

# 日立メタルクラッドスイッチギヤ—

安 藤 卓 郎\*

## Hitachi Metal-clad Switchgears

By Takurō Andō

Taga Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

90 sets of new type metal-clad switchgears for the power system of Okinawa Base were recently shipped from Taga Works, Hitachi, Ltd.

These switchgears are newly designed in accordance with the American Standards (ASA and NEMA Std.), and many, experiences were applied. Taga Works has produced for many years great numbers of enclosed type switchboards such as switch cubicles, truck type switchboards, compound filled type metal-clad switchgears, and so on.

These were designed to be suitable for the tropical climate of Okinawa using the refined materials in Japan.

Most of these metal-clad switchgears are used outdoors for unit substation.

The rating of the oil circuit breaker in this switchgear is 13.8 kV 1,200 A with rupturing capacity 250 MVA at 15 kV, and the use of these metal-clad switchgears is classified as follows.

- (a) Transformer secondary
- (b) Feeder
- (c) Potential transformer and disconnecting switches for bus-tie
- (d) Transformer and high tension side controlling panel
- (e) Station transformer
- (f) Storage batteries as trip source
- (g) Controlling panel for source and battery charger

In this paper construction and distinctive features of these metal-clad switchgears are described in detail.

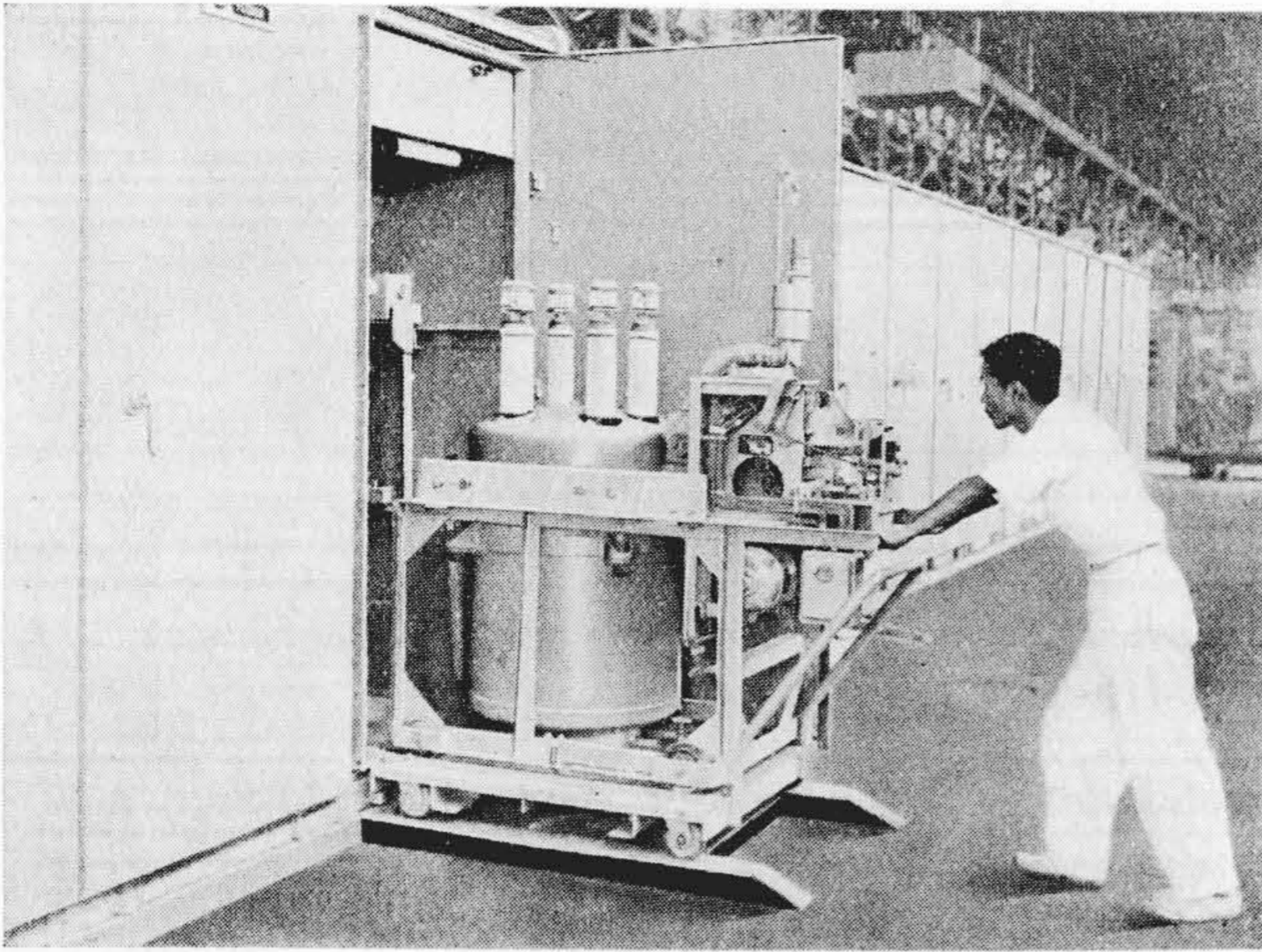
### 〔I〕 緒 言

我が国に於て戦前には、操作の安全と据付容積の縮減等の見地から都市の変電所、火力発電所補機用などにはコンパウンド充填型メタルクラッドスイッチギヤ— (Compound Filled Type Metalclad Switchgear) が多数使用され、日立製作所に於ても相当数が製作されたが、資材逼迫につれ多量の資材を要するこの型は殆んど顧みられないようになった。米国では、スイッチキュービクル (Switch Cubicle) やトラックタイプスイッチギヤ—

(Truck Type Switchgear) からコンパウンドを充填しない型のメタルクラッドスイッチギヤ—が開発され大きな発達を遂げた。このスイッチギヤ—はコンパウンド充填型の特徴を損うことなく、更に一層強化し、構造を簡素化したもので、其の応用方面も著しく広汎となり、例えばユニットサブステーション (Unit Substation) 一般発電所、工場動力用等、屋内外を問わず殆んど全面的に使用されている。

日立製作所に於ては昨年沖縄島送配電網の建設に際し約 90 台の新型メタルクラッドスイッチギヤ—を受註しこの程完成した。これは米国標準規格に準拠し、現地の

\* 日立製作所多賀工場



第 1 図 新型屋外用メタルクラッドスイッチギヤ  
Fig. 1. New Type Metalclad Switchgear for Out Door Use

気象、我国の資材に適合し、日立技術の粋を集めて新設計されたもので、我国に於ても今後この方面の開発応用が大いに期待されている。ここにその大略を紹介する。

## 〔Ⅱ〕メタルクラッドスイッチギヤの特徴

今回製作されたメタルクラッドスイッチギヤは大部分ユニットサブステーションの様式に製作されたもので高圧側 66kV 器具変圧器及び低圧側 13.8kV メタルクラッドスイッチギヤ全部を含めて屋外に設置し、半自動的に制御され監視人を置かず、所謂無人変電所として使用される。(詳細は次号ユニットサブステーションを参照されたい)。又この巨体の構造を変更して屋内用にも製作される。コンパウンド充填型は高圧帯電部分が全部コンパウンド或は絶縁油で絶縁されて構造複雑であるが、新型は殆んど固体絶縁物にかえられその他著しく簡素化されている。第 1 図は新型メタルクラッドスイッチギヤ、第 2 図は屋内用コンパウンド充填型の外観である。

次にメタルクラッドスイッチギヤの特徴を示すと

### (1) デッドフロント (Deadfront)

通電部分は総て接地鋼板で囲われ完全なデッドフロント型で、母線及び高圧導体はすべてモールド絶縁或は真空注入被覆絶縁が施されている。油入遮断器、変圧器は引出し型となり、引き出した後の断路部分は自動的にシャッター (Shutter) で覆われ通電部分の露出する事がない等

操作者に対し絶対安全が期せられている。

(2) フールプルーフ (Fool-proof) 誤操作を避けるために完全な連動装置が施され、例えば遮断器閉路のまま誤つて断路部を開閉しようとするとき先ず遮断器が開路される様連動されている。

(3) 標準化と互換性 各種のスイッチギヤ例えば油入遮断器用、母線連絡断路器用、計器用変圧器用等各々が標準化され、これ等を必要に応じて適当に組合せれば任意の制御装置が得られる。

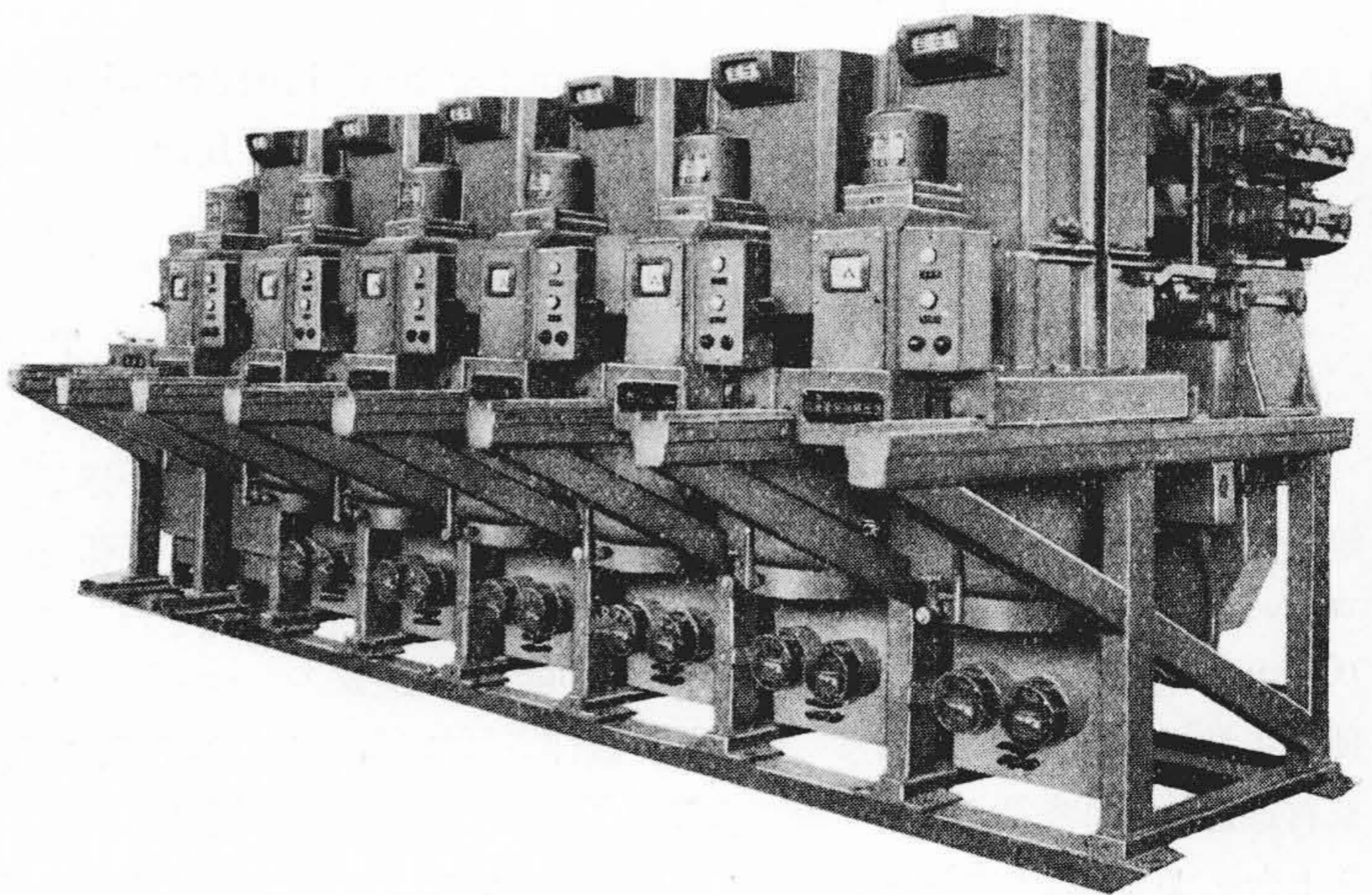
又互換性があるから増設移設なども簡単に出来る

(4) 建設費の減少 合理的な器具配置により小型に纏っているため据付容積が著しく縮減され、単位容積当りの建築費の高価な火力発電所、山間の発電所、都市変電所等に使用して有利である。遮断器用コンパートメントが不要で主回路操作回路が内蔵されており、据付の容易等で総合的建設費を減少する事が出来る。又屋外ユニットサブステーション方式を採用すれば建屋の建築費を省き人件費維持費をも節減される。

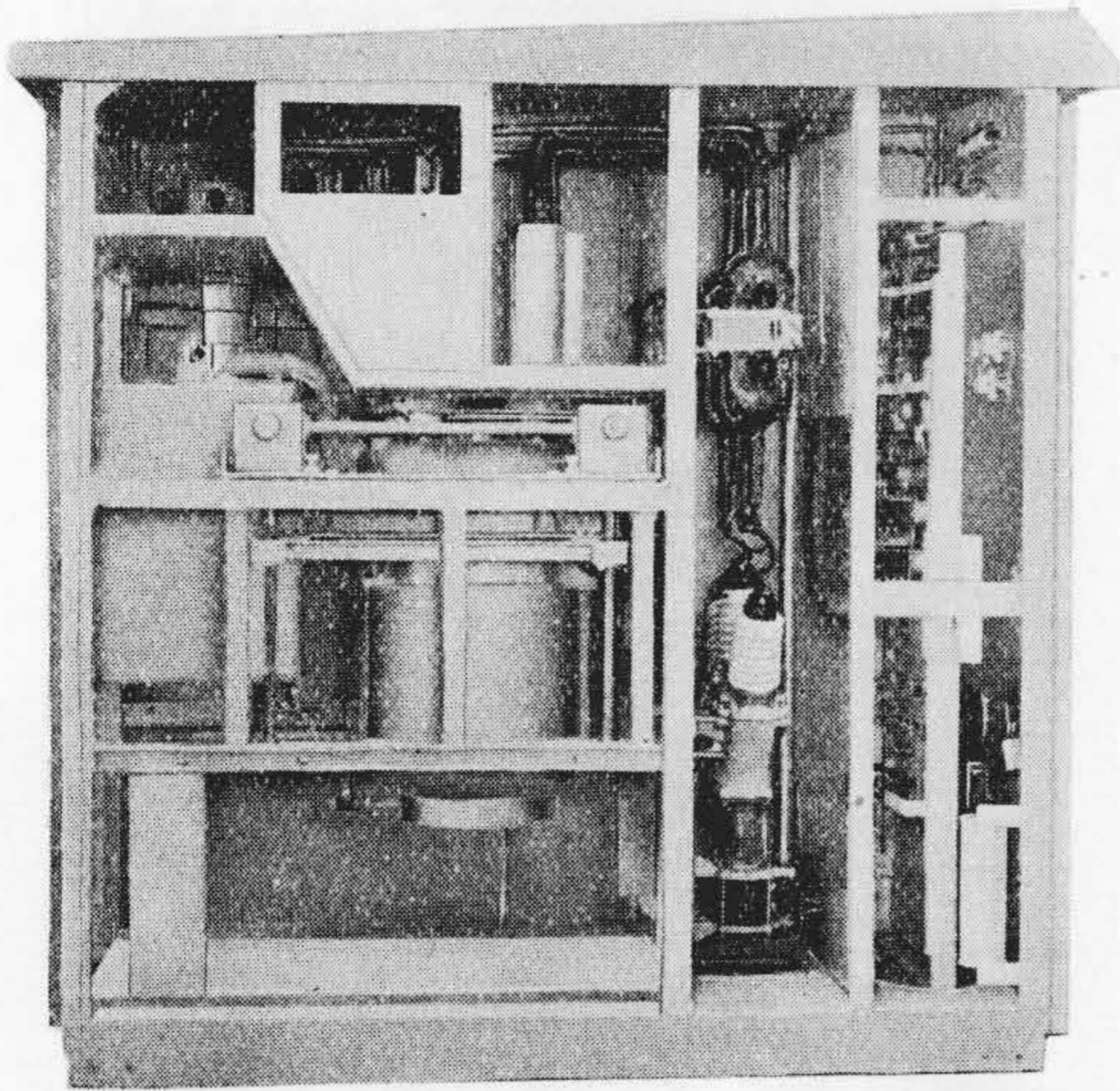
## 〔Ⅲ〕メタルクラッドスイッチギヤの構造

今回建設されるユニットサブステーション用のメタルクラッドスイッチギヤは下記の種類からなっている。

- (a) 変圧器二次受電油入遮断器付
- (b) 配電線用油入遮断器付
- (c) 計器用変圧器及び母線連絡断路器用
- (d) 変圧器及び高圧側制御盤用
- (e) 所内電源変圧器用
- (f) 引外し電源蓄電池用
- (g) 電源制御盤及び充電用整流器用



第 2 図 コンパウンド充填型メタルクラッドスイッチギヤ  
Fig. 2. Compound Filled Type Metalclad Switchgear



第3図 メタルクラッドスイッチギヤの内部構造  
Fig. 3. Internal View of Metalclad Switchgear

これ等の主なるものにつきその構造を述べる。

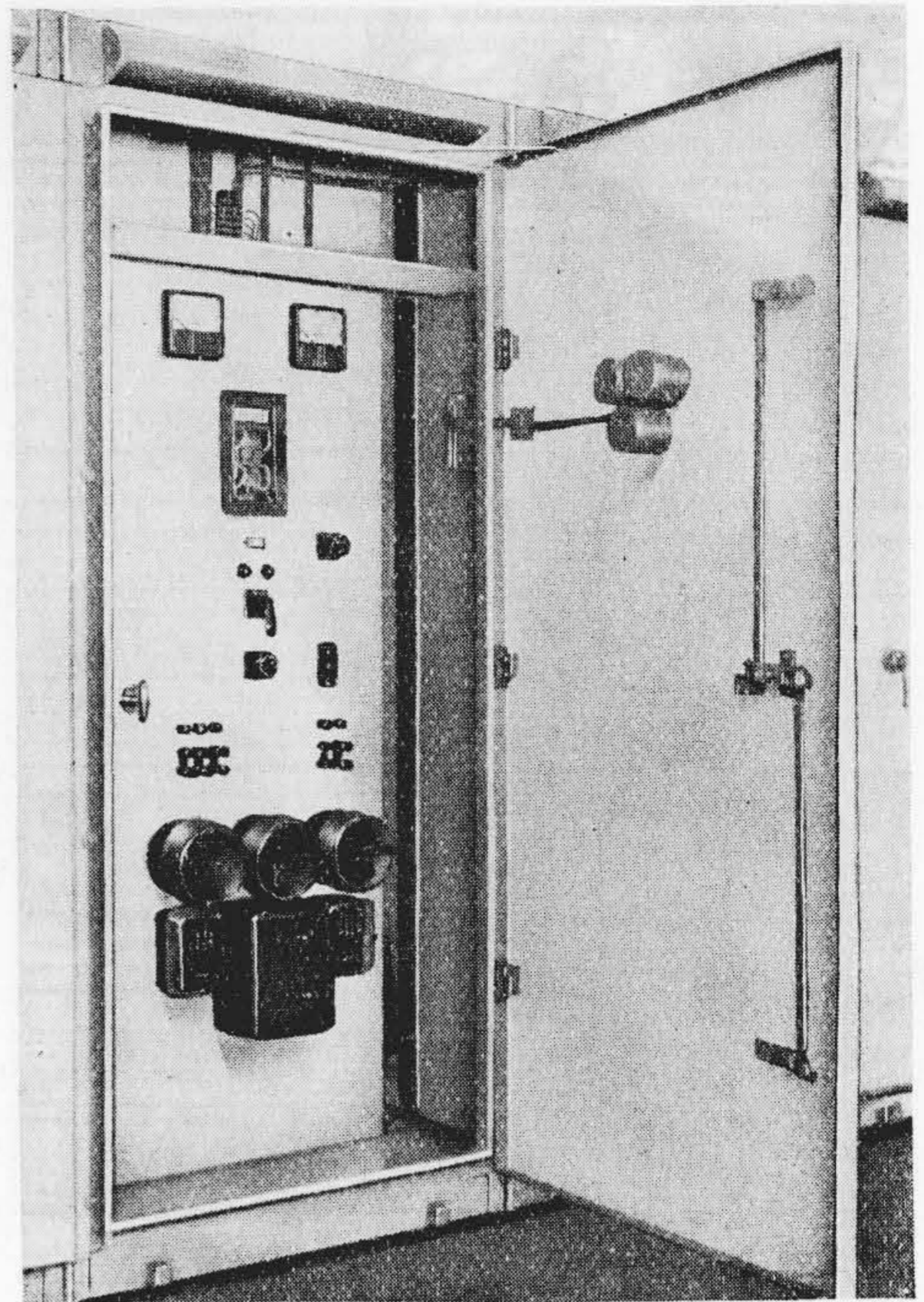
(1) 油入遮断器用メタルクラッドスイッチギヤ

第3図は其の内部を示すもので、第4図は其の説明図である。本器の定格は

型式 OVS-25 EA  
電圧電流 13,800 V 1,200 A

である。前部のドアを開けば第5図に示す制御盤室で制御盤は可動盤として裏面配線の点検に便ならしめてある。その後部の隔壁を取り去ればケーブルポット、変流器室である。第6図は其の部分を示す。

後部ドアを開けば遮断器室で其の上部は断路部を経て母線室をなしている。母線室は接地された鋼板で他から隔離されている。前後ドアのハンドルには施錠して管理者でなければ開閉出来ないようになっている。内部点検用に前後室に照明灯が取付けられドアを開けば自



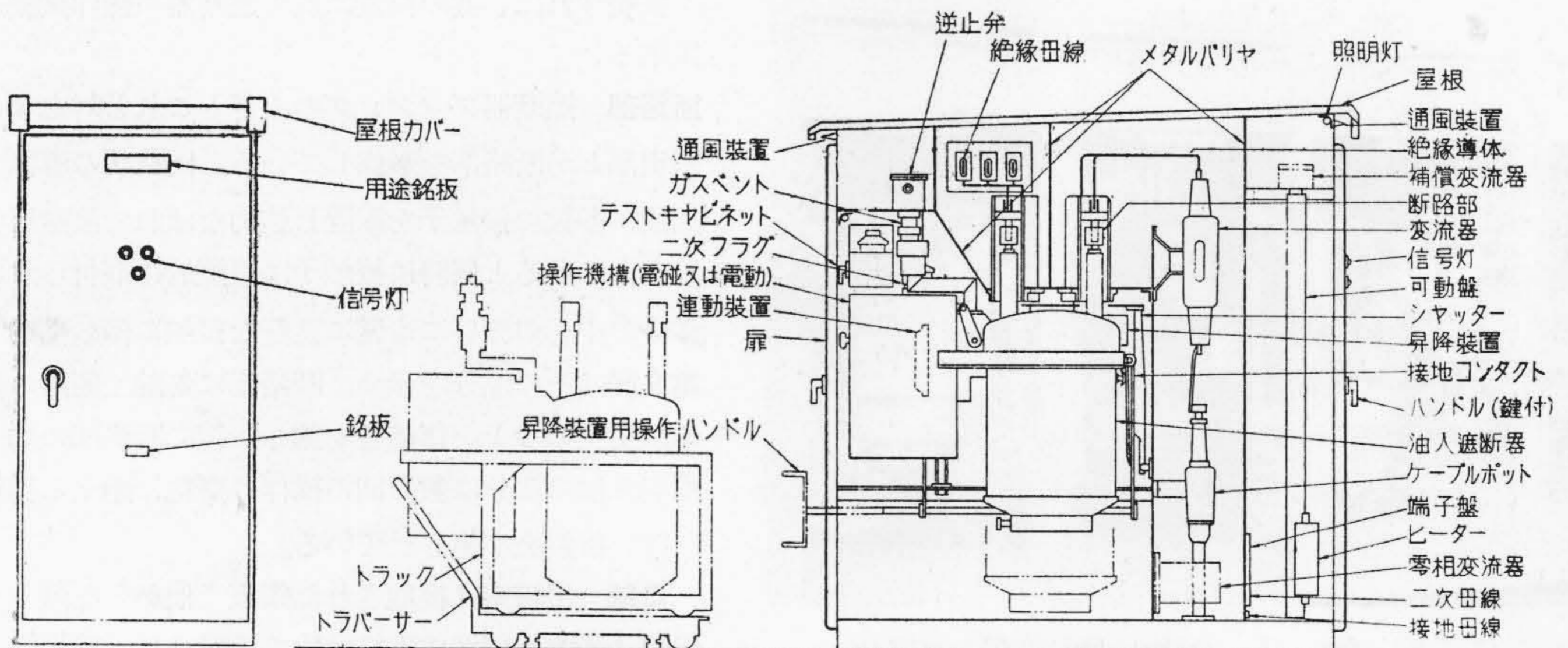
第5図 制御盤  
Fig. 5. Control Panel

動的に点灯し、又内部の防湿の為に電熱器も取付けられている。

米国標準規格による操作試験、絶縁試験、温度上昇試験、遮断試験等が何れも満足な結果を得た。特に絶縁試験は定格 13.8kV の器具に対し 36 kV 60 $\omega$  の絶縁試験の外に 95 kV 衝撃電圧試験が行われ完全に合格した。

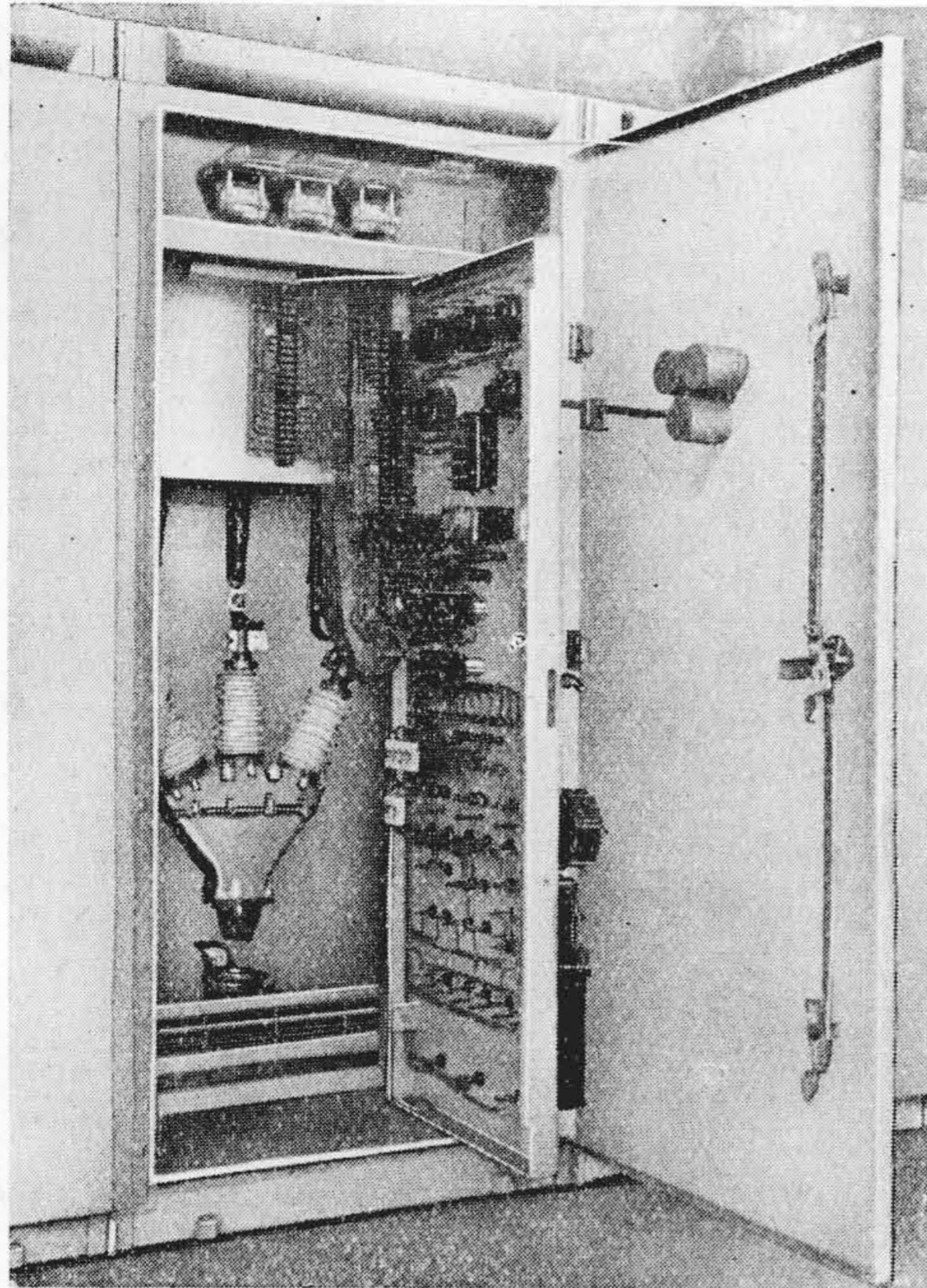
次に主要部分につき説明をする。

油入遮断器 遮断器自体の昇降によつて断路部を閉開



第4図 メタルクラッドスイッチギヤの構造図

Fig. 4. Drawing of Metalclad Switchgear

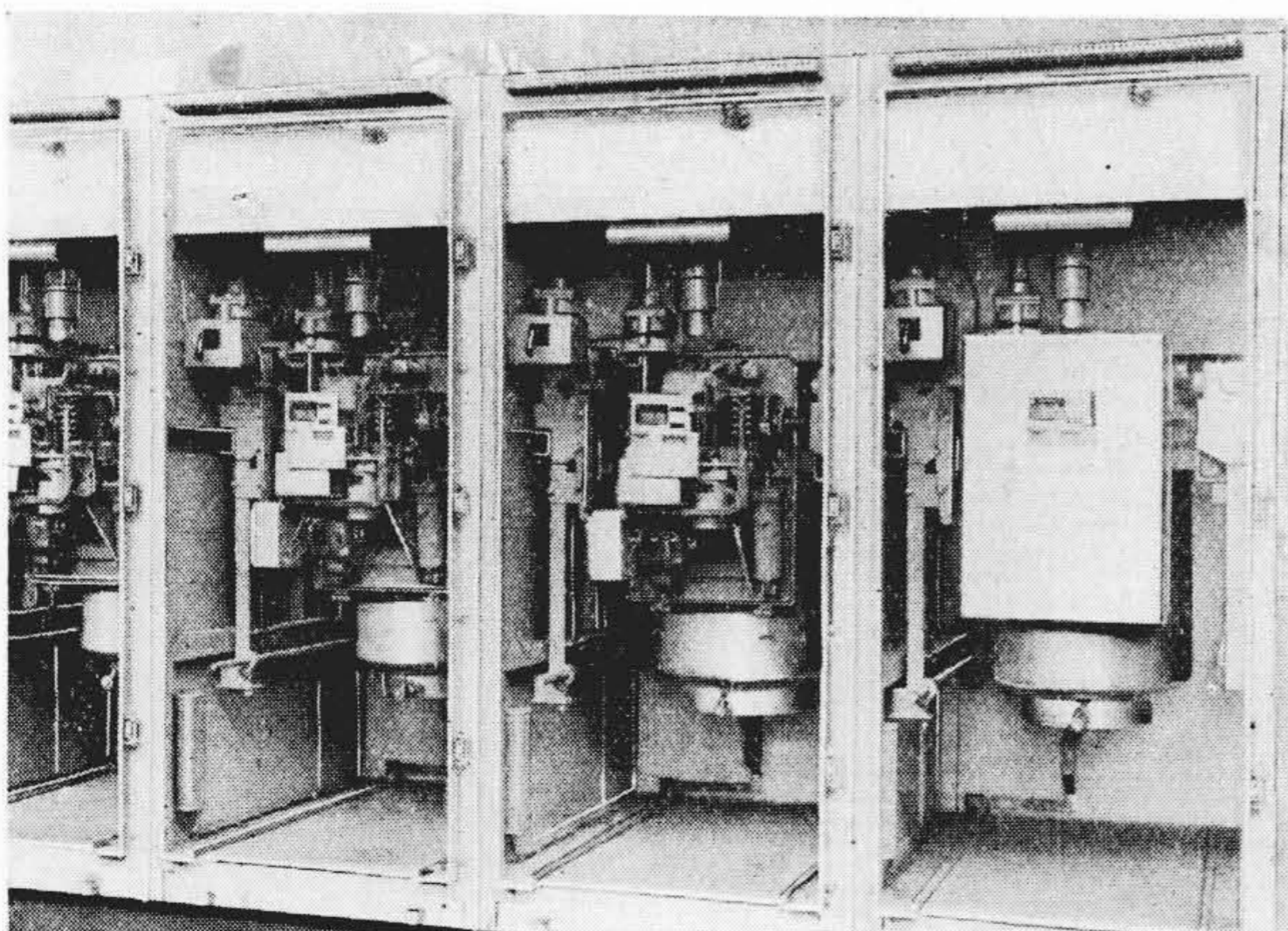


第 6 図 スイングパネルとケーブルポット  
Fig. 6. Swing Panel and Cable Pot

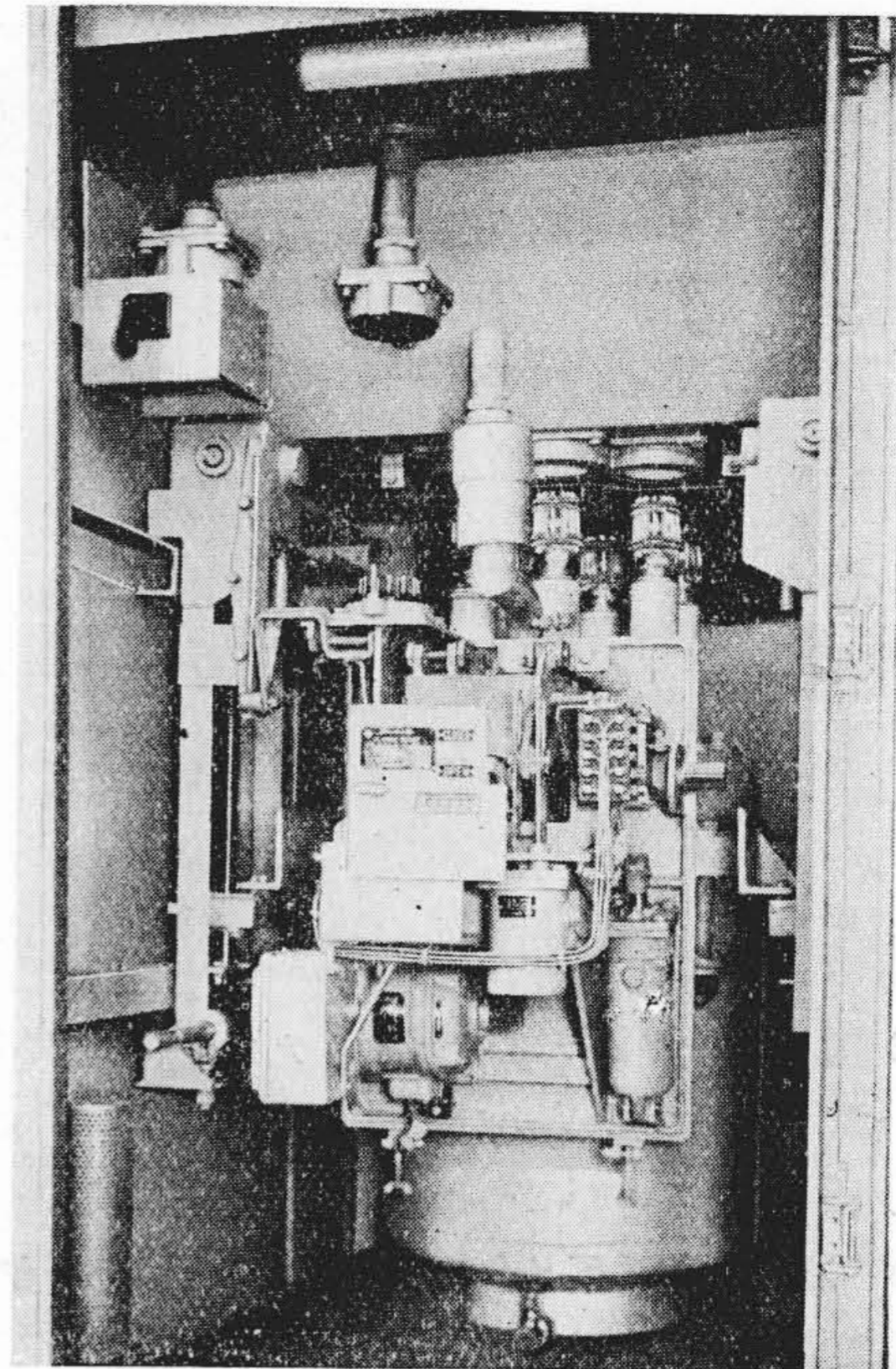
する構造で、遮断器の下降によつて遮断器は高圧回路及び操作回路から完全に切離され、第 4 図に示す如くトラック及びトラバーサーにより外部に引き出され点検や他の遮断器との交換に容易である。第 7 図は遮断器室を示し、第 8 図は開放位置に於ける遮断器を示す。

遮断器はメタルクラッド専用のもので、電動操作で小型にまとめられている。仕様は

型 式	SYG-25 EA
電圧電流	15,000V 1,200 A
遮断容量	250,000 kVA at 15 kV



第 7 図 油 入 遮 断 器 室  
Fig. 7. Chamber for Oil Circuit Breaker



第 8 図 開放位置に於ける油入遮断器  
Fig. 8. Oil Circuit Breaker in Isolated Position

操作方式 投入 208 V 3 相交流電動操作  
引外し 48 V D.C.

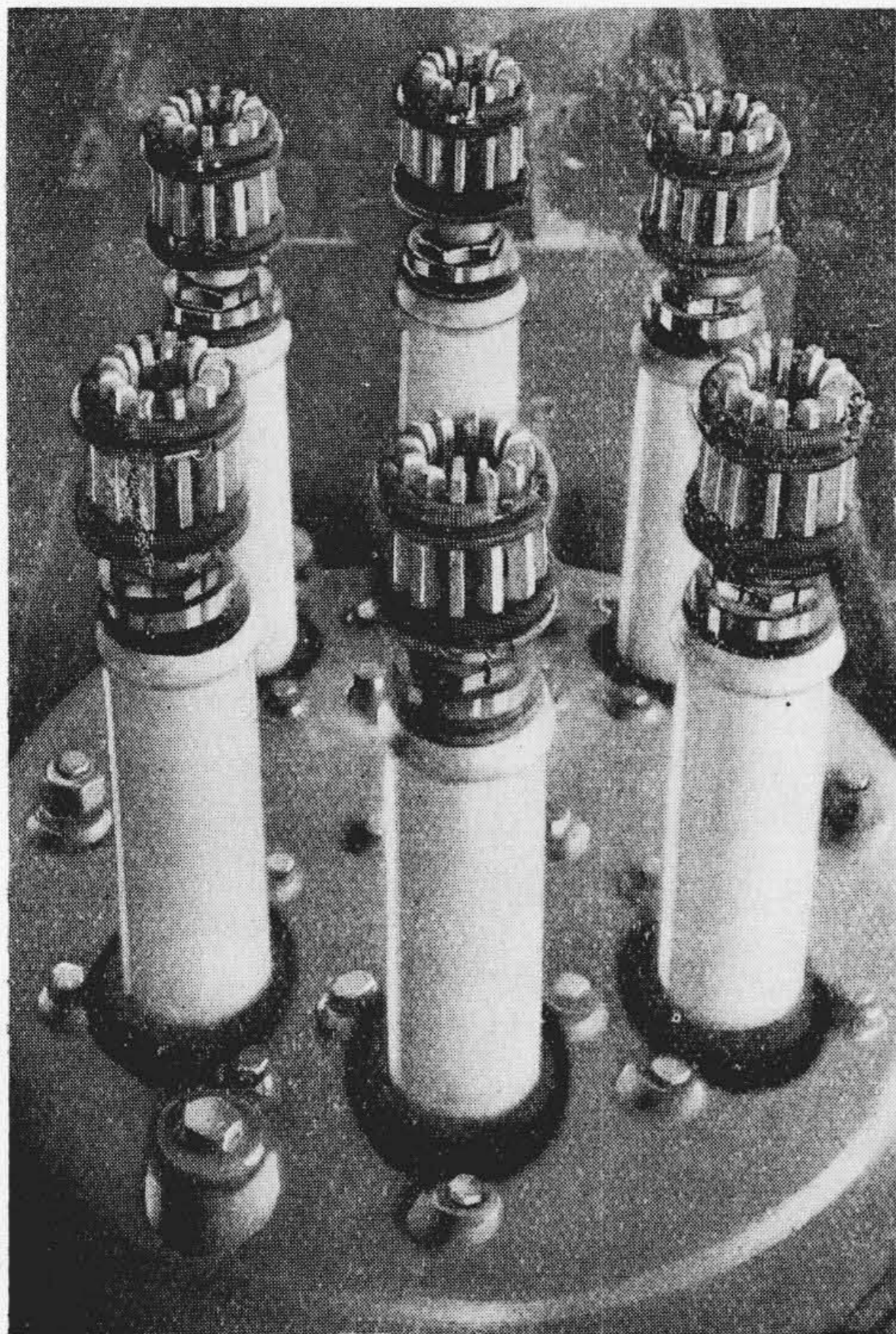
日立制弧室付遮断器で嚴重な遮断試験を実施各種の改良が行われ、電動操作も良好な成績を得た。

遮断器の昇降には手動昇降装置が付けられているが、要求があれば電動昇降装置付をも製作される。

**テストングキャビネット** 遮断器室左上部に取り付けられている小箱で、操作開閉器と操作回路用ソケットとをそなえている。遮断器完全開離位置に於て、操作部の操作回路プラグとテストングキャビネットのソケットを接続すれば、其の位置に於て遮断器の操作試験が出来る。

**断路部** 遮断器ブッシングの上部とこれと対応する固定部とが断路部を形成している。円柱状の導体の周囲に多数の接触子を配置し強力なばねで接触圧力が与えられると同時に接触子は可撓的に取付られ、多少の中心の狂いにも常に良好な接触に保つ構造で第 9 図はその部分を示す。断路部は勿論主回路の接触は劣化の少ない銀鍍金を施し、特に断路部の如く摺動接触の部分は数万回の操作の磨耗に耐える特別に厚い銀鍍金が施されている。

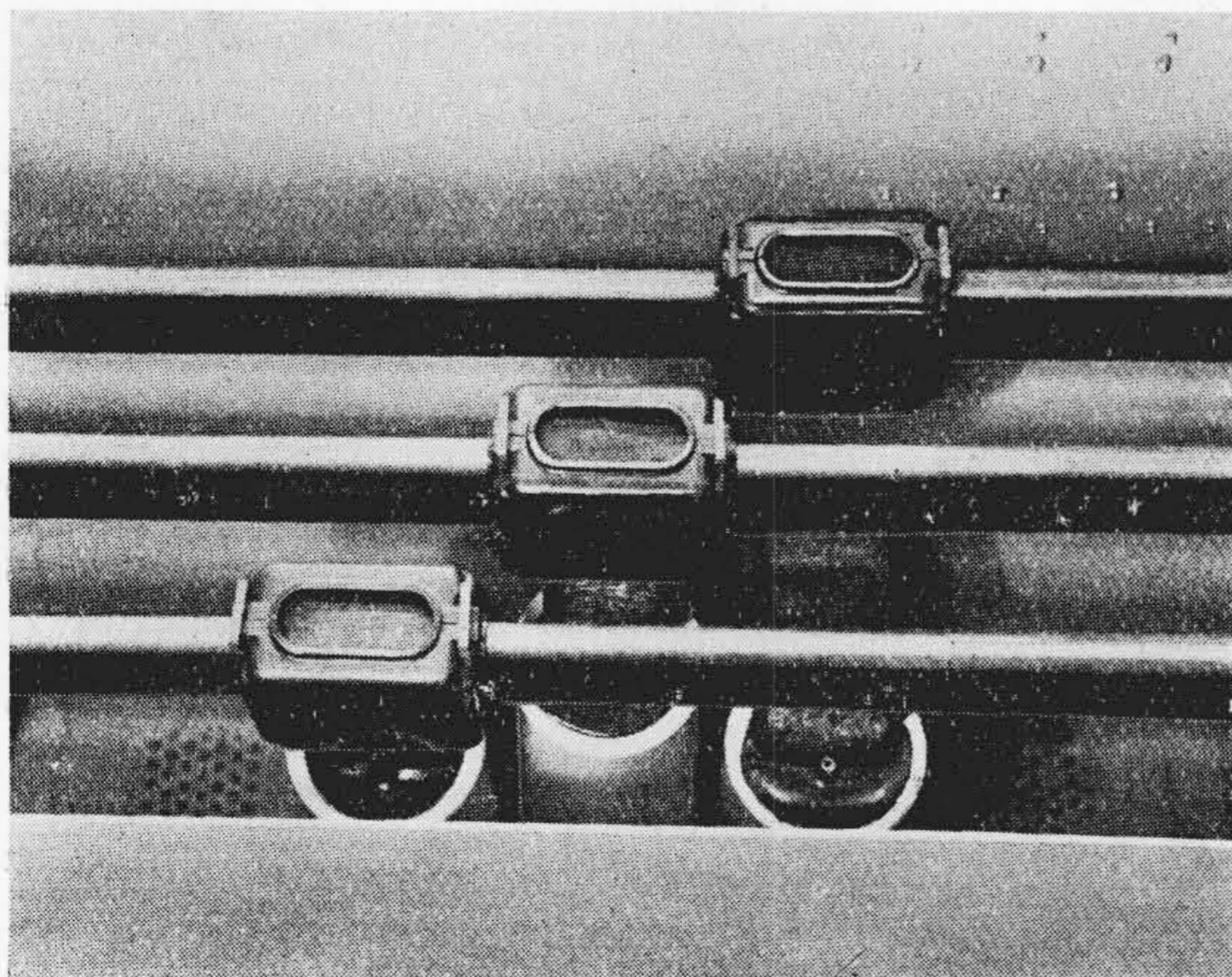
**母線** 母線室は接地された鋼板で他から隔離され母線は強力な積層成型絶縁物で絶縁され、絶縁板により支持されている。据付の際隣接盤との間を母線



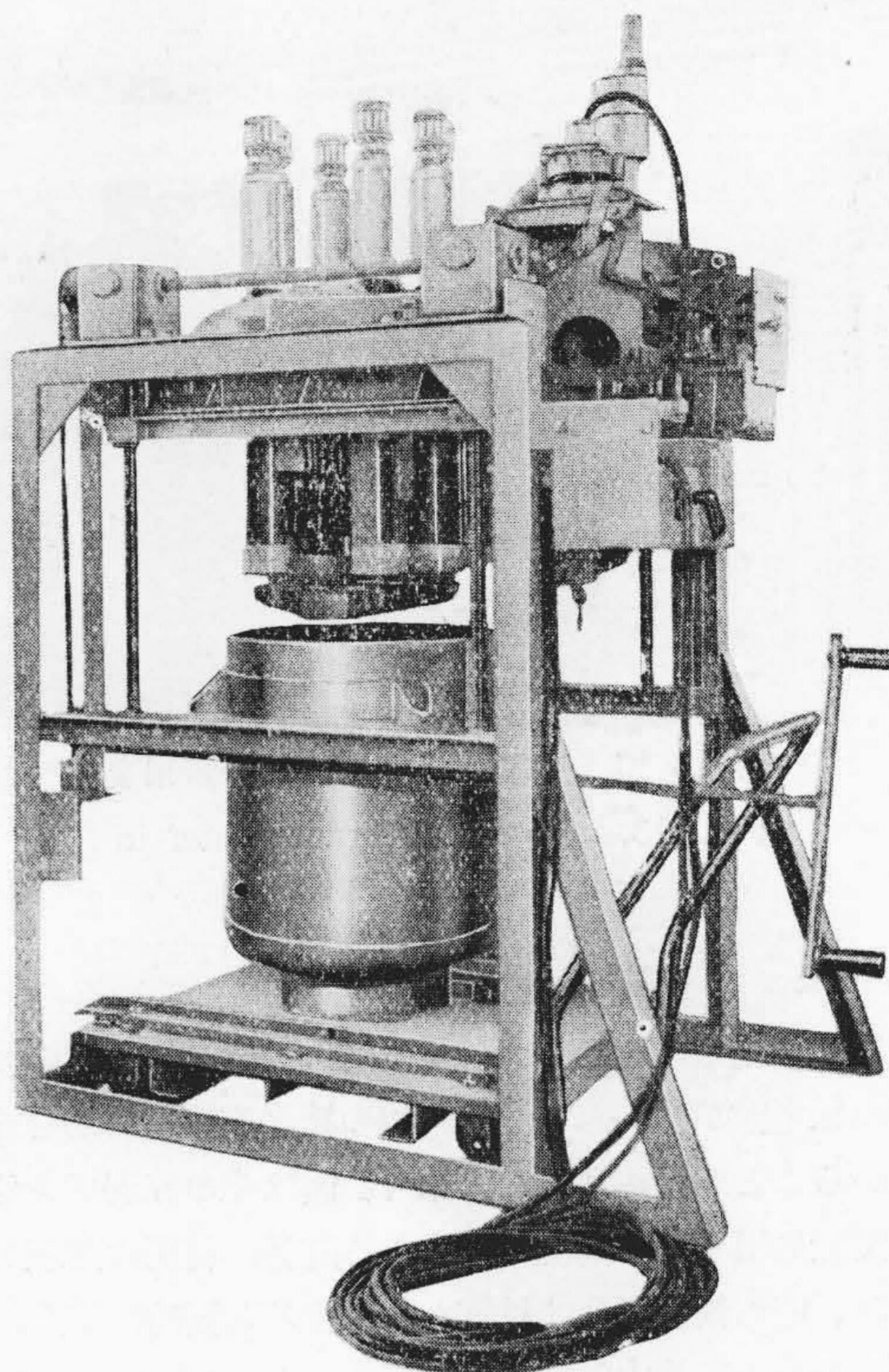
第9図 断 路 部 分  
Fig. 9. Disconnecting Switch Parts

で接続するのであるが、接続部の露出を防ぐために絶縁箱で覆い箱内にコンパウンドを充填する。第10図は母線の接続された状態を示す。斯様にして母線の絶縁は極めて信頼度の高いものであるから二重母線式とする必要は殆んどない。

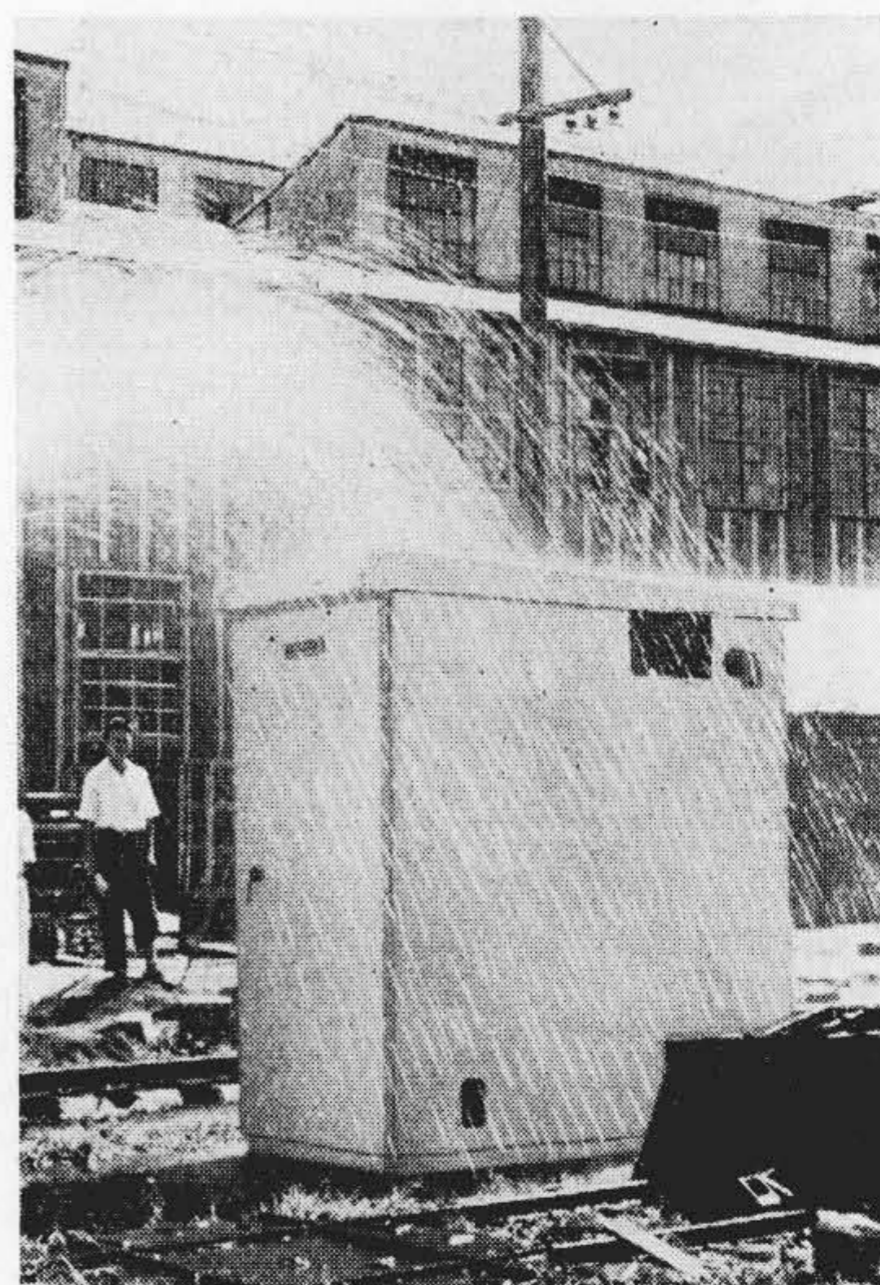
**試験台** 遮断器の油槽の内部点検及び操作試験用に試験台が供給される。第11図は試験中の模様を示すもので、遮断器はトラック、トラバザーにより試験台に運ば



第10図 絶 縁 母 線  
Fig. 10. Insulated Bus



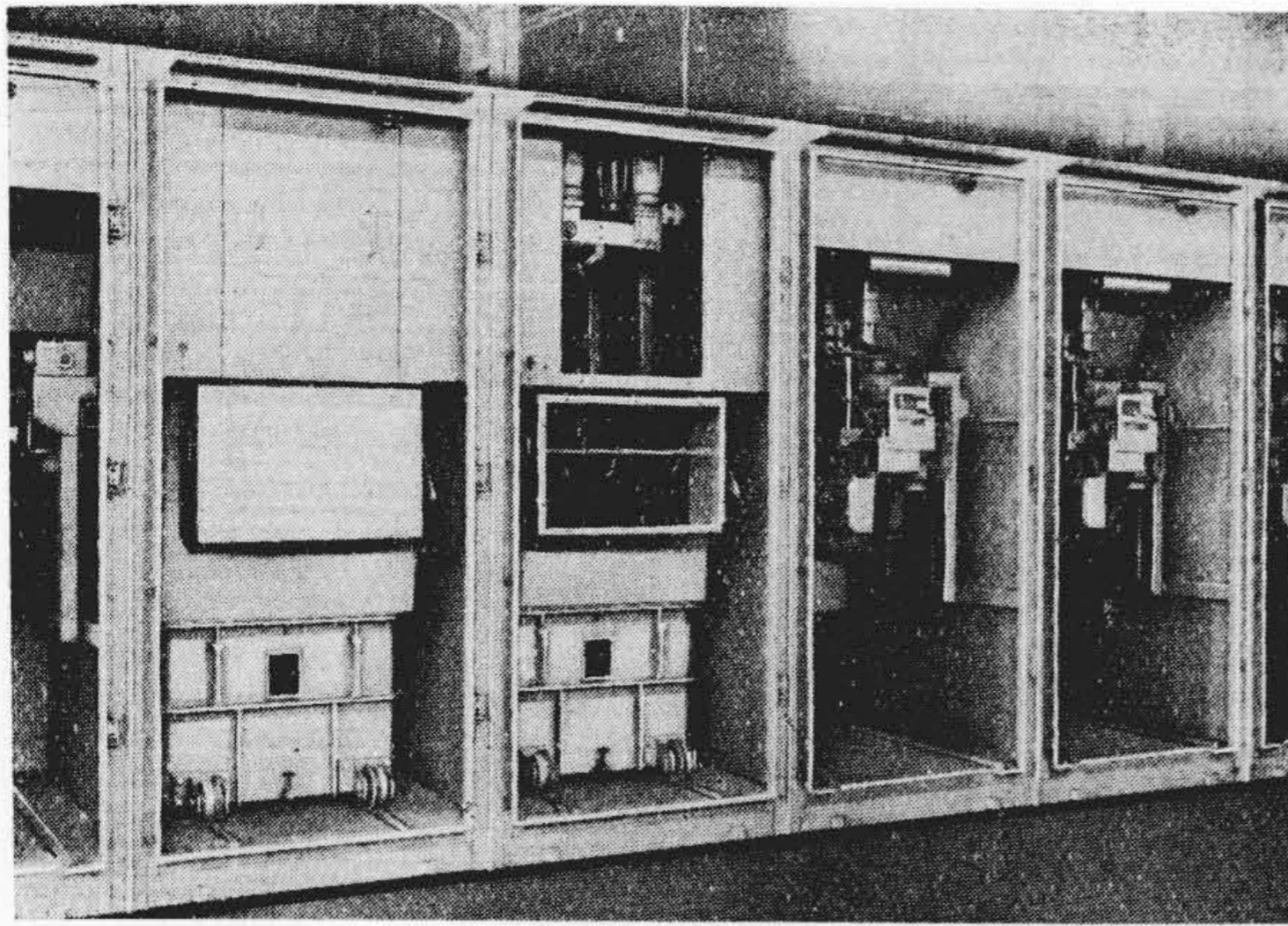
第11図 試 験 台  
Fig. 11. Inspection Ruck



第12図 注 水 試 験  
Fig. 12. Rain Test

れ油槽を取外し、遮断器本体を昇降装置で上昇させ内部点検が出来る又試験台に取付けられたテストングキャビネットに依り操作試験も可能である。

**耐暴風雨及び防銹** 沖縄島は有数の台風圏内にあり、

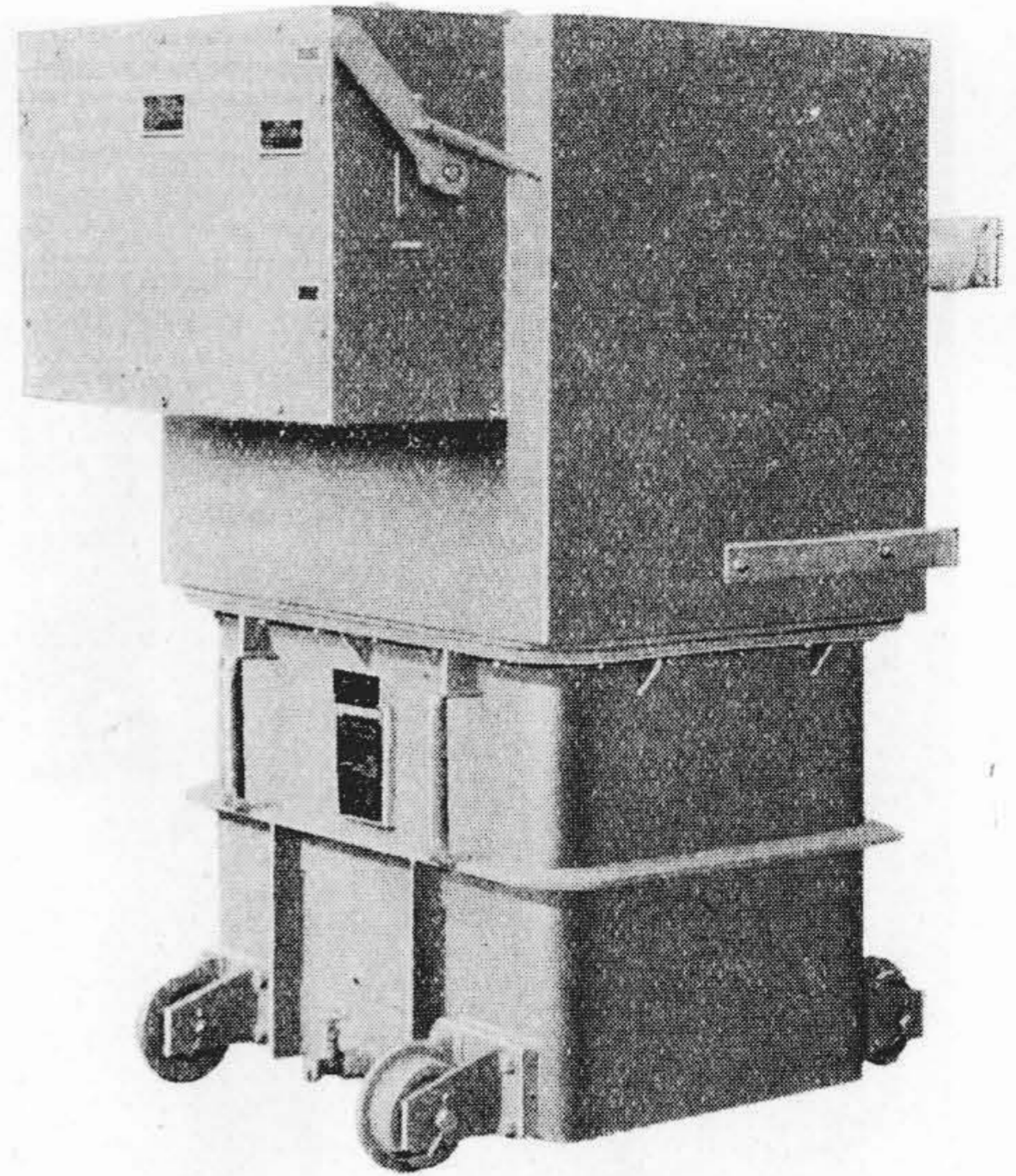


第13図 運転位置に於ける計器用変圧器  
Fig. 13. Potential Transformer in Operating Position

65 m/sec の暴風雨に耐える事が要求されている。この風圧に耐えるのみならず外扉や通風装置から雨水の浸入せぬ様考慮が払われ、注水試験の結果十分に目的を達していることが証明された。第12図はその実況である。

又屋外用である為塩風等による防錆に特別の処理が施され、即ち鉄製部分は材質を吟味すると同時に完全に除錆しその上に強力な防錆被膜を作るボンデライズ (Bonding) 処理を施しその上に特殊塗装が行われている。

(2) 計器用変圧器及び母線連絡用メタルクラッドス



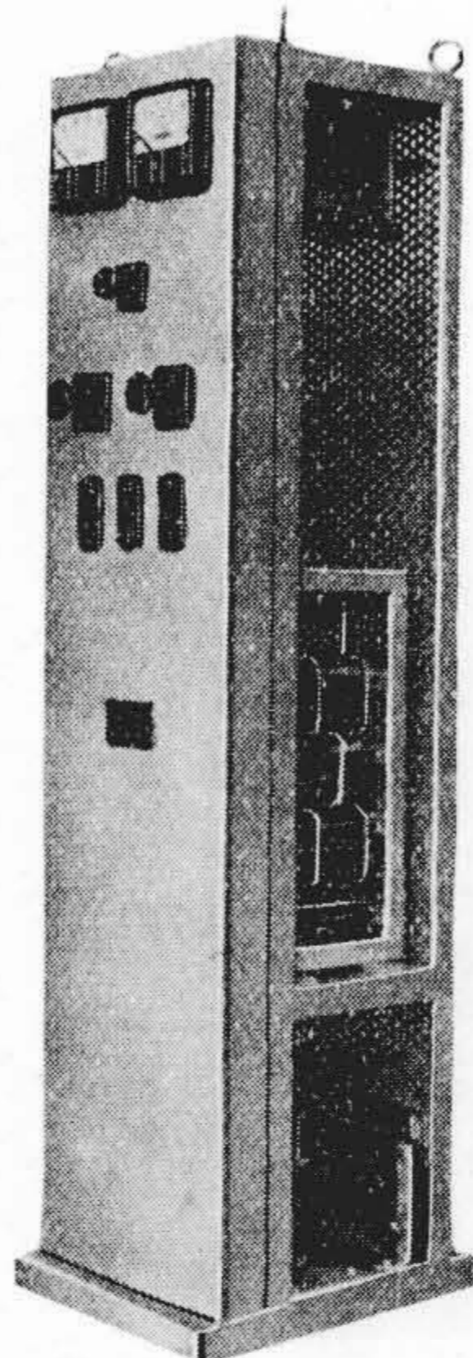
第14図 引出し型計器用変圧器  
Fig. 14. Draw Out Type Potential Transformer

イッチギヤ

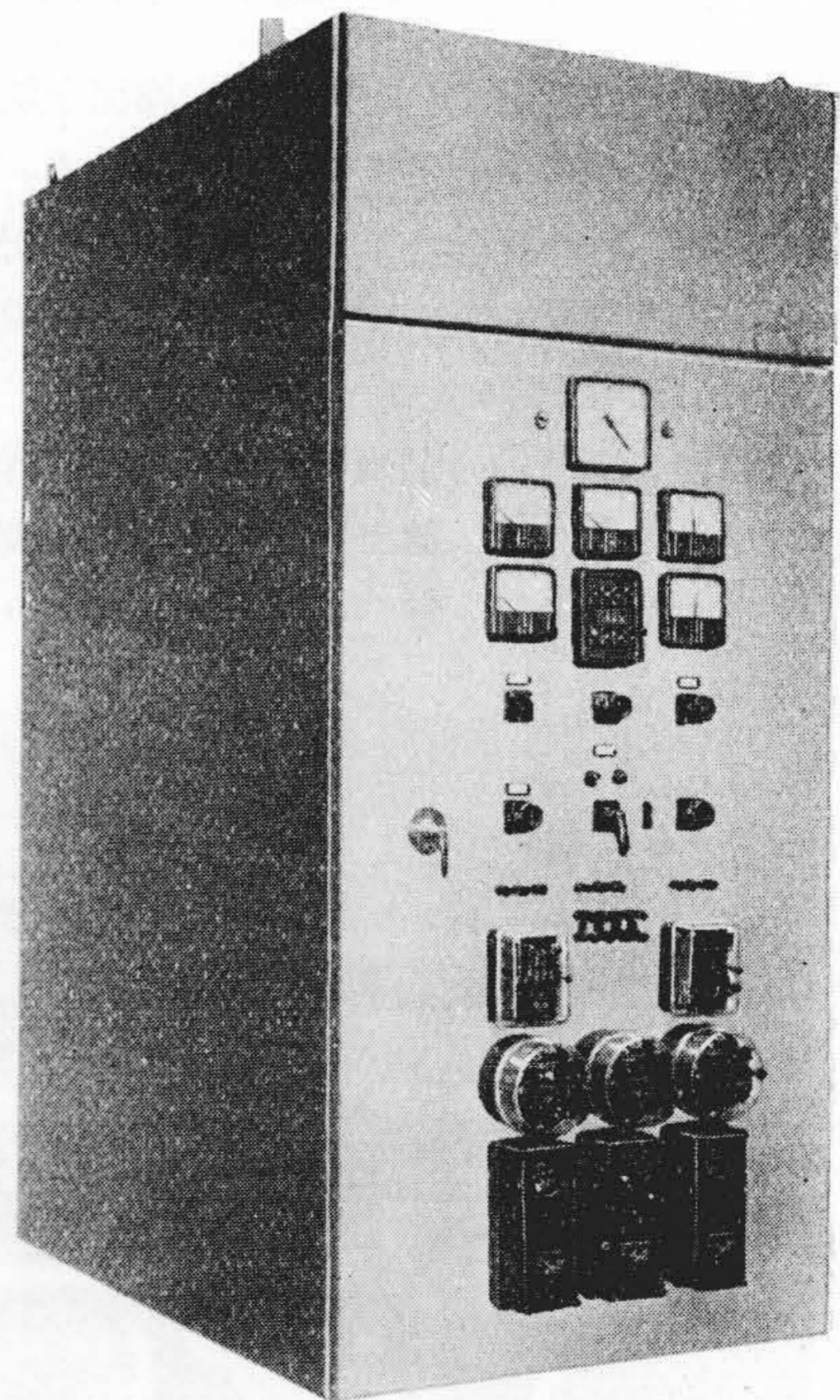
これは前記遮断器用と並列に設置され外部構造は同様である。下部に計器用及び接地保護用の計器用変圧器を上部に母線連絡用断路器を配置している。又電源用変圧



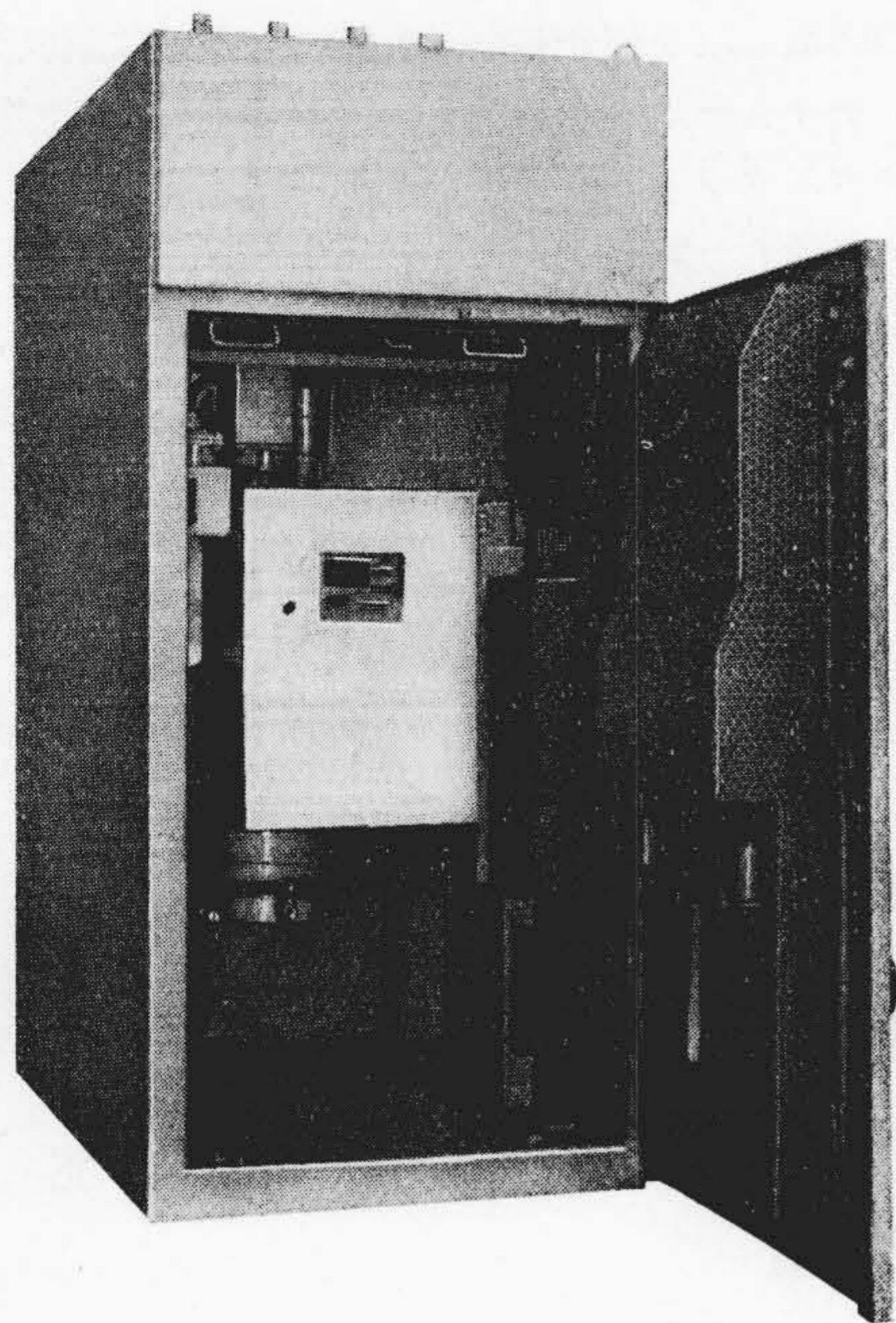
第15図 引出型電源変圧器  
Fig. 15. Draw Out Type Service Transformer



第16図 セレニウム整流装置  
Fig. 16. Selenium Rectifier



第17図 4,150V 600A, 屋内用メタルクラッドスイッチギヤ  
Fig. 17. 4,150V 600A, Indoor Use Metalclad Switchgear



第 18 図 屋内用メタルクラッドスイッチギヤ  
ーの内部

Fig. 18. Internal View of Indoor Use Metalclad  
Switchgear

器への連絡用ケーブルポット断路器等も取付けられる。

第 14 図はその一部を示す。

計器用変圧器は全密閉引出し型で一部に保護用ヒューズを取付けている。変圧器を取出す際は外部から高圧回路を開くと同時に固定部との鎖錠を解く構造となり安全を期している。第 14 図はその外観である。

母線連絡用断路器は扉を開き外部から操作される誤操作を避けるために施錠されている。

### (3) その他の補助メタルクラッドスイッチギヤ

**高圧側制動盤用** 前部に制御盤を後部に継電器盤を取付け何れもスイング型とし点検に便にしてある。

**電源変圧器用** これも引出し型としその外観は第 15 図に示す。

**所内電源制御盤用** この箱内にデットフロント型刃型開閉器を用いた配電盤を内蔵し又蓄電池充電用のセレンウム整流装置も取付けられている。第 16 図はその整流装置を示すもので、これには極めて劣化が少く且整流特性の優秀な日立セレンウム整流器が用いられている。

**蓄電池用** 遮断器の引外し及び信号灯の電源として、8 V 48 AH の蓄電池が取付けられる。蓄電池室の内部は耐酸に意を用い底部は鉛板を張りその他は特に耐酸性の優秀な日立ヒタフラン耐酸塗装を施している。

### (4) 屋内用メタルクラッドスイッチギヤ

屋内用も前記の屋外用と内部は略同様であるが唯遮断器室の前扉を制御盤とし、匡体を簡易化した。その外観は第 17 図に示す。これは 4,150 V 600 A 型式 VS-15 EA で遮断容量 150,000 kVA at 5 kV の油入遮断器入りのメタルクラッドスイッチギヤで、第 18 図は制御盤を開き遮断器室を示したものである。

以上各種のものが製作されたが今後必要に応じ色々種類のものが開発され標準化される事となる。

## [IV] メタルクラッドスイッチギヤの推奨用途

日立メタルクラッドスイッチギヤ油入遮断器入りのもの、標準を第 1 表に示す。

これに附属する各種のスイッチギヤが製作される。これ等のスイッチギヤの応用面は何処に使用しても便利で、全面的にメタルクラッド化する時代も期待されるが、特に下記を推奨したい。

**ユニットサブステーション** 変圧器と組合せてユニットサブステーションに使用すれば総合的建設費及び人件費維持費を節減される。今後この方面への発達が大いに期待される。詳細は別稿を参照されたい。

**火力発電所補機用** 火力発電所は高層建築となり建築費がかさみ、据付面積の極限される場合が多いのでメタ

第 1 表 日立メタルクラッドスイッチギヤの標準

Table 1. Standard Type of Hitachi Metalclad Switchgear

型	定格電圧 (kV)	周波数 (Hz)	配電方式	母線電 流容量 (A)	油入遮断器			
					定格電流 (A)	遮断容量 (MVA)	操作方式	
屋内用	VS-8	3.45—6.9	50~60	3φ・3W	2,000以下	800以下	80	電磁又は電動
	VS-15	3.45—11.5	〃	〃	〃	800〃	150	〃
	VS-25	3.45—11.5	〃	〃	〃	2,000〃	250	〃
屋外用	OVS-8	3.45—6.9	50~60	3φ・3W	2,000以下	800以下	80	電磁又は電動
	OVS-15	3.45—11.5	〃	〃	〃	800〃	150	〃
	OVS-25	3.45—11.5	〃	〃	〃	2,000〃	250	〃

ルクラッド型の使用が推奨される。

ビルディング内変電所

工場動力用

一般配電用

等にも据付場所の縮限、操作安全でメタルクラッド型を使用が望ましい。又経済的にもユニットサブステーションの場合と同様充分その価値がある。

[V] 結 言

以上沖繩島納めメタルクラッドスイッチギヤを中心

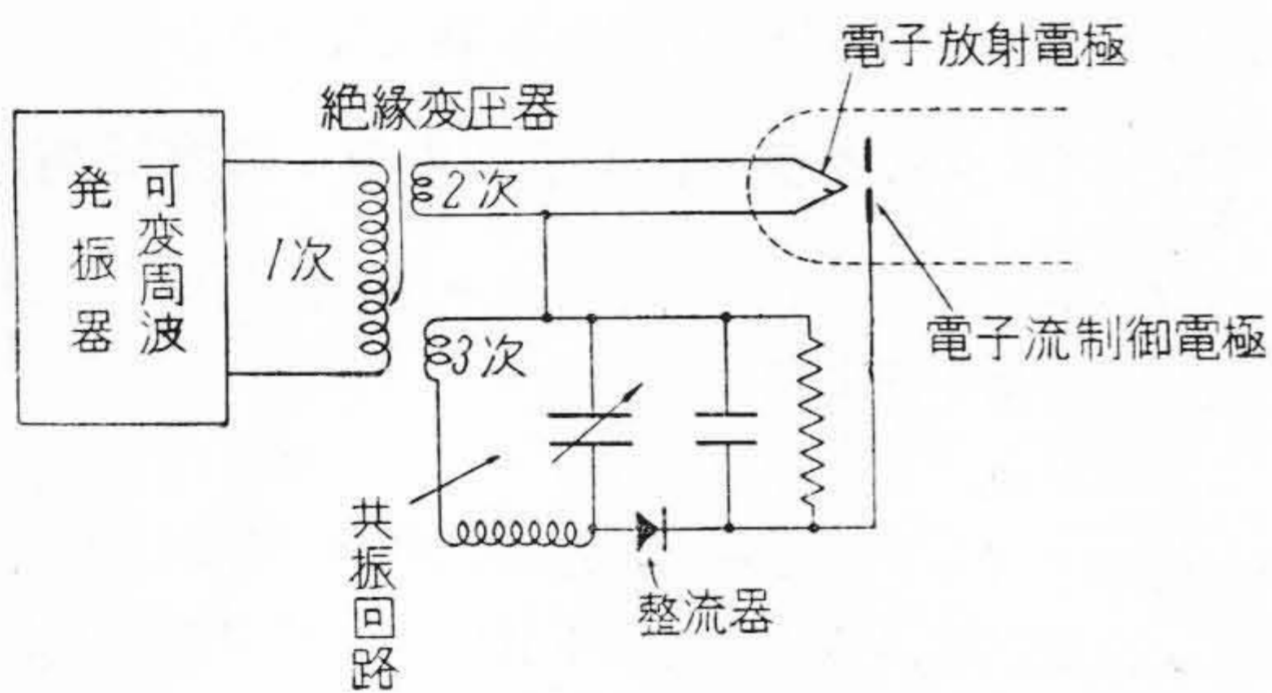
にその構造応用を紹介した。配電用配電盤は開放型からスイッチキュービクル、トラック型配電盤を経て屋内、屋外メタルクラッドスイッチギヤに迄発達し殆んど完璧の域に達した感がある。これによりユニットサブステーションの如く変電所建設様式に一大変革を来し、火力発電所、工場動力、ビルディング内発電所、一般配電用等に於ても全面的メタルクラッド化の機運にある。今後更に各種標準を整備しこの機運に応える考えである。



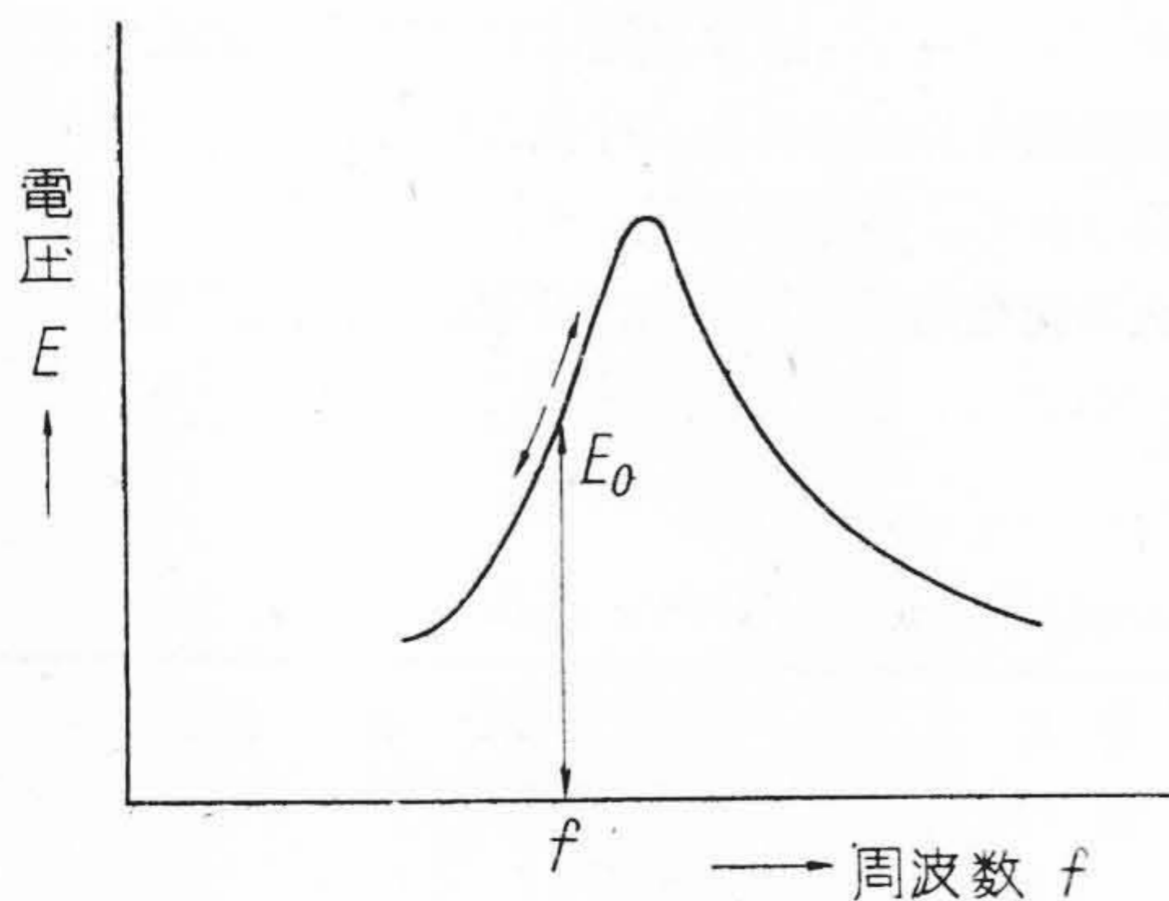
特許第 188736 号

秋 山 正

電子流制御装置



第 1 図



第 2 図

電子顕微鏡に於ては陰極が高電位に在るため陰極加熱電流の供給は絶縁変圧器を介して行う必要があるが、電子流の制御を行なうためには更に別個の絶縁変圧器と可変電源とが必要になる。この発明では第1図に示すように電源として唯一個の可変周波発振器を用い絶縁変圧器に3次巻線を設けて、その出力は共振回路及び整流器を経て電子放射電極と電子流制御電極との間に導かれる。可変周波発振器の発振周波数の変化に応じて電子放射電極と電子流制御電極との間に加わる電圧  $E$  は第2図のような共振曲線を以つて変化し、周波数が  $f_0$  を中心として変化するとき電圧  $E$  は  $E_0$  を中心として第2図の矢の方向に或いは上昇し或いは下降する。周波数  $f$  が変化しても電子放射電極に加えられる加熱電力は殆んど変化しないから、電子流は電子流制御電極の電位  $E$  のみによつて左右せられる。即ち一個の電源と一個の絶縁変圧器のみで加熱電力の供給と電子流の制御の両目的が達成せられた訳である。

(原 田)