

# 日立新型コイルワニス W-250, W-280 の二三の特性

松島 喬\* 井上利夫\*\* 歳川日出夫\*\*\*

## Characteristics of Hitachi New Baking Coil Varnishes W-250 and W-280

By Kyō Matsushima, Toshio Inoue and Hideo Saikawa  
Hitachi Works and Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

### Abstract

Hitachi new baking coil varnishes W-250 (black) and W-280 (clear) — thermo-setting type—have the excellent internal drying characteristic and non heat softening Property compared with usual coil varnishes W-25 and W-28 standardized by J.I.S. This paper reports the several data necessary for uniform control of impregnating process of these varnishes at insulating shops and the results of moisture proof test using the stator coils of 1/4 HP induction motor impregnated by these new varnishes. The following conclusions are obtained:

- (1) Relations of dilution ratio to specific gravity and viscosity are both practically linear between 0 to 40% dilution.
- (2) Relations between concentration and specific gravity is linear and both equations about W-250 and W-280 are approximately similar.
- (3) Variation of specific gravity by temperature change of 1°C is nearly equal to 0.0007 for each varnish.
- (4) Relation between reciprocals of absolute temperature and logarithms of viscosity of both varnishes is linear and approximately equal in both varnishes. From this relation, the calibration coefficients of viscosity to temperature change are calculated.
- (5) Viscosity-increase and gelation time of new varnishes during storage or using are less than W-25 and W-28.
- (6) Decrease of insulating resistance by moisture absorption of the new varnish use on the stator coil of 1/4 HP induction motor is less than W-25 or W-28.

### [I] 緒 言

電気絶縁用コイルワニスとして重要な特性は、電氣的性質が優れているだけでなく、更にコイル深部に含浸されたワニスが充分均一に乾燥硬化し、又機器の温度が上昇しても軟化流出することのない性質、即ち内部乾燥性及び耐加熱軟化性に優れていることである。従つて特に日本工業規格の加熱乾燥コイルワニス<sup>(1)</sup>にもこれ等の特

性が嚴重に規定されている。

従来の電気絶縁ワニスは普通乾性油と天然樹脂或はこれに瀝青質を加えて作られており、上記の特性を満足させる為に支那桐油のような熱重合性の大きな特殊の乾性油を多量に配合したものである。しかし天然樹脂のような熱可塑性の材料を使用するかぎりには、ある限度以上に内部乾燥性或は耐加熱軟化性を向上させることは仲々困難である。

近年所謂「熱硬化型ワニス」と呼ばれる加熱乾燥コイルワニス<sup>(2)</sup>が市販されるようになったが、これらは熱硬

\* \*\*\* 日立製作所日立工場

\*\* 日立製作所日立研究所

化型の合成樹脂と乾性油から作られたもので、旧来の材料によつては達し得られなかつた優れた特性を有し、特に上記の二つの性質は格段の差があることが認められている。

日立製作所に於てもかねてよりこれらの点に着目して研究を進めてきたが、各種の試験の結果満足すべきものが得られたので、これを「日立 W-250, 及び W-280, ワニス」と名づけて実用化した。W-250 ワニスは黒色加熱乾燥、W-280 ワニスは黄色加熱乾燥コイルワニスである。

一般に熱硬化型ワニスは、従来のコイルワニスよりやや高温（例えば 140°C）で乾燥しないと乾燥時間が相当永くなるきらいがある<sup>(2)</sup>。しかし現在広く使用されている乾燥室は、殆ど 110°C 前後或はそれ以下の定温を得るように設計されているので、これを直ちに 140°C 等に変更するのは相当の経費を必要とするであろう。日立 W-250 及び W-280 ワニスはこれらの点も考慮して従来のワニスと同様な温度、即ち 100°C~110°C で十分な乾燥速度が得られるようにしたものである。

電気機器を製作する場合、適切に管理されたワニス処

理作業が極めて重要な工程であることは今更云うまでもないところである。特に必要なことは、適当な肉付き即ちワニスの附着量を得るようにタンク中のワニスを規定しなければならぬ。肉付きはワニスの比重、粘度及び含浸温度によつて規定され、それぞれ一定の関係が成立する<sup>(3)</sup>。

本文は日立 W-250 及び W-280 ワニスに就いてこれ等の関係、及び皮膜の乾燥特性並びに処理コイルの乾燥及び吸湿特性に関して行つた実験の結果を報告し、電工作業管理の参考に供したものである。

〔Ⅱ〕 W-250 及び W-280 ワニスの一般特性

W-250 及び W-280 ワニスの一般特性を、JIS-C-2105 及び JIS-C-2354 に規定された方法に準じて試験した結果を第 1 表及び第 2 表に示した。

即ち W-250, W-280 は JIS の W-25, W-28 と比較すると、W-25, W-28 の所要時間の 1/2 以内で完全に内部乾燥し、150°C に加熱しても全く軟化流出することなく、電気的性質も良好で、特に高温における絶縁破壊電圧が高い特長がある。

第 1 表 日立 W-250 の 標準性能と試験結果  
Table 1. Standards and Test Results of Hitachi W-250 Varnish

| 試 験 項 目                 | W-250                        |                   | W-25 規格値<br>(JIS-C-2354)     |
|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|
|                         | 標 準 性 能                      | 試 験 結 果           |                              |
| 比 重 (20°C)              | 0.90±0.02                    | 0.912             | 0.89±0.03                    |
| 粘 度 ポイズ (30°C)          | 0.6~3.0                      | 1.22              | 0.9 ~3.5                     |
| 不 揮 発 分 %               | 48±3                         | 50.               | 48±3                         |
| 乾 燥 時 間 (105°C)         | <4 時間                        | 4 時間              | <4 時間                        |
| 皮 膜 状 態                 | 良好であること                      | 良 好               | 良好であること                      |
| 厚さのつき方                  | 中央部 m/m                      | >0.03             | >0.03                        |
|                         | 下 部                          | 中央部の 130% 以下      | 中央部の 118%                    |
| 内部乾燥性、時間 (105°C)        | <12                          | 7                 | <24                          |
| 加 熱 軟 化 性               | 150°C, 1 時間で流れ落ちないこと         | 流れ落ちない            | 105°C, 1 時間で流れ落ちないこと         |
| 屈 曲 性                   | 120°C, 72 時間後、3φ で亀裂しないこと    | 亀裂しない             | 120°C, 24 時間後 3φ で亀裂しないこと    |
| 耐 油 性                   | 35°C, 24 時間後、油に着色なく皮膜に異状ないこと | 異状なし              | 35°C, 24 時間後、油に着色なく皮膜に異状ないこと |
| 固有抵抗 Ωcm (2 回平均)        | 常 態                          | >10 <sup>14</sup> | >10 <sup>14</sup>            |
|                         | 浸 水 後                        | >10 <sup>13</sup> | >10 <sup>13</sup>            |
| 絶縁破壊電圧 V/0.1mm (14 回平均) | 常 態<br>浸 水 後<br>高温(75°C)     | >8,500            | 9,040                        |
|                         |                              | >5,500            | 6,750                        |
|                         |                              | >7,000            | 8,920                        |
|                         |                              |                   | >8,000<br>>5,000<br>>5,500   |

第2表 日立 W-280 の標準性能と試験結果

Table 2. Standards and Test Results of Hitachi W-280 Varnish

| 試験項目                | W-280   |  | W-28 規格値<br>(JIS-C-2354)               |
|---------------------|---|--|--|
|                     | 標準性能  | 試験結果   |  |
| 比重 (20°C)           | 0.91±0.02                                     | 0.907  | 0.90±0.03                              |
| 粘度、ポイズ (30°C)       | 0.6 ~ 3.0                                     | 0.6  | 0.6~2.5                                |
| 不揮発分 %              | 50±3  | 52.1   | 50±3                                   |
| 乾燥時間 (105°C)        | <4 時間   | <3 時間  | <3.5 時間                                |
| 皮膜状態                | 良好であること                                       | 良好   | 良好であること                                |
| 厚さのつき方              | 中央部 m/m<br>下部                                 | >0.03<br>中央部の 130% 以下                          | 0.04<br>中央部の 118%                      |
| 内部乾燥性、時間 (105°C)    | <12   | 8  | <24                                    |
| 加熱軟化性               | 150°C, 1 時間で流れ落ちないこと                          | 流れ落ちない   | 105°C, 1 時間で流れ落ちないこと                   |
| 屈曲性                 | 120°C, 72 時間後 3φ で亀裂しないこと                     | 亀裂しない  | 120°C, 24 時間後 3φ で亀裂しないこと              |
| 耐油性                 | 105°C, 24 時間後、油の着色がなく皮膜に異状ないこと                | 異状なし   | 105°C, 24 時間後、油の着色がなく皮膜に異状ないこと         |
| 固有抵抗 Ωcm<br>(2 回平均) | 常態 >10 <sup>14</sup><br>浸水後 >10 <sup>13</sup> | 5.94×10 <sup>14</sup><br>7.52×10 <sup>13</sup> | >10 <sup>14</sup><br>>10 <sup>13</sup> |
| 絶縁破壊電圧 V/0.1 mm     |   |  |  |
| 常態                  | >8,000  | 9,490  | >7,500                                 |
| 浸水後                 | >5,000  | 6,380  | >4,500                                 |
| 高温(75°C)            | >7,000  | 9,390  | >6,500                                 |

## 〔Ⅲ〕 稀釈による濃度、比重及び粘度の変化

ワニスの濃度が変化すると比重が変化し、粘度も変化する。又現場に於てはワニスタンク中にあるワニスを所要の濃度或は粘度にするために、稀釈剤をいくら加えたら良いかを知っておく必要がある。これらの関係を明らかにするために、一定容量の W-250 及び W-280 ワニスに、ソルベントナフサ 30, キハツ油 70 の割合 (容量にて) に混合した稀釈剤を加えて稀釈し、30°C における濃度、比重及び粘度を測定して (JIS, C-2105 の方法による) その結果を第3表及び第4表に示した。

尚、絶対粘度はエングレー度から英国の National Physical Laboratory の換算式即ち

$$\eta = \left( 0.001435 T - \frac{3.22}{T} \right) d$$

但し  $\eta$  ……絶対粘度 (ポイズ)

$T$  ……エングレー粘度の秒数

$d$  ……比重

によつて計算した値である。

## (1) 稀釈度及び濃度と比重との関係

稀釈度と比重の関係を第1図(次頁参照)に、濃度と比

第3表 W-250 ワニスの稀釈度、濃度と比重及び粘度の関係

Table 3. Relation of Specific Gravity and Viscosity to Dilution Ratio or Concentration of Hitachi W-250 Varnish

| 稀釈度 (%) | 濃度 (重量%) | 比重 (30°C) | 粘度 (30°C) |            |
|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|         |          |           | エングレー度    | 絶対粘度 (ポイズ) |
| 0       | 49.8     | 0.906     | 47.0      | 3.09       |
| 10      | 45.1     | 0.894     | 25.0      | 1.61       |
| 20      | 41.5     | 0.885     | 12.7      | 0.815      |
| 30      | 38.6     | 0.873     | 7.3       | 0.453      |
| 40      | 35.6     | 0.866     | 4.38      | 0.264      |
| 50      | 33.4     | 0.858     | 3.06      | 0.172      |
| 60      | 29.9     | 0.850     | 2.37      | 0.123      |
| 80      | 26.7     | 0.841     | 1.65      | 0.068      |
| 100     | 22.2     | 0.834     | 1.47      | 0.052      |

但し稀釈度はワニス重量 100 部に対する稀釈剤の添加重量である。

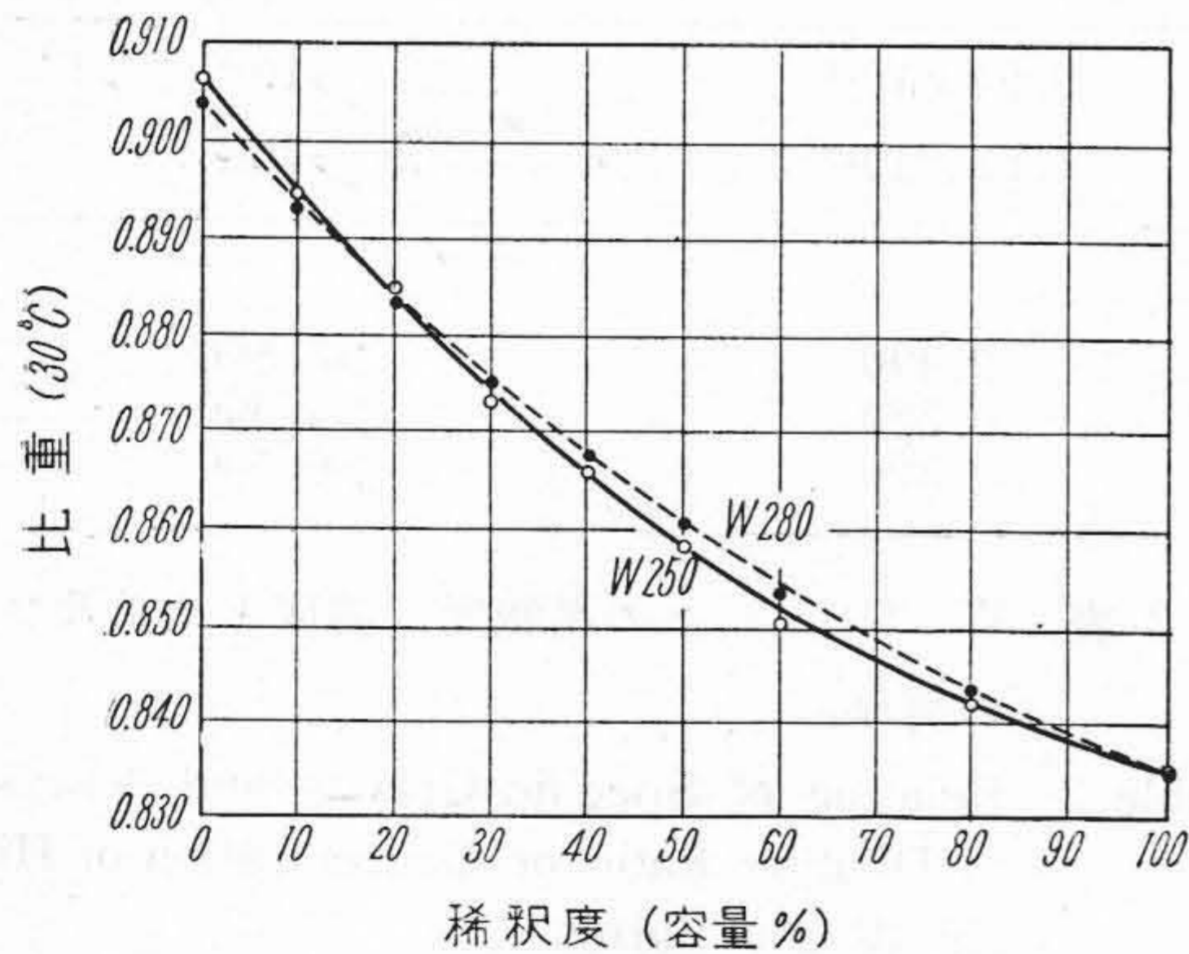
重の関係を第2図に示した。W-250 及び W-280 ワニスは、いずれもほぼ一致した曲線が得られる。稀釈度と

第 4 表 W-280 ワニスの稀釈度、濃度と比重及び粘度との関係

Table 4. Relation of Specific Gravity and Viscosity to Dilution Ratio or Concentration of Hitachi W-280 Varnish

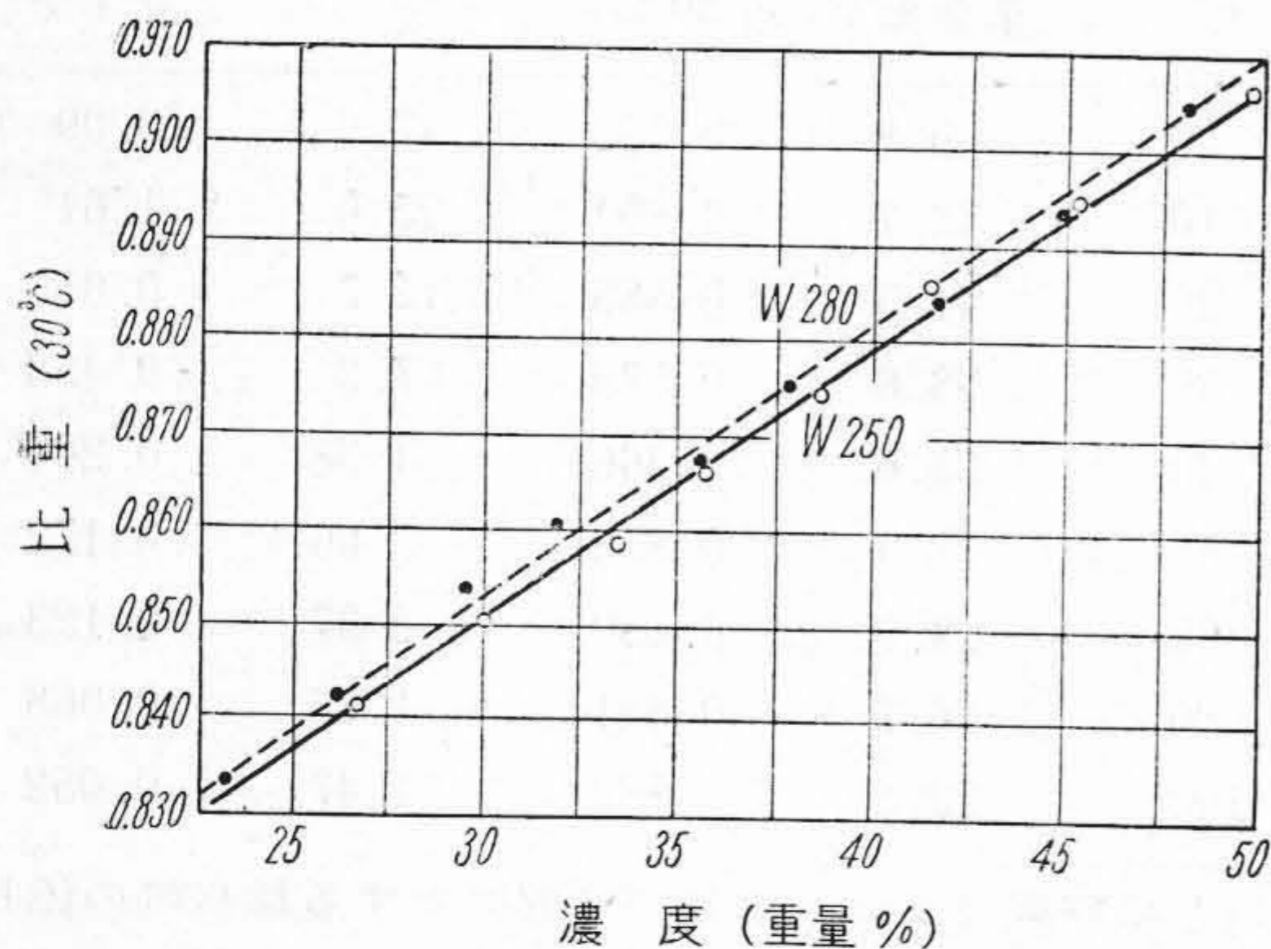
| 稀釈度 (%) | 濃度 (重量%) | 比重 (30°C) | 粘度 (30°C) |            |
|---------|----------|-----------|-----------|------------|
|         |          |           | エンゲラ-度    | 絶対粘度 (ポイズ) |
| 0       | 48.1     | 0.904     | 32.5      | 2.14       |
| 10      | 44.8     | 0.893     | 17.7      | 1.14       |
| 20      | 41.5     | 0.883     | 10.1      | 0.641      |
| 30      | 37.7     | 0.874     | 6.4       | 0.380      |
| 40      | 35.4     | 0.867     | 3.9       | 0.232      |
| 50      | 31.7     | 0.860     | 3.12      | 0.176      |
| 60      | 29.4     | 0.853     | 2.32      | 0.120      |
| 80      | 26.1     | 0.842     | 1.62      | 0.071      |
| 100     | 23.2     | 0.834     | 1.42      | 0.049      |

但し稀釈度はワニス重量 100 部に対する稀釈剤の添加重量である。



第 1 図 稀釈度と比重の関係

Fig. 1. Relation between Dilution Ratio and Specific Gravity



第 2 図 濃度と比重の関係

Fig. 2. Relation between Concentration and Specific Gravity

比重に就いては簡単な比例関係とならず、高次の実験式にて表わされるが、実用的には稀釈度 40% 程度迄はほぼ直線と考えても大差はない。

濃度と比重の関係は第 2 図で明らかなように測定範囲内では、凡そ直線となり、(1) 式が成立する。

$$d = a_1 c + b_1 \dots \dots \dots (1)$$

但し、 $d$  = 比重、 $c$  = 濃度 (重量%)

$a_1, b_1$  = 恒数

実験値から  $a_1, b_1$  の値を計算すると次の如くなる。

即ち W-250, W-280 は大体近似した値となる。

第 5 表  $a_1$  及び  $b_1$  の計算値

Table 5. Calculated Value of  $a_1$  and  $b_1$

| ワニス   | 恒数 $a_1$ | 恒数 $b_1$ |
|-------|----------|----------|
| W-250 | 0.0028   | 0.7670   |
| W-280 | 0.0027   | 0.7725   |

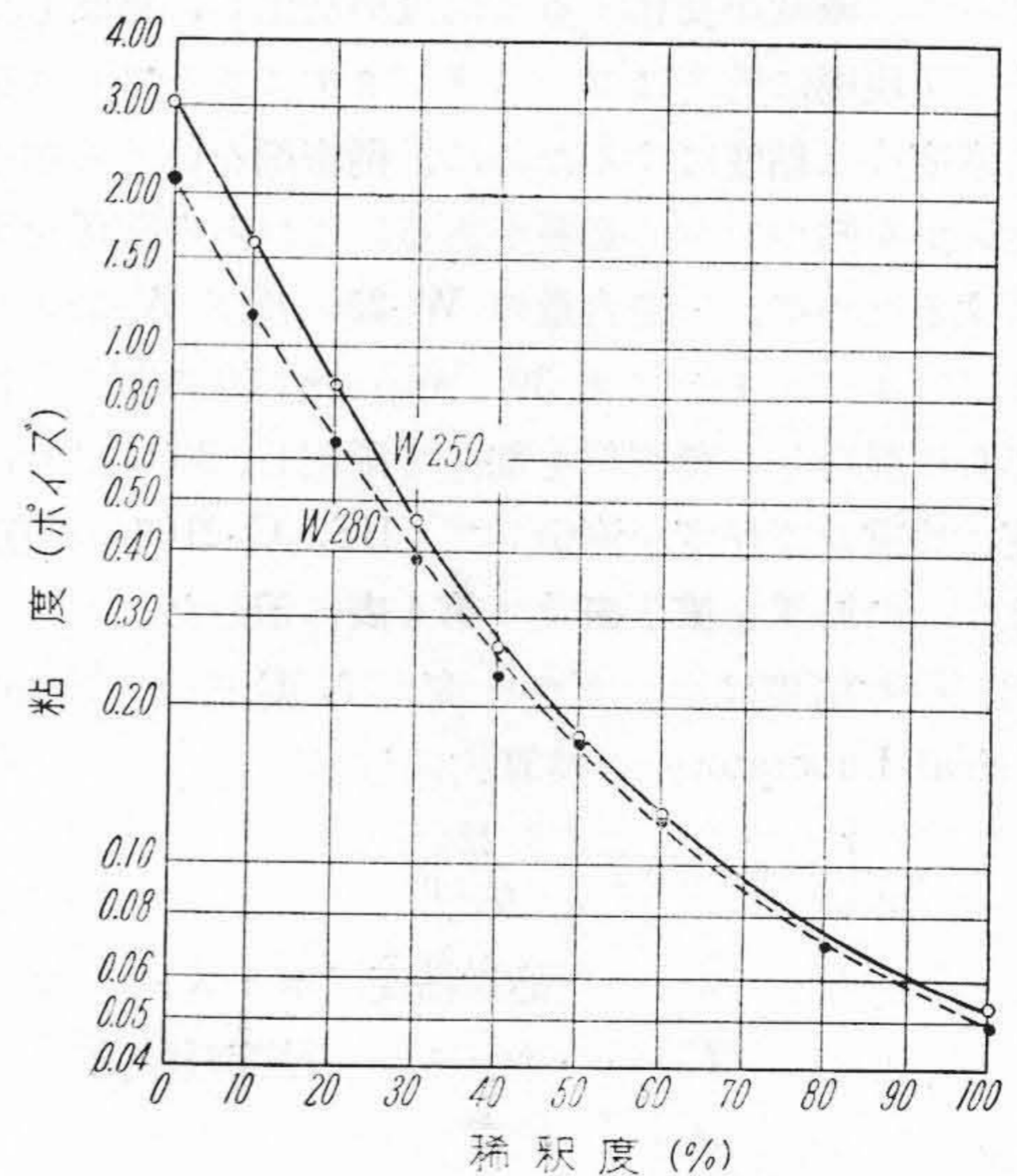
第 6 表  $a_2$  及び  $b_2$  の計算値

Table 6. Calculated Value of  $a_2$  and  $b_2$

| ワニス   | 恒数 $a_2$ | 恒数 $b_2$ |
|-------|----------|----------|
| W-250 | 0.067    | 0.2874   |
| W-280 | 0.066    | 0.2883   |

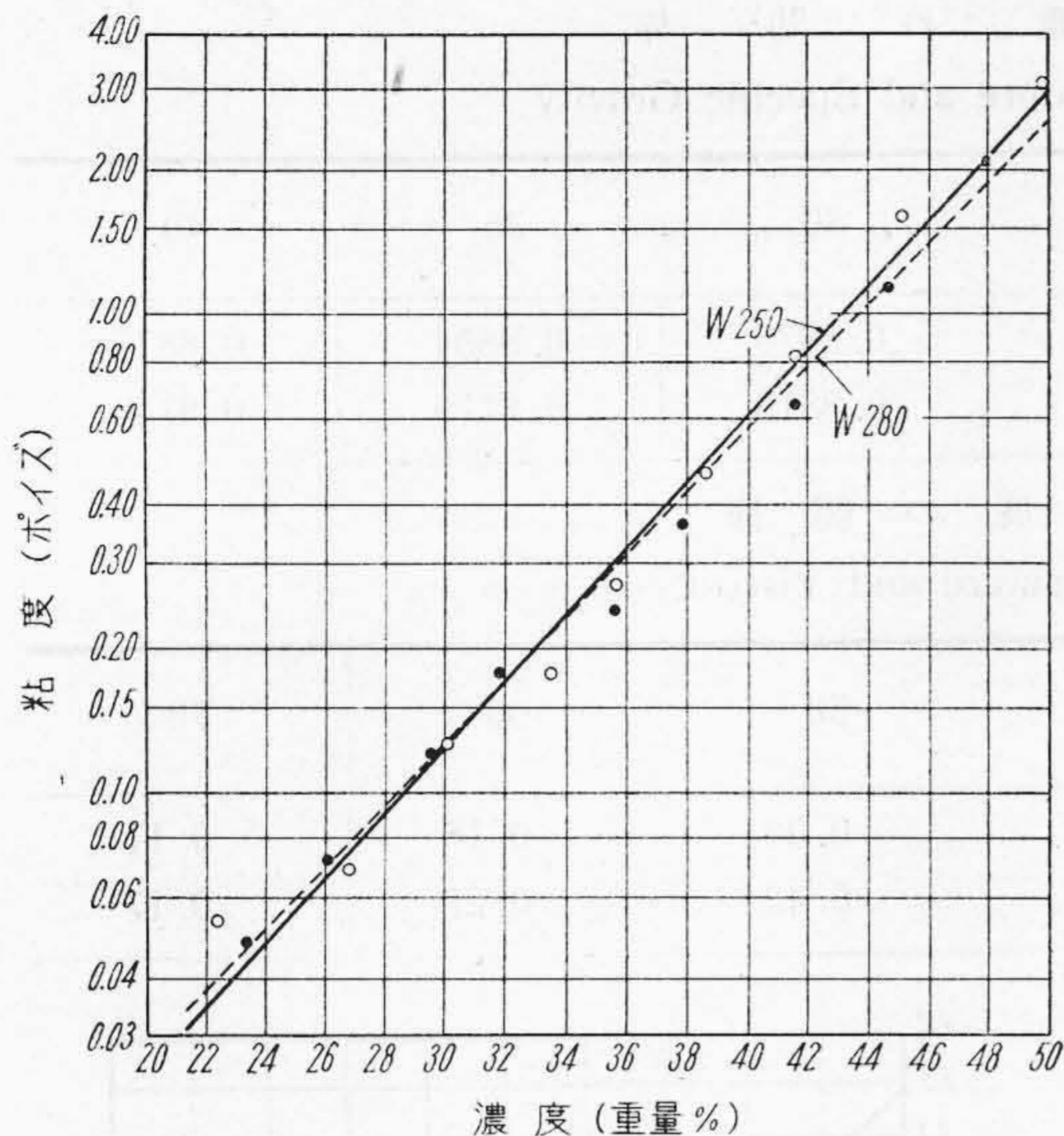
(2) 稀釈度及び濃度と粘度との関係

稀釈度  $D$  (%) 及び濃度  $C$  と粘度 (ポイズ)  $\eta$  との関係を第 3 図及び第 4 図に示した。第 3 図で明らかなように稀釈度と粘度との関係はやや複雑となり、簡単な実験



第 3 図 稀釈度と粘度の関係

Fig. 3. Relation between Dilution Ratio and Viscosity



第4図 濃度と粘度の関係  
Fig. 4. Relation between Concentration and Viscosity

式で表わすことは出来ないが、稀釈度 40% 迄を取ると実用的にはほぼ直線関係と考えても大差はない。

次に第4図で明らかのように、 $\log \eta$  と  $c$  とはほぼ直線となり、(2)式が成立する。

$$\log \eta = a_2 c - b_2 \dots\dots\dots (2)$$

但し、 $a_2, b_2$  は恒数

$a_2, b_2$  の計算値は、第6表の如くである。

即ち W-250 及び、W-280 は、ほぼ近似した値となる。

[IV] 比重及び粘度に及ぼす温度の影響

温度が変化すると、ワニスの比重及び粘度が変化することは良く知られているところであり、W-25 及び W-28 に就いては日月氏<sup>(3)</sup>によつて明らかにされている。W-250 及び W-280 ワニスについても全く同様な関係が成立することを知つた。即ち、それぞれ 40.5% の濃度の W-250 及び W-280 ワニスに就いて温度と比重の関係を示す濃度 40.3% の W-250 及び 44.5% の W-280 ワニスに就いて温度と粘度の関係を測定した結果は、第7表及び第8表の如くになり、これ等を図示すると第5図及び第6図の通りである。

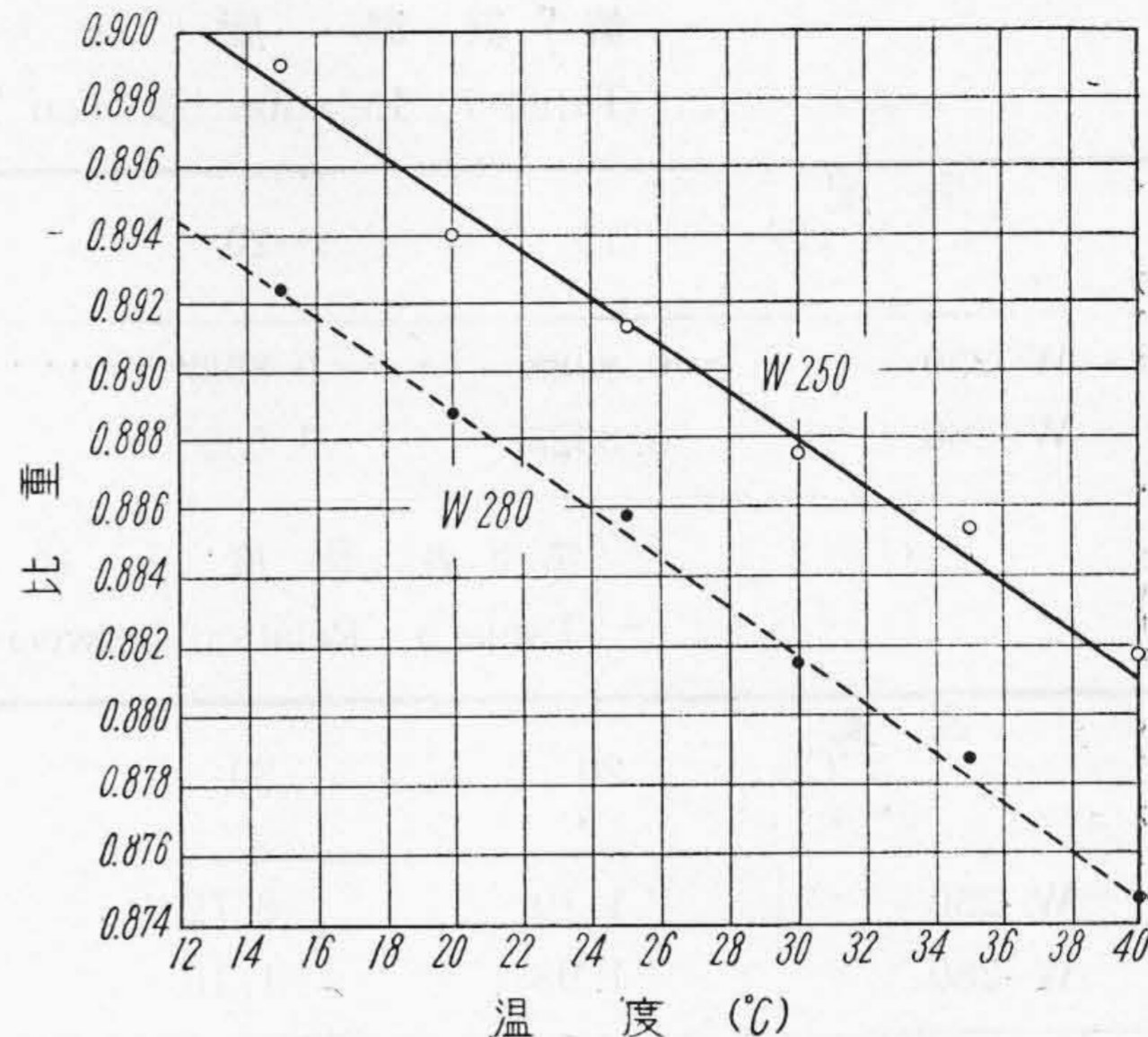
(1) 温度と比重の関係

第5図で明らかのように測定範囲内では、W-250, W-280 ワニスはいずれもほぼ直線となり、(3)式が成立する。

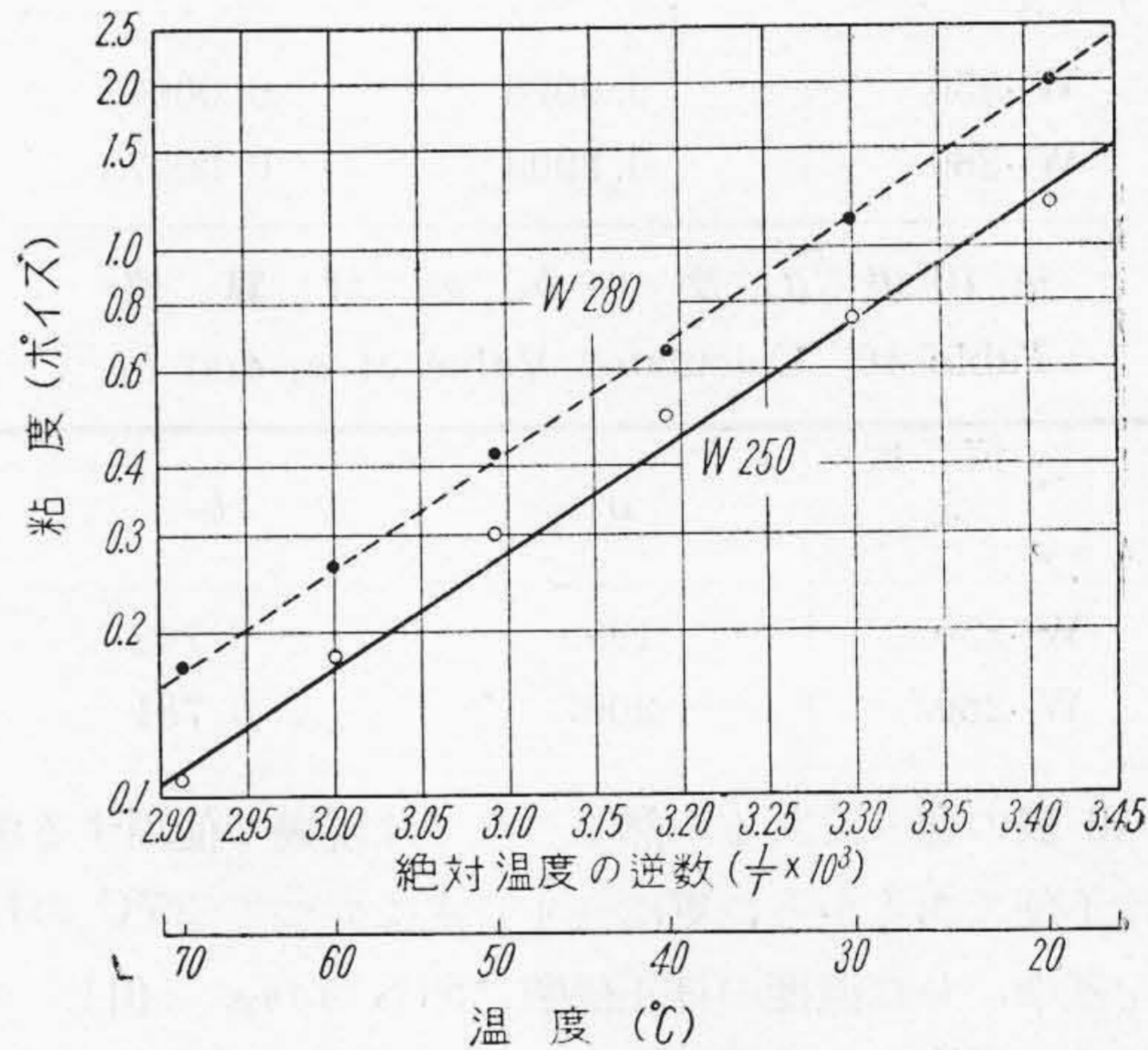
$$d = a_3 - b_3 t \quad (3)$$

但し、 $t$  = 温度 °C  $a_3, b_3$  は恒数

それぞれのワニスに就き  $a_3$  及び  $b_3$  の値を計算する



第5図 温度と比重の関係  
Fig. 5. Relation between Temperature and Specific Gravity



第6図 温度と粘度の関係  
Fig. 6. Relation between Temperature and Viscosity

と、第9表の如くなる。

この場合  $b_3$  はワニスの膨脹係数に関係し、日月氏<sup>(3)</sup>の値とよく一致する。即ち、W-250 及び W-280 ワニスに就いても温度 1°C の上下により比重は、ほぼ 0.0007 増減すると考えて良い。

(2) 温度と粘度の関係

絶対粘度の逆数  $1/T$  と粘度の対数  $\log \eta$  の関係も、第6図で明らかのようにほぼ直線となる。したがつて、(4)式が成立する。

$$\log \eta = \frac{a_4}{T} - b_4 \dots\dots\dots (4)$$

但し  $T$  = 温度 °K  $a_4, b_4$  = 恒数

それぞれのワニスに就き  $a_4$  及び  $b_4$  の値を計算すれば、

第 7 表 温 度 と 比 重 の 関 係

Table 7. Relation between Temperature and Specific Gravity

| 温 度 (°C) | 15     | 20     | 25     | 30     | 35     | 40     |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ワニス      |        |        |        |        |        |        |
| W-250    | 0.8988 | 0.8939 | 0.8912 | 0.8875 | 0.8854 | 0.8817 |
| W-280    | 0.8923 | 0.8886 | 0.8857 | 0.8813 | 0.8775 | 0.8746 |

第 8 表 温 度 と 絶 対 粘 度 の 関 係

Table 8. Relation between Temperature and Viscosity

| 温 度 (°C) | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| ワニス      |      |      |      |      |      |      |
| W-250    | 1.19 | 0.72 | 0.49 | 0.30 | 0.18 | 0.11 |
| W-280    | 1.98 | 1.10 | 0.64 | 0.43 | 0.27 | 0.17 |

第 9 表  $a_3$  及 び  $b_3$  の 計 算 値

Table 9. Calculated Value of  $a_3$  and  $b_3$

| 恒 数   | $a_3$  | $b_3$   |
|-------|--------|---------|
| ワニス   |        |         |
| W-250 | 0.9076 | 0.00065 |
| W-280 | 0.8903 | 0.00073 |

第 10 表  $a_4$  及 び  $b_4$  の 計 算 値

Table 10. Calculated Value of  $a_4$  and  $b_4$

| 恒 数   | $a_4$ | $b_4$ |
|-------|-------|-------|
| ワニス   |       |       |
| W-250 | 1995  | 6.742 |
| W-280 | 2067  | 6.781 |

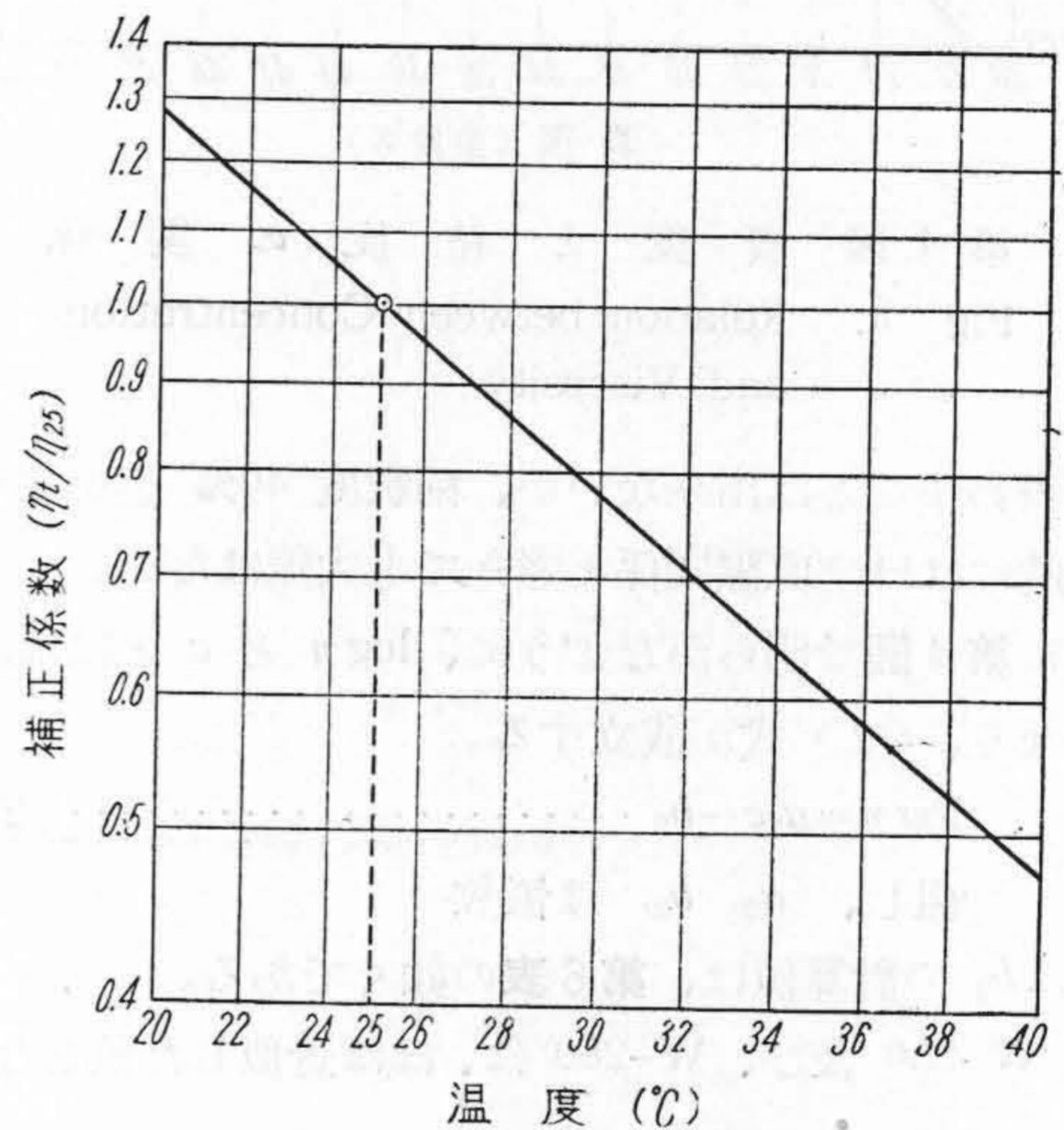
第 10 表の通りである。然しこれでは現場で使用する場合は不便であるから、更に (4) 式に従つて 25°C の粘度を基準にした温度の補正係数、即ち  $\eta_t/\eta_{25}$  (但し  $\eta_t$  は任意の温度における粘度、 $\eta_{25}$  は 25°C に於ける粘度を示す) と温度との関係を計算した。その結果は第 7 図の通りであつて、W-250、及び W-280 はよく一致し、補正係数の対数と温度とは狭い範囲内で直線となり、(5) 式が成立する。

$$\log\left(\frac{\eta_t}{\eta_{25}}\right) = 0.541 - 0.0216 t \dots\dots\dots (5)$$

但し  $t = \text{温度 } (^\circ\text{C})$

[V] 加 熱 に よ る 粘 度 の 変 化

ワニスは自然に放置しておくると逐次粘度が増加する。更に電工作業現場では、ワニスタンク中で断続的に加熱され溶剤の揮発と相俟つて粘度増加は加速される。そこで、溶剤の揮発のない場合に就いて、断続加熱による粘度変化の傾向を測定し、W-25、及び W-28 ワニスの場合と比較した。即ち逆流冷却器を附した 500 cc 丸底フラスコにそれぞれ 300gr のワニスを探り、湯浴中に静置



第 7 図 温度に対する粘度の補正係数

Fig. 7. Calibration Coefficient of Viscosity to Temperature

し、午前 8 時に湯浴の電熱器のスイッチを入れて  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  になる様に保ち(所要温度になるのに約 30 分を要す)午後 4 時 20 分にスイッチを切り(約 1 時間で常温となる)、毎日之を繰返えしてその間粘度の変化を測定して膠化する迄つづけた。その結果を第 11 表及び第 8 図に示した。

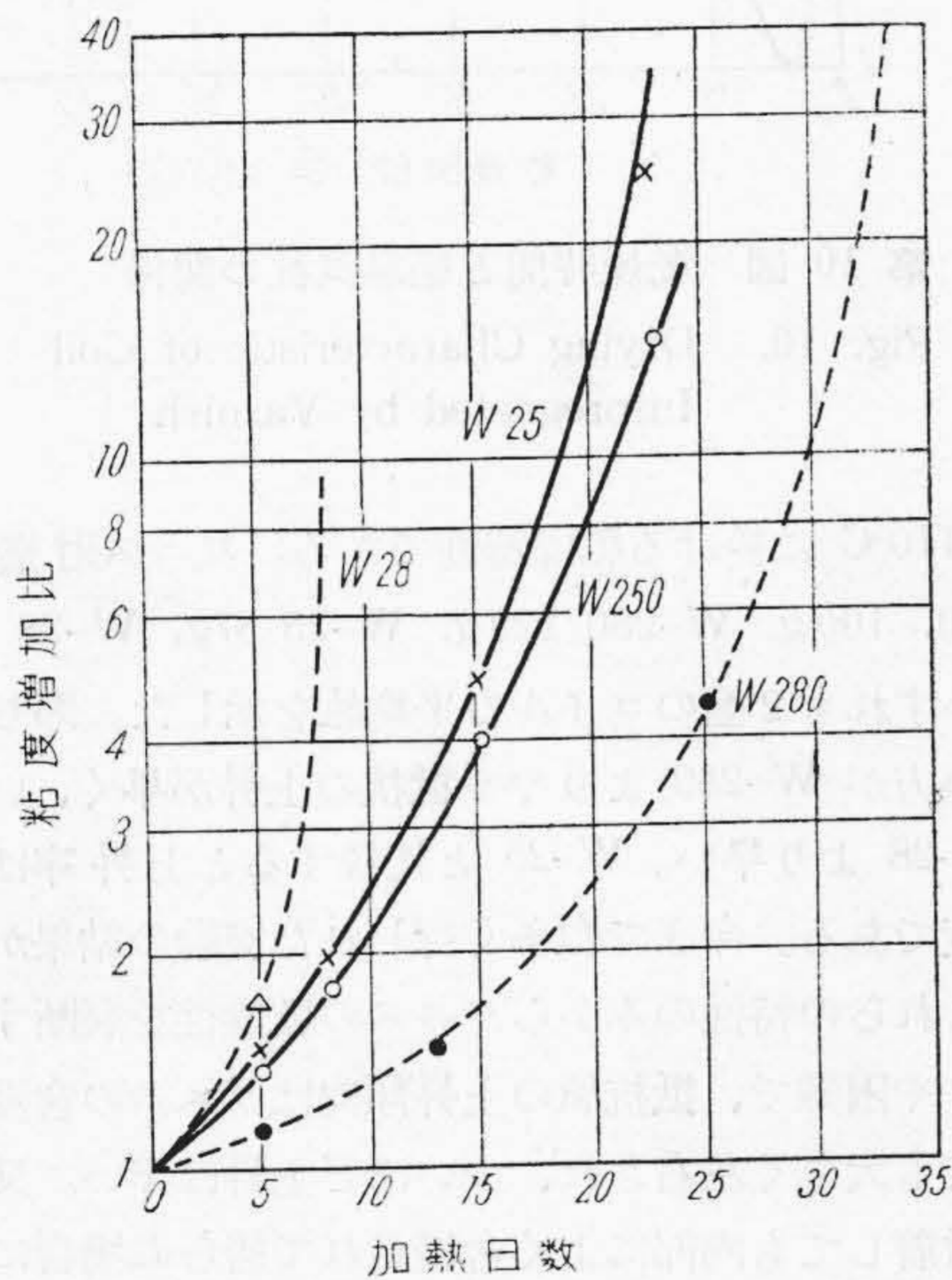
測定期間に於ける室温は最高  $19^\circ\text{C}$ 、最低  $2^\circ\text{C}$ 、平均  $12^\circ\text{C}$  であつた。表中粘度増加比は、最初の粘度  $\eta_0$  で、経過日数毎の粘度測定値  $\eta_t$  を除した値である。

試験に供したワニスの濃度は、それぞれ W-25 は 45.4%、W-28 は 48.9%、W-250 は 48.0%、W-280 は 49.2% であつた。これ等の結果から、W-28 ワニスが最も膠化し易く、W-25、W-250 が之に次ぎ、W-280 ワニスは最も膠化しにくい。即ち保存性は最も良いことが知られた。図から粘度が 10 倍になる日数を求めると、

第 11 表 加熱による粘度変化

Table 11. Viscosity Increase of Varnishes by Heating

| 日数 | W-25   |       | W-250  |       | W-28   |      | W-280  |      |
|----|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|------|
|    | エングレー度 | 増加比   | エングレー度 | 増加比   | エングレー度 | 増加比  | エングレー度 | 増加比  |
| 0  | 31.6   | 1.00  | 20.0   | 1.00  | 14.8   | 1.00 | 24.4   | 1.00 |
| 5  | 46.7   | 1.48  | 26.5   | 1.32  | 25.6   | 1.73 | 27.6   | 1.13 |
| 8  | 61.9   | 1.96  | 33.6   | 1.68  | ∞      | ∞    | —      | —    |
| 13 | —      | —     | —      | —     | —      | —    | 35.9   | 1.47 |
| 15 | 153    | 4.80  | 80.0   | 4.00  | —      | —    | —      | —    |
| 23 | 825    | 25.10 | —      | —     | —      | —    | —      | —    |
| 25 | ∞      | ∞     | 287    | 14.30 | —      | —    | 107.5  | 4.40 |
| 30 | —      | —     | ∞      | ∞     | —      | —    | —      | —    |
| 35 | —      | —     | —      | —     | —      | —    | ∞      | ∞    |

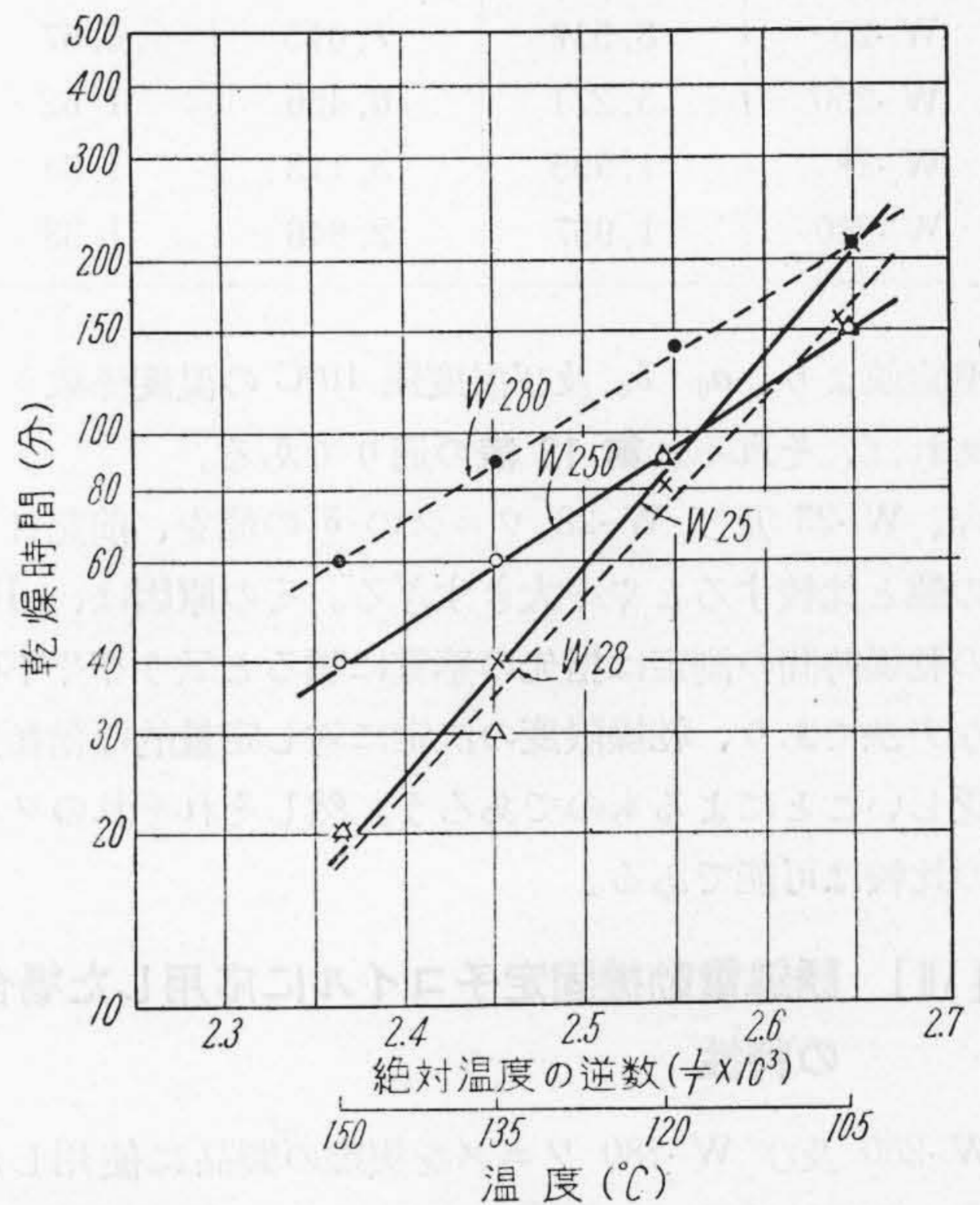


第 8 図 加熱日数と粘度増加比の関係  
Fig. 8. Viscosity Increase of Varnishes by Heating

W-28 は 7.5 日、W-25 は 19.5 日、W-250 は 21 日 W-280 は 30 日である。W-25 と W-250 とが大差のないのはギルソナイトによる膠化防止作用の影響であろう。

[VI] 乾燥温度と乾燥時間の関係

ワニスの乾燥時間は乾燥温度が変わると変化する。これ等の関係に就いては多数の研究報告があり、Kienle 氏<sup>(4)</sup>はワニス焼付皮膜の光線透過度によつて温度と時間の関係を求め、 $\log t$  と  $1/T$  が直線関係となることを示し、日月氏<sup>(5)</sup>は絶縁抵抗の測定によつて同様の関係を求め、温度係数は W-25 及び W-28 に於て 1.24 となること



第 9 図 温度と乾燥時間の関係  
Fig. 9. Relation between Drying Time and Temperature

を明かにした。筆者等は JIS-C-2105 の乾燥時間測定法に従つて、乾燥温度を変えて W-250 及び W-280 ワニスの乾燥時間を測定し、W-25 及び W-28 ワニスの場合と比較した。その結果を示すと第 12 表及び第 9 図の通りである。

乾燥時間  $t$  (分) の対数と、絶対温度で表わした乾燥温度  $T$  の逆数との関係は、第 9 図によりいずれのワニスに就いてもほぼ直線となり、(6) 式が成立する。

$$\log t = \frac{a_6}{T} - b_6 \dots \dots \dots (6)$$

但し  $a_6, b_6$  は恒数

第 12 表 乾燥温度と乾燥時間 (分) の関係

Table 12. Relation between Temperature and Drying Time

| 温度 (°C) | 105 | 120 | 135 | 150 |
|---------|-----|-----|-----|-----|
| ワニス     |     |     |     |     |
| W-25    | 210 | 80  | 40  | 20  |
| W-250   | 150 | 90  | 60  | 40  |
| W-28    | 150 | 90  | 30  | 20  |
| W-280   | 210 | 140 | 90  | 60  |

第 13 表  $a_6$ ,  $b_6$  及び  $\delta$  の計算値

Table 13. Calculated Value of  $a_6$  and  $b_6$

| 恒 数   | $a_6 \times 10^{-3}$ | $b_6$ | $\delta$ |
|-------|----------------------|-------|----------|
| ワニス   |                      |       |          |
| W-25  | 3,517                | 7,015 | 1.67     |
| W-250 | 3,271                | 6,456 | 1.62     |
| W-28  | 1,995                | 3,113 | 1.34     |
| W-280 | 1,957                | 2,846 | 1.33     |

測定値より、 $a_6$ ,  $b_6$  及び温度差  $10^\circ\text{C}$  の温度係数  $\delta$  を求めれば、それぞれ第 13 表の通りである。

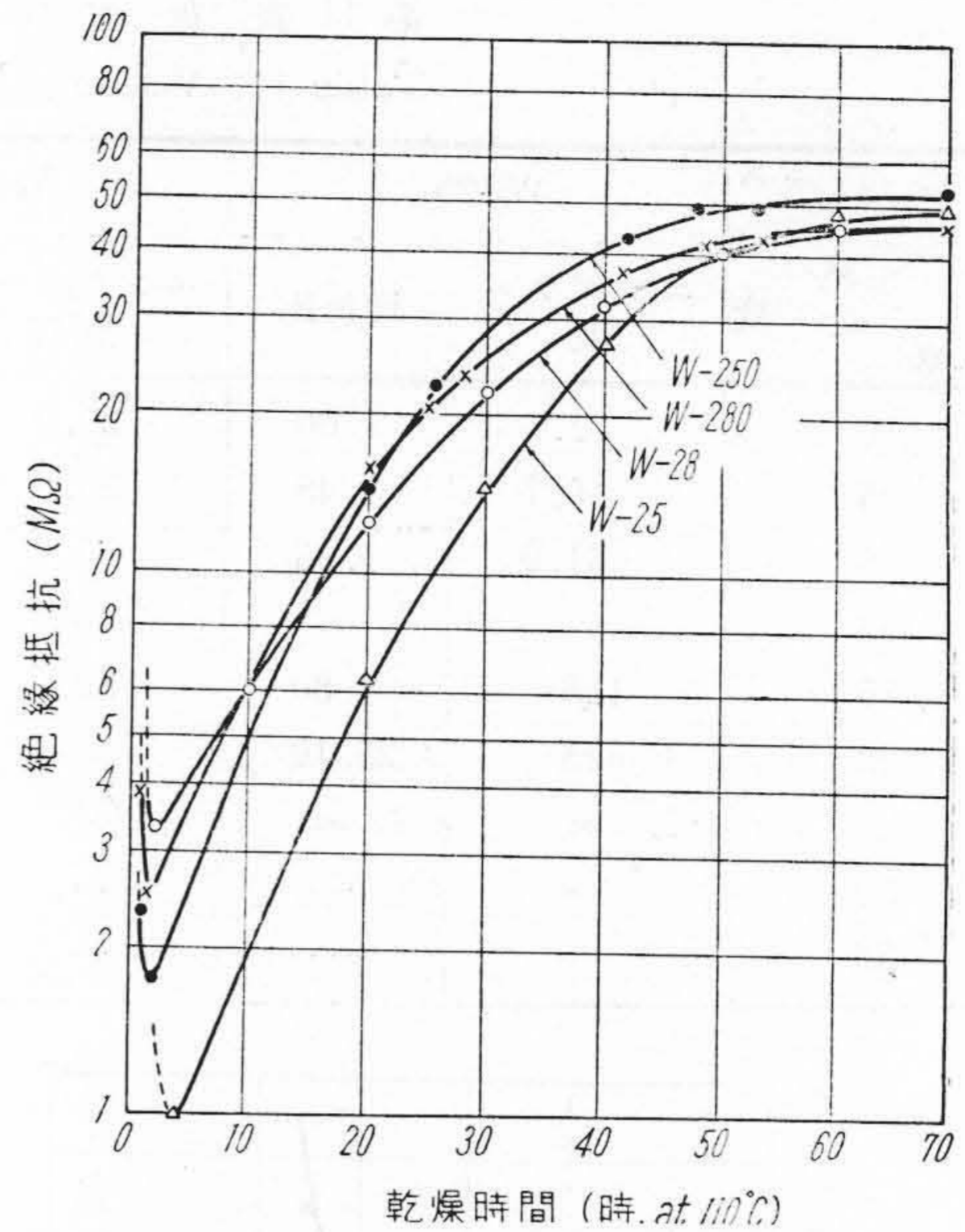
今、W-25 及び W-28 ワニスの  $\delta$  の値を、前記日月氏の値と比較するとやや大きすぎる。その原因は、JIS 法の乾燥時間の測定は指先の感覚に頼ると云うやや不確実な方法であり、乾燥限度の決定に対し定量的な信頼度に乏しいことによるものであろう。然しそれぞれのワニスの比較は可能である。

### [VII] 誘導電動機固定子コイルに応用した場合の特性

W-250 及び W-280 ワニスを実際の製品に使用した場合の乾燥特性及び吸湿特性が、如何なる傾向を示すかを知るために、1/4 HP 誘導電動機用固定子に応用してそれぞれの特性を測定した。いずれもスロット絶縁には 0.18 mm 厚の黒色ワニスクロス、素線には二重綿巻線を使用した。これらの白コイルは  $110^\circ\text{C}$  で 16 時間~18 時間予備乾燥して、W-250, W-280 及び比較のために W-25, W-28 をそれぞれ 1 回又は 2 回含浸し、 $110 \pm 2^\circ\text{C}$  で乾燥し、その途中で逐次絶縁抵抗を測定して乾燥特性を検した。次いで、これ等のコイルを  $40^\circ\text{C}$  相対湿度 90% の恒温恒湿槽内に長時間保持して、絶縁抵抗の変化を調べた。このようなコイルの抵抗値は、絶縁方法、ワニス含浸量等によつて大幅に相違する故極力これらを同一条件になるように注意した。

#### (1) 乾燥特性

第 10 図は、ワニス含浸 1 回の場合のそれぞれのコイ



第 10 図 乾燥時間と絶縁抵抗の関係

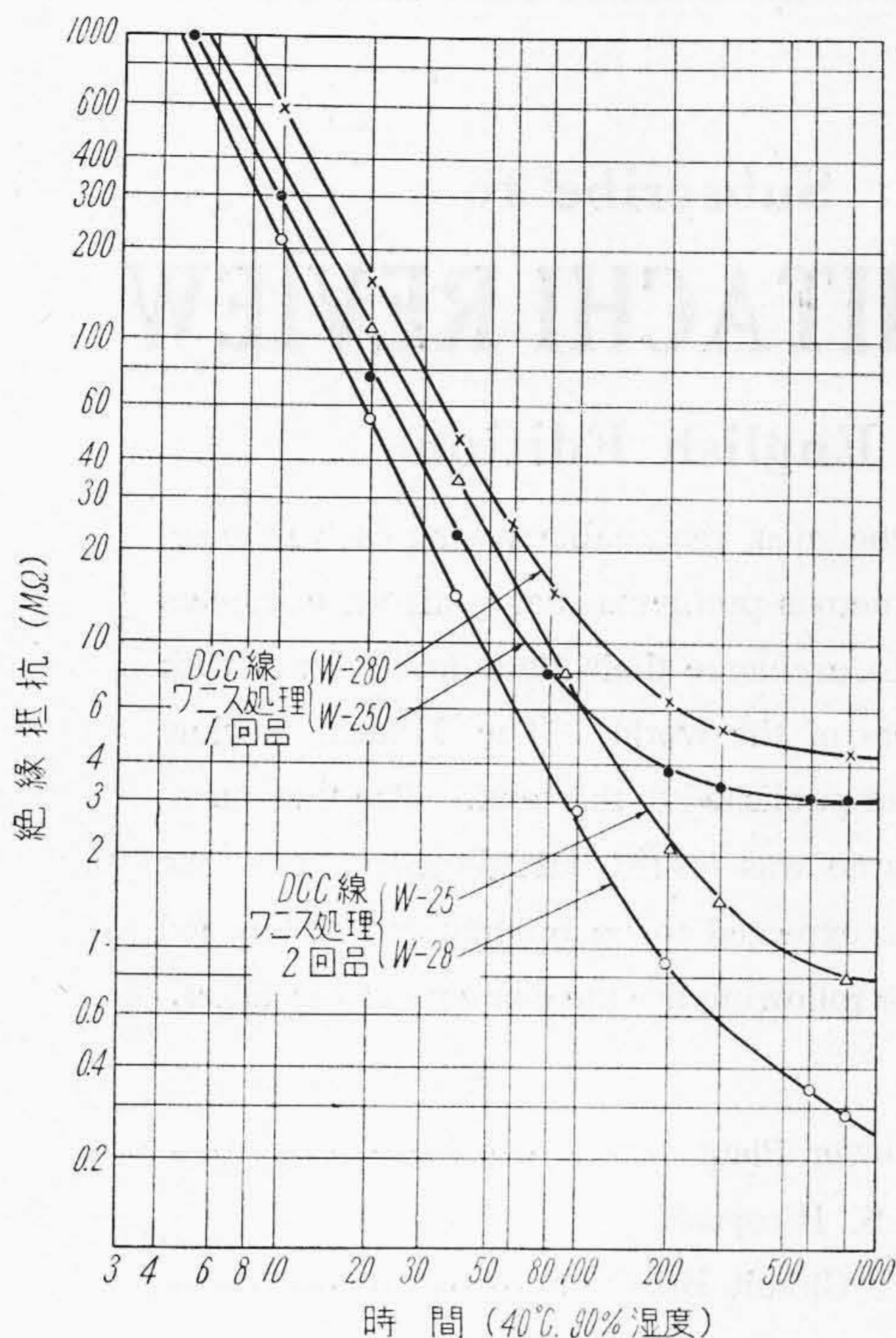
Fig. 10. Drying Characteristic of Coil Impregnated by Varnish

ルの  $110^\circ\text{C}$  に於ける乾燥特性である。ワニス附着量は W-250, 100 g, W-280 120 g, W-25 87g, W-28 69g, で、いずれも 2 箇のコイルの平均値を示した。即ち W-250 の方が W-280 よりやや抵抗の上昇が早く、いずれも W-28 より早い。W-25 と比較すると上昇率はほぼ同程度である。今まで数多く行われた実験の結果から見て、これらの特性のみからワニスの乾燥性を判断することはやや困難で、抵抗値の上昇傾向はワニスの含浸量によつても大きく左右され、少いほど上昇は早い。又表面のみ附着しても内部によく含浸されて居らぬ場合にも抵抗値は高くなりうるもので、皮膜試験結果及びこれらの適用品のワニス膜の状態からも判断しなければならない。ワニスの含浸量は、上記の如く W-280 が最も多く W-250 がこれに次ぎ、W-25, W-28 はやや少い点から考え W-250, W-280 の方が乾燥性に優れているとみてほぼ誤りはない。

#### (2) 吸湿特性

乾燥を完了したコイルをそれぞれ、 $40^\circ\text{C}$  相対湿度 90% の恒温槽中に長時間保存したときの、絶縁抵抗の変化は、第 11 図の如くである。図に於いて明らかなように W-250 及び W-280 1 回処理のコイルの方が W-25 又は W-28 で 2 回処理したものより、吸湿による抵抗値の低下は小さく、ワニス含浸量を考慮に入れても、吸湿特性は、新型ワニスの方が優れていることが知られた。





第 11 図 保持時間と絶縁抵抗の関係  
 Fig. 11. Moisture Absorption Characteristic of Coil Impregnated by Varnish

[VIII] 結 言

日立新型コイルワニス W-250 及び W-280 を、実際に使用する場合の品質管理並に作業上必要な二・三の特性を、小型電動機コイルによる吸湿試験の結果に就いて報告した。これ等を総合すると次の如くなる。

(1) 稀積度と比重及び粘度の関係は、いずれも高次の実験式によつて表わされる曲線となり、実用的ではないが、いずれも稀積度 40% 迄は、ほぼ直線と考えても大きな誤はない。

(2) 濃度と比重の間には直線関係が成立し、濃度と

粘度の逆数も直線となる。これ等の直線は W-250, W-280 に就いてほぼ一致すると考えてよい。

(3) 温度と比重の関係も直線となり、いずれの場合も温度 1°C の変化に対し比重は 0.0007 変化する。

(4) 絶対温度の逆数と粘度の対数とは直線関係が成立し、この場合も両ワニスに就いてほぼ近似式が得られる。この関係から温度変化に対する粘度の補正係数を計算した。

(5) 溶剤の揮発損失がないような状態で 50~60°C に断続的に加熱して粘度変化を検した結果、W-28 は最も早く膠化し、W-25, W-250 がこれに次ぎ、W-280 は最も膠化しにくい。

(6) W-250 及び W-280 は W-25, W-28 に比較して、乾燥温度の変動に対して、見掛の乾燥時間の変化は小さい。

(7)  $\frac{1}{4}$  HP 誘導電動機固定子を W-25, W-28, W-250, 及び W-280 で処理して乾燥特性及び吸湿特性を測定した結果、W-250, W-280 の方が W-25, W-28 より優れていることが知られた。

終りに本研究を行うにあたり終始御指導を賜つた三浦日月両博士、及び測定に協力された兼子、今川、堀部三氏に対し深謝する。

参 考 文 献

- (1) 日本工業規格、JIS-C-2354 (1950).
- (2) Westinghouse Co. Catalog : Insulating Varnishes  
 The Straling Varnish Co. Catalog :  
 Modern Insulation for Electrical Winding,  
 Irvington Varnish and Insulator Co. Catalog :  
 Varnished Insulation and Insulating Varnishes.
- (3) 日月 : 電気絶縁ワニス及びコンパウンド p. 181~183, p. 219~227.  
 D. L. Gikond and C. H. Braithwaite : Trans. Elect. Eng. 64, 520, 1945.
- (4) Kienle : Ir. d. Eng. Chem., 22, 1370, 1930.
- (5) 日月 : 日立評論、20, 546, 1937 (昭 12).





Subscribe to  
**THE HITACHI REVIEW**  
 English Edition

One of the most reasonable ways to solve the serious and numerous problems that confront engineers everyday is to exchange their data and views with the researchers of the world. The Hitachi Review is planned and published to this end. The first number of the same was issued last January, and the second one is expected to be brought out at the end of July. The following are the contents of the latter.

- Hydraulic Power Plant Equipments for Tien-leng Power Plant .....  
 S. Fukasu, S. Takahashi, F. Saruwatari and S. Hiroyoshi
- Charge Current Rupturing Characteristics of Contrarc Circuit Breakers .....  
 S. Morita and G. Maki
- Characteristic Element of Recent Dry Valve Lightning Arresters .....  
 K. Ochi and K. Sugiyama
- Permanent Magnet—Its Safety Factor and Durability .....  
 M. Tsujita
- Incandescent Tungsten Lamps—Its Characteristics, Testing and Quality Control.....  
 K. Miyagi and E. Taniguchi
- Improvement of Strowger Switches .....  
 K. Watanabe and M. Kikuchi
- Air Test of Gas Blowers.....  
 K. Suzuki
- Study of the Asymmetry of Gear Tooth Profiles Caused by Hob Eccentricity .....  
 K. Morita
- Improvements on Polyvinyle Formal Wires and Their Application .....  
 K. Mase
- A Few Observation of the Basic Properties of Inslating Varnishes.....  
 M. Tachimori
- The Properties of High Grade Special Steel Derived from Magnetic Iron Sand.....  
 S. Koshiha

Price ; ¥ 200 a copy Postage, ¥ 40  
 Publisher ; Hitachi Hyoron Sha, Hitachi, Ltd.  
 Marunouchi, Tokyo, Japan.