

# ワニスクロス類の二、三の特性

## Some of the Characteristics of Varnished Fabrics

山 県 良 介\*

### 内 容 梗 概

新しい絶縁物マイラポリエステルフィルム、ナイロンその他の可撓性フィルムが続々実用化されんとしつつある中で、いわゆるワニスクロスも価格の面量産の面でまだ絶縁材料としてかなり重要な位置を占めている。このワニスクロス類について筆者が一般に検討不十分と考えた二、三の特性についての特殊実験結果について紹介した。その結果はつぎのようである。

- (1) 黒色ワニスクロスは高温絶縁油中においても黄色ワニスクロスと同等に使用できる。
- (2) ワニスクロス類中ワニスナイロンクロスは耐湿、耐熱に概してすぐれているが実用上注意を要する点がある。
- (3) ワニスガラスバイアスクロスは同一伸長率でワニスバイアスクロスより電気的特性の低下が少い。
- (4) ワニスクロス類だけでなくこの種シート状絶縁物の絶縁破壊電圧とその測定電極面積は重要視しなければならない。

### 〔I〕 緒 言

現在ワニスクロス類は電気機器の各種絶縁に広く使用されており、その一般特性は周知のとおりであるが、機器の設計上および実際使用上においては求めんとする特性値を欠くことが少なくない。しかるにこれら特殊性能についてはあまり検討されていないのが現状であり、筆者は現在までに行ってきたこれら特殊性能試験の二、三の結果についてやゝ断片的であるが、とりまとめて紹介し、この種絶縁物需要者の参考に供する所である。

### 〔II〕 黒色および黄色ワニスクロスの耐油性の比較

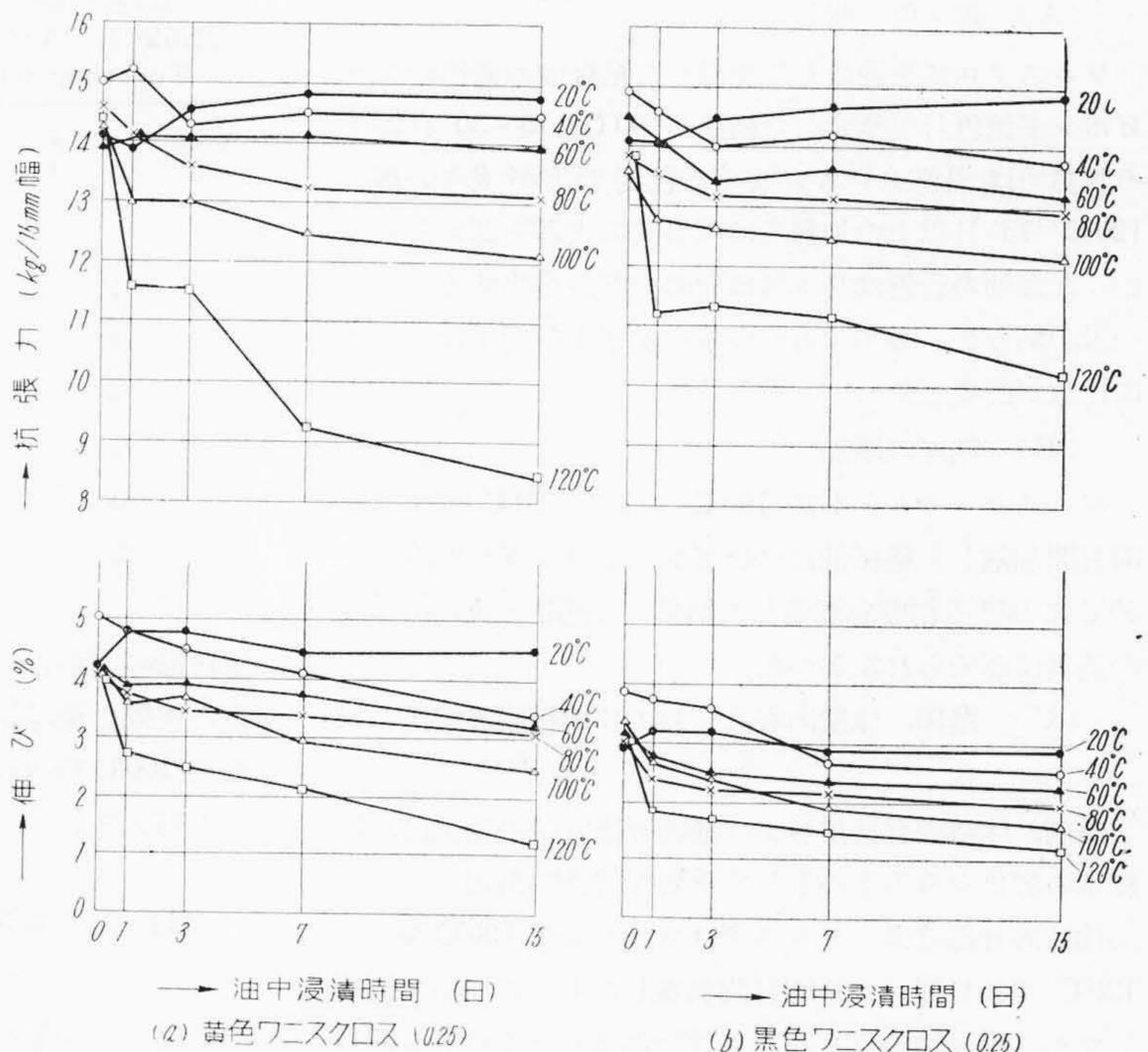
黒色ワニスクロスは一般に耐油性が悪いものとして油に触れる部分での使用をきらわれているが、保管中の変質が極めて少く電気絶縁性および耐湿性に富むため、油入電気機器にも使用が希望されているのに鑑み、この点について実験を行い、その結果を検討してみた。

一般にワニスクロスの耐油性は、それ自体の劣化と、ワニスクロスを浸漬した油の劣化の二つが考えられるべきである。

#### (1) 絶縁油に浸漬したワニスクロスの劣化

##### (A) 絶縁油中加熱品の抗張力および伸びの変化

\* 日立製作所日立絶縁物工場



第1図 ワニスクロスの各温度下での油中浸漬日数と抗張力および伸の関係

Fig. 1. Relation Between Immersing Time in Insulating Oil and Tensile Strength or Elongating at Various Temperatures

第1図に示すように低下の大部分は1~6日間に起り、その後は大体飽和の傾向を示し、図には15日加熱までを示したが30日以上加熱後も大差を認めない。また60°C以下の温度では低下は僅かであるが、100°C 特に 120°Cではその低下が著しい。100°C および 120°Cの空气中での加熱結果によれば、15日まではいづれも増加し、20日以上になつて幾分低下しているが、その値は油中におけるよりかなり高い。

黒色品と黄色品を比較すると、一般に黒色品の方が低下の程度が少い。

(B) 絶縁油中加熱品の絶縁破壊電圧の変化

第2図に120°Cの絶縁油中で加熱したワニスクロスの絶縁破壊電圧の変化を示したが、加熱後数日間はいずれも上昇している。これは空气中加熱の場合と同様にワニスの硬化によるものと考えられ、それ以後はワニスの劣化が起つて低下するが加熱前の値の $\frac{2}{3}$ までは容易には低下しない。黒色品と黄色品を比較すると、黒色品の低下がやや少いことがわかる。また50°CのW-28ワニス中に浸漬後の絶縁破壊電圧は、5日後においていずれもむしろ僅かながら増加しており、ワニス処理によつては電気的性質にほとんど影響を受けないことが認められた。

(2) ワニスクロスとともに加熱した絶縁油の劣化

(A) 着色度

ワニスクロスを浸漬して加熱した絶縁油の着色度をロビボンド比色計で測定した結果、100°C—15~30日以下の加熱では黒色クロスによる着色度の方が大きい、120°C—15日以上の加熱では両者間に大差を認められない。なお油の着色はワニス成分の一部が溶出することに一因があるが、必ずしもその量を示すものではないことに注意が肝要である。

(B) 粘度の増加

ワニスクロスとともに100°Cおよび120°Cで1日~30日間加熱した絶縁油についてレッドウッド粘度計で、50°Cにおける粘度を測定した結果、黒色品と黄色品との差異は認められなかつた。

(C) 酸価、体積固有抵抗および絶縁破壊電圧の変化

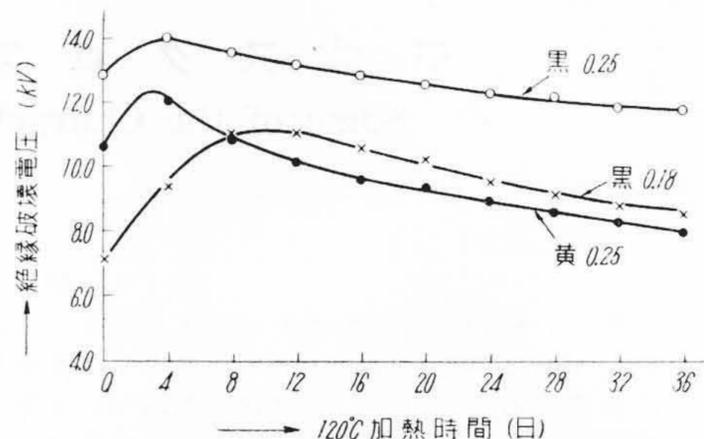
酸価、体積固有抵抗および絶縁破壊電圧の変化は、絶縁油の劣化をみるものとして重要な特性である。

体積固有抵抗は、ワニスクロスとともに100°Cおよび120°Cで15日間および90日間加熱したものについて測定したが、絶縁油のみを同じ条件で加熱したものより明らかに低下している。しかしいづれの場合にも黒色品と黄色品の間には大差を認めなかつた。

絶縁破壊電圧は、上記体積固有抵抗測定試料について測定したが1回の測定結果で、スラッチの影響もあつて判然としないが、黒色品と黄色品の間には大差を認めない。

酸価も上記粘度測定試料について測定したが黒色品と黄色品の間には大差を認めず、一例として100°C加熱結果を示すと第1表にみるように黒色品の方が黄色品に比し、酸価の増加は幾分少い。

以上の結果から黒色品と黄色品の耐油性を比較した場合、ワニスクロス自体の劣化は黒色品の方がむしろ少く、絶縁油の劣化においても一般に大差なく、酸価の上昇は



第2図 ワニスクロスの絶縁油中加熱時間と絶縁破壊電圧の関係

Fig. 2. Relation Between Heating Time in Insulating Oil and Breakdown Voltage of Varnished Cloth

第1表 ワニスクロスとともに100°Cで加熱した絶縁油の酸価

Table 1. Acid Value of Insulating Oil Heated Together with Varnished Cloth at 100°C

加日	熱数	酸 価	
		黒 色	黄 色
0		0.019	0.019
1		0.056	0.130
3		0.112	0.130
5		0.112	0.149
7		0.130	0.149
15		0.204	0.186
31		0.242	0.260

黒色品の方がむしろ少く、これらの点から考えて黒色品も、実際に絶縁油が電力用変圧器などに使用される最高温度100°C程度の高温油中においても十分使用できるものと考えられる。

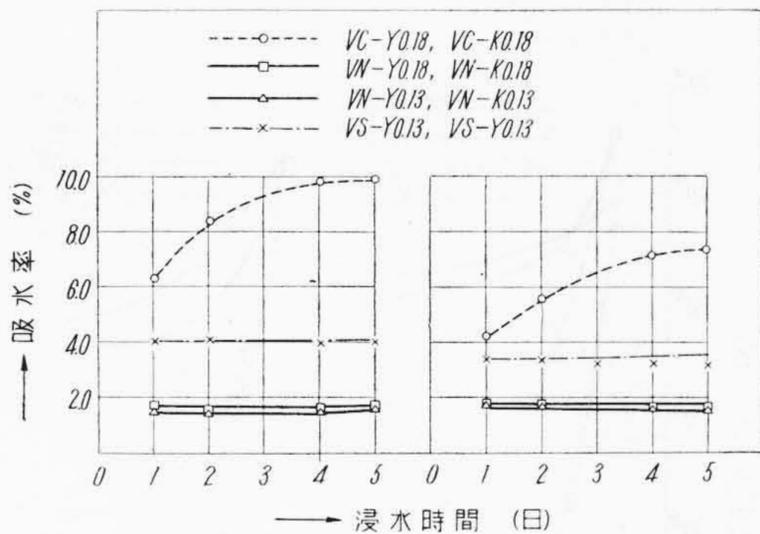
〔III〕 ワニスクロス類の耐湿性および耐熱性

ワニスクロス類について耐熱性の検討は数多く行われているが、耐湿性についてはあまり検討されていないように思われる。しかし、発電機コイル・キャンブリックケーブルなど使用状態によつては非常に重要な特性であるから、ワニスクロス(以下VCと略す)、ワニスシルク(以下VSと略す)およびワニスナイロクロス(以下VNと略す)について耐熱性および耐湿性を比較検討してみた。

(1) 耐 湿 性

(A) 吸水率および吸湿率

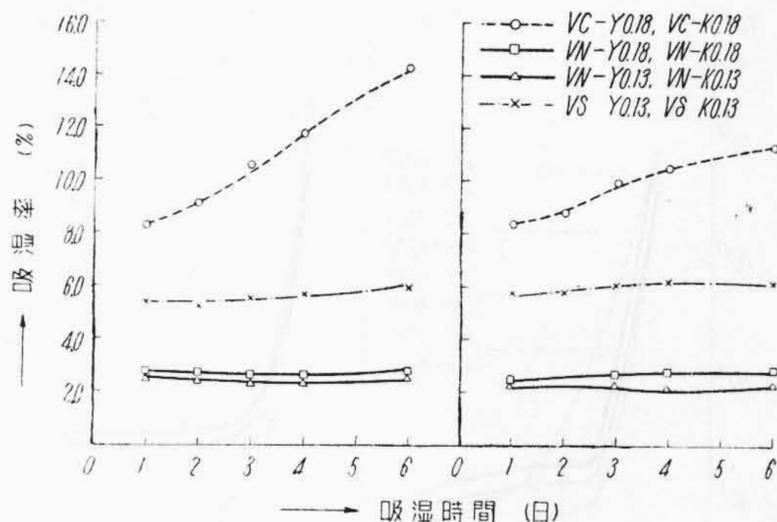
第3図~第4図に24°C~26°C清水中での吸水率と40%~100%相対湿度(以下RHと略す)中での吸湿率を示すが、VCが吸水、吸湿ともに最大で6昼夜後も増加の傾向にある。VSはVCに比してかなり少く、一昼夜後で大部分の吸湿、吸水をし、その後は飽和の傾向を示し



(a) 黄色ワニス使用品 (b) 黒色ワニス使用品

第3図 (24°C~26°C) 水中における浸水時間と吸水率の関係

Fig. 3. Relation Between Immersing Time in Water and Water Absorption



(a) 黄色ワニス使用品 (b) 黒色ワニス使用品

第4図 (40°C~100% RH) 中における吸湿時間と吸湿率の関係

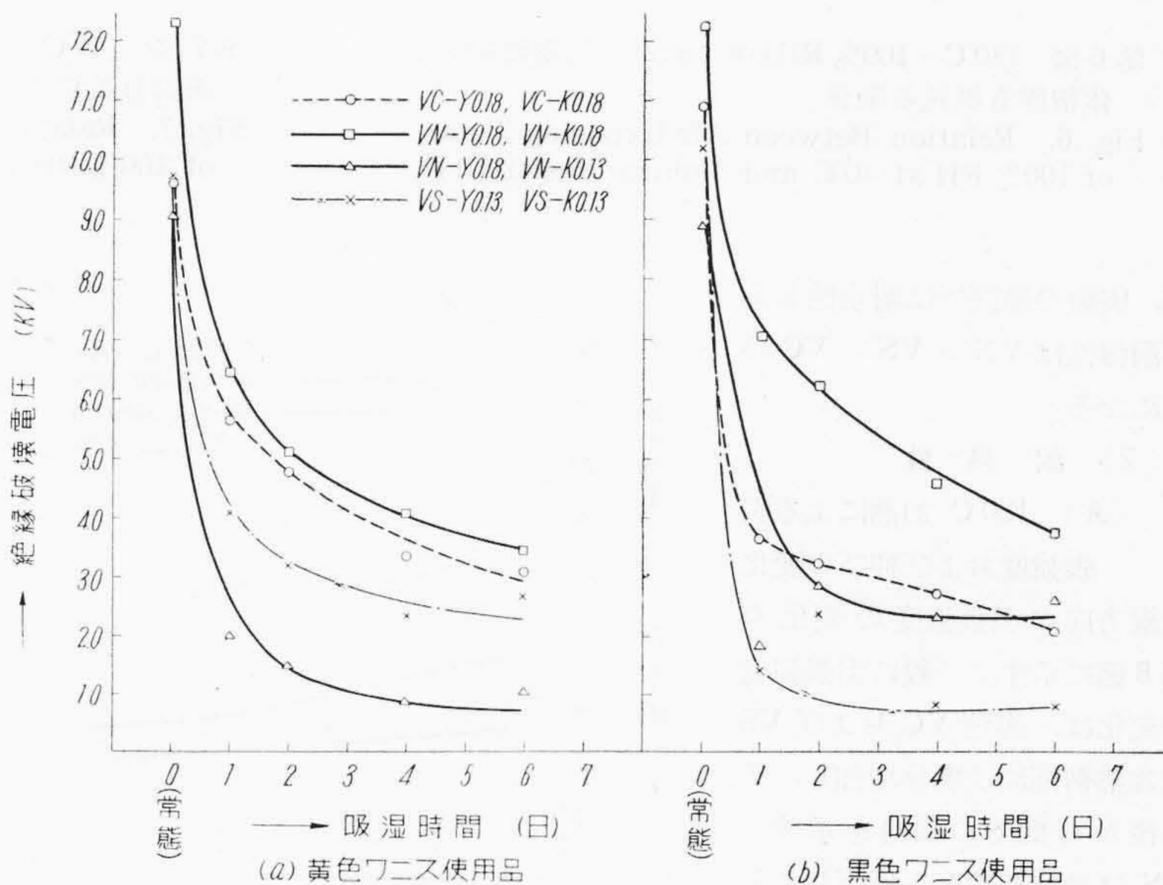
Fig. 4. Relation Between Air Exposing Time of 100% RH at 40°C and Moisture Absorption

ている。VN は前二者よりはるかに少く、しかも一昼夜以後はほとんど増加していない。これは各基布の特性がそのまま表われたものと考えられる。また40°C—100% RH 中における吸湿率の方が浸水による吸水率より大きい、これは高湿度中における方が水中よりワニスフィルムに対する水分の透過率が大きいと思われる。

(B) 吸水および吸湿による絶縁破壊電圧の変化  
40°C—90% RH, 40°C—100% RH および浸水の3つの条件で絶縁破壊電圧の変化を測定したが、40°C—100% RH 処理の結果を第5図に示した。どの条件の場合も VN が最も低下が少く、VS がこれにつき、VC が最も大きい。またいずれも1昼夜では飽和値に近くなる。また条件による差は40°C—100% RH が低下最大で、つぎに浸水 40°C—90% RH が最小となつている。

(C) 体積固有抵抗  $[\rho(v)]$  および表面固有抵抗  $[\rho(s)]$

40°C—100% RH 中での吸湿による  $\rho(v)$ ,  $\rho(s)$  の変化を第6図~第7図(次頁参照)に示す。 $\rho(v)$  は試験片の厚さ(吸湿量, 吸湿速度などに関係する)を考慮に入れた場合、VN が他のものに比して低下が少い。VS と VC は大差はないが、前回行つた40°C—90% RH 中での同様



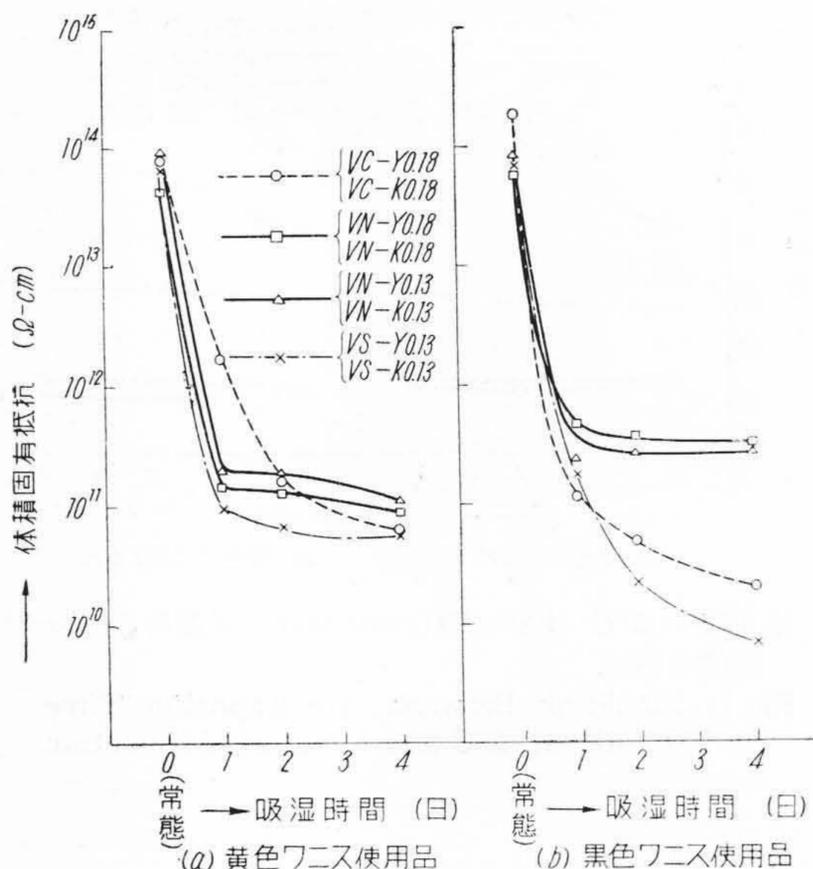
第5図 (40°C—100% RH) 中における吸湿時間と絶縁破壊電圧の関係  
Fig. 5. Relation Between Air Exposing Time of 100% RH at 40°C and Breakdown Voltage

試験結果とも考えあわせると VS の方がすぐれているものと考えられる。

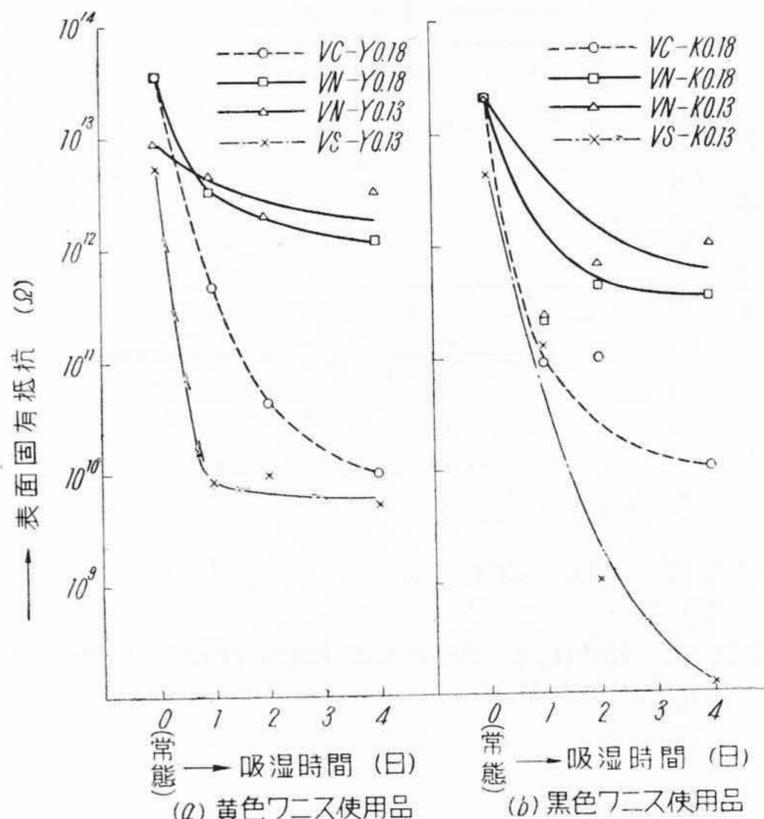
$\rho(s)$  は斎藤氏らの報告<sup>(1)</sup>にもあるように VN が VS, VC に比して非常に高い値を示している。VS と VC は今までの試験結果および諸報告などからみると VS の方が高いのに対し筆者の試験結果は逆になつているがその理由は明かでない。

吸湿後の  $\tan\delta$  および  $\epsilon$  も VN が最もすぐれ、つぎに VS で VC が最も劣る。

以上の結果のみから耐湿性のすべては論じられない



第6図 (40°C~100% RH) 中における吸湿時間と体積固有抵抗の関係  
Fig. 6. Relation Between Air Exposing Time of 100% RH at 40°C and Volume Resistivity



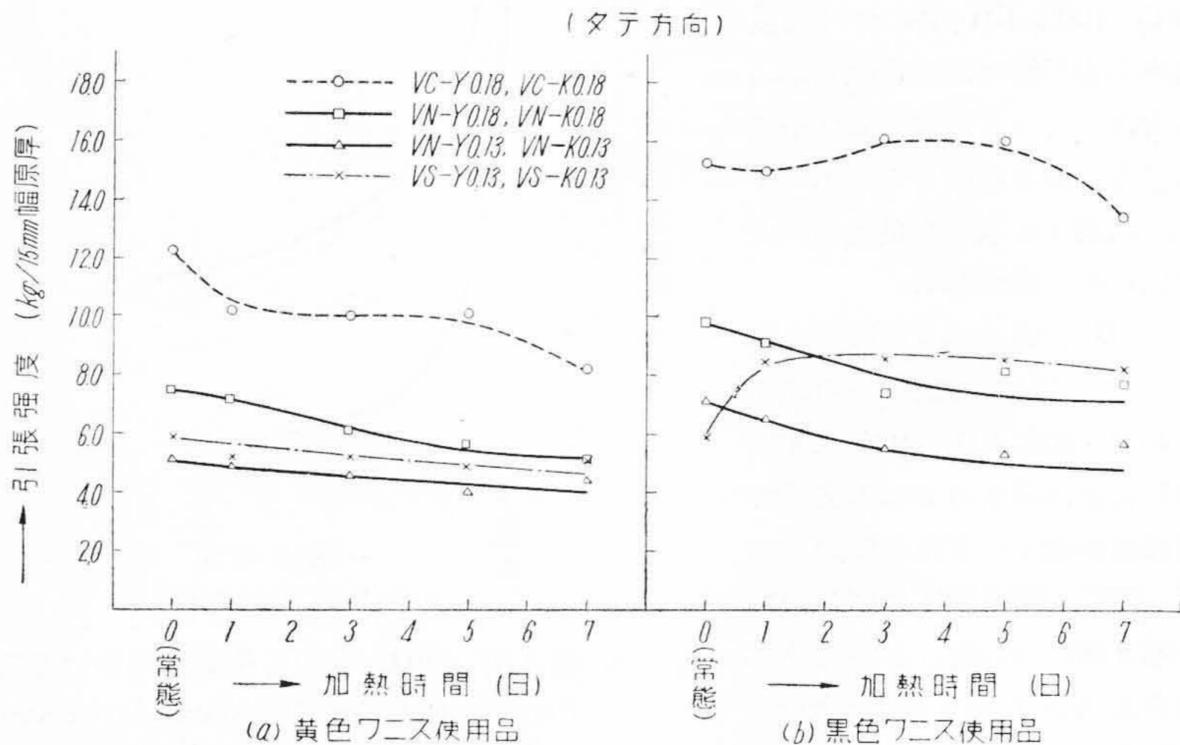
第7図 (40°C—100 RH) 中における吸湿時間と表面固有抵抗の関係  
Fig. 7. Relation Between Air Exposing Time of 100% RH at 40°C and Surface Resistivity

が、実験の範囲では耐水性および耐湿性は VN > VS > VC の順になる。

(2) 耐熱性

(A) 130°C 加熱による引張強度および伸びの変化  
縦方向の引張強度の変化を第8図に示す。一般に引張強度の変化は、黒色 VC および VS は加熱初期には幾分増加し、7日後から低下の傾向を示す。VN は加熱初期から低下してしだいに飽和する。変化の状態は以上のものであるが、その値は使用ワニス（黒色または黄色）および繊維方向（縦または横）によつて差があるが、全体的にみて VC が最大でつぎに VS, VN の順に小さくなる。

つぎに縦方向の伸びの変化を第9図に示す。一般に伸びの低下の程度は VN が最大でつぎに VS, VC の順になる。その値は VN の常態における値が大きいので1~4日目までは VN が最大でつぎに VS, VC の順であるが、7日目になると黒色品では三者ほぼ同等になり、黄色品では VN, VS, VC の順に大きい。こゝには示さ



第8図 130°C 加熱時間と引張強度の関係  
Fig. 8. Relation Between Heating Time at 130°C and Tensile Strength

なかつたが繊維方向による差はほとんど認められなかつた。

(B) 加熱による絶縁破壊電圧の変化

130°C 加熱による絶縁破壊電圧の変化を見ると、VC は加熱初期から低下しているが、VS および VN は加熱7日目までは増加し、9日目では飽和あるいは幾分低下の傾向を示し、その値は VN が最も高くつぎに VS で、VC が最も低い。

(C) 加熱による  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\rho(v)$  および  $\rho(s)$  の変化  
 130°C 加熱による  $\tan \delta$  および  $\epsilon$  は, VC, VS, VN ともに低下しているが森氏ら<sup>(2)</sup>によればこれは脱湿, 脱溶剤作用によりイオン伝導の阻害に起因する伝導度の減退のためであり, また硬化するに従いコロナの発生が優勢になると考えられるので, さらに加熱し, または高い電界強度を用いれば  $\tan \delta$  はしだいに増加するものといわれる。

$\rho(v)$  および  $\rho(s)$  はしだいに増加し, 直偏法では  $10^{15}$  ( $\Omega\text{cm}$ ) 以上で測定不能となった。

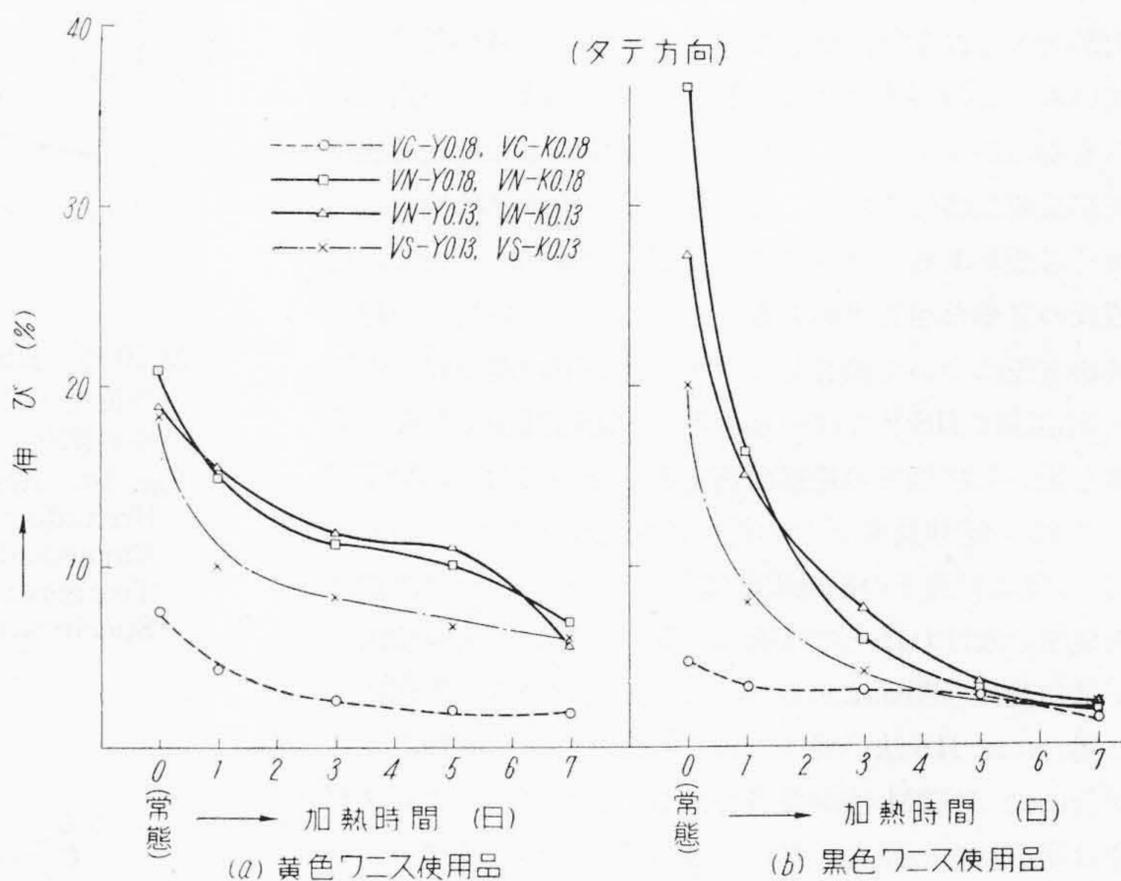
(D) 耐熱屈曲性

耐熱屈曲性の判定法としては JIS 法<sup>(3)</sup>, 3φ マンドレル試験などがあるが, 130°C 加熱による JIS 法では, 第 2 表に示すように VC が最も悪く, VS と VN は同等であり, 黄色品は黒色品の 2 倍の性能を示している。130°C 加熱による 3φ マンドレル試験法では第 2 表に示すように, VN が最も長時間耐えており, つぎに VS で, VC は両者に比してかなり劣る。また黄色品は黒色品の約 3 倍長く耐えている。これは供試ワニスクロスの一例であつて, 製造法によつては逆の特性を示す場合があり, 黒色, 黄色ワニス処理品の根本的差異ではない。

(E) 各基布の伸びの残存性  
 各温度による伸び試験の結果で

は, ナイロンは常温にて荷重を取去るとほとんどもとに復したが, 110~115°C では荷重を除いてから 1 時間後に全伸びの約 30% もとに復するだけであつた。絹布, 綿布はほとんどこの伸びがなくかつ僅かな伸びは加熱状態でももとに復した。このような現象はナイロンの熱可塑性によるものと考えられ VN をコイルに巻付けて加熱した場合ゆるむことがあると考えられる。しかし VN をパイプに巻付けた場合の加熱試験ではこのような事実は認められなかつた。

以上の結果を総合すると, 耐熱性として, 引張強度お



第 9 図 130°C 加熱時間と伸の関係  
 Fig. 9. Relation Between Heating Time at 130°C and Elongation

第 2 表 ワニスクロス類の特性  
 Table 2. Properties of Varnished Fabrics

品 種 色×厚さ (mm)	ナイロン ワニス クロス				ワニス クロス		ワニス シルク		
	Y-0.18	K-0.18	Y-0.13	K-0.13	Y-0.18	K-0.18	Y-0.13	K-0.13	
引 張 強 度 (kg/15 mm 巾)	縦	7.50	9.85	5.48	7.16	12.32	15.20	5.90	5.83
	横	7.29	8.17	4.99	5.63	8.56	11.00	5.05	8.62
伸 び (%)	縦	20.9	31.8	18.7	27.3	7.6	4.8	18.3	20.0
	横	23.7	37.1	22.0	28.4	9.9	11.6	16.1	18.4
絶 縁 破 壊 電 圧 均 平 (kV) (25φ)	12.20	12.20	9.06	8.97	10.87	9.58	9.73	10.2	
$\tan \delta$ (%)	9.49	7.56	8.29	6.71	9.53	8.45	8.84	6.79	
$\epsilon$	5.75	4.73	5.42	4.58	6.39	5.59	6.10	4.36	
$\rho(v)$ ( $\Omega\text{-cm}$ )	$4.41 \times 10^{13}$	$5.97 \times 10^{13}$	$9.54 \times 10^{13}$	$8.13 \times 10^{13}$	$8.88 \times 10^{13}$	$1.66 \times 10^{14}$	$7.3 \times 10^{13}$	$6.49 \times 10^{13}$	
$\rho(s)$ ( $\Omega$ )	$2.29 \times 10^{13}$	$2.29 \times 10^{13}$	$1.14 \times 10^{13}$	$2.29 \times 10^{13}$	$2.29 \times 10^{13}$	$2.29 \times 10^{13}$	$1.14 \times 10^{13}$	$7.61 \times 10^{12}$	
耐 熱 屈 曲 性	130°C JIS法 (θ)	2	2	3	2	1	1	4	2
	3φ mandrel hr	384	120	936	312	120	120	600	264

よび伸びは VN は VC, VS に比して劣るが、電気的性能においては三者同等の値を示し、耐熱屈曲性は、VC が最も劣り、つぎに VS で、VN は前二者に比して遙かにすぐれている。また基布の特性としてナイロンは熱可塑性に基づく伸びの残存が多く、他の基布と異なる。

〔IV〕 ワニスクロス類のバイアスカットテープの伸長下の絶縁破壊電圧

一般にストレートカットのワニスクロス類は伸びが少く、また引裂力があまり強くなく作業性に欠ける場合がある。これらの欠点を補うものとして、伸びおよび引裂力が大きく作業性が良好なバイアスカット品が製造されている。このバイアスカット品については、その用途からも明らかなように、伸長率および伸長下の絶縁破壊電圧が重要な特性であり、これらの特性を十分に検討しておく必要がある。ワニスクロス類の伸長率については棚橋氏の詳細な報告<sup>(4)</sup>があるので、ここでは伸長下の絶縁破壊電圧について検討してみる。伸長下の絶縁破壊電圧の測定法は JIS<sup>(3)</sup> では一定荷重を一定時間加えた後、荷重を除いた状態での絶縁破壊電圧となっており、ASTM<sup>(5)</sup> では一定伸長率下での絶縁破壊電圧となつていたので、一概に伸長下の絶縁破壊電圧といつても、その試験法を規定しなければその性能は比較できない。実際使用上では勿論相互関係はあるが、加える荷重のみを問題にする場合には JIS 法が妥当であり、伸びのみを問題にする場合には ASTM 法が妥当である。またワニスクロス類では使用基布の厚さ、ワニス塗布量およびバイアスの切断角度により伸長率および伸長下の絶縁破壊電圧は大きく異なるので、これらを同時に論ずることは困難である。

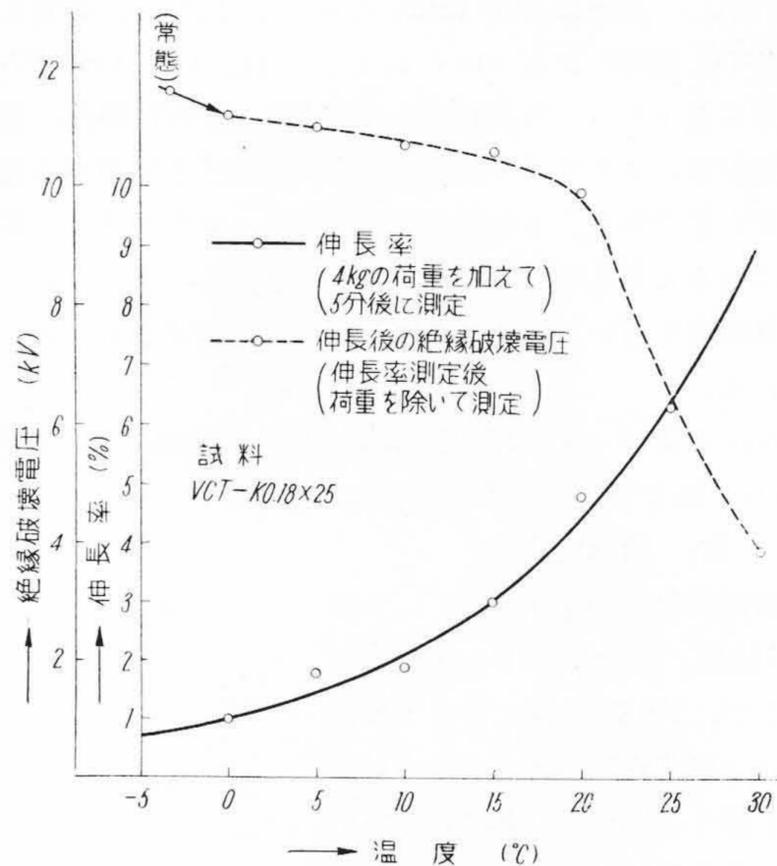
(1) ワニスクロスの伸長下の絶縁破壊電圧

厚さ 0.18 mm 黒色ワニスバイアステープにおける温度と JIS 法による伸長率および伸長下の絶縁破壊電圧の関係を第10図に、厚さ 0.18mm および 0.25mm のワニスバイアステープ ASTM の法による伸長下の絶縁破壊電圧を第11図に示す。第10図にみるように、伸びによる絶縁破壊電圧の低下は伸び 3% 以下では極く僅かであるが、4~5% ではやゝ低下し、5% 以上になる急激にと低下する。伸びの対数と絶対温度の逆数は下記のように大体直線関係になる。

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

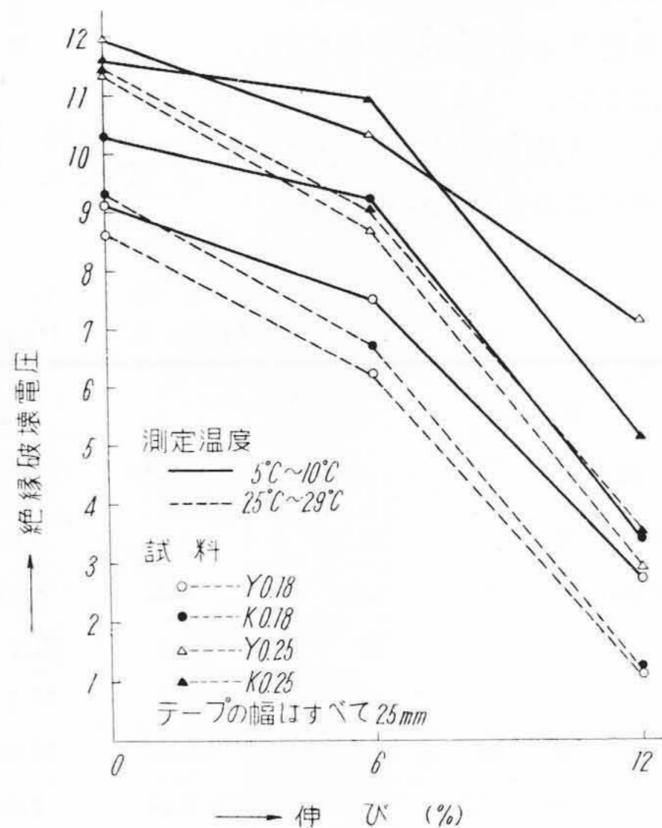
但し  $y$  : 伸長率 (%)  
 $T$  : 絶対温度 (°K)  
 $A, B$  : 定数 (第10図の場合  $A = 1.829, B = 854$ )

また第11図に示すように一定伸長下の絶縁破壊電圧は、低温における方が高い。これはワニス皮膜が亀裂を生じない範囲では、ワニス皮膜の硬い方がむしろ伸長の



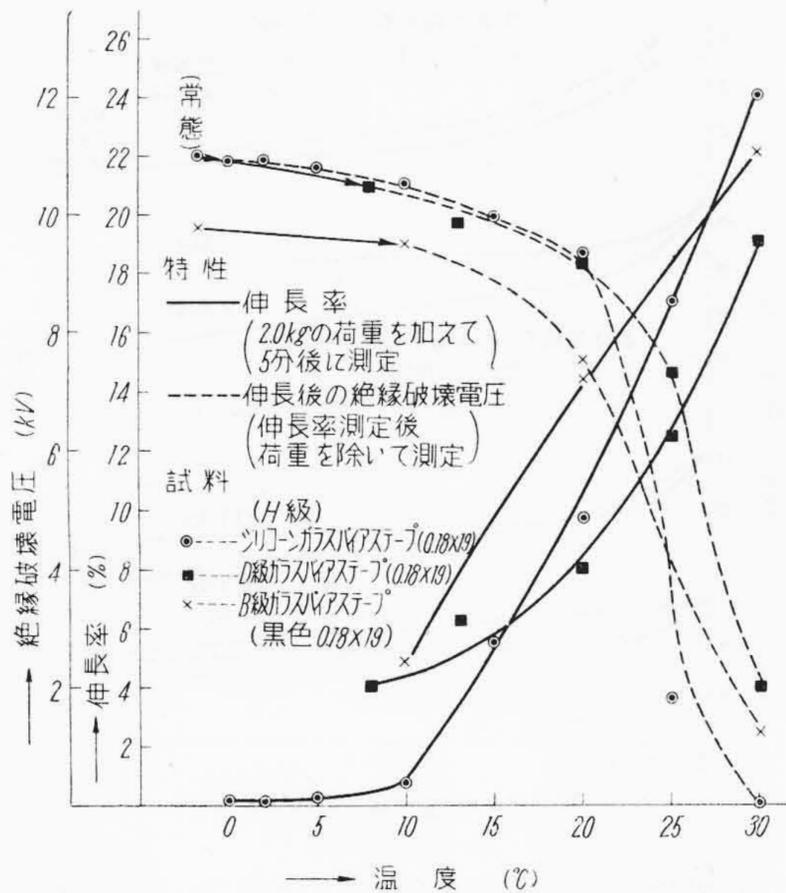
第10図 JIS 法によるワニスバイアステープの各温度下における伸長率と伸長下の絶縁破壊電圧の関係

Fig. 10. Relation Between Elongation and Breakdown Voltage Under Elongation of Varnished Bias Cut Tape at Various Temperature in Accordance with JIS Specification



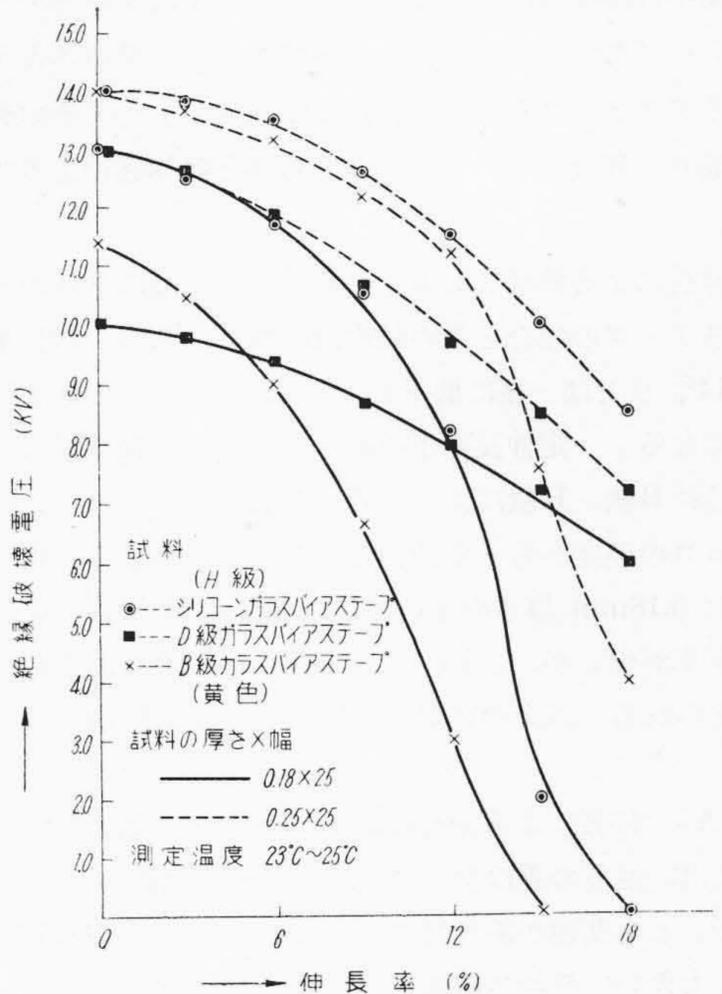
第11図 ワニスバイアステープの ASTM 法による伸長下の絶縁破壊電圧

Fig. 11. Relation Between Elongation and Breakdown Voltage of Varnished Bias Cut Cloth Tape in Accordance with ASTM Specification



第12図 JIS法によるワニスガラスバイアステープの各温度下における伸長率と伸長下の絶縁破壊電圧の関係

Fig. 12. Relation Between Elongation and Breakdown Voltage Under Elongation of Varnished Glass Bias Cut Tape at Various Temperatures in Accordance with JIS Specification



第13図 ASTM法によるワニスバイアスガラステープの伸長下の絶縁破壊電圧

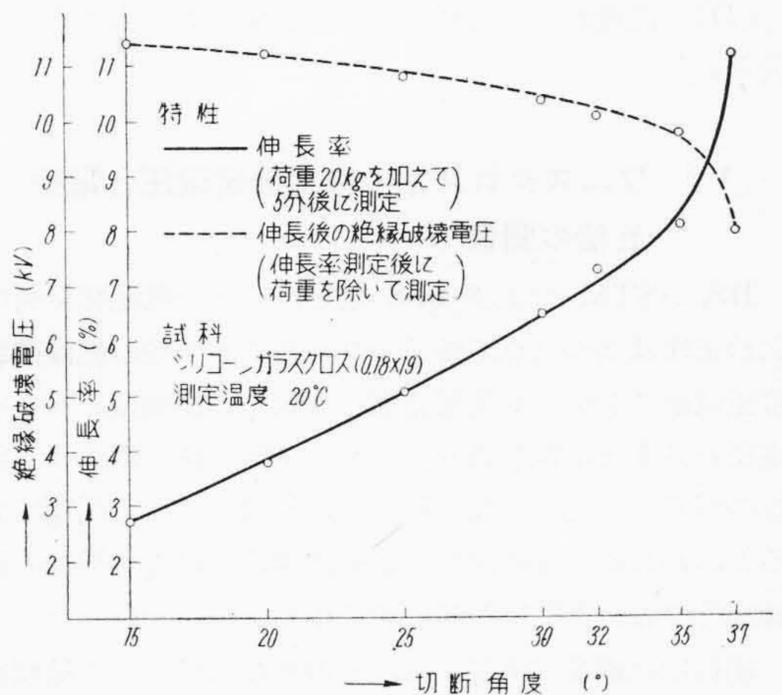
Fig. 13. Relation Between Elongation and Breakdown Voltage of Varnished Glass Bias Cut Tape in Accordance with ASTM Specification

機構上から高い値を示すためではないかと思われる。この事実は第13図にみるようにワニス皮膜の硬いD級<sup>(6)</sup>のガラスクロスが同一伸長下で他のものに比して高い絶縁破壊電圧を示していることから推察できる。

(2) ワニスガラスバイアステープの伸長下の絶縁破壊電圧

各絶縁種別のワニスガラスバイアステープの一定荷重下の温度とJIS法による伸長率および伸長下の絶縁破壊電圧の関係を第12図に、ASTM法による伸長下の絶縁破壊電圧を第13図に示す。

第12図に示すようにワニスガラスバイアステープの場合には温度と伸びの関係が一般にワニスバイアステープの場合と異り、また各絶縁種別(各級)で使用ワニス異なるためその特性が異なる。ワニスガラスバイアステープの伸びが一般に大きいのは、バイアスカットにした場合ガラスクロスは繊維の絡み合いが少なく、また生布の糊付加工が施してないため糸が滑り易く、スムーズに伸びるためと思われる。使用ワニスによる差では、B級、D級は大體ワニスバイアステープの場合と同様の傾向を示しているが、その感温比は大である。シリコン(H級)の場合には他とかなり異り、10°C以下では非常に僅かで、10°Cを越えると急激に増加しているが、これはシリコー



第14図 シリコンワニスガラスバイアステープの切断角度と伸長率および伸長下の絶縁破壊電圧の関係

Fig. 14. Relation Between Elongation and Breakdown Voltage Under Elongation at Various Bias Cutting Angles of Silicone Varnished Glass Bias Cut Tape

ン樹脂自体の特性によるものである。またワニスバイアステープについてもいえることであるが、ワニスガラスバイアステープの場合は特に切断角度によつてその伸びは異なり、H級についての一例を示すと第14図のようである。

伸長による絶縁破壊電圧の低下は、一般にワニスバイアステープの場合とその傾向は同様であるが、伸長率10~14%までは一様に低下し、それ以上になると低下は急激になる。一定伸長率下の絶縁破壊電圧は第13図に示すようにB級、H級に比してD級の低下が少いが、これはワニスの硬度からくる伸長機構の差によるようである。また0.18mm厚さのものに比し0.25mm厚さのものは低下率が少いが、これはワニス塗布量の差によるものと考えられる。以上の結果よりつぎのことが結論づけられる。

(A) 伸長による絶縁破壊電圧の低下に及ぼす影響としては、温度の差はワニス皮膜の硬度(低温による硬化など)とも関連があり判然としないが、伸びの絶対量が最も大きい。ワニス塗布量の影響も大きい。

(B) 伸長による絶縁破壊電圧の低下は、ワニスバイアステープでは黄色、黒色間および厚さによつて大差なかつたが、ワニスガラスバイアステープは厚いもの程低下率が少く、D級はH級、B級に比して一定伸長下の低下率が少い。

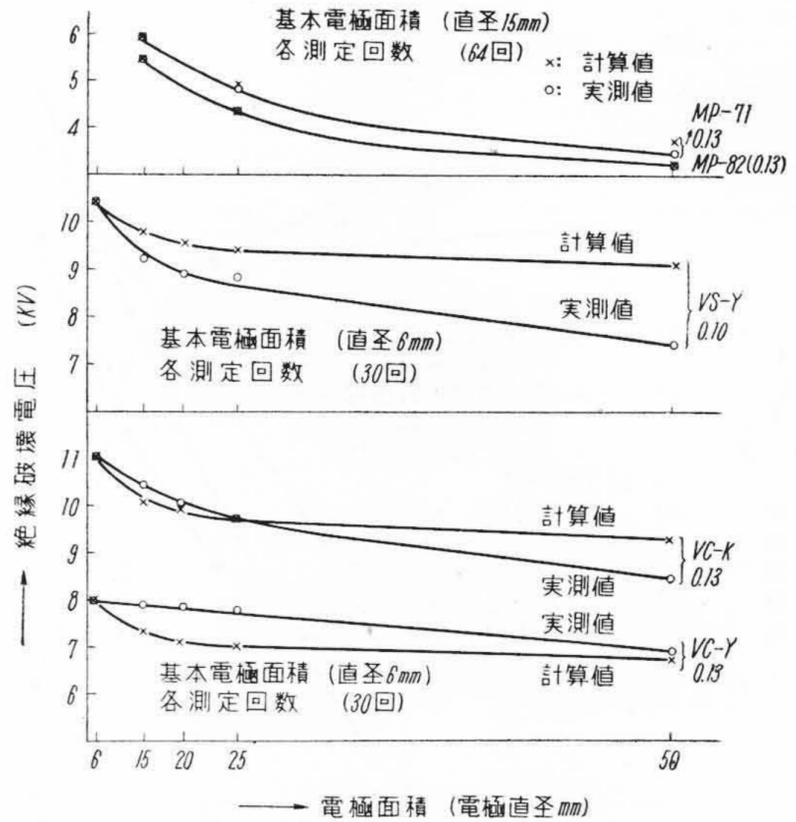
(C) 絶縁破壊電圧の低下は、ワニスバイアステープでは3~4%、ワニスガラスバイアステープでは8~12%程度の伸長までは少いが、それ以上では両者とも著しい。

(D) 温度および切断角度の伸長率におよぼす影響は大きい。

### [V] ワニスクロス類の絶縁破壊電圧と電極面積の関係

JIS, ASTM および BSS などによる一般絶縁材料の試験方法は異つた点が多く、ワニスクロス類の絶縁破壊電圧試験においても使用電極(形状および面積)および電圧上昇率その他が異なり、これら試験方法の差による特性の相異は性能の比較を行う上に検討を要する問題であると思われる。電極面積と絶縁破壊電圧は電気機器の絶縁部分の設計上関係が深いので少しく検討を行つた。

絶縁物の絶縁破壊電圧は、その程度は絶縁物の種類によつて異なるが、一般に電極面積を増すと低下する。この理由は弱点の存在、電圧印加による発生熱量および縁端効果その他で論じられている。ワニスクロス類については、電極面積の増加にともなう電極間中に含まれる弱点の増加が大きな原因と考えられる。ここで、もし弱点の増加によるもののみと仮定すれば、絶縁破壊電圧と電極



第15図 マイカペーパー、ワニスクロス、ワニスシルクの電極面積と絶縁破壊電圧の関係  
Fig. 15. Relation Between Area of Electrode and Breakdown Voltage of Mica Paper, Varnished Cloth and Varnished Silk

面積の関係は、統計的手法によつてある程度理論的に解析できるわけであり、ここでは最小値の確率密度関数の理論<sup>(7)</sup>より計算値と実験値を比較検討した。

#### (1) 最小値の確率密度関数の理論(本試験に引用のもの)

$P\phi$  の電極によつて測定したワニスクロスの絶縁破壊電圧を  $P(m, a)$  とすれば、面積を  $N$  倍した  $q\phi$  の電極により測定した同一ワニスクロスの絶縁破壊電圧は次式で示される。

$$\text{平均値 } \bar{x} = m - aN\sigma$$

$$\text{標準偏差 } S = bN \cdot \sigma$$

但し  $m$ : 平均絶縁破壊電圧

$a$ : 絶縁破壊電圧の標準偏差

$aN, bN$ : 定数

#### (2) 試験結果およびその考察

ワニスクロス、ワニスシルクおよびマイカペーパーについての計算値、実測値の一例を第15図に示す。図でわかるように、マイカペーパーのような比較的弱点の多いものでは実測値と計算値が全く一致しており、前記理論がそのまま適用できるように思われる。ワニスクロス、ワニスシルクなどではその傾向は一致しているが、その値はマイカペーパーの場合に比してかなり差がある。これはワニスクロス類などでは比較的弱点が少ないためであろう。また測定回数および計算値を求める場合の基本電極面積の採用方法にもまだ考慮すべき問題があるように考えら

れる。しかしこの実験から、今まで非常に誤差が多いと考えられていた絶縁破壊現象においても、この種絶縁物に関してはかなり統計的手法を応用できることを認めた。

第15図にみるように実測値で6φ (ASTM規格)と25φ (JIS規格)による値の間に大きな差があるから性能判定時の使用電極面積は慎重に検討する必要があることを示している。

[VI] 結 言

ワニスクロスに関し、電気機器の設計上ならびに使用上参考になると思う二、三の特殊試験結果について述べたが要約するとつぎのようである。

(1) 黒色ワニスクロスは高温の絶縁油中においても黄色ワニスクロスと同等に使用できる。

(2) ワニスクロス類中ワニスナイロンクロスは耐湿性、耐熱性に概して優れているが実用上注意を要する点がある。

(3) ワニスガラスバイアスクロスは同一伸長率下でワニスバイアスクロスより電気的特性の低下が少ない。

(4) ワニスクロス類だけでなくこの種シート状絶縁物の絶縁破壊電圧とその測定電極面積は、実際使用上慎重な検討を要し、これら問題への統計的手法の導入は今後の課題であると考えられる。

終りに臨み、本研究に種々御教示賜った日立絶縁物工場日月工場長始め棚橋、松島、川名課長および諸資料を提供して下さった小川、萩谷両氏に厚く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 斎藤, 松下: 昭 28-10 電気学会支部連合大会 P104
- (2) 森, 小口, 後藤: 昭 26-5 電気学会連合大会 P117
- (3) JIS 試験法 C2120
- (4) 棚橋: 日立評論 19 249 (1936-4)
- (5) ASTM Standard D295-52T P1054 Part 6 1952
- (6) 日月: 日立評論 36 101 (1954-9)
- (7) 小川, 水野, 田島: 日立評論 33 471 (1956-3)

製 品 紹 介

日立黒色耐熱ワニスクロス

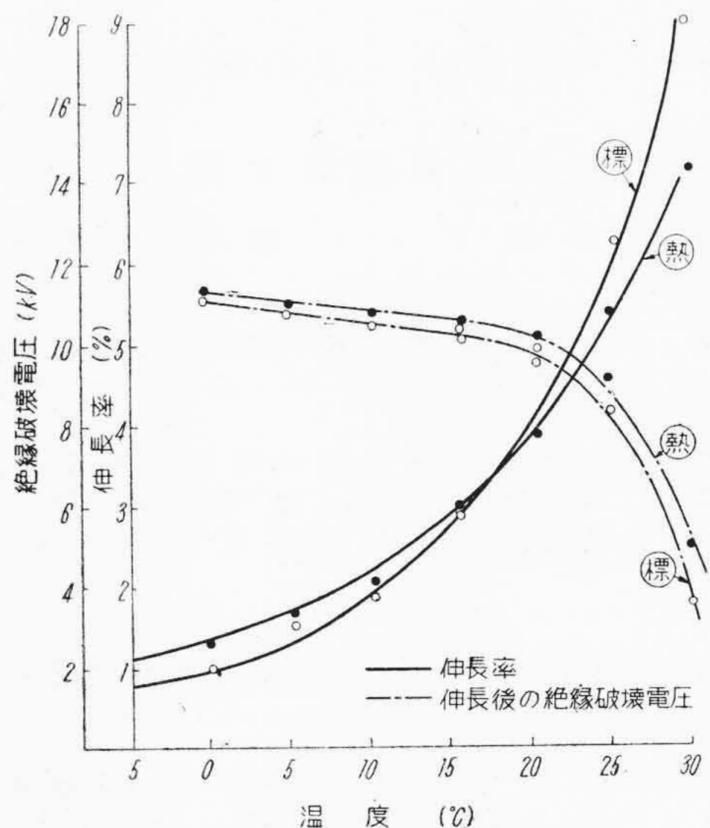
Hitachi Heat Resistant Black Varnished Cloth

主として船舶用ケーブルに使用される黒色ワニスクロスで、特に耐熱性にすぐれており、AB規格(125°C±2.5°C 150時間3φO.K.)に合格するものでJISの120°C±3°C 24時間よりは、はるかに苛酷な条件に耐え得る。これに加えて伸長率の低温時における低下および高温時における増加は標準品より少ない、すなわち感温比の小さいという特色がある。

第1表 耐熱クロスの一般性能  
Table 1. General Characteristics of Heat Resistant Varnished Cloth

試験項目	品 種	0.18	0.25	規 格	
厚 さ (mm)		0.19	0.25	±0.02 公差	
耐 湿 熱 性 (80°C 72時間)		合 格	合 格	皮膜のハガレ ないこと	
耐 熱 性 (125°C 150 Pns 3φ)		合 格	合 格	皮膜にヒビが 入らないこと	
引 張 荷 重 (kg)	タ テ	14.6	18.9	0.18 10以上	0.25 11以上
	ヨ コ	12.0	13.4	7以上	7.5以上
伸 長 率 (%)	タ テ	4.0	4.0	3以上	3以上
	ヨ コ	10.9	10.7	8以上	8以上
絶 縁 破 壊 電 圧 (kV)	最 低	9.7	10.4	6	8
	平 均	11.0	13.0	8	10

(注) 布目留



第1図 温度と伸長率および絶縁耐力の関係  
Fig. 1. Relation between Temperature, Elongation and Dielectric Strength of Hitachi Heat Resistant Varnished Cloth

絶縁耐力の湿度による変化も同様傾向がみられ、標準品より良好である。その他の特性は勿論JISのワニスクロス規格に合格している。なお長さは150~200m切目なしの製造が可能でその一般特性の1例を第1表に、温度と伸長率および絶縁耐力の関係を第1図に示す。



## 最近10年間日立評論に発表された絶縁材料関係論文集

題 目	巻数, 頁 (年代)	執 筆 者
1 フルフラール樹脂の研究	28, 34 ('46)	黒日 沢月 勇次
2 絶縁ワニスの基本的性質に関する二, 三の考察	29, 52 ('46)	柴小磯 原松野 紋健芳 三雄
3 フェノールレジン成型材料の成型条件について	29, 85 ('47)	阿才 部川 光日出 一夫
4 瀝青系混和物に対する各種軟化剤の効果	29, 152 ('47)	横金 山沢 亮一 四郎
5 クレゾールフルフラールレジンの研究	30, 35 ('48)	鶴田 野林 田 四郎
6 フェノール・フォルムアルデヒド樹脂の研究(第14報) 樹脂生成反応に粘度法と滴定法併用の試み	論文集 1, 31 ('48)	高小鶴 鶴田 四郎
7 尿素フォルムアルデヒド樹脂の研究(第5報) ガラス状樹脂の組成について	論文集 1, 52 ('48)	間萩 瀬野 喜幸 好夫
8 尿素フォルムアルデヒド樹脂の研究(第6報) ガラス状樹脂の二, 三の性質	論文集 1, 107 ('48)	和 松鶴 七千四 憲勉 里郎
9 合成樹脂の電線への応用	31, 177 ('49)	久川 和田 井野村 本山 好七喜 方惠郎
10 塩化ビニル電線の特性に関する一考察	32, 152 ('50)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
11 フェノールレジンの熱収縮について	32, 179 ('50)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
12 新合成樹脂ヒタフランについて	32, 937 ('50)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
13 電線用としての国産塩化ビニル樹脂	33, 573 ('51)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
14 国産珪素樹脂を用いたガラス巻線	33, 949 ('51)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
15 塩化ビニル樹脂の物理的性質	34, 415 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
16 エナメル線皮膜の導体への接着性(その1)	34, 499 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
17 マグネットワイヤー用ポリアミド樹脂について	34, 713 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
18 エナメル線皮膜の導体への接着性(その2)	34, 785 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
19 日立絶縁油安定度試験法	34, 807 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
20 合成ゴムの絶縁電線への応用(第1報)	34, 903 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
21 日立新型コイルワニス W-250, W-280 の二, 三の特性	34, 999 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
22 高圧ケーブル用混和物の低温度における 適性粘度の判定法	34, 1219 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
23 電線用塩化ビニル樹脂に関する二, 三の基礎的問題	34, 1325 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
24 超遠心機による分子量測定	34, 1335 ('52)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
25 電線用塩化ビニル樹脂混和物の可塑性	35, 457 ('53)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
26 合成ゴムの絶縁電線への応用(第2報) 保護被覆材料としてのネオプレンの特性	35, 721 ('53)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市
27 電線用ゴム混和物の可塑性	35, 977 ('53)	和 松鶴 高福 久松川 間江 久吉 川 間 喜喜幸 喜治 充太義 雄市

(第44頁へ続く)