

省攪拌型電着塗料の開発

Development of ED Coatings with Minimized Circulation



自動車塗料本部
防錆材料技術部
竹添浩司
Kouji
Takezoe



自動車塗料本部
防錆材料技術部
加藤 清
Kiyoshi
Kato



自動車塗料本部
防錆材料技術部
吉川直幸
Naoyuki
Yoshikawa

1. はじめに

電着塗料は、イオン化により水中に分散可溶化した樹脂を電気的に析出させることにより被塗物に塗装する塗料であり、複雑な形状物でも、比較的均一な膜厚で塗装することができる。

1960年代に樹脂の酸基をアミンで中和したアニオンタイプの電着塗料が開発され、その後防錆性に優れるエポキシ樹脂のアミノ基を酸で中和したカチオンタイプの電着塗料が1970年代に実用化された。(図1)

電着塗料、電着塗装の特長をまとめると次の通りである¹⁾。

- (1) 自動化・省力化が容易に実現できる。
- (2) 塗着効率が高い
- (3) 防錆性が高い
- (4) 複雑な形状物への塗装が可能
- (5) 低公害、非危険物

これらの特長を活かして、現在、電着塗料は自動車ボディや各種部品の防錆膜、塗装下地処理膜として幅広い分野で使用されている。

一方、近年、CO₂排出量削減やVOC（揮発性有機物質）排出量削減など、環境問題に対する意識が高まっていることは周知の通りである。また、ビジネスのグローバル化、それに伴う競争の激化などにより、一層のコスト削減が求められている。

その中で、我々塗料メーカーとしても、環境負荷が小さく、トータルコストを抑制できる製品の開発が急務となっている。

もともと電着塗料は塗料中に含まれる溶剤量が、5%以下と非常に少なく、環境負荷の小さい塗料である。また、UF（限外ろ過）フィルターを利用した回収システムにより、塗着効率が90%以上と経済性にも優れている^{2)~6)}。(図2)

しかし、当社は、さらなる環境負荷低減、コスト削減を目指して、本報で報告する「省攪拌型電着塗料」の開発に着手した。

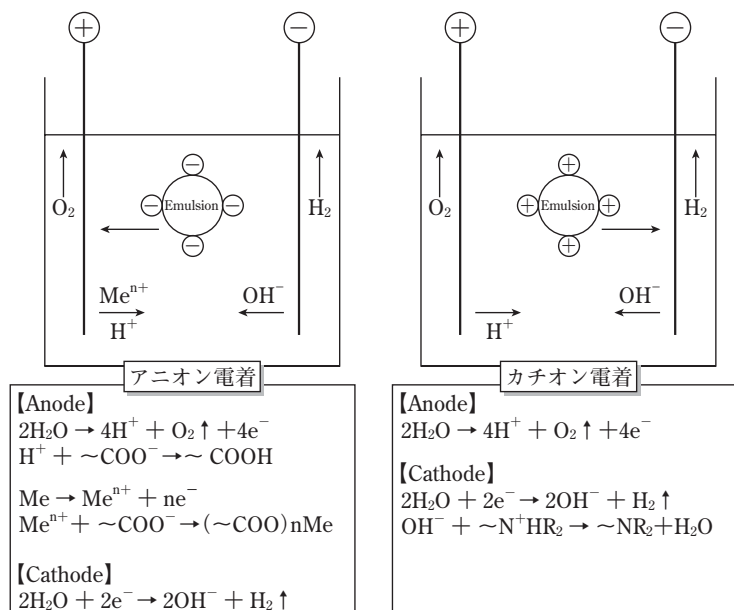


図1 アニオン/カチオン電着塗料の析出原理

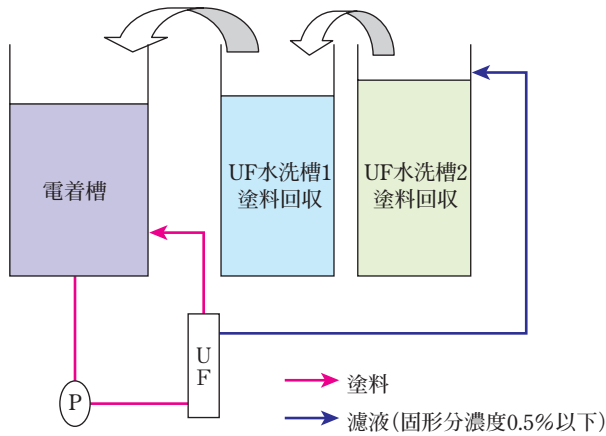


図2 塗装設備・フロー

一般に電着塗料は、樹脂エマルジョンと顔料分散ペーストの2種類の分散粒子から成り(図3)、顔料分散ペーストは一般に顔料の密度が高く、沈降を防ぐためには常に攪拌を行うことが必要である。電着塗装中の攪拌は、沈降防止の目的以外に、均一な組成で電着膜を析出させるという役割があるため停止することはできないが、夜間など非塗装時の沈降防止のみを役割とする攪拌を省略することは可能であり、これを目的とした本塗料の開発を行ったのでここに報告する。

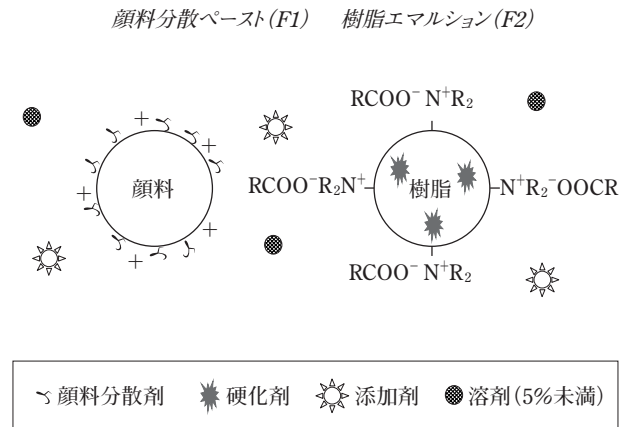


図3 電着塗料組成 模式図

2. 機能目標とコンセプト

2.1 機能目標

機能目標としては、

- (1) 72時間攪拌停止後(週末の稼働停止を想定)、塗料中の沈降物が現行より少ないこと。
- (2) 72時間攪拌停止後、短時間の再攪拌で容易に安定な塗料状態に戻り、ブツ・残さが発生しないこと。
- (3) 塗装作業性・塗膜性能が現行製品と同等以上であること。

本報では、(2)について以下に詳しく述べる。

2.2 コンセプト

前述の通り、顔料分散ペーストは密度が高い為、完全に沈降を発生させないことは困難である。その為、沈降しても再攪拌により短時間且つ容易に再分散し、安定な塗料が再生できることをコンセプトとした。つまり、顔料分散ペースト(F1)、樹脂エマルジョン(F2)のうち、F1の分散安定性を向上させ、且つ、沈降した場合の分散粒子が凝集し固化(ハードケーキング)することを防ぎ、粒子が水に再分散可能な柔集合状態(ソフトケーキング)もしくは非凝集状態で存在することを目指した。

このコンセプトを達成するため、塗料組成や顔料分散剤の最適化を行うとともに、粒子同士の凝集が起こり難い安定化剤を適用した。(図4)これによって、非塗装時に攪拌を停止しても、短時間且つ容易に粒子が再分散し、安定な塗料状態に再生できる塗料とした。

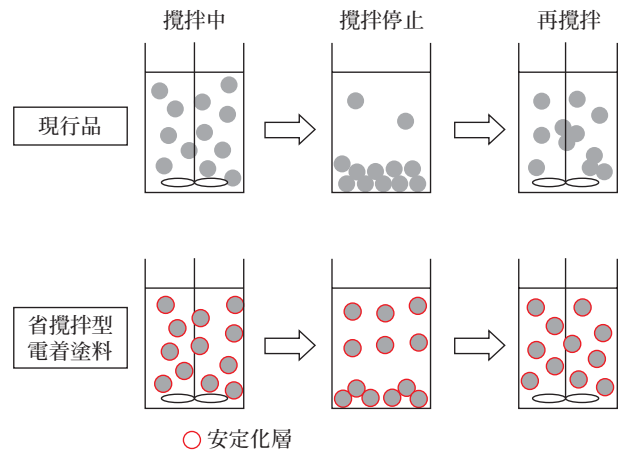


図4 省攪拌型電着塗料のコンセプト

3. 粒子の分散状態評価と性能

3.1 沈降性と再分散性

塗料を試験管に入れ、72時間静置した後、塗料中の沈降物の高さを測ることによって沈降性の評価とした。結果を図5に示す。現行塗料に比べ、本開発品は沈降物が少ないことがわかる。

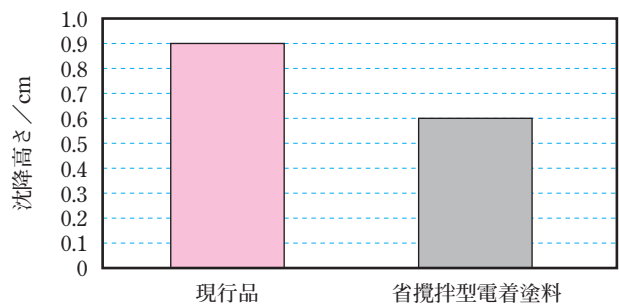


図5 沈降性評価結果

次に再分散性の評価結果を図6に示す。沈降した粒子を電着塗料の常法条件で攪拌し、沈降物がすべて再分散されるまでの時間を計測し、再分散性の評価とした。現行品に比べ大幅に再分散性が向上したことがわかる。

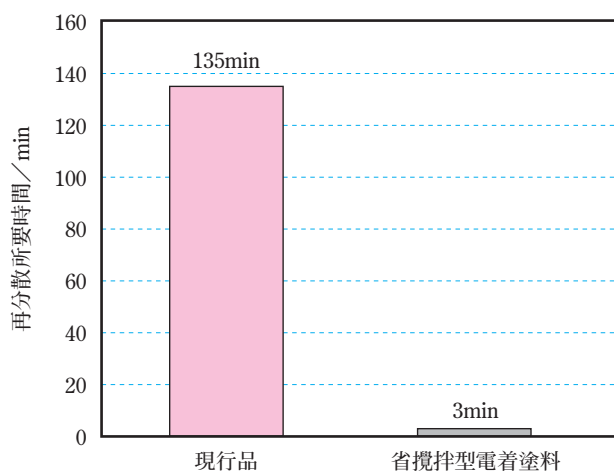


図6 再分散性評価結果

3.2 ブツ発生量

従来の塗料は、攪拌を停止し粒子を沈降させた後、再攪拌を行うと沈降時に凝集した粒子がブツとなって浮遊し被塗物に付着するという不具合が発生する。この付着ブツは、被塗物に付着し塗料中から持ち出されるため、塗装面積（枚数）とともに減少する。このブツ発生量を評価した結果が図7である。

現行品を用いた場合の被塗物上のブツは、塗装枚数が増えるとともに当然減少傾向ではあるものの、絶対量（被塗物へのブツ付着量）が多く、塗装10枚目でもブツの発生は認められた。一方、省攪拌型電着塗料は、塗装1枚目の付着量が現行品より少なく、7枚目以降はブツの付着が認められなかった。

つまり、省攪拌型電着塗料は、攪拌停止によって発生するブツの量が明らかに少なくなっていると判断できる。

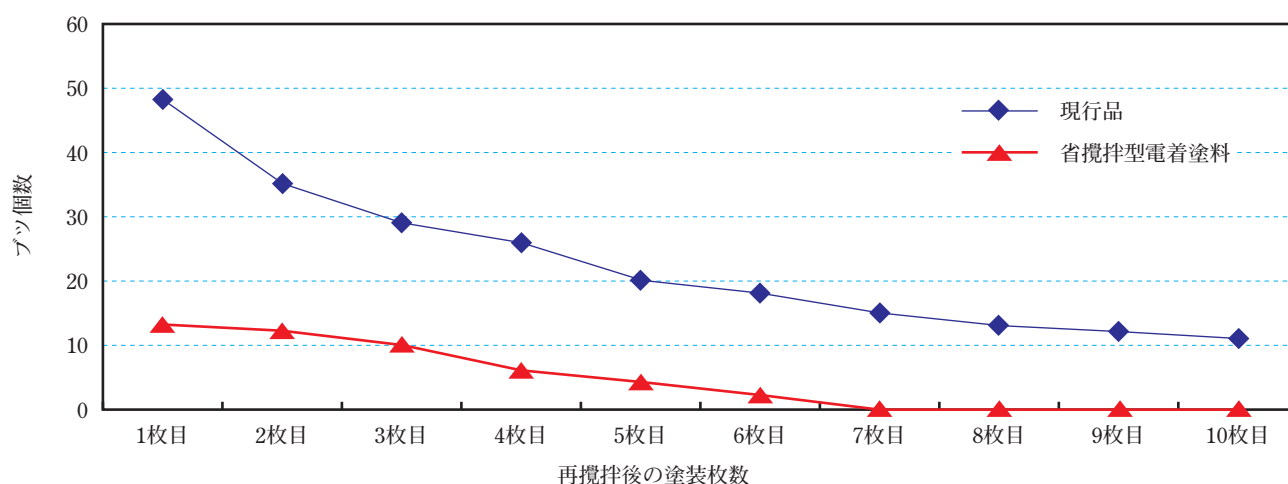


図7 再攪拌後のブツ発生個数

3.3 安定性

顔料分散ペーストの安定性を30℃での貯蔵前後の粒子径変化で評価した。その結果を図8に示す。粒子径の変化率は小さく、現行品に比べて同等以上の貯蔵安定性を有することがわかった。また、図9に示す通り、貯蔵後も貯蔵前と同等の再分散性を有することも確認できた。

以上より、省攪拌型電着塗料は、攪拌を停止しても再攪拌により安定な塗料に回復可能であると判断した。再攪拌による回復性を写真1に示す。再攪拌後は、容器底部に沈降がなく、塗料中の凝集ブツも認められないことがわかる。

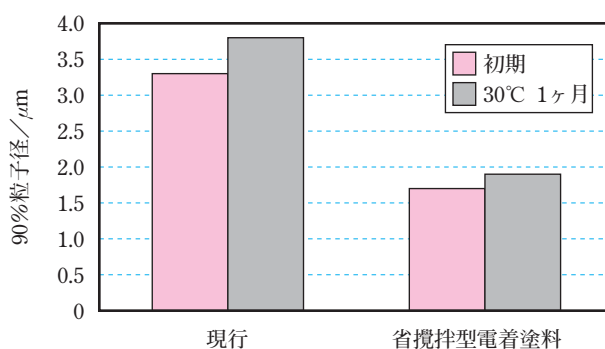


図8 顔料分散ペーストの貯蔵安定性評価（粒径変化）

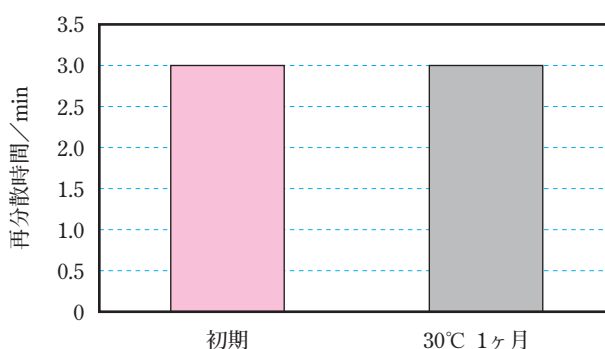


図9 顔料分散ペーストの貯蔵安定性評価（再分散性変化）

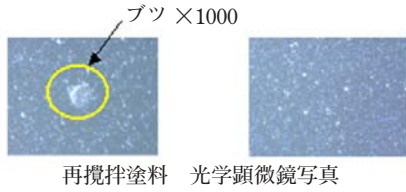
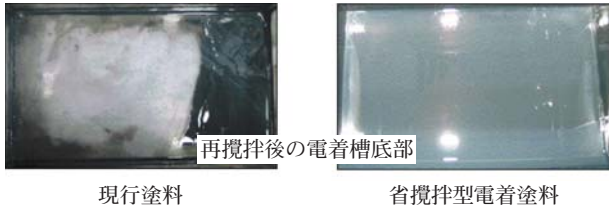


写真1 再攪拌による回復性比較

3.4 塗装作業性

次の各項目について評価を行った。(図10)

- ・二次タレ・ワキ性
塗膜に塗料付着後乾燥した塗膜面の外観評価
- ・耐ハジキ性
塗膜面の外観評価
- ・水滴跡性
塗膜に水滴付着後乾燥した塗膜面の外観評価
- ・析出性
表面処理変動による塗膜面の外観評価

- ・ドライコンタミ性
固体イオン物質上の塗膜面の外観評価
 - ・GA適性
GA鋼板塗装時のピンホール発生評価
- いずれも現行品と同等であり、十分な塗装作業性を有することが確認できた。

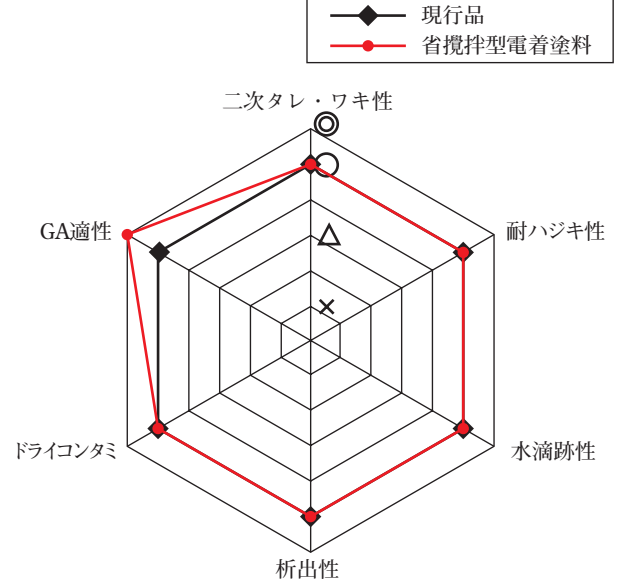


図10 省攪拌型電着塗料の塗装作業性比較

表1 省攪拌型電着塗料の塗料品質

		省攪拌型電着塗料	備考	
塗料特性	加熱残分	%	10~20	
	pH		5.5~6.5	
	比電導度	μS/cm	1000~1500	
	灰分	%	5~10	
	酸濃度 (MEQ)	meq/100gsolid	25~30	
電着特性	電圧 ~ 膜厚	150V	22 μm	浴温度 28℃ 3分間通電
		200V	26 μm	
		250V	28 μm	
	分極抵抗	kΩ · cm ²	630	膜厚20 μm
	クーロン収量	mg/C	36	膜厚20 μm
	表面粗度	μm	0.18	Ra
	L効果	目視評価	○	
塗膜性能	塩水浸漬		○	55℃, 240hr
	塩水噴霧		○	35℃, 480hr
	耐水二次付着		○	40℃, 240hr
再分散性	64時間停止後	○	再攪拌3min	
塗装作業性		○		

新技術

3.5 塗料特性と塗膜性能

塗料品質を表1にまとめた。再攪拌性、作業性は上述の通りであるが、その他の塗料特性、電着特性も問題なく良好であり、また塩水浸漬試験、塩水噴霧試験、耐水二次付着試験等の塗膜性能も現行品と同等以上で、開発機能目標を全て満足する性能が得られた。

4. 特長・機能

以上述べてきたように、省攪拌型電着塗料は、攪拌停止による凝集沈降物の発生が少なく、且つ沈降物がソフトケーキングであるため、攪拌による再分散が短時間且つ容易である。

また、安定性、塗装作業性、塗膜性能とも、現行品同等以上の性能の有することが確認できた。以上の結果から、夜間や週末の非稼働時に攪拌を停止し、エネルギーコストを削減することが可能である。

我々の試算(15tタンクを想定)では、この攪拌に必要なエネルギーコストは図11の通りであり、年間のコスト削減額は約100万円と想定される。

この塗料は、複数の部品塗装ラインに導入され、攪拌停止が可能であることが実証され、塗装コスト削減に寄与している。

今後も、さらなるエネルギーコスト低減に向けて開発を継続していく予定である。

参考文献

- 1) 松谷守康：塗装と塗装設備 テクニカルハンドブック p.458 アイピーシー (1992)
- 2) 原崎勇次：コーティング方式 p.176、p.186 槇書店 (1988)
- 3) L.R.LeBras, R.M.Christenson : J.Paint Technol., **44** (566), 63 (1972)
- 4) J.T.Selldorff : Metal Finishing, **70**(6), 48 (1972)
- 5) R.A.Scaddon : Ind.Finishing Surface Coat., **27**(326), 4 (1975)
- 6) 大藪権昭：金属表面技術, **28**, 306 (1977)

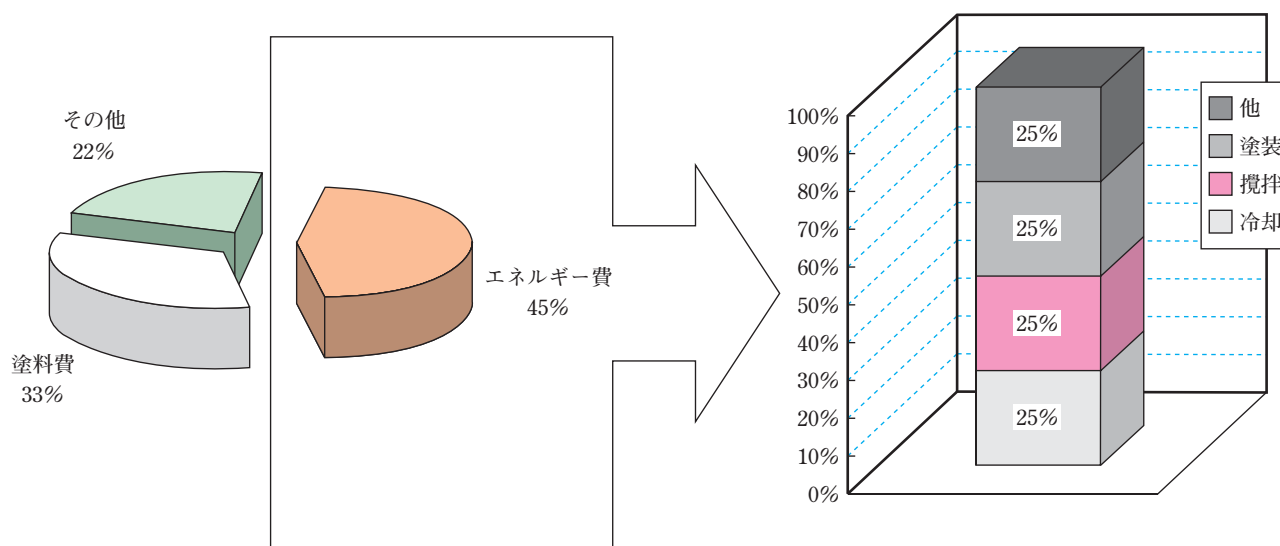


図11 電着塗装におけるコスト比率