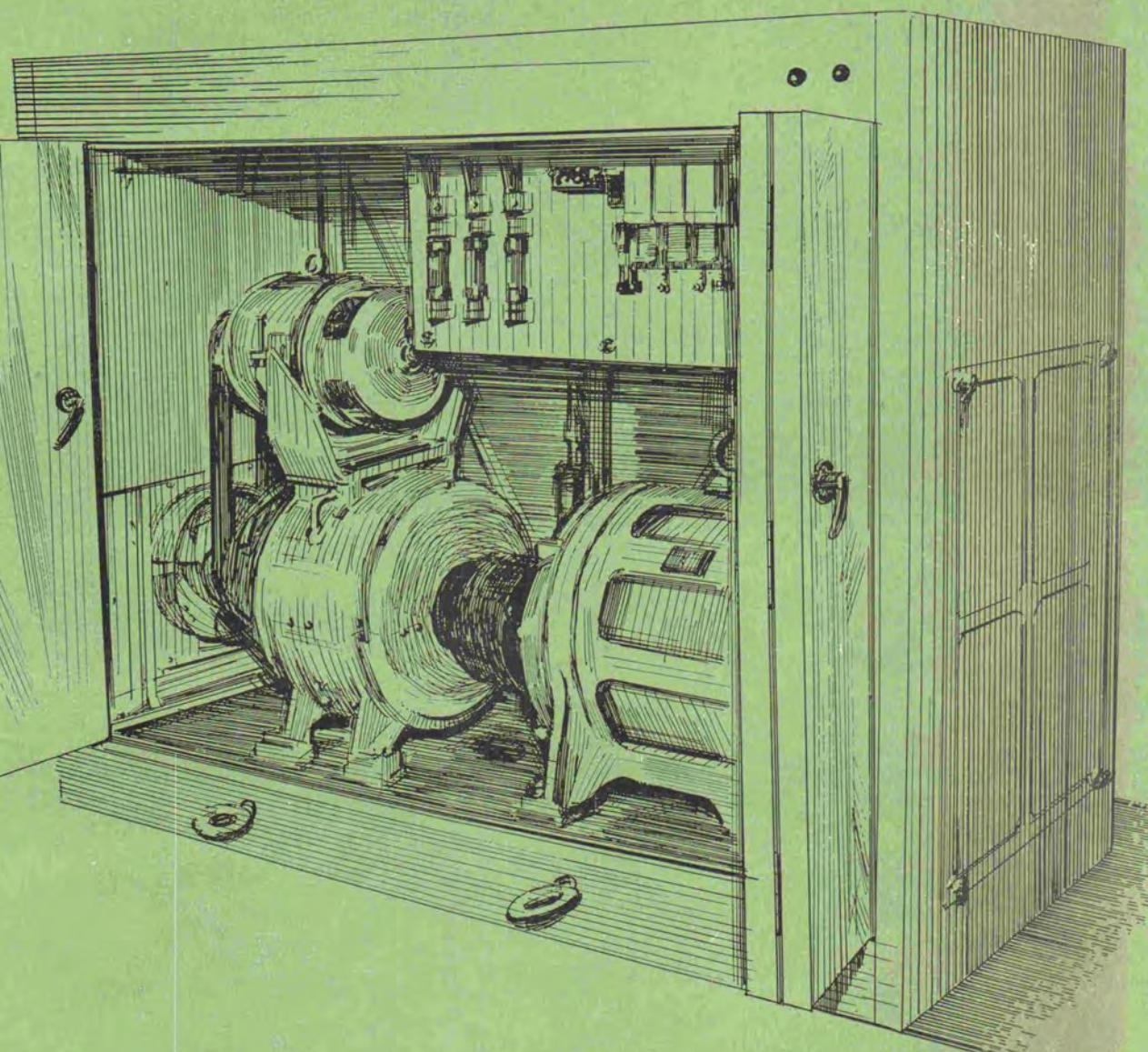


MITSUBISHI DENKI

三菱電機



Vol. 28 1954

MITSUBISHI DENKI

三菱電機



表紙説明

連続精練漂白装置用電機品

過酸化水素を使用し漂白の工程を連続自動運転化したもので、押鉗により起動、停止、ならびに精密な速度制御を自動的に行うため下記のような電動発電機が 3 セクションからなり、いずれもワードレオナード制御方式となっている。各セクションは直流発電機、誘導電動機、励磁機制御盤等を写真のとおり組みた 1 つの箱内に装置し配線費用を軽減し、かつ軽量にして運搬扱付に簡便な構造となっている。なお綿布加工工程における高速糊付、シルケット機等直流電動機の応用範囲が拡大である。

直流発電機 誘導電動機 励磁機

第1セクション	40kW	220V	75HP	220V	5kW	220V
第2セクション	60kW	"	100HP	"	5kW	"
第3セクション	25kW	"	45HP	"	2kW	"

昭和 29 年 第 28 卷 第 2 号

目次

新型屋外断路器	新井正元・樺沢孝治・小橋利雄	2
23 kV 1,000 MVA M 型碍子型遮断器	新井正元・五十嵐芳雄	
	平田康夫	13
高性能エレベーターについて	木村武雄・宮城 晃・高村 明・大野寛孝	
	道橋 武	20
化学工業用直流 600 V 10,000 A HP-100 A 型逆性高速度遮断器		
	小路誠春	30
最近登録された当社の特許および実用新案		37

三菱電機株式會社

本社

東京都千代田区丸の内(東京ビル)
(電) 和田倉(20) 代表 1631-2331

研究所 兵庫県尼ヶ崎市南清水
神戸製作所 神戸市兵庫区和田崎町
名古屋製作所 名古屋市東区矢田町
伊丹製作所 兵庫県尼ヶ崎市南清水
長崎製作所 長崎市平戸小屋町
無線機製作所 兵庫県尼ヶ崎市南清水
大船工場 神奈川県鎌倉市大船
世田谷工場 東京都世田谷区池尻町
郡山工場 福島県郡山市宇摩橋町
福山工場 福山市仲野上町
姫路工場 兵庫県姫路市千代田町
和歌山工場 和歌山市岡町
中津川工場 岐阜県中津市駒場安森木
福岡工場 福岡市今宿青木
札幌修理工場 札幌市北二条東 12
大阪営業所 大阪市北区堂島北町 8 番地 1
(電) 福島(45) 5251-9
名古屋営業所 名古屋市中区広小路通
(電) 本局(23) 6231-5
福岡営業所 福岡市天神町(三菱ビル)
(電) 西(2) 5821-5825
札幌営業所 札幌市大通リ西 3 の 5
(電) (2) 2378-3911
仙台事務所 仙台市東一丁目 63
(電) 仙台 2573-8057
富山事務所 富山市安住町 23 の 2
(電) 富山 4692-5273
広島事務所 広島市袋町 1(明治生命ビル)
(電) 中 1059-4824
高松出張所 高松市南総屋町 34 の 3
(電) 高松 3178-3250
小倉出張所 小倉市博労町 63(富士ビル)
(電) 小倉 3614

品質奉仕の三菱電機

新型屋外断路器

伊丹製作所

新井正元*・樺沢孝治**・小橋利雄**

New Outdoor Type Disconnecting Switches

Masamoto ARAI・Takaji KABAZAWA・Toshio KOHASHI

Itami Works

Corrosion, oxidation and annealing are constantly occurring on outdoor type disconnecting switches which are exposed to intense solar heat, severe storm, snow and dust. Excellent performance is only available while the switches are new, as the problem of manufacturing products with lasting quality remains unsettled. In a general idea for the design of circuit breakers, line contact and self rotating pressure contact are prime requisite, but copper, the orthodox contact material, has been gradually substituted with precipitation hardening copper alloy, which do away with the problem of corrosion and annealing, also facilitating construction. Embracing these features, new Type V 6.9~287.5 kV vertical switches and Type H 34.5 kV~287.5 kV horizontal switches have been completed, detailed account being given herein together with those for pneumatic operating mechanism and grounding blade mechanism which are in great demand of late.

I. まえがき

屋外断路器は発電所の屋外スイッチャードの構成には欠くべからざる重要な機器である。最近の発電所は送電線の連繋、回線数の増加ならびに送電線切換に便利なように回路が複雑となり、非常に多くの屋外断路器が用いられる。アメリカでは屋外母線の構成を2重母線とし、沢山の遮断器および断路器を使用していかなる故障時にも送受電できるようになっているのが多かったが、最近は経済的実用性から遮電方式を研究して遮断器数を減じ、送電端あるいは受電端の必要な遮断器のみを置き、従来断路器代りに用いられた遮断器をはぶいて断路器に代える傾向も見られる。またユニットサブステーションの如きものでは変圧器1次側は遮断器をはぶいて断路器と電力ヒューズが用いられる。したがって屋外断路器は変圧器の励磁電流、送電線の充電電流、ループ電流等をある程度まで確実に遮断しなければならない。従来の屋外断路器は1度閉路されれば当分の間閉路されなかつたが、最近は給電系統の変更その他で頻繁に開閉操作を必要とされるので操作が軽快確実でなければならない。またこれがために最近遮断器が圧縮空気操作となったので

手動操作に代ってこの圧縮空気を用いて操作される。送電系統の発達、送電容量の増大は必然的に発電所における故障時の短絡 kVA の増加を來し、断路器はこの故障時の過電流を通ずるために、さらに大きな短時間大電流に耐えるように要求される。新品の間屋外断路器として本質的な要求を満すものを設計製作することは比較的簡単であるが、太陽・風雨・氷雪および塵埃等が邪魔をし、つねに腐食が行われる。屋外で数年間使ってもその性能を保ち得る経済的実用断路器を設計製作することは非常にむずかしい。

当社は20年来各種の屋外断路器の製作に従事し、堅切の VL 型と水平切の HL 型を最近まで標準としていたが、その製作技術と納入先における使用経験その他により構造簡単、操作軽快にして耐久力の強い新型の屋外断路器として堅切の V 型、水平切の H 型 2 種およびこれを操作する圧縮空気操作機構を開発した。

とくに新型屋外断路器の開発に当っては、本質的な機構の問題以外に、最近急速に進歩しつつある特殊非鉄合金材料を重要部分に採用して、構造を単純化し、耐久性を増加し、性能向上に新規軸をもたらした。以下新型屋外断路器の設計概念、構造動作および試験結果を説明する。

2. 設計概念

屋外断路器として要求せられる性能を列挙すれば、およそ次のようなもので、これらの諸点を充分考慮して設計しなければならない。

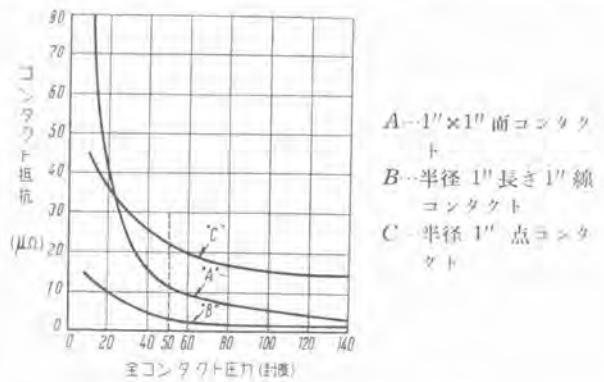
- 頻繁に数年間使用しても操作が円滑容易で、氷結等で操作不良にならぬこと。
- 通電容量が充分で、接触部の温度上昇が低く短時間故障電流にも充分耐えること。
- 塵埃・異物によるとか、長年月の間に酸化、腐食等によっても有害な温度上昇を来さぬこと。
- 変圧器の励磁電流、送電線の充電電流あるいはループ電流をある程度まで確実に遮断すること。
- 絶縁階級に応じてそれぞれの衝撃電圧に充分耐えること。

さてe項の絶縁協調の問題は JEC-125 断路器規格を造った遮断器標準特別委員会その他で使用電圧に対して適当な碍子およびその箇数、同相端子間距離すなわちブレードの長さ、ならびに相間距離等を審議されているのでこれによればよく、またd項の変圧器の励磁電流等の遮断能力は上記の絶縁距離をとれば、開閉能力の限界は主としてアーケークの伸びる方向における接地部とか他の導電部とかの距離によるので、取付方法の不具合がある場合以外はある程度の遮断容量をもっていることも明かである。a項の操作の難易に関することはブレードの機構によるが、これが選定は通常の場合、および氷結のような異常状態でも操作しやすい能力によって決定すべきであり、採用されるコンタクト形式の如何が影響する。今までの製作納入経験から断路器の設計で最も考慮されなければならないのは主としてコンタクトとブレード機構であるので、以下これらについて述べる。

コンタクト

一般にコンタクトには3つの形式がある。すなわち2面間の平面と表面コンタクト、球と平面間の点コンタクト、円筒と平面間の線コンタクトである。面コンタクトは新しくて綺麗な間は定格および故障電流に対して適しているが、単位面積当たりの圧力が低くなつて腐食を極度に受けやすく、現在は主として屋内用に用いられ、屋外断路器には採用したくない。点コンタクトは単位面積当たり高圧力にかけて低抵抗の要求に合致し、定格電流では都合よいが、大きな故障電流が流れる状態ではコンタクトに隣接する金属の量が少ないので、熱電導で逃げる熱量に制限があって損傷なしでは流せない。これに反し線接触は熱伝導に利用されるコンタクトに隣接した金属の量が本質的に点接触よりも多く、したがつてより大きな故障電流でも損傷なく熱を運び出しえる。また1図は上述の各コンタクト形式の接触圧力に対して接触抵抗がいかに変化するかを示す曲線で線接触が同じ接触圧に対して接触抵抗を低く取り得ることを示す。たとえば長さ1inの線コンタクトは1in²の面コンタクトに比して接触

抵抗は約1/2ないし1/3である。すなわち線コンタクトが屋外用断路器にもっとも適した形式である。1図はまたどの形式のコンタクトも接触圧力を増加すればある範囲（鎖線に示す）までは接触抵抗を下げるのに効果的であるが、それ以上増加してもあまり効かないことを示し、かえつてコンタクト面のつぶれ、かじり等の損耗が大きくなつて有害になるから接触圧力を与えるスプリングの強さには、使用されるコンタクト材料によって一定の限界がある。しかし露天にさらされるコンタクトは氷・塵埃・腐食あるいは酸化フィルム等を破るために充分な圧力を加えてワイピングさせる必要がある。このためにはコンタクト材料は銀あるいは銅のようなやわらかい材料では、かじりや損耗がはげしく、とくに銅は酸化被膜を形成しやすくこれにより抵抗が増し温度が上れば、急激に酸化が進行し、短絡故障電流の流れた場合も瞬時に数百度に達して焼鈍されやすい。とくに火力発電所用の場合には煤煙のスラッジでワイピングによるかじりが多く、銀メッキ等は新品の間の気休めにしか過ぎない。また従来多く用いられてきた磷青銅板あるいは銅板は加工度の影響を受けるので、製造工場の違いや、製作ロットによって、一定の硬度その他の機械的性質のものを入手することが困難である。従つてコンタクトに支える圧力が一定で表面硬度も一定なコンタクト受けはさみ板は製作しにくく、そのために従来はべつに背後からスプリングで押さなければならなかつた、べつのスプリングを入れるために、これを入れるケースが必要で、このケースは塵埃・氷等の溜りとなり故障の原因となることが多い。ゆえにコンタクト材料は抵抗、化学的活性、硬度および焼鈍温度等を基礎として選択されなければならない。最近鉄合金が熱処理によって機械的性質を改善し得るよう、銅合金でも同じことが適用できなかつて広範な研究が行われて種々の時効硬化性合金が発見せられている。このうちから種々試作試験の結果「コンタクト受け板」材料としてA・銅合金を、またコンタクトにはB・銅合金を採用することによって、上述のような従来の不



1図 コンタクト形式とコンタクト圧力、コンタクト抵抗の関係

Fig. 1. Relation of contact formation with contact pressure and contact resistance.

具合の点ならびに各種の要求を解決した。これらの合金はいずれも1,000°C位で焼入し、500°C近辺で焼戻をすれば所要の機械的性質ならびに導電率が得られるもので、A銅合金は導電率40~50%，抗張力70~80kg/cm²，硬度ショア30~40，弾性係数11,000~13,000kg/mm²で、これで「コンタクト受けはさみばね板」を造れば補助ばねが不要で、これを閉むケースが無くなり熱処理で自由に機械的性質が変更できるので一定圧力、硬度のものができる。

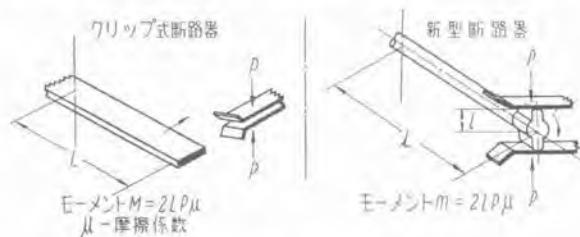
またB銅合金でコンタクトを造れば硬度がブリネル90以上でしかも導電率80%で、いずれも本質的に焼純あるいは腐食しにくい理想的な材料である。1表は銅、A銅合金、B銅合金の各板を250°Cで1時間空气中で焼純後の硬度の比較を示すもので、銅は焼純前ショア20位のものが半分の10位に減少し、A銅合金、B銅合金板は何等変化しないことが判る。当社の屋外断路器のコンタクトは以上述べたように、熱処理にて自由に機械的性質を改善し得、導電率高く焼純腐食されにくい特殊な銅合金材料を使用し、かつ予備あるいは補助的に銀メッキが施してある。

1表 コンタクト材料の250°C 1時間焼純後硬度比較

材質	焼純前	焼純後
銅	ショア 18~20	10~10.5
A銅合金	ショア 32.5~36	31~34
B銅合金	ブリネル 93~100	93

イ. ブレード機構

ブレード機構は高圧力の線コンタクトを形成させるために最近の高級屋外断路器に採用されているコンタクトを「受けはさみ板」に入れてから自転圧接させる2段モーション方式を用いるが、これを従来のクリップ式断路器と操作力を比較すると2図に示すとおり接触圧力を同一とした場合、クリップあるいはブレードの長さLに新型はコンタクト幅の半分lに比例する。すなわち旧式のクリップあるいは使用電圧が高くなればなるほどブレードの長さが長くなって開閉に要する力が多く必要となるに反し、新型では使用電圧には無関係で僅かの操作力で開くことができ、ブレードはコンタクト圧力が解放せられてから動くので、軽快で、氷結等の場合も大きな



2図 新旧屋外断路器の操作力比較

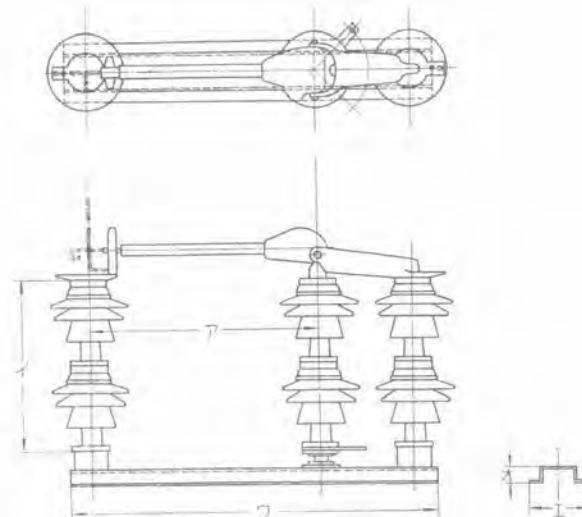
Fig. 2. Comparison of operating abilities between new and old outdoor disconnecting switches.

力をコンタクトに加えることができて楽に開閉でき、投入に際しても「コンタクト受けはさみ板」にはさまた雪や氷をたたき出して完全に投入できる。ただこのブレード機構形式のものの設計に当っては操作をより軽快ならしめるにはピンやペアリングの数をできるだけ減少しかつこれらが直接露天にさらされて腐食、塵埃、氷結等で、その機構を失わないようケース内に納めることが必要である。また高圧のものはコロナ損失を招かないようできるだけ突起部分を少なくすることが好ましく、余分のレバーあるいはリンクがケース外にあると氷結で操作不能となる恐がある。以上の点を考慮して当社の新型屋外断路器のブレード機構は単純でできるだけ動く部分が少く、流線型化されている。



3図 80.5 kV 600 A V型断路器

Fig. 3. Type V disconnecting switch
80.5 kV 600 A.



定格電圧 (V)	相間距離 (mm)						総重量 (kg)
	ア	シ	ワ	エ	オ	脚子一連	
6,900	380	170	850	230	60	1号-1	460
11,500	+	240	+	+	+	2号-1	610
23,000	460	300	1,050	+	+	3号-1	760
34,500	640	350	1,200	+	+	4号-1	910
69,000	1,100	800	1,750	270	75	5号-2	1,500
80,500	+	+	+	+	+	6号-2	1,500
115,000	1,500	1,200	2,300	300	180	7号-3	2,100
161,000	2,150	1,600	3,000	+	+	8号-4	2,750
230,000	2,900	2,150	3,700	460	300	8号-5 有極度方式	4,900
287,500	4,000	2,580	4,800	+	+	6	5,500
						4,900	6,700

4図 V型断路器外形寸法図

Fig. 4. Dimension of type V disconnecting switch.

3. V 型屋外断路器

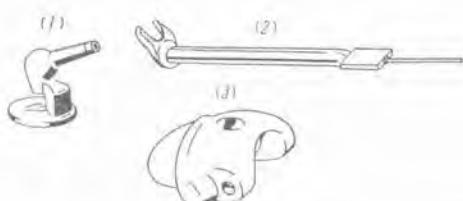
V型断路器は上述のように諸点を研究して從来の VL 型に代るべく開発された堅切りの回転碍子型断路器で、動く部品は 3 つしかなく、ブレードとヒンジ支えをつなぐ可燃導帶もなく、露出したコンタクトは 1 つのみという単純な構造でしかも無駄のない動作をするので操作が軽快確実である。3 図は 80.5 kV, 600 A 3 相組立写真でコロナ形成の恐れある突出部がなく流線型化され洗練された外観を有している。4 図は各定格電圧に対する外形寸法図である。

構造と動作

取付ベースは鉄板を 2 段に折り曲げて造ってあるので從来溝形鋼で造られたように鉄構に取付けるのに、べつの取付アングルが不要で便利である。碍子柱は 3 つでこの取付板の一端に「コンタクト受けはさみ板」と端子板を頭につけた碍子を置き、これからブレードのブレーキ距離だけ離れて摩擦の少い軸受で回転碍子を支え (69 kV 以上は玉軸受入り) この上にブレードのついたハウジングがあり、これと他の端子を取付できる導帶兼保持連結金具でいま 1 つの碍子柱が立てられる。ハウジング、導帶兼連結金具等はいずれも耐食性の銅合金で導帶兼連結金具の下裏側には、69 kV 以上のものにはブレードの重さとカウンタバランスする発条が入れてあるので開閉動作でブレードのいかなる位置でもブレードの重さによる余分の操作力を必要としない。動く部品は 5 図に示すように 3 つで、すなわち

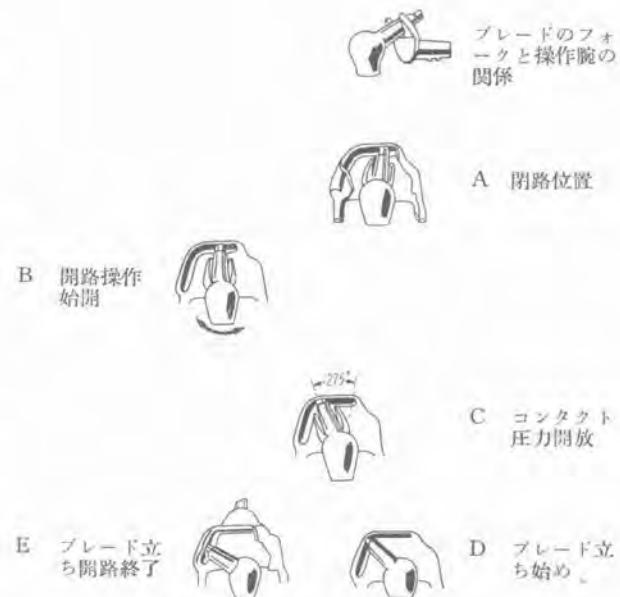
1. 回転碍子と操作腕
2. ブレードとフォーク
3. ハウジング

である。ブレードはスリーブのペアリングを貫通してハウジング内に入り、その一端につけてあるフォークが回転碍子頭にある操作腕をはさんでいて、回転碍子が回れば操作腕が動いて、フォークがブレードのペアリングを中心にして回転するのでブレード先端にある平たいコンタクトが回る。6 図はこれらの関係を示す説明図でハウジングの内側には操作腕の先端につけたローラが転び得るに充分な幅と深さの溝がある。この溝は水平部分と傾斜した部分があり、A 図はコンタクト閉の場合を示す。回転碍子を回せば操作腕が水平溝に沿うて B, C 図



5 図 V 型屋外断路器動く部品

Fig. 5. Moving parts of type V disconnecting switch.



6 図 V 型屋外断路器動作説明図

Fig. 6. Illustration of operation of type V outdoor disconnecting switch.



7 図 A 閉路



7 図 B 開路途中
コンタクト圧力開放
の状態



7 図 C 開路

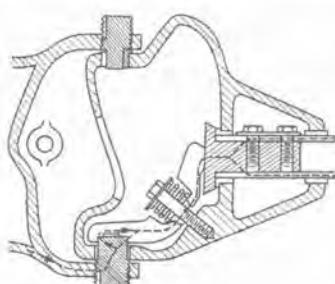
7 図 11.5 kV 600 A V 型屋外断路器

Fig. 7. 11.5 kV 600 A type V outdoor disconnecting switch.

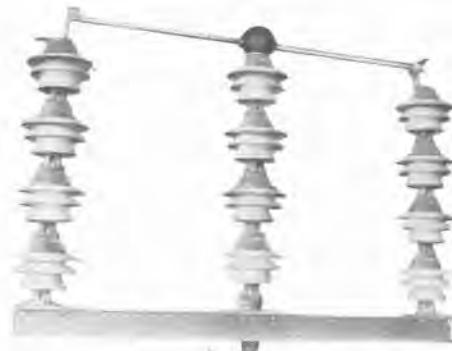
のように滑り、これをはさんだフォークが回転してブレード先端の平コンタクトが回って「コンタクト受けはさみ板」の圧力をゆるめる。この水平溝で回転碍子は約27.5°回転し、さらに回転させれば操作腕のローラはD図のように傾斜溝に入るがローラは水平方向に動くのに対し、溝が傾斜しているのでハウジングは導帯兼保持金具に止めてあるヒンジスタッドを支点として立ち上り、ブレードをおこす。回転碍子が90°回転すると、操作腕ローラは傾斜溝の最終位置Eに至りブレードが全開垂直に立つようになる。閉路させる場合は全くこの逆の順序で行われ、7図は11.5kV、600Aのこの型の断路器について開閉動作を示す写真である。すなわちA図は閉路されている状態で回転碍子はまだ回転せずブレード先端の平コンタクトは、「コンタクト受けはさみ板」でしっかりと水平に支えられている。B図は碍子と操作腕が27.5°回された時を示し、平コンタクトは傾斜してコンタクト圧力はゆるめられ、これからブレーキングしてブレードがおこされる所である。C図は碍子が90°回転されてブレードが全く垂直に立った所を示す。この開閉機構ではブレードの位置および平コンタクトの角度は回転碍子の回転速度により定まり、従来の縦切り断路器のようにブレードを「コンタクト受けはさみ板」を取付けてある碍子柱に當てなくとも動作が完了できるのが特長で、ブレード等に無用有害な衝撃等が加わって曲ることがない。ブレードの端と導帯兼保持金具につけてあるハウジング用ヒンジスタッドの頭の間には8図に示すように高圧のセルフライニングコンタクトを形成するように「く」の字形コンタクトが巻き板を介してボルトでハウジングにつけられていて、電流はこれを通って他の端子へ流れる。従来は細い撲銅線で編んだ可撲導帯が用いられ、細線なるが故に腐食しやすく、しばしば故障の原因となつたのでこの欠点を除いた。すべてブレード以外の動く部分はハウジングの内に密閉されているので塵埃が多い場所とか、工業的ガスのある所とかの特殊な環境で使用されても、長年にわたって動作機能が、使用されている特殊なコンタクト材料と相まって長年にわたって劣化することがない。

4. H型屋外断路器

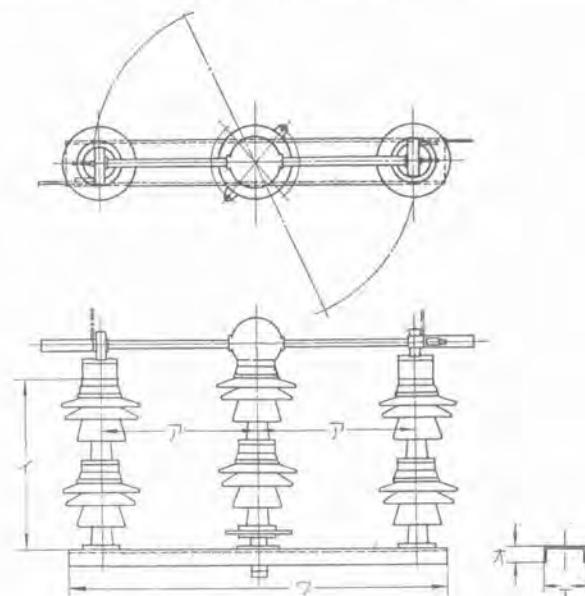
H型屋外断路器は当社が長年にわたって製作してきたRH型、HL型の製作経験を基として幾多の改良を加



8図 ブレードとハウジングおよび導帯兼用保持金具間の電流通路
Fig. 8. Current passage between blade and housing and supporting metal fitting in combined with conductor.



9図 161kV 800A H型断路器单極
Fig. 9. 161kV 800A Single pole type H disconnecting switch.



電圧電力 (kV)	A	B	C	D	E	碍子一連	幅	相間距離	
								碍子無	碍子付
34.5kV	500	400	1,300	300	80	5 1/2-1		910	1,500
69.0kV	750	600	1,850	—	—	7 1/2-2		1,500	2,200
80.5kV	—	—	—	—	—	—		—	—
115.0kV	1,050	1,200	2,500	300	180	7 1/2-3		2,100	3,050
161.0kV	1,350	1,600	3,000	—	—	—		2,750	4,300
230.0kV	1,950	2,150	4,200	450	300	8 1/2-5	浪花接地方式	4,000	5,500
287.5kV	2,500	2,500	5,400	—	—	—	—	4,900	6,700

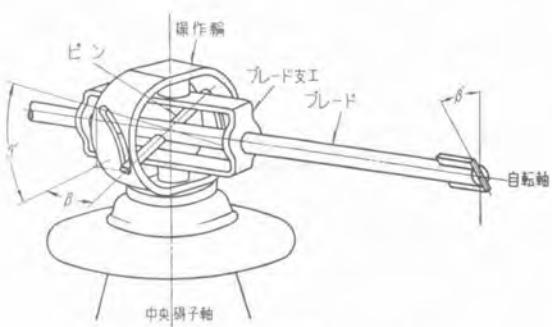
10図 H型断路器外形寸法図

Fig. 10. Dimension of type H disconnecting switch.

え、独自の開閉機構を採用してできた水平切の断路器である。9図はこの型の代表的なものとして161kV、800Aの単極外観写真で、碍子柱3本のうち中央の回転する碍子柱頭部に平コンタクトを回わして線コンタクトをさせる機構を持っていて、操作軽快、確実、保守容易かつスマートな外観を有する断路器である。10図は各定格電圧に対する外形寸法図である。

構造および動作

ベース上に3基の碍子柱を等間隔に建て、両側2基の固定碍子柱にそれぞれ固定コンタクトがあり、中央回転碍子柱頭部に平コンタクト回転用の機構が取付けてあ



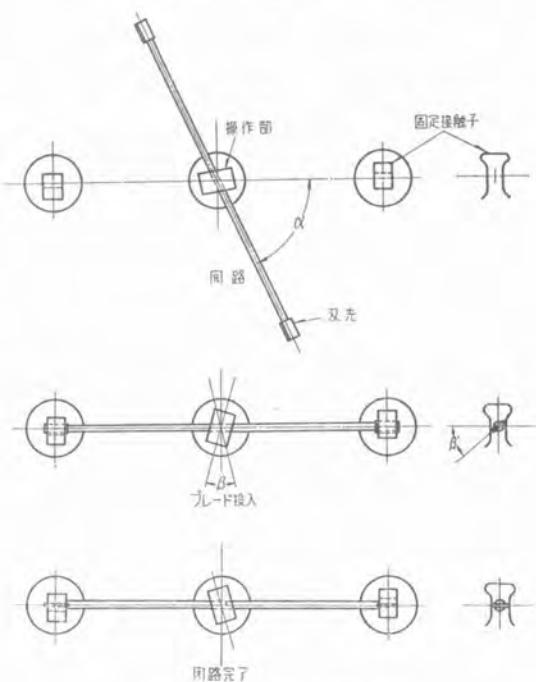
11 図 ブレード回転機構略図

Fig. 11. Schematic diagram of blade rotating mechanism.



12 図 H 型断路器ブレード回転機構

Fig. 12. Type H disconnecting switch blade rotating mechanism.



13 図 H 型断路器操作略図

Fig. 13. Type H disconnecting switch operating device

る。この機構は 11 図に示すように、ブレードに補強用のブレード支えと共に固定された案内ピンがあり、ピンの先端にはカバーが入れてあって、操作輪の溝に沿って軽く動くと同時にブレードが自転して β' 角度変るよう

になっている。12 図はブレード回転機構の写真である。まず開路状態では戻しばねの力でブレードの固定ピンは、つねに操作輪の溝の一方に引き寄せられていて、ブレードの刃先は垂直より β' 角度傾いている。13 図に示す如く投入操作で中央回転碍子柱が α 角回わされ、ブレードが両側碍子柱の固定コンタクトに入れれば、ブレードの水平方向の運動は止り、さらに中央碍子柱を β 角度回転すればブレードは β' 角度回転して固定コンタクトに圧接する。固定コンタクトの上下平行面は、ブレードが β' 角度傾いた状態では自由に刃先が出入りできる。開路の場合には、まず中央回転碍子柱が回わされれば、上記投入の場合と反対に刃先が垂直の圧接位置より β' 角度傾いて接触圧力を解除して後開路する。



A 閉路位置



B コンタクト圧力解放



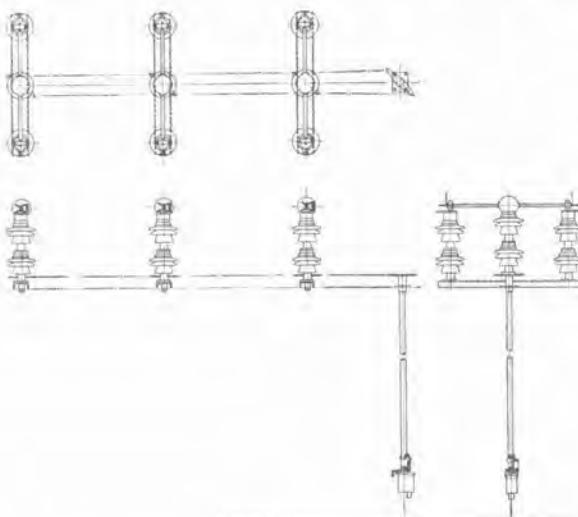
C 開路開始

14 図 H 型断路器コンタクト形成順序
Fig. 14. Type H disconnecting switch circuit begins to open, sequence of forming contact.

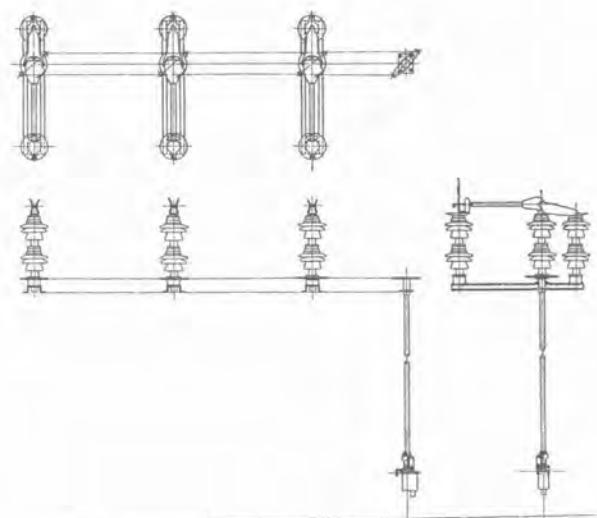
案内ピンが動く操作輪の溝は閉路の時、急激に操作した場合に、慣性でブレード刃先が回転しないよう動き始めの部分の溝の形は立ててあり、また閉路最後の位置を決める回転碍子柱の操作角度が多少不同でも、ブレード刃先の回転角度には影響がないように最終位置あたりでは水平に近くしてある。また固定コンタクト部にブレード刃先がたたき込まれる時、碍子柱と平コンタクトに無理な衝撃を与えないように色々の工夫がしてある。すなわち「コンタクト受けはさみ板」の取付には 14 図の線コンタクト形成順序を示す写真に示すように矩形板の突起のある受け板をつけて、平コンタクトは線コンタクト形成に必要な面を打ちつけないように線コンタクトの背中を突起板の角に当てる。こうすればブレードは 45° の角度で当るので打つけの力は力学的に分けられて減少して 1 つの力は軸方向に回転せしめ、他の 1 つの力はブレードを一端は上横、他端は下横へスライディングせしめるように働き、これを受けるコンタクト受けはさみ板の発条作用と、回転碍子柱頭部の機構中の溝の傾斜等が有効に働いて、衝撃が吸収せられてブレードははねかえることがない。碍子柱頭部の機構には球形の蓋を取付けて、雨水・塵埃・有害ガス等の浸入を保護し、軸受ピン等の給油点検も不要でまた無用のレバーピン等が外部にさらされていないので氷結等で動作不能になることがなく、流線型化されているのでコロナ損も少い。また回転碍子軸部は摩擦が少く、雨水・塵埃から充分保護された構造としてある。(115 kV 以上は玉軸受入) この断路器も V 型と同様に動く部品は下記の 3 つのみで機構が単純である。

1. 回転碍子、操作輪と球形蓋
2. ブレード、ブレード支えとピン
3. 戻しばね

以上説明したように、操作力を合理的に利用し、機構



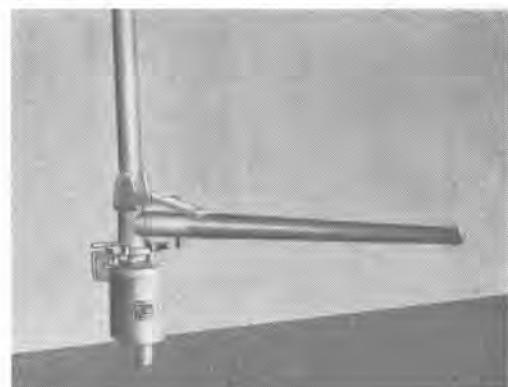
15 図 80.5 kV 400~1,200 A V 型断路器 3 相据付図
Fig. 15. Installation of 80.5 kV 400~1,200 A 3 ph. type V disconnecting switch.



16 図 80.5 kV 400~1,200 A H 型断路器 3 相据付図
Fig. 16. Installation of 80.5 kV 400~1,200 A 3 ph. type H disconnecting switch.



17 図 手動操作機構
Fig. 17. Hand operating mechanism.
A 錐前付



17 図 B 手動ハンドル挿入

に無理がないので操作軽快で、とくにこの断路器のコンタクトに使用した特殊材料と相まって、耐久性のある断路器である。

5. 手動操作機構

15 図は V 型、16 図は H 型屋外断路器の 3 相据付状態を示す図面で 17 図はその手動操作機構の写真である。開あるいは閉の位置では操作ハンドルの差込み穴に蓋ができるようになっており、さらに蓋を貫いた突起金具が

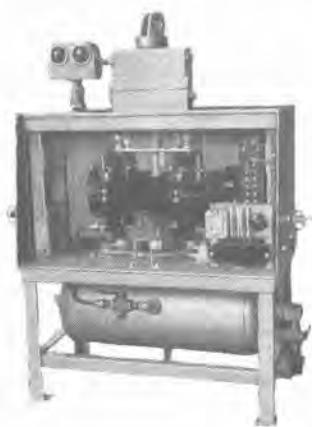
あって、これにピンを差してかぎがかけられるようになっている。操作の場合にはこれを外して蓋を開け、ハンドルを水平方向に差しこんで回転すると、断路器に連結してある操作棒が回転する。この操作棒は太い鉄管でで



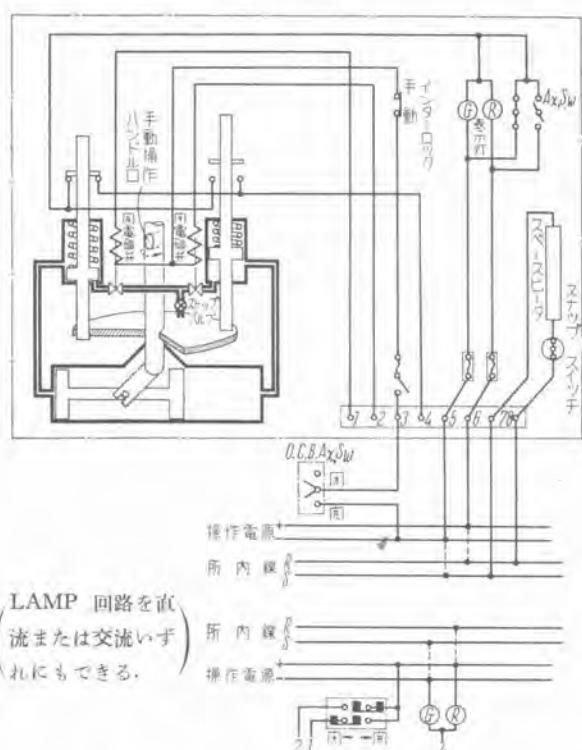
18 図 圧縮空気操作機構

Fig. 18. Pneumatic operating mechanism.

A 手動操作中



18 図
B 蓋をとった所



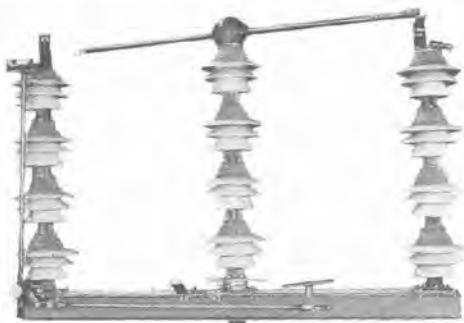
19 図 断路器圧縮空気操作機構動作説明 (断路器閉の状態)
Fig. 19. Illustration of pneumatic operating mechanism of disconnecting switch (when switch in closed).

新型屋外断路器・新井・樺沢・小橋

きていてよじれることもなく、断路器が高い鉄構に据付けられている場合は、途中に支え軸受けがあり、最上部に各相の回転碍子柱の台を連結したブルロッドを動かすレバーの軸受を具えている。通常各相を結ぶブルロッドは碍子柱の両側につけるが、34.5 kV 以下は片側でよい。故障大電流が流れた場合にブレードがとび出さないのは上述のような開あるいは閉位置で、かぎをかける穴ができる自由には動かないからである。遮断器等とインタロックする場合には頭部に白色ランプのある電磁石入のケースを背中につけ、遮断器が開で閉路する辅助コンタクトを直列に附勢して、インタロックを解除すると同時に、白色点灯して操作可能なることを示す。ハンドル差込穴の下には必要ならばカバー付の回転ドラム式の辅助スイッチを置いて、インタロックあるいは開閉の遠隔指示に用いる。

6. 圧縮空気操作機構

18 図は圧縮空気操作機構の内部写真で、19 図はその構造動作説明図である。下部に気貯槽が横向きに置かれ、この上中央に電磁弁で圧縮空気を入れて横向きに動かすピストンのあるシリンダがある。ピストンは左右対称になっていて、両ピストンを連結している中央にピンがあり、これにより垂直に立てた操作軸のレバーを動かして回転せしめる。この操作軸の下端には扇形平板がつけてあり、これが一緒に回るが開閉のインタロックのためにこの扇形平板の両側におちるピンがある。このピンは電磁弁が動作すれば制御弁で、圧縮空気により上げられ、またこの制御弁は上部につけた板で辅助コンタクトを開閉して、圧縮空気をさらにシリンダ内に送り込む。すなわち開路電磁弁が附勢されれば、開路制御弁に圧縮空気が送り込まれてピンを上げて扇形平板によるロックを解除し、上部の辅助スイッチで赤の信号灯を消し、同時に圧縮空気をシリンダ内に送り込んで、ピストンを動かして操作軸を回転させる。操作軸が回路の終る位置に達すれば、閉路制御弁のピンが扇形平板から滑り落ちてロックし、同時に制御弁上部の辅助スイッチと、操作箱右隅に取付けた操作軸に機械的連結された回転辅助スイッチのコンタクトで青の信号灯が点灯する。閉路の場合はこの



20 図 161 kV 800 A H 型断路器接地機構
Fig. 20. 161 kV 800 A Type H disconnecting switch grounding mechanism.



B コンタクト圧力解放



A 閉路中



C 開路終了

21 図 接地用ブレード機構動作順序説明図

Fig. 21 Illustration of operating sequence of grounding blade mechanism.

反対の順序に動作する。手動で開閉する場合には操作箱上部のハンドル差込口の蓋を開くと、自動的に電磁弁附勢回路が切れ、同時に開閉両制御弁のピンを持ちあげて、扇形平板の インタロックを解除して自由に操作ができるようになる。ピストンは加速終端で、回転操作軸へ過大な回転力を出さないように圧縮空気を逃がす工夫がしてある。またシリンダ配管その他が冬期凍結しないように、スペースヒーターが操作箱中に収めてある。標準操作気圧は 4.5 kg/cm^2 であり、開閉に要する空気量は開閉 1 回で 3.51 で気貯槽のコックを締めて動作しても 3 回以上動作させることができる。

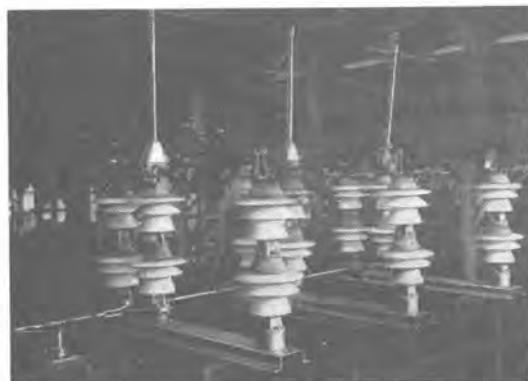


22 図 接地機構インタロック

Fig. 22. Grounding mechanism

7. 接地用ブレード機構

最近は送受端の線路開閉器には接地用ブレード機構をつけることを要求されるのが多い。20 図は H 型 161 kV, 800 A の断路器に、動作軽快な接地用ブレード機構をつけた写真である。21 図は動作順序を示す写真で A 図は閉器中で操作用の水平プルロッドを押すと、B 図のプルロッド終端に入れたピンがピン溝を横すべりしてリンクレバーでブレードを 45° 回転し、コンタクトばね板から解放される。さらにプルロッドを押せば、C 図のようにブレードは回転をカム機構で停止して倒れる。閉路の場合はちょうどこれと逆の順序で動作する。ブレードの自重の影響を無くするように、カウンタバランス用の巻発条が、ケース内に収めてあり、ブレードがいかなる位置でも止り、かつ軽く操作できるようになっている。ただし 69 kV 以下の場合には、接地用ブレード機構は普通のク



23 図 80.5 kV 600 A V 型断路器 3 相操作中

Fig. 23. 80.5 kV 600 A 3 ph. Type V disconnecting switch under operation.

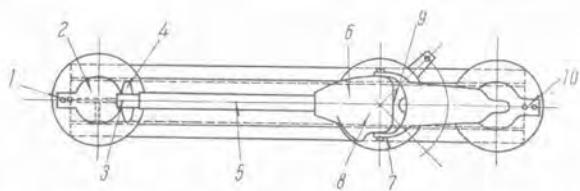


24 図 161 kV 800 A H 型断路器 3 相操作中

Fig. 24. 161 kV 800 A 3 ph. Type H disconnecting switch under operation.

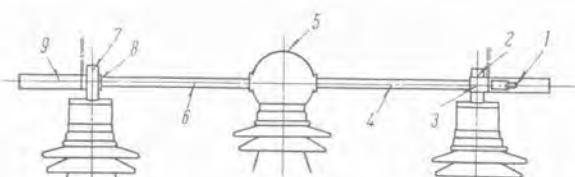
2表 80.5 kV 600 A V型断路器温度上昇試験成績表

時間 時分	電流 (A)	温度測定位置 (°C)										周囲 温度 (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
11.25	600	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
11.55	"	23.5	23.5	27.5	27.5	30	23	22.5	23	23.5	24	16
12.55	"	28	28	32	32	35	29	28	28.5	24	29.5	17
2.55	"	33	32.5	37.5	36.5	41	33	31.5	33	27.5	32	17.5
4.55	"	33	33.5	38	37	41.5	34	32	33.5	28	32	17.5
温度 上昇		15.5	16.0	20.5	19.5	24.0	16.5	14.5	16.0	10.5	14.5	



3表 80.5 kV 1,000 A H型断路器温度上昇試験成績表

時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	室温	負荷 電流
0	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	1,200	
1-0	34	32	34.5	34.5	24	34	31	33.5	37.5	18.5	1,200
2-0	33	31	35.5	35	26	34.5	32	33	36	19	1,200
3-0	35	33.5	36	36	27	35.5	33	34.5	37	19.5	1,000
4-0	36	34.5	37.5	37.5	29	37.5	35	37	39	21.5	1,000
5-0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,000
温度 上昇	14.5	13.0	16.0	16.0	7.5	16.0	13.5	15.5	17.5		



25図 161 kV 800 A H型断路器による 30,000 kVA 变压器励磁电流遮断実況

Fig. 25. Actual example of breaking exciting current of 30,000 kVA transformer with 161 kV 800 A type H disconnecting switch.

新型屋外断路器・新井・樺沢・小橋

4表 161 kV 800 A H型断路器による 30,000 kVA 变压器励磁电流遮断試験記録

試験 番号	動作	電弧時間 c/s			遮断 位置	開閉速度
		(U)	(V)	(W)		
22-1	0	12.85	13.3	13.5	12°	1.45 m/sec
22-2	0	53.3	54.0	53.6	58°	1.35 m/sec
22-3	0	6.4	5.6	6.5		

注: 全開位置 65°

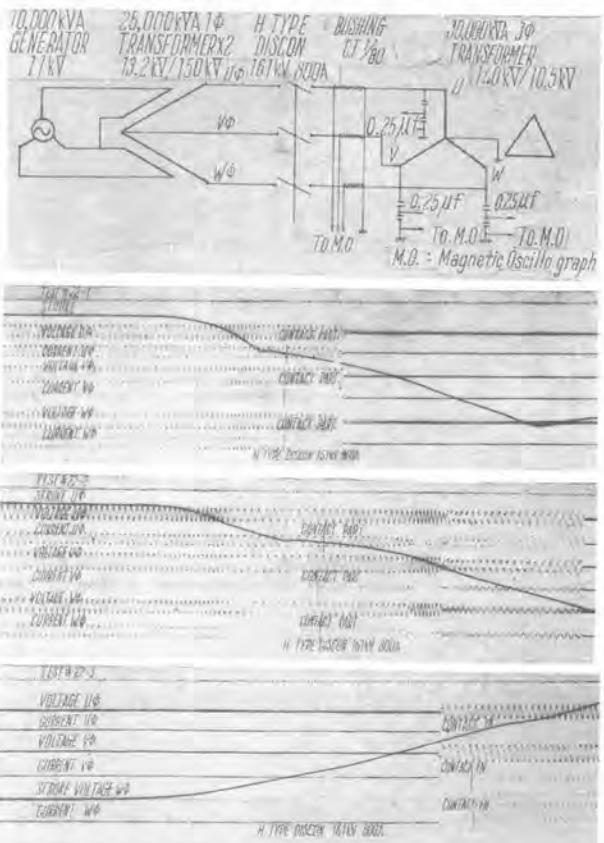
励磁電流 1.53 A (138 kV)

電源変圧器 20,000 kVA 2 台 V 結線

150-75-50-25 kV/13.2 kV

負荷変圧器 30,000 kVA 3 相変圧器

168-161-154-147 kV/10.5 kV



26図 161 kV 800 A H型断路器による 30,000 kVA 变压器励磁电流遮断試験オシロ

Fig. 26. Oscillogram of breaking test on exciting current of 30,000 kVA transformer with 161 kV 800 A type H disconnecting switch.

リップ式で上記のような2段モーションの方式は採用しない。接地用ブレード機構と、断路器本体機構のインターロックは22図に示すように、両機構操作棒にそれぞれ溝のある円板をつけ、この溝に一方が入り、他方には入らない連絡板を入れてインターロックする。たとえば線路側が開路されれば、線路側操作管につけた円板の溝が連絡板の位置にきて接地用ブレード機構の操作棒を回わせば、連絡板の端が円板の溝から出ると同時に他端が線路側操作棒の円板の溝の中に入り操作が可能となる。すなわちこうすれば接地側と線路側とを同時に閉路することが困難となる。

5表 屋外断路器の開閉能力限度 (JEC-125による)

定格電圧 (kV)	相間中心距離 (mm)	励磁電流 (A)	充電電流 (A)
3.45	500 以上	10	30
23	1,000 "	4	2
34.5	1,200 "	4	2
69~80.5	1,800 "	4	2
161	3,000 "	3	1

備考:—主導電部と他の構造物との距離は、相間中心距離より大きくし、とくに上方には他の構造物がないものとす。



27図 アメリカW社にて
氷結試験中のV型断路器

Fig. 27. Type V disconnecting switch under test of ice formation at Westinghouse Company.

8. 試験

新型断路器開発に際しては、各種の試験が行われた。23図はV型 80.5kV 600A、24図はH型 161kV 800Aの3相操作試験中の写真である。コンタクトに使用した特殊合金材料はその効果を発揮して、500回操作試験後も最初の接触状況とほとんど差異を認めず、コンタクトもかじり損耗等なく各部品も機械的になんら異常を認めなかった。2表はV型 80.5kV 600A 3表はH型 80.5kV 1,000Aの温度上昇試験のデータで、いずれも各部の温度上昇はJEC-125の限度以内である。また20,000A 2秒間の定格短時間電流試験もなんら溶着コンタクト抵抗変化等の問題もなかった。25図は当所で行ったH型 161kV、800Aによる30,000kVA変圧器の3相励磁電流遮断試験の光景で138kV 1.53Aを4表のデータおよび26図のオシロに示すとおり、開極速度1.35m/secでも遮断に成功している。すなわち1.45m/secでは操作角度12°、13°c/s位で切れているが1.35m/secの開極速度では1度切れた電弧が再び続いたが54c/s 58°で切れた。5表はJEC-125で保証している屋外断路器の開閉能力限度である。27図はアメリカW社にて行われた同一構造のV型断路器の氷結操作

試験中の写真で、かかる状態でも充分操作可能であることを証明している。

9. 特長

V型、H型屋外断路器のおもな特長を挙げれば

1. コンタクト部分の材料は熱処理可能な特殊の銅合金を用い、長年使用しても腐食・焼純等劣化しにくく、コンタクト受け部分の構造が簡単になって、ごみや氷雪がはさまってコンタクトばね機構の機能をおとすことがない。
2. ブレード刃先が固定コンタクト内に投入し終ってからコンタクト圧力を加え、またコンタクトを全く解放した後においてブレード刃先を引き出す2段モーション式の機構であるため操作はきわめて軽快である。
3. ブレード刃先が固定コンタクト内において回転し、コンタクト圧力を生じまたは除く方式であるためにコンタクト面は接触に際して拭き作用を伴い、ついで清浄接触を保つ。
4. 動く部品はただ3つで組合されており、機構が単純で摩擦が少く、操作力を合理的に利用するので軽く、据付調整が楽である。
5. コロナ形成を招く突出部や、ギヤーおよび露出したリンク、レバー等がないから凍結等の心配もない。
6. 可撓導帶がないので腐食や破損することによって定期的に取換える必要がない。
7. すべての軸受部はカーボンあるいはスリーブブッシュが入れてあり、必要な場所は玉軸受を使用してある。

10. むすび

従来屋外断路器は他の発電所機器に比較して割安であるのと、多少操作が重いとかコンタクト焼付きでも送配電に致命的な故障にはならないから重要度が2次的だというので、これが購入に際して性能品質について充分な検討考慮が払われてないようである。高級な材料を使用してできた性能のよい断路器は必然的に多少の価格の高いことを認められなくてはならない。当社の新型屋外断路器は断路器本来の要求使命を追及して新設計されたもので、とくにコンタクト材料として従来採用されていた銅あるいは磷青銅板の使用を廃して熱処理可能な特殊な銅合金を使用することによって腐食・焼純・かじり等の劣化を防いで新規軸を開いた。さらに動く部品を3箇に集約して機構を単純化し、無用のレバー等の突起部を無くして主要部をケースに入れ、凍結で機能停止あるいは有害外気での腐食を防ぎ、高圧の場合のコロナ損失を減ずることに成功した。配電盤室よりの遠隔制御のために圧縮空気操作機構を開発したが、配管その他保守の点から電動機操作機構も要望されるので目下新型を試作中で近日発表できると思う。

23 kV 1,000 MVA M 型 碍子型遮断器

伊丹製作所

新井正元^{*}・五十嵐芳雄^{**}・平田康夫^{**}

23 kV 1,000 MVA Type M Low-Oil-Content Circuit Breakers

Masamoto ARAI・Yoshio IGARASHI・Yasuo HIRATA

Itami Works

As power exploitation progresses, power demand at cities increases to require circuit breakers of high rupturing capacities at medium high voltages such as 500~1,500 MVA, 11.5~34.5 kV circuits. Mitsubishi has been producing Type V circuit breakers of vertical flow arc quenching type, which are highly efficient in the interruption to the extent of 500 MVA. Based on this experience and modification of Westinghouse Multi Flow principle. Type M Low-Oil-Content circuit breakers of high rupturing capacities have been developed.

1. まえがき

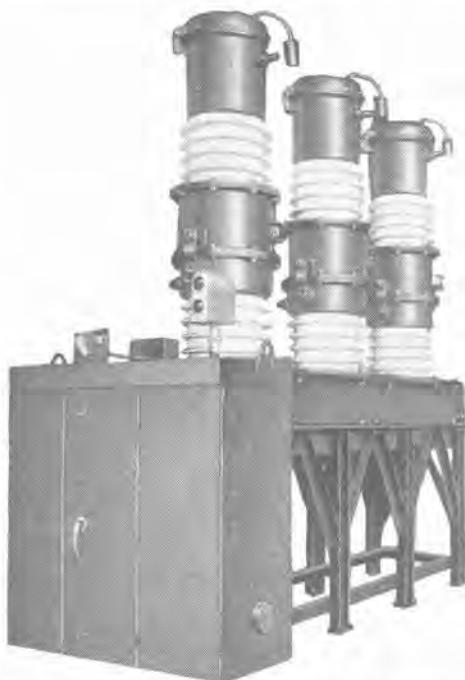
戦後復興の原動力である電源開発が進み、都市電力需要が増大し、送配電線の連繋その他送配電容量の増加に従って、11.5~34.5 kV 級で 500~1,500 MVA に達する遮断容量の遮断器が隨所に要求されるようになった。この程度の遮断器には従来鉄槽型油入遮断器が適用されていたが、必ずしもその性能は良好とはいえず、また高電圧の遮断器の如く少油型の碍子型遮断器ができないかという要求が多かった。当社は従来中容量碍子型遮断器として Vertical Flow 型の他力消弧方式を採用した V 型遮断器を製作してきたが、この遮断器は遮断容量 500 MVA 程度では自力型に見られない高性能であることはすでに発表^{*}したとおりである。この経験技術を基にしてアメリカ W 社で鉄槽油入遮断器として高圧、大容量遮断で好成績を収めている Multi Flow 型消弧室を碍子型に収容して、さらに大遮断容量の低圧普通速度の碍子型遮断器 M 型を開発した。

以下この遮断器の構造動作ならびに遮断性能を紹介する。1 図は本遮断器の外観写真で、2 図はその外形寸法図である。

2. 定 格

本遮断器の定格は 1 表 に示す如く 34.5 kV で 1,500

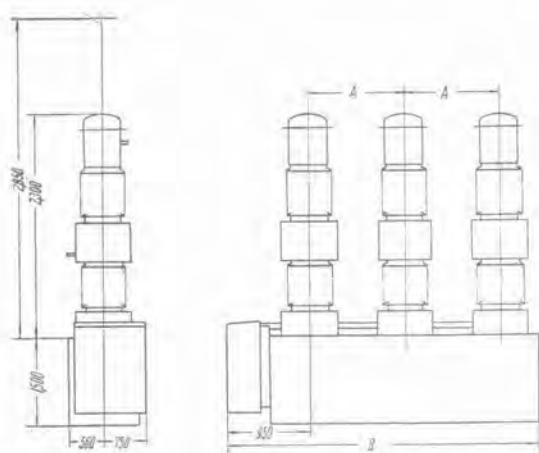
MVA, 23 kV で 1,000 MVA, 11.5 kV で 500 MVA の遮断容量を有し、通電容量は普通 800 A であるが要求によつては 1,000 A のものも製作できる。通電容量 800 A のものは電磁操作あるいは圧縮空気操作いずれも可能で



1 図 20-M-100 型碍子型遮断器 23 kV 1,000 MVA 600 A

Fig. 1. Type 20-M-100 low-oil-content 23 kV 1,000 MVA 600 A circuit breaker.

* 技術部補器課長 ** 技術部



型名	10-M-50	20-M-100	30-M-150
A	1,000	1,100	1,200
B	3,500	3,700	3,900

単位 mm

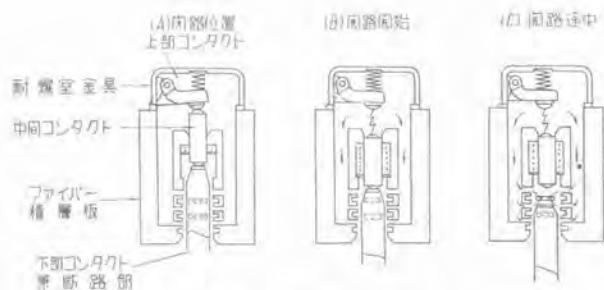
2 図 碍子型遮断器外形図

Fig. 2. Apperance of low-oil-content circuit breaker.

あるが、1,000 A のものは圧縮空気操作のみとなり操作気圧も 7 kg/cm² となる。

3. 消弧室および消弧原理

3 図 A, B, C は本遮断器に取付けられた Multi Flow 型消弧室の消弧原理説明図である。消弧室は上部に安全弁、チェックバルブ、上部コンタクトを有する金属製の耐爆キャップを有し、下部は中間コンタクトと油の吐出通路を構成するファイバ板からできている。A 図は閉路



3 図 消弧原理説明図

Fig. 3. Illustration of arc quenching principle.

中の状態を示すもので、B 図、C 図は開路順序に従って途中の状態を示す。すなわち下部可動コンタクトが下降するに従って上部コンタクトは背後のスプリングで加速されるが、ストップのため動きは限定され、中間可動コンタクトのみは同心スプリングの加速で下部可動コンタクトと共に下降するので、1 次電弧が上部コンタクトと中間コンタクト間に発生する。1 次電弧は油の分解ガスを発生してその圧力で油をファイバ板で形成された通路を通過して下部コンタクト附近の吐出口から吹き出さそうとするが、まだ下部可動コンタクトが吐出口をふさいでいるのでガス圧はますます高くなる。さらに下部可動コンタクトが下降すれば中間コンタクトはストップで追随できなくなつて中間コンタクトと断路部頭の下部コンタクト間に 2 次電弧が発生し、ファイバ板の吐出口は下部可動コンタクト下降に従って次々に開いて 1 次電弧の発生ガス圧で油を吹付けて消弧する。上部コンタクトが中間コンタクトを追いかけて 1 次電弧間隙を形成するので開離速度が早いため、油の分解によるガス圧の立ち上がりも早く、かつ 2 次電弧への油の吹付口および排出口は対称形になっているので不必要に電弧長を長くすることなく、速かに消弧し、消費される電弧エネルギーは少く、コンタクト、ファイバ板の損耗も少い。コンタクトには銀タンゲステン合金が蠟付してあり、この合金は導電率をよくすると共に遮断後多少コンタクトが傷んでもコンタクト押えの圧力でコンタクト表面が多少つぶれて接触抵抗が低くなるように若干硬度が下げる。上部コンタクト、中間可動コンタクトおよび下部可動コンタクトは充分な機械的強度と、良好な導電率を得るために時効硬化性の銅クローム合金を使用している。またファイバ板は充分ガス圧に耐えるため 4 隅をフェノールレジンの合板で造った棒で上部耐爆室金具に締付けてある。内部に発生するガス圧がある程度以上になると上部コンタクト横の安全弁が開放されて消弧室の破壊を防ぎ、上部コンタクト上にあるチェックバルブは遮断完了後速かに新しい油が入れるようになっている。この消弧は 1 次電弧の発生ガス圧により油を 2 次電弧に吹付けて消弧するので純然たる自力型であるが、低電流遮断の場合は印加電圧が 34.5 kV 以下で比較的低いので、補助的な油吹付用他力ビストンを使用しなくとも充分遮断が可能であるように工夫されている。4 図は消弧室の外形写真である。

1 表 定格

型名	10-M-50	20-M-100	30-M-150
定格電圧 (kV)	11.5	23	34.5
遮断容量 (MVA)	500	1,000	1,500
電流容量 (A)	800		
投入容量 (A)	63,000		
1 秒間最大電流 (A)	37,500		
引外電流 D.C. 100 V (A)	13		
開極時間 (60 c/s)	3.7 c/s		
全遮断時間 (60 c/s)	6 "		
油量 (l)	420		
重量 (油なし) kg	2,550	2,700	2,850

電磁操作の場合

閉路線端電流 D.C. 100 V (A)	150
投入時間 (60 c/s)	29 c/s

圧縮空気操作の場合

消費量 (l)	7
補助気槽 (l)	120
投入時間 (60 c/s)	11 c/s

4. 構 造

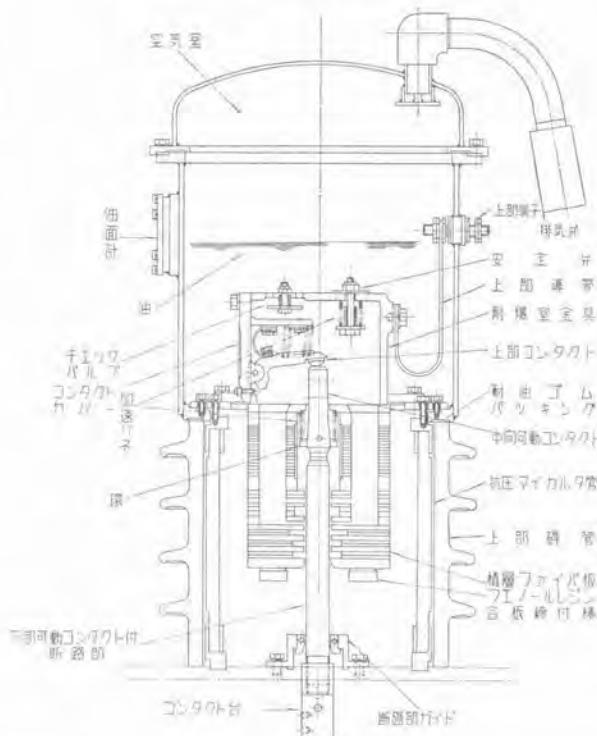
5 図 A は中間機構室から上の消弧室を収容した上部碍管、膨脹室ならびに頭部カバーの断面構造を示すもので碍管はフランジを取付けることなく、消弧の際の圧力が直接碍管に当ることを防ぐ保護絶縁筒で、中間機構と膨脹室を連結して油洩れを防ぐ耐油性ゴムパッキングを入れてはさんでいる。頭部カバーは点検時にはゴムパッキングを入れてあるフランジのボルトを外せば取外すことなくヒンジで開いて作業ができるようになっていて、遮断時膨脹室のガス圧が一定以上に増した時放出する排気弁を備えている。膨脹室には地上からよく見える油面計があり、消弧室取付用ボルトを外すことにより簡単に消弧室全体を上り上げることができ、点検が容易である。



4 図 消弧室

Fig. 4. Deion grids chamber.

上部碍管断面図



5 図 A 20-M-100 型碍子型遮断器構造説明図

Fig. 5. A. Construction of type 20-M-100 low-oil-content circuit breaker.

23 kV 1,000 MVA M 型碍子型遮断器・新井・五十嵐・平田

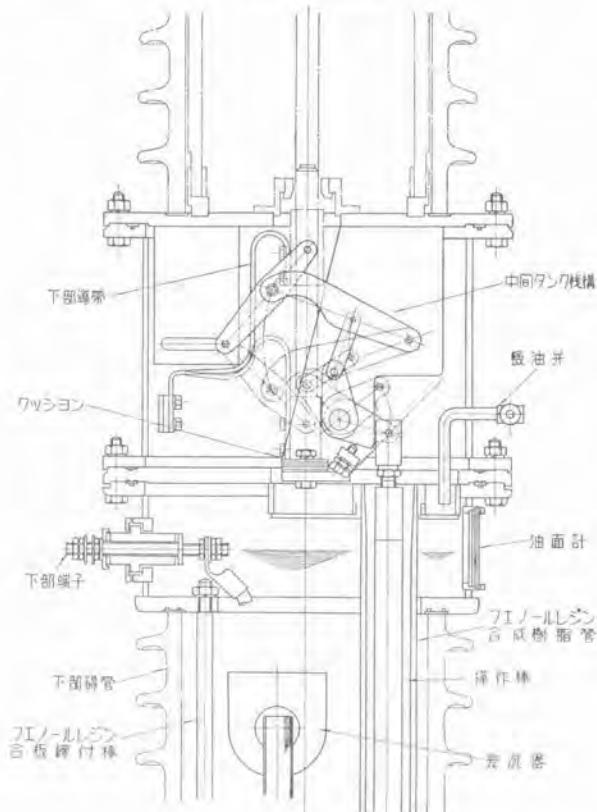
中間機構は断路部を操作棒とは反対方向に動作転換せしめる機構部がある。5 図 B は中間機構室以下の変流器室を示すものでフェノールレジン合成樹脂合板製の操作棒は変流器をよけて片隅に太いフェノールレジン合成樹脂管の中を通り、上部碍管内に遮断時にできるよごれた油が変流室に入らないように隔離されている。下部碍管は上部碍管同様フランジではなく、操作棒と同様な絶縁棒でゴムパッキングを介して端子室と下部機構室の間にはさまられている。通常内蔵変流器は 2 重比で端子室外部で接続変更することにより比を簡単に変更し得る。下部機構は水平操作棒の動きを操作棒を上下方向動きに転換するもので、碍管内の油が洩出しないよう回転軸その他に耐油性ゴムパッキングを入れて防いでいる。従来碍子型遮断器は各相別々にコンクリート台に据付けていたが、本遮断器は共通鉄枠を付けて 3 相一括して運搬据付できるようにして調整その他を簡単便利にした。

5. 操作機構

ア. 圧縮空気操作

6 図は本遮断器に使用された新型縦型圧縮空気操作機構を収容した操作機構室の外観で、機構が小さくなつたので氣槽も共通の箱内に入れることができた。したがつて配管の全長も短くなり、無用の管路圧力降下を減じて圧縮空気エネルギーを完全に用いることができると共に、

下部碍管断面図

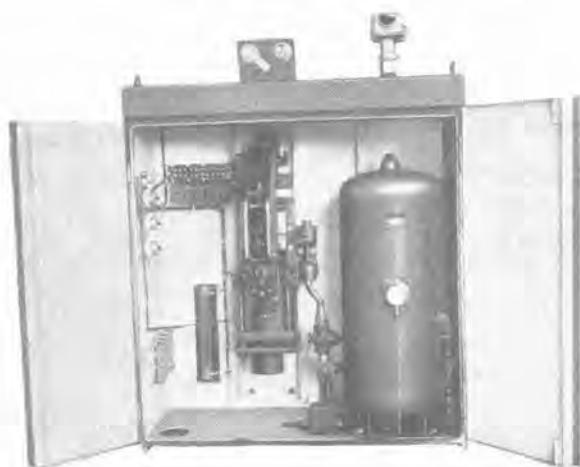


5 図 B 20-M-100 型碍子型遮断器構造説明図

Fig. 5. B. Construction of type 20-M-100 low-oil-content circuit breaker.

箱内の乾燥電熱器によって温められるので弁の凍結等の問題を防ぐことができ、寒冷地で使用する場合も特別の考慮を必要としなくなった。7図はこの新型縦型操作機構の構造動作説明図でA図は投入完了位置、B図は開路時で、C図はピストンが圧縮空気で下部へ押えられても関係なしに引外し自由であることを示す。

操作ピストンへ上部シリンダヘッドから空気が入れられると下方への力が働きこの力がクロスヘッドに伝えられる。このクロスヘッドにはフレームのガイド内を動くローラを備えたピンBがある。このガイド内を動く今1つのローラのついたピンAはロッドエンドからベルクランクを経て遮断器操作水平ロッドにつながっている。この2つのピンAとBとの間には投入リンクとカムリンクとがあり、この2つのリンクはピンCによって連ねられている。このピンCを左方に押して遮断器を鎖錠するために中間リンクがあり、ピンCとDとを結ぶ。ピンDは引外自由レバーのピンでこのレバーの先端にはローラを備えたピンがあり、これがトリガに支えら



6図 圧縮空気操作機構室

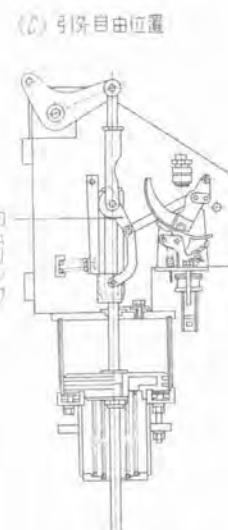
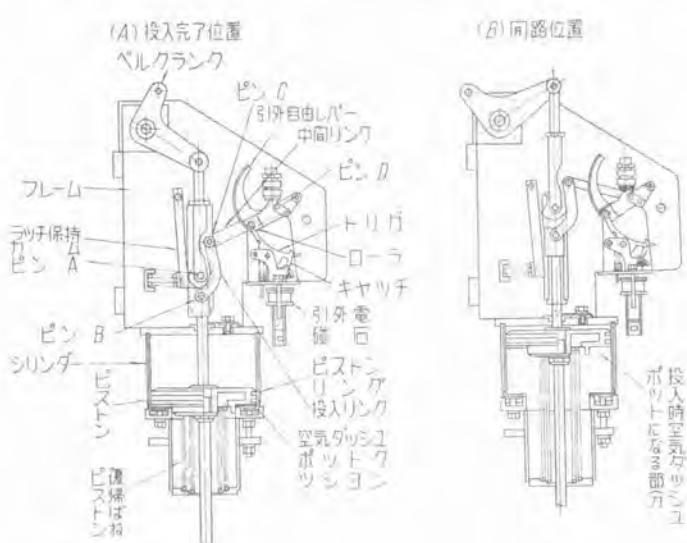
Fig. 6. Pneumatic operating mechanism chamber.

れている。すなわちこの状態で遮断器はクロスヘッドのラッチ部分とこのトリガによって保持されるが、引外コイルが働きトリガに力が加わると、トリガは反時計式に回転してローラから外れ、引外自由レバーはブルロッドに加わる力をうけて反時計式に回転し、この結果ピンCは自由となって遮断が行われる。この状態は7図Cに示す。このときカムリンクはピンAを中心として回転し、はり出したキッカでラッチ保持カムを押して、クロスヘッドのラッチした所を外すからピストンは下部のスプリングに押されて上昇する。全開位置に達すると5図Bの如く引外自由レバーはもとの位置に戻りトリガの上にローラがのって再び投入できるようになる。もし投入直後気筒内圧力の高いときでも遮断はつねに確実に行なわれる。

この操作機構は投入力を加減する2つの装置をつけている。1つは制御弁につけられた絞りピストンで、機構の位置に応じて圧縮空気の入口を開閉して投入力を加減する。8図はこの制御弁の動作説明図で、電磁弁を附勢すれば圧縮空気が制御弁ピストンを押し下げて操作機構主ピストンに圧縮空気を送るがその通路は2つあり、1つはねじで流入口の大きさを加減でき、他の1つは操作機構の主ピストンの位置と直接関係のある7図AのピンBで投入行程がある位置まで進んだ時に開くしづら弁があり、いたずらに投入速度を早めて衝撃で消弧室その他を傷めないようにしている。電磁弁が消勢されれば制御弁はとじ、主ピストンの背圧を構成する残存圧縮空気は排気弁を通ってすみやかに排気される。この排気弁はまた遮断時にはピストン上昇によるシリンダ内空気を排出しピストンの復帰を容易にして速かに投入姿勢を形成するようになっている。

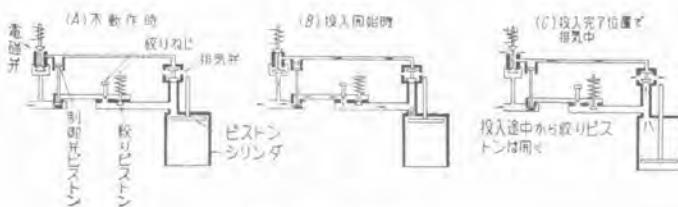
今1つはピストンの下部につけられた空気ダッシュボットで投入完了時のショックを吸収するので、据付時誤動作でピストンを空打ちさしても壊れることはない。

引外機構の重要な部のトリガはローラと平面でかかるの



7図 圧縮空気操作機構説明図

Fig. 7. Illustration of pneumatic operating mechanism.



8 図 制御弁説明図

Fig. 8. Control valve.

で引外しは非常に軽く、振動によってトリガの上からローラが滑り落ちぬようにキャッチをつけていて、引外しの際にはまずキャッチを外すしそれからトリガを叩く。引外電磁石は軽量小型の塊状鈍鉄心を用い、主空隙の漏洩磁束を減少させ能率よくし、過流損による磁束の立ち上りの遅れをおぎなった。手動投入にはピストンロッド下方のねじにジャッキを入れて投入するが、これはもちろん調整用としての目的にのみ利用する。

イ. 電磁操作

発電所には相当大容量の電池があるので、これを利用して電磁石で投入できるようにもできる。9図は電磁操作の機構室の写真である。ただし本遮断器は高性能を発揮させるためかなり強力な発条が使ってあるので投入には直流100Vで150Aを要する。

10図A, B, Cは電磁石操作機構の動作説明図で機械

的引外し自由である。すなわちロッドエンドに遮断器操作棒が連っており、引外し線輪が働くとトリガと引外し自由レバーにあるローラとの噛み合いで外れ遮断器の加速ばねに引かれて、引外し自由レバーは時計方向に回転して遮断が行われる。(B図)この位置で引外し自由レバーは保持ラッチを押しこれとピンとの係り合いを外す。すると復帰ばねの力により主レバーは反時計式に回転してC図の位置にいたり引外し自由レバーも回転してローラとトリガとはふたたび噛み合う。この時ロッドエンドの位置は変化しない。閉路時は投入線輪を附勢するとブランジャーが下降し、2つのレバーは一体となって時計式に回転し保持ラッチによって閉路位置に保つ。

したがってこの機構では閉路ストロークのどのような位置でも引外しコイルが働けば完全に遮断でき、また投入線輪が働いている間はレバーが重なり合わないから再投入するようなことはない。この機構はトリガを手動で引外すこともできる。

圧縮空気操作では投入時間は11c/sであるが電磁操作の場合は29c/sとなる。しかしコンタクトのできる寸前の速度はほとんど差がない。これは電磁操作の場合は最初の力の立ち上りが電磁石の空隙および線輪インダクタスで遅れるからである。

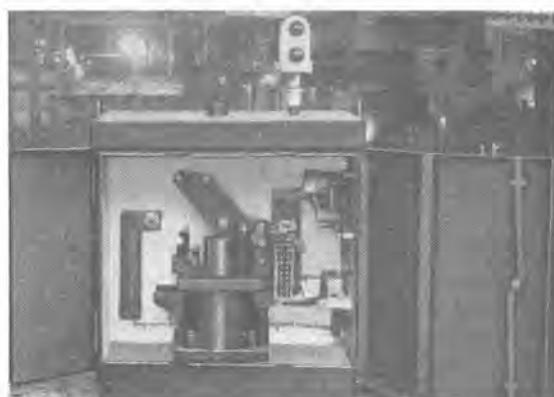
6. 試験成績

本遮断器で23kV 1,000MVAのものとして行われた各種試験の成績を示せば下記の如くである。

ア. 閉閉試験

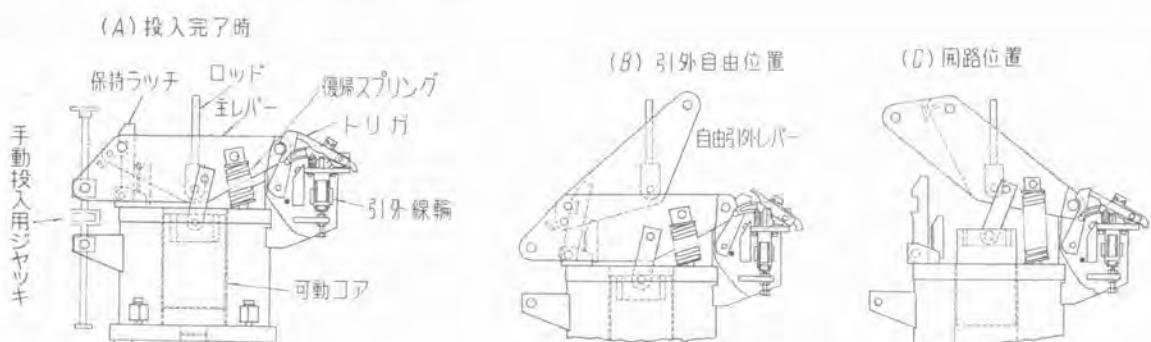
閉路操作試験

操作圧力 (kg/cm ²)	直流電圧(V)	直流電流(A)	投入時間(c/s)
4.95	110		10.5
4.5	100	0.144	10.8
3.4	75		14.8



9 図 20-M-100 型碍子型遮断器電磁石操作機構室

Fig. 9. Type 20-M-100 low-oil-content circuit breaker electromagnetic operation mechanism chamber.



10 図 電磁石操作機構動作説明図

Fig. 10. Principle of electromagnetic operation mechanism.

開路操作試験

直流電圧(V)	直流電流(A)	開極時間 c/s	平均開路速度 (m/sec)
60		3.9	3.0
100	13.2	3.7	
125		3.5	

なお 500 回の連続開閉試験には何等機械的に異常を認めなかった。

4. 絶縁試験

下記の絶縁試験を行い何等異常はなかつた。

	A.C. 1 分間乾燥	衝撃電圧 $1 \times 40 \mu\text{s}$ 全波
導電部分と大地間	70 kV	165 kV
同 相 極 間 間	84 kV (120%)	165 kV 198 kV (120%)

注水耐圧試験

導電部分と大地間 A.C. 60 kV 10 秒間

遮断試験直後

同相極間 A.C. 34.5 kV (1.5 E) 10 分間

ウ. 温度上昇試験

600 A 通電して最終温度上昇は気中にて測定した結果は 2 表の如くで最高 25.5°C であるから、油中にて実際使用される場合はさらにこれ以下となるから JEC-57 の限界には充分の余裕がある。

エ. 短絡電流遮断試験

当所 50,000 kVA 短絡発電機を用いて遮断試験した成績は 3 表に示す如くで 11 図は遮断電流と電弧時間特性をプロットしたものである。すなわち電弧時間は低電流から大電流に到るまでほとんど 1.5 c/s 前後である。とくに定格遮断電流 25,000 A 前後においては 1 c/s 以下であつて高速度遮断器並の成績である。印加電圧は約 9,000 A

2 表 温度上昇試験記録

No.	部 分	温度上昇 (°C)
1	上部導帶	15.5
2	コンタクトカバー	10.0
3	耐爆室金具	11.5
4	上部コンタクト	25.5
5	環	22.5
6	中間可動コンタクト	12.5
7	下部可動コンタクト	19.5
8	コンタクト舌	19.5
9	下部導帶	15.5

迄は 23 kV の $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 倍の 20 kV で、それ以上 26,000 A

迄は 23 kV の対地電圧相当の 13.2 kV で遮断試験をした。過度回復電圧の固有振動周波数も設備の関係で 10 Kc 前後になっているので、対地電圧に下げる試験しても現場では線路のインピーダンスその他で固有周波数も低く、また制動作用もあるのでほとんど等価に考えてよい。

12 図は遮断試験後の消弧室コンタクトおよびファイバ板の点検写真で消弧室ファイバ板は炭化した油が多少表面に附着しているがほとんどやせておらず、コンタクトの損耗もまだ試験続行して差支えない程度である。

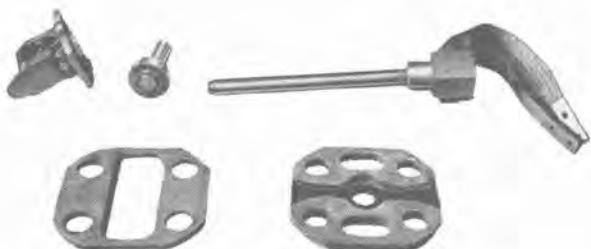
13 図はこれら遮断試験の代表的オシロで A 図は 20 kV 9,220 A で O, B 図は 13.2 kV で 23,500 A を CO 責務



11 図 20-M-100 碳子型遮断器 遮断電流-電弧時間特性
Fig. 11. Type 20-M-100 low-oil-content circuit breaker interrupting current V.S. arcing time characteristic.

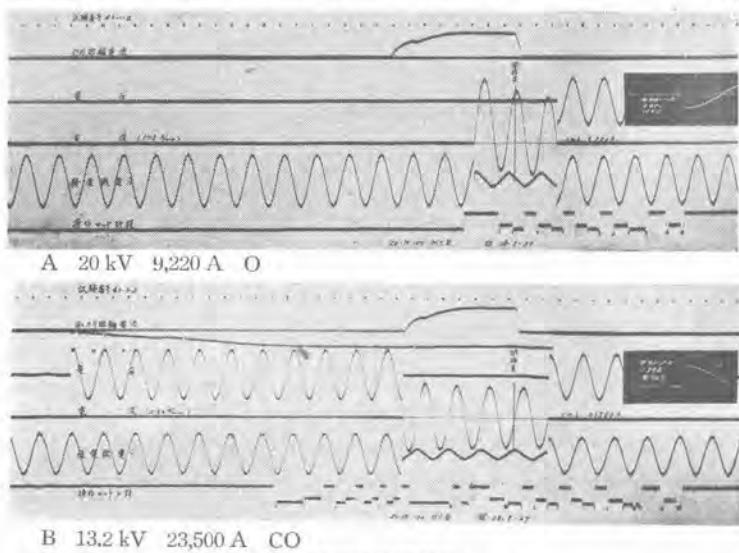
3 表 20-M-100 型碳子型遮断器短絡電流遮断試験成績

動作責務	遮断電流 (A)		給与電圧 (kV)	回復電圧 (%)	遮断時間 (c/s)			固有回復電圧	投入電流 (A)
	A.C.	D.C. rms			開極	電弧	全		
0	972	675	1,180	20	97.9	3.4	1.05	4.45	1.6E 5.5
0	3,260	935	3,260	20	94.8	3.15	1.7	4.85	
0	3,460	2,640	4,500	20	93.3	3.55	1.1	4.65	1.6E 7
0	3,590	2,880	4,600	20	96.4	3.50	1.05	4.55	1.5E 7
0	6,650	910	6,650	20	88.6	3.20	1.7	4.9	
C0	6,510	450	6,510	20	86.2	3.20	1.1	4.3	
C0	6,750	0	6,750	20	91	3.00	1.0	4.00	1.4E 8.5
0	8,790	6,730	11,050	13.2	98.5	3.55	1.0	4.55	1.35E 6.5
0	9,300	5,600	10,860	13.2	96	3.45	0.95	4.40	1.5E 6
0	8,040	1,700	8,210	20	95	3.8	2.2	6.0	1.57E 11
-1 分-0	8,550	3,450	9,220	20	95	3.9	1.3	5.2	1.47E 11
-3 分-0	8,450	2,600	8,850	20	95	3.9	1.5	5.4	1.56E 11
0	14,700	16,400	22,100	13.2	95	3.8	1.3	5.1	1.33E 5.9
-1 分-0	14,200	1,900	14,400	13.2	95	3.85	0.75	4.6	1.46E 6.1
-3 分-0	14,600	15,800	21,500	13.2	95.5	3.9	0.8	4.7	1.43E 6.2
0	25,600	4,400	26,000	13.2	94	3.95	0.55	4.5	1.43E 9.1
-1 分-C0	23,500	0	23,500	13.2	92	3.45	1.0	4.45	1.39E 8.7 37,000
-3 分-C0	23,500	9,800	25,500	13.2	92	3.4	0.8	4.2	1.26E 9.0 745,000



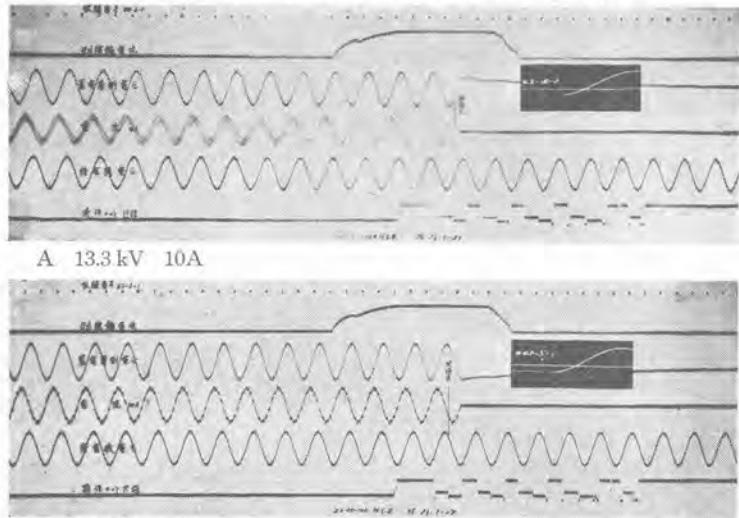
12 図 遮断試験後のコンタクトおよびファイバ

Fig. 12. Contact and fibre after breaking tests.



13 図 短絡電流遮断試験オシロ

Fig. 13. Oscillogram of short circuit current interruption



14 図 充電電流遮断試験オシロ

Fig. 14. Oscillogram of charging current interruption.

4 表 20-M-100 型碍子型遮断器充電電流遮断試験成績

動作	再点弧数		給与電圧(kV)	遮断電流(A)	遮断時間(c/s)			異常電圧	試験(相)
	発弧	点弧			計	開極	電弧		
0	0	0	13.3	50	3.75	0.4	4.15	2.00E 1.00E	V
0	0	0	13.3	50	3.8	0.2	4.0	2.00E 1.00E	タ
0	0	0	13.3	30	3.75	0.4	4.15	2.00E 1.00E	タ
0	0	0	13.3	30	3.75	0.4	4.15	2.00E 1.00E	タ
0	0	0	13.3	10	3.75	0.2	3.95	1.72E 0.72E	タ
0	0	0	13.3	10	3.75	0.05	3.8	2.00E 1.00E	タ

したものである。

オ. 充電電流遮断試験

4 表はキャパシティバンクを用いて 23 kV の対地電圧相当の 13.3 kV で充電電流の遮断試験を行った成績で 30 A, 60 A および 100 A の各場合とも再点弧なしである。14 図はこれら充電電流遮断試験の代表的オシロで A 図は 13.3 kV で 10 A, B 図は 30 A の場合である。

カ. 特長

本遮断器の主なる特長を列挙すれば

- 1) 遮断容量が大きい。従来当所で製作してきた V 型碍子型遮断器は遮断容量 23 kV では 500 MVA で半分しかない。
- 2) 電弧時間が低電流から大電流に至る迄一様に短いので電弧エネルギーも少く、コンタクトその他の損耗も少い。
- 3) 下部碍管に変流器を内蔵する事ができる。
- 4) 消弧室の点検が容易である。
- 5) 共通枠の上に 3 相取付けてあるので運搬据付が手軽に容易にできる。
- 6) 縦型の新型圧縮空気操作機構を用い、小型動作確実とし、同一函内に気槽を収容して配管による損失および寒冷地におけるバルブの凍結等を内蔵電熱器で防ぐことができる。

7. むすび

以上に述べた如く 23 kV で 1,000MVA という碍子型遮断器としては比較的低圧、大遮断容量のものの開発に成功した。なお本遮断器は 34.5 kV で 1,500 MVA, 11.5 kV で 500 MVA に使用できるもので、従来鉄槽型油入遮断器の使用されていた分野に代って使用されることと信ずる。しかも遮断性能は上述の如く優秀で、鉄槽型油入遮断器と比較すれば電弧時間が短く電弧エネルギーも少ないのでコンタクトの損耗もはるかに少い。また 1 次電弧の発生するガス圧で 2 次電弧に油を吹きつける自力消弧方式を採用したが小電流においても電弧時間が長くならないように工夫した。連続開閉試験の結果は本遮断器の機械系統の信頼性を証明しており、遮断試験は当所の 50,000 kVA 短絡発電機で実際に近い状態で全遮断容量まで試験できたので定格遮断に対して充分安全であることを保証できる。また充電電流遮断試験の成績から現場においては再点弧零を期待し得る。

本遮断器開発に当り協力を賜った当所工作部の各位とくに、第 1 工作木村副課長ならびに中村検査課長および堀試験係長に謝意を表する。

高性能エレベータについて

本社 木村武雄*

名古屋製作所 宮城晃**・高村明***・大野寛孝***・道橋武***

Elevators of High Efficiency

Head Office Takeo KIMURA

Nagoya Works Akira MIYAGI・Akira TAKAMURA・Hirotaka ONO

Takeshi MICHIHASHI

The prime requisit that enables elevators to be called truly efficient is high transportation power, which predominates over many other qualifications deemed to be vital to modern facilities. To attain this aim thorough studies on floor to floor time must be made rather than nominal investigations of operating speed. Based on this conception various experiments have been conducted at our testing tower, especially on the relation between comfortable riding and running time to find a new ideal speed curve, and as a result elevators meeting the very requirement have been completed by us, being worthy of reporting herein.

1. まえがき

高層建築物の縦の交通を受持つ高性能エレベータは総合輸送能率が高く、乗客の待時間が短く、乗心地が良く、安全静肅で、意匠が近代的で建物と良く調和し、かつ信頼度高く保守が容易なものでなければならず、その良否は建物の価値に大きな影響を与えるものである。

三菱電機では長年の経験とたゆみなき研究に基き、先に新丸ビル正面玄関 8 台、大阪第一生命ビル 3 台等の両車なしエレベータを納め、わが国の代表的エレベータとして好評を得たが、最近には専光公社ビル 3 台、丸栄百貨店 6 台等を納め、さらに引き続き多数の高性能エレベータを製作中で、この間に種々の研究・調査・改良を行つたので、次に輸送能率と乗心地を中心としてその概要について述べたいと思う。

2. 輸送能力と床から床までの時間

エレベータの輸送能力を表わすには一般にそのエレベータ群が 5 分間に輸送し得る乗客数で示す。

1 台のエレベータの 5 分間輸送力は

$$\frac{60 \times 5 \times (1 \text{ 周毎の乗客数})}{\text{平均 1 周時間 sec}}$$

で示されるから、輸送能力を上げるためにには、まず 1 周時間をできるだけ短縮しなければならぬ。

一般に公称速度すなわち最高速度の高いエレベータ程表定速度が高く、1 周時間が短くなると簡単に考え易いが、実状は必ずしもそうではない。

いま容量 1,000 kg、出入口有効幅 1,000 mm 程度のエレベータについて、ある階で戸が閉り始めてから次の停止階で戸が大部分開きカゴが完全に停止して乗客が乗降できるようになる迄の時間（床から床までの時間）を調査して見ると、同じ公称速度でも 1 表の ABC 程度の差がある。

1 停止毎の平均損失時間 t_L は、目的の階間を全速で通過した場合に比べ実際の運転のように起動、全速、停止の順序の運転過程を取った場合に余分に掛る時間で乗客の出入時間は含まぬ。

したがって

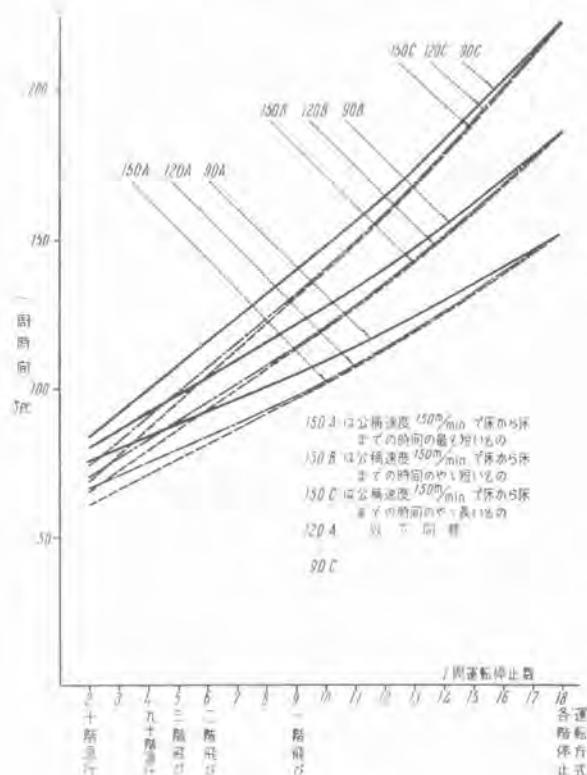
$$S = 1 \text{ 周運転距離 m}$$

$$n = 1 \text{ 周運転停止階数}$$

1 表 公称速度と床から床までの時間 容量 1,000 kg

公称速度 m/min		床から床までの時間 sec 階間 3.5 m			一停止毎の平均 損失時間 t _h
		各階	1 階飛	2 階飛	
150	A	6.5	7.8	9.2	5
	B	8.4	9.7	11.3	7
	C	10.4	11.7	13.3	9
120	A	6.5	8.0	9.8	4.5
	B	8.4	9.7	11.5	6.5
	C	10.4	11.7	13.5	8.5
90	A	6.5	8.8	11.1	4.1
	B	8.4	10.7	13.0	6.1
	C	10.4	12.7	15.0	8.1

- A: 最も短い例 W 社の標準値をとった。当社が大阪第一生命に納めたものは大体この値になっている
 B: やや短い例 扉は中央開きで着床時間中程度のもの、または扉が片開きで着床時間の短いもの
 C: やや長い例 扉は片開きで着床時間やや長いもの



1 図 1 周時間

Fig. 1. Round-trip time.

t = 乗客出入時間 (乗客 1 人当たり出入合計) sec

r = 1 周運転毎の乗客数

V = 公称速度 m/sec

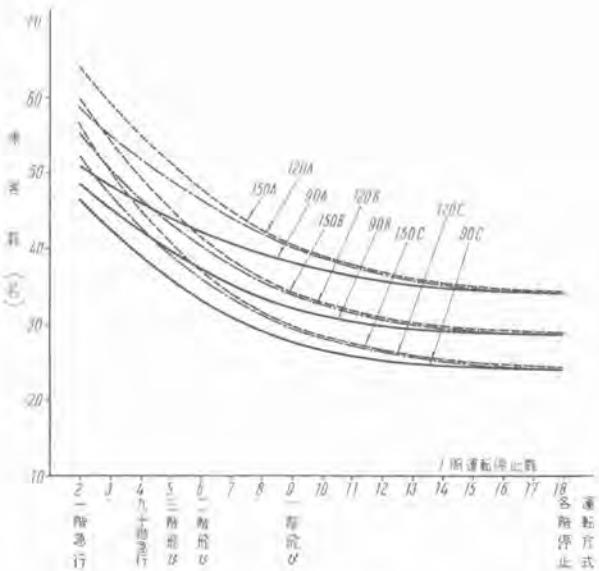
T = 1 周時間 sec

とすると

$$T = \frac{S}{V} + nt_h + rt \quad (1)$$

1 表に示した各種のエレベーターを階床数 10 階の建物で種々の運転方法で使用した場合

高性能エレベーターについて・木村・宮城・高村・大野・道橋



2 図 5 分間輸送力

Fig. 2. Carrying capacity in 5 minutes.

定員 13 人

r = 各階停止の場合 18 人、その他の場合 13 人

t = 乗客 1 人に付き出入合計 2 sec

階間距離 3.5 m

と仮定して (1) 式より 1 周時間および 5 分間輸送力を計算すると、1 図、2 図の如くなる。

この図より次のことが明かになる。

(1) 各階停止または 1 階飛び運転の場合には、輸送能力はほとんど床から床までの時間で決り公称速度による差はほとんどない。その極端な例として各階停止の場合には 90 A のエレベーターは 150 C のエレベーターの 142% の輸送力を持つ。これを判り易くいうと 90 m/min のエレベーター 2 台で 150 m/min のエレベーター 3 台に近い輸送力が得られ、設備費はほとんど半分ですみ、さらに据付面積の減少による建物の有効面積の増加等を考えると経済効率がはなはだしく異なることになる。

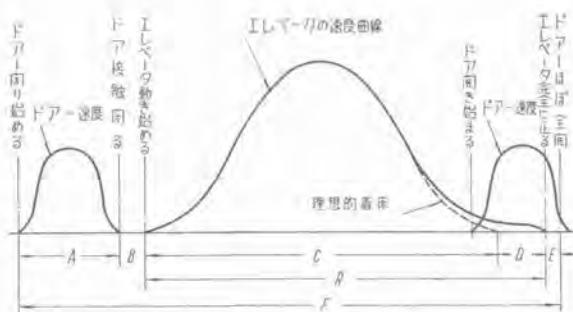
したがって頻繁に停止するエレベーターでは公称速度をむやみに高くせず、床から床までの時間を極力短縮することがはなはだ重要である。

(2) 1 周運転中の停止数が減る程公称速度の影響が大きくなるが、それにもかかわらず 9, 10 階行急行運転においてさえ 90 A のエレベーターは 150 C のエレベーターとほとんど同じ輸送力を持つ。この例によても床から床までの時間の短縮が大切なことが判る。

(3) 150 m/min は急行に使用して始めて効果が表われるのであって、一般用には 120 m/min で充分であり、いずれにしても床から床までの時間の短いものを選ぶことが重要である。

3. 床から床までの時間

床から床までの時間を分析すると 3 図の如くなる。



3 図 床から床までの時間の分析

Fig. 3. Analysis of running time. (floor to floor)

A は戸が閉り始めてから戸が閉り切って外から開けられない状態となり、これを確認するドア接触が閉じるまでの時間である。

B は、ドア接触が閉じてからエレベータが目的方向に動き始めるまでの時間で始動時間と呼ぶことにする。

R は、エレベータが目的方向に動き始めてから次の階に完全に停止する迄の時間で走行時間と呼ぶことにする。走行時間は着床が理想的減速曲線に沿って行われた場合の加速、一定速、減速時間の和 C と床を合わせるために延長する着床時間 D に分けられる。

E は、エレベータが止ってから下戸が最後の 75 mm を残しほば全開し乗客がどんどん出入するようになるまでの時間である。

床から床までの時間 F はこれらの和であるからこれを短縮するには、以上の各部分につき無駄を省き合理的に時間を短縮しなければならぬ。

1 表に示した 150 A の例では各階停止の場合

$$A=1.1 \text{ sec} \quad B=0.75 \text{ sec} \quad C=3.9 \text{ sec} \quad D=0.5 \text{ sec}$$

$$E=0.2 \text{ sec}$$

である。

4. 戸の開閉について

戸の開閉時間は床から床までの時間の大きな部分を占めるからこの時間をできるだけ短縮しなければならない。戸を閉める速度はもちろん乗客に危険感を与えない範囲でなければならぬが閉める途中に急速円滑に反転して開き得ること、ならびに運転手の不注意で万一乗客を挟んだ場合にも乗客に危険を与えないようにできておれば思ったより速い戸が何等の危険なしに実用できることが確認された。

高速度開閉には片開きに比べ中央開きが種々の点ではなはだしく有利で、多少出入口幅が狭くなる場合でもかえって輸送力を増大できるから高性能エレベータには全面的に中央開きを採用すべきである。

4 図、5 図は当社が最近開発して大阪第一生命、専売公社ビル、その他に納入した AA 型戸閉装置の動作を示すオシロで、中央開き、出入口幅

1,000 mm の場合、開 1.25 sec、閉 1.13 sec である。

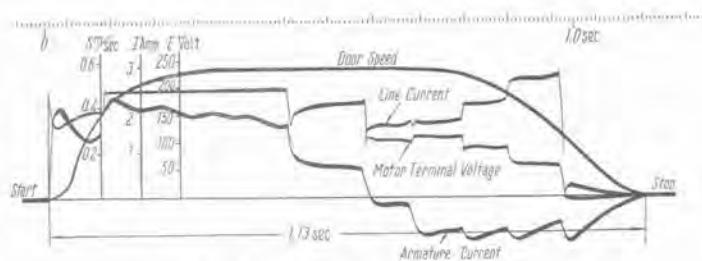
行程の中間における最高速度をむやみと高くすると、戸の運動エネルギーが過大となって反転が困難となり、万一乗客を挟んだ場合にも危険であるからこの最高速度は安全な範囲内に收め加速および減速を急速円滑に行って全速期間を延し開閉時間を短縮している。

速度制御は機構の速度比の変化と直流電動機の多段制御の組合せによっているから加速減速がはなはだ円滑で戸やカゴが動搖することなく、とくに閉り切る手前の部分で時間がかかったり、逆に停り切らないで大きな音がするようなことがない。

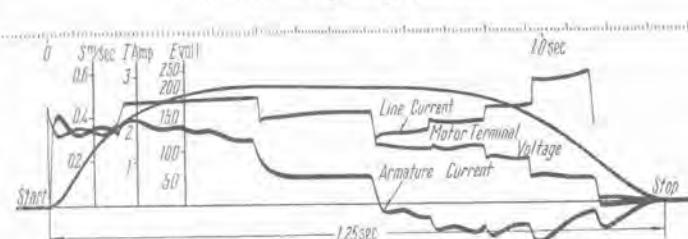
閉める途中で乗り遅れた乗客のために反転して開くことが多く、また人を挟みかけた場合には急速に反転できることが必要である。

AA 型戸閉装置ではとくにこの点を考慮して運動系の慣性力を極力減少すると共に反転の際機構で衝突あるいは、ハンドリングが起ることを避けるため全運動系を一体として駆動電動機を発電制動し次の瞬間さらに逆方向の起動ノッチを入れた上で閉くようにしたので、すこぶる急速円滑に反転し、戸の衝撃音もほとんどなくなることができた。

電動機の回転数をとくに低く選んだため電動機の慣性は戸に比べて問題なく小さくなると共に停電の場合そのままで軽く戸を開くことができるようになつた。閉める途中で反転して開く場合には全開せずにまた途中から閉めることが多い、この場合に戸が半分以上開いた位置から閉れば問題はないが、わずかに開いた位置から閉めるようなことが起る。元来戸閉の後半では電動機は制動機として動作しているから行程の終り附近で一旦停められると急速には閉らない傾向がある。これでは高速ドアといいにくいので AA 型では位置スイッチと時限装置



4 図 AA 型戸閉装置オシロ開
Fig. 4. Type AA door machine "Open" tested: Nagoya Works center opening 1,000 mm.



5 図 AA 型戸閉装置オシロ閉
Fig. 5. Type AA door machine "Close" tested: Nagoya Works center opening 1,000 mm.

とによって、この場合にも敏活に閉じられるようにした（特許出願中）。

戸閉時間 A は戸が閉り始めてからドア接触が閉まるまでの時間で、戸が閉り切ってから錠がかかって外から開けられない状態になりドア接触が閉じるまでの時間もできるだけ短くしなければならぬ。

なお戸締りにレバー機構の死点を利用するだけで錠を使用しない方式は長年の間安全な状態が保てるか不安に思われる所以で当社では安全確実な錠スイッチ方式を採用している。

次にエレベータの着床運動中に戸を開き始めることは能率的にも感覚的にも優れているが、エレベータの着床運動とうまく同期させることが重要である。

安全の見地から種々実験してみると戸が約 700 mm 開くまでにカゴが着床すれば満員の場合でも危険はない。

なお戸が最後の 75 mm 程度まで開けば乗客はどんどん出入するようになるから、これまでの時間を極力短縮すれば良い。

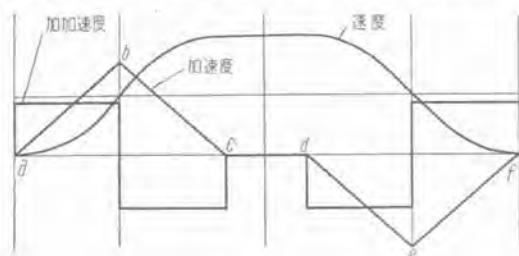
着床の低速期間の長いエレベータでは、乗客が床に近づいたと体に感ずるころ戸を開き始めると人が出入できる状態になったときにまだ床が合わず危険であり、一方おそらく開き始めるようにすれば乗客はしばらく待たされたような感じを受ける。また戸の速度そのものを低くすれば、エレベータが停ってから乗客が出入するようになるまでの時間が長くなって非能率的である。したがって安全快適で、能率的な戸開きを実現するにはまずエレベータの着床時間を短かくかつ安定にしなければならぬ。

エレベータが床に近づいて減速度が小さくなつて乗客が床に近づいたと体に感ずる瞬間に戸を開き始め、最初の人が足を踏み出す直前に着床を完了するようにすると感覚的にも非常に快適で、乗客も高速円滑な戸の動きにつられて早く出入するようになる。

当社では出入口幅 1,000 mm 中央開きの戸で上記のような調整をした結果、エレベータが停止してから戸がほぼ全開するまでの時間（3 図 E）を約 0.2 sec にすることことができた。

5. 乗心地と走行時間

乗心地と走行時間とは相反関係にあり、乗心地を良くすると走行時間が長くなり、走行時間を短かくすると乗心地が悪くなる。したがって乗心地よくしかも走行時間



6 図 従来の理想曲線
Fig. 6. Formerly ideal curve.



7 図 増幅型加速度計
Fig. 7. Amplifying accelerometer.

の短かい運転をするには、加減速時全般にわたって乗心地のとくに良い所、悪い所がなく一様な良い乗心地を保つようにせねばならぬ。

乗心地は人間の感覚と心理を対象とするために、個人差が著しく同一人でもその時の健康状態、心理状態、姿勢等で非常に変化する。また同じ不快感でも浮上感・沈下感・重圧感・浮遊感・不円滑感等感覚的に性質の違うものを一括して不快感と呼ぶために、一層この傾向は助長される。したがって乗心地の定量的な評価ははなはだ面倒な問題であり、従来加速度計による記録と各人の感じを統計的に比較する方法が取られている。

その結果、推奨されている理想的運転曲線は 6 図の如くである。

筆者等はこの理想的運転曲線について検討を加えるために、数種のエレベータにつき加速度計およびオシログラムと乗心地の関係を比較した。まず加速度計による測定結果の忠実性について吟味する。

一般に使用される重りと発条の組合せによる直接型の加速度計では振幅感度が自由振動数に逆比例するため、自由振動数は余り高く取り得ず、7 c/s 以上にすることは難しい。したがってこれに 0.7 度の制振を与えた場合、その忠実性が一応問題になる訳であるが鉄道研究所のご協力により、7 図に示すような抵抗線歪計と直流増幅器の組合せによる、自由振動数 20 c/s、制振 0.7 の加速度計と比較する機会を得た。その結果直接型で制振器付のものは細かい加速度の変化は表われないが、乗心地の余り悪くない範囲ではほぼ充分な性能を有し、一方制振器なしでは細かい加速度の変化が顕著に判るから乗心地研究用としては制振器付と制振器なしの両者を適当に使い分けると便利であることが確認できた。

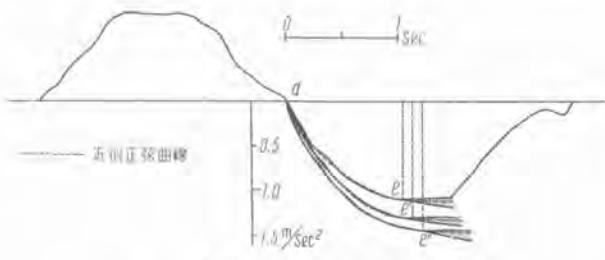
直接型加速度計により 6 図の運転曲線が描かれるようにエレベータを調整し老幼婦女子を含む広範囲の人について乗心地を検討した結果について述べる。

各不快感は 7 図において下記の運転過程において感ぜられる。

沈下感または浮上感 \widehat{ab} , \widehat{bc} , \widehat{de} , \widehat{ef} ,

重圧感または浮遊感 b 点または e 点の継続

不円滑感 運転過程全般にわたって細かい加速度



8 図 等乗心地曲線群

Fig. 8. Retardation curves giving equal uncomfortable rides.

の凹凸のある場合

このうち最も強く不快感を訴えるのは沈下感、浮上感である。しかも加速過程よりは減速過程を嫌い、減速中では加速度の漸減する \widehat{ef} の過程より漸増する \widehat{de} の過程を嫌い、 \widehat{de} 中では加速度の絶対値の高い e 点の附近を嫌う傾向がある。すなわち従来乗心地は加速度（加速度の変化率）で決るといわれていた考え方では、加速度の絶対値を考慮に入れ加速度が高くなる程加速度を減少させねばならぬと訂正される必要がある。

この考え方を裏づけるために調整しやすい \widehat{de} の間にについて種々調整状態を変え、一様な乗心地を与える加速度曲線を求め、8 図に示す曲線群を得た。ただし各人の等乗心地曲線は \widehat{de} 間ではほぼ同じ形を取るが、 e 点附近および e 点より先はこれに比べ個人差が甚だしく、図示のように \widehat{de} 間では大体 1 本に重なり、 e 点より先が開いた範囲を持つ曲線群 $\widehat{de}, \widehat{de}', \widehat{de}''$ となる。また e 点より先では一般に一定加速度の線より外側になるようであるから、理想運転曲線を得るために等乗心地曲線としては図示の点線の如く選び正弦曲線と直線部で非常によく近似できる。

筆者等は以上の実験から正弦曲線を基礎とした 9 図に示すような理想的運転曲線を提唱する。すなわち正弦曲線による t_1 部分と全くこれに対称な t_2 部分と、一定加速度の t_3 部分で加速および減速部を構成する。この曲線の運動特性は次の如く簡単な式に整理される。

$0 < t < t_1$ においては

$$\text{加速度 } \alpha = \alpha_{\max} \sin ct \quad \text{ただし } C = \pi/2t_1$$

$$\text{加加速度 } p = p_{\max} \cos ct$$

$$\text{最大加加速度 } p_{\max} = \alpha_{\max} \times c$$

$$\text{平均加加速度 } p_{\text{mean}} = \alpha_{\max}/t_1 = p_{\max} \times \frac{2}{\pi}$$

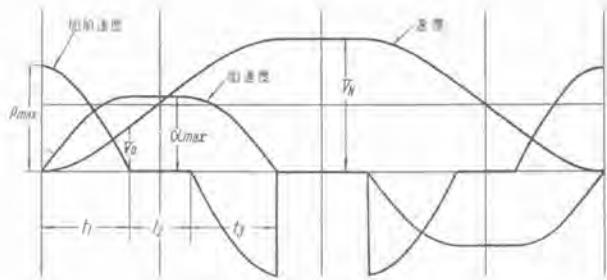
$$\text{速度 } V = V_0(1 - \cos ct) \quad \text{ただし } V_0 = \alpha_{\max}/c$$

$$\text{経過距離 } S = V_0(t - \frac{1}{c} \sin ct)$$

したがって一定速度 V_N まで速度上昇するに要する距離を S_t とすると

$$S_t = V_N \left(t_1 + \frac{t_2}{2} \right) \quad \text{ただし } t_1 = t_2 \text{ とす}$$

ふたたび 9 図に戻って 3 本の等乗心地曲線について説明する。 \widehat{de} は全部の人が非常によい乗心地と認め百貨店用として推奨される。 \widehat{de}' は多少速度感があり事務所用に好適である。 \widehat{de}'' はわが国の現状では速度感があり



9 図 改正せる理想曲線
Fig. 9. Improved ideal curve.

過ぎるようである。したがってこの実験結果を基礎として百貨店用、事務所用の理想運転曲線を整理すると 2 表に示す如くなる。

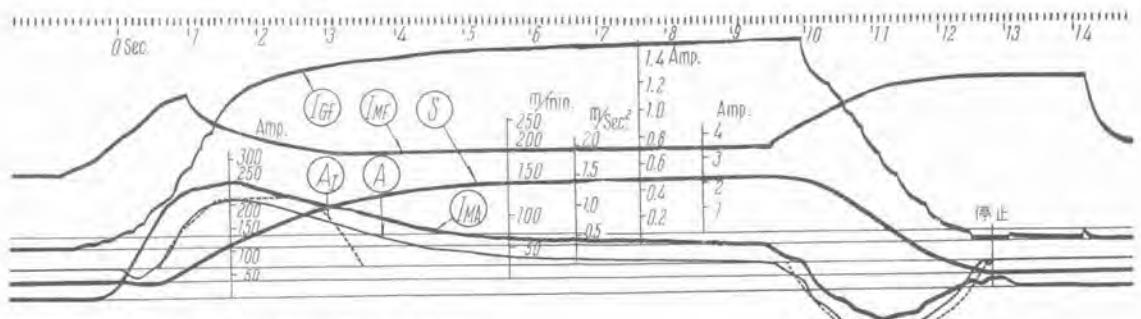
一方円滑感については実験の結果 0.05 秒程度の短時間内の加速度の急変は不円滑な感じを与えるのみで生理的不快感を招くに至らない。もちろん余りに極端な変化すなわち 4 m/sec^3 程度の加加速度に達するとショック感にまで近付くから直接型（副振器なし）で測定して 2 m/sec^3 以下に抑えれば申分ない。このため運転に当ってはノッチ数を増加して平均的に見た運転軌跡を理想曲線に近づけると同時に、ノッチアップの際の短時間の加速度変化を極力少くして乗心地よく円滑な運転ができるよう努めねばならぬ。

次に 150 m/min のエレベーターを百貨店用として調整した結果の運転オシログラムと加速度計（直接型、制振 0.7）の記録を 10 図に示す。

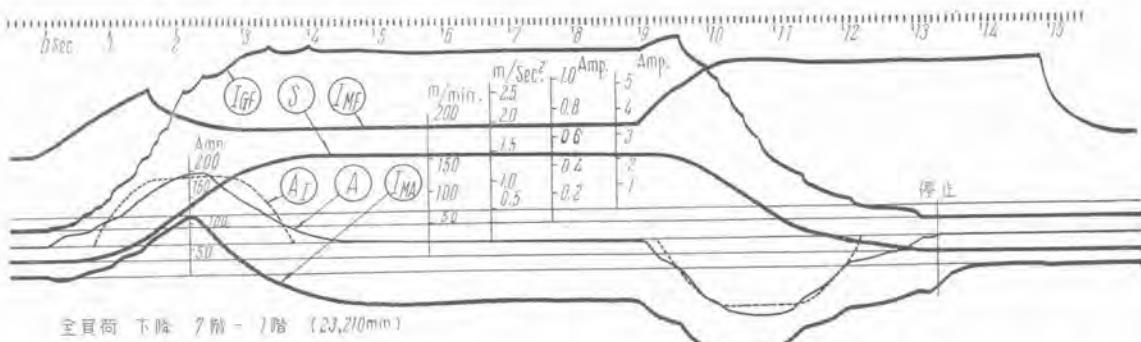
この図は負荷変動の影響がはっきり判るように全負荷上昇と下降を選んだから、各階運転、1 階飛運転、2 階飛以上との運転に当り $90 \text{ m}, 120 \text{ m}, 150 \text{ m}$ の各理想運転曲線が自動的に選択される状況、ならびに負荷の変化にか

2 表 理想運転表

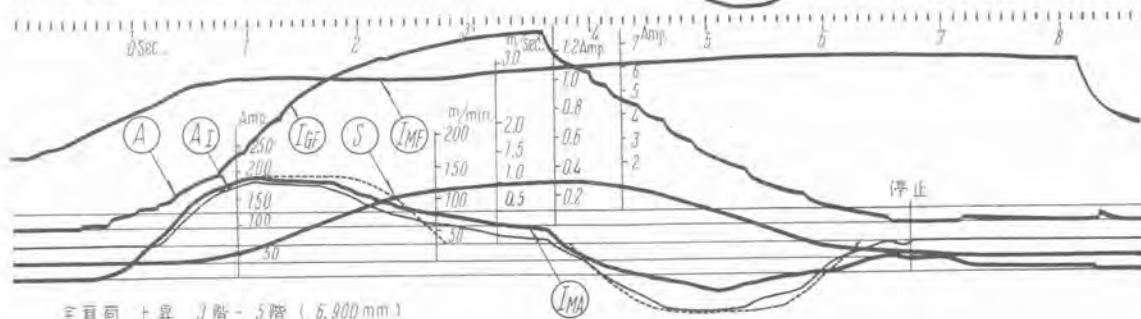
		百貨店用	事務所用
$P_{\text{mean}} (\text{m/sec}^3)$		1.2	1.2
$P_{\max} (\text{m/sec}^3)$		1.73	1.89
$\alpha_{\max} (\text{m/sec}^2)$		1.1	1.32
$t_1 (\text{sec})$		1	1.1
$V_0 (\text{m/min})$		42	55.5
$V_N (\text{m/min})$			
	$t_1 \text{ sec}$	1	0.96
90	$t_2 \text{ sec}$	0.12	0
	$t_3 \text{ sec}$	1	0.96
	$S_t \text{ mm}$	1,578	1,440
	$t_1 \text{ sec}$	1	1.1
120	$t_2 \text{ sec}$	0.55	0.11
	$t_3 \text{ sec}$	1	1.1
	$S_t \text{ mm}$	2,550	2,310
	$t_1 \text{ sec}$	1	1.1
150	$t_2 \text{ sec}$	1	0.5
	$t_3 \text{ sec}$	1	1.1
	$S_t \text{ mm}$	3,725	3,375



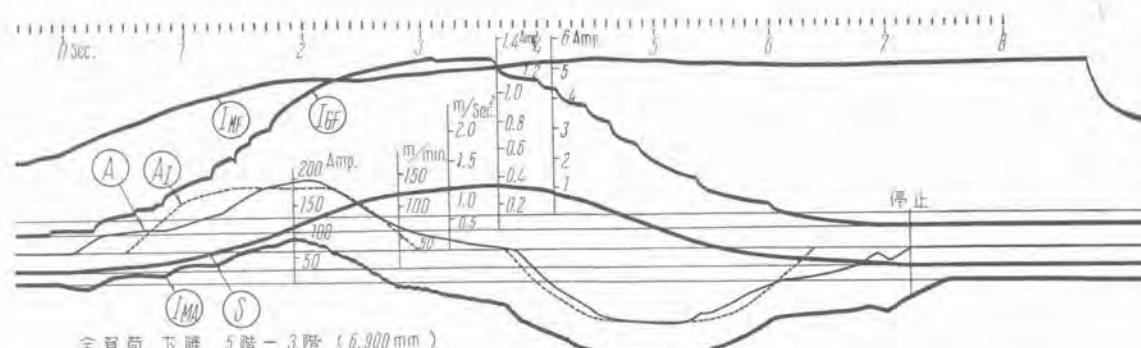
全負荷 上昇 7階 - 1階 (23,210 mm)



全負荷 下降 7階 - 1階 (23,210 mm)

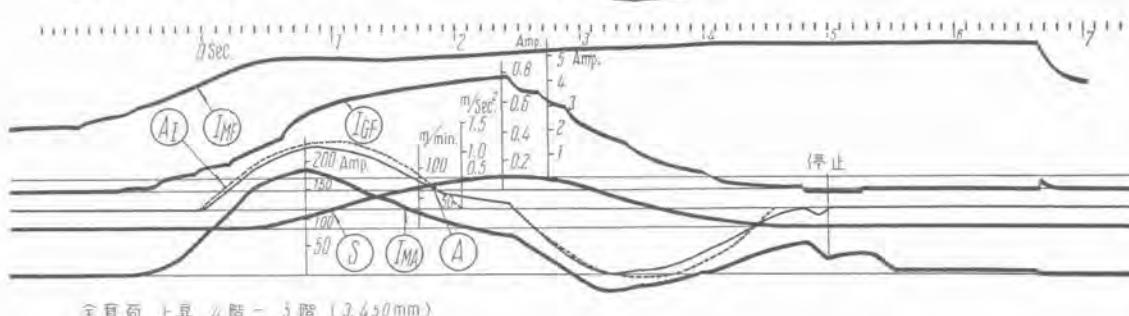


全負荷 上昇 3階 - 5階 (5,800 mm)

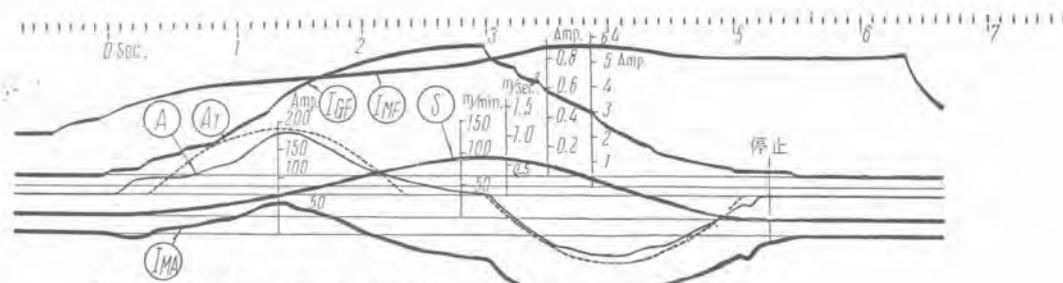


全負荷 下降 5階 - 3階 (6,900 mm)

A 加速度曲線
 A_I 理想的加速度
 曲線 (百貨店
 用)
 I_{GF} 発電機界磁電
 流
 I_{MF} 電動機界磁電
 流
 I_{MA} 電動機電流
 S 速度



全負荷 上昇 4階 - 5階 (3,450 mm)



全負荷 下降 5階 - 4階 (3,450 mm)

10 図 容量 1,200
 kg 脱車なしレバ
 ータ 速度 150 m/sec
 2:1 ローピング

Fig. 10. Gearless elevator, capacity
 1,200 kg, speed 150
 m/min, 2:1 roping

かわらず全般を通じて乗心地が良くしかも走行時間が短いことが判っていただけだと思う。

次に、この図について少し討付を加えて見よう。

まず始動部分を見ると全負荷上昇の場合には制動機が緩んで電動機電流が流れ始めて電動機回転力が負荷回転力に打勝つまでは上昇できず、条件によっては逆にわずかに下降してから上昇に移るからそれまでに若干の時間がかかりこれが始動時間である。10図では最大始動時間約0.8秒で、この時間を短縮するために電流増加速度を早くすると逆に全負荷下降あるいは平衡負荷近くで始動時間の加速度が過大となりいわゆる始動ショックを生ずるおそれがある。

また始動後の加速の前半を見ると全負荷上昇ではほぼ理想曲線にしたがって加速しているが、全負荷下降ではブレーキが緩むと同時に負荷回転力により下降を始めるためその後の加速はむしろ理想曲線より低く目になる。これは現在の制御方式では簡単のために負荷変動を発電機の直巻線だけで補償しているために避け難い傾向である。

筆者はこの問題の根本対策として出発前に負荷を計量してあらかじめ負荷の不平衡回転力に相当する電流を流しておき、負荷のいかんにかかわらず始動時間がほとんどなしで理想曲線にしたがって加速する方法を考案し実現の見通しを得た。(特許出願中)

加速の後半は一般に加速曲線が緩かになり勝であるが無理に理想曲線に近づけようとすると行過ぎ現象を起し一定速度に落着く前に1度過速するおそれがあるから程度問題である。

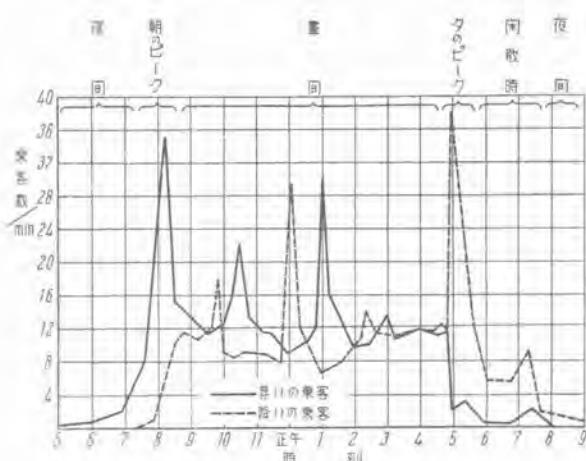
次に減速部分はほぼ理想曲線にしたがって減速しており、低速で一定速になる部分はほとんどなく、したがって着床時間は非常に短く最大の場合でも約1秒に過ぎず、しかも電源電圧温度の変化にもかかわらず±10mmの着床誤差範囲に確実に入っている。

低速に一定速部分を設ければ着床誤差を±5mm程度にすることもできるが、それよりは時間短縮の方が重要であると思われる。

6. 総合輸送計画と新丸ビルにおける交通実態調査⁽¹⁾

建物における1日の交通状態はたとえば11図に示すように時々刻々に変動する。また2台以上並設のエレベーターを各階バラバラに運転したのでは、いわゆるだんご運転となつて、乗客の待時間の変動が大きくなり輸送能率が低下する。したがって設備台数の多い大きな建物では、朝のピーク、昼間、夕方のピーク、閑散時、夜間等の各交通状態にそれぞれ適合するような総合的な管理運転を行って輸送能率を向上すると共に経済運転を計る必要がある。

東洋一の大本事務所ビルとして東京駅前にその近代的な偉容を誇っている新丸ビルのエレベーター設備は、本格的



11図 代表的事務所ビルにおける交通状態

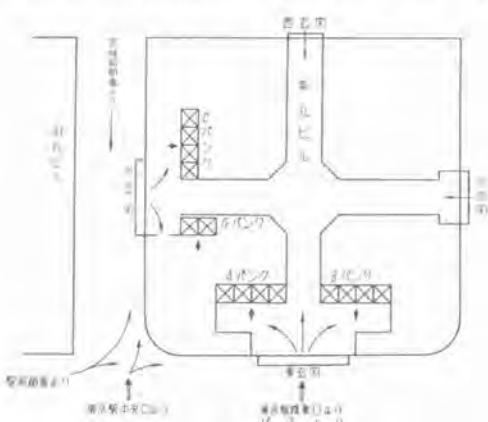
Fig. 11. Traffic of the representative office building.

な総合管理運転方式をわが国で初めて採用した画期的なものであって、そのうち三菱電機が納入した正面玄関Aバンク4台、Bバンク4台、合計8台の専用なし、スーパーシグナル操作エレベータに実施したMD-4型電子管自動出発信号装置による管理運転については先に発表⁽²⁾したとおりであるが、今回これらのエレベータについて総合的な交通実態調査を行ったのでその概要について述べる。

この実測に当っては調査のための特別な条件を与えることなく、全く通常の状態で縦密な計画と周到な準備のもとに測定員数十人を動員して行った。

ア. 朝のピーク

わが国的一般の事務所ビルでは朝の出勤時のピークがエレベータの輸送能力計画上の主な決定要素になることが多い。11図でも判るように夕方の退勤時等のピークは朝に比べ必ずしも小さくはないが、退勤時には人々は出勤時ほど急いでいないし、また待客が各階に分布しているので乗場に混乱が起るおそれもない。そのうえ降りるから階段を利用して大して苦にならない。これに比べ出勤時間問ぎわには人々は一刻を争っており、輸送力が足りないと1階の乗場に人がたまつて混乱が起るおそ

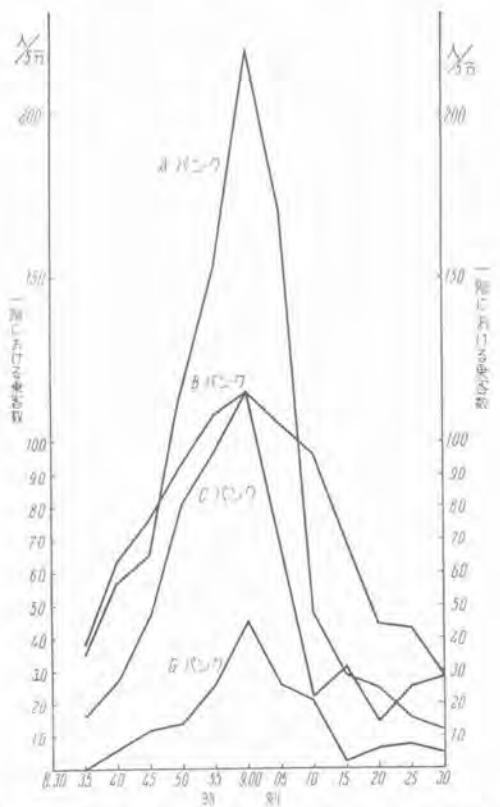


12図 交通の流れ

Fig. 12. Traffic flow.

3表 朝のピーク時の入館者ならびにエレベータ利用者

実測時間	総入館者	東玄関入館者	南玄関入館者	西玄関入館者	北玄関入館者	A パンク (4台) 7~8階行	B パンク (3台) 4~6階行	C パンク (4台) 4~8階行	G パンク (2台) 2~3階行
時分 8.45~8.50	494	333	149	7	5	107	93	81	15
8.50~8.55	726	522	202	1	1	189	108	97	26
8.55~9.00	702	491	202	2	7	220	115	115	45
9.00~9.05	449	261	178	3	7	140	105	68	26
9.05~9.10	258	181	70	0	7	25	96	22	21
9.10~9.15	229	145	68	6	10	33	69	31	2



13図 8時30分～9時30分間のエレベータ乗客数
Fig. 13. No. of passengers between times.
(from A. M. 8.30 to 9.30)

4表 5分間ピーク時の乗客と出勤者数との比率

行階	在籍数	出勤者数A	使 用 エレベータ	8.55~9.00 最大輸送人 員実測値B	B A × 100
7~8階	1,319名	1,120名	A ₁ ~A ₄ C ₁ ~C ₄ の一部	220 51	24.2%
4~6階	1,494名	1,270名	B ₁ ~B ₃ C ₁ ~C ₄ の一部	115 64	24.1%
2~3階	約800名	約800名	エレベータ 利用者を出 勤者の1/2 と仮定 800×1/2 ×0.85=340	G ₁ ~G ₂	45% 13.2%

れがあるため、朝の5分間ピークの輸送力が主として問題とされるのである。

新丸ビルの朝の交通の流れとエレベータの位置の関係は12図の如くで、ビル内を通り抜ける人も多少あるものと推定される。

エレベータは各パンク毎に急行あるいは途中階反転を行って平均停止数を減小させることによって輸送力の向上を計っている。

3表は朝のピーク時の入館者ならびにエレベータ利用者数の実測値で、各パンク毎のエレベータ利用者数を図示したのが13図である。

13図から台数決定の基礎となる5分間ピークを8:55～9:00に選び当日の出勤者数との比率を求めたのが4表である。なお出勤者数は在籍者の85%と仮定した。

朝のピーク時のAパンク4台の乗客数を図示したのが14図である。

次に(1)式により1周時間を計算し実測値と比較すると5表の如くなつた。この表から判るとおりこのエレベータの床から床までの時間は1表の150Bにほぼ該当し、扉が片開のものとしては相当早い。

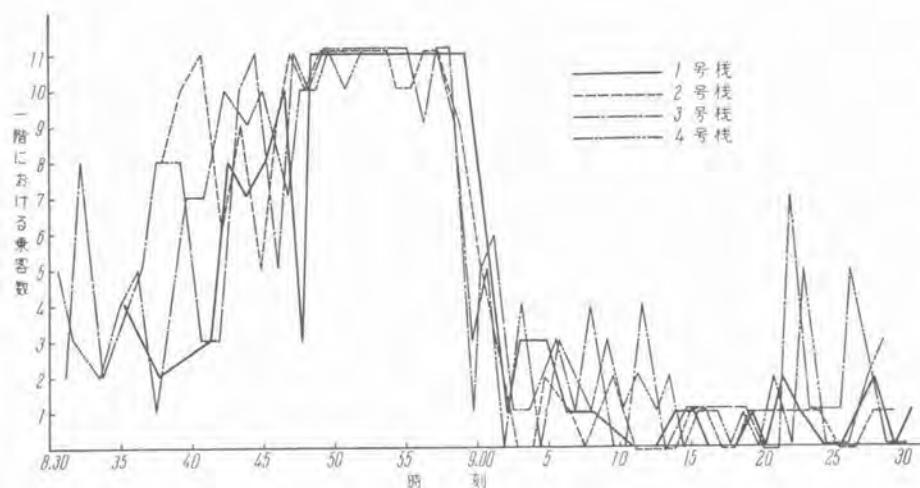
実測結果から5分間輸送力を検討すると6表に示す如

5表 1周時間 朝のピーク

要素	パンク別	Aパンク 7,8階急行	Bパンク 4~6階反転運転
S=1周運動距離		51.4 m	37.3 m
n=1周運動停止数		3	4
t=乗客出入時間/人		2 sec	2.8 sec
r=1周運動毎の乗客数		11	11
V=公称速度		2.5 m/sec	2.5 m/sec
t _L =1停止毎損失時間		7 sec	7 sec
計算1周時間 S/V+nt _L +Pt		63.4 sec	73.9 sec
T 実測平均1周時間		62.6 sec	74 sec

6表 5分間輸送力と乗客数

パンク別	Aパンク 4台運転	Bパンク 4台の内3台運転
実測平均1周時間 T	62.6 sec	74 sec
平均出発間隔 I= $\frac{T}{\text{台数}}$	15.6 sec	24.6 sec
定員 C	11名	11名
5分間輸送力 $P=\frac{60 \times 5 \times C \times \text{台数}}{T}$	211名	128名
5分間ピークの乗客数	220名	115名



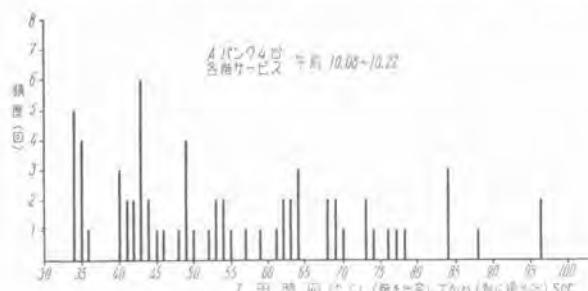
14 図 A バンク各機の乗客 朝のピーク 7, 8 階行急行

Fig. 14. Passengers for A bank elevators, morning peak, express for 7 & 8 floor.

く、A バンクでは 8.50~9.00 の間は乗場に約定員数の乗客がエレベータを待っている状態であるが平均出発間隔が 15.6 秒であるから差支えなく、B バンクでは最繁時でも乗場に行列して待つようなことはない。なお B バンクが 3 台でも余裕があるのは新らしく 4~6 階が比較的すいているためと思われ、エレベータの台数選定は良好であることが知られる。

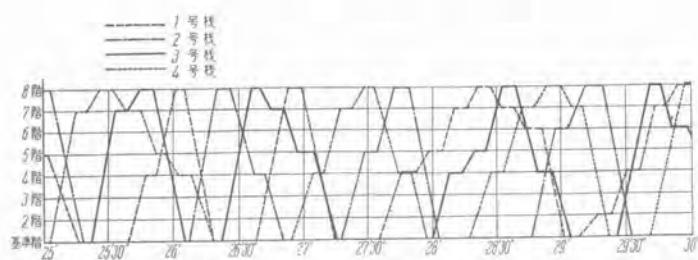
4. 昼間

昼間には昇り降り共に相当の交通量があるが、その量は時々刻々に変動するため、エレベータの 1 周運転中の停止数したがって各エレベータの 1 周時間は広い範囲に変動する。輸送力から考えれば各バンク毎に急行運転ま



15 図 1 周時間の分布

Fig. 15. Distribution of round-trip time.



16 図 A バンク運行図 4 台各階サービス (10 時 25 分から 10 時 30 分まで)

Fig. 16. Revolution diagram of A bank elevators, 4 elevators several floor service, from A.M. 10.25 to 10.30.

たは途中階反転を行った方が良いのは明かであるが、新丸ビルでは乗客の乗り易さならびに中間階間の交通を考慮して輸送余力のある現状では A, B 両バンク共各階行として使用している。

15 図は 10 時 8 分から 10 時 22 分までの間の A バンク 4 台の 1 周時間 (1 階の停止時間を除く) の分布図である。

このように時々刻々に変動する交通状態に適応してカゴを適当に分布するために当社の MD-4 型電子管出発信号

装置ではカゴが 1 階から出発する間隔を 1 階にあるカゴの台数と後続のカゴが 1 階に到着する時期により自動的に調整するようしている。すなわち平均停止数が減少して 1 周時間が短くなりカゴが 1 階に早く戻ってくる



17 図 上梁の振動測定

Fig. 17. Measurement of vibration of the top beam.



18 図 カゴ室内的騒音の測定

Fig. 18. Measurement of noise in the cab.

ようになると出発間隔は自動的に短縮し、逆に平均停止数が増加して1周時間が長くなると出発間隔は自動的に延長するから、カゴは時々刻々の交通状況に適応して配置され乗客の待時間は短縮しサービスが向上する。

16図は10時25分から10時30分までの5分間におけるAバンク4台の運行図で1周時間(1階の停止時間を除く)は35秒から87秒に変化しているが出発間隔はこれに応じ16秒から29秒に自動調整されており、5分間の中でも1階にカゴのない時間は3秒、14秒の合計17秒だけで、1階にきた乗客はほとんど待つことなくカゴに乗ることができる。また1階に2台のカゴがいる時間は全体の21%で、3台いる時間は全体の0.3%に過ぎず、1周時間の相違によって相続して1階に到着したカゴもほぼ合理的な間隔で出発しているのが判るであろう。

ウ. 夕方のピーク

夕方の退勤時にはビルの上層部すべてのエレベータは満員となり、中層以下の人は上層が空になるまでエレベータの利用がほとんどできなくなるおそれがあるが、これは急行運転と途中階反転の2組に分けることによって避けられる。

エ. 夜間

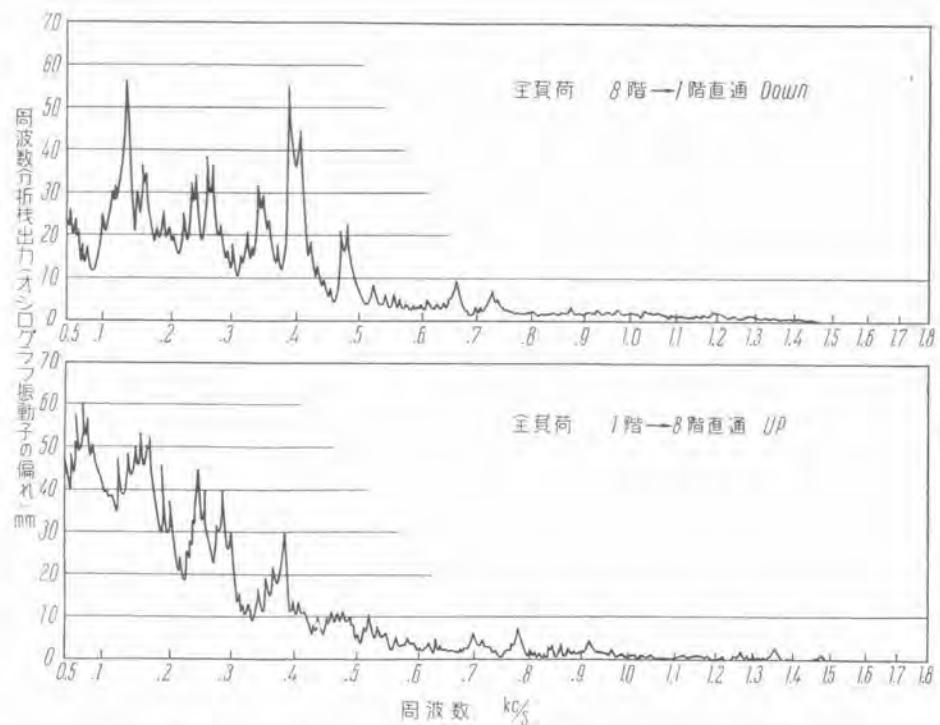
夜間で交通が非常に閑散で間歇的な場合には1台のエレベータを最端呼自動反転方式により呼があった場合の



19図 カゴ室の騒音の録音

Fig. 19. Recording of noise in the cab.

高性能エレベータについて・木村・宮城・高村・大野・道橋



20図 エレベータカゴ室内騒音の周波数分析図(オシログラムより転写)
Fig. 20. Analysis of frequency of noise in the cab, tracing from oscillogram.

み最小限に運転するのが経済的である。また運転手なしで乗客が運転するようにすることもできる。

7. 振動と騒音

エレベータに乗っている際に感ずる振動と騒音を根本的に減少するにはまず実際のエレベータについて各部の振動および騒音を測定分析し、振動源と騒音源ならびにその伝達と共鳴の機構を究明する必要がある。

筆者等は鉄道研究所のご協力によりテレパイロメータ・騒音計・テープ式磁気録音機等を使用して振動・騒音を測定し、これを周波数分析器で分析して研究の結果、積極的には音源ならびに振動源を極力減すようにすると共に消極的にはその伝達を防止するために、カゴ室とカゴ枠を防振ゴムで絶縁し、さらにカゴ室の構造を改良しカゴ室が共鳴しないようにした結果、従来に比べてはるかに静粛なエレベータを製作できるようになった。

17図は上梁振動の測定状況、18、19図はカゴ室の騒音を測定ならびに録音している状況で、20図は騒音の周波数分析図の一例である。

8. むすび

以上高性能エレベータの満すべき諸要件につき検討を加え、三菱エレベータがいかにしてこれらの条件をより良く満すべき設計製作されているかということについて述べた。

終りに、加速度・振動・騒音の測定に当りご協力を頂いた鉄道技術研究所の戸原・西村・塚本・井河・島村の諸氏

新丸ビルにおける交通実態調査に際しご協力を得た三菱地所会社・三菱電機本社施設部・大阪営業所施設課の方々に対して深く感謝する。

参考文献

- (1) 木村 乗用エレベータの設備台数の計画 三菱電機 27-11
- (2) 河合・宮城 最近の三菱エレベータとその標準について 三菱電機 27-11

化学工業用直流 600V 10,000A HP 100A 型逆性高速度遮断器

神戸製作所

小路誠春

Type HP-100A D.C. 600 Volt 10,000 Amp.
Reverse Current High Speed Circuit
Breaker for Chemical Industry

Masaharu KOHJI

Kobe Works

Their extreme short period for breaking fault current enables high speed circuit breakers to carry the laurels as a protective device on D.C. circuits. Mitsubishi Type HP-100 A 10,000 ampere reverse current high speed circuit breakers for chemical industry are among the rest, being of the latest production based on the same principle as that employed for electric railway substation equipment, i.e., they comprise a holding magnet, a backing bar, and an arc quencher. The only difference is water cooling and gas corrosion proof design in this new product.

1. まえがき

化学工業は電解槽の電流容量を次第に増加する傾向にある。したがってその直流電源たとえばイグナイトロン整流器等も単器大電流容量となりつつあるが、このような回路に使われる高速度遮断器もまた大電流容量を要求されるわけである。

当社は最近題記の 10,000 A 逆性高速度遮断器を製作した。これは旭化成株式会社ならびに三菱金属鉱業株式会社に納入した本邦の記録品である。従来は 6,000 A の電流容量のものを最大としていたが、今回その主回路を水冷式とすることによって、とくに形体を増大することなく一躍 10,000 A の電流容量を持たせることに成功したものである。

化学工業用として注意すべき点は、

(1) 通電電流は長期間その電流値に大幅の変動なく

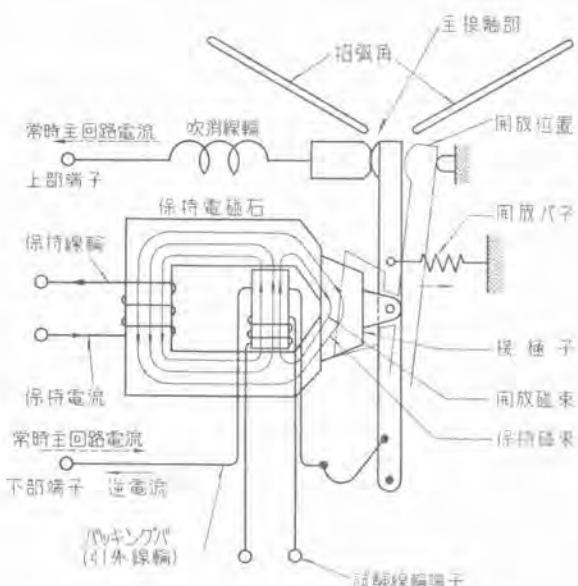
連続であって、電気鉄道負荷のようにつねに変動し、また短期間に休止することのないこと。

(2) その据付場所によっては塩素ガス、亜硫酸ガス等の腐食性ガスにさらされる機会のあること、などである。

この高速度遮断器は、これらの悪条件に対処し、またその保護機能すなわち遮断器容量、遮断速度はともに大でありきわめて信頼度の高いものである。

2. 動作原理と動作特性

1 図は動作電流であるところの逆電流による保持電磁石内部の磁束関係を示している。保持電流によって生ずる保持磁束は保持電磁石の接触面において接極子を吸着している。常時負荷電流はこの磁束に加わる磁束を生じ、この電流がいかに増加するとも開放動作は行わない。事故電流すなわち逆電流が流れると、1 図のように保持



1 図 動作原理説明図

Fig. 1. Principle of operation.

磁束を打消すところの開放磁束が生じ、次第にその値を増すとき、保持磁束と開放磁束との差が一定値になれば、開放ばねにより遮断動作を行うのである。

この動作原理による動作特性曲線の一例を2図に示す。曲線Aは保持電流対動作電流の動作特性曲線、曲線Bは試験電流対動作電流の特性曲線である。曲線Aについて横軸は保持電流、縦軸は逆電流であって、たとえば設定動作電流を1,300Aとすれば、それに対する保持電流は1Aとなる。電源電圧等の変動によって保持電流が変動するときの動作電流の変化は、この曲線によって直ちに知ることができる。一般に保持電流の増加に伴う動作電流値の上昇を懸念するものであるが、本器の場合は設定保持電流が150%すなわち1.5Aに増加したとき、動作電流は1,950Aとなるが、この程度の動作電流の増加では全遮断時間にほとんど影響を与えない。

なお短絡電流のような突進電流のときは保持線輪の作用によって設定動作電流値は瞬時に降下するものである。これは事故電流の遮断には好ましい特性といえる。

特性曲線と横軸の交点Mは最小保持電流を示す。これは主回路電流が零であるとき、接極子を保持し得る最小保持電流であって、吸着されている接極子は保持電流が次第に減少して、この点を通過してさらに減少しようとする瞬間に開離するのである。

特性曲線の狂いを検査する方法の一助として最小保持電流を利用することができる。すなわち主回路電流を零としておき、接極子が離れるときの保持電流の値をみれば、その変移によって動作特性の狂いを知ることができるのである。

とくに特性曲線をチェックする装置として試験線輪がある。これは1図に示すように、バッキンバーのなかにある鉄心にまかれた線輪であって、これに電流を流す

ことは、バッキンバーに電流を流すと同様の効果を保持電磁石に与えるものである。バッキンバーの巻数は1回であるが試験線輪のそれは数百回であるから、バッキンバー電流よりはるかに少い電流でよいことになる。

本器の実例は10~20A程度の電流であるから、電池その他の直流電源で軽便に測定ができる。

試験電流の曲線Bによれば、試験線輪に12A流したとき遮断器が動作したとすれば、バッキンバーに1,300Aの逆電流が流れ動作したことと等価であるからその動作は工場試験の結果と一致していることが確かめられたことになる。

試験線輪の端子は、つねに開放されているため、大電流を遮断したとき、保持電磁石の磁束の急激な変化によって試験線輪に高電圧を誘起するのではないかと、心配することがあるが、実際は百数十ボルトで全く問題にならない。

3. 主要部分の構造とその特長

3図はHP-100A型逆性高速度遮断器の構造図である。
ア. 主回路

主回路をたどると、下部端子・バッキンバー可動接觸子・固定接觸子・吹消線輪および上部端子の直列回路となる。この主回路は可動接觸子を除くほか、すなわちバッキンバー回路と吹消線輪は銅管で製作されそのなかを冷却水が流通する。バッキンバーと吹消線輪はいずれも各2箇あり、電気的には並列接続であるが、冷却水は直列に流れている。

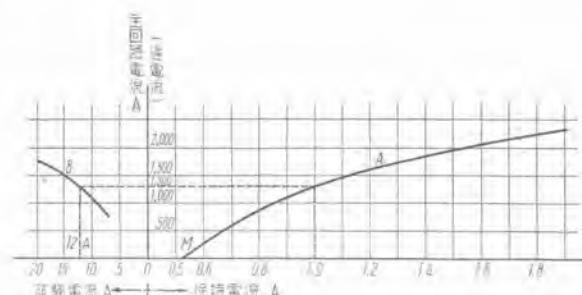
イ. 冷却水回路

冷却水は給水口から流量計を経て、上部端子に至り一方の吹消線輪に入り、固定接觸子のなかを通過し、他方の吹消線輪を経て上部端子に返り、上下端子を接続するゴム管を流下して下部端子に入る。

下部端子から一方のバッキンバーを流れ、可撓銅帶の継付台のなかを通過し、他方のバッキンバーを経て下部端子へ返る。下部端子から流水継電器を通過して排水される。

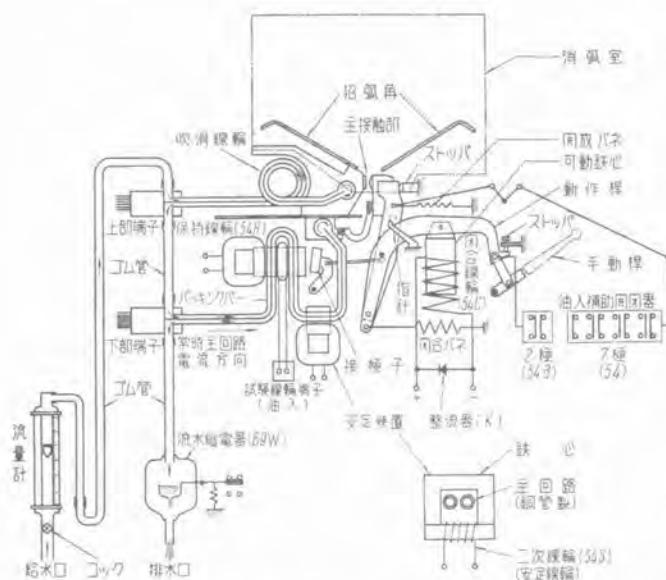
ウ. 消弧電磁石

消弧電磁石には漏洩磁束抑制線輪を装置して、回路電



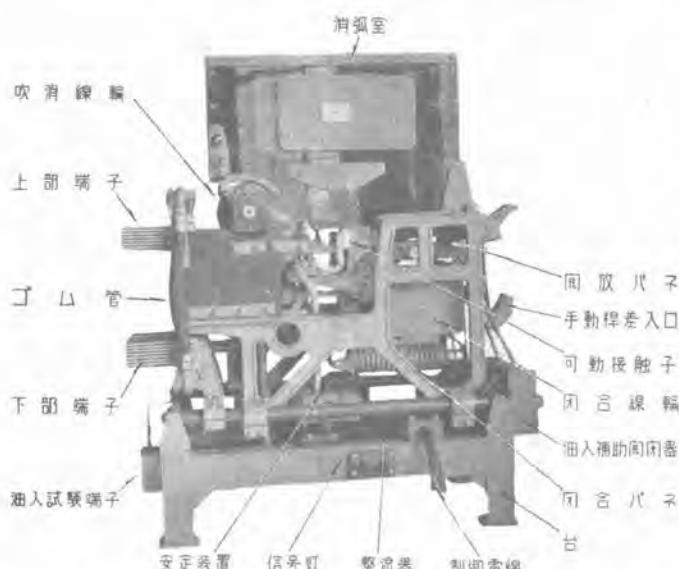
2 図 動作特性曲線

Fig. 2. Characteristic curves.



3 図 HP-100 A 型逆性高速度遮断器構造説明図

Fig. 3. Structure of type HP-100 A reverse current high speed circuit breaker.



4 図 HP-100 A 型 D.C.-600 V 10,000 A 逆性高速度遮断器

Fig. 4. Type HP-100 A D.C.-600 V 10,000 A reverse current high speed circuit breaker.

流が急激に上昇するとき、吹消磁束が無効磁束となって外部に漏洩するのを抑圧し、しかもこれを有効磁束に転換せしめている。これは主接触子の開離の初期に密度の高い磁束を主接触子の開離点に与え、電弧電圧をすみやかに上げることを目的としたものである。この消弧磁石の両脇は5図に示すように、ボルト1本を抜取り、支点となるべき軸のナットをゆるめることにより簡単に回転し、主接触子を露出せしめる構造である。これは主接触子の点検・手入・調整および取換えのために非常に便利である。消弧室が回転して開くのは従来と変りはないが、磁極が開くのは新規なものといえよう。

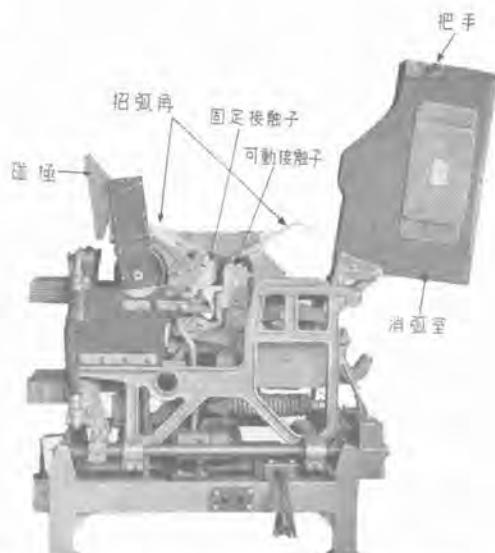
エ. 主接触部

主接触部は電流を遮断するごとに、わずかではあるが溶損して、その接触面の位置は次第に正規位置と異った位置を占めるようになる。実際には浮動桿の閉合位置は固定接触子側に移動することになる。このとき次のようなことが考えられる。

- (1) 開放ばねが伸び、閉合ばねがちじむから主接触子の接触圧力が減少する。これは程度が大きくなれば異状発熱の原因となる。
- (2) 接極子を引離す力が減少するので、設定動作電流値が上昇する方向に変化する。
- (3) 動作桿がストップに当るようになれば主接触子の接触状態は不安定となる。

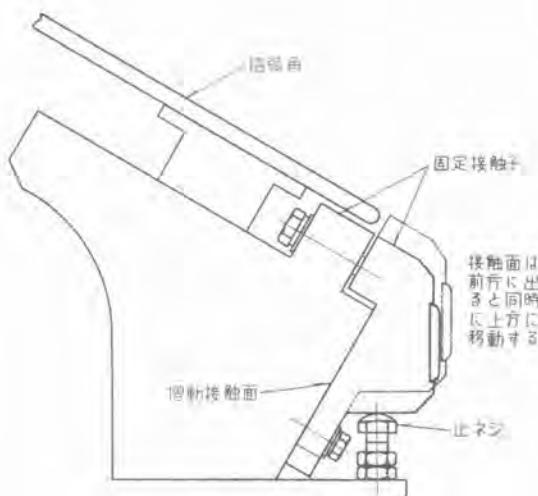
浮動桿の移動は以上の現象を招来するが、本器の主接触子は、容易にこれを調整し浮動桿を正規位置にもどし得る構造である(出願中)。6図にこの調整式の固定接触子を示す。すなわち固定接触子の先端を分割し、分割部を摺動面に沿って移動させることにより接触面を実線の位置から鎖線の位置へ平行移動させることができる。またこのような構造は銀接触片の寿命の尽きたとき、この分割部を容易に取換えることができる利点がある。さらにこの接触子の押出し法の特長は前方に出すと同時に上方に移動するから、押出すごとに溶損した面は上方に移動し、固定接触子は新しい面を出すことになる。摺動面に近接して冷却水の通る螺旋管が鋳込まれているから、この接触面による特別な発熱はない。

浮動桿の側面には、閉合状態と開放状態における正規位置を示す2箇の刻印がある。閉合と開放のいずれのときにも、この刻印が指針と一致していれば正規の運動をしていることになる。浮動桿は非磁性



5 図 HP-100 A 型逆性高速度遮断器(磁極と消弧室は容易に開くことができる)

Fig. 5. Type HP-100 A reverse current high speed circuit breaker. (Hinged iron pole-pieces and arc-chute can be opened easily).



6 図 調整式固定接触子

鋼板を使って主接触部附近の磁束をみださぬことに意を用いてある。

才，保持電磁石

保持電磁石の接極子接触面は重要な面である。この部分における磁気抵抗の変化はただちに動作特性に影響するものであるから、この面はつねに清浄に保たなければならない。

保持線輪を取はずしたときも、再び取付けるときには鉄心の接触面の状態に注意しなければならない。

試験線輪の端子における短絡は遮断動作に悪影響を与えるから、絶対に避けねばならない。その端子は油壺に入れてあるから腐食または振動等によって短絡することはない。

力，閉合線輪

閉合線輪は普通のソレノイドであって、その上部に可動鉄心の電気的緩衝装置として厚い銅の座金を挿入してある。

キ 補助開閉器

補助開閉器は2極と7極とが同一ベースに取付けられ、そのコンタクトと電線接続部は全部共通の油槽内に入り、絶縁油に浸漬されている。腐食性ガスに対して安全な構造である。油槽を取除くとコンタクト全部の点検ができる。補助開閉器全体は密閉型であるから塵埃の入る心配がない。2極部分は閉合電磁石の可動鉄心の上下運動に伴って動作し、7極部分は主接触子の開閉に伴って開閉するものである。

4. 安定装置

接極子の下方に装置された変流器のような構造のものが安定装置である。閉回路の鉄心と1次線輪と2次線輪(安定線輪)によって構成されている。1次線輪は主回路が鉄心の窓を貫通した形、2次線輪は保持線輪と関係のある巻数を持っている。安定線輪は保持線輪と直列に接続され、主回路の電流の変動によって保持線輪と安定線

輪に誘起される電圧の方向は互に反対になるようにしてある。

主回路の正方向電流（負荷電流）が急激に減少するとき逆性高速度遮断器は遮断動作を行うことがある。わずかな変動に対してもこのような誤動作を行うことは運転を煩雑にするばかりである。この安定装置は主回路の電流変動に対して、保持電磁石内部の無用なる磁束の動搖を抑圧し誤動作を防止するものである。安定線輪に誘起する電圧を適当にすれば誤動作を充分に防止することができる。

4. 操 作

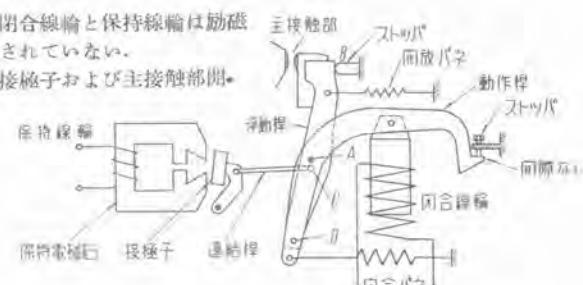
7 図について動作を説明すると、

ア. 閉合動作

(1) 状態1において閉合線輪を附勢すると閉合電磁

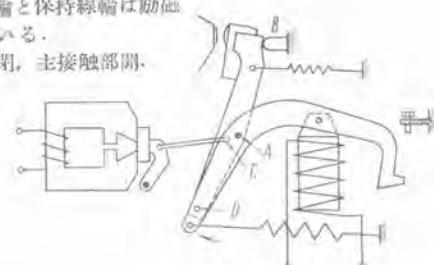
状态上

閉合線輪と保持線輪は励磁されていない。



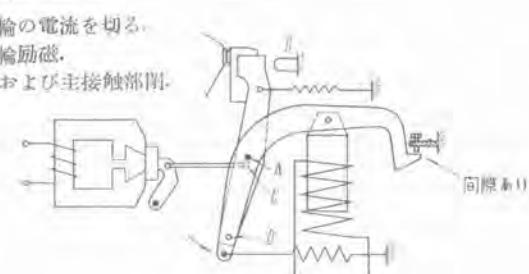
数据 2

閉合線輪と保持線輪は励磁されている。



状 鳞 3

閉合線輪の電流を切る 保持線輪励磁. 接極子および主接觸子



7 図 動作説明図
Fig. 7. Diagram showing operating cycle of high speed circuit breaker.

右の可動鉄心は下方に吸引されて動作桿はA軸を中心として時計式に回転し閉合ばねは引伸ばされる。

- (2) 浮動桿は開放ばねによってストップBに引付けられているため動作桿の回転は浮動桿をB点を支点として時計式にまわす。
 - (3) 浮動桿の回転は連結桿を左方へ移動せしめ、接極子は保持電磁石面に押付けられる。
 - (4) 保持電磁石は保持電流によって励磁されているから接極子は吸着される。(状態2)
 - (5) 閉合電磁石の可動鉄心によって開閉する2極補助開閉器と電磁接触器により閉合線輪回路は切られ、緊張位置にあった閉合ばねは動作桿を原位置に復せしめる。
 - (6) 同時に浮動桿は連結桿のC軸を中心として反時計式に回転し開放ばねを引伸ばし、接触部を閉じて閉合動作を終る。(状態3)

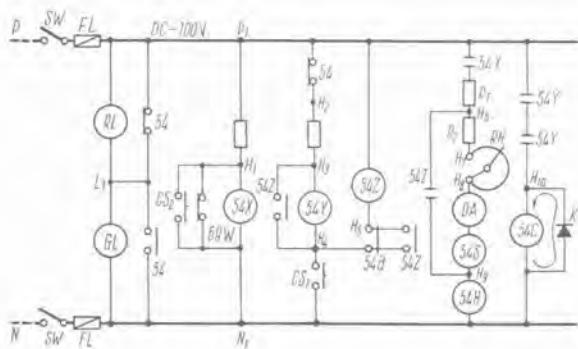
1. 開放動作

保持線輪回路を断つと保持電磁石は無励磁となり、接極子は離れ、閉合ばねは動作桿をストップに当るまで、ごく短かい距離を回転せしめ浮動桿はD軸を中心として開放ばねの力により時計式に回転し開放動作を行う。(状態 1)

次に操作方式の一例を 8 図について説明すると

- (1) 54X は電源の生きている限りそのコンタクトを閉じており、したがって保持線圈 54H はその直列抵抗 R_1, R_2 , 加減抵抗器 RH , および安定線圈 54S を通じて励磁されている。

(2) 54Y 回路の CS_1 を入れるとき 54Y は動作してそのコンタクトによって閉合線圈 54C が励磁され、可動鉄心は吸引されて 7 図の状態 2 となる。



8 図 地圖回路網線図

Fig. 8. Schematic wiring diagram.



9 図 HP-100 A 型 逆性高速度遮断器 の品番

Fig. 9. Lifting irons
of type HP-100 A
reverses current
high speed circuit
breaker.

- (3) 動作桿に連結されている 2 極補助開閉器 54a が回転して 54Z の回路を作る。

(4) 54Z は動作して、その 3 つのコンタクトのうち 1 つは 54Y の線輪を短絡し、残り 2 つはそれ 54Z の自己保持と 54H 回路の抵抗を短絡し 54H の強励磁を行う。

(5) 54Y が無励磁となれば 54C 回路は切れて可動鉄心は復帰し、また 54a も復帰してコンタクトを開く。しかしながら 54Z は自己保持をしているため 54Y の短絡と 54H の強励磁はそのまま継続している。

接極子は保持電磁石に吸着されているから、可動鉄心の復帰すなわち動作桿の復帰は主接触子を閉合することになる。同時に主接触子に直結された 7 極補助開閉器 54 は回転して、そのコンタクトは 54Y の回路を開き CS_1 を開けば 54Z も開放して閉合動作を終る。

なお閉合状態で動作状態を継続しているものは 54X, 54H および信号灯 (RL, GL₁) 回路のみである。

(6) CS_1 を入れて 54X を短絡すると、54H 回路は開路されて遮断器は開放する。

(7) 投入時、制御開閉器を閉の位置に保っているとき投入に失敗しても 54Z が 54Y の線輪を短絡しているから反復開閉をすることはない。

54C 回路にある金属整流器は可動鉄心の復帰速度を緩和して投入操作を確実にする作用を持っている。投入動作は前述のように可動鉄心が吸引され、つぎに合線輪が無励磁となり、可動鉄心が復帰することによって完成されるのであるが、復帰速度が不当に速いとき主接触子が閉合した衝撃によって、接極子がはずれる

ことがある。この不安定な動作は可動鉄心の復帰速度すなわち、主接触子の投入速度を適当に緩和することによって防止できる。

整流器の作用は次のとおりである。すなわち 54Y が閉路すれば、投入電流は 54C に流れ、可動鉄心は吸引される。つぎに 54Y が開路すれば、可動鉄心は復帰しようとするが、54Y を流れる電流は断たれても 54C と K の閉回路には図示の循環電流がある時間流れるため、可動鉄心は急速に復帰することなく、ゆるやかに復帰するのである。なお可動鉄心の復帰時間中接極子の吸着を確実ならしめるために、保持線輪は 54Z のコンタクトによって強励磁されている。

5. 遮断性能

10 図は遮断特性曲線を示す。逆流目盛を 1,300 A として 1,500~20,000 A 位の電流を遮断したものである。4,000 A を 25/1,000 秒、10,000 A を 18/1,000 秒、最後に 20,200 A を 13.8/1,000 秒で遮断してなおこれ以上の遮断電流に対して遮断時間は、減少の傾向にある。

11 図は最後の遮断試験のオシログラムを示す。

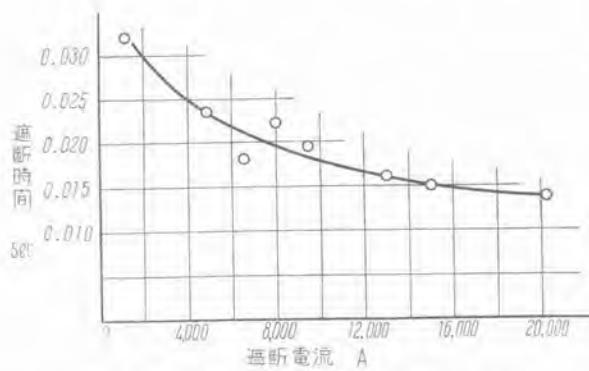
6. 流水継電器

流水継電器は水冷式高速度遮断器には保護上欠くべからざるものである。運転中冷却水が断水したとき、水管は数分間で危険な温度に達する。この継電器は減水あるいは断水に対して、警報しましたときには遮断をする。

腐食性ガスに対処して、そのコンタクトは水銀スイッチを使い、機械部分とともに油中に浸漬してある。12 図は外観を示し、13 図は内部の機構を示す。

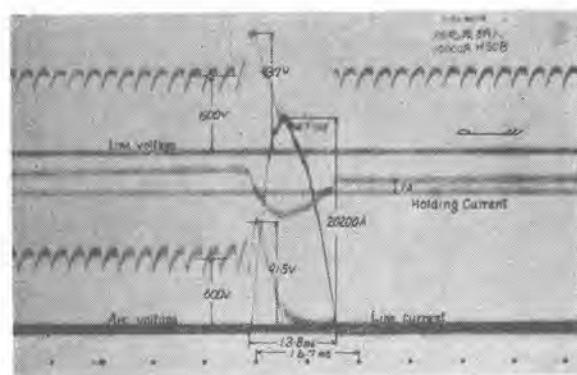
7. 制御配電盤

腐食性ガスの発生する場所に設置するものであるから密閉型として、内部の器具を保護する構造となっている。この場合、問題は発熱体である抵抗器が含まれていることである。箱の内部の温度を規定値以内に保つために、



10 図 HP-100 A 型逆性高速度遮断器の遮断特性

Fig. 10. Time-current interrupting characteristic of type HP-100 A reverse current high speed circuit breaker.



11 図 HP-100 A 型逆性高速度遮断器の遮断試験のオシログラム

回路電圧	D.C.-600 V
電流上昇率	4×10^6 A/sec
短絡電流抑制値	20,200 A
全遮断時間	13.8/1,000 sec
試験用電源	1,500 kW イグナイトロン整流器

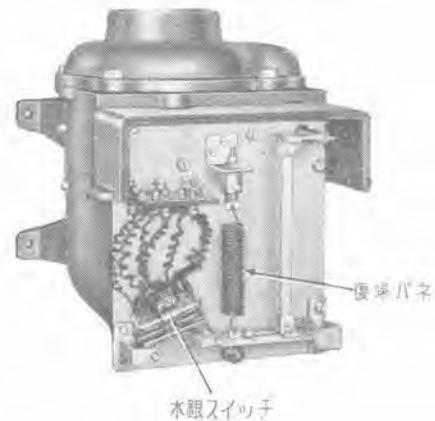
Fig. 11. Oscillogram of interruption on type HP-100 A high-speed circuit breaker.

Circuit voltage	D.C.-600 V
Raising rate of current	4×10^6 A/sec
Suppressed peak value of short-circuit current	20,200 A
Interruption time	13.8/1,000 sec
Line capacity	1,500 kW Ignitron



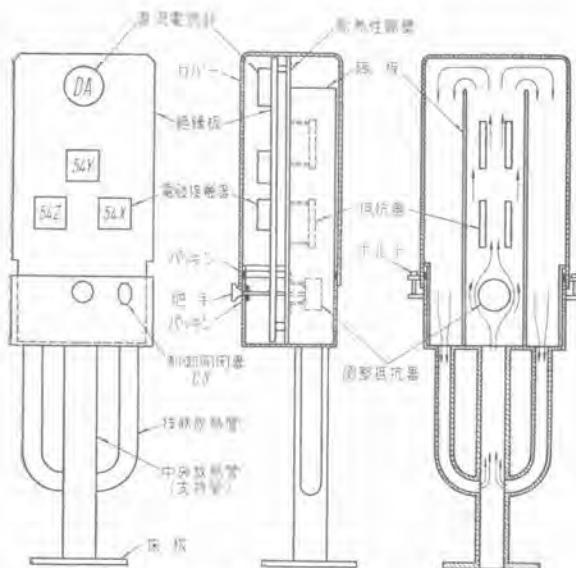
12 図 流水継電器

Fig. 12. Water flow relay.

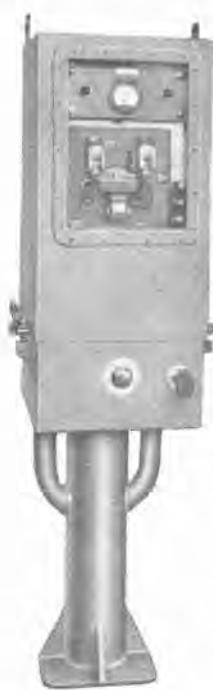


13 図 流水継電器の内部

Fig. 13. Interior view of water flow relay.



14 図 密閉型制御配電盤構造説明図
Fig. 14. Structure of enclosed control panel.



15 図 密閉型制御配電盤

14 図に示すように、計器ならびに電磁接触器群と抵抗器群とを、耐熱性隔壁で分割し、とくに箱の下部に 2 本の枝状放熱管（兼補強腕）を設けてある。

抵抗器群によって生ずる気流は、中央通路を通って上昇し、ついで両側通路を経てカバーを通して放熱しながら下降し、枝状放熱管に入り、ここでさらに外部の低温空気に放熱し再び中央放熱管を経て中央通路を上昇する一連の整然たる循環運動を形成して発熱体を冷却する。

外気は腐食性ガスを含むから、これを直接箱内に導入することのできないとき、この構造は効果的である（出願中）。

15 図はこの制御配電盤の外観を示す。

8. むすび

HP-100 A 型逆性高速度遮断器のおもな特長を要約してみると、

構造上の特長

- (1) 主回路は可動部分を除くほか全部冷却水を通ずるため非常に小形である。
 - (2) 主接触部は銀対銀の線接触であり固定接触子は調整式である。なおすべての電路の接続部分は銀接触であるため、長期間接触抵抗に変化がない。
 - (3) 消弧室と消弧電磁石は各その支持軸を中心として回転し、左右に開く構造(5図参照)であるから、主接触子の点検・手入・調整および取換えが容易である。
 - (4) 引外自由機構である。
 - (5) 閉合ばねと開放ばねは各1箇で、独立しているから調整しやすい。
 - (6) 補助開閉器は油入として腐食性ガスによる被害を完全に防止している。
 - (7) 水管(主電路)の接続個所にはパッキンを使っているから水もれはない。またパッキンは通電になんらの支障を与えない構造である(出願中)。
 - (8) 電気操作のほかに手動投入を軽快に行うことができる。

性能上の特長

- 1) 自己保持をしないから、保持線輪の逆励磁方式は必要なく単に保持電流を断てば遮断する。
 - (2) 安定装置の作用で回路の急減電流に対しても誤動作をしない。
 - (3) 遮断容量・遮断速度はともに大である。

この 10,000 A 容量のものは、その電流容量において目下本邦の記録品であるが、さらに大電流容量の高速度遮断器の製作要求に備えて、着々研究の歩を進めている次第である。

おわりにこの高速度遮断器の設計製作にあたりご指導とご協力を賜った関係各位に対して深甚な謝意を表して筆をおく。

参 考 文 献

直流高速度遮断器の諸問題

三菱電機 昭和 27 年 第 26 卷 第 5 号

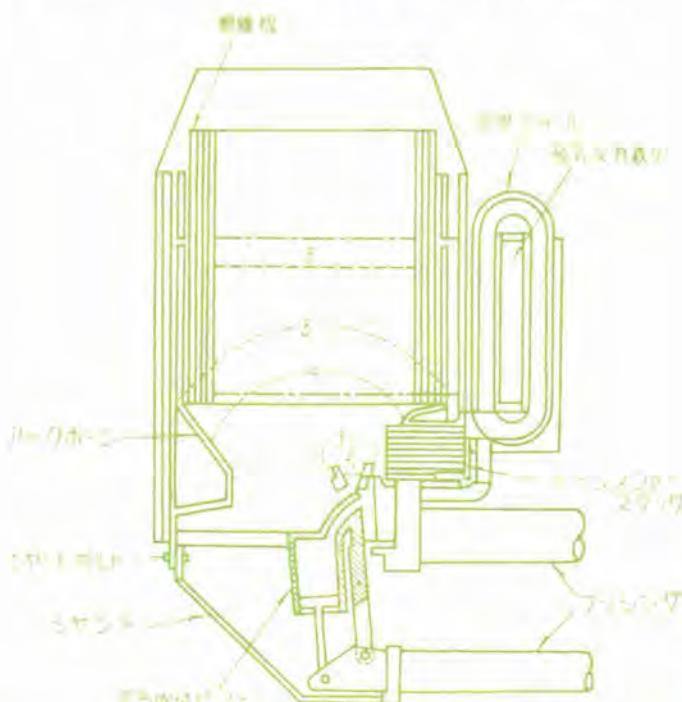
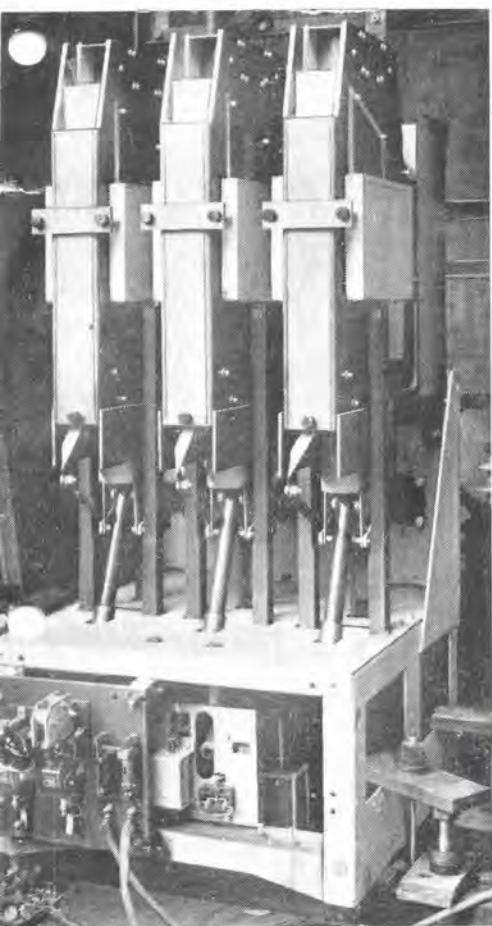
特許紹介

最近登録された当社の特許および実用新案

区別	名 称	特許または登録日	特許または登録番号	発明、考案者	所 属
特 許	矩形導波管用減衰器	28-8-4	200710	夫 郎 一三郎 也三郎 男明 二男 也	研 究 所
ク	一方端子の金属発熱体の製造法	28-8-11	200832	義 治 三 健 三 健 三	古 完 研 究
ク	螢光物質	〃	200833	野 弘 幸 伸 幸 伸	大 研 究
ク	螢光物質	〃	200834	東 田 高 球 井 泰 真 小 木 白	神 本 長 研 伊 研
ク	超硬質合金用電解研磨法	〃	200835	斎 山 千 秋 馬 斎	究 究 所
ク	直流電鉄回路の保護装置	28-8-27	201101	藤 城 長 長	所 船 所
ク	無遊隙キー	〃	201102	宮 城 長 長	戸 戸 所
ク	鉄鋼用電解研磨液	28-9-18	201483	藤 下 四 山 場 藤 斎	社 丹 所
ク	鉄心自動積機械	〃	201484	山 田 十 原 塚 崎 伸	研 伊 究 所
ク	合成樹脂裏張布コードの製造法	〃	201519	野 伸 伸 伸 伸 伸	古 完 研 究
ク	バー/ライトフェライト組成の低炭素鋼化学研磨法	28-10-9	201841	男 楊 男 楊 男 楊 男	所 屋 所
ク	昇降機制御方式	〃	201842	根 三 治 伸 伸 伸 伸	丹 伊 研 究
ク	各種炭素鋼用化学研磨法	28-10-29	202163	高 才 伸 伸 伸 伸	山 研 究
ク	絞り装置	〃	202164	尚 芳 伸 伸 伸 伸	屋 伊 研 究
ク	真空管製造方法	〃	202165	卓 正 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	真空管陽極製造方法	〃	202166	大 伸 伸 伸 伸 伸	丹 伊 研 究
ク	積層型チタン蓄電器	〃	202178	才 伸 伸 伸 伸 伸	山 伊 研 究
ク	熱動型需用電力計	〃	202179	義 伸 伸 伸 伸 伸	屋 伊 研 究
ク	回転子の平衡検出装置	28-10-24	202090	城 伸 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	昇降機制御方式	〃	202091	野 伸 伸 伸 伸 伸	丹 伊 研 究
ク	真空管陰極活性剤吹付装置	〃	202092	原 伸 伸 伸 伸 伸	山 伊 研 究
新 案	「ねじ」止装置	28-8-5	404674	川 伸 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	線輪巻枠	〃	404675	根 伸 伸 伸 伸 伸	戸 伊 研 究
ク	密封型金属管水銀整流器の冷却装置	〃	404676	本 伸 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	衝撃電流記録器	〃	404677	野 伸 伸 伸 伸 伸	戸 伊 研 究
ク	居残指針付電気計器	〃	404678	田 伸 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	居残指針付電気計器	〃	404679	藤 伸 伸 伸 伸 伸	戸 伊 研 究
ク	電動機起動制御器	〃	404700	田 伸 伸 伸 伸 伸	所 伊 研 究
ク	錐止装置	〃	404701	岡 伸 伸 伸 伸 伸	戸 伊 研 究
ク	縫機のストップモーション機構	28-8-11	404847	佐 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	放電灯の点灯安定装置	〃	404848	横 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	電気弁の励弧自動点弧装置	〃	404849	平 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	碍子型油入遮断器	〃	404850	浅 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	螢光灯器具	〃	404851	吉 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	気体加热装置	〃	404859	室 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	ミシン用上糸緊張装置	28-8-28	405285	金 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	積算無効電力計	〃	405286	小 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	陰蔽「ヒンジ」	〃	405287	堺 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	マイクロホンの俯仰角調節装置	〃	405288	阿 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	電気車非常制動装置	〃	405289	青 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	昇降機呼押鉤装置	〃	405290	前 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	電気車制御装置	〃	405291	柴 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	衝撃電流記録器	〃	405292	金 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究
ク	螢光放電灯用電極	〃	405307	千 伸 伸 伸 伸 伸	大 伊 研 究
ク	電気扇創造羽根車	〃	405308	牛 伸 伸 伸 伸 伸	古 伊 研 究

区別	名 称	特許または登録日	特許または登録番号	発明、考案者	所 属
新 案	電気扇製造羽根車	28-8-28	405309	一久郎勝郎作賢康夫	名 古 屋
"	刷子桿支持装置	"	405310	文良三 四良	長 嶺
"	阜陽極水銀熱流器	"	405311	山谷田 高	研 究 所
"	複合クッション	28-9-4	405517	朝岡 部	伊 丹
"	電気弁の並列運転調整装置	"	405518	久重	己斐健三郎
"	電気車制御装置	"	405519	寺島 正	名 古
"	制限開閉器	"	405520	八木 信	古 研 所
"	真空管格子製作装置	"	405521	大野 才	研 究 所
"	真空管型限時絶電装置	"	405522	中谷 陸	伊 戸
"	可動翼型ロータリー圧縮機	"	405523	保次	名 古
"	可動翼型ロータリー圧縮機	"	405524	石川 益	名 古
"	電気扇製造羽根車	"	405540	川 嘉	研 究 所
"	電気扇製造羽根車	"	405541	土居 誠	古 研 所
"	電気扇製造羽根車	"	405542	増谷 良	名 古
"	電気扇製造羽根車	"	405543	久 茂	古 戸
"	堅型高速度電動機	"	405544	岡本 新	研 究 所
"	電気車制御装置	28-9-16	405828	松島 宏	伊 丹 所
"	密封型金属管水銀整流器の陰極水冷装置	"	405854	竹内 宏	研 究 所
"	電気扇製造羽根車	"	405855	増谷 良	古 研 所
"	ガス充填装置	"	405856	野田 正	研 究 所
"	空冷型拡散ポンプ	"	405857	弘明 正	伊 丹
"	避雷器直列間隙装置	28-9-19	406039	大木 正	伊 丹
"	放出型避雷器	"	406040	路	古 研 所
"	集電装置	"	406041	河合 武	名 古
"	放電間隙	"	406042	大浜 宏	伊 丹 所
"	密封型金属管水銀整流器の冷却装置	"	406060	竹内 正	研 究 所
"	電車電動機の界磁極鉄心取付装置	"	406061	越島 賢	伊 丹 所
"	縦棧用ドライバー	28-10-12	406626	島子 勇	伊 丹 所
"	電気機関車の制御器把手	"	406627	山田 三	伊 丹 所
"	布押え圧指示器	"	406628	三津 沢	伊 丹 所
"	真空管封着装置	"	406629	野田 才	伊 丹 所
"	屋外用積算計器ソケットベースの短絡装置	"	406648	大八 十	研 究 所
"	回転電機刷子揚装置	"	406649	加藤 伸	伊 丹 所
"	昇降機階床扉錠止装置	28-10-26	407096	養父 進	崎 屋
"	抽出型音制盤	28-10-30	407185	外野 篤	古 研 所
"	制動盤付電磁装置	"	407199	菅 信	長 名
"	制御開閉器	"	407200	河合 武	古 研 所
"	液位計測装置	28-11-2	407228	立石 俊	伊 丹 所
"				尾島 學	研 究 所

わが国最初の 11.5kV 500MVA 磁気遮断器完成



三菱10-DH-50型磁気遮断器(油なし)

定格電圧 11.5 kV 定格電流 600~2,000 A 遮断容量 500M VA

納入先 電源開発(猿ヶ石) 中部電力(湯原第二) 関西電力(坂上)

九州電力(大内原) その他

構造ならびに動作原理

本遮断器は磁気吹消による冷却消イオン作用と、溝中にアーカを電磁効果で追込んでアーカの占有面積をせばめ、かつその隔壁板端で冷却消イオンさせてアーカ抵抗を増す方法とアーカを延ばすことと併用しております。従来の OCB と違つて印加電圧の最高値より前で遮断しますので回復電圧は高くなりません。また異常電圧を発生して系統の絶縁をおびやかすことには絶対にありません。

10-DH-50 型磁氣遮斷器短絡電流遮斷試驗成績 (28-11-13)

動作責務	給与電圧 (kV)	回復電圧 (%)	遮断電流			遮断時間			遮断容量 (MVA)
			A.C. 分 (A)	D.C. 分 (A)	r.m. 分 (A)	開極 (c/s)	電弧 (c/s)	全 (c/s)	
0	11.5	86.5	23,300	19,500	30,350	2.25	0.65	2.90	
			22,800	2,200	22,900	2.25	0.55	2.80	570
			23,200	22,000	32,000	2.25	0.65	2.90	

充電電流遮断試験は遮断電流 10 A, 20 A, 40 A, いずれも再点弧なし

昭和 29 年 2 月 25 日 印刷 昭和 29 年 2 月 28 日 発行

「禁無断転載」 定価 1 部金 60 円 (送料別)

「三菱電機」編集委員会

委員長 岸本久雄

委員 浅井徳次郎 荒井祐一郎 石川利彦 樹明利彦 己
市吉郎 井東幸進 石市川田 松馬 廣義郎 勝利太郎
岡進 伊藤内谷 田宮尾米 岩橋村田 廣文夫 保夙郎
進藤和雄 田前 松馬 榎原一夫 勝利太郎 治
毎熊平二 田幸進 田松馬 廣文夫 治
宗秀平二 森繁一郎 廣文夫 治
天村保一郎

編集兼発行人 東京都千代田区丸の内2丁目3番地 吾郷侃二

印 刷 所 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 大日本印刷株式会社

印 刷 者 東京都新宿区市谷加賀町1丁目 長 久 保 慶 一

発行所 三菱電機株式会社内「三菱電機」編集部

文史

日本出版協会会員登録 213013