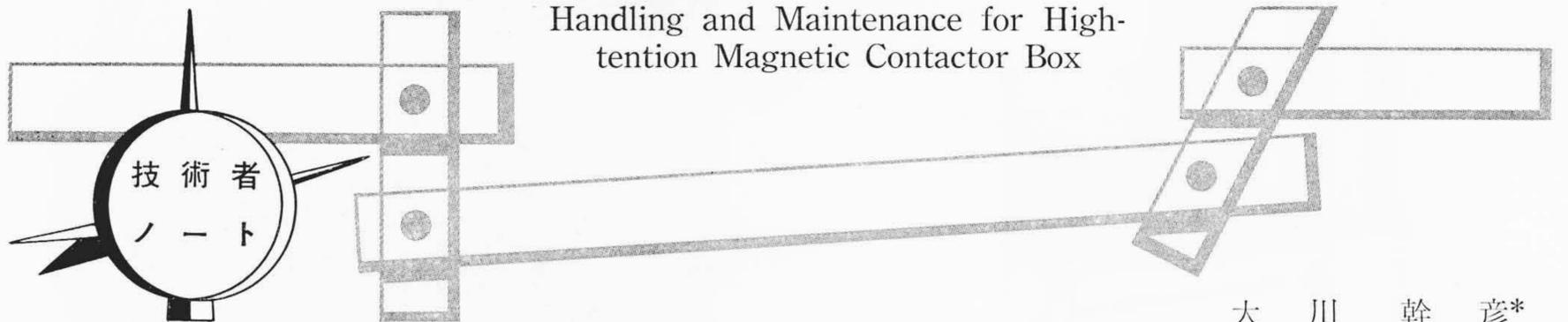


高圧気中電磁接触器の取扱と保守

Handling and Maintenance for High-tension Magnetic Contactor Box



大川 幹彦*
Mikihiko Okawa

1. 緒言

各種産業に使用される高圧電動機の電源開閉には古くから、油入配電箱が使用されていたが、近年高圧気中電磁開閉器が開発されて以来、その取扱の簡便、保守の容易、小形軽量などの利点をもって急速に需要が増加しつつある。日立製作所では昭和31年以来、高圧気中電磁接触器として、3,450V, 200A : 3,450V, 400A : さらに、6,900V, 200A が製作され、製鉄、セメント、製紙、化学工業および鉱山など、あらゆる産業面で実用に供され電動機のひん繁な起動停止、および正逆転の過酷な条件においてもその高性能を遺憾なく発揮している。これらは限流ヒューズと組み合わせて比較的電源容量の大きい場所に使用されるコンビネーション・スタータや、配電網の末端で電源容量の比較的小さい場所に使用される高圧気中電磁配電箱(Hマグス)などのほかいろいろの応用製品があるが、これらはいずれも取扱上の要点とするところは共通である。

ここには、高圧気中電磁接触器の取扱について述べ、まちがいのない適用と、適切な取扱保守によって、長期間の無事故運転を遂行するための参考に供する次第である。

2. 高圧気中電磁接触器の構造

第1図はHマグスの内部、第2図はコンビネーション・スタータの内部を示す。

いずれも主要部分である接触器は同じであり、第3図のように電磁石部分、主接触子部分および補助接触子部分に大別される。

電磁石部分は第4図のとおり、コイルは固定鉄心の中央の脚にそう入され、絶縁ワッシャ、取付けボルトにより鉄わくに固定される。両側の鉄心の先端には、騒音防止のため「くま取り線輪」(シェーディング・コイル)が施されている。線輪が励磁されると、可動鉄心が吸引され、可動子の動作によって主接触子を閉じるとともに、操作レバーを介して補助接触子の開閉動作を行う。

主接触子部分は隔壁(アーク遮壁)によっておおわれているが、その主要部分は第5図のように磁気吹消し線輪、固定接触子、可動接触子、ワイピングバネ、および隔壁より成る。

補助接触器は第6図に示すとおり、操作レバーにより本体と運動操作され、a接点(常時開、動作時閉の接点)と、b接点(常時閉、動作時開の接点)の組み合わせたものが数個取り付けられてある。

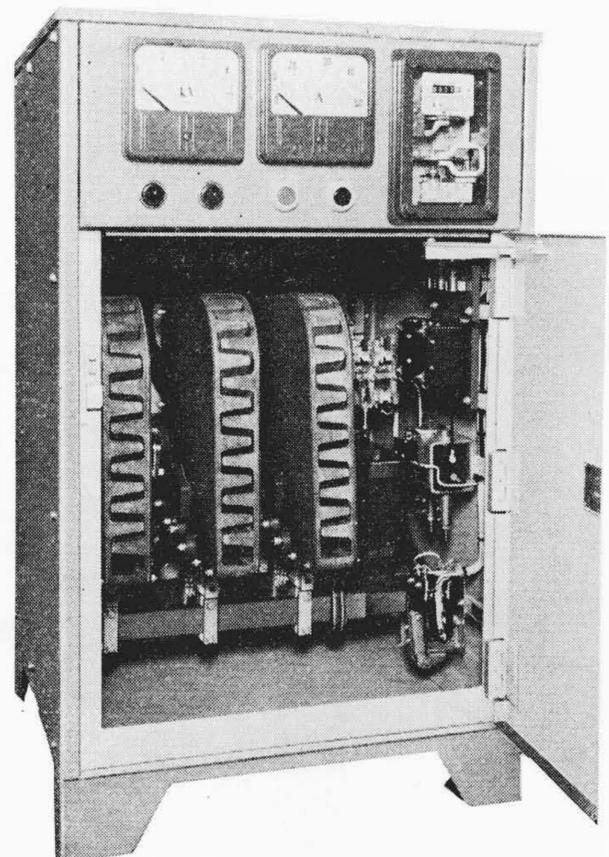
3. 性能上の特長および適用上の注意事項

高圧気中電磁接触器の取扱上、参考となるべきを各種の特長および実際適用する場合の注意事項を列記すると、次のとおりである。

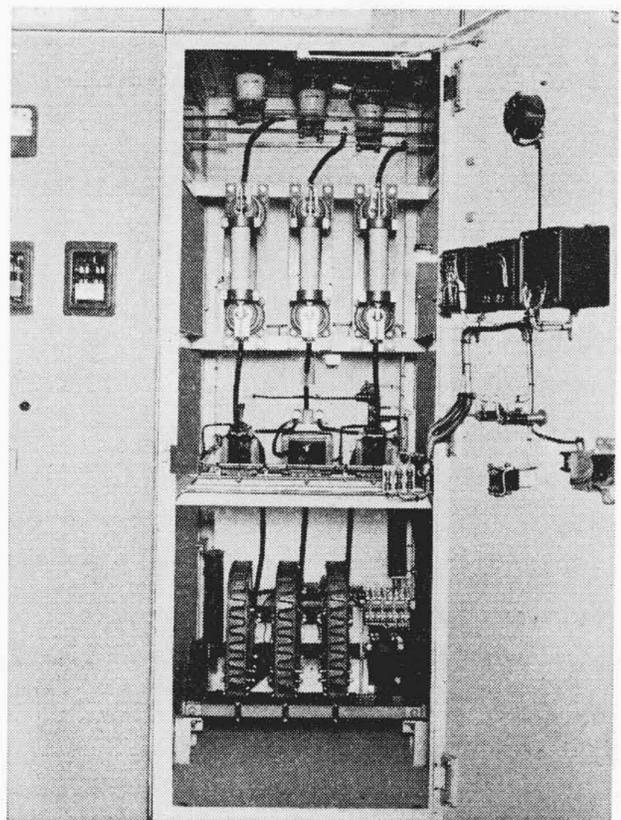
3.1 遮断容量が大きいこと

定格電流200A以下の電磁接触器は25MVA、すなわち、3,300Vにおいて約4,400Aまで、また、定格電流400Aまでのものは50

* 日立製作所日立工場

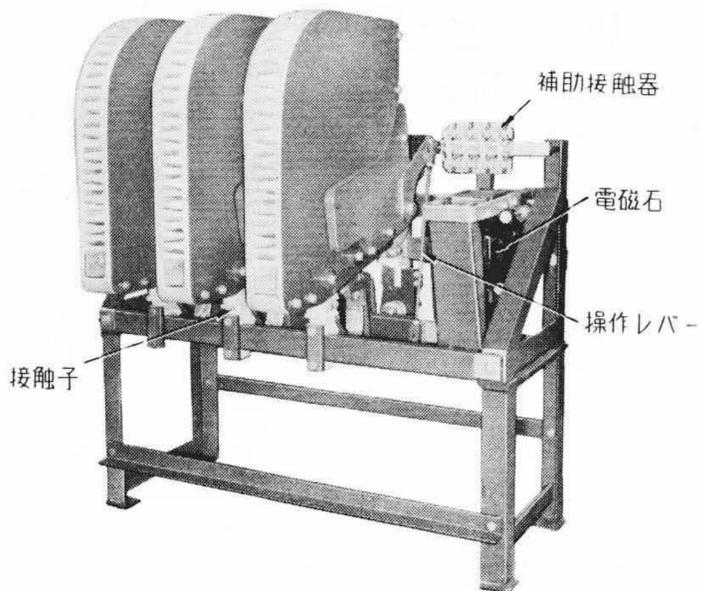


第1図 Hマグスの内部

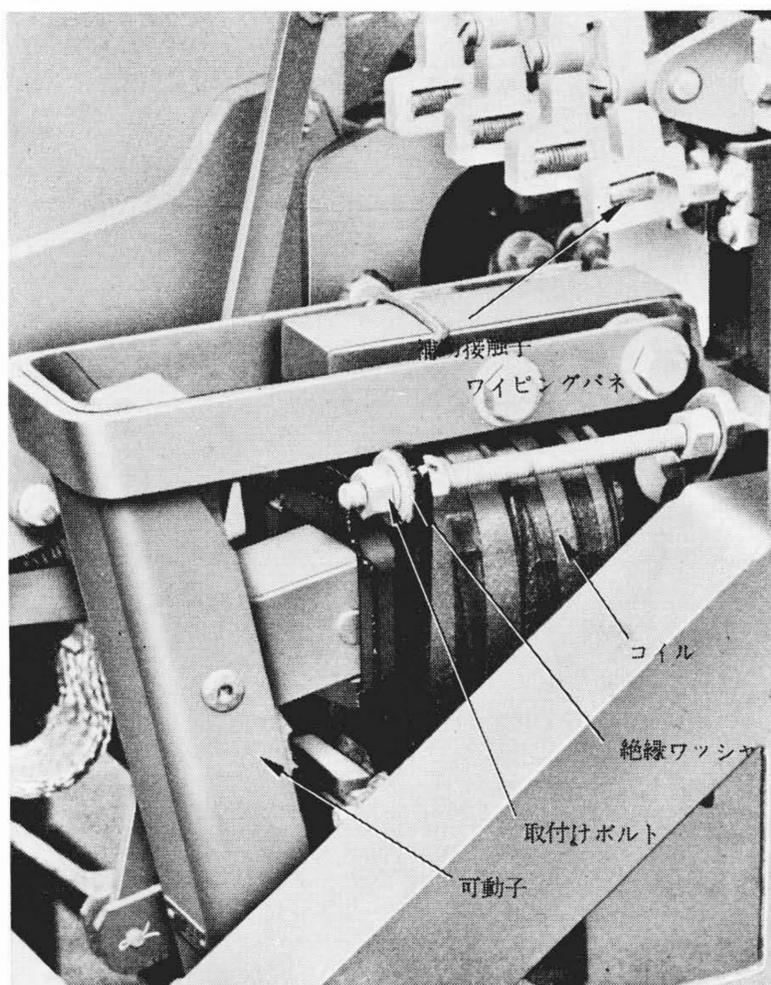


第2図 コンビネーション・スタータ内部

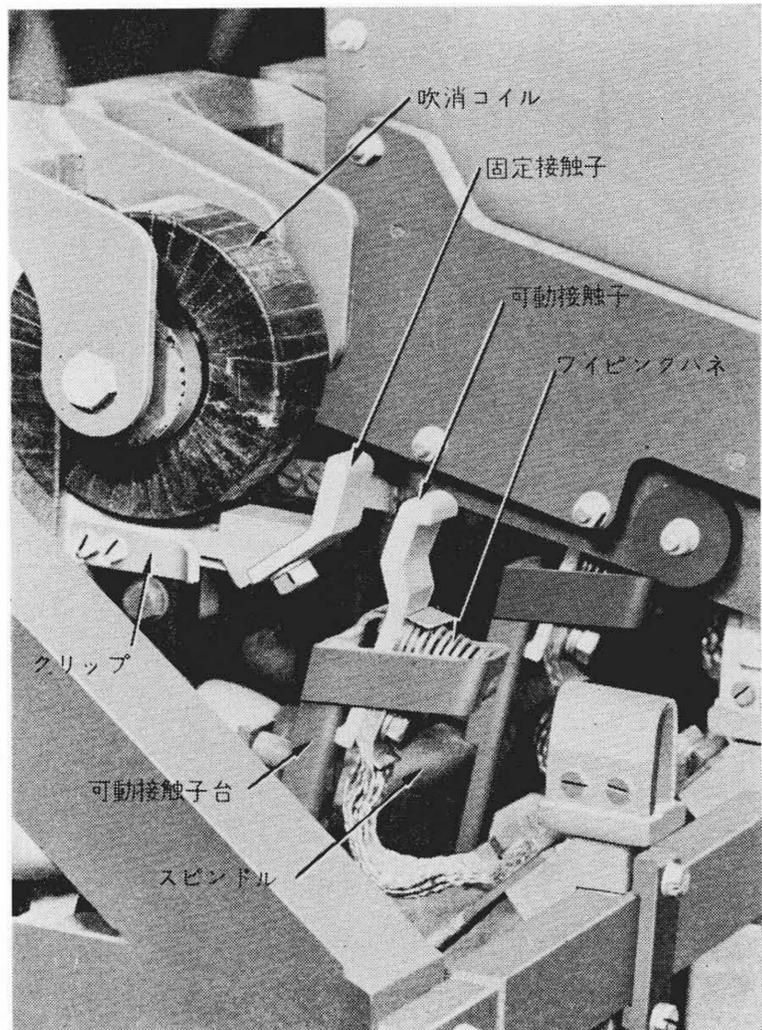
MVA、すなわち、3,300Vにおいて約8,000Aまでの遮断容量を持ち、いずれも1サイクル以下の電弧時間で遮断可能である。



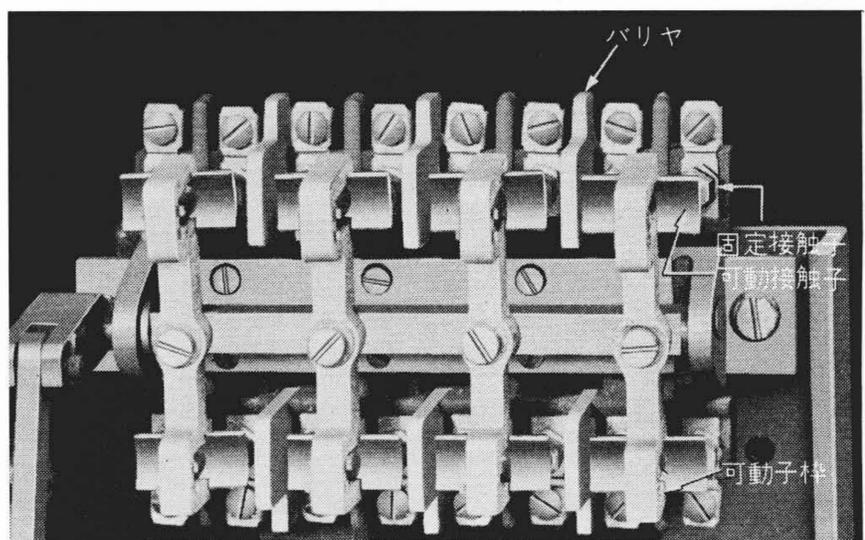
第3図 日立高圧気中電磁接触器



第4図 電磁石部分



第5図 主接触子部分



第6図 補助接触器

3.2 小電流遮断が可能なこと

磁気吹消形遮断機構のものでは、どうしても小電流に対しては吹消線輪の効果が弱くなり、遮断がむずかしくなってくるものであるが、この電磁接触器は、たとえば変圧器の励磁電流などの小電流に対しても確実に遮断できる。これらの遮断特性は、特殊な接触子の構造および磁気吹消形消弧方式によるもので、第7図に示すようにアークは急速に引延ばされて冷却され、消弧するものである。遮断特性の1例を示すと第8図のように、小電流においてやや電弧時間は長くなるが、通常は1サイクル以内に遮断される。

3.3 高ひん度の開閉に耐えること

機械的寿命試験（主回路の通電は行わず、電磁線輪の励磁、積放によって行う機械的強度に対する試験）は500万回以上の実績を有し、また、主回路の電流をJEM規格に準拠して開閉する電気的寿命試験では、50万回以上の寿命が保証される。このことは、たとえば巻上機用モータの可逆運転など、比較的ひん度の高い使用条件に対して従来の油入開閉器に比べてきわめて有利である。

3.4 保守点検が容易であること

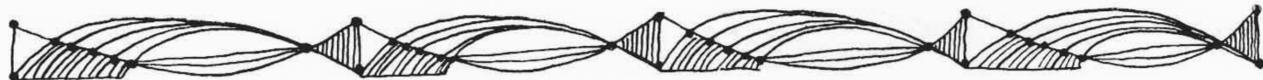
前面とびらを開くだけで、すべての保守点検ならびに部品交換が容易な構造であるので、引出形にする必要がなく、また油を一切使用していないので油に基因する劣化、漏えいや油の爆発などの事故がなく、電磁線輪への配線端子を利用して簡単に遠方操作とすることができる。

3.5 電磁石の騒音がなく、コイルの故障の心配ないこと

フローティング機構（第9図）を採用しており、可動鉄心は前後左右にわずかに回転でき、騒音の主因であった取付時の回転軸のねじれなどの心配がない。また、コイルはPEW線（ポールウルタンワイヤ）にサーモセットワニス（W-2,800）を真空注入し防湿防カビ処理を施してあるので、断線、レヤショートなどの心配はほとんどない。

3.6 小形、軽量であること

床面積が小さくてすみ、特にキュービクル形として列盤設置の体裁もよく、現場操作の開閉器としてはきわめて便利である。配電箱



(H-マグス)では簡単に2段積にして使用することもできるようになっている。

3.7 二重切補助接触器を用いてあること

遮断容量が大きく、また、電弧による損傷も少なく長期間の使用でも、接触不良、リード線断線などのおそれがない。

次に、適用する際の注意事項としては次の各点に注意を払いまちがいのない取扱が肝要である。

3.8 電源の容量に対して事故時に接触器の遮断容量をこえないようにすること

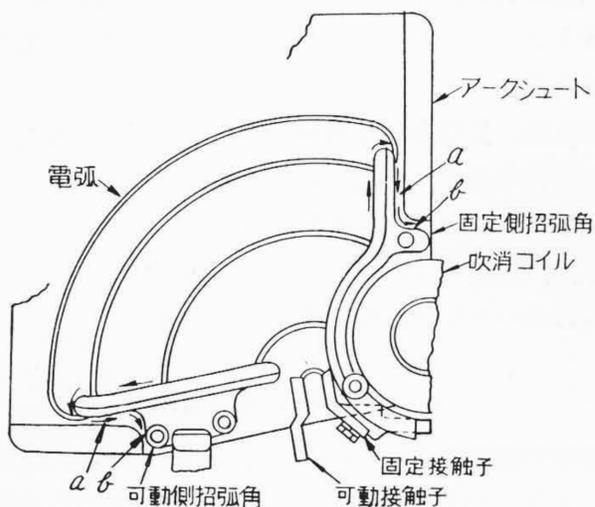
電源容量が大きく接触器負荷側に万一短絡事故の発生した場合、事故電流が遮断容量を上回るような場合には、接触器の電源側に別の遮断器があっても、瞬時の大電流通電で接触器が電磁的な反発力を受け、躍動することもあるので、このときには遮断特性のすぐれている限流フェーズ(CLF)の設置を行うべきである。

3.9 腐食性ガスまたは湿気の充満した場所は避けること

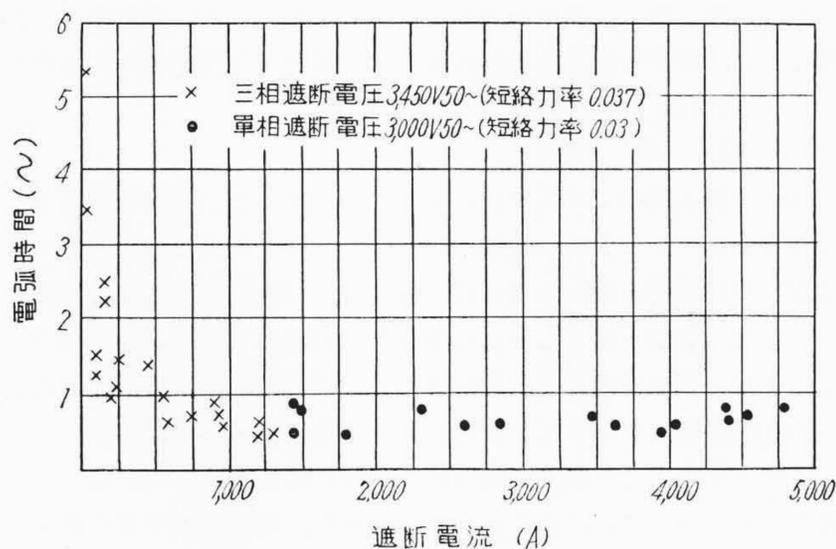
使用現場の設置場所が腐食性ガスあるいは湿気の充満している場所では、長期間のうちに酸化、さびまたは結露することがあるので、特にこれらの条件を考慮して作られたもの以外はなるべく避けること。これは、接触器のみならず、電気機器一般に対する注意事項でもある。

4. 据付けから運転まで

電磁接触器は工場において厳密な試験を経たものが、入念な荷造りをされて出荷されるが、輸送中の過度の振動衝撃または一時保管における取扱いの不備などで損傷を受けることが考えられ、入荷後の荷解き点検は慎重に行い各部に異常ないことを確認する必要がある。



第7図 アークシュートの構造

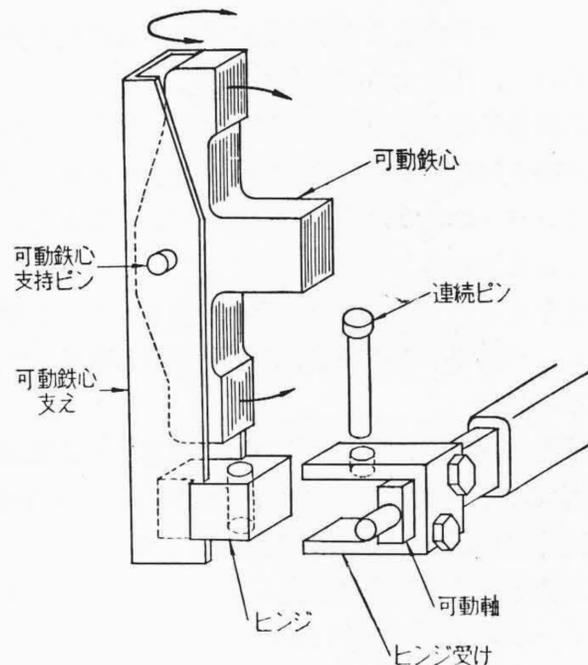


第8図 遮断特性 (三相および等価単相遮断試験結果)

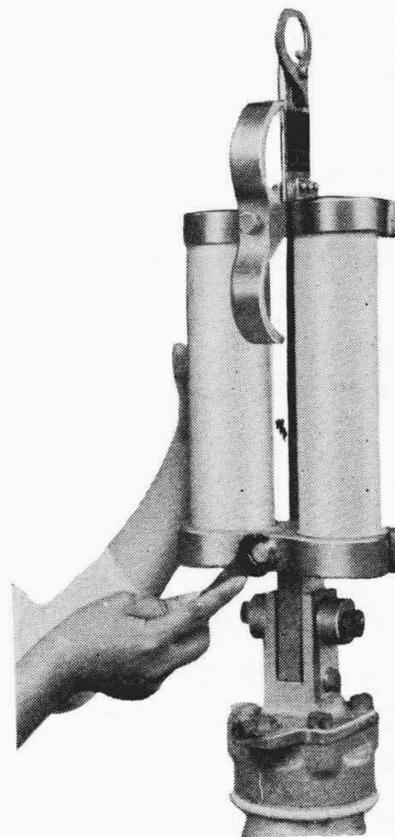
る。以下、運転にはいれるまでの点検注意事項を述べる。

4.1 荷解き後の点検

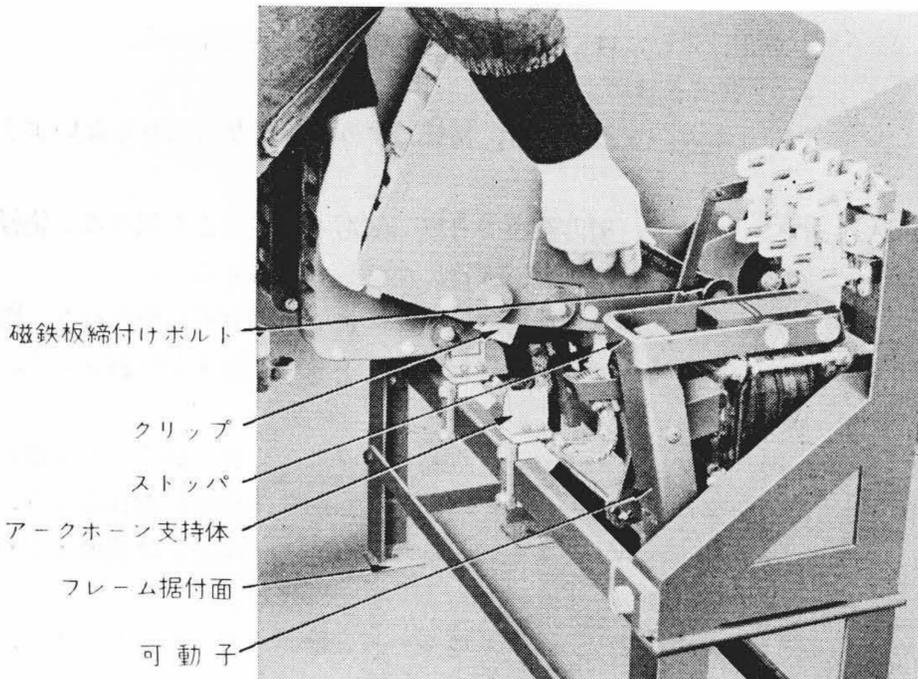
- (1) こん包を解く場合、横転したり衝撃を与えたりしないよう注意すること。
- (2) 外観上、損傷箇所の有無、変形の有無などを調べる。絶縁スピンドルの傷、き裂には特に注意して点検すること。
- (3) 隔壁を斜め上方に回転させ、接触子部分の点検を行う。隔壁を回転するには磁鉄板の締付ボルトをゆるめてから行うこと。(第11図)
- (4) 可動子を手で静かに押して、摩擦なく軽く動くことを確かめる。また、3個の接触子は同時に接触し、同時に離れるよう、調整されているが、多少の接触差(約0.5mm以内)は接触子支持金具の締付けボルトの締め具合で修正できる。
- (5) 固定接触子と可動接触子の食い違いを調べる。また、可動接触子は隔壁の中央の位置で動作することを確認する。
- (6) 各接触子の締付ボルトのゆるみおよび吹消線輪の損傷など隔壁内部に収納されるものの点検を行う。



第9図 電磁石のフルフローティング機構



第10図 限流ヒューズ



第11図 主接触子の点検

(7) 以上の点検の結果、異常ない場合は隔壁を必ずもとの位置にもどし、磁鉄板の締付けボルトを締め付けて固定する。この際、隔壁のクリップは完全にアークホーン支持体と接触するまで差し込むこと。そう入不完全のまま運転に入れると遮断不能の事故の原因となるので、注意する必要がある。

(8) 補助接触子は本体の動作に伴って軽く動作するかどうか、可動子が両接点同時に接触するかいかななどの点検を行うこと。また、操作レバーの曲りの有無、支点のピンの脱落なども注意して点検する必要がある。

(9) 隔壁をもとにもどしたのち最終点検を行う。このとき、可動子がストッパ幅の中心で動作し、ストッパと摩擦してないことを確かめること。

(10) 絶縁抵抗の測定。絶縁抵抗の値は季節または周囲条件によって変化するが、主回路は1,000 V絶縁抵抗計、操作回路は500 V絶縁抵抗計で測定し、1 M Ω 以上あれば支障ない。万一、1 M Ω 以下のときは熱気乾燥を行う必要があるが、このときはあまり過熱してコイルの絶縁劣化をきたさぬよう注意すること。

4.2 据 付 け

(1) フレームは水平面上に垂直に据付けること。据付面は締付け4箇所間に安定した条件が必要で、相互にガタがあると、締付け後、器具にひずみを生じ、電磁石の騒音、動作時の可動子の摩擦、接触子の食い違いなどの原因となる。

(2) 据付面にガタのあるときはライナのそう入によってレベル調整をしてから締め付けること。

(3) 据付場所の選定に注意し、湿気や振動衝撃が少なく、また据付後の保守点検に便利な場所とすること。

4.3 配 線

(1) 主回路の配線は電流容量に注意し、ひん繁な起動を行っても、過熱することのないよう、余裕をもたせること。

(2) 端子の処理に注意し、はんだ揚のときはターミナル内部にすき間なくはんだが充てんされるよう完全な作業を行うこと。端子締付けには特に注意し、また、接続後の絶縁処理を完全にする。

(3) 接触器端子に直接締付けを行う場合は規定のボルトを使用し、吹消線輪を短絡させぬよう、気をつけねばならない。

(4) 操作回路。外部接続を行うものは、外部で接地させぬよう、特に注意を必要とする。操作トランスの一線は箱またはキュービクル間でアースをとってあるので、外部配線でアースすると、トランス焼損の原因となる。また、操作トランスの容量は接触器の

動作に必要なパワーのみとしてあるので、外部で規定外の負荷をとってはならない。

4.4 運 転

(1) まず、主回路に負荷を接続せず、操作試験を行う。直接操作のものは「入」「切」の押ボタンまたはCSにより接触器の投入遮断作動を行い、この際、電磁石のうなりまたは摩擦などのないことを確認する。遠方操作、自動操作の場合は外部でそれぞれ投入、遮断条件を作り、異状なく動作することを確認する。また、電圧計のあるものは、その指示を調べ、また表示ランプのあるものは異状なく点灯消灯することを確認しておくこと。

(2) 操作が異常ないことを確かめたのち、電源を遮断し負荷側の接続を行う。この際、あらかじめ相回転を調べておき、電動機の相順と一致させておく。

(3) 試運転を行う際は、連絡を密にし、危険のないようにすることが第一である。直接または遠方操作により接触器を投入して電動機を運転する。この際、直接起動の電動機は投入電流が大で、電流計の指針がスケールアウトするが、負荷の慣性が小さいときはすぐ低下する。慣性が大なときは起動時、過電流継電器が動作することがあるので、この場合はいったん遮断し、ふたたび投入する。

(4) 試運転中は各計器の指示、WHMの回転、内部器具の過熱の有無などに注意し、異状あるときはただちに負荷停止、電源遮断できるよう、処置を講じておくこと。

5. 運転中の注意事項

以上で試運転が異状なく終了すればただちに実運転にはいることになるが、運転中は定期的に巡回し、機器の状態を点検し、事故を未然に防止することと、次項に述べる保守点検の際の一助とする心構えが大切である。

運転中の点検、注意事項を列挙すると次のとおりである。

- (1) 各計器の指示が適正であるか。
- (2) 表示ランプの動作に異状ないか。
- (3) 過熱、異臭はないか。
- (4) 電磁石のうなり、振動はないか。など

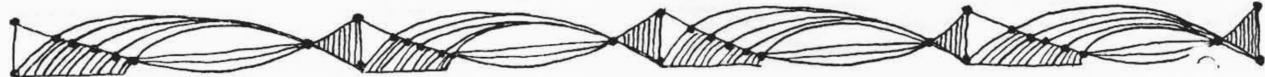
6. 保 守 点 検

無事故運転を確保するために以上述べた運転前入念な点検、据付作業が必要なことはもちろん、運転にはいったのちの保守点検が機器の寿命を支配するといっても過言ではない。機器の状態を常に最良に保ち、その性能を十分発揮させるためには少なくとも月1回の定期点検を行い、通常の運転監視では点検できない箇所まで、点検を行い、異常の有無、摩耗の具合、清掃などを実施することが大切である。以下、点検の要点を述べる

6.1 接 触 子

隔壁を第5図のように十分に上方に回転すると、接触子は容易に点検することができる。接触子は開閉ひん度が高くても、通電時の温度上昇が問題とならぬ場合は、接触面の荒損はほとんど支障ない。ただ、接触子のまわりに溶解銅粉が付着しているときは削り取る。また、接触面の荒損状態が面全体に不規則で凹凸のはなはだしきときは細目のヤスリですり合わせ、平らにする必要がある。

このような場合は回路の異常電流を繰り返して遮断していることも考えられるので、この点もあわせて調査し、異常原因を早く発見し処置することも大切である。接触子の許容消耗限度は新品の厚さの約 $\frac{1}{2}$ である。この限度を調べるためには次の方法によって行う。



すなわち可動子を手で動かして接触子が接触を始めたときから可動子が完全に密着するまでの距離が可動子の先端で約1mmのときが限度であり、この場合には接触子を新品と交換する必要がある。新品との交換はなるべく1台分全部を同時に交換し、4.1(4)で述べた方法により各極の接触差のないようにすること。

6.2 ワイピングバネ

ワイピングバネはステンレス製で接触子に規定の接触圧力を与えると同時に速断動作も行うものであるから、さび付き、損傷などのないことを確かめ、異常ある場合は新品と交換しなければならない。バネの強さは接触子の新しい状態で電磁石が完全に閉合したときの値を標準としている。

この測定は第12図に示すように、荷札線のようなじょうぶな細線または薄くてじょうぶなテープなどを接触子のほぼ中央にかけ、バネばかりで接触面に直角な方向にひっぱり、接触子が離れはじめるとき、(薄い紙を接触子の間にはさんでおき、これを軽くひっぱり紙が動きはじめたとき)のはかりの読みをとれば、これが接触圧力である。

接触圧力は次表の値を標準とする。

第1表 接触圧力およびワイブ

定格電流 (A)	接触圧力 (kg)	接触子ワイブ (mm)
200 以下	3	8
400 以下	12	11

注: ワイブとは、接触子が接触を始めてから固定接触子がないと仮定したときの可動接触子の動く距離をいい、針金のようなものを可動スピンドルに巻きつけ、先端を接触子のほぼ中央においたとき、この先端の動く距離で表わす。

6.3 隔壁

隔壁の点検および保守は、取付けと定期的耐圧点検が、その重点である。特に取付けの注意を怠ると、遮断性能を消失させ、電源相間短絡の事故に発展するおそれもあるので特に気をつけねばならない。

隔壁点検の際は第13図に示した可動アークホーンのささえと絶縁部分について注意すること。湿度の高い場所、比較的開閉ひん度の高く、特に遮断容量以上の異常電流の遮断を行ったときなどは、ささえ絶縁の劣化が考えられ、事故の因になる。したがって固定アークホーンと可動アークホーンとの絶縁抵抗および耐圧試験を定期的に行い確認しておく必要がある。

また、大電流の開閉に使用されるものは、接触子の消耗した銅粉が隔壁内面に付着する可能性があるが、その量の多いときはサンドペーパーでこすり落しておくこと。隔壁を取りはずすにはさきに述べたとおり、磁鉄板締付ボルトをまずゆるめ、隔壁を上方に押し上げ、手前上方にひっぱれば取りはずせる。取付けのときは、吹消コイルの外装絶縁を傷つけぬよう注意して磁鉄板先端を吹消コイル鉄心側面に十分押し込む。そのうち、隔壁クリップが完全にアークホーン支持体とかみ合うまで押し下げ、磁鉄板締付けボルトを締め付ける。取付け後は隔壁の固定アークホーン側のクリップが完全に固定アークホーンに接触しているかどうか再確認すること。このクリップの接触が不完全だと、3.2に述べた消弧機構がその機能を発揮できず、重大な事故を招くことになるので、特に注意しなければならない。

6.4 電磁線輪

(1) コイルの操作電源は規定値に保つこと。

電圧または周波数の変動に対しては、電圧85~110%、周波数90~105%の範囲内でいずれか一方が変化した場合でも正常な動作を保証しているが、この範囲をこえて使用するときにはコイルの過熱による焼損事故、あるいは衝撃過大による寿命の短縮となる可能性がある。この現象は過電圧や規定周波数以下で使用した場合

で、一方、電圧降下または周波数の上昇は動作不確実となり、接触器が完全に投入されぬため、過大電流によるコイル焼損のみならず主接触子の熔着、過熱の事故のもととなるので、注意が肝要である。

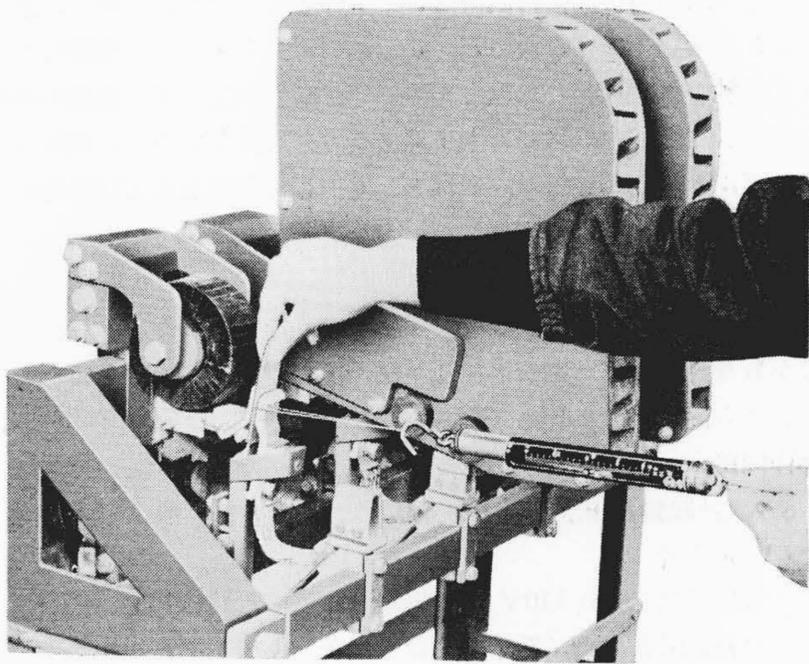
(2) 線輪の交換

あらかじめ可動子と固定子の関係位置をマークしておき、可動子を取りはずし、コイル取付ボルトをはずしてコイルを引き出せば簡単に取りはずせる(第4図参照)。コイルに金属性当板を使用したものでは取付けボルトは当板と絶縁されているので、次の組立時に当板にはりつけてある絶縁ワッシャが離れてないことを確かめる必要がある。また、コイル巻わくは金属製で一部に切割りを入れてあるので、これを短絡させぬよう注意しなければならない。なお、コイル内面には絶縁ボードがはいっているもので、これも取りはずしたままで組み立てぬようにすること。

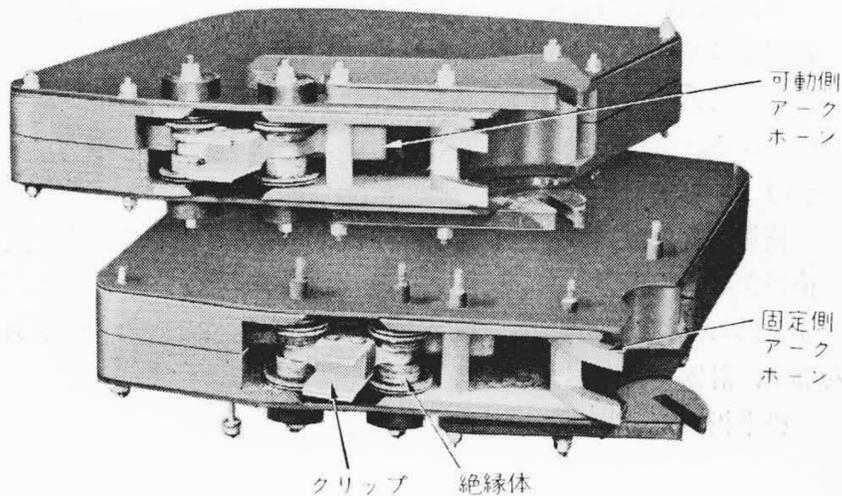
コイルの交換後は可動子を取りはずすときにマークした位置に合わせ、関係位置が変らぬよう注意して締付ボルトを締める。

6.5 鉄心接着面

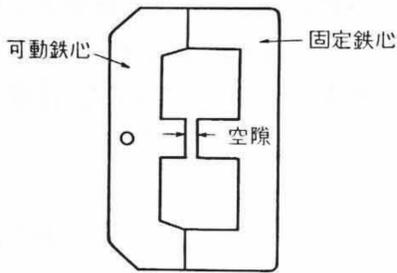
鉄心の接着面が正常な接触であることの確認、およびじんあいの除去ということも重要な保守点検の要素である。鉄心には騒音防止装置(くま取り線輪)が施されてあるが、ごみの付着、さびの発生はうなりの原因となるので、掃除しておくことが必要である。三脚鉄心の中央の脚には残留磁気による開離不能を防ぐため空げきがある。この空げきは開閉ひん度の高い場合、接着面の摩耗につれてしだいに減少し、ついに接触するに至ると開離不能となるので、接触して



第12図 保守—接触圧力測定



第13図 隔壁



第14図 可動鉄心と固定鉄心との空隙

いるかいなかを点検すること。接触している場合は鉄心面が光って見えるので、このときはほかの部分に使用に耐える状態であるならば、0.4mmくらい削れば引き続き使用して差しつかえない。空げきをあまり大きくすると電流が増加しコイル焼損の原因となるので注意しなければならない。

6.6 軸(絶縁スピンドル)

絶縁スピンドルのモールド絶縁部分はじんあい、特に鉄粉などの導電性のものが含まれたほこりがたまと絶縁不良の事故になるので、入念な掃除が必要である。この際工具などでモールド部分に衝撃を与えるとき裂が入ったり、欠損することもあり、取扱はていねいに行うこと。また特に高温の場所に使用されるもののうち、中には、モールドの経年変化による収縮のためき裂が入ることも考えられるので、点検の際には特に注意し、万一き裂発生の場合には予備と交換するか、あるいは応急措置として絶縁テープで巻いて一時的に使用し、日立製作所の営業所または工場に連絡するなど早急な対策を必要とする。

9.7 端子部の点検

各端子の締付けの良否を点検し、ゆるみのあるものは増締めを行う。主回路の締付けは特に注意し、電線を手で動かしてみ、動かぬことを確認する。点検の際、ゆるめたボルト・ナットを締付け忘れて接触不良、過熱した例もあるので、ささいな点まで点検が必要である。また、吹消線輪の端子部は空げきも少ないので、規定より長いボルトを使用したり、取付方を変更したりすることは短絡の因になるので避けなければならない。

6.8 保護装置の点検

Hマグス、コンビネーション・スタータなどにはそれぞれ保護装置が取り付けられてあるが、短絡保護継電器、過電流継電器などについても、締付けの点検、破損の有無、清掃を行い、限流ヒューズ、操作回路ヒューズは断線の有無、接触面の掃除を行う。

6.9 計器類の指示に対する点検

(1) 電圧計

電圧計は 3,300/110V の計器用変圧器に接続されているので、この電圧計と並列に標準電圧計を接続して指示を点検することができる。

(2) 電流計

電流計は負荷の容量により変流器の容量が異なるが、二次側の電流は変流器一次に定格電流を流したとき、5Aを指示する。したがって電流計と直列に標準電流計を接続して電流計の指示を点検できる。

(3) 積算電力計

積算電力計は計器の回転円板の回転速度から算出する方法で点検できる。

すなわち、標準指示電力計を接続し、一定に保持された試験電力を加え、計器の円板が1回転する時間を測定する。

標準指示電力計のよみ W(ワット)

積算電力計の円板が1回転に要する時間 S(秒)

1kWの電力を示す回転数(計器銘板に記載された計器定数)

P_1 (Rev/kWH)

PTの電圧比 T_1

CTの変流比 T_2

とすれば、試験電力は

$$W_1 = T_1 \times T_2 \times W \times \frac{1}{1,000} \quad (\text{キロワット})$$

であり、一方、積算電力計から

$$W_2 = \frac{3,600}{S \times P_1} \quad (\text{キロワット})$$

を求め、 W_1 に対し W_2 を比較すれば積算電力計の誤差を知ることができる。

7. 事故の現象およびその原因

据付時の注意、保守点検における入念な作業により、通常運転での事故の心配はきわめて少ないが、第2表におもな事故現象およびその原因を述べ、万一の事故に対応する参考とする。

第2表 事故の現象、原因および処置の一覧

No.	事故現象	原因	処置
1	接触子の異常摩耗	1 異状負荷	(イ) 回路の検討、設置変更 (ロ) 負荷点検 (ハ) 接触子交換または削正
		2 周囲ガスの影響	腐食性ガスのあるときは設置場所変更
		3 異物介在	隔壁内部、接触子点検、異物の除去
		4 コイルの過電圧による躍動	電圧を規定値にする。
		5 接触圧力不足	ワイピングパネの交換
2	接触子過熱	1 接触圧力不足	ワイピングパネの交換
		2 接触面酸化異物またはチップ荒損	(イ) 異物除去 (ロ) 接触面みがく、はなはだしときは交換
3	アークによる焼損	1 隔壁取付不良	(イ) 焼損部品交換 (ロ) 取付位置直す。 特にクリップそう入に注意のこと。
		2 吹消線輪の短絡	(イ) 隔壁、接触子点検、部品交換 (ロ) 端子締付方法変更 (ハ) 吹消線輪交換
		3 絶縁スピンドル	(イ) スピンドルの交換 (ロ) 応急的に絶縁テープ巻いて使用
		4 過電流(負荷側事故による異常電流)による接触子ジャンプ	(イ) 焼損部品交換 (ロ) 電源側にCLFそう入
4	操作コイルの過熱焼損	1 電圧の不適正	(イ) コイルの交換
		2 周波数の不適正	(ロ) 電圧の適正化、およびコイルの周波数タップ確認
		3 可動子の不完全投入	(ハ) 可動子の摩擦点検
		4 開閉ひん度の過大	
		5 コイルのレジャョート	
5	騒音	1 据付不適(ひずみまたは傾斜)	(イ) 水平面出し直し、再据付 (ロ) 締付点検
		2 くま取り線輪の断線	(イ) 電磁石部分交換、修理 (ロ) コア面異物の点検 (ハ) 操作電圧の確認

参考文献

- (1) 泉, 松村: 日立評論 38, p769 (1956)
- (2) 松村: 日立評論 42, p953 (1960)