

最近の鉄道車両用の塗料と塗装

Recent Paints and Coatings for Rolling Stock

開発本部 工業塗料部 金属機械塗料グループ
Metal & Machinery Coating Group



山木 益也
Masuya YAMAKI



奥田 実
Minoru OKUDA

1. はじめに

自動車の普及や航空路線の整備により、人の移動手段が多様化している。また環境保全が最重要視されている昨今、環境に与える害が少なく、安全で且つ便利な公共交通手段としては鉄道車両が主流となっている。鉄道車両には美観と保護および特殊機能を有する塗料が使用されている。車両用塗料は利用者に快適環境を提供すると共に、車両・列車の区別および安全面より容易に確認できる色彩をも提供している。鉄道車両用の塗料・塗膜は、日本の高温多湿から厳寒に至る四季を通じ、太陽光、風雨、塵埃(じんあい)等にさらされ、且つ車体に付着した鉄粉、塵や汚れを除去する為に、表1に示される酸やアルカリ薬剤¹⁾による定期的な洗浄が試される。この様に過酷な条件下で長期間にわたる耐久性が要求される鉄道車両用の塗料と塗装は重要である。

表1 車両外部洗浄用洗剤の組成例(旧JRS)

A型(定期的洗浄)	含有率(%)
シュウ酸	80~90
陰イオン界面活性剤	8~10
潤滑剤	1~2
乾燥防止剤	約5
腐食抑制剤・消泡剤	1~2
B型(日常の洗浄)	含有率(%)
陰イオン界面活性剤	約33
非イオン界面活性剤	約5
潤滑剤	1~2
消泡剤等	1~2
助剤(Na ₂ SO ₄ 、NaCl等)	約60

2. 車両用塗料の最近の歩み

近年の車両用塗料への要求は「美観・外観の向上」、「簡易(水洗い)な方法での汚れ除去」、「塗装回帰の延長、塗装工数の削減による省力化」、で代表される。JR各社、私鉄で運行される車両の保守点検は、省令で定められている図1の検査体系²⁾により実施され、車両

【在来線電車】			
全般検査	交番検査	要部検査	全般検査
交番検査：90日または3万Km以内			
要部検査：3年または40万Km以内(損傷部補修、仕上げ塗装)			
全般検査：6年または80万Km以内(損傷部補修、仕上げ塗装)			
【新幹線電車】			
全般検査	交番検査	要部検査	全般検査
交番検査：30日または3万Km以内			
要部検査：12ヶ月または30万Km以内			
全般検査：3年または90万Km以内(損傷部補修、仕上げ塗装)			

図1 鉄道車両の検査体系(補修塗装間隔)

は塗り替えながら30～40年使用される。在来線の塗装は要部検査と全般検査時に損傷箇所等を補修した後、全体仕上げ塗装が施されるので、要部検査時の塗装を省き全般検査時のみとする。一方新幹線は全般検査時毎の塗装であり、二全検に一回の塗装要求である。車両外板上塗り塗料として、価格・塗装作業性の面から在来線はフタル酸樹脂系塗料が、新幹線はアクリルラッカー系塗料が長年にわたり使用されてきた。300系『のぞみ』の登場以来、塗膜性能面等よりポリウレタン樹脂系塗料の使用が主流となった。車体は溶接で組み立てられる為に、重ね合わせ部の段差や熱歪みが生じる。この段差、歪みを取り平滑な面に仕上げる為に、収縮率が小さく、90度の折り曲げに耐え、フレキシブルで弾性のある、不飽和ポリエステル樹脂系パテが開発され、品質向上、塗装回帰の延長に大きく寄与している。都市型通勤車両はアルミやステンレス車両の導入で塗装は少なくなり、車両区別の色分けは貼りテープの使用が多い。昨年オープンしたユニバーサルスタジオ・ジャパン(USJ) 行きの車両の様に、車体全体に貼りテープを使用した車両もあるが、張り替え時は貼りテープが剥がしにくいことや、剥離剤使用の際、排水処理設備が必要となり、最近では

塗装が見直されている。

3. 車両外板塗装工程

車両の塗装仕様は旧国鉄時代にほぼ確立され、今日に至るまで大きな変化は無く、鋼製・アルミ・ステンレス車いずれも同一の塗料品種が使用される。表2に車両外

表2 車両外板の各基材に対する素地調整法

基 材	前処理方法
鉄	グリッドブラスト、SIS-Sa2.5以上
アルミニウム	サンドブラスト(珪砂)、SIS-Sa2.5以上 又はグラインダ - 研磨後、化学薬品処理
ステンレス	ヘア - ラインやダル加工後の溶剤脱脂 又は、グラインダ - 研磨後、化学薬品処理

表3 車両外板の塗装工程

工 程	鋼製車・アルミ車	乾燥膜厚	塗装間隔
1) 地はだ塗り	エポニックス#3100 車両用プライマ -	40μm以上	16時間～ 10日以内
2) 地はだ拾い	同 上		
3) 下地付け	ポリベストパテ#20AF 研磨含む4～5回付け	1mm以下/回 ト - タル5mm以下	3時間以上
4) 研磨	#120～180 サンダ -		
5) 地塗り	ポリタン車両用 サ - フェ - サ - ゴ - ルド	30～40μm	5時間以上
6) 研磨	#280～320サンダ -		
7) 上塗り	Vトップ車両用 イノ - バ Vフロン#800車両用	30～40μm	

板の基材別素地調整方法を、表3に車両外板塗装工程を示す。工程7の上塗り塗料はデザインにより2～4色仕上げになる。車両メーカーは扱う車種が多く塗装の自動化が難しく、塗装方法として人手によるエアースプレーが主である。鉄道会社では車種が限定されるので、エアレススプレーによる自動化、最近ではミニベルの回転霧化静電による自動化塗装方法の導入が進んでいる。上塗り塗料は1液形から2液形ポリウレタン樹脂系塗料へ移行が進んでいる。2液形塗料は、ポットライフの関係で翌日は使用不可で、残塗料の廃棄問題が生じた。自動塗装システムの導入に伴い、従来の事前混合調合方式から、主剤と硬化剤を別系統の配管で送るガン内混合方式が採用され、残塗料の廃棄は少なくなっている。一部では主剤、硬化剤、シンナーをガン内混合調合方式で塗装することが試行されている。

4. 車両外板塗料

表3に示す、各工程で使用される塗料は車体の材質変化、運行の高速化にも追従できる様に改良されてきた。

4-1 地はだ塗り(下塗り)

下塗りは車体の基材に直接塗られ、基材が鋼製・アルミ・ステンレスと多様化しているが、いずれに対しても強固な密着力を有する塗膜を形成し、長期にわたる防錆機能を発揮する設計となっているのが、『エポニックス#3100車両用プライマ-』である。

4-2 下地付け(パテ付け)

先にも述べたが、鉄道車両の塗装工程ではパテ付けは必要不可欠であり、車体全体に使用される。昭和37年頃に開発された不飽和ポリエステル樹脂パテは、車両塗装の工程短縮・省力化に大きく寄与し、現在に至るまで使用されている。パテは他の塗料と違い、ヘラ付けといった職人芸で厚みがミリ単位で塗布される。車両の様な動的物体では長年(6~8年)運行されると、写真1に示す様な、塗膜割れ不具合が発生する場合がある。写真2は塗膜上層部より研ぎ落とし下塗り膜近くのパテ内部の状態、パテ内部の素穴に沿って割れが生じている。塗膜割れの発生メカニズムは十分には解明されて

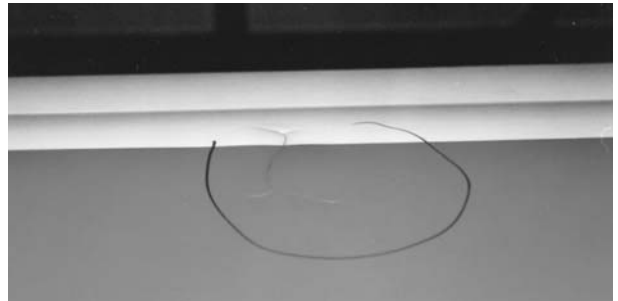


写真1 塗膜の割れ

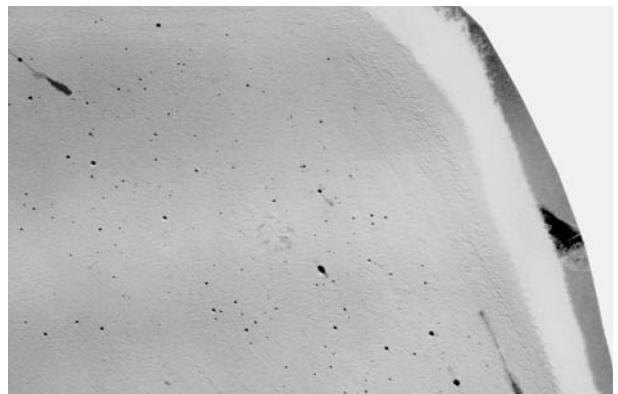


写真2 パテ膜内部の割れ

いないが、傾向として極部的なパテの厚膜部等で太陽光が良く当たり、表面温度が高くなる濃彩色部に発生することが多い。鉄道車両外板塗膜割れの要因³を図2に示す。塗膜の割れはパテによるものだけでなく、基材

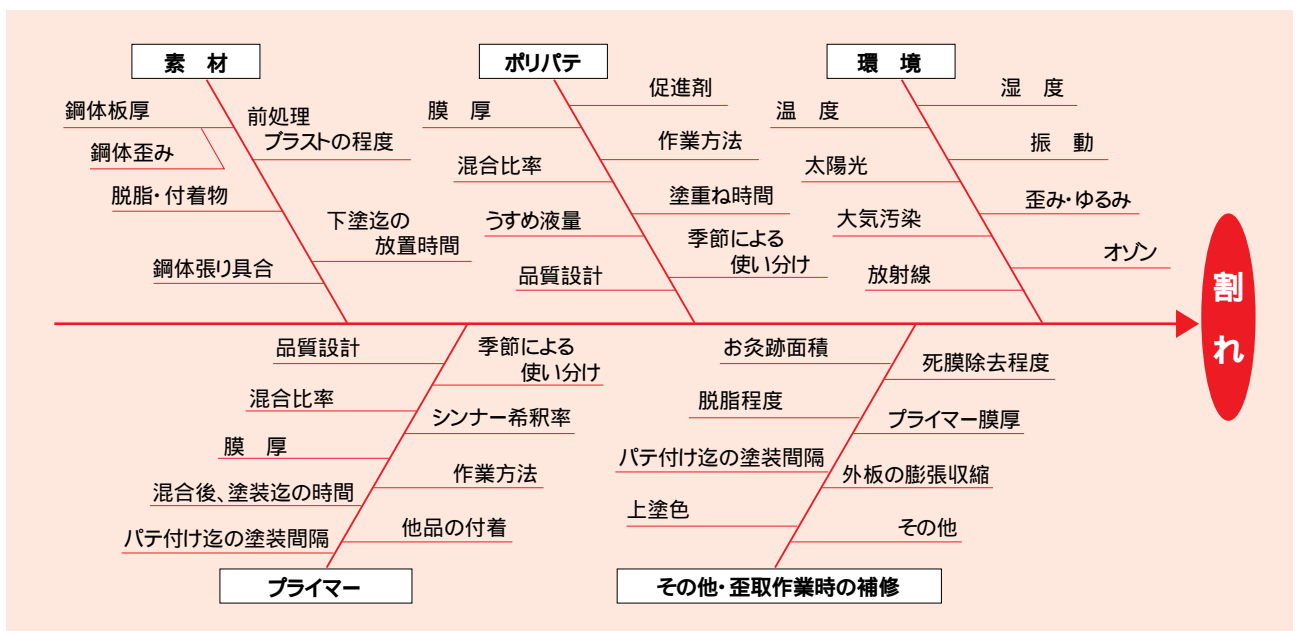


図2 車両外板塗膜割れの要因図

の種類、下地処理の程度、溶接部、板間段差、雨樋周囲、取り付け部品周囲、車両スソ、ヒーター周辺等に多く見られる。このような問題点と車両の軽量化、高速化に伴い開発された弾性タイプの『ポリベストパテ#20AF』が現在は主として使用されている。

4-3 地塗り(中塗り)

地塗りのポリウレタン樹脂サーフェーサーは、先に塗布されたパテ膜への上塗り塗料の吸い込みによる艶引けや、外観不良を抑え、且つ上塗り塗料との密着性を良くする為に使用される。上塗り塗装前に必ず研磨され、研ぎのよし悪しで上塗り塗膜の外観に影響を与えるので、研ぎ作業性に重点をおいた艶消し塗料となっている。最近では、パテの素穴等の不具合を容易に見いだせる様に、艶有りタイプが開発され使用されている例もある。研ぎ作業は、研ぎカス等によるゴミ・ブツの発生源となるので、今後は研ぎ作業を省略するタイプの開発が望まれる。弊社商品として、『ポリタン車両用サーフェーサーゴールド』がある。

4-4 上塗り塗料

以前の新幹線に使用されていた、熱可塑性のアクリルラッカー系塗料は全検毎の塗り重ねが3～5回になると、膜厚が200 μ m以上となり各塗膜層の伸び縮みの違いで、塗膜表面に蜘蛛の巣状の塗膜割れが多く見られた。300系『のぞみ』新幹線以降主として使用されている、ポリウレタン樹脂系塗料は仕上がり外観、耐候性、その他の諸性能が良好である。また、乗用車のようなメタリックやパール仕上げ仕様といった用途も可能となり、山形新幹線『こまち』やJR九州の特急『つばめ』にはメタリック塗装が、パール塗装は関空特急の『ラピート』に採用されている。最近では高外観・肉持ち感といった要求や車体表面に付着した汚れ等が除去しにくいことから、耐汚染対応形塗料の要求が多い。高外観・肉持ち感のあるタイプとして開発した新商品の『イノーバ』、耐汚染対応形として『Vフロン#800車両用クリーン』の塗装車が運行されている。

5. おわりに

以上、鉄道車両外板の塗料・塗装を中心に述べたが、使用される塗料の変遷で最近では塗膜品質が向上し塗料・塗装に起因する不具合は少なくなったと聞く。今後は塗料及び塗装に関して公害対策に取り組むことが急務である。公害として、作業環境の汚染、有機溶剤による大気汚染、水質汚濁、臭気、廃棄物があるが、第一に公害を出さない塗料・塗装の開発、やむを得ず排出する場合は合理的に処理する公害防止システムの開発が公害対策の基本姿勢である。

参考文献

- 1)井本清太郎, 富本 徹, 油谷達人: Rm, 11(1995)
- 2)大信田尚樹: 電気車の科学, Vol. 44 No. 2(1991)
- 3)西山正美, 鈴木孝成: 色材, 66(4)