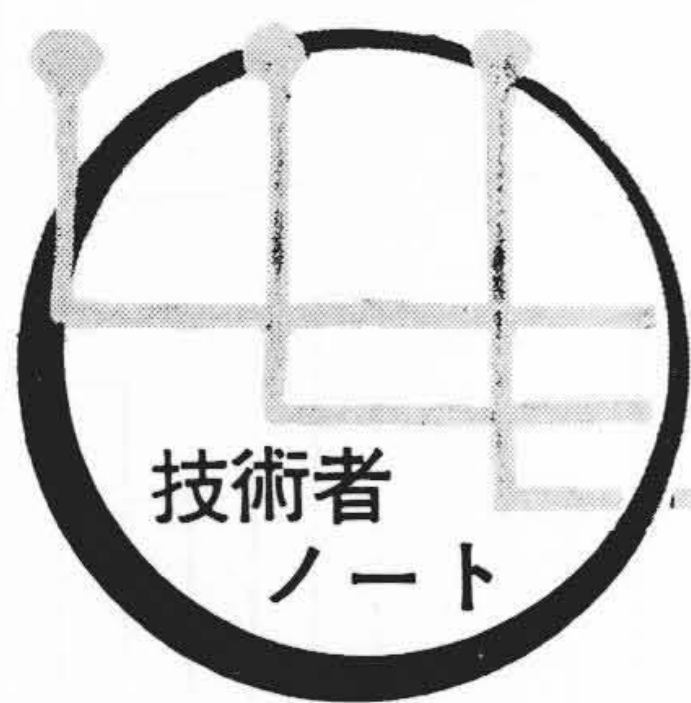


3DCB形引出形日立低圧気中遮断器の保守点検について

Maintenance and Inspection of Type 3 DCB
Hitachi Low-Voltage Air Circuit Breakers



斎 藤 修*
Osamu Saitō

1. 緒 言

3DCB形（引出形）日立低圧気中遮断器は600V以下で使用される大容量の気中遮断器である。この遮断器はメタルクラッドに組込まれて使用され引出形になっており、小形で大きな遮断容量をもっているばかりでなく、長時限、短時限、瞬時引外特性をもつ過電流引外装置を装備し、用途に適した選択遮断を行うことができる。以下、構造および動作特性を説明し、その保守点検について述べる。

2. 3DCB形低圧気中遮断器の構造および動作

3DCB形低圧気中遮断器の外観を第1図に、内部構造を第2図に示す。メタルクラッド内蔵に適するように遮断部、アークシュート、操作機構部、過電流引はずし装置およびその他の付属品が小形化され、かつ立方形にまとめられている。一次端子は水平方向に引出され、断路接触子を兼ねている。また遮断器側面には遮断器移動用の車輪を付け、引出装置によって容易に引出することができる。

2.1 遮 断 部

遮断部は主接触子とアーク接触子よりなり、遮断器投入の場合には、まずアーク接触子が閉じ、ついで主接触子が閉じる。この場合、電流は第2図に点線で示すとおり、一次端子—主接触子—過電流引はずしコイル—一次端子というループを画いて流れる。主接触子は一極分を数個のピースにわけ、純銀板を張って銀接触とし、通電容量を大きくするとともに経年変化を防いでいる。遮断器開路の場合に

は主接触子が開き、ついでアーク接触子が開くが、アーク接触子には銀-タングステンの焼結合金を張ってあるので、大電流遮断時の損傷はきわめてわずかである。遮断部の各部品は絶縁板上に組立てられており、絶縁板は大地および相間の絶縁を受持つとともに、短絡電流によって発生する大きな電磁力、および操作力に耐えるような機械的強度を有している。

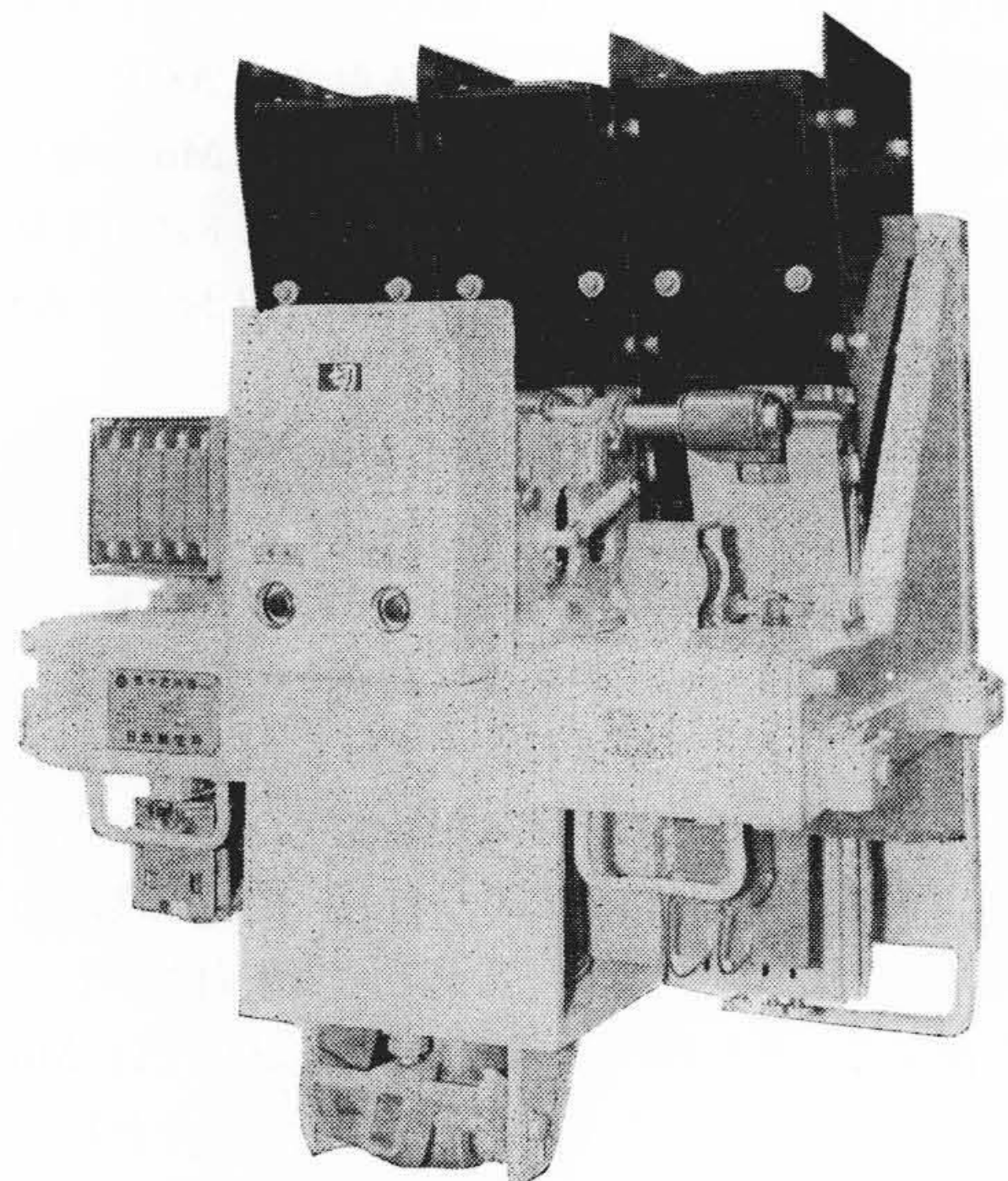
2.2 アークシュート

アークシュートは鉄板の消弧グリッドを耐熱性、熱伝導度、機械的強度などにすぐれたジルコン磁器ではさんだ構造になっている。消弧グリッドはV字形のみぞによりアーク接触子間に発生したアークをおのずからアークシュート内に引込み、ジルコン磁器と両者合まってアークを急速に引き伸し、冷却消弧することができる。

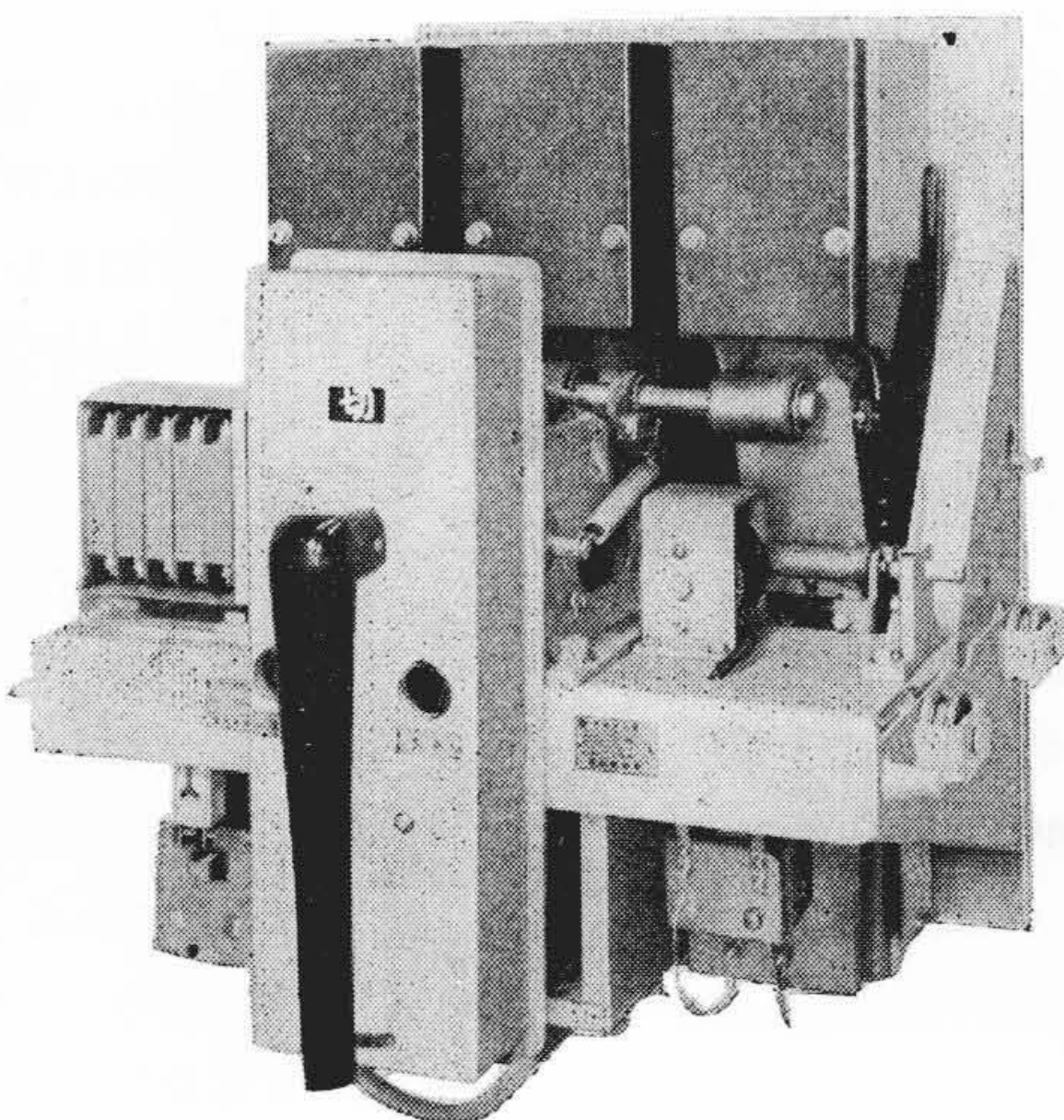
2.3 操 作 機 構 部

操作方式には手動式と直流電磁石操作式があり、いずれも機械的および電気的トリップフリー構造になっている。3DCB-25A、3DCB-50形は投入用手動ハンドルがメタルクラッド前面とびらより外部に出ており、容易にかつ安全に手動操作ができる。

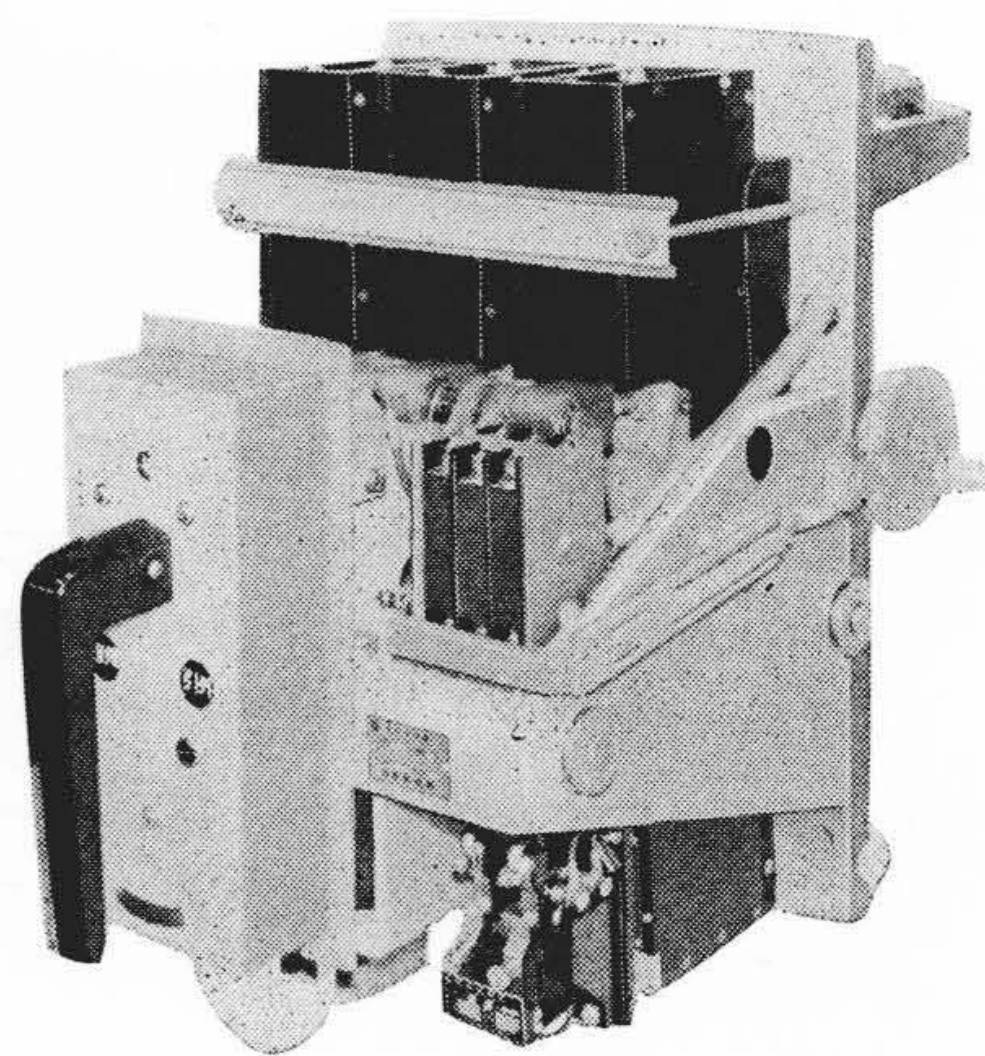
遮断器は過電流引はずし装置、分路引はずし装置、または不足電圧引はずし装置により自動遮断するが、前面部の手動引はずしボタンにより引はずすこともできる。過電流引はずし装置で自動遮断した場合には、操作器は自動遮断警報接点を閉じるとともにロックされる。このとき遮断器前面にある復帰ボタンを押してリセットしないかぎり、投入操作ができない構造になっており、故障発生のため



第1図(a) 3DCB-75形 O₃TMA式 600V
3,000A 日立低圧気中遮断器

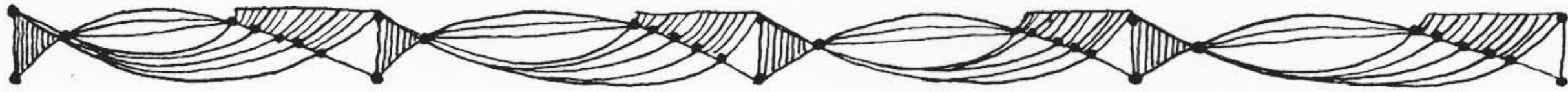


第1図(b) 3DCB-50形 O₃TMA式 600V
1,600A 日立低圧気中遮断器

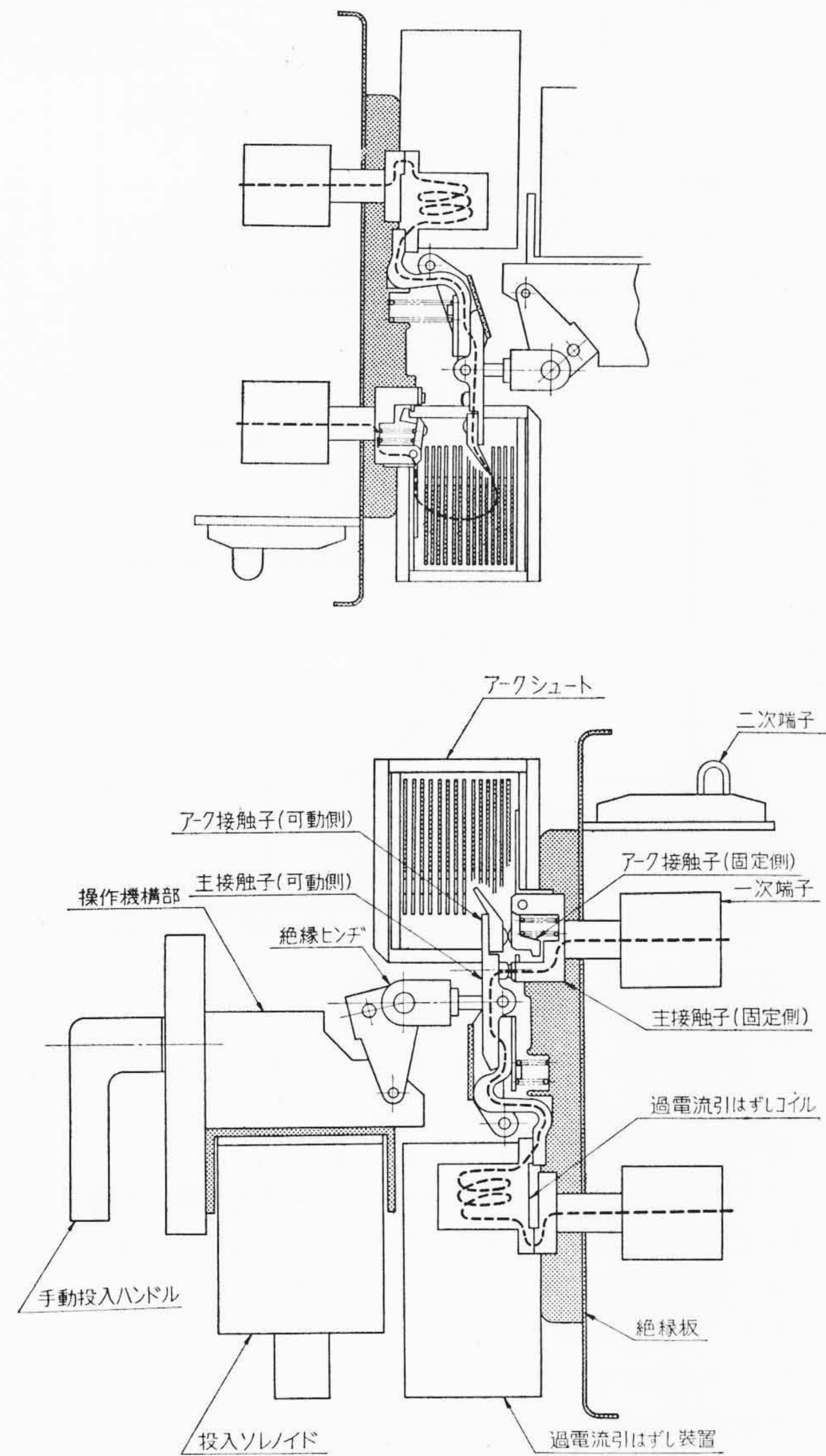


第1図(c) 3DCB-25A形 O₃TMA式
600V 600A 日立低圧気中遮断器

* 日立製作所国分工場



3DCB形引出形日立低圧気中遮断器の保守点検について



第2図 内部構造説明図

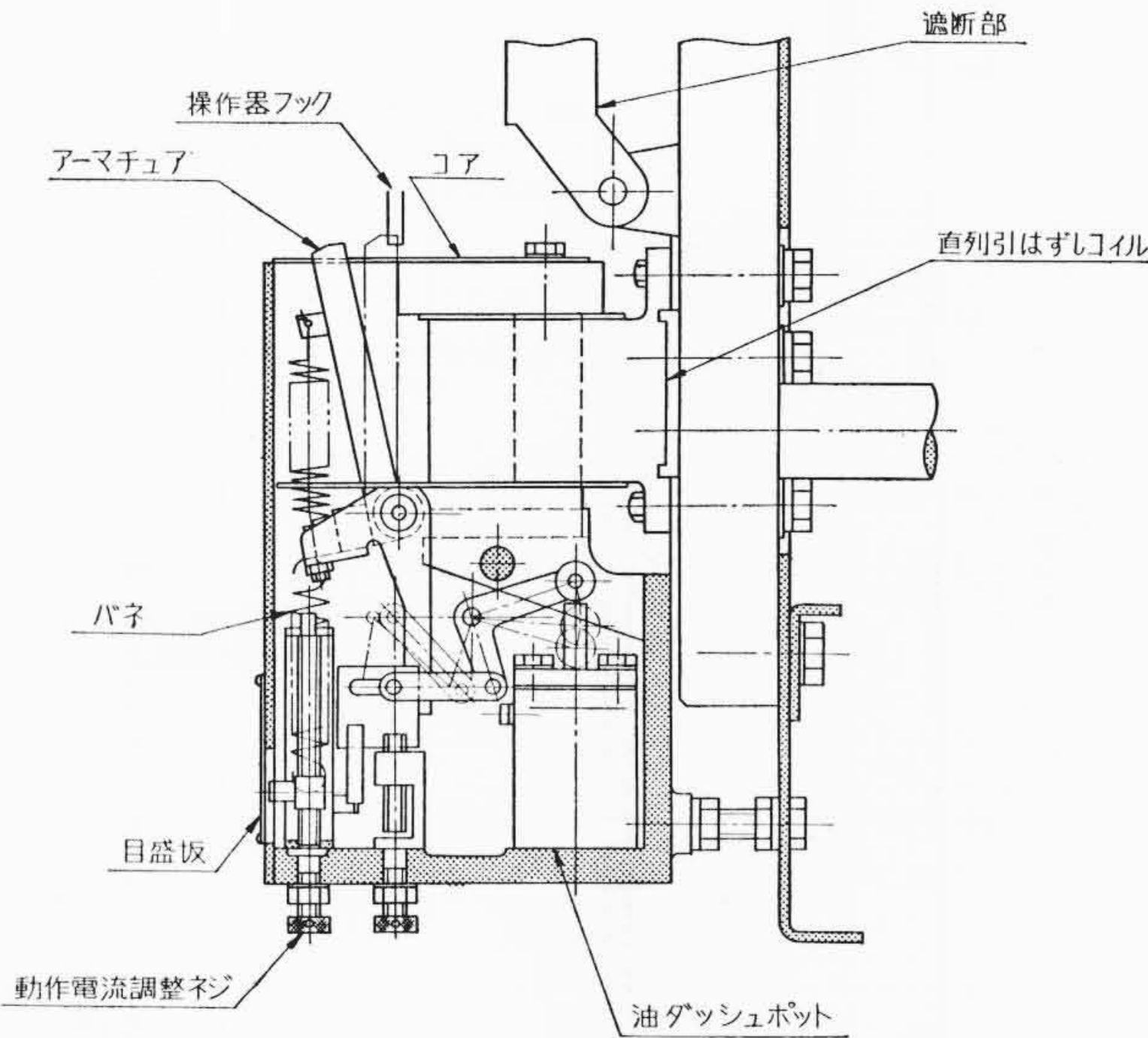
自動遮断した回路の遮断器を、誤操作によって再閉路させることがない。

2.4 過電流引はずし装置

過電流引はずし装置は各相ごとに取付けてあり、遮断器を流れる電流が引はずし装置の整定目盛以上になったとき、遮断器を瞬時にあるいは時限をもって引はずす装置である。第3図はその内部構造の一例を示す。過電流引はずし装置は一相に次のとおり三要素中の二要素を同時に装備することができる。

- (a) 長時限引はずしと瞬時引はずしの組み合わせ
- (b) 長時限引はずしと短時限引はずしの組み合わせ

構造は第2図および第3図に示すように、主回路に直列に接続された過電流引はずしコイルにより、目盛整定用バネに抗してアマチュアが吸引される。時限付のときアマチュアに直結されているレバーが時延用油ダッシュポットのピストンを押すため適当な時限が与えられ、一定の距離を動くとき操作器のフックを引はずし遮断器を開路する構造になっている。目盛電流の整定は外部よりネジを回し、バネの力を変えて調整することができ、このときの電流値は目盛板上に示される。時限は特に顧客の要求のない限り工場において回路保護に適したように調整する。ダッシュポットの油は温度による粘度変化の少ないシリコンオイル* を使用しており、時限の温度変化



第3図 過電流引はずし装置構造説明図

が少なく信頼度の高いものである。
次にそれぞれの引はずし要素の特性を説明する。

(i) 長時限引はずし

長時限引はずし要素は過負荷の保護を目的としたのであるが、電動機の起動電流では働かない時延をもたせている。目盛電流は定格電流(引はずしコイルの定格電流)の80, 100, 120, 140 および160%で、この間可調整である。時限は引はずし特性のバンドの最低値が動作電流の6倍の電流で15秒(このほか5秒または30秒のものもできる)になるような特性をもつ。第4図に示す引はずし特性のバンドの上限は全遮断時間と過電流値の関係を示し、バンドの下辺は過電流が流れたのち、急に目盛電流の80%に減った場合に遮断器を引はずすことなく、リセットする不動作時間最小値との関係を示す曲線である。

(ii) 短時限引はずし

短時限引はずし要素は回路の短絡故障の選択遮断を目的としている。目盛電流として定格電流の500, 750, 1,000%があるがこの間可調整であり、時限は引はずしバンドの最低値が目盛電流の3倍の電流で0.1, 0.24 および0.4秒のいずれかになるような特性をもつ。引はずしバンドの下辺は電流が目盛値の20%に急減したとき、遮断器を引はずさない不動作時間最小値を示す曲線である(第5図)。

(iii) 瞬時引はずし

瞬時引はずし要素は回路の短絡に対する保護、あるいは時限を必要としない回路の保護を目的とした引はずし要素で、遮断器を瞬時に引はずす。目盛電流は定格電流の800, 1,500%になっており、この間可調整である(第4, 5図)。

2.5 付 属 装 置

2.5.1 標準付属装置

(1) 補助開閉器

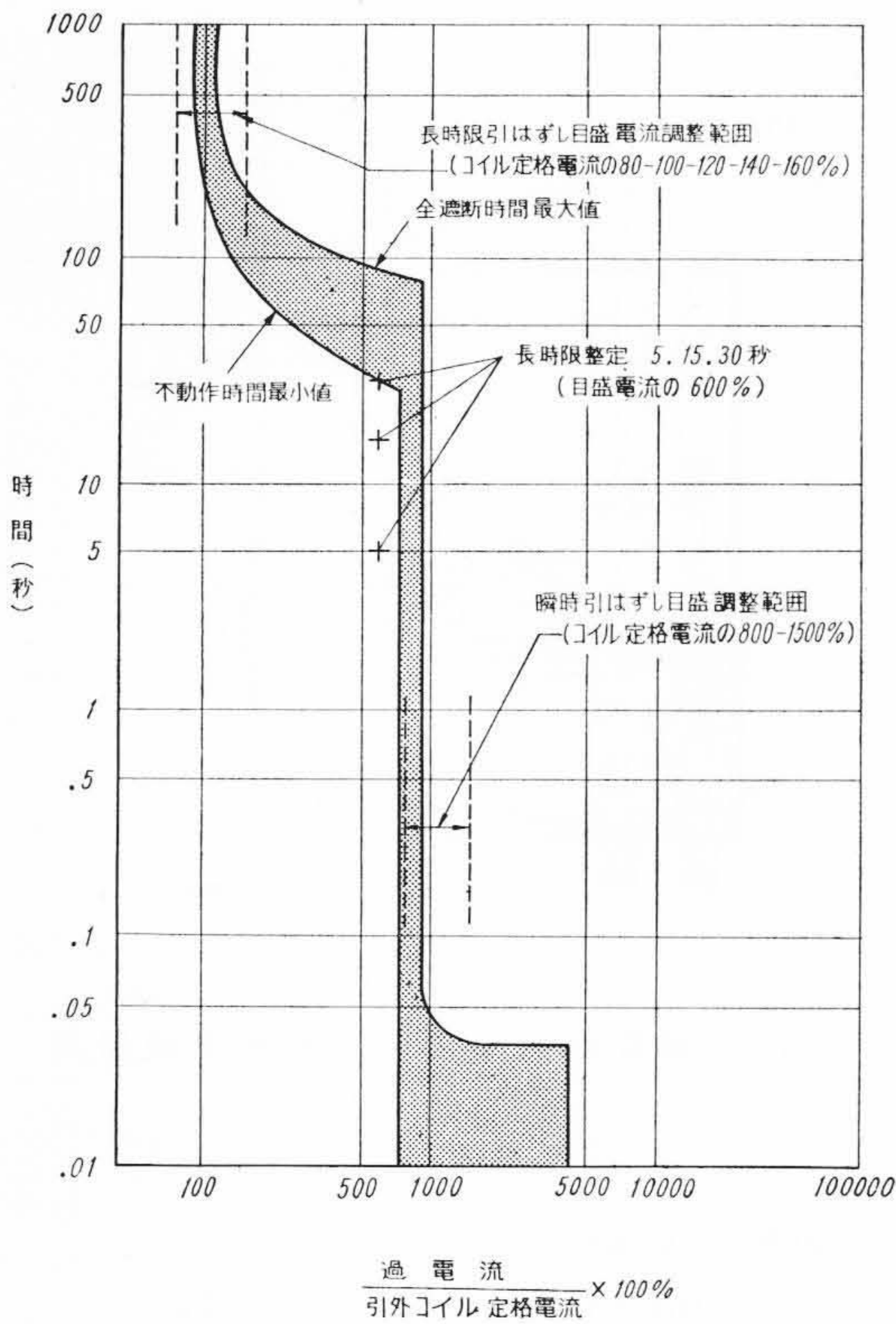
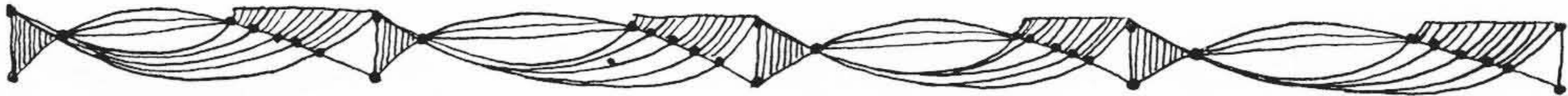
接点数は右記のとおりである。

(2) 自動遮断警報装置

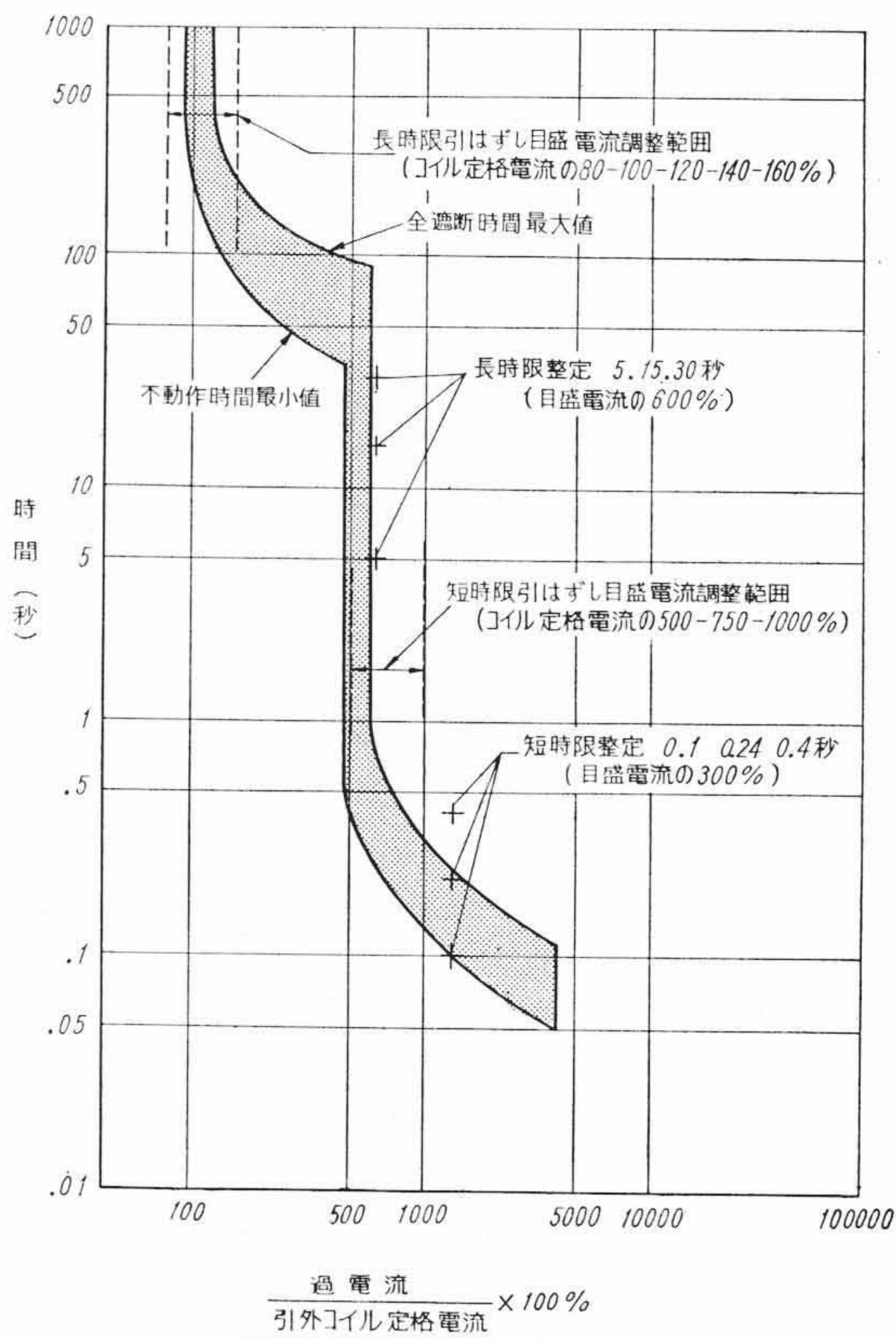
遮断器が過電流により自動遮断した場合に警報を発する装置で、操作器を手動でリセットしないと警報がとまらない。

遮断器	接点
3DCB-25A	3a+3b
3DCB-50	5a+5b
3DCB-75	5a+5b

* KF-96 100 cs シリコンオイル 信越化学株式会社製



第 4 図 長時限-瞬時引はずし特性



第 5 図 長時限-短時限引はずし特性

第 1 表 過電流引はずし装置引はずし要素

(a) 長時限-瞬時引はずし (L-I と略称する)

引はずし要素	動作電流 引外コイル定格電流 $\times 100\%$	時 限 (秒)	用 途	特性図
長時限引はずし	80-100-120-140-160	動作電流の600%において (30) (15) (5)	電動機保護	第 4 図
瞬時引はずし	800-1,500	—		

(b) 長時限-短時限引はずし (L-S と略称する)

引はずし要素	動作電流 引外コイル定格電流 $\times 100\%$	時 限 (秒)	用 途	特性図
長時限引はずし	80-100-120-140-160	動作電流の600%において (30) (15) (5)	変圧器二次 (選択引はずし用)	第 5 図
短時限引はずし	500-750-1,000	動作電流の300%において 0.4 0.24 0.1		

(3) 遮断器引出装置

この引出装置はローラ、レバー、クラッチを使用した機構で、誤って遮断器を投入したままで押込んだりあるいは引出そうとすると、自動的に開路するインターロック装置が付いている。

2.5.2 非標準付属装置

(1) 不足電圧引はずし装置

引はずし電圧は規定電圧の 30~60% である。

(2) 過負荷警報装置

設備全体の関係で過負荷になっても容易に開路できないような回路がある。この回路に使用する遮断器には A 相に過負荷警報装置を付け、過負荷になったときに警報を出すことができる。

3. 形式および定格

3 DCB 形低圧気中遮断器の形式および定格を第 2 表に示す。

第 2 表 3DCB 形低圧気中遮断器 定格一覧表

形	式	定格電圧 (V)	定格遮断電流 (A)		定格短時間電流 (A)		わく電流 (A)	引はずしコイル 定格 (A)				操作電流(A) において 100V	
			非対称値	対称値	非対称値	対称値		瞬時引はずし があるとき	瞬時引はずしがなく短時引はずしがある時			投 入	引 外
									0.1 秒	0.24秒	0.4 秒		
3DCB-25A	O ₃ TMAまたはO ₃ HA	600	25,000	22,000	25,000	22,000	600	70～ 600	175～600	200～600	250～600	15	3
		480	35,000	30,000				100～ 600					
		240	50,000	40,000				150～ 600					
3DCB-50	O ₃ TMAまたはO ₃ HA	600	50,000	40,000	50,000	40,000	1,600	200～1,600	350～1,600	400～1,600	500～1,600	40	3.5
		480	60,000	50,000				400～1,600					
		240	75,000	65,000				600～1,600					
3DCB-75	O ₃ TMA	600	75,000	65,000	75,000	65,000	3,000	2,000～3,000	2,000～3,000	2,000～3,000	2,000～3,000	40	3.5
		480	75,000	65,000				2,000～3,000					
		240	75,000	65,000				2,000～3,000					

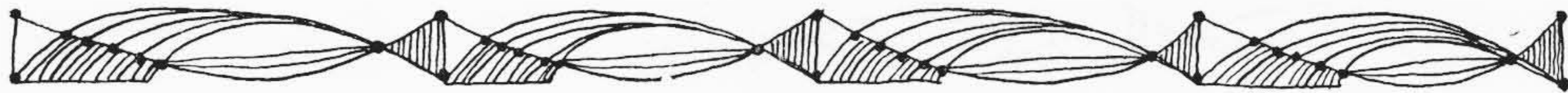
(1) 引外コイル定格は次の値から選んで下さい。

70, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1,000, 1,200, 1,600, 2,000, 2,500, 3,000

(2) 時限引はずしを行う遮断器の定格短時間電流は、その回路の遮断電流に等しいかそれよりも大きいこと。

(3) 形の説明 3DCB: 3 相の (引出形) 低圧気中遮断器
数 字: 600V における遮断電流非対称値 (kA)

(4) 式の説明 Os(V)TMA: 過電流引はずし装置 3 個 (不足電圧引はずし装置) 付直流電磁操作式
Os(V)HA: 過電流引はずし装置 3 個 (不足電圧引はずし装置) 付手動操作式



第3表 電動機のリアクタンス

電動機機種	次過渡リアクタンス×d'' (%)	過渡リアクタンス×d' (%)	短絡電流 定格電流
600V以下誘導電動機	28	—	3.6
600V以下同期電動機	21	29	4.8

3.1 適用規格と遮断電流の表現方法

JEC-91 (1944) は低圧気中遮断器の規格として従来から用いられてきたが、制定年度が古く、特に時限付過電流引はずしに関する規定がないため現在改定審議中である。したがって 3 DCB 形気中遮断器はアメリカ規格の NEMA に準拠して製作している。気中遮断器の定格遮断電流を決定する際に NEMA では故障発生後 0.5 サイクルの値をとるのに対して、JEC-91 では発弧直前の値をとることに注意を要する。

3 DCB 形気中遮断器の遮断電流は AC 600 V における非対称電流値で表現するが、それ以下の電圧で使用する場合には電圧の程度に応じ遮断電流が増加する。ただし遮断電流の増加にしたがい過電流引はずしコイルの定格電流の最小値が高くなることに注意せねばならない。

3.2 定格電流

第2表でわく枠電流というのはその形の遮断器に流しうる最大電流であるが、遮断器の定格電流はこの遮断器に取付けられている過電流引はずしコイルの定格電流で表現する。またそれぞれの形の遮断器は最小の引はずしコイル定格が決っており、これより小さい定格のコイルを使用する場合は短絡電流による発熱のため、規定の遮断電流を保証することができない。

4. 遮断器と引はずし要素の決定法

4.1 短絡電流の決定法

低圧気中遮断器は短絡電流を過電流引はずし装置（瞬時引はずし要素付の場合）により、短絡発生後短時間で遮断するため、短絡電流は電源側からの供給ばかりでなく、並列に接続された電動機の発電機作用による電流も合わせて考慮する必要がある。

すなわち短絡電流は

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} E} \left(\frac{100}{Z} + K_1 K_2 \right) \dots\dots\dots (1)$$

- ただし I : 対称分短絡電流 (kA)
- P : 電源変圧器容量 (kVA)
- E : 回路電圧 (V)
- Z : 変圧器および回路の%インピーダンス (%)
- K₁ : 電動機の発電機作用による短絡電流と定格電流との比
- K₂ : 並列運転している電動機の全容量と電源変圧器容量との比

となる。K₁ は通常第3表の値をとる。
非対称短絡電流 I_a は回路の条件、短絡発生後の時間によって異なるが 600 V 以下の系統では

$$I_a = 1.25 I \dots\dots\dots (2)$$

となる。

したがって誘導電動機負荷の場合は

$$I_a = 1.25 \frac{P}{\sqrt{3} E} \left(\frac{100}{Z} + 3.6 K_2 \right) \dots\dots\dots (3)$$

となる。

600 V 以下の回路では 100 kW 以下の小さな電動機が多数使用され、しかも運転の断続がはげしいため、短絡発生時にどの電動機が運転しているか予測できない場合が多い。このような場合 NEMA 規格では K₂ の値として

(a) 240 V 以下の系統

電源変圧器の容量の50%が電動機、残りが電灯負荷とみて K₂=0.5 にとる。

(b) 240~600 V の系統

電源変圧器の 100% が電動機負荷とみて K₂=1 にとる。

ことを推奨している。しかしわが国では(a)の場合でも K₂ は1に近い場合が多いので注意を要する。

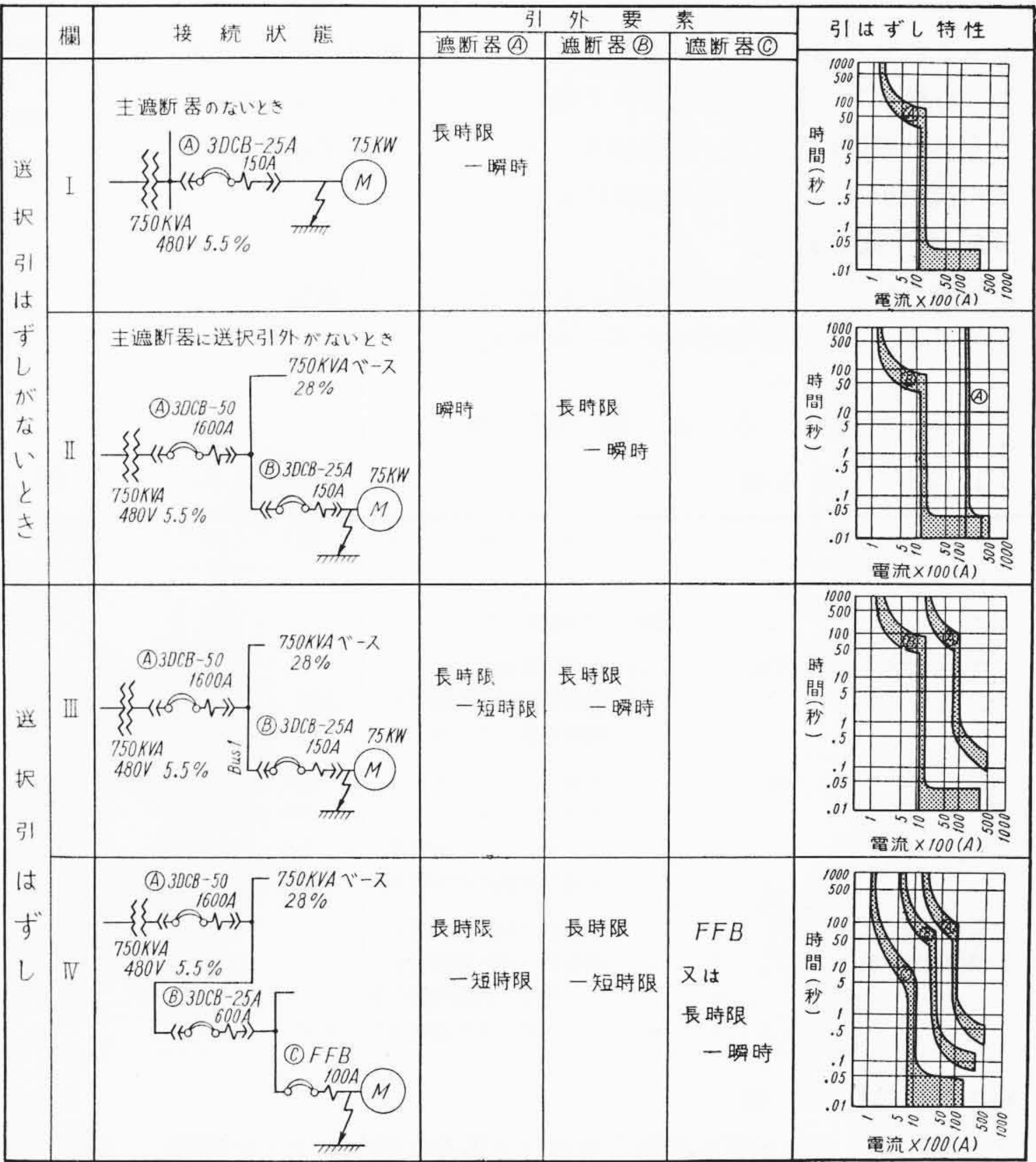
4.2 選択引はずし

低圧系統では遮断器が直列に接続されることが多く、この場合重要なことは故障点に最も近い遮断器によって故障回路を除去し、ほかの健全回路を確保し給電を継続することである。第6図Ⅲ欄の系統において、遮断器④には長時限-短時限引はずし要素、遮断器③には長時限-瞬時引はずし要素を取付けておく。もし電動機で短絡が発生した場合には遮断器③が瞬時引はずしで短絡回路を除去するが、その間遮断器④は短時限付のため動作しないので、そのほかの健全回路に連続して給電することができる。また Bus 1 に短絡が生じた場合には遮断器④が短時限で選択遮断することができる。

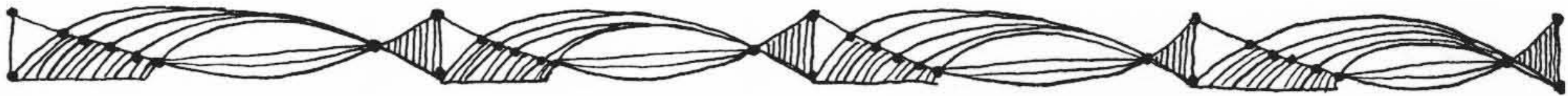
選択引はずし過電流装置をもつ遮断器は短絡電流のような大電流に対しても時限をもつため、その選定に当たっては 4.1 と下記の事項を合わせて考慮されたい。

(a) その遮断器は設置点の短絡電流以上の短時間定格を有すること。

(b) 選択引はずしの引外特性は重複しないこと (第6図ⅢおよびⅣ欄参照)。



第6図 過電流引はずし装置による引はずし特性



(c) 長時限引はずし要素は母線の過負荷の保護を目的とするので、遮断器の定格電流（引はずしコイルの定格電流）は母線の定格電流に合わせることを。

5. 各部の点検手入要領

5.1 遮断部（第2図）

遮断部各部はアークシュートを取りはずすことにより容易に点検、手入れをすることができる。主接触子およびアーク接触子が正規の圧力をもつように、ワイプを2.0～2.5 mmに調整する。長期間の使用で固定接触子および可動接触子の表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仕上げ、また損傷が大きくなったときは早目に予備品と交換する。

5.2 アークシュート

消弧バリヤに付着したじんあいおよび湿気は、アークシュート下部より乾燥した圧縮空気を上方に吹き込むと容易に取ることができる。大電流遮断時に磁器が若干変色することがあるが、遮断性能にはなら影響がない。

5.3 操作器

給油する場合には、機構部に付着したじんあいを払い、布で良くとったのち少量のヒタゾール*をつける。多量の給油はしゅう動部にほこりをつける結果になる。特にフックにはごく微量のヒタゾールをつけること。長期間の使用後または動作回数が多いときは、フックのかかりの狂いを点検する。操作器の点検手入は必ず遮断器を引出して行うこと。

5.4 過電流引はずし装置（第3図）

工場において負荷の特性に適したセットを行って出荷するので、動作電流目盛を変更する以外は調整する必要がない。動作電流は引はずし外装置を遮断器に取付けたまま調整ネジを回して目盛を変えることができる。じんあいを取る場合、または給油するときには引はずし装置を遮断器本体よりはずし、カバーを取って行う。ダッシュポット針弁の調整ネジは時限に変化があるので絶対に動かさないこと。点検手入後、本体に取付ける際に、コイル端子ボルトのゆるみは発熱の原因になり、また給油孔のネジのゆるみはダッシュポット油の流出を招くので十分に締付けること。

5.5 付属装置

付属装置はすべて無調整である。しゅう動部分に付着したじんあいを布でよくとり、少量のヒタゾール*を付ける。

6. 点検基準

6.1 据付時の点検

点 検 項 目	点 検 要 点
外 観 点 検	じんあいの少ない場所で包装を解く 輸送中の損傷の有無
過電流引はずし装置の目盛	(1) 定格電流が合っているか (2) 動作電流目盛の確認および調整 (3) 時限が合っているか
操 作 試 験	(1) 手動ハンドルでぐあいなく投入できるか (2) 引はずしボタンで引はずしが円滑であるか (3) トリップフリーが円滑に行えるか (4) 上記の試験ののち電気操作を行う
最低動作および無負荷 開閉操作試験	(1) 最低投入制御電圧測定 (2) 最低引はずし電圧測定 (3) 投入および開極時間の測定 (4) 投入速度および遮断速度の測定

6.2 巡 視 点 検

メタルクラッドのとびらを開く場合は充電部に触れぬように注意

* ヒタゾール： ヒタゾール0L-2M 日立化工製

する。

点 検 項 目	点検箇所および要点
絶 縁 物	じんあいの付着による汚損、湿気の有無
開閉表示器、表示灯	指 示
温 度 上 昇	端子、締付部近傍の導体の変化
過電流引はずし装置	引はずし目盛の指示
制 御 開 閉 器	開閉操作の確認、制御電圧の確認
其 の 他 の 異 常	異常音、異臭

6.3 定期点検手入

じんあいの程度に応じて基準年数を短縮する。

	分 類	点 検 手 入 要 領	基準年数
普 通 点 検 手 入	操 作 部	じんあいの清掃 しゅう動部への注油 締付部分	1
		スプリング 補助開閉器 各種線輪 制御開閉器	2
	過電流引外装置	締付部分 目盛チェック	1
	絶縁抵抗の測定	主導電部と対地間 開極位置の端子間 制御回路一括と大地間	汚損に応じて適時
細 密 点 検 手 入	過電流引外装置	じんあいの清掃 各部への注油 オイルダッシュポットへの注油	3
	遮 断 部	絶縁物の清掃 接触子損傷箇所の修理、取替え	3
	アークシュート	じんあい金属粉の清掃 損傷箇所の補修	3
	端 子、締 付 部		

6.4 臨時点検手入

定期点検手入とは別に次のような場合に臨時点検手入を行う。

臨時点検手入を必要とする場合の条件	対 策
巡視点検による異常を発見したとき	細密点検手入と同じ
短絡遮断を行ったとき	遮断部接触子の手入または取替え アークシュートの清掃 過電流引はずし装置の点検 絶縁抵抗測定
負荷電流を500回以上遮断したとき	細密点検手入と同じ

7. 結 言

以上 3 DCB 形日立気中遮断器の構造、時限協調の適用例および保守点検について述べた。本器の特点是下記のとおりである。

- (1) 通電容量、遮断容量の大きい割合に外形が小さく、かつメタルクラッドに内蔵して使用するため立方形にまとめている。
- (2) 小形の消弧室を使用しているにもかかわらず遮断性能が良好である。
- (3) 長時限引はずし、短時限引はずしおよび瞬時引はずしの三要素中同時に二要素を備え、それらの引はずし特性により用途に適した回路保護を行うことができる。
- (4) メタルクラッドに内蔵された完全なデッドフロントタイプであり、また引はずし装置および各種インターロックを装備しているので保守点検、および操作が容易であるばかりでなく、きわめて安全である。

本文により構造の概要、引はずし特性が理解され、これらの特長が遺憾なく発揮できるよう取扱われることを期待する。