

最近の水力発電所用自動制御装置

川 井 晴 雄*

The Recent Automatic Controlling Equipment for Hydraulic Power Plant Use

By Haruo Kawai

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The operating system for the recent hydraulic power station may be classified into three; the full automatic control system, one-man control system and remote supervisory control system, each being brought up to a considerably higher level of dependability in every phase of function through incessant repetition of improvements for an ideally rational running of power plants.

As a controlling device used in automatic control system wider field of applications is being opened for the electronic type automatic synchronizing device and Type HTD automatic voltage regulator. Likewise, the high speed ratio differential current relay which functions positively even on one turn layer-short of generator winding is in extensive use.

In line with a trend to centralization of controls, the switchboards for hydraulic power station use are mostly designed in miniature type, and the indicating meters are now provided with such a wide scale as ranging over 250 degrees.

The protective relay is built in rotating and draw-out type for the convenience of inspection. To add to the overall efficiency of power plant operation, furthermore, the so-called color dynamics are rife for switchboard arrangement.

The writer reviews and comments in some detail on such developments as referred above from the expert's view-points.

〔I〕 緒 言

水力発電所の自動制御方式発達の過程を辿ってみると、その初期に於ては親発電所から連絡送電線を活かす等の方法により自動的に起動し、運転中は流量に応じ負荷をとる無人の全自動制御方式が小容量発電所に多く採用されている。次いで出力、水位等の主要なものを親発電所で監視し乍ら制御する方式、更に進んで起動、停止等の操作を監視し乍ら制御し、事故が発生した場合は事故の種類を親発電所に警報表示する遠方監視制御方式が用いられるようになった。一方、運転員を常駐せしむる中容量以上の発電所に対しても自動制御方式の適用が考慮され、所謂一人制御方式の発達となった。

* 日立製作所日立国分分工場

今日に於ては、自動制御方式は水力発電所運転の常識であり、新設発電所で自動制御装置を設備しないものは皆無といつてよい。このように水力発電所に於て自動制御方式が重要視される理由は、発電所の運転を合理化して良質の電力を安定且つ経済的に発生するためなることは論を俟たないが、これを具体的にいえば次の如くである。

- (1) 起動及び停止に際し操作の過誤を未然に避けること。
- (2) 起動及び停止に要する時間を節約すること。これにより機械を尖頭負荷に対処せしめ、又機械が停止した場合に予備機を迅速に起動して系統に接続することが出来る。迅速な停止は特に故障の際に重要である。

(3) 数箇所の発電所を一中央地点から総括的に制御し総合能率を増大することが出来る。

(4) 適確な制御が行える。特に自動調整に於て然りである。例えば小容量発電所の上水位を一定に保持して、使用し得る水量から最大の電力量を得ることが出来る。

又比較的大容量の発電所に自動周波数調整装置を併用して、系統周波を一定に保つよう出力を制御することが出来る。

(5) 小容量発電所に於ける労力を節減しこれにより生じた余剰労力は点検巡視と故障時の応急措置に振向けることが出来る。

上述の如く自動制御装置を設備することにより操作は簡易化乃至単一化されて過誤を未然に防止し、完全な保守と適確な調整及び制御が可能となり、併せて労力を大幅に節減出来るのである。

〔II〕自動制御方式とその適用

最近の水力発電所の運転方式は大別して全自動方式、一人制御方式及び遠方監視制御方式の三方式とすることが出来る。全自動制御方式は運転操作が一切機器独自の判断により行われるので、運転員を常駐せしめない。

一人制御方式は自動制御に人間が与える指令を有機的に結合したもので、少数の運転員を常駐せしめる。

又遠方監視制御方式は一人制御を遠隔の制御所から行えるようにしたものである。

(1) 全自動制御方式

全自動制御方式の場合は、水車の起動停止、同期並列及び負荷の調整より故障時の処置に到る迄一貫して自動制御され、保守員の常駐を要しない。2,000 kVA 程度以下の比較的小容量の発電所に本方式を適用する場合は、自動同期装置は使用せず、発電機に制動巻線を附した所謂自己同期化方式が採用される。この場合、交流遮断器を投入し発電機を線路に接ぎ同期に入れる際、系統を擾乱させないだけの同期化用背後電力が必要である。

これは線路に接続された発電所の安定度によるもので、単に容量のみで決定されるものでなく、背後電力によつて考慮さるべきものであつて、背後電力の大きい場合は 3,000 kVA 程度まで自己同期化方式を採用することがある。本方式に於ては、親発電所で連絡送電線を充電すれば水車は自動起動して同期並列に入る。負荷制御は流水式の場合は水位調整器を使用し、流量に相当する負荷をとる。又励磁は一定励磁とし、流量が少ない時は無効電力を供給する。従つて停止する場合は親発電所で連絡線を遮断すれば一定励磁なるため過電圧となるので、過電圧継電器により全停止する。容量が 2,000 kVA

程度以上の場合は力率調整器を設け一定力率に調整するのが賢明な方法である。又この場合の停止は親発電所で連絡送電線を遮断すれば無負荷となるので、低電流継電器により全停止となる。制御電源として蓄電池を設けることは好ましい方法であるが、その保守及び設備費が高価になるので、簡単確実な方法としては交流遮断器及び非常ソレノイドに励磁電圧保持式を適用し全停止するようになつている。

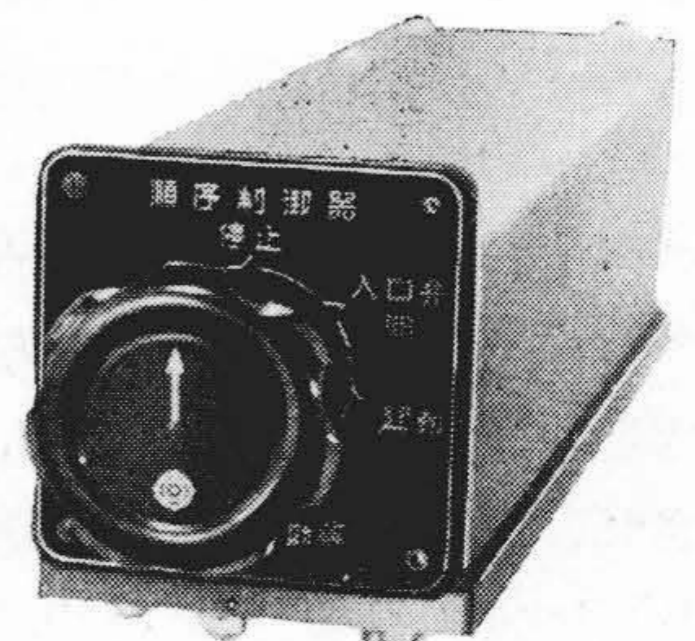
(2) 一人制御自動方式

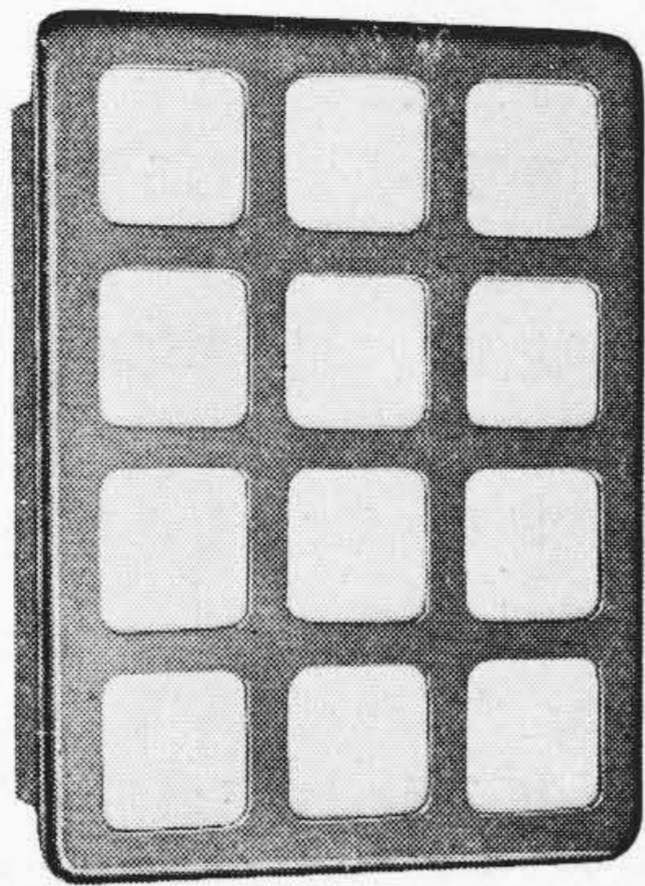
一人制御方式もその細部に亘つては種々の考え方があるが、その基本をなすものは機械の優秀な機能に人間の判断力を有機的に結合して、最も信頼度の高い制御体系を形作るにある。次にその操作の概要を述べよう。

先づ主機の運転に先立つて電動機駆動の油系設備が起動される。これは配電盤上に取付けられた操作開閉器により行われる。従つて油系の運転は主機のそれとは切離して行われ、常用には電動ポンプを、又予備としては小水車駆動ポンプを設けるのが一般であつて、これの切換えは油圧装置により自動的に行われる。次に入口弁の開閉及び水車発電機の起動停止は電磁弁により遠方制御されるが、その電磁弁は所謂複電磁石式とし主機運転の安定性を一層増大させている。而してこれ等の操作は総て配電盤上の順序制御器(第1図)の回動及び引の二段操作によつて行われるから、誤操作の心配は全くない⁽¹⁾。この順序制御器では上記の制御の外に発電機の励磁、並列も自動制御出来る。なおこの制御器は階段的自動制御は勿論、任意の段階迄の自動連続制御が出来、且つこれを逆方向に行うことも可能である。自動制御装置には主制御継電器のようなものは一切使用せず、交流遮断器の入及び切操作と同様、総ての制御は複電磁石式で油圧保持となつているために、各段階に於てその段階の制御が終了すれば電氣的保持回路は何一つ存在しないように設計されているから、何れの段階に於ても随時手動、自動の切換えが出来、常時保持制御電源を必要としない。これ等の各制御の経過は、配電盤上のランプ式集合順序表示器(第2図)により逐次動作状態が表示されるから、進行状態を監視し乍ら何等の不安もなく迅速確実に制御することが出来る。因にこの表示器には次の表示を行わせる。

第1図
順序制御器

Fig. 1.
Sequence
Controller





第2図 ランプ式集合順序表示器
Fig. 2. Lamp Type Sequence Indicator

- (a) 常用油ポンプ運転 (f) 並 列
- (b) 予備油ポンプ運転 (g) 負 荷
- (c) 入口弁開 (h) 停 止
- (d) 起 動 (i) 自動電圧調整器動作
- (e) 励 磁 (j) 水位調整器動作

次に最近の傾向として、ユニット式に於ては低圧側の交流遮断器を取止め設備を簡素化して高圧同期とすることが一般に行われている。高圧同期の場合は、高圧側の電圧は静電圧変成装置からとるのが有利であるが、そのためには同期装置を小勢力とすることが必要である。

この要求に対し、同期検定器は消費電力5VA程度のもので製作している。又自動同期装置としては電子管式の小勢力のものが広く使用されている。

次に発電機の電圧調整は系統の電圧を調整し得る程度の容量を有する発電所に対しては自動電圧調整器を設け電圧を自動調整させるが、小容量発電所に対しては自動電圧調整器の代りに自動力率調整器を設けて負荷の変化に対し一定力率となるよう発電機の励磁を調整する。

自動電圧調整器を設けて無効電力を分担させる場合、系統電圧の変動により過電流又は過励磁となることがある。特に系統電力に比し比較的小容量の発電所に自動電圧調整器を設けた場合、この傾向は著しい。かかる場合は系統電圧の高低に応じてある程度自動電圧調整器の整定電圧を自動的に調整し、電流を定格値以内に制限して安全な運転を行うようにしている。

次に保護装置としては特性の優秀な継電器を使用すると同時に、これ等保護継電器が動作した場合の処置を適切にすることが必要である。即ち故障によつて継電器動作と同時に機器の停止を必要とするもの、又単に交流遮断器及び界磁開閉器のみを遮断するを可とするもの、或は単に警報を發して保守員の処置を待つを適當とするもの等がある。これ等の適用には十分の考慮を払い、出来得る限り故障時の停電時間を減少するよう努めねばならない。保護継電器の動作表示は集合表示器に取まとめて

監視を容易にし、警報により直ちに動作した継電器を知り、故障に対する処置を敏速に行い得るようにしている。

(a) 次の場合は水車発電機を急停止し入口弁を閉鎖する。而して水車の案内羽根が無負荷以下の開きとなれば交流遮断器(52)、界磁開閉器(41)を逐次遮断し全停止する。制動は配電盤から人為的に行うが、これは入口弁全閉、案内羽根全閉、交流遮断器開路及び30%以下に回転数が降下したことを条件とする。

- (イ) 過 速 度.....(12)
- (ロ) 軸 受 過 熱.....(38)
- (ハ) 油 圧 降 下..... (63Q₃)
- (ニ) 調速機駆動装置の事故.....(81 MP)
- (ホ) 励磁機過電圧.....(45)
- (ヘ) 急停止手動操作..... (5E)

(b) 次の場合は交流遮断器(52)、界磁開閉器(41)、中性点接地用交流遮断器(52N)を順次遮断すると同時に水車発電機を非常停止し入口弁を閉鎖し全停止する。消火及び制動は人為的に行う。但し制動は入口弁全閉、案内羽根全閉、交流遮断器開路及び30%以下に回転数が降下したことを条件とする。

- (イ) 相 間 短 絡..... (87G₁)
- (ロ) 巻線の層間短絡..... (87G₂)
- (ハ) 巻線 接 地..... (87G₃)
- (ニ) 発電機回路接地.....(64N)

(c) 次の場合は交流遮断器(52)、界磁開閉器(41)を順次遮断して無負荷無励磁運転とする。

- (イ) 変圧器内部故障.....(87T)
- (ロ) 変圧器内部故障によるガス発生の際急激なとき..... (69B₂)
- (ハ) 交流過電圧.....(59)
- (ニ) 交流過電流.....(51)

(d) 次の場合は警報表示とする。

- (イ) 油圧降下..... (63Q₂)
- (ロ) 軸受過熱.....(38D)
- (ハ) 冷却水の断水.....(69 WC)
- (ニ) 潤滑用油槽の油位低下..... (33Q P₁)
- (ホ) 蓄電池回路の接地.....(64D)
- (ヘ) 直流制御電源回路の低電圧.....(80)
- (ト) 変圧器過熱.....(26D)
- (チ) 変圧器内部故障によるガス発生緩慢なとき..... (69B₁)
- (リ) 潤滑油停止.....(69Q)
- (ヌ) 水槽水位低下..... (33H P₁)

(3) 遠方監視制方式

遠方監視制御方式は起動、停止及び調整が遠方の制御所から指令される。この場合は部分的自動制御例えば水

車発電機の自動起動が併用され、制御所からは余り数多くの制御は行わないようにする。遠方制御及び測定の主な利点は、数箇の連繋運転された発電所の負荷の分配を適当にするにある。制御所としてはその地方の最大発電所或いは、負荷の配分点が選ばれる。本方式は操作さるべき機器の種類及び数によつて制御所と被制所を結ぶ制御線の多くなるのは当然であつて、両所間の距離が遠くなればなる程制御線の布設に多額の費用を要するから、本方式を採用するには実用的見地より自ら限度がある。ここに於て、制御距離にも又制御する機器の数にも実用上制限ない遠方監視制御方式が採用される。

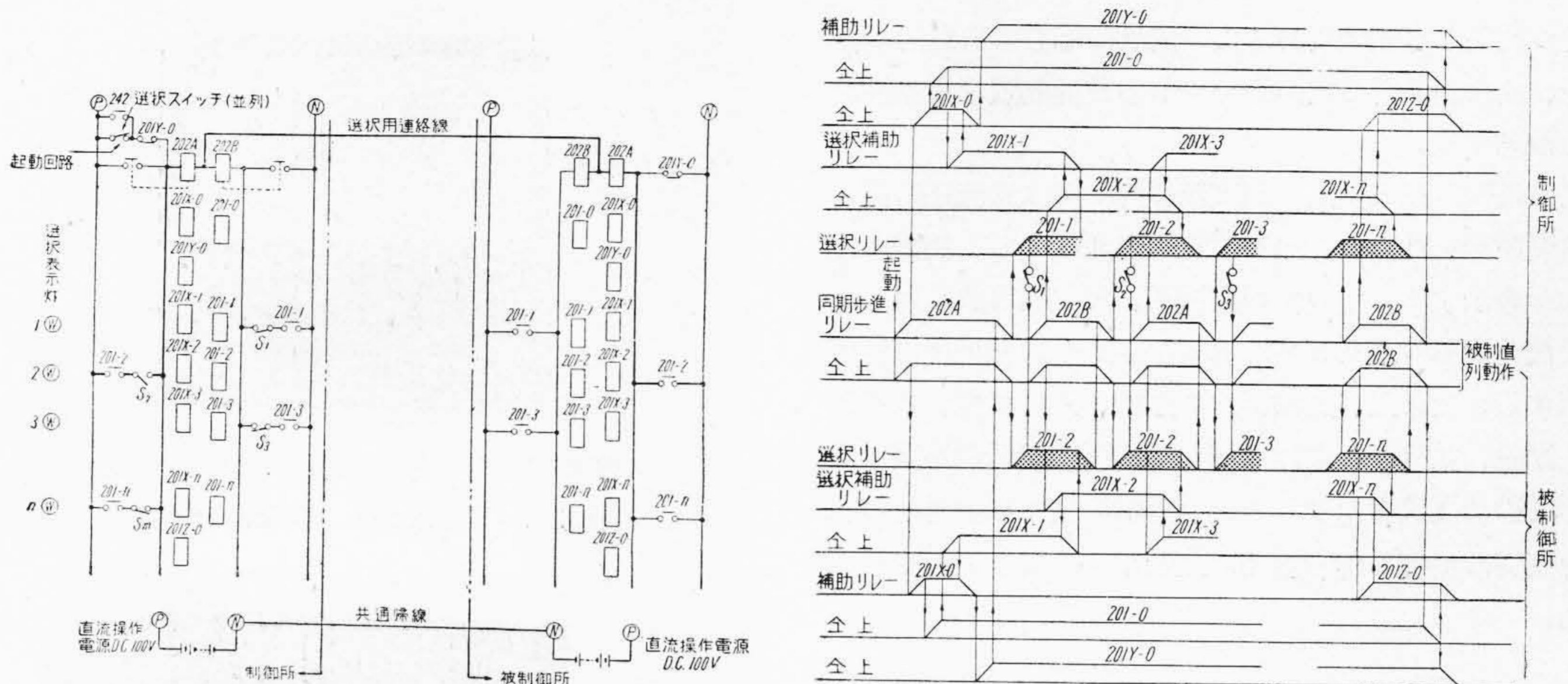
発電所の遠方監視制御を行う場合、先づ被制御発電所は一人制御方式として完備されていることが必要である。而して制御所よりの制御の種類は最少限度に止め、自動発電所としての機能を十分發揮せしむるよう考慮すべきである。又故障表示の種類もあらゆる保護継電器の

動作を箇別に表示せしむる必要はなく、急停止を必要とする機械的故障、非常停止せしむる電氣的故障、及び無負荷無励磁運転に切換える一時的と見做される故障、並びに運転員に注意を与えて爾後の処置を委ねる比較的軽微な故障の四種類程度にすることが妥当である。以下同期歩進型遠方監視制御方式による水力発電所の制御⁽²⁾⁽³⁾に就きその大要を述べよう。

日立同期歩進型遠方監視制御装置は全部継電器のみの組合せよりなり、制御所から被制御所の多数の機器を制御するために両所に同期歩進継電器、選択補助継電器及び選択継電器の三重要部分より成る継電器群を設け、二組の同期歩進継電器を交互に動作せしめて選択補助及び選択継電器を順次同期的に切換え、任意所要の回路を構成せしめて操作又は測定を行ううりようになつている。而して装置の動作中は勿論常に被制御所の機器を監視せしめている。選択装置は群選択と箇別選択に分け直列的

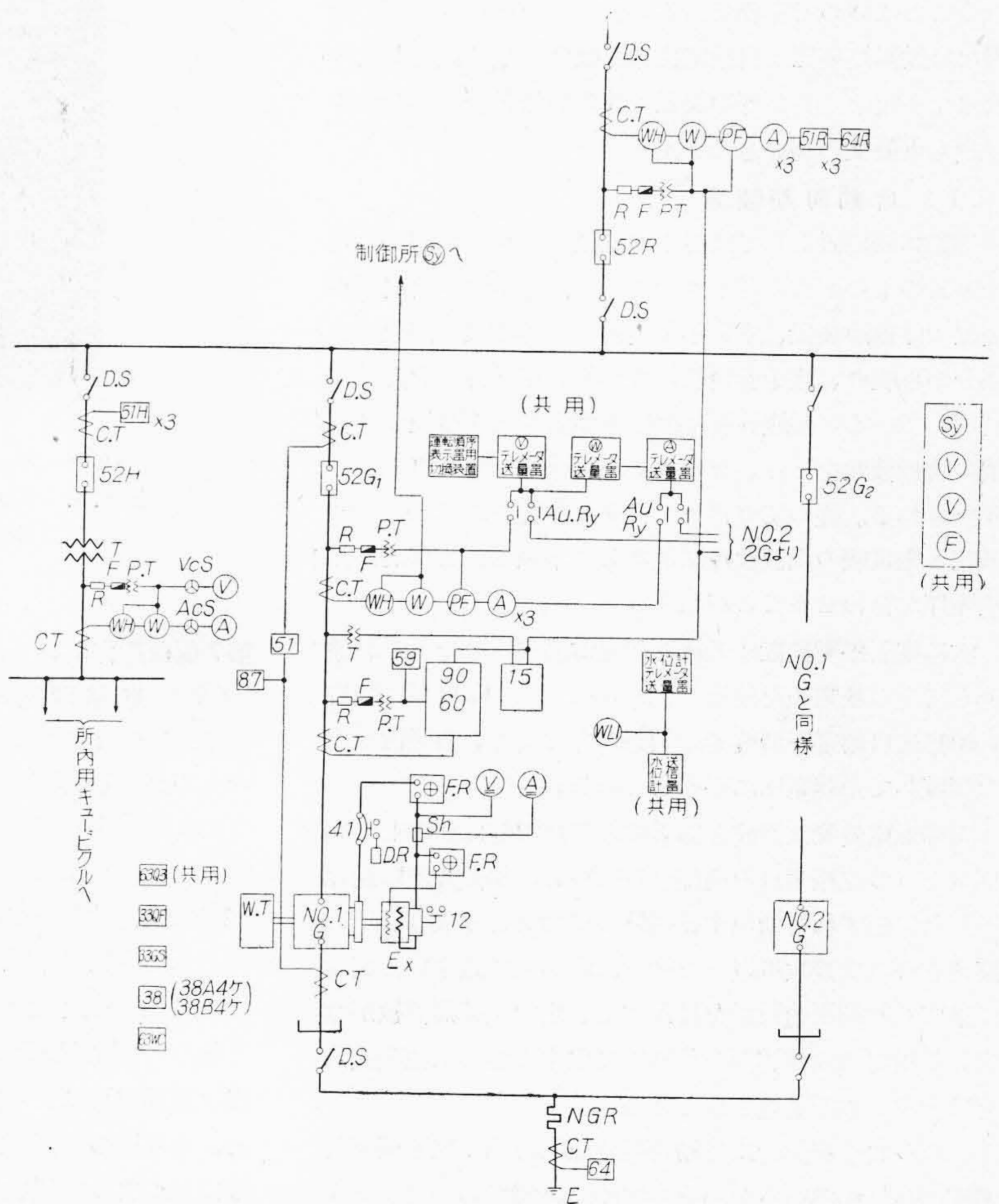
第1表 水力発電所に対する遠方監視制御方式の適用例
Table 1. An Example of Application of Supervisory Control System for Hydraulic Power Plant

選択番号	機器種別	記号	操作	表示	連動	備考
1	発電機急及び非常停止故障(No. 1)	86 ₁ , 83 ₂	—	Ⓐ	No. 1 G 全停止	
2	発電機急及び非常停止故障(No. 2)	—	—	Ⓐ	No. 2 G 全停止	
3	軽故障	30A	—	Ⓐ	—	
4	予備圧油ポンプ運転	—	—	Ⓐ	—	表示(油ポンプ予)
5	蓄電池充電用接触器開放	16	—	Ⓐ	—	
6	遠方直接切換開閉器	43	—	Ⓐ	—	表示(直接)
7	自由引外継電器	94	復帰	Ⓐ	—	
8	発電機過電圧過電流故障(No. 1)	86 ₃	復帰	Ⓐ	—	No. 1 G 無負荷無励磁運転 →自動又は手動並列
9	発電機過電圧過電流故障(No. 2)	—	復帰	Ⓐ	—	No. 2 G 無負荷無励磁運転 →自動又は手動並列
10	送電用遮断器	52R	入、切	Ⓡ Ⓒ	—	自動遮断の時Ⓒフリッカー
11	所内用遮断器	52H	入、切	Ⓡ Ⓒ	—	自動遮断の時Ⓒフリッカー
12	圧油ポンプ	88Q	起動停止	Ⓐ	—	表示(油ポンプ常)
13	発電機(No. 1)	—	起動停止	Ⓡ Ⓒ 運転順序 表示器	52G	
14	発電機電圧計(No. 1)	—	測定	A.CⓇ	—	
15	同期化切換(No. 1)	—	自動手動	Ⓐ	—	表示(自動)又は(手動)
16	手動同期(No. 1)	—	昇速、降速 入	Ⓡ Ⓒ Ⓡ	G M 52G ₁	
17	水位調整器(No. 1)	77W	入、切	Ⓡ Ⓒ	77WS	Ⓡ使用Ⓒ不使用
18	発電機電流(No. 1)	—	測定	A.CⒶ	—	
19	負荷制御(No. 1)	—	増減	Ⓡ	LLM	
14~23	No. 2 G(No. 1 G 14~19に同じ)	—	—	—	—	
24~30	予備	—	—	—	—	



第3図 遠方監視制御方式選択回路動作説明図
Fig. 3. Schematic Diagram of Selection Circuit for Supervisory Control System

関係とし、且つ制御所の選択継電器は被制御所の選択継電器に忠動せしめ加うるに一步毎に同期監視を行うから何れの継電器に故障が起きて直ちに閉鎖して選択予定以外の機器を制御するようなことはない。又選択に要する時間は100番目の機器を選択する場合でも僅に5sec程度の短時間である。第3図は選択装置の動作説明図である。次に第4図に示す如き発電機2台よりなる発電所を遠方監視制御する場合の適用例を第1表に例示する。即ち先づ制御所より被制御所の送電用遮断器(52R)、次で所内用遮断器(52H)を投入して後発電機の起動操作を行えば、油圧は小水車又は電動機直結のポンプにより常時保持されているから、水車起動より同期並列迄自動的に進行する。系統の動揺が大きい時は自動同期は若干渋滞する場合があるから、かゝる時は手動に切換えて制御所で同期検定器を見乍ら速度を遠方制御し、手動で同期投入が出来るよう考慮されている。



第4図 被制御発電所単線接続図
Fig. 4. Skeleton Diagram of Hydraulic Power Plant under Supervisory Control

負荷の調整は水位調整器により流量に応じて自動的に行うか、或は制御所で電力計を見乍ら負荷制限用電動機を遠方制御する。

又発電機の過電圧及び過電流に対しては交流遮断器と界磁開閉器を遮断して無負荷無励磁運転とし、制御所にこれを表示する。その他の機械的、電気的事故に対しては交流遮断器の遮断と共に水車を停止し、制御所に警報表示する。なお又、圧油ポンプ運転、入口弁開、水車起動、励磁、並列等の動作順序を制御所の運転順序表示器(第5図)に逐次指示せしめ、制御所に於て被制御所の状況を確実に把握し乍ら容易に運転出来るよう考慮されている。

〔III〕 自動同期装置と自動電圧調整装置

自動発電所の運転を迅速円滑に行ない、且つ電圧変動の少ない良質の電力を供給して系統の安定度を向上せしむることは極めて肝要であるが、このためには性能の優秀な自動同期装置と自動電圧調整装置を是非設備しなければならない。これ等の装置は数多い自動制御機器の中で最も重要度の高いものである。

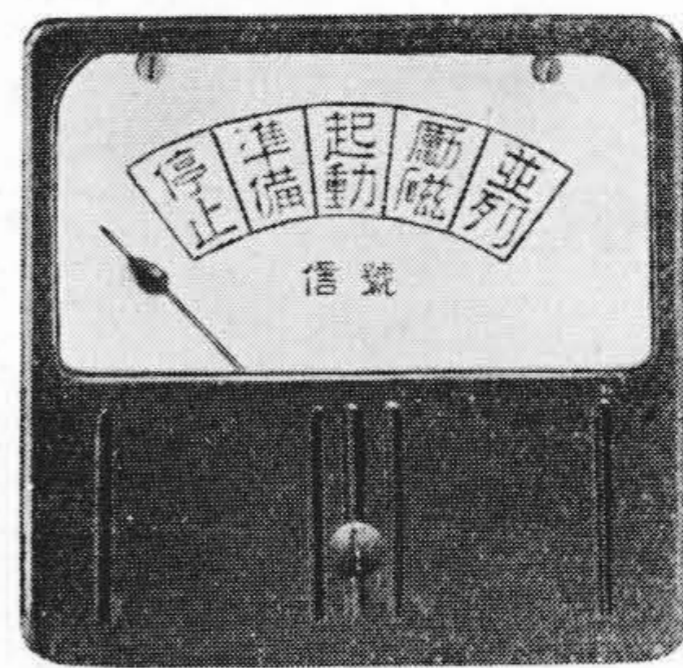
(1) 自動同期装置

自動同期装置としては従来の電磁型に代り小勢力の電子管式のものが広く賞用されている。電子管式自動同期装置⁽⁴⁾は揃速装置、電圧平衡装置及び同期継電装置の三部分から成り、電子管特有の弁作用、増幅作用を巧妙に利用している。揃速装置は検出要素として系統及び発電機の唸周波数をとり、ガバナモータはこの唸周期を以て操作される。従つてガバナモータに与えられる操作量は系統と発電機の周波数差に比例して増減し、合理的な揃速操作を行わせることが出来る。

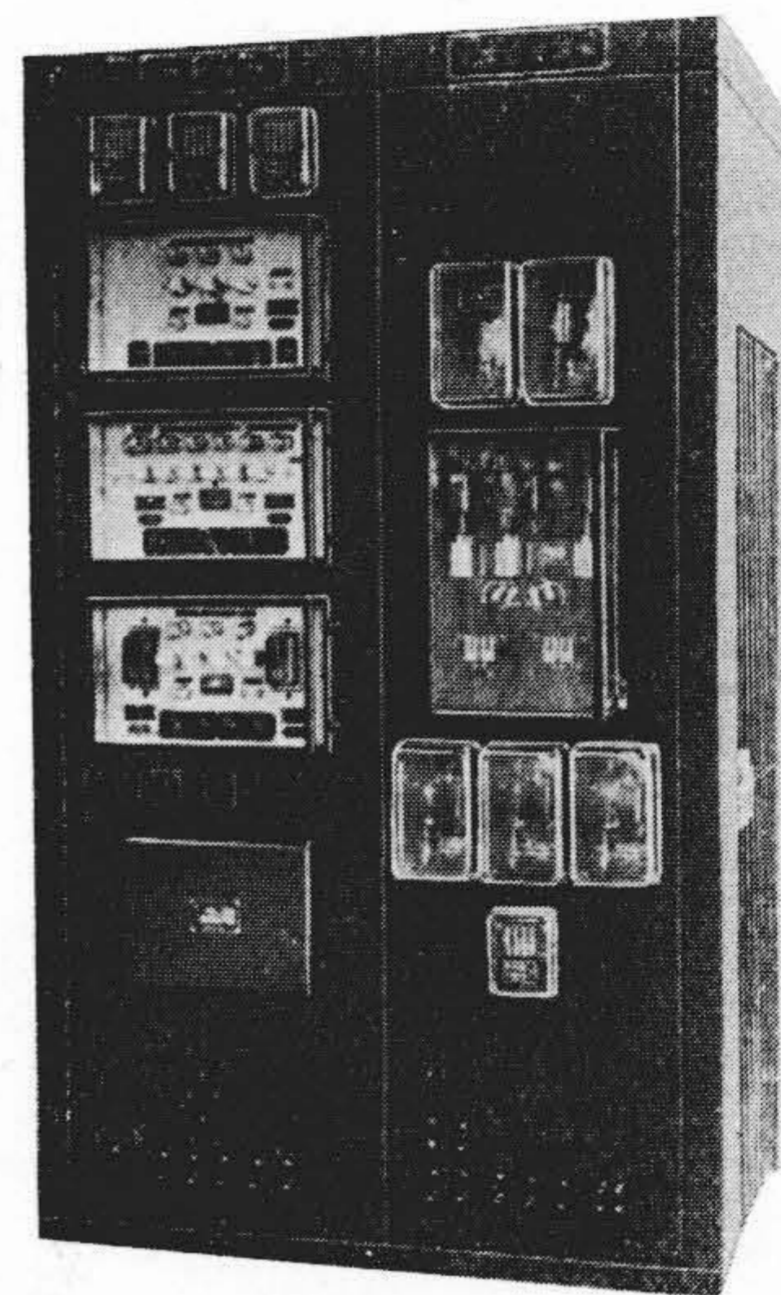
次に電圧平衡装置は系統及び発電機電圧をそれぞれ整流してその差電圧を検出し、これにより HTD 型回転磁気増幅式自動電圧調整器の制御入力となし、発電機電圧を調整して系統電圧に平衡せしめる。

同期継電装置は系統と発電機の周波数差に比例した同期点よりの位相ずれを検出する回路と、周波数差に逆比例した位相ずれを検出する回路の組合せより成り、予め整定された周波数差以下で徐々に同期点に近づいた場合に動作し並列用遮断器を投入する。なお系統周波数が動揺して相対的位相関係が急激に変化する場合は並列投入を阻止する如く考慮されている。

かくの如く電子管式自動同期装置は細部に亘り綿密な考慮が払われているためその性能は優秀であつて、従来の電磁型に比し並列投入に到る迄の時間が短かく、且つ投入時の位相角の把握が確実で、従つて突入電流も小さい特長を有している。第6図に本装置の外観を示す。又



第5図 運転順序表示器
Fig. 5. Sequence Indicator

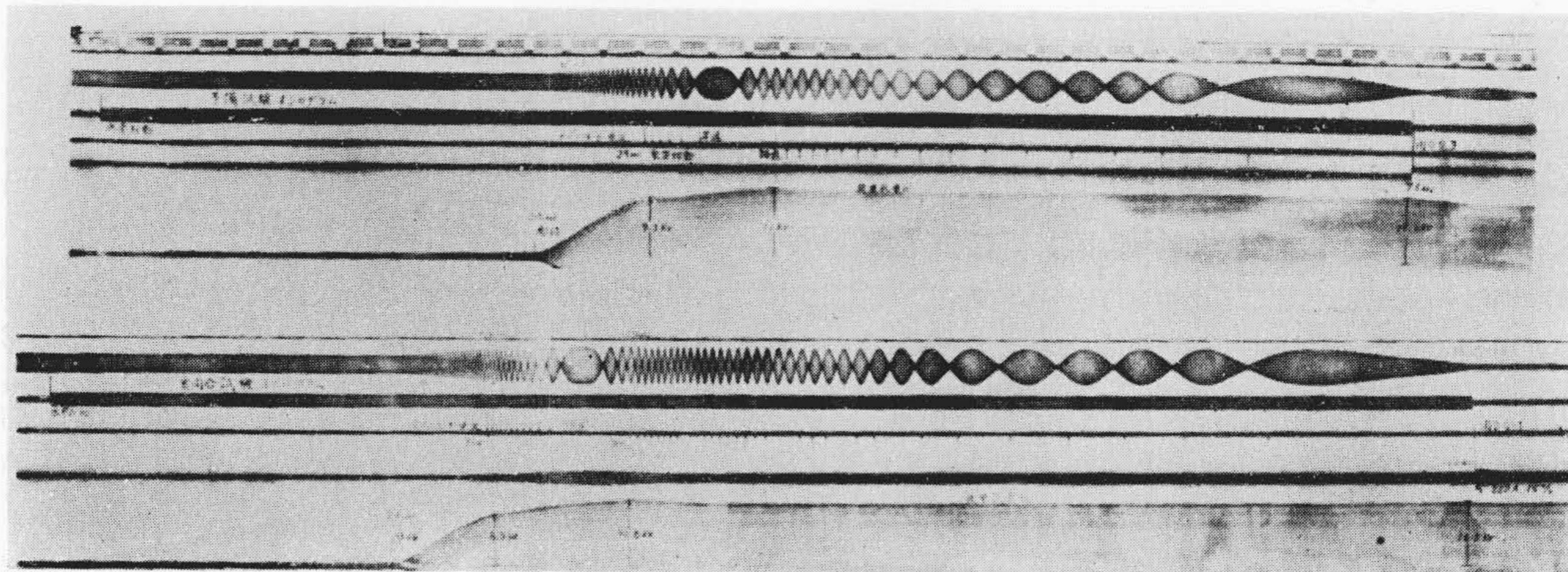


第6図 自動同期盤(左側)
Fig. 6. Automatic Synchronizer Board (Left Half)

第7図は動作オシログラムの一例である。

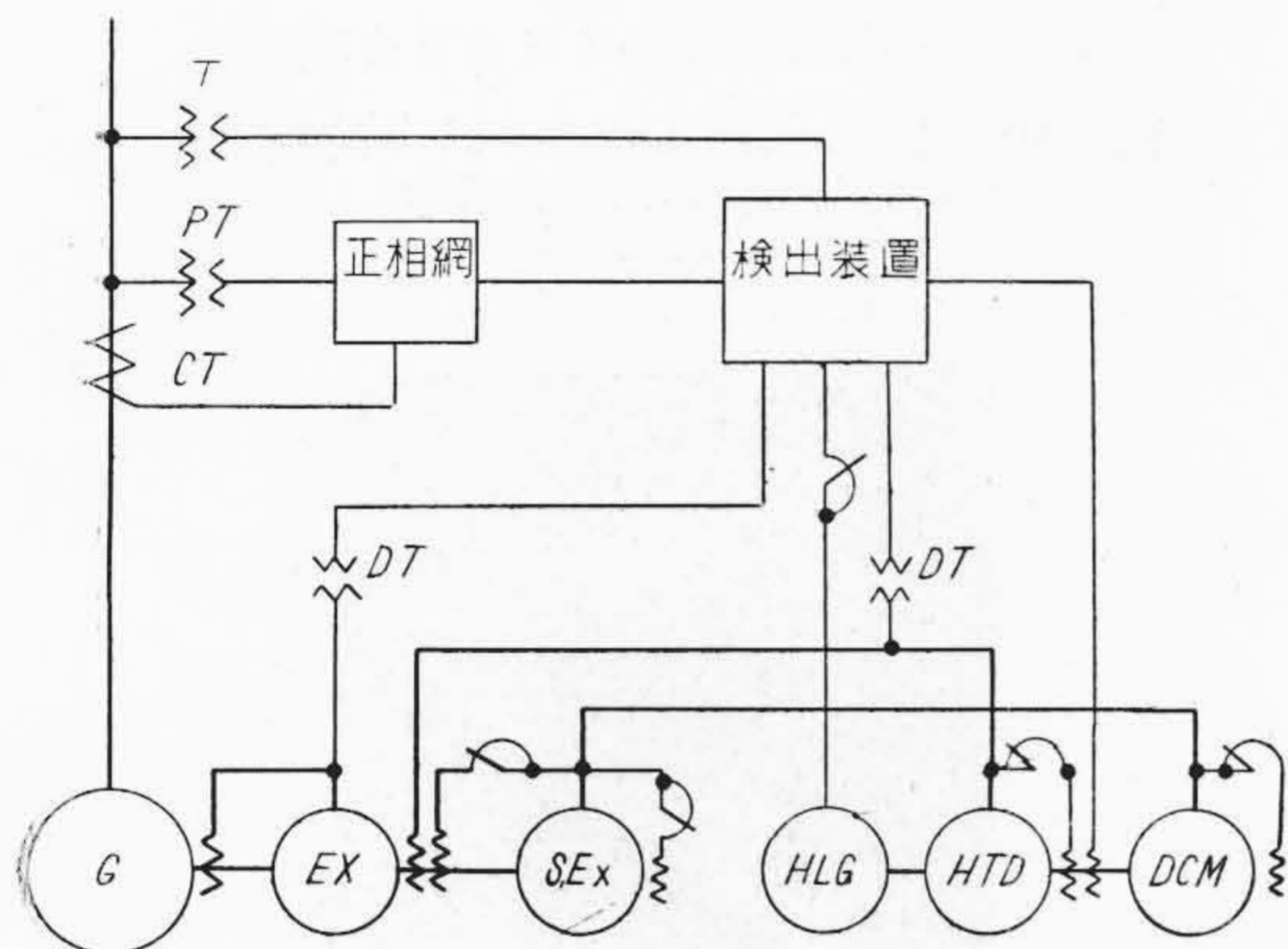
(2) 自動電圧調整器

発電機の自動電圧調整器は従来は専ら無定位型接点式のものが、即ち抵抗器型又は振動型が用いられたが、最近ではこれ等に代り即応性が優れ且つ保守の容易な定位型無接点式が多く採用されるようになった。HTD 型回転磁気増幅式自動電圧調整器は回転磁気増幅機 (HTD) を主体とした定位型無接点式のものである。発電機の主励磁機は二つの独立した界磁巻線を有し、一つは副励磁機より他の一つは HTD より励磁される。この場合の励磁分担は副励磁機により発電機の無負荷規定電圧を発生せしめ、発電機の負荷分は HTD が補償して発電機電圧を一定に保つように鋭敏且つ迅速に動作する。而して HTD は副励磁機を電源とした直流電動機により安定に運転される。又基準となる一定電圧は上記直流電動機に直結された HL 型定電圧発電機により与えられる。第8図に示す



第7図 自動同期オシログラムの一例

Fig.7. An Example of Oscillogram of Automatic Synchronizing



第8図 HTD型自動電圧調整装置説明図
Fig.8. Schematic Diagram of Type HTD AVR Set

のは本装置の説明図、第9図は動作オシログラムの一例であつて、制御誤差1%以下で従来の接点式に比し性能卓越し、且つ保守を殆ど必要としない。

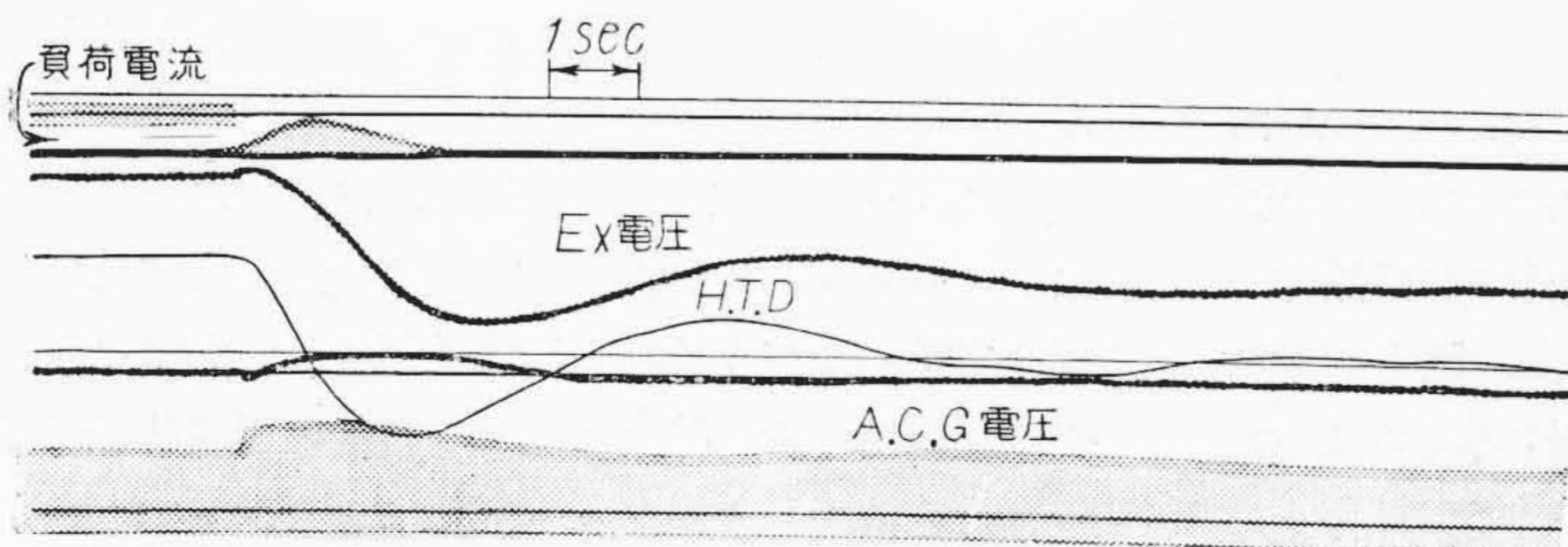
〔IV〕 配電盤及び保護装置

水力自動発電所の配電盤は、少数の運転員を以て集約的に能率のよい制御、監視を行えるよう構成されねばならない。即ち円滑な中央総括制御方式の採用が望ましい。このため中央の配電盤室に設置する配電盤は直接監視、

操作に必要な計器、表示器及び開閉器類のみを収納した簡素な縮小型が採用される機運にある。而して計測用指示計は数を可及的少なくして盤面の縮小と運転員の労力節減を企り、代りに記録計を積極的に採用して運転実績の分析に資したい。記録計器は小型化することが無理なので、全部別盤に取まとめて収容するのが賢明である。又保護継電器類も常時配電盤室で監視することを必要としないから、キュービクル乃至メタルクラッドスイッチギヤに取まとめて主機の近くに設置し、故障表示のみを主盤に出すようにすれば、ケーブルの節減は勿論建屋の据付面積の縮小にも寄与する処大である。

(1) 配電盤の色彩調節

配電盤及びこれに取付けられる計器、継電器のケース及び開閉器類の把手、銘板等に適当な色彩を施し、盤全体として色彩的に調和せしむることにより、運転員に対する肉体的、心理的の外的条件を大いに改善することが出来る。近時色彩調節の重要性が強調される所以である。合理的な色彩調節を施した盤は運転員の疲労を軽減し、注意力を集中せしめ、且つ気分を冷静ならしむる効果を持つている。勿論色彩調節は盤のみを採上げて論ぜらるべきでなく、配電盤室のそれと共に決定さるべきものであるが、種々考察研究の結果鉄道電化協会が制定した次の彩色が最も妥当なものとして推奨出来る。



第9図 HTD型自動電圧調整装置の動作オシログラム

Fig.9. Operating Oscillogram of Type HTD AVR Set

- 配電盤 マンセル #7.5 BG 6/1.5 (淡灰色)
- 計器枠 マンセル #7.5 BG 4/1.5 (青灰色)
- 計器目盛板.....(銀梨地に黒文字)
- 継電器枠 マンセル #7.5 BG 4/1.5 (青灰色)
- 操作把手 マンセル #2.5 YR 4/5 (茶色)
- 銘板.....(クローム梨地に黒文字)
- その他盤面取付のもの
マンセル #7.5 BG 4/1.5 (青灰色)

又配電盤室の彩色は地方的寒暖の差により多少異なるが、一般的に無難なものとして次の彩色を推奨出来る。

- 天井 マンセル..... #N 9/0
- 壁 マンセル..... #7.5 GY 8/2
- 腰羽目 マンセル..... #7.5 GY 6/3
- 幅木 マンセル..... #7.5 GY 4/2
- 床 マンセル..... #7.5 YR 5~6/3~0

(2) 広角目盛計器

指示計器は従来の 140 mm 角の S₂₄ 型に代り同じ大きさの SR₂₄ 型が広く採用される傾向にある。S₂₄ 型の目盛角度は 100° であるが、SR₂₄ 型は 250° の広角度目盛で、目盛幅は前者の約 2 倍になっているので読取りが一段と容易になった。又光を十分採入れる構造になっているから目盛板に陰影を与えることなく、従つて目盛面が明るく極めて見易い。なお縮小型配電盤には 100 mm 角の広角目盛計器を使用する。

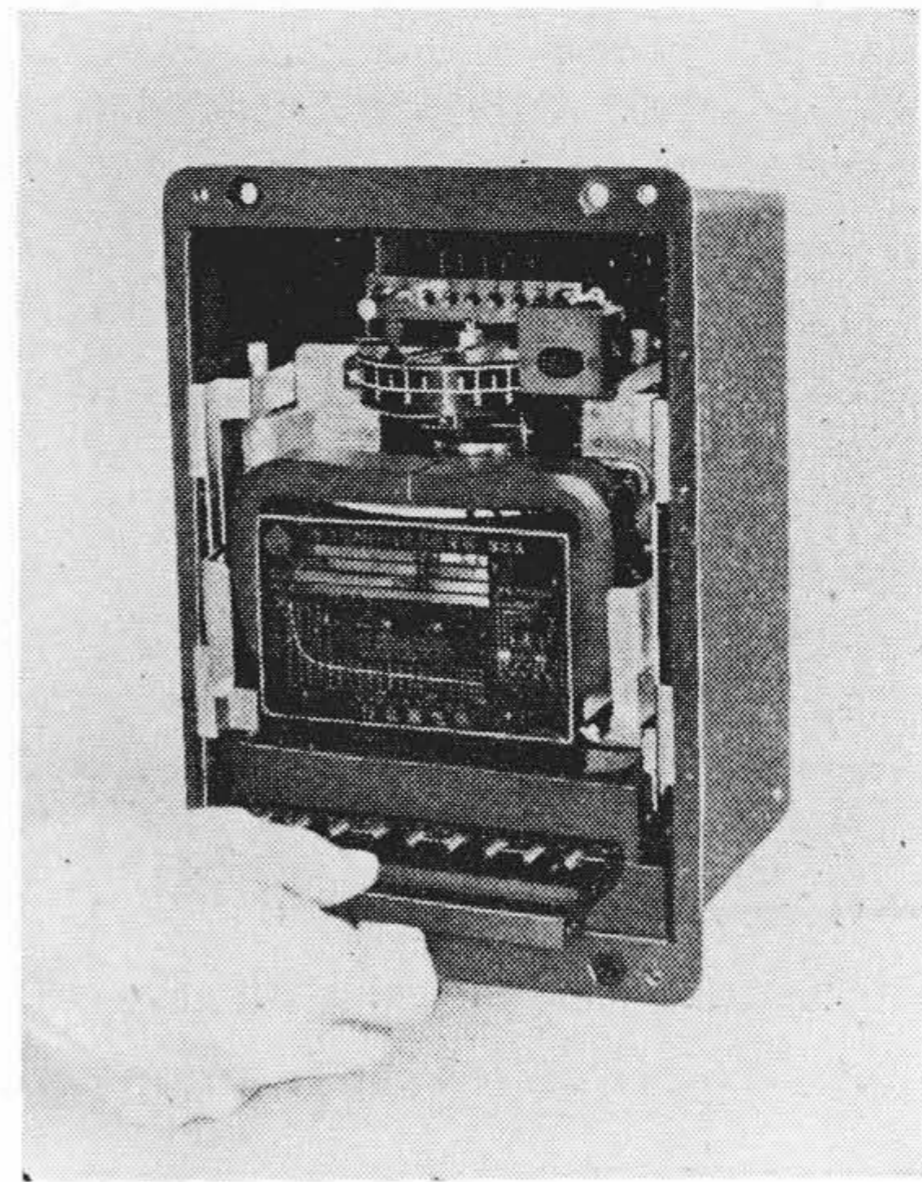
(3) 引出回転式継電器

継電器は従来の表面取付型に代り半埋込型引出回転式構造のものが開発された。引出回転式継電器は外部配線を取外すことなく容易に点検、試験及び内部要素の取替えが出来る特長を持っている。本器の端子部分は上下二つに分れ、上部端子は継電器内部要素へ、又下部端子は外部回路へ結ばれ、この両者はプラグにより接続される。なお下部端子には内部要素を抽出す際自動的に変流器二次回路を短絡する短絡板を具えている。内部要素を引出すには先づカバーを外してらプラグを引抜き、次でヒンヂを起して引出すのである。なお引出した状態で左方に約 90° 回転せしめて点検を行うことが出来る。

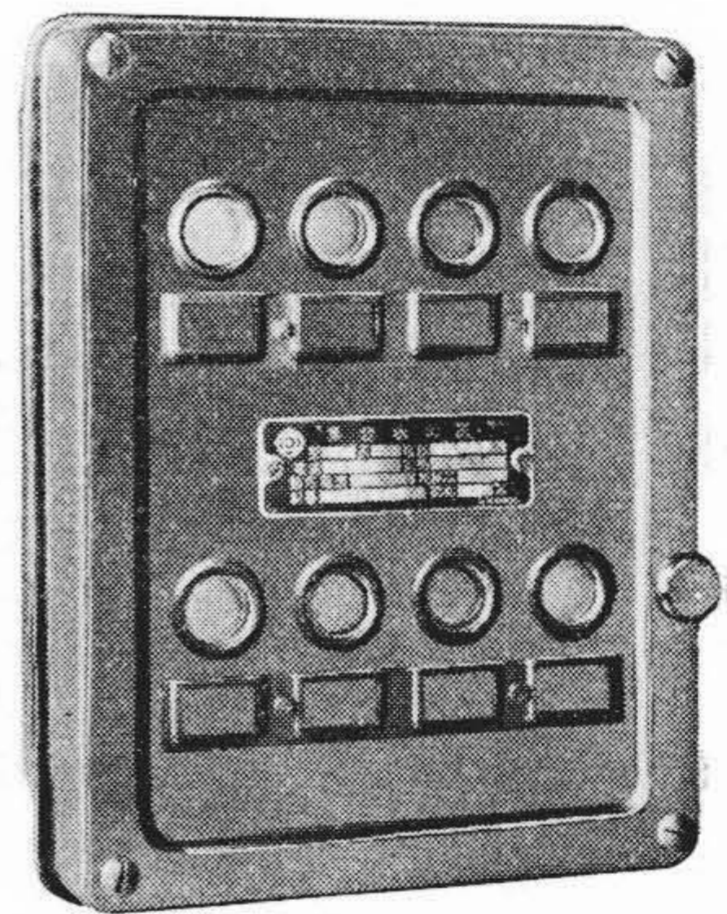
第10図に引出回転式誘導型過電流継電器のカバーを外しプラグを引抜く状態を示す。

(4) 集合故障表示器

集合故障表示器には照明式とターゲット式の二つがある。照明式集合表示器の特長は運転員の最も感じ易い光を採入れたことで、一度保護継電器が動作すれば動作した保護継電器の器具番号を明瞭に表示する。而して遮断又は停止するものは赤色、単に警報表示するものは橙色に色別して監視を一層容易にしている。遮断又は停止の如く処置を自動的に行うものにあつてはその復帰釦スイ



第10図 引出回転式誘導型過電流継電器
Fig.10. Rotating Draw-out Type Over Current Relay (Cover Removed)



第11図 GB-8 型集合表示器
Fig.11. Type GB-8 Group Annunciator

ッチにより任意に表示を復帰するが、機器その他の異常状態表示にあつては異常状態継続中は故障を表示しているが、一度故障が消滅して保護継電器が復帰すれば故障表示は点滅して故障の回復を知らせるから、復帰釦スイッチにより任意に表示を復帰すれば消灯して無表示となる。依つて保護継電器回路の開閉器の操作を失念したために起る警報表示の怠りはない。従つて故障に対する処置は何等の過誤を生ずることなく敏速に行うことが出来る。

次にターゲット式集合表示器には単一ターゲット式と二重ターゲット式があり、前者は遮断又は停止の如く処置を自動的に行う故障表示に使用され、釦により任意に表示を復帰する。後者は機器その他の異常状態表示に使用され、第一のターゲットは釦により任意に復帰出来る。第二のターゲットは故障継続中は故障を表示してい

るが、一度故障が消滅して保護継電器が復帰すれば、故障表示は自動的に復帰する。第一と第二のターゲットは色別して監視に便ならしめている。第11図にターゲット式集合表示器を示す。

次に保護継電器の動作を自動的に記録に残すことは事故の様相を仔細に検討する場合に極めて有用である。この目的に合致するものにQ型故障記録計がある。本器の構造は通常の記録計と大体同様で記録ペンにより印字リボンを介して記録紙に記録する。なお別にターゲットを有し動作した継電器を確認することが出来る。

(5) 発電機巻線の高速度保護継電方式

発電機の巻線事故は層間短絡から接地事故に進展する場合と、最初から接地事故になる場合がある。従つて発電機巻線事故の保護装置としては、相間及び層間短絡並びに接地に対し設備しなければならない。巻線の事故を局限し発電機の損傷を軽減するためには、保護継電器は高感度且つ高速度なることを必要とするが、一方このために誤動作することがあつてはならない。かかる目的に適合する継電器として従来の誘導円板型に代り誘導環型を採用し、短絡に対しKY型高速度比率差動電流継電器、接地に対し特別小勢力のKGY型高速度比率差動接地継電器及びKGV型高速度接地電圧継電器を完成した。

KY型継電器は巻線の1ターン短絡を鋭敏に検出して動作する。又KGY型継電器は高比率要素を持ち、誤動作のおそれなく、発電機の中性点を抵抗接地式として接地電流を100Aに制限しても、巻線の95%迄の接地に対し確実に動作する。

発電機の巻線接地事故による損傷を更に軽減するた

め、中性点を柱上変圧器を介して接地する方式が漸次普及する趨勢にあるが、この場合はKGV型継電器を採用することにより巻線の95%迄の接地を確実に保護出来る。柱上変圧器接地方式に於ては、高圧側の一線接地時変圧器の高低圧巻線間の静電容量と対地容量及び発電機の対地静電容量とに分圧されて柱上変圧器の端子にかかり、そのため継電器が動作する。又高調波電圧が二次に出るから、これ等の対策としては柱上変圧器の二次に1Ω程度の低抵抗を挿入し、且つ又高圧側中性点電圧により抑制を行えば、保護継電器を十分高感度とすることが出来るのである。以上は昭和28年5月、関西電力株式会社笠置発電所に於ける人工故障試験により確認された。

〔V〕 結 言

水力発電所の自動制御装置は電力運営合理化の見地より種々検討を加えられ、安定な運転と保守の簡易化を主眼とした方向に発達して来た。このため性能の優秀な自動制御器具と保護継電器を完備すると共に総括的集中制御を建前とした縮小型配電盤が採用される機運にある。この方面の技術は日進月歩で今後益々発展し、特に通信技術の導入は相当活潑に行われるであろう。

以上水力発電所の最近の自動制御方式の大綱を記し、電力関係各位の御参考に供した次第である。

参 考 文 献

- (1) 実用新案 第328494号
- (2) 川井：日立評論 34, 873 (昭27.7)
- (3) 三田：日立評論 35, 1405 (昭28.10)
- (4) 比良、小林：日立評論 別冊 No. 3, 311 (昭28.6)

Vol. 14 日立造船技報 No. 4

◇目 次◇

舵とそれに伴う船体振動について.....	日立造船株式会社・桜島工場	湯口俊一
セメント砂鑄型に関する研究(第1報).....	日立造船株式会社・築港工場	{吉田豊 惠藤文二
歯車ポンプに関する研究.....	日立造船株式会社・技術研究所	伊藤義典
一酸化炭素転化炉の理論的解析と最適作業条件について..	日立造船株式会社・設計部	{和田秀夫 辰巳俊夫
鑄型砂の熱間性質およびその示性方式.....	日立造船株式会社・因島工場	岡林実
B&Wディーゼル機関のジャーナル超仕上と 摩耗ならびにホワイトメタル2種, 3種の比較.....	日立造船株式会社 {技術研究部 桜島工場	倉田忠雄 仁道一男

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

発行所 日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町60

配電盤室に於ける蛍光灯照明に就いて

Fluorescent Lighting for Switchboard Room

配電盤室の照明

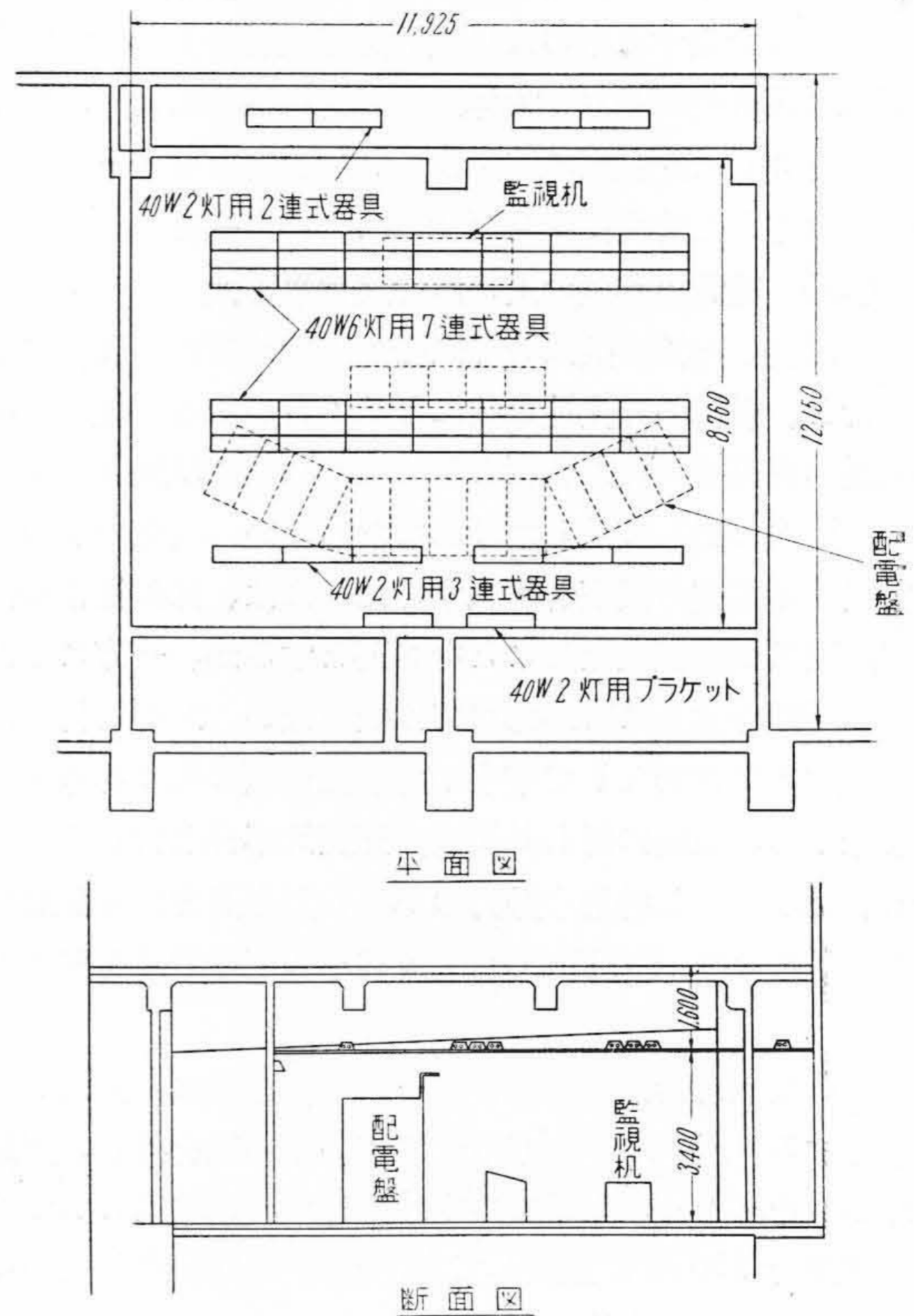
蛍光灯は従来の白熱電球に比し遙かに効率が良く上に光源が大きくて陰影の無い照明が出来、又昼光色を与える事、発熱量が少い事等近代的な照明用光源としての要素を備えている。更にここ二、三年の間に効率、寿命等に関して急速な進歩を遂げ、それと共に一般の需要も急激に増大して来た。そして最近では新しい建築物では殆ど蛍光灯が採用されるような趨勢になつている。近代科学の粋を集めた発電所に於ても又必然的に蛍光灯照明がとり上げられ、それと共に配電盤室等の特殊性に適応した照明方式が考えられている。

配電盤室の照明に関して特別に考えねばならない点は配電盤は垂直面になつており、且つ盤上の計器の振れを4~5m離れた位置から読み取らねばない事である。その為垂直面の照度が問題となり、又監視員が疲労少く作業出来るような高度の明視照明が必要である。そこで光源からの直射によるまぶしさ及び配電盤面や計器のガラス面からの反射によるまぶしさを無くすると同時に拡散光により輝度対比を少くして高照度を与えるようにしなければならない。これ等の事柄は配電盤と監視員の眼とに対する光源の位置、器具の構造といったものの他に室の構造や天井、壁、床の仕上の程度、色彩、窓の位置、又配電盤自体の構造、色、計器の型、大きさ、計器の指針の大きさ等とも密接な関連がある。

局部照明と全般照明

配電盤室の照明方式としては必要な場所に集中的に照明を行う方式と全般照明による場合とに大別する事が出来る。局部照明としては反射笠、傾斜ルーバー等を利用した器具を配電盤に沿つて天井に取付け指向性のある光束を狭い範囲に投ずる方法が考えられ、これは又監視員の机上の照明にも使用し得る。この場合には光源からの直射光線或は配電盤面からの正反射光線が直接眼に入らぬよう特に注意しなければならない。この方法によれば必要の箇所に能率良く照度を与える事が出来、比較的小電力で効果をあげる事が出来るが、同時に輝度対比が余り大きくならないように室内の全般的な照明を補助として使用することが好ましい。

全般照明のみによる場合としては吊下器具による場合と建築化照明を計画する場合とが考えられるが、この場



第1図 東北電力株式会社片門発電所配電盤室の蛍光灯器具配置図

Fig. 1. Arrangement Diagram of Fluorescent Lighting Equipment in Switchboard Room of Katakado Power Station, Tohoku Electric Power Company

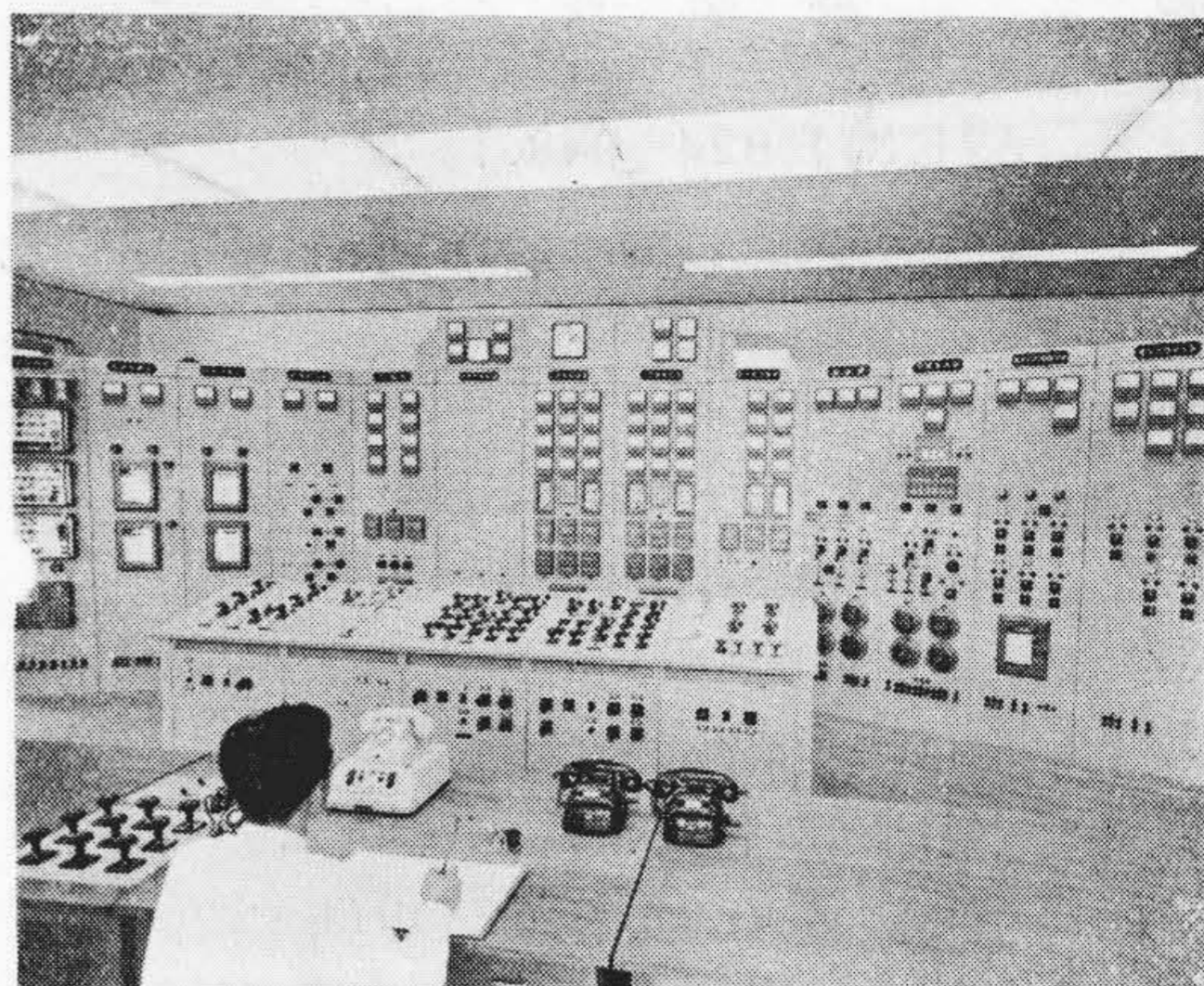
合にも垂直面の照度を高くするように特に設計しなければならない。建築化照明としてはコーブ照明、全面ルーバーによる天井照明等が考えられる。コーブ照明とは光源を天井の樋に納めて天井を照明するようにし、天井を二次光源としてその拡散光線を利用する間接照明方式である。又全面ルーバーは天井一面に金属等の枠を格子状に組み、その上に光源を置く方式で、ルーバーの厚さ或は格子の目の大きさ等を適当に選ぶ事により直射光線が眼に入らぬようにして柔い照明を得る事が出来る。これ等の方式は輝度対比が小さくなり、明視照明として理想的なものに近づけるが、どうしても設備が大掛りになるきらいがある。

片門発電所の配電盤室の照明

只見川電源開発の一環として新しく建設された東北電力片門発電所に於ては全面的に蛍光灯を採用し、その長所を十分に生かした照明が計画された。そして水車、発電機、変圧器等すべて日立製作所の製品であり、全設備の照明用蛍光灯器具も亦製作納入した。

配電盤室に関しては天井埋込ルーバー器具を使用し、室内全般照明を与えると同時に傾斜ルーバーを用いて配電盤面の照度を高くするように考えられている。即ち配電盤前面上部には6灯用7連式ルーバー付器具を埋込み、配電盤に沿つて3分の1のルーバーを20°傾斜せしめ、他に6灯用7連式器具1組、2灯用3連式及び2連式器具各2組、2灯用ブラケット2組を図示の如く配置している。そして配電盤、監視机、光源のそれぞれの位置に対しルーバーの厚さ、格子の目の大きさ、及び傾斜角度をそれぞれ適当に選定し、監視員の視野に直射光線或は配電盤面からの正反射光線が入らぬように考えられている。

上記の他に発電所は昼夜連続運転を行う為ランプの寿命と保守とが重要な問題となるので、ルーバーの開閉、



第2図 東北電力片門発電所に於ける配電盤室照明

Fig. 2. The Lighting of Switch Room at Katakado Power Station, Tohoku Electric Power Company

ランプの取替えが容易なように器具構造に特に意を用いた。(日立製作所亀戸工場 西岡 博)

特許紹介

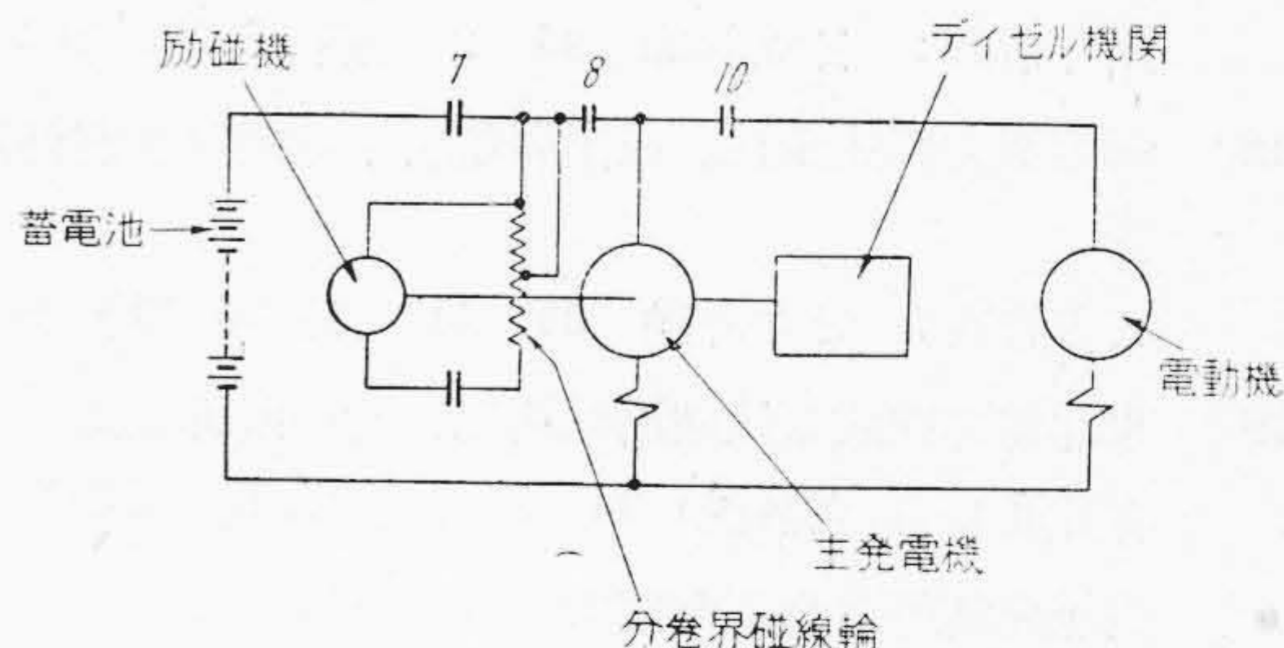
特許第199595号

牧野田 浩

ディーゼル電気自動車用主発電機界磁方式

ディーゼル電気自動車に於けるディーゼル機関の起動は、一般にこれと直結した主発電機を直巻電動機とし、蓄電池を電源として行われる。従つて主発電機は起動専用の直巻界磁線輪を必要とするものである。

然るに本発明に於ては、前記起動専用の直巻界磁線輪を廃し、励磁機により励磁される他励分巻界磁線輪の一部又は全部を起動用直巻界磁線輪に利用せんとするもので、今ディーゼル機関の起動に際しては開閉器7及び8を閉じ、蓄電池より界磁線輪の一部を通して、主発電機の電機子に通電し、主発電機を直巻特性を以て起動し、ディーゼル機関を始動するものである。ディーゼル機関の起動後は開閉器7及び8を開き、9及び10を閉じ、主発電機は逆にディーゼル機関より駆動され、電圧を発生し電動機に給電するものである。



本発明によれば主発電機は起動専用の直巻界磁線輪を省略したから、それだけ外態を圧縮し、小型軽量に設計することができ、車輛用主発電機として好適である。

(滑川)

創刊号(大正7年1月)～第35巻第9号(昭和28年9月)

(第54頁より続く)

621.311.21.07 水力発電所の制御

- 5) 水力自動発電所の操作に就いて(その一)
関三郎: 日立評論 13 9 (昭5.9) 497
- 6) 水力自動発電所の操作に就いて(その二)
関三郎: 日立評論 13 11 (昭5.11) 605
- 7) 水力自動発電所の操作に就いて(その三)
関三郎: 日立評論 13 12 (昭5.12) 669
- 8) 監視制御式に依る屋外水力自動発電所(その一)
村山次郎: 日立評論 13 11 (昭5.11) 589
- 9) 監視制御式に依る屋外水力自動発電所(その二)
村山次郎: 日立評論 13 12 (昭5.12) 673
- 10) 自動発電所を機械的に制御する一例
関三郎: 日立評論 15 10 (昭7.10) 655
- 11) 大容量水力発電所の自動制御装置
田口武夫: 日立評論 17 7 (昭9.7) 331
- 12) 最近の水力発電所、制御方式と配電盤
田口武夫: 日立評論 20 10 (昭12.10) 669
- 13) 遠方監視制御による水力発電所
森山一夫: 日立評論 20 10 (昭12.10) 679
- 14) 鉄道省信濃川千手発電所、開閉及び制御装置
森山一夫: 日立評論 22 9 (昭14.9) 535
- 15) 某大容量水力発電所の制御装置
森山一夫: 日立評論 25 9 (昭17.9) 508
- 16) 大容量直流水力発電所とその運転保護方式
三上弁三: 日立評論 26 3 (昭18.3) 132
- 17) 水力発電所の自動制御方式に就いて
川井晴離: 日立評論 32 2 (昭25.2) 104
- 18) 関西電力株式会社、成出発電所用開閉及び制御装置
広吉秀高: 日立評論 33 11 (昭26.11) 921
- 19) 東北電力株式会社納沼沢沼発電所の制御装置
森井進: 日立評論 34 5 (昭27.5) 649
- 20) 蘭越発電所用傘型発電機と制御装置
菊地弥十郎、滝田武夫: 日立評論 33 7 (昭26.8) 513
- 21) 水力発電所に対する遠方監視制御方式の適用
川井晴雄: 日立評論 34 7 (昭27.7) 833
- 22) 台湾電力公司納天冷発電所制御装置及び配電盤
広吉秀高: 日立評論 34 8 (昭27.8) 935

621.313.12 発電機一般

- 1) 発電機制動輪の亀裂発生
菊地弥十郎: 日立評論 26 4 (昭18.4) 183
- 2) 堅型発電機のセグメント式案内軸受に就いて
菊地弥十郎: 日立評論 33 10 (昭26.10) 827

621.313.322-824 水カタービン発電機

- 1) 発電機に就いて(竹之沢発電所)
東海進蔵: 日立評論 6 6 (大12.6) 230
- 2) 14,000HP 堅軸発電機の製作に就いて
兼先覚三郎: 日立評論 8 7 (大14.10) 434
- 3) 水車発電機直結主軸の振動に就いて(その一)
今井恒三郎: 日立評論 10 5 (昭2.5) 331
- 4) 水車発電機直結主軸の振動に就いて(その二)
今井恒三郎: 日立評論 10 6 (昭2.6) 421
- 5) 31,000 kVA 堅軸交流発電機
兼先覚三郎、藤久保三四郎: 日立評論 20 6 (昭12.6) 417
- 6) 堅軸型交流発電機の組立並びに据付に就いて
小林徳太郎、丹藤盛昌: 日立評論 20 9 (昭12.9) 585
- 7) 水車発電機に就いて
後藤恒夫: 日立評論 20 10 (昭12.10) 663
- 8) 満洲帝国納 70,000 kW 水車発電機
後藤恒夫、菊地弥十郎: 日立評論 26 6 (昭18.6) 299
- 9) 最近の水車発電機概観
後藤恒夫、高木正: 日立評論 32 2 (昭25.2) 97
- 10) 柳河原発電所堅型発電機の推力軸受部の改造に就いて
大和田盛胤、菊地弥十郎: 日立評論 33 2 (昭26.2) 129
- 11) 日本国有鉄道山辺発電所 28,000 kVA 堅軸交流発電機に就いて
高木正、菊地弥十郎: 日立評論 33 6 (昭26.6) 445
- 12) 蘭越発電所用傘型発電機と制御装置
菊地弥十郎、滝田武夫: 日立評論 33 7 (昭26.7) 513

(第94頁へ続く)