

中国市場向け切削プライマーの開発(GB対応)

Development of Cutting Primer for the Chinese Market (Responding for GB Regulation)

塗料事業部門
車輛産機・プラスチック塗料事業部
自動車プラスチックテクニカルサポートグループ
Coating Business Div.
Rolling Stock, Machinery & Plastic Coating Dept.
Automotive & Plastic Coating
Technical Support Group



山賀 皇記
Koki YAMAGA

技術開発部門
研究部 研究第一グループ
樹脂合成チーム
Technical Development Div.
Research Dept.
Research Group 2,
Resin Synthesis Team



早川 哲平
Teppei HAYAKAWA

1. はじめに

近年、世界的にPM2.5などの浮遊粒子状物質および光化学オキシダントによる大気汚染が問題視されており、中国では国家強制標準(GB規格)と呼ばれる厳しい環境規格が設けられている。塗料に含まれる有機溶剤や塗料の希釈に用いられるシンナーは、これらの大気汚染の原因物質の一つであり、GB規格では塗装時のVOC(Volatile Organic Compounds: 揮発性有機化合物)の含有率が規制されている。そのため、中国で塗装する塗料は従来に比べて大幅なVOCの削減が求められている。

このような背景の下、筆者らはGB規格に適合した自動車向けアルミホイール用切削プライマーを開発した。本報では、塗料開発におけるポイントを解説する。

2. GB規格

2020年12月1日に施行されたGB規格は、塗料、インク、接着剤、洗浄剤などの製品に含有されるVOCなどの有害物質について、当該製品が使用される際に含まれる有害物質の量を制限する規格である。中国では

GB規格に適合しない塗料製品の販売、輸入が認められないため、塗料メーカーは対応製品の開発が求められている。GB規格のなかでも自動車関連向け塗料は「GB24409-2020: 車両塗料用の有害物質の制限量」に分類され、自動車部品の種類により細かく規制値が設けられている。自動車向けホイール用塗料の場合、施工時のVOC量は670g/L以下でなければならない。

施工時のVOC量には、塗料製品に含まれる有機溶剤に加え、塗装作業時に粘度調整のために添加する希釈溶剤(シンナー)も含まれている。現在市場で使用されている自動車向けアルミホイール用切削プライマーは主にスプレーにて塗装されており、施工時の適正粘度条件(17秒以下/FC#4 20°C)のVOC量は700g/L以上であるため、GB規格に不適合となっている。

3. 自動車向けアルミホイール用切削プライマー

自動車におけるホイールとはエンジンの動力をタイヤに伝える機能性パーツであるとともに、外装デザインにおいてキャラクターイメージに大きく影響するデザイン性パーツでもある。一般的な鉄製ホイールは樹脂製ホイールカバーが装着されるが、アルミホイールは機能性パーツとして軽量であることが特徴であり、アルミ

ホイールそのものに塗装や加工を施して使用される。

特に切削加工面の金属光沢を利用しクリア塗装で仕上げた切削光輝ホイールと呼ばれるものは多彩な表現が可能で人気がある。

開発した切削プライマーは切削光輝ホイールに使用されるプライマーである。切削光輝ホイールはアルミ合金上に粉体プライマーとカラーベースを塗装後、表面を切削加工し、素材のアルミを露出させる。その後、露出したアルミ素材の腐食を防止するために透明な切削プライマーを塗装し、最後にトップコートクリヤーを塗装することにより、切削加工面の金属光沢模様が現れる構成となっている(図1)。上記の使用方法より、自動車向けアルミホイール用切削プライマーにはアルミ合金への付着性と防錆性が求められている。

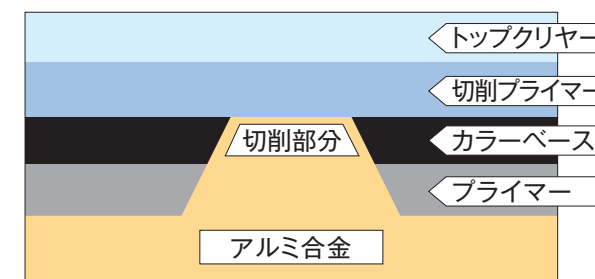


図1 切削光輝

4. 従来切削プライマーの特長

切削プライマーにはアルミ合金への付着性と防錆性が求められることから、塗料の主成分である樹脂にはビスフェノールA型エポキシ樹脂をアクリル樹脂で変性したエポキシ変性アクリル樹脂が一般的に使用されている。優れた付着性、防錆性を有するエポキシ変性アクリル樹脂であるが、①エポキシ樹脂骨格由来の芳香環同士の $\pi-\pi$ 相互作用により、スタッキング構造を形成しやすく、種々の有機溶剤に溶解しにくいこと、②エポキシ樹脂をアクリル樹脂で変性する際、架橋構造を形成するため高分子量化することから粘度が高くなり、塗料設計として粘度を低くするために有機溶剤を多く配合する必要があり、結果として高VOC

量になりやすいなどの課題がある。高VOC量の対策として、エポキシ変性アクリル樹脂の分子量を低く抑える手法があるが、分子量の低下に伴い、塗膜性能の低下が確認されており、GB規格への適合と塗膜性能の両立においてエポキシ変性アクリル樹脂は不適であると考えられる(表1)。

表1 エポキシ変性アクリル樹脂を用いた切削プライマーの評価結果

	従来品	検討品(低分子量)
樹脂系	エポキシ変性アクリル樹脂	
重量平均分子量(Mw)	170,000	80,000
GB規格適合性	不適合	不適合
付着性試験		
	はく離なし	はく離
防錆性試験(CASS試験)		
	さび幅 0.3mm	さび幅 3.5mm


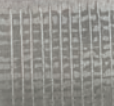

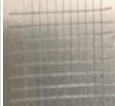



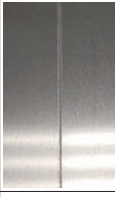
5. 開発切削プライマーの特長

先に述べたように、GB規格への適合と塗膜性能を両立において、エポキシ変性アクリル樹脂は不適であるため、樹脂からエポキシ樹脂部分を排除し、アクリル樹脂のみとした。アクリル樹脂は、①分子量調整が容易であること、②アクリル樹脂を構成する原料モノマーの選択肢が豊富であり、モノマー種に応じて様々な性能が発現するため、幅広い樹脂設計が可能なが利点としてあげられる。①の利点により、分子量を低く抑えることで有機溶剤やシンナーの使用量を低減することが可能となり、GB規格に適合させることがで

きる。ただし、分子量の低下により塗膜性能が低下する点はエポキシ変性アクリル樹脂と同様のため、②の利点を活かして塗膜形成時に樹脂間で架橋構造を形成可能な反応性モノマーを導入することにより塗膜性能の向上を図り、GB規格への適合と塗膜性能の両立が可能となる。

アクリル樹脂を用いた切削プライマーの評価結果を示す(表2)。エポキシ変性アクリル樹脂を用いた従来品と比較し、低分子量のアクリル樹脂では付着力が著しく低下した(検討品①)が、反応性モノマーの導入により付着力の増大が確認された(検討品②)。これは樹脂間で架橋構造が形成され、緻密で強靱な塗膜が形成されたことによるものと推測される(図2)。

表2 アクリル樹脂を用いた切削プライマーの評価結果

	従来品	検討品①	検討品②	開発品
樹脂系	エポキシ変性アクリル樹脂	アクリル樹脂		
重量平均分子量(Mw)	170,000	30,000	30,000	30,000
反応性モノマー	×	×	○	○
シランカップリング剤	×	×	×	○
GB規格適合性	不適合	適合	適合	適合
付着性試験				
	はく離なし	はく離	線はく離	はく離なし
CASS試験				
	さび幅 0.3mm	さび幅 4.0mm	さび幅 1.8mm	さび幅 0.5mm

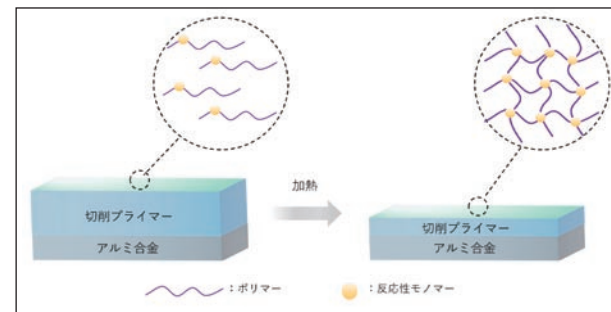


図2 成膜過程モデル

反応性モノマーの導入により付着力は増大したものの、付着性試験において基盤目カット部分に線はく離が確認され、防錆性を評価するCASS試験においてさび幅がエポキシ変性アクリル樹脂を用いた従来品に比べて劣る結果となった。そこで、樹脂以外のアプローチとしてシランカップリング剤を配合することにより、付着性および防錆性のさらなる改善を行った(開発品)。シランカップリング剤のアルコキシシリル基は加水分解することでシラノール基を生成し、基材表面にシラノール基が配向する。また、シランカップリング剤に含まれる反応性官能基がアクリル樹脂に含まれる官能基と化学結合を形成することで、アクリル樹脂と基材表面がシランカップリング剤を介して結合し、付着性および防錆性が向上したと推測される(図3)。

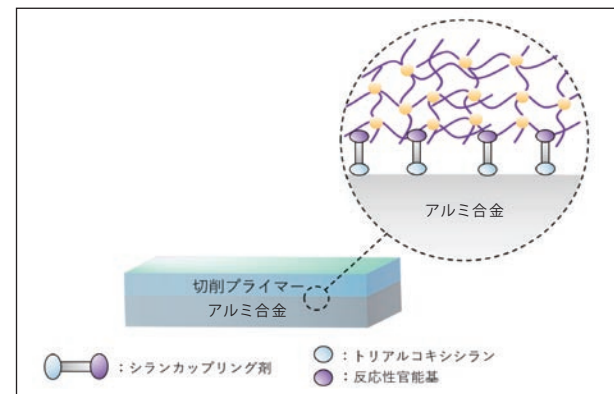


図3 シランカップリング剤作用モデル

このようにアクリル樹脂の分子量制御および反応性モノマーの導入により、塗装時は低分子量で低粘度であるが、成膜時に高分子量となり塗膜性能を発揮するような樹脂を設計し、さらにシランカップリング剤の添加による塗膜性能の底上げにより、GB規格への適合と塗膜性能を両立している。

6. 塗料化評価結果

6.1 GB規格適合性

従来切削プライマーおよび開発切削プライマーの塗装仕様を示す(表3)。従来品および開発品について専用シンナーを用いて施工時の適正粘度(スプレー塗装時の粘度)である16秒(FC#4 20°C)に希釈した場合、従来品のVOC量は730g/Lであるのに対し、開発品のVOC量は615g/Lである。開発品のVOC量はGB規格値の670g/L以下でありGB規格に適合することが確認された。

表3 塗装仕様

項目	従来品	開発品
希釈シンナー	専用シンナー	専用シンナー
希釈率(%)	120	60
塗装粘度/FC#4 20°C	16	16
塗装時VOC(g/L)	730	615
塗装時NV(%)	22	35

6.2 塗膜性能

従来切削プライマーおよび開発切削プライマーの塗膜性能試験結果を示す(表4)。

従来品と比較して開発品は同等以上の結果を示し、高い付着性、防錆性を有することが確認された。さらに実際のアルミホイールでのCASS+TAC試験結果を示す(図4)。CASS+TAC試験はCASS試験(試験時間:240h、試験槽内温度:50°C、試験液(pH=3.0):食塩水+塩化銅(II)+酢酸)1サイクル後にTAC試験(塩水噴霧試験:24h+湿度試験:120h+室温乾燥:24h)を8サイクル行う厳しい防錆性試験である。

CASS+TAC試験に合格したことで開発品は厳しい環境にさらされる自動車向けアルミホイール用切削プライマーとして、十分な性能を有することが確認

表4 塗膜性能試験

	試験方法	従来品	開発品
鉛筆硬度	三菱HI-UNI 傷付き破れ	H	H
付着性	2mm基盤目 セロテープはく離	100/100	100/100
耐揮発油性	揮発油20°C×24h浸漬	割れ、膨れ、剥がれなし	割れ、膨れ、剥がれなし
CASS	240h	0.5mm	0.5mm
TAC(さび試験)	8サイクル	2mm	1.5mm
CASS+TAC試験	8サイクル	3mm	2mm
耐塩水噴霧試験	5%NaCl 35°C 480h	1mm	1mm
屋外暴露試験	12か月	光沢保持率90%、色差ΔE≤1	光沢保持率90%、色差ΔE≤1

試験板:アルミニウムTP(5052P未処理板)
 塗装工程:切削プライマー塗装 → 室温×10分 → トップコートクリアー塗装
 → 室温×10分 → 乾燥140°C×20分
 膜厚:25-30μm

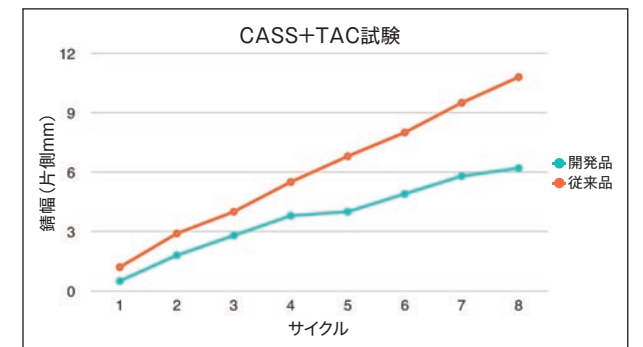


図4 アルミホイール実部材でのCASS+TAC試験結果

7. まとめ

反応性モノマーを導入したアクリル樹脂とシランカップリング剤の添加により、塗装時のVOC量の低減と付着性および防錆性の両立を実現した。これによりGB規格に適合した自動車向けアルミホイール用切削プライマーを開発した。

また、開発品は従来品に比べて有機溶剤やシンナーの必要量が少ないハイソリッドタイプと考えることも可能であり、厚膜塗装による省工程化などの応用展開も期待できる。今後も地球環境に配慮した開発に取り組む所存である。