ふっ素樹脂の特性とコーティングへの応用

Characteristics Properties of Polyfluoro Carbon Resins in Coatings

ユニークな特性を持つふっ素樹脂の特徴を簡単に述べ、その応用方法としてのコーティングについての現状を解説する。

小 川 年 之*

Toshiyuki Ogawa

1. はじめに

ふっ素樹脂、それはプラスチックの中でも、いまも、Lighting Star の座にあり、その利用範囲から考えれば、卑近な樹脂といえる。実用化されてから30年以上経過した現在では一般家庭用品から宇宙開発まであらゆる産業分野になんらかの形で応用、利用されているユニークな特性をもつ樹脂であるが、一般の認識が、フライパン、炊飯器、アイロンと云った家庭用品の域にあるのが残念である。そこで、本稿ではこの樹脂の特性とコーティングについて簡単に解説する。

2. ふっ素樹脂の歴史と需要動向

48年前(1933)カーボンアーク中での四ふっ化炭素の熱分解により、Ruffら¹⁾が偶然四

ふっ化エチレンを発見し、その後 Plunkett²⁾が TFE を重合すると白色ろう状の固体となることを見出し、樹脂としての最初の姿が誕生したのが1938年である。その後、アメリカでは軍事産業の巨大な力を背景に政府需要をベースとして発展をとげ、それとは対照的に国内では、民間需要を主体とした発展を重ねて今日に至っている(表1)。

最近では、加工技術の進歩とともに、各種形態のふっ素樹脂材料が市販されるようになり、今日では、20種類程を数えるようになっているが、それらの変性ふっ素樹脂を含めるとその種類は非常に多い。

ふっ素樹脂の年間消費量は全世界で約2万トンと推定され、その半分はアメリカで消費されており、日本は、アメリカに次ぐ第2の需要国となっている。図1に日本ふっ素樹脂工業会の54年度統計による国内需要推計を示したが、10年間で4.3倍以上の需要増であ

* 東京シリコン(株)技術部長代理
〒350 埼玉県川越市芳野台1-16-7
☎ 0492(23)1003

* Tokyo Silicone Co., Ltd.
16-7, Yoshinodai 1-chome, Kawagoe-shi,
Saitama 350

ことがわかる。この需要の約80%がPTFE需要であるが、今後この割合は、各種共重合体の出現により徐々に減少するものと考えられる。

3. ふっ素樹脂の分類

分類の方法にはいろいろ考えられるが、ここでは、ベースポリマー、変性ふっ素樹脂、架橋型ふっ素樹脂に分類してみた。

3-1 ベースポリマー

表2に各種ベースポリマーの構造式、呼称名、メーカー名を示したが、この中でFEP, ETFE, PFA等の共重合体はPTFEの溶融加工性を改良する目的で開発されたものであり、中でも最近開発されたPFA樹脂は、単位結合内に—O—を介しての側鎖結合があり興味深い構造を持っている。

3-2 変性ふっ素樹脂

変性ふっ素樹脂は、樹脂変性タイプ（フェノール、アクリル、エポキシ、ポリアミドイミド、ウレタン、シリコン、ポリフェニレンサルファイド樹脂などによる変性）と充填材変性タイプ（ガラス、カーボン、グラファイト、金属などの粉末、フレーク、繊維などによる変性）に分類されるが、コーティング材料では樹脂変性が多い。ふっ素樹脂は変性効果が大いことが特徴の1つであり、この種の変性樹脂は国内外問わずその種類は非常に多い。

〔変性の主な目的〕

- (1) ワンコート塗料化
- (2) 成膜温度の低温化
- (3) 耐摩耗性の向上（約1000倍向上）
- (4) 硬さの向上（10～30%向上）
- (5) 耐薬品性の向上（バリヤー層形成）
- (6) 耐クリープ性の向上（室

温で1.5～4.5倍向上）

- (7) 耐熱性の向上（熱伝導率2倍に向上）

3-3 架橋型ふっ素樹脂

このふっ素樹脂は、ウレタンやエポキシ樹脂の構造に部分的にFを置換導入したもので

図1 ふっ素樹脂の需要動向

表1 ふっ素樹脂国産化の歴史

年	樹脂	商品名	メーカー名
1954	PCTFE	ダイフロロン	ダイキン工業
55	PTFE	ポリフロロン	ダイキン工業
59	PTFE	テフロロン	三井フロロケミカル
62	FEP	ネオフロロン	ダイキン工業
70	Pvdf	KFポリマー	呉羽化学工業
72	ETFE	アフロンCop	旭硝子
76	PFA	MP-10	三井フロロケミカル

表2 各国のふっ素樹脂製品

樹 脂	構 造 式	商 品 名	メーカ一 名
1 F PvF ポリふっ化 ビニール	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{F} \\ \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Tedlar	Dupont
2 F PvdF ポリふっ化 ビニリデン	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{F} \\ \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{F} \end{array}$	Forafion DyfloR KFポリマー Kynar Solef	Produits Chimiques Vgine Kuhlman Dynamite Nobel 呉羽化学工業 Pennwalt Chemicals Solvay
3 F PCTFE ポリ塩化三ふっ化 エチレン	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{C1} \\ \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Daiflon kel-F Aclon CTFE Volutef	ダイギン工業 3M Allied Chemical P.C.Vgine Kuhlman
4 F PTFE ポリ四ふっ化 エチレン	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Algoflon Fluon HalonTFE Hostafion Polyflon TeflonTFE Teflon J	Mantecatini Edison ICI Alliedchemical Hoechst ダイキン工業 DuPont 三井フロロケミカル
6 F FEP 四ふっ化エチレン 一六ふっ化 プロピレン 共重合体	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \quad \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \quad \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	Neoflon TeflonFEP	ダイキン工業 DuPont
ETFE エチン一四ふっ化 エチレン 共重合体	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \quad \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	アフロンCop Tefzel HostafionET	旭硝子 DuPont Hoechst
ECTFE エチレン一塩化 三ふっ化エチレン 共重合体	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{F} \quad \text{C1} \\ \quad \quad \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{F} \quad \text{F} \end{array}$	HalaR	Allied Chemical
PFA 四ふっ化エチレン 一パーフルオロアル キルビニルエーテル 共重合体	$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \quad \text{F} \\ \quad \quad \quad \\ (-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-)_n \\ \quad \quad \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \quad \text{O} \quad \text{F} \\ \\ \text{C}_m\text{F}_{2m+1} \end{array}$	TeflonPFA MP-10	DuPont 三井フロロケミカル

ある⁸²⁴⁾。ふっ素原子を部分的に置換導入したものであるが、Fの性質を持った強固な網目構造となるため単純な脂肪族結合とは異ったおもしろい特性が期待できる。現在はまだ

研究段階と云える樹脂である。

4. ふっ素樹脂の特性

ふっ素樹脂の共通的特性は下記のように要約できるが、これらの諸特性を1物質が持っているところにこの樹脂のおもしろさがある。

- (1) 耐熱、耐寒性がよい ($-200^{\circ}\text{C} \sim +260^{\circ}\text{C}$)
- (2) ほとんどの薬品に侵されない。
- (3) 耐燃焼性がよい (VL 94 で V-O 最高)
- (4) 耐候性が抜群によい。
- (5) 電気絶縁性高く、高周波ロスが少ない。
- (6) ユニークな低摩擦特性
- (7) 非粘着性が抜群によい。

このような諸特性はふっ素樹脂の分子構造によって説明できるが詳しくは他の文献^{5)~10)}を一読願いたい。

4-1 非粘着特性

非粘着性の説明には色々な方法が提唱されているが、ここでは一般的な方法として接触角による方法について説明する。まず、水滴を芋の葉の上と、よく洗ったガラス板の上に落した場合を想像して欲しい。芋の葉の上では水滴は玉になってころがるが、ガラスの上では玉にならず広がってしまう。これは水滴を引張る力が芋の葉の表面のほうが小さいからである。液体を引張る力が小さいほど物質の表面はぬれ難く、物が付きづらいと考えられるわけである。従って、いろいろな表面張力を持った液体を一滴落した時、その液体がどのような状態で表面に乗っているか、その液体の接触している角度を測れば、ものの付き難さ(非粘着性)が分るということになる。これが接触角測定法というものでありふっ素樹脂は、この接触角が非常に大きく、ものが付き難い性質をもっているということである。この接触角についての有名な Young¹¹⁾の式は次のようなものである。

$$W_i = \gamma_s - \gamma_{SL} = \gamma_L \cos \theta$$

W_i : 浸せき仕事量 γ_s : 固体の表面張力
 γ_L : 液体の表面張力 γ_{SL} : 固/液界面張力
 θ : 接触角

固体表面が完全にぬれる時 ($\cos \theta = 1$) の表面張力を臨界表面張力 (γ_c) と云い、PTFE はこの値が $18.5 \text{ dyne/cm}^{12)}$ となるので、この値以下の表面張力を持つ液体にはぬれることになる。ふっ素樹脂の表面エネルギーについて表3に示したが、ふっ素樹脂は θ が大きく、 γ_c , W_i , W_A , SP が小さいこと、つまり、非粘着性が高いことが理解できると思う。ところが、粘着現象とは、ごく表面層の問題であるから、同じふっ素樹脂を用いても分散、塗装、乾燥、焼付、冷却条件や、面の調整条件等により表面の形状から表面官能基に至るまで影響を受けるため、著しく非粘着性が異なる場合がある。塗面は平滑であるべきとするのが一般的考えであるが、こと界面の粘着、摩擦等の問題になるとそう単純なものではない。一般に撥液性のよい物質が微細な空気層を介して存在すると撥液性は一層よくなる。よい例が水鳥の羽である。少々残酷ではあるが水鳥の羽を溶剤で脱脂したらどうなるか、空気を含んだ撥液性のなくなった羽は脱脂綿と同じになって水鳥は溺死するにちがいない。つまり塗面は場合によっては意識的に荒くしたほうが非粘着性がよいということになる。PTFE に粘着し易いものとして、水鉛、軟質アスファルト、鳥の糞などがある。

4-2 摩擦特性

PTFE の摩擦係数は非常に低く ($\mu = 0.04$) 氷 ($\mu = 0.027$) を除けば工業的に利用できる材料の中では最も低いと云える。もう1つの特徴が Stick-SLIP¹³⁾(付着スベリ)を生じないということであるが、以下にその特徴を要約した。

- (1) 広い温度範囲で μ が極めて小さい (-30

図2 摺動速度と摩擦係数の関係

°C~+320°C)

- (2) スティックスリップを生じない($\mu_s \leq \mu_k$)
- (3) 焼付を生じない(高荷重で μ が小さくなる)
- (4) 無潤滑で使用できる(相手面に樹脂が移着)
- (5) 吸水率が小さい(0.01%以下)
- (6) 摩擦音が小さい(防音効果有)
- (7) 耐薬品性が抜群によい。

PTFEの摩擦係数と摺動速度、荷重、温度の関係についてその概要を図2~4に示した。

図2より低速域で μ が小さいことから摺動初期トルクが小さくスティックスリップを生じないことが理解できよう。一方、荷重の増大にともない μ が小さくなるので焼付を生じ難いと云える(図3)。また、この2図よりPTFEは、低速高荷重用途に特に適した材料であることが分る。図4は広い温度範囲(-30°C~+327°C)で μ が安定していることを示したものであり、他では見られない特性の1つである。

グラファイト、カーボン、二硫化モリブデン、オイル、グリース等による摺動法は古くから利用されているが、環境が汚染されたり、メンテナンスが必要あることや、省資源省エ

図3 荷重と摩擦係数の関係

図4 摺動面温度と摩擦係数の関係

表3 ふっ素樹脂の表面エネルギー

樹 脂	θ	γ_c	w_i	w_A	SP a/cc
PVF	72~75	20 ¹⁴⁾			
PvdF	77~84	25 ¹⁴⁾			
PCTFE	72	31 ¹⁵⁾			
PTFE	112	18.5 ¹³⁾	-29.5	43.1	6.2 ¹⁷⁾
ETFE	96				
FEP	115	16.2 ¹⁶⁾	-30.6	42.0	
PFA	115				
PE	95	31 ^{13), 15)}	2.5	75.2	7.9 ¹⁷⁾

wA: 接着の仕事量

SP: 溶解度パラメータ

エネルギー時代を迎え、機器の軽量コンパクト化が要求されるに至り、無給油滑動の必要性が高まってきている。特にふっ素樹脂による無給油滑動は、放熱性、耐荷重性、寸法安定性、省資源等の観点よりコーティングによる方法が特に望ましいと考えられる。

4-3 耐薬品特性

PVF, PVdFが有機アミンに侵され、PTFEがわずかに熔融アルカリ金属や高温のふっ素、三ふっ化塩素、そして融点近傍でパーフルオロカーボンに侵される以外はほとんどの酸、アルカリ、有機溶剤に耐えるが、ふっ素樹脂皮膜による耐食の場合には、その性能は樹脂加工法と母材設計法で決定されることが多い。従って、母材設計にあたっては、ふっ素樹脂加工を念願に入れた設計が必要であり、樹脂ライニング工業会の資料¹⁹⁾等を参考にすることをおすすめる。

4-4 電気的特性

PTFEの分子構造は、完全対称性があり無極性であるから純粋であればすぐれた電気特性を示す。誘電率、誘電正接は絶縁材料中で最も小さく、広い温度、周波数域で非常に安定している。特に高周波域での使用に適しているのが特徴である。耐アーク性もよく、高絶縁性がある、トラッキングを生じ難い。しかし耐コロナ性には比較的に弱いので注意を要する。電気的特性値については表5を参照願いたい。

表4 ふっ素樹脂の摩擦係数と摩耗の目安

樹脂	静摩擦係数	動摩擦係数	テーパー摩耗ASTM D-1044-56
PVF	0.3		
PvdF	0.3	0.39	$8.0 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$
PCTFE	0.25	0.37	$8.9 \times "$
PTFE	0.04	0.04	$3.8 \times "$
ECTFE	0.4	0.4	
ETFE	0.2	0.4	$9.4 \times "$
FEP	0.2	0.3	$3.4 \times "$
PFA	0.2	0.2	
PE	0.33	0.15	$2.6 \times "$

5. ふっ素樹脂のコーティングへの応用例

5-1 ふっ素樹脂のコーティング法

ふっ素樹脂の一般的なコーティング法は次の通りであるが、各工程の詳細については他

ふっ素樹脂のコーティング方法

表5 ふっ素樹脂の電気的特性¹⁸⁾

特性	単位	ASTM 試験法	PTFE	PFA	FEP	PCTFE	PvdF	ETFE	ガラス入り ETFE	ECTFE
電 体積抵抗率	$\Omega \cdot \text{cm}$	D257(50% RH, 23°C)	$>10^{18}$	$>10^{18}$	$>10^{18}$	2.0×10^{18}	2.0×10^{14}	$>10^{16}$	10^{16}	10^{18}
絶縁破壊の強さ(短時間)	kV/mm (3.2mm厚)	D 149	19	20	20-24	20-24	10	16	13.2	20
誘電率	60Hz	D 150	<2.1	2.1	2.1	2.24-2.8	8.4	2.6	3.4	2.6
	10^3 Hz	D 150	<2.1	2.1	2.1	2.3-2.7	7.72	2.6	3.4	2.6
	10^6 Hz	D 150	<2.1	2.1	2.1	2.3-2.5	6.43	2.6	3.4	2.6
	60Hz	D 150	<0.0002	0.00027	<0.0002	0.0012	0.049	0.0006	0.004	<0.0005
	10^3 Hz	D 150	<0.0002	0.00020	<0.0002	0.023-0.027	0.018	0.0008	0.002	0.0015
	10^6 Hz	D 150	<0.0002	0.00080	<0.0007	0.009-0.017	0.17	0.005	0.005	0.015
耐アーク性	set	D 495	>300	>300	>300	>360	50-70	72	110	18

の資料²¹⁾を参照願いたい。

ふっ素樹脂のコーティング方法

5-2 コーティング皮膜の検査法

各種用途に合せた検査法が考案されており、実使用条件に近いモデル試験を行うことが多いが、一般的検査法の1部を示すと表6のようになる。

5-3 ふっ素樹脂コーティングの応用例

ふっ素樹脂コーティングの応用例は枚挙にいとまがないほど多いので表7にごく1部を示した。気づかない例では、ジェットエンジン部品に氷着防止目的でコーティングされている例や、ビルのキンミ音を消す目的で建材部品にコーティングされており、東京のサンシャイン60ビルにも応用されており、今後もふっ素樹脂のユニークな特性を生かした用途の開発が行なわれるものと思う。表8に、ふっ素樹脂の選択基準の例を示したので参考にさせていただきたい。

6. む す び

フランスのMoissanによって、初めてF元素が発見(1886)されてから100年近くになる今日、ふっ素化学は新しい脚光を浴びつつあると云える。このような中で、ふっ素樹脂は、材料の改質、改良、加工技術の研究開発とあいまって今後も、現代、未来社会に貢献しつつ発展するであろう。

紙面の関係で説明不足の点も多いが付記した参考文献を参照願って本稿を終えたい。

表6 塗膜の一般的検査法

検査項目	検査方法	備 考
膜厚	1) マイクロメーターによる測定	4)の方法は塗膜を破壊する必要があり、1)~3)は非破壊にて測定可能であるが基材及び表面の荒さ、硬度の影響を受け易い。
	2) 電磁式膜厚計	
	3) 高周波膜厚計	
	4) 顕微鏡	
付着性	1) 描画試験法(JIS K-6894)	1), 4)は塗膜のせん断力の影響を受け、2)の方法は塗膜の非粘着性の差により測定基準にバラツキが出る。 3)の方法は基材伸びと塗膜伸びの差が測定値に影響を与える。
	2) クロスカット試験法(基盤目試験法ともいう)	
	3) エリクセン試験法(JIS B-7729)	
	4) アドヘロメーター法	
かたさ	1) 鉛筆硬度試験法(JIS K-5400, K-5401, K-6894, S-6006)	いずれの方法も基材の硬さ、塗膜厚の影響を受け、1)の方法は付着力の差も測定値に影響する。
	2) パーコール硬度計	
	3) 振かん硬度計	
摩擦	テーバー摩擦試験(JIS K-7204)	摩擦輪の目づまりを生じるため塗膜摩耗粉の自己潤滑性能が影響する。
非着粘性	接触角測定法	撥液性能をもって非粘着性能とする。測定点が小さい欠点がある。
耐食性	1) 塩水噴霧試験法(JIS K-5400, Z-2370)	実際の腐食環境で測定するのが通常である。
	2) そ の 他	

表7 ふっ素樹脂コーティングの応用例

用途	応 用 例
非粘着	(家庭用品)……電気、ガス炊飯器、各種鍋、餅つき器、アイロン、クレープメーカー、卓上フライヤー、ホットなど。
	(工業用品)……製パン製菓用練り器、ロール、カーター、焼型、自動包装機、自動計量機、ゴム、プラスチック類金型、塗装メッキ用治具、繊維、製紙用各種ロール
摺動	(家庭用品)……植木用刃物、芝刈機用刃物、ハサミ、ノコギリ、包丁、アイロンベス、ヘアーカーラーなど。
	(工業用品)……医療機器、複写機部品、カメラ部品、理科学測定機、エスカレーター側板、エレベーター安全装置、ビデオ関係部品、建機部品、メーター計装機、各種プランジャー、パーツフィーダー、時計部品、ジェット機計装機、農機具部品、自動販売機部品、自動車部品など
耐薬品	反応塔、反応釜、回収塔、化学プラント機器、計装部品、保護管液面計、オートクレーブ、ポンプ、バルブ継手類、防爆装置、パイプ類、電極板、熱交換器、ガスボンベ内面など
電絶気縁	コンピュータ部品、ジェット機電装部品、自動車部品、原子力発電、コイルボビン、電極、電子レンジ部品、各種ターミナルなど

文 献

- 1) O. Ruff, O. Bretschneider : Z. anorg. allgem., 210, 173 (1933)
- 2) R.J. Plunkett : U.S. P. 2, 230, 654(1941)

- 3) J. R. Griffith : J. P. T, 43 (552), 113 (1971)
 4) D. E. Field : J. P. T, 48 (615), 43(1976)
 5) C. W. Bunn, E. R. Howells : Nature 174, 549 (1954)
 6) R. H. H. Pierce. JR他 : Meeting of Am. Chem. Soc Sept (1956)
 7) 岩崎 : S. Polymer, Sci, Part A1, 1099 (1963)
 8) H. D. Fiack : ibid, Part A2, 10, 1799 (1972)
 9) N. K. J. Symons : ibid, 51. S21 (1961)
 10) C. J. Speerschneder : J. Appl. Phys, 33, No. 5, 1871 (1962)
 11) T. Young : Trans, Roy, Soc, (London) 96A, 65 (1805)
 12) W. A. Zisman : Advance in Chem Ser, 43, 1, (1964)
 13) H. W. Fox, W. A. Zisman : J. Colloid Sci, 5, 514 (1950)
 14) M. K. Bennett, W. A. Zisman : J. Phys, Chem, 66. 1207 (1962)
 15) F. J. Hybart, T. R. White : J. Appl. Polymer. Sci., 3, 118 (1960)
 16) M. K. Bennett, W. A. Zisman : J. Phys. Chem., 65, 2266 (1961)
 17) T. L. Gardon : J. P. T. 38, 43 (1966)
 18) 日本弗素樹脂工業会発行 : ふっ素樹脂講習会テキスト (55年6月発行)
 19) 樹脂ライニング工業会 : 樹脂ライニング用機器設計基準書. PLA-R-101-69
 20) 摩擦特性に関する文献
 W. A. Zisman : Proc, Summer Conference on Mech., Wear, Mass. Inst of Technology, June (1948)
 Bowden. F. P. Tabor D. : The Friction and Lubrication of Solids, Part II, 214~241 Oxford, Clarendon Press (1964)
 K. V. Shooter, D. Tabor : Proc, Phys. Soc B65, 661 (1952)
 A. J. G. Allan : Lubrication Eng., 14, 211 (1958)
 A. J. G. Allan, F. Mchapman : Mat. in Design Eng., 48, 106 (1958)
 松原 : 日本機械学会誌, 60, 309 (1957)
 大同メタル資料

(P 370へ続く)

表8 ふっ素樹脂の選択基準¹⁸⁾

樹 脂	P	P	F	P	E	E	P	P V F (フ ィ ル ム)	ナ イ ロ ン	ポ リ プ ロ ピ レ ン	ポ リ 塩 化 ビ ニ ール (硬)
	T F E	F A	E P	C T F E	T F E	C T F E	V D F		6		
性 質											
耐 熱 性 (常用, °C)	250	250	200	150	150	(150)	150	(100)	80~ 120	100~ 120	60
電 気 的 性 質	◎	◎	◎	○	◎	◎	○	△	△	◎	△
難 燃 性 (1) (O. I. %)	95<	95<	95<	95	30	60	43	23	24	18	45
機 械 的 性 質	△	△	△	○	○	○	○	○	◎	○	○
低 摩 擦 性	◎	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△
耐 薬 品 性	酸	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×	○	○
	アルカリ	◎	◎	◎	◎	○	○	△	×	○	○
	溶剤	◎	◎	◎	○	○	○	△~×	△~×	×	△
非 粘 着 性	◎	◎	◎	○	○	○	△	○	×	○	×
耐 候 性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
透 明 性 (2)	△	○	○	○	△	△	△	△	△	△	○
成 形 性	△	○	○	○	◎	◎	◎		◎	◎	◎
比 重	2.17	2.15	2.15	2.13	1.73	1.70	1.76	1.38	1.13	0.90	1.35

(粘弾性)に大きく左右されることを強調した。(紙面の都合でその実験例を多数紹介できなかったが)塗膜の付着問題についての新しい考え方や最近のユニークな報告——塗膜の内部応力や防食性との相関——2, 3を紹介した。そして付着も防食性も、その評価は決して単純でないことを力説した。

表2 電着プライマーのクロスオーバータイム

塗料の種類		塗膜厚		Cross-over time(hrs)
		Free (F)	Supported (S)	
電着塗料	Nr.1	35	34	>24
"	Nr.2	32	29	18
" (カチオン形)	Nr.3	20	20	2
"	Nr.4	35.5	32	0.23
"	Nr.5	30.5	28	0.23
"	Nr.6	28.5	26	>24

引用文献

- 1) 植木ら: “塗料の選び方・使い方” p. 94 (1980) 日本規格協会
- 2) J.J. Bikerman: “Surface Chemistry” 2nd Ed. p. 382
H. Schonhorn, R.H. Hanesan: J. Appl. Polym. Sci., 11, 1161 (1967)
- 3) 井上幸彦: 繊維素工業, 19, 49; 60(1943)
- 4) 武井昇: 塗料物性研究会発表, 1月(1981)
- 5) N.A. de Bruyne: J. Appl. Sci., 6, 303 (1936)
- 6) 福田隆昭: 訓大卒業研究報告 (1980)
- 7) W. Funke: 色材, 51, 599 (1978)

(P357より続く)

田中: 工業材料 25巻, 5号 17~21
山口: " " " 10~16
米谷: " 27巻, 6号 60~64
渡辺, 伊藤: 潤滑, 18巻, 7号 (1973) 541~548
山口: 工業材料 24巻, 8号 89~96
Allan B. Budris: Chemical Engineering, July 8, 102 (1974)

関口他: 日本潤滑学会北陸大会予稿集 A-22, 85 (1978)
21) 問宮: 金属の洗浄, モダンエンジニアリング, ライブラリー, 地人書館
佐々木: 金表, 17 482 (1966)
問宮: 金属洗浄技術, 金属表面工業全書 撰書店 (1973)

OKUNO

オクノはこれからの時代が必要とするものをつくっています。

表面処理剤の総合メーカー

- メッキ用光沢剤
- 脱脂・脱錆・前処理剤及び後処理剤
- プラスチックメッキ用処理薬品
- アルミニウム用処理薬品
- 各種研磨剤
- 廃水処理剤
- 公害防止用機88

*このほかガラスカラー・写真用薬品・食品添加物などもつくっています。

TOP 奥野製薬工業株式会社

本社 大阪市東区道修町3-23 TEL (203) 0721 (代表) 支店 東京都足立区新田3-8-17 TEL (912) 9241 (代表)
営業所 大阪 TEL (961) 7781・名古屋 TEL (871) 1601 出張所 新潟・城南・横浜・浜松・広島・福岡・工場・技術部 大阪

OKUNO CHEMICAL INDUSTRY CO., LTD.