も經濟的である。能率も亦最も良好である。蒸汽消費量も 2,500 キロワット程度の機械でキロワット當り 13 封度位、時として非常に良い場合には 10 封度位であるが謂はれて居る。發電機の電壓も何等制限を受けない。勵磁機を付けるならば電壓加減の範圍も極めて廣く零から規定電壓まで平滑に加減し得る。

我社では船艦用として多數のギヤ-

ードタービン發電機を製作したが何れも良好なる成績を示した。ギヤの音響も工作の優良なヘリカル・ギヤでは決して心配する程のものでない。

水車直結の直流發電機も用ひられた例が歐洲にある様である。特殊の場合には之れもよいであらう。然し乍ら直流發電機には整流作用の點から容量又は電流に應じて廻轉數に定つた制限があるので、その制限と水車の經濟的速度とが符合する場合に於て初めて有利に適用されるのであるから、水力發電所が化學工業地と同一場所で且つ落差



第 1 圖
200 キロワットギヤード・タービン直結直流發電機

により支配さるゝ所の水車の廻轉數が發電機の廻轉數と都合よく符合する様な場合は寧ろ稀有で、餘程珍しいプラントと見做すべきものであらう。

電動發電機

小規模の電氣鍍金用としては 6 乃至 12 ヴォルト程度の電動發電機がよく使用せられる。無論誘導電動機がよい。場合にもよるが大体に於て容量が 200 キロワット電壓が 100 ヴォルト内外迄は他の條件が無ければ誘導電動機を使用するのが普通であらう。

然し乍ら、化學工場には成形、壓搾乾燥、通風、粉碎、運搬、揚水其他諸種の用途に對して誘導電動機が多數に使用さるゝ場合がある。かゝる場合、其工場全体の總合力率は甚だ低いものとなるのが普通で、此力率を改善するところをも兼ねしめ且つ能率も良好なものは直流電源同期電動發電機である。近年同期電動機の起動に關する研究は非常な發達を遂げて、此點では何等の面倒なく、全然誘導電動機と同じ様に見て宜い事になつたので同期電動發電機の利用範圍は漸次誘導電動發電機の

領分を侵蝕して行く様である。先づ目下の所では容量が 200 キロワット以上ならば同期電動發電機がよいであらう。直流電壓には何等の制限はない。又電壓加減範圍を零から規定迄自由に

調整することも出来る。

廻 轉 變 流 機

廻轉變流機は能率が他の如何なる直流電源よりも優れて居る點で化學工業

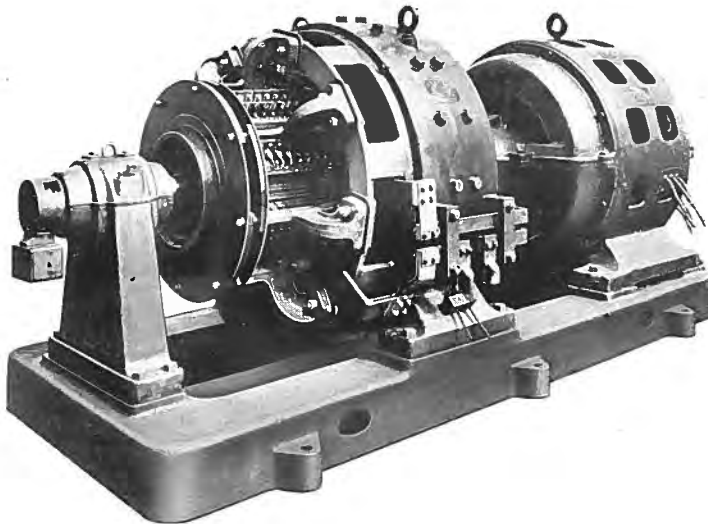
上安全確實なる點で勝り、後者が價格が低廉であるのこ幾分か能率が良いので勝つて居る。亞米利加では多くの場合前者が使用され歐洲殊に獨乙では後

力費である。規模が大なるに従つて他の費用に電力費のの開きが大きくなり、従つて能率のいふこが益々重要性を帯びて来る。

次に能率の比較表を掲げる。

化學工業用直流電源能率比較表

機械 種類	容量 kw 電 壓 v	50	100	150	200	300	500	1000
電 動 發 電 機	100	80	82.8	84	86	87	87.3	88
	200	81.8	84.6	84.5	86.5	87.3	87.8	88.4
	300	81.8	84.6	85	87	87.8	88.2	88.8
廻 轉 發 電 機	100			88.5	89	89.5	90	91.5
	200			89.5	90.5	91	91.7	92.5
	300			90.5	91	92	92.5	93
水 銀 整 流 機	100					78	78	78
	200					85	85	85
	300					89	89	89



第 2 圖 250 キロワット誘導電動發電機

用として獨歩の地位を占めて居る。

然し次の様な點は念頭に置かねばならぬ。

1. 電壓加減の範圍に制限がある。
2. 100 ヴォルト以下は作るのに困難であるし且つ能率が左程宜くない。
3. 自己の力率は100%であるけれども他の力率を改善するには都合が悪い。

斯様な拘束は受けるけれども能率が非常によく床面積が小さく且つ整流作用が極めて良いので取扱が樂である。

近年廻轉變流機の効能が漸次認められて、新設の大規模の電氣化學工業の直流電源は全部廻轉變流機であるし、又時には既設の電動發電機を廢却して廻轉變流機に置き換へらるゝこもある。

昇壓機附廻轉變流機と誘導電壓調整機附廻轉變流機との比較は前者が取扱

者が多い様である。

水 銀 整 流 器

水銀整流器は化學工業用の如き低電壓、大電流の用途に對しては能率が著しく悪い。刷子の點檢保守の面倒がいらぬ事は一つの長所であるけれども能率が悪いのこ且つ目下の所高價なので殆んど競争の仲に入らない。

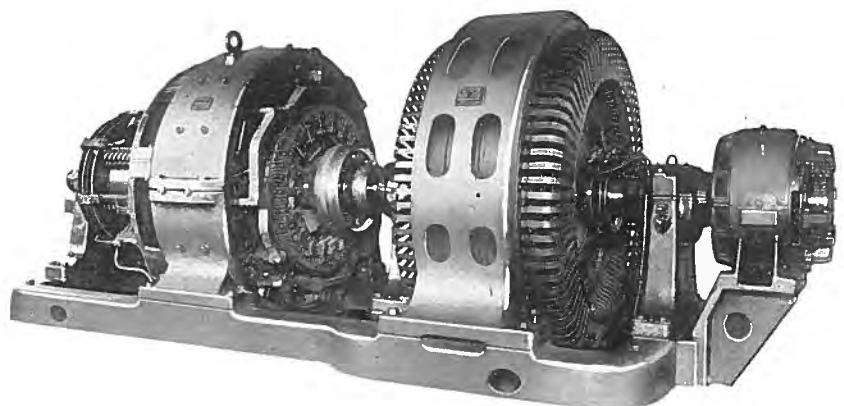
各種機械の能率の比較

電氣化學工業では經費の大部分は電

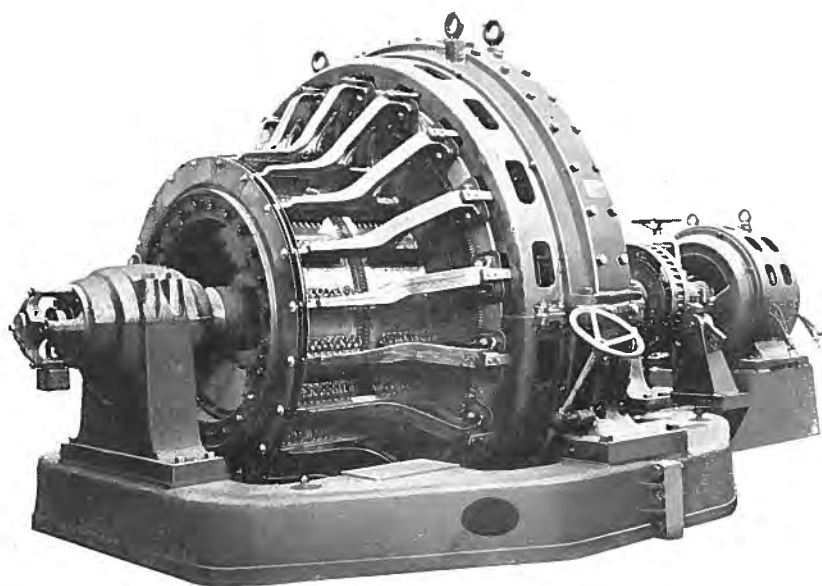
但し本表の數字は

誘導電動發電機と同期電動發電機との能率は畧相同じとし交流側一次電壓は 3,300 ヴォルト周波數は 50 又は 60 サイクルを假定した。

上表で示す通り 200 ヴォルト以下では水銀整流器が最も能率が悪く 300 ヴォルトに於ては電動發電機と略伯仲し、廻轉變流器は常に最上の能率を示して居る。



第 3 圖 500 キロワット同期電動發電機



第 4 圖 2,550 キロワット廻轉變流機

結 論

冗員淘汰とか、消耗品節約とかいふことは比較的目につき易い事であるから割合によく行き届いて居るものであるが、能率の改善、力率の改良といふ様に一見目に見えぬ損失は兎角閑却され易いものである。

例へば既設の電動発電機に就いてもよくその能率、力率を吟味し、之を新式の廻轉變流機に置き換へるにしたならば、能率の相違を、電力費を計算して、得る所が之に要する資本に對して如何なる利廻りになるやを勘定して見ることは非常に興味ある問題であらう。

例、既設電気分解用電動発電機容量 1,000 キロワット、電壓 300 ヴォルトのものがあつて電力を 1 キロワット

時 3 錢で購

入する。若し之を廻轉變流機に置換へるならば損得が幾何となる

か。但し一ヶ月に一日間定期停電がある。負荷率は 00% である。

解、能率

の差

4.2%

一年間使

用電力の差 356,000 K.W.H.

一年間電力費の差 10,650 圓

1,000 キロワット廻轉變流機

新規購入費 35,000 圓

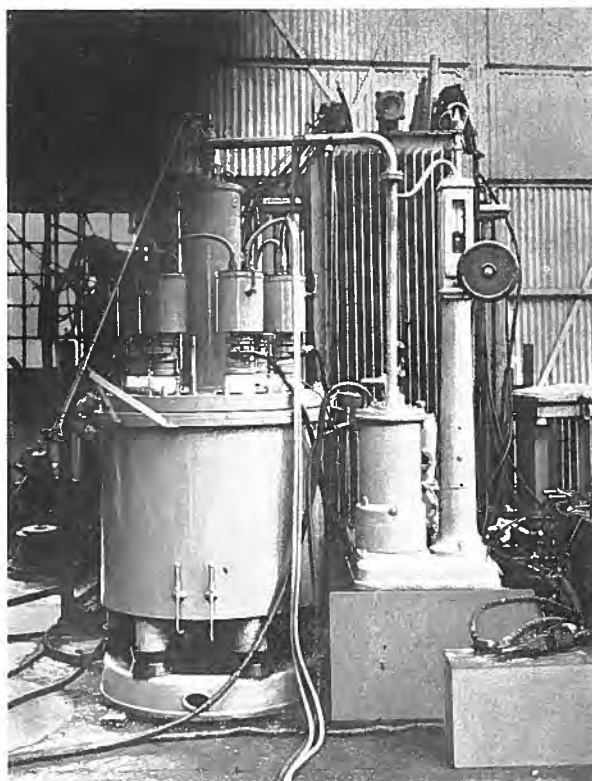
既設電動発電機

賣却代金 5,000 圓

差引入用資金 30,000 圓

損得、投資利廻り 35.5% 利益

即ち此投資は 3 割 5 分 5 厘の利廻りを示して居る。猶本計算には消耗品費人件費を含まないが廻轉變流機の様な整流作用の良好な機械は人件費及び消耗品を著しく省畧するものである。



第 5 圖 試験中の 825 キロワット 1,500 ヴォルト水銀整流器

昭和四年 四 月 二 日 印 刷
昭和四年 四 月 五 日 内務省納本
昭和四年 四 月 十 日 發 行

本 誌	壹部=付金貳拾錢
代 價	郵 税 不 要

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市西須磨字中池ノ下八番地
鈴 木 貢 一
大阪市東區内久寶寺町三丁目 工文社
長 谷 川 泰 三
大阪市東區内久寶寺町三丁目
工 文 社
神戸市和田崎町三丁目三菱電機株式会社
神 戸 製 作 所