

制御器具の保守

Maintenance of Controlling Instruments



菱沼 藤雄*
Fujio Hishinuma

1. 緒言

一般電動力応用装置には、電磁接触器、抵抗器、磁気増幅器、電磁制動機などの制御器具が付随しており、これらの制御器具の動作の良否が電動力応用装置全体の性能を左右すると考えられる。

電動力応用装置の無事故運転は、制御器具の保守を要領よく重点的に行うことにより達成しうると考えられるので、その方法を述べご参考の一端に供する次第である。

2. 電磁接触器

電磁接触器は定格電流の数倍の電流を高ひん度で開閉する用途に使われ、電動力応用装置の制御器具の中核をなすものである。

第1図および第2図はその制御盤の一例である。

2.1 構造

電磁接触器は電磁石部分と接触子部分で構成されており、その構造は第3図および第4図に示されている。

電磁石部分は残留磁気の防止および交流の騒音発生防止に留意し、接触子部分は投入時の躍動防止および磁気吹消装置に留意して特別の設計がなされており、JEM直流電磁接触器およびJEM交流電磁接触器の規格に十分合格する長寿命の構造である。

第5図に急速消弧方式の説明を、第1表に電磁接触器の機構部の定数を示す。

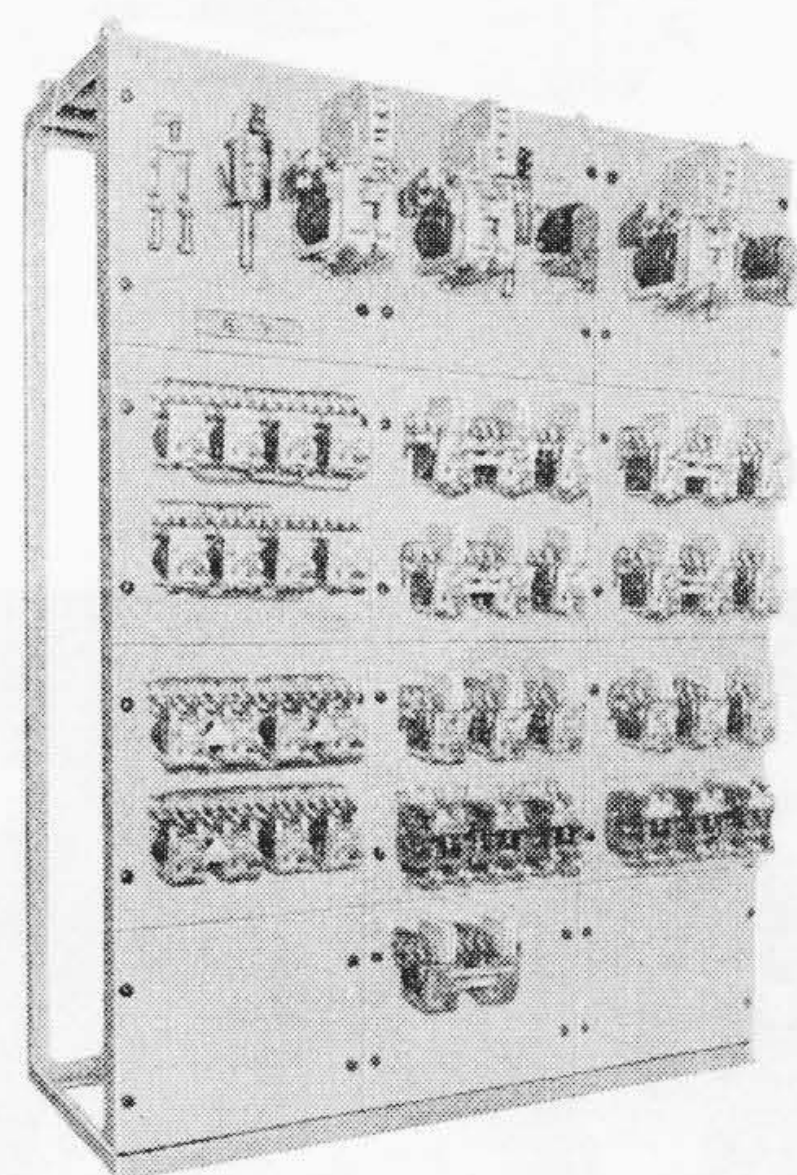
2.2 接触器の事故

接触器を使用中に発生するおもなる事故は次のとおりである。

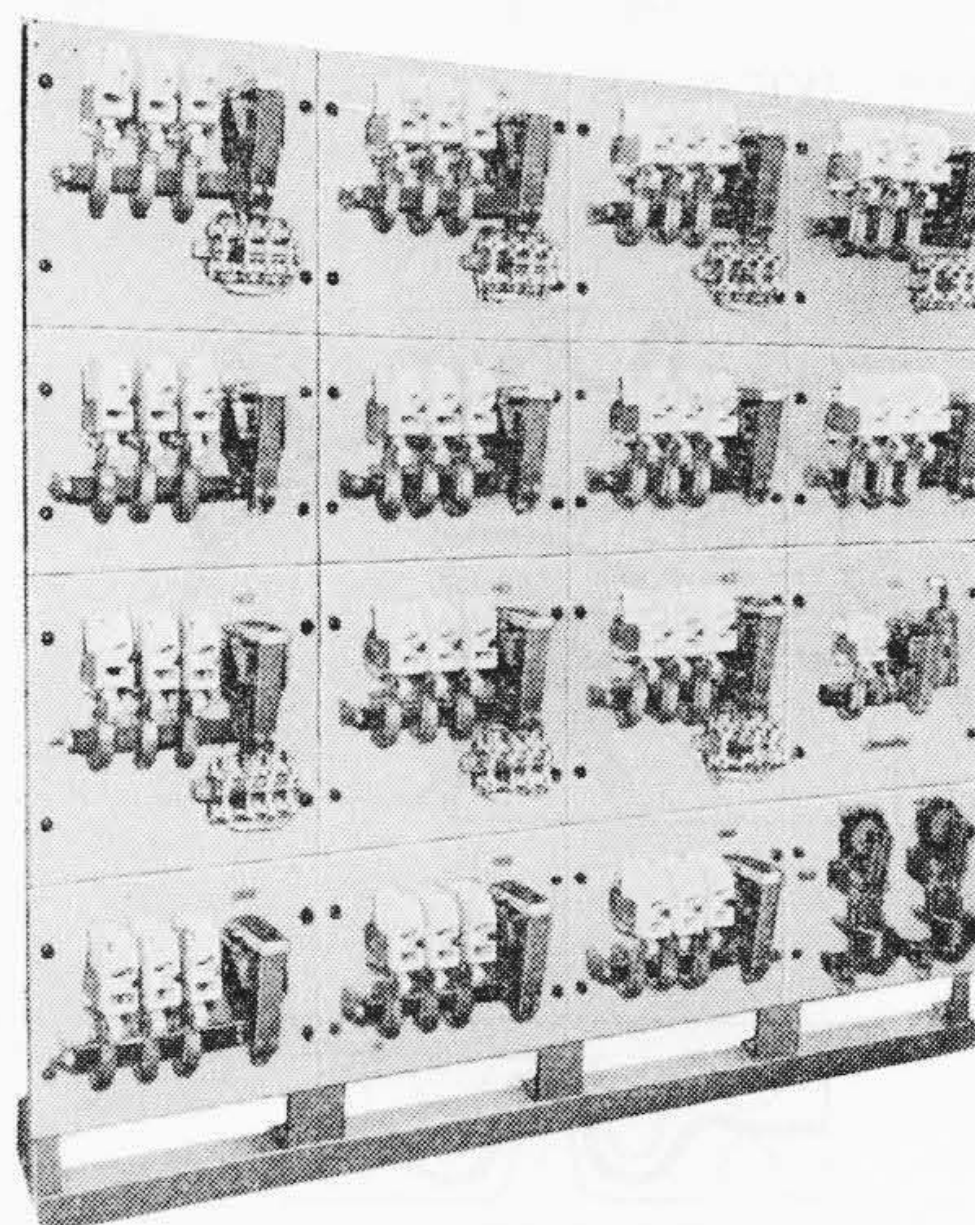
2.2.1 接触子の異常消耗

負荷、周囲ガス、異物介在、接触圧力または復帰圧力、接触子の躍動などの変化により発生する事故で、操作線輪の過電圧操作は接触子の躍動を起し、不足電圧操作は不完全接触による異常消耗を生ずるが、通常は50万回程度の開閉操作に耐えるものである。

* 日立製作所日立工場



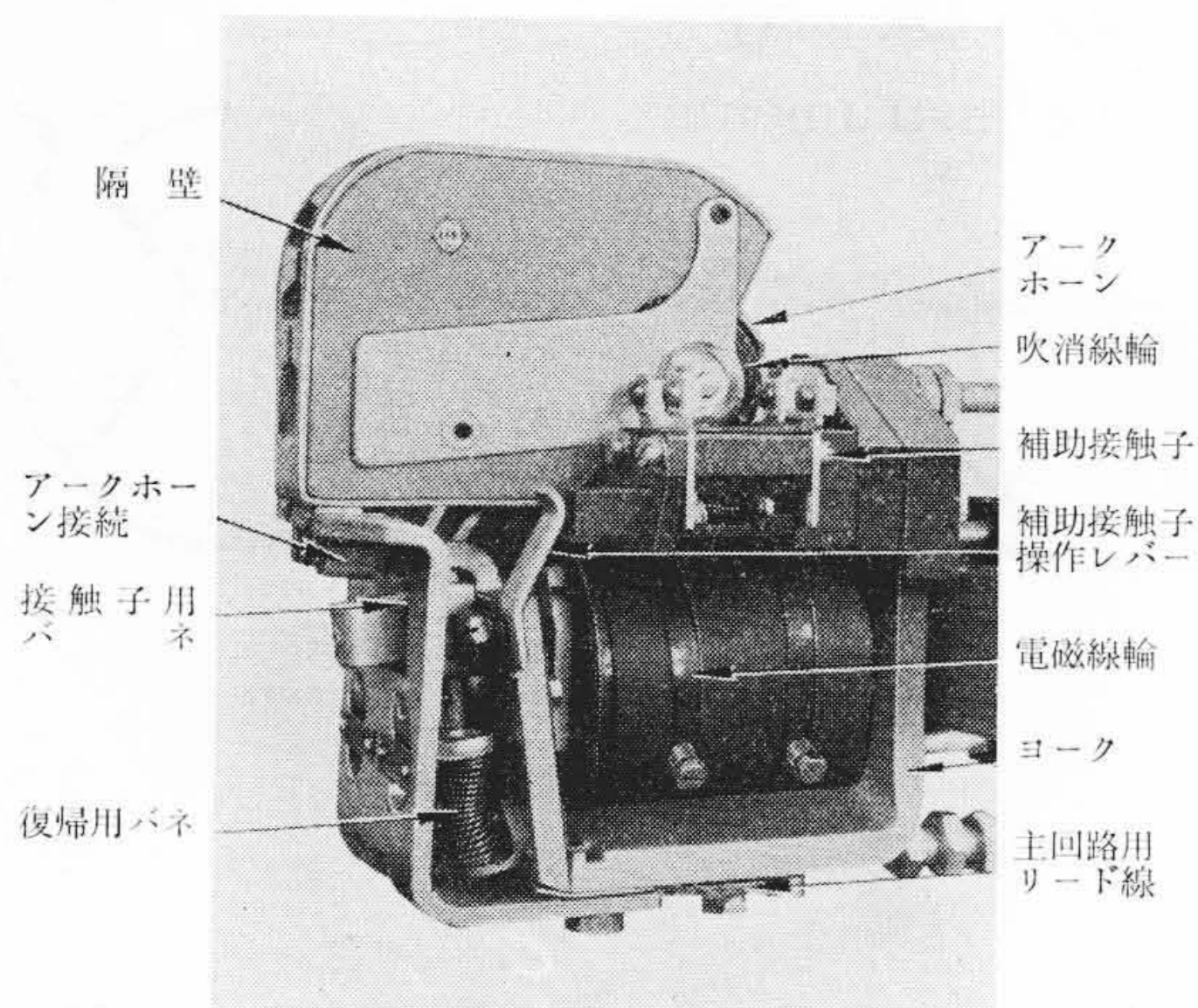
第1図 直流電磁接触器の配置された制御盤



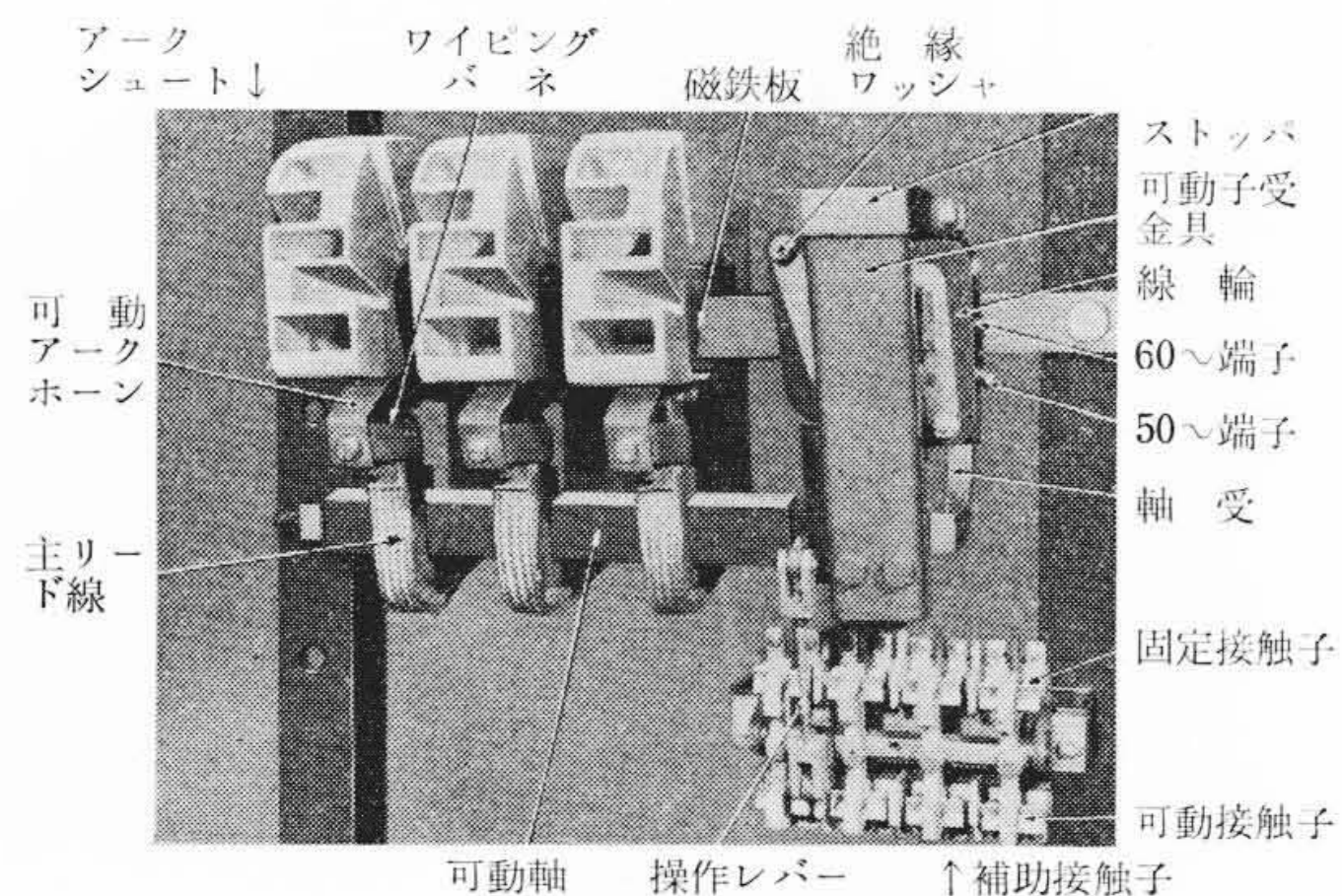
第2図 交流電磁接触器の配置された制御盤

2.2.2 接触子の過熱または接触不良

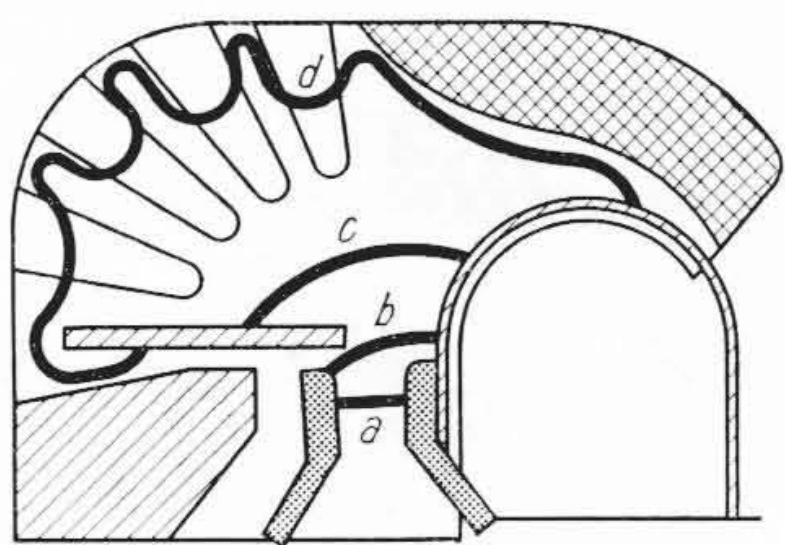
開閉ひん度がきわめて少なく長期連続通電する銅接触子は酸化のため過熱の傾向がある。また0.1A以下の小電流を通す補助接触子はほこりの付着または接点



第3図 GPF形1S式直流単極電磁接触器の構造



第4図 WF形3S式交流電磁接触器の構造



- a: 接触子が開き発弧した瞬間の電弧
 b: 磁気吹消作用により固定子側電弧脚部が固定側接点より固定側アークホーン上に移る
 c: 可動子側電弧脚部も可動子側アークホーン上に移る
 d: さらに電弧は上方に吹き上げられ中央部は曲細隙部に押し広げられ、両脚部は小間隙部に押し込められて電弧は急速に消滅する

第5図 電弧の急速消弧方式説明図

第1表 電磁接触器機構部の定数

	形 式	電流容量 (A)	接触子の開き (mm)	接触子の深さ (mm)	接触圧力 (kg)
交流電磁接触器	WPF-X	10	7~9	3	0.16~0.24
	WPF-3S	50	9~11	6	0.63~0.77
	WP(WF)-3S	100	11~13	7	1.4~1.6
	WP(WF)-3S	200	11~13	6	2.2~2.6
	WP(WF)-3S	400	14~16	10	4.4~5.2
	WP(WF)-3S	600	16~20	12	5.3~6.3
交直流電磁接触器	GPF-3S	50	9~11	6	0.63~0.77
	GP(GF)-3S	100	11~13	6	1.4~1.6
	GP(GF)-3S	200	12~14	9	2.8~3.4
	GP(GF)-3S	400	14~18	8.5	4.2~5.1
	GP(GF)-3S	600	17~20	10.5	5.2~6.3
直流電磁接触器	GPF-X	10	7~9	3	0.08~0.12
	GPF-1S	50	9~11	5	0.23~0.27
	GPF-1S	100	10~12	5	0.45~0.55
	GPF-1S	200	11~13	6	1.0~1.2
	GPF-1S	400	16~18	8	1.8~2.2
	GPF-1S	600	19~21	8	2.7~3.3
	GPF-1S	1,000	25~28	12	6.3~7.7

第2表 電磁接触器の保守項目

項	部 分 名	事 故 現 象	処 置
1	主 接 触 子	接触子の消耗	接触子の厚みが新品の1/2くらいになったとき、または接触の深さが第1表の数字の1/3くらいになったときは新品と交換する。
		接触子の過熱	表面の酸化物を除去する。
2	補助接触子	接 触 不 良	接触の深さを第1表の数字に保ち、かつ接触面のゴミおよび酸化物を除去する。
3	隔壁 (アークシュート)	電 弧 過 大	隔壁の浮き上がりを直し、かつ破損品を取り替える。吹消線輪の短絡をも調べ処置する。
4	絶縁スピンドル	極間の絶縁抵抗低下	表面に付着しているゴミ、銅粉を除去する。
5	軸 受 部 分	動作不円滑	軸受部分のゴミ、さびを除去し若干の給油をする。
6	鉄心接着面	動作不円滑 開 離 不 能	油性ゴミの除去、なお鉄心接着面には絶対に油類が付着してはならない。
7	各 締 付 部	動作不円滑	締付直し。
8	操 作 線 輪		操作電圧が $\pm 10\%$ 以内であることを確認する。

黒化のために銀接触子であっても接触不良を生ずることがある。

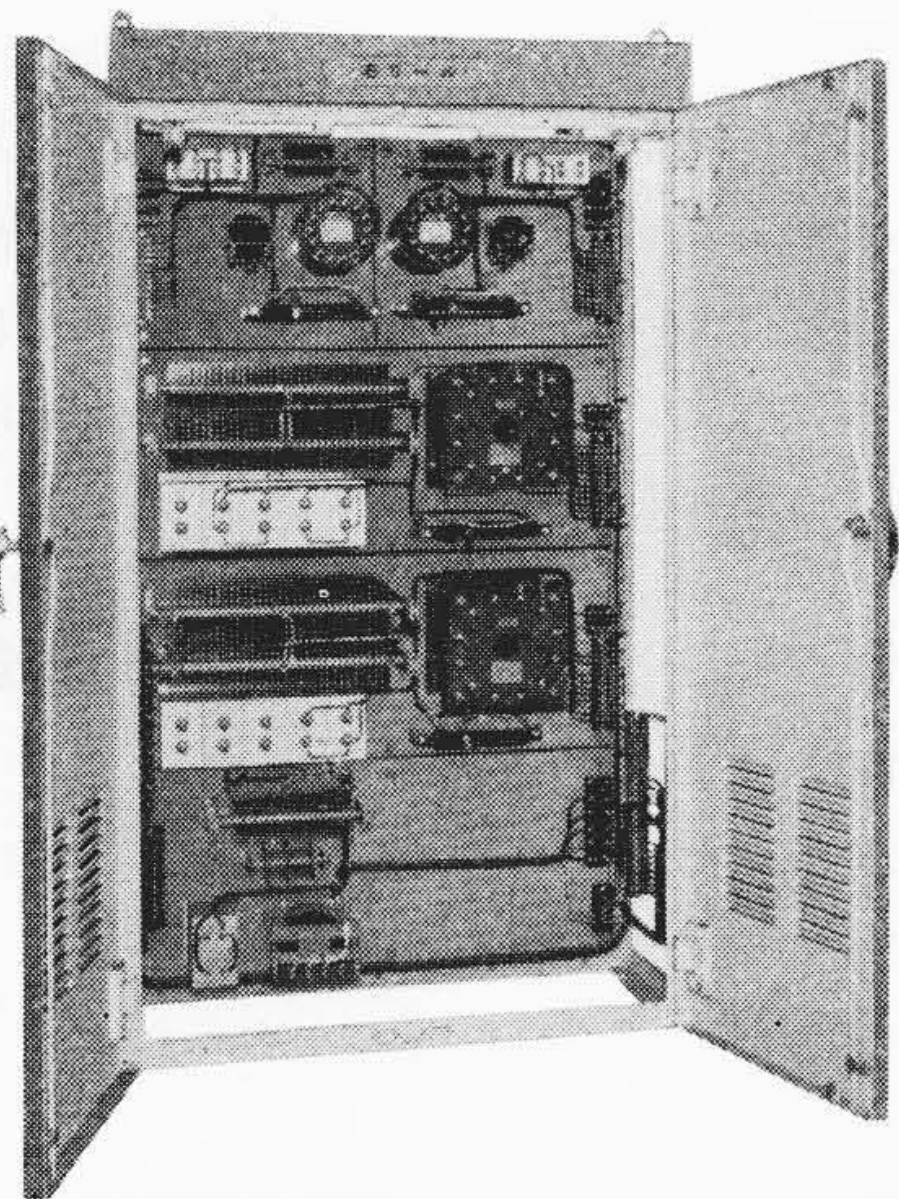
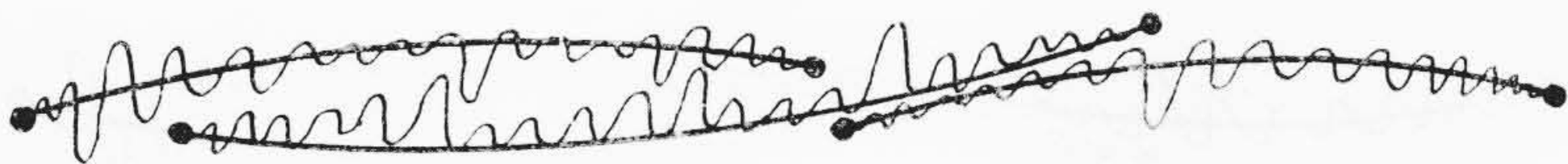
主接触子で1日数回以上の開閉をするものは電弧により常に新しい接触面になっているので過熱事故は起らない。

2.2.3 電弧による隔壁の焼損

隔壁がうき上がった場合または吹消線輪短絡などのため焼損事故を起すことがある。

2.2.4 鉄心の接着

鉄心の接着面に油性のゴミが付着すると、操作線輪を消磁したとき、可動鉄心が開離困難になる。



第6図 磁気増幅器キュービクルの一例

また軸受部の摩擦が大なるときも同様の現象になる。

2.3 保 守

電磁接触器の保守は制御装置のすえ付場所、開閉ひん度、重要度によって考えられるべきものであるが、最短1箇月、最長6箇月の範囲の周期で必ず実施しなければならない。第2表に保守項目の内容を示す。

3. 磁気増幅器とその付属品

磁気増幅器とその付属品はすべて機械的または電氣的損耗部分のない静止器なので、保守の労がほとんどないのが特長であるが次の諸点を特に留意すればよい。

第6図は磁気増幅器およびその付属品を収容した制御キュービクルである。

3.1 磁気増幅器

端子絶縁物の表面に付着したゴミを時々除去する程度でよい。

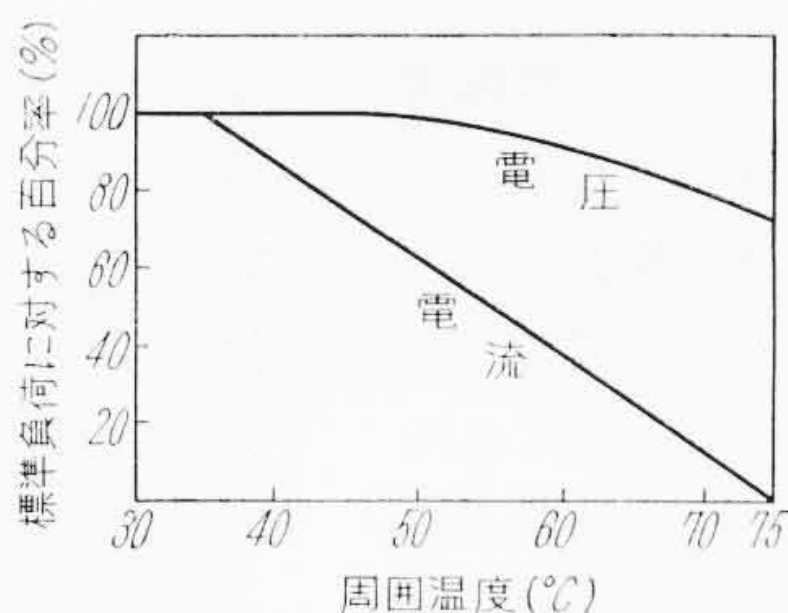
3.2 セレン整流器

整流体温度が70°Cをこえると劣化が著しくなるので、設置場所の通風を考えねばならない。第7図には35°Cの周囲温度に対する標準(100%)負荷が周囲温度の上昇によっていかに逡減されなければならないかを示してある。

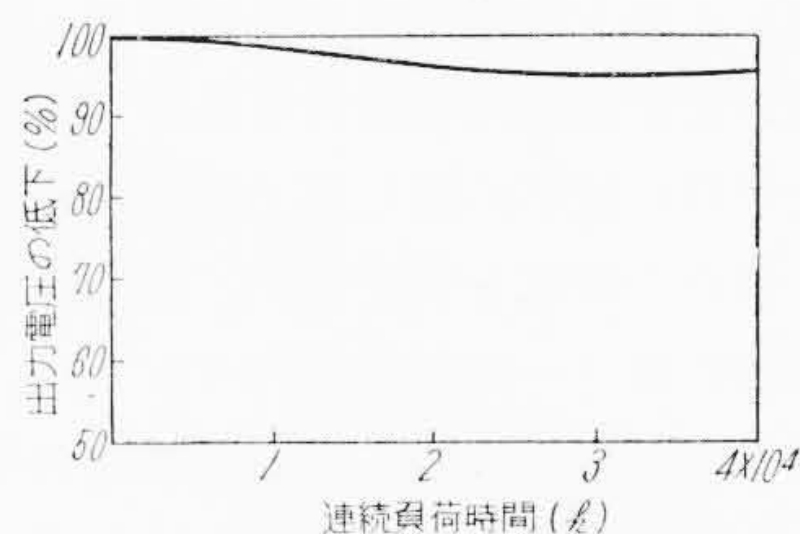
第8図は周囲温度35°Cで標準出力で使用した場合の経年変化(出力電圧の低下)の一例である。

また高湿の場所や有害なガスの発生する場所での使用は劣化を早める。酸アルカリなどはもちろん、特に水銀蒸気は厳禁である。これら有害ガス対策としては油入式にするのがよい。

セレン整流器を数箇月間通電せずに高湿度の場所に放置すると逆流の増加現象が見られるので、これの回復を



第7図 セレン整流器の周囲温度による負荷減少率



第8図 セレン整流器の経年変化(周囲温度 35°C)

計るため使用開始の際には50%電圧から徐々に(1時間くらい)100%電圧にすることが望ましい。過電圧を加えた場合パチッという音を伴うスパークが整流板面に発生し黒いはん点が残る。このパンク現象は整流板の弱い堰層部分の破壊でただちに絶縁性が回復するゆえ整流機能を失わないが、程度がひどくなれば整流有効面積減少に伴う過熱事故に発展するから、その前にセレン整流器を取り換えなければならない。

3.3 コンデンサ

磁気増幅器回路にはM.P.コンデンサまたは無極性電解コンデンサが使用されるが、まれに有極性電解コンデンサも用いられる。この場合保守交換の際、端子の極性に注意する必要がある(正極端子に赤色ペイント塗布)。

使用者側においての保守項目は次の2点であろう。

3.3.1 絶縁抵抗試験

端子と外箱間の絶縁抵抗はDC500V絶縁抵抗計で測定して1MΩ以上あればよい。

3.3.2 耐電圧試験

端子間耐電圧は適当な保護抵抗を通じて直流試験電圧(直流使用電圧の120%)を5分間印加し、端子と外箱間は交流1,000V1分間に耐えればよい。

なお、磁気増幅器の事故は付属品(抵抗、コンデンサ、セレン整流器など)の事故のためがほとんどであるから、保守の重点をこれら付属品に向けなければならない。

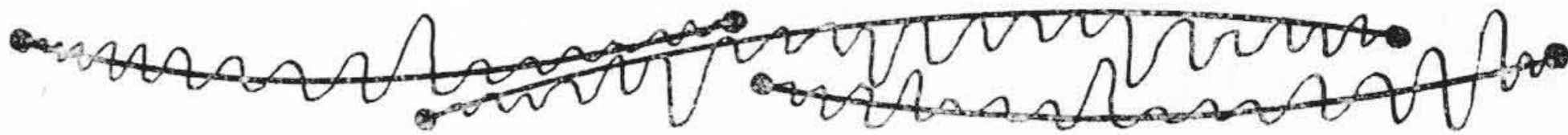
4. 抵抗器および界磁調整器

4.1 鋳鉄製グリッド抵抗器

グリッド要素を積み重ねて1台の抵抗器にして大電流用に使われる。

長年月の使用に対して、グリッド端子部分の締付部の過熱またはクレーンの振動によるグリッドのきれつの進行などが発生するが、前者は締付部分の変色により、後者は使用中のスパーク発生により容易に見えける。

通電サイクルを繰り返すと締付ボルトがゆるむことがあるから、時々締め直しをするほうがよい。



4.2 エレメント抵抗器

エレメント抵抗器は小電流用で、中容量以下の界磁調整器および磁気増幅器付属品として広く使用される。

長年月の使用に際し端子部分の過熱事故が発生するのでこの点の注意を要するが、特に重要な用途の場合は端子部分に銀ロー付作業を行うとよい。またきわめてまれであるが腐食性ガスによる心線腐食現象もあるからこのような場合はすみやかに耐食性処理を施さなければならない。

第9、10図にこれらの構造を示す。

4.3 界磁調整器

手動界磁調整器および電動操作界磁調整器の構造は第11図および第12図に示されている。

手動界磁調整器はエレメント抵抗体の端子部分の過熱と、接触子部分が保守の重点である。抵抗配列が適当でないときは、火花により接触子ピースの損傷をきたすことがあるが、接触子の移動ひん度がきわめて少ないときは数箇月に1回ノップをまわして接触子と接触子ピース間の酸化物を除去する必要がある。これを放置すれば異常消耗を生ずる。

まれではあるが、軸受部分がかじることがあるので若干の給油も必要である。

電動操作界磁調整器は電動機の刷子点検、軸受および

ギヤ部分の給油を留意しなければならない。制動面に油は禁物である。制動靴の摩耗を放置すれば制動力が不十分になり制御系に擾乱を与えるから、摩耗がはなはだしいときは取り替えなければならない。電動機を運転して停止させたとき惰性で3ノッチ以上移動するのは明らかに制動力が不足である。

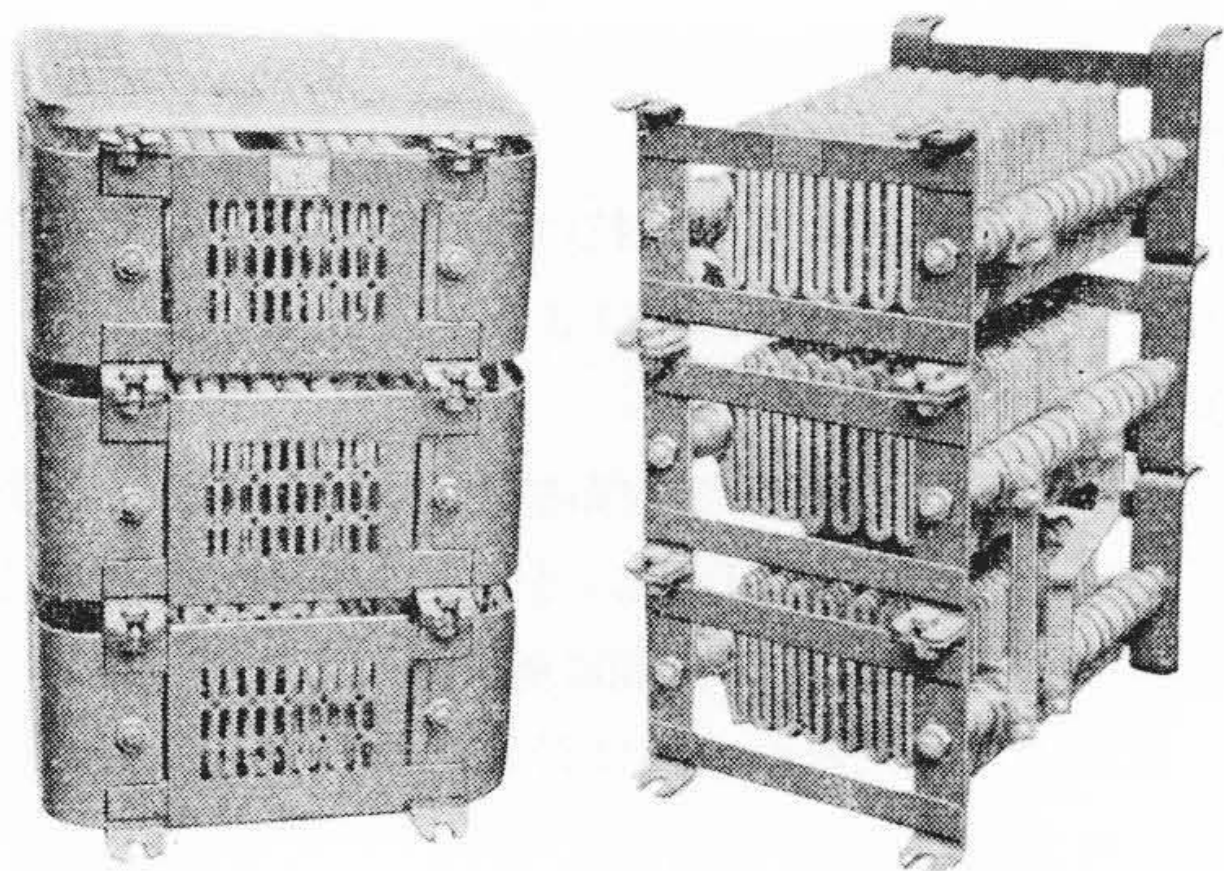
5. 液体制御器およびグリッド併用式制御器

5.1 液体制御器

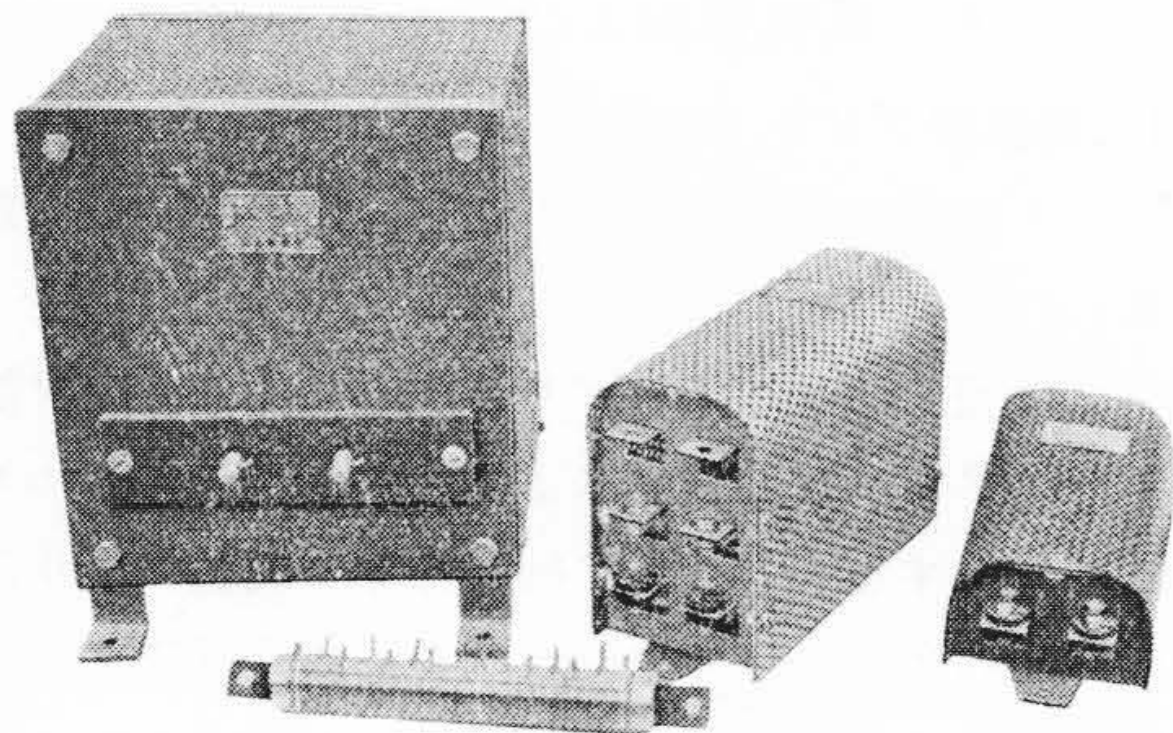
液体制御器は誘導電動機起動用またはすべり調整用に使用され、通常液体抵抗器と切替開閉器で構成される。特別な場合、油圧操作機構や電解液の水冷または風冷装置が組み合わされる。

第13図から第16図までそれらの構造を示している。

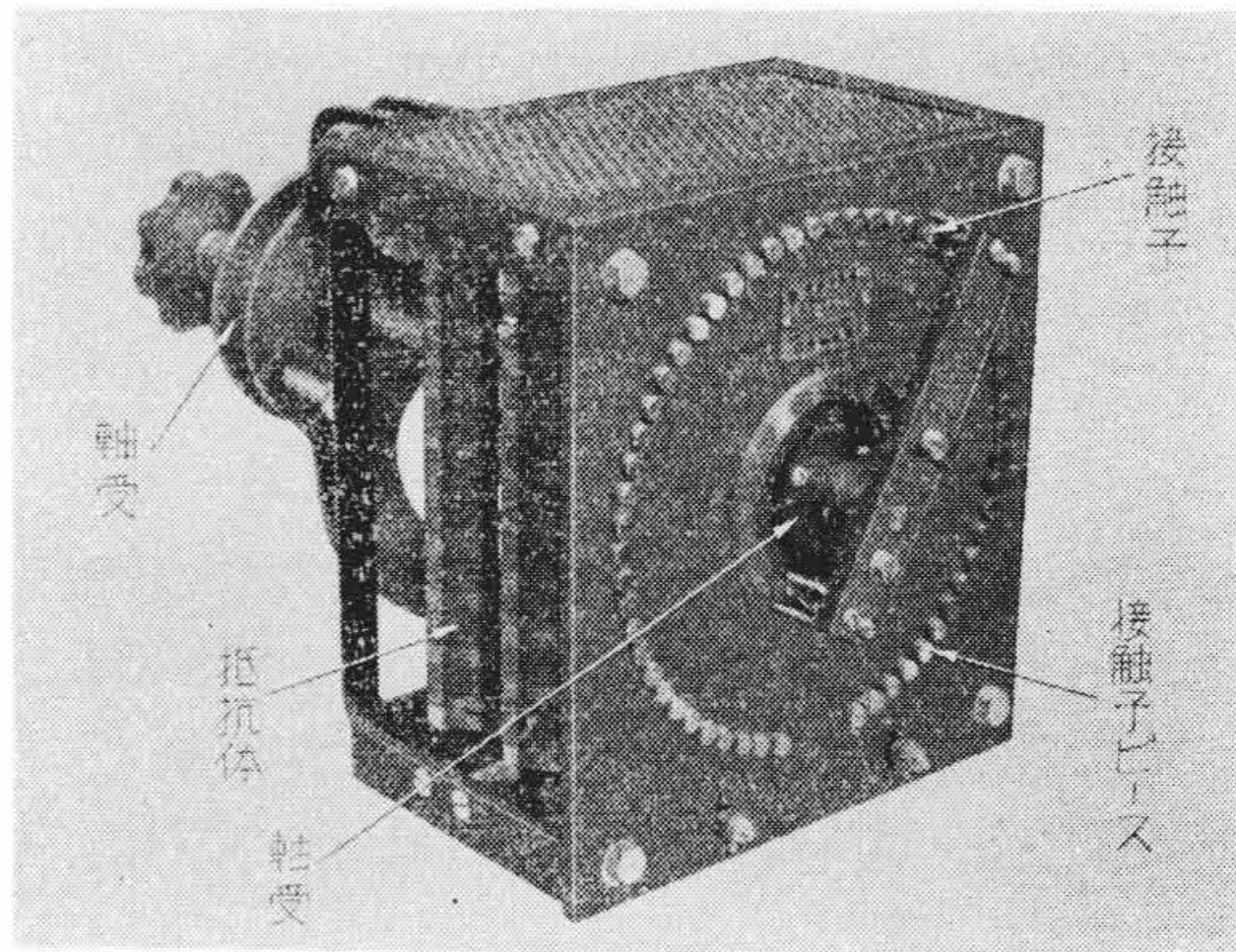
液体抵抗器に入れる電解液としては熱湯に結晶炭酸ソーダ (JIS-K 8624, 1級品, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) を溶解したものを第3表の基準で清水を入れて濃度調整して使用



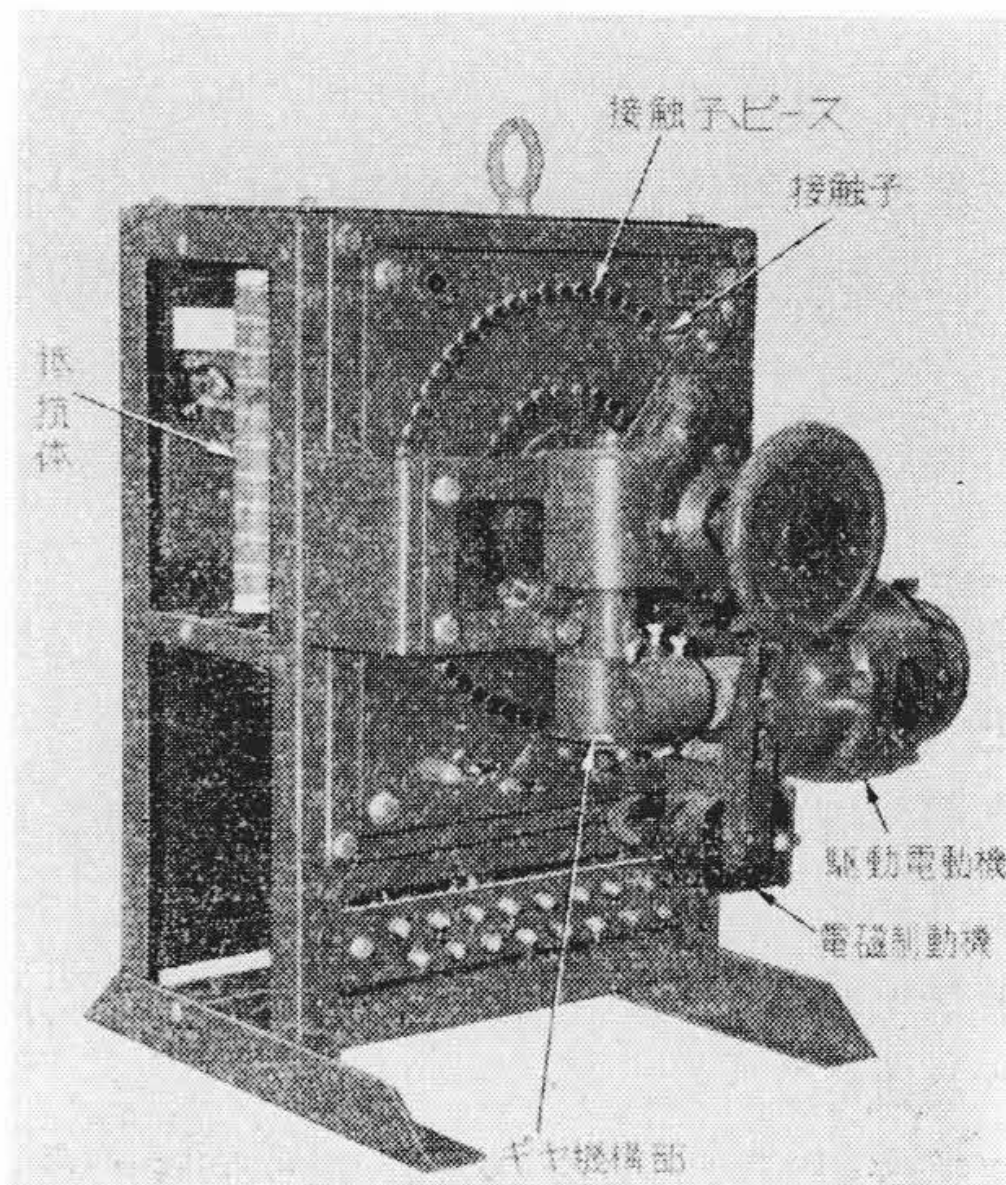
第9図 鑄鉄製グリッド抵抗器



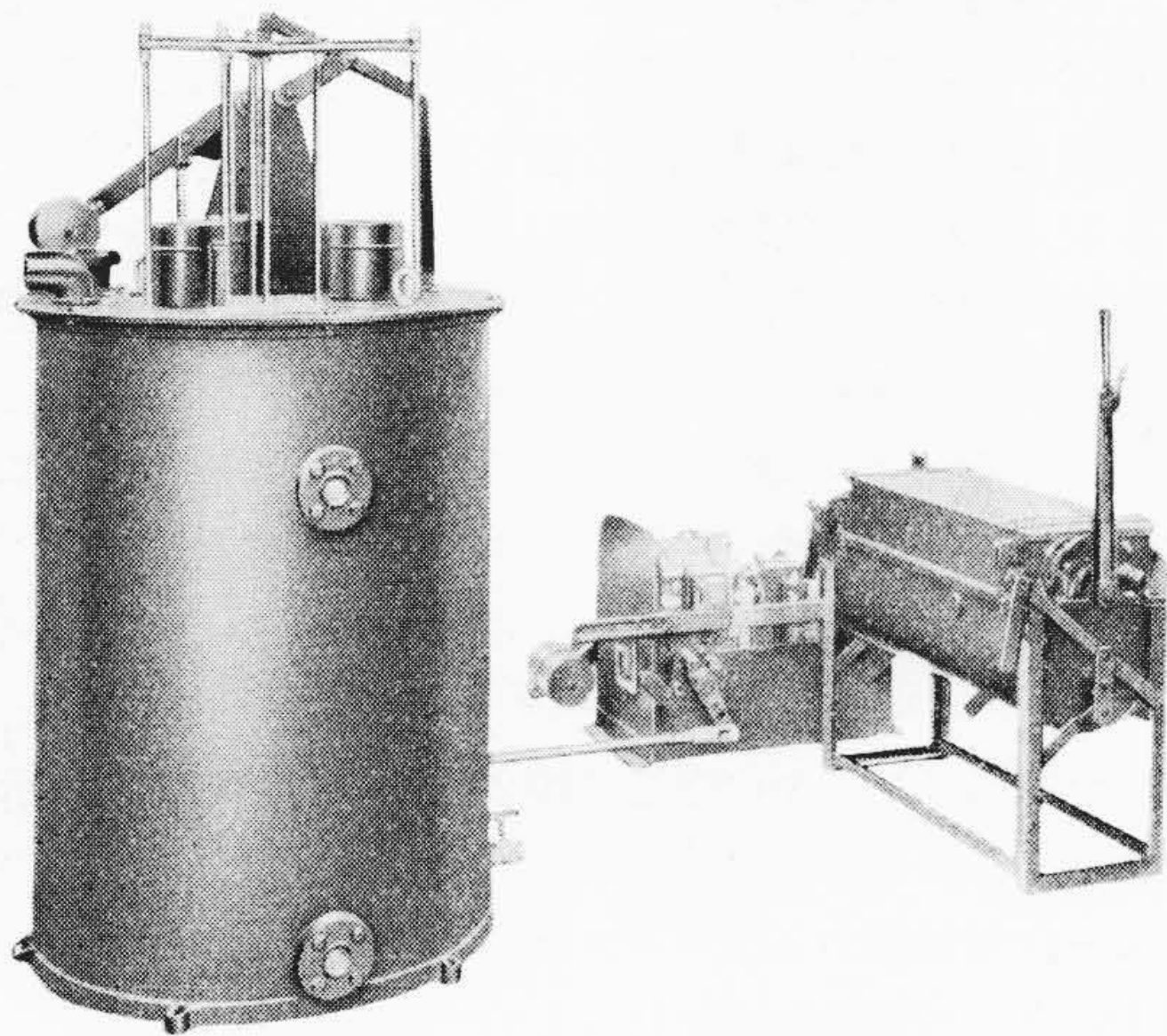
第10図 エレメント抵抗器



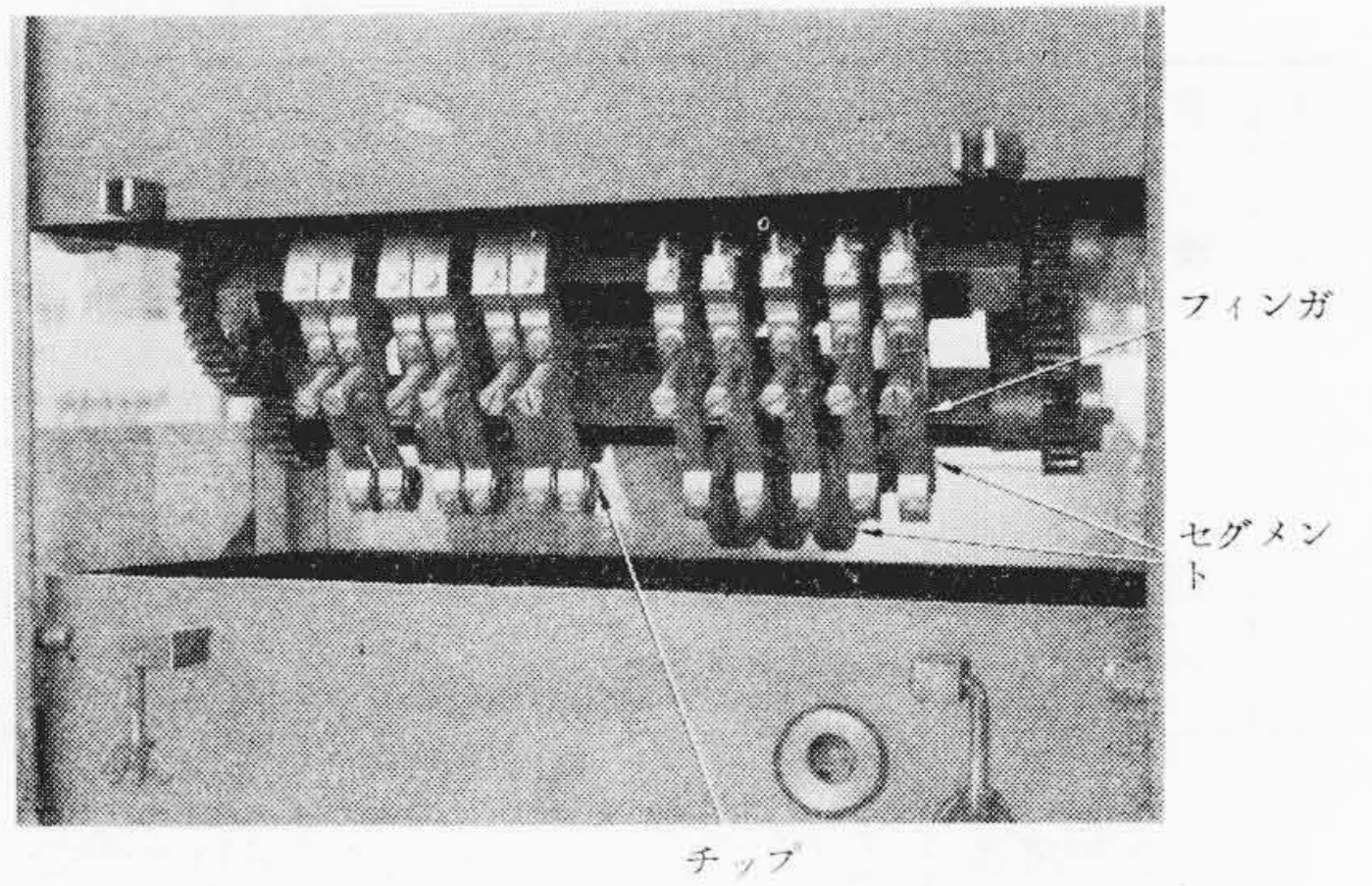
第11図 P形手動界磁調整器 (背面)



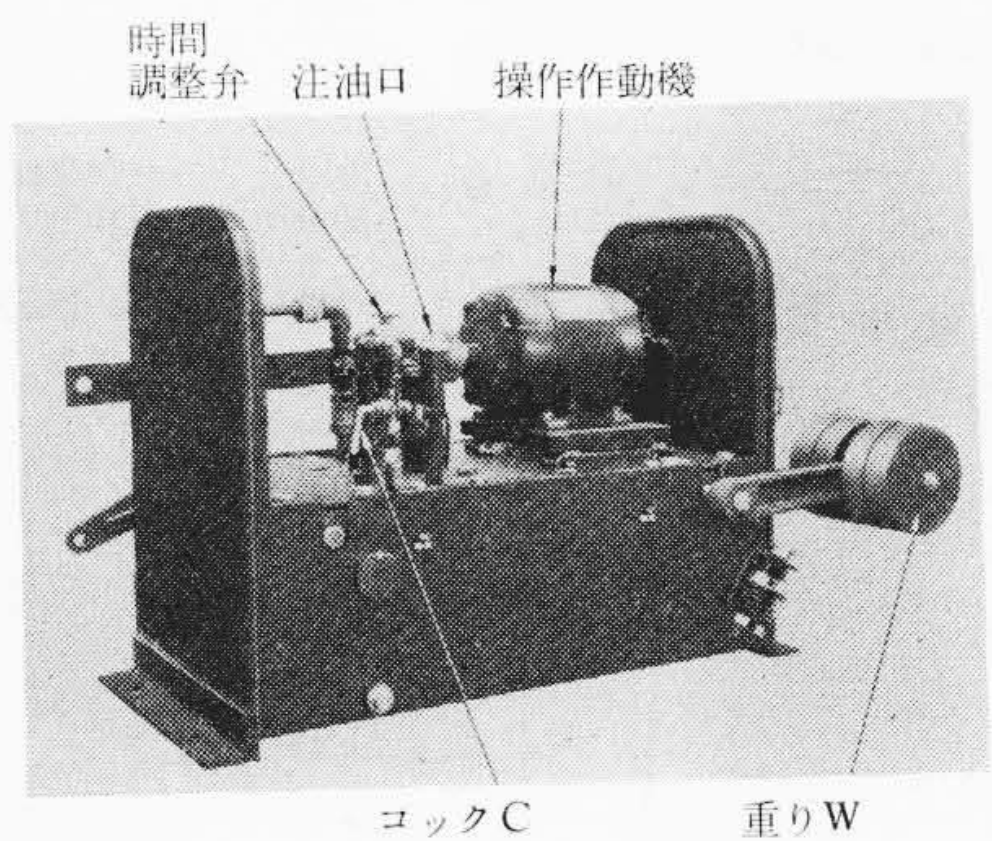
第12図 M形電動操作界磁調整器



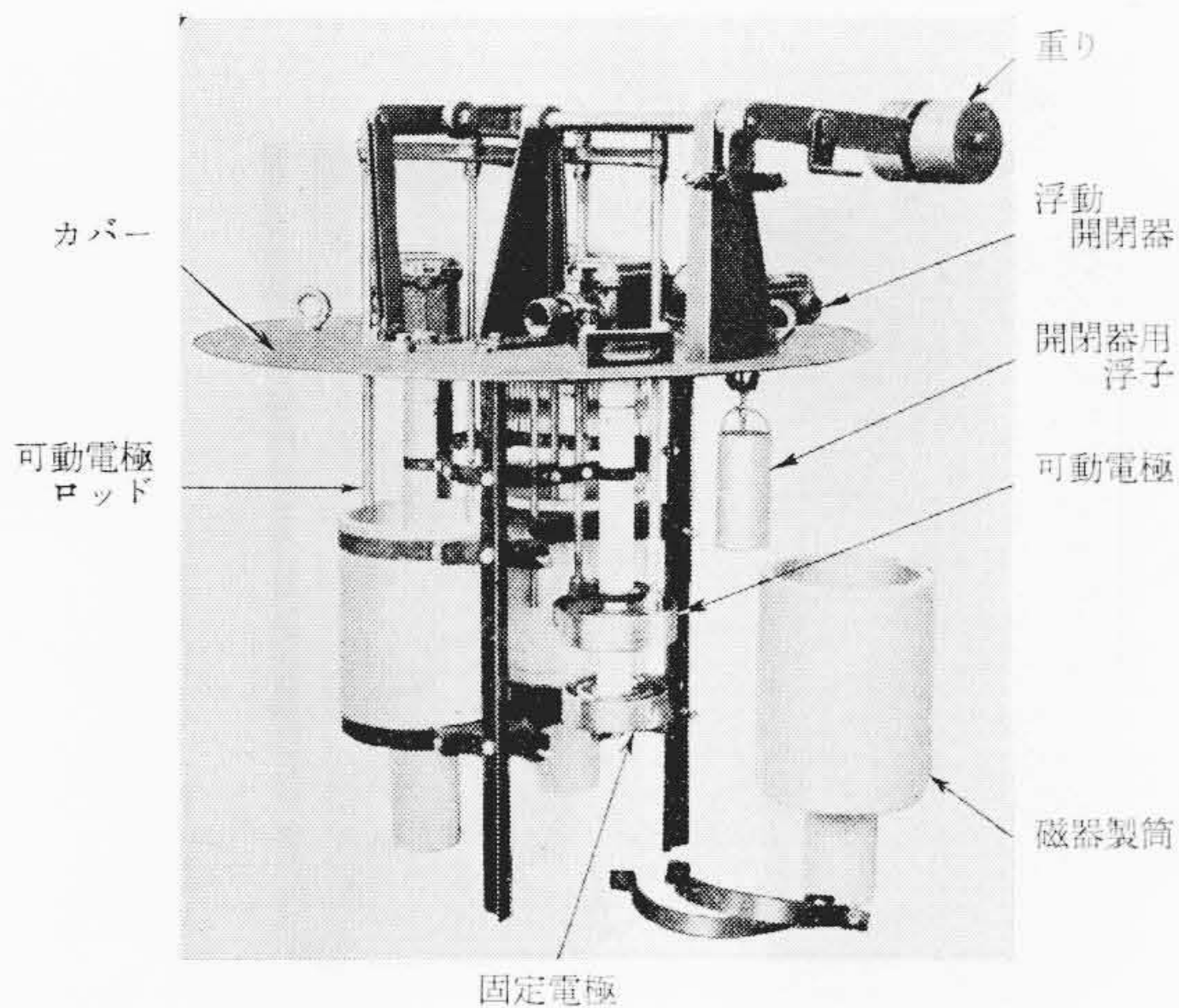
第13図 液体制御器



第15図 切換開閉器



第16図 油圧操作機構



第14図 液体抵抗器

する。第17図は電解液濃度と抵抗の関係を示している。

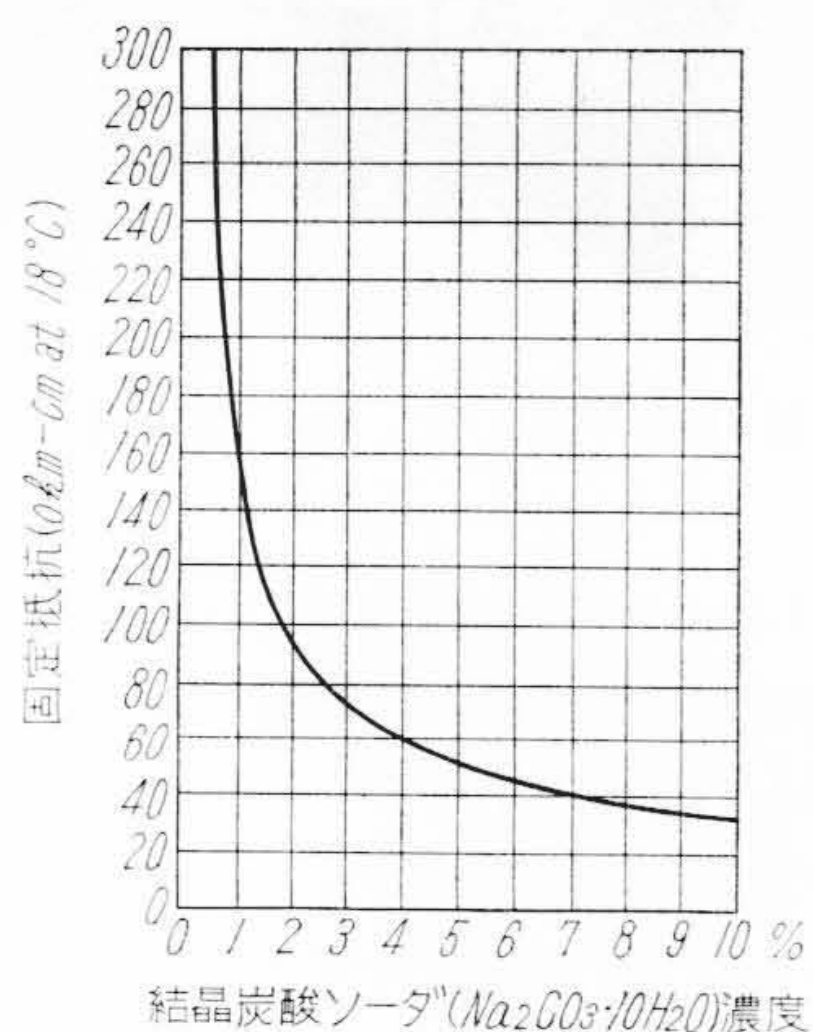
切換開閉器および油圧操作機構に入れる油は3号絶縁油相当品以上のものを用いる。油圧操作機構の全動作時間を加減する際は時間調整弁を、動作時間に対する前半と後半のストローク変化量を変える場合はコックCをおのの調整して負荷に適した起動時間特性を持たせることができる。

第3表 液体抵抗器の標準表

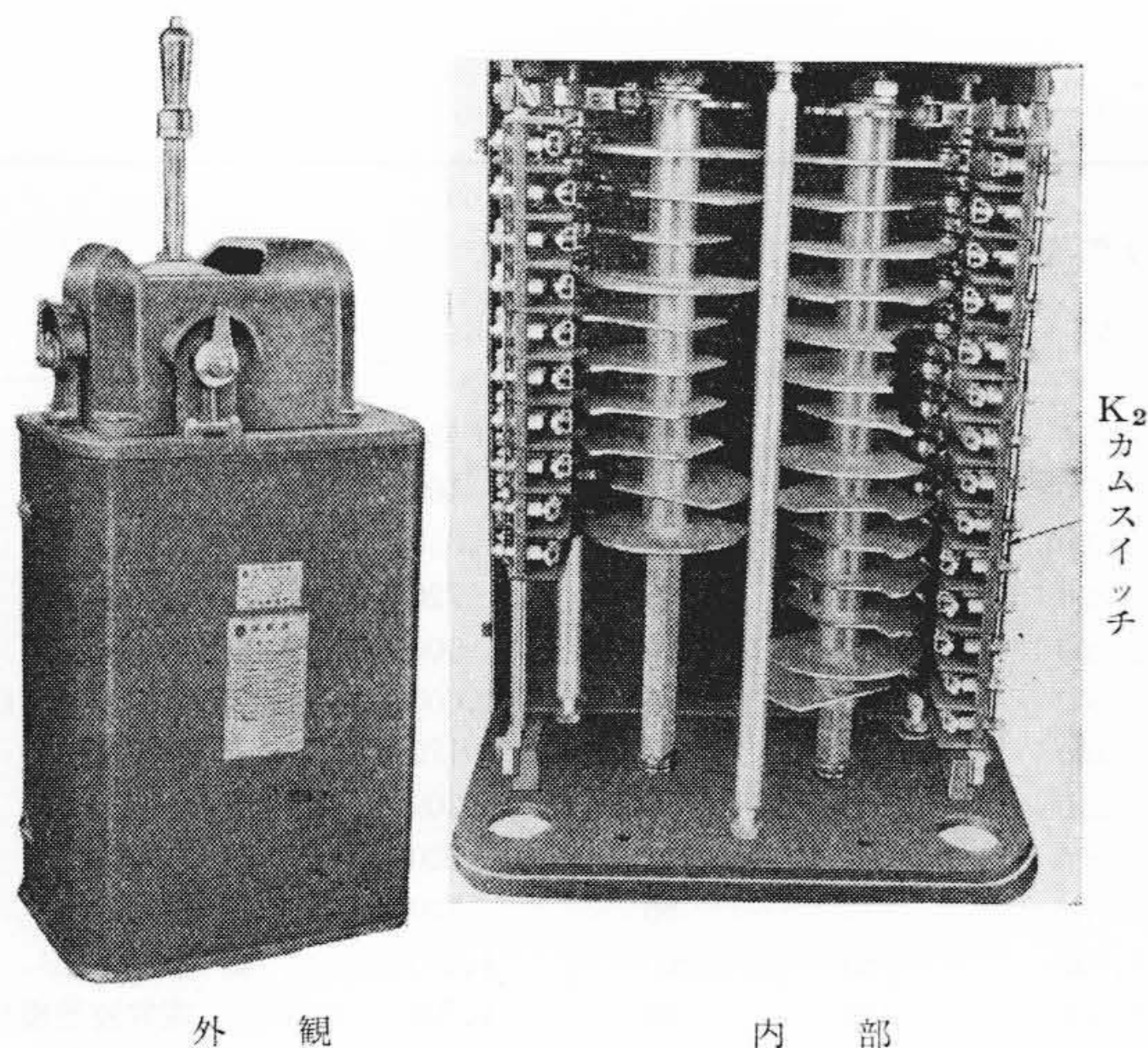
形 式	電動機容量 (kW)			最大電圧 (V)	最大電流 (A)	冷却水量 (l/min)	結晶炭酸 ソーダ量 (kg)	仕上重量 (kg)	摘 要
	軽負荷 (50%) 起 動	全負荷 (100%) 起 動	重負荷 (150%) 起 動						
S ₃ -SI	600	300	200	1,000	300	—	7	130	手動自冷形
S ₄ -SI	1,000	500	350	1,000	400	—	12	160	手動自冷形
S ₆ -SI	1,500	750	600	2,000	700	—	50	650	手動自冷形
S ₇ -SI	3,000	1,500	1,200	2,000	1,000	—	85	720	手動自冷形
W ₈ -SI	5,000	2,500	—	2,000	1,200	60	60	900	手動水冷形
WP ₉ -SI	7,000	4,000	—	3,000	1,500	120	90	1,600	手動水冷 電解液循環形
SXX ₄ -SI	1,000	500	350	1,000	400	—	12	170	手動自冷形防爆形
MS ₂ -SWI	300	150	125	1,000	250	—	7.5	200	電動自冷形
MS ₄ -SWI	1,000	500	350	1,000	400	—	14	330	電動自冷形
MS ₆ -SI	1,500	750	600	2,000	700	—	50	700	電動自冷形
MW ₈ -SI	5,000	2,500	—	2,000	1,200	60	60	1,000	電動水冷形
MWP ₉ -SI	7,000	4,000	—	3,000	1,500	120	90	1,700	電動水冷 電解液循環形
MSXX ₄ -SI	1,000	500	350	1,000	400	—	14	350	電動自冷形防爆形

第4表 液体制御器の保守項目

項	器具名	事故現象	処 置
1	液体抵抗器	碍管類の割れ	冬期の電解液凍結または強震動により破損した場合は取り替える。 特に前者については凍結防止策を実施しなければならない
		電極の短絡	締付ゆるみによる固定電極の移動または固定、可動電極の中心が狂った場合に発生するから点検時に留意する。
		残留抵抗の増加	長年月使用により電極面に付着したスケールを除去する。
2	切替開閉器	チップの接触不良	接触圧力を1.4~1.7kgに、接触の深さを3mmに調整する。接触の深さが1mm程度になったらフィンガまたはチップを取り替える。
3	油圧操作機構	動作不良	シリンダ、ピストン、スリーブバルブの摩耗により生ずる。
		油圧不足	油ポンプのギヤ摩耗、または油量不足により生ずる。
4	一般事項		軸受部の給油、各部の締付直し。



第17図 結晶炭酸ソーダ水溶液の濃度抵抗曲線



第18図 主幹制御器

これら液体制御器の保守はその使用ひん度および重要度によって3箇月ないし1箇年の範囲内で実施されることが望ましい。第4表にその保守項目を示す。

5.2 グリッド併用式制御器

主幹制御器、手動制御器、電動制御器の構造はそれぞれ第18図から第20図に示してある。

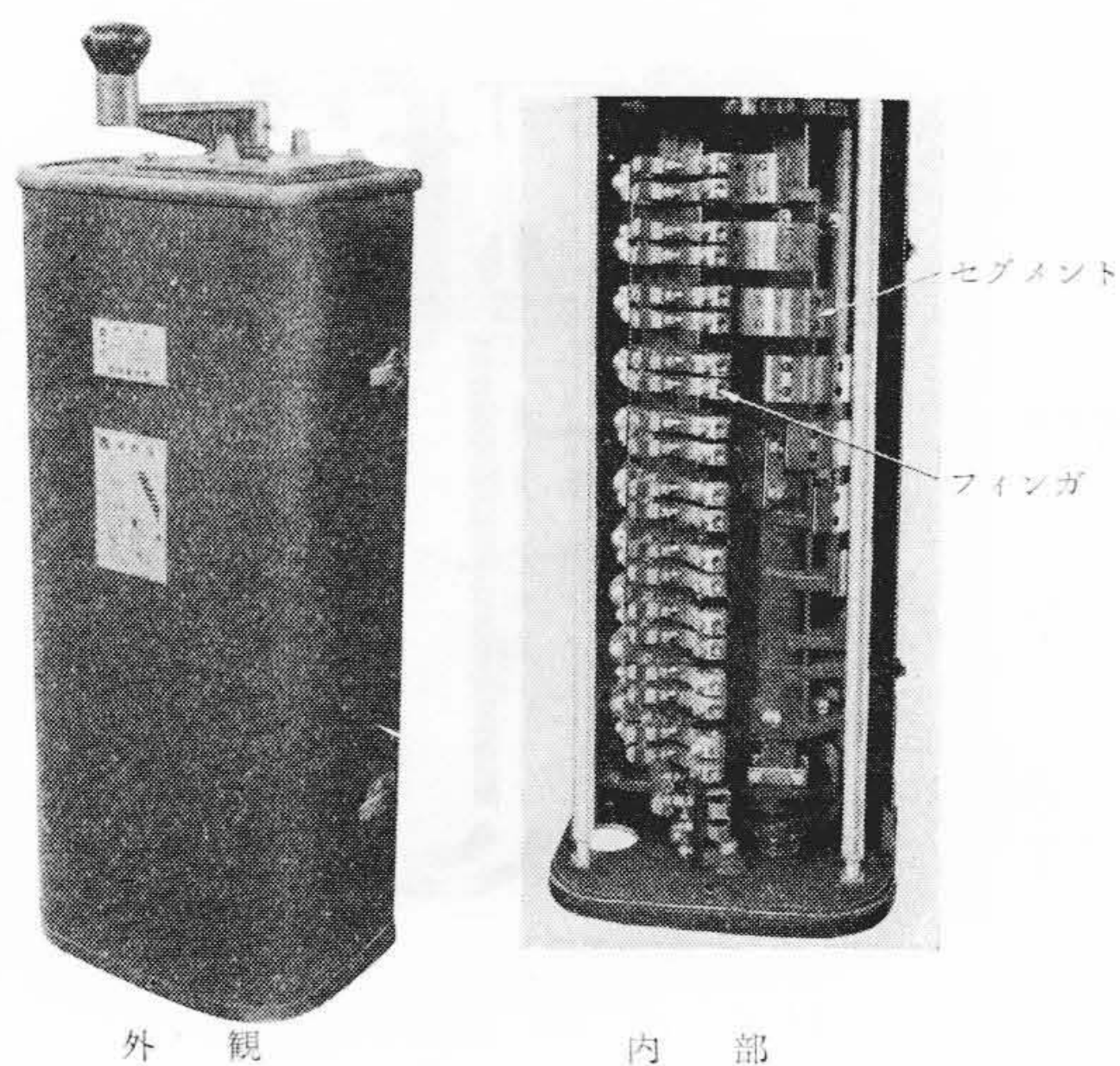
これらの保守は接触部分、軸受部分、電動操作部分について、いままで述べた要領によって実施すればよい。

6. 直流電磁ブレーキ

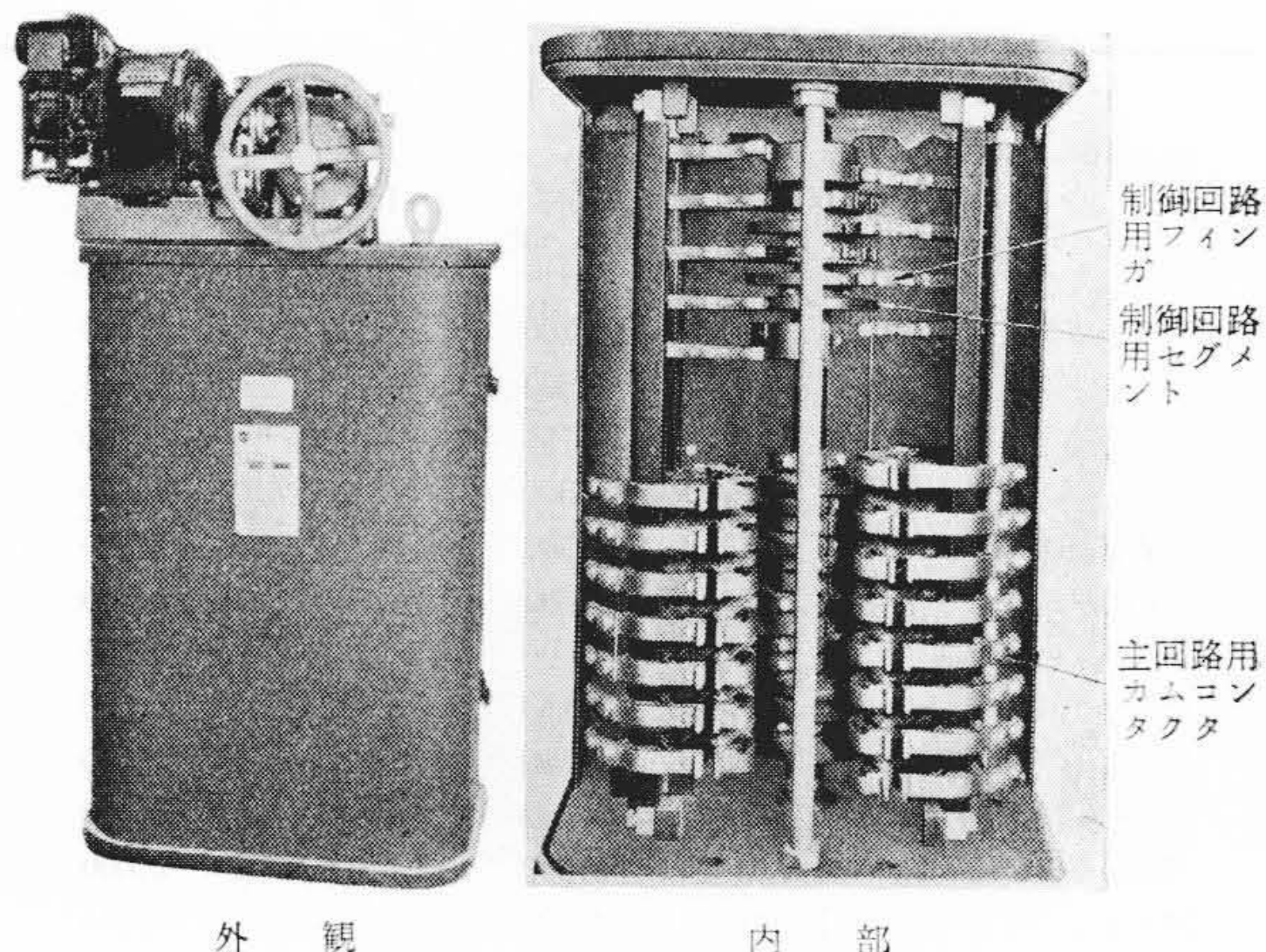
直流電磁ブレーキの構造は第21図および第22図に示すように、主要部分は電磁石、アーマチュア、ポスト、シュー、制動輪およびベースなどよりなり、制動バネの張力によって制動作用を行うものである。

常時点検すべき箇所としては

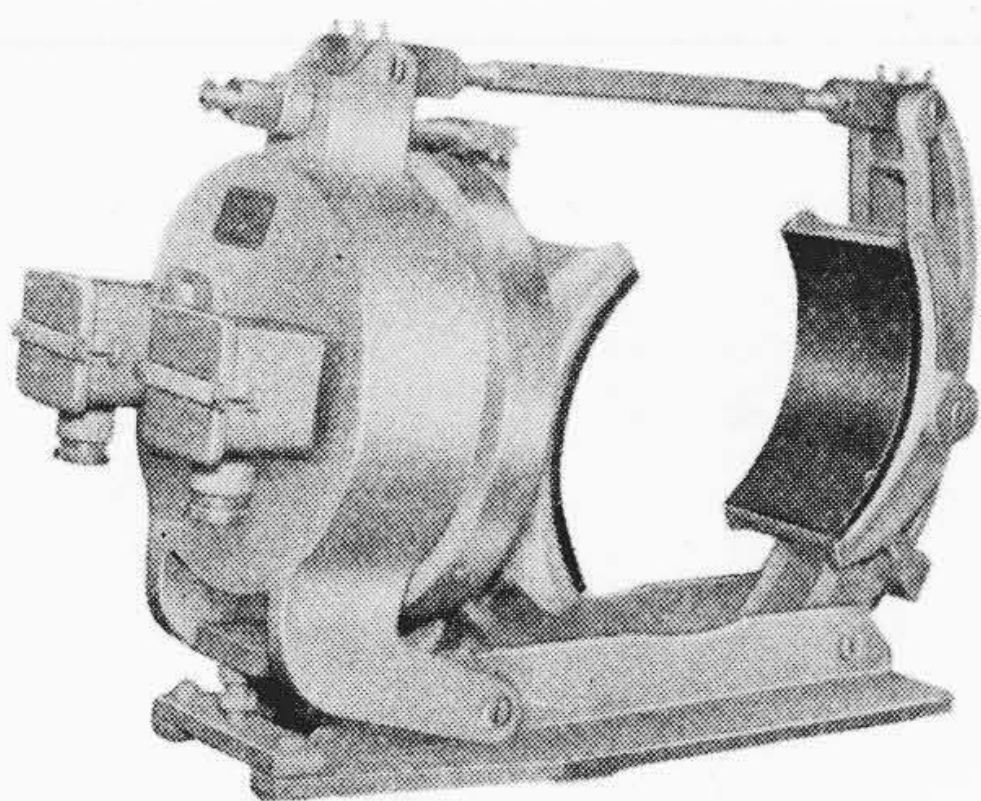
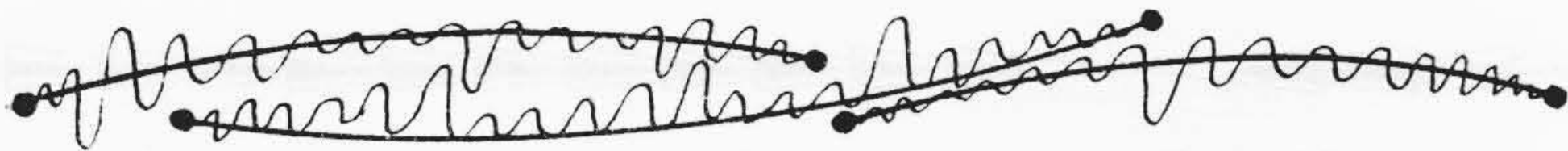
(1) 制動時には指針⑩とギャップカバー⑨の端面が



第19図 縦形手動制御器



第20図 電動制御器



第21図 直流電磁ブレーキの外観

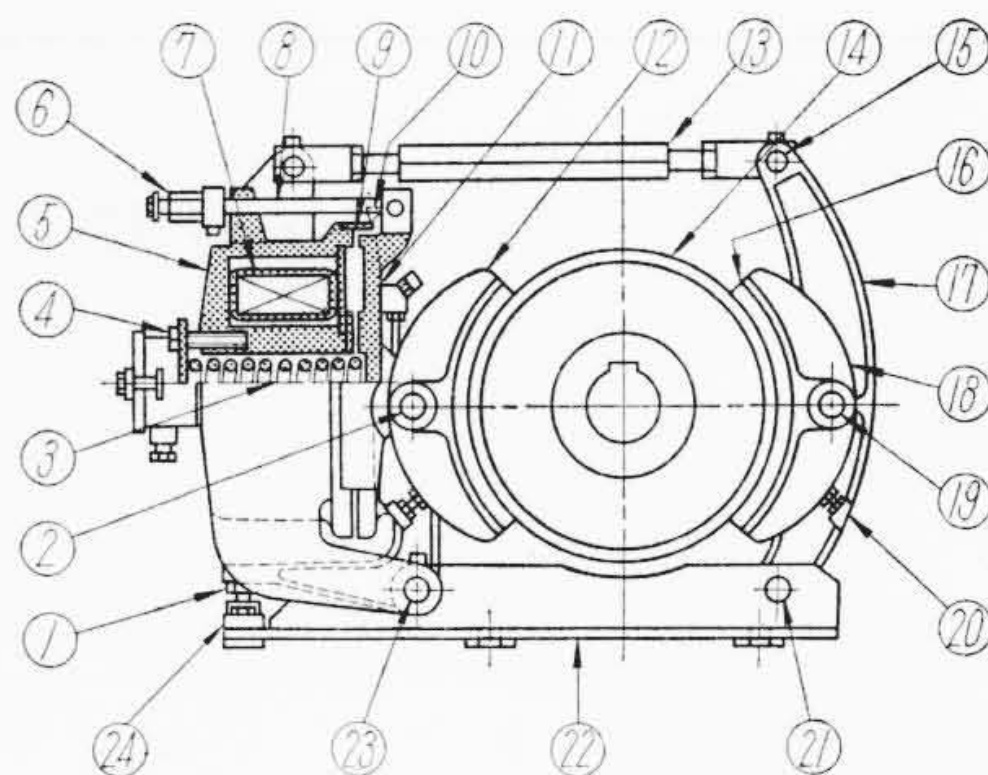
- 一致しているかどうか
- (2) 各部の潤滑油が十分であるかどうか
 - (3) 各軸のロックネジがゆるんでいないかどうか
 - (4) 手動ゆるめ装置が、電磁石の動作を妨げぬように、手動ゆるめナット⑥を十分ゆるめてあるかどうか
 - (5) 電磁石の端子の接続が良好であるかどうか
 - (6) 運転時にシューが制動輪に接触していないかどうか
 - (7) ライニングが摩耗しすぎていないかどうか（初めの厚さの $\frac{1}{2}$ になったならば新しいものと交換のこと）
 - (8) ライニングの表面に油がもれていないかどうか（油が付着すると制動トルクが小さくなり、制動動作が不確実になる）

必要に応じて調整すべき箇所としては

- (1) シューが摩耗してアーマチュアのストロークが大きくなった場合には、制動の状態でロッド⑬を回し、指針⑩とギャップカバー⑨の端面を一致させること
- (2) 左右のシューの摩耗が不均等で、制動輪とのギャップが不同になった場合には、ストップボルト①および②③を調整すること
- (3) 制動トルクを加減したい場合には、制動バネ調整ボルト④を調整のこと、ただし規定圧縮量以上には圧縮せぬこと

7. 結 言

以上、現在の電動力応用制御装置に用いられている各種の制御器具のうち、最も代表的なものとして、直流および交流電磁接触器、磁気増幅器とその付属品、金属抵抗器および界磁調整器、液体抵抗器およびグリッド併用式制御器、直流電磁ブレーキのおのおのについて保守点検の要領を記述した。



- | | |
|------------|-------------|
| ① ストップボルト | ⑬ ギャップ調整ロッド |
| ② ピン | ⑭ 制動輪 |
| ③ 制動バネ | ⑮ ビン |
| ④ バネ調整ボルト | ⑯ ライニング |
| ⑤ 電磁石 | ⑰ ポスト |
| ⑥ 手動ゆるめナット | ⑱ シュー |
| ⑦ 電磁線輪 | ⑲ ビン |
| ⑧ 手動ゆるめ装置 | ⑳ ストップボルト |
| ⑨ ギャップカバー | ㉑ ビン |
| ⑩ 指針 | ㉒ ベース |
| ⑪ アーマチュア | ㉓ ビン |
| ⑫ シュー | ㉔ ストップ |

第22図 直流電磁ブレーキの構造

制御器具としては、このほかに各種制御継電器、電磁石、制御用小形開閉器、制御用小形変圧器、リアクトル等々、多種多様の製品があるが、これらを限られた紙数内に説明しつくすことは不可能であって、かつ上記の代表製品に関する説明から、これらの制御器具の保守点検の要点は容易に類推されうるものと考えて、すべて割愛した。

なおまた、炭坑用各種防爆形制御機器は、高温高湿の周囲環境のもとでかつ電力条件の悪い状態で、きびしい運転を強制される点で、ほかの一般産業におけるものとはおのずから異なった保守を要求されるのであるが、これに関しては別の機会に譲る。

使用者が制御機器の保守を完全に実施されることは、もちろん電気設備全体の円滑、合理的な運転に不可欠の条件であるが、製作者としても、きびしい用途に長期間使用されても、できるだけ保守の労少なくして十分その目的を果すことのできる製品を供給するべく、日夜努力を払っており、その成果は着々実現されていることを報告して本稿を結ぶことにする。

参 考 文 献

- (1) 泉, 藤木: 日立評論 別冊 No. 8, 117 (昭 29-10)
- (2) 泉, 松村: 日立評論 38, 769 (昭 31-6)
- (3) 桧垣, 松村, 宮沢: 日立評論 39, 775 (昭 32-7)
- (4) 桧垣, 白土, 松村, 宮沢: 日立評論 40, 219 (昭 33-2)
- (5) 白土, 松村: 日立評論 40, 1176 (昭 33-10)

日立製作所社員社外寄稿一覧表

(昭和34年5月受付分)

寄稿先	題 目	所 属	執 筆 者
日本電気協会	電源開発 K.K. 南川越変電所納 80,000 kVA 同期調相機について	日立工場	是井良朗
電気書院	無騒音電動機の話	日立工場	麻生豊弘
日本電気協会	車輛用エタサイトロ整流器	日立工場	浅野弘力
日本電気技術者協会	米国および日本における自家用火力発電の傾向	日立工場	綿森昭二
火力発電	最新大形ボイラの建設について	日立工場	沢田井晴
電気書院	○水力発電所の制御 ○火力発電所の制御 ○ディーゼル発電所の制御	国分工場	川井
関東信越熱管理協会	熱処理炉における燃料使用量の統計的管理	亀有工場	割石官市
機械学会	年鑑第25章 鋳造……鋳鋼	亀有工場	西山上太喜夫
コロナ社	アレンロー形圧縮機	亀有工場	川崎緒方剛
日刊工業新聞社	電気工学年報中電気測定 5, 3 温度関係	多賀工場	多賀北松井千榮里
電気学会	アミノ系積層材料	多賀工場	多賀井井俊幸雄
日刊工業新聞社	扇風機を解剖する	多賀工場	多賀戸本藤敏治郎
家庭電気文化会	原単位管理をいかにするか	多賀工場	戸塚工
電力マンスリー	わが工場の電力使用合理化	戸塚工場	戸塚岡中
日本電気技術者協会	周波数非対称帯域沖波器	中央研究所	岡中
電気通信学会		中央研究所	岡中
京大、基礎物理研究所	Molecular Theory of Relaxation Phenomena in Polymers	中央研究所	岡中
理論物理学刊行会	固体の質量分析	中央研究所	岡中
日本分析化学会	電子顕微鏡計	中央研究所	岡中
東大生産技術第三部	中性子水分計	中央研究所	岡中
応用物理学会	沸騰水形原子炉における出力ボイド分布	中央研究所	岡中
放射線懇談会		中央研究所	岡中
日本原子力学会		中央研究所	岡中
東大工学部	日立 BF ₃ 比例計数管	中央研究所	岡中
放射線懇談会		中央研究所	岡中
電気新聞社	電子管式アナログ計算機における積分コンデンサについて	中央研究所	岡中
日刊工業新聞社	アナログ計算機と自動制御系への利用	中央研究所	岡中
日本分析化学会	小形高周波炉による金属中のガス分析	中央研究所	岡中
日本原子力産業会議	水および水溶液の放射線分解	中央研究所	岡中
日本分析化学会	回転指示マクレスト圧力計	中央研究所	岡中
日本分析化学会	ガス分析装置に用いる磁石式水銀コック	中央研究所	岡中
日本自動制御協会	動力用原子炉の制御	日立研究所	岡中
技術出版社	サイクロンフアーネス	日立研究所	岡中
日刊工業新聞社	国一炉 Mock up 試験装置の写真説明	日立研究所	岡中
科学技術社	エバート形 3, 4 米定性定量分光分析装置	日立研究所	岡中
日本機械学会	大水量測定について	日立研究所	岡中
国際観光設備協会	扇風機	日立研究所	岡中
日刊電気通信社	冷蔵庫販売の勘所	日立研究所	岡中
国際観光設備協会	エレベータ、エスカレーター	日立研究所	岡中
日本産業機械工業会	パッケージ形エアーコンデショナー	日立研究所	岡中
化学工業技術同友会	汚物処理用ポンプについて	日立研究所	岡中
ラジオ技術社	日立真空管 (H・H シリーズについて)	日立研究所	岡中
荷役研究所	日立ホイス	日立研究所	岡中
工業用水クラブ	汚物処理用ポンプについて	日立研究所	岡中
荷役研究所	運搬荷役機械説明	日立研究所	岡中
オーム社	直流クレーンか交流クレーンか	日立研究所	岡中
電気商品連盟	日立の冷凍機	日立研究所	岡中
オーム社	自動車および鉄道車両の冷房装置について	日立研究所	岡中
日本科学技術連盟	設備投資に用いる諸公式	日立研究所	岡中
日本産業機械工業会	製氷冷蔵設備	日立研究所	岡中
電気商工新聞社	高圧水銀灯	日立工場	岡中
日本電気経済新聞社	蛍光灯の新しい方向はどこに求めるか	日立工場	岡中