

三菱電機

MITSUBISHI-DENKI

昭和二十二年一月

1月

第21卷 第1號

目 次

斷熱材料の熱傳導率に就いて.....	尾島學二郎 (1)
RADIO HEATING に就いて.....	長沼辰二 (8)
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 (XI).....	馬場文夫 (11)
電氣絶緣塗料用溶劑に就いて.....	菅野正雄 (16)
三菱石英水銀燈.....	石黒克己 (19)
C型ラジオ受信機.....	小椋義正 (20)
新製品紹介	櫻本俊忠 (20)
三菱携帶用電氣鍋.....	(15)
波條式斜面型上皿自動秤.....	(22)
三菱發電式自轉車燈.....	表紙 3

JANUARY 1947

三菱電機株式會社

再 刊 の 辭

日 比 種 吉

本誌は大正14年3月の創刊に始まり、爾來月刊電機技術雜誌として、主として弊社に於ける技術研究の發表機關誌として各位の御愛讀を得ていましたのでありますが、昭和19年3月四圍の事情により遺憾ながら休刊の止むなきに到りましたので、其の後日本電機製造協會に於て同業各社の綜合技術雜誌「電機技報」創刊の事となり、それにより研究の發表を續けて來た次第であります。

戦後新日本建設のため急速なる生産復興の要あり、且つ不足せる資材による生産の増強は新たなる觀點より技術の研究、研鑿の肝要なる事は申すまでもありません。

従つてその研究せる結果を迅速に發表して各位の御批判を乞ひ、その進歩向上を計る要を緊切に感じますので、紙料の不足、印刷の困難等の惡條件を克服して、茲に本誌の再刊を企圖した次第であります。

内容に就いては研究論文・技術資料・新製品の紹介を主とし、當分隔月發行といたしておりますが、可及的速かに月刊といたしたく存じております。

幸に御愛讀賜らんことを御願申上ぐる次第であります。

断熱材料の熱傳導率に就いて

冷凍機の断熱材料として、従来の炭化コルク板に代るものを見出すため、種々の材料につき熱傳導率を測定した結果を報告し、併せて使用した2種の測定装置を説明する。

尾 島 學 二
研 究 所 長 沼 辰 二 郎

1. 緒 言

冷凍機の断熱材料としては従来炭化コルク板が用いられていたが、近時此の入手難の爲に代用品を求める必要に迫られた。コルクの代用としては「あべまき」があり、我國においては中國山脈に産出するがその量が少ない。米國においても炭化コルク板の代用としてセラテックスを用いて好結果を得ている。弊社においても近時急劇にその需要を増加して來た冷蔵庫、製氷器等の断熱材料としてセラテックスに類似したものを手近かの材料から造り出す事が必要となつた。断熱材料を選定するには次の諸點に注意しなければならない。第一にはこの断熱材料の使用される両面の温度差である。次にこの温度差の中に露點或は氷點を含んでいるかどうかと云う事であり、第三には使用状態が連續的であるか或は間歇的であるかと云う事である。断熱材料として優秀なものはその熱傳導率の小さい事である。若しもこれが使用される温度差の中に露點或は氷點を含むときは、長年の間に絶縁物の中に浸み込んだ水蒸氣は流體の水として堆積されるか凍るかするので絶縁耐力が減少し、遂には絶縁物の破壊となる。使用が間歇的であるか連續的であるかと云う事も絶縁物の壽命に關係する問題である。絶縁物の温度が變化したり或は又交互に濕つたり乾いたりする事に依つて生ずる膨脹、收縮は絶縁物を破壊に導くものである。一般的に云つて間歇的な使用は絶縁を破壊し勝ちである。然も使用温度が低ければ低い程そうである。断熱材料についてこれ等の點についての対策は將來の大きな問題である。かくの如く断熱材料として要求される事柄は数多くあるが、先ず第一にその熱傳導率の小さいものを探し出す事が先決問題である。

本文においてこれ等断熱材料の熱傳導率を測定する爲に試作した測定装置について説明し、併せてこれに依つて種々の断熱材料の熱傳導率を測定した結果を報告する。

2. 熱傳導率測定法

今 x 軸方向に垂直に断熱材料の面積 A を考え、熱量がこの面積 A に垂直方向に即ち x 軸の方向に流れている場合を考えて見る。この時面積 A を通つて時間 t の間に流れる熱量 Q は經驗によつて A , t 及び断熱材料中の温度勾配 $d\theta/dx$ に比例する事が知られている。この時の比例常数を λ とせばこれがこの断熱材料の熱傳導率である。即ち

$$Q = -\lambda \frac{d\theta}{dx} At \quad \dots\dots\dots (1)$$

一の負號をつけたのは、熱は高温の面から低温の面に流れる爲 $d\theta/dx$ の符號が負となるのでこれを正の符號にするためである。

又均質、等方なる單一物體において傳導熱出入による受熱量が其の温度上昇にのみ費されるとせば熱傳導に關する次の式が成立する。

$$\frac{d\theta}{dt} = K r^2 \theta \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し θ は位置 x, y, z 時刻 t における温度で K は熱擴散率或は温度傳播率と呼ばれるもので、熱傳導率を λ 、比熱を c 、密度を ρ とせば次の様に書ける。

$$K = \frac{\lambda}{c\rho} \quad \dots\dots\dots (3)$$

温度分布が時間的に變化しない定常状態において熱が x 方向にのみ傳導する場合は(2)式から

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = 0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{即ち} \quad \theta = ax + b \quad \dots\dots\dots (5)$$

となり、温度分布は直線的である事が解る。 x_1, x_2 なる二點の温度を θ_1, θ_2 とすれば常數 a, b が決定する。(5)式から $d\theta/dx$ を求めて(1)式に代入すると

$$Q = -\lambda \frac{\theta_1 - \theta_2}{x_1 - x_2} At \quad \dots\dots\dots (6)$$

熱傳導率の測定は最も多く定常状態において行われ、其の際熱傳導率は(6)式の λ 以外の量を直接測定する事に

よつて求められる。

熱傳導率を測定しようとする試料が鋳屑とか、アスベスト等の如く粉末状の時は後述する様に圓筒型の測定装置を用いるのでこの場合の熱傳導率を測定する爲の基礎になる式を次に誘導しておく。

圓筒の中心からの距離が $r=r_1, r=r_2$ ($r_1 < r_2$) で境された無限に長い中空圓筒において、その表面温度がそれぞれ

$$(\theta)_{r=r_1}=\theta_1, (\theta)_{r=r_2}=\theta_2 \dots \dots \dots (7)$$

であり、熱の流れが定常状態の場合を考えると、この場合の基礎方程式は

$$-\frac{d^2\theta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\theta}{dr} = 0 \dots \dots \dots (8)$$

之より $\theta = c_1 \log r + c_2 \dots \dots \dots (9)$

を得る。(7) 式を代入して c_1, c_2 を決定すると

$$\theta = \frac{(\theta_2 - \theta_1) \log r + \theta_1 \log r_2 - \theta_2 \log r_1}{\log r_2 - \log r_1} \dots \dots \dots (10)$$

之より、圓筒の長さ l の面積を通つて時間 t の間に流れ出る熱量 Q は

$$Q = \frac{2\pi\lambda l (\theta_1 - \theta_2)}{\log r_2 - \log r_1} t \dots \dots \dots (11)$$

此の式が圓筒型の測定装置において熱傳導率 λ を求める

時の基礎となる式である。

熱傳導率を測定する爲に試作した測定装置は平板型のもものと圓筒型のものとの二種類である。次にその大略を説明する。第1圖は平板型の測定装置の略圖である。加熱線は BS#21 のニクロム線で 130 mm 平方の面積に等間隔に直列に 14 本張つてある。加熱線の下に厚さ 1 mm の銅板を乗せて温度分布の均一を計つてゐる。G はコルク板を積み重ねて作つた保護壁で加熱線で発生した熱量が側面に逃げざるを防ぐ爲のものである。温度の測定には BS#26 の銅-コンスタンタン熱電對とポテンシオメーターを用いてゐる。

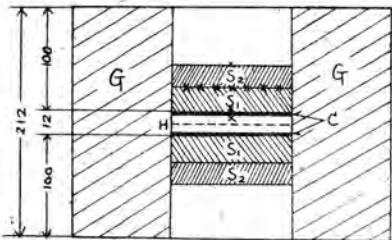
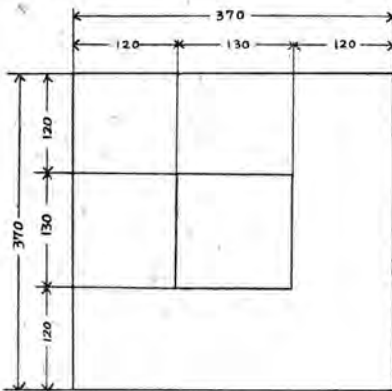
熱傳導率を測定するには加熱線へ電源蓄電池から電流 I amp を流してやる。加熱線で発生した熱量は二分されて上下の試料を垂直に流れる。(6) 式からも解る様に試料の面積 A に比して試料の厚さを小さくしないと熱流の一部が周圍のコルクの保護壁に流れる端効果が現われて誤差の原因となる。若しも理想的に加熱線で発生した熱が全部試料を垂直に通過するとすれば、熱の流れが定常状態になつた時には試料内の温度分布は直線的となり、銅板に平行な平面は等温面をなす。この状態における加熱線の全抵抗 RQ 及び試料の垂直方向における二點の温度 $\theta_1^\circ\text{C}, \theta_2^\circ\text{C}$ を測定する。又この二點間の垂直距離を l cm とすれば熱傳導率は

(6) 式から解る如く次の式によつて求める事が出来る。

$$\lambda = \frac{RI^2}{2JA} \cdot \frac{l}{\theta_1 - \theta_2} \text{ cal/cm.sec.}^\circ\text{C} \dots \dots \dots (12)$$

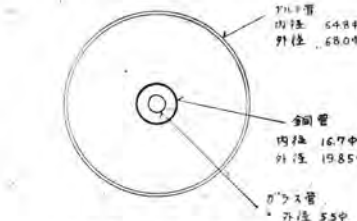
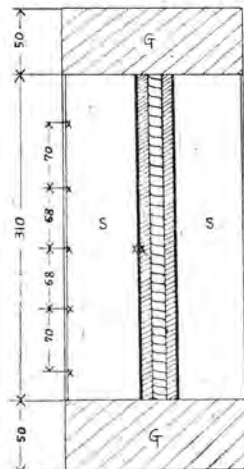
但し $J=4.185$ 絶対ジュール/ 1°C カロリーである。この測定法において一番大きな缺點は加熱線において発生した熱量を上下に正確に二等分する事の困難な點である。この困難は既知の熱傳導率を有するものを標準にとり、これと測定しようとする未知の試料の熱傳導率とを比較して測定する比較測定法においては取除く事が出来る。

鋳屑とかガラスウール等の様な粉末状の試料の熱傳導率を測定するには平板型のもものでは都合が悪いのでこれ等の測定には圓筒型の測定装置を用いてゐる。その大略を第2圖に示す。



H 加熱線 S₁ 試料 S₂ 補助板
G 保護コルク板 C 銅板 X 熱電對

第1圖 熱傳導率測定装置(其の一)



G 保護コルク板 S 試料
X 熱電對

第2圖 熱傳導率測定装置(其の二)

熱源はBS#27のニクロム線を外径5.5mmの硬質ガラス管の上に巻き、その上をアスベストで固めて銅管の中に納めたものである。外側の管には内径が64.8mmのアルミニウム管を用いた。圓筒の両端には厚さ50mmにコルク板を積み重ねて熱の逸散に対する保護壁とした。温度の測定には前と同じ銅-コンスタンタン熱電対を用いている。測定の誤差を少なくする爲に熱電対は銅管の表面に銀蝋付けにした。

加熱線に電流 I amp を流し試料内の温度分布が定常状態になった時、圓筒の中心から r_1, r_2 なる點の温度 θ_1, θ_2 を測定する。又この時の加熱線の抵抗を $R\Omega$ とすれば(11)式から解る様に、試料の熱傳導率 λ は次の式によつて求める事が出来る。

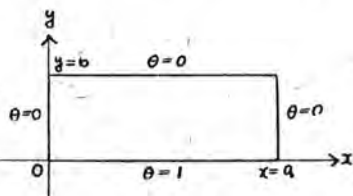
$$\lambda = \frac{RI^2}{2\pi lJ} \cdot \frac{\log e r_2 - \log e r_1}{\theta_1 - \theta_2} \quad \text{cal/cm.sec.}^\circ\text{C} \quad \dots\dots\dots(13)$$

但し l は加熱線の巻いてある有効長である。

斷熱材料の熱傳導率は一般に温度及び密度の函数である。従つて冷凍機等の斷熱材料として用いるものにあつては低温度においてその熱傳導率が如何なる値をとるかを知る必要がある。低温における熱傳導率を測定するには上述の測定装置全體を低温の恒温室に入れて測定を行う。實驗に使用した恒温室は床面積が2m×4mで高さが3mの冷蔵庫である。

3. 試料中の温度分布及び誤差

熱の測定においては電気の場合と異なり、熱に対する完全な熱絶縁物がない。こゝに熱に関する測定の困難さがある。熱傳導率の測定における誤差の大部分はこの熱が他所へ逃げ去る事に原因している。



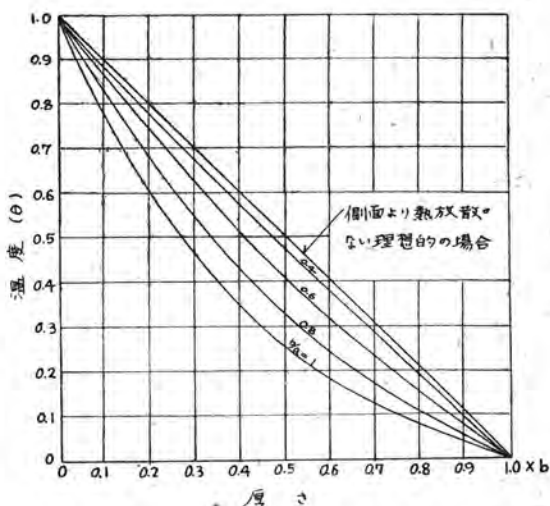
第3圖

平板型の測定装置について試料の側面から熱放散がある爲に生ずる誤差について考えて見る。簡單の爲に保護壁の温度は空氣の温度に等しく零度であるとする。第3圖に試料の斷面圖を示す。三つの面が温度零度で熱源に接している面の温度が $\theta=1$ として與えられているとする。即ちこれは保温壁が無い状態で熱源の上に試料が温

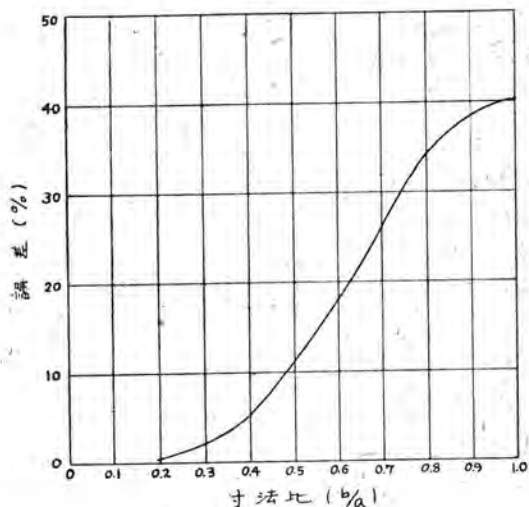
度零度の空氣で圍まれている場合を二次元的に取扱つたものである。この場合、試料の中央($x = \frac{a}{2}$)における温度分布は次の式で表わされる。

$$\theta = \frac{2}{\pi} \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\sinh \frac{S\pi(b-y)}{a}}{\sinh \frac{S\pi b}{a}} \cdot \sin \frac{S\pi x}{2} \cdot \frac{1 - \cos S\pi}{S} \quad \dots\dots\dots(14)$$

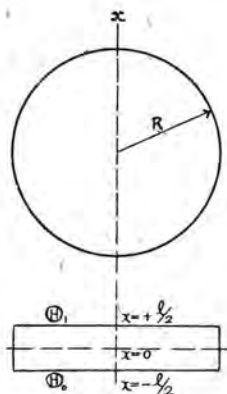
この式において y に種々の値を代入すれば試料中の温度分布を求める事が出来る。更にこれ等の式は試料の厚さ b と幅 a との比 b/a の函数形になつてゐるから b/a の値を色々に変えてその時の温度 θ を求めれば試料の色々



第4圖 試料中の温度分布



第5圖 誤差曲線



第 6 圖

の寸法比に對する温度分布が求まる。第 4 圖にこの温度分布の結果をグラフにして示す。側面から熱放散のないときには温度分布は (5) 式の示す様に直線的となる。今簡單の爲に $y=b/2$ なる中點の温度が直線的温度分布の値から偏位する値を以て誤差を表わすものと考えて見る。この様に考えた誤差を寸法比 b/a に對して畫いたのが第 5 圖である。この圖から解る様に誤差を 1% 以下にするには試料の寸法比を $b/a < 0.25$ なる如くに選んでおけばよい。現在熱傳導率測定に用いている裝置においては $a=13\text{ cm}$ であるから誤差を 1% 以下にするには試料の厚さ b を 3 cm 以下にとらねばならない事を知る。

上述の誤差の計算においては計算を簡單にする爲に試料中の温度分布を二次元的に取扱い、誤差としても第二義的の誤差をとつて計算したが、次に温度分布を三次元的に取扱つた結果を示す。計算を便にする爲に試料を圓板と考え第 6 圖の様に座標をとつて考える。 Θ を試料と周圍との温度差とすれば定常状態において

$$\frac{\partial^2 \Theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Theta}{\partial r} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} = 0 \quad (15)$$

上端面及び下端面の表面上の各點の温度が同一であると假定して

$$\left. \begin{aligned} x = +\frac{l}{2}, \quad \Theta = \Theta_1 \\ x = -\frac{l}{2}, \quad \Theta = \Theta_0 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

更に放射方向の熱量の流れに對してはニュートンの冷却の法則があてはまるものとして、

$$-\lambda \left(\frac{\partial \Theta}{\partial r} \right)_{r=R} = \alpha \Theta \quad (17)$$

α は試料の熱傳達係數である。(15) 式を (16) 式及 (17) 式の條件のもとで解くと求むる試料中の温度分布の式として次式を得る。

$$\Theta = \frac{\Theta_1 + \Theta_0}{2} + \frac{\Theta_1 - \Theta_0}{l} x + \theta \quad (18)$$

$$\theta = \sum_{m=0}^{\infty} \left\{ A_m J_0 \left(i \frac{2m+1}{l} \pi r \right) \cdot \cos \frac{(2m+1)\pi x}{l} + B_m J_0 \left(i \frac{2m\pi r}{l} \right) \cdot \sin \frac{2m\pi x}{l} \right\} \quad (19)$$

但し

$$\left. \begin{aligned} A_m &= - \frac{(-1)^m \cdot \frac{2}{(2m+1)\pi} (\Theta_1 + \Theta_0)}{i \frac{(2m+1)\pi \lambda}{l \alpha} \cdot J'_0 \left(i \frac{2m+1}{l} \pi R \right)} \\ &\quad + J_0 \left(i \frac{2m+1}{l} \pi R \right) \\ B_m &= - \frac{(-1)^{m+1} \cdot \frac{2}{2m\pi} (\Theta_1 - \Theta_0)}{i \frac{2m\pi \lambda}{l \alpha} \cdot J'_0 \left(i \frac{2m\pi}{l} R \right) + J_0 \left(i \frac{2m\pi}{l} R \right)} \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

θ は周圍への熱量損失による補正項である。この解によつて周邊からの熱損失に對する影響を計算する事が出来る。放射方向の熱移動がないとき試料を流れる熱量は

$$-\lambda \frac{(\Theta_1 - \Theta_0)}{l}$$

であり、これを試料中を移動する平均の熱量と考えて良い。然るに實際には

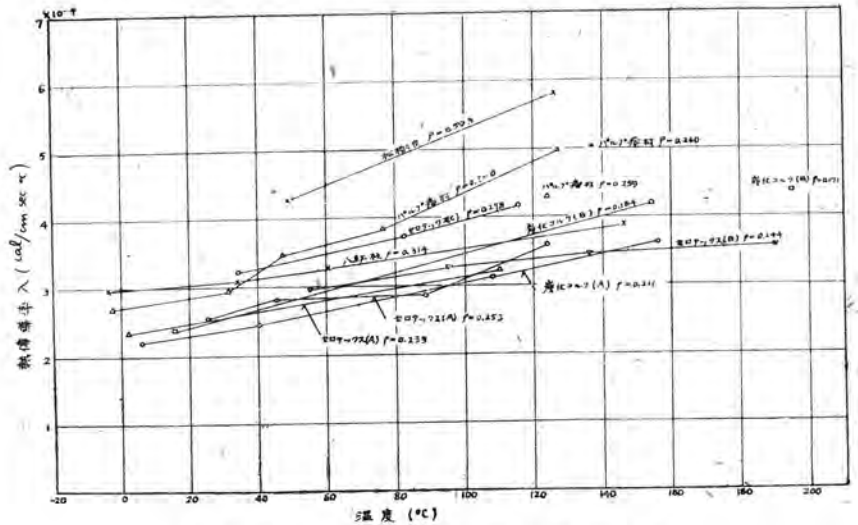
$$-\lambda \frac{\partial \Theta}{\partial x} = -\lambda \left\{ \frac{\Theta_1 - \Theta_0}{l} + \frac{\partial \theta}{\partial x} \right\}$$

であるから熱量に $\lambda \cdot \frac{\partial \theta}{\partial x}$ の偏差がある。この偏差の爲に熱傳導率測定において誤差が入つて来る。この誤差を出来る丈小さくする爲には熱傳導率 λ の計算に際して試料に與えた熱量として試料の熱源に接している面から入り込む熱量と試料の表面から出て行く熱量とを測定してその平均値を採る様にすれば良い。數値計算の一例によると試料へ流入する熱量と流出する熱量の差の平均移動熱量に對する比が 14% ある場合でも試料の上端面及び下端面における移動熱量の平均値を λ の計算に用いれば誤差が 0.5% 以下になる事を知る。

4. 測定結果

上述の平板型の熱傳導率測定裝置によつて測定した結果の一部を第 1 表に示す。表中平均温度とは熱傳導率を測定したときの試料の上端面と下端面との温度の平均値である。各試料について簡単に説明するとセロテックス (A) は米國製の斷熱材料で炭化コルク板の代用として米國において使用されているものである。その成分は分析の結果禾本科系植物の纖維に極く少量のサルファイトバルブ屑を混合したものと思われる。試料のバルブ廢材と

は冷蔵庫等の断熱材料として炭化コルクの代用品となるものを求める爲に弊社名古屋製作所中津川工場において造つた一番始めの試作品である。元材料はパルプ廢材、藥屑及び鋸屑であつて、その混合の割合は容積比が50%、30%、及び20%の割合である。炭化コルク(A)及び(B)は從來冷蔵庫等の断熱壁に使用されていたものである。一見した所(B)の試料は(A)よりも大分黒ずんでおり、コルク粒も粗大で



第 7 圖 熱 傳 導 率 の 温 度 特 性 (其の一)

試 料	見掛けの 比 重	熱 傳 導 率 λ		平均温度 (°C)
		(cal/cm. sec.°C)	(B.T.U./ ft.hr.°F)	
セロテックス(A)	0.239	0.000324	0.0790	110.5
"	"	0.000235	0.0574	0.21
"	0.253	0.000359	0.0876	123.8
"	"	0.000286	0.0698	88.3
"	"	0.000282	0.0687	45.1
"	"	0.000254	0.0620	25.05
パルプ廢材	0.259	0.000430	0.0962	124.0
"	0.260	0.000502	0.122	136.9
"	0.320	0.000499	0.122	126.9
"	"	0.000383	0.0934	75.7
"	"	0.000346	0.0844	47.05
"	"	0.000295	0.0720	31.3
"	"	0.000272	0.0654	-0.23
炭化コルク(A)	0.216	0.000361	0.0881	156.05
"	"	0.000314	0.0768	108.2
"	"	0.000245	0.0598	40.0
"	"	0.000222	0.0541	5.81
炭化コルク(B)	0.184	0.000418	0.102	153.7
"	"	0.000239	0.0584	5.16
"	0.171	0.000436	0.106	195.0
ハ 絨 板	0.314	0.000387	0.0944	146.0
"	"	0.000327	0.0798	59.8
"	0.314	0.000307	0.0749	34.0
"	"	0.000299	0.0726	-3.62
セロテックス(B)	0.244	0.000357	0.0872	190.9
"	"	0.000344	0.0850	136.0
"	"	0.000327	0.0796	94.7
"	"	0.000295	0.0719	54.7
松 樹 皮	0.593	0.000581	0.129	126.0
"	"	0.000426	0.104	48.7
セロテックス(C)	0.278	0.000417	0.102	115.0
"	"	0.000374	0.0913	82.5
"	"	0.000324	0.0790	34.2

第 1 表 断熱材料の熱傳導率 (其の一)

内部に可成りの空隙が出来ており見掛けの比重も(B)の方が(A)より小さい。ハ絨板は杉の皮をツンドラと一緒にして固めたものである。セロテックス(B)は三菱製紙高砂工場において船舶用の冷蔵庫の断熱壁に用いる爲に試作したもので材料は木材を機械的に碎いて作つたパルプと黄蜀葵屑とを混合して作つたものである。松樹皮は松樹皮を木ビッチで固めたものである。セロテックス(C)は東京テックス株式会社製の試作品である。

第 7 圖に第 1 表に掲げた断熱材料の熱傳導率の平均温度による變化をグラフにして示す。測定した試料の中では炭化コルク板(A)が最も優れた断熱材料である事が解る。これに次ぐものはセロテックス(A)である。炭化コルク(B)は温度の高い所ではセロテックス(A)よりも熱傳導率が大きいが温度が低くなるとセロテックス(A)よりも小さくなって来る。この炭化コルク(B)はコルク粒の可成り大きいものが交つており、その爲に内部に可成り大きい空隙が出来ている。温度が高くなればこの空隙に空氣の對流が生ずる事が考えられ、この爲に熱傳導率がセロテックス(A)よりも大きくなるものと思われる。セロテックス(B)は温度變化に對して熱傳導率の値があまり著しく變化しない事が目につく。ハ絨板及びセロテックス(C)は炭化コルク及びセロテックス(A)等より断熱材料として劣つてゐる。パルプ廢材を主原料とした試料は温度が増すと熱傳導率も急に増加して来る傾向があるが低温度においてはハ絨板よりも熱傳導率の値が小さくなる。松樹皮を木ビッチで固めた試料は熱傳導率が相當大きい。これは主として木ビッチの熱傳導率が大なる値を有している事に原因するものである。

試料	見掛けの 比重	熱 傳 導 率 λ		平均温度 (°C)
		(cal/cm. sec.°C)	(B.T.U./ ft.hr.°F)	
鋸 屑	0.145	0.000202	0.0493	44.3
"	"	0.000248	0.0605	71.4
"	"	0.000324	0.0791	159.4
硝子毛(A)	0.140	0.000246	0.0601	42.4
"	"	0.000266	0.0649	66.1
"	"	0.000333	0.0813	128.4
"	0.116	0.000195	0.0476	38.7
"	"	0.000204	0.0497	70.65
"	"	0.000252	0.0615	148.75
アスベスト(A)	0.302	0.000441	0.108	37.4
"	"	0.000463	0.113	53.8
"	"	0.000518	0.126	97.1
アスベスト(B)	1.15	0.000496	0.121	34.0
"	"	0.000503	0.123	52.7
"	"	0.000522	0.127	102.4
"	0.952	0.000421	0.103	53.5
"	0.888	0.000362	0.0883	32.7
"	"	0.000398	0.0972	58.0
"	"	0.000474	0.116	123.0
"	0.725	0.000334	0.0815	32.8
"	"	0.000336	0.0820	60.3
"	"	0.000380	0.0926	133.1
硝子毛(B)	0.651	0.000304	0.0741	38.5
"	"	0.000324	0.0791	59.7
"	"	0.000365	0.0889	128.1
"	0.493	0.000282	0.0689	66.3
"	"	0.000356	0.0868	152.1
"	0.397	0.000242	0.0592	41.6
"	"	0.000263	0.0642	67.5
"	"	0.000312	0.0761	135.5
"	0.174	0.000228	0.0556	38.8
"	"	0.000251	0.0612	67.4
"	"	0.000272	0.0662	148.8
八紘板の粉	0.226	0.000187	0.0256	43.55
"	"	0.000220	0.0537	64.4
"	"	0.000248	0.0606	146.7

第 2 表 断熱材料の熱傳導率 (其の二)

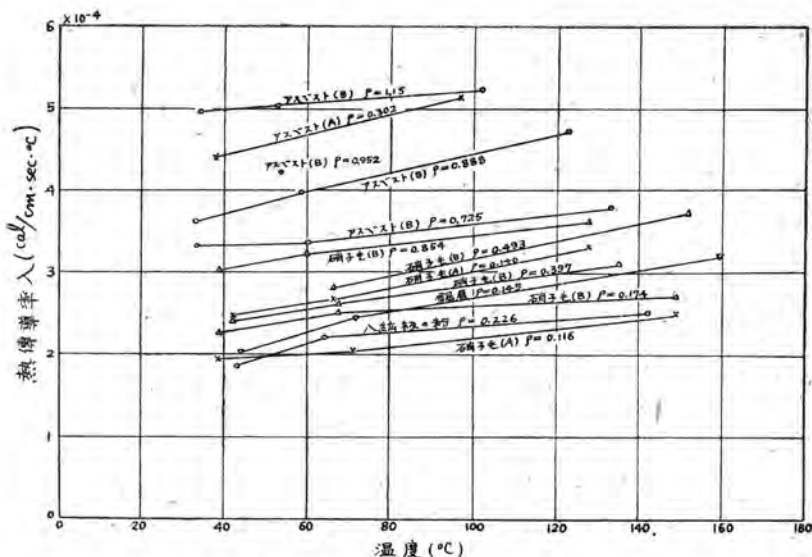
圓筒型の測定装置によつて短纖維狀及び粉末狀の試料について得た測定結果を第 2 表に示す。鋸屑は製材所から持つて來た儘のもので木の種類も一定のものでなく、粒の大きさも大小様々のものが交つてゐる。硝子毛及びアスベストは各々現在弊社で使用している手持の材料の中から二種類を選み出して試料に供した。八紘板の粉とは八紘板を碎いて粉末狀態にしたものである。これ等の断熱材料は温度の外に見掛けの比重によつても熱傳導率の値が變

化するものである。圓筒型の測定装置は試料の密度を變えた場合如何に熱傳導率が變化するかを測定するのに都合が良い。第 8 圖に温度による熱傳導率の變化を示す。第 9 圖にアスベスト(B)及び硝子毛(B)の密度によつて熱傳導率の變る様子を圖示してある。鋸屑は現在溫水器の保温材料として用いられており、硝子毛(B)は電車用大型電動機界磁線輪導體の空間に從來の石綿粉の代用として用いているものである。熱傳導率の點から云えば鋸屑は簡單に入手出来る點等を考える時可成り有望な保温材料であると思われる。唯鋸屑の性質として相當吸濕性であり、濕氣を吸うと熱傳導率は大きくなり更に使用中腐る事等も考えられる。鋸屑の熱傳導率に及ぼす濕氣の影響及び粒の大きさによつて如何に變化するかと云う事に關しては實驗を繼續中である。

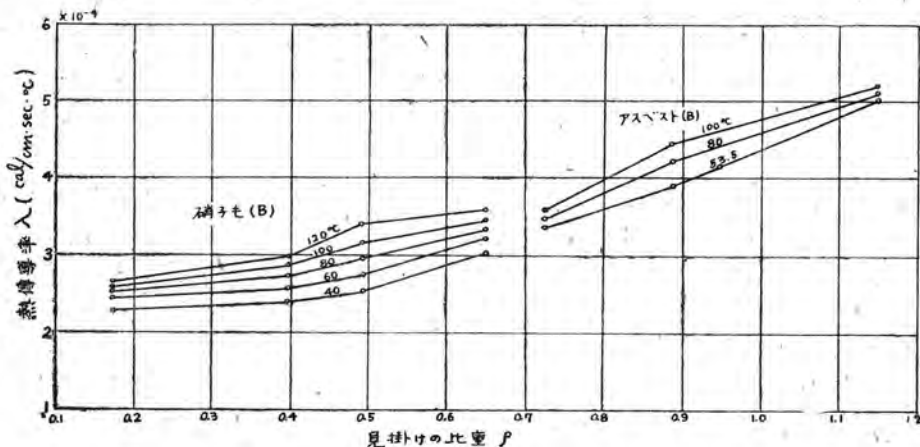
5. 纖維狀物質の熱傳導率

熱絶縁の點から觀ると、固體のものとこれを纖維狀のものにしたものとは全然別の種類のものになる。例えば石灰岩やガラス等は熱傳導率の値が 0.001 乃至 0.005 cal/cm.sec.°C であるが、これを纖維狀にした岩綿や硝子毛になると、 10^{-4} 程度のものとなる。かかる纖維狀物質においてはその密度と熱傳導率との間には一般的關係があり、密度が減少すると共に熱傳導率も小さくなつて來る。これは物質が碎かれるとその間にガス、普通には空氣が入り、この爲に熱傳導率が小さくなるものと説明されてゐる。

纖維狀物質を通して流れる熱の流れを考える時は纖維



第 8 圖 熱傳導率の温度特性 (其の二)



第 9 圖 熱傳導率の密度に依る變化

とその周囲の空氣との境界を考えねばならない。纖維そのものを傳わる傳導熱が例え大きくとも空氣層による熱抵抗が全體としての熱傳導を可なり小さいものにする。これ等の物質の熱傳導率が平均温度の上昇と共にその値を増して来るのは空氣層による熱抵抗が温度の上昇と共に減少して来る事が大きな原因と考えられる。

纖維の配列の状態が又熱傳導率に影響を與えるものである。それは纖維が熱の流れに平行に並んでいる時は抵抗が少なく熱の傳導に對して好都合となり、垂直に並んでいる時は熱の傳導が少なくなるからである。この事は纖維狀物質を用いて斷熱材料を造る時に應用される事柄である。

更に斷熱材料を造る時に經濟的見地から觀て興味のある事は二つ以上の纖維狀物質を混合する時に熱傳導率に如何なる影響を與えるかと云う事である。熱傳導率の異なる二つ以上の纖維狀物質を混合して、その混合比から豫想されるよりも小さい熱傳導率のものを得られる可能性がある。農産物から獲れる纖維狀物質であまり利用さ

れずにいるものが相當ある。これ等のものを適當に混合し斷熱材料として役立つ製品を造り出す事も物資難の折柄注目すべき事であると思う。

濕度が纖維狀物質に及ぼす影響も極めて重大な問題である。充分に水蒸氣を含んだものの熱傳導率は非常に大きい値になる事が知られている。更に纖維狀物質においては一度濕氣を吸い込むと仲々出難いものであり、長年使用している間に熱絶縁が悪くなつて来る。この濕度に對する影響及びこれに對する防濕の方法等については又別の機會に述べる事にする。

6. 結 言

手近かの材料から斷熱材として使用に耐え得る物を求める爲に始めた本實驗も略豫想がつき、今後更に有望と思われる二三のものについて更に實驗を繼續する考である。實驗に供した試料を得るのに本店、名古屋及び伊丹製作所の關係各位の御協力に依る所が多い。その御厚意に對して深く感謝する。

RADIO HEATING に 就 い て

研 究 所 馬 場 文 夫

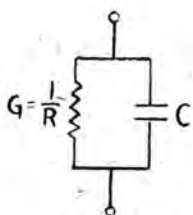
I 緒 論

高周波電界が古くから醫療方面に用いられていたが、戦時中木材の強化或は接着の促進に利用され正に實用化せんとしていた。最近の米國の文献によればゴムの硬化促進にも盛んに利用されており、應用は極めて廣く發展しつつある。弊社は東京帝大農學部森林利用學教室の御指導に依り試作機を完成し、ラジオキャビネットの接着促進に利用したところ、今まで自然乾燥により約3時間要したものが10 M.C 400 ワットの高周波電界を利用することにより全工程を約15分間に完全に接着し強度も決して劣化していないことを實證したので、その結果を報告し併せて新規製品を紹介し多くの御利用を願ふ次第である。

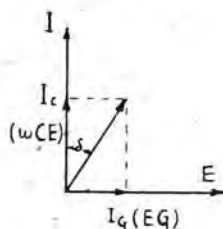
II 原 理

高周波電界を誘電體に印加すれば發熱作用が起ることは多くの人によつて研究されているが、木材の乾燥とかゴムの硬化作用も皆物質の誘電體損を利用し電氣エネルギーを熱エネルギーに變換して目的を達している。之の理論的根據としては Debye の双極子論により明解に説明されている。之によると諸種の分子の凝集存在せる絶縁物内に混在した双極子が、任意な向きを取つている場合高周波電界を印加する事によつて、その電氣力の方向に於いて双極子自身の極性方向が一致する如き廻轉運動を生じ隣接分子の呈する摩擦抵抗即ち熱エネルギーの起ることが諒解せられる。之が誘電體損失によると考えられている。

一般に交番電界に絶縁物が置かれた場合には所謂誘電體損を生じ發熱する。之を電氣的に表わせば第1圖の如



第 1 圖



第 2 圖

くなり、第2圖のベクトル圖から

$$\tan \delta = \frac{I_q}{I_c} = \frac{1}{\omega CR} = \frac{G}{\omega C}$$

なる關係がある。この場合絶縁物内に消費される電力は

$$W = E I \sin \delta = E^2 \omega C \tan \delta$$

となる。第3圖の如き面積 S 、厚さ d なる平行板蓄電器を考えると単位體積當りの電力損失は

$$w = \frac{W}{Sd} = \frac{E^2}{2d^2} f \tan \delta$$

となる。即ち絶縁物中に生ずる電力損失は誘電率 ϵ と誘電體損 $\tan \delta$ との積に比例する。従つて ϵ 、 $\tan \delta$ の大なる物質程發熱作用が大であることが解る。又印加する高周波數 f の大なる程發熱が大きいことも明らかであるが、 $\tan \delta$ は角周波數 ω ($\omega = 2\pi f$) 及び溫度 θ によつても次式

$$\tan \delta = \frac{\omega \rho A}{\theta B + \omega^2 \rho^2 C}$$

但し

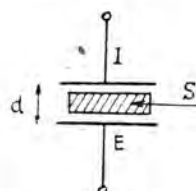
$$\begin{cases} A, B, C \text{ は周波數, 溫度によらない數} \\ \rho \text{ は粘性係數} \end{cases}$$

の關係にあり $\tan \delta$ の最大値は特定の周波數 f_0 に於いて最大となる。従つて加熱すべき物質によつて印加高周波數は變えるのが能率的である。

III 装置及び實驗結果

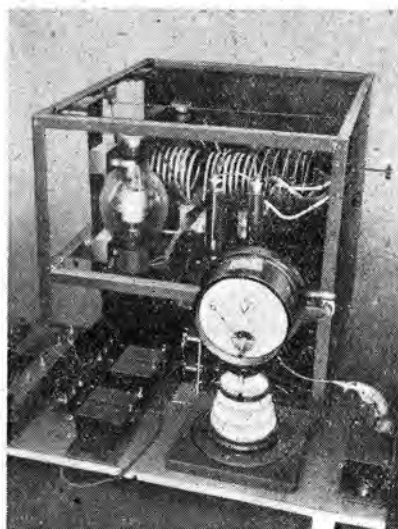
1 装 置

試験に供した装置は寫眞第1の如くで、その配線圖は第4圖に示した。真空管は UN-156 プツシユブルで周波數 10 M.C にて出力は電球負荷で約 1 KW である。回路上特に注意すべきことは、二箇の真空管が電氣的にバ



第 3 圖

ランスすることが必要であり、縦條電壓が規格以下であると急激に發振強度が低下する。又格子線輪には適當な容量を並列に入れ充分饋還する様にすれば發振は安定になり能率は極めてよくなり負荷によつて陽極線輪のタツ

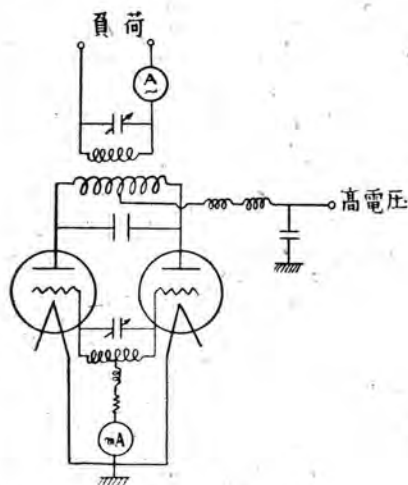


写真第1

ブ調整は比較的廣範圍で變化しない。高周波部には非常な高電壓が生ずる故に耐壓及び熱傳導に注意し配線した。印加電極板は試料の形によつて變るが電磁石の場合と同様に出来るだけ電氣力線が試料中を澤山通る様に工夫しなければならない。

2 實驗結果

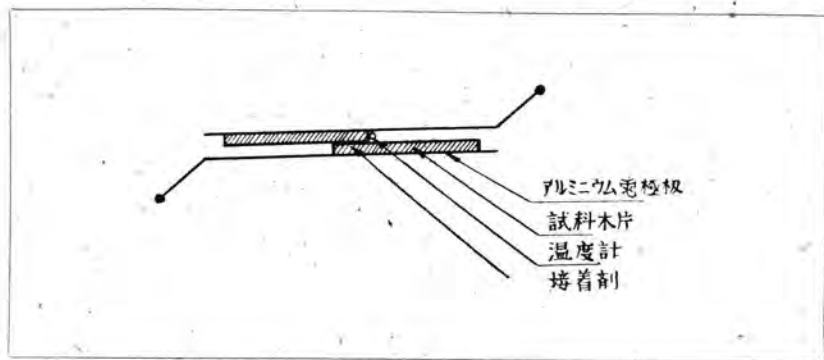
第5圖の如き2枚のアルミニウム板の間に2枚の木片を挿み木片の接觸部に接着劑を塗布しアルミニウム電極に高周波電壓を前記裝置により印加して接着部の溫度上昇を圖の如き位置に溫度計を置いて測定した。第6圖は接着面積 300×500 の木片に膠の接着劑として用いた場合の結果であり、 100°C まで上昇するに4分間であつた。出力回路の高周波電流は出力の一尺度を表わす。第7圖は印加電壓の大小によつて溫度上昇の傾向を示したもので、低電力で長時間印加しても決して高電力の場合程上昇しないことが解つた。但し接着部には膠の代りに水を



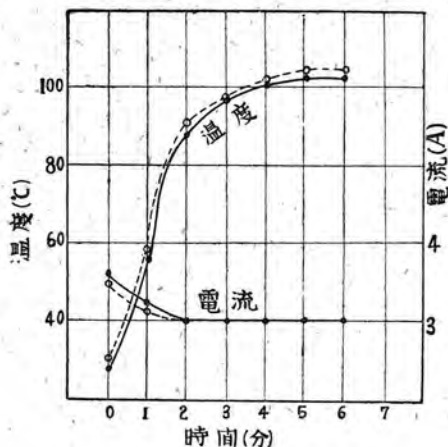
第4圖

塗布した。第8圖は接着劑としてカゼインを用いたカツラの試験片に於いて接着部の最後の溫度對引張り強度の關係を示したもので、接着部の溫度が 50°C 乃至 60°C の場合が優秀であることが解つた。印加時間と溫度上昇の關係を第9圖に示した。之によると必ずしも強電界がよいのではなく寧ろ適當なる電界による方が強度は大となる。 60 km/cm^2 以上の引張り試験に對しては母材がちぎれてしまつた。これらの實驗では凡て電界印加停止後の壓定時間は10分であつた。

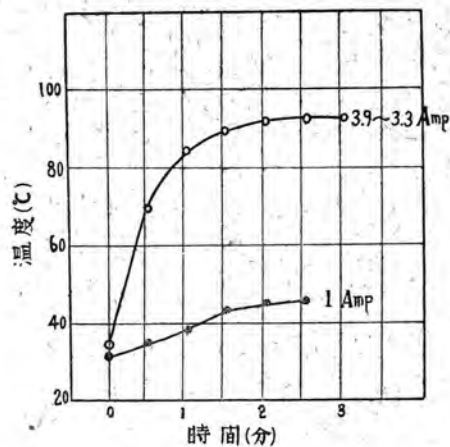
應用例としてラヂオキャビネットの接着に利用したが印加電極の要領は接着部に多くの電氣力線が通る如く幅 30 mm の長方形の電極を配置し約400ワットの電力を5分間印加した後キャビネットを約10分間壓定のまゝ放置後取出したところ接着強度は實用に供し得るに充分であつた。接着劑には膠を使用し、最高溫度は 60°C であつた。この操作を行えば從來自然乾燥によつて約3



第5圖



第 6 圖



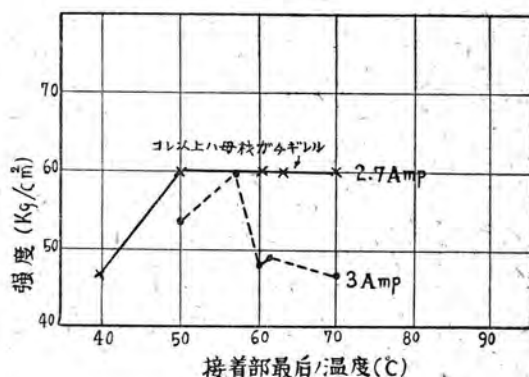
第 7 圖

時間要した全工程が約 15 分間で同様の効果を上げることが出来、多量生産には必要欠くべからざるものと確信する。

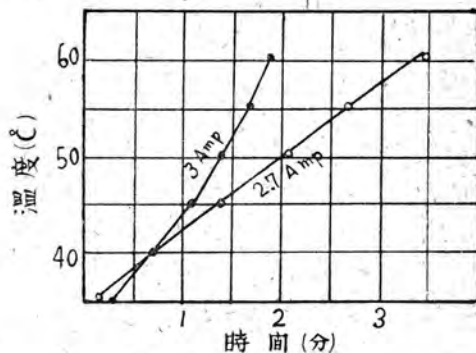
IV 結 言

現在弊社では出力 1 KW 型、500 W 型、300 W 型の三種類を標準化し諸種の需要に應ずる様準備しているが、應用例としては單に木材の接着やゴムの硬化のみに限らず化學工業、農業化學、醫療方面にも利用されるものである。又最近の米國の報道によれば料理にも利用され單時間で多量の調理が出来る由である。かゝる現象を單に誘電體損によるものとのみ解釋せず、將來は衝擊電力を超音波にて繰返し發射し、別の應用方面に進出したい希望を持つてゐることを附記して擧筆する。

本文を草するに當り東京帝大農學部山本孝氏の御援助に感謝すると共に實驗に協力された當所山田技師及び渡邊技師に謝意を表する次第である。



第 8 圖



第 9 圖

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 (XI)

本稿は既に發表したる第Ⅰ篇乃至第Ⅲ篇(「三菱電機」第18卷乃至第19卷)に引續き續篇として昭和18年に執筆されたもので、戰時中の事情により「三菱電機」の發刊が中絶された爲、未發表となつていたものであるが、今回同誌の再發刊により發表の運びになつたものである。

此の章では、第Ⅲ篇に於いて説明せる擴張された演算子算法を利用して、分布定數回路解析に對する演算子解法(第一種解法)を樹立した。その要點は次の様な形に書かれる。

$$\begin{aligned} & \text{(I)} \left\{ \begin{array}{l} \text{微分方程式} \\ + \text{初期條件} \\ + \text{境界條件} \end{array} \right\} \xrightarrow{D-\lambda \text{ 變換}} \text{(II)} \left\{ \begin{array}{l} \text{變換された} \\ \text{(微分方程式)} \\ + \text{境界條件} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{境界値問題の解法}} \\ & \rightarrow \text{(III)} \left\{ \begin{array}{l} \text{境界値問題の解} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{擴張された演算子算法}} \text{(IV)} \{ \text{所要の解} \} \end{aligned}$$

研 究 所 菅 野 正 雄

第Ⅳ篇 分布定數回路解析への應用

第Ⅰ章 準線型偏微分方程式の演算子解法

§1. 1. 緒 言

すでに第Ⅲ篇⁽¹⁾に於いて述べたる如く、集中定數回路解析の問題は定係數線型常微分方程式の初期値問題の一應用であつたのであるが、之に對し分布定數回路解析の問題は、準線型偏微分方程式の初期値並に境界値問題の一應用と看做されるものである。而して、前者に對して演算子解法が頗る便利であつたのと同様に、後者に對しては、第Ⅲ篇⁽¹⁾に於いて説明せる擴張された演算子算法を利用する解法が大いに便利なるべきことは推察に難くない。然も、 $t \leq -0$ に於ける状態が完全に與えられてあれば、更めて $t = +0$ の状態を算出しなくとも所要の解が求め得られると云う演算子解法の重要な一性質は後者の場合にも猶眞なることは勿論、否むしろ、後者の問題に於いてより切實にその有用さが認め得られるのである。蓋し、分布定數回路解析に於いてはその第二種初期値($t = +0$ に於ける値)の算出は、集中定數回路解析に

於ける場合よりも更に一層困難を伴う結果、例えば $t = +\infty$ に於ける状態を物理的に考慮する等の補助的手段を講じなければならないのが一般であるが、⁽²⁾の演算子解法に於いてはかかる考慮の必要は少しもないのである。尤も從來の所謂演算子解法に於いても、此の性質は充分認識されざる儘に使用されていたのであるが、それにも拘らずそれが今日迄特に強調されなかつた理由は、かくして得られた結果の正否の判定が、既述の如く通常解法によつて得られた結果と比較して行われていたことが多く、それが常に正しいことを主張する證明に缺けていたために他ならない。

叙上の事實に鑑み、本文に於いては先ず、第Ⅲ篇に於いて説明せる擴張された演算子算法を利用して分布定數回路解析に對する演算子解法(第一種解法)を樹立し、かくして得られた解が通常の方法を以て解いて得らるべき結果と常に一致すべきことを説明し、然る後、送電線、抵抗——容量分壓器及び變壓器等に關する適宜の計算例を擧げて此の點を明らかにせんとするものである。而して解法の要領は、從來の Laplace 變換を利用せるものと大差はないが、演算子解法に對する上述の如き重要な性質を考慮し、解法の根本を解明したる點及び、解に衝擊函數を含む場合の取扱ひを合理的に且つ解析的に説明したる點等に於いて著しい相違があるものと考えら

れるのである。

§ 1. 2. 準線型偏微分方程式の初期値 問題に対する演算子解法

第一法：

$t \leq -0$ に於ける状態と、當面の現象を表現すべき準線型偏微分方程式

$$\sum_{l=1}^n f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) F_l(X, t) = H_m(X, t),$$

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

とが與えられているものとする。こゝに $H_m(X, t)$ は $t \geq +0$ に於いて積分可能な既知函数、 $f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D)$ は

$$f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \equiv \sum_{r=0}^{r_{m,l}} a(r, m, l; X, \frac{\partial}{\partial X}) D^r.$$

$$+ \sum_{s=1}^{s_{m,l}} b(s, m, l; X, \frac{\partial}{\partial X}) D^{-s}$$

$$\left(\begin{array}{l} t > +0, D \equiv \frac{\partial}{\partial t}, (t > +0); \\ l, m = 1, 2, \dots, n \end{array} \right)$$

の如くであり、又、 $X, \frac{\partial}{\partial X}$ 等は夫々 $x, y, z, \dots; \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z}, \dots$ 等の代表とする。(尚、 X には $X_0 < X < X_1$ なる条件があるわけであるが、簡單の爲省いてある。)

此の (I. 1) 式に第一種初期条件を導入して $t \geq -0$ に於いて成立する次の關係式を導く。

$$\sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^{k_l} g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*) [G_h(X, t)] = [H_m(X, t)],$$

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

こゝに

$$g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*) \equiv \sum_{p=0}^{p_{m,h}} \alpha(p, m, h; X, \frac{\partial}{\partial X}) D_*^p,$$

$$+ \sum_{\sigma=1}^{\sigma_{m,h}} \beta(\sigma, m, h; X, \frac{\partial}{\partial X}) D_*^{-\sigma},$$

$$\left(\begin{array}{l} t \geq -0, D_* \equiv \frac{\partial}{\partial t}, (t \geq -0); \\ h = 1, 2, \dots, k_l; \\ l, m = 1, 2, \dots, n \end{array} \right),$$

$$\sum_{h=1}^{k_l} g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*) [G_h(X, t)]$$

$$\equiv \left\{ \begin{array}{l} C_t^{(-0)} \sum_{h=1}^{k_l} g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*) [G_h(X, t)] \text{ (これは第一種初期条件により既知), } (t = -0); \\ f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*) F_l(X, t), (t > +0); \\ (l, m = 1, 2, \dots, n), \end{array} \right.$$

$$[H_m(X, t)] \equiv \left\{ \begin{array}{l} t = -0 \text{ に於いて (I. 2) 式が成立つ} \\ \text{如く選ばれた既知函数, } (t = -0); \\ H_m(X, t), (t \geq +0); \\ (m = 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I. 3) \end{array} \right.$$

扱て、(I. 2) 式中の $g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D_*)$ に第 I 篇の (IV. 27) 式に於いて $a = -0$ とおいた關係を代入すれば、

$$\sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^{k_l} g_{m,h}(X, \frac{\partial}{\partial X}; p) C_t^{(-0)} [G_h(X, t)]$$

$$= [H_m(X, t)]$$

$$+ \sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^{k_l} \left\{ \sum_{p=1}^{p_{m,h}} \sum_{r=0}^{r-1} \alpha(\dots) p C_t^{(-0)} (D_*^{p-r-1} [G_h(X, t)]) \right.$$

$$\left. - \sum_{\sigma=1}^{\sigma_{m,h}} \sum_{s=0}^{s-1} \beta(\dots) p C_t^{(-0)} (D_*^{-\sigma+s} [G_h(X, t)]) \right\},$$

$$(m=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I. 4)$$

なる關係が得られるが、此の内右邊第二項 $\sum_l \sum_h \{ \dots \}$ は與えられた第一種初期条件によつて既知なる値である。

こゝに

$$p C_t^{(-0)} \equiv \int_{-0}^t dt, \quad (t \geq -0),$$

$$p C_t^{(-0)} \equiv D_* + p C_t^{(-0)} C_t^{(-0)}; \quad (t \geq -0)$$

としてある。此の (I. 4) 式は $t \geq -0$ の變域で成立つものであるが、この内 $t \geq +0$ の變域のみを考えることゝして (I. 3) の關係を参照すれば、

$$\sum_{l=1}^n f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; p) F_l(X, t)$$

$$= H_m(X, t)$$

$$+ \sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^{k_l} \left\{ \sum_{p=1}^{p_{m,h}} \sum_{r=0}^{r-1} \alpha(\dots) p^{r+1} C_t^{(-0)} (D_*^{p-r-1} [G_h(X, t)]) \right.$$

$$\left. - \sum_{\sigma=1}^{\sigma_{m,h}} \sum_{s=0}^{s-1} \beta(\dots) p^{-s} C_t^{(-0)} (D_*^{-\sigma+s} [G_h(X, t)]) \right\},$$

$$(m=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I. 5)$$

が導かれる。但し、

$$p^{-1} \equiv \int_{-0}^t dt, \quad (t \geq +0)$$

である。

次に (I. 5) 式に變換子 $a_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1} C_t^{(-0)}$ (III, § II. 4 を参照) を作用せしめ、I, (VI. 7) 式及び III, (II. 12) 式

$\sigma_e(\lambda, t)^{-1} f(D) \equiv f(\lambda) L_e(\lambda, t)^{-1}$ を考慮すれば、

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; \lambda) \sigma_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) \\ &= L_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) H_m(X, t) \\ &+ \sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^{k_l} \left\{ \sum_{p=1}^{\rho_{m,h}} \sum_{r=0}^{p-1} \alpha(\dots) \lambda^{r+1} C(\frac{0}{t})(D_*^{p-r-1}[G_h(X, t)]) \right. \\ &\quad \left. - \sum_{s=1}^{\sigma_{m,h}} \sum_{s=0}^{\sigma-1} \beta(\dots) \lambda^{-s} C(\frac{0}{t})(D_*^{-\sigma+s}[G_h(X, t)]) \right\}, \\ & \quad (m=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I.6) \end{aligned}$$

なる関係が得られるが、これを境界条件を考慮して

$$\sigma_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t)$$

に関して解いたとし、

$$\begin{aligned} \sigma_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) &= S_l(\lambda, X), \\ & \quad (l=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I.7) \end{aligned}$$

の如き解が求められたとすれば、所要の解 $F_l(X, t)$ は (I.7) 式の両邊に $\sigma_e(t, \lambda)$ を作用せしめて得られる関係

$$\begin{aligned} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) &= \sigma_e(t, \lambda) S_l(\lambda, X), \\ & \quad (l=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I.8) \end{aligned}$$

から導かれる。若し、上式に於いて $S_l(\lambda, X)$ が $L-M$ 条件を満足するならば、それは

$$\begin{aligned} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) &= L_e(t, \lambda) S_l(\lambda, X) \\ &= S_l(D, X) \mathbf{1}(\frac{t}{0}), \\ & \quad (l=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I.9) \end{aligned}$$

と書け、又、 $S_l(\lambda, X) = \lambda T_l(\lambda, X)$ (但し、 $S_l(\lambda, X)$ は $L-M$ 条件を満足しないが、 $T_l(\lambda, X)$ は同条件を満足するものとする。)であつて、且つ

$$\begin{aligned} L_e(t, \lambda) T_l(\lambda, X) &= T_l(D, X) \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \\ &\equiv \mathbf{1}(\frac{t}{0}) U(X, t), \quad (\alpha \geq +0) \end{aligned}$$

の如く表わされ得るものとすれば、(I.8) 式は

$$\begin{aligned} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) &= \sigma_e(t, \lambda) \lambda T_l(\lambda, X) \\ &= D L_e(t, \lambda) T_l(\lambda, X) \\ &= \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \left\{ U'_t(X, t) + U(X, \alpha) p(\frac{t}{0}) \cdot \mathbf{1} \right\}, \\ & \quad \left(U'_t(X, t) = \frac{\partial U(X, t)}{\partial t} \right) \dots\dots\dots (I.10) \end{aligned}$$

となるから、若し $U(X, \alpha) \neq 0$ ならば、 $F_l(X, t)$, ($t \geq +0$; $l=1, 2, \dots, n$) の中には衝撃函数 $U(X, \alpha) p(\frac{t}{0}) \cdot \mathbf{1}$ を含むこととなるのである。(第 VII 章にその例が擧げてある。)

以上の (I.1) 式より (I.5) 式を導く操作は即ち $D-p$ 變換であるが、(I.5) 式より (I.6) 式を得る操作を $p-\lambda$ 變換と名付け、又、 $D-p$ 變換と $p-\lambda$ 變換とを一括して $D-\lambda$ 變換と呼ぶこととする。而して $D-\lambda$ 變換はこれを簡略には

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{m,l}(X, \frac{\partial}{\partial X}; \lambda) \sigma_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) \\ &= L_e(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) H_m(X, t) \\ &+ \sum_{l=1}^n \left\{ \sum_{r=1}^{r_{m,l}} \sum_{k=0}^{r-1} \lambda^{k+1} C(\frac{0}{t}) [D^{r-k-1} a(\dots) F_l(X, t)] \right. \\ &\quad \left. - \sum_{s=1}^{s_{m,l}} \sum_{h=0}^{s-1} \lambda^{-h} C(\frac{0}{t}) [D^{-s+h} b(\dots) F_l(X, t)] \right\}, \\ & \quad (m=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (I.11) \end{aligned}$$

と書くことが出来るであらう。但し、(I.11) 式の右邊の内容の意味は (I.6) 式の右邊によつて示されていることに注意するべきである。

扱て、(I.6) 式又は (I.11) 式は $t=-0$ に於ける状態と $F_l(X, t)$, ($t \geq +0$; $l=1, 2, \dots, n$) との関係とを興えるものと考えられるが、同式より得られる $F_l(X, t)$ が吾々の所要の解なるべきことは、本解法を導いて來た経路に徴して明らかであるが、又、次の如き考察によつてもその然るべきことが諒解されよう。

通常解法によるならば、(I.1) 式と $t=+0$ の状態とが興えられていなければならないが、 $t=+0$ の状態は微分方程式 (I.1) と $t \leq -0$ の状態とから——換言すればこれと全く等價な (I.6) 式又は (I.11) 式及びこれより誘導され得る必要な諸関係とから——義的に決定され得べきものである。従つて (I.1) 式と $t=+0$ の状態とを用いて得るべき解は、結局 (I.6) 式又は (I.11) 式より得られる $F_l(X, t)$ に他ならないのである。然るに緒言に於いても述べた如く、從來はかゝる一般的考察なしに、(I.1) 式より直ちに (I.11) 式に類似の関係式 ($\sigma_e(\lambda, t)^{-1}$ の代りに $L_e(\lambda, t)^{-1}$ を用いたもの) を導き、これより得られた $F_l(X, t)$ が所要の解なることを箇々の問題に就き、それが通常解法によつて得られる結果と一致するが故にと云うことによつて決定していたのであつたが、それでは折角演算子解法を用いたと云う利益がないということになり、又、解に衝撃函数を含む場合の取扱いが充分ではない憾があつたのである。上述の如き考察によつて初めて演算子解法の特質が明瞭になつたものと考えられるのである。

勿論、問題によつては、最初より $t=+0$ の状態が興えられたと考へた方が都合の良い場合があるが、かゝる場合は (I.11) 式中の $C(\frac{0}{t})$ が $C(\frac{+0}{t})$ に變更されるのみで他の計算は全く同様に行われ、結局 (I.9) 式と同様の形の結果が導かれるが、これより得られる $F_l(X, t)$, ($t \geq +0$; $l=1, 2, \dots, n$) が所要の解なるべきことは論を俟たない。

第二法；

これは集中定数回路解析に對する第二法に對應するものである。

函数 $F_l(X, t)$ 及び $\phi_l(X, t)$, ($l=1, 2, \dots, n$) に關し, 次に示す如き微分方程式が成立つものとする。

$$\sum_{l=1}^n f_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) F_l(X, t) = G_m(X, t), \quad (t > +0), \dots \dots \dots (I. 12)$$

$$\sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \phi_l(X, t) = \psi_m(X, t), \quad (t \leq -0), \dots \dots \dots (I. 13)$$

茲に, $X, \frac{\partial}{\partial X}$ は夫々第一法の場合と同様であり,

$f_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D)$ 及び $\varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D)$ は準線型偏微分演算子函数とする。又, $G_m(X, t)$, $\psi_m(X, t)$, $\phi_l(X, t)$ 等は何れも既知であり, 更に $t \leq -0$ に於ける $\phi_l(X, t)$ が $t = 0$ なる時間に或る定まつた變化を受けて $t \geq +0$ に於ける $F_l(X, t)$ に變じたものと考ええる。

今, 單位函数

$$\mathbf{1}(\frac{t}{0}) = \begin{cases} 0, & (t \leq -0), \\ 1, & (t \geq +0) \end{cases}$$

を用いて (I. 12) 式及び (I. 13) 式から

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) \\ &= \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \{ G_m(X, t) - \psi_m(X, t) \} \\ &+ \sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \phi_l(X, t) \\ &+ \psi_m(X, t) - \sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \phi_l(X, t), \\ & \quad (-\infty < t < \infty) \dots \dots \dots (I. 14) \end{aligned}$$

なる關係を作れば, これは (I. 12), (I. 13) 兩式と全く等價である。

扱て, $\phi_l(X, t)$ 及び $\psi_m(X, t)$ は $t \geq +0$ に於いては定義されていないのであるが, 吾々は此の範囲内に於いても (I. 13) 式と同様の關係式が成立つものとしよう。即ち $\phi_l(X, t)$ 及び $\psi_m(X, t)$ に關しては

$$\sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \phi_l(X, t) = \psi_m(X, t), \quad (-\infty < t < \infty) \dots \dots \dots (I. 15)$$

が成立つものとするわけである。然らば (I. 14) 式は

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) \\ &= \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \{ G_m(X, t) - \psi_m(X, t) \} \\ &+ \sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; D) \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \phi_l(X, t), \\ & \quad (-\infty < t < \infty) \dots \dots \dots (I. 16) \end{aligned}$$

となる。此の式の兩邊に $\sigma_c(\lambda, t)^{-1}$ を作用せしめ, III, (II. 5) 式及び III, (II. 12) 式を参照すれば,

$$\begin{aligned} & \sum_{l=1}^n f_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; \lambda) \sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) \\ &= L_c(\lambda, t)^{-1} \{ G_m(X, t) - \psi_m(X, t) \} \\ &+ \sum_{l=1}^n \varphi_{ml}(X, \frac{\partial}{\partial X}; \lambda) \sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) \phi_l(X, t) \end{aligned} \dots \dots \dots (I. 17)$$

が得られるが, 境界條件を考慮してこれを $\sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t)$ に關して解いたとして

$$\sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) = K_l(\lambda, X) \dots \dots \dots (I. 18)$$

が得られたとすれば, これより

$$\mathbf{1}(\frac{t}{0}) F_l(X, t) = \sigma_c(\lambda, t) K_l(\lambda, X) \dots \dots \dots (I. 19)$$

が導かれ, 従つて所要の解 $F_l(X, t)$, ($t \geq +0$; $l=1, 2, \dots, n$) が求められるのである。

但し, 實際問題に當つては第一法による方が便利なが多い。

§ I. 3. — 計算例

境界條件を含む第一種初期値問題の一例を第一法によつて解いてみる。

問題が, 微分方程式

$$\left(a \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \right) y(x, t) = G(x, t), \quad \left(-\infty < x < \infty, \right.$$

及び第一種初期條件

$$\left. \begin{aligned} C(\frac{-0}{t}) [a_1 y] &= F_1(x), \\ C(\frac{-0}{t}) [a_2 y] &= F_2(x), \end{aligned} \right\} \quad (-\infty < x < \infty),$$

(但し, a_1 及び a_2 は定數, 又 $a = a_1 + a_2$)

によつて與えられているものとする。

先ず, 微分方程式に $D-p$ 變換を施せば,

$$(ap - D_x) y(x, t) = G(x, t) + F(x) p \cdot 1, \quad \left(\begin{aligned} t &\geq +0, \\ -\infty &< x < \infty, \end{aligned} \right)$$

$$(D_x \cdot \equiv \frac{\partial}{\partial x} \cdot, F(x) = F_1(x) + F_2(x))$$

となるが, 更に此の式に $p-\lambda$ 變換を行えば

$$\begin{aligned} & (a\lambda - D_x) \sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) y(x, t) \\ &= L_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) G(x, t) + \lambda F(x) \end{aligned}$$

が導かれる。而して此の式の一般解は

$$\begin{aligned} & \sigma_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) y(x, t) \\ &= A e^{a\lambda x} + \frac{1}{a\lambda - D_x} \left\{ L_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{0}) G(x, t) + \lambda F(x) \right\} \end{aligned}$$

となるが, 所要の解が $x = \pm \infty$ に於いても有限なる爲

には

$$A = 0$$

でなければならない。よつて演算子算法により

$$\begin{aligned} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) y(x, t) &= a_c(t, \lambda) \frac{1}{a\lambda - D_x} \left\{ L_c(\lambda, t)^{-1} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) G(x, t) + \lambda F(x) \right\} \\ &= \frac{1}{aD - D_x} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) G(x, t) + \frac{D}{aD - D_x} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) F(x) \\ &= \mathbf{1}(\frac{t}{a}) \frac{1}{a} \left\{ \int_{+0}^t G(x + \frac{t-\tau}{a}, \tau) d\tau + F(x + \frac{t}{a}) \right\}, \end{aligned}$$

(附録 (I) 参照)

又は

$$y(x, t) = \frac{1}{a} \left\{ \int_{+0}^t G(x + \frac{t-\tau}{a}, \tau) d\tau + F(x + \frac{t}{a}) \right\},$$
$$\left(\begin{array}{l} t \geq +0, \\ -\infty < x < \infty \end{array} \right) \dots\dots\dots (I. 20)$$

なる解が得られるのである。

扱て、(I. 20) 式より $t = +0$ に於ける状態を求めて見るに、それは

$$y(x, +0) = \frac{1}{a} F(x), \quad (-\infty < x < \infty)$$

となる。従つて通常解法によつて解こうと思えば

$$\left(a \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \right) y(x, t) = G(x, t), \quad \left(\begin{array}{l} t > +0, \\ -\infty < x < \infty \end{array} \right),$$
$$\lim_{t \rightarrow +0} y(x, t) = \frac{1}{a} F(x), \quad (-\infty < x < \infty)$$

としなければならないが、此の $t = +0$ の状態の決定に就いては従来は、問題の物理的性質を考慮するか、若しくは $t = +\infty$ に於ける解の模様等を検討する必要がある

つたのである。事實、送電線に關する問題等に於いてその間の事情を察知することが出來よう。(3)

文 献

- (1), 三菱電機, 18, 327 (昭 17).
- (2), 三菱電機, 19, 317 (昭 18).
- (3), たとえば黒川兼三郎: 過渡現象論 (昭 9) 中の例題を参照のこと.

附 録 (I)

$$\begin{aligned} &\frac{1}{aD - D_x} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) G(x, t) \\ &= \frac{1}{a} \varepsilon^{\frac{t}{a} \frac{\partial}{\partial x}} D^{-1} \varepsilon^{-\frac{t}{a} \frac{\partial}{\partial x}} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) G(x, t) \\ &\equiv \frac{1}{a} C\left(\frac{x+t/a}{x}\right) D^{-1} C\left(\frac{x-t/a}{x}\right) \mathbf{1}(\frac{t}{a}) G(x, t) \\ &\equiv \frac{1}{a} C\left(\frac{x+t/a}{x}\right) \mathbf{1}(\frac{t}{a}) p^{-1} G(x-t/a, t) \\ &\equiv \mathbf{1}(\frac{t}{a}) \frac{1}{a} \int_0^t G(x + \frac{t-\tau}{a}, \tau) d\tau, \\ &\frac{D}{aD - D_x} \mathbf{1}(\frac{t}{a}) F(x) \\ &\equiv \mathbf{1}(\frac{t}{a}) \frac{p}{ap - D_x} F(x) \\ &\equiv \mathbf{1}(\frac{t}{a}) \frac{1}{a} \varepsilon^{\frac{t}{a} \frac{\partial}{\partial x}} F(x) \\ &\equiv \mathbf{1}(\frac{t}{a}) \frac{1}{a} F(x + \frac{t}{a}). \end{aligned}$$

(つづく)

新製品紹介

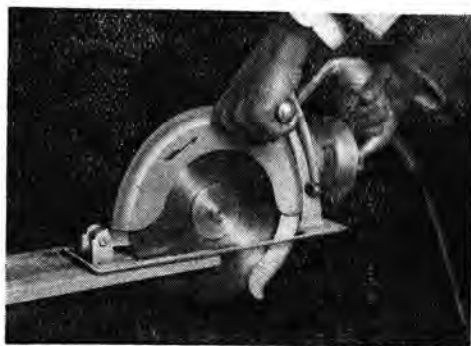
三菱携帯用電氣鋸

弊名古屋製作所が多年電動工具製作の経験に基き、其の優秀な技術と、機械設備と、精選せる材料とに依り製作した新製品で、手引鋸作業を能率化し、取扱の便利、安全を狙いとしたものである。

使用電流は 7.0 アンペアで、電壓は 100 ボルトであるから、電源は単相交流の家庭電燈線から得られるし、又電壓が 85 ボルトに下つた場合でも使用出来る様に設計されている。

鋸刃は最大切込 85 耗で、鋸刃の保護と危険防止の爲自動開閉式保護カバーがあり、切込を調節し、切断を容易にする爲、調節出来る定盤が取付けてある。

本機を倒にして鋸刃を上によれば、据置用として連続に軽快な作業が出来るも、使用者側の工夫に依つてはボソ作り等の作業も出来る。主體は總輕金屬製で、重量はキャブタイヤコード 5 米付で約 8.5 疋である。



電 氣 絶 縁 塗 料 用 溶 剤 に 就 いて

弊社研究所に於いて製造している絶縁ワニスに就いて、最近の資材不足面よりする研究を發表し、松根油、テレピン油を溶剤とした場合の粘度と含浸との關係を論じた。

研 究 所 石 黒 克 己

電気機械にとつて絶縁材料の重要なことは今更贅言を要しないが、弊社に於いてはその内絶縁ワニスを自給していることは實に言い難い強みであると信ずる。絶縁ワニスを自給し得られることはその品質性能に於いて優秀ならしめることが可能であるばかりでなく、現在の様に各種資材が極度に不足している時にも何とかそれを賄つて行けると云うことは、電気機器と云う最終製品の工程上如何ばかり安心の出来ることであるか判らない。

併しこの蔭にあつて不足勝る資材の蒐集と、數少ない工具を駆使して製作に當る當事者の苦心はまことに妙くないものがある。

以下この觀點からワニス製造事情を述べて参考に資したいと考える。

現在弊社に於いて廣く使用せられて居る絶縁用ワニス類は研究所に於いて苦心開發したものをもそのまゝ研究所に於いて中規模の工場を建設製造中であつて、勿論正式に塗料製造業者として登録せられ、塗料工業統制組合の中の絶縁塗料部門に屬している。

従つてその生産と販賣は同組合より指定せられた方針に據つて行ふべき義務がある譯である。と同時に原材料の割當購入に對しても同組合の斡旋、配給を受ける權利がある。併し問題はこゝに存する。

それは塗料の主要原料として我々の要求する乾性油、即ち支那桐油、亞麻仁油、荏油、麻實油の如きものは勿論、ギルソナイト、ブロンアスファルト、コーパル、ダソマル、松脂等からテレピン油、揮發油の如き溶剤に至るまでほとんど全く海外資源に依存している。戦時中は前半期にこの内の或るものは多少輸入せられたものもあるが、大部分のものは戦争開始以來戦争終結後と雖も今日に至るまでほとんど輸入せられておらないため、専ら少ない國產資源の開發、蓄積材料の蒐集及び代替品の研究にまつところが多く、生産の増大と性能の維持に對しては實に多くの苦心が拂われ來つたのである。

戦後諸工業の復興と戦災の復舊に伴う電気機械の需要の増加は實に目覺ましいものがあり、それに従つて絶縁用ワニスの需要も急速に増加しつつある。一方復興建築

及び一般機械、器具類の生産に伴う塗裝用塗料の増加も亦著しいものがあつて、これ等の原料の需要量をことごとく海外に依存するとすれば少なからぬ數量に上る譯である。

需 要 先	數 量
進 駐 軍 直 接 需 要	15,000 噸
國 内 需 要	15,000 噸
内 譯 車 輛 用	3,200 噸
船 舶 用	1,500 噸
漁 業 用	1,400 噸
農 具 製 作 用	500 噸
電 機 通 信 機 用	5,000 噸
其 の 他 用	3,300 噸

第 1 表 塗料 1946 年下半年生産、配給計劃

第 1 表所載の塗料製造に要する原料中輸入を要請すべきものは第 2 表の如くである。

品 名	數 量
乾 性 油	7,340 噸
石 油	3,230 噸
ベ ン ズ ー ル	700 噸
天 然 樹 脂	360 噸
ギ ル ソ ナ イ ト	340 噸
亞 鉛 華	2,600 噸
計	14,570 噸

第 2 表 1946 年下半年輸入要請品及び數量

更に 1947 年に於ける塗料需要及び原材料輸入計劃は第 3、第 4 表の如くである。

需 給 先	数 量
進 駐 軍 関 係	33,000 噸
車 輛 用	29,980 噸
船 舶 用	15,340 噸
電 機 通 信 機 用	9,740 噸
漁 業 用	2,000 噸
農 器 具 用	800 噸
鑛 山 用	320 噸
家 具 什 器 用	4,000 噸
計	92,160 噸

第 3 表 1947 年度塗料需給計劃

品 目	数 量
乾 性 油	25,800 噸
石 油	6,770 噸
ベ ン ゾ ー ル	5,400 噸
天 然 樹 脂	3,000 噸
亜 鉛 華	5,000 噸
工 業 鹽	630 噸
計	47,000 噸

第 4 表 1947 年度輸入要請品及び數量

上記の如く 1947 年にはベンゾール、天然樹脂等は本年に比し特に高率の輸入を必要とするのであるが、本年下半年の石炭事情より考えるとこの量をもつと増加させなければならなくなるのではないかとさへ考えられる。

かくの如く國產原材料は極めて逼迫しその大部分を輸入に待つ状態であるが、果してこれ等の輸入が全面的に許容せられるかどうか頗る疑問である。いきおい電気機器の生産に、ひいては各種基礎的工業の復舊と復興に重大なる影響をもたらすものと考え、消極的ながら使用者側に於いても塗料の節約に對し非常な關心を持たなければならぬ。

松根油或はテレピン油を以つて揮發油に代用することは終戦後の特殊事情から一時有望なことであつたが、今日では實際的にかなり困難になつて來た。

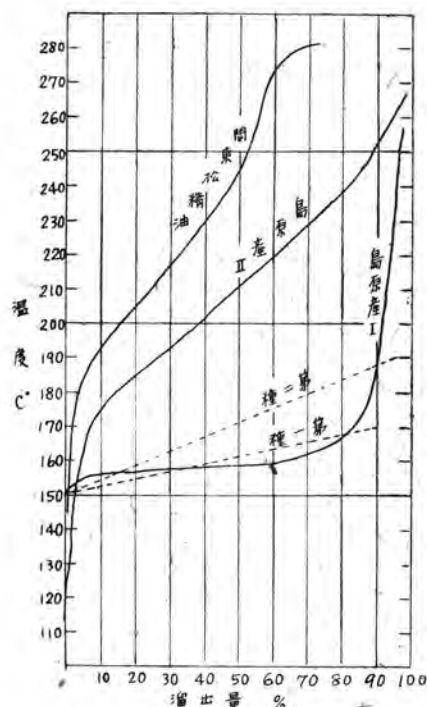
松根油について二、三調査せるところを摘記すると第 1 圖及び第 5 表の如くである。

島原産Ⅰは生松脂より水蒸氣蒸溜したものであつて、大體標準規格第一種に近い良好なものである。島原産Ⅱ及び關東松精油のものは松根を乾溜したもので標準規格第二種に屬する筈であるが規格の夫れとは大分かけ離れて沸點が相當に高い。

電 氣 絶 縁 塗 料 用 溶 剤 に 就 いて ・ 石 黒

種 別	テレピン油	松 根 油 Ⅰ	松 根 油 Ⅱ
試驗項目			
比 重 20°C	0.873	0.876	0.934
屈 折 率 20°C	1.4725	1.693	1.6285
酸 價	0.38	0.06	14.62
初 溜 °C	154	150	113
170° 迄ノ溜出量 %	76	85	小 量

第 5 表



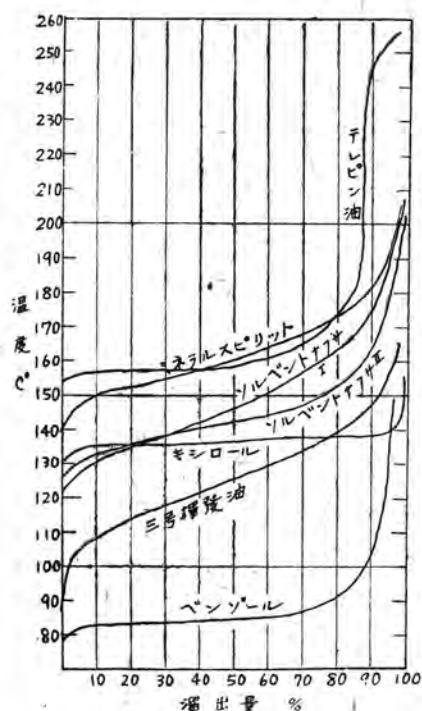
第 1 圖

更にこれを從來ワニス溶劑として使用せるもの及びその他溶劑と比較すると第 2 圖の如くである。

さてこれ等の溶劑を以つてワニスを稀釋せる結果を示せば第 6 表の如くである。

溶劑自體の揮發温度には高低かなり差があるが出來た塗料の指觸乾燥に要する時間は 2~3 時間で大差なく、表面の仕上り状態も良好であるし、電氣的性質も良好である。

併しその粘度には格段の差がある。ベンゾールは不揮發分の%が稍少く、ソルベントナフサは稍多いので多少考慮を拂わなければならないとは云えベンゾールの持つ粘度降下に對する影響は實に著しいものがある。これはベンゾールの持つ強い溶解力に基くものと思われる。よ



第 2 圖

つてテレピン油を以つて作つたワニスにベンゾールを添加した場合の粘度の變化を示すと第7表の如くである。

即ち5%添加せるものは揮発油のみにて稀釋せる場合と大差のない粘度となる。

さてワニスの粘度と滲透性及び滲透量の問題について考えて見るに、適當に稀釋して粘度を低めたワニスの滲透性の良いことは明らかであるからコイルの木綿類に含浸させた時も滲透率が良い筈であるが、乾燥後の重量増加から見た滲透量は必ずしも多くないことが觀察せられている。綿テープ類が完全に含浸された場合、糸と糸との空間或は糸の繊維の空間に滲透保有せられるワニスの量は略一定であるから乾燥後残るべきワニス基材の量は其の稀釋度の大小に反比例的となるのは當然であつて、濃度が大きいワニスに於いては滲透量は多くなる筈である。事實濃度の異なるワニスを木綿糸に含浸せしめてこれを顯微鏡下に觀察した結果によれば、ワニス濃度の異なるものは糸繊維間に一様に且つ充分に充填せられ含浸の回を重ねるに従つて糸の周圍に厚い皮膜を形成して行くが、濃度の薄いものでは繊維間の所々に集合凝固して全體一様には分布しないことが認められている。そして第一回の含浸によつて充填せられなかつた部分は第二回、

溶剤名稱 試験項目	テレピン油	ミネラルスピリット	揮発油	ベンゾール	ソルベントナフサ
ワニス { 溶劑 (%)	50 50	50 50	50 50	50 50	50 50
粘度 { レッドウッド 30°C (秒)	1338 1338	1187 1187	620 620	287 287	990 990
不揮發分 (%)	51.41	51.48	52.18	46.71	54.08
體積固有抵抗 ($\Omega \text{ cm}$) $\times 10^{14}$	1.296	1.806	1.977	4.047	—
絶縁耐力 ($V^1/10\text{mm}$)	8430	8102	8250	9012	—

第 6 表

ベンゾール添加量	0	5%	10%	15%
不揮發分 (%)	51.41	48.99	46.50	43.71
粘 (レッドウッド 度 30°C (秒))	1388	729	494	348

第 7 表

第三回と含浸の回を重ねても依然として充填せられぬ空間を残すのである。これはワニス中に含まれた溶劑とワニス基材の量の關係上當然なことであつて、出来るだけ濃いものを以て最初から充填すべき必要をはつきり示すのである。

併し濃度の高いワニス是一般的に言つて粘度も高く糸繊維の如き微細な空隙へ浸入し難いことは當然である。普通コイルの含浸が常壓で行われ、且つ工程上可及的短時間になされんとする場合は如何としても避け難き現象である。こゝに於いてワニスの性質としては基材の量は可及的多くしかも粘度が低いことが望ましい譯である。

再びこゝで稀釋劑に戻つてベンゾール、揮発油の如き溶解力強く粘度の低いワニスを作り易い溶劑が入手出来ないといふればこれに代るべきものを探さなければならない。ところが、石油系統のものでも炭油系統のものでも目下の狀態では全く見込みがないと云つて良い位である。

しかるに面白いことにはゴム溶液その他に於いて非溶劑を混入添加することによつて或る程度までその溶液の粘度が引き下がるということが知られているが、ワニスに於いても同様の傾向が認められた。

今アルコール類を例にとつてワニス基材をテレピン油にて50%迄稀釋する場合、テレピン油の一部をメチルアルコール或はエチルアルコールにて置換したものについて粘度の變化を調べると第8表の如くなる。

テレピン油との 混 合 割 合	100:0	95:5	90:10	85:15
メチルアルコール	1300	679	647	1006
エチルアルコール		740	772	1112

第 8 表 アルコール混合ワニス粘度
(レッドウッド 30℃)

即ちメチルアルコールにては 10%前後、エチルアルコールにては 5%前後に於いて粘度が著しく低下することが判り、その乾燥皮膜の状態も非常に良好であることが判つた。

ゴム溶液の場合に於いても揮発油とエチルアルコール

の混和率は 10%位迄が最も良好であつたが、この場合もその例に漏れずまことに面白いことゝ思つている。

メチルアルコールは戦時中は大量に合成せられたが目下のところはこれも石炭に影響せられると思われるが、エチルアルコールは澱粉を原料とする場合目下大切な食料と競合する恐れがあるけれども屑屑、腐敗諸による大量の製造が政府に於いて計畫せられ、本年の大収穫に於いては着々として實現を見ているからこれを以つて塗料用溶剤の不足面を補うことが出来れば非常に好都合と考えている。

本問題に關しては更に調査すべきことがあり、目下進行中であるが、取りあへず経過の一端を披露した次第である。

三 菱 石 英 水 銀 燈

研 究 所 小 椋 義 正

弊所に於いて現在製作中の水銀燈の種類は次に述べる通り數種類あるが、大別すれば、紫外線を出すのを目的としたもの即ち醫療用の太陽燈と可視光線を出すのを目的としたもの即ち超高壓水銀燈、高壓水銀燈とである。

水銀燈の管用材料としては熔融石英管を使用するが、硝子を使用しないで石英を使用する二つの理由がある。即ち硝子は紫外線の吸収が極めて大きく、石英は吸収が最も小さいから紫外線を目的とする場合、硝子は全然使用することが出来ない。他の理由は、石英は硝子に比べて熱的、機械的に數倍強く、特に高壓水銀燈の如く高温高壓力の場合は硝子は到底使用することが出来ない。

水銀のスペクトルは水銀の蒸氣壓によつて異り、低蒸氣壓では線スペクトルのみで、全體として青白い光であるが、高蒸氣壓では線スペクトルと連続スペクトルとの混合したもので、全體として白色光に近い。この場合、2537Åの共振線より長波長側に強い吸収帯があり、蒸氣壓が高くなるに従つて長波長のスペクトルが強くなるとかスペクトル線のうち波長が變移するものが出来たり、變つた現象が現われる。これは水銀蒸氣の原子と原子の間隔が極めて接近するために相互作用により生ずる現象である。(第1圖)

個々の水銀燈について説明すれば

(1) 低壓水銀燈 蒸氣壓 0.01~0.1 mmHg (第2圖)

(A) 醫療用太陽燈

これは前述の如く紫外線の發生を目的とするもので波長 3200~3600 Å のものが一番醫療効果があり、皮膚病、循環系統及び神經性疾患、腺病質等に有効でビタミンDを体内に造る作用がある。

發光管電壓 30~200 ボルト、電流 2~10 アンペアの範圍で數種あり、交流用、直流用の別がある。

(B) 理化學用、試験用太陽燈

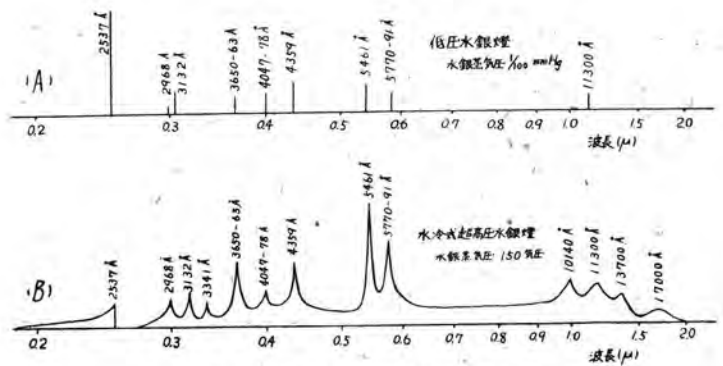
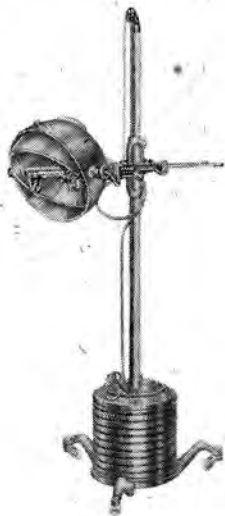
これは性能的には(A)と略同様であるが、使用の目的につき適當な設計としている。スペクトル寫眞、化學反應の促進、高電壓球間隙の照射、塗料色素の褪色試験等に用いる。

(C) 青寫眞焼付用水銀燈

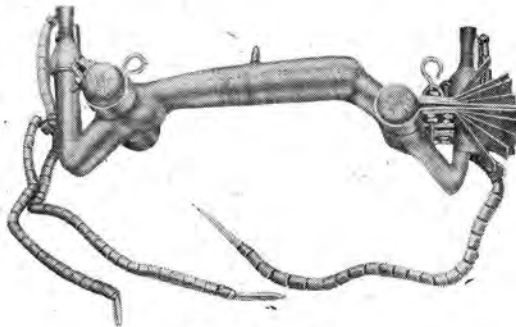
これは青寫眞焼付用の光源で從來一般に使用されている炭素弧光燈に比べて次の特長がある。

- (a) 焼きムラが全然ないこと。
- (b) 焼付速度が大きいこと。(炭素燈 5 燈裝備で、70 米/時 の場合、水銀燈では 200 米/時)
- (c) 掃除、グローブの取換等の手数が不用なこと。
- (d) 電力、時間の節約

この水銀燈の仕様は長さ 1250 耗、管徑 15



第 1 圖 水銀灯スペクトル強度



第 2 圖

耗 電 圧 (直 流) 600 ボルト、電 流 7 アン
ペ ア (4 KW)、 寿 命 2000~4000 時 間

(D) 超高圧水銀燈 (水冷式)

これは高輝度の点光源を目的としたもので、
弧光の大きさは直径 1.5 耗、長さ 15 耗以内、
平均輝度は 30,000 燭光/平方耗、最高輝度は
100,000 燭光/平方耗 以上である。内部の水
銀蒸気圧は 150 気圧以上にも達し、弧光の電
位傾度は弧光長 10 耗に對し 500 ボルト (直
流) 以上、電流は 1 アンペア、寿命は 150 時
間である。

シュリーレン寫眞、干渉縞の撮影其の他特殊
の目的に使用する。

C 型 ラ ジ オ 受 信 機

研 究 所 櫻 本 俊 彌
黒 田 忠 光

1. 緒 言

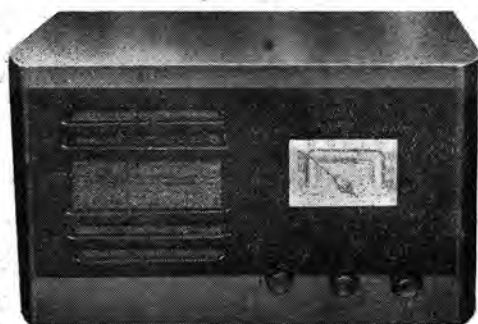
本機は家庭用ラジオ受信機として弊社研究所で開発を終
つた最初の量産品で既に「ダイヤトーン」なる商品名で
一般市場に出ている。即ち本機は日本放送協會の放送聴
取用受信機規格に優秀な成績で合格し國民四號A型受信
機 (ダイナミック) として認定を受けており、こゝに紹
介かたがた極く概要を述べることにする。

2. 定 格

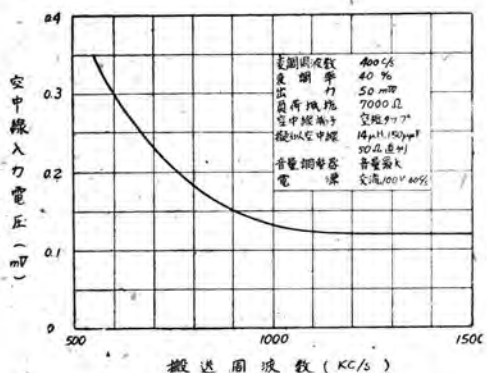
- イ、回路方式 國民四號A型高周波一段増幅再生
検波四球ストレート交流式受信機
- ロ、受信周波数帯 放送波帯 (550~1500 KC)
- ハ、感 度 階 級 微電界級
- ニ、電 源 交流 50-60 C/S. 90-100 V
- ホ、消 費 電 力 55 VA
- ヘ、電 氣 的 出 力 歪率 15 % に於いて 1 W 以上

3. 受信機の構成概要

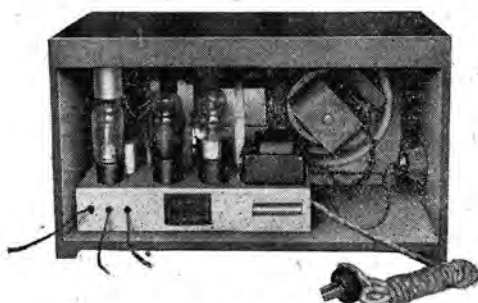
- (1) 外形並に重量 本機は第1圖寫眞に見る如く美



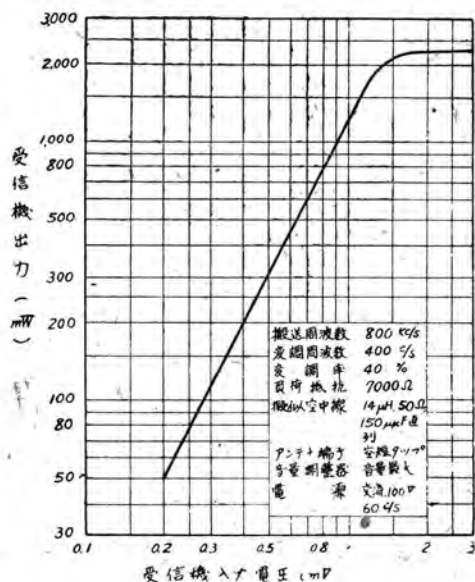
第 1 圖



第 3 圖 感度特性



第 2 圖



第 4 圖 出力特性

麗なる外観を有し受信機本体及び高聲器はベニヤ板張の木製キャビネットに納められ重量は 7.2 kg である。

(2) 電 源 電源は電燈線より取り電源変壓器の一次側に 90 V 及び 100 V の端子を備え實用に支障ない様にしてある。

(3) 受信回路 交流式高周波増幅一段再生檢波附四球ストレート受信機で使用真空管は次の通りである。

- UZ-6D6 高周波増幅
- UZ-6C6 檢 波
- UZ-42 出力増幅
- KX-80 整 流

空中線結合コイルには空(長), 空(短)の兩タップを附し使用空中線の長さに應じ切替えて使用するようになっており, 音量調節は手動式により高周波増幅管の格子

入力電圧及び偏倚電圧を同時に制御し受信機の音量を加減出来るので, 再生調節と相俟つて常に最適の状態で放送を聴き得るようにしてある。再生は小型バリコンによる所謂容量再生方式を採用し全受信周波數帯に互り良好に再生がかかるようになっている。

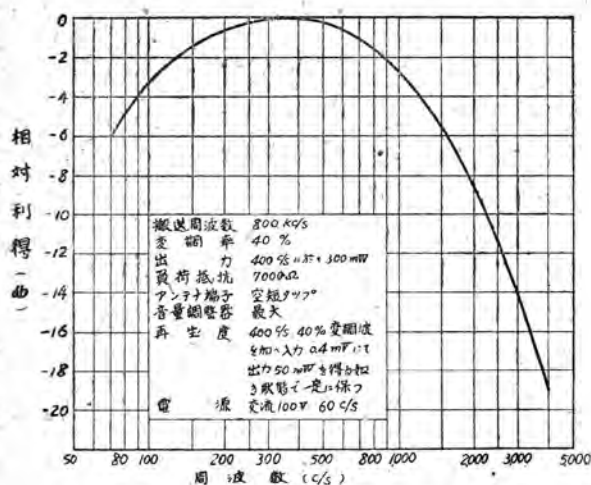
高聲器は弊社製 6.5 吋直流勵磁式可動線圈型を使用している。

4. 電 氣 的 特 性

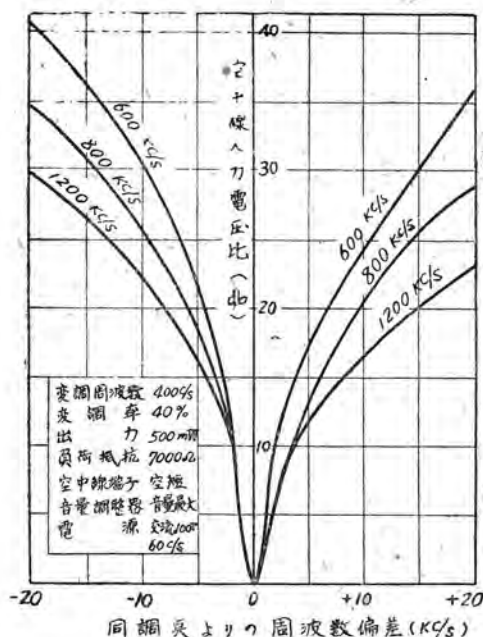
(1) 感度特性 第 3 圖は本機の感度特性で標準擬似空中線 (14 μH, 150 μF, 50 Ω 直列) を使用, 出力 50 mW を得るに要する入力電圧を示す。

(2) 出力特性 第 4 圖に本機の出力特性を示す。

(3) 電氣的忠實度特性 第 5 圖は本機の電氣的忠實度



第 5 圖 電氣的忠實度特性



第 6 圖 選擇度特性

特性である。本機のような再生検波のものでは再生により著しく狭帯域となり忠實度は一に再生度によつて決定されるものである。

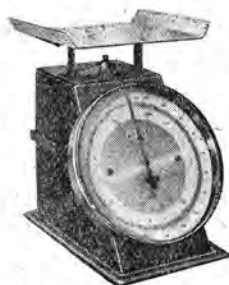
(4) 選擇度特性 第 6 圖に本機の選擇度特性を示す。再生受信機である爲選擇度は相當に良好となるが過度に再生をかけると忠實度が悪くなるから使用にあつては

必要以上に再生をきかさぬように注意せねばならない。

5. 結 言

以上を以て本機の概要を述べた。我々は本機の製作に際して得た貴重な経験を生かし目下高級受信機の開發に鋭意努力している次第である。

新 製 品 紹 介



發條式斜面型上皿自動秤

弊社は總ての製品の優劣が其の製作に使用せられた度量衡器の精度に關係する所極めて大なるに鑑み、夙に専門技術者を置き、各種度量衡器の研究をなし、此の改善向上に努力して來たが、終戦後の生産機種轉換に當り、多年の経験と技術とを以て、姫路工場に於いて衡器類を製作する事となり、先ず發條式斜面型上皿自動秤 3 疋、7 疋の兩種を開發し、優秀且つ低廉なる製品を廣く一般市場に送り出す事となつた。

從來、日本人の生活は頗る非科學的な點が多く、衡器の使用についても、大體商取引の際に限られ、一般家庭に於ける調理其の他は目分量という頗る良い加減な、所謂「感」によつてなされていた。處が、戦時中に於ける食糧其の他の配給制度下の一般市民は非常な能率の低下を來し、時間の浪費を餘儀なくされている。

弊社は差當つて、この一般の要望に應じ、現在最も拂底している商店並に一般家庭向の自動秤を大量生産し、優秀且つ廉價に之を世に出すこととなつたわけである。

追々設備の充實を計り、多種多様の衡器類を開發、量産に移し、戦災復興並に國民文化の向上に寄與したいと思つている。現在製作中の秤は 7 疋 2 貫目秤で、寫眞に示す通り、頗る優美なもので、商店並に一般家庭の調度品として絶好のものである。秤の生命である感度の點については多年の経験と技術に依り、非常に敏感で且つ堅牢な構造となつている。目盛板は斜面型のために檢針容易で、持運びに便なる様取手をつけてある。

三菱發電式自轉車燈

OPライト (BL-2型)



本OPライトの特徴は特に發電裝置にあるが、その製作にあつては各部に厳選した優良な材料が豊富に使用してあるから丈夫で明るくて故障がない。その構造の特徴は次の通りである。

特 徴

1. OPライトは特に明るい様に設計してある。自轉車速力1時間3里程度で2燭光(1.5W)も發電出来る様になつてゐる。
2. 發電機の構造は二極回轉磁界型であるから、發電コイルの回轉する從來のものにくらべて故障がない。
3. 回轉磁石には耐久力の強いので世界的に有名な特許三菱OPマグネットが豊富に使用してあるから光力は永久的である。
4. 端子は2個出しているから、從來の端子1個のもの様に電氣的に接觸不良等に依る故障は絶無である。
5. 接觸輪には硬質の銅を使い、焼入れがしてあるから磨耗の慮れがない。
6. 取付金物に特殊な工夫がしてあるから、車輪との掛け外しが特に容易で確實である。

取 付 法

接觸輪がタイヤの中央部より少々上部に来る様に後輪に取付ける。發電機の軸の延長が車輪の中心方向に向く様に取付金物の溝が決めてあるから、その儘固く締付けられよい。

取 扱 法

1. 晝間は接觸輪をタイヤから外して置くこと。夜間使用の際押し金物を押せば、パネで接觸輪が直ぐタイヤに付いて車輪の回轉と共に點燈する。使用後外す時は軸受の部分を持つて引けば、押し金物のパネで自然に固定される。
2. 1カ月に1回程度油孔から機械油を塗すこと。油が切れると心棒が焼付く慮れがある。
3. ランプの球は6V 250MAのものを使用すること。
4. 發電機は泥や塵埃をつけた儘にしない様、時々きれいに掃除すること。

「三 菱 電 機」

1 月 號

第 2 1 卷 第 1 號

昭和 22 年 1 月 15 日 印刷

昭和 22 年 1 月 20 日 發行 (隔月 1 回 20 日 發行)

【禁 無 斷 轉 載】

定 價 1 部 金 4 圓 (送料 30 錢)

編 輯 兼 發 行 人

小 林 稻 城

東京 都 京 橋 區 銀 座 3 丁 目 4 番 地

印 刷 者

佐 藤 保 太 郎

東京 都 京 橋 區 銀 座 3 丁 目 4 番 地

印 刷 所

文 祥 堂 印 刷 株 式 會 社

東京 都 麹 町 區 丸 の内 2 丁 目 2 番 地

發 行 所

三 菱 電 機 株 式 會 社 内

「三 菱 電 機」編 輯 部

電 話 丸 の内 (23) 3 3 4 4 (6)