

國産珪素樹脂を用いたガラス巻線

間瀬 喜好* 江尻 義**

Application Japanese Silicone Varnish on the Glass Covered Wires

By Kiyoshi Mase, Yoshi Ejiri
Hitachi Cable and Wire Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The writers have made comparative study of non-alkali glass covered wires which are baked after coating with methyl and ethyl chlorosilane with those that are baked with the former glyptal varnish, and obtained the following results:

1. After heating to 220°C, the glass covered wires which have been baked with silicone varnish, far superior to those having glyptal varnish in breakdown voltage, and insulation resistance was same value but slightly superior in abrasionresisting property.

2. It is difficult to find difference in properties between the wires of methyl chlorosilane and ethyl chlorosilane coatings, and the knowledge on the effect of the trichlorosilane seems to be essential for the investigation of this study.

[I] 緒 言

従来無アルカリガラス巻線の被覆補強に用いられていたワニス⁽¹⁾は既報のように比較的耐熱性のあるグリプタルワニスであった。しかし適切な使用法を講じてもH級絶縁被覆として用いるには難しく、従つて無アルカリガラス糸の特長を十分に發揮するためには更に耐熱度の高い珪素樹脂を用いる必要がある。珪素樹脂のこの方面の用途に適していることは米國の型録⁽²⁾⁽³⁾や、これ迄の報告^{(4)~(10)}に示されている通りである。

當社に於ても米國特許⁽¹¹⁾を考へて種々研究がなされておりその製法と性能に就いての報告も多い。

昨年日立研究所試作品のエチルクロシラン系珪素樹脂と本邦某社の組成を異にする2種類の初期品であるメチルクロシラン系珪素樹脂を當工場で購入したので、日東紡社製無アルカリガラス糸を用いた二重ガラス巻線に夫々塗布焼付した3種類のガラス巻線をグリプタルワニス(日立商品名 EW 330)を焼付したガラス巻線と種々比較検討した結果を報告して讀者諸賢の御批評を乞う次第である。

[II] 供 試 線

(1) ガラス糸並びに珪素樹脂

二重ガラス巻線に用いたガラス糸は日東紡社製無アルカリ含硼酸ガラス糸にして、その成分は第1表に示す通りのものである。

即ち JES 電気 2200 號電気絶縁用ガラス糸の規格には合格するが、最近の無アルカリガラス糸はアルカリ金屬0.5%以下であるから0.65%の本試料では同社製品としては稍アルカリ金屬の多いものである。

次に焼付に用いた珪素樹脂の組成及び比較のためのグリプタルワニスの不揮發は第2表に示す通りである。

(2) 試焼條件

0.9 mm 徑軟銅線に第1表のガラス糸で2層交互反對方向に纏捲後、既報⁽¹²⁾⁽¹³⁾のような爐長2mの横型エナメル線焼付機を用い、上記供試液を塗布焼付した供試線を第3表に示した。

但し No. 2 の供試液は浸透がよく樹脂の附着の割に寸法の大きくなることが他の供試線と異つている。これはトリクロシランが少いためと考えられる。寸法が大きくならないことはマグネットワイヤーとして望む

* ** 日立製作所日立電線工場

第 1 表 ガラス 絲 の 成 分

Table 1. Compositon of the Glass Yarn

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	B ₂ O ₃	計
43.96	1.20	19.02	14.85	5.40	0.10	0.55	13.56	98.64

第 2 表 供 試 液

Table 2. Composition of the Silicone Varnish

試 番	組 成 (重量比)	不 揮 發 物 (%)	溶 劑	
			種 類	量 (%)
No. 1	Me ₂ SiCl ₂ : MeSiCl ₃ =3:7 加水分解生成物	50	ベンゼール	50
No. 2	Me ₂ SiCl ₂ : MeSiCl ₃ =5:5 //	50	//	50
No. 3	Et ₂ SiCl ₂ : EtSiCl ₃ =1.94:8.06 //	55.6	//	44.4
No. 4	グリプタルワニス	35	ソルベント ナフサ	65

第 3 表 供 試 線

Table 3. Construction of the Glass Covered Wire

試 番	仕 様	横 卷 條 件		焼 付 條 件				寸 法			樹脂 附 着 量 (被覆 重量に 對する %)
		ガラス 絲		ピ ッ チ (mm)	温 度 (°C)	速 度 (m/min)	回 數 (回)	導 體 徑 (mm)	ガ ラ ス 卷 厚 (mm)	樹 脂 焼 付 後 厚 (mm)	
		種 類	本 數								
No. 1	DGC 0.9	番手 20	本 6	1.75	275	2.5	5	0.89	0.128	0.131	8.33
No. 2	//	//	//	//	//	//	5	//	//	0.116	8.01
No. 3	//	//	//	//	264	2.42	4	0.91	0.112	0.138	11.50
No. 4	//	//	//	//	//	//	2	//	//	0.134	8.25

第 4 表 浸 水 時 間 と ピ ン ホ ー ル

Table 4. Pinhole Number after Water Dip

試 番	ピ ン ホ ー ル 數 (5 m 當り)						
	浸 水 直 後	1 時 間 後	2 時 間 後	4 時 間 後	6 時 間 後	9 時 間 後	24 時 間 後
No. 1	0	0	0	0	0	2	無 數
No. 2	0	0	1	5	10	約 40	無 數
No. 3	0	0	0	0	0	0	0
No. 4	0	無 數	無 數				

處であるが逆に被覆が弱かつたり、諸性能が劣るようでは問題があるから以下述べる性能を考へてからの判断にしたい。

[III] 諸 性 能

本系の巻線によつては苛酷な試験であるが浸水に依るピンホール発生状態を検討し、次に H 級絶縁のマグネツトワイヤーとして最も重視される耐熱性に就ては、比較的短時間で優劣を知るために 220°C 高温加熱後の磨

耗強度、並びに同温度の恒温槽中に保持後の破壊電壓、保持中の絶縁抵抗を求めることにした。亦 RH 90%(40°C) 恒湿下の絶縁抵抗をも求めた。

これ等の諸性能に就ては下記のようなのである。

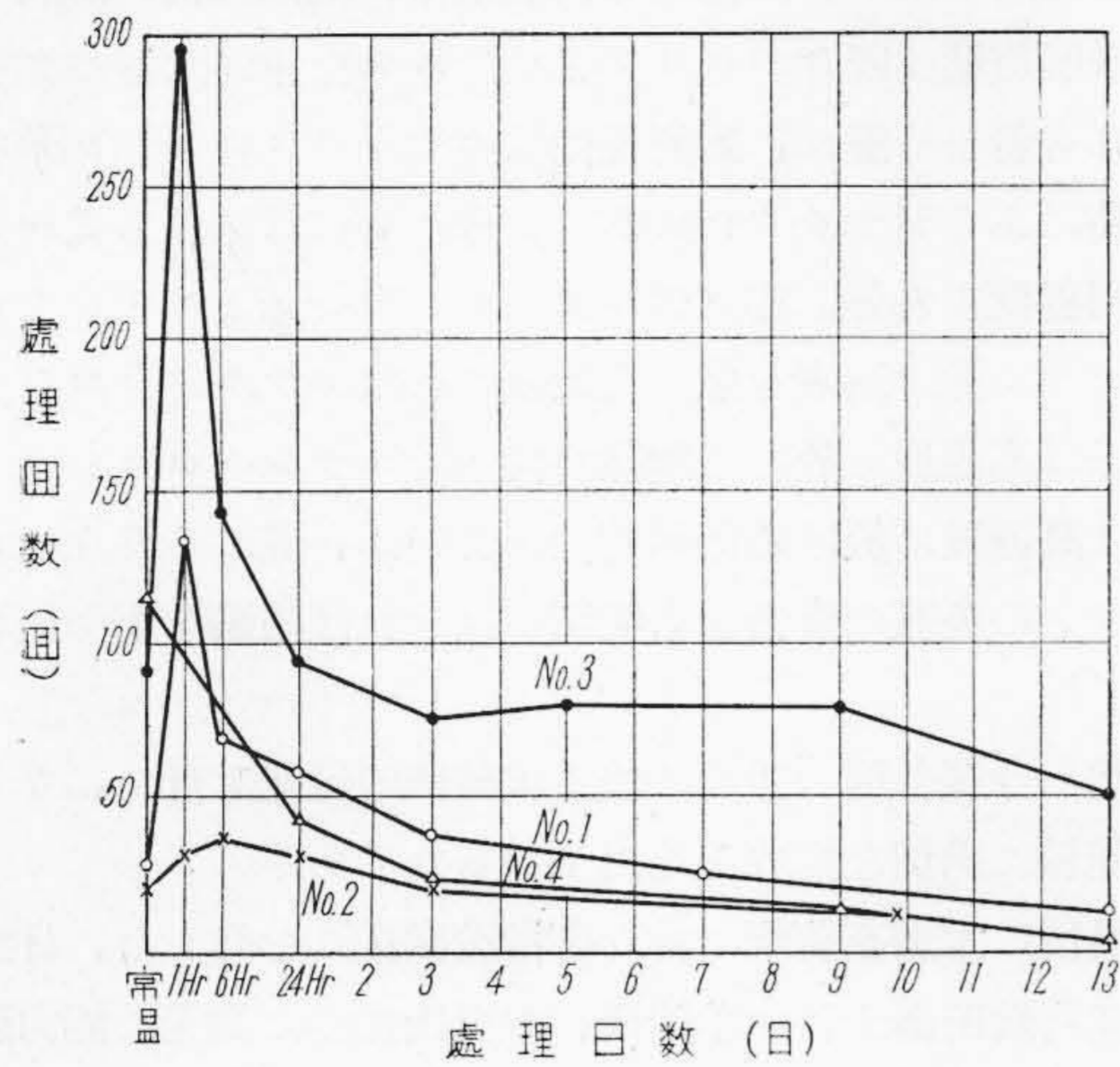
(1) 浸水に依るピンホール発生
本供試線のように被覆が纖維を骨子とし、樹脂を接着補強材程度に少量しか用いないものにはピンホール試験を行うことは酷であるが、一應エナメル線試験法 JISC 3003 號 6 項の 0.2% 食鹽水中に入れ、浸水時間に依るピンホール発生状況を求めた結果は第 4 表のようである。

即ち浸水直後 1 分間加電では何れもピンホールを発生しないが、時間の経過と共に珪素樹脂系のもはグリプタルワニスのものより優れていることが判る。No. 1~No. 3 の中では No. 3 No. 1 No. 2 の順位であり、樹脂が比較的浸透していると考へられるに拘らず No. 2 が悪い成績を示している。

(2) 耐 磨 耗 性

測定装置及び方法は既報⁽¹⁴⁾に準じ、8 mm 径の鋼棒を 36 本取付けた径 180 mm の回轉調車に鋼棒と直交するように供試線を取付け、これに 800 g の荷重を加えて調車を試料支持方向に毎分 50 回の速度で回轉し、被覆が磨耗して導體と鋼棒が短絡(印加電壓 DC 12 V)する迄の磨耗回數を求める方法で高温(220°C)保持後の結果を示したものが第 1 圖である。

No. 1~No. 3 の珪素樹脂を用いたものは常温時より加熱されると急激に上昇し、その後は再び低下するが、グリプタルを用いたものは常温時より漸次降下する。亦 4 種類中 No. 3 のみ特に耐磨耗が強いことは、No. 1 No. 2 のメチルクロロシラン系のものよりエチルクロロシラン系のもが軟く、可撓性がある⁽¹⁵⁾ためか、或はトリクロロシランが多いためかは今後究明するつもりである。No. 1 と No. 2 では No. 1 が良く、No. 2 の曲線上昇の少いのはディクロロシランの多いためと考へ



第1圖 高温 (220°C) 保持後の耐摩耗性
Fig. 1. Resisting Property Against Abrasion after High Temperature (220°C) Heating

る。前記のように寸法の小さい No. 2 はこの性能が劣っている。

(3) 破壊電圧

測定法は供試線約 1.2 m を採り、その 1 m を 28mm 径の銅管に緊密に巻付け、銅管と心線間に加電して求めた。尚試料はこれを銅管に巻付けた後、夫々下記項目の処理を行い測定したものである。

- (A) 常温常湿時
- (B) 湿熱 (100°C の飽和蒸気中) 4 時間後
- (C) 浸水 24 時間後
- (D) 高温 (220°C) 保持後

上記の測定結果は第5表のようである。

即ち第5表に示すように No. 1~No. 3 の珪素樹脂を用いたものは湿熱後に於いてグリプタル系より著しく優れた値を示しているが、耐水性は含浸量に左右されるためか特長が認められなかつた。220°C の加熱後に於ける値は短日時は余り差はないが日数を経るにしたがい珪素樹脂のものが非常に優れていることが判る。然し珪素樹脂の3者では初期の値が異なるのではつきりした順位はつけ難いが強いて云えば No. 3, No. 1, No. 2 の順位である。

(4) 絶縁抵抗

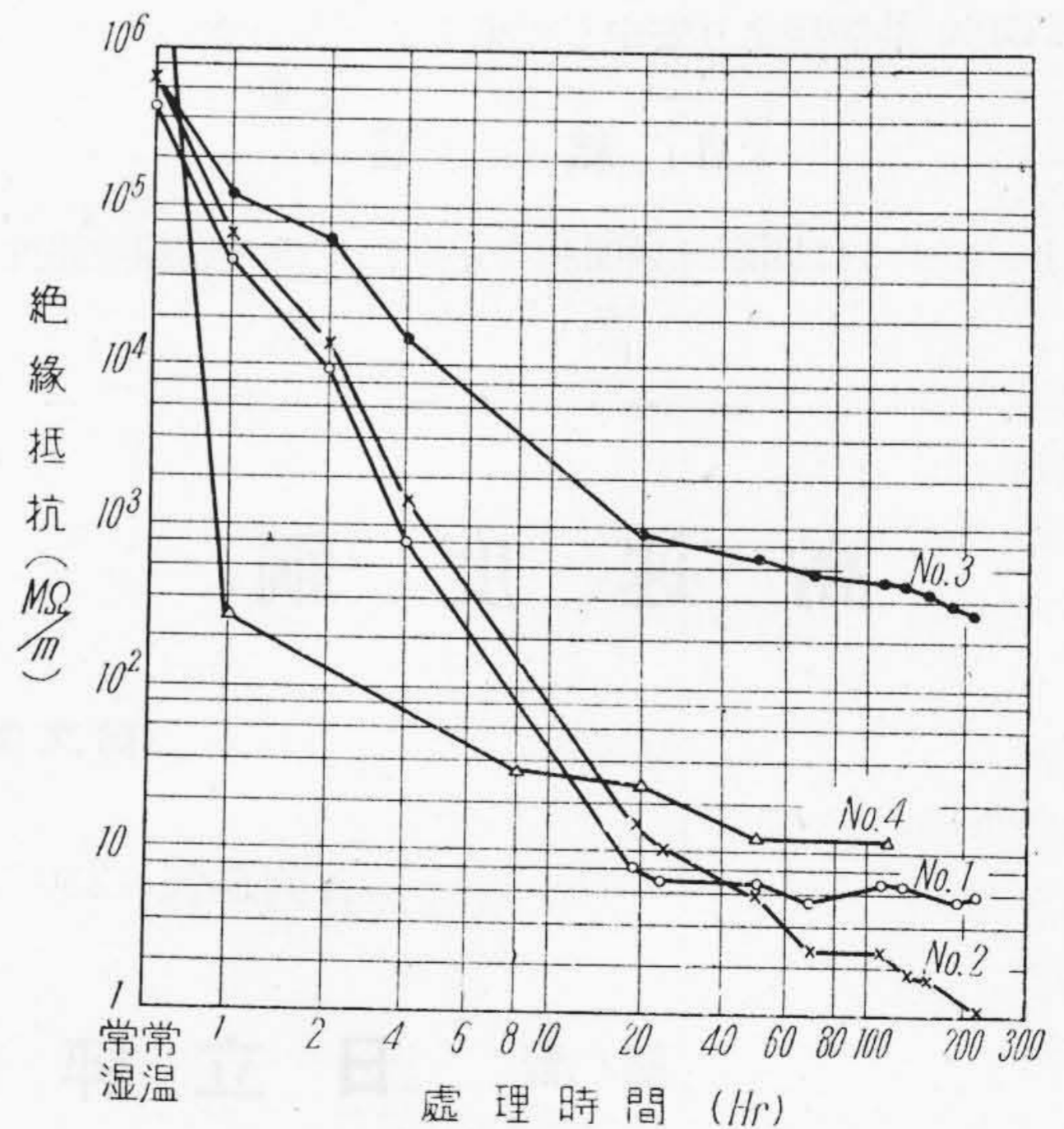
測定法は供試線 2.2 m を採り、その 2 m を前法のように 28 mm 径の銅管に緊密に着付け 100 V 直偏法にて下記状態で測定した。

- (A) 常温常湿時
- (B) 高湿度 (RH 90% 40°C) 中
- (C) 高温槽 (220°C) 中

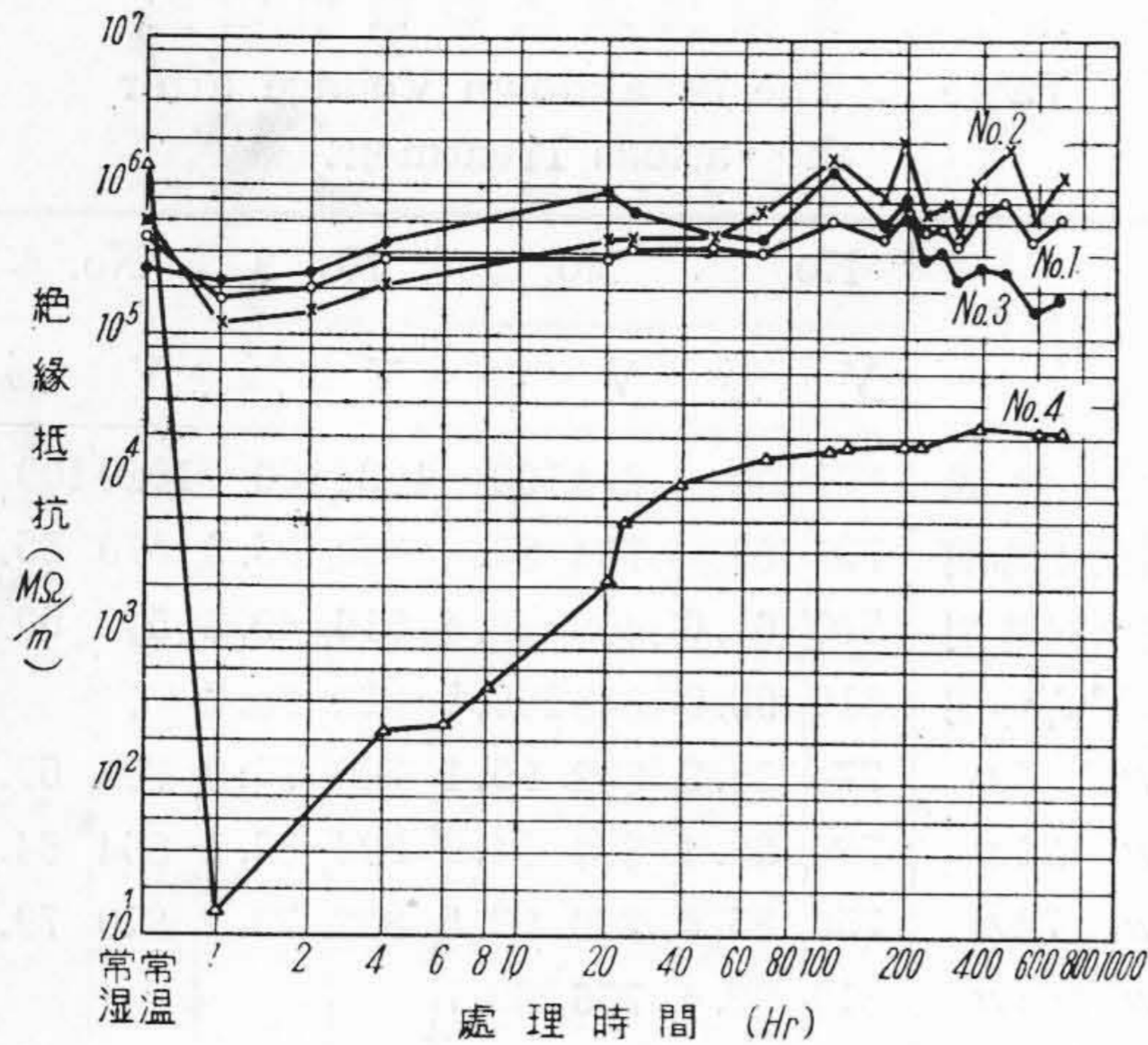
第5表 各種処理後の破壊電圧
Table 5. The Breakdown Voltage after the various Treatment

処理条件	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
	V	%	V	%	V	%	V	%
常温常湿	877	100	844	100	1038	100	1020	100
湿熱4時間	730	83	754	89.4	888	85.6	570	55.9
浸水24時間	540	61.6	408	48.4	516	49.8	510	50.0
220°C/時間	816	93.0	848	100.5	812	78.2		
// 6 //	774	88.2	802	95.1	798	76.9	708	69.4
// 24 //	784	89.4	800	94.9	894	86.1	864	84.7
// 72 //	750	85.4	788	93.5	822	79.2	810	79.4
// 168 //	810	92.4	756	89.7				
// 216 //					894	86.2	876	85.9
// 240 //								
// 312 //	798	91.0	768	91.0	990	95.4	858	84.1
// 720 //	828	94.4	760	90.0				
// 2305 //					900	86.7	855	83.8
// 2885 //					1060	102.1	630	61.8

その結果は第2圖、第3圖に示す通りである。(A) (B) の場合を一括圖示したものが第2圖であり、即ち常温常湿時に於いては珪素樹脂を用いた No. 1~No. 3 が略近似値を示し、グリプタルワニスを用いた No. 4 に比し低い値である。然し高湿槽に入れると何れも低下の傾向を示すが No. 1~No. 3 は No. 4 に比し低下が少い。No. 1, No. 2 は時間の経過と共に No. 4 と大差



第2圖 高湿度下の絶縁抵抗特性 (RH 90% 40°C)
Fig. 2. Characteristic of Insulating Resistance at High Humidity (RH 90% at 40°C)



第 3 圖 高温 (220°C) 下の絶縁抵抗特性
Fig. 3. Characteristic of Insulating Resistance at High Temperature (220°C)

がなくなり耐湿特性は期待出来ない。No. 3 は No. 1 No. 2 に比し高値を示し、エチルクロロシラン系のものが今回の結果では優れている。次に高温 (220°C) 下の絶縁抵抗は第 3 圖に示すように、200 時間迄は珪素樹脂を用いたる者の間に餘り優劣をつけ難いが、その後エチルクロロシラン系のものが若干低下の傾向を示す。これが原因に就いては追つて詳報する考えである。然し何れも No. 4 のグリプタルワニスを用いたものに比し 1~2 桁高い値を示し、珪素樹脂の特長を示している。亦 No. 4 のグリプタル系のはガラス繊維自體の特性に依り 220°C100 時間後より安定して來ることが目立っている。

[VI] 結 言

上記のように國産珪素樹脂を用いたガラス巻線の諸性

能を記述したが、高温時の破壊電壓、絶縁抵抗、濕熱時の破壊電壓は既存のグリプタルワニスを用いたものより何れも著しく優れ、耐磨耗性はエチルクロロシラン系のみ特によくメチルクロロシラン系のはグリプタル系と同程度である。亦メチルクロロシラン系とエチルクロロシラン系の兩者を強いて比較すればメチルクロロシラン系は高温度に於ける絶縁特性よくエチルクロロシラン系は高湿度に於ける絶縁特性がよいが、更にトリクロロシランの多寡の影響をも究明しなければ結論を下しかねる。

然し今後各種の組成に依る塗装法の研究を行い、ガラス巻線に適切な組成を見出すつもりである。

最後に本調査研究に當り御指導御援助を仰いだ、日立研究所鶴田博士、中牟田氏、古賀氏並びに測定に協力願つた萩野、矢田兩氏に深謝する。

参 考 文 獻

- (1) 高木、間瀬：日立評論
- (2) Dow-Corning Co. Catalogue 22. 291(昭 14)
- (3) G. E. Silicones : Catalogue
- (4) H. P. Walker : E. E. 66 No. 7 July 1947
- (5) F. L. Lotze & W. H. Moebins : Wire and wire products 25 Apr. 1950.
- (6) L. V. Larsen, J. T. Whelton & J. J. Pyle : Modern plastics 23 March 1946.
- (7) L. S. Putnane : Ceramic Agl. 46 Dec. 1945.
- (8) 大橋：電學誌 67. 220 (昭 22)
- (9) 大橋：電氣日本, 34. 358 (昭 22)
- (10) 山田：電氣日本, 33 卷, 156 (昭 21)
- (11) 例えば特許 151002 號
- (12) 間瀬：日立評論, 27. 186. (昭 19)
- (13) 間瀬：日立評論, 29. 81. (昭 22)
- (14) 間瀬、萩野、矢田：日立評論, 32. 18. 1950.
- (15) 山田：合成樹脂, 15, 1948-10

高 速 度 鋼

日立製作所冶金研究所長 小柴定雄 著
工 學 博 士

(誠文堂新光社刊)

A列5判 230頁 美装クロス箱入

販 賣 日 立 評 論 社 定 價 250 圓 千 32 圓