

電気絶縁材料の温度区分

大田 清水

1. はじめに

電気絶縁材料の温度区分という概念は、初め天然有機物、無機物、及びそれらの混合物というわけ方で、極めて単純なものであった。1930 年代の後半、合成樹脂の種類と生産が多くなり、絶縁材料への応用が次第にひらけ、さらに 1940 年代後半には、けい素樹脂の一般利用が可能となるに及んで H 種絶縁が追加設定され、電気機器への耐熱性材料の適用意識が高まってきた。

このような情勢のもとで、IEC¹⁾から絶縁材料の温度区分について勧告案が出され、続いて IEC Publication

85²⁾ (1957) が出されて現在のような分類系体をとるに至っている。国内規格としては、電気規格調査会規格：JEC 147³⁾(1957)、及び日本工業規格 JIS C 4003(1962 制定、1997 改正、1982 確認)などに参考として材料の分類表が加えられている。

これと同時に、分類のための評価方法の確立、使用経験のない新材料の温度区分の格付けのための耐熱寿命試験方法が特に米国において研究され IEC Publication⁴⁾として数多く報告された。この研究は現在も尚、短時間耐熱寿命試験方法の研究という形で続けられている。

以下、電気絶縁材料の温度区分について解説を述べることにする。

目

次

1. はじめに	1
2. 電気機器における絶縁区分	2
3. 各種絶縁に使用される材料の温度区分	2
4. 材料の耐熱寿命試験方法	4
5. その他の規格における温度区分	6
5 - 1 国鉄規格 (JRS)	6
5 - 2 U L 規格の相対温度指数	7

5 - 3 電気用品取締法と絶縁物の使用温度	7
6. むすび	8
《参考資料リスト》	8
光通信用ファインケミカル商品	9
エレクトロニクス向けの高性能化学商品紹介	10

2. 電気機器における絶縁区分

1977年日本工業規格調査会電気機器通則専門委員会は機器絶縁の種類について審議し、JIS C 4003:電気機器絶縁の種類を作成し、回転機の絶縁種別と最高許容温度を明確にした。(表1)

表1 各種絶縁の許容最高温度

絶縁の種類	許容最高温度()
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	180を超えるもの

ここで、絶縁種別の内容は概ね次の通りである。

Y種絶縁：許容最高温度90に耐える材料で構成された絶縁組織で、木綿、絹、紙などで構成されている。

A種絶縁：許容最高温度105に耐える絶縁組織でY種をワニス含浸または絶縁油により強化されている。

E種絶縁：許容最高温度120に耐える材料で構成された絶縁である。

B種絶縁：許容最高温度130に耐える材料で絶縁構成されており、この絶縁で初めて無機質材料が接着剤で固められた形態になっている。

F種絶縁：許容最高温度155に耐える材料で構成されているもので、例えばB種絶縁をより耐熱度の高い接着剤、シリコン、アルキド樹脂系ワニスで構成された絶縁である。

H種絶縁：許容最高温度180に耐える絶縁構成のもので、例えば無機質材料をけい素樹脂または、これと同等以上の性能をもつ耐熱性の接着剤で固めた絶縁である。

C種絶縁：許容最高温度が180を超える絶縁組織ですべて無機質材料で以って構成されたものである。

以上の如く電気絶縁は総て許容最高温度を基準にして区分されている。高い温度区分の絶縁を適用することによって機器の小型化を推進することができる。

3. 各種絶縁に使用される材料の温度区分

絶縁の温度区分が設けられると、絶縁構成に使用される材料の使用温度の格付けが重要になってくる。これについてJIS C 4003の本文外に参考として材料の温度区分ともいうべき表が加えられている。この参考表は、電気学会耐熱区分専門委員会がIEC - Publication 85(1957)に準じて当時の国状にあわせて審議作成し、電気学会電気規格調査会規格：JEC147(1960)としてまとめたものがそのまま採用されている。これを表2に掲げた。

この表について注意すべきことは、掲示の材料がそれぞれ個々の温度区分に使用できることを断定して表示されてあるわけではなく、あくまでも参考として示してあることである。材料の性能は、材料の組合せ方、ワニスなどの処理方法、使用条件によって耐久性に変動を生じ易いものであるから、ある材料を絶縁構成材として組込む場合には、その材料が所期の絶縁に果してよく適合するか否かは、各機器メーカーの責任において決定しなければならないことが明記されており、特定の目的のためには周到な計画による長期寿命試験を行なう必要性があることを示唆している。

表2 絶縁材料の温度区分

1	2	3	4	5
絶縁の種類	主副別	絶縁材料	第3欄の絶縁材料の製造の際に使用する結合含浸塗布材料	絶縁の処理材料
Y	主	綿、絹、その他の天然植物及び動物性繊維 再生セルロース セルロースアセテート ポリアミド繊維 紙及び紙製品 プレスボード 堅ファイバ 木材	なし	なし

		アニリン樹脂 尿素樹脂		
	副	アクリル酸樹脂 ポリエチレン ポリスチレン 塩化ビニル(軟質及び硬質) 加硫天然ゴム	なし	なし
A	主	含浸又は液体誘電体に浸した次 のもの：綿、絹その他の天然植 物性及び動物性繊維 再生セルロース セルロースアセテート ポリアミド繊維 紙及び紙製品	なし	油変性天然樹脂 セラミック、コーパル その他の天然樹脂 セルロース誘導体 塗料 より高温の種類に属するもの 絶縁油及び合成絶縁油
		プレスボード 堅ファイバ 木材	なし	
		ワニスクロス(綿、絹、その他の天然 植物性及び動物性繊維、再生セルロー ス、セルロースアセテート及びポリア ミド繊維基材) ワニスペーパー	油変性の天然又は合成樹脂ワニス	
		積層木材	フェノール樹脂	
	副	セルロースアセテートフィルム セルロースアセテートブチレートフィ ルム 架橋ポリエステル樹脂 エナメル線用油性ワニス エナメル線用ポリアミド樹脂 エナメル線用ポリビニルホルマール ⁽¹⁾	なし	
	副	ポリクロロブレン、ニトリルゴム	なし	同上
E	副	エナメル線用ポリウレタン樹脂 エナメル線用エポキシ樹脂	なし	油変性アスファルト及び油 変性合成樹脂ワニス 架橋ポリエステル樹脂 エポキシ樹脂より高温の種類に 属するもの
		セルロース充てん成形品 綿積層品 紙積層品	メラミン樹脂 フェノール樹脂 フェノールフルフラール樹脂	
		架橋ポリエステル樹脂 セルローストリアセテートフィルム ポリエチレンテレフタレートフィルム ポリエチレンテレフタレート繊維	なし	
		ワニス処理ポリエチレンテレフ タレートクロス	油変性アルキドワニス	
	主	ガラス繊維 石綿	なし	
B	主	ワニスガラスクロス ワニスアスベスト	油変性合成樹脂ワニス	油変性アスファルト及び油変性 合成樹脂ワニス 架橋ポリエステル樹脂 エポキシ樹脂 ポリウレタン樹脂 (強い機械的応力を受ける場合 は上記のものは不適当で未変 性フェノール樹脂が適当であ る。) より高温の種類に属するもの
		マイカ製品(支持材料のあるも の、ないもの)	セラック、アスファルト又は歴 青コンパウンド 油変性合成樹脂 アルキド樹脂 架橋ポリエステル樹脂 エポキシ樹脂	
		ガラス積層品 石綿積層品 鉱物質充てん成形品	メラニン樹脂 フェノール樹脂	
		エナメル線用けい素樹脂 ⁽²⁾		

	副	エナメル線用ポリエチレンテレフタレート ⁽²⁾	なし	同上	
		鉱物質充てん成形品	架橋ポリエステル樹脂		
		ポリふっ化エチレン樹脂 ⁽³⁾	なし		
F	副	ガラス繊維 石綿	なし	下記の樹脂で耐熱性の特によいもの アルキド樹脂 エポキシ樹脂 架橋ポリエステル樹脂 ポリウレタン樹脂 シリコンアルキド樹脂 シリコンフェノール樹脂 より高温の種類に属するもの	
		ワニスガラスクロス ワニスアスベスト マイカ製品(支持材料のあるもの、ないもの)	下記の樹脂の耐熱性の特によいもの アルキド樹脂 エポキシ樹脂 架橋ポリエステル樹脂 ポリウレタン樹脂 シリコンアルキド樹脂		
H	主	ガラス繊維 石綿	なし	けい素樹脂	
		ワニスガラスクロス	けい素樹脂		
		ワニスアスベスト			
		ゴムガラスクロス	シリコンゴム		
		マイカ製品(支持材料のあるもの、ないもの) ガラス積層品 石綿積層品	けい素樹脂		
		シリコンゴム	なし		
C	主	マイカ 陶磁器 ガラス 石英 その他上記と類似の性質をもつ無機物 (注意:許容最高温度は使用温度における材料の物理的・化学的又は電気的特性によって制限される)	なし	ガラス又はセメントのような無機接着材料	
		副	ワニスガラスクロス ワニスアスベストマイカ製品	耐熱性の特によいけい素樹脂 (許容最高温度に225)	耐熱性の特によいけい素樹脂 (許容温度は225)
			ポリ四ふっ化エチレン樹脂 (許容最高温度は250)	なし	

備考 印を付けた材料は、第5欄の処理を施した場合に、当該絶縁の種類に属するとみなされる。

印及び注記を付けた材料は、電気学会耐熱区分専門委員会での検討の結果、当該絶縁の種類に使用できることを確認したものである。

- 注 (1) エナメル線用ポリビニルホルマール.....・I・E・C・の表ではE種(副)に分類されているが、耐熱性の特に優れたものでない限り、現状ではA種が適当という結論を得た。
- (2) エナメル線用けい素樹脂、エナメル線用ポリエチレンテレフタレート.....より合わせ試験片による試験、モートレット試験又はモータ試験などのマグネットワイヤとしての試験では、エナメル線用ポリビニルホルマールよりも約30~40 高い耐熱性をもつことが知られている。したがって、この区分ではB種に入れた。
- (3) ポリ三ふっ化エチレン樹脂.....成形条件によって機械的性質が異なる。成形方法さえよければ、長期にわたって130 に耐えるものと予想される。(JIS C 4003 より)

表2中で、主とあるのはその絶縁区分で使えることが広く認定されている材料であり、副は一部では経験的に使用されているもののまだ確認するまでには至っていない材料であることを示したものである。

- a) 長期に亘って経験的に使用が認められている
- b) 経験のない新材料については、理論的に確実性のない寿命試験によって実験的に耐久性を求める。

のいずれかの方法による。b)の方法を行うには、既に、当該種別に認定されている材料を参照材料にして、同一試験条件の下で促進老化寿命試験を行い、その結果を比較して新規材料の温度区分を評価することになる。

4 . 材料の耐熱寿命試験方法

絶縁材料をある温度区分に評価格付けするためには、

この方法は IEC⁵⁾ によって採用され、広く行なわれている方法である。

有機材料（天然産・合成品を問わず）の物性の熱老化は、酸化分解、解重合、架橋、及び可塑性の揮散などによる化学反応の結果に基づく基本理念をふまえた T. W. Dakin らの理論⁶⁾ がある。

これによれば物質の化学反応速度は一般に次式で表される。

$$\frac{dc}{dt} = -kc^n \dots \dots \dots (1)$$

ここで、c：反応物質の濃度

t：時間

n：反応次数

k：反応速度定数

(1) の濃度 C を物性値 P で置換できると仮定して、これを解くと一般に、

$$f(P) = -k t + f(P_0) \dots \dots \dots (2)$$

となる。

ここで、f(P) は P は関数、P₀ は t = 0 のときの P の値である。

n = 1 であると仮定すると、

$$\log P = -k t + \log P_0 \dots \dots \dots (3)$$

ここで、Arrhenius の反応速度定数 k を (3) に代入する。

$$k = A \cdot e^{-E/RT}$$

ここで、A：頻度定数

E：活性化エネルギー

R：気体定数

T：絶対温度

(3) を t について解き、対数をとると、

$$\log t = \log \left(\frac{1}{A} \cdot \log \frac{P_0}{P} \right) + \frac{E}{RT} \dots \dots (4)$$

ここで、物性値 P がある値 Pe (例えば初期値の 50% 値) まで老化する時間 (寿命時間を) を te とすれば、

$$\log te = \log \left(\frac{1}{A} \log \frac{P_0}{P} \right) + \frac{E}{RT} \dots \dots (5)$$

(5) において、 $\log \left(\frac{1}{A} \cdot \log \frac{P_0}{P} \right)$ は定数であり、これを A' とおくと (5) は次の (6) となる。

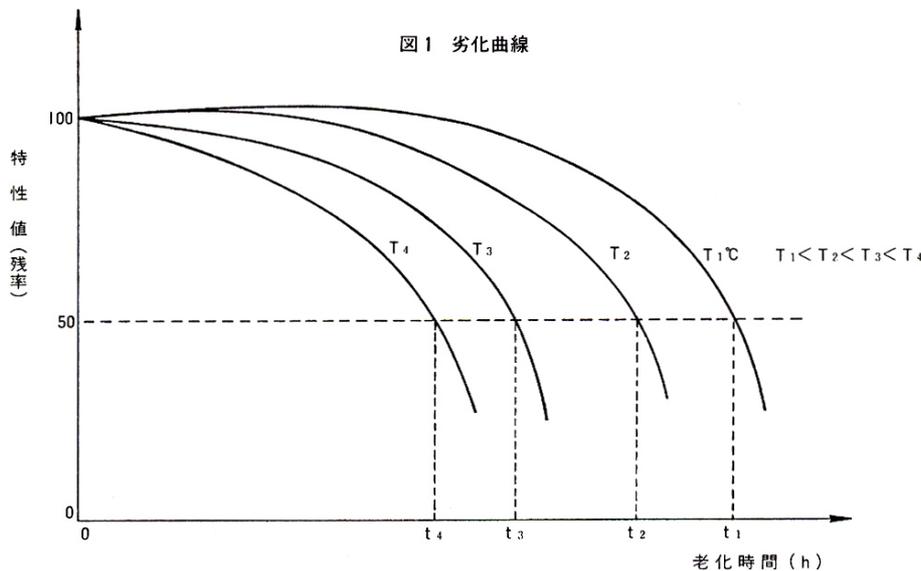
$$\log te = A' + \frac{E}{RT} \dots \dots \dots (6)$$

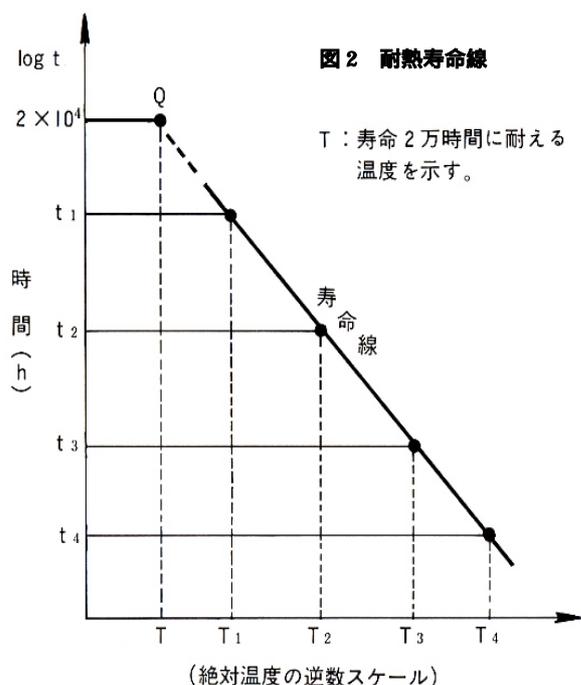
ここで、A'、E、R は定数であるから寿命時間 te の対数 log te と老化温度の絶対温度の逆数 $\frac{1}{T}$ との関係は直線で表されると理論づけている。

具体的には設計から機器の温度上昇を勘案して最高温度を推定する。次に、これよりも高い温度を 3~4 点老化温度として選び、各温度において物性値が Pe に劣化するまでの老化時間を求めて $\log te - \frac{1}{T}$ の関係をプロットしてこれらを結び、直線性を確かめこの寿命線の低温側延長上に 2 万時間を外挿して相当する老化温度を見だし温度区分を推定する作業をすればよい。

例えば図 1 において、T₁~T₄ の各温度で耐熱寿命テストを行ない、材料の物性値が 50% 低下するまでの老化時間は劣化曲線からそれぞれ t₁ ~ t₄ であるとする。

次に老化温度の絶対温度の逆数を横軸上に、劣化に要した老化時間の対数を縦軸にとって $\log t - \frac{1}{T}$ の関係をプロットし、これらの点を結びと概ね直線が得られる。





(図 2)

この寿命線を低温側に延長し、 $t = 20,000$ 時間との交点 Q を求め、これより横軸を読み温度 T (運転時の max 温度) を求めることができ、材料の温度区分についての情報を確立することができる。次に試験方法を具体的に述べることにする。

試験体

絶縁材料は接着剤、ワニスなどを介して複合化されているものが多い。

このような絶縁物を簡単なワニス処理などをして試験体とする。例えば、ヘリカルコイル方法、これは含浸用ワニスの寿命試験方法で裸銅線をコイル状に密に巻いて筒形をつくり、これに供試ワニスを含浸塗布後乾燥焼付けたものを試験体として加熱後の曲げ破壊応力を検べて熱劣化の進度を機械的にチェックする方法である。あるいは又、ガラス布にワニスを含浸乾燥してワニスガラスクロスを作り試験体とし、熱劣化後の破壊電圧をしらべる方法。さらにエナメル線で、線を 2 本より合せた試験体のツイストペアー方法などがある。積層材の如きは適当なサイズの曲げ強度、又は引張強度試験体を作れば容易に熱耐久試験を行なうことができる。

老化のサイクル条件

連続加熱、加熱 冷却、加熱 冷却 吸湿、加熱 冷却 吸湿 振動など、試験目的によってはかなり複雑な劣化サイクルを組むことがある。老化温度は予想実用湿度(max)より約 20deg 高い温度を最低老化温度として、順次 20deg 高い温度を 3 ~ 4 点、しかも、最低劣化温度で 100 時間以上になるように選ばなければならない。

物性の選び方

試験のとき老化の目標にする対象物性は、使用目的に応じて強度(引張、曲げ)、伸び、破壊電圧、重量減少など試験が比較的簡便で、経験的に測定誤差の少ないものを選ぶようにする。

寿命の終点の判定

使用目的に照して、寿命であると考え物性値の終点を初期値に対し何%にするかを予め決めておく必要がある。これは対象物性の選び方によって自ら寿命と考えられる終点が変わるので、特に決った定めはないけれども、初期値の 50% に決める場合が多い。これは機器の使用条件、耐用寿命、安全性などを総合して決める必要がある。

機器の耐用寿命

電気機器の寿命は、材料の適否、使用条件によって長短の岐れるところであるが、一応、2 万時間を目標に温度の割りだしを行う。

以上の如く、材料の耐熱寿命試験は最低試験温度で 5,000 時間以上。これは連続加熱で 7 ヶ月近くの試験日数を費して漸く寿命線上の第 1 点を確保することができるもので、寿命直線をつくるには 1 ヶ年近い日数を要することになる。

電気学会では、JEC147(1960)制定後も引続き材料及び試験方法について調査研究を続け、その結果が技術報告⁷⁾として発表されている。

5. その他の規格における温度区分

5-1 国鉄規格 (JRS)

国鉄の電車や電気機関車に使用される車両用モータの温度区分には次表の如く温度上昇が基準になっている。

表 3 車両用モータ規格⁸⁾

単位 deg

部分		絶縁種別		
		B種	F種	H種
固定子巻線	抵抗法	130	155	180
電機子巻線	抵抗法	120	140	160
整流子	電気式温度計法	105		
基準周囲温度		標準25	最高40	

国鉄規格では絶縁の種別がコイルの温度上昇で規定されておりこの点 JEC や JIS などとは異なっている。従って仮に、H 種の固定子巻線の最高温度を考えると標準周囲

温度の場合には 205、最高周囲温度では実に 220 にもなることになるので、絶縁材料に苛酷な影響を与えることになりかねない。

5 - 2 UL 規格の相対温度指数

UL - 764B⁹⁾(1975)は高分子材料(Polymeric Matrials)の長期間の耐熱評価方法を規定し、**相対温度指数**(Relative Temperature Index, RTI)で材料の適用温度指針を興えている。これは材料が高い温度に曝される時、特定の性質を持続する能力であり、材料の高温耐久性の尺度である。RTI の求め方には

) 使用経験による。

) 長期間の劣化プログラムによる試験結果による。

などの方法がある。) による場合 $\log t - \frac{1}{T}$ の関係をプロットして直線性を確めるは前述の IEC や JIS と同様であるが時間規定が、参照材料があって比較できる場合には 6 万時間を、適当な参照材料がない場合には 10 万時間を外挿して相当する RTI を決めることになっている。

表 4 は UL - 764B に掲示されている RTI の一部を抜粋したものである。詳細は解説¹⁰⁾があるので参照されたい。

表 4 相対温度指数^{a)}の例

材料名	相対温度指数()
ポリアミド(6、11、12、66、610、612ナイロン) ^{b)}	65
ポリカーボネート ^{b)}	75
ポリエチレンテレフタート 成形品	65
フィルム 0.25mm	105
ポリプロピレン	65
テフロン TFE	180
テフロン FEP	150
シリコーン 成形品 ^{c) d)}	150
ゴム(RTV)	105
エポキシ 成形品 ^{c) d)}	130
キャストイングまたはポッティング	90
ジアリルフタレート 成形品 ^{c) d)}	130
不飽和ポリエステル 成形品 ^{c) d)}	130
集成マイカ	
エポキシまたはポリエステル結合	130
フェノール樹脂結合	150
シリコーン結合	200

注a) UL 746B(1975)より 1 部を抜粋して参考として示した。

注b) ガラス繊維の如き無機質フィラー使用

注c) 高温高圧成形

注d) 無機質繊維を含み、液状樹脂を用いた繊維強化システムを除く。

5 - 3 電気用品取締法と絶縁物の使用温度

昭和 37 年(1962)に通商産業省令第 85 号を以って電気用品の技術上の取扱い規程が公布されており、新しく施行細則¹¹⁾が公布された。この細則の付属の表に絶縁物の使用温度の上限値が示されている。

上限値を認定するには絶縁物の確認試験実施規定¹²⁾に規定する方法によって(財)日本電気用品試験所が行なうことになっている。使用温度の上限値は 4 万時間を外挿することで決められる。

付属の表から参考までに若干の材料をピックアップしてその上限値を表 5 に示した。詳細は細則並びに確認試験規定によって承知されたい。

表 5 絶縁材料の使用温度の上限値^{a)}

材 料 名	強化材	上限値()	
		その 1 ^{c)}	その 2 ^{c)}
ポリエチレン	-	50	80
架橋ポリエチレン	-	90	120
ポリプロピレン	-	105	110
	G ^{b)}	110	120
変性ポリフェニレン オキサイド(PPO)	-	75	120
	G	100	140
ポリアセタール	-	100	120
	G	120	130
ポリカーボネート	-	100	125
	G	120	130
ポリエチレンテレフタレート	-	120	125
	G	130	150
ポリテトラフロロエチレン (テフロン)	-	250	
けい素樹脂 積層材	鉱物質	180	220
	モールド品	180	220
ポリイミド フィルム	-	210	250
	積層材	190	-

注 a) 本表は(財)日本電気協会発行(1979)の電気用品技術基準の取扱細則第 319 頁の一部について参考のため抜粋例示したものであるから詳細は細則によって承知されたい。

注 b) G はガラス繊維強化を示す。

注 c) その 1 は一般的にこの温度に耐えることが認められているもの。

その 2 は所定の手続きに依って暫定的にこの温度での使用が認められているもの。

6.むすび

温度区分について IEC Pub.85(1957)が出てから既に 28 年が過ぎ、その間多くの専門家の方々によって解説がなされてきたので復習の感じがなくてもいいが、JEC147 や JIS C 4003 はこれを参考にして制定されていること。UL 規格や電気用品取締法などにも IEC の考え方が滲透していることを述べた。国際規格には ISO2578 がある。

長期の寿命評価テストで裏付けされた新規材料の追加はまだ行なわれていないようであるが、JIS にしても制定以来 20 余年過ぎているので改訂されるべきであろう。

短時間の評価方法が電気学会や IEC の作業部会で検討されているようであり、その成果がまたれる次第である。

《参考資料》

- 1) IEC ; International Electrical Commission の略で国際電気標準会議と訳されている。1908 年の発足で、現在 ISO の電気、電子部門を受持って国際規格の作成・発行を行なっている。
- 2) IEC Publication 85(1957) ; Recommendations for Classification of materials for the insulation of electrical machinery and Apparatus in relation to their thermal stability in service.
- 3) JEC-147(1960)「電気機器絶縁の種類」または、電気学会技術報告第 48 号(1961 年 9 月)
- 4) 例えば、IEC. Pub. 172、216、290、370etc.
- 5) IEC Pub. 216 - 1 ; Part 1. General procedures for the determination of thermal endurance properties, Temperature indices and thermal endurance profiles. (1974)
- 6) T. W. Dakin ; AIEE Trans. 67、Pt. 113 (1948)
- 7) 電気学会技術報告第 51 号(1962 年 6 月)
電気学会技術報告 部第 28 号(1974 年 8 月)
電気学会技術報告 部第 134 号(1950 年 8 月)
- 8) 国鉄規格 ; JRS 15255 2197 12AR3 「主電動機一般」(1963 年 11 月 30 日改正)
- 9) UL 規格;UL - 746B(1975) 制定後、'78.3 :20、'78.5.25、'78.12.14 に追加改訂が行なわれた。
- 10) 例えば、工業材料 Vol.27 No.11 P.21~27(1979) に磯野氏の解説
- 11) (財)日本電気協会発行 ; 電気用品技術基準の取締細則改訂版(1979 年 9 月 25 日)
- 12) (財)日本電気試験所発行 ; 有機絶縁物の確認依頼試験に関する実施規定、(1981 年 6 月 1 日制定)

《筆者紹介》

昭和 12 年、広島高等工業学校(現広島大学工学部)卒。元 第一海軍技術廠材料科部員、鉄道技術研究所主任研究員を経て、太田技術士事務所を開設。
(株)スリーボンド・技術顧問。

光通信を進化させるスリーボンドのファイバケミカル商品

一本の髪の毛ほどの細い光ファイバーが、通信の技術革新をもたらしました。電話、テレビ、ファクシミリ、テレックス、そして次つぎと開発されるニューメディア。この大量情報化社会を生み出した根源は、光ファイバーの利用による光通信システムです。

光ファイバーを核とする光通信技術の進歩に伴い、これを支える高機能のファイバケミカル商品の開発が要望されています。ここに紹介するのはファイバケミカル商品とすじに30年、スリーボンドがその技術ノウハウを結集して、新開発した光通信用の高機能光硬化性樹脂及びエポキシ樹脂。素材として、被覆材として、また接着剤として、光通信システムに重要な役割を果たしています。これらの商品は耐湿性、作業性、屈折率などにすぐれ、光通信独自の厳しいニーズに適合しています。

光通信用高機能光硬化性樹脂

- 石英ガラス、レンズ、貼合わせ接着剤用/AVR-100
硬化物の屈折率が n_D^{20} 1.460と石英ガラスとほぼ同等の屈折率。紫外線により秒単位で硬化、柔軟で強靱な硬化膜を形成し、ガラスに対し強力に接着。耐湿性にすぐれています。
- 光ファイバークラッド材、光学部品成型用/AVR-110
硬化物の屈折率が n_D^{20} 1.450と石英ガラスとほぼ同等の屈折率。紫外線により秒単位で硬化、耐湿性にすぐれ、AVR-200と組合わせて光通信用プラスチックファイバーとして使用できます。
- 光ファイバークラッド材、光学部品成型用/AVR-200
硬化物の屈折率が n_D^{20} 1.558と高い屈折率。紫外線により秒単位で硬化、透明性が極めて良好で、しかも光の透過率が高く、耐湿性にもすぐれ、AVR-110と組合わせて光通信用プラスチックファイバーとして使用できます。

- 光ファイバーの一次被覆材/UVR-016
-40℃まで弾性を保ち、低温時において光損失が少なく、シリコン樹脂とほぼ同等の性能をもっています。紫外線により秒単位で硬化し、耐湿性にすぐれています。
- 光ファイバーの二次被覆材/UVR-017
60-100mJ/cm²の紫外線で硬化する超速硬化型。ナイロン樹脂とほぼ同等の弾性率をもち、耐湿性にすぐれています。

光通信用高機能エポキシ樹脂

- 光ファイバークラッド材用接着剤
CVR-009(本剤)・CVR-010(硬化剤)
ガラス、金属、プラスチックに強力に接着する二液性のエポキシ樹脂。硬化物は可とう性があり、耐熱衝撃性にすぐれ、また低粘度で作業性にもすぐれています。



エレクトロニクス向けの高性能化学商品紹介

スリーボンド 2000 シリーズ 一液性高機能エポキシ配合樹脂



電気、電子産業用として開発された一液性高性能エポキシ配合樹脂です。
電気、電子機器の小型化、軽量化、高出力化が進むにつれて、これらに使用されるエポキシ配合物にも、より優れた電気特性、化学特性、熱的物性特性が求め続けられて来ました。
ところが最近では、さらにこれら機器に関する組立技術の自動化スピードアップに対応させるため上記の条件に加えて作業性の面でも優れた性能が要求されはじめました。
スリーボンド 2000 シリーズは、これらの要望に応えるために開発された、一液性高性能エポキシ配合樹脂です。

スリーボンド 3000 シリーズ 光硬化性樹脂



当社独自の技術によって開発した一液性無溶材の光硬化性樹脂です。特にシール、接着、コーティング、ポッティング用高性能工業材料として設計されており電気、電子、自動車、光学機器をはじめ幅広い分野での用途に利用されコストダウン商品として注目されています。
太陽光、または紫外線照射装置により、発生する 300 ~ 400nm の紫外線を照射することにより、秒単位で重合硬化し可撓性、密着力、耐薬品性、耐冷熱性、電気的特性などに優れた強じんな硬化物を形成し機器の性能向上・機能ライフの延長に貢献。一液性で無溶剤、しかも秒単位硬化型ですので作業環境の清浄化、製造工程の自動化、スピード化が容易にでき、大幅なコストダウンを可能にします。

スリーボンド 3300 シリーズ 導電性樹脂材料



銀、銅、ニッケルなどの金属やカーボンなどの導電性フィラーと合成樹脂からなる導電性樹脂材料です。用途に合わせて、接着剤、ペースト、塗料の 3 種類があります。ハンダと異なり、プラスチック、ゴム、セラミックなどに対して強力に接着しますので、リード線と電極の接着、半導体素子、EMI 用部品などの接着、印刷回路の製作および補修、さらにはジャンパー線、スルーホールなど導電性を必要とする電子部品など、多方面にわたって使用されています。さらに、スリーボンドでは、急速に技術革新が進む電気・電子産業に対応すべく、常に新しい商品の開発に努めています。

スリーボンド 2500 シリーズ 接点導電復活剤



化学的に極めて安定した中性の高分子誘導体を主成分とした接点導電復活剤です。電気機器の生命といわれる接点の硫化、酸化、磨耗変型を防止して寿命を大幅に延ばすと同時に故障を未然に防ぎます。また硫化、酸化などで汚損した接点を清浄にし低下した機能を元に戻す働きもします。なお用途に応じて有効にご利用いただけるようにいろいろなタイプが取り揃えてあります。
《主な用途》ポリウム、スイッチ、コネクターなどの接点部の保護、潤滑、洗浄
《ワンポイント》種々の接点圧に適應できるように各種グレードを揃えています。



技術力で躍動する
株式会社スリーボンド

本社 〒193 東京都八王子市狭間町 1456 電話 0426(6)1333 代

●スリーボンド・テクニカルニュース編集委員会