

レタンPGエコ HSクリヤー(A) の開発

Development of High Solid Clear Coat
“RETAN PG ECO HS Clear (A)”



関西ペイント販売(株)
自補修塗料本部
鈴木 竜一
Ryuichi
Suzuki

1. はじめに

自動車補修用塗料には、従来から幅広い作業環境に対応が可能で、良好な仕上がり性と塗装作業性および塗膜の耐久性が求められてきた。また、近年はこれら従来からの要求に加え、環境意識の高まりから、法令（消防法、P R T R法等）への対応と、塗装作業および近隣住民の健康に配慮した低VOC量の環境配慮型塗料の開発要求が拡大している。

弊社は、下塗りから上塗りまでのオールP R T R対応システムを構成する為の環境配慮型塗料として、低臭気で低収縮塗膜のスチレンフリー2液型パテ「バンパーパテDS」¹⁾、大幅なVOC低減を達成した水性プラサフ（プライマーサーフェイサー：下地塗料）「水性ウレタンプラサフDS」²⁾、トルエン・キシレンなどのP R T R対象物質を1%以下まで低減した溶剤系上塗り塗料「レタンPGハイブリッドエコ」³⁾を2005年4月より市場へ提供している。

加えて、鋼板上だけでなく、アルミ、ステンレス鋼への塗装も可能にしたスチレンフリー2液型パテ「ポリパテDS（仮称）」、厚塗りタイプの2液ウレタンプラサフでP R T R届出対象外とした「レタンPGエコフィラー（仮称）」、および水性カラーベースコート等については、2005年秋に新聞発表を行い、これら一連の商品群にて、環境対応型自動車補修用塗料シリーズの充実を図っている（図1）。

今回、VOC量を大幅に削減し、更に、高塗装作業性、高仕上がり性を達成した、環境配慮型ハイソリッド2液ウレタンクリヤー「レタンPGエコ HSクリヤー(A)」を開発したので、以下に紹介する。

2. コンセプトと機能目標

一般的な自動車損傷部の補修工程を図1に示す。

キズや凹み部にパテを埋めて、中塗りのプライマーサーフェイサー（以下、プラサフと称する）を塗装して平滑面とした後に、上塗りカラーベースコート塗装、そしてクリヤーを塗装、乾燥させる。

自動車補修用クリヤー塗料は、主剤と硬化剤を塗装直前に混合する2液混合系ウレタンクリヤーが主流となっている。

主に、主剤には、アクリルポリオール樹脂、硬化剤にはポリイソシアネート樹脂が配合されている。この2液を混合する事により、アクリルポリオール樹脂中の水酸基とポリイソシアネート樹脂中のイソシアネート基が付加反応して、ウレタン系クリヤー塗膜を与える。

ウレタン系クリヤー塗膜は、優れた耐久性を示すが、アクリルポリオール樹脂のモノマー組成、分子量分布、樹脂Tg、また、ポリイソシアネート樹脂の種類、さらに選択される硬化触媒によっては、仕上がり性、乾燥性等が大きく左右される。

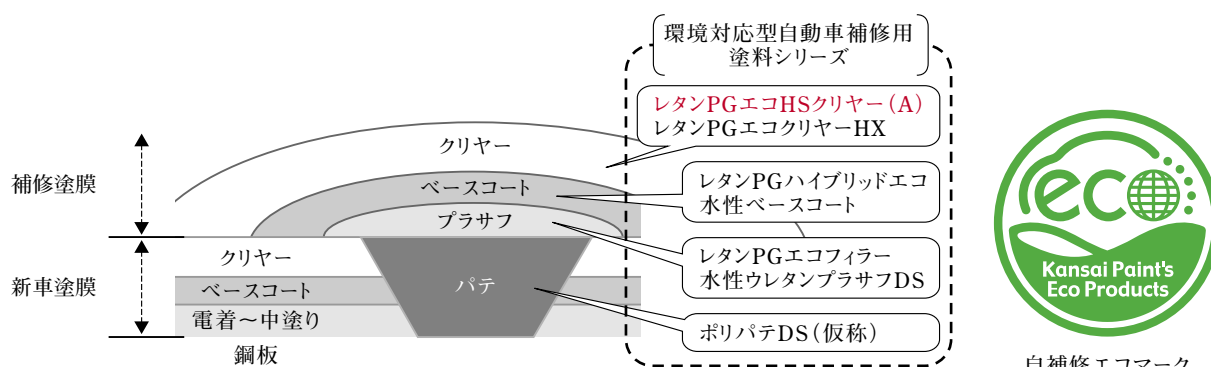


図1 自動車損傷部の補修工程(断面)

また、組成面では、従来のウレタン系クリアーは、トルエン、キシレン等の溶剤含有量が多く、VOC値が高い値を示していたが、ポリマーの構成要素であるモノマー種の見直しによって、PRTTR対応型のクリアーが市場展開されるようになってきた。また、塗装作業上、満足いく仕上がりに性を得るには、従来型クリアーでは捨て塗りを含め3回以上の塗装回数が必要になるため、塗料使用量が多くなる。加えて、塗装工程毎に指触乾燥をさせ、さらに、セッティング、強制乾燥を行うため、塗装作業時間が長時間になり、作業効率を低下させていた。

そこで、アクリルポリオール樹脂、ポリイソシアネート樹脂の組成調整を行ない、クリアー塗装時の塗装固形分を高める技術を開発することにより、従来と同等以上の仕上がりに性、乾燥性を有し、使用する塗料および溶剤量の削減、作業時間の短縮を機能目標として、開発を行った。

本クリアーに求められる重要機能項目を以下に示す。

2.1 クリアーの高固形分化

従来型のクリアーは、塗装時の固形分濃度が、約30~45%になるため、VOC量が多い。加えて、日本国内では、自動車補修用塗料についてのVOC規制値がまだ規定されてない。そこで、欧米のVOC規制を参考にし、塗料中の溶剤量を、欧州塗料工業会(CEPE)のホームページ⁴⁾に記載されているVOC規制値420g/L以内にすることを目標とした。

表1 欧州塗料工業会の自動車補修用塗料に対するVOC規制値(CEPEガイドラインVOC値から引用)

対象	規制値 ; g/L
ウォッシュプライマー	780
プラサフ、フィラー	540
ベースコート	420
クリアーコート	420

自動車補修用クリアー塗料は、指触乾燥するまで乾燥セッティングされたカラーベース塗装面に塗装される。従来型のクリアーの場合は、1回捨て塗りしてから、2~3回の仕上げ塗りの手順で塗装を行う。塗装時の固形分濃度を高くする事により、塗装回数の削減は可能となるが、溶剤分が減少する為、塗装粘度が高くなり微粒化も低下するため、平坦な肌の伸びが得られず、荒れた肌となる。そこで、塗装回数を低減しても、従来型クリアーと同等以上の塗装作業性と仕上がりに性を付与する事を重要機能として設定した。

2.2 コンパウンド磨き可能時間の短縮

クリアー塗装を終了後、乾燥させ、その後、塗膜上のゴミブツ取り、塗り肌調整を行うため、コンパウンド磨き作業を要する場合がある。そこで、従来クリアーより短い強制乾燥時間で、磨き作業ができる事もクリアー塗料の設計には重要である。

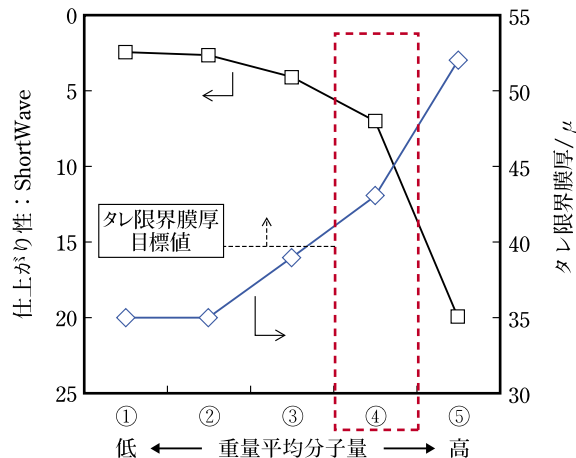
3. 性能

今回の開発では、①クリアー塗料中の溶剤量を減量し、高固形分化する。②従来型クリアーと同等または、それ以上の仕上がりに性、乾燥性、作業性を付与する。また、③環境に配慮し、トルエン、キシレン等を削減しPRTTR対応型クリアー塗料とする事を設定機能とする。そこで、設計開発にあたり、アクリルポリオール樹脂の低分子量化、イソシアネート種の選定、塗料の脱PRTTR対象溶剤の選定を行い、機能項目を満足する組成とした。本報では、その機能ポイントについて報告する。

3.1 塗料の高固形分化

良好な仕上がりに性を確保し、塗料を高固形分化するときの重要なポイントとして、アクリルポリオール樹脂の低分子量化が挙げられる。しかし、単純に低分子量化すると、塗料全体の粘度が低下するだけであり、乾燥性、塗装作業性(特に、タレ性)も著しく低下する。

そこで、種々の検討より樹脂の分子量および分子量分布に基づく粘弾性の寄与も重要な要素である事が判っているため⁵⁾、アクリルポリオール樹脂の分子量を変動した時の仕上がりに性とタレ性を確認した。その結果を図2に示す。従来型クリアーと同等以上の仕上がりに性を有し、タレ性のバランスが取れた分子量④を選定した。



注) ShortWave : ツヤ感を表す指標。数値が小さい方が良好。

図2 アクリルポリオール樹脂分子量と仕上がりに性、タレ性

3.2 作業効率の改善:コンパウンド磨き性

アクリルポリオール樹脂を低分子量化することにより、乾燥性が低下し、コンパウンド磨き性の低下が懸念される。

そこで、選定したアクリルポリオール樹脂を用い、特殊変性ポリイソシアネート樹脂を適用したときの硬度、コンパウンド磨き性を確認した。その結果を図3に示す。ポリイソシアネート樹脂Bを適用する事により、従来クリアーと同等のツコン硬度、コンパウンド磨き性が得られた。

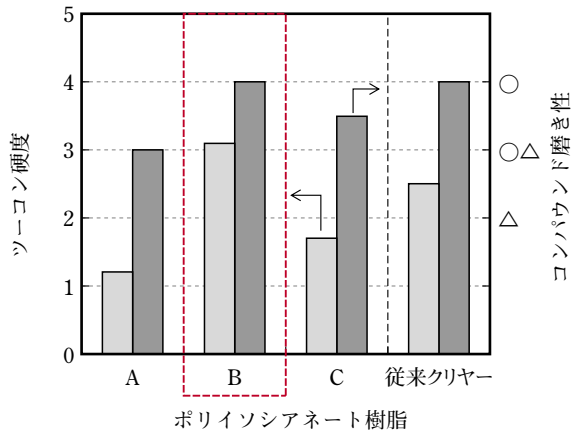


図3 ポリイソシアネート樹脂種による硬化性と磨き性

コンパウンド磨き工程は、強制乾燥終了後、新車塗膜との仕上がり肌調整やゴミブツの除去を目的として行われる。磨き作業中の塗膜表面温度は、ポリッシャーとの摩擦により、35℃程度まで上昇する。そこで、このコンパウンド磨き性の結果と相関する塗膜物性の解析を行った。引張試験(EZテスター：(株)島津製作所製)により、引張速度を変動させて、時間-温度換算則⁶⁾を用い、換算温度での塗膜物性のシミュレーションを行った。その結果を図4に示す。磨き性の良好なポリイソシアネート樹脂Bは、換算温度による最大点応力の変化が小さく、磨き性の悪いポリイソシアネート樹脂Aは、換算温度の上昇に伴い最大点応力は大きく低下した。すなわち、ポリッシャー作業により、塗膜の温度が上昇しても塗膜が軟化しづらい、最大点応力の低下が少ない事が、磨き性の良い塗膜の条件であると推測できる。

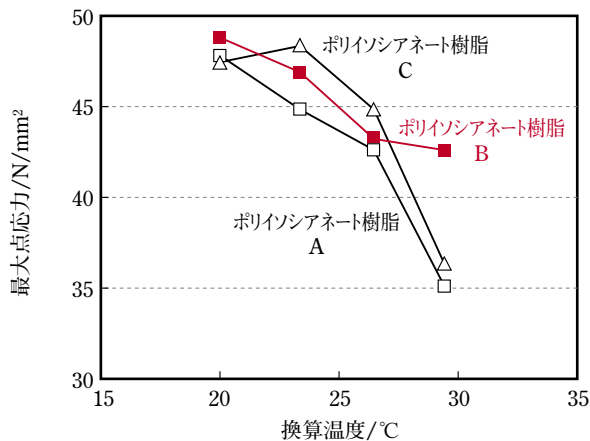


図4 温度-時間換算則を用いたときの換算温度に対する物性値

3.3 脱PRTR対象物質化

トルエン、キシレンは、PRTR対象物質：「第一種指定化学物質」に該当し、環境省によると、人の健康や動植物の生息もしくは、生育に支障をおよぼす恐れがあるとされている。その取り扱い業者は都道府県などへPRTR対象物質

の排出量、移動量の届出を行う必要がある。

トルエン、キシレンは、古くから塗料に対する良溶媒であり、仕上がりが、ナジミ性に良好な効果を与えると共に、低価格であることから、今日でも頻繁に使用されている。しかしながら、上記の健康障害の指摘もあり、トルエン、キシレン代替溶剤の探索を行った。各種溶剤と比較した仕上がりの性、ベース塗膜へのナジミ性の結果を図5に示す。塗料系に対する溶解度が良好な溶剤Bを添加したとき、仕上がりの性が良好で、且つ、ベース塗膜へのナジミ性が良好であった。

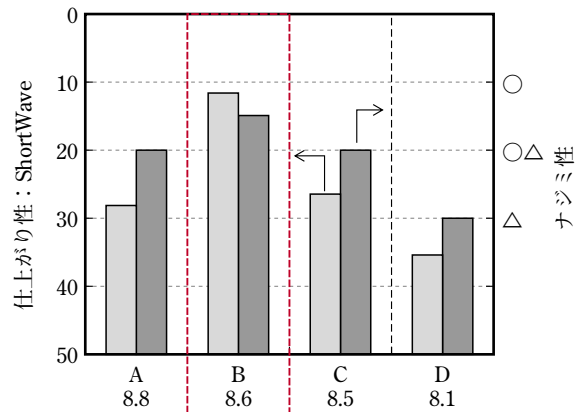


図5 溶剤種による作業性比較

注) ShortWave：ツヤ感を表す指標。数値が小さい方が良好。

4. 特徴・機能

4.1 環境にやさしい塗料

トルエン、キシレン等のPRTR対象物質を1%未満まで削減できたため、排出量、移動量の届出が不要となった。また、本クリアーは、欧州塗料工業会(CEPE)のホームページ⁷⁾に記載されているVOC規制値(420g/L)への対応も可能となった。加えて、従来クリアーに比べ、塗装時の固形分濃度を高くし、少ない塗装回数で良好な仕上がりが得られるため、従来クリアーより、単位面積当りのVOC量を約50%、さらに、塗料使用量を約40%も低減することが可能になった(図6、図7)。

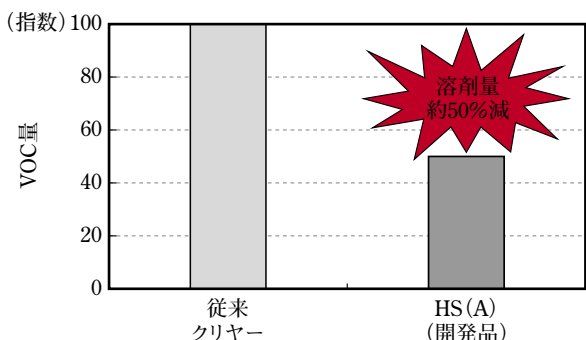


図6 塗装時単位面積当りのVOC量

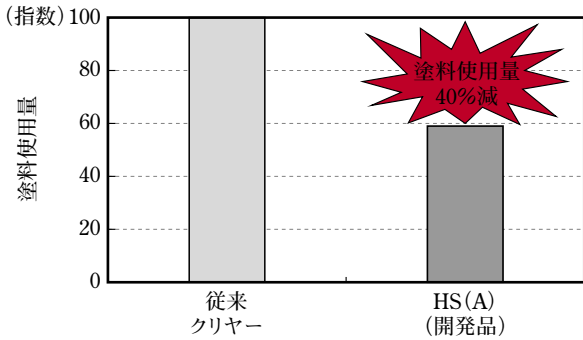


図7 塗装時単位面積当りの塗料使用量

4.2 作業効率の向上

クリアー塗装から磨き仕上げまでの工程は、クリアー塗装～セッティング～強制乾燥～コンパウンド磨き仕上げの工程になる。

従来クリアーは、塗装毎にフラッシュオフをとり、塗装終了後、セッティングしてから強制乾燥を行う。さらに、強制乾燥時間も、60℃×30分(レタンPGエコクリアーHX(A)の場合)が必要であり、塗装から強制乾燥までに長時間が必要となる。

そこで、セッティング工程の削減を目的として、セッティング時間の長短によるワキ性の確認を行った。その結果を表2に示す。本クリアーは、セッティング時間を0分にしてもワキが発生しない事が確認された。

次に、強制乾燥時間とコンパウンド磨き性について、従来クリアーとの比較を行った。その結果を表3に示す。本クリアーは、60℃×20分の乾燥後にコンパウンド磨き作業が可能になり、従来クリアーより乾燥時間を10分短縮できた。

表2 セッティング時間によるワキ性の確認

	セッティング時間		
	0分	5分	10分
レタンPGエコHSクリアー(A)	○	○	○
従来クリアー	×	○△	○

※クリアー膜厚：50μ
 ※塗装工程：鋼板～プラサフ～PGハイブリッドエコ～各クリアー

表3 強制乾燥時間によるコンパウンド磨き性の確認

	強制乾燥時間	
	60℃×20分	60℃×30分
レタンPGエコHSクリアー(A)	○	○
従来クリアー	△	○

- ※コンパウンド磨き性評価方法：
- ①強制乾燥終了後、室温にて30分放置する。
 - ②耐水ペーパー#2000にて研磨し、ペーパー目を付ける。
 - ③住友スリーエム社製ハード・1-Lを塗面に塗りつけ、ウールパフ、電動ポリッシャーにより、ペーパー目が消えるまで磨き作業を行う。
 - ④この磨き作業の状態、時間により評価を行う。

以上より、本クリアーは、ハインソリッド化により塗装回数の低減、ゼロセッティングで工数低減が図れ、さらに、コンパウンド磨き可能時間の短縮により、塗装から磨き仕上げまで

の作業時間を従来型クリアーと比較して、60%短縮することが可能になった(図8)。

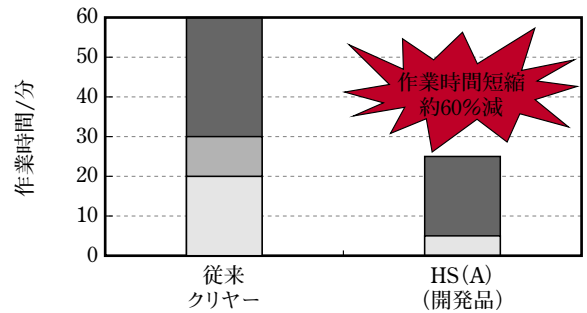
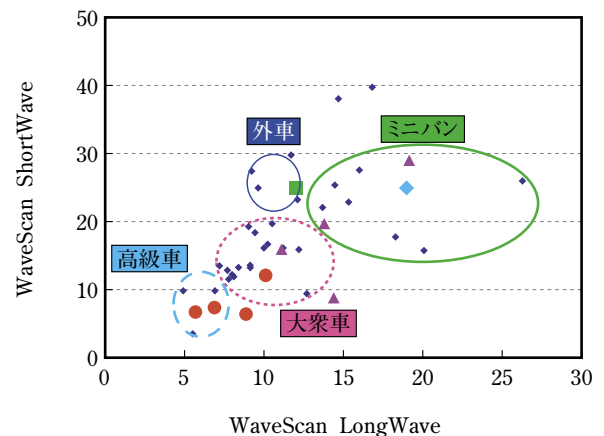


図8 クリアー塗装から磨き作業終了までの作業時間

4.3 実車、既存製品との仕上がり肌の比較

実際に供給されている乗用車の仕上がり肌(運転席側ドア部のWave Scan値)の分布を図9に示す。高級車(トヨタ：クラウン等)、大衆車(トヨタ：カローラ、日産：プリメーラ等)、ミニバン(トヨタ：エスティマ、ホンダ：ステップワゴン等)、外車(BMW：318Ci等)のように車種別に、仕上がり肌のレベルが分類できる。

この図9に示された広範囲な実車塗り肌は、従来型クリアー1種ではカバーし切れず、品揃えが必要であった。今回開発したクリアーは表4の塗装条件で塗装すると、図9全ての塗り肌が塗装可能となる。



注)LongWave：平滑性を表す指標。
 ShortWave：ツヤ感を表す指標。いずれも数値が小さい方が良好。

◆ 乗用車調査結果	◆ 塗装条件-2	▲ HXQ
● 塗装条件-1	■ 塗装条件-3	

図9 乗用車の仕上がり肌比較

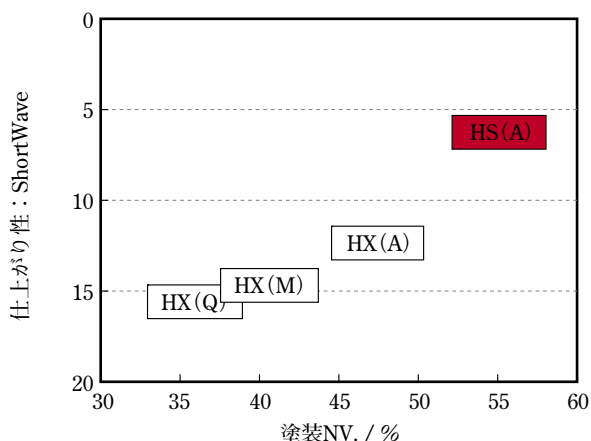
表4 塗装条件

	吐出量	エア圧：MPa
塗装条件-1	3回転	0.3
塗装条件-2	2.5回転	0.3
塗装条件-3	3回転	0.25

※使用塗装ガン：アネスト岩田社製W-100-132G

また、既存製品との仕上がり性 (Wave Scan値) の比較を図10に示す。本クリヤーでは、塗り回数を低減しても、市場で好評を得ている既存製品「レタンPGエコクリヤーHX」シリーズより、Short Waveの値が更に低い値、すなわち、凹凸感が少なく、平坦な仕上がり肌を与える事を示しており、最高級レベルの仕上がり性要求への対応も可能なクリヤーである事も確認できた。

表5に本クリヤーの標準的な塗装仕様を示す。



注) ShortWave：ツヤ感を表す指標。数値が小さい方が良好。

図10 既存製品との仕上がり性比較

表5 レタンPGエコHSクリヤー(A)の標準塗装仕様

項目		レタンPGエコHSクリヤー(A)	
調合条件	ベース	100	
	専用硬化剤	50	
	シンナー	0~20	
	適応シンナー種	レタンPGエコシンナー	
		レタンPGハイブリッドシンナー	
レタンPG2Kシンナー			
レタンPGシンナー			
塗装条件	スプレーガン	イワタ W-100-132G	
	吐出回転数	2.5~3.0回転	
	エア元圧	0.25~0.35MPa	
	塗り回数	1.5回塗り(塗装膜厚:50μ)	
乾燥条件	強制乾燥前セッティング時間	室温×0~5分	
	強制乾燥	60℃×20分	
塗装仕様	塗装工程	カラーベース塗装→室温×5~10分放置 →捨て塗り→インターバル無し→肌作り	

5. おわりに

国内自補修用塗料市場で優位な地位を占める関西ペイントには、常に市場をリードする塗料素材の提供を求められてきたが、最近では、性能さえ良ければの時代から、常に社会に貢献できる機能、すなわち、環境対応も求められる時代になってきた。これからは、環境対策を組み入れても顧客満足度を向上し、価格的にも無理のない製品をいかに開発、提供するかが技術競争の鍵を握る。引き続き、その技術力を高め、環境対応可能な商品群を継続的に開発する方針である。

6. 参考文献

- 1) 中澤亮介、高橋輝好：塗料の研究、144、62 (2005)
- 2) 西澤安明、中村皇紀：塗料の研究、142、27 (2004)
- 3) 樋口和信：塗料の研究、143、56 (2005)
- 4) 欧州塗料工業会 (CEPE) ホームページ；
<http://www.cepe.org/homepage.htm>
- 5) 藤谷俊英：色材協会、「塗料講座」1995年11月
- 6) 桑野英治、原義則：塗料の研究、135、10 (2000)

