

粉体塗料の新しい展開について

New Functional Powder Coating Paints

開発本部 工業塗料部 粉体塗料グループ
Powder Coating Group



佐藤 康成
Yasunari SATO



長尾 徹夫
Tetsuo NAGAO

1. はじめに

静電粉体塗料が世の中に登場してから30数年が経過しようとしている。開発当初は厚膜、高性能塗料として主として防食を目的とした用途に使用されてきたが、粉体塗料用樹脂・硬化剤の開発により美化化、高性能化が進んできた。一方、昨今の地球環境保全に対する環境規制強化（VOC規制等）で、有機溶剤を使用しない無公害が最大の特徴である粉体塗料が世界規模で着実に拡大している。

我が国においても、シックハウス問題、PRTR法、グリーン購入法や家電リサイクル法の施行等環境規制が着実に強化されつつある。また、ISO 14001の認証取得等、企業の環境に対する取り組み姿勢も「社会貢献」から「企業戦略」へと変化してきており、環境対応型塗料として粉体塗料のニーズはますます高まりつつある。

しかし、この不況下、これまで好調を維持してきた粉体塗料も成長率が鈍化する様相を呈してきた。各ユーザーとも、原単位の削減、コストダウン、機能性を有した付加価値商品化に注力しているのが現状と思われる。

本稿では、機能性を有した新しい粉体塗料の用途・展開について解説する。

2. FINE V-PET(薄膜美装粉体塗料)

弊社の粉体塗料「V-PET」は、重防食から薄膜美装にいたる広範囲な用途に使用されている粉体塗料であるが、美装用途（平均膜厚40～60 μm）に関しても従来から多くの実績を残している。

粉体塗料で薄膜化を実現するための一つの手段としては、いかに粉体を微粒化できるかである。一方、粉体塗料で高外観を得るためには、一般的には

- (1) 平均粒子径を小さくする。
- (2) 最大粒径を小さくする。
- (3) 粒度分布をシャープにする。

ことである。いかにこの種の塗料を経済的に生産しユーザーに提供できるかが肝要である。

しかしながら、この塗料の製造プロセスは、ジェットミルで粉碎した後、微粉カットという分級工程や、流動性付与のための表面処理工程を付加せざるを得ず、これが収率の低下と製造コストの大幅アップにつながっている。

弊社の薄膜美装粉体塗料は、一般美装用タイプで、コスト低減、原単位の削減を目的としてできるだけ薄膜で従来の溶剤型塗料並みに仕上げようというものである。

このニーズに応えるため、高度な配合・分散技術と粒子制御技術により、高平滑性を実現した新しい小粒径粉体塗料FINE V-PETを上市している。

従来の粉体塗料は、平均粒径が30～40 μm であるが、FINE V-PETは、経済性、塗料の流動性、塗装作業性および塗着効率を考慮してこれを1ランク細かくした。更に粗粒子をカットすることによって平均粒径25 μm ぐらいに設定し、平滑性も向上することが確認できている。従来タイプのV-PETと平均粒径25 μm のFINE V-PETの膜厚均一化効果について比較した結果を表-1に示す。

表-1 FINE V-PETの膜厚の均一化効果

塗料	塗装条件	吐出量	膜厚(μm)			
			平均	最小凹部	最大凸部	標準偏差
従来タイプ V-PET	標準条件	150 /min	72	35	142	27
	定量供給装置付	100 /min	54	32	80	15
小粒径タイプ FINE V-PET	標準条件	150 /min	57	32	79	12
	定量供給装置付	100 /min	45	33	62	9

FINE V-PETを定量供給機付きで塗装すると従来タイプの標準条件に比べて、凹凸部の膜厚差が小さくなり、平均膜厚で最大37%の膜厚削減が可能となった。単純な同一条件では定量供給機の有無に拘わらず20%近くの膜厚削減が可能という結果になった。

表-2にFINE V-PETの特徴についてまとめた。

表-2 FINE V-PETの特徴

- ・膜厚40 μm で平滑性の優れた塗膜が得られます。
- ・膜厚の均一性が良くなり、必要以上に膜厚が付きません。従って、トータルの塗料使用量を削減できます。
- ・優れた塗膜性能と塗装作業性を有しています。
- ・薄膜均一塗装には、塗装機に定量供給機及び微粉捕集用回収フィルターを組み込むとより効果的です。

3. マグパウダー(マグネシウム合金用粉体塗料)

今、注目を集めている新素材マグネシウム合金は、軽いという特長を生かして、従来から自動車部品や家電製品、コンピューター部品などで使用されてきたが、昨今の軽薄短小化の波に乗って軽さの他にも、

高強度、高硬度、電磁波シールド性、放熱性およびリサイクル性等の特性が要望されている。また、マグネシウム合金AZ91Dの開発以降、耐食性が向上したこと、また鑄造技術の進歩によりマグネシウムダイカスト部品の信頼性が上がったことから、ここ数年の間に情報機器分野を中心に従来のプラスチックに代わり急速に使用用途が増えてきている。一方で、成型加工前処理塗装における技術がマグネシウム合金の普及スピードに追いつけず様々なトラブルを発生している。マグネシウム合金の成型過程で生じる、湯ジワ、引け、クラック、へこみ、巣穴などは宿命的に避けることのできない欠陥である。この対処法として、空焼きして塗装するか、あるいはこの欠陥部をパテ付けし、必要に応じて再度プライマー塗装し欠陥部を完全に補修した後、上塗り塗装して要求される美観を確保している。

現行の塗装仕様はパテ付け工程が不可欠で、パテ工程は、人手による作業であり研磨作業が必要で作業工程がかかり、生産性とコスト面の足枷になっている。これらのことから、プライマーによる素材欠陥部の隠蔽性を高めて、パテ付け工数省略が可能な塗装系の開発が求められている。

弊社としては、マグネシウム合金用粉体塗料として、パテ工程不要な下塗塗料「マグパウダー#1000」、1コート用(上塗塗料用)「マグパウダー#2000」を上市している。

3.1 マグパウダー#1000(下塗塗料)の設計思想

下塗塗料の役割は、マグネシウム合金との付着性、上塗塗料との層間付着性、表面欠陥の探查性、表面欠陥のカバー性、防食性等であり、極めて重要な役割を持っている。付着性および防食性付与のためには、樹脂特性からエポキシ樹脂系あるいはエポキシ/ポリエステル樹脂系のいわゆるハイブリッドタイプが適当であると判断し、樹脂の分子量、軟化点、官能基の種類、種々の硬化剤、触媒、架橋密度、硬化速度フィラー配合量等を考慮し設計に反映させている。また、表面欠陥の探查性の観点から艶消タイプとし

ている。ピンホール対策としては、弊社が培った高度な発泡抑制技術を組み込んだ配合設計により発泡のない塗膜が得られる「V-PET GF シリーズ」(アルミダイキャストや溶融亜鉛めっき鋼板、鋳物など焼付により塗膜の発泡を起こしやすい素材に対して発泡抑制効果のある粉体塗料)の技術を応用している。

また、薄膜という点では、先に述べたFINE V-PETの分散:分級技術を応用している。付着性で留意する点としては、塗装する前工程(成型品の品質のバラツキ、前処理条件の適正化)が重要な因子であり、それらにバラツキが生じても作業性の幅の広い下塗料設計になっている。

3.2 マグパウダー#2000(1コート仕上げ用粉体塗料)の設計思想

1コート仕上げ用粉体塗料は、プライマーの役割とともにトップコートとして消費者の嗜好に合った色調、光沢、艶が求められる。弊社としては、「V-PET特殊模様シリーズ」として上市している意匠性の技術を応用し、艶消し塗料・サテン調・リンクル調・メタリック調粉体塗料を品揃えしている。

表-3にマグパウダー#1000の塗膜性能を示す。

表-3 マグパウダー#1000塗膜性能

試験項目	試験結果	試験方法
塗装膜厚	25 ~ 35 μm	電磁式膜厚計
光沢(60度)	10 ~ 70	JIS K5600 4.7
鉛筆引っかき値	H	JIS K5600 5.4
付着性	100 / 100	JIS K5600 5.6 1mm角替盤目カッ
耐おもり落下性	30cm合格	JIS K5600 5.3 1/2 500
耐湿性	異常なし	JIS K5600 7.2 120時間
耐塩水噴霧性	片側剥離幅1mm以内	JIS K5600 7.1 120時間

試験板: AZ-91(マグネシウム合金)化成皮膜処理板
焼付条件: 160 \times 20分(被塗物温度)

4. パウダーフロン(ふっ素粉体塗料)

液状ふっ素塗料は、20年前からその優れた耐久性のためにメンテナンスフリー塗料の代表として多

くの実績を残している。粉体塗料においては、懸案であった樹脂の安定性、粉体塗料としてのブロッキング性の問題が近年解決でき徐々に実績ができてきた。以下に高耐候性ポリエステル粉体塗料(V-PET#4500SW)とアクリル粉体塗料(V-PET#1370QD)を比較としたパウダーフロンの促進耐候性評価結果を図-1に示す。また、パウダーフロンの沖縄での暴露結果を図-2に示す。

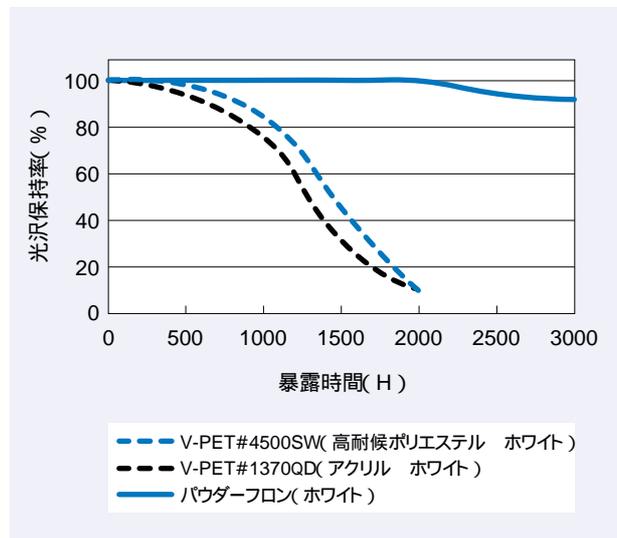


図-1 促進耐候性試験 (SWOM)

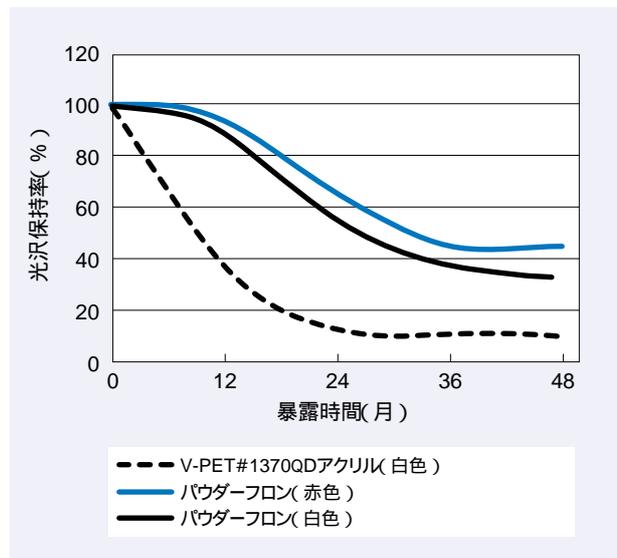


図-2 沖縄暴露での耐候性試験

5. V-PET#6000(プリミド硬化ポリエステル粉体塗料)

ポリエステル系粉体塗料はその優れた塗膜性能ゆえに家電製品から道路資材に至るまで主に屋外向け用途の被塗物に使用されている。現行のポリエステル/ブロックイソシアネート粉体塗料は焼付時にブロック剤のカプロラクタムが系外に揮散される。このカプロラクタムはPRTR第一種指定化学物質の一つであり、乾燥炉からの白煙やヤニ汚染の原因にもなっている。これらの問題を解決する手段として、酸末端ポリエステル樹脂/プリミド系粉体塗料がある。この硬化系の場合、焼付時には極微量の水しか発生せず、従来品よりも低温化(150℃焼付)が図れることから、真の環境対応型塗料として注目を集めている。しかしながら、その硬化剤の特性の影響等により、塗膜の平滑性や被塗物との密着性、特に耐水、耐湿処理後の密着性が劣るという欠点があるため、用途を限定する必要があった。

そこで著者らは、主剤、顔料、添加剤等を最適化することにより、これらの問題を解決することに成功した。

以下に、V-PET#6000の塗膜性能を表-4に示す。

表-4 V-PET # 6000 塗膜性能

試験項目	試験結果	試験方法
塗装膜厚	50 ~ 80 μm	電磁式膜厚計
光沢(60度)	10 ~ 95	JIS K5600 4.7
鉛筆引っかき値	F ~ H	JIS K5600 5.4
付着性	100 / 100	JIS K5600 5.6 1mm角碁盤目カット
耐カッピング性	5mm合格	JIS K5600 5.2
耐おもり落下性	40cm合格	JIS K5600 5.3 1/2 500
耐酸性	異常なし	5%硫酸水溶液 20 72時間浸漬
耐アルカリ性	異常なし	5%炭酸ソーダ水溶液 20 72時間浸漬
耐湿性	異常なし	JIS K5600 7.2 500時間
耐塩水噴霧性	片側剥離幅3mm以内	JIS K5600 7.1 500時間
促進耐候性	光沢保持率70%以上	サンシャインウエザオメーター500時間
屋外耐候性	光沢保持率70%以上	大日本塗料(株)小牧工場1年間

試験板：0.8t SPCC リン酸亜鉛化成皮膜処理板
焼付条件：160℃×20分(被塗物温度)

* 高耐候性が必要な場合は、V-PET#6000SWにて対応。

6. V-PET ZINC(ジンクリッチ粉体塗料)

V-PET ZINCはエポキシ粉体塗料に大量の特殊亜鉛末を配合することにより亜鉛の犠牲防食性を利用し、さらに高度な防食性を付与した画期的な下塗り用エポキシ粉体塗料である。上塗り粉体塗料との密着性も良好である。

以下に耐食性能を表-5に示す。

表-5 V-PET ZINC 耐食性能耐塩水噴霧性試験(1000時間)

試験板	塗料	V-PET#1340QD	V-PET ZINC
リン酸亜鉛処理鋼板		2mm以下赤錆	1mm以下赤錆なし
ショットプラスト材			1mm以下赤錆なし

素材：リン酸亜鉛処理鋼板及びショットプラスト材

塗装方法：静電吹き付け塗装法

膜厚：70 ~ 80 μm

焼付条件：160℃×20分(被塗物温度)

7. V-PET GUARD

エポキシ粉体塗料はその優れた防食性と作業性で、自動車部品から構造物・埋設管塗装にいたる広範囲の分野で使用され実績を上げている。V-PET GUARDは特殊変性エポキシ粉体塗料に、さらに低温チップング性を付与した画期的な特殊エポキシ粉体塗料である。塗膜性能を表-6に示す。

表-6 V-PET GUARD 塗膜性能

試験項目	試験結果	試験方法
塗装膜厚	150 ~ 200 μm	電磁式膜厚計
光沢(60度)	70以上	JIS K5600 4.7
鉛筆引っかき値	B	JIS K5600 5.4
付着性	100 / 100	JIS K5600 5.6 1mm角碁盤目カット
耐おもり落下性	50cm合格	JIS K5600 5.3 1/2 500
耐酸性	異常なし	5% H_2SO_4 20 6ヶ月浸漬
耐アルカリ性	異常なし	5%NaOH 20 6ヶ月浸漬
耐湿性	異常なし	JIS K5600 7.2 1000時間
耐塩水噴霧性	1mm以下	JIS K5600 7.1 1000時間
低温チップング性	合格(金属光沢なし)	-30℃ 6号砕石 200 5気圧 30cm

試験板：0.8t SPCC リン酸亜鉛化成皮膜処理板
焼付条件：160℃×20分(被塗物温度)

8. 今後の課題

より良く、高品位製品を作るには、新たに創り出される製品の企画段階から、原料メーカー、生産設備メーカー、塗装機メーカー、塗装設備メーカーおよび塗料メーカーでより一層の技術交流および技術開発を結集し問題解決しながら作り上げていくことが最も効率が良いと考える。

弊社のV-PETシリーズも今後とも品質のレベルアップに一層の研究を重ねていく。

以下に、粉体塗料、粉体塗装の今後の課題について列記する。

8.1 淡彩色での薄膜外観・隠蔽力の向上

今後さらに薄膜化(軽量化、コストダウン)が進むと、隠蔽力がないために薄膜にできないことがある。適切な樹脂選択、着色顔料、製造方法(分散性)の検討が必要である。

8.2 低温・短時間焼き付け型粉体塗料の開発

既存の溶剤型塗装ライン(乾燥炉)の有効利用あるいは、エネルギー有効利用という面からさらなる低温・短時間が望まれる。

8.3 意匠性粉体塗料

個人の嗜好によるデザイン性の多様化から様々な意匠塗料が要求されている。溶剤型塗料と同等に白く、高輝度なメタリックもその一つである。また、ランニングコスト面から回収粉を再使用した場合の外観安定性も重要である。

8.4 粒度分布がシャープな粉体塗料

塗装技術面から見た課題であるが、現状の方法では、微粉カット(分級)しかなく収率が大きく低下しコストアップとなる。今後は粉体塗料の製造方法の見直しを含め、粉碎、分級、捕集装置等の検討が必要である。

文 献

- 1)佐藤康成、大田正幸:塗装と塗料, 10(624) 37(2001)
- 2)佐藤康成:塗装技術, 41,(9) 65(2002)
- 3)佐藤康成:塗料報知, 第3341号(1998)
- 4)五十嵐博:塗装技術, 10, 55(1998)
- 5)大日本塗料(株):FINE V-PETカタログ
- 6)大日本塗料(株):V-PET特殊模様シリーズ
- 7)長尾徹夫、溝川昌治:DNTコーティング技報, No.2, p.37(2002)