

コイルワニス含浸の作業管理について

Quality Control of Varnish Impregnating Process

松 島 喬*

内 容 梗 概

電気機器コイルのワニス含浸作業においては、ワニスの附着量および透過性が適当になるようにワニスの性質を管理することが必要である。これらはワニスの濃度、粘度および温度によつて変化する。しかし透過性については今まであまり報告されていないが、粘度が支配的な要因であるといわれる。今透過性を表わすと考えられる濾紙上へのワニスのひろがり半径 R と粘度との関係を考えると、 $R^2 \propto t$ (時間) の範囲で近似的に

$$R^2 = \frac{K}{\eta} + m, \text{ ただし } \eta \text{ は粘度, } K, m \text{ は定数}$$

が得られ、実験的にも成立することがわかつた。

つぎに現場で比重(濃度に正比例する)および粘度の管理を簡単にできるような方法を提示し、比重～シンナ量チャートおよび粘度を管理限界に入れるに必要なシンナ量を簡単に知ることのできる稀釈曲線を作つて例示した。

さらにワニスがかくりかえし使用されて行つた場合の寿命についての理論式を導き、それからワニスを膠化させることなく安全に使用できるための補給率の限界を推定できることを述べた。すなわちタンク中のワニスの膠化時間を T , 補給率を $\Delta V/V$, 一度補給してからつぎの補給を行うまでの時間を ΔT とすると、 $\Delta V/V > \Delta T/T$ であればタンク中のワニスは膠化を起すことはない。

〔I〕 緒 言

電気機器のコイルにワニスを含浸する目的は、コイルの深部まで十分にワニスを透過させて空隙をなくし、乾燥した後素線相互を強固に接着してコイルを機械的に丈夫にし、かつ良好な電氣的性質を賦与すると共に、耐湿性の改善あるいは熱伝導性の向上をはかることにある。これらの効果は、ワニスの種類、附着量、透過性および乾燥の程度などによつて相違し、たとえば附着量が少い場合には乾燥は早くなるが、完成したコイルの吸湿性は劣つたものとなる。したがつて良好な絶縁処理を行うためには、まず最も適したワニスを撰ぶことが必要であるのは勿論であるが、あわせて上記の条件を満足するような形に作業管理が行われなければならない。

附着量はワニスの濃度(比重で表わされる)および粘度によつて変化し、これらは温度によつて変ることとは良く知られている⁽¹⁾。またワニスの透過性はその表面張力と粘度の函数であるが、日月氏の実験⁽²⁾によれば、表面張力より粘度の方が支配的な要因であると述べられている。

以上のような理由から、ワニス含浸処理工場においては、常にワニスの比重、粘度および温度の管理に細心の注意をはらう必要がある。

またワニスは貯蔵中あるいは実際使用中に刻々とその粘度が変化し、ついには膠化するようなこともある。特に含浸タンクの中では加熱、冷却がかくりかえされ、あるいは一部の溶剤が揮発するので、その変化は一層大きく

なる。しかし実際には消費された分だけは新しいワニス補給されていくので、変化の状況は複雑であるが、新しいワニスの補給量とワニスの膠化との間にはある関係が存在すると考えられる。したがつて膠化させることなく安全に作業するためには、含浸タンクの大きさあるいはタンク中のワニスの量および新しいワニスの補給量が適当な割合になるように考慮することも必要になるであろう。

以上のような観点から、本報告にはワニス含浸作業管理の基礎となる各種物理的性質の相互関係およびタンク中のワニスの寿命に関する考察について取纏めて紹介すると共に、実際にこれらを現物に応用するための簡便法を提示して参考に供したいと思う。

〔II〕 ワニスの附着量と濃度、粘度および温度の関係

ワニスの附着量に関してはそれぞれ次式が適用できる⁽¹⁾。

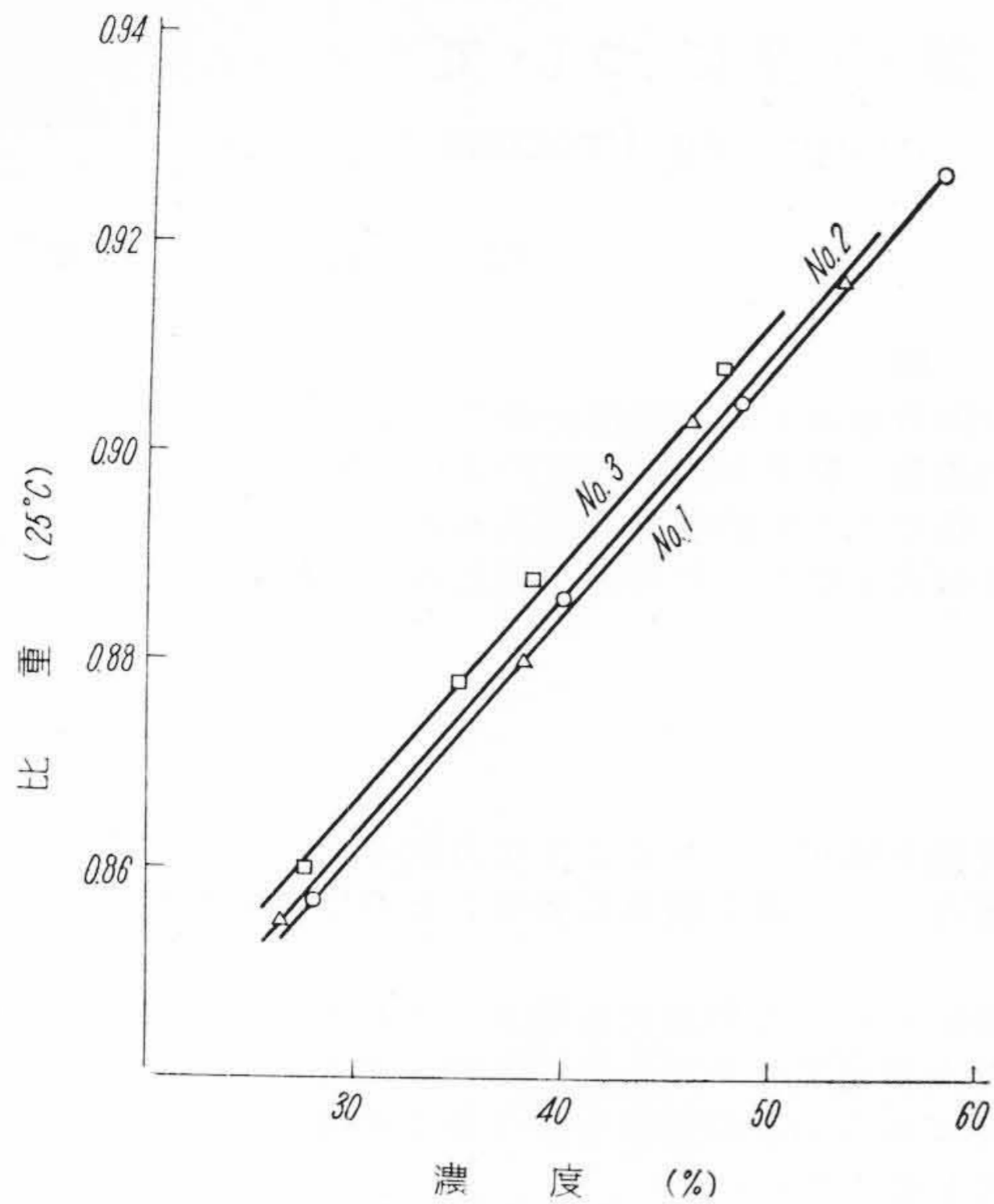
$$\frac{m}{c} = A_1 C + B_1 \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{m}{c} = A_2 \log \eta + B_2 \dots\dots\dots(2)$$

ただし、 m は附着量、 c は濃度で $\frac{m}{c}$ は単位濃度当りの附着量を示す。 A_1, B_1, A_2, B_2 はそれぞれ定数である。

また濃度～比重、濃度～粘度、比重～温度および粘度～温度の間には実用的にそれぞれ次の関係が成立する⁽¹⁾。

* 日立製作所日立絶縁物工場



第1図 濃度と比重の関係 (W-2800)
Fig. 1. Relation between Concentration and Specific Gravity (W-2800)

$$d = A_3 C + B_3 \dots\dots\dots (3)$$

$$\log \eta = A_4 C + B_4 \dots\dots\dots (4)$$

$$d = A_5 t + B_5 \dots\dots\dots (5)$$

$$\log \eta = \frac{A_6}{T} + B_6 \dots\dots\dots (6)$$

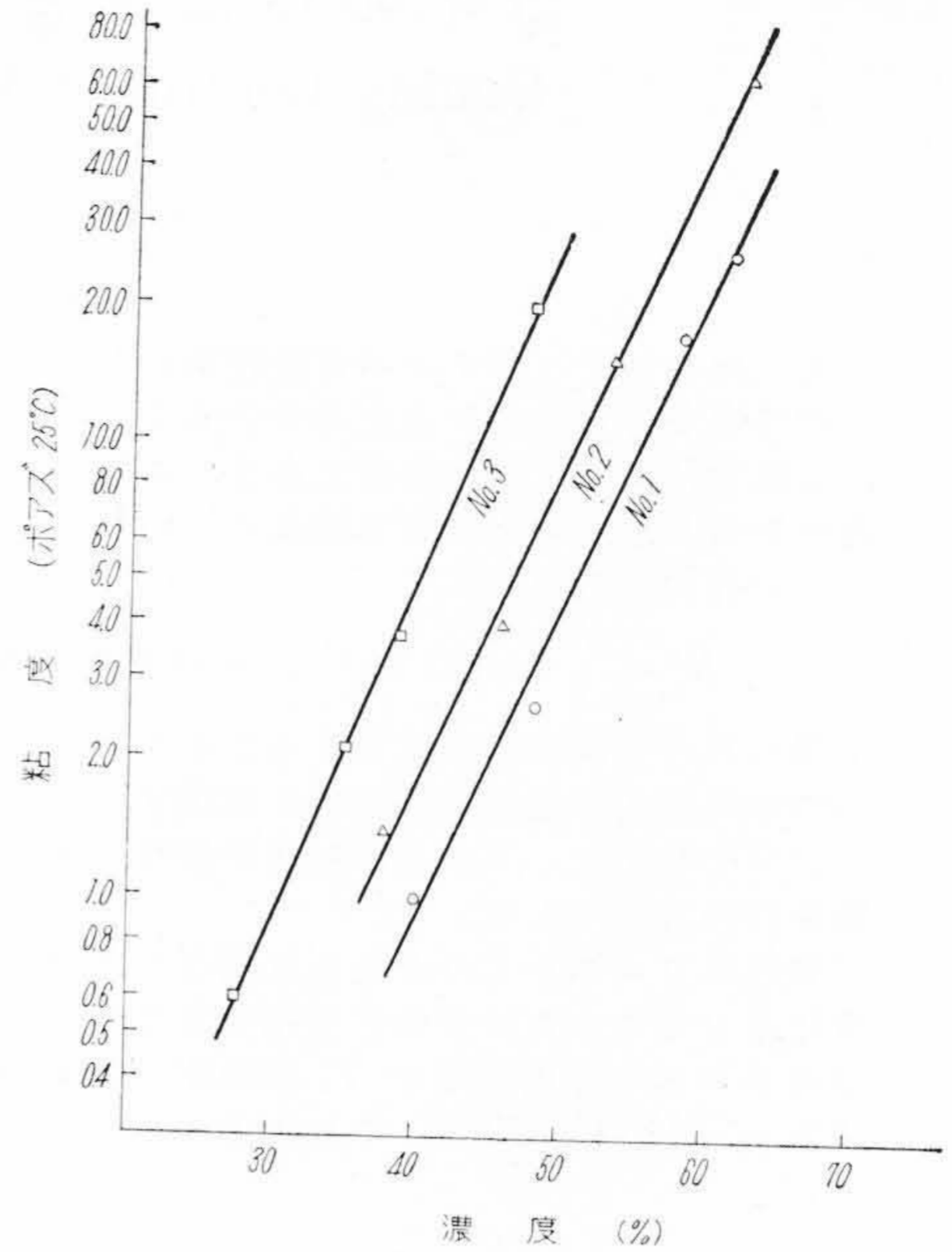
ただし、 d は比重、 η は粘度(ポアズ)、 t は温度(°C)、 T は絶対温度(°K)で、 $A_3, B_3, A_4, B_4, A_5, B_5, A_6, B_6$ はそれぞれ定数である。

また比重については各種ワニスについて測定した結果は一般に $d_{25} = dt - (t - 25) \times 0.0007$ がほぼ成立し、温度1°Cの変動で比重は0.0007増減することが明かにされている。さらに濃度1%の減少に対して比重は0.0024程度減少すると考えて大差はないと考えられている⁽¹⁾。

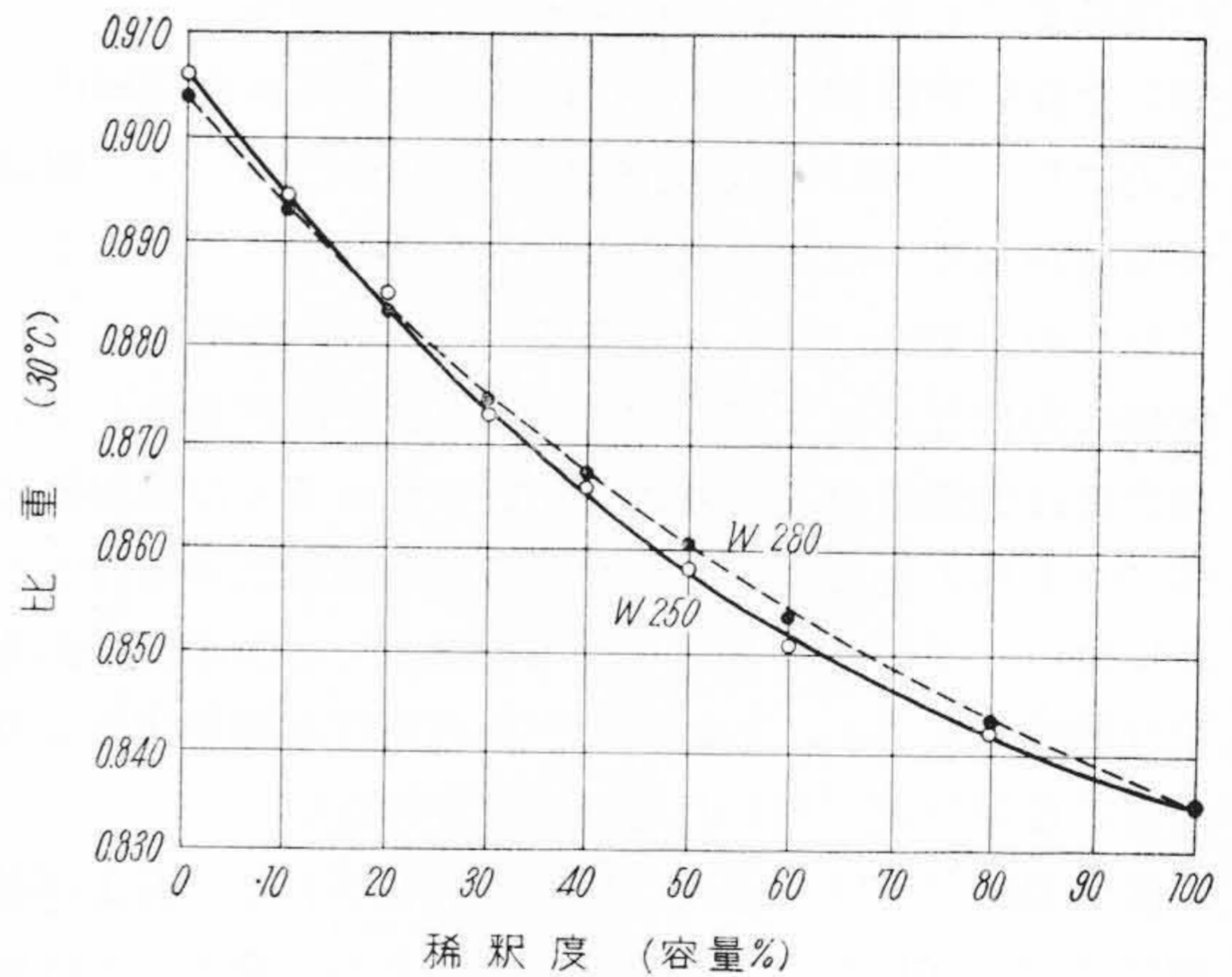
これらの関係は、同一ワニスで濃縮度をかえた場合、たとえばタンク中で次第に濃縮されたワニスにおいても同様に成立することは、W-2800ワニスについて測定した第1図ないし第2図によつて明かである。

ただし図の曲線に附した No. 1~No. 3 なる数字は W-2800 の濃縮度の程度を表わし、No. 1→No. 3 の順に濃縮度は大きい。

さて実際に現場でワニスの比重あるいは粘度を一定範囲に入れようとするためにシンナを用いることが多いが、その場合シンナの添加量はたいてい容量ではかられている。したがつて稀釈度と比重あるいは粘度の関係を知つておいた方が便利である。その一例を W-250 および W-280 ワニスについて示すと第4図および第5図の



第2図 濃度と粘度の関係 (W-2800)
Fig. 2. Relation between Concentration and Viscosity (W-2800)



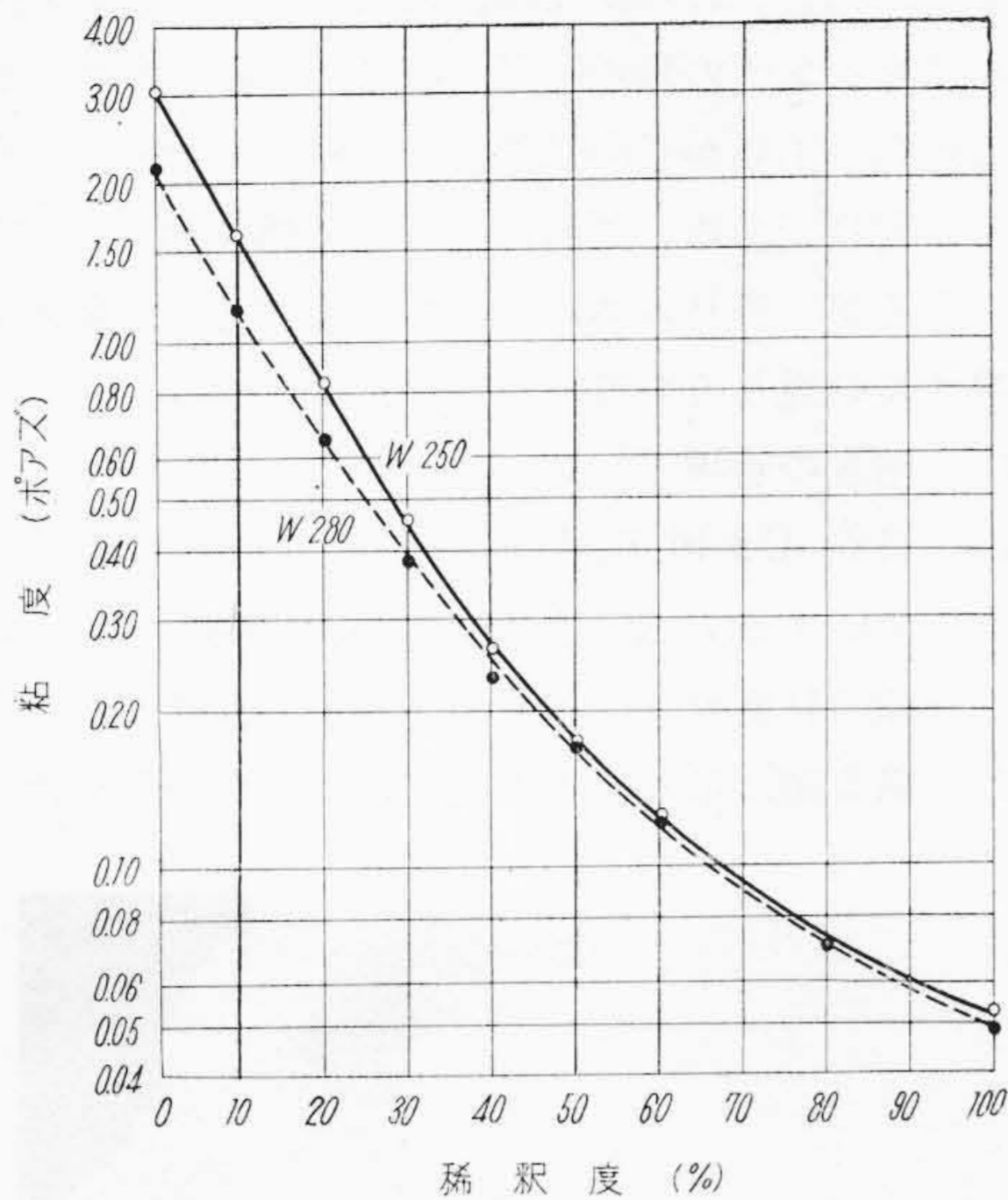
第3図 稀釈度と比重の関係
Fig. 3. Relation between Dilution Ratio and Specific Gravity

ようになつて、簡単な一次式では表されないが、実用的には稀釈度40%位までを考えるとほぼ直線になると考えても大きな誤りはない。

〔III〕 ワニスの滲透性について

ワニスの滲透性を支配する要因は、表面張力と粘度であることは前に述べた通りである。

J. B. Whitehead 氏⁽⁴⁾は絶縁油の紙に対する浸透性を測定して次式を提案した。



第4図 稀釈度と粘度の関係
Fig. 4. Relation between Dilution Ratio and Viscosity

$$K = \left(\frac{r}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\gamma}{\eta}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(7)$$

ただし、 K は透過力で(8)式によつて定義される。

$$l = Kt^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(8)$$

ここにおいて r は紙の毛細管径、 γ は油の表面張力、 η は油の粘度、 l は油に垂直に浸漬した紙を上昇する油の高さ、 t は浸漬時間である。

また Mc Lean および Kohmann 氏⁽⁵⁾ は濾紙への水、ベンゼンおよびワックスの透過速度を研究し、上昇速度は次式で表わされると述べている。

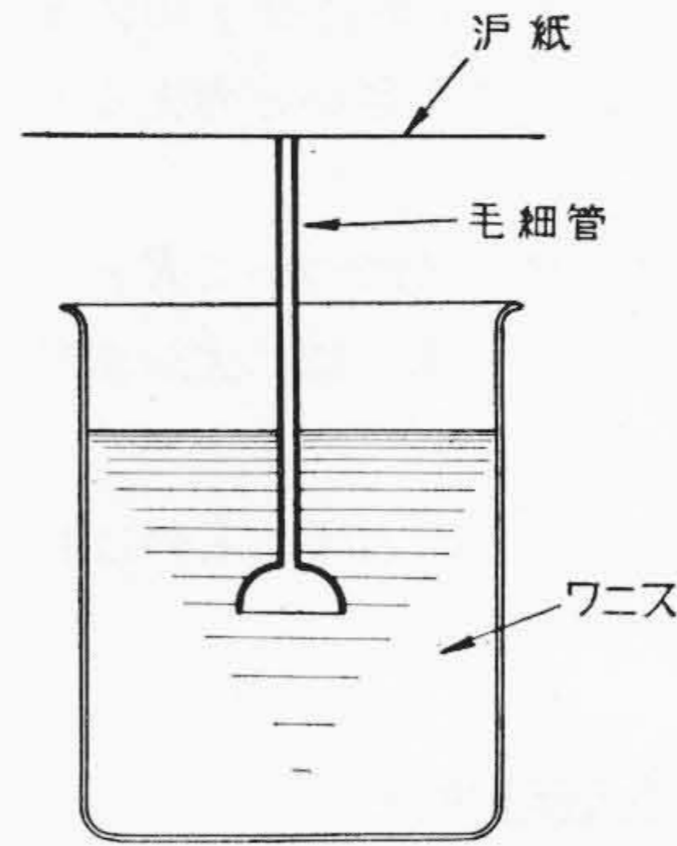
$$\frac{dh}{dt} = \frac{A\gamma}{4\eta h} - \frac{Bdg}{8\eta} \dots\dots\dots(9)$$

ただし、 d は比重、 g は重力の加速度、 γ は表面張力、 η は粘度、 h は上昇高さ、 A および B は定数である。

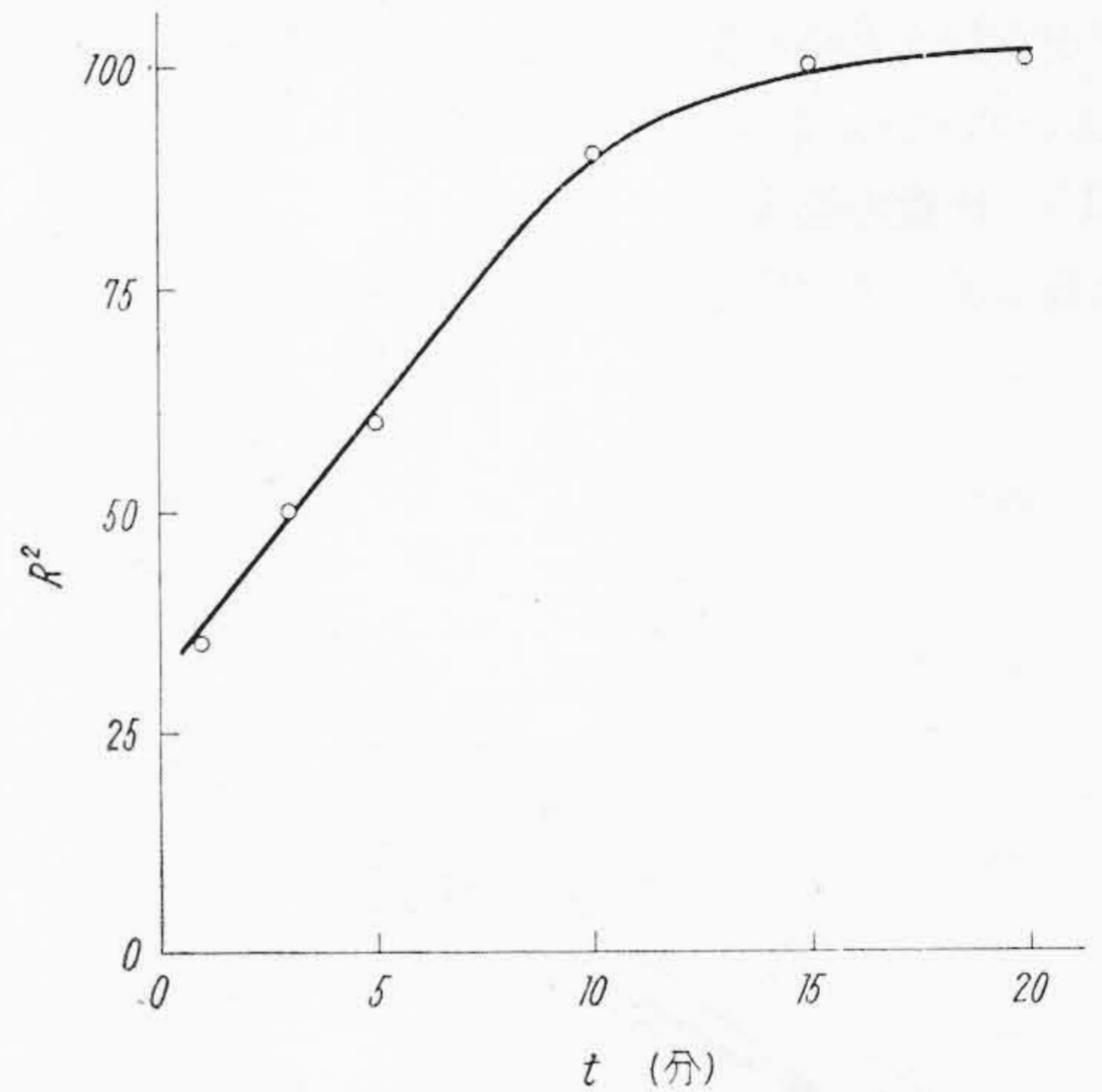
(7) および (9) 式は透過性が γ と η との函数であることを示す。

日月氏⁽²⁾ はワニスの表面張力および溶剤の種類による表面張力の相異および粘度との関係を測定し、表面張力は濃度と共に増加するが、その差は粘度の変化よりは極めて小さい。したがつてワニスの透過性を大きく支配するものは粘度であると述べている⁽²⁾

筆者は第5図に示したように下端をワニス中につけた毛細管の上端に濾紙をおき、ワニス毛細管端から濾紙上にひろがる半径とワニスの粘度との関係を測定して透過性を比較した。この測定法において、Poiseuille の式 $\left(\frac{dQ}{dt} = \frac{\pi D^4 P}{128 \eta L}\right)$ を用いてひろがり半径 R と η との関係を導びくと次式が得られる。



第5図 透過性の測定装置
Fig. 5. Apparatus of Penetrating Power Measurement



第6図 t と R^2 の関係
Fig. 6. $t \sim R^2$ Curve

$$\frac{R^2}{t} = K \frac{1}{\eta} \dots\dots\dots(10)$$

ただし、 K は定数である。

すなわち(10)式が成立するためには Whitehead の式の場合と同様に、 η 一定のワニスでは $R^2 \propto t$ でなければならない。実際に一定温度で一定粘度のワニスを用いて R と t の関係を測定した結果は第6図のようになり、 t が10分以内ではほぼ直線となる。したがつて(10)式は t が比較的短いときのみ成立し、長くなると溶剤の揮発、温度の影響などによつて η が変化するために成立しなくなるものと考えられる。

実際の測定においては毛細管の外径の補正值を入れねばならない。すなわち外径を R_0 とすれば

$$R^2 - R_0^2 = \frac{1}{\eta} k \dots\dots\dots(11)$$

しかし一個の毛細管を用いた一連の実験では $R_0 = \text{const.}$ であるから、(11)式は

$$R^2 = \frac{k}{\eta} + m \dots\dots\dots(12)$$

ただし k, m 定数 ($m = R_0^2$)。

なお Whitehead の式 (7), (8) を組合せ γ の濃度による変化が η のそれに比しきわめて小さいと考えると (10) 式と全く同じ式が得られる。

以上の制限を置いて各種コイルワニスについて R と η を測定した結果は第7図の通りで、大体 (12) 式が満足されることがわかる。

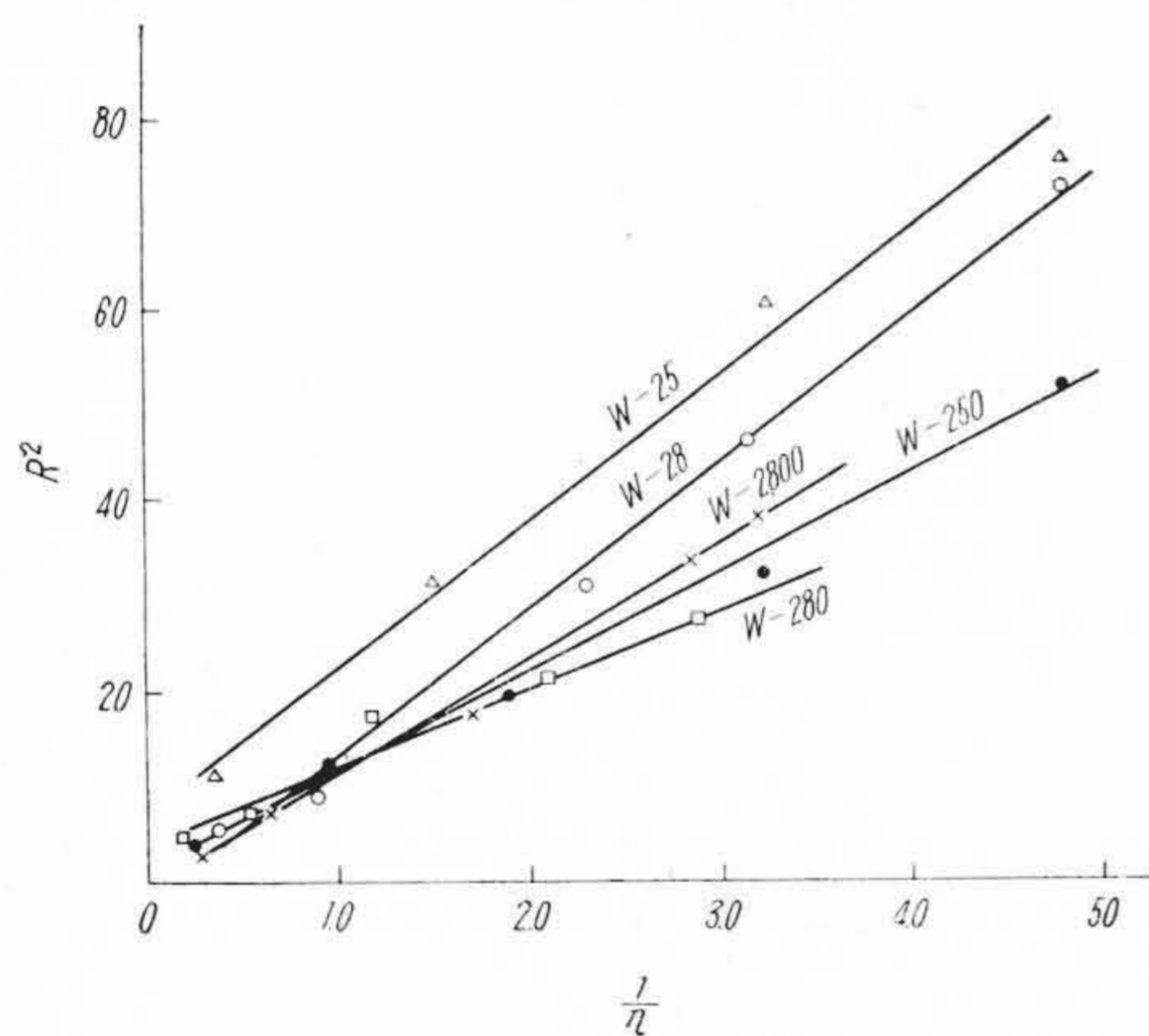
要するに、ワニスの滲透性を大きく左右するものは粘度であることが明らかになった。

〔IV〕 実用的な管理方法

以上に述べたような点を考慮して実際作業場でワニスの管理を行うための簡便な方法があると便利である。それらについての 2, 3 の方法を提示したい。

(1) 比重の管理

比重はボーマの比重計で容易に測定できるが、比重が



第7図 $\frac{1}{\eta}$ と R^2 の関係

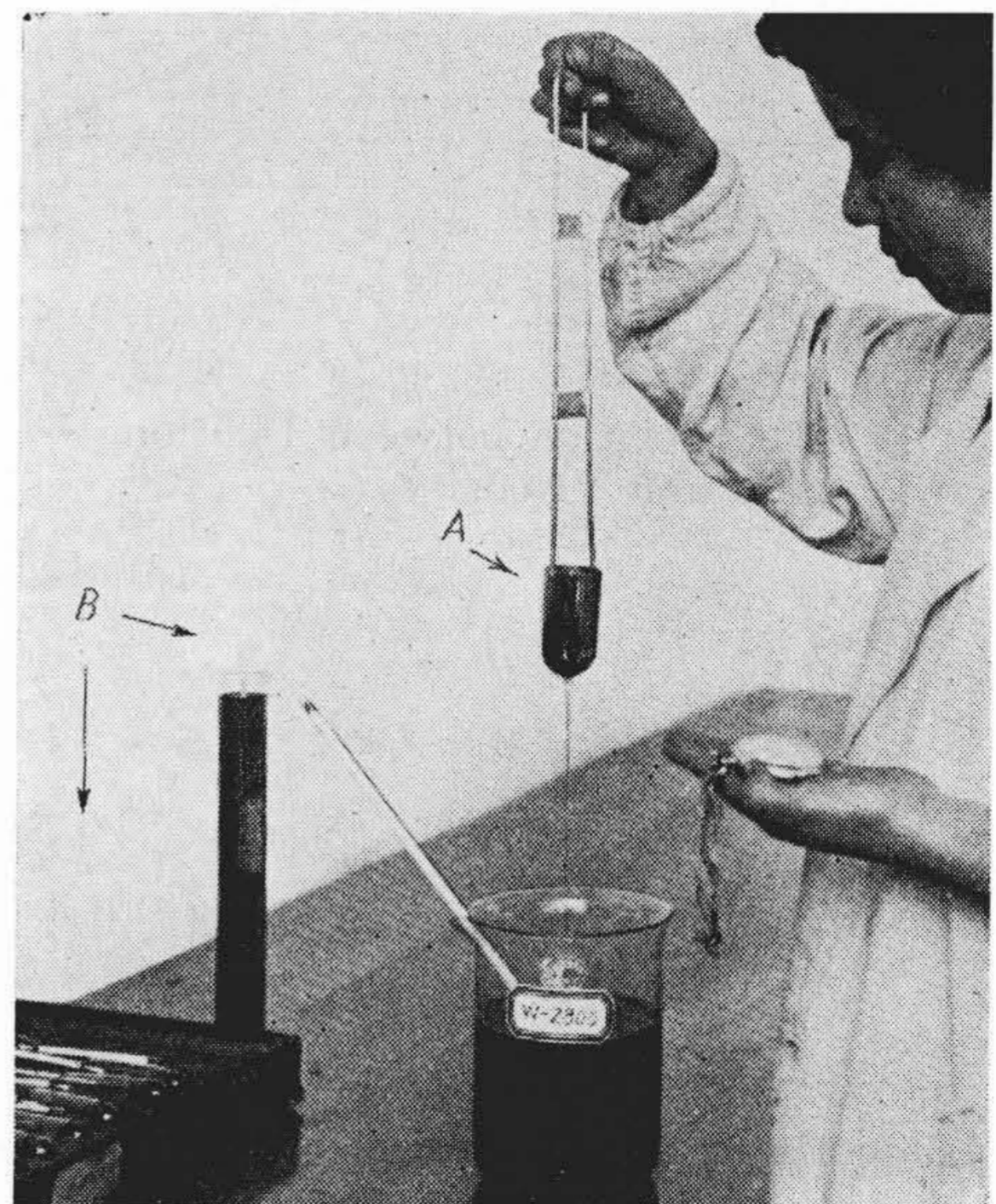
Fig. 7. $\frac{1}{\eta} \sim R^2$ Relation for Various Coil Varnishes

大きすぎた場合これがある範囲に入れるために稀釈するのに必要なシンナの量を一々計算するのは現場では繁雑であるから、あらかじめ基準となる稀釈チャートを作っておくと便利である。これはたとえば第4図から作ることができるが、各ワニスによつて相違する。一例をあげれば第1表の通りである。

(2) 粘度の管理

(A) 日立 C#40 粘度カップ

粘度を測定する方法は色々あるが、現場で用いるには簡便な各種の粘度カップがある。われわれはこれらを参考として第8図に示したような粘度カップを作った。



A: C#40 カップ B: ボーマ比重計

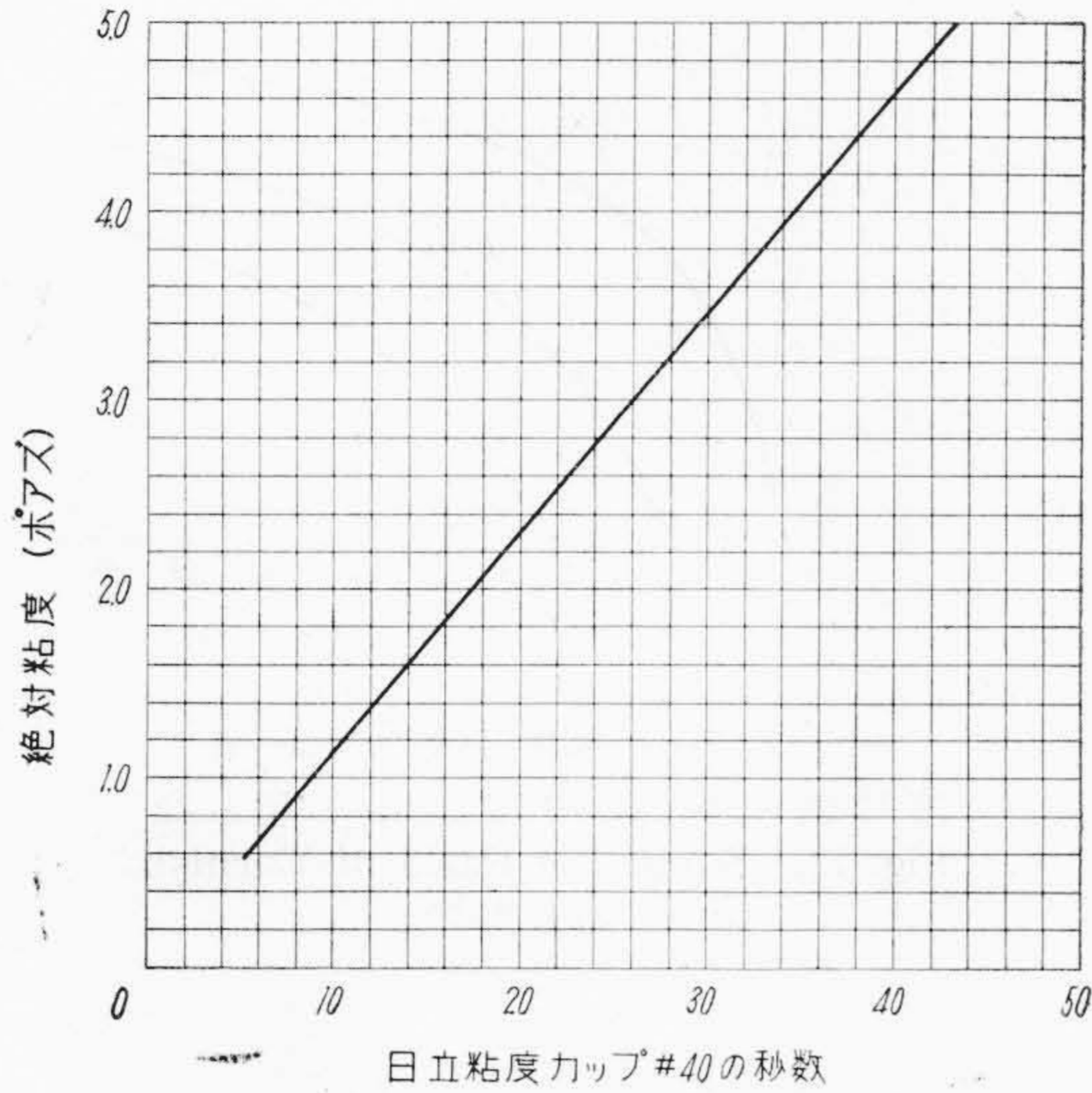
第8図 日立 C#40 粘度カップの使用例
Fig. 8. Example of Viscosity Measurement by Hitachi C#40 Viscosity Cup

第1表 W-250, W-280 の比重 ~ 稀釈剤量チャート (20°C)
Table 1. Quantity of Diluent to be Added to Varnish to Get a Certain Specific Gravity

〔所要の比重にするために加えるべき稀釈剤の容量 (立/100 l ワニス)〕

原ワニスの比重	0.910	0.905	0.900	0.895	0.890	0.885	0.880	0.875	0.870	0.865	0.860	0.855	0.850
稀釈後のワニスの比重													
0.910	0												
0.905	4	0											
0.900	9	5	0										
0.895	14	10	5	0									
0.890	19	15	10	5	0								
0.885	24	20	15	10	5	0							
0.880	30	26	21	16	11	6	0						
0.875	36	32	27	22	17	12	6	0					
0.870	42	38	33	28	23	18	12	6	0				
0.865	49	45	40	35	30	25	19	13	7	0			
0.860	56	52	47	42	37	32	26	20	14	7	0		
0.855	63	59	54	49	44	39	33	27	21	14	7	0	
0.850	71	67	62	57	52	47	41	35	29	22	15	8	0

(注) 例えば比重 0.910 のワニスを 0.890 に稀釈するには原ワニス 100 l に対し S-30 シンナー 19 l を加えればよい。



第9図 C#40 カップの流下秒数と絶対粘度の関係 (25°C)
 Fig. 9. Absolute Viscosity and Flow-out Time of C#40 Cup (at 25°C)

このカップを静かにワニスタンク中にしずめてワニスを充した後引上げ、カップがワニス表面から離れたときから、ワニス底部の穴を通って流出して空になるまでの時間を測定し、その秒数で粘度を表わす。

このような方法で測定できる粘度は動粘度であるが、一般的にするために秒数と絶対粘度との換算式を作った。

$$\eta_{25} = 0.115 S_{25} \dots\dots\dots (13)$$

ただし η_{25} は 25°C における絶対粘度 (ポアズ), S_{25} は 25°C における流下秒数である。

(13) 式を図示すれば第9図の通りになり、C#40 カップを使用する現場にこの図を備付けておけば、25°C における秒数を測定してただちに絶対粘度を知ることができる。

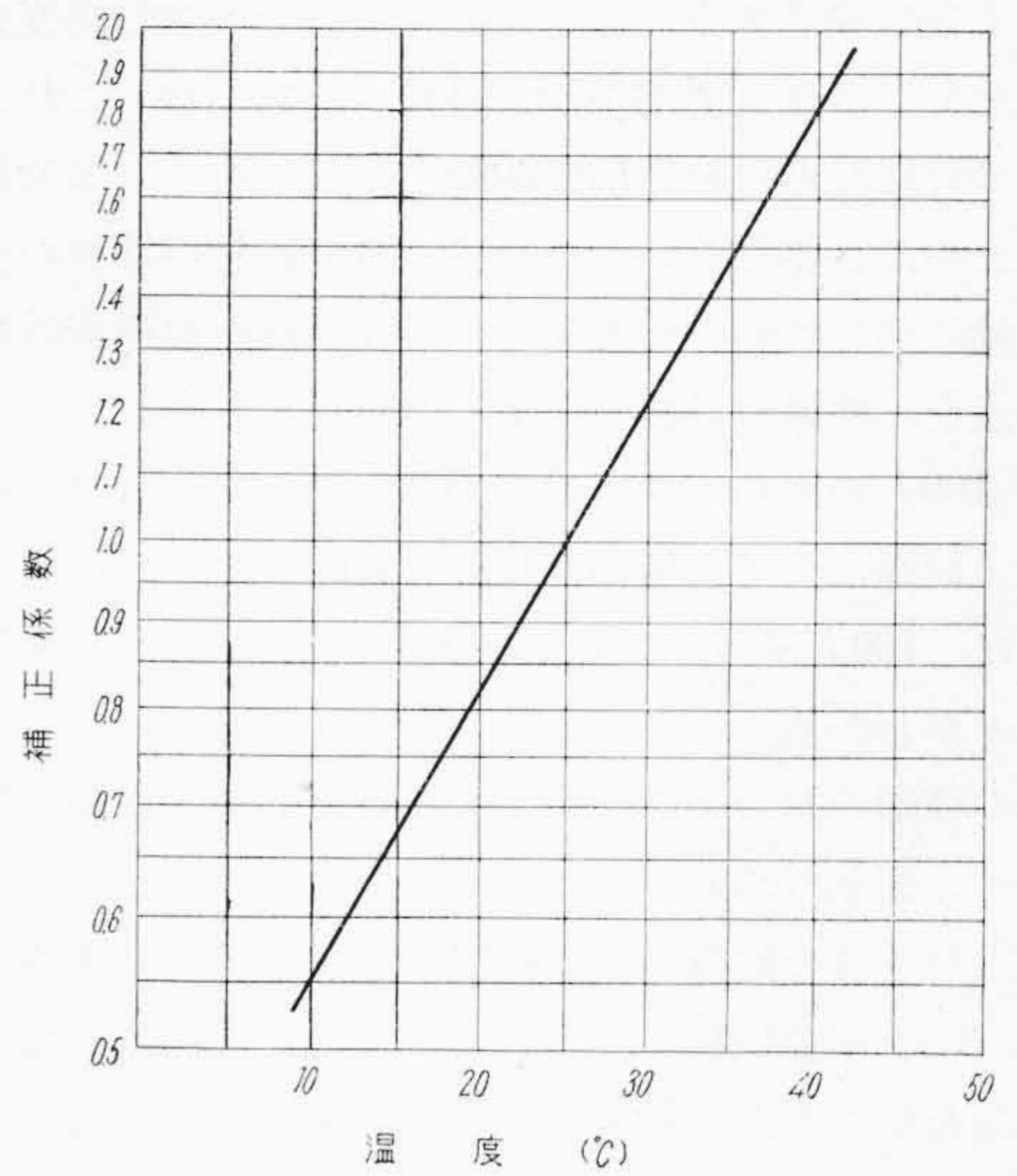
(B) 温度の補正係数

すでに述べたようにワニスの粘度は温度によつて異なるから、カップの流下秒数も温度の函数になる。温度と流下秒数の関係を測定し、それから補正係数 θ を計算した結果は (14) 式となり、これを図示すれば第11図の通りである。

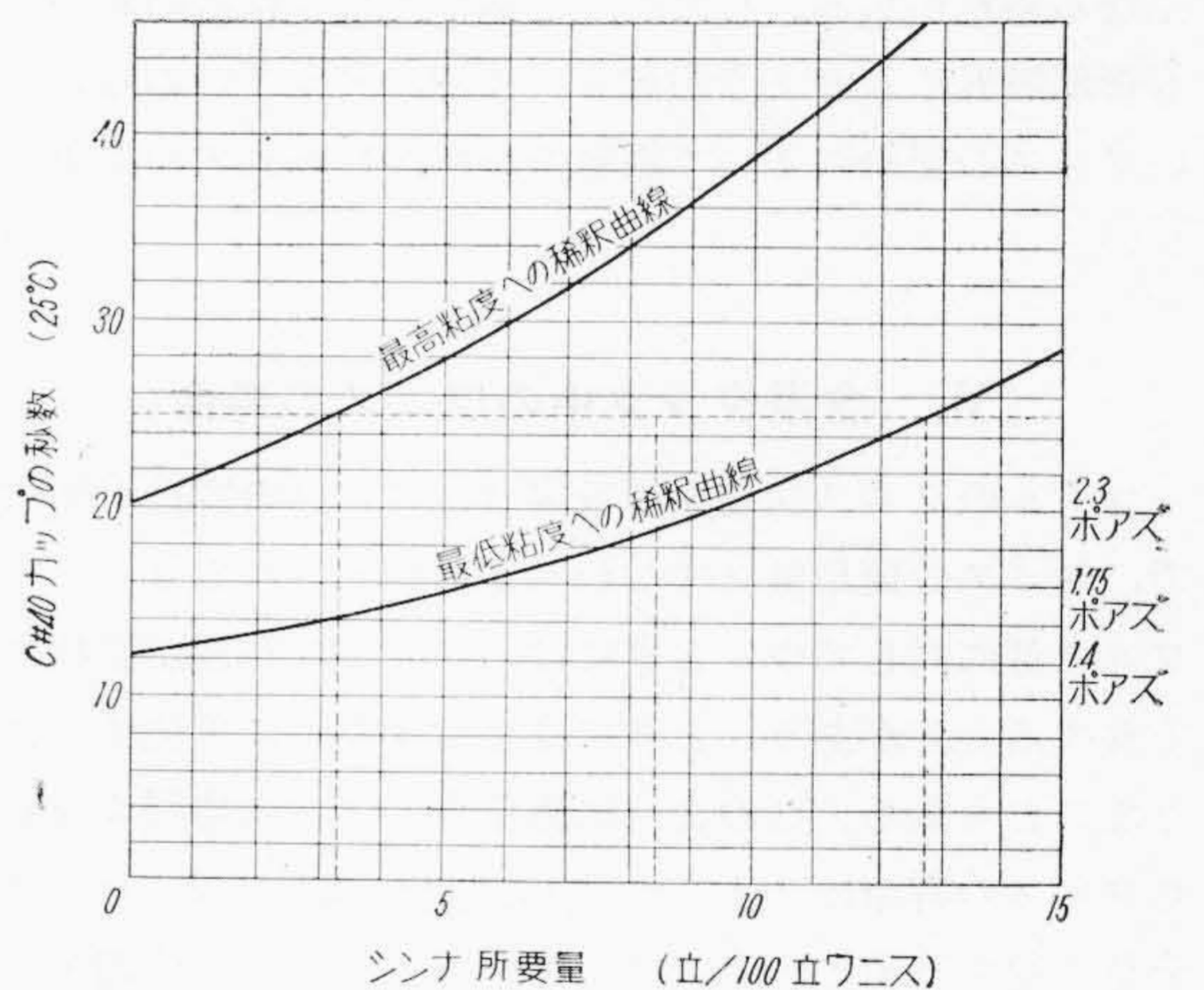
$$\log \theta = 0.0174 t - 0.4350 \dots\dots\dots (14)$$

ただし θ は 25°C の係数を 1.0 とした場合の補正係数で、 t は温度 (°C) である。

現場でその都度ワニスの温度を 25°C に調整することは困難であるから、任意の温度で流下秒数を測定し、図か



第10図 日立粘度カップ C#40 の温度の補正係数
 Fig. 10. Calibration Coefficient of C#40 Cup Flow-out Time for Temperature



(注) シナナの必要量はワニス 100 l に加えるべき容量 (l)

第11図 W-250 ワニスの粘度調整用稀釈曲線 (25°C)
 Fig. 11. Dilution Curve of W-250 (25°C) Varnish for Viscosity Control

ら補正係数を求めて 25°C の値に換算することができる。

(C) 粘度調整用稀釈曲線

第5図を利用して、ある粘度のワニスを稀釈して所要粘度に引下げるために必要なシナナの量を知ることができるが、実用上はこれでもなお繁雑である。そこでこの曲線を利用してさらに簡単に所要シナナ量を知るための稀釈曲線を作ってみた。その一例を W-250 ワニスの場合について示すと第11図のようになる。

今 W-250 ワニスの粘度の管理限界を、C#40 カップでたとえば 12~20 秒 (1.4~2.3 ポアズ, 25°C) と定めたとする。図の上の曲線が20秒に稀める曲線で、下が12

秒にする曲線である。含浸タンク中のワニスの粘度を測定したところカップで25秒(25°C)であつた。これを稀釈して管理限界の最高粘度20秒(2.3ポアズ)まで稀釈するために必要なシンナの量は、図の縦軸の25秒の点から横軸に平行に引いた直線と、最高粘度への稀釈曲線との交点を、横軸の目盛りでよんだ値で表わされ、この場合は100lの原ワニスに対し3.3lのシンナを加えれば良い。同様にして最低粘度12秒(1.4ポアズ)にするためには、100lワニスに対し約13lのシンナを必要とすることがわかる。

他の種類のワニスについてもこれと同様な曲線を作っておくと便利である。

以上ワニスの比重および粘度の管理を容易にするための2,3の方法を提示したが、こゝに特に注意しなければならないことは、粘度のみに注意がはられるとワニスは次第に稀薄なものとなり、附着量を減ずるばかりでなく、粘度を引下げのためにシンナのみが補給されて新しいワニス追加されない結果、ワニスは膠化を起し易くなる恐れがある。したがって必ず比重~粘度の両方とも管理限界に入るよう注意すべきで、最もよいのは新しいワニスの補給によつて限界の保持が行われるのが望ましい。

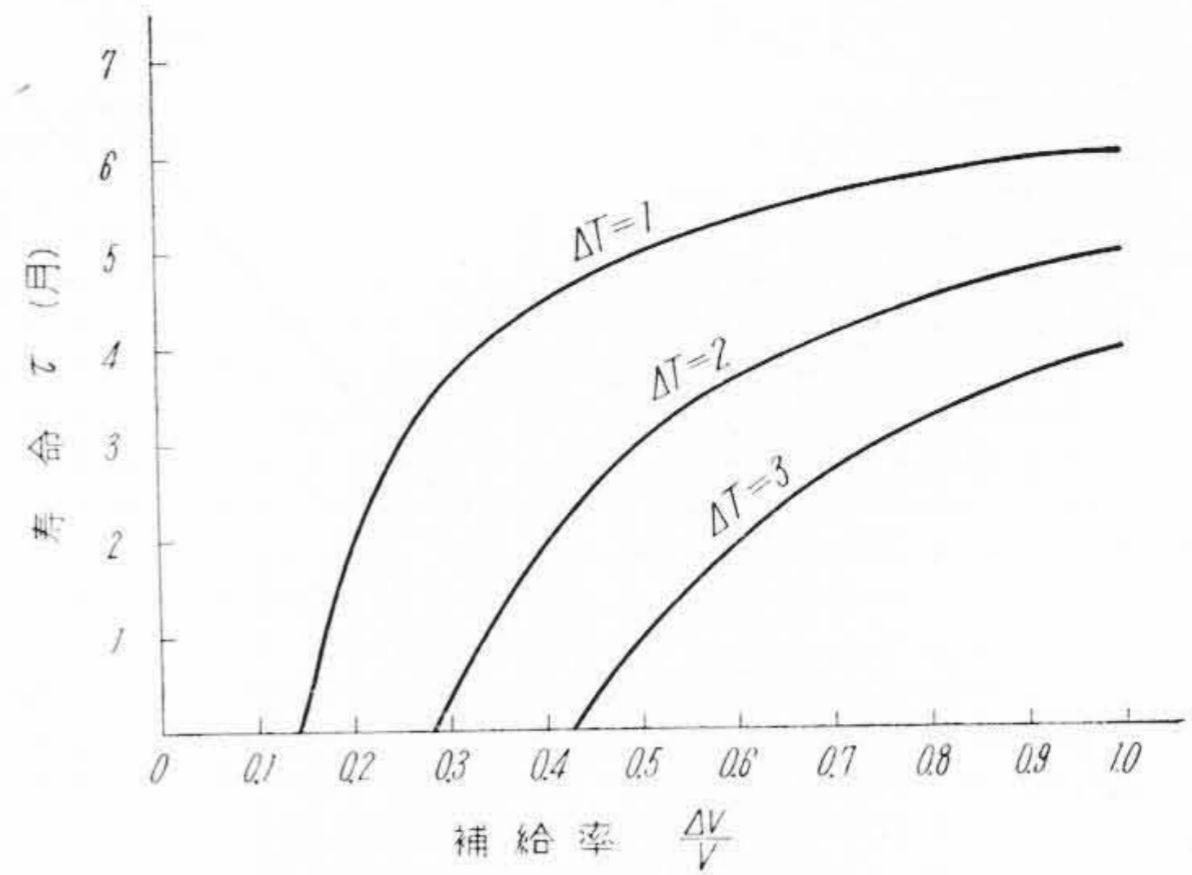
〔V〕 含浸タンク中のワニスの寿命

コイルのワニス含浸を行う場合、タンクの容量が過大で、ワニスの使用量(すなわち新に補充される量)が全ワニス量に対して少いときには、ワニスの粘度が異状に上昇することがあり、ときには全量が均一に膠化するようなこともある。このように膠化するまでの時間すなわちワニスの寿命は(1)ワニスの膠化時間、(2)ワニス全量に対する新しいワニスの補給量(ワニスの代謝率)および(3)ワニスの表面積と容積の比(すなわちワニスの深さ)などによつて変化すると考えられる。

(1) ワニスの膠化までの寿命の計算式

今膠化時間 T_1 および T_2 のコイルワニスを混合した場合 (i) 混合ワニスの膠化時間はそれぞれのワニスの膠化時間の算術平均すなわち $T = \frac{T_1 V_1 + T_2 V_2}{V_1 + V_2}$ (ただし T は混合ワニスの膠化時間、 V_1, V_2 はそれぞれのワニスの容量) となり、(ii) ワニスの膠化時間は表面積に逆比例し、容積に比例する(すなわち同一面積なら深さに比例する)と仮定して膠化に到るまでの寿命を考えて見た。

ある大きさのワニスタンクに新たに寿命 T なるワニスを V だけ入れ、 ΔV 時間後に ΔV だけ使用し、直ちにその量だけ寿命 T のワニスを補給したときの混合ワニスの寿命を τ_1 とすると



(注) $T=7$ ヶ月, $\Delta T=1$ および 2,3 ヶ月

第12図 補給率と寿命
Fig. 12. Supplying Ratio of Varnish and Tank Life

$$\tau_1 = (T - \Delta T) \frac{V - \Delta V}{V} + T \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

となる。

つぎにふたたび ΔT 後に ΔV だけ補給したときの τ_2 は

$$\tau_2 = (T - 2\Delta T) \left(\frac{V - \Delta V}{V} \right)^2 + (T - \Delta T) \frac{V - \Delta V}{V} \cdot \frac{\Delta V}{V} + T \frac{\Delta V}{V}$$

これを n 回くりかえしたとき、すなわち n 回目の新しいワニスを補給したときの寿命 τ_n はつぎのようになる。

$$\tau_n = (T - n\Delta T) \left(\frac{V - \Delta V}{V} \right)^n + \{ T - (n - 1)\Delta T \} \left(\frac{V - \Delta V}{V} \right)^{n-1} \cdot \frac{\Delta V}{V} + \dots + (T - \Delta T) \frac{V - \Delta V}{V} \cdot \frac{\Delta V}{V} + T \frac{\Delta V}{V} \dots \dots \dots (15)$$

今 $\frac{V - \Delta V}{V} = p$ とすれば補給率 $\frac{\Delta V}{V} = 1 - p$ となる。

これを(15)式に代入してまとめると(16)式のようにになる。

$$\tau_n = T - \Delta T \frac{1 - p^n}{1 - p} \cdot p \dots \dots \dots (16)$$

こゝで $n \rightarrow \infty$ とすれば

$$\tau_\infty = T - \Delta T \frac{1}{1 - p} \cdot p = T - \Delta T \left(\frac{V}{\Delta V} - 1 \right) \dots \dots \dots (17)$$

このようにしてつぎの ΔT 後の補給までに膠化が起つたとすると、結局ワニスの寿命 τ は次のようになる。

$$\begin{aligned} \tau &= \tau_{\infty} + \Delta T \\ &= T - \Delta T \frac{V}{\Delta V} \dots\dots\dots(18) \end{aligned}$$

(18) 式は補給率 ($\Delta V/V$) をかえた場合の寿命式である。

また膠化を起さないための条件は $\tau > 0$ であるから、そのためには

$$\frac{\Delta V}{V} > \frac{\Delta T}{T} \text{ でなければならない。}$$

これらを実例について計算してみると、たとえば $T = 7$ ヶ月のワニスを使用した場合の ΔT を 1, 2 および 3 ヶ月とし、それぞれ補給率を 0.1 から 1.0 まで変化したときの τ を (18) 式によつて計算すると第12図のようになり、各曲線の右側が膠化を起さない安全域である。また図からわかるように、たとえば月当り 10% しか補給しない場合には、そのワニスは膠化するが、20% ずつ毎月使用して同量補給すれば膠化は起らず安全に作業を続けることができる。

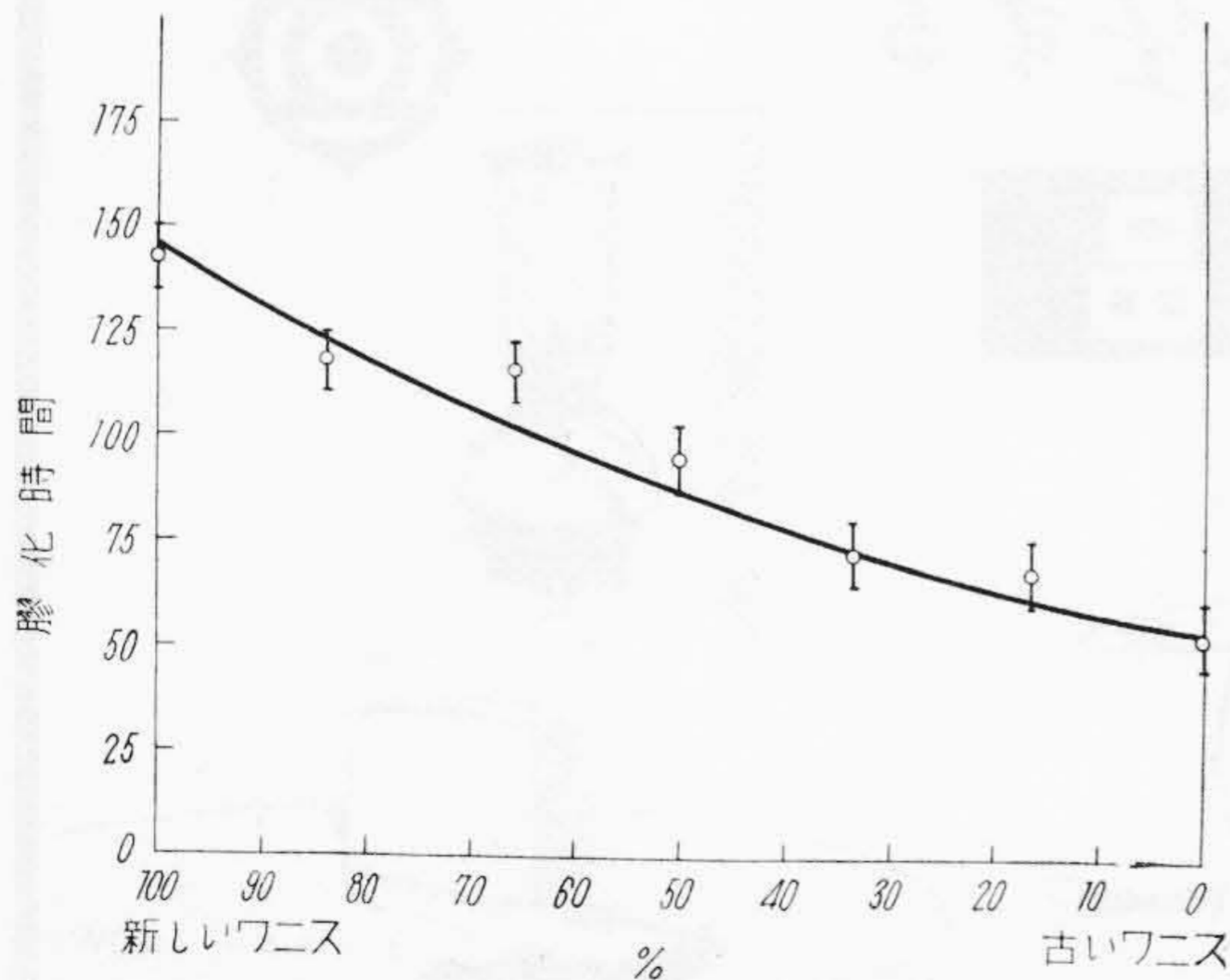
(2) 仮定の吟味

(15) 式を求めるために上述のような2つの仮定をおいたので、その点を実験的に吟味してみた。

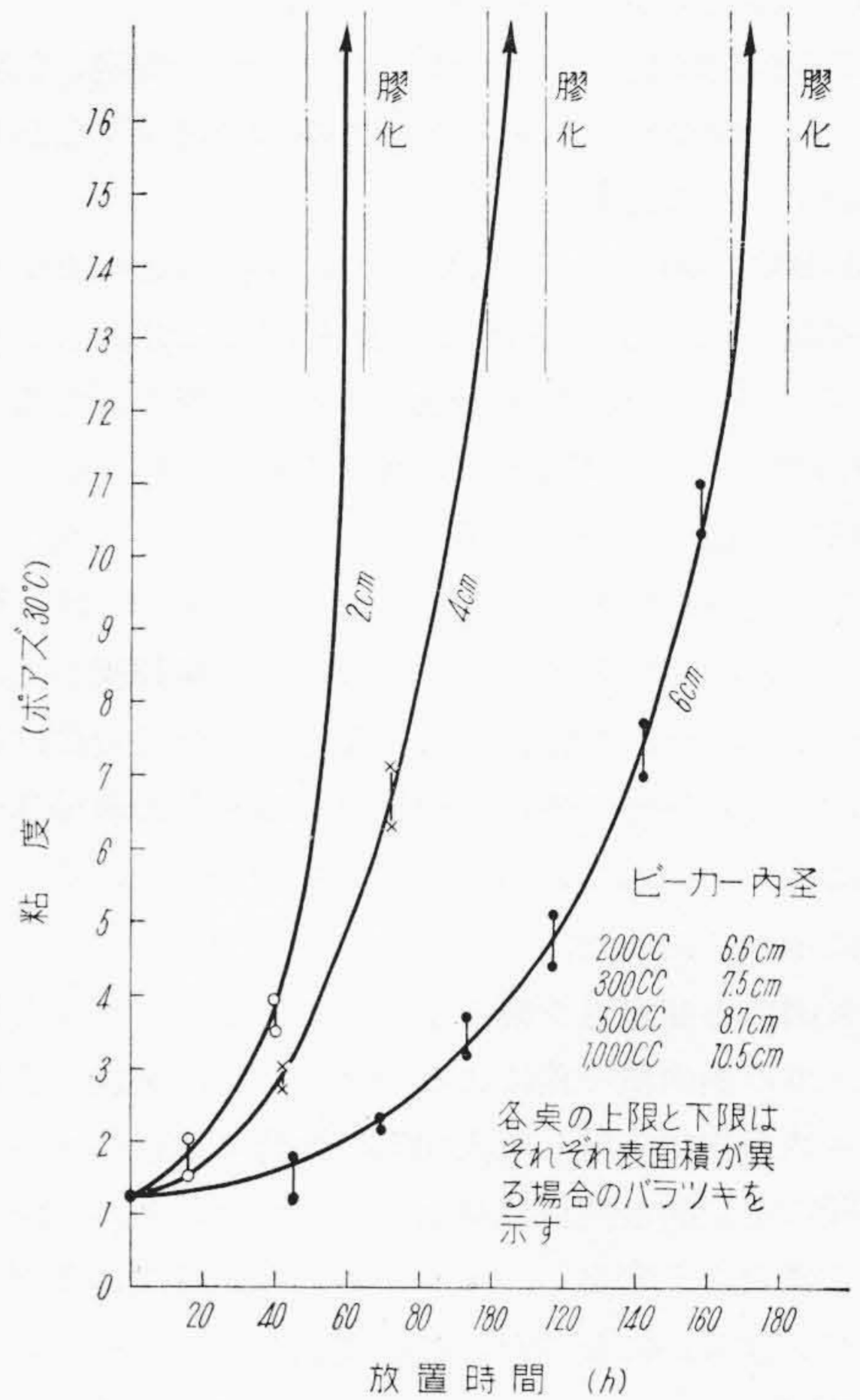
(A) 混合ワニスの膠化時間

モデルとしてほぼ内径のひとしい 300 cc のビーカをとつて、各ビーカに濃度がほぼひとしく膠化時間の異なる W-28 ワニスを、混合割合をかえてそれぞれ 3 cm の深さになるように入れ、 $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の空気恒温槽中に格納してワニスが膠化して糸を引かなくなるまでの時間を測定した結果は第13図のようになった。

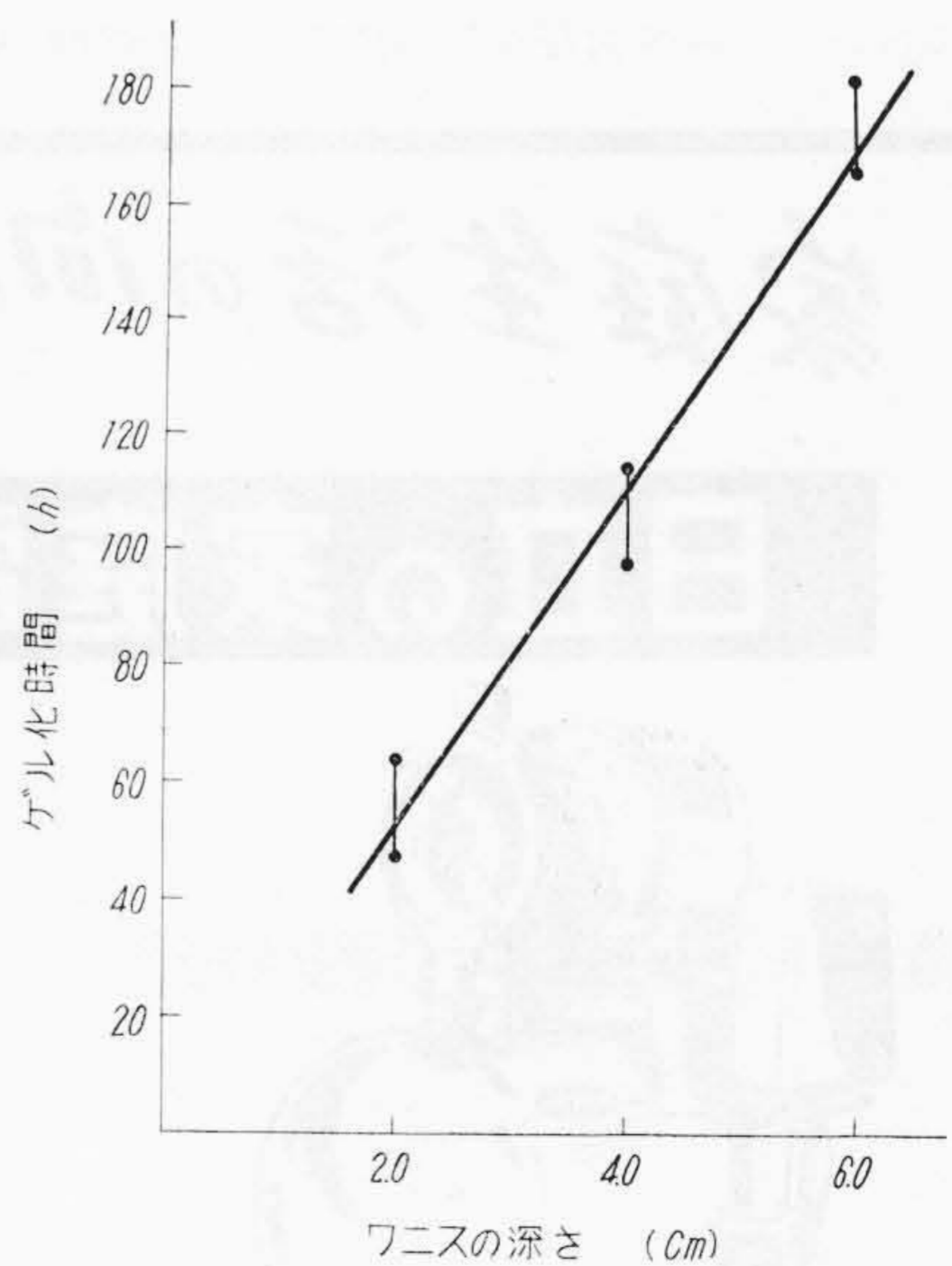
すなわち厳密には直線とならないが、実用上は混合ワニスの膠化時間はほぼ算術平均になると考えても大きな誤りでないことがわかつた。



第13図 膠化時間の異なる W-28 ワニスの混合物の膠化時間
Fig. 13. Gelation Time of Mixed W-28 Varnish



第14図 深さが異つた場合の放置時間と W-28 ワニスの粘度変化
Fig. 14. Time to Viscosity Change of W-28 Varnish at Various Depth



(注) 各点の上限に下限は ± 8 時間で膠化はこの中間で起つている。
第15図 W-28 ワニスの深さと膠化時間
Fig. 15. Relation between Gelation Time and Varnish Depth

(B) 膠化時間とワニスの深さの関係

第2の仮定は机上でピーカなどを用いて測定した膠化時間から、含浸タンク中のワニスの膠化時間すなわち T を推定するのに必要である。

200, 300, 500 および 1,000 cc の4種のピーカをとり(同一容量のピーカの内径はそれぞれほぼひとしいものを選ぶ), それぞれ 2, 4 および 6 cm の深さになるように膠化時間一定の W-28 ワニスを入れて $30 \pm 1^\circ\text{C}$ の空気恒温槽に格納し, 一定時間ごとに取り出して溶剤損失量を補充したのち粘度を測定して再び放置をつゞけ, 膠化するまでの時間を測定した。その結果を第13図および第14図に示す。ただし膠化点は, 測定の都合で夜間は観察せず, 前日の午後4時から翌朝の8時までの前後16時間の間に起つていることがほとんどあつたので, そのものを図に示しておいた。

なお図で各測定点を幅で示してあるが, これは各容量のピーカの表面積の差によるバラツキで, 実験の範囲ではワニスの膠化に対して表面積の影響は比較的小さく, その間に定量的な関係は見出せなかつた。しかし深さによつては大きく変化し, ほぼ深さと膠化時間は比例することがあきらかになつた。この関係から, ピーカによる膠化時間よりワニスタンク中の膠化時間を推定することは, 表面積の差があまり大きすぎるのでそのまま適用するには問題であるので, 今後さらに資料をあつめてあきらかにしたいと考える。

〔VI〕 結 言

現場においてワニス含浸を行う際のワニス管理の基礎

となる問題およびそれを実施するための簡便法を提示した。さらにワニスタンク中のワニスがくりかえし使用されて行く場合の寿命を知る理論式を計算し, その計算を行うのに考えた仮定は実際に正しいかどうかを実験した。この寿命式からワニスを膠化させることなく安全に作業できるためのワニスの更新率および更新期間が推定できる。

いづれも現場における実用性を主にして考えたので, 実験式あるいは簡便法に利用するチャートの作製などにはかなり大胆な省略を行つているが, 実用してみるとそれ程大きな誤りはおかさないで, 一応の目安をきめる手段になると考えたのでこれを発表し, 大方の御批判を御願ひするとともに, 現場管理に少しでも役立てば幸であると考えている。

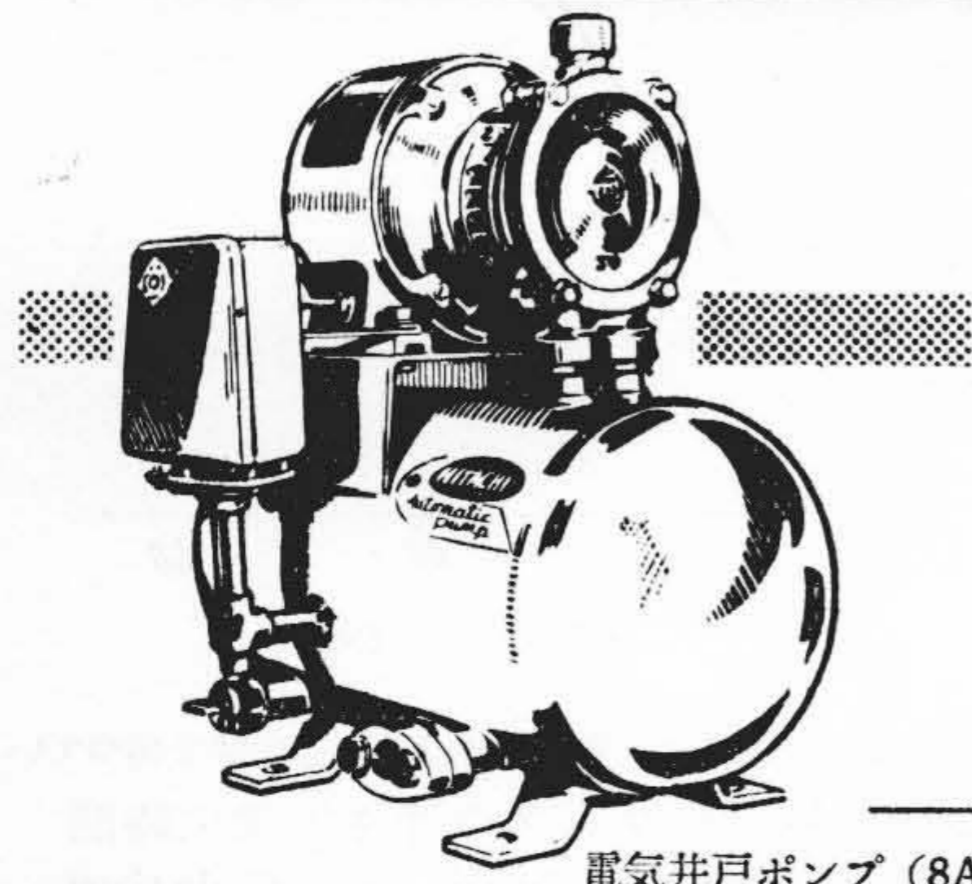
終りに終始御指導をいただいた日立製作所日立絶縁物工場日月博士, 計算あるいは実験を分担された工場の各位に深く感謝の意を表して擱筆する。

参 考 文 献

- (1) 日月: 「電気絶縁ワニスおよびコンパウンド」(昭23), p 181~p 183, p. 255
松島: 日立評論, 34, 999 (昭27)
- (2) 日月: 前出, p. 231
- (3) 松島: 前出
- (4) J. B. Whitehead: E. E., 53, 244 (1934)
- (5) D. A. Mc Lean, G. T. Kohmann: E.E., 53, 255 (1934)

家庭生活の向上に
奉仕する

日立の家庭電気品



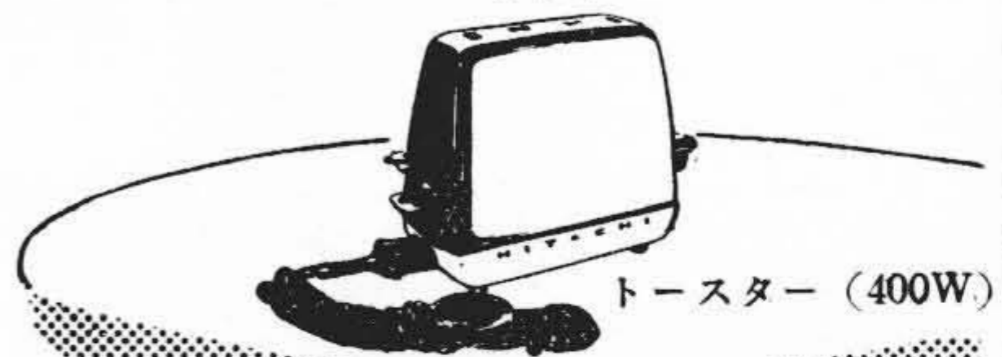
電気井戸ポンプ (8AP-A型)



100W蛍光スタンド
保安球付



スーパーミキサー



トースター (400W)

日立製作所

日立家庭電器販売株式会社

電化で築く家庭の幸福

