

三菱電機

第八卷

昭和七年二月

第二號

電氣爐用變壓器

變壓器設計係

田宮利彦

化學工業並に冶金工業に於て電氣爐の利用は最近益々盛んになつて來た。特にアルミニウム精鍊等の如きは是非電氣爐に依らなければならず、又其他のものも電氣爐を使用することによつて經濟的に非常に有利であるのみならず、製品も其の品質優良且つ均等となり、又常に製品の均質なるものを得ることが出来る。尚操作が簡便で、温度及び電力の調整を自由に且つ容易に爲し得るから、任意の品質の製品を得ることも出来る。電氣爐の使用は斯の如く種々他に得られない利點がある上に、最近電力の餘剰と共に低廉な電力の供給によつて益々其の採用を助長し、此の方面の發達は愈々目覺ましい。

之等の電氣爐用電力は概ね低電壓の從て強大な電流を要するもので、特に弧光式の電氣爐に於ては爐の運轉操作上屢々短絡に近い大電流が流れるものであるから、電氣爐用變壓器としては此の短絡時の機械力其他を考慮して特殊の設計のものを採擇する必要がある。

上述の如く電氣爐用變壓器は比較的、低電壓で、電流が甚だ大きい爲め、特に注意すべき點は絶縁の問題よりも寧ろ強電流に對する取扱であつて、即ち

大電流による電磁力、特に屢々爐中に發生する短絡に依つて生ずる莫大なる機械力に對して充分耐え得ること、並に渦流損失による過熱を出来るだけ輕少ならしめ、從て能率の低下を防ぐこ

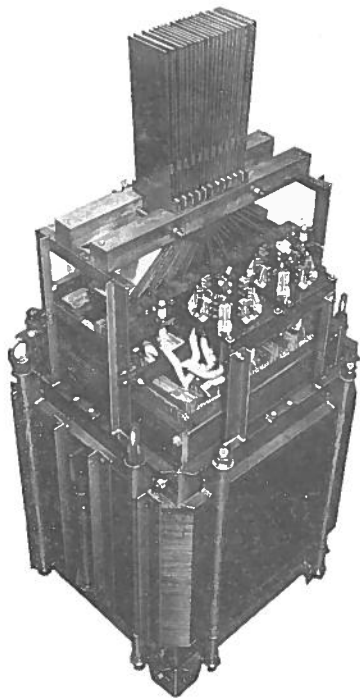
推奨するものであつて、以下最新の三菱シエル型變壓器の構造並に其の特徴を述べて他の型の變壓器との比較を試みることにする。

シエル型變壓器の一般構造

並に機械的耐力

シエル型變壓器は第1圖及び第2圖に示す如く捲線の大部分は鐵心に四周を圍まれて居り、又其他の部分も頑丈な鋼鐵板より成る上下のブレッツシュアプレートで締付けてあるから線輪に異常な機械力が作用しても少しも變形、移動することが出来ない様になつて居る。

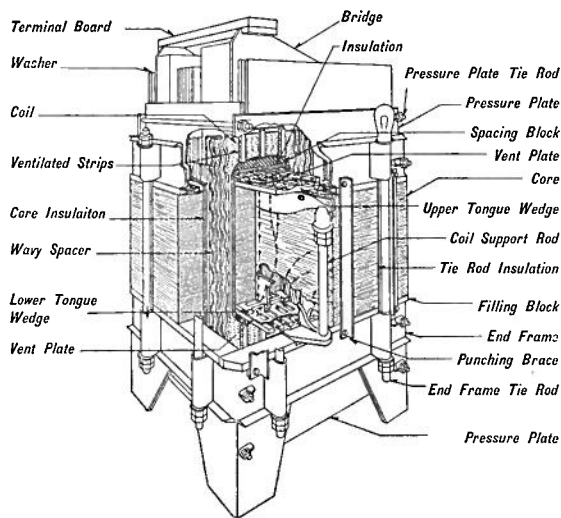
シエル型變壓器の1個の線輪は第3圖に示す様に略矩形で、其の上下兩端は曲率の大きい圓形をして居るから普通の矩形と異り小半径の角がなく、從てコイルの絶縁上少しも無理を生ずる處がなく、完全な圓形と變りがない。尚同圖XYの直線部分は全く鐵心に圍まれてをるから異常なる短絡力に對しても圓形コイルと同様な耐應力を有するものである。往々コア型變壓器は圓形線輪であるから強く、シエル型變壓器は矩形なため弱いと謂はれるが如きは、上記の如く實際のシエル型變壓器の構造を知らないもの、云ふ事であ



第1圖

4,450 KVA 電氣爐用變壓器中身

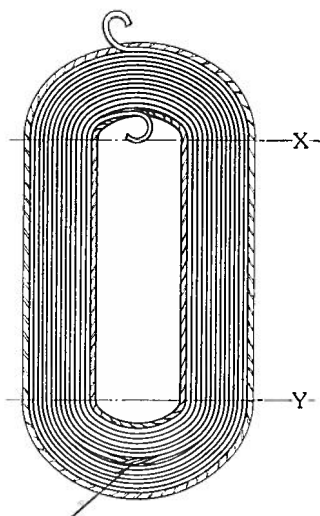
ことが肝要である。かゝる條件に對しては外鐵型（シエル型）變壓器が理論上又實際上最も適切且つ必要であつて、弊社は自冷式又は水冷式の單相及び三相變壓器共此の外鐵型變壓器を採用、



第 2 圖 シェル型變壓器の構造説明圖

る。又上記はコイル1個に働く力についてコイルの應力を述べたのであるが實際この力は如何なる場合でも大したものではなくコイル自身が容易に耐え得る程度のものであるが、此等コイルの集りである線輪群間に作用する反撥力が相當大きく従て往々コイルの變形や絶縁破壊の原動力となるものである。

此の線輪群間に作用する反撥力は一



上下銅帶の撚替を示す
第 3 圖 シェル型變壓器コイル

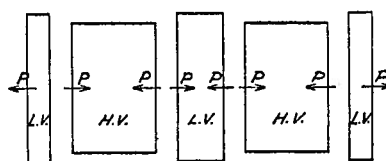


第 4 圖 區分銅帶の撚替を行ひたるコイルの斷面圖

な制限がある。

第5圖は4個の等しい群に分たれたシェル型變壓器捲線に作用する力を示し、各群に生ずる一次及び二次線輪群に生ずる反撥力は相平衡して居るから左右兩端の線輪群を外方に開かす様な力のみが働いて他は相殺する。此の線輪が左右外方に開かんとする力に對しては強大なプレシユア・プレートで各コイル面を全体に充分且つ完全に締付けられる。

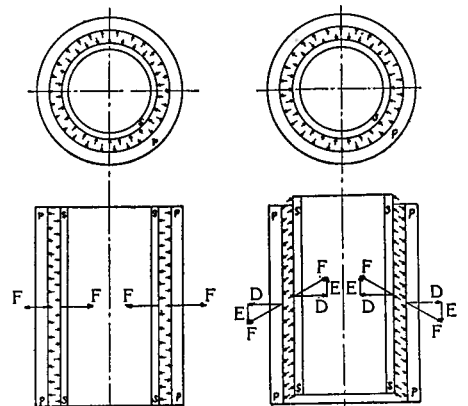
内鐵型（コアタイプ）變壓器は第6圖に示す如く普通は一つの鐵心脚に一組の一次並に二次捲線が施されてあるから線輪群の数は三相三脚變壓器では1個、單相變壓器では2個と云ふ小數であるから各群間の反撥力は非常に大きくなり、第6圖に於て外側線輪には外方に、内側線輪には内方に各Fな



第 5 圖
シェル型變壓器捲線に作用する電磁力

群中のアムペア・ターンの自乗に比例し、又變壓器のイムピーダンスの自乗に逆反比例するものであるから、一次及び二次の各捲線を數多の等しい群に分割する程著しく此の力を低減し得るのであるが一方之がためにはイムピーダンスが減少し、又形狀が大きくなるから自らその程度に適當

る反撥力が働く。之等の力は線輪の構成する銅帶内の伸張力或は壓縮力となるが之は普通銅帶自身の應力によつて充分耐え得られる。併し變壓器捲線中のタップを使用した場合又は設計及び工作上的の不精密のために兩線輪群の磁氣的中心が移動した場合は第7圖の如くDなる水平力以外にEなる垂直方向の反撥力を生ずるものである。此の垂直力は往々非常な値となり而も此の力に對してはコイル上下端の狭少な面で支持しなければならぬから此の部分のコイルの變形、絶縁破損等を來しよ

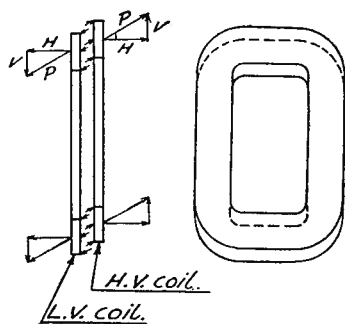


第 6 圖 捲線に作用する電磁力
第 7 圖 捲線に作用する電磁力

く故障を起すものである。

此の兩捲線間の磁氣的不平衡は斯の如く唯異常な垂直力を生ずるのみならず、之がために漏洩磁束が増加し、滑流損失及びリアクタンスが甚しく増大するもので、コア型變壓器でタップを使用した様な場合にはリアクタンス並に銅損が往々著しく増加するのは之がためである。

シェル型變壓器に於てはタップを使用した場合に於ても磁氣的不平衡はその捲線配列の構造上自ら非常に少いもので、又特殊の線輪排列法を採用すれば容易に之を除去することが出来る。



第 8 圖

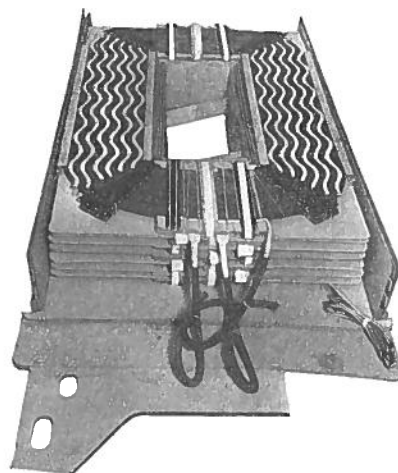
シエル型變壓器捲線に作用する電磁力

故にタップを使用してもリアクタンス並に銅損の増加は甚少である。又第 8 圖の如く工作上の不正密のため兩線輪群の磁氣的中心が一致しない時には V なる垂直力が生ずるが、此の力は各線輪に分布されてをるから廣い面積で支持するこゝが出来、又その方法も第 2 圖に示すコイル・サポート・ロッド其他の機構によつて頑丈に全線輪を上下に突張つて確保するこゝが出来る。

線輪の構造並に絶縁 高壓コイルは普通紙捲絶縁銅帶を使用し、その銅帶を第 4 圖の如く A.B 二つに區別し各を絶縁した上一緒に合せてその上に充分に紙捲を施す。之を一コイル内一二ヶ所第 3 圖第 4 圖の如く撚ぢ替へて A.B を上下に入れ替へ、以て渦流損失を大いに減少するこゝが出来る。各コイルは特殊の締具で保持した上數回耐油性絶縁塗料に含浸及び乾燥の操作を繰返して強固な一固体となつたものを絶縁物と共に第 9 圖の如く組立てるもので各コイル間は波形間隔片を以て何れの銅帶をも等しく均等に支持せられる様に作られてある。低壓コイルも高壓コイルも同様に紙捲銅帶を使用するか、或は又大容量のものでは第 11 圖の如く銅板を使用し、此等の銅帶相互間並に銅板に接續するには從來の如く半田附或は鋲付等を行はず、第 10 圖第 11

圖及び第 12 圖に示す如く全部電気鋲付又は鋲接接續法を採用してあるから接續部の抵抗損失が少く、又過負荷耐量が甚だ大きいから屢々短絡的強電流を流しても半田の融解、接續部の焼損等による故障は絶対に起らない。

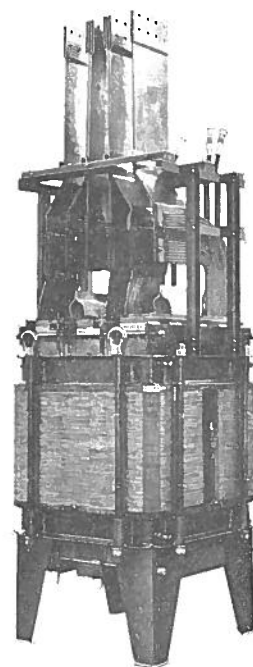
線輪の冷却 シエル型變壓器の各線輪の兩面は第 9 圖の如き波形油隙片を以てよく寒冷な絶縁油が流れる様になつてをるから、線輪の温度上昇は甚だ低い。特に第 11 圖の如き銅板線輪では冷却作用は著しい。尙シエル型變壓



第 9 圖 154,000 V シエル型變壓器線輪並に絶縁の構造

器では油隙は垂直方向のみで油の自然對流も同方向であり、油の通路も廣くて短いから、油の流通は大變盛んで、常に寒冷な油が線輪の兩面に接してをるから短絡時の過負荷に對しても安全であり、又線輪内の局部に過熱を起す様な事はない。コア型變壓器では圓盤形線輪が水平に數多積重ねられてあるから油隙は水平方向であり、油通も狭くて長く通油は不充分である。尙油泥は水平な線輪面には沈澱し易いから一層冷却作用を減じ、漸次容量を減じ、局部過熱を起して線輪の焼損に至り易い

低壓導体の出し方 強大な電流を通ずる口出導体の出し方は又注意を要す



第 10 圖

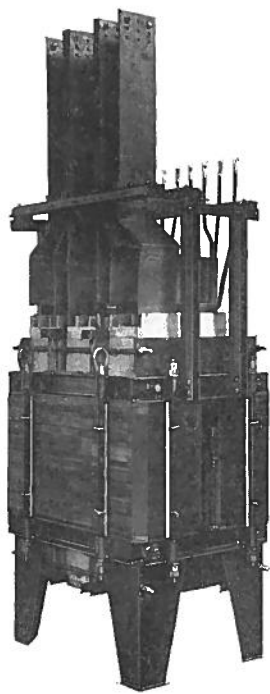
3,240 KVA 三相自冷式シエル型變壓器 (8噸製鋼爐用)

る事項であつて、その巧拙如何によつて銅帶並にリアクタンスを相當増減し得るものである。シエル型變壓器では第 12 圖に示す様にその導線はコイルから直接上方に眞直に出し得るので従つてその長さを短く、銅損並にリアクタンスを少く、又工作を簡單にするこゝが出来る。コア型變壓器では全導線を一旦コイルの前方に出してから 90 度曲けて上方に導く必要があり、その構造が複雑で、長さも増大し、従



第 11 圖

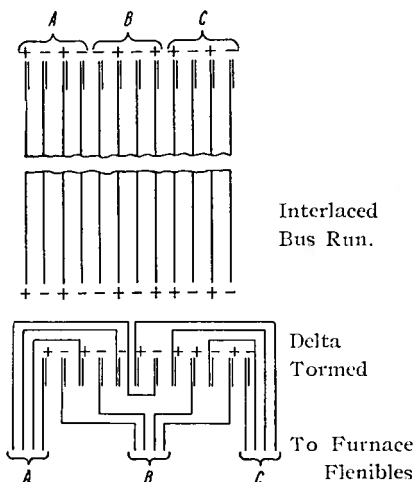
大電流用變壓器線輪



第 12 圖 電氣爐用
1,200 KVA シェル型三相變壓器

て銅損及びリアクタンスの増加は免れ
難い。

變壓器低壓側端子より爐に至る迄の
ブス・バーの配列も亦注意すべきこと
で、大電流の場合リアクタンスの増大
を防止するためには第 13 圖の如き方
法を採用すればよい。即ち三相銅帶 A、
B、C は＋を交錯のまゝ導いて爐の直
前に於てデルタ接続をなし可撓電線を



第 13 圖 ブス・バー配列圖

以て爐に至る様にすればよい。

電壓調整方法 電氣爐の運轉上一操
作中必ず變壓器の二次電壓を変更する
必要がある。之は一次側のタップの變
更及び Y-△の接続の變更によつて得
られるが、之等の變更はタップリード
を變壓器函外に導き出して區分開閉器
(デイスコン・スキツチ) 又は油入開
閉器等を用ひて無電壓の状態で手動で
行はれるのが普通である。併し一次電
壓が高く (11,000 V 以上) なり、又タ
ップの数が多い場合は上記の方法では
大變取扱が複雑で、絶縁上危険が多く、
事故の原因となるものである。

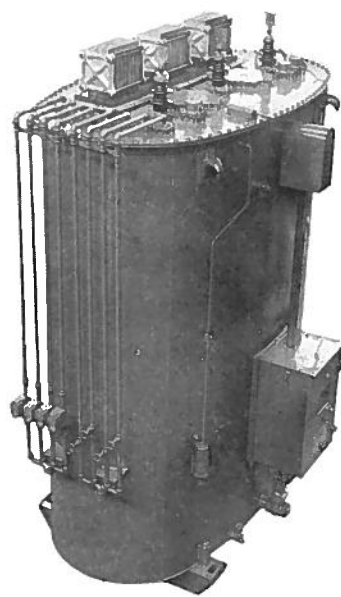
第 14 圖は此の目的のために作られ
たタップ變換器を取付けた 12,000
KVA 40 噸電氣爐用變壓器で、電動機
で配電室や爐邊又は任意の處から正確
に且つ自由に Y-△の切換並にタップ
變更を順次行ひ得る様に作られたもの
である。

本裝置に使用するタップ切換盤は數
段の及形開閉器式の接觸片を有して居
り、之を強靱なベークライト板上に配
置して變壓器油槽中に固定し、之から
マイカルタ絶縁棒、ユニバーサル・デ
ヨイント、ベベル・ギヤー等の機構に
依つて外部電動機に連結したもので、
普通の電力用のものに比べて著しく丈
夫で、且つ充分な裕度を有して居り、
電氣爐用の如く常時の苛酷な使用に永
久に耐え得る様設計されて居る。尙本
裝置一般についての精細な説明は追て
本誌に更めて記載する豫定である。

結 言

シェル型變壓器は上記の如く捲線の
大部分が外部の鐵心及び上下のエンド
フレームの内に納められ外部に出てを
る部分は殆んどないから機械的に甚だ
丈夫であることは言を俟たぬ。線輪構

造が全部外部に露出し處々絶縁物で支
持した普通のコア型變壓器は Naked
Transformer とも稱すべく、之に對し
て、三菱シェル型變壓器は Steel clad
Transformer とも稱すべきで、あたかも
架空裸線に鎧裝電線との比の如きもの
である。従て機械的にも電氣的にも數
等勝つてをる。シェル型變壓器は電氣
爐用の變壓器として最適であることは
勿論である。



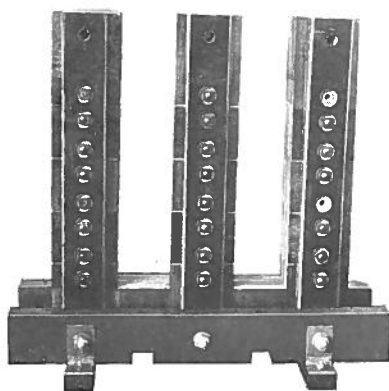
第 14 圖
12,000 KVA 電氣爐用變壓器
(タップ變換器附)

附 記

弧光式電氣爐特に製鐵、製鋼用に於
て弧光の安定のため、及び最初の熔融
期に於ける電流の激動を防ぐために變
壓器を直列に 15 % 位のリアクタンス
を挿入することが普通である。變壓器
自身に固有のリアクタンスを有せしめ
る場合はその値を調整することも又取
り除くことも出来ず常に電路の力率を
必要以上に低下し又變壓器自身の價格
も増加する不利益がある故に單獨のリ
アクタンス・コイルを設置する方が有
利である。弊社は之に對して鐵心油入
式のリアクターを製作してをるもので

之の油入式の方は無鐵心氣中式のものに比し形状重量が著しく小さく、從て据付面積を節減し得る外に絶縁上又取扱上甚だ信頼度が高いことは云ふ迄もない。

その構造は第 15 圖の如く各鐵心脚には數多の間隙を作り、之にベークライトの間隙片を挟んで間隙の變動を無くしてあり、又鐵心の締付には圖の如く頑丈なベークライト板を特別なベーク



第 15 圖
鐵心油冷式リアクターのコア組立圖

クライト・ボルトを使用し、鐵類の如き磁性体や、其金他屬体を使用してないから漏洩磁束による渦流損失及びヒステリシス損失を小ならしむ。又エンド・フレーム等にも同様の方法を施して浮游損失を無くし、從て能率を良好ならしめてある。本方法は弊社獨得の考案で登録新案番號 139107 に明示されてをる。

シンプレックス・モートル

交流機設計係

楠 瀬 康 雄

同期電動機の有する多くの特質は近來漸次認められ、其の應用範圍の増加した事は電氣動力方面の特筆すべき事柄の一つである。之は主として同期電動機の從來有して居つた二つの缺點を改良するこゝが出來た爲めであつて即ち

1. 起動廻轉力の増加
2. 起動操作の單純化

と云ふ二つの改良が最近の同期電動機に對して行れた爲めである。

全電壓起動同期電動機

上述の改良の一つである起動廻轉力の増加を目的として發達したものであつて、從來起動電壓を低く採つて起動 KVA を少くする様に考へたものを、電源さえ充分ならば、それに對して許し得る程度に起動 KVA を上げる。即ち起動

電壓を高くするものである。其の極限として全電壓を以て起動するものに、

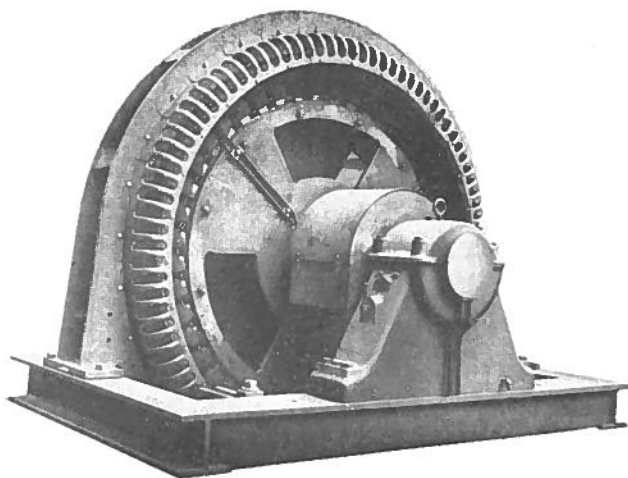
1. 抵抗高きダムパーを有する高起動電力廻轉電動機
2. 同期電動機であつて其のダムパーを三相式の絶縁捲線とし、捲線型誘導電動機として起動するもの即ちシンプレックス・モートルの

二種類がある。

・ 起動 KVA、起動電力及起動廻轉力
起動廻轉力は上述の通り大体起動 KVA の増加により増加するものであるが、勿論其の KVA 中の有効電力、即ち起動電力に依るものである。從て唯起動電力の増加を計るこゝが最も必要である。換言すれば起動 KVA を成る可

く誘導的でない様にして、起動時には出来るだけ力率の高い KVA を電動機に採らしめる事である。此の目的の爲めには固定子捲線に對して誘導的になる短絡二次を形成する様な廻轉子部分を出来るだけ避けなければならぬのであつて、

1. 磁極は勿論全部成層型であり、
2. スパイダーをも更に成層型として渦電流による短絡二次の形



第 1 圖
チューブミル用シンプレックス・モートル
300 HP 164 r.p.m. 100% 力率 2,200 V

成を防ぎ、

3. 界磁捲線を割合低い抵抗に設計して起動時には開路し、
4. 全層の界磁捲線用ワッシャーを用ひぬ

等の設計を行つて居るのである。比較のため普通同期電動機、高起動廻轉力同期電動機、及シンプレックス・モートルの特性を表にして見るゝ大体次の第1表の様になる。

尙(B)は同期電動機としては(A)と同様で、唯起動電圧を高くし、而も實際必要以上に大きな機械で上記の様な起動廻轉力を発生せしめたものである。例へば 100 % 力率で、164 回轉毎分の普通の同期電動機で、175 % の起動廻轉力、100 % の牽入廻轉力を持たしめるためには大体普通の 50 % 起動、40 % 牽入廻轉力の電動機の約2倍の大きさの機械をもつて來るのである。

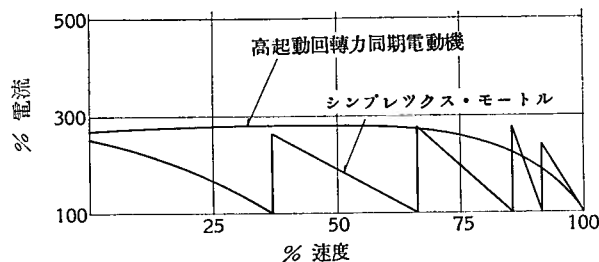
シンプレックス・モートルの構造

同期電動機を大型にして起動廻轉力を増すことは云ふ迄もなく甚だ面白くないことであつて、自然捲線型誘導電動機として起動する誘導同期式の同期電動機たるシンプレックス・モートルの如きが發達して來たのである。主たる構造上の特徴は大体下記の通りである。

1. ダムパー捲線は單層式の絶縁せる頑丈な銅棒であつて、エンド・リングには接続せず、多相式(三相)の接続をなし3個の滑動輪につなぐ。
2. 磁極アークは出来るだけ大きくし、成る可く捲線型誘導電動機の同筒ロートルに類似せしめるゝ同時に、同期電動機磁極としての

サリエンシー(突出磁極性)を失はぬ様に設計して居る。

3. スパイダー・リムを成層するゝ同時に輕量、頑丈な銑接式とする
4. 廻轉子には頑丈な鐵函中に納められた界磁捲線用遠心力作動の自動セクシヨナライジング開閉器を附して居る。
5. 廻轉子にはダムパー捲線支持用の絶縁リングを附して相捲線としたダムパーを確實に取付け、ケージ型のダムパーと同様の強度を保たしめて居る。



第2圖 起 動 電 流

6. 防塵型のハウジングで完全に滑動輪を塵埃から防いで居る。
7. 起動装置及方式は全く捲線型誘導電動機と同様で、只其の最後に主磁極の直流勵磁を上記遠心力自動開閉器に依つて行ふ。
8. 界磁捲線は起動時に開路する關係上直列に接続されるターン数が比較的少い。即ち導体の斷面が大きく捲線としての強度が大である
9. 軸承は滑動輪と同様防塵型である。

大体以上述べた點丈けが特殊であつて、他は全く標準の同期電動機と同様の設計であるから運轉中の特性、構造上の頑丈な點等すべて同期電動機と同様である。

シンプレックス・モートルの特質

シンプレックス・モートルの他の高

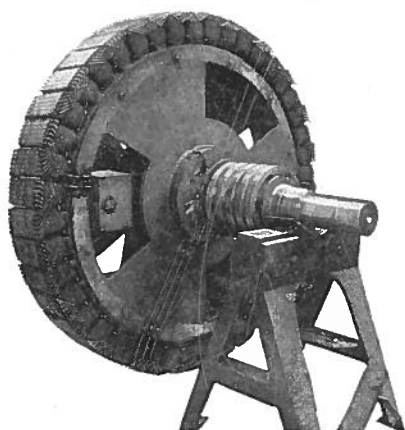
起動同期電動機に對して優れて居る特質を列舉して見るゝ

1. 下表に示す通り同一起動廻轉力に對して遙かに起動 KVA が少い
2. 能率、勵磁機容量等が普通の同期電動機を餘り變りがない。
3. 普通の兩軸承式の同期電動機と同様極めて簡単な機械的構造であつて、クラッチやブレーキ等の如きものを持つて居らぬため之等に對する面倒が少しもない。
4. 單一の臺床上に機械全体が乗つて居て、普通の直結型同期電動機と同様、セルフ・コンテンド式であり、据付の極めて簡単な構造である。
5. スライディング・フレーム型であつて、臺床上に固定子を螺子によつて移動さす事により機械のすべての點の修理點檢を簡單容易に行ふことが出来る構造である。
6. 防塵型の滑動輪ハウジングを有して居るから、セメント工場其他の塵埃を完全に防ぎ、從てセメント工場の如く塵埃を振動により滑動輪や刷子の摩滅による運轉費を低下し、更に故障を少くする。
7. 固定子端子は直接電源に開閉器を通して恒久的につながれて居て或種の高起動同期電動機の如く滑動輪や刷子を通してつながれて居らない。
8. 前述の通り運轉中は突出磁極型の同期電動機の有する諸特性を持つて居るが、起動の際は一般的に高起動廻轉力負荷用として認められて居る捲線型誘導電動機と同様の起動特性を有して居る。普通の

	A 普通設計の 同期電動機	B 大型フレームを使用せる 全電壓起動同期電動機	C シンプレックス・モートル	D シンプレックス・モートル
起動 KVA	110 %	650 %	310 %	268 %
起動廻轉力	50 %	175 %	180 %	190 %
牽入廻轉力	40 %	100 %	122 %	118 %
起動電壓	50 %	100 %	100 %	100 %
大略廻轉數	164 R.P.M.	164 R.P.M.	164 R.P.M.	400 R.P.M.
主 過 負 荷	アンローダー・附 コムプレックス の如きもの	製粉工場ラインシャフト 鑛山ボールミル セメント工場コンパート メント・ミルの如きもの	製粉工場ラインシャフト 鑛山ボールミル セメント工場コンパート メント・ミルの如きもの	アンローダー・無 し・コムプレッ サーの如きもの

第 1 表

高起動同期電動機は皆起動の頃初に最大の廻轉力を出す性質をもつて居るが、本機は起動の第一段階に於て最大廻轉力が出ないで、最初は少し低い廻轉力で起動する様になつて居て、第一段目で起動せぬ場合、第二段目で起動する様に最大廻轉力を出す設計である。



第 3 圖

シンプレックス・モートルの廻轉子
ダムパー相捲線(但クランプ・リング
を外す)滑動輪(ケーシングを外す)
遠心力セクショナライジング開閉器
等を示す

従て起動時に過大の廻轉力を一度に出して圓滑な起動を缺く恐れが無く、常に負荷の要求する起動廻轉力より餘り大に過ぎる様な廻轉力が加はらない。然も之により起動 KVA を必要以上に大とするこ

こなく最少の點で起動するこになる。尙起動點に於ける廻轉力を使用場所に應じて變化出来る様簡単に調節し得る如く起動抵抗器にタップを附して居る。尙タップを變化するこにより最大 200 % までも廻轉力を變化し得るのである。

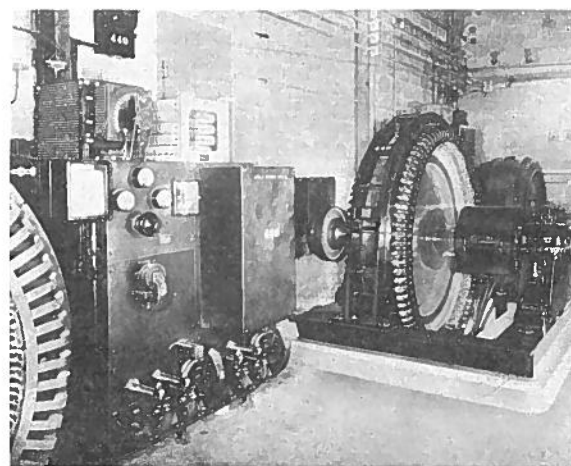
9. 總ての起動操作は出來得る限り確實な自動方式を採用して居り、特に主界磁捲線は前述の如く遠心力セクショナライジング開閉器で開閉並に勵磁を行ふから、假令自働方式を廢しても起動の操作は全く捲線型誘導電動機と同様となり自働操作により起動は只押釦を押すこにより安全、確實に行はれ極めて簡單である。

シンプレックス・モートルの起動特性

シンプレックス・モートルの起動は大體次の順序で行はれる。即ち自動的に廻轉する制御器の第一接點に於てダムパー

捲線回路には第 6 圖の速度廻轉力曲線の R_1 に相當する様な起動特性を出す様な抵抗が這入る。此の抵抗で約 150 %位の起動廻轉力を出す。負荷の要求する廻轉力が之より少いものこ考へるこ、電動機は起動して R_1 の曲線に従て略々 38 %位の速度まで加速する。此點で廻轉力は減り、負荷の要求する廻轉力より極く僅か電動機の廻轉力が大きい状態なるこ制御器は自働的に第二の接點へ廻轉する。そうしてダムパー回路の抵抗を或程度外して仕舞ふ。従て電動機は速度、廻轉力曲線を R_2 に移し加速の廻轉力を増し、それに従て電動機は加速して 65 %位の速度に達する。制御器は更に第三の接點に廻り、電動機は前同様に R_3 曲線を辿り更に制御器の第四の接點でダムパー回路の外部抵抗は全部取去られて仕舞ひ、ダムパーは短絡されるのである而して電動機は R_0 の曲線を辿つて加速する。

以上の經過中界磁捲線は常に開路となつて居るが、制御器が更に第五の接點に廻るこ、界磁捲線回路は閉ぢられそれに依り電動機の廻轉力は増加し、 R_{OF} の曲線を辿つて加速する。此際速



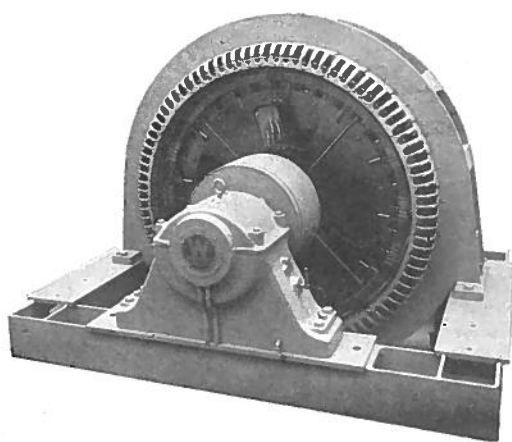
第 4 圖 シンプレックス・モートル
製粉工場に於ける据付状態、自働起動制御一切を示したもの

度は同期速度に極めて接近し、第六の接点で界磁の勵磁を行ひ、電動機は同期電動機として電源に同期化し、完全に同期速度となり、全く同期電動機の特性に移る。第6圖により明かな様に界磁を勵磁した際シンプレックス・モ

ートルが全負荷を負つて容易に同期化する事を前述の通り 122 %の牽入廻轉力を有して居る云ふのである。

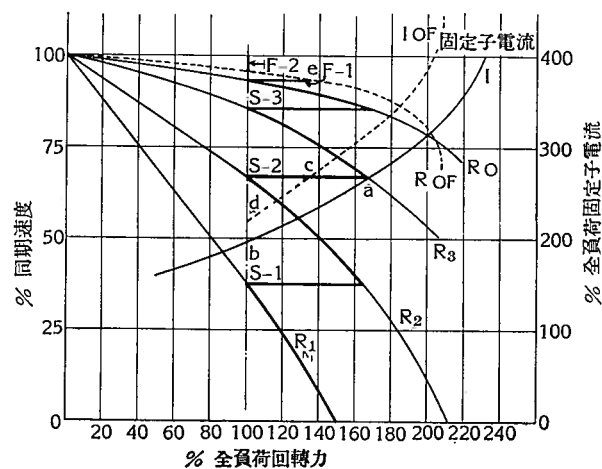
上述の總ての制御は磁氣接觸器と繼電器の助けにより押釦一つで行はれ、起動シーケンスの各階段の自動タイミ

ングはすべて小電動機で廻されるマスター・ドラムに依つて行はれる。従てオペレーターは只押釦一つを押せばよいのであつて、正確適切な起動に對する全責任はすべて機械側が負ふのである。

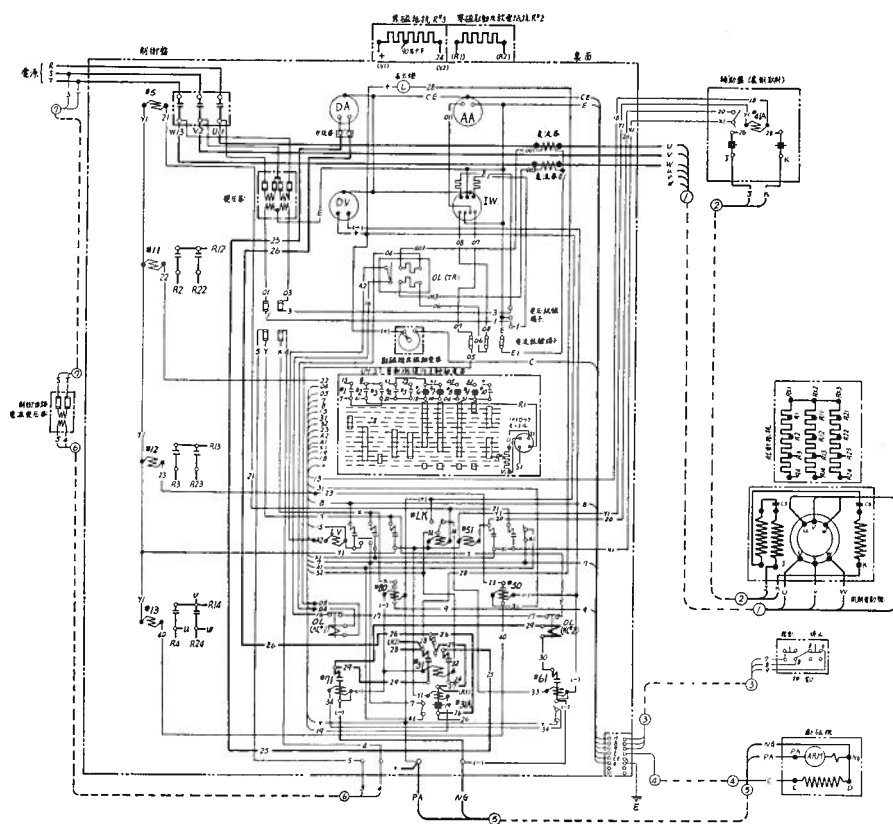


第5圖 シンプレックス・モートル

相捲線を施したるダンプのクランプ・リングを示す



第6圖 速度廻轉力、及電流廻轉力曲線



シンプレックス・モートル制御装置接續要領圖

シンプレックス・モートルの制御装置

管制器設計係

宗 村 平

シンプレックス・モートルは起動電流が小さく、而も起動廻轉力が大きいといふ特性を發揮するために、普通の同期電動機が籠型誘導電動機と同様の状態で起動するに對し、シンプレックス・モートルは捲線型誘導電動機と同様の状態で起動する様になつて居る。即ち普通の同期電動機は起動に際し一次側に單捲變壓器其他を用ひ、先づ加電壓を落し、次に電動機の加速するにつれて全電壓に切換へるのに對し、シンプレックス・モートルでは二次側なるダムパー捲線に、先づ所要廻轉力を出すのに適當な値の抵抗を接ぎ、電動機が加速するにつれて之を順次に短絡減少する。尙此外に異なる點は普通の同期電動機は一般に起動の際に其の界磁回路は抵抗を通して閉路して置くに對し、シンプレックス・モートルでは特殊の方法に依つて界磁捲線を數段に區

分開路するこゝに依つて高い誘發起電力を防止し、低力率の起動電流を減ずるのである。

以上の様な諸動作を極めて簡單、確實に行ふためにシンプレックス・モートルの制御装置は押釦制御で、其の電動機操作カム主幹繼電器に依つて制御される電磁操作である。

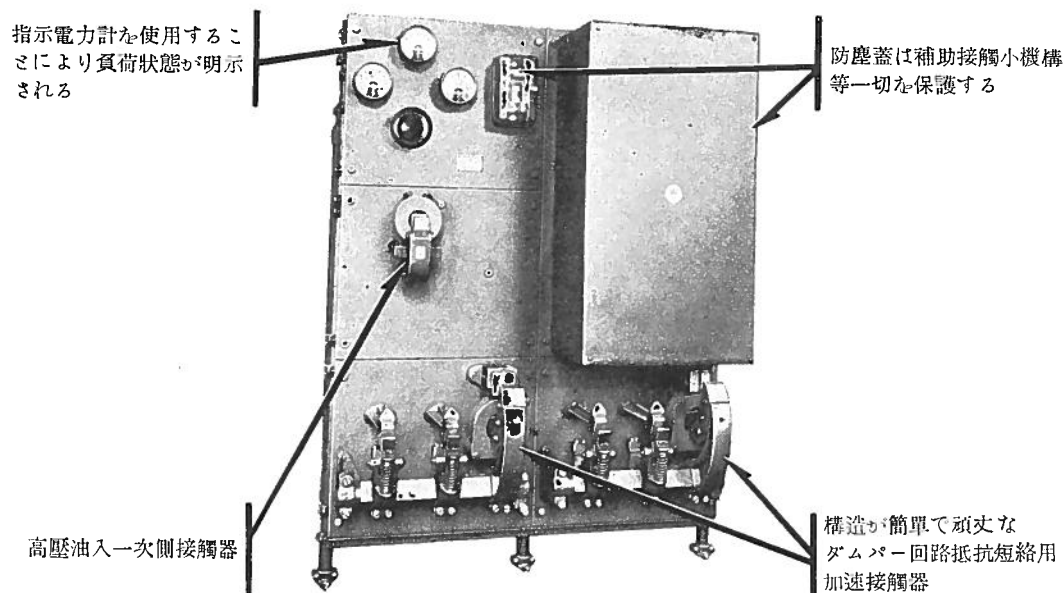
構 造

大別して制御盤、界磁區分開閉器及び押釦の三者から成つて居る。

制御盤は鐵管枠組取附の高絶縁、耐衝擊性のエポニアスベスト盤で、電動機操作カム主幹繼電器、一次側接觸器二次側接觸器、界磁接觸器、低電壓繼電器、過負荷繼電器、補助繼電器、計器、表示燈、界磁調整器手柄、抵抗器補助界磁接觸器等を含んで居る。此内繼電器類は防塵蓋の内に納めて一切の補助接觸、小機構等は塵埃の妨けを受

けない様になつて居るからセメント、製鐵、其他各種のミル工場等に使用するのに適して居る。起動抵抗器、界磁調整抵抗器等は所要場所を少くする上から、枠組上方に取付ける様になつて居る。補助界磁接觸器は此の目的で特に設計された圖示の通りの一の發條閉合交流接觸器であつて、防塵蓋附補助盤を以て裏側に取付けてある。

界磁區分開閉器は此のために特に設計された一つの遠心力作動開閉器で、圖に示す様な形をし、鐵板銲接函の中に納めて電動機廻轉子内の軸から適當な距離に取附けてある。之は電動機の起動の際に誘發され絶縁破壊の危険のある高起電力を防ぐために界磁捲線を區分するもので、電動機が始動後適當な速度に達し誘發起電力が充分減少した瞬間に作動して閉ぢる様になつて居る。其の構造は電動機が或速度に達し



第 1 圖 制 御 盤

た時に遠心力によつて一の可動重量が發條に打克つて移動し接觸部を閉ぢる様になつて居り、其の動作は急速運動で一旦動き出したら急速に作動位置に進む様になつて居る。尙又電動機を停止する際には起動の際の作動時の電動機速度よりも遙かに小なる速度にならなければ元に戻つて接觸を開かない様になつて居

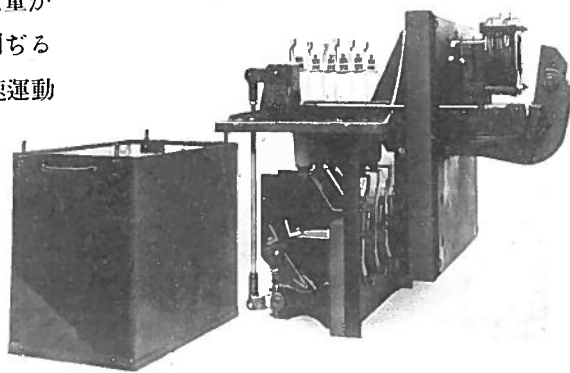
るから、界磁捲線は放電抵抗に接續され、界磁電流は制御盤上の界磁接觸器で切られるから接觸部は損傷の不安が少い。遠心力は速度の二乗の割で變化するから、電動機速度に對する此の區分開閉器の作動は鋭敏正確である。此の區分開閉器は電動機の試験の際に一緒に試験調整されて居る。

押釦は制御盤から別に離してあるから便利な任意の場所に取付けて遠方操作するここが出来る。

作 動

電動機操作カム主幹繼電器に依つて作動順序が制御される定時限起動式であつて遠心力作動界磁區分開閉器によつて補助される。

其の作動順序は接續圖に見られる通りで、即ち起動押釦を押すに電動機操作主幹繼電器が廻り始める。先づ補助界磁接觸器 41 A が開いて遠心力作動界磁區分開閉器 CS によつて既に區分されて居る電動機界磁を他の部分から切離す。次に一次側接觸器 5 が閉ぢて



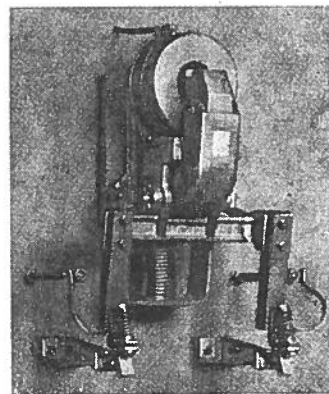
第 3 圖 高壓油入一次側接觸器

電動機は捲線型誘導電動機と同様に二次側（ダムパー捲線）に全起動抵抗が這入つた状態で始動する。次に一定時限を以て二次側加速接觸器 11、12、13 が順次に閉ぢて抵抗を短絡し、電動機は次第に加速する。最後の加速接觸器が閉ぢれば起動用外部抵抗は全部短絡される。斯くして電動機速度が充分上昇すれば遠心力作動界磁區分開閉器 CS が閉ぢて區分された界磁捲線が直列に接がれ、次に補助界磁接觸器 41 A が閉ぢれば電動機界磁捲線は放電抵抗を通して閉路される。斯くして電動機はダムパー捲線のために發生する廻轉力に閉路界磁捲線のために發生する廻轉力により更に加速して同期速度に近づく。最後に界磁接觸器 31 が閉ぢ、電動機は勵磁され同期化する。31 が閉ぢる場合に 31 A が開いて放電抵抗回路を開路し、尙又 11、12、13 の加速接觸器は開放する。斯くして電動機は起動を終り、此後は同期電動機として運轉される。停止の際は停止押

釦を押せば 5、31 が開放して 31 A が閉ぢ、電動機界磁捲線は放電抵抗に接續される。電動機速度が充分降下するに始めて遠心力作動區分開閉器 CS が開いて界磁捲線を區分し起動前の状態に復する。

保護装置としては界磁捲線が區分された状態でなければ電動機が起動出来ない様に繼電器

OL (KC2) を、交流側直流側共所要の電圧が無ければ運轉出来ない様に低電壓繼電器 LV 及び 80 を用ひ、尙起動中は熱働過負荷繼電器 OL (TR)、運轉中は熱働過負荷繼電器 OL (TR) の外に過電流繼電器 OL (KNI) で保護されるから理想的である。

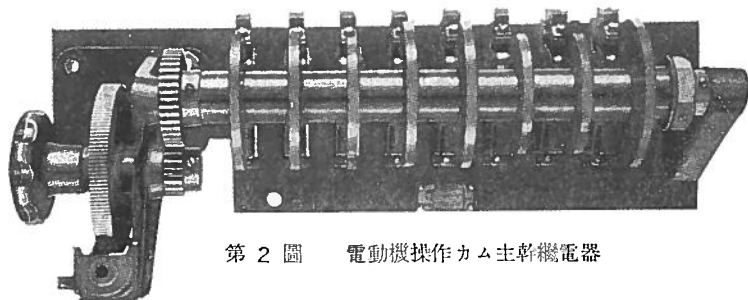


第 4 圖 補助界磁接觸器

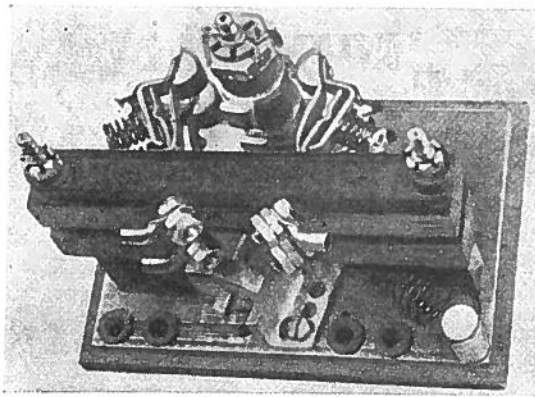
尙又ボール・ミルやチューブ・ミル其他の負荷では屢々インテグの動作を必要とするものであるが、之は上記接續圖の方式を少し變更することに依つて容易に行はれる。

結 言

以上の通りシンプレックス・モートルの起動特性は重負荷の起動に最も望ましい捲線型誘導電動機の起動特性と同様で、其の起動廻轉力はダムパー捲線回路に入れる外部起動抵抗の値に依つて加減することが出来、最大廻轉力で起動する様にすることも出来るが、



第 2 圖 電動機操作カム主幹繼電器



第 5 圖 界磁區分開閉器

定時限加速方式を使用するために先づ
最大廻轉力よりも小さい負荷相當の廻

轉力を出し、次に抵抗の
第一段が短絡された場合
に始めて最大廻轉力を出
すやうにして置けば、最
大廻轉力以下の起動廻轉
力を要求する負荷に對し
ては過負荷の場合にも起
動不可能の不安がなく、
普通は小起動電流で圓滑
な起動が出来ることにな
る。之はシンプレックス・

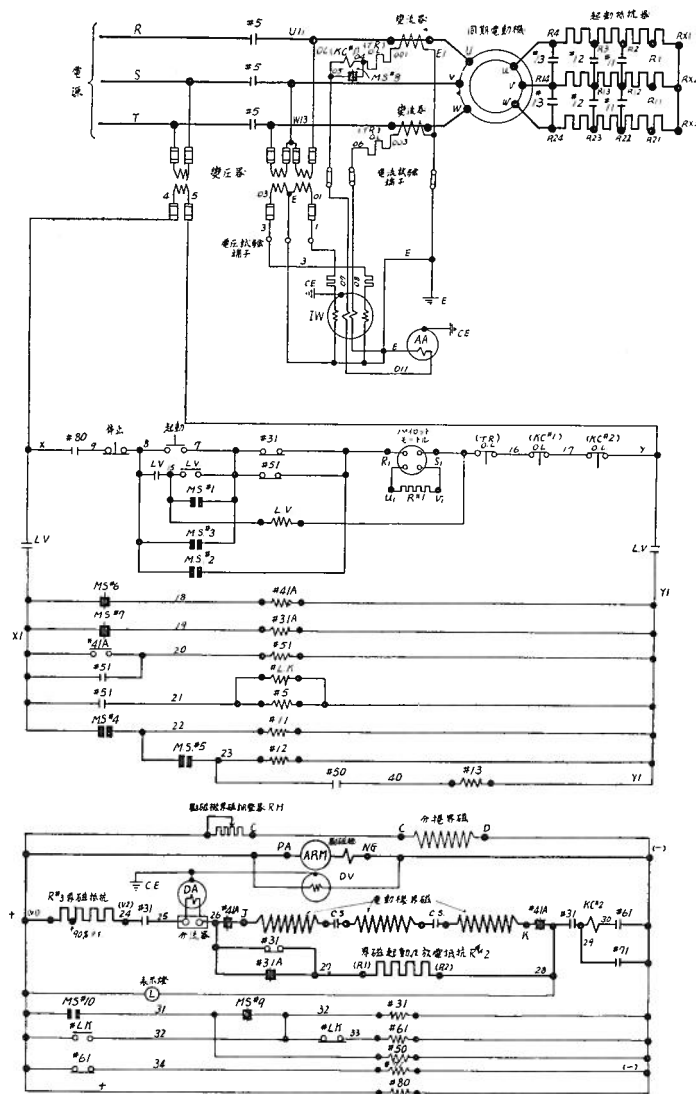
モートルの特徴の一つであつて其の詳
細は楠瀬氏原稿に掲げられた起動特性

曲線に見られる通りである。尚又電動
機の容量、負荷の特性に應じ、主幹繼
電器の作動時間を加減して起動時間を
加減することも出来る。

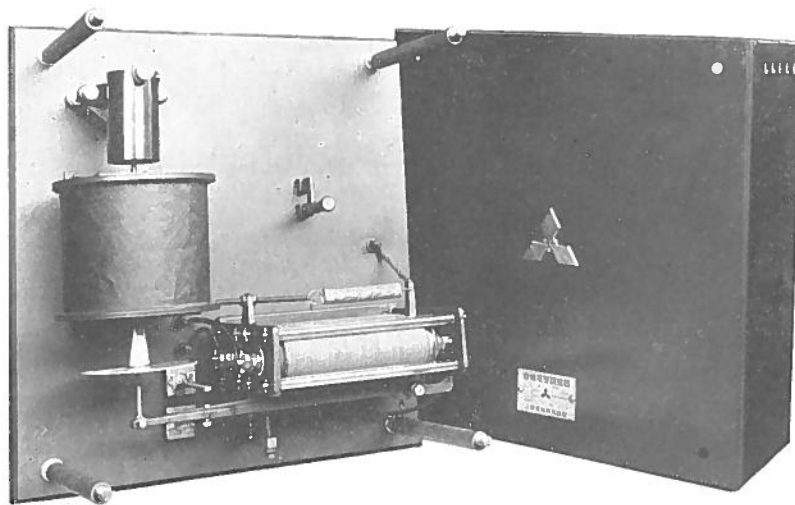
以上によつて明かな様にシンプレツ
クス・モートルの制御装置は普通の電
動機の夫に比べて何等複雑な所がなく
一般に高壓である一次側に於ては單捲
變壓器等を要せず、接觸器の数が少く
て済み、寧ろ簡單であり、唯單に押釦
を押すだけで起動、停止の外インテン
グ等も容易に出来るのである。

停止	連	停止
MS #1		
MS #2		
MS #3		
MS #4		
MS #5		
MS #6		
MS #7		
MS #8		
MS #9		
MS #10		
LV		
#4/A		
#5		
#11		
#12		
#13		
#50		
CS		
#71		
#61		
#20		

制御順序表



第 6 圖 シンプレックス・モートル制御装置接續要領圖



炭素抵抗器型自働電圧調整器

AC 型 DC 型

配電盤設計係

更 田 健 彦

炭素抵抗器型自働電圧調整器は炭素抵抗器が加へられる壓力に依つて其の抵抗値を變する云ふ原理を應用したものであつて、主として小型發電機の自働電圧調整、工業用電動機速度制御等に適する様設計されたものである。

特 徴

1. 取扱の容易な事 構造が簡單であるから調整其の他に何等手数を要しない。
2. 維持の簡易な事 接觸子を有せず空氣ダツシュ・ボットを用ひ且つ防塵の構造を有するから、維持に何等考慮を要しない。
3. 取付に便利な事 配電盤、壁發電機、電動機のフレーム等何處へでも取付ける事が出来る。
4. 低廉である事 構造が簡單であるから價格も亦低廉である。

型 式

AC 型及び DC 型の二種あり、前者は交流用、後者は直流用である。又 AC-12 型、DC-23 型等の如く型名の次に數字を附して容量を區別して居るが、此の内十位の數字は炭素抵抗板筒の大きさを、一位の數字は其の個數を示すものである。

構造及び動作

上圖は本器の外観を示すものである。主制御要素たる電壓線輪は制御すべき機械の端子電壓より附勢せられ、其の鐵心はベル・クランクの一端に結合されてゐる。ベル・クランクの他端は發條に依つて引張られ、炭素抵抗板に壓力を加へて居るが、主制御要素が附勢せられると其の吸引力は發條に打克つて炭素抵抗板への壓力を減じ、吸引力と發條の張力及び炭素抵抗への壓力とが釣合ふ位置まで鐵心は移動する

に至つて靜止する。而して鐵心の吸引力は鐵心が線輪中に入り込む程増加し之れに伴ひ發條の張力も増加するが、調整器の動作範圍内に於ては兩者は到る處に於て平衡を保ち得る様に鐵心の構造が設計してある。従て鐵心の各位置に應じて炭素抵抗器は夫々一定の抵抗を與へる事になる。

今此の炭素抵抗器を發電機の界磁線輪に直列に接続し、且つ無負荷に於てベル・クランクが或る定位置を取る様に調整して置いたものとする。若し茲に於て負荷が突然増加したと假定すれば、發電機の端子電壓は降下し、之れに伴ひ鐵心の吸引力は減少するから、炭素抵抗器の抵抗は發條の爲めに減少し、従て界磁電流は増加して端子電壓は回復しやうとする。之れに反して負荷が減少して端子電壓が上昇したとすれば、炭素抵抗器の抵抗は自動的に増

加して端子電圧を降下せしめやうとする。従て発電機の端子電圧は茲に負荷の如何に拘らず常に自働的に一定に保たれる事となる。

発電機の界磁線輪は相當のインダクタンスを有する爲め、誘起電圧は界磁に加はる電圧に對して可成り遅れを生じ、従て調整器はハンチングを起す恐れがある。之を防止する爲めに本器に於てはグラフアイト・ピストンを有する空気ダツシュ・ボットを用ひて居る。而してピストンと鐵心とは發條に依つて結合されて居るから、急激な電圧の變化に際しては鐵心は發條の歪力に反して直ちに移動し、電圧の調整を行ふと同時にピストンは之に伴つ

て徐ろに移動するから、鐵心には常に補整力が働き、従て極めて良好なハンチング防止作用を與へる事となる。

尙交流用のものは此の外補助ダツシュ・ボットを一個具へて居る。

主制御要素には電壓線輪の外に電流線輪が捲いてあるが、之れは並列運轉の際に於ける横流補償又は線路電壓降下補償用として使用する爲めである。

第2圖及び第3圖は本器の代表的結線の圖であつて、第2圖は直流發電機の場合、第3圖は交流發電機の場合を示すものである。炭素抵抗板筒は電流容量及び調整範圍に應じて直列又は並列に接続する事が出来る。抵抗値の變化範圍は大体に於て 1:3.5 であつて

調整の精度は $\pm 1\%$ 位まで得られる。

附 屬 品

1. 直列抵抗

電壓線輪に直列に接続す可き抵抗であつて、中間口出線を有するから、其の接続を變更する事に依つて調整器の調整す可き電圧を極く大体に於て調整する事が出来る。

2. 電壓調整抵抗器

前記直列抵抗と共に電壓線輪に直列に接続する加減抵抗器であつて、電壓調整器の調整す可き電圧を細く調整する爲めに用ひられるものである。

3. 補償線輪用調整抵抗

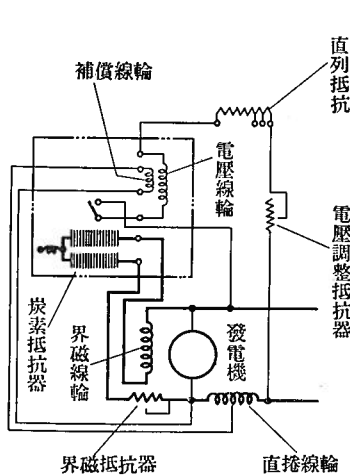
補償線輪を使用する際にのみ必要なものであつて、補償線輪と直列に接続し、中間口出線の接続を變更する事に依つて補償程度の調整を行ふものである。

4. 電位變成器

交流用のみに必要な事は勿論であつて、標準電位變成器で差支無いが、容量は 400 VA 以上なる事を必要とする。

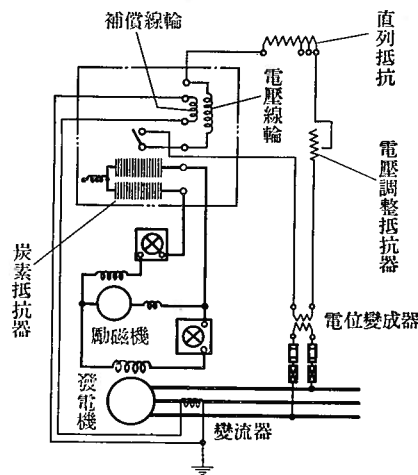
5. 變流器又は分流器

補償線輪用として交流の場合は變流器、直流の場合は分流器が必要である。



第2圖

炭素抵抗器型自動電壓調整器結線圖
(直流發電機の場合)



第3圖

炭素抵抗器型自動電壓調整器結線圖
(交流發電機の場合)

昭和七年 二月 十日 印 刷
昭和七年 二月 十二日 内務省納本
昭和七年 二月 十五日 發行

本誌	壹部=付金貳拾錢
代價	郵税不要

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市須磨區天神町五丁目五十一番屋敷
鈴木 貢 一

大阪市東區内久寶寺町三丁目
長谷川 泰 三

大阪市東區内久寶寺町三丁目
株式會社 工 文 社

神戸市和田崎町三丁目三菱電機株式會社
神 戸 製 作 所