

富士ワニス

The Fuji Electrical Insulating Varnish

材料研究所第2課 佐倉武久

I. 序

電気機器に対しては各種の絶縁塗料が使用されているが当社様に重電機を製造する会社に於てはコイルワニス及び仕上ワニス最も多く使用されその目的も亦重要である。戦後混乱期に於てはこの絶縁塗料が材料の不足から不良品が多く之を使用する事に危惧の念を起させるものがあり、又ワニス使用者からいわせれば電気機器の設計、製造工程等によく合致したものが要求されるに拘わらず購入の際に仲々思う様なものが得られなかつた。此等の点に鑑み当社では使用するコイルワニスであるW25系、W28系及び仕上ワニスW10系を自家製造する事に定め通産省よりワニス製造工場設置及び操業が許可になり上記ワニスの製造を開始した次第である。

II. 絶縁塗料製造法

申す迄もなく絶縁ワニスにはその目的によって各種のワニスがあるが現在当社で製造中のものは油ワニス系と精ワニス系の二種類である。

絶縁ワニスに於て重要な事はその成分の電気的、機械的特性が製品ワニスの特性に大きな影響を與えることであつて中間製品及び製品の製造法も亦勿論重要な要素であるが之には原料に制約された限度があり決定的な要素は成分の性質である。従つて製造に際しては原料の選定とこれらの組合せによる特性の長短を相補つて良質なワニス製造されなければならぬ。当社に於て特に原料及び中間製品面に対する注意は次の諸点に注いでいる。

支那桐油——従来電気絶縁用油ワニス系には支那桐油が必須のものとして各種の合成乾性油でも之に充分代用可能の事が判明している。今日でも猶、専ら支那桐油が賞用される理由はその加熱した際の膠化した桐油の分子構造に基く電気的、機械的特性が良好で特に高温高湿中の特性の低下が少い等の性質が他の乾性油の追従を許さぬ事による。よつて当所に於ても海外貿易事情を考慮して支那桐油に優る合成乾性油を研究しつつある、一方支那桐油の良質なものを選定しワニス製造を行っている。

石炭酸樹脂——乾性油が油性絶縁ワニスの被膜の弾性可撓性等の特性要素を担当するとすれば樹脂類がその剛性、硬度等の強度を保たせるのに重要な要素である。故に樹脂類としては高温時に於けるこの特性を維持する為に熱硬化性を有する石炭酸樹脂系の合成樹脂が合目的である。この樹脂を乾性油に分散せしめワニスとして使用する為にモディフィケーションした油溶性石炭酸樹脂を自家製造して使用している。

シェラック——精ワニス系塗料は樹脂類を溶剤に溶解したものであつてこの樹脂としては主として精製シェラックが使用される。シェラックは溶剤が揮発後電絶用仕上塗膜となるわけであるが、之は天然産のものである關係上一般特性の変化と共に電気的特性に相当フレがあり良好なものは溶液塗布し24時間自然乾燥後固有抵抗が $10^{12}\Omega\text{cm}$ 程度になり加之可撓性、浸水後の抵抗の低下が少いのに対して、不良品は同じ条件の自然乾燥で $10^{12}\Omega\text{cm}$ 程度にしかならず爾後も亦余りよくならぬ。従つてこの点について試験を経て良質のものを使用する様にしている。

次に製造法に就ては最も大切な点は反応の方法と共に化学工場としての品質管理である。

反応方法としては当社に於て上記の原料又は中間製品以外に亜麻仁油等の原料を使用し濃縮工程を経て溶解し油ワニスを製造する。精ワニスは樹脂その他を溶剤に溶解した後遠心分離機により不純物を除去するのである。

次に品質管理に関しては原料には要素を考え厳格なる購入試験規格を定め又中間製品、製品迄の製造工程には精密な作業規準を設け各段階毎に中間製品の試験を行いつゝ作業を進めることが必要となる。殊に塗料は製品が化学的に不安定な膠質系物質であつて、且つ油ワニス系では最終のボディイング過程の反応終点の判定が非常に困難で現場員の熟練と試験員の協力が大きな力を有している。品質管理の第一要件たる品質保持、品質保證にはあらゆる努力を傾注している。原料、中間製品、製品とし一貫した管理によつて挙げられた製品の特性の恒常性を示す成績の一部を紹介すると第一表の通りである。

但し、第1表は当社製と他社製のW25の特性のバラ

ッキの範囲を示したものであって当社製は最近半年の平均、他社製は同一メーカーの約 20 種の成績である。表中抵抗のみに 10 の指数のバラツキで示す。

第 1 表 特性バラツキ

	粘 度	絶縁破壊電圧		固 有 抵 抗	
		常 態	浸水後	常 態	浸水後
当社製W25	±50%	± 9%	±11%	0%	±5%
他社製W25	±157%	±45%	±62%	±5%	±6%

註 (1) 絶縁破壊電圧の常態試験数値平均を A, 浸水後試験数値平均を B とした場合此の比率の百分率は次の通り。

$$\frac{B}{A} = 81\% \quad (\text{当社製})$$

$$\frac{B}{A} = 63\% \quad (\text{他社製})$$

(2) 固有抵抗の指数バラツキ 0% と云ふのは何れも $n \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ で $10 \leq n \leq 99$ の意味である。

(3) 以上は何れも JIS の試験である。

之によって作業管理の困難な塗料製造関係でも良好な成績があげられる事が判明する。

猶、当社製のワニスを使用する様になってから使用現場に於いて一定した作業条件ワニス処理が順調に施行されている事はこれらの管理の成功であって上記の事実を裏書していると考えられる。

III. 絶縁塗料試験結果

絶縁塗料には試験規格として JIS 規格がある。之は勿論便宜的な目安にすぎず実際使用のための試験は此と相異つたものである事はワニスの使用法並に試験法を知る者が直ちに肯ける所である。然し製造されるワニスが大体如何なるものかを判定するにはこの JIS 規格によって試験して比較するのが宜しい。今この結果を他社製のものと比較すると次の第 2 表、第 3 表の様になる。但し他社は何れも第一流のメーカーであり、当社製は任意に選んだ試料の結果である。

第 2 表 W25 の特性比較

試験項目	規 格	当社製	A社製	B社製
比重(20°C)	0.89±0.03	0.885	0.891	0.890
粘度(30°C) (ボワズ)	0.9~3.5	1.96	2.54	5.34
不揮発分(%)	48±3	47.7	46.2	47.1
固有抵抗 $\Omega \text{ cm}$				
{ 常 態	10 ¹⁴	3.5 × 10 ¹⁵	1.6 × 10 ¹⁵	2.3 × 10 ¹⁵
{ 浸水後	10 ¹³	2.3 × 10 ¹⁵	7.5 × 10 ¹⁴	1.9 × 10 ¹⁵
絶縁破壊電圧 V/0.1 mm				
{ 常 態	8.000	9.980	9.640	10.940
{ 浸水後	5.000	8.550	6.150	7.530

内部乾燥試験	良	良	良
加熱軟化試験	良	良	良
屈曲試験	良	良	良
耐油試験	良	良	良
稀釈試験	良	良	良

第 3 表 W28 の特性比較

試験項目	規 格	当社製	A社製	B社製
比重(20°C)	0.90±0.03	0.883	0.885	0.887
粘度(30°C) (ボワズ)	0.6~2.5	1.07	2.76	1.28
不揮発分(%)	50±3	47.1	50.3	50.6
固有抵抗 $\Omega \text{ cm}$				
{ 常 態	10 ¹⁴	4.5 × 10 ¹⁵	2.2 × 10 ¹⁴	3.3 × 10 ¹⁵
{ 浸水後	10 ¹³	4.4 × 10 ¹⁵	1.9 × 10 ¹³	1.8 × 10 ¹⁵
絶縁破壊電圧 V/0.1mm				
{ 常 態	7.500	10.330	8.850	10.180
{ 浸水後	4.500	7.920	6.770	7.290
内部乾燥試験		良	良	良
加熱軟化試験		良	良	良
屈曲試験		良	良	良
耐油試験		良	良	良
稀釈試験		良	良	良

以上の結果から見て当社製の成績の優良な点が判ると考へる。

IV. 絶縁塗料現場使用法

当社で製造する電気機器中コイルワニス処理を要求されるものは多いが、その中大気中で湿気の透過、及び水による絶縁抵抗の低下が少い事を必要とするコイル、即ち一般の回転機或は一部の変整器には W25 が使用される。之は W25 は耐油性はやゝ W28 に劣るが夫以外の特性は極めて良好で殊に湿気に対する抵抗が強力なためである。又 W25 は耐薬品性殊に耐酸性が強くて最近の化学工業用機器としても充分使命を果す事が出来る。一方電気機器中でも W25 の使い方又は考え方が異っているものがある。即ち使用電圧の低い機器とこれの高い機器とであって低圧の小型機の場合に導体の機械的支持物としての使命と絶縁物の耐湿の使命との双方に働くのであるが高圧のものは間隙の充填及び耐湿物としての使命の方が大きい。低圧小型機の場合回転機についてはプレスボード、エンパイヤクロス等で溝絶縁を施した珪素鋼板の溝に DCC 線、エナメル紙巻線或は P.V.F 線を納め固着した後このステーター或はローターを W25 に浸漬し内部迄浸透させた後引上げて余滴を切った後加熱炉中で焼付け乾燥を行う。この際問題になるのはワニスの滲透性と内部乾燥性とである。滲透には真空含浸も行う事があるが滲透時の温度、稀釈剤による濃度の調節によって粘度を下げ界面張力も良好にして充分滲透させる事が出

来る。乾燥には小型機の事として比較的容易に行う事が出来る。乾燥の程度は現場ではホットメグを測定しその安定点を取って焼付完了とする。一方高压の大型機の場合には機器全体を浸漬せずに部分的に行う。即ちマイカ製品、プレスボード、エンパイアクロス等で絶縁したものを綿又はエンパイアクロスで巻いた後に W 25 に浸漬し内部に滲透させ後焼付け更に上から防濕的に噴霧塗りをを行い充分濕気に耐える様にする。

次に絶縁油中で使用するコイルを有する機器或は油がかかるコイルを有する機器には処理ワニスとして W 28 を使用する。之は W 28 が耐油性が良好であるからであるが当社製の W 28 は又他の電氣的特性も極めて良好であるから変圧器等に賞用されている。W 28 は主として浸漬塗りで焼付けコイル間の支持物並に耐濕に役立つ。

備、上記で判明する様に現場に於てワニス処理するに当っての作業は浸漬によりコイルの深部までワニスを滲透させる事が先ず問題である。殊に絶縁紙及びエンパイアクロス等によつて厚く巻かれてある変圧器類は仲々浸透し難いが浸透に最も大きな影響を與えるのは粘度である。然るに当社のもについて実験した結果は粘度 (η) 温度 (T), 濃度 (C) とすれば

$T = 0^{\circ} \sim 50^{\circ}C$ $C = 35 \sim 50\%$ の範囲内で稀釈には脂肪族系及び芳香族系炭化水素のシンナーを使用するものとすれば次の関係式が成立する。

$$\log \eta = A_1 + \frac{B_1}{T} + \frac{C_1}{T^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\log \eta = A_2 + B_2 C \dots \dots \dots (2)$$

但し A_1, B_1, C_1, A_2, B_2 はワニスの組成及びシンナーの組成によって変る定数である。

故に濃度を下げると共に肉乗りを考えて温度を上げて粘度を下げて浸漬の際の浸透を充分行わせる事が良い結果になり此の点の実験も亦之を実証している。

次に余滴を切った後の焼付けであるが焼付乾燥の條件は機器の熱容量、熱伝導率の函数である。然し一般に焼付乾燥の時に導体と対地間のホットメグの時間的变化を追跡して之が機器の容量、絶縁方式、材料構成によって決るある値の所でホットメグの上昇が終るから此の点で焼付終了とする。機器を炉から出し冷却した後は小型電動機或は柱状変圧器は此のメグは 1,000V メガーで∞を示す。此は相当長時間保持される。

V. 絶縁塗料研究

従来からの油ワニス或は精ワニス系の電氣絶縁塗料に関する諸問題の研究は各所に於て多年に渉り為されて居り、相当古いテーマになつている。基礎的な特性研究よ

りモデルコイルを使用し実用に近い型で行う方法に到る迄の間には恐らく未発表のまゝ各絶縁塗料研究者の机の中にあるデータは無数であろう。然し塗料の研究は仲々困難な事であるが、解析法の進んだ今日では新しい見地に立っていろいろの方法の適用が可能である。かくて又新しいワニスを誕生せしめる事も可能である。

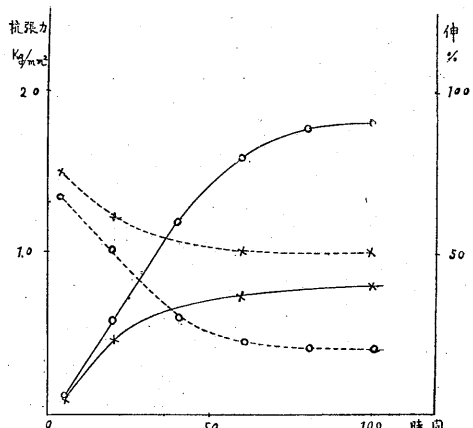
この意味で当社では電氣絶縁塗料のワニスとしての物理化学的研究方向は次の二つの点に綜合することが出来ると思う。

(1) 電氣的特性

(2) 機械的特性

双方の特性にとって共通の問題は濕気、温度であり乾燥過程より初めて乾燥終点に於ける性質夫に経年変化劣化への過程をこの二つの見地から検討し更に特性向上には如何なる点からすれば宜しいかを考えるのが良い方針である。

儲電氣的特性としては抵抗を主とし絶縁破壊、誘電体損の問題が之に伴う。従来絶縁塗料の電氣的性質は便宜上金属片に塗り炉中で焼付けてその性質を測定するのであつたが、之ではコイル等の内部に浸透した塗料の特性は捉握出来ていないし又抵抗の温度特性、濕度特性も出すのが困難である。そこで当所ではこの双方が測定出来る電極を考案し此を可能ならしめた。之は塗料の未乾燥の状態から初めて乾燥して了うまでを更に加熱を続けた場合の抵抗変化又各状態での温度特性を測定出来るのである。此によつて判明した事は抵抗の温度特性はワニスのボディイングの際の原料及び中間製品の特性及び組成によって決定されて来る事であり耐濕特性も之によって決る事である。詳細は別の機会に譲るがこの点更に検討し発表したい。



W28 皮膜抗張力伸の時間的变化
 実線…抗張力、破線…伸
 ○…空気接触 ×…酸素に接触せず

次に機械的特性も亦重要な因子であり熱或は濕気によって長時間の間に絶縁劣化して来る点と或は乾燥の過程の変化も電氣的性質より遙かによく検討することが出来る。殊にワニスの重要な使命たる内部に浸透したワニスのこの点の検討が非常に重要であつて、この内部のワニスの機械的特性は外面の空気に接触する部分の特性と相当異っている点を注目しなければならぬ。当社に於ては之等の点に鑑み独特の方法で内、外部の常温に於ける抗張力、伸びの時間的变化を加熱時間に従つて測定し前頁に示す図の如き結果を得た。之は W 28 の 0.1mm の皮膜を空気に接触させた分と酸素に接触させぬ方とをとり測定した結果である。

之によって内部乾燥の良好のものについても内部と外

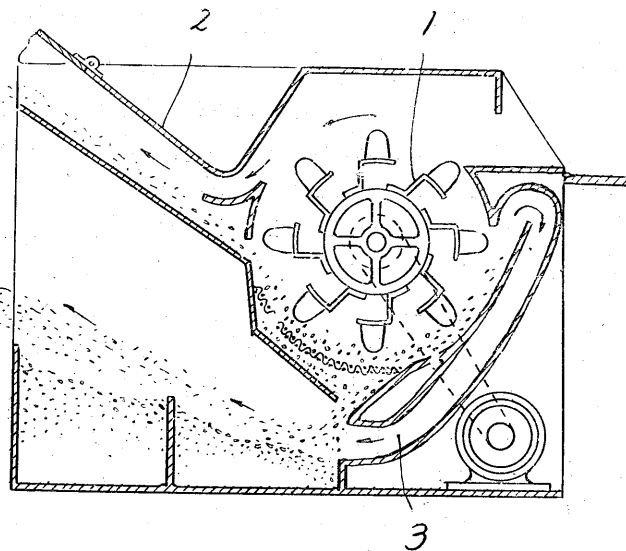
部が異っているのが判る。勿理論的には同一でなくてはならぬわけであるが。

他に研究テーマとしては透濕性、吸濕性等があり夫々独特な方法を以て検討中である。

VI. 結 び

以上簡単に当社製造のワニスに就て述べたのであるが今日海外の事情を調査し又輸出の面を考える時多くの新しい型の塗料が要求されていることが判明する。当社に於ても従来のワニスに深く研究のメスをふるってゆくと共に新しい合成ワニスを研究し努力している次第であつてやがて之等の輝しい成果が製品に現れてくるのを期待して頂きたい。(終)

富士電機の農機具



旧態依然の農機具製造界に飛込んで数年、電機製造で鍛えられた精密な頭脳と精密な工作機械とが図示の様な脱穀機を作り上げています(新案登録第384222号)。本機は扱胴(1)がそのまま、ファンになっていますからファンは不要です。又扱胴からの風はその儘第1吹分部(2)に吹出されて藁屑等の吹分を行い、後方を回つて第2吹分部(3)に導かれて1番2番を吹分けます。要するに扱胴がファンになっているから、言換えると脱穀機中心部に起風源があることになるから脱穀機の生命である吹分けがうまく行われるのであります。考えとしては面白いが実際にはどうか?と疑われる方の為に当製品は各府県の実演展示会で堂々

々一等賞を獲り続けて居る事を申し添えて置きます。(技術部 池上)

[174(22)頁より]

合は第3図の構造(26年新案公告第7913号)の構造が有利であります。

更に第4図(26年新案公告第7912号)の様に一室一槽とし各を変圧器の好む所に取付ける事も出来ます。

(技術部 池上)



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。