

# 新しい汎用マグネットワイヤエナメル

## The New Plain Magnet Wire Enamel

川島 秀男\* 葛西 正三\*  
Hideo Kawashima Syōzō Kasai

### 要 旨

汎用マグネットワイヤエナメルの開発を目的として種々検討を重ねた結果、従来の油性エナメルに比較して作業性がよく、高速焼付け塗装ができ、しかもエナメル線の機械的、電気的、化学的諸特性にすぐれた経済的な新しい合成系汎用エナメルを製品化した。本稿はその報告である。

### 1. 緒 言

近年、電気機器の品質向上、小形軽量構造ならびに生産工程の合理化が急速に推進され、これに伴ってマグネットワイヤに対する要求もきわめてきびしいものがある。たとえばアメリカにおけるマグネットワイヤの種類は表1に示すように約30種にのぼる<sup>(1)</sup>。わが国における現状もアメリカと大同小異である。したがってマグネットワイヤエナメルとしては最古の油性エナメルをはじめ、ホルマール、ポリウレタン、ポリエステル、耐熱エナメルなど要求特性に適合した各種製品が生産されている。

マグネットワイヤエナメルに要求される特性としては

- (1) エナメルワニス特性： 揮発分、粘度、乾燥時間、作業性、適用サイズ、焼付け温度、線速、塗装方式、偏肉、スタックロス、色相、外観、タンクライフ、貯蔵安定性、コストなど
- (2) 熱的特性： 耐熱性、カットスルー温度、熱軟化、熱劣化、加熱減量、光沢保持など
- (3) 電気的特性： 絶縁破壊電圧、絶縁抵抗、誘電正接、誘電率、過負荷特性など
- (4) 物理的特性： 耐摩耗性、巻付け特性、引張り強さ、伸び、

表1 アメリカにおけるマグネットワイヤの種類

No.	エナメルとエナメル線	組 成	耐熱区分 (°C)	NEMA 規格	ASA 規格	Mil 規格 W-583C	特 長	用 途
1	アクリリック “Lecton”	アクリルニトリルとアクリレートとの共重合物とフェノールレジン	105	MW-4	C9.15-1963	—	耐冷媒・溶剤	R-22密閉形モータ
2	ろう着性アクリリック	1をろう着性にしたもの	105	—	—	—	可とう性、455°Cでろう着	油性エナメル線の代替
3	ナイロンオーバーコートろう着性アクリリック	2の上にナイロンをオーバーコートしたもの	105	—	—	—	可とう性	太線用
4	セルローズラッカー	セルローズアセテート	105	—	—	—	アルコールロジンフ ラックス併用でろう着性	細線用
5	セラミック	セラミック	650	—	—	—	耐放射線性、耐熱性	耐熱性
6	セラミック転換タイプ	セラミック、ガラス、有機エナメル	220~650	—	—	—	耐熱性	耐熱ショックコイル
7	ポリテトラフロロエチレンオーバーコートセラミック	セラミックの上にテフロンをオーバーコートしたもの	220	MW-8	—	—	耐熱性、耐水蒸気性	—
8	シリコンオーバーコートセラミック	セラミックの上にシリコンをオーバーコートしたもの	180	MW-7	—	—	耐クラック、耐湿性	—
9	Pyre-ML オーバーコートセラミック	セラミックの上にポリイミドをオーバーコートしたもの	—	—	—	—	耐摩耗性	—
10	エポキシ	尿素-ホルムアルデヒド変性高当量エポキシ	130	MW-9, MW-14	C9.25-1965 C9.22-1965	BB <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	耐油、耐湿性	オイルトランス
11	自己融着エポキシオーバーコートエポキシ	エポキシの上にエポキシとポリビニルホルマールとの混合物をオーバーコートしたもの	130	—	—	—	自己融着性	自己支持形コイル
12	ナイロン	ナイロン 66	105	MW-6	C9.8-1958	TT <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	可とう性、耐摩耗性、アルコールロジンフ ラックスろう着性	ベーパーファイル ドコイル
13	油性-ブレインエナメル	天然樹脂と乾性油 (油性エナメル)	105	MW-1	C9.1-1953	E, E <sub>2</sub>	最古のエナメル	—
14	ポリアミドイミド	トリメリット酸無水物とジアミン	220	—	—	MM <sub>2</sub> M <sub>3</sub> M <sub>4</sub> K~K <sub>4</sub>	耐摩耗性、耐熱性、耐冷媒	—
15	ポリエステル	テレフタル酸、エチレングリコール、グリセリン	155~180	MW-5, 13, 25	C9.16-1963 C9.18-1965	L~L <sub>4</sub> , H~ H <sub>4</sub>	耐熱性	—
16	ポリエステルイミド “Isomid”	ポリエステルポリイミドポリマー	200<	—	—	—	耐溶剤、耐ワニス性	—
17	ナイロンオーバーコートポリエステル	ポリエステルにナイロンをオーバーコート	155	—	—	LL <sub>2</sub> L <sub>3</sub> L <sub>4</sub>	耐ヒートショック、可とう性	—
18	ポリテトラフロロエチレン	テフロンサスペンション	180	MW-10	C9.15-1963	KK <sub>2</sub> K <sub>3</sub> K <sub>4</sub>	皮膚平滑	高温用電気機器
19	ポリウレタン	安定化イソシアナートとポリエステル	105	MW-2	C9.14-1963	—	ろう着性	—
20	フリクションサーフェスポリウレタン	ポリウレタンの上に無機物をオーバーコート	105	—	—	—	—	ユニバーサルの バスケットウェ ーブコイル巻 アマチュア巻線
21	ナイロンオーバーコートポリウレタン	ポリウレタンの上にナイロン 66 をオーバーコート	130	MW-28	C9.24-1965	—	可とう性、耐ワニス性	—
22	ポリビニルブチラールオーバーコートポリウレタン	ポリウレタンの上にポリビニルブチラールをオーバーコート	105	—	—	—	接着性	自己支持形コイル
23	ナイロンおよびポリビニルブチラールオーバーコートポリウレタン	ポリウレタンの上にナイロンとポリビニルブチラールをオーバーコート	130	—	—	—	カットスルー改良	自己支持形コイル
24	フェノールホルムアルデヒド変性ポリビニルホルマール	ポリビニルホルマール、アルキルフェノール、イソシアナート、ブチル化メラミン	105	MW-15, 18	C9.5-1961 C9.6-1965	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	可とう性、耐ワニス性、耐摩耗性	A種電気機器全般
25	ハメチック用変性ポリビニルホルマール	ポリビニルホルマール、イソシアナート、アルキルフェノール、ブチル化メラミン	105	MW-27	—	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	—	密閉用モータ (R-22)
26	ナイロンオーバーコートポリビニルホルマール	ポリビニルホルマールの上にナイロン 66 をオーバーコート	105	MW-17	C9.12-1961	T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	可とう性、耐ワニス性	高回転機
27	ポリビニルブチラールオーバーコートポリビニルホルマール	ポリビニルホルマールの上にポリビニルブチラールをオーバーコート	105	MW-19	C9.13-1961	—	自己融着	自己支持形コイル
28	ポリイミド “Pyre-ML”	ビロメリット酸無水物と芳香族ジアミン	220	MW-16	C9.23-1965	MM <sub>2</sub> M <sub>3</sub> M <sub>4</sub>	耐熱性	密閉モータ、トランス油中コイル
29	極細エナメル線	油性、ポリエステル、ウレタン、ホルマール、ブチラールオーバーコートウレタン	—	—	—	—	—	極微小機器

\* 日立化成工業株式会社山崎工場

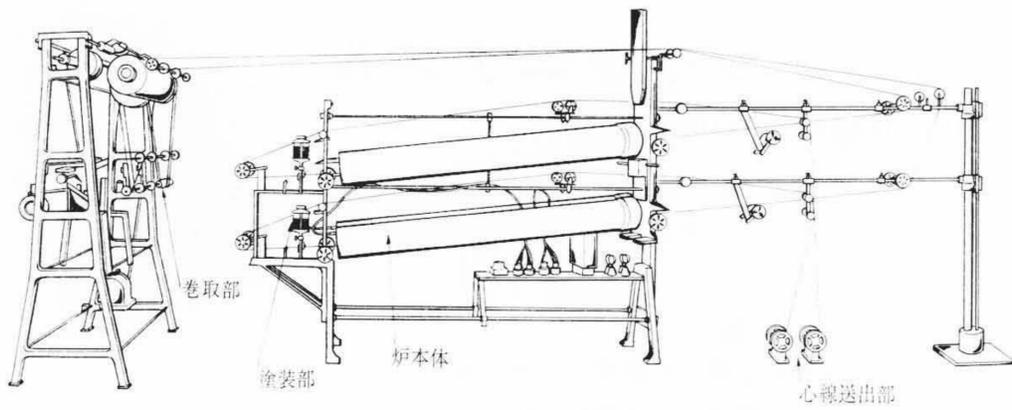


図1 横形塗装機

表2 W418, W419のワニス特性

試験項目	W418	W419
外観	赤紫色透明	赤紫色透明
不揮発分(%)	75±2	75±2
粘度 (30°C, ポアズ)	40~100	20~80

スプリングバックテスト, なめらかさと光沢, 可とう性, スナップテスト, ろう着性, はく離性, ロットごとの均一性など

(5) 化学的特性: 耐溶剤性, ソルベントショック, 硬化度, 耐ワニス・コンパウンド, クレージング現象, 加水分解, 特殊ふん囲気中の劣化など

があげられる。また将来性のあるマグネットワイヤエナメルを大分類すれば

- (1) 低コストエナメル
- (2) ろう着性エナメル
- (3) 耐熱性エナメル

の3種が考えられる。わが国における油性エナメルが依然として多量に使用されている理由は(1)の低価格エナメルに属するからであろう。

油性エナメル<sup>(2)</sup>は約60年前に, ロジン, コーパルなどの天然樹脂と桐油, アマニ油などの乾性油からワニス化されており, 今日でも油溶性フェノール樹脂, アルキド樹脂などの合成樹脂と乾性油との組成物で比較的細線用により多く使われている。しかし, 従来の油性エナメルでは熱的, 物理的, 化学的特性はもちろん塗装作業性や線速アップにおいて限界に達している難がある。

われわれは新しい合成法により, 従来の油性エナメルに代わる新規な油変性ポリエステル系汎用エナメルを開発したので報告する。

## 2. エナメル線塗装の高速化

エナメル線塗装方式は一般にたて形と横形塗装方式とに大別されるがいずれも塗装工程の高速化, すなわちスピードアップが重要課題の一つである。エナメル線塗装機の略図を図1に示す。図1において, スピードアップに影響を及ぼす因子としてはつぎの事項が考えられる。

- (1) 熱付け炉
- (2) エナメルワニス
- (3) 炉出口の冷却
- (4) 送出装置
- (5) 塗装装置
- (6) 巻取り装置

(1)の焼付け炉については構造, 温度分布, 熱量供給方式, 炉長など従来の電熱加熱炉の改良あるいは最近では触媒燃焼強制熱風循環式によるスピードアップが考えられるが, いずれも設備費, 改造費,

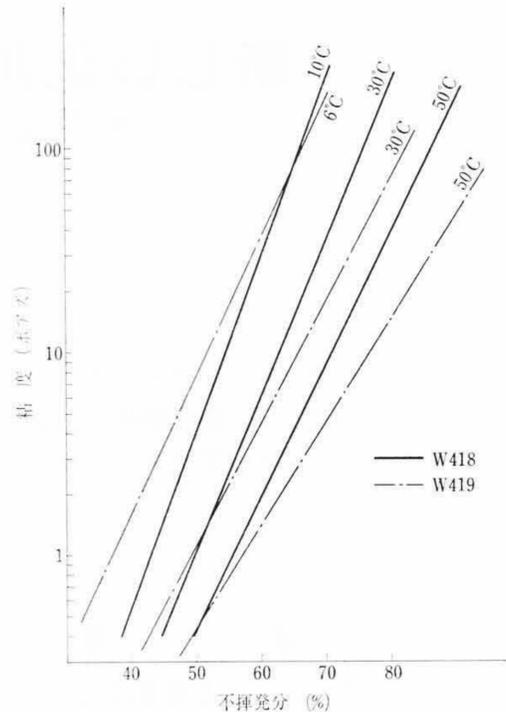


図2 W418, W419の粘度と不揮発分との関係

維持費などがかさむ。また, かような炉にしても, 従来のエナメルは作業性, エナメル線の外観などに問題を生じ, 期待どおりにスピードアップできるとは限らない。(3)~(6)はスピードアップに欠くことのできない機構上の問題で論ずるまでもない。経済的にエナメル線のスピードアップを行なうにはエナメルワニスの改良に待つほかない。とくにエナメルワニスの溶剤組成, 樹脂の硬化速度ならびに硬化皮膜の高温における機械的特性などを, 所要のスピードに適する条件にあわせることが必要である。

われわれはかかる見地から, 経済的な灯油, ソルベントナフサなどの溶媒に容易にとけ, かつ内部硬化性および硬化後の皮膜の機械的特性にすぐれた樹脂を合成し, 細線用のW418ならびに太線用のW419を製品化した。

## 3. 汎用エナメルの特性

### 3.1 ワニス特性

汎用マグネットワイヤエナメルW418ならびにW419のワニス特性は表2に示すとおりである。ワニスの不揮発分はいずれも75%を標準としている。エナメルワニスには種々の特性が要求されるが, エナメル線の塗装作業性に特に影響を及ぼすのは, 不揮発分と粘度との関係である。図2はシンナーとして灯油を用いた場合のW418およびW419の不揮発分と粘度との関係を示したものである。つぎに200ccビーカーに200gのワニスを入れ, 50°Cで定速でかきまぜた場合の不揮発分と粘度の経時変化, すなわちタンクライフの促進試験結果を示したのが図3-A, Bである。図よりワニスの加熱かきまぜによる溶剤の蒸発が不揮発分の上昇, ひいては粘度の上昇をまねいているが, その程度が比較的少なくタンクライフが長い。W418およびW419は溶解性が特に考慮されているために, シンナーとして安価な灯油, ミネラルターペン, ソルベントナフサなどが使用でき, 特殊専用シンナーを必要としないので非常に経済的である。また, 適用サイズ塗装機種としては, W418は約0.35mmφ以下の横形塗装機, W419は約0.35mmφ以上のたて形塗装機および耐ペンゾール用の全サイズ, 全塗装機に適している。塗布方式すなわち絞り方式についてはシンナーにてワニス調整を行なうことにより, ダイス, ゴム, フェルトなどのすべての絞り方式に作業性よく, しかも絞り機の寿命を早めることなく適用できる。

### 3.2 ゲル化時間

エナメル線塗装工程におけるスピードアップの主因であるエナメルの乾燥性に関して, 熱板法によるワニスのゲル化時間を測定した

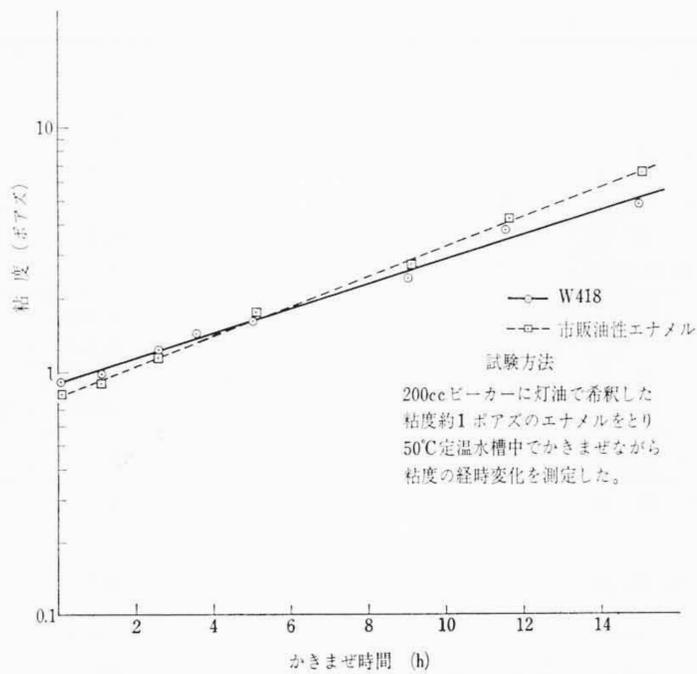


図3(A) W418のタンクライフ(50°Cにおける粘度変化)

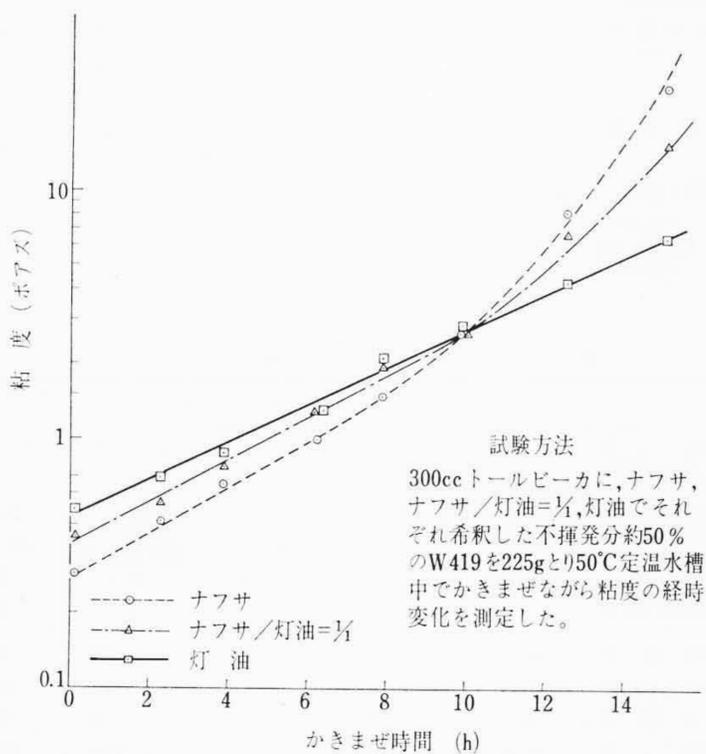


図3(B) W419のタンクライフ(50°Cにおける粘度変化)

結果、図4に示すようにW418およびW419は市販の油性エナメルと比較して、焼付け温度領域におけるゲル化時間がきわめて短く、かつ温度依存性が大きいことがわかる。したがって従来の油性エナメルと同一塗装機で同一の焼付け温度にて、スピードアップが可能であり、さらに高温で高速焼付けが期待できる。また図から合成エナメルは常温付近のゲル化時間が長いのでタンクライフや貯蔵安定性に関しても良好といえる。

3.3 スタックロス

エナメル線の焼付け作業においてはエナメルの不揮発分の減少、すなわち焼付け工程中の樹脂量の損失、スタックロスを考慮する必要がある。スタックロスは

$$\frac{\text{焼付け前の樹脂分} - \text{焼付け後の樹脂分}}{\text{焼付け前の樹脂分}} \times 100\%$$

で表わす。

実験室的にはエナメルワニスにCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を1:1の割合に正確に混合し、銅線に焼付けて得られたエナメル皮膜中の樹脂とCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の比よりスタックロスを計算できる<sup>(3)</sup>。図5はこのような方法によって高温焼付けした場合のW418のスタックロスを示す。図よりW418は従来の油性エナメルと比較してスタックロスが少なく、しかも焼付け度の依存性が少ない。これは合成系エナメルの主体となる樹脂

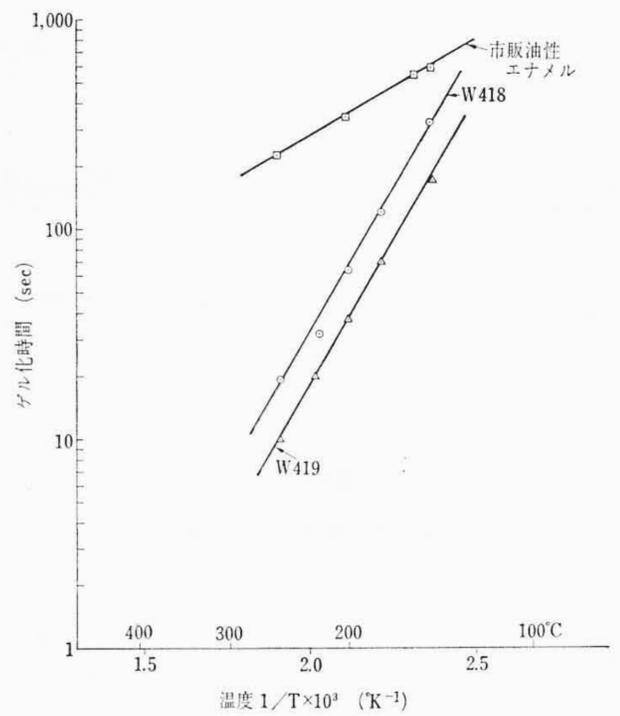


図4 W418, W419のゲル化時間

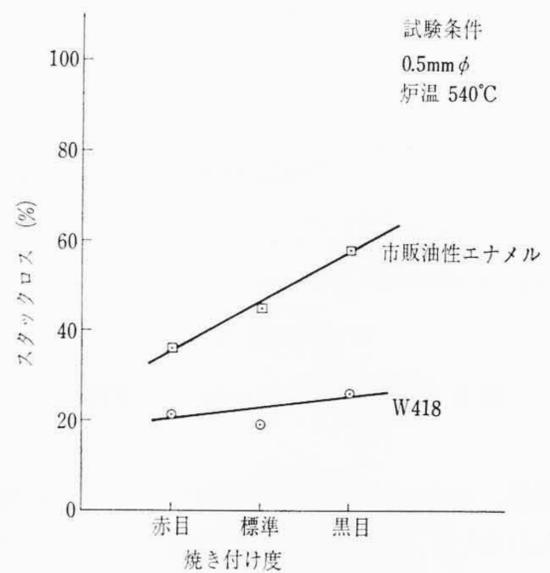


図5 W418のスタックロス

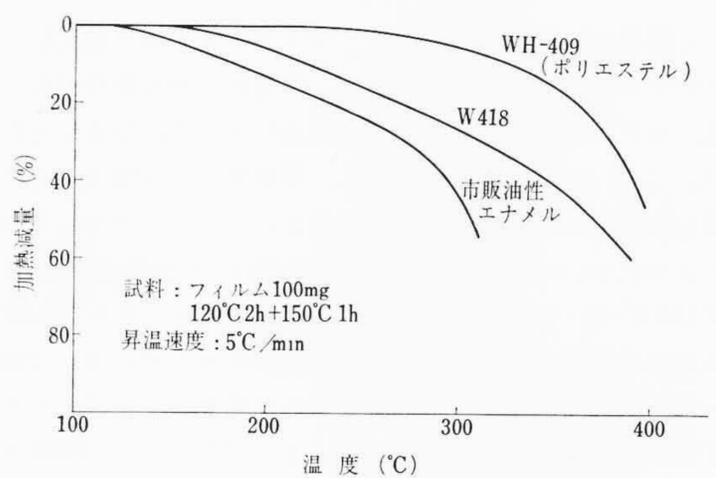


図6 W418の熱天秤による加熱減量

の耐熱性に起因するものと考えられる。参考のために汎用エナメルの熱天秤による加熱減量曲線を示すと図6のようになる。W419についても同様である。したがって高温高速焼付けが可能である。またスタックロスが少なければ当然の結果として、エナメル皮膜の肉付きがよく、同一皮膜厚に仕上げるのに要するワニスの不揮発分は低くてすむ。たとえば0.29mmφダイス(同一配列)絞り塗装において炉温470°Cの場合、W418は不揮発分69%で従来の油性エナメルの83%と同一皮膜厚に高速で仕上がることを認めている。

ワニスの貯蔵安定性に関しては50°Cの促進試験で10日以上ゲル化しない。図7は室温における貯蔵安定性を示したものであるが12

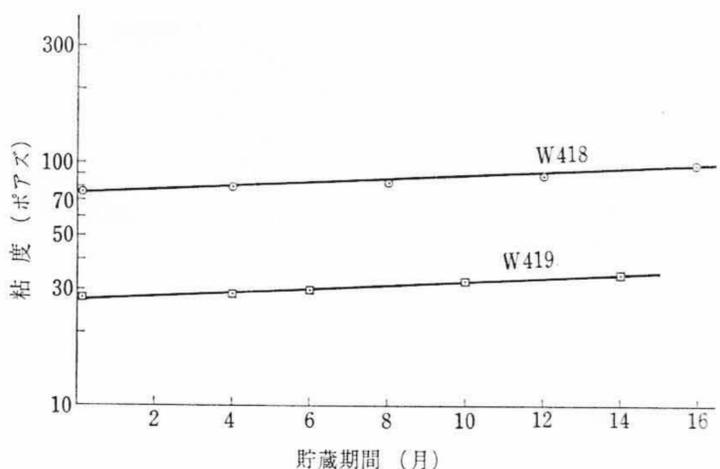


図7 W418, W419の貯蔵安定性

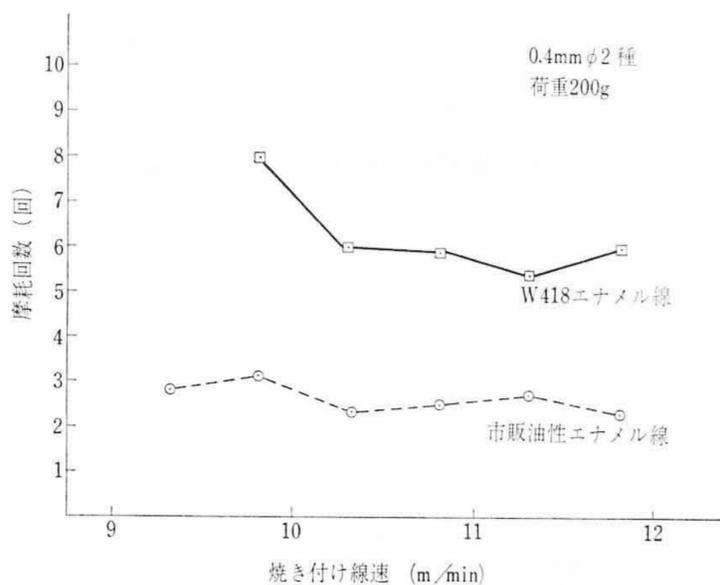


図8 W418 エナメル線の耐摩耗性

個月間の放置後、エナメル線の試焼試験を行なった結果、ワニス  
の異常は認められない。したがって従来の油性エナメルの保障期間で  
ある6ヶ月間は本エナメルにおいても十分に保障できる。

4. 汎用エナメル線の一般特性

新しく開発されたマグネットワイヤエナメルの実用化に際して一  
般にエナメル線の製造過程において、作業性、塗装焼付け条件、環  
境衛生、エナメル線の特性ならびに用途など問題になることが少な  
くない。このような問題を解決し、早期実用化を図るうえに必要な  
事項を検討するために、新たに開発された汎用マグネットワイヤ  
エナメルについてエナメル線塗装機を用いて塗装試験を行なっ  
た。W418については図1に示した横形塗装機を、またW419につ  
いては太線の場合に既報(4)のたて形塗装機をそれぞれ用いて試焼を  
行なった。試焼線は各サイズとも2種の皮膜厚に仕上げており試験  
はJIS C 3202-1957 エナメル銅線ならびにJIS C 3210-1966 ポリエ  
ステル銅線に準拠して行なったが、エナメル線の一般特性の一例を  
表3, 4に示す。表3よりW418は従来の市販油性エナメルに比較  
して、ワニスの皮ばり、粘度の増加が少なく、仕上げられたエナメ  
ル線は肉付きがよく、扁平、粒、ザラなど外観上の欠点がまったく  
なく、すぐれた作業性を有し、かつ同一焼付け温度にて線速が約  
50%スピードアップされる。したがって塗装工程の合理化に役だつ  
経済的な汎用エナメルといえる。表4のW419についてもW418と  
同様の作業性を有するが、線速はやや遅く約20%のスピードアッ  
プである。

4.1 物理的特性

エナメル線の試焼結果ではまず物理的特性が問題になる。図8は  
W418の焼付け線速と摩耗回数との関係を示したものである。W419  
についてもほぼ同等であるが従来の油性エナメルに比べて約3倍の

表3 W418のエナメル線の一般特性

項目		W418 エナメル線			市販油性 エナメル線
塗 装 焼 付 条 件	ワニス不揮発分 (%) (ポアズ)	63	55	45	76
	ワニス粘度 (30°C)	20	4.5	0.8	25
	焼付温度 (°C)	455	450	470	455
	線速 (m/min)	15.8	37.0	49.1	10.5
塗布回数 (回)		4	6	6	4
寸 法	導体径 (mm)	0.294	0.102	0.100	0.294
	仕上り外径 (mm)	0.314	0.118	0.115	0.313
	皮膜厚 (mm)	0.010	0.008	0.008	0.010
	扁平 (mm)	2/1000	2/1000	1/1000	3/1000
ピンホール試験	個/5m	0	0	0	0
伸張試験	15%	0/3	0/3	0/3	0/3
	20%	0/3	—	—	0/3
熱劣化試験	120°C-6h 10%	0/3	0/3	0/3	0/3
	15%	0/3	—	—	0/3
耐熱軟化試験	120°C-6h (燃合わせ法)	ok	ok	ok	ok
	180°C-6h (荷重 300g)	ok	—	—	NG
絶縁破壊電圧	平均 (V)	4,160	3,000	3,300	4,050
耐薬品試験 (常温 24h 浸漬)	ベンゾール	HB	(布) ok (爪) ok	(布) ok (爪) ok	6B>
	か性ソーダ (5%)	2H	(布) ok (爪) ok	(布) ok (爪) ok	2H
	硫酸	3H	(布) ok (爪) ok	(布) ok (爪) ok	2H
常態の硬さ		3H	—	—	2H

表4 W419のエナメル線の一般特性

項目		W419 エナメル線			市販油性 エナメル線
塗 装 焼 付 条 件	ワニス不揮発分 (%) (ポアズ)	45	65	74	76
	ワニス粘度 (30°C)	0.6	9	28	20
	焼付温度 (°C)	500	500	上 中 下 360 330 300	500
	線速 (m/min)	9.8	9.8	9.8	8.0
塗布回数 (回)		5	4	4	4
寸 法	導体径 (mm)	0.503	0.505	0.993	0.505
	仕上り外径 (mm)	0.531	0.532	1.069	0.532
	皮膜厚 (mm)	0.014	0.014	0.039	0.014
	扁平 (mm)	1/1000	2/1000	4/1000	4/1000
ピンホール	(個/5m)	0	0	0	0
巻付 き 劣 化	常態	1×ok	1×ok	1×ok	1×ok
	劣化	120°C-6h	1×ok	1×ok	1×ok
耐熱軟化	180°C-6h カットスルー (°C)	ok 305	ok 295	ok 304	NG 140
ヒートショック	150°C-1h	3×キレット 認めず	3×キレット 認めず	5×キレット 認めず	
絶縁破壊電圧	平均 (V)	6,000	5,500	9,300	4,900
耐薬品 (常温 24h 浸漬)	ベンゾール	H	H	3H	6B>
	か性ソーダ	2H	H	3H	H
	硫酸	3H	3H	3H	H
常態の硬さ		3H	3H	3H	2H

耐摩耗性を持っている。図9はNEMA規格MW1-1953に準拠した一方向摩耗試験結果であるが従来の油性エナメルに比べ約2倍のScrape resistanceを示している。

一般に耐摩耗性の高いエナメル皮膜はかたくて、巻付けまたは伸張などの可とう性が劣る場合が多いが、W-418およびW-419においては特殊なポリエステル架橋剤の添加によってゲル化時間を短くしてスピードアップすることができ、しかも捻回はく離回数が著しく向上することを見出した。図10はW419における架橋剤の添加量とゲル化時間、捻回はく離回数との関係を示したものであって、W419は密着性にきわめてすぐれている。また表3, 4から明らかのように、W418およびW419の伸張試験および巻付け性は常態なら

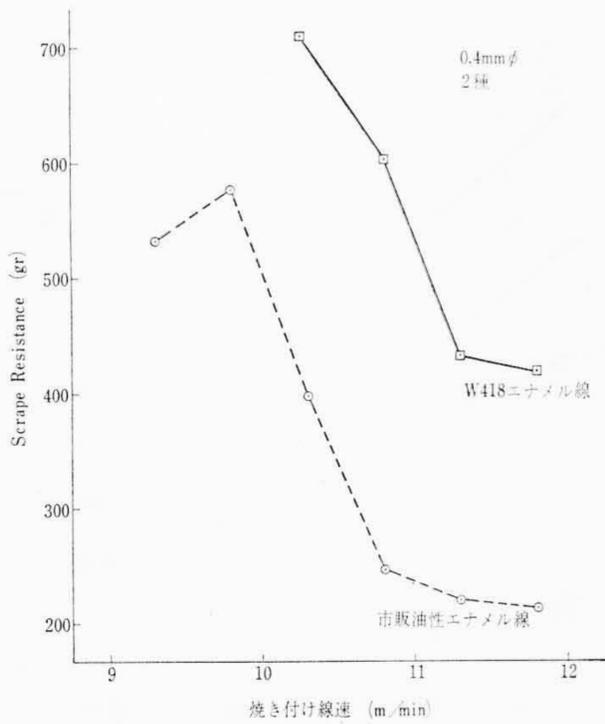


図9 W418 エナメル線の一方方向摩耗性

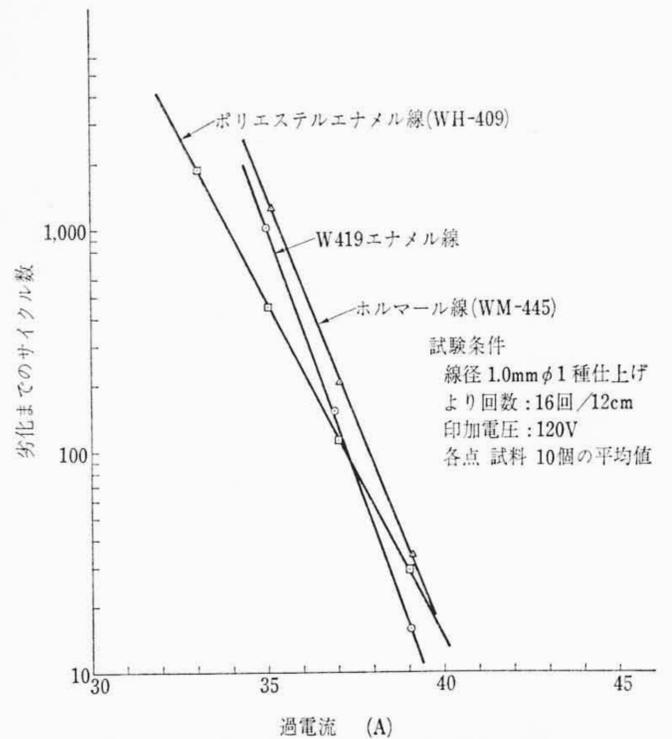


図11 W419 エナメル線の過負荷特性

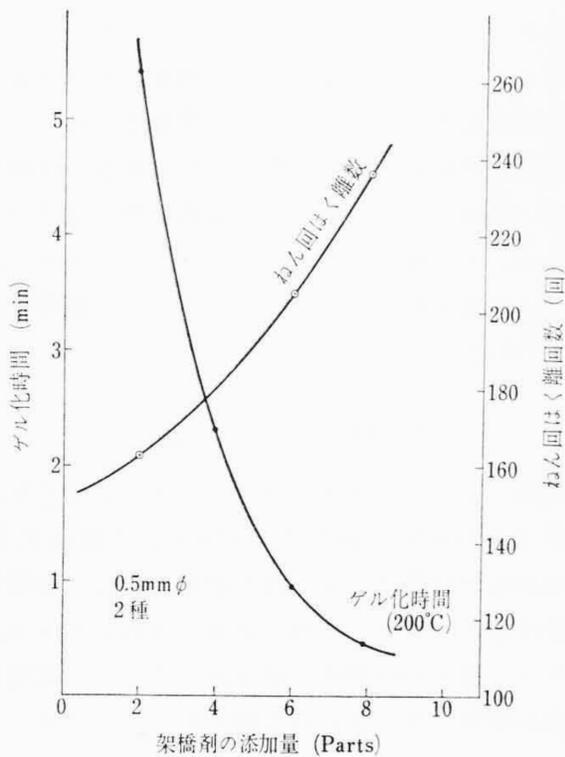


図10 W419 における架橋剤の添加量とゲル化時間、エナメル線のねん回はく離回数との関係

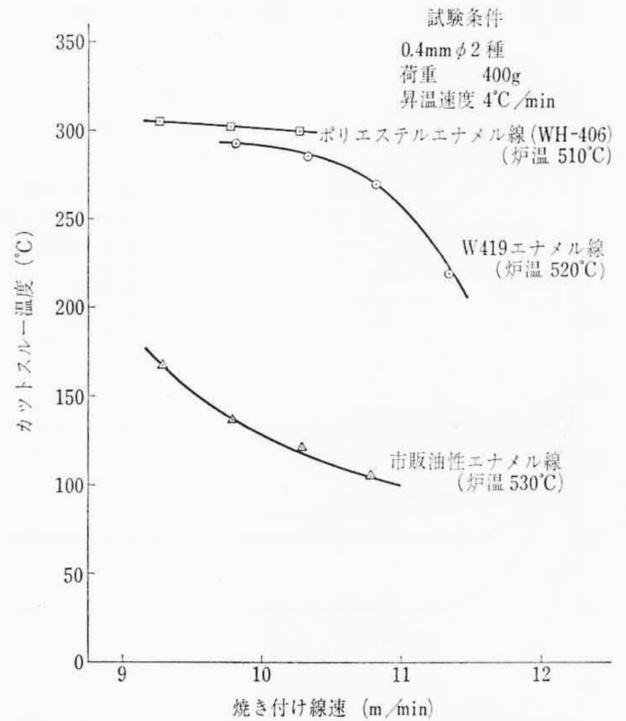


図12 W419 エナメル線のカットスルー温度

びに加熱劣化後も良好であり、すぐれた可とう性を有している。さらに皮膜の平滑さ、光沢、すべりやすさ、均一性などにおいては合成系特有のエナメル皮膜を与えて巻線性に役だったことを確認している。

#### 4.2 電気的特性

エナメル線の電気的特性としては絶縁破壊電圧、絶縁抵抗、誘電正接、誘電率および過負荷特性などがあげられるがとりわけ絶縁破壊電圧が問題になりやすい。W418, W419 エナメル線の絶縁破壊電圧は表3, 4に示したとおり従来の油性エナメル線と比較して同等以上であり、実用的には十分である。図11はバーンアウトテスト法によるW419 エナメル線の過負荷特性を示す。この種の特性は試験条件によりエナメル線の評価が逆転するおそれがあるが、われわれは、Hunt氏<sup>(6)</sup>らの方法に準じて試験した結果、過電流が約37A以上の場合W419 エナメル線はポリエステルエナメル線より劣るが、一方約37A以下の場合は前者のほうが良くなるが両者ともホルマール線に比べて低い。

以上3者の中ではW419 エナメル線は電流依存性が最も大きい。

したがって比較的低電流領域においては相当の過負荷特性が期待できる。

#### 4.3 熱的特性

新しく開発したエナメル線はその適用基準の決定に際し、耐熱性の評価が最も論議の対象となる。W418, W419についてはまず、表3, 4に示したようにJIS規格の耐熱軟化を測定し、両者とも、180°C 6時間に合格することを認めた。これはテレフタル酸系ポリエステルエナメル線のJIS規格と同等の高い耐熱性を約束している。さらにNEMA規格のカットスルー温度を測定した結果の一例を図12に示す。図からW419 エナメル線はポリエステルエナメル線にかなり近いカットスルー温度を有し、焼付けスピードのアップにしたがい、その曲線が低下の傾向を示しているが従来の油性エナメル線の温度よりは、はるかに高い。また熱劣化に関しては前述のとおりで高温の可とう性を保持している。ヒートショック性は表4から、W419は0.5mmφの場合120~150°C 1時間で3倍径にてキレツを発生しない。また1.0mmφの場合同温度で5倍径にてキレツを発生しない。

新しい汎用エナメル線の耐熱寿命評価に関してはコイルワニス処理をしないW419 エナメル線についてIEEE No. 57法による耐熱寿命を図13に示す。図から135°Cで20,000時間の耐熱寿命が期待で

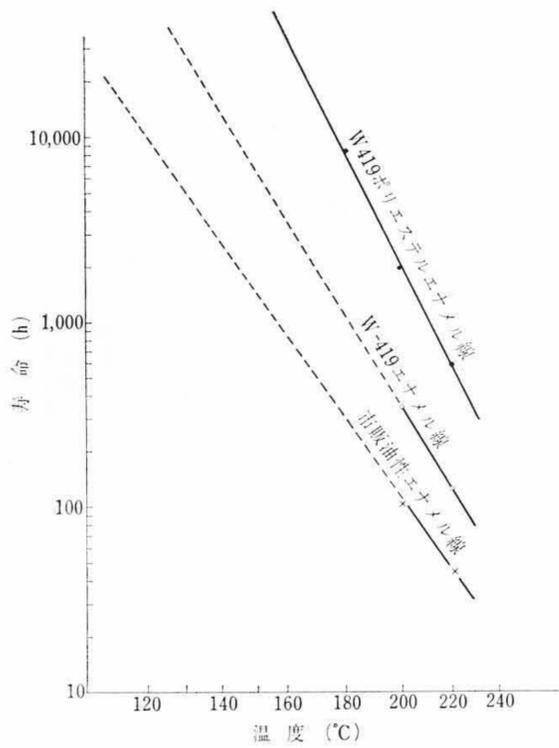


図13 W419 エナメル線の耐熱寿命曲線

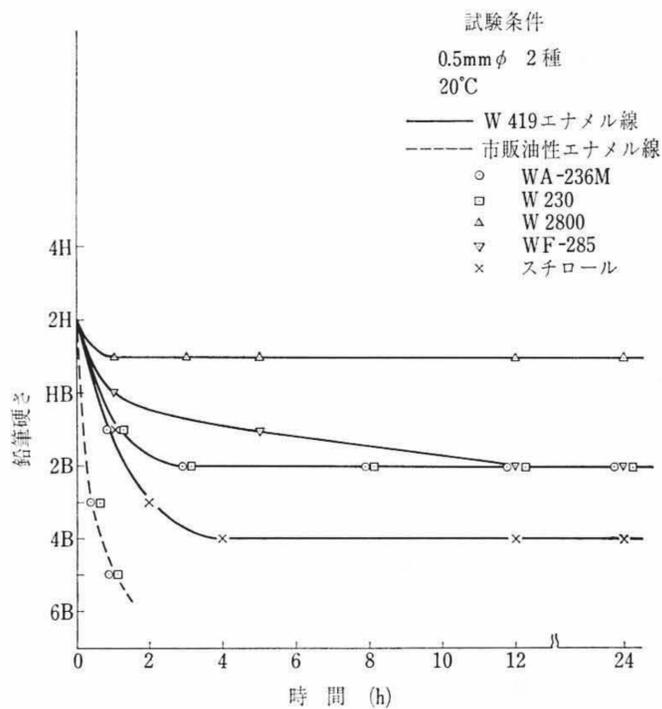


図14 W419 エナメル線の耐ワニス性

き、E種絶縁に十分耐えることを示している。さらにB種絶縁電線としての実用試験を検討すべきであろう。

4.4 化学的特性

耐溶剤、耐薬品性については表3,4に示したようにW418 エナメル線は耐ベンゾール、か性ソーダ、硫酸に対して従来の油性エナメル線よりも安定した皮膜特性を示している。太物用のW419 エナメル線は特に耐ベンゾールにすぐれている。図14はW419 エナメル線の耐ワニス性を示したものである。従来、油性エナメル線の耐ワニス性不良の問題が少なくなかったが、W419 の出現で、スチロール性も含めてコイルワニス処理がいっそう有効に利用できる。逆にはく離剤に対するはく離性はW419系では無理で、はく離性を要する線種には図15に示すようにW418が効果的である。

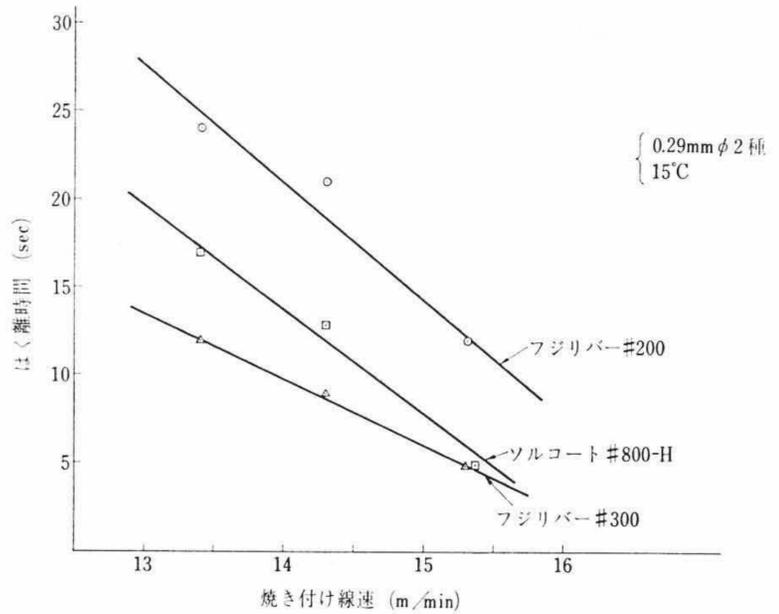


図15 W418 エナメル線のはく離性

最後にクレージング現象、ソルベントショック、加水分解性および特殊ふん囲気内での劣化などについては従来の油性エナメルと同様に実用上ほとんど問題にならないと考えている。

新しい汎用エナメル線の用途は従来の油性エナメル線を使用している電気機器にはもちろん、ホルマル線あるいはポリエステルエナメル線の使用分野においても、機械的特性あるいは耐熱性をそれほど要求しない製品のコスト低減に、価格分析の見地から需要が大いに期待できる。また複合皮膜の応用例としてナイロン、ポリアミドイミドエナメルなどのオーバーコートエナメル線の下層剤としての用途が考えられる。

5. 結 言

新規な合成法により、合成系の汎用マグネットワイヤエナメルを開発し、細線用はW418、太線用はW419として製品化した。新汎用エナメルのおもな特長は、すぐれた塗装作業性、塗装工程の短縮にある。焼付けられたエナメル線は従来の油性エナメル線と、ポリエステルエナメル線との中間的な諸特性を有し、広範囲な汎用電気機器への用途が期待できるきわめて経済的な、マグネットワイヤである。

今後は電線ならびに電機メーカーと協同で、新汎用エナメル線の早期実用化と適用基準の確立を行なう一方、新規なろう着性マグネットワイヤエナメルの開発に努力したい。

終わりに臨み、本研究の遂行に関し、多大のご指導と、ご援助を賜った関係各位に対し、心から謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) H. L. Saums: Insulation Directory/Encyclopedia Issue May/June p. 373~387 (1966)
- (2) 間瀬: マグネットワイヤ選び方, 使い方, p. 118 (山海堂)
- (3) F. A. Sattler ほか2名: Insulation. June p. 33 (1964)
- (4) 川島ほか2名: 日立評論 48, 312 (昭41-2)
- (5) C. F. Hunt ほか2名: Electro-Technology Vol. 70, No. 3. p. 131 (1962)