

# 日立磁気遮断器

小林哲郎\* 細包嘉信\*\*

## Hitachi Magnetic Type Circuit Breakers

By Tetsuo Kobayashi and Yoshinobu Hosokane  
Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

Because of its entire freedom from fire hazards, and easiness of inspection and maintenance, the magnetic type circuit breaker has come to be used increasingly on the circuits of 3.45 to 6.9 kV class. At Hitachi's Kokubu Works, the production of this type of breakers has been steadily increasing, and through years of its specialization several new ideas and improvements have been introduced in the product in relation to the efficiency, reducing of dimensions, etc.

Exemplified in this article are Hitachi's 6.9 kV and 3.45 kV circuit breakers which were recently supplied to the Tokiwadai Substation, Tokyo Electric Power Co., and the Sunakawa Power Station, Hokkaido Electric Power Co., respectively. Their performances in a series of tests are disclosed herein.

### 〔I〕 緒 言

交流遮断器として長年王座をしめてきた油入遮断器に対して、近年火災の危険なく、接点の消耗少なく、油の瀧過を必要としないなどの利点のため、油なし遮断器が急速に普及する気運にある。特に 3.45~6.9 kV 回路用遮断器として、磁気遮断器が多数使用されるに至った。

日立製作所においても関西電力株式会社大津変電所に納入して以来<sup>(1)</sup>、すでに製作台数 300 以上の多数におよんでいる。この間、性能の改善、遮断器の小型化などについてさらに研究を進めて来たが、その一例として東京電力株式会社常盤台変電所納 6.9 kV 磁気遮断器と、北海道電力株式会社砂川発電所納 3.45 kV 磁気遮断器について概要を紹介する。

前者は限時式低電圧引外しおよび小勢力過電流引外し装置付の電動操作式遮断器であつて、納入に当り JEC-57 による型式試験のみならず、10,000 回連続開閉試験、汚損湿潤状態における各種絶縁試験など苛酷な特殊試験を行い、良好な性能を示したものでその仕様概略はつぎの通りである。

仕 様  
型 式..... BMM-10-O<sub>2</sub>TVEA

\* \*\* 日立製作所日立国分分工場

定格電圧, 電流..... 6.9 kV, 600 A  
遮断容量..... 100 MVA  
(3.45~6.9 kV において)

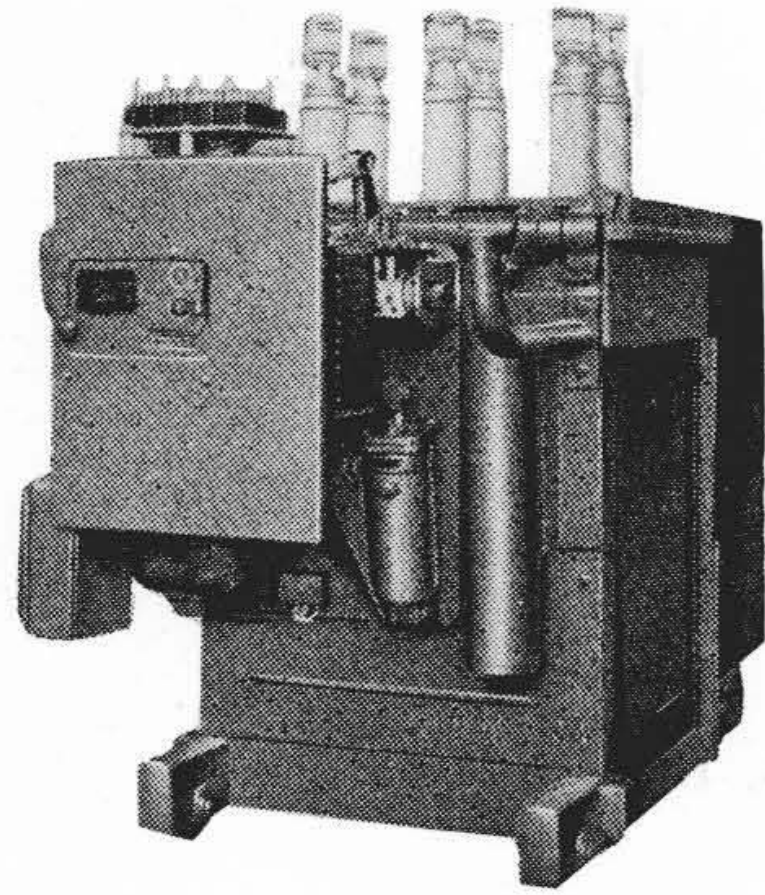
投入用電動機....A.C. 200 V, 2 HP,  
三相誘導電動機  
引外方式....過電流線輪 2 箇  
低電圧引外線輪(時限付)1 箇  
分路引外線輪 1 箇

本器の外観図を第 1 図(次頁参照)に、操作部を第 2 図(次頁参照)に示す。

北海道電力株式会社砂川火力発電所納 3.45 kV 磁気遮断器は、遮断容量に対する定格電圧は 3.45 kV であるが、絶縁に対しては対地、極間、相間いずれも 6.9 kV 相当の絶縁階級を保証している。従来と同容量 6.9 kV 遮断器に比較して、幅 70%、奥行 90% に小型化されている。幅が著しく縮小されているので、火力発電所などのごとく狭小の屋内に多数の遮断器を配列する場合には特に有利である。その仕様の概略はつぎの通りである。

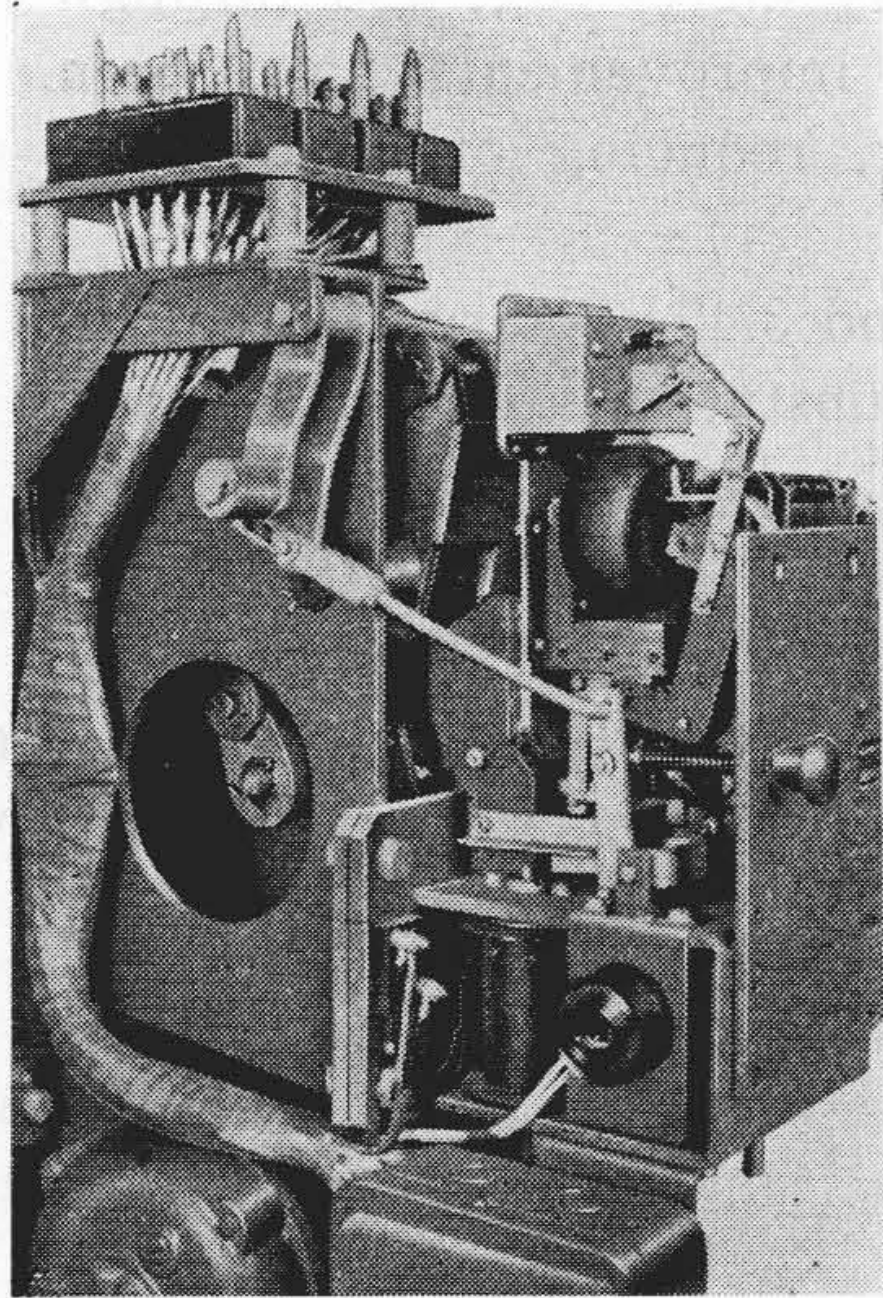
仕 様  
型 式....BMM-10-MA (電磁操作式)  
定 格.....3.45 kV, 400 A  
遮断容量..100 MVA (3.45 kV において)  
絶縁階級.....6 号





第1図 BMM<sub>10</sub> 型 O<sub>2</sub>TVEA 式 6.9 kV, 600 A  
日立磁気遮断器

Fig.1. Type BMM<sub>10</sub> Form O<sub>2</sub>TVEA 6.9 kV, 600 A, Hitachi Magnetic Type Circuit Breaker



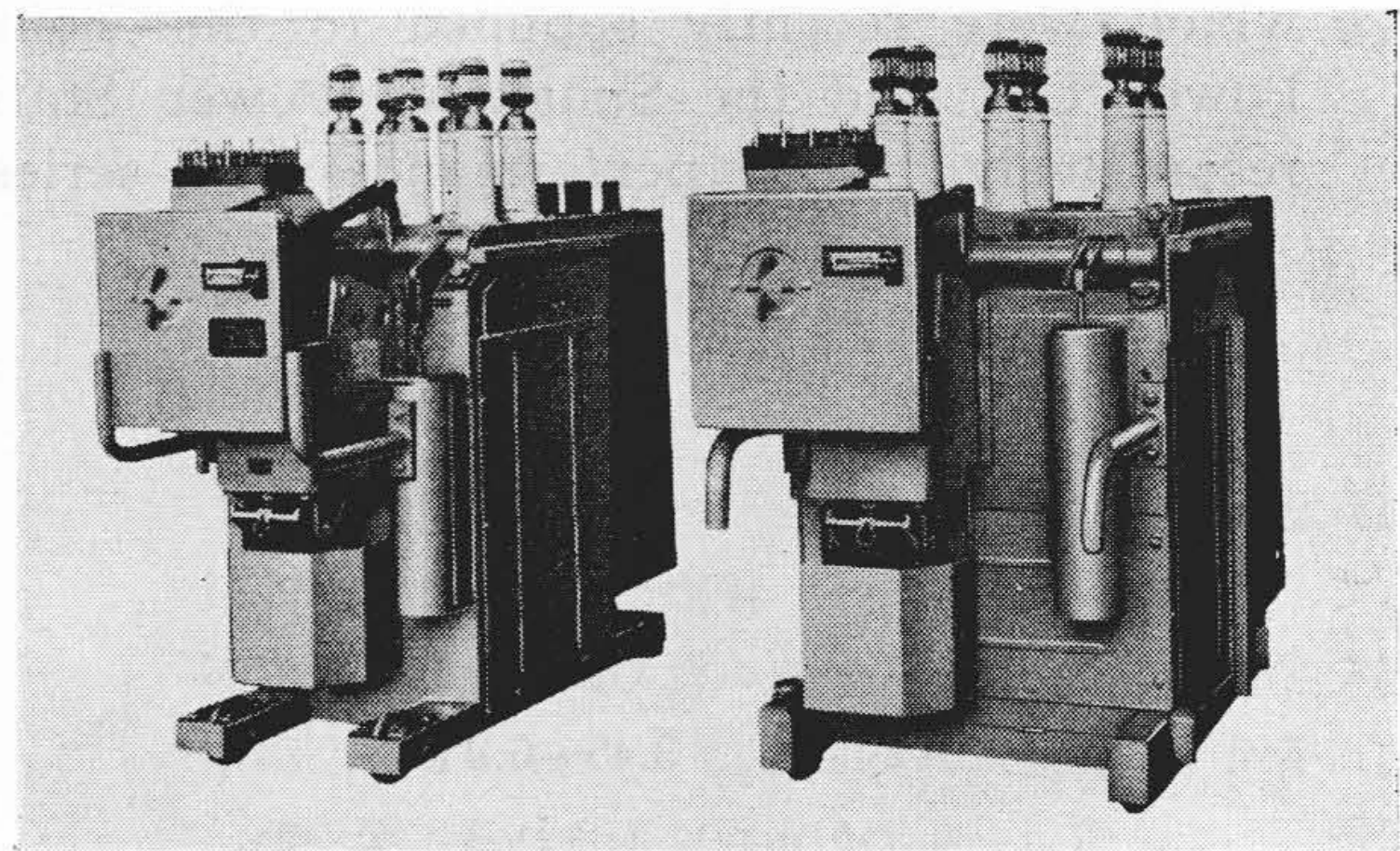
第2図 EQ-4 型 O<sub>2</sub>TVA 式 操作機構

Fig.2. Type EQ-4 Form O<sub>2</sub>TVA Operating Mechanism

本器の外形寸法図を第4図に示す。第3図は 6.9 kV 同容量の遮断器との比較を示す写真である。

〔II〕 構造および動作原理

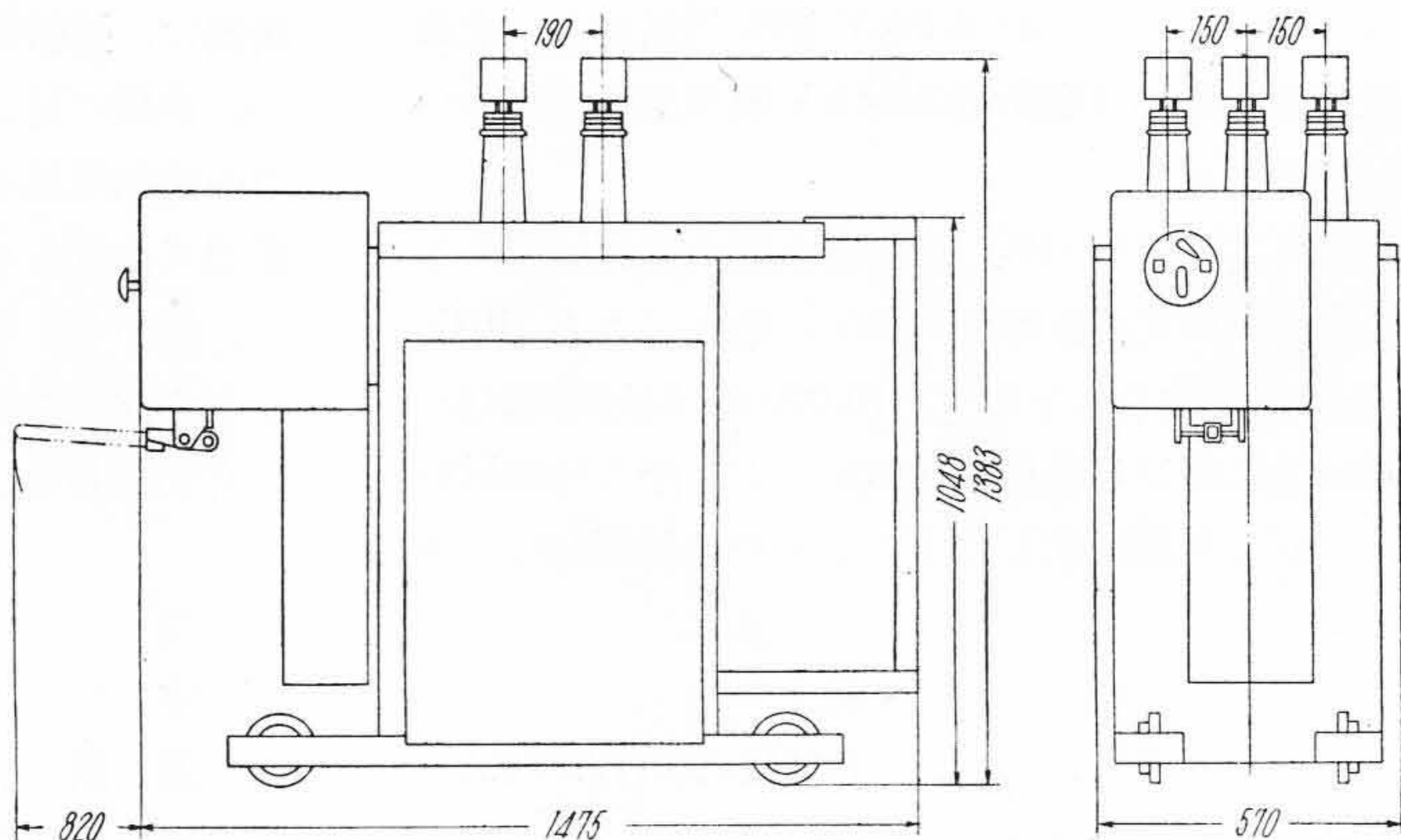
第5図は日立磁気遮断器の内部構造図である。各相の端子はフレーム上部に套管を設けて上方に引出されている。遮断部の前方には操作部が取付けてある。可動接触子は絶縁ロッドにより開閉動作を行う。遮断に際しては補助接触子が最後に開離し、発生したアークがアークシュート内のアークホーンに移行すると、磁気吹消線輪が励磁され、アークはその磁力によつて急速にアークシュート内部に吹込まれる。アークシュート内には、V型の溝を持った隔壁が適当な間隙をもつて積重ねられており、アークはこの溝の中で磁界の作用で強制的に押込まれ、その径が制限されかつ隔壁によつて強力な冷却作用をうけるので、アークの電圧が高くなり、電流をしばらくながら遮断を完了する。アークに触れる部分には、耐アーク性の良好なジルコン磁器を使用している。アークの弧心に触れて強い熱衝撃を受ける隔壁には特に熱的に強



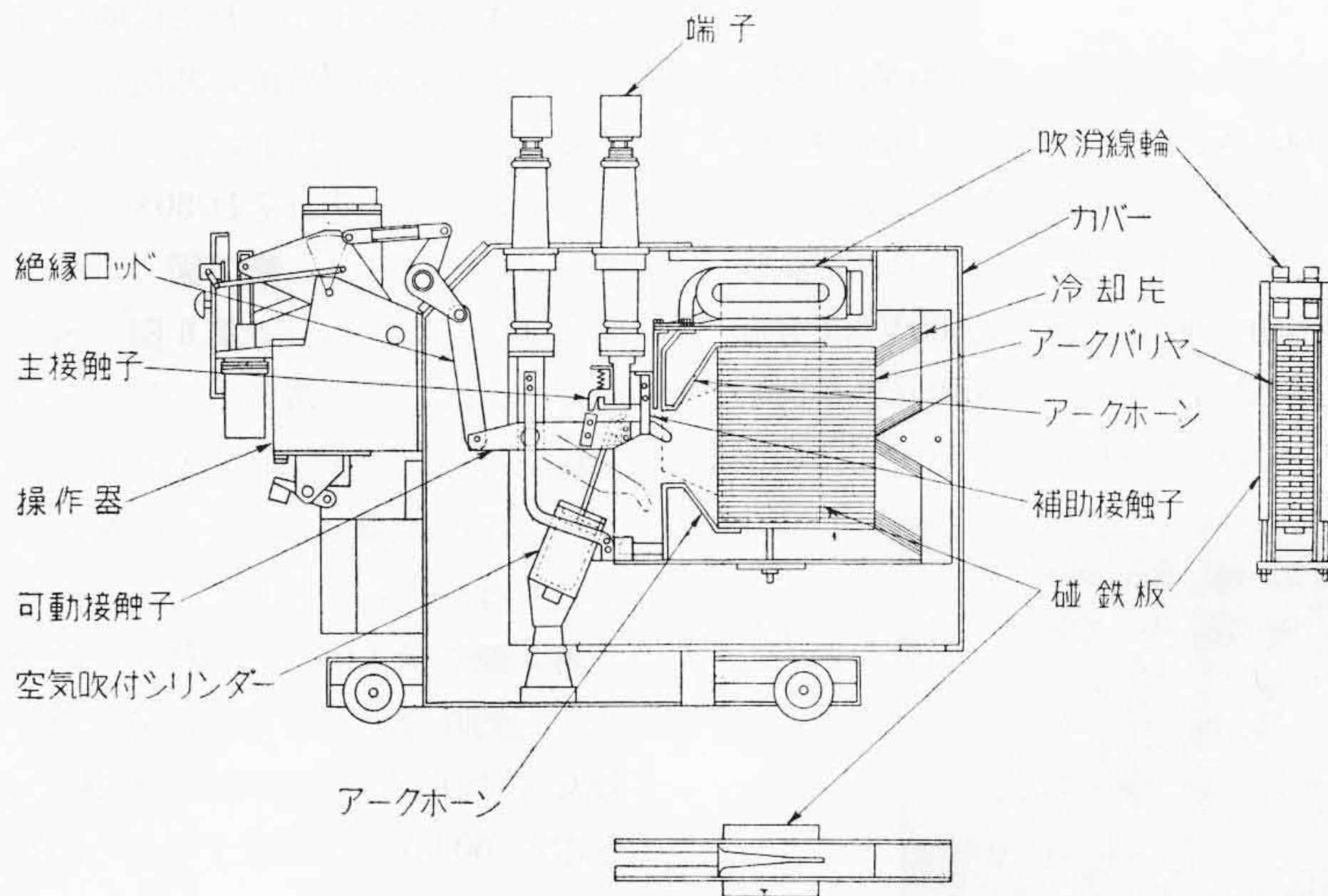
第3図 3.45 kV および 6.9 kV 日立磁気遮断器  
Fig.3. 3.45 kV and 6.9 kV Hitachi Magnetic Type Circuit Breaker

第4図 BMM-10 型 MA 式 3.45 kV 400 A 日立磁気遮断器外形図

Fig.4. Dimension Diagram of Type BMM-10 Form MA, 3.45 kV 400 A Hitachi Magnetic Type Circuit Breaker







第5図 日立磁器遮断器構造図  
Fig.5. Illustration of Hitachi Magnetic Blow Out Type Circuit Breaker

い材質を使用することにより遮断性能の向上を計った。遮断時のアークガスは隔壁により冷却され、さらに金属板を組合せた冷却板により十分冷却されてから絶縁カバー上下に放出される。小電流遮断に対しては、空気吹付作用によつてアークを短時間に遮断することができる。磁気吹消線輪その他従来コンパウンド注入処理を行つていた部分は、すべてサーモセットワニス<sup>(2)</sup>およびシリコンワニス処理を行うことにより、湿潤状態における絶縁耐力を向上させて良好な成績を納めた。

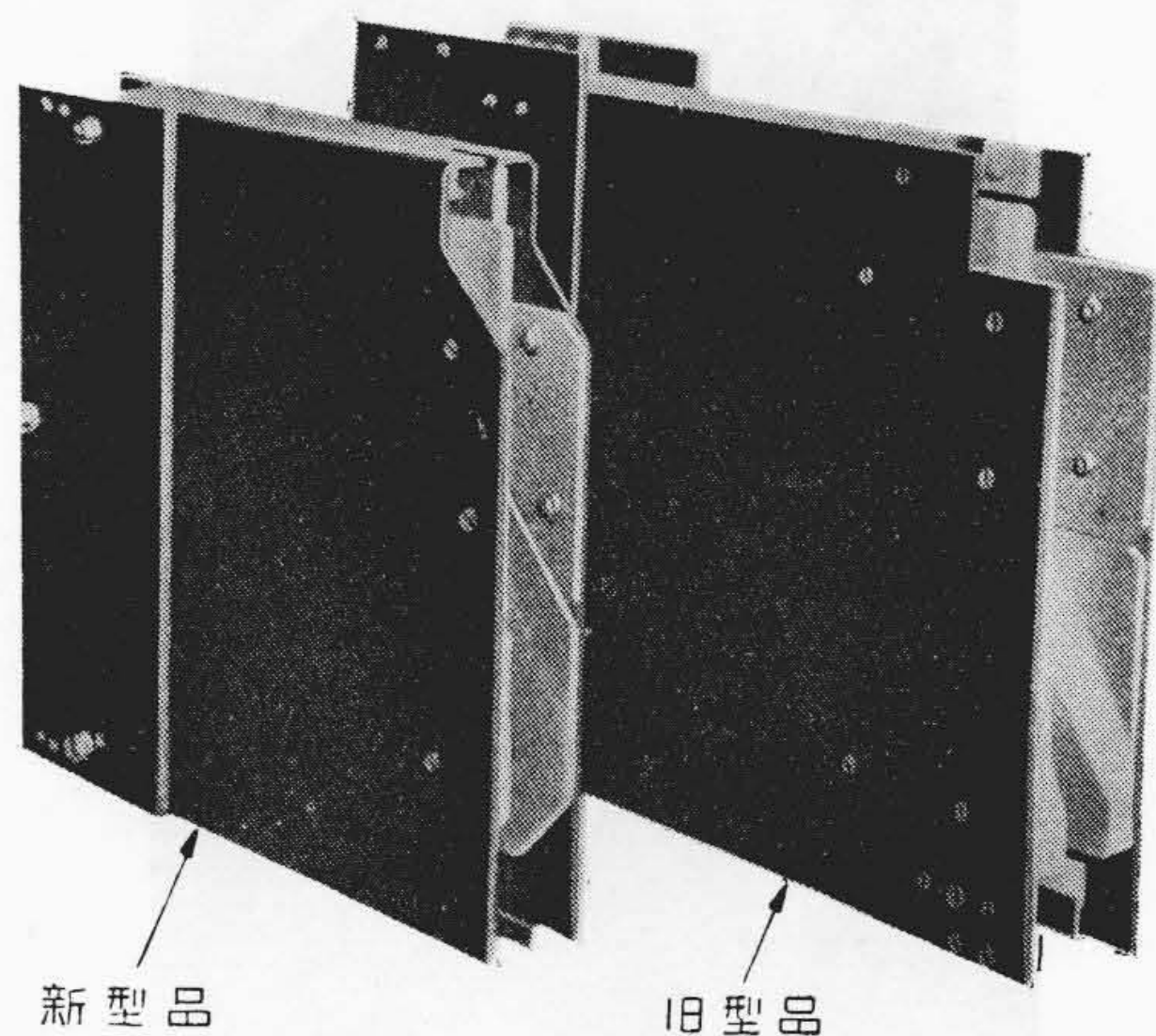
3.45 kV 磁気遮断器は絶縁に対しては、対地、相間、同相極間、いずれも定格電圧 6.9 kV 相当の絶縁階級(商用周波 17 kV, 衝撃電圧 60 kV)を保証しているにもかかわらず極力小型化を計った。従来の同容量の 6.9 kV 遮断器に比較して、幅 70%, 奥行 90%, 重量 80% となり、メタルクラッドに納めた場合の床面積は 63% に縮小されている。アークシュート部分は第6図に示すように小型となり、重量は 60% に軽減されているので取扱いがいつそう容易となつた。

〔III〕 諸特性試験

(1) BMM-10 型 O<sub>2</sub>TVEA 式日立磁気遮断器

(A) 開閉試験

JEC-57 には 500 回の連続操作試験が規定されているが、今回は立会試験において 10,000 回連続操作試験を行い、全く異常なくさらに連続して使用しうる状態であつた。この種の遮断器の一年間を通じて操作される回数は、統計によると使用頻度の多い配電線でも 600 回程度であり、10,000 回は 15 年間以上の操作に相当する。



第6図 アークシュート  
Fig.6. Arc-chute

第1表 10,000回操作前後における温度試験結果  
Table 1. Thermal Test Result at 10,000 Times Operating Test

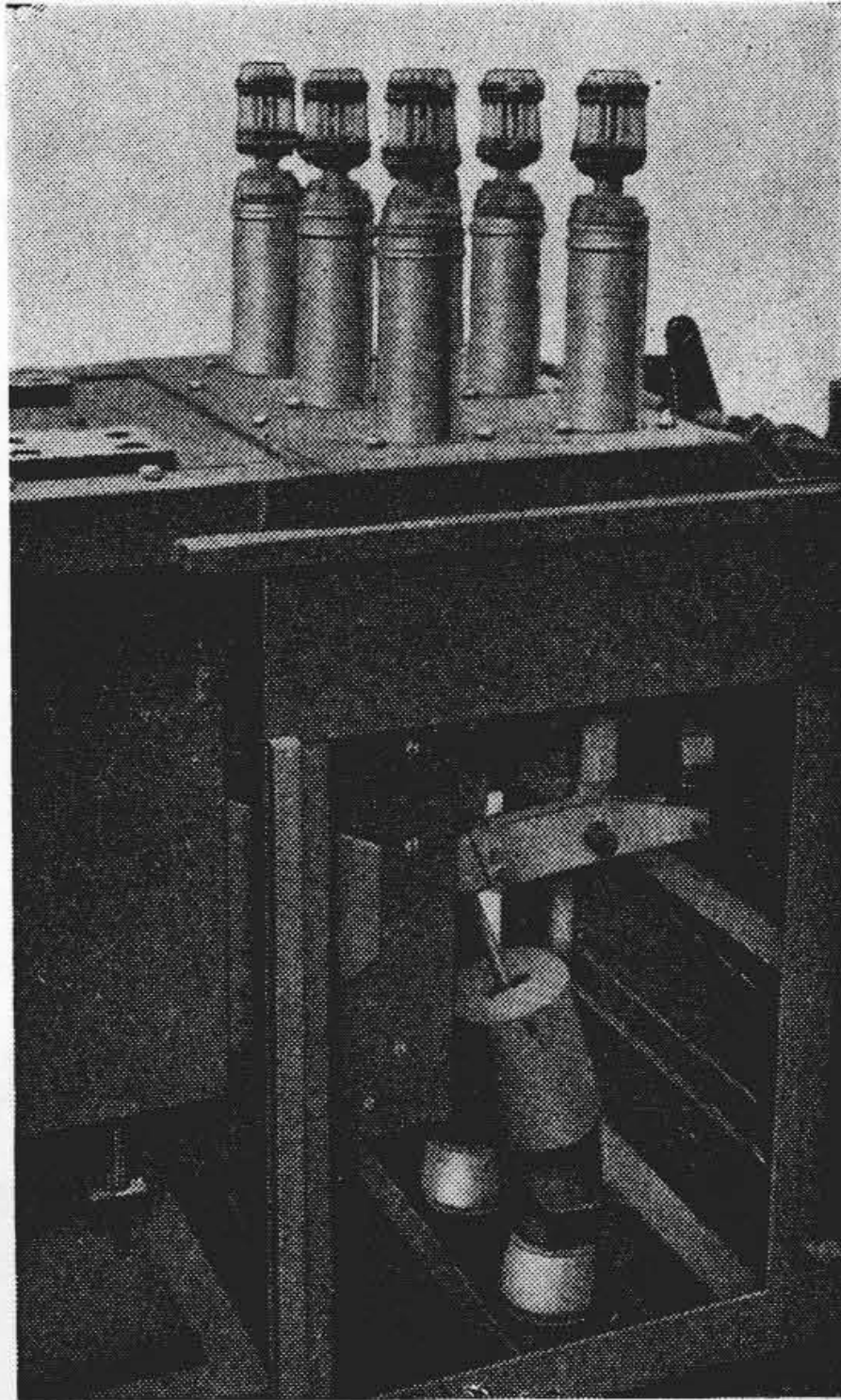
測定部分	操作前	操作後
主接触子	6.5~9°C	10~11°C
可動接触子	5.5~6.5°C	9~9.5°C
ヒンデ	5.5~7.5°C	8.5~9°C
端子	10.5~12°C	13~14°C

第1表は 10,000 回操作前後の温度試験の結果を示す。また投入時間、開極時間もほとんど変化がなかつた。これらの結果から 10,000 回操作後も性能がほとんど変わらず、機械的に十分信頼できることが判明した。

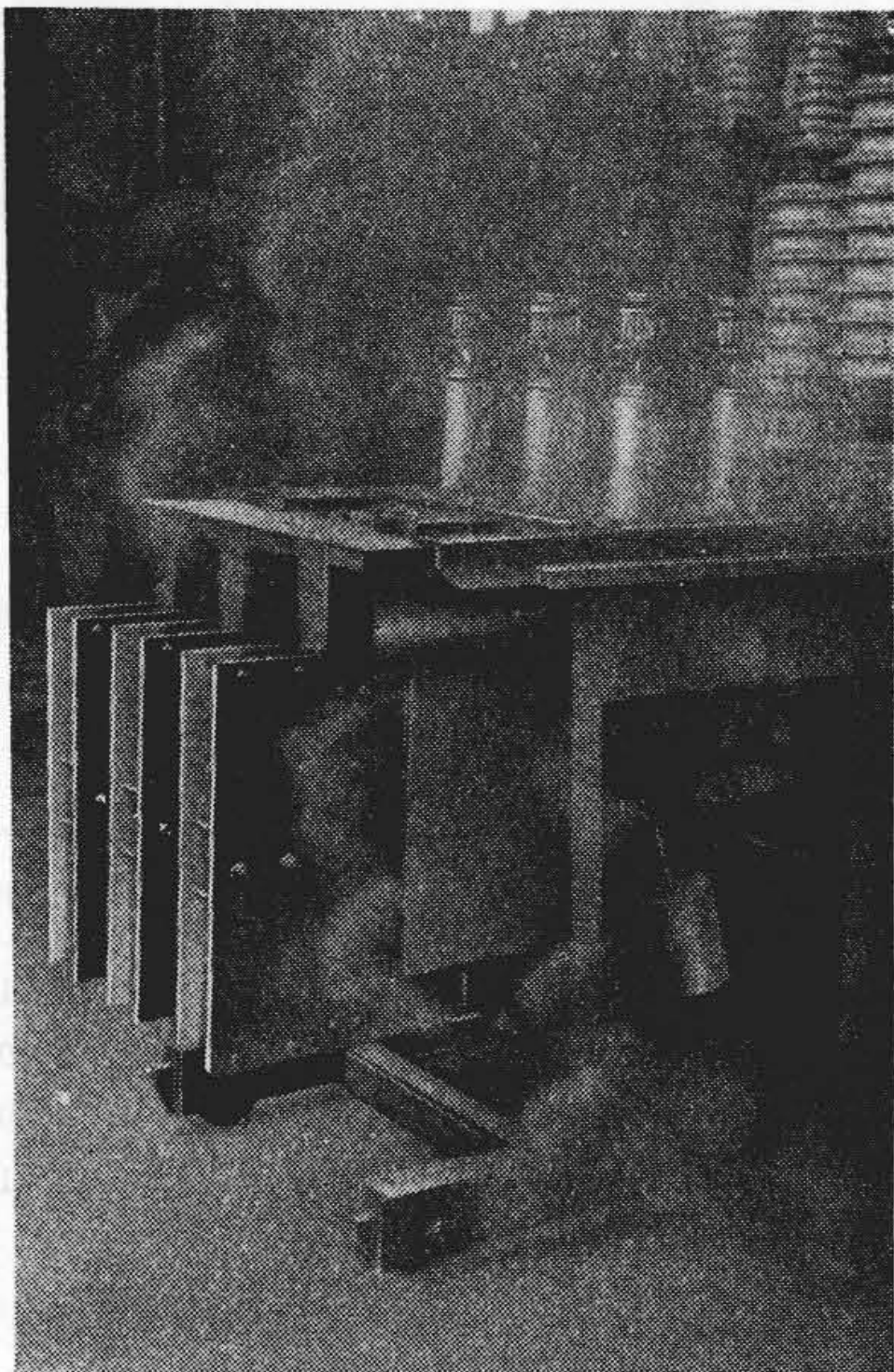


(B) 絶縁試験

乾燥状態において商用周波絶縁試験(25,000 V, 1分間)および衝撃電圧試験(60 kV, 1.5/40 μs)は対地, 相間, および同相端子間に対し実施しいずれも異常なかつた。立会試験においてはさらに汚損, 湿潤状態における試験を行い, 60 kV の衝撃電圧試験および 17,500 V×1分間の商用周波絶縁試験にいずれも耐えた。湿潤状態の試験は遮断器内部を三本のノズルから吹出す蒸気で完全に湿



第7図 汚損状態の遮断器  
Fig.7. M.C.B. under Dusty Condition



第8図 汚損湿潤状態の遮断器  
Fig.8. M.C.B. under Dusty and Wet Condition

らせ, 水滴が落下しておる状態で行つた。汚損状態はあらかじめ遮断器内外面に蒸気を当て, 十分にしめらせて塵埃のつき易い状態にしておき, セメントの粉末および碍子の粉末をそれぞれ50%を混合したもの約3lを, 各部に吹き付けて, 第7図に示すごとく完全に汚損せしめて試験した。ついで第8図に示すごとく, 汚損状態にあるものにさらに蒸気を吹付けながら, 汚損湿潤状態の試験を行つた。かゝる苛酷な状態においても第2表に示す試験電圧に耐えて良好な結果がえられた。汚損湿潤状態の対地, 相間, 極間についての商用周波内絡開始電圧は第3表に示す値がえられた。以上の試験の結果, 実際使用上到底考えられない苛酷な条件のもとにおいてもJECの規程値(商用周波試験電圧17,000 V 1分間, 衝撃電圧60 kV)を満足することが判明し, きわめて信頼度の高いことが立証された。

(C) 温度試験

メタルクラッド函内に収めたときの温度試験の結果は第4表に示すごとく最高温度上昇は端子部分 27°C (端

第2表 絶縁試験印加電圧  
Table 2. Insulating Test Voltage

状 態	印 加 電 圧	
	商用周波1分間	衝撃波 1.5/40 μs
清 淨 状 態	22 kV <sup>(1)</sup>	60 kV
汚 損 状 態	22 kV <sup>(1)</sup>	60 kV
湿 潤 状 態	17.5 kV <sup>(2)</sup>	60 kV
汚 損 湿 潤 状 態	17.5 kV <sup>(2)</sup>	60 kV

注 (1) JEC-57 改訂案 (2) JEC-57 現行

第3表 汚損湿潤状態における閃絡電圧  
Table 3. Flush Over Voltage in Dusty and Wet Condition

荷 電 部 分	閃 絡 電 圧
対 地 間	26 kV
同相端子間 (可動子接地)	22.5 kV
同相端子間 (固定子接地)	23.5 kV

第4表 温度試験結果(メタルクラッド函内に収めた状態)

Table 4. Thermal Test Result

測 定 部 分	湿 度 上 昇 (°C)	
	600A 一定通電	18,060A 2.2 s
主 接 触 子	11	1.5
可 動 接 触 子	—	5.0
ヒ ャ ン デ	11.5	5.0
端 子	27	2.5
函内温度上昇	8	—



第 5 表 BMM-10 型 O<sub>2</sub>TVEA 式 6.9 kV 600 A 100 MVA  
日立磁気遮断器試験成績

Table 5. Result of Rupturing Test

オシロ番号	動作責務	試験電圧 (kV)	投入電流 (A)	遮断電流 (A)	電弧時間 (s)	全遮断時間 (s)	相別
1	0 (1φ)	6.9		7,500	1.2	3.9	白
2	0 (1φ)	6.9		6,000	1.1	3.8	白
7	0 (3φ)	6.9		4,250 4,600 4,900	1.3 1.3 1.0	4.0	黒赤白
8	0 (3φ)	6.9		6,400 6,600 4,100	0.8 0.7 0.8	3.3	黒赤白
9	CO   15 秒	6.9	24,700 12,000 23,600	9,400 6,500 9,200	1.0 1.0 0.9	3.5	黒赤白
10	CO (3φ)	6.9	24,700 15,300 23,700	9,400 7,800 9,200	1.1 1.1 1.0	3.6	黒赤白
13	0 (1φ)	6.0		3,040	1.5	4.2	白
14	0 (1φ)	6.0		3,150	0.9	3.7	白
3	0 (3φ)	3.45		9,700 8,800 8,200	0.5 0.8 0.8	3.7	黒赤白
4	0 (3φ)	3.45		11,200 9,500 8,400	0.5 0.9 0.9	3.7	黒赤白
5	0 (3φ)	3.45		3,600 4,200 3,000	1.2 1.1 1.2	3.6	黒赤白
6	0 (3φ)	3.45		6,100 4,100 3,800	1.0 1.1 1.1	3.6	黒赤白
11	CO   15 秒	5.0	41,000 40,000 59,000	17,000 15,500 19,000	0.3 0.3 0.26	2.9	黒赤白
12	CO (3φ)	5.0	62,000 38,000 57,000	20,100 14,500 18,100	0.6 0.6 0.5	2.9	黒赤白

子部分) できわめて低い値であった。このほか10,000回操作試験前後において遮断器単独で温度試験を行い、第2表に示すごとく最高温度上昇は 14°C (端子部分) で規程値 (40°C) よりはるかに低い値を示した。

(D) 短時間電流試験

メタルクラッド函内に収めた状態で 18,000 A, 2.2 秒 (規程値は 17,000 A, 1 秒) 通電して、第4表に示すごとく温度上昇 5°C を超えず、各部に異常を認めなかった。

(E) 遮断試験

本器の遮断部はさきに関西電力大津変電所に納入の際、温度 100% 中に 24 時間放置後の遮断試験、および 8,500 V の過電圧試験などを行って良好な結果を示した。今回はメタルクラッド函内に収めて、CO—15秒—CO動作責務試験、6.9 kV 单相短絡試験 (異相短絡遮断試験)

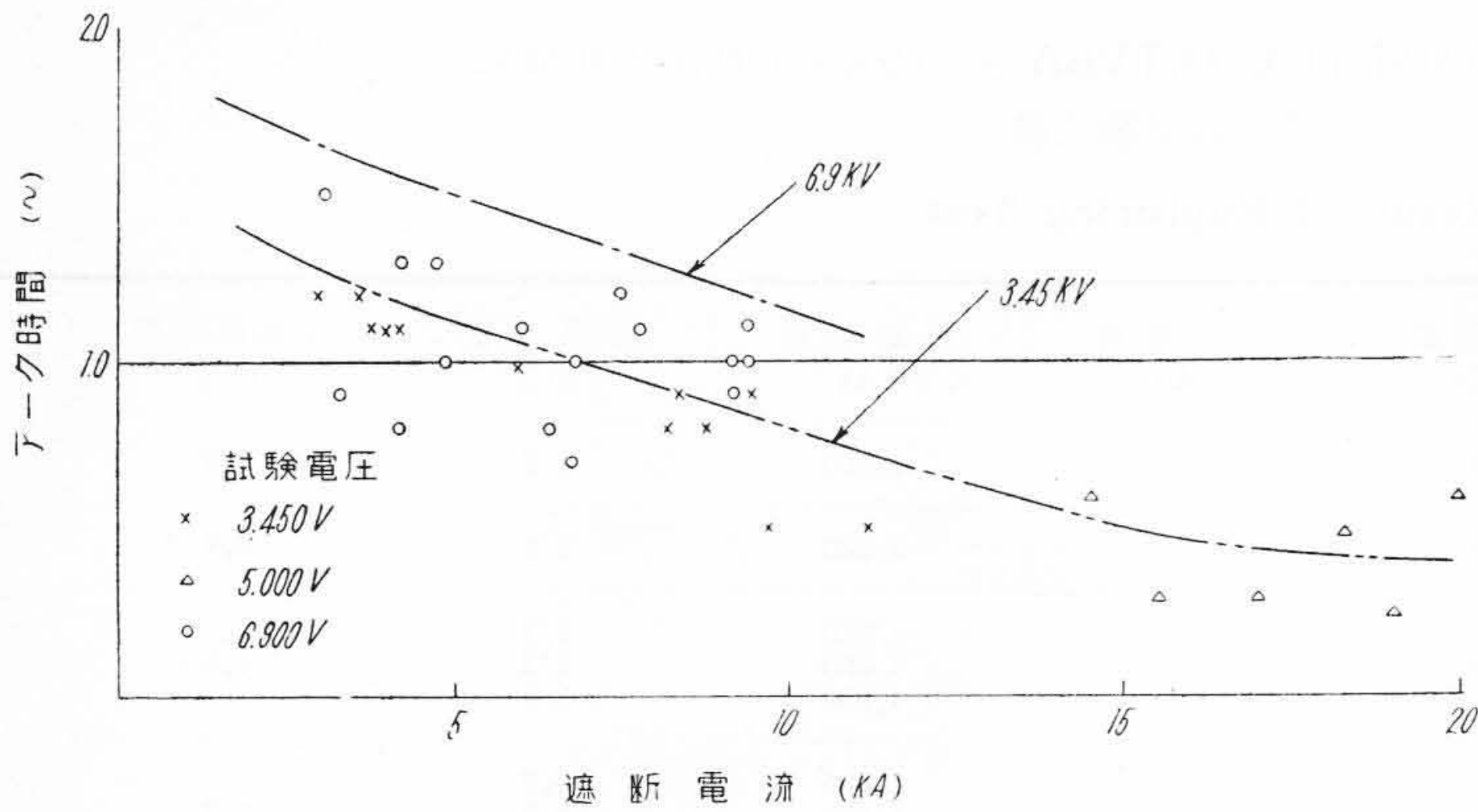
第 6 表 BMM<sub>10</sub> 型 MA 式 3.45 kV 日立  
磁気遮断器遮断試験結果

Table 6. Result of Rupturing Test

動作責務	試験電圧 (kV)	投入電流 (A)	遮断電流 (A)	電弧時間 (s)
O (1φ)	3.0		80~1,000	1.0~3.2
O (3φ)	3.45		2,000~6,000	0.47~1.7
O (3φ)	3.45		6,000~11,000	0.40~1.07
O (3φ)	4.4		10,000~14,000	0.54~0.95
CO-15 s -CO(3φ)	4.4 4.4	28,600 ~43,000	10,000~13,000	0.4~0.67
O (3φ)	5.5		12,500~16,000	0.62~1.05
O (1φ)	3.0		6	0.05~0.32*

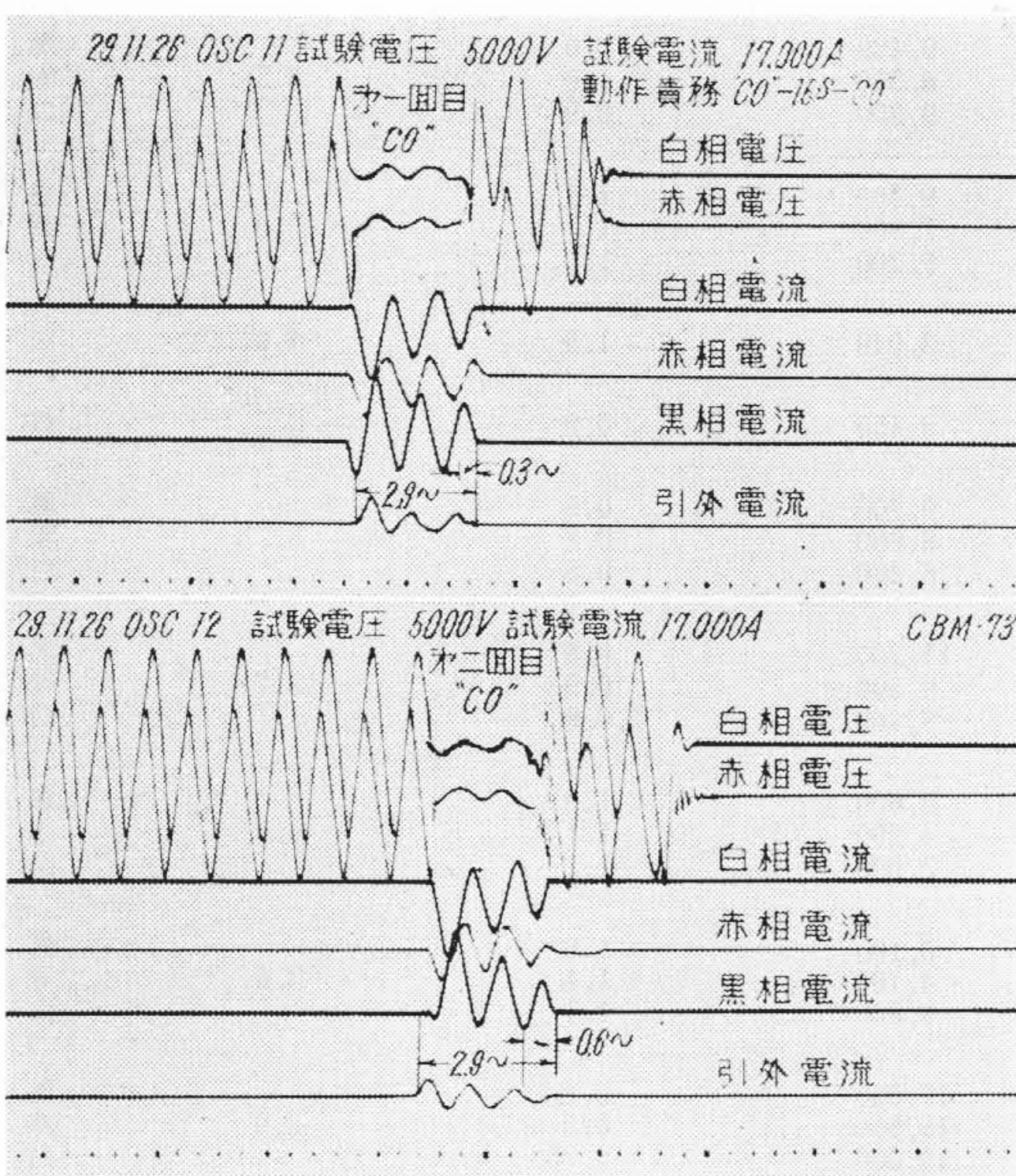
\* 充電々流試験、無再点弧





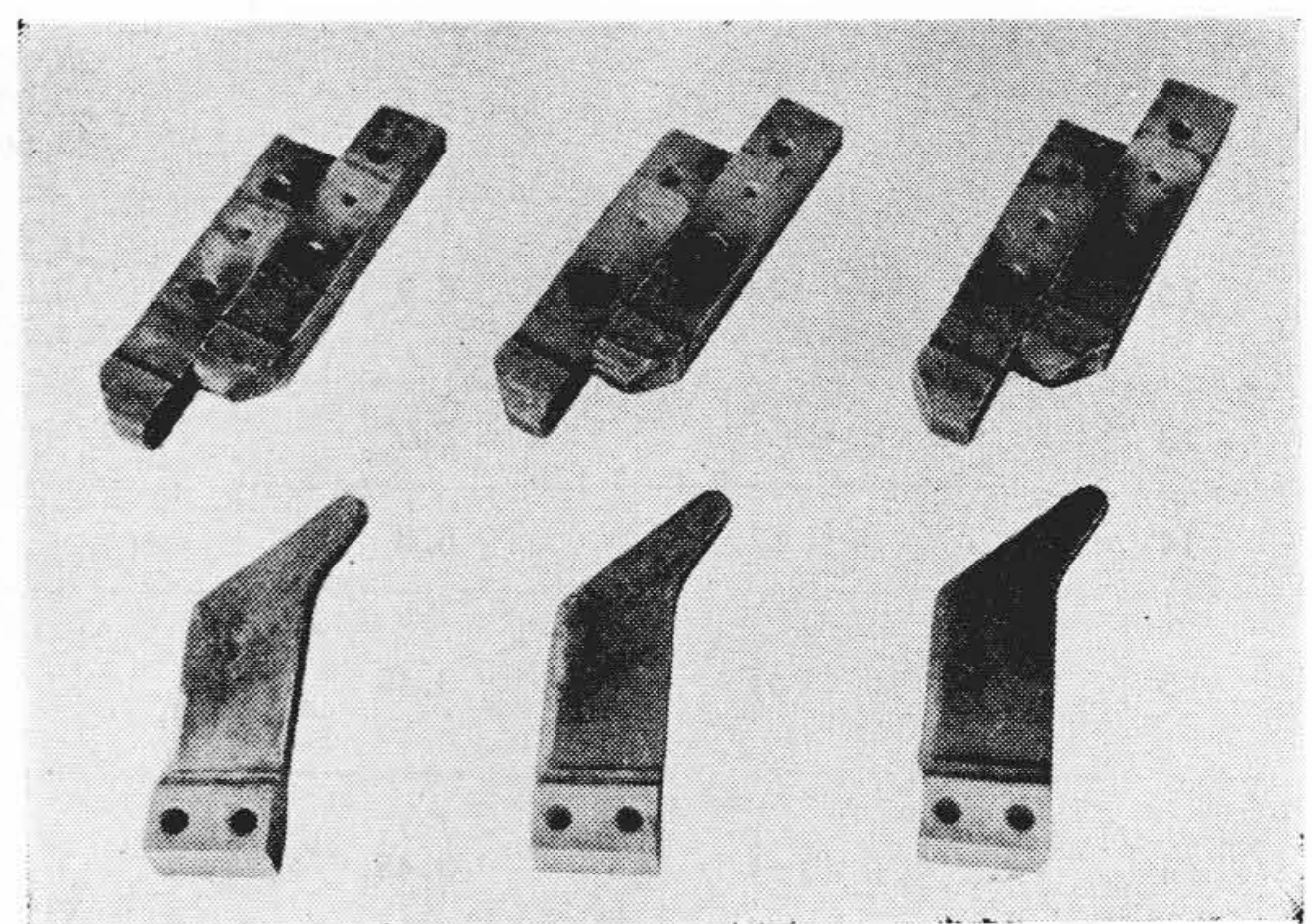
第9図  
6.9 kV 100 MVA 磁気  
遮断器遮断特性

Fig. 9.  
Rupturing Character of  
6.9 kV 100 MV A Hitachi  
Magnetic Type Circuit  
Breaker



第10図 5.0 kV, 17,000 A, CO-15 s-CO  
試験オシログラフ

Fig. 10. Oscillogram of 5.0 kV 17,000A  
"Close-Open-15 s-Close-Open"  
Test

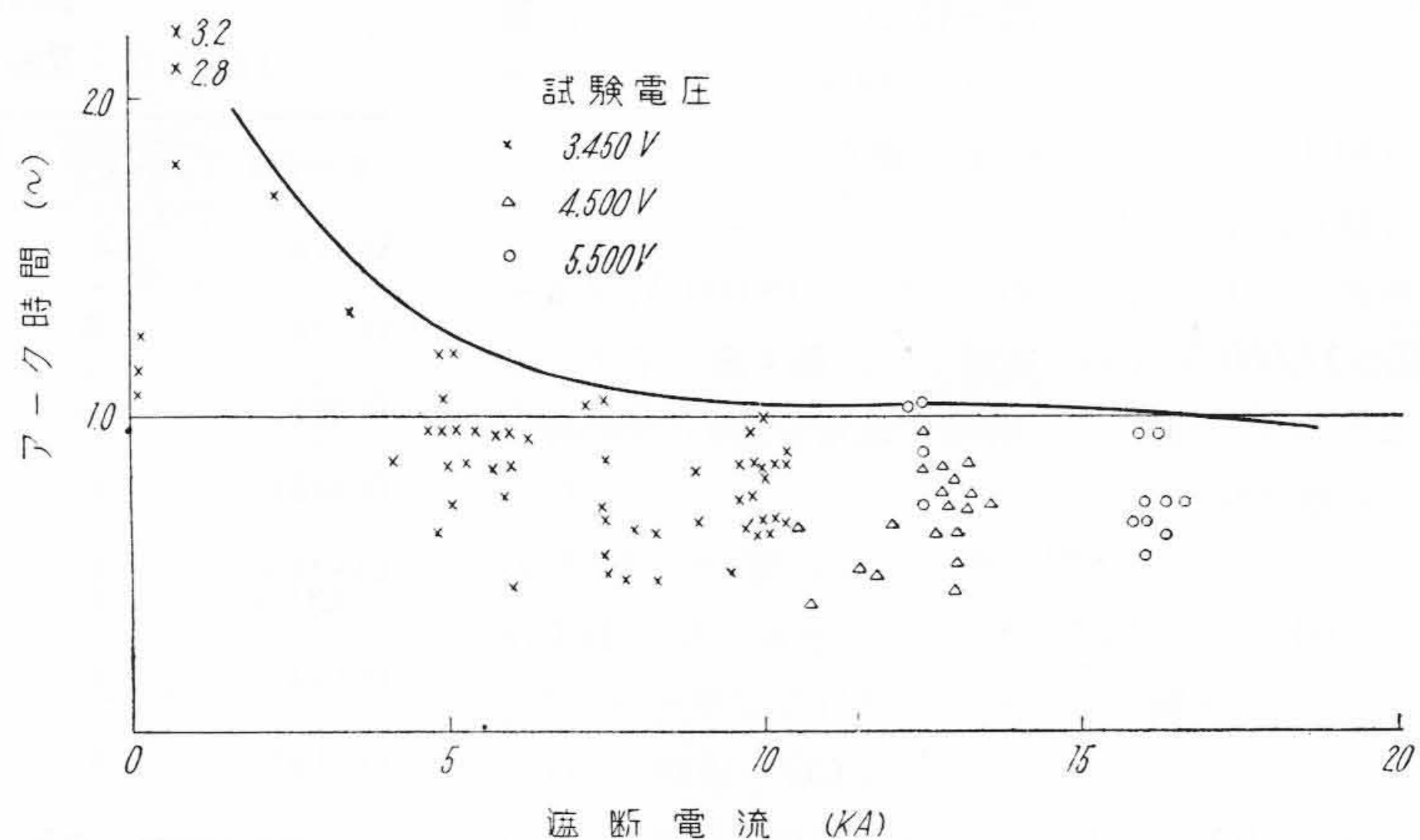


第11図 試験後の各接触子の状態  
Fig. 11. Contacts after Rupturing Test

などを行つて。遮断電流 3,000~20,000 A においていずれも電弧時間 1.5~ 以下, 全遮断時間 4.2~ 以下の好成績であつた。第5表は試験結果を示す。第9図は特性曲線, 第10図は 5 kV, 17,000 A, CO-15 秒-CO 動作責務試験のオシログラムである。第6表に示す一連の試験後の接触部の損傷は第11図に示すごとく軽微でさらに継続使用できる程度であつた。

第12図  
3.45 kV 100 MVA 磁気  
遮断器遮断特性

Fig. 12.  
Rupturing Character  
of 3.45 kV 100 MVA  
Hitachi Magnetic  
Type Circuit Breaker





(2) BMM-10 型 MA 式 3.45 kV 400 A 日立磁気遮断器

(A) 諸特性試験

JEC の規定により、操作試験、絶縁試験（商用周波 17,000 V 1 分間、衝撃波 60 kV）温度試験、短時間電流試験（18,050 A, 1.13 秒）などを行い、いずれも良好であった。

(B) 遮断試験

本器は定格電圧 3.45 kV であるが、5,500 V の過電圧試験、4,400 V, 13,000 A (100 MVA) CO-15 秒-CO 動作責務試験、小電流試験、充電電流試験などを行い第 6 表に示す結果をえた。第 12 図はその特性曲線で、80~100 の小電流遮断においても、アーク時間 3.2 以下で遮断しており、10,000 A 以上ではほぼ 1.0 以下の短時間に遮断している。5,500 V, 150 MVA の過電圧、大容量遮断においても良好な性能を示し使用上十分信頼できることが立証された。

をはじめ広範な諸試験を行い、さきに報告した湿潤状態における遮断試験、8,500 V の過電圧試験などとあわせ電氣的にも、機械的にも完全にして十分信頼できることが立証された。また小型磁気遮断器の開発により火力発電所、工業動力用などに使用するにも便利になった。

本器の特長を要約すると

- (1) 油を使用しないため火災の危険がなく、かつ接触部の損傷が少い。
- (2) アークシュートにはジルコン磁器が使用しており半永久的使用に耐える。
- (3) アークシュートの取付け位置が低いので保守点検が容易である。

したがってメタルクラッドに組込んで都心の変電所無人のユニットサブステーション、あるいは開閉頻度の高い工場動力などに使用するに最適である。

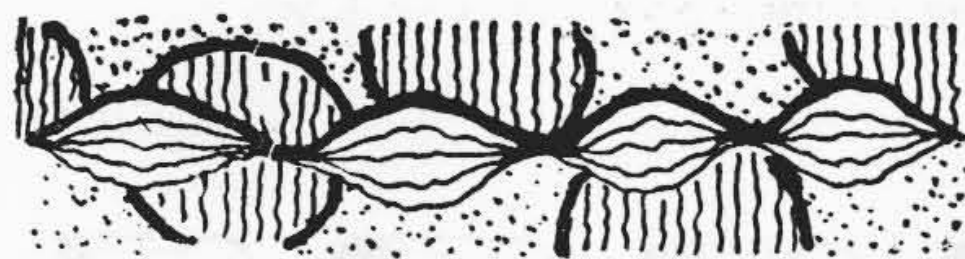
最後に、本遮断器の製作に終始熱心な御指導をいただいた東京電力株式会社、ならびに北海道電力株式会社の各位に厚く感謝申し上げる次第である。

[IV] 結 言

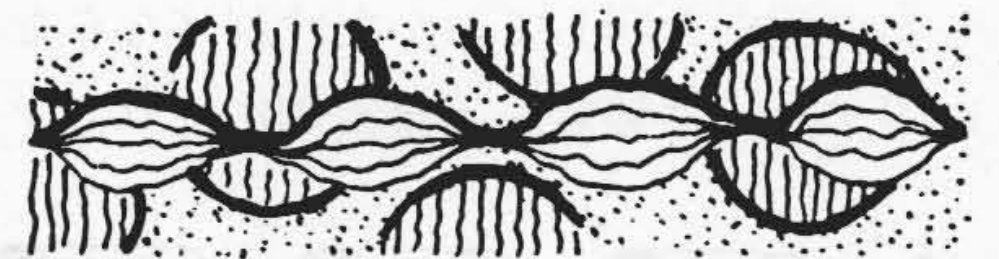
以上最近の日立磁気遮断器の概要を報告した。10,000 回の連続操作試験、汚損湿潤状態における各種絶縁試験

参 考 文 献

- (1) 小林, 細包: 日立評論 36 485 (昭 29-2)
- (2) 白井, 松島, 才川: 日立評論 36 805 (昭 29-4)



特 許 と 新 案



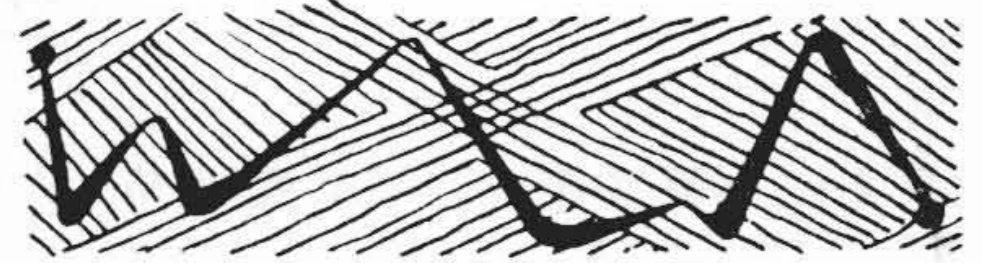
最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その 4)

(第 22 頁から続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	423360	光軸調整監視装置付電子顕微鏡	多賀工場	片 桐 信二郎	30. 1. 28
"	423320	電磁制動機の手動弛め装置	亀戸工場	山 崎 栄次郎 山 崎 幸 夫	"
"	423321	電磁制動機の手動弛め装置	亀戸工場	山 崎 栄次郎 山 崎 幸 夫	"
"	423324	遊星歯車軸受面の潤滑装置	亀戸工場	伊 藤 虎 男	"
"	423345	螢光灯点灯装置	亀戸工場	野 崎 松 郎	"
"	423346	密閉型ヒューズボックス	亀戸工場	山 崎 栄次郎 山 崎 幸 治	"
"	423347	ヒューズ台	亀戸工場	山 崎 栄次郎 山 崎 幸 治	"
"	423350	笠付螢光灯器具	亀戸工場	西 岡 博 夫 西 岡 貞 夫	"
"	423355	螢光放電管の点灯装置	亀戸工場	伴 野 正 美 中 野 純 之 助 河 野 茂 喜	"
"	423356	放電灯起動装置	亀戸工場	大 和 利 丸 吾 千 原 錦 吾	"
"	423337	真空鑄造装置	中央研究所	近 藤 彌 太郎	"
実用新案	423343	熱的負性抵抗体	中央研究所	伴 野 正 美 河 野 茂 喜	30. 1. 28



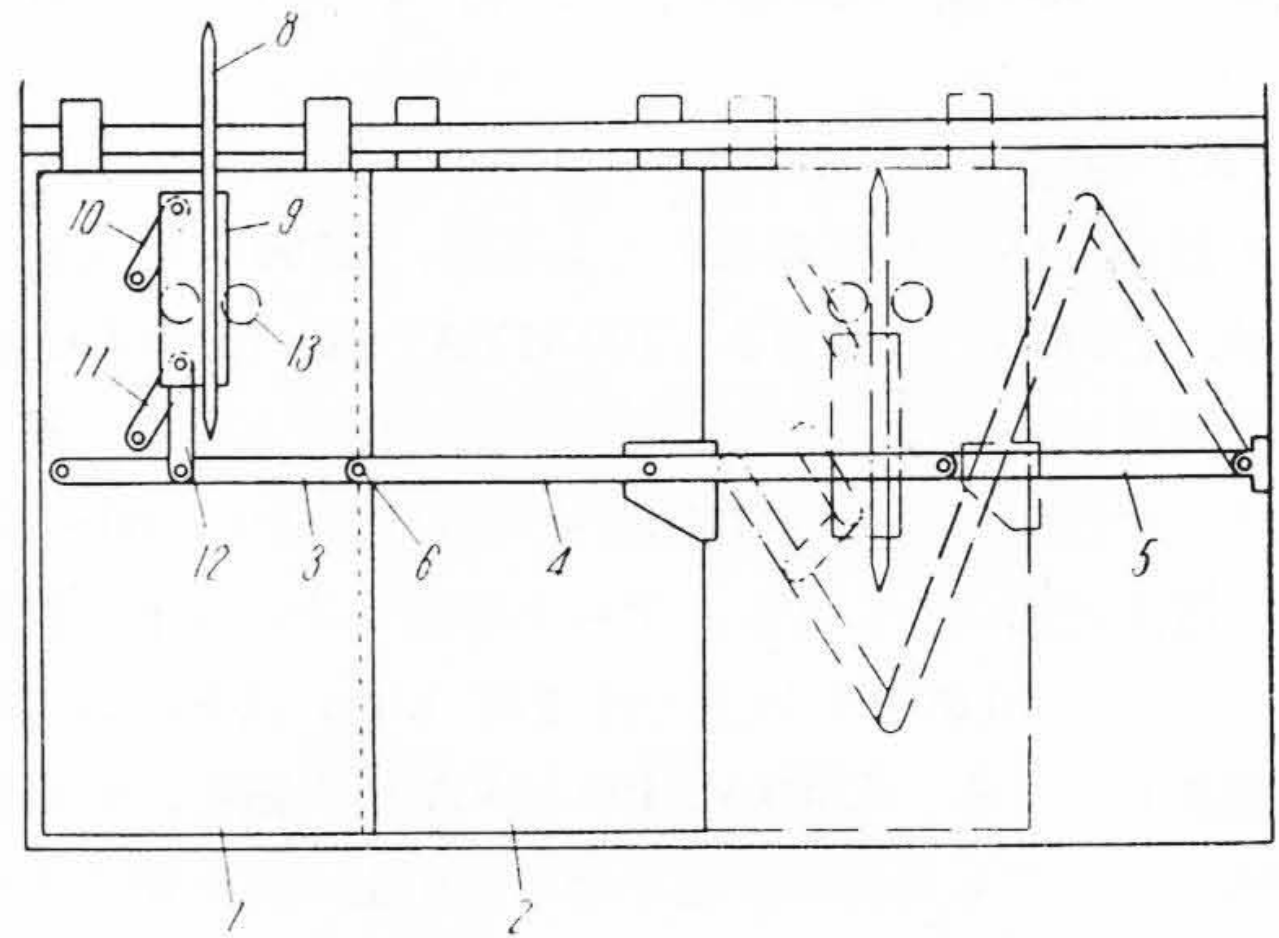


実用新案 第401936号

神 峯 次 郎

階床扉開閉リンク装置

図に示すように扉1および2の閉鎖状態では、開閉リンク機構3, 4, 5は一直線に伸長し、その突張りによつて扉を閉鎖位置に鎖錠し、これを外部より開くことはできない。乗籠がこの階に着床し、ドアマシンが動作すると、乗籠扉に設けた把握ローラ13によりカム8を把握し、両扉を同時に開閉することができる。この考案はカム8の支持板9を並行リンク10および11により扉1上に可回轉的に支持し、かつ支持板9と開閉リンク3とを、リンク12により連結してなるものである。この構造によれば、開扉作動に当り乗籠扉したがつて把握ローラ13の右方水平運動により、支持板9は右方移動と同時に下方に遊動し、リンク12を介して開閉リンク3を圧下し、その死点6を下方に崩すをもつて、扉1および2の閉鎖鎖錠は解かれ、開閉リンクは鎖線位置まで屈折移動して扉1および2を円滑に開くことができる。従来の装置では、扉1および2の閉鎖状態で、リンク3, 4, 5の死点を崩しておかなければならないので、階床扉にドアロック装置を、乗籠側にはロックを外す装置を設



ける必要があり、機構は複雑となるを免れなかつたが、この考案によれば、ドアロックおよびロックを係脱する装置を廃することができ、乗籠扉には単なる把握ローラを設ければよいから、構造は著しく簡潔となり、しかも乗籠扉の同時開閉を円滑に行うことができる。

(滑川)



第37巻 日立評論 第5号

- ◎ 一家一言 「金属材料の良否とその検査」..... { 東北大学名誉教授 村上武次郎  
日本学士会 員  
理学博士
- ◎ 東北電力株式会社納沼沢沼揚水発電所用ポンプの予開起動... 東北電力株式会社 阿部元志  
日立製作所・亀有工場 小田保光
- ◎ ガスタービン用燃焼器の燃焼実験(第2報) ..... 北海道汽船株式会社 小林数夫  
日立製作所・日立研究所 { 古賀善雄  
平戸瑞穂
- ◎ バブコック式トムリンソン回収装置 ..... バブコック日立株式会社 朝倉英二
- ◎ 日立工業用テレビジョン (第2報)..... { 北海道電力株式会社 蔵部正詮  
日立製作所・戸塚工場 今西久彌
- ◎ 電子顕微鏡の電圧中心および電流中心について..... 日立製作所・中央研究所 森戸望
- ◎ 光電比色法によるアルミ合金中の珪素分析方法..... 日立製作所・多賀工場 小林武
- ◎ 日立 LDA-6 型戸締機械について ..... 日立製作所・笠戸工場 金子良士
- ◎ メッセンジャーワイヤ付通信ケーブルの一次定数..... 日立製作所・日立電線工場 八田達
- ◎ ケーブル鉛被用二元系鉛合金の高温圧縮性..... 日立製作所・日立電線工場 { 山路賢吉  
大島芳昭
- ◎ 不飽和ポリエステル樹脂 ..... 日立製作所・日立絶縁物工場 { 宮入真亀  
飯島貞善

東京都千代田区丸の内1ノ4  
(新丸の内ビルディング7階)

日立評論社

誌代 { 1箇月分 ¥100 下12  
6箇月分 ¥430(送料共)  
12箇月分 ¥840(送料共)