

日立「アミナル^{*}」耐熱絶縁ワニス^二、三^三の特性森 義 輔^{**}

Some Characteristics of Hitachi "Aminal" Heat Resisting Insulating Varnish

By Yoshisuke Mori

Hitachi Insulating Material Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The appearance of Class H insulation has given rise to the demand on an insulation coming between this marvellously high-capacity insulation and the conventional Class B insulation. Class D insulation, originated and proposed by Hitachi, Ltd. is to fill this demand. Hitachi's "Aminal" heat-resisting varnishes suit the purpose of Class D insulation, and are classified into three types by their applications, namely, varnishing of glass cloth, coil impregnating, and bonding.

This article introduces their characteristics, above all the properties of "Aminal 308" specialized for coil impregnating. Internal drying characteristics, arc resistance, and heat endurance of "Aminal 308" were compared in the writer's experiment with those of oleoresinous coil varnish W-28 and Hitachi thermosetting coil varnish W-2800, and it was proved that "Aminal 308" stood successfully the binding test which lasted for over 96 hours at 170°C. Although "Aminal 308" suffers a greater decrease in weight in aging at high temperature compared to other varnishes its film resists crack and electrical properties such as dielectric strength and insulation resistance do not fall behind W-2800.

〔I〕 緒 言

近年電気機器は、耐熱性絶縁材料の発達に伴つて、その使用温度限界が上昇し、特に、シリコンワニスおよびガラス繊維などの応用によつて最高許容温度 180°C という H 種絶縁が可能になつた。

現在絶縁材料の許容温度規定は JEC-86 および AIEE Standard No. 1 などにより O, A, B, C および H 種があるが、1952 年英国 IEC より、さらに E および F 種が提案され、E 種は最高許容温度 120°C、F 種は 155°C としている。日立製作所においても、早くから B 種よりさらに耐熱性の良い絶縁の必要を痛感し、これが開発に努力し、暫定的に D 種と呼称するクラスを提案し、

* 登録商品名

** 日立製作所日立絶縁物工場

第 1 表 各種コイルワニスの耐熱持久性⁽¹⁾
(3φ 屈曲に耐える時間)

Table 1. Standard Heat Endurance of Coil Varnishes Proposed by Dr. Tachimori

絶縁の区分	測定温度 (°C)	耐久時間 (h)
A	120	72 以上 (JIS の規定)
B	140	72 以上
D	170	96 以下
H	250	24~72

最高許容温度 150°C としている。これらの各種絶縁の耐熱区分と寿命の問題については日月氏⁽¹⁾の詳細な報告がある。

その論文において、氏は第 1 表に示すように、JIS-C-

2105 に規定された耐熱屈曲性試験法に準拠して測定した場合の試験温度と、3φ 屈曲に耐える時間から、各種コイルワニスの温度区分を行うことを提案した。すなわち、D種用コイルワニスとしてはB種より 30°C 高温で、1.5 倍の耐熱屈曲性を持たねばならぬとしたのである。

日立アミナール耐熱絶縁ワニスは、この提案にしたがって D 種絶縁に適するように作られたワニスで、耐熱性、耐湿性にすぐれ、柔軟な皮膜を作ることに成功したアミノ・アルキッド樹脂系絶縁ワニスである。

アルキッド樹脂は、フェノール樹脂について 1926 年頃より発達し⁽²⁾、当初から電気絶縁用に研究された合成樹脂であるが、現在はワニスおよびエナメル用ベヒクルとして広く使用されており、その組成の多様性によつて種々の特長のあるものが作られている⁽³⁾。日立製作所においても戦前すぐれた耐熱塗料として、アジピン酸を使用したアルキッド樹脂を発売しているが⁽⁴⁾、原料関係などの制約によつて広く実用化されるには到らなかつた。

アルキッド樹脂系ワニスは、一般に耐熱性、耐油性にすぐれているが、乾燥性が遅く、長時間熱可塑性を示し、耐水性、内部乾燥性が乏しいという欠点があつた。日立アミナールワニスは、アルキッド樹脂とアミノ樹脂との組合せにより、アルキッド樹脂の耐熱性を保持し、一方乾燥時間が短縮され、また内部乾燥性、耐水性および電気絶縁性が改善された絶縁ワニスである。

本文は日立アミナール耐熱絶縁ワニスについて、その種類および特性を紹介し、特にコイル含浸用アミナール 308 の耐熱性についての実験結果を報告する。

〔II〕 日立「アミナール」ワニスの種類および特性

日立アミナールワニスには用途によつてつぎの3種類のものがある。

- (1) アミナール 305: 耐熱ガラスクロス用
- (2) アミナール 308: 耐熱コイル含浸用
- (3) アミナール 340: 耐熱絶縁工作の接着または成型用

以上のアミナールワニスはいずれも加熱乾燥によつて使用するものであり、このうちアミナール 305 は最も柔軟性を有しており、ガラスクロスに塗布して D 種絶縁用に用いるもので、このワニスを使用した日立アミナールガラスクロスの性質に関しては、すでに友部氏⁽⁵⁾により報告されており、加熱による絶縁破壊電圧の測定により D 種用材料として使用可能であることが示されている。

アミナール 308 は加熱乾燥コイルワニスとして従来のコイルワニスよりも耐熱性がすぐれており、D種絶縁用

第2表 「アミナール」の標準性能と試験
Table 2. Standard Characteristics and Test Results of "Aminal" Varnishes

試験項目	アミナール 308		アミナール 340		
	標準性能	試験結果	標準性能	試験結果	
比重 (20°C)	0.96±0.03	0.965	0.99±0.03	0.980	
粘度・ポイズ (30°C)	0.5~2.0	0.73	1~2.5	1.3	
不揮発分 (%)	45±3	45.6	45±3	44.4	
酸価	<10	7.2	<10	7.3	
皮膜状態	良好であること	良好	良好であること	良好	
乾燥時間 (105°C 時間)	<4.0	4.0	<0.5	0.5	
厚さのつき方	中央部 (mm)	>0.03	0.032	>0.03	0.03
	下部	中央部の130%以下	125%	中央部の130%以下	116%
内部乾燥性 (105°C 時間)	<2.0	O.K	<1.0	O.K	
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	1時間で流れ落ちないこと	流れ落ちない	
屈曲性	170°C 96時間後 3φで亀裂しないこと	亀裂しない	—	—	
耐油性 (120°C)	24時間後油に着色なく、皮膜に異状ないこと	異状ない	24時間後油に着色なく、皮膜に異状ないこと	異状ない	
固有抵抗 (Ω-cm) (2回平均)	常態	>10 ¹²	* 2×10 ¹⁴ 4×10 ¹²	>10 ¹⁴	3×10 ¹⁵
	浸水後	>10 ¹¹	* 8×10 ¹² 6×10 ¹¹	>10 ¹³	3×10 ¹³
絶縁破壊電圧 (V/0.1 mm)	常態	>7,000	* 8,700 8,000	>9,000	10,300
	浸水後	>4,000	* 7,200 5,000	>7,500	8,700
	高温 (120°C)	* >5,000	* 5,100	—	—

(注) * 130°C 乾燥皮膜

としての使用に耐え、また内部乾燥性、耐熱軟化性も改善されている。アミナール 340 は速乾性で、内部乾燥性、接着性がよく、紙、綿布、ガラスクロスなどの接着およびコイル成型用などに適するワニスである。

アミナール 308 および 340 の標準性能および試験結果の一例を示すと第2表の通りである。

〔III〕 日立アミナールワニスの一般的性質

アルキッド樹脂に尿素樹脂またはメラミン樹脂を加えて、耐水性、耐磨耗性のよい塗料を作る試みは、1937 年以来多数の人々によつて報告され⁽⁶⁾、各種金属製品用焼付エナメル、木材塗料などに広く使用されている。アルキッド樹脂およびアミノ樹脂は、種々の性質のものが作られ、殊にアルキッド樹脂は、その配合の多様性によつ

第3表 各種コイルワニスの物理的性質
Table 3. Physical Properties of Three Coil Varnishes

試験項目	W-28	W-2800	アミナル 308
比重 (温度)	0.878(20)	0.884(20)	0.975(25)
粘度ポイズ (30°C)	0.81	1.21	1.99
不揮発分 (%)	49.7	43.2	48.5
酸価	10.5	18.4	12.3
乾燥時間 (温度)	2.5(105)	4.0(135)	1.5(105)
肉付	中部 (mm)	0.037	0.035
	下部 (%)	119	111
固定抵抗 (Ω-cm)	常態	2.52×10 ¹⁵	4.86×10 ¹⁵
	浸水後	2.31×10 ¹⁴	1.62×10 ¹⁵
絶縁破壊電圧 (V/0.1 mm)	常態	9,140	9,550
	浸水後	6,830	8,780

布て数十種類の製品があり、シリコンアルキッドやスチレン化アルキッドのような特殊のものも作られている。

日立アミナルワニスは、種々のアルキッドおよびアミノ樹脂の組合せについて研究の結果、電気絶縁ワニスとして適当であり、D種絶縁に適した耐熱性をもたせることに成功したワニスである。以下加熱乾燥コイル用アミナル 308 について一般的性質を述べる。たお比較のため油性系コイルワニス W-28 および日立サーモセツトワニス W-2800 についても同時に試験を行つたが、こゝに使用した各コイルワニスの一般的性質は第3表の通りである。

(1) 稀釈度と粘度との関係

ワニスの濃度が変化すると粘度が変わるが、一般にはワニス一定量に対していくら稀釈剤を加えたかという、稀釈度と粘度との関係を知っておくのが便利である。いまアミナル 308 について、アミナル用のシンナ S-90 で各稀釈度にうすめたときのワニスの稀釈剤に対する相対粘度 η_r を、オストワルド粘度計を用いて 25°C で求め、また別にガードナ気泡粘度計によつて、絶対粘度を求めた。これらの値を第4表に示す。

アルキッド系ワニスの稀釈度と粘度との関係について浅原氏⁽⁷⁾らは稀釈度 D と相対粘度 η_r との間に

$$\log \eta_r = \alpha_1 \left(\frac{1}{D} \right) + \alpha_2 \left(\frac{1}{D} \right)^2$$

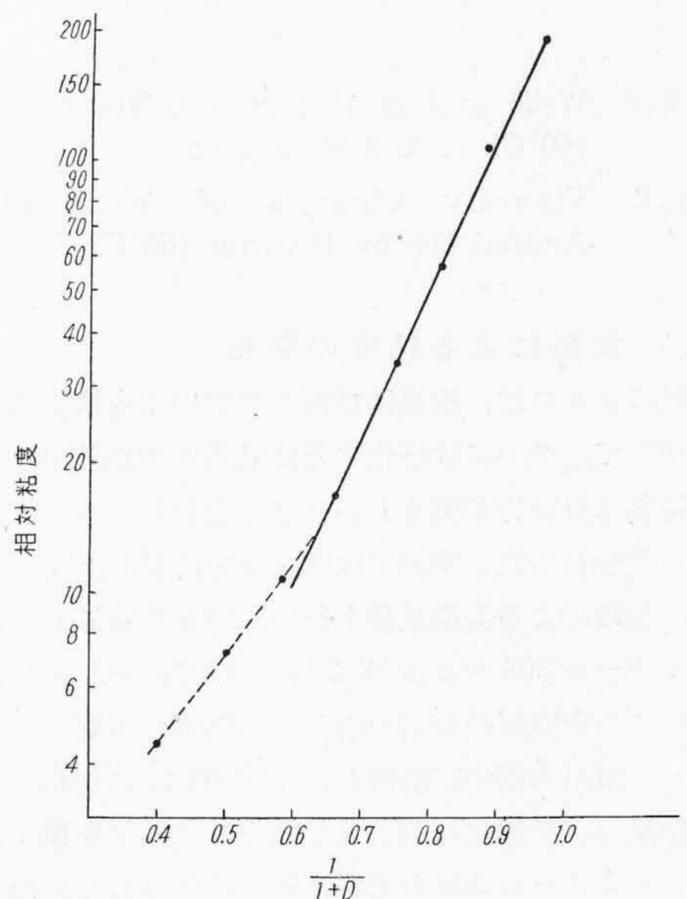
たゞし α_1, α_2 は恒数

の関係が成立することを報告している。しかしながら一般にワニスの濃度 C と粘度 η との間には、 $\log \eta = \alpha + \beta C + \gamma C^2$ の関係があり⁽⁸⁾、稀釈度 D と濃度 C との間には $\frac{C_0}{1+D} = C$ (C_0 は稀釈前のワニス濃度) の関係があるので、稀釈度と粘度との関係はつぎの通りになる。

第4表 アミナル 308 の稀釈度と粘度との関係
Table 4. Relation of Viscosity to Dilution Ratio of Aminoal 308 Varnish

稀釈度* (D)	ガードナ-粘度	絶対粘度 (25°C)	濃度 (%)	比重 (25°C)	相対粘度	$\frac{1}{1+D}$
0	L-	2.83	48.5	0.9751	173.4	1.0
0.1	E+	1.27	45.0	0.9666	105.1	0.909
0.2	B+	0.68	40.7	0.9562	54.9	0.833
0.3	A	0.50	37.8	0.9492	32.6	0.769
0.5	A-	0.29	32.6	0.9366	16.8	0.667
0.7	—	—	29.5	0.9291	10.7	0.588
1.0	—	—	25.0	0.9182	7.37	0.5
1.5	—	—	19.9	0.9059	4.44	0.4

* 稀釈度はワニス1部(重量)に対する稀釈剤の部数(重量)で示す。



第1図 アミナル 308 の相対粘度と $\frac{1}{1+D}$ との関係

Fig. 1. Relation of Relative Viscosity to $\frac{1}{1+D}$ of Aminoal 308

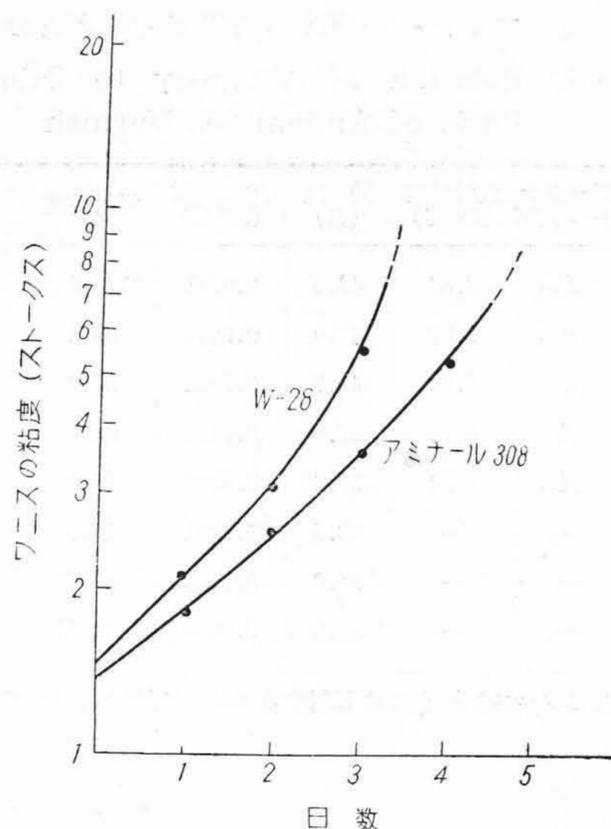
$$\log \eta = \alpha + \beta \left(\frac{C_0}{1+D} \right) + \gamma \left(\frac{C_0}{1+D} \right)^2$$

たゞし α, β, γ は恒数

稀釈度の狭い範囲では、二次の項を無視すると、 $\log \eta$ と $\frac{1}{1+D}$ との間には直線関係が成立する。アミナル 308 についての測定結果では、第1図のように稀釈度は 0.65 以下の範囲で大体直線関係が成立し、

$$\log \eta = 0.0066 \frac{C_0}{1+D} - 0.28$$

の式で表わされる。



第 2 図 W-28 および アミナル 308 の加熱 (60°C) による粘度変化

Fig. 2. Viscosity Changes of W-28 and Aminoal 308 by Heating (60°C)

(2) 加熱による粘度の変化

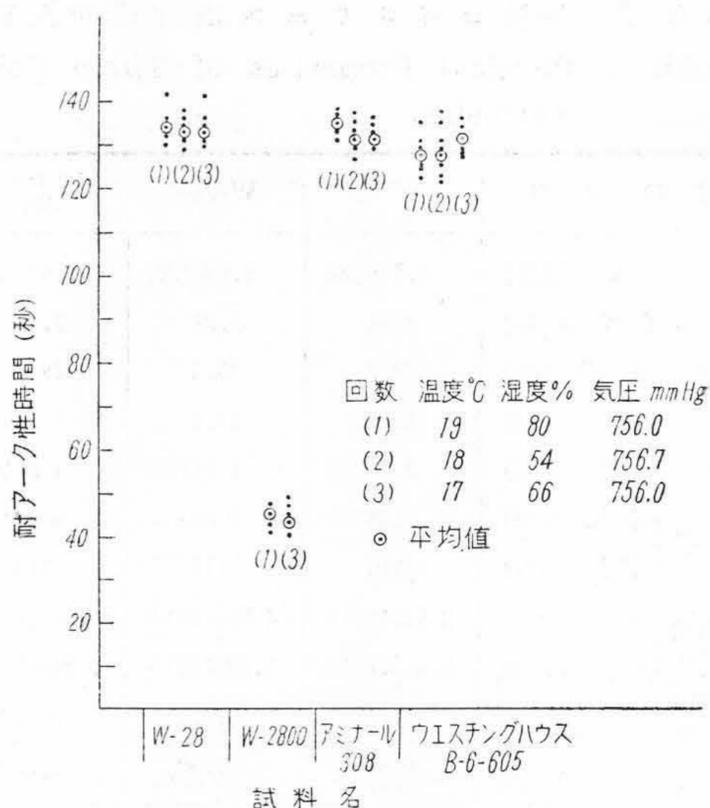
一般にワニスには、室温に放置しておいても次第に粘度が増加して、ついには膠化するに到るのであるが、その膠化時間は長い方が望ましい。この点をしらべるために膠化試験を行つた。室温では膠化までに長時間を要するので、加熱による促進試験を行い粘度変化を測定した。

アミナル 308 および W-28 について、それぞれ試料 300 g ずつを空気冷却器を附した 500 cc 丸底フラスコにとり、恒温水槽中に静置し、連続 60°C に加熱した場合の粘度変化を膠化に到るまで測定した結果を第 2 図に示す。アミナル 308 の方が、従来使用されてきた W-28 よりも促進試験で膠化までの時間が長いことが示されている。この結果を室温における保存性に適用するにはなお数温度における測定を必要とする。

アミノ・アルキッド系樹脂塗料の安定性については、揮発性のアルキル・アミンを加えるとか、溶剤組成を変えるとかの方法により、さらに改善されることが、Patrick 氏⁽⁹⁾および Norris 氏⁽¹⁰⁾らによつて述べられている。

(3) 内部乾燥性および耐加熱軟化性

加熱乾燥コイルワニスは、内部乾燥性および耐加熱軟化性にすぐれていることが要求される。日立サーモセットニス W-2800 は、これらの点がすぐれているワニスであるが、いま第 2 表に示した各ワニスについて、JIS-C-2105 の方法に準拠して内部乾燥性および耐加熱軟化性の比較を行つた。すなわち、一定の大きさの平底ガラス皿に試料を 6 mm の深さに取り、105°C の恒温槽に入



第 3 図 ワニス皮膜の耐アーク性 Fig. 3. Arc Resistance of Varnish Films

第 5 表 各種コイルワニスの内部乾燥性と耐加熱軟化性

Table 5. Internal Drying Characteristic and Non-heat Softening Properties of Three Coil Varnishes

	内部乾燥性 150°C	耐加熱軟化性 150°C
W 28	1.5 時間 良	流出せず
W-2800	1.0 時間 良	流出せず
アミナル 308	0.5 時間 良	流出せず

れ、30 分ごとに取出して所定の方法で内部乾燥性を判定した。加熱軟化性は、上記の乾燥試験片に、ナイフで十文字の切れ目を作つて鉄板上にふせて、150°C の恒温槽に入れ、1 時間後試料が流れ落ちないかどうかをみた。

各ワニスを同時に比較したが、第 5 表のように、アミナルワニスは W-2800 よりも内部乾燥性および耐加熱軟化性が良く、W-28 はいずれよりも劣つていた。

(4) 耐アーク性

絶縁材料は、しばしばアークを受けているので、アークに侵され難いことが必要である。耐アーク性は塗料面に沿つて所定条件でアークを発生させ、塗料面が劣化して導電性となつて、アークが消滅するまでの時間で測定される⁽¹¹⁾。

我国では、現在耐アーク性試験法については検討中であるので、ASTM: D 495-48 T の方法にしたがつて、日立研究所において各コイルワニス皮膜について測定した結果を第 3 図に示す。ワニス皮膜は、ガラス板上に塗

し、十分加熱乾燥して約 0.2mm の厚みに調整した。アミナル 308 および W-28 は耐アーク性持続時間は 130 秒前後で、フェノール系の W-2800 は 40~50 秒である。フェノール樹脂のみでは数秒であり、アルキッド樹脂系のアミナルワニスには耐アーク性が良い。ウェスチングハウス社の耐アーク性アルキッドワニス B-6-605 は自然乾燥皮膜で 130 秒前後の値を示している。

〔IV〕 ワニス皮膜の加熱劣化

(1) 耐熱屈曲性

電気絶縁材料は、高温に長くさらされるときは、物理的または化学的变化を起して初期の性質の劣化を起す。絶縁材料の耐熱性の問題は、日月氏⁽¹⁾も指摘しているように、材料によつて劣化の状況が異なり、非常に複雑であつて、最近種々の合成樹脂が絶縁材料として使用されるようになって、この点が改めて注目されるようになった。Mathes 氏⁽¹²⁾および Miller 氏⁽¹³⁾は、絶縁材料の温度区分を、屈曲試験のみにより判定する従来の方法は不十分で、電気機器の箇々の部分の使用状況に適した方法で行うべきことを述べており、米国では AIEE および ASTM のグループで、絶縁材料の機能評価の研究を進めている⁽¹⁴⁾。

したがつて、数年内には AIEE Standard No. 1 による絶縁材料の耐熱区分の方法は改訂されるであろうが、現在はまだ耐熱性の評価基準としては、耐熱屈曲性によつており⁽¹⁵⁾、ASTM: D 115-52 T および JIS-C-2105 にも耐熱屈曲性測定法が規定されている。

JIS-C-2105 の方法は皮膜の接着性、柔軟性、抗張力、厚みの変化など種々の要素が加つてくるので、皮膜の耐熱性をこれだけで決めることは十分でないが、一応の比較値をうるためアミナル 308、W-2800 および W-28 について、JIS に規定された条件で、ブリキ板上に作製した皮膜を 135~200°C の間の各温度で熱処理し、一定時間ごとに試験片を取り出して、25±3°C の水中で 3mmφ の棒の囲りに屈曲し、皮膜に亀裂が生ずるまでの加熱時間を測定した。測定結果は第 6 表のようである。

3mmφ 屈曲試験に合格するまでの時間 t の対数と、処理温度の逆数との間には、第 4 図のように、ほぼ直線関係があり、次式が成立する。

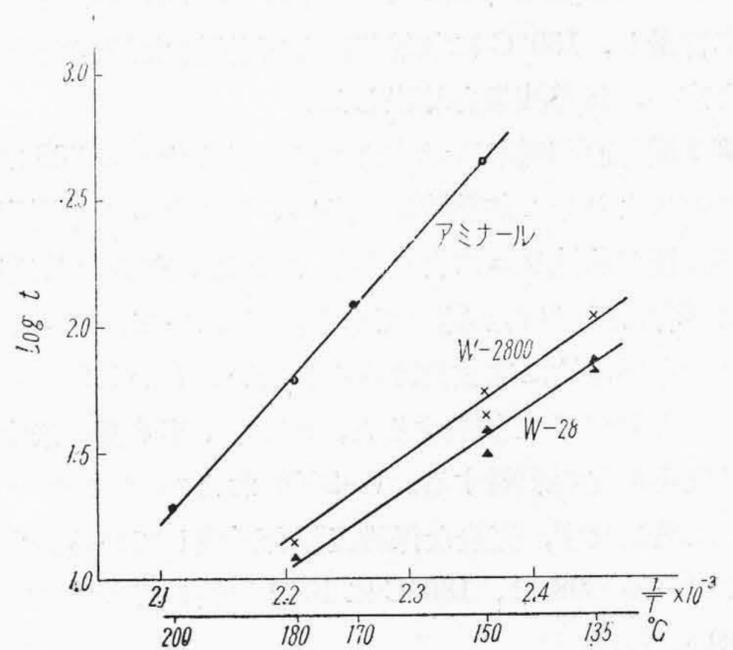
$$\log t = \frac{A}{T} - B$$

ただし A, B は恒数

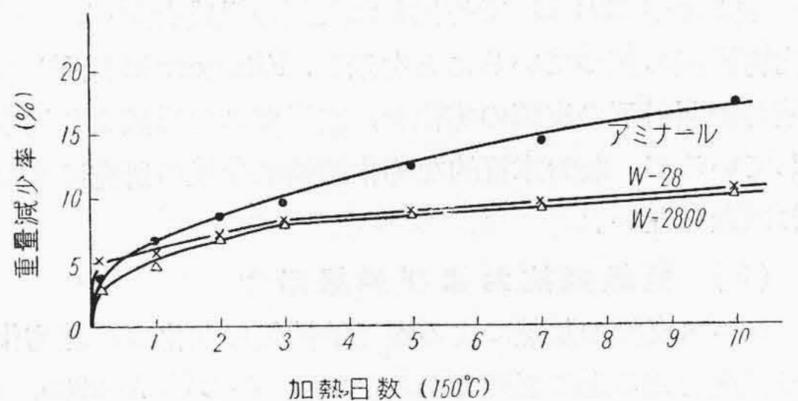
W-28 および W-2800 については松島氏⁽¹⁶⁾らの値があるので、第 4 図にはそれらの値も記入した。上の式から劣化の活性化熱を最小二乗法により求めると、135~200

第 6 表 加熱温度と 3mmφ 屈曲に合格する時間
Table 6. Heating Temperature and the Time in Which Varnishes Can Withstand the 3mmφ Bending

加熱温度 (°C)	3mmφ 屈曲に合格する時間		
	W-28	W-2800	アミナル 308
135	68	—	—
150	39	43	456
170	—	—	120
180	12	14	62
200	3	3	19



第 4 図 $\frac{1}{T}$ (°K) と $\log t$ の関係
Fig. 4. Relation of $\frac{1}{T}$ (°K) and $\log t$

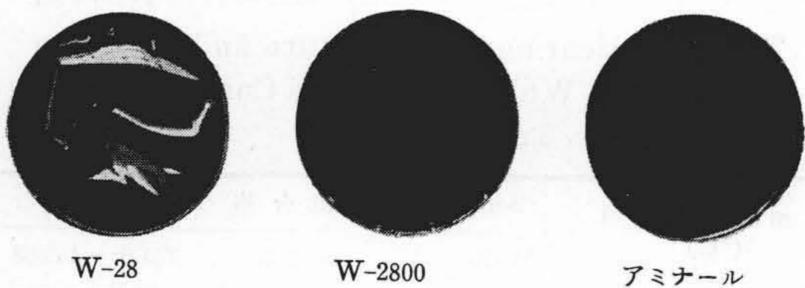


第 5 図 ワニス皮膜の重量減少率 (150°C)
Fig. 5. Weight Loss at 150°C

°C の温度範囲では、25.2 kcal/mole となる。なお W-28 および W-2800 は、105~150°C の温度範囲でそれぞれ 26.3 および 20.8 kcal/mole の値が松島氏らにより報告されている。

(2) 加熱減量

ワニス皮膜を空气中で加熱すると、加熱が長時間にわたるときは、酸化、熱分解などの反応が起つて劣化する。勿論ワニスによつて劣化の機構が異なるが、加熱によ



第 6 図 ワニス皮膜の劣化状況 (150°C, 10 日処理)
Fig. 6. Aged Samples of Varnished Films (Treated at 150°C, 10 days)

揮発物の散逸で起る重量減少の状況を比較するため、W-28, W-2800 およびアミナール 308 の各ワニスを径 70 mmφ の真鍮製平底シヤールに、 2.0 ± 0.05 g ずつ正確に秤量し、150°C に加熱処理して各時間ごとの不揮発分を求め、加熱減量を算出した。

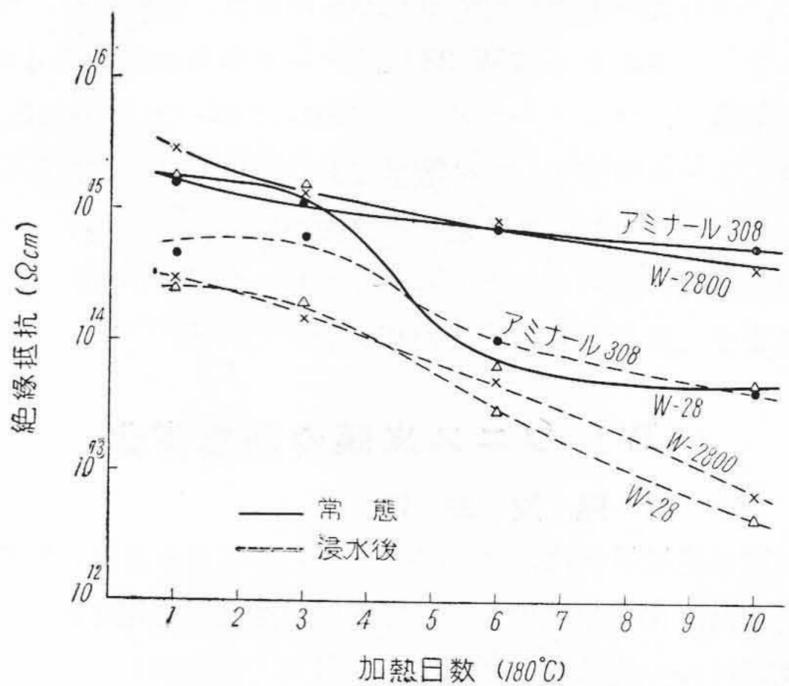
第 5 図(前頁参照)に示すように、アミナール 308 は他のワニスよりやゝ加熱減量が多い。アルキッド系樹脂の加熱減量が油性ワニスより多いことは、先に日月氏⁽¹⁷⁾ および谷口氏⁽¹⁸⁾ らが認めており、アミノ・アルキッド系樹脂でも根本的には改善はみられない。しかしながら、W-28 は 150°C で加熱すると、9 日目で第 6 図に示すように皮膜が亀裂剥離する。W-2800 およびアミナール 308 は亀裂せず、完全な保護皮膜を形成している。またアミナール 308 は、180°C に 10 日加熱しても亀裂を生じない。

アミノ・アルキッド系樹脂の熱劣化機構は、その熱硬化機構とともに複雑であつて、未だ解明されていない。アルキッド樹脂の熱劣化については Skraup 氏⁽¹⁹⁾ らは窒素気流中 204°C で劣化した皮膜の組成を調べ、分子内再配置の起つていることを示し、Fitzgerald 氏⁽²⁰⁾ は、紫外線照射下の皮膜の劣化を、放出ガスの組成より追求しているが、なお本質的な劣化機構は今後の研究にまたねばならない。

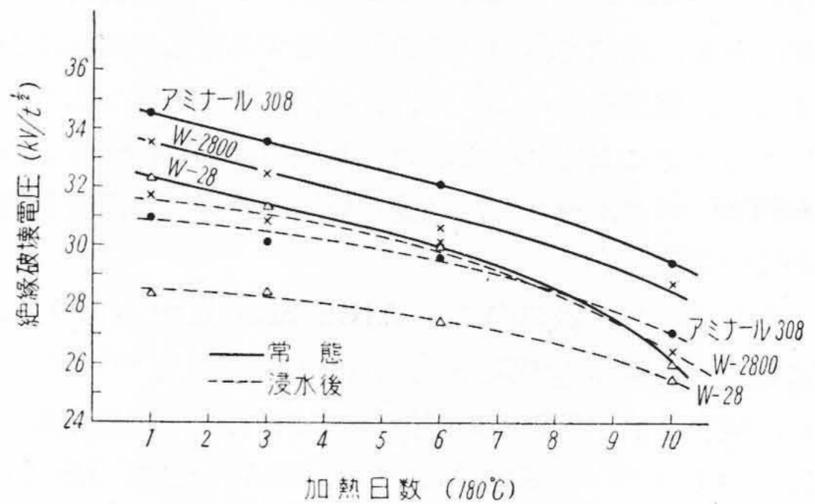
(3) 絶縁抵抗および絶縁耐力

ワニス皮膜の加熱による電気的性質の変化は、熱劣化の程度を知る上に必要である。いま W-28, W-2800 およびアミナール 308 について、JIS-C-2105 に規定された方法でブリキ板上に皮膜を作製し、180°C で加熱し、1 日、3 日、6 日および 10 日後の皮膜を取出して、絶縁抵抗および絶縁破壊電圧を常態および 24 時間浸水後の再考について測定した。第 7 図は絶縁抵抗の常態および浸水後の値で、第 8 図はそれぞれ絶縁破壊電圧の常態および浸水後の値である。

いずれもアミナール 308 は W-28 よりもすぐれ、W-2800 と同程度または若干すぐれた値を示している。なお絶縁破壊電圧は厚さ t の平方根に比例するので⁽²¹⁾、図には $t^{1/2}$ で割つた値を示している。絶縁破壊電圧の測定



第 7 図 絶縁抵抗と加熱日数
Fig. 7. Insulating Resistance and Heating Days



第 8 図 絶縁耐力と加熱日数
Fig. 8. Dielectric Strength and Heating Days

値はバラツキが多く、平均値 8~10 kV/0.1 mm に対しその 95% 信頼限界は ± 0.45 ないし ± 0.5 kV/0.1 mm の範囲にある。

最近 Whitman 氏⁽²²⁾ らは、ポリエチレン・テレフタレートについて、120~240°C で加熱劣化後の絶縁破壊電圧の減少割合より、寿命式を求めている。

[V] 結 言

先に日月氏⁽¹⁾が提示された D 種絶縁に使用できる加熱乾燥ワニスとして、日立「アミナール」耐熱絶縁ワニスの特性を紹介し、特にコイル含浸用アミナール 308 について、一般的性質および空気中における加熱劣化の状況を W-28 および W-2800 と比較した。アミナール 308 は日立サーモセットワニス W-2800 よりも内部乾燥性がよく、また耐アーク性、耐熱屈曲性が著しくすぐれており、170°C で 96 時間以上の屈曲に耐える。やゝ加熱減

量は多いが、皮膜は強靱で亀裂剥離し難く、電気的性質も良好であつて、D種絶縁用コイルワニスとして十分に耐える。

なお英国 IEC より提案されたF種絶縁用としては、さらに耐熱性のあるシリコン・アルキッド系絶縁ワニスによらねばならぬと考える。

終りに本研究について終始御指導御鞭撻を賜つた日立製作所日立絶縁物工場日月博士、松島、友部両氏および実験を担当された土井君に厚く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 日月: 日立評論 36, 1397 (昭 29-9)
- (2) Wm. Vom Fischer and E. G. Bobalek: "Organic Protective Coatings" p. 336(1953)
- (3) R. H. Kienle: Ind. Eng. Chem. 41, 726 (1949)
- (4) 井幡: 日立評論 26, 344 (昭 18-6)
- (5) 友部: 日立評論 35, 1099 (昭 28-7)
- (6) H. C. Cheetham: Paint, Oil Chem. Rev. 99, No. 12, 42 (1937)
T. S. Hodgins, et al.: Ind. Eng. Chem. 33, 769 (1941)
H. F. Henning: Paint Technol. 16, 525 (1951)
C. H. Parker: Paint Ind. Mag. 67, No. 4, 11 (1952)
- (7) 浅原, 黒岩, 三好: 工化 56, 162 (昭 28-3)
- (8) 日月: 電気絶縁ワニスおよびコムパウンド p. 183 (昭 23)
- (9) W. H. Patrick: Official Digest Federation Paint and Varnish Production Clubs, No. 321, 615 (1951)
- (10) W. C. Norris and J. C. Bacon: Ibid. No. 285, 785 (1948)
- (11) G. L. Moses: "Electrical Insulation" p. 151 (1951)
沼倉, 大橋, 棚橋, 高山: 絶縁材料試験法 p. 68 (昭 27)
駒形: 電気材料便覧 p. 287 (昭 28)
- (12) K. N. Mathes: E. E. 73, 243 (1954)
- (13) H. F. Miller: E. E. 73, 548 (1954)
- (14) L. J. Berberich: E. E. 73, 240 (1954)
- (15) H. W. Chatfield: Paint Manufacture 23, 51 (1953)
- (16) 白井, 松島, 歳川: 日立評論 36, 805 (昭 29-4)
- (17) 日月: 日立評論 26, 560 (昭 18-10)
- (18) 谷口, 馬場: 電学誌 73, 883 (昭 28-8)
- (19) S. Skraup and L. Helder: Chem. Ber. 85, 116 (1952)
- (20) E. B. Fitzgerald: Ind. Eng. Chem. 45, 2545 (1953)
- (21) 日月: Hitachi Review No. 2, 71 (1952)
- (22) L. C. Whitman and P. Dorgan: E. E. 73, 541 (1954)

Vol. 15. 日立造船技報 No. 4

- ◎ 造船用厚板鋼板の標準寸法とその考察..... { 菱田一郎
古川源三郎
渡部徳
- ◎ 大形鋼塊の砂きずに対する研究 (第2報)..... { 吉田豊亨
吉野惣三郎
大野
- ◎ ドリルの切削試験に関する研究..... { 倉田忠雄
伊藤義典
藤
- ◎ C4型貨物船改造工事について..... { 野村信夫
浜崎周作
村
- ◎ 燃料噴射試験装置の試作..... 布施肇
- ◎ 水圧機を利用するカウルヘッドベンチレータの製法について..... 大野耕生
- ◎ 製品紹介
- ◎ 特許・新案紹介 (23)

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

発行所 日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町 60

Vol. 37 日立評論 No. 1

“昭和29年度における日立技術の成果”

— 新年特集増大号 —

本誌の新年号は、毎年「総まくり号」として広く愛読者諸兄より多大の御好評を賜っていますが、1955年度の新年特集増大号（Vol. 37 No. 1）も恒例により全巻文字通り

“昭和29年度における日立技術の成果”

を日立製作所全工場、研究所の技術陣を総動員して収録、本文400余頁、写真図面1,000余枚におよぶ『日立技術年鑑』1955年度版であります。

内容は下記目次の通りの機種分類で明確、平易に記述された日立製作所の技術年鑑であり、さらに愛読者に便宜のため用途別機種索引を添付致しました。

何卒引つゞき御愛読を頂きたく、その発行日を御期待願います。（発行予定12月25日）

なお、本年度も愛読者諸兄へのサービスとして、普通号と同じく特価 ¥100 にて頒布致します。また特に本号のみ御希望の方にも特価にて分売に応じますから、御遠慮なく御予約御申込み下さい。

◇ 目 次 ◇

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| [I] 原 動 機 | [XIV] 運搬荷役機械およびエレベータ |
| [II] 回転電気機器 | [XV] 建設機械 |
| [III] 静止電気機器 | [XVI] 鉱山用機械 |
| [IV] 配電盤および器具 | [XVII] 化学装置 |
| [V] 制御装置 | [XVIII] 冷房および冷凍装置 |
| [VI] 計器および継電器 | [XIX] 理化学機械およびX線装置 |
| [VII] 家庭用電気機器 | [XX] 工作機および工作用電気機械 |
| [VIII] 電装品および自動車用品 | [XXI] 印刷機およびその他の機械 |
| [IX] 通信装置 | [XXII] 鉄道車輛 |
| [X] 電子管 | [XXIII] 電 線 |
| [XI] 照明球および器具 | [XXIV] 絶縁材料および炭素製品 |
| [XII] 圧縮機、送風機およびポンプ | [XXV] 鉄鋼製品 |
| [XIII] 圧縮機およびロール | 附 用途別機種索引 |

東京都千代田区丸の内1ノ4
（新丸の内ビルディング7階）

日 立 評 論 社

新年特集増大号誌代特価
1冊 ¥100 〓 28
（振替口座 東京 71824 番）