

三菱電機

— MITSUBISHI - DENKI —

Vol. 99 No.

1

目 次

三菱携帯用 SS-8 B 型電気鋸	小堀 富次雄 (1)
毛細管による冷媒制御方式	佐合 禎作 (1)
50馬力アンモニヤ冷凍機	服部 謙 (7)
電車で主電動機の故障	中村 長一 (13)
電解蓄電器による単相誘導電動機の起動特性	林田 至 (13)
サージ・インピーダンスの簡易測定法	長坂 孝一 (20)
	尾島 學二 (27)
	岩村 武志 (27)
	安藤 安二 (33)

新製品紹介

漁船用無線機	表紙二
デアイオンアレスター	(12)
シヨーケース	(19)
エレクトリツクホーン	(32)
電圧調整器	表紙三

JANUARY 1948

三菱電機株式会社

三 菱 携 帯 用 S S - 8 B 型 電 氣 鋸

今回、当社にて完成した携帯用電気鋸は、従来の非能率的な手挽鋸にとつて代らんとする新製品である。本文は先づ外國の諸會社の電気鋸の諸例を紹介し、その諸元と概略を示し、次に携帯用電気鋸の具備すべき諸條件並にそれ等に對し實際製作したものの構造を詳細に説明し、更に木工用丸鋸に就いて詳述した。又、完成した製品の試験成績、取扱方法及び使用上の注意につき述べたものである。

名古屋製作所
小 堀 富 次 雄
佐 合 禎 作

1. 緒 言

各方面に於て産業復興の叫ばれる今日、全國 420 萬戸と稱される震災疎開家屋の建設こそ建築界に與えられたる將來、否、明日にでも解決すべき重大課題の一つである。

吾人の記憶に尙新しい關東大震災又は阪神、關東地方の風水害等比較的局部の災害による焼失、倒壊家屋の復興にさへ數年乃至十數年の歳月を要している所より考えれば今後の復舊問題は目下各方面に直面している資材勞力の不足と相まつて、眞に容易ならざるものである。

家屋建設の隘路の最大なるものは資材勞力の不足である事は言を俟たないが、更に建物の標準化、用材建具等の規格の強化、並びに工作方法の簡易化等は復興を促進させる重要な要素と考えられる。

三菱携帯用型電気鋸は當社が多年電動工具の製作の經驗に基き震災復興の一助にもと考え開發試作完成した新製品で大工・指物作業に携帯して、従来の非能率的な手挽鋸に取つて代らんとするものである。

2. 携帯用電気鋸の用途及び外國の實例

携帯用電気鋸は大工指物作業に角材・板材を切斷するに使用し従来の手挽鋸に比較して作業時間の短縮、作業能率の増進及び疲勞の減少等を圖ろうとするものである。

從來我國に於てはこの能率的な携帯用電気鋸も勞賃の低額、勞力の過多加るに科學的常識の貧困さ等の原因に災されて、殆ど見るべきものとてない様な状態であつた。

一方、米國等の例を見るに流石能率一點張りの國丈に木工具、特に電気鋸に至つては Black & Decker, Stanley, Skil, Thor, Mall 等夫々構造上特徴を有するもの

を各社各様に製作し鋸刃の直径でも 6, 8, 10, 12, 16 吋等の種類があり、夫々切斷條件に應じ、供給している實状である。第 1 表は入手出來た各社の型錄、資料より得られたものを表にしたもので、これより携帯用電気鋸の取るべき諸元の概略が得られると思う。

3. 携帯用電気鋸の具備すべき條件

携帯用電気鋸の具備すべき必要條件を考えて見るに、(ア)使用者側に對しては、便利で構造簡單で丈夫で故障

第 1 表 米國著名會社の携帯用電気鋸の諸元

手挽	會社名	鋸刃径 (吋)	鋸刃長 (吋)	電動機 出力 (馬力)	電動機 轉數 (回/分)	電 源 他	最大 切斷厚 (吋)	製品重量 (lb)
1	Black & Decker	6	3000			110 220 250V A.C. or D.C.	1 3/4	8.2
		8	2500			"	2 1/2	11.7
		9	2500			110V 14A	—	12.
		10	2500			110 220 250V A.C. or D.C.	3 1/2	15.0
2	Skil	6	2500	1/2	12 000	"	1 3/8	5.0
		10	2700	1	15 000	"	3 3/4	11.4
		12	2500	1 1/4	15 000	"	4 1/2	15.5
3	STAN LEY	6	3000		12 000	110V A.C. or D.C.	1 3/8	6.7
		7	3000		"	"	2	7.3
		12	2500		"	"	4	20.0
		16	2500		"	"	6	23.2
4	Thor	6	3400	1/2	輕負荷用		1 3/8	3.64
		6	3900	1/2	重負荷用		"	5.0
		8	3200	3/4	"		2 3/4	8.2
		9	3000	3/8	"		3	10.0
		10	3000	1	"		3 3/4	11.8
		12	2500	—	"		4 1/2	13.6
5	Mall	6 1/2				110V A.C. 220V or D.C.	1 3/8	6.2
		8	3000			110V 11A	2 1/2	9.1
		8 1/2				110V 220V A.C. or D.C.	2 3/4	9.6
		9				"	3	10.3
		10				"	3 3/8	13.9
		12				"	4 1/2	16.4

の起らぬ事。此れは必要條件中でも最も大切である。

(イ)鋸刃の切れ味のよい事。

(ウ)鋸刃の取替え容易なる事。

(エ)鋸刃の径の選定は最も使い頃の寸法である事。

(オ)製品重量の軽い事。

(カ)驅動電動機は小型で強力である事。

(キ)回轉する鋸刃に對する危険の全然ない事。

(ク)場合によつては据置型としても使用出来るものである事。

以上の中(ア)～(オ)は個々に付き後述するが(カ)の驅動電動機の必要條件からは單相交流整流子電動機が望ましい。(キ)の回轉鋸刃に對する危険のない事は勿論大切な事で使用後でも鋸刃は慣性で暫くは回轉し続けるものであるから直ぐ床に置くときは刃先を傷める事となり、又作業者に不時の傷害を及ぼす危険があるから適當な保護

たい。永續的な据置型としては、電動機齒車等必ずしも小型輕量を要せず、別に考慮したいものである。

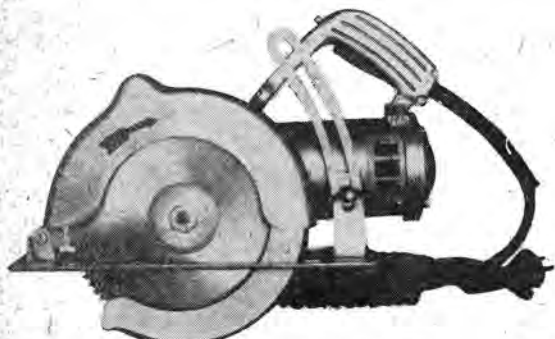
4. 構造

第1圖第2圖は完成された SS-8 B 型 8 吋電氣鋸の側面を示す寫眞である。次に第3圖の構造説明圖により構造を説明する。

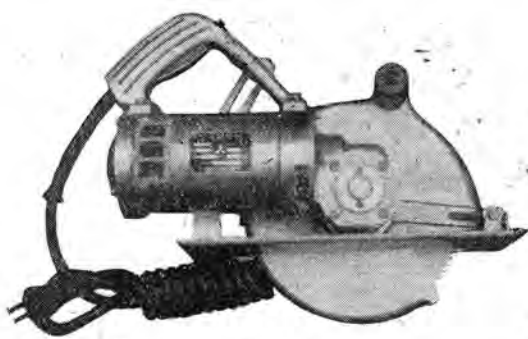
(ア)電動機部分

本體①は總て輕金屬で製作してあるので重量が軽く、従つて取扱ひも容易である。

電動機は單相交流 100 ボルト 50/60 サイクル用直巻整流子電動機であるから小型で然も強力である。電源は家庭用電燈線から取れる。自己通風型で冷却ファン②によつて有効に風を導くから温度の上昇も低く、又、風の入口には細い金網③が張つてあるので鋸屑の入る心配はない



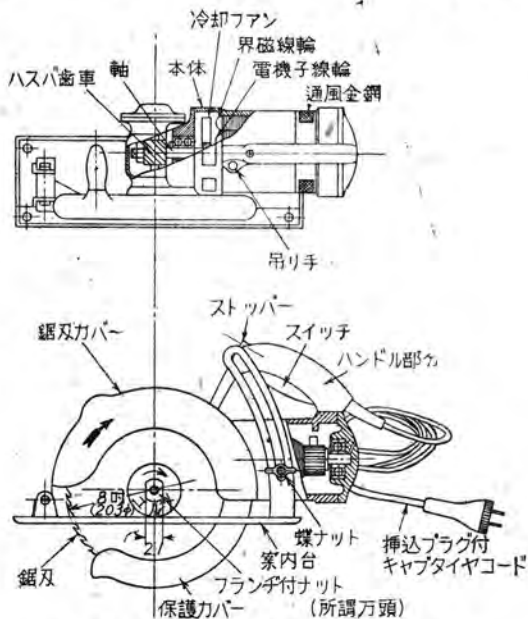
第 1 圖 SS-8 B 型電氣鋸側面圖



第 2 圖 SS-8 B 型電氣鋸側面圖

カバーを取付け使用してない場合は必ず鋸刃を安全に保護し、切斷するときのみ自動的に保護カバーが移動して鋸刃が表われる様になければならぬ。又、その動作は絶對確實に働くことが大切である。

(ク)の据置型として使用する場合は電氣鋸の刃を上に向け、据置臺に取付け、木材を動かして輕快に切斷出来るのであるが、元來携帯用のものでは携帯に便利なる様小型輕量を先づ第一目標としている爲、隨時、据置型として使用は出来るが、當社としては飽くまで携帯用として使用して頂き



第 3 圖 三菱携帯用 SS-8 B 型電氣鋸構造圖

軸受には球軸受及び筒軸受を使用し給油は充分にしてあるので度々補給する必要はない。電動機はその性能上回轉數は 10,000 回/分以上となつている。界磁線輪電機子④⑤等は特に高速度回轉に對する絶縁が施されている。

(イ)齒車部分

電動機の高速回轉を鋸刃の回轉に減速する爲には、第4圖に示す様なハスバ齒車⑥⑦を採用した。この種の驅動電動機の回轉を軸と直角方向に減速するには、一般にウォーム齒車が使用されるが、今回採用したハスバ齒車の材質は共にクロ-

ムモリブデン肌焼鋼である爲、硬度高く、ウォームギヤーを使用した場合に比して磨耗は遙かに少く効率も著しく優れている。軸⑧は高速度の爲、油の潤滑には慎重な考慮が拂われハスバ歯車の使用と相俟つて、歯車の効率を著しく良好にしている。

(ウ)スイッチ部分

スイッチ⑨は握り式でハンドル部分⑩に取付けられ、ハンドル部分を握ると同時に回転し弛めると停止する機構の外に握つてからストッパー⑪を押すと握りを弛めても尚回転を続ける機構を備へている。

(エ)鋸刃カバー及び保護カバー

高速度に回転する鋸刃⑫を安全に覆い且鋸屑が飛び散るのを防ぐ爲に鋸刃の約半圓周に及ぶ鋸刃カバー⑬が本体に取り付けられている。鋸刃カバーの側面には鋸刃の回転方向を示す赤色の矢印が鮮明に表されている。又、鋸刃の保護と作業者の不時の傷害防止の爲、保護カバー⑭が具えてある。保護カバーは未使用の際は鋸刃カバーと共に殆ど鋸刃の全圓周を覆っているが切斷し始めると同時に保護カバーは開かれ、鋸刃カバーの内側に入り切斷後はバネ装置で自動的に元の位置に戻る様になっている。

(オ)鋸 刃

機械の特性が如何に優れていても、鋸刃の優れたものでなければ完全な切斷は期し難いものである。

當社の附屬丸鋸は縦挽横挽兩用で外径8吋、内径1吋、厚さB.W.G. 18 (1.245耗) のもので、鋸刃の材質としては、従來木工用として工具用炭素鋼が廣く使用されているが、磨耗の點を考慮して特殊工具鋼第2種又は第5種を使用し、焼入、齒振(アサリ)及び目立等は充分吟味している。

丸鋸に就ては次章にて詳述する。尚、丸鋸の刃を軸に支える部分に所謂方頭と稱するフランジ付ナット⑮を使用するが携帯用電氣鋸の様な齒車箱と丸鋸との間隔の短いものではこのナットの径により最大切斷寸法は押えられその寸法は刃径の約1/3となる。故に8吋の刃径では最大切斷寸法は約2 1/2吋(65)耗となり、板材又は角材を切斷する場合に両面より切斷するものとすれば、最大切斷寸法の2倍即ち130耗の厚さまで切り落せる譯である。而してこの寸法は刃径の約2/3に相當する。

(カ)吊り手

本機は比較的輕量であり、重量は切斷する場合、切斷される木材にかゝつて、作業者は軽く押す丈であるが、連



第4圖 ハスバ歯車

續使用の場合を考慮して本鋸の重心に相當する個所には吊り手⑯がとり付けられ引つかけて吊り乍ら作業する事が出来る。

(キ)案内臺

鋸刃と直角方向に本体にとり付けられた案内臺⑰は亜鉛メッキされた厚い鋼板製で狂いを生ぜず板を垂直に切斷出

来る。又切斷の深さは加減装置の蝶ナット⑱を弛める事により調整出来る。案内臺には鋸刃の切斷方向を明確に表わす爲赤色の案内線が引かれている。

(ク)キャブタイヤ・コード

強靱なゴム被覆されたキャブタイヤ・コードは挿込プラグ付で5米の長さがあるので、廣面積に於ける作業が出来る。且破損の恐れがない。

5. 木材と木工用丸鋸

(ア)木材の組織

木材の構造配列を見れば、硬木類は極めて複雑であるが軟木類は一般に略々均一な構造を有し何れも細長い筒狀細胞よりなり、その空隙は腔でその中に水分及樹液を含んでいる。材質の主成分はセルローズ纖維素で之に接合成分としてリグニンその他非纖維素分を有している。是等の細胞は集束して存在し單一細胞よりなり、單一細胞の大きさは樹種により異なり、その長さは針葉樹より闊葉樹の方が遙かに短い。又その断面よりは木口、柾目及び板目の三種類に區別され、各断面は物理的又は機械的に夫々異なる性質を有し、その構造配列又は外觀にも形態性状を異にしているのである。

實際には以上の木材を乾燥して大工・指物その他建設用材として使用する譯である。

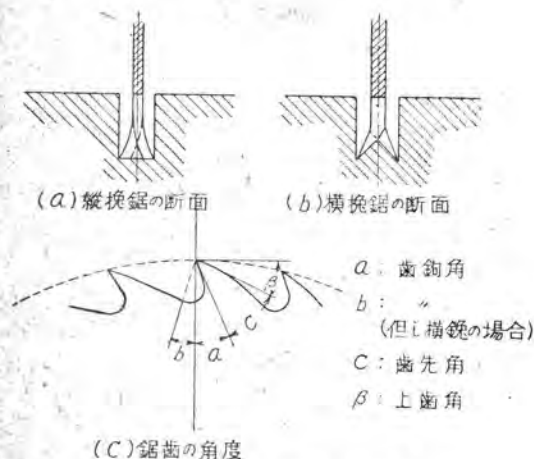
(イ)木工用丸鋸

木工用丸鋸は大別して縦挽用、横挽用及び散目用(バラム)がある。更に細別しては切斷する材質により、堅木用、軟木用又は生木、ゴム質の木、或は工作上よりは、溝切り用、柄穴用等あり、夫々の目的に應じ各製作所に獨特の齒型を採用している現状である。

木工用鋸には齒先を一枚毎に反對側に僅かに折曲げる齒振(アサリ)を必要とする。之は木材の組織が前述の様に非常に複雑で鋸挽される場合纖維の切斷により内部應力の不均衡を來たし、切口の幅が縮少したり、樹脂、樹液或は鋸屑が鋸刃と木材の切口の間に挟まり摩擦が大となるのを防ぐ爲のものである。

木工用丸鋸の切削作用は金屬用丸鋸の切削とは大分異なる。金屬用丸鋸では大體均一材質のものを切削するに對し、木工用丸鋸では木材の組織が極めて複雑である爲、木理に沿つて挽切る縦挽と、木理に直角に挽切る横挽と更に木理に斜めに挽切る散目は夫々切削作用は異なる。

縦挽では木材の繊維に沿つて切挽る爲、繊維の長さの方向に恰も細い「のみ」で溝を掘つて行く様な作用で切削を行うに對し、横挽では繊維を切断するからその切削作用は縦挽の場合より困難で、その繊維を挽切る爲の齒型は恰も切出し小刀の様な「ナイフ・エッジ」を有する齒を一枚とし、交互に配列したものである。以上を圖で示すと第5圖の様である。



第5圖 鋸齒の型

實際には縦挽又は横挽と云つても完全に木理に平行又は直角に挽切る場合よりも或る程度斜めの場合が一般的である。

縦挽横挽兩用の散目鋸の齒としては以上の諸點より縦挽横挽齒を混合した齒型で、齒は横挽鋸より大きく齒振も充分に取つてあるので縦横斜めの何れの方角にでも切挽る事が出来る。

(ウ)丸鋸の齒型、齒振及び切削速度

次に鋸の齒の角度に付き示すと第2表の様である。

第2表は大體一般用の丸鋸の角度を示すもので縦挽鋸の齒鉤角 a は大きく即ち齒の前方を傾ければ夫れ丈鋭くよく切れるが切口を綺麗にするには特に傾きを少くし、齒數を多くした方がよい。紫檀、黒檀等の硬材用には齒鉤角を b の如くむしろ前方に 12° 位出す方がよい。一般用としては齒鉤角 $a = 15^\circ$ 位にとる。横挽鋸では繊維を切る爲齒鉤角 b を前方に出す。

次に丸鋸の切れ味は切削速度に大いに影響する。縦挽横挽により又堅材軟材により適當な切削速度を選べば、

より優れた切斷性能を示すものである。

又、手送り速度に付いても同様の事が云える譯で第3表は切斷速度と手送り速度のその大體の範圍を示している。

	縦 挽 鋸		横 挽 鋸	
	堅 材	軟 材	堅 材	軟 材
齒 鉤 角 a	10°	10°~25°	10°	10°~25°
ク b	特に堅いもの には 12° 位	—	0~7°	0~7°
齒 先 角 c	40°~65°	40°~55°	55°	55°
上 齒 角 β	15°~40°	10°~40°	25°	10°~25°
齒振の程度	軟材及水分の多いもの には多くし堅材は比較 的小さい方がよい		左より多くとる	
齒 の 大 き さ	一般に縦挽よりも横挽の方が齒が細い 齒の細い方が挽いた面は綺麗である			
鋸 の 厚 さ	6 吋~16吋徑の圓鋸では厚さは B.W.G.# 16~20 で徑の大きいもの程厚さは厚く堅 木用又は節のある木程厚くする。			

第2表 丸鋸の齒型

(エ)丸鋸の切削馬力 (第6圖)

簡單の爲に一枚の齒にて木材を切削する場合を考える。

f' = 送り速度 (呎/分)

f = 丸鋸1回転の送り量 (呎)

fz = 1齒に對する送り量 (呎)

fe = 有効切削厚さ (呎)

z = 齒數

n = 回転數 (回/分)

とすれば

$$fz = \frac{f}{z} = \frac{f'}{nz}$$

$$fe = fz \sin \phi$$

次に b = 有効切削幅 (呎) とすれば

最大切削面積 $F_s = b \cdot fe$ (平方呎)

P_u = 切線方向の切削力 (呎)

K_m = 比切削壓力 (呎/平方呎)

fu = 齒先の通過する切削長 (呎) とすると

一齒の仕事量 $A_z = P_u \cdot fu = F_s K_m \cdot fu$

$$= b \cdot fe \cdot K_m \cdot fu = b \cdot fz \cdot \sin \phi \cdot K_m \cdot fu \dots (1)$$

然るに θ を含む切削長 $fu \theta = rd \theta$ に對する仕事量は

$$dA_z = b f_e K_m \sin \theta z d\theta$$

$$\therefore A_z = b f_e K_m r \int_0^\phi \sin \theta d\theta$$

$$= b f_e K_m r (1 - \cos \phi)$$

然るに $\cos \phi = 1 - \frac{a}{r}$ 但し a = 切込深さ (呎)

$$\therefore A_s = b f_s K_m r \left(1 - 1 + \frac{a}{r} \right) = b f_s K_m a$$

$$= \frac{a \cdot b \cdot K_m f'}{2\pi n}$$

$$\text{故に切削馬力 } N_a = \frac{A_s \cdot Z \cdot n}{75 \times 60} = \frac{a \cdot b \cdot K_m f'}{4500} \quad \dots\dots(2)$$

μ = 効率 とすれば

$$\text{所要電動機馬力 } N_m = \frac{a \cdot b \cdot K_m f'}{\mu \times 4500} \quad \dots\dots(3)$$

$$\text{又は切削壓力 } K_m = \frac{N_m \times \mu \times 4500}{a \cdot b \cdot f'} \quad \dots\dots(4)$$

(4) 式の $a \cdot b \cdot f'$ は 1 分間に削出せる鋸屑の容積を示すものである。 $\mu = 0.5 \sim 0.7$ 位と假定して第 1 表の資料の中より電動機出力と最大切断厚さを(4)式の N_m と a にあてはめ、 $b \cdot f'$ 等を第 3 表より求めて計算すると K_m の値は次の様になる。

$$K_m = (0.26 \sim 1.2) \times 10^2 \text{ 珎/平方珎}$$

この K_m の値は 6 吋乃至 16 吋程度の携帯用電氣鋸に適

		切断速度 (米/分)	手送り速度 (米/分)
縦 挽	堅 材	1,000 ~ 2,000	2.0 ~ 5.0
	並軟材	1,300 ~ 2,400	
	軟 材	2,000 ~ 4,000	
横 挽	堅 材	1,000 ~ 2,000	1.0 ~ 4.0
	軟 材	1,000 ~ 2,000	

第 3 表 圓鋸の切断速度及び手送り速度

應する値であつて、實際には丸鋸と木材間の摩擦も考慮に入れた値である。當社の SS-8B 型電氣鋸では $K_m = 0.4 \times 10^2$ 珎/平方珎

6. 仕上並びに試験結果

(ア)仕 様

品 名	携帯用電氣鋸
型 名	SS-8A 型
電 動 機	単相交流直巻整流子型
電 壓	100 ボルト
周 波 數	50/60 サイクル
鋸 刃 の 徑	8 吋 (203 珎)
鋸刃回轉數	3,000 回/分
出 力	300 ワット
電 流	7.0 アンペア
最大切断厚さ	約 2 1/2 吋 (65 珎)
製品重量	8.0 珎

(イ)試験結果

第 7 圖は交流 100、90 及び 80 ボルト 60 サイクルに於け

三菱携帯用 SS-8B 型電氣鋸・小堀・佐合

る試験成績である。特性曲線より 100 ボルト、60 サイクルでは所期の出力 300 ワット、回轉數 3,000 回/分となっている。

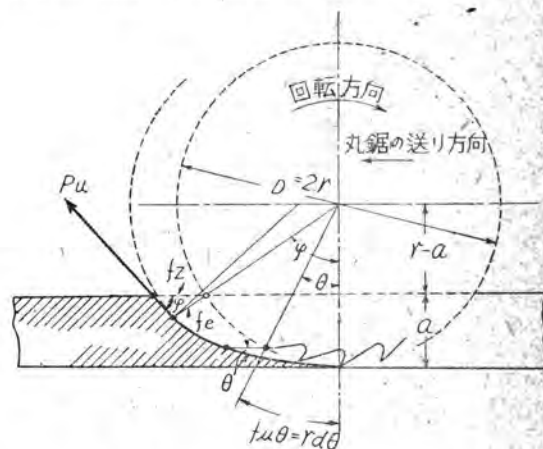
最近の電力事情を考慮して 90、80 ボルトの場合を試験したが何れも相當の出力の餘裕を示している。

第 4 表は實地試験を横挽縦挽につき行つた結果である。表は早く切断する爲には電流値が大となる事を示している。例えば横挽試験で同じ板を切断するのに番號 1 は所要時間 7 秒、電流平均値 7.5 アンペアに對し番號 3 では 17 秒かゝり電流平均値は少なく 6.0 アンペアとなつてゐる。相當早く切断してもその爲に特に出力を減じたり、切り難くなる事はなかつた。

7. 使用方法及び附屬品

(ア)使用 方法

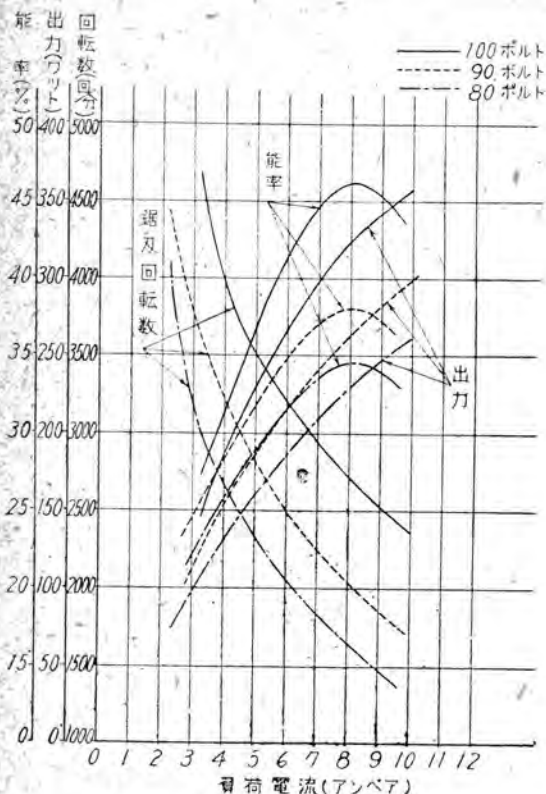
特に熟練を要する事なく、誰でも容易に使用し得る。右手にて後方ハンドルを握り左手にて手前のハンドルを



第 6 圖 丸鋸の切削作用

支え、後方ハンドルを握れば鋸刃は側面の矢印の方向に回轉する。回轉せる鋸刃を板に當て、案内臺を切断すべき板の上の豫め引かれた線に沿つて、靜かに押し進めて切断する。

切断の深さは加減裝置の蝶ナットを弛める事により加減出来る。切断の深さは板の厚さに應じて加減し板の厚さより 5 珎程深くすればより優れた切断が實施出来る。鋸刃の取替えはフランジ付ナット(所謂万頭)を標準 1/2 吋スパナにて挟み「ユルメ」の矢の方向に廻す事により簡單に行われる。又、この電氣鋸の刃を上に向け据置臺に取付け電氣鋸を固定し切断すべき木材を移動して連續に輕快な作業が出来る。尙この際は握りスイッチのストッパーを押して連續回轉されるのである。



第7圖 負荷特性曲線電壓100/90/80ボルト
周波数60サイクル

その他、使用者側に種々工夫する事により、横挽縦挽

番 號	所 要 時 間 (秒)	區 分 1	2	3	4	5	6	7	電 流 平 均 値 (アンペア)
1	7	5	7	7	7.5	8	8.5	9.5	7.5
2	11	5	6	6	6.5	7.2	7.3	8	6.6
3	17	5	5.5	5.7	6	6.2	6.3	7	6.0

(ア)横挽試験 杉材 厚さ29 耗 幅260 耗

- 註 1. 区分とは長さ260 耗を6等分し各點に於ける位置を示す
2. 以上と同寸法の木材を参考の爲手挽鋸にて切斷せる所、全力を擧げて20秒以上を要し作業を續行する事は到底不可能であつた

番 號	所 要 時 間 (秒)	電 流 値 (アンペア)		
		切り込み の初め	平均 値	最大 値
1	15	5	6.7	9.5
2	11.2	5	8	10.0

(イ)縦挽試験 杉材 厚さ29 耗 長さ500 耗
第4表 實地試験(100ボルト60サイクルにて)

は勿論の事、ホゾ作り等の作業に能率を上げる事が出来る。

(イ)附 屬 品

1. 縦挽横挽共用8吋丸鋸刃 2枚
2. 挿込プラグ付キャブタイヤコード 5米
3. 1/2吋スペナ 1個
4. 取扱説明書 1冊

その他、御希望により据置型として、御使用の場合には据置臺も用意してある。

8. 使用上の注意

(ア)挿込プラグの挿入法

挿込プラグは正確に弛まぬ様にコンセントに挿込む事。尙その前にスイッチのストッパーが入っていない事を充分に確める必要がある。

(イ)保 存 方 法

携帯用電氣鋸を保存されるには成るべく乾燥した場所を選ぶ事、濕氣のある土間や床の上に放置すると電動機部分の絶縁を劣化し思わぬ事故を生ずる事がある。

(ウ)使 用 場 所

使用場所は水滴の落ちる所や著しく水しぶきのかゝる様な濕氣の多い場所以外ならば屋内屋外を問はず何れの場所でも差支えない。

(エ)電 源

電源は一般電燈線の交流单相100ボルト50/60サイクル用であるが直流100ボルトでも働き又電壓は85ボルト位に低下しても充分使用出来る。

(オ)點 検

急に不具合になつたときは先づコンセントから挿込プラグを抜き電源との接続を斷つてからスイッチ部分の接觸とか、コードの取付個所、炭素刷子の磨耗、軸受の給油状態を點檢すればよい。

9. 結 言

以上述べた様に、携帯用電氣鋸は一先づ完成したので今後は更に改造を加え、より一屬良心的な製品として御使用願いたいと思つている。鋸刃の徑の選定も8吋のみが万能と云う譯ではなく、その用途或は需要の程度に應じて更に小さいもの或は大きいものに就いても検討する筈である。

當社は従來、木工具は餘り取扱わなかつたのであるがこれを機会に更に携帯用電氣角のみ、電氣鉋等の木工具シリーズを完成したい意向を持つている。

毛 細 管 に よ る 冷 媒 制 御 方 式

家庭用電気冷蔵庫の冷媒制御方式として使用されている各種方式中、最も簡単な毛細管方式を採用するに當りその寸法決定のため行つた實驗結果及び毛細管方式による家庭用冷蔵庫の諸特性について報告したものである。

名古屋製作所 服 部 謙

1. 緒 言

家庭用電気冷蔵庫の冷凍式として現在廣く實用に供されている方法は壓縮式と吸収式とであるが、之の内壓縮式は最も廣く且つ古くから使用されている方式である。之の方式は外部より機械的エネルギーを加え壓縮機を運轉して冷凍作用を営ましむるものであつて、この方式の冷凍サイクルは蒸發、壓縮、凝縮、減壓膨脹、の4つの行程に分けられる。

減壓膨脹装置は又冷媒制御装置とも呼ばれ之の方式には種々あるがこれらはいづれも蒸發器に流入する液化冷媒の制御に用いられ高壓側と低壓側の壓力差を生ぜしめ、これに依り蒸發器に於て低い温度の沸騰點が得られ、之れに依つて冷却作用が営まれるのである。第1表は一般に使用されている各種冷媒制御方式を示したものである。之の他毛細管と同様の目的で雄ネズと雄ネズの間に冷媒を通す方式もあるが、

これは毛細管方式の一變形とも見做し得る。又高壓側浮弁に於ては蒸發器に至る配管に霜の着くのを防ぐため浮弁と蒸發器の間に毛細管又は中間弁を置く場合がある。

各種冷媒制御方式中毛細管方式は構造簡單で可動部分なき爲故障少なくその價格低廉にして米國に於ては現在廣く實用されている方式である。

毛細管方式は高壓側浮弁方式と共にサイクル中の冷媒は殆んど蒸發器の中に存在しているのに對しそれ以外のものは凝縮器の次に設けられた受液槽の中に大部分の冷媒が貯えられる。之の爲前者はガス洩れに對しては特に敏感となりこのため密閉型の冷凍裝置が採用される傾向にある。

當所に於て現在製作致しているMR-150型冷蔵庫も高壓側浮弁方式に代り毛細管方式を採用して好結果を得ている。次に本冷蔵庫の仕様を示す。

MR-150 型家庭用電気冷蔵庫の仕様

- (1)庫内容積 $0.156 \text{ m}^3 = 5.5 \text{ ft}^3$
- (2)壓縮機 開放型, 2 氣筒
- (3)ピストン行程體積 $2 \times 30 \times 30 \times 450 = 0.0191 \text{ m}^3/\text{min}$
- (4)冷媒 メチルクロライド
- (5)冷媒充填量 330 g
- (6)冷凍能力 220 kcal/h

但し、蒸發器温度 $-15.^\circ\text{C}$

凝縮温度 $+39.^\circ\text{C}$

- (7)冷媒循環量 $0.0416 \text{ kg}/\text{min}$
- (8)冷媒制御方式 毛細管 $0.7 \times 2,000 \text{ mm}$
- (9)蒸發器 フラッド型 鐵製珪珪引き
- (10)電動機 反撥起動型单相誘導電動機

100/200 V. 50/60 \sim $\frac{1}{4}$ HP.

4 P.

(11)保護裝置 裝動過負荷繼電器

II. 毛 細 管

家庭用電気冷蔵庫の冷媒制御裝置として用いられる。

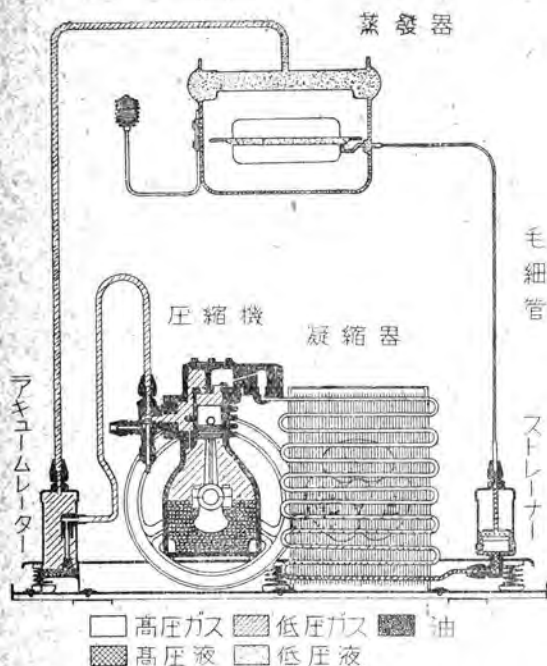
毛細管の内徑は $0.7 \sim 1.0 \text{ mm}$ 程度でその長さは數十mmから數米のものが一般に使用されている。そしてその管の寸法は冷凍裝置の大

冷 媒 制 御 方 式	動作要素	蒸發器の型式
自動膨脹弁 (Automatic Expansion Valve)	蒸發器の壓力	乾 式 (Dry type)
温度式自動膨脹弁 (Thermostatic Expansion Valve)	蒸發器壓力及び 蒸發器の温度	乾 式 フラッド型
低 壓 側 浮 弁 (Low-Side Float Valve)	蒸發器内の液化 冷媒のレベル	フラッド型 (Flooded type)
高 壓 側 浮 弁 (High-side Float Valve)	高壓側の液化 冷媒のレベル	同 上
毛 細 管 (Capillary tube)	流體の摩擦抵抗	同 上

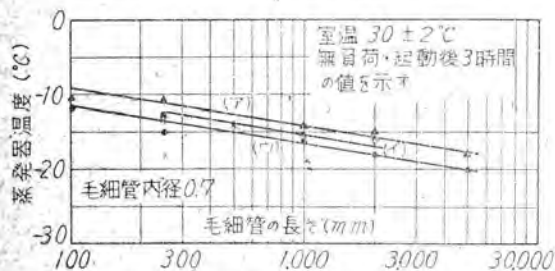
第1表 各種冷媒制御方式

いさと冷媒の種類に依つて決定される。

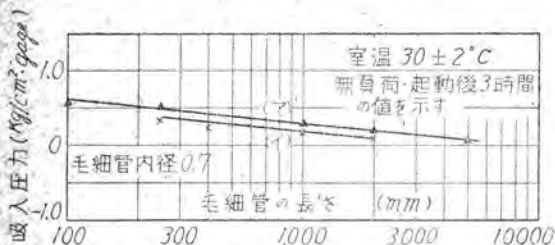
毛細管は普通、銅管を引き抜いて製作されるしかして之が必要條件としては内面が清潔で平滑なこと。内徑が均一の大きさであるということである。現在使用致している毛細管の内徑寸法誤差は $\pm 5/100 \text{ mm}$ 以内であつて、



第1図 MR-150型冷蔵庫冷凍サイクル



第2図 毛細管の長さとの蒸発器温度



第3図 毛細管の長さとの吸入圧力

この程度の誤差範囲ならば蒸発器温度への影響は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内にとどまる故実用上支障はない。

内径寸法の測定には (ア) 切口を顕微鏡で測定する方法、(イ) 重さ及び外径寸法を測定して之れより計算して求める法、(ウ) 既知の粘性の流体を通して之れより求める法、(エ) 種々の太さの針を挿入して測定する法、

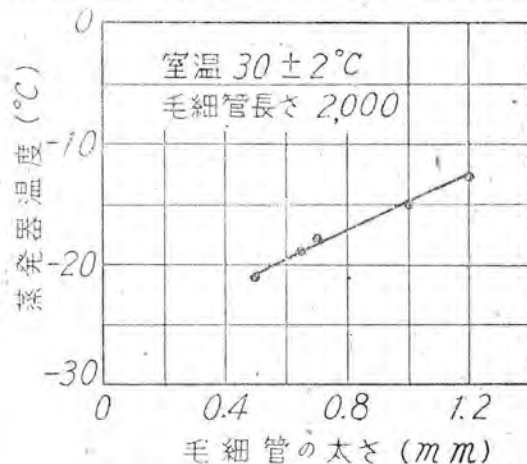
等があり各々その特徴があるが之れらの方法に依る測定結果の差異は $2/100\text{mm}$ 以内である。而してこれらの方理的と考えられるのは (ウ) の方法であるが生産作業工法中最も合程に於ては (エ) の方法を採用致している。

毛細管の肉厚は機械的強度、接続管等を考慮して決定さるべきであるが、肉厚が大になると内面に皺が出来るので餘りに厚いものには出来ない。現在使用しているものは 0.5mm 肉厚である。

毛細管は通常サクシヨンパイプに沿つて半田付けし熱交換を行わしめるがその両端は環に巻くことが多い。斯様な場合毛細管の抵抗が増加することは考えられる處であるがその程度は如何なるものであらうか。之の關係を知るため長さ 2m の毛細管を直径 10mm の銅管に全部巻き付けた處その抵抗増加は約 5% であつて實際にはこの事に對して考慮する必要のない事が判明した。

Ⅲ. 毛細管式冷凍装置の特性

毛細管方式の最も大きな特徴の一つとも云うべきものは壓縮機が停止した時に高壓側と低壓側の壓力が等しくなると云うことで、この爲壓縮機は自動的に無負荷の状態で起動出来る。しかし之の作用があるために高壓側の冷媒は壓縮機停止後も蒸発器に入り込み蒸発器の冷媒が溢



第4図 孔径と蒸発器温度の關係

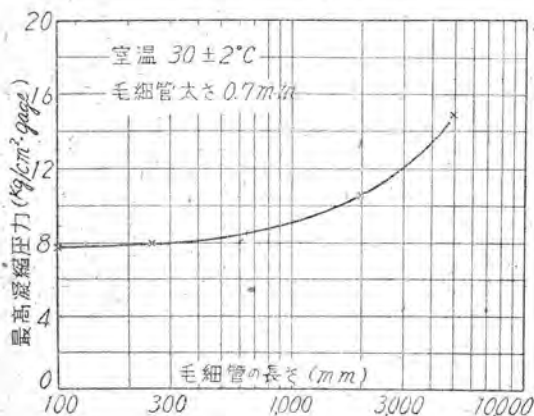
れ出て壓縮機に歸り、壓縮機が起動時に液冷媒を衝く虞れがある。普通、開放型の機械に於てはアキュムレーターを装備し液冷媒を衝く事の無い様にする。

毛細管方式を採用するに當り重要なことはゴミやスケール、その他の異物をよくシステム中から取り去つておくことである。猶お異物が毛細管に詰らぬ様毛細管の入口にはストレーナーをつける。システム中の水分は毛細管の出口や蒸発器内で凍りついて冷媒の流れを妨げるか

ら完全に取り除く必要がある。現在脱湿法としては冷凍装置を100~110°Cの電気爐中に入れ、システムを70 cm程度の真空に保ち乍ら3~5時間乾燥を行つてその目的を達している。

第1圖はMR-150型冷蔵庫の冷凍サイクルを示したもので、この型に就て種々實驗を行つた。猶お毛細管方式を採用する前に使用していた高壓側浮弁に就いても比較のため多少の實驗を行つた。この冷蔵庫のキャビネットの熱漏洩は個々の製品により異なるも大體2.5~3.0 kcal/h.°Cたで絶縁材料としてはテックスを使用している。なお實驗は特に断らない限り室内温度30±2°Cに於て行つものである。

1. 毛細管の寸法、冷媒の粘性により毛細管を通過する冷媒に壓力差を生ぜしむる處の抵抗は、Poiseuilleの定理に示される如く、長さ按比例し毛細管の内徑の4乗に反比例する。而して毛細管の抵抗の變化が冷凍能力に如何なる關係を有するかを調べて見る必要がある。之の關係を知るべく冷凍装置の毛細管を種々變えて實驗を行つた。この結果は第2圖乃至第4圖に示す如くでその曲線は次の實驗式に示される如くで毛細管の寸法は大した影響を及ぼさないことを示している。之の爲實際の製作



第5圖 製氷時に於ける最内凝縮壓力

$$L = ae^{-br} \dots \dots \dots (\text{第2圖})$$

但し、 L = 毛細管の長さ mm

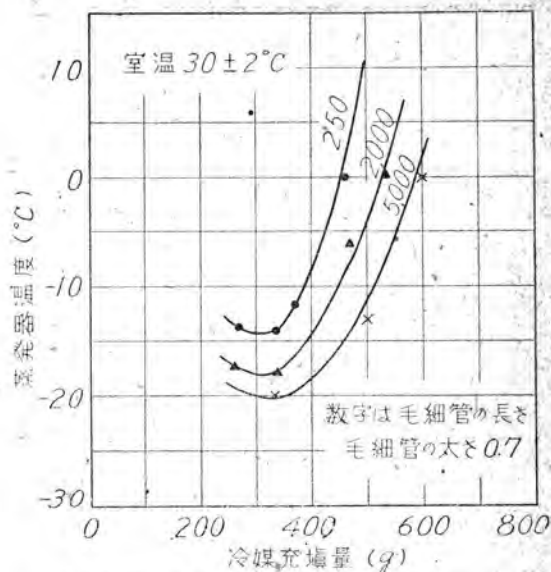
T = 蒸發器溫度 °C

$$a = 0.2 \sim 1.0 \quad b = 0.5$$

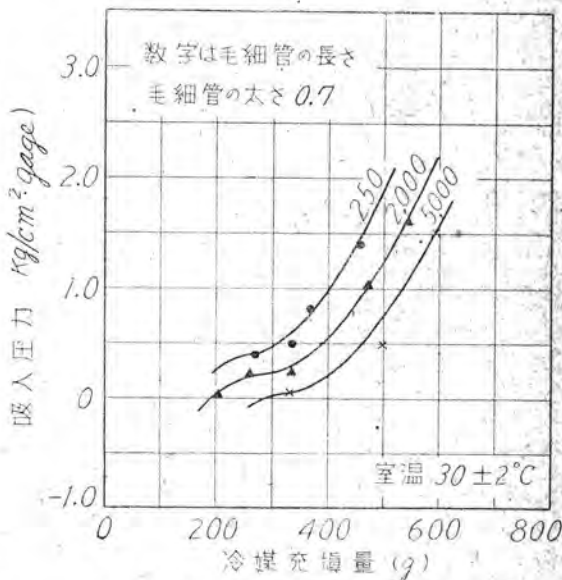
誤差は問題視する必要はない。圖中無負荷とあるは庫内に物品を入れず熱漏洩のみの場合である。

毛細管の寸法は又最大凝縮壓力にも影響する。即ち製氷時の如く急激に大きな負荷がかつたときには相當に大きな値になる。之のことは高壓側の耐壓と睨み合せてその寸法を決定する必要があることを示している。第5圖

毛細管による冷媒制御方式・服部



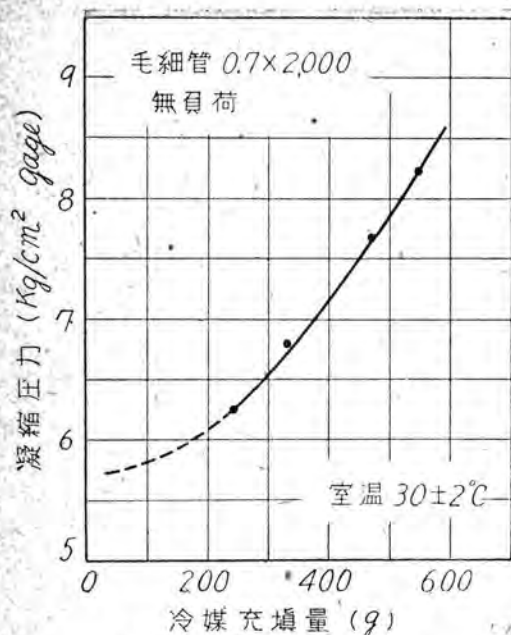
第6圖 冷媒充填量と蒸發器溫度の關係



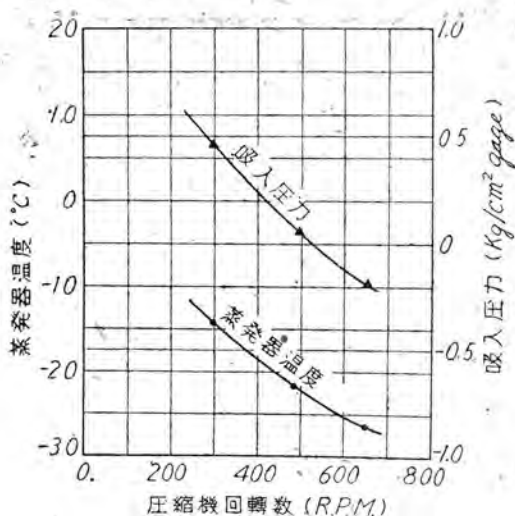
第7圖 冷媒充填量と吸入壓力との關係

は之の狀況を曲線に示したもので製氷時に於ける最高凝縮壓力とは蒸發器溫度が室温に等しくなつた時、3 kgの水を入れた水皿を入れて起動しその運轉中に現われる最高壓力を採つたものである。

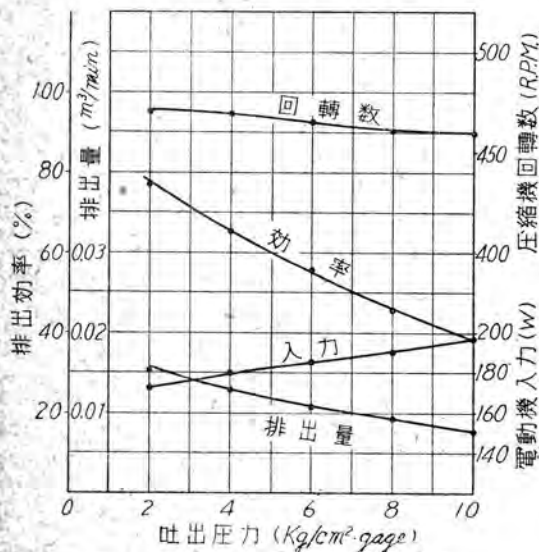
2. 冷媒充填量の影響、適當な冷媒充填量は庫内のサクションパイプに迄霜が着く程度を云う。そして斯様な状態ならば冷媒に溶けた油は蒸發器に溜ることなく壓縮機の方に歸つて来る。然るに充填量が少ない時には凝縮壓力は上昇せず吸入壓力も低下し冷却効果が減じ着霜線が



第 8 圖 充媒充填量と凝縮壓力



第 10 圖 壓縮機回転数の影響



第 9 圖 壓縮機の性能 (空氣)

至第 8 圖で非常に大きな影響を及ぼす事を示している。之れが爲冷媒は正しく計量して充填さるべきである。冷凍装置のサイクル中にガラス窓を付けて冷媒の循環状況を観察するに、毛細管の入口に於ては起動時に油と液化冷媒の混合した着色液が通過するが漸次透明となつて来る。そして蒸發器が冷却されると液に泡が混る様になる。之の状態は負荷が小さい程、又毛細管の抵抗が少ない場合程頻りに通過する。而し規定の負荷がかけられている時にはこの様なガス状の冷媒が通過しない様その抵抗を選ぶ必要がある。毛細管の出口につけたガラス窓では冷媒が毛細管の出口から噴き出しているのが観察される。それはあたかも水道のホースから水が噴出しているのに似ている。なお毛細管の出口迄の約 10 % の長さに霜がつくが之れは傳導に依るものではなく毛細管の中で冷媒が氣化しているためである。

3. 壓縮機の性能、壓縮機の排出量の大きさが影響する事は當然である。即ち蒸發器温度を一定に保つためには流量の増加に比例して抵抗を減少せしめなければならない。この事は亦 50, 60, サイクルの變化とか壓縮機の性能低下等に就ても検討すべき問題である。

MR-150 型冷蔵庫に使用せる壓縮機の性能は第 9 圖の如くであるが之れは空氣に就て行つたもので吸入側は大氣に開かれている。冷媒ガスの場合との關係に就ては目下實驗中である。第 10 圖は壓縮機の回転数を變化せしめたる場合の影響について示したものである。

4. 冷媒の種類、家庭用冷蔵庫に使用される冷媒は種々あるが、亜硫酸、メチルクロライド、フレオンの三つが最も一般的なものである。第 2 表は之らの冷媒と毛細

低くなり冷媒のみ壓縮機に歸り蒸發器に油が溜る事になる。又これと反對に充填が量多い時には庫外のサクシオンパイプに迄霜がつく。凝縮壓力は高くなると共に吸入壓力も上昇して能率の低下を來たし、又霜が溶けたとき不都合を生ずる。冷媒の適當な充填量は以上の事から定められ、適量充填の場合に冷凍能力は略最大になる。之の量は MR-150 型冷蔵庫に於ては 330 g である。冷媒の充填量を種々變化してその影響を求めたものが第 6 圖乃

	亜硫酸 SO ₂	メチルクロ ライド CH ₃ Cl	フロン Cl ₂ CF ₂
液化冷媒の粘性係数 25°C C.G.S.	3.1×10 ⁻³	2.3×10 ⁻³	2.5×10 ⁻³
ガス冷媒の粘性係数 0°C C.G.S.	1250×10 ⁻⁷	983×10 ⁻⁷	1200×10 ⁻⁷
ピストン押のけ量	139	100	89
毛細管の長さの割合 (押のけ量, 太さ, 冷凍 能力一定とした場合)	80	100	48
毛細管の太さの割合 (押のけ量, 長さ, 冷凍 能力一定とした場合)	106	100	120.5

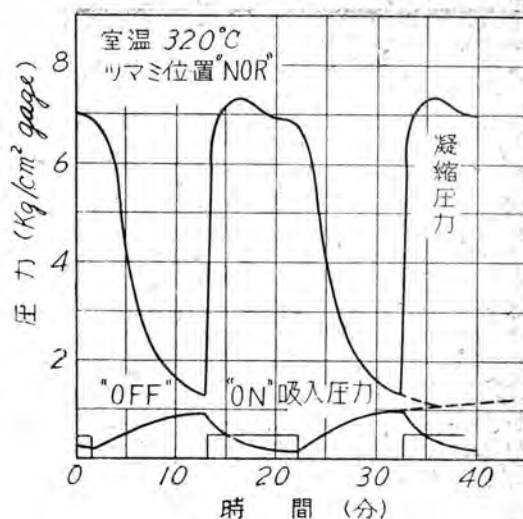
第2表 冷媒の種類と毛細管寸法の関係

管寸法の関係に就て示している。

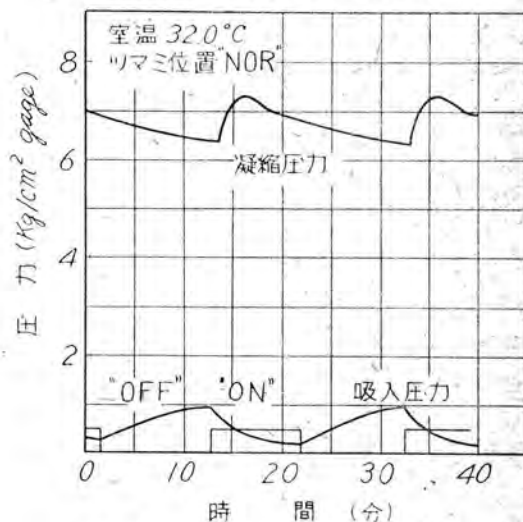
5. 毛細管が詰った場合、毛細管が何んらかの原因で詰った場合高圧側の圧力が異常上昇する為これが保護に就て考慮する必要がある。そして之の保護としては高圧側の容積を充填冷媒容積よりも大きく採るか、又は過負荷繼電器に依つて電動機を停止せしめるかの2つの方法が考えられる。而し開放型の機械に於て後者を望む事は困難である。MR-150型冷蔵庫に於ては前者を採用し猶お凝縮器容積のみにては不足故ストレーナーにも空間を設けてある。之の爲もし何んらかの原因で毛細管が詰ったとしても之の中に冷媒が入り圧力が異常に上昇する危険を防いでいる。

6. MR-150型冷蔵庫の特性、この冷蔵庫の毛細管としては内径0.7 外径1.7 長さ2,000の寸法のものを使用している。之れは前記各項に述べた事項及び配管を考慮して決定したものである。

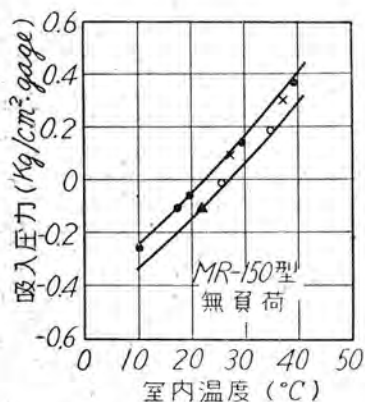
毛細管方式と高圧側浮弁の場合との最も顕著な差異は高圧側の圧力変化である。即ち毛細管方式の場合には壓縮機の運轉を止めた後も高圧側の冷媒は低圧側に流入して



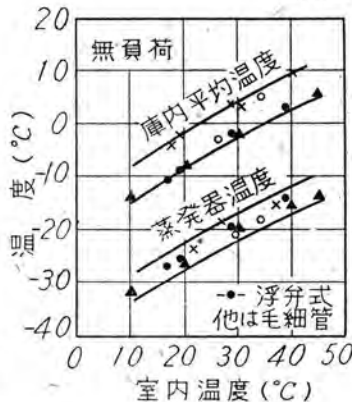
第11圖 毛細管方式の壓力變化



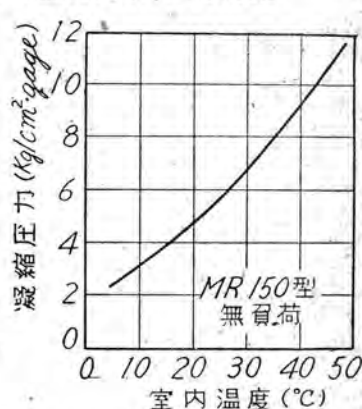
第12圖 高壓側浮弁方式の壓力變化



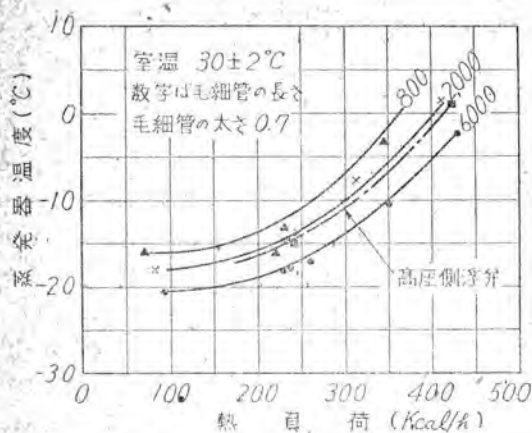
第13圖 凝縮壓力曲線(使用冷媒CH₃Cl)



第14圖 室内温度の影響(ア)



第15圖 室内温度の影響(イ)



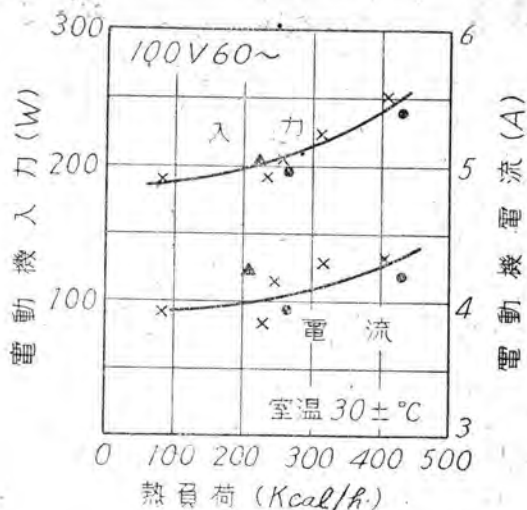
第16圖 熱負荷と蒸發器温度の關係

高壓側の壓力が低壓側の壓力に等しくなる迄續くが、(第11圖) 高壓側浮弁に於ては高壓側と低壓側とは浮弁に依つて分たれ高壓側はその温度に於ける飽和壓を維持する(第12圖) しかしその他の特性は毛細管の場合と殆んど同様な傾向を有している。

第13圖乃至第15圖は製品に就て室内温度の影響を調べたものゝ結果であり、第16圖、第17圖は蒸發器をブライン槽に浸けてその冷凍能力を測定した結果を示したものである。

IV. 結 論

故障少なく價格低廉なることは家庭用冷蔵庫に於ても具備すべき最大條件の一つである。冷媒制御装置としては種々の方法があるが毛細管方式に依るものが之の條件に最も適合している。そして之の方式に依れば冷凍の裝置可動部分は壓縮機のみとなる。本方式の實施は早くより進駐軍冷蔵庫關係技術者より從認されていたのであつて



第17圖 電動機の負荷

本實驗は之れが實施に當りその寸法を決定し且つその特性に及ぼす影響に就て知るために行つたものである。浮弁方式に代り毛細管方式の冷蔵庫を送り出したのが本年2月でそれ以降冷媒制御裝置の事故は殆んど皆無となつた。そして現在も本方式の冷蔵庫を多數製作して好成績を得ている次第である。

終りに第八軍冷凍技術者デューアート少佐の御指導に對し厚く感謝の意を表すると共に本實驗に種々御協力願つた宮下技師の勞を謝す次第である。

参 考 文 献

- (1) Wostrel. Praetz; Household Electric Refrigeration; 163 (1938)
- (2) 長岡順一; 冷凍 岩波機械工學講座 VII 11(昭16)

新製品紹介

異常電壓による事故を未然に防ぐには

3,300 V 用 EV 型 デアイオンアレスター



特 徴

- ☆異常電壓到來と同時に、遲滞なく作動する。
- ☆機器及び線路の絶縁に、安全な程度に、異常電壓を制限する。
- ☆異常電壓放電後は、直ちに續流を遮斷し、線路に何等擾亂を與えない。
- ☆價格低廉にして保守の容易なこと。

50馬力アンモニア冷凍機

現下我國食糧事情解決の一翼として大型冷凍機の開発に着手し今年
5月50馬力アンモニア冷凍機6臺の完成を見たので其の構造、
機能の概要、並に工場試験の結果を報告したものである。

長崎製作所 中村 長 一 至
村 田

I 緒 言

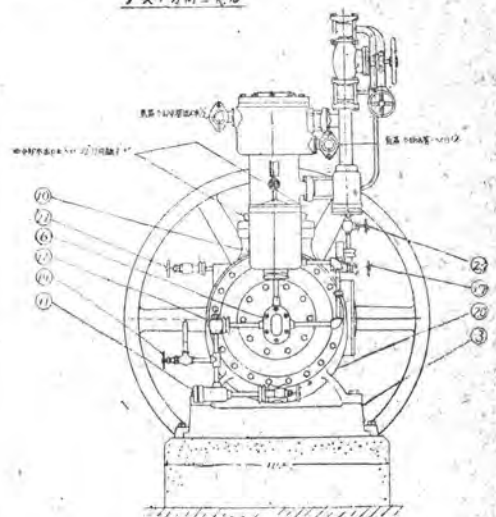
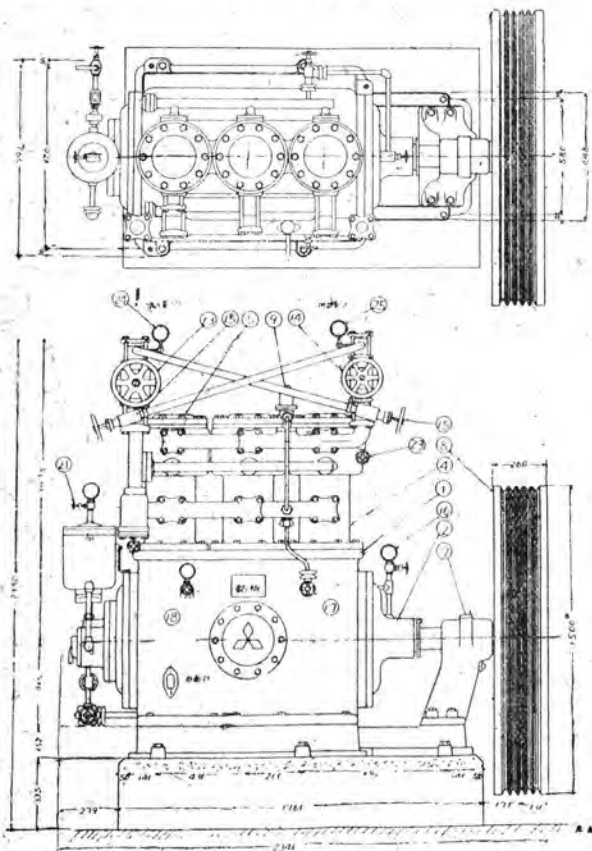
我國の冷凍事業も他工業と同様戦災による相當の被害を
被り其の立直りも遅々として進まざる現状にある。然る
に食糧事情を考え特に漁業方面に於いては生産、配給、
價格の合理圓滑化は此の冷凍事業に負ふ處大にして我國
水産業の發展と共に冷凍事業も將來大いに期待するに足

仕 様

氣筒會徑耗	200	壓力缸 / 平方糎	12
衝程耗	180	冷凍能力噸 / 0	35~50
氣筒數	3	吸入管吋	2½"
所要馬力	50	排出管吋	2"
廻轉數 / 分	215	冷却水管吋	1½"

品番	品 名	品番	品 名
1	クランク室	14	排出止弁
2	クランク室覆	15	近路弁
3	臺來	16	油壓弁
4	シリンド	17	クランク室空氣抜弁
5	シリンド蓋	18	クランク室壓力計弁
6	油ポンプ	19	油注入弁
7	外側軸受	20	油弁
8	フライホイール	21	油壓計弁
9	安全弁	22	油調節弁
10	油冷却器	23	排弁
11	油源	24	聯成計
12	油逆止弁	25	聯成計
13	吸入止弁		

ア 英 1 方 向 の 見 方



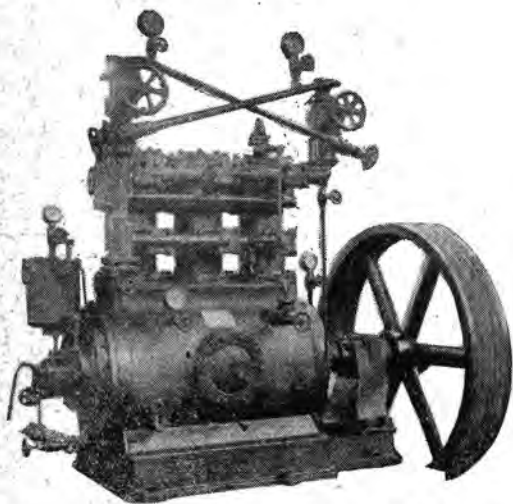
第 1 圖 壓縮機外形圖

るものと考えられる。又進駐軍の食糧、輸入食糧等に冷蔵或は低温乾燥せるものゝ如何に多いかを見る時に冷蔵、冷凍事業の將來に對する奮起を促される。當社は從來 $\frac{1}{4}$ 馬力より5馬力までのメチールクロライド式冷凍機を商業用に家庭用に、凍結食品の冷蔵に、冷房用に送つて好評を博して居つたが、此度工業用として製氷、冷凍冷蔵冷房用として新に開發を終え目下量産に移り一部は既に一般市場に出て居る50馬力アンモニア式冷凍機の概要を述べることにする。

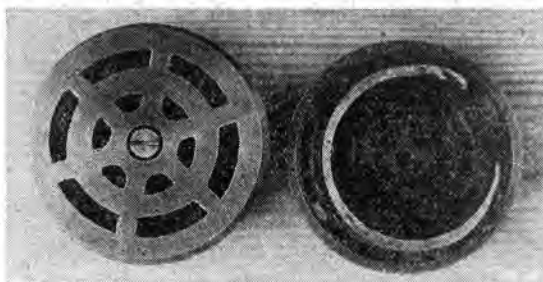
Ⅱ 構造のあらまし

1. 壓縮機の仕様

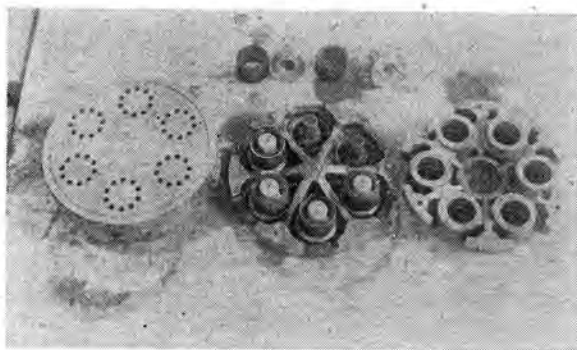
型 式	壓型全密閉式單動壓縮機
所 要 馬 力	50 馬力
氣 筒 直 徑	200 耗
衝 程	180 耗
氣 筒 數	3
壓 力(排出)	12 $\frac{1}{2}$ 耗/平方糎
回 轉 數	215 回轉毎分
冷 凍 能 力	35~50 $\frac{1}{2}$ 冷凍耗/日



第2圖 壓縮機外形寫眞



第3圖 吸入弁



第4圖 排出弁

フライホイール

徑1500耗×幅260耗
V ベルト D型5本
電 動 機
50馬力 50/60サイクル
3000/3300ボルト
8極 750/900回轉毎分

2. 構 造

第1圖は壓縮機の外形を示し第2圖は其の外形寫眞である。シリンダーはクランク室と別個にFC-23鑄物で個々にクランク室にボルトで締付けられクランク室の中央には直径250耗の横蓋を設け修理點檢に便ならしめ左端に自働強制注油裝置の齒車ポンプを設けクランク軸と直結している。右端は密閉せるスタッフィング

ボックス、其の先に外側軸受を介し勢車を兼ねた溝車を取付けVベルトを通し電動機により驅動せられる。クランクケース内の油は下部より油濾を通り齒車ポンプに依り吸上げられ油冷却器にて冷却されクランク軸中央の孔を通り偏心輪並に連桿を潤滑し一部はスタッフィングボックスを通り油調節弁を経て餘分の油はクランク室内に入る様になつて居る。此等の各部は個々に或は縁合組立後、水壓にて30耗/平方糎の耐壓試験並に20耗/平方糎の空氣漏洩試験に合格せるものである。

吸入弁は第3圖に示す如くピストン頭部にあり2枚のリングプレート弁で鑄座、發條、吸入弁バネ抑えで一組となつて居る。排出弁は第4圖に示す如くボベット弁でシリンダー頭部にあり鑄座、安全バネ及安全バネ座より成り異常壓力の發生、液化アンモニアの侵入等による禍害を未然に防ぎ且つ衝撃のための抑制機構となして居る。

3. 附 屬 機 器

(ア) 油 分 離 器

冷凍機に使用する潤滑油は凝固點が低く引火點の高い冷凍機油を使用するのであるが、此れがアンモニアに混同して凝縮器に入り結局裝置全體を循環する。油が冷却管及び蒸發管の表面或はアンモニア液中にまじると能率が非常に悪くなるので、壓縮機より出たアンモニアガス中の油を分離しなければならない。其の裝置として第5圖に示す如き鋼板製圓筒の中に直径8耗の孔が122個あ

た傘型分離板5枚を納めたのである。

(イ)受液器

液化せるアンモニアを受溜するもので第6圖に示す如き銅板製圓筒横型で大きさ直径 483 耗長さ 2700 耗で内容積 0.45 立方米あり 50 耗ポンベ5 本分の液化 アンモニアを入れることが出来る。

(ウ)凝縮器

高温のアンモニアガスを冷却液化する装置にして第7圖に示す如き銅板製圓筒内に外径 51 耗の引拔鋼管 72 本を挿入したる堅型凝縮器である。其の容量は

凝縮器大さ 銅徑 660 耗×長さ 3418 耗

冷却管大さ 外徑 51 耗×長さ 3500 耗

冷却管本數 72 本

冷却面積 39.8 平方米

冷却能力 197,500 キロカロリー毎時

冷却水量 約 30 耗毎時

冷却水の温度及び量に依り冷却能力は變化するが、大體 15℃ 乃至 25℃ の清水又は海水を使用する。

上部には旋回器を附しパイプ中を冷却水が旋回して流れる様になつて居る。

Ⅲ 壓縮機の能力

1. ピストン押のけ量

シリンダー徑 200 耗

ストローク 180 耗

シリンダー數 3

回 轉 數 215 回轉毎分

1 ストローク 1 シリンダーの押のけ量

$$= \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \times 0.18 = 0.00566 \text{ m}^3$$

ピストン押のけ量 PD

$$= 0.00566 \times 3 \times 215 = 3.65 \text{ m}^3/\text{min}$$

實際押のけ量

$$PD_a = 3.65 \times 0.8 = 2.92 \text{ m}^3/\text{min} = 175.2^{\circ}/\text{hr}$$

但し容積効率

$$\mu_v = 80\% \text{ とす}$$

2. アンモニアの

流量並に冷凍能力

温度條件を下記の通りとする（日本冷凍協會冷凍機能力試験規格案に依る）第 8 圖参照

蒸發壓力に對する飽和冷媒温度

$$t_1 = -10^{\circ}\text{C}$$

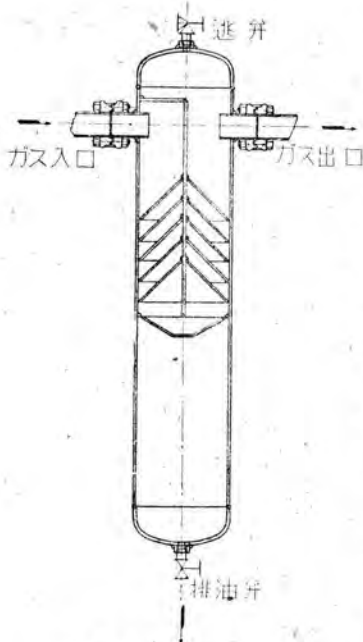
凝縮壓力に對する飽和冷媒温度

$$t_2 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$(P_2 = 10 \text{ kg/cm}^2)$$

膨脹直前に於ける冷媒温度

$$t_u = 20^{\circ}\text{C}$$



第5圖 油分离器

Q = 冷凍能力

kcal/hr

i_1' = 膨脹直前の冷媒のエンタルピ

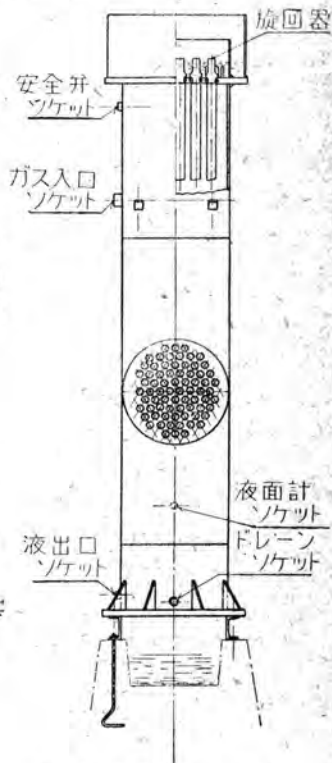
$$= 122.4 \text{ kcal/kg}$$

($t_u = 20^{\circ}\text{C}$ P_2

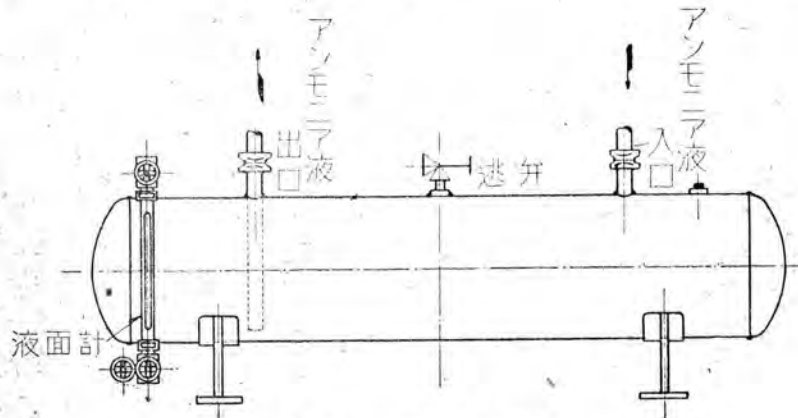
$$= 10.2 \text{ kg/cm}^2 \text{ アン}$$

モニア性質表より)

i_2'' = 蒸發壓力に對



第7圖 堅型凝縮器



第6圖 受液器

	蒸發壓力に對する飽和ガス温度	凝縮壓力に對する飽和ガス温度	膨脹弁直前NH ₃ 温度		エンタルピの差	NH ₃ 循環量	冷凍能力
	t_1°	t_2°	t_3°	i_3'' kcal/kg	i_2' kcal/kg	$i_3'' - i_2'$ kcal/kg	W kg/hr Q_t ton/day
標準出力	-10° $P_1 = 2.966 \text{ kg/cm}^2$	25° $P_2 = 10.2 \text{ kg/cm}^2$	20°	398.7	122.4	276.3	420
	-5° $P_1 = 3.62$	30° $P_2 = 11.9$	20°	400	122.4	277.6	505
最高出力	-2° $P_1 = 4.06$	34° $P_2 = 13.374$	10°	401	111.1	289.9	565

第一 表

$$HP_{iNd} = \frac{K}{K-1} P_1 V \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right\} \mu_{voc} \times 100^2$$

$$K = 1.28 \quad \text{NH}_3 \text{ の } C_p/C_v$$

$$P_1 = 2.966 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs 吸入壓力}$$

$$P_2 = 10.2 \text{ " " 吐出壓力}$$

$$\mu_{voc} = 92.6 \% \text{ (IV-2 項體積効率より)}$$

$$V = 3.65 \text{ m}^3/\text{min} \text{ ピストン押のけ量}$$

$$HP_{iNd} = \frac{1.28}{1.28-1} \times 2.966 \times 3.65 \left\{ \left(\frac{10.2}{2.966} \right)^{0.22} - 1 \right\} \times 0.926 \times 100^2$$

$$= 31.6 \text{ HP}$$

故に軸馬力 SHP は

$$SHP = \frac{HP_{iNd}}{\eta_m} = \frac{31.6}{0.85} = 37.2 \text{ HP}$$

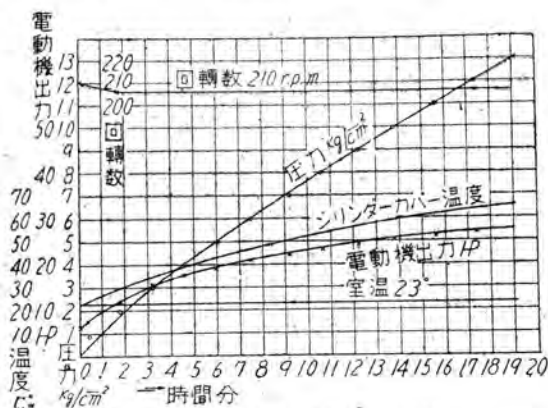
$$\eta_m = \text{壓縮機機械効率}$$

以上は理論的アンモニアの循環量及び壓縮機本体のみを考えた場合の馬力であるが冷凍装置全體を考えると配管部分より相當熱の漏洩があるから其の裝置固有の熱漏洩に相當する仕事量を上記の値に加算しなければならない

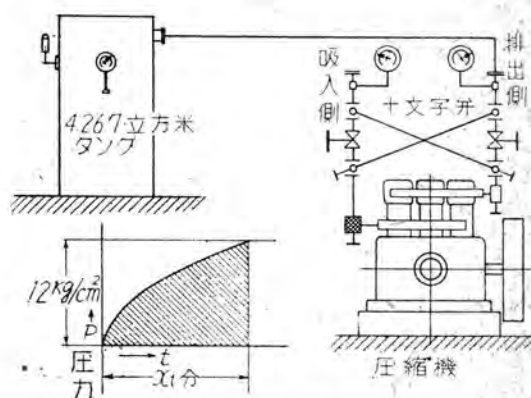
IV 冷凍機の試験

1. 吸入壓縮並に漏洩試験

組立完了後10數時間のならし運轉を行い機械を充分な



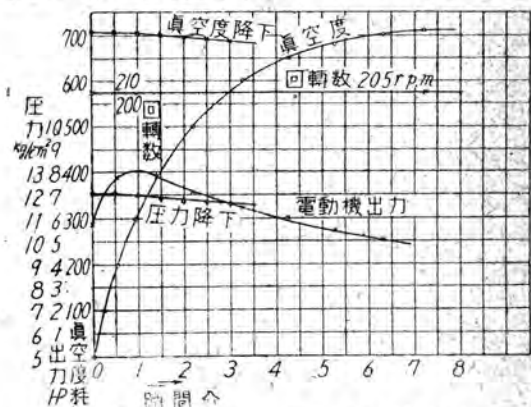
第 11 圖 50 HP 壓縮機壓縮試験



第 10 圖 吸入壓縮試験裝置圖

じませて空氣を負荷として壓縮機の性能を見るものである。其の要領は第10圖に示す如く4.267立方メートルのタンク中に電氣を壓入及び排出して其の試験結果より圖表を作成し第11圖の如き結果を得た。壓縮試験はタンクに充填する時間と壓力、電動機出力を計測して12平方厘まで上げるに要する時間は17分20秒で其の時の電動機出力は27馬力を示して居る。

吸入試験 此れは前と反對にタンク中の空氣を排除し其の眞空度と時間及び電動機出力を計測し、水銀柱71厘になるに7分10秒を要し其れ以上運轉しても眞空度は上



第 12 圖 50 HP 壓縮機吸入並止漏洩試験

		試 験 番 號			C = 筒隙比 = $\frac{\text{全 空 隙}}{\text{ピストン押のけ量}}$ = 0.034 3.4%
		No. 1	No. 2	No. 3	
1	壓縮機吸入壓力 P_1	2 kg/cm ² ゲージ	3.2 kg/cm ² ゲージ	4.0 kg/cm ² ゲージ	R = 壓縮比 = $\frac{P_2}{P_1} = \frac{12+1.0332}{1.0332}$ = 12.62
2	縮機吐出壓力 P_2	10 " "	10 " "	10.5 " "	
3	ガス温度 (吸入側管壁)	5.5°C	2.0°C	8.0°C	K = 1.4 空氣の C_p/C_v $\eta_{\text{radi}} = 1 + 0.034(1 - 12.62^{1.4})$ = 0.826 82.6%
4	ク (吐出側 ク)	95.5°C	75°C	74°C	
5	壓縮機回轉數	215 r.p.m.	215 r.p.m.	220 r.p.m.	アノモニアの場合の體積効率は C = 0.034 K = 1.28 R = $\frac{P_2}{P_1} = \frac{12+1.0332}{2.966}$ = 4.4
6	海水ブライン温度入口 t_{H1}	20.8°C	20.8°C	23°C	
7	ク ク 出口 t_{H2}	6.9°C	3.5°C	11°C	を上に代入し $\eta_{\text{radi}} = 1 + 0.034(1 - 4.41^{1.28}) = 0.926$ 92.6%
8	温度差 $t_{H1} - t_{H2}$	13.9°C	17.3°C	12°C	
9	受液器温度 (液温)	13°C	23°C	25°C	此れは空際のみによる體積効率で實際の排出効率は瓣よりの漏れ温度の影響により上記より少くなる。 (イ)タンクに空氣を充填するに要する時間 第10圖に示す要領にて所要時間を求むれば タンク容積 $V = 4.267 \text{ m}^3$ 壓力 (最初) $P_1 = 1.0332 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs}$ 壓力 (最後) $P_2 = 13.0332 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs} = 12 \text{ kg/cm}^2 \text{ ゲージ}$ $x_t = 12 \text{ kg/cm}^2$ まで上げるに要する時間 (分) 壓縮前の空氣の温度 $t_1 = 20^\circ\text{C} \quad 293^\circ\text{C abs}$
10	海水ブライン比熱 ρ	0.946 kcal/kg	0.946 kcal/kg	0.946 kcal/kg	
11	海水流量 W	7.296 ton/hr	7.632 ton/hr	12.485 ton/hr	第 1 3 圖 試 験 装 置
12	電動機出力	38.78 HP	43.38 HP	44.7 HP	
13	海水ブライン法に依る冷凍熱量 $Q_R = \rho \times W \times 1000 \times (t_{H1} - t_{H2})$ 越/日	28.8 ton/day	37.5 ton/day	42.7 ton/day	
14	アンモニア循環量 kg/hr	420 kg/hr	565 kg/hr	695 kg/hr	
15	理論冷凍熱量 Q_T 越/日	35 ton/day	46 ton/day	56.5 ton/day	
16	装置よりの熱漏洩 $Q_1 = Q_T - Q_R$	6.2 ton/day	8.5 ton/day	13.8 ton/day	
17	装置の効率 $\eta = \frac{Q_R}{Q_T}$	82.5 %	81.5 %	75.5 %	

試験結果第二表 ※ No. 3 試験は室温 26°C 梅雨期。雨天の際施行。パイプ熱絶縁等悪化せるに依るものと考へらる

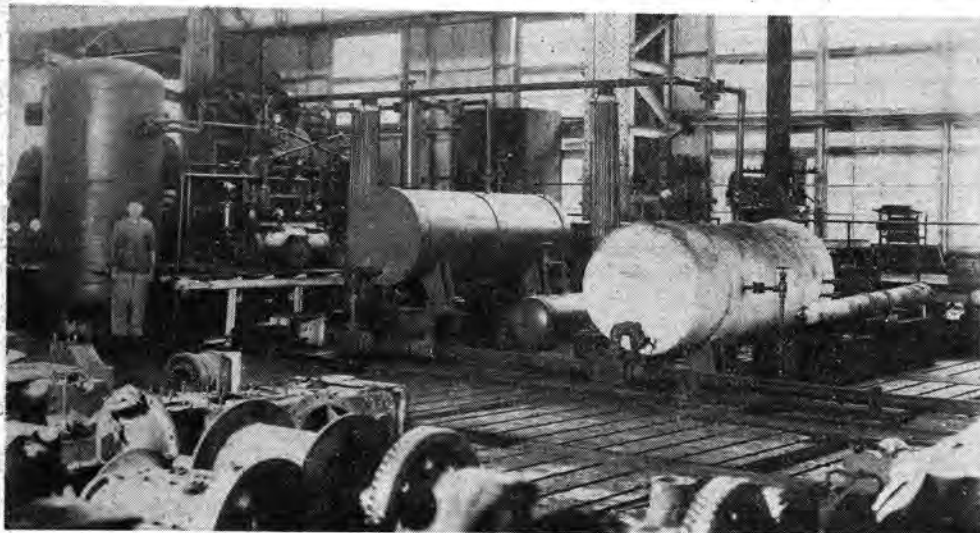
らなかつた。其の時の電動機出力5馬力を示して居る。停止漏洩試験=此らは第12圖に示す如く壓力12.1kg/平方糎まで上げ其のまゝ運轉を停止して壓力降下を見た其の結果0.4 kg/平方糎の降下に3分を要した。又眞空度の低下は3分後71糎より68.8糎となつた。

2. 壓縮機の體積効率

(ア)空氣の場合の體積効率

η_{radi} とすれば

$$\eta_{\text{radi}} = 1 + C(1 - R^K)$$



第 1 3 圖 試 験 装 置

壓縮後のタンク内空気温度 $t_2 = 50^\circ\text{C}$ 323°C abs 實測

壓縮前の空気の密度 $\rho_1 = 1.2 \text{ kg/m}^3$

壓縮後の空気の密度 $\rho_2 = 13.8 \text{ kg/m}^3$

壓縮前のタンク中の空気の重量 W_1

$$= \rho_1 \times V = 1.2 \times 4.267 = 5.12 \text{ kg}$$

壓縮後のタンク中の空気の重量 W_2

$$= \rho_2 \times V = 13.8 \times 4.267 = 59 \text{ kg}$$

x_t 時間中にタンク内に充填せられた空気の重量 $G \text{ kg}$ と

すれば $G = W_2 - W_1 = 59.0 - 5.12 = 53.85 \text{ kg}$.

實際ピストン押のけ量 2.92 立方メートル毎分の空気を重量に換算すれば $W_{PD} = 1.2 \times 2.92 = 3.5 \text{ kg/min}$

$$x_t = \frac{G}{W_{PD}} = \frac{53.85}{3.5} = 15.4 \text{ min} = 15' \sim 24''$$

試験結果によると 17 分 20 秒であるが此れはタンク及び吸入、排出弁より漏れによる結果と考えらる。

(ウ) 試験結果よりの排出効率

$$\eta_{del} = \frac{G}{PD \times \rho_1 \times t} = \frac{53.85}{3.65 \times 1.2 \times 17.33} = 0.71$$

空気を壓縮して 12 疋/疋^2 に上げた場合の實際の排出効率 71% となる。

3. 冷凍能力試験

第13圖は試験装置の寫眞を示し第8圖は其の概略圖を示す。壓縮されたる高温高壓のガスは先ず油分離器により油を分離して凝縮器に入り冷却水により液化され受液器に溜る。其れより膨脹弁に至り此處で絞り膨脹をなし蒸發器に至りてアンモニア液は其の蒸發潜熱を取つて蒸發し、ガスとなつて壓縮機へ吸引せられる。其の間ブライン(海水)は冷却されて冷たくなる。配管系統並に蒸發器の熱損失が無ければブラインの出入口温度差、流量比熱を計測すれば冷凍熱量の測定が出来る。以上の試験装置による試験結果は第二表に示す如くである。

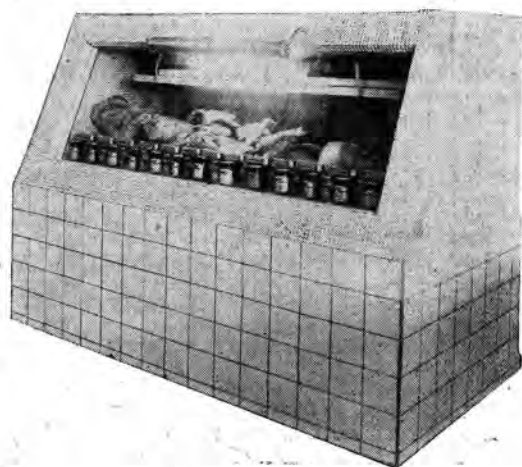
V. 結 言

以上新規開發品で資材入手困難の折一ヶ月有餘にして完成市場に送り出したのであるが能力測定に關しては裝置の不備、吸入管、蒸發器の熱絶縁の不完全、海水ブラインを三角堰にて測つた事、各部温度は管壁に温度計を密着して測つた等、測定値に絶對を期し得なかつた點はあるが大體所期の成績を擧げ得た。又目下納入中のものは嚴密なる立合試験の下にて引渡完了良好なる運轉中であるから實際使用狀態に於ける成績は次の機會に發表するとして此處に工場試験の一端を披露した次第である。

新製品紹介

デパート、ホテル、レストランの食品貯藏に

三菱ショーケース



常に新鮮な食料品を...僅かな費用で
美麗な陳列ケースは...

...貯藏呈供致します

☆据付、移動は自由容易で

☆スイッチを入れた丈で自動的に、温度が調節され

☆運轉は靜肅且つ壽命長久が特徴です

☆設計はお好み通り御引受け致します

(冷却剤は冷媒用メチルクロライド瓦斯)

電 車 用 主 電 動 機 の 故 障

昭和21年9月から11月に亘り關西方面の主要な電鐵庫を訪問して、最近の電車用主電動機の故障状況を調査したものを纏めた報告である。

神戸製作所 長 坂 孝 一

I 緒 言

電車の故障のうちで修理に最も時日と手数を要するものは主電動機の故障であつて現在入庫車輛の8割迄は此の故障である。就中電機子コイルの故障は特に其の修理に技術と日数を要し電動機修理作業の6割は電機子コイルの巻き換えに掛つている。従つて主電動機の補充修理さえ順調に進めば戦災車輛並に故障車輛の復舊は著しく捗り實動車輛数を容易に倍加せしめ得ると省線及び各社は一致して述べている。

次に考慮すべきは現在の故障の頻發は決して正常の状態ではないことである。電機子コイルの故障に就いて見ても目下各修理工場共に電機子の巻き換えに大苦であるが例えばある電鐵に於て戦前200輛近くを運轉してゐた頃でも巻線作業員は15人乃至20人程度で寧ろ手持無沙汰であつたのが、現在では實動車輛50輛に對して50乃至60人で尙不足している。一度車庫で巻き換えた電機子は3ヶ月乃至半年程度しか保たないが、同社で主力を占め

ているGE社製の電動機などは、戦前に於ては購入以來10年以上殆ど無故障で電機子の導體の寸法や巻數等は使用者は全然知らなかつた程である。此は結局戦時中の手不足の爲點檢保守の行き届かなかつたこと、現在の車輛不足に因る苛酷な使用、巻線作業の未熟及び絶縁材料等の質的低下などの諸原因に基くものであらう。斯くて現在は各電鐵共に巻いては焼損し、焼損しては亦巻き直すと言ふ實に收拾し難い状態に立ち至つている。

第1及び第2表は過去半年間に於ける主なる故障の種類及び回数を示している。第1表は某私鐵線で電動機の種類に依つて分類したものゝ一部である。第2表は他の電鐵で昭和21年7月から9月までに於いて該鐵道の修理工場から回送を受けた電動機に付き表中の故障回数を調査したもので最上欄は車庫に回送されてから故障發生までの使用した月數を示すものである。此に依ると悪いものは3ヶ月以内に多く故障を發生していることが判る。但し此等の表も上記の事情を充分斟酌して見らるべきである。

故障箇所	モーターの種類 使用臺數 故障發生の月 故障の種類別	A社製75KW (ローラーBr)										A社製75KW (プレーンBr)										B社製105HP										C社製200HP									
		138台										62台										132台										52台									
		4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計												
静 止 部	主界磁コイル焼け	2	1	4	2	—	3	12	1	—	—	—	—	—	1	1	—	3	3	5	1	13	—	—	—	2	2	—	4												
	主界磁コイル接地	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1													
	主界磁コイル層間短絡	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
	補極コイル焼け	1	—	1	1	1	4	—	—	—	1	1	—	2	1	1	1	—	5	5	13	—	—	—	1	—	—	1													
	補極コイル接地	—	—	—	—	—	2	2	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—													
	界磁互線焼け	3	5	—	5	2	5	20	—	—	—	—	—	—	—	1	2	4	2	3	5	17	1	2	—	2	—	5													
	主極及補極に性違い	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—												
	半田不良	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
	外部リード切斷	—	—	1	2	—	—	3	1	—	—	—	1	—	1	3	—	—	—	—	—	1	—	1	2	—	1	—	—	2											
	計	6	7	9	11	3	10	46	2	—	1	2	1	1	7	4	3	10	6	14	12	49	1	3	2	5	2	—	13												
ロ ッ カ ー 及 一	ロッカー互線焼け	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—												
	ロッカー焼損	—	—	—	—	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	4	—	—	—	—	1	1												
	ロッカーターミナル熔融	1	1	—	1	—	1	4	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	2	—	5	4	14	—	—	—	1	1	2												
	ロッカーターミナル弛み	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	3												
	ホルダー締付弛み	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1	7												
計	1	1	1	1	2	3	9	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	2	2	7	4	18	—	—	1	1	8	3	13												

第1表 (其の一) 電動機種別故障回数 (昭21年)

2. 電機子の故障

ア. 電機子コイル

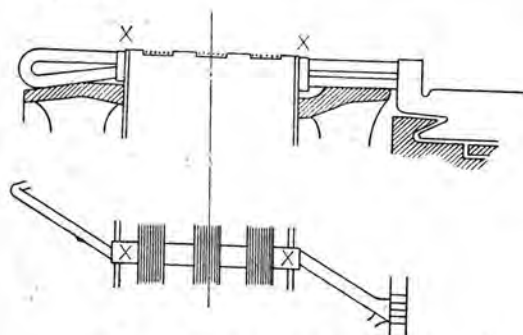
電機子コイルの層間短絡及び接地は各所共また何れの電動機鐵心の出口の箇所(第1圖×印のところ)で最も多く起つてゐる。修理された電機子等でコイルが溝

故障箇故	モーターの種類 使用臺数 故障發生の月 故障の種類別	A社製75KW (ローラーBr)										A社製75KW (ブレーンBr)										B社製105HP										C社製200HP									
		138台										62台										52台										52台									
		4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計	4	5	6	7	8	9	計					
		1	4	2	6	3	2	18	1	—	—	—	—	1	3	2	3	3	4	1	—	13	—	4	—	2	—	3	9	—	4	—	2	—	3	9					
電機子	電機子コイル焼け	1	1	2	2	1	—	7	—	1	—	—	—	1	—	—	1	1	2	—	4	—	1	1	—	1	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	電機子コイル接地	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	電機子コイル断線	1	—	—	—	1	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	4	—	—	—	2	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	電機子コイル脱出	—	—	1	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—				
	バインド切断	—	2	2	1	4	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	1	5	—	—	—	—	—	1	2	3	—	—	—	—	—	—	—				
	バインド弛み	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	電機子キャンパス焼け	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	電機子テープ焼け	—	—	2	—	1	3	6	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	5	5	2	17	1	1	1	1	—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—				
	整流子セグメント焼け	—	—	—	—	3	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	半田弛み	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	—	1	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	ハイマイカ	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	電機子絶縁不良	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	計	4	10	10	13	10	9	56	1	1	—	1	—	1	4	6	5	8	13	16	6	54	1	7	4	6	2	15	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
其他	電機子軸折損	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	1	1	2	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	メタル焼け	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	4	3	3	12	4	3	3	5	6	—	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	メタル摩耗	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	ローラー焼け	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	ローラーカバー不良	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	ビニオン弛み	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	4	1	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
	計	—	—	—	2	—	3	5	—	1	1	5	4	4	15	4	6	6	10	7	2	35	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				

第2表 (其の二)

の中で充分固定されていないものは1ヶ月乃至3ヶ月の寿命しかないものである。軽度の場合はコイルの上部の絶縁を焼き大きな穴が開いている程度から、バインド線を焼切りコイル全部を損傷している(第2圖)ものもあるまた短絡したコイルに対する両端の整流子片は必ず焼損している。電機子コイルの絶縁破壊の原因に就ては次の3項目に大別されると思う。

1. 先天的に絶縁耐力の弱いもの
2. コイルが溝内で充分固定されていない場合
3. 使用中に漸次湿気又は油等が侵入し絶縁を劣化せしめた場合



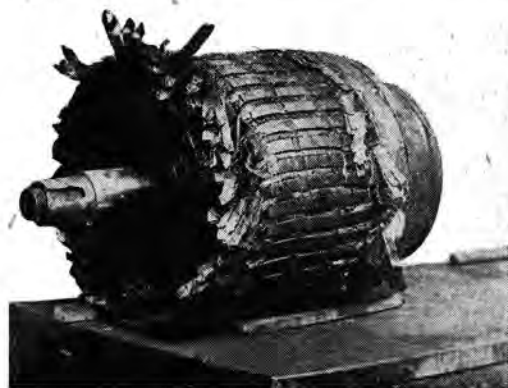
第1圖 電機子コイルの故障箇所

然して第1の原因によるものは使用後1ヶ月以内に起る最近の含浸絶縁ワスの質的低下及び乾燥設備の不充分

電車用主電動機の故障・長坂

に基くものと思われるが最初から絶縁抵抗の不良のものも非常に多く(第2表参照)斯るものは僅かの電氣的又は機械的衝撃に依つて使用後間もなく絶縁破壊を起し易い。第2の原因に依るものは使用後1ヶ月乃至半年を経過して起る。上記のやうに破壊が特に鐵心の

出口の部分に多いのはコイルの動揺のため若くは溝に容れる時に無理があるためと考えられる。起動時の強い衝



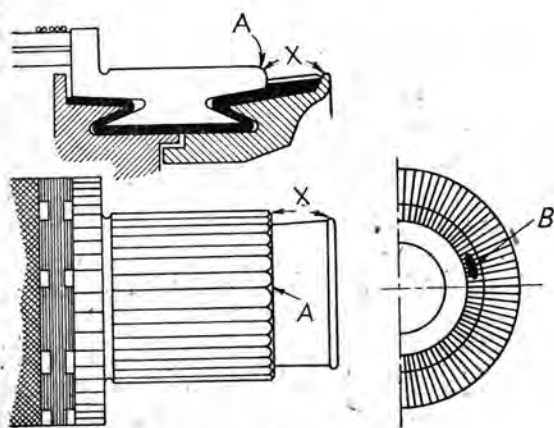
第2圖 電機子破損の一例

撃にも弛まない様コイルは充分固定されていなければならないことは勿論である。第3の原因に依るものは一般に前二者のものより以後に発生すると考えられるが特に風雨積雪の甚しい時は此の原因に因ることが最も多い。一般に電機子の寿命はその巻線絶縁が使用中乾燥収縮して鐵心溝内で動揺し始めることにより決定され、斯る状態になるとその振動により急速に弛緩の度を増して接地層間短絡、及びバインド線切断等の致命的故障を生ずるに至る。當社では温度上昇高く而も頻繁に起動、停止、

逆轉等を繰返し酷使される電機用電動機の電機子コイルの製作に當つては特に乾燥收縮性の低い無機質絶縁材料を選び、鐵心溝内に納める部分は各素線を充分加熱成形して固着させると共に適當な上締め絶縁を施し再び加熱壓縮し乾燥收縮が殆ど起らないやうにし、表面にパライン等を塗布して充分滑りをよくして溝にしつくり嵌合させ、絶縁ワニス處理を數回繰返し間隙を充分充填している。また鐵心は精密なコンパインドカッターで打抜かれるから溝壁の不揃を生ずることがなく電機子コイルの挿入が圓滑に行われると共に損傷を與えることがない。

イ. バインド線の切斷

此の故障の目立つて多い電機が一箇所あつた。(第2表参照) バインド線の材質の不良、巻き終りの部分のグリップの掛け方の不確實、半田揚げの不良又はその素成の不適、及び電機子コイルの振動等が総合的に原因している。先端を上にも曲げたものは傷付き易い。然し其以外の電機では電機子コイルの故障に依る焼切れ、若くは静止部との接觸等他の原因に依る以外は殆どバインド線自体が自然に外れたり切れたりすることはないやうである。バインド線は通常充分な安全率を採つて設計されているから電機子コイルの遠心力に對する強度の不足のために切斷するやうなことは殆んど無いと考えられるが、最近



第3圖 整流子面の燒損

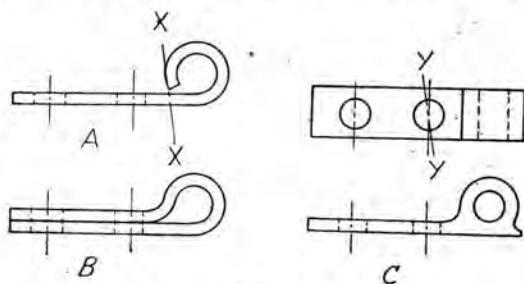
の材質の低下、不均質性に鑑み當社では抗張力試験及び曲げ試験を頻繁に行ひ萬全を期している。

ウ. 整流子の故障

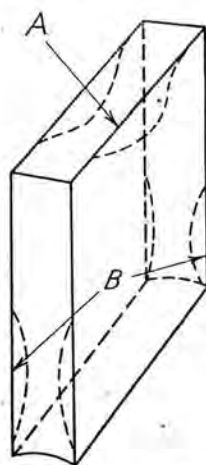
使用されている殆ど全部の電動機の整流子片は其の末端部が第3圖に於てAに示すやうに丸く消耗している。尙甚しいものは同側面圖に於けるBに示す如く端面に穴が出来ているものもある。此は同圖×の矢印間に放電を起し易いためである。

最近粗悪な刷子の使用のため其の中には著しく整流子面を摩耗させるものがあり甚しきは1ヶ月に1耗程度に達し短期間に削正を施行せねばならないので整流子の壽命を著しく縮める。アンダーカットされた整流子片の面取りの多過ぎるものは整流子面の摩耗が早いとは云われている。整流子片の幅の狭いものに付ては電氣的にも機械的にも考慮する必要があると思う。ライザーとコイルの半田付が不十分なために發熱し該部が弛み燒損しているものもある。

整流子クランプと整流子との間(第4圖×印の箇所)は最も塵埃等が溜り易い。特に直流通風型の電動機に於



第4圖 刷子端子の折損



第5圖 刷子カーボンの摩耗

て著しく、そのため此の部分が絶縁耐力を失ひアークを發生し閃絡の原因となることが多い。また該部に麻糸を用いたものは焼切れ飛散することもある。當社では此の部分には麻糸等の可燃物を用うることを却けガラス纖維テープ等をワニスで巻き付け適當なワニス處理を行ひ表面を充分滑かな面とし塵埃や鐵粉の附着を防ぐと共に最後に耐燃塗料を塗布して閃絡に對する危険を極力防止している。

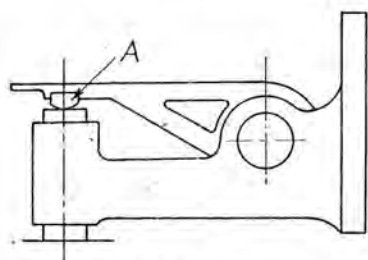
閃絡を起す動機に付ては

不明なことが多いが各電機で聞いた最も多いもの及び特殊なものを列記すると次の通りである。

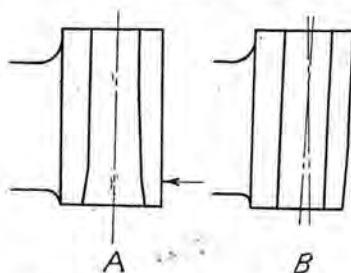
1. 過度の速度に於ける電氣制動ノッチの進め過ぎに因る過電壓
2. 手動加速の際に運轉不慣のため發車後間もなく登坂又はカーブに差ししかゝる場合及び荷重の多寡に依るコントロールの不適當
3. 急停車にリパースハンドルの使用

4. 過負荷の状態でセクションの通過
5. 点検掃除の不充分のため整流子と同クランパー周縁との間の絶縁破壊
6. 電機子コイルの絶縁不良
7. 異物の侵入

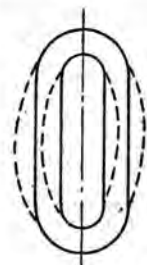
而して斯かる動機に因つて閃絡を起し易いのは整流状態の不良なる電動機に多い。整流の不良は他に種々の原因もあるが整流子の歪又は偏摩耗に起因することが多いやうである。此は東京方面の某電鐵の實例であるが、一年間の使用に依る整流子の偏摩耗は 0.10 ~ 0.13 耗程度である。其の電鐵では整流子面の削正に留意をするやう



第 6 圖 抑え金を有する刷子保持器



第 6 圖 保持器枠の修正



第 7 圖 補極コイルの膨脹

になつてから閃絡事故は一年 66 件から一年 3 件に激減して居る。整流子の歪は枯らしの不充分のため、また偏摩耗は整流子片の硬度の不揃い、電機子の静的並に動的不釣合、及び刷子の不良等に因るものと考えられる。當社に於ては整流子は組立後高温度の函の中で充分長時間定格速度以上で回轉し仕上削り後の歪の絶無を期し、またライザーとコイルの半田付け等の際熱のため整流子片の一部が鈍り硬度を減ずるようなことのないよう充分注意すると共に、回轉部の各部品は各々完全に静釣合をとり完成電機子は動釣合試験機に依り精密に動釣合を補正している。

3. 刷子の故障

刷子保持器の故障の大部分は鐵粉塵埃油等に依る碍子の汚損に因く接地及びアーク發生である。即ち此の熱のため碍子は破損され内部絶縁は炭化される。此は保守に氣を付ければ大半は防ぎ得るものであるが、それには該部の掃除の行い易い設計であることが望しいと共に特殊の掃除器具等を工夫すれば便利と思ふ。

何れの電鐵に於ても刷子接続端子の破損が非常に多い。銅板製の中間端子で第 4 圖 A の型のものは同圖 × × 面から折れ易く B の型のものが良い様である。また眞鍮鑄物の端子は同圖 C の様にボルト穴の断面 Y-Y からよく折れている。一般に製品の端子は強度の點で充分で

ないものが多く使用者側でより厚い銅板又はより頑丈な鑄物で作つて取り替へている場合が尠くない。此等は安全電流密度の點からは充分であつても電鐵用電動機では斯様な小さな部品まで連續的の衝擊による機械的強度が顧慮されねばならぬことを物語っている。

刷子カーボンの壽命に付ては各所で異なるが平均 3 ヶ月程度で交換している様である。然して一般に質の良いカーボンをよく吟味された保持器と適當なばね壓力のもとで良好な整流状態を保たせて使用する時は實際に整流子との摩擦面の減耗する割合は非常に少いものである。ある電鐵に於ける調査に依れば此の刷子端面の摩耗は大約

1 萬軒に付き 1 耗程度に過ぎないとのことである。⁽²⁾ 然るに刷子の交換期間が數ヶ月であるのは主として次のような理由に因るためである。(第 6 圖)

1. 上部端面の減耗
2. 側面の摩耗
3. 衝擊に依る缺損
4. 点検の際に於ける摺合せに依る損耗

刷子ばねの壓力の適否は整流の良否に影響あるのみでなく刷子の摩擦端面及び上部端面の摩耗をも大いに左右する。ばね壓力の強さは鋼板又は磷青銅板の渦巻きばねで直接カーボンを壓える型のものは大凡毎平方寸に付き、0.4 乃至 0.5 疋の範圍でメーカーの設計値の儘で使用されているが鋼製の蔓巻きばねと大きな抑え金を持つた第 6 圖の型のものは設計値の 2 乃至 3 倍に強めないと刷子が跳躍し整流作用が悪い許りでなく、刷子の摩擦端面及び上部端面の摩耗が著しいことが往々ある。上部端面の摩耗は何れの電鐵でも顯著に表われているが上記の様に刷子保持器の型及びばね壓力に依り亦カーボンの品質に依り其程度に差がある。また刷子抑え(第 7 圖 A)のカーボンとの當り面は必ず滑らかに且完全な丸味を有するよう仕上られていなければならない。丸味の不完全なるものをを用うるとカーボンの上部端面摩耗が著しい。

刷子の側面摩耗に付ては特に著しく注目されている所と左程目立たない電鐵とがある。前者では刷子カーボン

(3),(4)
 は殆ど此の摩耗に依り寿命が決定されている。某電機では次の様にして此の側面摩耗を可及的減少させている。即ち刷子の側面摩耗は刷子ボックスの内面が摩耗して刷子との間に遊隙を生じた保持器に於て特に甚しい、然して此のボックス内面の摩耗は一般に第7圖Aの様に下部程大きい、それで同圖の矢印の箇所を叩いて内側に僅かに變形させた後Bの様に内面を刷子に合せて仕上げ直す。斯様にして遊隙を締め直すとして刷子は幾分傾斜することになるが刷子の動揺を減少し側面摩耗を少くするに役立つ。

上部端面及び側面摩耗(就中段をなして減耗するもの)の特に著しい炭素刷子は衝撃に因る缺損及び整流子面を

故障種別	使用月数							計
	1ケ月	2ケ月	3ケ月	4ケ月	5ケ月	6ケ月		
バインド線切断	4	2	4	0	1	9	20	
スリーブバンド切断	8	0	0	1	0	2	11	
電機子絶縁不良	4	0	2	1	1	4	12	
コイルエンド剝離	3	1	1	2	0	1	8	
互線接地	6	0	0	1	2	3	12	
その他	4	5	5	4	6	10	34	
合 計	29	8	12	9	10	29	97	

第2表 使用期間と故障の種類

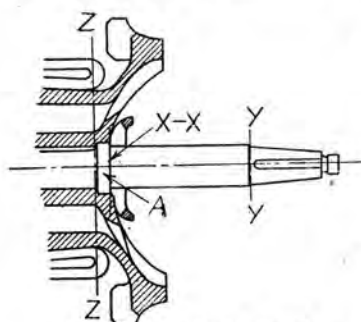
削耗させること等も共に多く且摩擦面を粗悪であつて斯るものは點検時に於てサンドペーパーに依る摺合せのための損耗が運轉に依る摩擦より遙かに多く當事者を最も困らせる。また刷子保持器のシャントコンダクター及び刷子のピグテイル等が切れている様な場合は著しくカーボンの寿命を短縮させる。帶狀のシャントはよく折目が出来て切れているのを気付かないでいることがある。

4. 静止部の故障

静止部の故障中最も多いのは界磁コイル及び互り線の弛緩、焼損で完全に互り線を燃焼した實に慘憺たる姿を各電機車車で見受けられる。之はコイルの弛みに依る振動に因り互り線が斷線又は端子締付けネジが弛みそのため過熱して互り線を焼損するに至つたものが多い。界磁コイルの弛緩はコイル絶縁の枯れに依る厚みの減少とコイルばねの弾性の不足に起因するものである。その爲にコイルが動揺し端子を弛ませ又は互り線と端子との接續箇所から素線が一本宛て漸次切断されて遂に焼け切れることになる。コイルの動揺を防ぐ爲にコイルの背面に0.8耗のフラーボードを2乃至3枚挿入している實例があつた。當社では界磁コイルの製作に當つては枯に依る寸法の收縮を極力防止するよう注意すると共にその背面の抑えばねに付ては構造並に材質に對し充分考慮を拂つてゐる。互り線と接地部との間隙は鐵粉塵埃油等の附着を

顧慮して充分保たれて居なければならない。特に此等の堆積し易い電動機の下部に於てはその爲に接地しているものが多い。互り線の中間で接手金物に依り接續するものはその重みのため互り線が弛み易く互り線を掴んで見て僅かでも動くものは短期間に必ずその縛り付けが弛んでしまふ。端子が抑えボルト若しくは立込ボルト式のものには必ず適當な廻り止めが施されていないと弛む。ボルトナットで締合せる型の方がその宜しい。

ボール取付ボルトの弛みに依る故障も何所とも可成り多いようであるが、此は早期に気付かないと電機子とボールが接觸して大事に至るは勿論其處に至らぬまでもボールやコイルの動揺のため種々の故障の原因となる。



第9圖 電機子軸の折損



第10圖 キー溝の損傷

尙少し變つた故障としては新品電動機のエッジワイズに巻かれた補強コイルが使用しているうちに第8圖のやうに脹れてきて巻き換を餘儀なくされているのを二箇所で見つた。此等はあつた時期に相當纏纏まつて起るやうである。また

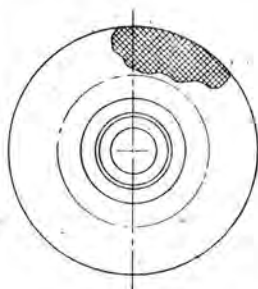


第11圖 扇身破損の一例

他の電鐵では購入した75kwの電動機の瓦り線22平方耗のものは雲々過熱熱損するため50平方耗のものに全部取替えている。此も電流密度からは充分な容量を有しているが機械的振動に因る強度から素線が漸次断線して行くものと考えられる。

5. 電機子軸折れ及びファン破損

電機子軸の破損は第9圖に於ける $\alpha-\alpha$, $\gamma-\gamma$, 又は $\alpha-\gamma$ 面つ何れかで起る。但し此の故障は電鐵によりまた電動機の種類により非常にその頻度を異にしている。普通鍛鋼のものは矢張りNi-Cr鋼及びCr-Mo鋼等のものより折損の率が非常に多い。某電鐵で購入後間もない電動機の軸が頻繁にZ-Z面から折損したが此等は電機子軸のキー溝の端が胴付きAに迄及んでいたのである。次に面白い事にはビニオン弛みのため第10圖の様に潰れたキー溝を熔接肉盛りして削正した軸は殆ど例外なく



第12圖 扇車の破損

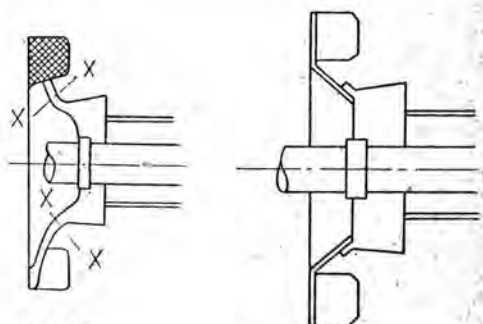
使用後幾何も經ずして $\gamma-\gamma$ 面から折れることを殆んど總ての電鐵で経験している。また此の事は特殊鋼の軸に於いて却つて著しいとも云われている。⁽⁵⁾
 鍛金造りの扇車に於けるリベットの切断に依る分解及び鑄造の扇車の龜裂飛散等は意外に多い。(第11圖)扇車に熔接された「釣合重り」が剝離した例は餘り聞かなかつたが扇車に餘り大きな「重り」を付けることは其のために扇車の受ける應力を考慮すべきである。鑄鋼製の電機子輻鐵の羽根の部分が第12圖のように割れて飛散する事が往々ある。此に對する一つの應急修理法として同圖の程度のものは $\alpha-\alpha$ 面まで削り取つてしまひ第13圖の様に別に鋼板製の扇車を作つて此に熔接して使用されているものもある。

6. ビニオンの弛み

ビニオンが弛み異音を發する故障は各電鐵共に相當あるが一般に新品は次回分解まで弛むような事は稀で此は分解後にビニオンを嵌める作業方法の如何に依り此種の故障の多寡に可成りの開がある。此等に對して數量的の統計は得られなかつたが其を大別すると第3表の通りである。

燒嵌は大部分油を用い、110°C程度で行つて居るが某社は熱湯で行つて居る。此等を比較するにターバー軸に對し

ては充分な「當り」を採る事が大切で、摺合せがよく出来ていれば叩き込んだだけでも可成りの衝擊にも耐えられることが判る。ビニオン弛みのためターバー軸の偏摩耗したもの及びキー溝の損傷したもの(第14圖)に對して熔接盛金する事は前項の理由から避けた方が良く、寧ろ他の位置に新しいキー溝を作り古いものはその儘にして置く方が無難である。著しくターバー部の偏摩耗したものと及び新しく掘つたキー溝を更に損じたものは軸を取り換えた方が得策である。一般にビニオン弛みはターバー部の徑が比較的小さい小型電動機に却つて多いようである。



第13圖 應急修理の一例

電鐵名	作業法	弛み度合
A, B, C	鍵仕上げに依り摺合せを行いたる後燒嵌める	非常に少し(但し此等の電鐵では附隨車を連結せず)
D	綿密に摺合せを行い三分の二乃至四分の三の當りを得るやうにするが燒嵌は行わない	電動車29輛の中3ヶ月に5件あり。(燒嵌を行わぬのは分解に便するため)
E, F	摺合せを行わず燒嵌のみを行う	E社可成多し F社稍多し

第3表 ビニオン弛みの比較

7. 軸度の燒損及び軸受の摩耗

最近點檢俗守の不充分、良質油の入手難等のため各軸承の燒損は一般に非常に多い故障の一つである。また油壺の「詰め物」としても從來のような長さや太さの揃つた毛糸束は得られず、一部には木綿屑も使用されて居り油質の低下と相俟つて給油の不圓滑による軸受メタルの燒損を一層頻發させる傾向がある。(然し吸油性の點に於て綿糸は必ずしも毛糸に劣らないこの理由で昔から綿糸を混用しているところもある。)⁽⁶⁾⁽⁷⁾

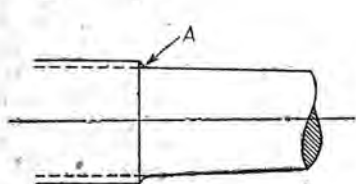
メタルと軸との遊隙は定期分解又は他の故障のため分解された時に電機子軸承では1~1.5耗、車軸受は2~3耗以上の遊隙のあるものはメタルを盛り替えるのが普通であるが、此の程度を遙かに越えたものも他に故障のない限り使用を續けられている。

電機子軸の偏摩耗したものは削正されるが100φの軸が96φ程度まで使用されることは極めて普通である。其のため第15圖に於けるAの部分の段落ちが小さいと削り込んで行くに連れて段落ちが無くなり、次でテーパ部分が削られ漸次テーパ部分が短くなってくる。

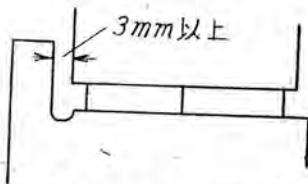
Aの段落ちを大きくすることは応力分布の點からは勿論好ましいことではないであろうが、斯様な次第も考慮に容れてある程度大きく設計して貰い度いと希望もある。削正された軸に対してはメタル地金の内径寸法を適當に小さくしないと焼付けを起しホワイトメタルを融失した時故障地點より車庫まで曳行するうちに電機子と静



第14圖 ビニオンキー溝の損傷



第15圖 段落ちの大きさ



第16圖 保持器とライザーの間隙

止部が接觸して車庫に到着するまでに電機子が無茶苦茶に損じてしまう許りでなく遂には回轉不能となり車輪を引摺つて車輪タイヤまで損傷するに至ることがある。電機子軸受及び車軸承の推力面の摩耗は意外に大きくホワイトメタルが無くなり黄銅地金に迄喰い込んでいるものが澤山見受けられた。是は此の部分に対する給油が充分に行われ難いためである。油溝の方向を考慮するか又別に何等かの給油方法を工夫すると好結果を得る。此の摩耗を顧慮して第6圖に示す整流子ライザーと刷子保持器側面との間隔は最小3mm以下になる事があつてはならない。また電機子軸受、車軸受ともメタルと軸受殼との間の衝撃摩耗は意外に大きく軸受殼との間に0.05程度の締代を有していた砲金製の電機子軸承メタルが一

年を経ずして全くがたがたになる様な例も尠くなく寧ろ此に對する適當な修理方法を構ずる事が肝要であるように思われる。

車軸受蓋の下部の取付ボルトをヨークに立込む型のは特にボルトが弛み易い。此は早期に發見しないと弛みのため電動機が動搖し益々弛み遂にボルトを脱落させるに至る。また摩耗した車軸受メタルは此の蓋の弛みのためキー溝を外れて廻り油壺の窓を塞ぎ焼損する事がある。即ち立込ボルト式のものには必ず確實な廻り止めをボルトに施さねばならない。此のボルトにスプリングワッシャーのみを使用していたためある電鐵で毎月50乃至60本のボルトを落したことがと云う。

9. 結 言

上記の事項を纏めると電車電動機の故障は機械的には烈しい振動のための繰返し應力に依る疲勞と急激なる衝擊に因り、また電氣的には鐵粉、塵埃、油等の堆積のための絶縁耐力の低下に原因している。此に對し主として工作上の面から留意すべき點を列記すると、

a. 電車電動機ではすべてのボルトやねじ類は弛むことば考えねばならない。上に述べたものは其の一部で尙此の外にギヤケースの取付ボルト、刷子保持器とロッカー、ロッカーとヨーク、刷子ターミナル等の取付用ボルト、引出線押え金のボルト等大小を問わず弛む懼れのないものは殆んどない狀況である。従つて此等は必ず悉く

適當な廻り止めの處置を施して置くことが大切である。

b. 電氣的絶縁は静止の狀態に於ける耐壓能力よりも絶縁物及びブリードの被覆等が振動や衝擊のため損じ絶縁耐力を低下させる事がないやうに考慮を拂うことが肝要である。

c. 熔接部は繰返し應力及び衝擊等に對した鐵付部も激しい震動力に對し充分耐え得る強度に施されること。

d. 鉸及びカシメ止メ等はなるべく用いない方がよいが使用するときは余程注意しないと弛む。

要するに使用者側の希望する電車電動機は第一に各部が堅牢なこと、第二に保守點檢の便なること例えば點檢窓等は充分の大きさを有し車體の床の穴及びビット内から刷子の取替え摺合せ作業の行い易いこと、第三に故障の際に修理の施し易い構造であること、等である。

終りに阪神電鐵、京阪神急行電鐵、山陽電鐵、近畿日本鐵道、省線明石電車區、及び神有電鐵(イロハ順)の各社の方々に對して有益なる御教示と御懇切なる御配慮を賜つた事を記して以て感謝に代える次第である。

電解蓄電器による单相誘導電動機の起動特性

最近當社に於て反撥起動单相誘導電動機の起動回轉力を低下せず運轉中の騒音を除く目的で蓄電器起動型单相誘導電動機を設計し之に電解蓄電器を用いた處豫期の如く好結果を得たので之を此處に報告する。

二 志 學 村 尾 島 研 究 所
岩 村 武 志

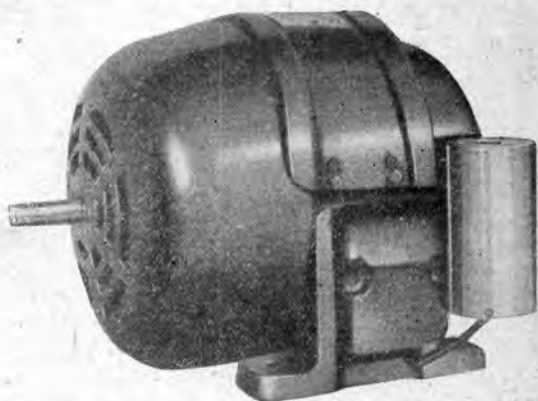
I. 緒 言

单相誘導電動機の分相起動方式に蓄電器を用いて蓄電器起動型单相誘導電動機とする時は大きい起動回轉力が得られ、且電動子は反撥起動型の様に整流子を必要とせず又捲線型にする事も要しない。従つて資材は節約され製作費も少くて済むのである。然し此處で問題になるのは用いる蓄電器の種類である。紙蓄電器の類を用いるならば電動機よりも蓄電器の方が嵩張り實用上大きなものとなる。これは紙蓄電器の類では所要耐電壓がいくら低くなつても、紙の製造技術上或限度以下に厚みを薄くして蓄電器の容積を縮小すると云う事が出来ないからである。

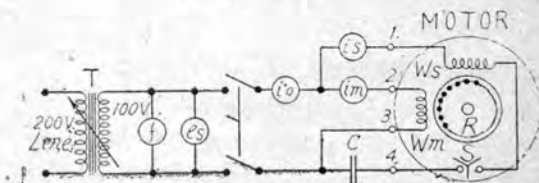
電解蓄電器では使用電壓と耐電壓との差が一般に僅少で單位電極面積當りの靜電容量値は他種蓄電器の夫れに比較して非常に大きく、従つて蓄電器としての單位容積當りの靜電容量値も亦大きい。交流用電解蓄電器の歴史は直流用のそれに比べて新らしく、従つて其の研究も我國では未だ充分には行われていない。交流電解蓄電器附分相起動单相誘導電動機も外國では既に研究され實用に供されて居り、殊に最近米國に於ては单相小型電動機には盛に此の方式が用いられていると聞くが、我國に於ては未だ之を市場に見ない様である。

電解蓄電器の力率は紙蓄電器等のそれに比べて相當大きい値であるので之を交流回路に使用すれば其の損失熱量も亦大きい値となる。紙蓄電器に於ても之を交流回路に使用する時は其の損失熱に基く破壊を起す事を往々見るが、それよりも普通1桁或いは尙以上の力率を有する電解蓄電器を交流回路で用いる時は此の點が大きい問題である。然し起動の時にのみ電流が通じ運轉中は回路から切り離される方式の分相起動型誘導電動機の起動用として用いる場合の交流電解蓄電器では其の損失は實用上殆ど問題でない。即、起動に要する短時間中に於ける發熱

量はその蓄電器の熱容量に對して著るしい温度上昇を醸す程に大きい値ではないからである。而して此の場合電解蓄電器の兩陽極は起動の毎に充電電流に依つて陽極化成が施されるものと考える事が出来るので、電解蓄電器としては非常に有利な負荷條件であると云えよう。従つて此の用途は交流電解蓄電器に最適のものと云える。此の觀點から該電動機に交流用電解蓄電器を使用し、之を



第1圖 供試電動機
右の白い筒電解蓄電器



第2圖 蓄電器起動型单相誘導電動機結線略圖

紙蓄電器を使用したものと比較して實用上遜色のない事を認めたので之を茲に報告する。

II. 供試電動機

第1圖は本試験に供した電動機の外観である。此の電動

機の規格は J. E. S. 第 112 號 に依るもので其の指定された銘板記載事項は次の如くである。

出力 200 W ¼馬力 4 極
SP-6 型 枠番 81-5 連続定格
50 ~ 100V 4.9A 1,430RPM
60 ~ 100V 4.3A 1,720RPM

第 2 圖は此の電動機の結線略圖で W_s は起動巻線, W_m は主巻線, S は遠心開閉器である。此の S の作動部は籠型回轉子 R と同軸上にあり、電動機の間轉速度が或値迄上昇すると自動的に蓄電器 C , 起動巻線 W_s の直列回路を電源から開放するものである。尙固定定子巻線の概要を第 3 圖に示す。

Ⅲ. 供試蓄電器

試験に供する蓄電器の静電容量値は容量値切換可變で最大 250 μF 程度のものを選んだ。紙蓄電器には各種あるが其の特性は本目的に對しては大同小異であるので此處では油入紙蓄電器を用いた。而して電解蓄電器に關しては實用に於ては半乾式若くは乾式電解蓄電器を使用するのであるが、比較参考の爲に本試験では濕式電解蓄電器をも用いた。

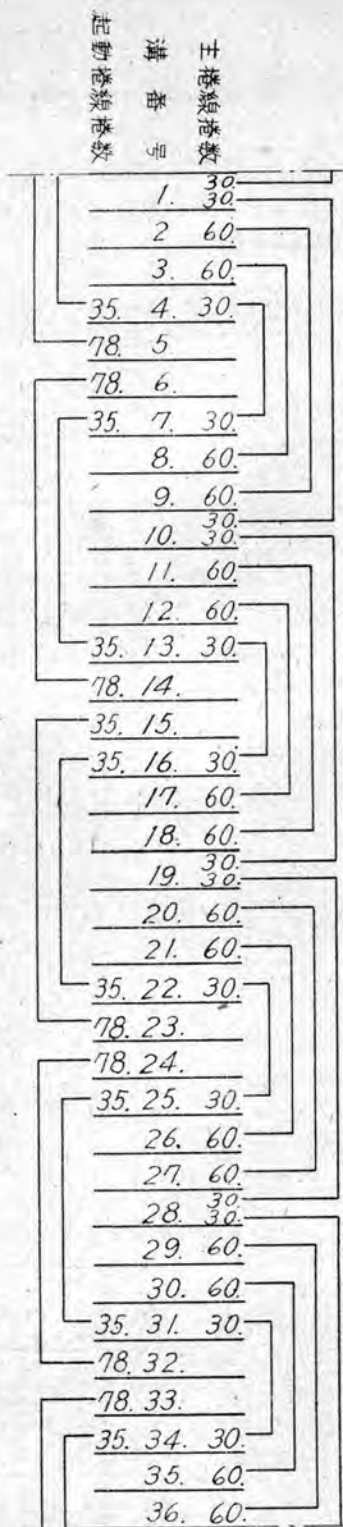
1. 油入紙蓄電器

普通の油入紙蓄電器で静電容量 250 μF 前後のもの 10 個を以て適當に直並列接続を行い、希望容量値として使用した。之は 3,300 V 回路の力率改善用に作つたもので 1 個の寸法は $15 \times 36 \times 40$ (cm^3) である。

2. 半乾式電解蓄電器

陽極アルミニウムには電解蓄電器用として最低純度級に屬する低壓電解蓄電器用級の 0.1 mm 厚アルミニウム箔を使用し、薬品浸蝕に依つて其の表面を疎くし皮膜の生成する實効表面積を増大させる。之は云う迄もなく出来上つた蓄電器の容積を小さく、且輕くする爲である。

陽極アルミニウムの化成は硝酸安母溶



第 3 圖 固定子巻線圖

液を用いて交流化成を行つた。生成皮膜の耐電壓は 2 枚 1 對で交流約 350 V で使用電壓 100 V に對して斯様に高い値を採つたのは、電動機巻線の L と共に開閉器投入直後の過渡振動電壓が掛る事を考慮した爲であつた。然し試験の結果は實際上此の供試品に於ては、斯様な現象の發生する事は殆ど無いと云う事が後掲オシログラムに依つても知られる。

化成を終つたアルミニウム陽極は 2 枚を 1 對として適當な隔離紙を挟んで紙蓄電器の素子と同様な方法で捲き之を化成電解質のグリセリン等の溶液中で眞空含浸を行う。含浸が終ると次に之を溶液中から取出してパラフィン等で被覆して外氣と遮斷する。斯くして 1 つの素子が出来上る。實際には其の素子を必要な靜電容量値になる數だけ纏めて外面に入れて電解蓄電器の體裁が出来上るのであるが、實驗には外面は不要で此の素子 10 個を作りその儘で試験に供した。得られた總靜容量値は約 240 μF , 力率は 17.8 % であつた。

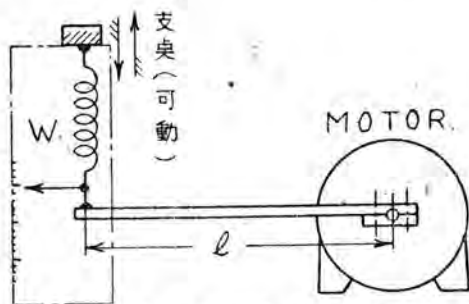
3. 濕式電解蓄電器

アルミニウム陽極及び陽極化成は半乾式の場合と同様で之を $9 \times 12 \times 18 (cm^3)$ の硝子容器に藏めた。電解液は化成に用いたものを其の儘使ひ、アルミニウムの防蝕劑等は添加しなかつた。電極の配置は前二者と力率の相違に依る實驗値の開きを明瞭にする爲特に力率の大きくなる様を選んだ。出来上つた 10 對の總靜電容量値は 290 μF , 力率は 47 % であつた。

Ⅳ. 起動回轉力試験

1. 電 源

交流發電機を専用せず一般配電線に電源を求めた爲現下の不良サービス電氣で實驗する事となり、電壓の變動に對しては 5 KVA のタップトランスで之を調整したが周波數の變動は如何ともし難く、各データーに其の時の正確



第4圖 起動回轉力測定方法略圖

な周波数を記載するに止めた。幸い波形は略完全な正弦波形であつた。

2. 起動回轉力の測定方法

起動回轉力の大きさが起動捲線回路の静電容量値に左右される事は勿論である。而して兩者の關係は紙蓄電器の類を使用する時は電動機の詳細な設計及び試験データがあれば計算に依つて略其の關係を知る事が出来る。然し電解蓄電器を用いて起動する時は其の充電・放電特性が簡単な數式で充分に表せないから此の時は實驗的に求める方が捷徑であらうと思う。

本試験では一般に行われているプロニー制動機法に依つて起動回轉力を測定した。測定の對象は起動回轉力だけとしたので第4圖の腕木は回轉子軸に固定である。

茲、 l ……腕木の長さ (m) [0.5m]

ω_0 ……電動機電流の無い時の秤 W の読み (kg) [0.07kg]

ω ……秤の読み (kg)

上記々號を用うれば回轉力 τ ($\text{kgm}\omega$) は勿論次式で與えられる $\tau = l(\omega - \omega_0)$

[] 内の數値は本試験に於ける値で、秤 W にはスプリングバランスを用いた。而して電動機、殊に單相誘導電動機では起動回轉力の大きさは固定子と回轉子の關係相對位置に依つて其の値に大いに差があるので秤 W の支點は可動とし回轉力は與えられた條件に對する最大値と最小値を求めておかねばならない。

V. 試験結果

第Ⅲ章の3種類の蓄電器を用い前章の方法で求めた静電容量値、起動回轉力、及び電流の關係を第1~4表及び第5圖に示す。 i_s, i_m, i_0 第2圖に示された結線略圖の夫々の電流の實効値であるが、此の値は計器の指示が動搖していた爲、小數位の値は幾分正確を缺いているものと思われる。

此の試験結果では電動機に最大起動回轉力を與える起動用蓄電器の容量値は起動捲線回路の端子間の全漏洩イン

ダクタンス L と其の静電容量 C が電源周波数 f に共振する値に略一致している。電解蓄電器の場合は暫く措き今油入紙蓄電器の場合を取ると、起動捲線端子間の L は 30.2 mH であるので $59.8 \sim$ (第3表) に於る $X_L = 11.35 \Omega$ となる。同周波数に於て $X_C = 11.35 \Omega$ を與える C の値は $234 \mu\text{F}$ となり第5圖の油入紙蓄電器の起動回轉力曲線の最大値は此の C の値と一致している。電解蓄電器を使用する時は上記と少し事情が違つて来る。此の場合は静電容量値と起動回轉力の關係曲線は第5圖の油入紙蓄電器のその様に尖鋭な共振曲線型とはならず同圖の如く最大値附近に於て曲線は不規則な變化をする。これは第6

蓄電器容量 ($\mu\text{F D}$)	回轉力(g.m.w)		電 流 (A) rms		
	min	max	i_s	i_m	i_0
33.2	20	105	1.3	15.4	15.0
69.7	85	170	2.4	15.4	15.8
95.3	115	210	3.5	15.3	16.2
127.5	140	225	3.8	15.3	16.5
153.1	170	250	4.2	14.8	16.9
177.1	170	280	4.6	14.3	17.3
203.9	170	280	4.9	14.1	17.4
234.9	170	290	5.3	14.1	17.6
258.5	175	290	5.4	13.8	17.9
289.8	165	265	5.6	13.7	18.2

[第1表] 濕式電解蓄電器

電源 1000V. 59.2 ~ 室温 23°C

蓄電器容量 ($\mu\text{F D}$)	回轉力(gmw)		電 流 (A) rms		
	min	max	i_s	i_m	i_0
20.3	20	90	1.1	15.4	15.0
43.7	75	150	2.1	15.4	14.8
63.7	125	195	2.9	15.3	15.1
87.7	175	240	3.9	15.3	15.3
112.4	240	295	4.7	14.7	16.1
134.9	240	335	5.4	14.6	17.1
160.3	240	375	6.2	15.3	18.2
189.3	240	380	6.7	15.4	18.8
214.3	265	415	7.3	15.8	20.5
240.9	265	400	7.6	16.1	21.2

[第2表] 半乾式電解蓄電器

電源 100V. 57.0 ~ 室温 25.5°C

圖のオシログラムに見られる充電・放電の複雑な變化に依るものと考えられる。即同圖は電解蓄電器と鐵心入可變インダクタンスを直列に接続して之に正弦波交流電壓を加へ L の値を順次變えた時の回路電流の波形を示すオシログラムである。 $\omega L < 1/\omega C$ の時の電流波形は明らかに電解蓄電器の充電・放電波形に似ており $\omega L > 1/\omega C$ となれば鐵心を有するインダクタンスの勵磁電流波形に似て来る。而して $\omega L < 1/\omega C$ から $\omega L > 1/\omega C$ に遷る邊りの電流波形は兩者共に非正弦波形で且其の歪の趣も大いに異なるので其の波形及び電流の實効値の變化も微妙なものがあると考えられる。第5圖の電解蓄電器の起動回

轉力曲線の最大値邊りの不規則な變化は以上の理由に因るものであると思ふ。但 L に電動機の起動捲線を用いる時は之に相當直列抵抗があるので第 6 圖程に著しい波形の變化は見られない。以上述べた處から電解蓄電器を用いる場合は最大起動回轉力と與える靜電容量値は嚴密を期し難いが、費用上の値としては紙蓄電器が最大回轉力と與える靜電容量値を採つて不都合でない事が第 6 圖から知られる。

起動回轉力の大きさは最良條件に於て油入紙蓄電器、半乾式、濕式電解蓄電器の順になる。之は蓄電器の力率分が起動回路で等價直列抵抗として働き起動捲線に流入す

蓄電器容量 ($\mu F D$)	回轉力(gmw)		電 流 (A) rms		
	min	max	i_s	i_m	i_0
20	5	64	1.0	14.2	13.5
40	50	110	1.8	14.4	13.4
63	80	155	2.3	14.8	13.6
125	190	285	4.7	14.8	14.6
208	285	465	6.9	15.3	17.8
252	355	420	7.2	14.8	18.6
320	290	415	8.1	14.9	20.5
500	225	335	7.8	14.8	20.6
1000	115	225	7.5	14.8	21.5
2608	70	165	7.5	15.4	22.0

〔第 3 表〕 油入紙蓄電器
電源 100V 59.8 \sim 室温 19°C

蓄電器容量 ($\mu F D$)	回轉力(gmw)		電 流 (A) rms		
	min	max	i_s	i_m	i_0
∞	30	150	7.6	14.4	22.

〔第 4 表〕 蓄電器を使用せぬ場合
電源 100V 59. ∞ , 室温 23°C

茲

i_s起動捲線の電流

i_m主捲線の電流

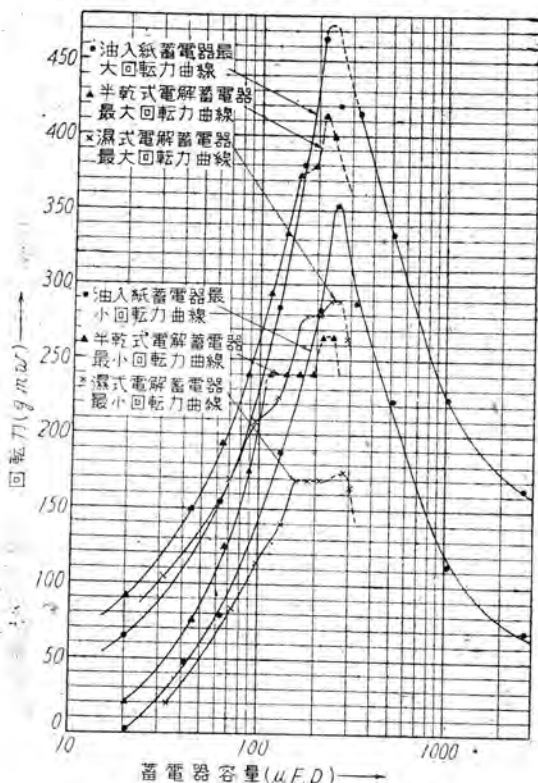
i_0 i_s, i_m 合成の線電流

る電流、從つて電動機の入力を減少させる爲と考えられる。第 1~3 表で同じ容量に於ける起動捲線の電流は上記の順序になつてゐる。蓄電器の力率は斯様に電動機としての特性にも大きい關係を持つから其の値はなるべく小くなる様に作らねばならない。

次に試験中撮影したオッシシログラムを示す。之は電源開閉器が閉じられて電動機が起動を始めた時の起動捲線電流主捲線電流、起動用蓄電器端子間の電壓等の變化狀態並に夫等の位相關係等を示すものである。筆者が特に知りたかつた點は L, C の過渡振動に依つて電解蓄電器に何の程度の異常電壓が掛るか云う事であつた。その爲に種々の異なる條件の許に數十回オッシシログラムを撮つ

て見たが著しい過渡振動現象は一度も現れなかつた。第 7~12 圖は其の一例を示すもので i_s, i_m, i_0, e_s, e_c のバイブレーターの挿入個所は第 2 圖に示す。第 7~9 圖は起動狀況を、第 10~12 圖は位相關係を明らかにするものである。負荷を掛けて起動した場合のオッシシログラムも上記と殆ど變りなく只起動サイクル數が若干増加するだけである。

尙半乾式電解蓄電器に就いて連續起動試験即常溫にて 20 秒間隔で 40,000 回及び 40°C にて同間隔で 10,000 回の起動停止を行つて何等異常を認めなかつた。



第 5 圖 起動蓄電器の靜電容量値と
起動回轉力の關係

IV. 他の起動方法との比較

單相誘導電動機の起動方法としては周知の如く次の如きものが擧げられる。

1. 機械的方法。起動の際は他の機械力に依り調帶掛等で或程度迄回轉速度を上昇させる。
2. 隈取線輪型。主捲線の中心から或電氣角度を隔て、磁極に短絡捲線を設けて移動磁界を作る。
3. 分相起動型。主捲線の他に起動捲線を設け之にインダクタンス若くは抵抗を直列に接續して、兩捲線に依り橢圓型回轉磁界を作る。

4. 反撥起動型. 起動の時は反撥電動機として起動し起動後は遠心開閉器に依つて整流子片を短絡する.

5. 反撥誘導型. 回轉子に反撥起動型の巻線と籠型巻線を併有し起動は前者の巻線に依つて行われる. 而して此の巻線は運轉中も其の儘で作動する.

6. 蓄電器分相型. 分相起動型のインダクタンス若くは抵抗の替りに蓄電器を用うる.

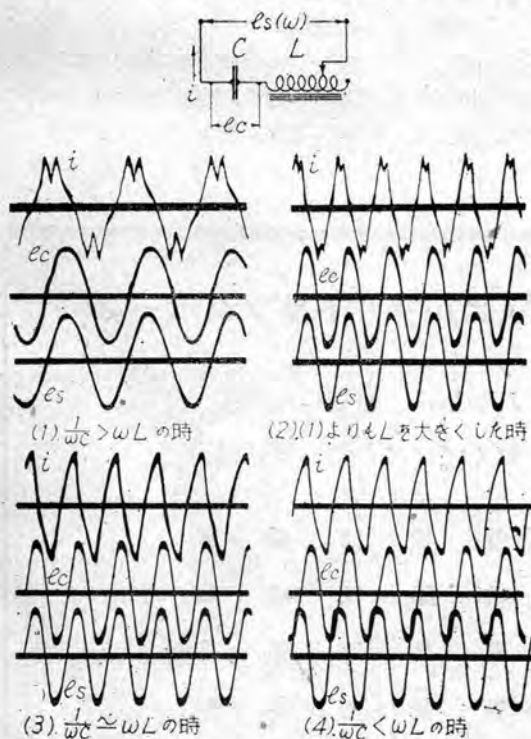
以上の諸法に於て1方法は小型電動機としては一般に實用上不便であり2の方法も3~6の方法に比較して非能率的である爲極く小型のものに用いられるのみである.

3の方法は稍々多く用いられるが起動回轉力が少いので其の用途は相當制限される. JES 第112號に依る3~5の型の回轉力は次の如く規定されている.

本試験の結果に依ると半乾式電解蓄電器分相型の場合に最適靜電容量値に於て最小起動回轉力は規定回轉力の250%以上で容量値が約-40%~+20%の範圍内に於

(出力 200W)	起動回轉力	停動回轉力
分相起動型	125 %	150~250%
反撥起動型	300 %	150~200 %
反撥誘導型	200 %	200~350 %

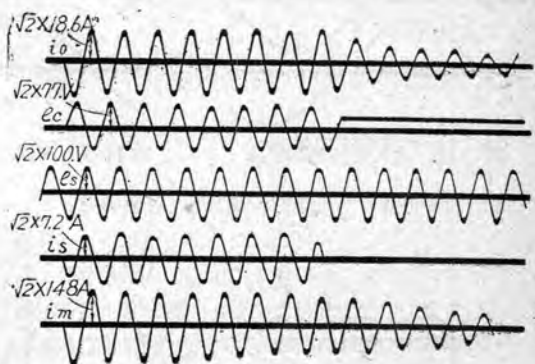
第5表 規定回轉力に對する起動及停動回轉力



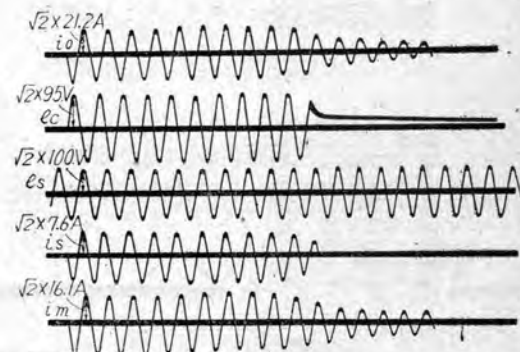
第6圖

て200%以上である. 油入紙蓄電器の同値300%強から見て電解蓄電器の場合も今後力率が低下されれば起動回轉力が反撥起動型に益々匹敵するものが得られよう. 此の點起動特性に於て尙極く僅か劣るが先づ大差ないものと云える.

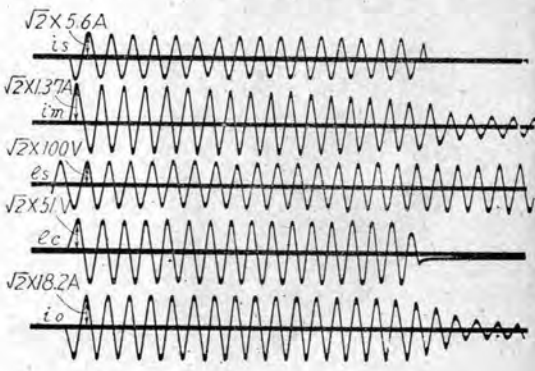
前記の如く蓄電器起動型を除いて大きな起動回轉力の得られるのは反撥起動型か反撥誘導型であるが然し之等は電機子は巻線型とせねばならず整流型を必要とするので



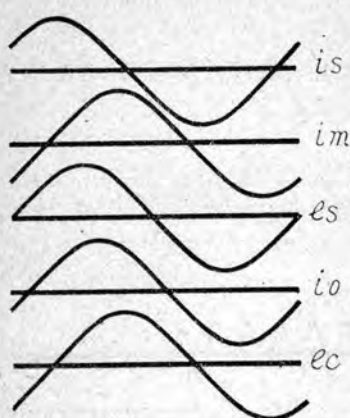
第7圖 油入紙蓄電器使用無負荷起動



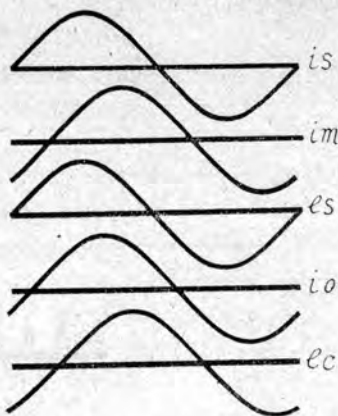
第8圖 半乾式電解蓄電器使用無負荷起動



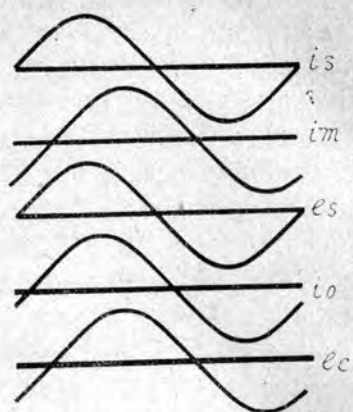
第9圖 濕式電解蓄電器使用無負荷起動



第10圖 油入紙蓄電器起動



第11圖 半乾式電解蓄電器起動



第12圖 濕式電解蓄電器起動

従つて資材を多く要し又製作も難かしくなるのでどうしても他の型のものよりも高價になる事を免れない。其の上刷子は消耗品であるから度々でなくとも取替を要し又之は磨擦損失を増加し起動に必要な回轉を増す缺點がある。蓄電器分相型にする時は以上の様な缺陷は除かれる事となる。第1圖に掲げた電動機に取付けられている電解蓄電器は直径5cm 長さ9cm 重量0.28kg と云う極く簡単なもので分相起動型のインダクタンスよりも簡単になるものと思われる。

Ⅶ. 結 言

以上本文に述べた如く本電動機は特性に於て反撥起動型に殆び劣る事なく運轉中騒音なく且消耗部品もない。其

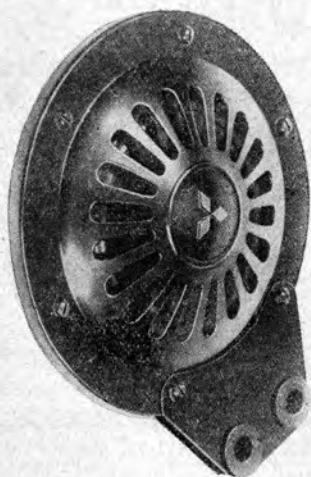
の上製作し易く従つて値段も廉くなり最も優秀な小型單相誘導電動機と云えよう。

今後の問題としては交流電解蓄電器の力率を低くする事及び諸特性を安定にする事、進んでは小型電動機用として連續充電に耐える交流電解蓄電器を得る事等が残つてゐる。

不備不充分ではあるが電解蓄電器起動單相誘導電動機の優秀性が認められて、我國に於ても今後此の種の電動機發展する事を希つて本文を草したのである。諸賢の御批評と御指導を御願ひする次第である。

終りに電動機並びにデーターの提供等の援助を與えられた名古屋製作所技術部中里部長、奥田課長及實驗に助力された福島明、田中義一兩君に謝意を表して擱筆す。

新製品紹介



三菱6Vエレクトリトリックホーン

自動車に 船舶に 是非
無くてはならぬ 警告器

- ☆ 音 量 は 豊 富
- ☆ 故 障 は 絶 無
- ☆ 取 付 は 容 易
- ☆ 軽 量 で 優 美

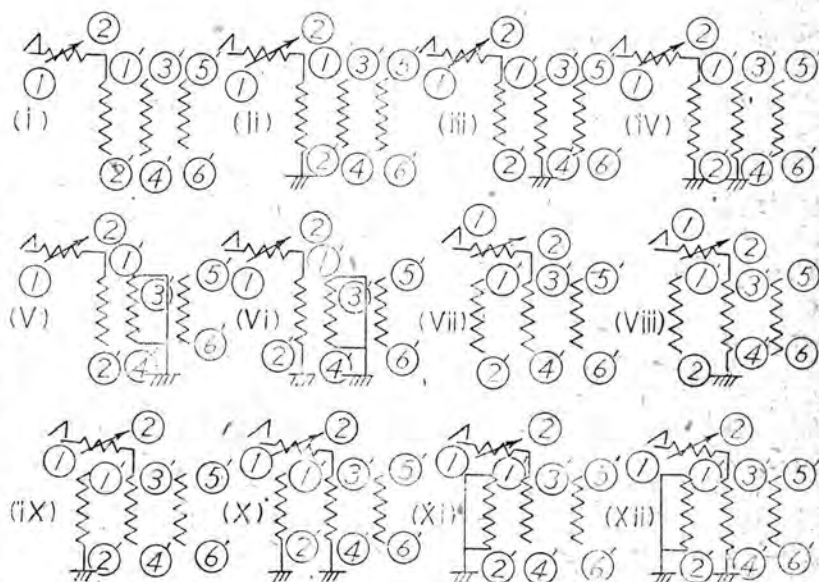
サージ・インピーダンスの簡易測定法（過渡現象直視装置による）

さきに衝撃波を抵抗を通して供試物に印加し、その抵抗の前後の電位を測定してサージ・インピーダンスを求める方法にてケーブル及び架空線のサージ・インピーダンスを測定した結果を報告したのであるが、引き続き同一の方法にて、サージ・ブルーフ変圧器、柱上変圧器及び遮断試験用交流発電機に関して実施した報告である。

研 究 所 安 藤 安 二

I. 緒 言

過渡現象直視装置を用いて、衝撃波を抵抗を通して供試物に印加して、その抵抗の前後の電位を測定して、サージ・インピーダンスを求める方法にて、サージ・ブルーフ変圧器、柱上変圧器及び遮断試験用交流発電機に関して実施した結果を報告する。然しサージ・ブルーフ変圧器は静電板を有して居る関係上、サージ・インピーダンスは変化をなし且つ反射が重疊する爲にケーブル及び架空線の如く簡単に求められない爲に時間に対する見掛のサージ・インピーダ



第 2 圖

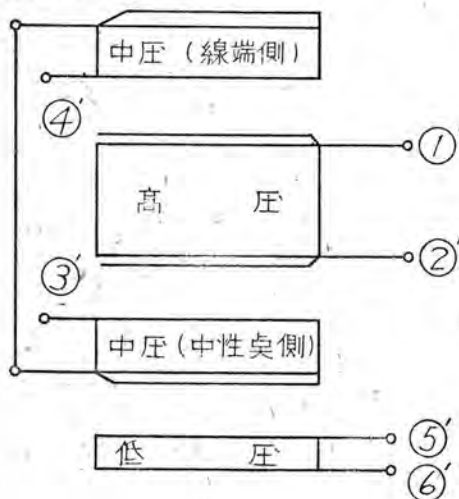
ンスの變化を求めた。亦之に附隨してオッシログラムより侵入容量を計算した。本測定結果は種々假定を入れて多大の誤差を含む事は自認して居るのであるが、諸賢の参考となれば幸いである。

II: サージブルーフ変圧器の場合

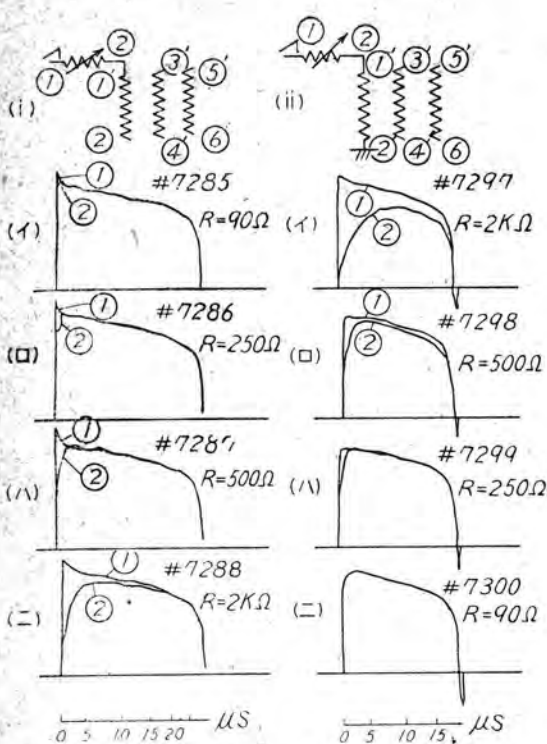
A 試 験 要 領

供試變壓器はさきに内部電位振動の測定を報告した 210 KV 110 000 KVA 變壓器の單相を用いた。

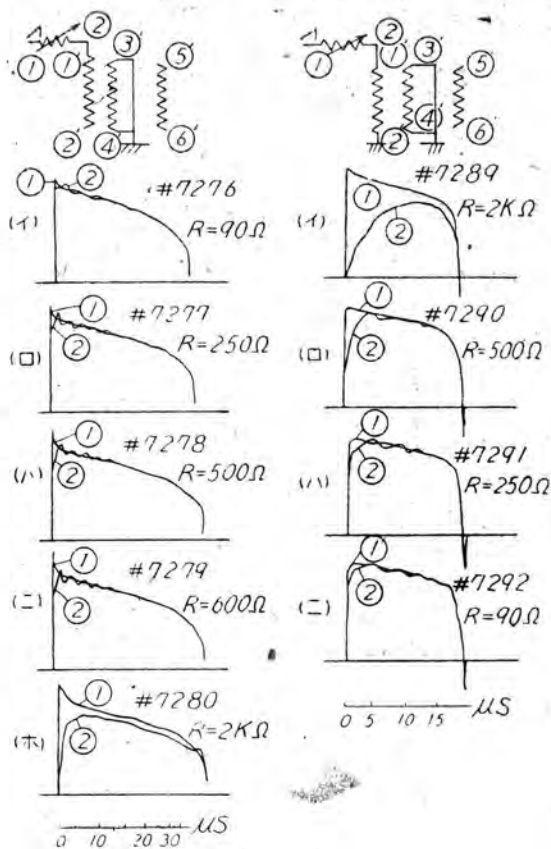
猶本變壓器は空心であり、且つ上下に厚い鐵板のある事も同一である。第1圖に捲線配置を示し、第2圖に測定時の各場合の結線を示す。此の各場合に就き、抵抗Rを通して衝撃波を印加し、抵抗Rの前後の電位を測定して、その兩者及び抵抗Rより變壓器のサージ・インピー



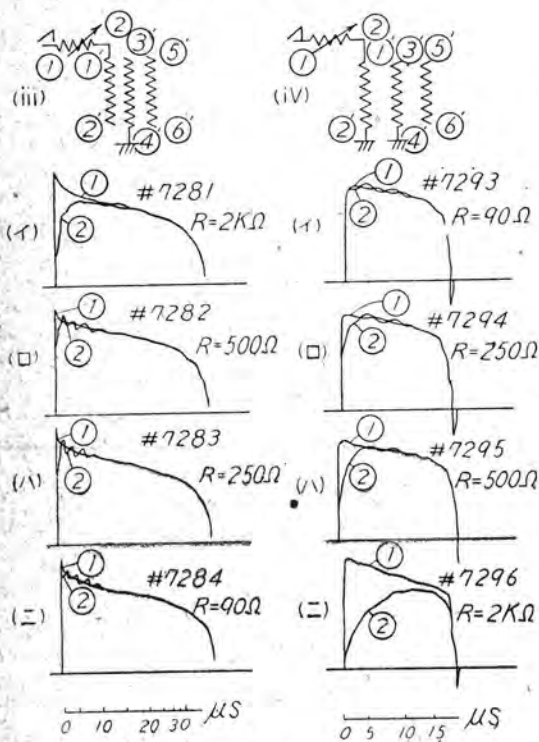
第 1 圖



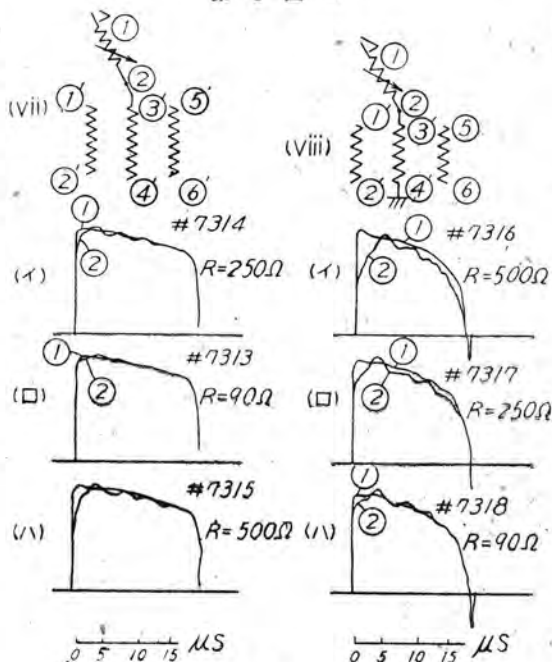
第 3 圖 A



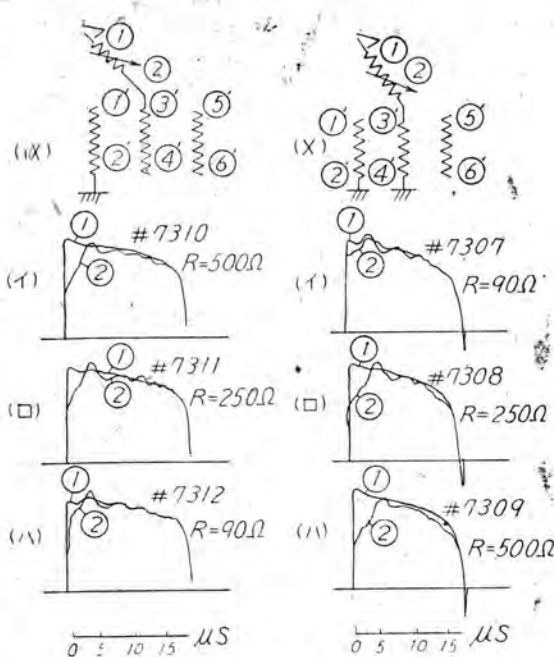
第 3 圖 C



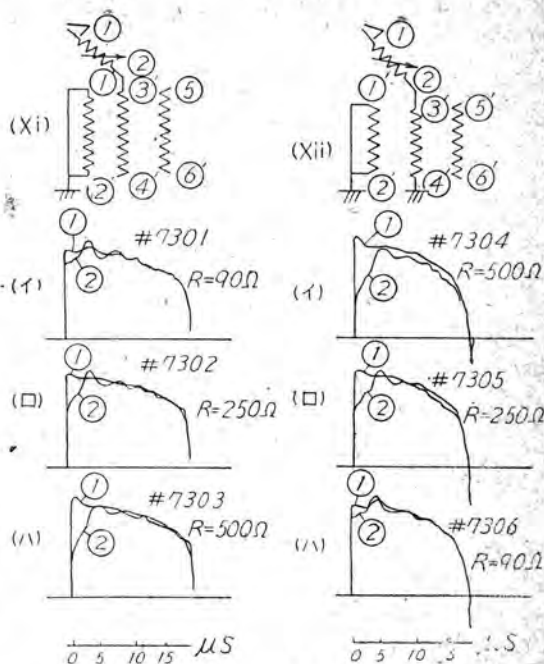
第 3 圖 B



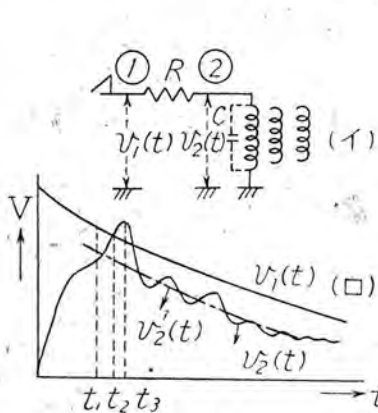
第 3 圖 D



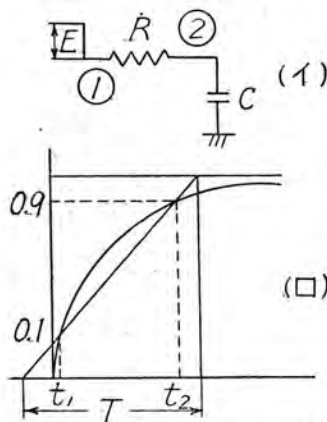
第 3 図 E



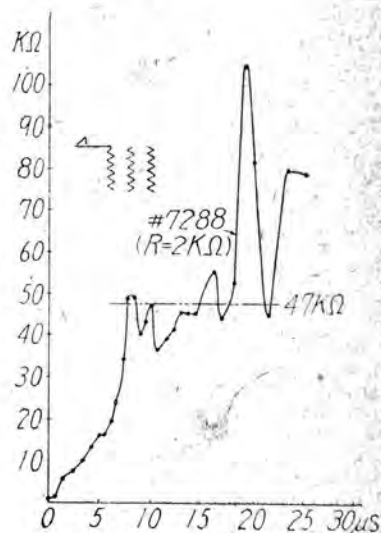
第 3 図 F



第 4 図



第 5 図



第 6 図

ダンスを求めようとしたのである。

第 2 圖中 (i) ~ (vi) は高圧線輪のサージ・インピーダンスを求める爲であり、低圧線輪は全部開放 (直上の厚い鐵板の爲に短絡接地と同様)、中壓線輪を各種變化して、高圧線輪の他端開放及び接地の場合である。抵抗は大體 90Ω, 250Ω, 500Ω, 2kΩ の四種の場合に就き實施した。第 2 圖中 (vii) ~ (xii) は中壓線輪のサージ・インピーダンスを求める爲であり、低圧線輪は全部開放 (但し直上の厚い鐵板の爲に短絡接地と同様)、高圧線輪を各種變化して、中壓線輪の他端開放及び接地の場合である。抵抗は 90Ω, 250Ω, 500Ω の三種の場合に就き實施した。

その測定オシログラムを第 3 圖 (i) ~ (xii) に示す。

B: サージ・インピーダンス測定上の假定

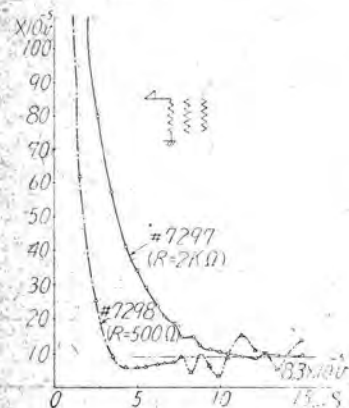
第 4 圖 (イ) に於て抵抗 R を通して變壓器に衝撃波を印加した場合に

$$z_1(t) = \frac{R v_2(t)}{v_1(t) - v_2(t)} \dots\dots\dots (1)$$

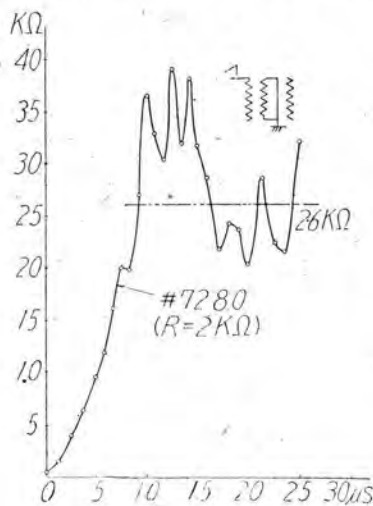
となり、 $z_1(t)$ を變壓器の見掛のサージ・インピーダンスと定義する。

其處で $v_1(t)$ は容量 C を充電するに従つて次第に増加し又反射波が歸つて來て t_2 では $v_1(t_2)$ は ∞ となり、更に t_3 では負となる (第4圖(ロ)参照)。即ち反射波をも含めた見掛のサージ・インピーダンスの時間に對する變化を示す事になり、正負ある事は當然であると思ふ。此處で注意する事は $v_1(t)$ は反射波の影響を受けない事が必要である。亦矩形波である事が望ましい。

次に反射がないとして $v_2(t)$ の平均を $v_2'(t)$ とすると、



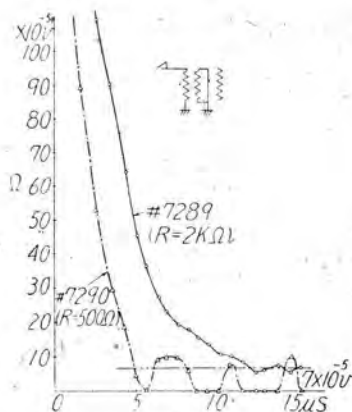
第 7 圖



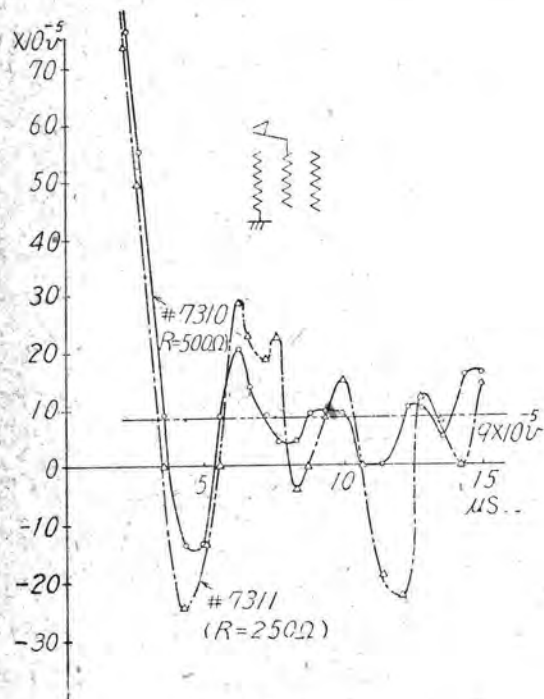
第 8 圖

變壓器の侵入容量 C を充電する場合、この時は

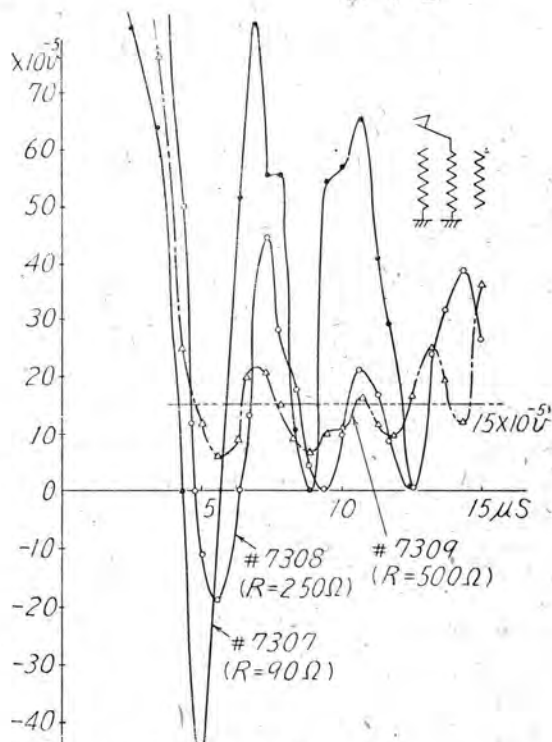
$$e_0 = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \dots \dots (3)$$



第 9 圖



第 10 圖



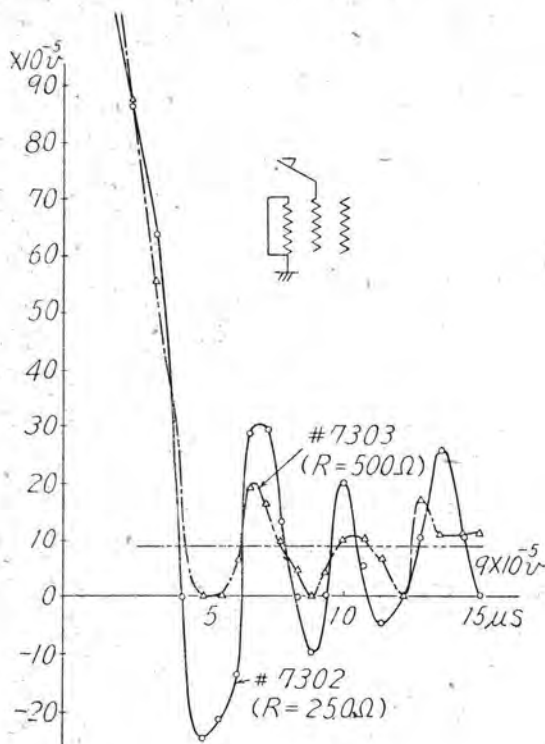
第 11 圖

$$z_2(t) = \frac{R v_2'(t)}{v_1(t) - v_2'(t)} \dots \dots (2)$$

となり、變壓器巻線自體のサージ・インピーダンスを表わす事も背けると思ふ。

C' 侵入容量測定上の假定

(イ) 第5圖の如く矩形波を印加して、抵抗 R を通じて



第 1 2 圖

となり、 e_o は C の両端間の電位である。之を圖に表わすと第 5 圖 (ロ) となる。そこで波頭長の定義より、波高値の 10 % と 90 % の所を結ぶ直線で、その波頭を代表するのであるから、

$$1 - e^{-\frac{t_1}{CR}} = 0.2 \quad \text{の場合は} \quad t_1 = 0.10CR \quad \dots\dots(4)$$

$$1 - e^{-\frac{t_2}{CR}} = 0.9 \quad \text{の場合は} \quad t_2 = 2.3CR \quad \dots\dots(5)$$

故に定義より波頭長 T は

$$T = \frac{t_2 - t_1}{0.8} = 2.75CR \quad \dots\dots(6)$$

故に

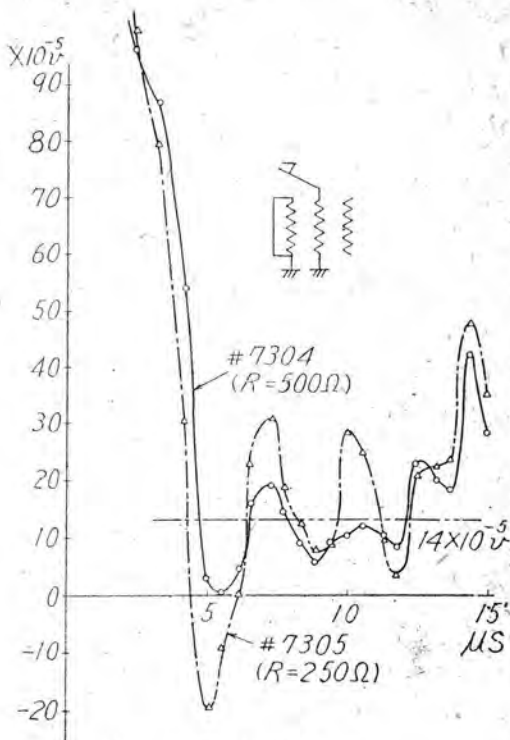
$$C = \frac{T}{2.75R} \quad \dots\dots(7)$$

を得る。

(ロ) 矩形波の代りに Ee^{-at} なる衝撃波を印加した場合、この時は、

$$e_o = \frac{E}{1 - \lambda CR} \left(e^{-at} - e^{-\frac{t}{CR}} \right) \quad \dots\dots(8)$$

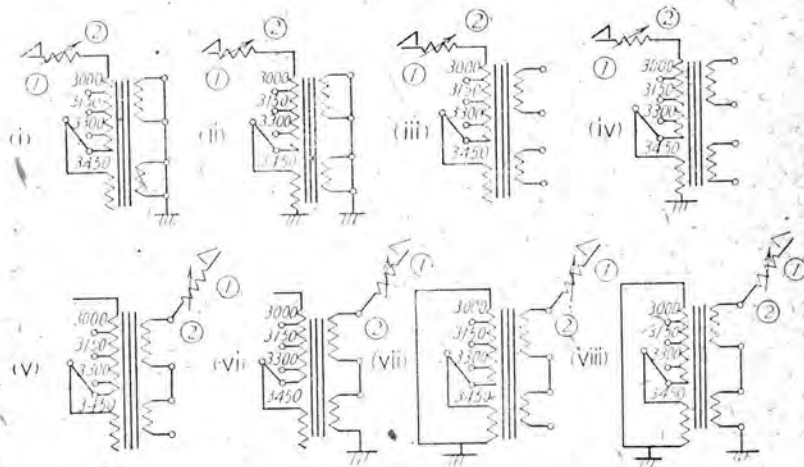
となる。此處で e^{-at} の λ は ① 點即ち $v_1(t)$ の波形より得る事が出来、且つ波形は (8) 式括弧



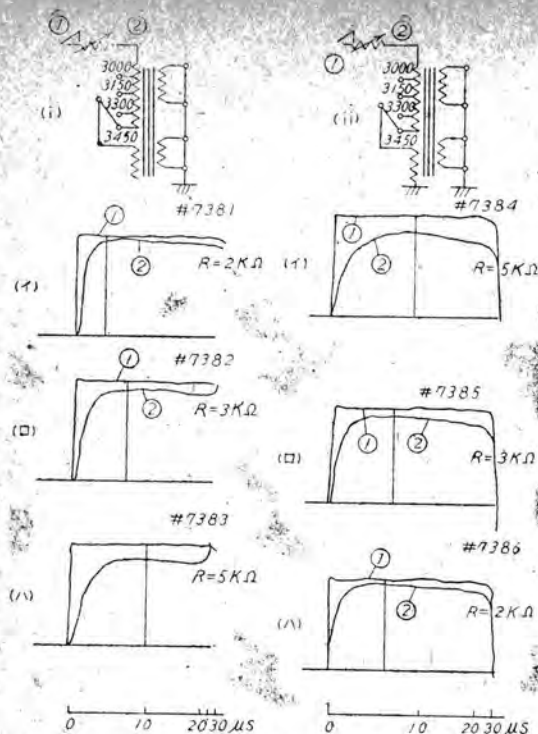
第 1 3 圖

内のもので定まるのであるから、之が最大になる値及び波高値の 10 %, 90 % 等の點の時間より波頭長を求め、然して侵入容量 C を求め得るのであるが、非常に繁雜になる。

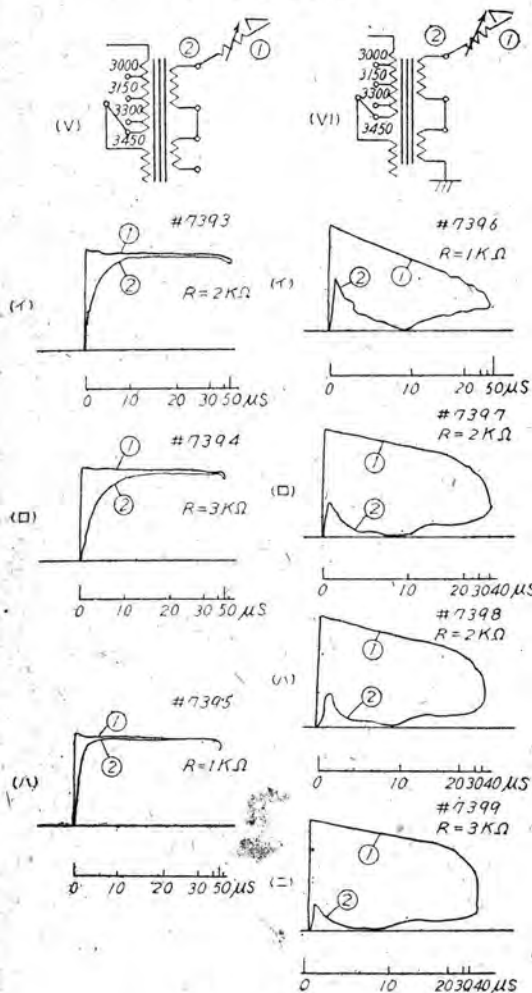
以上の事を知つて第 3 圖の各波形を見ると (ロ) の場合に相當する事は勿論である。然し今回は多大の誤差を含む事は承知の上で (イ) の場合を用いて侵入容量を計算



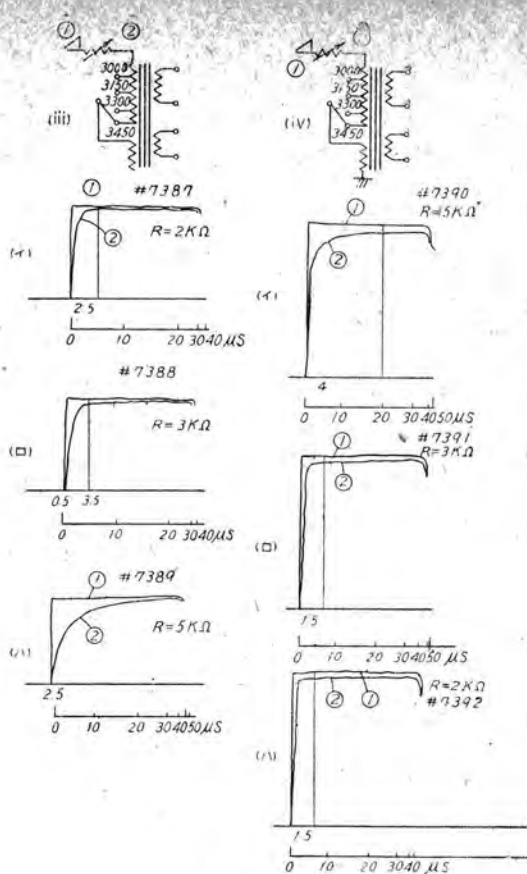
第 1 4 圖



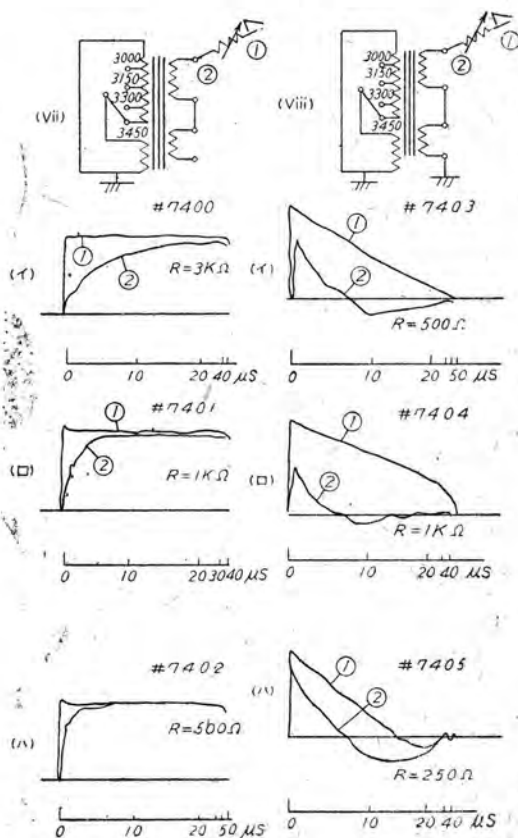
第 15 圖 A



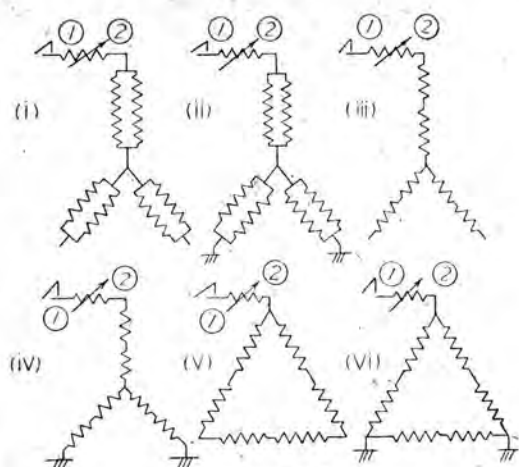
第 15. 圖 D



第 15 圖 B



第 15 圖



第 16 圖

第 3 圖 (i) (=) $R=2K\Omega$ #7288

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	v_1-v_2	$Z(K\Omega)$	$(Y_{\times 10^{-5}}v)$
0.	29.5	9.0	20.5	0.88	113.5
0.83	28.0	15.0	13.0	2.3	43.5
1.66	27.5	20.0	7.5	5.34	18.7
2.5	27.0	21.0	6.0	7.0	14.3
3.33	26.5	22.0	4.5	9.8	10.2
4.16	26.0	22.5	3.5	12.85	7.78
5.	"	23.0	3.0	15.35	6.51
5.55	"	"	"	"	6.51
6.1	"	23.5	2.5	18.8	5.32
6.66	25.5	"	2.0	23.5	4.6
7.22	25.2	23.8	1.4	34.0	2.44
7.78	25.0	24.0	1.0	48.0	2.08
8.33	"	"	"	"	"
8.9	"	23.8	1.2	39.7	2.52
9.45	34.8	23.7	1.1	43.0	2.32
10.	24.5	23.5	1.0	47.0	2.13
10.71	"	23.2	1.3	35.7	2.8
11.43	24.2	23.0	1.2	38.4	2.61
12.14	24.0	22.9	1.1	41.5	2.41
12.85	23.8	22.8	1.0	45.6	2.19
13.57	23.5	22.5	"	45.0	2.22
14.28	"	"	"	"	"
15.	23.0	22.1	0.9	49.0	2.04
16.	22.8	22.0	0.8	55.0	1.82
17.	22.5	21.5	1.0	43.0	2.32
18.	22.0	21.2	0.8	53.0	1.89
19.	21.5	21.0	0.5	104.0	0.96
20.	21.0	20.5	"	82.0	1.22
21.67	20.9	20.0	0.9	44.5	2.25
23.3	20.3	19.8	0.5	79.3	1.26
25.0	20.0	19.5	"	78.0	1.38

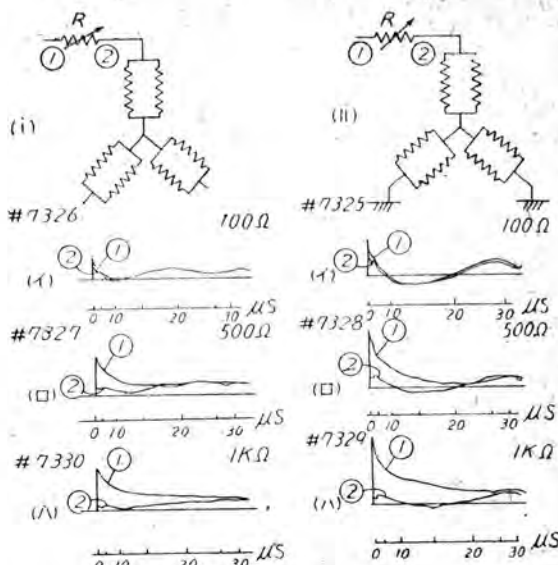
第 1 表

してみた。更に大なる反射を重畳するものもその最高値を波高値として機械的に計算した。

D. 見掛のサージ・インピーダンスの計算

B にて述べた方法にて各測定オシログラムの $v_1(t)$,

サージ・インピーダンスの簡易測定法・安藤



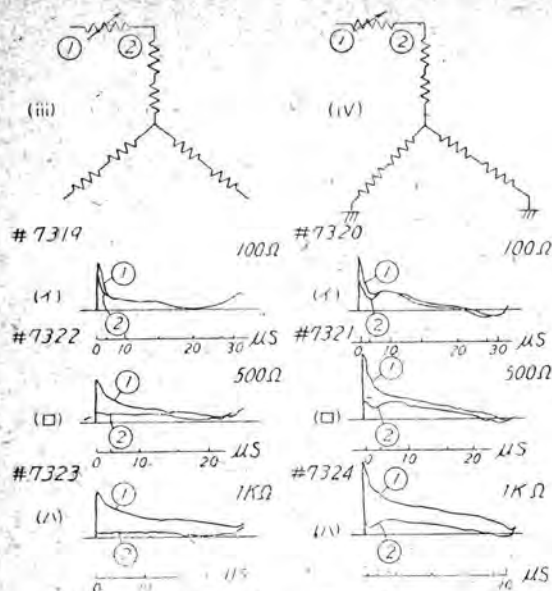
第 17 圖

第 3 圖 (ii) (イ) $R=2K\Omega$ #7297

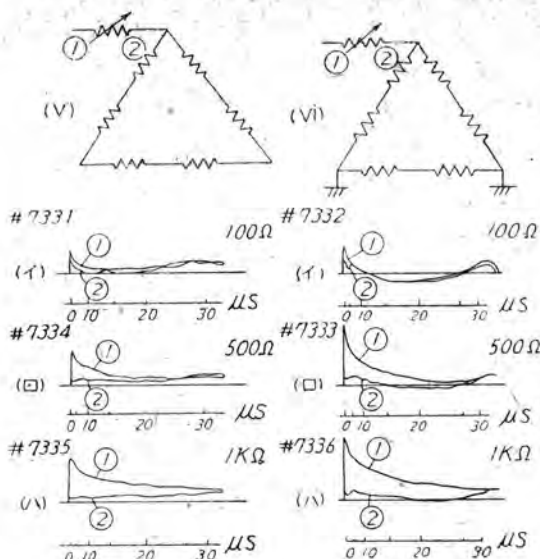
$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	v_1-v_2	$Z(K\Omega)$	$(Y_{\times 10^{-5}}v)$
0.	27.0	0	27.0	0.	∞
0.83	27.0	4.0	23.0	0.348	287.0
1.67	26.5	7.0	19.5	0.718	139.0
2.5	26.0	10.0	16.0	1.25	80.0
3.33	25.8	12.0	13.8	1.74	57.5
4.17	25.5	14.0	11.5	2.43	41.2
5.	25.2	15.0	10.2	2.94	34.0
5.55	"	16.0	9.2	3.48	28.8
6.1	25.0	17.0	8.0	4.25	23.5
6.67	24.8	17.5	7.3	4.8	20.8
7.22	24.5	18.0	6.5	5.54	18.05
7.78	24.0	18.5	5.5	6.72	14.86
8.33	"	"	"	"	"
8.9	23.8	19.0	4.8	7.92	12.63
9.45	23.5	"	4.5	8.45	11.84
10.	23.2	"	4.2	9.05	11.05
10.71	23.0	"	4.0	9.5	10.52
11.43	22.5	"	3.5	10.85	9.22
12.14	22.2	"	3.2	11.88	8.42
12.86	22.0	18.5	3.5	10.6	9.44
13.57	21.5	18.0	"	10.3	9.7
14.28	21.0	17.8	3.2	11.1	9.0
15.	20.8	17.5	3.3	10.6	9.44

第 2 表

$v_2(t)$ 及び R より見掛のサージ・インピーダンスを求めてみた。亦 $v_1(t)$ が反射波の影響を受けた場合は假定に反し、且つ求めた結果に大なる誤差を含むのであるが、此處ではオシログラムを見て明かに反射波の影響を受けて居る事が解るものも同一の方法にて計算を實施した。亦第 3 圖中より計算出来る數個に就き實施した。その見掛のサージ・インピーダンス及びサージ・アドミタンス



第 17 圖 (ロ)



第 17 圖 (ハ)

第 3 圖 (v) (ホ) $R=2K\Omega$

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$(Y_{\times 10^{-5}} v)$
0.	25.0	0.	25.0	0.	∞
0.83	"	14.0	11.0	0.636	157.0
1.67	24.8	19.0	5.8	1.63	61.4
2.5	"	22.0	2.8	3.93	25.45
3.33	24.5	23.5	1.0	11.8	8.48
4.17	"	23.8	0.7	17.0	5.88
5.	"	"	"	"	"
5.55	"	"	"	"	"
6.1	24.2	23.5	"	16.8	5.95
6.67	24.0	23.2	0.8	14.5	6.9
7.22	23.8	23.0	"	14.4	6.95
7.78	23.5	22.5	1.0	11.3	8.85
8.33	23.0	"	0.5	22.5	4.45
8.9	"	22.0	1.0	11.0	9.1
9.45	22.8	"	0.8	13.7	7.3
10.	22.0	21.6	0.4	27.0	3.7
10.71	"	21.0	1.0	10.5	9.52
11.43	21.5	20.0	1.5	6.66	15.0
12.14	21.3	20.2	1.1	9.17	10.9
12.86	21.0	20.0	1.0	10.0	10.0
13.57	20.5	19.5	0.5	19.5	5.13
14.28	20.0	19.0	1.0	9.5	10.52
15.	19.8	18.5	1.3	7.11	14.05

第 2 表 第 3 圖 (ii) (ロ) $R=500\Omega$ #7298

スの計算値を第 1 表より第 8 表に示し (表中 v_1 及び v_2 は単位を mm としてオシログラムの寸法にて表わした)。且つサージ・インピーダンス及びサージ・アドミッタンスの變化狀況を第 6 圖より第 13 圖に示した。

實際は抵抗 R の大きさにより反射波の大きさ及び侵入容量 C を充電する時常数が異なり、且つインピーダンスが無限大になる所が所々にある爲に R を變化した場合の相互の平均値の關係が決定し難い爲に、インピーダ

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$(Y_{\times 10^{-5}} v)$
0.	28.0	5.0	23.0	0.435	230.
1.2	26.0	11.0	15.0	1.46	68.5
2.4	24.8	16.5	8.3	3.98	25.1
3.6	24.6	18.5	6.1	6.08	16.4
5.	23.0	19.0	4.0	9.50	10.5
5.84	22.8	19.5	3.3	11.8	8.47
6.66	22.5	20.0	2.5	16.0	6.25
7.5	22.0	"	2.0	20.0	5.0
8.33	21.8	19.8	"	19.8	5.05
9.17	21.5	20.0	1.5	26.7	3.62
10.	21.0	19.9	1.1	36.2	2.71
10.84	20.8	19.6	1.2	32.6	3.07
11.66	20.8	19.5	1.3	30.0	3.34
12.5	20.5	"	1.0	39.0	3.56
13.33	20.2	19.0	1.2	31.6	3.16
14.17	20.0	"	1.0	38.0	2.64
15.	20.0	18.8	1.2	31.3	3.2
16.	19.8	18.5	1.3	28.5	3.51
17.	19.7	18.0	1.7	21.2	4.72
18.	19.5	"	1.5	24.0	4.17
19.	19.0	17.5	"	23.4	4.27
20.	18.7	17.0	1.7	20.0	5.0
21.2	18.2	"	1.2	28.4	3.52
22.4	18.0	16.5	1.5	22.0	4.55
23.6	17.5	16.0	"	21.3	4.7
25.	17.0	"	1.0	32.0	3.12

第 3 表

スにて表わし難いものはアドミッタンスにて求めたのである。所が圖より抵抗 R を變化した場合にも各場合よく一致して居る事が解る。

次に各場合に就き説明すると次の如し。

1. 第 3 圖 (i) に對する、高壓側他端開放、中壓側開放、

第3圖(vi)(イ) $R=2K\Omega$ #7289

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0.	27.0	0.	27.0	0.	∞
0.83	26.5	3.0	23.5	0.256	391.0
1.66	26.0	6.0	20.0	0.6	166.5
2.5	25.5	8.0	17.5	0.915	109.3
3.33	25.2	9.0	16.2	1.11	90.1
4.17	25.0	11.0	14.0	1.57	63.7
5.	24.8	13.0	11.8	2.2	45.5
5.62	24.5	14.0	10.5	2.67	37.5
6.25	24.0	15.5	8.5	3.65	27.4
6.87	23.5	16.0	7.5	4.25	23.5
7.5	23.0	16.5	6.5	5.08	19.7
8.1	"	17.0	6.0	5.66	17.7
8.74	22.8	17.5	5.3	6.6	15.15
9.37	22.5	17.8	4.7	7.58	12.75
10.	22.0	18.0	4.0	9.0	11.1
10.71	21.8	"	3.8	9.46	10.56
11.43	21.5	18.5	3.0	12.35	8.1
12.14	21.0	19.0	2.0	19.0	5.26
12.86	"	18.5	2.5	14.8	6.76
13.57	20.8	18.0	2.8	12.85	7.78
14.28	20.0	"	2.0	18.0	5.56
15.	"	17.5	2.5	14.0	7.15

第4表

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	25.0	0	25.0	0	∞
0.83	"	13.0	12.0	0.54	185.0
1.66	24.5	17.0	7.5	1.13	88.5
2.5	24.0	19.0	5.0	1.9	52.7
3.33	"	21.0	3.0	3.5	28.6
4.17	"	22.0	2.0	5.5	18.2
5	23.5	23.0	0.5	23.0	4.35
5.62	"	23.5	0	∞	0.
6.25	"	22.5	1.0	11.25	8.89
6.87	23.0	22.0	1.0	11.0	9.1
7.5	"	"	1.0	"	"
8.1	22.8	"	0.8	13.75	7.27
8.74	22.5	22.5	0	∞	0.
9.37	"	"	0	∞	0
10.	22.0	22.0	0	∞	0
10.71	"	21.2	0.8	13.25	7.55
11.43	21.5	21.5	0	∞	0
12.14	21.2	21.2	0	∞	0
12.86	21.0	21.0	0	∞	0
13.57	"	19.9	0	∞	0
14.28	"	20.0	1.0	10.0	10.0
15	20.0	20.0	0	∞	0

第3圖(vi)(ロ) $R=500\Omega$ #7290

即ち第6圖の場合は $20\mu s$ 以下は誤差が非常に大きくなつて居る事は明かであり、平均約 $47K\Omega$ を得る。

2. 第3圖(ii)に對する、高壓側他端接地、中壓側開放、即ち第7圖の場合は平均約 $15K\Omega$ 又は約 $8.3 \times 10^{-5} v$ である。
3. 第3圖(v)に對する、高壓側他端開放、中壓側短絡接地、即ち第8圖の場合は平均約 $26K\Omega$ となる。1.

サージ・インピーダンスの簡易測定法・安藤

第3圖(ix)(イ) $R=500\Omega$ #7310

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	25.0	10.0	15.0	0.333	300.0
0.71	24.5	13.0	11.5	0.565	178.0
1.43	24.0	16.0	8.0	1.0	100.
2.14	23.5	17.0	6.5	1.31	76.3
2.85	23.0	18.0	5.0	1.8	55.6
3.56	"	22.0	1.0	11.0	9.1
4.28	"	23.5	-1.5	-7.84	-12.8
5	"	"	"	"	"
5.55	"	22.0	1.0	11.0	9.1
6.11	22.6	20.5	2.1	4.87	20.6
6.67	22.5	21.0	1.5	7.0	14.3
7.22	22.0	"	1.0	10.5	9.52
7.78	"	21.5	0.5	21.5	4.65
8.33	"	"	"	"	"
8.89	"	21.0	1.0	10.5	9.52
9.45	21.5	20.5	"	10.25	9.75
10	"	"	"	"	"
10.71	21.0	21.0	0	∞	0
11.43	"	"	"	"	0
12.14	20.5	19.5	1.0	9.75	10.25
12.85	"	"	"	"	"
13.56	20.0	"	0.5	19.5	5.12
14.28	19.5	18.0	1.5	6.0	16.7
15	"	"	"	"	"

第5表

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	24.0	10.0	14.0	0.179	560.0
0.71	"	15.0	9.0	0.416	240.0
1.43	23.0	18.0	5.0	0.9	111.0
2.14	22.5	19.0	3.5	1.36	73.5
2.85	"	20.0	2.5	2.0	50.0
3.56	23.5	23.5	0	∞	0
4.28	"	25.0	-1.5	-4.17	-24.0
5	23.2	24.0	-0.8	-7.5	-13.3
5.55	23.0	23.0	0	∞	0
6.11	22.5	21.0	1.5	3.5	28.6
6.67	22.0	20.8	1.2	4.34	23.0
7.22	"	21.0	1.0	5.25	19.0
7.78	"	20.8	1.2	4.34	23.0
8.33	"	22.2	-0.2	-27.8	-3.6
8.89	21.8	21.8	0	∞	0
9.45	21.5	21.0	0.5	10.5	9.52
10	21.3	20.5	0.8	6.4	15.6
10.71	21.0	21.0	0	∞	0
11.43	20.5	21.5	-1.0	-5.37	-18.6
12.14	20.3	"	-1.2	-4.47	-22.4
12.85	20.0	19.5	0.5	0.74	12.5
13.56	"	19.6	0.4	12.25	8.16
14.28	19.8	19.8	0	∞	0
15	19.5	18.8	0.7	6.7	14.9

第3圖(ix)(ロ) $R=250\Omega$ #7311

の中性點開放の場合に比して小である。

4. 第3圖(vi)に對する、高壓側他端接地、中壓側短絡接地、即ち第9圖の場合は平均約 $14.3K\Omega$ 又は約 $7 \times 10^{-5} v$ となる。

第3圖(x)(イ) $R=90\Omega$ #7307

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	v_1-v_2	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	23.0	13.0	10.0	0.117	855.0
0.83	"	19.0	4.0	0.428	233.0
1.67	22.5	20.5	2.0	0.924	108.2
2.5	22.0	"	1.5	1.23	81.3
3.33	"	20.8	1.2	1.56	64.1
4.17	24.0	24.0	0	∞	0
5	"	25.0	-1.0	2.25	-44.4
5.56	"	24.0	0	∞	0
6.11	22.5	21.5	1.0	1.935	51.7
6.67	21.5	20.0	1.5	1.2	83.3
7.22	21.0	"	1.0	1.8	55.5
7.78	"	"	"	"	"
8.33	"	20.8	0.2	9.36	10.7
8.89	21.5	21.5	0	∞	0
9.44	"	20.5	1.0	1.845	54.2
10	20.5	19.5	"	1.755	57.0
10.63	19.8	18.7	1.1	1.53	65.4
11.25	19.5	18.8	0.7	2.42	41.3
11.88	"	19.0	0.5	3.42	29.2
12.5	19.0	"	0	∞	0

第6表

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	v_1-v_2	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	17.0	10.0	7.0	0.357	280.0
0.83	24.0	16.0	8.0	0.5	200.0
1.67	23.5	"	7.5	0.534	187.0
2.5	23.0	18.2	4.8	0.948	105.5
3.33	22.5	18.0	4.5	1.0	100.0
4.17	"	20.0	2.5	2.0	50.0
5	22.8	23.5	-0.7	-8.4	-11.9
5.56	23.0	24.2	-1.2	-5.05	19.8
6.11	"	23.0	0	∞	0
6.67	22.5	21.8	0.7	7.8	12.8
7.22	22.2	20.0	2.2	2.27	44.0
7.78	21.5	20.1	1.4	3.59	27.8
8.33	21.3	20.4	0.9	5.67	17.65
8.89	21.0	20.8	0.2	26.0	3.85
9.44	20.8	"	0	∞	0
10	20.5	20.0	0.5	10.0	10.0
10.63	20.0	19.0	1.0	4.75	21.0
11.25	19.8	"	0.8	5.95	16.8
11.88	19.5	19.1	0.4	11.92	8.4
12.5	18.7	18.7	0	∞	0
13.13	18.0	17.0	1.0	4.25	23.5
13.75	17.8	16.5	1.3	3.18	31.4
14.37	17.0	15.5	1.5	2.58	38.8
15	16.0	15.0	1.0	3.75	26.6

第3圖(x)(ロ) $R=250\Omega$ #7308

5. 第3圖(xi)に對する, 中壓側他端開放, 高壓側一端接地, 即ち第10圖の場合は平均約 $11 K\Omega$ 又は約 $9 \times 10^{-5} v$ である。

6. 第3圖(x)に對する, 中壓側他端接地, 高壓側一端接地, 即ち第11圖の場合は平均約 $7 K\Omega$ 又は $15 \times 10^{-5} v$ となる。

7. 第3圖(xi)に對する, 中壓側他端開放, 高壓側短絡

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	v_1-v_2	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	25.0	7.0	18.0	0.195	512.0
0.83	24.6	12.5	12.1	0.517	194.0
1.67	24.0	14.0	10.0	0.7	143.0
2.5	23.0	15.8	7.2	1.095	91.4
3.33	22.8	16.5	6.3	1.31	76.3
4.17	22.5	20.0	2.5	4.0	25.0
5	22.8	21.5	1.3	8.28	12.1
5.55	22.7	22.0	0.7	15.7	6.37
6.11	22.5	21.5	1.0	10.75	9.3
6.67	22.0	20.0	2.0	5.0	20.0
7.22	21.8	19.8	"	4.95	20.2
7.78	21.5	20.0	1.5	6.67	15.0
8.33	21.3	20.3	1.0	10.15	9.85
8.89	21.0	"	0.7	14.5	6.9
9.44	"	20.0	1.0	10.0	10.0
10	20.5	19.5	"	9.75	10.25
10.63	20.3	18.8	1.5	6.26	16.0
11.25	20.0	18.8	1.2	7.83	12.75
11.88	19.5	18.6	0.9	10.3	9.7
12.5	19.0	17.5	1.5	5.83	17.15
13.13	18.6	16.6	2.0	4.15	24.1
13.75	18.0	16.5	1.5	5.5	18.2
14.37	17.0	16.0	1.0	8.0	12.5
15	16.5	14.0	2.5	2.8	25.7

第6表(續) 第3圖(x)(ハ) $R=500\Omega$ #7309

接地, 即ち第12圖の場合は平均約 $11 K\Omega$ 又は $9 \times 10^{-5} v$ である。

8. 第3圖(xii)に對する, 中壓側他端接地, 高壓側短絡接地, 即ち第13圖の場合は平均約 $7 K\Omega$ 又は $14 \times 10^{-5} v$ である。

即ち他端接地及び開放又は他巻線の接地又は開放がサージ・インピーダンスに大なる變化を及ぼす事が解る。以上要約すると,

a. 高壓側巻線のサージ・インピーダンス

中壓側開放 $\left\{ \begin{array}{l} \text{高壓側他端開放の場合は } 47 K\Omega \\ \text{〃 接地 } \text{〃 } 15 K\Omega \end{array} \right.$
 中壓側短絡接地 $\left\{ \begin{array}{l} \text{高壓側他端開放 } \text{〃 } 26 K\Omega \\ \text{〃 接地 } \text{〃 } 14.3 K\Omega \end{array} \right.$

b. 中壓側巻線のサージ・インピーダンス

高壓側一端接地 $\left\{ \begin{array}{l} \text{中壓側他端開放 } \text{〃 } 11 K\Omega \\ \text{〃 接地 } \text{〃 } 7 K\Omega \end{array} \right.$
 高壓側短絡接地 $\left\{ \begin{array}{l} \text{中壓側他端開放 } \text{〃 } 11 K\Omega \\ \text{〃 接地 } \text{〃 } 7 K\Omega \end{array} \right.$

となる。

以上述べた事により, サージ・ブルーフ變壓器はサージ・インピーダンスが變化するものであり, 侵入容量を充電して行く過程と巻線自身との二者に分け得ると考う。

次に見掛のサージ・インピーダンスは抵抗 R , 即ち變壓器に接続した線路のサージ・インピーダンスにより隨

第3圖 (xi) (ロ) $R=250\Omega$ #7302

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	23.5	10.0	13.5	0.185	540.0
0.833	"	16.0	7.5	0.534	187.0
1.67	23.0	17.0	6.0	0.71	141.0
2.5	22.5	18.5	4.0	1.155	86.5
3.33	22.0	19.0	3.0	1.58	63.3
4.17	22.3	22.3	0	∞	0
5	23.0	24.5	-1.5	-4.08	-24.5
5.56	"	24.3	-1.3	-4.67	-21.4
6.11	22.7	22.0	1.7	7.85	12.75
6.67	22.5	21.0	1.5	3.5	28.6
7.22	22.0	20.5	"	3.42	29.2
7.78	21.5	20.8	0.7	7.43	13.45
8.33	21.0	21.0	0	∞	0
8.89	"	21.5	-0.5	-10.75	-9.3
9.44	"	21.0	0	∞	0
10	"	20.5	0.5	5.0	20.0
10.71	20.5	20.2	0.3	16.83	5.94
11.43	20.0	"	-0.2	25.2	-3.97
12.14	"	20.0	0	∞	0
12.85	"	19.5	0.5	9.75	10.25
13.57	19.7	18.5	1.2	3.85	26.0
14.28	19.0	"	0.5	9.25	10.8
15	18.5	"	0	∞	0

第 7 表

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	25.0	7.0	18.0	0.195	513.0
0.83	"	13.0	12.0	0.542	184.0
1.67	24.0	15.0	9.0	0.835	120.0
2.5	23.0	16.0	7.0	1.14	87.6
3.33	"	18.0	5.0	1.8	55.5
4.17	"	22.0	1.0	11.0	9.1
5	23.2	23.2	0	∞	0
5.56	23.0	23.0	0	∞	0
6.11	22.8	22.0	0.8	13.75	7.27
6.67	22.5	20.5	2.0	5.13	19.5
7.22	22.2	"	1.7	6.04	16.5
7.78	22.0	21.0	1.0	10.5	9.53
8.33	21.5	"	0.5	21.0	4.77
8.89	21.0	"	0	∞	0
9.44	"	20.5	0.5	20.5	4.88
10	"	20.0	1.0	10.0	10.0
10.71	20.8	19.8	"	9.9	10.1
11.43	20.5	"	0.7	14.15	70.7
12.14	20.0	20.0	0	∞	0
12.85	19.8	18.2	1.6	5.7	17.5
13.57	19.0	18.0	1.0	9.0	11.1
14.28	18.5	17.5	"	8.75	11.4
15	18.0	17.0	"	8.5	11.75

第3圖 (xi) (ハ) $R=500\Omega$ #7303

分變化するのであるが無限大或は負にもなり得ると言う事が出来ると思う。

E. 侵入容量の計算

Cに於て説明した如き方法にて多大の誤差を含む事を

サージ・インピーダンスの簡易測定法・安藤

第3圖 (xii) (イ) $R=500\Omega$ #7304

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	25.2	5.0	20.2	0.124	807.0
0.83	24.8	12.5	12.3	0.508	196.0
1.67	23.8	13.5	10.3	0.655	153.0
2.5	23.0	15.5	7.5	1.032	97.0
3.34	"	16.0	7.0	1.142	87.5
4.17	22.9	18.0	4.9	1.838	54.5
5	"	22.5	0.4	28.1	3.56
5.56	"	22.7	0.2	56.7	1.5
6.11	22.6	22.0	0.6	18.32	5.46
6.67	22.3	20.5	1.8	5.8	17.25
7.22	22.0	20.0	2.0	5.0	20.0
7.78	21.5	"	1.5	6.67	15.0
8.33	21.3	20.3	1.0	10.15	9.85
8.89	21.2	20.5	0.7	14.65	6.82
9.45	21.0	20.0	1.0	10.0	10.0
10	20.6	19.5	1.1	8.85	11.3
10.63	20.0	18.8	1.2	7.84	12.75
11.25	19.8	"	1.0	9.4	10.65
11.87	19.5	18.7	0.8	11.7	8.55
12.5	19.0	17.0	2.0	4.25	23.5
13.12	18.2	16.5	1.7	4.85	20.6
13.75	17.5	16.0	1.5	5.34	18.7
14.37	17.0	14.0	2.0	2.335	42.8
15	16.0	"	2.0	3.5	28.6

第 8 表

$t(\mu s)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$v_1 - v_2$	$Z(K\Omega)$	$Y(\times 10^{-5} v)$
0	23.0	12.0	11.0	0.273	366.0
0.83	23.5	15.8	7.7	0.513	195.0
1.67	23.2	16.0	7.2	0.557	180.0
2.5	22.8	18.2	4.6	0.99	101.0
3.34	22.2	18.5	3.7	1.25	80.0
4.17	22.6	21.0	1.6	3.28	30.5
5	23.0	24.2	1.2	-5.04	-19.8
5.56	"	23.5	0.5	-11.72	-8.53
6.11	22.5	22.5	0	∞	0
6.67	22.2	21.0	1.2	4.37	22.9
7.22	21.8	20.2	1.6	3.16	31.6
7.78	21.5	20.5	1.0	5.13	19.5
8.33	"	20.8	0.7	7.44	13.4
8.89	21.4	21.0	0.4	13.11	7.62
9.45	21.0	20.5	0.5	10.25	9.75
10.0	20.9	19.5	1.4	3.48	28.8
10.36	20.2	19.0	1.2	3.96	25.2
11.25	19.5	"	0.5	9.5	10.5
11.87	19.2	"	0.2	23.75	4.22
12.5	19.0	18.0	1.0	4.5	22.2
13.12	18.0	17.0	"	4.25	23.5
13.75	17.5	16.5	"	4.12	24.3
14.37	16.8	15.0	1.8	2.08	48.2
15.0	15.8	14.5	1.3	2.79	35.8

第3圖 (xii) (ロ) $R=250\Omega$ #7305

自認して、各場合に就き求めた値を第9表に示す。表中 $v_{0.1}$ は波高値の10%, $v_{0.9}$ は90%の高さを表わし、 t_1 及び t_2 は夫々の時刻に相當する、之を見ると抵抗 R が小なる程、反射波の影響が多く入つて來て値が大となつて

居る。然し $R=2K\Omega$ 或は $R=500\Omega$ の場合は大體妥當な値を表わして居るのは面白いと思ふ。故に矩形波を印加して且つ R を大として反射波の影響を少くしたならば益々正確な侵入容量を求め得る事當然である。

III 柱上變壓器の場合

A. 試驗要領

試料としては

1 KVA 1 ϕ 60 \sim

一次電壓 3450 V 3300 V 3150 V 3000 V

二次電壓 220 V 及び 105 V

の柱上變壓器を用い、第14圖の場合に就き、高壓線輪及び低壓線輪のサージ・インピーダンスを測定し、その測定オシログラムを第15圖に示し計算結果を第10表に示した。亦前回と同様にして求めた侵入容量を第11表に示す。

B. サージ・インピーダンスの計算

前回に示したと同様の方法にて求めたのであるが、今回は①及び②の電位 v_1 及び v_2 は、 v_2 の最大になつた時刻の v_1 及び v_2 を用いて計算した、今回の高壓線輪のサージ・インピーダンスの測定は反射波が歸つて来る迄に相當の時間を要する爲に之に依り邪魔される事がなかつたが、衝擊波印加側に入れた抵抗 R の値を相當に大きくせねばならぬ關係上、變壓器の少しの侵入容量も相當に影響して困る場合もあつた。例えば第15圖 (iii) (ハ) $R=5K\Omega$ の場合の如くである。

次に低壓線輪の場合は、此の線輪は巻数が少い爲に速かに反射波が歸つて来て、此の爲にサージ・インピーダンスは求められなかつたのであるが、念の爲に最初の反射波が歸つて来る時刻の v_1 及び v_2 より求めてみた。なお本場合は見掛のサージ・インピーダンスとして低壓線

	フィルム 番 號	波 高 値 (mm)	$R (\Omega)$	$v_{0.1}(\text{mm})$	$v_{0.9}(\text{mm})$	$t_1 (\mu\text{s})$	$t_2 (\mu\text{s})$	$T (\mu\text{s})$	$C (\mu\text{F})$
第3圖 (i) (ロ)	# 7286	26.5	250	2.65	32.8	0	0.83	1.04	1.00151
" (ハ)	# 7287	26.0	500	2.6	23.4	0	1.00	1.25	0.00091
" (ニ)	# 7288	23.8	2,000	2.38	21.4	0	3.33	4.16	0.00076
第3圖 (ii) (イ)	# 7297	19.0	2,000	1.9	17.1	0	6.39	8.0	0.00145
" (ロ)	# 7298	23.2	500	2.32	20.9	0	2.5	3.13	0.00228
" (ハ)	# 7299	24.5	250	2.45	22.0	0	1.5	1.88	0.00272
第3圖 (iii) (イ)	# 7281	21.0	2,000	2.1	18.9	0	3.33	4.16	0.00076
" (ロ)	# 7282	25.0	500	2.5	22.5	0	2.5	3.13	0.00228
" (ハ)	# 7283	26.0	250	2.6	23.4	0	1.67	2.09	0.00304
第3圖 (iv) (ロ)	# 7294	24.0	250	2.4	21.6	0	2.08	2.6	0.00378
" (ハ)	# 7295	23.5	500	2.35	21.1	0	3.75	4.69	0.00341
" (ニ)	# 7296	19.5	2,000	1.95	17.5	0	7.5	9.38	0.00171
第3圖 (v) (ロ)	# 7277	24.5	250	2.45	22.1	0	0.63	0.79	0.00116
" (ハ)	# 7278	24.2	500	2.42	21.8	0	1.2	1.5	0.00109
" (ニ)	# 7279	24.0	600	2.4	21.6	0	1.2	1.5	0.00091
" (ホ)	# 7280	20.0	2,000	2.0	18.0	0	3.6	4.5	0.00082
第3圖 (vi) (イ)	# 7289	19.0	2,000	1.9	17.1	0.416	8.75	10.3	0.00187
" (ロ)	# 7290	23.0	500	2.3	20.7	0	3.33	4.16	0.00302
" (ハ)	# 7291	24.0	250	2.4	21.6	0	2.5	3.13	0.00455
" (ニ)	# 7292	24.2	90	2.42	21.8	0	1.25	1.56	0.0063
第3圖 (vii) (イ)	# 7314	26.5	250	2.65	23.8	0	1.0	1.25	0.00182
" (ハ)	# 7315	26.5	500	2.65	23.8	0	1.54	1.93	0.0014
第3圖 (viii) (イ)	# 7316	24.5	500	2.45	22.0	0	4.16	5.2	0.00378
" (ロ)	# 7317	26.0	250	2.6	23.4	0	3.33	4.16	0.00605
" (ハ)	# 7318	26.0	90	2.6	23.4	0	1.67	2.09	0.00845
第3圖 (ix) (イ)	# 7310	24.0	500	2.4	21.6	0	4.16	5.2	0.00378
" (ロ)	# 7311	25.0	250	2.5	22.5	0	4.16	5.2	0.00756
" (ハ)	# 7312	25.5	90	2.55	23.0	0	2.86	3.57	0.0144
第3圖 (x) (イ)	# 7307	25.0	90	2.5	22.5	0	3.7	4.62	0.0187
" (ロ)	# 7308	24.0	250	2.4	21.3	0	4.16	5.2	0.00755
" (ハ)	# 7309	22.3	500	2.23	20.1	0	4.17	5.22	0.0038
第3圖 (xi) (イ)	# 7301	25.0	90	2.5	22.5	0	3.75	4.69	0.019
" (ロ)	# 7302	24.5	250	2.45	22.0	0	4.16	5.2	0.00756
" (ハ)	# 7303	22.5	500	2.25	20.2	0	4.16	5.2	0.00378
第3圖 (xii) (イ)	# 7304	23.0	500	2.3	20.7	0	4.58	5.73	0.00416
" (ロ)	# 7305	24.0	250	2.4	21.3	0	4.3	5.37	0.00782
" (ハ)	# 7306	24.5	90	2.45	22.0	0	3.85	4.8	0.00194

第 9 表

圖 番	フキルム 番 號	$R(K\Omega)$	$v_1(mm)$	$v_2(mm)$	$Z = \frac{Rv_2}{v_1 - v_2} (K\Omega)$	
第15圖 (i)	(イ) # 7381	2	23.5	22.0	29.3	平均 32.1
	(ロ) # 7382	3	24.0	22.0	33	
	(ハ) # 7383	5	24.0	21.0	34	
第15圖 (ii)	(イ) # 7384	5	24.0	20.0	25	平均 27.9
	(ロ) # 7385	3	23.0	21.0	31.5	
	(ハ) # 7386	2	22.0	20.5	27.3	
第15圖 (iii)	(イ) # 7387	2	24.5	24.0	96	平均 83.2
	(ロ) # 7388	3	24.5	23.5	70.5	
	(ハ) # 7389	5	—	—	—	
第15圖 (iv)	(イ) # 7390	5	41.0	39.0	97.5	平均 85.6
	(ロ) # 7391	3	41.0	39.5	79.2	
	(ハ) # 7392	2	41.0	40.0	80.0	
第15圖 (v)	(イ) # 7393	2	22.5	9.0	1.33	平均 1.29
	(ロ) # 7394	3	21.0	6.0	1.2	
	(ハ) # 7395	1	20.0	11.7	1.33	
第15圖 (vi)	(イ) # 7396	1	24.0	12.0	1	平均 0.94
	(ロ) # 7397	2	24.5	8.0	0.97	
	(ハ) # 7398	2	25.0	8.0	0.94	
第15圖 (vii)	(イ) # 7399	3	25.0	5.5	0.85	平均 1.28
	(ロ) # 7400	3	19.0	6.0	1.38	
	(ハ) # 7401	1	19.5	11.0	1.29	
第15圖 (viii)	(イ) # 7402	0.5	18.5	13.0	1.18	平均 0.88
	(ロ) # 7403	0.5	22.5	14.5	0.91	
	(ハ) # 7404	1	21.5	10.5	0.92	
第15圖 (ix)	(イ) # 7405	0.25	21.0	16.0	0.8	
	(ロ) # 7406	0.25	21.0	16.0	0.8	
	(ハ) # 7407	0.25	21.0	16.0	0.8	

第 10 表

輪他端開放及び接地の場合の全然異なる所を見てもよいのであるが略す。

第10表に示した如く、高圧線輪は大體妥當な値を得て居るのであるが、低圧線輪は反射波の影響の爲に随分値が小になつて居る。高圧線輪の結果を要約すると。

低圧側短絡接地	高圧側他端開放	32.1 K Ω
	高圧側他端接地	27.9 K Ω
低圧側開放	高圧側他端開放	83.2 K Ω
	高圧側他端接地	85.6 K Ω

となり、低圧側の短絡接地及び開放により随分異なるのである。

	フキルム 番 號	波 高 値 (mm)	$R (\Omega)$	$v_{0.1}(mm)$	$v_{0.9}(mm)$	$t_1 (\mu s)$	$t_2 (\mu s)$	$T (\mu s)$	$C (\mu F)$
第15圖 (i)	(イ) # 7381	23.0	2,000	2.3	20.7	0.56	2.5	2.43	0.000442
	(ロ) # 7382	22.0	3,000	2.2	19.8	0.56	3.34	3.48	0.000422
	(ハ) # 7383	21.0	5,000	2.1	18.9	0.56	5.0	5.55	0.000404
第15圖 (ii)	(イ) # 7384	20.0	5,000	2.0	18.0	0.24	4.29	5.01	0.000365
	(ロ) # 7385	21.0	3,000	2.1	18.9	0	2.38	2.98	0.000362
	(ハ) # 7386	21.0	2,000	2.1	18.9	0	1.67	2.08	0.000378
第15圖 (iii)	(イ) # 7387	24.5	2,000	2.45	22.0	0	1.79	2.24	0.000407
	(ロ) # 7388	24.5	3,000	2.45	22.0	0.357	2.5	2.68	0.000325
	(ハ) # 7389	23.0	5,000	2.3	20.7	0.5	12.8	15.4	0.00112
第15圖 (iv)	(イ) # 7390	39.0	5,000	3.9	35.0	0	4.0	5.0	0.000363
	(ロ) # 7391	40.0	3,000	4.0	36.0	0	1.5	1.87	0.000226
	(ハ) # 7392	40.0	2,000	4.0	36.0	0	1.5	1.87	0.00034

第 11 表

C. 侵入容量の計算

前回に示した同一方法にて侵入容量を求めた。低圧線輪は反射の影響の爲に求められなかつたが、高圧線輪に於ては第11表に示した如く妥當な値を示して居る。第11表中第15圖(ii)(ハ)は反射波の影響の爲に非常に異なる値を示した。

IV 遮断試験用2000 KVA 交流發電機の場合

A. 試験要領

試料としては、當高壓室所在の遮断試験用交流發電機、即ち
容 量 2000 KVA
電 壓 3300 V
電 流 350 A

回 轉 數 900 R.P.M. 制動捲線 有
極 數 8 型 凸極型
相 3 相 周 波 數 60 \sim

定 格 一時間定格

を用い、第16圖に示す結線の場合に就き測定して、その測定オッシログラムを第17圖に示し、計算値を第12表に示した。

B. サージ・インピーダンスの計算

前回の變壓器の場合と同一の方法にて反射波が邪魔をしない、衝撃波印加瞬時の v_1 及び v_2 より求めた。第12表

	圖 番	$V_1(\text{mm})$	$V_2(\text{mm})$	$V_1 - V_2$ (mm)	$R (\Omega)$	$Z (\Omega)$
a	第17圖 (i) (イ)	7.2	3.3	3.9	100	84.6
	〃 (ロ)	11.0	1.6	9.4	500	85.2
	〃 (ハ)	11.2	1.0	11.2	1,000	89.4
	平 均 値					86.4
b	第17圖 (ii) (イ)	10.2	4.5	5.7	100	79.0
	〃 (ロ)	17.0	3.0	14.0	500	107.1
	〃 (ハ)	19.0	1.5	17.5	1,000	85.8
	平 均 値					90.6
c	第17圖 (iii) (イ)	13.4	9.3	4.1	100	227
	〃 (ロ)	12.0	2.8	9.2	500	152
	〃 (ハ)	13.9	2.6	11.3	1,000	233
	平 均 値					204
d	第17圖 (iv) (イ)	14.9	9.0	5.9	100	153
	〃 (ロ)	19.2	5.3	13.9	500	197
	〃 (ハ)	21.6	3.5	18.1	1,000	194
	平 均 値					181
e	第17圖 (v) (イ)	7.0	3.3	3.7	100	89.2
	〃 (ロ)	12.0	1.2	9.0	500	66.7
	〃 (ハ)	11.9	1.0	10.9	1,000	91.8
	平 均 値					82.6
f	第17圖 (vi) (イ)	8.2	4.0	4.2	100	95.3
	〃 (ロ)	17.0	2.0	15.0	500	66.7
	〃 (ハ)	18.2	1.8	16.4	1,000	109.9
	平 均 値					90.6

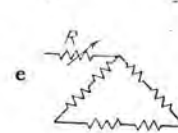
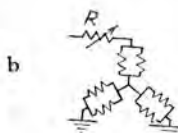
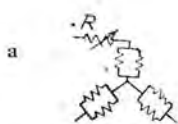
第 1 2 表

に示した結果を要約すると、

二重星形結線	他端開放	86.4 Ω
	他端接地	90.6 Ω
一重星形結線	他端開放	204.0 Ω
	他端接地	181.0 Ω
一重三角結線	他端開放	82.6 Ω
	他端接地	90.6 Ω

を得て、各結線に於て他端開放及び接地の時に異なる値を記したのであるが之は同一のものを示す事も、その値より明かである。次に二重星形及び一重三角結線はその値が等しく、一重星形結線の場合の約半分に當る事、及び以上求めた発電機のサージ・インピーダンスの値がケーブルの場合より大きく架空線の場合より小さい事は既知の事であるが面白いと思う。

V 結 言



以上過渡現象直視装置を用いて、變壓器及び發電機の如き複雑なもののサージ・インピーダンスを實測した値を示したのであるが、それが大體適當な値を示して居り、且つ適當な注意を以て實施すれば更に精度をあげ得ること勿論である。亦サージ・プルーフ變壓器の如きものは、靜電板の爲に、サージ・インピーダンスが變化をなし、且つ見掛のサージ・インピーダンスとして求めるならその値に正負或は無限大の生ずる事も當然であると思ふ。以上種々

上記のサージ・インピーダンスの測定に附随して侵入容量を求めたのであるが適當な注意を以て行えば、簡単に各機器の侵入容量を實測出来る事が解ると思う。以上種々假定を設けて多大の誤差

を含む事承知の上でサージ・インピーダンス及び侵入容量を求めたのであるが、之に依り、サージ・プルーフ變壓器の如き複雑なものに就いても簡単に、サージ・インピーダンス及び侵入容量を測定出来る事を示し得たと思ふ。諸賢の御参考ともなれば幸甚である。最後に終始御指導を仰いだ木村課長に厚く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 三菱電機 昭 22 年 3 月 p. 1

新製品紹介

電圧が低下しても「話の泉」「二十の扉」が

楽しく聴かれる！ 自動電圧調整器

一家團樂の中心になるラジオに、是非一臺御備え下さい。スマートな意匠と、素晴らしい性能が、御部屋と生活を明るく致します。

- ★一度スイッチを入れたら、自動的に電圧を保ち電圧が調整されて切換えの必要がありません。
- ★一定の電圧を保ち、電圧が變つても真空管を傷めません。
- ★猶、本器はラジオ以外にも使用出来ます。

仕様

外形寸法 (横)176耗×(縦)220耗×(高さ)220耗
 電源電圧 70~110 V
 負荷電圧 100 V
 周波數 60 ~
 出力 60 VA



「三菱電機」第21巻 第6號 11月號掲載内容

MH 型高速度繼電器の動作特性……………津 崎
 ケルビンバランスに依る電氣計器の一較正法……………大 野
 歪ガラスの光弾性試験への一應用……………菅 野
 210 KV 110,000 KVA 三相變壓器……………安 藤
 内部電位振動(續)
 大容量鐵製イグナイトロン整流器……………長 井
 加藤
 單相整流回路の解析……………北 垣

新製品紹介

三菱ダイナミックスピーカー
 三菱ソルダーリングペースト
 防爆型押釦開閉器

「三菱電機」VOL. 22 NO. 2 内容豫定

22年度製品概況

電力用電機品
 電動力應用品
 一般工業用品
 電鐵用電機品
 電子工學應用品
 家庭用電氣品

「三菱電機」

VOL. 22 NO. 1

昭和23年4月15日印刷

昭和23年4月20日發行

【禁無斷轉載】

定價1部 金4圓 (送料¥2.40錢)

編輯兼發行人

小林 稻 城

印刷者

佐藤 保太郎

印刷所

東京都中央區銀座3丁目4番地
 文祥堂印刷株式會社

發行所

東京都千代田區丸の内2丁目2番地
 三菱電機株式會社内

「三菱電機」編輯部

電話丸の内(23) 3 3 4 4 (6)
 日本出版協會會員番號B213013