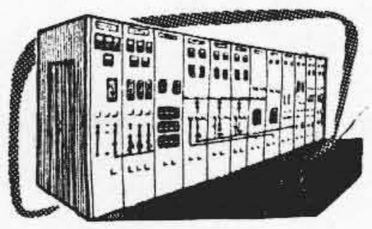


〔IV〕 配 電 盤 及 び 制 御 装 置

SWITCHBOARDS AND CONTROLLING EQUIPMENTS

概　　説
Introduction

配電盤及び制御装置の、この一年に於ける成果の大宗をなすものは、依然として電源開発に伴う水力発電所用配電盤であるが、渇水期の補給電源として又水力発電を最も経済的に運転するための、火力発電用も活潑となつて来た。又電源開発の進展に伴う送配電の拡充、特に交流三次変電所並びに産業動力用が目立つて増加している。又一方鉄道電化用水銀整流器の直流変電所用も続々製作され、各電力会社の水力発電所並びに国鉄の回転変流機変電所の老朽化に伴う自動改造も計画的に進められている。

何れも運転の合理化のための自動制御方式や総括制御方式が多く採用され、その他遠方監視制御方式又は無人の交流自動変電所も増加し、制御の合理化は一段と進められている。又送電不断の実を挙げるための安定度向上を最も経済的に行う手段として、故障の高速度除去を行うための高速度保護継電方式の採用の増加が特に目立つて来た。なおその一環として、送電線の故障点標定器も実用化の気運になつて来た。

又他方配電盤の色彩調節も全面的に施行され、心理的の面からも能率の向上が促進されている。

水力発電所の所内高圧回路や火力発電所の補機用高圧回路並びに交流三次自動変電所には、据付面積も小さく、保守の安全と取扱いが容易な函型メタルクラッドが、その特質を活かしその殆どに採用されるに至り、益々その信頼性が高くなつて来た。

その他配電盤の様式、構造、制御方式等に於て、又その性能に於ては格段の技術的進歩の跡が見られる。

電動力応用方面はその進展に伴い28年度も各種制御装置の需要が急増した。特に回転増幅機、磁気増幅器等の利用による高精度の自動制御方式の普及発達は特筆すべき傾向であつた。即ち製鉄、製紙、起重機、セメント等あらゆる部門に亘つて自動制御方式が採用され、その高精度、高速応性により能率向上、生産増大が企図された。

日立製作所は回転増幅機 HTD と高性能の磁気増幅器を使用して、既に幾多の自動制御方式を完成して来たのであるが、28年度は HTD に就いてはこれに特殊の制御励磁機を組合すことにより、又磁気増幅器に就いては特殊磁性材料の研究により、何れもその性能を画期的に向上せしめ、従つて自動制御の精度も飛躍的に向上され各応用部門の能率向上に至大の貢献をなしたことは以下順次詳説する通りである。

尚この際特筆すべきことは日立製作所中央研究所にアナログコンピユータ即ち電子管式微分演算機が設置され、自動制御方式の解析に縦横の威力を発揮している事実である。即ち高度の自動制御方式ではその安定度即ち過渡状態の解析は一般に現在数学では不可能であり、従つて的確な設計が困難となり、運転調整に際し種々問題を起す傾向があつたが、このアナログコンピュータの利用により当初から極めて精確な最も優秀な設計が可能となり、運転調整の期間も非常に短縮されるに至つたのであり、例えば十条製紙釧路工場の抄紙機では僅か3日間の調整で営業運転に入ることが出来た実績がある。

製鉄、製紙、起重機、セメント等の電動力応用部門の外に、発電関係に於ては、主として自動電圧調整に HTD 及び磁気増幅器を利用した自動制御方式が採用されておる。火力補機としては東京電力潮田発電所からの受注が引続き増加しており、その制御方式は将来に於ける自動燃焼制御装置に対する考慮が払つて製作されている。日立製作所では別に2年前より、電気式自動燃焼制御装置の試作を行い、好調に試験中である。

上記は何れも無接点制御方式への移行であるが、接点式のものに対しても非常に苛酷な動作且つ長寿命のものが要求せられ、それぞれの制御器具の性能改善が見られた。

配　　電　　盤
Switchboards

水 力 発 電 所 用 配 電 盤
Switchboards for Hydro-Electric Power Station

前年にも増して強力に推進された水力発電所建設に伴はない多くの制御装置及び配電盤を主機と共に製作納入した。

制御方式は勿論すべて一人制御としているが更に制御の集中化に一歩を進め保護装置の改善と相俟つて水力の能率的利用と良質の電力確保を容易にする努力がなされた。

即ち補機類の監視制御をも主配電盤で行うようにし、電圧調整装置として HTD 型自動電圧調整装置が納入された。保護装置の面では発電機巻線保護用として感度鋭敏で高速度動作の KGY 型、KY 型継電器を採用しそれ

ぞれ接地、層間短絡、線間短絡を保護させている。

所内高圧回路に対しては据付面積も小さく安全で保守の容易な信頼度の高いメタルクラッドスイッチギヤが採用されるようになつた。

以下主要な発電所用制御装置及び配電盤に就き特色を述べる。

北陸電力神通川第一発電所用配電盤

48,500 kVA 2台の大容量である本発電所は、規模の点のみでなく制御装置、配電盤として代表的製品である。

この主回器構成はユニット式とし高圧同期方式を採用している。同期は VS 型電子管自動同期装置を使用し、送電線側は一相線間電圧を使用するようにして高圧側静電型電圧変成装置の数を少くしている。

制御方式は完全な一人制御方式とし制御の集中化を主眼として圧油槽油圧、油面をそれぞれ ZLR 型 NFR 型遠方指示装置を以て配電盤上に指示させ、補機の監視制御をもすべて主操作盤上より出来るようにしている。

尙配電盤は色彩調節を行い迅速的確な制御を容易にしている。

電圧調整装置として新しく正相電圧応動の RBA 型抵抗型自動電圧調整器を使用し、停止の際無効電力遮断により系統に与える攪乱を軽減させるため FDP 型継電器を組合せて自動的に無効電力を 10% 以下に限定させるようにしている。

発電機中性点は 100A 抵抗接地とし、関西電力笠置発電所に於ける人工故障試験に於て好成績を収めた誘導環型の KGY 型接地継電器、KY 型継電器を使用し接地は 95% 以上を、層間短絡は 1 ターンをも高速度に保護させるようにしている。

所内高圧及び配電線開閉器具、計器用変成器類はすべて8台のメタルクラッドに収めて保守の安全を強化し信頼度を高くしている。

東北電力片門発電所用配電盤

只見川水系の片門発電所（24,000 kVA 2台将来3台）に於ても制御の集中化を目的として新しい試みがなされている。

即ち一人制御は日立独特の順序制御器による方式を採用していることは勿論であるが、従来現場操作としていた水車関係の圧油ポンプ、グリースポンプ、変圧器冷却水ポンプ等の補機、取水口門扉、堰堤門扉等の水路開閉機器制御もそれぞれ NFR 型圧油槽油面遠方指示装置、変圧器温度計、取水口、放水路水位計、門扉開度計を監視しつゝ発電機操作盤上より制御することができる。

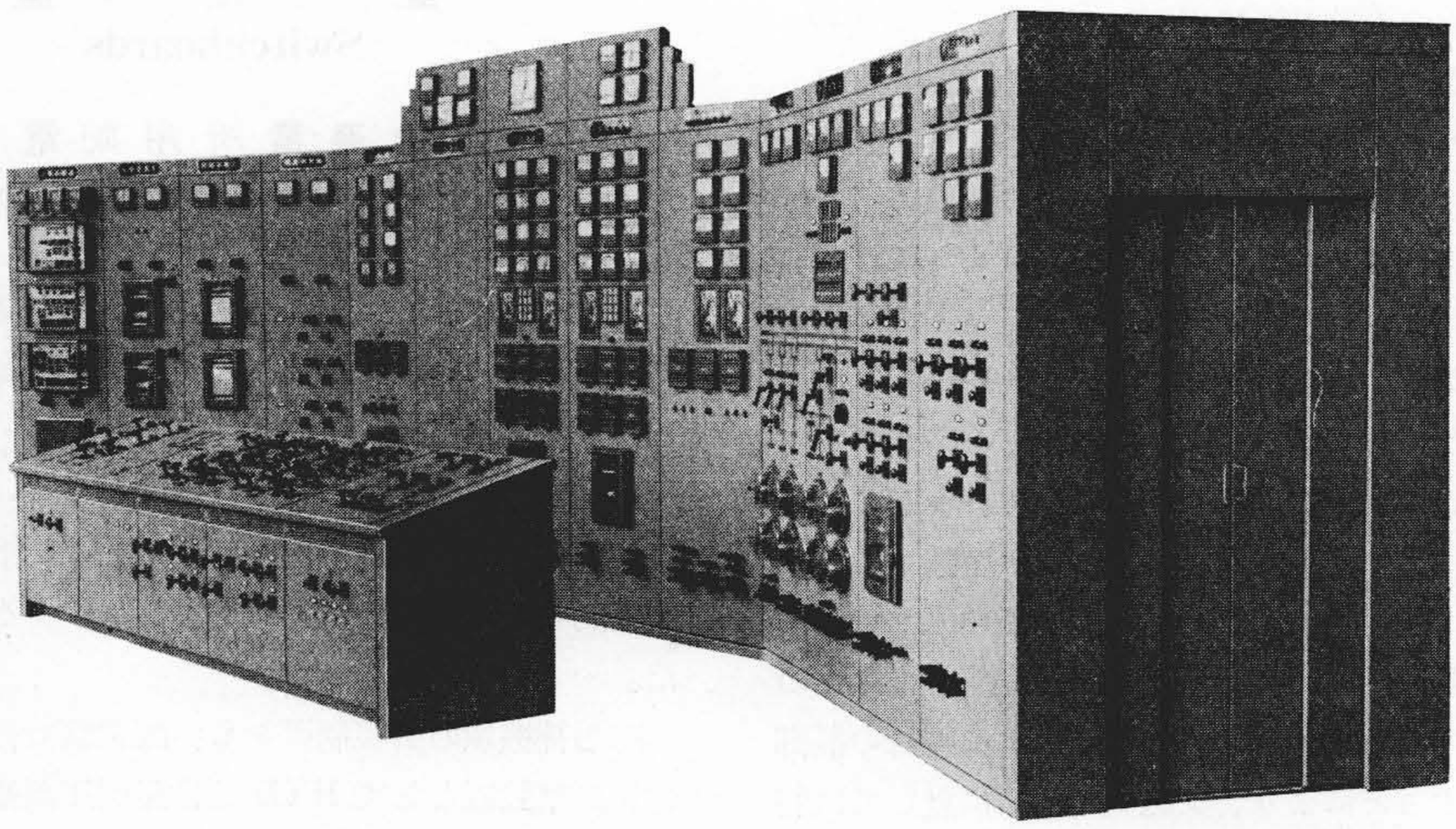
又発電機電流、電力、温度、送電々圧、取水口水位等の測定は電気巻式の Q_{54} 型記録計を使用し一人制御を容易にしている。

配電盤は**第1図**に示す分離机型とし操作盤を囲んで正面に主盤、左右に補助盤を配置し監視制御が容易な配列としている。

四国電力松尾川第一及び第二発電所用配電盤

松尾川第一、第二発電所は四国中部の松尾川に建設され第二は第一の放水により運転する特殊な取水条件にあり、これらの水車発電機は落差、水量が略等しいので何れも 21,100 kW の二輪四噴射型水車及び 24,000 kVA, 11 kV の発電機各1台を設置している。

従つて両発電所の運転は位置的には離れているが全く同一発電所として一貫した制御をする必要があり、第一は第二を制御所として日立遠方監視制御方式を採用している。第一の発電機及び変圧器温度を TVI 型テレメータにより制御所に指示させているので安心して制御を行



第1図　24,000 kVA 水力発電所用配電盤
Fig. 1.　Main Switchboards for 24,000 kVA Hydro-Electric Power Station

うことができる。

両発電所共常時出力は4,000乃至5,000kWであるので発電機の両側に水車をおく水平軸構造とし定格出力の50%を境として、使用水車を1台或いは2台に切換え高能率運転を行つている。即ち出力増の場合は50%以下では水車1台、50%を越せば2台、出力減の場合は100%より40%まで2台、40%以下で1台とそれぞれ使用台数を変え2台使用時は負荷平衡を行つて部分負荷30%程度に至るまで略全負荷時の高能率を保持させるようにしている。

第二は第一の放水で運転されるため第一の負荷制御は放水位を一定ならしめる逆調整方式とし第二は負荷制限装置を以て制御し、水車2台と1台の使用切換えはFDW型電力調整継電器により自動的に行わせている。

東京電力白根発電所用配電盤

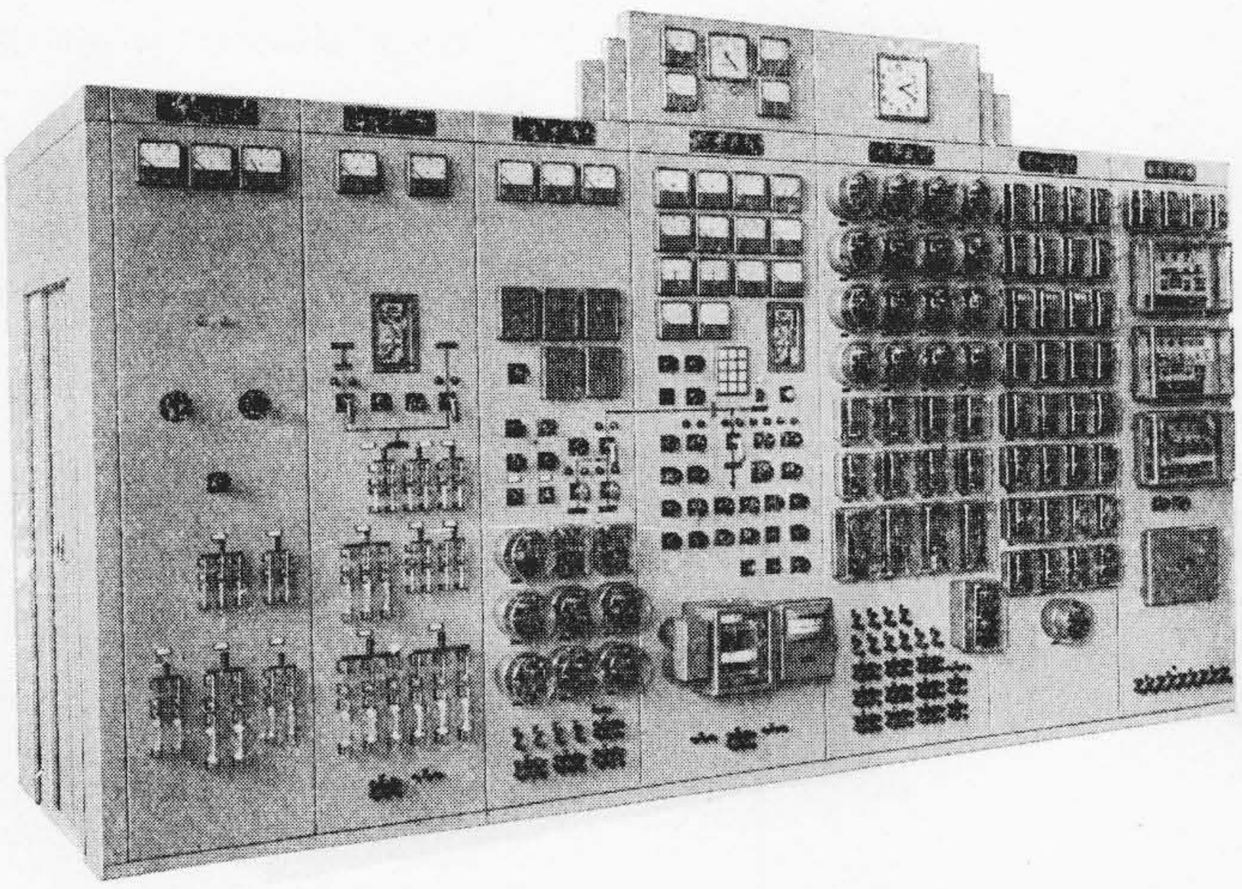
容量12,000kVAの本発電所の水車は竪軸単輪四噴射のペルトンで記録的な製品であるが、その四本の噴射を制御して行う高能率運転装置は我国にも例が少ない。

即ち本発電所の負荷制御は水位調整器により行うがその出力25%まで、50%まで及び100%までの三段階をニードルの開度により検出し自動的に使用噴射数を1本、2本、4本と切換え部分負荷に至るまで高能率に運転出来る方式としている。又この使用噴射は1番より4番まで何れを先行せしめるかの選択は切換開閉器により任意に選定できる。

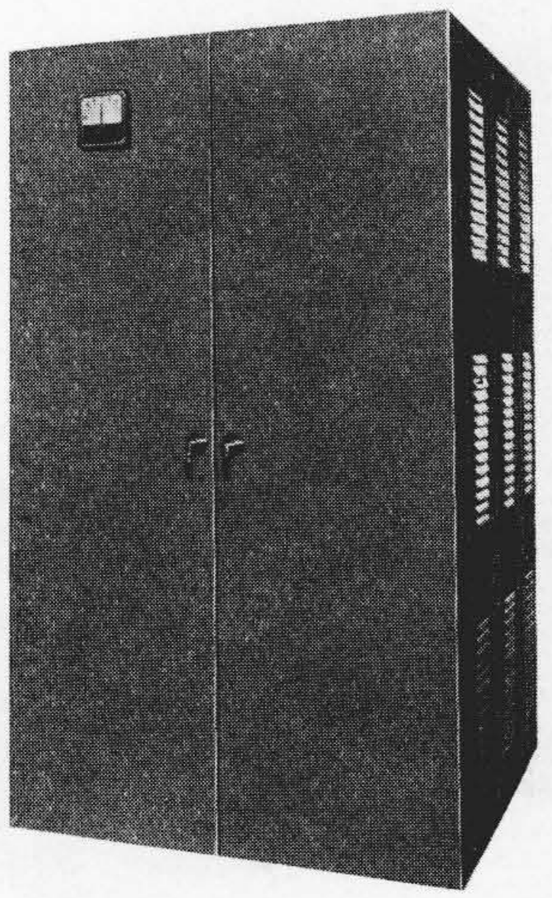
第2図は本発電所配電盤である。本発電所は約4km隔つた鎌田発電所より遠方制御される計画となつているため簡素な直立型配電盤としている。

HTD型自動電圧調整装置

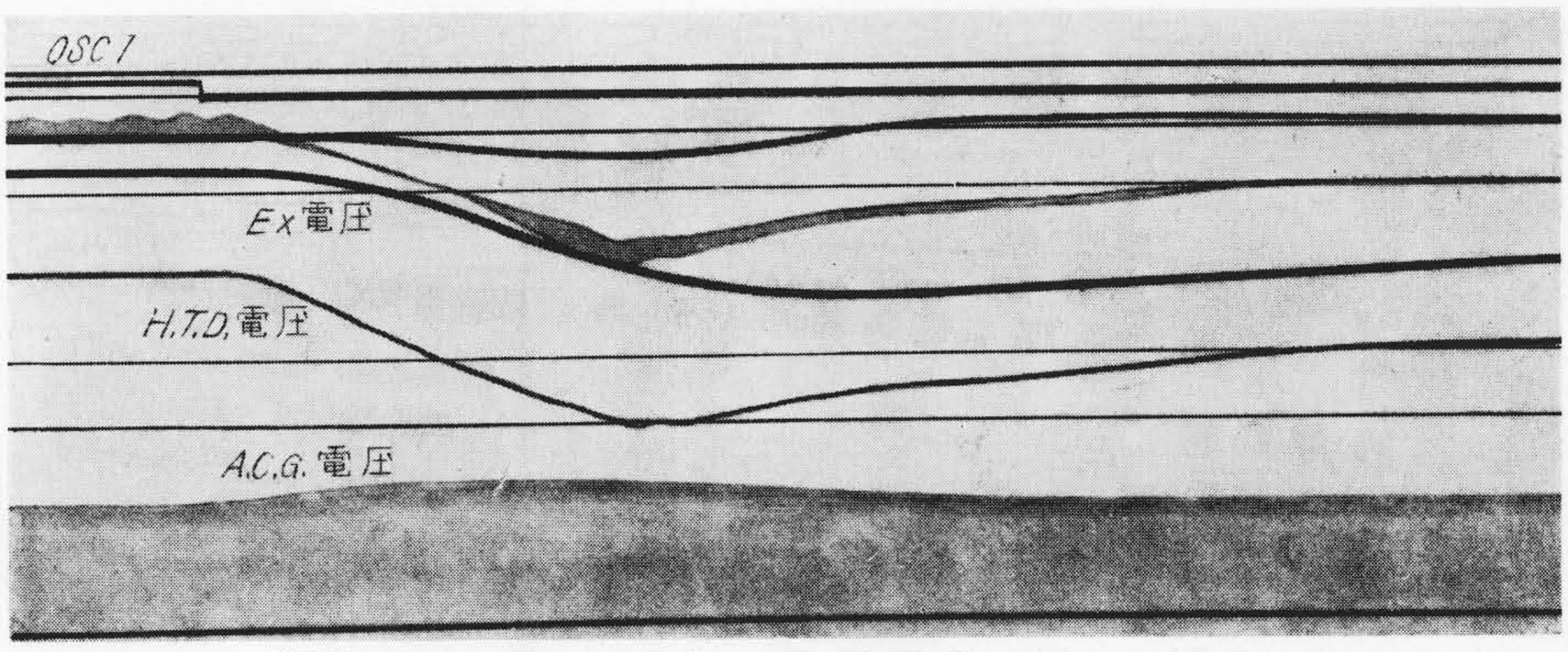
HTD型自動電圧調整装置は従来の振動型、抵抗型に代り無接点で保守簡便且つ円滑速応の制御特性を有する回転磁気増幅機型自動電圧調整装置であつて、新設水力



第2図　12,000kVA 水力発電所用配電盤
Fig. 2.　Main Switchboards for 12,000kVA Hydro-Electric Power Station



第3図　HTD型自動電圧調整装置制御用キユービクル
Fig. 3.　Control Cubicle for Type HTD Automatic Voltage Regulating Device



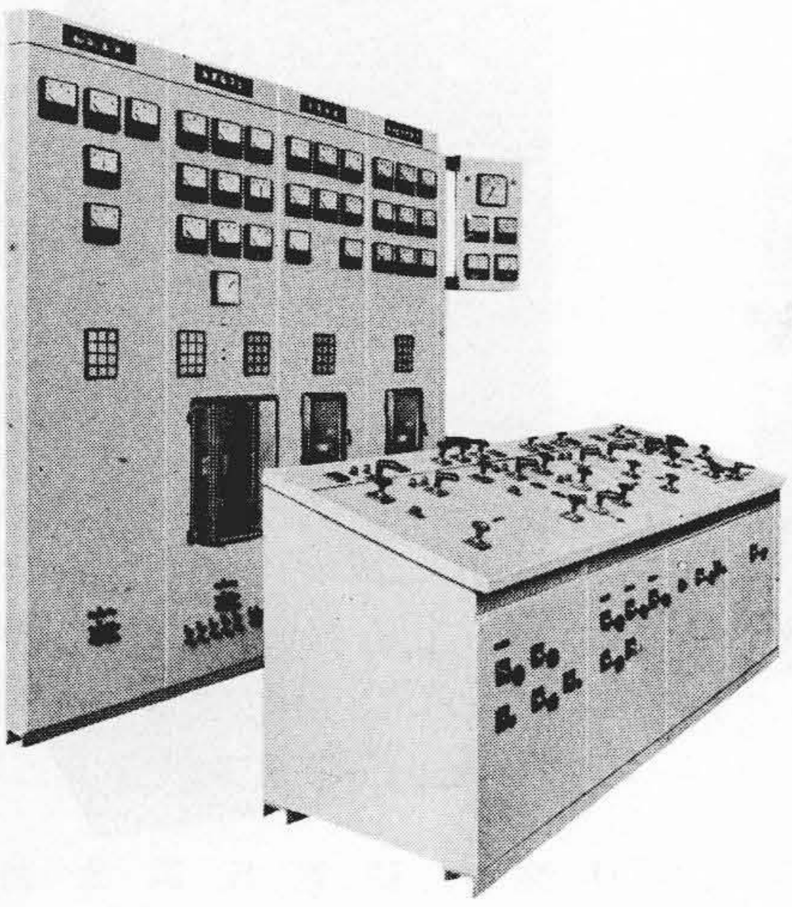
第4図　HTD型自動電圧調整装置動作オッシログラム
Fig. 4.　Oscillogram for Type HTD Automatic Voltage Regulating Device

発電所に多く採用された。

即ち東北電力滝淵発電所（2,900kVA 2台）には本装置2組を納入7月より順調な運転を続けているが現地綜合試験の結果、電圧制御誤差は1%以内で極めて安定な動作を示した。又松尾川第二発電所用HTD型自動電圧調整装置も9月に運転に入つた。**第3図**(前頁参照)に同所納の本装置用キユービクルを示す。

引続き片門発電所、神通川第一発電所、新潟県三面川発電所（18,000kVA 2台）、関西電力丸山発電所（72,500kVA 1台）にそれぞれ納入した。

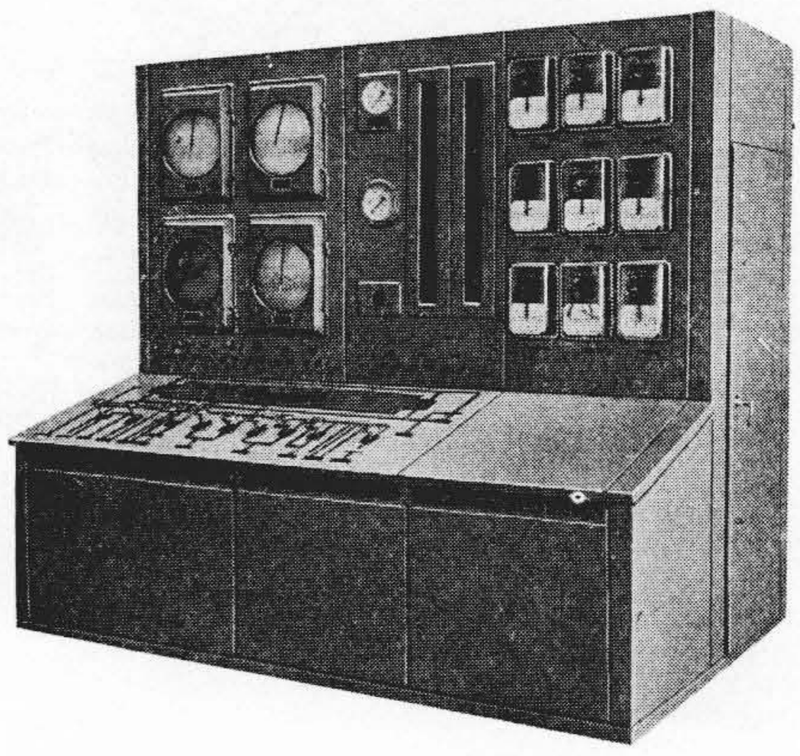
特に丸山の発電機は記録的大容量であり自動調整装置適用上種々困難な条件があるが、これを鋭意研究解決して工場立会試験に於ては電圧制御誤差1%以内で極めて安定な運転結果を得た。**第4図**(前頁参照)はそのオッシロの一例である。又その運転方式は主機一人制御の一部としてHTDの起動運転並びに停止は円滑に行うよう自動制御装置を設けている。



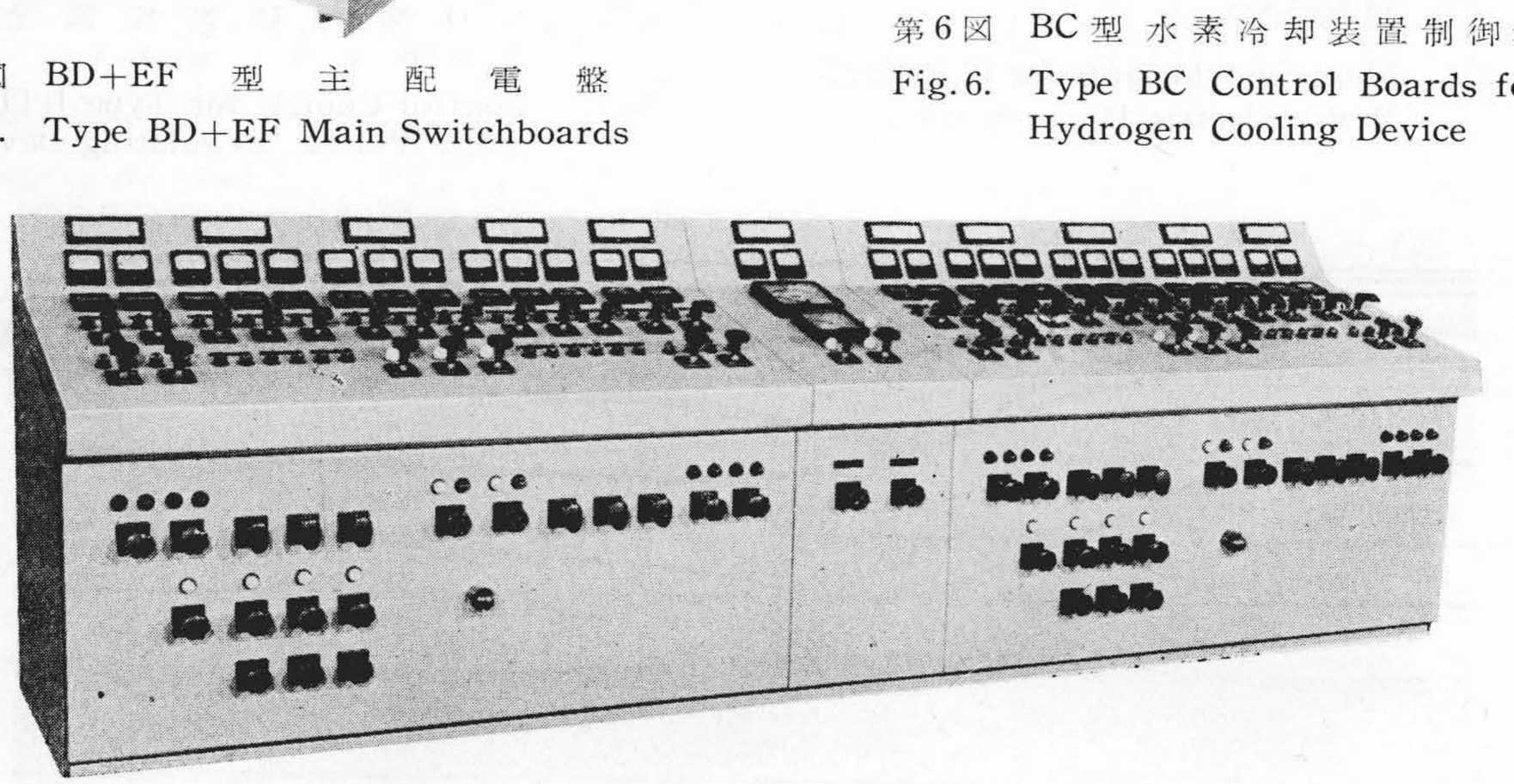
第5図　BD+EF　型　主　配　電　盤
Fig. 5.　Type BD+EF Main Switchboards

火力発電所用配電盤
Switchboards for Steam Power Station

電源開発計画の一環として28年中に運転を開始したタービン発電機は、北海道電力江別発電所 31,250kVA, 3,000r.p.m. 50~ 11kV, 日立セメント 6,250kVA, 3,000 r.p.m. 50~ 3.3kV, 東京電力潮田発電所 67,000kVA, 3,000r.p.m. 50~ 10.5kV 等である。特に潮田発電所納入のものは戦後最大のもので幾多の新しい機器と装置が装備され制御方式も最も合理的な運転制御が行われる総括制御方式を取入れた。即ち総括制御盤を設けここで既設々備を含めた発電所全体としての予定負荷指示と出力調整を行うようにして発電所全体の予定負荷に対する運転体制を整え同時に出力制御を行うようにした。然し火力発電所に於ては多種多様な補機を有しているため、水力発電の如く原動機から発電機まですべてを配電盤室に集中して制御することは困難である。従つてボイラ、タービン、発電機室にてそれぞれ監視制御を行い、更に中



第6図　BC型水素冷却装置制御盤
Fig. 6.　Type BC Control Boards for Hydrogen Cooling Device



第7図　BD　罐　前　制　御　盤
Fig. 7.　Type BD Control Deskboards for Boiler

央でこれを総括する方式とした。このために電気室と機械室の連絡を密にするための信号装置を設け、又所内補機監視盤を設ける等、発電所全体をよく把握して能率のよい合理的な運転が出来るよう特に考慮している。更に各種保護装置を完備して運転操作を安全確実なものとしてある。

配電盤室には**第5図**に示す主配電盤の外に補機監視盤と総括制御盤を、発電機室には発電機の水素冷却装置制御盤を、タービン室にはタービンの監視盤を、又ボイラ室には熱計器盤と罐前制御盤が設けられ、総括制御に応じ合理的制御が行えるよう体制が整えられている。**第6図**及び**第7図**は水素冷却装置制御盤と罐前制御盤である。

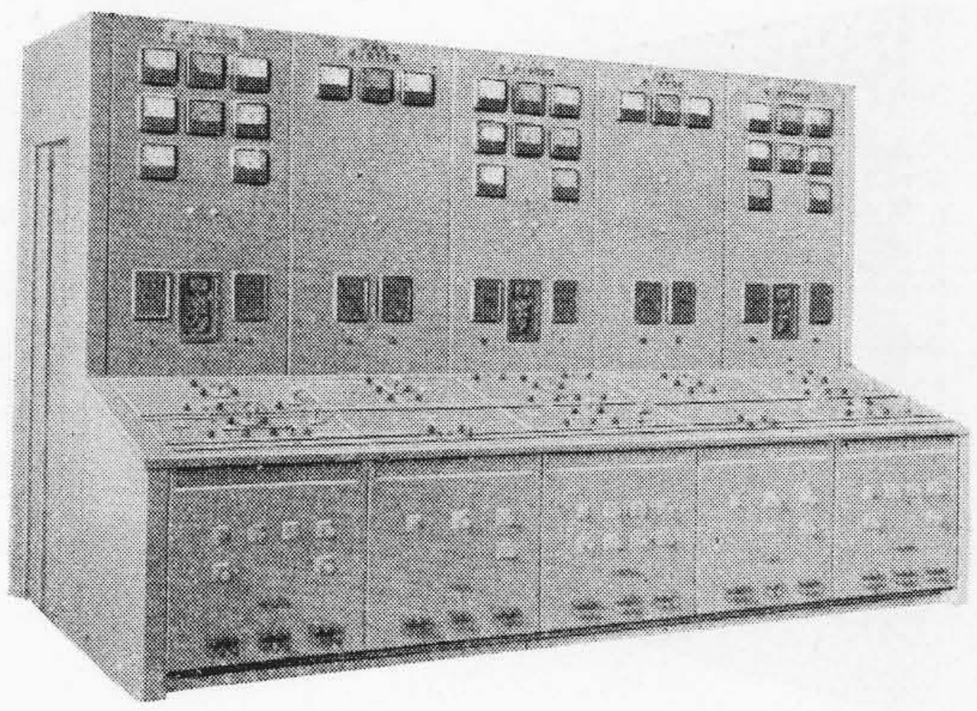
交流変電所用配電盤
Switchboards for A.C. Substation

国有鉄道新鶴見変電所及び武蔵境変電所用配電盤

第8図は新鶴見変電所に納入した配電盤である。武蔵境変電所より 154kV 2回線で受電し 30,000kVA 変圧器3バンクで 66kV に逓降し送電している。

制御方式中特筆すべき点は両変電所に我国最初の 154kV 高速度三相再閉路方式を採用したことである。

昭和28年8月、人工故障試験を施しその優秀性が立証せられた。送電系統の安定度を増大する経済的な方法として高速度再閉路の効果は既に認められているところであるが、並行二回線の場合は単相再閉路方式に比し、継電装置、遮断機構が格段と簡明であり且つ経済的な三相再閉路方式が今後漸次採用されて行くものと思われる。配電盤は保護継電方式に於ても十二分の考慮が払われ、表示灯の点滅、運転状態表示、故障表示、配電盤の色彩調節の実施等により運転保守の万全を期した設計がなされている。



第8図 BC 型 主 配 電 盤
Fig. 8. Type BC Main Switchboards

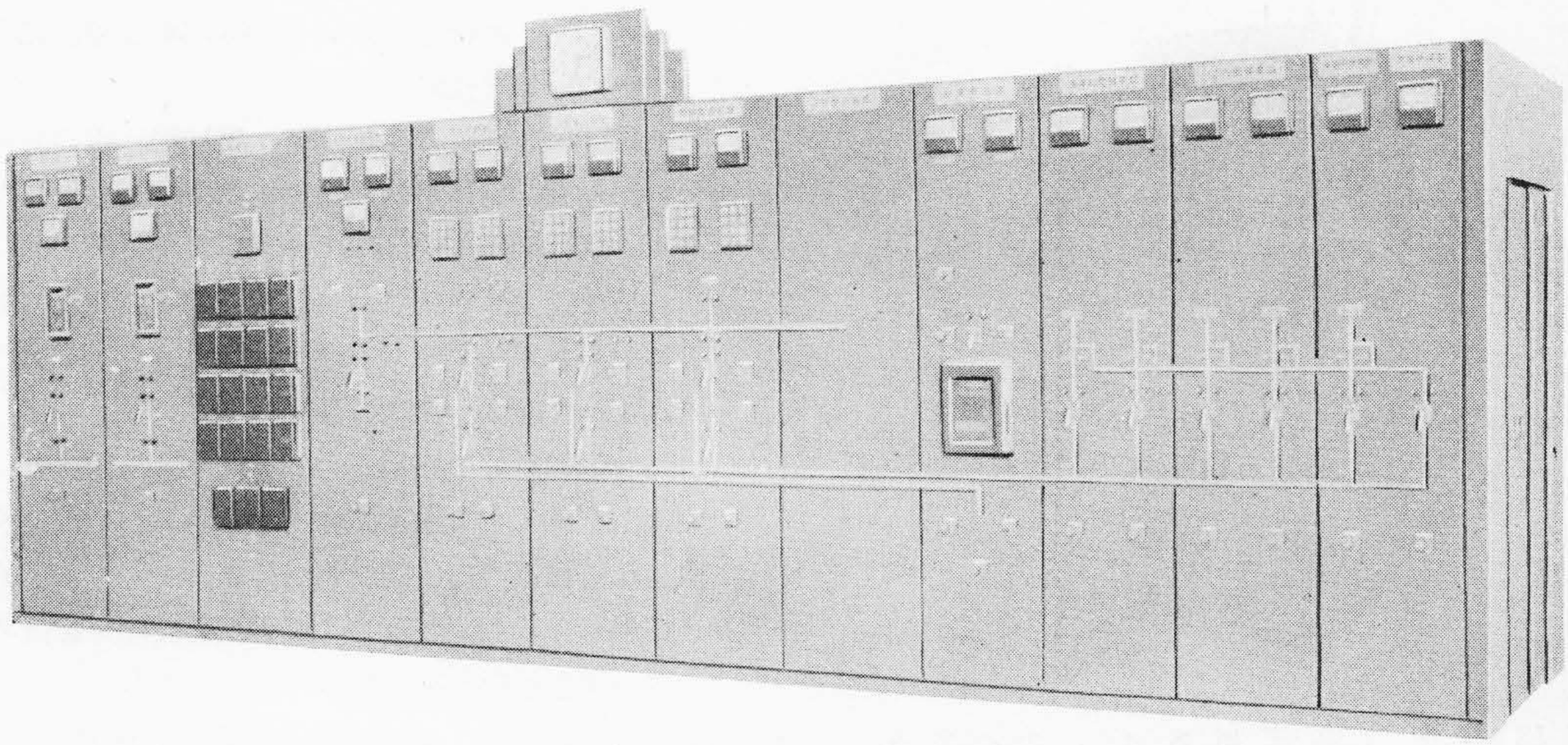
小型負荷時タップ切換変圧器の採用

東京電力越ヶ谷変電所その他に 300kVA 又は 450kVA 6kV ±5～10% 関西電力打保変電所には 500kVA 11kV/3.3kV±10% の負荷時タップ切換変圧器の自動電圧調整用配電盤を完成した。後者は従来の誘導電圧調整器と変圧器の組合わせによる電圧調整方式が単に負荷時タップ切換変圧器のみによる方式に変えられた注目すべきものと思われる。負荷時タップ切換変圧器のタップ切換機構の改良進歩による信頼性の向上と設備簡素化の観点から調整方式として本方式は今後益々広く採用されるものと思われる。

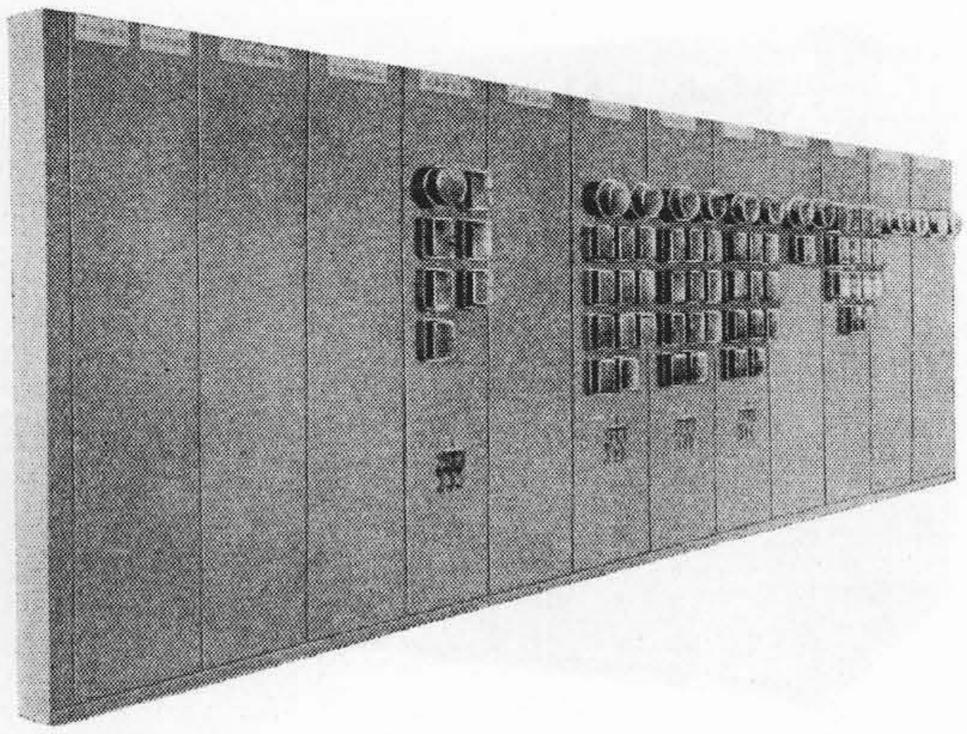
直流変電所用配電盤
Switchboards for D.C. Substation

国有鉄道豊橋変電所及び鷲津変電所納 2,000kW 1,500V 水冷式単極水銀整流器用配電盤

国有鉄道の東海道線浜松名古屋間の電化のため日立製

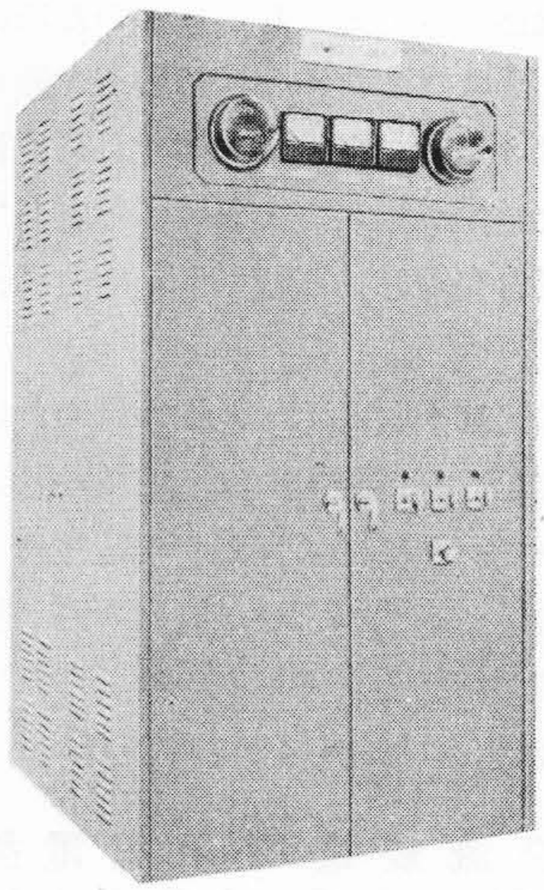


第9図 主 配 電 盤 Fig. 9. Main Switchboards



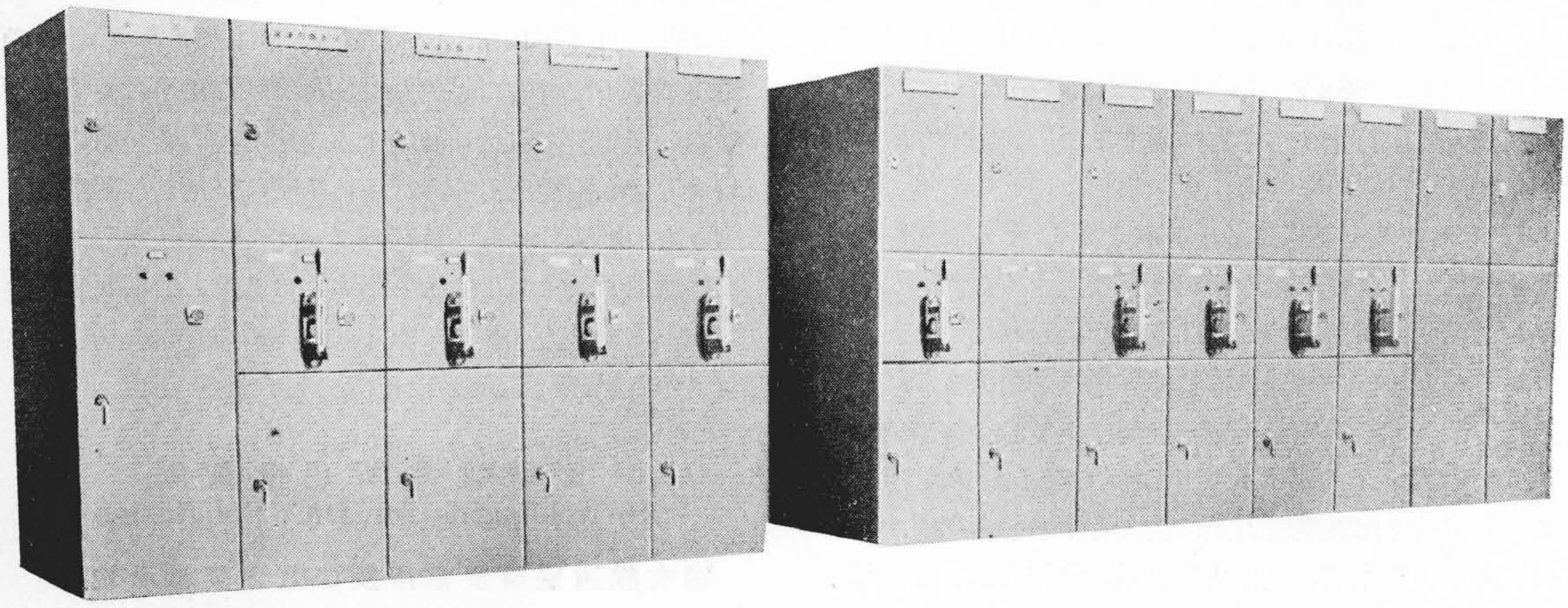
第10図　点励弧格子制御キユービクル

Fig. 10.　Ignition Exciting and Grid Control Cubicle



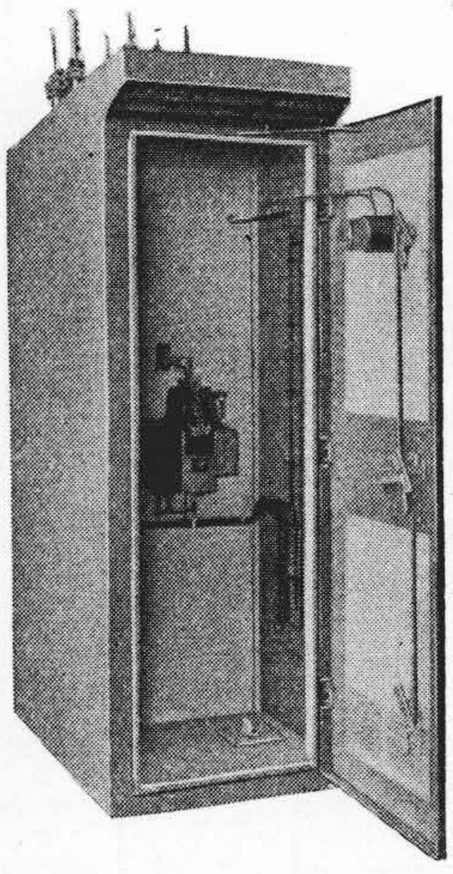
第11図　冷却水制御キユービクル

Fig. 11.　Control Cubicle for Cooling Water



第12図　正極母線キユービクル

Fig. 12.　Positive Bus Cubicle



第13図　所内高圧用スイツチハウス

Fig. 13.　Switch House for Station Service

作所は豊橋並びに鷲津両変電所の電気機器設備の一切を製作納入した。豊橋変電所は 2,000 kW 3組、鷲津変電所は 2,000 kW 2組である。

第9図(前頁参照)は主配電盤、**第10図**は点励弧格子制御キユービクル、**第11図**は冷却水温度自動調節用キユービクル、**第12図**は正極母線キユービクル、**第13図**は所内高圧用スイッチハウスの写真で何れも豊橋変電所納のものであるが鷲津変電所も大体同様である。本変電所の制御装置は次の如き特長を有している。

（1）　色彩調節の採用

変電所全体として色彩調節が施され色彩的に調和された快適な雰囲気の内で監視並びに制御を行う画期的な試みが実施せられた。配電盤は最も主要な部分を占めるもので次の如き色彩を施した。

配電盤面	7.5 BG 6/1.5	淡青灰色
計器継電器枠	7.5 BG 4/1.5	青灰色

操作把手　2.5 YR 4/5　茶　色
銘板　艶消し銀色地に黒色文字
盤裏面　白　色

（2）制御方式

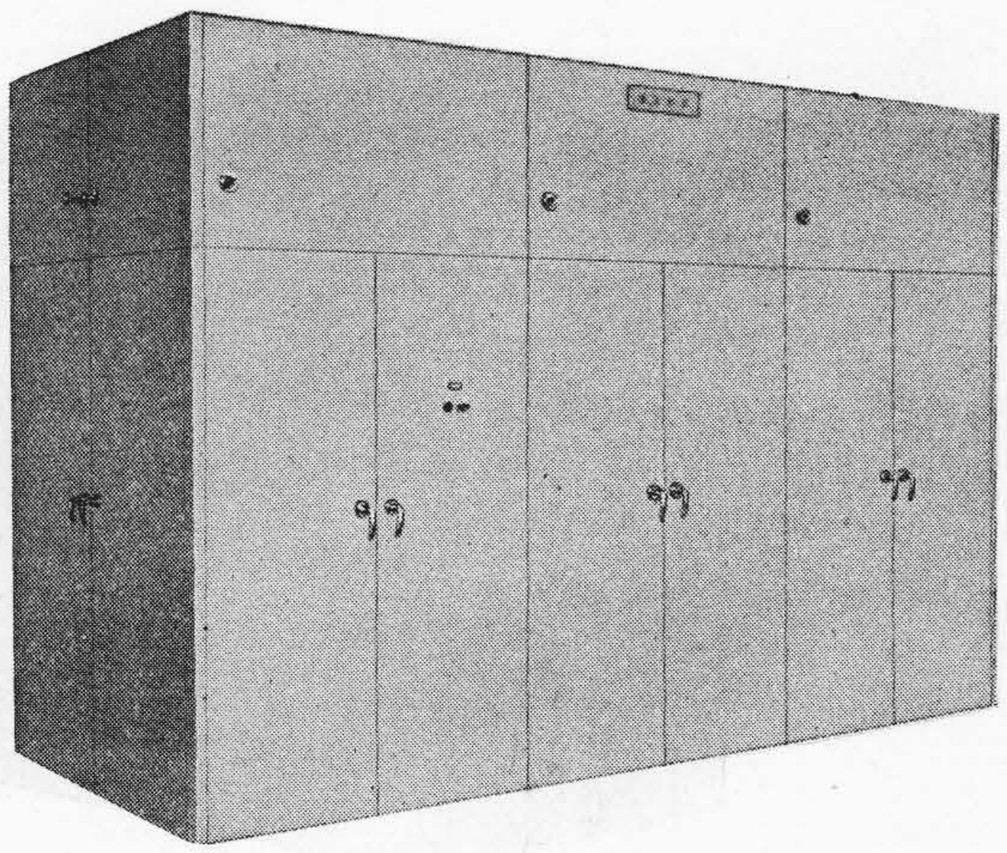
制御方式は操作の簡易化と監視の容易を主眼とした順序制御器による一人制御方式を採用した。一箇の順序制御器で、自動起動、自動の途中から手動への切換及び段階制御、手動途中から自動への切換、更に起動と逆に順次停止せしめて行く逆制御も出来るようにした。且つ盤上のランプ表示器で進行状態を明示するようにしてある。

（3）冷却水の温度制御

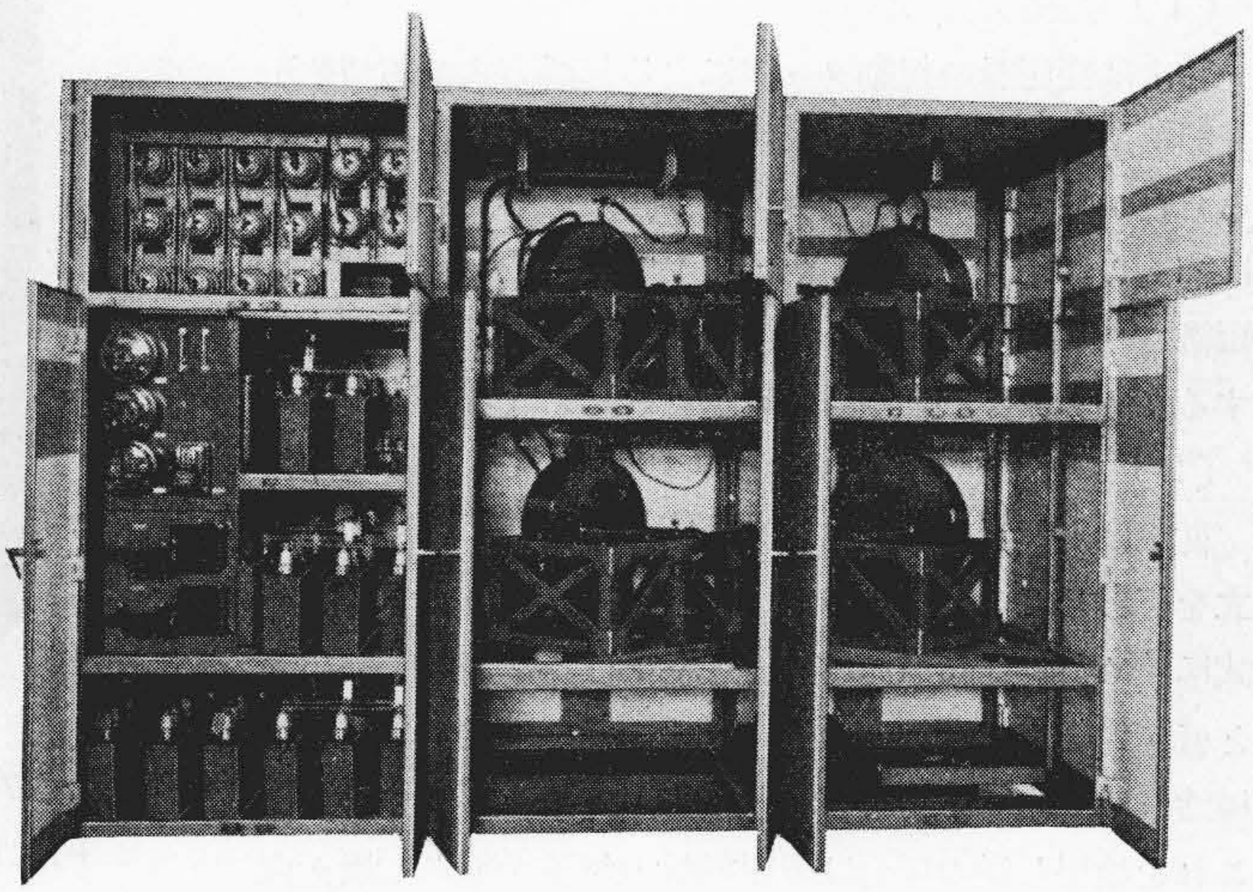
水銀整流器の安定な運転のためには器槽の温度を常にある一定の範囲に保持することが望ましい。このためには冷却水の温度を温水器と冷却扇を自動制御し保守の負担を軽減するようにしている。

（4）濾波装置の自動調整

濾波装置は系統周波数が変動すれば調波低減率は減少しその効果が減殺されるので系統周波数に応じて同調周波数を自動調整して各運転周波数に対して略々一定した調波低減率を保持するようにした。**第14図**及び**第15図**は自動調整用キユービクルである。



第14図　自動調整装置付濾波装置
Fig. 14.　Wave Filter with Automatic Controlling Equipment



第15図　自動電圧装置付炉波装置内部
Fig. 15.　Internal View of Wave Filter with Automatic Controlling Equipment

国有鉄道大井町変電所及び目黒変電所納 3,000 kW　1,500 V　風冷式単極水銀整流器用配電盤

大井町変電所は各社の 2,000 kW 水冷式単極水銀整流器 4 組が設置されていたが、その後日立製作所の風冷式 2,000 kW 単極水銀整流器が増設された。更に今回斯界の記録品である風冷式 3,000 kW 単極水銀整流器が増設された。制御用配電盤は 2,000 kW 風冷式と同様ユニット式である。

目黒変電所にも 3,000 kW 1,500 V 風冷式単極水銀整流器 3 組を納入した。**第16図**は主配電盤の写真である。本配電盤も豊橋変電所と同様の色彩調節を施した。

器槽の温度調節はＤＴ型温度調節器による冷却扇の自動制御方式を採用し温度調節の合理化を計り、又順序制御器による一人制御方式を採用し、操作の過誤を防ぐとともに操作上の利便と安心感を一段と増大せしめることが出来た。

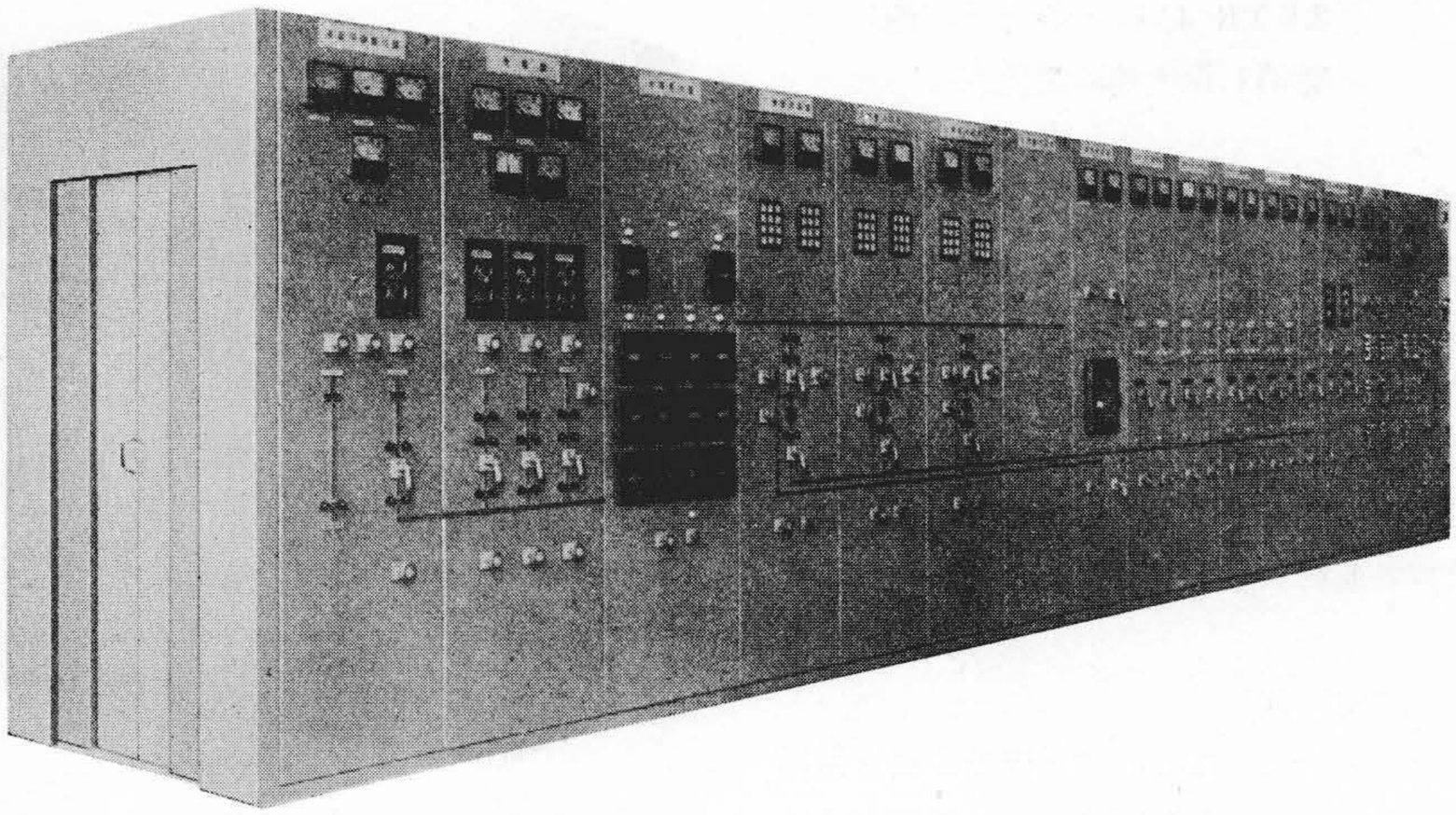
静岡鉄道中吉田変電所納 500 kW　600 V　風冷式単極水銀整流器用配電盤

中吉田変電所は既設の回転変流機が老朽のため今回 500 kW 600 V 風冷式単極水銀整流器と置き換えられたものである。本変電所は小容量直流変電所のモデル的のものである。操作電源は蓄電池なしの交流電源のみである。整流器用変圧器は屋外型でその一次側交流遮断器は屋外スイッチハウスに収納されその操作は電動圧油操作式とした。操作は釦開閉器による一人制御方式である。

国有鉄道東中野変電所及び田浦変電所納 2,000 kW　1,500 V　回転変流機用配電盤

国有鉄道に於ける回転変流機の老朽対策の一環として新設計による制御用配電盤を東中野変電所に 2 組、田浦変電所に 2 組納入し目下好成績で運転している。

回転変流機の修理と同時にその制御方式も従来の方式



第16図　主配電盤　Fig. 16.　Main Switchboards

に比して大きく改良された。**第17図**は配電盤の写真である。

（1）　起動方式の改良

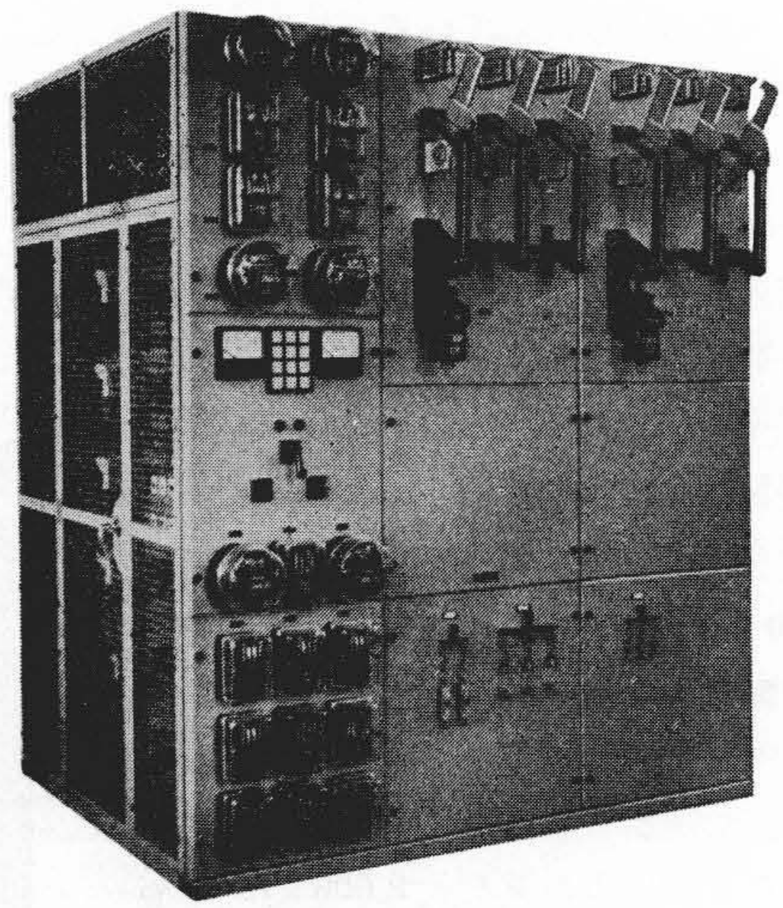
従来は変圧器の起動タップによる起動方式であつたが今回は起動装置を簡易にするためリアクトル起動に改められた。起動電流はこのリアクトルに依つて250％以下に抑えられ起動操作が終れば双型開閉器でリアクトルは短絡されるようにしている。この開閉器は操作を円滑にするために電動圧油操作式になつている。

（2）　極性確立の改良

従来は別設置の電動発電機による強制励磁で極性の確立を行わせていたが、今回は自励で極性の確立を行う方式に改めた。即ち高圧機、低圧機が同時に起動し始めると低圧機は自励磁される。従つて同期速度に近くなると極性が正に出るか負に出るか不定であるが極性継電器でこれを検出し逆の場合は界磁線輪の電流を逆に切換え直流電圧が零近くなると再び元に戻してやる方法とした。殆ど一回の切換で極性を確立させることが出来た。これ等は何れも極性継電器と界磁回路用電磁接触器で自動的に行わせている。低圧機の極性が確立すればこれによつて高圧機を強制励磁するのは従来と同様である。

（3）　運　転　監　視

運転方式は釦開閉器による一人制御方式である。制御盤上に設けられたランプ式表示器で進行状態を順次表示し運転中も機器の状態を一目で判るように設計されている。



第17図　2,000 kW　1,500 V　回転変流機制御盤

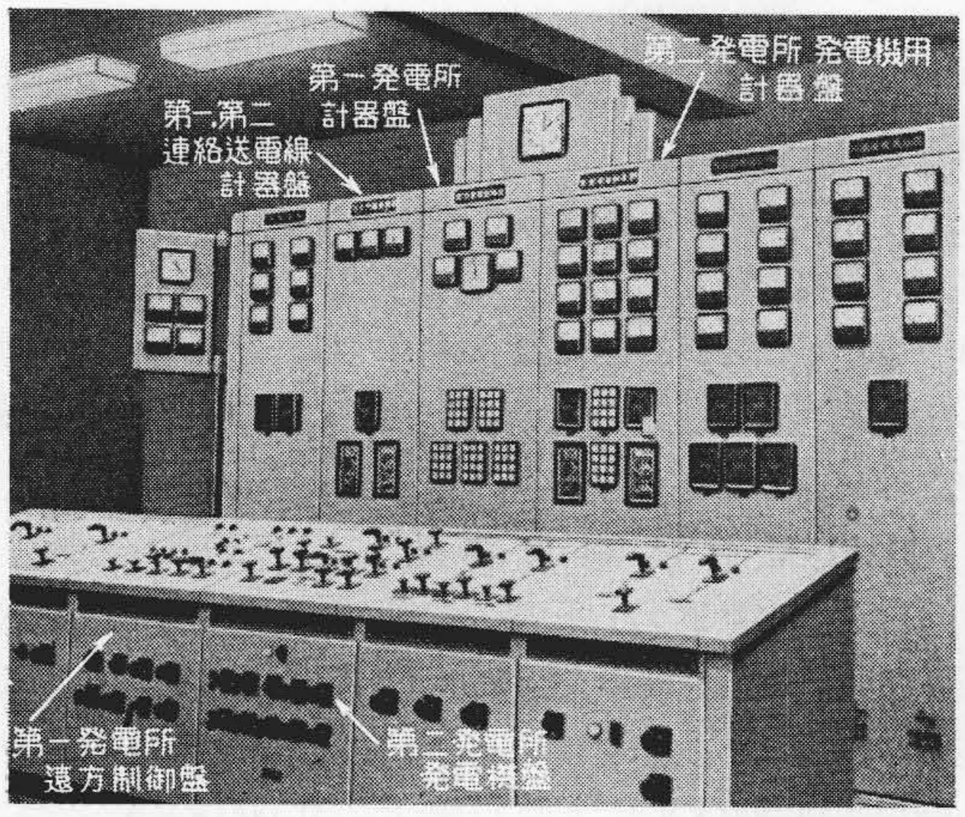
Fig. 17.　Control Boards for 2,000 kW Rotary Converter

電子管の電力方面に対する応用
Application of Electron Tubes for Power System

遠方監視制御装置

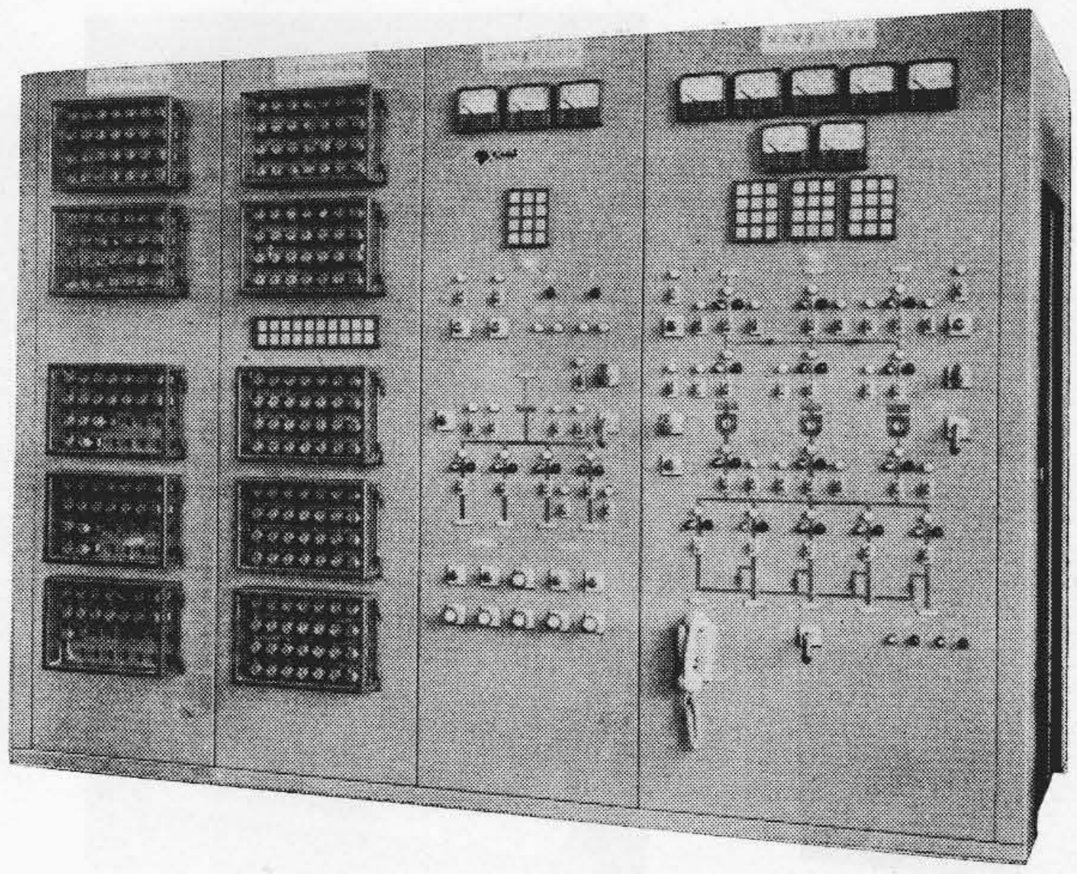
遠方監視制御装置は戦後発、変電所用8を完成納入しいずれも優秀な実績を示しているが、28年には更に四国電力松尾川第一発電所、日本国有鉄道鷲津変電所納を完成した。特に後者はかねて試作研究ずみの群選択型遠方監視制御方式で被制御所の制御種目を幾つかの群に配列し、選択動作（遠方操作のための制御所よりの選択、故障及び状態表示のための被制御所よりの選択）は先ず所望機器の属する群を選び、然る後その群内の選択を行う方式で極めて高速度の選択を行うことが出来る。鷲津変電所の場合は遠方監視制御種目計 90 に対し最大選択時間は約6秒である。又遠方操作は選択、操作の二段操作方式となつていることは従来の日立継電器型遠方監視制御装置と同じである。

（1）　四国電力株式会社松尾川第一発電所用遠方監視制御装置



第18図　松尾川第一発電所遠方監視制御用制御盤（第二発電所設置）

Fig. 18. Control Boardfor Supervisory Control of Matsuogawa No. 1 Power Station (Installed at Controlling Station, Matsuogawa No. 2 Power Station)



第19図　遠方監視制御装置（制御所豊橋変電所設置）

Fig. 19. Supervisory Control Set (Installed at Controlling Station, Toyohashi Substation)

松尾川第一発電所は第二発電所と同時に計画建設され、後者は前者の放水を以て運転されるという取水方法の密接な関連性から当初より第二発電所を制御所として遠方監視制御を行うことが計画されていたもので、制御所、被制御所間の距離約 8km で、パイロットワイヤー保護方式、遠隔測定用を含む 1.2φ 連絡線9芯を使用している。

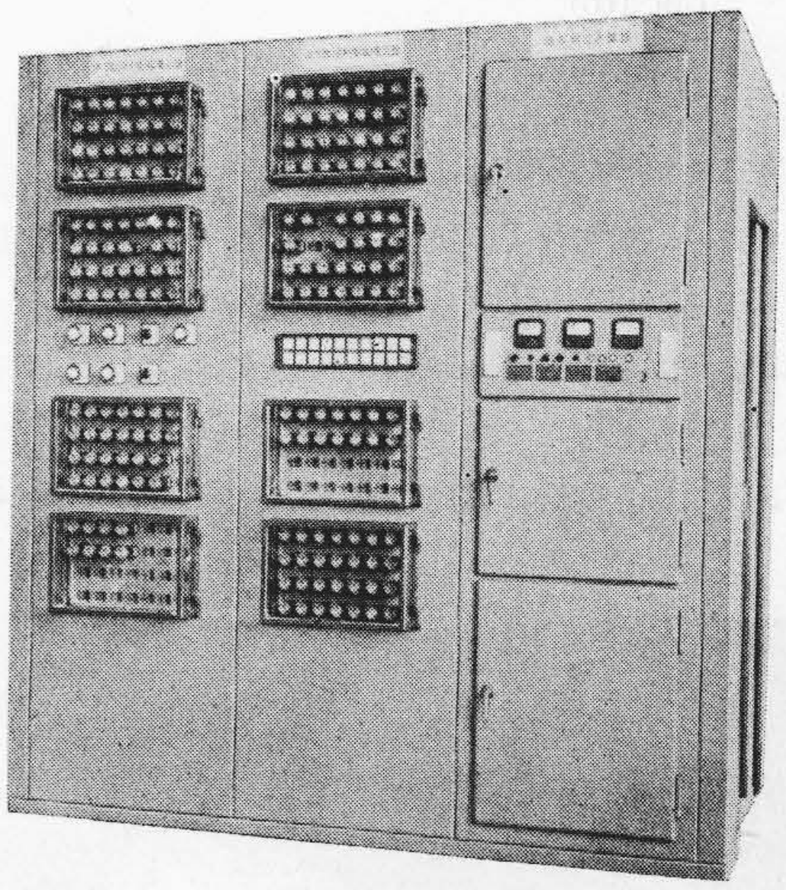
遠方監視制御種目は全選択数 23 で、同一種類の故障の一括表示、遠方手動同期、発電機、変圧器の温度の遠隔測定等種々新しい試みにより第一、第二両発電所の合理的綜合運転を可能ならしめている。

第18図は制御所第二発電所設置の遠方監視制御盤で、第二発電所発電機盤に隣接設置し総括制御を容易ならしめている。

（2） 日本国有鉄道鷲津変電所用群選択型遠方監視制御装置

本発電所は東海道線電化の一環として新設された水銀整流器変電所で約 14km 離れた隣接豊橋変電所より 1.6φ 計7芯の連絡線により遠方制御される。

鷲津変電所は 2,000kW, D.C. 1,500V 水銀整流器3台（うち1台は将来設置）に電灯、信号高圧各2回線を有する大容量変電所で、幹線に於ける本変電所の重要性からその遠方監視制御種目も計 90 となつており、こゝに新方式の群選択遠方監視制御方式が応用されたもので、本方式により従来の継電器型による場合の選択数 20 程度のものと同様の選択時間で確実な遠方操作が可能となつた。



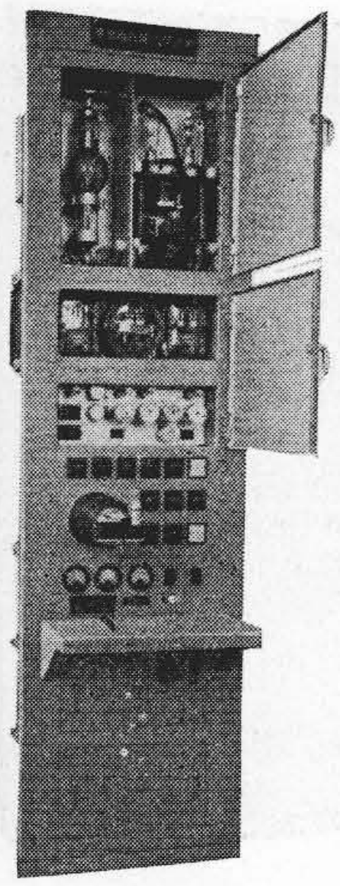
第20図　遠方監視制御装置（被制御所、鷲津変電所設置）

Fig. 20. Supervisory Control Set (Installed at Controlled Station Washizu Substation)

尚本変電所用遠方監視制御盤には色彩調節が施されている。**第19図**は制御所豊橋変電所設置の遠方監視制御盤、**第20図**は被制御所鷲津変電所設置の遠方監視制御盤を示す。

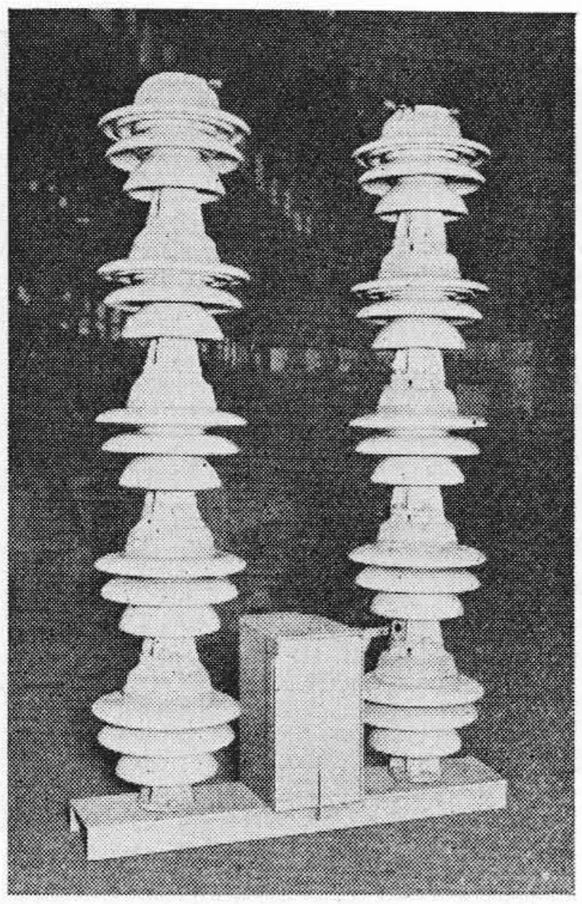
送電線故障点標定器

送電線故障点標定器も漸く実用の段階に入り、従来のF型（繰返しパルス、ブラウン管アナライザー方式）に種々の改良を加え、国鉄信濃川送電線（154kV 並行二回線、亘長約 200km）監視用の装置を完成した。**第21図、第22図**（次頁参照）は本装置並びに碍子型分圧器の



第21図　送電線故障点標定器

Fig. 21.　Transmission Line Fault Locator



第22図　碍子型分圧器

Fig. 22.　Porcelain Type Voltage Divider

外観を示す。

改良点の主なものは下記の通りである。

（1）　平衡受信方式を改良し、故障相選択を行なわなくても十分全線の標定を可能とした。

（2）　調整部分を極力減らし、操作並びに保守を簡易化した。

（3）　碍子型分圧器による受信法の確立により、設備を簡易化することが出来た。

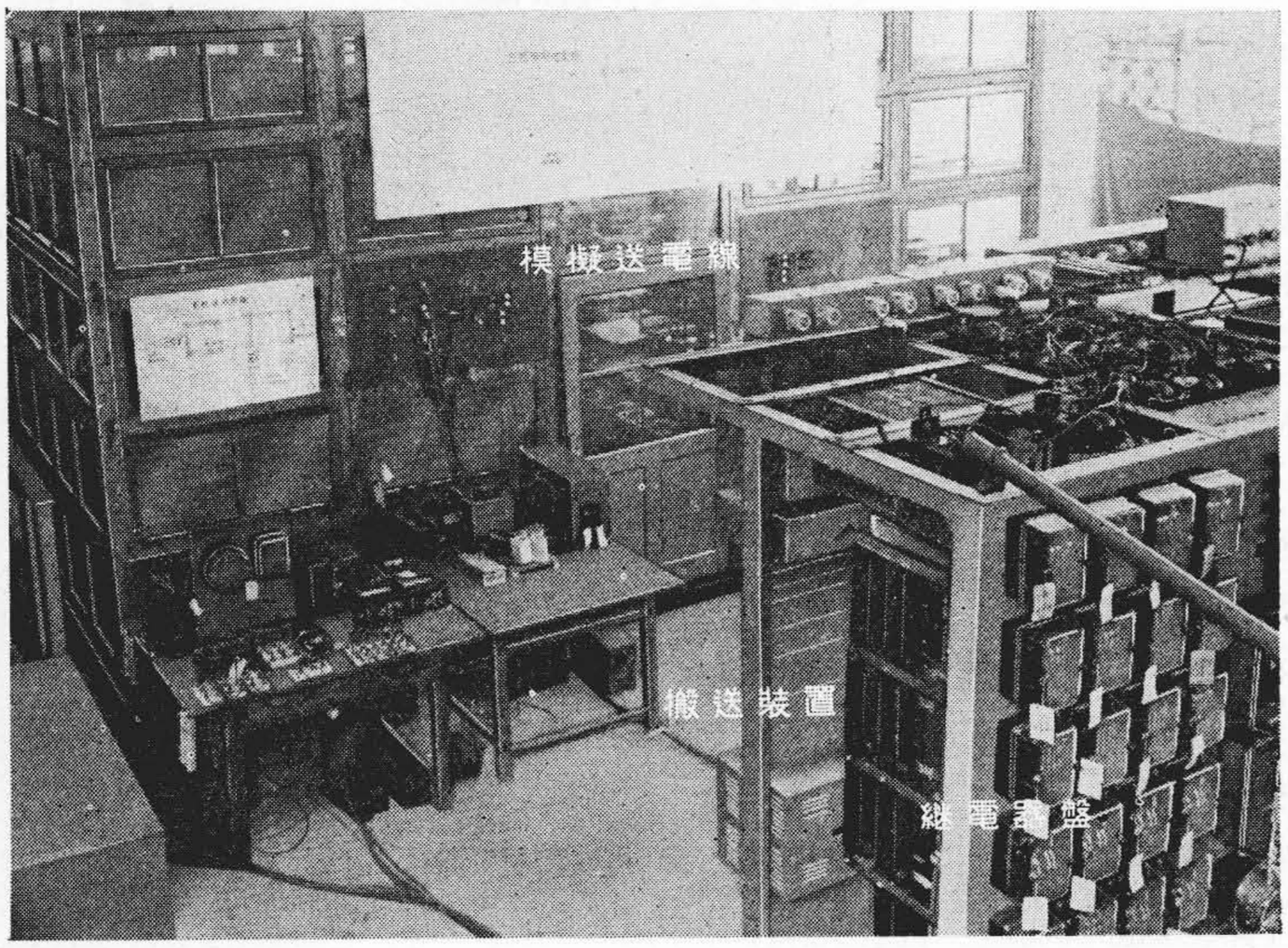
即ち平衡受信を行う場合、従来6線に対し同じ感度を持たせることが困難であつたが、平衡並びに混合回路を改良して、これを可能ならしめた。又従来碍子型分圧器は結合蓄電器に比して受信利得が少なく、使用困難とされていたが、各接続部分のインピーダンスをパルスに対して整合させることにより受信利得を向上し、確実に標定を行いうるものとしている。

BM-81型遠隔測定装置

本装置は東京電力小野川、秋元両発電所と猪苗代給電所、田端給電所及び中央給電指令所間の既設電力線搬送装置を利用して設置されたものである。即ち送量装置を小野川（14,500 kVA　2台）、秋元（31,000 kVA　2台）各発電所の既設測定架に増設しそれぞれの綜合電力を猪苗代、田端給電所及び中央給電指令所に遠隔指示並びに記録せしめている。

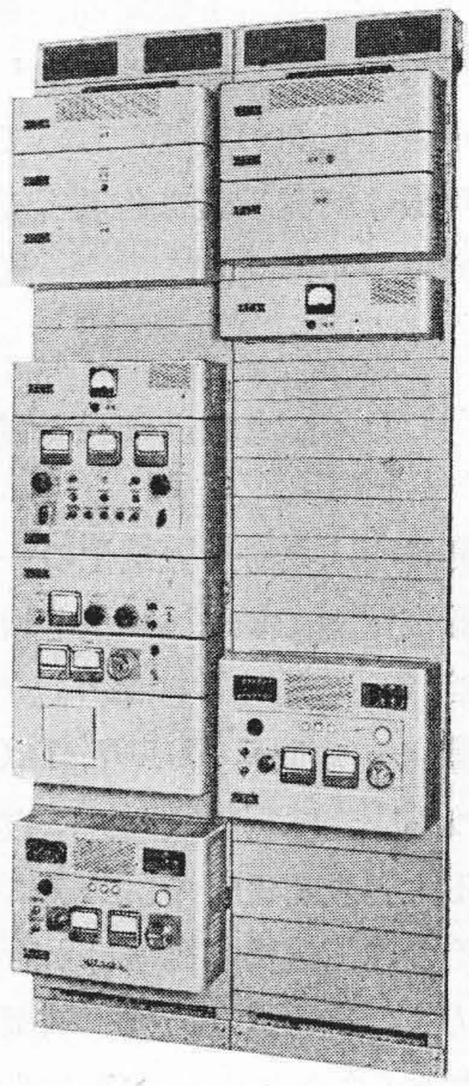
本装置は衝流式であつて送量側は送量変換器を新たに設け、これに各発電機の電圧、電流を導入して衝流に変換し既設測定架、搬送架を経て電力線に送り込む。受量側に於ては各チヤンネルを復調し受量電力指示計に指示させると共に記録計を以て記録する。

本装置用受量記録計としては精度の高い電子管式自動平衡型記録計を用いた。電子管平衡型は指針を駆動するトルクも任意に大きく選び得るし又電源電圧変動の影響を受けない特長をもつているので、0.5 級の高精度のものとすることが出来る。



第23図　CTB 型搬送保護継電装置の模擬送電線組合せ試験状況

Fig. 23.　Laboratory Test of the Type CTB Carrier Current Protective Relaying Set Combined with Mimic Power Line



第24図　PK-2 型 搬 送 装 置

Fig. 24.　Type PK-2 Carrier Set

CTB型距離搬送保護継電装置

関西電力の 275kV 直接々地式新北陸幹線、成出発電所、新愛本変電所間（一回線、将来二回線亘長 90.84 km）保護用として CTB 型距離搬送保護継電装置が完成し28年6月より運転に入つた。

CTB 型距離搬送保護継電装置は選択性の優秀な高速度距離継電器を主保護継電器としこれに搬送方式を併用したものであつて、送電線の保護継電装置として現在最高水準を行くものである。主保護継電器としては接地に対しAX型QC式高速度リアクタンス継電器、短絡に対してはAZ型QC式高速度インピーダンス継電器を採用した。

本装置は高速度単相再投入型制弧遮断器に組合せ使用され、故障発生より 6~ 以下で確実に選択遮断を行うことが出来る。又一線接地故障に対し単相若しくは三相再投入を、短絡故障に対し三相再投入を任意に行わせることが出来る。

因に本装置は納入に先立ち工場に於て模擬送電線を使用して厳重な試験を行い、線路のあらゆる事故に対し迅速適確に選択遮断を全うすることが確認されている。

第23図は本装置の模擬送電線との組合せ試験状況を示す。又**第24図**は本装置用 PK-2 型搬送装置である。

スイツチキユービクル
Switch Cubicles

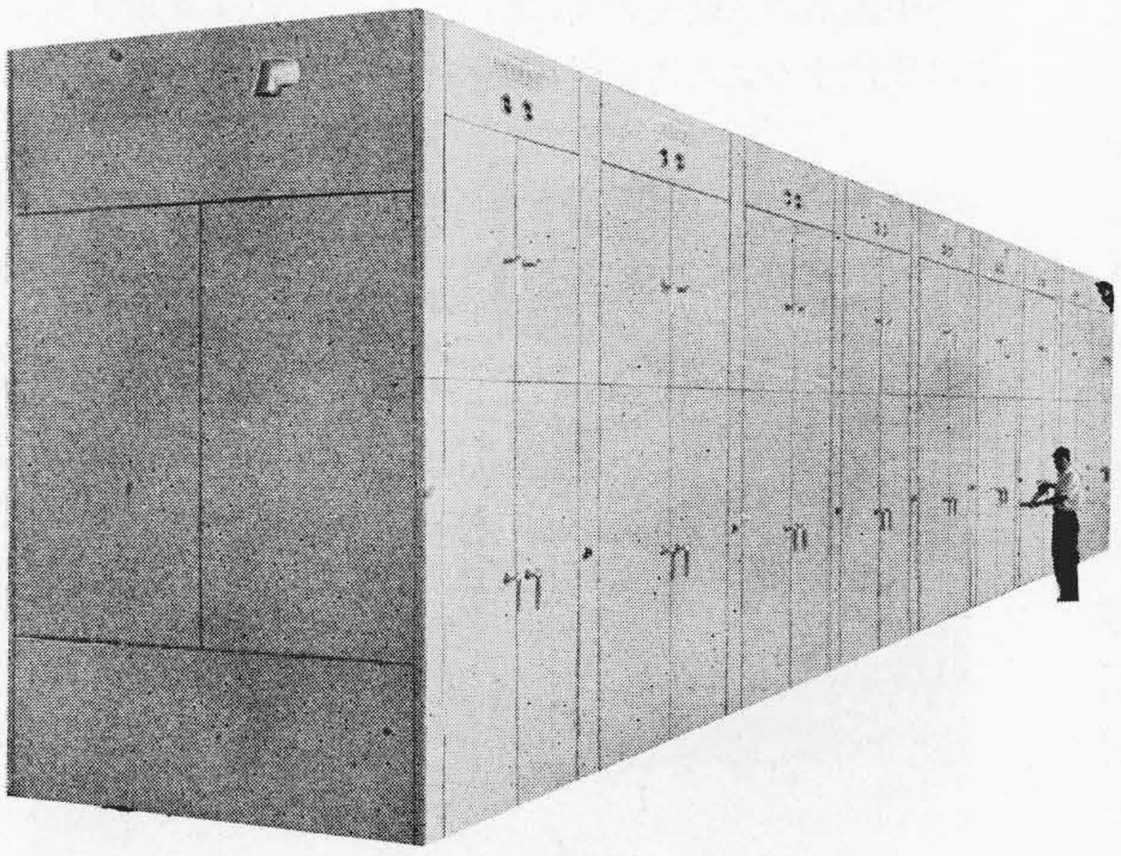
操作の安全、床面積の小、据付の簡易、外観の優美等の利点が広く一般の認識を得た結果、スイッチキユービクル及びメタルクラッドの閉鎖型配電盤はその用途範囲がいよいよ拡大され、電源開発に伴う発変電所及び諸工場の各種動力設備に於ける高圧回路、制御用としてその製作台数は著しく増大して来た。

スイッチキユービクルは設計的にも一層の改良が加えられ、小型化された。

第25図は国有鉄道目黒変電所納 23kV CE-10 型 AF 式スイッチキユービクルの外観図である。本キユービクルは受電用 3,000kW 水銀整流器変圧器用及び所内変圧器用計9台よりなり、母線、遮断器、断路器、自発ヒューズ、計器用変圧器、変流器等一切の高圧器具を合理的に区劃収納したものである。遮断器の遮断容量は 500,000 kVA である。断路器は遮断器間に誤操作防止の連動装置を施した三極操作型とし、キユービクル外より安全確実な操作が出来るようになつている。

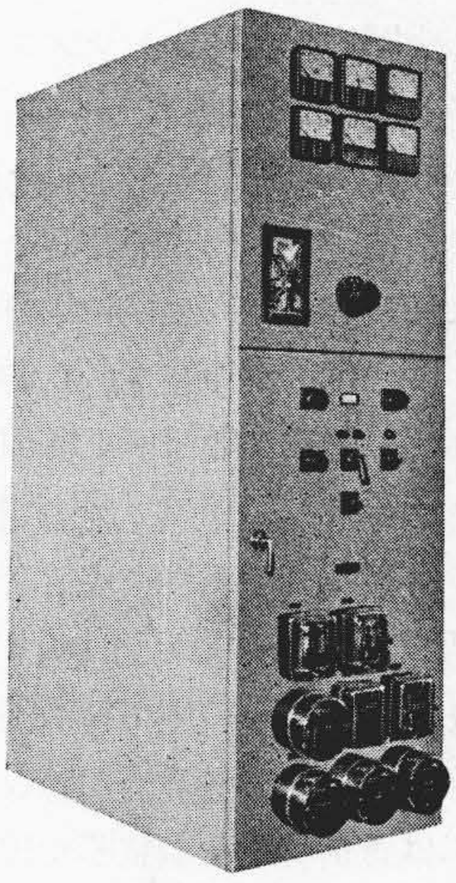
第27図(次頁参照)は国有鉄道豊橋変電所に納入された 2,000kW 水銀整流器3台の正極母線、負極母線用スイツチキユービクル1式中、1.5kV CS-10 型 DF 式正極母線用の外観図である。本キユービクルは正極母線、整流器回路及び饋電線回路用断路器、高速度気中遮断器用操作継電器盤、計器用直流変圧器、変流器等を収納しており、断路器は高速度気中遮断器間に誤操作防止の連動装置が施され、キユービクル外より安全容易に操作が出来る。

第26図は 3.45kV CE-1 型 AS 式同期電動機用スイッチキユービクルの外観図であつて、本キユービクルは前面可動盤上の釦スイッチの操作で簡単、確実に電動機の自動起動を行い得るもので高圧側、低圧側、励磁機側制御器具の一切を内蔵し、小型に纏めてある。



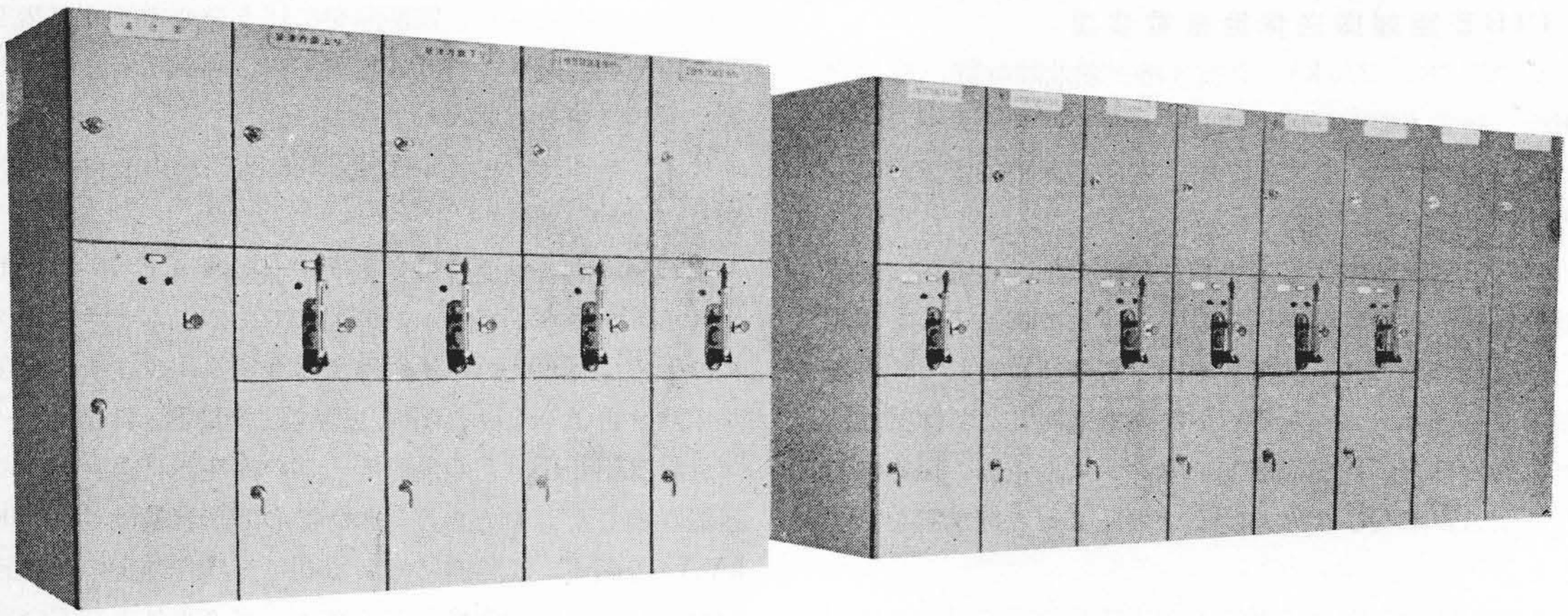
第25図　CE-10 型　AF 式　23kV　500,000kVA
スイッチキヒービクル

Fig. 25. Type CE-10 Form AF 23kV 500,000kVA Switch Cubicles



第26図　CE_{-1} 型　AS 式　3.45kV
スイッチキユービクル

Fig. 26. Type CE_{-1} Form AS 3.45kV Switch Cubicles



第27図　CS-10型 DF式 1.5kV スイツチキユービクル

Fig. 27.　Type CS-10 Form DF 1.5kV Switch Cubicles

メタルクラツドスイツチギヤー
Metalclad Switch Gears

28年度に於けるメタルクラッド製作台数の飛躍は著しく、屋内、屋外用共に一段の研究、改良が加えられて、ユニットサブステーション用、一般市内変電所用、水力発電所所内用、火力発電所補機用、工場動力制御用等各方面に亘り多数が納入された。

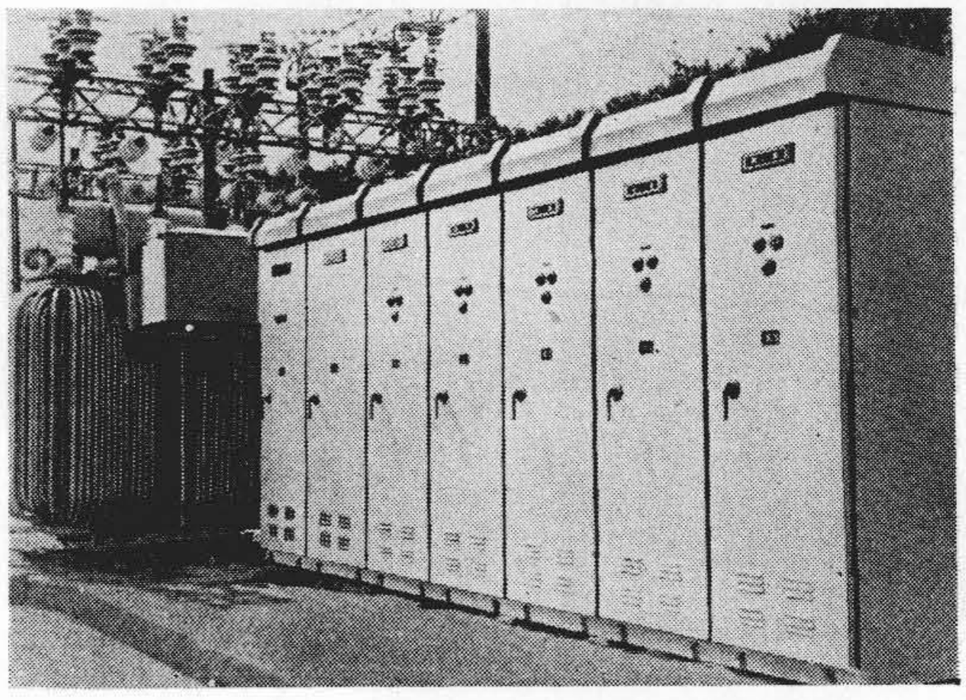
屋外用メタルクラッドの開発により、特に注目されるのは変電所様式のユニットサブステーション化であつて、変圧器一次側より二次側に至る全機器を屋外用とし、方式を半自動式又は遠方監視制御とすることにより、従来の建家、人、住宅等附属設備の多い変電所様式を簡素化し得るため全国的にユニットサブステーションが相次いで計画されるに至つた。

ユニットサブステーション用としては、後述の不二ドロマイト工業自家変電所 1,250kVA ユニット用、中部電力三郷変電所及び鴨田変電所にそれぞれ 6,000kVA ユニット用、関西電力大津変電所6,000kVA 2ユニット用、建設省米軍三鷹宿舎変電所7,500kVA 2ユニット用が納入され、その他に九州電力小林変電所 3,000kVA ユニット用、磐城セメント自家変電所 9,000kVA ユニット用、関西電力波路変電所 2,100kVA ユニット用等が製作中である。これらの中で特に関西電力大津変電所は膳所変電所より遠方監視制御さるゝ完全無人変電所で、変圧器には負荷時電圧調整器を併用し、メタルクラッド総台数は 22 台よりなり、遮断器には高圧気中遮断器を使用、その遮断容量は変圧器二次用及び母線連絡用が 250,000 kVA, 配電線用は 100,000 kVA である。尚所内電源用変圧器は乾式とし、保護継電器には引出型を使用する等、斬新な内容が盛られた我国最初の完全無人ユニットサブステーションの代表的なものである。

ユニットサブステーションの構想は水力発電所に於ける所内電源制御用のスイッチギヤーにも取入れられ、四国電力松尾川第一、第二発電所及び北陸電力神通川第一発電所に同用途の屋外メタルクラッドが納入された。この他に東北電力本名発電所及び伊南川発電所用、姫川電力姫川第七発電所用、高知県電気局永瀬発電所用、九州電力桑野内発電所用等が製作中である。

一般変電所用としては、八幡製作所技光変電所及び戸畑ストリップ工場第二変電所に VS-25 型が多数納入され、同所西田変電所用が引続き製作中である。

火力発電所補機制御用としては、東京電力潮田発電所及び中国電力三蟠発電所に納入され、このメタルクラッドは後述するように据付床面積を縮減するため極めて小

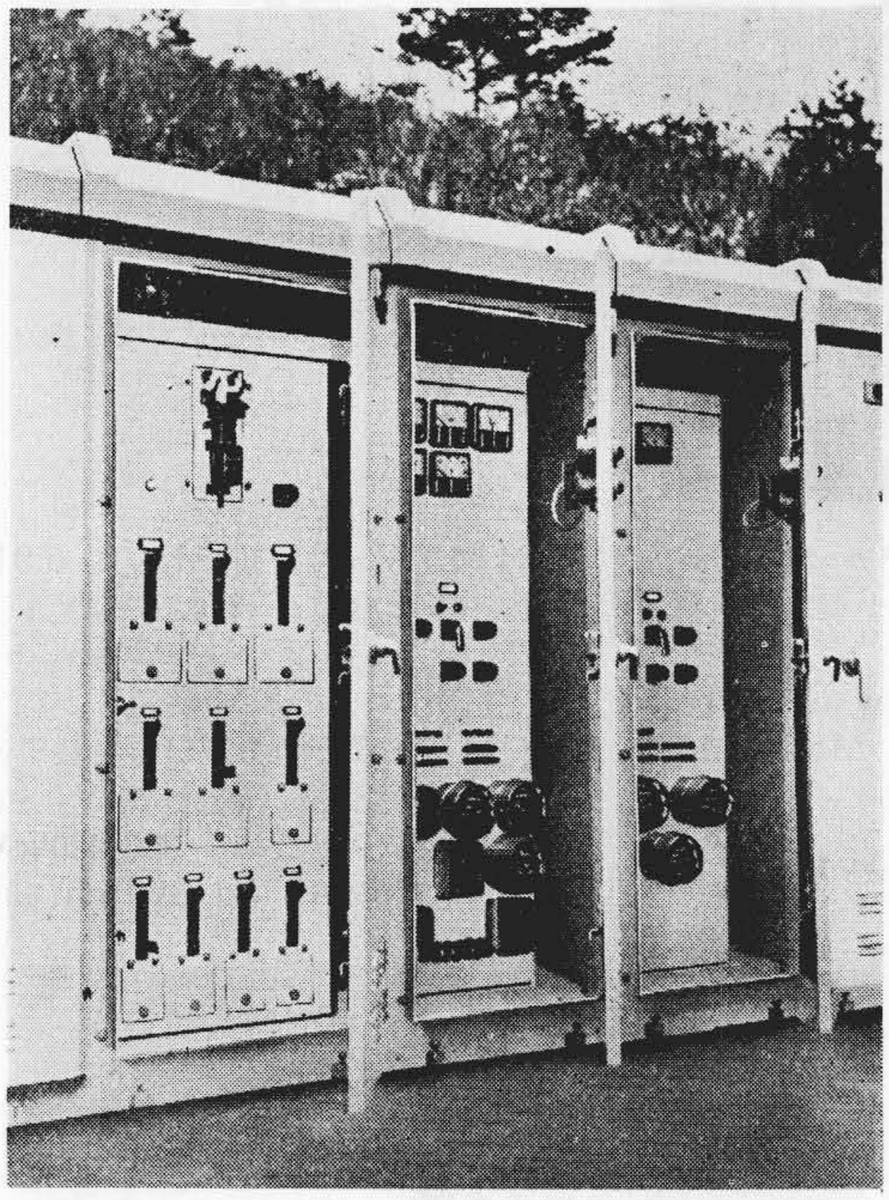


第28図　不二ドロマイト工業自家変電所納メタルクラッドスイッチギヤーの外観

Fig. 28.　General View of Metalclad Switch Gears

型且つコンパクトに製作され、建設費の節減に役立つた。尚三蟠発電所用のものは電動機の低圧乾燥をも具備した便利なものである。

工場動力の制御用として日本鋼管 900 HP イルグナ設備用、小倉製鋼 3,000 HP ミル設備用等が製作納入された。

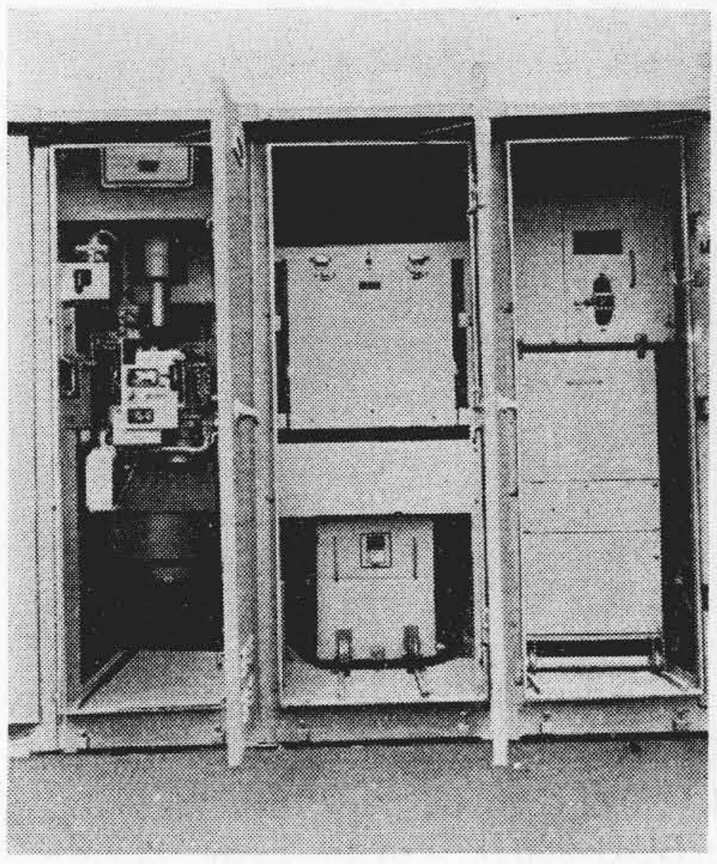


第 29 図　屋外用メタルクラッドスイチギヤーの正面内部構造

Fig. 29.　Front Internal View of Outdoor Type Metalclad Switch Gears

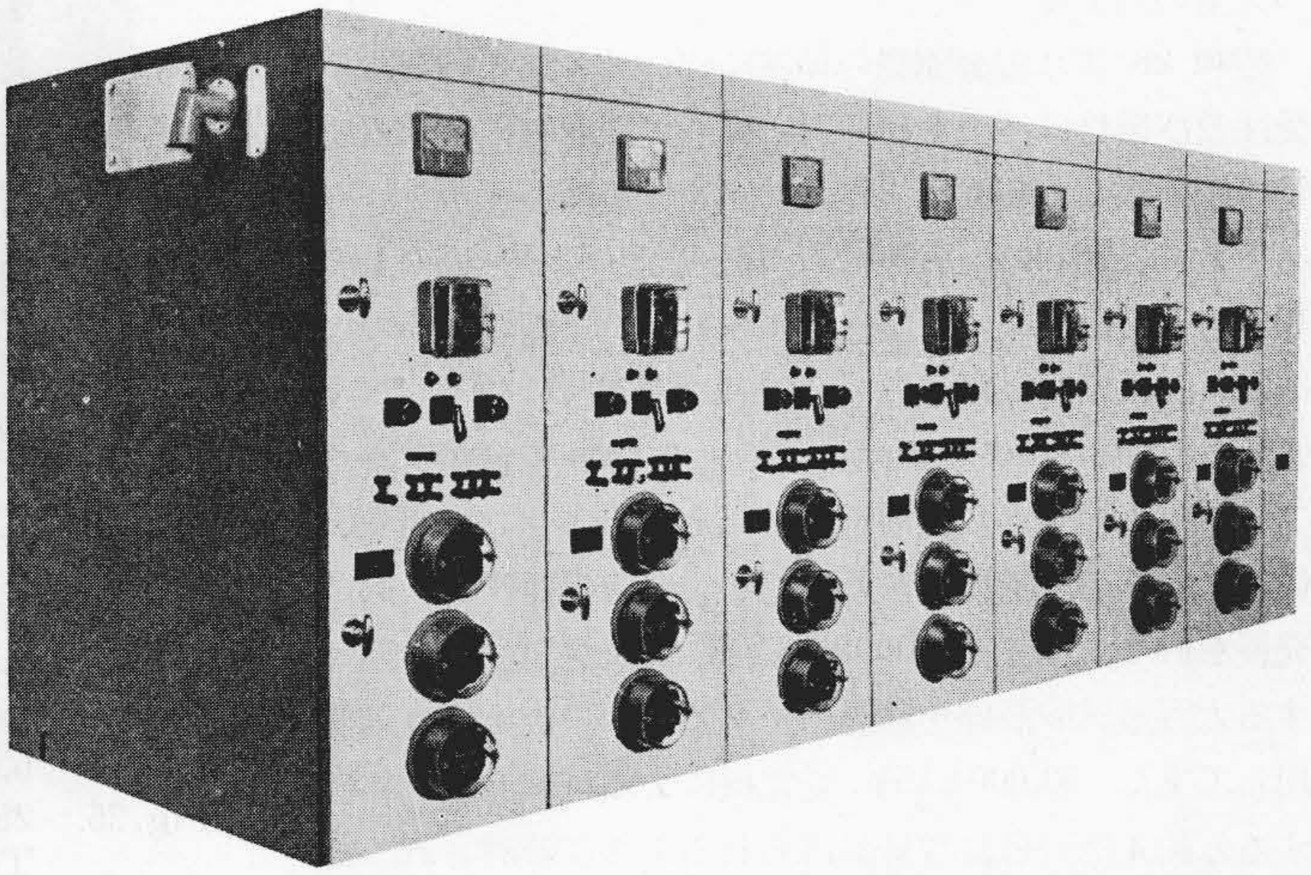
第28図は不二ドロマイト工業 1,250 kVA 自家変電所用メタルクラッドの外観図である。本変電所は変圧器二次開閉装置一切を屋外用メタルクラッドとしたもので、建設費の軽減が計られた。本メタルクラッドは OVS-15 型 EA 式 6.9 kV 600 A 遮断容量 150,000 kVA 5 台、変圧器二次断路器、計器用変圧器、所内電源変圧器等を内蔵する OMS 型 2 台とよりなり、極めてコンパクトに製作された。尚メタルクラッド函内の除湿に対しては電熱器を装備し、通風装置を設けて函内換気を良好ならしむる等屋外使用に対する考慮が払われている。**第29図**は正面扉を開いて可動盤を示し、**第30図**は裏面扉を開いて遮断器、その他の器具の内蔵状態を示したものである。

第31図は東京電力潮田火力発電所に納入された所内変圧器二次及び母線連絡用 VS-25 型 MA 式 6.9 kV 2,000 A 遮断容量 250,000 kVA 及びボイラ補機用等計 39 台のメタルクラッド群中補機用 VS-10 の 1 群である。火力発電所に於ては、開閉装置の占める床面積が建設費に影響する処多いため、先ず小型であることが要望され、且つ防塵、操作の絶対安全、近代的外観を備えていることが望まれる。本メタルクラッドはこれら諸点のすべてを具備したものである。**第32図**（次頁参照）は VS-10 型メタルクラッドの遮断器引出操作中を示し、**第33図**（次頁参照）は同メタルクラッドの内部構造、**第34図**（次頁参照）は VS-25 型 2,000 A メタルクラッドの内部構造を示したものである。



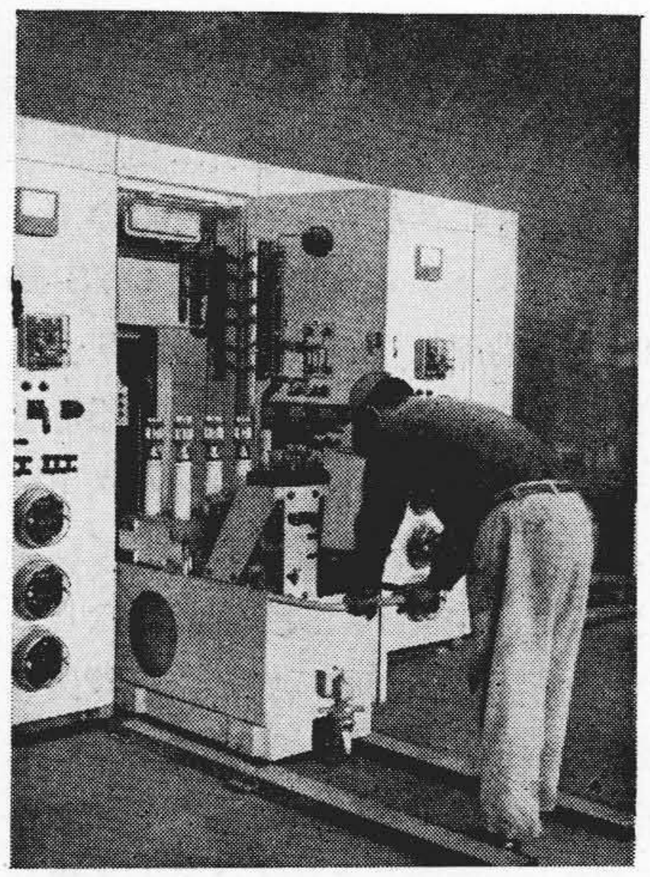
第 30 図　屋外用メタルクラッドスイッチギヤーの裏面内部構造

Fig. 30.　Back Internal View of Outdoor Type Metalclad Switch Gears



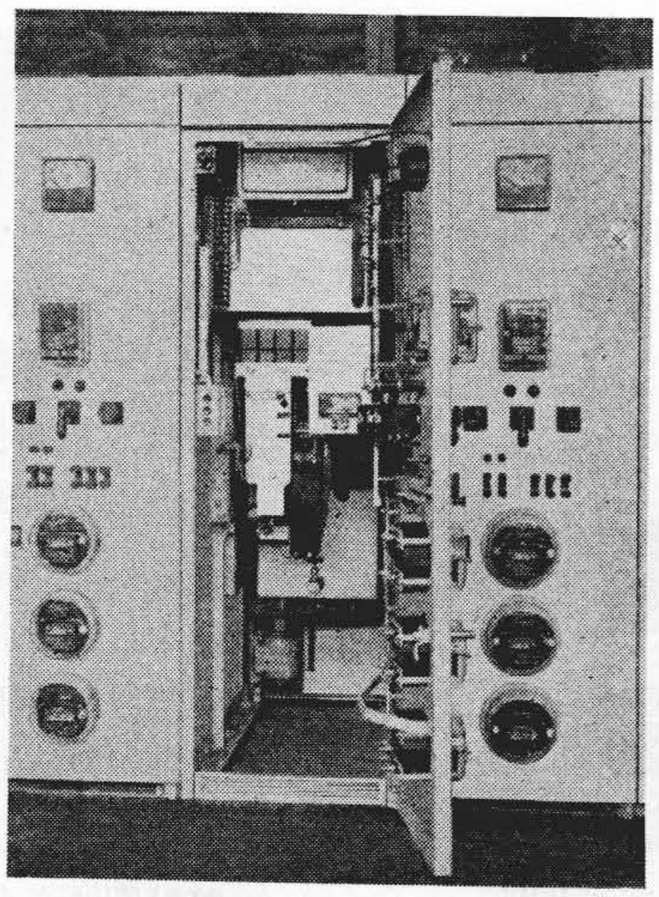
第 31 図　VS-10 型 MA 式 6.9 kV 400 A 100,000 kVA メタルクラッドスイッチギヤー群

Fig. 31.　Type VS-10 Form MA 6.9 kV 400 A 100,000 kVA Metalclad Switch Gears



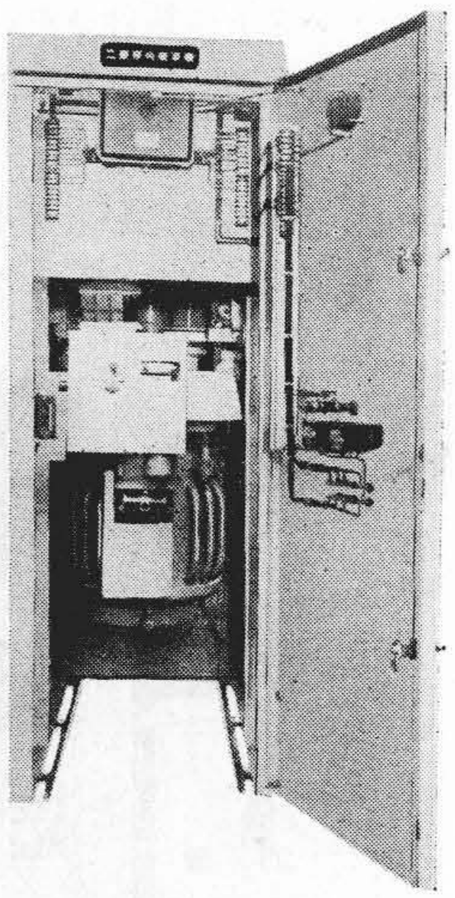
第 32 図　VS-10 型メタルクラッドスイッチギヤーの遮断器引出操作

Fig. 32.　Circuit Breaker Drawout Operation of Type VS-10 Metalclad Switch Gear



第 33 図　VS-10 型メタルクラッドスイッチギヤーの内部構造

Fig. 33.　Internal View of Type VS-10 Metalclad Switch Gear



第 34 図　VS-25 型 MA 式 6.9kV 2,000A 250,000kVA メタルクラッドスイッチギヤーの内部構造

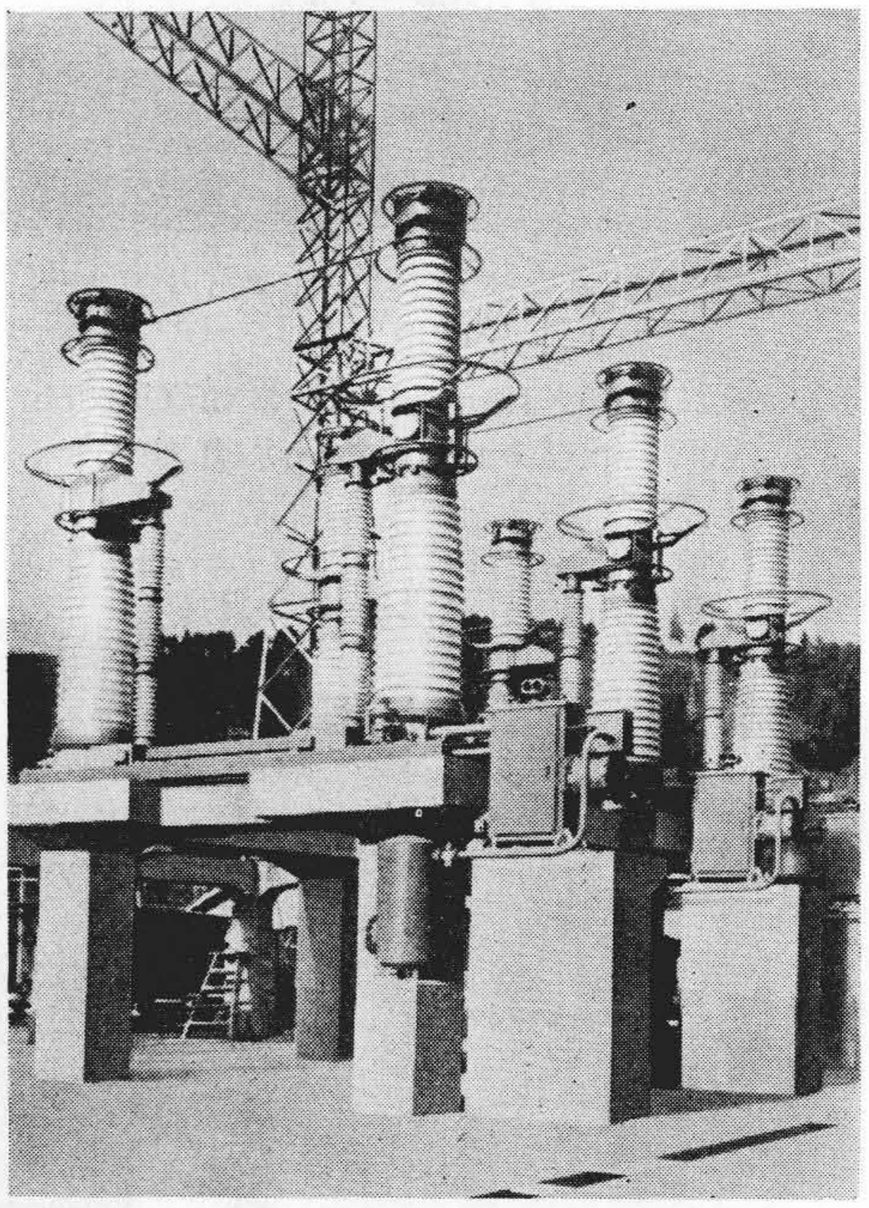
Fig. 34.　Internal View of Type VS-25 Form MA 6.9kV 2,000 A 250,000 kVA Metalclad Switch Gear

遮　断　器
Circuit Breakers

制弧遮断器
Contrarc Circuit Breakers

昭和 26 年より製作を開始した新型制弧遮断器は圧力発生用の一次電弧を二次電弧より判然と区分し、一次、二次を略々同時に発生させるようにした制弧室を有するもので、電弧時間の短縮、小電流遮断性能の改善等を行つたものである。

昭和 28 年は電源開発の伸展に伴つて、制弧遮断器の受注及び製作は活況を呈した。即ち、関西電力新愛本変電所に納入した超高圧 287.5kV, 3~ 遮断器 1 台をはじめとして、161 kV 級のもの 42 台、80.5 kV 級のもの 101 台、合計 144 台を製作した。161 kV 級遮断器の内には、国鉄新鶴見変電所及び武蔵境変電所に納入した全遮断時間 3~, 20~ 三相再閉路用のもの 4 台が含まれている。このような需要に十分応え得るよう、工場の設備、人員等の整備拡充を行つたが、一方更に性能の向上発展を計るために、100,000 kVA 交流発電機を主体とする大容量試験設備を建設中である。この設備は従来使用して来た 50,000 kVA 発電機による試験設備と比較すると約 4 倍の短絡容量が得られるように設計されてある。大電力遮断現象の解明には実負荷試験にまたなければならぬことが多いから、この新設備の運営によつて制弧遮断器をはじめ、各種の遮断器の一段の発展が期待される。

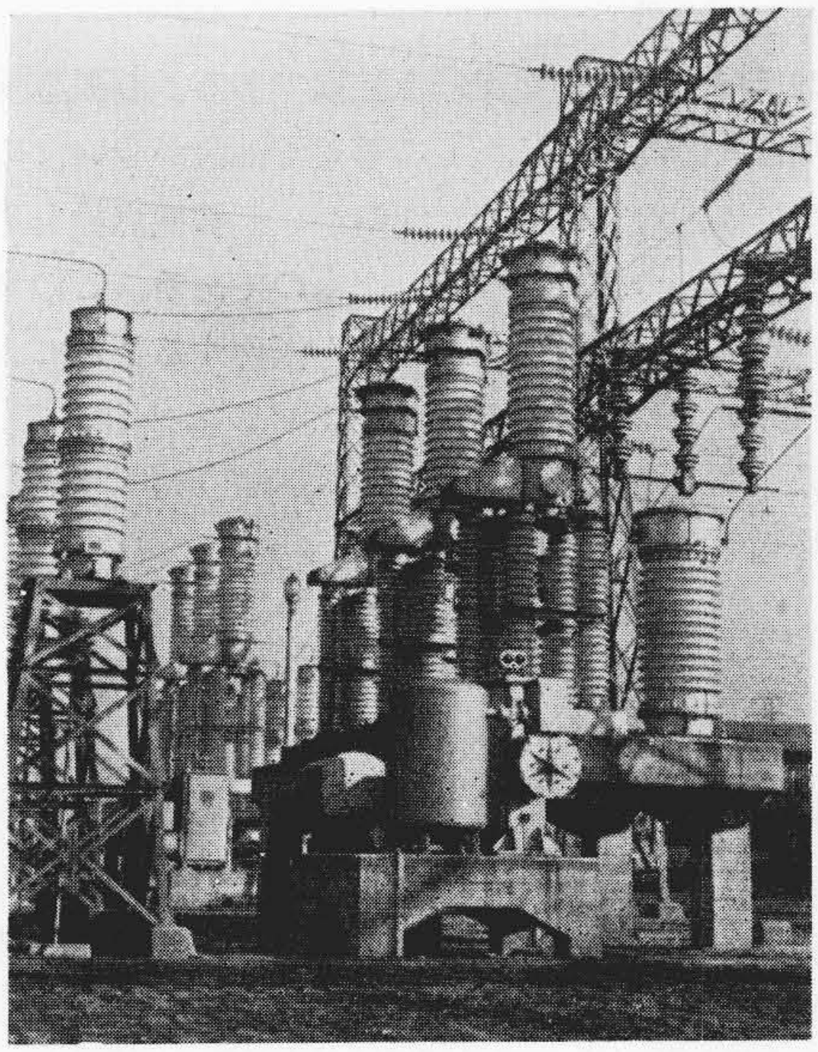


第 35 図　287.5 kV 制弧遮断器 BOU-250 B 型 PAR 式 287.5 kV 800 A 5,000 MVA 3~ 遮断 15~ 単相(三相)再閉路

Fig. 35.　287.5 kV Contrac Circuit Breaker Type BOU-250 B Form PAR 287.5 kV 800 A 5,000 MVA, Interrupting Time 3~, 15~ 1φ (or 3φ) Reclose

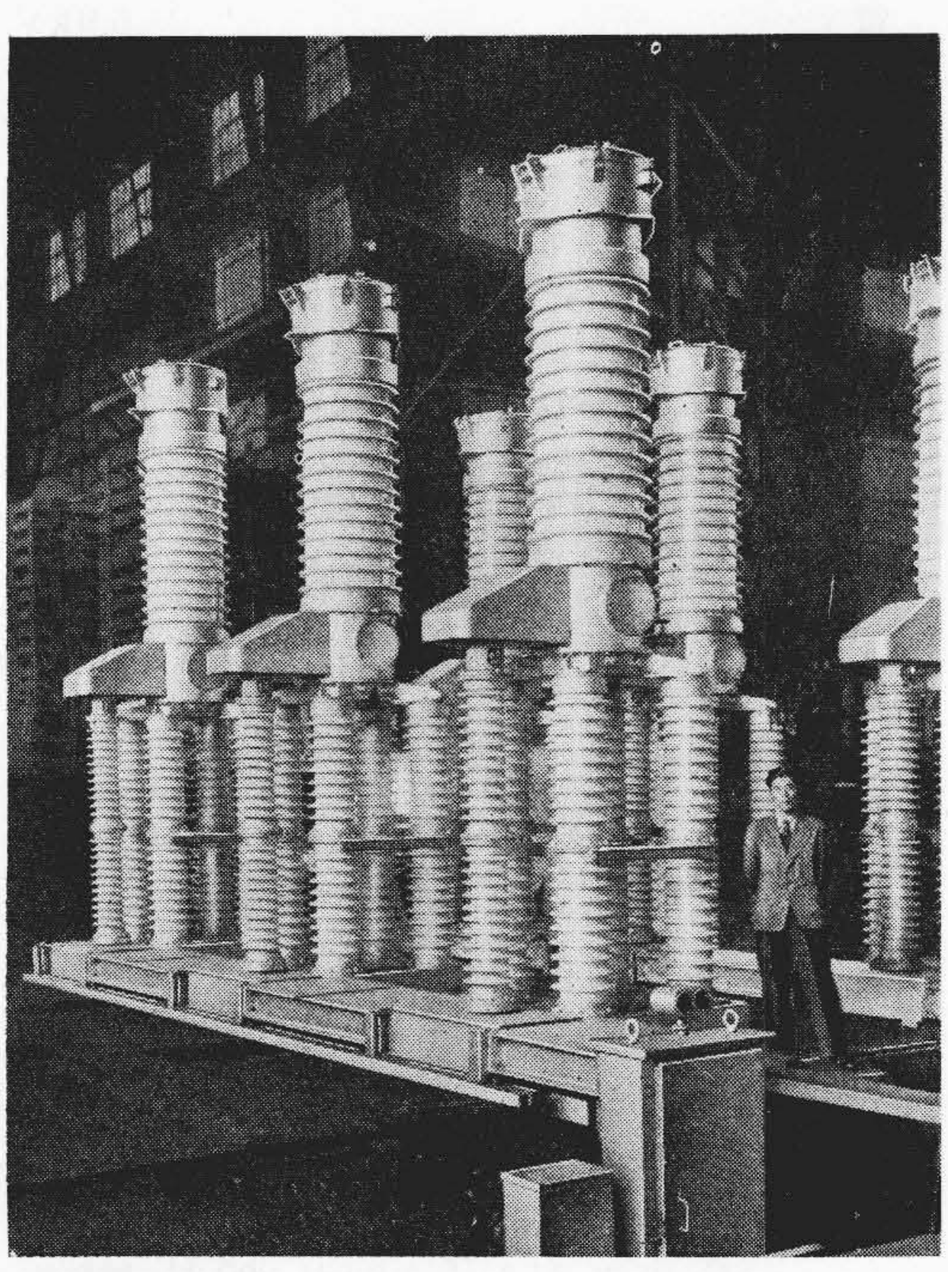
超高圧制弧遮断器

第35図は関西電力成出発電所納入のものに引続いて新



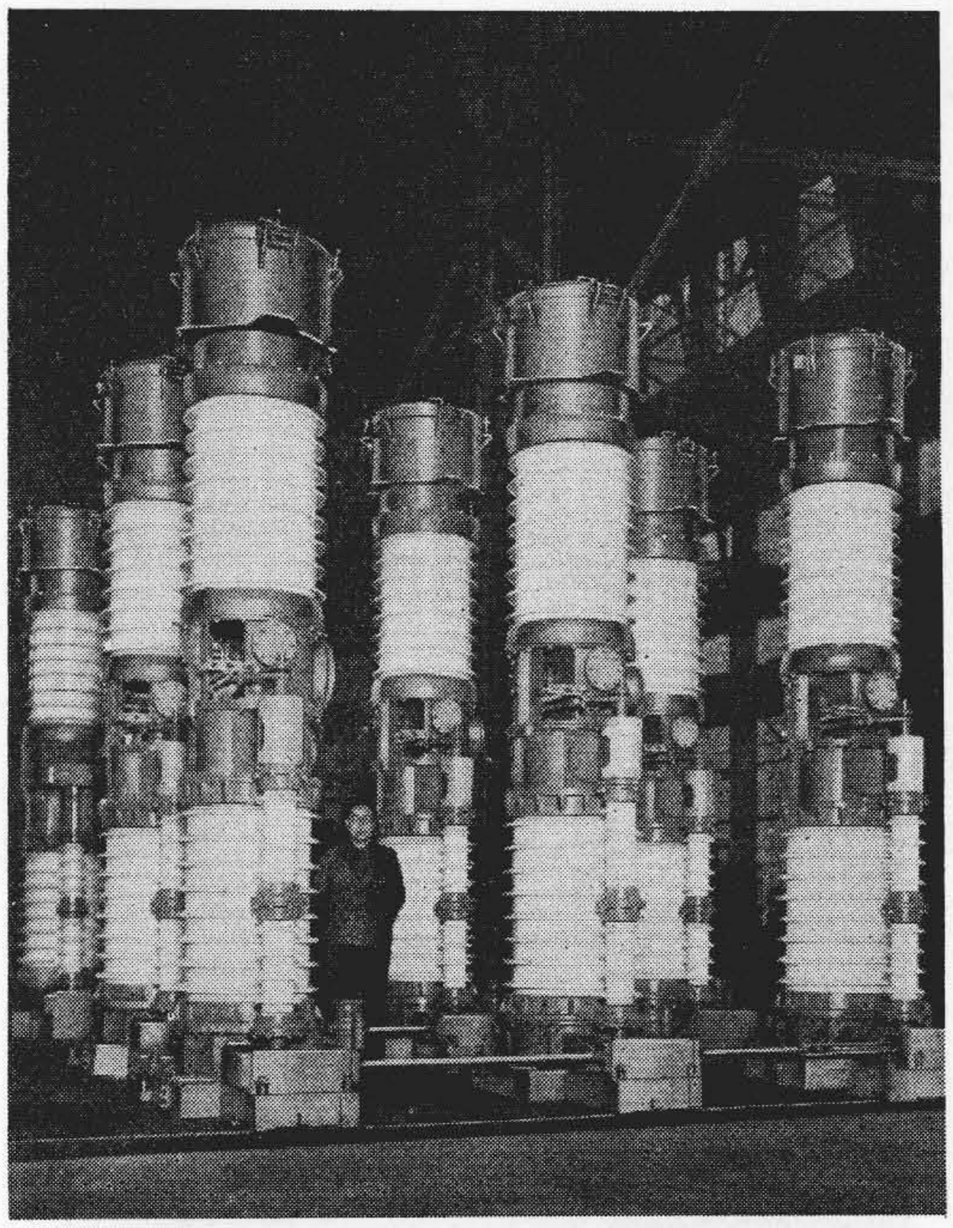
第36図 161kV 制弧遮断器
BO-250B型 PAR式 161kV 800A
2,500MVA 3∽ 遮断 20∽ 三相再閉路

Fig. 36. 161kV Contrarc Circuit Breaker Type BO-250B Form PAR, 161kV 800A 2,500MVA Interrupting Time 3∽, 20∽ 3φ Reclose



第37図 161kV 制弧遮断器
BO-250B型 PA式 161kV 800A
2,500MVA 5∽ 遮断

Fig. 37. 161kV Contrarc Circuit Breaker Type BO-250B Form PA, 161kV 800A 2,500MVA Interrupting Time 5∽



第38図 80.5kV 3,500MVA 制弧遮断器
BOU-350B型 PA式 80.5kV 800A
4.3∽ 遮断

Fig. 38. 80.5kV 3,500MVA Contrarc Circuit Breakers
Type BOU-350B Form PA, 80.5kV 800A Interrupting Time 4.3∽

愛本変電所（250kV 新北陸幹線の始端）に据付けられた、287.5kV 制弧遮断器で、28年7月より運転に入つている。この遮断器は変流器を内蔵する支持碍管の上に遮断部が乗つており、遮断部はそれぞれ碍管の内に収納された2組のものが直列に結ばれて一相を形成している。操作器は各相別箇に附属しており、全遮断時間3∽, 15∽の単相及び三相再閉路をなし得る性能を有している。

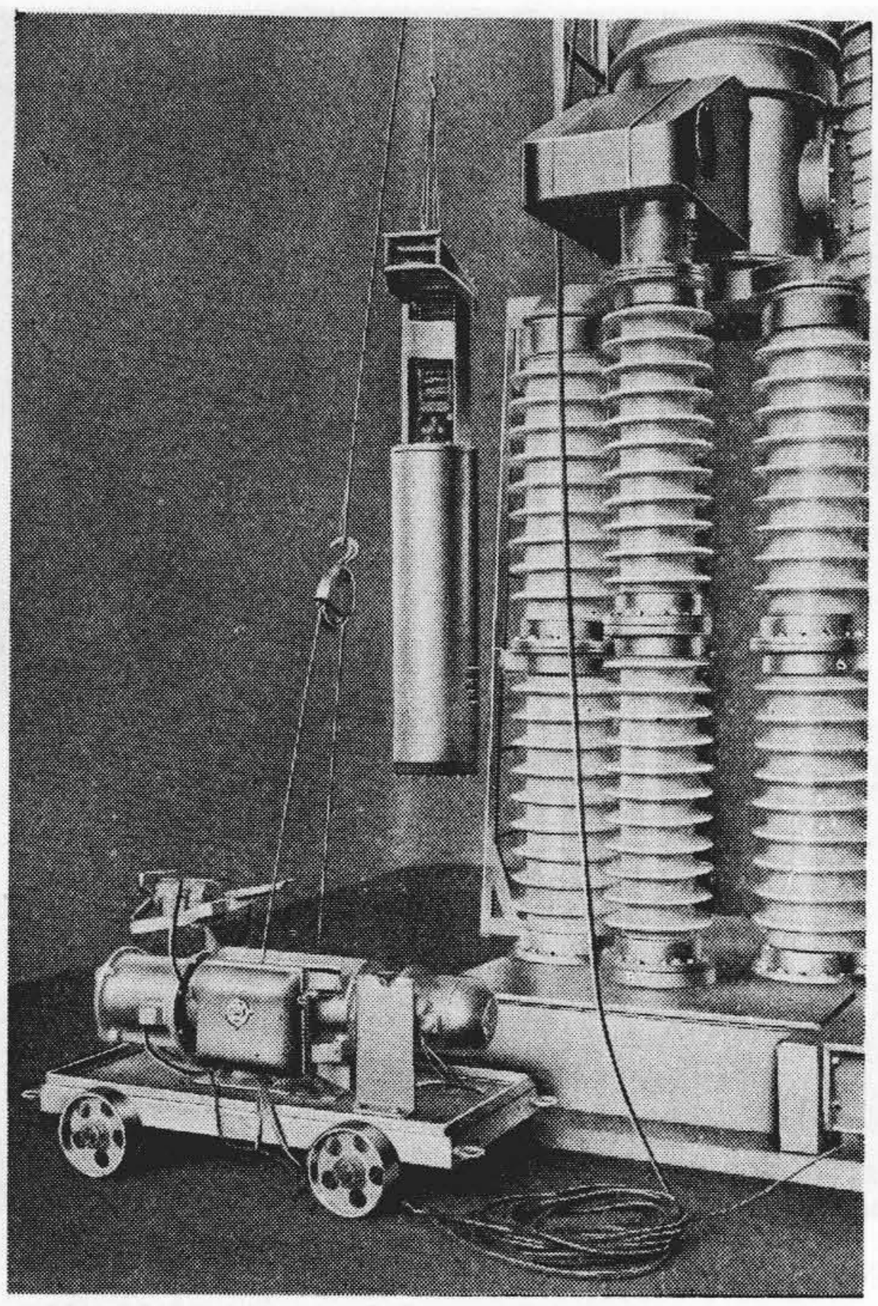
161kV 制弧遮断器

第36図は国鉄新鶴見変電所に据付けられた 161kV 制弧遮断器で、全遮断時間 3∽, 20∽ 三相再閉路の性能を有している。この遮断器によつて8月20日より23日まで3日間にわたり人工故障試験が実施され、全遮断時間 2.9∽ 以下で好成績をもつてその性能が確認された。

第37図は同じく国鉄新鶴見変電所用の一般用 161kV 制弧遮断器である。

80.5kV 制弧遮断器

第38図は関西電力小曾根変電所に納入した 80.5kV 3,500MVA 制弧遮断器である。この遮断器は同じく関西電力枚方変電所に納入された 80.5kV 4,000MVA 制弧遮断器に次いで 80.5kV 級としては大容量であると共に、系統分離を目的として、全遮断時間 4.3∽ を要求



第39図　電動式制弧室吊上装置

Fig. 39.　Motor Hoist for Contrarc Chamber

されている。この遮断器の性能試験と系統分離試験とを兼ねて、6月13日小曾根変電所で人工故障試験が行われた。その結果は次表の如く 1,300 A～1,900 A の故障電流を全遮断時間 4.2～ 以下にて好成績を以て遮断することが出来た。自力消弧方式の制弧遮断器に取つて定格遮断容量の 10% 以下の遮断電流では電弧時間も比較的長い範囲に属するから、短絡電流が大きくなれば遮断時間は更に短縮されるものと信ずる。

小曾根変電所に於ける人工故障試験結果

試験電圧*（kV）	電流（A）	開極時間（～）	電弧時間（～）	全遮断時間（～）
73	1,310～1,840	2.47～2.65	1.26～1.66	3.89～4.24

（註）　* 試験電圧は相間電圧である。

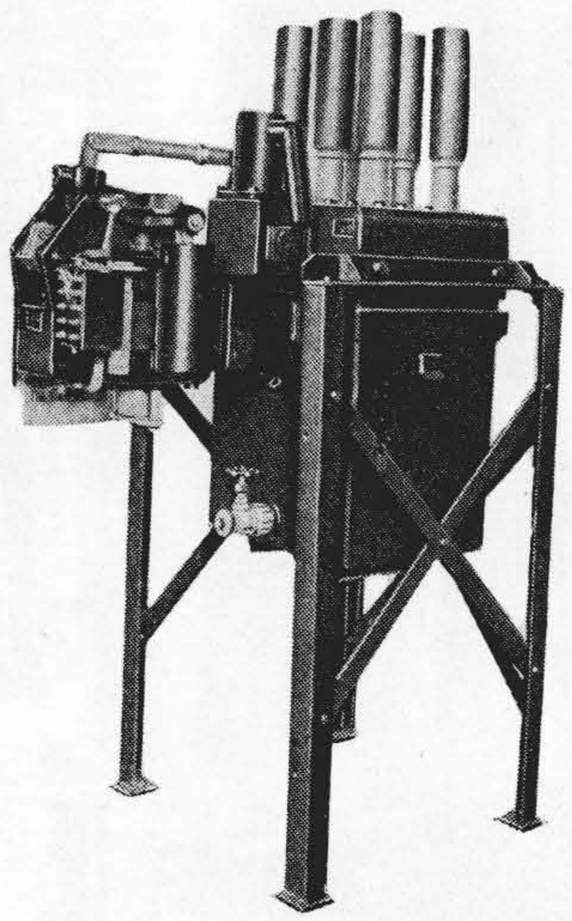
尙この遮断器と同じ型である枚方変電所の 4,000 MVA 遮断器によつて、3月11, 12日に充電々流及び励磁電流の現地開閉試験が行われた。この遮断器は大容量遮断に適するように、一次電弧を二次電弧より遅く発生させるように調整しており、この点で充電々流遮断に対しては一次、二次同時に発弧する標準の 2,500 MVA 遮断器より不利であるにもかゝわらず、充電々流 2A から 20A までの試験範囲で、再点弧は 1 回以下、対地異常電圧は 1.7 倍以下であつた。励磁電流の開閉には全然問題がなかつた。

第39図は制弧室の電動吊上装置である。制弧遮断器は鉄槽型油入遮断器に比較して著しく油量が少いために、絶縁油の保守取扱は簡単であるが、制弧室点検を更に速く、便利に行うために作られたものである。この電動吊上装置を用いると単に押ボタンを操作することにより手動の 1/10 の時間で制弧室を吊出すことが出来る。161 kV 級以上の遮断器ではこの装置により特に時間と労力とを節約することが出来る。

鉄槽型油入遮断器
Oil Circuit Breakers

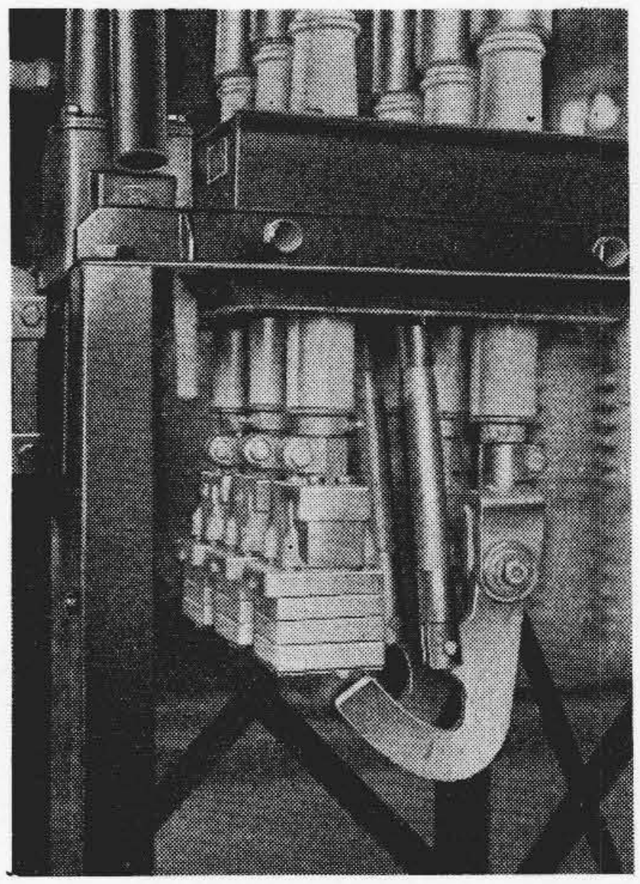
定格電圧 34.5 kV 以下の遮断器に於ては、圧縮空気型、磁気吹消型等の開発が行われたけれども、小型の鉄槽型油入遮断器の需要も多かつた。従来遮断容量 150 MVA 以下の小容量遮断器は制弧室をもたず、もつぱら並切型になつていたため 100 MVA 前後の要求に対しては寸法が大きくなつて電動力応用方面への適用に困難があつた。今回この点を補うために 6.9 kV, 100 MVA の制弧室油入遮断器を開発した。**第40図**はこの遮断器で仕様は次の如くである。

型　　式..... SG-10 MA
電　　圧.....6.9 kV
電　　流..... 600 A
遮断容量....100 MVA ソレノイド操作式



第40図　6.9 kV 100 MVA 油入遮断器 SG-10 型 MA 式 6.9 kV 600 A（制弧室付、ソレノイド操作）

Fig. 40.　6.9 kV 100 MVA Oil Circuit Breaker Type SG-10, Form MA, 6.9 kV 600 A (with Contrarc Chamber, Solenoid Operated)



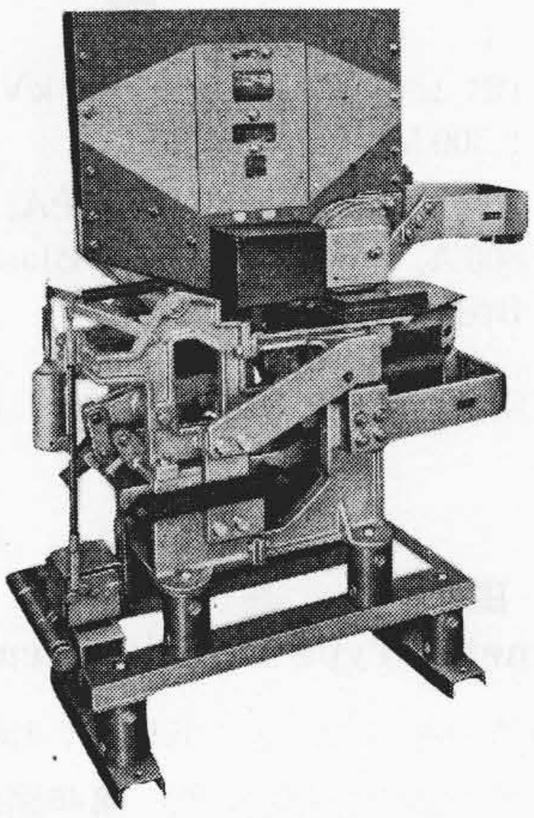
第41図 SG-10型油入遮断器の接触部

Fig. 41. Contact Part for 100 MVA Oil Circuit Breaker

三相の接触部は一箇の鋼板製矩形の油槽に収められ、各相に一箇づつの簡潔な制弧室がついている。**第41図**はその接触部である。50,000 kVA 短絡試験設備による型式試験結果では 6 kV, 10,000 A を電弧時間 1~ 以下で遮断し、油の劣化、接触子の焼損も僅少である。小型で性能が良いため、メタルクラッド配電盤、スイッチキューピクルに収めるものが多数製作された。

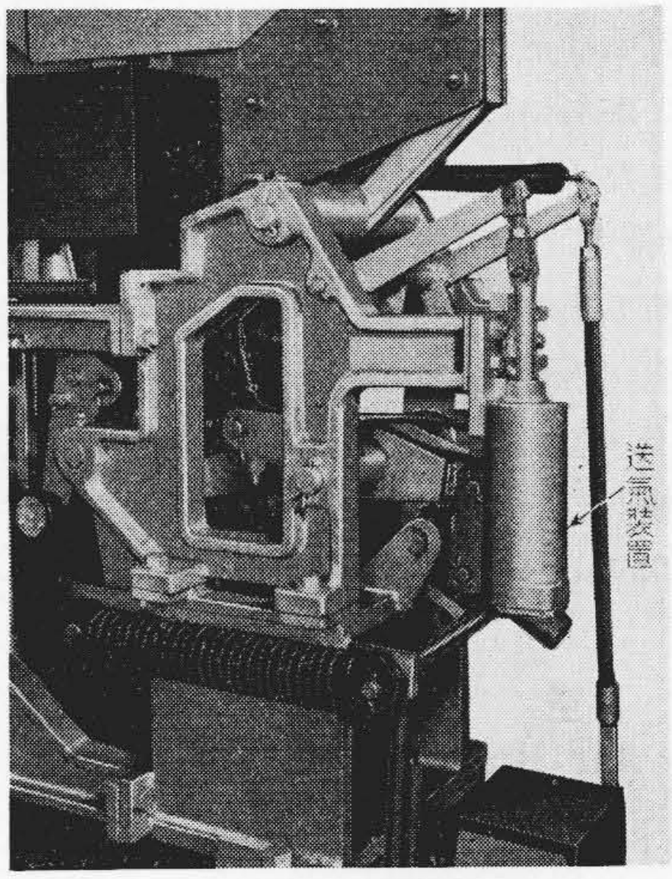
高速度気中遮断器
High Speed Air Circuit Breakers

電鉄用並びに化学用として多数の高速度気中遮断器を製作した。特に需要の多い 2,000 A 及び 4,000 A 級に対しては前年に引続き工作精度の向上、組立調整の簡易化、絶縁の強化等の改良を行つた。(**第42図**) 一般に従来の高速度気中遮断器は大電流に対しては極めて短時間に遮断



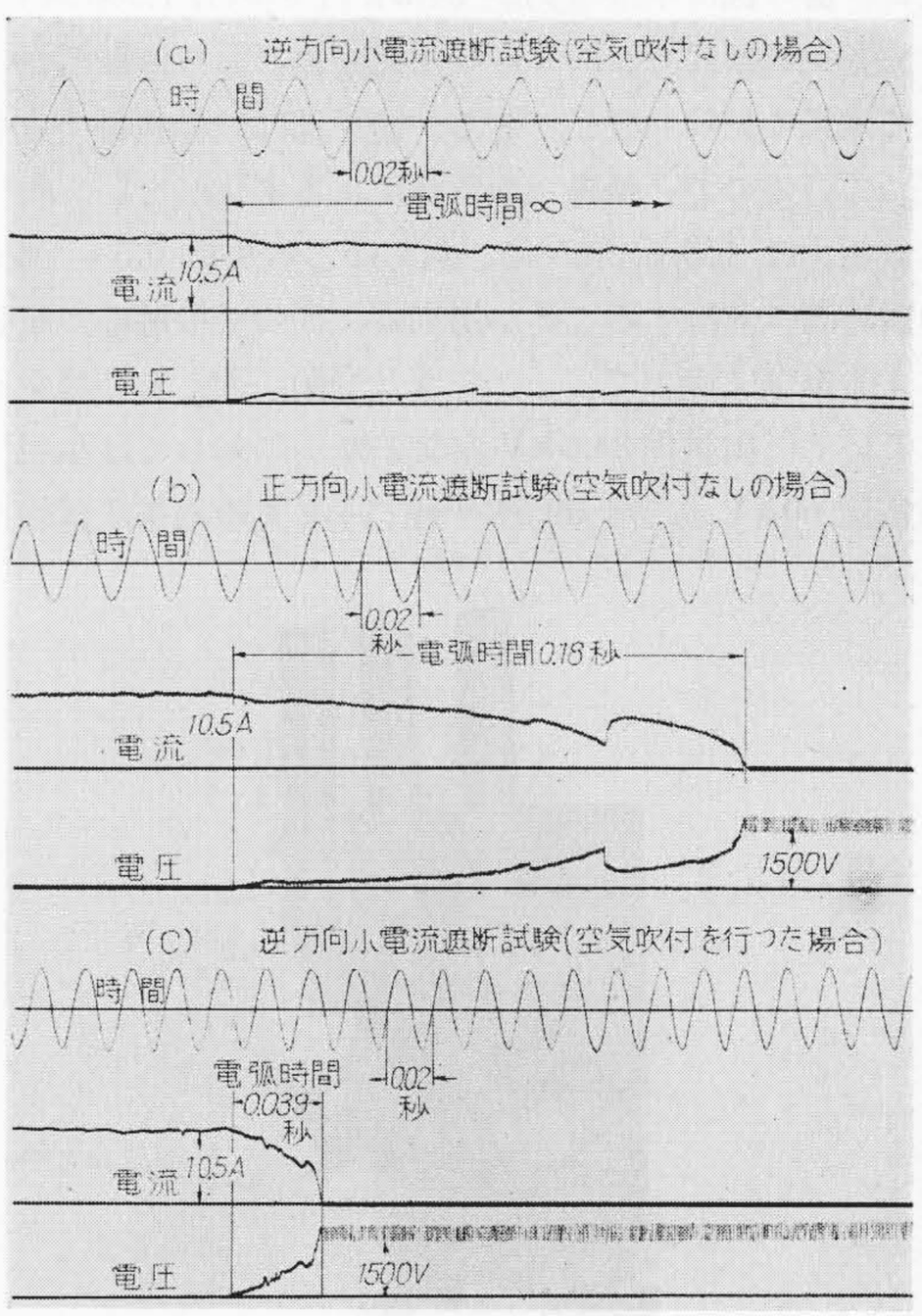
第42図 HD型 GM式 D.C. 1,500 V 4,000 A 高速度気中遮断器 (小電流遮断装置付)

Fig. 42. Type HD, Form GM, D.C. 1,500 V 4,000 A High Speed Air Circuit Breaker



第43図 高速気中遮断器の送気装置

Fig. 43. High Speed Air Circuit Breaker with Air Booster



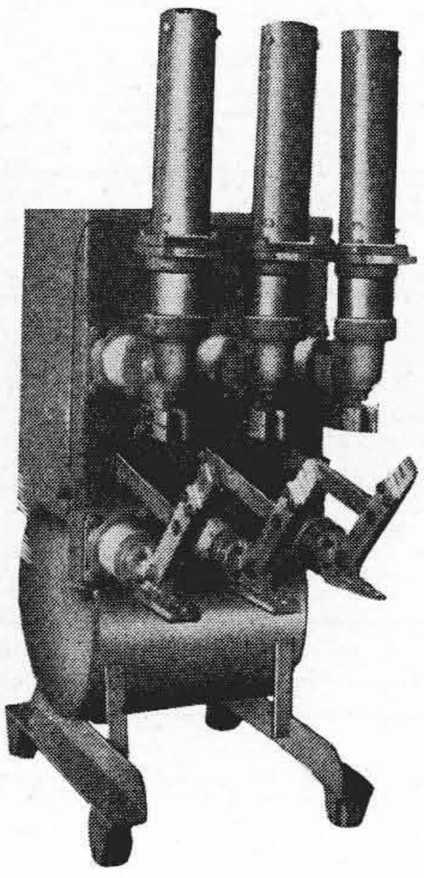
第44図 小電流遮断試験オシログラム

Fig. 44. Oscillogram of Small Current Interrupting Test
(a) without Air Booster
(b) without Air Booster
(c) with Air Booster

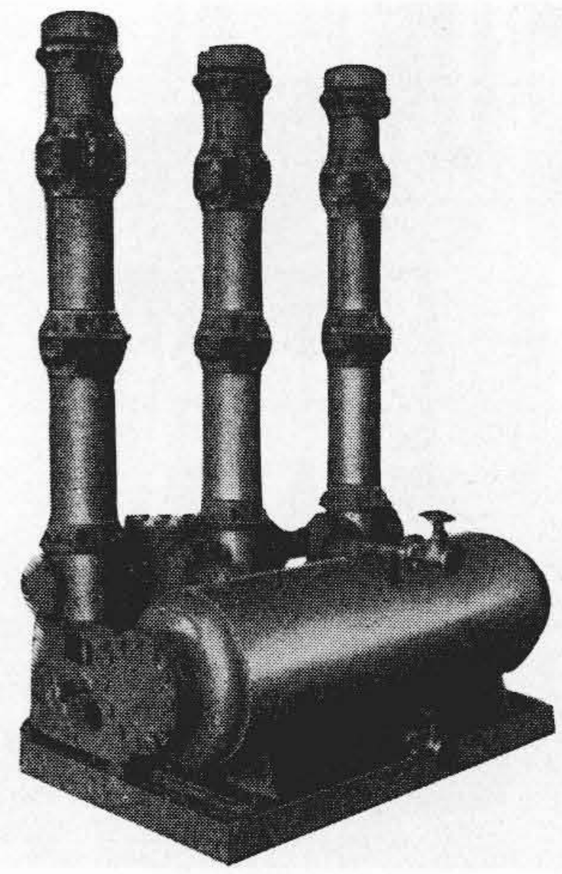
を行うことが出来るか、小電流を遮断する際には磁気吹消効果が殆どないので、却つて消弧し難い傾向にある。特に大電流を通電した後に、逆方向の小電流を遮断する場合には磁気吹消用磁鉄板に前の大電流の残留磁気があるため、電弧は下方に駆動されて、往々にして遮断不能になることがあつた。日立高速度気中遮断器はこの欠点を除去するために、**第43図**（前頁参照）に示す如く送気装置を取付けて、空気を遮断時に接触子間に吹き込み、小電流遮断不能の不安を一掃した。（実用新案申請中）**第44図**（前頁参照）は本装置の効果を示すオシログラムの一例である。空気吹付を行わずに逆方向の小電流を遮断すると遮断不能になる場合があるのに対し、空気吹付を行うと 0.039 sec の短時間で確実に遮断している。

空　気　遮　断　器
Air Blast Circuit Breakers

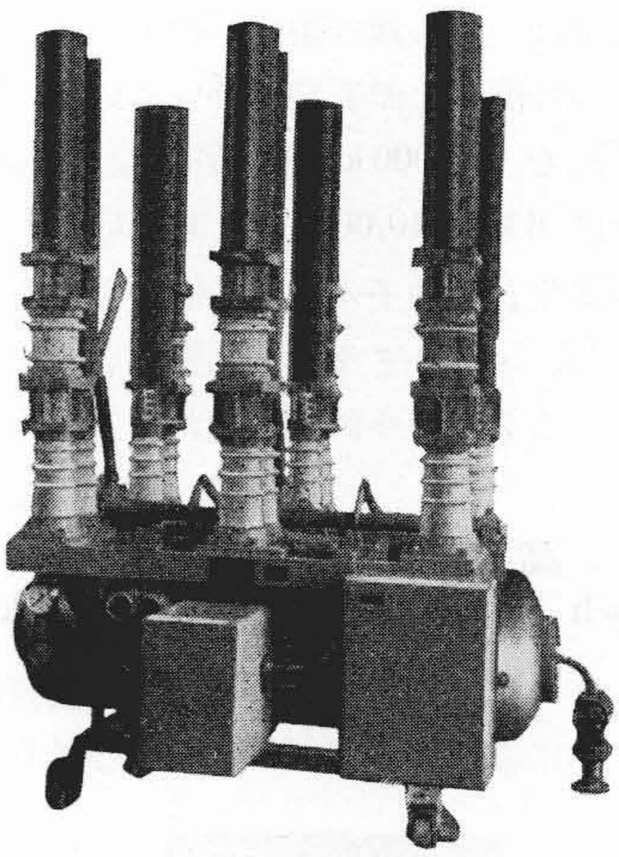
6.9 kV, 800 A, 250 MVA 空気遮断器（**第45図**）及び 34.5 kV, 800 A, 1,000 MVA 空気遮断器（**第46図**）の試作を完成し、6.9 kV～34.5 kV, 400～4,000 A, 遮断容量 250～1,500 MVA の各種屋内用空気遮断器の製作を開始した。**第47図**は中部電力納 34.5 kV, 800 A, 1,500 MVA 日立空気遮断器で、30 kV 空気遮断器として遮断容量に於て本邦の記録的製品である。遮断部は同軸吹付方式を採つているので、絶縁物の電弧による劣化がない。吹付空気圧力は 15 kg/cm² で、あらゆる電流を 0.5～ 前後の短時間に遮断することが出来る。従つて接触部の電弧による損傷は極めて少く、頻繁な開閉に耐える特長を有している。尚試作 34.5 kV 空気遮断器に対しては単相試験電圧 60 kV（三相 69.5 kV 相当）までの過電圧試験を行い、高電圧空気遮断器に対しても製作し得る見通しを得た。



第45図　6.9 kV, 800 A, 250 MVA 空気遮断器
Fig. 45.　6.9 kV, 800 A, 250 MVA, Air Blast Circuit Breaker



第46図　34.5kV, 800A, 1,000MVA 空気遮断器
Fig. 46.　34.5 kV, 800 A, 1,000 MVA, Air Blast Circuit Breaker



第47図　PB 150 型　PA 式　34.5 kV, 800 A, 1,500 MVA 空気遮断器
Fig. 47.　Type PB 150, Form PA, 34.5 kV, 800 A, 1,500 MVA Air Blast Circuit Breaker

磁　器　遮　断　器
Magnetic Type Circuit Breakers

油なし遮断器の要望に応えて 6.9 kV, 150～250 MVA 日立磁気遮断器の製作を開始した。**第48図**は本器の構造説明図で**第49図**は試作 6.9 kV, 1,200 A, 250 MVA (3.45 kV に於て) の外観図である。既に関西電力大津変電所納をはじめ数十台を製作したが、本遮断器の特長は次の諸点である。

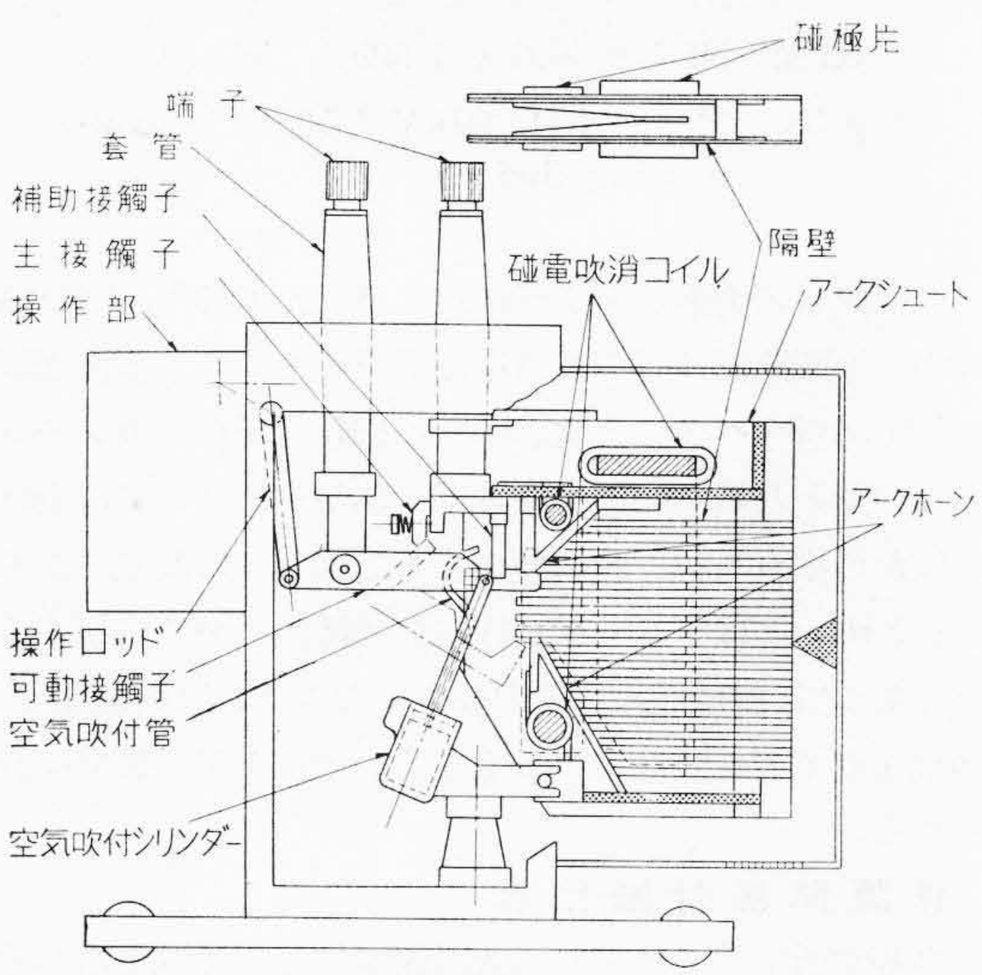
（1） 遮断媒体として油を使用しないため、火災の危険がなく、且つ遮断部の点検が容易である。

（2） アークシュートはジルコン磁器の高耐弧性材料を使用しているので、操作頻度の高い場所にも長期に亘り使用出来る。

（3） 小電流の遮断に対しては空気吹付を行うので、小電流から大電流まで短い電弧時間で遮断出来る。

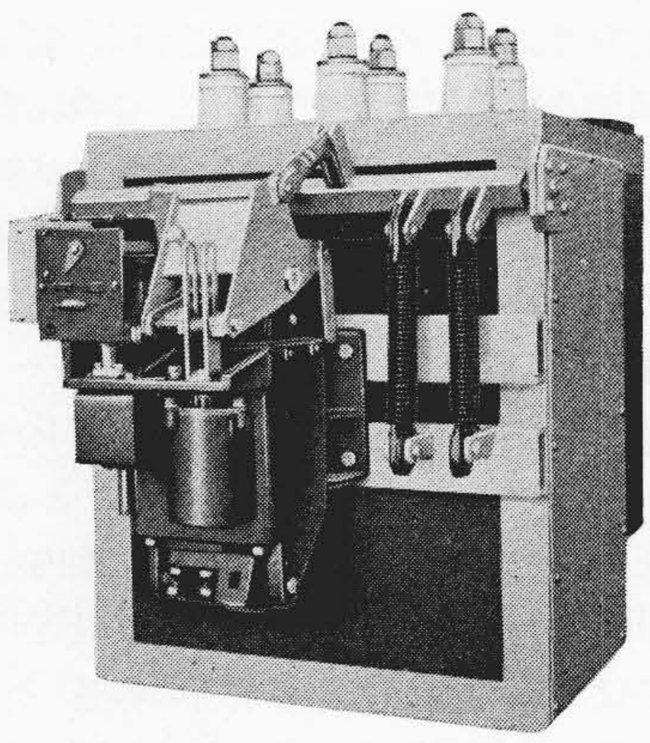
（4） 端子は従来の油入遮断器と同様上部に取付けてあるので、据付けに便利である。

（5） 上記の特長を有するので、最近盛んに使用されるようになつたメタルクラッドスイッチギヤーに組込み、無人変電所或は開閉頻度の特に高い場所に使用するのに適している。



第48図 BM型日立磁気遮断器説明図

Fig. 48. Type BM, Hitachi Magnetic Type Circuit Breaker



第49図 BM型 MA式 6,900V, 1,200A, 250 MVA (3,450V に於て) 磁気遮断器

Fig. 49. Type BM, Form MA, 6,900V, 1,200A, 250MVA (at 3,450V) Hitachi Magnetic Type Air Circuit Breaker

断路器
Disconnecting Switches

電動操作式断路器

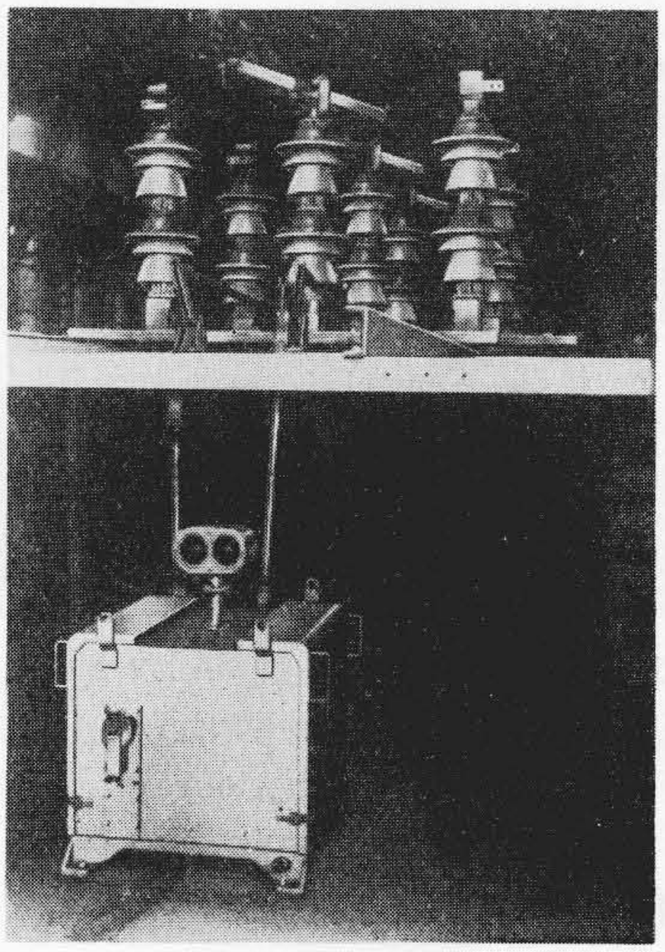
碍子型遮断器の発達につれて、断路器も動力操作としては圧縮空気発生装置、配管等を共用し得る利点から遮断器に合せて空気操作式が多く採用されていたが、最近は遮断器の操作気圧は高くなる傾向にあり、また圧縮空気発生装置を遮断器自身が用意する場合もあり、必ずしも操作方式を合せる要がなくなつたため、断路器の電動操作が再認識され、一般に採用されることが多くなつた。このため従来製作中であつたものより改良された新型を完成したが、これらは京阪電鉄、関西電力等に納入された。

操作電圧は 200/220V, 50/60~ で、その 75~110% で動作するようになつており、直流式とすることも出来る。新型の特長とするところは、断路器本体を駆動するレバー部分を、死点を二重としたリンク機構としたため

（1） 開閉操作に於ける断路器の停止位置が極めて正確である。

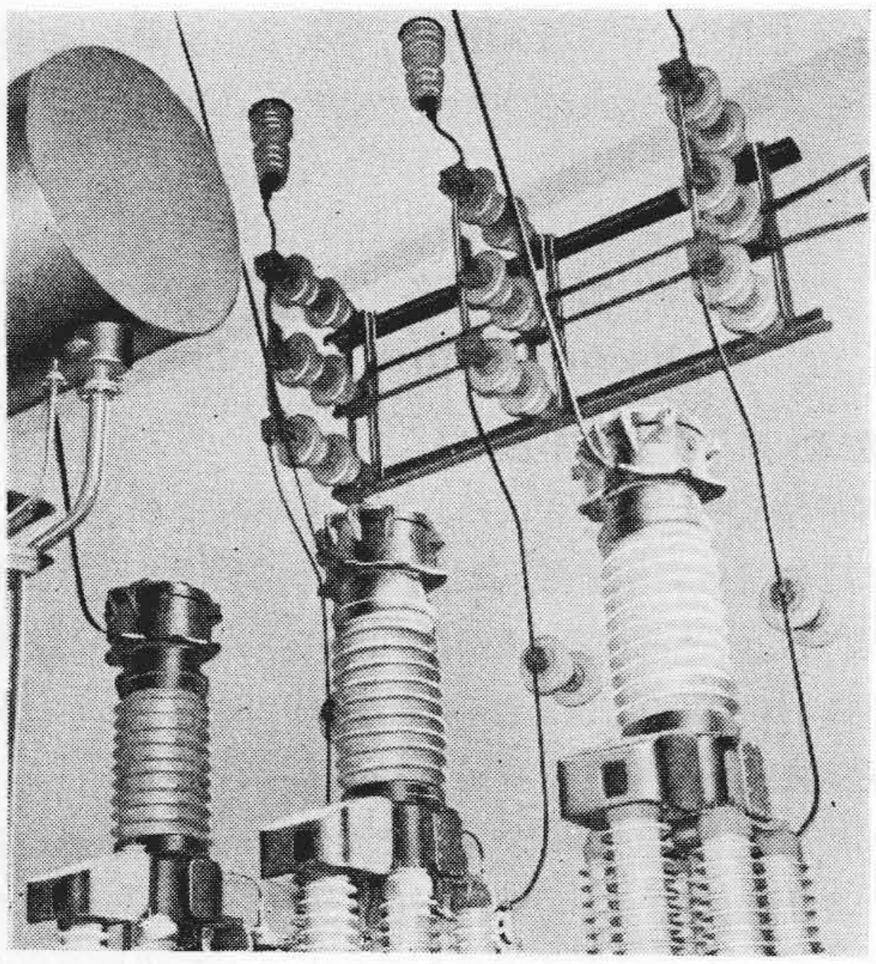
（2） 停止位置に於ける鎖錠は安定となり、外力により動くことはない。

（3） 開閉操作の行程中、荷重が最大となる所で操作力も最大となる。

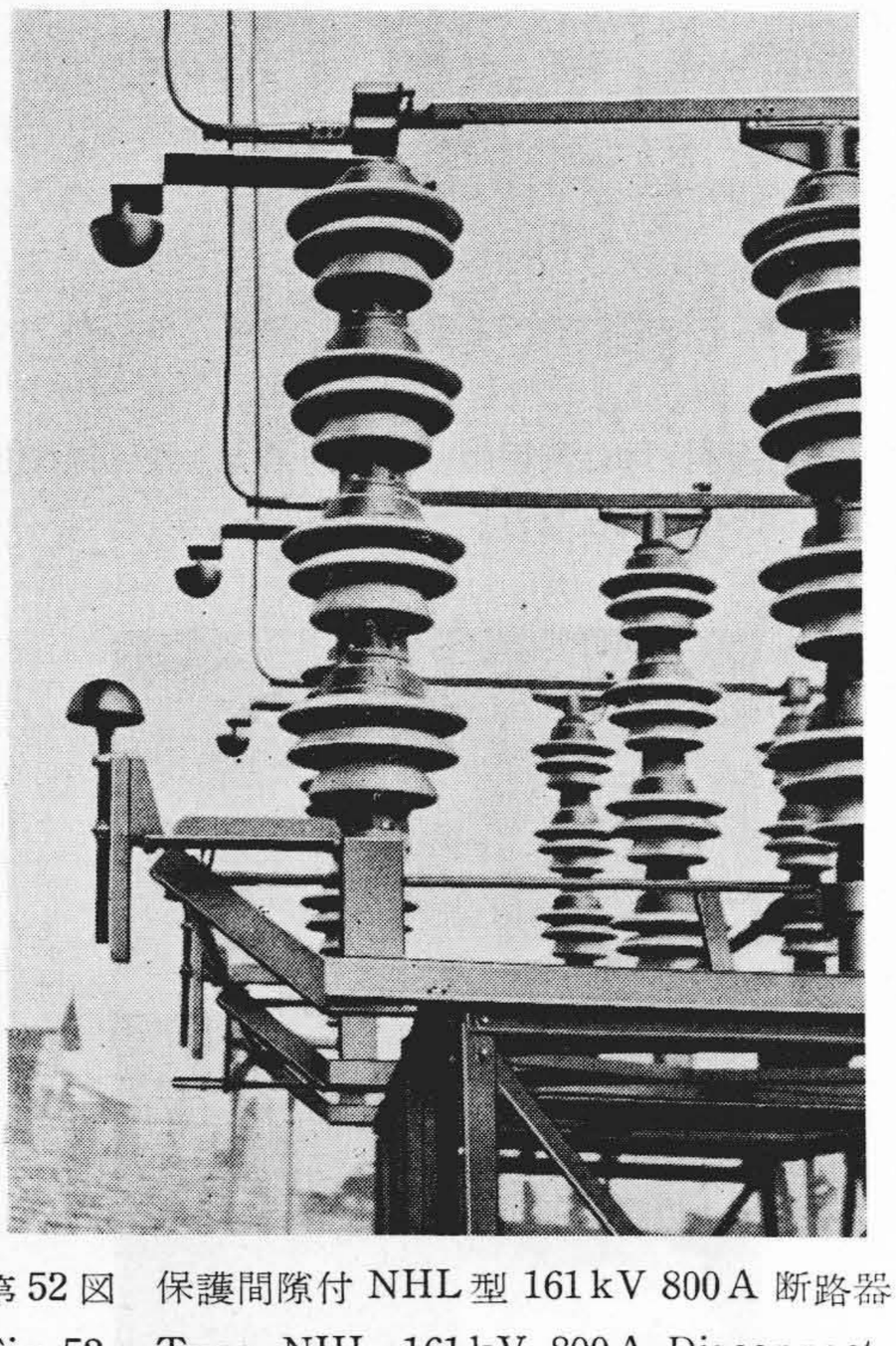


第50図 NHL型 80.5kV 800A 電動操作式断路器

Fig. 50. Type NHL 80.5kV 800A Motor Operated Disconnecting Switch



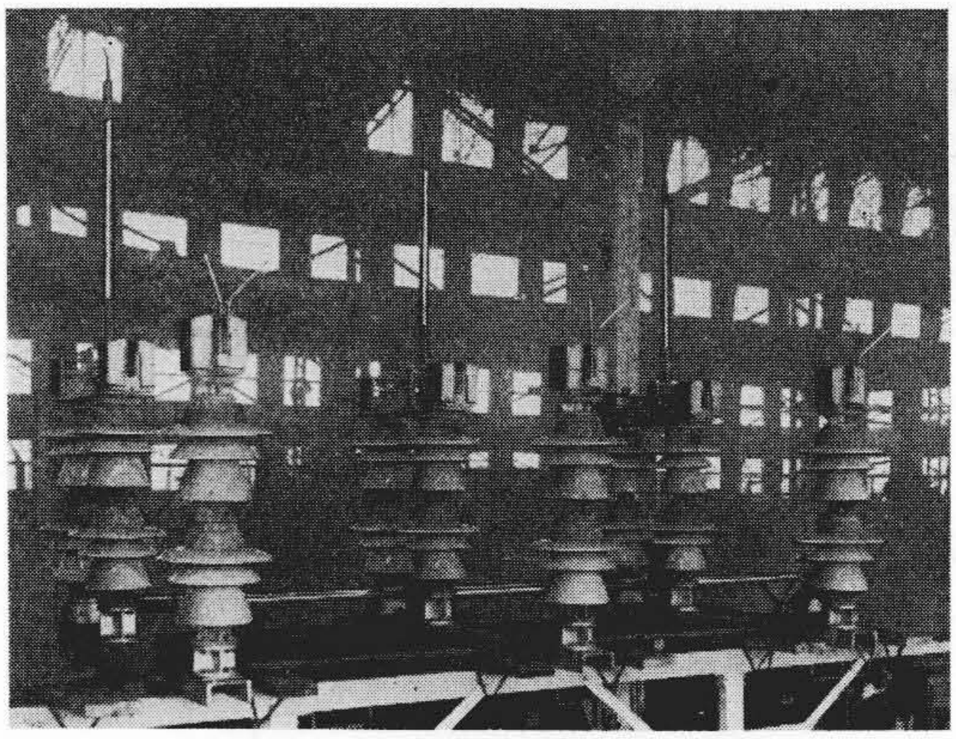
第51図　NHL 壁取付型 69kV 1,200A 断路器
Fig. 51.　Type NHL 69kV 1,200A Disconnecting Switch (Vertical Mount)



第52図　保護間隙付 NHL 型 161kV 800A 断路器
Fig. 52.　Type NHL 161kV 800A Disconnecting Switch with Coordination Gap

壁取付 NHL 型断路器

水平切型断路器は据付も一般に水平に取付けるのが普通であつて、機器配置の都合上垂直面に取付ける方が有利の場合もあるが、このような例は我国ではあまり見られなかつた。



第53図　NGL 型 69kV 1,500A 断路器
Fig. 53.　Type NGL 69kV 1,500A Disconnecting Switch

今回東京電力潮田発電所に納入された 69kV, 1,200A NHL 型断路器は屋内垂直壁面取付型である。垂直面取付型で考慮すべきことは、中央の回転碍子柱がカンチレバーの形となるため碍子柱基部にあるベアリングに於ける僅かの振れも、一般の他の型の断路器では問題であるが、NHL 型はブレードが固定接触部内で 90° 自転する型であつて、接触部入口は十分広いのでこれは問題なく、特別なガイドを設けることもなく、操作が常に確実に行われる。

保護間隙付断路器

発変電所に於ては一般に機器保護用として避雷器が設置されるが、比較的襲雷頻度の少い場所では経済上の問題もあつて、断路器碍子を利用して取付けた簡単な保護間隙を以て避雷器の代りとする方式が採用されつゝある。

東京電力東千葉変電所及び駿河変電所、電源開発公社猿ヶ石発電所及び胆沢発電所等には、この保護間隙付断路器が納入された。この保護間隙は間隙長が調整式になつており、予め十分試験された特性に基き絶縁協調が得られるよう間隙長を調整するようになつている。

NGL 型 断 路 器

NGL 型断路器は垂直切型であつて、ブレードが固定接触部内に入つて自転締付接触を行うことは水平切の NHL 型と同様である。ブレードが垂直面内を運動するので、相間寸法を短縮し得る利点があり最近非常に多く使用されるようになつた。発変電所の容量が増加する傾向のため、その定格電流も大きいものを要求されることが多くなり、現に 69kV 1,200A のものを 26 台、69kV 1,500A のものを 2 台納入した。更に 69kV 2,000A のものも製作中である。

高電圧、大電流の断路器は操作が重くなり勝ちである

がNGL型断路器は上記の如く回転締付接触型であり、更にブレード重量とバランスするばねをもつているので操作は軽快である。工場に於ける温度上昇試験の結果は下記の通りである。

接触部の温度上昇（銀接触）

69kV 1,500A……23～27°C

避雷器
Arresters

ドライバルブ避雷器
Dry Valve Lightning Arresters

超高圧避雷器

新北陸幹線新愛本変電所に使用する超高圧避雷器として、275kV ドライバルブ避雷器6台（2組）を28年4月完成納入した。（**第54図**）

本器は先に成出発電所に据付られた、超高圧避雷器と同一型式のものであるが、直列間隙に中間リングを設けて放電特性を安定せしめ、更に碍管表面には珪素樹脂を処理して気象条件による放電の偏差を最少にしてある。

関西電力の仕様、並びに本器の実測結果を併記すれば**第1表**の如くである。

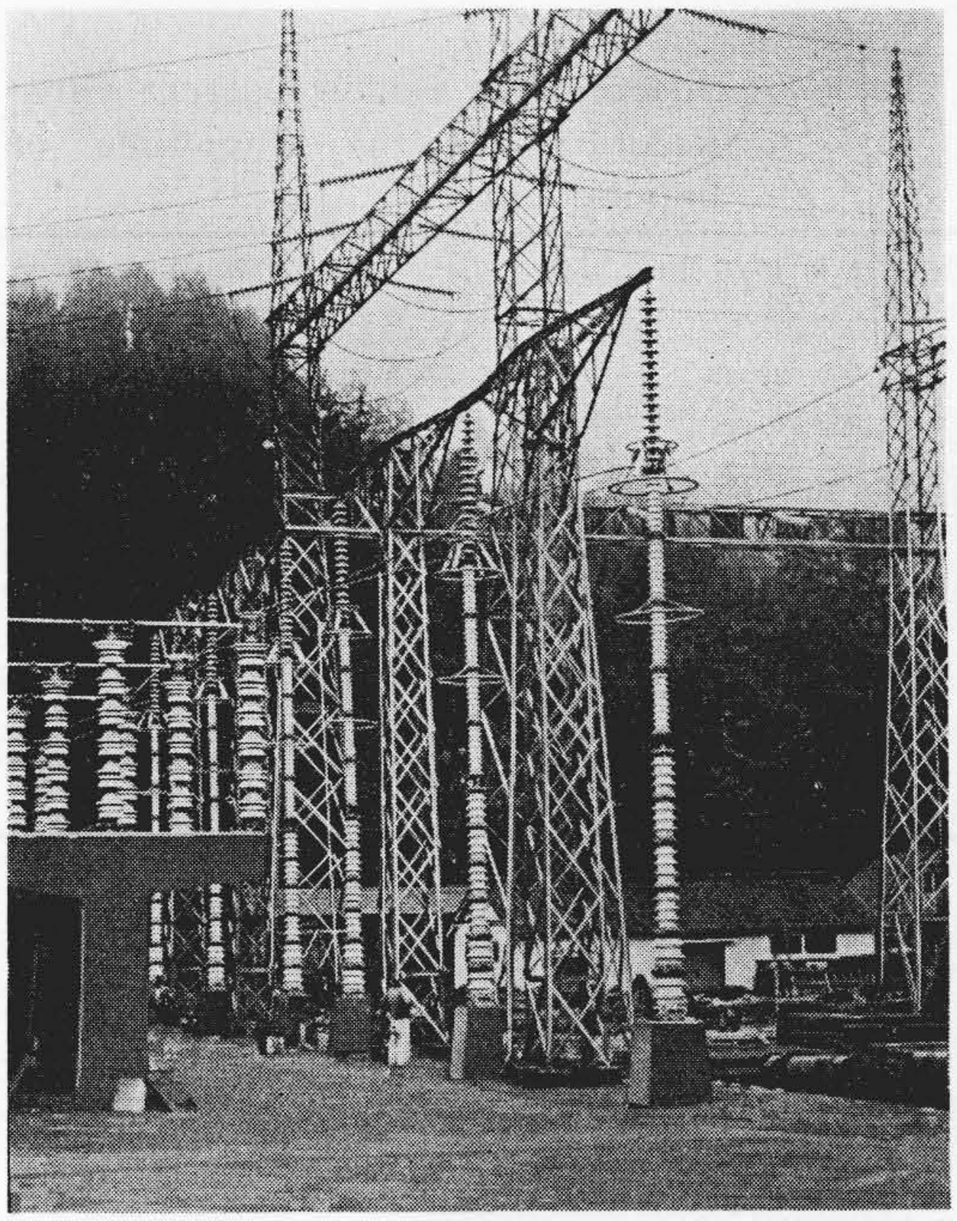
又本器には避雷器が動作した場合、避雷器放電々流を記録すると共に、配電盤室に報知する避雷器動作報知器がつけてある。（**第55図**）

続流遮断試験

近く決定される避雷器規程（JEC案）では、続流遮断試験は下記条件によつて、実施されることになつている。

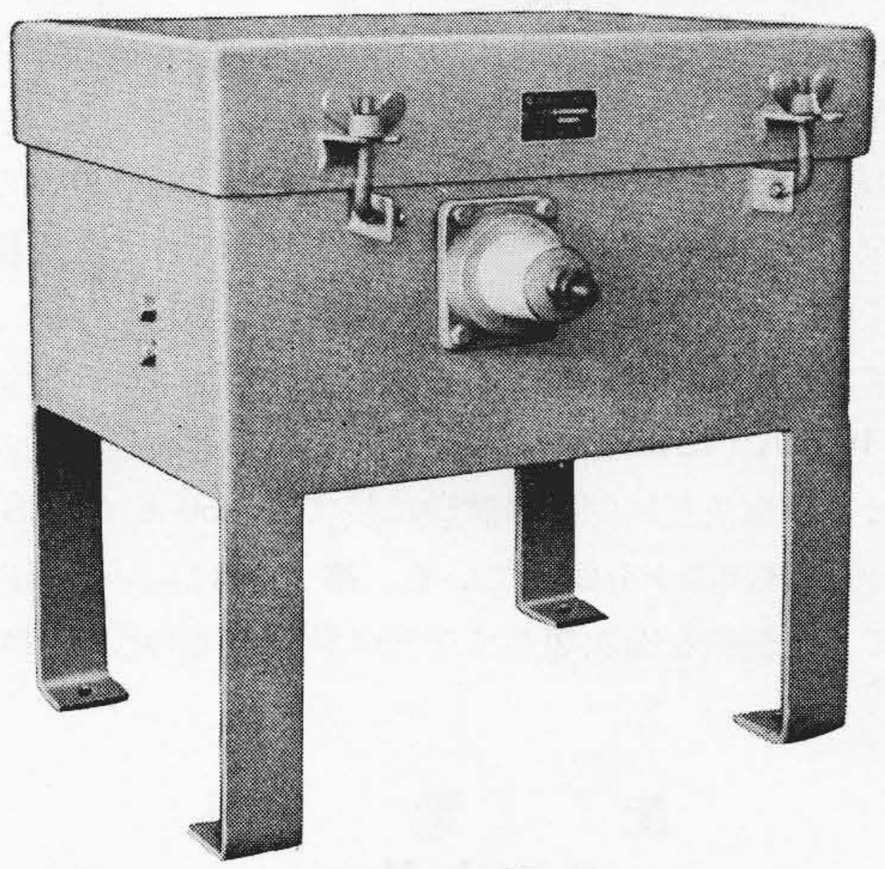
商用周波試験電圧	1.4E（公称電圧）
印加衝撃電流	3,000A（半波高時間 15μsec）
試験回数	1分間隔、10回

最近の如く避雷器に対して、雷進行波のみならず、近接雷撃等に対しても或程度の保護能力が望まれる現状では、印加衝撃電流は近接雷撃に近いものでないと意味がない。近接雷撃等の場合の避雷器放電々流実測結果によれば、上記の3,000Aは尚十分とはいわれず、約10kAが望まれる。日立製作所では 10kV ドライバルブ避雷器2組に就いて、印加衝撃電流 2kA, 4kA 及び 9kA, 1.4E 1分間隔、各々 10 回の試験を実施したが、全数



第54図　OD-150型 275kV ドライバルブ避雷器（新愛本変電所）

Fig. 54. Type OD-150 275kV Dry Valve Lightning Arrester (Shin'aimoto Substation)



第55図　避雷動作報知器

Fig. 55. The Operating Announciator of the Lightning Arrester

第1表　超高圧 275kV 避雷器特性比較表

Table 1. Comparison between Specification for 275kV Lightning Arrester and Data of Hitachi Dry Valve Lightning Arrester

区分 / 仕様	衝撃絶縁基準 (kV)	放電電圧		制限電圧 (kV)		放電耐量 (kV)	許容端子電圧 (kV)
		交流 (kV eff)	衝撃波 (kV)	5KA	10KA		
関西電力仕様	1,050	500 以上	850 以下	850 以下	950 以下	20	280
実測結果	1,050	580～590	820	820	920	100	280

第 2 表　衝撃電流の大きさによる続流値の変化

Table 2. Difference of Follow Current Valve According to the Magnitude of Impulse Current

印加衝撃電流 (A)	機圧 (kV eff)	続流波高値 (A)
2,000 (20 μS)	14.3	96
4,000 (15 μS)	14.1	115
9,000 (10 μS)	14.1	125

（注） 1. 直列間隙は 10 kV ものを使用す
2. 抵抗板は 10 kV 単位より 10% 減にて使用

第 3 表　小電流長時間サージ試験結果

Table 3. Data of Long-Duration Surge Testing of the Characteristic Element

放電電流 (A)	継続時間 (mS)	回数	摘要
280	2	5	抵抗板3枚重ね
400	2	5	
450	2	20 以上	

（注） 電流印加の時間間隔は 3 分

逆極性試験に合格した。**第 2 表**はこの時の結果で、9 kA 印加の場合の続流値は 125 A であつた。

小電流時間放電耐量

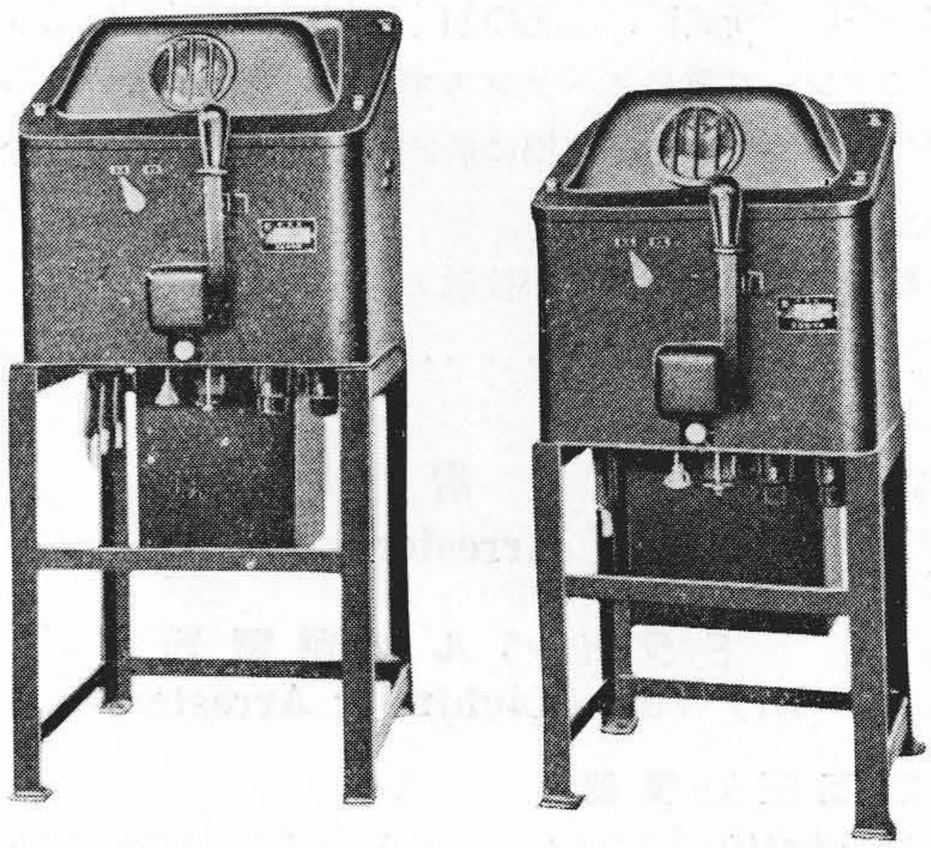
最近米国等では、避雷器が多重雷撃或いは開閉サージ等で動作した際、避雷器には波高値は比較的に小さいが、継続時間の長い電流が流れ、これが避雷器を破壊する大きな原因の一つであることを指摘して、特性要素に対し 150 A（波形は矩形波、継続時間 2 mS）、連続 20 回の試験を 100 kA (5×10 μS) 耐量試験と併せ行うことを推奨している。

ドライバルブ避雷器抵抗板は、既に昭和 26 年放電耐量 100 kA (22 μS) を達成したが、改良された最近のものは、小電流長時間耐量試験に於ても 450 A (2 mS)、20 回の試験に十分耐えている。**第 3 表**は同一資料に就いて、電流値を順次変えて連続試験したもの一例である。

配電函
Switch Boxes

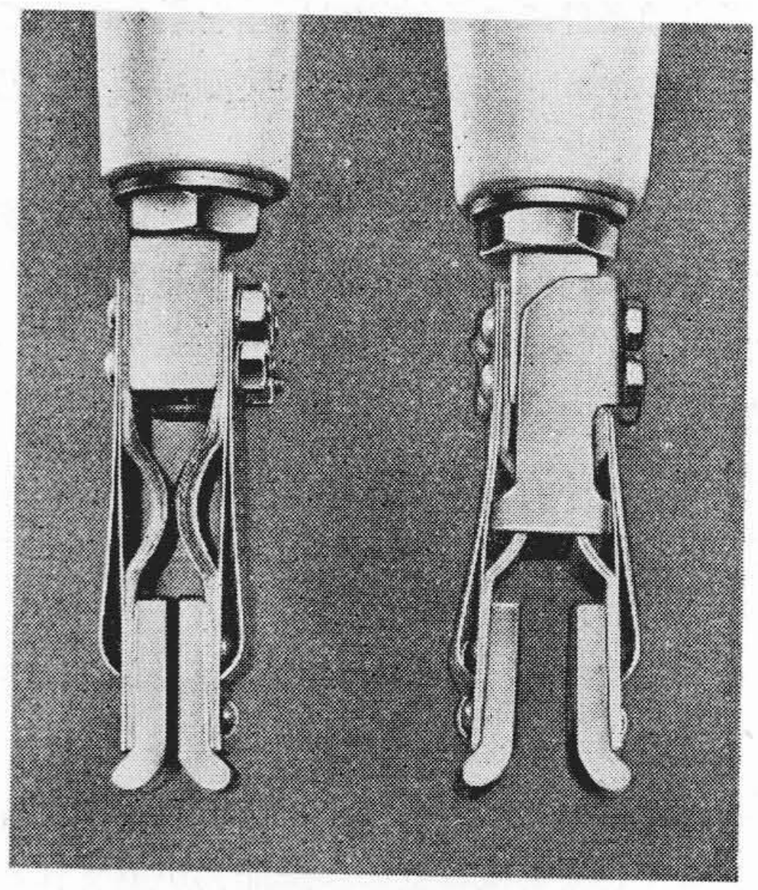
先に配電函改良品 FD-10 A 型 (3,450 V 200 A) 及び FD-1A 型 (600 V 200 A) を市場に送り好評を得ているが、今回更に、この両者の主接触部を**第56図**の如く改良した。

即ち、主接触部のフインガーを写真のように振止め金具で挟持し、一定の開度と一定の始動圧力を与えたので、可動接触子の挟入が容易で、且つ投入衝撃による接触子の振動がないため、火花の発生なく保守が良好になつた。(実用新案申請中)



第56図　新型配電函
右　FD-1A 型 600 V 200 A
左　FD-10A 型 3,450 V 200 A

Fig. 56. New Type Switch Boxes
Right: Type FD-1A 600 V 200 A
Left : Type FD-10A 3,450 V 200 A



第57図　右：改良された主接触子
左：徒来の主接触子

Fig. 57. Right: New Type Main Contact
Left : Old Type Main Contact

制御装置
Controlling Equipments

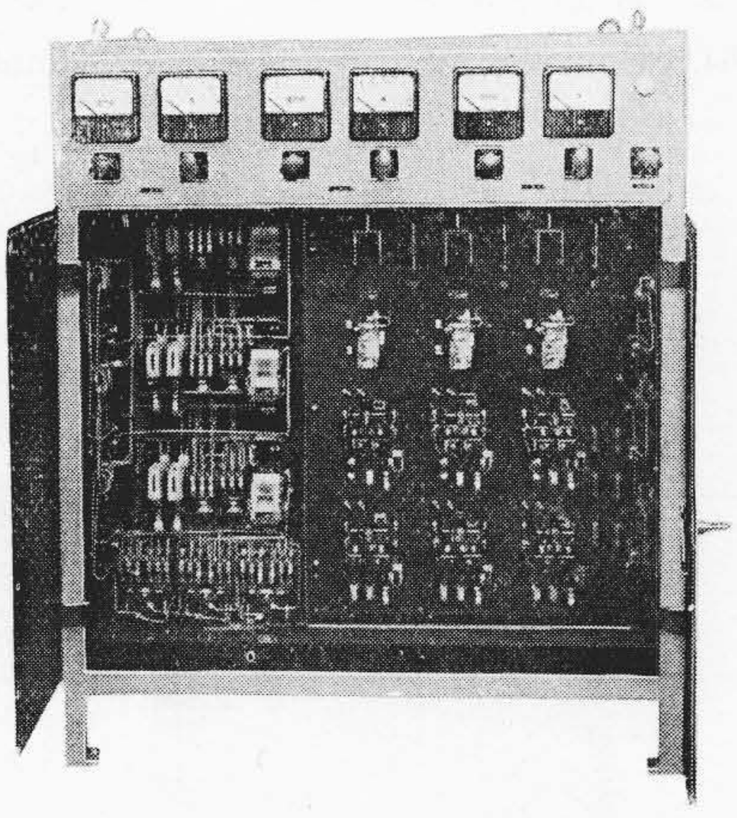
火力補機制御装置

東京電力潮田発電所のボイラ補機制御装置を納入した。微粉炭燃焼汽罐で、給炭機用、粉砕機用、排炭機用、押込通風機用及び誘引通風機用の各電動機がある。これらの電動機の起動、通常停止、非常停止は一定の順序に互鍵されて、ボイラ及び炉の保護を行つている。特に押込、誘引の両通風機は汚状態の効率の低下、使用炭の効

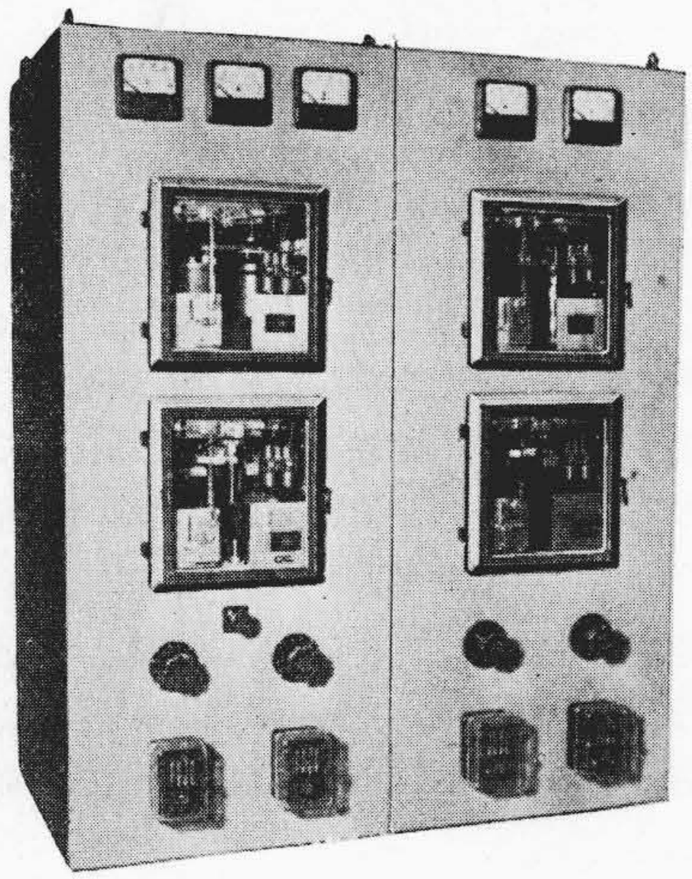
率の変化等を考慮し、極数変換により高低両速度が得られるようにした。又ベーレーの自動燃焼装置と組合せて使用する場合もあり、手動操作もボイラ前制御盤ででも機側ででも制御出来るようにしている。**第58図**は給炭機用電動機の制御キュービクルを示す。

自動燃焼制装置

日立製作所に於ては昭和 13 年商工省の工業奨励金の交附を受けて自動燃焼制御装置（以下 ACC と略称す）の試作研究を開始し、昭和 17 年には一応の成果を得てその試作を完了したが、第2次世界大戦で焼失し、その国産化も一時中断を余儀なくされていた。昭和 26 年に到り、新たな観点から最近の進歩せる自動制御技術を取入れた試作研究を再開し、研究を続けて来たが、最近その研究も略々完成し、従来の ACC をはるかにしのぐ好結果を得ている。



第58図 給炭機用制御キュービクル
Fig. 58. Controlling Cubicle for Coal Feeder

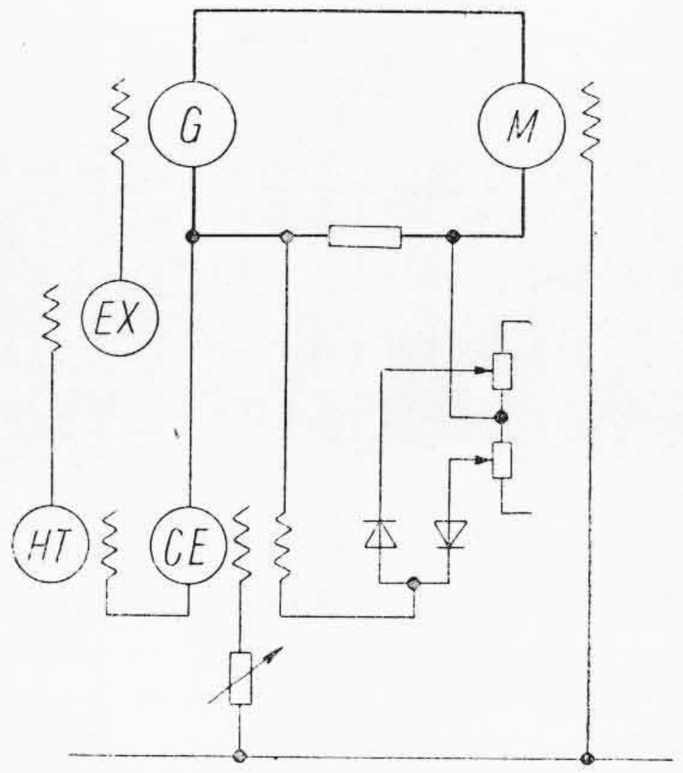


第59図 調整器キュービクル
Fig. 59. Regulating Cubicle for Automatic Combustion Control

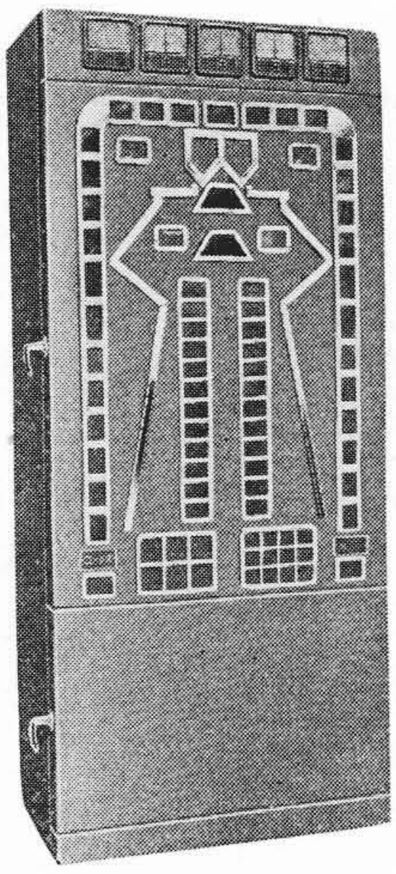
第59図に日立 ACC の調整器キュービクルの写真を示す。日立 ACC は電気式 ACC であつて、すべての操作が電気的に行われるので、動作が鋭敏、迅速で精度が高く、且つ安定度も大であり、遠方操作、比率調整、負荷分配の調整等も容易に行い得る。又検出部である主調整器、燃料調整器等には熱線型検出器と磁気増幅器との組合せにより接点の使用を避け、長期間の使用に対し誤動作なく信頼性を大とし、且つ保守点検に便ならしめてある。

高炉巻上機用制御装置

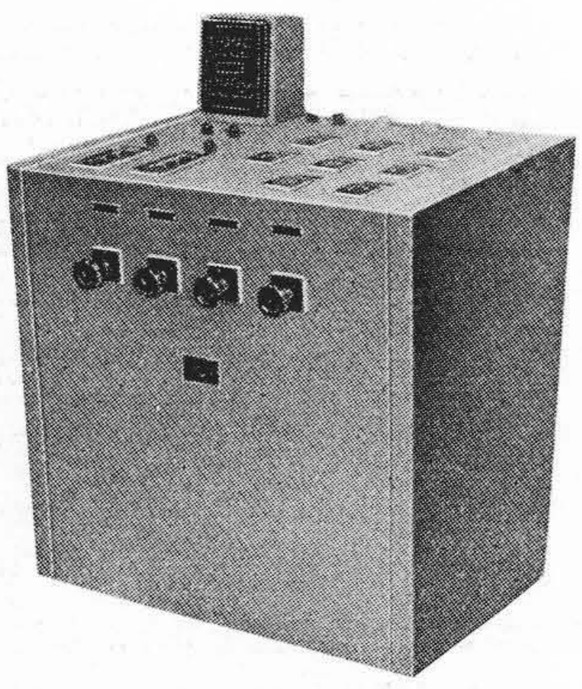
川崎製鉄千葉製鉄所の第1基高炉用として納入した高炉巻上機電気設備一式は本邦では最初のもので、原料のコークス、鉱石の装入バケツの吊上げ位置が別々となつている、いわゆる2トラック式で、炉頂よりの空バケツを台車上に載せるため、精密着床を要する。この着床精度を上げるため、又は途中停止途中再起動の時の吊落しを防止するため、増幅回転機 HTD の外に制御励磁機を使用した。本装置は押釦による全自動運転方式で、前述の如くバケツ引掛け位置が2箇所になつていても、一つの押釦を押すことにより自動的にコークス、又は鉱石を選択して吊上げる。正常運転としては、コークス、鉱石を交互に吊上げる運転であるが、コークス異常、鉱石異常のそれぞれの押釦を押すことにより、コークスのみ或いは鉱石のみの繰返し自動運転も可能である。又手動運転把手により手動運転も可能である。これらの自動手動運転は、運転室にて運転表示盤を見ながら行う。運転表示盤には、バケツの昇降位置や、サウンジング装置による炉深表示その他各種故障表示が設備されている。自動運転手動運転共その運転速度は予め決められたプログラ



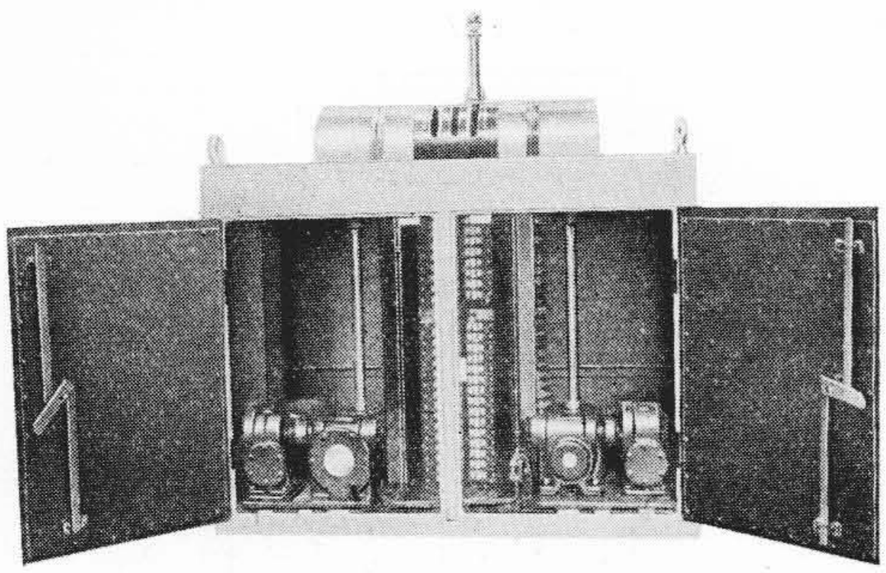
第60図 高炉巻上機概略結線図
Fig. 60. Schematic Connection Diagram of Electric Winder for Blast Furnace



第61図　運　転　表　示　盤
Fig. 61.　Signal Board for Running Operation

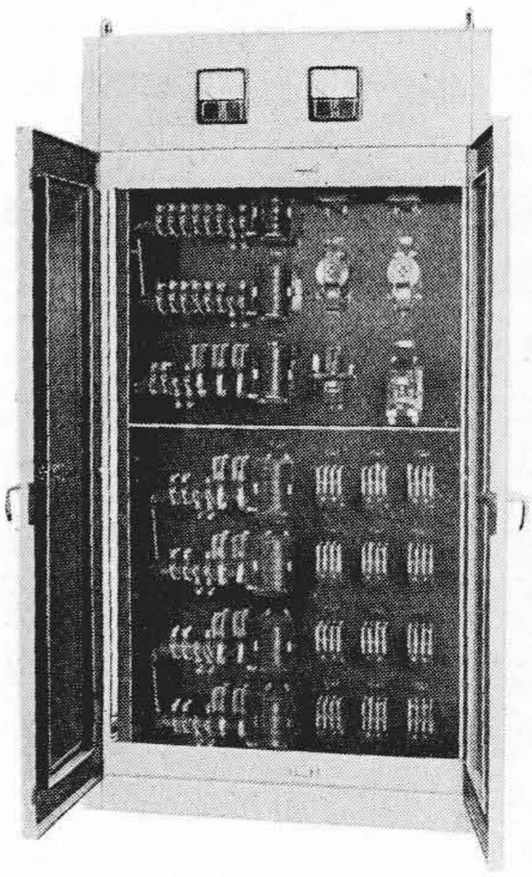


第62図　自　動　運　転　操　作　台
Fig. 62.　Controlling Stand for Automatic Operation

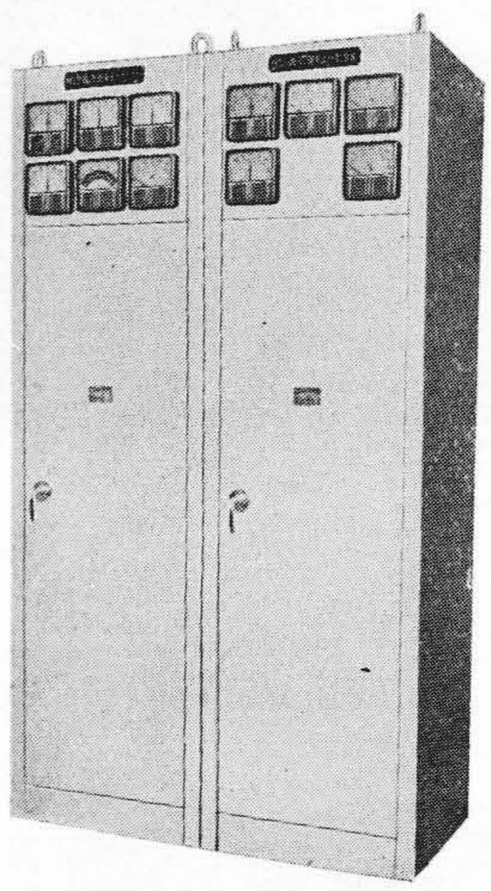


第63図　手　動　運　転　操　作　台
Fig. 63.　Controlling Stand for Manual Operation

ム通りに行われるもので、このプログラムを決定するものは、巻胴に連動されたギヤードリミットスイッチ及び電動操作主幹制御器である。高炉巻上機は熔鉱中は巻上機運転を休止する訳にゆかぬから、主電動機、主電動発



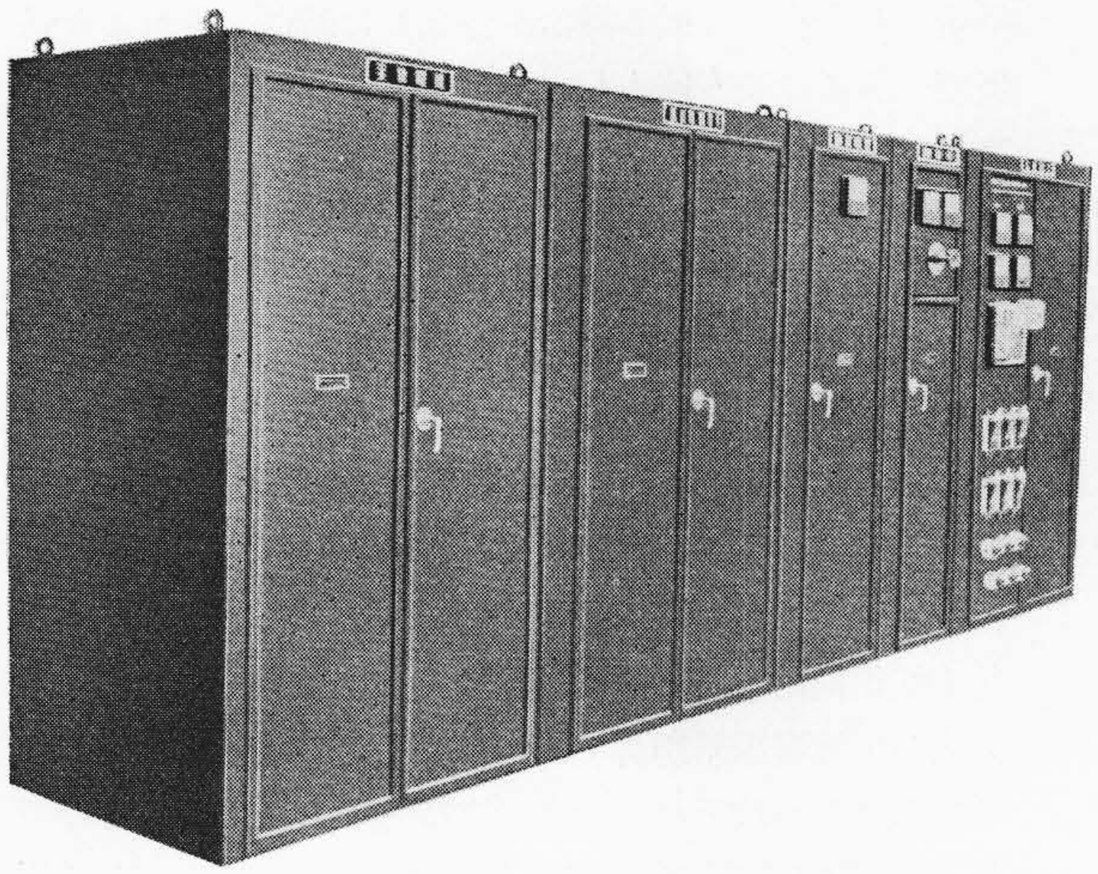
第64図　自動運転キユービクル（その1）
Fig. 64.　Controlling Cubicle for Automatic Operation (No. 1)



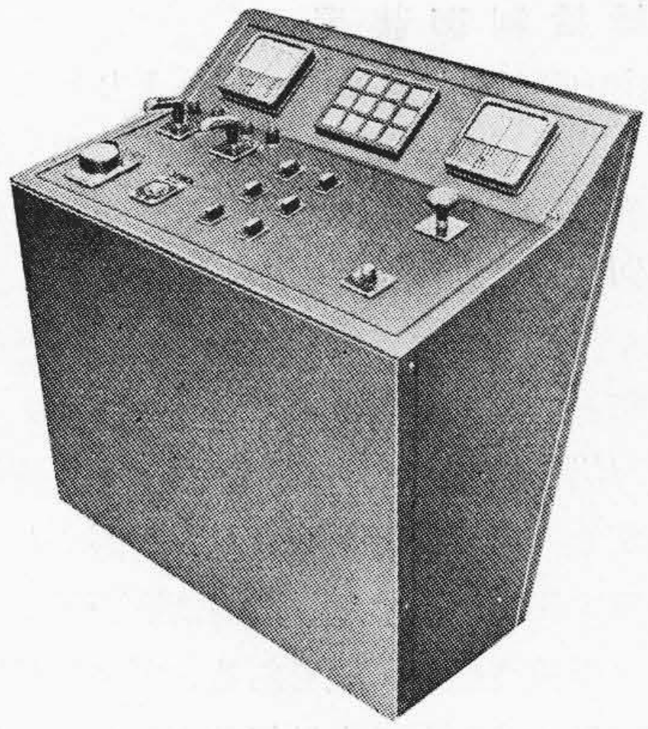
第65図　自動運転キユービクル（その2）
Fig. 65.　Controlling Cubicle for Automatic Operation (No. 2)

電機セットにはすべて予備が設けられ、運転中でも簡単に切換えて予備機が使用出来るように設計されている。制御装置の方では万一自動運転装置手動運転装置何れも故障の場合は、機械室設置の非常用制御器により前記歯車式制限開閉器、電動操作主幹制御器には無関係に全速の約 1/4 速度で運転することが出来るようになつている。本装置は昭和28年6月17日高炉火入式以来好調に運転中である。

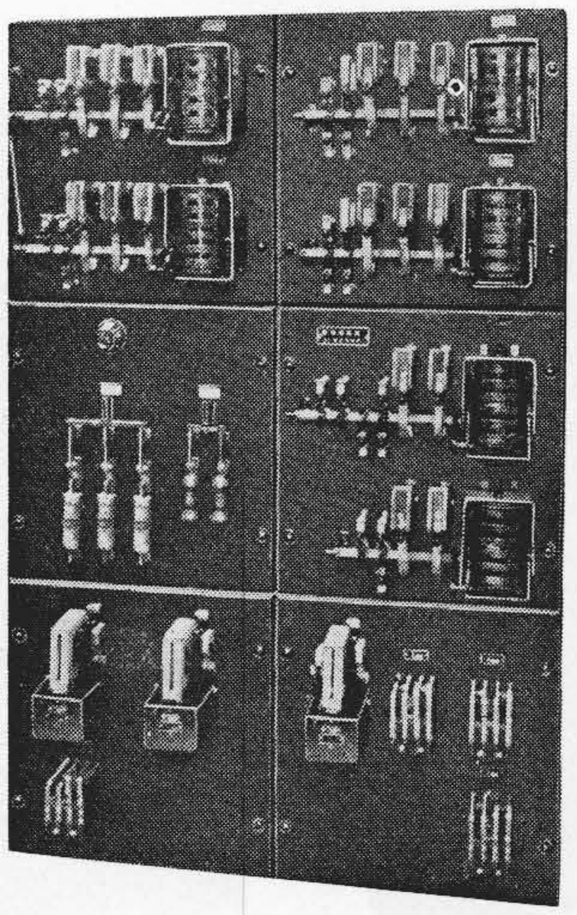
第60図(前頁参照)は本装置の概略図、**第61図**は運転表示盤、**第62図**は自動運転操作台、**第63図**は手動運転操作台、**第64図**、**第65図**は自動運転キユービクルを示す。



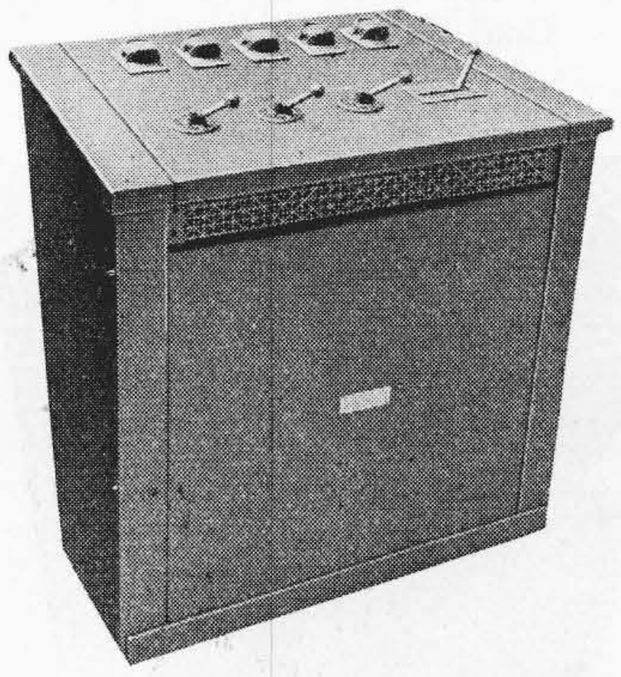
第66図　ブルームシヤー制御キユービクル
Fig. 66.　Controlling Cubicle for Bloom Shear



第67図　ブルームシヤー机型操作盤
Fig. 67.　Controlling Desk Board for Bloom Shear



第68図　チルチングテーブル制御盤
Fig. 68.　Controlling Pannel for Tilting Table



第69図　チルチングデーブル机型操作盤
Fig. 69.　Controlling Desk Board for Tilting Table

ミル補機制御装置

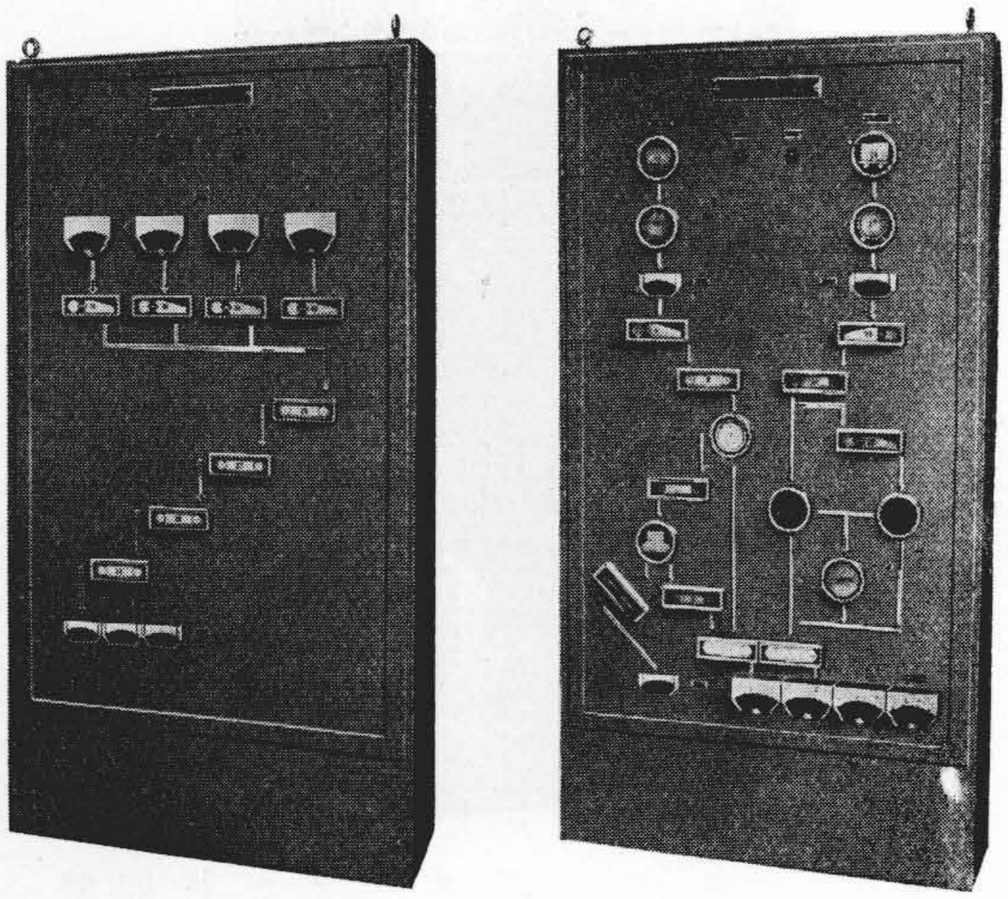
日本鋼管川崎製鉄所へ分塊ミル用補機電気品一切を納入した。本ミル補機電気品は電動機の数にして百数十台の多きに達するもので、この中ブルームシヤー、スクリユダウンはワードレオナード方式を採用し急速加減速のため増幅回転機 HTD を使用した。特にブルームシヤーは1回転1カットの方式で本邦最初のものである。何れも急速励磁を行うため、電流制限装置を附加してある。次に直流一定電源電磁操作のものとしては、マニプレーターシフト、マニプレーターフインガー前後面ローラーテーブル、スタンドローラー等があり、前記ブルームシヤー、スクリユダウンと同様高頻度に使用され、然もワードレオナードと異なり大電流の切入を行うのでその直流接触器には特に意を用い設計製作してある。この外チルチングテーブル、ロール旋盤等数十種の交流電動機の巻線型式は篭型を使用した補機類があり、何れも制御装置として高頻度に使用せられるので、その接触器は直流操作とし、主幹制御器等は高頻度用のものを製作した。これらの接触器又は継電器類を収納する。鉄板製キユービクル、又は机型操作盤も防塵型美麗塗粧を施したものである。**第66図**は同キユービクル、**第67図**は同机型操作盤を示す。これらの機器もすでに納入を終り近く試運転開始の予定である。

チルチングテーブル制御装置

前回八幡製鉄所珪素鋼板圧延用として納入した本装置は成績良好のため、今回更に珪素鋼板圧延用として第2回を納入した。今回納入のものは、前回の納入品の経験にもとづいて更に改良を加え、特に超高頻度に使用せられる操作開閉器並びに接触器類は構造堅牢とし長寿命に耐えるようにした。操作は自動を主として切換えて手動操作も可能とした。**第68図**は制御盤、**第69図**は操作盤を示す。

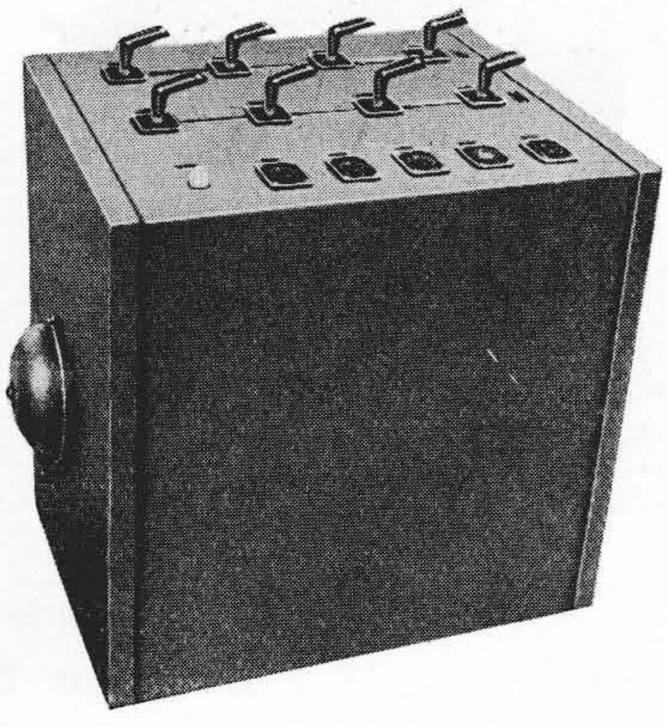
選炭総括制御装置

三井鉱山山野鉱業所にチップラーより各種コンベヤ、スクリーン等を経て、原炭ポケット迄の総括制御装置を納入、好調裡に運転を続けている。本装置は数十台の交流電動機の順序起動、一斉停止を各系統毎に運転室にて集中制御を行うもので、運転監視を行う照光盤と操作盤があり、照光盤は各現場機器の象形を後面よりランプにて照らす浮出形となつている。運転は連動運転と現場単独運転がある。現場切換開閉器を連動側にした場合は運転室にて順序起動が出来る。現場切換開閉器を単独運転側に入れ、単独運転も可能である。順序起動は所定間隔で順次時限継電器により自動起動され、この起動に先立ち所要時間起動警報を行い作業者に数秒後機械が運転する旨を伝える。起動する毎に照光盤には逐次象形が点灯される。この外連動運転中の現場単独停止、又は過負荷継電器が作動して或る機器が停止した時は、それより送炭側の機器は順序停止し、再起動すれば再び自動的に順序起動をする等考慮されており、これらの運転は象形と警報との併用により運転室にてすべて監視することが出来る。**第70図**は照光盤、**第71図**は操作盤を示す。



第70図　照　光　盤

Fig. 70.　Illuminated Monitor Board for Coal Selecting System

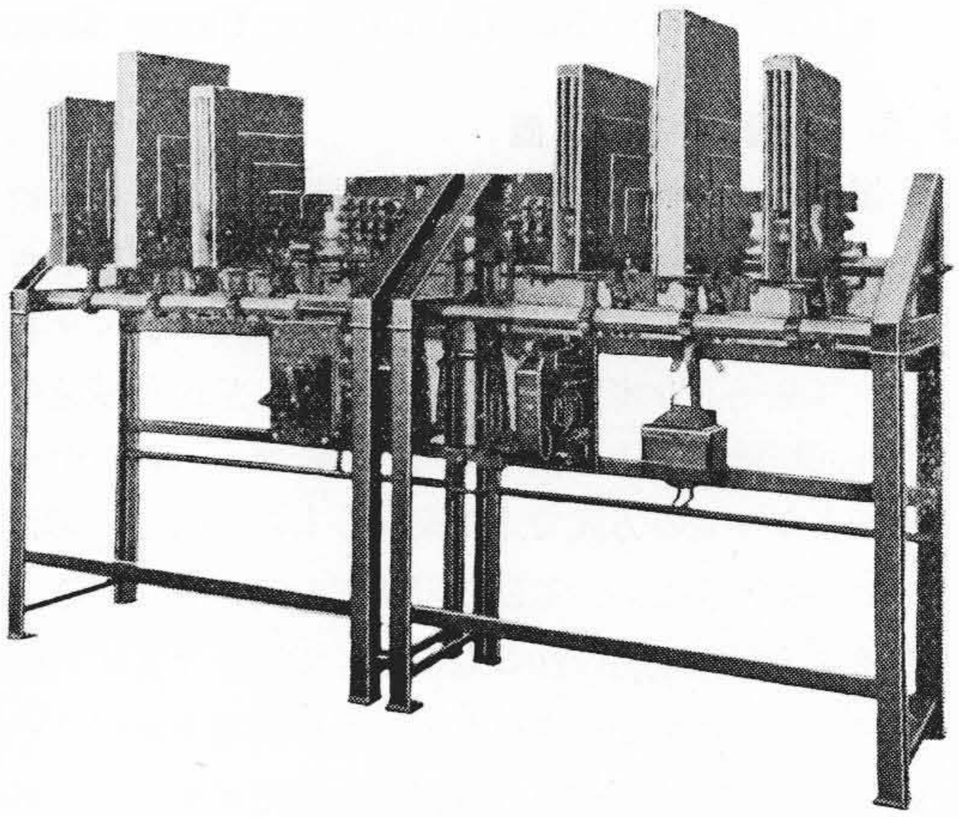


第71図　操　作　盤

Fig. 71.　Controlling Desk Board for Coal Selecting System

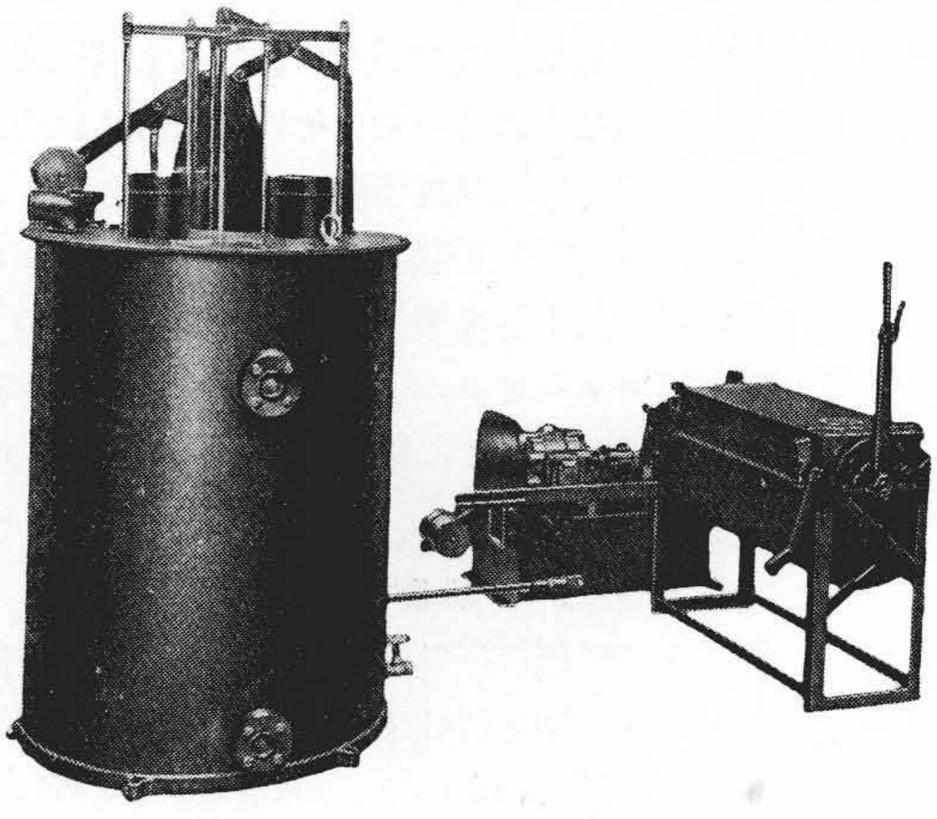
炭坑用巻上機制御装置

28年度納入品の大型としては、常盤炭砿磐城鉱業所納600HP 複胴巻上機、日窒鉱業江迎鉱業所納 500HP 複胴巻上機等がある。常盤炭砿納の 600HP は、300HP 2台のタンデム巻上機で、速度制御用として、一次側は正逆運転切換用高圧気中接触器を用い、二次側はグリッド抵抗の接触器短絡制御であつて、1台の主幹制御器により2電動機それぞれの一次二次接触器を制御するものである。日窒鉱業納500HP巻上機は、新しい試みとして操



第72図　高圧気中切換接触器

Fig. 72.　High Tension Reversible Magnetic Contactor



第73図　油圧操作機構付液体制御器

Fig. 73.　Liquid Controller with Oil Pressure Mechanism

作盤に小型把手を置き、小型把手は油圧操作機構により速度制御用の主幹制御器並びに二次液体抵抗器を制御する。低速ノッチに於ては安定なる速度制御を行うため、誘導電動機の二次側に押上機電動機を結び二次周波数によりこれの速度制御を行い押上力を変化さす速度制御方式を行つた。**第72図**は一次側高圧気中接触器、**第73図**は江迎納液体制御器を示す。

荷役運搬機械用制御装置

28年度に於ける荷役運搬機械は多量の進出を示した。その主なるものを挙ぐれば、

天井起重機として

東北電力神通川発電所	220 t	EOT 起重機
中国電力丸山発電所	400 t	EOT 起重機

製鋼用として

富士製鉄広畑製鉄所	140 t	レードル起重機
川崎製鉄千葉製鉄所	175 t	レードル起重機
富士製鉄広畑製鉄所	26 t	カバーキヤリッジ
富士製鉄室蘭製鉄所	26 t	カバーキヤリッジ

水平引込起重機として

川崎製鉄千葉製鉄所	9 t	水平引込起重機
宇部曹達	4.5 t	水平引込起重機
小野田発電所	5 t	水平引込起重機

ケーブル起重機として

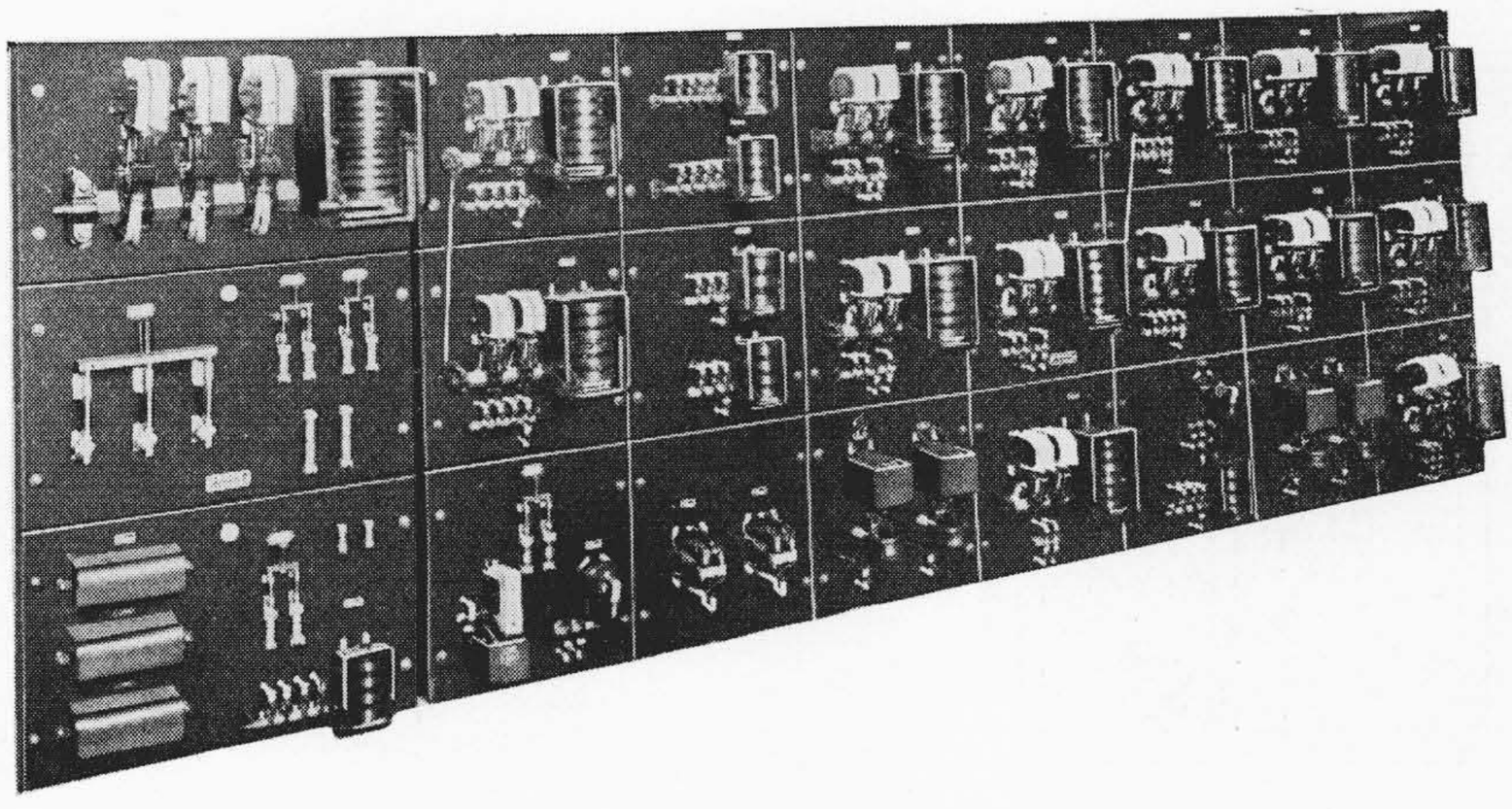
九州電力上推葉発電所	13.5 t	ケーブル起重機
関西電力角川	4.5 t	ケーブル起重機
北海道開発局石狩川	4.5 t	ケーブル起重機

先づ天井起重機制御装置としては、共用保護盤、巻上制御盤、走行制御盤、横行制御盤等よりなり、主回路の正逆切換、二次の抵抗制御用接触器、継電器等を収納する。速度制御は主幹制御器により行う。製鋼用レードル起重機は鋳鍋の運搬、転倒に使用するもので、誘導電動機の特性と負荷の性質から、下しの場合直流制動装置を附加し下し速度の安定を図つている。カバーキヤリッジは製鋼用均熱炉のカバー開閉用に使用するので、室蘭製鉄所納のものは直流電動機の電磁制御、広畑製鉄納のものは交流電動機の二次抵抗制御である。水平引込起重機の制御装置としては、巻上開閉制御、俯仰旋回制御があり、それぞれ巻上開閉制御盤、俯仰旋回盤を有し主幹制御器操作である。ケーブルクレーンは九州電力上推葉堰堤用として納入したものはワードレオナード方式で、負荷の性質上発電機電圧を垂下特性にした。この垂下特性を得るために、HTD 式の可変電圧励磁機を設け差動特性とした。目下2台共好調裡に運転中である。角川、石狩川納のものは小型なるため交流電動機方式を採用し、巻下しの低速制御に押上機を使用し、押上機電動機を主電動機の二次側に結んだいわゆるＣＦ制御を行つた。**第74図**は天井起重機制御盤を示す。

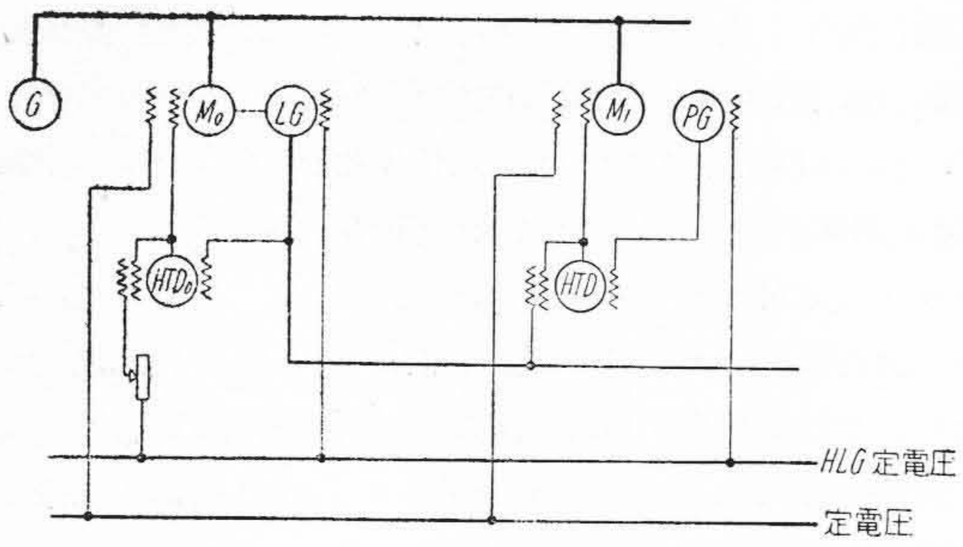
セクシヨナルドライブ抄紙機

27年に十条製紙伏木工場に、164吋セクショナルドライブ抄紙機電気設備一式を納入したが、今回更に同社北海道釧路工場に142吋セクショナルドライブ抄紙機電気設備一式を納入した。今回のものは十分な工場試験と、伏木工場の経験を生かした調整とにより、試運転開始、即日営業運転の運びとなり、以来目標以上の抄速を出し、快調な運転を続けている。

制御装置としては伏木工場と同一で、一定の紙厚とするため、先づ母線電圧を一定とし、次に基準電動機速度を一定とし、この基準電動機とセクション電動機間の協調運転を行う方式を採用した。この一定制御協調運転のため、増幅回転機 HTD を採用したが、更に差動歯車機構を附加し、制御誤差の積分値をも修正し、一度設定したドローは他の外界の如何なる擾乱に対しても常に一定



第74図　天井起重機制御盤
Fig. 74.　Controlling Panel for EOT Crane



Mo .....基準電動機
LG .....指導発電機
ACG ...セルシン発電機
M.....セクション電動機
PG .....セクション電動機調速発電機
A.C.M....セルシン受信機
D.G. .....電動歯車
H.T.D....セクション電動機協調制御用回転増幅機
CM.....ドロー調整用制御電動機

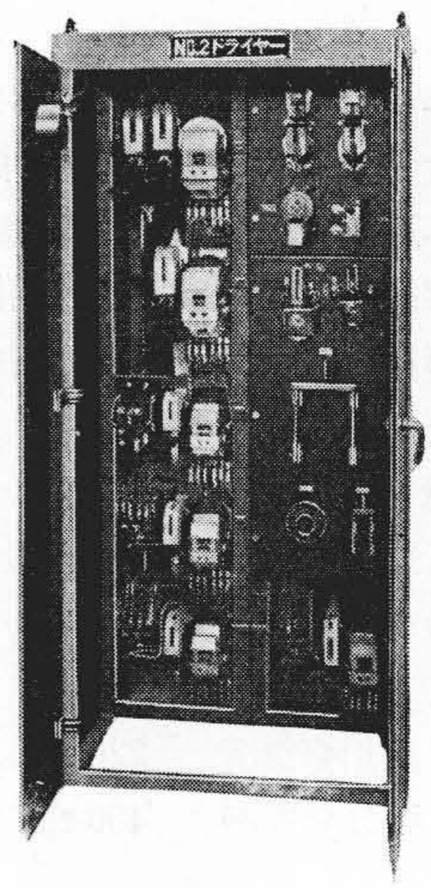
第75図　セクショナルドライブ概略結線図

Fig. 75. Schematic Connection Diagram for Sectional Drive Paper Machine

を保持する方式を採用した。**第75図**は本装置の概略結線図、**第76図**は制御キュービクル、**第77図**はドロー調整箱を示す。目下新たなる構想の下に東北パルプセクショナルドライブ抄紙機電気品一切の製作中である。

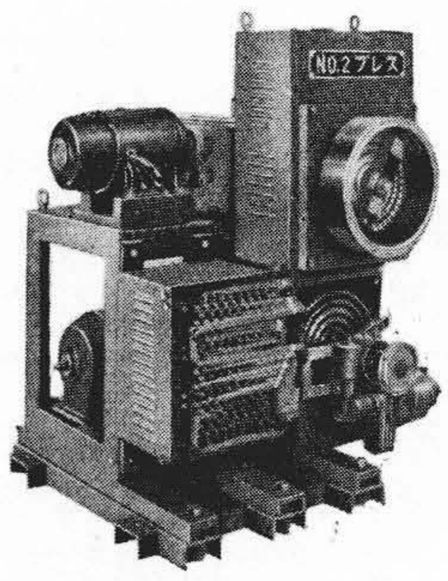
製紙リワインダー（紙再巻取機）用制御装置

十条製紙伏木工場納入のもので、セクショナルドライブにより製造された巻紙を、商品用に適当な幅に截断しながら巻直しをするもので、一定の張力をかけ乍ら然も 3,000 ft/min の高速で巻くものである。この一定張力は加減速期間中も一定張力でなければならない。一定張力にするために被巻取電動機電流の一定制御を行つているが、更に加減速期間中は加減速電流分だけ余計に電流を流す。即ち加減速補償を行う必要がある。本制御のた



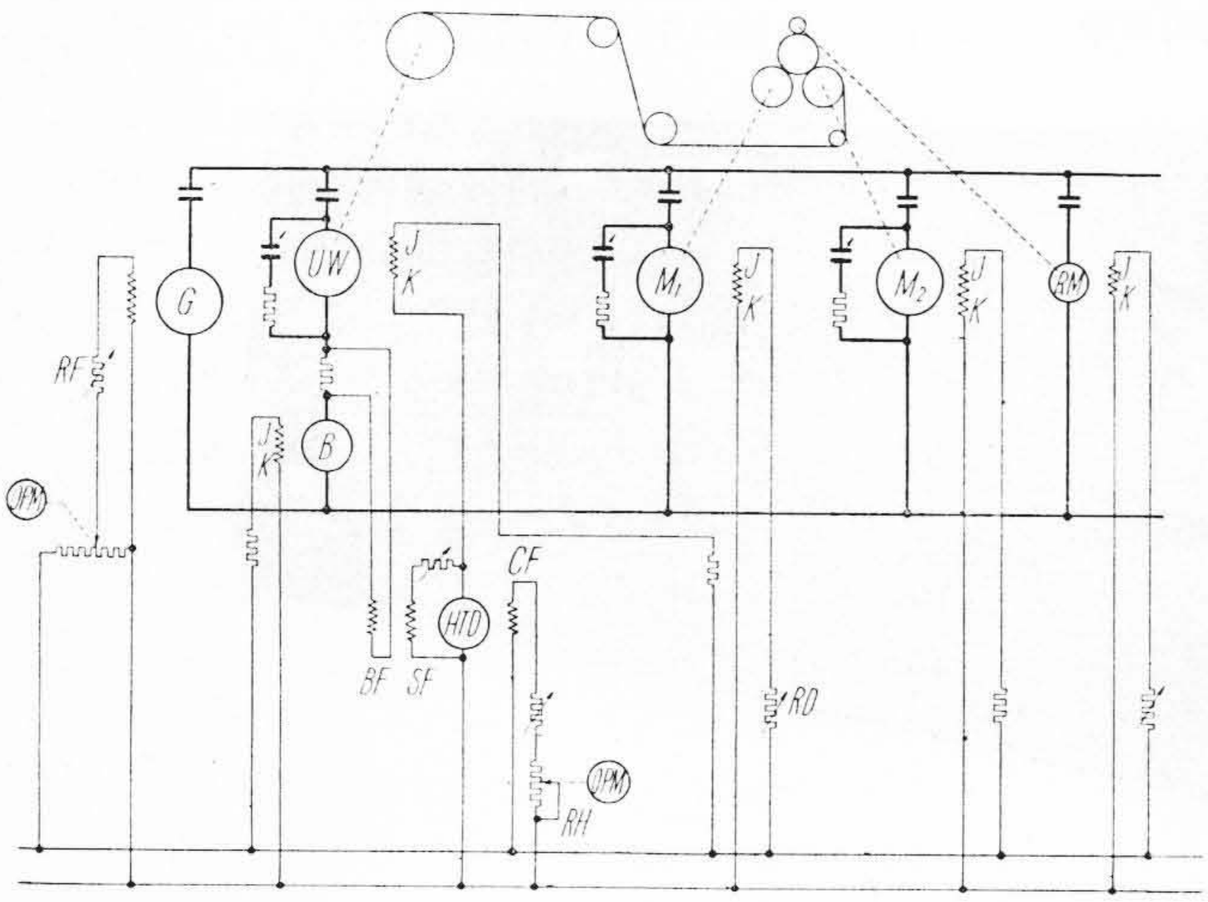
第76図　セクショナルドライブ制御キュービクル

Fig. 76. Controlling Cubicle for Sectional Drive Paper Machine



第77図　ドロー調整箱

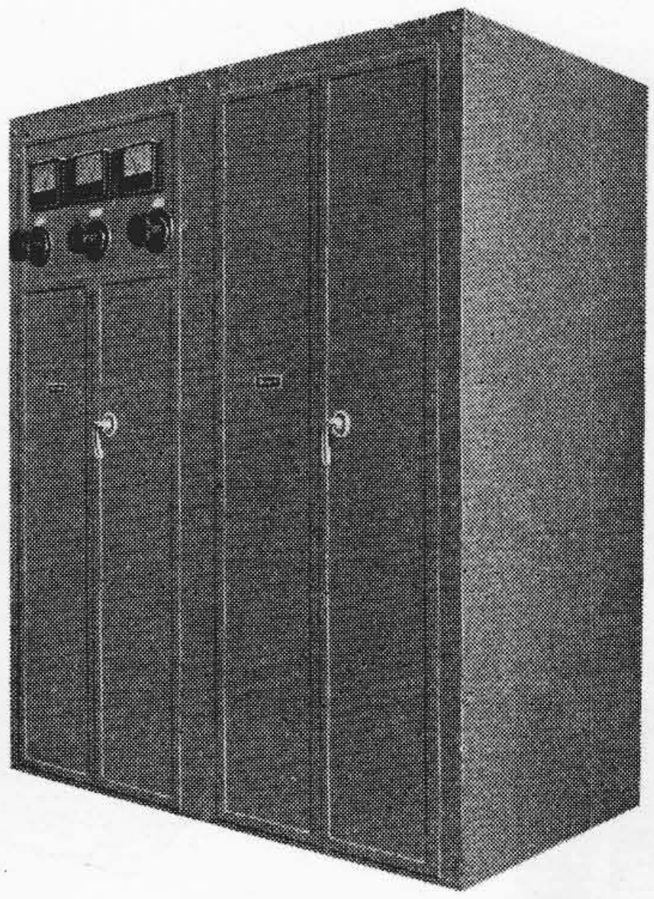
Fig. 77. Draw Adjusting Device



G: 主発電機
UW: 制動用発電機
B: 昇圧機
M_1: リヤドラム用巻取電動機
M_2: フロントドラム用巻取電動機
RM: ライダロール用電動機
HTD: 強力調整用回転増幅機
RD: 巻取差動調整用抵抗器
RH: 慣性補償用抵抗器
RF: 速度密調整用抵抗器
OPM: 界磁用操作電動機
CF: HTD 制御界磁
BF: HTD 帰還界磁
SF: HTD 自励分巻界磁

第78図　リワインダー概略結線図

Fig. 78. Schematic Connection Diagram for Electric Rewinder



第79図　リワインダー制御キユービクル

Fig. 79. Controlling Cubicle for Electric Rewinder

め増幅回転機 HTD を使用した。納入以来快調に運転されている。**第78図**は本装置の概略結線図、**第79図**は制御キユービクルを示す。

磁気増幅器とその応用

磁気増幅器の性能は、使用する磁性材料及び乾式整流器の特性によつて左右されることは周知の通りであるが、日立製作所に於ても種々研究の結果、磁性材料として極めて高い導磁率と共に、大なる飽和値を有する矩形ヒステリシス曲線を示す方向性材料が現在製作されつゝあり、一方乾式整流器としては、逆電流、耐圧、寿命の点に於て、極めて優秀なセレン整流器が完成された。以上の如く各部構成要素を改良した結果、日立磁気増幅器は、増幅率、速応性共に大きく且つ損失が少く、電圧及び周波数の変動に対する影響も極めて小となつている。

磁気増幅器は、極めて広範囲の制御装置に応用せられ、その箇々に就いては枚挙にいとまない状態であるが、最近の主なるものを挙げれば次の如くである。

即ち、交流発電機自動電圧調整装置用として 20W, 200W, 300W, 400W, 500W, 1kW、定電圧装置用として 10W、電気炉電極制御装置用として 50W, 200W、自動燃焼制御装置用として 50W, 300W 等々の磁気増幅器が製作された。

以下に、これらの応用例を述べる。

（1） 自動電圧調整装置

交流発電機の電圧を一定に保つ自動電圧調整器には、各種の方式があるが、増幅器を用いた無接点連続制御方式による時は応答時間も早く、精度並びに安定度も高い。増幅器としては、大容量の発電機には HTD が用いられるが、小容量の発電機の場合は磁気増幅器を用いた方が経済的である。

磁気増幅器を用いた自動電圧調整装置は先に試作を行い非常に好結果を得ており、日本電気化学、外数社の自動電圧調整装置を受注し、鋭意製作中である。

（2） 定電圧装置

自動制御装置に於ては、その制御を行う上に一定の基準電圧を必要とする場合が多い。基準電圧の精度はその自動制御装置の精度に影響を及ぼすからその精度は高い程良い。又、その信頼性、安定性の大なることも極めて重要なる条件になる。磁気増幅器を用いる時はかかる条件が殆ど満足される。

その動作原理は飽和リアクトルと、不飽和リアクトルとの電流差を磁気増幅器により増幅し、可飽和リアクトルの制御線輪を制御して可飽和リアクトルの電圧降下を制御し、出力端子電圧を一定に保たしめるものであつて、電源電圧 ±20% の変動に対して出力電圧を ±1% 以下にすることが出来る。

（3） キルン電動機自動速度調整装置

セメント工場のロータリーキルンは製品の性質を左右する重要な工程であり、熱経済の点から終日運転を続け故障、掃除、製造中止時以外は休止しないのが普通である。又稼動中は内部がかなり高温になるのでキルン周壁は多少変形し速度の変化を生ずる原因となり、又キルン回転と共に原料の滑り落ちる状況も変化し所要回転力が変化する。且つその回転速度は原料の焼成程度により変化させることが必要であり、又一旦選定した回転速度は上記の如き回転力の変化等によつて変ることなく、一定に保持されることが品質向上及び生産能率を高めるために必要である。上記の如き条件を満足せしめるために磁気増幅器を用いた自動調整装置を製作し好結果を得ており、その装置は下記の如く種々の考慮が払われてある。

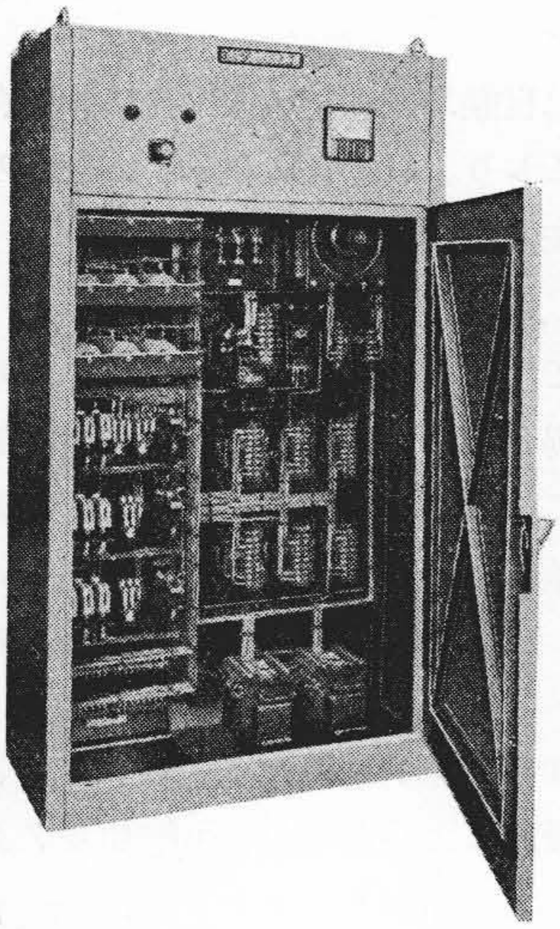
即ち、速度の基準になる基準電圧には磁気増幅器を用いた定電圧装置を附し、電源電圧の変動に基く速度の変動を防止し、制御方式は磁器増幅器を用いた無接点連続制御方式により信頼性を高め円滑なる動作を可能ならしめ、又乱調防止には特殊な方法を採用し、動作の万全を期している。**第80図**(次頁参照)にその自動調整キユービクルの写真を示す。

（4） 電弧炉自動制御装置

電弧炉は電弧エネルギーを利用して溶解、精錬を行うものであるが、この電弧は非常に不安定なものであつて、電極の燃焼等による電極尖端の形状の変化、溶解物の動揺等による炉内状態の変化によつて、電弧電流は、激しく変動する。電弧電流を一定に保つことにより、

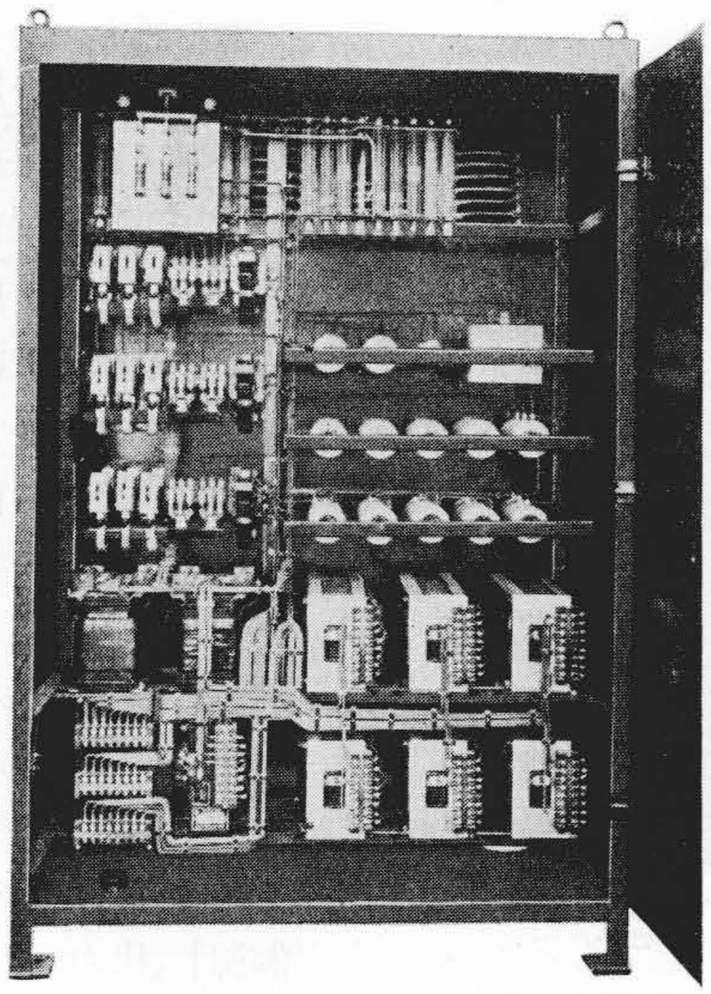
i） 製品の品質を均一に保たせることが出来る。

ii） 溶解時間を短縮させることが出来る。



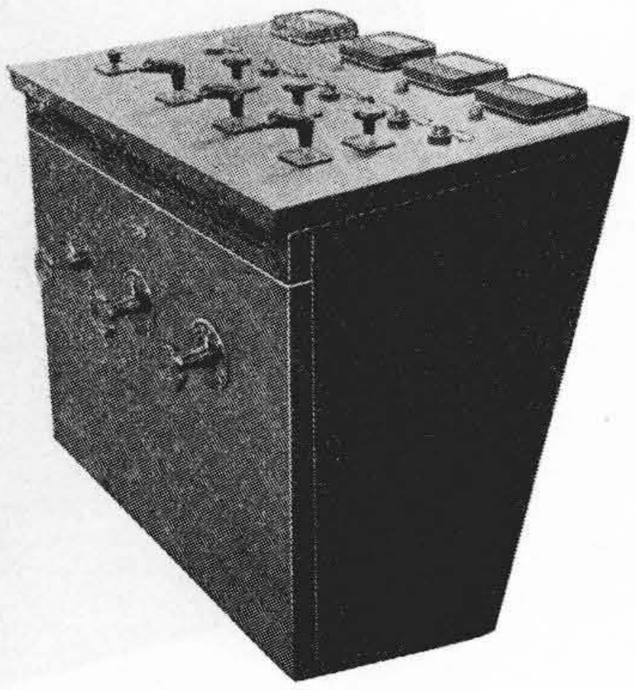
第80図　キルン電動機自動速度制御キユービクル内部構造

Fig. 80. Inner View of Automatic Controlling Cubicle for Rotary Kiln Motor



第81図　電弧炉自動制御キユービクル（2.5t エルー炉用）

Fig. 81. Automatic Controlling Cubicle (Used for 2.5t Heroult Furnace)



第82図　電弧炉自動制御装置操作盤

Fig. 82. Controlling Desk Board Used for Automatic Controlling Set of Electric Arc Furnace

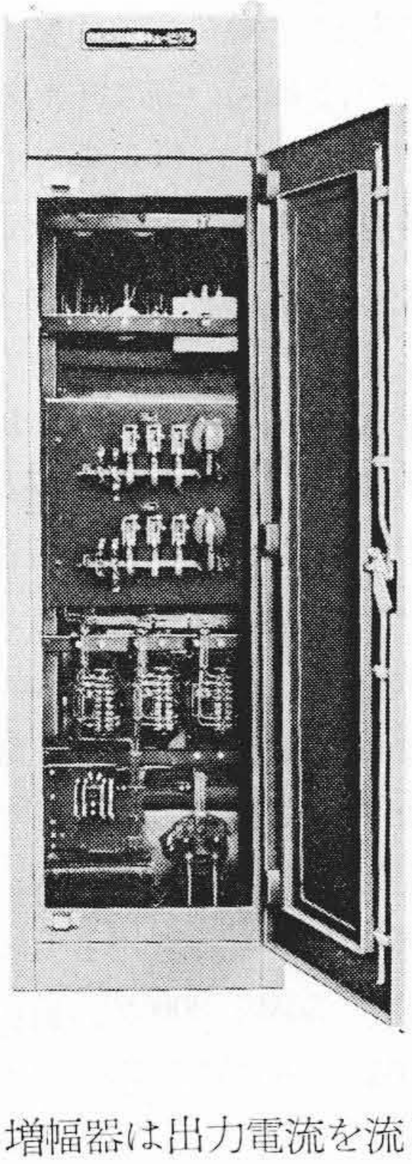
iii）　配電系統に対する擾乱を軽減し得る。

等幾多の利益がある。従つて電弧電流は自動制御装置により一定に保つべきである。この制御は、電弧電流の変動激しく、従つてその制御の頻度も高いので、無接点式を採用すべきである。**第81図**は磁気増幅器を応用した電流自動調整装置の写真、**第82図**はその操作盤の写真である。その特長とするところは下記の如くである。

即ち、磁気増幅器は増幅率が大であり時間遅れも少ないので迅速なる調整を行うことが出来、且つ又完全な静止型増幅器であるので構造堅牢であり信頼性も大である。既に日立工場に 100kVA 合金炉用2基 2.5t エルー炉1基用を納め、好調に運転中であり、日本金属産業、板橋工場納 3t エルー炉用その他を製作中である。

（5）　超同期電動機用自動起動装置

超同期電動機は最初固定子側を回転せしめて同期に牽入した後、固定子を次第に制動して固定子側の回転を下げ、相対的に回転子側の回転を昇速せしめ、固定子側が完全に停止した時回転子側は同時速度に達し、起動を完了するものであるが、この固定子に制動を加える過程に於ては、電動機に流入する電流が過大にならぬようにしなければならない。そのためには電動機電流により制動を適当に調節する必要がある。この制動力の調整を磁気増幅器により行う時は確実且つ容易に調整を行うことが出来る。その動作原理は下記の如くである。即ち、制動はサーボリフターによつて解除せられる重錘によつて行われるが、もし電動機電流が過大になれば、直ちに磁気増幅器は出力電流を流し、可飽和リアクトルを励磁してサーボリフターの押上力を増し、制動力を減少せしめて電動機が過電流になることを防止するようにして、常に一定の制動力で円滑な起動が行われるようになつている。



第83図　超同期電動機制御用自動制御キユービクル内部

Fig. 83. Inner View of Controlling Cubicle for Automatic Braking Mechanism of Stator of Super Synchronous Motor

起動完了後は押上機は電源より切離され、重錘により固定子には完全な制動力が加わり、固定される。**第83図**にその制御装置の写真を示す。

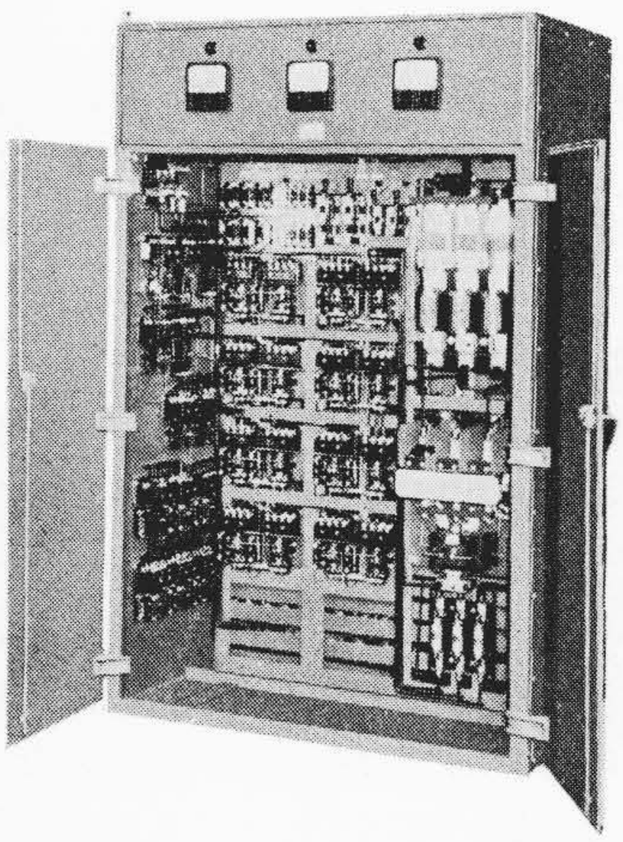
本方式は秩父セメント納 650HP 用として納入され、更に日立セメント納 650HP 用3台分を製作中である。

ユニツト式グラビア輪転機用制御装置

日立製作所では、先に某大印刷会社にオフセット輪転機及び電動機、制御装置一式を納入し、その後順調に運転を続けているが更に今回ユニット式グラビア輪転機と電動機、制御装置一式を完成した。

この輪転機の主電動機は巻線型誘導電動機で、二次抵抗の挿脱により約 50% の速度制御を行うものである。装備される電動機の総数は 23 台にも達し、その制御はすべて押釦スイッチによる全自動操作である。

本機は、警報装置、誤操作の防止、自動糊付、紙の張力の自動調整、乾燥装置等に十分なる考慮を払つて、作業の能率を向上し、作業員の安全を増進せしめている。**第84図**は本機の制御盤である。



第84図 グラビア輪転機用制御盤

Fig. 84. Control Cubicle for Gravure Rotary Press

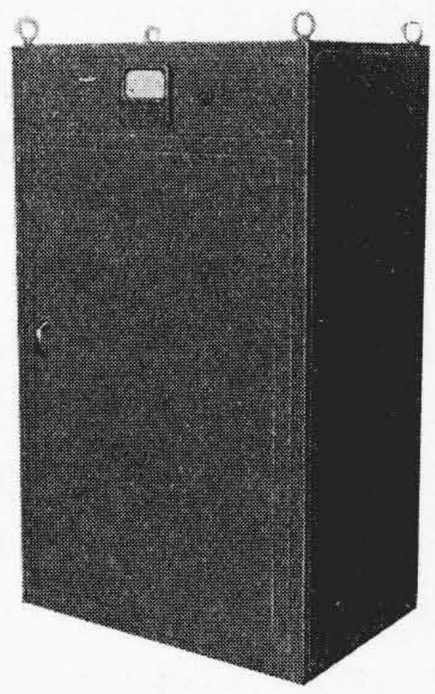
バツチヤープラント制御装置

山口県庁温見ダム建設用バッチヤープラント制御装置一式を完成納入した。バッチヤープラントはダム工事の大小によりその制御方式には全自動式、半自動式などの別がある。本バッチヤープラントは半自動式であつて、セメント、砂、砂利、水等の計量は自動的に行われるが計量開始、ミキサーへの排出、ミキサーの傾胴起胴、骨材の貯蔵運搬は各部署で一人が操作するようになつている。

制御装置は、配電盤、計量係机型操作盤、貯蔵係机型操作盤、混練係、骨材貯蔵所係、セメント貯蔵所係用壁懸型操作盤、制限開閉器等よりなつていて、誤操作による事故を防止するため各部署間は十分にインターロックされているので、運転は常に迅速円滑に行うことが出来る。

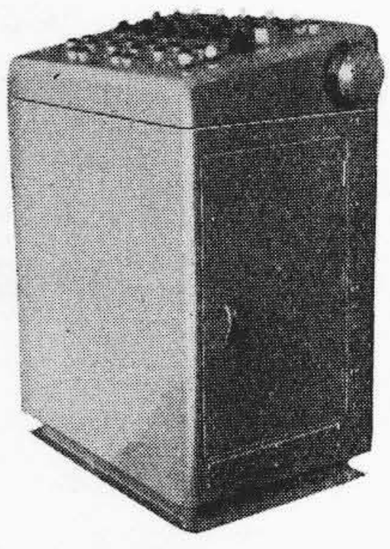
船舶用電磁起動器

日本鋼管鶴見造船所納、輸出船用電磁起動器が多数完成納入された。本器はポンプ運転用であつて、電源用双



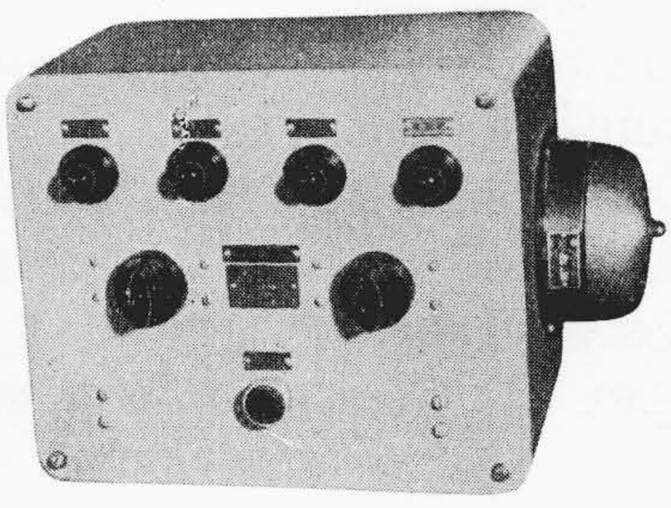
第85図 バツチヤープラント用制御盤

Fig. 85. Control Cubicle for Batcher Plant



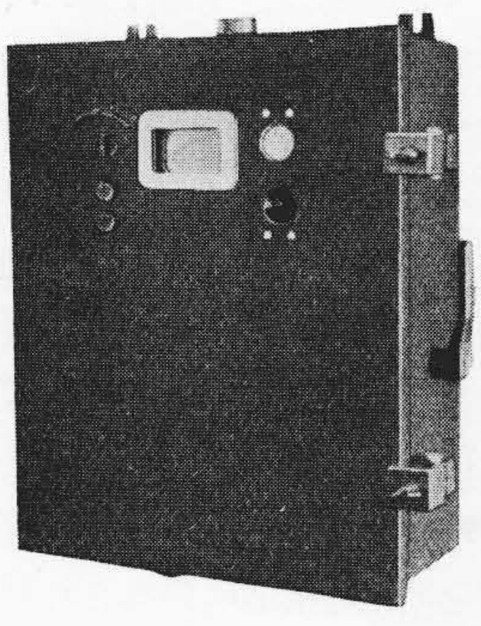
第86図 バッチヤープラント計量係操作盤

Fig. 86. Operating Board for Batcher Plant Weigh Man



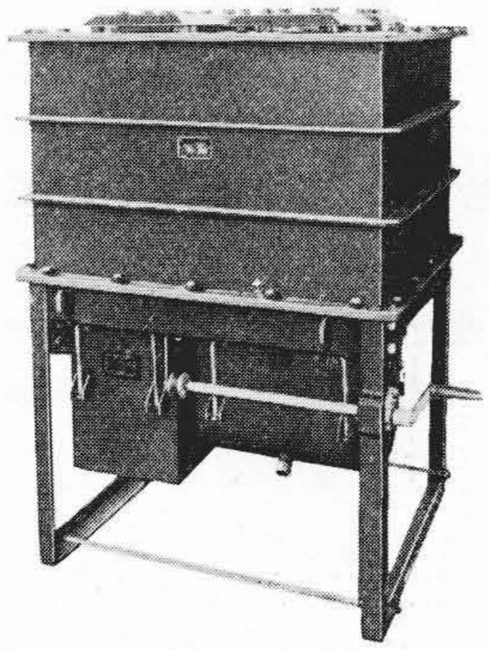
第87図 バッチヤープラント貯蔵係操作盤

Fig. 87. Operating Board for Batchcr Plant Storagc Man



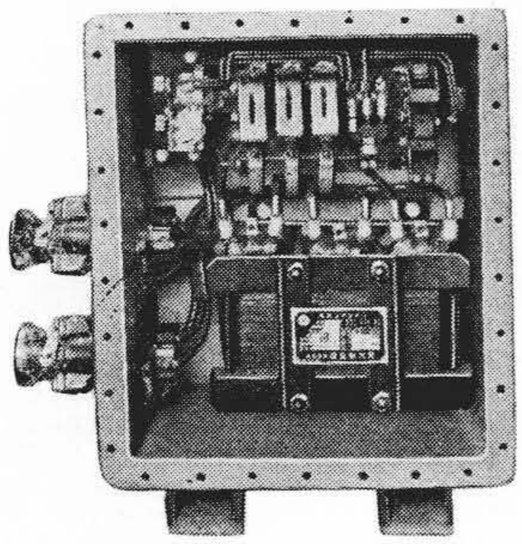
第88図 船舶用電磁起動器

Fig. 88. Magnetic Starter for Marine Service



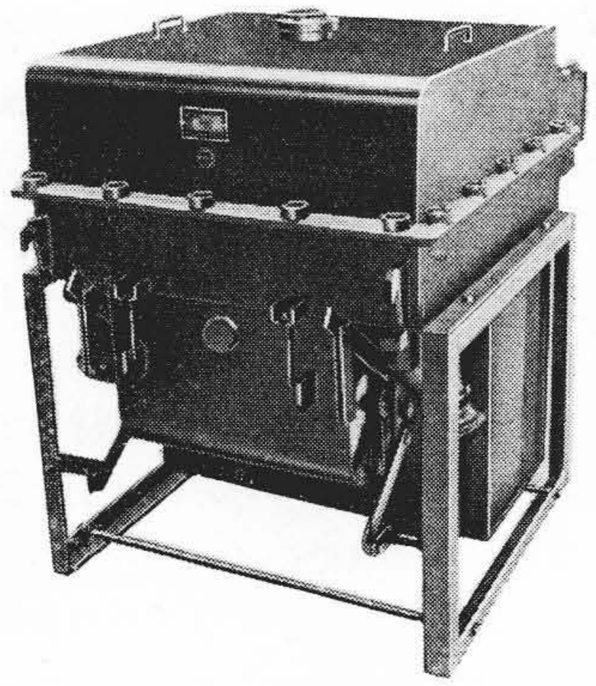
第89図　$LHXX_{14}$ 型　A 式
プロパン防爆型リアクトル起動器

Fig. 89. Type $LHXX_{14}$ Form A Explosion-Proof Propane Gas Reactor Starter



第90図　LFXX 型　A 式防爆型
リアクトル起動器

Fig. 90. Type LFXX Form A Explosion-Proof Reactor Starter



第91図　LHX_{13} 型　A 式安全増
防爆型リアクトル起動器

Fig. 91. Type LHX_{13} Form A Explosion-Proof Reactor Starter

形開閉器、電磁接触器、電流計、標示灯などを鋼板製函内に収納したもので、ロイド規格に準拠している。

本器に使用した電磁接触器は特に船舶用として設計され、ピッチング、ローリングによる開路不能事故、不時の閉路事故の絶無を期している。

リアクトル起動器

リアクトル起動器は電動機の加速と共に自動的に電圧降下が減少して回転力を強めて行くよう円滑な起動を行わしめることが出来る。リアクトル起動器の利用は各種産業に渉り、従つてその需要も多数であつたが使用環境によつては構造上特殊の保護方式のものが要求された。この特異構造のものとしては**第89図**に示すプロパン防爆構造の 250HP コンプレッサー用 $LHXX_{14}$ 型 A 式 325 kVA リアクトル起動器がある。この構造はプロパンの爆発特性につき各種の研究を行つた後、十分なる安全度を有する如く設計製作された狭隙防爆構造で、起動リアクトル及び同短絡用高圧油入接触器、限時継電器、操作用変圧器を自蔵している。**第90図**に示すものはメタン及び炭塵を対象とした耐圧防爆構造の 30HP（低圧）ポンプ用 LFXX 型 A 式 35kVA リアクトル起動器で、防爆構造は JIS-C 0901 の耐圧防爆構造に準拠して製作され、起動リアクトル及び同短絡用接触器並びに限時継電器を自蔵している。本器は検定型式 KHS-209, 検定合格番号東検第 65 号である。

第91図に示すものは坑内設置の 170HP ポンプ用として安全増防爆構造に製作された LHX_{13} 型A式 165kVA リアクトル起動器で、油入防爆構造のリアクトル短絡用高圧接触器、耐圧防爆構造の限時継電器、安全増防爆構造のリアクトル及び操作用変圧器を内蔵し、装置全体としては安全増防爆構造として一箇の枠に組立てられている。これらの防爆構造は総て JIS-C 0901 に準拠して製作され、検定型式は KHS-211, 検定合格番号東検第 88 号である。

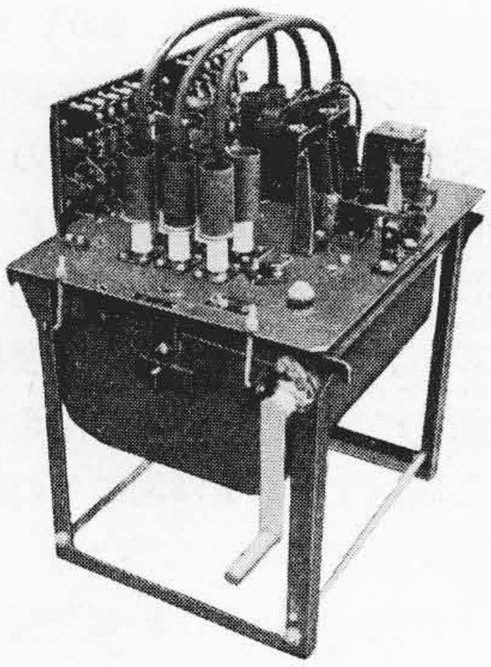
極数切換用高圧油入電磁接触器

火力補機の通風機用篭型誘導電動機の極数変換用として製作されたもので、油中に3極単投電磁接触器を2箇収納し、それぞれの接触器は電気的並びに機械的に互鍵してある。接触子は油中で消耗の少ない銅タングステンを使用している。油槽外には過電流拘束線輪を設け、定格遮断電流以上の異状電流では開路しないようにして油の爆発による事故を防止してあるので、異状電流の遮断は別の適当な遮断器によらなければならない。又別に多数の補助接触を備え、各種互鍵、信号等に使用される。油槽の上下はハンドル操作で軽快に行われ、点検修理に便利な構造となつている。本器はキユービクルに内蔵される場合と単独設置の場合とがあり、後者の場合には過電流拘束用変流器（電流計用と共用出来る）を収納する。

定格は 3,450V 100A で遮断能力は 3,300V 1,000A である。**第92図**にキユービクル内蔵型、**第93図**に単独設置型を示す。

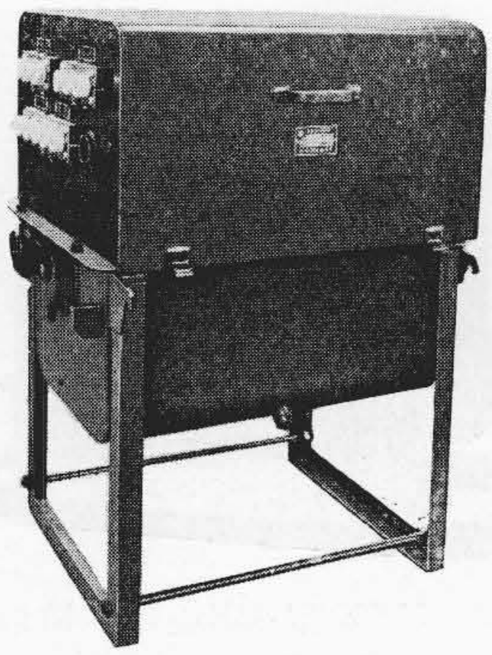
大型電動制御器

中国電力小野田発電所納、ボイラ給水ポンプ用 750 kW 三相誘導電動機用速度調整乾式竪型電動制御器を完成した。本器のノッチは 26 段で、カムシリンダを2本とし、これを1箇の操作電動機で操作出来るようにしたもので、カム接触器は4群に分け、4隅に配置し、高さを低く製作したものである。尚側面カバーは2つ折りと



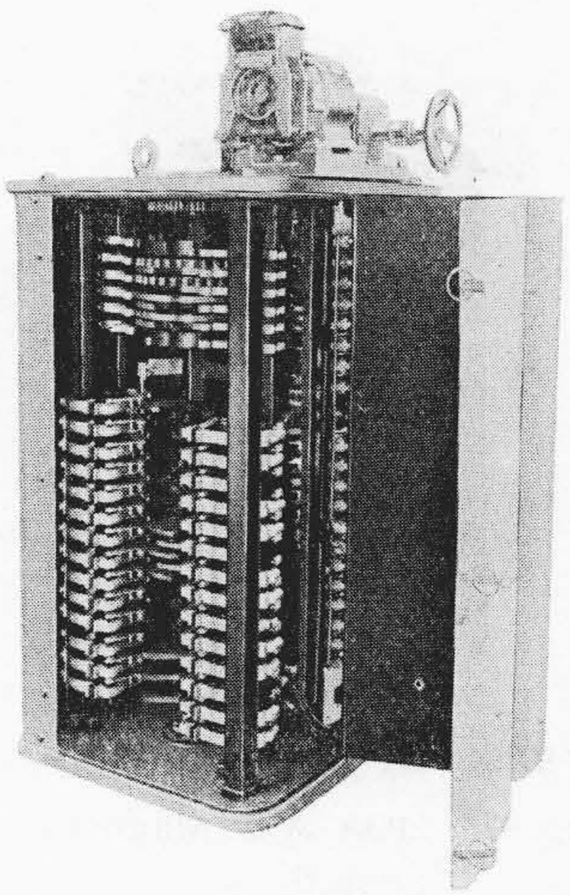
第92図　高圧油入電磁接触器

Fig. 92. High Tension Oil Immersed Magnetic Contactor for Pole Change of 3-Phase Induction Motor (Equipped in Cubicle)



第93図 GFHO 型 R 式高圧油入電磁接触器

Fig. 93. Type GFHO Form R High Tension Oil Immersed Magnetic Contactor for Pole Change of 3-Phase Induction Motor (Self Standing)



第94図　大型電動制御器

Fig. 94. Motor Operated Controller

して開閉出来、点検、修理に便利なように考慮されている。

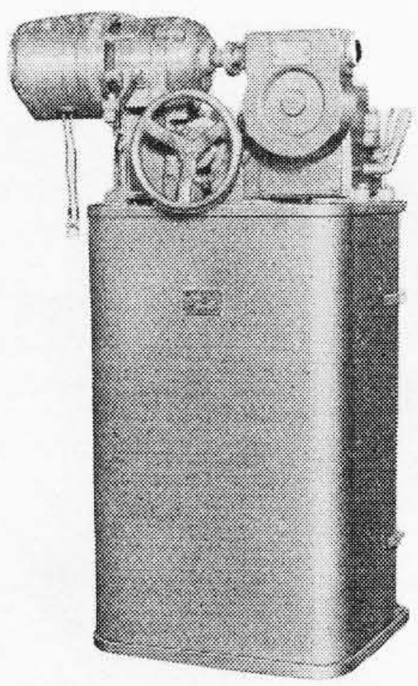
交流電動制御器

大型巻線型電動機の使用が増加し、ポンプ及び水門開閉用電動機の自動起動並びに排炭機、印刷機用電動機の速度調整用として、**第95図**の電動制御器が多数製作された。

本器は上部に操作用電磁ブレーキ付電動機並びにギヤーボックスを備えた竪型カム接触式制御器で、起動用のものは操作電動機により等時間隔に加速する方式と、電流制限器により加速する方式とある。調速用のものは電流制限器により加速するもので、押釦スイッチの操作により自由に調速が行われる。常時は電動機により操作されるが、必要に応じ手動操作も行い得る構造である。

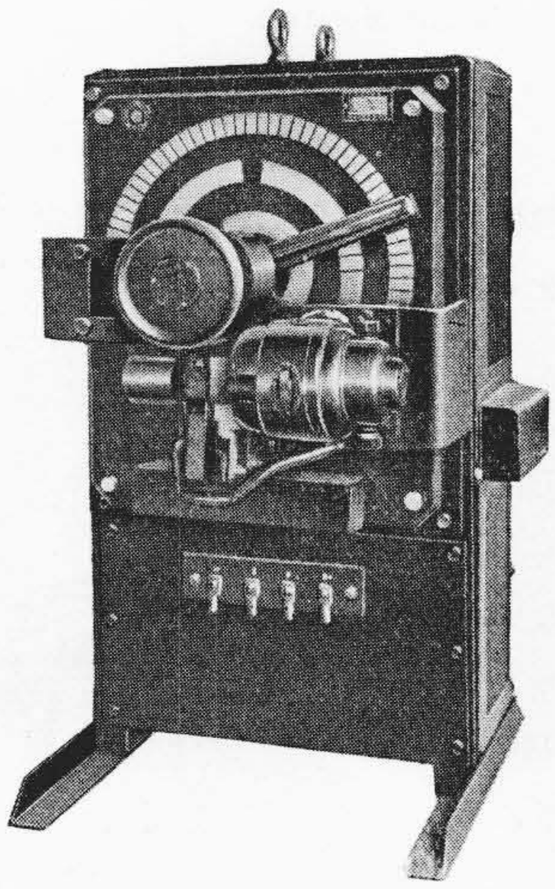
送電線充電用界磁調整器

本器は交流発電機の充電容量を十分大にするために、励磁電圧を零電圧まで容易に加減出来るように製作されたものである。接続は新案第 340225 号を利用したポテンシオメータ式で、励磁機の残留磁気打消しのための逆励磁から、平滑に正励磁に移行出来、しかも電力損を可及的少なからしめてある。このため励磁機には逆励用界磁線輪を設ける必要ない。尚本器は抵抗器型自動電圧調整器用界磁調整器と別箇に製作され、互いに連動する自動切替えの電気的接点を有し、自動運転時は本器を短絡し、送電線充電時には自動用界磁調整器を最大抵抗の位置において、それぞれの運転を行うようになつている。(新案第 393965 号) 本器は主として大容量発電機に使用されるが、すでに二十数台製作(製作中を含む)、その一部は好成績に運転中である。



第95図　電動制御器

Fig. 95. Type MV Form KSY Motor Operated Controller



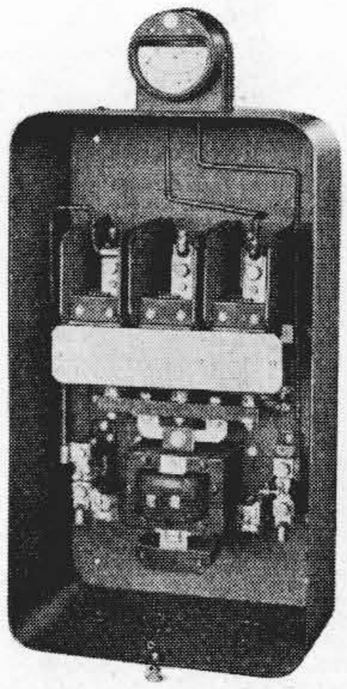
第96図　送電線充電用界磁調整器

Fig. 96. Field Regulator for Line Charge

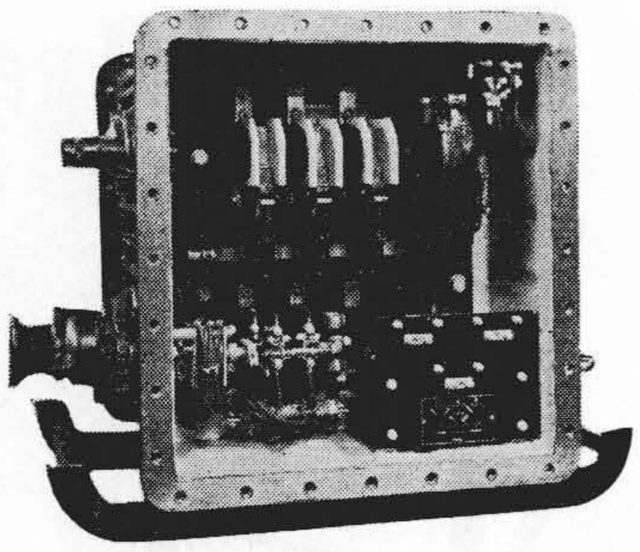
200A プランジヤ型交流電磁開閉器

定格電流 200A，低圧のプランジヤ型交流電磁開閉器が完成した。**第97図**（次頁参照）にこれを示す。

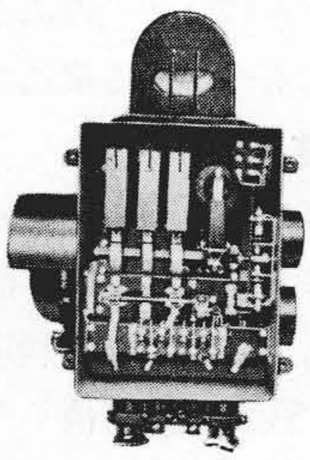
プランジヤ型の大きな特長は、可動鉄心と、可動接点及びその接点支え等を含む可動部分が、すべて一体に構成されている点である。したがつて可動部分は、単に上下に動くだけであつて、その動作は簡単で無理が無く、円



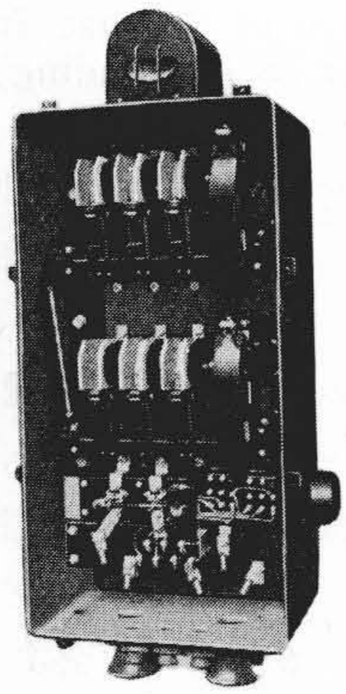
第97図　200A 交流電磁開閉器
Fig. 97.　200A A.C. Magnetic Switch



第98図　UXX型 BR_{402a} 式 防爆型電磁開閉器
Fig. 98.　Type UXX Form BR_{402a} Explosion-Proof Magnetic Switch



第99図　KR型 BP_{212} 式防塵型電磁開閉器
Fig. 99.　Type KR Form BP_{212} Dust-Proof Magnetic Switch



第100図　KR型 BR_{212} 式防塵型可逆電磁開閉器
Fig. 100.　Type KR Form BR_{212} Dust-Proof, Reversible Magnetic Switch

滑に接点の開閉を行うことができる。

本器に於て特に独創的な点は、接点の接触部分の構造である。これには開閉用接点に近接して消弧機構を2箇所に設けてある。

接点を開閉した場合、接点間に発生した電弧は、第1の消弧機構によつて切断されて消える。若しそこで消弧されなかつた場合でも、第2の消弧機構によつて完全に消滅し、電弧による短絡等の事故を生ずることはない。

JEM 1001 交流電磁開閉器の規格によつて、遮断容量試験、閉路電流容量試験等の試験を行つた結果は、440V, 1,800A を開閉でき、同規格の最高級であるA級品に十分合格している。

炭坑用電磁開閉器

炭坑用として防爆型電磁開閉器は27年度に引続き多数製作納入されたが、これらの中、新しい考案のなされたものとしては 200V, 400V 共用のものが多数三井鉱山山野鉱業所に納入された。これは電磁線輪の端子を開閉器前面に設けた端子盤により容易に直並列に切換可能の構造としたもので、坑内電圧変更の過渡期にある炭坑に於ては極めて賞用されるものと確信する。**第98図**にその構造を示す。

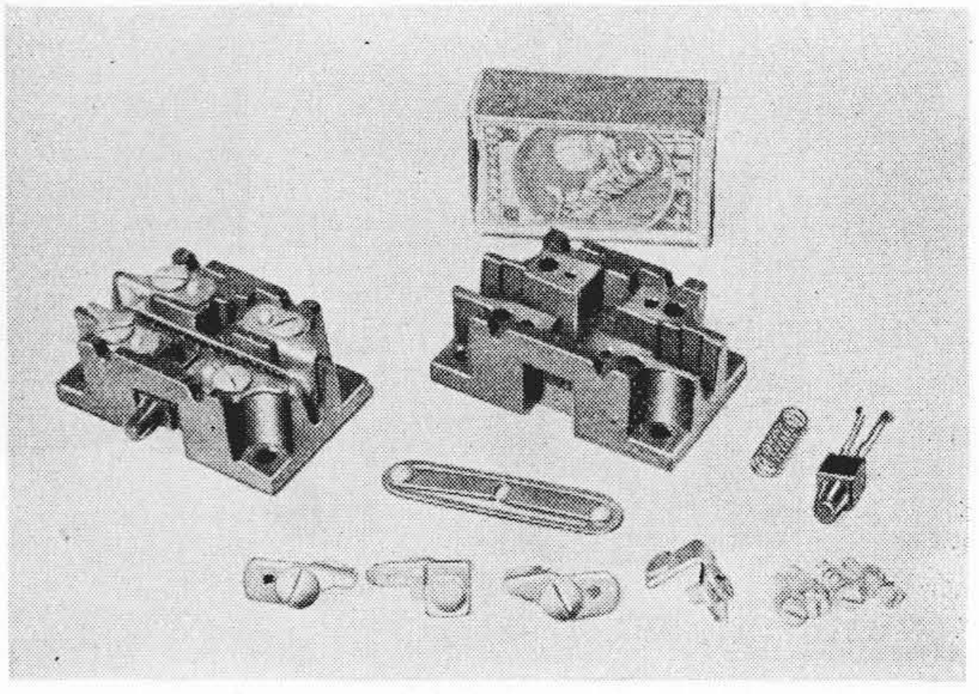
その他三井鉱山山野鉱業所へ選炭設備の総括制御用として防塵構造の電磁開閉器が製作納入された。これらは総て各種操作開閉器、電流計を自蔵し、所要のものには信号ベルが取付けられて、使用上極めて便利な機構となつている。これらの内二、三例として**第99図**に 100A 型非可逆式**第100図**に 150A 可逆式ものもを示す。

制御用開閉器類

制御用開閉器類は、それぞれの制御の要求に応じて、機械的電気的性能の各種改善並びに新製品の製作が行われたが、これらの中電気的性能を左右するものは、その接点機構であり、開閉器の種類に応じて適切に選択されるべき単位開閉器として、次の如きものが製作される。

（1）　P型押スイッチ(**第101図**)

本器は極小型の押スイッチで、遠心力開閉器、液流継電器、圧力開閉器等の接点機構として最適の新製品である。電気的性能は次記の如く優秀な結果を示しており、機械的寿命は



第101図　P型押スイッチ
Fig. 101.　Type P Push Switch

500 万回を目標として実施中である。

電気的性能

	交流	直流	
定格電圧	250 V	250 V	110 V
定格電流	3 A	0.2 A	0.4 A
遮断容量	30 A	0.75 A	1.2 A
寿命	50 万回以上		
接点及び動作	SPDT 早切動作		
操作力	0.3 kg		
ストローク	3 mm		
重量	50 g		

（2） 押釦開閉器

単位開閉器としての押釦開閉器にはD式とE式とあり、その電気的性能は下記の如くである。

式	回路	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	遮断容量 (A)	寿命	接点
D	A.C.	600	2	20	50万回以上	S.P.D.T.
	D.C.	250	0.3	1		
E	A.C.	600	2	20	50万回以上	S.P.D.T.
	D.C.	250	0.3	1		

（3） カムコンタクター

従来の K_1 型に対し、更に容量の大きい K_2 型が製作された。これらの電気的性能は下記の如くである。

型	回路	定格電圧	定格電流	遮断容量	寿命	接点
K_1	A.C.	600V	3A	30A	50万回以上	SPST 常時閉路
	D.C.	250V	0.5A	2A		
K_2	A.C.	600V	5A	50A	50万回以上	SPST 常時閉路
	D.C.	250V	1.0A	3.5A		

以下にこれらの単位開閉器を接点機構として、それぞれ改善された開閉器類を簡単に紹介する。

（4） BTXX 型 3 式 防爆型釦開閉器（**第 102 図**）

検定型式 KHS-617 検定番号東検 53 号圧

本器は標準の BXX 型 3 式防爆型押釦開閉器に相当するもので、捻り操作型としたものである。押釦型のものより炭塵等による事故が遙かに少い構造のもので、停止把手はロック出来るようになつている。接点はD型押釦開閉器を使用している。

（5） BP 型 E, 2E, 3E 式 盤取付型押釦開閉器

（**第 103 図**）

本器は従来の BY 型、1, 2, 3 式の改良型として製作されたもので、E型押釦開閉器を使用している。

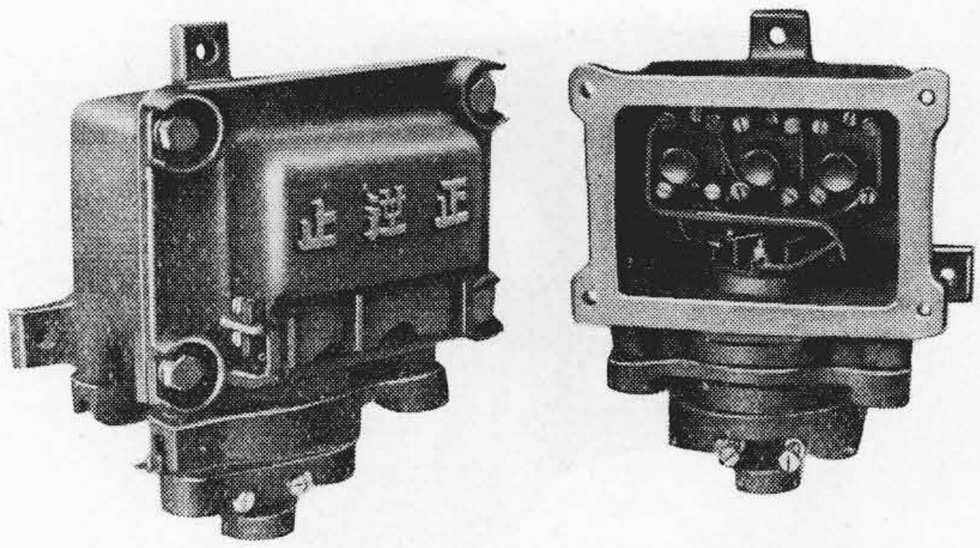
（6） FBG 型 ACRCUC 式 遠心力開閉器

（**第 104 図**）

本器は標準型 FB 型 ACRCUC 式に変速機構を附加したものである。駆動軸の回転数が、標準の 500 r.p.m. (400～800 r.p.m.) 以外の場合に、変速機構により開閉機構軸の回転数を標準範囲に収めたものである。寸法的には変速機構部分が伸びただけで、取付関係は変速機構のないものと同一である。

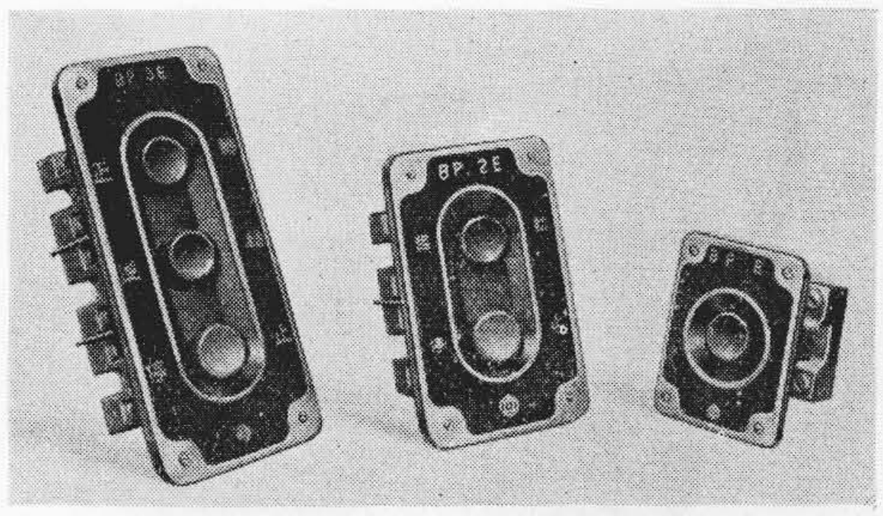
（7） 低速度継電器（**第 105 図**次頁参照）

本器は富士製鉄の広畑及び室蘭製鉄所納入のカバーキヤリッヂのカバー吊上操作に於ける走行の低速検出用として製作されたもので、P型押スイッチを使用している。



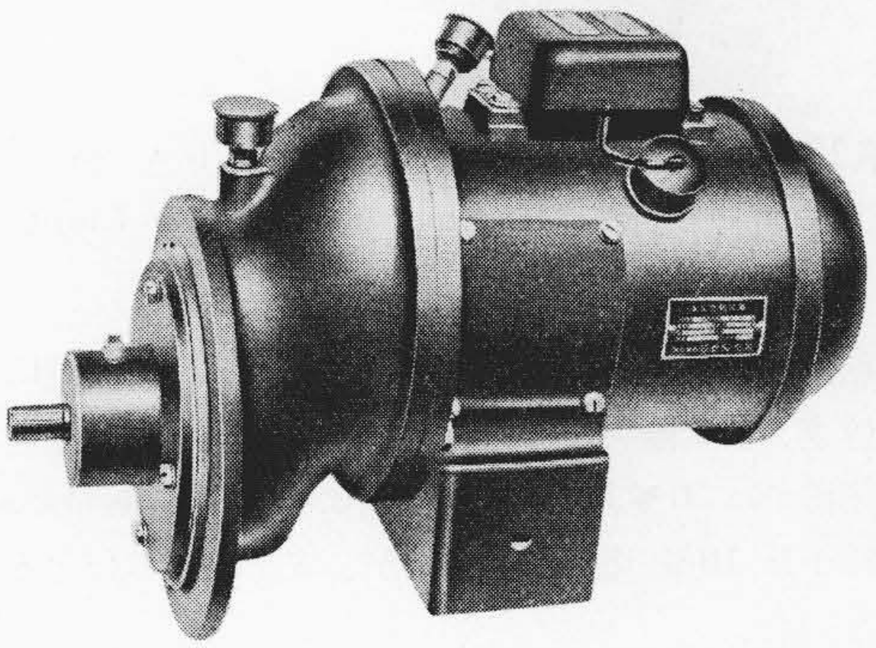
第 102 図 BTXX 型 3 式 防爆型釦開閉器

Fig. 102. Type BTXX Form 3 Explosion Proof Button Switch



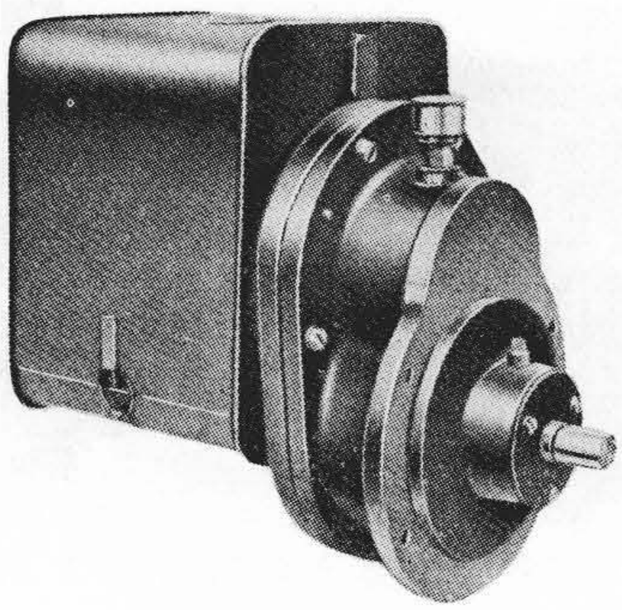
第 103 図 BP 型 E, 2E, 3E 式 盤取付型押釦開閉器

Fig. 103. Type BP Form E, 2E, 3E, Panel-mount Type Push Button Switchs

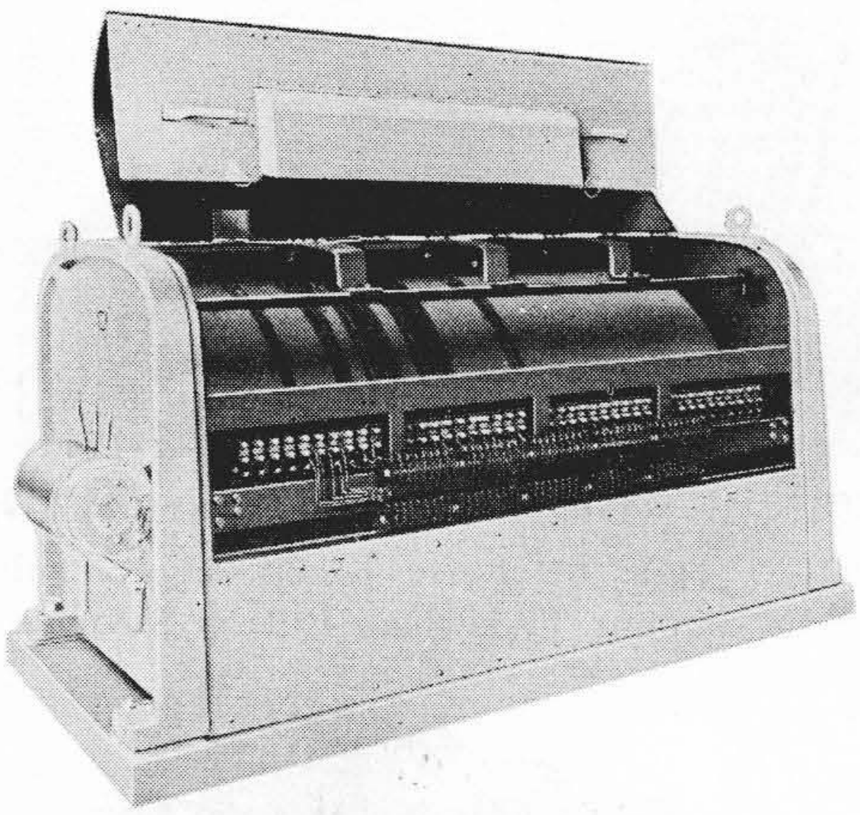


第 104 図 FBG 型 ACRCUC 式 遠心力開閉器

Fig. 104. Type FBG Form ACRCUC Centrifugal Switch



第105図　低速度継電器
Fig. 105.　Low Speed Relay



第106図　ZN型T式ギヤードリミットスイッチ
Fig. 106.　Type ZN Form T Geared Limit Switch

回転部分は完全な平衡型となつており、軸の両端に軸受を置き、安全確実な構造である。尚標準のFB型遠心力開閉器では30%以下の低速検出は不可能であつたが、本器により10%迄の低速検出が、安全確実に行えるようになつた。

（8）ZN型T式ギヤードリミットスイッチ（**第106図**）

本器は川崎製鉄千葉工場納入の高炉巻用として、製作されたもので、電動制御器、接触器箱等と組合せて、鉱石、燃料、その他の材料の自動投入の指導的役割を果すものである。主なる特性は下記の通りである。

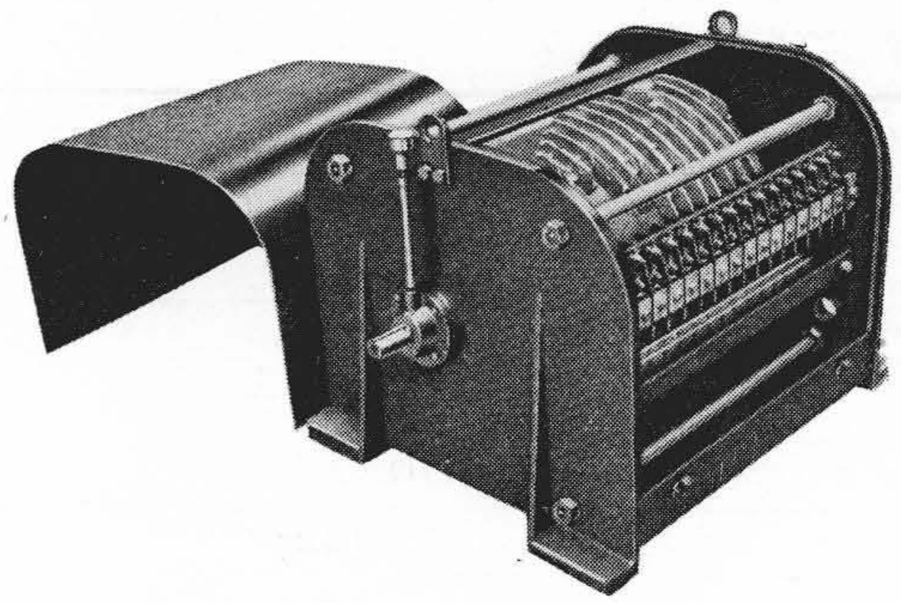
（i）K_1型カムコンタクターを使用し、必要により動作点の調整が出来る。

（ii）巻上、巻下の自動操作に於ける各動作の変換点の検出及び指示を行う。

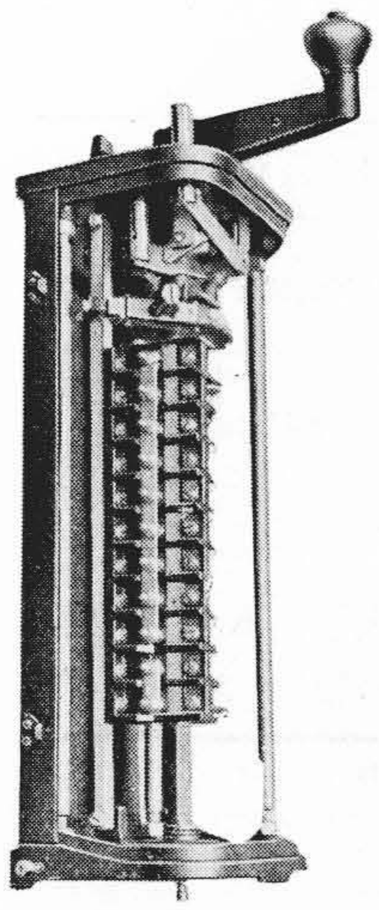
（iii）界磁抵抗の開閉接点を備え、必要なる速度制御を行う。

（iv）セルシンの発信器を付取けて、動作の状況が監視盤に表われるようになつている。

（v）ロープの伸びその他による動作点の全般的狂いを補正する機構を備えている。



第107図　ZN型T式ギヤードリミットスイッチ
Fig. 107.　Type ZN Form T Geared Limit Switch



第108図　DVC型KR式ケーブルカー用主幹制御器
Fig. 108.　Type DVC Form KR Master Controller for Cable Car

（9）ZN型T式ギヤードリミットスイッチ（**第107図**）

本器は日本鋼管納入の分塊補機ブルームシヤー用として、製作したもので下記のような性能を備えている。

（i）K_2型カムコンタクターを使用し、必要により動作点の調整が出来る。

（ii）シヤーのクランク軸に連結せられ、1操作間の自動制御を行うものである。

（iii）界磁抵抗の開閉接点を備え、適切な速度制御を司り、剪断効率を高めるよう考慮されている。

（iv）別におかれた切換スイッチにより、ブルームとスラブとの剪断速度を、選択出来るようになつている。

（10）DVC型KR式ケーブルカー用主幹制御器（**第108図**）新案登録第397870号

本器は東武鉄道、日光ケーブルカー制御用として製作納入したカムコンタクター型主幹制御器で、カバー表面に選択用釦が2箇あり、これを操作することにより、把手の操作方向を上、下、何れかに限定し、操作の過誤を防いでおり、又制御軸を下部に延長突出させ、巻上機構と連動し、巻上下終端に於て、制御器が機械的にも低速

位置に戻されるようになつている。尙接点部分は K_1 型カムコンタクターを使用している。

(11) DVC型 KR式　主幹制御器（**第109図**）

(12) DVL型 KR式　主幹制御器（**第110図**）

(13) DVU型 KRR式　主幹制御器（**第111図**）

(14) DHL型 KR式　操作開閉器（**第112図**）

製鉄関係特にミル補機用としては、高頻度で然も乱暴なる取扱に耐えるものが要求されるので、従来の K_1 型カムコンタクターより、電気的機械的に優秀な性能の K_2 型カムコンタクターを新製し、これを使用し下記のように改良した。

（i） 大さは約160％となつた。

（ii） 操作力は約 80％ となつた。

（iii） 機構全体として頑丈となつた。

（iv） DVL型のベベルギヤーをケース内に密閉した。

(15) FS型 DL式 浮動開閉器（**第113図**）

本器は竪軸発電機のスラストタンクの、油面低下警報用として製作されたもので、その特長は狭隘な場所に取付けられるので、特に小型とした点及び動作液面差が小であること、即ち、規定液面より 30mm 低下したら警報接点を閉じる如く設計している点である。但し動作液面差は 20～40mm 間加減出来る。

(16) FD型 OC_1 式 液流継電器（**第114図**次頁参照）

本器は従来のＦＬ型水流継電器、油流継電器、Ｔ型水流継電器の改良、統一型として新製されたもので、第1回製品として、関西電力笠置発電所に納入したもので、Ｐ型押スイッチを使用しており、その性能の主な点をあげると次の通りである。

（i） 水、油共用出来る。

（ii） 接点の動作位置はカムにより調整出来る。

（iii） 弁の開度が目盛により外部より見得る。

（iv） 液流が止まれば満水状態でも動作する。

（v） 管内の掃除が簡単に出来る。

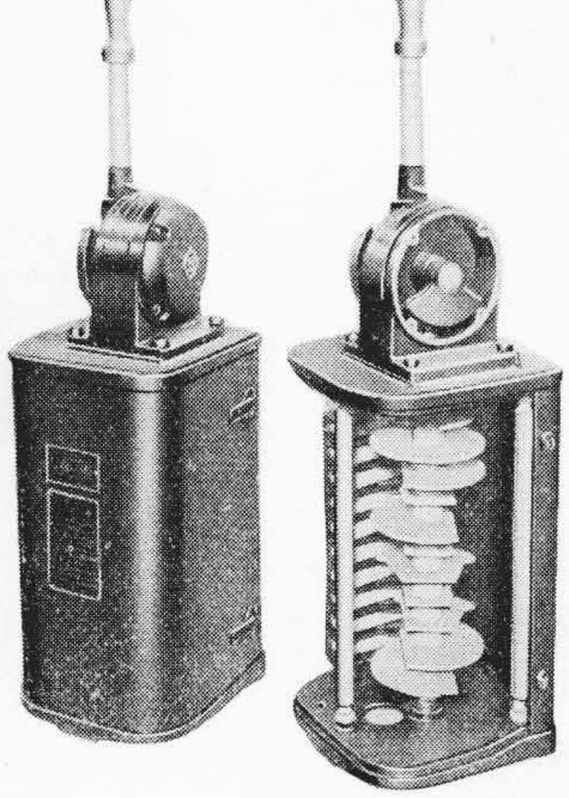
本品は管径 2″ のものであるが、標準として管径 $1^1/_2$″ 2″, 3″ の3種を採用している。

(17) PSXX型 OOC_1 式防爆型油圧開閉器（**第115図**）

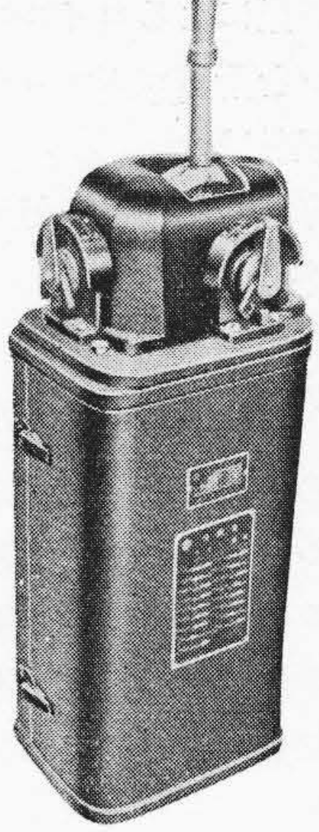
検定型式 KHS-619　検定番号東検第86号圧

本器は三菱鉱業納入の 3,000φ プロペラファン強圧給

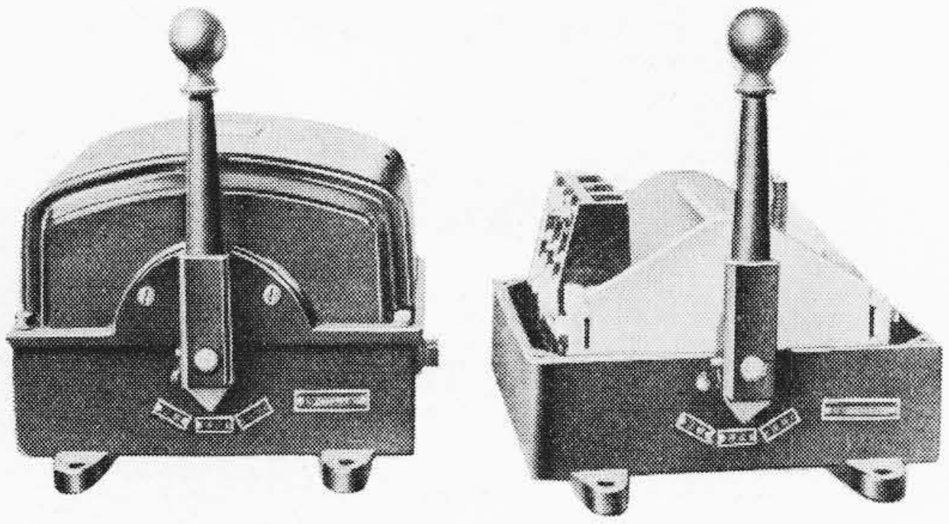
第109図　DVC型KR式主幹制御器
Fig. 109.　Type DVC Form KR Master Controller



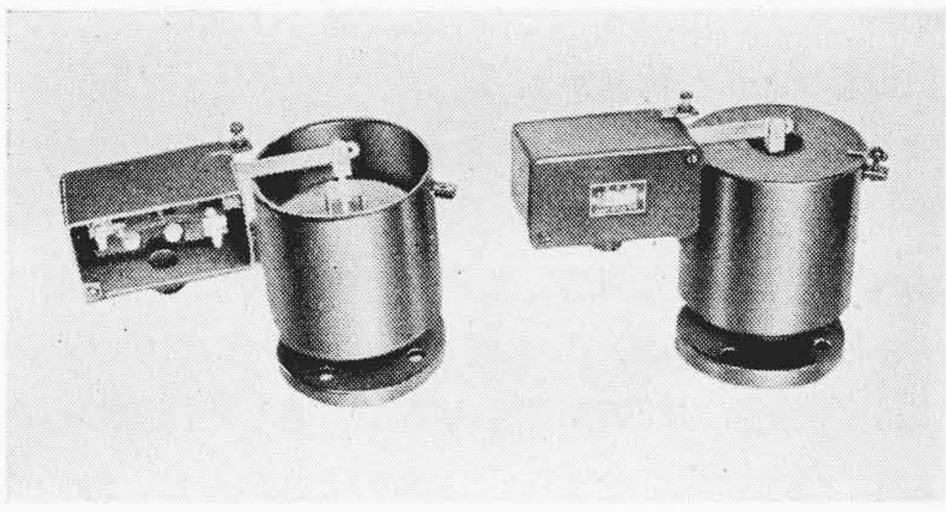
第110図　DVL型 KR式主幹制御器
Fig. 110.　Type DVL Form KR Master Controller



第111図　DVU型 KRR式主幹制御器
Fig. 111.　Type DVU Form KRR Master Controller



第112図　DHL型 KR式 操作開閉器
Fig. 112.　Type DHL Form KR Control Switch



第113図　FS型 DL式 浮動開閉器
Fig. 113.　Type FS Form DL Float Switch

油装置用として製作されたもので、下記のような性能のもので、P型押スイッチを使用しており、動作圧力は

閉(開)　0.5 kg/cm²

開(閉)　0.65～0.9 kg/cm²

この間連続的調整が出来る。

（備考）　本動作圧力差調整機構は特許出願中である。

モートルローラー用電磁ブレーキ

モートルローラーはその作業の性質上頻度が高く、停止の時はプラッキングによつていたが、電動機の使用条件としても可酷であり、停止位置の正確も期し得ないので、今回新しい試みとして電磁ブレーキ付のものが多数製作された。

本器は電動機にオバーハングされたポスト型ブレーキで、極めて小型に纏められ、機械的及び熱的に可酷な条件のもとに使用し、十分な耐久性と信頼性を有するもので、下記のような特長並びに構造を有している。

（i）　可動コアーの衝撃による事故を考慮し、衝程を従来のものの半分以下とした。

（ii）　可動コアーの衝撃を緩和するため、電磁石全体を耐震ゴム板上に取付けた。

（iii）　震動によるコイルの断線を考慮し、コイルボビンを耐震ゴムブッシユを介して、固定コアーに取付けた。

（iv）　赤熱せる鋼材を処理する関係上、コイルはB種絶縁とした。

第116図は本器の内部を示す。

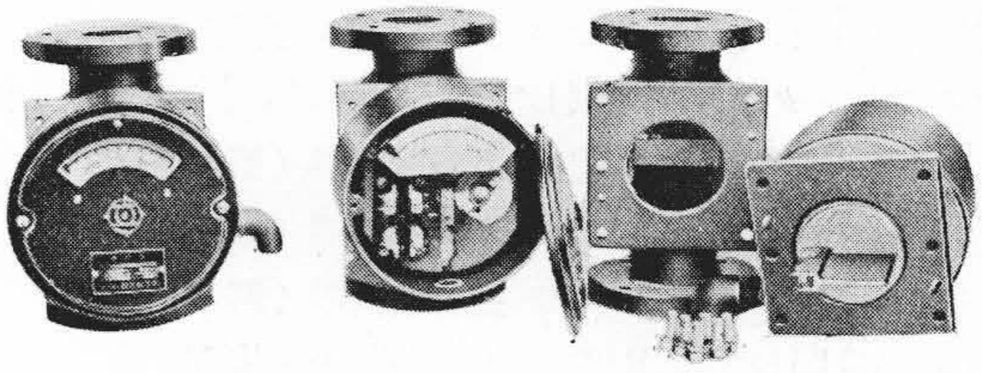
螢光灯用C型サーマルスイツチ

螢光灯の点灯用及び過電流保護用として使用されるC型サーマルスイッチが、劃期的な構造と性能をもつて完成した。その構造は、電磁石、接点開閉部、起動部、リレー部、手動復帰の押釦より構成され、特殊な考慮を払い小型、軽量にまとめられている。これは従来のグロースイッチ及びサーマルスイッチの種々な欠点を除去し、改良を加えたものである。特に低電圧、低周波数でも安定な点灯が行われる。点灯中はヒーター回路が開路されているため電力損失が少い。又極性に関係がないので直流回路にも使用出来る。その構造を**第117図**に示す。本器には次のような特長がある。

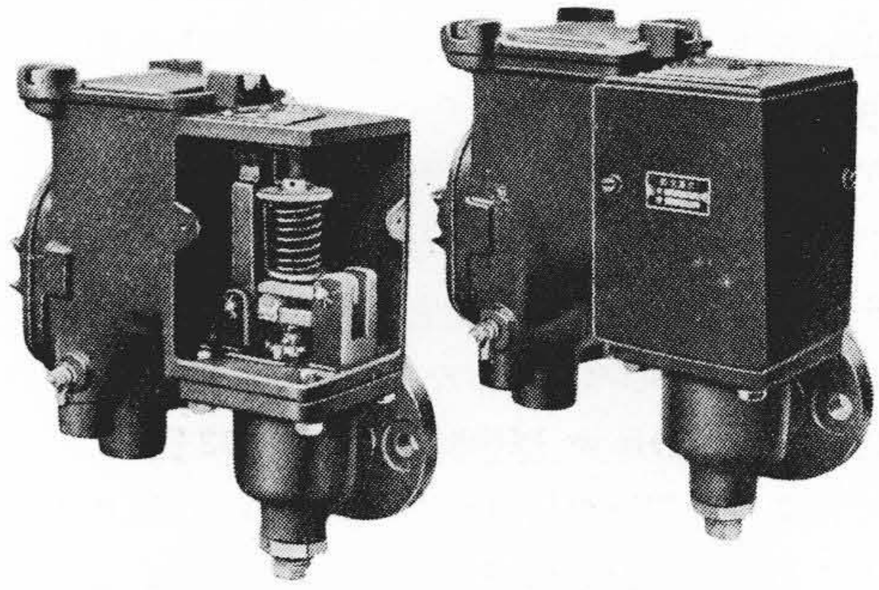
（i）　点灯操作をしてから点灯するまでの時間が早い。

（ii）　点灯直後、消灯して再点灯する場合でも短時間で点灯する。

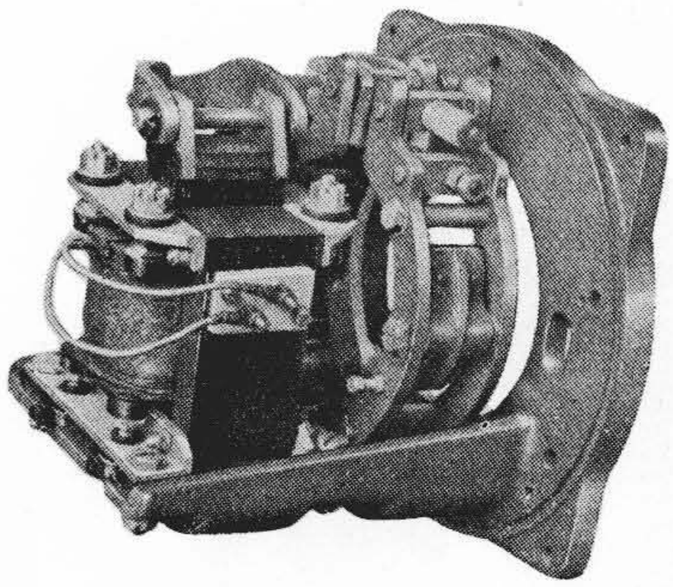
（iii）　螢光灯の性能が悪くなるか、若しくはその寿命がきて点灯せずに過電流が流れた場合、適当に調整された時間内に、リレーが動作して回路の保護をする。



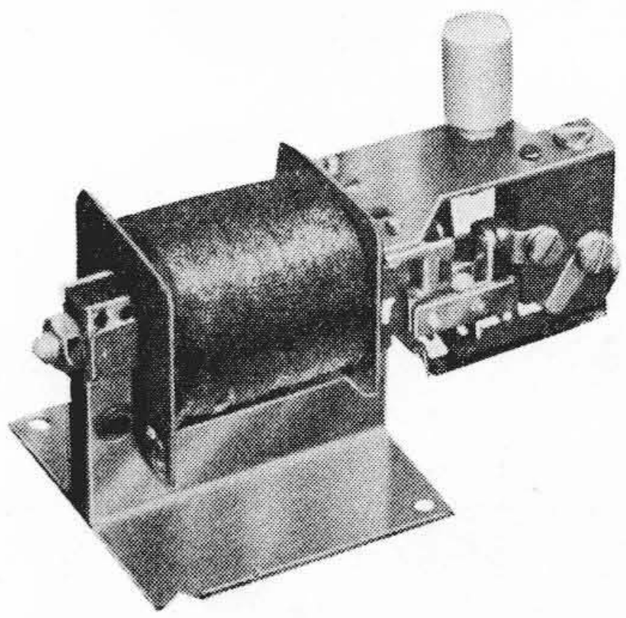
第114図　FD型 OC_1 式 液 流 継 電 器
Fig. 114.　Type FD Form OC_1 Liquid Flow Relay



第115図　PSXX型 OOC_1 式 防爆型油圧開閉器
Fig. 115.　Type PSXX Form OOC_1 Explosion Proof Oil Pressure Switch



第116図　モートルローラー用電磁ブレーキ
Fig. 116.　Type ES Form SA Magnetic Brake



第117図　C 型 サ ー マ ル ス イ ッ チ
Fig. 117.　Type C Thermal Switch

（iv）　電磁石は、あらゆる向きに取付けられうる。

（v）　電磁石の騒音が非常に低く、本器より 1m 離れた位置で 20 ホン以下である。