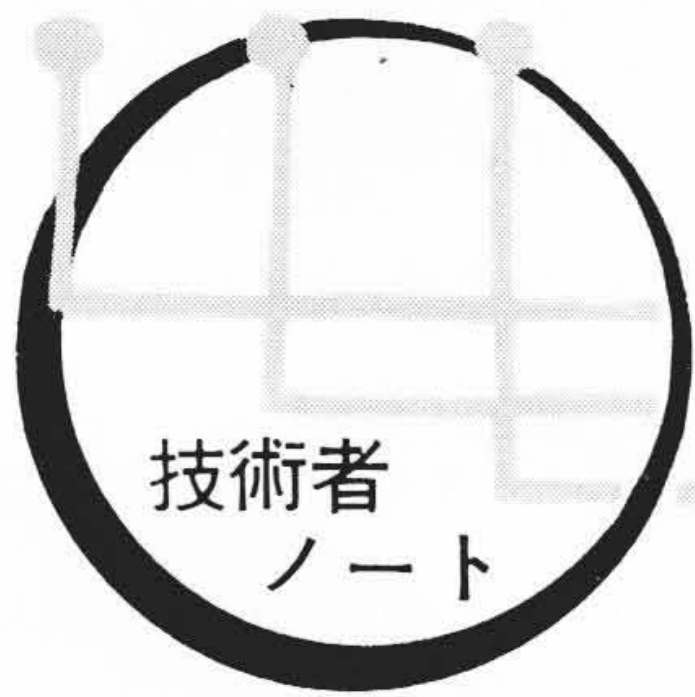


日立高速度遮断器の保守点検

Inspection and Maintenance of
Hitachi High-Speed Circuit Breaker関 田 三 郎*
Saburô Sekita

1. 緒 言

従来から直流回路の短絡保護用遮断器として、気中遮断器および高速度遮断器が用いられているが、短絡容量の大きな回路では、機器の保護の目的からすぐれた限流作用をもつ高速度遮断器を使用しなければならない。

日立製作所では高速度遮断器として、方向性遮断器だけでなく、いずれの方向の異常電流に対しても保護能力のある両方向性遮断器も製作しており、これらは電気鉄道、化学工業および製鉄用の大容量電動機の保護として広範囲に多数使用されている。

以下日立高速度遮断器の定格、構造および動作原理を説明し、その保守点検について述べる。

2. 形 式、定 格

第1表に日立高速度遮断器の形式、定格標準表を示す。またこの適用例を第2表に示す。なお取り扱いの参考用に末尾に付表1日立高速遮断器投入電流表、付表2投入回路電線表、付表3温度上昇、付表4耐電圧試験を付加した。

3. 投入、引はずし動作

第1図は高速度遮断器本体、第2図は制御盤の外観、第3、4図は電磁操作式構造説明図およびその結線図の一例を示す。

まず方向性高速度遮断器について説明すると、閉路状態において第3図(a)のように可動接触子が保持鉄心、接極子により保持され、投入バネの力で閉路している。

主回路電流は上部端子……一次吹消コイル……固定接触子……可

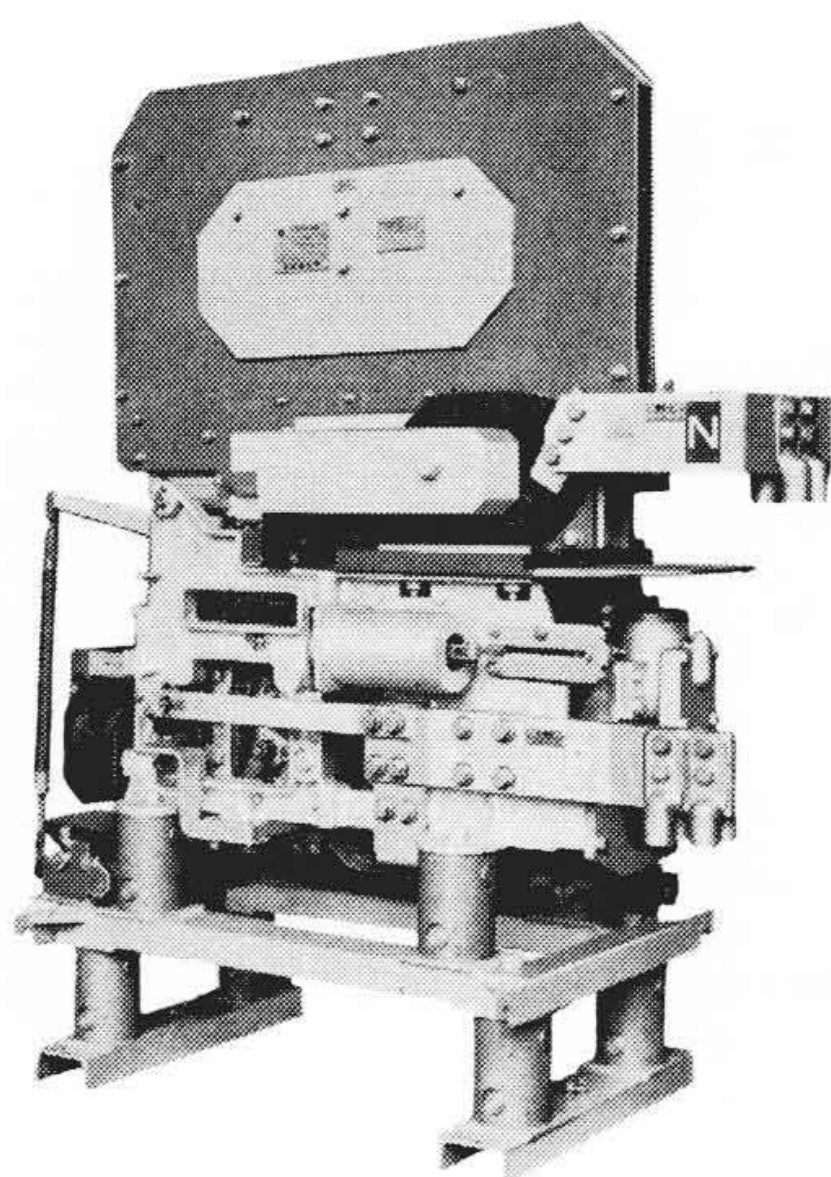
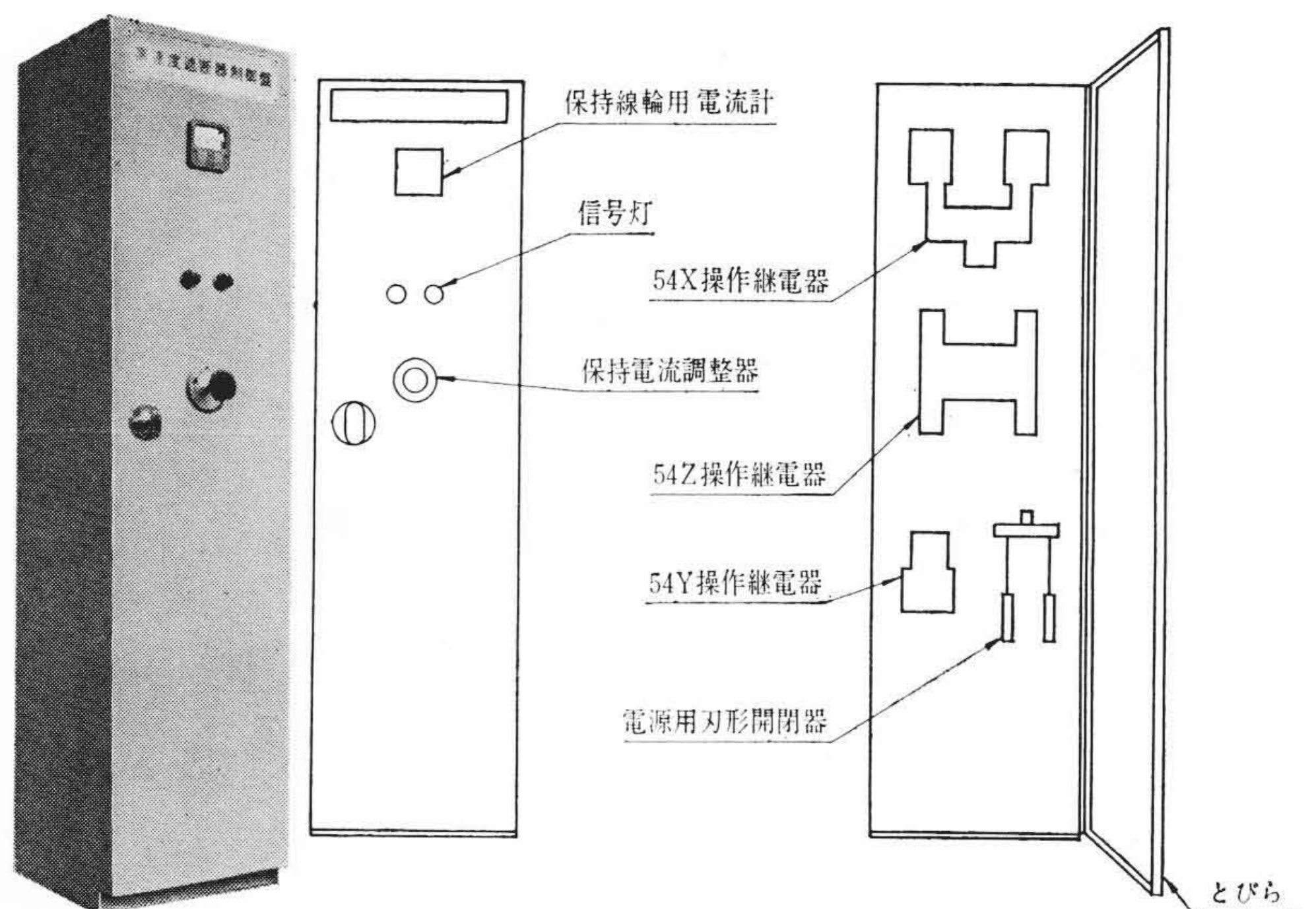
第1表 形式、定格標準表

形 式	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	動作電流目盛 (A)	備 考
HD	GM (GPA)	1,500	1,000 2,000 3,000	1,000 以下の一点
			4,000 6,000 8,000	
	GM	1,500	1,000 2,000 3,000	1,000～1,500間の一点 1,500～2,000間の一点
			4,000 6,000 8,000	
HB	OM (OPA)	1,500	1,000 2,000 3,000	1,000～2,000 2,000～4,000 3,000～6,000
			4,000 6,000 8,000	
	OM	1,500	4,000 6,000 8,000	4,000～8,000 6,000～12,000 8,000～16,000
			2,000 3,000	
HB	O ₁ MA (O ₁ PA)	1,500	2,000 3,000	動作電流目盛範囲は定格電流値とし、定格電流の100%, 150%, 200%の3点とする。
			4,000 6,000	
	O ₁ GMA (O ₁ GPA)		正方向は上記動作電流目盛(定格電流の100～200%)とし、逆方向は正方向最大目盛の25%以下とする。	

形の説明 HD: 方向性遮断器
HB: 両方向性遮断器
式の説明 GM: 逆流保護用
OM: 過負荷保護用
O₁GMA: 正方向は過負荷保護用、逆方向は逆流保護用
O₁MA: 正方向、逆方向とも過負荷保護用
() 内は圧縮空気操作方式

制 御 盤 形 式

形 式	
CF	A 操作電源を主回路より取る方式で一般に DC 1500V, 750V, 600Vがある。
	B 操作電源を別に設けられた直流電源より取る方式で一般に DC 100Vである。

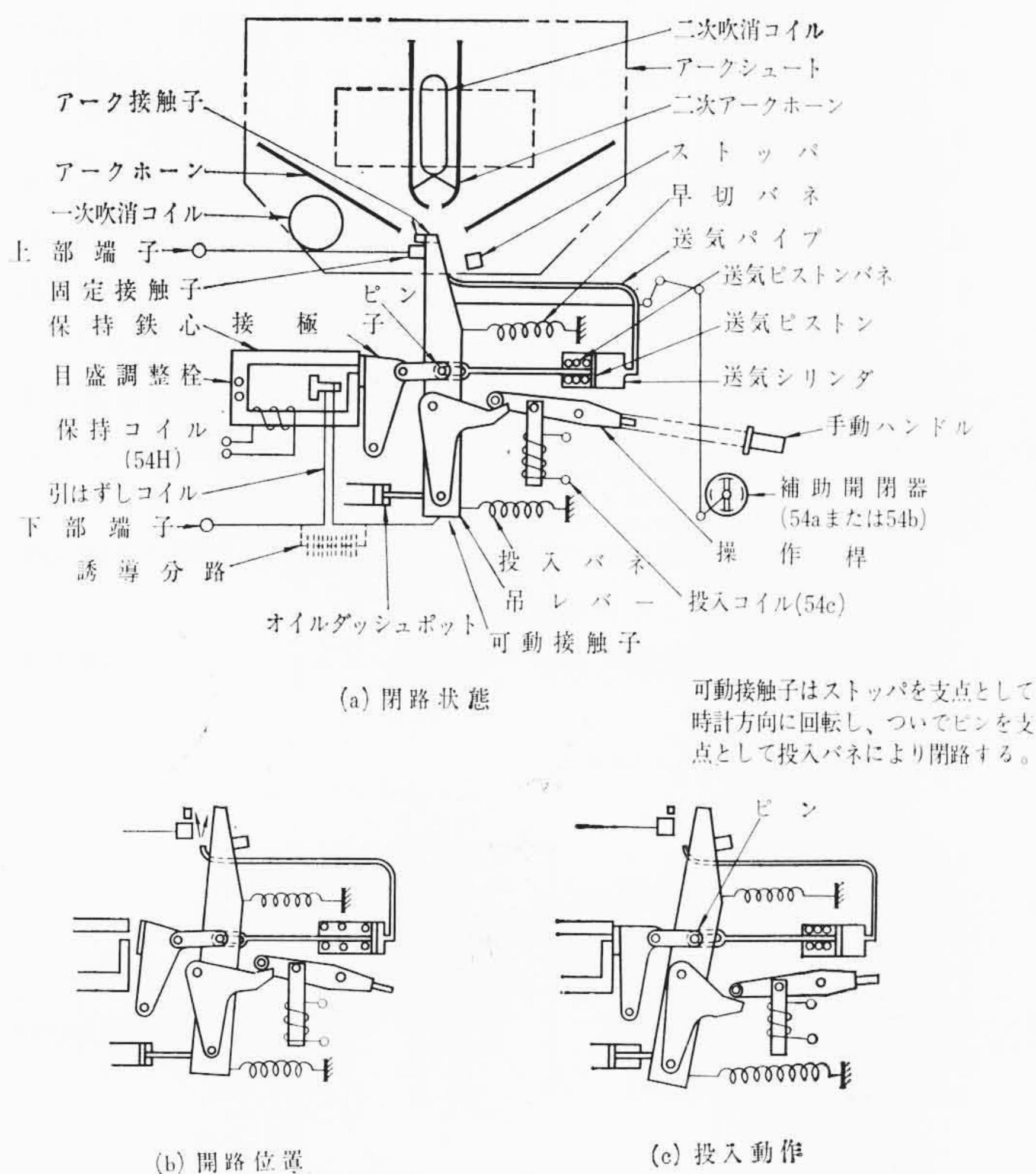
第1図 HB形 O₁GMA式 1,500 V 3,000 A
日立高速度遮断器

第2図 CF形B式日立高速度遮断器用制御盤

* 日立製作所国分工場

第2表 日立高速度遮断器の適用例

使用場所	形	式	備考
回転変流機	正極側	HD GM (GPA)	
	負極側	HD OM (OPA)	
水銀整流器	正極側	HD GM (GPA)	
ロハ回路		HD OM (OPA)	
電鉄き電線		HD OM (OPA)	
シリコン整流器	正極側	HB O ₁ GMA (O ₁ GPA)	(非対称特性)
製鉄圧延用 直流電機		HB O ₁ MA (O ₁ PA)	(対称特性)
き電線タイポスト		HB O ₁ MA (O ₁ PA)	



第3図 電磁操作式構造説明図(方向性遮断器)

動接触子……引きはずしコイルおよび並列に結ばれた誘導分路……下部端子を通して流れる。

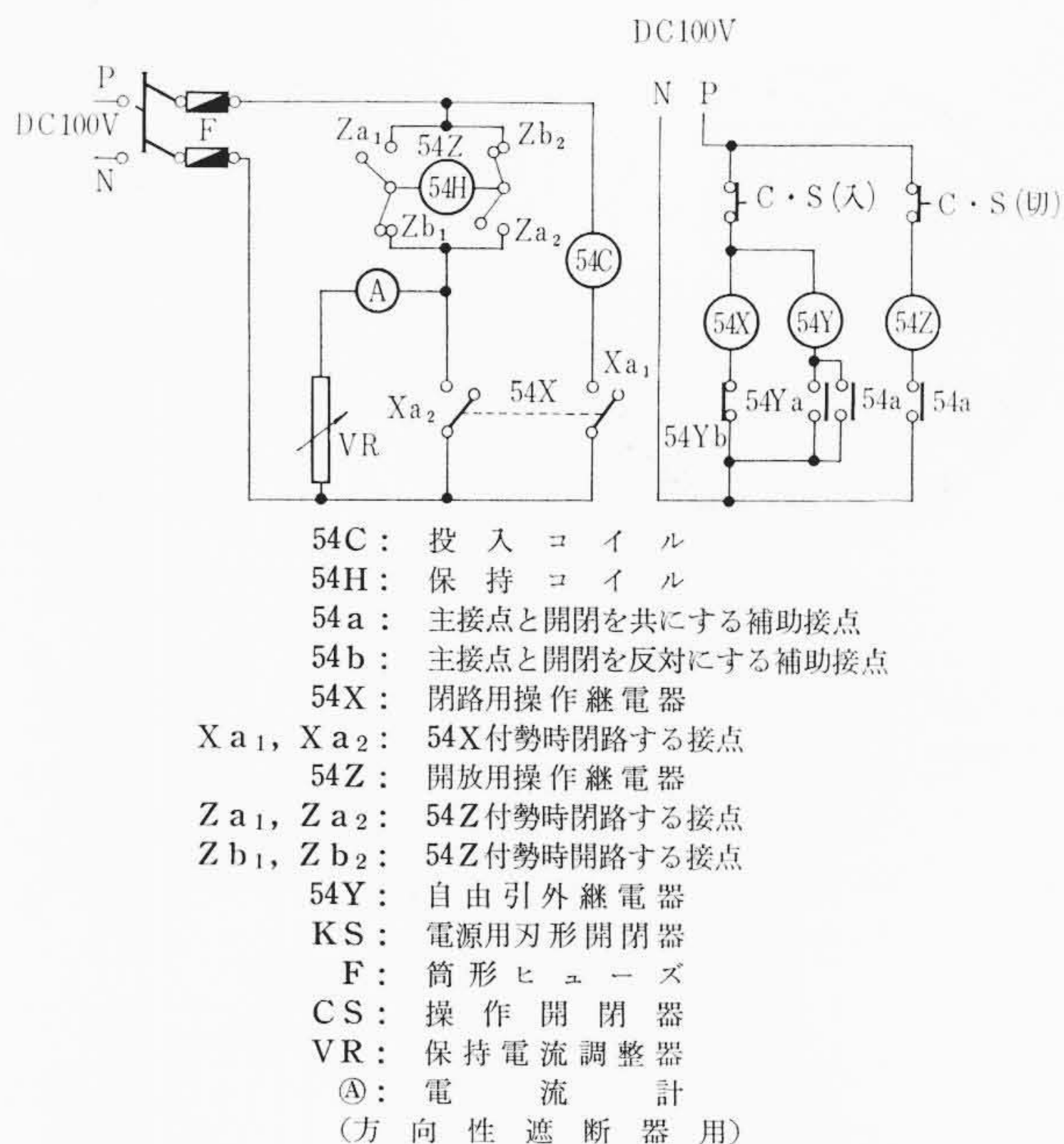
いま回路に異常電流が流れると、引きはずしコイルおよび誘導分路の組み合わせにより選択性をもって接極子が引きはずされ、可動接触子は早切バネによって高速度に運動し、主接触子ついでアーク接触子の順に開離する。このときアーク接触子間に発生したアークは、一次吹消コイルが作る強い磁束によってアークシュート上部に駆動され、二次アークホーンに達すると、二次吹消コイルが励磁されてさらに引き伸ばされ、冷却されて消弧する。小電流の遮断には、空気吹付装置でアークに空気を吹き付けて駆動させる。

両方向性遮断器は、保持鉄心、接極子部分が異なるのみでほかの動作原理は方向性遮断器と同一である。

3.1 投入動作

第3図(b)開路状態および第4図操作結線図について説明する。

C S (入)操作で54Xが動作し、投入コイルが励磁されると、可動



第4図 CF形B式操作結線図

接触子はストップを支点として投入バネに打ち勝って時計方向に回転し、第3図(c)のように接極子が保持コイルによって励磁されている保持鉄心に押し付けられて吸着される。このとき、可動接触子よりの連係動作で補助開閉器のa接点が閉じるので、54Yが動作し投入コイルの励磁が解かれるが、接極子が保持鉄心に吸着されているため、可動接触子は投入バネにより、ピンを支点として反時計方向に回転し閉路する(第3図(a))。

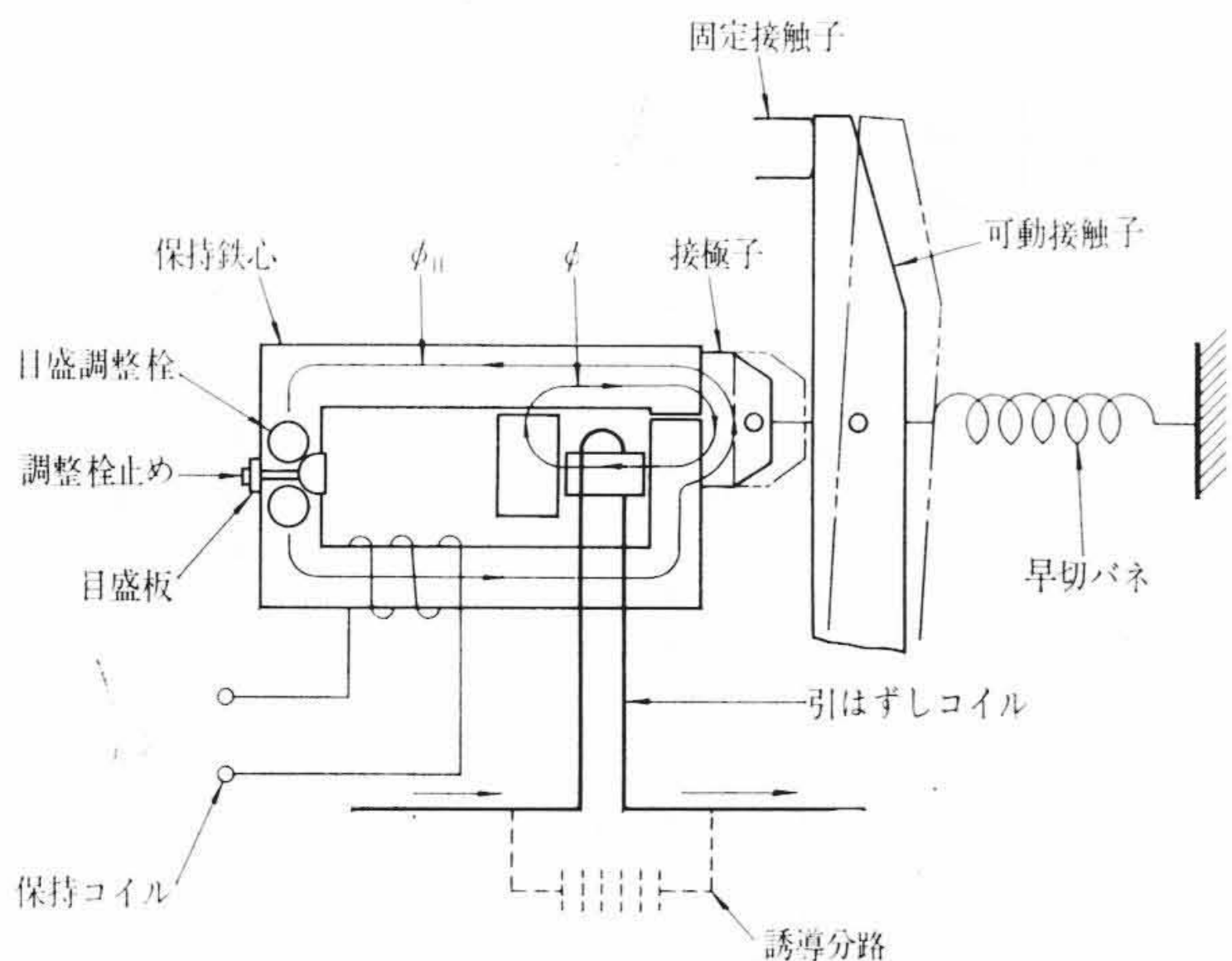
以上の投入動作を円滑に行なわせ、接極子に衝撃を加えないようにオイルダッシュポットが取り付けられている。

空気操作式のものには投入用コイルの代わりに操作ピストンを設けてあり、電磁弁を動作させて5 kg/cm²の圧縮空気をピストンに加え、可動接触子を押す、接極子が吸着されると、シリンダ内の圧縮空気を徐々に放出しながら投入動作を行なわせるので、オイルダッシュポットは付属していない。

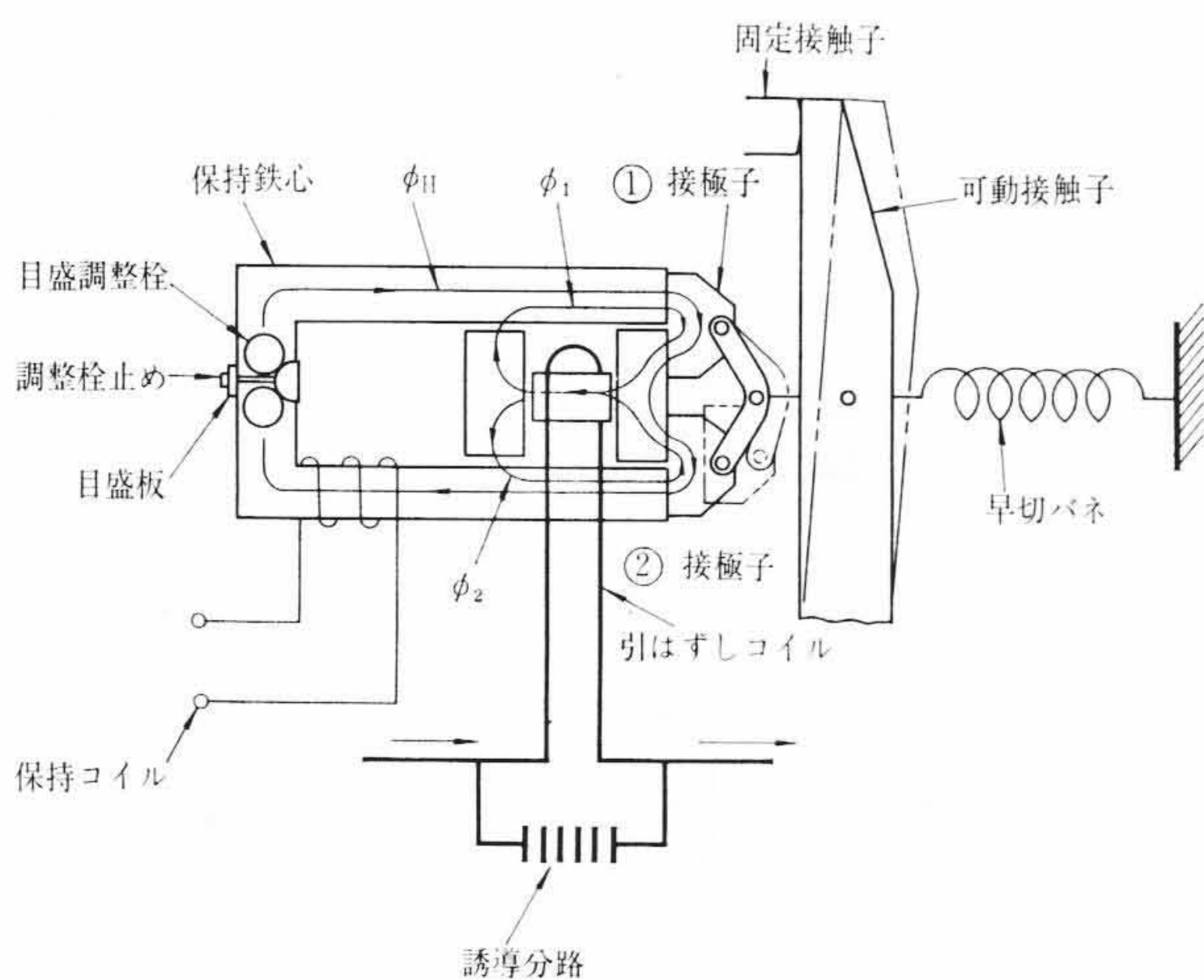
3.2 引きはずし動作

引きはずし動作原理を方向性遮断器について説明する(第5図)。

常時、可動接触子は保持電磁石により早切バネに打ち勝って閉路



第5図 方向性遮断器引はずし構造図



第6図 両方向性遮断器引はずし構造図

位置に保持されているが、回路に異常電流が流れると、接極子においては、引はずしコイルによる磁束 ϕ が保持磁束 ϕ_H を打ち消す方向に働くので、保持力を失い、可動接触子は早切バネによって引きはずされる。両方向性遮断器は第6図に示すように、引はずし部分に正方向用、逆方向用の2個の接極子をもち、正および逆方向の異常電流を個々に検出して引はずし動作を行なう構造である。すなわち異常電流が矢印の方向に流れると、引はずしコイルによって磁束 ϕ_1, ϕ_2 が生じ、接極子①では保持磁束 ϕ_H と ϕ_1 が合成され保持力が增加するが、接極子②では ϕ_H, ϕ_2 は打ち消し合い、保持力が消滅し、早切バネによって引はずし動作が行なわれる。反対方向の電流が流れると、 ϕ_1, ϕ_2 の向きが反対となり、接極子①側で、 ϕ_H, ϕ_1 が打ち消し合って引はずしが行なわれる。

3.3 手動引はずし

方向性遮断器ではCSの操作により54Zを動作させ、保持コイルを逆励磁させるが、この瞬間保持力が失われ開放動作する。

両方向性遮断器は、自己保持現象が皆無であるため、保持電流を断つのみで逆励磁を行なわない。

3.4 選択性

過電流保護用遮断器は、短絡電流のような突進率の大きな電流（たとえば 3×10^6 A/s）が流れた場合、電流目盛値に到達する前に開放動作を起こし、単なる過負荷電流と選択して遮断する性質（選択性）を備えている。

選択性は第5, 6図のように、引はずしコイルと並列にインダクタンスの大きい誘導分路を接続しておき漸進電流では、引はずしコイル、誘導分路、おのおの抵抗に反比例して分流するが、突進率

の大きな電流に対しては、誘導分路のインダクタンスのため、大部分の電流が引はずしコイルに流れるので、目盛値より低い値で開放動作を開始することができる。

3.5 制御盤

遮断器には以上の操作に必要な操作継電器類、電源用刃形開閉器、ヒューズを内蔵し、ドア表面に保持コイル用電流計、調整抵抗器、開閉表示燈を付けたキュービクル形制御盤(第2図)を付属させるのが標準である。

4. 各部の構造および保守点検の要領

4.1 接触子部分

接触子部分は第7図のように主接触子とアーク接触子よりなり、アーク接触子は主接触子に先だて閉路し、遅れて開離するよう2~3mmのワイブをもたせてある。主接触子には通電容量を増大するため純銀板を張って接触面の経年変化を防止している。

アーク接触子には銅、タングステンの焼結合金を用いてあるので、大電流の投入、遮断においてもアークによる損傷が軽微である。

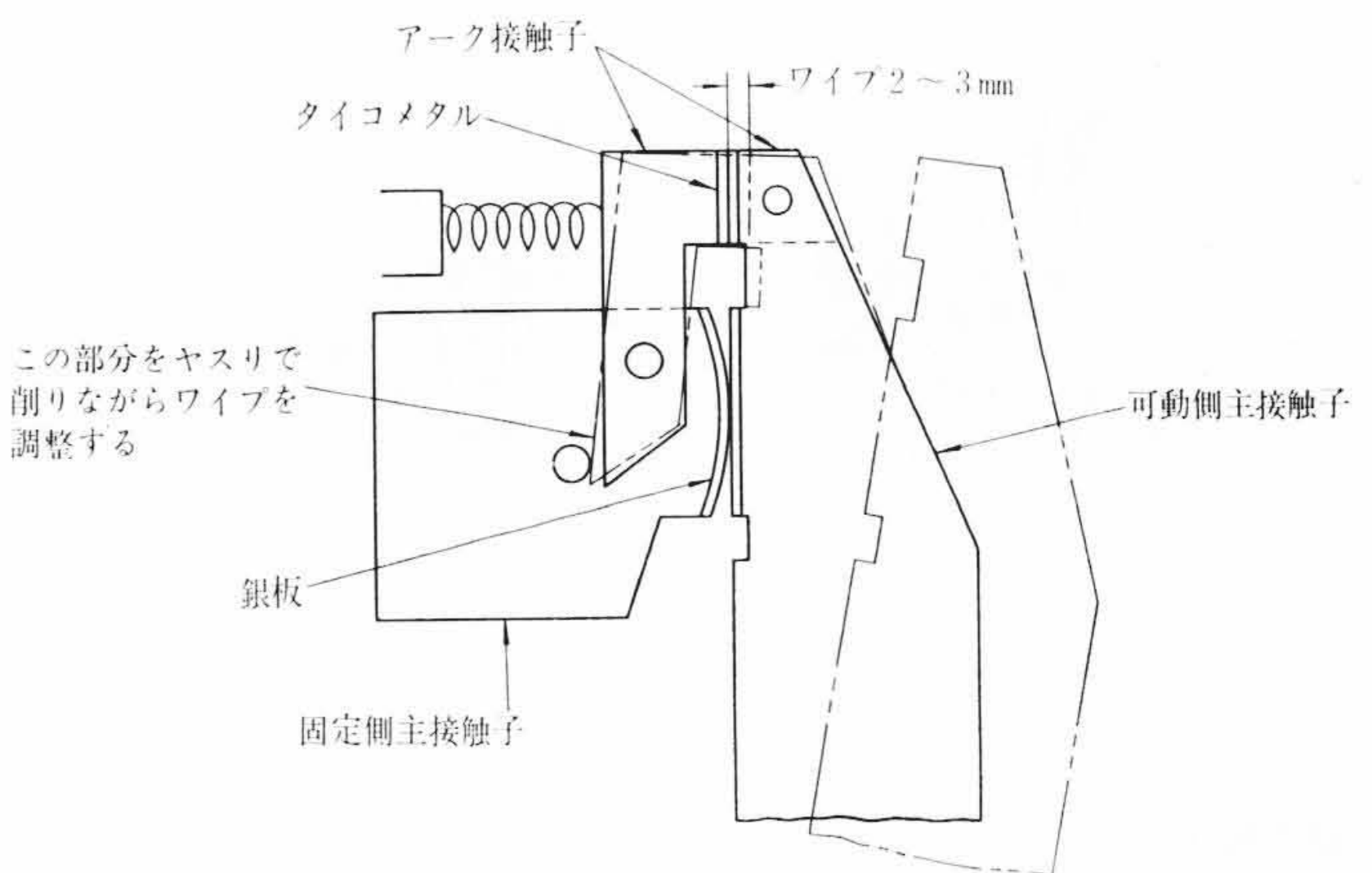
短絡電流を遮断した場合および負荷電流を50回以上遮断した後は、アーク接触子のワイブの確認(1mm以下は再調整、または取り替え)をし、接触面が損傷している場合は紙ヤスリまたは細目のヤスリで原形にならって修正する。

損傷のはなはだしいアーク接触子をそのまま使用し続けると、主接触子が損傷することがあるので、早めに予備品と交換すること。

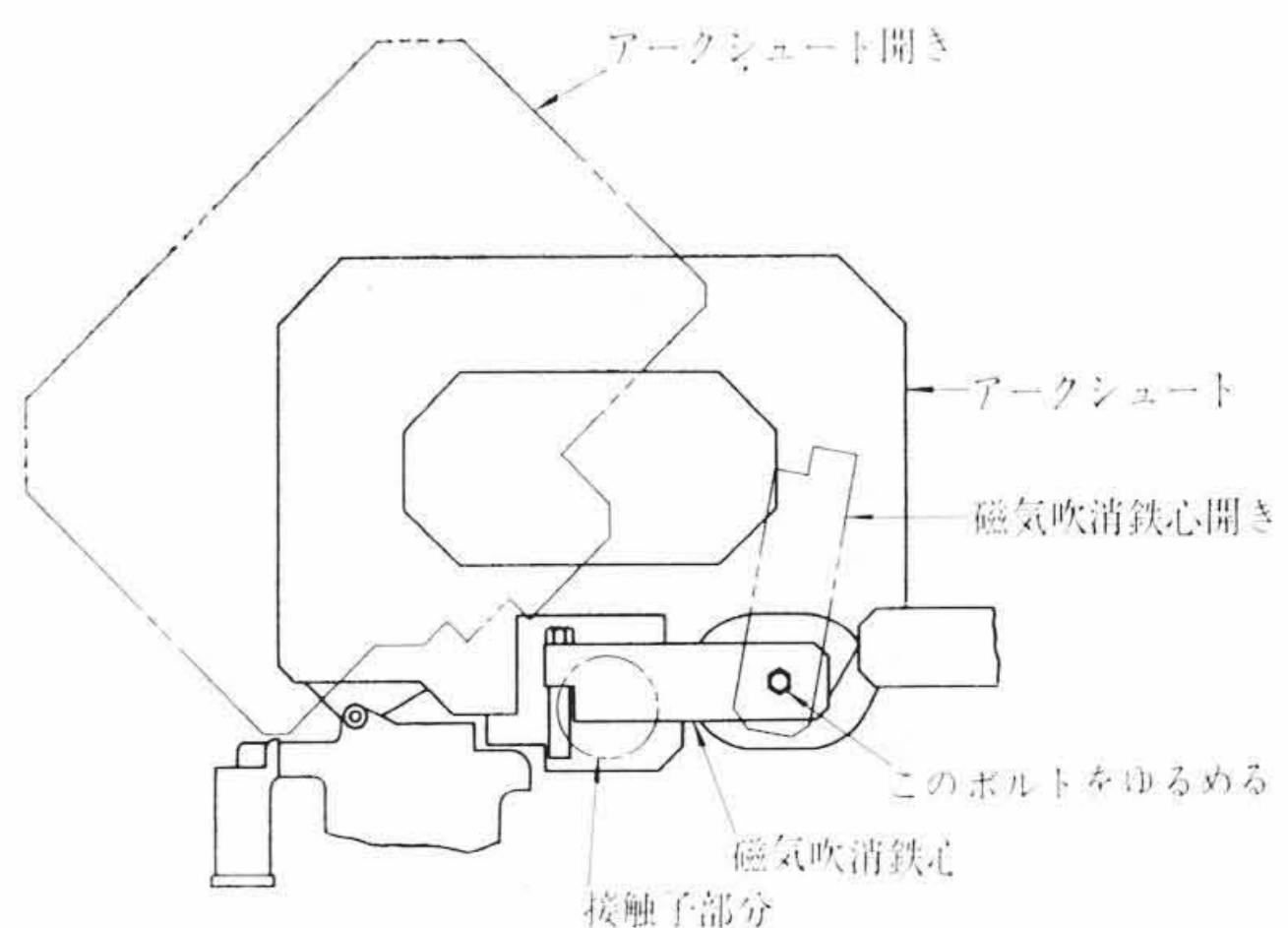
交換した際には必ずワイブを規定値にあるよう調整する。

点検、手入の際は第8図のようにアークシュートを開けば磁気吹消鉄心を取りはずすことができる。

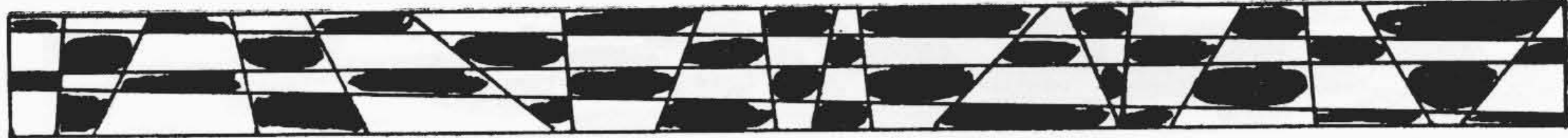
また遮断器を閉路状態におき、手動ハンドルにより上下に操作す



第7図 接触子部分構造図



第8図 アークシュートおよび接触子部分点検図



ると可動接触子が開閉するので、ワイプの測定をすることができる。

4.2 アークシュート

アークシュートは、遮断時におけるアークを吹消コイルの磁束によって引き伸ばし、冷却させて消滅させるため耐アーク性のよいアスベストセメント板を内張りし、接触子部分の周囲は特に耐熱性、機械的強度、絶縁耐力にすぐれたジルコン磁器またはマイカレックスを使用している。

大電流遮断または負荷電流を数多く遮断した後は、アークシュート内面に金属粉が付着する場合があるが、これは極間の絶縁抵抗を低下させるので、接触子の周囲(内面)をできるだけ広範囲に紙ヤスリですり落し清掃する。アスベストセメント板の変色は遮断性能になんら影響がない。

4.3 小電流遮断用空気吹付装置

高速度遮断器は小電流遮断の際には磁気駆動が弱くなる。特に遮断器に大電流を通电後、逆方向小電流を遮断する場合には磁気吹消鉄心の残留磁気によりアークが下方に駆動されることがある。空気吹付装置はこれらの小電流遮断の際に送気シリンダ内の空気を接触子間に吹き付けて、アークを駆動し消弧させるものである。

点検時は第8図のようにアークシュートを開き、遮断器を開閉させ接触子間に空気が吹き付けられているか、また送気ピストンが円滑に動作しているかを調べる。

4.4 電流目盛と目盛試験コイル

電流目盛は主回路の電流を徐々に増加させて(漸進電流)遮断器が引はずし動作したときの電流値をいうが、電流目盛の確認を現地で行なうのは困難であるため、目盛試験コイルを引はずしコイル内部に設け、低圧、低電流で等価的に引はずし磁束を発生させて目盛チェックを行なうことができる(第9図に対照例を示す)。

目盛チェックの際は下記の順序で測定を行ない、銘板記載値(または試験成績表)を確認する。万一狂いが生じた場合は、目盛調整プラグをぬきさして銘板記載値で引はずし動作が行なわれるように調整する。調整後は調整プラグ止めで固定しておく。

目盛試験の順序と注意事項

- (1) 目盛試験コイルの極性は端子記号S₁を+側、S₂を-側とする(両方向性遮断器は電線接続図参照のこと)。
- (2) 保持電流を定格値に合わせる。
- (3) 電源はできるだけ電圧に脈動のないもの(たとえば蓄電池)を使用する。
- (4) 電流計は0.5級以上のものを使用する。
- (5) 電流の増し方は電流値が読み取れる程度にゆっくり上げ第9図の例により等価的に動作電流目盛を読む。
- (6) 試験コイルは1分定格なので連続して使用しないように注意する。

4.5 保持電磁石部分

遮断器が閉路状態では、第5,6図のように保持磁束φ_Hは早切バ

ネに抗して接極子を保持鉄心に吸着させて、一つの磁気回路を形成している。保持電流が一定であればφ_Hも一定であるが、目盛調整プラグをぬきさしすると磁気抵抗が変化し、φ_Hを増減することができ、したがって引はずし動作電流値(電流目盛値)を変化させることができる。目盛値は目盛調整プラグのぬきさしの長さで決定される。

保持鉄心と接極子の吸着面は非常に精密な研磨がなされており、じんあいの付着、さびなどによる吸着状態の変化は、磁気抵抗の変化、すなわち目盛の変化となる。この吸着面にはさび止用グリースを塗布して納入するので、使用時は揮発性油を含ませた布で取りさったあと、乾いた布で十分に拭き常に清浄にしておかねばならない。

油布で拭くとほこりをつける結果になるのでやめていただきたい。万一さびを生じた場合は細かい紙ヤスリで平均にすり落とし、さらに少量の油を含ませた布で拭い落した後、乾いた布で油気を十分にぬぐい取る。

4.6 制 御 盤

運転中は常に保持コイル用電流計が朱線位置(定格保持電流値)を指示しているよう調整抵抗器で調整する。

操作継電器は時々清掃を行ない、軸受、ピン部分に給油をする。また接点の手入れは紙ヤスリでみがく。

5. 点 検 基 準

5.1 購入時の点検

点 検 項 目	点 検 要 点
外 観 点 検	購入現品の確認 付属品、予備品のチェック 輸送中の損傷の有無

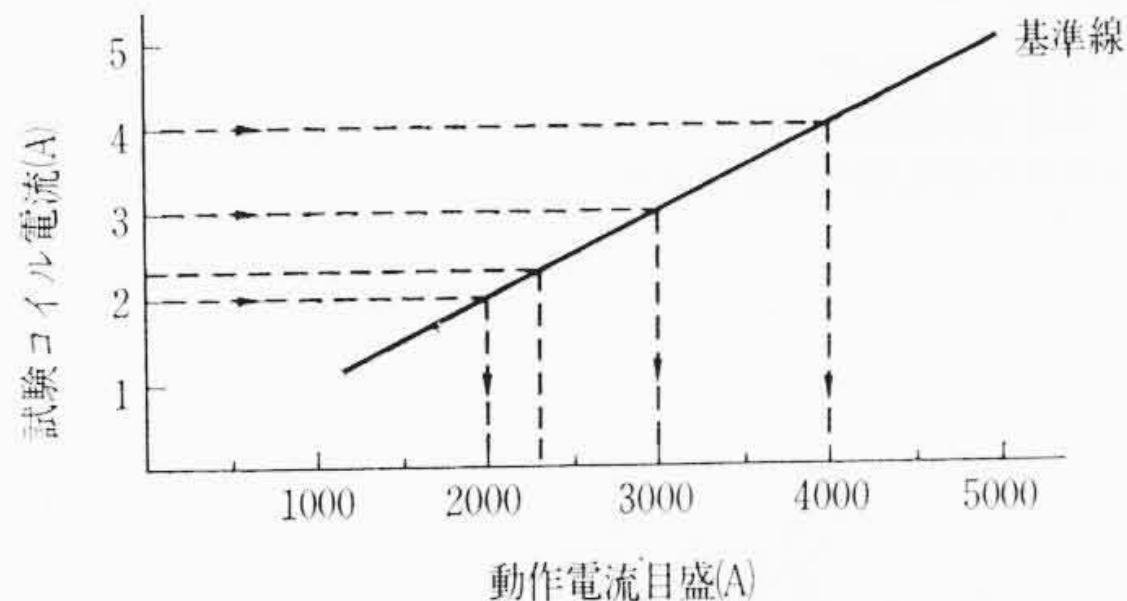
5.2 運転前の点検

点 検 項 目	点 検 要 点
外 観 点 検	据付工事の際の損傷有無 据付工事の際のじんあいの清掃
保 持 電 磁 石	吸着面の清掃 目盛調整プラグ設定値の確認
操 作 試 験	操作回路のチェック 手動ハンドルによる投入動作の確認 操作継電器の動作確認 無負荷開閉操作
絶 縁 抵 抗 測 定	主回路導体と対地間 開放状態の端子間 制御回路と大地間

5.3 巡 視 点 検

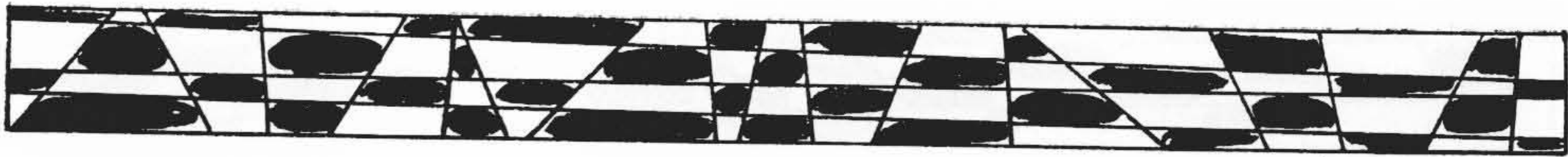
通电中は遮断器全体が帯電されているので絶体に触れないよう注意すること。

	点 検 項 目	点 検 要 点
遮断器	絶 縁 物 温 度 上 昇 動 作 目 盛 其のほかの異常	じんあいの付着による汚損、湿気の有無 端子、締付部近傍の導体の変色 動作目盛の指示 異常音、異臭
制 御 盤	保 持 コ イ ル 用 電 流 計 開 閉 表 示 灯	定格保持電流の確認 指示



- 対照例：(1) 銘板記載値(または試験成績表)の動作電流目盛-試験コイル電流の関係より基準線を引く。
(2) 動作電流目盛2,000Aの調整位置で試験コイルによる測定値が2.3Aであったとすると、動作電流値は2,300A相当である。

第9図 目盛と試験コイル電流値対照例



5.4 定期点検手入

じんあいの程度、負荷電流開閉ひん度に応じて基準年数を短縮する。

	分類	点検手入要領	基準年月	
			年	月
普通点検手入	接触子の部分	ワイプの点検，調整		3
	保持電磁石	吸着面の清掃		1
	アークシュート	じんあい，金属粉の清掃		6
	操作部分	じんあいの清掃 各軸受ピンの注油 各スプリング 補助開閉器 オイルダッシュポットの制動力の確認	1	
	制御盤	操作継電器の軸受ピンの注油 操作継電器の接点手入	1	
細密点検手入	絶縁抵抗測定	主回路導体と対地間 開放状態の端子間 制御回路と大地間	3	
	動作目盛	試験コイルによる目盛値チェック	3	
	制御盤	操作継電器最小動作電圧測定 電流計の精度確認	3	

5.5 臨時点検手入れ

上記の定期点検のほかに次のような場合には臨時点検手入れをしなければならない。

操作に不具を生じた場合	定期点検手入れの項目のほか 最小投入電圧測定 最小保持電流測定
巡視点検による異常を発見した場合	細密点検手入れ
短絡電流を遮断した場合	アーク接触子の手入れまたは取り替え アークシュートの清掃
負荷電流を50回以上遮断した場合	アーク接触子ワイプ点検
負荷電流を500回以上遮断した場合	アークシュートの清掃

6. 結 言

以上，日立高速度遮断器の構造，原理，保守基準について述べたが遮断器の諸性能は適切な保守点検を行なってはじめて長年月保証されるものである。

使用者各位においては構造，原理の理解はもちろん保守の重要性を認識され，適切な取り扱いが行なわれるようお願いする次第である。

付表1 DC 100V 操作日立高速度遮断器投入電流表

形 式	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	投入電流 (A at 30℃)	投入コイル励磁時間 (s)
HD OMまたはGM	1,500	1,000	46	約1
	1,500	2,000		約1
	1,500	3,000		約1
	1,500	4,000	87	約1
	1,500	6,000		約1
	1,500	8,000		約1
HB O ₁ MA または O ₁ GMA	1,500	2,000	61	約1
	1,500	3,000		約1
	1,500	4,000	26	約1
	1,500	6,000	33	約1

付表2 投入回路電線表 単位 mm²

投入電流	電源より遮断器までの往復線長					
	50m 以下	100m以下	150m以下	200m以下	250m以下	350m以下
30A 以下	8	14	14	22	30	50
50A 以下	8	22	30	38	50	60
75A 以下	14	30	38	50	60	100
100A 以下	22	38	50	80	100	150

付表3 温 度 上 昇 (JEC-152 抜すい)

場 所	温度上昇限度
導 電 部	60
接 触 子 (他 力 接 触)	銅 接 触 の 場 合 40
	銀 接 触 の 場 合 75
導 体 接 続 部	銅 相 互 間 40
	錫またははんだめっき相 互間 60
	銀めっきまたは銀貼り相 互間 65
端 子	40
絶 縁 部	A 種 絶 縁 50
	E 種 絶 縁 65
	B 種 絶 縁 70
	H 種 絶 縁 105

基準周囲温度は 40℃ とする。

付表4 耐 電 圧 試 験 (JEC-152 抜すい)

機 器 の 部 分		高速度遮断器の各定格電圧に対する商用周波試験電圧			定格電圧 1,500V 高速度遮断器に対する衝撃試験電圧波高値
加 圧 側	接 地 側	600V	750V	1,500V	
主接触子正極側	主接触子負極側	2,200V	2,500V	5,500V	12 kV
主接触子負荷側	主接触子正極側				20 kV
導 電 部	操作装置の導電部				
	支 持 わ く				
支 持 わ く*	接 地 部				
	操作装置の導電部				
操作装置の導電部**	接 地 部	1,500V	1,500V	1,500V	5 kV***

* 二重絶縁のものに限り行なう。

** 操作装置の電源を主回路より供給する場合は，導電部の一部として取り扱う。

*** 操作装置の導電部が遮断器本体に直接取り付けられた部分に限る。