

**MITSUBISHI - DENKI**

**三菱電機**



三菱電機株式会社

**4**

**VOL. 24**  
**1950**





# 三菱電機

## 写真解説

電氣車に裝備する当社の HB—300 型  
高速度断流器であります。小型で、使用  
電圧 1,500 V、遮断速度は従来の断流器  
の  $\frac{1}{10}$  になり、異状電流に対する機器  
の保護に最も適しております。

## 三菱電機株式会社

### 本社

東京都千代田区丸ノ内（丸ビル2階）  
電話丸ノ内（23）3344—9

施設部 千代田区神田鍛冶町3の3  
電話神田（25）3338・3414・4207・4222・  
5196・6040

大阪營業所 大阪市北区（阪神ビル内）  
電話福島（45）5251—7. 2487

名古屋營業所 名古屋市中區廣小路通2の4  
電話東（4）869・2338・4710・4711

福岡營業所 福岡市天神町（天神ビル内）  
電話西 4480・4754・5031

札幌營業所 札幌市南1條西5の14  
電話 3373・3911

仙台事務所 仙台市大町4の33  
電話 仙臺 376

富山事務所 富山市安住町23の2  
電話 4692・5273

広島事務所 広島市袋町1（明治生命ビル）  
電話 中（2）1069

神戸製作所 神戸市兵庫區和田崎町

名古屋製作所 名古屋市中區矢田町

伊丹製作所 兵庫縣尼ヶ崎市南清水

長崎製作所 長崎市平戸小屋町

大船工場 神奈川鎌倉市大船

世田谷工場 東京都世田谷區池尻町

郡山工場 福島縣郡山市字境橋町

福山工場 福山市沖野上町

姫路工場 兵庫縣姫路市千代田町

和歌山工場 和歌山市岡町91

中津川工場 岐阜縣惠那郡中津町

福岡工場 福岡市今宿青木690

札幌修理工場 札幌市北2條東12

研究所 兵庫縣尼ヶ崎市南清水

VOL. 24 NO. 4

## 目次

高速度断流器 .....	2
宮内圭次 小路誠春	
船舶用小型電氣冷蔵庫 .....	7
石川嘉考 中原四郎	
電氣用刷子の磨耗（3） .....	19
森田義男 前田利晴	
2 kg 新型アイロン .....	26
田村弘治郎	

VOL. 24 NO. 5 内容豫定

選炭場の総括制御 .....	武田英夫
変圧器の衝撃電圧試験（2） .....	木村久男 堀真幸
超仕上加工法の応用 .....	高田真藏

昭和25年9月25日印刷

昭和25年9月30日發行

『禁無断転載』

定價1部金30圓（送料6圓）

編集兼發行人 吾郷侃二  
東京都千代田区丸ノ内2丁目3番地

印刷者 大橋松三郎

印刷所 博文堂印刷所  
東京都港区麻布竹谷町一番地

發行所

三菱電機株式会社内

「三菱電機」編集部

電話丸之内（23）4151（9）

日本出版協會會員番號 213013

（373）1

# 高 速 度 断 流 器

電氣車主回路の保護装置としては一般に可熔器及び過負荷継電器と組合せた断流器が使用されてきたが、これらの保護装置は近時電源が強大になるにつれて次第に電氣車の焼損事故をますます頻発する傾向にある。しかるに大型電氣機関車においては早くから高速度遮断器が装備されているのでその安全性は大きい。電車においてはかかる大型の器具は床下容積の狭小なため到底装備が不可能である。そこで当社においては電車に装備できる高速度遮断器として従来の大型の断流器を改造して、高速度遮断器同様の作用を果す遮断器としてこれが製作を試みたが幸い所期の目的を達することができたので、これを高速度断流器と称することとした。以下本器に関して概略を紹介する。

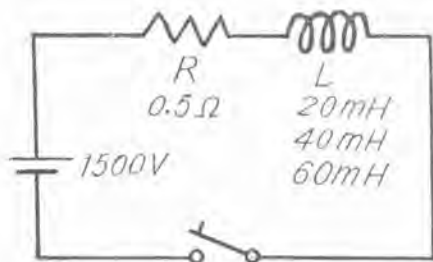
伊丹製作所 宮 内 圭 次  
神戸製作所 小 路 誠 春

## I. 緒 言

電氣車の出力が増加するに従つて電源が強力になり、一度車輛に短絡等の故障を生ずると大電流が流れる。そこで断流器の遮断容量を大きくしてこれに応じようとしたが、元來断流器は故障電流が流れ始めて遮断開始までに0.1秒ないし0.2秒を要するので、その間故障電流が最大値に達しているために電流遮断が困難となり、かつ大電流が長く続くため車輛機器の焼損、劣化及び電車線の断線の原因となる。

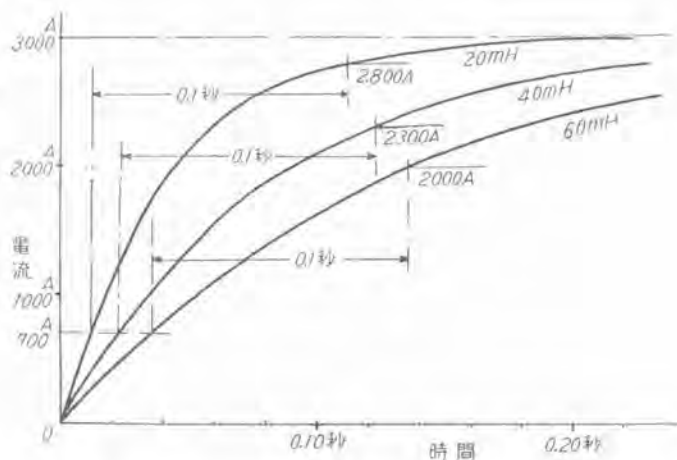
この欠点を除くためには故障電流が流れ始めて遮断開始までの時間が非常に短く、電流が最大値に達しないうちに遮断を開始する断流器が必要となつてくる。

電氣車に故障電流が流れ始めるときの電流の上昇状況は回路の誘導係수에支配されて様ではない。今假りに1図に示す如き回路において電流の流れ始めてからの電流の増加具合を図示すれば2図の如くなり、過電流継電

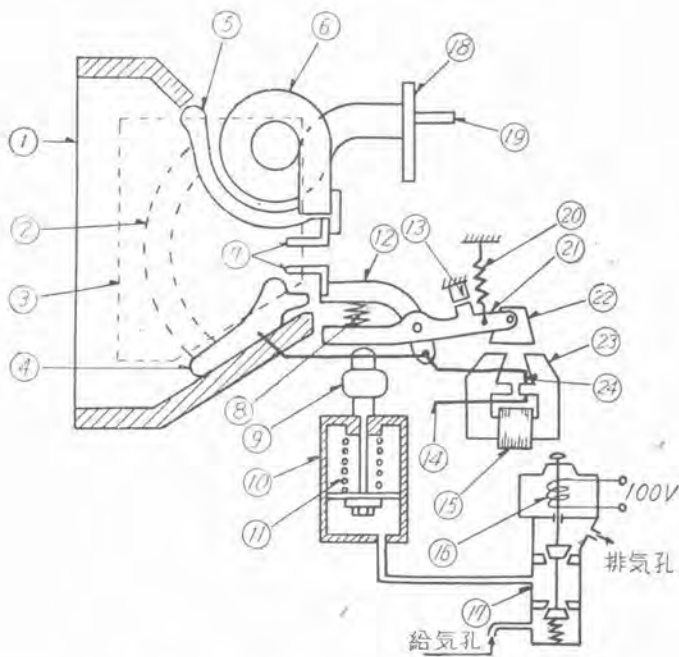


1 図

器の調整値を700Aとして断流器で自動遮断するとき、遮断開始時の電流値は同図に示す如く20mH回路の場合約2,800A、40mH及び60mH回路の場合はそれぞれ約2,300A及び2,000Aとなる。もろ論電車回路においては回路中に電動機を含むので非直線回路となるため、2図とは幾分電流曲線の傾斜具合は異なるが、とにかく断流器で遮断する場合は遮断開始時の電流値は殆んどその最大値に達している。今電流が調整電流値に達してから遮断開始までの時間を前の場合の $1/10$ に短縮し得たとすれば、遮断開始時の電流値は著しく低下することは同図より明かである。かくして国鉄電氣機関車では先に廃止されていた高速度遮断器の装備が復活された。しかし電



2 図



1. アーク流し箱
2. 電 弧
3. 磁 鐵 板
4. 下部アーク案内
5. 上部アーク案内
6. 消弧線輪
7. 接 触 片
8. 接触圧スプリング
9. ピストン棒
10. シリンダー
11. ピストンバネ
12. 可動接触子台
13. ストツパー
14. 負 端 子
15. 保持線輪
16. 電磁弁コイル
17. 電 磁 弁
18. 端 子 板
19. 正 端 子
20. 引外スプリング
21. レ バ ー
22. 接 極 子
23. 保持電磁石
24. バツキングバー

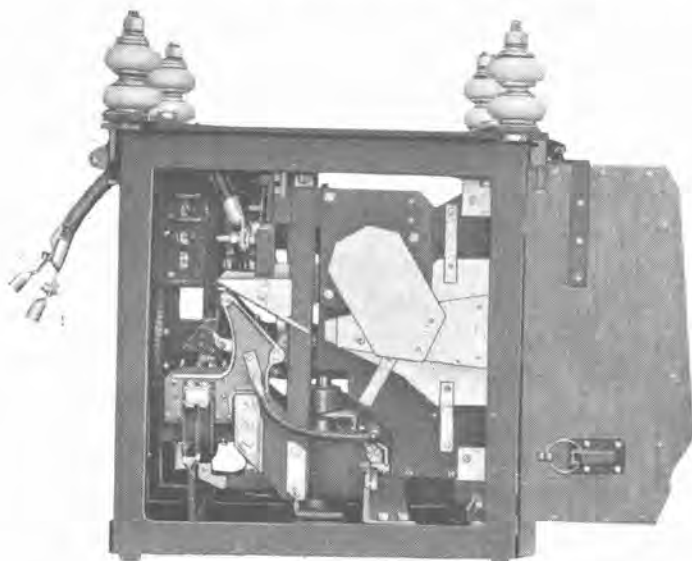
3 図 高速度断流器 構造、動作、説明図

車では床下空間の制限をうけるから、かかる大きいものは取り付け得ない。そこで当社において電車に装備できるものとして従来の断流器を改造してこの目的を達したのが高速度断流器である。

## II. 構造及び動作

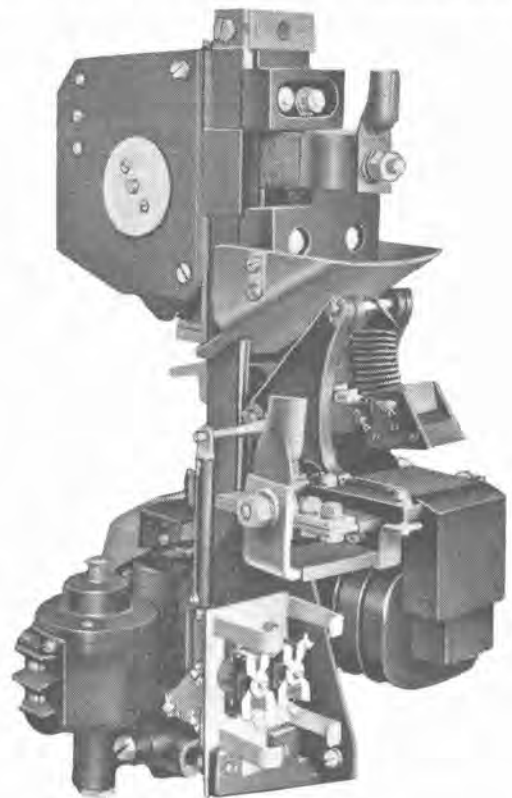
3 図は高速度断流器の主要部分の構造説明図である。今その動作について説明すると、電磁弁コイルを付勢すれば、給気孔より入った圧縮空気はピストン棒を押し上げ、先ず接触片が閉じ、更に接触圧スプリングを圧縮し、接極子は保持電磁石に付着する。次に電磁弁電流を切ると、ピストン棒のみシリンダー内のスプリングによ

り押下げられる。かような状態において正負兩端子間に主電流を流す。若しバツキング・バーを流れる主電流が或る値を超えるときは保持電磁石の保持力は引外スプリングの引張力に負けて接極子は引上げられ、従つて接触片は開放する。なお本器においては接触片の開閉動作は箱の外部よりこれを認め得るように機械的な表示器を



4 図 HB 301 型 高速度断流器

高速度断流器・宮内・小路



5 図 HB 型 可動部

備えている。4 図及び 5 図は HB 301 型高速度断流器の外形及び主要動作部分を示す写真である。

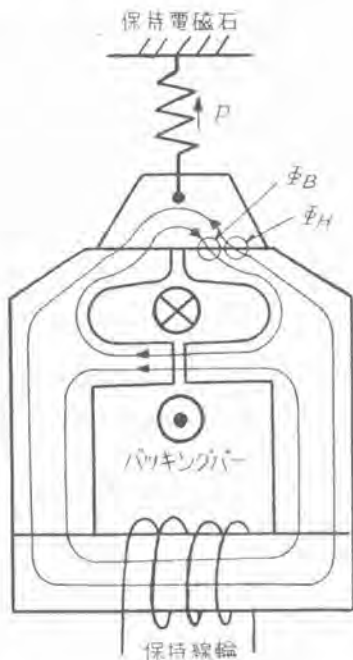
### III. 動作特性

6 図は保持電磁石及びその磁束通路を示す略図である。保持電磁石と接端子との接触面においてバッキング・バー電流（主電流）による磁束を  $\Phi_B$ 、保持電流による磁束を  $\Phi_H$  とすると保持力を生ずる磁束は  $\Phi_H - \Phi_B$  で、このときの保持力を  $F$  とし、引外しスプリングの強さを  $P$  とすれば 2 力が平衡すべき条件は

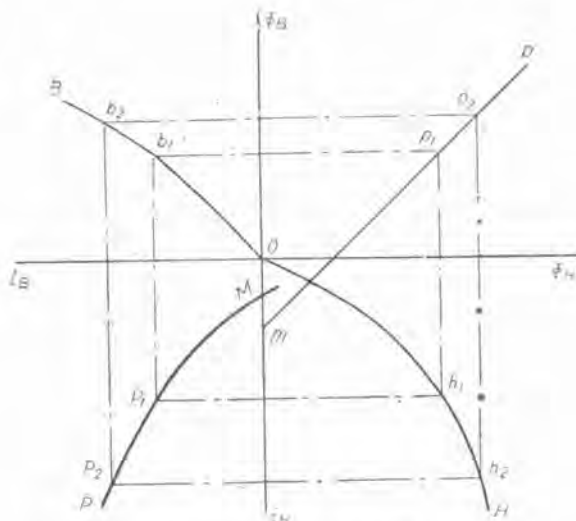
$$P = F = K(\Phi_H - \Phi_B)^2 \dots\dots\dots(1)$$

従つて

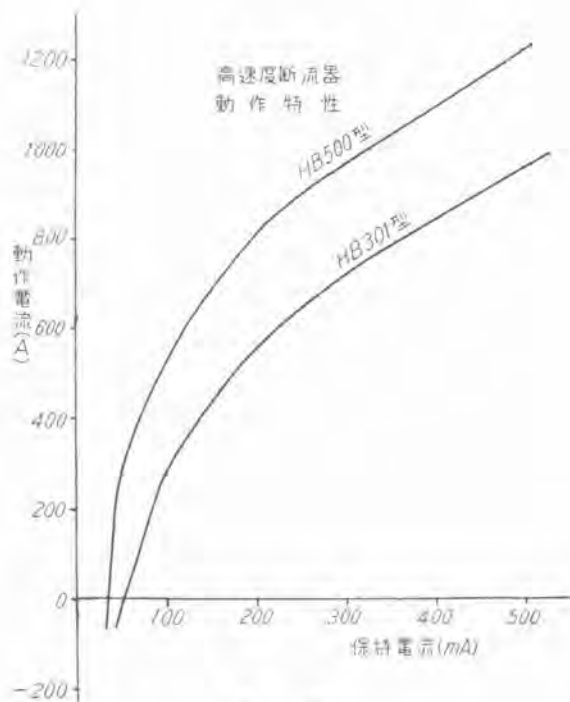
$$\Phi_B = -\sqrt{\frac{P}{K}} + \Phi_H \dots\dots\dots(2)$$



6 図



7 図 動作特性



8 図

1 表

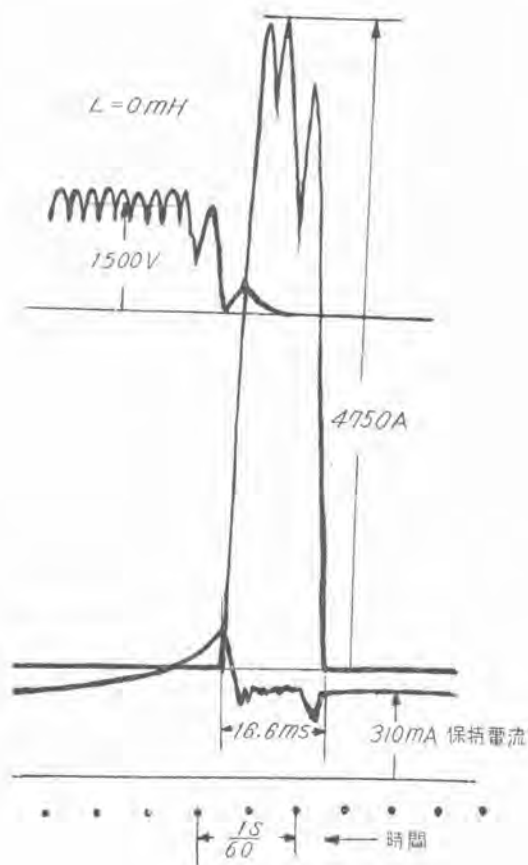
試 験 器 具	HB-301型	HB-500型	
電 流 値	360 A	500 A	
測定場所	測定条件 1 時間通電後の 温度上昇(°C)		測定法
消 弧 線 輪	29	37	寒暖計法
接 触 片	22	35	〃
可 撓 銅 帶	17	39	〃
バ ッ キ ン グ バ ー	13	23	〃
バ ッ キ ン グ バ ー 接 続 部	15		〃

(2) 式より  $\Phi_B$ 、 $\Phi_H$  の関係値が求められる。7 図に示す如く  $\Phi_B$ 、 $\Phi_H$  の関係直線を  $mp$  とし、 $\Phi_H$  と保持電流  $i_H$  との関係曲線を  $OH$ 、 $\Phi_B$  と  $I_B$  との関係曲線を  $OB$  でそれぞれ表わすときは、図に示す如く  $i_H$  と  $I_B$  の関係曲線  $MP$  が求められ、いわゆる動作特性を知ることができる。8 図は動作特性を例示したものである。HB 301 型では動作電流値を 700 A に調整したが、保持電流電源電圧の 20% の変動に対して動作値が 600A ~ 760A に変動することが 8 図よりわかる。

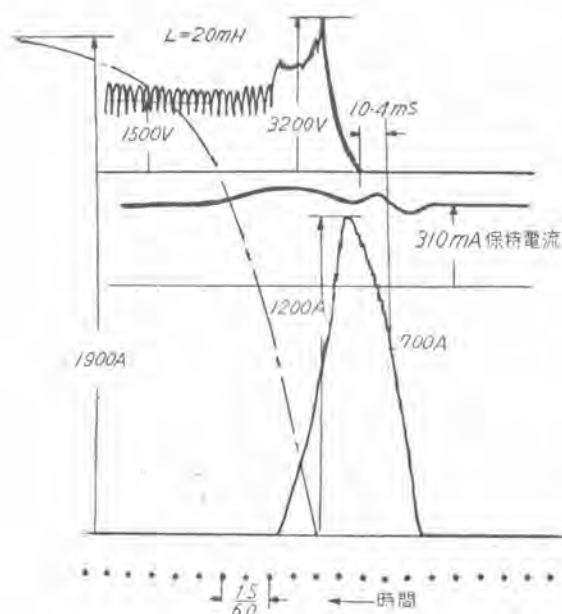
### IV. 性 能

#### 1. 温 度 試 験

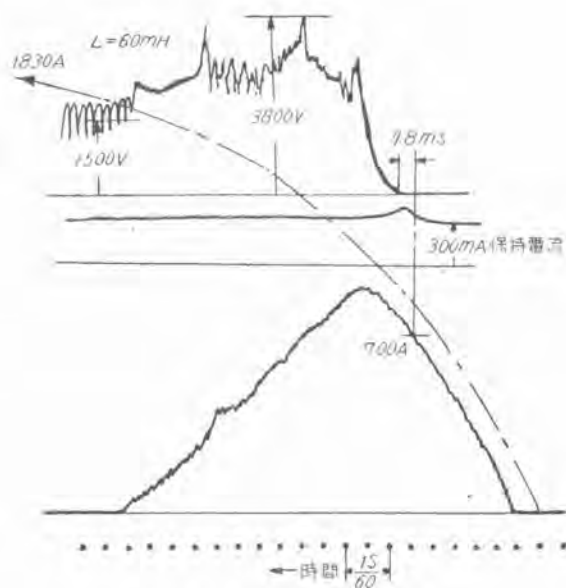
HB 301 型及び HB 500 型主回路に対してそれぞれ 360A 及び 500A 通電 1 時間後の各部における温度上昇は 1 表に示す通りである。



9 図

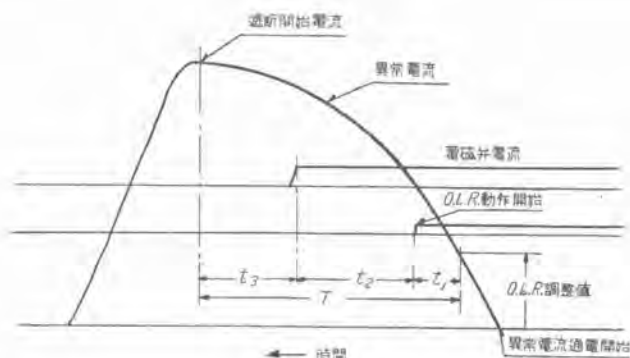


10 図



HB 301 型 遮断オシログラム  
電源 1,500V 2,000KW 水銀整流器  
HB 301 型 動作調整値 700A  
誘導負荷 0.20・60mH (空心コイル)  
—・—・— 図中ノ鎖線ハ同一回路ヲ遮断  
しないときの電流を示す

11 図



12 図

## 2. 遮断試験

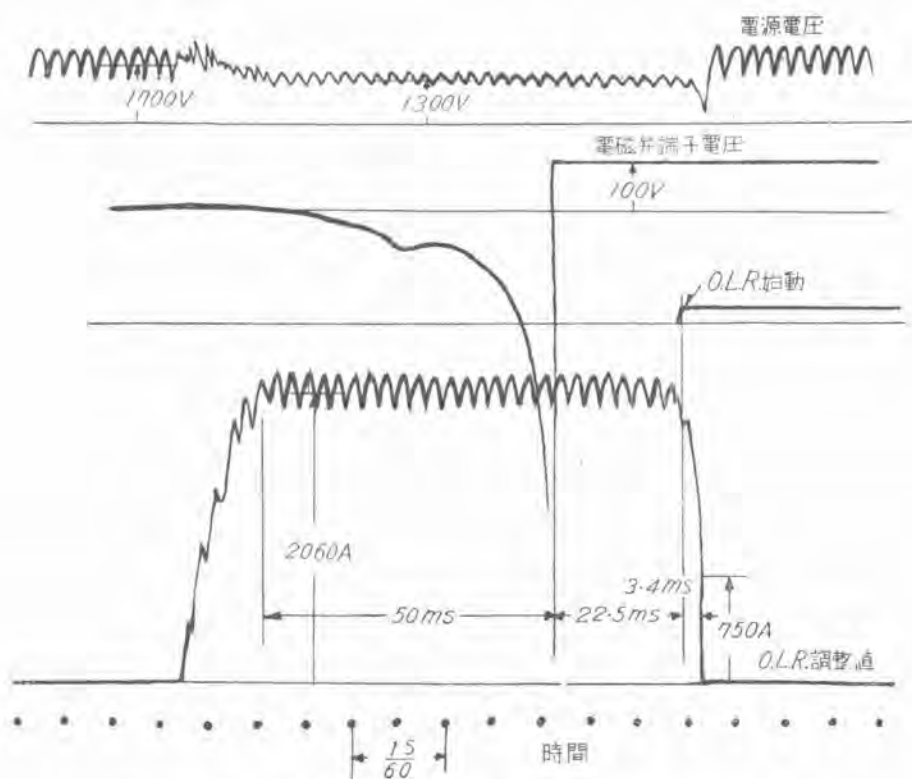
1,500V, 2,000KW 水銀整流器電源により回路に誘導負荷を 0mH, 20mH または 60mH 挿入し、動作電流値を 700A に調整した HB 301 型でこれら各種回路を自動遮断したときの電磁オシログラムは 9 図, 10 図及び 11 図の如くである。

## 3. 断流器と高速度断流器の動作比較

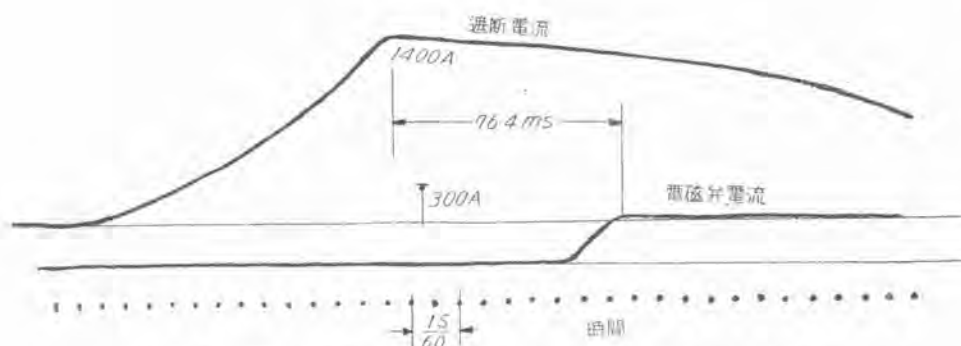
従来使用している過負荷継電器〔以下 O.L.R と称す〕と組合せた断流器の動作は一般に 12 図に示す如き関係を有し、異常電流が O.L.R 調整値に達して断流器が遮断を開始するまでの dead time は次の 3 つの dead time からなる。すなわち

$t_1$  = 電流が O.L.R の調整値に達してから実際に O.L.R が動作を開始するまでの時間





13 図 SR 106 型断流器 2 個直列 遮断オシログラム  $L=0\text{mH}$



14 図 SR 106 型断流器 1 個 1,500V 60mH (空心コイル) 回路 遮断オシログラム

$t_2 = O.L.R$  が動作を開始してから電磁弁電流が遮断を開始するまでの時間

$t_3 =$  電磁弁電流が切れ始めてから断流器の接触片が開き始めるまでの時間

すなわち断流器の全 dead time  $T$  は

$$T = t_1 + t_2 + t_3 \quad \text{であつて}$$

実際のオシログラムについて、その例を示せば 13 図及び 14 図の如くなる。従つてこれを前述の高速度断流器による遮断動作に比べると、9 図 10 図及び 11 図のオシログラムにも示す如くその dead time において格段の相異のあることがわかる。

## V. 結 言

以上高速度断流器について概略述べたが、本器を電車に装備するときは 従来の  $O.L.R$  と組合せた断流器に比べて、その dead time は約  $1/10$  に短縮され、従つて回路に誘導負荷を含む場合はその遮断電流が激減され、また無誘導短絡回路などにおいては約 16ms で電流を遮断し終え、主回路の保護が確実となる。最近電鉄会社では盛に減流遮断方式が採用されているが、本器を減流遮断用に高速度減流器として装備することも大いに有効と思われる。特に減流遮断用としてはますます遮断が安全になり、また本器も小型になつて甚だ好都合であるからその利用の広まることを期待する次第である。

# 船 舶 用 小 型 電 氣 冷 藏 庫

船舶用小型電気冷蔵庫を 例を擧げて説明し、更に現在製作中の標準型

船舶用小型電気冷蔵庫を紹介したものである。

石 川 嘉 孝  
中 原 四 郎  
名古屋製作所

## 1. 緒 言

最近各地の造船所において、船舶の建造殊に外国船舶の受託建造が活発になつてきたため、これら船舶に使用する厨房器具の需要も著しく増大してきた。ここに紹介する船舶用小型電気冷蔵庫もその一つで、当社でも、すでに播磨造船、浦賀ドック、鶴見造船、東日本重工業横浜造船、西日本重工業長崎造船所等各所の造船所へ納入し、大小各種の船舶に搭載した。

終戦後専ら家庭用あるいは商業用等陸上で使用される冷蔵庫を製作してきたが、船舶用のものはこれら陸上用のものとは異り、遙に苛酷な条件のもとで使用せられ、一方サービス等も到底満足に行われるとは考えられない。しかも AB ルール、ロイド規格、AIEE、海事協會鋼船規格等種々の規格が適用されるために、特別の設計、工作試験が必要となることは明らかである。

ここに最近西日本重工業長崎造船所へ納入した冷蔵庫の概略を述べ、更に当所の標準型船舶用小型冷蔵庫を紹介

1 表 冷 藏 庫 仕 様 概 要

型 式		MR-200-B	WR-028	WR-045
主 要 寸 法	外 形 寸 法 (mm)	1,465×740×680	1,895×845×690	2,100×1,060×690
	内 箱 寸 法 (mm)	830×580×415	1,000×645×430	1,205×800×430
	庫 内 容 積 (ft <sup>3</sup> )	7.0	10.0	15.7
	棚数×棚面積 (m <sup>2</sup> )	3×0.86	4×1.17	5×0.97
	肉 吊 用 鈎 数	—	—	4
キ ト 構 造 部 品	外 箱	高級仕上鋼板製、白色ラッカーエナメル仕上		
	内 箱	高級仕上鋼板製、白色珪藻土仕上	18-8 不 銹 鋼 板 製	
	保 冷 材	耐 湿 性 グ ラ ス ウ ール		
冷 凍 装 置	冷 却 器	フ ラ ッ デ ッ ド 式		コンティニユアス・ フィン・クーラ
	冷 凍 機	D.C. 230V, 1/4 HP 水冷式 WH-150 型		
	電 動 機	D.C. 230V, 1/4 HP 1,800 R.P.M		
	冷 媒	F-12		
	温 度 調 節	自 動 温 度 調 節 器		自動膨脹弁・圧力繼電器
	保 護 装 置	過 電 流 繼 電 器		過電流繼電器・圧力繼電器
庫 内 温 度 (°C)		35	35	20
付 属 品		不銹鋼線製棚 (3) 氷皿大 (1) 小 (4), 肉皿 野菜入れ, 果物籠, 氷皿上げ 寒暖計, 庫内燈	不銹鋼線製棚 (1) 氷皿大 (1) 小 (1) 氷皿上げ 寒暖計, 庫内燈	不銹鋼線製棚 (5) 肉吊鈎 (4) 寒暖計, 庫内燈



する。

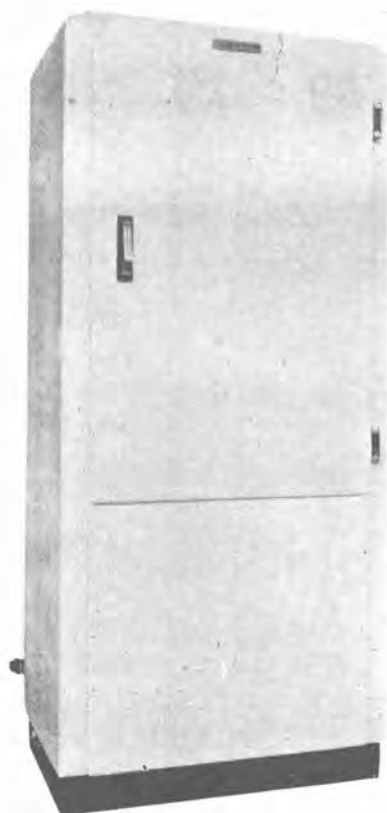
## II. 仕 様

今回長崎造船所へ納入した冷蔵庫は、庫内容積が 7, 10, 15 立方呎の 3 種類で、この 3 種類を 1 組として搭載した。すなわち 7 立方呎のものは高級船員の会食用に、10 立方呎のものは食堂用に、1 立方呎のものは炊事室に使用する。従つて使用目的も一般の冷蔵庫と全く同じで 7, 10 立方呎の 2 種は普通食料品の貯蔵に、15 立方呎のものは肉類の冷蔵も併せて行うために  $20^{\circ}\text{F}$  ( $-6.7^{\circ}\text{C}$ ) の庫内温度が要求されている。これ等 3 種類の冷蔵庫の仕様概要を 1 表に示す。

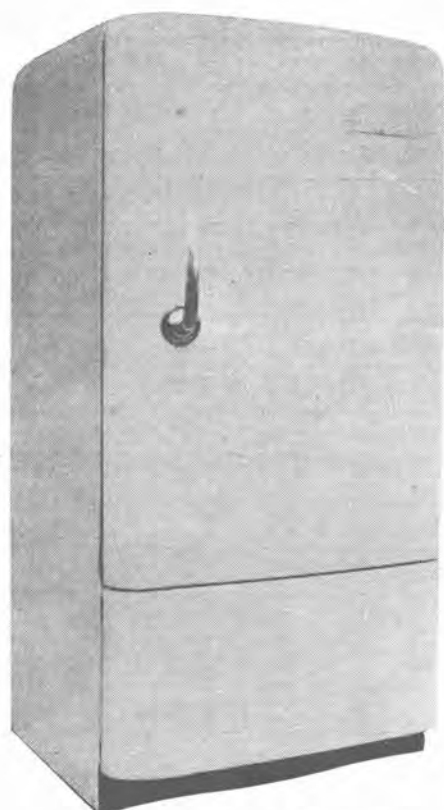
## III. 規 格

船舶用冷蔵庫に適用される規格は前述のように種々あり材料、溶接、圧力容器、電気部品等細部にわたつて規格に合格しなければならないことはいうまでもないが、いわゆる冷蔵庫としての規格は、冷蔵室のように大規模な冷蔵庫に対するものばかりで、ここに述べる小型のものにそのまま適用し得るものは一つもない。

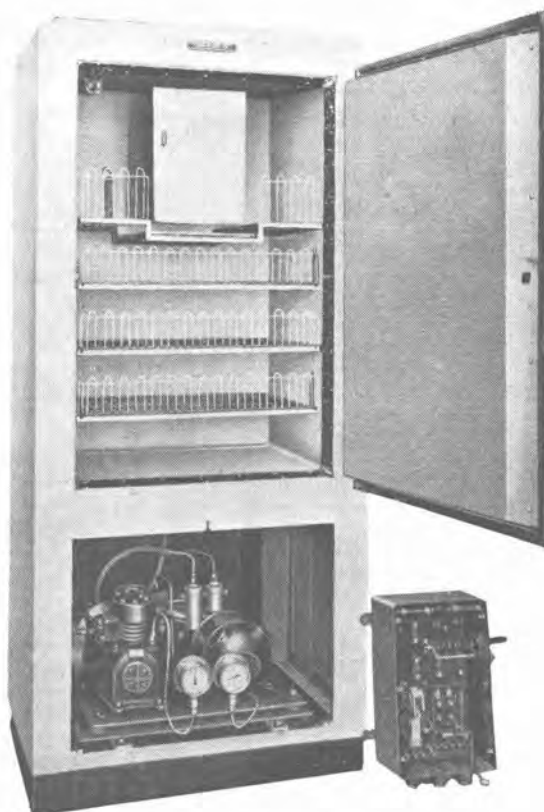
従つて後述する性能試験、補用品の選定等についても、これらの規格に準拠しているにとどまる。



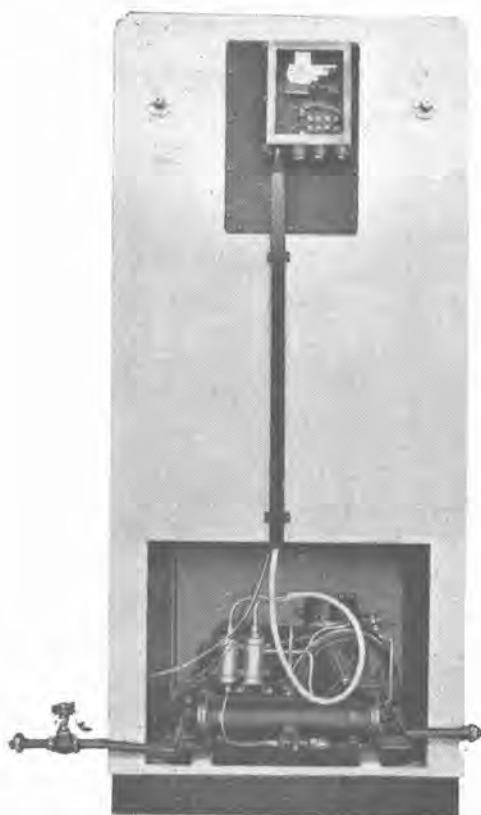
2 図 10 立方呎冷蔵庫



1 図 7 立方呎冷蔵庫



3 図 10 立方呎冷蔵庫



4 図 10 立方呎冷蔵庫

#### IV. 構 造

##### 1. 7 立方呎冷蔵庫 (1 図)

従来家庭用電気冷蔵庫として製作していた MR-200 型を特に船舶用に改造したもので、構造、冷却方式、冷凍装置等主要部分は 10 立方呎冷蔵庫とほとんど同じであるから、次項で総括的に述べることにする。

##### 2. 10 立方呎冷蔵庫 (2, 3, 4 図)

15 立方呎冷蔵庫と共に、特に船舶用として設計したものである。

###### ア. キャビネット

1 表にも示したように外箱は高級仕上鋼板溶接組立、白色ラッカーエナメル仕上で、内箱は 15 立方呎のものと共に 18-8 不銹鋼板製である。その他の各金属部品も塗装、耐蝕性メッキを施してある。

###### イ. 保 冷 材

庫内温度は 1 表に示した通り 35°F (1.7°C) であるが、この場合の船室内温度は 40°C と規定されている。

室温 40°C といえば真夏における屋内温度より約 10°C は高い。従つて凝縮装置に室温の影響が無いとしても冷蔵庫の熱漏洩による負荷が 50~40% 増加することは当然である。言い換えれば保冷材の質の良否が冷蔵庫の冷却性能に及ぼす影響が一層大になる訳で、今回の冷蔵庫には耐湿性も十分に持たせ、かつ従来のものより熱絶縁性能が約 10% 良好なグラス・ウールを使用している。

#### 装 置ウ. 凝 縮

・長崎造船所で建造したのはアメリカとフィリッピン間を航行するフィリッピン向けの船で、船室内温度は前述の如く 40°C と規定されている。幸い 0.5~2kg/cm<sup>2</sup> の圧力を有する冷却用海水の使用が可能であつたために、従来標準型として各種冷蔵庫に使用していた空冷式 1/4 HP 凝縮装置を初めて水冷式に改造して使用した所、凝縮圧力 8kg/cm<sup>2</sup>、吸入圧力 0.5kg/cm<sup>2</sup> という良好な性能を得ることができた。

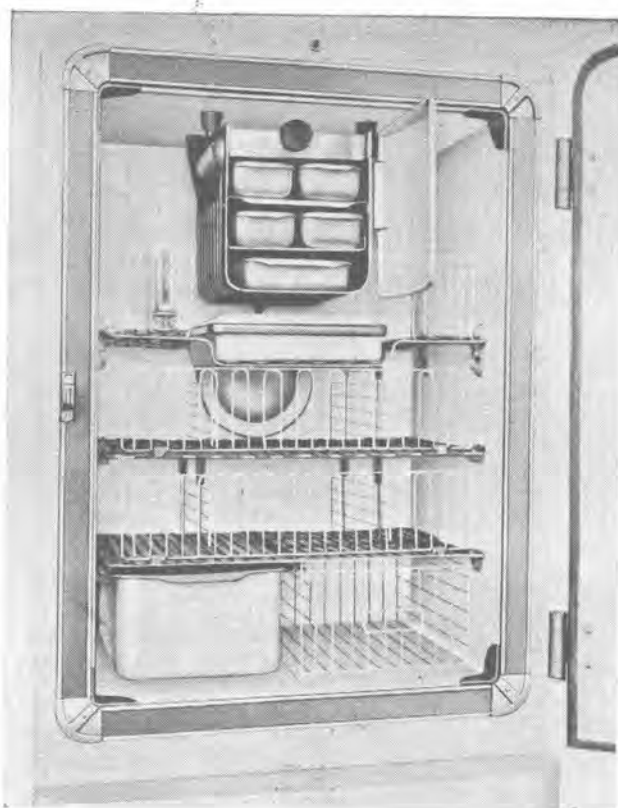
船室内の温度、据付場所の餘裕度等からすれば、水冷式凝縮装置の方が遙に効率がよいが、空冷式を要求される向きも相当にある。

#### エ. 据 付 方 法

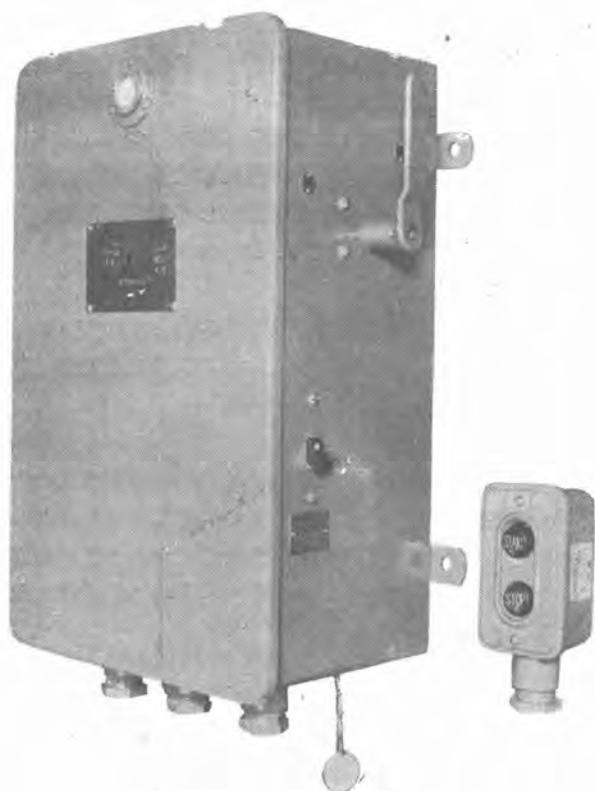
船体の動揺は殊に外海を航行する船舶では相当に大きく 30 度程度の傾斜があると考えて製作しなければならない。そのために冷蔵庫の前脚左右の 2 ヶ所で船床にボルトで固定し、更に背面 2 ヶ所の取付金具で船室壁に取付けることとした。

#### オ. 棚

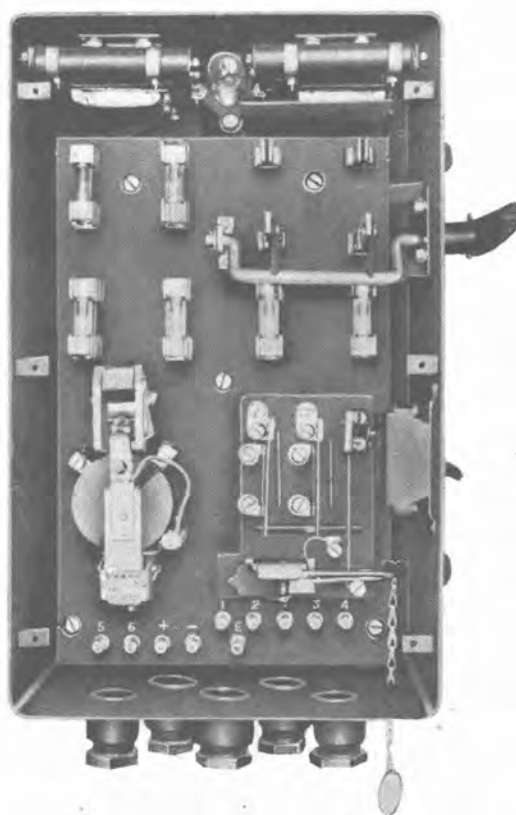
前記据付装置によつて冷蔵庫自体は船の動揺にかかわらず安定を保ち得るが、肝心の庫内に貯蔵した品物は棚の上で倒れたり、扉を開いた際に庫外に転落する心配が多分にある。5 図に示したように、各棚の前縁には片手で自由に開閉のできる棚用いを付けて品物の転落を防ぎ、更に棚の上で転倒するのを防ぐために棚仕切を設け



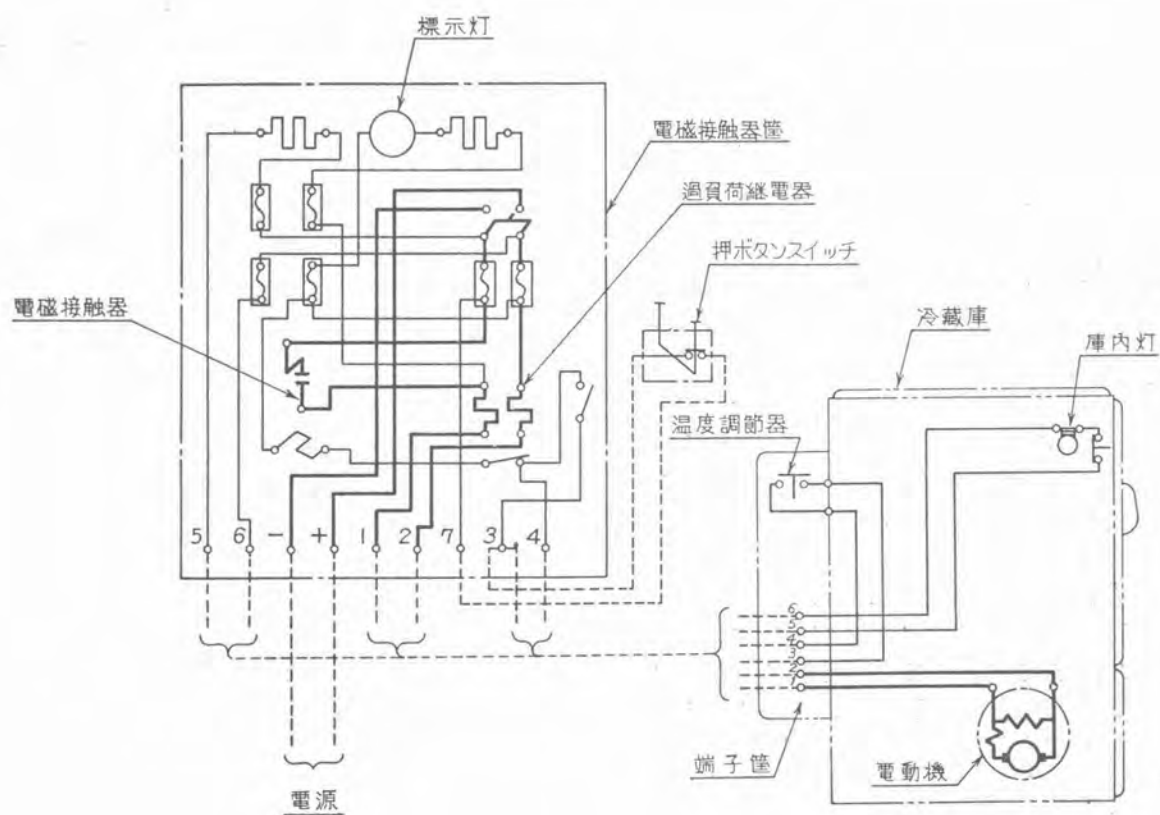
5 図 棚



6 図 電磁接触管箱及び押ボタンスイッチ

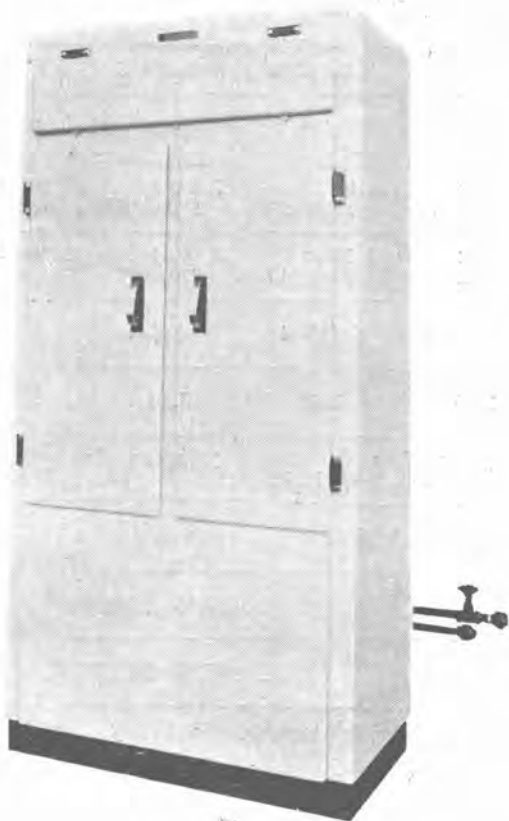


7 図 電磁接触器箱

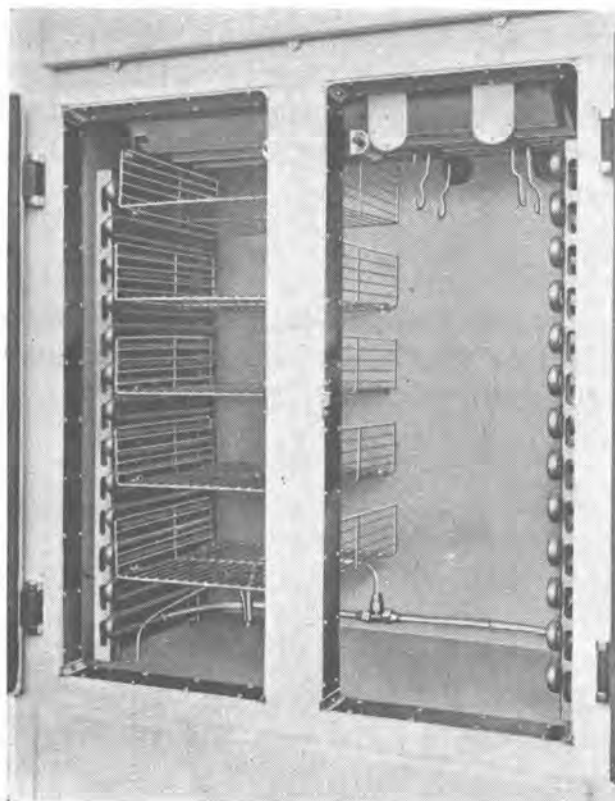


8 図 冷蔵庫配線図





9 図 15 立方呎冷蔵庫



10 図 肉 吊 装 置

2 表 綜 合 性 能 試 験 成 績

型 式	MR-200-B		WR-028		WR-045	
試 験 種 類	無負荷	製氷	無負荷	製氷	無 負 荷	
周 囲 温 度	110°F (43.3℃)					
冷却水温度	95°F (35.0℃)					
庫内温度(°F)	32.5	—	34.0	—	41.0	14.0
凝縮圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	8.3	10.4	—	—	8.3~7.2	8.0
吸入圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	0	0.8	—	—	1.65~2.5	0.5
冷却器温度 (°C)	-18	—	-20	—	2.5~6	-11.5
製 氷 量(kg)	—	2.9	—	3.0	—	—
製氷時間(hr)	—	4	—	4	—	—
電力消費量 (KWH/24hrs)	4.5	5.7	5.5	5.8	—	6.6

3 表 補 用 品 一 覧 表

	品番	品 名	個数	備 考
機 械 装 置 部 品	1	圧縮機, 軸受メタル	1台分	
	2	ク ラ ン ク 軸	1	
	3	辨 板 組 立	1 組	
	4	洩 れ 止 装 置	1 組	
	5	V ベ ル ト	1	
	6	温 度 調 節 器	1	WR-028-S 以上
	7	毛 細 管	1	〃
	8	圧 力 継 電 器	1	WR-043-S 以下
	9	自 働 膨 脹 弁	1	〃
	10	乾 燥 器	1	
	11	電 球	1	庫 内 燈 用
	12	冷 凍 機 油	1台分	罐 入
	13	冷 媒 (ボンベ入)	1台分	サービス・バルブ 充填用具付
	14	バ ル ブ・ハ ン ド ル	1	
電 氣 装 置 部 品	15	電動機軸受メタル	1台分	電動機部品
	16	カーボン・ブラシュ	1台分	〃
	17	ブラシュ・ホルダー	1台分	〃
	13	※ロ ッ カ ー	1 組	〃
	19	電 動 機 油	1 罐	〃
	20	※界 磁 線 輪	1 組	〃
	21	※接触子 (スプリング付)	1 組	電磁接触器用
	22	※マグネット・コイル	1	〃
	23	※電 球 (パイロット・ランプ用)	1	〃

備考 ※印は 直流電源の場合のみ付属

4 表 標準型船舶用小型電気冷蔵庫

型 式	MR-150-A	MR-200-B	WR-022-S	WR-028-S	WR-043-S	WR-057-S	WR-(85-S
庫 内 容 積 (立方呎)	5.5	7.0	8.0	10.0	15.0	20.0	30.0
外形寸法(mm) 高さ×幅×奥行	1,400× 690×605	1,465× 740×680	1,560× 790×663	1,750× 860×680	1,800× 1,100×680	1,800× 1,100×850	1,800× 1,600×830
内箱寸法(mm) 高さ×幅×奥行	786×516×395	830×580×415	900×600×415	1,000× 660×430	1,100× 900×440	1,100× 900×600	1,100× 1,400×600
棚 数	3	3	4	大 3, 小 3	左右各 4	左右各 4	左, 中, 右各 4
棚面積 (m <sup>2</sup> )	0.72	0.86	1.10	1.35	1.62	2.24	3.36
冷 凍 装 置	空冷または水冷 150 型 1/4 H.P.			空冷または水冷 330 型 1/8 H.P.		空冷または水冷 350 型 1/3 H.P.	
電 源	直 流 交 流 及 び 電 圧 は 指 定 通 り						
温 度 調 節	自 動 温 度 調 節 器				圧力継電器 自動膨脹弁		
保 護 装 置	過 負 荷 継 電 器				圧力継電器 過負荷継電器		
付 属 品	金属製棚, 肉皿, 氷皿, 野菜 入れ, 果物籠, 栓抜き, 庫内 燈, 寒暖計			金属製棚, 露受皿, 氷皿, 栓 抜き, 庫内燈, 寒暖計		金属製棚, 庫内燈, 寒暖計	

た。しかもこの仕切は取外しもでき、品物の大きさに応じて取付位置を自由に交えることができる。

#### カ. 管制方式・配線

6, 7 図に電磁接触器管および押ボタンを示し、8 図に冷蔵庫の配線図を示してある。

#### 3. 15 立方呎冷蔵庫 (9 図)

前記各種の冷蔵庫は家庭用の型式を採用し冷却器はフラツデッド式で製氷も可能であるのに対し、この冷蔵庫ではフィン・クーラを使用した。庫内温度は前にも記したが 7, 10 立方呎の 35°F に対し 20°F である。その他の構造は大体同じ様式であるが、庫内片側には 10 図に示す肉吊鈎を取付けた。

#### V. 試 験

以上述べた冷蔵庫は何れも AB ルールが適用され、冷媒系統の圧力試験、電気部品の各種試験はすべてこの規格によつて行い、最後に室温 40°C、冷却水温度 35°C で行つた総合性能試験結果を 2 表に示す。なお試験方法は NEMA 規格によるもので、従つて室温は 110°(43.3°C) とした。

#### VI. 補 用 品

船舶用小型電気冷蔵庫の補用品を規定する規格はなく、大型冷蔵庫に対するものに準じて 3 表に示すものを補用品とした。

#### VII. 標準型船舶用小型冷蔵庫 (4 表)

家庭用あるいは商業用冷蔵庫に標準型があるように、船舶用にも小型のものは、今までに製作した実績から見ても標準型を決めるのが好都合であると考えられ、現在は 5, 7, 8, 10, 15, 20, 30 立方呎の 7 種類を標準型として製作している。ただ船舶用という特殊の事情があるので、直流、交流の別、電源電圧、空冷、水冷の別はその都度決定している。

#### VIII. 結 語

以上は最近長崎造船所に納入したものを例にとり標準型船舶小型冷蔵庫を紹介した次第であるが、なお一層の研究を重ね、性能の向上を計りたいと考えている。

# 電 氣 用 刷 子 の 磨 耗 ( 3 )

森 田 義 男  
前 田 利 晴  
神 戸 製 作 所

## VI. 結 果 の 考 察

### 1. 大 気 中 の 結 果 に 及 ぼ す 各 因 子 の 影 響

大気中で 1.5KW 充電発電機に EG 41 刷子を用いたと殆んど同様の条件での実験のみを通覧しても、4 表 6 図に示す如くその走行距離に対する磨耗量は非常に広い範囲に分布している。この散ばりの原因が何に起因するかを前後の実験を加味して考察することによつて、各因子の影響を明かにすることができると思われる。さて前述の如き実用の発電機で同じ種類の刷子の磨耗を左右する因子は 物理的条件、電氣的条件、周囲条件の 3 者に分けて考えられ、このうち実験の際われわれが任意に選べる可能性のあるものと、その結果として与えられるものとに區別することができる。18 表はこれらの因子を試みに記して見たものである、以下各因子の影響を主として III. 1~2 の実験について考察して見ることにする。

#### ア 整流子面の機械的状態の影響

整流子は実験前に必ずグラインダー仕上をし、刷子は普通 40 時間程度の滑合運転の後実験を開始した。運転に従つて整流子面は亜酸化銅色になるとともに、その縞刻度を増すが 3 表の 8,000 軒の走行距離においても EG 41 刷子で、磨耗は直線的である。その他の実験でもすべて同様であり、この縞刻度の増加が特に走行距離に対す

る磨耗を増加せしめていないことと、初期の整流子面の状態がほぼ一様であつたに拘らず磨耗は廣く分布したことから考えて、面の機械的状态が特に甚しい差異のない限り問題とするに足りないと考えられる。

軟質天然黒鉛系刷子では走行距離対磨耗がやや増大氣味であり、滑合時間を入れて 7,000 軒程度より磨耗の増大率もかなり大となる傾向にあるが、面の機械的状态には關係なく他に原因を求めねばならないであろう。

また特に整流子片の僅かな一部の磨滅による凸凹では 4 表の一例の如く、磨耗は 10 倍にも達するが、これは衝撃または切欠磨耗で滑動による普通の磨耗とは區別さるべきものと考えられる。

#### イ. 周速度、滑合度

周速は殆んどの実験が 1 秒當り 12m で行つていゝので、EG 41 のみの比較では問題にならない。刷子の滑合度は刷子面が整流子と完全に接觸するまで行つて実験を開始しており、磨耗の分布には關係がない。

#### ウ. 電流密度の影響

III. 1 の負荷電流の影響を調べた実験はたゞ 1 回のみの実験であるが、負荷電流が無負荷に比して大して影響を与えない結果となつてゐる。文献によると機械的磨耗は通電の場合の磨耗に比して甚しく低いと考えられてゐるがこの実験では  $1/2$  程度と見られる。電流密度が増大す

18 表

条件大別	与え得る条件	任意にならない条件	備 考
物理的条件	整流子面の機械的状态 周速度刷子の滑合度 整流子の偏心 刷子圧(バネ常数は一定) 刷子函の裕度	摩擦係数 整流子の温度刷子温度 面の荒れ 刷子振動その他	判然とした區別はお互に關聯があるためできない
電氣的条件	電流密度(負荷電流) 刷子極性	刷子温度 (整流子温度、摩擦係数) 整流	
周囲条件	機体温度	氣 壓 溫 度 濕 度	



ればもちろん磨耗は漸次増大する傾向にある。  
この実験以外は負荷電流は何れも  $25 \text{ A/cm}^2$  の電流密度としており甚しい不均等電流は考えられないが、たとえ電流密度の差が生じていたとしても上記の結果から数倍の磨耗量の分數を説明することはできない。

## エ. 刷子極性の影響

Ⅱ のすべての例で極性による相違を拾つて見ると 19 表の如くである。刷子磨耗の極性による差異は普通には観察されない程度と言われているが、本実験では発電機を用いた普通の運転で負刷子すなわち陽極刷子が僅かに大となつてゐる。なおこの 1.5KW 充電発電機による実験中ベアリング磨損の場合の一例、振動台の 1 馬力鋸架電動機の実験の例では、いずれも逆に負極刷子が大となつてゐる。この原因は、一般には整流状態が真の弧光発生となつてゐるためと考えられているが、このうち振動台上の実験では、整流は全く良好で特に電弧による焼損とは考えられない状態であつたが、ベアリング磨損の場合はこの理由によるものの一例であらう。

次に天然黒鉛系刷子の磨耗の例、EG41 刷子の整流子片一部不良の場合は前者は特に整流良好な刷子であり、

後者は磨耗の機構が他と異なつてゐると見られるが全体として整流悪化の時間が少なかつたため普通の運転と同様陽極刷子の磨耗が大となつたものであらう。

全般的に言つて普通の運転では陽極刷子の磨耗が大であり、少時間の運転では僅かの差にすぎないが、直線的にその差を増大する。また機械的条件が悪化する場合はこの極性による差はさらに大となるが、整流が悪化する場合は却つて負極刷子の磨耗が大となつてゐる。

しかし以上の何れもこの極性による差異は特別な場合以外は僅少で、20~0%を超えないものである。従つてこれによる磨耗の廣範圍の分散は考えられない。

## オ. 刷子の温度上昇

1.5KW 充電発電機では強制通風で機体温度  $75^\circ\text{C}$  になるように調整し、一定電流密度で実験を行つたが、刷子の温度はかなり廣い範圍に分布してゐる。刷子温度を測定し得たもののみを抜出すると 20 表の如くである。

なおこの外に 5 表に示した電流密度を變化した場合の刷子温度を知ることができる。

これらによると負荷電流 0 の場合 既に  $70\sim 80^\circ\text{C}$  に近い値を示しているが、電流密度を増大すれば、温度及

19 表 極性による磨耗の差異

実験条件	極性名	※1				※2											
		(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)				
15 kW 発電機	刷子極性	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽
	刷子名	EG 41		〃		〃		〃		〃		〃		〃		〃	
	運転時間 (hr)	200		16.40		15		15		10		30		10		60	
	負荷電流 ( $\text{A/cm}^2$ )	25		〃		〃		〃		〃		〃		〃		〃	
	刷子圧 (g)	680 ~740	600 ~720	740 ~750	630 ~640	710 ~700	750 ~760	610 ~670	730 ~700	710 ~650	720 ~760	750 ~740	730 ~650	750 ~740	730 ~650	760 ~660	650 ~670
	磨耗平均 (mm/1000km)	0.043	0.048	0.083	0.12	0.11	0.12	1.45	1.55	0.16	0.17	0.10	0.10	1.3	1.2	0.015	0.083
	刷子名	EG 41		〃		〃		〃		〃		〃		〃		〃	
	運転時間	45		30		30		30		30		30		30			
	負荷電流 ( $\text{A/cm}^2$ )	25		〃		45		8.8		13.4		18		25			
	刷子圧 (g)	610 ~770	750 ~790	680 ~710	〃	610 ~760	〃	660 ~700	〃	640 ~710	〃	650 ~750	〃	650 ~700	〃		
	磨耗平均 (mm/1000km)	0.20	0.23	0.023	0.028	0.064	0.061	0.037	0.046	0.034	0.025	0.061	0.077	0.040	0.062		
1HP 電動機 (振動台)	刷子名	サカエ 11R		EG-41		MG 9 RB		375W		天黒糸		〃					
	極性名	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
	刷子極性	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽
	運転時間 (hr)	50		50		60				240							
	負荷電流 ( $\text{A/cm}^2$ )	10		10		10				10							
	刷子圧 (g)	400 ~400	320 ~390	400 ~440	320 ~390	310 ~350	300 ~310			480 ~480	570 ~480	480 ~480	570 ~480				
	磨耗平均 (mm/1000km)	0.12	0.12	0.12	0.17	0.37	0.40			約 0.1	約 0.24	0.023	0.027				
	刷子名	サカエ 11R		EG-41		MG 9 RB		375W		天黒糸		〃					
	極性名	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
	刷子極性	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽	陰	陽

20 表 刷 子 温 度

電 流 密 度 ( $A/cm^2$ )	25	25	25	25	25	25
運 転 時 間 (hr)	200	30	16.40	30	30	30
単位運転時間 (hr)	10	30	20×50	10	10	30
主 刷 子 温 度 ( $^{\circ}C$ )	130~140	130~170	120~140	130~155	145~185	132~171
平均刷子温度 ( $^{\circ}C$ )	135	—	—	133	160	—
整 流	#1~#4	#4~#5	#4~#6	#1~#4	#1~#4	#4
磨 耗 量 (1mm/1000km)	0.045	0.07	0.10	0.70	0.10	0.051
刷 子 圧 (g)	600~740	50~7.0	630~750	650~710	650~750	650~700
偏 心 (mm)	0.007	0.018	0.019	0.018	0.031	0.018

び温度範囲とも増大し、直接電流と関係の深いことがわかる。また 20 表から見られる通り見掛け上の整流による相異はなく、むしろ偏心の大きな一例が特に廣範囲でしかも高温になっている。

以上の諸例から刷子の温度上昇は電流密度ばかりでなく、機械的条件にもかなり左右されることが考えられる。一方刷子の磨耗は、摩擦状態や振動状態に最も左右される如く、また電流密度の多少の相異では左右されないこのことから、刷子温度の影響は摩擦係数の臨界温度以上の本例では2次的意味をもつに過ぎないと思われる。

#### カ. 周 围 条 件

周囲条件のうち機体温度、室温などは刷子温度がかなり高いので取り上げる必要はない。湿度の影響はかなり大であると言われるが、この場合は整流子温度、刷子温度とも  $100^{\circ}C$  以上であり、機体内の湿度は外気温度とは異なっており、いわゆるローマン氏の水膜や吸湿分はかなり除去された形で運転されたと見られる。従つてこの影響は當然無視されて差支えないと思われる。

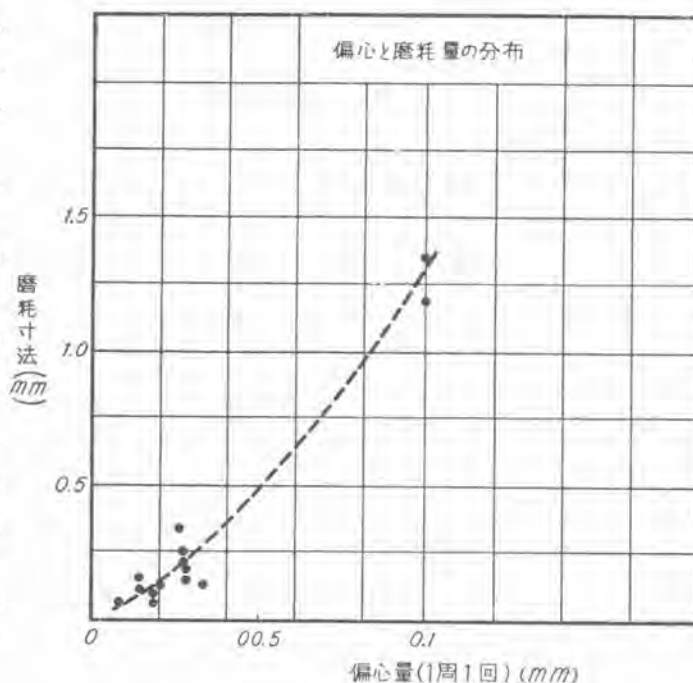
#### キ. 刷 子 函 の 裕 度

刷子の運動性が甚しく磨耗を左右することを考える。裕度の影響は著しいものと思われる。またこの場合には側面磨耗に判然と表われてくる。1.5KW 充電発電機の実験では、裕度も大抵一定に近いものとし、側面磨耗などが見られなかつたことと併せて考えて、本実験での影響は特別にこれを考える必要はない。

#### ク. 偏 心 及 び 刷 子 圧 の 影 響

以上述べた各因子の影響では、同様の条件で行つた刷子の磨耗でも、4 表の如く 30 倍以上に達するものがあり、特にこれらの磨耗量の多いものは機械的条件の悪化によることが知られる。すなわち 4 表で整流子の一部が甚しく磨耗して凸凹となつた場合などである。

一般に整流子の平滑なものでも整流子片の角に刷子が衝突し、高い弾性振動を行つていと考えられるが、この場合の如きは特に数枚の整流子片の局部磨耗のため整流子片の角で切除される如き状態となつたものである。電気用刷子の磨耗 (3)・森田・前田



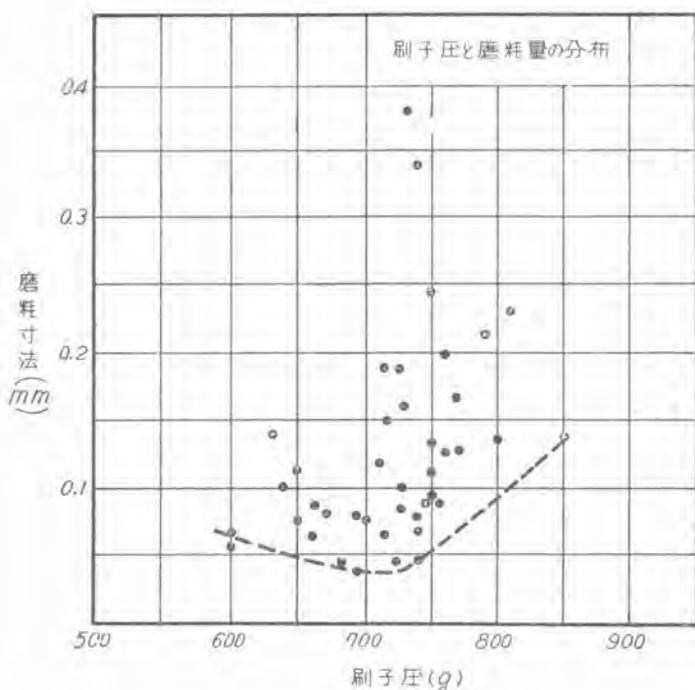
21 図

う。なおかゝる整流子片の不連続性は刷子と整流子とを離間せしめる結果ともなり、これによる衝撃あるいは衝撃疲労磨耗を生じ普通の状態に比し甚しく磨耗を増大することになる。

また他の一例ではベアリングが磨損して連続的ではあるがかなり大きな偏心運動を整流子がとつた場合で、これもかなり大きな磨耗量を示している。本実験での偏心量は実験の際は一定にするのが困難なので種々の値のまま行つたが、この影響を考えるために磨耗量との関係を示して見ると 21 図の如くである。

1 周 2 回の場合は衝撃力が速度に比例すること考えると偏心量の 2 倍をもつて表示すればよい。

これによると偏心が大になるに従つて磨耗もかなり急激に増大している。この範囲の偏心週期は刷子パネの自由振動数に比し十分低いので、整流子との離間は問題とな



22 図

らない。もち論この偏心量は單なる偏心を示しているものでなく、整流子片の角との衝突や摩擦係数の周期的変化による水平方向の衝撃の度合を含めた刷子の運動性を表示する量としてとりあげたものである。

次に刷子圧の影響であるが、この値も一定にできなかったため 600~810 gr の廣範圍で行つており、この影響も見逃すことはできない。

今刷子圧と磨耗量の関係を図示すると 22 図の如く廣く分布し一定の傾向を示さないが、最低にある磨耗量は

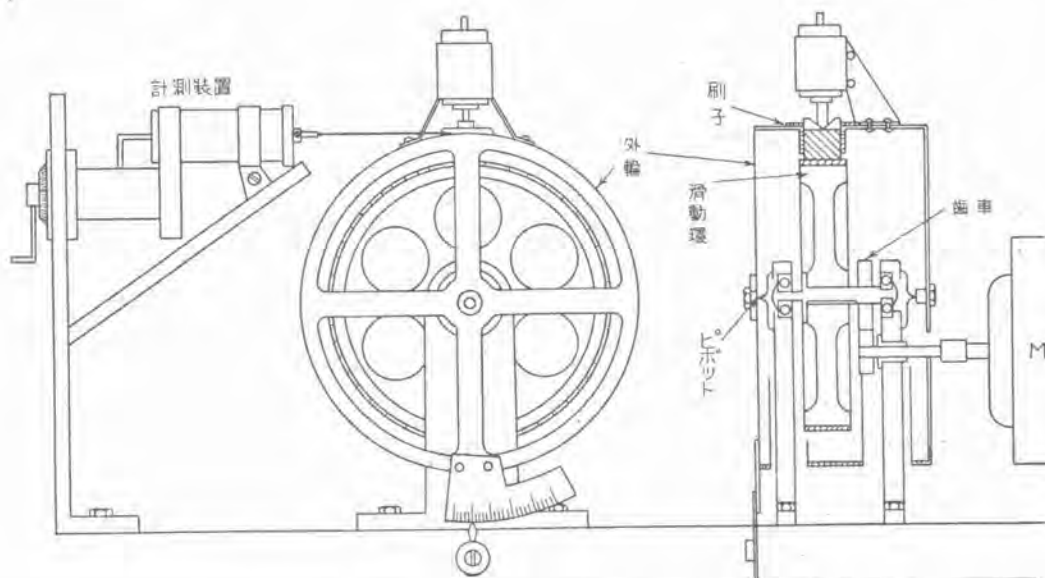
文献の示す V 曲線をとつている。これを刷子圧の異なるものの最良条件のもののみについて示す関係と解釈すれば、この刷子圧の変動では 2 倍程度の変動が考えられる。

#### ケ. 刷子の切り方による磨耗の差異

刷子の切り方が異なれば当然磨耗に対する強度も異なるが、以上のように種々の条件によつて廣く磨耗量が分布するから簡単に比較することはできない。最も影響があると考えられる偏心が同程度のもので刷子圧、整流などを考えに入れて比較して見ると、4表 No. 2 (切り方 [I]) と No. 9 (切り方 [II]) は刷子圧も整流も同様で、偏心も同様であるが、切り方による差異はない。また実験 No. 4 (切り方 [I]) と No. 12 (切り方 [II]) では刷子圧が前者がやゝ大で磨耗は大となつており、No. 2 で比較すると刷子圧はほぼ同様で偏心はやゝ No. 2 が条件がよくなつていて、磨耗は切り方 [I] が少ない。

実験 No. 7 と 13 の比較では No. 7 が磨耗が平均的でないため比較しにくい。以上のことから考えて切り方による磨耗の相異は本実験程度では判定できない位に少ないものであらう。従つて上記のすべての考察で切り方による相異を考えに入れなかつたが、結果としては差支えなかつたわけである。

なお III. 2. ウに示した切り方による欠損の仕方は判然たる差異を示しており、加圧層が剝離する如き傾向に欠損を進めることを推察するに難くない。従つて整流を考えに入れてとられている切り方 [I] が振動を伴う使用条件ではむしろ切り方 [II] の方が刷子の欠損に対する寿命には強く、たとえ運転中欠損しても甚しい欠損でない限り差支えなく運転できる点で特長をもつている。このことから考えると切り方 [II] は磨耗及び欠損に対して他に比して劣つていることが推察される。



23 図 摩擦係数測定装置



## コ. 振動の影響

刷子に対する振動の与え方に 実験機体自身に振動を与える場合と、刷子のみに振動を与える場合との二つが考えられるが、前者は振動台またはエンジンに機体を取付けた場合で、後者は整流子を段付にするとか偏心を与えた場合である。機体に振動を与える方は刷子に対する影響は間接的であり、ある場合は全く影響が見られない場合も考えられるが、刷子に直接振動を与える整流子の段付あるいは偏心では直接の影響を知ることができる。本実験ではその両方の結果を示したが、何れも断片的で漠然たる結果を得たにすぎない。

軸方向に外部から振動を与えた実験では 振動数 $10\sim$ 全振巾 8mm 程度で、磨耗は 2~3 倍位、三方向に全振巾 0.2mm、 $140\sim$ 以上のエンジン振動では 1~1.5 倍程度である。

金属黒鉛質で全振巾 0.2mm、 $110\sim$ 程度の偏心による直接の振動では 前回の外部より与えられた全振巾 8mm、 $10\sim$ の振動に比して基礎条件が同一でないが 1~2 倍と考えられる。前述の偏心の影響も考え併せて、刷子が偏心による振動を与える時は意外に磨耗するのではないかと思われる。

また振動による磨耗の一つの特長は側面の磨耗が生ずることである。これは刷子の摩擦係数変動や弾性振動その他による衝撃であろう。

## サ. 刷子の研磨性

刷子は滑動によつてそれ自身磨耗すると共に整流子、滑動環に縋刻を与えるが、この刷子の研磨性はまた刷子自身の磨耗を増大すると考えられるが、磨耗の時間的特性の直線性から考えて殆んど影響はない。ただ軟質刷子に多少の影響があることが磨耗が時間的に漸次増大気味であることから考えられる。さて III. 1. I. に述べた各種の刷子が示す磨耗と研磨性との関係は 金属黒鉛刷子は比較的大きく縋刻し、磨耗も他の種類に比して大であり、炭素質が大きな縋刻を与えるが、磨耗及び増大率は小さい。電気黒鉛系は何れもこの中間に位する。

この研磨性の原因は文献にもしばしば示されている如く刷子中の異質物、灰、などであり。硬度などにはよらない。縋刻の度合は眞鍮滑動環で示したように思いの外深く、電気黒鉛系で 1,500km 走行で最大 0.006mm 程度で、刷子磨耗寸法の約  $1/10$  である。この縋刻度の影響

が表われないのは平均寸法で磨耗を示したためでもあろうが、刷子の極部的異状による縋刻部を普通は刷子粉で埋めて滑動しており、刷子の附着量を示した実験結果やその他の運転で薄黒鉛粉で覆われることを見ても考えられる。

## 2. 水霧中、油附着状態での各因子の影響

水霧中、油附着における結果の考察を行う前に銅環上の摩擦係数の実験結果を説明することにする。

### ア. 滑動環上の摩擦係数

工場で簡単に測定できる摩擦係数試験機を試作し、種々の刷子について大気中、水、油附着状態との関係などについて実験したものである。23 図は測定器を示したもので、これを用いた結果のみを示すことにする。絶対値ではなく摩擦係数の変動を見れば足りるからである。

### (1) 実験の経過

油や水が整流子面に存在する場合 前述の如く磨耗や整流に種々の現象を示すことについて、これらの両者に直接の関聯性を有するものは摩擦係数及び接触面同志の状態以外にないことは推察に難くない。実験は四種の刷子で別箇に滑動環の面の酸化、水油の附着、黒鉛膜の附着、滑動環の乾濕などの種々の状態で摩擦係数及び面の削られ方などが如何になるかを観察したものである。これらを実験の進行に従つて説明すれば次の如くである。

#### a. EG-241 刷子の場合

実験は滑動環をグラインダー仕上後サンドペーパーで仕上げ、刷子はサンドペーパーで仕上げた後滑合運転を開始した直後から亜酸化銅、酸化銅色となるまで滑合運転を行つた。その間の変化は 24 (a) 図に示す通りであるが結果を纏めると 22 表の通りである。この実験は事故のため中止したが面の状態と摩擦係数の関係を如實に示している。

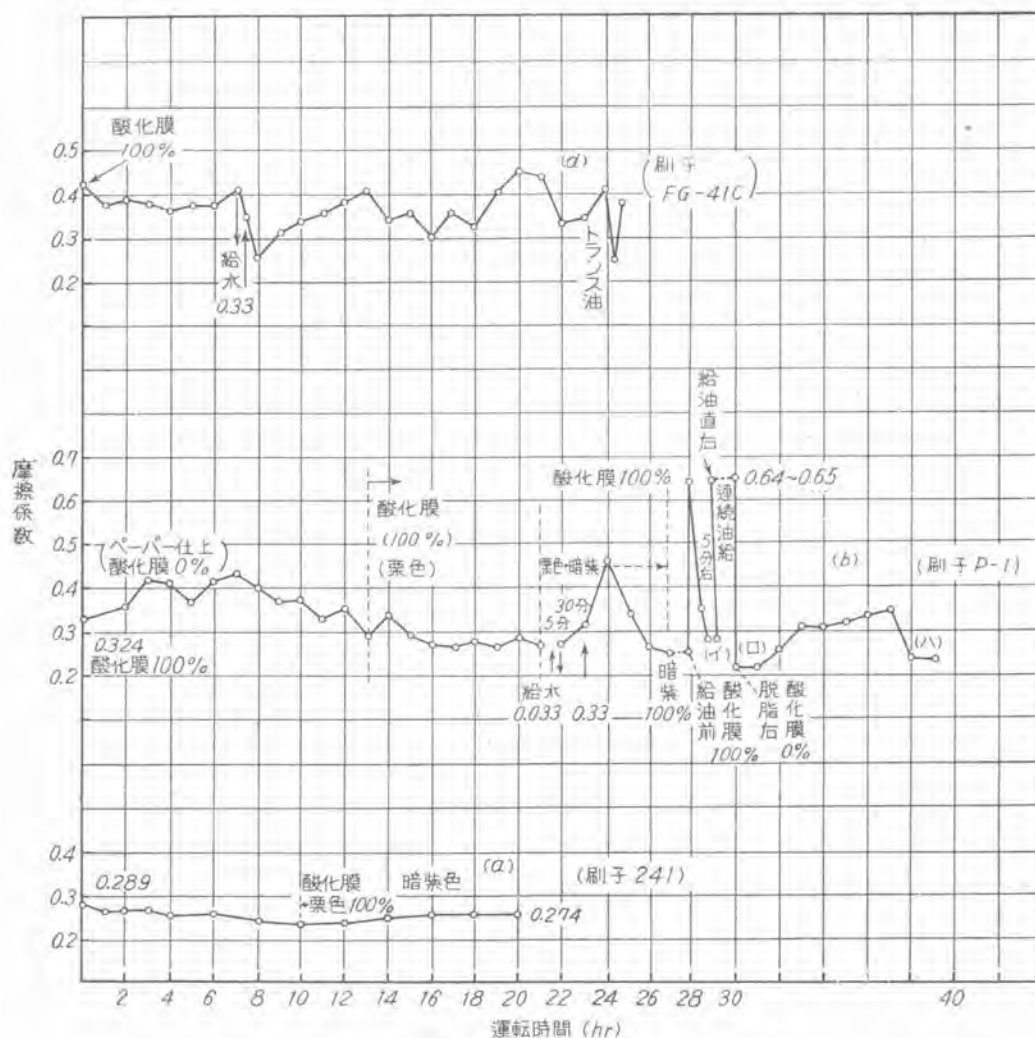
#### b. P-1 刷子の場合

上述の実験の面に P-1 刷子をペーパー滑合後運転し、直後の摩擦係数を測定し、直ちに滑動環面の酸化膜をペーパーで削りおとして酸化膜を 9% とした。その後滑合運転を行いつつ摩擦係数を測定し、摩擦係数の安定したときに給水、その後は給油を行いそれぞれの状態で測定観察した。

24 (b) 図はこの経過を示したもので、これを纏めたものが 22 表である。この実験で酸化膜は油が供給され

21 表 EG-241 と 摩 擦 係 数

状 態	環ペーパー仕上 刷子ペーパー仕上	中 間	酸化色淡色 (100%) 滑合完	中 間	酸化色暗紫
経 過 時 間 (hr)	0	8	10	14	16
摩 擦 係 数	0.29	0.25	0.22	0.24	0.25
結 果	運転始め大 酸化膜の進行と共に漸次 $\mu$ 小		10 時間程度で滑合完となるも酸化色進行とともに大となる		酸化暗紫膜の $\mu$ 大



24 図 a, b, c 滑動環上の摩擦係数

22 表 P-1 と 摩 擦 係 数

状 態	環暗紫酸化膜 (100%) 刷子ペーパー仕上	環のみペーパー仕上 酸化膜 0%	中間	栗色酸化膜 100%	右に 給水 栗色→暗紫 100%	給水 中止	給水 中止より 1時間	乾燥		給油 モビール	乾燥	"	給油 モビール	中止 油除去 酸化膜 0%	その まゝ 運転	黒化 → 黒鉛 線線
経過時間 (hr)	0	0~6	10	12~18	瞬間		給水の 間中 (30分)	給水中 止より 1時間	" 4	瞬間	5分後	10分 60分給 ~50油中	給 油中	0	1	3~6
摩擦係数	0.32	0.35~0.42	0.32	0.3 ~0.27	0.033	0.27	0.033	0.45	0.24	0.64	0.37	0.27	0.65	0.22	0.23	0.32
結 果	環に酸化膜があればμはたしかに小さい 12~18 時間で安定し 0.27 程度 (a)				給水あれば面湿潤のときはμは0.03代に瞬間的に下る 酸化膜は 30 分で無くならない (b)			中止後乾燥すると速かにμは大となり次第に元に戻る 中止直後は 0.27~0.32 である (c)			給油で瞬間的に 0.65 と なる 1 時間で酸化膜は無くなる 乾燥すれば速かに低くなる 中止直後は水の如く元に直ちに反らない (d) (e)			刷子環とも脱脂直後μは小、次第に黒鉛粉線条をつけ一時大となり後安定する (f)		

ると刷子は直ちに除かれる。この酸化膜0%の状態でも $\mu$ は0.22となるが、これは大気中で亜酸化銅膜があれば $\mu$ は低いことが種々確かめられているに拘らずかゝる結果を得ているため、滑合による滑動面の結晶の微細化があれば、酸化膜それ自身は直接の影響を与えていないのではないかと疑念がもたれる。この0.22の値は2時間200°Cで乾燥した刷子で油が十分にはとれていなかったものであろうが、それにしても25図(b)(ハ)の値の0.25も低い値を示している。(イ)と(ロ)との差異は、(イ)は給油は中止したが、油は刷子函にサイフホン状に保有されているため、(ロ)の油を強制的にとり除いたのと油の量においての相異であろう。給油を中止すると次第に面にもたらされる油量が少なくなるにつれて $\mu$ は下り、乾燥に入ると面に黒鉛の条痕をつけて固化させつゝ $\mu$ が上る傾向にある。これは最後の(ハ)の点の突然の低下が原因不明であるが、それまでの $\mu$ の値から黒鉛条痕上の $\mu$ が大であることを推察するに難くない。

水の場合は瞬間に甚しく $\mu$ が低下し、油の場合は瞬間に増大するが、中止後の回復の仕方は水の方が時間的に早い。また酸化膜は給油の運転ではかなり早く消滅して素銅面の接触となるが、水はかゝる程度が少ないと云える。

以上の実験での種々の疑問を解決するため更に次の同様の実験を進めて見た。

### c. GH 325 の場合

この実験では酸化膜(暗紫色)100%の上にペーパーで滑合した刷子を用いて運転を開始したところ、0.30~0.32で20時間まで殆んど変化がなかつた。この状態でトランス油微量を給油すると、瞬間 $\mu$ は0.2以下に低下する。環面の油を拭きとると0.22位に低下して暫くは安定する。次にモビール油の微量を給油すると、瞬間0.55となり、15分位の間不安定で $\mu$ は0.45位でやゝ安定となる。環面の油を拭きとつて $\mu$ を測定すると0.27程度である。この状態に連続的に給油すると、 $\mu$ は1.1~1.5の間を振動しつゝ酸化膜を50分程度に消滅せしめる。その後次第に低下し、塗布直後の最後と直前の最低の間を振動しつゝ低下する。すなわち酸化膜が切除されるまでの $\mu$ は切除後より大きい値をとつてゐること、油量の大きい程 $\mu$ が大きいことが考えられる。給油中は墨汁程度の粘度で黒鉛がとかされるが、給油を中止してそのまゝ運転を継続して油を乾燥させると、1時間後 $\mu$ は0.62に低下安定する。この環の面には90%位の黒鉛の条痕をつけて乾燥しかなり厚い被膜となつてゐる。この状態で酸化膜は完全になつてゐるが、上記の黒鉛膜を完全にシンナーで取り、刷子も十分脱脂した場合 $\mu$ は0.3程度となり、酸化膜ができるとやゝ低下氣味で0.3~0.27の範囲である。これによると面が緻密な場合は酸化膜がなくても見掛の $\mu$ は大して影響をうけないと思われる。23表はこの状態を一覧表に示したものである。

23 表 GH 325 と 摩 擦 係 数

状 態	酸化膜100% ペーパーで刷 り滑合 (暗紫色)	トランス油 少量給油	モビール油 少量給油	油拭きとり	モビール油 多量給油	乾 燥  給油中止	酸化膜なし 刷子乾燥
経過時間 (hr)	0	22~ 瞬 間	瞬 間	瞬 間	給 油 瞬 間 給油前	1 時間後	直後 次後酸化膜 7 時間 100%
摩擦係数	0.3 ~0.03	0.2 以下に低 下直ちに0.47 上昇後次第に 低下	0.55に上昇不 安定 15 分後 安定 0.45~	モビール油 0.28 トランス油 0.22	1.5 →1.1 不安定	0.62 安 定	0.3 ~0.27
結 果	始めから安定  (b)	微量の場合 は瞬間低下直 ちに上昇 (a)	トランス油と 異なる更に少 量であれば左 に同じと考え られる (d)	油の粘度によ り同じ量でも 異なる (d)	量によつて異 なる酸化膜 50分後完全 なくなる 墨汁程度に流 される (e)	墨汁程度が次 第にかたまり クレオン簾布 状態となる 黒鉛膜の $\mu$ 大 (f)	酸化膜の影響 余り考えられ ず



24 表 GE-410 と摩擦係数

状 態	酸化膜 100%	給水 30 分	乾 燥	トランス油 微 量
経過時間 (hr)	0      中間	8	中 5	(28) 瞬間
摩擦係数	0.42      0.36 ~41	0.03	0.26~0.45	0.25 (0.48より 低下)
結 果	酸化膜があれば滑合不能 (b)	水膜の $\mu$ 0.03 (c)	(c)	微量で低下 (d)

d. EG 41 C の場合

この刷子は EG 41 より硬度の大なるものであるが、酸化膜 100% の面上でペーパー仕上後滑合せを開始した。30 時間の滑合せでも安定せず甚しく変動した。この間強制的に滑合せを行うため、水、トランス油を加

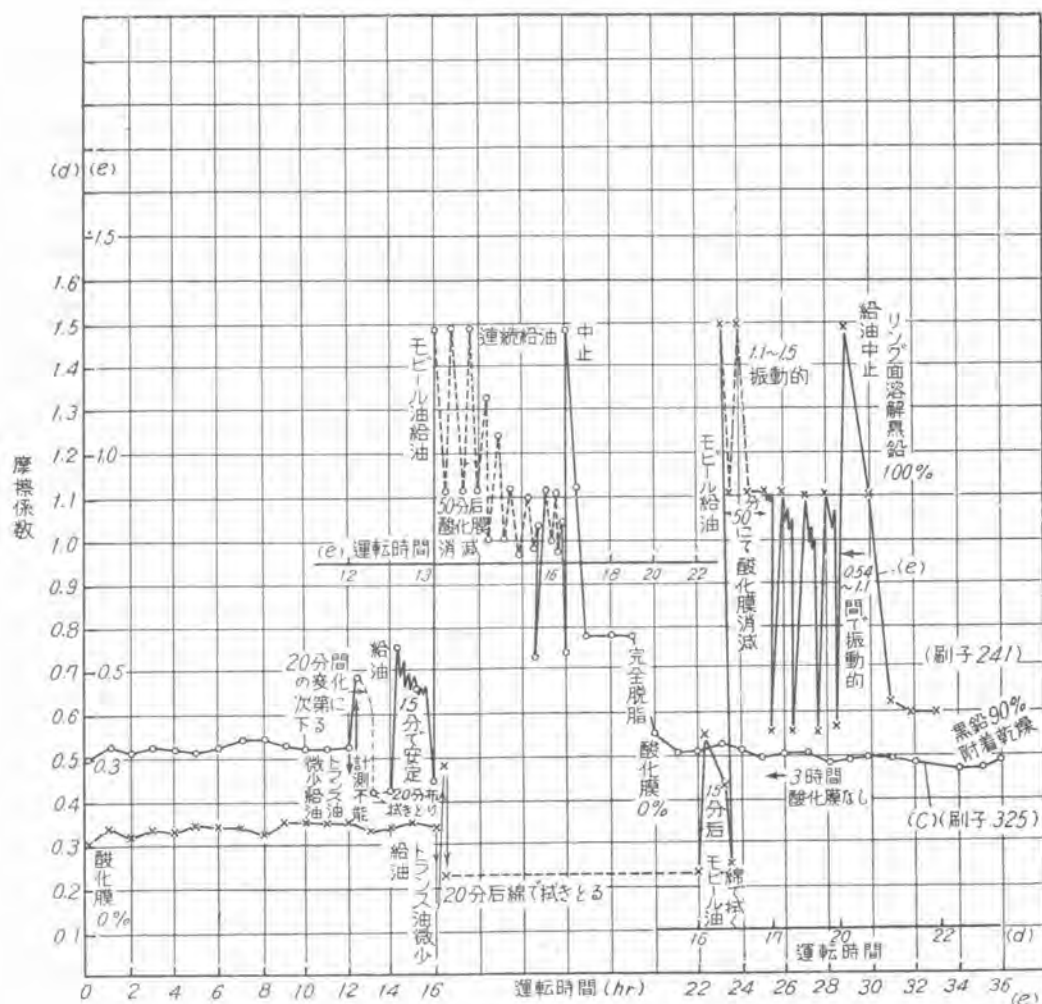
えたが効果なく中止したものである。24 表 24 図はこの状態を示している。

e. EG 241 の場合

酸化膜を油滑刷りで0%にした上で滑合を開始したが21時間でも殆んど低下せず、 $\mu$ は0.3~0.34、トランス油を微量給油すると直後低下し、測定不能でその直後直ちに上り0.47となつた。油を綿で拭つた後は0.23となつた。その後モビール油を微量給油すると、 $\mu$ は0.54となり次第に低下し、15分後0.45、これを綿で拭うと0.22、モビール油を連続給油すると1.49(給油直後)~1.12(10分後)の間を変動し、50分で酸化膜消滅、その後も同様給油すると、1.1(給油直後)ないし0.53(給油直前)の間を変動する。給油を中止後1.49まで上昇それ以後環上には溶解黒鉛が密着(100%)固化して行くに従つて低下し0.6位になり安定となる。25図は241(25表)、325の状況を示している。

## (2) 摩擦係数その他に関する結果の総合

以上の粗雑な実験から直ちに結論を導き難い点もある



25 図 d. l. 滑動環上の摩擦係数

25 表 EG-241 と 摩 擦 係 数

状 態	酸化膜 0 刷子- ペーパー 滑合	酸化膜 あり	トランス 油微量	油を綿で 拭く	モビール 油微量	$\mu$	綿で拭 く	給 油	$\mu$	給油 酸化膜 なし	$\mu$	黒鉛膜 乾燥
経過時間 (hr)	0	0~21	瞬 間	瞬 間	瞬 間	15 分後	瞬間	瞬間	瞬間	暫時	暫時後	
摩擦係数	0.3	0.3~0.4	低下 →0.47	0.23	0.54	0.45	0.22	1.49	1.12	1.1	0.53	0.6
結 果	滑合十分にでき ず (b)	トランス 油微量 低下後上 昇 (d)	トランス 油微量 低下 (d)	モビール 油微量 増大 (d)	次第に 低下 (d)	極微量 低下 (d)	酸化膜50分で 0% この間 $\mu$ 大 (e)	酸化膜なしの 場合が $\mu$ 小 (e)				黒鉛膜 は $\mu$ 大

が大略次のことが推論される。

a. ペーパー仕上の滑動面では面酸化の進行とともに滑合ができ、摩擦係数は低下する。亜酸化銅膜の淡色が濃色よりも 15% 位低目である。滑合は無電流銅環で 300~500 軒位の走行で完了する。

b. 酸化膜存在の場合から無電流で滑合を行うと、滑合は非常に困難である。刷子の種類、ペーパー滑合度に応じて初めから安定したり、全く不安定のまゝである。

c. 環上に水がある場合または適度に湿潤である場合は摩擦係数は 0.03 でしかも安定である。

乾燥するに従つて空気中の場合に限り、黒鉛が附着しつゝ更に増大する。給水すれば瞬間的に低下する。

d. 環上に油が存在する場合は油の種類によつて量に差があるが、油膜を張る程度であれば摩擦係数は 0.22 程度である。油量が刷子質を破壊溶出せしめる程度であれば、摩擦係数は非常に大となる。油量により甚しく相異し 0.4~1.5 程度である。

e. 油があると酸化膜は走行距離 3km 位で完全になくなくなると思われる。これは空気との接触を断たれて磨耗が行われるためであろう。この酸化膜切除までの摩擦係数は非常に大であるが、酸化膜が切除された後は以前に比しかなり低下する。従つて酸化膜が結晶微細な銅の面より軟質で、この場合は刷子質中の強質部または新しい露出部が酸化膜にめり込んだ状態となつて摩擦が行われ、従つて摩擦係数も 1.1~1.5 である。銅面が露出すると、引掻磨耗の状態はやゝ改善されて 0.5~1.1 となる。この値の範囲は面上の油の量、質によるものである。

f. 給油を中止すると、直後甚しく摩擦係数増大し、乾燥するに従つて環上に黒鉛の皮膜ができ、完全に乾燥した場合は摩擦係数は 0.6~0.65 程度となる。すなわち黒鉛と黒鉛の接触となる。これに油が含まれている場合はやゝ高い。また黒鉛の膜が条痕程度であれば普通よりやゝ大の程度である。

g. 酸化膜が完全にでき滑合完了の膜を油刷子で除いた面では摩擦係数は初めから余り変動しない。また酸化膜存在の場合の摩擦係数と同等かやゝ高目である。これらの比較を抜出すと 26 表の如くである。

しかるに文献の示す所では 亜酸化銅による摩擦係数の低下は動かせない事実であり、摩擦係数変態点の存在はこの膜の水和脱水で説明されている位でもあるので、簡単に 26 表の結果を肯定することはできない。従つて上記の結果に對して酸化膜の除去された状態と認めたのが誤りで、極薄層として残つていた状態と考えるか、酸化膜ができるまでに銅面が平滑結晶緻密となつており、油刷子の切削は酸化層のみの切除に過ぎず、ペーパー仕上面などに比せば相當に平滑緻密のまゝとなつていたためと考えるか何れかである。後者の考は酸化膜が懸流子上に偶然存在するために有効であり、従つてそれと大氣湿度との関係で変態点の説明も可能であることは本質的に矛盾はないが、結晶が緻密な銅面でも摩擦係数は酸化膜存在と特に大きな差は無いということになる。

なお文献の示す所では 明らかに銅と酸化銅に摩擦係数の差異を認めているが、その実験の手段は化學的に酸

26 表 酸化膜と 摩 擦 係 数

	ペーパー 仕上面	亜酸化 銅膜	淡色亜酸 化銅膜	酸化膜のみ 除去
EG 241	0.29 ~0.25	0.22	0.25	
P 1	0.35 ~0.42	0.30 ~0.27		0.32~ 0.25 (安定や 黒鉛水分あ り)
GH-325			0.3 ~0.32	0.3~0.27
EG-241 油あり			0.3~0.34 1.49~1.2	0.3~ 1.1~0.53

化したり除いたりしており上記の結果とは比較にならないためと、実験の含油刷子による酸化膜の除去が酸化銅の薄層を残存せしめているとも考えられないため、後者の考えも一概には捨てられない。しかしここでは本報告の主流をはずれるので今後の問題として更に実験を進める予定である。

h. 油の種類による変化は モビール油、変圧器油及びモビール油に油性増進剤を5%混入した3種につき比較した。この結果が 27 表である。油性の高いもの程油量が少くて摩擦係数が高い値となつている。しかし脱脂綿で拭き取つた程度の油量では何れも大體0.22である。給油瞬間の変化はトランス油は急降、急昇の現象が確認される。モビール油では急昇のみみられるがこれも現象としてはトランス油の変化よりももつと早い瞬間に急降が考えられ、装置の応動不能のため外見上急昇のみが見られるのであろう。急降のときの値は何れも0.2以下であらう。

#### イ、水霧中油附着状態の各因子の影響

特殊の環境中においても大氣中と同様の影響が考えられ、この結果の整理は一応これらのことを考えに入れねばならないが、この実験では同一の環境中で実験したものは殆んどないので、ここで問題にできる因子は偏心によつて示される機械的狀態のみである。従つて本節では水霧中及び油附着のそれぞれの場合における種々の現象に対して上述に示した実験結果を参考として理解を進めて行きたい。

#### (1) 水霧の影響

本実験は水の量がかかなり大なる場合と考えられ、中断されるとき以外は常に湿潤状態で回転され、刷子は少しづつ切除されて整流子面を流れまたは溝に入り込んでいく状態である。

a. 水霧が中断されると整流が一時良好になるのは中断後直ちに水が流れ去り、適度の水膜となるため絶縁膜としての性質を失い、しかも摩擦係数は非常に低く、刷子接触は平滑完全であるためと考えられる。その後次第に整流が悪化するのには電流による急速の乾燥とそれによる刷子磨滅粉の固着等のため、摩擦係数の増大、刷子粉の点状飛火などによると思われる。

b. 前述の実験で水の摩擦係数に及ぼす影響は十分に実験されていないが、水によつて刷子は明確な溶解は示さず、従つて実験に示した如く刷子中の硬質部が露呈することによる摩擦係数の増大はなく、單に摺動により削りとられ易く、局部溶解または膨潤するに過ぎないものと考えられる。これは水が殆んど黒鉛質の擴散による汚染をうけないが、整流子面には黒鉛条痕が附着することからもうなすけるところである。このため整流は水が少量ならば大氣中とほぼ同等であるが、量が多いと絶縁膜としての水を介して通電するため、刷子粉が次第に整流子の表面や溝に残留固着するから、整流も大氣中に比し悪化するものと考えられる。

c. 磨耗の極性による差異は上記水膜通電が点弧的でないため大氣中の場合と同傾向である。

d. 磨耗量は初期で大氣中の5倍程度で時間的には増大の傾向にあるが、水による刷子質の局部溶解が膨潤による局部軟化で切除され易くなり、しかも固着した黒鉛粉上を走行することによるものであろう。従つて水量が適度に少なれば影響は非常に少なく、却つて大氣中以下のこともありうると思われる。

e. 刷子温度は水冷却が行われているに拘らず大氣中運転の刷子より約 $\pm 0^{\circ}\text{C}$ も高いことの原因は、絶縁水膜を介しての電流狹塞によるものであろう。

f. 水霧中では明確な酸化膜は形成されない。これは

27 表 油性と摩擦係数

GH-325	状 態	酸化銅面 モビール油 小量	酸化銅面 トランス油 小量	酸化銅面油 拭きとり	水
	摩擦係数瞬	間に 0.05 に上昇 不安定で 15 分後 0.45 程度になる	0.2 以下に瞬間低 下直ちに 0.47 に 上昇後次第に低下	モビール油 0.28 トランス油 0.22	瞬 間 0.03
	状 態	亜酸化銅少し残つ た面モビール油	同右 油性剤混入 モビール油	油 拭 き	
	摩 擦 係 数	0.47	0.65	0.22	
EG-241	状 態	トランス油 小量	モビール油 小量	油拭きとり	水
	摩 擦 係 数	低下後 0.47 に 上昇	0.54	瞬間トランス油 0.23 モビール油1.22	瞬 間 0.03

空気との接触不完全、水の電解による水素化などのためであろう。

## (2) 油附着の影響

整流子面に油が浸入すると前述の実験結果の如く整流及び磨耗に著しい影響を与える。本実験では塗布直後直ちに乾燥する程度の油量から実験中全部濡潤となる程度の油量に至るまで種々の量を与えたものである。

a. 整流 油の量による整流子の状態は量が少ない場合は電流によつて殆んど乾燥し、油の量が大になるにつれて乾燥までの時間を増し、30 分当り 100mg では次の塗布時まで乾燥しない状態であつた。

刷子の磨滅粉は油によつて逸流する程度でなく、面や整流子の溝に乾燥とともに固着するため、ある程度の運転後は刷子粉の固着した上を走行する結果となり、摩擦係数は前述の附加実験の如く非常に大となりまた摺動も不圓滑で刷子に振動を与え整流を悪化したものと思われる。油量が大なる場合は整流子面は濡潤であるが刷子磨滅粉は次第に堆積して半固着となり、しかも刷子質の油による溶解による摩擦係数は油が乾燥固着した磨滅粉上を走行する場合に比し更に高く、従つて整流の悪化度も大である。また何れの場合も磨滅粉は整流子溝に針状に堆積し、これも悪化の有力な一因となる。

### b. 塗布直後の整流異常

油量の少ない場合は酸化膜が形成され、塗布直後のみ油膜が形成されるため、電流狭塞による整流悪化、刷子質溶解のための酸化膜切削による摩擦異常、磨滅粉の點状飛火などによる整流悪化を示す、また更に走行距離がある程度に達すると逆に直後良好となり漸次元へ戻る。油の種類、量によつてこの間の走行距離、回復時間などは異なるが、この現象はある程度の走行後は磨滅粉が半ば粘体となつた上を走行しており、少量の油の塗布で刷子磨滅粉の刷子による一時的清掃や、その清掃される磨滅粉に含まれる油量などのため油膜が極少量のみ有効な状態となり、摩擦係数が低下するため乾燥とともに元へ戻るためであろう。

油量が大なる場合は初期には明かに直後の悪化を起すがこれは前記の油膜形成と刷子質の溶解による摩擦異常である。30 分当り 50mg 以上では明かに見られる現象である。また後期においても直後悪化する。この外にある走行後却つて一時直後良好、漸次元へ戻る現象などが見られる。これは溶解の仕方が最も少ないガリフェル油でしかも比較的油量が少ない場合に見られたが、最も溶解力の強いカストル油で油量が更に少ない場合にも見られたもので、油少量の後期に説明したのと同様の現象であろう。

この整流変化の仕方や程度、走行距離などは何れも油の種類、油量によつて大いに異なり絶縁油膜の形成、摩擦の突然変異のみでなく温度上昇による整流子の乾燥、整流子溝や面への磨滅粉の堆積の仕方などにもかなり左右されることは明かである。

### c. リングファイヤーの発生

発生の仕方には塗布直後と直後より暫く後に発生するのと二通りがある。また油量の少ない場合は走行距離が短かつたため不明であるが、30 分当り 80mg 以上の油量では油量が大なる程発生までの走行距離を早め、30 分当り 100 mg では甚しい場合は 50 km で既に発生した。

この発生の条件は磨滅粉の整流子溝橋絡である。従つてある走行距離で堆積がある程度進むと、油塗布瞬間の整流悪化、堆積磨滅粉の刷子溶解油による橋絡などが原因となる。油質による一時的橋絡であれば乾燥とともに止まるが、堆積粉の橋絡が完成に近くなると連続的に発生することになる。直後より暫く後に発生する現象は整流悪化が起つても堆積粉の橋絡が十分でなく、油塗布より暫く走行のうちに刷子質の溶解した油で短絡されることになつたものであろう。リングファイヤーの発生の一因として油の引火点の影響も考えられるが、16 表に示した値では溶解力の強いカストル油が最も引火点も低く、引火点単独の影響はこゝでは不明である。

### d. 面の切削

油が存在する場合は刷子質は溶解し、硬質部が露出して亜酸化銅膜を削りとり、また銅面になつても一部切欠磨耗の傾向にある。従つて油量が刷子磨滅粉を逸流させてしまう程度であれば面の切削も非常に大となると思われる。本実験でも油量が大なる程度面の切削も大であるが逸流する程度でなく面に磨滅粉が半固着となり、面の条痕を一部埋める状態にある。それでも著しい切削条痕が見られ、30 分当り 500mg のカストル油では弾痕さえ加わりその影響の甚しいことを窺ひ知るに難くない。8,000 軒の走行後の本実験の整流子は大氣中に比し著しい条痕を示している。なお油量が刷子磨滅粉を逸流する程度となれば、常に銅面に引掻を与えることになり疲労の結果文献に示される糸状磨耗に達するものであろう。油量が少なければ引掻度合も緩和され糸状磨耗に達するには文献の示す摺動回数より甚しく長期となると考えられ、本実験がかかる磨耗を示さなかつた原因が推測される。

### e. 磨耗の傾向

附加実験に示した摩擦係数の異状は刷子質の油への溶解による灰分その他の硬質部の露呈であると考えられている。刷子が油中へ溶解することは整流子上へ油を供給すると墨汁の如く流れるのを見て了解しうる。この点が水と相異するところで水では墨汁とはならない。單に静止油中に刷子を浸漬すればこのような刷子質による油の汚染はないが、紙面にこすりつけて摺りとられやすく膨潤しており、実際の整流子面での摩擦や熱のため微結晶の切削部溶解が進められるのであろう。油の供給が少量であるときは暫時ののちには乾燥するから、油の影響は極く短かい間にすぎない。また刷子質の磨滅粉が整流子面に固着すると摩擦係数の増大、刷子と磨滅粉との



摺動などとなるが、これも油量が少ないと大なる影響はなく従つて磨耗量も大とはならない。油量が大になると上述の何れの影響も大となるが、浸入油の全部が刷子に作用しないで乾燥されるため、また一部放散されるため 20 図の如く磨耗量は飽和的傾向をおびる。

時間的傾向は初期は直線的であり次第に増加する傾向にあるが、これは油量が少ない場合はかなり長く直線的であると考えられ油量が多い場合の傾向であろう。この場合は油による濡潤は初期は乾燥しやすいが、後期では次第に乾燥が遅れる傾向にあり、また磨滅粉の固着も甚しくなり刷子の滑動が不円滑の度合を進め、油量による摩擦異常、整流悪化などのためであろう。

極性による相異は全実験を通じて大抵負側刷子すなわち陽極刷子の方が磨耗が大きい。ただ整流が悪化した場合例えば油量が大なる場合とか、ベアリング磨損の場合とかは陰極刷子の磨耗が大きい。この場合は明かに整流は点弧的状态となつている。

偏心の影響は油量のある場合明かにする実験結果をもたないが、一例のカストル油 30 分當り 50mg の実験で 1,000 軒以後ベアリングの磨耗を示し始めたものと正常運転のものとの比較では約 5 倍に上つている。

整流子の運転性は大氣中より更に激しく影響を与えるものであろう。またベアリング側とライザー側とではベアリングの温度による磨耗の差が判然と現われる場合もあり、また通風による油量の傾斜による磨耗の差異も見られる。

#### f. 油の種類による磨耗量と温度上昇

油の種類による磨耗量はカストル油が最も大であり、120 番鉱油、ガリフエル油の順である。附加実験の結果に述べた油の油性の大なるもの程摩擦異常が大であつたこと、油の極性率の高いもの程溶解力も大であることとを考え併せ、植物油で極性率が高く、刷子質の溶解度の大なるカストル油が礦物油である他の油に比し磨耗が大であつたのは當然であると思われる。

平均刷子温度は磨耗と同傾向をもつているが、大氣中に比し高いのは絶縁油膜による電流狭塞、摩擦異常、整流悪化が直接の原因と考えられる。油量大なる程温度は廣範囲に分布ししかも高くなつており、油性の高いもの程高い値となつている。

以上、油附着実験では種々の複雑なことが加わり、その現象も簡単でなくすべてを理解するのは至難なことが多いが一応の考察を進めて見たものである。

## VII. 結果の綜合

III, IV, V, VI までに述べた結果を綜合して実用刷子の磨耗現象の大略を纏めて見ると下記の如くである。

1. 大氣中で同様の条件で行つた実験でも、單位時間當りの磨耗量は廣く分布し、甚しい場合は數倍、10 數倍にも及ぶことがある。この原因は單純でなく整流子面の

僅かな一部陥凹とか、球軸承の一部磨損とかの場合は 20 倍、30 倍にもなる。整流子上の刷子の運動状態に最も左右され、その一つとして軸承の状態、整流子の陥凹その他の機械的狀態を含めた整流子の偏心量は大きな影響をもつている。

刷子圧の影響は普通の使用範囲でせいぜい 2 倍以下で、文献の示す V 曲線的傾向をもつており、その磨耗の最少点は電氣黒鉛質で普通の使用圧よりやや高いところにあるらしい。

電流の影響も無負荷では負荷の場合に比し甚しく低いと云われているが、この実験では負荷の場合が無負荷の場合の 1.5~2 倍を超えていない。従つて電流不均一の磨耗に及ぼす影響はこれ以下と考えてよい。

整流子面の仕上度や縋刻度の影響は殆んど考えられない程度である。

刷子の切り出し方による相異は缺損が加圧層の剝離の狀態でおこるため 3 図切り方 [III] は不利であるが、磨耗には影響は見られない。

極性による磨耗の差異は陽極刷子の磨耗が 2~3 割高い。

振動の影響は刷子の運動性を直接左右する偏心や局部凹凸、裕度などが最も影響すると思われ、外部の振動ではもちろん判断されない。また刷子振動の一特長は側面の磨耗が甚しいことで、これが発見される刷子は十分に注意せねばならない。

刷子温度の影響は直接には考えられぬが、整流子温度の摩擦係数の臨界点で影響があるのではなからうか、このことは文献にも示されたことがある。

刷子の研磨性は材質によつて甚しく変わるが、硬度によるのではなく刷子中の灰分、硬質物などによるとされ、その縋刻度は刷子磨耗の  $1/10$  にも及ぶが、この縋刻は刷子磨滅粉で埋められるためか磨耗には直接の影響をもたない。

2. 水霧中や油附着の実験では磨耗は甚しく促進される。これらの初期磨耗は油の場合は極微量では余り影響がないが、整流子面が濡潤の程度になるとその程度に応じて 5~20 倍以上にもなる。

水の影響は量の比較では油の約 1,000 倍の量で  $1/4$  程度の磨耗を示すから微量の場合は殆んど影響がないが、水霧が常にかゝつている状態であれば大氣中の 5 倍程度になる。

これらの影響が暫くあると、たとえその浸入が中断されても磨滅粉の固着や整流子溝への堆積が残り、後の磨耗を促進せしめる。また以上の値は運転とともに増大することになり、遂にはリングファイヤーや短絡を起して運転不能ともなり機械自体の著しいメグ低下ともなる。

油の性質の影響は油性の高いもの程すなわち極性率の大なるもの程大である。またかゝる影響をうけた刷子は滑動面または側面に痕跡として艶のない部分を生じ大抵判定できるものである。

3. 油の適量は摩擦係数を著しく低下せしめ静肅な運転を行わせるがこの量は極微量の程度である。これ以上になるとかえつて摩擦係数を増大する。刷子中の硬質部を常に露出せしめ、整流子面を引き掻き、酸化膜の切除までは完全な引掻磨耗を示し、酸化膜がなくなればやゝその程度を減するが大氣中とは比較にならない。その状態も油質、油量に関係し油性の高いもの程、油量の大なる程影響が大きい。油量に対する磨耗量は飽和的傾向をもっている。恐らく油量が整流子面で全部効果的に働かないため、量を増せばその程度が大になると考えられる。

磨減粉は整流子面や溝に固着し更に摩擦増大変動にあずかり整流を悪化せしめる。油がかかる面に突然に滴下されると、整流子面の橋絡を完成し、リングファイヤー、短絡などに発展する。磨耗はかかる状態に従つて振動的な撓動を与えられ、著しい磨耗を引き起すことになる。整流子の偏心度が高ければこの状態を更に進めるであろう。極性による差異は大氣中と同傾向であるが、油量や走行距離が大になると電弧の整流になり、この差異は逆になる可能性もある。従つてその差異は大氣中より少ないが逆になることが多い。

刷子温度は水及び油の浸入の程度によつて相當高温となり、その温度範囲も増大する。この平均温度は大體磨耗の油量に対する傾向と同様に飽和的である。温度上昇の原因は水、油の絶縁膜による電流狭塞、高摩擦撓動、整流悪化などであろう。

4. 大氣中では整流子には酸化膜が形成されつゝ磨耗されるが、油が存在すると完全な酸化膜でもかなり早く切除され、その後は形成されない。酸化膜が存在するときの方が摩擦係数が高く完全な引掻磨耗を起しており、銅面ではやゝ改善される。この程度は油量、油質によつて大いに変化する。油量が大になると引掻のみでなく、刷子の振動で整流子面には弾痕さえも生じる。

油量が大で引掻きになると文献に示される疲労による糸状磨耗も惹起されるが、油量が少なれば完全な引掻きにはまでは発展しない。この実験で  $10^7$  回以上の撓動であるに拘らず糸状磨耗が見られなかつた原因はこれによるものであろう。

5. 水が整流子面に存在すると瞬間的に摩擦係数を低下せしめ 0.03 程度になる。運転は大氣中、油附着に比し著しく静肅である。刷子質は滑動面で軟質となり整流子面に黒鉛条痕を附着しつゝ磨耗し、大氣中より大であるが、油の影響の如き摩擦係数の増大は殆んどない。

給与された水は絶縁膜となり整流を悪化するが、油の影響程複雑ではない。また水の量が少量であれば刷子質を軟化または局部的な溶解の程度が甚しく少ないから摩擦係数を減じ、却つて磨耗を少くする可能性がある。

6. 水、油の磨耗に対する時間的特性は時間に従つて増大する傾向にあり、この外整流悪化、整流子溝橋絡、リングファイヤー、整流子面縋刻、メグ低下など著しい

影響がある。かかる状態が外部より加わる場合は特に対策が必要である。

以上の如く大氣中の磨耗は非常に廣範囲に分布するが、この最も主な原因は刷子自体の運動性にある。また水、油が整流子面に浸入すれば著しく磨耗を増大するが、油は水に比し非常に影響が大きく、極微量でも数倍、數 10 倍の磨耗を示すことも珍らしくない。この磨耗は水、油による刷子の滑動面の軟化、局部溶解であるが、この程度が水は極少で、油では油性すなわち極性率の高いもの程影響が大きい。水は明確な局部溶解も示さずしかも水膜上の走行となるため、摩擦係数を低下せしめ静肅な運転となるから、少量なら却つて磨耗を低下せしめる可能性も生じるが、油は極微量以外は摩擦係数を増大せしめ甚しきは引掻磨耗となりますます磨耗を増大する。その他、整流悪化、リングファイヤー、短絡、整流子面切削、メグ低下などの種々の影響を与える。

以上の推論の中には油の種類による磨耗の影響が粘度でなく油性による点の如く文献と喰ひ違つている処もあり、また実験に用いた油が異なつたなどの実験の不備な点、速断に過ぎる点など多々あることと思われる。先輩諸賢の御教示、御叱正を希う次第である。

※ 計算上 1 以上となる値も普通の摩擦係数と同じように取扱つた。

## VIII. 結 言

實用機を用いた種々の実験から電氣用刷子の磨耗現象の大略をまとめたものであるが、何れも断片的な実験であつたため、つながりをつけるのに非常に困難を感じた。また実験回数や刷子の種類が少なかつたため、量的に述べられぬ点、文献と多少喰ひ違つている点などもあつた。

しかし磨耗現象は非常に複雑で他の影響の介入をさせることが簡単でなく、また長時間の実験が必要であるからとうていわれわれの遂行しがたいものである。一応種々の未実験の分野をそのまゝにして、實用機における磨耗現象の大略を知ろうとしたものである。

本論文は殆んどが昭和 20 年迄に行つた実験をとりまとめたもので、當時の上司八巻直躬技師、佐藤貞雄技師等の指導をうけ、また既に退社された二三の方、およびその他の方々の協力によつたものである。

# 2 kg 新 型 ア イ ロ ン

2kg 新型アイロンの概略を述べ、あわせて最近の傾向との比較を行つたものである。

名古屋製作所 田 村 弘 治 郎

## 1. 緒 言

電気アイロンは家庭の必需品であつてその種類や形状に至つては実に千差万別である。約 50 年前ガスや炭火によつていたアイロンに代つて、便利な電気アイロンが登場してきたが、その重さは 6 lbs 程度 (2.7 kg)、電気容量は 500W 位のもが多かつた。その後電気アイロン獨得の特長が發揮されるように改良が加えられ、現在の自動温度調節器付電気アイロンに発達した。最近われわれが接する殆ど全てのアメリカ製アイロンはこの温度調節器付アイロンであつて、その重量は 3~4 lbs (1.4~1.8kg)、電気容量は 1KW が普通の状態である。すなわち重さは減り容量は大きくなつた。

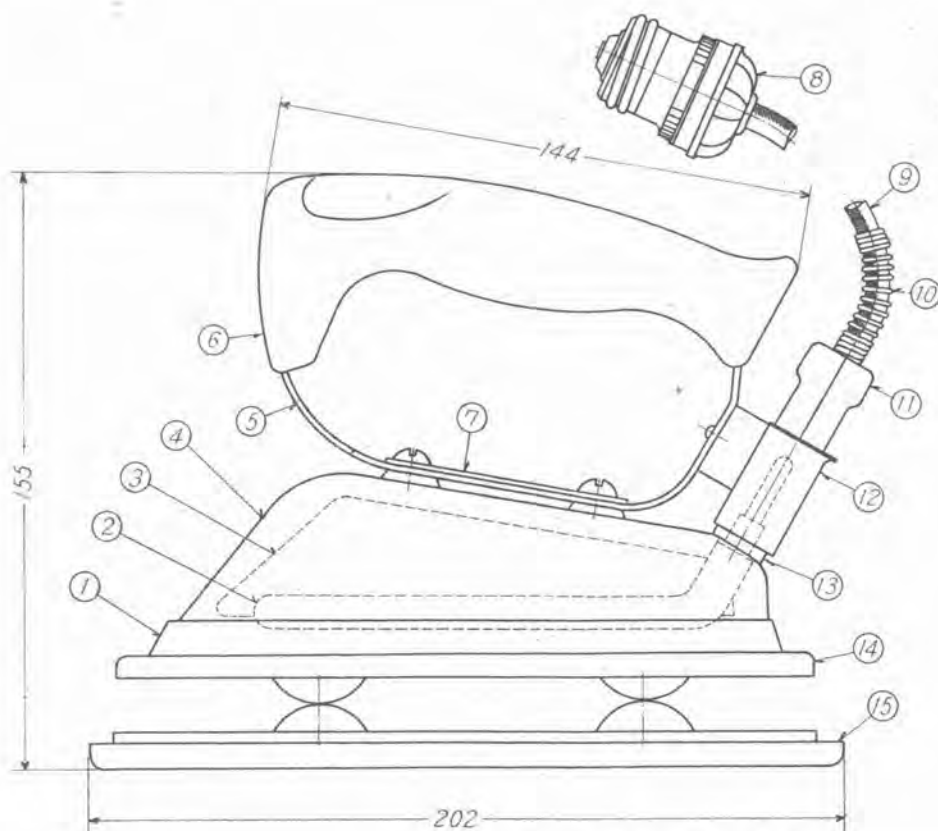
しかし日本の現状では自動温度調節器付アイロンが一般化するには前途なお遠く、ここに述べる新型アイロンも非自動アイロンで、重量は 2kg、容量は 270W である。従つてアメリカの最近の傾向からみるとその重さや容量のとり方に対して、いささか時代に逆行した感じを受けるかも知れない。しかしながら非自動アイロンにとつては重さもまた大切な要素となるのであつて、その理由はアイロンの仕事が布の湿りに対して熱と圧力という二つの要素を必要とするからである。すなわち重さには圧力と同時に熱の蓄え場所としての役目を与えたいためである。また電気容量に対しては人為的に温度を調節しなければならないので熱し過ぎないという見地から制限を受ける。このようなことから新型アイロンの重さと電気容量を選定し、一般家庭向であると共に半職業的用途に適するように企画したものである。

## 2. 新型アイロンの概要と比較

アイロンの形状は各社それぞれの特長を生かし、また需要者の好みに合致したものでなければならない。新型アイロンの外観は 1 図に写真で、また組立の詳細と寸法は 2 図に示した通りである。圖のように前方が高く後方が低くなつた流線形は、アイロンを掛ける時に加えられる力が、下向の圧力とすべらせる力との分力になるように配分されるものである。またベースの加熱面積はできるだけ大きくし、その厚さは温度分布の均一とか温度上昇の速さなどから選定した。なおベースの先端は布に引きかかるおそれのないように円形にかつ上向に傾斜をつけた。トツテは長い仕事で疲れないことを条件とした。すなわち多くの経験から握つた手の形状をそのままに取り入れ、長さは長く、かつアイロンの中央部は中指で、

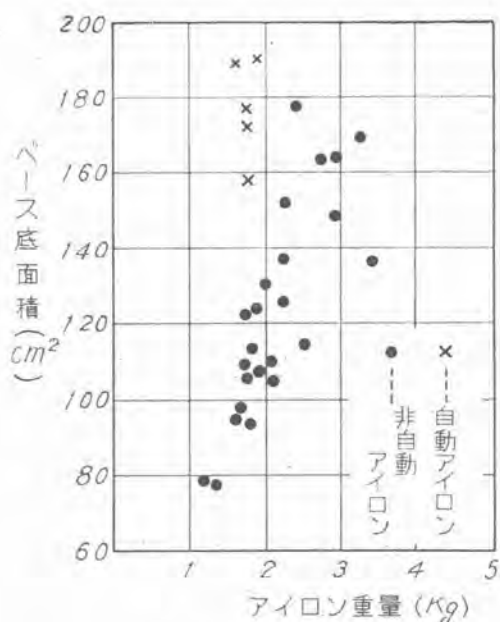


1 図 アイロン外観

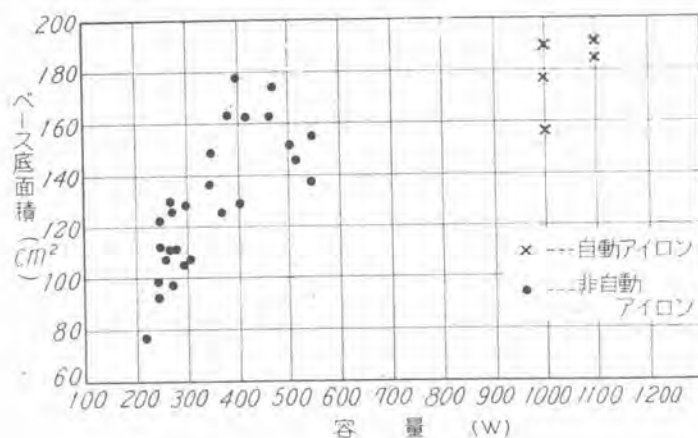


2 図 アイロン組立圖

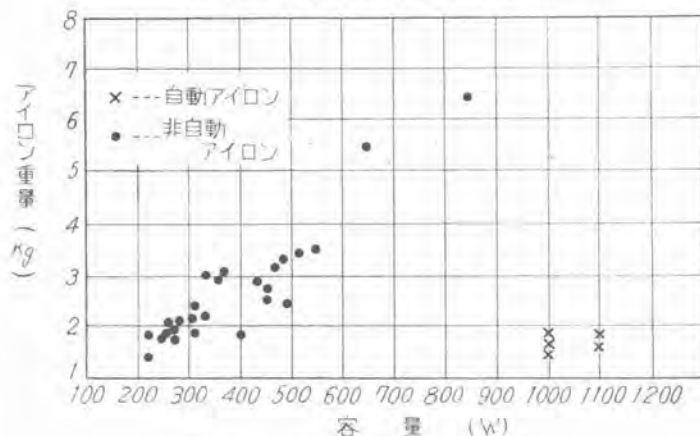
品番	名 種
1	ベース
2	発熱体
3	押え金
4	カバー
5	トッテ支え
6	トッテ
7	銘板
8	元栓と受
9	コード
10	コードパネ
11	アイロンプラグ
12	囲い
13	口出碍子
14	台金
15	木箱の蓋



3 図 底面積と重量の関係



4 図 底面積と容量の関係



5 図 重量と容量の関係

その重量中心部は薬指で支えられるように釣合がとつてある。そして簡単な拇指当をつけて更に使いよいように考慮した。

今一般市場品のアイロン重量とベース底面積の比較をとつてみると3図に示したようになり、ベース底面積と電気容量の比較は4図に、そして重量に対する電気容量



の比較は5図に示したようになる。新型アイロンはベース底面積  $130\text{cm}^2$ 、重量  $2\text{kg}$ 、電気容重  $270\text{W}$  で、これらの比較図から判るようにベース底面積は比較的大きく選り、温度上昇は可及的速いことをねらっている。これらの図中自動アイロンはアメリカ製品最近の例であるが、この新型アイロンや他の非自動アイロンとは甚だかけ離れた所にあり電気アイロン最近の趨勢がうかがわれる。すなわち底面積は大体限界に達したものとみられるが、これに対する重量は極端に減らされている。かつては熱量を重量の中に蓄積させることが最も大切であったが、自動アイロンでは電気容量を大きくすることによってこれに換えたものと考えられる。

しかし非自動アイロンでは電気容量を増すと温度調節が煩雑となり熱し過ぎの危険が伴う。よつて新型アイロンではこのような自ら制約される範囲の中で最近要望される温度上昇を速くする方向にもつていくと共に発熱体に根本的改良を試みたものである。

### 3. 発熱体

電気アイロンの発熱体にはいろいろな種類がある。その最も望まれるところは発熱線の温度を低くすることであろう。すなわちベースとの温度傾度を小にし発熱線の酸化を防止して寿命を長くし、殊に絶縁物としてマイカを使用する場合には高温度のために結晶が崩壊していきことがないように特に考慮を拂う必要がある。また他の絶縁物を使用する時は熱伝導度を増すように特殊な方法を講じなければならない。発熱線の端子接続箇所は故障の原因となる機会が多いから電氣的にも機械的にも十分耐えるように工夫しなければならない。こうした観点から新型アイロンの発熱体には最も進歩したと考えられる金属管発熱体を採用した。

この構造は、発熱線輪を引抜鋼管の中心に保ち、その周囲に耐熱電気絶縁粉末を堅く充填し、更に外径を絞つて細くし熱伝導度を良くした。そして U 字形に成形した後、偏平に潰して接触面を増しベースに強く締め付けたものである。

発熱体の両端は熱膨脹係数の等しい硝子を溶融して密封し、プラグ受栓はこれと一体とし、口出硝子で絶縁して外部に出してある。結局この発熱体の構造は熱伝導度を良好にして温度傾度を小さくし、かつ種々な故障原因を除こうと試みたもので、この外形写真は6図に示した通りである。発熱体と一体になったプラグ受栓に対し



6 図 発熱体

て、荷重  $1.2\text{kg}$ 、1 分間に 18 回の割合でプラグの抜き差し試験をした結果、10~15 萬回を数えても何等の異状をめなかつた。

またアイロンを組立てた後ベースの中央に熱電体を埋め付し、これを電位差計式自動温度調節器に導き自動的にベース温度を調節させた結果は、ベースの温度  $210^\circ\text{C}$  に対し発熱体表面温度は  $20\sim 70^\circ\text{C}$  の温度差に過ぎなかつた。実際のアイロン仕事においては布によつて適当な温度が異り、濡り状態によつてはなお急速な熱量の供給が必要とされる。よつて非自動アイロンにおいても更に改良進歩が望まれるわけである。

### 4. 結 言

アイロンは最近電気容重が大きくなり重量は反対に軽減されてきた。これは自動温度調節器の発達によつて負荷に即応する熱量を供給できることから、かつては熱量を重さの中に蓄積させるという考えが、電気容量を大きくすることによつて置き換えられたといつてよいと思われる。しかし非自動アイロンにこの大きな容量を入れる時は熱し過ぎる危険が伴い、また重量については一般家庭でも  $6\sim 8\text{ lbs}$  のものが適当だという声をしばしば聞くのである。このような状態に対して今後は、負荷に即応する熱量を供給するという面から発熱体の構造や電気量の選択を行い、また重量が受けもつ圧力と熱容量の相対関係を検討することによつて、今までの慣習にとらわれない新しい非自動アイロンの境地が開かれるものと思われる。

このような見地から新型アイロンでは電気容量、重量、ベースの面積等を選定し、また使用上からはトツテとカバーの形状、各部分の釣合に対しても新しい解釈を取り入れてみた。特に発熱体には金属管発熱体を採用し発熱線はもち論その接続箇所も絶縁粉末で堅く包み外氣と完全に遮断し、機械的にも電氣的にもまた熱的にも故障の原因となり易い部分を根本的に改善しようと試みたものである。

### 正 誤

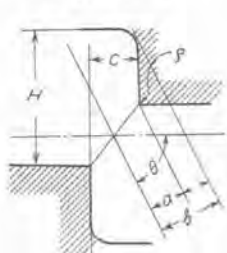
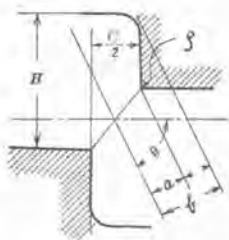
Vol. 24 No. 1 「プレス荷重計算に対する切欠応力の考慮」  
22頁中 誤を下記のように訂正いたします。

左側  
下から8行目

誤  
Neubet<sup>2</sup>は  $\alpha_{rk}$  と  
について

正  
Neubet<sup>2</sup>は  $\alpha_{rk}$  と  
 $\alpha_{lk}$  とについて

右側  
3 図



右側  
上から7行  
目 a式

$$\frac{1}{2} (H - H \cdot P)$$

$$\frac{1}{2} (H - H \cdot q)$$