

# 関西電力株式会社池田ユニットサブステーション

丹 秀太郎\* 池田正一郎\*\*

Ikeda Unit Sub-Station of Kansai Electric Power Co., Ltd.

Hidetarō Tan and Shōichirō Ikeda

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

The unit sub-station (USS) system has developed rapidly of late. In its beginning, this system was applied only for simple sub-stations of small capacities, but today its advantages have come to be widely recognized and unit capacity of the unit substations in this country is gradually increasing. The Ikeda unit sub-station of the Kansai Electric Power Co. is of very large capacity and is representative station employing this system. The general review of this station will be introduced in this article.

Capacity .. .. .18,000 kVA (6,000 kVA unit×3)

Voltage .. .. .70,000 V/3,000 V

Feeders .. .. .15 (5 units×3)

This unit sub-station is designed for one man control system by means of modern miniature switchboards, offering the easy operation of the whole system.

Both the transformer and load ratio adjuster are of the full assembled, transportable type. Magnetic type circuit breakers and silicone varnish treated dry type transformers were adopted for the metal-clad switch gears, making them completely oil-less units.

## 〔I〕 緒 言

日立製作所は昭和26年度に沖縄島電化用ユニットサブステーション (Unit Sub-Station 以下 USS と略称する) 機器をいち早く納入して以来、その実際的経験のもとに、国内一般配電用、自家用を含めすでに数十箇所のUSS機器を納入あるいは製作中である。そのユニット容量は 800 kVA より 6,000 kVA、変電所容量としては 1,000 kVA 前後の小容量簡易型より一万数千 kVA の大容量本格的なものにわたっており、USS の発達とその建設費、維持費の低減に大きな寄与をなしている。

USSの妙味は、機器箇々の性能と、これら機器を有機的に総合する技術によつて左右されるので、日立製作所ではこれらの点に慎重留意し、各納入先の実地的御批判、御助言をえて改良を加え、標準型の確立と製造原価の低

減とを図つてきた。

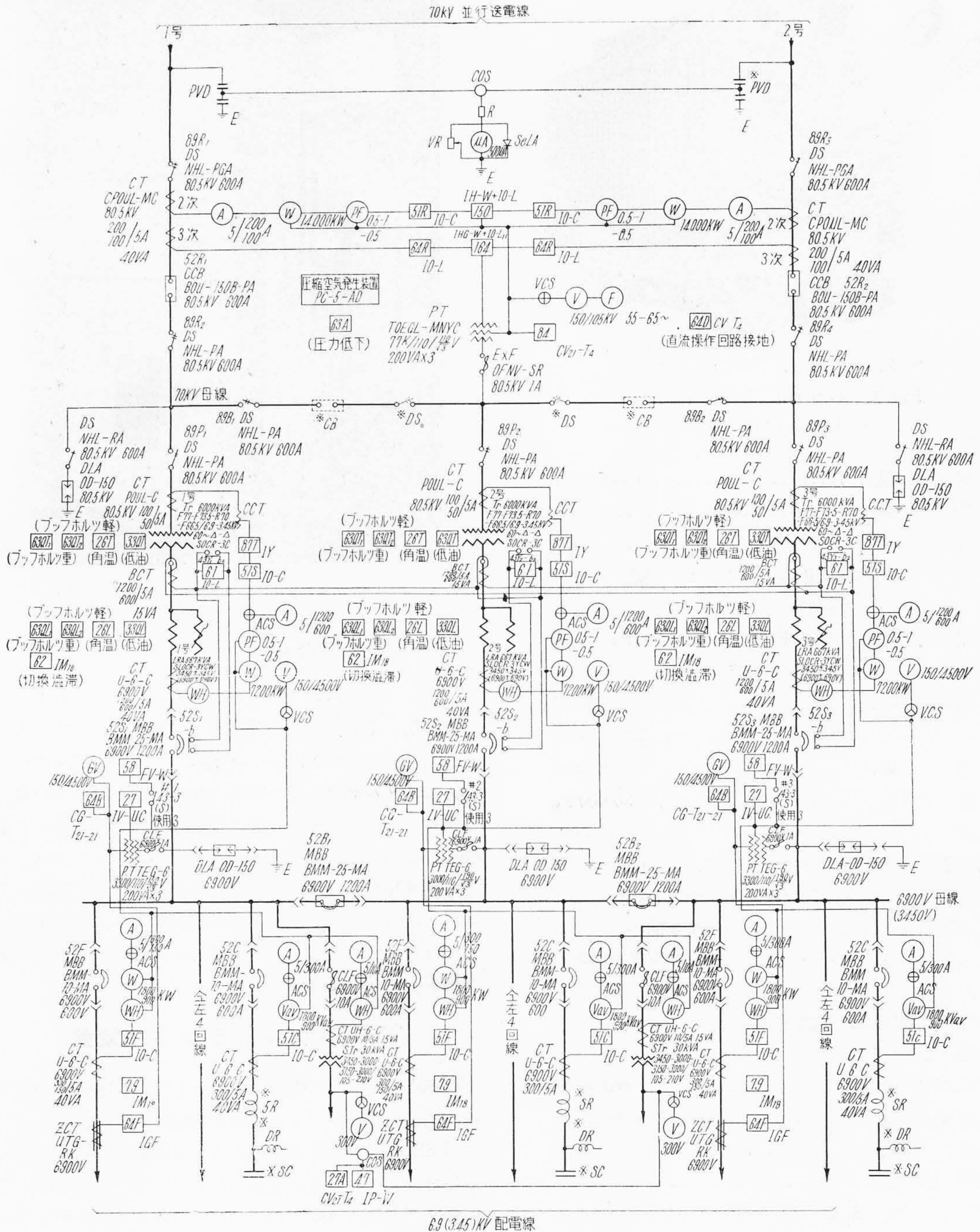
関西電力株式会社池田 USSは 70kV 受電、6,000kVA ユニット 3バンク、全容量 18,000kVA の記録的大容量 USS で、かねてその機器一切が鋭意製作中であつたが、この程完成納入をみた。本 USS と相前後して、同じく関西電力株式会社において計画され、最近運転に入つている新大津 USS についてはすでに本誌第 36 巻第 5 号で紹介した通りであるが、新大津 USS が遠隔制御、自動操作の無人方式として代表的であるに対し、本池田 USS は半自動操作の 1 人駐在方式として代表的なものと称しえられる。いずれの場合にあつてもその納入機器は信頼度を第一義とする USS 用として、慎重に設計製作せられたものであるが、主変圧器としては種々の制約条件を克服して、全装可搬型を完成、二次側機器は日立磁気遮断器の開発によつて、すべて油なし機器とするなど進歩内容をもつたものである。これら機器の進歩実績に

\* \*\* 日立製作所日立国分分工場









第2図 関西電力株式会社池田USS単線結線図

Fig.2. Skeleton Diagram of Ikeda USS., Kansai Electric Power Co., Ltd.

全装可搬型とするには輸送途上における振動，輸送限界寸法，輸送機関など種々の面で制約を受けるが，本器はこれらの諸点について特別の考慮が払われ，よくすべ

てを克服して完成されたものである。

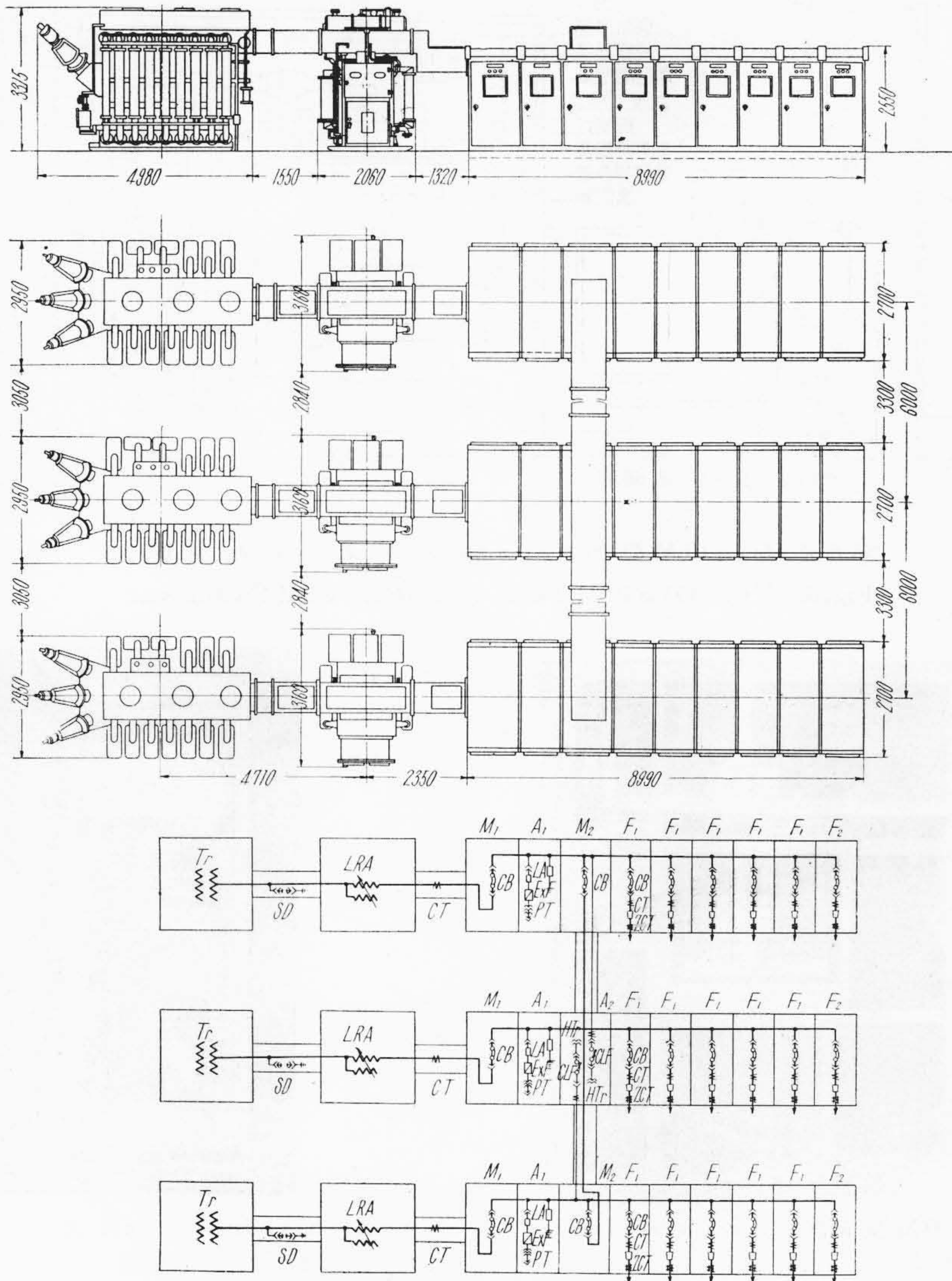
(1) 変圧器

定格仕様は下記のごとくである。









第5図 変圧器，負荷時電圧調整器およびメタルクラッドの配列図  
 Fig.5. Arrangement of Main Transformer, Load Ratio Adjuster and Metal Clad Switchgears

第1表 定格および用途  
 Table 1. Ratings and Service

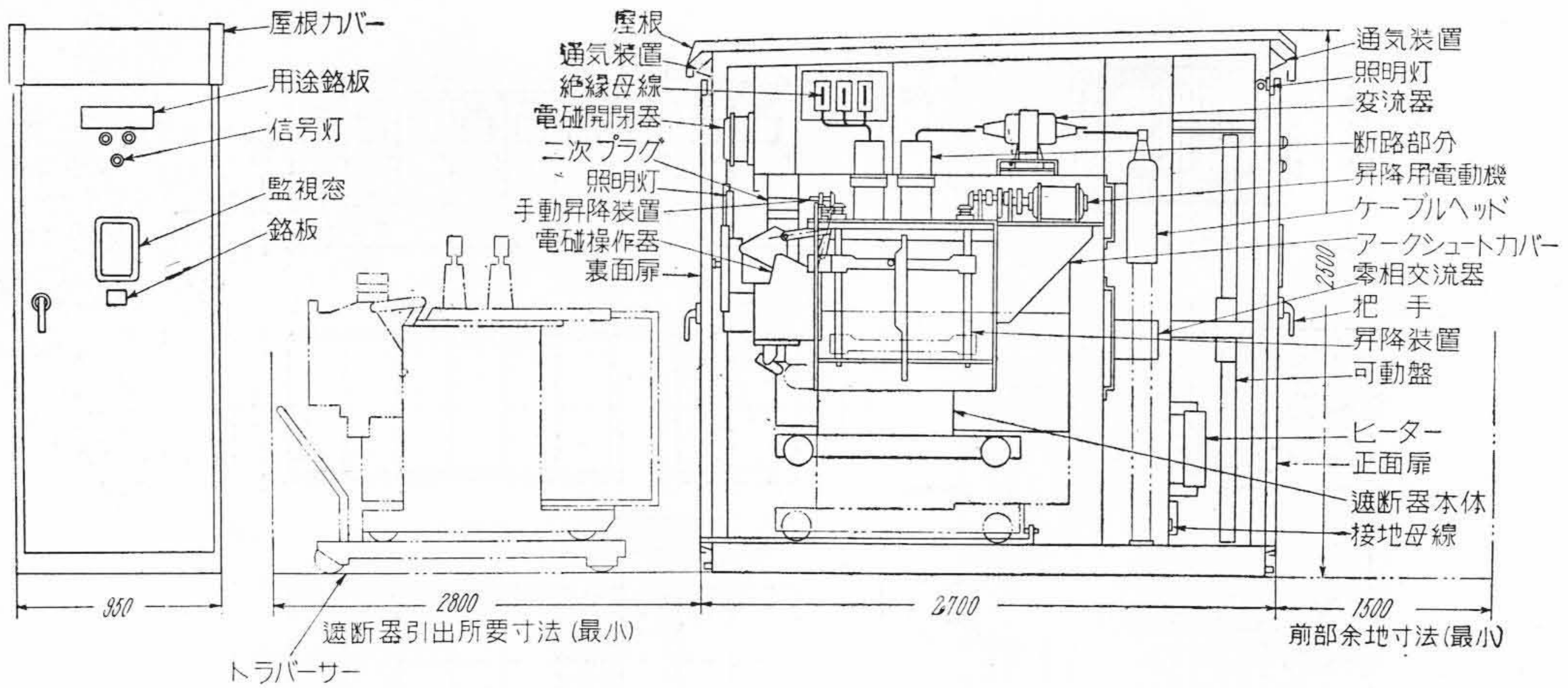
標準種別	型式	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	磁気遮断器		用途
				型式	遮断容量 (kVA)	
M <sub>1</sub>	OVS 25 M-MA	6,900	1,200	BMM 25-MA	250,000	主変圧器二次遮断器用
M <sub>2</sub>	OVS 25 M-MA	6,900	1,200	BMM 25-MA	250,000	母線連絡遮断器用
F <sub>1</sub>	OVS 10 M-MA	6,900	600	BMM 10-MA	100,000	配電線用
F <sub>2</sub>	OVS 10 M-MA	6,900	600	BMM 10-MA	100,000	電力用コンデンサ用
A <sub>1</sub>	OVS-PL	6,900	—	—	—	計器用変圧器及び避雷器用
A <sub>2</sub>	OVS-T <sub>2</sub>	6,900	—	—	—	所内電源変圧器用

次側油なし遮断器の責を果し，所内電源変圧器には乾式を使用して，劃期的な進歩実績を作った。

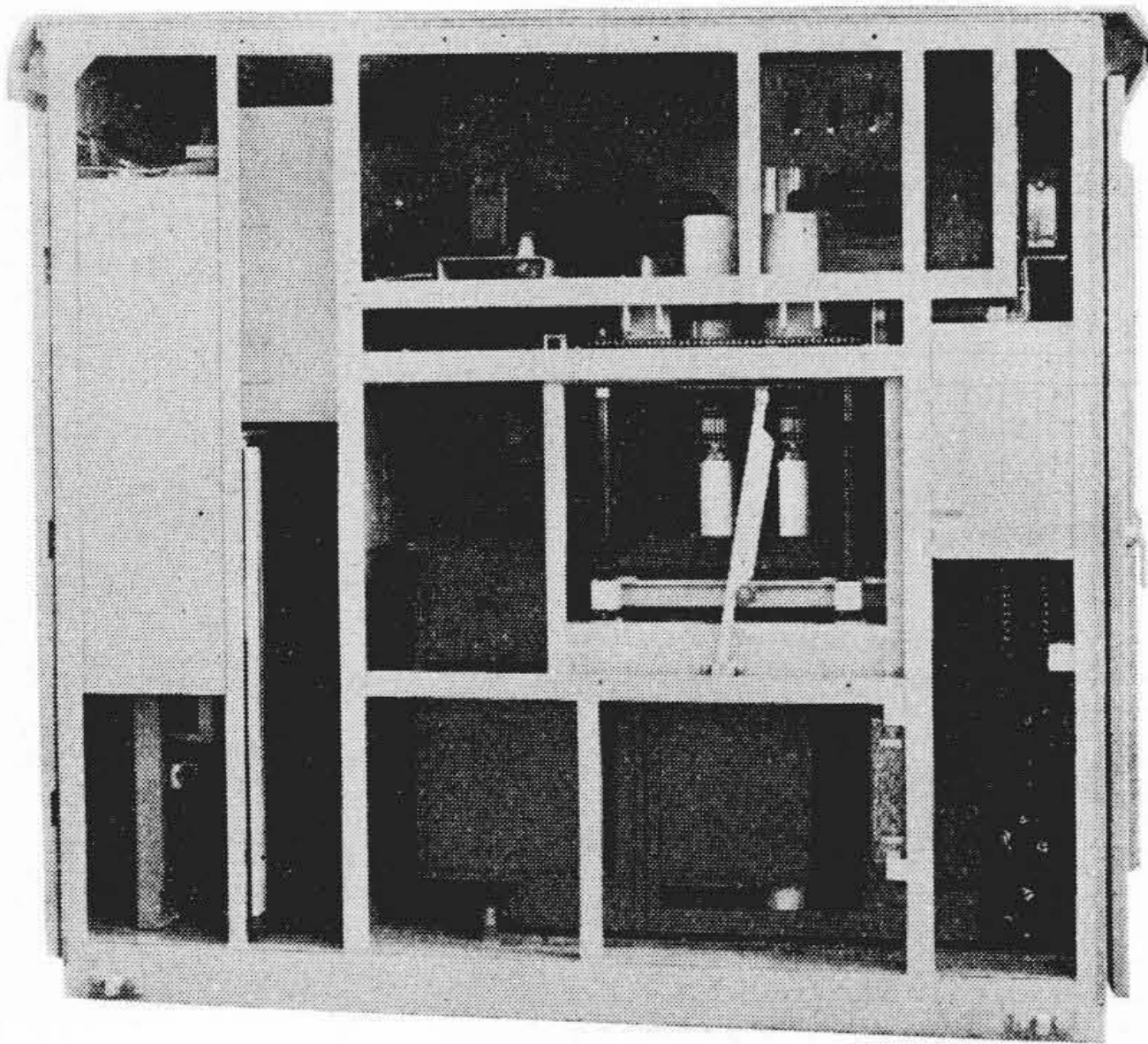
本 USS 用メタルクラッドの構成は第5図および第1表でわかるように，各ユニットに標準化された M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> の遮断器用および A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> の補助機器用よりなり，工場における組立，試験完了そのままの姿で現地に輸送され，変圧器と同じくこれまた全装可搬型の特質により建設簡易化の実を挙げている。

第6図（次頁参照）は遮断器用メタルクラッドの構造図，第7図および第8図はその写真である。第9図は可動制御盤の正面，第10図はその盤裏面を示す。これら

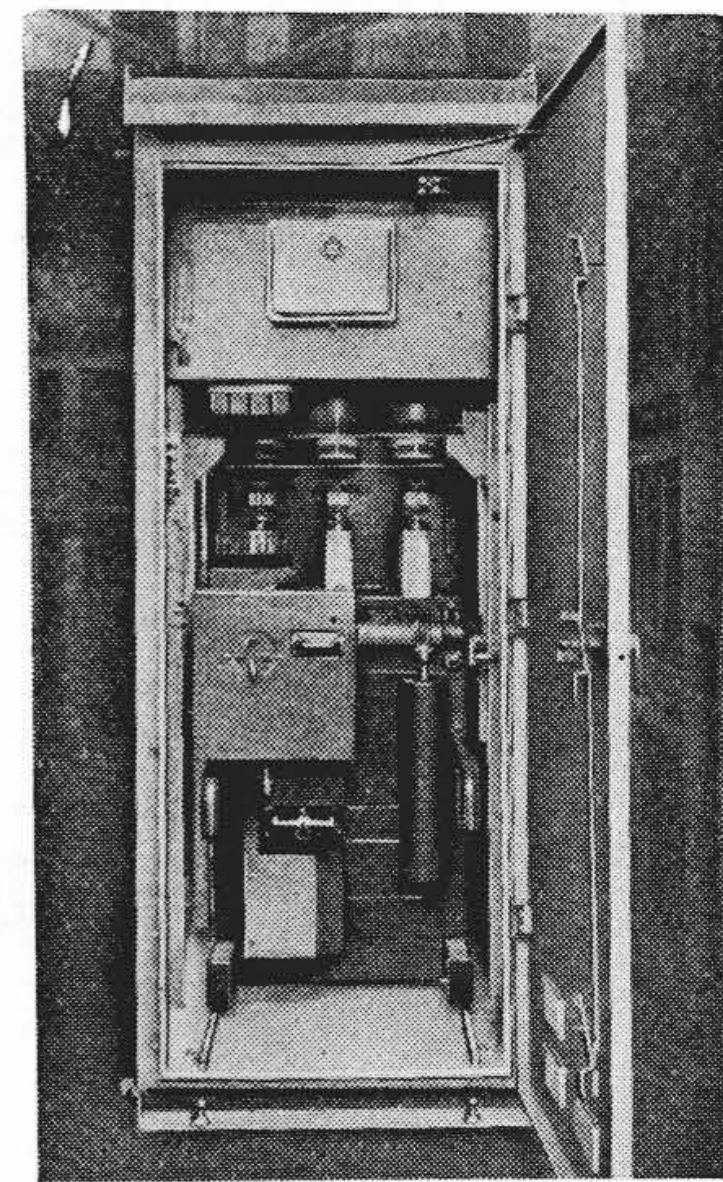




第 6 図 OVS 10 M 型 MA 式メタルクラッドの説明図  
 Fig. 6. Type OVS 10 M Form MA Metal Clad Switchgear



第 7 図 OVS 10 M 型 MA 式メタルクラッドの側面内部構造  
 Fig. 7. Side View of Type OVS 10 M Form MA Metal Clad Switchgear



第 8 図 OVS 10 M 型 MA 式メタルクラッドの遮断器側内部構造  
 Fig. 8. Internal View of Type OVS 10 M Form MA Metal Clad Switchgear (Breaker side)

メタルクラッドの構造については、新大津 USS で詳述したので、本稿においては省略するが、永年の屋外使用に耐え、運転機能を完うするための防水、防塵、防熱(通気)、防湿、防錆、防虫などについては細心の注意をもって設計、製作せられている。特に防錆については近代的化学処理の外、良質塗料の吟味と塗装技術の進歩により強靱な防錆被膜と美しい外観とをうることに成功している。

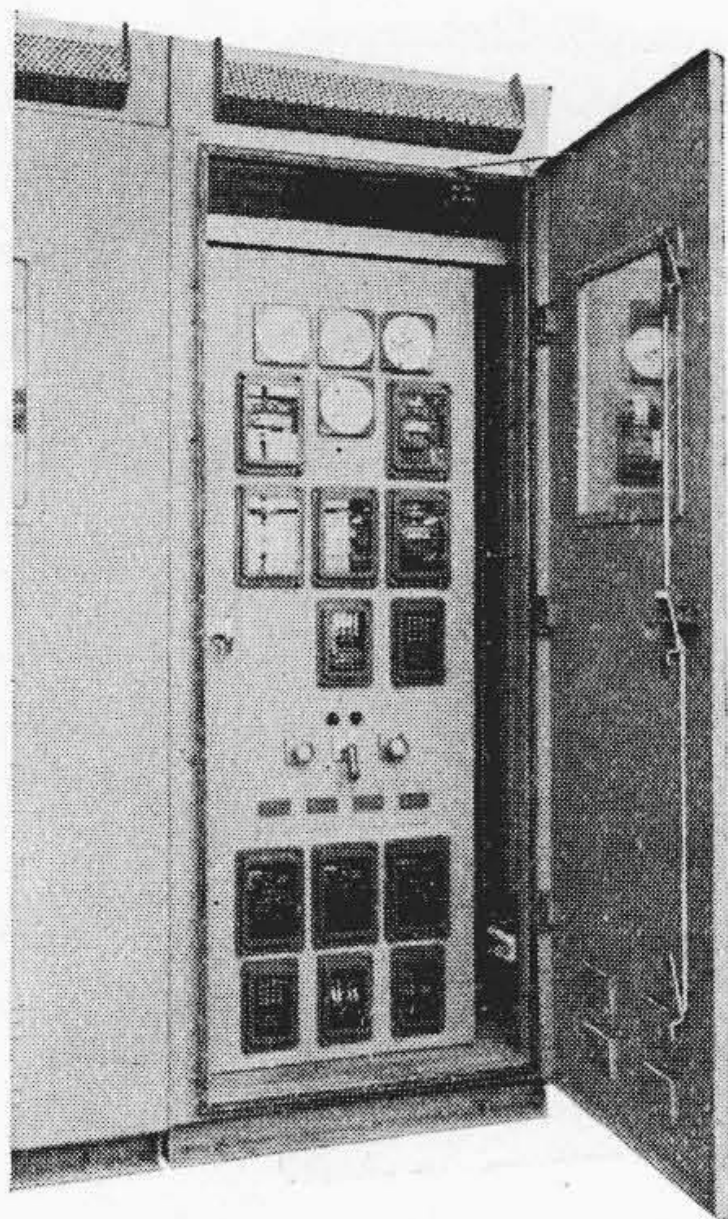
第11図は開閉装置の中心をなすメタルクラッド用磁気遮断器の外観を示すものである。本遮断器は前述のごとく、火災防止と保守点検の簡易化に対する要望に応じて開発せられたものであつて、耐弧材料の基本的研究によ

るジルコン磁器のアークシュートを使用している。この耐弧材料は 20,000 A 以上の大電流電弧にも消耗を認めず、耐湿性もまた優秀で 100% 湿度中に 24 時間放置後、8,500 V の過電圧遮断試験にも耐えた。発弧部には銀タングステンの耐弧合金を用い、その損耗はきわめて少い。なお本遮断器は自力式空気吹付装置を有し、磁気吹消作用の不十分な小電流の遮断に対しても、その電弧時間を短縮している。

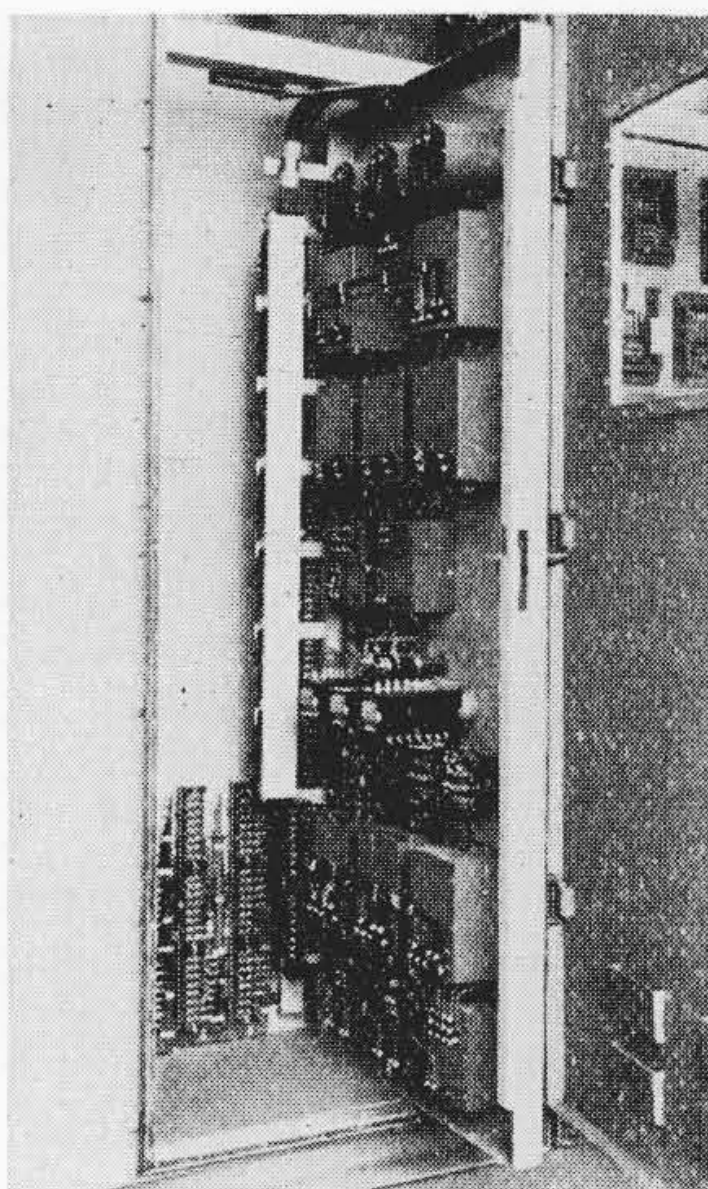
[V] 制 御 装 置

本変電所は内容的にも幾多の新らしい方式が採用された代表的なものである。一人の監視者によつて 18,000

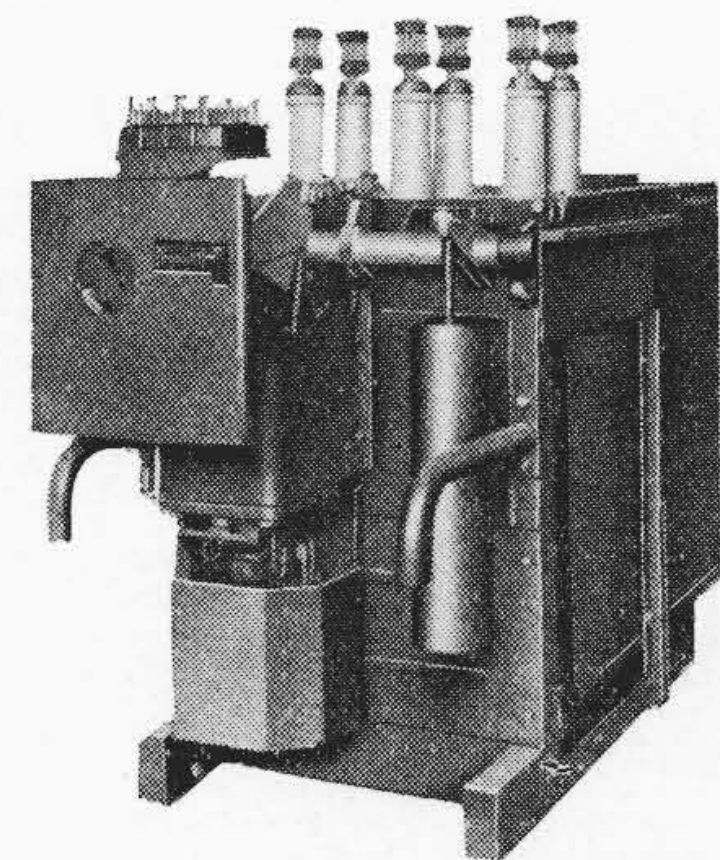




第9図 可動制御盤の正面  
Fig.9. Front View of Swing Type Control Panel

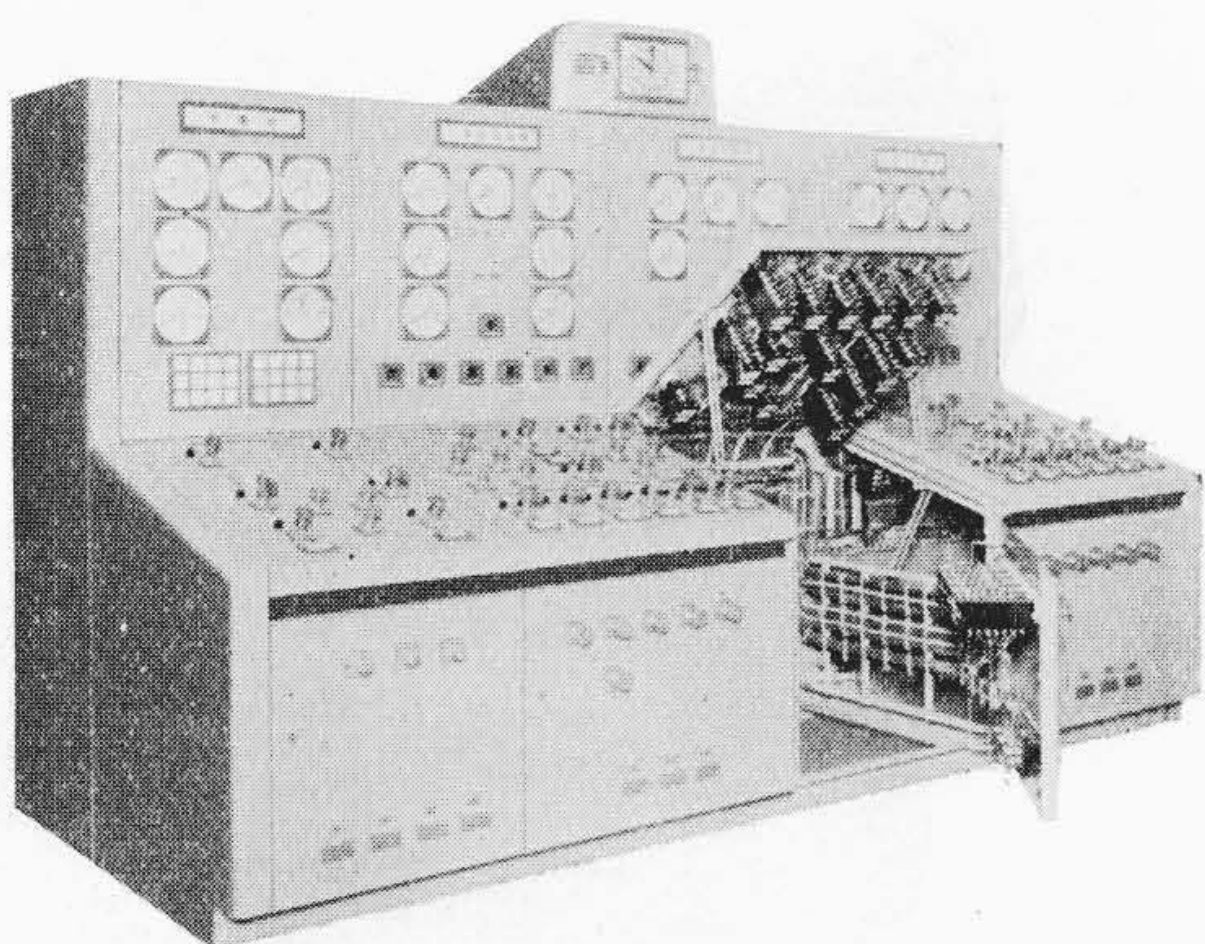


第10図 可動制御盤の裏面  
Fig.10. Rear View of Swing Type Control Panel

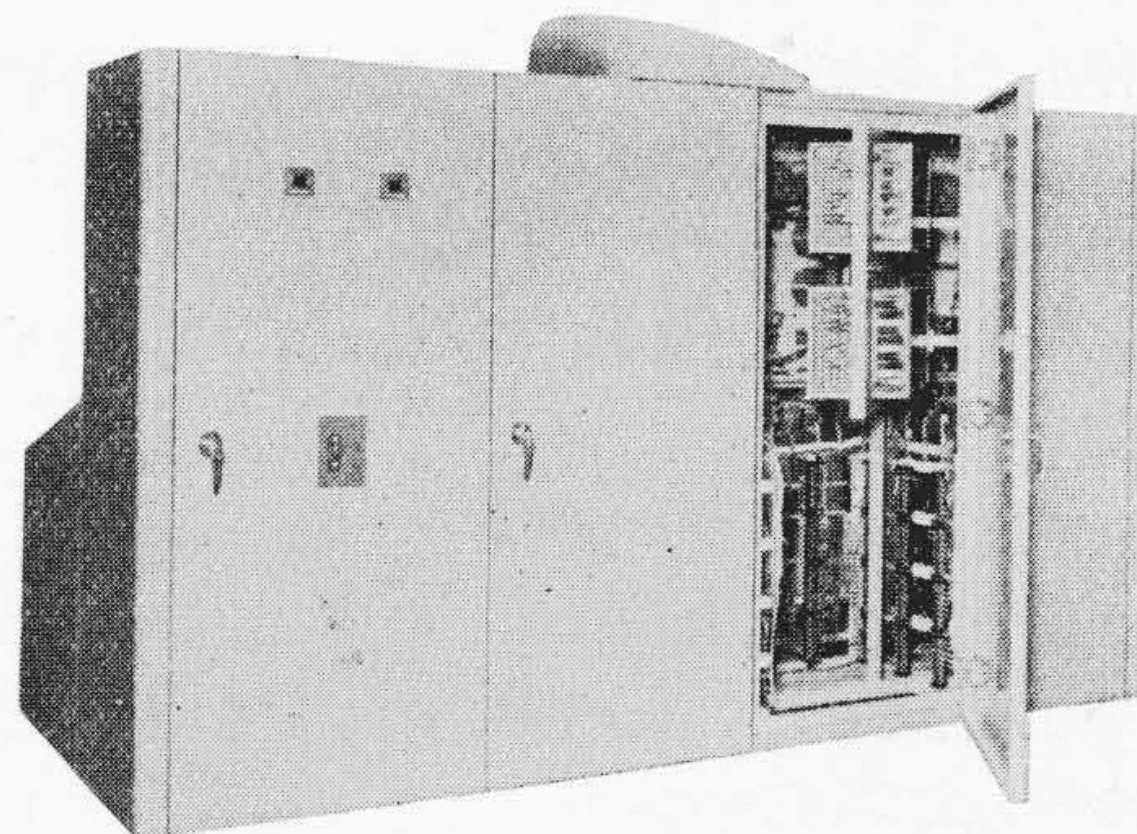


第11図  
BMM 10 型 MA 式メタルクラッド用磁気遮断器

Fig.11.  
Type BMM 10 Form MA Magnetic Blow-Out Air Circuit Breaker for Metal Clad Switchgears



第12図 縮小型配電盤の正面  
Fig.12. Front View of Miniature Board



第13図 縮小型配電盤の裏面  
Fig.13. Rear View of Miniature Board

kVA の近代的交流変電所が安心して制御できることを立前として設計せられたものである。

以下制御装置についてその概要を紹介したいと思う。

(1) 縮小型配電盤

第12図および第13図は縮小型配電盤の写真である。正面左より受電盤、1号、2号、3号各変圧器バンクの制御盤である。各バンクは 6,000 kVA 変圧器、667 kVA 負荷時電圧調整器の自動、手動、並列単独操作の切換と配電線 6 回線の自動、手動、操作の切換および各遮断器の操作開閉器類の一切を取付けている。なお写真でもわかるように斜面の制御盤はそのまま持ち上げることが可能であり、さらに前面の補助直立盤も開きうるようになっている。このことは前面からなんらの障害なしに内部点検が可能となり、工場および現地における配線作業は勿論その点検を容易にすることに成功し、縮小机型制御盤

の持つ難点を見事解決した。裏面もおのこの開閉扉付とし、故障表示関係の電話継電器函も写真に示すごとく盤内部に可動式として取付けてある。盤全体としての体裁は両端化粧板の曲げ寸法、前面の補助直立盤の上下の構成、時計盤の構造などについて従来の実用本位の型式から実用と構造美を融合せしめたかなり大胆な設計を採用している。

(2) 故障表示の方法

受電盤にランプ式集合故障表示器を設けている。(第12図参照) 本変電所における一切の故障はこの表示器に集中表示される。すなわち同一種類の事故は一表示にまとめて表示されると同時に故障回線または変圧器故障バンクの区別は各遮断器用緑色表示灯の点滅で区別せしめている。遮断器を遮断しない故障、たとえば変圧器油温の上昇などの場合はそのバンク別を白色表示灯で区別せし



めている。故障表示器は内部からのランプ照明で文字が赤く浮き出すようにして見やすくしている。この表示器のランプ断線の点検は点検用引釦開閉器によつて全部一斉に点灯するようにして随時点検を可能にしている。

故障遮断の場合は電鈴警報，その他の軽故障の場合はブザー警報を行つている。配電線の自動再閉路を行う時は単に表示灯の点滅のみを行い，再閉路失敗のときのみ電鈴警報を行うようにしている。勿論再閉路が成功すれば点滅は停止して常態に戻る。さらに再閉路に成功した場合は白色表示灯を点じて再閉路動作を行つたことを残留表示せしめている。

電鈴で警報が行われた場合，まず警報停止用引釦開閉器で警報を停止し，つぎに操作開閉器を切側に回して表示灯の点滅を停止せしめる。操作開閉器はメタルクラッド側と監視盤側の両方にあるがいずれを切に回しても差支えない。なお故障遮断の場合はメタルクラッド配電盤表面に白色表示灯を点じて故障回線の発見を容易ならしめている。

ブザー警報のときはブザー停止用引釦開閉器によつて警報を停止せしめている。ブザーが停止しても故障継続中はランプ式故障表示器はそのまゝとし，原因除去と同時に自動的に表示が消えるようにしている。

その他母線の接地表示もバンク別に白色表示灯を点じて区別している。

### (3) 運転表示の方法

縮小型配電盤の設計に当つて，模擬母線をいかにするかという問題も検討せられたが，最も普通な模擬母線と複雑な照光式模擬母線の間を考えた方式を採用した。

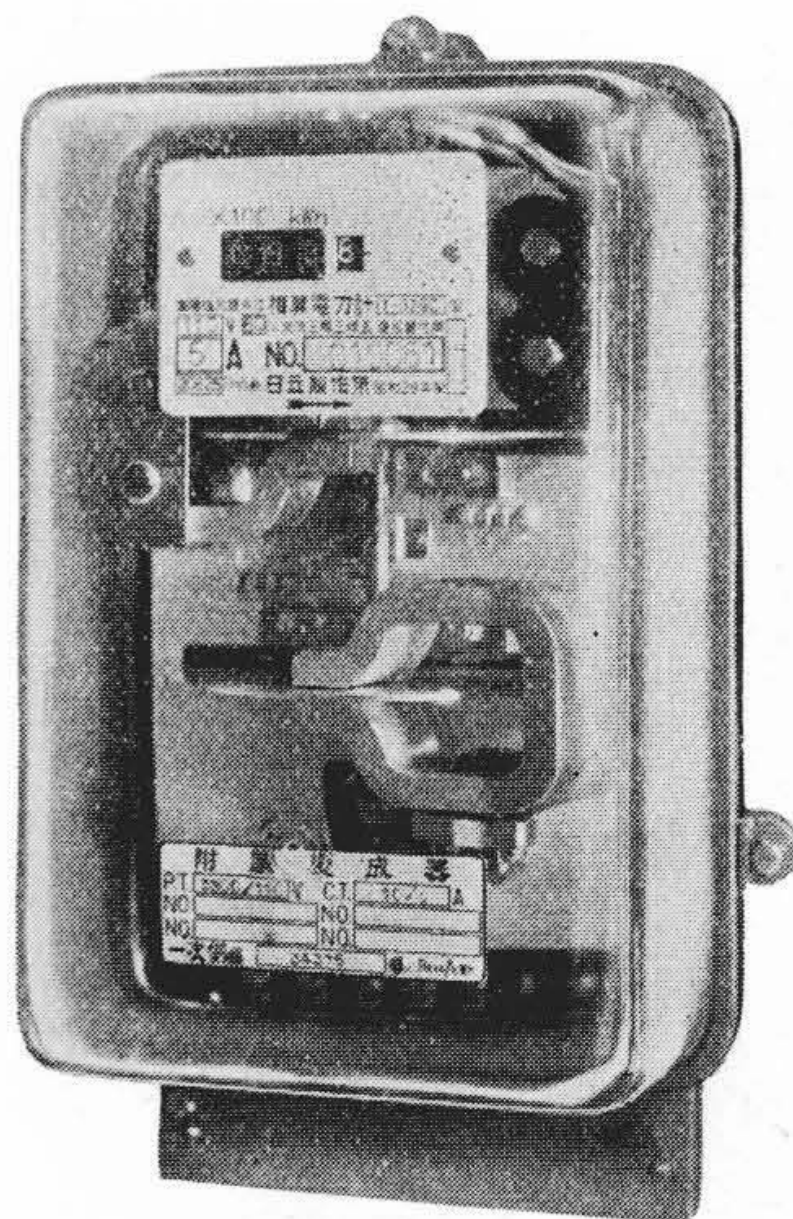
すなわち写真にも見られるごとく変圧器，負荷時電圧調整器および各回線の引出口はいずれも小型照明銘板を使用した。回線名を文字で浮出すようにしたもので，表面から簡単に電球の交換を行いうるようになっている。点滅は遮断器に連動されている。またそれに関連して大銘板も照明式を採用した。この照明も主回路と連動されている。

盤面の表示灯の小型化，操作開閉器把手の小型化に対しても寸法，形状の決定に多大の苦心が払われている。

### (4) 計器について

縮小盤に使用する計器類については実状によつて相異なるが，監視者一人による集中制御という立前からすれば，各バンクの主回路用計器のみを縮小盤に取付け，これを見やすい広角度目盛のものとしたことは最も妥当な設計といえる。勿論この場合，各配電線用は屋外のメタルクラッド内に設けられ測定には支障のないようになっている。

さらに各配電線の積算電力量を縮小盤で各箇に測定，



第 14 図 遠隔指示接点付積算電力計

Fig. 14. Watthour Meter with Transmitting Contact for Telemetering



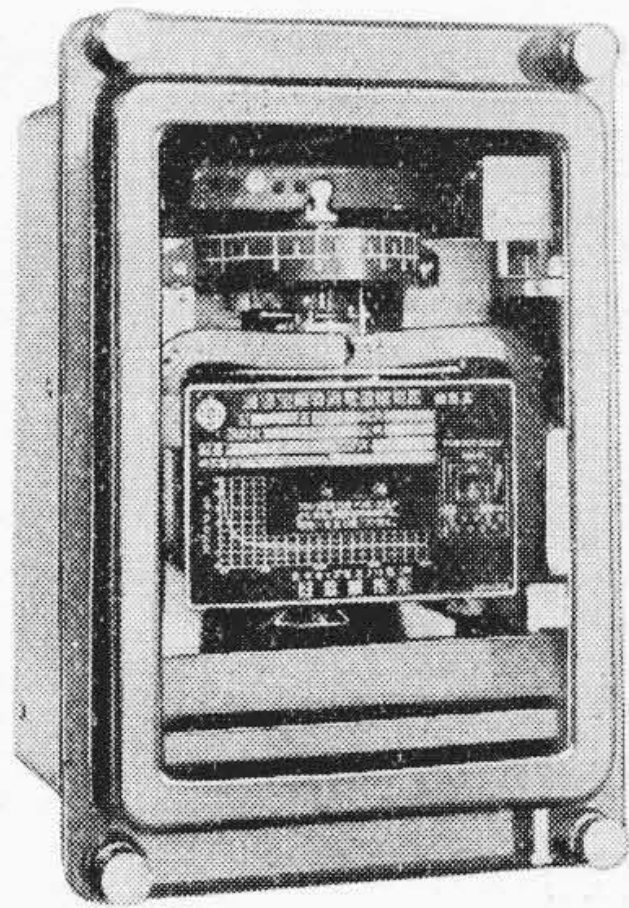
第 15 図 積算電力指示計

Fig. 15. Receiving Counter for Integrated Power Telemetering

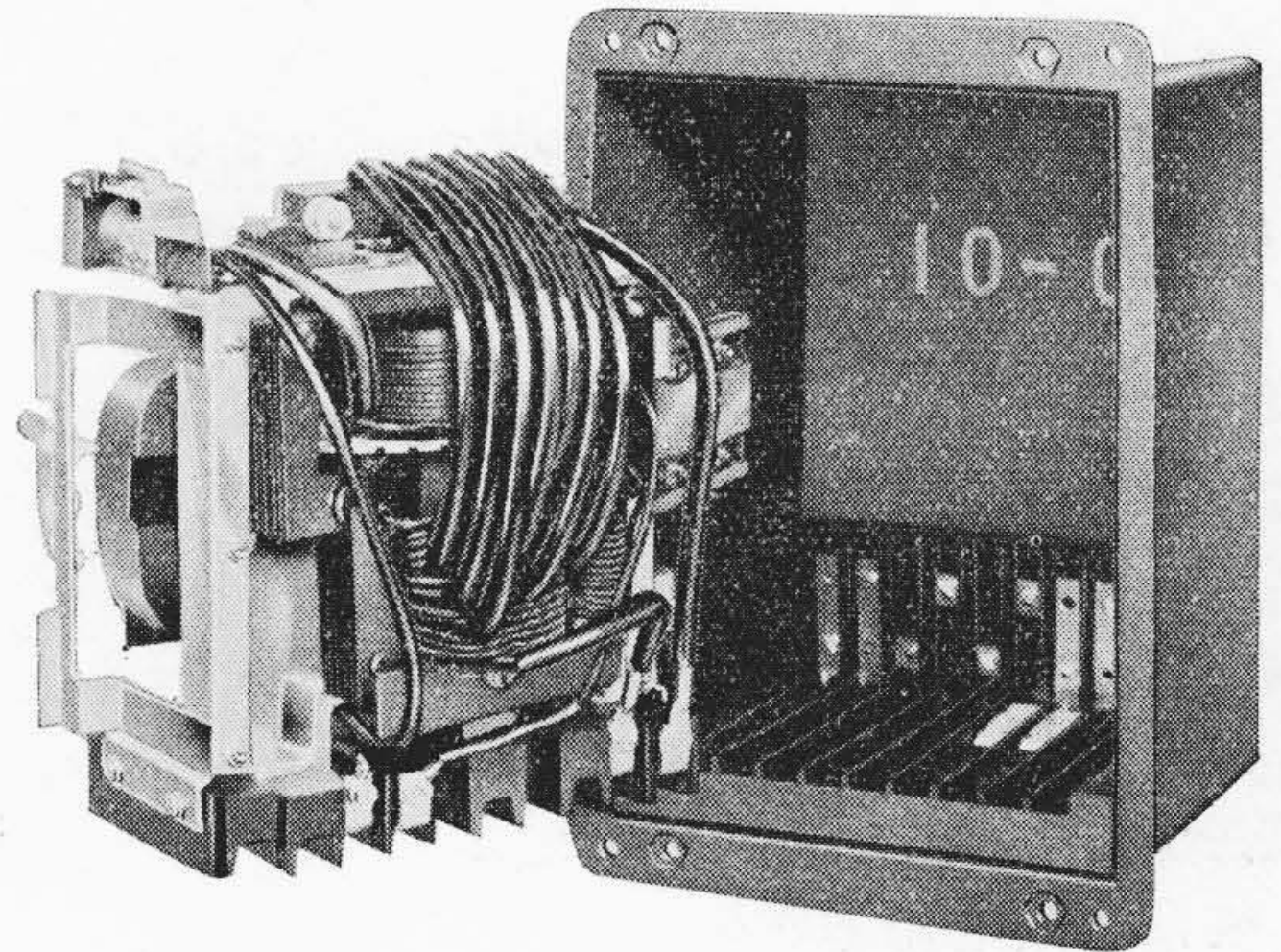
記録するために，各配電線の三相積算電力計に特に接点を設けて 1 kWh 毎にパルスを送りうるようにし，このパルスによつて動作する小型の現字型指示計を縮小盤に取付けている。このことは一人制御の趣旨に沿うきわめて便利な方式と称しうる。第 14 図は遠隔指示接点付積算電力計，第 15 図は積算電力指示計を示す。

また受電回路の電圧の有無を縮小盤で監視するために，70 kV 回路に碍子分圧による 500  $\mu$ A の電流計を挿入し，いずれの回線にも切換えうるようにしている。工場における実験ではきわめて優秀な成績をうることができた。このことは特高回路に対する簡単確実な検電計を提供するもので，今後この採用も増大するものと考えられる。





第16図 引出回転型継電器  
Fig.16. Swing-Out Type Relay



第17図 引出回転型継電器内部要素回転状態  
Fig.17. Swing-Out Internal Element

(5) 継電器および継電器試験盤

継電器は埋込回転引出型を使用した。補助継電器は埋込型である。継電器類はいずれもメタルクラッド内の可動盤に取付けられている。第9図はその写真である。第16図および第17図は引出型継電器を示す。

なお継電器を引出型とした特長を十分に活かすために特に第18図に示す継電器試験盤を製作した。試験しようとする継電器の内部機構を取出し、これを試験盤のケースに納めれば各種の試験を簡単に行うことができる。予備の内部要素と取換えれば、運転に支障を来たすことなく試験ができる。本変電所に使用する各種継電器に対して試験盤のケースは単に一箇で共用可能である。

各盤に取付けてある試験端子は第19図のごとき新型の差込式を採用した。三相回路の電圧、電流の要素が一箇にまとめられているもので、試験用プラグで任意のものが外部へ引出しうるようになっている。

(6) 負荷時電圧調整器の自動制御

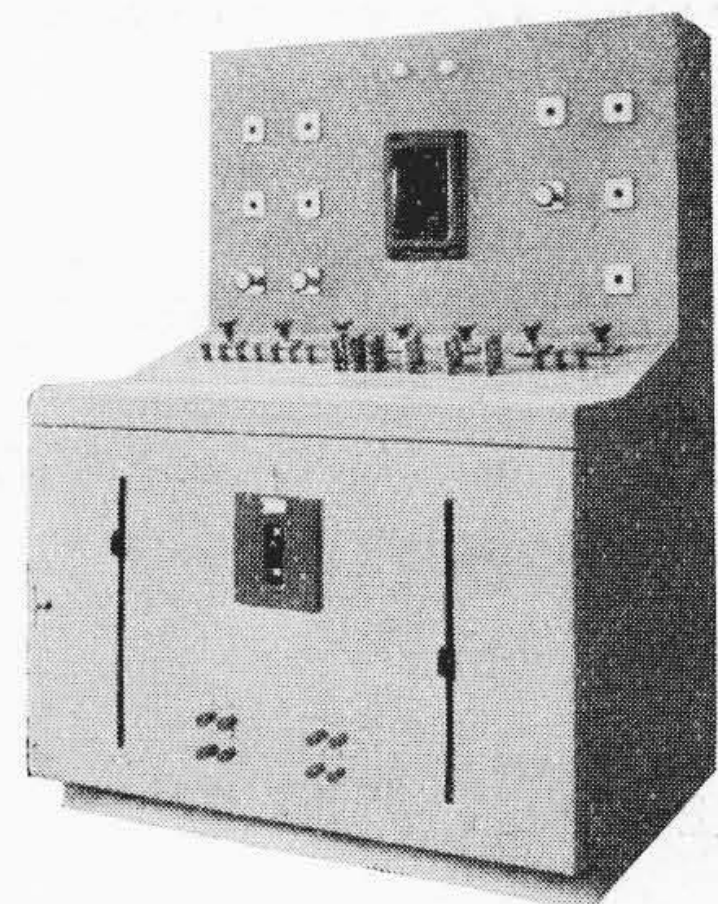
3バンクの変圧器および負荷時電圧調整器はおのおの単独に自動または手動運転が可能であり、さらに任意の2台または3台全部の自動または手動の並列運転も可能である。

これらの操作回路の切換は切換開閉器で行うのであるが、操作の切換と主回路遮断器、断路器の開閉状態が一致していないときは操作回路を鎖錠して自動運転を行わないようにしている。

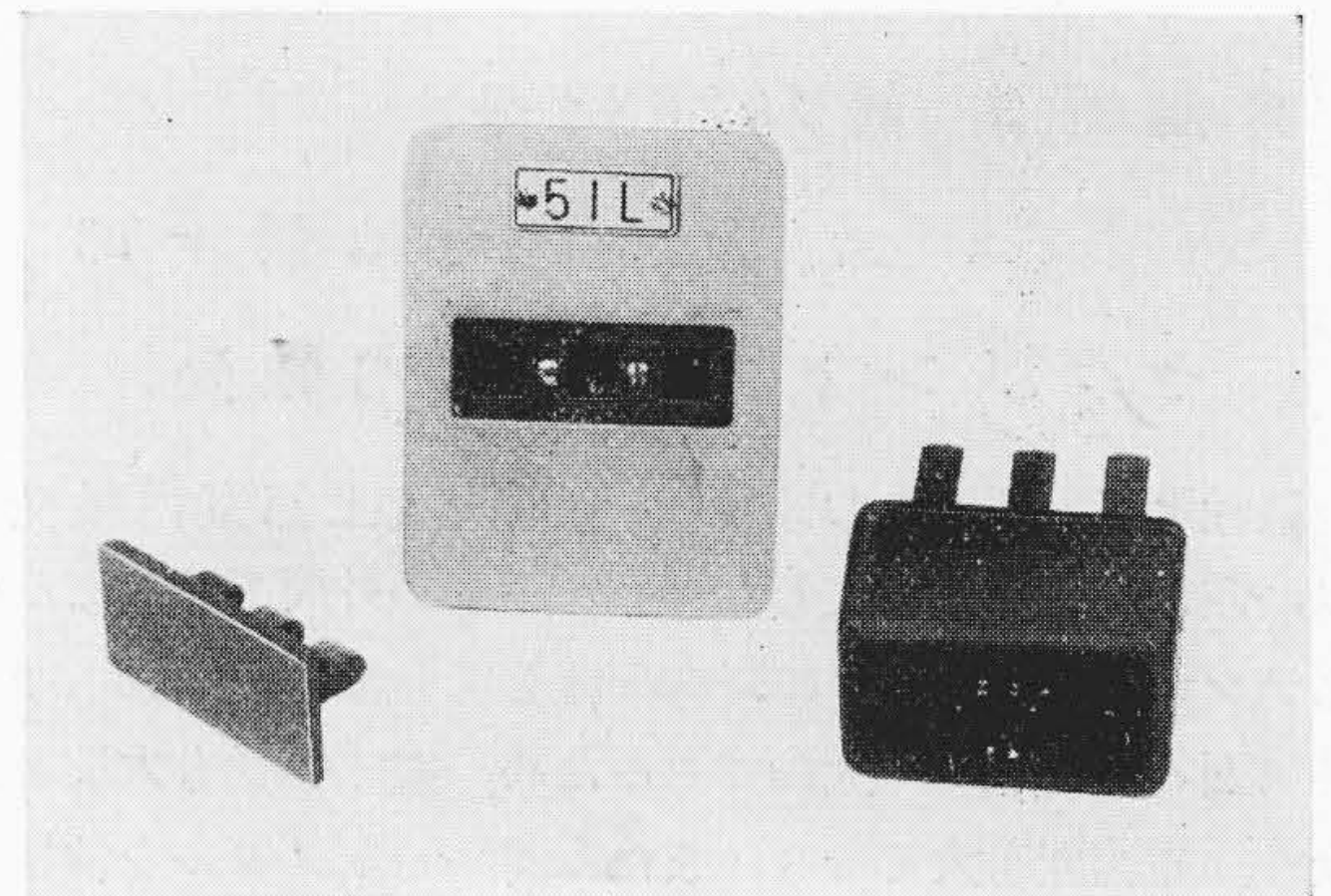
(7) 配電線の自動制御

配電線の短絡と接地故障に対して自動再閉路一回を行っている。特に切換開閉器を設けて短絡の場合は単に遮断のみとし、再閉路は接地故障のみとすることも可能となっている。

停電すれば配電線は一斉に自動遮断せしめるが、この場合は信号灯の点滅を行わない。停電回復すれば、各配電線は1.5~2秒の間隔を置いて自動的に順次投入する。



第18図 引出回転型継電器試験盤  
Fig.18. Testing Board for Swing-Out Type Relays



第19図 差込式試験端子  
Fig.19. Plug-in Type Test Terminal

メタルクラッド内の可動盤に各配電線毎に運転、休止の切換開閉器を設け、休止側にあるときはこれを飛ばしてつぎに移るようになっている。

なお可動盤に遠方、直接切換開閉器を設け、メタルクラッドを点検中監視盤から投入操作ができないよう考慮されている。



(8) 保護装置

保護装置の概要を列記すればつぎの通りである。

(a) 遮断と警報(電鈴)ならびに表示灯の点滅を行うもの。

受電

- 短絡選択 (IH-W) + (IO-L)
  - 接地選択 (IHG-W) + (IO-L<sub>11</sub>)
  - 過電流 (IO-C)
  - 接地 (IO-L)
- } 2回線共用
- } 各回線

変圧器および負荷時電圧調整器

- 変圧器過電流 (IO-C)
- 差動電流継電器 (IY)
- 変圧器用ブッフホルツ継電器重故障
- 負荷時電圧調整器用ブッフホルツ継電器重故障
- 横流 (IO-L)

配電線

- 過電流 (IO-C)
  - 接地 (IGF)
  - 停電 (IV-UC)
- } 自動のときは再閉路失敗で警報
- ただし表示灯点滅せず、ブザ警報

(b) 警報(ブザ)と表示を行うもの

変圧器および負荷時電圧調整器

- 変圧器用ブッフホルツ継電器軽故障
- 変圧器油温上昇

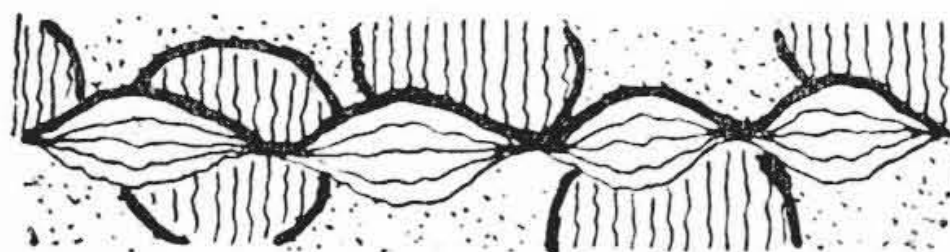
- 変圧器油面低下
- 負荷時電圧調整器用ブッフホルツ継電器軽故障
- 負荷時電圧調整器油温上昇
- 負荷時電圧調整器油面低下
- 負荷時電圧調整器切換渋滞
- 高圧母線
- 母線接地 (CG-T)
- その他
- 操作電源欠相 (IP-W)
- 直流操作回路接地 (CG-T)
- 圧縮機圧力低下

[VI] 結 言

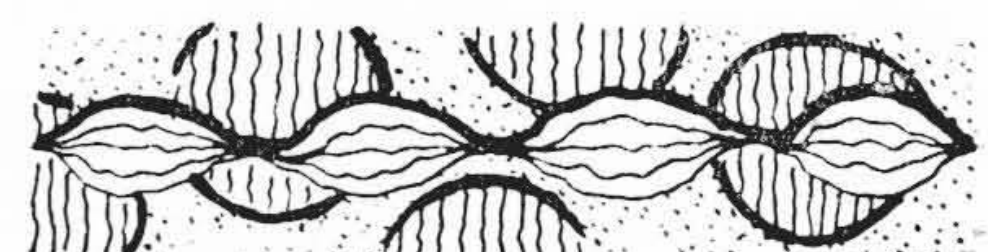
以上にて関西電力株式会社池田変電所に納入したメタルクラッドとその制御装置の概要を紹介した。

ユニットサブステーションの普及はあらゆる方面に急激な進歩をもたらしつつある。同時に御使用者の新しい構想と卓見は、この進歩にさらに強力な拍車をかけているという実状にある。

われわれとしても御要望に応えるべく今後とも一層の努力を致すとともに、御使用者におかれても変らざる御指導御鞭撻を重ねてお願いして擱筆する。



新案の紹介



実用新案 第402638号

菊地 彌十郎

セグメント式上部案内軸受

堅軸水車発電機におけるセグメント式上部案内軸受は、従来主軸1に固定した軸カラー2の外周面A、またはランナ3の外周面Bに対向配置していたが、これらの外周面AおよびBは大径であるため、案内軸受も大型となり、周速度も大となり、またセグメントメタルを油槽5の外壁部より支持枠を突設して支持する必要があり、構造上の難点を伴うものである。この考案は図面に示すように、推力軸受油槽5の下方において、主軸1に軸カラー7を取付け、その外周面にセグメントメタル8を対向配置し、メタル8の支持はエンドブラケット9に直接堅固に支持してなるものである。この構造によればセグメントメタルは小径となり、摩擦面の周速度も小となり、製作および保守共容易となるの効果がある。(滑川)

