

三菱電機

第 19 卷 昭和 18 年 6 月 第 6 號

内 容 目 次

海下舟の投下試験	池 田 猛	137 (1)
S R 型多重接点自動電壓調整器	新 谷 保 次	160 (4)
箱形誘導電動機の林詰損	片 山 仁 八 郎	163 (7)
橋火管制御電源電壓制御装置	木 村 久 男	173 (17)
高純度アルミニウム鋳造製造とアルミ線に就て	土 屋 慶 幸	175 (19)
ミラノ 變速車 (1)	伊 東 瑛	199 (23)
BM 型ターボモートル	吉 村 芳 郎	181 (25)
Heaviside 演算子法の對する新しい考案と その電気回路解析に於ける應用 (VIII)	菅 野 正 雄	183 (27)

三菱電機株式會社

三菱電機

第十九卷

昭和十八年六月

第六號

629.136.004.4

落下傘の 投下試験

陸軍航空本部検閲済
海軍航空本部検閲済

〇〇工場 池田 猛

内容梗概

落下傘の投下試験に際して注意すべき諸點並びに落下傘の降下速度及び開傘時の衝撃についての解説である。

1. 落下傘部隊

昭和十七年二月十五日午後五時十分、場所は陸軍省報道部長室、夕暗漸く部屋の隅々を襲ふ頃、突如電燈は煌々と點ぜられ報道部長が晴れ晴れとした顔で重大発表を次の様に音吐朗々と読み上げた。

強力なる帝國陸軍落下傘部隊は、二月十四日午前十一時二十六分蘭印最大の油田地たる スマトラ 島 パレンバン に



第1圖 投下試験用ロボット

感謝狀
今般帝國陸軍落下傘部隊大
隊スマトラ島パレンバン奇襲占領
ニ成功シ赫々我果ヲ發揚スル
貴社従業員各位ヨリ夜寝食ヲ
忘レ増産目的ヲ達成ニ一途邁進
スル今般戰果一素因ニ成レル
ヲ認メ茲ニ貴社従業員各位ニ
對シ謝意ヲ表ス
昭和十七年四月一日
陸軍省報道部長室長肥原賢二

本感謝狀は、パレンバンに落下傘奇襲作戰に成功し、當社の製品の優秀なるを認められ時の陸軍航空本部長土肥原賢二閣下より贈られたものである。

對する奇襲降下に成功し敵を撃破して飛行場其の他の要地を占領確保するとともに、更に戰果を擴大中なり…。

嗚呼この報道ノ今迄覆面をして居た帝國落下傘部隊が正々その覆面をかなぐり捨て、全世界に一大聲を發した瞬間であつたのである。然らばその落下傘に關し今迄何處で誰が之れが生産に従事し、何處で將兵が訓練を受けて居たのか？ 國民均しく驚きの眼を瞪ると同時に全世界も亦深き驚愕に打たれた。此の奇襲部隊の使用された落下傘こそ我〇〇工場で生産されたのである。ここに改めて讀者各位に得意と名譽とをかけ、この事を報道出來るのを誠に欣快とするものである。

落下傘製造に關する詳細に就て茲に記述する自由を持たないが、本文では製作者として見た落下傘の投下試験に關し略述する事にする。

總べての機械器具の工作完了後、試験検査が必ず必要であると同様、人命を預る重要な直接兵器としての落下傘投下試験は製造工程として重要な部分を占めて居るのは論を俟たぬ。投下試験に依り箇々の落下傘が使用目的に適するや否や、又同種同型式のものの性能は充分であるか、並びに將來如何に改良せらる可きであるか等々投下試験の目的は全く他の機具の試験検査と同様の意義を有する。

2. 投下試験の方法

組立てられた落下傘は所謂抽出試験を施行する。之には適當な廣さの飛行場と完全に裝備された數台の飛行機とを必要とする。被試験傘は一々ロボットを用ひて飛行機から投下して次項に述ぶる如き項目に依り検査試験す

る。投下試験に際し注意すべき事項は概ね次の各項である。

ア、地上風速〇米毎秒以上並に地上温潤の際は投下試験は施行してはならぬ。

イ、落下傘をロボットに取付けるには着陸時収納袋がロボットの下敷きとならぬ様装着する事が必要である。

ウ、自動索（開傘索）の長さを適當に定めて胴体又は尾翼等に纏絡せぬ様注意する事。特に自動索（開傘索）を機体に懸吊する事を忘れ勝ちであるから、絶対に斯かる事なき様豫め責任者を定めて試験飛行開始前に必ず点検する事。

エ、投下傘の整理係員は3乃至4名とし、次の投下傘を積載した飛行機が接近したならば地上で実施中の整理仕事を中止し必ず飛行機に注目して次の投下傘の状況に注意する事。之は特に不測の災害を未然に防ぐに必要な事項である。

3. 調査要目並に諸注意

投下試験実施に際し調査すべき項目は概ね次の通りである。

ア、試験開始前に調査すべき事項

(1) 大気の状態

天候 風向 風速（米毎秒）

(2) 重量

落下傘（通常8乃至10疋）

ロボット（通常70乃至80疋）

(3) 自動索の長さ（實長は約7.5米あるが15米で作用する如く調節す）

イ、試験時に調査すべき事項

(1) 傘の安定性

傘の振動程度、傘の膨縮程度（通常2回起る）

(2) 傘各部の動作

主として開傘装置、着脱装置

(3) 投下機（速度（杆毎時）

(4) 投下高度（米）

(5) 開傘所要時間（自動索の長さに依り異なるも通常2乃至3秒）

(6) 投下時より着陸までの所要時間（秒）

(7) 傘の降下速度（通常5.5米毎秒）

投下試験に當つて實測項目は上記の内イ、(1)項、

(5)項、(6)項等で最後の(7)項は之れ等の測定結果より算出する。傘の振動程度は其の半週期毎の回数を測定する。又開傘所要時間は傘が投下された瞬間から完全開傘迄の自由降下の行程時間で、測定者はこの時間に關し極めて正確に記録する事に努めねばならぬが、相當の困難を伴ふものである。従而最も熟練を要する。

4. 降下速度

前節に述べた如く傘の降下速度は他の諸記録から算出

するのであるが、空氣中を物体が落下する際に起る抵抗は其の形状、表面積、重量、大さ並に其の運動方向に對する姿勢に依て様ではない。然し乍ら落下傘が投下されてから開傘する迄の間は、傘が傘囊に收められた儘なので概略的にはその面積を零と見れば、空氣に抵抗されず自由落下するものと見る事が出来る。従て今落下傘が飛行機を離れて完全開傘迄の時間（即ち自由降下の時間）を t 秒とし h を其間に落下する行程とすれば

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

となる。今

H = 落下傘投下時に於ける飛行機の高さ。

H' = 落下傘が完全開傘してから着陸する迄の通過距離。

T = 落下傘が飛行機を離れてから着陸する迄の時間

T' = 傘が完全開傘してから着陸迄に要する時間。

とすれば

$$v = \frac{H'}{T'} = \frac{H-h}{T-t} = \frac{H - \frac{1}{2}gt^2}{T-t}$$

となり H 、 T 及び t を測定する事に依り、落下傘の降下速度を算出し得る事となり。

今 $H=120$ 米 $t=3$ 秒とし、 T の測定値が18.2秒であれば $v=5$ 米毎秒となる。

次に上例の如く $H=120$ 米 $t=3$ 秒に調節し各投下傘に對する T を測定記録し之に依り豫め降下速度表を作つたとすると下表が得られる。

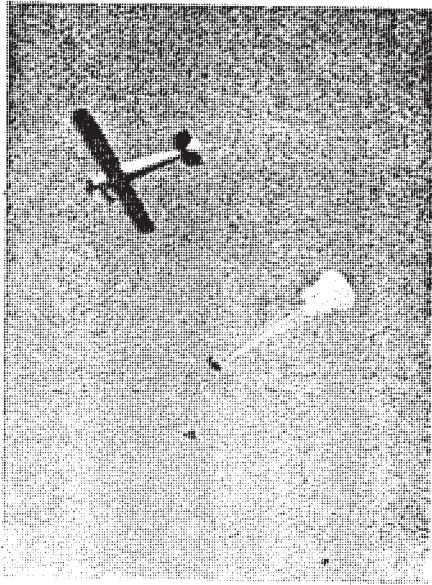
t	T	T'	v	t	T	T'	v
3.0	18.1	15.1	5.0	3.0	19.1	16.1	4.7
"	18.2	15.2	"	"	19.2	16.2	4.7
"	18.3	15.3	"	"	19.3	16.3	4.7
"	18.4	15.4	4.9	"	19.4	16.4	4.6
"	18.5	15.5	"	"	19.5	16.5	4.6
"	18.6	15.6	"	"	19.6	16.6	4.6
"	18.7	15.7	4.8	"	19.7	16.7	4.6
"	18.8	15.8	"	"	19.8	16.8	4.5
"	18.9	15.9	"	"	19.9	16.9	4.5
"	19.0	16.0	"	"	20.0	17.0	4.5

即ち T を正確に測定すれば直ちに v 即ち傘の降下速度を判定し得る。斯の如き表を H 及び t の他の値に就き作製して置けば、各々の場合に於ける傘の降下速度は前例と同様簡単に且つ正確に算出し得る理である。而して現時の落下傘は大体4乃至5秒の降下速度を有する様設計されてあるので、數回の實驗を重ねれば斯の表も亦數種用意すれば事足りるわけである。

5. 開傘刹那の衝撃

最後に投下試験とは直接關係はないが開傘刹那の衝撃につき記して見度い。

今日の落下傘の降下速度は大体秒速5米程度になる様に設計されて居る事は既述の通りであるが、此の速度で着陸の時、どの位の衝撃があるかと云ふと S を落下距離



第2圖 開傘刹那



第3圖 着陸直後

とするとき

$$v^2 = 2gS \quad \text{従つて} \quad S = \frac{v^2}{2g}$$

であるから落下物体の受くる衝撃を A 、重量を W とすれば

$$A = W \times S = \frac{Wv^2}{2g}$$

にて表はされるから 80 斤の人体が降下した場合には

$$A = \frac{80 \times 5^2}{2 \times 9.81} = 100 \text{ 斤米 (約)}$$

即ち着陸の瞬間に 100 斤の衝撃を受けることになる。開傘時に於ける衝撃に就ても同様の理論が成立するから、今一例を取つて上記の重量の人間が落下傘を負ふて飛行機より飛び出してから最大落下速度 52 米毎秒に至つて開傘したとすると、人体の有するエネルギーは上と同様に計算して

$$A = 10,000 \text{ 斤米 (約)}$$

でこれが衝撃に變るのであるが、瞬時に起るのでなく前節に述べた自由降下行程 h に對する所要時間 t は更に細分されて次の三段階となる。即ち

1. 收囊された傘が機体を離れてより開傘し始むる迄の時間

2. 自動索が働き更に開傘装置が作用して傘が囊より跳び出し傘に空氣が入り始める迄の時間

3. 傘に空氣が入り始めてより完全開傘迄の時間
- 此の第3項の行程に依つて衝撃は起る。實驗結果よりこの時間は 0.4 秒であるからこの時間中に人体は約 20 米落下する。従つて人体の受くる衝撃値はエネルギーが全部人体に及ぼすものとして

$$A' = \frac{10000}{20} = 500 \text{ 斤 (約)}$$

となる。然し實際には空中にて起る現象であるからエネルギーは傘体、吊索等に吸収されるから、かゝる大なる衝撃は受けぬ。依つて製作の設計に當つては此衝撃を目標にすればよい。而して開傘時の衝撃は何處で起るかと言ふと次の二種から成る即ち

- イ、開傘の最初に衝撃が傘体の中心に向けられて起るか

- ロ、完全開傘の瞬時に傘全体に分配されて起るかとの二つである。依て落下物体は上記二種の衝撃を受ける事になる。斯る大なる衝撃に耐える如き傘の製造方法は着々と改善されつゝあるが、同時に此衝撃に耐え得る如く落下傘兵が血の浸む様な訓練を日毎重ねつゝある理由もこゝに在る。

SR 型 多 重 接 點 自 動 電 壓 調 整 器

神 戸 製 作 所 新 谷 保 次

内 寄 梗 概

當社に於て最近開發した重主接點抵抗短絡型の自動電壓調整器に就き、動作原理、構造、その他の特徴を紹介したもので耐振、耐衝擊性なる所以を説明する。

1 緒 言

SR 型自動電壓調整器は直接操作抵抗器型の自動電壓調整器で、從來の型に比較して動作原理が簡單である爲其の構造も簡單頑丈となり普通の用途には勿論、艦船、車輛の如く振動傾斜等のある所に使用しても、大いに其特徴を發揮する事が出來、調整点檢等取扱が極めて容易であり、而も實用上充分なる感度を有するものである。

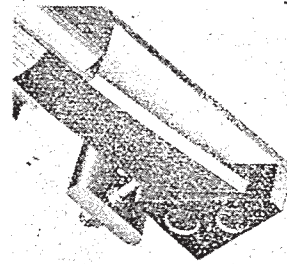
2 構造及動作原理

第3圖及4圖の如く、多數の薄い發條板の一端に小さな銀接點を取付け他の端を絶縁板と交互に積み重ね、合に締め付けて固定し、之等を界磁抵抗の各端子に接續してある。接點板の自由端は絶縁體で受け止められてゐるので銀接點は各々一様な小間隙を保ち、又此の間隙は絶縁體の取付角度を變へる事により任意に調整し得る様になつてゐる。

此等の銀接點は、驅動力を左方から押すと接點板が左端の方から絶縁體を離れるので、順次に接觸し始め其の間に接續された抵抗を短絡する。此の様にして驅動力を極く僅か左右に動かす事により全抵抗を挿入或は短絡する事が出来るのである。

驅動力は發電機電壓により勵磁されてゐる電磁石により電壓の變化に應じて動かされ、抵抗を加減する。

電磁石は第5圖及6圖の如く□型の固定鐵心に勵磁線輪が卷かれ其の空隙中を、可動腕に取り付けられた鐵心

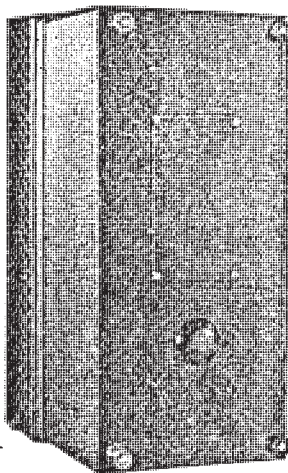


第 3 圖 構 造 圖

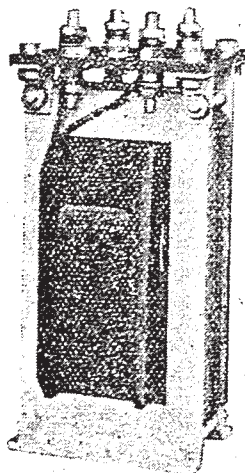
が移動し其の上端の驅動力を動かすのである。

可動腕は輕金屬の板で作られ、又十字に交叉した4枚の薄い發條板で支持されてゐる爲、慣性が小さくて摩擦の影響を全然受けず、動作が敏速となり充分なる感度と速應性を得る事が出来る。

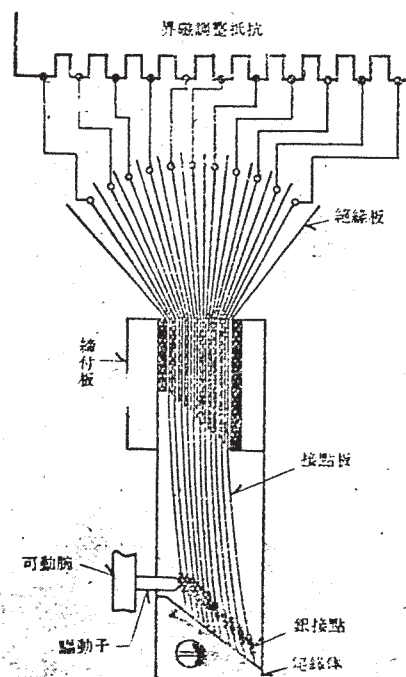
電磁石吸引力は可動腕上部反對方向に引張る蔓巻き發條の力と釣合ひ、勵磁線輪に規定電流を通じた時、兩者の力が何時も平衡する如く可動鐵心を特殊な形狀に設計してある爲、勵磁電流從つて發電機電壓が極く僅か變化しただけで、全抵抗を調整する事が出来るのである。



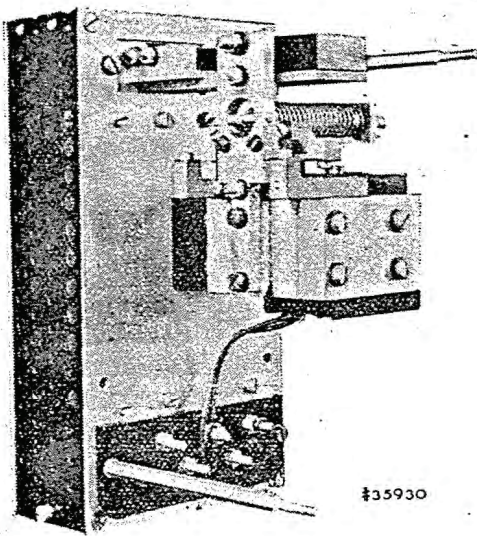
第 1 圖 外 觀 寫 眞



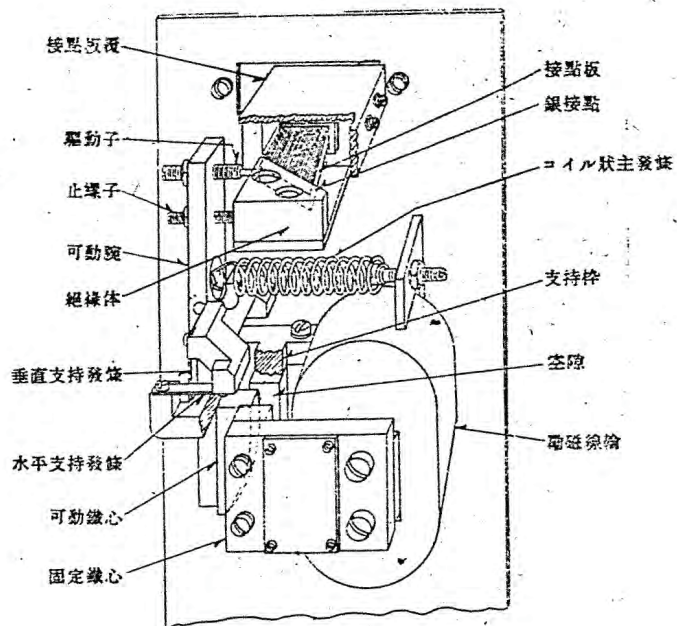
第 2 圖 安 定 變 壓 器



第 4 圖 構 造 圖



第5図 SR型自動電圧調整器



第6図 構造説明図

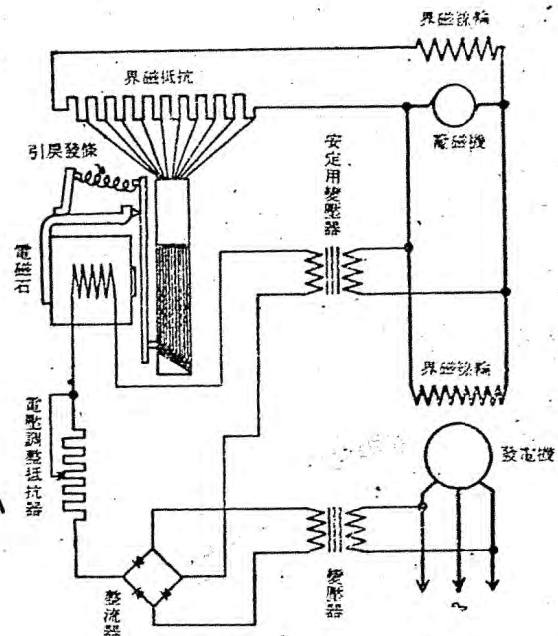
第7圖に於て發電機の界磁は勵磁機から勵磁され、電圧調整器の電圧線輪は適當な變成器及全波整流器を通して發電機電壓から勵磁されてゐる。

今發電機及勵磁機が規定速度で運轉してゐる場合、發電機電壓が規定よりも低かつたとすると、主發條の力が電磁石の吸引力よりも強く、驅動子は右方に押され接点を閉じてゐるので發電機電壓は上昇し、電壓が規定値に近附くに従ひ、電磁石の吸引力が増し、驅動子は左に移動して抵抗を挿入し、規定電壓を發生するに適當な抵抗値となる所迄動く。此の状態で發電機電壓に変化がなければ驅動子は静止し続け、電壓が變化した場合には急速に其の位置を變化して電壓を規定値に回復せしめる。

併し乍ら回轉機界磁の如き誘導回路には時定數があり又調整器自身にも多少の電氣的機械的遅れを生ずる爲電壓調整に際し感度を高めて變動率を小さくし様とすれば規定電壓の上下を振動し乍ら一定値に近附く、謂所亂調現象を起すのが常である。本調整器に於ては上記亂調を防止する爲特殊な變壓器を使用して制動を行はしめてゐる。此の安定變壓器の鐵心には、直流勵磁によつて磁氣回路が飽和せぬ様小さな空隙を作り、其の一次線輪を發電機界磁に並列に、二次線輪を、勵磁線輪と直列に接続してゐる。此等の線輪は、調整器が靜定してゐる時には抵抗分のみと考へられ何等作用しないが、發電機電壓が變化し、調整器が動作して勵磁電壓が變化せんとする瞬間一次線輪より二次側に勢力を誘發し、調整器勵磁線輪の電流を變化して、可動部を電氣的に制動する。従つて發電機電壓は迅速に整定し、極めて安定な調整作用を行ふ事が出来る。

SR型自動電圧調整器では此の様な純電氣的制動法を採用した結果、從來の油制動壺等機械的な制動法と違つて、調整手入等を行ふ必要が皆無であり、而も其の磨擦の爲に感度を悪くする虞れない。

此の調整器の各接点間の電壓は電弧電壓以下に、又其

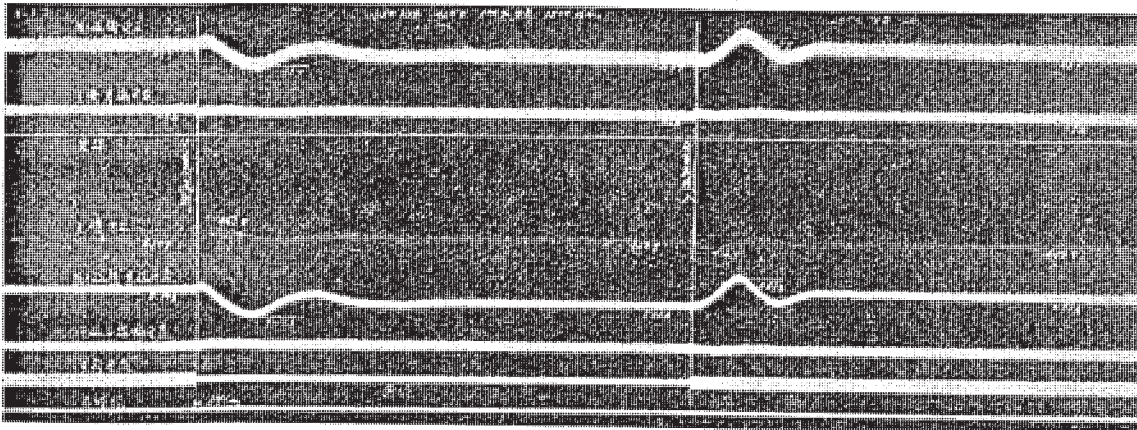


第7図 結線圖

のホルトアンペアも適當に制限してあるので、接点の開放短絡に際して、火花を發生し其れにより接解面を損傷する虞れなく、而も常にワイプを行なつてゐるので、接点の壽命は殆んど永久的で、特殊合金の接点を使用する心要もないのである。

其の他可動部の重心が支點になる様設計してあるので如何なる取付位置に於ても電壓が變化する様な事がなく衝撃、振動にも充分耐へ極めて廣い應用範圍を有してゐるのである。

又本器の主要部分である接点板には、塵埃の侵入を防ぐ爲覆を取り付け、調整部分全體は、ゴムパッキンを施した箱の中に入れ、界磁抵抗は隔離して其の後部に取り付け熱の放散を良くした爲、前記各種の特徴と相俟つて



第8圖 450kVA. 450V. 1800R.P.M. 發電機に使用の作動狀態

長期に亘り調整手入等を行ふ事なく、極めて確實な運轉
行ふ事が出来る。

電壓の調整は箱の前部にある電壓調整抵抗器の撥みを
廻す事により、簡単に規定電壓の上下約 10 % を調整す
る事が出来る。

第8圖は本器を 450 KVA 450V 1800 R.P.M. の發電
機に使用した場合の作動狀態を示す オシログラム である。

全負荷を遮斷した場合でも、電壓の瞬間的變化は 19V
(約 4.2%) で、約 3 秒後整定し、電壓變動率は殆ど零と
なつてゐる。圖より明らかなる如く、調整器は負荷遮斷
後直ちに動作し始めてゐるのであるが、界磁回路の時定
數の爲發電機の電壓回復が遅れてゐるのであつて、之は
各發電機に特有なものである。

本器は交流發電機のみならず、直流發電機にも其の儘
使用出来る事は勿論で、又接點部分のみを多數組並列に
操作せしめる事により、數千キロワットの發電機に迄も使
用する事が出来るものである。

3 結 言

以上 SR 型自動電壓調整器に就いて簡単に御紹介した
が、其の特徴を要約すれば

1. 動作原理が簡單である爲、構造が簡單頑丈で取扱
が容易である
2. 消耗部分が無いので、取換再調整の必要がない
3. 接點は特殊合金を使用せずとも火花を發生する事
がなく消耗の虞れがない
4. 純要氣的制動法を採用した爲極めて安定確實な運
轉が出来る
5. 其の斬新な構造の爲に充分なる耐振、耐衝擊性を
有し應用範圍が廣い

等であり目下各方面の需要に應じ大小各種の發電機に
使用して極めて優秀な成績を擧げてゐるのであつて、今
後從來の各型自動電壓調整器に代り益々其の用途を増す
事と思はれる。

籠形誘導電動機の脈動損

長崎製作所 片山 仁 八 郎

内 容 梗 概

籠形誘導電動機の回轉子導体に於ける脈動損の發生機構について考察し、二三の實驗結果を示し、此の損失は回轉子溝數の選擇と回轉子導体の絶縁等により或程度まで減少し得ることを述べる。

1. 緒 言

籠形誘導電動機は、構造、操作、價格等に於いて巻線形誘導電動機より有利なる爲に、近年次第にその使用範圍を擴大し、殊に時局下導電材料節約の要望に沿ふて、此の傾向は益々強化されんとして居る。

然るに籠形電動機に於ては、高調波磁束に基因する異常現象が一般に巻線形電動機より顯著であり、甚しい場合には使用不能に陥る様なことも起り得るのである。

即ち高調波磁束に基く異常現象としては、周知の如く高調波寄生回轉力による同期及び非同期 クローリング、及び振動音響等であつて、籠形電動機の初期に於いては、設計製作上種々の困難に遭遇したのである。然し、その後此の種異常現象は溝數を適當に選擇することによつて避け得ることが解り、不適當な溝數は經驗的に語り傳へられて居り、固定子及び回轉子の各々の溝數とその組合せについては、理論、實驗の各方面より多數の有益な文献が發表されて居る⁽¹⁾。

而して籠形電動機の異常現象としては、上記のもの以外に漂遊損が一般に大きいと言ふこともよく知られて居る處である。即ち高調波磁束によつて回轉子に脈動損を發生し、同一條件に於ける巻線形電動機よりも能率に於いて數パーセントの減少を來すことがある⁽²⁾。斯の如く脈動損失が通常鐵損に匹敵する様な場合には（特別な場合には通常鐵損の數倍に達することがある。）能率のみならず温度上昇にも影響し、脈動損による温度上昇が 5～10°C に達することは敢えて珍しくなく、時によると異常な温度上昇を惹起することがある。

此の現象についても多くの研究發表が行はれて居るが此處には回轉子導体中に於ける脈動損失に關して、二、三の私見と實驗結果について述べ、それが回轉子溝數及び回轉子導体の絶縁と密接な關係を有することを記し諸先輩の御叱正を仰ぐ次第である。

2. 高調波回轉磁束

誘導電動機に於いて高調波回轉磁束の發生する原因は次の如きものである。

- (i) 固定子起磁力の空間的歪形分布
 - (ii) 溝及び齒の部分のパーミアンスの相異による脈動
 - (iii) 電源電壓の含む時間的高調波
 - (iv) 磁氣飽和
- 第(iii)項と第(iv)項による高調波は差當り無視す

ることとし、以下便宜上第(i)項による高調波磁束を第1種高調波磁束、此によつて生ずる脈動損を第1種脈動損と稱することとし、第(ii)項の高調波磁束を第2種高調波磁束、それによる脈動損を第2種脈動損と呼ぶこととする。

ア. 第1種高調波磁束（固定子起磁力の歪形分布によるもの）

此は固定子巻線を溝中に分布して巻くために必然的に發生するものであり、此の固定子高調波回轉磁束によつて、回轉子導体に高調波電壓を發生する。この回轉子高調波電壓の發生機構については二種の考へ方がある様である。即ちその一は、固定子高調波磁束と回轉子導体の相對運動による誘起電壓とするものであり、他は空隙に於ける電流分布（一次二次電流分布の和）を正弦波形とする様な電流が回轉子に流れるとするものである。

(1) 第1の考へ方によれば⁽³⁾

固定子磁束の高調波次數を ν とすると、 ν は次式によつて表はされる。

$$\nu = km_1 + 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し

$k_1 = 0$ を含む正又は負の整数

$m_1 =$ 一次相數

對稱三相巻線では奇數次の高調波のみであるから、 k は偶數のみとなる。故に

$$\nu = 3k_1 + 1 \quad \dots\dots\dots (1a)$$

例へば

第1表 第1種高調波次數

$k_1 =$	0	-2	+2	-4	+4	-6	+6	-8	+8	
$\nu =$	1	-5	+7	-11	+13	-17	+19	-23	+25	

表中の正の符號は基本波と同方向に回轉することを示し、負の符號は逆方向に回轉することを示すものである。

基本波の回轉數を n_1 とすれば、 ν 次調波の回轉數は

$$n_\nu = \pm \frac{1}{\nu} n_1$$

ν 次の固定子高調波磁束によつて誘起される回轉子電流は次式によつて表はされる。

$$i_{\nu} = \sqrt{2} I_{\nu} \sin s_\nu \omega t \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し

$$s_\nu = \nu \text{ 次調波に對する回轉子の滑り} \\ = 1 - \nu(1-s) \quad \dots\dots\dots (3)$$

s = 基本波に対する回轉子の滑り

その周波数は

$$f_{2\nu} = s\nu f_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

f_1 = 電源周波数

例へば基本波に対する滑り $s=3\%$ 、一次周波数 60 サイクルの電動機では、 $s\nu$ 及び $f_{2\nu}$ は次表の如くなる。

第2表 回轉子調波の周波数とそれに対する回轉子の滑り

ν	-5	+7	-11	+13	-17	+19	
$s\nu$	5.85	-5.79	11.67	-11.6	17.5	-17.4	
$f_{2\nu}$ サイクル	351	348	700	696	1050	1048	

此の回轉子高調波電流の爲に、更に高調波回轉磁界が発生するが、此は又次の二の場合に分けて考へるべきである。

(a) 一次二次の極数、相数が等しい場合

此の場合には、回轉子の發生する回轉磁界は固定子のそれと回轉数は相等しい。然し籠形電動機では一次二次の相数は等しくないのが普通である。

(b) 一次二次の極数等しく、相数の異なる場合

此の場合の回轉子高調波磁束の高調波次数 μ は(5)式によつて與へられる。

$$\mu = \nu + k_2 m_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

但し

ν = 固定子高調波次数

m_2 = 二次相数

$k_2=0$ を含む正負の整数

例へば 極数=4

二次溝数=46

の籠形電動機に於いて、固定子の第5高調波磁束に依つて生ずる回轉子高調波磁束の次数は次表で表はされる。

第3表 回轉子第5高調波による磁束回轉子高調波磁束

k_2	0	+1	-1	+2	-2	+3	-3	
ν	-5	+18	-28	+41	-51	+64	-74	

μ 次回轉子高調波磁束の回轉数は

回轉子に対して

$$n_\mu = \frac{1}{\mu} \cdot s\nu \cdot n_1 = \frac{1}{\mu} \{1 - \nu(1-s)\} n_1 \quad \dots\dots (6)$$

固定子に対して

$$\begin{aligned} n_\mu + n &= n_\mu + n_1(1-s) \\ &= \frac{1}{\mu} \{1 - (\nu - \mu)(1-s)\} n_1 \quad \dots\dots (7) \end{aligned}$$

此等の一次二次高調波磁束が寄生回轉力や振動等が発生すると共に、脈動損の一原因となる。

(2) 第2の考へ方

此は B.J. Failey の假定⁽⁴⁾を基とする考へ方である。

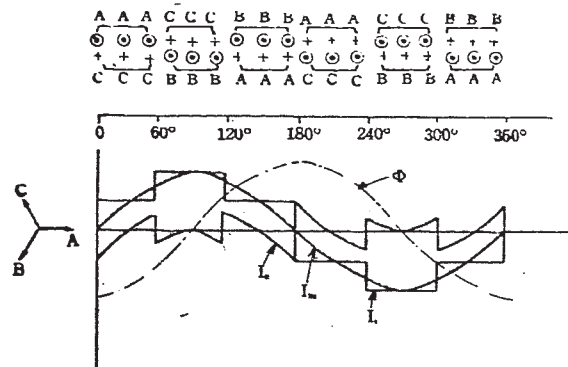
即ち固定子起磁力の空間分布は非正弦波であるが、磁束分布は正弦波でなければならない。従つて回轉子電流

の分布は、固定子電流の歪形分布を補つて、その總和たる全電流分布が正弦波をなす如きものでなければならない。故に固定子電流分布が分ると、磁束即ち勵磁電流の分布を假定することにより、回轉子電流分布を求めることが出来る。

例へば、第1圖は

3相、毎極に溝、 $\frac{3}{2}$ ピッチ 短節巻

の同期速度に於ける磁束、電流の關係を示すものである。



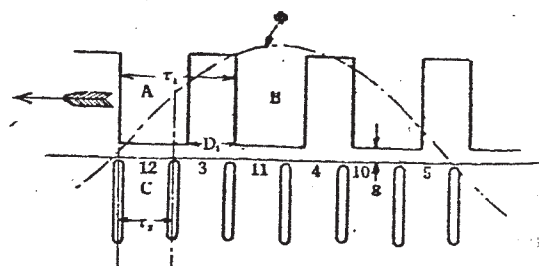
第1圖 第1種高調波電流
A,B,C, 三相 Φ = 磁束 I_1 = 一次電流 I_2 = 二次電流 I_m = 分磁電流

圖に於て、磁束 Φ を正弦波分布とするためには、勵磁電流 I_m も正弦波でなければならない。一次電流 I_1 は圖の如く段階的分布をなして居る。而して I_m は I_1 と二次電流 I_2 のベクトル和である。故に I_1 と I_m より I_2 を求めると、圖の如き複雑な高調波を含むものとなる。又同期速度に於ては、各々の回轉子導体の電流は時間に對して不變であるが、或る滑りを有するときは滑り周波数を以て脈動することとなる。更に負荷状態に於ては、一次二次共にその振幅を増加する。二次高調波電流は負荷と共に増加する漂遊負荷損の原因となる。

イ. 第2種高調波磁束(パーミアンスの脈動によるもの)

磁束は正弦波分布をなして居るものとする。即ち回轉子に於ける第種脈動電流の補償により、磁束は固定子起磁力の歪形分布に拘らず正弦波分布をなすものとする。且つ電動機は無負荷、同期速度であるとすれば、回轉磁束と回轉子の間には相對運動はない。即ち磁束と回轉子とは靜止し、固定子が回轉子の回轉と逆方向に同期速度を以て回轉して居ると考へることが出来る。

従つてパーミアンスの變化を考慮しなければ、各回轉子



第2圖 第2種高調波磁束
 r_1 = 一次溝ピッチ (空隙に於ける) r_2 = 二次溝ピッチ (空隙に於ける)
 g = 空隙長 Φ = 磁束

歯を通る磁束数は時間的には変化しない。(第2圖)

然し溝と歯のパーミアンスの相異により、回轉子歯が固定子歯の下にある時と固定子溝の下にある時とは、その回轉子歯を通る磁束が變化することとなる。此が第2種高調波磁束の原因である。

最大磁束下にある1固定子歯を通る磁束は、磁束が溝中を通らないものとして

$$\begin{aligned}\Phi_{z1} &= B_l \cdot \tau_1 \cdot l \\ &= \Phi \cdot \frac{1}{mq_1} \cdot \frac{\pi}{2} \dots \dots \dots (8)\end{aligned}$$

但し

B_l = 空隙に於ける磁束密度の最大値

τ_1 = " " 固定子溝ピッチ

l = 鐵心長

Φ = 每極磁束数

m = 相数

q = 固定子の每極每相の溝数

此の固定子歯磁束の中1回轉子歯へ通る磁束は、回轉子溝ピッチによつて覆はれる固定子歯の幅に比例する。例へば第2圖に於ける回轉子歯に示す数字はその割合を表してゐる。

さて回轉子歯 C に就て考へると、圖の位置から固定子が移動して、固定子歯 B が圖の A の位置に來ると、磁束は再び前の状態に戻る譯である。即ち回轉子歯の磁束脈動の周波数は

$$f_p = \frac{n_1 \pi D}{\frac{60}{\pi D} N_{z1}} = \frac{n_1}{60} N_{z1} = \frac{f}{p} N_{z1} \dots \dots \dots (9)$$

但し

f_p = 脈動周波数 サイクル/秒

n_1 = 同期速度 r.p.m.

D = 固定子内徑

N_{z1} = 固定子溝数

f = 電源周波数 サイクル/秒

p = 極對数

固定子三相巻線では、極数が分ると溝数は凡そ決定される。代表的な極数と溝数についてこの脈動周波数を求めると第4表の如くなる。

即ち大部分は 1,000~4,000 サイクルの範圍にあり、最も多いのは 1,000 サイクル級である。

此の脈動磁束の振幅は、空隙磁束密度、溝の開き、一次二次の溝数の比に比例する。Kocourek 氏⁽⁵⁾は、

$$\alpha = \frac{N_{z1}}{N_{z2}}$$

$$\delta = \frac{\alpha_1 - 2g}{\tau_1}$$

$$C_p = \frac{\Phi_{z2 \max} - \Phi_{z2 \min}}{2\Phi_{z2 \text{ mittel}}}$$

但

$\Phi_{z2 \max}$ = 最大磁束下に於ける回轉子歯最大磁束

$\Phi_{z2 \min}$ = " " " 最少磁束

$\Phi_{z2 \text{ mittel}}$ = " " " 平均磁束

と置き脈動損の計算法を示してゐる。

さて負荷がかゝると、この脈動周波数は滑り周波数によつて減少する。即ち滑りを s とすれば

$$f_p = \frac{n\pi D/60}{\pi D/N_{z1} + sn\pi D/60} f_p$$

故に

$$f_p = (1-s) \frac{f}{p} N_{z1} \dots \dots \dots (10)$$

脈動の振幅は磁束が一定である以上變化しないと考へて差支へない。

3. 高調波脈動損

以上述べた處により、高調波脈動損は次の2種に分類することが出来る。

第1種脈動損：此は Failey の假定に基く二次補償電流の銅損であつて、回轉子導体にのみ發生し他の部分には發生しない。

第2種脈動損：第2種高調波磁束に基くもので此の磁束脈動は固定子、回轉子の歯及び回轉子導体に損失を發生する。

ア. 齒部に於ける脈動損

此は上記の如く第2種脈動損に屬し、その周波数は固定子溝数と回轉数により一次的に決定し、第1種脈動周波数より高いのが普通である。而して此の如き高調波になると、ヒステリシス損は割合に小さくその大部分は渦流損よりなるものである。

又後に述べる如く回轉子導体中の脈動電流が鐵心を通つて流れるときには、銅損も發生すると考へねばならない。齒部に於ける鐵損の計算式は色々に出て居る様であるが、固定子齒に於けるものを重視し回轉子齒

第4表 第2種脈動周波数
一次周波数を 60 サイクルとした場合、同期速度に於ける値。

極数 一次溝数	2	4	6	8	10	12	14	16	18
36	2160								
48	2880	1440							
60		1800		900					
72		2160	1440	1080	864	720	617	540	
84		2520							
90					1080	900	772	675	
96		2880		1440		960		720	
105					1260		900		
108			2160			1080	926	810	
120		3600		1800	1440	1200		900	
126			2520				1080		
135									900
144				2160		1440		1080	
150					1800				1080
162							1440	1260	
168									
180					2340	1800			

に於けるものを無視して居る場合が多い。然し大富氏の實驗⁽⁶⁾によれば、回轉子齒脈動損が無視出来ないことが分る。齒部に於ける脈動損については別の機會に考察することとし、本稿では回轉子導体中の脈動銅損について述べることにする。

イ. 回轉子導体中の脈動損

(1) 第1種脈動損

固定子 ν 次高調波磁束によつて誘起される回轉子脈動電流の周波数は(4)式より

$$f_{av} = s\nu f_1$$

即ち此の脈動電流は第2種脈動電流の如く単一周波数のものでなく、固定子側の高調波次数に應じた多くの高調波電流が重疊されて居るものである。

その振幅は、固定子巻線の種類と方法とによつて決定される一次起磁力分布の波形率に依存する。(第1圖参照)更にその各々の振幅は固定子の相回轉につれて變化する。(此は第1圖を相回轉の夫々の位置について畫けば明である。)即ち端的に言へば第1種脈動損は、その質は本質的に決定されるものであるが、その量は固定子巻線の様式によつて決定されるものであつて、個々の場合によつて異り一般的に決定することは困難である。

次にこの脈動銅損の特徴は負荷と共に増加する漂遊負荷損となることである。第2の特徴は、表皮作用によつて電流分布が導体断面と不均一となり⁽⁷⁾、導体上部に於いて最大であつて、導体底部に於ては相當上減衰することである。又電流の位相も導体の深さと共に變化し、底部に行くにつれて位相が遅れることになる。此等の表皮作用は各調波の周波數によつて異なることは當然であり、此のために第1種脈動銅損を量的に決定することは更に複雑化するのである。

(2) 第2種脈動銅損

この周波數は固定子溝數と回轉數によつて一次的に決定される。(10式)又その振幅も適當な假定の下に比較的容易に求めることが出来る。然し表皮作用、回路のインピーダンス等の決定は困難であり、妥當な計算式も未だ發見されて居ない様である。

此の脈動銅損の特徴は、周波數が一般に第1種脈動電流より大きいこと、従つて表皮作用が顯著であり、溝底部に於てはこの脈動電流は殆ど消滅する。第2の特徴は、負荷の影響が回轉數の變化による周波數の減少のみである事である。即ち第2種脈動損は近似的に負荷によつて變化しないものと考へてよい。

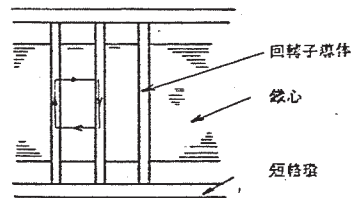
(3) 脈動銅損の大きさ及びその回路

回轉子導体中に於ける上記種の脈動銅損は何れが大きいかと言ふ事については、前者を大とする人⁽⁷⁾と、後者を大とする人⁽⁵⁾⁽⁸⁾とがある。然し一般的に言つて低壓電動機の半用型固定子溝の場合には第2種脈動損は比較的に小さいであらう。又固定子巻線を適當にした場合には第1種脈動損は減少するであらう。更に第2種脈動の方が周波數が高く表皮作用も大きく一般にこの損失は小さ

い様にも考へられる。即ち一概に何れを大とする譯には行かないと思ふ。

然しこの脈動損が問題となるのは多く高壓電動機の開放型固定子溝の場合であつて、この場合には第2種脈動損の方が壓倒的に大きく、溫度上昇に迄影響するのはこの損失であると思ふ。

さて此等脈動電流は上述の如く高周波にしてそれに対する滑りも大きい爲に、回路のインピーダンスは甚だ大きくなり、相當高い電壓であつても大きな電流は流れない筈である。而も各種測定によれば相當大きい電流が流れてゐる。此の原因については、磁氣回路の第2種脈動鐵損によりインピーダンスが減少することも考へられる。然し籠形電動機に於ける回轉子導体の如く絶縁されていない場合には、鐵心によつて短絡された状態となり、鐵心と導体よりなる回路のインピーダンスが小さくなり、大部分の脈動電流は此の回路を流れる様になると思ふ。(第3圖)



第3圖 脈動電流の回路

若しこの假定が合理的であれば、回轉子導体を絶縁することに依つて脈動損の減少を見る筈であるが、下記の實驗に於ては脈動損の凡そ50%が減少した。此は導体と鐵心の接觸の度合によるものであり一概に言ふことは出来ないが、此の如き現象については十分注意を拂ふべきである。

ウ. 脈動損の溝數

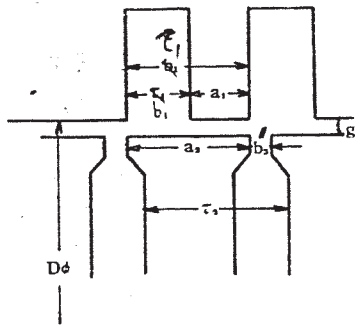
溝數と異常現象の關係については多數の文献があるが未だ溝數を一次的に確定する方法は見當らない。

而して上述せし處によつて明かな如く、第1種脈動損は固定子溝數に關係し、第2種脈動損は固定子溝數と回轉子溝數の割合に依存する。

即ち固定子起磁力の分布は、每極每相の溝數によつて變化するために、溝數が變ると第1種脈動の有勢な高調波次数が移動し、従つて脈動損も變化する譯である。

(第1圖参照)但し此は第1種脈動損の質を左右するものではなく、その量を左右するものである。然し前述せし如く電動機の容量と回轉數が決れば、固定子内徑と極數が決定され固定子溝數は自ら決定される。従つて固定子溝數の選擇の範圍は狭いことになる。

さて第2種脈動損は、固定子と回轉子の溝數の割合に依存することは第2圖より明である。而して第2種脈動損を最少ならしめる爲には、固定子、回轉子の相對運動による回轉子齒の磁束脈動を最小ならしめねばならぬ。



第4図 一次二次溝数の組合せ

その爲には回転子歯の幅と固定子溝のピッチが等しくなければならない。(第4図参照)即ち此の如き場合には、如何なる位置に於ても回転子歯によつて覆はれる固定子歯の幅は一定であつて、磁束の脈動は最少となるからである。今

N_{21} = 固定子溝数

N_{22} = 回転子溝数

D = 固定子内径

τ_1 = 固定子溝ピッチ

a_1, a_2 = 固定子、回転子の歯の幅

b_1, b_2 = " " の溝の口の開き

g = 空隙長

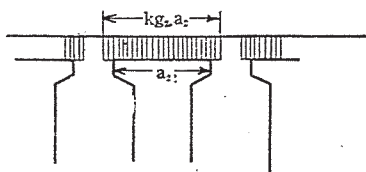
とすれば

$$a_2 = \tau_1 \quad \dots\dots\dots (11)$$

でなければならない。

$$\tau_1 = \frac{\pi D}{N_{21}}, \quad a_2 = \frac{\pi(D-2g)}{N_{22}} - b_2$$

カーター係数を考へて空隙に於ける磁束分布を第5図の如く考へると



第5図 カーター係数

$$K_{g2} a_2 = \tau_1$$

但し

$$K_{g2} = \frac{(a_2 + b_2)(5g + b_2)}{(a_2 + b_2)(5g + b_2) - b_2^2}$$

従て

$$\frac{\pi(D-2g)}{N_{22}} = b_2 + \frac{\pi D}{K_{g2} N_{21}}$$

$$N_{22} = \frac{\pi(D-2g) K_{g2} N_{21}}{\pi D + K_{g2} b_2 N_{21}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

近似的に

$$g=0 \quad K_{g2}=1 \quad \text{として}$$

$$N_{22} = \frac{\pi D N_{21}}{\pi D + b_2 N_{21}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

或は

$$\frac{b_2}{\pi D} = \beta$$

として

$$N_{22} = \frac{N_{21}}{1 + \beta N_{21}} \quad \dots\dots\dots (14)$$

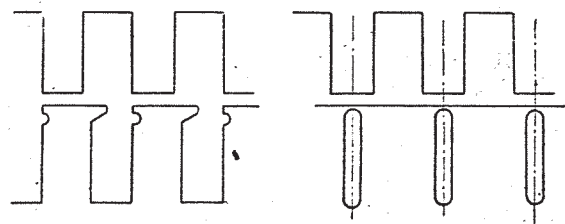
即ち固定子溝数、固定子内径、二次溝の開きが分解れば、脈動損を最少ならしめる回転子溝数が一次的に決定される。而して二次溝の開きは溝の漏洩リアクタンスより自ら決定されるものとなるが故に、二次溝数も必然的に決定される譯である。従来二次溝数と二次溝の開きとは殆ど獨立に考へられてゐたが、脈動損の見地から見れば重要な関係のあることが分る。

又全閉溝の場合には

$$\beta = 0 \quad \text{従つて}$$

$$N_{22} = N_{21}$$

即ち固定子、回転子の溝数の相等しい場合に、第2種脈動損は最少となる。回転子溝はその全閉、半閉、開放の如何に拘らず固定子溝数と同一に取らないのが普通であるが、此の理由は、溝数の相等しい場合には一次、二次のすべての歯が同時に向ひ合ふ様な場合が起り、その向ひ合つた歯が互に吸引し合つて起動に障害を及ぼすからである。(第6図(a)参照)即ち回転子歯を通る磁束



(a) 開放型回転子溝の場合 (b) 全閉型回転子溝の場合

第6図 一次二次溝数の等しい場合

が固定子、回転子の相対的位置によつて變化し、或る位置に於ては最大の磁束が通り他の位置に於ては磁束が通り難い様になるからである。然し全閉型の場合には此の現象は起らない。第6図(b)より分る如く、回転子の位置の如何に拘らず回転子歯を通る磁束には變化を起さない。依つて全閉型回転子溝の場合には溝数を固定子と同一にしても、起動に障害を及ぼさないと考へてよい。

要するに、すべての場合に回転子溝数は(12)式、或は(14)式によつて決定すべきである。此の式によつて與へられる数に近い整数を回転子溝数とすれば第2種脈動磁束に基く脈動損以外の異常現象も減少するものと思ふ。

1. 脈動損に関するその他の因子

以上の他に脈動損を左右する因子として、一次巻線の短節率、回転子の斜溝等が考へられる。

即ち一次巻線を短節巻として起磁力の分布を能ふ限り正弦波に近づかしめれば第1種脈動損を或程度防止することが出来るであらう。又回転子溝を一固定子溝ピッチだけ斜溝すれば第2種脈動損の防止に有効であらう。但

し斜溝の効果が現はれるのは、脈動電流が回轉子導体と短絡環を通しての流れる場合、換言すれば、回轉子導体が鐵心より絶縁されて居る場合のみであつて、鐵心によつて短絡されて居る普通の場合には大した効果を示さないであらう。且斜溝は必ず固定子溝の一ピッチだけ行ふべきであつて、固定子溝が同一であれば鐵心長が變つても斜溝の幅は變つてはならない。即ち鐵心長によつて斜溝の角度は變へるべきであるが、此は實際の工作上面倒なので斜溝角を一定に保つて居る様である。然しこれでは斜溝の効果を十分に發揮することは出来ない。

その他磁束密度或は空路長と脈動損の関係等についても吟味すべきであるが、此等については未だ實驗的研究を進めていないので後日稿を改めて考察することにする

4. 實 驗 結 果

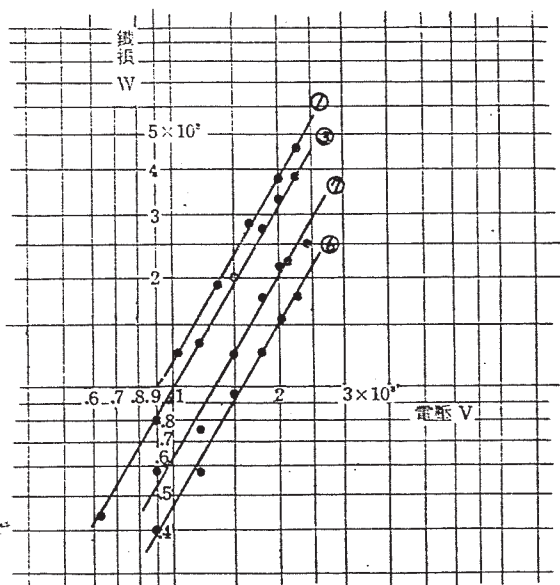
ア. 實驗方法

鐵損を測定するには無負荷試験により電壓、入力との関係を求め機械損を分離して求める。機械損の分離は大川氏法⁽⁹⁾に倣ひ、電壓を凡そ 2~3 乗して電壓入力曲線を直線化することによつて求めた。

鐵損と電壓との関係は $\log - \log$ 目盛用紙に書けば大体に於て直線化することが出来る。此は鐵損と電壓が近似的に

$$W = KV^n$$

の関係になることを意味する。此は理論的には根據を有しないが鐵損の比較を明瞭ならしめるに便利な方法である。尙鐵損を正確に求めるには、一次を勵磁したまゝ回轉子を外部より同期速度に回轉して測定しなければならない。殊に回轉子構造を變化して二次抵抗が變つた場合には無負荷銅損も變化するために、上記方法によつては嚴密な意味に於ける鐵損の比較は出来ないが、設備その他の都合上此の如き方法を取らざるを得なかつたのであ



第 7 圖 二重籠型回轉子に於ける測定例

る。然し此のために含まれる誤差はさほど大きくないと思ふ。

イ. 回轉子導体の絶縁と脈動損に関する實驗

二重籠形回轉子の外部籠の導体を種々に取換へて鐵損を測定した處、導体より鐵心への脈動電流の横流が相當に大きいことが認められた。且此は導体を絶縁することにより可なり防止し得ることが分つた。此については先に發表⁽¹⁰⁾した所であるが、こゝにはその一部とその後の實驗結果とを示す。(第 7 圖)

供試機は 45 HP, 2200 V, 50~, 8 極二重籠形

溝數 一次 72, 二次 96

各曲線番號の構造及び温度上昇は第 5 表に示す通りである。

第 5 表 45 馬力二重籠形誘導電動機の試験結果

曲線番號	導 体		短絡環	温 度 上 昇 °C		
	材 質	絶 縁		一次線軸	一次鐵心	二次鐵心
①	黃 銅	ナサズ	黃 銅	45	55	84
③	黃 銅	ナサズ	ナ シ	41	49	75
⑥	ナ シ		ナ シ	35	46	50
⑦	黃 銅	ナ ス	ナ シ			

但し ⑦ 場合には絶縁寸法だけ導体を小さくした。

定格電壓 2,200 V に於ける鐵損を取ると

① の場合 4,500 ワット

③ " 3,700 "

⑥ " 1,800 "

⑦ " 2,400 "

即ち

(a) = ① - ⑥ = 2,700 ワット……外部籠中の脈動損

(b) = ③ - ⑥ = 1,900 ワット……短絡環なくしても發生してゐる。即ち鐵心によつて短絡された回路中の脈動損と導体中の渦流損の和、

(c) = ⑦ - ⑥ = 600 ワット……導体中の脈動渦流損

(d) = ③ - ⑦ = 1,300 ワット……鐵心によつて短絡された爲に發生する脈動損

(e) = ① - ③ = 800 ワット……短絡環中の脈動損

外部籠中の全脈動損に對する各部分の脈動損の百分比を求めると。

(f) = 鐵心によつて短絡された爲に發生する脈動損 ……

$$\dots = \frac{(d)}{(a)} = 48.2\%$$

(g) = 導体中の渦流損 = $\frac{(c)}{(a)} = 22.2\%$

(h) = 短絡環中の脈動損 = $\frac{(e)}{(a)} = 29.6\%$

即ち此の場合には導体を絶縁することによつて約 4% の脈動損を防ぎ得たことになる。

次に内側籠のみの場合の鐵損 (⑥の場合) は脈動損を含まないと考へて、此に對する各部の脈動損の百分比を求めると

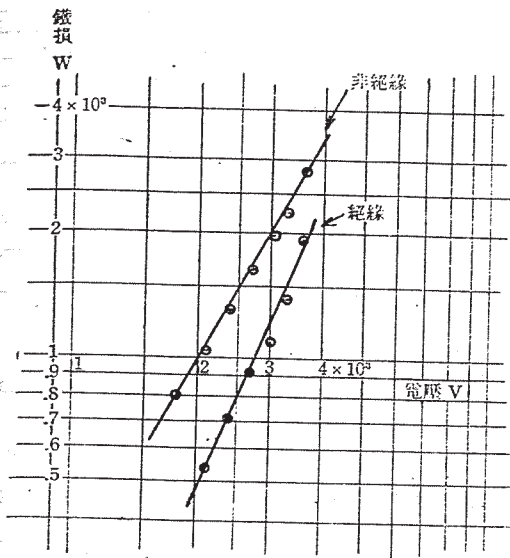
- (i) 全脈動損 (a)/⑥=150%
- (ii) 鐵心によつて短絡された爲に發生する脈動損 (d)/⑥=72.2%
- (iii) 導体中の渦流損 (c)/⑥=33.3%
- (iv) 短絡環中の脈動損 (e)/⑥=44.5%
- (v) 脈動損を含む全鐵損 ①/⑥=250%

即ち外部籠中の脈動損の爲に鐵損が 2.5 倍に激増してゐる事が分る。此の脈動損が温度上昇に大きな影響を及ぼしてゐることを知ることが出来る。

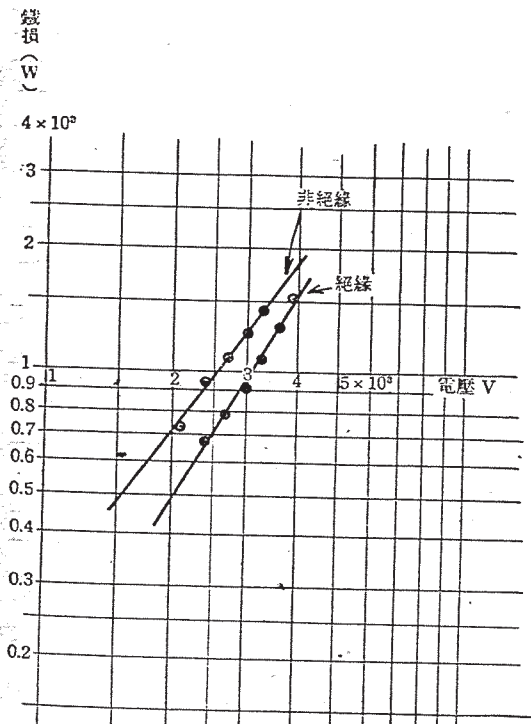
第 8 圖より第 12 圖までは絶縁せざる場合と絶縁した場合の比較であつて、夫々相當に鐵損の減少を示して居る。

回轉子溝數と脈動損に関する實驗

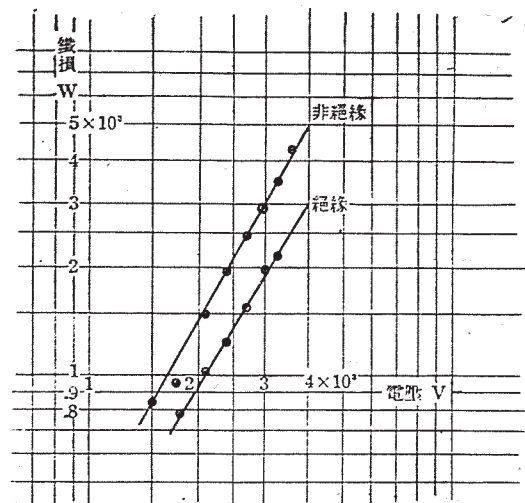
第 13 圖より第 19 圖迄は、回轉子溝數のみを變化した



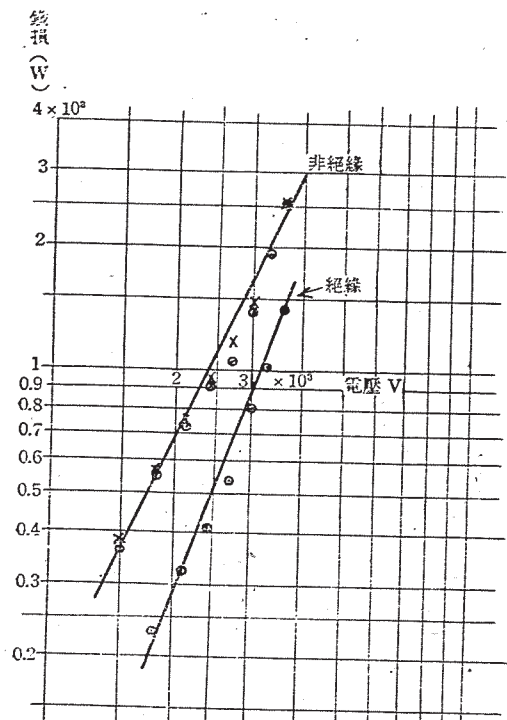
第 8 圖 85 HP, 3300V, 60~, 2 極



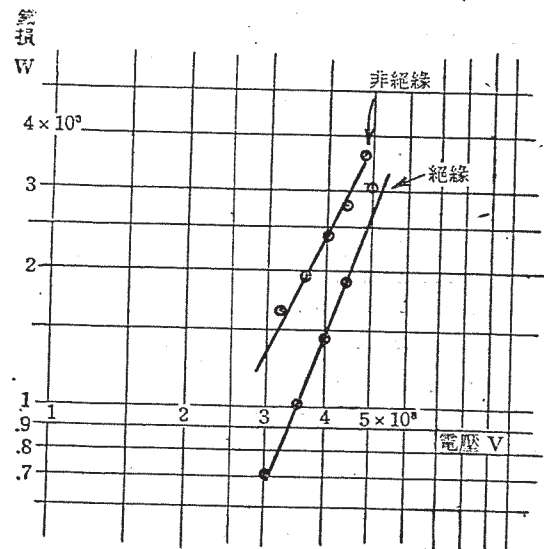
第 9 圖 45 KW, 3000V, 60~, 2 極



第 10 圖 130 HP, 3000V, 60~, 2 極

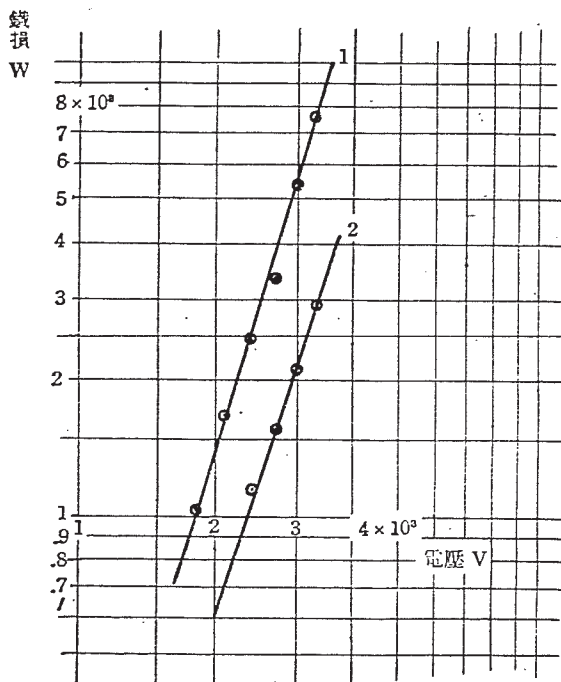


第 11 圖 85 KW, 3300V, 50~, 2 極



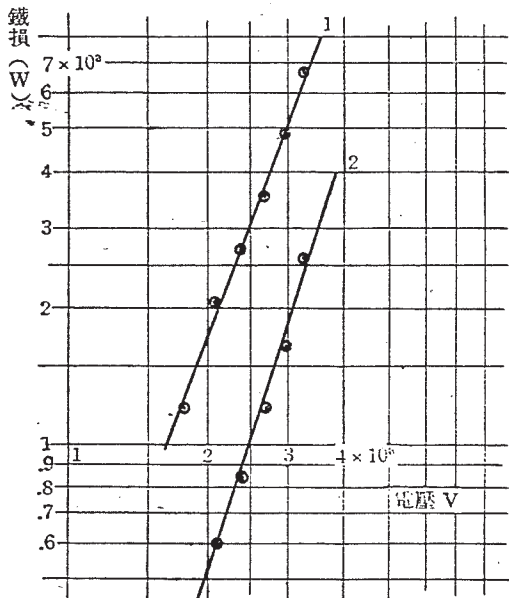
第 12 圖 110 HP, 440V 60~, 2 極

場合の鐵損の比較である。固定子側は全然同一構造である。但し回轉子溝數の變化に伴ひ、漏洩リアクタンス、及び二次抵抗の點より導体寸法及び溝寸法は變更して居るが、導体重量は表示の如く大部分は溝數と共に却て減少



	溝 數		回轉子導体重量		温度上昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線心	一次線心	二次線心
曲線1	60	73	100%	100%	95	104	192
曲線2	60	49	94.9%	77.5%	46	50	63

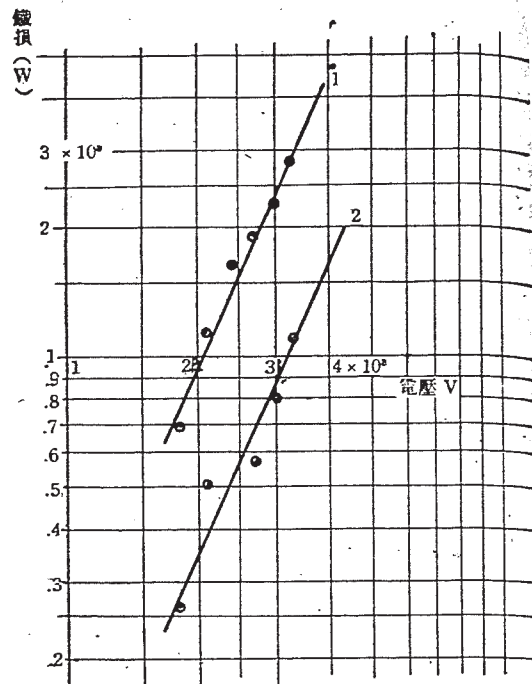
第13圖 100 HP, 3000V, 50~, 4極 二重籠形の場合



	溝 數		回轉子導体重量		温度上昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線心	一次線心	二次線心
曲線1	60	73	100%	100%	47	80	48
曲線2	60	49	95.7%	78.6%	47	50	43

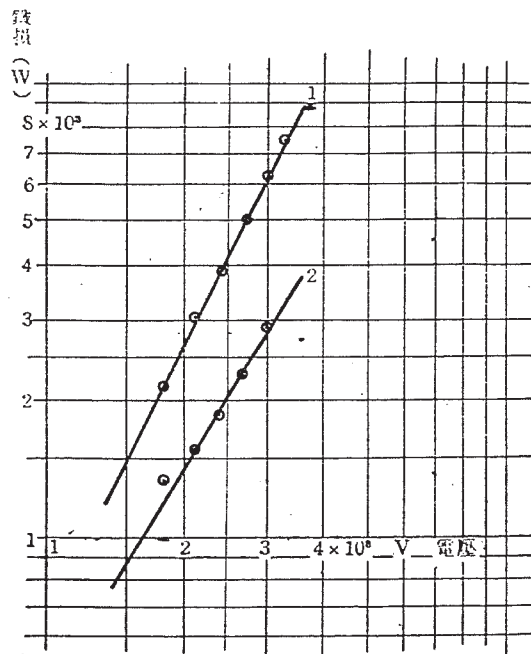
第14圖 75 HP, 3000V, 50~, 4極 二重籠形の場合

して居る。又温度上昇に於ても顯著な低下を示して此等の結果より回轉子溝數が固定子溝數より多い場合は動脈損が多く、回轉子溝數は必ず固定子溝數より少な



	溝 數		回轉子導体重量		温度上昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線心	一次線心	二次線心
曲線1	96	119	100%	100%	75	52	97
曲線2	96	78	147%	102%	37	34	50

第15圖 30 HP, 3000V, 50~, 8極 二重籠形の場合



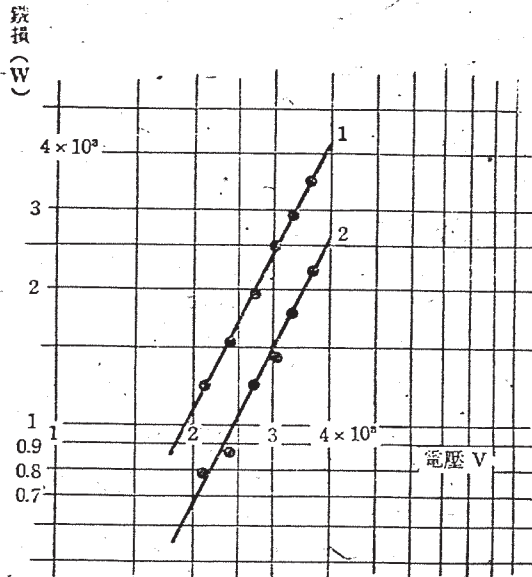
	溝 數		回轉子導体重量		温度上昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次コイル	一次線心	二次線心
曲線1	72	96	100%	100%	56	78	
曲線2	72	58	95.4%	98.1%	36	42	34

第16圖 40 HP, 3000V, 50~, 8極 二重籠形の場合

次に第20圖より第22圖までは、固定子回轉子共に溝数の變つてゐる場合であるが、傾向は凡そ同一となつて居る。又固定子溝数より回轉子溝数が少い場合にも、その差が餘りに大きいと却て脈動損の増加を來すことが分る。即ちそこには自ら一定の限度があつて、餘り溝数を減少することは好ましくない。

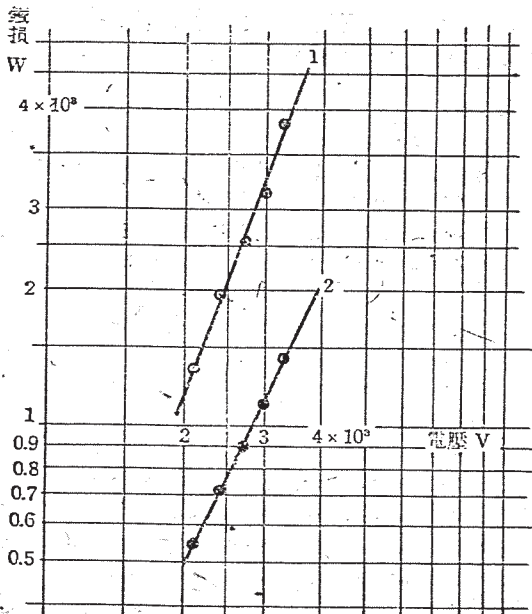
以上の實驗に供した機械はすべて、開放型固定子溝の場合のみであつて、半閉型固定子溝の場合については行つてゐない。而して前述の如き温度上昇の顯著な相違を認め得るのは前者の場合に多いのであつて、このために、脈動損は第1種より第2種の方が大きいと考へて居る次第である。

尙本實驗では回轉子導体の絶縁は行つてゐない。



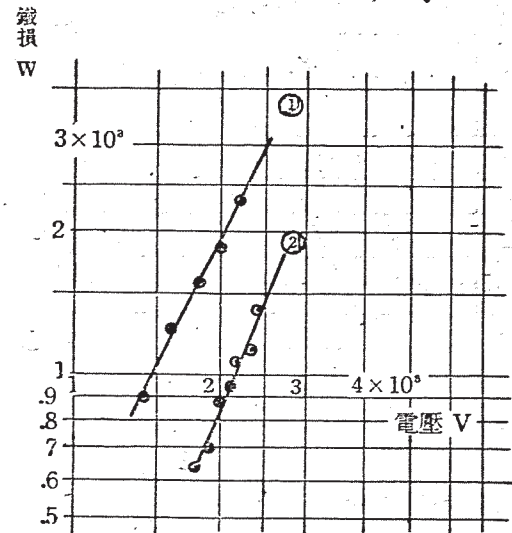
	溝 数		回轉子導体重量		温 度 上 昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線輪	一次線心	二次線心
曲 線 1	60	73	100%	100%	68	56	
曲 線 2	60	48	74%	95.3%	36	34	

第 17 圖 25KW, 3000V, 50~, 4 極 二重籠形の場合



	溝 数		回轉子導体重量		温 度 上 昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線輪	一次線心	二次線心
曲 線 1	72	96	100%	100%	47	50	
曲 線 2	72	58	96.2%	97.8%	35	39	36

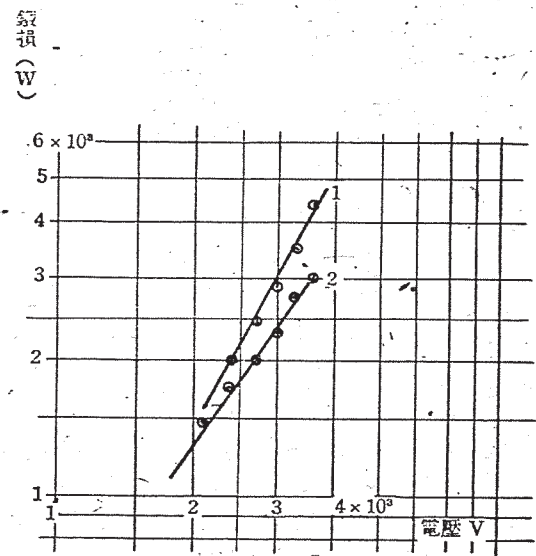
第 18 圖 30 HP, 3000V, 50~, 8 極 二重籠形の場合



	溝 数		回轉子導体重量		温 度 上 昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線輪	一次線心	二次線心
曲 線 ①	144	89	100%	100%	42	43	43
曲 線 ②	144	94	109%	107%	20	44	

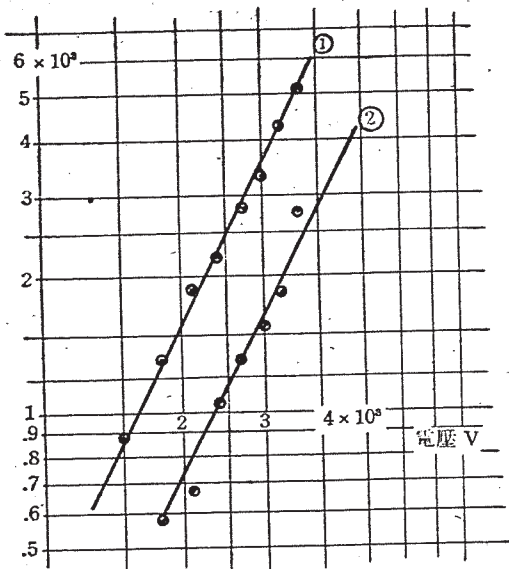
但 曲線①は開放型
②は防滴型

第 19 圖 100 HP, 220V, 60~, 12 極 二重籠形



	溝 数		回轉子導体重量		温 度 上 昇 °C		
	一次	二次	外側籠	内側籠	一次線輪	一次線心	二次線心
曲 線 1	72	87	100%	100%	49	42	
曲 線 2	84	66	66.6%	121%	38	26	47

第 20 圖 140 HP, 3300V, 50~, 8 極 二重籠形の場合

鐵損
W

	溝 数	
	一 次	二 次
曲 線 1	108	143
曲 線 2	144	119

第21圖 130HP, 3300V, 60~, 12極 普通籠形

5. 結 言

以上述べ來つた處により、籠形電動機の回轉子導体に於ける高調波脈動損について大略次の事が言へると思ふ

(1) 開放型固定子溝の場合には異常な脈動損を發生する虞れがある。

(2) 此は固定子の齒と溝のパーミアンスの相違に基く磁束脈動一所謂第2種脈動磁束に基因する。

(3) 高調波脈動電流は短絡環を通るものより導体から鐵心への横流が甚しい。

(4) 従つて回轉子導体を絶縁すれば相當に脈動損を防止することが出来る。

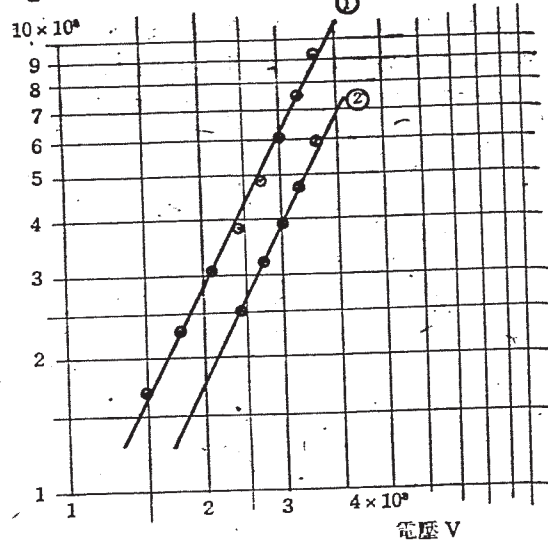
(5) 第2種脈動磁束の周波数は、固定子溝數と回轉數とによつて一次的に決定されるが、その量は固定子、回轉子の溝數の割合によつて左右される。

(6) 従つて回轉子溝數を適當に選擇すれば脈動損の防止に有効である。

(7) 回轉子溝數は固定子溝數より或程度少くなければならない。その値は第14式によつて與へられる程度が適當であらう。

尚脈動損を防止するには以上の他に

- (1) 溝楔を磁性楔とする法
- (2) 回轉子の斜溝巻法

鐵損
W

	溝 数	
	一 次	二 次
曲 線 1	108	143
曲 線 2	149 ⁴	119

第22圖 125KW, 3300V, 60~, 12極 普通籠形

(3) 固定子巻線の短節巻法

等も有効であると考へられる。此等については更に詳細に吟味すると共に實驗的研究を續行する積りである。

擧筆するに當り絶えず御指導御援助を賜つた山口設計部長、關野技師、秋岡試験課長、加藤技師その他の方々に深甚の謝意を表する次第である。

文 献

- (1) 溝數に関するもの例へば
誘導電動機異常現象の理論的研究 大川忠吉
芝浦レビュー 昭9-7 237頁
- (2) Berechnung der durch unisolierte Käfige hervorgerufenen Zusatzverluste bei Asynchronmaschinen
V. Robmaier E. u. M. 1936 s. 249
- (3) Oberwellenerscheinungen bei Induktionsmotoren
E. u. M. 1937 s. 390
- (4) The Induction motor B.F. Bailey P. 103 P. 195
- (5) Zusatzverluste durch offene Ständernuten bei Induktionsmaschinen E. u. M. 1934 s. 417
- (6) 捲線型誘導機の二次回路に現れる齒脈動に就て
大富 第拾回聯大會予稿 14頁
- (7) Rotor-Bar Currents in Squirrel-Cage Induction Motors J.S. Gault E.E. 1941 P. 784
- (8) Jooth-Frequency Eddy Current Loss P. Narbutovskih
A.I.E.E. Traus. 1937 P. 253
- (9) 回轉機に於ける鐵損と機械損の分離
大川、聯大予稿 昭15-10 27頁
- (10) 籠形電動機の脈動二次銅損
片山 聯大予稿 昭18-4 76頁

燈火管制用電源電壓制御装置

大阪製作所 木村久男

内 容 梗 概

燈火管制を行ふ際、電源電壓を低下せしめる三方式に就いて、實用上の便と資材の點より比較検討し、V 結線に依る方法を推奨すべきものとした。

1 緒 言

燈火管制の問題が痛切に考慮されねばならぬ時、燈火管制用電源につき、認識が各方面とも不完全な様に考へられるので、従來行はれて來た諸種の方法につき説明し、燈火管制實施上の御参考に供し度いと思ふ。

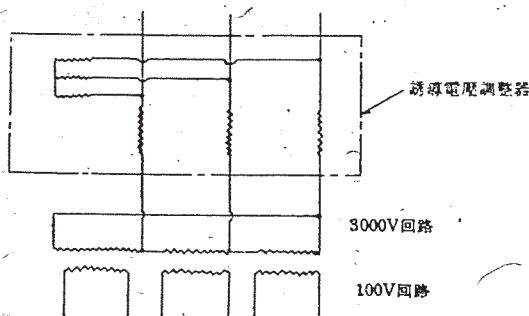
従來行はれて居る方法としては、次の如きものがある。

- (A) 誘導電壓調整器による方法
- (B) 單卷變壓器による方法
- (C) V 結線による方法

その他負荷時電壓調整装置や直流勵磁のリアクトル等も考へられるが、電燈回路は容量が比較的小さいのと、常用されると云ふ性質ではない爲、之等の方法はあまり用ひられて居ない。

實用上の便と資材の點から云つて、(C)のV結線による方法が、最も推奨されるべきものであるが、順を追ふて説明して見よう。

2 誘導電壓調整器による方法



第 1 圖 誘導電壓調整器による方法 (接續圖)

普通、この様に用ひられる誘導電壓調整器の電壓調整範圍は

$$3300V \pm 1650V$$

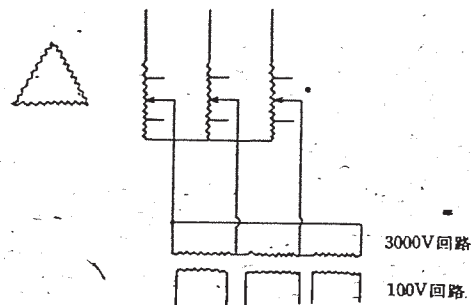
であつて、 $\pm 50\%$ の調整範圍の内、 $+50\%$ と云ふ範圍は用ひないのである。

燈火管制用としては 50% 以上電壓を下げる必要はないらしく、 $110V$ の電燈で 100 燭光のものが、 $55V$ に於いて 8 燭光になるから、それ以下にする必要はないもの様である。

この方法によれば明るさを任意に調整出来るが、資材を多く要すると云ふ缺點がある。

3 單卷變壓器による方法

誘導電壓調整器は、あまりに資材が要るし、燈管用として、それ程連続的に電壓を変更する必要もないので、電壓を、 $100\% - 80\% - 60\% - 50\%$ 位のタップを出した、單卷變壓器にすれば如何と云ふので、誘導電壓調整器に代つて用ひられた。結線は第 2 圖の如くである。

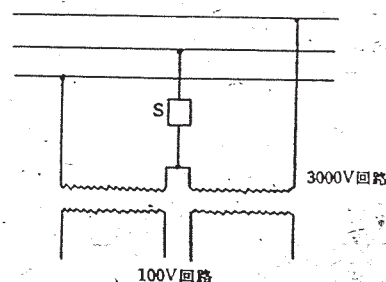


第 2 圖 單卷變壓器による方法 (接續圖)

之によれば、遮斷器の操作により、一度に電燈電壓が豫定した電壓まで降下するのであるが、使用上の經驗は適當なるタップと云ふもののうち、 50% 電壓が最も適當なことを知り、従つて他のタップは特殊の用途以外には不要と云ふことがわかつたのである。その結果次に述べる、V 結線の方式が推奨せられるに至つた。

4 V 結線による方法

V 結線による方法は、常時は 100% 電壓で電燈配電をして置き、燈管時に第 3 圖 S なるスイッチを切ると、 $3000V \times 2$ であつた電壓が $3000V$ となる爲、二次側は $50V$ となり、電燈 100 燭光が 8 燭光になる爲目的が達せられるのである。



第 3 圖 V 結線による方法 (接續圖)

一般に、或工場電源（電燈）としては、電燈所要電力は二等分し得るとすれば、この平衡用スイッチは不要となるのみでなく、回路はより簡易となる。

この際 100V 回路の二つの回路の負荷が不平等ならば、電圧分布が不平衡になるから、簡単なスイッチにより燈管時にのみ、100V 回路を並列に結んでやればよい。

100V 回路の電燈負荷が左右平衡して居る時は、低壓側に S なるスイッチを入れ燈管時に切離してやればよいのであるから、前の場合に比し、3000V 用スイッチは不

要となるのである。

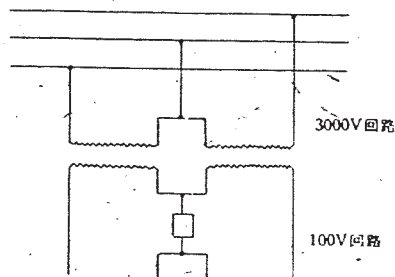
5 資材比較表

先に述べた3つの場合の資材比較表を示せば、表の如くなる（誘導電圧調整器の場合を100%とす）。

場 合	所 要 機 器	重 量	油 量
第1圖	誘導電圧調整器 遮断器 3kV 3極	100%	100%
第2圖	單巻變壓器 遮断器 3kV 3極	40%	70%
第3圖	遮断器 3kV 1極	10%	15%
第4圖	遮断器 100V 用 1極	5%	0%

この數字は容量により變化するが大體の見當としては差支へない數字である。

結論として資材の少いこと、操作の安全、確實なことから、第4圖の方式が最も推奨せられる。



• 第4圖

龜 巖 居 土 所 製 屋 古 名

內 容 梗 概

最近銅線の代用として盛んに使用せらるゝ様になり、將來益々利用されると思はれる、アルミニウム線に就き之が粗材たる鑄塊の製作方法、並びに線引後の諸性質を實用上の見地から調査した結果に就いて述べる。

1. 緒 言

此の線引材料の粗材たる鑄塊は從來外國品を主とし電
製造會社等より供給せられて居た。

然るに特殊な製造機械に適合する特殊寸法の鑄塊を必要とする爲納期の遅延となり、自然自家製造の鑄塊を要求せらるゝに至つた。以下は其の製造の経過並びに性質に就き報告せるものである。

2. 普通鑄塊の組織

勿論各區域の廣さは鑄造條件や材質に依つて異なる。

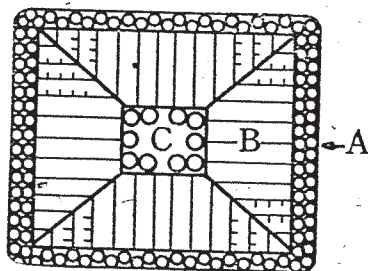
中間域(B)は粒状結晶(樹枝状結晶)で鑄鋼塊アルミ合金鑄塊等では鑄塊の諸性質を害する爲屢々問題となり此の發生を防ぐべく努力研究せられてゐる。

中心域 (C) は (A) と同じく粒状結晶であるが (A) の結晶は粗大である。鑄造條件に依つては消失する
あるが又著しく増大して遂には收縮孔 (パイプ) を生
じ不良品となる。

本報告に於てはBなる柱状組織とCなる粒状組織に於ける線引加工途中並びに加工後如何なる影響あるやを明かに併せて微細粒にして均一と思はれる鑄塊製造の経過とその研究結果を報告する。

3. 鑄塊 杵

凝固の條件に最も關係深いのは鑄型の形狀、溫度、側

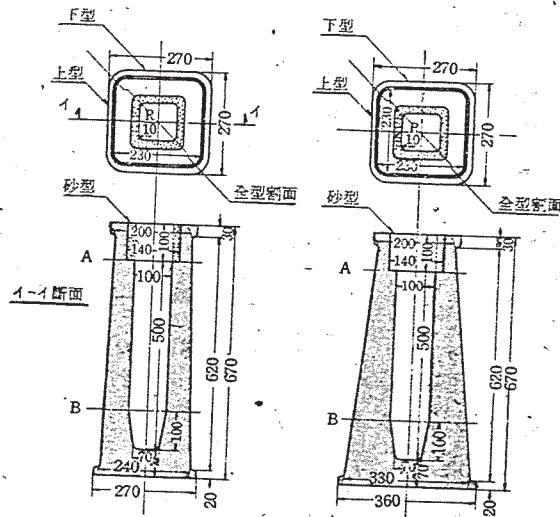


第 1 圖

第3圖は斷面積のみ變更す即ち下部にて1:9上部にて1:5とした。

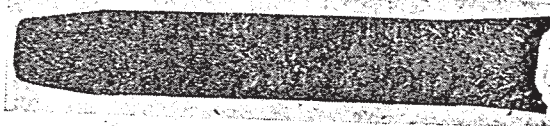
4. 注 湯

第2圖の鑄型を使用せる鑄塊の マグネー寫眞は第4圖である第3圖を使用のものは第5圖である。

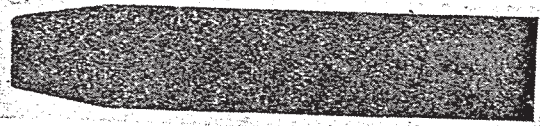


第 2 圖

第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

5. 熔 解

不純物の混入防止温度調節を容易ならしむる爲鹽基性150 kg 高周波爐を使用した。

マグネシウム裏張の濕氣、不純物の混入を防ぐ爲亞鉛華の水溶液を塗布し充分乾燥した後使用する。

熔解中は常に熔湯面を鹽化アンモニウム の粒末で覆ひ、攪拌による表面皮膜の破れざる様注意しつつ電力を調整した、終日使用せる平均電力消費量は2.25 kWh/kg である。

6. 材 料

使用材料はA社製純度99.7%以上のもの50%とB社製99.5%以上のもの50%とを用いた。

第1表 伸線工程に於ける導電率變化

試料 番 號	直 徑	硬 線 導 電 率			軟 線 導 電 率		
		上 部	下 部	差	上 部	下 部	差
1	3.2	60.9	60.9	0	60.8	60.15	0.65
2	//	60.85	60.55	0.3	60.2	60.06	0.2
3	//	60.55	60.65	0.1	//	0.156	0.05
4	//	60.95	60.7	0.25	60.1	0.06	0.1
5	//	60.8	60.8	0	60.3	0.16	0.2
6	//	61.0	//	0.2	60.1	0.06	0.1
7	//	61.15	61.1	0.05	60.6	0.15	0.45
8	//	60.8	60.2	0.6	59.5	60.1	0.6
9	//	61.2	//	0	60.7	60.05	0.65
10	//	//	//	0	60.3	59.85	0.55
11	//	61.9	61.9	0	60.15	60.2	0.13
12	//	61.85	61.85	0	60.1	60.45	0.35
13	//	61.7	61.55	0.15	60.2	//	0.25
14	//	61.45	62.0	0.55	//	60.4	0.2
15	//	61.55	61.65	0.1	//	60.45	0.25
16	//	//	61.45	0.1	//	59.9	0.3
17	//	61.9	61.7	0.2	//	59.85	0.35
18	//	61.7	61.65	0.05	//	60.4	0.2
19	//	61.55	61.1	0.45	59.8	59.85	0.05
平均値		61.29	61.2		60.21	60.13	

上部大 ○ 下部大 △

第2表 伸線工程に於ける導電率の變化

試料 番 號	直 徑	導電率	相 徑	導電率	直 徑	導電率
1	1.6硬	60.7	0.9硬	59.1	0.16軟	59.55
2	//	60.45	//	59.2	//	//
3	//	60.76	//	//	//	59.7
4	//	0.45	//	//	//	60.0
5	//	60.25	//	59.4	//	59.35
6	//	60.2	//	//	//	59.95
7	//	60.05	//	59.3	//	59.5
8	//	60.55	//	59.8	//	59.95
9	//	60.45	//	59.6	//	59.65
10	//	60.7	//	59.8	//	59.75
11	//	60.45	//	//	//	59.8
12	//	60.4	//	//	//	59.7
13	//	60.55	//	59.2	//	//
14	//	60.7	//	59.9	//	59.9
15	//	60.25	//	59.8	//	59.4
16	//	60.45	//	59.4	//	59.95
17	//	60.25	//	59.6	//	60.0
18	//	60.45	//	59.8	//	59.0
19	//	60.25	//	//	//	//
		60.43		59.5		59.66

導電率成分規格鋼の60% 99.5 以上

7. 各鑄塊並びに鑄塊上部下部との導電率の差

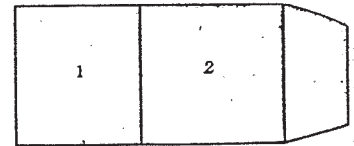
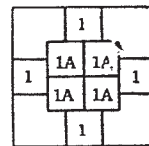
上述の如き條件の下に第2圖の鑄型を用ひ5日間連続作業をなし其の内の19個の鑄塊より各上部下部より試料を取り徑3.2 mm. と1.6 mm. の線を造り試験した結果は第1表、第2表の如くである。

上表の如く各鑄塊毎の導電率の差は殆ど認められない。又鑄塊上部下部に依る導電率の差は最大1%以下であつた。

8. 組織と機械的電氣的性質

前掲寫眞にて明かな如く温度勾配のみを變化する事に依つても相當良質のものが得られる。

寫眞第4圖の如き組織の鑄塊を第6圖の如く切斷し柱狀、内部粒狀組織より上、下各8本の試料を採り直徑2ミリの線を造り試験した。



第6圖

尙同時に鑄造した鑄塊より同等と思はれる部分より試料を取り鑄造の儘の機械的試験顯微鏡寫眞は次の如くである。(第4表、第7,8,9,10圖及第5表参照)

各組織に於ける鑄塊上部下部の抗張力の平均差は(1印と2印の平均差)柱狀に於て3.6 kg、粒狀にて0.4kg 下部が大となつて居る。同じく延伸率は柱狀に於て0.4%、

第4表

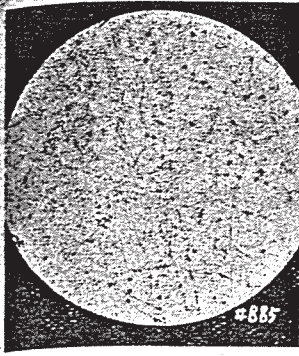
上 部	柱 狀	抗張力	伸
		7.01	28.6
部	内粒部狀	6.00	15.0
下 部	柱 狀	7.10	30.0
	粒 狀	6.52	14.8

第5表

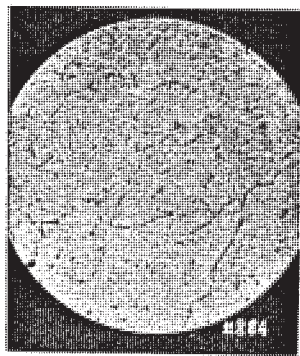
柱狀組織(直徑2耗の線)

粒狀組織(直徑2耗の線)

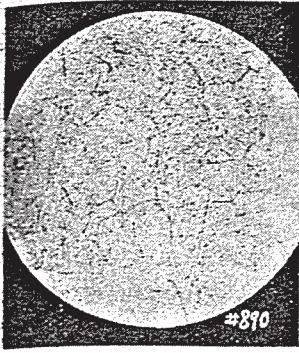
試料 番 號	硬 引 線			試料 番 號	硬 引 線		
	抗張力	伸	導電率		抗張力	伸	導電率
1-1	58.5	1.0	61.35	1A-1	60.0	1.5	60.8
1-2	56.5	1.5	61.90	1A-2	61.5	1.5	60.8
1-3	61.0	2.0	61.75	1A-3	60.0	2.0	60.95
1-4	61.0	1.0	61.2	1A-4	56.0	1.5	61.25
2-2	65.0	2.0	60.2	2A-1	61.0	1.5	60.7
2-3	65.5	1.5	59.8	2A-2	62.0	2.0	60.6
2-4	55.0	2.0	60.35	2A-3	61.5	2.0	60.5
2-1	66.0	2.0	60.0	2A-4	50.0	1.5	60.4
平 1 平均	59.3	1.39	61.3	平 1A 平均	59.5	1.63	60.95
均 2 平均	62.9	1.88	60.09	均 2A 平均	59.9	1.75	60.55
價 總平均	61.1	1.64	60.69	價 總平均	59.7	1.69	60.75



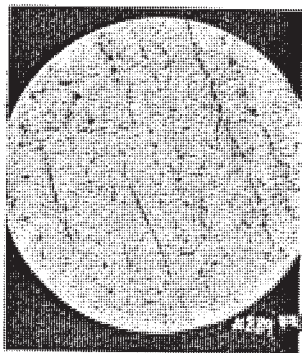
第 7 圖 上部柱狀組織



第 8 圖 上部柱狀組織



第 9 圖 下部柱狀組織



第 10 圖 下部柱狀組織

粒状にて 0.2 下部が大となつて居る。

又柱状、粒状組織に於ける抗張力の平均差は 1.4kg 柱状が大で、延伸率は 0.05 粒状が大である。

導電率は 0.06 粒状組織のものが大である。

之を要するに唯一回の試験にて断定し難いが此の種材料にて加工度が相当進行すれば組織による抗張力延伸率導電率の影響は非常に少なく又線引加工中も何等の影響がない事が判明した。

9. 焼鈍温度と機械的電氣的性質

前記粒状柱状組織の試料を各々 260°C 270°C 300°C にて 3 時間焼鈍した結果は第 6 表及第 7 表に示す如くである。

第 6 表

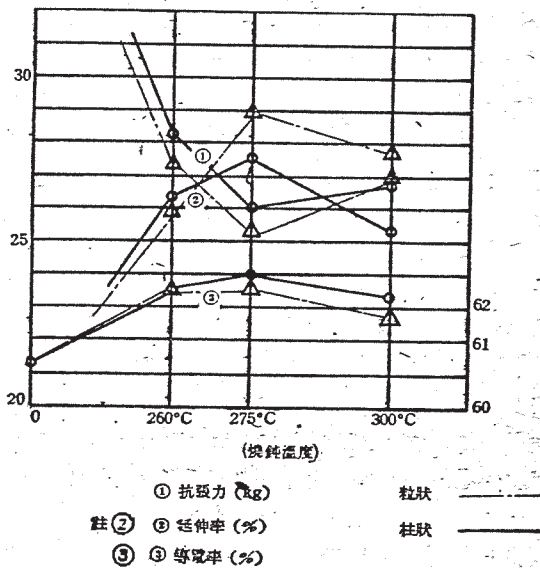
柱 状 組 織 (直径 2 耗の線)

試料 番 號	260°C 焼鈍			270°C 焼鈍			300°C 焼鈍		
	抗張 力	延伸 率	導電率	抗張 力	延伸 率	導電率	抗張 力	延伸 率	導電率
1-1	28.0	30.5	62.25	32.7	21.5	62.2	28.5	26.0	62.0
1-2	27.0	33.0	62.2	29.2	26.8	62.4	24.0	26.5	62.2
1-3	27.5	32.0	62.4	26.5	27.8	62.4	27.0	27.5	62.5
1-4	29.5	31.0	62.25	26.0	26.5	62.3	29.5	22.5	62.2
2-1	32.5	21.0	61.95	26.5	33.0	62.3	30.0	22.5	61.85
2-2	32.0	27.0	62.05	26.8	32.3	62.2	29.5	29.5	61.9
2-3	32.0	27.5	62.15	27.3	34.2	62.45	28.0	30.0	61.95
2-4	32.0	20.0	62.4	26.0	32.2	62.25	28.0	30.0	61.6
平均	30.0	27.7	62.2	27.6	29.3	62.3	28.1	26.8	62.05

第 7 表

粒 状 組 織 (直径 2 耗の線)

試料 番 號	260°C 焼鈍			275°C 焼鈍			300°C 焼鈍		
	抗張 力	延伸 率	導電率	抗張 力	延伸 率	導電率	抗張 力	延伸 率	導電率
1-1	29.0	27.5	62.1	30.0	21.8	52.0	28.0	28.5	61.95
1-2	30.0	23.0	62.05	25.2	28.4	62.3	//	25.5	61.85
1-3	28.5	25.0	62.4	26.5	23.0	61.8	//	30.0	61.85
1-4	27.5	34.0	62.4	26.2	36.4	62.2	27.5	30.0	62.0
2-1	28.5	27.0	62.2	26.2	34.2	62.2	28.5	30.0	61.7
2-2	29.5	30.0	62.0	26.5	34.5	62.2	29.0	32.5	61.95
2-3	29.5	27.5	62.3	26.7	34.2	61.8	28.5	32.5	61.95
2-4	29.5	25.0	62.1	26.8	34.5	62.2	28.0	32.5	61.6
平均	29.0	27.3	62.2	26.7	31.0	62.1	28.2	29.1	61.85



第 11 圖

上記數字を曲線にて表したのが第 11 圖の如である。

10. 結 言

以上數項に互つて高純度 アルミ 線鑄塊製造並に アルミニウム 線に就て概略を述べたが是れを綜合すると。

1. 鑄塊の組織に依る機械的並に電氣的性質の相違は加工度が大となれば殆ど認められない。
2. 導電率は此の種材料を使用すれば硬引線にて 60 ~ 61%、焼鈍線にて 61% ~ 62% の線が得られる。
3. 線の焼鈍温度は 275°C ± 10°C が適當と思はれる。
4. 中間焼鈍温度は 300°C ± 10°C が適當と思はれる。

参 考 文 献

1. 日本金屬學會誌 昭和 17 年 2 月號
2. 日本金屬學會誌 昭和 17 年 8 月號
3. アルミニウム 誌 昭和 17 年 5 月號

ミ シ ン 發 達 史 (1)

名古屋製作所 伊 東 璋

序

- 複雑な内容を藏し、重大な役割を果して居り乍ら、人の簡単な先入主のために、何時までも顧みられようとしない機械こそ ミシン である。
- だが一度びこの機械の過去から現在に亘つて追求するならば、多くの人の関知せぬ間にもこの機械が如何程すばらしい進歩發達をなし來つたかに人は驚くであらう。
- 更に、かゝる進歩をなさしめた外的な必然性について考へるならば、そこに我々は初めてミシンの意義を明確に把握する事が出来るのであつて、かゝる必然性の點綴こそ技術史の最大の目的であり興味である。
- 而も、歴史は決して單なる過去の追憶に留るものではない。それは過去と現在を脈々と繋ぐ傳承である。過去をして直ちに現在に生かしめ、更に將來を作らんとする指標なのである。

1 總 論

1. ミシンの意義

文化を構成して來た要素の數多ある中で、「衣」の問題は最も根本的な、直接的なものに屬する。

人と衣服との心理的、生理的關聯は複雑微妙を極め、到底一日にして之を論じ盡す事は出来ないが、唯かゝる衣服が、その加工たる裁縫と常に不可分の關係にある事について、我々は充分認識せねばならない。

衣服と裁縫との此の關聯は、その最も原始的な形態に於て、充分觀察實證せられる。換言すれば、衣服がその創成と殆ど同時に、裁縫なる加工を伴つてゐたといふ事實について、我々は注意を怠つてはならぬのである。

だが、斯くして生じた裁縫なる作業は、極めて煩雜な仕事であつた。各個に孔をあけ、糸を通し、縫物を合せ等する作業は、極めて手間をとり、而も仕上りは不態裁なものであつた。人の衣服に對する量的、質的な要求が熾烈になればなる程、この裁縫作業に根本的な檢討が加へられねばならなかつた。

かくて、幾多の人々の勞苦によつて齎されたこの解答は、實にミシンなのであつた。いはゞ、ミシンの出現は、衣服の創生と同時に既に約束されたものなのであつた。ミシンの根本的な意義は全くこゝにある、ミシンは「裁縫を能率よくせんとする」機械ではなくて、もともと「裁縫をする」機械なのである。ミシンは單に既存の裁縫作業を高めたのではなく、裁縫作業の本質に觸れ、之を深め更新せしめたのである。

後に詳述する如く、ミシンが我國に入つて來たのは、徳川の末期である。以來數十年の發達は驚くべきものがあるが、然し産業革命を契機とする歐米の狂熱的な發達に比すれば、我國に於けるその寂寥は蔽ひ難いものがある。

かゝる歴史の負相は、我々の生活に對する再三の反省

を促すものの様である。我々の生活とミシンとの間に何らかの空隙がありとするならば、そのいづれかが、やがては變革されずには居らぬであらう。世の狀勢が技術の創り、又技術に作られるといふ事は、之までの歴史がよく語つてゐる。唯かゝる時、本質を握つてゐるもの程恐るべきものはない。それは一切の感傷と辯解を無視して進むからである。

所謂嫁と姑の針仕事に我々が多分の愛着を感じるならば、それは末梢的な感傷と共に、やがて事實を以て拂拭される日のある事を知らねばならない。

2. ミシンの發達

こゝに我々も最も一般的な機械の發達經路を考へてみる。

それは先づ、人や動物の動作を模倣せんとする所に始まる、之が成就した時——多くの場合、先づ道具として出現するのであるが——之を生産化し普及化せんとする努力が拂はれる。材料や工作法が之に關して本格的に考慮される。道具として出現したものは、動力を附與されて飛躍する事もある*。生産が進展するにつれて、機械は次第に機能の改善をなし、綜合して意匠の發達を見るに至る、この頃に至れば、もはや生産は淘汰の段階へと移行してゐる。かくして淘汰された機械は、夫々分化した特徴を有し、言はゞ「格」を備へるに至るのである。かうした經過は要約すれば、創生——育成——淘汰の三段階を以て表現し得るとも言へるであらう。

ミシンは、かうした最も一般的な經路を辿つて發達して來た。即ちそれは先づ、手縫を如何にして模倣せんとする眞剣な努力によつて始められた。永い年月の裡之が成就し、更に研究の結果は、手縫の眞似から手縫に優るものとして出現するに至つた。産業革命の前後に亘る異狀な欲求は、かくして出現したミシンの生産を狂熱的に増加せしめ、普及せめるにしまつた。ついで淘汰

この生産を基底として生じ來つた。機能の改善が大きな指標となり、生産の段階では注意を拂はれなかつた部分々々が、すべて「現代的なる」條件によつて、よりよきものに置き代へられて行つた。

かくして溪流の石の如く、或は濱邊の砂の如く、ミシンは夫々の條件に應じて、夫々適合する様に順次改められて來たのである。

然し、斯様に機能が改善され用途も廣くなるにつれてミシンは衣服を對稱としてゐた最初のものから、次第にその他のものを對稱とする様に發展して來た。現在に至つては、馬具その他の兵器、クッション、靴、運動具、自動車、航空機、書物、ベルト、旗、救命具、糧囊等、人間のあらゆる部門に浸潤して恩恵を與えてゐる。

かくして、發明當初は「衣服を製作する機械」と定義されたミシンは、今は「糸を使用する加工機の一つ」と呼ばれ得るであらう。

かうした定義の張力は、往々他の機械にも見られるところであつて、創生より淘汰までの一過程は、更に大きな創生となつて、ミシンを新たな方向に發展せしめんとしてゐるのである。

*註 動力の有無が道具と機械との定義を區別するといふ意味ではない。

3. 戦争とミシン

ミシン 發達史の總論に於て、特にこの項を掲げた所以は、今次の大東亞戦争によつて、ミシンの過去と將來とが判然と區別され、その様相を一變するに到るであらうと想像されるので、今、戦争に對するミシンの立場を明確に保持する必要があると思ふからである。

一休、戦争とミシンとの關係は極めて深いものである。一般の人々は家庭用ミシンに見馴れてゐる餘り、ミシンを恰も平和産業の權化か贅澤品の如く考へ勝であるが、之は過去の我國に威を振つたシンガー社がその販賣政策上から特に家庭用ミシンの普及に力を注いだといふだけであつて、史實が示す戦争とミシンとの關係は、一般のこの誤解を拂拭するに足るであらう。

二百數十年間の過去に於て、戦争はミシンを欲求し、ミシンは又戦争によつて發展せしめられて來た。ティモニー機は當時歐洲に相ついで起つた戦亂によつて發達し、ホウ機は米墨戦争によつて發展し、南北戦争がシンガー機ウルトン機を相ついで進展せしめた如き、又我國に於ては、後述する如く、西南戦役、日清戦争、日露戦争が、その度毎にミシンの一大飛躍を成さしめ、又近くは支那事變の勃發が國産ミシン興隆の一大刺激となつた如き、すべて此の事實を明かに語るものである。

「土と兵隊」の映画を見た人は憶ひ起す事が出来るであらう。戦争には如何ほど被服を要するか、そしてその製作の爲のミシンが如何に夥しく要望されるであらうかを、軍服は勿論の事、帽子、ゲートル、靴、背囊、手袋、外套、天幕、劍帶、防毒面、落下傘、携行袋、蔽具、包

具、糧食囊、馬具等に、如何にミシンは默々としてその任務を果たしてゐる事であらう。表立つた役目こそ果さないが、之等の裝備が、完全な武力を發揮するために、どれ程必要であるかは論する迄もない。

ミシンは斯くも戦争に重要なものである。

ところが之ほどの要望に比して、之迄の國産機會社が些が偏つてゐたのは事實であり、我々の最も遺憾に思ふところである。メアドやパレンパンに空の神兵天降ると聞いた時、我等は感激に涙した。だが、もし此の神兵の服や落下傘が敵國製のミシンでなく國産ミシンで縫つたと聞かされたなら、どの様に小躍りした事であつたらうか航空機も布地も國産であつた。縫手も日本の女性であつた。この女性が胸を躍らせて、その成功の喜びを語つた時、我等の感激の涙は直ちに自責の涙と變らなかつたであらうか。

國産ミシンを充實せしめよ。一切の裝備を國産ミシンで引受けよ。戦争が、大東亞がミシンの製作を待ちわびてゐる。

過去數十年、我國内に猛威を逞うしたのはシンガー社である吾國の製作技術者は彼等のために怯懦に陥るが如き事は絶対にあつてはならない。製作技術者は今ぞ奮起つて之を打負かす責任と義務を持つてゐるのである。

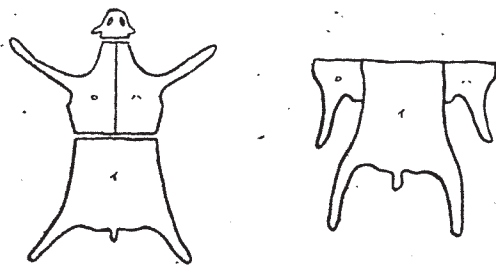
昨年、數十の敵國發明特許權が公開されたが斯様な特許は、いづれも我國の技術者が専念に研究さへすれば、敢て公開をせられずとも更に優秀なものを以て代へ得るのである。製作技術者は特許の公開に事足りりとして、安閑としてゐてはならない。敵國米英は、シンガーその他の一流會社の全力を擧げて生産と研究に努力してゐるであらう。我々が知らぬ間に、彼等も更に飛躍的な機械を發明してゐるかもしれない。我々が百萬台を作る間に、彼等千萬台を作るかもしれない。一刻の油斷、一瞬の停滞は、直ちにそれだけ國家の損失である。我等は研究に生産に、質と量の相乗積に於て、彼等に打勝たねばならない。それこそ吾等に課された義務であり任務である。

かくてこそ勝利への道は確保されるのである。

總論附録

原始時代における裁縫様式

原始人が既に裁縫をし得たといふ事は、ウエルズをはじめ數多の學者が證述してゐるところである。それによる



第 1 圖

BM型 プーリー モートル

長崎製作所 吉 村 芳 郎

内 容 梗 概

炭坑礦山等に於て最近使用が激増した コンベアー 装置用として新に開發した プーリーモートル の構造、特徴を述べ、従来の コンベアー 駆動用として電動機、減速裝置、プーリー 等各個に組立られたものと比較し、その勝れる所以を説明した。

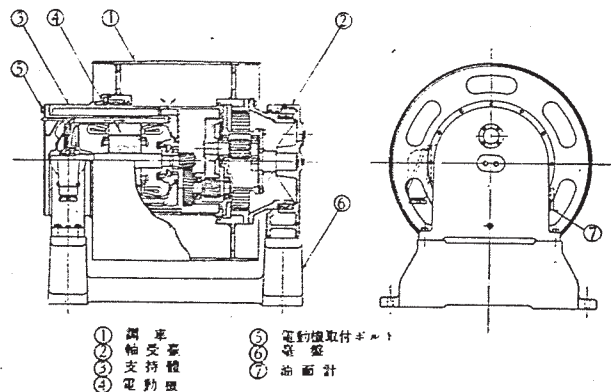
1. 緒 言

近時我國の産業界は飛躍的發展をなし、加ふるに時局の影響を受けて物資は益々急速なる輸送を必要とするに及んだが、之に反して勞力の不足は益々深刻となり、此の勞力補足の對策としてコンベアー技術が急速なる發達を見るに至つた。殊にベルトコンベアーはその代表的のもので著しい進歩を見せて居る。BM型 プーリーモートルは此のベルトコンベアーの駆動原動機として開發したもので、之をヘッドプーリーとして使用出来るのである。本機は開發以來既に多數製作納入して非常なる好評を博して居るが、以下少しく其の構造及び特徴を述べることにする。

2. 構 造

本機は第2圖に示す如く、調車の内部に電動機及減速裝置を極く小じんまりと納めたもので、電動機は起動回轉力の大きな外扇二重籠形電動機を使用し、第3圖に見る如き特殊の形狀をなし、單獨に組立られたものを調車支持体の内部に挿入固着して居る。それで萬一電動機に故障を生じた場合には、運轉狀態の儘で簡単に引出して修理し得る様になつて居る。特に炭坑礦山の坑内又は其の瓦斯爆發の危険なる瓦斯の發生する場所を使用するものは、坑氣防爆型電氣機器標準仕様（電氣學會九州支部にて審議中）に準據した耐壓防爆構造にして居る。

此の種の電動機は齒車裝置として一体に構成されてゐるので、運轉中電動機の内部に油の浸入することが懸念されるけれども、此の點は特に研究して絶対に油洩れの

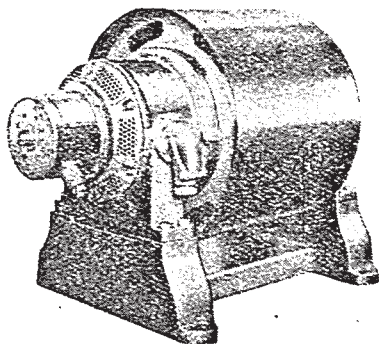


第2圖 プーリーモートル 構造圖

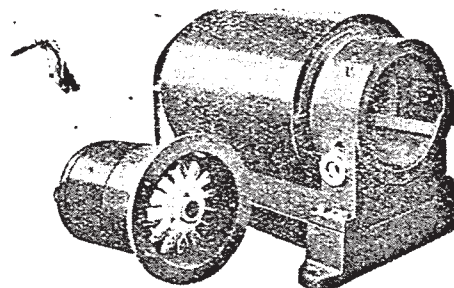
ない構造となつて居る。

第4圖は本機の齒車裝置を表はしたもので、之は齒車取付座及び7個の齒車に依つて構成されて居る。第1齒車は電動機軸に第7齒車はプーリーに固着し、他の齒車は齒車付座に取付けられ、支持体の一端に固定して居る。電動機の回轉は之等の齒車を介してプーリーに傳導される機構となつて居る。齒車裝置は支持体に設けて密閉された油槽内に納められて居るので、絶対に水滴や塵埃が入らぬ様になつて居る。而して油槽内の油面は支持体の脚部に設けた油面計まで油を誘導して外部から簡単に點檢が出来る。且つ油の補給、排出も注油管、排油管に依つて組立た儘で行ふことが出来るので取扱上甚だ便利である。

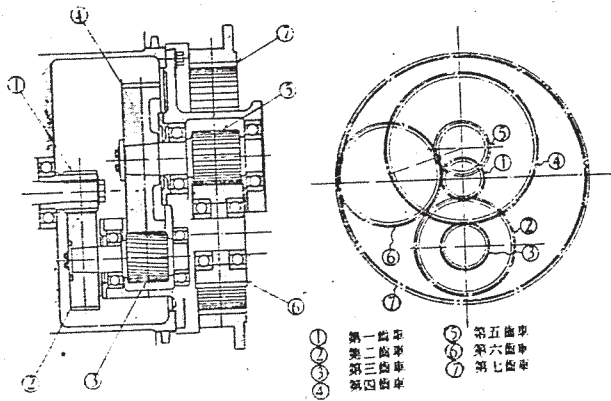
齒車は機械切低齒を使用し、高速回轉を行ふ第1段、



第1圖 BM型 プーリーモートル 外觀



第3圖 電動機及減速裝置



第4圖 プーリーモートル 齒車装置

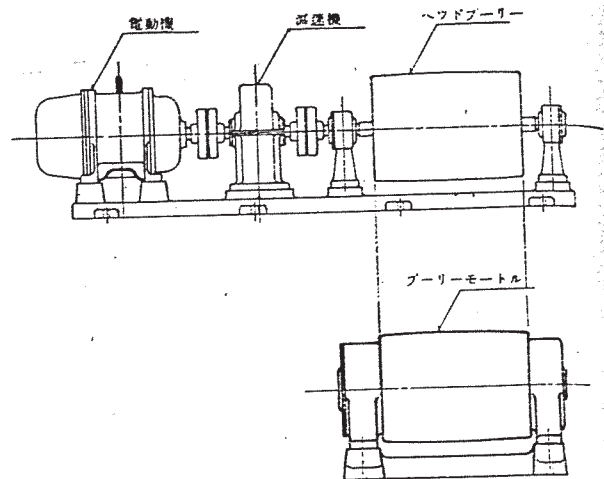
第2段はヘリカルギヤを用ひ、製作組立にも特に注意を拂ひ、齒車噪音の可及的減少と共に圓滑回轉を行ふ様に務めて居る。齒車材としては高炭素鋼及肌焼鋼を使用し親齒車は高炭素鋼を適度の硬度に熱處理したものに齒切し、子齒車は肌焼鋼に齒切後滲炭焼入、研磨仕上を施して強度並に耐磨耗性の増大を図り、以つて永年使用に耐へる様にしている。電動機齒車装置の軸受には球の軸受を使用し、プーリーには筒軸受を使用して何れも自動的に給油が行はれる構造である。

以上の様に電動機及齒車装置を納めた支持体の脚部は台床に強固に締付けられ、他端は軸受台で支へて平衡を保たせて居る。又プーリーは支持体及び軸受台に支持されて回轉する構造になつて居る。

3. 特 徴

1. 從來のコンベヤ駆動装置は第5圖に示す様に電動機、減速装置、ヘッドプーリー等々別個に組立られて居るので据付面積が大となるが、本機は電動機齒車装置がプーリーの内部に納められて居るので、其の儘ヘッドプーリーに使用出来る。従つて据付面積は甚だ僅少で済む。

2. 電動機は全閉外扇型で耐濕、耐爆になつて居るから露天及坑内に於ての使用に差支へない。



第5圖 コンベヤ駆動装置のプーリーモートルの位置

3. 運轉装置は極く簡単で、操作には特別の注意を要しない。

4. 電動機は單獨に組立られ挿入式となつて居るから萬一故障の場合でも使用状態の儘取出して修理出来る。

5. ベルトの掛外しが簡単である。

6. 全体が頑丈に且小じんまりと出来て居るので移動運搬が容易に行はれる。

7. 構造が簡単であるから組立分解が容易である。

4. 用 途

本機は炭坑、礦山の選炭選礦場は云ふまでもなく、坑内にあつては切羽片盤の様な狹隘なる場所、又は各種工場、船舶の石炭積み陸揚用ベルトコンベヤのヘッドプーリーとして使用するに適してゐる。

5. 結 言

ベルトコンベヤは種々の物資の輸送に使用されるが其の原動機は從來据付面積大にして、且移設運搬には多大の不便を感じられて居たが、BM型プーリーモートルを使用することに依つて其の不便は除去され、作業能率は増大して來たので、其の特徴も廣く認めらるゝ所となり需要も益々増加の傾向にある。

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 (VIII)

研 究 部 菅 野 正 雄

第 VI 章

第一種初期値問題の演算子解法

(第二法——單位函數の利用)

第 IV 章に於て説明したる第一法は、第 II 章に於て考察したる基礎的事項中、 $t \leq -0$ に於ける微分方程式は是を考慮せず、單に第一種初期値のみを問題としたが、本章に於ては、第一種初期値を特解として持つ如き、 $t \leq -0$ に於ける微分方程式をも考慮して解法を樹立せんとするものである。而して以下の説明によつて、單位函數を利用せる從來の Heaviside 法による考へ方の根底は實はこの第二法の内に含まれることが窺はれるであらう。

先づ、函數 $y_l(t)$ 及び $\eta_l(t)$ に関し、夫々次の微分方程式が成立つものとする。

$$\sum_{l=1}^n f_{m,l}(D) y_l(t) = F_m(t), \quad (t \geq +0), \dots (VI.1)$$

$$\sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t) = \phi_m(t), \quad (t \leq -0), \dots (VI.2)$$

($m=1, 2, \dots, n$).

茲に、 $f_{m,l}(D)$ 及び $\varphi_{m,l}(D)$ は (IV.2) 式と同様の形の線型演算子函數であり、 $F_m(t)$ 及び $\phi_m(t)$ は、何れも既知の函數とし、更に $t \leq -0$ に於ける $\eta_l(t)$ (既知) が $t=0$ の瞬間、或る定まつた變化を受けて、 $t \geq +0$ に於ける $y_l(t)$ (未知) に變じたるものと考へる。今演算子

$$I\left(\frac{t}{0}\right) \equiv \begin{cases} 1, & (t \geq +0), \\ 0, & (t \leq -0) \end{cases}, \dots (VI.3)$$

を用ひて、(VI.1) 式及び (VI.2) 式を、是等兩式と全く等價な次の一つの關係式に纏める。

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{m,l}(D) I\left(\frac{t}{0}\right) y_l(t) + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) \cdot \\ & \cdot \left[1 - I\left(\frac{t}{0}\right)\right] \eta_l(t) \\ & = I\left(\frac{t}{0}\right) F_m(t) + \left[1 - I\left(\frac{t}{0}\right)\right] \phi_m(t), \\ & \quad \left(t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \dots (VI.4)\right. \\ & \quad \left.m=1, 2, \dots, n\right) \end{aligned}$$

或は是を少しく變形すれば

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{m,l}(D) I\left(\frac{t}{0}\right) y_l(t) = I\left(\frac{t}{0}\right) \left[F_m(t) - \phi_m(t)\right] \\ & + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) I\left(\frac{t}{0}\right) \eta_l(t) \\ & + \left[\phi_m(t) - \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t)\right], \\ & \quad \left(t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \dots (VI.5)\right. \\ & \quad \left.m=1, 2, \dots, n\right) \end{aligned}$$

となる。而して、此の (VI.4) 式は、恰も (II.1) 式に於て、parameters β 及び α_k を夫々の定まつた極限值に近づけたる場合の微分方程式の聯立したるものより成ることは容易に推定さるる所である。

さて、 $\eta_l(t)$ 及び $\phi_m(t)$ は、 $t \geq +0$ に於ては未だ定義されてゐないのであるが、吾々は、 $t \geq +0$ に於ても、

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t) = \phi_m(t), \\ & \quad \left(t \geq +0, \dots (VI.6)\right. \\ & \quad \left.m=1, 2, \dots, n\right) \end{aligned}$$

が成立つ如く、 $\eta_l(t)$ 及び $\phi_m(t)$ を定義したりとすれば、(VI.2) 式及び (VI.6) 式より、

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t) = \phi_m(t), \\ & \quad \left(t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \dots (VI.7)\right. \\ & \quad \left.m=1, 2, \dots, n\right) \end{aligned}$$

を得る。かゝる $\eta_l(t)$ 及び $\phi_m(t)$ を用ひたとすれば、(VI.5) 式は

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{m,l}(D) I\left(\frac{t}{0}\right) y_l(t) = I\left(\frac{t}{0}\right) \left[F_m(t) - \phi_m(t)\right] \\ & + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(D) I\left(\frac{t}{0}\right) \eta_l(t), \\ & \quad \left(t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \dots (VI.8)\right. \\ & \quad \left.m=1, 2, \dots, n\right) \end{aligned}$$

となる。こゝに於て、I. (VI.7) 式の關係を用ふれば、

$$\begin{aligned} & I\left(\frac{t}{0}\right) \sum_{l=1}^n f_{m,l}(p) y_l(t) = I\left(\frac{t}{0}\right) \left[F_m(t) \right. \\ & \left. - \phi_m(t) + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(p) \eta_l(t)\right], \end{aligned}$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.9)$$

又は、

$$\sum_{l=1}^n f_{m,l}(p) y_l(t) = F_m(t) - \Phi_m(t) + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(p) \eta_l(t), \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.10)$$

を得る。但し、 $p^{-1} \cdot \equiv \int_{+0}^t \cdot dt$, ($t \geq +0$) であり、又 $\eta_l(t)$ ($t \leq -0$) より、 $y_l(t)$ ($t \geq +0$) への変化には衝撃函数的変化は含まれてゐないものとする。

而して、(IV.8) 式より (IV.9) 式を得たと同様にして (VI.10) 式より、

$$y_l(t) = \sum_{m=1}^n \frac{1}{\Delta(p)} \frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{m,l}(p)} \left[F_m(t) - \Phi_m(t) + \sum_{k=1}^n \varphi_{m,k}(p) \eta_k(t) \right], \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.11)$$

が得られる。若し、 $f_{m,l}(D) \cdot \equiv \varphi_{m,l}(D) \cdot$ であつたとすれば、

$$y_l(t) = \eta_l(t) + \sum_{m=1}^n \frac{1}{\Delta(p)} \frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{m,l}(p)} \left[F_m(t) - \Phi_m(t) \right], \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.12)$$

となり、更に、受動回路の場合の如く、すべて、 $\eta_l(t) = 0$, $\Phi_m(t) = 0$ ならば、

$$y_l(t) = \sum_{m=1}^n \frac{1}{\Delta(p)} \frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{m,l}(p)} F_m(t), \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.13)$$

となるのである。(VI.11), (VI.12) 及び (VI.13) 式の右側の計算は第一法の場合と全く同様である。

以上の説明を、電気回路を例として要約すれば、次の如く云へるであらう。

$t \leq -0$ に於ける状態の與へられた電気回路に、 $t=0$ の瞬間、或る定まつた変化を與へて、 $t \geq +0$ に於ける回路状態を知らんとするには、 $t \geq +0$ に於て成立する微分方程式 (VI.1) と、 $t \leq -0$ に於て成立し、且、 $t=-0$ に於ける状態を特解として持つ如き微分方程式 (VI.2) とを作る。然らば所要の解は、(VI.11) 式により與へられる。

§ V. 2. 第二法の一解釋

上述の解法は又、次の如くにも考へられる。先づ、 $-\infty < t < \infty$ の中、 $t \geq +0$ に於ては、(VI.1) 式、 $t \leq -0$

に於ては (VI.2) 式によつて表現され得る一つの現象 (A) を考へる。次に、 $-\infty < t < \infty$ に於て、(VI.7) 式によつて表現され得る既知の現象 (B) を導く。即ち現象 (A) と現象 (B) とは、 $t \leq -0$ に於ては全く同一であつて、 $t \geq +0$ に於てのみ相異なるものである。今現象 (A) と現象 (B) との差によつて表はさるる如き第三の現象 (C) を考へれば、是は、 $t \leq -0$ に於ては無であるが、 $t \geq +0$ に於ては、

$$\sum_{l=1}^n \left[f_{m,l}(D) y_l(t) - \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t) \right] = F_m(t) - \Phi_m(t), \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.14)$$

によつて表現される。是を電気回路に譬へれば、 $t \leq -0$ に於て受動的であつた回路に、 $t=0$ なる瞬間、勢力を與へて、 $t \geq +0$ に於て (VI.14) 式によつて表現される如き回路状態に持來したものと云へる。かかる現象 (C) は、演算子 $I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$ を用ひて次の如き一つの關係式に表はれる。

$$\sum_{\rho} h_{m,\rho}(D) I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) z_{\rho}(t) = I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \left[F_m(t) - \Phi_m(t) \right], \left(\begin{array}{l} t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.15)$$

茲に、

$$\sum_{l=1}^n \left[f_{m,l}(D) y_l(t) - \varphi_{m,l}(D) \eta_l(t) \right] \equiv \sum_{\rho} h_{m,\rho}(D) z_{\rho}(t)$$

である。こゝに於て、I. (VI.7) 式を用ふれば、

$$I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \sum_{\rho} h_{m,\rho}(p) z_{\rho}(t) \equiv I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \sum_{l=1}^n \left[f_{m,l}(p) y_l(t) - \varphi_{m,l}(p) \eta_l(t) \right] = I \left(\begin{smallmatrix} t \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \left[F_m(t) - \Phi_m(t) \right], \left(\begin{array}{l} t \geq +0 \text{ 及び } t \leq -0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right)$$

又は、

$$\sum_{l=1}^n f_{m,l}(p) y_l(t) = F_m(t) - \Phi_m(t) + \sum_{l=1}^n \varphi_{m,l}(p) \eta_l(t), \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots (VI.16)$$

の如く、再び、(VI.10) 式の關係が求められるのである。従つて、以下、前に述べたと同様にして所要の解

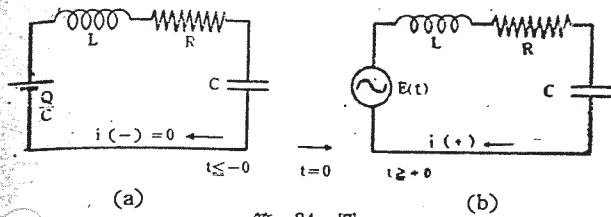
得ることが出来るのである。

第 VII 章

第二法による計算例

第 V 章に於て説明したる例題中の主なるものを、第二法によつて解いて見ることとする。

(1). § V.1. の問題 (4): 此の場合、第 14 圖に於て S を閉づることは、 $t \leq -0$ に於て電源電圧が Q/C で回路電流 $i(-) = 0$ である如き第 34 圖 (a) の回路を、



第 34 圖

の瞬間に於て、電源電圧を Q/C より $E(t)$ に變化せしめて、 $t \geq +0$ に於ける同圖 (b) の回路状態に移したと等價であるから、次の微分方程式が得られる。

$$\{LD + R + (CD)^{-1}\} i(-) = \frac{Q}{C}, \quad (t \leq -0),$$

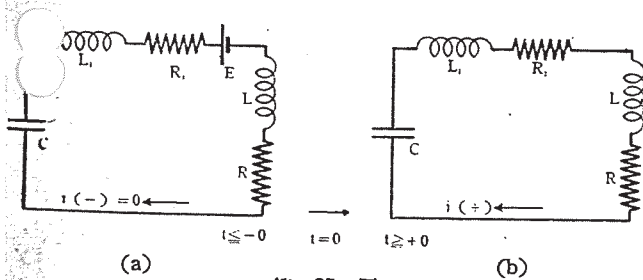
$$\{LD + R + (CD)^{-1}\} i(+) = E(t), \quad (t \geq +0).$$

よつて (VI. 12) 式により、所要の解は、

$$i(+) = \{Lp + R + (Cp)^{-1}\}^{-1} \left[E(t) - \frac{Q}{C} \right]$$

となり、第一法による結果と一致する。

(2). § V.1. の問題 (8): 第 19 圖に於て、 G を短絡せしむることは、第 35 圖に於て、(a) の回路を $t = 0$ なる瞬間、(b) の回路に變移せしめたと等價であるから次の關係式が成立する。



第 35 圖

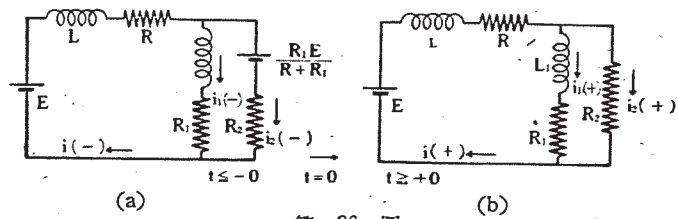
$$\left\{ \begin{aligned} L_1 D + R + (CD)^{-1} i(-) + e(-) &= E \\ (LD + R) i(-) - e(-) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (t \leq -0),$$

$$\left\{ \begin{aligned} L_1 D + R + (CD)^{-1} i(+) + e(+) &= 0 \\ (LD + R) i(+) - e(+) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (t \geq +0).$$

よつて、(VI. 12) 式により直ちに

$$e(+) = \frac{EL_1}{L+L_1} \frac{p^2 + \frac{R}{L}p}{(p+\alpha)^2 - \beta^2} \cdot 1$$

が得られるが、これは第一法により求められた結果と一



第 36 圖

致してゐる。

(3). § V.1. の問題 (12): 第 23 圖に於て S を閉づることは、第 36 圖に於て、回路を (a) より (b) に變更することと等價なる故、次の關係式が成立つ。

$$\left\{ \begin{aligned} (LD + R) i(-) + (L_1 D + R_1) i_1(-) &= E \\ (LD + R) i(-) + R_2 i_2(-) &= \frac{RE}{R+R_1} \\ i(-) - i_1(-) - i_2(-) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (t \leq -0),$$

$$\left\{ \begin{aligned} (LD + R) i(+) + (L_1 D + R_1) i_1(+) &= E \\ (LD + R) i(+) + R_2 i_2(+) &= E \\ i(+) - i_1(+) - i_2(+) &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (t \geq +0).$$

よつて、

$$\Delta(p) \equiv \begin{vmatrix} Lp + R & L_1 p + R_1 & 0 \\ Lp + R & 0 & R_2 \\ 1 & -1 & -1 \end{vmatrix} \cdot \\ \equiv \{ LL_1 p^2 + [R_1 L + R_2 (L + L_1) + RL_1] p + RR_1 + R_1 R_2 + R_2 R \} \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{1,1}(p)} \cdot \equiv R_2 \cdot, \quad \frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{1,2}(p)} \cdot \equiv (Lp + R + R_2) \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{1,3}(p)} \cdot \equiv -(Lp + R) \cdot;$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{2,1}(p)} \cdot \equiv (L_1 p + R_1) \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{2,2}(p)} \cdot \equiv -(Lp + R) \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{2,3}(p)} \cdot \equiv \{ (L + L_1) p + R + R_1 \} \cdot;$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{3,1}(p)} \cdot \equiv R_2 (L_1 p + R_1) \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{3,2}(p)} \cdot \equiv -R_2 (Lp + R) \cdot,$$

$$\frac{\partial \Delta(p)}{\partial f_{3,3}(p)} \cdot \equiv (Lp + R) (L_1 p + R_1) \cdot.$$

従つて、(VI. 11) 式により、所要の解は、

$$i(+) = \frac{1}{\Delta(p)} \left\{ R_2 \left\{ E - E + [(L + L_1) p + (R + R_1)] \frac{E}{R + R_1} \right\} + (L_1 p + R_1) \left\{ E - \frac{RE}{R + R_1} + (Lp + R) \frac{E}{R + R_1} \right\} \right\}$$

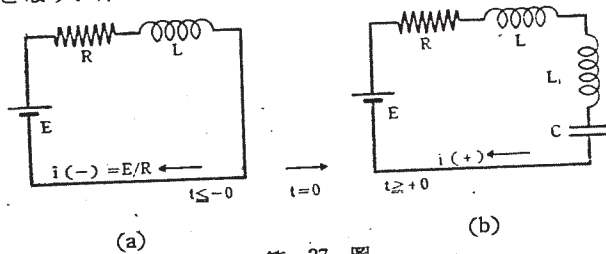
$$= \frac{E}{R+R_1} \frac{1}{(p+\alpha)^2 - \beta^2} \left(p^2 + (2\alpha + \frac{R_1}{L})p + \frac{(R+R_1)(R_1+R_2)}{LL_1} \right) \cdot 1,$$

$$i_1(+)=\frac{1}{\Delta(p)} \left[(LP+R+R_2) \left\{ (L+L_1)p + R+R_1 \right\} \frac{E}{L+L_1} - (LP+R) \left\{ \frac{R_1 E}{R+R_1} + (LP+R) \frac{E}{R+R_1} \right\} \right]$$

$$= \frac{E}{R+R_1} \frac{1}{(p+\alpha)^2 - \beta^2} \left(p^2 + (2\alpha - \frac{R_1}{L})p + \frac{R_2(R+R_1)}{LL_1} \right) \cdot 1,$$

$$i_2(+)=i(+)-i_1(+)$$

となり、第一法による結果と一致する。



第 37 圖

(4). § V.2. の問題 (3): 第 27 圖に於て、S を遮断することは、第 37 圖に於て、回路 (a) を回路 (b) に變移せしむることと等價なる故、次の關係式が成立つ。

$$(LD+R)i(-)=E, \quad (t \leq -0),$$

$$\{(L+L_1)D+R+(CD)^{-1}\}i(+)=E, \quad (t \geq +0),$$

$$e(+)=\{L_1D+(CD)^{-1}\}i(+), \quad (t \geq +0).$$

よつて、 $i(+)$ は (VI. 11) 式により、

$$i(+)=\frac{1}{L+L_1} \frac{p}{(p+\alpha)^2 + \beta^2} \left\{ E - E + (LP+R)i(-) \right\}$$

$$= \frac{E}{L+L_1} \frac{p}{(p+\alpha)^2 + \beta^2} \left(1 + \frac{L}{R} p \right) \cdot 1$$

となるが、これは第一法による結果と一致し、従つて、これより算出される $e(+)$ も亦一致するのである。

(5). § V.2. の問題 (6):

第 38 圖より直ちに次の關係式が得られる。

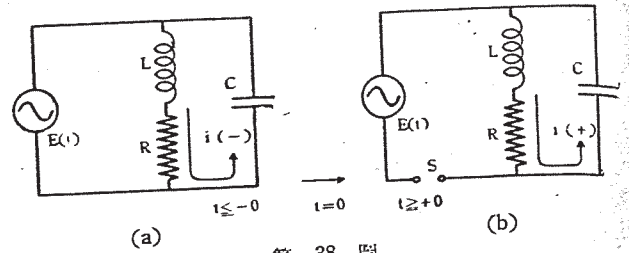
$$\{LD+R+(CD)^{-1}\}i(-)=-(LD+R)I, \quad (t \leq -0),$$

$$\{LD+R+(CD)^{-1}\}i(+)=0, \quad (t \geq +0),$$

$$e(+)=E(t)-(LD+R)i(+), \quad (t \geq +0).$$

よつて $i(+)$ は、(VI. 12) 式により、

$$i(+)=i(-)+\{LP+R+(CP)^{-1}\}^{-1}(LD+R)I$$



第 38 圖

であるが、 $I(0)=0$ であるから、

$$DI=pI$$

とすることが出来る。(I. (II. 34) 式参照) 故に

$$i(+)=i(-)+I-\frac{I_0}{CL} \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \sin \omega t$$

となる。然るに、

$$E(t)=I_0 Z \sin(\omega t + \theta),$$

$$\left(\tan \theta = \frac{\omega}{2\alpha} \frac{\beta^2 - 3\alpha^2 - \omega^2}{\alpha^2 + \beta^2}, \right.$$

$$\left. -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \right)$$

なる故、

$$i(-)+I=(LD+R)^{-1}E(t)$$

$$= \frac{I_0 Z}{L} e^{-2\alpha t} D^{-1} e^{2\alpha t} \sin(\omega t + \theta)$$

$$= \frac{I_0 Z}{L} \frac{1}{\sqrt{4\alpha^2 + \omega^2}} \sin(\omega t - \mu),$$

$$\left(\tan \mu = \frac{2\alpha\omega}{\alpha^2 + \beta^2 - \omega^2}, \right.$$

$$\left(0 \leq \mu \leq \frac{\pi}{2}, \quad (\alpha^2 + \beta^2 \geq \omega^2), \right.$$

$$\left. \frac{\pi}{2} \leq \mu \leq \pi, \quad (\alpha^2 + \beta^2 \leq \omega^2) \right)$$

又、

$$\left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \sin \omega t = CZ \frac{\sin(\omega t - \mu)}{\sqrt{4\alpha^2 + \omega^2}}$$

$$+ \frac{\omega}{\beta} e^{-\alpha t} \frac{\sin(\beta t + \phi)}{\sqrt{\left\{ \alpha^2 + (\beta + \omega)^2 \right\} \left\{ \alpha^2 + (\beta - \omega)^2 \right\}}},$$

$$\left(\tan \phi = \frac{2\alpha\beta}{\alpha^2 - \beta^2 + \omega^2}, \right.$$

$$\left(0 \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}, \quad (\alpha^2 + \omega^2 \geq \beta^2), \right.$$

$$\left. \frac{\pi}{2} \leq \phi \leq \pi, \quad (\alpha^2 + \omega^2 \leq \beta^2) \right)$$

であるから、

$$i(+)= -\frac{\omega I_0}{\beta CL} e^{-\alpha t} \frac{\sin(\beta t + \phi)}{\sqrt{\left\{ \alpha^2 + (\beta + \omega)^2 \right\} \left\{ \alpha^2 + (\beta - \omega)^2 \right\}}}$$

となる。従つて $e(+)$ は、

$$e(+)=E(t)-(LD+R)i(+)$$

$$= E(t) - \frac{\omega I_0}{\beta C} \frac{1/\alpha^2 + \beta^2}{\sqrt{\alpha^2 + (\beta + \omega)^2} \sqrt{\alpha^2 + (\beta - \omega)^2}} \cdot \varepsilon^{-\omega t} \sin(\beta t + \varphi),$$

$$\tan \varphi = \frac{\beta}{\alpha} \frac{\beta - 3\alpha^2 - \omega^2}{3\beta^2 - \alpha^2 - \omega^2},$$

$$-\pi \leq \varphi \leq -\frac{\pi}{2}, \quad (\omega^2 \geq 3\beta^2 - \alpha^2),$$

$$-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq 0, \quad 3\beta^2 - \alpha^2 \geq \omega^2 \geq \beta^2 - 3\alpha^2,$$

$$0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2}, \quad (\beta^2 - 3\alpha^2 \geq \omega^2)$$

となり、第一法により得られた結果と一致する。

第 VIII 章

第一種初期値より第二種初期値の算出

§ VIII. 1. 緒言

前章迄に於て、吾々は、回路解析を第一種初期値問題として、之に演算子解法を施せば、通常解法に於ては是非必要なるべき第二種初期値を用ふることなしに、所要の結果の得らるることを知つたのであるが、時によつては、解そのものよりはむしろ、回路の閉鎖或は遮断直後の電流又は電圧分布、即ち第二種初期値のみを求め度い場合もあるであろう。かかる場合は、一々、 $t \geq +0$ に於ける解を算出して然る後、 $t \rightarrow +0$ とする手数を省き、第一種初期値と、 $t \geq +0$ に於ける微分方程式とより直ちに第二種初期値を求め得れば都合が好い。本章に於てはその方法及びこれに關聯せる問題に就て述べる。

§ VIII. 2. 算出の方法

當面の問題が、微分方程式 (IV. 1) 及び第一種初期條件とによつて表現されてゐるものとすれば、この表現中

に於ては、第一種初期値 $C \begin{pmatrix} -0 \\ t \end{pmatrix} [D^k y_l(t)]$ と第二種初期値 $C \begin{pmatrix} +0 \\ t \end{pmatrix} [D^k y_l(t)]$ ($k = -\mu_l, -\mu_l + 1, \dots, 0, \dots, \nu_l - 2$)

とは常に連続であり、たゞ $C \begin{pmatrix} -0 \\ t \end{pmatrix} [D^{\nu_l-1} y_l(t)]$ と

$C \begin{pmatrix} +0 \\ t \end{pmatrix} [D^{\nu_l-1} y_l(t)]$ (但し、 μ_l は $s_{1,l}, s_{2,l}, \dots, s_{n,l}$ 中の

最大なるもの、又 ν_l は $r_{1,l}, r_{2,l}, \dots, r_{n,l}$ 中の最大なるものとする) とが高々積分可能な不連続性を持つのみであることはすでに第 IV 章に於て述べたる所である。

従つて第一種初期値より第二種初期値を求むると言つても、結局それは、 $C \begin{pmatrix} -0 \\ t \end{pmatrix} [D^{\nu_l-1} y_l(t)]$ と $C \begin{pmatrix} +0 \\ t \end{pmatrix} [D^{\nu_l-1} y_l(t)]$ とが連続なるか、又は不連続なるか、若し不連続なりとすればそれは如何なる値を持つかを算定することに歸するわけであるが、兎に角これには次の二つの方法が考へられる。

第一法： 所要の第二種初期値は、(IV. 20) 式

$$y_l^{(k)}(t) = \sum_{m=1}^n \frac{p^k}{\Delta(p)} \frac{\partial(\Delta)}{\partial f_{m,l}(p)} H_m(p, t),$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0, \quad m=1, 2, \dots, n, \\ \lambda = -\mu_l, -\mu_l + 1, \dots, 0, \dots, \nu_l - 1 \end{array} \right)$$

より算出された解に於て、 $t \rightarrow +0$ とおいて直ちに得られるのであるが、單に初期値のみを得るには、上式の右邊を一々計算して後 $t \rightarrow +0$ とする必要はない。何となれば、上式の右邊は結局、上述の事柄から、

$$\alpha(p + \beta)^{-h} \varphi(t), \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \quad \alpha \neq 0, \\ h = 0, 1, 2, \dots, \\ \varphi(t) = F_m(t) \text{ 又は } 1, \end{array} \right)$$

.....(VIII. 1)

の如き形の項の和として表はされる筈であるが、

(i) $h \neq 0$ ならば、

$$\alpha(p + \beta)^{-h} \varphi(t) \equiv \alpha \varepsilon^{-\beta t} \int_{+0}^t \dots \int_{+0}^t \varepsilon^{\beta \tau} \varphi(\tau) (d\tau)^h$$

$$\equiv \frac{\alpha \varepsilon^{-\beta t}}{(h-1)!} \int_{+0}^t \varepsilon^{\beta \tau} \varphi(\tau) (t-\tau)^{h-1} d\tau,$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ h = 1, 2, \dots \end{array} \right) \dots \dots \dots \text{(VIII. 2)}$$

となるから

$$C \begin{pmatrix} +0 \\ t \end{pmatrix} [\alpha(p + \beta)^{-h} \varphi(t)] = 0$$

が得られ、

(ii) $h = 0$ ならば直ちに、

$$C \begin{pmatrix} +0 \\ t \end{pmatrix} [\alpha(p + \beta)^{-h} \varphi(t)] = \alpha \varphi(+0)$$

が得られる爲である。さて $\varphi(t)$ を $(+0, t \geq +0)$ に於て積分可能なりとすれば、

$$\lim_{t \rightarrow +0} \int_{+0}^t \varphi(t) dt \equiv \lim_{t \rightarrow +0} p^{-1} \varphi(t) = 0, \dots \dots \dots \text{(VIII. 3)}$$

であるが、此の關係は結果に於ては、恰も $p^{-1} \varphi(t)$ に於て、 p を代數記號の如く看做して $p \rightarrow +\infty$ ($\varphi(t)$ は此の際有限と見ておいてよい) としたることと同等である。従つて上述の (i) 及び (ii) の結果より、所要の手續を次の如く言ひ表はしても差支へないであらう。

第一種初期値より第二種初期値を算出する一つの方法は、現象を表現すべき微分方程式 (IV. 1) に $D-p$ 變換を施して (IV. 20) 式を作り、こゝに於て p を代數記號の如く看做して $p \rightarrow +\infty$ としたる時、殘留する項に於て、 $t = +0$ とおくことによつて得られる。

第二法：微分方程式 (IV.1) を次の如き一次形式に書き換へる。

$$DY_{om}(t) + Y_{1m}(t) = F_m(t), \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, \mu \leq n, \end{array} \right), \quad \dots\dots\dots(\text{VIII. 4})$$

$$Y_{2m}(t) = F_m(t), \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=\mu+1, \mu+2, \dots, n. \end{array} \right). \quad \dots\dots\dots(\text{VIII. 5})$$

茲に、 $Y_{om}(t)$, $Y_{1m}(t)$ 及び $Y_{2m}(t)$ は、

$$\begin{aligned} y_l^{(\nu_l-1)}(t) &= Dy_l^{(\nu_l-2)}(t) \\ y_l^{(\nu_l-2)}(t) &= Dy_l^{(\nu_l-3)}(t), \quad \left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(\text{VIII. 6})$$

とする時、 $y_l^{(\nu_l-1)}(t)$, $y_l^{(\nu_l-2)}(t)$, $\dots\dots$ の線型一次式である。さて、(VIII.4) 式及び (VIII.6) 式を

$$D \cdot \equiv p\left(\frac{t}{-0}\right) \cdot - p\left(\frac{t}{-0}\right) C\left(\frac{-0}{t}\right) \cdot$$

なる関係を用ひて、少しく變形すれば、

$$\begin{aligned} p\left(\frac{t}{-0}\right) Y_{om}(t) + Y_{1m}(t) &= \left[F_m(t) \right] \\ &+ p\left(\frac{t}{-0}\right) C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[Y_{om}(t) \right], \\ &\left(\begin{array}{l} t \geq -0, \\ m=1, 2, \dots, \mu \leq n, \\ \left[F_m(t) \right] = F_m(t), \quad t \geq +0, \\ = 0, \quad -0 \leq t < +0 \end{array} \right) \\ &\dots\dots\dots(\text{VIII. 7}) \end{aligned}$$

及び、

$$\begin{aligned} y_l^{(\nu_l-1)}(t) &= p\left(\frac{t}{-0}\right) y_l^{(\nu_l-2)}(t) \\ &- p\left(\frac{t}{-0}\right) C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-2)}(t) \right], \\ y_l^{(\nu_l-2)}(t) &= p\left(\frac{t}{-0}\right) y_l^{(\nu_l-3)}(t) \\ &- p\left(\frac{t}{-0}\right) C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-3)}(t) \right] \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} t \geq -0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots\dots(\text{VIII. 8})$$

となるが、以下考察を二つに分けて進める。

(i). $Y_{om}(+0)$ ($m=1, 2, \dots, \mu \leq n$) がすべて恒等的には相等しからざる場合：此の場合は、(VIII.7) 式及び (VIII.8) 式の兩邊に $p\left(\frac{t}{-0}\right)^{-1}$ を作用せしむれば、

$$\begin{aligned} Y_{om}(t) + \int_{-0}^t Y_{1m}(t) dt &= \int_{-0}^t \left[F_m(t) \right] dt \\ &+ C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[Y_{om}(t) \right], \\ &\left(\begin{array}{l} t \geq -0, \\ m=1, 2, \dots, \mu \leq n \end{array} \right) \dots\dots\dots(\text{VIII. 9}) \end{aligned}$$

及び、

$$\begin{aligned} \int_{-0}^t y_l^{(\nu_l-1)}(t) dt &= y_l^{(\nu_l-2)}(t) \\ &- C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-2)}(t) \right] \\ \int_{-0}^t y_l^{(\nu_l-2)}(t) dt &= y_l^{(\nu_l-3)}(t) \\ &- C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-3)}(t) \right] \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{l} t \geq -0, \\ l=1, 2, \dots, n \end{array} \right) \dots\dots\dots(\text{VIII. 10})$$

となるが、既述の如く、 $y_l^{(\nu_l-1)}(t)$, $y_l^{(\nu_l-2)}(t)$, $\dots\dots$ 及び $F_m(t)$ は何れも $t = \pm 0$ に於て積分可能なるにより、

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow +0} \int_{-0}^t \varphi(t) dt &= 0, \\ \left(\begin{array}{l} \varphi(t) \text{ は } y_l^{(\nu_l-1)}(t), y_l^{(\nu_l-2)}(t), \dots, \\ \text{及び } \left[F_m(t) \right] \text{ の何れかを示す} \end{array} \right) \end{aligned}$$

である。よつて (VIII.9) 式及び (VIII.10) 式より、

$$Y_{om}(+0) = C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[Y_{om}(t) \right], \quad (m=1, 2, \dots, \mu \leq n) \quad \dots\dots\dots(\text{VIII. 11})$$

$$\begin{aligned} y_l^{(\nu_l-2)}(+0) &= C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-2)}(t) \right] \\ y_l^{(\nu_l-3)}(+0) &= C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-3)}(t) \right] \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \quad (l=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots(\text{VIII. 12})$$

及び (VIII.5) 式より

$$Y_{2m}(+0) = F_m(+0), \quad (m=\mu+1, \mu+2, \dots, n) \quad \dots\dots\dots(\text{VIII. 13})$$

が得られる。かくて、(VIII.11), (VIII.12) 及び (VIII.13) の諸関係より、 $y_l^{(\nu_l-1)}(+0)$, $y_l^{(\nu_l-2)}(+0)$, $\dots\dots$ 等が $C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-1)}(t) \right]$, $C\left(\frac{-0}{t}\right) \left[y_l^{(\nu_l-2)}(t) \right]$, $\dots\dots$ 及び $F_m(+0)$ ($m=\mu+1, \mu+2, \dots, n$) の函数として算出されることとなるのである。

(ii). 微分方程式 (IV.1) 式に含まれてゐる常数 $a_r(m, l)$ 及び $b_s(m, l)$ の値の如何によつては、 $Y_{om}(+0)$ ($m=1, 2, \dots, \mu \leq n$) の中、たとへば $Y_{o1}(+0) \equiv Y_{o2}(+0)$, $Y_{o3}(+0) \equiv Y_{o4}(+0) \equiv Y_{o5}(+0)$, $\dots$ 等の如く、幾組かは恒等的に等しいものが存在し、且、是等に対応する第一種初期値は何れも零なる時は、(i) の如き方法を用ふれば、(VIII.11) 式中、獨立なる関係式は幾何か減少することとなるが、若し、此の減少したる數に相當して、

$$\lim_{t \rightarrow +0} p\left(-\frac{t}{0}\right) Y_{0m}(t) = Z_{0m}(+0) = \text{有限} \cdots (\text{VIII. 14})$$

なる關係が存在するとすれば、(VIII. 7) 式より、

$$Z_{0m}(+0) + Y_{1m}(+0) = F_m(+0), \cdots (\text{VIII. 15})$$

なる關係が新に得られるので結局、(VIII. 15) 式、(VIII. 12) 式、(VIII. 13) 式及び (VIII. 11) 式中の獨立なる關係を用ひて、 $y_{1^{(1-1)}}(+0)$, $y_{1^{(1-2)}}(+0)$,等を計算し得るのである。

結局、上述の二つの考察を纏めて、次の様に言ひ表はすことが出來よう。

第一種初期値より第二種初期値を算出する第二の方法は、現象を表現すべき微分方程式 (IV. 1) を、(VIII. 4), (VIII. 5) 及び (VIII. 6) 式の如き一次形式に變形して後、これに $D-p$ 變換を施し、その結果に於て p を代數記號の如く看做して、 $p \rightarrow +\infty$ としたる時、殘留する項に於て $t = +0$ とすることによつて得られる。

特に、第一種初期値がすべて零なる場合には、微分方程式中の D を代數記號の如く看做して、 $D \rightarrow +\infty$ としたる時、殘留する項に於て、 $t = +0$ といった關係によつて第二種初期値が定められる。

此の簡便法は、現象が、線型偏微分方程式にて表現されたる場合にも尙適用さるるものであつて、從來も屢々利用されてゐたものであるが⁽⁸⁾、その根本理由に就ては充分明かにさるる所がなかつたものの様である。

§ VIII. 3. 第一法と第二法との比較

前述の説明より明かなる如く、第二法に於ては、

(i). 微分方程式をすべて一次形式に書き換へねばならぬこと

(ii). 考察を二様に分けなくてはならぬこと

等の關係により、それは第一法より少しく煩雜なる難はあるが、所要の第二種初期値をすべて同時に考察し得る便を有する。

§ VIII. 4. 回路變革前後に於ける電磁束及び電荷の連續性

集中定數回路解析に於ては、(IV. 1) 式は即ち、Kirchhoff の法則を表現することとなり、それは任意の獨立なる閉回路に就き、

$$\sum_i \left\{ L(m, l) D + R(m, l) + \frac{1}{C(m, l) D} \right\} i_l(t) = E_m(t),$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, \mu \end{array} \right) \cdots (\text{VIII. 16})$$

及び、任意の獨立なる分枝點に於て

$$\sum_i i_i(t) = 0, \quad (t \geq +0) \cdots (\text{VIII. 17})$$

となるが、(VIII. 16) 式中の $D^{-1}i_i(t)$ を $q_i(t)$ と書き、又 (VIII. 17) 式の $\sum_i i_i(t)$ を、蓄電器を通る變位電流 $i_k(t)$ と然らざる部分とに分離して考へれば、前者は、 $Dq_k(t)$ と書ける故、(VIII. 16) 式及び (VIII. 17) 式は

夫々、

$$\sum_i \left\{ L(m, l) D + R(m, l) \right\} i_i(t) + \frac{1}{C(m, l)} q_i(t) = E_m(t),$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ m=1, 2, \dots, \mu \leq n \end{array} \right) \cdots (\text{VIII. 18})$$

$$D \sum_k q_k(t) + \sum_k i_k(t) = 0, \quad (t \geq +0) \cdots (\text{VIII. 19})$$

となるが、こゝに於て、§ VIII. 2 の第二法による考察を適用すれば、(簡單の爲、(i) の場合のみを考へる)

$$\sum_i L(m, l) i_i(+0) = C \left(-\frac{0}{t} \right) \left[L(m, l) i_i(t) \right],$$

$$\cdots (\text{VIII. 20})$$

$$\sum_k q_k(+0) = C \left(-\frac{0}{t} \right) \left[\sum_k q_k(t) \right] \cdots (\text{VIII. 21})$$

なる關係が得られる。(VIII. 20) 式は即ち、回路變革前後に於ける任意の一つの閉回路中の電磁束の總和の不変なることを示し、(VIII. 21) 式は、任意の分枝點の一つに集合する變位電流を分擔すべき蓄電器の電荷の總和が、回路變革前後に於て不変なることを示してゐる。これ即ち、林氏が、氏の演算子法の基礎となす定理 (I)⁽⁹⁾ に他ならないのであるが、それが $D-p$ 變換なる考への下に、Kirchhoff の法則より必然的に誘導されたのである。而して此の定理の誘導に關する林氏の考へは次の如くである。即ち (VIII. 18) 式に於て、 $R(m, l) i_i(t)$ 、 $\frac{1}{C(m, l)} q_i(t)$ 及び $E_m(t)$ 等は有限なる故、若し (VIII. 20) 式の關係が成立せざるものとすれば、

$$\left\{ \frac{d}{dt} \left[L(m, l) i_i(t) \right] \right\}_{t=0} = \infty \cdots (\text{VIII. 22})$$

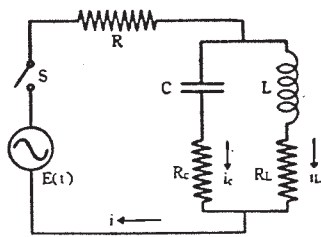
となり、(VIII. 18) 式の成立は不可能となる。よつて (VIII. 20) 式の關係は絶対に必要である。同様にして、(VIII. 19) 式より (VIII. 21) 式の成立も絶対に必要である。”といふのである。然るに (VIII. 18) 式は $t \geq +0$ に於てのみ成立する關係式であるにも拘はらず、(VIII. 22) 式を導くに當つては、明かに暗黙裡に、これを $t = -0$ に迄延長して考へてゐることになつてゐる。 $D-p$ 變換なる考へは、實に此の點を明瞭にしたるものと云へよう。

§ VIII. 5. 計算例

(1). 第 39 圖に示す如き受動回路を、 $t=0$ の瞬間、 S に於て閉ぢたる直後に於ける各分枝の電流 i, i_c, i_L を求む。

解： 微分方程式；

$$\left. \begin{array}{l} Ri + \left\{ R_c + (CD)^{-1} \right\} i_c = E(t) \\ Ri + (R_L + LD) i_L = E(t) \\ i_c + i_L = i \end{array} \right\} \quad (t \geq +0).$$



第 39 圖

上式に於て D を代數記號の如く看做して $D \rightarrow +\infty$ とし、然る後、 $t = +0$ とおけば、

$$\begin{aligned} Ri(+0) + R_c i_c(+0) &= E(+0), \\ i_L(+0) &= 0, \\ i_c(+0) &= i(+0) \end{aligned}$$

となる。よつて、

$$\begin{aligned} i(+0) = i_c(+0) &= \frac{E(+0)}{R + R_c}, \\ i_L(+0) &= 0 \end{aligned}$$

を得る。

(2). § V. 1. の問題 (10) (イグナイトロンの點弧回路) の第二種初期電流。

解： 第一法によれば、

$$\begin{aligned} \left[(L_1 L_2 - M^2) p^2 + L_1 R p + \frac{L_2}{C} + \frac{R}{Cp} \right] \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} \\ = \begin{bmatrix} \frac{Q}{C} (L_2 p + R) \\ -\frac{Q}{C} M p \end{bmatrix} \end{aligned}$$

なる故、

- (i). $L_1 L_2 - M^2 \neq 0$ ならば
 $i_1(+0) = i_2(+0) = 0.$
 (ii). $L_1 L_2 - M^2 = 0$ ならば

$$i_1(+0) = -\frac{Q}{CR} \frac{L_2}{L_1}, \quad i_2(+0) = \frac{Q}{CR} \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

が得られる。又第二法による時は微分方程式に $D-p$ 變換を施した關係式より、

- (i). $L_1 L_2 - M^2 \neq 0$ ならば、
 $L_1 i_1(+0) + M i_2(+0) = 0,$
 $M i_1(+0) + L_2 i_2(+0) = 0$

なる故、

$$i_1(+0) = i_2(+0) = 0.$$

- (ii). $L_1 L_2 - M^2 = 0$ ならば、

$$\begin{aligned} \sqrt{L_1} p \left(\sqrt{\frac{1}{L_1}} i_1 - \sqrt{\frac{1}{L_2}} i_2 \right) + \frac{1}{Cp} i_1 &= \frac{Q}{C}, \\ -\sqrt{L_2} p \left(\sqrt{\frac{1}{L_1}} i_1 - \sqrt{\frac{1}{L_2}} i_2 \right) + R i_2 &= 0 \end{aligned}$$

を得るから、兩式より $p \left(\sqrt{\frac{1}{L_1}} i_1 - \sqrt{\frac{1}{L_2}} i_2 \right)$ を逐ひ出し、 $p \rightarrow +\infty$ とすれば、

$$i_2(+0) = \frac{Q}{CR} \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

が得られ、従つて又、

$$i_1(+0) = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} i_2(+0) = \frac{1}{CR} \frac{Q}{L_1}$$

が得られるのである。

第 IX 章

結 言

初期値問題には、 $t = -0$ に於ける状態と、 $t \geq +0$ に於ける微分方程式とによつて $t \geq +0$ の状態の一義的に決定せらるゝ第一種初期値問題と、 $t = +0$ に於ける状態及び $t \geq +0$ に於ける微分方程式とによつて $t \geq +0$ の状態の一義的に決定せらるゝ第二種初期値問題との二種類を考へることが出来るが、從來の解法は、第一種の問題もすべてこれを第二種に引直して、第二種初期値問題のみを考慮してゐた。併し、演算子解法を利用すれば、少くとも、常係數線型常微分方程式並に、準線型偏微分方程式の初期値問題に關しては、第一種解法が可能となるのである。本篇に於ては、此の點を詳細に説明すると共に、第一種解法の基礎並びに具体的方法を述べた。而してこれが電氣回路解析への應用として、集中定數回路解析の問題を採上げ、多くの例題を示した。又最後に、第一種初期値より第二種初期値を算出する二つの方法を述べ、上述の事實と併せて、林氏の説かるゝ如く、初期値問題の演算子解法に際し、必ずしも微分方程式をすべて一次形式に表現する要なきことを明かにした。

文 献

- (8) 古賀、岡本譯：送電系統に於ける進行波 237 頁、260 頁 (昭 14)
 (9) 文献 (1) の 811 頁

附 録

公 式 集

演算子法の便利なる一つの理由は、種々の演算子關係式を一括して公式としておき、必要に應じて之を驅使し得る所にありと考へられる。こゝには本篇に於て用いた計算式中の主なるもの及び是等に類似せるものを公式として下に摘記しておく。而して是等の公式は斷りなき限り、 $-\infty < t < \infty$ に於て成立つものであつて、從來の此の種の公式集に見る如く、單位函數 $I(t_0)$ を用ひて適用範圍を $0 < t < \infty$ としたるものとは少しく趣を異にする。尚式中の p^{-1} は $p^{-1} \equiv \int_0^t \cdot dt$ であるが、これを $\int_a^t \cdot dt$ のものに引直すには、I.(IV.32) 式を利用すればよいのである。

$$(1). \quad p^{-n} \cdot 1 \equiv \frac{t^n}{n!}, \quad (n=0, 1, 2, \dots)$$

$$(2). \quad (p+\alpha)^{-1} \cdot 1 \equiv \frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}).$$

$$(3). \quad p(p+\alpha)^{-1} \cdot 1 \equiv \varepsilon^{-\alpha t} = \bar{D}(p+\alpha)^{-1} \cdot 1.$$

$$(4). \quad (p+\alpha)^{-2} \cdot 1 \equiv \frac{1}{\alpha^2} \left\{ 1 - (1+\alpha t)\varepsilon^{-\alpha t} \right\}.$$

$$(5). \quad p(p+\alpha)^{-2} \cdot 1 \equiv t\varepsilon^{-\alpha t} = D(p+\alpha)^{-2} \cdot 1.$$

$$(6). \quad p^2(p+\alpha)^{-2} \cdot 1 \equiv (1-\alpha t)\varepsilon^{-\alpha t} \\ = D^2(p+\alpha)^{-2} \cdot 1.$$

$$(7). \quad (p+\alpha)^{-n} \cdot 1 \equiv \frac{1}{\alpha^n} \left(1 - \sum_{k=1}^n \frac{(\alpha t)^{k-1}}{(k-1)!} \varepsilon^{-\alpha t} \right), \\ (n=1, 2, \dots).$$

$$(8). \quad p(p+\alpha)^{-n} \cdot 1 \equiv \frac{t^{n-1}}{(n-1)!} \varepsilon^{-\alpha t}, \quad (n=1, 2, \dots).$$

$$(9). \quad p^m(p+\alpha)^{-n} \cdot 1 \\ \equiv (m-1)! \varepsilon^{-\alpha t} \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(-)^{m-k-1} \alpha^{m-k-1} t^{n-k-1}}{k!(m-k-1)!(n-k-1)!} \\ = D^{m-1} \left[p(p+\alpha)^{-n} \cdot 1 \right], \\ (m=1, 2, \dots, n, \\ n=1, 2, \dots).$$

$$(10). \quad (p+\alpha_1)^{-1}(p+\alpha_2)^{-1} \cdot 1 \\ \equiv (p+\alpha_1)^{-1} \left\{ \frac{1}{\alpha_2} (1 - \varepsilon^{-\alpha_2 t}) \right\} \\ \equiv \frac{1}{\alpha_1 \alpha_2} + \frac{1}{\alpha_1 - \alpha_2} \left(\frac{\varepsilon^{-\alpha_1 t}}{\alpha_1} - \frac{\varepsilon^{-\alpha_2 t}}{\alpha_2} \right).$$

$$(11). \quad p(p+\alpha_1)^{-1}(p+\alpha_2)^{-1} \cdot 1 \\ \equiv (p+\alpha_1)^{-1} \varepsilon^{-\alpha_2 t} \\ \equiv \frac{-1}{\alpha_1 - \alpha_2} (\varepsilon^{-\alpha_1 t} - \varepsilon^{-\alpha_2 t}) \\ = D(p+\alpha_1)^{-1}(p+\alpha_2)^{-1} \cdot 1.$$

$$(12). \quad p^2(p+\alpha_1)^{-1}(p+\alpha_2)^{-1} \cdot 1 \\ \equiv p(p+\alpha_1)^{-1} \varepsilon^{-\alpha_2 t} \\ \equiv \frac{1}{\alpha_1 - \alpha_2} (\alpha_1 \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \alpha_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t}) \\ = D^2(p+\alpha_1)^{-1}(p+\alpha_2)^{-1} \cdot 1.$$

$$(13). \quad \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \\ \equiv \frac{1}{\alpha^2 + \beta^2} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} (\alpha \sin \beta t + \beta \cos \beta t) \right\}.$$

$$(14). \quad p \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \equiv \frac{1}{\beta} \varepsilon^{-\alpha t} \sin \beta t \\ = D \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1.$$

$$(15). \quad p^2 \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \\ \equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} (\beta \cos \beta t - \alpha \sin \beta t) \\ = D^2 \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1.$$

$$(16). \quad \left\{ (p+\alpha)^2 - \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \\ \equiv \frac{1}{\alpha^2 - \beta^2} \left\{ 1 - \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} (\alpha \sinh \beta t + \beta \cosh \beta t) \right\}.$$

$$(17). \quad p \left\{ (p+\alpha)^2 - \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \equiv \frac{1}{\beta} \varepsilon^{-\alpha t} \sinh \beta t.$$

$$(18). \quad p^2 \left\{ (p+\alpha)^2 - \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1 \\ \equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} (\beta \cosh \beta t - \alpha \sinh \beta t) \\ = D^2 \left\{ (p+\alpha)^2 - \beta^2 \right\}^{-1} \cdot 1.$$

$$(19). \quad p \left\{ (p+\alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} E(t) \\ \equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} \left\{ (\alpha \cos \beta t + \beta \sin \beta t) \int_0^t E(t) \varepsilon^{\alpha t} \sin \beta t dt \right. \\ \left. + (\alpha \cos \beta t - \alpha \sin \beta t) \int_0^t E(t) \varepsilon^{\alpha t} \cos \beta t dt \right\} \\ \equiv \frac{1}{\beta} \left\{ \beta \int_0^t E(\tau) \varepsilon^{-\alpha(t-\tau)} \cos \beta(t-\tau) d\tau \right. \\ \left. - \alpha \int_0^t E(\tau) \varepsilon^{-\alpha(t-\tau)} \sin \beta(t-\tau) d\tau \right\}.$$

$$(20). \quad (p+\alpha)^{-1} \varepsilon^{-\beta t} \sin(\omega t + \theta) \\ \equiv \varepsilon^{-\alpha t} \int_0^t \varepsilon^{(\alpha-\beta)\tau} \sin(\omega t + \theta) d\tau \\ \equiv \frac{1}{\sqrt{(\alpha-\beta)^2 + \omega^2}} \left\{ \varepsilon^{-\beta t} \sin(\omega t + \theta - \varphi) \right. \\ \left. - \varepsilon^{-\alpha t} \sin(\theta - \varphi) \right\}, \\ \left(\begin{array}{l} \tan \varphi = \omega / (\alpha - \beta), \\ 0 \leq \varphi \leq \pi/2, \quad (\alpha > \beta, \omega \geq 0), \\ \pi/2 \leq \varphi \leq \pi, \quad (\alpha < \beta, \omega \geq 0) \end{array} \right) \\ \equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\omega} \left\{ \cos \theta - \cos(\omega t + \theta) \right\}, \quad (\alpha = \beta).$$

$$(21). \quad (p+\alpha)^{-1} \varepsilon^{-\beta t} \cos(\omega t + \theta) \\ \equiv \varepsilon^{-\alpha t} \int_0^t \varepsilon^{(\alpha-\beta)\tau} \cos(\omega t + \theta) d\tau \\ \equiv \frac{1}{\sqrt{(\alpha-\beta)^2 + \omega^2}} \left\{ \varepsilon^{-\beta t} \cos(\omega t + \theta - \varphi) \right. \\ \left. - \varepsilon^{-\alpha t} \cos(\theta - \varphi) \right\}, \\ \left(\begin{array}{l} \tan \varphi = \omega / (\alpha - \beta), \\ 0 \leq \varphi \leq \pi/2, \quad (\alpha > \beta, \omega \geq 0), \\ \pi/2 \leq \varphi \leq \pi, \quad (\alpha < \beta, \omega \geq 0) \end{array} \right) \\ \equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\omega} \left\{ \sin(\omega t + \theta) - \sin \theta \right\}, \quad (\alpha = \beta).$$

$$(22). \quad p(p^2 + \beta^2)^{-1} \varepsilon^{-\alpha t} \equiv \int_0^t \varepsilon^{-\alpha t} \cos \beta(t-\tau) d\tau \\ \equiv \varepsilon^{-\alpha t} \int_0^t \varepsilon^{\alpha \tau} \cos \beta t d\tau \\ \equiv p^2(p^2 + \beta^2)^{-1}(p+\alpha)^{-1} \cdot 1$$

$$\equiv \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}} \left\{ \cos(\beta t - \varphi) - \varepsilon^{-\alpha t} \cos \varphi \right\},$$

$$\left(\begin{array}{l} \tan \varphi = \beta / \alpha, \\ 0 \leq \varphi \leq \pi/2, \quad (\alpha > 0, \beta \geq 0), \\ \pi/2 \leq \varphi \leq \pi, \quad (\alpha < 0, \beta \geq 0) \end{array} \right).$$

$$(23). \quad p^2(p^2 + \beta^2)^{-1} \varepsilon^{-\alpha t}$$

$$\equiv \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}} \left\{ \alpha \cos \varphi \varepsilon^{-\alpha t} - \beta \sin(\beta t - \varphi) \right\}$$

$$= D p (p^2 + \beta^2)^{-1} \varepsilon^{-\alpha t}$$

$$= D^2 (p^2 + \beta^2)^{-1} \varepsilon^{-\alpha t},$$

($\tan \varphi$ は (22) と同様).

$$(24). \quad p(p^2 + \beta^2)^{-1} \sin(\omega t + \theta)$$

$$\equiv \frac{\omega}{\omega^2 - \beta^2} \left\{ \cos \theta \sec \psi \cos(\beta t + \psi) - \cos(\omega t + \theta) \right\},$$

$$\left(\omega \neq \beta, \quad \tan \psi = \frac{\beta}{\omega} \tan \theta \right)$$

$$\equiv \frac{1}{2} \left\{ t \sin(\beta t + \theta) + \frac{\sin \theta}{\beta} \sin \beta t \right\}, \quad (\omega = \beta).$$

$$(25). \quad p(p^2 + \beta^2)^{-1} \varepsilon^{-\alpha t} \sin(\omega t + \theta)$$

$$\equiv \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}} \cdot \left\{ \sin(\theta + \varphi) \operatorname{cosec} \psi \sin(\beta t + \psi) - \varepsilon^{-\alpha t} \sin(\omega t + \theta + \varphi) \right\},$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \tan \varphi = \frac{\omega}{\alpha} \frac{\alpha^2 - \beta^2 + \omega^2}{\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2}, \\ \tan \psi = \frac{1 + \tan \theta \cot \varphi}{1 + \tan \theta \cot \mu} \cot \lambda, \\ \tan \lambda = \frac{2\alpha\beta}{\alpha^2 - \beta^2 + \omega^2}, \\ \tan \mu = \frac{2\alpha\omega}{\alpha^2 + \beta^2 - \omega^2}. \end{array} \right.$$

$$(26). \quad p \left\{ (p + \alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \varepsilon^{-\alpha t}$$

$$\equiv \frac{1}{\beta \sqrt{(\alpha - r)^2 + \beta^2}} \left\{ (\beta \cos \varphi - \alpha \sin \varphi) \varepsilon^{-\alpha t} \right.$$

$$\left. + \left[\alpha \sin(\beta t + \varphi) - \beta \cos(\beta t + \varphi) \right] \varepsilon^{-\alpha t} \right\},$$

$$\left(\begin{array}{l} \tan \varphi = \beta / (\alpha - r), \\ 0 \leq \varphi \leq \pi/2, \quad (\alpha > r, \beta \geq 0), \\ \pi/2 \leq \varphi \leq \pi, \quad (\alpha < r, \beta \geq 0) \end{array} \right).$$

$$(27). \quad p \left\{ (p + \alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \varepsilon^{-\alpha t}$$

$$\equiv \frac{1}{\beta \left\{ (\alpha - r)^2 + \beta^2 \right\}} \left\{ \beta r (\varepsilon^{-\alpha t} \cosh \beta t - \varepsilon^{-\alpha t}) \right.$$

$$\left. + \left[\alpha (\alpha - r) - \beta^2 \right] \varepsilon^{-\alpha t} \sinh \beta t \right\},$$

$$\left(\begin{array}{l} \alpha + \beta - r \neq 0, \\ \alpha - \beta - r \neq 0 \end{array} \right)$$

$$\equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} \left(\frac{\alpha + \beta}{2\beta} \sinh \beta t - \frac{\alpha - \beta}{2} t \varepsilon^{\beta t} \right),$$

$$(\alpha - \beta - r = 0),$$

$$\equiv \frac{\varepsilon^{-\alpha t}}{\beta} \left(\frac{\alpha + \beta}{2} t \varepsilon^{-\beta t} - \frac{\alpha - \beta}{2\beta} \sinh \beta t \right),$$

$$(\alpha + \beta - r = 0).$$

$$(28). \quad \left\{ (p + \alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \sin(\omega t - \theta)$$

$$\equiv \frac{1}{\beta \sqrt{\alpha^2 + (\omega - \beta)^2}} \left\{ \alpha^2 + (\omega + \beta)^2 \right\}^{-1} \cdot$$

$$\cdot \left\{ \beta \sin(\omega t - \theta - \mu) + \sqrt{\alpha^2 + \omega^2} \sin(\theta + \varphi) \operatorname{cosec} \psi \right.$$

$$\left. \cdot \varepsilon^{-\alpha t} \cos(\beta t - \psi) \right.$$

$$\left. + \left[\beta \sin(\theta + \mu) - \sqrt{\alpha^2 + \omega^2} \sin(\theta + \varphi) \cot \psi \right] \varepsilon^{-\alpha t} \right\},$$

(φ, ψ, λ 及び μ は (25) と同様).

$$(29). \quad \left\{ (p + \alpha)^2 + \beta^2 \right\}^{-1} \sin \omega t$$

$$\equiv \frac{1}{\beta \sqrt{\alpha^2 + (\omega - \beta)^2}} \left\{ \alpha^2 + (\omega + \beta)^2 \right\}^{-1} \cdot$$

$$\cdot \left\{ \beta \sin(\omega t - \mu) + \omega \varepsilon^{-\alpha t} \sin(\beta t + \lambda) \right\},$$

(λ 及び μ は (25) と同様、但し $\theta = 0$).

論文と講演

寄稿

浅井 徳次郎	デアイオン 遮断器の發達	電 氣 日 本	5 月 號
岩 橋 歸 一	水素冷却回轉電機	電 氣 公 論	5 月 號
林 、 千 博	可飽和鐵心を有する非線型振動回路に於ける定常状態周期解の決定及びその安定條件	電 氣 學 會 雜 誌	6 月 號
薄 井 廉 介	並行線型發振器負荷結合法の解析	電 氣 學 會 雜 誌	

講演

風 間 一 郎	電氣機械の戦時對策に關する諸問題 1 資 材 ノ 節 約 2 代用材料ノ活用	中部工業會主催	昭和 18 年 5 月 6 日
菅 野 正 雄	Heaviside 演算子法に就て	學會雜誌發表論文 第 3 回 講 演 會	昭和 18 年 6 月 5 日

第 19 卷 第 7 號 内 容 豫 定

周波數 辨 別 器	杉 多 重 雄
タービン發電機軸材	井上八郎右衛門
交流電磁接觸器用電磁石	服 部 謙
豎型 ボール 盤の負荷試験裝置とその試験	野 口 弘 一
三菱新型鋼板製高周波爐	田 宮 利 彦
ミシン發達史 (2)	伊 東 璋

編 輯 室

反樞軸軍の最近の攻勢は、何を物語るものであらうか、彼等の最も力と頼む物質力、特に米國の生産力が漸く物を云わんとして居る觀がありはすまいか。

北阿戰、ガダルカナル島戰、最近のアッツ島戰、すべて人と物との總力戰、精神力と生産力との綜合戰に於ける物の生産力の重大性を示して居るのではなからうか。

我に勿論比類なき皇軍の精神力あり。之に加ふるに強大なる生産力を以てすれば、鬼に金棒、眞に天下無敵と云ひ得るのである。我等銃後生産陣の責務たるや重且大なることは今更喋々を要しない。

我等技術者として奉公の道に二つあり。一つは生産力の擴張であり、他は新技術の開発である。

この両者が車の兩輪の如く相倚り相扶けて技術の向上進歩を致すのである。

溫故知新、諸々の發達の跡をたづね、之を基礎として更に一步躍進する。此處に技術史研究の價值があり。資料の調査の意義がある。

今月より連載する「ミシン發達史」は、以上の意義を蔽するものである。人或は云わん、ミシンは平和産業に非ずやと。乞ふ、本號卷頭を飾る一文「落下傘の投下試験」の熟讀玩味を、その陰にあるもの如何と。

先月號より各論文に國際十進分類法による分類番號を附することとした。資料の分類整理は調査研究の能率を向上し、上述の意義に合致するものと信ずる。

本分類法に關し東京電氣株式會社の絶大の御支援を蒙つた事を此處に報告し、感謝の意を表する次第である。

(Y)