

# 最近の高電圧コイル絶縁ワニスについて

菊地 彌十郎\* 磯部 昭二\*\*

## Recent Insulating Varnish for High Tension Coil

By Yajurō Kikuchi and Shoji Isobe  
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The recent development of synthetic resin has entailed the remarkable improvement in the field of electric insulating varnishes made of this widely ramified chemical products such as the thermoset varnish, silicone varnish, unsaturated polyester resin varnish, epoxy resin varnish, etc.

Hitachi, Ltd. which has established for its high tension generator stator coil a record of trouble-free service for past 10 years recently has completed a new insulating method for the abovementioned type of stator coil, based on the experimental study. This method using a new synthetic resin, "Jupiter Resin", was applied in the manufacture of 7,500 kVA turbo-generator supplied to the Tsuruga Cement Co. Another attempt made by Hitachi for the further improvement of the high tension coil insulation was the application of silicone varnish, which was used for the insulation of 3,750 kVA turbo-generator to be used at the Hitachi Works. Both of these two new insulations have been found to be a fair success and suggest the advent of highly reliable insulating materials composed of advanced synthetic resins.

### 〔I〕 緒 言

合成樹脂の進歩は最近実に目覚しく、あらゆる産業に取り入れられているが、化学工業、繊維工業、電気機器工業への応用は特に華々しく、正にプラスチック時代の感が深い。実際、戦前の尺度をもつては今日の状態を測ることはできないし、また現在の尺度をもつて将来の発展を推察することも困難である。

電気機器用絶縁ワニス類は従来天然樹脂、植物油およびアスファルトを主体として製造されてきたが、最近合成樹脂の進歩に伴い、特に耐熱性のすぐれたシリコンワニス、熱硬化性に富むサーモセットワニス、優秀な成型性や電気的特性を持つ不飽和ポリエステル樹脂ワニスおよびエポキシ樹脂ワニスなど、新しい合成樹脂系ワニスが多く使用されるようになり、著しい進歩をみせてきた。

われわれはこのような合成樹脂の急速な進歩に歩調を合せ、絶縁材料に関する不断の研究と試作を続け、常に新しい要求に応じよう、あらゆる努力を払ってきた。

\* \*\* 日立製作所日立工場

た。このことは戦後の材料入手難の過渡期につくつたいわゆる特修コイルを除き戦後10年間の新製発電機に使用されたコイルが全然無事故であることによつても裏書されている。ここで過去における進歩の過程を振り返ることも無意義でないと考えられるので、従来の絶縁ワニス類を分類整理し、新しい合成樹脂系絶縁ワニスについてのべるとともに、最も重要な高電圧発電機コイルについて詳論し御参考に供する次第である。

### 〔II〕 絶縁ワニスに要求される性能

発電機の高電圧コイルに用いる絶縁ワニス類はつぎのような性能のものでなければならない。

- (1) 絶縁特性にすぐれていること。  
これは絶対に必要であることはいうまでもない。
- (2) 絶縁層内に空隙を生じないこと。  
絶縁層内に空隙のあることは絶縁特性に悪影響を与え、特にコロナの発生のため絶縁劣化を早める。
- (3) 機械的特性にすぐれていること。  
熱変化の反復による導体および鉄心の膨脹収縮の影響を受けないすぐれた機械的特性を持つこと。

(4) 寿命が長いこと。

いうまでもないことであつて、機械を長い年月安全に運転する上から非常に大切である。

(5) 耐湿、耐薬品、耐油性のあること。

〔III〕 絶縁ワニス類の最近における進歩 (主として発電機の高電圧コイル用について)

高電圧コイル絶縁として必要な上述の条件に対し、使用されるワニス類は合成樹脂の進歩に伴い種々変遷してきたが、一応現在一般的に使用されている主なワニスおよびコンパウンドを整理表示すると、性能上、成分上および商品名から第1表のように分類される。第2表は合成樹脂および天然物が電気絶縁材料に使用され始めた年代を示す。・印を附したものは電気絶縁ワニスとして現在比較的多量に使用されているものである。

つぎに現在盛んに使用されている新しい合成樹脂系絶縁ワニスの主なものを列挙すればつぎのようなものがある。

(1) フェノール樹脂系ワニス

合成樹脂中最も早く工業化されたものである。電気絶縁ワニス用として天然樹脂や乾性油と組合せたフェノール樹脂は早くから製造されていたが、最近に至りアルキルフェノール型の100%油溶性フェノール樹脂が発達して、いわゆるサーモセットワニス<sup>(1)(2)</sup>が製造されるようになってきた。この種のワニスは耐熱性、内部乾燥性、

第1表 絶縁ワニスおよびコンパウンド分類  
Table 1. Classification of Insulating Varnishes and Compounds

性能区分	成分区分	商品名, JIS 記号	
絶縁ワニスおよびコンパウンド	シエラツク精ワニス	シエラツク系 アスファルト系 W-10, W-51 W-50	
	油性ワニス	アスファルト系 樹脂系 W-20, W-25 W-23, W-28, W-27	
	熱硬化性	フェノール樹脂系ワニス	サーモセットワニス { W-2300, W-2700 W-2800 (日立)
		アルキッド系ワニス	グリプタールワニス (GE社) アミナルワニス (日立)
		エポキシ系ワニス	アララダイド (シバ社) エポンレジン (シエルケミカル社)
	合成樹脂系ワニス	ポリエステル系ワニス	サーマラスチック絶縁ワニス (WH社) パーマヒル (GE社)
		シリコーン系ワニス	日立シリコーンワニス HS-201, 202, 203 ダウコーニングシリコーンワニス DC-994 997 GEシリコーンワニス SR-17
熱可塑性 (熱軟化性)	コンパウンド	アスファルト系 樹脂系 K-11, K-12, K-21 K-15, K-25	

耐油性および接着力が従来の油性ワニスよりもはるかにすぐれているため、広く賞用されている。その性能を第3表に示す。

(2) アルキッド樹脂系ワニス

多価アルコールと多塩基酸とのエステルから作られるもので、原料を適当に選定すれば耐熱性のすぐれたワニスえられる。米国 GE 社ではグリプタールワニスと称して早くから使用していた。またアミノ樹脂を主成分としたワニスを日立製作所ではアルミナルワニス<sup>(3)</sup>と呼称し、そのすぐれた耐熱性はB種とH種の間温度区分の絶縁 (日立製作所でいうD種<sup>(4)</sup>) に使用される。

第4表はアミナルワニスの性能を示す。

(3) 不飽和ポリエステル樹脂系ワニス

不飽和多塩基酸と多価アルコールとを縮合させてえた線状不飽和ポリエステルに、ビニル化合物あるいはアリル化合物を共重合させ網目構造としたもので、なんら揮発物も発生することなく固化する樹脂である。電気的特性が良く、機械的特性、成型性もすぐれているが、体積収縮率が比較的大きい欠点がある。最近米国 WH 社ではこの種の系統のワニスを使用して発電機、電動機の固定子コイルに絶縁を施しており、それをサーマラスチック絶縁<sup>(5)(6)</sup> (Thermalastic Insulation) と称している。

第2表 各種合成樹脂が電気絶縁として使用され始めた年代

Table 2. First Appeared Ages of Various Synthetic Resins for Electrical Insulation

使用された年代	合成樹脂の種類
1870	硝酸纖維素
(1895)	(シエラツク)
(1909)	(アスファルト類)
・1910~12	フェノール~ホルムアルデヒド樹脂
1922	フェノール~フルフラール樹脂
・1926	アルキッド樹脂
1927	醋酸纖維素
1928	フェノール~ユリア~ホルムアルデヒド樹脂
1929	塩化ビニルおよび醋酸ビニル樹脂
1930	ポリスチロール
1931	アクリル樹脂
1932	醋酸, 醋酸纖維素
1935	エチルセルロース
1936	メタクリル酸樹脂
・1937	ビニルアセタール樹脂 (ホルマール, プチラール)
1938	合成ゴム
1939	塩化ビニリデン樹脂, ナイロン
1940	メチルセルロース, メラミン樹脂
・1942	アリル樹脂
・1943	ポリエステル樹脂
・1947	ポリエチレン, シリコーン, ハロゲン化ポリエチレン
	エポキシ樹脂

( ) 内は天然物

第3表 サーマセツトワニスの性質 (試験結果)  
Table 3. Characteristics of Thermoset Varnishes (Test Result)

試験項目	日立 W-250	日立 W-280	日立 W-2800	日立 W-2700	日立 W-2300
名称	加熱乾燥ワニス (準サ-モセツトワニス)	加熱乾燥ワニス (準サ-モセツトワニス)	サーモセツトワニス	サーモセツトワニス	サーモセツトワニス
外觀	黒色	黄褐色透明	黄褐色透明	黄褐色透明	黄褐色透明
比重 (20°C)	0.912	0.907	0.913	0.910	0.921
粘度ポイズ (30°C)	1.22	0.6	1.4	1.4	1.7
不揮発分 (%)	50.0	52.1	45.3	43.7	43.4
酸価	—	—	28.0	22.0	23.6
乾燥時間	105°C 4時間	105°C 3時間	120°C 9時間	105°C 1.5時間	105°C 45分
皮膜状態	良好	良好	良好	良好	良好
厚さのつき方 { 中央部 (mm) 下部	0.045 中央部の 118%	0.04 中央部の 118%	0.039 中央部の 118%	0.05 中央部の 120%	0.054 中央部の 120%
内部乾燥性 (105°C 時間)	7時間良好	8時間良好	8時間良好	6時間良好	4時間良好
加熱軟化性 (150°C)	1時間で流れ落ちない	1時間で流れ落ちない	1時間で流れ落ちない	1時間で流れ落ちない	1時間で流れ落ちない
屈曲性 (120°C (3φ))	72時間異常なし	72時間異常なし	168時間異常なし	72時間異常なし	24時間異常なし
耐油性 (120°C)	24時間異常なし	24時間異常なし	24時間異常なし	24時間異常なし	24時間異常なし
固有抵抗 (Ω-cm) { 常態 (2回平均) { 浸水後	5.95×10 <sup>14</sup> 1.76×10 <sup>14</sup>	5.94×10 <sup>14</sup> 7.52×10 <sup>13</sup>	5.7×10 <sup>15</sup> 1.7×10 <sup>15</sup>	5.7×10 <sup>15</sup> 3.4×10 <sup>15</sup>	8.9×10 <sup>15</sup> 4.8×10 <sup>15</sup>
絶縁破壊電圧の強さ (V/0.1mm) { 常態 浸水後 高温 (75°C)	9,040 6,750 8,920	9,490 6,380 9,390	11,200 9,300 10,700	10,500 8,400 9,800	10,700 8,600 10,500

第4表 アミナルワニスの性質 (試験結果)  
Table 4. Characteristics of "Aminal" Varnishes (Test Result)

試験項目	アミナル 308	アミナル 340
用途	コイル含浸用	コイル絶縁接着用
比重 (20°C)	0.965	0.980
粘度ポイズ (30°C)	0.73	1.3
不揮発分 (%)	45.6	44.4
酸価	7.2	7.3
皮膜状態	良好	良好
乾燥時間 (105°C)	4.0時間	0.5時間
厚さのつき方 { 中央部 (mm) 下部	0.032 中央部の 125%	0.03 中央部の 116%
内部乾燥性 (150°C 時間)	o.k.	o.k.
加熱軟化性 (150°C)	1時間で流れ落ちない	1時間で流れ落ちない
屈曲性	170°C 96時間後 3φ で亀裂しない	—
耐油性 (150°C)	24時間後油に着色 なく皮膜に異常なし	24時間後油に着色 なく皮膜に異常なし
固有抵抗 (Ω-cm) { 常態 (2回平均) { 浸水後	*2×10 <sup>14</sup> , 4×10 <sup>12</sup> *8×10 <sup>12</sup> , 6×10 <sup>11</sup>	3×10 <sup>15</sup> 3×10 <sup>13</sup>
絶縁破壊電圧の強さ (V/0.1mm) { 常態 浸水後 高温 (120°C)	* 8,700, 8,000 * 7,200, 5,000 * 5,100	10,300 8,700 —

\* 130°C 乾燥皮膜

(4) エポキシ樹脂系ワニス

これはジフェニロールプロパンとエピクロロヒドリンを反応させてえられるもので、固化の際になんらの揮発物も生じないことは不飽和ポリエステル樹脂系ワニスと同様である。すぐれた電気的特性および機械的特性を有

し、接着性、成型性にもすぐれ、耐湿、耐薬品性も良好である上に、体積収縮率が比較的小さいため電気用絶縁ワニスとしての発展に輝かしい分野が開けている。

(5) シリコン樹脂系ワニス

シリコンワニスがすぐれた耐熱性を有するワニスであることはすでに周知のことである。このワニスの誕生がH種絶縁を可能にした。第5表(次頁参照)はシリコンワニスの性能の一部を示す。アルキッド樹脂などと組合せれば特殊のシリコンワニスができる。これらは耐熱性では純粋のシリコンワニスに劣るが、乾燥温度がシリコンワニスより低いので、B種とH種の間絶縁用として注目されている。

[IV] 発電機の高電圧コイル絶縁の進歩

以上のごとき絶縁ワニス類の進歩に伴い、日立製作所における高電圧の発電機固定子コイルの絶縁法も幾多の改良進歩が行われてきた。

(1) 半乾式絶縁法

これは以前から用いられてきた方式ではあるが、ワニスの進歩とともに種々の点で改良が加えられ、すぐれた発電機の高電圧コイルを製作してきた。終戦直後材料の入手難のため一部に不良コイルを出したほかは、この10年間に新製した発電機のコイルが全然無事故であることは、この絶縁法がすぐれていることを裏書きしている。

マイカなどによつて素線絶縁をした導体を組合せ、これに高軟化点の優秀な特殊アスファルト系コンパウンド

第5表 シリコンワニスの性質 (標準性能)  
Table 5. Characteristics of Silicone Varnishes (Standard Character)

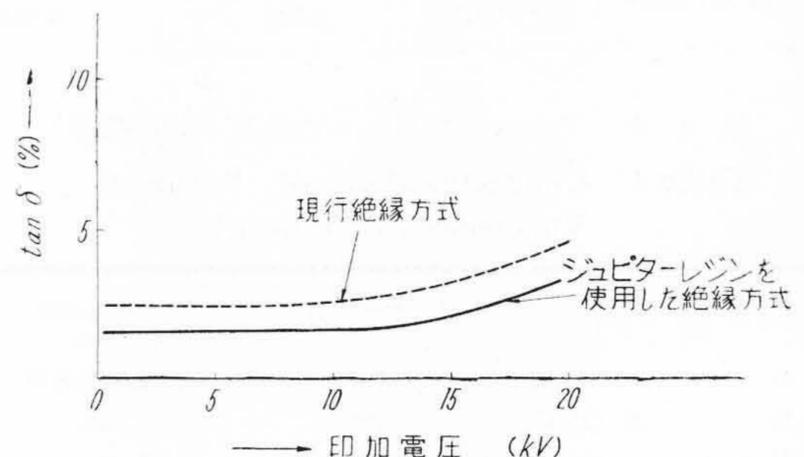
試験項目	日立シリコンワニス HS-201	日立シリコンワニス HS-202	日立シリコンワニス HS-203	日立シリコンワニス HS-701		
用途	コイル含浸用	コイル含浸用	コイル含浸用	ワニスクロス用		
色相	淡黄色透明	淡黄色透明	淡黄色透明	淡黄色透明		
比重 (20°C)	1.00±0.04	1.00±0.04	0.97±0.04	1.00±0.04		
粘度, ポイズ (30°C)	0.4~1.5	0.4~1.5	0.4~1.5	0.5~1.5		
不揮発分 (%)	50±2	50±2	50±2	50±2		
厚さのつき方	中央部 (mm)	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03	
	下部	中央部の130%以下	中央部の130%以下	中央部の130%以下	中央部の130%以下	
乾燥時間	指触	200°C	<40分	<90分	<40分	<90分
		250°C	<20分	<20分	<20分	<20分
	完全	250°C	<1時間	<4時間	<2時間	<3時間
体積固有抵抗 (Ω-cm)	常態	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	
	180°C	>10 <sup>11</sup>	>10 <sup>11</sup>	>10 <sup>11</sup>	>10 <sup>11</sup>	
	浸水後	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	>10 <sup>15</sup>	
絶縁破壊電圧の強さ (kV/0.1mm)	常態	>7.5	>8.0	>7.5	>8.0	
	180°C	>6.5	>7.0	>6.5	>7.0	
	浸水後	>7.0	>7.5	>7.0	>7.5	
耐熱屈曲性 (250°C)	>100時間	>300時間	>100時間	>200時間		

を完全に注入し、さらにその上に特殊なフェノール樹脂系ワニスをもつてマイカを完全に焼付けたもので、電気的にも機械的にもきわめて強固なる絶縁である。すなわち適当な柔軟性を有する内部のコンパウンド絶縁層が、熱変化の反復による導体の膨脹収縮の影響を防ぎ、強固な外装絶縁が線輪外部からの機械的衝撃を十分に耐えている。線輪内部には空隙がなく、耐電圧、tan δ 特性 (tan δ-電圧, tan δ-温度特性) が良好で、コロナ特性にもすぐれ、耐湿性に富んでいる。

(2) ジュピターレジンを使用した絶縁法

従来からの絶縁法を研究発展させることは必要ではあるが、進んで新しい合成樹脂を用いた絶縁法を開拓することはさらに重要な事である。日立製作所ではいち早く新合成樹脂ワニスによる絶縁法の研究に着手し、ついに新合成樹脂ワニス「ジュピターレジン」(Jupiter Resin) を完成、さらに製品への応用のために多くの試作研究を続け、ついにきわめて優秀なコイル製法を完成するに至った。1952年まず日立製作所日立工場納 5,000 kVA, 11,000 V, 60~, 600 rpm, 12P の横軸発電機に採用し、引き続き敦賀セメント株式会社納 7,500 kVA, 3,300 V, 60~, 3,600 rpm, 2P のターボ発電機にも採用、いずれも優秀な成績をもつて好調に運転を続けている。このジュピターレジンを用いたコイルはつぎのごとき素晴らしい性能を持つている。

(a) 耐電圧においては従来の方式によるものも、最近は非常にすぐれた特性を持つているが、このジュピターレジンを用いれば、同じ厚さでさらに 20% 程度破壊電圧が高くなる。この大きな飛躍により絶縁層の厚みを減少せしめ、熱放散を有効にし、機械を小型にすること



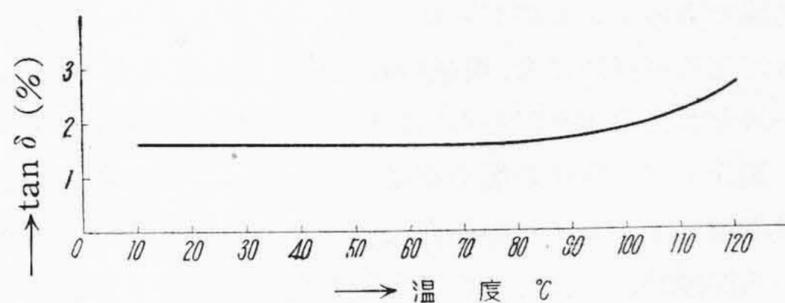
第1図 tan δ-電圧特性 (常温)

Fig. 1. Voltage Characteristics of tan δ of Present Insulation and Insulation of Jupiter Resin

ができる。

(b) 絶縁層内に空隙などが絶対ないことは、コイルの電気特性上きわめて大切なことである。従来の絶縁方式でも空隙のないすぐれたコイルを製作してきたのであるが、ジュピターレジンを使用すれば、きわめて容易にこの目的を達しうる。ジュピターレジンなんら揮発物を発生することなく、固化しかつ滲透性が大きいといかなる細隙も完全に充填される。したがって素線も絶縁層もジュピターレジンにより完全に一体に結合され、それらの間にも空隙が存在することは絶対ない。

したがってコイルの特性はすばらしく良好となり、前述のごとく耐電圧が増加するのみでなく、tan δ 特性 (tan δ-電圧, tan δ-温度特性) もコロナ特性も非常に良好である。第1図はジュピターレジンによる絶縁の電圧 tan δ 特性を現行の絶縁方式と比較して表示したもの



第2図 硬化せるジュピターレジンの  $\tan \delta$  温度特性  
Fig.2. Temperature Characteristics of  $\tan \delta$  of Cured Jupiter Resin

で、現行方式のすぐれた特性よりも、一段と優秀な特性を持っていることがわかる。

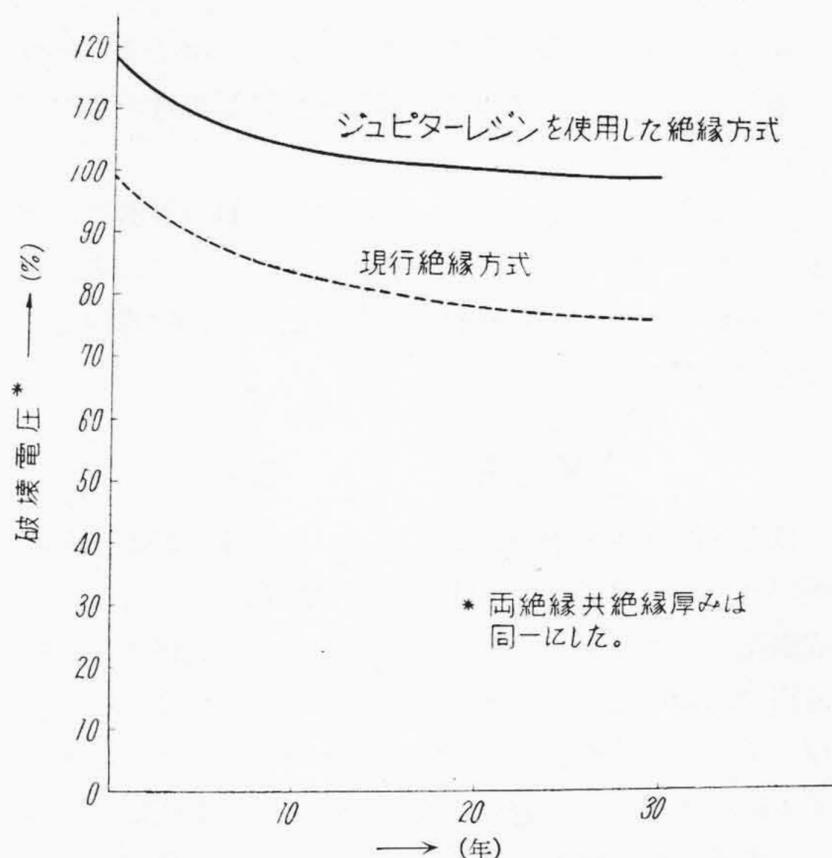
(c) ジュピターレジンによるコイルの  $\tan \delta$  特性 ( $\tan \delta$ -電圧,  $\tan \delta$ -温度特性) がすぐれているのは、絶縁層に空隙がないことは勿論であるが、ジュピターレジンのそのものが  $\tan \delta$  特性にきわめてすぐれていることが大きな原因である。第2図は硬化せるジュピターレジンの  $\tan \delta$ -温度特性を示す。

(d) ジュピターレジンは常温でも低粘度であり、固化に高温度を要さないため、作業が容易であるため、絶縁材料およびレジンの性能を全然害することなく、ジュピターレジンのすぐれた特性をそのまま生かし、しかもばらつきのない均一な品質のコイルを製作できる大きな利点がある。

(e) ジュピターレジンは熱軟化性が少ない。アスファルト系コンパウンドを含浸させた全湿式コイルでは、絶縁層は  $100^\circ\text{C}$  以上に加熱されると、絶縁層の変形が起り、コンパウンドが流出するおそれがあるがジュピターレジンを使用したコイルでは半乾式絶縁と同様全然その心配がない。

(f) 一般に絶縁の性能は熱変化の反復による導体の膨脹収縮のために低下する。この影響を避けるため、従来外層部との間に柔軟性を持たせたコンパウンド層のある半乾式絶縁法を用いてきたのであるが、ジュピターレジンはすぐれた電気的特性を持つのみならず、機械的特性も非常にすぐれ、JEC に規定されているB種絶縁の許容温度範囲程度では、十分な強度と耐久力を持ち熱膨脹による影響はない。

(g) コイルの寿命は長い年月の間機械を安全に運転する上から非常に重要なことであつて、これは温度に深い関係を持っている<sup>(7)</sup>。ジュピターレジンはあたかも医学界における最近の特効薬のごとく、すぐれた熱劣化特性によつてコイルの寿命を一段と引きのばした。これは前述のすぐれた種々の性能と相まつて非常な飛躍をなしとげたものであつて、ジュピターレジンによる絶縁の完成は我国技術界のために誠に喜ばしいことである。第3図は絶縁破壊電圧と加熱時間の関係を示す。



第3図 破壊電圧と加熱時間の関係  
120°C 相当年数(10°則で計算したもの)

Fig.3. Change of Breakdown Voltage of Present Insulation and Insulation of Jupiter Resin by Heating

(h) その他耐湿性、耐油性、耐薬品性などにすぐれた性能を持つことは勿論である。

以上ジュピターレジンによる絶縁のおもな特長について述べたが、これはわれわれが日夜夢に画いて努力してきた一つの目標であつた。耐電圧,  $\tan \delta$  特性, コロナ特性, 熱劣化特性, 絶縁層の安定などわれわれの理想とする目標の一端が出現したのである。これより従来のコイルより安全度が高く、事故率の低いものとなることは当然のことである。ジュピターレジンの出現は正にコイル絶縁のあらゆる面に一新紀元を画したといつても過言ではない。

### (3) シリコン樹脂ワニスを使用した絶縁法

日立製作所では日立工場納 3,750 kVA, 3,300 V, 50~, 3,000 rpm, 2 P のターボ発電機 1 台を H 種機器として 1954 年完成した。

固定子コイルは組合された素線にマイカ絶縁を施し、シリコンワニスを注入し、固化したものである。本コイルの特記すべき特性は次のごとくである。

- (a) 耐熱性にすぐれていることはいうまでもない。
  - (b) 耐電圧は従来の絶縁方式のものと同等程度である。
  - (c)  $\tan \delta$  の値が少なく、 $\tan \delta$  の温度による影響が微小である。
  - (d) 耐湿、耐薬品、耐油性に富むことは勿論である。
- このほか固定子楔、各種間隔片、サーコイルは特に耐熱性あるものを使用した。回転子絶縁も強大な遠心力

に対して十分に安全であるシリコンワニスによる絶縁を施した。回転子コイルの間隔片も特に耐熱性のものが使用されている。

しかしながら、シリコン絶縁によるH種機器は、機器を小型にすることはできても、現在においては未だシリコンワニスなどの材料の高価のため、比較的割高になる欠点がある。

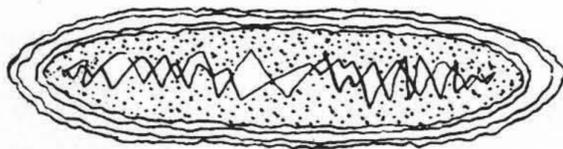
〔V〕 結 言

以上絶縁ワニス類の進歩を述べ、あわせて高電圧発電機用コイルの最近の絶縁法について説明した。特に新合成樹脂ワニス「ジュピターレジン」による絶縁法は、絶縁耐力、 $\tan \delta$  特性、コロナ特性、熱劣化特性等々種々の面ですぐれた性能をもつことを示した。これは高電圧コイルに対する新しい道を切り開いた点からも注目すべきことであつて、従来のコイルに比しはるかに飛躍した性能は、これからの長い年月の運転実績が実証することであらう。われわれは従来の絶縁法を改良せしめることは

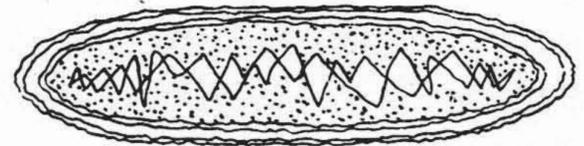
勿論であるが、このジュピターレジンやシリコンワニスによる絶縁法にも、現在の好成績に甘んずることなく、一段と改良を加え、さらに特性のすぐれた優秀なコイルを製作すべく懸命の努力を続けている。ここに新しい合成樹脂によるコイルの紹介を行い、あわせて諸賢の理解ある御援助によつてさらに今後の発展を期待するものである。

参 考 文 献

- (1) G. F. Sutton, M. F. Hertel: Westinghouse Engineer, 124 (1948-July)
- (2) 白井, 松島, 才川: 日立評論 36 805-812 (昭29-4)
- (3) 森: 日立評論 36 1841 (昭29-12)
- (4) 日月: 日立評論 36 1397 (昭29-9)
- (5) G. L. Moses: Westinghouse Engineer, 167 (1953-Sep.)
- (6) G. L. Moses: Westinghouse Engineer 163 (1950-July)



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その3)

(第26頁より続く)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	431397	砂 利 供 給 装 置	笠戸工場	大谷 巖太郎	30. 7. 26
"	431359	間 隙 を 調 整 し う る 軸 接 手	亀有工場	神尾 昌史	"
"	431385	鋳 鋼 起 重 機 に お け る 鋳 鋼 の 揺 れ 止 め 装 置	亀有工場	林 文也	"
"	431386	鋳 鋼 起 重 機 に お け る 鋳 鋼 の 揺 れ 止 め 装 置	亀有工場	林 文也	"
"	431391	水 槌 作 用 防 止 用 側 路 弁 付 制 水 弁	亀有工場	堀田 正雄	"
"	431396	制 動 シ リ ン ダ 用 給 排 気 弁	亀有工場	久保沢 稔	"
"	431404	巻 上 機 の 深 度 表 示 装 置	亀有工場	渡部 富治	"
"	431408	起 重 機 の ケ ー ジ 下 方 の 照 写 装 置	亀有工場	掛川 清四 藤田 彦	"
"	431410	カバ-キャリジなどのコレクタシュウ支え装置	亀有工場	小田 次男	"
"	431411	ケ- ブ ル 起 重 機	亀有工場	赤木 進	"
"	431412	ニ- ドル 弁 の 二 段 動 作 閉 鎖 装 置	亀有工場	田中 栄吉 山内 章正	"
"	431360	螺 旋 挿 入 式 粉 体 輸 送 機	川崎工場	大貫 重信 大井 上実	"
"	431407	油 圧 駆 動 工 作 機 械 に お け る 工 具 の 早 戻 り 装 置	川崎工場	宇佐見 武司 石原 坦	"
"	431350	扇 風 機 首 振 装 置	多賀工場	四倉 輝夫	"
"	431351	ネ ジ 廻 り 止 め 装 置	多賀工場	吉川 繁治	"
実用新案	431352	シ ュ リ ー レ ン 写 真 装 置	多賀工場	水野 仙太郎	30. 7. 26

(第38頁へ続く)