

三菱電機

MITSUBISHI-DENKI

昭和二十二年九月

第21卷 第5號

9月

目 次

- | | |
|--|----------|
| 交流電動機より見たる周波数統一問題 | 片山仁八郎(1) |
| 三菱型電気バス | 佐藤久數(5) |
| 待鳥 | |
| 210 KV 110,000 KVA 三相變壓器
内部電位振動 | 安藤安二(10) |
| 減速電動機の改良 | 安松靖彦(20) |
| Heaviside 演算子法に對する新しい考察と
その電氣回路解析に於ける應用(XIII) | 菅野正雄(23) |

新 製 品 紹 介

- | | |
|-------------------|------|
| 三菱大容量鐵製イグナイトロン整流器 | 表紙二 |
| O型自動秤 | (22) |
| 三菱ベルトワツクス | (26) |
| バッドロツク | 表紙三 |

SEPTEMBER 1947

三菱電機株式會社



三菱大容量鐵製イグナイトロン整流器

6 Set 2,000 kW 1,500 V 1,333 A

イグナイトロンは從來の水銀整流器と同様に、交流を直流になおす整流作用を行ふ機器であります。

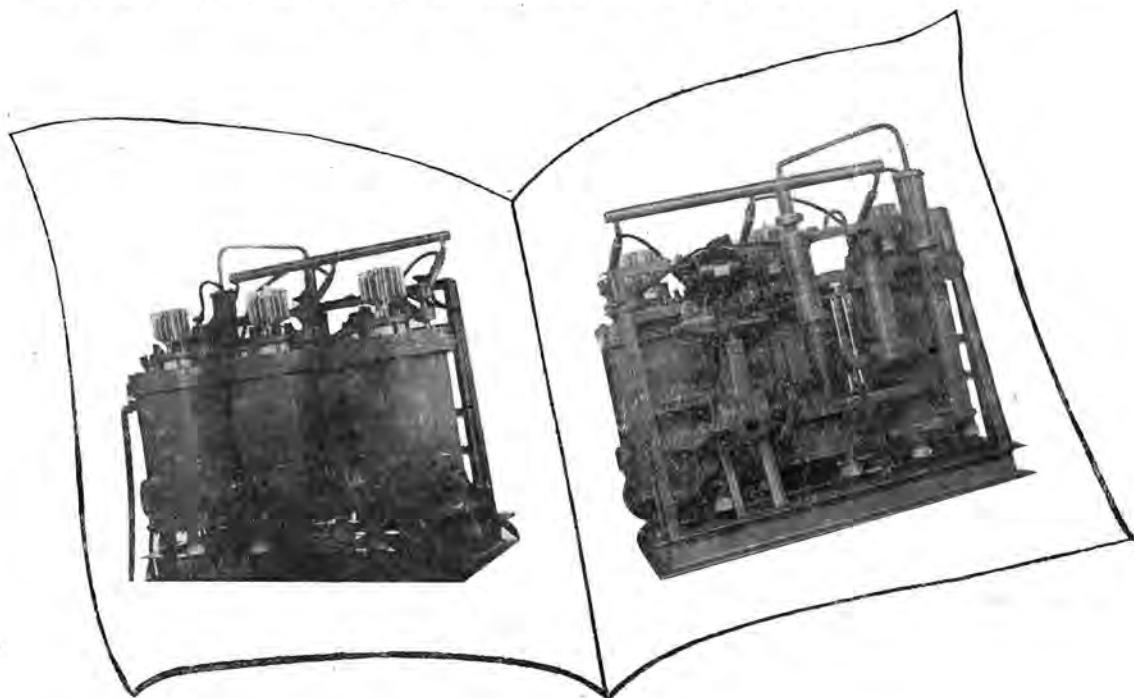
多極水銀整流器は一つの陰極に對して 6, 12, 18 個等の陽極を同一槽内に有しておりますが、イグナイトロンは 1 個の陽極と 1 個の水銀陰極とを備え、これに陰極に浸漬せられたイグナイターを有する單極水銀整流器であります。

多極水銀整流器と異る點は單極構造になつてゐること及び點弧極の代りにイグナイター(點弧子)と稱する負導電性材料にて作つた點弧子を有して、これを陰極水銀中に浸入せしめて衝撃電流を通すと、イグナイターと水銀との接觸部分に於ける電圧傾度が高いために、接觸點に火花を生じこれが陰極となつて陽極との間に電流を通じる様になります。

從つて、イグナイトロンは水銀整流器の如く、補助陽極に依つて當時電流を持続せしめず、イグナイター陰極との間に適切なる時期に電流を流して、始めて通電することになるので、電圧の調整がこれに依つて出來ることになります。

特　　徴

1. 高さが低く、單陽極型でありますから、變電所の建物の天井が低くてよいことになり、又タンクを吊上げるクレーンは小容量のもののみ、或は不要であります。
2. イグナイトロンの豫備器は單陽極のタンクが 2~3 個あれば充分ですから、床面積が少くてすみます。即ち 6 台中不良の 1 台を豫備器の 1 タンクと交換使用すれば良いのであります。水銀整流器に於いてはそういうわけには行きません。
3. 小型で單陽極型でありますから、單槽内の容積が 6 台分加え合せても、同一容量の多陽極整流器より少いことがあります。この理由は陽極——陰極面間の距離が短かく、且又冷却蛇管を挿入して冷却効果を大にしている爲であります。
4. 小型でありますから冷却水量が少くてすみます。イグナイトロンは 6 台のタンクで 2,000 KW の容量をもたす様にしてあり、冷却面は小型なるため比較的少いものでありますから、冷却水は可なり急速度で循還させて冷却効果をきかすことになります。
5. 使用材料の點で 2,000 KW 1,500 V の多陽極水銀整流器と比較すると、大體 50% で製作出来ます。その中、普通鉄材は 5 噸ですが、水銀等はこれに比較すれば 120 kg といふ様な小重量であります。



交流電動機より見たる周波数統一問題

本邦多年の懸案たる周波数統一の問題が、最近かなりの実現性を帯びて来るに従い、50~用交流電動機の60~轉用がしばしば問題となる。即ち轉用の能不能、仕様の變更、或は改造の要否、改造の要項等の問題である。然し此の問題は個々の電動機の使用條件、負荷状況から各々の設計内容迄立入らねば、決定的な判断を下すことは不可能であるが、此處には極めて常識的概念的に交流電動機を50~より60~に轉用する場合考慮すべき一般的事項について述べる。

長崎製作所 片山仁八部

1. 緒言

我國の電力が50~, 60~を併用していた爲に餘儀なくされた損失と不便は蓋し莫大なものである。即ち兩サイクルを用うる爲に、電動機その他の電氣機器の機種が増加しその設計、資材、工作上の標準化を阻害することになるものがある。この上に電圧の點でも、低壓は200V 220V、高壓では3,000V, 3,300Vと各々2種類があり、電動機では一出力のものにつき4種類の設計を要することとなり極めて不經濟である。小型電動機では此等を一種類に統一して標準化しているが、此は最悪の條件をも満足するものを標準としているのであつて、換言すれば資材の浪費となつてゐる譯である。又電動機を移動せんとする場合周波数が違ふ時には、甚だ煩雑な考慮を要し結線變更、線輪の巻替え等を要することが屢々あり、そのまま流用出来るとしても電動機の特性上不利な使用状態となつてゐる譯である。戰時中は疎開等の爲工場の移転が多く、周波数による仕様變更のため度々苦しい経験を餘儀なくされたものである。

此の如く周波波数の統一は電氣機械の使用者、製造者双方にとつて極めて望ましい事であるが、さて現在使用中の50~用電動機を60~に轉用せんとする場合如何なる問題を考慮すべきであろうか。

周波数を上げると云ふことは此れを機械的に見れば回転數の上昇することであり、電氣的に見れば每極有効磁束の減少することである。従つて大別して機械的問題と電氣的問題とに別れる。以下此等の問題について概念的に論じて見ようと思うが、電動機もそれによつて驅動される機械も多種類にわたり、その使用状況も又千差萬別なので個々の場合については更に具體的に検討すべきことは言をまたない。

2. 機械的問題

50~より60~に變化すれば回転數は20%増加する。機械的問題としてはこの回転數上昇に伴う出力の増加、

機械的強度の問題、危険速度、振動に關する問題等に類別される。

A. 出力の問題

電動機によつて驅動される機械の出力は回転數に關係する。例えば、ポンプ、送風機等の如くその出力が回転數の3乗に比例するもの、或は往復動空氣壓縮機、捲揚機等の如く出力が回転數に比例するもの等である。従つて回転數が上昇すれば此等機械が先づ過負荷となる。殊に出力が回転數の3乗に比例するものでは、60~となれば約72%の過負荷となり機械自體が使用不能に立到るべき、電動機は勿論かかる過負荷使用は不可能である。この様な場合には回転數上昇による出力の増加を防ぐ機械側を改造するか、或は電動機を改造して極數を増すかの何れかの方法によらねばならない。

電動機としては一般に次の式が成立する。

$$HP \propto D^3 LN$$

但し HP =電動機出力

D =電機子直徑

L =電機子鐵心長

N =回転數

即ち $D^3 L$ が變化せず、 N が増加すれば出力は N に比例して増加する筈である。即ち定トルクにて運転可能の筈であるが此れは他の電氣的條件が満されてゐる場合のみ許される。即ち電圧が周波数に比例して増加する場合のみ出力を増加することが出来る。

イ. 機械的強度の問題

回転部分の回転數上昇に伴う應力の増加とその機械的強度の問題である。一般に25%過速は保證されているので、60~の常規速度では安全であるが過速度の場合には注意を要する。

小型電動機や、2極、4極の高速度大容量のもの以外は特別に問題となることはない。然し高速度のものでは、線輪端のバインド線、溝の楔、ダクトビース、通風扇、軸

	3000V 50㎐	3000V 60㎐	3300V 60㎐
起動電流 A	125	118	130
起動電流 %	382	338	405
起動回転力 kg-m	102	72.5	87.5
起動回転力 %	68.1	57	68.9
最大回転力 %	185	157	189

150KW 深溝籠型 6 極

(注) 起動電流の百分率は全負荷電流に對するものとし 3000V にて 35.3A, 6300V にて 32.2A とする。
回転力の百分率は全負荷回転力に對するものとし 50㎐ にて 150kg-m 60㎐ にて 127kg-m とする。

	200V 50㎐	200V 60㎐	220V 60㎐
起動電流 A	133	114	126
起動電流 %	414	357	435
起動回転力 kg-m	19.8	12	14.55
起動回転力 %	96.6	71	86.2
最大回転力 %	210	182	222

20HP 普通籠型 8 極

(注) 起動電流の百分率は全負荷電流に對するものとし 200V にて 32.2A, 220V にて 31.9A とする。
回転力の百分率は全負荷回転力に對するものとし 50㎐ にて 20.5kg-m, 60㎐ にて 16.9kg-m とする。

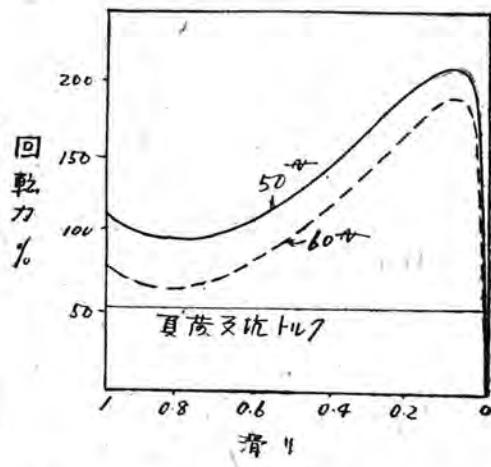
第 1 表

$$T_s \propto \frac{3E_0^2 r_{is} p}{9.8 \times 4\pi f(r_s^2 + z_s^2)} \text{ kg-m} \quad (3)$$

但し p = 極数

即ち近似的に周波数の 3 乗に逆比例するために絶対値から言えれば 60㎐ に於て 50㎐ の約 58% に減る。

此の如く起動回転力が減少するために加速回転力が減少し負荷の反抗回転力が大きい場合には、起動に長時間を要することとなり、加速中の発熱量が大きくなつて電動機を焼損することがある。例えは第 1 圖の如くトルク特性が變化すれば、加速トルクが全般的に減少すると共にトルク曲線の鞍部に於て特に減少が甚しく起動時間が



第 1 圖

著しく長くなつて種々の故障の原因となる。負荷側の GD^2 の大なるものに於ては特に注意を要する。

卷線型電動機に於ては二次抵抗を増加して起動回転力を適當に調整することが出来るが、籠型電動機及び制動巻線にて起動する同期電動機では電源電圧を上昇する以外適當な方法はない。

ウ. 最大回転力

誘導電動機の定格回転力に對する最大回転力の百分率は次式によつて與えられる。

$$\%T_m = \frac{150 \times \left(E_0 - \frac{I_{mx}}{2} \right) \times (1-s)}{(r_0 + z) \times P} \% \quad (4)$$

但し I_{mx} = 勵磁電流

$x = 1$ 次 1 相に換算した漏洩リアクタンス

r_0 = 1 次 1 相抵抗

(4) 式で r_0 は x に比して小さく、 $I_{mx}/2$ は E_0 に比べて小さいために最大回転力は大體に於て漏洩リアクタンスに逆比例すると考えてよい。即ち 50㎐ より 60㎐ になれば約 20% 減少。

然し (4) 式では 60㎐ となつても定格出力は増加しないものとした場合であつて、 $\%T_m$ の基準となる定格回転力は回転数が増加した割合だけ減少しているのである。最大回転力の絶対値は周知の如く次式によつて得られる。

$$T_m = \frac{2E_0^2 p}{9.8 \times 8\pi f \times \{ r_0 + \sqrt{r_0^2 + x^2} \}} \text{ kg-m} \quad (5)$$

此式に於て $r_0 \ll x$

とし、 x は f に比例するとすれば

$$T_m \propto \frac{1}{f^2}$$

即ち 50㎐ より 60㎐ となれば T_m は 69.5% に減少する。以上の $\%T_m$ 及び T_m に関する事項は同期電動機にも適用される。

此の如く最大回転力が減少すれば、過負荷耐量が減少し負荷變動率の大なるものにあつては運轉の安定度が劣化する。特に同期電動機の最大回転力は誘導電動機ほど大きくないのが普通であつて脱調の問題に注意を要する譯である。

エ. 損失、能率、温度上昇

(1). 損失

抵抗損は電圧出力に變化なければ殆ど一定である。

鐵損は一般に次式により與えられる。

$$W_i = K_1 f B^{1.6} + K_2 f^2 B^2 \quad (6)$$

ヒステリシス損を表わす第 1 項は、電圧一定で周波数が

變れば幾分減少するが第2項の渦流損には影響はない。全般的に見て電圧が一定ならば周波数が變つても鐵損に大した變化はない。

機械損の中、風損は速度の3乗に比例し摩擦損は速度に比例するのであるが、普通の電動機では機械損全體として速度の1.5乗位に比例する。高速度電動機では機械損中風損の占める率が大きい爲にこの割合は増加する。

(2) 能率

以上の如く損失全體としては幾分増加するので、能率はいくらか低下する譯であるが、最大1~2%であつて實際上問題とするに足らない。

(3) 温度上昇

温度上昇の點から見ると熱損失に殆んど變化なきに反し通風冷却効果が増すので温度上昇は低下する。故に此の點から見ると電動機の出力に幾分餘裕が出来る譯である。

(4) 電圧が周波数に比例して増加する場合

一般に電氣機械に於ては次の關係が成立する。

$$E = 4.44 K_w f N \theta \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

但し E = 電機子1相電圧

K_w = 卷線係數

f = 周波数

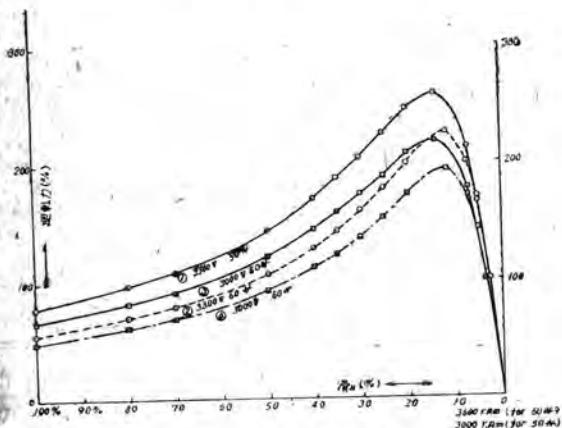
N = 1相巻回数

θ = 每極有磁束

従つて

$$\theta = \frac{1}{4.44 K_w N} \cdot \frac{E}{f} \times 10^8$$

故に電圧と周波数が互に比例して増減すれば、每極磁束數には變化なく、従つてその電氣的特性も大體に於て同一とみなされる。50~より60~となる場合電圧が此れに比例して増加すれば、他の特性に變化なく50~の場合



第2圖 速度迴轉力特性曲線

電 壓 V	3300	3300	3000	3000
周 波 数 ~	50	60	50	60
一次 電 流 A	32.7	32.1	35.4	35.2
二 次 電 流 A	166	160	178	17.5
無負荷電流 A	10.2	7.77	8.78	6.95
短 絡 電 流 A	160	135	146	123
×10 Max.	2640	2200	2404	2000
アンペアターン	1496	1138	1288	1017
漏洩リアクタンスΩ	11.4	13.7	11.4	13.7
鐵 損 W	3231	2793	2657	2282
機 械 損 W	1300	1510	1300	1510
一 次 銅 損 W	5390	5200	6320	6260
二 次 銅 損 W	4220	3910	4825	4680
全 損 失 W	14.141	18.413	15.102	14.732
出 力 W	149.200	149.200	149.200	149.200
入 力 W	163.341	162.613	164.302	163.932
能 率 %	91.4	91.8	90.7	91.1
力 率 %	88.6	90.3	90	90.5
最大回転力 %	284	217	211	182
最大出力 %	226	198	187	164
滑 り %	2.59	2.55	3.13	3.04

第2表

合と同一トルクにて運轉出来ることとなり、回轉數が増加しただけ出力を増加することが出来る譯である。

此れを別の見方よりすれば電圧と周波数が互に同じ割合で變化すれば磁束に増減なく又磁束とトルクの間には $T \propto \Phi^n$

なる関係がある爲にトルクにも變化はない。又

$$HP \propto D^2 LN$$

なる関係より明らかに如く、一の電動機では回轉數が増加すれば出力もそれに比例して増加し得る譯である。

然し普通の場合には電圧が周波数に比例して増加することは稀であつて、例えば200V 50~が220V 60~へ、3000V 50~が3300V 60~へ變る程度であつて此の様な場合に周波数に比例して出力を増加させる事は温度上昇その他の點より見て危険である。一般に小型電動機は50~, 60~兩用に設計されている場合が多いがその場合にも出力は同一であつて、60~で比較的に樂になると言ふ程度である。50~で温度上昇その他に餘裕ある場合には電圧が一割位高くなれば60~で1割位の出力増加は許し得る。

尙参考の爲に

200HP, 3300V, 50~, 6P の巻線型誘導電動機を同一出力にて3300V, 60~, 3000V, 50~, 3000V, 60~とした場合の諸特性の變化状況を第2表及び第2圖に示す。

三菱型電気バス

ガソリン不足の状況下輸送難を緩和するために蓄電池を電源とする電気自動車が關心の的になつて來た今回東京急行電鐵向として三菱型電気バスが完成したのを機會に電気自動車の性質並に上記電気バスの概要等を述べた。

佐藤久數正
伊丹製作所
待鳥

1. 緒言

我が國で電気自動車が初めて作られたのは昭和4年頃のこと、その頃からガソリン自動車との比較は多く発表されているので今更喋々する必要はないのであるが、その得失を略述すれば

ア. 長所

(1) 運転操作並に構造が簡単である、従つて壽命が長く(ガソリン車の5年に對し10年以上)、修理も少くて済む。

(2) 静かで、清潔で、安全で、乗心地がよい。(ガソリン車の騒音、不衛生等を嫌う場所に使用できる)。

(3) 深夜の餘剰電力が利用できて、動力費が安い、

イ. 短所

(1) 蓄電池の重量が大きくて取扱いが厄介である。特に充電所を造らねばならない。

(2) 1充電走行距離が短い。(50~80km)

(3) 一般に低速で(最大40km/h)、登坂能力も小さい、等であり、使用路線によつて夫々適當な計画をたてて合理的な運用をすれば、その短所を補つて餘りある効果をあげらるものと確信している。

ガソリン不足に伴い自動車業界では目下大規模な生産と運用が計画されているが、今回三菱電機、三菱重工川崎機器製作所、日本建鐵並に日本電池四社の協同製作による電気バスが完成したのを機會に、その全貌を茲に紹介して江湖の御批判を仰ぎたいと思う。

2. 東京急行電鐵向電気バス仕様

外形寸法	
全長	7,000mm
全幅	2,160mm
全高	2,650mm
軸間距離	
前車輪	1,460mm
後車輪(複輪中心間)	1,620mm
タイヤ	32"×6"

軸間距離	4,100mm
回轉半径(外方前輪に於て)	9,000mm
登坂能力	1/10 勾配
蓄電池	
VGCM-7型	80槽
電壓	160V
容量(5時間放電率)	126AH
重量	
シヤシー	1,910kg
車體重量	1,500kg
蓄電池重量	1,20kg
運轉整備に於る重量	4,660kg
乗員重量(乗務員2名、定員40名)	2,310kg
定員乗車時に於る總重量	6,970kg
速度(1時間定格)	30km/h
電動機	
MB-2006-A型	1臺
動力傳達装置	
2段減速差動傘齒車式	
減速比	9.41
制御方式	
遠方操作式	
速度制御	前進5ノッチ、後進3ノッチ
ブレーキ装置	
足踏	油壓式内面擴張型
手動	積桿式外面壓縮型
舵取裝置	アツカーマン式

3. 動力源に就いて

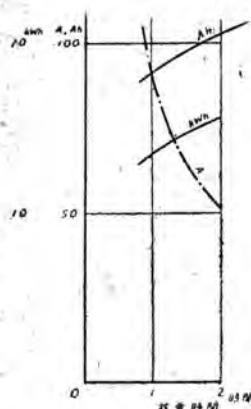
三菱型電気バスに採用した蓄電池 VGCM-7型(5時間放電率 126 AH) 80槽(160 V)を例にとると、この特性は大體第1圖に示す如きものである。この蓄電池は重量1250kg、約 14kW/H である。

第1表から見ると重さ 1250kg の蓄電池には僅かに 1.5 ガロンのガソリンのエネルギーより蓄えられないことがわかる。換言すればこの電気バスは僅か 1.5 ガロンのガソリンを收容するために 1250kg の重さの、外形も大きなタンクを取付けた電気バスに相當することになる。

一般に電気自動車に就いても同様であつて、こゝに電気自動車の根本的な悩みがあるるのである。現状の蓄電池を使つて運転経費を下げるには厄介な蓄電池の充電と入換えとをできるだけ少くしなければならない。即ち電力消費量の多寡が電気自動車の良否を決定する大きな要素となるのである。

4. 計畫

上述の目標に向つて電気バスの使用状態(表定速度、停



第 1 圖

車場間隔、停車時間、乗客数、道路の勾配等)により電動機の容量と歯数比を次の如く選択した。

ア. 電動機

當社では既に電気自動車用標準電動機として MB-2004-A 型(1 時間定格 7.5 kW, 75 V, 1100 r.p.m.)を多數製作してゐるのであるが、電気自動車の大型比に伴い MB-2006-A 型(1 時間定格 15 kW, 150 V, 1800 r.p.m.), MB-2007-A 型(1 時間定格 15 kW, 75 V, 1900 r.p.m.)の 2 種類を標準品として新たに製作を開始した。

電動機の容量に餘裕があれば電力消費量に直接の影響を及ぼさないが、餘裕のない場合には過負荷を避けながら運転しなければならないので電力消費量、表定速度等

エネルギー源	原動機効率	駆動装置損失(假定)	全効率	約 50km 走るに要するエネルギー	蓄電池重量又はガソリン量
電気バス 蓄電池 VGCM-7, 80 槽	85~89%	10%	76~80%	14 kwh	1250 kg
ガソリンバス ガソリン	23~26%	10%	20~23%	51 kwh	1.5 ガロン

第 1 表 蓄電池とガソリンとの比較

に影響を及ぼすものである。

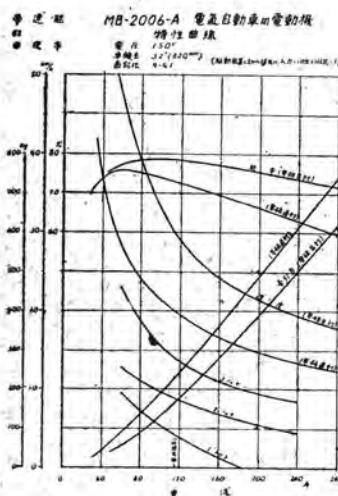
今回の電気バスには上記 MB-2006-A 型を採用した。第 2 図は本電動機の特性曲線を示す。

イ. 歯数比

電動機 MB-2006-A, 停車場間隔 1/3 km, 停車時間 15 sec, 車體重量 6.3 t, 加速度 1.5 km/h/sec, 減速度 2.5 km/h/sec として計算を行つて第 3 図及第 4 図に示すような結果を得た。

電気バスの表定速度は 15 km/h/sec 以下が普通であるから上記の條件では歯数比を大きくする程有利なことが明らかになる。第 5 図は本計畫に基く運動曲線である。一般に歯数比を大きくすると最高速度は小さくなるが、加速度が大きくなり、停車場間隔が小さいときは有利で、電動機の温度上昇も少く登坂力が大である。歯数比を小さくするとその反対となる。之等の関係は第 5 図を見ればよく判ることである。

本電気バスには諸種條件を考慮して歯数比を 9.41 とした。



ウ. 運轉計畫

運轉條件：定員乗車時重量約 7t, 満員時重量 9.2t (82名), 電動機 M B-2006-A 型 15kW (20 HP), 歯數比 9.41, 停車時間 20~30 sec, 路線 (第 6 圖)。

この條件で都合よく營業運轉できるかどうか詳細に検討してみた所, 定員乗車で表定速度 15 km/h, 満員で 13 km/h の連續運行に支障ないことが解つた。又新宿一代田橋間を 1 充電で 5 往復は可能であると推定される。

之等の數値は更に電動機及び試運轉の詳細な試験結果によつて再吟味する必要があるが, これより悪くはならないと信じている。

5. 機械部分の特長

外觀は第 7 圖に示す。車體は重量を輕減し而も堅牢とするためにデュアルミン板を主材とし, 特に強度を必要とする部分には特種形鋼の骨組を用い, シャシーとの結合部には板ゴムを介して振動騒音の防止を計つた。

シャシーは第 8 圖に示す如く形鋼を組合せて形成し, 電動機, 蓄電池を始め主要機器を順序よく配列して配線距離の短縮を計り, 不必要な電壓降下の輕減に努めた。

6. 制御方式の概要

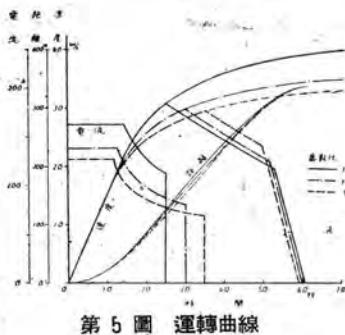
制御段數は前進 5 ノッチ, 後進 3 ノッチとし, 第 9 圖に示す如く足踏主幹制御器を制御して電磁接觸器 ($B_1, B_2, B_3, F_1, F_2, F_3, R$) により, 蓄電池, 主抵抗器及び電動機の界磁線輪の接續を變更し, 圓滑に起動加速する遠方操作式である。

各ノッチ及び渡りに於ける主回路の動作順序を第 10 圖に示す。

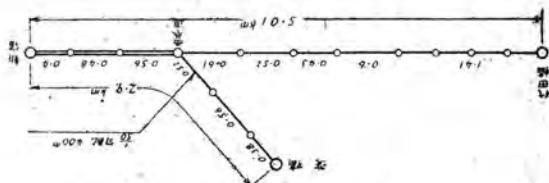
7. 主要電氣機器

ア. 電動機 (第 11 圖)

第 4 節に概述した MB-



第 5 圖 運轉曲線



第 6 圖 路線



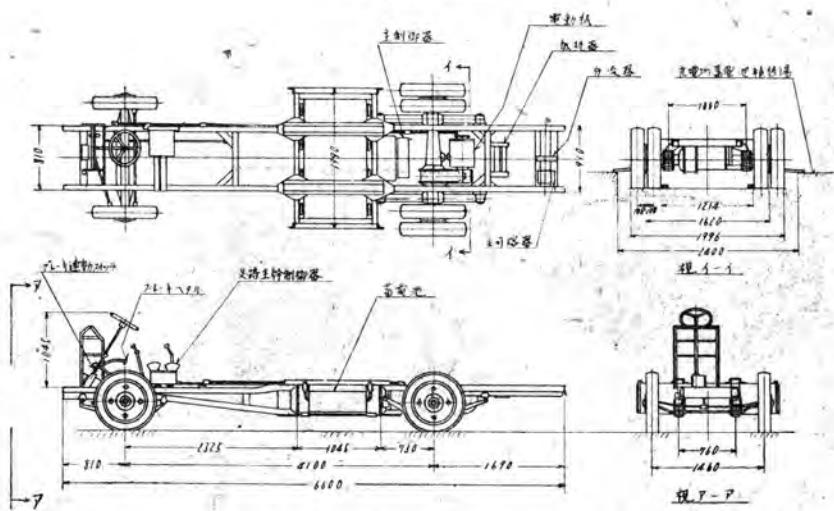
第 7 圖 外観

2006-A型を採用した。

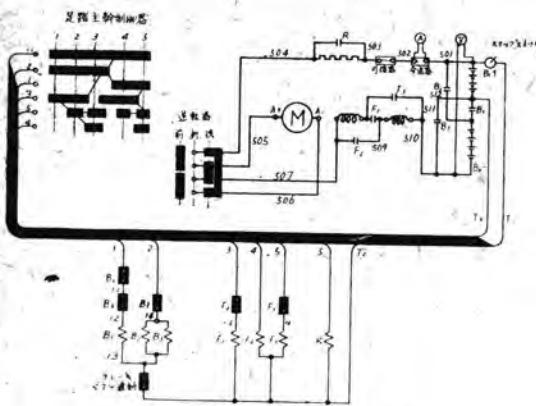
1 時間定格 15kW, 150V, 115A, 1800 r.p.m. で半密閉自己通風型である。歯車側の先端には速度計の歯車装置, 整流子側の端にブレーキドラムを設けてある。

イ. 足踏主幹制御器 (第 12 圖)

制御回路を操作する操作圓筒及び逆轉器を操作するハンドルを備えてある。



第 8 圖 電氣バスシャシー外形圖



第9圖 電氣バス接続圖

ウ. 主制御器（第13圖）

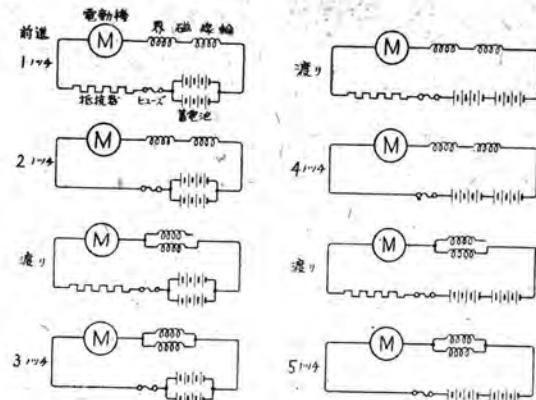
主回路の開閉を司る最重要部であつて、2箱より成り、第1箱には逆轉器及び電磁接觸器（B₁, B₂, B₃）を納め、第2箱には電磁接觸器（R, F₁, F₂, F₃）を納めてある。逆轉器は横桿により足踏主幹制御器のハンドルに連結してある。

8. 保安装置

ア. 電磁接觸器には必要あるものに運動装置を備えてある、この運動装置によつて電磁接觸器 B₁ と B₂, B₃ とは同時に入り得ない（第9圖参照）、即ち蓄電池を短絡することのないようにしてある。又3つの電磁接觸器 F₁, F₂, F₃ は同時に入り得ない、即ち界磁線輪を短絡することのないようにしてある。何れも大電流の生する機会がないようにしたのである。

イ. ブレーキ運動スイッチを備え制動時には制御回路を開き、（従つて主回路は開く）機器を保護する。

ウ. 主回路の過電流による事故を防止するために 250A



第10圖 主回路動作順序

の主可溶を備えてある：

- エ. 逆轉ハンドルを前後進の何れか一方に廻轉しないと主幹制御器の操作圓筒は廻轉せず、又操作圓筒が廻轉し得ない機構にしてある。
- オ. 後進は3ノッチで止める機構とし、後進時の速度上昇を抑えている。

9. 運轉臺の器具配置

第14圖に示すように運轉臺は車體前端右側とし、舵取ハンドルを正面位置に、主幹制御器の足踏ペダル及びブレーキペダルは右足の位置に、逆轉器操作用ハンドル及び手ブレーキハンドルは右手附近に配置し、電流計、電圧計、速度計、制御スイッチ及び方向指示器開閉器を正面計器盤に、電燈類のスイッチを右側に纏めてある。警報器はブザー及びラツパ式を備えてある。

10. 試運轉記録

22年5月14日

晴、18°C、北風 6~10 m/sec

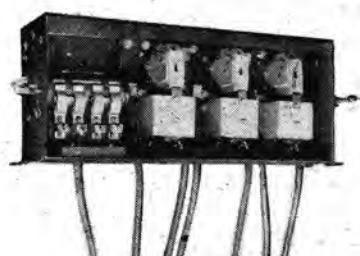
第2京濱國道目蒲線武藏新田附近アス
フルト鋪装平坦路五反田星製薬前ア



第11圖
MB-2006-A型
電氣自動車電動機



第12圖
足踏主幹制御器



第13圖
主制御器第1箱

スバルト鋪装 1/20 勾配坂路

A. 速度試験

各ノッチの平衡速度、電圧及び電流を測定した。これから走行抵抗を推算すれば第2表の如くなる。

第15図並に第16図は速度に對する走行抵抗の曲線である。

I. ブレーキ試験

第3表に示す。

ウ. 情行試験

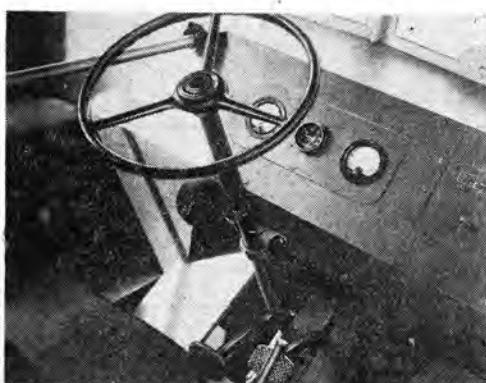
第4表に示す。

初速 km/h	距離 m	平均減速度 km/h/sec
25	7.76	11.2
35	12.45	13.7

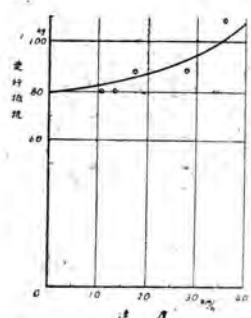
第3表 ブレーキ試験

初速 km/h	情行距離 m	平均減速度 km/h/sec	平均走行 抵抗 kg	トン當り 平均走行抵抗 kg/t
20	140	0.397	78.5	11.25
25	200	0.434	85.7	12.30

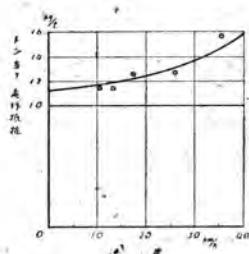
第4表 情行試験



第14図 運轉臺



第15図 走行抵抗



第16図 トン行抵抗

ノッチ	平衡速度 km/h	電圧 V	電流 A	電池出力 kw	能率 (假定) %	出力 kw	走行抵抗 kg	トン當り 走行抵抗 kg/t
1	10.6	76.5	57.5	4.40	65	2.30	80.0	11.45
2	13.4	76.0	59.0	4.48	65	2.90	80.0	11.45
3	17.5	75.0	81.0	6.08	69	4.17	88.0	12.60
4	28.0	140.0	63.5	8.90	66	6.75	88.5	12.70
5	35.6	144.5	93.0	13.45	78.5	10.60	109.0	16.65

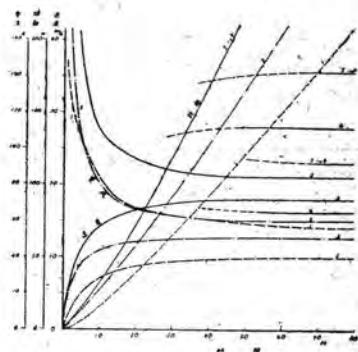
第2表 速度試験並に推算の走行抵抗

E. 加速試験

試験の結果を曲線圖に表したのが第17圖である。

オ. 登坂試験

1/20勾配坂路で試験を行い各ノッチの平衡速度、電圧並に電流を記録して第5表の結果を得た。(此の速度の測定は幾分不正確である)。



11. 結言

三菱型電気バスの概要並にその試験成績は以上述べた所であるが、電気バスとしての實際の成果は今後の營業運轉に俟たなければならない。

要するに電気自

動車はその長所、短所を熟知し、その使用條件及び使用方法が適切であれば交通難打開に十分の効果を表すものであることを確信する。この意味に於て當社は電気自動車の早急多量生産を行うと共に幾多の研究、改良を加えて社會の要求に答えるべく念じている次第である。

第17圖 加速試験記録

ノッチ	登坂速度 km/h	電圧 V	電流 A
2	5.4	63	160
3	7.8	62	191
4	14.6	136	163
5	18.7	132	196

第5表 登坂試験

210KV 110,000KVA 三相變壓器內部電位振動

本報告は終戦により製作途上で打切られた 210KV 110,000 KVA 變壓器の
氣中に於ける内部電位振動、及び超高壓送電に單捲變壓器使用の是非を
論ぜられて居る折柄、該變壓器を用いて單捲結線時の内部電位振
動の過渡現象直視装置にて測定した結果の集録である。

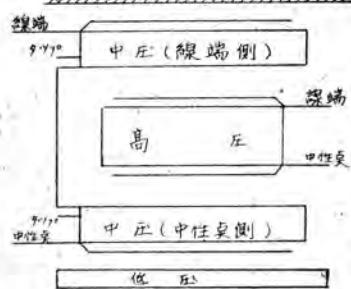
研究所 安藤 安二

I. 緒言

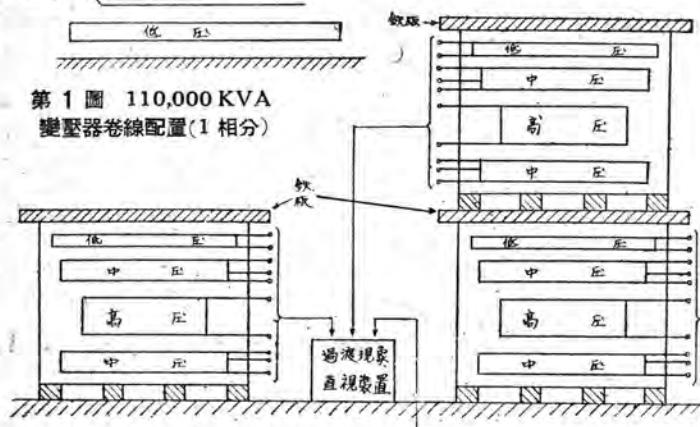
終戦により製作途上に於て打切られた 210KV 110,000 KVA 變壓器の内部電位振動を過渡現象直視装置を用いて測定し、且つ現下資材節約及び既設變壓器の格上げの見地より、超高壓送電に迄單捲變壓器の使用の是非を論ぜられて居る折柄、該變壓器を單捲接續となし、内部電位振動を測定した。猶を實際の使用状態に合わせる爲に套管の容量を假定し、又線路の接続された場合も假定し保護用避雷器の動作した場合も假想して各種の場合を測定した。その結果を報告する。

II. 供試變壓器の仕様特徴並に設置状況

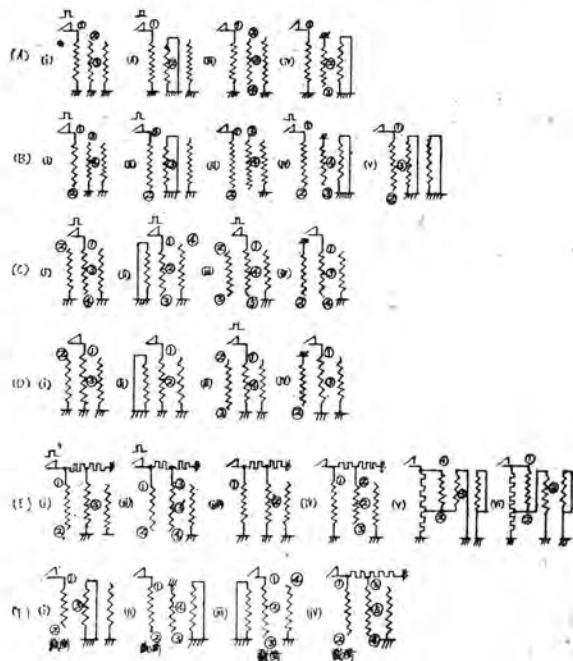
この變壓器は 141,500 KVA, 3φ, 60㎐ と言ふ大容量變壓器の計画が中止となり、別に流用する爲に設計変更になつたもので、その仕様は



第1圖 110,000 KVA
變壓器卷線配置(1相分)



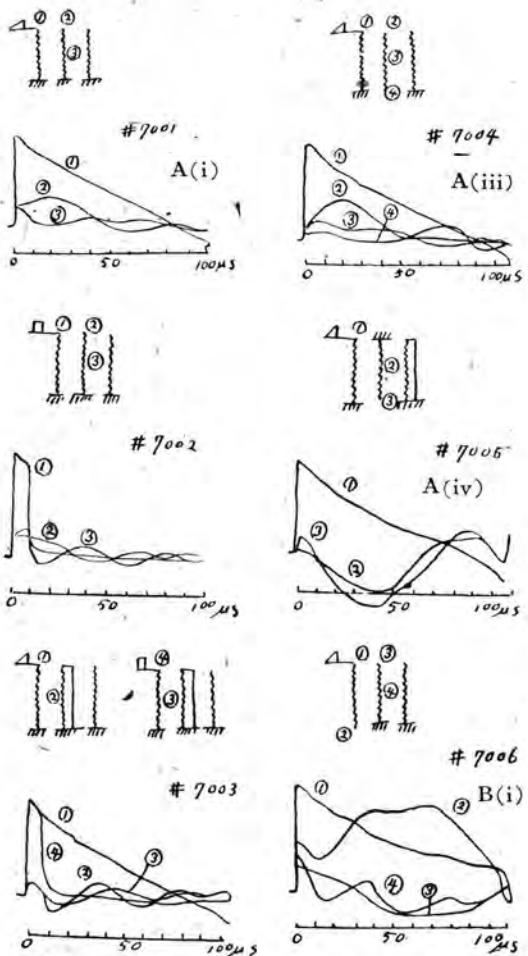
第2圖 捲線配置



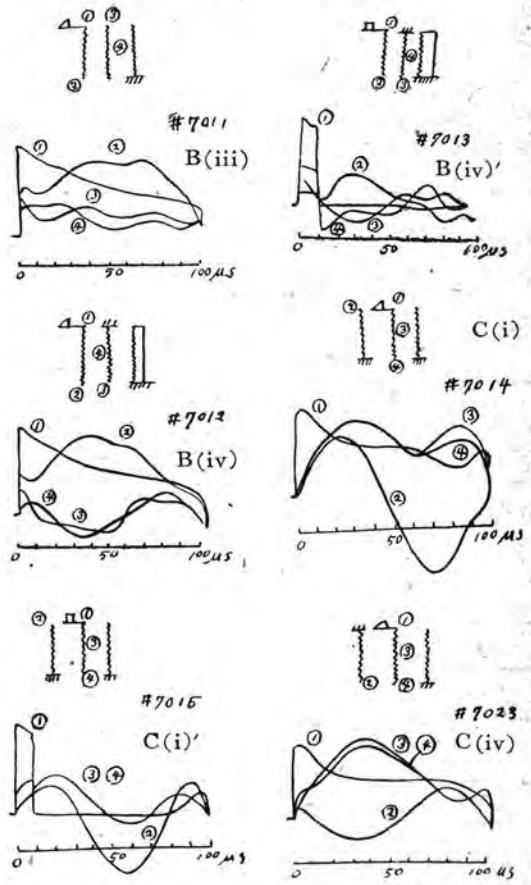
第3圖

一次 210 KV 星 100,000 KVA
二次 161-154-147 KVA 星 100,000 KVA
三次 11 KV 三角 20,000 KVA
であり、尙一次、二次とも中性點の絶縁耐力を線端の $1/\sqrt{3}$ に低下してある。斯くして、資材、總重量とも先の 14 万キロと全く同様なもので、その大きさと一次二次の電圧の高いことから言つて世界的記録品と云ふ事が出来るのである。捲線配列状況は第1圖に示す。

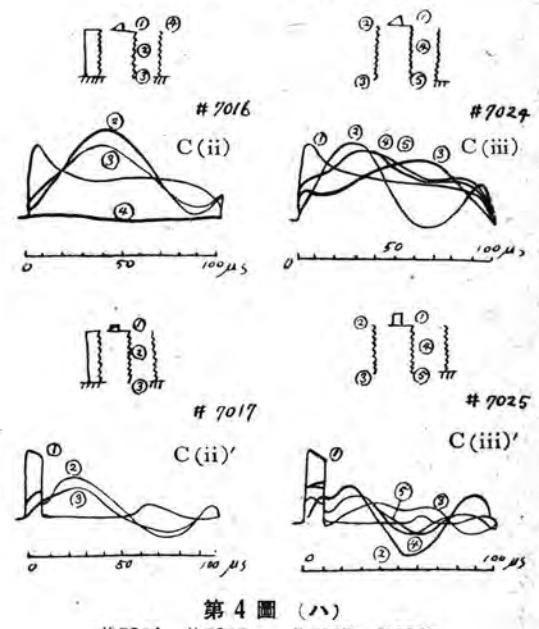
それが終戦と共に製作途上にて打切れ、現在は第2圖に示す如き配置にて、捲線は氣中にあり、且つその直上に厚い



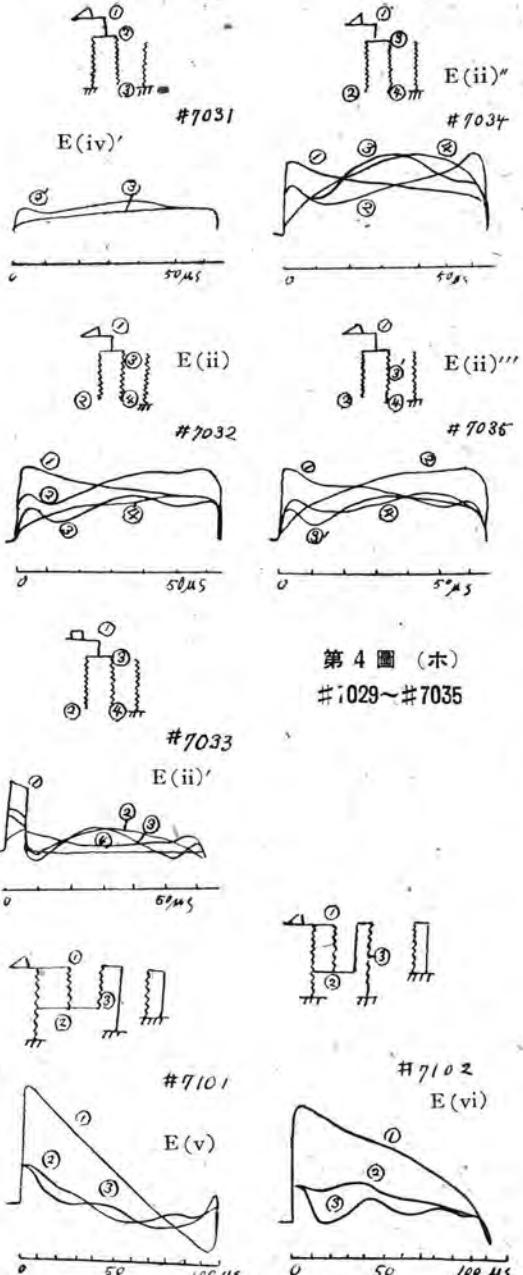
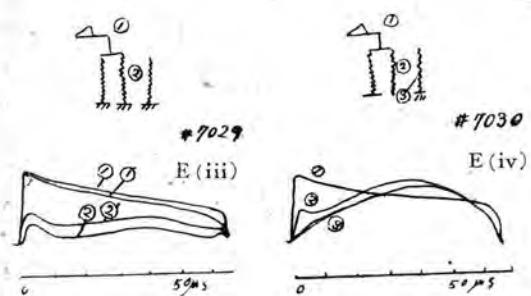
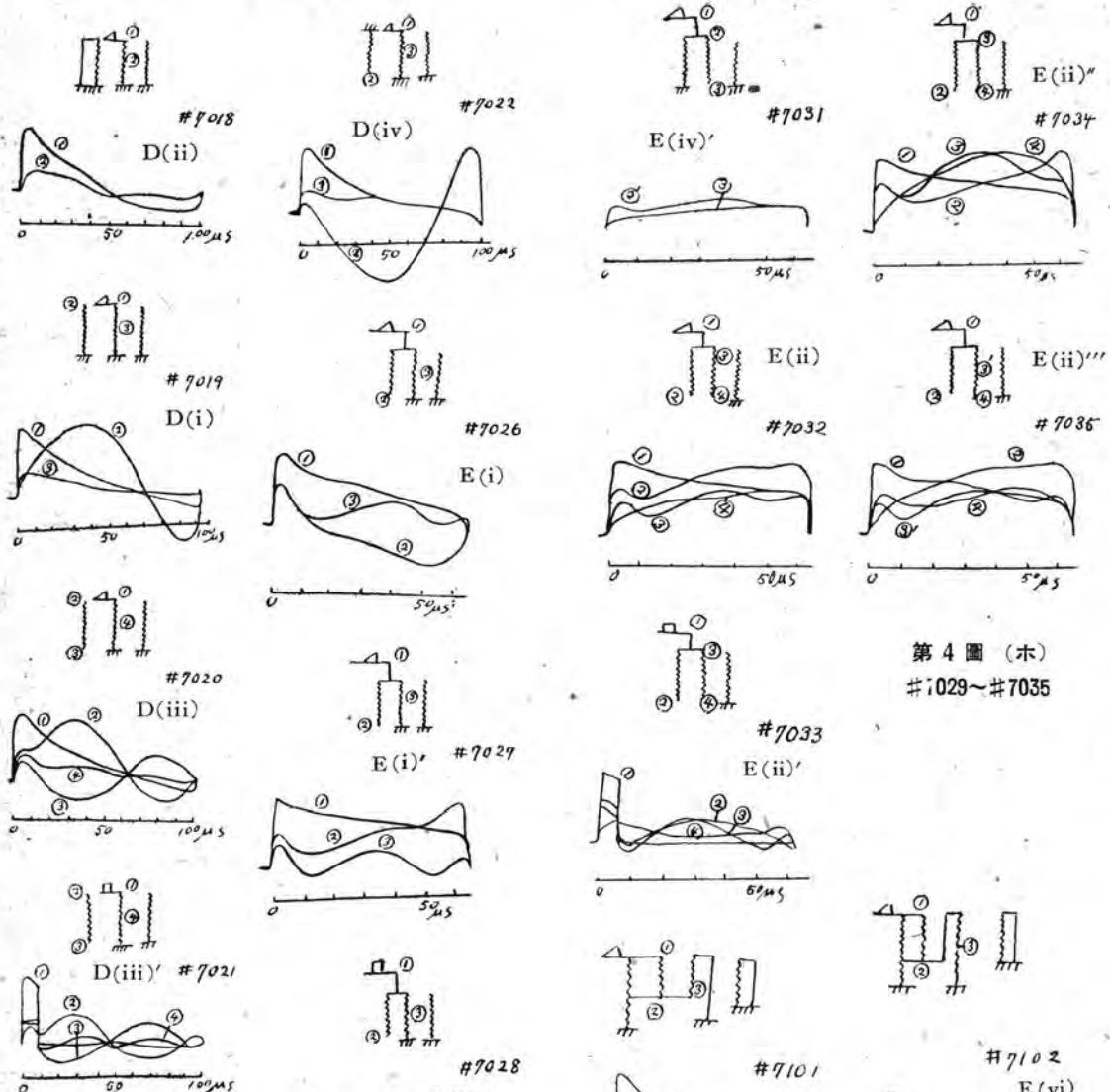
第4圖(イ) #7001~#7006



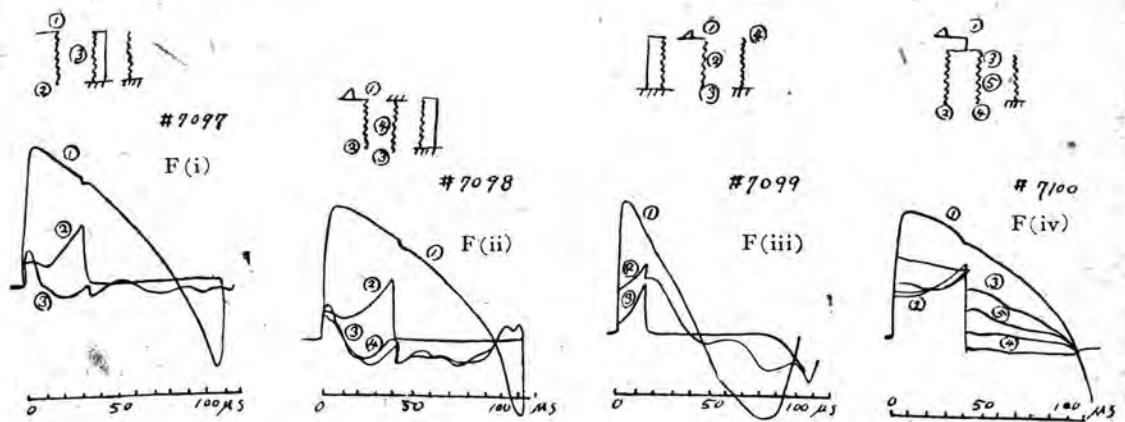
第4圖(ロ) #7007~#7013



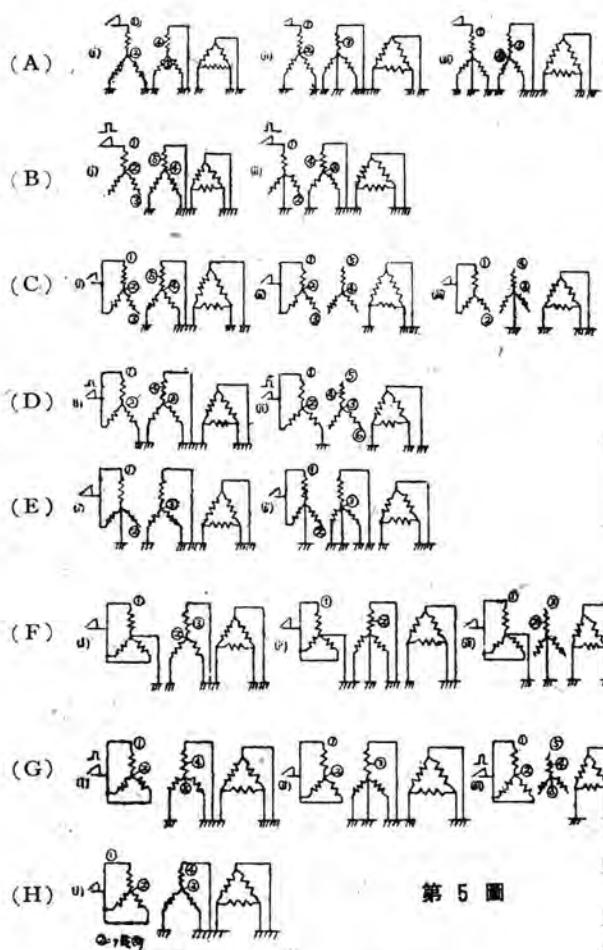
第4圖(ハ) #7014~#7017 #7023~#7025



鐵板が載せてある。其處で三次捲線は、衝撃試験の場合は常に短絡接地と同一状態であった。尙ほ捲線は一相分15個もある巨大なもので、場所の関係その他事情により三相に積み重ねる事が出来ず、第2圖の配置にて測定した爲に、三相衝撃試験の場合は測定線が長くなり、且つ測定は全部氣中に於ける状態であるが、之を以て實際の完成状態を推定出来ると考える。



第4圖 (～) #7101. #7102 #7097～#7100



第5圖

III. 仕様通りの結線による電位振動測定

単相及び三相の場合に就き測定した。

1. 測定回路

1.1. 単相試験

此の場合の結線は第3圖に示し、その測定オシログラムは第4圖に示す。圖中(A)は一次線輪他端接地として、二次側を各種變化した場合であり、(B)は一次側他端開放として、二次側を各種變化した場合である。(C)及び(D)は二次側より衝撃波を印加して、二次側他端開放及び接地の場合の一次側を各種變化した場合である。(E)は一次及び二次に同時に衝撃波を印加した場合であり、(i)～(iv)及び(vi)は極性の同じものが加わり、(v)は反対極性のものを加えた。(F)は中性點にて截断して、中性點側の避雷器が動作した場合を假想した。

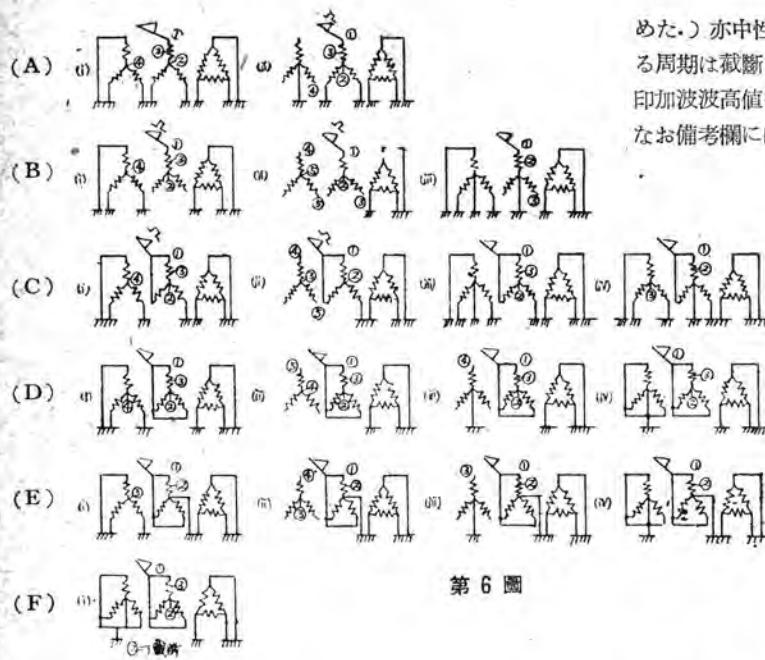
1.2. 三相試験

此の場合の結線は第5圖、第6圖及び第7圖に示し、その測定オシログラムは第8圖、第9圖及び第10圖に示す。

第5圖は一次側より衝撃波を印加した各種の場合であり、第6圖は二次側より衝撃波を印加した各種の場合であり、第7圖は一次二次同時印加の場合である。

2. 測定結果に対する考察

単相、三相の場合共に周期及び振幅を求めて第一表及び第二表に示した。此處で周期は印加衝撃波に對しては半波高値迄の時間を表わし、明瞭に振動が現われて居るものはその周期を示した。(振動の周期をオシログラムより求める事は困難で精確を缺くものであるが強いて求

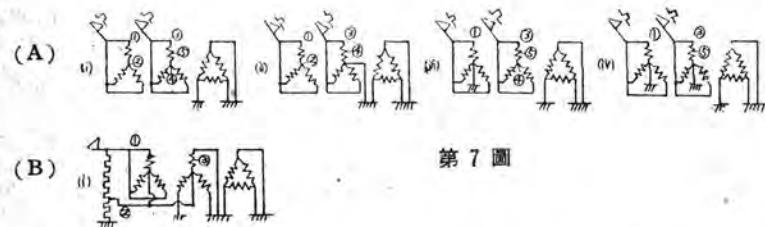


第 6 圖

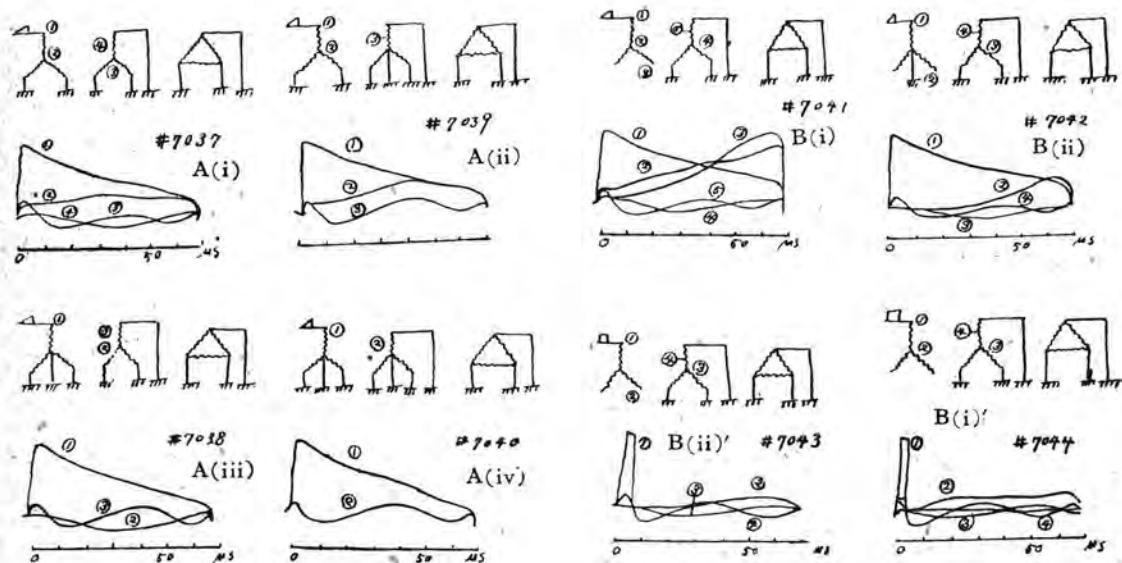
めた。) 亦中性點に於て截斷せる場合の截斷點に於ける周期は截斷される迄の時間を示している。振幅は印加波高値を 100% として % を以て表わした。なお備考欄には波形の類似して居るものゝ圖番及び分壓して同時に衝撃波を印加したものは分壓抵抗値を示し。中性點にて截斷したものは截斷點を示した。

2・1 單相の場合

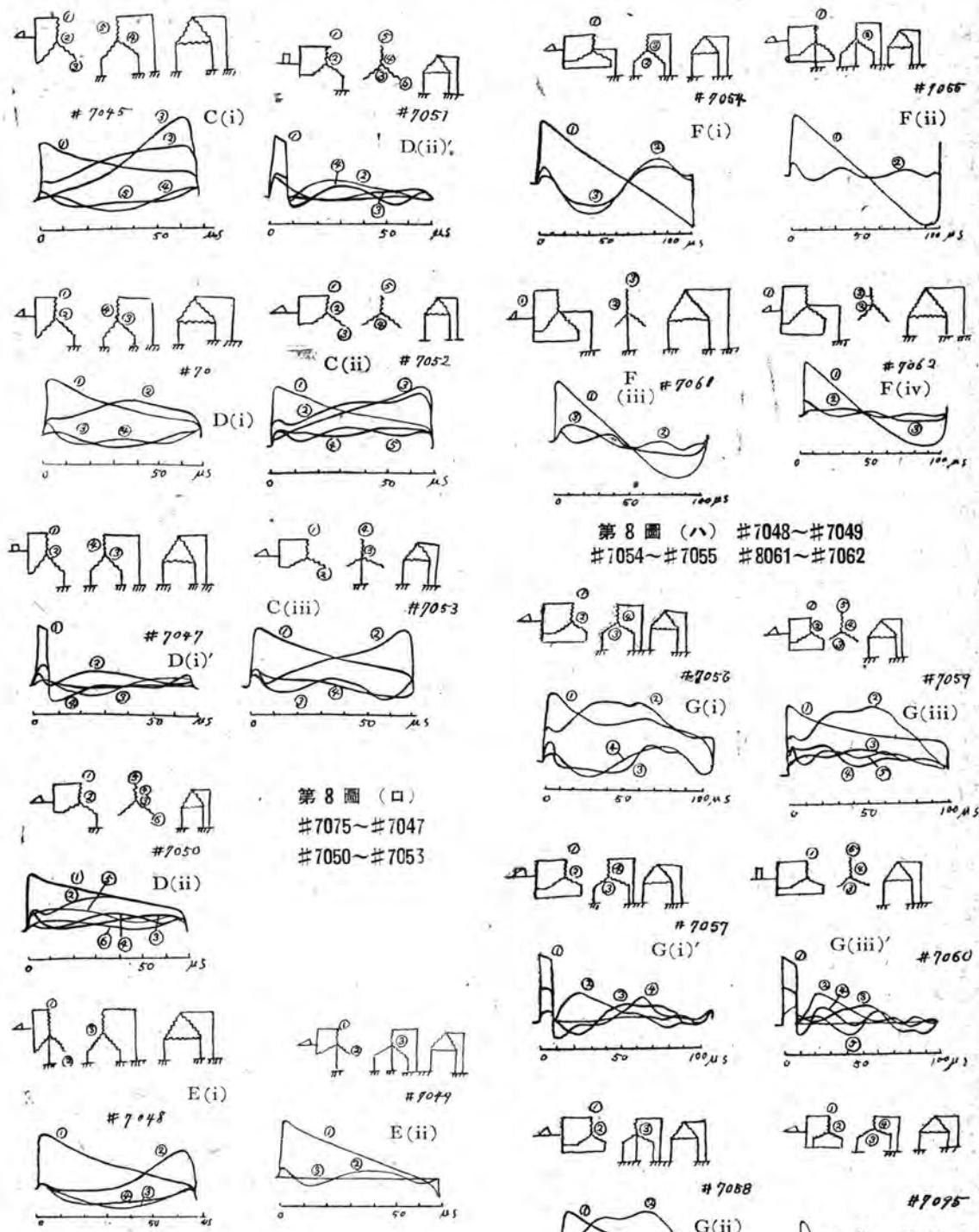
a. 高壓側より衝撃波印加の場合に第3圖(A)に屬する他端接地の場合は、問題になる振動を生じて居らぬ。矢張り(B)(ii)の高壓側他端開放、中壓側短絡接地の場合が一番問題になる振動を生じ、(2)點では 110% となる。然し之はその波形より充分に避雷器にて保護出来るのであるから心配ないと思ふ。次に B(ii) と B(v) に低壓捲線の影響を示したのであるが殆ど變化を生じて居らぬ故に低壓捲線は當時短絡接地と考えてよいと思う。截斷波印加の場合は何れの場合も問題にならぬ。



第 7 圖



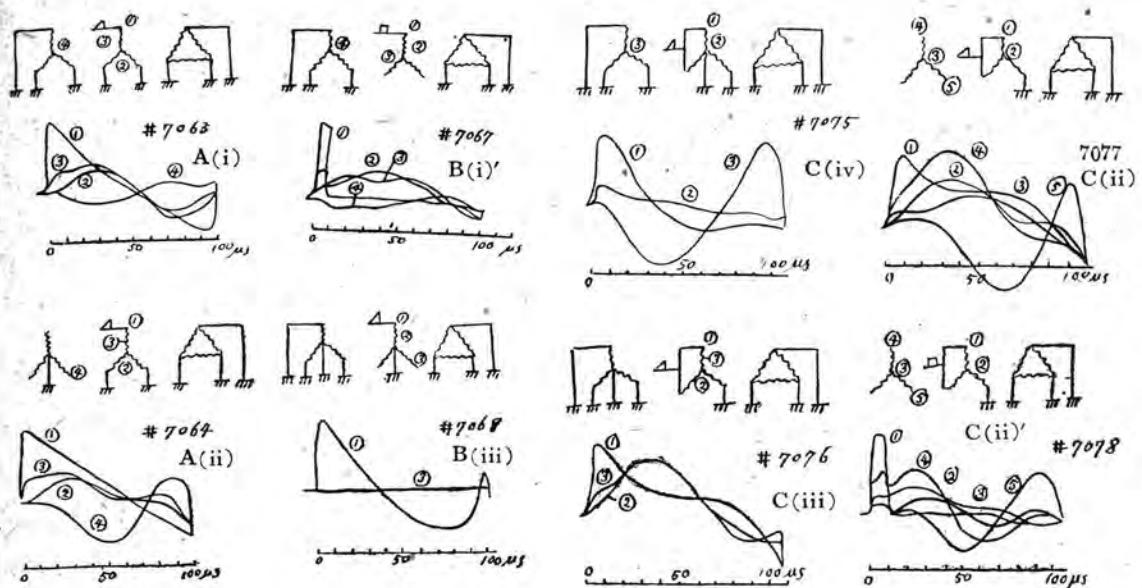
第 8 圖 (イ) #7037~7044



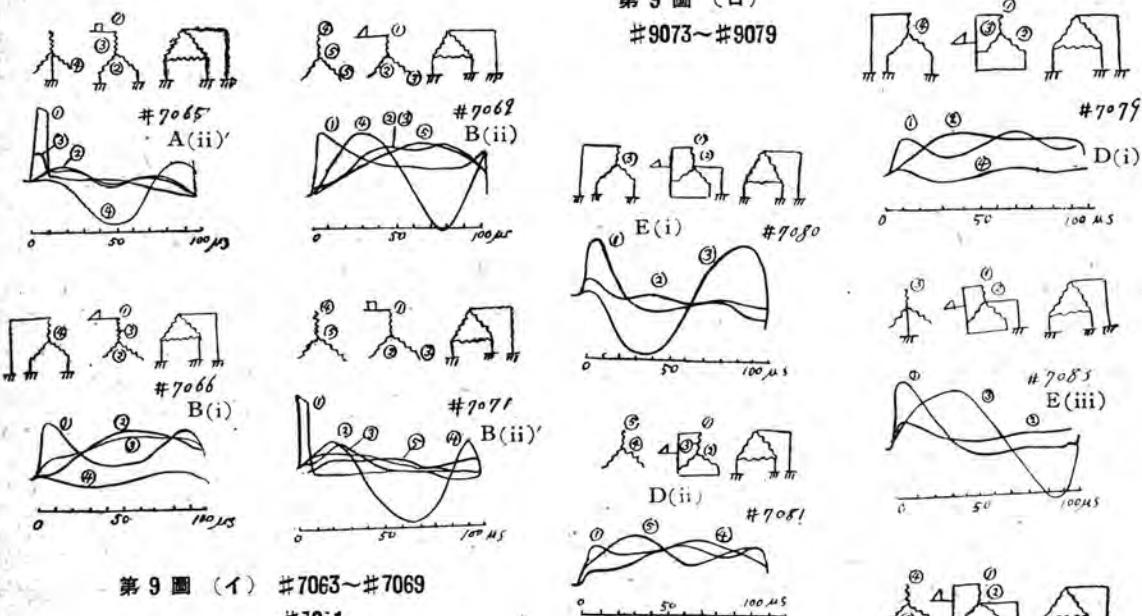
第8圖 (a)

b. 中壓側より衝撃波印加の場合も(C)に相當する。他端開放の場合に中性點側に大きな振動の生ずるのは當然であるが之も上記の理由により問題ないと思考する。亦

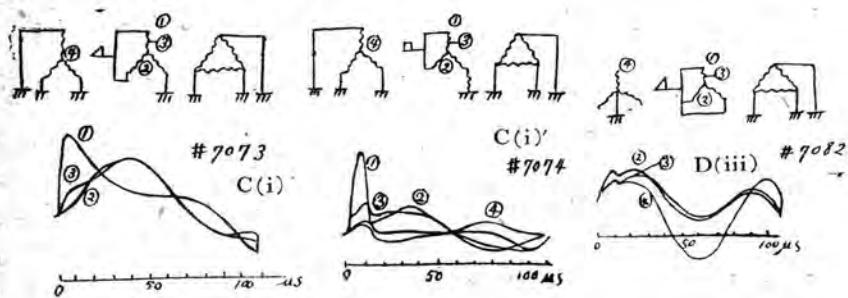
第8圖 (a) #7056~7060, #7095



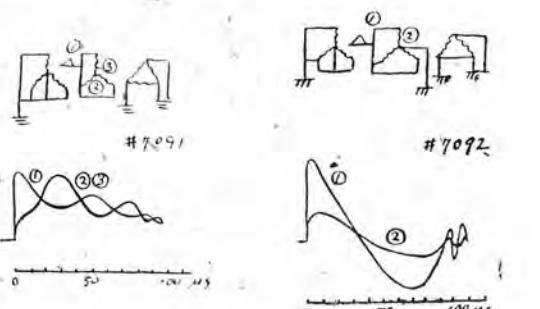
第9圖(口)
#9073~#9079



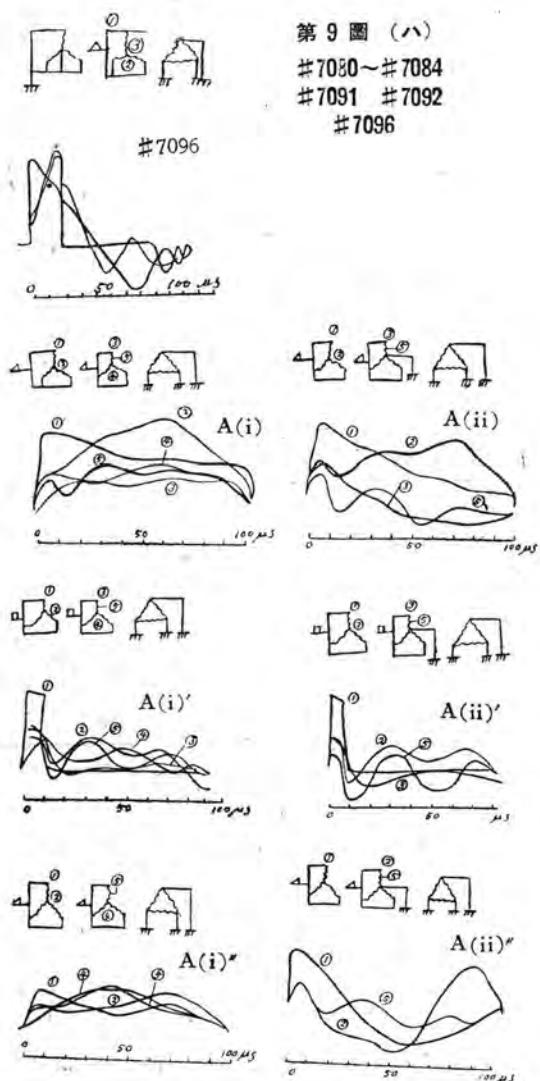
第9圖(イ)
#7063~#7069
#7071



第9圖(ア)



第9圖 (a)
#7080～#7084
#7091 #7092
#7096



第10圖 (i)

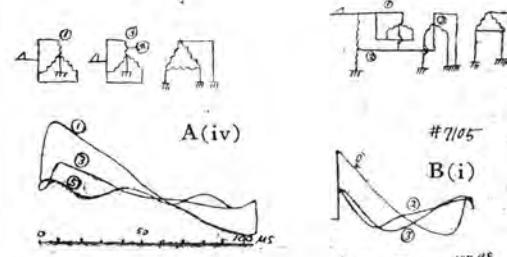
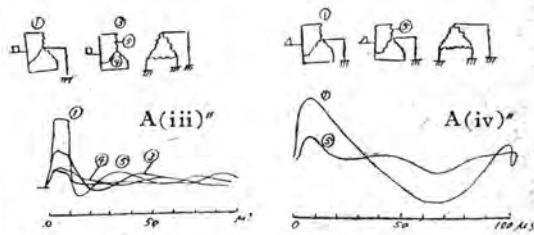
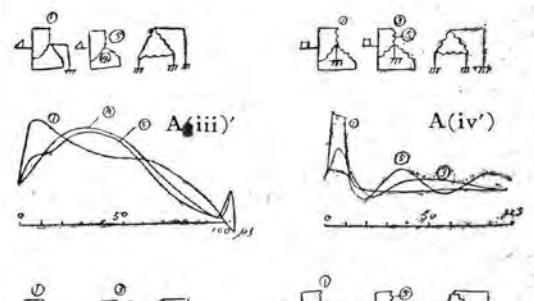
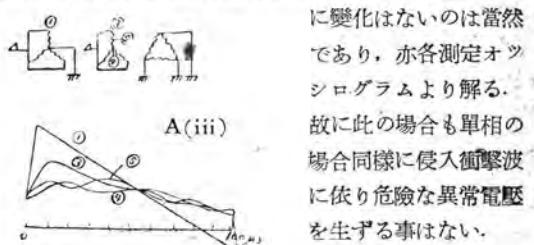
(C)(D)の場合共に高壓側に誘起する振動の波高値を考えると問題にならぬ、電磁的誘導のみと考えても捲線比より考えても更に大きくなつてもよいのであるが、此

の程度であるから必配ないと思ふ。

- c. 高壓及び中壓に同時に衝撃波を印加した場合を(E)に示したのであるが、此の場合も問題になる振動を生じて居らぬ。但し分壓抵抗の値を変えると各部の波形が變化して居るのは面白いと思う。
- d. (F)は中性點にて截断したのであるが之も大した振動を生じない故に、中性點にて避雷器が動作した場合も、その爲に異常電圧が誘起しない事が解る。

2.2 三相の場合

三相の場合は各相共に相互間の直接の誘導ではなく唯進行波として侵入するのみであるから、単相の場合と本質的に變化はないのは當然



第10圖 (ii)

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
A(i)	(1)	40	100	三高 (1) F(iii) (3) (2)
	(2)	80	37	
	(3)	40	23	
A(i)'	(1)	10	100	
	(2)	40	20	
	(3)	40	26	
A(ii)	(1)	40	100	三高 (1) F(ii) (2)
	(2)	45	20	
	(3)	45	20	
A(iii)	(1)	40	100	三高 (1) F(iv) (3) (2)
	(2)	55	40	
	(3)	55	20	
	(4)	—	10	
A(iv)	(1)	40	100	三高 (1) F(j) (3) (2)
	(2)	100	40	
	(3)	80	56	
B(i)	(1)	50	100	
	(2)	40(100)	81	
	(3)	—	42	
	(4)	40	22	
B(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	40	48	
	(3)	40	34	
	(4)	40	30	
B(ii)	(1)	45	100	三高 (1) G(ii) (2) (3)
	(2)	85	110	
	(3)	40	28	
B(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	85	43	
	(3)	40	41	
B(iii)	(1)	45	100	三高 (1) G(iii) (2) (5)
	(2)	40(100)	83	
	(3)	40	40	
	(4)	40	36	
B(iv)	(1)	50	100	三高 (1) F(ii) (2) (3)
	(2)	100	90	
	(3)	—	28	
	(4)	70	28	
B(iv)'	(1)	10	100	
	(2)	40	36	
	(3)	40	30	
	(4)	40	30	
B(v)	(1)	45	100	
	(2)	85	107	
	(3)	40	28	

第一表 (イ) 單相の場合

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
A(i)	(1)	40	100	
	(2)	—	30	
	(3)	35	20	
	(4)	—	34	
A(ii)	(1)	40	100	
	(2)	—	40	
	(3)	40	17	
A(iii)	(1)	40	100	
	(2)	—	20	
	(3)	40	15	
A(iv)	(1)	35	100	
	(2)	40	15	
B(i)	(1)	40	100	
	(2)	—	80	
	(3)	—	100	
	(4)	—	12	
	(5)	40	12	
B(ii)'	(1)	40	100	
	(2)	—	37	
	(3)	—	16	
	(4)	45	13	
B(ii)	(1)	40	100	
	(2)	—	16	
	(3)	—	10	
	(4)	40	8	
C(i)	(1)	40	100	
	(2)	—	90	
	(3)	—	135	
	(4)	—	20	
	(5)	35	20	

第二表 (イ) 三相高壓側印加

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
E(i)	(1)	40	100	分壓抵抗なし
	(2)	—	56	
	(3)	40	56	
E(i)'	(1)	45	100	分壓 $2.0K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	40	86	
	(3)	40	33	
E(i)''	(1)	10	100	分壓 $20K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	40	40	
	(3)	40	53	
E(ii)	(1)	50	100	分壓 $20K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	—	93	
	(3)	40	63	
E(ii)'	(1)	10	100	分壓 $20K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	—	55	
	(3)	40	48	
E(ii)''	(1)	60	100	分壓抵抗なし
	(2)	—	107	
	(3)	—	107	
E(iii)'''	(1)	50	100	分壓 $5K\Omega$ $2K\Omega$
	(2)	—	100	
	(3)	40	62	
E(iii)''	(1)	50	100	分壓 $20K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	40	100	
	(3)	—	26	
E(iv)	(1)	50	100	分壓抵抗なし
	(2)	—	87	
	(3)	—	80	
E(iv)'	(1)	—	—	分壓 $20K\Omega$ $5K\Omega$
	(2)	—	—	
	(3)	—	—	
E(v)	(1)	40	100	分壓 $4K\Omega$ $3K\Omega$
	(2)	—	35	
	(3)	40	35	
E(vi)	(1)	70	100	分壓 $4K\Omega$ $3K\Omega$
	(2)	—	33	
	(3)	45	30	
F(i)	(1)	55	100	截斷點
	(2)	35	45	
	(3)	40	24	
F(ii)	(1)	65	100	截斷點
	(2)	40	44	
	(3)	—	17	
F(iii)	(1)	30	100	截斷點
	(2)	35	52	
	(3)	15	36	
F(iv)	(1)	70	100	截斷點
	(2)	40	67	
	(3)	—	35	
	(4)	—	40	
	(5)	—	46	

第一表 (ロ) 單相の場合

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
C(ii)	(1)	40	100	
	(2)	35	86	
	(3)	—	96	
	(4)	35	30	
	(5)	35	30	

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
C(iii)	(1)	40	100	
	(2)	—	100	
	(3)	40	20	
	(4)	—	30	
D(ii)	(1)	40	100	
	(2)	—	60	
	(3)	55	17	
	(4)	40	20	
D(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	—	28	
	(3)	55	25	
	(4)	—	15	
D(ii)	(1)	40	100	
	(2)	—	64	
	(3)	—	28	
	(4)	35	34	
	(5)	—	40	
	(6)	—	20	
D(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	—	33	
	(3)	—	33	
	(4)	45	20	
E(i)	(1)	30	100	
	(2)	—	70	
	(3)	—	30	
	(4)	—	23	
E(ii)	(1)	30	100	
	(2)	40	14	
	(3)	∞	0	
F(i)	(1)	40	100	單 A(iv) (1)
	(2)	100	50	(3)
	(3)	100	38	(2)
F(ii)	(1)	25	100	單 A(ii) (1)
	(2)	40	20	(2)
F(iii)	(1)	25	100	單 A(i) (1)
	(2)	40	20	(3)
	(3)	—	35	(2)
F(iv)	(1)	25	100	單 A(ii) (1)
	(2)	50	14	(4)
	(3)	50	37	(3)
G(i)	(1)	—	100	單 B(iv) (1)
	(2)	—	90	(2)
	(3)	—	30	(3)
	(4)	70	25	(4)
G(ii)	(1)	10	100	
	(2)	—	42	
	(3)	75	26	
	(4)	—	43	
G(iii)	(1)	60	100	單 B(ii) (1)
	(2)	—	100	(2)
	(3)	40	36	(3)
G(iii)'	(1)	50	100	單 B(iii) (1)
	(2)	30(100)	96	(2)
	(3)	35	32	(5)
	(4)	30	40	(4)
	(5)	35	38	(3)
G(iii)''	(1)	—	100	
	(2)	50	45	
	(3)	60	25	
	(4)	35	25	
	(5)	40	20	
H(i)	(1)	—	100	截斷點
	(2)	40	76	
	(3)	—	40	
	(4)	—	53	

第二表(イ)三相高壓側印加

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
A(i)	(1)	25	100	
	(2)	90	30	
	(3)	110	43	
	(4)	90	20	
A(ii)	(1)	40	100	
	(2)	60	32	
	(3)	70	40	
	(4)	80	55	
A(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	60	16	
	(3)	60	36	
	(4)	80	60	
B(i)	(1)	—	100	
	(2)	—	85	
	(3)	—	72	
	(4)	—	12	
B(i)'	(1)	10	100	
	(2)	—	40	
	(3)	35	33	
	(4)	—	15	
B(ii)	(1)	—	100	
	(2)	40	76	
	(3)	40	76	
	(4)	100	100	
	(5)	—	81	
B(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	—	40	
	(3)	—	36	
	(4)	90	70	
	(5)	35	14	
B(iii)	(1)	20	100	
	(2)	—	∞	
	(3)	—	0	
C(i)	(1)	25	100	
	(2)	100	70	
	(3)	—	70	
C(i)'	(1)	10	100	
	(2)	120	33	
	(3)	120	38	
	(4)	—	20	
C(ii)	(1)	—	100	
	(2)	60	64	
	(3)	—	44	
	(4)	—	100	
	(5)	80	70	
C(ii)'	(1)	10	100	
	(2)	65	35	
	(3)	—	25	
	(4)	80	55	
	(5)	80	50	
C(iii)	(1)	25	100	
	(2)	100	75	
	(3)	120	75	
C(iv)	(1)	20	100	
	(2)	—	90	
	(3)	110	26	
D(i)	(1)	—	100	單 C(iv) (1)
	(2)	50	110	(4)
	(3)	—	—	
	(4)	65	20	(2)
D(ii)	(1)	—	100	單 C(iii) (1)
	(2)	—	115	(2)
	(3)	70	123	(3)
D(iii)	(2)	70	—	單 C(i) (4)
	(3)	65	—	(3)
	(4)	80	—	(2)
D(iv)	(1)	25	100	
	(2)	45	93	
	(3)	45	67	

第二表(ロ)三相中壓側印加

圖番	測定點	周期 μs	振幅 %	備考
E(i)	(1)	15	100	單 D(iv) (1)
	(2)	40	27	(3)
	(3)	110	90	(2)
	(4)	—	—	
E(ii)	(1)	20	100	單 D(iii) (1)
	(2)	35	43	(4)
	(3)	80	57	(3)
	(4)	90	66	(2)
E(iii)	(1)	20	100	單 D(i) (1)
	(2)	—	30	(3)
	(3)	100	80	(2)
	(4)	—	—	
E(iv)	(1)	20	100	
	(2)	—	32	
F(i)	(1)	25	100	
	(2)	20	110	
	(3)	40	105	截斷點

第二表(ハ)三相高壓及び

中壓より同時印加

減速電動機の改良

福岡工場 安松靖彦

1. 緒言

減速電動機は各種減速方式の短所を補い、然も高速電動機の優秀なる特性を以て低速運転をなすべく計画された。所謂電動機應用機器の代表的なるもので現在では炭坑内内の輸送機並びに選炭場、選鐵場の諸機械は勿論、低速運転を必要とする凡ゆる機械の原動機として廣く普及使用されて居る。

減速電動機の減速方式としては外接歯車方式、内接歯車方式、ウォーム歯車方式、及び遊星歯車方式等があり、之等の中にも夫々減速方法に種々の工夫が凝らされて居り俄かに優劣を断することは出来ない。

當社減速電動機は高減速の必要性その他特殊條件のない普通の場合に於て最も有利な外接歯車方式中の單純二段減速方法を採用し、製作開始以來既に十數年を経過しているがその間使用個所毎に最適の型式を選定製作に當り常に品質の向上に努め特に本機の生命たる歯車に關しては歯型設計、工作法、材質、熱處理に不斷の研究を重ねて居る。

然し乍ら本機の主な使用個所の一つである坑内の特殊

事情に合致させる爲には尙改良の餘地あり、且又最近の資材の沾渦状況をも加味しつゝ相當廣範囲の改良を試みたので以下改良の主眼點に就き記述する。

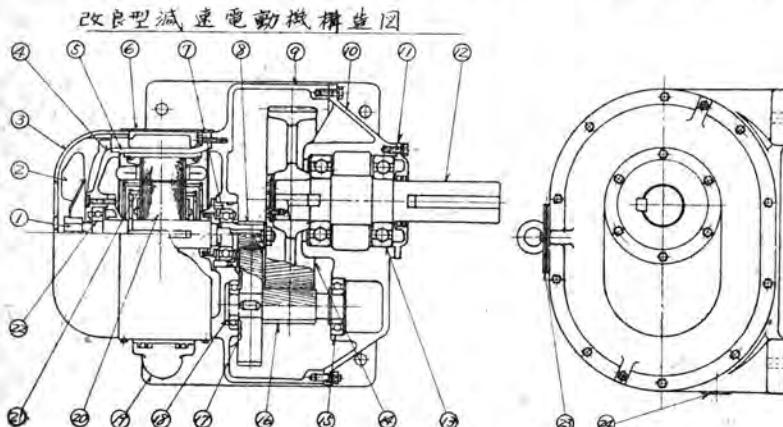
2. 油漏防止構造上の改良

此の種機械の本質上使用面に於て一番問題となるのは歯車筐内の油が電動機内部に浸入し電動機故障の原因となることで夫々の製作者に於て一應防止策は講じて居るものゝ完全でなく未だ油漏れの絶無を見て居ないのは遺憾である。

當社に於ては從來より特殊考案に成る油切りを使用し、その効果顯著であつたが坑内切羽の如き惡条件下にあつては尙問題が起る事もあつたので、今回改良型構造を採用し油漏れ防止に万全を期した。以下新舊構造に就き簡単に記述する。

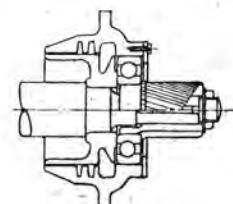
ア. 在來型構造

第2圖に示す如く在來型の球軸受給油は油槽内の油を歯車咬合面の給油と兼用し、所謂飛沫式給油方法を採用して居るので給油方式自體としては特別の裝置を必要とせ

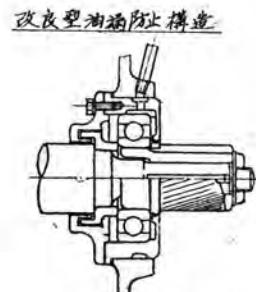


1	電動機軸	7	タマ軸受	13	*マ軸受	19	端子盤
2	外扇ファン	8	第一歯車	14	第四歯車	20	回轉子鐵心
3	ファン蓋	9	歯車筐	15	タマ軸受	21	固定 鐵心
4	肘軸受	10	歯車筐蓋	16	第三歯車	22	タマ軸受
5	外 紐	11	軸受蓋	17	第二歯車	23	給油口蓋
6	蓋	12	低速軸	18	タマ軸受	24	油面計

第1圖 改良型減速電動機構造圖



第2圖
在來油漏防止構造圖



第3圖
改良油漏防止構造圖

ず最も簡便である。

使用時に於ても機器を水平設置状態では例へば坑外選炭場諸機械の原動機として使用される時は球軸受を越えて浸入した油は特別な油切り装置により完全に切られ歯車筐内に戻されるので、油漏れを未然に防止出来て問題は起らないが坑内切羽に使用される場合の如く坑内搬送時或は移設時等相當の傾斜の状態に於て機器を取扱う事を避けられぬ場合に於ては遺憾乍ら油が電動機側に浸入する虞なしとしない。

本構造に於ては約 15° 電動機側を下げる事と油が浸入を始める事となる。

イ. 改良型構造

第3圖は改良型構造を示す、本構造にあつては球軸受室を油槽と切離し別個にグリース給油を行うこととし、且所謂カートリッジ型を採用した。

本構造では傾斜 35° 迄は油が絶対に球軸受室に浸入しない若し 35° を越えて傾けられた場合に於ても電通部の「ラビンス」にグリースが充満して居るので「バッキング」の役目を行い先ず油が浸入しないと思考される。

改良型は給油を別個に行う點一見退歩の如く考えられるも如何なる使用状態下にあっても確實に油漏れを防止し得ると共に更に、球軸受の保護並びに「アウターレース」の回転を防止し得て此の種機械にあつては本構造の採用が得策なりと確信する。

3. 電動機極数と減速軸回轉數の合理的選定

品質を低下する事なく所要資材を節減する事は使用者側の搬送取扱の便のみならず現下の極端なる資材切迫の折から真剣に考慮を拂う必要あり、この爲とりわけ最も注

渴して居る電氣磁氣材即銅線、硅素鋼板の節減を主眼點に總合的に再検討の結果電動機極数と最低減速軸回轉數を第1表の如く決定した。

ア. 防爆型

元來同一容量の減速電動機の大きさは最低減速軸回轉數により左右されるが坑内切羽コンベヤーの輸送速度は毎分25乃至30米位であるので防爆型では從来標準通り、50/60～に對し全負荷に於て毎分30/60回轉と決定し此の回轉數を得る電動機極数即回轉數と減速歯車比との種々の組合せに於て前記方針に副い、且減速電動機としての調和を考慮し6極、減速比1/32に變更した。

イ. 非防爆型

非防爆型にあつては使用場所及相手機械の状態からして防爆型の場合と條件は異り一般に回轉數は幾分高速のものを使用出来るので、最低軸回轉數を50/60～に對し一律に全負荷に於て毎分45/54回轉とし電動機は4極減速比1/32として小型軽量、且割安なるものとした。

ウ. 部品の互換性

多數種中の部分を出来る丈共通化し互換性を與える事は製作上、使用上裨益する所頗る大なる爲改良型では特に此の點にも考慮を拂い計畫して居る、即防爆型非防爆型に前記の如き最低回轉數を選んだのでこの關係は丁度減速比が同一となり、且機械部分各機素に作用する應力が例えば防爆型10馬力のものは非防爆型15馬力に略相當することとなるので、兩者を全く同一部品を使用する事とした。此の様に防爆、非防爆型間の部品の共通化を計ると共に更にそれぞれの型にありても各容量間に可能

區分	容(馬力)	在來型				改良型			
		極數	最低軸回轉數 50/54	減速比	電動機 番號	極數	最低軸回轉數 50/60～	減速比	電動機 番號
非 防 爆 型	3	6	45/54	1/21	200	4	45/54	1/32	100
	5	6	45/54	1/21	300	4	45/54	1/32	200
	7½	6	45/54	1/21	300	4	45/54	1/32	200
	10	8	30/36	1/24	400	4	45/54	1/32	300
	15	8	30/36	1/24	400	4	45/54	1/32	400
	20	8	30/36	1/24	500	4	45/54	1/32	400
防 爆 型	10	8	30/36	1/24	400	6	30/36	1/32	400
	15	8	30/36	1/24	400	6	30/36	1/32	400
	20	8	30/36	1/24	500	6	30/36	1/32	400

第1表 減速電動機標準仕様対照表

馬力 \ 極数	4	6
3	GM-3-W	
5	GM-5-W	
7½	GM-7½-W	
10	GM-10-W	GM-10-WX
15	GM-15-W	GM-15-WX
20	GM-20-W	GM-20-WX

表中 (1) W...非防爆型 を示す
WX...防爆型

(2) 同一枠内は大部分の部品が共通化されて居るものを示す

第2表 改良型機種表

な限り互換性を持たせる様に考慮した。

第2表は大部分の部品が共通化されて居るものと同一枠内に表したものであるが全製作機種9種は5種に大別されよく此の目的を達したものと言える。

4. オーバーハング型の採用

従来は電動機と歯車籠双方に取付足を設けて居たが改良型にありては取付足は歯車籠のみとし電動機を歯車籠に懸垂した所謂「オーバーハング」型を採用した。

この型の利點とする處は使用者側にありては減速電動機自體を設置の儘電動機のみ取外し並びに組立が出来る事と今一つは基礎が簡単且小面積で済むこととなる。

製作者側にありても従来の如く電動機と歯車籠双方の中心高さを一致させる工作、組立上の煩雑さが省かれ益する處大である。

5. 結 言

減速電動機は幾多の長所を有するを以て低速運轉を必要とする凡ゆる機械の原動機として廣く使用されて居るが在來のものでは使用取扱上に於ても、又現下の國情に合致せしめる爲にも尙改良の餘地あるため本文記述の如く改良し從来より絶えざる研究の精華に錦上花を添えこゝに完璧を期した、

現在最重要國策として石炭増産に國力を集中しつゝあるとき、本改良型減速電動機を炭礦の第一線に送るを得たることは最も時機に適したるものと言うべくその活躍は期して俟つべきものありと確信する。

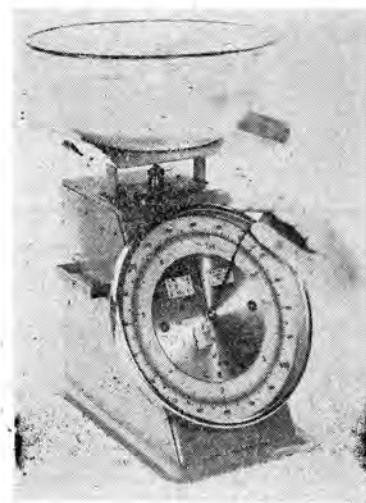
新 製 品 紹 介

容器のまゝ正味が直ぐわかる自動秤

寫真は食糧其の他、配給制度下に於ける一般家庭に、科學的生活の喜びを與える當社の新製品發條式自動秤である。是非一臺御求めの上、店頭並びに御家庭の調度品として御備え下さい。

特 長

1. 容器の重量を示した針に目盛盤を廻して 0 を合わせ、中身を入れれば直ぐ正味重量がわかる。
2. 秤の生命である感度は非常に敏感である。
3. 目盛盤は斜面型のため検針が容易である。
4. 優美で堅牢な上に低廉である。
5. 持運びに便利な様に取手が付けてある。
6. 御子様でも容易に正味重量が秤れる。
7. 時間の節約により能率的である。



Heaviside 演算子法に對する新らしい考察と その電氣回路解析に於ける應用 (XIII)

本章に於ては、端子装置の無い半無限長送電線の一般の場合、 $L=0, G=0$ の場合及び $L=0$ の場合の各々について一般解或は漸近解を求めてある。

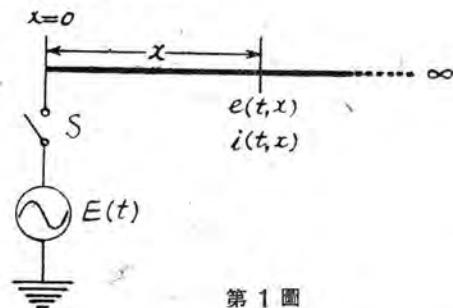
研究所 菅野正雄

第 IV 章

半無限長送電線 (1)

(1) 端子装置無き場合

第1圖に示す如き、 $e(t, x)=0, i(t, x)=0, (t < 0, x > 0)$ なる半無限長送電線の送端 ($x=0$) に於いて $t=0$ なる瞬間、電圧 $E(t)$ を印加した場合 $t > 0$ に於ける線上の各點の電圧及び電流を求む。



第1圖

解：此の場合には (II.3) 式及び (II.4) 式に於いて $x = +\infty$ に於いても解が有限なるべきことから

$$A_1(\lambda) = 0$$

であり、又境界條件は

$$F_e(\lambda, 0) = B_1(\lambda) = L_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}\left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix}\right) E(t)$$

である。以下二、三の場合に就いて考察する。

(I. a). $L=0, G=0$. (Thomson Cable)

此の場合 (II.3) 式及び (II.4) 式は次の如くなる。

$$\begin{aligned} F_e(\lambda, x) &= B_1(\lambda) e^{-\sqrt{CR}\lambda x}, \\ F_i(\lambda, x) &= \sqrt{\frac{C}{R}} B_1(\lambda) e^{-\sqrt{CR}\lambda x}, \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} (x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

然るに 第 III 篇の公式 (8) 及び (7) によれば

$$\begin{aligned} e^{-\sqrt{CRP}x} \cdot 1 &\equiv 1 - \operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{C}{4R}}x\right), \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right. \\ (\operatorname{erf}(u) &\equiv \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^u e^{-u^2} du), \end{aligned}$$

$$\sqrt{\frac{C}{R}} e^{-\sqrt{CRP}x} \cdot 1 \equiv \sqrt{\frac{C}{\pi R t}} e^{-\frac{C R x^2}{4 t}}, \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

であるから、所要の解は

$$e(t, x) = B_1(p) e^{-\sqrt{CRP}x} \cdot 1$$

$$= \frac{d}{dt} \int_{+0}^t E(t-\tau) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{C}{4R}}x\right) \right\} d\tau, \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

$$i(t, x) = \sqrt{\frac{C}{\pi R}} \frac{d}{dt} \int_{+0}^t \frac{E(t-\tau)}{\sqrt{\tau}} e^{-\frac{C R x^2}{4 \tau}} d\tau, \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

となる。

特に、 $E(t) = E$ (一定) である時は

$$\begin{aligned} e(t, x) &= E \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{C}{4R}}x\right) \right\}, \\ i(t, x) &= E \sqrt{\frac{C}{\pi R t}} e^{-\frac{C R x^2}{4 t}}, \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

となり、又 $E(t) = E \sin \omega t$ なる場合には

$$\begin{aligned} e(t, x) &= \omega E \int_{+0}^t \cos \omega(t-\tau) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\sqrt{\frac{C}{4R}}x\right) \right\} d\tau, \\ i(t, x) &= \omega E \sqrt{\frac{C}{\pi R}} \int_{+0}^t \frac{\cos \omega(t-\tau)}{\sqrt{\tau}} e^{-\frac{C R x^2}{4 \tau}} d\tau, \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0, x > 0) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

となる。尙此の場合、 t が充分大なる時の $e(t, x)$ 及び $i(t, x)$ の値、即ち漸近値は次の如くに導かれる。

$$\begin{aligned} B_1(\lambda) &= L_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}\left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix}\right) E \sin \omega t \\ &= \frac{\omega E \lambda}{\lambda^2 + \omega^2} \end{aligned}$$

なる故、(漸近展開に就いては III, §IV.7 を参照のこと。)

$$\begin{aligned} e(t, x) &= \omega E \left\{ \Re_0(t, \lambda) + \Re_{j\omega}(t, \lambda) + \Re_{-j\omega}(t, \lambda) \right\} \\ &\quad - \frac{\lambda}{\lambda^2 + \omega^2} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \\ &\sim 2\omega E R e\left(\frac{1}{2j\omega} e^{j\omega t} - \sqrt{CRj\omega} x\right) \end{aligned}$$

$$+ \omega E \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n}{n!} (CRx)^{n/2} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{1+n/2}}{\lambda^2 + \omega^2}$$

であるが

$$\begin{aligned}
R_e & \left(\frac{1}{2j\omega} e^{j\omega t - \sqrt{CR} j\omega x} \right) \\
& = \frac{1}{2\omega} e^{-\sqrt{\frac{CR}{2}}x} \sin \left(\omega t - \sqrt{\frac{CR}{2}}x \right), \\
& \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n}{n!} (CRx^2)^{n/2} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{1+n/2}}{\lambda^2 + \omega^2} \\
& = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^n}{(2n!)^2} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{n+1}}{\lambda^2 + \omega^2} \\
& \quad - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^{n+1/2}}{(2n+1)!} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{n+1}}{\lambda^2 + \omega^2} \lambda^{1/2} \\
& \sim - \frac{1}{\omega^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^{n+1/2}}{(2n+1)!} \Re_0(t, \lambda) \sum_{k=0}^{\infty} (-)^k \frac{\lambda^{2k+n+1}}{\omega^{2k}} \lambda^{1/2} \\
& \sim - \frac{1}{\omega^2} \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^{2n+1/2}}{(4n+1)!} \Re_0(t, \lambda) \sum_{m=n+1}^{\infty} (-)^{m-n-1} \right. \\
& \quad \left. \frac{\lambda^{2m-1}}{\omega^{2(m-n-1)}} \lambda^{1/2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^{2n+3/2}}{(4n+3)!} \Re_0(t, \lambda) \sum_{m=n+1}^{\infty} \right. \\
& \quad \left. (-)^{m-n-1} \frac{\lambda^{2m}}{\omega^{2(m-n-1)}} \lambda^{1/2} \right\}, \\
\Re_0(t, \lambda) \lambda^{k+1/2} & \equiv D^k \sqrt{\frac{1}{\pi t}} = \frac{(-)^k}{\sqrt{\pi t}} \frac{(2k)!}{k!(4t)^k}
\end{aligned}$$

の如く計算される故、 $e(t, x)$ の漸近値は

$$\begin{aligned}
e(t, x) & \sim E e^{-\sqrt{\frac{CR}{2}}x} \sin \left(\omega t - \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}x \right) \\
& \quad + E \sqrt{\frac{CR}{\pi t}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n}{(4n+1)!} (\omega CRx^2)^{2n} \\
& \quad \cdot \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{(-)^m (4m-2)!}{(2m-1)! (4\omega t)^{2m-1}} \left(\frac{(4m-1)CRx^2}{2(4n+2)(4n+3)t} - 1 \right) \\
& \quad (x>0)
\end{aligned}$$

となる。同様にして $i(t, x)$ の漸近値は

$$\begin{aligned}
i(t, x) & = \omega E \sqrt{\frac{C}{R}} \left\{ \Re_0(t, \lambda) + \Re_{j\omega}(t, \lambda) + \Re_{-j\omega}(t, \lambda) \right\} \\
& \quad \frac{\lambda \sqrt{\lambda}}{\lambda^2 + \omega^2} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \\
& \sim 2\omega E \sqrt{\frac{C}{R}} \left(\frac{\sqrt{j\omega}}{2j\omega} e^{j\omega t - \sqrt{CR}j\omega x} \right) \\
& \quad + \omega E \sqrt{\frac{C}{R}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n (CRx^2)^{n/2}}{n!} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{n+2}}{\lambda^2 + \omega^2} \lambda^{1/2} \\
& \sim E \sqrt{\frac{C}{R}} \left\{ \sqrt{\omega} \cos \left(\omega t - \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}x - \frac{\pi}{4} \right) \right. \\
& \quad \left. + \frac{1}{\sqrt{\pi t}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n (\omega CR\pi^2)^{2n}}{(4\pi)^n} \right. \\
& \quad \left. \cdot \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{(-)^m (4m-2)!}{(2m-1)! (4\omega t)^{2m-1}} \left(1 - \frac{(4m-1)CRx^2}{2(4n+1)(4n+2)t} \right) \right\}, \\
& \quad (x>0)
\end{aligned}$$

となる。

(I.b). $L=0, E(t)=E$ (一定) の場合

此の場合は

$$\begin{cases} F_e(\lambda, x) = E e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \\ F_i(\lambda, x) = E \sqrt{\frac{C}{R}} \lambda e^{-\sqrt{CR}\lambda x}, \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} (x>0, \\ \eta = G/C) \end{array} \right.$$

となる。故に所要の解は

$$\begin{aligned}
e(t, x) & = F_e(p, x) \cdot 1 \\
& = E e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \cdot 1 \\
& = E e^{-\eta t} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} e^{\eta t} \\
& = E e^{-\eta t} \frac{p}{p-\eta} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \cdot 1 \\
& = E e^{-\eta t} \left(1 + \frac{\eta}{p-\eta} \right) e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \cdot 1 \\
& = E \left\{ e^{-\eta t} \left(1 - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{CR}{4t}} x \right) \right) \right. \\
& \quad \left. + \eta \int_0^t e^{-\eta t'} \left(1 - \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{CR}{4t}} dt' \right) \right) \right\}, \\
& \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0 \\ x > 0 \end{array} \right),
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
i(t, x) & = F_i(p, x) \cdot 1 \\
& = E \sqrt{\frac{C}{R}} \lambda e^{-\eta t} \sqrt{p} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} e^{\eta t} \\
& = E \sqrt{\frac{C}{R}} \lambda e^{-\eta t} \left(1 + \frac{\eta}{p-\eta} \right) \sqrt{p} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \cdot 1 \\
& = E \sqrt{\frac{C}{\pi R}} \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi t}} e^{-\left(\eta t + \frac{CR}{4t} x^2 \right)} \right. \\
& \quad \left. = \eta \int_0^t \frac{1}{\sqrt{\pi t}} e^{-\left(\eta t + \frac{CR}{4t} x^2 \right)} dt \right\}, \\
& \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0 \\ x > 0 \end{array} \right)
\end{aligned}$$

の如く得られる。

尙 此の場合の漸近値は次の如くなる。先づ $e(t, x)$ は

$$e(t, x) = E \{ \Re_0(t, \lambda) + \Re_{-\eta}(t, \lambda) \} e^{-\sqrt{CR}\lambda x}$$

であるが

$$\begin{aligned}
\Re_0(t, \lambda) e^{-\sqrt{CR}\lambda x} & = e^{-\sqrt{RG}\lambda x}, \\
\Re_{-\eta}(t, \lambda) e^{-\sqrt{CR}\lambda x} & = e^{-\eta t} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda}{\lambda-\eta} e^{-\sqrt{CR}\lambda x} \\
& = e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-)^n}{n!} (CRx^2)^{n/2} \Re_0(t, \lambda) \frac{\lambda^{n+1}}{\lambda-\eta} \\
& = e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(CRx^2)^{n+1/2}}{\eta(2n+1)!} \Re_0(t, \lambda) \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\eta} \right)^k \lambda^{n+1} \lambda^{1/2} \\
& = \sqrt{CR} x e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(RGx^2)^n}{(2n+1)!} \Re_0(t, \lambda) \sum_{m=n+1}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\eta} \right)^m \lambda^{1/2} \\
& = \sqrt{\frac{CR}{\pi t}} x e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(RGx^2)^n}{(2n+1)!} \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{(-)^m (2m)!}{m! (4\eta t)^m}
\end{aligned}$$

なる故

$$e(t, x) \sim E \left\{ e^{-\sqrt{RG}x} + \sqrt{\frac{CR}{\pi t}} e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(RGx^2)^n}{(2n+1)!} \right. \\ \left. - \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{(-)^m (2m)!}{m! (4\eta t)^m} \right\}, \quad (x > 0)$$

となる。同様にして $i(t, x)$ は

$$i(t, x) = E \sqrt{\frac{C}{R}} \left\{ \Re_0(t, \lambda) + \Re_{-\eta}(t, \lambda) \right\}$$

$$\sqrt{\lambda + \eta} e^{-\sqrt{CR}\sqrt{\lambda + \eta} x}$$

$$\sim E \sqrt{\frac{G}{R}} e^{-\sqrt{RG}x} - E \sqrt{\frac{C}{\pi R t}} e^{-\eta t} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(RGx^2)^n}{(2n)!} \\ \sum_{m=n+1}^{\infty} \frac{(-)^m (2m)!}{m! (4\eta t)^m}, \quad (x > 0)$$

となる。

(I. c). 一般線路 (線路定数: L.R.C.G.)

(II. 3) 式及び (II. 4) 式は

$$E_e(\lambda, x) = B_1(\lambda) e^{-j\lambda x}, \\ F_i(\lambda, x) = \frac{r(\lambda)}{L(\lambda + \alpha + \beta)} B_1(\lambda) e^{-j\lambda x}, \quad \left\{ \begin{array}{l} (x > 0) \\ \end{array} \right.$$

となり、又、境界条件は

$$F_e(\lambda, 0) = B_1(\lambda) L_c(\lambda, \lambda) - 1 \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) E(t)$$

又は

$$B_1(D) \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) E(t)$$

である。

故に擴張された變位定理と重疊定理とを利用すれば
(附録 (II) 参照) 所要の解は

$$\mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) e(t, x) = B_1(D) e^{-x/\nu \sqrt{(D+\alpha)^2 - \beta^2}} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) \\ = B_1(D) e^{-\alpha t} e^{-x/\nu \sqrt{D^2 - \beta^2}} e^{\alpha t} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) \\ = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ e^{-\alpha \frac{x}{v}} E \left(t - \frac{x}{v} \right) \right. \\ \left. + \beta \frac{x}{v} \int_{x/v}^t E(t-\tau) e^{-\alpha \tau} \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}} d\tau \right\} \quad (x > 0),$$

$$\mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) i(t, x) \\ = \frac{\sqrt{(D+\alpha)^2 - \beta^2}}{v L(D+\alpha+\beta)} B_1(D) e^{-x/\nu \sqrt{(D+2)^2 - \beta^2}} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) \\ = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \sqrt{\frac{C}{L}} \left\{ E(+0) e^{-\alpha t} I_0(\beta \sqrt{t^2 - x^2/v^2}) \right. \\ \left. + \int_{x/v}^t \left[\frac{G}{C} E(t-\tau) + E'(t-\tau) \right] e^{-\alpha \tau} I_0(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}) d\tau \right\}, \quad (x > 0)$$

の如くに得られる。

特に L, R, C, G の間に $\beta = 0$ 。即ち

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \quad (= \alpha)$$

の如き關係ある時は、所謂歪無き狀態が得られるが、それは

$$e(t, x) = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) e^{-\alpha \frac{x}{v}} E(t-x/v), \\ i(t, x) = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \sqrt{\frac{C}{L}} e^{-\alpha \frac{x}{v}} E(t-x/v), \quad \left\{ \begin{array}{l} (t \geq 0,) \\ (x > 0) \end{array} \right.$$

となる。

附 錄 (II)

擴張された重疊の定理と第 III 篇の公式 (36) とにより

$$e^{-x/\nu \sqrt{(D+\alpha)^2 - \beta^2}} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) \\ \equiv e^{-\alpha t} e^{-x/\nu \sqrt{D^2 - \beta^2}} e^{\alpha t} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) \\ \equiv e^{-\alpha t} \frac{1}{D-2} D \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ 1 + \beta \frac{x}{v} \int_{x/v}^t \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}} d\tau \right\} \\ \equiv D^{-1} \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) e^{-\alpha t} \left\{ \rho \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) + 1 + \beta \frac{x}{v} \frac{I_1(\beta \sqrt{t^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{t^2 - x^2/v^2}} \right\} \\ \equiv \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ \int_{x/v}^t e^{-\alpha t} \rho(t-x/v) dt \right. \\ \left. + \beta \frac{x}{v} \int_{x/v}^t e^{-\alpha t} \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}} d\tau \right\} \\ \equiv \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ e^{-\alpha \frac{x}{v}} + \beta \frac{x}{v} \int_{x/v}^t e^{-\alpha t} \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}} d\tau \right\} \\ = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) B_1(t, x)$$

なる故、再び擴張された重疊の定理により

$$\mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) e(t, x) \\ = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ e^{-\alpha \frac{x}{v}} E(t-x/v) + \int_{x/v}^t E(t-\tau) B_{1\tau}(\tau, x) d\tau \right\}$$

然るに

$$B_{1\tau}(\tau, x) = \beta \frac{x}{v} e^{-\alpha \tau} \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}}$$

であるから

$$\mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ 0 \end{matrix} \right) e(t, x) = \mathbf{1} \left(\begin{matrix} t \\ x/v \end{matrix} \right) \left\{ e^{-\alpha \frac{x}{v}} E(t-x/v) \right. \\ \left. + \beta \frac{x}{v} \int_{x/v}^t E(t-\tau) e^{-\alpha \tau} \frac{I_1(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2})}{\sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}} d\tau \right\}, \quad (x > 0)$$

が得られる。

又、同様にして

$$\begin{aligned} & \mathbf{1} \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) i(t, x) \\ &= \frac{1}{vL} B_1(D) e^{-\alpha t} \left(1 + \frac{\alpha - \beta}{D - \alpha} \right) \frac{D}{\sqrt{D^2 - \beta^2}} e^{-x/v\sqrt{D^2 - \beta^2}} \mathbf{1} \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \\ &= \frac{1}{vL} B_1(D) \mathbf{1} \left(\begin{smallmatrix} t \\ x/v \end{smallmatrix} \right) \left\{ e^{-\alpha t} I_0(\beta \sqrt{t^2 - x^2/v^2}) \right. \\ &\quad \left. + (\alpha^2 - \beta^2) \int_{x/v}^t e^{-\alpha \tau} I_0(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}) d\tau \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \mathbf{1} \left(\begin{smallmatrix} t \\ x/v \end{smallmatrix} \right) \sqrt{\frac{C}{L}} \left\{ E(+0) e^{-\alpha t} I_0(\beta \sqrt{t^2 - x^2/v^2}) \right. \\ &\quad \left. + \int_{x/v}^t \left[\frac{G}{C} E(t-\tau) + E'(t-\tau) \right] e^{-\alpha \tau} I_0(\beta \sqrt{\tau^2 - x^2/v^2}) d\tau \right\} \end{aligned}$$

(x > 0)

が求められる。

(つづく)

「三菱電機」第21卷 第4號 7月號掲載內容

- | | |
|------------------------|---|
| 220 KV 幹線用變壓器に關する考察 | 木村 久男 |
| クライドノグラフ(衝擊電壓記錄器) | 藤山長三郎 |
| 市街電車用多段式制御器 | 鶴井祐之 |
| 坑内用高壓油入開閉器付
變壓器に就いて | 松尾 昇始
若杉 勝
櫻本 俊彌
糟谷 一郎
荻野 実 |
| 47-D型ラヂオ受信機 | |

新製品紹介

- 100 V 600 W 三菱電氣釜
3 KW 三菱ラヂオヒーター

新製品紹介

三菱ベルトワックス

あらゆるベルトの滑り止めに

特 長

- ★ 適度の硬度と粘着性とを備えています。
- ★ 軟化點は極めて高く、C 60° 以上の化學的優良品です。

効 能

- ★ 凡ゆるベルトのスリップを完全に防止するので、原動力の空費を防ぎ、機械の損耗を防止します。

御 使用 法

- ★ ベルトの摩擦面を平均に密着する様に塗ります。
- ★ 萬一ワックスの硬過ぎる場合は、少し加熱して使用すれば、密着も容易で効果も大あります。



三菱電機製パッドロック

合鍵の使えない錠前

あなたの大切な品物を保管する時には、必ず錠前をかけておかれるでしょう。しかし何時のために錠前が外れている事がありますか? これは針金を使って開けられたり、合鍵を使われたり、鎖で切斷されたりして開けられたもので、あなたの貴重な品物が思わぬ損失を蒙ることがあります。

三菱電機製パッドロックは、その缺點を補うため、特に研究を重ねて設計製作されたもので、絶対安全な錠前として廣くあなたの方にお薦め出来るものです。是非一度御試し下さい。

特徴

1. 本品はピン及び薄の組合せにより、複雑な機構を持ち、絶対に合鍵を作ることが出来ません。
2. 獨特な機構により、31,104 個の異つた鍵が出来ます。
3. 合鍵は當社に於いてのみ秘密番号により製作することが出来ます。
4. 環は表面のみ焼入れ後、クローム鍍金とし、硬度は「ツヨアード」70~80 度であります。從つて合鍵を使うことも、鎖が切斷することも、又ハソマーで破損することも出来ません。



「三　菱　電　機」

9　月　號

第21卷 第5號

昭和22年9月15日印刷

昭和22年9月20日發行(隔月1回20日發行)

【禁無断轉載】

定價1部 金4圓(送料￥1.20錢)

編輯兼發行人

小林稻城

印 刷 者

東京都中央區銀座3丁目4番地
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

東京都千代田区丸の内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)3344(6)
日本出版協会員番號B213013