

H16 年度 次世代廃棄物処理技術基盤整備事業補助金事業 技術開発報告概要書

事業名 : 再生 PET ボトル樹脂を利用した低コスト粉体塗料の実用化
(事業番号) (J1603)
事業者名 : 石川島播磨重工業株式会社

1. 技術開発担当・照会先 :

開発担当 向井 新悟 (環境プラント事業部 プロジェクト事業推進グループ)
連絡先 〒135-8733 東京都江東区豊洲 3 丁目 2 番 16 号
Tel) 03-3534-3004 Fax) 03-3534-3104
E-mail) TY2049@ihi.co.jp

2. 技術開発の目的と開発内容

2.1 技術開発の目的

本事業開発では、平成 14 年～15 年度に進めた基盤技術を基に、平成 16 年度中に製品化の為に技術的見通しをつけることを目的とする。

現在市場で使われている粉体塗料としては、熱硬化性樹脂を用いた塗料が一般的であり、PET 樹脂のような熱可塑性樹脂を用いた塗料は非常に少ない。
また、熱可塑性塗料の中でも、PET 樹脂を用いた塗料は、現在流動浸漬法による厚膜塗料用が販売されているのみであって、PET 樹脂を用いた薄膜塗料用の粉体塗料は未だ開発されていない。

本事業により再生 PET を塗膜基材とした薄膜塗装用粉体塗料の開発を行い、現状の厚膜塗装用 PET 樹脂粉体塗料よりも面積当り塗装コストが安価な塗料を提供していくことで、熱可塑性粉体塗料の改良・普及に貢献することが期待される。

2.2 技術開発の内容

1) 処理対象物の種類 ;

再生 PET 樹脂 (Pellet)

回収後の PET は、再生処理業者によりフレーク状のものとペレット化したものの 2 種類に加工される。

フレーク状の PET は加熱・混練されて PET ペレットとなるが、フレークの中に不純物が多少混入していることから、粉体塗料に用いる PET としては、ペレット状に加工された PET 樹脂を原料として利用することが必要である。

但し、加熱・混練工程が増えると PET 樹脂の IV 値が低下し、PET 樹脂の分子量は多少低下する。

2) 開発設備の概要 ;

(1) 粉体塗料製造実験システム・フロー

当開発で実施したシステム・フローを図 1 に示す。

当開発の本来の目的は粉体塗料の開発であるが、開発した塗料の性状確認のための塗膜形成及び塗膜性能試験までを開発工事の一環として実施した。

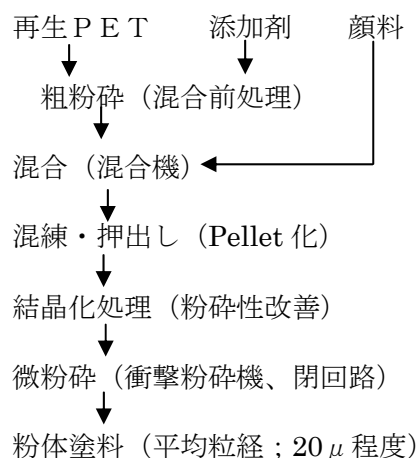
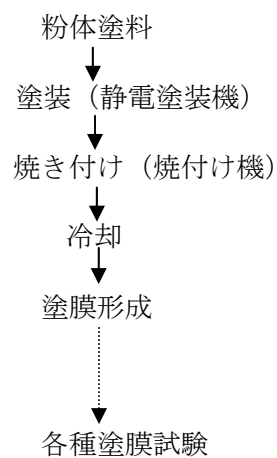
粉体塗料製造工程塗膜形成工程

図1 開発実験システムフロー

(2) 設備主仕様

- | | |
|--|--|
| a. 衝撃粉碎式高速回転ミル x 1 台
粗粉碎能力；2-3 [kg/Hr]
微粉碎能力；0.2-0.5 [kg/Hr] | d. 静電塗装機 x 各 1 台
トリボ式静電塗装機
コロナ式静電塗装機 |
| b. 混合機 x 1 台
攪拌羽根式
攪拌槽容量；20 リットル | e. 焼き付け機 x 1 台
循環送風機付自動排出型乾燥機 x 1 台
温度範囲；最高 350℃ |
| c. 混練機（大阪市立工研設備 設備借用）
二軸式押出成形機 | |

3) 開発日程実績

	平成 16 年									平成 17 年		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
塗料製造試験		(a)→		(b)→			(c)→			(d)→		
塗膜試験			→		→	→		→	→			

塗料製造試験における試験目的；

- (a)はじき抑制
 (b)流動性向上
 (c)密着性向上
 (d)レベリング性向上

塗膜試験項目；

- 初期塗膜性能評価
 黄変、コンタミ、レベリング性、ハジキ、鏡面光沢度、屈曲性、エリクセン試験、
 衝撃試験、鉛筆硬度試験、付着性試験、T-ベンド試験
- 長期塗膜性能評価
 耐候試験、耐湿試験、耐薬品試験、耐磨耗試験、塩水噴霧試験、絶縁破壊試験、
 塗膜強度試験

3. 技術開発の成果

3.1 樹脂結晶化処理と粉砕性能

粉砕前の結晶化処理方法は粉砕性能に大きく影響を与えることは既に公知である。微粉砕前の混合樹脂ペレットを高温度に加熱し、加熱後のペレットを徐冷する方が混合樹脂の結晶化度が高くなり、粉砕性能を向上させる。

3.2 粉体塗料冷却と塗膜性能

PET樹脂は結晶性樹脂であることから、塗膜焼き付け後の冷却過程で樹脂の結晶化が進行し、結晶化による塗膜の収縮が発生することで塗膜の被塗物への密着性の低下が起こる。

従って PET 樹脂の結晶化を抑制する冷却方法は非常に重要である。

結晶化抑制策としては、PET 本来の結晶化特性を薄めるために非晶性樹脂を多量に混合する方法、PET樹脂の結晶化後の収縮量を少なくするために PET の分子量を小さくする方法もしくは改質してしまう方法等が考えられる。

当研究では PET 本来の特性を極力活用する目的から、この様な方法に代わって、PET 以外の添加剤の混合割合を最低限にとどめると共に、冷却方法を改善することで、密着性低下を防止した。

実験結果から、焼き付け工程で PET 樹脂の熔融温度付近まで熔融・加熱した後に空冷（徐冷）した場合には、密着性が低下した。これは熔融後の樹脂は徐冷過程において結晶化が進展したためと考えられる。

同じ塗膜を水冷（急冷）した場合には、碁盤目試験による密着性試験結果は良好であり、同時にφ3mmの屈曲性試験結果のみならずエリクセン試験(11mm)、耐衝撃試験(150cm)など従来の粉体塗料を上回る試験結果が達成された。

更に、曲率半径”0”の折り曲げ試験（Tベン
ド試験）結果を図2に示す。図のように曲率“0”でも、折り曲げ部において、塗膜剥離は全く発生していない。これは強度および付着力が極めて大きいことを示しており、PET樹脂粉体塗料の性能面での最大の特長である。本特長を生かした分野での普及が見込まれる。



図2 Tベン
ド試験結果（曲率“0”）

3.3 樹脂配合と塗膜性能

上述の PET 樹脂本来の特性を活かすための添加剤配合方法を研究した。目標として、添加剤の配合比は基材の PET に対し 10%以下とすることにした。

添加剤樹脂の配合を検討した結果、非晶質変性 PET を多少混合すると共に、PET と相溶性の乏しい流動化促進剤、脱泡剤及び光安定剤(HALS)等の混合が必要であることが分かった。

4. 今後の課題と展開

以上の結果から、今後は下記の課題を検討することが必要である。

- ・ 開発済み塗料の更なる改善
- ・ コスト低減策の追求
- ・ 市場化戦略の立案

従来の厚膜塗装用 PET 樹脂粉体塗料が非晶性樹脂を多量に入れた樹脂配合であるのに対し、今回開発した薄膜塗装用粉体塗料は PET に対する添加剤配合割合を 10%以下に抑えたことから、添加剤原料コストの削減することが期待され、「低コスト粉体塗料の開発」を達成することが出来た。

今後の課題としては、粉体塗料を市場に普及させるための市場化戦略の立案・推進を通じて客先ニーズに応えていくと共に、市場化のための粉体塗料製造方法の改善が必要である。

5. まとめ

粉体塗料用原料として再生 PET を利用する方法を開発した。

再生 PET を利用する現存の厚膜粉体塗料（粉体粒径 $150\mu\text{m}$ ）に代り、平均粒径が $20\mu\text{m}$ 程度の粒子から出来た薄膜塗装用の塗料であり、添加材配合割合を 10%程度に抑えたことで安価な原料コストが達成できた。同時に PET 樹脂固有の特性を活かした耐摩耗性、耐酸性や絶縁破壊特性等に優れた薄膜粉体塗料の製品化の見通しを得た。

表 1 達成度評価

	達成度	理由
配合剤の決定	100%	
配合比の決定	100%	
顔料種類と配合比	50%	白色顔料に限定した。他色の顔料試験が必要。
塗装条件の決定	100%	
焼付け条件の決定	90%	より良い塗膜形成条件を探索する。
長期塗膜性能の確認	70%	試験回数不足。今後 UVA,HALS 混合試験を実施する。
耐薬品特性の見極め	70%	試験回数不足

本技術開発により、厚膜塗料に限られていた再生 PET 樹脂粉体塗料に、需要の大きい薄膜粉体塗料が加わり、廃棄 PET ボトルのリサイクル用途の拡大への寄与が期待できる。

更に新規粉体塗料の普及を促進させることにより、現在塗料業界で問題になっている VOC 低減についても寄与出来ることを期待する。

また今回の開発に適用した被塗物は、リン酸塩処理したものであって特別な下地処理を必要とせず、通常の粉体塗料と同じような使い方が出来る。従って特別な下地処理を必要とする粉体塗料に代わる塗料としての活用が考えられる。

特に T-ベンド試験が既存の塗料に比べ極めて優れていることから、カラー鉄板や家電製品などの過酷な適用条件を求める市場、及び耐候性や耐摩耗性等を求める道路基材市場も期待される。特に、粉体塗料は溶剤フリーであることから、金属塗装用として VOC 集中発生源となる工場塗装工程への普及促進を図り、地球温暖化防止への寄与が期待できる。

2001 年度の国内塗料生産量 181 万トンの内、100%VOC であるシンナーとして 43 万トン、溶剤系塗料から 45 万トン、合計 88 万トンの VOC を日本の塗料から放出している。これは世界の塗装関連溶剤の約 30%に相当している。

この実態を改善するため、民間の自主的な改善活動を待つのではなく、欧米の法的規制も考慮した上で、先進国としての地球規模の視点に立った国家戦略が必要である。粉体塗料から VOC は一切発生しない。