

オール水性鉄部、木部塗装仕様用塗料

Waterborne Coating Systems for Steel and Wood



CM研究所
第3部
才川圭一郎
Keiichiro
Saikawa



第2事業部
技術開発部
八木沢敬良
Takayoshi
Yagisawa

1. はじめに

1997年に採択された京都議定書に見られるように、地球温暖化、オゾン層の破壊、酸性雨等の環境問題には地球規模での対策が求められるようになってきている。今後は、各企業の責任において環境問題に取り組むことが社会から要求されるようになり、製品の開発においても高品質、高機能、高生産性の追求に加え、「地球にやさしい」、「人にやさしい」など環境への配慮が必須となってきた。

有機溶剤排出の削減は塗料メーカーにとって大きな課題の一つであり、その対策の一環として塗料のハイソリッド化、水性化、無溶剤化が行われてきている。建築用塗料では、従来から無機建材用途を中心に水性化が進んでおり、当社でも水性化比率は80%を超えている。アクリル、ウレタン、シリコンさらにはフッ素樹脂に至るまで、水性塗料の品質は年々高まってきている。さらに当社では、エマルション粒子間に架橋を導入することで、水性塗料の弱点であった乾燥初期の耐水性等も克服してきている¹⁾²⁾。また、シックハウス症候群などの室内環境汚染問題を解決すべく、超低VOC、ホルムアルデヒド等の吸着・分解による無害化などの技術も開発されてきている³⁾。

手すり・鉄扉などの鉄部や、窓枠・破風などの木部の塗装においては、今もって溶剤系の合成樹脂調合ペイントやターペン希釈形のウレタン塗料が使用されており、唯一水性化が進んでいない。これは、一般に水性塗料に用いられるエマルションがその化学組成上、鉄部(錆も含む)、木部へのなじみが悪く、また超高分子量のため溶液型樹脂に比べ造膜性に劣ることから、仕上がり性(高光沢)と防食性を共立させる品質が得られないことに起因している。

当社では、新規に開発したアルキド樹脂エマルションを用いて、鉄部、木部用途に使用できる水性塗料を開発した。本稿ではその経緯ならびに塗料の概要と特長について述べる。開発した錆止め塗料、木部下塗り塗料、有光沢上塗り塗料は、いずれも超低VOC型塗料であり、PRTR法該

当物質⁴⁾も含まない環境対応型塗料である。

2. 開発コンセプト

開発した塗料と想定した鉄部及び木部の塗装仕様を図1に示す。下塗りとして鉄部用錆止め塗料、木部下塗り塗料、上塗りとして有光沢上塗り塗料を開発した。上塗り塗料の開発にあたっては、仕上がり性(高光沢)及びガスバリアー性(防食性)に優れた品質を目標とした。以下に各塗料の開発機能目標を列記する。

- (1) 錆止め塗料: シアナミド鉛さび止めペイント(JIS K 5625)と同等以上の防食性
- (2) 木部下塗り塗料: 下塗り用調合ペイント(JASS 18 M-304)と同等以上の作業性(研ぎ性)
- (3) 有光沢上塗り塗料: 合成樹脂調合ペイント(JIS K 5516)と同等以上の耐候性、作業性、仕上がり性及びガスバリアー性

また、環境対応型塗料として、日本塗料工業会の定めた健康リスクに対する建築用塗料の目標基準(表1に記載)⁵⁾を満足すること、PRTR法該当物質ならびに厚生労働省が室内空気中濃度指針値を定めた化学物質(表2に記載)⁶⁾を塗料中に含まないことも開発コンセプトとした。

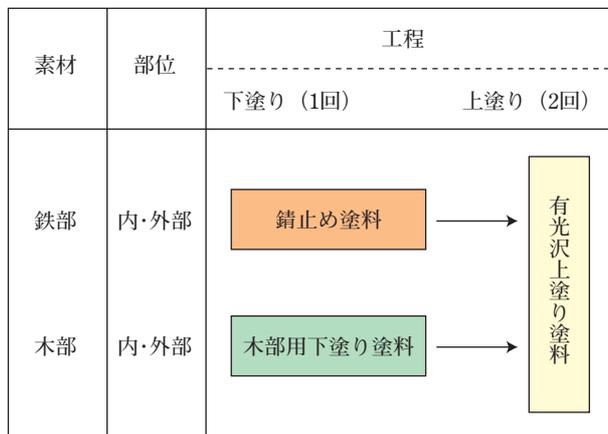


図1 開発品の鉄部および木部における塗装仕様

表1 健康リスクに対する建築用エマルジョン塗料の目標基準

物質名	目標値
TVOC（全揮発性有機化合物）	1%以下
芳香族系溶剤	0.1%以下
アルデヒド類	0.01%以下
重金属類（鉛、クロム類）	0.05%以下
発癌性物質	0.1%以下
生殖毒性物質	
変異原性物質	
感作性物質	0.1%以下

（日本塗料工業会）

表2 厚生労働省が策定した揮発性有機化合物の室内濃度指針値

揮発性有機化合物	室内濃度指針値	設定日
ホルムアルデヒド	0.08ppm	H9.6
トルエン	0.07ppm	H12.6
キシレン	0.20ppm	
パラジクロルベンゼン	0.04ppm	
エチルベンゼン	0.88ppm	H12.12
スチレン	0.05ppm	
クロルピリホス	0.07ppb	
フタル酸ジnブチル	0.02ppm	
テトラデカン	0.04ppm	H13.7
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	7.60ppb	
ダイアノジン	0.02ppb	
アセトアルデヒド	0.03ppm	H14.1
フェノプロカルブ	3.80ppb	
TVOC	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	H12.12

3. 新規アルキド樹脂エマルジョンの開発

一般にアルキド樹脂は、鉄部（錆も含む）や木部に対する密着性に優れ、酸化硬化による一液常温架橋性を有し、光沢・肉持ち感に優れる塗膜を形成する。また、植物油を原料の一部（数十%）とすることから、石油資源の消費を防ぎ、資源循環にも寄与する。本開発においては、これらアルキド樹脂の特長を再認識し、鉄部及び木部用水性塗料の基体樹脂として、アルキド樹脂エマルジョンに着目し、その開発に着手した。

3.1 アルキド樹脂のエマルジョン化

従来のアルキド樹脂エマルジョンでは、製造時の自己乳化のために両親媒性溶剤を使用し、さらに高酸価樹脂を必要とし、中和にアミン化合物を使用している。また、エマルジョン化度が低いことによる貯蔵時の加水分解安定性の低さ、さらには、保護コロイド、界面活性剤の影響による造膜性・塗膜性能の低下など、種々の問題を抱えていた。

当社では、樹脂骨格中に界面活性機能を有するモノマーを組み込み、さらに界面エネルギーをコントロールすることで上記問題点を解決し、溶剤フリー、アミンフリーで造膜性に優れたアルキド樹脂エマルジョンを開発した。

3.2 アルキド樹脂エマルジョンの造膜性

エマルジョンの造膜性は仕上がりにだけでなく、乾燥後の塗膜性能にも大きく影響する。3.1で述べた手法の他、樹脂の分子量、油長などをコントロールすることにより、エマルジョンの造膜性をさらに高めることが可能となった。

図2は、一般のアクリル樹脂エマルジョンと開発品の乾燥時の造膜過程を、位相差顕微鏡により観察した時の写真である。アクリル樹脂エマルジョンは、水の蒸発に伴いエマルジョン粒子が接近し、融着が始まる。5分後には目視において透明な塗膜が得られるが、連続膜は形成されていない。一方、今回開発したアルキド樹脂エマルジョンでは、乾燥初期においてはアクリルエマルジョンと同様の挙動を示したが、5分後に相転換が起こり、6分後には完全な連続膜が形成されている。また、MFT（最低造膜温度）は0℃以下であり、塗料化において造膜助剤を必要としない。

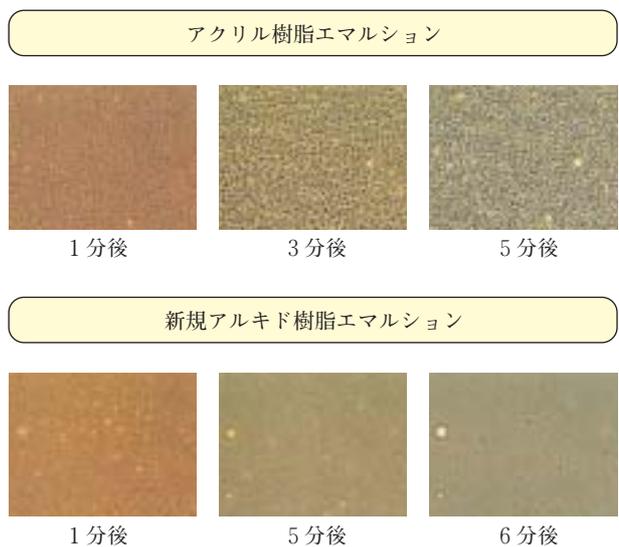


図2 エマルジョンの種類と造膜性

4. 鉄部・木部塗装仕様用塗料の開発

4.1 有光沢上塗り塗料と鉄部塗装仕様

新規アルキド樹脂エマルジョンの技術を用いて、鉄部用水性塗料の開発に取り組んだ。3.2で示した造膜性に優れたアルキド樹脂エマルジョンの特性を活かし、仕上がりに（高光沢）とガスバリアー性（防食性）を満足する有光沢上塗り塗料を開発した。表3には、各種上塗り塗料のガスバリアー性を示す。本開発品はアクリル樹脂エマルジョン塗料に比べ、高い水蒸気および酸素ガス遮断性を有し、その値は溶剤型の合成樹脂調合ペイントと同等である。図3にJISさび止め（JIS K 5621～5625）に規定されている耐複合サイクル防食性試験を行った結果を示す。なお、素材には軟鋼板及び錆板（ワイヤーホールにてケレン）を用いた。本品の2回塗りで、溶剤系塗装仕様（シアナミド鉛さび止めペイント＋合成樹脂調合ペイント）とほぼ同等の防食性が得られた。

表3 上塗り塗料のガスバリアー性

塗料	本開発品	合成樹脂調合ペイント	つや有りエマルジョンペイント
透湿度	190	170	440
酸素透過係数	1.7	1.6	2.3

注)透湿度(g/m²/24hr):JIS Z 0208準拠
 酸素透過係数(×10⁻¹⁰cm³・cm²/cm²/s/cmHg):製科研式

厳しい腐食環境下での塗装適性を高めるために錆止め塗料を設計した。防錆顔料には、鉛・クロムフリーの無公害タイプのものを適用したが、樹脂組成とPVCの適正化により

		本開発塗装仕様		溶剤系塗装仕様
塗装仕様	下塗り(1回塗り)	無塗装	本開発錆止め塗料	シアナミド鉛さび止めペイント(JIS K 5625)
	上塗り(2回塗り)	本開発上塗り塗料		合成樹脂調合ペイント(JIS K 5516)
素材	軟鋼板			
	一般部での錆発生率	0%	0%	0%
	錆鋼板			
	一般部での錆発生率	0.03%	0%	0.03%

図3 耐複合サイクル防食性試験結果(36サイクル)

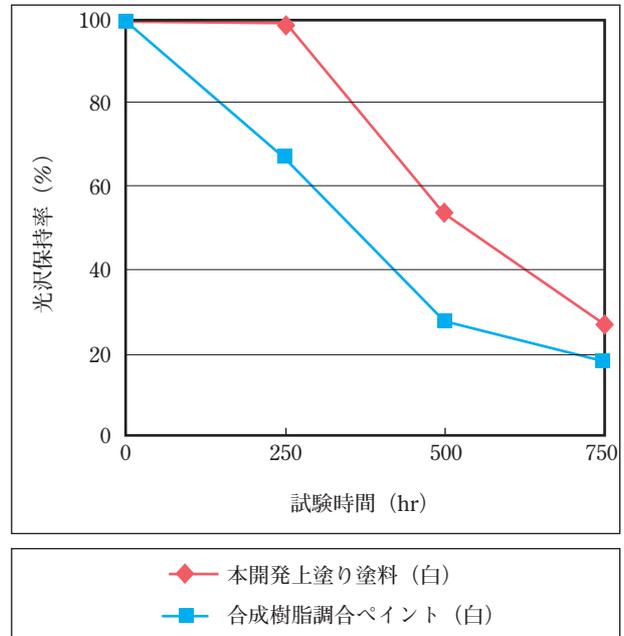


図4 サンシャインウエザオメーター試験結果 (試験時間と光沢保持率との関係)

シアナミド鉛さび止めペイント(JIS K 5625)と同等の防食性を得ることができた。上塗り塗料との塗装システムにおいて、溶剤系塗装仕様と同等以上の防食性が得られた(図3参照)。

本開発の上塗り塗料は、耐候性を考慮して樹脂中の油長・油種を決め、さらには高耐候性グレードのチタン白を採用したことで良好な耐候性を有する。図4にサンシャインウエザオメーターによる促進耐候性試験結果を示す。本開発品は、既存の合成樹脂調合ペイントよりも経時での光沢低下が小さく、耐候性に優れている。

上塗り塗料の仕上がりに性を確保するために塗料粘性の検討を行った。その結果、本エマルジョンとの適性に優れた増粘剤を見出した。図5に、本開発上塗り塗料のずり速度と粘度の関係を示す。本開発品は7000～12000(1/sec)といった高シェアレートで粘度が低く、塗装時の刷毛さばき性に有利となる。一般に水性塗料の場合、塗装時のたるみ性(ダレ性)と塗装後の仕上がりに(高光沢)の両立は難しいが、本開発品は粘性をコントロールすることでその両立化を達成した。表4に、刷毛塗装時の作業性及び塗装後の

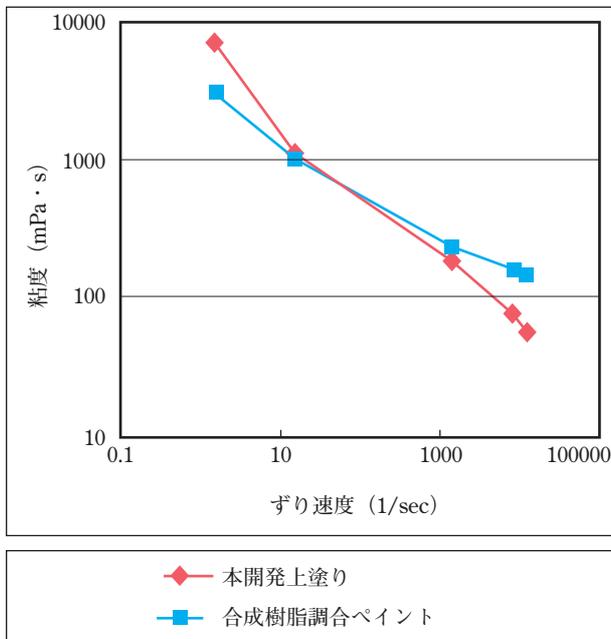


図5 ざり速度と粘度との関係

仕上がり性を評価した結果を示す。いずれも、溶剤型の合成樹脂調合ペイントより優れている。

4.2 木部下塗り塗料

開発した有光沢上塗り塗料を木部へ適用するため、木部下塗り塗料を開発した。合成樹脂調合ペイントを木部に塗装する場合、その肉持ち感に優れる仕上がり性と吸い込み止め、さらには研磨による平滑性を確保するために、下塗り用調合ペイント(JASS 18 M-304)を必要とする。本開発においても同様な目的から開発したが、木部面では素地の繊維の膨潤による毛羽立ちが起こることから、毛羽を除去するための研磨性(研ぎ性)が特に重要になる。本開発では研ぎ性を高めるために、樹脂の堅さと顔料種・濃度を検討しその最適化を図った。表5は、乾燥時間と研ぎ性の関係を示している。本開発品は塗装後3時間で研磨が可能で、研ぎ作業性も16時間乾燥後の合成樹脂調合ペイントと同等であった。なお、研ぎは240番サンドペーパーを用いて行

表4 刷毛塗装時の作業性および仕上がり性

	本開発上塗り塗料	合成樹脂調合ペイント	つや有りエマルジョンペイント
作業性	◎ (軽い)	○	○
たるみ性 (タレ限界膜厚)	○ (55 μm)	○ (59 μm)	△ (40 μm)
仕上がり性	目視 (刷毛目)	○	△
	60° グロス	93	82

表5 研ぎ性試験結果

塗装後の乾燥時間	本開発下塗り塗料	下塗り用調合ペイント
1時間	△	×
3時間	○	△
16時間	○	○

表6 上塗り塗装後の仕上がり性

	本開発下塗り塗料	下塗り用調合ペイント
下塗り	本開発下塗り塗料	合成樹脂調合ペイント
上塗り	本開発上塗り塗料	合成樹脂調合ペイント
吸い込みムラ	無し	無し
平滑性	○	○
60° グロス	75	75

表7 鉄部用標準塗装仕様

工程	塗料	塗装回数	塗付量 kg/m ² /回	塗装間隔	塗装方法
素地調整	電動工具・手工具を用いて、赤錆や黒皮を入念に除去する。油脂分・水分・じんあいは完全に除去する。				
下塗り	錆止め塗料	1	0.12~0.17	3時間以上	ハケ、ローラー、スプレー
上塗り	有光沢上塗り塗料	2	0.10~0.15	3時間以上	ハケ、ローラー、スプレー

表8 木部用標準塗装仕様

工程	塗料	塗装回数	塗付量 kg/m ² /回	塗装間隔	塗装方法
処理	汚れ、付着物を除去し、研磨紙#120～240を用いて研磨紙ずりを行う。節およびその周辺はセラックニスを用いて節止めを行い、穴埋めの必要があれば、ポリパテなどで穴埋めを行う。				
下塗り	木部下塗り塗料	1	0.12～0.14	3時間以上	ハケ、ローラー
上塗り	有光沢上塗り塗料	2	0.10～0.15	3時間以上	ハケ、ローラー、スプレー

った。下塗り塗料の乾燥が不十分な場合は、研ぎにより塗膜が不均一となり平滑性が損なわれる。また、研磨後上塗りを塗装して仕上がり外観を確認した結果、表6のように吸い込みムラも見られず良好であった。

4.3 環境への配慮

本塗料の開発により、従来困難とされてきた鉄部・木部の水性塗料への置き換えが可能になり、地球環境へのVOC放散量の削減に貢献できる。また先に述べたように、樹脂の主原料は植物成分なので省資源型製品でもある。さらに塗料そのものの安全性を高めるために、以下の配慮と確認を行った。

- 健康リスク目標基準(日本塗料工業会)
 - *超低VOC化達成
 - *アルデヒド化合物フリー
 - *鉛・クロムフリー
- PRTR法該当物質(環境省)
 - *該当物質フリー化達成
- 室内濃度規制揮発性有機化合物(厚生労働省)
 - *塗料で分析した結果、該当物質は検出されなかった。

4.4 標準塗装仕様

一般の合成樹脂調合ペイントは、乾燥が不十分な場合、塗り重ねをすると再溶解による引っ張り、チヂミの問題があり、1day1coatを余儀なくされる。本開発品は水性のため再溶解による不具合がなく、1日以内での塗装完工が可能となった。表7、8に鉄部、木部での標準塗装仕様を示した。

5. おわりに

当社では、『エコペインター宣言』に基づく、各種環境改善型塗料を販売してきている。その中には、ホルムアルデヒド抑制効果、抗菌性、消臭性、塩ビクロス適性といった新機能を付与した超低VOC型エマルジョン塗料も含まれている。

本稿で紹介した鉄部・木部用水性塗料は、エコペインター宣言の一環として他社に先駆けて開発してきた製品であり、仕上がり性・塗膜性能とも従来の溶剤系塗料と同レベルであることから、次世代のアルキド樹脂塗料として社会の要請に充分応えられるものであると自負している。

今後も新たな環境改善型塗料の開発に取り組み、社会へ貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉田、杉島、嘉瀬井:塗料の研究、No.125、p.46(1995)
- 2) 才川:塗料の研究、No.128、p.62(1997)
- 3) 高野、繁谷:塗料の研究、No.131、p.24(1998)
- 4) 環境省 <http://www.env.go.jp/>
- 5) (社)日本塗料工業会:塗料・塗装に関する第一次室内環境対策-室内用建築塗料の目標基準設定-、塗装と塗料、45[6]、p.45(1997)
- 6) 厚生労働省 <http://www.mhlw.go.jp/>