

最近の高圧気中電磁接触器の応用

Recent Applications of the High Voltage Electromagnetic Contactors

松 村 睦 夫*
Mutsuo Matsumura

内 容 梗 概

最近、一般動力用 3 kV 級スイッチキュービクルとして、従来の油入遮断器を内蔵したものに代って、気中電磁接触器を主体とした乾式キュービクルが多く採用される気運にある。日立製作所で最近標準化し、量産しているこれら各種の 3 kV 級乾式キュービクルの種類とそれらの用途および適用基準について説明した。

1. 緒 言

近年各種生産工業における電動力応用の規模の進展とともに、その工場受配電設備が次第に大容量かつ多岐となり、したがって遮断器の所要数量および要求される遮断容量も増加してきた。このため工場用配電盤としては廉価なものが特に要望され、さらに保守点検の容易、不慮の火災防止などのため、従来の油入遮断器に代って乾式のものが希望される傾向にある。

以上の要求を満たすために、さきに 3 kV 級気中電磁接触器を開発したが、これのみを単独に収納する乾式配電箱（商品名 H マグス）、これと遮断容量のきわめて大きい限流ヒューズを組合わせたキュービクル（コンビネーションスタータ）、限流ヒューズの代りに断路器を用いるもの、乾式リアクトル起動器、乾式自動補償器あるいは工場用乾式パワーセンタなどの新製品を標準化し、量産している。これらのおもなる用途は高圧電動機の起動運転用であるが、また配電用変圧器の一次側開閉器としても盛んに利用されている。

以下、これらの製品のおもなるものについて、その用途と適用基準について概説する。

2. 高圧気中電磁接触器⁽⁵⁾

2.1 定格と性能

次章以下にのべる各種キュービクルの主体器具であって、第 1 表に示す 2 種（200 A 形と 400 A 形）が標準化されている。その特長とするところは遮断容量が大きく、また高ひん度の開閉に長期間耐えることである。すなわち 200 A 形は三相 3.6 kV において 25 MVA の遮断容量、器具の機械的寿命 500 万回以上、（定格電流の開閉試験において）電気的寿命 50 万回以上の性能をもち、一方 400 A 形は三相 3.6 kV において 50 MVA、器具の機械的寿命 250 万回以上、電気的寿命 25 万回以上の性能をもっている。

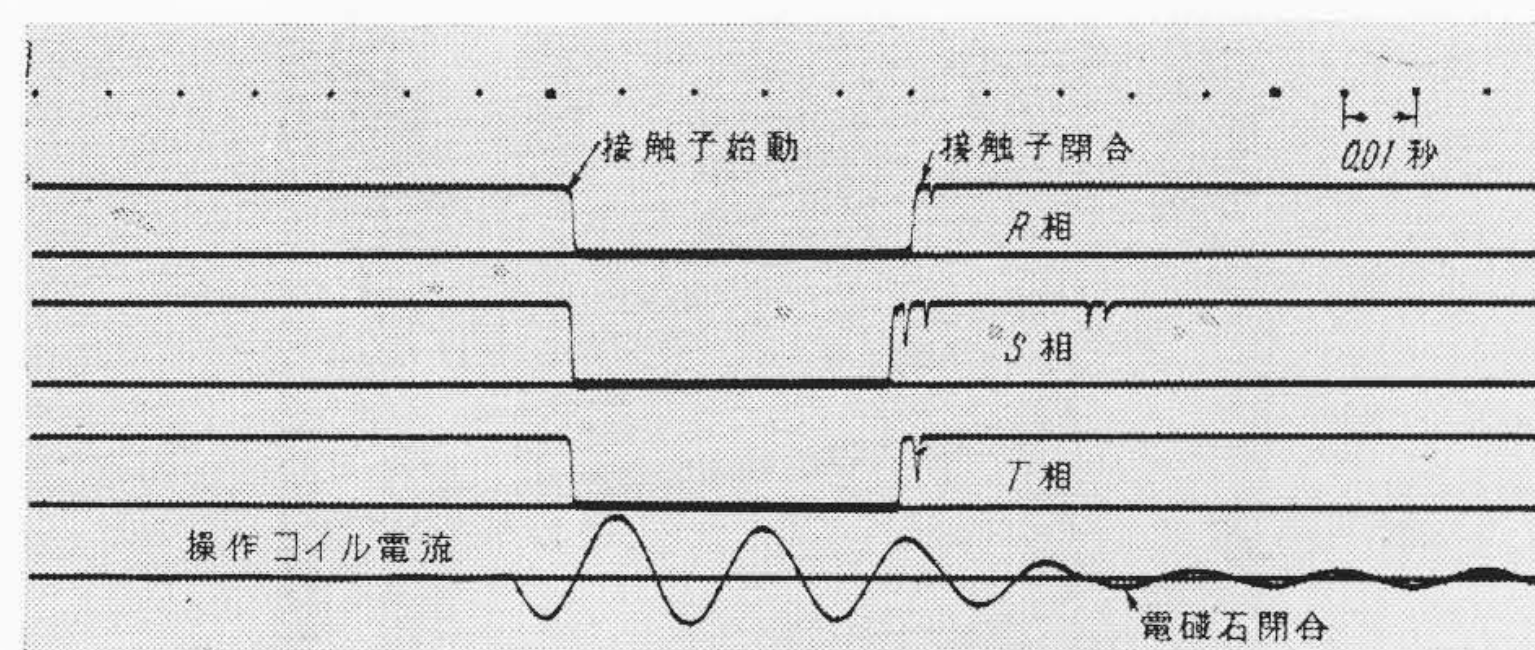
このように遮断容量の大きいのは 2.2 において述べる消弧機構が有効に作用することによる。また器具の機械的寿命が永いのは衝撃の僅小な新形交流電磁石を用いており、各構成部品も強度的、寿命的に十分検討されているためである。さらに電気的寿命が永いのは本質的には気中式は油入式よりも一般に接触子の電気的寿命が数倍以上永いことのほかに、接触子自身の形状に対し綿密な検討を加えた結果、これをフィンガー形として、閉合時の可動接触子の躍動時間と躍動量を僅小ならしめているためである。第 1 図に本接触器の閉合時の接触子の躍動の状況を示し、参考までに躍動の多いものを第 2 図に示す。

第 3 図には 200 A 形および 400 A 形接触器の外観を示す。全体の構造が小形軽量であって床面積が小さくなっている。操作交流電磁石は衝撃の少ない三脚電磁石で完全浮動機構となっているので、うなりを生ずることがない。構造上の特長としてはアークシュート

* 日立製作所日立工場

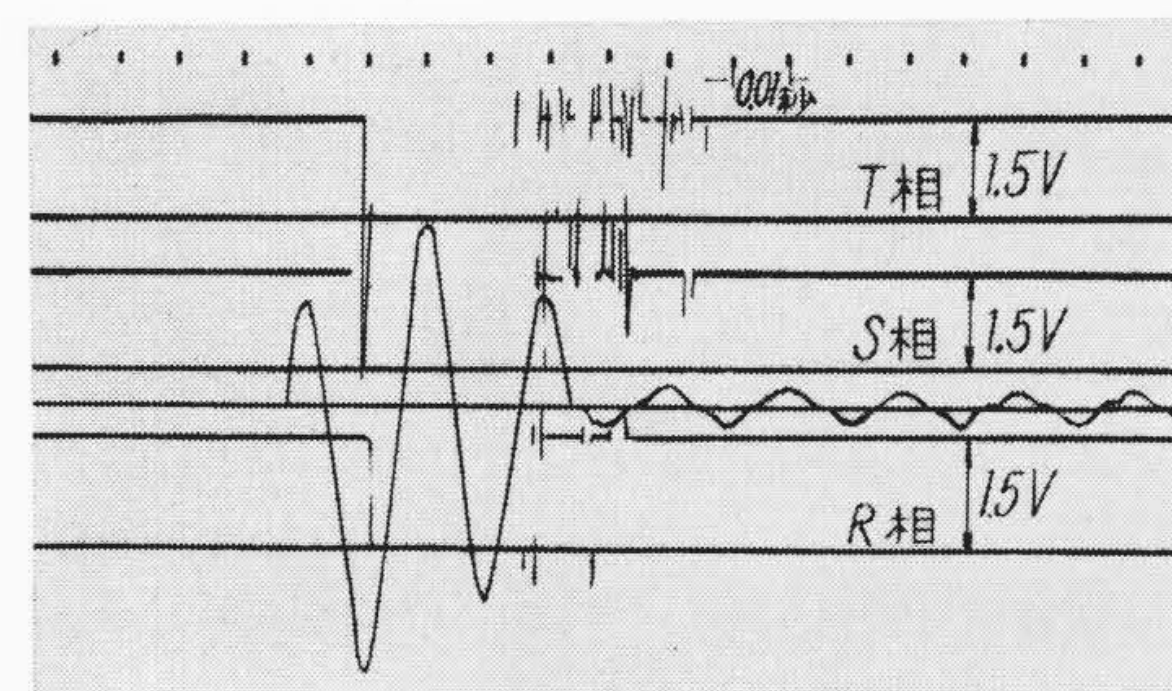
第 1 表 日立高圧気中電磁接触器の定格性能表

形 式	WFH-3S	WFH-3S
定 格 電 圧	3φ 3,600 V (50/60~)	3φ 3,600 V (50/60~)
定 格 電 流	200 A	400 A
遮断容量(at 3φ 3.6 kV)	25 MVA	50 MVA
投 入 容 量	2,000 A (実効値)	4,000 A (実効値)
機 械 的 寿 命	500 万回以上	250 万回以上
電 気 的 寿 命	50 万回以上	25 万回以上
操 作 方 式	交流電磁操作	交流電磁操作
最大適用電動機容量	750 kW (3/3.3 kV)	1,500 kW (3/3.3 kV)
最大適用変圧器容量	1,000 kVA (3/3.3 kV)	2,000 kVA (3/3.3 kV)



（操作電磁石側から T, S, R 相とする）

第 1 図 接 触 子 の 躍 動 オ シ ロ グ ラ ム



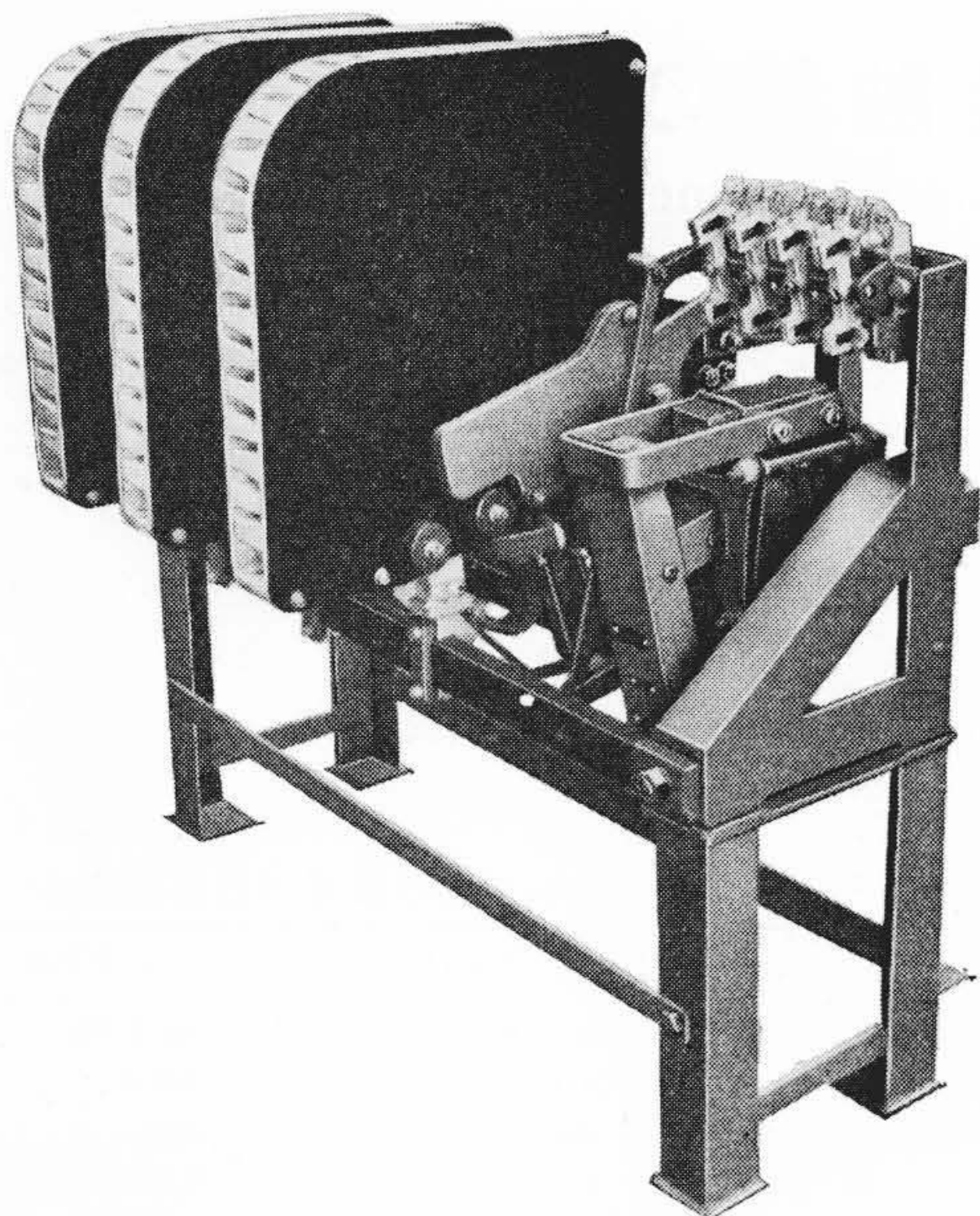
（接触子の形状などが不良の場合）

第 2 図 躍動量の多い接触子の躍動オシログラム

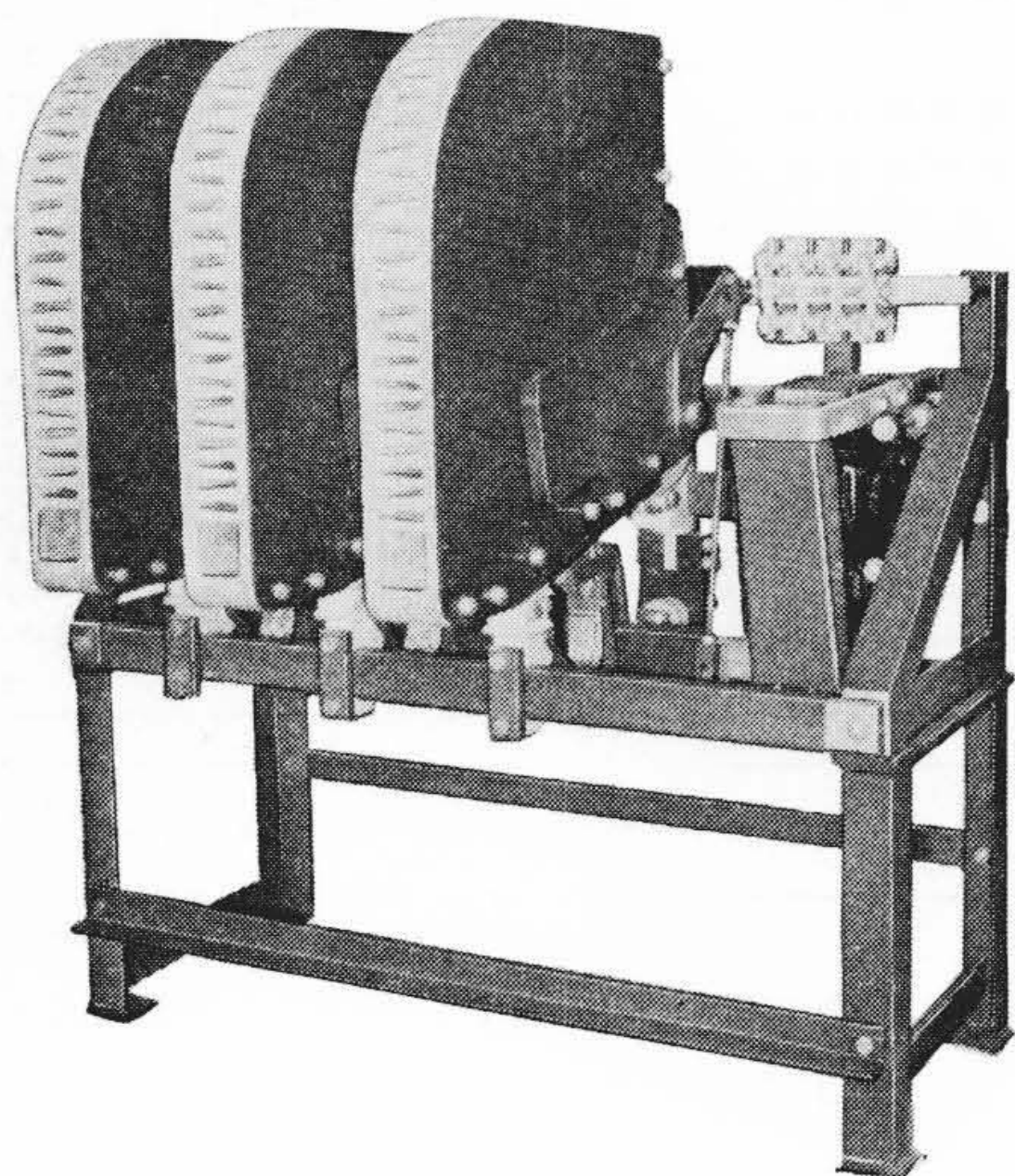
取りはずさなくても、これを持上げるだけで接触子の点検交換ができる。そのほか接触部分が前面に配列されているので、すべて前面から簡単に保守点検できる構造であるから、キュービクルなどに収納しても、引出形とする必要がまったくない。最近アメリカなどでもこの方式が盛んに宣伝されつつあるもののようである。

2.2 消 弧 機 構

電流開閉部分の固定、可動接触子の形状は合理的に設計されており、電弧をアークシュートの内へ吹き出すようになっており、また磁気吹消形消弧方式を採用している。電弧は強力な吹消磁界の作用を受けてアークシュート内部バリヤの形成する曲細隙内に追込まれ、急速に引延ばされつつ冷却して消弧する。すなわち第 4 図に示すように固定側および可動側招弧角の背面とアークシュート壁との間に細隙(a)が形成され、さらに招弧角の背面突出部とアークシュ



(a) 200A 形



(b) 400A 形

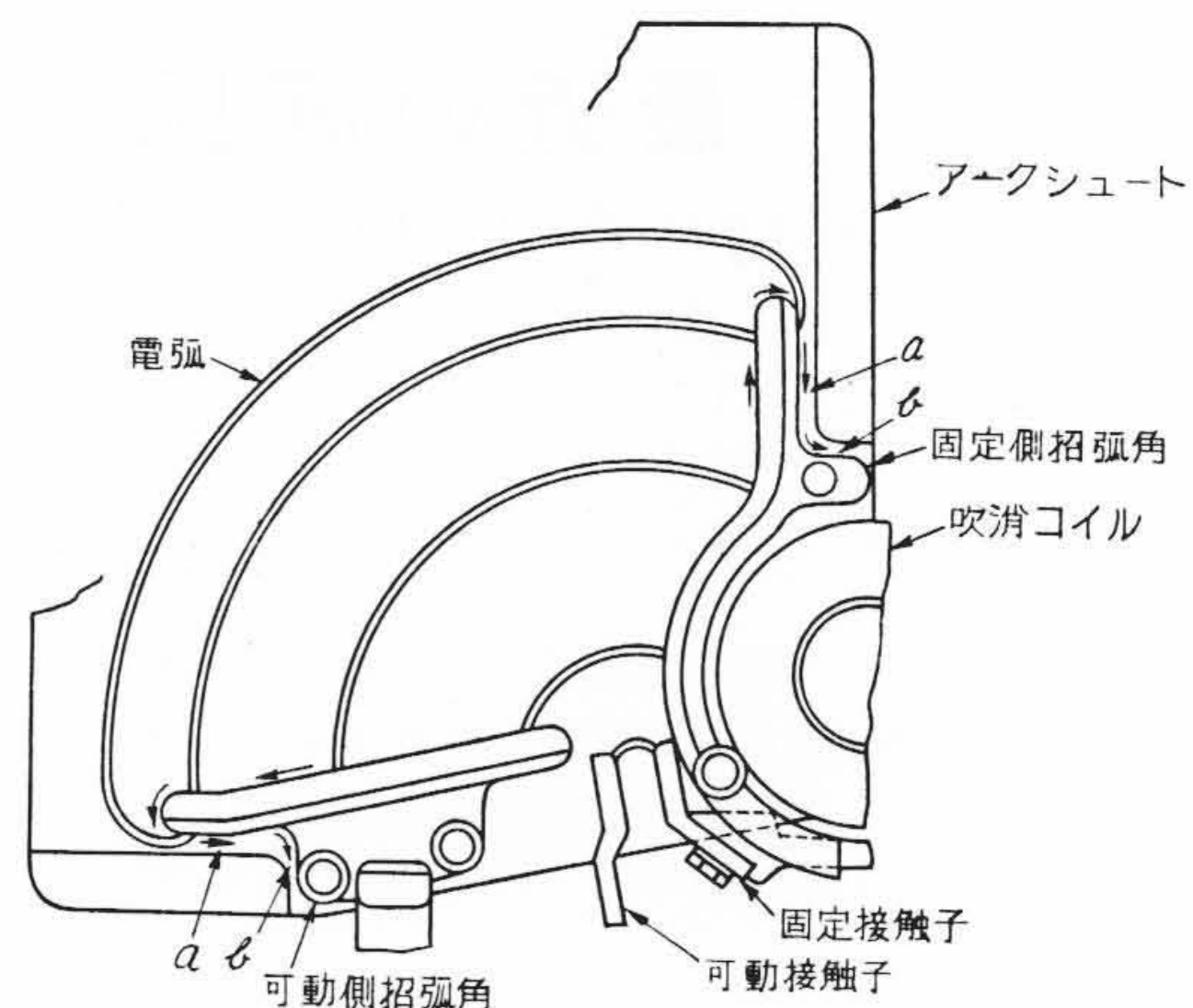
第 3 図 WFH 形 3S 式高圧気中電磁接触器

ート壁との間にも細隙(a)につらなる細隙(b)が形成されている。電弧の足は図面矢印のように招弧角上を移動したのち、この細隙(a)あるいは(b)に至り、ここできわめて強力な冷却を受けて消弧される(実用新案第 452719 号)。このため小形のアークシュートによってもよく大電流の遮断ができるし、アークシュートの損傷がほとんど認められないほど僅小である。

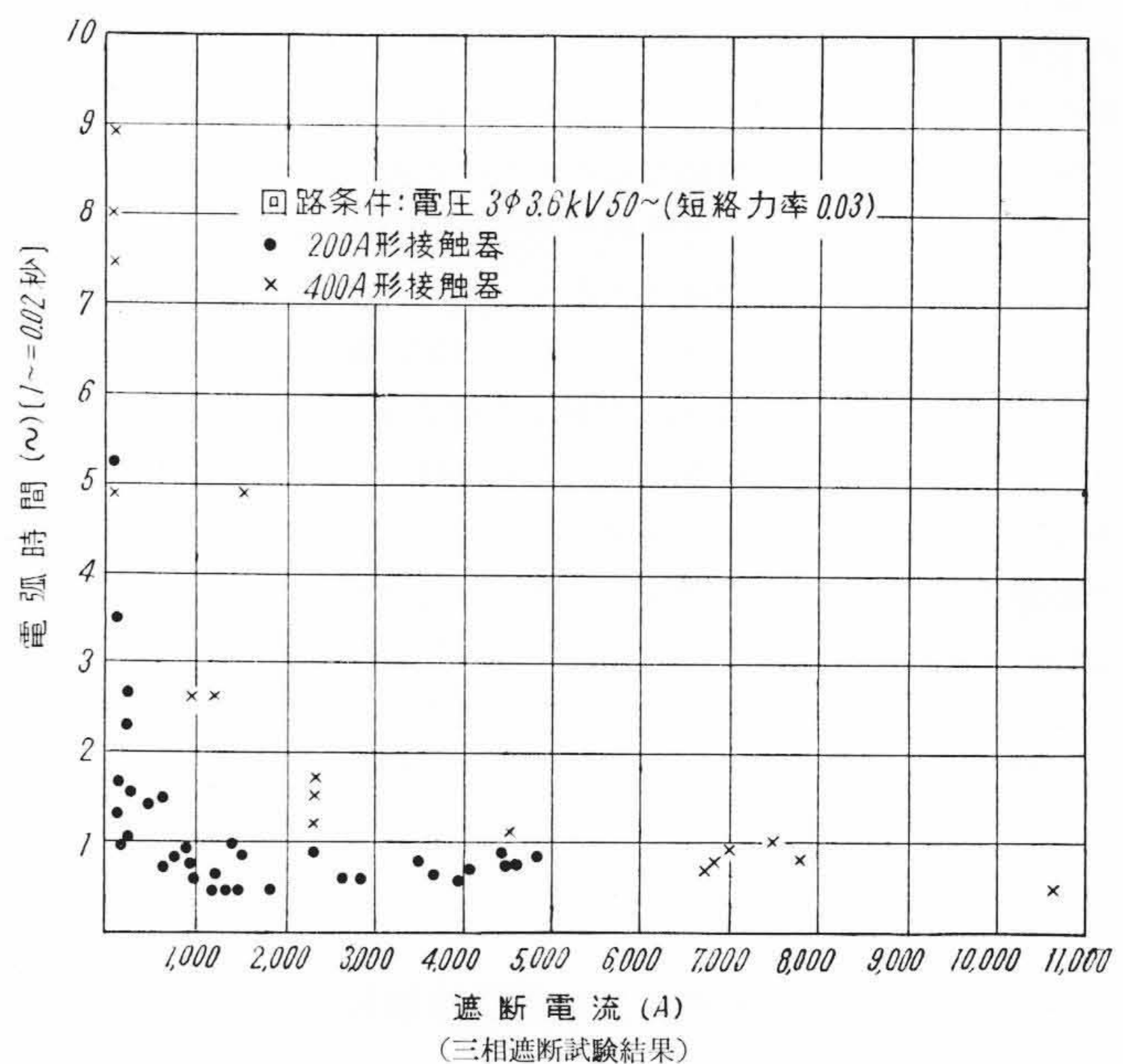
第 5 図には 200A 形および 400A 形の遮断特性を、第 6 図には遮断オシログラムの一例を示す。

なお電動機の無負荷電流、変圧器の励磁電流などの小電流を遮断する場合も、合理的な接触子形状、吹消磁界および上述の消弧機構が有効に働き、確実に遮断でき、電弧時間は 5~10 サイクル程度である。この方式は、吹消線輪をもたずに電流の自己反発力のみによって電弧を引きのばす方式のものに比べて特に小電流遮断の場合短い電弧時間で、かつ確実に遮断できることを確めてあり、多数の顧客よりも認められているところである。

これらの優秀な性能を示す一例として電力用進相コンデンサの充電電流を再点弧なしに遮断している試験結果を下記に示す。第 7 図(a),(b)はおのおの 100 kVA および 1,000 kVA コンデンサ負荷を遮断した場合のオシログラムである。1,000kVA の場合は、この接触器を 2 台使用し、そのうちの 1 台で抵抗をコンデンサに並列にそ



第 4 図 招弧角の構造



第 5 図 遮断特性

入してコンデンサ回路の力率を改善したのち、ほかの 1 台で遮断する方式を採用した。

3. 乾式配電箱 (H マグス)

3.1 標準 H マグス

H マグスは従来より使用されてきた油入配電箱とならんで、高圧電動機の起動運転用として用いられているが、保守の簡易化と火災の防止に重点をおいて、さらに改善されたものである(第 8 図)。第 2 章に述べた高圧接触器のみで短絡保護および過負荷保護を行うもので、付属計器の種類によって第 2 表のような標準製品を量産している。要求される遮断容量および使用電動機容量にしたがってこの表のように適用する。これに用いている短絡保護リレーおよび過負荷保護用サーマルリレーの保護動作の協調を第 9 図に示す。すなわち短絡保護リレーの設定電流値が両者の保護動作の分担の境界をなす。ファン、ブロウ用電動機など起動時間が比較的永い(10 秒以上の)用途に使用される H マグスでは、起動中はサーマルリレーのバイメタルを短絡して起動中のトリップを防ぎ、起動完了後タイムリレーによって復旧せしめる方式をとっている。

H マグスの特長としては小形であること、特にケースの幅が小さいこと(200A 形は幅 600 mm, 400A 形は 800 mm)および軽量であること(200A 形は約 220kg, 400A 形は約 550kg), 小形であるにかかわ

らず、25MVAまたは50MVAの遮断容量(第2表)を保証できること(従来の油入配電箱の遮断容量は一般に10MVA)、直接および遠方操作可能であること、前面とびらを開けば簡単に保守点検が行えることなどをあげることができる。第10図には200A形Hマグスの前面とびらを開いた状態で遮断試験(三相3.6kV 25MVA)を施行

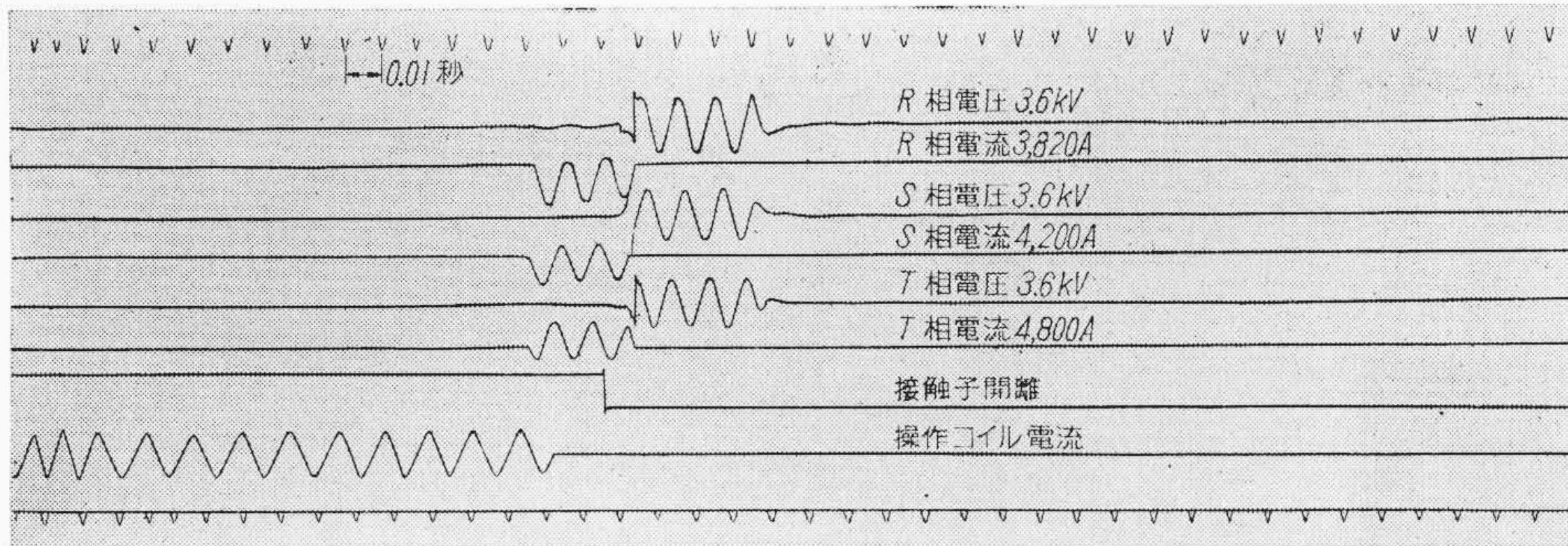
中の写真を示す。電弧はアークシュートの外へ出る程度のわずかであるのがわかる(前掲第6図(a)、(b)は前面とびらを閉じた正規使用状態のHマグスによる遮断試験のオシログラムである)。

背面に端子箱およびケーブルヘッドを設けて外部配線との接続が容易に行えるようになっている。Hマグスは単独設置形であるが、

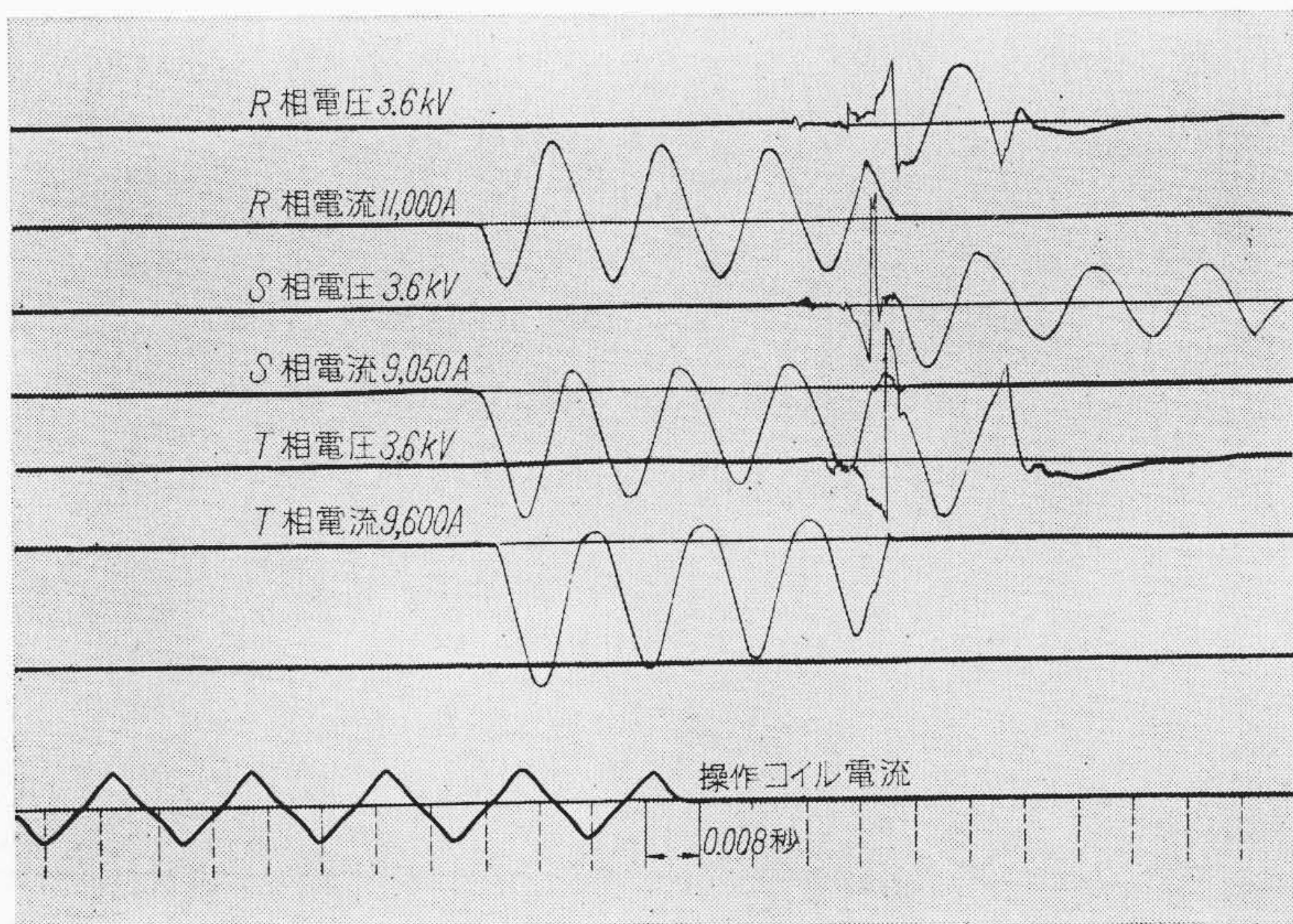
多台数のHマグスを相接して併置することができるので、集中監視上便利である。

3.2 断路器付きHマグス

標準Hマグスの上部に断路器箱を積み重ねた構造の断路器付きHマグス(形式SD-WHP K₁₂₋₄₂)も標準化している(第11図)。これも単独設置形であるが、標準Hマグスと同様に、多台数を相接して併置することができる。

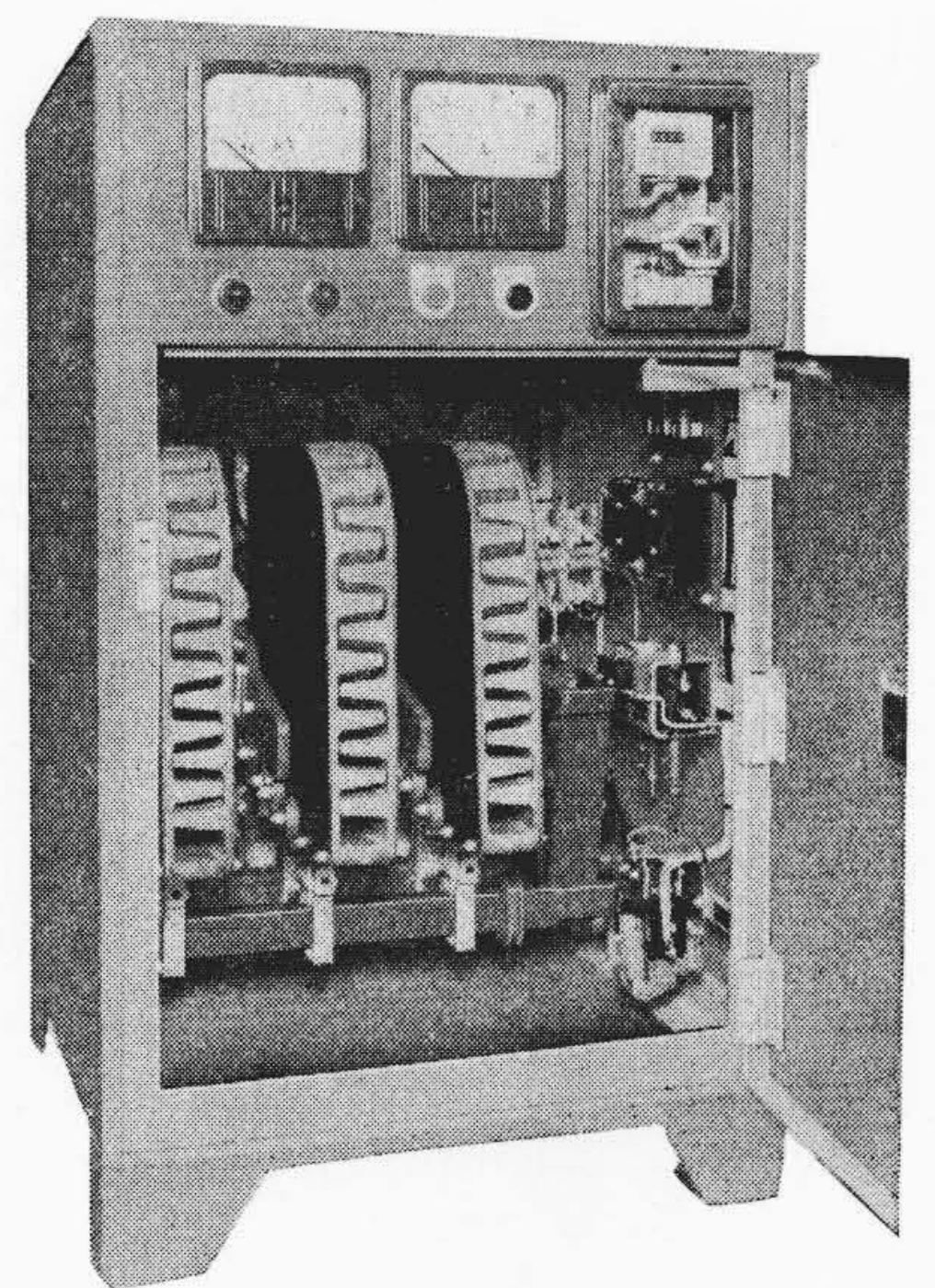


(a) 200A形接触器による三相3.6kV 4,200A (26MVA) 遮断オシログラム



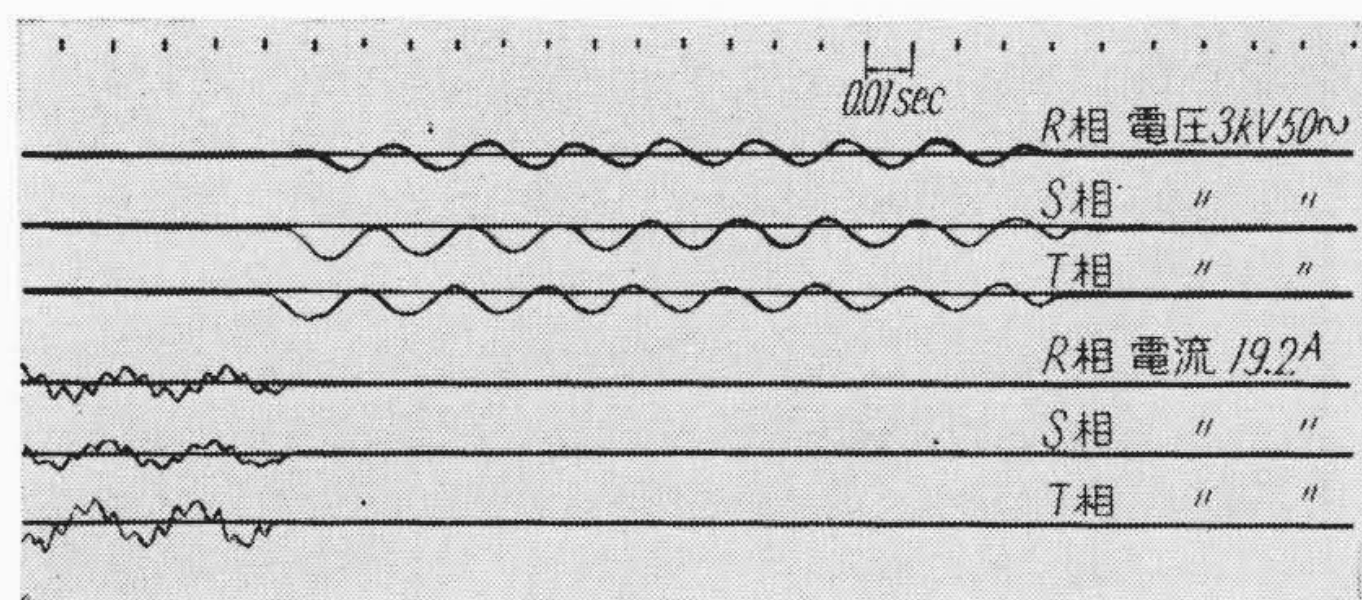
(b) 400A形接触器による三相3.6kV 10,000A (62MVA) 遮断オシログラム

第6図 遮断オシログラム



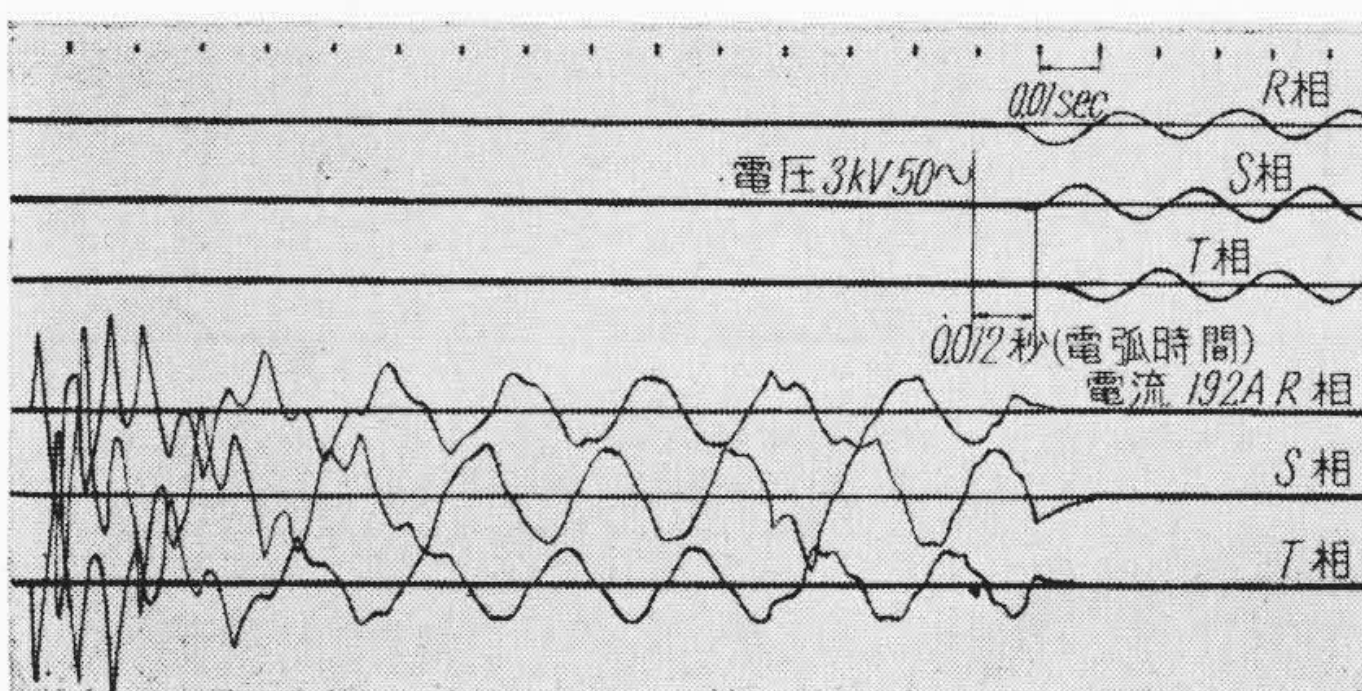
(形式 SD-WHP₄₂)

第8図 200A形標準Hマグス



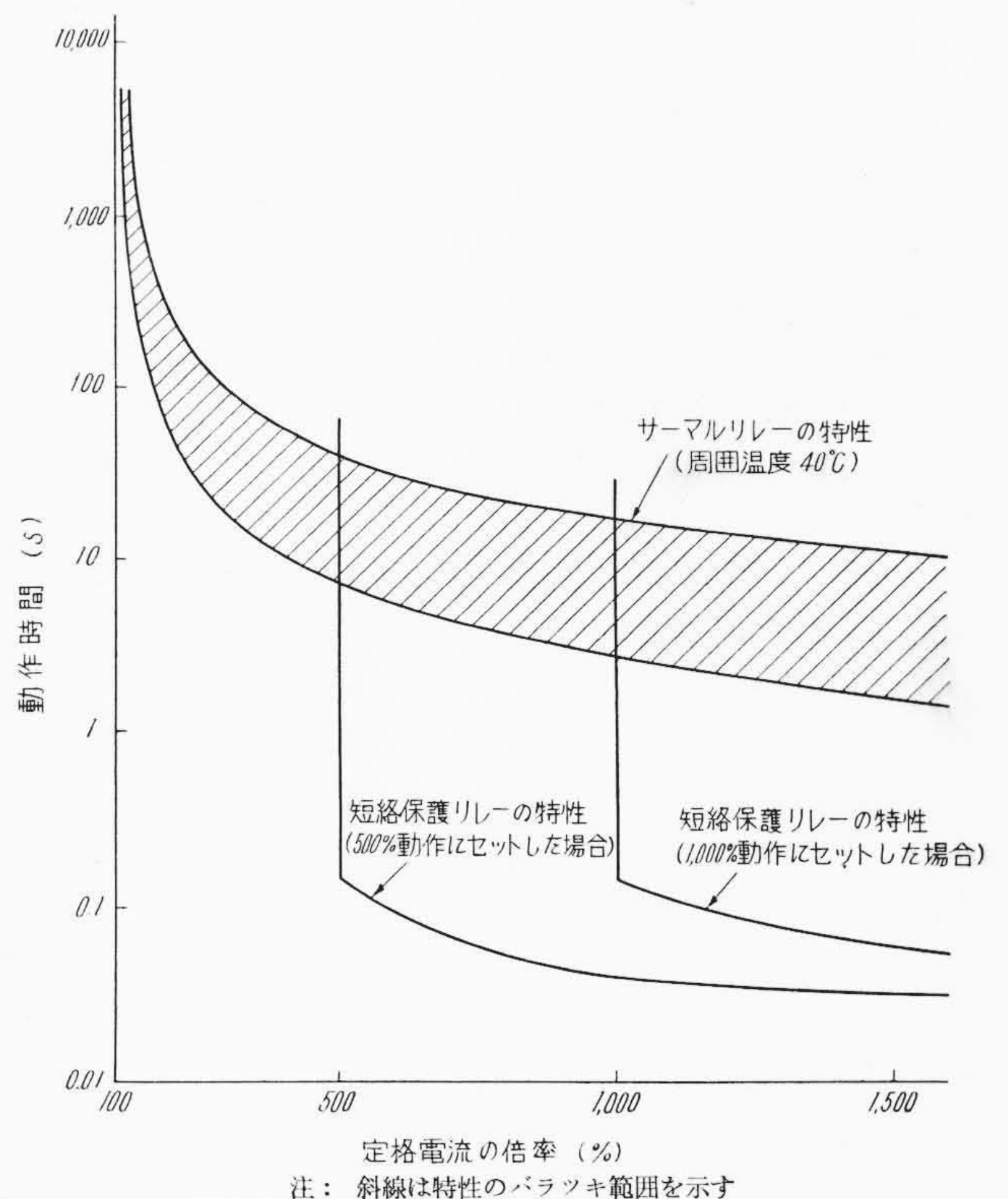
(供試接触器は200A形)

第7図(a) 100kVA コンデンサ遮断オシログラム



(供試接触器は200A形)

第7図(b) 1,000kVA コンデンサ遮断オシログラム

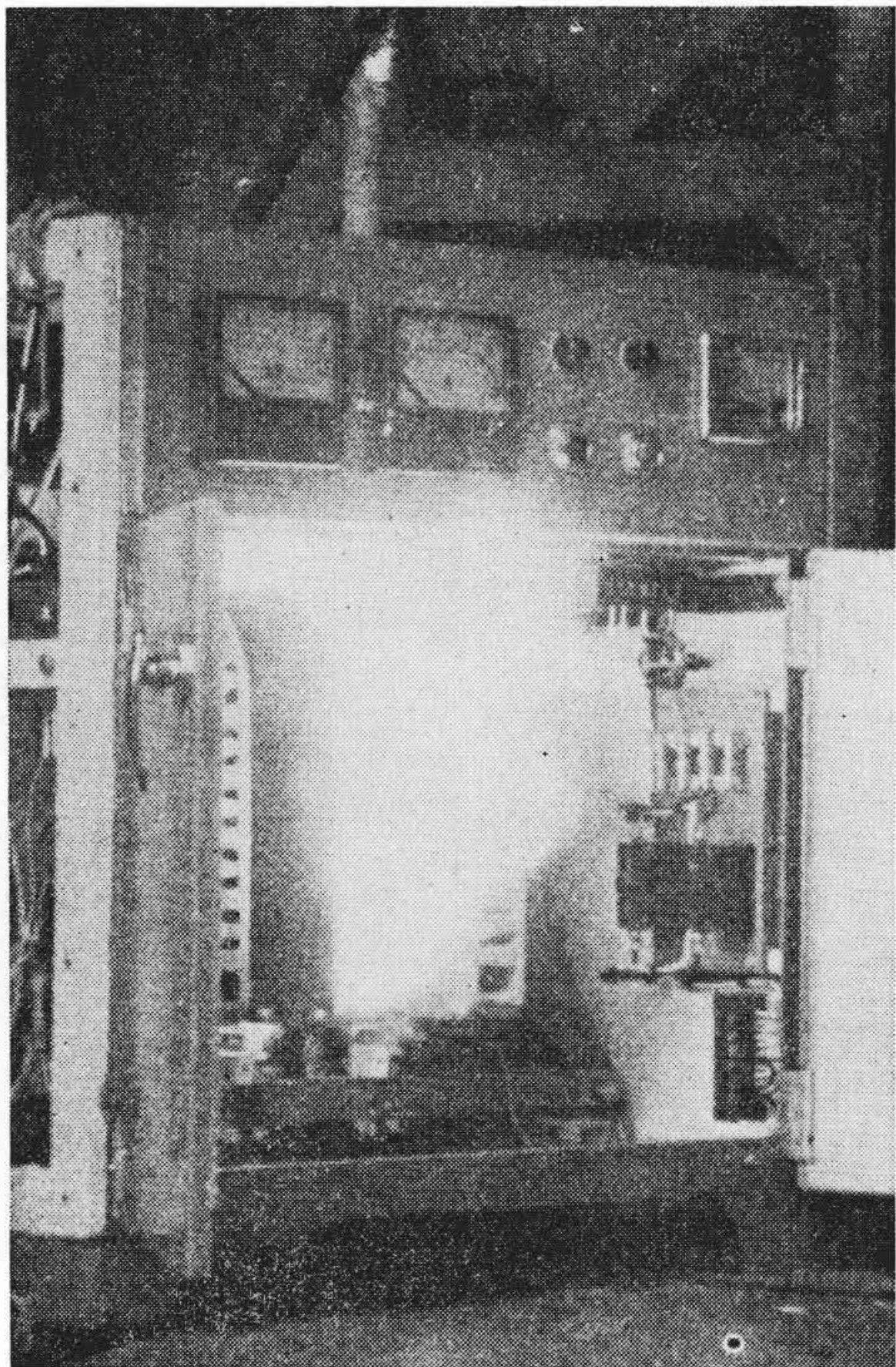


第9図 短絡保護リレーおよびサーマルリレーの動作特性

第2表 H マグス 標準品仕様

形 式	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	遮断容量 (MVA)	最大電動機 容量(kW) (3/3kV)	付属計器
SD-WHP ₁₂	3,600	200	25	750	Ⓐ
SD-WHP ₂₂	3,600	200	25	750	Ⓐ ⑦
SD-WHP ₃₂	3,600	200	25	750	Ⓐ (WH)
SD-WHP ₄₂	3,600	200	25	750	Ⓐ ⑦(WH)
SD-WHP ₁₂	3,600	400	50	1,500	Ⓐ
SD-WHP ₂₂	3,600	400	50	1,500	Ⓐ ⑦
SD-WHP ₃₂	3,600	400	50	1,500	Ⓐ (WH)
SD-WHP ₄₂	3,600	400	50	1,500	Ⓐ ⑦(WH)

Ⓐ 電流計 ⑦ 電圧計 (WH) 積算電力計



(三相 3.6kV 25MVA 遮断)

第 10 図 200A 形 H マグスによる遮断試験状況

4. 高圧コンビネーションスタータ

高圧電磁接触器と限流ヒューズとを組合わせて、前者は起動および過負荷保護を、後者には短絡保護を行わせることにより、短絡および過負荷保護を兼ね備えたスタータで、遮断容量 150 MVA を要求する配電系統に用いられる。限流ヒューズの定格および性能は第 3 表のとおりである。その特長としては下記があげられる。

- (i) 特殊の充てん材および充てん方法を用いており、構造簡単で均一な遮断性能をもっている。
- (ii) 形状が小形で発火や発煙などの現象を伴わないので取付場所の制限なく保守も容易である。
- (iii) 故障電流をきわめて低い値に制限し、電弧時間もきわめて短い (0.5 以下) ので、故障によりその回路の機器に電氣的、機械的のショックを与えない。
- (iv) 動作表示装置により動作の有無が外部から容易に確認でき、保守上便利である。

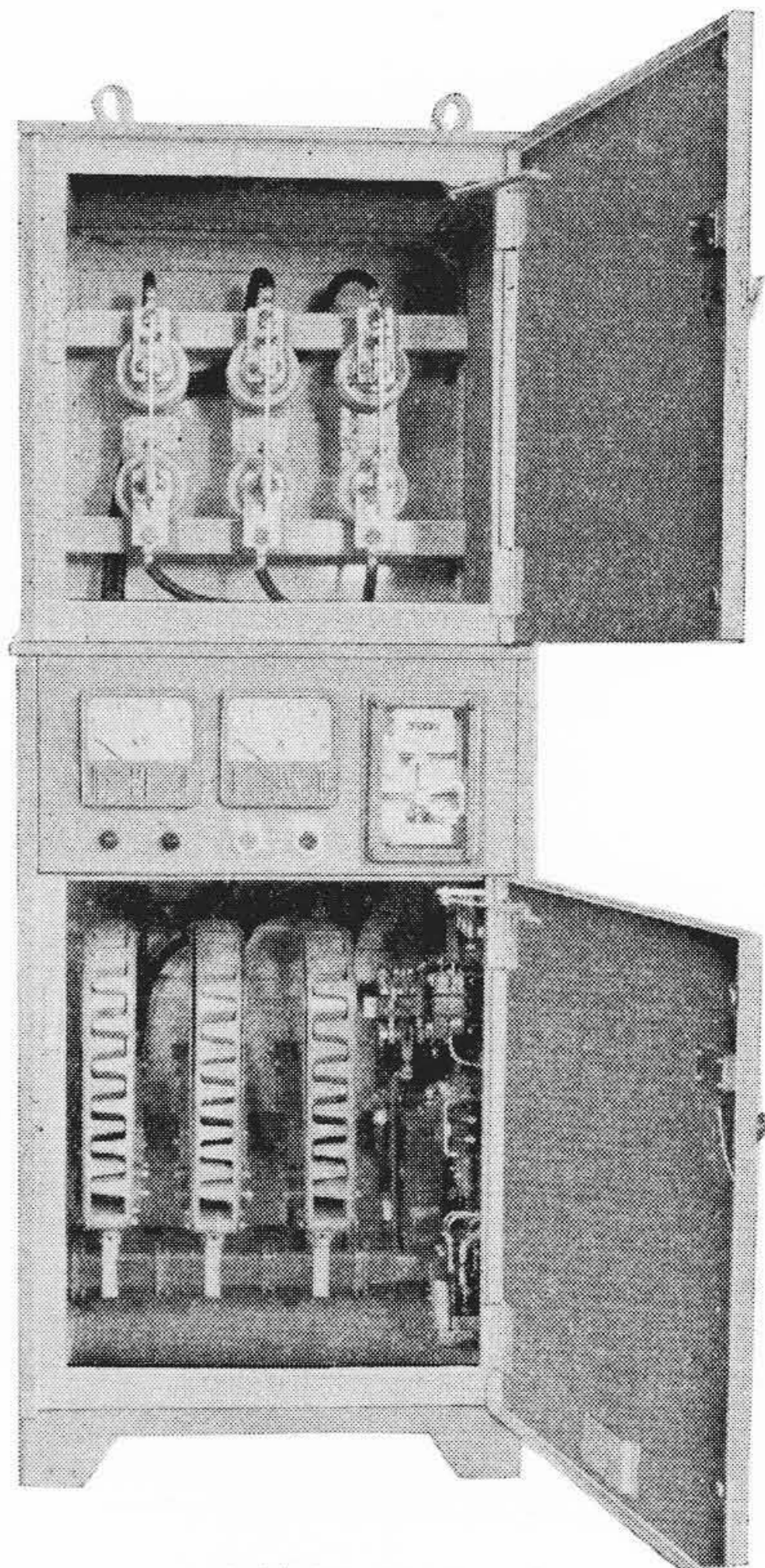
第 12 図に短絡保護用限流ヒューズおよび過負荷保護用サーマルリレーの動作特性の協調を示す。

4.1 標準形高圧コンビネーションスタータ

屋内形 (第 13 図) と屋外形 (第 14 図) および列盤形と単独設置形の別があり、おのおの多数の納入実績をもっており、完全に標準化されている。屋内列盤形の場合にはキュービクル内上部を母線が貫

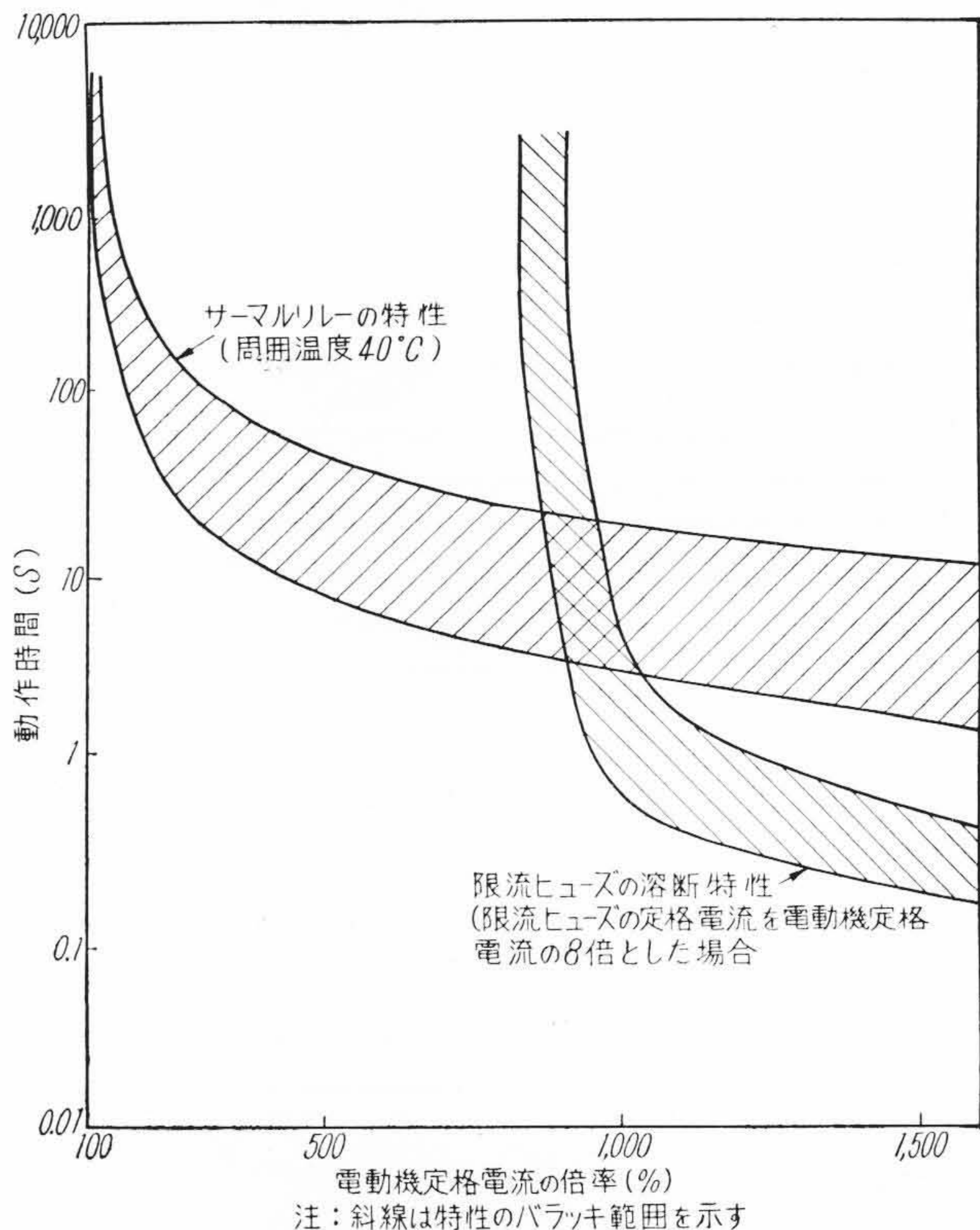
第3表 限流ヒューズの定格性能表

形 式	LT-S
定 格 電 圧	3,600V
定 格 電 流	100A, 200A, 400A
遮断容量 (at 3φ 3.6kV)	150MVA



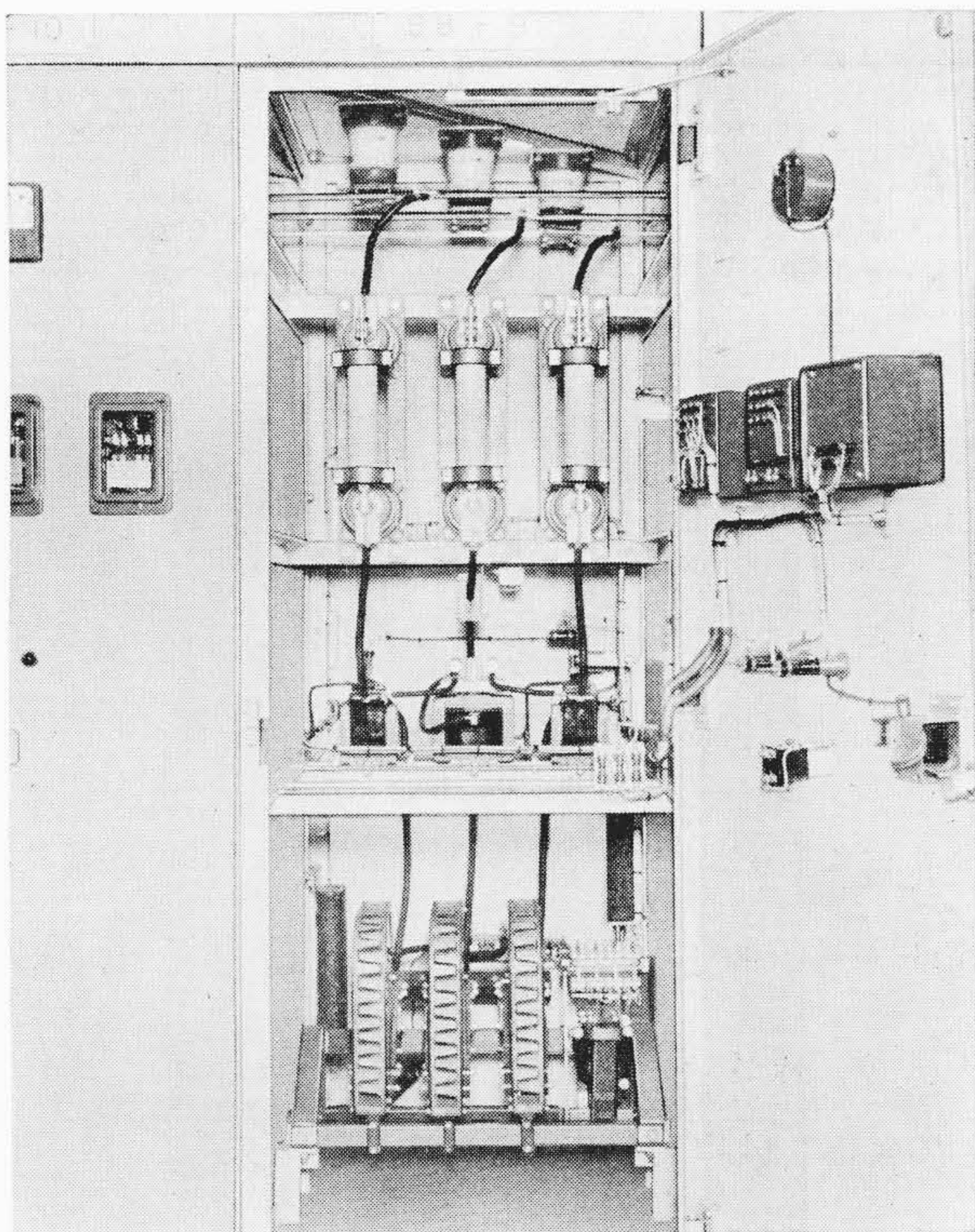
(形式 SD-WHPK₄₂)

第 11 図 断路器付き 200A 形 H マグス



第 12 図 限流ヒューズおよびサーマルリレーの動作特性

通し、母線支持がい子によって支持される。母線直下に限流ヒューズを、その下に操作用変圧器、計器用変成器などを、最下部に接触



第13図 屋内列盤形高圧コンビネーションスタータ



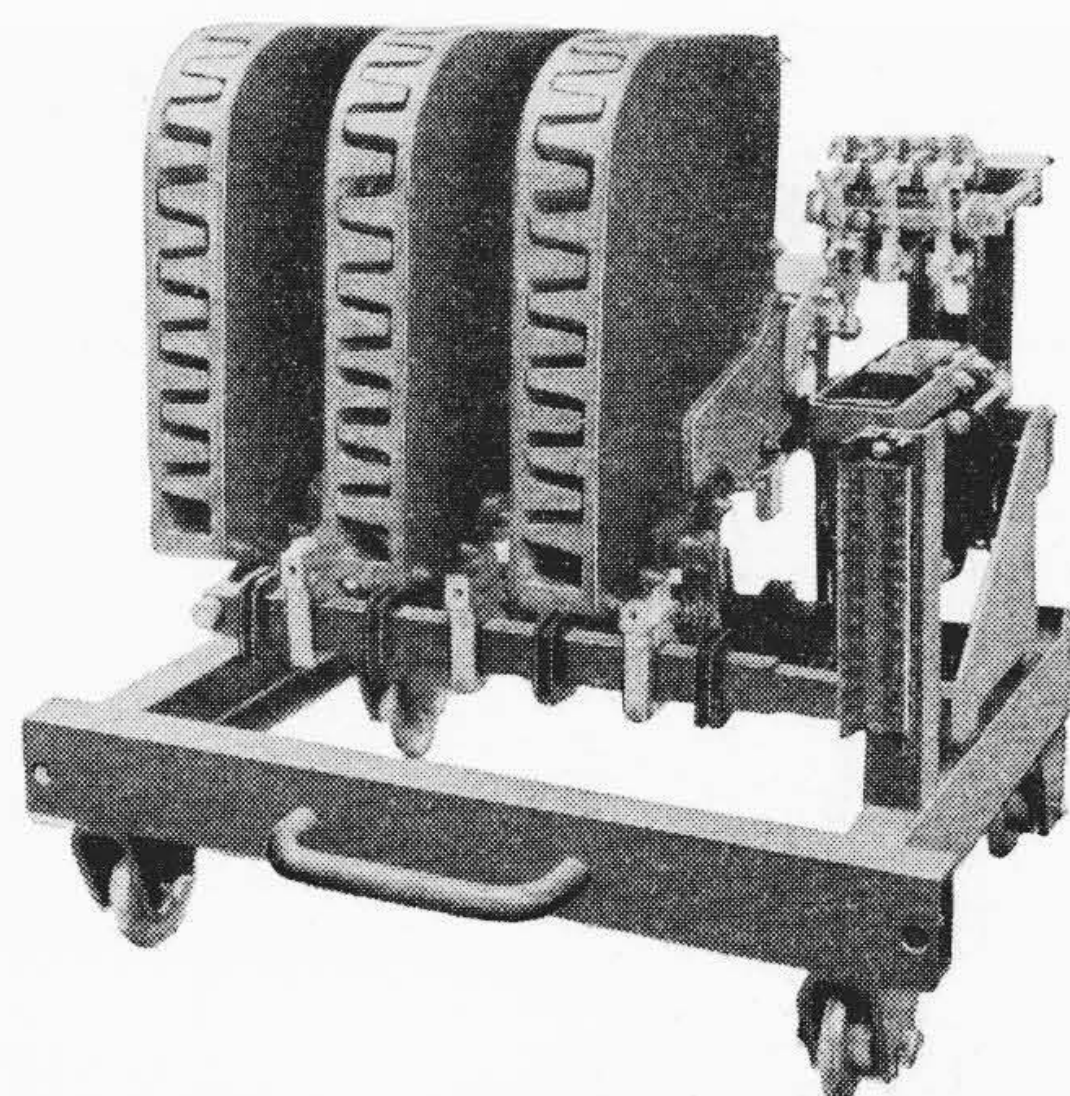
第14図 屋外列盤形高圧コンビネーションスタータ

器をおのおの配置した構造である。

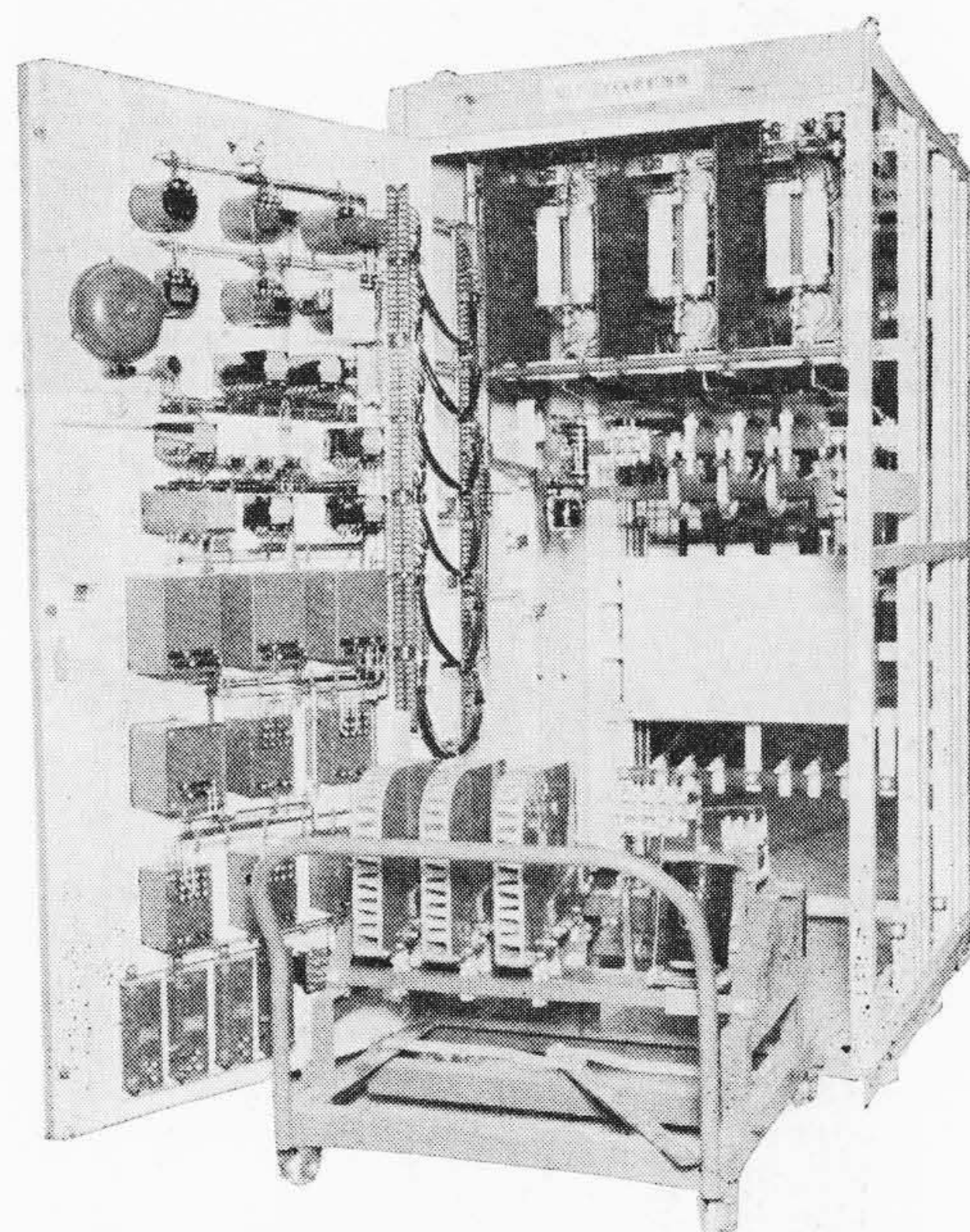
適用上の注意としては、電動機の起動電流によって限流ヒューズが熔断してはならないのでヒューズは必ず起動電流値より大きい電流容量のものを選ぶ。ラインスタート可能のかご形電動機容量にはおのずから限界があり、3～3.3 kV 電動機の場合、200 A ヒューズでは 190 kW、400 A ヒューズでは 380 kW がほぼラインスタートの限界である。電動機容量が 380 kW をこえる場合には後述のリアクトル起動器、起動補償器などを併用して限流起動する必要がある。巻線形電動機の場合には液体起動器を併用して自動起動する場合が多い。

起動時間の長い電動機に適用するときにはHマグスの場合と同じ方法をとって、起動中のサーマルリレーのトリップを防ぐ。

また特に必要のある場合には、接触器を引出形とすることもある。この場合、接触器と主回路との接続部はしゅう動接触形または双形接触形にして、主回路の断続を接触器の引出し、引入れと同時に自動的に行うようにすることが多い。第15図(a)は引出形とし



第15図(a) 引出形接触器 (200A形)



第15図(b) 引出形接触器を収納したコンビネーションスタータ

た接触器本体、第15図(b)はこれを収納したコンビネーションスタータである。

4.2 高圧コンビネーションリアクトルスタータ

4.1 の標準形のものにリアクトルスタータをもあわせ収納したもので、同様に屋内形と屋外形、および列盤形と単独設置形の別があり、おのおの標準化されている。起動リアクトルは、電動機容量 750 kW 以下用の 6 種類が標準化されている。

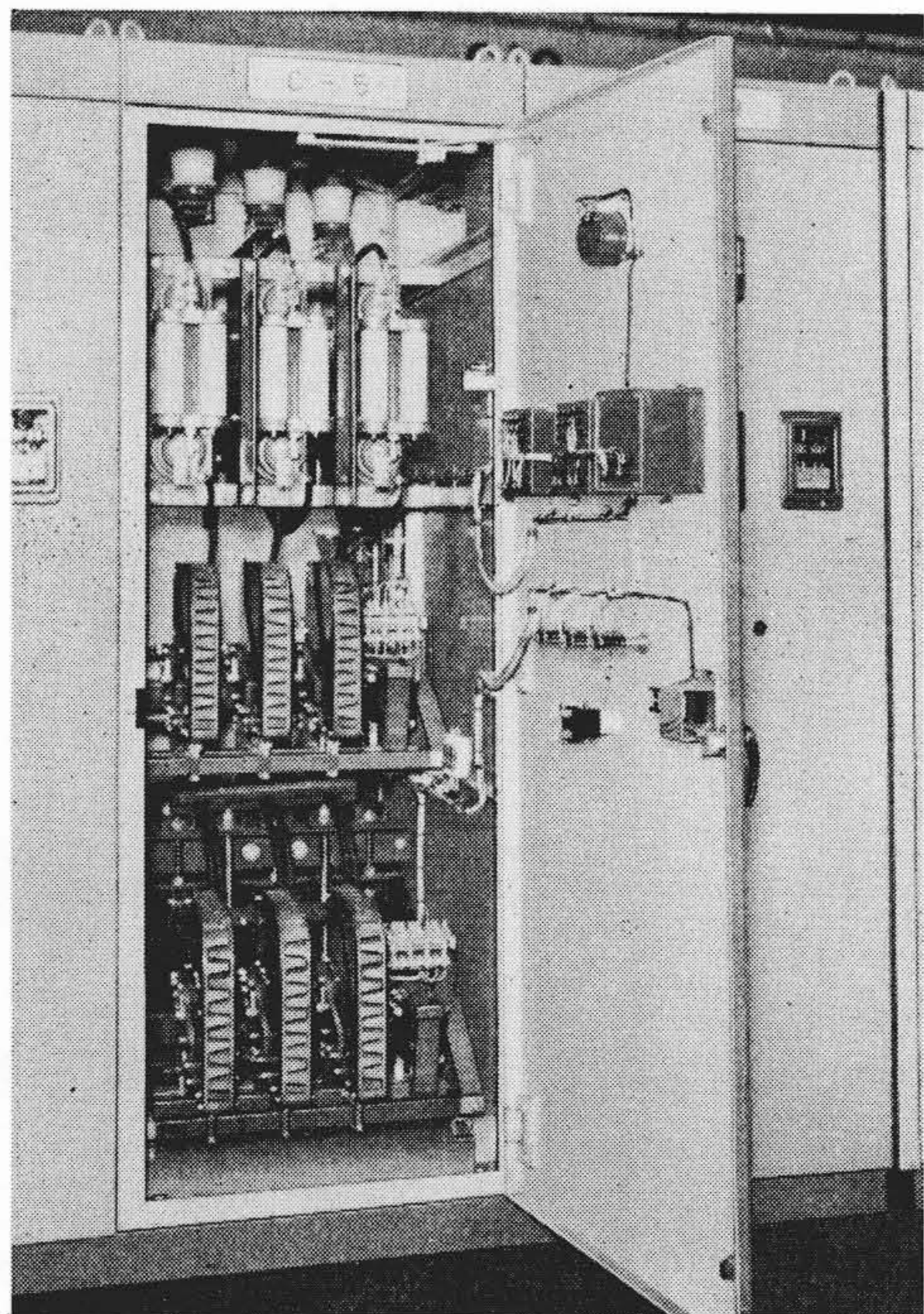
第16図のように、キュービクルの最上部に限流ヒューズを、その下に主回路用接触器を、最下部に起動リアクトルとリアクトル短絡用接触器とおのおの配置した構造である。このように一つのキュービクル内にリアクトルスタータをあわせ収納できるのは接触器自身が小形軽量なるためで、他に類をみない大きな利点である。

この場合も適用上の注意として、電動機の起動電流によって限流ヒューズが熔断してはならないので、50%限流起動の場合、起動可能の電動機容量 (3～3.3 kV) の限界は 200 A ヒューズでは 380 kW、400 A ヒューズでは 760 kW である。

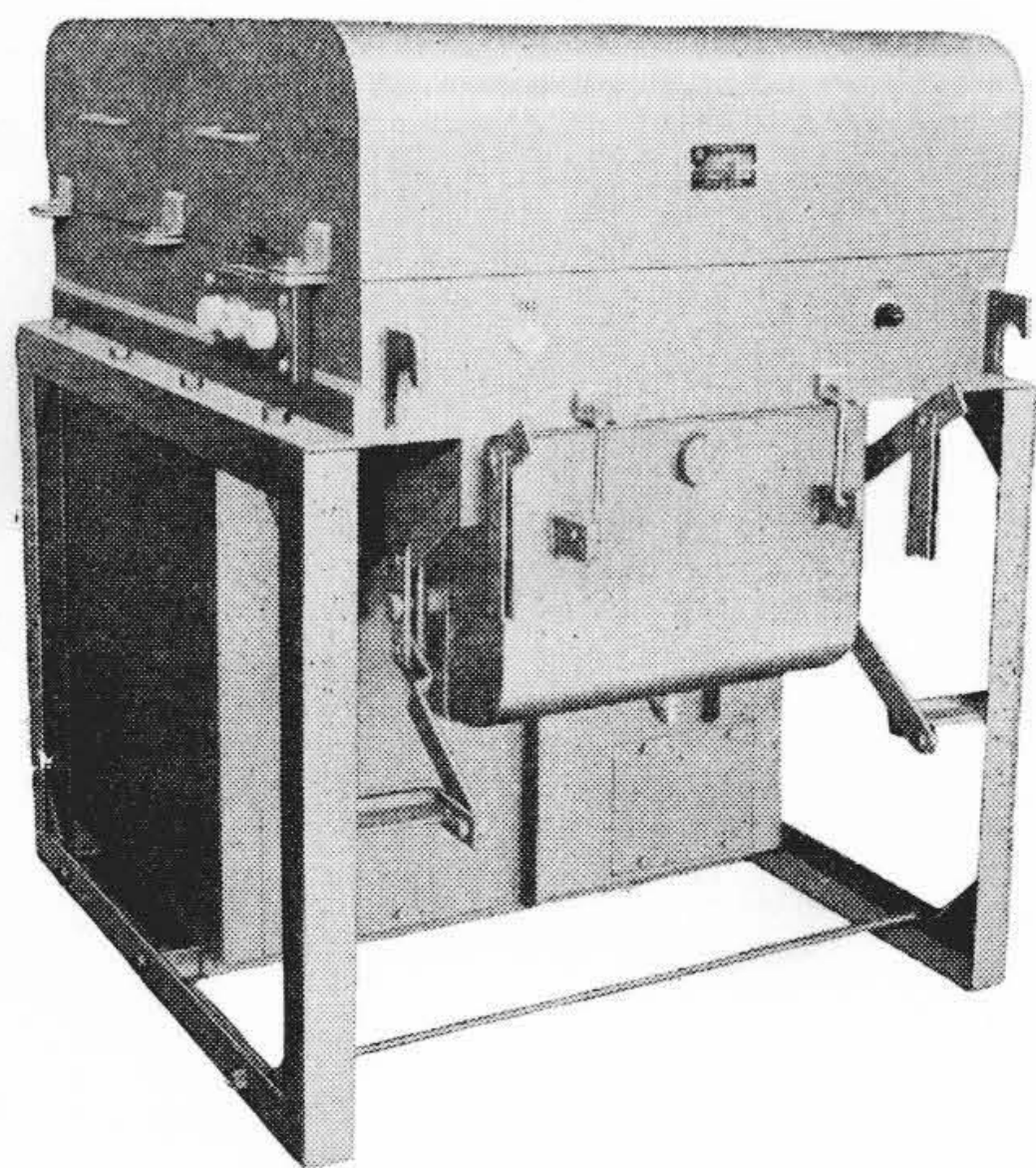
4.3 特殊形高圧コンビネーションスタータ

これは変圧器盤などのようにまれに開閉される用途に使用され、電動機回路には普通使用されない。収納される接触器が機械的保持分路引はずし形であるため、常時電磁石の励磁電力が不要であるほかは 4.1 に記述のスタータとまったく同様の仕様である。

変圧器の定格電流が 200 A あるいは 400 A をこえないように限流



第 16 図 屋内列盤形高圧コンビネーション
リアクトルスタータ



第 17 図 油入式リアクトルスタータ

ヒューズおよび接触器の適用に注意を要する。

5. 乾式リアクトルスタータ

電動機の限流起動用で、従来の油入式リアクトルスタータは主回路接触部分のみを油中に収めたものである（第 17 図）が、これに代る乾式のもので、起動リアクトルの上部に短絡用高圧気中接触器を積み重ねてキュービクルに収納した構造のものである（第 18 図）。起動時限は電動式タイマーによってきざむ。従来の油入式に比べて、床面積の少ないこと、補助接点類がその表面に付着する油膜のため接触不良を起す心配がないことなどの特長がある。保守点検も至便である。第 4 表のような標準がある。

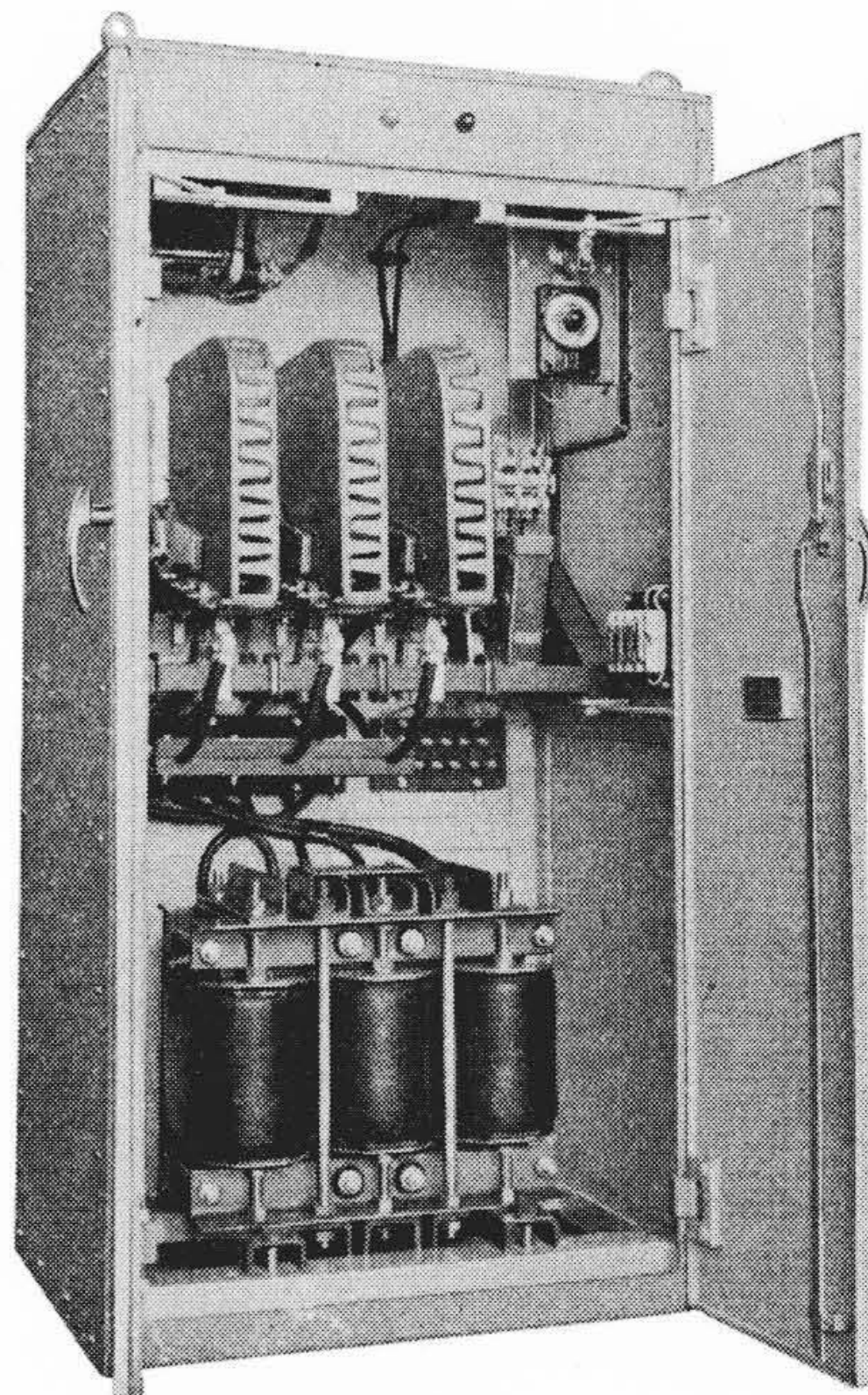
6. 自動起動補償器

リアクトルスタータと同様に電動機の限流起動用を使用される。従来の油入形手動式起動補償器は主回路接触部分のみを油中に収め、外部につけたハンドルにより手動起動するものである（第 19 図）が、これに代る気中形自動補償器で Korndorfer 起動法を採用している（第 20 図）。

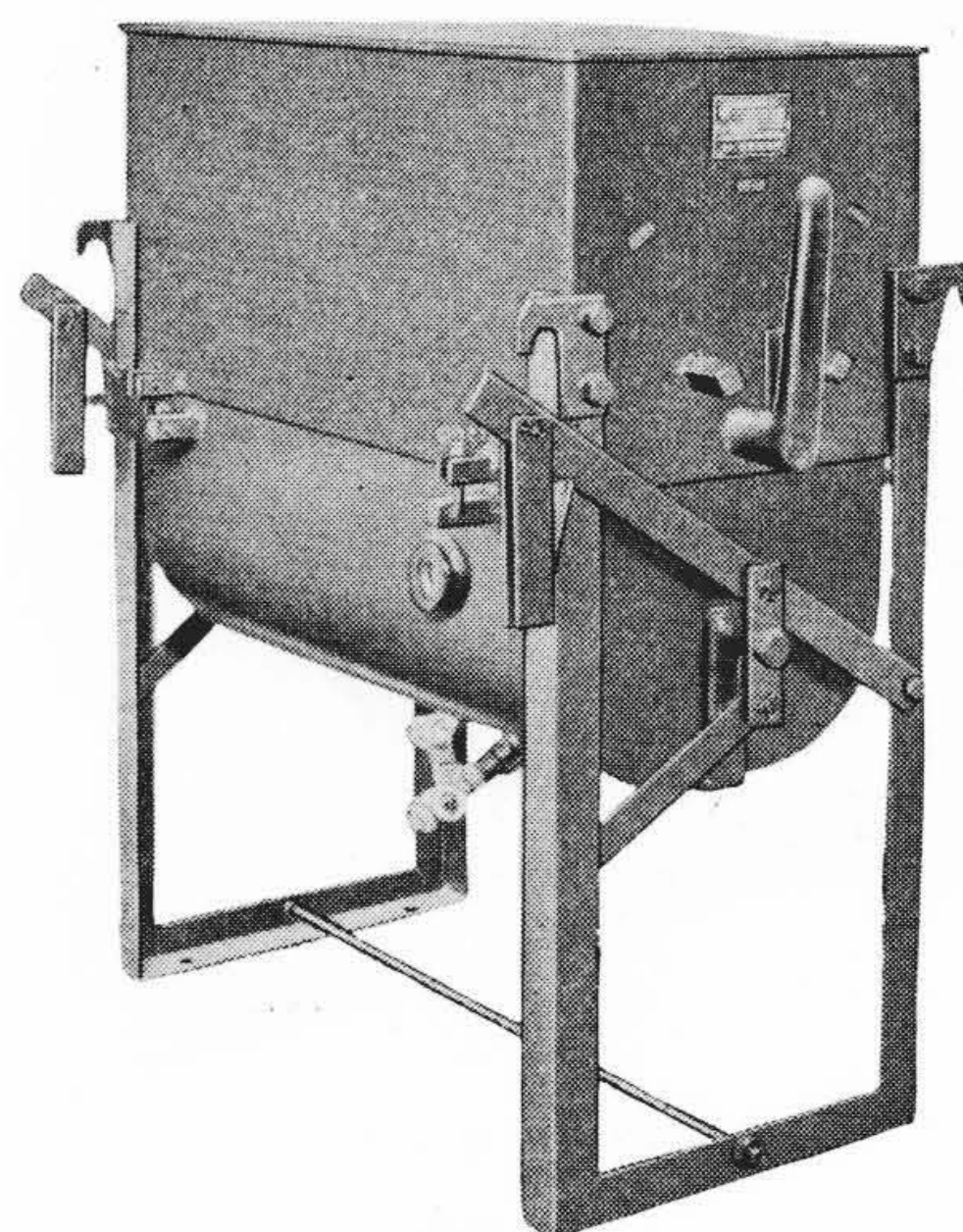
キュービクルの最上部に運転用接触器を、その下部に中性点短絡

第 4 表 リアクトルスタータ標準表

形 式	定 格 電 圧 (V)	最大適用電動機 (kW)
LV ₁₁ -A	3,600	75
LV ₁₂ -A	3,600	150
LV ₁₃ -A	3,600	300
LV ₁₄ -A	3,600	450
LV ₁₅ -A	3,600	750



第 18 図 乾式リアクトルスタータ



第 19 図 油入形手動式起動補償器

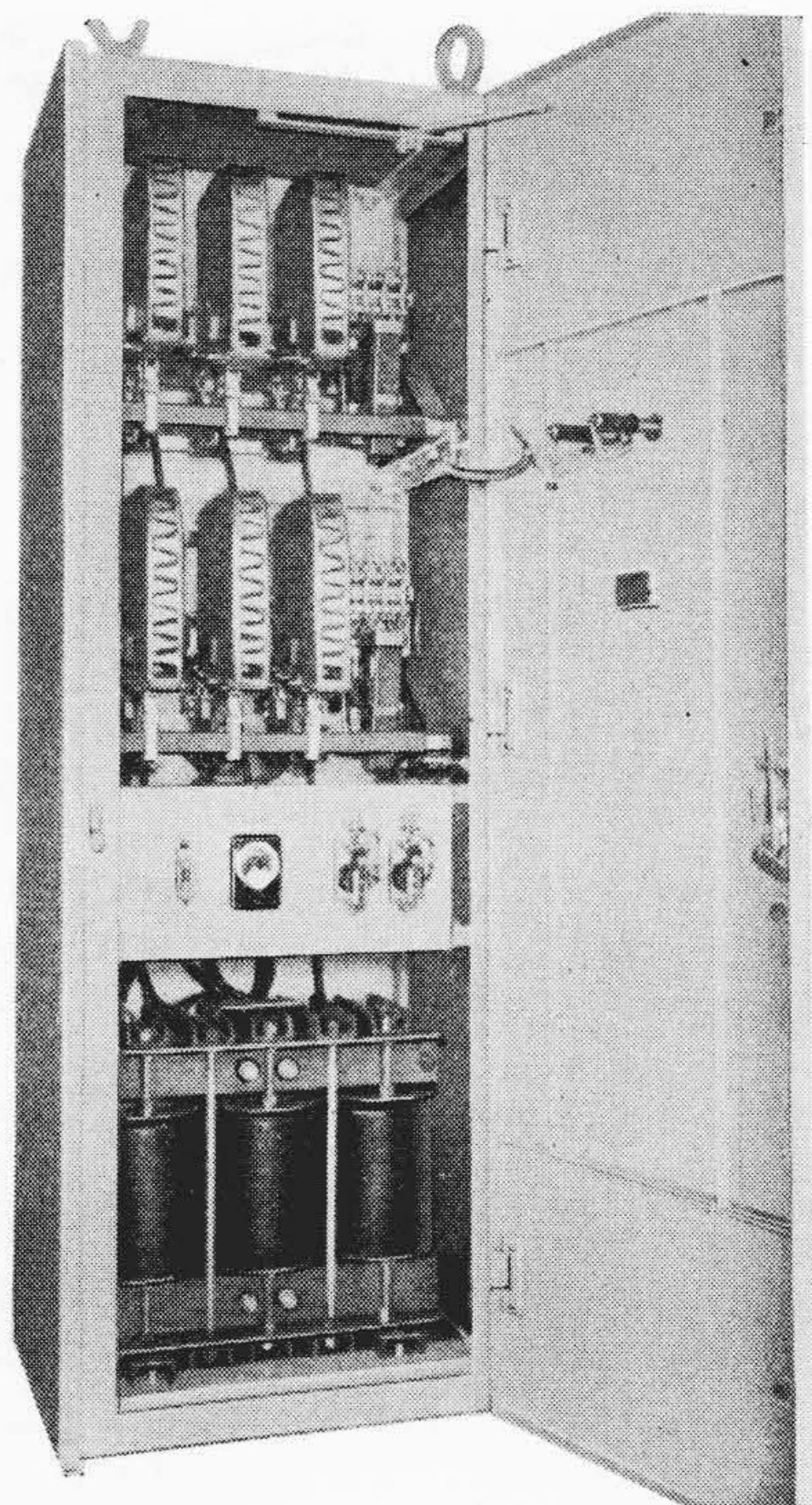
用接触器を、最下部に起動変圧器を配置した構造である。油入形に比し、自動起動のための操作の簡単と安全、保守点検の簡便などの利点がある。第 5 表のような標準がある。

第 21 図に起動補償器の接続図を示す。起動補償器の電源側には必ず適当な電源開閉器（たとえば 3 章記載の H マグス）が必要であり、起動補償器には操作変圧器を内蔵せず、電源開閉器の操作変圧器から操作電源をとるようにしている。

7. 工場用乾式パワーセンタ

工場用パワーセンタは一次電源開閉器、工場動力用変圧器および変圧器二次側電源開閉器の各キュービクルを並列設置した構造のものであり、低圧電動機群の集中制御用として広く用いられる。

一次電源開閉器キュービクルとしては 4 章記載のコンビネーションスタータを採用し、二次電源開閉器としては低圧コントロールセ



第20図 乾式自動起動補償器

第5表 気中形起動補償器標準表

形 式	定 格 電 圧 (V)	最大適用電動機 (kW)
GV ₁₁ -A	3,600	75
GV ₁₂ -A	3,600	150
GV ₁₃ -A	3,600	300
GV ₁₄ -A	3,600	450

ンタを用いるのが便利である。低圧コントロールセンタは一般に短絡保護用配線用遮断器と低圧電磁開閉器とを収納するユニット化された開閉器箱の集合体であり、集中制御の目的に好適のものである。第22図にはパワーセンタの一例を示す。

低圧側短絡事故に対してはコントロールセンタに収納される配線用遮断器で保護し、高圧側事故はコンビネーションスタータの限流ヒューズで保護する。

屋内用のみならず屋外設置用も製作しており、各種容量のものが標準化されている。

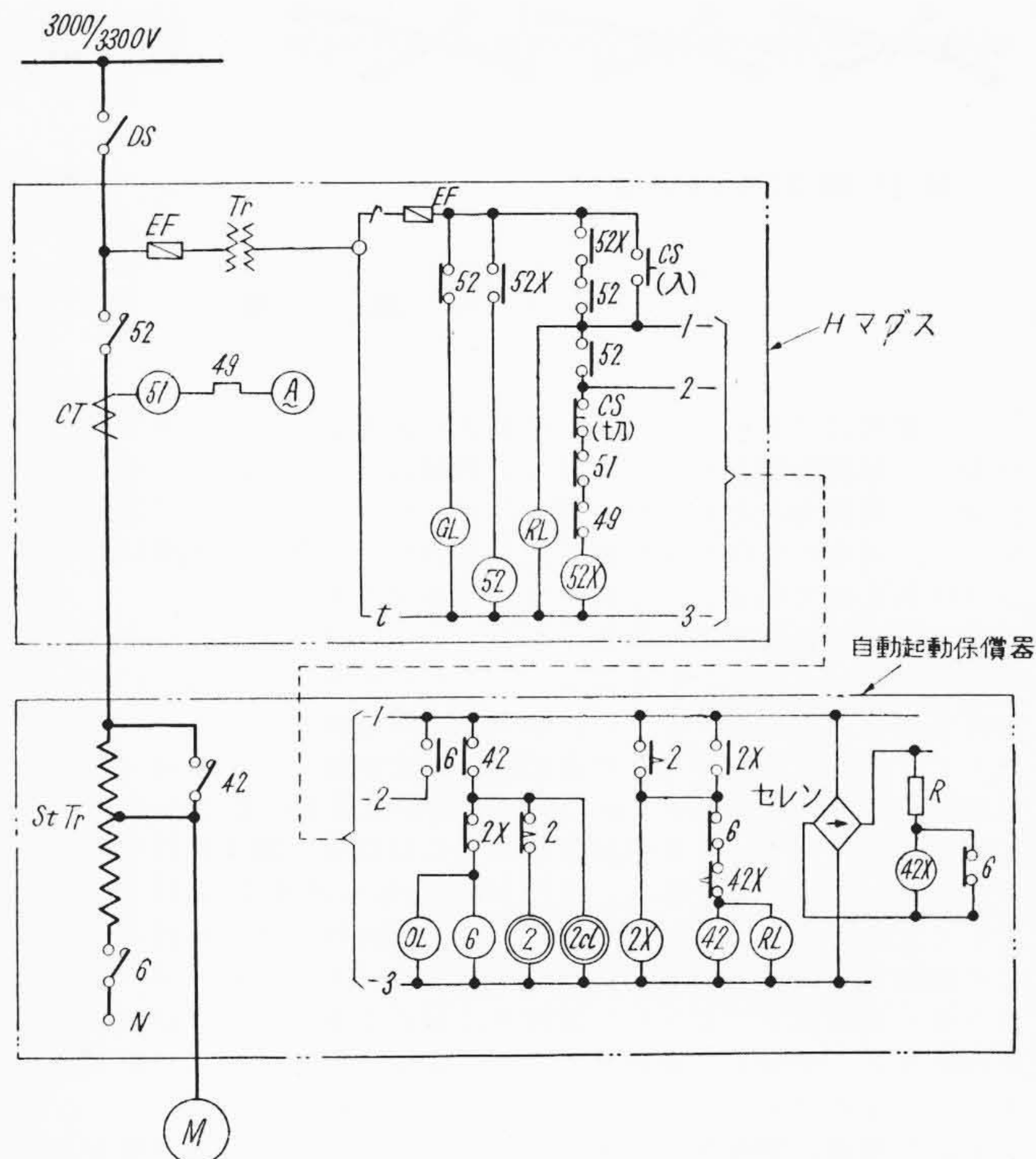
8. 結 言

3 kV 級気中電磁接触器を主体とする最近の製品のうち、特に各種生産工業に多く採用されている乾式配電箱(Hマダス)、コンビネーションスタータ、リアクトルスタータ、自動起動補償器および工場用パワーセンタのおおのにつき、その用途と適用基準について概説した。これらの製品は乾式であること、廉価であること、高性能であることなどの大きな特長のために、高圧電動機の起動用、運転用として、また配電用変圧器の一次側開閉器として盛んに利用されており、今後も需要はますます増加する傾向にある。

なお最近では 6 kV 配電計画に伴い、6 kV 級電動機も次第に各所で採用されようとする気運にあり、これに応じてすでに 6 kV 級気中電磁接触器の開発を完了して、これを主体とする各種製品の量産化を推進中であるが、これに関しては別の機会にゆずることとする。

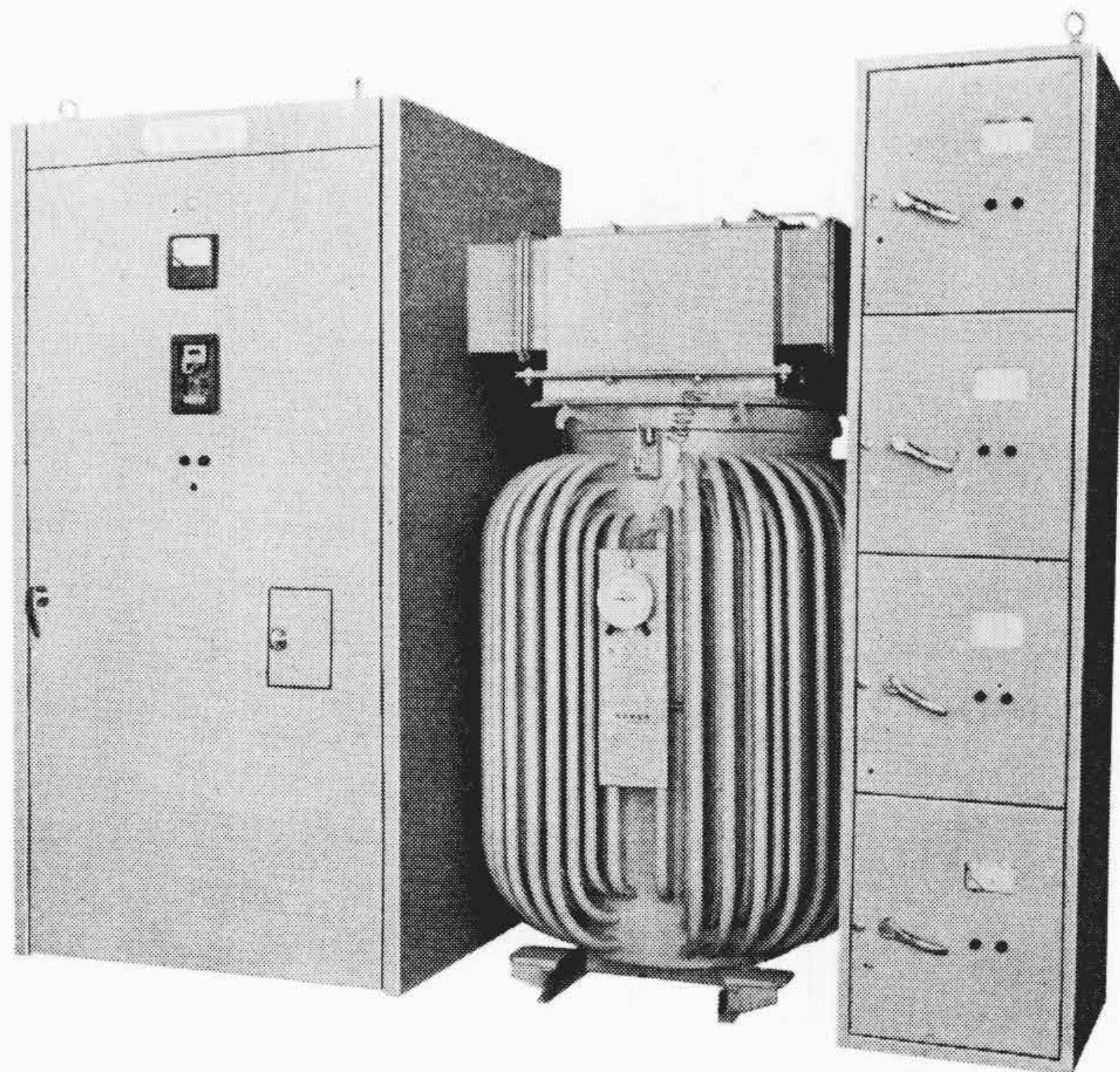
参 考 文 献

- (1) B. J. Dalton: G. E. Rev. 54, 49 (1951)
- (2) C. A. Lister: T. A. I. E. E. 72, Part II, 145 (1953)
- (3) G. W. Heumann: Magnetic Control of Industrial Motors,



記 号	説 明	記 号	説 明
A	交流電流計	Tr	操作変圧器
CS	操作開閉器	2	限時継電器
CT	計器用変流器	6	高圧電磁接触器
DS	断路器	42	高圧電磁接触器
EF	筒形ヒューズ	49	交流温度継電器
GL	緑色表示灯	51	交流過電流継電器
M	電動機	52	高圧電磁接触器
OL	橙色表示灯	2X	交流補助接触器
R	抵抗器	42X	直流補助接触器
RL	赤色表示灯	52X	交流補助接触器
St Tr	起動変圧器		

第21図 自動起動補償器接続図



第22図 屋内形400 kVA パワーセンタ

- 182 (1947)
- (4) H. D. James & L. E. Markle: Controllers for Electric Motors, 38 (1952)
- (5) 泉, 松村: 日立評論 38, 769 (1956)

特 許 の 紹 介

特 許 第 254715 号

若 森 俊 郎 ・ 大 谷 大 ・ 鈴 木 輝 彦

油 (気) 圧 式 制 御 装 置

この発明はブレーキハンドルの動きに比例してブレーキシューが移動して制御作用を行ういわゆる位置制御に、圧油 (気) の圧力に比例して制動力を増加させて制動作用を行ういわゆる圧力制御を加味して、両者の長所を兼ね備えた制動特性たとえば $OQRU$ 線および $OTWZ$ 線で示すような特性を発揮させたものである。

第 1 図は制動解除の状態を示したもので、制御弁 6 は圧油 (気) 側 C に連通している。したがって、ブレーキエンジン 3、圧油 (気) 検出装置のシリンダ 7 a には圧油 (気) が充満しているから、連杆 8 とブレーキエンジン 3 との連結点 E および連杆 16 と圧油 (気) 検出装置のピストンロッド 7 e との連結点 F は最高位置にある。

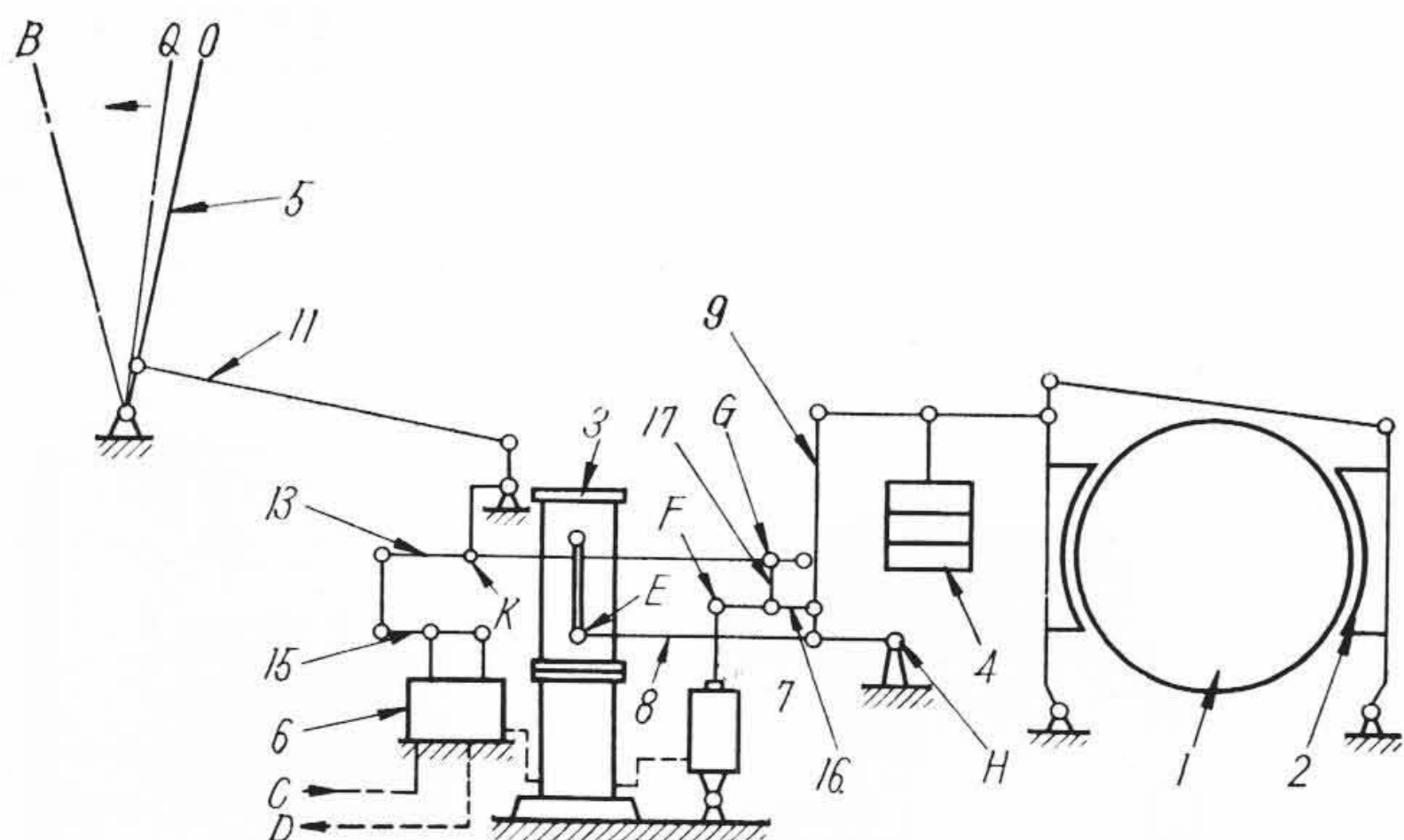
ブレーキハンドル 5 を解除位置 O から Q 位置 (第 4 図の Q に相当する位置) まで変位すると、連杆 11 を介して連杆 13 は G 点を支点として反時計方向に回転するので、連杆 15 は押し下げられる。そのため制御弁 6 は排油 (気) 側 D に連通し、ブレーキエンジン 3 の圧油 (気) 量は減少するから、連杆 8 は H 点を支点として反時計方向に回転する。すると、連杆 9 により重錘 4 は降下されるためブレーキシュー 2 はブレーキドラム 1 に押しつけられる。

上記の場合、制御弁の弁体 6 c はブレーキハンドル 5 の僅少な変位量 ($O \rightarrow Q$) に相当する僅かしか開口しないので、ブレーキエンジン 3 の圧力降下は小さく、したがってそのブレーキエンジンに連通する圧油 (気) 検出装置のシリンダ 7 a 内の圧力降下も僅少である。その結果、シリンダ 7 a 内にバネ 7 f、7 g を介しておさめたピストン 7 b はなんら影響を受けないため、F 点は依然として最高位置に支持されていて動かないから、連杆 13 は連杆 9 の降下により連杆 16、17 を介して K 点を支点として時計方向に回転する。したがって、連

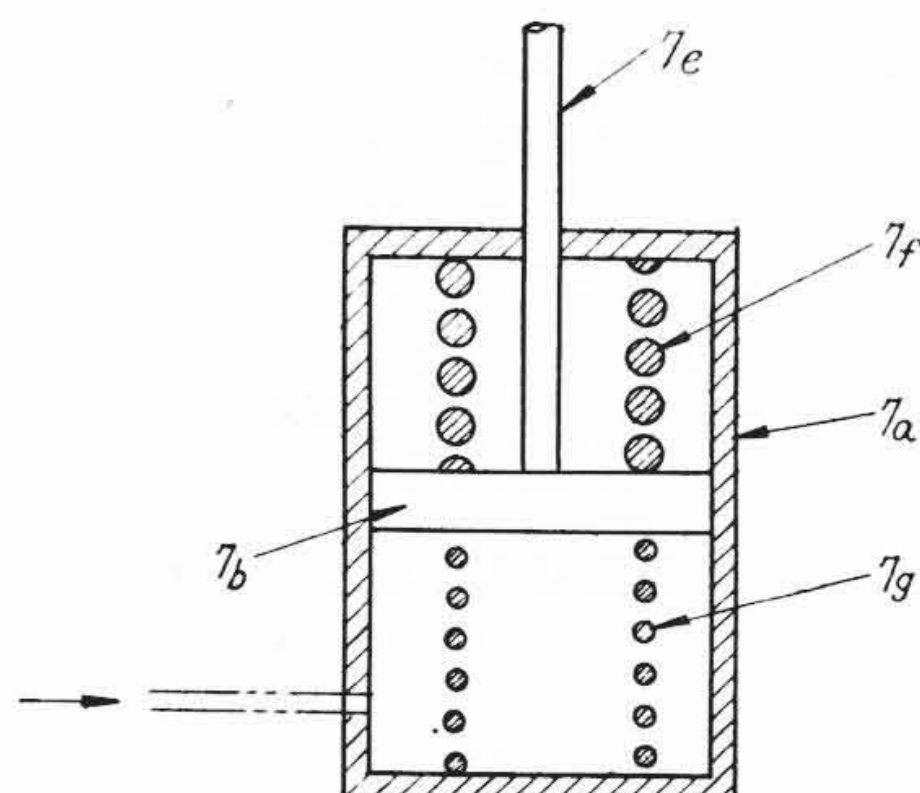
杆 15 は上昇し制御弁 6 の排油 (気) 側 D の開口度を減少させて圧油 (気) の圧力と重錘力とを均衡させる。このようにブレーキハンドル位置 $O \rightarrow Q$ 間では、そのハンドルの動きに比例した量だけブレーキシューは移動して制動作用を行ういわゆる位置制御だけが行われる。

さらにブレーキハンドル 5 を Q 位置から制動方向 B へ動かすと、連杆 11、13、15 により制御弁 6 の排油 (気) 側 D はさらに開口されるので、ブレーキエンジン 3 の圧力はいっそう降下し前記と同様にブレーキドラム 1 を制動する。このブレーキエンジン 3 の圧力降下により圧油 (気) 検出装置 7 の圧力も同様に降下するから、そのピストンロッド 7 e の F 点も降下し連杆 9 の降下とあいまって制動力をいっそう増大させる。これと同時に、連杆 16、17 を介して連杆 13 が K 点を支点として時計方向に回転するから、連杆 15 の上昇により制御弁 6 の排油 (気) 側 D を閉鎖しようとする。このようにして制御弁 6 の排油 (気) 側 D が全閉するまで制動力は増加し、圧力制御と位置制御とが共同で行われる。その割合は連杆 17 の位置によって決定される。すなわち連杆 17 を左方向に移動すれば、圧力制御の影響が大となって制動特性は純粹の圧力制御曲線 ORU 、 $OT'WZ$ に近づき、これと反対に連杆 17 を右方向に移動すれば、位置制御の影響が大となって制動特性は純粹の位置制御曲線 $OQ'RU$ 、 $OT''WZ$ に近づく。

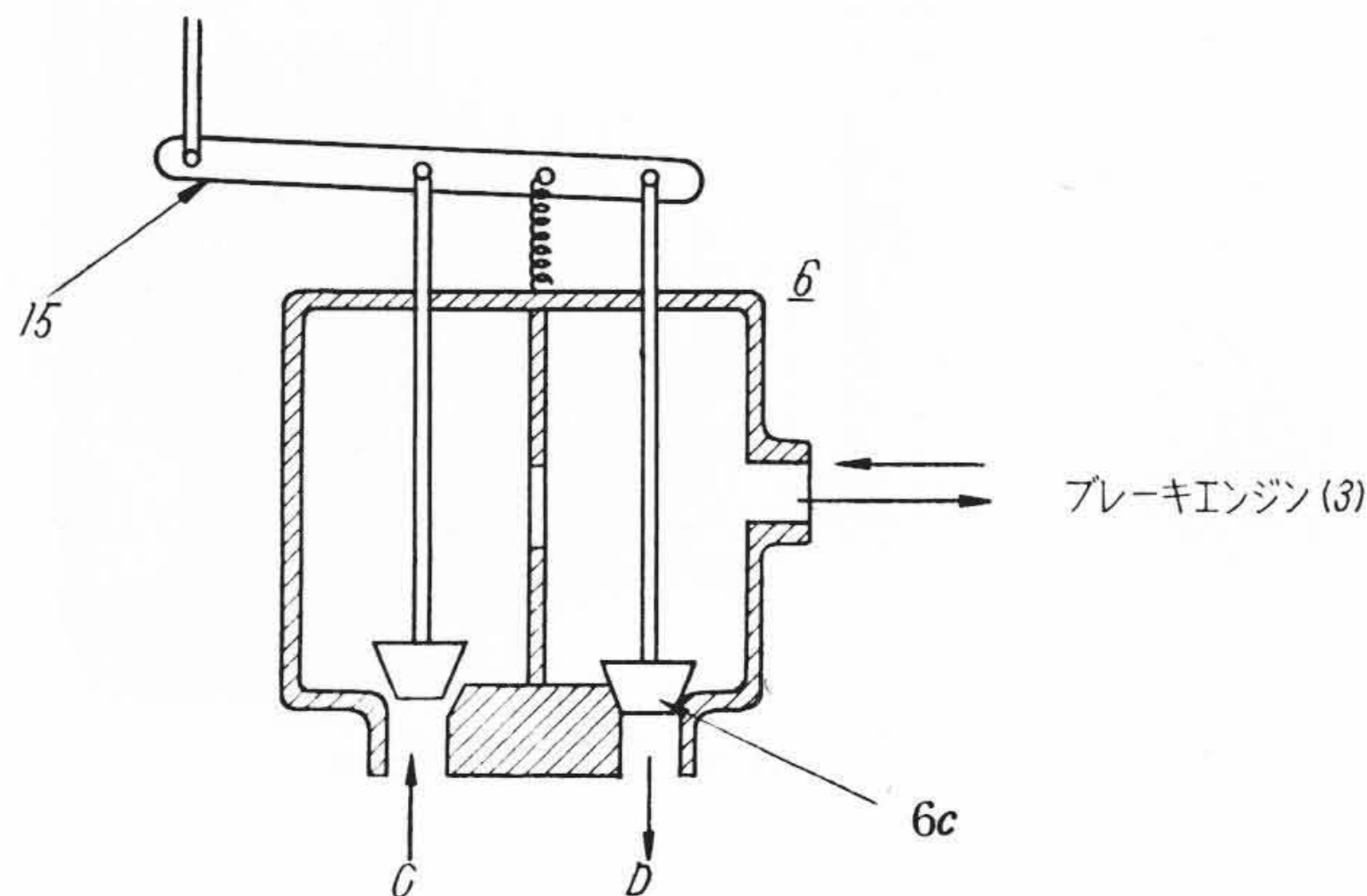
上記のようにこの発明では位置制御に圧力制御を加味し、両者の割合を変更して制動特性を自由に調節できるようにしたので、制動をきわめて容易にすることができる。 (野 村)



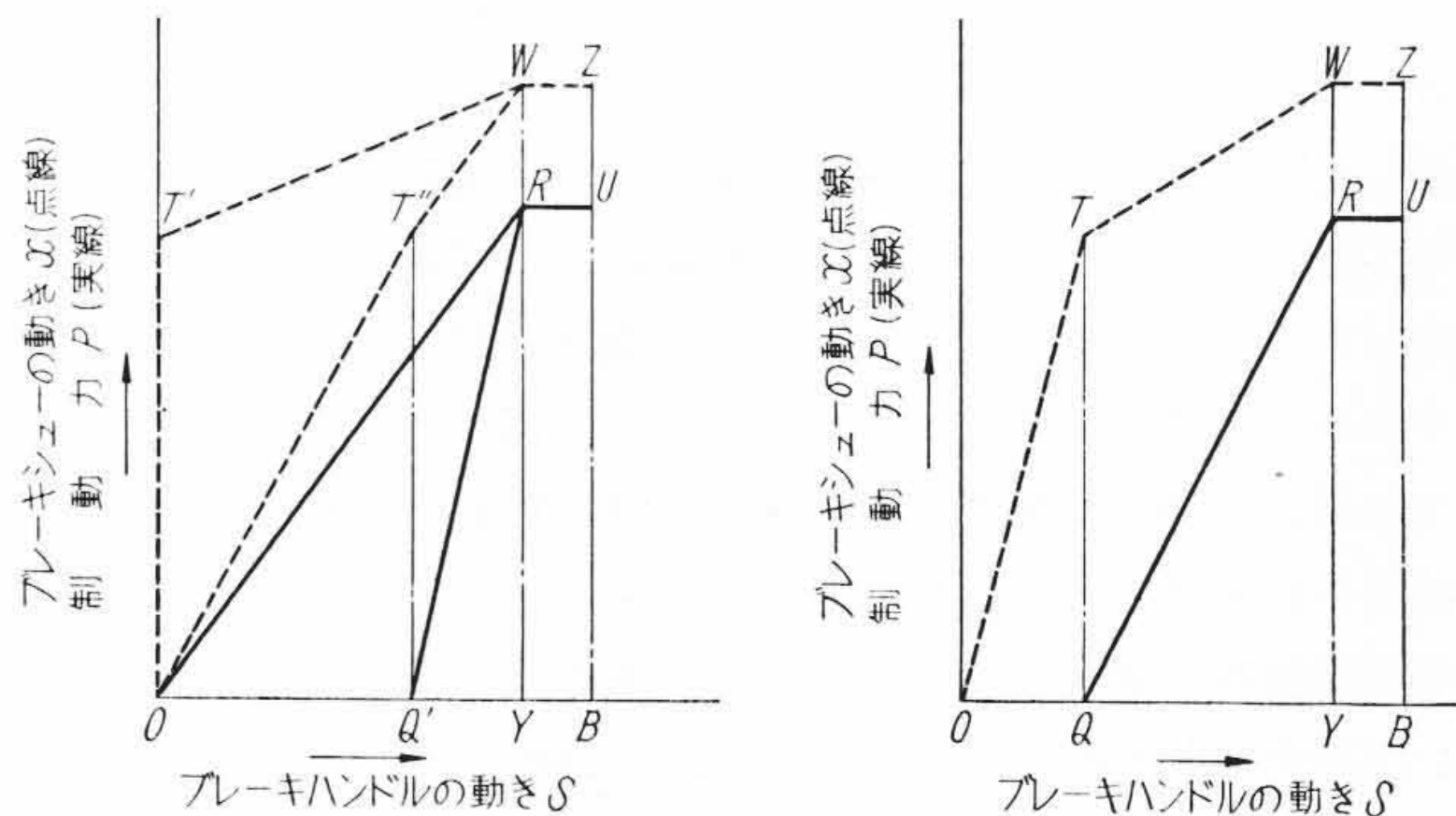
第 1 図



第 2 図 (第 1 図の 7, 詳細図)



第 3 図



第 4 図