

水性ベースコート 「アクアDSエコベース (仮称)」の開発

Development of Waterborne Base Coat for Automotive Refinish,
“AQUA DS ECO BASE”



関西ペイント販売(株)
自補修塗料本部
開発技術部
境 博之
Hiroyuki
Sakai

1. はじめに

近年の環境意識の高まりから、環境負荷物質の削減は塗料メーカーの重要な課題となっている。自動車補修塗料市場においても、塗装作業員および近隣住民の健康への配慮を目的として、VOC（揮発性有機化合物）が削減された塗料システムの開発要求が拡大している。

弊社は、環境配慮への取組みとして、表1に示す下塗りから上塗りまでの環境配慮塗料システムを提案している。下塗り塗料として、パテでは、スチレンモノマーを削減した「**エコパテDS**」、プライマーサーフェーサーでは、PRTR対象外の溶剤型二液ウレタン塗料「**レタンPGハイブリッドエコフィラー**」、**「JUST HS フィラー-A**」とVOCを大幅に低減した水性塗料「**水性ウレタンプラサフDS**」を上市している。一方、上塗り塗料として、高品質、高作業性でありPRTR対象外のカラーベースコートの「**レタンPGハイブリッドエコ**」¹⁾、PRTR対象外でVOCを大幅に低減したハイソリッド型クリアー「**レタンPGエコ HSクリアー**」²⁾等を上市している。これら下塗りから上塗りまでのシステムにおいてPRTR対象物質、VOC等の環境負荷物質の低減を行っている。

今回は、更にVOCを大幅に削減でき、従来の溶剤型塗料と同等の仕上り性と塗膜の耐久性を兼ね備えた水性タイプのベースコートである「**アクアDSエコベース (仮称)**」を開発したので以下に紹介する。

表1 当社自動車補修用環境配慮塗料システム

種類	品名	特長
クリアー	レタンPGエコ クリアーHXシリーズ	VOC低減
	レタンPGエコ HSクリアーシリーズ	VOC大幅低減
ベース	レタンPGハイブリッドエコ	高品質、高作業性
プラサフ	レタンPGハイブリッドエコ フィラー	VOC低減
	JUST H-S フィラー-A	VOC低減
	水性ウレタンプラサフDS	水性塗料、VOC大幅低減
パテ	エコパテDS	低臭気(非スチレンタイプ)

全てPRTR届出対象外（トルエン、キシレン、エチルベンゼン等PRTR対象物質1%未満）

2. 機能目標とコンセプト

従来の自動車補修塗料の塗装システムではベースコートのVOCが最も多く、この水性化がVOC低減へ最も大きく寄与する。しかし、これまでの自動車補修用の水性塗料は、塗装作業性において温湿度の影響を受けやすく、耐水性も弱いなど、様々な課題があり、自動車補修市場での水性化は進んでいないのが現状である。

水性化の進んでいる自動車OEM市場では塗装ブース内の温湿度管理が行われているが、自動車補修市場では顧客の塗装環境、使用条件が多様である。温湿度を管理するためには設備投資が必要であり、多大な負担が生じる。そのため、自動車補修用の水性ベースコートは、日本の四季による温湿度の変化にも対応した幅広い作業性と乾燥性が必要となる。

また、塗料の仕上り性も重要な項目であり、溶剤型塗料と同等以上の高い仕上り性の提供が必要である。更に、溶剤型塗料と同等の塗膜性能を有することも重要機能である。

2.1 VOCの削減目標

2006年4月1日から施行されている改正大気汚染防止法では、法律による規制と事業者の自主的取組みによるベストミックス方式を基本としている。自動車塗装施設では「排風量100,000m³/時間以上」が規制対象³⁾となっているため、

自動車補修業界のほとんどの施設では法規制の対象とはなっておらず、VOC削減は自主的に取組むべき課題である。

従って、日本国内では自動車補修用塗料についてのVOC規制値が制定されていない。そこで、既に排出規制を行っている欧州塗料工業（CEPE）の自動車補修用塗料に対するVOC規制値⁴⁾の420g/L以内をすることを目標とした。表2に自動車補修用塗料のVOC規制値を示す。

表2 自動車補修用塗料のVOC規制値⁴⁾
(CEPEガイドラインVOC値より引用)

対象	規制値(g/L*)
プラサフ、フィラー	540
ベースコート	420
クリヤーコート	420

g/L*: 水性塗料では水を除く塗料体積中のVOC

2.2 仕上り性

水性ベースコートでは水の特徴である高い表面張力に基因して、素地へのぬれ性が溶剤型塗料と比較すると悪いいため、カラーベースをいかに平滑な肌にするかが課題である。また、メタリックやパール塗色においては、水の蒸発挙動が有機溶剤と大きく異なるため、メタルムラやタレが発生しやすく、さらに光輝材の配向およびタレ性の制御が重要となる。そこで、従来の溶剤型塗料と同等の仕上り性を有することを目標とした。

2.3 塗膜性能

自動車外板用塗料としての強靱な塗膜耐久性を有することが必要であり、溶剤型塗料同等の塗膜性能であることを目標とした。

3. 開発のポイント

自動車補修においては、様々な部位に塗装されるため、例えば垂直面ではタレの問題が生じ、また、部分補修では補修部と未補修部との塗膜段差を隠すため、グラデーション塗装を行うが、この部分（以降はボカシ部と呼ぶ）においてムラ等の不具合が発生しやすい。溶剤型塗料の場合は、各種有機溶剤を適用することにより揮発性や溶解性、粘性などを調整してこれらの課題を解決している。しかし、水性塗料の場合には溶媒が主として水であるため、この方法が取り難い⁵⁾。表3に各種溶剤と水の物理的性質を示す⁶⁾。

表3 水、有機溶剤の特性⁶⁾

	沸点 (°C)	蒸発潜熱 (J/g)	表面張力 (mN/m)
水	100	2259	73
o-キシレン	144	347	30
1-ブタノール	118	581	26

*関西ペイント技術本部編：“水性塗料の基礎と最新技術”、p.31、コーティングメディアより引用

3.1 基体樹脂の基本設計

VOC420g/L以下で溶剤型塗料と同等の塗膜性能を付与するためには、強靱な塗膜物性が必要である。そのため骨格となる樹脂要素にはウレタン樹脂を用いた高架橋型ポリマーエマルジョン技術を採用した。水性塗料ではエマル

ション粒子の融着が不十分な場合、不均一な塗膜になり、塗膜性能が低下するため、水に溶解易い分散ポリマーを導入することにより、造膜温度を5℃以下に調整し緻密な塗膜を得ることに成功した。その結果、溶剤型塗料と同等の塗膜性能が得られた。図1に高架橋型ポリマーエマルジョンのモデル図を示す。

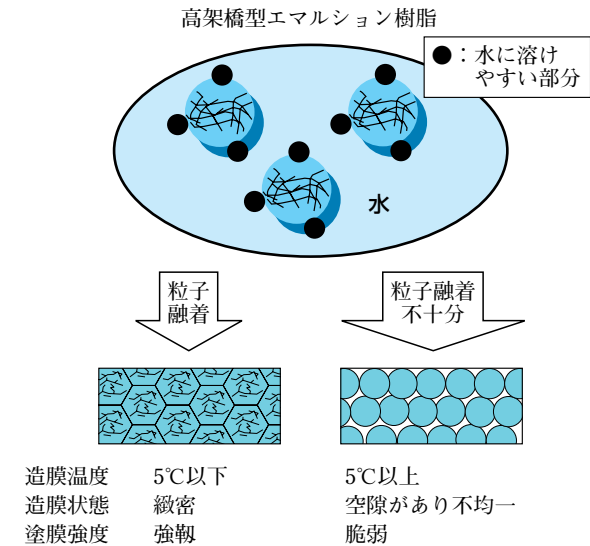


図1 高架橋型ポリマーエマルジョンのモデル図

3.2 レオロジー特性のコントロール

水は有機溶剤に比べ蒸発潜熱が高く蒸発が遅いため、固形分上昇以外の手法を適用したレオロジー特性のコントロールでのタレやメタルムラの対策が必要となる。

一般部の肌、タレ、メタルムラ、ボカシ部の平滑性のバランスを取るために数々の増粘剤の適用と粘性挙動を確認した。粘性挙動はHAAKE社製レオスペクトラRS150を用い、ずり速度を変動させた時の粘度をプロットした。その結果を図2に示す。

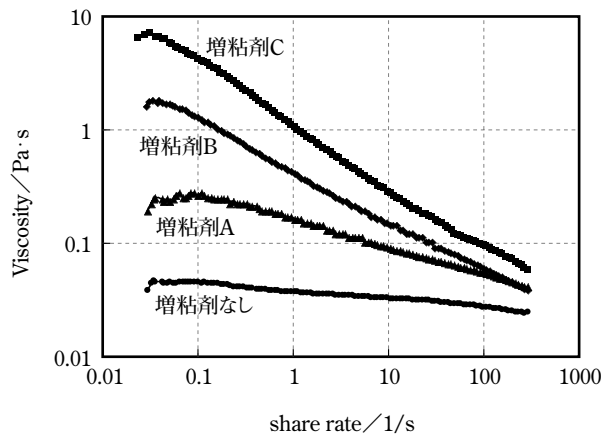


図2 増粘剤種によるずり速度と粘度の関係

表4 増粘剤適用系での塗装作業性試験結果

サンプル	増粘剤種	タレ	メタルムラ	仕上り肌	ボカシ部の平滑性
①	なし	×	×	×(ダレ肌)	○
②	増粘剤A	△	△	○	○
③	増粘剤B	○	○	○	○
④	増粘剤C	○	○	×	△

増粘剤を適用しない系ではニュートニアン粘性を示す。増粘剤Aの適用では増粘効果が小さく、擬塑性も弱い。増粘剤B、増粘剤Cの適用は強い擬塑性を示すことがわかった。

更に同じ材料を用いて塗装作業性試験を行った。その結果を表4に示す。

シェアレート0.1/sec付近での粘度が高すぎると一般部の仕上り肌が悪く、0.1Pa・s以下ではタレ、メタルムラが生じ易い。また、高シェアレート領域での粘度が高い場合はスプレー時の微粒化状態が悪くなり、ボカシ部の平滑性が低下する。仕上り肌とタレ、メタルムラのバランスの取れた増粘剤Cを選定した。

3.3 表面張力のコントロール

前述の表3に示したように水はキシレンなどの有機溶剤に比べ表面張力が73mN/mと高く、素地へのぬれ性が不十分である。部分補修の場合にはボカシ部が薄膜となるため、ぬれ性が悪いと造膜できず、グラデーション塗装が困難である。そのため、表面調整剤の添加で塗料の表面張力を調整する必要がある。

表5に表面調整剤種による素地と塗り重ねでのぬれ性試験結果および、塗液表面張力、ウェット塗膜の水接触角のデータを示す。

表5 表面調整剤種による表面張力とぬれ性

表面調整剤種	塗液表面張力 (mN/m)	ウェット塗膜の水接触角(°)*	素地ぬれ性
なし	33.0	72.5	△
表面調整剤A	28.9	62.2	○
表面調整剤B	28.6	58.5	○

塗膜の水接触角*：ベースコート塗装、室温2時間放置後に水接触を測定

試験結果から表面調整剤Bを選定したが、塗液の表面張力を30mN/m以下にすることで素地へのぬれ性は向上した。

4. 開発塗料の特長

4.1 VOC削減効果

以上の粘性やぬれ性などの塗装作業性能および塗膜性能向上検討を行い設計した水性ベースコートは、従来の溶剤型ベースコートと比較して大幅なVOC削減が達成できた。

ベースコート単独では約90%以上、ベースコートとクリヤーのシステムとしてはプライマーサーフェーサーに「水性ウレタンプラサフDS」、クリヤーに「レタンPGエコHSクリヤー」を使用することにより約80%の以上のVOC削減が可能となった。また、この水性ベースコートは、EUでのVOC規制値(420g/L)への対応も可能となった。同時にPRT R届出対象外、非危険物であるため、安全性も非常に高い塗料である。

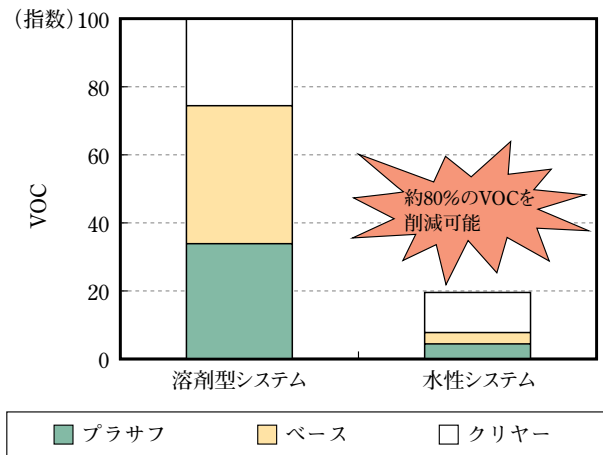
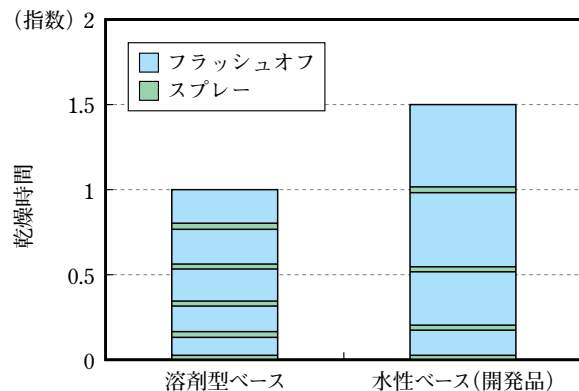


図3 溶剤型塗料とのVOC量比較

4.2 塗装作業性の向上

これまでの水性塗料は温湿度の影響や乾燥性の点から既存の塗装ブースでの使用が困難であったが、高度なレオロジー特性コントロール技術により、本水性ベースコートは環境に左右され難い仕上り性と作業性を提供できるようになり、高額な設備投資なしに塗装が可能となった。

温度20℃、湿度60%の条件下で、溶剤型塗料との作業時間を比較した結果を図4に示す。従来の溶剤型塗料と比較すると、塗り回数を5回から4回に低減でき、ベースコート単



*乾燥時間：スプレー塗装、エアブローによるフラッシュオフを下地隠蔽まで繰り返した時間

図4 ベースコートの作業時間比較

独で1.5倍の作業時間となった。クリヤーを含めたシステムの結果を図5に示す。システムでの作業時間は、溶剤型システムとほぼ同等となり、これまでの水性塗料システムでの課題であった作業性を大幅に改善することができた。

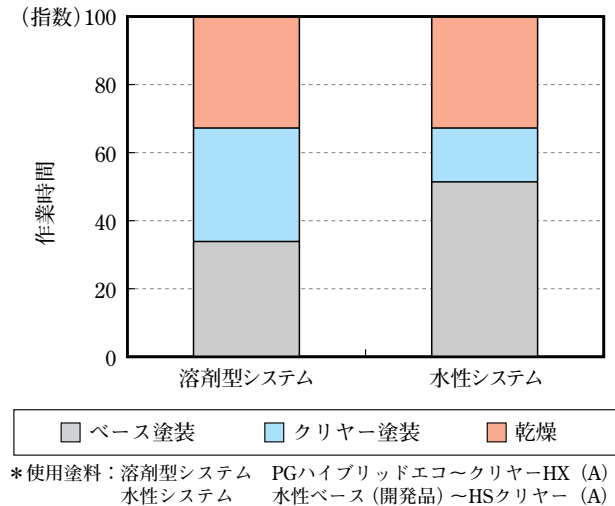


図5 システムの作業時間比較

4.3 塗膜品質の確保

表6に塗膜の性能試験結果を示す。各自動車メーカーの塗膜評価方法に準じて試験を行った結果、溶剤型塗料と同等の高い塗膜性能が得られた。

表6 塗膜性能

試験項目	水性システム	当社溶剤型システム	評価方法
付着性	○	○	10×10の碁盤目（2mm間隔）での付着
耐水性（40℃）	○	○	40℃の水に10日間没水した後の塗膜の膨れ、付着性
屋外耐候性（1年）	○	○	屋外暴露1年後の塗膜外観、付着性
仕上り性	○	○	補修部と未補修部との外観、平滑性

4.4 塗色の品揃え

国内主要カーメーカーの塗色に対応すべく、表7のようなカラーベースの品揃えを行っている。各自動車メーカー、各色の調色用配合についてもすでに数多くの配合は設計済みであり、測色機を用いた調色を含め既存溶剤型塗料と同等の調色性を提供できる。

表7 原色一覧

種類	原色数
メタリック原色	8
カラー原色	25
パール原色	24
特殊原色	4
FCカラー	6

5. おわりに

国内自補修用塗料市場では水性塗料の使用実績が非常に少なく、欧州に比べて遅れているのが現状であるが、将来必ず自動車補修市場においても中心となる時代が訪れると確信している。環境が重要なキーワードとなっている昨今、塗料のリーディングカンパニーとしての関西ペイントは、本ベースコートを近々本格販売する予定である。お客様からの反応に答え、更に今後も技術力を研鑽し、顧客満足度の高い魅力ある商品の開発を進めていく所存である。

参考文献

- 樋口和信：塗料の研究、143、56（2005）
- 鈴木竜一：塗料の研究、145、65（2006）
- 環境省ホームページ <http://www.env.go.jp/>
- 欧州塗料工業会（CEPE）ホームページ <http://www.cepe.org/homepage.htm>
- 関西ペイント技術本部編：“水性塗料の基礎と最新技術”、p.212、コーティングメディア（2001）
- 関西ペイント技術本部編：“水性塗料の基礎と最新技術”、p.31、コーティングメディア（2001）