

# 層分離粉体塗料の開発

Development of Powder Coating Consisting  
of Layer-Separated Structure

技術開発部門  
開発部 技術開発第二グループ  
Technical Development Division  
Technology Development Department  
Technical Development Group2



木口 忠広  
Tadahiro KIGUCHI

技術開発部門  
要素技術開発室  
Technical Development Division  
Core Technology Laboratory



安藤 祐  
Yuu ANDO

## 要 旨

カーテンウォールを代表とする金属外装建材分野では長期耐候性を有するふっ素樹脂溶剤塗料が採用されている。ふっ素樹脂粉体塗料はふっ素樹脂溶剤塗料に比べ、素地への密着性および塗膜の加工性が劣るため、市場への拡大には至っていない。

耐候性の優れたポリエステル樹脂粉体塗料は、ふっ素樹脂粉体塗料より素地への密着性および塗膜の加工性が優れているが、耐候性および長期耐久性の観点ではふっ素樹脂粉体塗料には遠く及ばない現状である。市場の要求として、ふっ素樹脂溶剤塗料と同等の耐候性、密着性、および加工性を有した代替品として使用可能な粉体塗料が求められている。

本報ではふっ素樹脂とポリエステル樹脂が互いに溶融混練しても相溶し難いという特性を利用し、耐候性に優れるふっ素樹脂を塗膜上層に、そして密着性および加工性等の素材近傍性能に優れるポリエステル樹脂を下層に配向した層分離構造を有する粉体塗料の開発について報告する。

検討結果として、以下の通りである。

1) 促進試験と屋外暴露試験(沖縄:15ヶ月)においてはふっ素樹脂溶剤塗料および粉体塗料と同等の耐候性と耐久性を示した。

2) 先の長期耐久性能を損なうことなく、塗膜の密着性および加工性はポリエステル樹脂粉体塗料と同等に

改良した。

3) 幅広い焼付け条件、回収再利用した場合においても、塗膜の層分離構造に影響なく、塗膜の耐候性およびその他の性能に影響は認められなかった。

## Abstract

Liquid fluoropolymer coatings having both a good weather-resistance and a superior durability are widely used in the metal exterior building-material fields, especially in the metal curtain-wall part. Fluoropolymer powder coatings have no higher performances compared to these of liquid fluoropolymer coatings from these viewpoints of the adhesion to a metal materials and the impact resistance of a coating film. As a result, it is no expansion of the sales amount of fluoropolymer powder coatings in the metal exterior building-material fields.

The powder coatings consisting of polyester resins with a higher weather-resistance have a higher performance of both the adhesion to a metal materials and the impact resistance of a coating film than these of fluoropolymer powder coatings. In contrast, fluoropolymer powder coatings show the more excellent than the powder coatings consisting of polyester resins from these viewpoints of a weather-resistance and durability. As a request to the metal exterior building-material, it have been expected the powder coatings having similarly the higher performance of the weather-resistance, the durability, and the impact resistance of a

coating film to these of liquid fluoropolymer coatings.

This report deals the powder coating having the layer-separated structure containing of the both the fluoropolymers and polyester resins by the advantage of the poor miscibility between both the characteristic of the fluoropolymer and polyester resins. It shows the clearly section-patterns of the films having the orientated-structure by the concentration of the fluoropolymers to the surface of a film. The film performance of the layer-separated powder coating is the higher adhesion to a metal materials and the superior impact resistance of a coating film than these of fluoropolymer powder coatings. In addition, the weather resistance is no difference to the fluoropolymer coatings from the evaluation of both the sunshine carbon arcs irradiation tests and the outdoor exposure tests. It is no influence to the formation of layer-separated structure and the film performances including both the weather-resistance and the durability, under both the reuse after recovery of the powder coatings and the widely curing conditions of the formation of the coating films.

## 1. はじめに

金属外装建材（カーテンウォール）向け塗料は、素材の保護と美観を目的とし、耐久性を考慮した塗料の選定が行われてきた。特に高層ビルの外壁には、立地条件から塗り替えが困難なため、耐食性に優れた素材、下塗り、耐候性に優れた上塗塗料が数多く用いられている。

近年、世界的な規模において、地球環境の保全と人間の健康安全に対する関心が大きく高まっている。

建築物のサッシやカーテンウォール等に多用される建築用アルミニウム合金材料は、主として工場における加

熱硬化形の焼付け塗装が施されている。この材料の表面仕上げにおいては、以下のような二つの技術課題があげられている。

①従来の6価クロムを含むクロム酸クロメート処理ではなく、6価クロムを含まない処理薬剤を使用した化成処理を素地調整へ適用すること。

②塗装には有機溶剤を含まない粉体塗料を適用すること。

上記①に関しては、既報<sup>1)~10)</sup>のような研究成果が明らかになっている。上記②に関しても、塗膜性能試験結果について既報<sup>11)~21)</sup>で報告されている。

長年、この分野においては長期耐候性を有するふっ素樹脂溶剤塗料が採用されてきた。有機溶剤を含まないふっ素樹脂粉体塗料はふっ素樹脂溶剤塗料に比べ、素地への密着性および塗膜の加工性で不安定な面があり、市場への拡大には至っていない。

耐候性に優れたポリエステル樹脂粉体塗料は、ふっ素樹脂粉体塗料より素地への密着性および塗膜の加工性が優れているが、耐候性および長期耐久性の観点ではふっ素樹脂粉体塗料には遠く及ばないのが現状である。市場の要求として、ふっ素樹脂溶剤塗料と同等の耐候性、密着性、および加工性を有した代替品として使用可能な粉体塗料が求められている。

本報では、ふっ素樹脂とポリエステル樹脂が互いに溶融混練しても相溶し難いという特性を利用し、耐候性に優れるふっ素樹脂を塗膜上層に、密着性および加工性等の素材近傍性能の優れたポリエステル樹脂を下層に配向した、回収かつ再利用可能な層分離構造を有した粉体塗料の開発について報告する。

表1 金属建材向け塗料の概要

| 塗料名称         | 塗料タイプ          | 光 沢      | 屋外耐候性<br>期待耐用年数 |
|--------------|----------------|----------|-----------------|
| Vフロン#2000    | 溶剤系熱硬化形ふっ素樹脂塗料 | 3分つや～全つや | 20年以上           |
| デュフナー#100S   | 溶剤系熱可塑性ふっ素樹脂塗料 | 3分つやのみ   | 20年以上           |
| V-PET#4500SW | 熱硬化形ポリエステル粉体塗料 | 3分つや～全つや | 10～12年          |
| パウダーフロンCW    | 熱硬化形ふっ素樹脂粉体塗料  | 3分つや～全つや | 20年以上           |

期待耐用年数：色相、光沢変化、エロージョン（チョーキング、摩耗）等により、塗替え作業が必要となるまでの年数

## 2. 実験

### 2.1 各種樹脂の特性値測定

樹脂の表面張力測定は自動接触角計(協和界面科学株式会社製DM500)を使用した接触角の値から、Owens式を適用して表面張力 $\gamma_s$ 、表面張力極性成分 $\gamma_s^p$ 、表面張力分散成分 $\gamma_s^d$ を算出した。

$$\gamma_L(1+\cos\theta_L)=2(\gamma_s^d\times\gamma_L^d)^{1/2}+2(\gamma_s^p\times\gamma_L^p)^{1/2}$$

蒸留水 ( $\gamma_L/\gamma_L^d/\gamma_L^p = 72.8/29.1/43.7\text{mN/m}$ )  
 ヨウ化メチレン ( $\gamma_L/\gamma_L^d/\gamma_L^p = 50.8/46.8/4.0\text{mN/m}$ )  
 流動パラフィン ( $\gamma_L/\gamma_L^d/\gamma_L^p = 38.1/38.1/0\text{mN/m}$ )

樹脂の溶解性パラメーター(以下、SPと略す。)値は樹脂の10%THF溶液に対して、n-ヘキサンまたはイオン交換水を滴下して白濁した際の滴下量から以下の式により算出した。

$$SP_n = (SP_{\text{THF}} \times V_{\text{THF}} + SP_{\text{Hexane}} \times V_{\text{Hexane}}) / (V_{\text{THF}} + V_{\text{Hexane}})$$

$$SP_h = (SP_{\text{THF}} \times V_{\text{THF}} + SP_{\text{Water}} \times V_{\text{Water}}) / (V_{\text{THF}} + V_{\text{Water}})$$

$$SP = 10^{((\log SP_n + \log SP_h) / 2)}$$

樹脂の熔融粘度測定はペレット作成用リングに樹脂約3gを充填して、30tの圧力下で測定サンプルを作成し、そのサンプルをレオメーター(TAインストルメント社製ARESレオメーター)にて、90~200℃の範囲で10℃/minの条件で測定した。

熔融粘度測定値から以下のAndradeの式により、樹脂の熔融時の活性化エネルギー(E)を算出した。

$$\eta = A \cdot \exp(E/RT)$$

$$\ln(\eta) = \ln A + (E/R) \times (1/T)$$

$\eta$ : 粘性値、A: 頻度因子、E: 活性化エネルギー、R: 気体定数、T: 熱力学温度

### 2.2 粉体塗料の作成および塗板の作成

ふっ素樹脂、ポリエステル樹脂、硬化剤、顔料およびレベリング剤等の粉体塗料の組成物をヘンシェルミキサーで30秒攪拌して均一に混合し、次に120~130℃の温度条件で2軸型押し出し混練機を用いて熔融混練を行い、冷却後に衝撃式粉砕機で微粉砕した後、200メッシュの金網で分級することにより、平均粒径32 $\mu\text{m}$ の粉体塗料を作成した。得られた粉体塗料をコロナ帯電式静電塗装機(旭サナック社製PG-1型)にて、基材(6価クロム系処理剤で素地調整したA1100Pアルミニウム合金板材(1.5t $\times$ 70 $\times$ 150mm))に硬化膜厚が60 $\pm$ 10 $\mu\text{m}$ になるように静電塗装し、180℃で20分間素材温度を維持する条件で加熱乾燥を行い、試験板を得た。

### 2.3 粉体塗膜の評価

#### <塗膜断面の層分離性の観察>

塗膜断面をマイクロスコープ(キーエンス社製VHX-70)を用いて観察し、塗膜内部が上下層に分離しているか否かを評価した。また、同じく塗膜断面を走査型電子顕微鏡(SEM、日立ハイテクノロジー社製超高分解能分析走査電子顕微鏡SU-70)を用いて観察し、元素分析(EDX分析)によりふっ素、塩素および酸素元素の分布からふっ素樹脂の塗膜断面中の分布を確認した。

#### <引っかかり硬度>

JIS K 5600-5-4(鉛筆法)に準拠し、6B~6Hまでの14段階の鉛筆を用いて塗面45°の角度で引っかかり、塗膜の傷が認められない最も硬い鉛筆の濃度記号を鉛筆引っかかり値として評価した。

#### <密着性>

JIS K 5600-5-6(クロスカット法)に準拠し、塗膜を1mm間隔100マスで碁盤目にカットし、粘着テープ貼付後のテープはく離によって塗膜のはく離が生じるかどうかを評価した。

#### <耐錘落下性>

JIS K 5600-5-3(デュボン式)に準拠し、撃心1/2 inch、500gの錘で落下高さ10~50cmに対する塗膜の抵抗性について、塗膜の割れ・はく離にて評価した。

#### <耐沸騰水性>

塗板をイオン交換水(95±5℃)に5時間浸漬し、水冷後、乾燥させ、JIS K 5600-5-6(クロスカット法)に準拠した方法で塗膜の密着性を評価した。

#### <耐モルタル性>

塗面上にモルタルペーストを塗布し、温度:50℃、湿度:95%の耐湿環境下に24時間静置し、モルタル塊をはく離し、イオン交換水を用いて水洗し乾燥させた塗膜の状態を目視にて評価した。

#### <耐硝酸性>

70%硝酸水溶液を入れたガラス瓶の上部に蓋をするように試験板を置き、塗膜表面に60分間蒸気に当て、イオン交換水を用いて水洗し乾燥させた塗膜の試験前に対する色差を測定した。

#### <耐塩酸性>

10%塩酸水溶液を塗面上に10滴置き、時計皿で蓋をし、15分後イオン交換水を用いて水洗し乾燥させた塗膜の状態を目視にて評価した。

#### <耐湿性>

塗板を温度:50℃、湿度:95%の耐湿環境下に4000時間置き、イオン交換水を用いて水洗し乾燥させた塗膜の状態を目視にて評価した。

#### <耐中性塩水噴霧性>

塗板を35℃塩水噴霧環境下に4000時間静置し、イオン交換水を用いて水洗し乾燥させた塗膜の状態を目視にて評価した。

#### <促進耐候性>

促進耐候性試験機はJIS B 7753(サンシャインウェザオメータ方式)に準拠したものを使用し、試験前を100%とする60°鏡面光沢値保持率と色差を測定した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 層分離構造が形成可能なポリエステル樹脂の探索

#### 3.1.1 ポリエステル樹脂の特性値比較

始めに、ふっ素樹脂と混合した際に層分離構造を形成するポリエステル樹脂の探索を行った。表2はふっ素樹脂とポリエステル樹脂の特性値を示した。塗膜表面にふっ素樹脂を配向させるためには

- 1) ふっ素樹脂より表面張力が高く、
- 2) SP値がふっ素樹脂のそれよりも高い値を示す必要がある。

ポリエステル樹脂A、BおよびCの比較においては、層分離構造を形成したポリエステル樹脂Bは先の2点を満たしたが、ポリエステル樹脂Cにおいては表面張力がふっ素樹脂よりも低い値を示すにも関わらず塗膜上層にはふっ素樹脂が配向した。一方で、ポリエステル樹脂Aは、先の2点を満たしたが層分離性は低下した。そこで、その他の樹脂特性を考察したところ、層分離構造の形成にはポリエステル樹脂の粘度が180℃で2Pa・s以下であり、溶融時の活性化エネルギーが150KJ/mol以上の条件を満たす必要があることがわかった。

表2 各種樹脂の特性値比較

| 樹脂                   | ふっ素樹脂 | ポリエステル樹脂A | ポリエステル樹脂B | ポリエステル樹脂C |
|----------------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 分子末端                 | OH基   | OH基       | OH基       | COOH基     |
| 表面張力(mN/m)           | 38.4  | 49.2      | 43.9      | 37.8      |
| SP値                  | 9.2   | 9.8       | 10.0      | 9.8       |
| 軟化点(℃)               | 136   | 125       | 106       | 111       |
| 溶融粘度(Pa・s)/180℃      | 46.5  | 4.1       | 1.2       | 1.8       |
| 溶融時の活性化エネルギー(KJ/mol) | 88.9  | 117.3     | 152.9     | 158.7     |
| ふっ素樹脂との層分離性          | —     | ×         | ○         | ○         |

### 3.1.2 ポリエステル樹脂の硬化挙動

図1は硬化剤を混合したポリエステル樹脂の硬化挙動を示した。層分離構造を形成したポリエステル樹脂Bは、昇温過程での熔融粘度が小さく、硬化開始に伴う熔融粘度の上昇はふっ素樹脂よりも高温側で生じた。一方で、層分離性が低下したポリエステル樹脂Aは、昇温過程での熔融粘度が大きく、熔融粘度の上昇温度はふっ素樹脂とほぼ同等であった。このことから、ポリエステル樹脂Aは、熔融時の流動性不良に伴う下層への移行性が悪かったために層分離性が低下したと考えられ、層分離構造の形成は加熱熔融時の粘度挙動が重要であることがわかった。

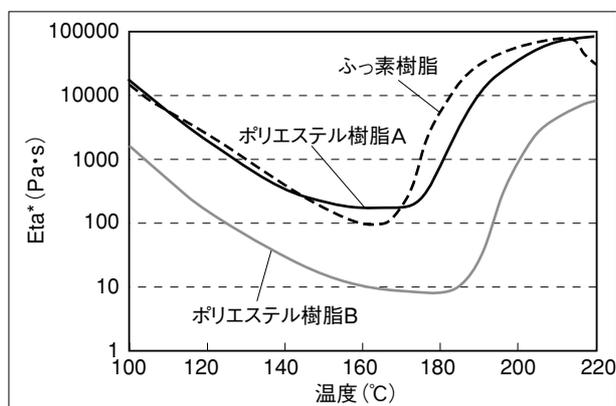


図1 ポリエステル樹脂の硬化挙動

### 3.1.3 塗膜の断面観察

図2および図3はふっ素樹脂とポリエステル樹脂の割合を50/50 (wt/wt)とした際のふっ素樹脂と層分離構造を形成しないポリエステル樹脂Aおよび層分離構造を形成したポリエステル樹脂Bのクリアー塗膜の表面および断面の写真を示した。層分離構造を形成しないポリエステル樹脂Aを含む塗膜はふっ素樹脂層が基材界面、ポリエステル樹脂層が塗膜表層まで配向し、塗膜表層ではふっ素およびポリエステル樹脂が互いに相溶していないために巨視的な海島構造が形成された。結果として、塗膜外観は濁りのある斑模様が確認でき、塗膜の60度鏡面光沢度もふっ素粉体のそれよりも低い値を示した。対して、層分離構造を形成したポリエステル樹脂Bを含む塗膜は塗膜中央部付近でふっ素樹脂層およびポリエステル樹脂層の界面が明確に認められた。前

述のポリエステル樹脂Aを含む塗膜で観察できた表層の斑模様は観察できず、濁りの無い均一な塗膜外観が観察できた。加えて、塗膜の60度鏡面光沢度もふっ素粉体と大差ない値を示した。

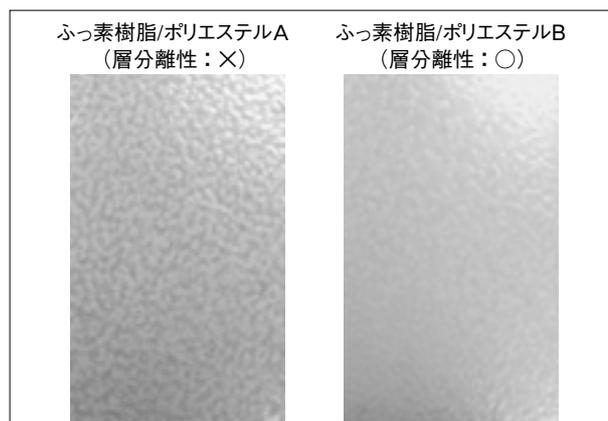


図2 塗膜の表面写真

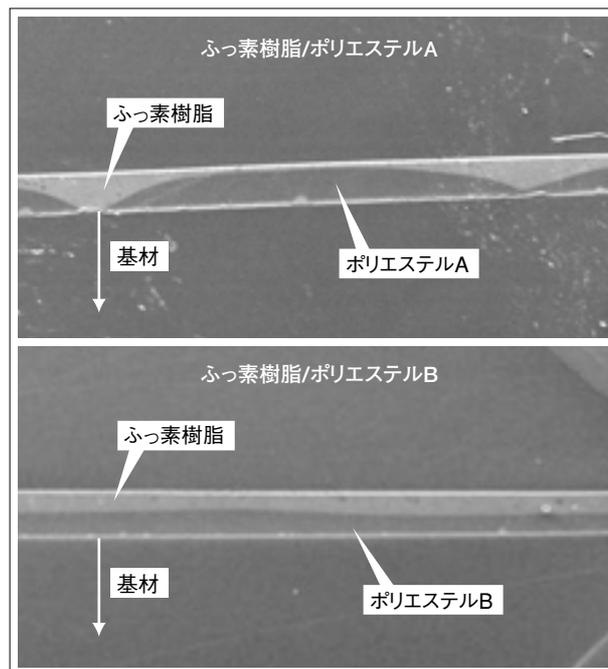


図3 塗膜の断面写真(×400倍)

図4はSEMによる断面画像とその元素マッピング結果を示した。ふっ素樹脂由来のふっ素および塩素成分が層分離構造を形成しないポリエステル樹脂Aを含む塗膜では塗膜全体で局所的に点在している。対して、層分離構造を形成したポリエステル樹脂Bを含む塗膜では塗膜上層に均一にふっ素樹脂が配向していた。

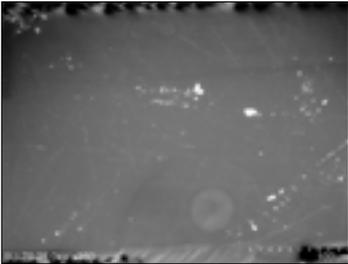
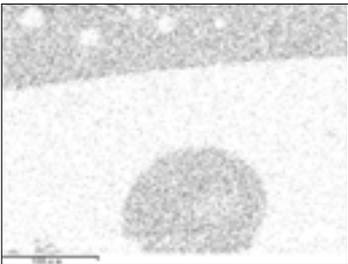
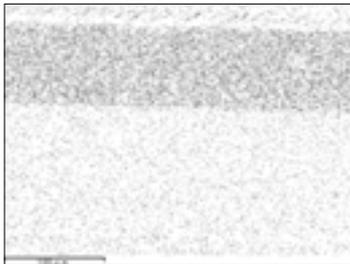
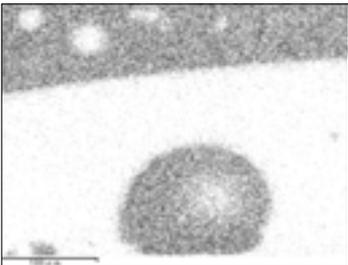
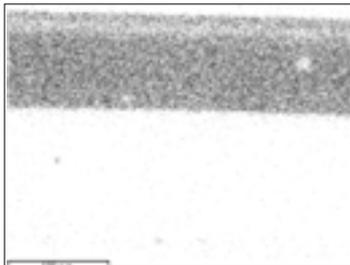
|       | ふっ素樹脂／ポリエステルA   | ふっ素樹脂／ポリエステルB  |
|-------|---|--|
| SEM画像 |    |    |
| 酸素成分  |   |   |
| ふっ素成分 |  |  |
| 塩素成分  |  |  |

図4 SEMによる断面画像と元素マッピング結果(×350倍)

### 3.2 層分離構造の形成過程追跡

図5は塗膜硬化過程における塗膜の層分離形成過程を示した。塗膜形成温度に達してから30秒経過後ではポリエステル樹脂AおよびBを配合した塗膜は両者共に層分離構造を有していない。3分経過後ではポリエステル樹脂Bを配合した塗料ではふっ素およびポリエステル樹脂間で層分離構造を有した塗膜断面を示した。対

して、ポリエステル樹脂Aを配合した塗料のそれは層分離構造ではなく巨視的な海島構造を形成していた。以上の結果から、ふっ素およびポリエステル樹脂間で層分離構造を有する塗膜の形成条件として、塗膜形成開始後に速やかに層分離する組合せの選択が必要であることが判明した。

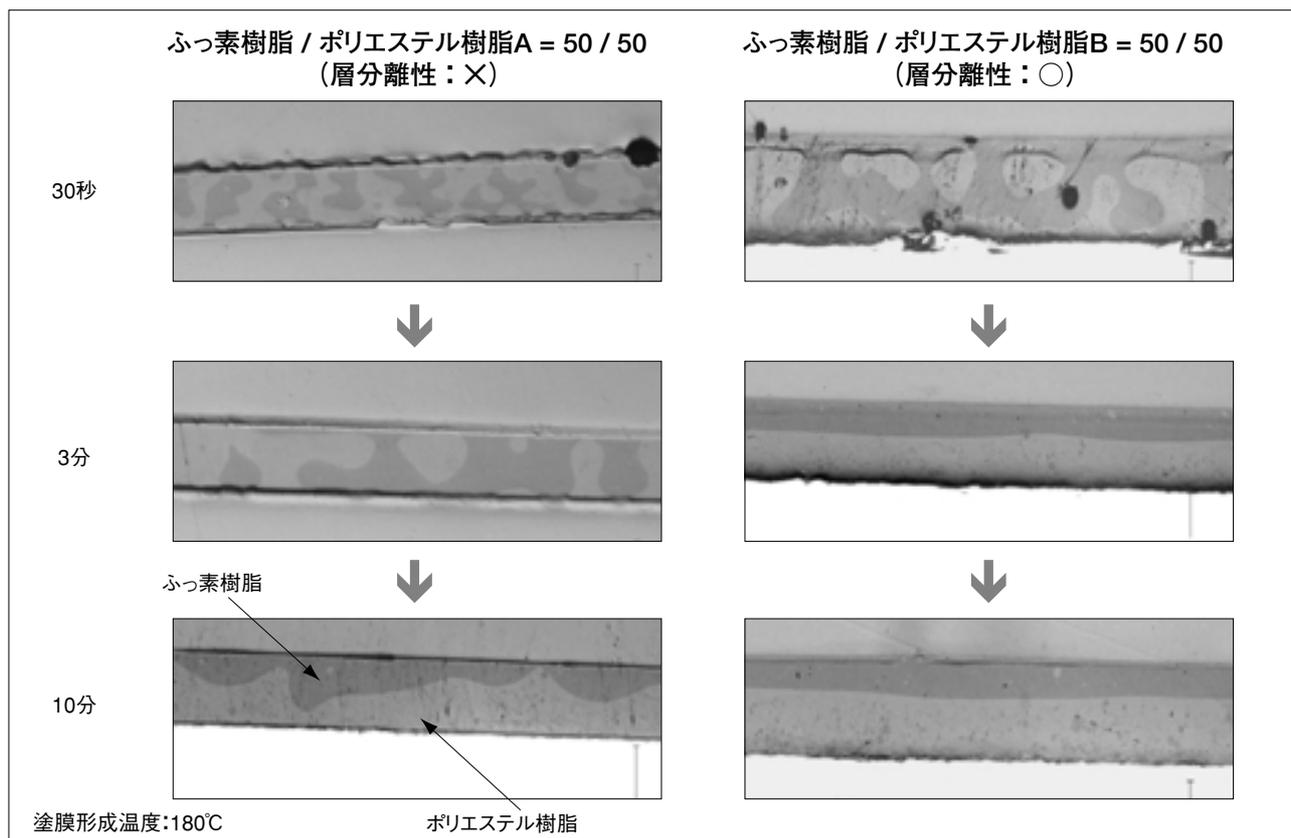


図5 層分離構造の形成過程

### 3.3 硬化触媒の影響

塗料を使用するユーザーでは被塗物の素材、形状、板厚が異なっている。それゆえ、幅広い焼付け条件で塗膜の層分離性を含めた塗膜性能を満足する必要が

ある。図6はふっ素樹脂とポリエステル樹脂Bを配合した塗料に3種の硬化触媒を添加した際の塗膜の断面写真を示した。この中で、硬化触媒Cを添加した塗膜のみが層分離構造を形成しなかった。

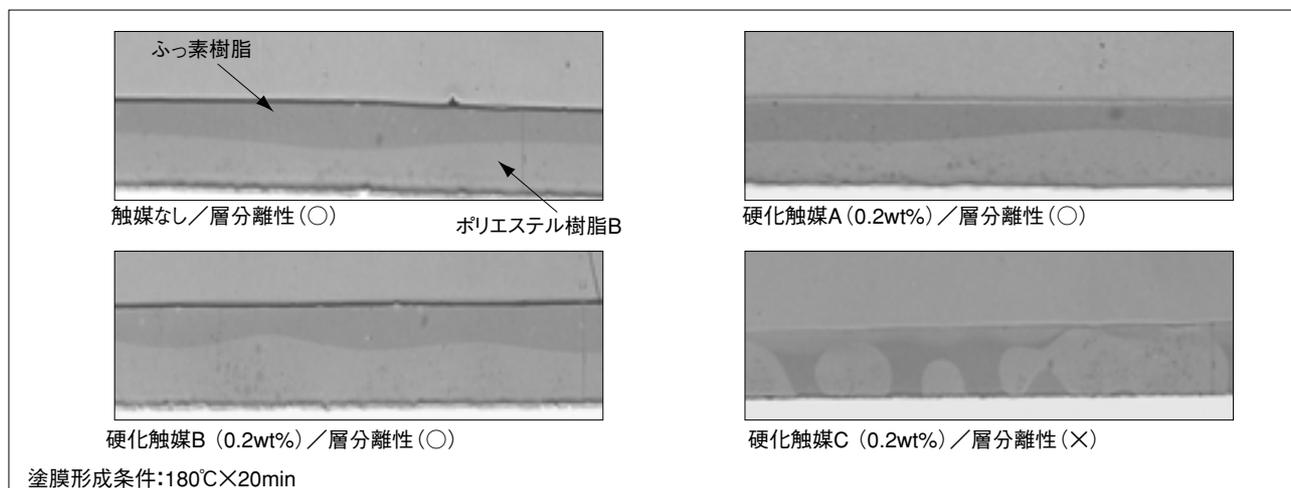


図6 硬化触媒による塗膜断面の違い

この点を明らかにするため、ふっ素樹脂とポリエステル樹脂Bの硬化触媒による粘性挙動の違いを図7に示した。ふっ素樹脂は硬化触媒の違いにより、溶融粘度が上昇し始める温度が異なっていた。この中で層分離構造を形成しない触媒Cが最も低温側から溶融粘度の上昇が認められた。対して、ポリエステル樹脂Bは硬化触媒の使用で溶融粘度の上昇に傾きが大きくなったが、溶融粘度が上昇し始める温度は硬化触媒種で大差は認められなかった。以上の結果から、硬化触媒種による層分離構造の形成には、ふっ素樹脂の硬化反応に伴う

溶融粘度の増大が大きく起因していることがわかった。つまり、粉体塗料が加熱され、溶融した際に図5が示すとおりに塗膜上層部にふっ素樹脂、基材側へポリエステル樹脂が移行する。この過程の中でふっ素樹脂の硬化反応が速く進行し、急激に溶融粘度が増大すると基材側へ移行すべきポリエステル樹脂が移行できないままに塗料全体の硬化反応が進行し、塗膜が形成される。層分離構造を有していない塗膜は上層部にはポリエステル樹脂が点在するため、耐候性に影響を及ぼすと考えられる。

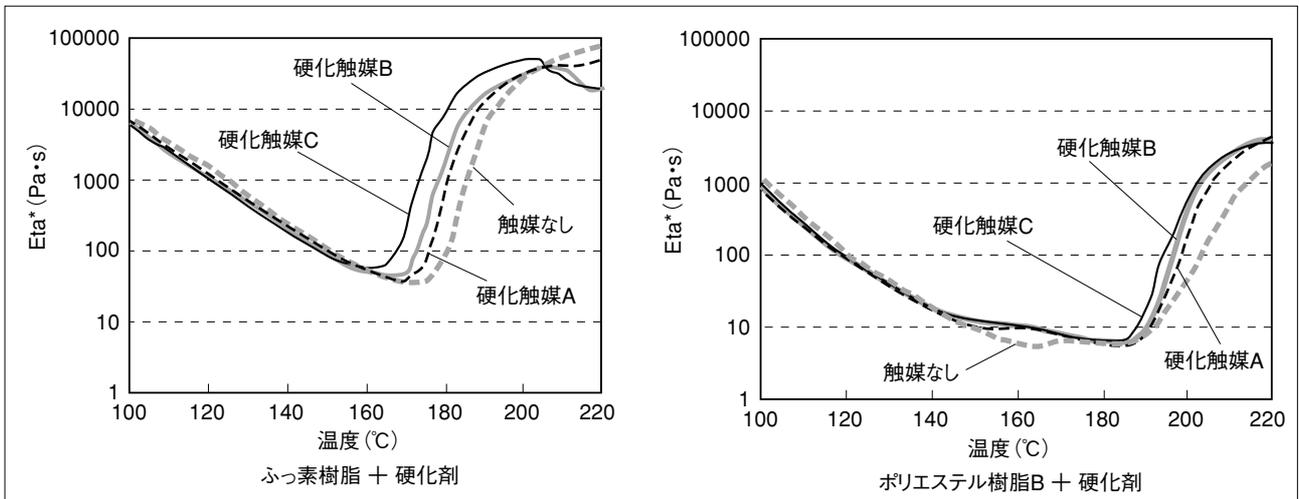


図7 ふっ素樹脂およびポリエステル樹脂Bの硬化触媒による粘性挙動の違い

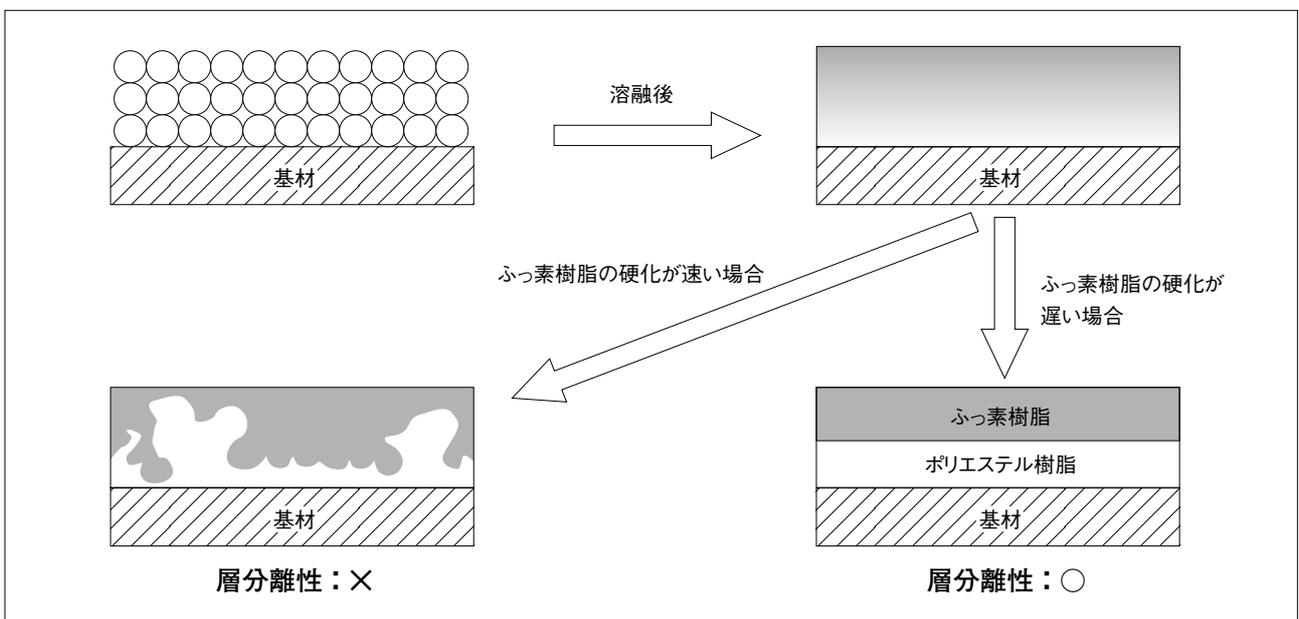


図8 ふっ素樹脂の硬化速度の違いによる塗膜の層分離構造の模式図

### 3.4 層分離粉体塗料の塗膜性能

#### 3.4.1 層分離粉体塗料の焼付け許容範囲

図9には層分離粉体塗料の焼付け許容範囲を示した。下限焼付け条件は170℃×15min(基材保持条件)、上限焼付け条件は210℃×25min(基材保持条件)である。下限および上限焼付け条件でも塗膜の断面写真が示す通り、幅広い焼付け条件で層分離構造を形成しており、通常の粉体塗料と同様の焼付け条件で使用可能である。

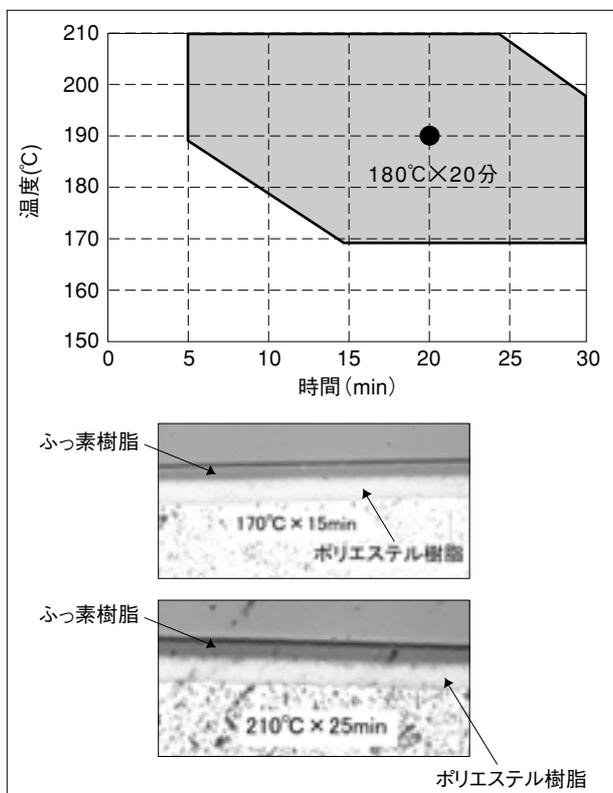


図9 層分離粉体塗料の焼付け許容範囲

#### 3.4.2 層分離粉体塗料の促進耐候性試験結果

図10には各種塗料との促進耐候性 (SWOM) 試験の比較結果 (5000Hrs) を示した。ポリエステル樹脂粉体塗料であるV-PET#4500SWは2000Hrs経過以降に塗膜にチョーキングが認められたのに対して、層分離粉体塗料は5000Hrs経過後でも光沢保持率は90%以上であった。この結果から、ふっ素樹脂溶剤および粉体塗料であるデュフナー#100SおよびパウダーフロンCWと同等の耐候性を有していると思われる。

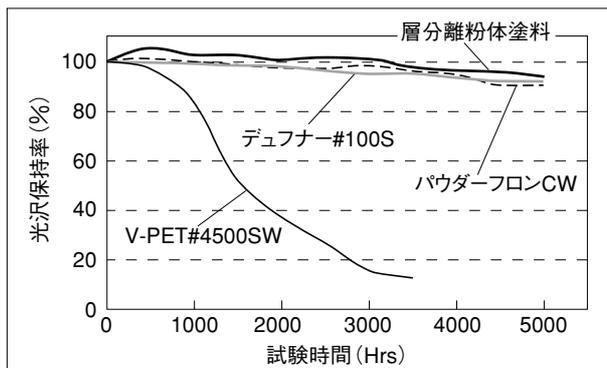


図10 各種塗料の促進耐候性 (SWOM) 試験結果

#### 3.4.3 層分離粉体塗料の密着性試験結果

ふっ素樹脂粉体塗料の不安定な面である基材への密着性について、耐沸騰水性試験 (5Hrs) および耐湿性試験 (4000Hrs) 後の密着性結果について図11に示す。ふっ素樹脂粉体塗料であるパウダーフロンCWは密着性試験で角欠けが認められたのに対して、層分離粉体塗料はポリエステル樹脂粉体塗料であるV-PET#4500SWと同様に角欠けもなく、良好な密着性を示した。

|            | 耐沸騰水性 (5Hrs) | 耐湿性 (4000Hrs) |
|------------|--------------|---------------|
| ポリエステル粉体塗料 |              |               |
| ふっ素樹脂粉体塗料  |              |               |
| 層分離粉体塗料    |              |               |

図11 耐久性試験後の密着性試験結果

### 3.4.4 層分離粉体塗料とふっ素樹脂塗料の性能比較

層分離粉体塗料とふっ素樹脂溶剤および粉体塗料、そしてポリエステル樹脂粉体塗料との塗膜性能比較を表3に示した。耐衝撃性試験から、ふっ素粉体塗膜よりも塗膜の加工性が向上しており、耐湿性および耐中性

塩水噴霧等の長期促進耐久試験結果もふっ素樹脂塗料と遜色ない結果であった。加えて、耐薬品性試験もふっ素樹脂塗料と同様に良好な塗膜性能を示し、沖縄暴露での光沢保持率も15ヶ月経過時点ではふっ素樹脂塗料と大差ない結果が得られ、促進耐候性試験結果を裏付ける屋外耐候性を有していた。

表3 各種塗料の塗膜性能比較

| 評価塗料                    | V-PET #4500SW<br>(ポリエステル樹脂粉体塗料) | パウダーフロンCW<br>(ふっ素樹脂粉体塗料)     | 層分離粉体塗料                      | デュフナー #100S<br>(溶剤形ふっ素樹脂塗料)          |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 塗装仕様                    | 1C1B<br>焼付け条件:180℃×20min        | 1C1B<br>焼付け条件:190℃×20min     | 1C1B<br>焼付け条件:190℃×20min     | 2C2B(プライマー + 上塗)<br>焼付け条件:230℃×15min |
| 光沢(60°)                 | 全つや(80<)                        | 7分つや(60~70)                  | 7分つや(60~70)                  | 3分つや(30~40)                          |
| 引っかき硬度                  | H合格                             | 2H合格                         | H合格                          | 2H合格                                 |
| 初期密着性<br>(1mm×100マス)    | 100/100                         | 100/100                      | 100/100                      | 100/100                              |
| 耐衝撃性<br>(1/2inch、500g)  | 50cm良好                          | 30cm良好                       | 50cm良好                       | 50cm良好                               |
| 耐沸騰水性<br>(5Hrs)         | 外観 = 異常なし<br>密着 = 100/100       | 外観 = 異常なし<br>密着 = 100/100    | 外観 = 異常なし<br>密着 = 100/100    | 外観 = 異常なし<br>密着 = 100/100            |
| 耐モルタル性                  | 異常なし                            | 異常なし                         | 異常なし                         | 異常なし                                 |
| 耐硝酸性                    | △E=0.61                         | △E=1.55                      | △E=1.32                      | △E=0.75                              |
| 耐塩酸性                    | 異常なし                            | 異常なし                         | 異常なし                         | 異常なし                                 |
| 耐中性塩水噴霧性<br>(4000Hrs)   | 外観 = 異常なし<br>平面およびカット部:フクレなし    | 外観 = 異常なし<br>平面およびカット部:フクレなし | 外観 = 異常なし<br>平面およびカット部:フクレなし | 外観 = 異常なし<br>平面およびカット部:フクレなし         |
| 耐湿性<br>(4000Hrs)        | 外観 = 異常なし<br>密着性 = 100/100      | 外観 = 異常なし<br>密着性 = 100/100   | 外観 = 異常なし<br>密着性 = 100/100   | 外観 = 異常なし<br>密着性 = 100/100           |
| 促進耐候性<br>(SWOM、5000Hrs) | 光沢保持率: 16%<br>(3000Hrs経過後)      | 光沢保持率: 90%                   | 光沢保持率: 93%                   | 光沢保持率: 92%                           |
| 屋外暴露<br>(15ヶ月、2009年8月~) | 光沢保持率: 76%                      | 光沢保持率: 91%                   | 光沢保持率: 94%                   | 光沢保持率: 89%                           |

素地: A1100Pアルミニウム合金板材(1.5t×70×150mm)  
素地調整: 6価クロム系処理剤

## 4. まとめ

1) 開発した層分離粉体塗料は耐候性および耐久性の促進試験においてはふっ素樹脂溶剤および粉体塗料と同等であり、屋外暴露試験でも沖縄にて15ヶ月経過時点、ふっ素樹脂溶剤および粉体塗料と同等であった。

2) 先の長期耐久性能を損なうことなく、塗膜の密着性および加工性はポリエステル粉体塗料と同等となった。

3) 幅広い焼付け条件、回収再利用した場合でも、塗膜の層分離構造に影響なく、塗膜の耐候性およびその他の性能に影響は認められなかった。

### 参考文献

- 1) 近藤ら：日本建築仕上学会2006年大会研究発表論文集：pp. 123-126 (2006)
- 2) 三宅ら：日本建築仕上学会2006年大会研究発表論文集：pp. 127-130 (2006)
- 3) 近藤、三宅：日本建築学会2007年度大会梗概集 A-1：pp. 839-840 (2007)
- 4) 三宅、近藤：日本建築学会2007年度大会梗概集 A-1：pp. 841-842 (2007)
- 5) 三宅、近藤：日本建築仕上学会2007年大会研究発表論文集：pp. 243-246 (2007)
- 6) 近藤、三宅：日本建築仕上学会2007年大会研究発表論文集：pp. 247-250 (2007)
- 7) 三宅、近藤：日本建築学会2008年度大会梗概集 A-1：pp. 467-468 (2008)
- 8) 三宅、近藤：日本建築仕上学会2008年大会研究発表論文集：pp. 243-246 (2008)
- 9) 中野、三宅、近藤、戸村：日本建築仕上学会2008年大会研究発表論文集：pp. 247-250 (2008)
- 10) 近藤、三宅、林：日本建築仕上学会2008年大会研究発表論文集：pp. 251-254 (2008)
- 11) 近藤：日本建築学会2008年度大会梗概集 A-1：pp. 469-470 (2009)
- 12) 近藤、泉：日本建築仕上学会2008年大会研究発表論文集：pp. 239-242 (2008)
- 13) 近藤ら：日本建築仕上学会2009年大会研究発表論文集：pp. 207-210 (2009)
- 14) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 227-230 (2010)
- 15) 鈴木、近藤、浅野、中野：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 231-234 (2010)
- 16) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 239-242 (2010)
- 17) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp.247-250 (2010)
- 18) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 251-254 (2010)
- 19) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 255-258 (2010)
- 20) 近藤ら：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 259-262 (2010)
- 21) 小伏脇、郷田、宮口：日本建築仕上学会2010年大会研究発表論文集：pp. 263-266 (2010)