

耐圧防爆高圧気中電磁開閉器 Explosion-Proof High Voltage Magnetic Switch

松村 睦夫*
Mutsuo Matsumura

内 容 梗 概

炭坑および一般工場用耐圧防爆高圧気中電磁開閉器および高圧リアクトル起動器が開発された。その特長とするところは耐圧防爆型であるため使用場所に制限を受けないこと、小型軽量で保守点検が容易であること、高性能高圧気中電磁接触器を主体としていること、回路の短絡保護をきわめて迅速に行えることなどである。

最近、各種防爆機器が全面的に油入式より気中式に移行しつつある時にあたり、本器の開発はこの方面における一つの貢献をなすものと考えられる。

〔I〕 緒 言

最近、炭坑においては、坑内配電設備の近代化、生産の合理化および経費節約などの観点から、高圧電源を切羽のごく附近にまで引き入れ、いわゆる移動式マインパワーセンタを切羽近くに設置する傾向にある。また一般に油入機器は、開閉接触子の消耗度の大きいこと、油の劣化および保守点検、坑内保安などの点で、乾式機器に比して多くの欠点をもっているため、炭坑用電気機器は次第に油入式から気中式に移行しており、特に従来の各種容量の高圧油入遮断器は次第に高圧気中遮断器によって置き換えられようとしている現状である。

したがって、従来炭坑坑内において広く使用されてきた油入防爆型高圧開閉器に代る耐圧防爆型高圧気中開閉器の出現が強く要望されるようになった。

また、ごく最近になつて各種化学工場など、可燃性ガスまたは蒸気によつて爆発の危険性がある場所に施設される電気設備に対して「工場電気設備防爆指針」が労働省産業安全研究所より発行され、防爆上参考とすべき技術的指針が示された。この指針によれば、油入防爆構造の電気機器はその使用可能の範囲が非常に制限されており、この方面においても耐圧防爆型高圧気中開閉器の要求がますます増加されてきている。

このたび、日立製作所で開発された耐圧防爆型高圧気中電磁開閉器は、これらの炭坑および一般工場の防爆機器に対する要求を満たすものであつて、特に前記「工場電気設備防爆指針」に準拠して設計製作され、昭和石油株式会社川崎製油所へ納入されて現在好調に稼動中である。なお本器にわずかの端子引出口構造の変更を加えるのみで、そのままJIS-C 0901「電気機器の防爆構造」に適合するものであつて、目下太平洋炭坑株式会社釧路礦業所納として製作中である。以下本器の詳細について紹介し、大方の御参考に供したい。

* 日立製作所日立工場

第1表 発火度および爆発等級分類例 ※

発火度	A	B	C	D
爆発等級				
1	アンモニア メタン プロパン ペンタン ベンゾール トルオール	アセトン 天然ガス エタン ブタン ペンジン	アセトアルデヒド エチルアルコール	ヘキサン エチルエーテル
2	一酸化炭素 石炭ガス エチレン			
3	水素 水性ガス	アセチレン		二硫化炭素

発火度の分類

発火度	A	発火点 450°C 超過	耐圧防爆容器外面 200°C の許容最高温度
"	B	" 300°C " 450°C 以下	" 155°C
"	C	" 175°C " 300°C 以下	" 115°C
"	D	" 120°C " 175°C 以下	" 80°C

爆発等級の分類

爆 発 等 級	スキの値	0.8mm 超過	0.8mm 以下
1		0.8mm 超過	
2		0.5mm 超過	0.8mm 以下
3		0.5mm 超過	

注：ただしスキの長さ 25mm に対して、
※「工場電気設備防爆指針」表 1.1~1.3, 3.5 による

〔II〕 用 途

耐圧防爆高圧気中電磁開閉器は、それ単独で高圧電動機の直入起動および運転用、あるいは変圧器一次側保護開閉器として用いられる。またリアクトル起動器と組合せて、高圧電動機のリアクトル起動および運転用として用いられる。使用され得る場所はつぎの通りである。

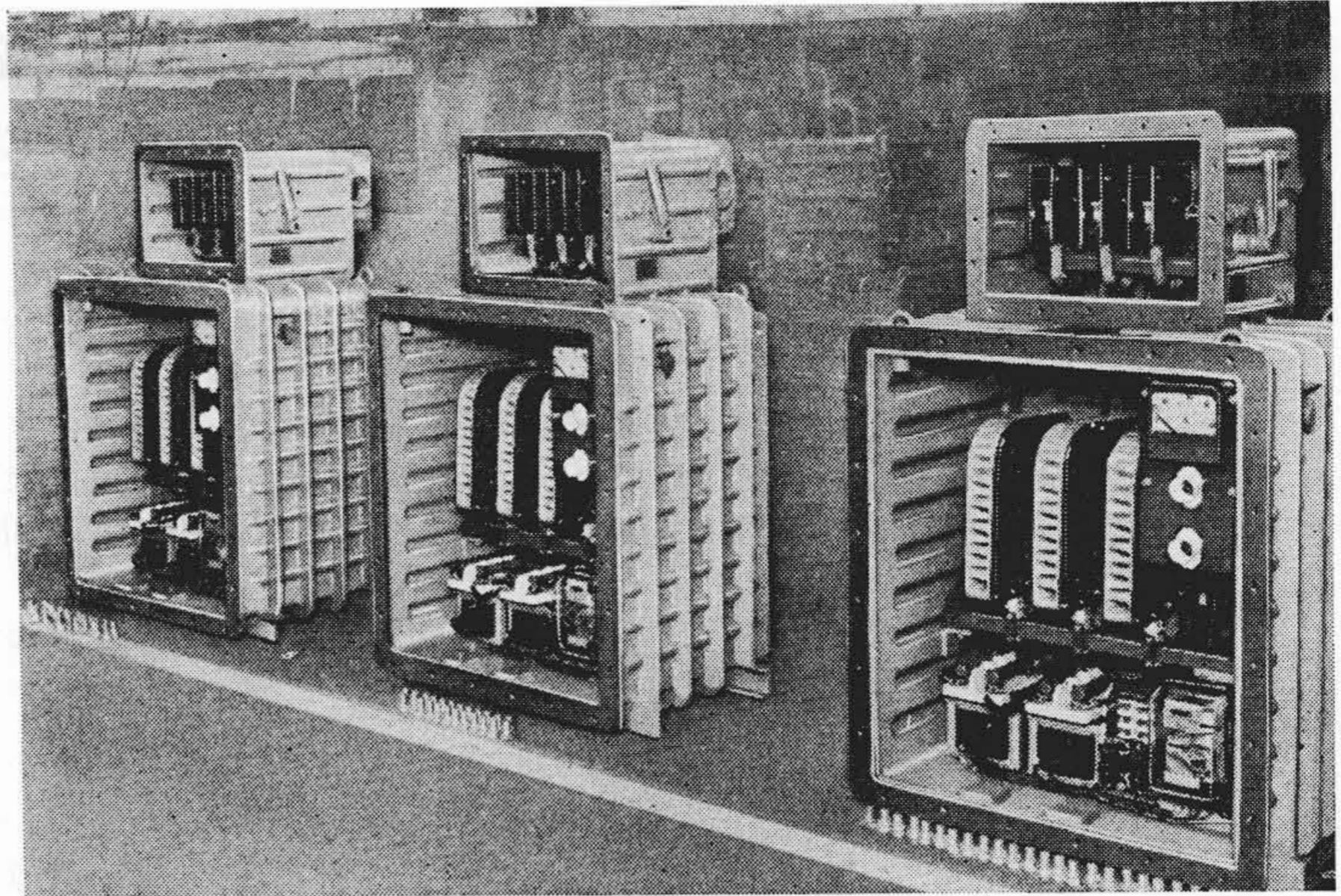
(1) 坑気（メタンを主体とする可燃性ガス）または炭塵の爆発の危険がある炭坑内〔適用規格 JIS-C 0901「電気機器の防爆構造」〕。

(2) 第1表に示す発火度 A, B, 爆発等級 1, 2 に

含まれる可燃性ガスまたは蒸気を処理または発生し、これにより爆発の危険性がある一般工場内の場所〔適用指針「工場電気設備防爆指針」〕。

〔III〕 仕 様

型 式 SUXX-WHP
 適用規格 「工場電気設備防爆指針」
 (または JIS-C 0901)
 防爆構造 耐圧防爆構造
 定格電圧 三相 3,450 V (50 または 60~)
 定格電流 100 A, 200 A
 遮断容量 三相 3,450 Vにおいて
 25 MVA
 投入容量 2,000 A (実効値)



第 1 図 耐圧防爆高圧気中電磁開閉器群

標準内蔵器具を第 2 表に示す。第 1 図はこの高圧気中電磁開閉器の一群を、第 2 図にはその外観を、第 3 図にはその内部を示す。第 4 図には標準接続図を示してある。

〔IV〕 構造および性能

本器は乾式機器であるから、油入防爆機器の場合のように油の劣化や保守あるいは油による火災などの心配がない。

第 3 図に見られるように耐圧防爆ケースを上下に二分

第 2 表 高圧気中電磁開閉器標準内蔵器具

員数	器具名称	型 式	定 格
1	高圧手動開閉器	WFH-H	3,450V 200A
1	高圧気中電磁接触器	WFH-3S	3,450V 100A または 200A
1	操作用単相変圧器	D-CC	1kVA 3,150/210V 50~ (または 60~)
1	計器用変圧器	E-3-S	70VA 3,450V (50 または 60~)
2	計器用変流器	U-3-C	70VA 3,450V (50 または 60~) 二次 5A
2	熱動過電流継電器	TR-0	600V 5A 以下 (自動復帰)
1	短絡保護継電器	P-2A	600V 5A 以下
1	交流電圧計	S ₂₄	
1	交流電流計	S ₂₄	
2	表示灯		(赤, 緑)
1	直接操作開閉器		(起動, 停止) 250V 5A
1	順序開閉器		250V 10A
1式	高圧筒型ヒューズ		3,450V 1A
1	低圧筒型ヒューズ		250V 30A
2	低圧筒型ヒューズ		250V 3A
(1)	三相積算電力計	Y-32G	100V 5A または 110V 5A
(1)	計器用変圧器	E-3-S	70VA 3,450V (50~ または 60~) 二次 5A

注：積算電力計付の場合 (非標準) は最後の 2 行のものが追加される。

し、上のケースには高圧手動開閉器と順序開閉器のみを収め、そのほかの一切の器具類は下のケース内に収められており、両ケースを貫通する主回路導体は後述のようにスタッド式となつている。主体の電磁接触器を始め各種内蔵器具類はいずれも小型軽量であり、ケースには特殊工作による押出しリブの補強を行つて重量の軽減をはかっている。全重量は約 600 kg でこの種の機器としては十分小型軽量となつている。なお可搬式であつて、吊りボルトをケースに設けて移設の便をはかっている。第 5 図に本器の寸法図を示す。

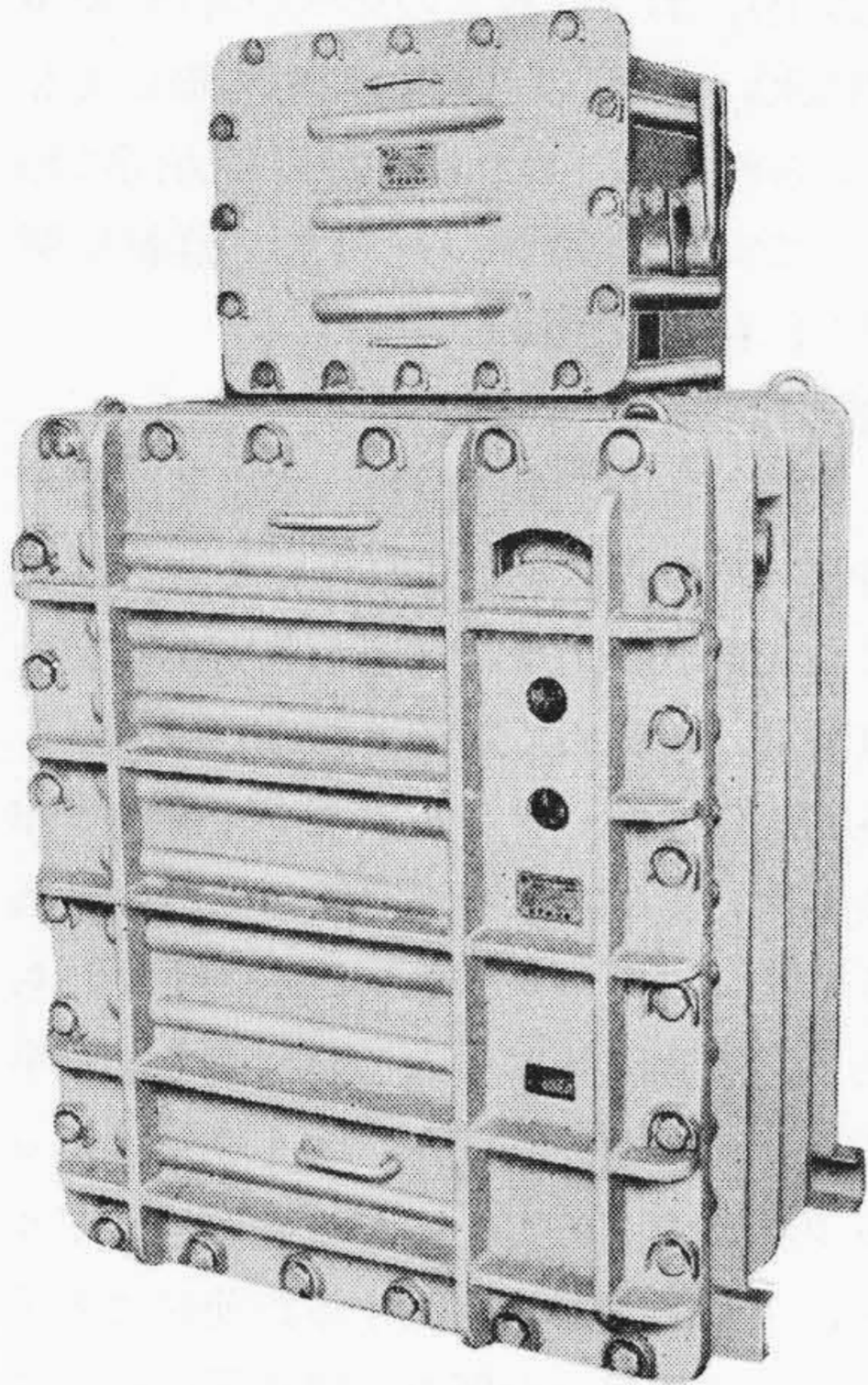
内部の点検、接点の交換などは非常に簡単に行うことができる。電磁接触器の直接操作開閉器の操作ハンドルはケースを貫通して外側に出ており、これによつて直接操作が可能であり、また外部設置の操作スタンドあるいは操作開閉器によつて遠方操作が可能である (第 4 図)。

内蔵器具類は短絡電流による電磁的機械力あるいは熱的影響に対して十分の安全度を有しているもので、回路の短絡発生の場合にもまったく心配がない。

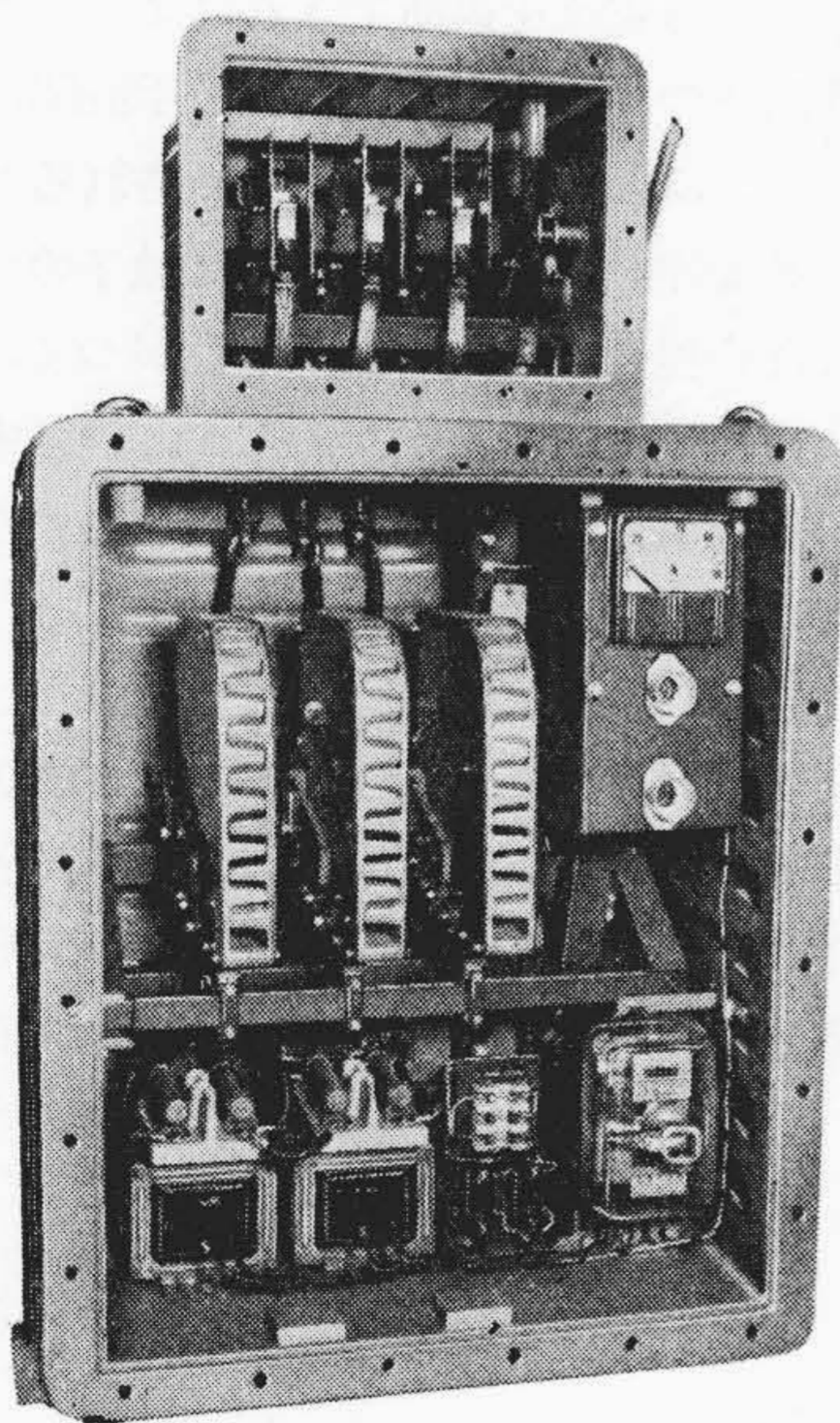
爆発試験は JIS-C 0902 「防爆型電気機器の試験方法」に準拠し、メタンガスを用いて行つた。爆発引火試験に爆発強度試験を含めて、計 30 回施行したが、外部のガスには一度も引火せず、またケースにはほとんど変形を生じなかつた。試験時に得られた最高爆発圧力は約 7 kg/cm² であるが、「工場電気設備防爆指針」に規定される 10 kg/cm² の圧力にも十分に耐えるよう、安全率の高い設計となつている。

(1) 高圧気中電磁接触器

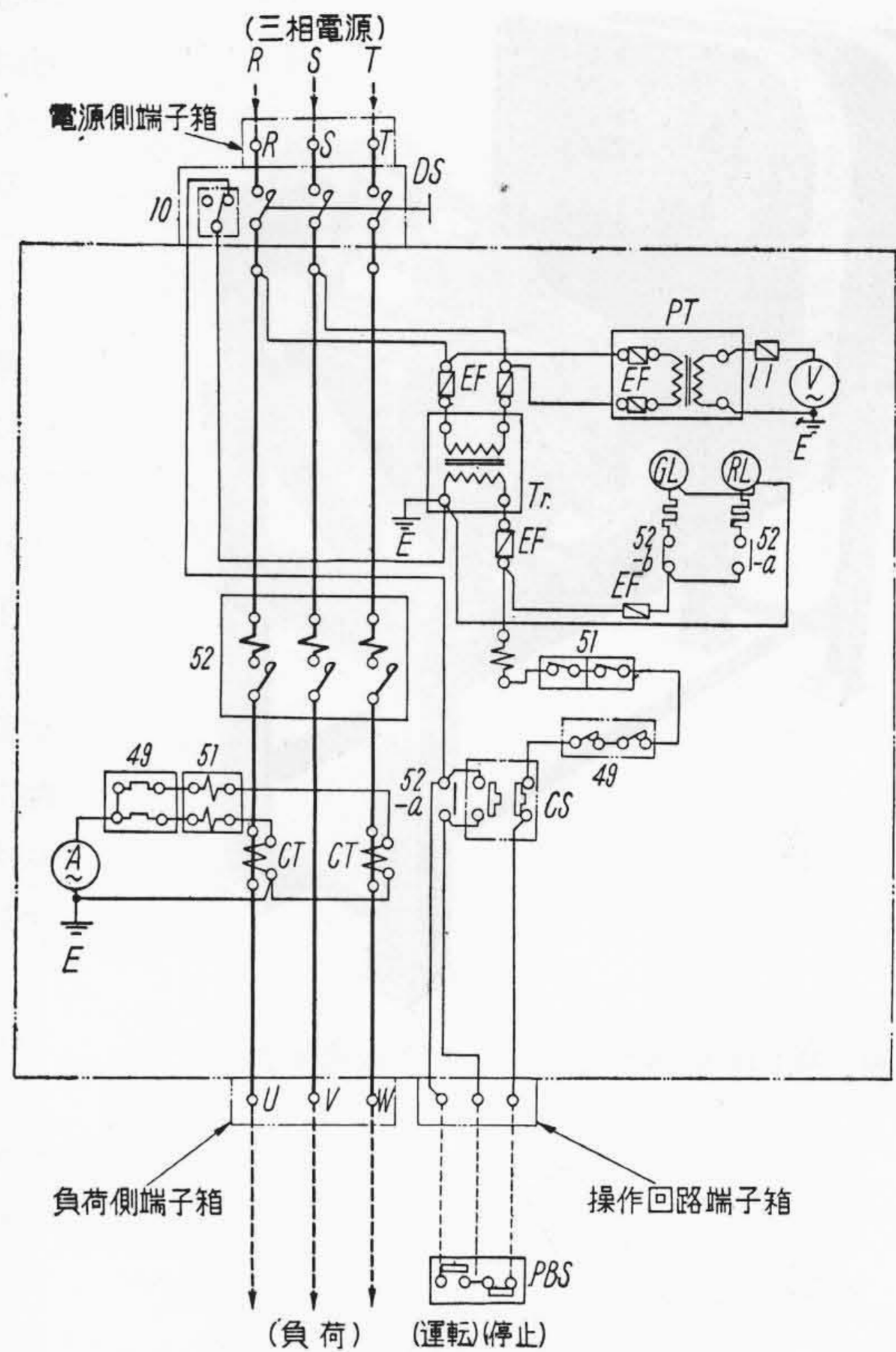
高性能の新型高圧気中電磁接触器と主体としている。第 6 図はこの電磁接触器を示す。遮断容量は三相 3,450V において 25 MVA であつて、高頻度の開閉 (たとえば 600 回/毎時 の開閉) に耐えることができる。また接触



第2図 SUXX型 WHP式耐圧防
爆高压氣中電磁開閉器

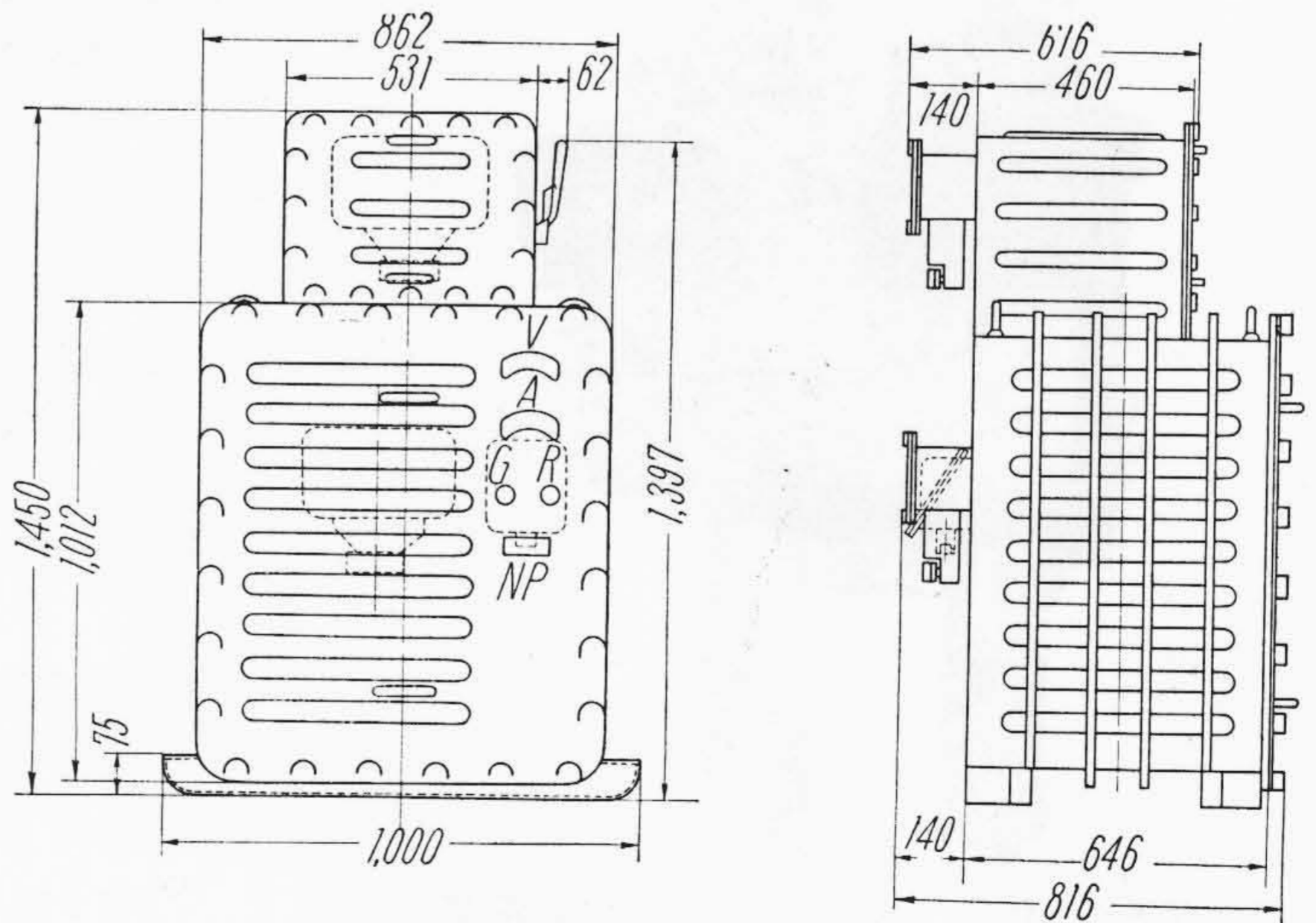


第3図 SUXX型 WHP式耐圧防
爆高压氣中電磁開閉器の内部

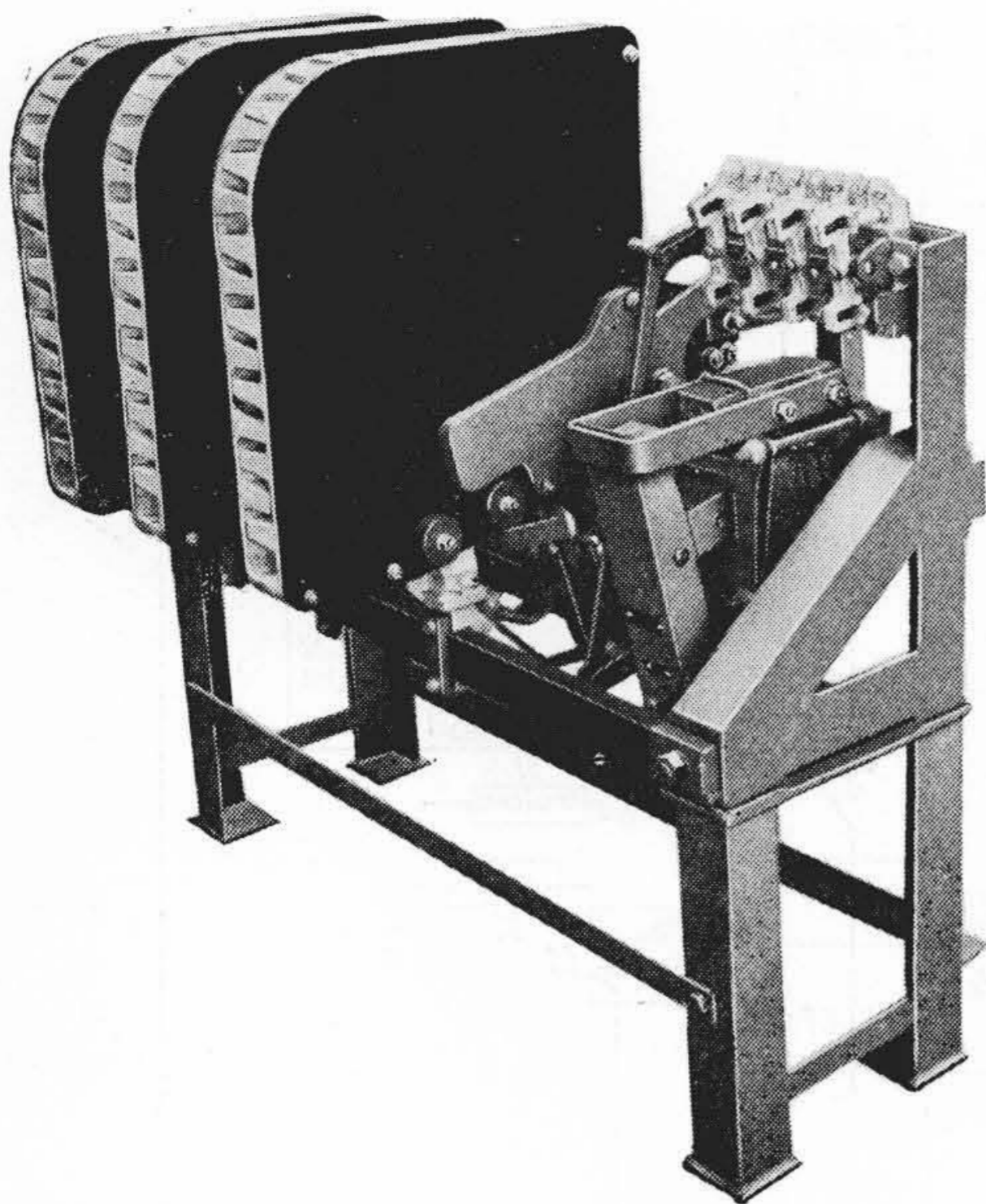


員数	名 称	記号	名 称
A	交流電流計	RL	信号灯(赤)
CS	直接操作開閉器	Tr.	操作変圧器
CT	計器用変流器	V	交流電圧計
DS	高压手動開閉器	10	順序開閉器
EF	筒型ヒューズ	49	熱動過電流継電器
GL	信号灯(緑)	51	短絡保護継電器
PBS	遠方操作開閉器	52	高压氣中電磁接触器
PT	計器用変圧器		

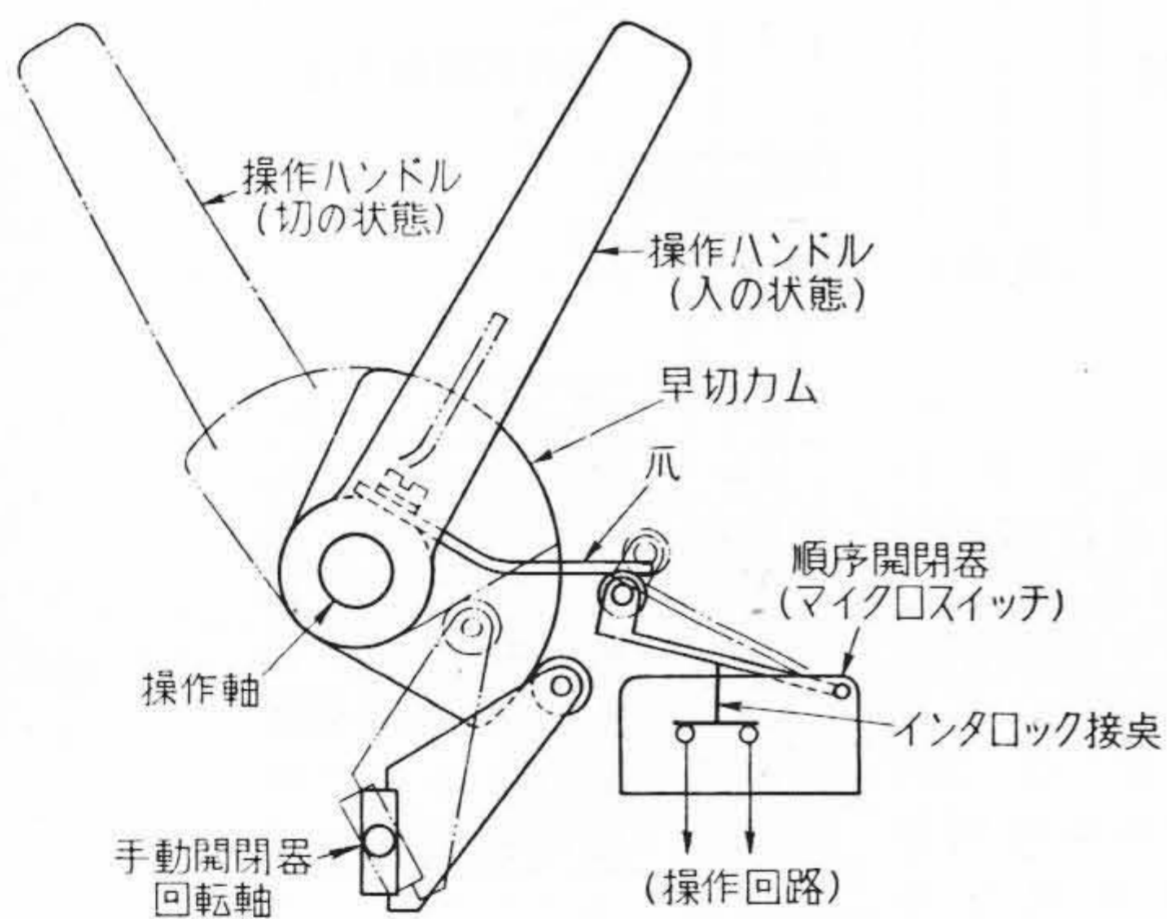
第4図 高压氣中電磁開閉器標準接続図



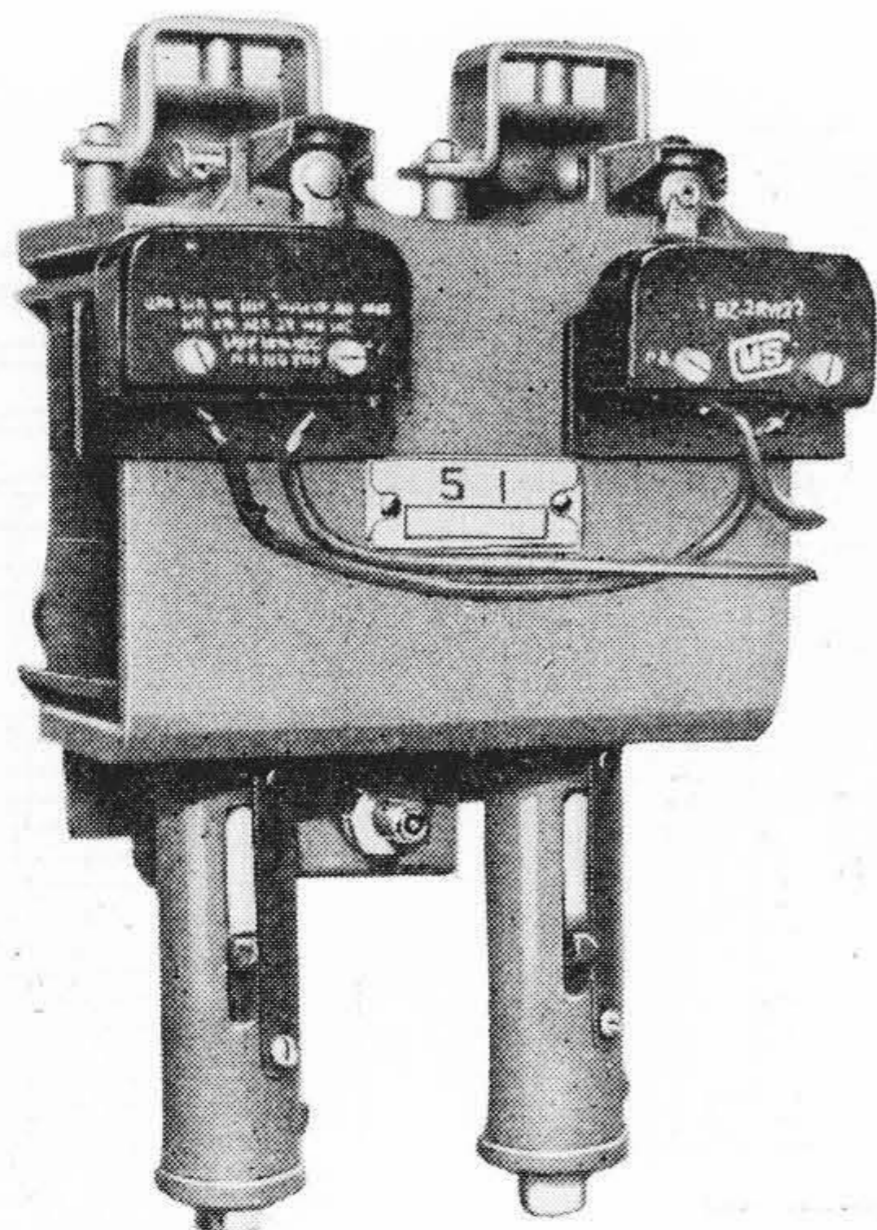
第5図 SUXX型 WHP式耐圧防
爆高压氣中電磁開閉器寸法図



第 6 図 WFH 型 3S 式高圧気中電磁接触器



第 7 図 手動開閉器開路インタロック機構



第 8 図 P 型 2A 式短絡保護継電器

子の寿命 (50万回以上), および器具の機械的寿命 (500万回以上) が非常に永いので, 長期間の使用に際してもなんら異常をみとめられない。これはすでに多方面にわたる使用実績によつて実証済みである。本器の詳細に関しては参考文献 (1) を参照されたい。

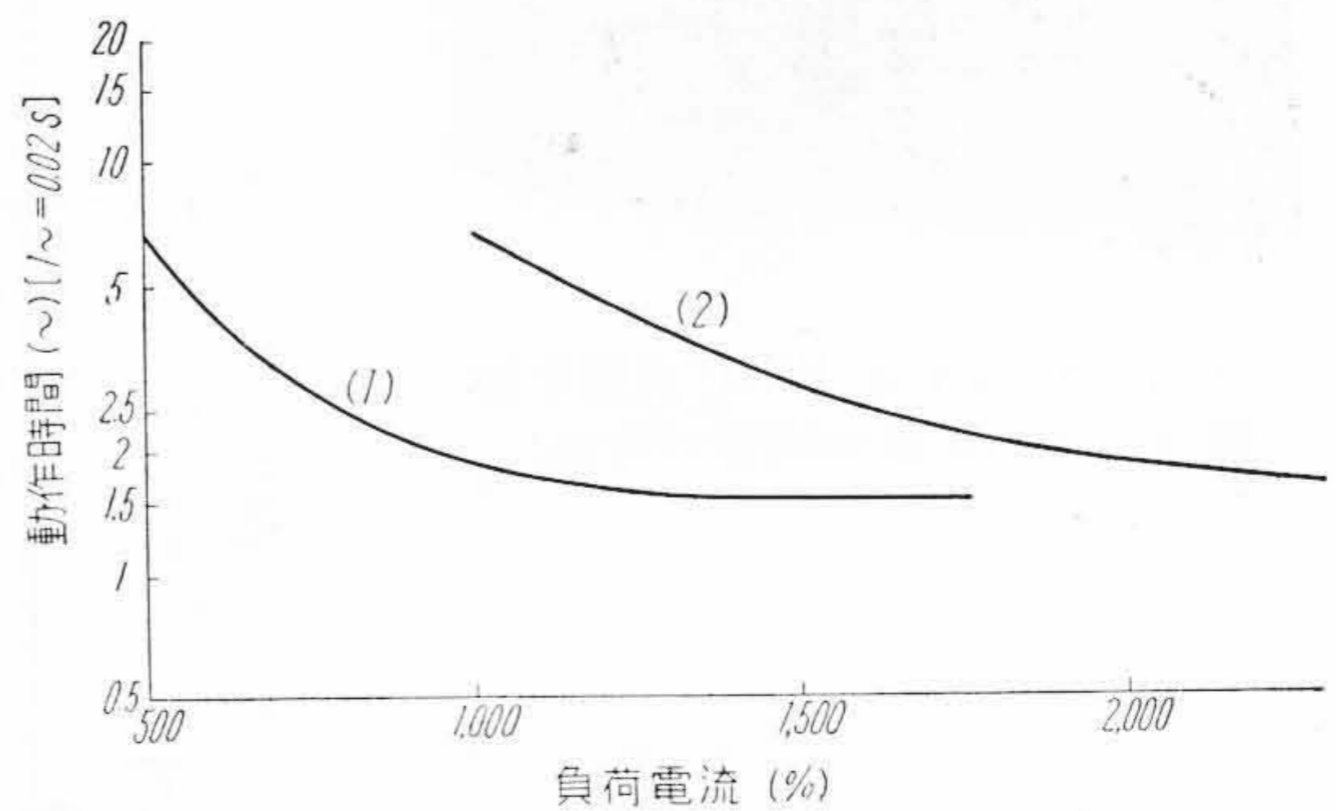
(2) 高圧手動開閉器

第 3 図に示すように, 高圧手動開閉器は電磁開閉器ケース上部の耐圧防爆ケース内に納められている。これを開路することによつて電磁開閉器は電源から完全に切離されるので保守点検上, きわめて安全である。

手動開閉器は外部から操作ハンドルによつて手動操作されるが, この時主体の電磁接触器が開路してから始めて開路されるようにインタロックされている。すなわち第 7 図に示すごとく, 手動開閉器「入」の状態では, 早切カム上に設けられた爪が順序開閉器 (マイクロスイッチ) のインタロック接点を閉じているが, 操作ハンドルを「切」に回すと, 手動開閉器が開路する以前にこの爪が順序開閉器を離れてその接点を開き, 第 4 図の接続によつて, 電磁接触器を開路する (特許申請中)。したがつて電磁接触器の遮断容量さえ十分であれば, 手動開閉器には大きな遮断容量は不要であつて, 単に操作用変圧器および計器用変圧器の励磁電流を遮断できればよい。この電流は一般に 1 A 以下の小電流であるから, 手動開閉器の早切機構によつて, ほとんど無火花で遮断されるために, 約 100 回の遮断操作試験を行つても, 接触子の消耗はほとんどみられない程僅少であつた。したがつて, この手動開閉器は高圧用であるにもかかわらず, 消弧室や吹消コイルなどの消弧装置を備えていない断路器型を採用でき, きわめて小型軽量となし得た。

(3) 短絡保護継電器

本器は電動機の過負荷保護を行うとともに, 電動機回路の短絡保護をも行わねばならない。普通の熱動過電流継電器は前者の目的には適するが, 後者の目的には動作時間が長いため不適當であるから, 本器では特に短絡保



(1) 最低動作 500% にセットの場合
 (2) 最低動作 1,000% にセットの場合

第 9 図 P 型 2A 式短絡保護継電器の動作特性

護継電器を用いている。第8図にこの継電器を示す。回路短絡時にプランジヤ型可動子が動作してマイクロスイッチ接点を開くようになっている。その動作特性を第9図に示す。短絡発生より保護継電器動作完了までのいわゆる継電器時間は第9図より約1.5〜、継電器動作より電極開離までの開極時間は約1.5〜、アーク時間は約0.5〜、計約3.5〜を要する。

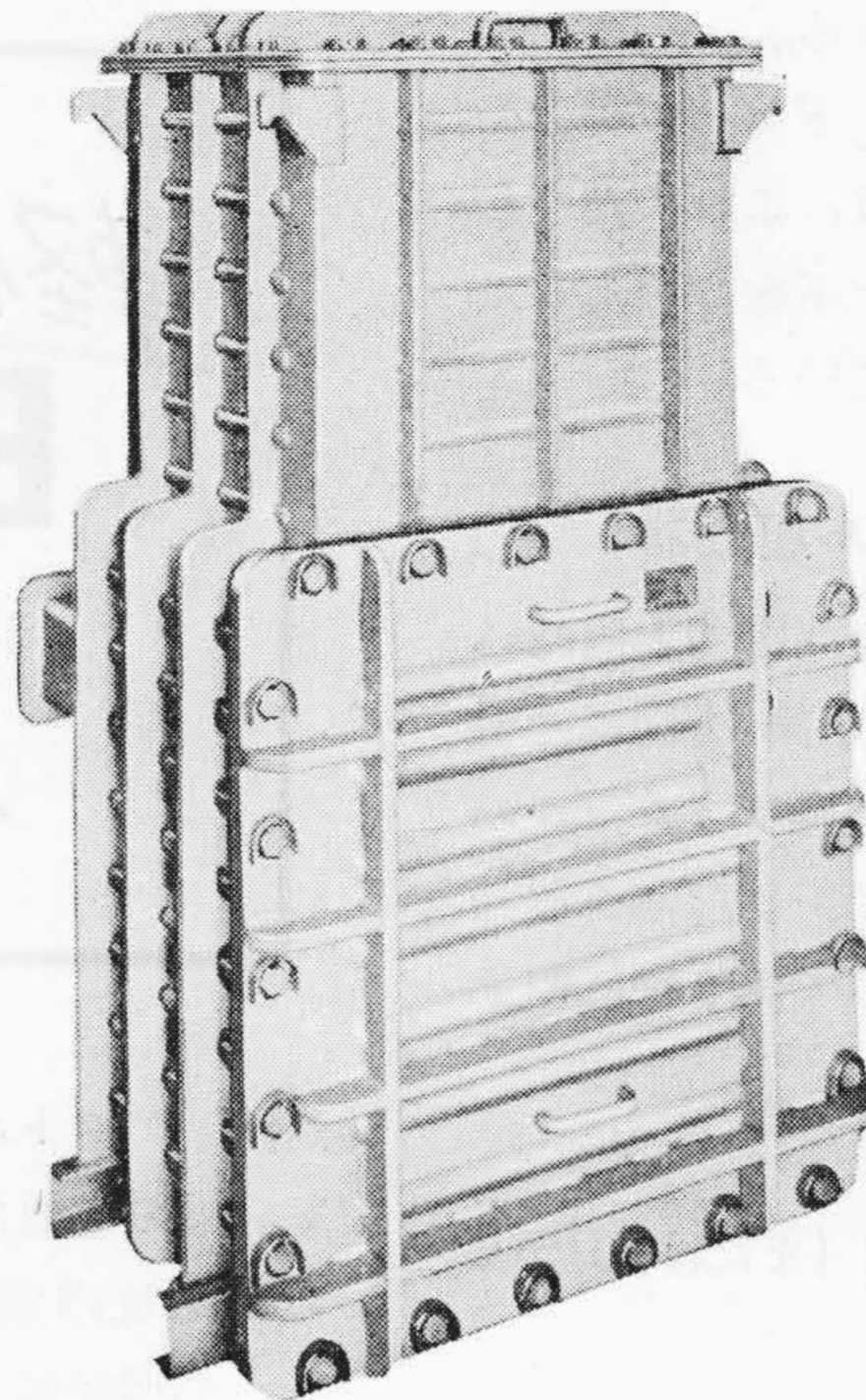
短絡保護継電器の最低動作電流は直入起動電動機の場合には定格電流の1,000%,リアクトル起動電動機の場合には500%にセットするのを標準としている。

(4) ケース貫通導体

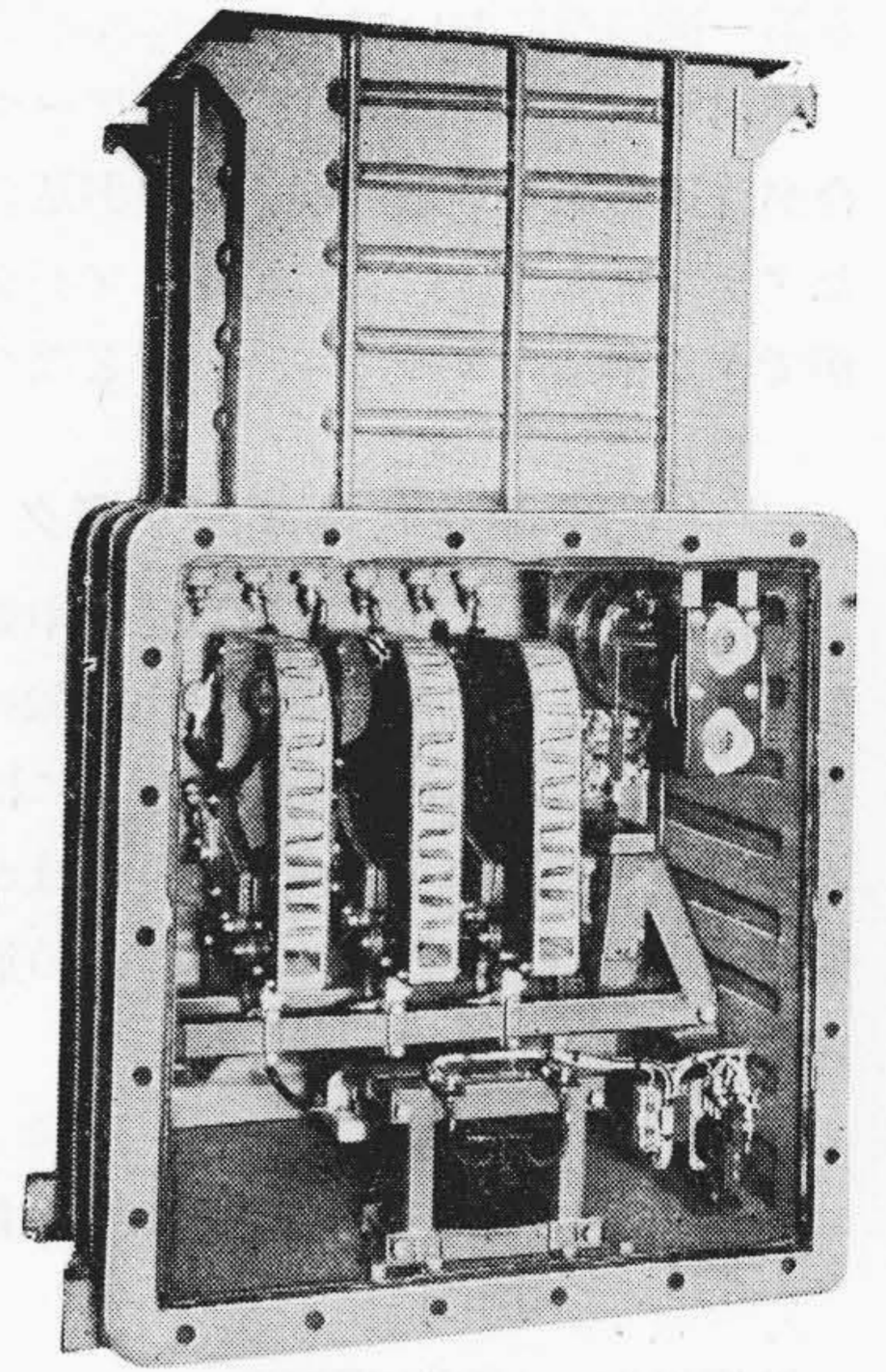
ケースを貫通する主回路導体はすべてスタッド式とし、型造絶縁物を使用せず得管によつてケースと絶縁され、絶縁耐力および過負荷耐量を十分に大きくとつている。

(5) 端子箱

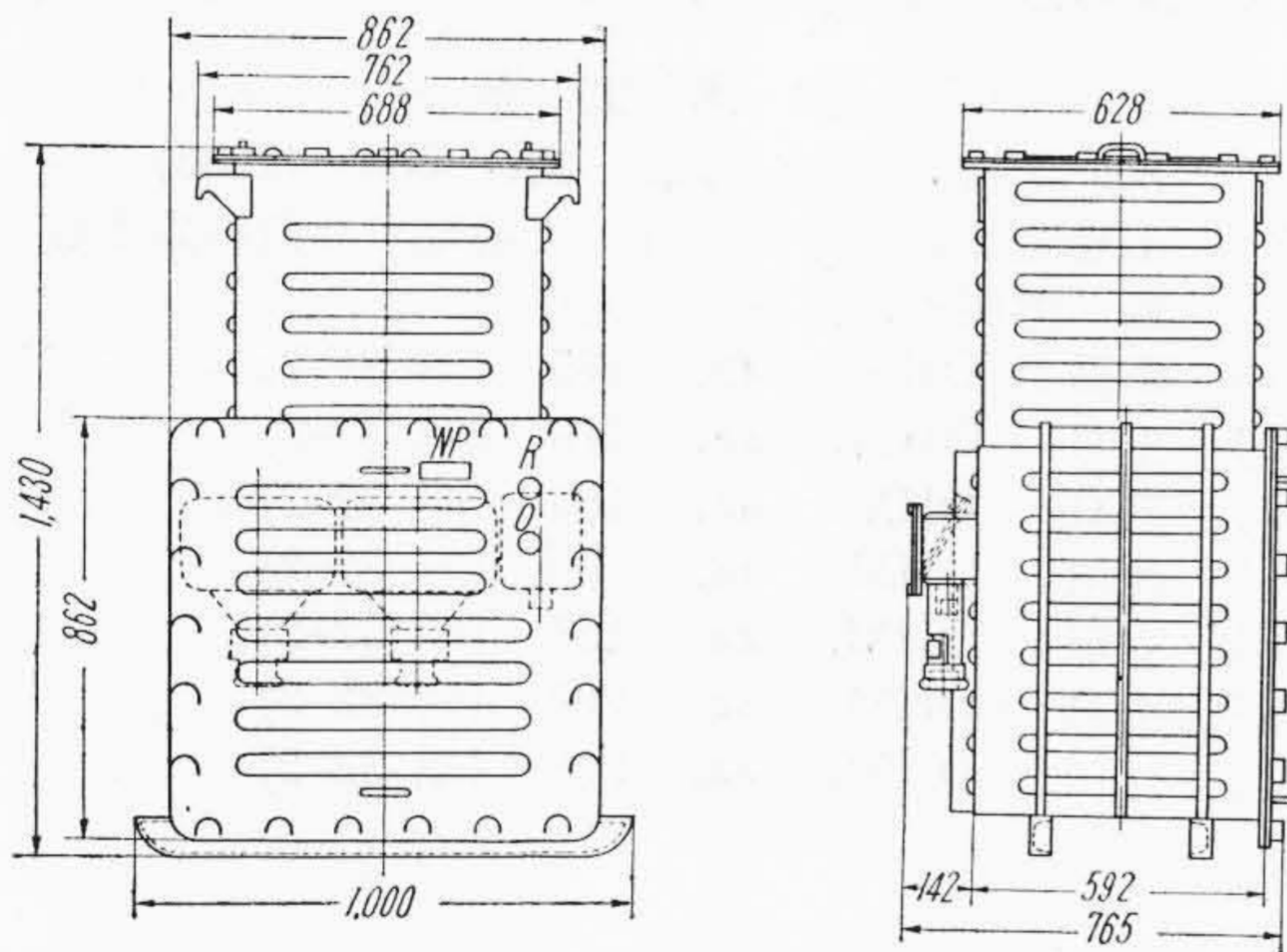
端子箱は特に耐圧防爆構造に準じた強度および接合面を有しているので「工場電気設備防爆指針」に規定され



第10図 LHXX型A式耐圧防爆高圧リアクトル起動器



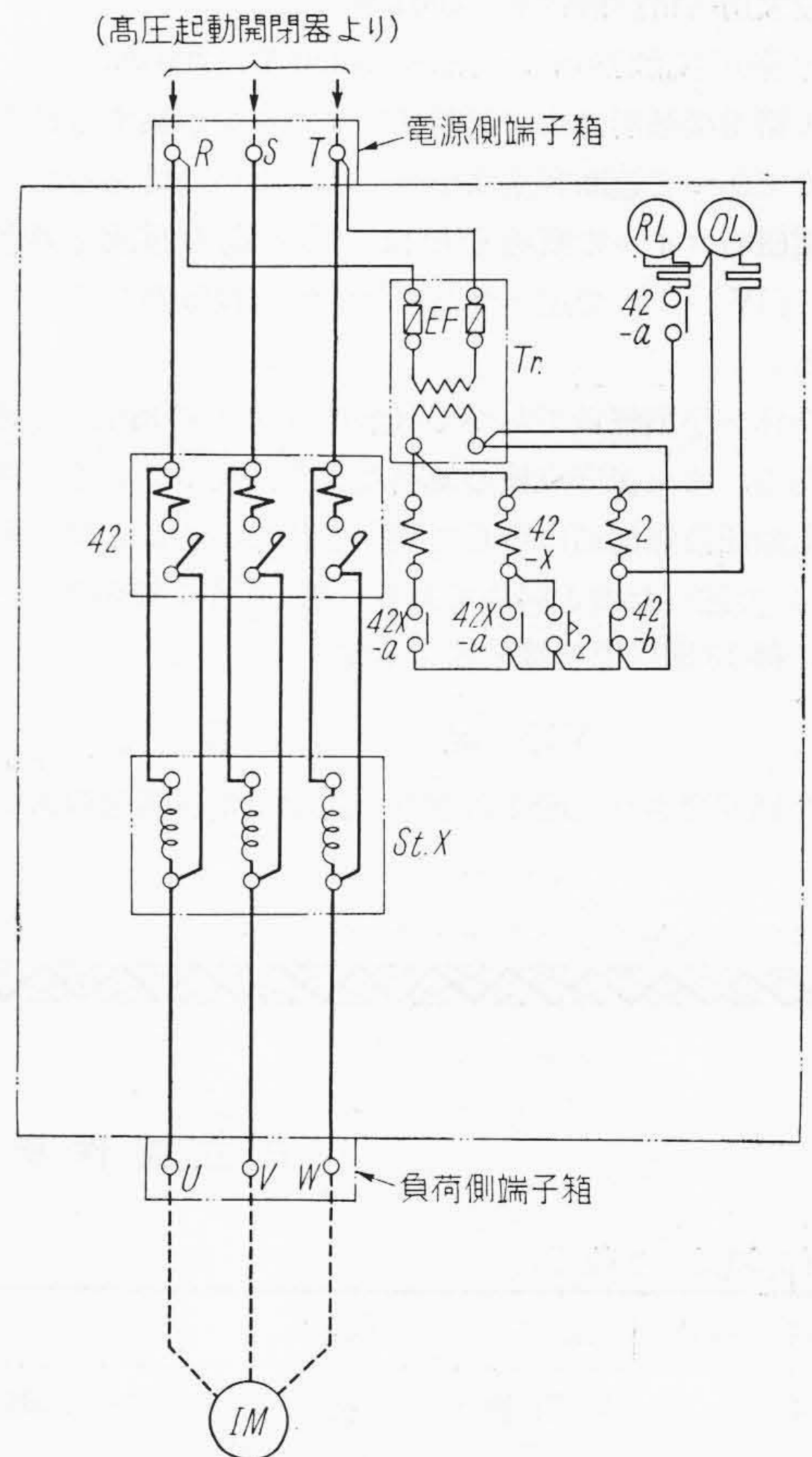
第11図 LHXX型A式耐圧防爆高圧リアクトル起動器の内部



第12図 LHXX型A式耐圧防爆高圧リアクトル起動器寸法図

第3表 高圧リアクトル起動器標準内蔵器具

員数	器具名称	型式	定 格
1	起動リアクトル	D-3FX	3,450V 400kW 用以下
1	高圧気中電磁接触器	WFH-3S	3,450V 200A
1	操作用単相変圧器	D-CC	1kVA 3,150/210V 50〜 (または60〜)
2	高圧筒型ヒューズ		3,450V 1A
1	誘導型限時継電器	IM ₃	200V 50〜 または 220V 60〜
1	補助接触器	WM-2	600V 10A
2	表示灯		(赤, 橙)
1	低圧筒型ヒューズ		250V 3A



記号	名 称	記号	名 称	員数	名 称
EF	筒型ヒューズ	St.X	起動リアクトル	42	短絡用高圧接触器
OL	信号灯(橙)	Tr.	操作変圧器	42X	補助接触器
RL	信号灯(赤)	2	限時継電器		

第13図 耐圧防爆高圧リアクトル起動器標準接続図

る第一種場所においても安全に使用される。

使用ケーブルは 3,000V 3心アーマードケーブルの場合が普通であるから、端子箱の引込口は、これに適合したクランプを設け、また絶縁コンパウンドをつめることができる構造のケーブルヘッドとなつている。

〔V〕 耐圧防爆高圧リアクトル起動器

本器は前述した耐圧防爆高圧気中電磁開閉器と同時に製作されたものであつて、第10図および第11図にその外観と内部とを示す。上のケースには起動リアクトルのみを収納し、下のケースにはそのほかの一切の制御器具類を収めている。標準仕様は下記の通りで第3表に標準内蔵器具類を示す。

型式 LHXX-A

適用規格 「工場電気設備防爆指針」(または JIS-C 0901)

防爆構造 耐圧防爆構造

定格電圧 三相 3,450 V (50 または 60~)

最大適用電動機容量 400 kW

短絡用接触器容量 三相 3,450 V, 200 A

短絡用接触器は本来起動リアクトルを短絡する目的のものであつて遮断容量は小さくてもよいのであるが、操作電磁石コイルの断線そのほかの不測の事故を考慮して、〔IV〕(1)で述べた高圧気中電磁接触器を使用している。

全体が小型軽量であつて(全重量約 650 kg)、可搬式である。また保守点検の便利なようになつている。端子箱も耐圧防爆構造に準じて製作されていることは〔IV〕(5)で述べたのと同様である。第12図に本器の寸法図を、第13図に標準接続図を示す。

〔VI〕 結 言

今回開発された耐圧防爆型高圧気中電磁開閉器および



高圧リアクトル起動器は、炭坑および一般工場用防爆電気設備の重要な一部分をなすものであつて、特に炭坑における坑内電気機器の乾式化の要望を満たすものである。小型軽量であること、高性能高圧気中電磁接触器を主体としていること、保守点検が容易であること、回路の短絡保護をきわめて迅速に行えることなどの特長をもつている。

最後に、本器製作の機会を与えられ、設計製作上、種々の御指導と御忠言を賜つた昭和石油株式会社川崎製油所野村次長、杉山技師、別府技師および中野技師に対し、厚く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 泉, 松村: 日立評論, 38, 769 (1956)
- (2) 工場電気設備防爆指針, 工場電気設備防爆委員会編 労働省産業安全研究所
- (3) 岡弘: OHM, 43, 175 (昭 31-2)
- (4) 上月: OHM, 44, 179 (昭 32-2)
- (5) 田口: OHM, 44, 184 (昭 32-2)
- (6) 池田: OHM, 44, 190 (昭 32-2)
- (7) 太田: OHM, 44, 197 (昭 32-2)
- (8) 上月: OHM, 44, 200 (昭 32-2)
- (9) 守田: OHM, 44, 209 (昭 32-2)

日立製作所社員社外講演一覧

(その2)

(第50頁より続く)

(昭和32年1月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
4.	応用物理学会	硼化物陰極 LaB ₆ の消耗 (La の蒸発) に関して	中央研究所	久 我 和 夫 二 木 久 夫
1. 28, 30	日本事務能率協会	物品管理事務	本 社	家 長 喜 一
1. 25	日刊工業新聞社	資材部員の訓練	本 社	阿 部 洋 夫