

電氣的乾燥度計の研究

石 田 光 夫*

(信州大学 工学部通信科)

〔I〕 緒 言

最近製造工程中に於ける原料の湿度或は加工時に於ける乾燥度、更に製品の含有水分量を、品質管理、作業能率、工程改善、価格取引等夫々の立場より正確、且迅速に計量する事が要望されて来た。特に戦後の高周波加熱工業の目覚ましい発展に伴う木材、或は各種纖維類、合成樹脂工業、又平和産業の第一陣として急速な復活振りを示した製紙関係工業、或は量より質へと転換しつつある最近業界の傾向と相俟つて、製粉、煙草製造、製陶ひいては穀類の品等決定、工業塩の取引、空気又はケーブル充填ガスの湿分決定等、広範多岐な角度より適合した測定法の確立と実用測器の出現が要望視されて居る。

之等の要求に対して従来採られて来た手段は一定温度の炉の中に測定せんとする試料の一部を入れ、一定時間加熱乾燥し、加熱前と加熱乾燥後の重量を秤量して行う所謂「絶対乾燥法」が用いられて来た。然しこの方法は水分以外の揮発成分も併せ計量される外、測定に長時間（普通約6時間）を要する事、及び試料採取の sampling による誤差等の点に本質的な欠点を持つて居る。

測定時間の短縮と測定精度の向上を計る為に、光学的透明度又はX線の吸収度或は弾性定数等、水分による各種物理定数の変化を介して計量する事も行はれて居るが、実用の点を加味すると必ずしも最良の方法ではない。

最近の傾向として電気伝導度又は誘電定数が、含有水分量に応じて大きく変る事に着目して行う方式が内外共に普及して来た。何れの方式を採用するかは試料の種類と使用条件が一定しないから、一概に決める事は出来ないが各々一長を有し実用上の便利さが多い。

我々は数年来木材、紙、パルプ、煙草等を対象として、終始、実用を目標として測定器の方式、実用化、設計等の諸項目に就て考察を進めて来たが、或程度実用の段階に入りかけて来たので結果を総合して報告する。

〔II〕 木材の乾燥度計

(i) 木材の電氣的特性と測定法の吟味

木材の電氣的性質は木質部の量と含有水分量によつて決まるが、樹種、比重、産地、樹令、材質、木取位置等によつて可成り大きく変るのが普通である。従つて測定精度を高め得ても、条件の不一致に基く偏差の為に十分な結果を期待する事は困難である。

木材の高周波電気特性は、誘電定数と導電定数に就て分離吟味すれば、綜合特性は等

* 信州大学教授

価的に定量Cと導電度Gの並列回路として誘導する事が出来る。

含水率と之等定数との関係は誘電定数については Kollman⁽¹⁾ によつて次の実験式が示されて居る。

$$\log_{10}\epsilon_M = \alpha M + \log_{10}\epsilon_0 \quad (1)$$

又導電率は平井氏等の測定結果を基として次の実験式が導かれる。

$$\log_{10}\sigma_M = \beta M + \log_{10}\sigma_0 \quad (2)$$

但 ϵ_M , σ_M : 夫々含水率M%のときの誘電率及び導電率を示す
 ϵ_0 , σ_0 : 乾燥状態での誘電率及導電率
 M : 含水率(%)
 α , β : 試料に関係する定数

(1)式及び(2)式の関係は樹種は勿論、電場方向、測定周波数によつても変わるが、条件を一定すれば誘電率も、導電率も、含水率Mに比例して増加する事を示すものである。従つて測定法の立場よりこの性質を吟味すれば、Mの大きい程導電率が増加するから容量即ち誘電率の測定が困難となる。一方導電率の測定は測定周波数を低下すれば誘電率に影響されずに測定出来る便がある。即ち小さい含水率の場合には誘電定数を測ればよく、大きい含水率に対しては導電率を測定した方が有利と判断される。両者の限界は装置の取扱上よりM=10%前後と推論される。

我々は差当つての対象としてM=25%を中心とする建築用材を選ぶ事にしたので、導電率測定法について研究を行つた。

(ii) 測定方式⁽³⁾

導電率の測定に当つて測定精度を高めるには電極方式を吟味しなければならぬ、之迄各方面で行はれて来た方式は殆んど総て打込式釘電極である。従つて実用上材質を傷つける外に、取扱上の差によつて試料との接触抵抗が変化し、測定誤差を惹きおこす。

我々は電極との接触抵抗を減らし、更に測定のために損傷を与えない様に、導電性ゴム電極の使用を提案した。具体的には電解液を浸したスポンジゴムを使用した結果8cm×8cmの接触面積で0.02~0.04M Ω となり、従来の釘電極に較べ約2桁低下する事が出来た。又最近「導電性ゴム」を用いる事を試みて居るが結果は尙一層良好である。

次に電極配置間隔を決定する為一例として3寸角杉材(M=25%)について長さ l と抵抗の関係測定した結果、殆んど直線関係を満し、

$$R = l M \Omega \quad (3)$$

但 l : 試料の長さ (cm)

で表される事が分つた。従つて接触抵抗の変動 ΔR_c を最大0.02M Ω とすれば、その為を生ずる誤差を1%以内に止める為には $\frac{2\Delta R_c}{R} = \frac{2 \times 0.02}{l} = 0.01$ より $l=4$ cmとなり、之以上の間隔を取る事が必要となる。

尙一般に均一な材料の抵抗は試料の長さ l に比例する外、断面積に逆比例する筈である。木材の場合にこの関係を調べる為には導電径路と直角に鋸目を入れて測定した結果、大略

30%の厚さに減じても殆んど不変な事が分つた。この性質は材料が年輪等の為不均一で、結局指示は最小抵抗値を持つ層の値を示す事に基くものと推論出来る。この特性のために測定が厚味と無関係に行はれるので実用上都合良い事である。

次に測定器として我々は現場使用並びに一般取扱者の便を考慮に入れて、絶縁抵抗測定用の 500V, 100M Ω , full scale のメガーを採用する事にした。従つて所期の測定値 25%を、計器の最大感度中央の 50M Ω で測定する様に選ぶものとすれば、電極間隔は(3)式より 50cm と決定される。この寸法での接触抵抗の変動に基く誤差は、0.0008% となり実用上無視出来る事になる。

第1図は本方式の試作装置と、粟材について得られた較正表の一例を示したものである。

〔Ⅲ〕 容量式含水率計⁽⁵⁾

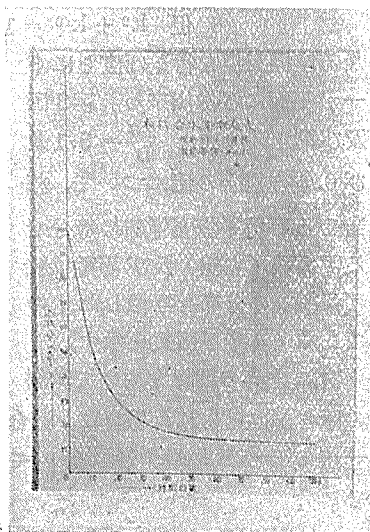
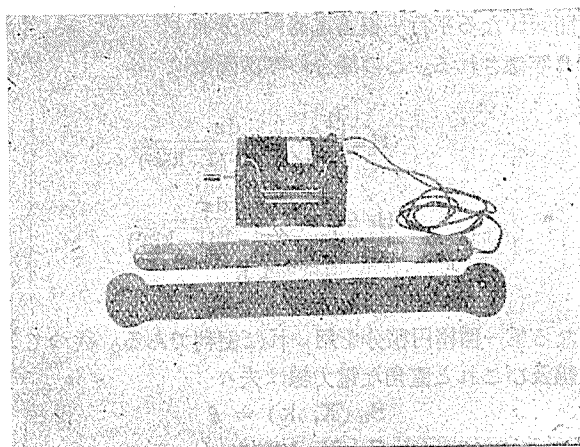
パルプ及び紙抄造に当つて含有水分量を迅速正確に測定する事は、製造技術上及び取引上の観点より強く要望されて来た、特に wet pulp 或は人絹パルプ、コンデンサ紙製造の場合に重要である。

更に煙草製造工場に於て製品の質を向上さす為刻葉の湿度を12%一定に保つ事が要望されて来た。

之等の要求に対して従来採られて来た絶乾法に代る、電氣的測定器について行つた実用化研究の結果と、採用した容量測定による方式を述べる。

(i) 測定用電極

(a) 格子型電極：含有水分量の相違に基く試料の誘電率の変動を、静電容量の変化分より測る場合に、厚味の不同が誤差の原因になる。コンデンサ紙を除いた一般の材料では厚味制御を殆んど行つて居ない、従つて平行平板電極系を用いて容量測定を行う場合には同時に厚味測定を行い測定結果を補正する必要がある。然し出来れば或程度以上の厚味の変動と無関係に測定出来る方式があれば都合良い事である。我々は斯様な観点より平行平板電極系の代りに、平面排列格子型電極系を提案した。この電極方式は電力線の分布が電極面より遠去るにつれて急速に減少する事を利用したものである。又試料の一面に当てる丈で容量測

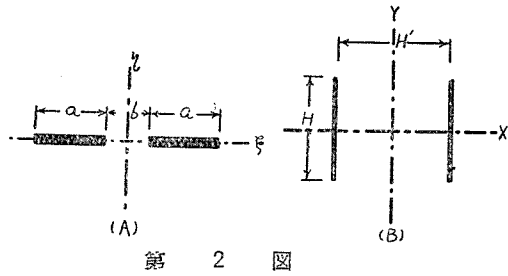


第 1 図

定が行はれるから、流れ作業工程の途中等に装置する場合に有利である。

(b) 電極の幅及び間隔の決定：格子電極系の中及び間隔は、平行平板系に等角写像すれば、容易に設計する事が出来る。

第2図(A)に示す如くを $\xi-\eta$ 平面内の中 a なる平板電極二枚を一平面上に b 丈の間隙を置いて排列せる格子型蓄電器の電力線及び等電位線の分布は、同図(B)に示す如く $X-Y$ 平面内の長さ H 、間隔 H' なる平行平板蓄電器内の分布より写像される。この場合の写像函数は

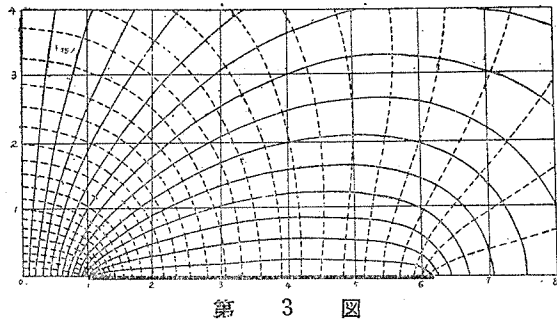


$$\left. \begin{aligned} H &= \int_0^1 \frac{dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}} \\ H' &= \int_0^{\frac{1}{k}} \frac{dz}{\sqrt{(z^2-1)(1-k^2z^2)}} \\ \text{但 } k &= \frac{b}{2a+b} \end{aligned} \right\} (4)$$

なる第一種楕円積分を用いれば便利である。従つて $X-Y$ 平面内の極板と平行な等電位線及びこれと直角な電力線は夫々

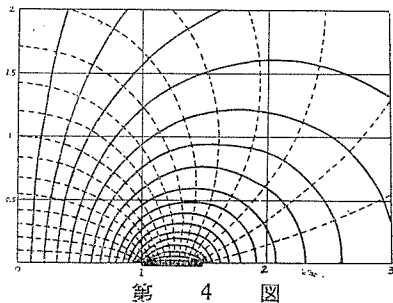
$$\left. \begin{aligned} S_n(X, k) &= \xi \\ S_n(Y, k') &= \eta \\ \text{但 } k^2 + k'^2 &= 1 \end{aligned} \right\} (5)$$

なる座標変換を行えば直ちに $\xi-\eta$ 平面に写像出来る。第3図及び第4図は夫々 $\frac{2a}{b} = 5.1$ 及び 0.4 の場合の例について、相当せる平行平板蓄電器の等分せる電力線(点線)及び等電位線(実線)の分布を写像したものである(4半平面丈を示す)



次に之等の関係を用いて試料の厚さが与えられた場合に、適合する電極の寸法 a 及び b の決定法について考察してみる。

ξ 軸で仕切られた上半分の空間が ϵ_1 なる誘電率の媒質で覆はれた場合の容量を C_0 とし、電極面より t なる厚さ丈 ϵ_1 で残りの空間が ϵ_2 なる誘電率の媒質で置き換えられたときの



を $C_0 + \Delta C_0$ としたときに成立する t と ΔC_0 の関係を求めて見る。

間隔 H' なる平行平板蓄電器の容量を C_d (誘電率 ϵ_1) とし、一部分 $\Delta H'$ が誘電率 ϵ_2 で、残りが ϵ_2 なる媒質で置き換えられたときの容量を $C_d \pm \Delta C_d$ ($+: \epsilon_2 > \epsilon_1; -: \epsilon_2 < \epsilon_1$) とすれば

$$\frac{C_d \pm \Delta C_d}{C_d} = \frac{H' \epsilon_2}{\epsilon_1 H' + \Delta H' (\epsilon_2 - \epsilon_1)}$$

$$\pm \frac{\Delta C_d}{C_d} = - \frac{\frac{H' - \Delta H'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\epsilon_1 - \frac{\Delta H'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)} \quad (6)$$

となる。

一般に ϵ_1, ϵ_2 なる媒質が第5図に示す様な分布をとる場合には ΔH なる微小分に分割し、 ϵ_1 と ϵ_2 の占める長さを夫々 ($dl + dn$), dm とすれば、容量変化の割合は(6)式に従つて、

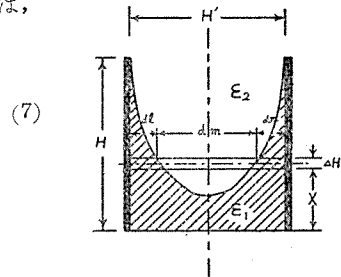
$$\frac{H' - dm'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)$$

$$\epsilon_1 - \frac{dm'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)$$

但 $dl + dm + dn = H'$
 $dl + dn = dm'$

従つて全容量の変化量は

$$\pm \frac{\Delta C_d}{C_d} = \int_{x=0}^H - \frac{H' - dm'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)}{\epsilon_1 - \frac{dm'}{H'} (\epsilon_1 - \epsilon_2)}$$



第5図

の如く求まる。

(8)式を用い第3, 4図の例について t と $\frac{\Delta C_0}{C_0}$ の関係を求めて見る、即ち等電位線に沿つての相隣る電力線の間隔は皆等しく ΔH に比例し、同様にして電力線に沿うて計つた相隣る等電位線の間隔は総て H' に比例する事より dm が求められ、(8)式に従つて $\frac{\Delta C_d}{C_d}$ が決定される。第6図、第7図は夫々第3図及び第4図の例について $\epsilon_2 = 1$ (空気), ϵ_1 (パルプ) としてこの関係を求めたものである。

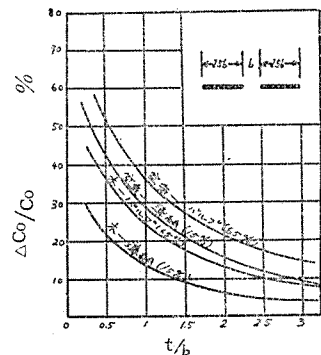
尙複合媒質の定数が著しく相違する場合には上記の取扱は、厳密には、行はれない事は勿論である。

以上の結果より $\frac{\Delta C_0}{C_0}$ を小さくする為には、 t を大きくするか、 a 又は b を小さくすれば良い。又 ϵ_2 はなるべく ϵ_1 に近い値の媒質を選ぶべきである事が導かれる。

次に測定用電極の全容量 C_0 の決め方について考えて見る。

今含水率 M が1%丈変化した為に、 ϵ_1 が2%丈変化するものとすれば、その為に生ずる容量の変化量は

$$\delta C_0 = \alpha \cdot C_0 \quad (9)$$



第6図

となる。一方容量測定の見取精度を $\beta\mu\cdot\mu\cdot f$ とすれば M を1%の精度で測定する為には

$$\delta C_0 \leq \beta \tag{10}$$

なる事を要す。従つて全電極容量は(9), (10)式より

$$C_0 \leq \frac{\beta}{\alpha} \tag{11}$$

の如く導かれる。

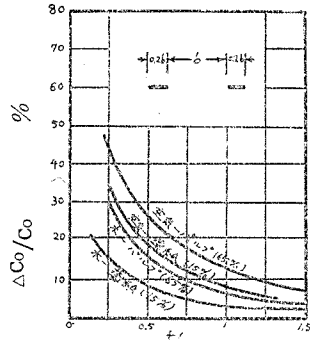
例えば厚さ1mmのパルプについて、実測の結果 $\alpha = 6\%$ 、波長670mで、対数減衰率が0.069なる回路を用いた場合、 $M=15\%$ で $\beta=4\mu\cdot\mu\cdot f$; $M=65\%$ で $\beta=20\mu\cdot\mu\cdot f$ なる値が得られるから、之等の値を(11)式に代入すれば、 $M=65\%$ に対して $C_0=333\mu\cdot\mu\cdot f$; $M=15\%$ のときは $C_0=67\mu\cdot\mu\cdot f$ 以上必要とする事が導かれる。

尙同調置換法を用いて測定する場合の標準蓄電器の容量 C は

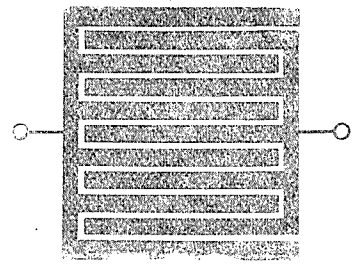
$$C = \delta\epsilon_1 \cdot C_0 \tag{12}$$

で求められる。 $\delta\epsilon_1$ は測定範囲内の ϵ_1 の変化量とする。例えば上記の例で $M=0\sim 15\%$ とすれば $\delta\epsilon_1=1.2$; $M=0\sim 65\%$ に対して $\delta\epsilon_1=3.2$ と実測されるから、必要な値として夫々 $80\mu\cdot\mu\cdot f$ 及び $1067\mu\cdot\mu\cdot f$ と求められる。

(12)式で与えられる値の電極を実用的寸法に納める為には我々は第7図に示す様な構造のものを使用した。即ち幾組かの電極を並列接続したものである。この場合の a 及び b の選定は第2図の場合とは異なるから前記の結果をそのまま適用する事は出来ない。斯様な場合には計算よりも実測を通して結果を導く方が特策である。実測の一方法として、与えられた寸法の電極系について試料の厚味を変へながら容量を測定すればよい。具体的方法として一定湿度の薄紙を順に積み重ねながら行えば必要な結果が容易に求められる。第9図は第1表に示す三種類の電極について実測した結果である。



第 7 図



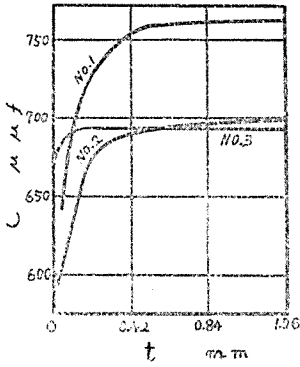
第 8 図

電極番号	a mm	b mm	長さ cm	電極枚数	C ₀ μ·μ·f
No. 1	5	1	10	16	60
No. 2	5	≒0.5	10	15	126
No. 3	5	≒0.1	10	15	130

第 1 表

構造はエポナイトに0.036mm厚のアルミ箔を張付けたものである。この結果より厚味の不同が5%ある試料の含水率を、厚味誤差1%の精度で測る為にはNo.1では0.7mm以上、No.2では0.4mm以上、No.3では0.05mm以上あれば十分である事が分る。

尙この電極方式を用いる場合には電極に接した部分の平均値が測られるから、湿度の

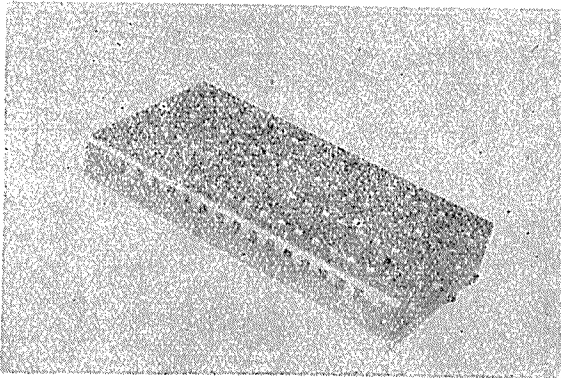


第 9 図

内部分布が均一でない場合には a 及び b を不必要に小さくする事は禁物である。又この特性を逆に利用して寸法の異なる幾組かの電極系を用いれば、不均一分布の厚さ方向の関係が測定出来る。我々は高周波加熱体の乾燥度分布を調べるのに利用し一応実測出来る事を確めた。

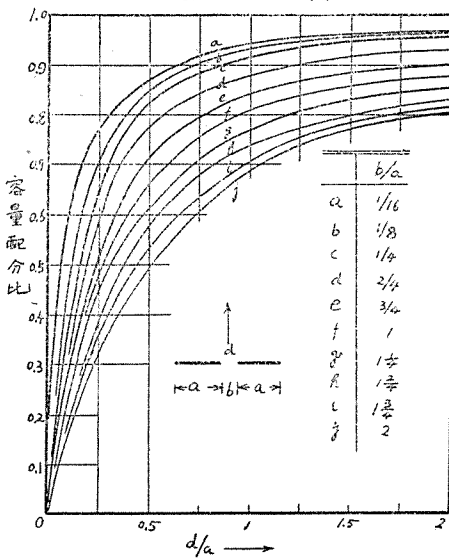
又移行する試料の測定に当つて摩擦の為に電極の損耗する事を防ぐ為に第10図に示す様な回転電極を試作した。軸方向と、併せて周辺方向との間隙で蓄電器を形成したもので、寸法の割合に大きい容量を持たせ得る点に特長がある。

等電位線及び電力線の分布を直接測るのに、電解液内の電位分布測定より求める方法が利用される。この方法は写像法の適用が困難な、例え

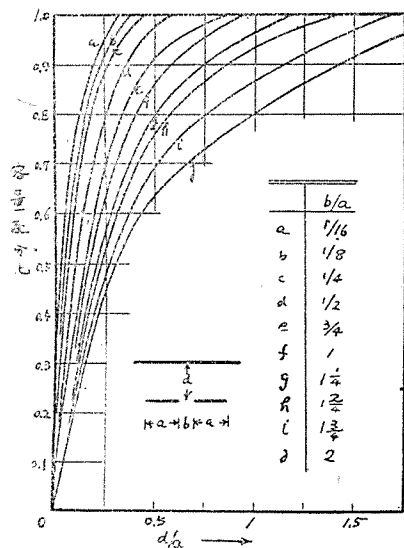


第 10 図

ば電極構造の複雑な場合、又は不均一複合媒質等の場合に特に有効である。又測定結果が極めて精細に求められる事も特長の一つである、我々は差当つての対象として第8図の電極、寸法比の異なる二枚電極、及び試料を電極の反対側より接地極板で圧した場合、或は箱の内容物の誘電率を測る一方式として底面と一側面に電極を直角に対向さ



第 11 図

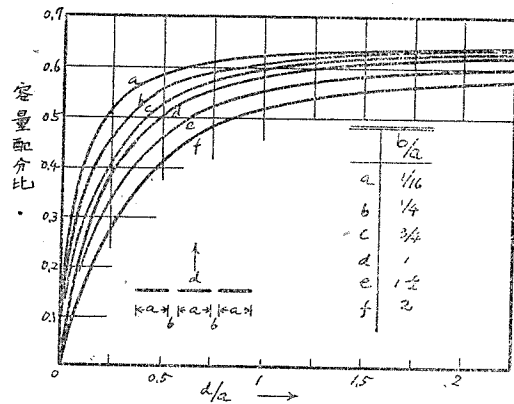


第 12 図

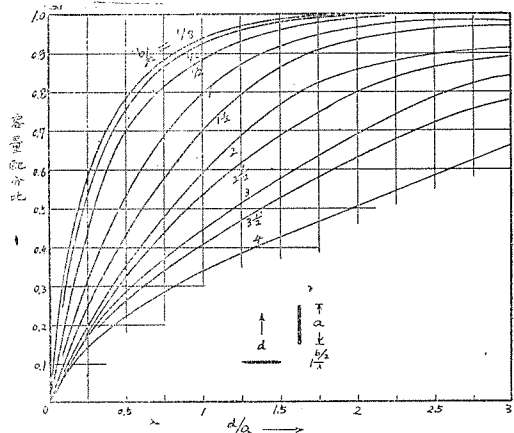
せた方式について測定を行つた。その結果を基にして試料の電極面上よりの厚さと容量配分比の関係を求め、電極設計の資料として第11, 12, 13, 14図の結果を得た。尙実験に使用した装置の定数は電解液槽 90.5 × 59.7 × 10.5 (cm) (水道水を約 6 m m 深に張る)、電極 (巾 94. 2mm 厚 1 mm 真鍮)、電源 510~C-R 発振器である。

(ii) 測定方式と結果

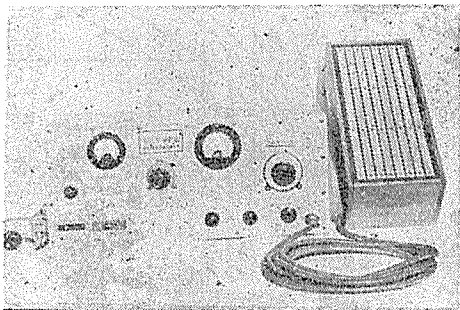
(a)置換法：容量の変化分丈を精密に測定するには標準蓄電器を使用した同調置換法が都合良い。唯含水率の大きい場合には同調回路の“Q”が低下する為に測定困難となる。一方同調指示計器は実用上の観点より過負荷に十分耐えるものが望ましい。以上の二点を考慮して装置の設計と試作を行つた、第15図、第16図は装置及び電極の外観と回路図を示したものである。即ち UZ-41 の発振出力と二次的に結合した測定回電極を含む回路で同調操作し、同調点



第 13 図



第 14 図



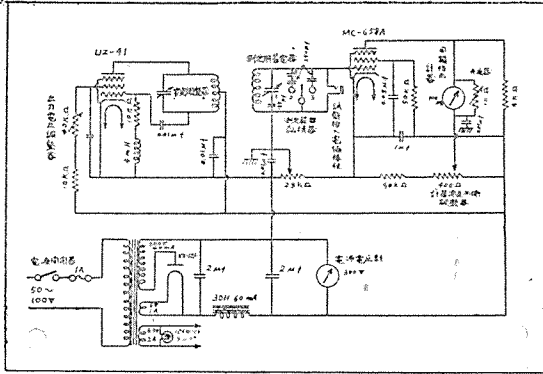
第 15 図

の検出は M C-658 A と直流計器を使用して尖鋭な指示を与える様にしたものである。第17図は厚さ 1 mm の末晒パルプについて行つた校正曲線である。この方式では大体 30% 迄の含水率測定に適用される。

(b)直読方式⁽⁸⁾：(a)の方式では測定のと度度同調操作を行う必要がある、従つて連続測定の場合には都合が悪い。斯様な点を考慮して直読方式についても研究を進めた。

測定方式は、第18図の原理に基く直読型周波測定回路の放電電流 I が、充電電圧 V 、容量 C と、充放電の切換周波数 f との相乗積に比例する事を逆用して、 V 及び f を一定とすれば I と C が比例する事より直読容量計として動作させたものである。充放電の切換動作は真空管 2 個を互に逆相に使用すれば、可成りの高周波迄動作し、然も入力電圧に

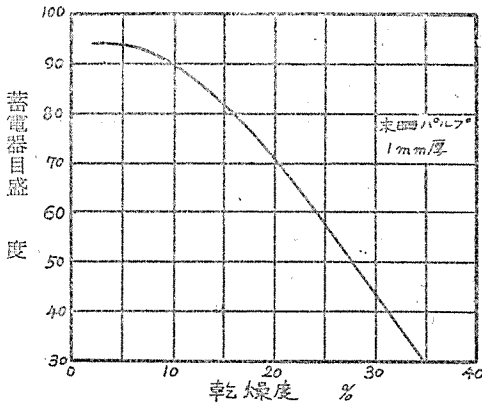
無関係な指示の得られる事が特長である。具体的回路として第19図に示すものを設計した。



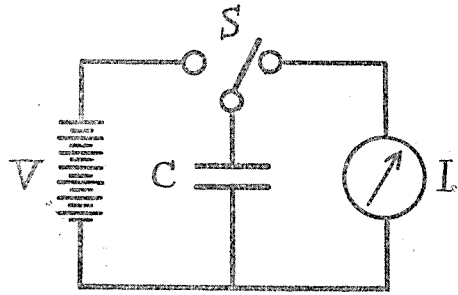
第 16 図

た。又第20図は試作装置の外観で、本装置を用い末晒パルプについて求めた較正曲線を第21図に示す。

本方式の誤差は主として電源電圧の安定度に左右される。従つてその対策として鉄共振型の定電圧装置を附加し、電圧変動70~110Vの範囲で殆ど1%以内に押える様にした。然し電源周波の変動に対しては無能である。

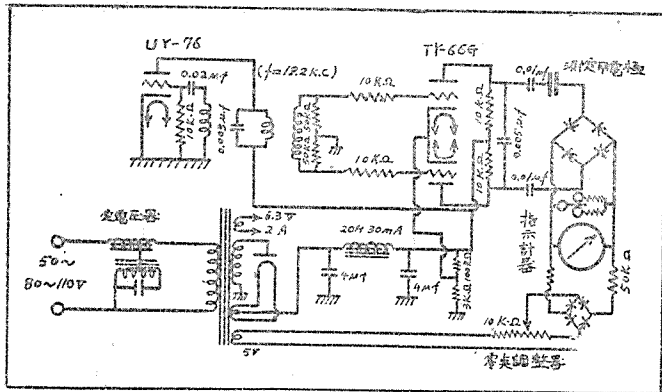


第 17 図



第 18 図

尚計器指示は容量を通しての放電電流の外に、Cと並列に接続された漏洩抵抗を流れる導電流も合成される。



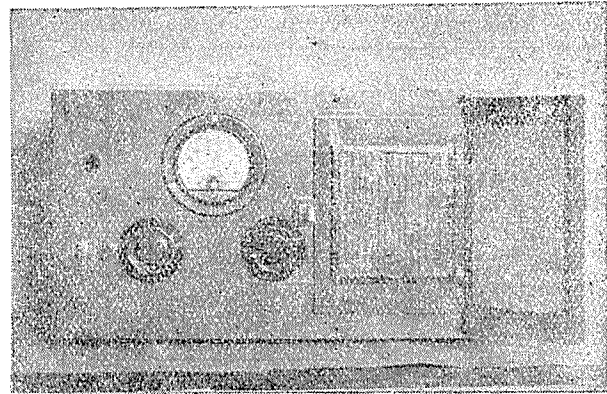
第 19 図

る導電流も合成される。従つて誘電率と導電率の双方の変化が読取られる事になるが、結局合成値に対して較正されるから本質的には誤差の原因とはならぬ、然し出来れば単独の量丈を測定する事が望しい。この点を吟味する為に漏洩抵抗による特性の変化を調べた結果第22図が求められた。一方含水率と抵抗の関係を測定した

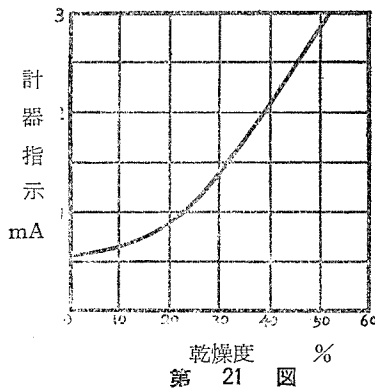
による特性の変化を調べた結果第22図が求められた。一方含水率と抵抗の関係を測定した

所, $M = 30\%$ ($C = 400\mu \cdot \mu \cdot f$)で $50K\Omega$ 見当である事が分つた。従つて導電流成分は放電電流に対し数%程度の割合となる, 即ち $M < 30\%$ では容量計として理想的に動作して居るものと考えて差支えない。即ち総合誤差として数%を見越せば十分である。

(c)測定偏差と校正⁽⁹⁾: 絶乾法を標準として測定偏差と頻度を測定した結果, 一例として第23図に示す分布特性が得られた。電氣的回路として介入する誤差は最大2%を越す事はないと総合判断されるから, この結果との差は試料採取の際の sampling, 及び校正方法に基くものと判断しなければならぬ。その原因として:



第 20 図



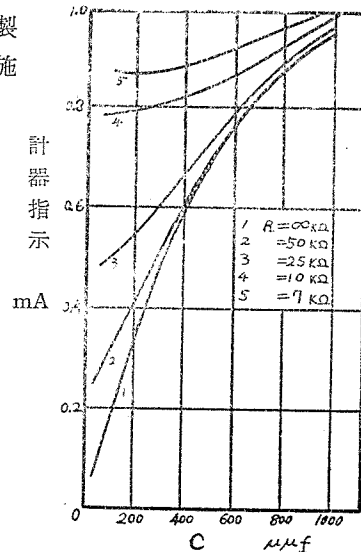
第 21 図

した。測定装置は第19図に示したものを骨子とし, 自記計として D. C ± 5 mAの計器を動作さす為⁽¹⁰⁾に 6 AG 7による直流増幅1段を附加したものである。(第24図)

要求された測定箇所は刻葉の冷却出口箇所⁽¹⁰⁾で, 走行速度毎分37m, 通過容積毎分9.2~9.3kgの試料を対象として行つた。第25図の写真は電極並びに装置の取付状況及び作業状態を示したもので, 第26図に示す様な連続指示が得られ, 総合試験の結果一応合理的に動作する事を確め得た。尙同図は特に記録紙の回速を速めて得たもので実際は約1/60に回転を落して使用する。

て:(1)校正の為に行う脱湿及び加湿処理に当つて履歴現象を伴い, 然も復元性のない事, (2)試料の不均一性が, 可成接近した区域でもある事, 及びその差が $\pm 2\%$ 以上にもなり測定と校正が夫々異なる試料について行はれる危険を冒して居る事等が確められた。即ち校正は以上の諸点に十分な考慮を払つて行ふべき事が結論される。

(d)自記装置: 流れ工程の試料について連続自記さす方式を煙草製造工場に於て実施



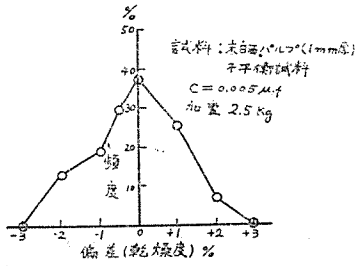
第 22 図

〔IV〕 結 言

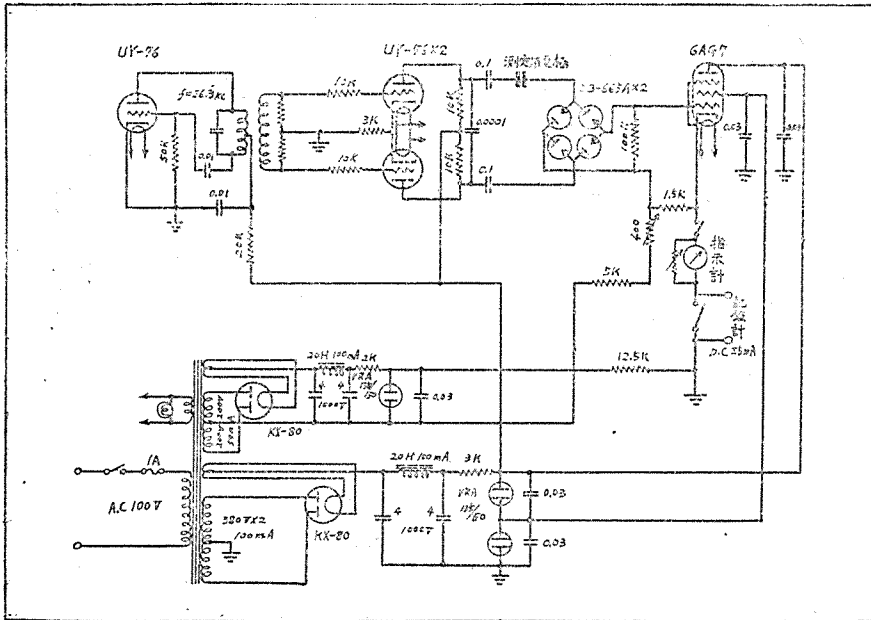
電氣的乾燥度計として、代表的測定法について、
 実用の角度より検討を加え、木材に対しては抵抗式
 と導体ゴム電極系を提案し、紙、パルプ、煙草に対
 しては容量式を採用した。特に試料の厚味に無関係
 に指示の得られる、格子型電極系を提案し設計の方
 針を示した。

更に回路方式として特に直読方式と自記装置につ
 いて動作特性、誤差等の吟味を行つた。

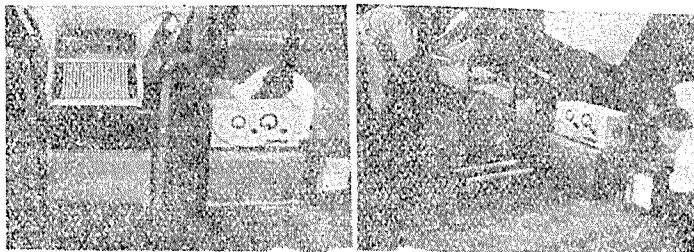
又偏差と頻度について実地試験を行い、較正に当つての履歴現象と不均一性に十分な



第 23 図



第 24 図



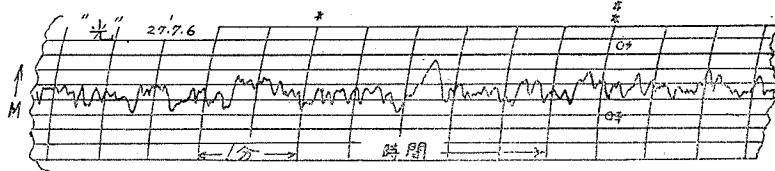
第 25 図

考慮を払うべき事を
 指摘した。

夫々の目的に対
 して実用化試験を重
 ね、大体所要の結果
 の期待し得る事を確
 め得た。

本研究は東北振興パルプ石巻工場，日本専売公社仙台工場，特別調達庁，日電工業会

社等の援助の下に、一部文部省試験研究（含水率測定）の課題として遂行して来たもので、又研究の或る部面は東北大・電気通信研究所に於て行つたものである。



第 26 図

研究進行に當つて多大の御声援を賜つた東京大・星合教授，東北大・宇田教授，並びに委員各氏，特に終始助力を惜しまれなかつた東北大・相原政志氏，並びに実験及び試料提供の便を与えられた関係方面各氏に対し，深い謝意を表す。

引用文献

- (1) Kollman "Die elektrische Eigenschaften der Hölzer" Technologie des Hölzes 1936
- (2) 平井，奥田 "木材含水率計" 電・学24回連・大・予 昭25.4
- (3) 石田，相原 "木材の乾燥度測定器" 電・学東北支部大・予 昭25.10
- (4) 石田，"導体ゴムの電氣的性質" 昭27・含水率試験研究委員会報告 昭27.9
- (5) 石田，米谷，葛西 "パルプ及紙の含有水分の電氣的測定" パルプ紙工業雜誌 V.4 No.1 昭25.2
- (6) 池田，"等角寫像とその方法"
- (7) 石田，今井 "格子電極系の電力線及び等電位線分布の測定" 昭26・含水率試験研究委員会報告 昭27.3
- (8) 石田，相原，"直読型乾燥度計" 電・学東京支部大・予 昭26.5
- (9) 石田，"直読型乾燥度計の誤差" 昭26・含水率試験研究委員会報告 昭26.12
- (10) 石田，相原 "煙草乾燥度連続自記装置" 昭27・ // 昭27.9

Electric Drymeter

By

Mitsuo ISHIDA*

(Electrical Communication Eng., Faculty of Eng.)

For the purpose of, quality control, improvements of working efficiency and production process or to eliminate the troubles on commerce. It's desired to measure the dryness or water contents of the raw materials or manufactured goods.

We have studied on the measurements and design of the practical apparatus, stand on the electrical methods.

The results obtained are as follows;

1. to the drymeter of wood, we proposed the resistance method employing the conducting rubber as electrodes and a megger.
2. to the water contents meter of pulp or drymeter for the paper and

* Professor of Shinshu University.

tobacco, the capacity method were employed, especially, the substitution method and the direct reading capacity meter, was analysed, and proposed the electrode system of grid type, which has no influence by the thickness variation of the sample, and give the design and some applications on the analysis of the internal distributions of water contents.

3. as the result of analysis of errors due to measurements, sampling, and calibration, the overall errors of the apparatus are expected within 2%.

4. practical tests of the apparatus were proceeded at the pulp manufacturing Co. and the tobacco manufacturing Co, especially with the self recorder type drymeter, achieved the successful results.