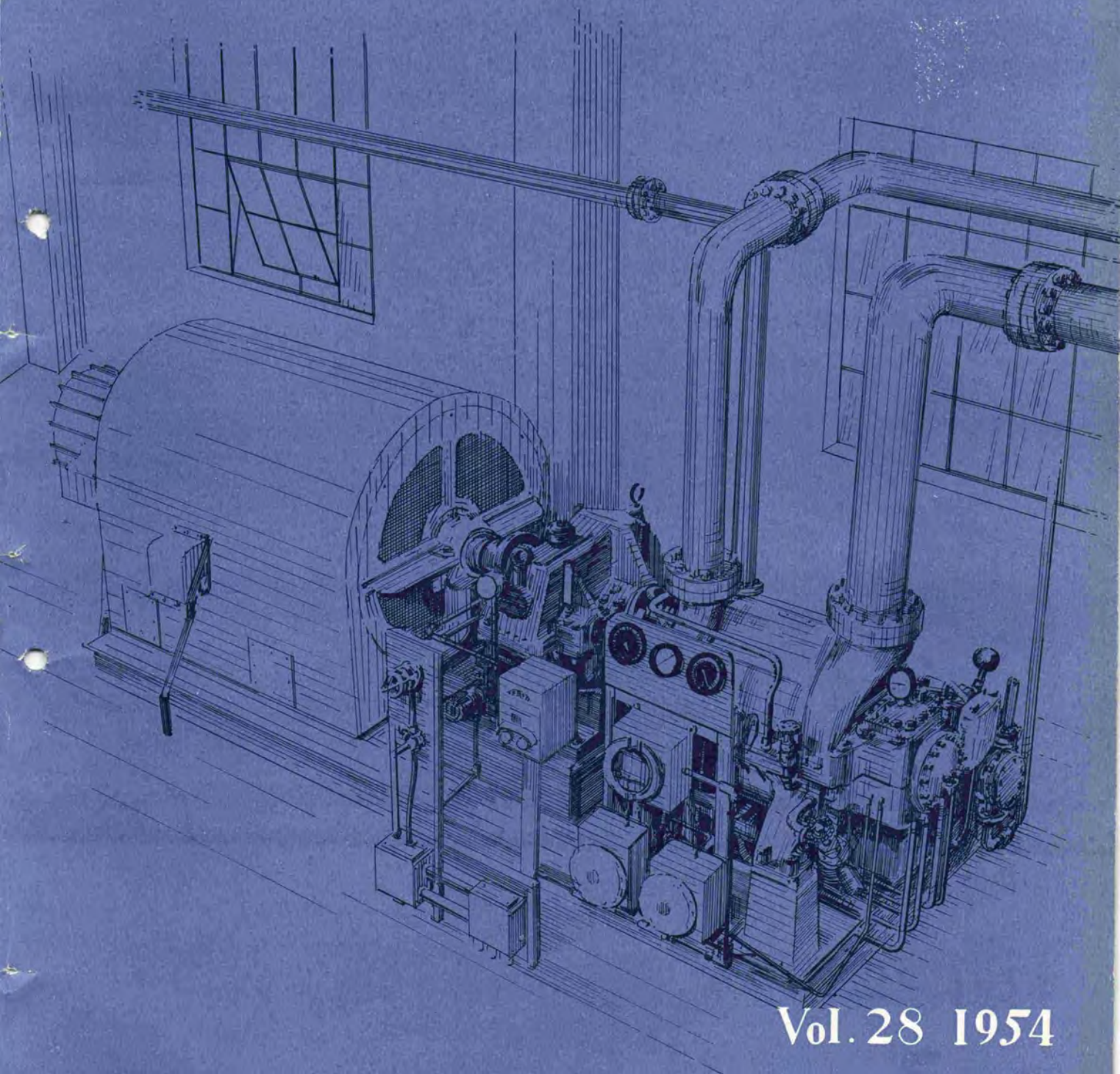


*MITSUBISHI DENKI*

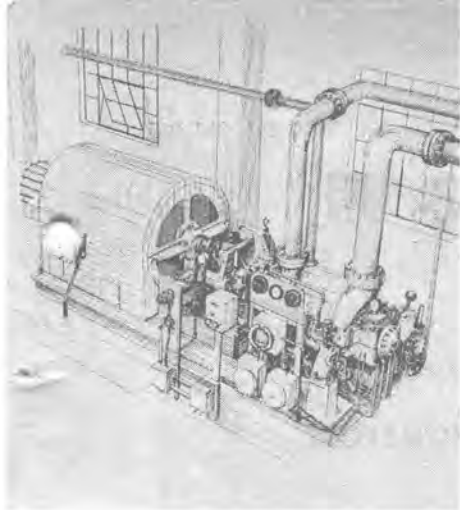
# 三菱電機



Vol. 28 1954

5





# MITSUBISHI DENKI

# 三菱電機

## 表紙説明

### 脱蠟装置用銅冷却管付全閉外扇型 三相誘導電動機

表紙のペン画は三菱石油株式会社にて新設された脱蠟装置にして潤滑油中の蠟分を取り凝固定の低い高級潤滑油を製造するために原料潤滑油を冷却し蠟分を析出させる冷媒としてフロパンガスをもちいた特種構造のセントリフューガル式高速度冷凍機と増速歯車と駆動用誘導電動機より成立している。フロパンガスは爆発性が強くかつ所要馬力が大なるため駆動用電動機の防爆構造に特別な考慮がなされている。すなわち電動機外周に冷却用銅管を配置した全閉外扇安全防爆型として冷却作用をこの銅管の内部を通る外気とその外周を通る電動機内気との間に銅管を通して行われる1箇の外部ファンと2箇の内部ファンとによりそれぞれ通風作用を行う。なお絶縁はB種絶縁を採用した。大体の仕様は下記のとおり

冷凍機 (米国クラークブラザーズ製)  
能力 230 米冷凍屯 回転数 10,500 rpm  
増速歯車 (米国ウエスチングハウス製)  
増速比 10,500/1,480 段数 1 段  
駆動用電動機  
容量 500 HP 電圧 3,300V  
周波数 50 c/s 回転数 1,480 rpm

昭和 29 年 第 28 卷 第 5 号

## 目次

最近の継電器とその応用 .....	藤井重夫	2
三菱磷酸電力ヒューズ .....	新井正元・樺沢孝治・岩崎行夫	6
ジーゼル電気機関車用主発電機 .....	小山建次	20
新しい DF 型直流電磁接触器について .....	篠崎善助・奥島欽吾	26
局所冷房装置の試験 .....	服部 謙	31

## 三菱電機株式会社

### 本社

東京都千代田区丸の内 (東京ビル)

(電) 和田倉 (20) 代表 1631・2331

研究所	兵庫県尼崎市南清水
神戸製作所	神戸市兵庫区和田崎町
名古屋製作所	名古屋市東区矢田町
伊丹製作所	兵庫県尼崎市南清水
長崎製作所	長崎市平戸小屋町
無線機製作所	兵庫県尼崎市南清水
大船工場	神奈川県鎌倉市大船
世田谷工場	東京都世田谷区池尻町
郡山工場	福島県郡山市宇築橋町
福山工場	福山市仲野上町
姫路工場	兵庫県姫路市千代田町
和歌山工場	和歌山市岡町
中津川工場	岐阜県中津市駒場安森
福岡工場	福岡市今宿青木
札幌修理工場	札幌市北二条東 12
大阪営業所	大阪市北区堂島北町 8 番地 1 (電) 福岡 (45) 5251-9
名古屋営業所	名古屋市中区広小路通 (電) 本局 (23) 6231-5
福岡営業所	福岡市天神町 (三菱ビル) (電) 西 (2) 5821-5825
札幌営業所	札幌市大通西 3 の 5 (電) (2) 7236・7237
仙台事務所	仙台市東一番丁 63 (電) 仙台 2573・8057
富山事務所	富山市安住町 23 の 2 (電) 富山 4692・5273
広島事務所	広島市袋町 1 (明治生命ビル) (電) 中 1059・4824
高松出張所	高松市南紺屋町 34 の 3 (電) 高松 3178・3250
小倉出張所	小倉市博労町 63 (富士ビル) (電) 小倉 3614

## 品質奉仕の三菱電機

# 最近の継電器とその応用 (その1)

神戸製作所

藤井重夫\*

## Latest Relays and Their Application

Shigeo FUJII

Kobe Works

Various relays of the latest development, which can hardly be found in the catalogs, are accounted for herein as an introduction of new products and of their application. Specifically in this article are given theories, construction, protecting action and performance of "phase comparison type carrier relaying scheme by means of Type HKB phase comparison carrier relays and Type ID ground fault detection relays". This equipment is applied to the carrier protection of important transmission lines, comparing the current phase at both protected sections each other to discriminate between internal and external faults. In case of the former, both the ends are interrupted simultaneously with high speed of 1~2 cycles to improve the stability of the system.

### 1. HKB 型位相比較式搬送継電器および ID 型接地故障検出継電器による位相比較式搬送継電装置

標準の HKB 型位相比較式搬送継電装置は、送電線保護区間の両端に設置せられた計器用変流器の二次電流より、正相分および零相分のベクトル和をそれぞれ取出し、おのおのの位相差を搬送によって比較し、内部故障であるか、外部故障であるかを判定し、内部故障であればつねに両端を高速度で同時遮断するよう構成されている。

したがって、保護区間内に発生した短絡故障および接地故障の総てを同一の装置で保護することができる。しかし系統が高抵抗接地方式を採用している場合には、そのまま適用することは困難で、以下詳述するような HKB 型継電器と ID 型継電器との組合せ方式によらなければならない。すなわちこのような系統では、接地故障時の故障電流が小さいために、充分な零相分出力を得ることができないからである。このような場合に本方式によれば、高抵抗接地の系統において不完全接地故障を考慮してもなお何らの支障なく三相に対して1組の装置により区間内に発生した短絡および接地故障の総てを 1~2c/s の高速度で検出し、つねに両端を同時遮断することができる。なおこの高速度動作は保護区間内の故障点の

位置によって影響を受けることがなく、また系統に脱調状態が発生しても誤動作する虞れはない。本方式は系統の不完全接地故障を考慮した場合に変流器残留回路の零相電流が 1A 以下を予想される場合に適用するもので、それ以上の場合には標準の HKB 型位相比較式搬送継電装置によるものとする。

### 2. 構造および動作

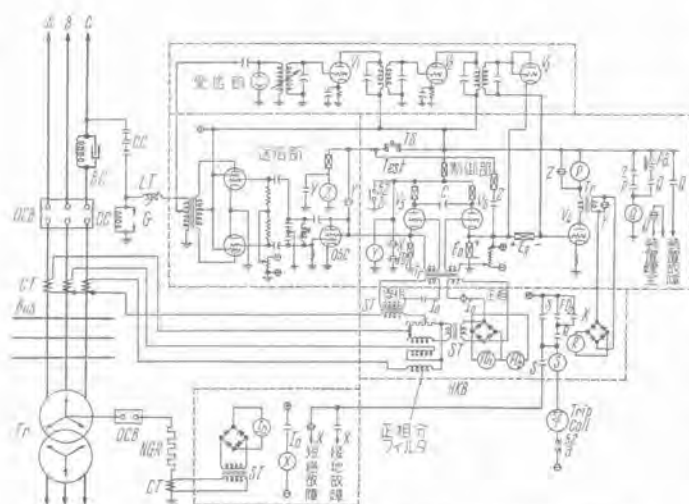
この方式は標準のものと全く同様に保護区間両端の電流の位相を搬送波によって比較し、内外故障の判定を行うものである。すなわち保護区間の両端に設置せられた変流器の三相二次電流を HKB 型継電器の正相分濾波装置および零相用飽和変流器に導入し、三相短絡故障時および二相短絡故障時には正相分出力によって位相比較を行わせ、二線接地故障および一線接地故障の場合には零相分出力によって位相比較を行わせるようになっている。これらの切換動作および接地故障の検出を行うために ID 型継電器が組合せられ、この継電器は中性点接地抵抗器に流れる電流によって付勢されるよう接続されている。しかし場合によっては零相電圧によっても付勢することができる。



1 図 HKB 型位相比較式搬送継電器

Fig. 1. Type HKB phase comparison type carrier relay.

2 図は HKB 型継電器および ID 型継電器による位相比較式搬送継電装置の内外接続関係を示したもので便宜上回路は簡略



2 図 HKB 型継電器および ID 型継電器による位相比較式搬送継電装置説明図

Fig. 2: Phase comparison type relaying scheme by means of type HKB relays and type ID relays.

化して示してある。この装置は図示するように HKB 型継電器、ID 型継電器、搬送波送信部、搬送波受信部、搬送波制御部および線路結合装置より成立っている。

図より明らかなように、HKB 型継電器の零相用飽和変流器は CT 二次の残留回路に接続せられ、接地故障が発生してこの残留回路に電流が流れるとその二次側に零相分出力電圧を誘起し、搬送装置を制御する入力信号を与える。三相二次電流は HKB 型継電器の正相分濾波装置に導入され、短絡故障電流あるいは正常負荷電流中より正相分のみを取り出し、これを小型飽和変流器の一次側に導入している。したがって二次側に誘起した電圧は搬送装置を制御する入力信号を与えると同時に、全波整流器を通じて  $FD_1$ 、 $FD_2$  の短絡故障検出要素に加えられることとなる。もし  $FD_1$ 、 $FD_2$  等の整定値以上の正相分出力がかかれば、これらが動作して短絡故障を検出することとなる。したがってこれらの整定値は最大負荷電流によって動作しないような値に定めるべきで一般に  $FD_1$  は  $FD_2$  の 80% で動作するように定めてある。HKB 型継電器の 3 ないし 10 A のタップは  $FD_2$  の動作値を正相分電流で示してある。したがって二相短絡故障が発生した場合には使用タップ値の  $\sqrt{3}$  倍の値で  $FD_2$  が動作することとなる。しかし三相短絡故障時にはもちろんタップ値のままの値で  $FD_2$  が動作するわけである。

なお  $FD_1$  と  $FD_2$  との整定の差は搬送制御を確実化するために必要で、両端装置のいずれか一方の  $FD_2$  が動作するときには必ず両端装置の  $FD_1$  が動作していることを必要条件としているからである。すなわち  $FD_1$  は搬送装置を制御するために使用せられ、 $FD_2$  は引外し回路の一部を閉合するために使用されているからである。

なお飽和変流器の二次側にはネオンランプ(図示せず)が接続せられ過度の誘起電圧を抑制する目的に使用されている。したがって適度の飽和特性により一定値以上

の故障電流に対し、装置はつねに適度の制御信号を受けて搬送波を制御することとなる。図示するように正相分出力回路は ID 型継電器の  $I_0$  要素 Back 接点を経て常時搬送制御部の入力変圧器に接続せられており、零相分出力回路は  $I_0$  の  $O_n$  接点を経て入力変圧器に接続されている。すなわち  $I_0$  要素の動作により入力回路の切換操作を自動的に行わせているわけである。

今もし二相短絡または三相短絡故障が発生して十分な正相分出力が出たとすると、これは搬送制御部の入力変圧器に制御信号を与えると共に、常時は制御部のサイラトロン  $V_3$ 、 $V_4$  の陽極回路を閉合している  $FD_1$  の Back 接点を開いて  $V_3$  および  $V_4$  が入力信号の交流半波ごとに交互放電することを許す。また少し遅れて  $FD_2$  の  $O_n$  接点が閉じて引外し回路の一部を閉合する。すなわちこの場合には入力切換操作は行われなければならないわけである。

つぎに一線接地故障または二線接地故障が発生した場合には、中性点接地抵抗器の回路に流れる電流によって ID 型継電器の接地故障検出要素  $I_0$  が動作し、まず  $I_0$  の Back 接点が正相分出力回路を開いて後  $I_0$  の  $O_n$  接点が零相分出力回路を制御部の入力変圧器に接続して零相入力信号を制御部に与える。同時に他の  $I_0$ 、 $O_n$  接点は ID 型継電器の補助要素  $X$  を動作させ、 $X$  の Back 接点が  $FD_1$  と同様にサイラトロン  $V_3$ 、 $V_4$  の陽極回路の短絡を解いてこれに交互放電を許し、ついで  $X$  の  $O_n$  接点が閉じて引外し回路の一部を閉合する。

制御部のサイラトロン  $V_3$  および  $V_4$  は上述のように HKB の正相分出力あるいは零相分出力電圧によって制御せられるもので、 $V_3$  の格子が正となる入力信号の負の半波中は  $V_3$  が放電してその陰極回路の抵抗に降下する電圧が発振管 OSC の陽極に加えられ、 $V_3$  が放電している半波の間搬送波を線路に送出するようになっている。この搬送出力の一部は自己の受信装置により受信され、その増幅出力が  $V_4$  によって整流され、継電管  $V_4$  の通電を抑制するように負のバイアスを  $V_4$  の格子に加えるが、これは装置の保護動作には無関係である。

つぎに  $V_3$  の格子が正となる入力信号の正の半波中は、 $V_3$  が放電し  $V_3$  が消える。したがって  $V_3$  の陰極回路の抵抗に降下した電圧  $E_0$  (動作力) が  $V_4$  の格子に + バイアスを与え、 $V_4$  に電流を通じようとする。もしこの半波中に他端装置からの搬送信号(抑制力)が出ていれば、これが受信増幅されて  $E_R$  の抑制バイアスを  $V_4$  の格子に加えているから、 $V_4$  の格子には  $E_0$  と  $E_R$  との合成バイアスがかかることとなる。 $E_0$  と  $E_R$  との間にはつねに  $E_R > E_0$  の関係が成立するように受信感度が調整されていることが必要で、この条件が整っていれば  $V_3$  の放電中に他端装置からの搬送波が受信されている限り、 $V_4$  の格子にかかる合成バイアスはつねに負となり、 $V_4$  に電流

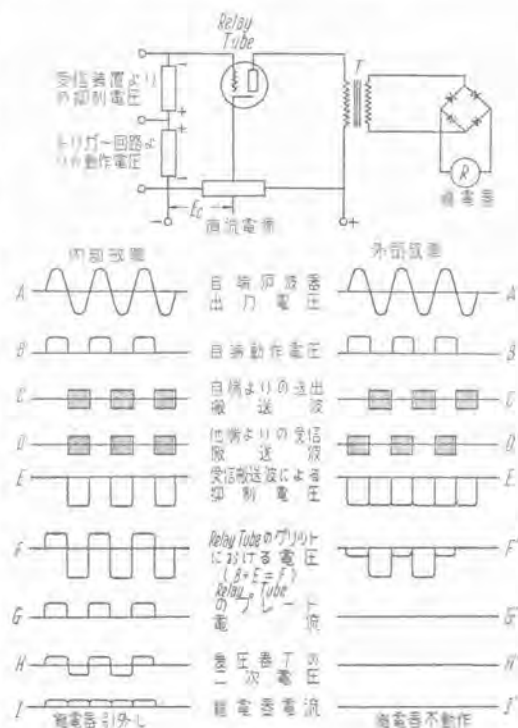


を通じることはない。したがって引外し継電要素  $R$  も動作し得ないわけである。

しかしこの期間中に他端装置からの抑制搬送波が受信されていなければ、 $V_4$  のバイアスは動作力  $E_0$  のみとなり、 $V_4$  に半波ごとの陽極電流を流すこととなり、陽極回路の変圧器二次に交流電圧を誘起し、これが全波整流されて引外し継電要素  $R$  を動作させる。このときには  $FD_2$  接点あるいは  $I_0$  による  $X$  接点が必ず閉じているから引外し回路を完成して、遮断動作を行うようになっている。

つぎに3図についてこの装置の動作原理を説明する。今もし保護区間内に短絡故障が発生したとすると、故障電流は区間両端から流入するため、両端の電流位相は  $180^\circ$  の位相差をもつこととなる。なおこのときは両端の  $FD_1$  および  $FD_2$  が動作して搬送装置は動作状態にあるので、正相分出力の位相を搬送波によって相互に比較することとなる。このような内部故障の状態では両端の装置から送出する半波ごとの搬送信号波が3図CおよびDに示すように同位相となるよう両端変流器の極性が定めてある。したがって線路に搬送波の無くなるつぎの半周期中には両端装置共サイラトロン  $V_6$  が電放して動作力  $E_0$  を  $V_4$  の格子に加えることとなる。このときは線路に搬送波が無いので抑制力  $E_R$  は零である。したがって  $V_4$  は電流を流し得ることとなり、両端同時に引外し回路を完成し高速度の同時遮断動作を行う。

つぎに外部短絡故障が発生した場合には、一端から流入する電流は他端から流出するわけで、このときの両端正相分出力の位相差は零である。したがって両端装置から送出する半波ごとの搬送信号波は3図C'およびD'に示すように半波ごと交互に送出されることとなる。このことは自端装置の  $V_6$  が放電したときは他端装置の  $V_6$  が放電し、自端装置の  $V_6$  が放電したときは他端装置の  $V_6$  が放電していることを意味している。したがって線路には連続した搬送波が存在することとなり、両端装置は連続して搬送波を受信し、抑制バイアス  $E_R$  を  $V_4$  の格子に加えている。このような状態では半波ごとの動作力  $E_0$  が重畳されて  $V_4$  の格子が正となる機会がないわけで、両端装置共  $V_4$  の陽極電流は流れることがなく、引外し回路を作る虞はない。



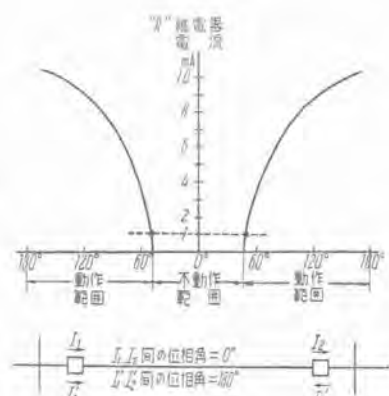
3 図 HKB 型装置の動作原理説明図  
Fig. 3. Illustration of the operating theory of type HKB equipment.

なお故障が発生してから両端の搬送装置が動作状態に入る迄の時間、すなわち常時  $V_6$  および  $V_7$  を短絡している  $FD_1$  および  $X$  の Back 接点のうちいずれかが開く迄の時間は、両端装置においてつねに必ずしも同一とは限らず多少の時間差を有している。したがって外部故障時にもし一端装置の  $V_6$  が放電して動作力を出したとき他端装置からの  $V_6$  による抑制搬送波の送出が遅れたとすると、さきに  $V_6$  の放電した端が誤遮断することとなる。これを防止するために補助継電器  $Y$  の Back 接点が常時  $R$  要素の入力回路を短絡しており、 $X$  あるいは  $FD_1$  の Back 接点が開いてサイラトロンを始動した後、一定時間遅れて  $R$  要素を生かすようになっている。このようにすれば両端装置の始動時間に多少の相異があっても外部故障時に誤動作する可能性は全然なくなり、確実な動作を期待することができる。標準装置ではこの時間差は  $0.5 \text{ c/s}$  迄許し得るものとしているが、実際には  $0.3 \text{ c/s}$  を越えることはない。

以上の保護動作は接地故障が発生して搬送制御部の入力変圧器に  $I_0$  の切換操作によって零相分出力回路が接続された場合にも全く同様である。

なおこの方式では搬送波を抑制信号として使用するため、たとえ内部故障時に信号波が相手端に到達しない場合があっても保護動作に支障を生ずることとはならない。搬送装置はただ外部故障時に両端装置を抑制する目的のみ使用されているわけである。

なお制御部のサイラトロン  $V_6$  は故障時に抑制搬送波を送出するためのものであるから、 $FD_1$  あるいは  $X$  がサイラトロンの短絡を解けば入力信号零でもこれが放電して連続的な抑制搬送波を送出するよう零バイアスとしてある。しかし動作力を与えるための  $V_6$  は入力信号がある値以上に達しないと放電しないようその格子には  $-5 \text{ V}$  ないし



4 図 HKB 型継電器位相-動作電流特性

Fig. 4. Phase-operation characteristic curve of type HKB relay.

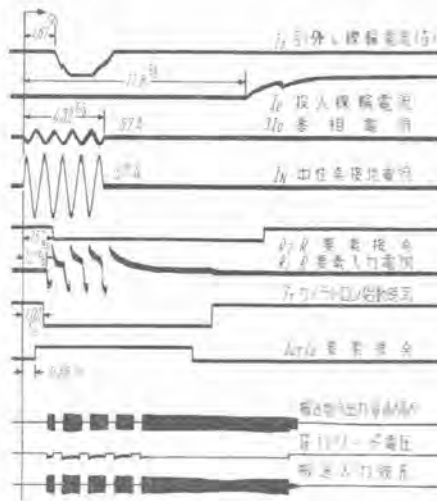
-10 V 程度の負のバイアス  
が加えられるようになっている。  
したがって  $V_0$  が放電するに  
足る入力信号が入った場合のみ  
 $V_0$  および  $V_0$  が交互に放電  
するわけである。

つぎに  $V_0$  および  $V_0$  の陽極  
回路とアース間に接続されてい  
る 526 の接点は遮断器の補助開  
閉接点で、遮断器が遮断されて  
しまえばこの装置は動作する必  
要がないので装置を鎖錠する目  
的に使用されている。このこと  
は初充電の場合に区間内に接地  
故障があった際、無電流端が不  
必要に抑制搬送波を送出するこ  
とを防止し、接地電力の流入端  
を瞬時に遮断させるためにぜひ  
とも必要である。

4 図は両端装置からの搬送信号  
波の位相を  $0^\circ$  から  $180^\circ$  まで  
変化させた場合に引外し継電要  
素  $R$  に流れる電流を求めた位  
相特性曲線である。すなわち外  
部故障時のように両端の電流位  
相差  $0^\circ$  のときは継電器電流は  
零であり、内部故障時に  $180^\circ$   
の位相差を持てば約 10 mA の  
電流を流して  $R$  を動作させるこ  
とを示している。 $R$  の最低動作  
値は約 1 mA であるから内部故  
障時には約 10 倍の電流が流れ  
ることとなり、高速度で引外し  
回路を完成することとなる。ま  
た 4 図で明らかのように両端  
の電流位相差がある程度以上開  
いて始めて電流が流れ始めるよ  
うな特性を持たせてあるため、  
両端変流器の位相誤差あるいは  
充電電流による両端電流の位相  
差が相当にあったとしても本装  
置はその影響を受けて誤動作す  
るような虞れは全然ないもので  
ある。これは抑制搬送波の幅  
( $V_0$  の放電時間) が動作力の幅  
( $V_0$  の放電時間) より幾分長く  
調整してあるためで  $V_0$  の格子  
バイアスを変化することによっ  
て適度に調整することが可能で  
ある。4 図は特性の一例を示し  
たものである。

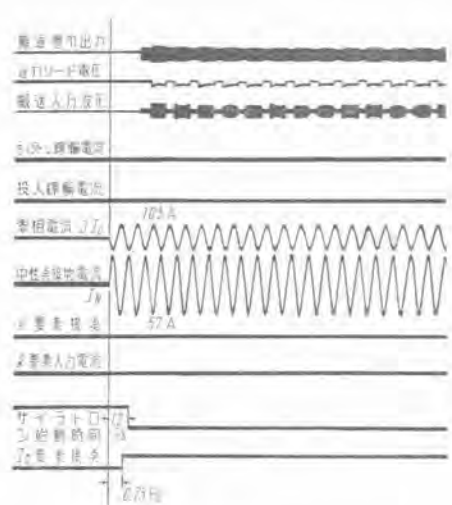
つぎにこの装置の試験回路で  
あるが、これは 2 図中に示す  
 $TS$  を押すことによって任意に  
手動点検を行うことができるよ  
うになっている。すなわち  $TS$   
を押せば発振管  $OSC$  の陽極に  
電圧が印加され、連続した搬送  
波を送出する。この搬送出力は  
自端の受信部で増幅され抑制バ  
イアス  $E_R$  を  $V_0$  の格子に加え  
る。ついで  $Z$  の動作によって動  
作力  $E_0$  に相当する + バイアスが  
 $V_0$  の格子に加えられ、結局両  
者の合成バイアスが負であれば  
 $V_0$  には電流が流れず、 $V_0$  の陽  
極回路に  $Z$  の動作によって挿入  
された継電器  $P$  も動作しないわ  
けで、装置が健全であることを  
示す。しかしもし送信回路ある  
いは受信回路の一部に故障が発  
生していれば、規定出力の抑制  
バイアス  $E_R$  を作り得ないため  
に、 $V_0$  に陽極電流が流れ、これ  
が  $P$  を動作させ、 $Q$  を自己保  
持させて装置故障の表示ある  
いは警報を発することとなる。

なお試験用押鉗  $TS$  と並列に  
周期的自動点検装置の



5 図 一線接地故障時のオシログラフ  
内部故障

Fig. 5. Oscillogram of one line ground.  
(internal fault)



6 図 一線接地故障時のオシログラフ  
外部故障

Fig. 6. Oscillogram of one line ground.  
(external fault)

接点を接続すれば、一定時間間  
隔で装置の自動点検を行うこと  
ができる。しかしもしこの試験中  
に線路故障が発生しても装置の  
保護動作に支障を来さないよう  
に、継電器  $Y$  が接続されている。  
すなわち故障が発生して  $FD_1$   
または  $X$  の Back 接点が開き  
サイラトロンを始動すると同時  
に  $Y$  が動作して上述の試験回  
路を切離し、装置本来の保護動  
作を行わせるようになっている。

HKB 型継電器と ID 型継電器  
との組合せによる位相比較式搬  
送継電装置は保護区間内短絡故  
障に対しては平均 1~1.5 c/s ま  
たは区間内接地故障に対しては  
平均 1.5~2.0 c/s の高速度で良  
好な選択保護動作を行わせるも  
ので、高抵抗接地系の重要送電  
線保護に最適のものである。

### 3. 特 長

1. 保護区間内の短絡および接地故障の総てに対して、HKB 型継電器 ID 型継電器および搬送装置の 1 組を要するのみで継電装置が極めて簡略である。
2. 系統に脱調状態が発生しても誤動作の虞れは全然ない。
3. この装置は高価な計器用変圧器を必要としない。
4. 区間内の故障点の位置には無関係につねに 1~2 c/s の高速度で確実に動作し、両端を同時遮断する。
5. 保護区間両端の変流器間に相当の位相誤差を生ずるような場合でも誤動作の虞れは全然ない。
6. 高抵抗接地の系統において不完全接地故障が発生した場合においてもなお高速度で支障なく動作し得る。
7. 搬送送受信部は常時使用されていないから、要すればこれを他の目的に利用することができる。たとえば搬送電話、遠方計測、遠方制御等に利用できる。しかし故障時には自動的に保護動作が優先する。
8. この装置では接地故障優先方式を標準として採用しており、搬送信号波は故障時のみ送出されるようになっている。

# 三菱 硼 酸 電 力 ヒ ュ ー ズ

伊丹製作所

新井正元<sup>\*</sup>・樺沢孝治<sup>\*</sup>・岩崎行夫<sup>\*</sup>

## Mitsubishi Boric Acid Power Fuses

Masamoto ARAI, Takaji KABAZAWA, Yukio IWASAKI

Itami Works

In the high voltage engineering, a good many number of power fuses of different types are in use, but sometimes they do not enjoy the favour of power companies. This is mostly due to misconception based on past poor results coming from wrong application. Thorough understanding on the power fuse compared with the circuit breaker is vital requisite to make the best use of it. Type BA and Type DBA. Mitsubishi boric acid power fuses are successfully applied to various uses, their high interrupting capacities being appreciated by every user.

### 1. ま え が き

電力ヒューズは、既設遮断器の遮断容量不足を補うためこれと直列に使用するとか、小変圧器一次側の遮断器の代用（計器用変圧器も含む）あるいは工業用動力電動機故障保護用とか、その他、その経済性と設備保守の簡易さから広範な用途がある。しかし一部電力会社では計器用変圧器保護用ヒューズを使用していないように、今迄電力ヒューズが、その簡易で経済な割にあまり利用されていないのは、従来の電力ヒューズの使用実績が芳しくないためである。すなわち、遮断容量の不足から保護すべき機器の故障拡大や、系統への波及を阻止できないで、しばしばかえってヒューズ筒その他の破壊飛散により、隣接機器を破損して事故拡大を来したことがあり、また3相のうち1相のみヒューズがとんで単相運転となり、電動機を焼損したとか、あるいは溶断時間が関連遮断器と協調しないために不必要な停電が起り、さらに溶断が頻繁で、予備ヒューズとの取換えが多いために経済的でない等の欠点苦情をよく聞く。しかし、電力ヒューズは遮断器とリレーを組合したものととは大分違った電流対動作時間特性を持っており、使用者がこの特性を熟知しないで、使用場所に適した電流定格の選定をしなかったためか、あるいはバリエーションと相間距離、対地距離が適

当でない据付をしたかが、電力ヒューズの実績不良の一部原因をなしている懸念無しとしない。電力ヒューズの開発は、充分な短絡容量の発電機を有する遮断試験設備があって始めて可能である。

ヒューズは小電流でよく遮断できても大電流では破損して破片が散乱、器物を破壊、人畜を負傷させ、あるいは過電圧を発生して機器の絶縁を弱くすることがあり、また逆に大電流は遮断できても小電流は失敗することもあり、同一形式でも電流定格の変更によって、遮断性能に影響するので甚大な回数の遮断試験の洗礼を経なければ遮断容量を保証できない。また遮断器との協調を計りあるいは電動機起動電流では動作しないように電流定格を選定でき得るようにするには、製品化の前に可溶要素の電流対溶断時間特性を決定するために各電流定格のものについてそれぞれ溶断試験を数百回行う必要があり、かつ常時製品が同一の溶断特性を有する如く充分な品質管理をしなければならない。したがって新型ヒューズ完成迄には多大の労力と時間ならびに経費を必要とする。

当社は従来硼酸電力ヒューズとして 34.5 kV 以下の BA-1 型のみを製作し、使用者各位の好評を博してきたが、最近米国 Westinghouse 電機会社との技術提携により新型電力ヒューズとして BA-1 型を改良した 34.5 kV 以下の屋内、屋外用 BA-200 型と、さらに大遮断



容量で定流定格の大きい BA-400 型および 132 kV 迄の DBA 型屋外用ドロップアウトヒューズを当所 50,000 kVA の発電機を用いて幾多の試験をし、研究改良の上製品化したので、以下にこれらヒューズの構造、特性および取付方法を述べ、併せて電力ヒューズ採用に際して払うべき諸注意を纏めて参考にする。

## 2. 電力ヒューズの分類

現在使われている電力ヒューズを構造、消弧方式から分類してみると、1 表の如く放出型、液体型、限流型の三つに大別することができる。

**放出型**はガス発生物質で造られたチューブの両端端子間に、チューブ中を通して一方に可溶要素のある可撓導体が接続してあり、遮断は電弧熱でチューブの分解ガスを発生して吹消すものである。

この吹付ガスはイオン化された電弧生成物をチューブ外に電流零値まで放出し続けて電弧を消弧する。チューブ自体の分解ガスでは遮断容量を大きくできないので、当社はチューブ中にガス発生物質として高圧力で固めた硼酸ブロックを入れた硼酸ヒューズ BA 型、DBA 型を製作している。

**液体型**は主としてガラス管中に、四塩化エチレンの如き液体を入れて、この中に可溶要素とスプリングで引張り込む可撓導帯があり、過負荷の時に電弧を液中に延ばして遮断するものであるが、液体噴出および遮断容量が充分大きく取れない等の欠点から最近では乾式のヒューズに押されて影が薄い。油入タンク型は、変圧器タンクを利用してブッシングの下にファイバ板を積層して造った消弧室中に、ヒューズを張った高圧リンクとか、油入開閉器に類するものがあるが、いずれも大形になり、特殊用途向である。

**限流型**は、チューブ中で砂に囲まれた可溶金属線が蒸発消弧するもので、発生する高電弧抵抗で故障電流の波高値を制限して遮断する。放出型、液体型のように燥音発生、電弧生成物の多量放出もなく、大遮断容量のものができ、かつ故障電流の波高値を押えるので、故障電流による系統の機器への電磁力作用および短時間電流の減少が期待できるが、一方過電圧発生して絶縁を脅す懸念があるので、あまり高電圧のものは製作できにくくまた小電流はその消弧原理から遮断がしにくい。

当社は、これと硼酸ヒューズとを組合して多要素型と

1 表 電力ヒューズの分類



して、上記の過電圧の解決および小電流遮断特性の改善をした 23 kV 迄の BAL 型限流ヒューズを目下開発中でこれについては他日別稿にて紹介する。

## 3. 電力ヒューズ採用の際考慮すべき諸問題

### ア. 遮断容量

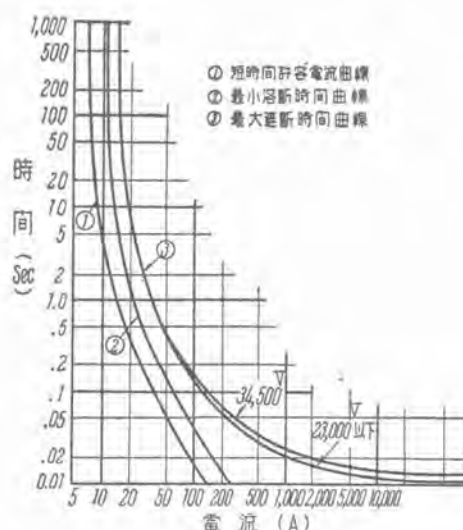
普通の油入遮断器で故障電流を遮断する場合には保護継電器の動作時間と油入遮断器の開極時間との合計された時間だけ故障発生より後れて遮断されるので、故障電流は相当減衰され、したがって遮断容量も少なくてよいが、電力ヒューズは大電流遮断の場合 1/2 サイクル以内に遮断をはじめめるので、遮断される短絡故障電流は故障発生位相によっては過渡直流分を含み大きくなる。それ故ヒューズ遮断容量は回路の対称短絡電流実効値の 1.6 倍に選ぶ必要がある。

### イ. 電流時間特性

三菱電力ヒューズの電流対溶断時間特性は定格電流の 1.3 倍では溶断せず、2 倍では大体 5 分で溶断するものである。すなわち、1 図は BA-200 型、5A ヒューズ (6.9~34.5 kV) の電流動作時間特性で①は短時間許容電流曲線、②は最小溶断時間曲線、③は最大遮断時間曲線である。短時間許容電流曲線とは、横軸にとった電流が、縦軸の時間流れても可溶要素が溶けるとか、変質するとかしないで使用し得る限界を示すものである。最小溶断時間曲線とは横軸の電流が流れた場合、可溶要素が溶ける最小時間を縦軸に示すもので、最大遮断時間とは溶断時間に可溶要素が溶けてから消弧に要する時間を加えたものの最大値を示す曲線で、したがって使用電圧が高い程延びる。

### ウ. 電流定格の選定

定格電流が全負荷電流にあまり接近しすぎていると大



1 図 BA-200 型 6.9~34.5 kV 5A ヒューズ電流時間特性曲線

Fig. 1. Current time characteristic curve of BA-200 6.9~34.5 kV 5A fuse.



きな電動機の起動電流や線路あるいは蓄電器バンクの充電電流や雷サージその他外部的擾乱による過渡的な過電流によって不必要に動作するから、一般には全負荷電流の約2倍の定格電流を用いる。しかし他に特別に考慮すべき場合は下記の如くである。

### 1. 小容量保護のヒューズ

全負荷電流から考えると小さい電流のヒューズでよくても、配電系統に現われる雷電流等による不必要な溶断を防ぐため、もっと大きい定格のヒューズを用いる方が望ましい場合がある。たとえば 6,600 V 系統で 1½ kVA の変圧器を保護するには負荷電流から考えれば 1/2 A のヒューズで充分であるが、不必要な停電をなくする意味で 5 あるいは 10 A のヒューズを用いる。2 表は、一般の場合および上記の件を考慮した短絡保護に対する最小ヒューズ 定格電流推奨値である。

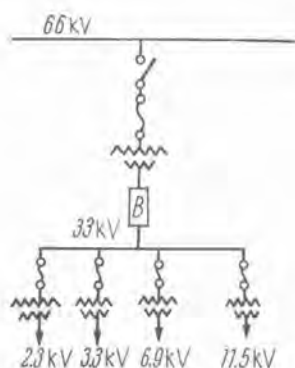
### 2. 他の保護装置と協調させる場合

保護継電器と組合された遮断器と動作時間を協調させる場合には、電流時間曲線を考慮して決定する必要がある。4 図の如く変圧器一次側ヒューズと二次側遮断器との協調を考えると、二次側遮断器に誘導型過電流継電器が使用される場合は、まず遮断器の遮断時間対電流曲線は一次側に換算して、5 図に示す如く電流遮断時間曲線をプロットする。この場合二次側の故障電流が、遮断器で除去される間に一次側ヒューズの可溶要素が溶け出して変質してはいけなから、4 図の上へ使用するヒューズの短時間許容電流特性曲線をプロットする。いま、 $B_1$  なる遮断器および継電器組合特性曲線と、 $F_1$  なる短時間許容電流曲線のヒューズにて、二次側最大短絡電流が  $I_1$  であると二次側の事故は遮断器によって先に遮断されるが、 $I_2$  の如く大であるとヒューズが先に動作する。またたとえ最大短絡

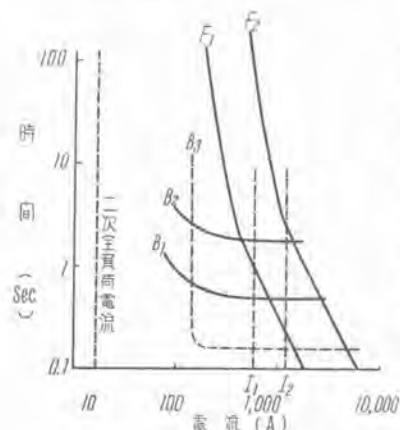
2 表 短絡保護用ヒューズ最小定格電流

変圧器容量 (kVA)		3,300 V		6,600 V		11,000 V		2,000 V		3,300 V	
		全負荷電 流 (A)	ヒューズ 定格 (A)	全負荷電 流 (A)	ヒューズ 定格 (A)	全負荷電 流 (A)	ヒューズ 定格 (A)	全負荷電 流 (A)	ヒューズ 定格 (A)	全負荷電 流 (A)	ヒューズ 定格 (A)
単 相 変 圧 器	5	1.52	5	0.76	5						
	10	3.03	10	1.52	5	0.91	5				
	15	4.55	10	2.28	5	1.36	5				
	25	7.57	20	3.78	10	2.27	5	1.14	5	0.76	5
	50	15.2	30	7.6	20	4.55	10	1.28	5	1.52	5
	75	22.7	50	11.4	30	6.30	20	3.41	10	2.21	5
	100	30.3	75	15.2	30	9.10	20	4.55	10	3.03	10
	150	45.5	100	22.8	50	13.6	30	6.8	20	4.55	10
	200	60.7	150	30.4	75	18.2	40	9.1	20	6.07	20
	250	75.7	150	37.8	75	22.7	50	11.4	30	7.6	20
	400			60.7	150	36.3	75	18.2	40	12.1	30
	500			76.0	150	45.5	100	22.8	50	15.2	30
三 相 変 圧 器	5	0.88	5								
	10	1.75	5	0.88	5						
	15	2.63	5	1.32	5	0.79	5				
	25	4.38	10	2.19	5	1.31	5	0.65	5	0.44	5
	50	8.75	20	4.38	10	2.63	5	1.31	5	0.87	5
	75	13.1	30	6.55	20	3.94	10	1.97	5	1.31	5
	100	17.5	40	8.16	20	5.25	10	2.63	5	1.75	5
	150	26.3	75	13.15	30	7.9	20	3.92	10	2.12	5
	200	35.0	75	17.5	40	10.5	20	5.25	10	3.5	10
	300	52.5	150	21.25	50	15.8	30	7.85	20	5.2	10
	450	79.0	150	39.5	100	23.7	50	11.8	30	7.81	20
	500	87.5	200	43.8	100	26.3	75	13.1	30	8.73	20
	600	105.0	200	52.5	150	31.5	75	15.8	30	10.5	20
	750			65.5	150	39.4	100	19.7	40	13.1	30
	1,000			87.5	200	52.5	150	26.3	75	17.5	40
	1,500					79	150	39.3	100	29.5	75
	2,000					105	200	52.5	150	35.0	75
	2,500							65.5	150	43.7	100
	3,000							78.5	200	52.3	150
	3,750							98	200	65.7	150
	5,000									87.5	200
	6,000									105	200

2 図 ヒューズ結線図  
Fig. 2. Connection diagram of fuse.



3 図 ヒューズ結線図  
Fig. 3. Connection diagram of fuse.



5 図 ヒューズと遮断器との協調  
Fig. 5. Coordination of fuse and circuit breaker.

電流が  $I_1$  であっても  $B_2$  曲線の如く継電器の時限が長くしてあると、やはりヒューズが遮断する。したがってかかる場合には二次側遮断器の先での事故は必ず遮断器で除去し、一次側ヒューズが働かないようにするためには  $F_2$  の如き大きな定格のヒューズを用いるか、あるいは保護上好ましくない場合は、当社 CO-H 型の如き高速度引外し装置付継電器を用いて、 $B_2$  曲線の示す如くある電流以上は直ちに遮断器が引外されるよう調節する必要がある。また負荷の増大に伴う系統の連繫等により既設遮断器の遮断容量が不足の場合には 2 図の如くヒューズを直列にして使用する場合がありますが、上述のような場合と同様に動作協調を考慮して遮断器の遮断容量以内の過電流では遮断器を働かし、その限度以上のものはヒューズをもってするように選定する。すなわち接地電流およびある程度迄の過負荷電流は遮断器および継電器組合せで遮断せしめる。しかし過電流継電器の時限調節で協調が困難な場合は、ある電流以上では遮断器の引外しをロックするような継電器を用いればよい。3 図に示す如く充分な

3 表 直接起動電動機用ヒューズ標準定格

電動機出力 (kW)	40	50	60	75	100
概算定格電流 (A)	9	11	13	16	20
ヒューズ定格電流 (A)	50	75	75	100	125

(3,300 V の場合)

遮断容量の遮断器を通じて各ブランチの小変圧器回路にヒューズを入れる場合には 5 図の  $F_1 F_2$  曲線は最大遮断時間曲線をプロットして検討すべきである。

### 3. 直接起動の電動機負荷の場合

直接起動する電動機では起動時数倍の全負荷電流に相当する電流が流れるのでヒューズ定格電流は起動電流の 90% 以上のものを選ぶ必要があり、3 表の如きものを用い、特殊のものは別に考慮しなければならない。

### エ. 欠相問題

電力ヒューズの遮断時間は最小溶断時間に 1 サイクル前後の消弧時間を加えたものであるが、最小溶断時間は 1 図 BA-200 型 5 A ヒューズの例の示すように、溶断電流が大きければ短くなるが、定格電流の 10 倍以下では 0.1 秒以上を要する。したがって同一の電流が流れても可溶要素の不均一性が消弧時間に比較してそれぞれの最小溶断時間に及ぼす影響は定格電流と遮断電流の比が小さい程大きい。三相負荷で相間短絡をしても系統のインピーダンスその他で短絡電流が小さい場合には、ヒューズは短絡電流の流れた 2 本のうちの 1 本しか動作せずして故障電流を遮断して単相となることがある。またある程度の過負荷電流が流れても三相同時遮断は本質的に困難であるから、ヒューズは短絡故障保護を主目的として使用しなくてはならない。

溶断特性の均一化は電力ヒューズの基本的な重要問題であるが、ある程度の差異は避け得られないから、三相ヒューズの 1 本のみ切れることにより単相運転となって電動機負荷に故障を起す問題は、電力ヒューズ応用にもっとも関心を払わなくてはならない。しかし当所製ヒューズの試験では定格電流の 10 倍位では必ず同時に 2 本共遮断することがたしかめてあるから、故障電流を定格電流の 10 倍以上になるように電流定格を選定して逃げるか、小故障電流は電源側に入れてある遮断器または開閉器で継電器を働かして遮断するか、あるいは重要な回路では欠相継電器を入れて送電元の遮断器を引外しさせるか、負荷側遮断器を全部引外しするようにすればよい。

### オ. 接地故障

接地故障の場合は系統の中性点が非接地あるいは高インピーダンス接地されていて接地電流が少いと、電力ヒューズは計器用変圧器に用いるものの如く定格電流が接地電流に比較して小さい時以外は動作しにくく、また逆に故障接地電流が定格電流に比較し大きくて電力ヒューズが動作しても単相運転になる危険性がある。この接地故障保護が完全でないのが電力ヒューズと継電器遮断器組合せ方式の本質的に違う一つの特性で、接地は電源側



遮断器に接地継電器をつけて検出除去すべきである。

### カ、定格電圧

最近絶縁レベルを一段上げて要求される場合が多い。しかし、限流ヒューズのようなものは使用電圧より一段上のものを使うと、消弧能力が強すぎて直流遮断のようになり過電圧を発生する危険がある。したがって絶縁電圧を上げるために支持碍子は変更されてもヒューズそのものは変更してはならないから、必ず使用電圧を購入に際しては明記する必要がある。しかし非接地2系統を結ぶ3本ヒューズのうち2本が故障のため動作して切れて、1本が残り、その2系統が同期していない時は切れたヒューズ筒に系統電圧の2倍かかる。また上記の如き系統の場合、異相がヒューズをはさんで接地故障した場合も接地しない相の電力ヒューズは2倍の系統電圧を遮断しなければならない。

かかることが起る危険のある場所に使用する場合は特別の考慮が必要で、前者の如き場合はヒューズ筒の絶縁を上げておけばよく、後者は定格使用電圧を上げておかななくてはならないが、かくすれば限流ヒューズのようなものでは普通の故障遮断に過電圧を発生する懸念があるので硼酸ヒューズ使用を推奨する。

### キ、据付

電力ヒューズは適当な対地距離あるいは相間距離バリーとの間隔を置かないと、動作時の噴出電弧ガスあるいはイオンで閃絡を起すことがあるから規定どおり据付けを厳守して頂きたい。また噴出口の位置は必ず負荷側にし、遮断完了時に電圧が加わり閃絡を誘起することがないようにしなければならない。またドロップアウト型は、ドロップアウト可能なように取付ける必要がある。屋内用として騒音が問題でメタルクラッド配電盤のような狭い所に使用される場合には、密閉型放出ヒューズか限流型ヒューズが好まれる。

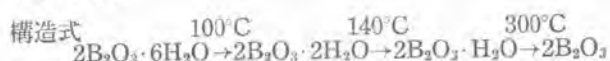
### ク、経済性

電力ヒューズといえどもあまり安くはないので、電流定格の選定を正しく行ってもしばしば動作する場所に用いる時はかえって遮断器を採用した方が経済的な場合が多い。したがって使用者は充分経済性を考慮の上電力ヒューズの採用を決定しなければならない。

## 4. 硼酸の消弧原理

当社のヒューズに主として用いられる硼酸の消弧原理は下記のとおりである。

オルト硼酸： $H_3BO_3$  はこれに加熱すると、 $100^{\circ}C$  で水を放出し、メタ硼酸： $HBO_2$  となり、なお加熱すると  $140\sim 160^{\circ}C$  で再び結晶水を放出して、四硼酸： $H_2B_4O_7$  となり  $300^{\circ}C$  付近において3度目の水を出して、無水硼酸： $2B_2O_3$  となる。これを構造式で示すと、つぎのとおりである。



分子量  $2 \times 16 + 6 \times 18 \rightarrow 2 \times 70 + 2 \times 18 \rightarrow 2 \times 70 + 18 \rightarrow 2 \times 70$

各温度における放水量を測定した結果を表記すると下のとおりである。

温度 $^{\circ}C$	放水量 (重量 %)
100	29.35
200	36.56
300	45.37
400	45.75
500	46.60

いま仮りに 1g の硼酸が  $500^{\circ}C$  に熱せられると 0.466g の水を放出する。この水量は  $100^{\circ}C$  でおよそ  $0.5 \text{ cm}^3$  の体積を持つが、水蒸気となれば、標準気圧でおよそ  $800 \text{ cm}^3$ 、すなわち 1,600 倍の体積となり、 $500^{\circ}C$  ではおよそ 1.7 / すなわち 3,400 倍となる。なおこれを  $2,000^{\circ}C$  に熱するとおよそ 5 / すなわち約 10,000 倍の体積を要求する。(完全気体と見て)

以上の概算から見て、たとえば 0.5g の硼酸が平均  $500^{\circ}C$  に熱せられたとすると、その発生した水蒸気はおよそ 3,400 倍に膨張しようとするから 0.85 / の容積を要求することとなり、もし硼酸筒内の細穴室容積が  $0.6 \text{ cm}^3$  の場合には、吹出しによる減圧を考慮しても毎平方種当たり約 25 kg 以上の圧力を出すことになるが、この圧力は実に偉大なものでボイラの内圧に相当する程度である。ところが逆に、1g の硼酸を  $500^{\circ}C$  に熱するのに要する全熱量は 400 グラムカロリーあるいは 1,670 ワット秒であるから、0.5g の硼酸に対しては 835 ワット秒であって実に僅少なものである。

要するに、僅少な電弧勢力で短時間に偉大なる圧力の水蒸気を発生するものであって、本器の消イオン作用がいかに顕著であるかを推察するに足るものである。

4 表 BA 型ヒューズ定格

定格電圧 (V)	定格電流 (A)	遮断容量 (非対称値 50,60 C/S)			
		ベント型		コンデンサ型	
		(A)	(MVA)	(A)	(MVA)
BA-100 型 固定型 屋内用					
3,450	1/2~100	25,000	150	—	—
6,900		25,000	300	—	—
11,500		20,000	400	—	—
23,000		15,000	600	—	—
屋内用—75° 開閉					
BA-200 型断路型 屋外用—ベント型 75° コンデンサ型 50°開閉					
3,450	1/2~200	27,500	160	17,500	100
6,900		25,000	300	15,000	180
11,500		20,000	400	12,500	250
23,000		15,000	600	10,000	400
34,500		10,000	600	7,500	450
屋内用—75° 開閉					
BA-400 型断路型 屋外用—ベント型 75° コンデンサ型 50° 開閉					
3,450	1/2~400	40,000	240	30,000	180
6,900		35,000	420	25,000	300
11,500		30,000	600	20,000	400
23,000		25,000	1,000	17,500	700
34,500	1/2~300	20,000	1,200	15,000	900



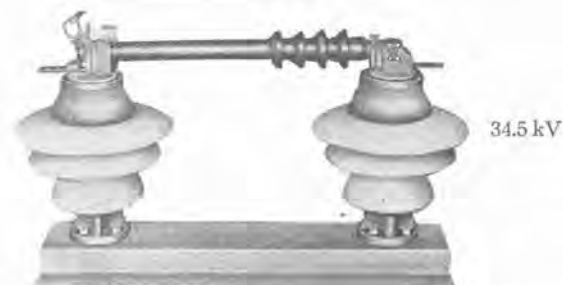
6 図 BA-200 コン  
デンサ型屋内用 3.45  
~6.9 kV ヒューズ  
Fig. 6. BA-200  
Condenser type  
3.45~6.9kV fuse  
for cubicle.



7 図 BA-400 コン  
デンサ型キュー  
ビクル用 23 kV  
ヒューズ  
Fig. 7. BA-400  
Condenser type  
23kV fuse for  
cubicle.



8 図 BA-200 ベント用  
屋外用ヒューズ  
Fig. 8. BA-200 vent  
type outdoor fuse.  
3.45~6.9 kV



上記の如き高圧水蒸気は硼酸中の細穴に発生するものであって、質量としてはきわめて僅少な（上記の例では 0.5 g）ものであるから、筒外に放出される水蒸気の量もきわめて僅少で、噴出距離も短かく、問題とするに足らぬことは量的に容易に首肯されるところである。

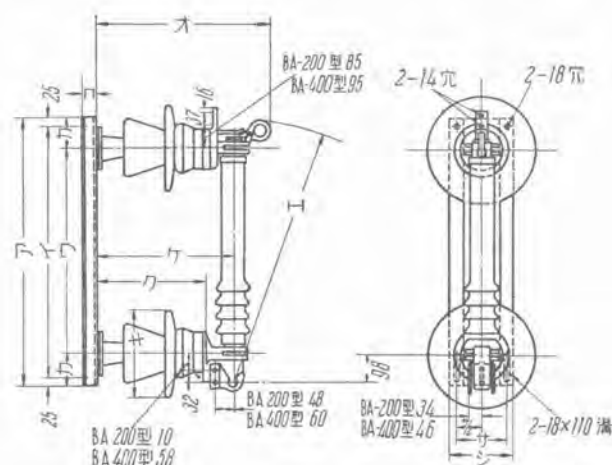
## 5. BA 型電力ヒューズ

BA 型電力ヒューズは電弧電流を固形硼酸の細穴中に導入し、細穴の周壁にある硼酸を電弧熱により爆発的に分解せしめ、その際発生する水蒸気により消弧作用を行わしめるもので、4 表の定格表に示すように、定格電圧 3,450 V から 34,500 V まで定格電流 1/2 A から 400 A まで遮断電流 20,000 A 前後である。この電力ヒューズは主として 34,500 V 以下の回路で屋外垂直取付型として用いられる。しかしそのままでも取付に十分な空間がある場合には、屋内用として 3,450 V 回路に用いられ、コンデンサを付ければ遮断容量は減少するが、動作時の

爆音および吹出ガスもなくして消イオンされるので取付空間も比較的小さくて済み、さらに高圧回路でも屋内に使用できる。6 図は屋内用 BA-200 コンデンサ型 3.45~6.9 kV ヒューズ、7 図はキュービクル用 BA-400 コンデンサ型 23 kV ヒューズ 8 図は BA-200 ベント型屋外用 3.45~6.9 kV および 34.5 kV ヒューズの外観写真で、9~11 図は外形図、12 図は最小据付寸法図である。

### ア. 構造および動作

13 図の動作説明図 B に示すように、本器は主可溶片が溶断すると下端円錐部に発生した電弧が引張棒の発条により、硼酸柱の大穴中に引き延ばされ、この大穴中で爆発的消弧作用が行われる。硼酸の分解は電弧熱に対して幾分の後れがあるから、電流零の瞬間にて有効な吹消作用をする。電流が一旦零値を通ったのち再点弧の場合は、13 図 A に示すように電弧電流は全部小穴中の導帯電路に移される。小穴中には細い銅線が相接触せる状態にあるので、引渡棒がある程度引離された状態では、小穴中の補助可溶線端の閃絡電圧が大穴回路に比し著しく小さくなるから、上記の移動現象が行われるのであって、電流が大きい時は大穴中で遮断を行うが、電流が小さい時は最初の零値から電弧は小穴中に移動する。穴中に発生された電弧は電弧熱で硼酸から爆発的に射出する水蒸気と関いつつイオン化作用を営むのであるが電弧電流が零となり、イオン化作用が中絶した場合に、電弧通路は完全に水蒸気で充満されて、電弧再発の機会は失れ、こ



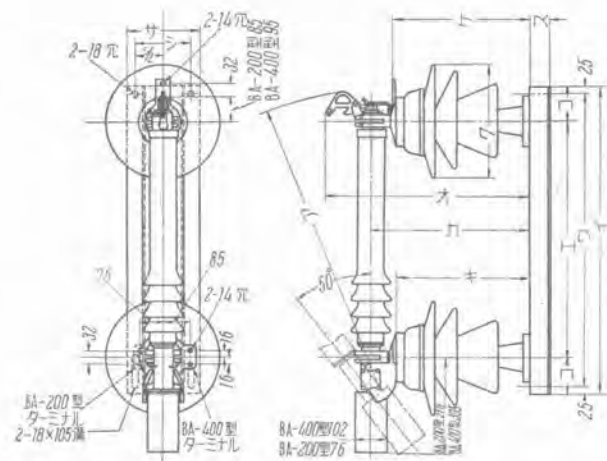
定格電圧 (kV)	寸 法 表												使 用 降 子
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	
BA-200 型 1/2~200 A													
6.9	550	500	348	465	345	101	140	170	235	60	145	195	1 号
11.5	660	510	436	533	415	112	200	240	305	60	170	220	2 号
23	790	740	550	660	475	120	250	300	365	60	185	235	3 号
34.5	980	930	730	840	525	125	300	350	415	60	195	245	4 号
BA-400 型 1/2~400 A													
6.9	570	520	348	545	460	111	200	240	315	60	170	220	2 号
11.5	680	630	436	632	520	122	250	300	375	60	185	235	3 号
23	800	750	550	746	570	125	300	350	425	60	195	245	4 号
34.5	1,000	950	730	923	620	135	350	400	475	75	220	270	5 号

(概略寸法に付き据付用には使用しないこと)

9 図 BA 型電力可溶器 屋外用断路型 (180° 開) ベント型  
Fig. 9. Type BA outdoor power fuse vent type.



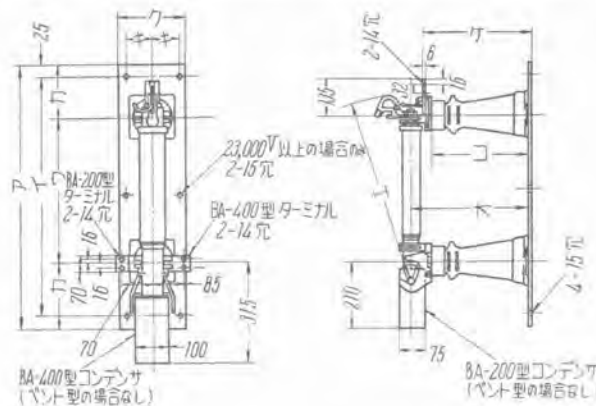
い、補助可溶線は連続せるものでなく、両端から1本ずつの細銅線が細穴中に2本並んではいっており、いずれ



定格電圧 (kV)	寸 法												使用 鋼 線	
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ		ス
BA-200 型 1/2~200 A														
6.9	420	550	500	348	345	235	170	140	195	101	195	145	60	1 号
11.5	508	660	510	436	415	306	240	300	265	112	220	170	60	2 号
23	622	790	740	550	475	365	300	250	325	120	235	185	60	3 号
34.5	890	980	930	730	525	415	350	300	375	125	245	195	60	4 号
BA-400 型 1/2~400 A														
6.9	560	570	520	348	460	315	240	300	265	111	220	170	60	1 号
11.5	648	680	630	436	520	375	300	250	325	122	235	185	60	2 号
23	763	800	750	550	570	425	350	300	375	125	245	195	60	4 号
34.5	933	1000	950	730	620	475	400	350	425	135	270	220	75	5 号

(概略寸法に付き据付用には使用しないこと)

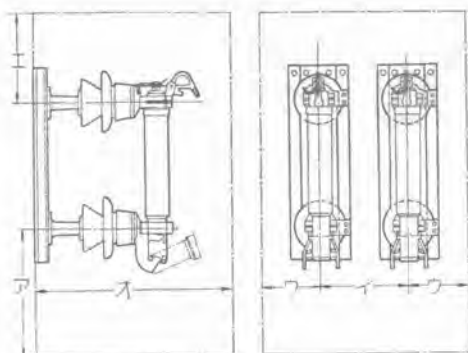
10 図 BA 型電力可溶器 屋外用断路型 (50° 開) コンデンサ型  
Fig. 10. Type BA outdoor power fuse condenser type.



定格電圧 (kV)	寸 法 表									使用 磅 子	
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	コ		
BA-200 型											
6.9	780	730	348	470	300	216	75	200	255	175	JEM-R 63
11.5	920	870	436	560	340	242	95	235	285	215	" 103
23	1,040	990	550	675	410	245	95	235	365	285	" 203
34.5	1,220	1,170	730	850	480	245	95	235	435	355	" 303
BA-400 型											
6.9	780	730	348	560	335	216	75	200	255	175	JEM-R 63
11.5	920	870	436	648	375	242	95	235	285	215	" 103
23	1,040	990	550	763	445	245	95	235	365	285	" 203
34.5	1,220	1,170	730	940	515	245	95	235	435	355	" 303

(概略寸法に付き掘付用には使用しないこと)

11 図 BA 型電力可溶器 屋内用断路型 (50° 開) コンデンサ型  
ベント型  
Fig. 11. Type BA indoor power fuse condenser, vent type.



屋 外 用

回路電圧 (kV)	ベント型*		コンデンサ型	
	ア	イ	ア	イ
BA-200 型				
3.45	460	460	365	460
6.9	535	460	410	460
11.5	635	610	460	610
23	765	765	510	765
34.5	915	915	560	915
BA-400 型				
3.45	460	460	460	460
6.9	535	460	510	460
11.5	635	610	560	610
23	765	765	610	765
34.5	915	915	660	915

屋内用絶縁バリヤ付の場合

回路電圧	ベシト型**					コンデンサ型				
	ア	イ	ウ	エ	オ	ア	イ	ウ	エ	オ
BA-100 型										
3.45	460	210	165	255	340	—	—	—	—	—
BA-200 型										
3.45	460	235	195	255	405	290	185	140	255	440
6.9	—	—	—	—	—	310	195	170	280	470
11.5	—	—	—	—	—	360	220	195	330	540
23	—	—	—	—	—	405	275	250	355	680
34.5	—	—	—	—	—	480	375	350	460	820
AB-400 型										
3.45	460	255	205	255	470	380	205	160	255	520
6.9	—	—	—	—	—	400	215	190	280	550
11.5	—	—	—	—	—	450	240	215	320	610
23	—	—	—	—	—	495	290	265	355	750
34.5	—	—	—	—	—	570	395	370	460	900

屋内用絶縁バリヤ無しの場合

回路電圧		ベント型 <sup>※</sup>					コンデンサ型				
(kV)	ア	イ	ウ	エ	オ	ア	イ	ウ	エ	オ	
AB-100 型											
3.45	460	280	230	255	340	—	—	—	—	—	
AB-200 型											
3.45	460	305	265	255	405	290	235	190	255	440	
6.9	—	—	—	—	—	310	260	215	280	470	
21.5	—	—	—	—	—	360	300	255	330	540	
23	—	—	—	—	—	405	350	305	355	680	
34.5	—	—	—	—	—	480	450	405	460	820	
AB-400 型											
3.45	460	330	255	255	470	380	260	205	255	550	
6.9	—	—	—	—	—	400	285	230	280	520	
11.5	—	—	—	—	—	455	325	265	330	610	
23	—	—	—	—	—	495	375	320	355	750	
34.5	—	—	—	—	—	570	475	420	460	900	

\* ベントなしは 6.9 kV 以上は推奨いたしません。

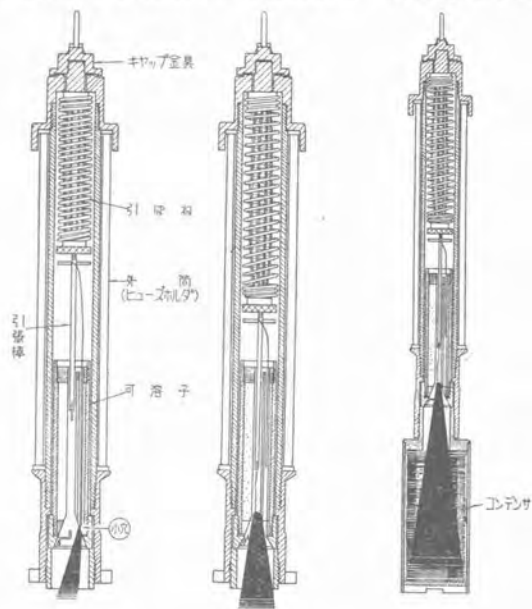
\* コンデンサをつけないときは入力線は上部ターミナルに接続のこと。

12 図 BA 型ヒューズ最小据付寸法

Fig. 12. Type BA minimum dimensions for installation.

も一端は遊んでいる構造で引き離し作用の邪魔にならない。14 図、15 図に本器主要部の中身を取り出して示す。このヒューズは中身可溶子を 16 図に示すように、一度動作したものと新品と簡単に取換ができるので、再三動作する所へ使っても経済的である。すなわち A 図に示すように外筒ヒンジ端から可溶子と引ばねとの組合せたものを差込み、B 図のように管状ねじ付栓金具で締め込む。次に C 図に示すように工具の一端にあるねじを

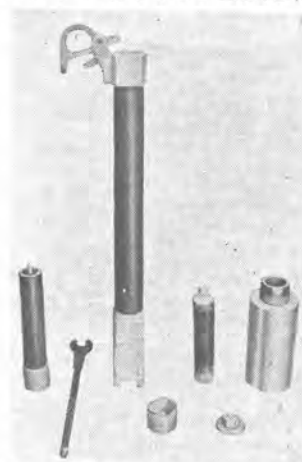
利用して引ばねに張力をかけながら、外筒の掛金端に引出すと、引ばねの一端にあるピンが掛金内部の溝穴を経て引き出され、約 45 度だけ回せばその位置に留り、D 図に示すようにナット型キャップ金具を締めつければ完



(A) ベント型電流遮断 B. ベント型大電流遮断  
(C) コンデンサ型大電流遮断

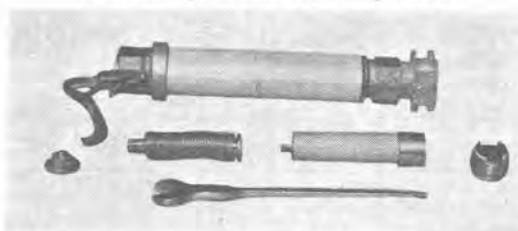
13 図 BA ヒューズ動作説明図

Fig. 13. Illustration of the operation, BA fuse.



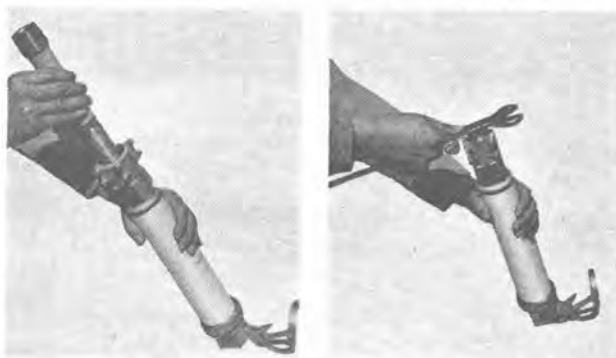
14 図屋内用 BA-400 コンデンサ型  
ヒューズ主要部および取換工具

Fig. 14. BA-400 Condenser type indoor  
fuse main parts and replacing tools.



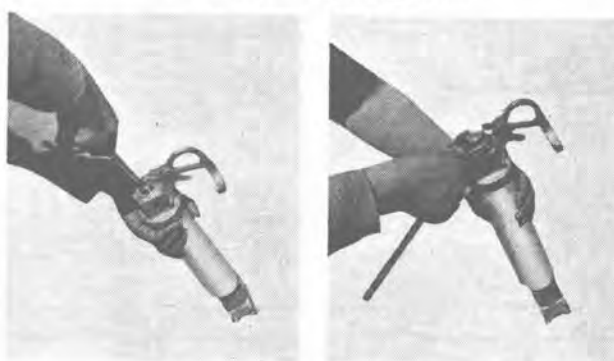
15 図 屋外用 BA-200 ベント型ヒューズ主要部および  
取換工具

Fig. 15. BA-200 vent type outdoor fuse  
main parts and replacing tools.



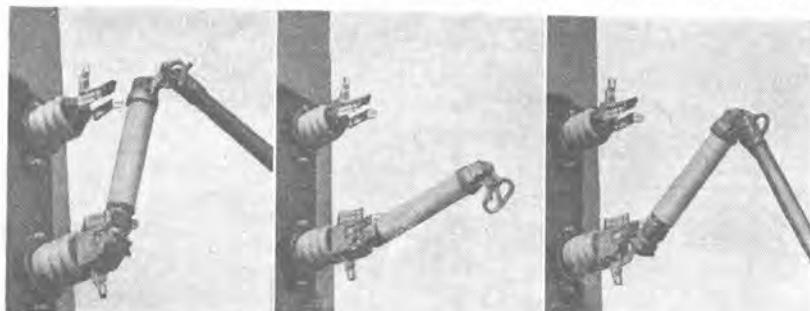
(A) (B)

16 図 BA 型ヒューズ中身可溶子取換方法



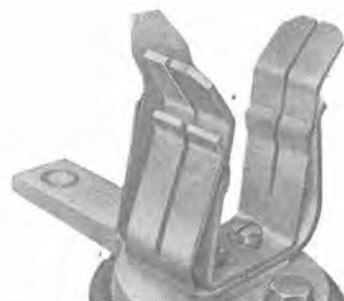
(C) (D)

Fig. 16. Replacing fusible element of type BA fuse.



17 図 BA 型ヒューズ外筒取外し作業図

Fig. 17. Dismounting work the cartridge of type BA fuse.



18 図 BA 型ヒューズクリップ部分  
Fig. 18. Type BA fuse clip.



全に取換が終る。また外筒のフック金具を特殊形状にしてあるので可溶子の取換および点検のための外筒の取外しは、17 図 A. B. C に示す順序でフック棒で安全簡便に行うことができる。両端クリップには 18 図のような強力な銀メッキの多重線コンタクトを用いており充分な

接触が得られる。

#### 4. 試験成績

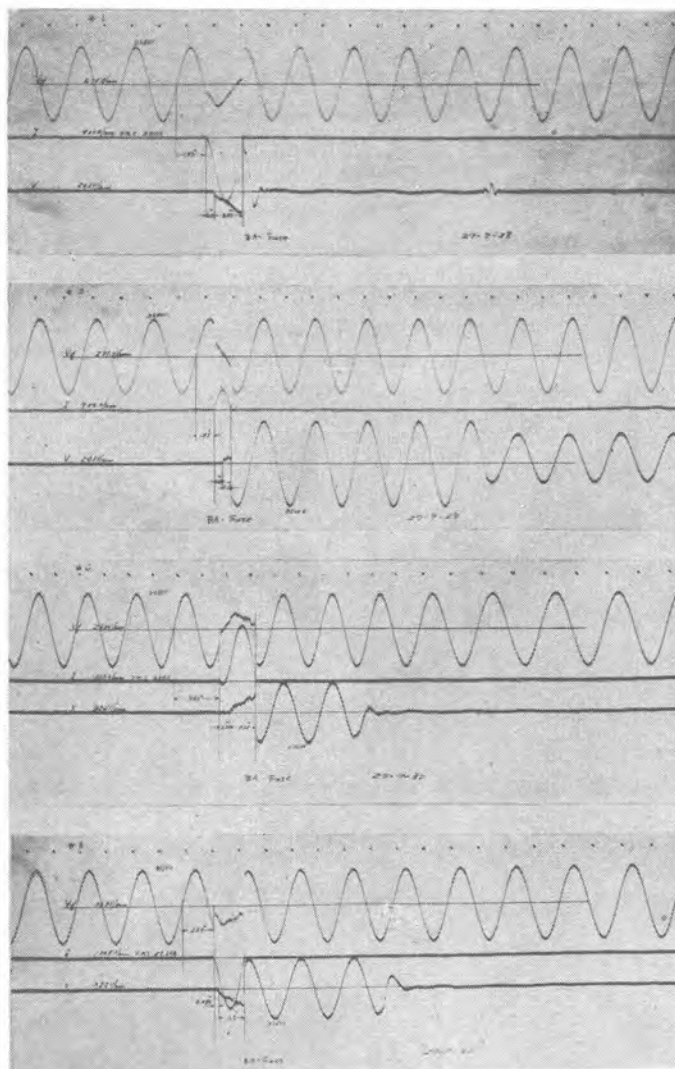
19 図は当所 50,000 kVA 短絡発電機で BA-200 型を 3,450 V で 33,000 A 遮断した実況写真で、また 20 図



19 図 屋内用 ベント型  
BA-200 型ヒューズ遮断試  
験状況

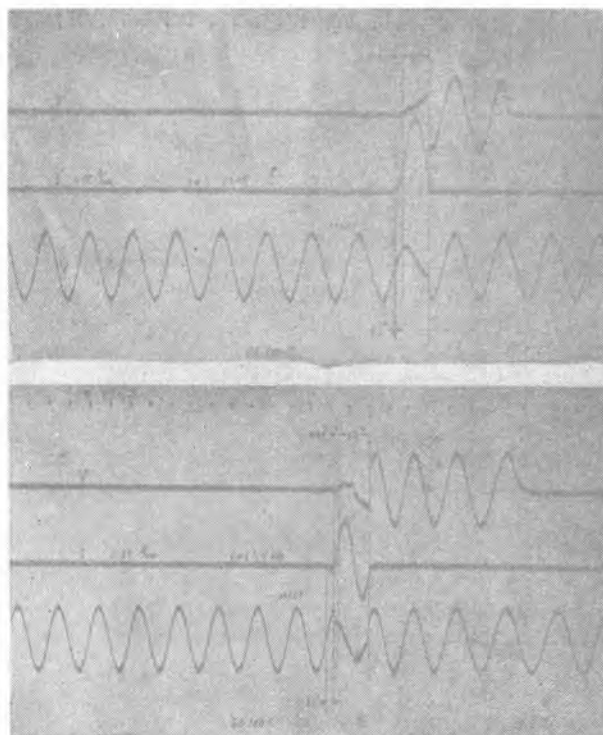
回路電圧 3.45 kV  
遮断電流 33 kA

Fig. 19. Interruption of  
type BA-200 outdoor  
vent type fuse.



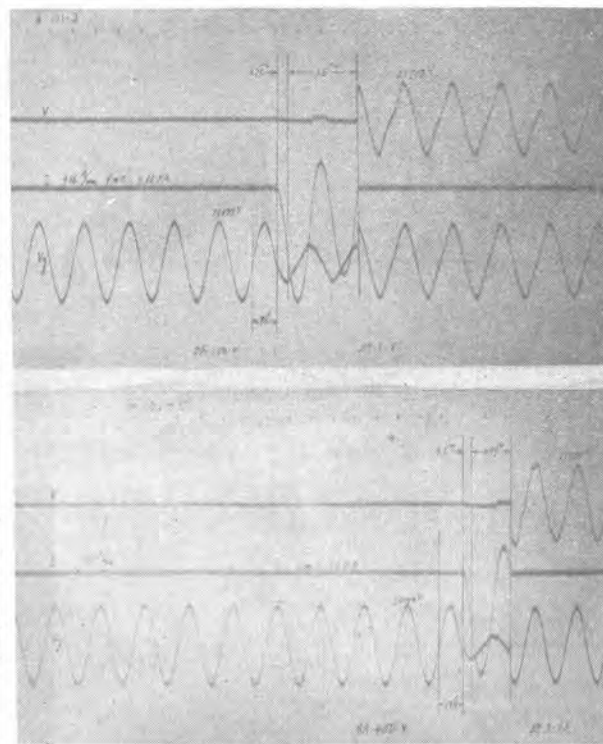
20 図 BA-200 ベント型 3.45 kV 50 A 可溶器遮断試験オシロ

Fig. 20. Oscillogram of interruption test of BA-200  
vent type 3.45 kV 50 A fuse.



21 図 BA-200 コンデンサ型 3.45 kV 50 A ヒューズ  
遮断試験オシロ

Fig. 21. Oscillogram of interruption test of BA-200  
condenser type 3.45 kV 50 A fuse.



22 図 BA-400 ベント型 23 kV 10 A ヒューズ遮断試験オシロ

Fig. 23. Oscillogram of interruption test of BA-400  
vent type 23 kV 10 A fuse.

5 表 BA 型 可溶器遮断試験結果

型 名	定格電流 (A)	回路電圧 (V)	溶断時間 (c/s)	電弧時間 (c/s)	全遮断時間 (c/s)	遮断電流 (R. M. S. A)	電弧電圧 (V)	回復電圧 (V)	オシロ番号
BA-200 ベント型	50	3,450	0.313	1.4	1.7	357	690	3,450	
"	"	"	0.225	0.45	0.78	6,060	1,000	"	
"	"	"	0.45	0.44	0.89	8,840	1,160	"	
"	"	"	0.417	0.458	0.87	17,500	1,340	"	
"	"	"	0.31	0.47	0.78	19,700	2,200	"	
"	"	"	0.19	0.51	0.7	22,000	1,220	"	# 1
"	"	"	0.1	0.43	0.53	24,800	1,430	"	
"	"	"	0.096	0.5	0.6	28,300	2,190	3,400	# 3
"	"	"	0.25	0.52	0.77	33,000	2,350	3,350	# 6
BA-200 コンデンサ型	"	"	0.185	0.68	0.87	9,140	2,600	2,360	
"	"	"	0.138	0.89	1.03	9,800	3,600	3,340	
"	"	"	0.084	0.45	0.53	15,500	3,030	3,450	
"	"	"	0.25	0.5	0.75	21,000	2,600	3,350	# 97-11
"	"	"	0.18	0.71	0.89	1,700	2,300	3,450	# 87-12
BA-200 ベント型	10	23,000	0.29	2.6	2.89	4,330	980	22,200	
"	"	"	0.25	1.5	1.77	9,350	1,000	21,000	#101-3
"	"	"	0.37	1.6	1.97	9,550	1,050	21,700	
"	"	"	0.2	0.97	1.17	12,000	1,100	21,700	#101-5

はそのオシログラムで 0.77 c/s で遮断完了し何等異常はなかった。21, 22 図に BA-200 コンデンサ型 34.5 kV ヒューズと BA-400 ベント型 23 kV ヒューズの遮断オシロを示す。5 表はこれら遮断試験の成績表で小電流から大電流迄遮断が確実であり、遮断時の異常電圧の発生も機器の絶縁を脅かさないよう種々実負荷試験して低く問題なくしている。

#### ウ. 特 長

BA ヒューズの主なる特長を上げると

1. 遮断容量が大きい。
2. 乾式でデアイオン作用による積極的消弧能力を有している。
3. 故障電流の大小に関せず遮断作用が確実である。
4. 主体の取外しが容易である。
5. 中身の取換が容易である。
6. 放出ガスが不燃性だから安全である。

6 表 DBA 型ヒューズ定格表

型 名	定格電圧 (V)	定格電流 (A)	遮断容量 (50, 60 c/s 非対称値)	
			(A)	(MVA)
DBA-1	6,900	1/2~200	10,000	120
	11,500		10,000	200
	23,000		10,000	400
	34,500		8,000	480
	46,000		6,000	480
	69,000		4,000	480
DBA-2	34,500	1/2~200	17,000	1,000
	46,000		15,000	1,200
	69,000		13,500	1,600
	80,500		11,500	1,600
	115,000		8,000	1,600
	138,000	10~200	6,700	1,600

7. 断路器兼用でクリップは銀メッキの多重線コンタクトにしてあるので良好なコンタクトが得られる。
8. 取付空間に制限がある場合にはコンデンサをつけて密閉式にできる。

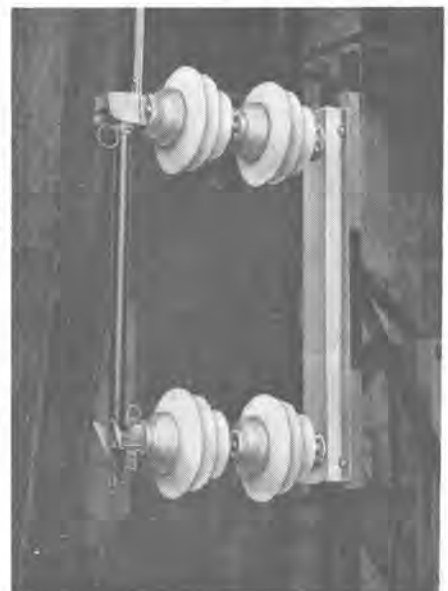
#### 6. DBA 型硼酸電力ヒューズ

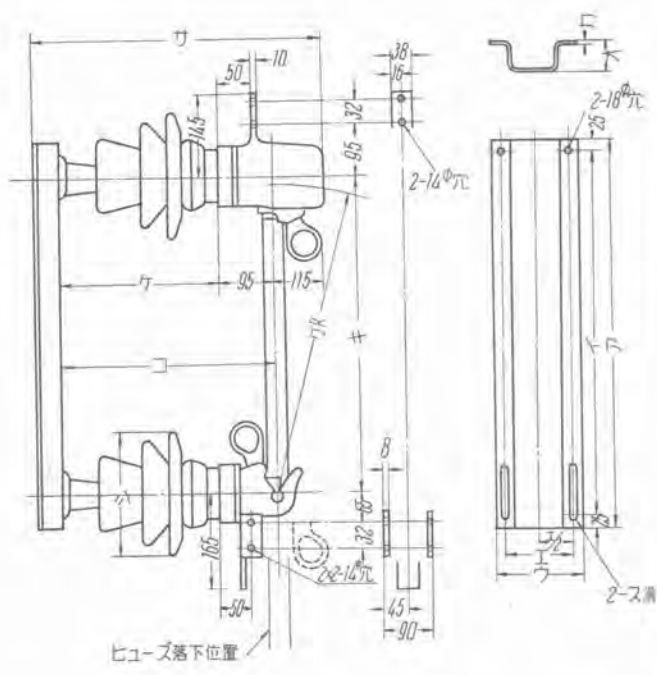
DBA 型ヒューズは 34.5 kV 以下の中圧における BA 型ヒューズの好成績に自信を得て、それに種々の高圧回路大遮断容量用の改造を加え、ドロップアウト型にしたもので、消弧原理は BA 型ヒューズと同一である。6 表の定格表に示すように定格電圧は 6.9 kV から 13.8 kV 迄定格電流は 1/2 A から 200 A 迄遮断容量は高圧においては 1,600 MVA ある。

#### ア. 構造および動作

23 図は 80.5 kV 1,600 MVA DBA-2 型硼酸電力ヒューズ

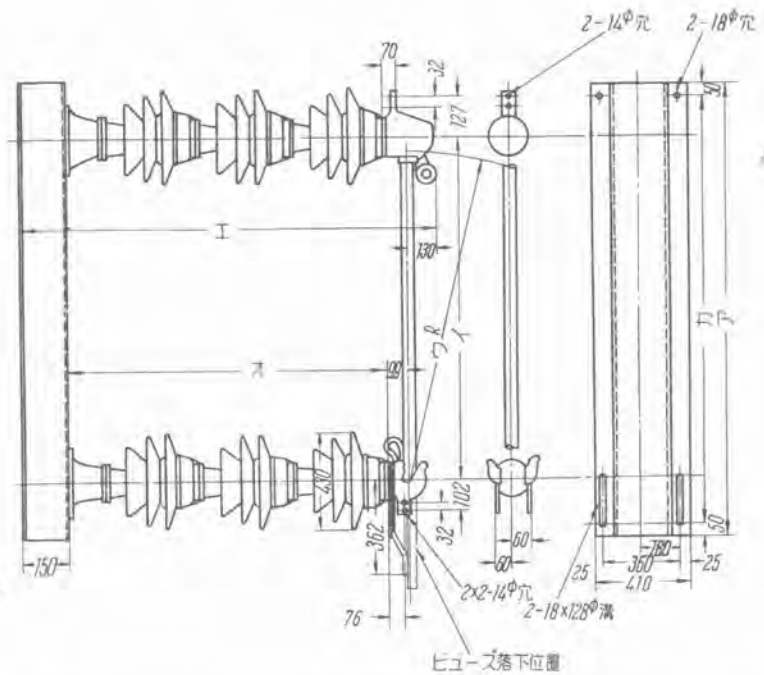
23 図 DBA-2  
型屋外用 80.5  
kV 0.5~200 A  
ヒューズ  
Fig. 23.  
DBA-2  
outdoor type  
80.5 kV  
0.5~200A fuse.





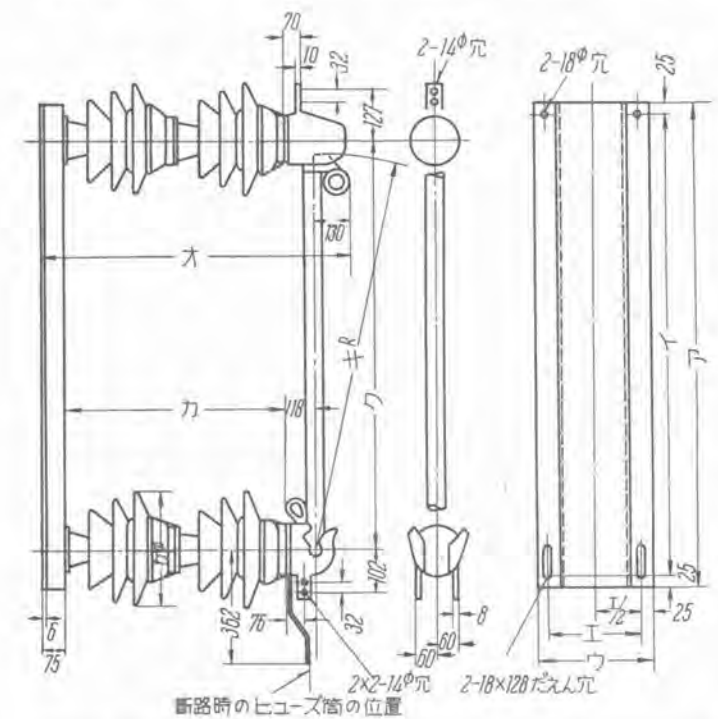
品番	定格電圧 (kV)	寸 法 表										使用 碍子
		ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	コ	サ	
1	6.9	540	400	195	145	60	4.5	350	335	170	265	140 18×88 1号
2	11.5	655	505	220	170	60	4.5	435	420	240	335	485 205 18×103 2号
3	23	780	730	235	185	60	4.5	550	535	300	395	545 250 18×108 3号
4	34.5	970	920	245	195	60	4.5	730	715	350	445	595 300 18×113 4号
5	46	1,140	1,090	270	220	75	6	870	855	400	495	660 350 18×128 5号
6	69	1,390	1,340	270	220	75	6	1,120	1,105	800	895	1,060 350 18×128 3-5号
7	34.5	995	945	270	220	75	6	730	715	400	495	660 350 18×128 5号

24 図 DBA-2 型 電力可溶器外形図 屋外用作動断路型  
フック操作式 垂直取付 6.9~69 kV 1/2~200 A  
Fig. Type DBA outdoor power fuse 6.9~69 kV hook operated.



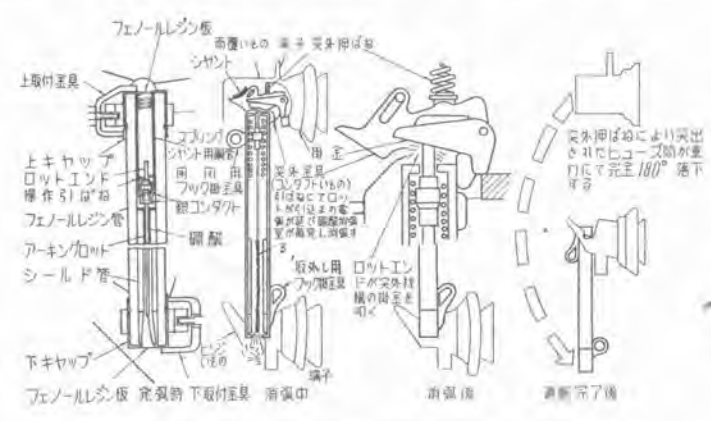
品 番	定格電圧 (kV)	寸 法 表						使用碍子
		ア	イ	ウ	エ	オ	カ	
1	92	1,740	1,325	1,303	1,688	1,309	1,640	3-8号
2	115	1,995	1,580	1,558	"	"	1,895	3-8号
3	138	2,250	1,835	1,813	2,118	1,739	2,150	4-8号

26 図 DBA-2 型 電力ヒューズ外形図 屋外用 92~138 kV 10~200A  
作動断路型 垂直取付フック操作式  
Fig. 26. Type DBA outdoor power fuse 92~138 kV hook operated.



品 番	定格電圧 (kV)	寸 法 表									使用碍子
		ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	
1	34.5	995	945	270	220	723	400	698	720	350	PSH
2	46	1,135	1,085	285	235	"	"	838	860	430	P7
3	69	1,385	1,335	"	"	1,123	800	1,088	1,110	"	Z-P7
4	80.5	1,600	1,550	"	"	"	"	1,303	1,325	"	"

25 図 DBA-2 型 電力可溶器外形図 屋外用 34.5~80.5 kV 1/2~200A  
作動断路型 垂直取付 フック操作式  
Fig. 25. Type DBA outdoor power fuse 34.5~80.5 kV  
hook operated.

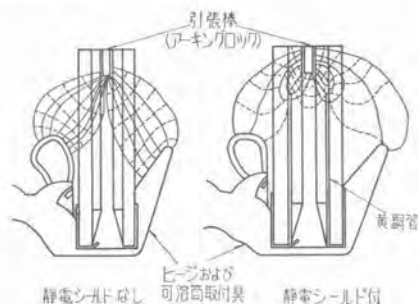


27 図 DBA 型 電力可溶器構造動作説明図  
Fig. 27. Construction and operation of type DBA power fuse.

ズの外観写真で 24~26 図は外形寸法図 27 図は構造動作説明図である。電流遮断後可溶器筒の絶縁材料に回路電圧がかかって漏洩電流により絶縁破壊を起さないためにこの電力ヒューズは消弧後直ちに回路から自動的に落下して断路する。すなわち図に示すように故障電流が可溶片をとかすと引ばねによりロッドが銅管中に引入られ電弧を硼酸ブロック穴中に延ばしその電弧エネルギーにより硼酸の分解水蒸気ガスを放出して消弧すると共にロッドの他端は上昇して掛金を外し、突外しばねは突外し金具を外方へ押し出して可溶器筒を 180 度反転落させ断路する。ロッド上端にはストップ兼用の太いコンタクトを設け、シャント用銅管の先端をしぼって分割し、ばねで押えてラインコンタクトを形成している。可溶片が



溶けロッドが上昇中はロッド面とこのシャント用銅管先端コンタクトがスライディングコンタクトを形成して短絡電流を流すようになっており従来の如くフレキシブルシャントを使っていないから、動作を邪魔して不円滑になるとか、腐食その他の故障を起すことがない。高電圧のため、コロナにより、可溶片が痩せたり、遮断後再



28 図 ヒンジ部分電場解説図  
Fig. 28.  
Electric field at the hinge.



29 図 DBA 型ヒューズクリップ側コンタクト部  
Fig. 29. DBA fuse clip side contact.



30 図 DBA 型ヒューズヒンジ側コンタクト部  
Fig. 30. DBA fuse hinge side contact.

閃絡したりすることを防ぐため電界分布改善用として下端の噴出口付近には銅管のシールドチューブを嵌込み筒表面にはコロナ発生防止塗料を塗布してある。28 図は消弧直後のアーキングロッド端と下部金具との間の電界分布図でこのシールドチューブが下部金具部分の電界を著しく弱めコロナ発生を防止する状態を示している。硼酸ブロックの中心穴は階段式に奥を小さくしてあるので大電流は可溶片溶断直後、大穴で無用の硼酸分解水蒸気圧力上昇による筒の破壊や過電圧を起すことなく安全に消弧し、小電流は電弧を小穴迄引延ばし確実に消弧す

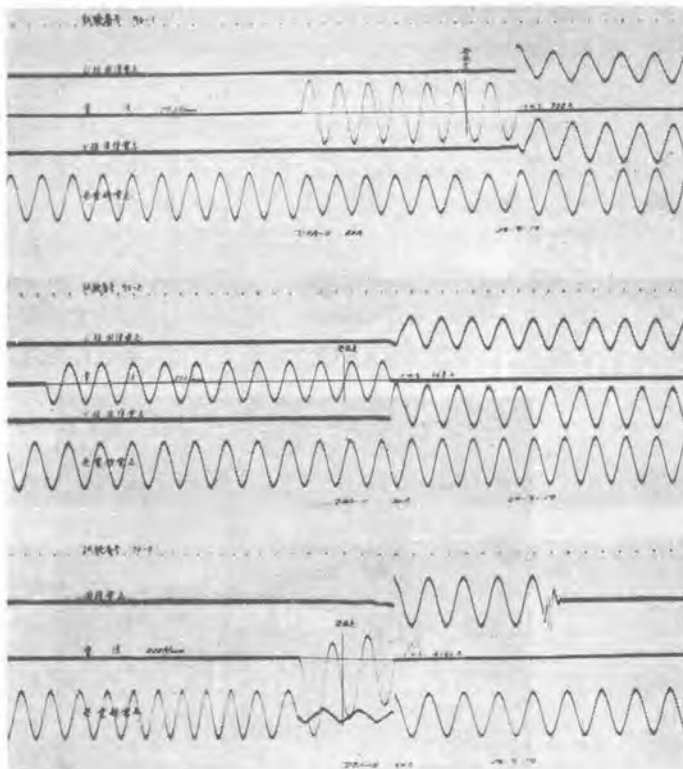


31 図 DBA-2 型 80.5 kV ヒューズ遮断光景  
Fig. 31. Interruption of DBA-2 80.5 kV fuse.

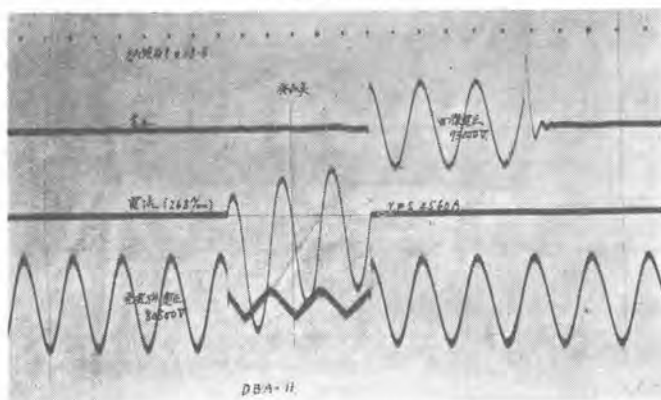
7 表 DBA 型 電力ヒューズ遮断試験成績

型 名	定格電圧 (kV)	定格電流 (A)	給与電圧 (kV)	回復電圧 (%)	遮 断 時 間			溶断時間 (c/s)	電弧時間 (c/s)	遮断時間 (c/s)	オシロ 番 号
					A-C (A)	D-C (A)	rms (A)				
DBA-1	69	1/2	69	96.5	1,500	—	—	0.05	2.90	2.95	
"	"	"	"	96.6	1,340	280	1,370	0.2	2.80	3.0	
"	"	"	"	93.0	3,320	3,040	4,500	0.15	2.25	2.4	46-3
"	"	"	"	93.1	3,480	4,430	5,630	0	2.15	2.15	46-4
DBA-2	"	30	"	100	220	0	220	22.5	1.5	24.0	
× "	"	"	"	"	368	0	368	9.5	1.5	11.0	70-2
× "	"	60	"	96	800	0	800	5.65	1.5	7.15	70-1
"	"	30	"	93	3,140	120	3,120	1.5	1.5	3.0	
"	"	60	"	92.5	3,070	2,090	3,720	1.75	1.00	2.75	
"	"	"	"	94	3,280	2,550	4,160	1.2	1.5	2.7	70-3
"	"	"	25	94.3	11,300	9,300	14,800	0.92	0.95	1.90	
"	80.5	10	80.5	97	1,570	1,180	1,970	1.75	2.0	3.75	
"	"	"	"	95.3	2,100	1,410	2,530	1.05	2.6	3.65	
"	"	"	"	94.7	2,850	1,060	3,040	1.55	1.45	3.0	
"	"	"	"	99.7	3,860	250	3,860	1.1	1.9	3.0	
"	"	60	"	92	3,880	830	3,960	1.45	1.5	2.95	
"	"	"	"	90.5	3,880	2,400	4,560	1.30	1.55	2.85	68-5

注：×二相直列に接続試験したもの



32 図 DBA-2 型 69 kV 電力可溶器遮断試験オシログラム  
Fig. 32. Oscillogram of interruption test of DBA-2 69 kV power fuse.



33 図 DBA-2 型 80.5 kV ヒューズ遮断試験オシログラム  
Fig. 33. Oscillogram of interruption test of DBA-2 80.5 kV fuse.

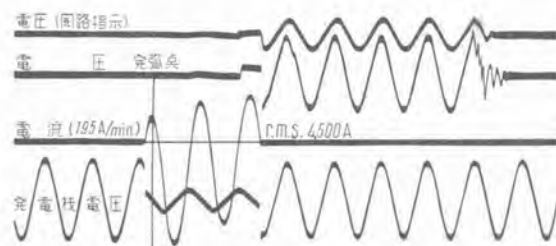
る。筒は防湿処理を充分施したフェノールレジン合成樹脂製で筒の両端にはフック掛金具がついており動作後フックで簡単に新筒と取換でき、また断路器兼用にフック操作開閉が軽く行われる。

この型のヒューズ筒は BA 型と違って入換式ではなく完全取換式である。これは入換式では入換処置によっては特性が変わる懸念があるのと、二重筒構造となって消弧中に外筒内壁で再閃絡しやすい恐れがあり、ドロップアウト方式ではもっとも必要である軽重量筒が得られないで機構が複雑大となり破損あるいは地上迄落下する危険があるからである。

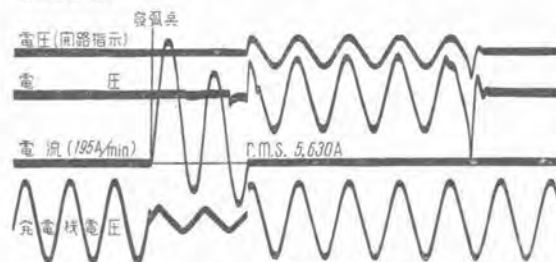
溶断後のヒューズ筒は取付金具を外し新筒にガイド穴を合せて締付ければ正確で迅速に取換ができる。

このヒューズは屋外で使用の際氷雪でその動作が影響を受けぬよう突外し機構には 29 図に示す覆金具が被されている。30 図のヒンジ金具の写真はヒューズ筒の取付金具が青銅製のスプリングフィンガによりヒンジ金具と確実に電気的接触を与えられることを示しており、便利のよいように端子は両側に作られている。突外し機構側は突外しばねが強い接触圧力を与えている。

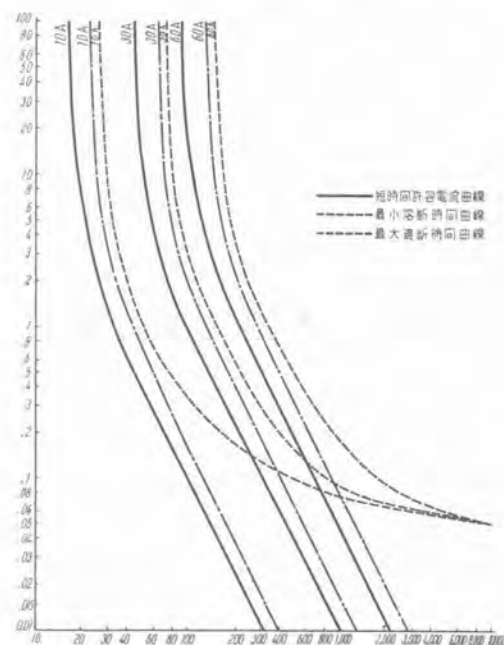
試験番号 40-3



試験番号 40-4



34 図 DBA-1 型 69 kV ヒューズ遮断オシログラム  
Fig. 34. Oscillogram of interruption of DBA-1 69 kV fuse.



35 図 DBA-2 型 80.5 kV 電力ヒューズ特性曲線  
Fig. 35. Characteristic curves of power fuse DBA-2 80.5 kV.

#### イ. 試験成績

31 図は当所 50,000 kVA 短絡発電機で遮断試験中の光景で今まさに短絡電流の電弧エネルギーにより硼酸の分解水蒸気ガスを放出して消弧しドロップアウト動作に移らんとする所である。試験成績は 7 表に示すように 69 kV 5,600 A を 2.2 c/s, 80.5 kV 4,500 A を 2.85 c/s で遮断しなれば危険な異常電圧を発生しなかった。定格遮断電流は設備の関係で試験できなかったが充分保証できる。比較的小電流の遮断もなんら問題なく、とくに三相回路にヒューズを採用するに当って 1 相だけ先に溶断して単相運転になる危険がどの程度の電流の所にあるかをヒューズ 2 本を直列にして電圧を印加し同一電流を流して同時に切れるか否かで試験した結果定格電流の 10 倍前後ならば問題なく同時遮断することを確め得たので、この点に注意してこのヒューズの応用を計画されればよい。32, 33, 34 図はこれらの遮断試験のオシロを示す。35 図鎖線は本ヒューズの最小溶断時間曲線で、130 % の定格電流で切れず、200 % で約 5 分で溶断する。35 図実線は短時間許容電流時間曲線で、可溶子の変電しない限界を示し 35 図破線は最大遮断時間曲線でこれは使用電圧が高くなれば延びる。なお防水処理済筒は長期間屋外で雨水暴露した後の遮断試験にも成功した。

#### ウ. 特 長

1. ドロップアウト方式を採用し、断路器と兼用できる。
2. 筒をフェノールレジジン管にして軽量ならしめたためフックで容易に新筒との交換あるいは開閉操作ができる。
3. 定格電流 1/2~200 A に関係なく遮断容量が最大非対称 1,600 MVA で非常に大きい。
4. 大電流小電流共に破損あるいは過電圧の発生なく安全確実に遮断する。
5. 屋外用として完全防水型にしてある。
6. 従来の高圧電力ヒューズの如くコロナ等で損耗破

損することがない。

#### 7. む す び

従来の高圧用電力ヒューズは遮断性能が信頼できずあまり使用されなかったが、この高圧電力ヒューズの出現は応用範囲を従来のように計器用変圧器のみに限定されずに拡大することであろう。たとえばユニットサブステーション一次側遮断器の投入は電池によらず、このヒューズで保護されたコントロールトランスを利用すれば無電池変電所ができ、手動投入の不便もなく保守が簡便となるし、既設の O. C. B. の遮断容量不足で悩んでおられる発、変電所はこのヒューズをその遮断器と直列に置けば経済的かつ理想的な改修方法が得られる。また一時的な工事用発電所あるいは可搬変電所等の高圧遮断器の代用としての用途もある。しかしこれらの応用に際しては必ず電力ヒューズの特性をよく熟知検討の上計画すべきで、漫然とした採用はもっとも危険で、上記した注意事項に充分な考慮を払って頂きたい。いずれにしても採用される時は使用場所の単線結線図その他をご提示の上ご相談下さることを希望する。なお限流ヒューズは 23 kV 迄で 60,000 A 位を遮断可能な BAL 型を目下大電力遮断試験設備で試作試験中で、すでに定格電流 1/2 A ないし 10 A 迄のものは成功して量産に入りつつあるが、それ以上の定格電流のものは未だ発表できる段階に入っていないので紹介は他日に譲ることとする。しかし上述の BA 型あるいは DBA 型硼酸電力ヒューズは限流型の如く遮断に際して発生する過電圧で機器の絶縁を脅やかされることなく、また大電流も小電流も確実に遮断ができ、遮断時の発音あるいは水蒸気の放出はするが、その優秀な性能はこのわずかな欠点をおぎなうて余りある。電力ヒューズ開発に当って協力願った検査課中村課長、堀係長、岩崎技師、大谷技師、小守第二工作課長、小向技師、ならびに研究所電気課山田技師に紙上より感謝の意を表する。



# ジーゼル電気機関車用主発電機

神戸製作所

小山 建次\*

## Main Generators for Diesel Electric Locomotives

Kenji KOYAMA

Kobe Works

Diesel electric locomotives are in the culmination of application abroad, and also are on the increase in Japan. Of many novel features of the apparatus the generator is a heart governing the performance, the rating being indicated by a portion of the constant output curve instead of a point on the characteristic curve. Various problems on the design are discussed as well as on the characteristics and the construction. Description is particularly focused on differential excitation together with an introduction of 580 kW main Generator delivered to the National Railways.

### 1. ま え が き

ジーゼル電気機関車は諸外国においてはすでに全盛期といわれる程度まで使用されている。とくに米国では現在製作中の機関車のほとんどがジーゼル電気機関車である。日本においては最近漸くこの種機関車の製作の経験を持つようになり、これに使用する電機品に対する研究も盛んになってきている。電機品中機関車の性能を最も左右する主発電機について、その特質ならびに設計上の諸問題について検討すると共に当社で製作した国鉄向 580 kW 主発電機の概要について述べることにする。

### 2. 特 性

ジーゼル電気機関車において主発電機の特性は機関車の性能を左右するものである。その理由は一般電気機関車においては入力電源電圧が一定であるので、機関車の特性は主電動機の特性より決定できるが、ジーゼル電気機関車においては、機関の全力を全運転範囲に亘り有効に利用するため、電源電圧（主発電機の発生電圧）を広範囲に変化せしめるので、主電動機の特性は主発電機の特性により大いに変化するものである。

このように電源電圧を機関車の使用状態により変化せ

しめ得ることが、この種機関車の一大特長ともいえるもので、また発達した原因と考えられる。

一般に機関車の運転に必要な動力は速度の変化につれ低速高回転力より高速低回転力に亘る高範囲のものである。一方ジーゼル電気機関車の動力源であるジーゼル機関の動力は一定回転数ではほぼ一定回転力の特性である。この両方の動力の変換を能率よく充分に行うものが主発電機および主電動機である。機関の出力を機関車の全運転時に充分に発電し得るためには、主発電機は電圧電流の広範囲に亘り一定入力の特性（この特性は能率を一定とすれば出力一定の特性となる）が必要となる。すなわち主発電機の特性は次の条件を満足するようなものがもっとも適していることとなる。

$$\text{端子電圧} \times \text{負荷電流} = \text{発電機出力} = \text{一定}$$

この特性はいわゆる双曲線特性と呼ばれるものである。

### 3. 定出力曲線の範囲の決定

主発電機が機関車の全運転範囲に亘り機関の全出力を発電し得るために必要な定出力曲線は次のようにして求められる。一例として 60 ton のジーゼル電気機関車が 50 km/h の速度まで全力使用するものとして、ジーゼル機関よりの牽引正味馬力を 800 HP とすると、定出力範

間は次のようになる。

起動時における最大牽引力は最大粘着係数を 30 % と  
して  $60 \text{ ton} \times 30 \% = 18 \text{ ton}$

50 km/h の速度まで牽引正味馬力が有効に伝達されると  
して、主発電機および主電動機の標準能率をそれぞれ  
93 % および 90 % と仮定すると 50 km/h の速度にお  
ける牽引力は

$$\frac{800 \times 93 \% \times 90 \% \times 0.075}{50/3.6} = 3.63 \text{ ton}$$

上記の計算より機関車に必要な牽引力の変化範囲は  
 $18/3.62 \div 5.0$  倍となり、主電動機の間転力を電氣的制御  
により 5:1 の比まで制御せねばならぬこととなる。主  
電動機の間転力  $T$  は、有効磁束を  $\Phi$  電機子電流を  $I$   
とすれば  $T = k\Phi I$   $k$  は電動機の間転力定数で示される。  
いま  $T$  を 5:1 まで変化するため  $\Phi$  および  $I$  を変化  
するのであるが、磁束  $\Phi$  の変え得る範囲は、一定出力  
の下においては、整流条件を考慮して 2.5:1 が最大変  
化可能範囲である。それ故に主電動機電流変化範囲は  
 $5/2.5 = 2.0$  すなわち 2:1 の比まで変化すればよいことと  
なる。主発電機と主電動機を直並列切換の無い永久接続  
のものとするれば、主発電機は全出力にて電流を 2:1 ま  
で変え得ることが必要である。すなわち主発電機に必要  
な定出力曲線の範囲は電流が 2:1 の範囲までを出せば  
よいこととなる。この際最大電流の値は主電動機の間  
転力が 18 ton となるような電流値である。

前記の計算で主発電機の間転力変化範囲が余り大きくな  
ると、機械の寸法が大きくなるので通常電動機と発電機  
との接続の切換えを行っている。たとえば 4 箇電動機  
の機関車とすると、起動加速の低速時には 2 箇直列のものを  
2 箇並列に接続し、高速時には 4 箇の電動機を全並列  
に接続すれば、主電動機に流れる電流の間転力範囲を変え  
ること無しに発電機の間転力変化範囲を 1/2 まで下げること  
ができる結果となる。このようにすると発電機は小型  
になるが、電動機の切換えのために要する制御器が余分に  
必要になり、小型ジーゼル機関車ではかえって経済的  
に高価なものになるので、1,000 HP 以上程度大型機  
関車にこの方式が採用されている。

1 表は外国における代表的ジーゼル電気機関車の各種  
制御方式による主発電機定出力範囲を示したものである

#### 4. 直流「kVA」について

一般発電機では電氣的寸法、 $D^2L$  (ここに  $D$  = 電機子  
直径、 $L$  = 鉄心積重ね長さ) は原動機の間転力と間転数より  
普通の計算方法で確実に計算できる。しかしジーゼル  
電気機関車用発電機はこの値よりもっと大きくせねばならぬ。  
前述のように主発電機の間転力変化範囲全部に亘り  
一定出力を出すためには、発電機は高圧低電流においても、  
低圧高電流においても、1 図に示すように全出力を出し得る  
ように励磁を自動的に調整せねばならぬ。

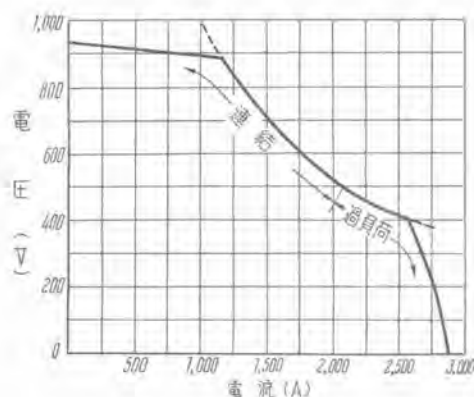
1 図は主発電機の間転力特性の一例で、機関の間転正味入力

1 表 代表的ジーゼル電気機関車の間転力変化表

型 名			A	B	C	D	E	F
仕様その他								
機 関 車 仕 様	牽引馬力	HP	600	1,500	900	2,000	2×210	2×400
	粘着重量	ton	70	115	93	110	80	51
	最大速度	M.P.H	50.5	72	50.5	67	16	50.5
	制御方式 順 序	1	2S2P FS-1	2S2P FS-1	3S2P FS-1	2S2P FS-1	2(2P) FS-1	2(2P) FS-1
		2	4P FS-1	4P FS-1	2S3P FS-1	2S2P FS-2	2(2P) FS-2	2(2P) FS-2
		3	4P FS-2	4P FS-2	2S3P FS-2	4P FS-1		2(2P) FS-3
		4				4P FS-2		2(2P) FS-4
変 化 範 圍	主電動機	牽 引 力	11.20:1	10.55:1	9.37:1	6.45:1	6.26:1	6.56:1
		磁 束	2.69:1	2.50:1	2.76:1	1.95:1	2.29:1	2.94:1
		電 流	4.16:1	4.22:1	3.39:1	3.30:1	2.73:1	2.23:1
	主発電機	電 流	2.08:1	2.11:1	2.26:1	1.65:1	2.73:1	2.23:1
		連続定格電流	1.82:1	1.80:1	1.48:1	1.49:1	1.90:1	1.59:1

備考 制御方式順序欄の符号は次を示す

S 直列 P 並列 FS-1 全界磁 FS-2 弱め界磁一段  
FS-3 弱め界磁二段



1 図 主発電機負荷特性曲線

Fig. 1. Load characteristic curve of main generator.

1,500 HP で運転され約 1,040 kW の出力のものである。

通常発電機は、電圧—電流のある特別の範囲において、連続運転できることが必要であって、これが機械の寸法決定上の重大条件となるものである。この例では発電機は 1,000 V 1,040 A より 500 V 2,080 A まで連続運転できることが必要であるので、発電機としては 1,000 V 2,080 A の定格としての大きさを持たねばならぬこととなる。しかしながら 1,000 V の電圧と 2,080 A の電流は同時刻に起るもので無いので、最大連続定格電圧×最大連続定格電流=2,080 kVA として kW でいわずに KVA として称呼するものである。

この仮に称呼する kVA を直流「kVA」といっている。直流「kVA」は主発電機の大きさを決定するため基準の容量となるもので、この値により今まで kW で一般直流機を計画していたものより少し小さく設計するものである。

## 5. 定格の称呼について

一般の直流機では、何 kW といった具合に定格を称呼しているが、ジーゼル機関車用主発電機では、連続定格の点は、特性曲線上の一点では無く、定出力曲線の一部の範囲で示されることとなるので、今までの何 kW 何 V、何 A の称呼では機械の大きさを表現するのに不都合となる。故に主発電機としては次のように称呼するのが適当である。

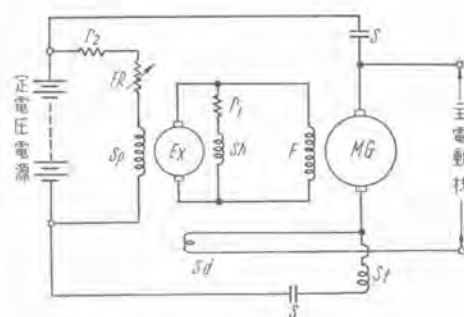
### ア. 簡単に称呼する場合

何 HP 用主発電機 (この HP は機関より主発電機に伝達される牽引正味馬力、すなわち発電機の入力の値)

### イ. 詳細に称呼する場合

何 HP 用主発電機、最大連続定格電流、

最大連続定格電圧、一時間定格電流、最大許容電流現在欧州では、イ. に、米国では、ア. による称呼を採用しているようだが、日本においてはまだ採用されていない現状で、kW で呼んでいる。



2 図 Differential EXC. 方式接続図

Fig. 2. Connection diagram of differential excitation.

## 6. 回路方式

2 項で述べたとおり主発電機の負荷特性は、出力一定の双曲線特性とすることが望ましいのであるが、この特性を得るため今まで考えられている方式には、大別つぎのようなものがある。

### ア. 他励差動直巻式 (レンプ式)

#### イ. 差動励磁機式

(1) Differential Exciter 式 (W 社式)

(2) Split Pole Exciter 式 (GE 社式)

#### ウ. アンブリダイン励磁機式

この方式の概要に関しては本誌 27 巻 7 号に発表されているので、省略することとして、現在当社で採用している Differential Exciter 式について説明することとしたい。

本方式の接続は 2 図に示すとおりである。図で、

MG 主発電機 Ex 差動励磁機 FR 界磁調整器

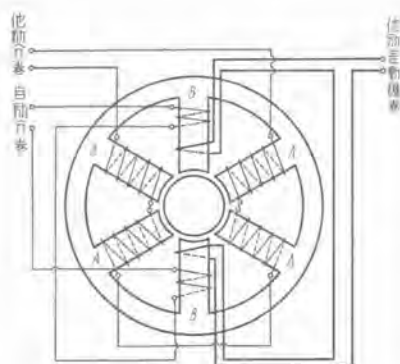
F 主界磁線輪 Sd 差動直巻線輪 St 起動直巻線輪

S 起動開閉器 Sh 分巻界磁線輪 Sp 他励界磁線輪

r1 分巻界磁抵抗器 r2 他励界磁抵抗器

である。主発電機の特性を双曲線特性とするため、MG の他に、Ex を主発電機と同一軸より、プーリにて駆動せしめ、この Ex の界磁に主発電機電流を差動的に流すことにより、主発電機の界磁 F に加わる電圧を加減し、必要な特性が得られるものである。すなわち本方式では主発電機としては特性上普通の発電機とは何等異なったことは無く、これを励磁する Ex が主発電機の特性を制御するものである。また通常ジーゼル機関を起動するため、定電圧電源 (通常蓄電池) より主発電機を電動機として起動するため、主発電機には起動直巻線輪が付けてある。S が機関起動の開閉器で、起動の際は St 界磁による直巻電動機として、機関を起動するようになっている。定電圧電源の蓄電池は機関運転中は別の補助発電機により、絶えず充電されるようになっている。この電源は機関車の駆動に必要な補機の電源となるものである。補助発電機は通常主発電機と直結されるか、またはプーリにて駆動されるようになっているが、2 図では省略してある。





3 図 差動励磁機構造説明図

Fig. 3. Illustration of the construction of differential exciter.

## 7. 差動励磁機

### ア. 構造

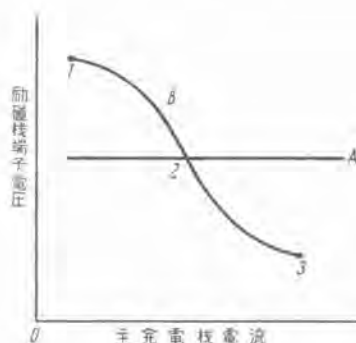
3 図で示す如く、他励界磁、自動界磁、および他励差動直巻界磁の三種の界磁を持った直流発電機で、極は 6 箇でその中 4 極 A には他励界磁が、残りの 2 極 B には自動界磁および他励差動直巻界磁が巻線されている。回転部分は普通の直流機と同じで、波巻の巻線をした電機子である。

### イ. 原理

A 極の他励界磁線輪は 2 図の  $S_p$  に相当するものである。定電圧電源より励磁されるようになっている。

B 極は自動界磁線輪  $Sh$  および他励差動直巻界磁線輪  $Sd$  との合成によって励磁される。いま 2 図の如き回路接続とした場合主発電機の電流に対し  $Ex$  の端子電圧がいかに変化するかを求めると 4 図のようになる。4 図で A は A 極のみによる場合の電圧曲線で、一定励磁であるので、主発電機電流には無関係に一定電圧を発生する。

いま B 極が加わった場合を考えると、B 極は主発電機電流が零付近では、 $Sh$  の励磁か、A 極の励磁に和動になるように巻線してあるので、A 極と B 極による発生電圧は一つの点となる。次に主発電機の電流が増加すると、B 極の合成励磁は、主発電機電流による差動直巻線輪  $Sd$  の負の励磁により、B 極は弱められ 2 の点では丁度、 $Sh$  と  $Sd$  の合成励磁が零となり、発生電圧は A 極のみによる電圧となる。主発電機の電流が、もっと増加すれば、B 極の極性は A 極に対し逆となり、発生電圧は次第に低くなり 3 の点となる。すなわち  $Ex$  の端子電圧の主発電機電流に対する特性は 1-2-3 のような曲線となる。この曲線は B 極の飽和曲線を二つ接続したような形となる。この電圧を主発電機の主界磁  $F$  に加えると、主発電機の磁路の飽和が無いものとすれば、これと相似の負荷特性曲線が得られることとなる。励磁機の負荷特性を主発電機の磁路の飽和を考慮に入れ適当に調整すれば、主発電機の特性は双曲線特性に近似のものが得られる。



4 図 特性説明図

Fig. 4. Characteristic curves.

## 8. 主発電機設計上の問題

機関車用発電機としては寸法的に小型で、重量の軽いことが最も重要である。一般電気機関車とは異なり主電動機のほかにジーゼル機関という動力源を積載するため、機関車重量は重くなり、とくに日本の鉄道のような軸重があまり多くとれない線路に使用すると、単位機関車当りの馬力は多くとれぬこととなる。故に電気品はできるだけ軽量にするように設計せねばならぬ。これがため次のような設計が望ましい。

### ア. 普通発電機に比し容量の割に極数の多い設計

機械の製作費は極数を多くすると、高価となるが、電機子の巻線端の長さは短くなり、同時に整流子の杆数が増加するので、整流子長も短くなり、機械は小型となる。米国ではこのような設計を「パンケーキ」型設計と称している。

### イ. 絶縁方式は完全 B 種絶縁とすること

完全 B 種絶縁とは有機物たとえば縮テープ等をたとえ補助的にも使用しない絶縁方式で、仮に付けた名称である。温度上昇は電機子  $120^{\circ}\text{C}$  界磁線輪  $130^{\circ}\text{C}$  (いずれも抵抗法) まで許す設計である。

### ウ. 片軸受構造とすること

特性ならびに構造上の問題として

### ア. 整流

最大電流時の整流条件を基準として設計すること、とくに重量軽減の目的より、でき得る限り補償線輪無しの設計とすることが望ましい。

### イ. 機関との関係

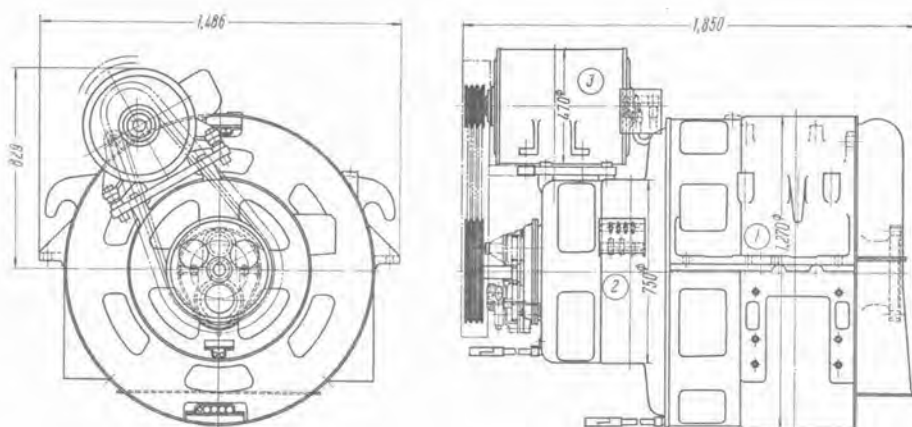
ジーゼル機関に直結されるので、機関に調和した剛性度および  $GD^2$  を持ったものとする。

### ウ. 振動に対する問題

機関車用であるため、振動に対し堅牢なる構造とすること。

### エ. 通風の問題

主発電機は普通自己通風式で、機関との直結側に、「ラジアルファン」を持った構造であるが、通風路の抵抗を考え、とくに機関の低回転数時における温度上昇に注意すること。



5 図 主発電機  
励磁機  
補助発電機外形図  
Fig. 5. Main generator,  
exciter and auxiliary  
generator.

## 9. 国鉄納入 580 kW 主発電機

本機は国鉄納入の DD-50 型ジーゼル電気機関車に使用するもので、次の定格を持つものである。

連続定格 580 kW 420 V 1,380 A 800 rpm

最大電圧 600 V 最大許容電流 2,600 A

型式 他励分巻 機関始動直巻付 閉鎖自己通風形

重量 4,100 kg

回転部分  $GD^2=850 \text{ kg-m}^2$  (含補助発電機回転部)

ジーゼル機関は、新三菱神戸ズルザー 8LDA 25 形で連続定格 900 HP 800 rpm 1 時間定格 1,000 HP 850 rpm のものに直結運転されるようになっている。方式は 6 項で述べた Differential Exciter 方式を採用している。

5 図は外形図で ① は主発電機 ② は補助発電機 ③ は励磁機を示す。6 図はこれの外観で、7 図はジーゼル機関に直結したところである。

### ア. 構造

本機は補助発電機 (容量 35 kW 450 rpm) と同一軸の上に電機子を組立て、軸は中空の鼓形とし、寸法ならびに重量を極力小さくしている。8 図はこれの回転部で

ある。軸受は片軸受で、コロ軸受を使用し、主発電機および補助発電機に共通である。機関との直結にはフランジ型接手を用い、自己冷却ファンは、中空軸に嵌込みとし、ファンボスの外側には機関のタイミング調整用の回転歯車を付けている。通風は一部は主発電機のブラケットより他部は補助発電機を冷却した後、主発電機の電機子および界磁部分を並列に通風し、冷却ファンを通った後機関側のエンドベルにより機関車の床下の方へ吐出されるようになっている。

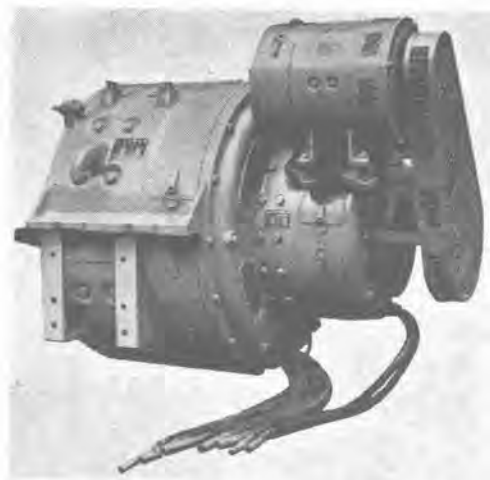
磁気枠は機関のベッドに強固に装着するため、普通の足の他に両側面より締着けるような構造になっている。

磁気枠は良質の鋳鋼製とし、外部に装脱に便なる如く、釣手を着けているほか、機関の過給機および界磁調整器の取付座が設けてある。

補助発電機の軸端には回転計発電機および油ポンプを歯車にて連結すると共にブリーで差動励磁機を駆動するようにしている。励磁機の回転数は主発電機の回転数の 2.5 倍となっている。

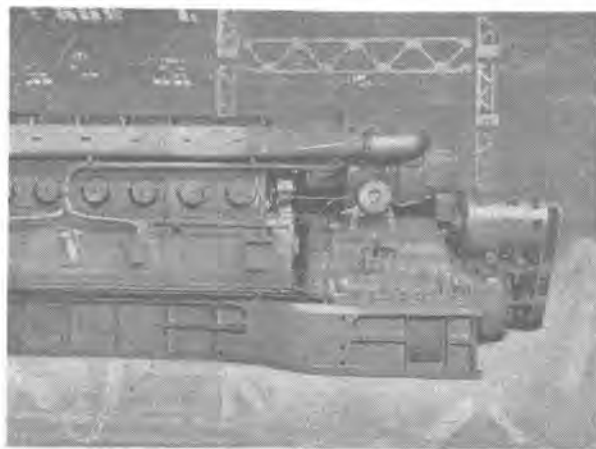
### イ. 特性

本機関車の粘着重量は 4 軸で 60 ton で、最大粘着係数を 25 %、全出力の場合の最大速度 60 km/h。主電動機の磁束変化範囲 2.2:1 (弱界磁一段)。ジーゼル機



6 図 580 kW 主発電機  
35 kW 補助発電機  
25 kW 励磁機

Fig. 6. 580 kW main generator, 35 kW auxiliary generator, 25 kW exciter.



7 図 機関に直結せる 580 kW 主発電機  
Fig. 7. 580 kW main generator coupled  
to engine.



8 図 580 kW 主発電機 電機子  
35 kW 補助発電機 電機子

Fig. 8. Armatures of 580 kW main generator and 35 kW auxiliary generator.

関の主発電機へ供給する牽引正味馬力を 800 HP とし、主発電機および主電動機の能率をそれぞれ 94 % および 90 % とすると、定出力範囲は次の計算式より

起動時における最大牽引力

$$60 \text{ ton} \times 25 \% = 15 \text{ ton}$$

60 km/h の速度における牽引力

$$\frac{800 \times 94 \% \times 90 \% \times 0.075}{6013.6} = 3.04 \text{ ton}$$

すなわち電動機の牽引力変化範囲は  $15 : 3.04 = 4.93 : 1$

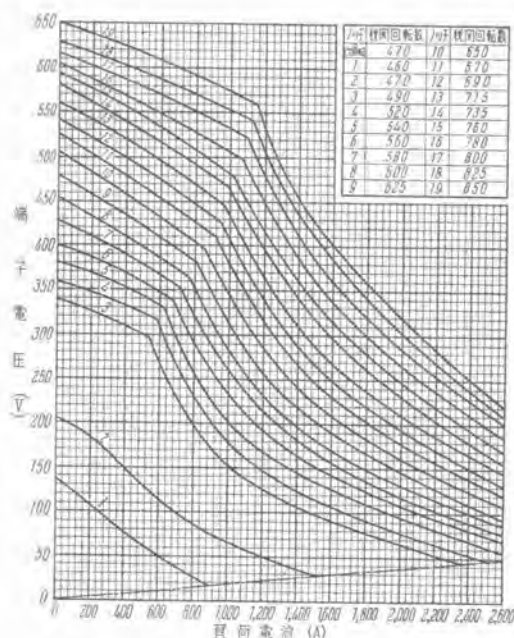
主発電機の電流変化範囲は  $4.93 / 2.2 = 2.24 : 1$

となり、本機では 15 ton の牽引力の場合の電流が約 2,500 A であるので、主発電機の定出力電流変化範囲は  $2,500 / 2.24 = 1,115 \text{ A}$  より 2,500 A あればよいこととなる。9 図は本発電機のジーゼル機関組合せの特性である。機関の回転数は 19 ノッチで各回転数における特性は、曲線の 1 より 19 までに示すものである。このうち 17 ノッチが連続定格で 19 ノッチが 1 時間定格である。

第 2 ノッチまでは機関の调速機に連動する界磁調整器が作動せぬようにしてあるので、特性曲線は主発電機固有のものである。

#### ウ. 特長

- (1) kVA 容量が約 1,300 kVA に対し重量および寸法が小さいこと。
- (2) 差動励磁機を使用することにより、発電機固有の特性をほぼ定出力特性としたこと。
- (3) (2) により界磁調整器の調整量が少なくて済むので負荷急変時にジーゼル機関に過負荷を掛けないこと。



9 図 580 kW 主発電機特性曲線 (機関組合)

Fig. 9. Characteristic curve of 580 kW main generator.

(4) 機関の振動に対し、回転部分を調和せしめたこと。

## 10. むすび

ジーゼル電気機関車は、欧米諸国においてはすでに全盛期にあるが、これに対し日本では燃料事情等の関係もあり、最近に至りようやく研究も盛んになりつつある現状である。当社においては昭和 28 年 3 月日本における最初の国産大型幹線用ジーゼル電気機関車の試作に成功し、日本国有鉄道へ納入の光栄に浴した。主発電機はジーゼル電気機関車の生命ともいべき性質のもので、これに対する認識を新たにするには誠に意義あることと信ずる。日本の産業界の現状はすでに国内需用は飽和に達した感があり、今後の進出は輸出によらねばならない。

現在南方アジア地域その他より、この種機関車の引合が相当あるので、一日も早く諸外国よりも優秀な日本独自の機関車を製作し、輸出振興に貢献したいと念願する次第である。



# 新しい DF 型直流電磁接触器について

名古屋製作所

篠崎 善助\*・奥島 欽吾\*\*

## New Type DF D-C Magnetic Contactors

Zensuke SHINOZAKI - Kingo OKUSHIMA

Nagoya Works

Type DF d-c magnetic contactors have been newly developed in answer to the demand for highly efficient apparatus. They will supersede the old type DM d-c contactor. The one which has been completed to date is type DF-Frame 50 (rated 5, 10, 25, and 50 A), a quite many number being in use for the controlling panel for the steel mill and their construction, performance and advantages being briefly accounted for herein. Type DF-Frame 100 and 150 are still under development.

### 1. ま え が き

工業生産が加速度的に増加してきたのは、工場における電動力応用が普及し、かつ、自動制御による生産能率の向上によるところが大である。

電動機は優秀な制御装置の作用と相待って、はじめてその機能を十分に発揮し得るもので、制御装置の重要さが、ますます認識されてきた。制御装置は個々の制御器具の集成であって、その制御器具の良否を左右することは当然である。わけても、その基本となる電磁接触器は、もっとも重要な要素で、これのみによって、制御装置の良否を決定するといっても、いい過ぎではない。したがって、動作が敏速確実で、頻繁な使用によく耐え、損傷が少なく、寿命がきわめて長く、かつ、保守点検が容易であることが要求されるわけである。

当社は今回、600 V、50 A 定格の直流電磁接触器を開発し、製鉄工場に納入したが、きわめて好成績であった。本文で、この接触器の特長と性能とについて述べる。

### 2. 種類および構造

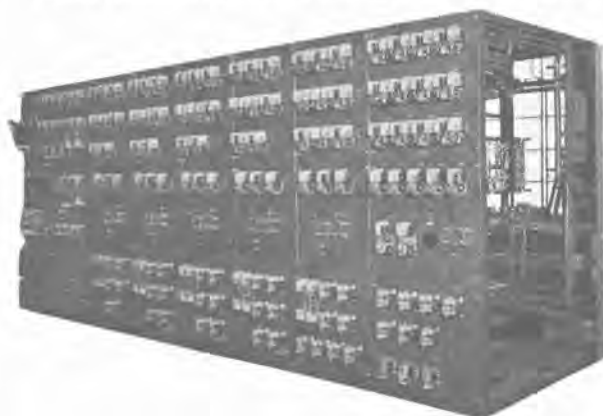
DF 型直流電磁接触器は、従来の、DM 型直流電磁接触器に代る一般用のもので、このたび開発完了した DF

-50 フレームは、定格電圧 600 V、定格電流 50 A であるが、吹消線輪を取替えることにより、5, 10, 25, および、50 A 定格にすることができる。極数は、1~4 極で、極の組合せで、6 種類の型式にわかれ、裏面接続用のスタッドをもっている。

型名と極数との関係は、1 表に示すとおりである。

2~7 図に、各種電磁接触器の外観を示す。

電磁接触器は堅固に設計され、はげしい使用に耐える



1 図 DF 型電磁接触器を使用した制御盤  
Fig. 1. Controlling panel using type DF magnetic contactor

1 表 DF 型直流電磁接触器一覧表

型 名	DF-50 型	DF-50-S 型	DF-51 型	DF-52 型	DF-53 型	DF-54 型
極 数	1 極(常時閉路)	1 極(常時閉路)	2 極 1 極(常開) 1 極(常閉)	2 極(常時閉路)	3 極 2 極(常開) 1 極(常閉)	4 極 2 極(常開) 2 極(常閉)
シンボル						
吹消線輪 定 格 (A)	5, 10, 25, 50	5, 10, 25, 50	5, 10, 25, 50	5, 10, 25, 50	5, 10, 25, 50	5, 10, 25, 50
備 考*	DF-50-2 型 B.O. なし		DF-51-1 型 上 B.O. 付 下 B.O. なし		DF-51-1 型 上 B.O. 付 下 B.O. なし	

\* 標準品の変形として、消弧室を除いたものを作る。上部のみつくばいは DF-51-1 型、DF-53-1 型と呼び、全部取外したものを DF-50-2 型、DF-51-2 型、DF-53-2 型等と呼称する。



2 図 DF-50 型  
電磁接触器

Fig. 2. Type DF-50 magnetic contactor.



3 図 DF-50-S 型  
電磁接触器

Fig. 3. Type DF-50-S magnetic contactor.

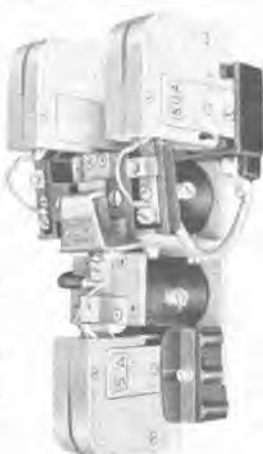


4 図 DF-51 型  
電磁接触器

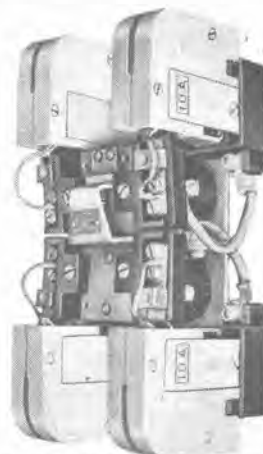
Fig. 4. Type DF-51 magnetic contactor.



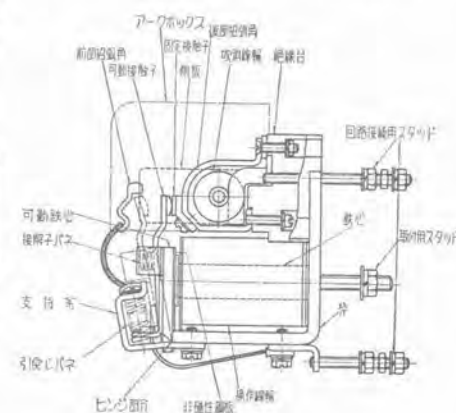
5 図 DF-52 型電磁接触器  
Fig. 5. Type DF-52 magnetic contactor.



6 図 DF-53 型電磁接触器  
Fig. 6. Type DF-53 magnetic contactor.



7 図 DF-54 型電磁接触器  
Fig. 7. Type DF-54 magnetic contactor.



8 図 DF-50 型直流電磁接触器

Fig. 8. Type DF-50 magnetic contactor.

から、工作機械、鋁山機械、製鉄ミル、その他の、直流制御を必要とする処の、頻度の高い用途に好適である。

接触器を構成する金属部分のほとんどは、プレス加工を施し、絶縁物は、すべて、成型品を採用している。各部品は、共通の枠に体裁よく組まれて、単独でまわっているから、制御盤への取付けは、きわめて簡単で、調整の手数はがはぶけ、また、盤に取付けられたままで、表面から分解、取外しができるから、保守や点検が容易である。

取付用のスタッドと、回路接続用のスタッドを備えており、50 mm 厚までの絶縁板に取付けることができる。

接触器の型式によっては、取付枠と可動接触子が、同一電位となるから、導電性の盤面に取付けるばあいは、とくに絶縁の方法を、あらかじめ考慮しなければならない。電気的の間隙(スペース)は、盤取付のとき充分であるように留意してあるから、取付スペースに無駄がない。

DF-50 型の構造を、8 図に示す。

接触器は、吹消線輪を除く導電部分は、50 A 定格で設計されているが、吹消線輪には、5, 10, 25, 50 A の 4 種があり、吹消線輪との組合せによって、5, 10, 25, および、50 A 定格の接触器ができる。

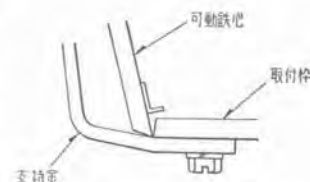
電磁石部分の材料は、残留磁気の影響をなくするために、すべて、低炭素鋼を使用している。可動鉄心や取付

枠は、冷間圧延鋼板で、ヒンジ部分は、

9 図に示すように、摩擦をできるだけ減らし、取外しが簡単のようにナイフエッジのテコとしてあるから、動作がきわめて円滑で、摩擦や腐食によって妨げられることがないばかりか、肘機構やピンを用いたものにくらべ、寿命が長く、保守が容易である。

引戻しばねは、充分強力で、振動や傾斜によって、接触器が不用意に閉路する危険がないので、移動して使用する装置にも好適である。

消弧装置のアークボックスは、クリップによって、絶縁台に堅固に支えられており、鋼板製の側板の間を、すべらして取外すことができる。アークボックス内に設けられた、前部招弧角への電気的接続は、可撓燃線を用い、アークボックス側はロウ付けし、他端は支持金にねじ止めている。接触子は、銀接点を使用し、固定接触子は後部招弧角に取付けられていて、1 本のねじを弛め



9 図 ヒンジ部分詳細

Fig. 9. Hinge details.



10 図 消弧の状況  
Fig. 10. Quick-quenching arc.

ることによって、簡単に取外すことができる。可動接触子は、電磁石の接極子(可動鉄心)の上に取付けられ、銀接点の寿命を長くするように、接点が閉路したときに、滑りや摺り合せがないようにしてある。接触子ばねには、ピアノ線を使用している。

接極子の下部に、非磁性鋼板をはりつけ、電磁線輪を去勢したばあいに、残留磁気によって、接触部が落下しないのを防ぐようにしてある。

### 3. 消弧機構

消弧装置は、電磁接触器のきわめて重要な部分で、接点の損傷なしに、定格電流を遮断し得るばかりでなく、定格電流よりもはるかに大きな電流を、しばしば遮断し得る能力がなければならない。

電磁接触子の接点が開き、可動接触子と固定接触子との間に、電弧が発生すると、その電弧は直角に引延ばされ、吹消線輪によって生ずる磁界と有効に交鎖し、電弧は磁束によって反撥力を受け、アークボックスの全長にわたって引延ばされる。電弧は接点を離れて招弧角に移り、さらに引延ばされて、急速に遮断される。

電弧発生から遮断までの状態を、10 図に示す。

耐弧性材料のアークボックスに、埋込まれた前部招弧角は、可撓燃線や支持金を経て、下部スタッドに電氣的に接続されているから、可動接触子とは、同じ極性である。この招弧角によって、接点の損耗を防ぎ、その寿命を保証できる。

接触器は、この優秀な消弧装置の機能によって、定格電流の8倍の電流を遮断し得る性能を確保できる。

### 4. 操作線輪

上部線輪と下部線輪があって、上部線輪は各型に共通で、下部線輪は上部線輪と組合せて、DF-51, 53, 54 型に使用する。定格電圧は、100, 110, 200, 220 V を標準としている。いずれも良質のエナメル線を用い、巻線後、防湿のために絶縁ワニス真空含浸している。操作線輪は連続定格で、外部直列抵抗は不要である。定格電圧の80%で支障なく動作し、110%の電圧で、過度の温度上昇なしで連続使用することができる。

2 表 電気連動子の種類

型 名	接 点 の 状 態	
LI-46A	常 時 開 路	一 般 用
LI-46B	常 時 閉 路	一 般 用
LI-47		時 延 開 路

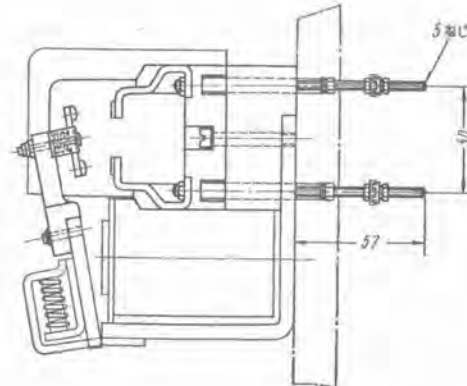
\* DF-50S 型に取付けたばあいは、接点の状態の、常時開、常時閉が逆になる。

3 表 各種接触器に取付け得る連動子の最大数

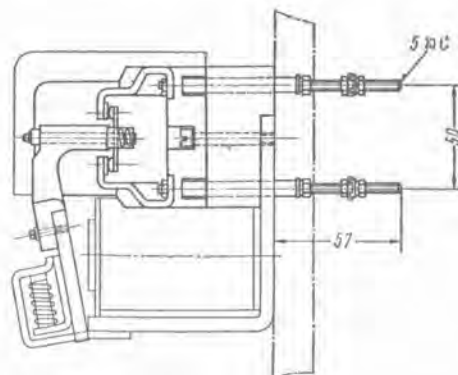
電磁接触器の型名	接触器に取付け得る連動子の最大数
DF-50	2/0 0/2 0/(2) 1/1 1/(1)
DF-52	
DF-51	
DF-53	4/0 2/(2) 0/(2)
DF-54	
DF-50S	2/0 (2)/0 0/2 1/1 (1)/1

\* ( ) で囲んだものは、時延式の連動子である。

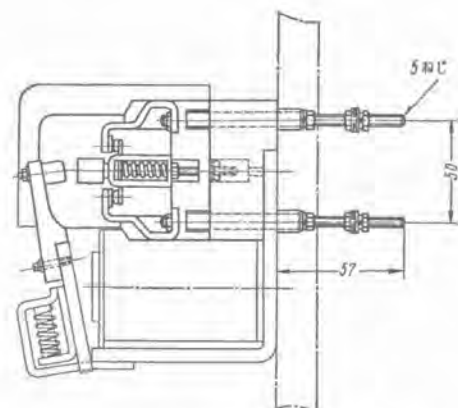
11 図  
LI-46A 型  
電気連動子  
Fig. 11.  
Type LI-46A  
electrical  
interlock  
normally  
open.



12 図  
LI-46B 型  
電気連動子  
Fig. 12.  
Type LI-46B  
electrical  
interlock  
normally  
closed.



13 図  
LI-47 型  
電気連動子  
Fig. 13.  
Type LI-47  
electrical  
interlock  
normally  
closed.  
(delayed  
break)





## 5. 電気連動子

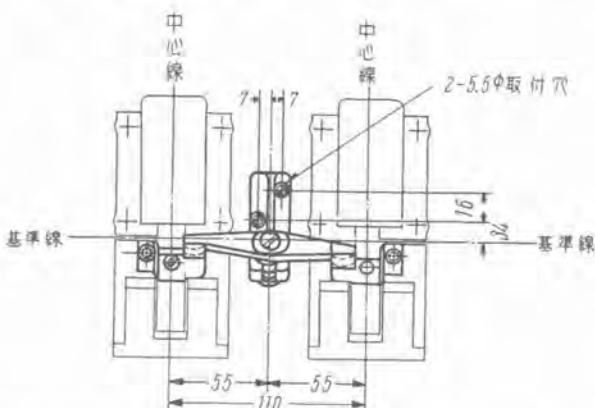
連動子は、2 表に示すように、3 種類があって、適当なものが選定できるようになっている。

各種接触器に取付け得る、連動子の最大数は、3 表のとおりである。

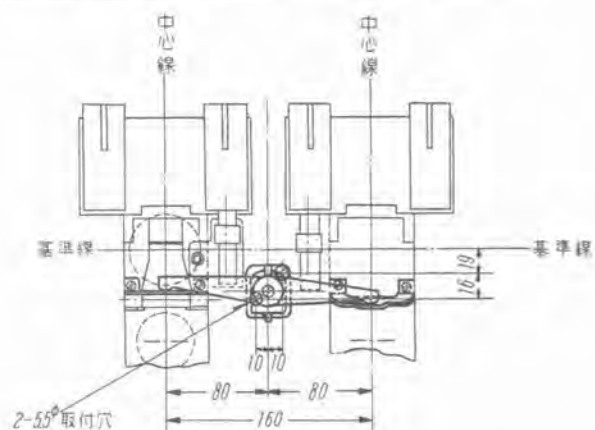
連動子の固定接点は、アークボックスの側面の絶縁台にねじで取付けられ、可動接点を保持する絶縁腕は、電磁石の可動鉄心に固定される。接点は、いずれも銀を使用し、可動部分は円滑で充分な、オーバトラベルを持っているから、頻繁な操作によく耐える構造である。



14 図 DF 50 型電磁接触器に取付けた LI-47 型電気連動子  
Fig. 14. Type LI-47 electrical interlock added to type DF-50 magnetic contactor.



15 図 MI-25A 型機械連動子  
Fig. 15. Type MI-25A mechanical interlock.



16 図 MI-25B 型機械連動子  
Fig. 16. Type MI-25B mechanical interlock.

型 名	適合する電磁接触器
MI-25A	DF-50 型 DF-51 型
MI-25B	DF-52 型 DF-53 型 DF-54 型

14 図は、DF-50 型接触器に、LI-47 型連動子を取付けた写真である。

## 6. 機械連動子

DF-50 および 51 型には MI-25A、DF-52、53 および 54 型には MI-25B 型の機械連動子が用いられ、その取付けは 15、16 図である。

## 7. DF 型電磁接触器の各種試験結果

DF 型電磁接触器の一般特性は、4 表のとおりで、これにもとづいて、精密な構造検査を行っている。

### ア. 動作特性

操作線輪の電圧、電流および損失の試験結果は、5 表のようである。

### イ. 温度上昇試験

主回路には、定格電流 50 A を流し、操作線輪に、定格電圧 220 V、および 10 % 過電圧 242 V、を加えて、その温度上昇が、ほぼ、飽和安定したとみられる、3 時間後の各部の温度上昇値は、6 表のとおりである。

### ウ. 遮断試験

DF 型電磁接触器の遮断容量は、D-C600 V、400 A、

4 表 DF 型電磁接触器の一般特性

接 触 子 間 隙 (mm)	常時開路型	8.7~10.3
	常時閉路型	7.9~9.5
接 触 子 圧 力 (kg)	初 圧	0.170~0.255
	終 圧	0.312~0.426
引戻しばねの圧力 (kg) (可動鉄心の端末において)		0.510~0.570
DF-50S 型(バネ閉合型)の引戻し圧力(kg)		0.680~0.740

5 表 DF 型電磁接触器の動作特性

定 格 電 圧 (V)	上 部 線 輪		下 部 線 輪	
	110	220	110	220
定格電圧における電流 (A)	0.16	0.08	0.07	0.038
最低吸引	電 圧 (V)	55	125	...
	電 流 (A)	0.078	0.045	...
落 下	電 圧 (V)	31	55	...
	電 流 (A)	0.042	0.0196	...
定格電圧における損失 (W)	17.6	17.6	7.7	8.4

6 表 DF 型電磁接触器の温度上昇試験結果

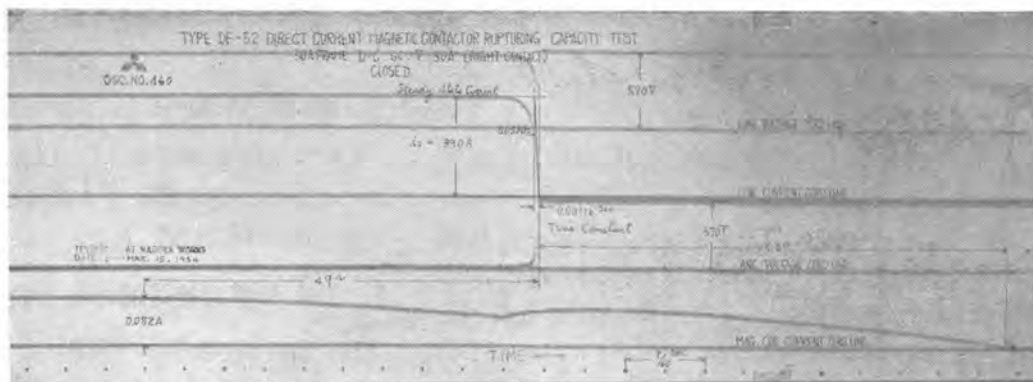
試験電圧	定格電圧 220 V	10 % 過電圧 242 V
操作線輪 (抵抗法)	42°C (58.5°C)	48°C (65°C)
鉄心部分	18°C	25°C
接 触 子	24.5°C	27°C
吹消線輪	37°C	40°C

\* 主回路には定格電流 50A を通電した。

\*\* 温度上昇値は熱電対で測定した。

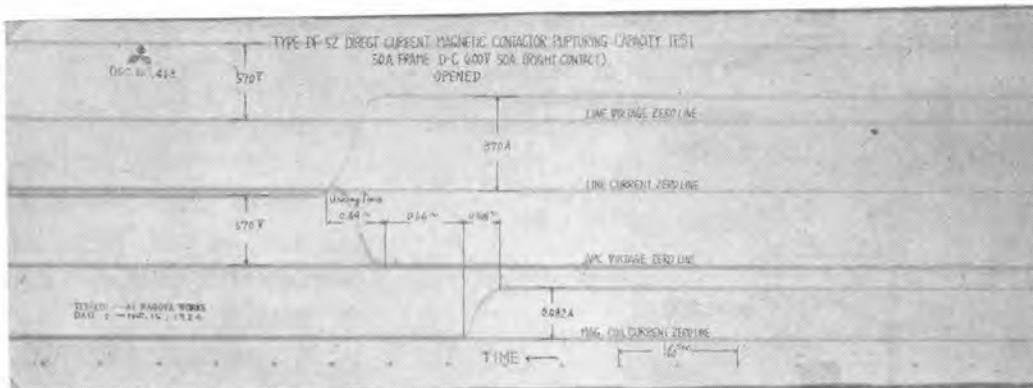
17 図 DF-52 型  
電磁接触器遮断試験  
オシログラム (投入  
時)

Fig. 17. Type DF-52 magnetic contactor rupturing test, when closed.



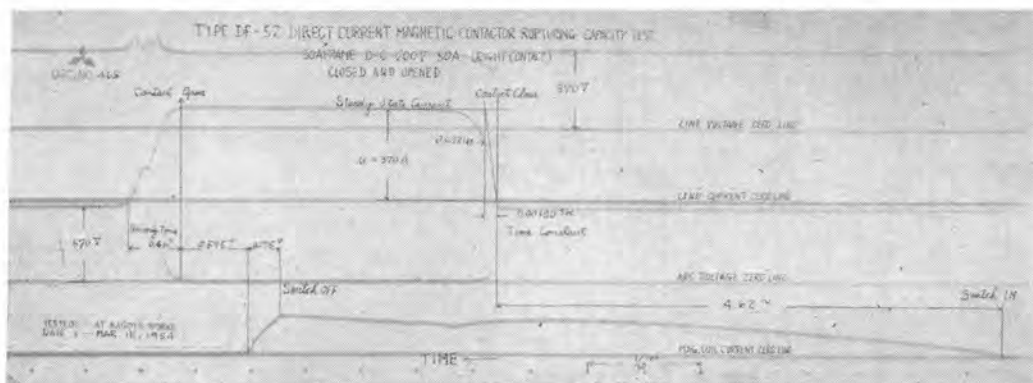
18 図 DF-52 型  
電磁接触器遮断試験  
オシログラム (遮断  
時)

Fig. 18. Type DF-52 magnetic contactor rupturing test, when opened.



19 図 DF-52 型  
電磁接触器遮断試験  
オシログラム (投入-  
遮断)

Fig. 19. Type DF-52 magnetic contactor rupturing test, when closed and opened.



(定格電流の 800 %) で、この試験は、接触器を 400 A の回路に接続し、投入に引続いて遮断を行い、15 秒間休止し、ふたたび、投入、遮断し、これを 5 回繰返して、溶着の有無、消弧の状態および接触子の損傷程度等を調べた。各種の試料について、数十回の遮断試験を行った結果、接触子の溶着や、電弧の短絡等による故障はなく、接触子の損耗もきわめて軽微で、600 V、400 A の遮断容量は、充分にあることを確認した。

17, 18, 19 図は、DF-52 型電磁接触器の遮断試験オシログラムである。

## 8. む す び

以上述べた、DF 型直流電磁接触器の特長をまとめる。

### ア. ナイフエッジ型のベアリング

ベアリングは、磨耗が少なく、精確に動作するナイフエッジ型である。

### イ. 取付が簡単である。

接触器は、共通枠に組立て、一つのユニットとしてあるから、盤面取付が便利で、再調整がいらぬ。

### ウ. 電弧の遮断が迅速である。

ききのよい磁気吹消は、迅速に電弧を消し、接触子、招弧角およびアークボックスの損傷を防ぐので、寿命が長い。

### エ. 接触子の点検が容易である。

接触子を点検するために、アークボックスを簡単に取外すことができ、また、接触子の保守も前面から容易に行うことができる。

### オ. 接触圧力が強い。

電磁石の設計が適当で、迅速遮断のできる強いばねをもっているから、接触子の損耗が少ない。したがって寿命が長い。

### カ. 真空含浸をしたコイル。

湿気、ほこりおよび金属の細粉に対して、絶縁の劣化がない。コイルの空隙や局部加熱が完全に防止できる。

# 局 所 冷 房 装 置 の 試 験

名古屋製作所

服 部 謙\*

## Testing of Sectional Air Conditioners

Yuzuru HATTORI

Nagoya Works

In spite of ever-increasing demand and varieties appearing in the market, air conditioners have no definite regulation to conform to at present. It is, however, highly desirable to establish some numerical standard, according to which the performance of the product can be studied. In view of the above, various tests have been conducted to verify that all the following items have very important bearing on the subject—noise, air volume, power consumption starting problems, reliability and life, conditions and methods of testing being reported herein. The discussion has been specially focused on window air conditioners and description has been made about their latest development.

### 1. ま え が き

Packaged Air Conditioner の需要は近時急激に増加の傾向を示し、国産品、外国品等数多くの種類の製品が市場に出ているが、現在わが国においてこれに対する規格が定められていないため、発表される数値の基準がまちまちでその性能を比較するとき困惑を感じるのは筆者一人ではあるまい。

当社ではウインデヤ、ユニテヤ、という商品名のこの種冷房装置を始め各種の空気調和装置を製作しているが、これら製品の試験はすべて ASRE (American Society of Refrigerating Engineers) および Underwriters' Laboratories の規格に準拠している。しかし国状の異なるわが国においてこれをそのまま適用することの可否については当然討議さるべきであろう。米国においても air conditioner の規格に対しては多くの意見がある模様で、数多くの ASRE Standard のうち air conditioner に関するもののみがすでに 2 回も改訂されていることがこのことを物語っている。

### 2. 構 造, 仕 様

#### ア. Room Air Conditioner

window type と console (floor) type がありその容量は 1/3 から 2HP 位迄ある。そのうち 90% 以上が window type である。window type は空冷式、console type には水冷式が多い。

window air conditioner は戦後米国において急速に発達した製品のひとつで昨年度の生産台数は 95 万台に達

したと報告されている。これらの製品は 1/3, 1/2, 3/4, 1 HP の 4 種が普通であるが、このうち 1/2, 3/4 HP が多い。昨年の製品にはヒートポンプ式、電熱式等冷暖房のできるものが現れてきた。もちろんこれだけで冬期暖房を行うことは温暖の地方以外困難であるが、春秋の季節における利用は相当に多いものと考えられる。

window air conditioner の圧縮機は数年前迄は開放型のものもあったが、1953 年のものは 100% 密閉型である。

コンデンサ側のプロペラファンには slinger ring をつけてエバポレータからの凝縮水をコンデンサに吹き付けて能力を増す構造が古くから標準とされている。

air conditioner は室内空気を冷却するばかりでなく空気を濾過したり換気することも重要な役目である。このためほとんどすべてのものは新鮮空気の入入れおよび室内空気の排気ができるようになっている。これはまた冬季中央暖房方式の室の冷房ともなり、また春秋においても換気ができその利用率を高めることができる。

温度調節は 2 基のユニットをもつものでは 1 台のみ運転して半分の冷却能力にするが、最近では自動温度調節器付のものが多くなってきた。これは寝室に window air conditioner をつけることが多くなったためで、米国の南部の地方では room cooler の普及により熟睡がとれるようになって夜盗が増えたという話がある位である。ただ起動時の電圧降下によるランプのチラツキが問題になっている。

エバポレータ側の風量を調節して冷却能力を加減するようにしたものも多い。このようにすれば風量を小さく



1 表 Window air conditioner の仕様

	単 位	公 称 馬 力 (HP)			
		1/3	1/2	3/4	1
冷 却 能 力*	kcal/h	1,000	1,470	2,220	2,550
風 量	CFM	159	215	301	338
"	m <sup>3</sup> /min	4.5	6.1	8.55	9.6
入 力	W	664	894	1,226	1,477
冷 却 率	kcal/W	1.58	1.73	1.81	1.79
除 湿 量*	l/h	—	0.63	0.83	—
潜 熱 比	%	—	23.9	21.8	—
重 量	kg	60.1	73.8	89.5	97.8
価 格	\$	226	321	388	451

\* は文献 (1) より他は文献 (2) による。



1 図 RA-05-A 型ウィンデヤ  
Fig. 1. Windaire, type RA-05-A.

2 表 ウィンデヤの仕様

型 名	RA-05-A
外 形 寸 法	幅×奥行×高 mm 705×955×390 室内側張出寸法 375 mm
冷 凍 装 置	密閉型 1/4 HP 2 台 100 V 50/60 c/s
冷 媒	ccl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (F-12)
送 風 機	10 in フェン 風量 6.2, 7.5 m <sup>3</sup> /min
冷 却 能 力	1,350 kcal/h
除 湿 能 力	0.4 l/h

したとき除湿能力を大きくすることができる。風量の調節は電動機を速度を加減するものとダンパによるものがある。

米国の window air conditioner について 1952 年 20 社 50 型式<sup>(1)</sup>, 1953 年 41 型 150 型<sup>(2)</sup>式について纏めたものを 1 表に示す。

当社で製作しているウィンデヤはこの種の air conditioner で 2 表にその仕様を示す。

#### 4. Self-Contained Air Conditioner

room air conditioner より大型でその容量は 2 HP から 25 HP 位迄ある。通常水冷式で store cooler と呼ばれるものもこの部類に入る。この種の air conditioner の圧縮機は開放型、密閉型ともにあるが大型になると開放型のものが多い。3 表は米国におけるこの種製品についての調査をまとめたもので 1951 年 17 社 68

型式<sup>(3)</sup>, 1952 年 18 社 88 型式<sup>(4)</sup>についての平均である。

self-contained air conditioner は通常温度調節器付であるが湿度調節ができるよう reheater, 湿度調節器をつけたものもある。もちろん暖房の目的で電気、蒸気を始め石油、ガス等のヒータをつけたもの、ヒートポンプ式のもの等ある。

当社ではユニテヤという商品名でこの種製品を数年前から製作している。その構造、仕様は文献 (5) を参照されたい。

#### ウ. Remote Type Air Conditioner

凝縮装置とクーラが別個になっているもので各種容量のものがある。しかし近時 packaged type に押されて減少の傾向にある。cooling unit は冷却コイル、送風機、フィルタ、ダンパ等で構成され ceiling type, console type がある。

### 3. Air Conditioner の定格

#### ア. 試験条件

当社で製作している air conditioner にはとくに仕様を定められない限りつぎの条件を採用している。

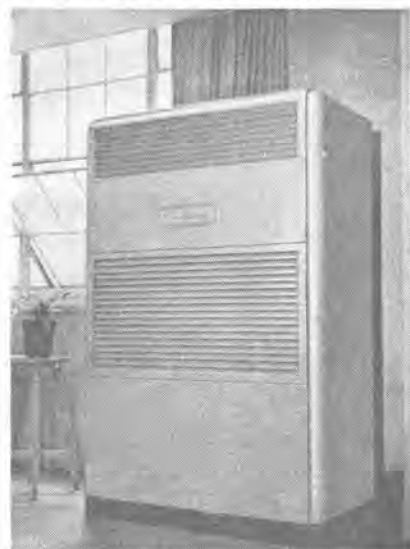
3 表 Self-contained air conditioner の仕様

モータ (HP)	有効冷却 能 力* (kcal/h)	風 量 (m <sup>3</sup> /min)	入 力* (kW)	所 要 水 量* (l/h)	重 量 (kg)	密閉型/ 全台数 (%)
2	6,250 (5,170)	23.8	2.36	650	320	70
3	9,050 (6,350)	35.2	3.14	1,000	330	61
5	15,300 (13,440)	58.0	5.2	1,610	503	57
7.5	23,000 (21,300)	85.0	7.57	2,500	632	60
10	31,600 (25,880)	103	10.6	3,240	1,000	29
15	—	170	16.0	—	1,220	33

\* は文献 (3) より他は文献 (4) による。

有効冷却能力の ( ) 内は (6) 式より算出したもの。

2 図  
AU-51 型ユニテヤ  
Fig. 2. Unitaire,  
type AU-51



### (1) ウィンデヤ

調和空気入口温度

乾 球 26.7°C

湿 球 19.4°C

コンデンサ側吸入空気温度

乾 球 35.0°C

湿 球 23.9°C

### (2) ユニテヤ

調和空気入口温度(保健用)

乾 球 26.7°C

湿 球 19.4°C

同 上 (工業用)

乾 球 18.3°C

湿 球 15.6°C

冷却水入口温度 23.9°C

冷却水出口温度 35.0°C

### (3) remote type

調和空気入口温度 (2) 項に同じ

圧縮機を出る飽和冷媒蒸気温度

( $\text{ccl}_2\text{F}_2$  の圧力)

40.6°C (8.88 kg/cm<sup>2</sup>)

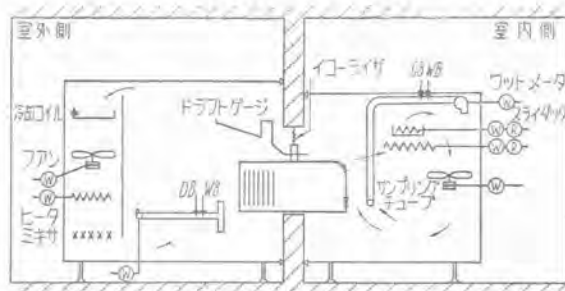
膨脹弁入口の液冷媒温度 35.0°C

## 4. 定 格

air conditioner の冷却能力はその使用条件によって著しく異ってくるので、定格を指示する場合にはその条件を示す必要がある。わが国においては未だこれに対する試験条件が定められていないのでわれわれは ASRE<sup>(6)</sup> の条件を採用しているが、米国においてもこれに対しては異論が多くあった模様である。これは一般に機器の販売政策として少しでも冷却能力を大きく宣伝したいからでもある。たとえば ASRE の標準が一般に重要視される前には室内側 80F DB, 67F WB, 室外側 90F DB, 75F WB と ASRE の規格より室外 DB を 5°F 低くとっていた。このような条件においてはその冷却能力は約 4~5% 増加する。

冷却能力と除湿能力の割合も重要で通常この値は 20~30% にとっている。

今日の window air conditioner はすべて毛細管を使用しているので一つの条件における能力のみでなく数多くの条件における冷却能力を知る必要がある<sup>(7)</sup>。



3 図 周囲熱天秤型熱量計

Fig. 3 Balanced ambient room type calorimeters.

## 4. Air Conditioner の試験

### ア. 冷却能力測定

air conditioner の冷却能力測定については ASRE Standard 16-53<sup>(6)</sup> に詳細に述べてあるが、当社で製作しているウィンデヤ、ユニテヤ、および remote type の air conditioner の試験はつぎのようにして行っている。

(1) ウィンデヤの冷却能力は balanced ambient room type calorimeter によって測定する。その原理は室内側においては air conditioner の冷却能力に平衡する熱入力からまた室外側ではコンデンサの放

### 4 表 式中の符号

$E$ =air conditioner の全入力, W
$\Sigma Ea$ =室外側カロリメータの全入力, W
$\Sigma Er$ =室内側カロリメータの全入力, W
$H$ =ヒータ入力, W
$Hm_1$ =試験装置に入る空気のエンタルピ, kcal/kg
$Hr_1$ =air conditioner に入る空気のエンタルピ, kcal/kg
$Hr_2$ =air conditioner を出る空気のエンタルピ, kcal/kg
$hf_1$ =air conditioner に入る液冷媒のエンタルピ, kcal/kg
$hg_1$ =コンデンサに入る冷媒蒸気のエンタルピ, kcal/kg
$hg_2$ =air conditioner を出る冷媒蒸気のエンタルピ, kcal/kg
$hw_1$ =給湿器の水温, °C
$hw_2$ =吹出空気の湿球温度, °C
$hw_3$ =室外側カロリメータの冷却コイルより出る凝縮水の温度, °C
$Q$ =コンデンサ表面から周囲空気への熱漏洩, kcal/h
$Qn$ =空気流量, m <sup>3</sup> /min
$qc$ =室外側カロリメータの冷却器が除去した熱, kcal/h
$qd$ =除湿能力, kcal/h
$ql$ =熱漏洩係数, kcal/h·°C
$qlp$ =室内側と室外側カロリメータ隔壁の熱漏洩, kcal/h
$qlr$ =カロリメータの熱漏洩, kcal/h
$qta$ =コンデンサ(空冷)側で求める有効冷却能力, kcal/h
$qtf$ =冷媒側で求める有効冷却能力, kcal/h
$qtr$ =クーラ側で求める有効冷却能力, kcal/h
$qtwe$ =コンデンサ(水冷)側で求める有効冷却能力, kcal/h
$r$ =水蒸気の凝縮熱量, kcal/kg
$S$ =コンデンサの表面積, m <sup>2</sup>
$ta$ =周囲温度, °C
$tc$ =コンデンサの平均温度, °C
$ts$ =カロリメータの温度, °C
$tw_1$ =冷却水入口温度, °C
$tw_2$ =冷却水出口温度, °C
$U$ =空気膜の熱伝達係数, kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C
$Vn$ =空気比積, m <sup>3</sup> /kg
$Wr$ =air conditioner の凝縮水量, kg/h
$Ww$ =コンデンサ冷却水量, kg/h

出する熱に平衡する冷却量から求めるもので、除湿量は室内側給湿器の蒸発量とする。この方法ではカロリメータの周囲の温度をカロリメータの温度と等しくして漏洩を零にして測定を行い誤差の導入を極力小さくする。

- a. クーラ側から求める冷却能力は次式より計算しこの値を有効冷却能力とする。

$$qtr = 0.86 \Sigma E_r + (hw_1 - hw_2)w_r + q'p \quad \dots \dots (1)$$

- b. コンデンサ側から求める冷却能力は次式より計算するが  $qtr$  と  $qta$  とは 6% 以内で一致することを要する。

$$qta = q_c - 0.86 \Sigma E_a - 0.86 E + (hw_3 - hw_2)w_r + q'p \quad \dots \dots (2)$$

- c. 除湿能力は次式より計算するが標準条件においては  $r=586$  とする。

$$qd = rw_r \quad \dots \dots (3)$$

この方法は GE<sup>(8)</sup> で早くより研究発達したもので現在米国においてはほとんどがこの方法を標準として採用している模様である。この方法の特長とする処は

- 正規の運転状況の下に特別の装置器具を被試験機にとりつけることなく冷却能力および除湿能力が直接測定できる。
- エバポレータおよびコンデンサの空気流が使用状態におけると同様で少しも邪魔されない。
- エバポレータとコンデンサの間の空気および熱の漏洩は正規の据付けにおけると同様であるため使用状態と全く同様な有効冷却能力を求め得る。

しかしその反面欠点としては

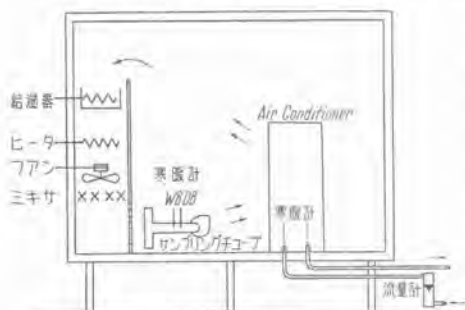
- 設備費が高む。
- 試験所要時間が長い。
- エバポレータ側とコンデンサ側の空気の漏洩を求めることが困難であり不正確である。

カロリメータの構造については前記 GE, のほか International Harvester<sup>(9)</sup>, York<sup>(10)</sup>, のものが参考になろう。

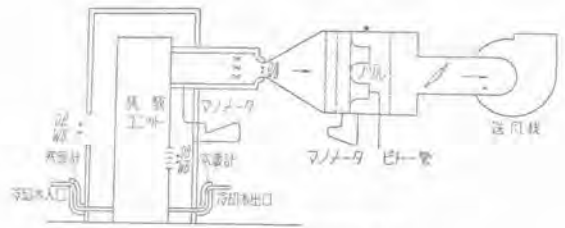
## (2) ユニテヤ

冷房しようとする室内に据付ける場合には room type calorimeter によりその冷却能力を測定し室外に据付けるダクト式の場合は psychrometric type calorimeter によって冷却能力を測定する。

- a. Room type calorimeter カロリメータ



4 図 室内熱量計  
Fig. 4. Room type calorimeter.



5 図 乾湿球温度型熱量計  
Fig. 5 Psychrometric calorimeter.

内のヒータおよび給湿器と air conditioner の冷却能力が均合いを保つときのヒータおよび給湿器の入力からその能力を求めまた除湿量は給湿器の蒸発水量とする。

カロリメータの熱漏洩は室内を周囲温度より約 10°C 高くしたときのヒータ入力から予め求めておく。すなわち熱漏洩係数は

$$ql = \frac{0.86H}{ts - ta} \quad \dots \dots (4)$$

カロリメータの入力から求める有効冷却能力は

$$qtr = 0.86 \Sigma E_r + (hw_1 - hw_2)w_r + q'r \quad \dots \dots (5)$$

コンデンサ側から求める冷却能力は次式より計算するが  $qtr$  と  $qlw$  とは 6% 以内で一致することを要する。

$$qlw = Ww(tw_2 - tw_1) - 0.86E \quad \dots \dots (6)$$

air conditioner の有効冷却能力は  $qtr$  と  $qlw$  の平均とする。除湿能力は (3) 式より求める。

- b. Psychrometric type calorimeter 入口、出口の乾球湿球温度を測定して空気のエンタルピの変化を求めこれと空気量とから冷却能力を算出する方法であって、この方法によれば室外に据付けるものばかりでなくあらゆる種類の air conditioner の冷却能力を求めることができる。

室外に据付ける方式の空気側よりの冷却能力は

$$qtr = 60 \frac{Q_a}{v_a} (Hr_1 - Hr_2) \quad \dots \dots (7)$$

室内に据付けるものは

$$qtr = 60 \frac{Q_a}{v_a} (Hm_1 - Hr_2) \quad \dots \dots (8)$$

室外に据付ける方式のコンデンサ側より求める冷却能力は

$$qlw = Ww(tw_2 - tw_1) - 0.86E + 60 \frac{Q_a}{v_a} (Hr_1 - Hm_1) \quad \dots \dots (9)$$

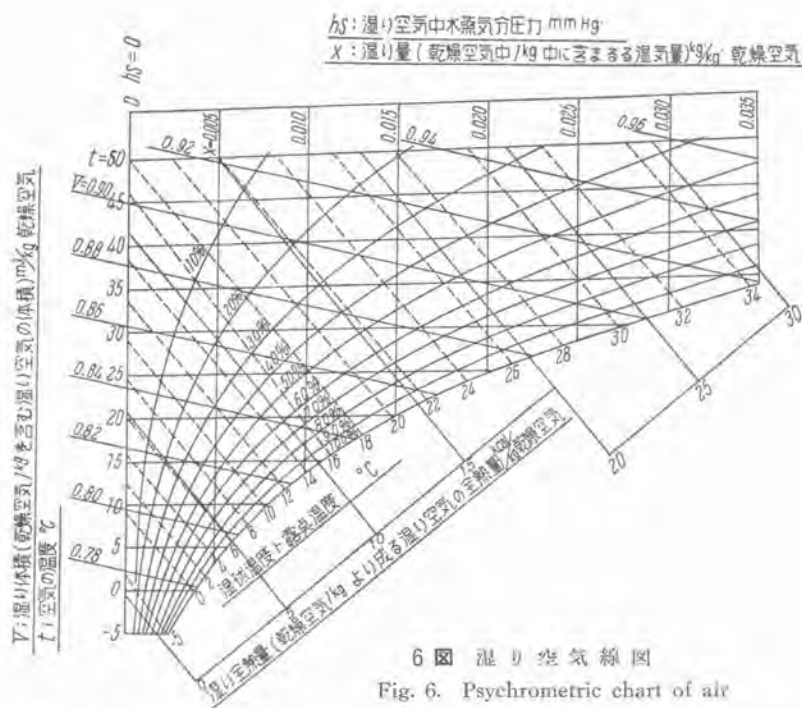
有効冷却能力は  $qtr$  と  $qlw$  の平均とした除湿能力は (3) 式により求める。

冷房の場合空気の減湿によってその重量に変化のあるものは純粋空気の重量を基準とした湿り空気線図からエンタルピを求めると非常に便利である。

## (3) Remote type air conditioner

ここでは室外に凝縮装置を据付けるものについて述べる。この種のものは room type calorimeter, psychrometric calorimeter のいずれによってもよい。room type calorimeter による場合の空気側の冷却





能力は (5) 式よりまた psychrometric calorimeter の場合は (7) 式による。

凝縮装置の側から求める冷却能力は

$$qtf = \frac{hg_2 - hf_1}{hg_1 - hf_1} [Ww(tw_2 - tw_1) + Q] \quad (10)$$

コンデンサを絶縁しない場合  $Q$  は近似的に

$$Q = SU(tc - ta) \quad (11)$$

有効冷却能力は  $qta$  と  $qtf$  の平均とする。

#### 4. 各種試験規格

air conditioner はそれぞれ次に示す規格に合格することが必要である。これらの規格は Underwriters' Laboratories, 日本冷凍機製造協会が定めるものが主である。

##### (1) 高温試験

試験条件, クーラ側吸入空気温度

乾球 35.0°C

湿球 23.9°C

コンデンサ側吸入空気温度

乾球 46.0°C

湿球 26.7°C

上記試験条件の下に定格電圧の 90, 100, 110 % の各電圧で異状なく運転できること。

##### (2) 低温試験

試験条件 クーラ側吸入空気温度

乾球 21.1°C

湿球 12.8°C

コンデンサ側吸入空気温度

乾球 10.0°C

湿球 —

上記試験条件の下に 12 時間運転したときエバポ

レータコイルに付着する氷はその運転の終りにおいては増加せずまた滴が落ちるようなことのないこと。

##### (3) 最高標準負荷試験

試験条件 クーラ側, コンデン

サ側吸入空気温度

乾球 40.0°C

湿球 27.6°C

モータ電流, 入力, 巻線温度上昇および凝縮圧力等すべて本試験条件の下に運転したものをを用ること。

##### (4) 凝縮水消去試験

試験条件 クーラ側, コンデン

サ側吸入空気温度

乾球 26.7°C

湿球 23.9°C

本試験条件の下に運転し凝縮水のレベルが平衡してから 6 時間運転するも凝縮水の流れ出るようなことのないこと。

ないこと。

##### (5) 起動試験

試験条件は冷却能力試験に同じ

定格電圧の 90 % の電圧で 4 時間運転したのち 10 秒間停止し再び起動しその後 1 時間異状なく運転を続けること。

##### (6) 耐圧, 気密試験

5 表の耐圧, 気密試験圧力に耐えること。

##### (7) 耐荷重試験

window air conditioner の窓の外に出る側に 91 kg の静荷重を加えてこれに耐えること。

##### (8) 耐雨試験

window air conditioner のコンデンサ側は暴風

5 表 耐圧, 気密試験圧力 (kg/cm<sup>2</sup>)

使用冷媒	最小気密試験圧力		最小耐圧試験圧力	
	高压側	低压側	高压側	低压側
フ レ オ ン 12	16.5	10	25	15
フ レ オ ン 22	26	17	39	25.5
メチル クロライド	15	9	22.5	13.5

7 図 生産工程中の試験, 検査

Fig. 7. Test and inspection during the producing course



雨に耐え得るものでこの試験においてもその絶縁抵抗は 0.5 メグオーム以下に低下しないこと。

#### (9) 耐電圧試験

2E+1,000 V 1 分間耐えること。

#### ウ 工場試験

当社で製作するウインドヤの試験は7図の如くして行い、この中から一定数抜取って先に述べた方法で詳細試験を行っている。このうちもっとも問題になるのは含有水分量、冷却性能、音響の問題である。

##### (1) 含有水分量

一定時間運転したユニットの冷媒をドライアイスあるいは適当な寒剤で冷却した容器にとりこれを  $P_2O_5$  を通して蒸発させその水分量を測定する。このようにして測定した水分量は米国の実際は 40 ppm 以下としている。以上の如く抜取り水分量を測定するほか水分の管理としては乾燥空気を使用してユニットの乾燥を行う際その乾燥度をユニットを出る空気の露点で測定し、またユニットに充填する冷媒、油もその水分量を測定して一定の規準に合格したもののみ使用するようにしている。

##### (2) 冷却性能<sup>(11)(12)</sup>

6 時間以上室温で運転したのち恒温室に入れ 90% の電圧で1時間運転する。つぎに電圧を規定値にし吸入空気と吹出空気の温度差、風量、入力を測定する。またこれと同時にカロリメータで測定した容量既知のユニットについて測定しこれと比較する。

吸入空気と吹出空気の温度差は熱電対を直列に接続しその接合点を吸入口、吹出口、の平均温度が測定できるよう分布した測定器で測定する。

##### (3) 音 響

実際に air conditioner を据付けてもっとも問題となるのは音と振動とであろう。

window air conditioner では室内の騒音ばかりでなく室外側も近隣の迷惑にならぬよう静粛でなければならぬ。8 図<sup>(13)(14)</sup>は air conditioner の騒音の大きさを示すものである。室内の騒音も広い範囲に亘っているのが据付ける室の騒音によって air condi-

tioner の種類を選択する必要があるが、通常の会話は 35~65 ホンであるから会話のさまたげにならぬよう 65 ホン以下であることが必要である。室の騒音が会話を妨げる程大きい場合にはそこに据付ける air conditioner は室の騒音より 5 ホン以上低いものを選ばばよい。

騒音は大いさばかりでなく音の質が非常に重要である。ことに非連続の音や変化する音はいやな感じを与える。一般に悪い性質の音は小さくても性質の良い音より感じが悪いものである。

工場では個々の製品について耳と騒音計によって検べている。

## 5. む す び

air conditioner の定格はその試験条件を規定しなければ意味がない。しかし現在わが国でこれに対する条件が定められていない。この種製品がわが国で生産される量も増加しつつある今日速にこれに対する規格が制定されるよう望むものである。

air conditioner についてはその冷却能力が問題にされるほか、音響、風量、消費電力、起動の問題、信頼度、寿命等が実際には重要である。そしてこれらの問題を究明するための試験および考察こそ興味あるものであろう。

## 文 献

- (1) Ref. Eng.; 1952 Window Sill Air Conditioners. Ref. Eng. 60 Apr. 1952.
- (2) Ref. Eng.; 1953 Window Air Conditioners Specifications. Ref. Eng. 61 Apr. 1953.
- (3) Ref. Eng.; Store Cooler Specifications. Ref. Eng. 59 Apr. 1951.
- (4) Ref. Eng.; Specifications of 1952 Self-Contained Stor-Type Air Conditioners. Ref. Eng. 60 May 1952.
- (5) 石川嘉孝: ユニット冷房装置 三菱電機 26 (昭 27-11.)
- (6) ASRE; Methods of Rating and Testing Air Conditioners Standard 16-53. Ref. Eng. 61 Feb. 1953.
- (7) R. W. Morgan; How Should Room Type Air Conditioners Be Rated? Ref. Eng. 57 Oct. 1949.
- (8) Fred O. Urban; The Calibrated Room Calorimeter. Ref. Eng. 59 Nov. 1951.
- (9) J. A. Galazzi; Rating Room Air Conditioner. Ref. Eng. 59 Jun. 1951.
- (10) M. A. Clark; This Is How We Built 16 R Test Equipment. Ref. Eng. 60 Jan. 1952.
- (11) F. E. Dennison & L. V. Curran; Quality Control in the Manufacture of Room Air Conditioners. Ref. Eng. 58 Dec. 1950.
- (12) Gibson; Performance Testing of Room Air Conditioners. Ref. Eng. 62 Feb. 1954.
- (13) 小幡重一: 音 p. 164 岩波全書.
- (14) Carl M. Ashley; Air Conditioning Helps Control Noise. Ref. Eng. 58 Nov. 1950.

