

7.2/3.6kV, 600-1,200A, 150 MVA 小形磁気遮断器

7.2/3.6 kV, 600-1,200 A, 150 MVA Compact Size Magnetic Type Circuit Breakers

斎 藤 修*
Osamu Saitō

要 旨

7.2/3.6 kV, 600-1,200 A, 150 MVA 小形磁気遮断器は、アークシュートの小形化、エポキシレジンがい子の採用によって完成したもので容積・重量とも 40% という小形・軽量の遮断器である。

アーク駆動の制御について研究の結果、アークシュートの容積を 60% に低減するとともに、エポキシレジンがい子は機械強度を低下させずに耐トラッキング性を向上せしめた。

遮断性能は回復電圧 100% で検証され、異相地絡遮断も可能である。

1. 緒 言

BMH-15A 形および BH-15 形日立小形磁気遮断器は、数千台におよぶ磁気遮断器の製作経験のうえに、エポキシレジンがい子の採用、アークシュートの小形化、フレームの軽量化などをもり込んで完成したもので、容積・重量ともに従来品の 40% 以下という超小形で軽量の遮断器である。

磁気遮断器は、火災の危険がなく、保守点検が容易であるため電力会社や大口電力需要家において多数使用されているが、本器はさらに小形軽量で取り扱いが容易なため、一般需要家において広範囲の使用が期待される。

以下、本器の構造と小形軽量化のために行なった研究試験の結果について大略を報告する。

図 1 は小形磁気遮断器の外観である。

2. 定 格

形 式	BMH-15A	MA: メタルクラッド配電盤内蔵用
	BH-15	MA: 単独据置、キュービクル内蔵用
定 格 電 圧	7.2/3.6 kV	
絶 縁 階 級	6 号 A	
定 格 電 流	600 A, 1,200 A	
定 格 遮 断 容 量	150 MVA at 7.2/3.6 kV	

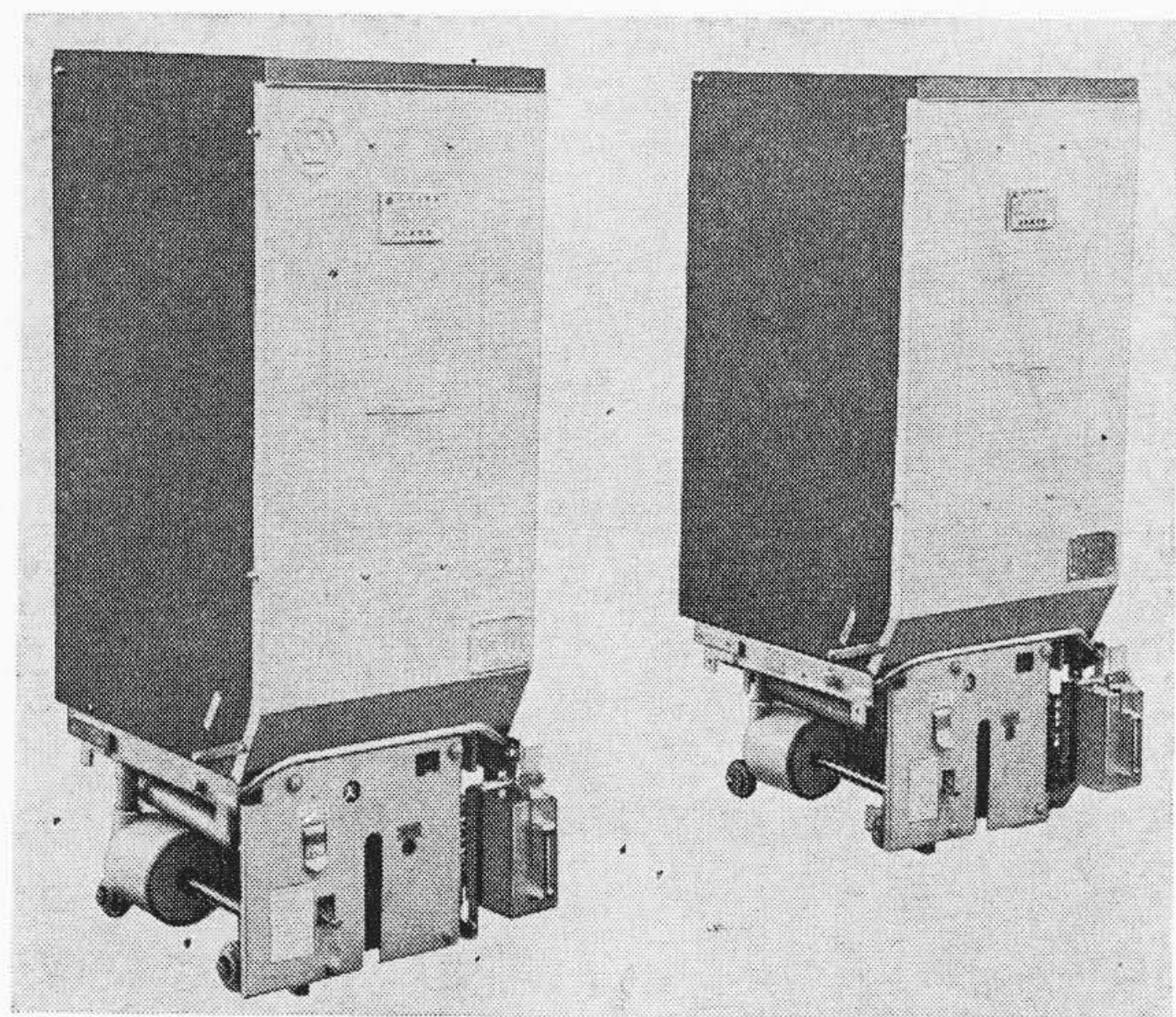


図 1 BH-15 形 7.2/3.6 kV 150 MVA
日立小形磁気遮断器

* 日立製作所国分工場

定格短時間電流	24.1 kA 2 秒
定格遮断時間	5 c/s
標準動作責務	甲号または乙号
定格操作電圧	DC 100V
投入操作電流	32 A, 35 A (セレン整流器投入可能)
引はずし電流	2 A (コンデンサ引はずし可能)
規 格	JEC-145
重 量	230, 255 kg

3. 構造と動作

図 2 に構造図を示す。

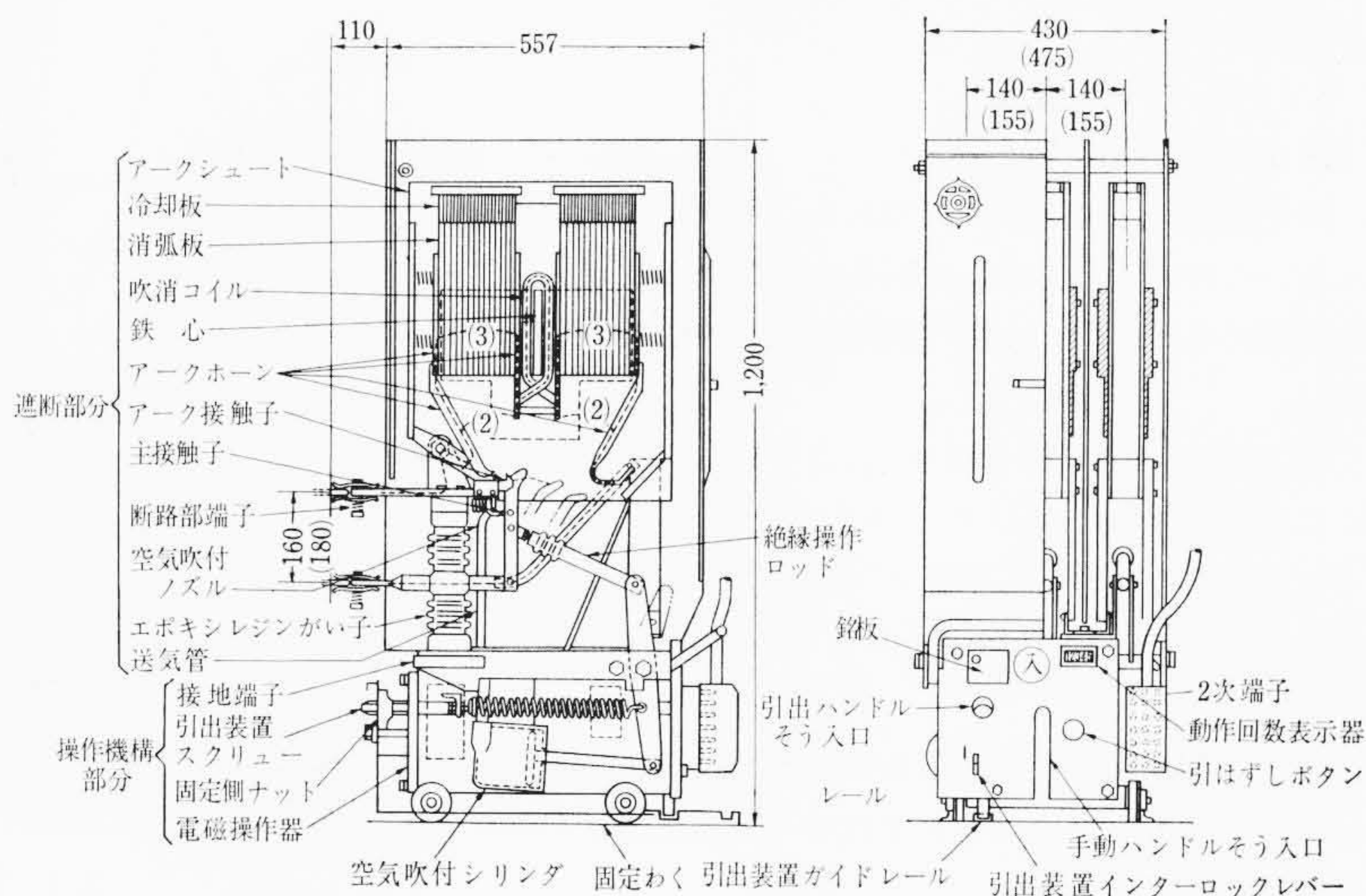
本器には BMH-15A 形、BH-15 形の 2 種類があるが、制御回路用二次端子が用途にしたがって自動連結、手動連結であるほかは、本体の基本構造は同一であり、スクリューを回して本体を移動させ、断路部端子を開閉する水平引出形の構造である。

従来、多くの遮断器は堅ろうな鉄製フレームに遮断部と操作機構部とを取り付けた構造であったが、本器はフレームを兼用した操作機構部のうえに遮断部を積み重ねた小形で軽量の構造である。

3.1 遮 断 部

各相の接触子および断路部端子は操作機構部のうえに立てられた 3 個の多ひだ形エポキシレジンがい子によってささえられ、可動子は絶縁操作ロッドを介し、下部の操作機構部によって開閉される。

アークシュートは接触子上部に配置され、中央部に吹消コイルと H 形の鉄心をもち、特殊ジルコン磁器の消弧板を 2 群に分けた構造



() 内は 1,200 A の寸法値

図 2 BH-15 形 構造 図

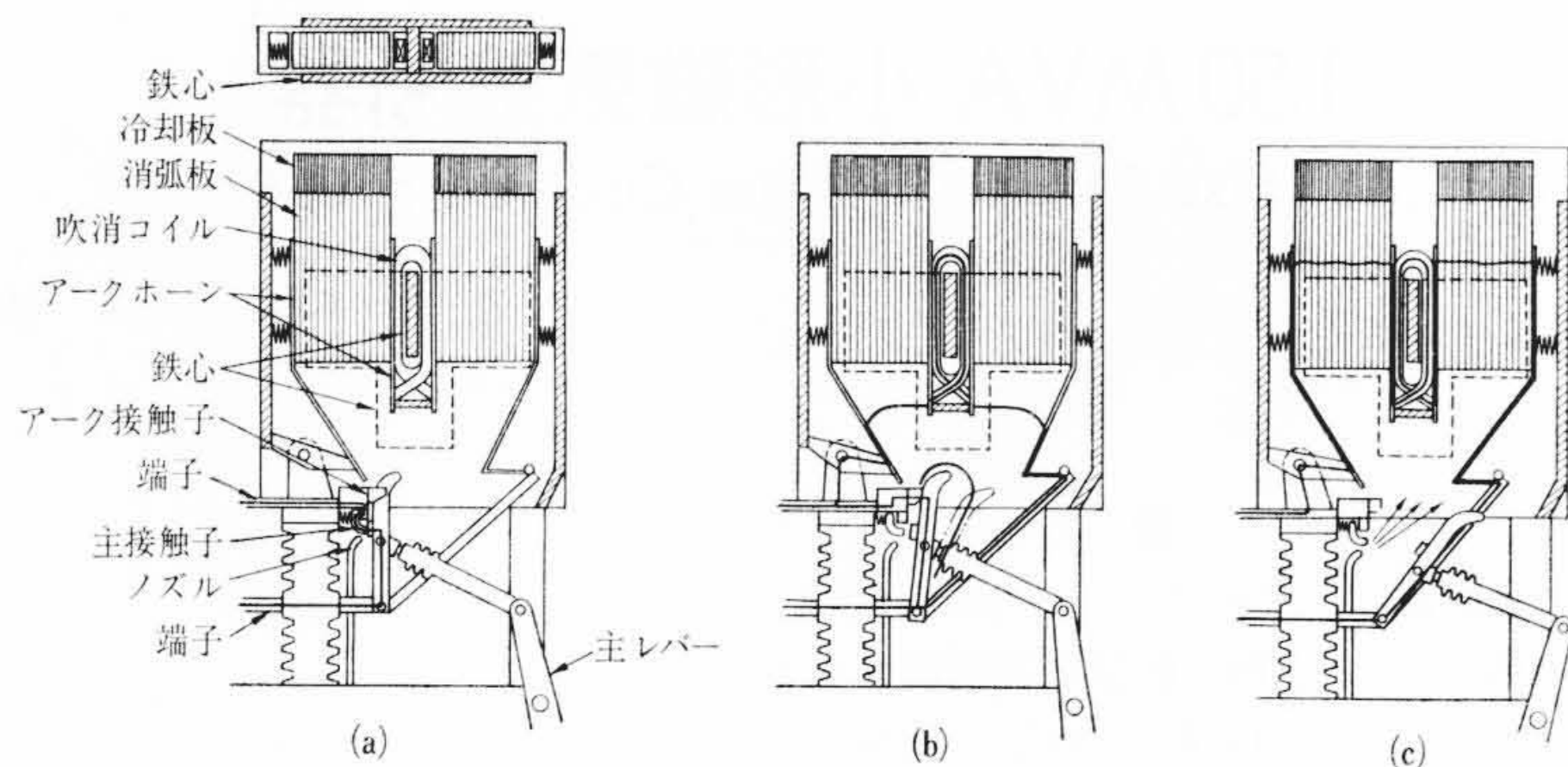


図 3 遮断の過程

である。

遮断の際図 3 (b) のようにアーク接触子間に発生したアークはアークホーンに移り、吹消コイルを流れて鉄心を励磁する。アークはこの磁界によって駆動され、図 4 のように空気をもちて積重ねられた消弧板の V 字形みぞにそって押込まれ、最深部のジグザグ通路で引き伸ばされ、消弧板に触れて冷却され消弧する。

アークシュート上部には冷却板を設け、イオン化されたガスを冷却して排出するので、外部でのせん絡は皆無である。

3.2 接 触 子

主接触子は銀接触のバット形、アーク接触子は銀—タングステン合金のクリップ形のため、大電流の開閉にも損傷が少なく、多数回の開閉にもほとんど交換の必要がない。

3.3 小 電 流 遮 断

2~300A 以下の遮断には吹消コイルの作る磁界が弱く、アークの駆動力が小さいために接触子間に空気吹付を行なってアーク時間の短縮をはかっている。本器は操作器の側面に空気吹付シリンダを配置し、各相へエポキシレジンを送気管で空気を導く構造である。鋳鉄製空気吹付シリンダ、鋼板製ピストンの組合せはしゅう動面にパッキングを使用しないため経年変化がなく、動作頻度の高い場合でも信頼性が高い。

3.4 操 作 機 構 部

図 5 動作説明図を示す。

操作機構部は電磁操作式である。さび、じんあいに対し十分考慮してあるので高ひん度の開閉にもまた低ひん度の開閉にも信頼性が高い。

図 5 (a) の閉路状態から引はずしをするには直流分路引はずしコイルを励磁してフックの係合をはずし、遮断バネの力で開路する。遮断速度は空気吹付ピストンの空気ダッシュポット作用によって調整されている。

(c) の開路状態から回路を閉じるには投入コイルを励磁すればよい。閉路状態となればリンクはレバーでささえられ、投入操作電流が自動的に遮断される。

この機構は、機械的引はずし自由機構で、投入動作中のいかなる状態でも引はずし可能である [(b) 参照]。

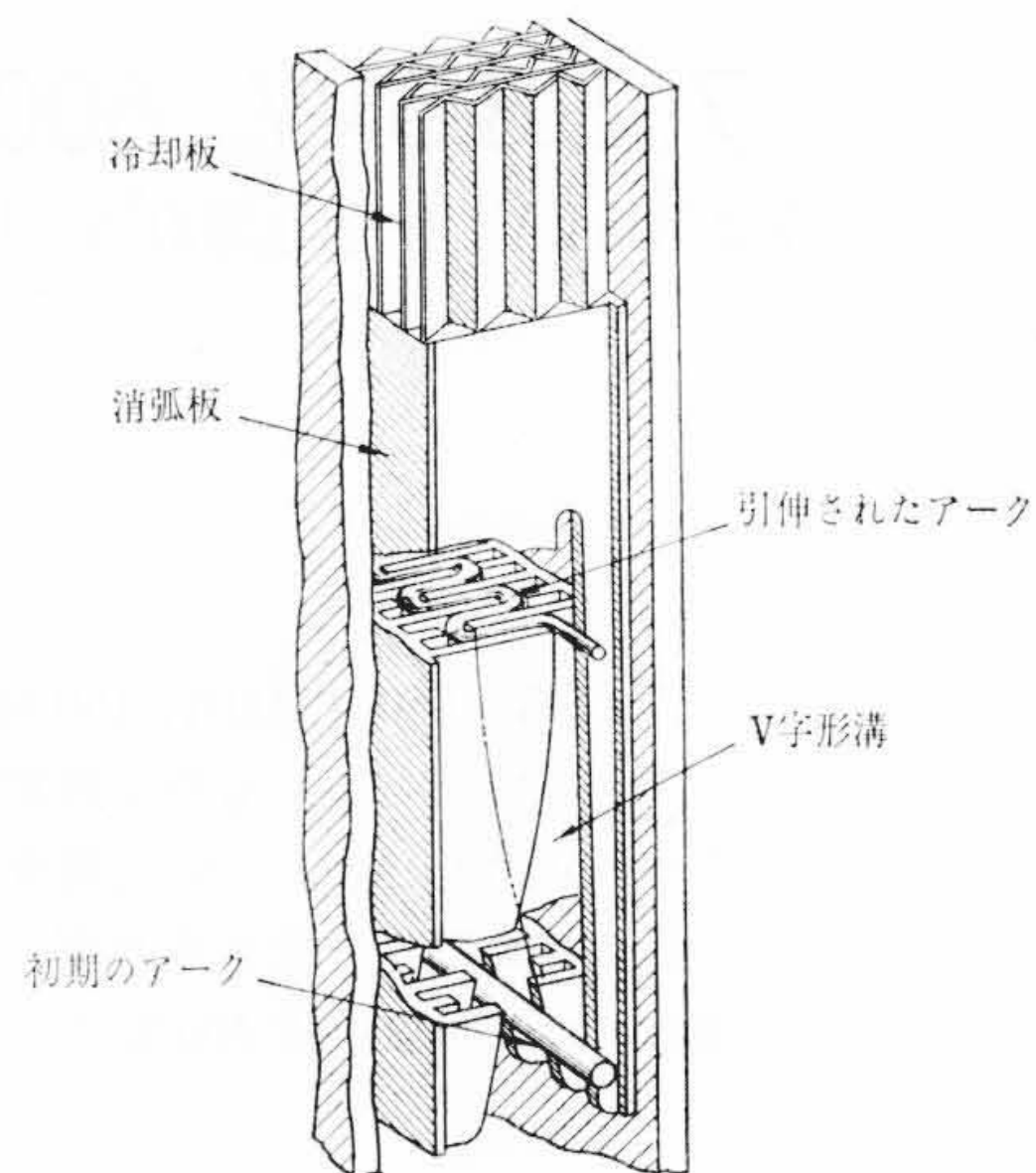


図 4 アークシュートの破断面図

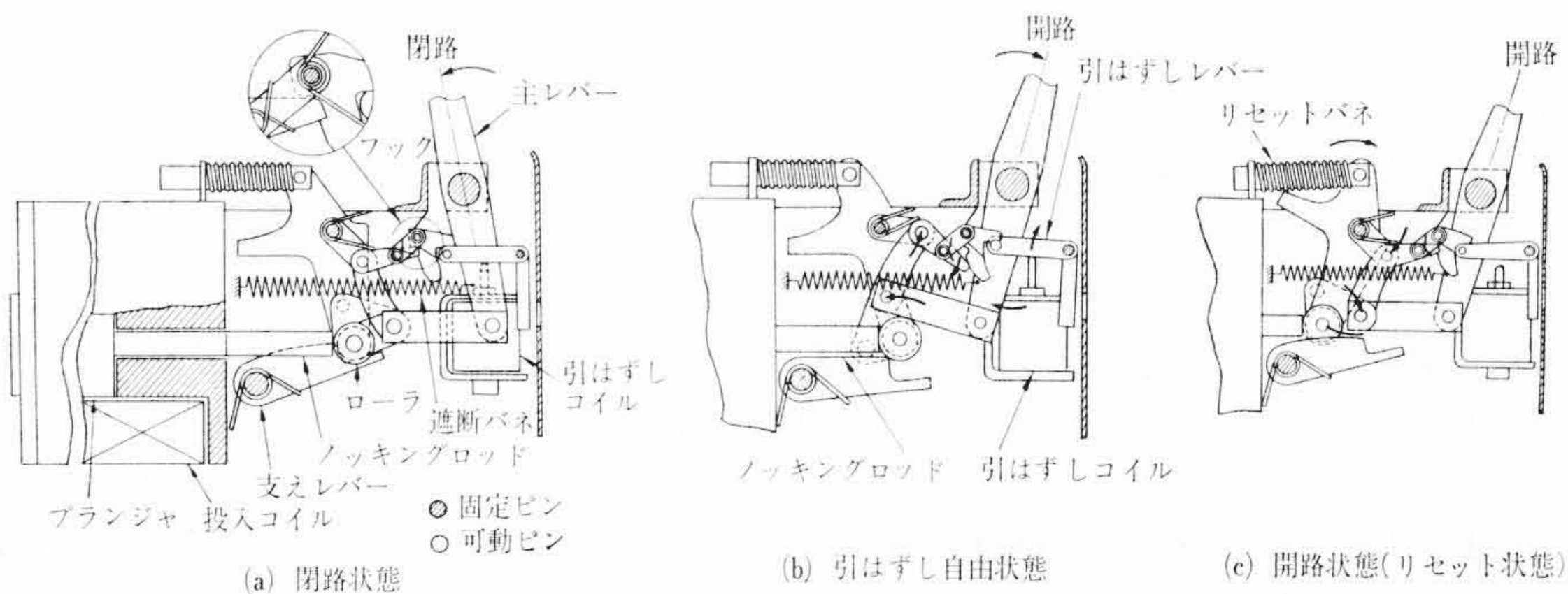


図 5 操作機構動作説明図

アーク電圧波形	アーク電圧波形	アーク電圧波形の特長
A		遮断電流が零に至る付近でアーク電圧が急速に上昇し、アーク電圧最大値が高い。
B		遮断電流波高値前にアークが伸びてアーク電圧が最大値に達し、電流が零になるまで一定値を保つか下降を示す。

図 6 アーク電圧波形の分類

操作用の直流電源がない場合には、セレン整流器による投入、コンデンサ引はずしが可能である。投入操作力が 50% に低減されたため開閉操作に必要なエネルギーは同定格品中最少であり、投入用ダッシュポットが省略されているなど、操作器の重量だけでも 50% に軽減することができた。

3.5 引 出 装 置

引出装置は遮断器本体が短絡電流の電磁力が移動することを防ぎ、また断路部端子を開閉させて本体を固定する装置である。

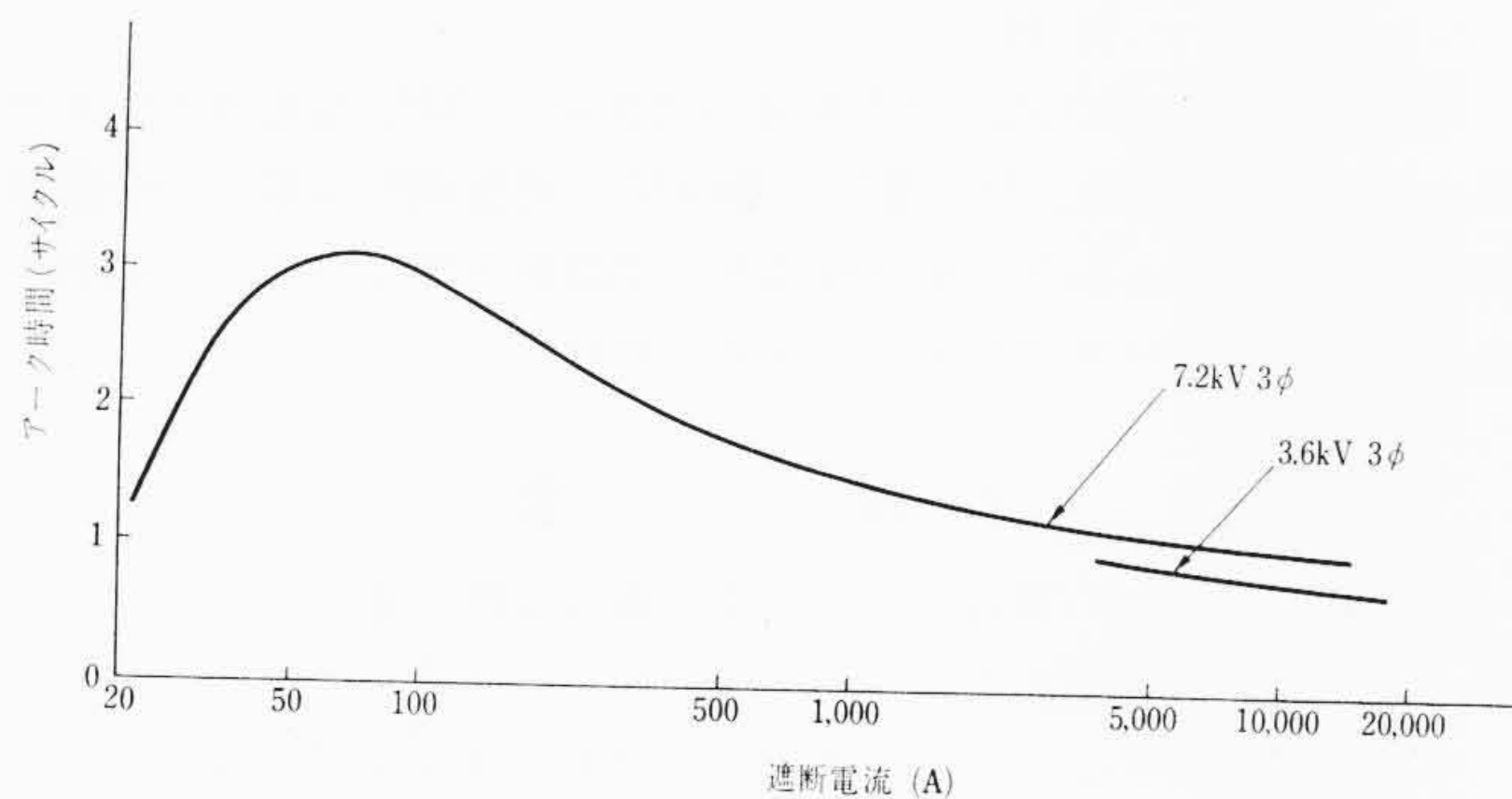


図7 遮断特性

本体を貫通するスクリーを固定側のナットにねじ込んで回し、その反力で本体を移動させる構造であり、インターロック付のため操作はきわめて容易である。

本器をメタルクラッドに内蔵して使用する場合以外でも、図2に示す固定わくを付属させることによって、引出機構、インターロックを完備することができる。

4. アークシュートの小形化

アークシュートを小形にするために各種モデルを作って検討した結果、遮断時のアーク電圧波形は開極位相や直流分含有率によって変わるが図6のように大別することができ、電流零値を迎えてアーク電圧が急上昇するA形波形の場合がB形波形の場合より遮断しやすいこと、また消弧板の形状によってB形波形の場合でも後半のアーク電圧を高め得ることがわかった。

A形波形の場合、アークは電流零値を迎えて消弧板のみぞの最深部まで急速に押込まれ、最大限に引き伸ばされたうえに十分な消イオン効果を受けている。この状態にすると消弧板の加熱が小さいのでアークに触れた部分の漏えいコンダクタンスが急速に減少して高い回復電圧に耐え、アークシュートを最大限に利用することができる。したがってB形波形の場合でも電流零値を迎えてアーク電圧を高めるにはアークの駆動を完全に制御する必要があり

- (1) 漏えい磁束を減らし、磁界の分布を均等化する。
- (2) アークシュート内に発生するガス圧の制御を行なう。
- (3) 消弧板のみぞの形状および空けき寸法の最良点を見いだす。

などを行なった結果、アークシュートの能率を向上させて消弧板の枚数を減らし、積み重ね寸法を60%に低減することができた。さらに鉄心も縮小でき、材料もケイ素鋼板から普通鋼板に変え得るなど、アークシュートは吹消コイルを内蔵しても、容積60%、重量50%と大幅な小形軽量化ができた。

5. エポキシレジンがい子の採用と小形化

エポキシレジンがい子は図2に示すように多ひだ形で、中央部に下部導体を貫通して埋込み、上端に上部端子を取り付けた独特の構造である。この結果、磁器がい子を使用したものに比べ寸法が大幅に縮小できたほか、可動部分の寸法が小さくなり投入操作力を半減することができた。

エポキシレジン近年ヨーロッパにおいて電力機器に多数使用されているが、本器のレジン高温多湿のわが国の風土にも耐えるよ

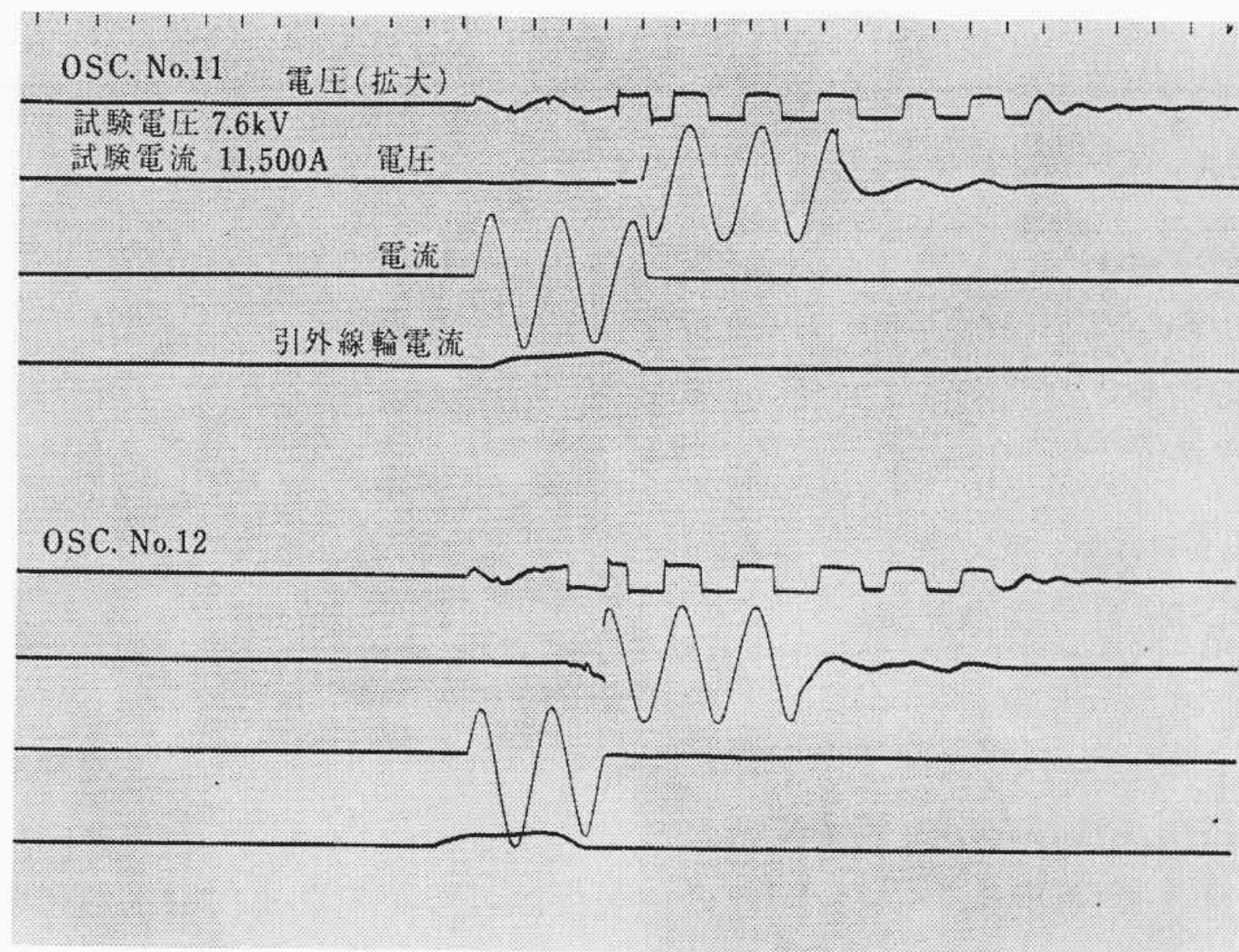


図9 7.2 kV 11,500 A 0—3分—0
異相地絡遮断試験オシログラム (回復電圧 102%)

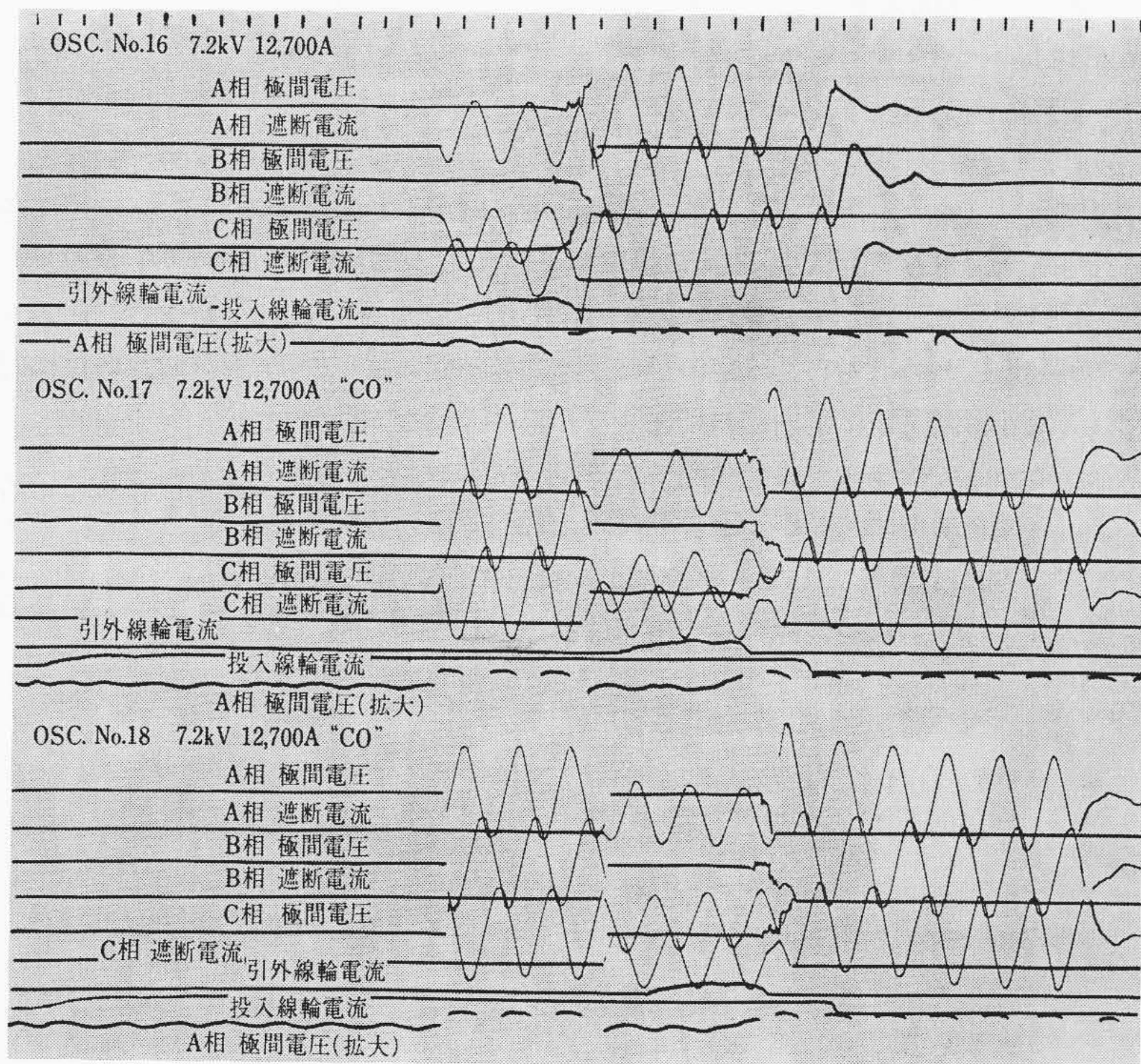


図8 7.2 kV 150 MVA 0—1分—CO—3分—CO
遮断試験オシログラム (回復電圧 102%)

う材料の選定、硬化の条件などを研究して改良を加えたもので、機械強度が大きく、かつ耐トラッキング性がすぐれている。

6. 試験結果と検討

JEC-145に基づき各種試験のほか、下記の特種試験を行なった。

6.1 開閉試験

定格操作電圧のもとで3万回(規格の寿命1万回)を行なったが、フックの先端にわずかの摩耗がみとめられたほか、他になんら異常がなく遮断器としてはきわめて長寿命であることが確認された。

6.2 遮断試験

図7に遮断特性を、図8に代表的オシログラムを示す。

近年、配電系統の容量増大にともない遮断後の回復電圧はJEC-145に規定された90%以上では低すぎると考えられる。特に磁気遮断器には回復電圧の高いことがきわめて過酷な条件となることを考慮し、本器の遮断試験の回復電圧はすべて100%以上で行なった。

また本器は図9に示すように異相地絡時の遮断も可能であり、ア

表 1 温度上昇試験結果 600A

測 定 個 所	温 度 上 昇 値 (℃)		
	A 相	B 相	C 相
主 接 触 子	24.0	23.0	22.5
可 動 子 ヒ ン ジ 部	22.0	21.0	21.0
断 路 部 端 子	上	17.5	17.0
	下	19.0	19.0
支 持 が い 子		9.0	
周 囲 温 度 (℃)	22.0		

ークシュートの改良で小形化したにもかかわらず遮断性能に十分な余裕があることが確認できた。

日立製作所製ジルコン磁器の消弧板は吸湿が少なく、熱衝撃に強く、本器を 48 時間 100% 湿度中に放置した後、遮断試験を行なっても遮断性能に変化がないことを確認した。

6.3 温度上昇試験

一例として 600A の温度上昇値を表 1 に示す。各部の温度上昇値は 25℃ 以下で、メタルクラッドに内蔵した場合でもエポキシレジン

6.4 エポキシレジン

の熱変形温度を相当下回っている。

機械強度試験、耐汚損特性試験、冷熱試験、塩水ふん霧試験などを行なった。現在 6.9 kV を印加した屋外暴露試験を実施中であるが、レジンがアラルダイト B だけのものは半年間でトラッキングマークが発生したのに対し、本器のがい子は約 2 年間にまだに異常がない。屋外暴露試験は屋内機器にとって非常に過酷な試験であり、等価性については今後の研究課題であるが、比較のために報告する。

また冷熱試験では、がい子を -30℃ および 90℃ の恒温槽に各 3 時間ずつ入れ、これを 200 サイクル以上繰り返す強制劣化試験の後、破壊試験を行なったが機械強度の劣化は認められなかった。

6.5 コロナ試験

遮断器全体を 0.03 mg/cm² 程度汚損させ、100% 湿度中でコロナ発生電圧を測定した。発生電圧は 10 kV で発生個所は端子の金属部端面であったことから、屋内機器としてはあり得ないような最悪の条件においてもコロナの発生は認められない。

7. 結 言

小形磁気遮断器の構造および特殊試験の大略を述べたが、要約すると下記のとおりである。

- (1) アークシュートの小形化およびエポキシレジンがい子の採用に成功して、容積・重量 40% 以下の磁気遮断器を完成した。
- (2) アークシュートが小形にもかかわらず、回復電圧 100% 以上で異相地絡遮断も可能であり、吸湿条件にも遮断性能に変化がない。
- (3) エポキシレジンがい子は各種の過酷な条件においても、機械強度は強く、耐トラッキング性にもすぐれている。
- (4) 汚損・湿潤など最悪の条件においても使用電圧ではコロナが発生しない。

以上のように本器を開発するに当たっては、最悪の使用条件を考慮して各種の特殊試験を行なって性能を確認しているので、広範な需要家の要望に応じ得るものと信ずる。

終わりに、本器を開発するに当たり絶大な尽力をたまわった関係各位に対し深くお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 吉岡，橋本，山崎： 913 昭 40 電気四学会連大
- (2) 吉岡： 493 昭 41 電気四学会連大
- (3) 斎藤，土器屋： 494 昭 41 電気四学会連大
- (4) 日立評論 47，1968 (昭 40-12)

第 28 卷

目 次

第 12 号

- 随 筆 棟瓦に跨って 串 田 孫 一
- 溶 接
- 溶 接 の 話
- “特別シリーズ”電子計算機<第6回>コンピュータ・エージ
- 機 械 は し ゃ べ る <開 発 進 む 音 声 合 成 装 置>
- 半 導 体 カ ー ト リ ッ ジ 登 場 <日 立 の 技 術 が 開 発 に 成 功>
- 変 り ゆ く 農 繁 期 の 食 事

- 遠くはるかな東京の水——奥利根から朝霞浄水場へ——
- こ ん な 本 を お す す め し ま す
- 成 果 の か げ に ——ポンプの総合研究——
- 話 の ロ ビ ー ——雪 は 魔 術 師——
- ハ イ ラ イ ト 「廃ガスを有効に利用する 6,000 kW ガスタービン」
- サ イ エ ン ス ジ ョ ッ キ ー 「空 気 の ビ タ ミ ン」

発行所 日 立 評 論 社

取次店 株式会社 オーム社書店

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地
振替口座 東京 20018 番