

新 型 交 流 電 磁 接 触 器
New Type A.C. Electromagnetic Contactors

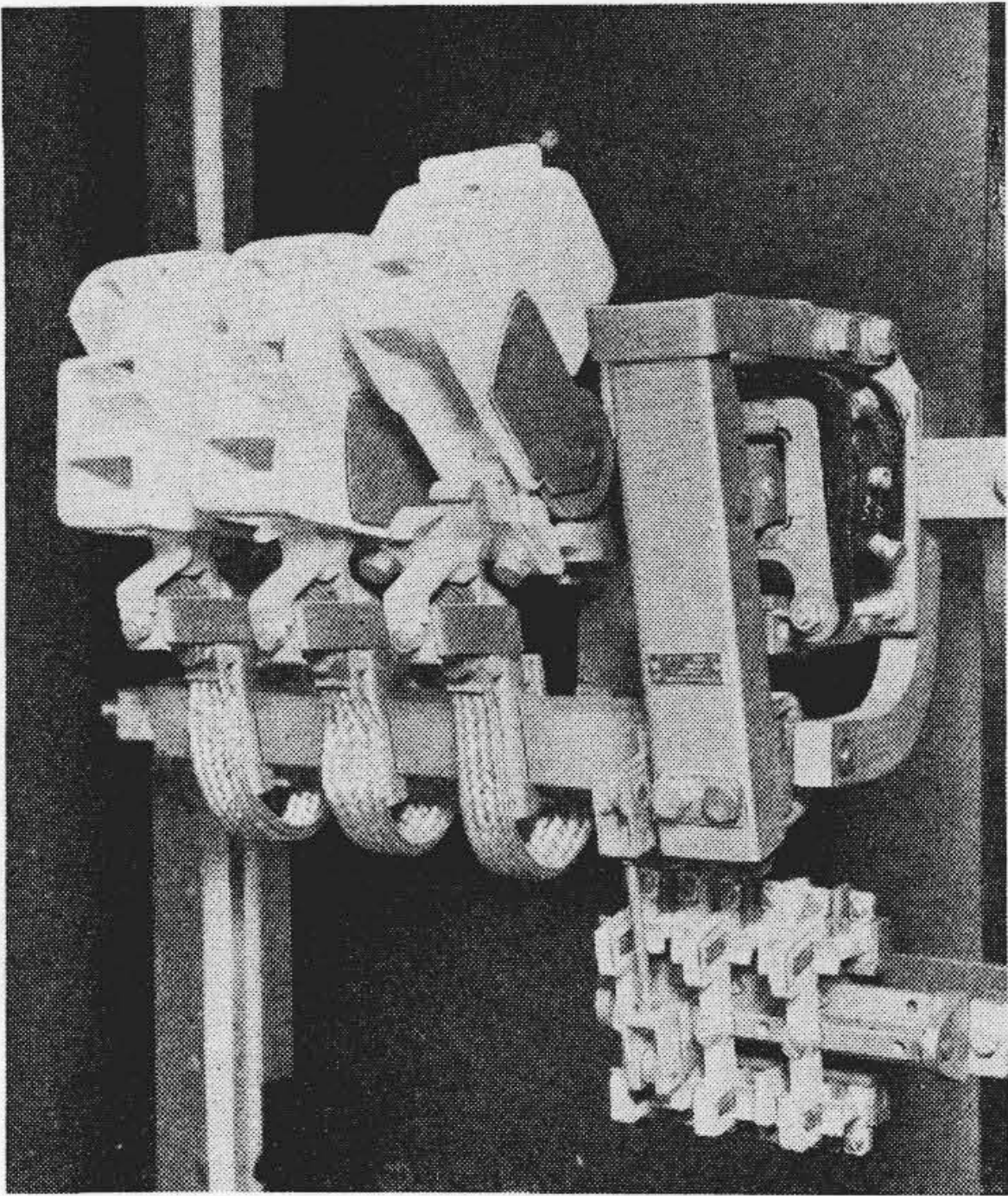
桧垣 登* 白土 忠治* 松村 睦夫* 宮沢 浄*
Noboru Higaki Chuji Shirato Mutsuo Matsumura Kiyoshi Miyazawa

内 容 梗 概

JEM-1038「交流電磁接触器」の規定に適合し、かつ実際の最もきびしい使用条件にも適する新型交流電磁接触器の系列が完成した。これらはミル補機、荷役機械、そのほか各種の苛酷な用途に十分耐えるもので、特に籠形電動機のひんばんな寸動運転にも耐えることが確かめられている。
本文はこの新型接触器の構造上の特長、消弧装置の詳細および各種の性能試験の結果について述べてある。

1. 緒 言

近年における各種電動力応用の異常な発達は、必然的にそれに適用される制御装置に苛酷な運転を要求し、したがって各種制御器具、特に電磁接触器に要求される性能も、従来とは比較にならぬほど高度のものとなつてきた。
一般に交流電動機制御装置の信頼度は、それに使用される交流電磁接触器の性能に左右されることが多い。日立製作所ではさきに、多年の試作研究の結果、枠取付型交流電磁接触器を開発して⁽¹⁾顧客の御好評を得たが、今回さらにこれを改良、発展せしめた新型電磁接触器を完成し、現在第1表に示す各種容量のものが生産に移され、一般交流制御装置に全面的に使用されている。ここに本器の詳細と各種性能試験の結果を述べて大方の御批判を仰ぐ次第である。



第1図 WF型3S式200A交流電磁接触器
(フレーム取付型)

2. 構 造

2.1 フレーム取付型とパネル取付型

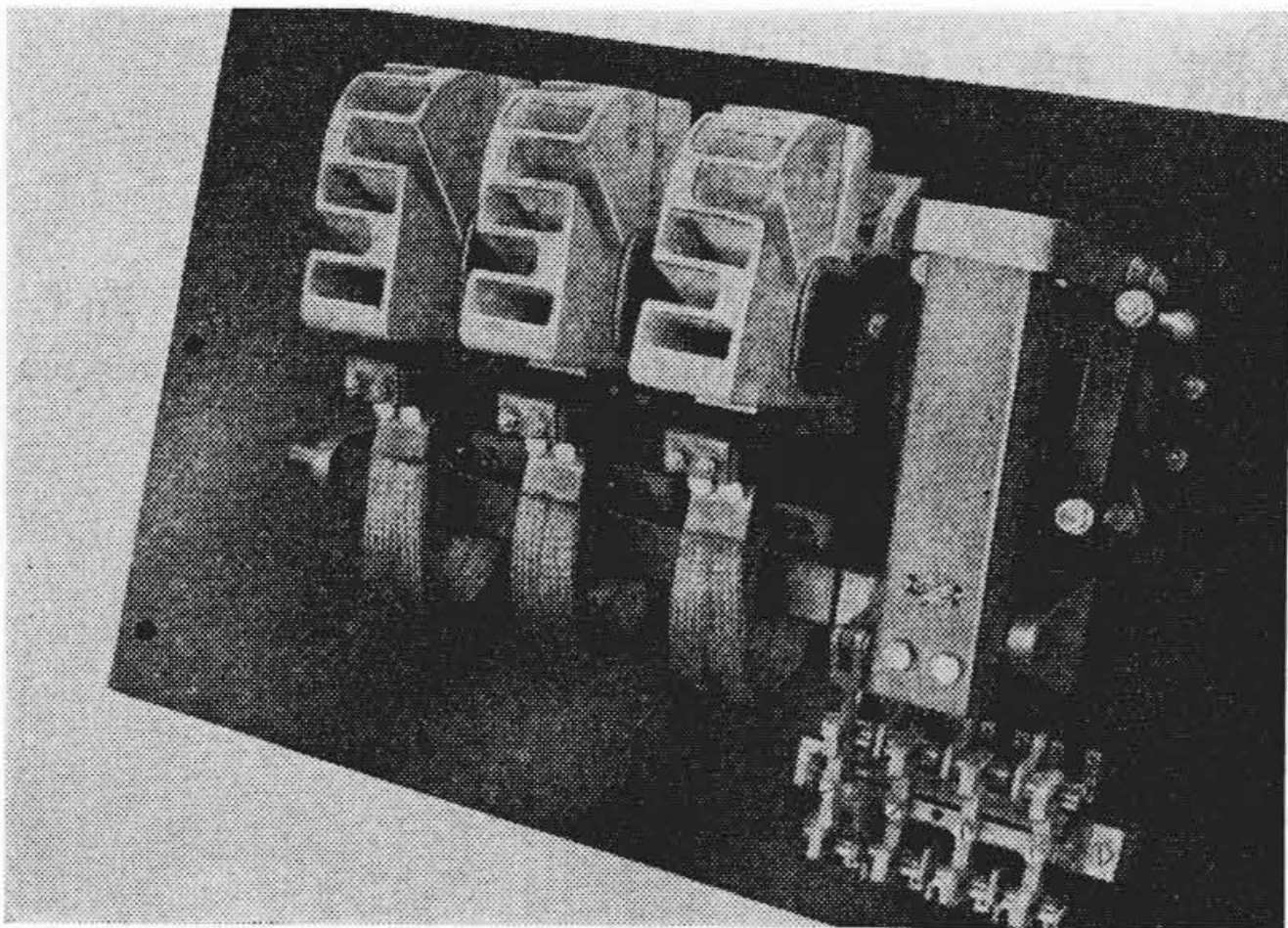
さきに発表せられたのはフレーム取付構造のものであつたが⁽¹⁾、今回の新型はフレーム取付型およびパネル取付型の二種類を開発し、用途に応じて製作している。すなわち、前者は接触器盤としての重量の軽減、保守点検の簡易などの利点があり、後者は接触器盤としての体裁

の美麗という長所をもっている。この両者はごく少数の部品の交換のみで互に他に組替え可能の構造となつている。第1図はフレーム取付型(WF型)、第2図はパネル取付型(WP型)接触器の外観を示し、第3図はフレーム取付型制御盤の一例、第4図はパネル取付型制御盤の一例を示す。

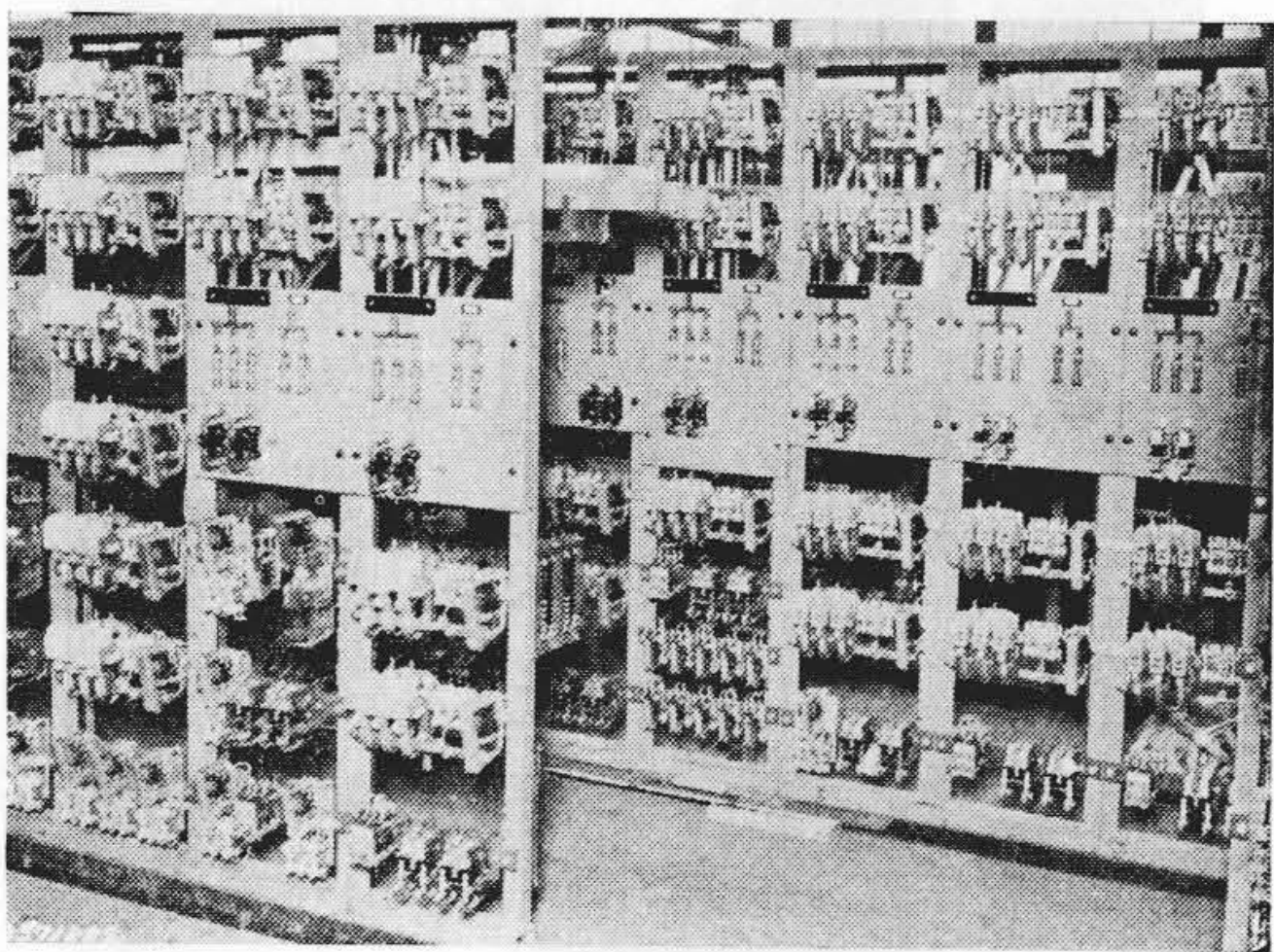
第1表 交 流 電 磁 接 触 器 定 格 表

定格電圧 (V)	定格電流 (A)	遮断容量	開閉ひん度	電 気 的 寿 命	機 械 的 寿 命	JEM-1038 による級号種別
600	50	600V pf 0.3 500A以上	1,200回/h	600V 定格電流の5倍投入 1倍遮断 50万回以上	500万回以上	A級1号1種
"	100	600V pf 0.3 1,000A以上	"	"	"	"
"	200	600V pf 0.3 2,000A以上	"	"	"	"
"	400	600V pf 0.3 4,000A以上	"	600V 定格電流の5倍投入 1倍遮断 50万回以上	"	A級1号1種
"	600	600V pf 0.3 3,000A以上	1,200回/h	600V 定格電流の2倍投入 1倍遮断 50万回以上	500万回以上	B級1号1種
600	1,000	600V pf 0.3 5,000A以上	600回/h	600V 定格電流の2倍投入 1倍遮断 25万回以上	250万回以上	B級2号2種

* 日立製作所日立工場



第2図 WP型3S式 400A 交流電磁接触器
(パネル取付型)

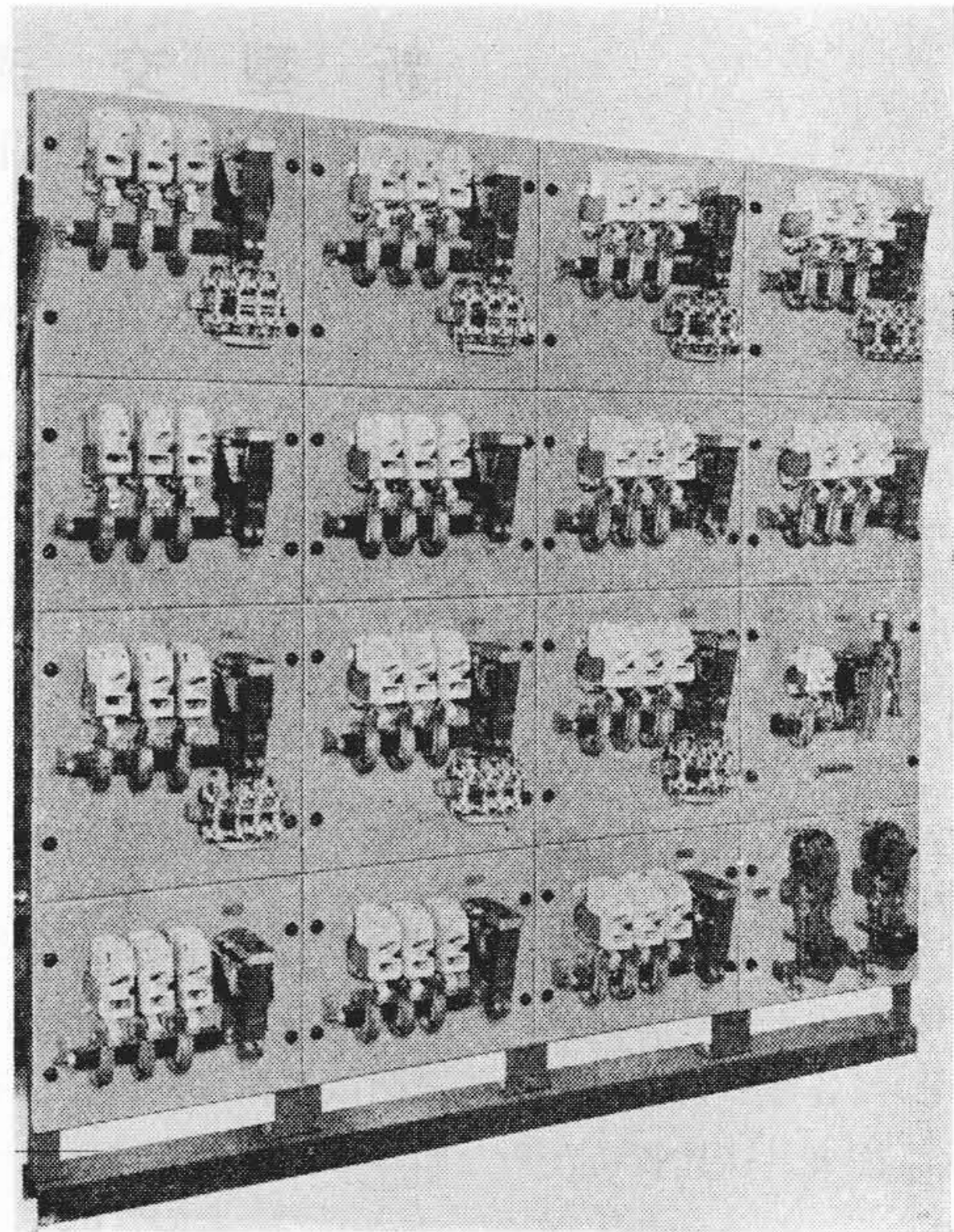


第3図 フレーム取付型交流制御盤

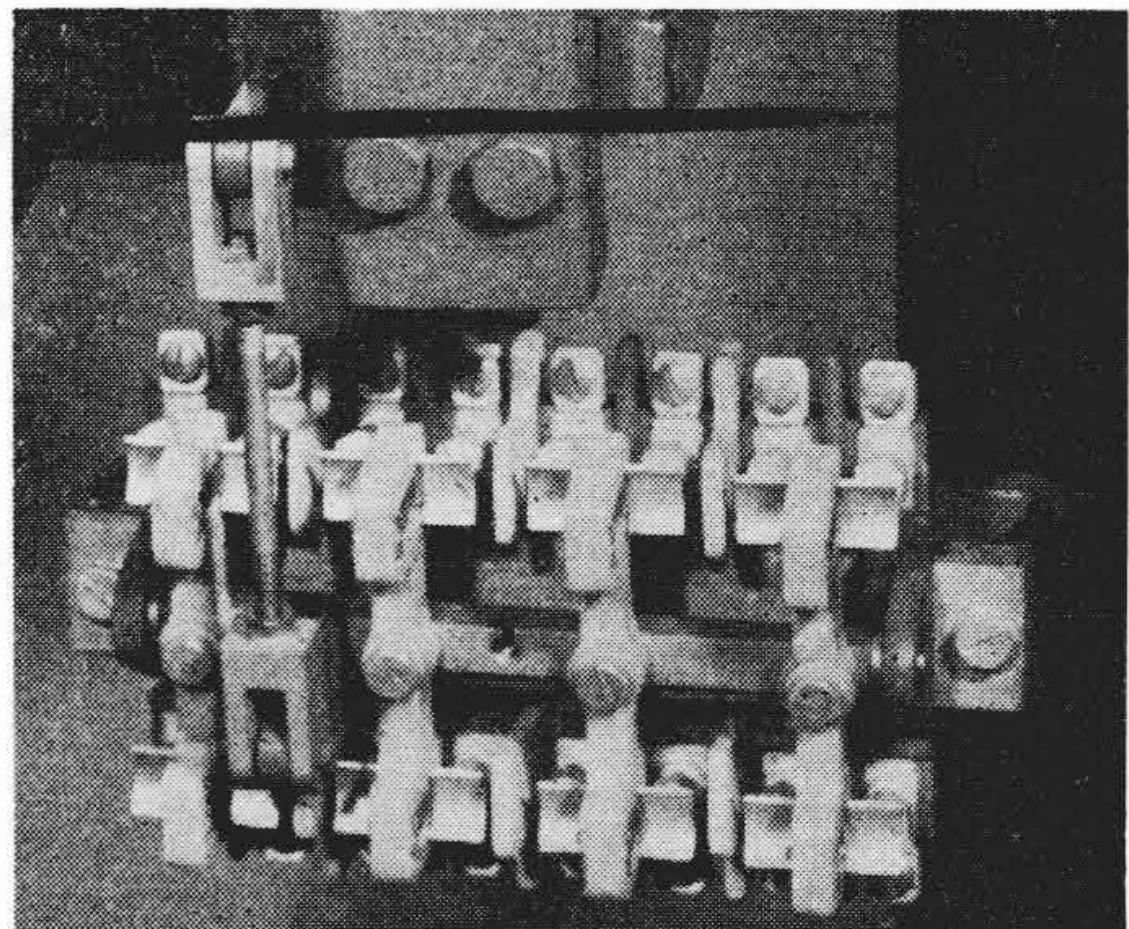
フレーム取付型は第1図および第3図のように、フェノール絶縁を施した絶縁固定フレーム上に主接触部（3極または2極）、電磁石、軸受、可動軸などの構成部分全体を組立て、その固定フレームの両端で2本のボルトのみによつて鉄枠などに取り付ける構造である。これに反してパネル取付型は第2図および第4図のように、上記の各部品を1枚の絶縁盤（フェノールレジン盤、大理石盤、アスベストエボニー盤など）の上に組立てる構造である。なお両型とも主接触部を向つて左側に、操作電磁石および補助接触部を向つて右側に配置して主回路および操作回路の配線を容易すにとともに保守点検上の便をも図っている。

2.2 操作電磁石

操作電磁石は、従来より一般に使用されてきた二脚型に代つて三脚型を採用し、電磁石の小型化、有効牽引力の増大および電磁石寿命の永続化を図つた。電磁石の設計にあつては、まず主回路接触子に定格電流を通じたときの温度上昇限度（JEM-1029）および接触子の閉路容量（JEM-1038）より接触圧力を決定し、この接触圧力（3極分）および復帰力に打ち勝つだけの牽引力を有せしめ、なお電磁石閉合時の衝撃を極力軽減するため



第4図 パネル取付型交流制御盤

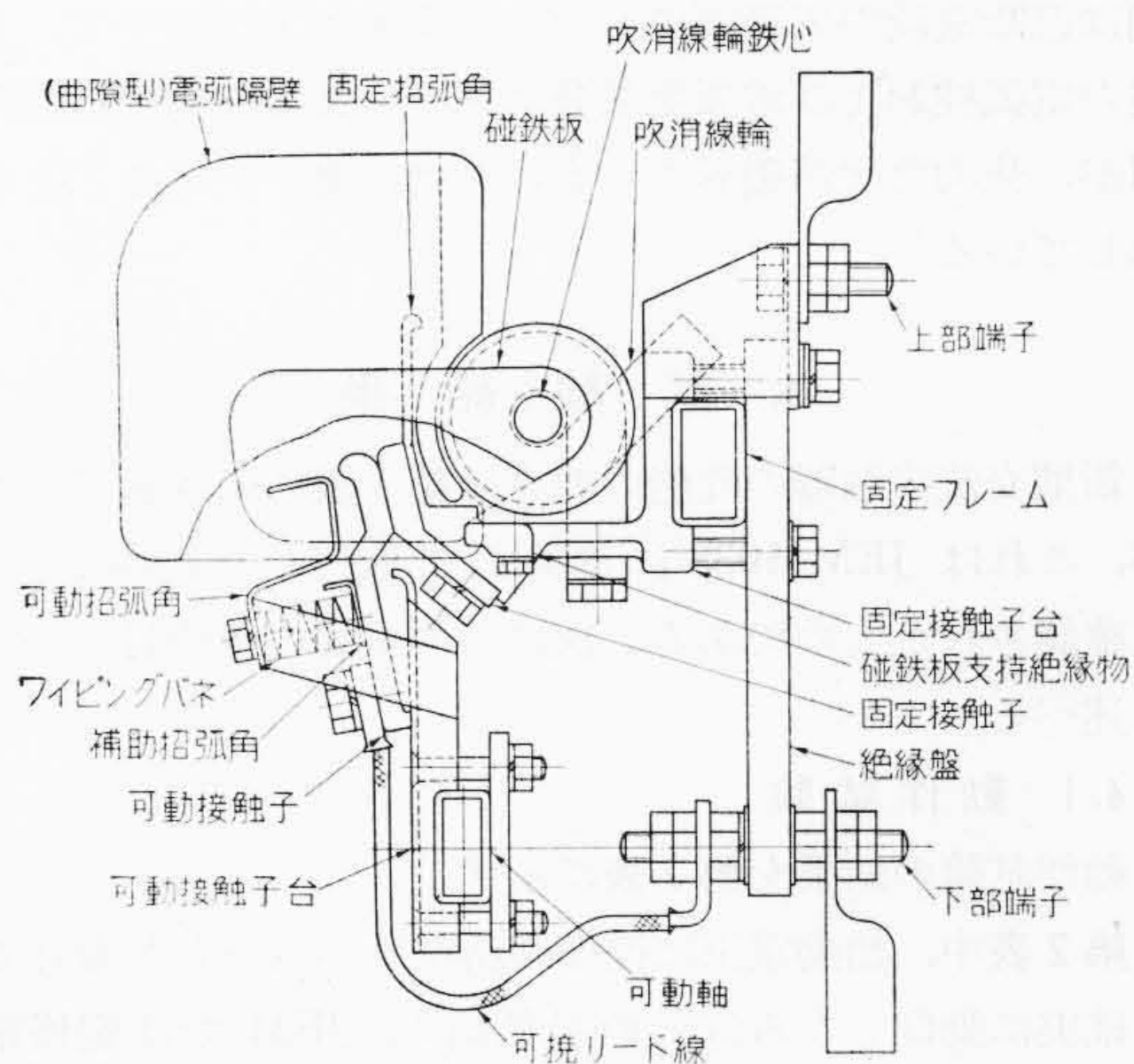


第5図 補助接触部（常時開接点4個、
常時閉接点4個）

にその余剰牽引力をできるだけ少なくする必要がある。一方操作回路電圧がその定格値の85%に降下したときでも閉合動作に支障なきように設計せねばならない。さきに開発せられ、多年の実績を有する三脚電磁石に、以上の観点からさらに十分の検討をくわえた。

なお可動鉄心が前後左右に若干回動しうるフルフローティング機構を採用しているので、固定および可動鉄心相互の磁極面が完全に密着し、長期使用に際しても騒音を発生しないようになっている。また磁極面に装着されるシェーディングコイルについても理論的および実験的の考察をくわえて、最適の形状および抵抗値のものを使用している。

電磁石コイルは PVF 線 にサーモセツトワニス（W-2800）を真空注入して完全防湿処理を施し、また層間短絡、断線などの故障はいかなるひんぱんな開閉を行つて



第 6 図 フレーム取付型接触器の主接触部の構造 (600 A 以下)

も絶無になるよう、その絶縁方法に最新の技術を適用している。

2.3 補助接触部⁽²⁾

第 5 図に示すように二重切り接点機構で、最大常時開接点 (a 接点) 4 個、常時閉接点 (b 接点) 4 個計 8 個を取り付けることができる。定格は交流 600 V 10 A、接点には銀を使用するとともに、接触時の接点角度を適当ならしめて接触不良をなくし、きわめて長寿命である。二重切りのため可撓リード線の切断などの事故がなく信頼性が高い。各接点間バリヤとして耐弧および耐熱性にすぐれるメラミン樹脂を用いている。

2.4 軸 受

軸受にはすべてニッカロイ (含油合金) を使用して注油の労を少なくした。また寿命試験の結果は摩耗もほとんど生ぜず、良好な動作状態を保持することが確認された。

2.5 主 接 触 部

第 6 図に示すように、主回路電流は上部端子、吹消線

輪、固定接触子台、固定接触子、可動接触子、可撓リード線、下部端子の順に通流する。主接触子とアーク接触子の両者を備えたいわゆる二段切機構は器具全体の幅に比して通電容量が大きいという利点はあるが、構造的に複雑となり、機械的寿命が短縮される欠点があるので、開閉ひんぱんの非常に少ない用途に用いられる 1,000 A 型のみにこれを採用し、600 A 型以下はすべて第 6 図のような一段切構造になっている。電弧隔壁の着脱および接触子の点検交換はきわめて容易に行える⁽³⁾ (第 1 図参照)。

2.6 接 触 子

一般に閉路時に可動接触子が固定接触子に衝突したとき、および電磁石が閉合した瞬間に働く衝撃力のために可動接触子が反ぱつし、過渡的な接点の開閉すなわち躍動が起る。籠形誘導電動機の直入起動に多く使用される電磁接触器ではこの躍動により定格電流の数倍を開閉することになり、接点の消耗を増加せしめ、あるいは接点の溶着の原因となる。したがって接触子の躍動を極力小さくしなければならないが、この問題に関してはすでに発表されたとおり⁽⁴⁾、理論的および実験的研究を行い、その得られた結果により、躍動の最も少ないフィンガー型可動接触子を全面的に採用している。第 7 図に躍動のオシログラムの一例を示す。

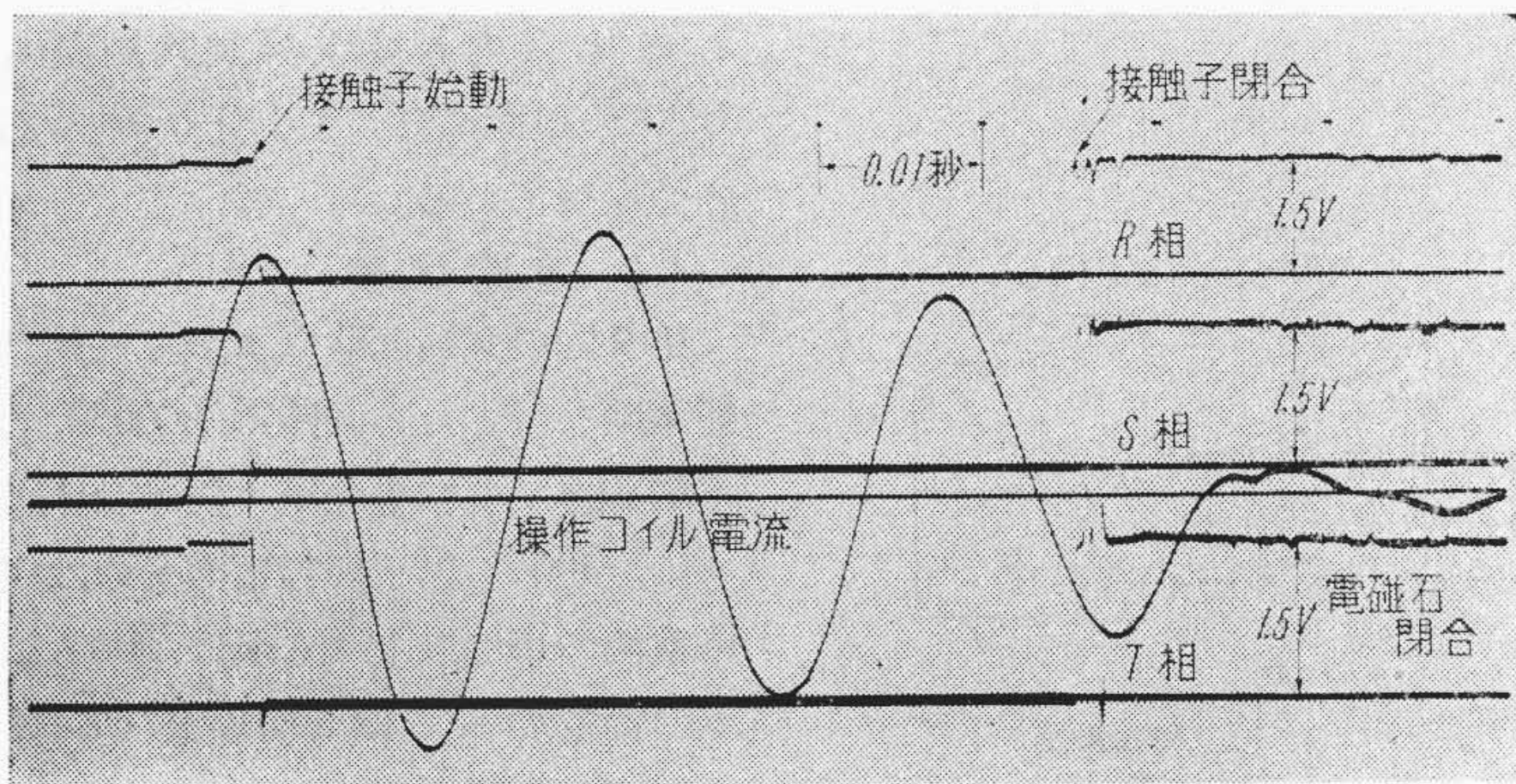
なお第 6 図に示すように、可動招弧角を可動接触子に直接取り付けず、可動接触子台に取り付けたのは、可動接触子自身の慣性モーメントを極力小さくして躍動を防止するためである。

3. 消 弧 装 置

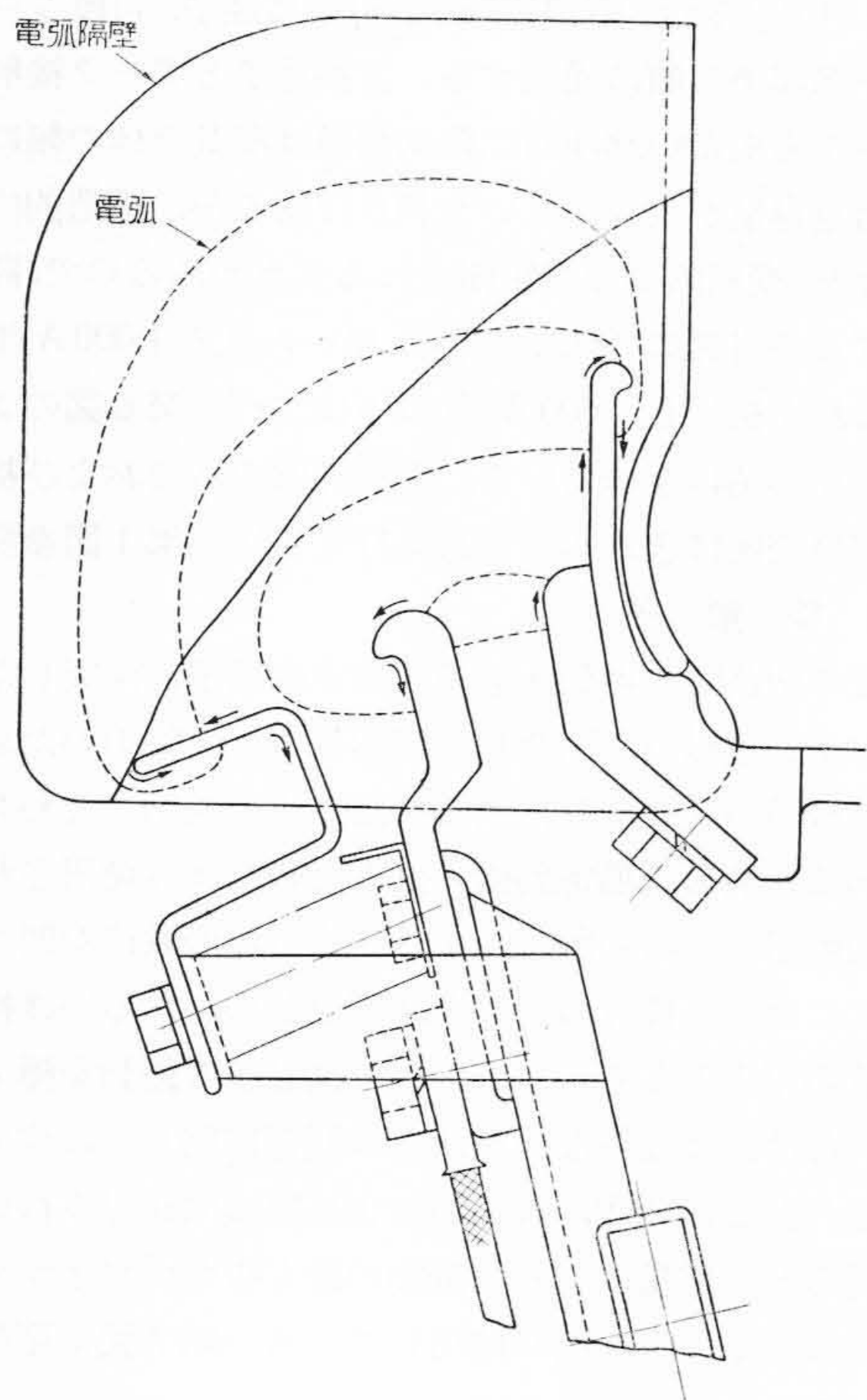
電弧隔壁の構造は、左右両側壁より内側に向つて多数の内部バリヤをくし形に交互に突出せしめ、曲細隙を形成する構造であつて (第 1~4 図)、電弧柱部分が主としてこの曲細隙によつてその長さを引き伸ばされ、かつ広大な冷却壁による消イオン作用が促進される⁽⁵⁾。

一方電弧足は第 8 図のように、吹消線輪を通る主回路電流の作る吹消磁界の作用を受けて固定、可動両接触子上からおのおの固定および可動招弧角上へ移動する。さらに固定側電弧足は固定招弧角背面に達してそのポケット部で抵抗を受けるとともに強力に冷却され、また可動側電弧足はコの字状をなす可動招弧角上を、その表面および背面に沿うて図の矢印のように移動してきわめて急速に電弧の長さを引き伸ばし、消弧が促進される⁽⁶⁾。なお可動招弧角の構造は、ワイピングバネを電弧より完全に保護している。

後述の遮断試験結果によれば、電弧時



第 7 図 接触子の躍動オシログラム (操作電磁石側から T.S.R. 相とする)



第8図 招弧角の構造および電弧駆動状況説明図

間は遮断電流の広範囲にわたって1以下であつて、上述の電弧柱および電弧足部分に加えられる強力な消弧作用が、強力な吹消磁界とともに有効に働いていることを示している。

4. 試験結果

新型交流接触器の性能の要点は第1表に示されているが、これは JEM-1038 に準拠して施行した試験によつて確認されたものである。次にこの試験の各項目について述べる。

4.1 動作試験

動作試験の結果を第2表に示す。

第2表中、始動電圧は操作回路電圧が低下した場合でも確実に動作する電圧の最低値で、JEM では定格電圧の85%以下（ただし開閉ひんぱん度2号以上は90%）と規定されている。この電圧をあまり低くすると定格電圧時の電磁石の閉路衝撃が大きくなり、その機械的寿命が短縮されるので好ましくない。釈放電圧は操作回路電圧を徐々に下げて開路するときの電圧である。

始動時には電磁石可動鉄心が開いており、励磁コイルのリアクタンスが非常に小さいので、起動電流（定格電圧印加のときの電流）は保持電流（閉合時の電流）に比して10倍程度の大きさとなる。電磁石コイルはこの起動電流のくり返しにも十分耐えるようになっている。

4.2 温度上昇試験

制御器具の温度上昇限度は JEM-1029 に規定されている。

主回路に定格電流を通じ、操作回路には定格電圧の110%を印加して試験した結果は JEM の限度をいずれもかなり下回る値を得たが、詳細の数値は繁をさけて省略する。

なお100Aおよび200A型は防爆電磁開閉器として耐圧防爆ケースに収納して使用される場合も多いが、この場合の温度上昇試験結果も JEM の限度に対して十分余裕のある値を得ている。

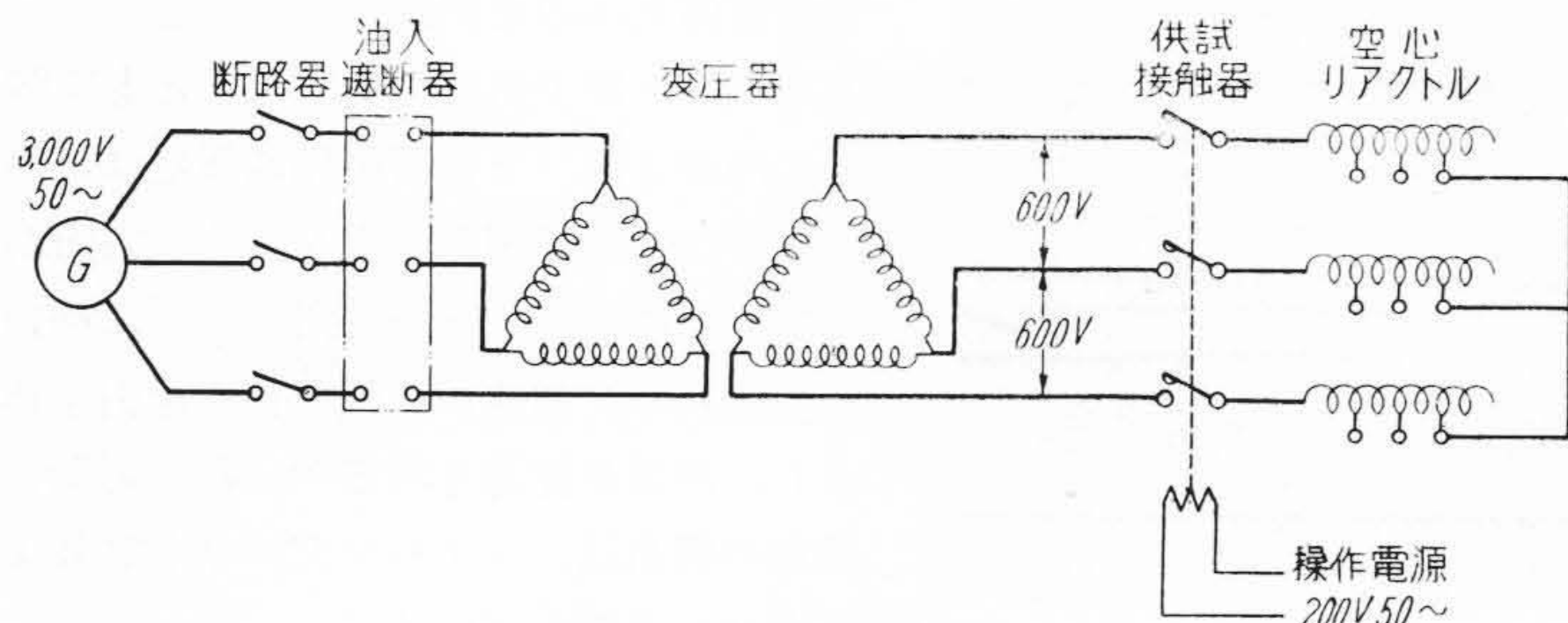
4.3 遮断試験

第9図の試験回路によつて三相遮断試験を行つた。回路電圧600V、力率約30%での結果は第1表に示すように、400A以下の容量のものは定格電流の10倍以上（A級）、600A以上の容量のものは5倍以上（B級）の電流を遮断することができた。なお同じ倍数の電流を CO-15秒-CO-

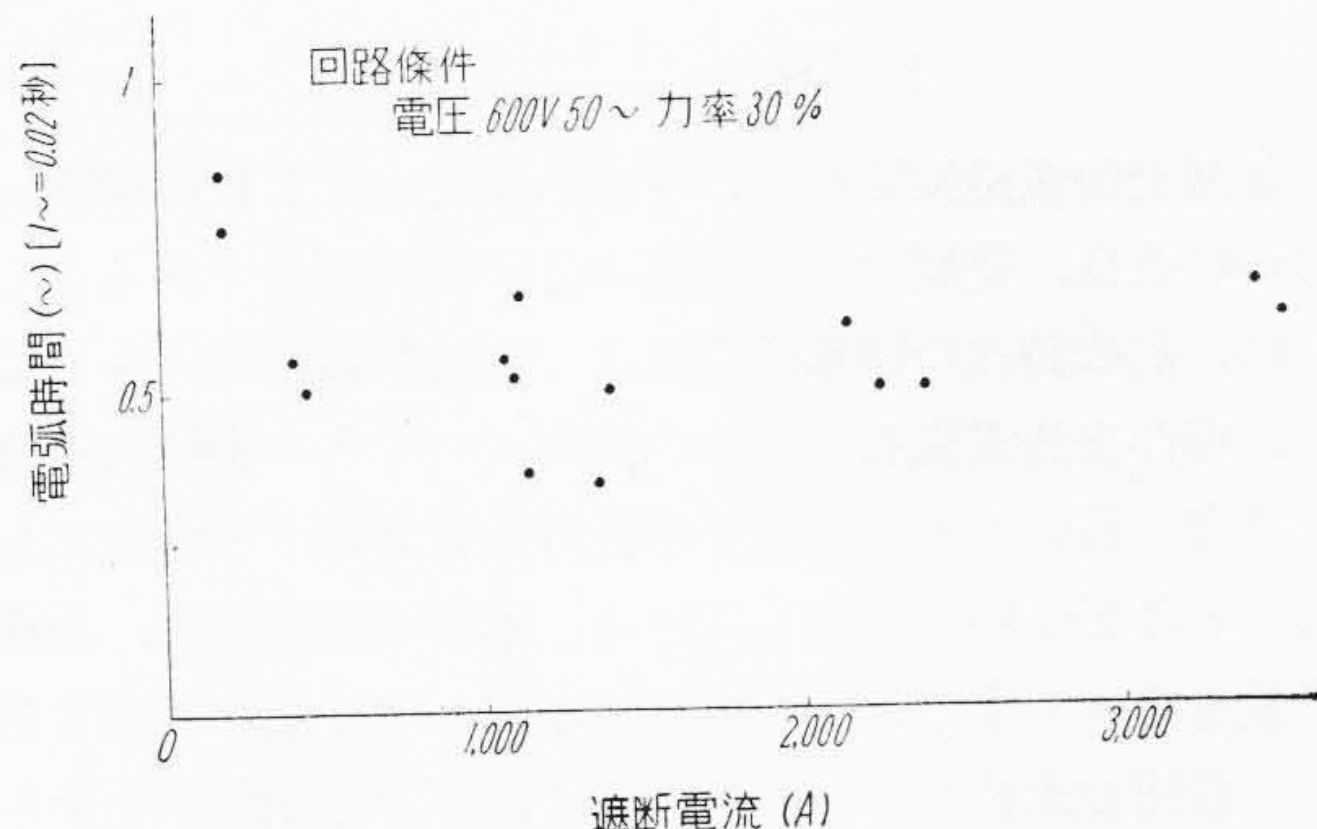
第2表 各種接触器の動作試験結果

接触器容量 (A)	50	100	200	400	600	1,000
始動電圧 (V)	148~154 (74~77%)	144~162 (72~81%)	140~168 (70~84%)	142~158 (71~79%)	140~154 (70~77%)	150~155 (75~77.5%)
釈放電圧 (V)	103~120 (51.5~60%)	108~124 (54~62%)	100~134 (50~67%)	90~120 (45~60%)	130~144 (65~72%)	106~130 (53~65%)
起動電流 (A)	3.15~3.25	3.3~4.0	7.0~8.6	17.6~19.8	20.0~20.8	54.8~59.0
保持電流 (A)	0.37~0.45	0.4~0.54	0.7~0.9	1.8~1.9	1.5~1.65	3.3~3.8
励磁電力 (W)	12	18	30	55	100	130

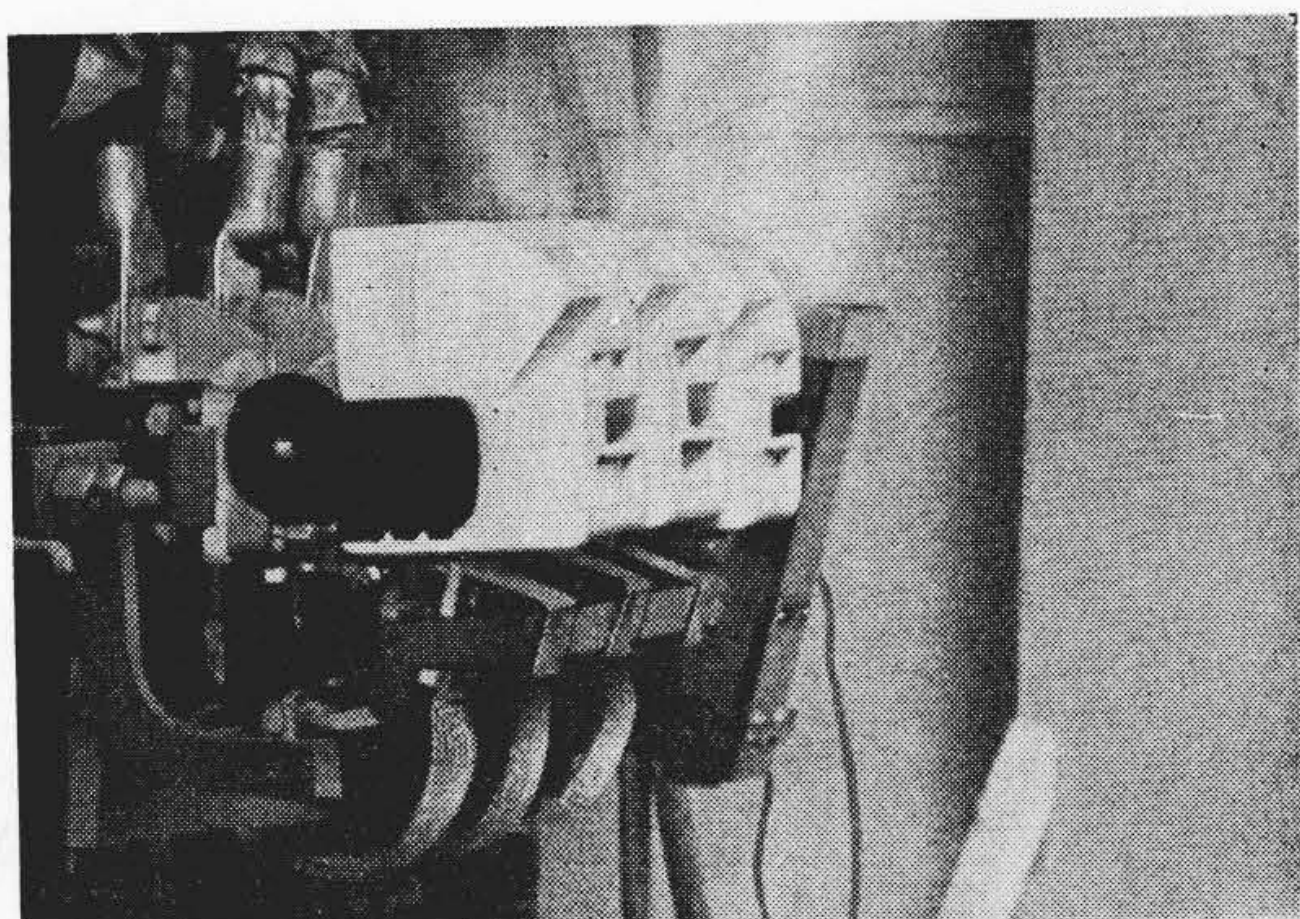
注： 定格電圧 200V 50~における試験結果である。



第9図 遮断試験回路



第 10 図 200 A 型接触器の遮断特性

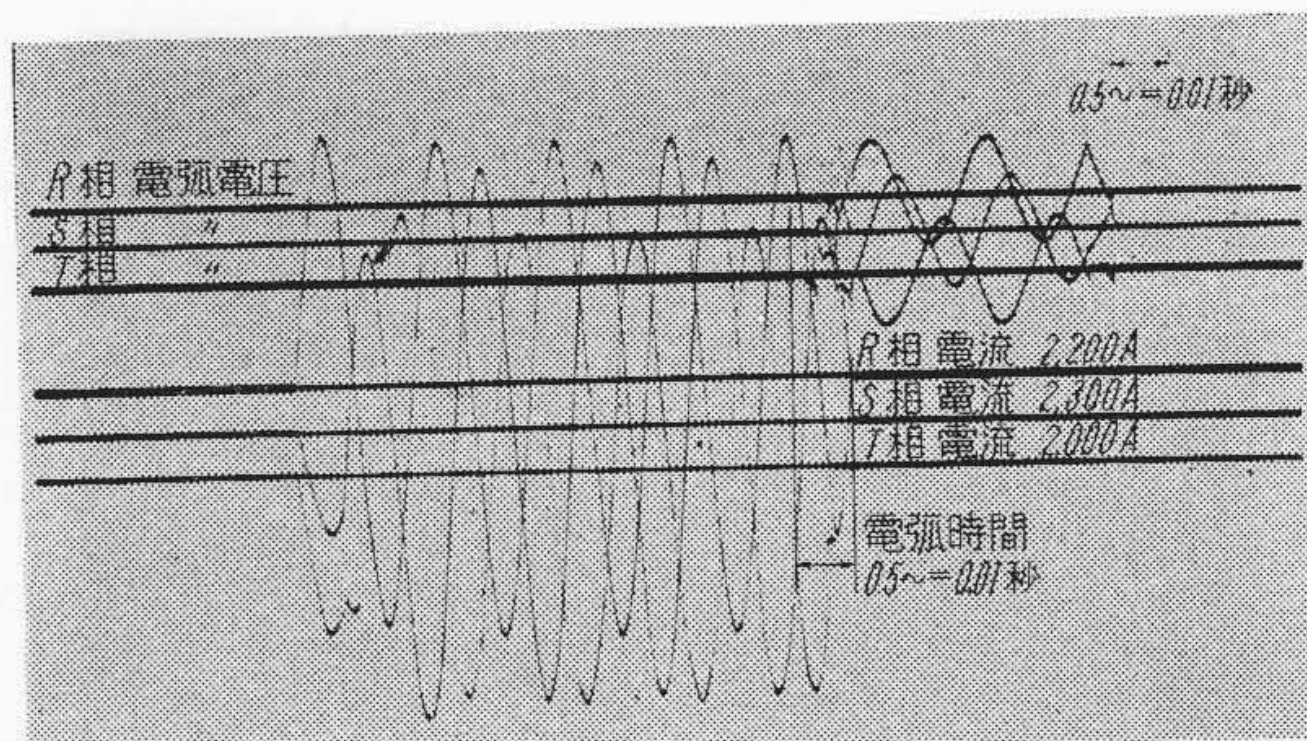


第 11 図 600 V 2,000 A pf. 30% の遮断状況
(供試品は WF-3S 200 A 接触器)

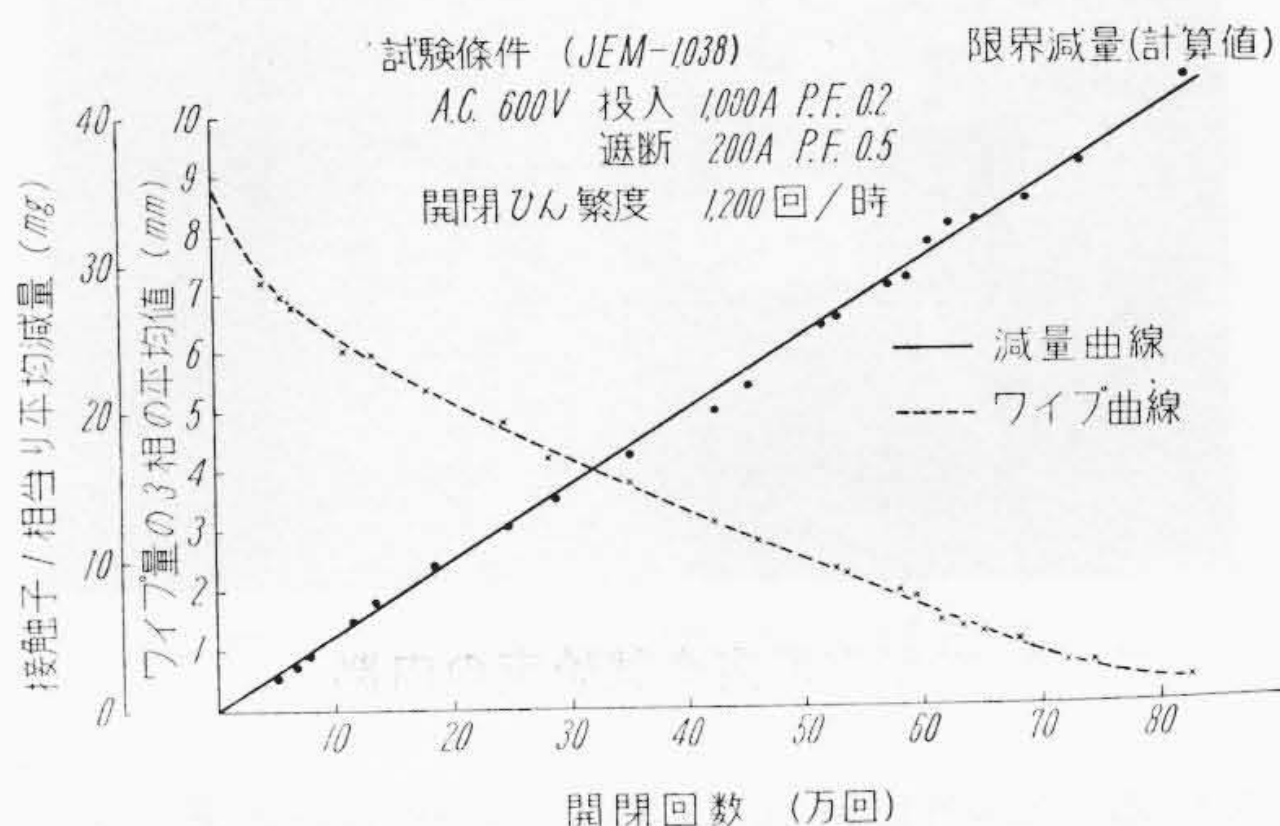
15秒-CO-15秒-CO-15秒-COの標準動作責務で遮断して異常なきことが確認された。第10図には一例として200A接触器の遮断特性を第11図には600V 2,000A pf. 30%の遮断状況を、第12図にはそのオシログラムの一例を示す。電弧の隔壁の外へ逸出する程度は大電流遮断のときでも数センチメートル以下できわめてわずかである。

4.4 閉路容量試験

第9図の回路で、定格電圧600Vにおいて定格電流の10倍(400A以下の接触器)、または5倍(600A以下の接触器)を約2秒間隔で100回閉路して支障なきことが確認された。この試験は接触子の躍動による溶着の有無を調べるためのもので、接触子の許容消耗厚みの3/4を減



第 12 図 600 V 2,000 A (pf. 30%) 遮断オシログラム (供試品は WF-3S 200 A 接触器)



第 14 図 200 A 接触器の電氣的寿命試験結果

じて行つたが、接触子の新しい状態においても確認されている。

4.5 電氣的寿命試験

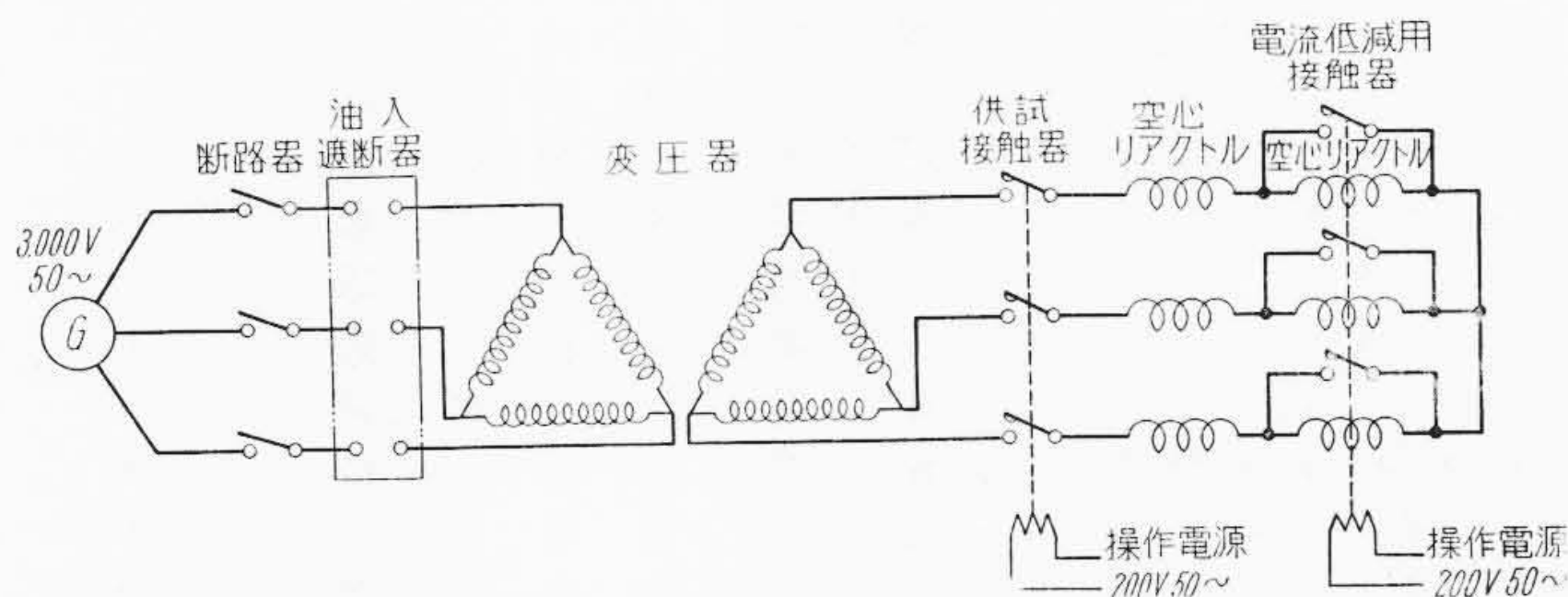
主として接触子の寿命を判定するための試験である。第13図の回路によつて、各種容量の接触器について電氣的寿命試験を行つた。すなわち第1表に示す条件の電流を投入(力率20%)および遮断(力率50%)して、600A以下の接触器は電氣的寿命50万回以上(1号1種)、1,000A接触器は25万回以上(2号2種)の結果を得た。第14図には一例として200A接触器の電氣的寿命試験の経過を示す。

この接触子の寿命の長いのは接触子の躍動がわずかなことおよび前述の消弧作用が有効に働くためと考えられる。

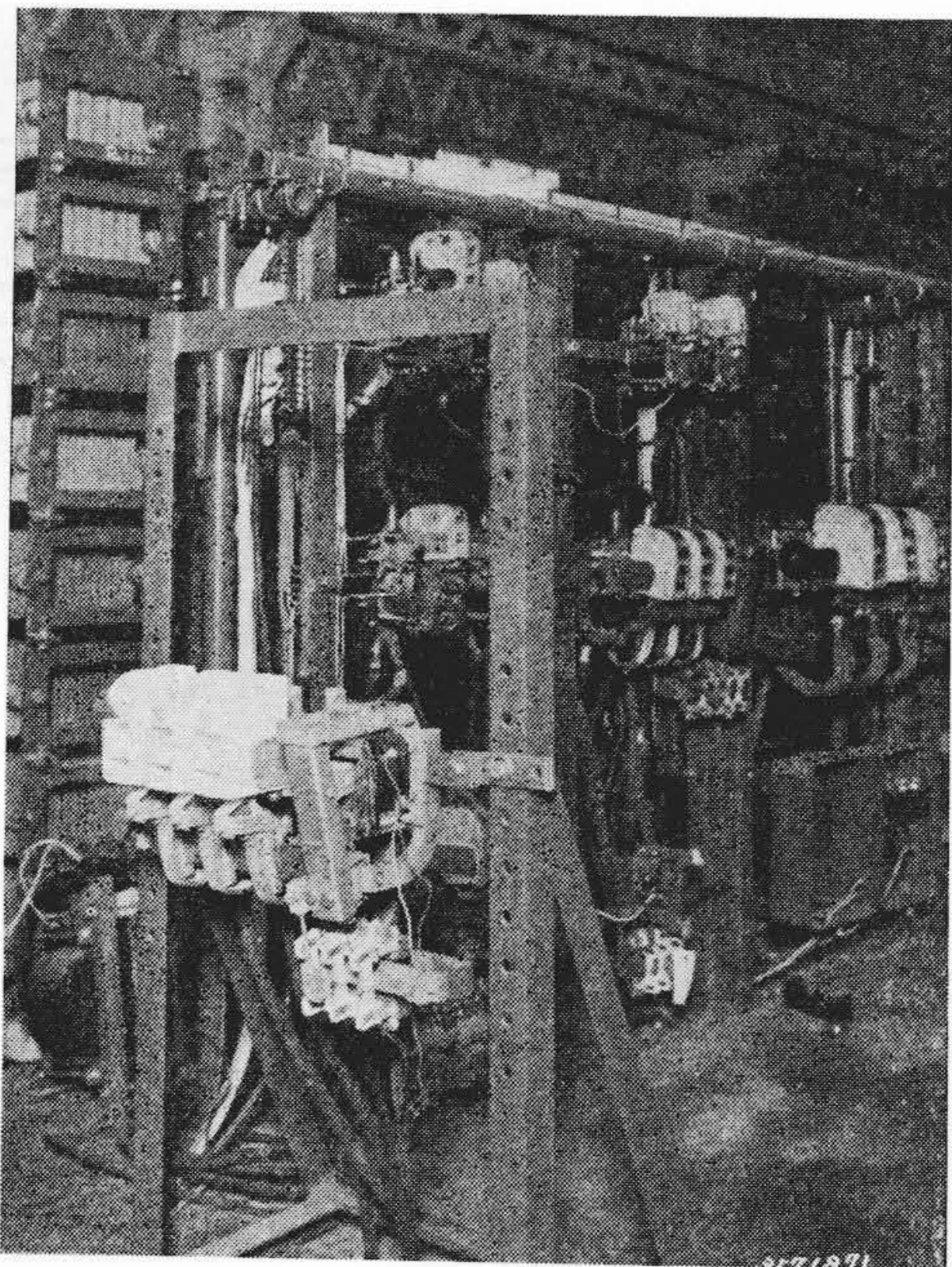
なお電弧隔壁の損傷程度はほとんど問題とならないほどわずかであつた。

4.6 機械的寿命試験

接触器の機械的耐久性を判定するための開閉動作試験である。2秒に1回すなわち毎時1,800回ひん度で施行し、現在ではほとんどの器種が完了しており、第1表に示すように600A以下の接触器は500万回以上(1種)、1,000A接触器は250万回以上(2種)の寿命が保証できることがわか



第 13 図 電氣的寿命試験回路



第15図 制御器寿命試験室の内部

つている。この性能は操作電磁石の機械的衝撃が著しく軽減されたことおよび接触部分の合理的な構造によるものである。

第15図は制御器寿命試験室の内部で、ここで接触器をはじめ各種制御機器の電気的および機械的寿命試験が行われており、製品の抜取り試験とともにこれらの性能向上に不断的努力を払っている。

5. 結 言

新型交流電磁接触器は、さきに開発された枠取付型をさらに改良、発展せしめた盤および枠両用型であるとともに、消弧装置の特殊構成によつて遮断容量が大きいこと、操作交流電磁石の堅ろう性によつてその機械的寿命が非常に長いこと、接触子の長寿命を保証する構造であることなどの特色を有している。本器は開発以来、各種容量を合せてすでに三万台にならんとする製作実績を有し、各種制御装置に適用せられて良好な運転成績を示している。

本器完成には、その長期間を必要とする各種寿命試験の性質上、多年の歳月と努力とをついやしたが、ここに本稿を結ぶに際し、終始御指導御鞭撻を与えられた日立製作所日立工場藤久保工場長、稲木部長、泉副部長に、また長期間にわたる試作と性能試験に御尽力をいただいた制御器製作課および山手検査課の各位に深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 松垣, 白土: 日立評論 34, 947 (昭 27-8)
- (2) 実用新案第 458627 号, 第 458628 号
- (3) 実用新案第 442262 号
- (4) 松垣, 松村, 宮沢: 日立評論 39, 775 (昭 32-7)
- (5) 特許第 222455 号, 第 222456 号
- (6) 実用新案第 452718 号
- (7) B. W. Jones O. R. Schurig: G. E. Rev., 39, 78 (1936)
- (8) G. W. Heumann: Magnetic Control of Industrial Motors, (1947)
- (9) H. D. James & L. E. Markle: Controllers for Electric Motors, (1952)

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(第9頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	467046	漁 船 用 ホ イ ス ト	多 賀 工 場	横 内 直 中	32. 10. 25
"	467050	ホイスト用ターンテーブル回り止装置	多 賀 工 場	河 村 三 郎	"
"	467051	ホイスト用ターンテーブルにおける絶縁板取付装置	多 賀 工 場	横 内 直 中	"
"	467052	ホイスト用ターンテーブルの終端位置調整装置	多 賀 工 場	河 村 三 郎	"
"	467053	ホイストリミットスイッチ駆動装置	多 賀 工 場	横 内 直 中	"
"	467055	ホイスト用ターンテーブル止爪調整装置	多 賀 工 場	河 村 三 郎	"
"	467058	ローベッド型ホイスト	多 賀 工 場	後 藤 繁	"
"	467059	ホイストのターンテーブル	多 賀 工 場	河 村 三 郎	"
"	467060	ホイスト用ターンテーブル	多 賀 工 場	河 村 三 郎	"
"	467067	端 子 保 護 装 置	多 賀 工 場	塙 佐太男	"
"	467075	ホイストのリミットスイッチ装置	多 賀 工 場	後 藤 繁	"
"	467076	漁 船 用 ホ イ ス ト	多 賀 工 場	古 市 光 之	"
"	467077	漁 船 用 ホ イ ス ト	多 賀 工 場	古 市 光 之	"

(第78頁へ続く)