

事例

一般工業用水性塗料の特徴と今後の展望

Furuwan Masayuki
大泰化工(株) 古椀 雅之

技術部 課長
〒566-0072 大阪府摂津市鳥飼西3-11-2
☎072-654-5121

はじめに

一般工業用塗料は産業機械、土木建材、電気機器、大型車両、鋼製家具などに至るまで、多岐にわたる分野で使用されており、また使用される塗料の形態、仕様もさまざま、溶剤型塗料、水性塗料、粉体塗料、UV塗料などがあげられる。

近年、環境保護に対する関心の高まりとともに、化学製品に関するさまざまな取り組みがなされており、その法令として、大気汚染防止法、VOC (Volatile Organic Compounds: 揮発性有機化合物) 排出規制、PRTR制度(化学物質排出把握管理促進法)、地球温暖化対策促進法などがある。

一般工業用塗料分野でも環境対策として環境対応型塗料の導入が盛んに行われており、特に大気汚染の主な原因とされているVOCの排出規制に注力している。その手法として、塗料の水性化、低溶剤化、無溶剤化などが検討されており、その中でも塗料の水性化は、VOC排出低減に対する有用な方法の一つである。各社水性塗料に対する開発検討が盛んに行われ実用化が進められているが、溶剤系塗料と比べると、塗装作業性、塗膜性

能、コスト面の問題などから、まだまだ需要拡大には至っていない。本稿では、一般工業用塗料における水性塗料の課題と今後の展望について紹介する。

一般工業用水性塗料の特徴

一般工業用塗料とは工場など屋内で塗装される塗料であり、金属下地用塗料が多くを占めており、用途によって常温乾燥型塗料と、焼き付け型塗料に分類される。また、塗装方式は仕上げ外観を重視するためにスプレー塗装が基本となるため、使用される塗料は塗装作業性が重視される。

水性塗料の塗装作業性は、さまざまな種類の有機溶剤を溶媒として選択できる溶剤系塗料とは異なり、希釈剤が水のみしか選択できないので、水の物理特性に大きく左右される。具体的な例をあげると、塗料塗装時にタレ・ワキが発生した場合、溶剤系塗料であれば蒸発速度の異なる数種類の有機溶剤を配合することにより、乾燥速度、溶解性を容易に調整することができるが、水性塗料の場合は他の溶媒による調整ができないため、乾燥速度などの調整が困難となる。

水と有機溶剤(代表例としてトルエン)の物理特性を表1に示した。この表より有機溶剤と比較して水がいかに特異的であるかがわかる。

初めに水の沸点と蒸発潜熱に注目すると、水の沸点は100℃と有機溶剤であるトルエンと比較して低いにも関わらず蒸発潜熱が非常に大きい。蒸

表1 水と有機溶剤の物理特性

	水	トルエン	水の特異性
沸点(℃)	100	111	
蒸発潜熱(cal/g)	540	82	蒸発しにくい
表面張力(mN/m)	73	29	ハジキを起こしやすい
溶解パラメーター	23.5	8.8	

表 2 水性塗料用樹脂の形態と特性

	水溶性	コロダイル ディスパージョン	エマルジョン
外観	透明	半透明～白濁	乳白色
粒径	—	0.1～0.01μm	0.1μm<
分子量	小	中	大
粘度	高い (分子量に依存)	中位	低い(分子量に依存しない)
塗膜の耐水性	劣る	良好	良好

発潜熱が大きいということは、蒸発に必要なエネルギーが多く必要となり乾燥しにくい。これを一般的な焼き付け用塗料の条件に当てはめると、塗装時にはタレが発生しやすくなり(水の蒸発潜熱が高いため塗装直後の塗膜は乾きにくい)、焼き付け時にはワキやすくなる(水の沸点が有機溶剤と比較すると低いため)。また塗装環境にも大きく左右されやすく、梅雨時期など湿度が高い状態で塗装を行うと水がいつまでも蒸発せずにタレなどの塗膜外観問題となる。

このような問題を解決するためには、通年にわたる塗装環境の管理(温湿度コントロール)や、設備の補充(プレヒートゾーンの設置など)が最も有用であるが、塗料面での改善も重要となる。タレ性の改善には、粘性制御(レオロジーコントロール)が必要で、具体的には、低せん断時(塗料が被塗物に塗着後など力が加わらなくなったときの粘度を高くしなければならない。しかし一般工業用塗料は塗膜外観が必要となるので、スプレー塗装性を良好にするためにも、高せん断時(塗装など、外部から大きな力が加わったとき)の粘度を低くしなければならない。すなわち、低せん断時高粘度、高せん断時低粘度と塗料を擬塑性粘度特性に設計しなければならない。

次に注目すべき点は表面張力で、水の表面張力は有機溶剤と比較して非常に高い。塗料の表面張力が高い場合は、塗装素地への濡れ性が悪くなりやすく外観不良や密着性低下の原因となる。また、塗膜に異物などが付着した場合にハジキやすくなるといった問題も発生する。表面調整剤の添加で、塗料の表面張力を低く調整する必要がある。

●●● 水性塗料の特性

1. 樹脂に関して

水性塗料用樹脂は、形態によって大きく3種類

表 3 水性塗料と、溶剤系塗料の塗装作業性の比較

	水性塗料	溶剤系塗料
タレ性	塗装時、調整困難 塗料設計の見直しが必要 (固形分・増粘剤の添加)	塗装時、調整可能 沸点の異なる 有機溶剤で調整可能
ワキ性	塗装時、調整困難 (塗料泡抜け悪い) 塗料設計の見直しが必要 (消泡剤の添加)	塗装時、調整可能 (塗料泡抜けしやすい) 沸点の異なる 有機溶剤で調整可能
ハジキ 塗れ不良	異物混入ではじきやすい 素地への濡れ悪い	異物混入ではじきにくい 素地への濡れ良好

に分類される。主な特徴を表2に示す¹⁾。

(1)水溶性樹脂

疎水性である樹脂を水に溶解させるために、親水性を付与する官能基を樹脂骨格に均一に分布させている。親水性の官能基の数が多くなるので一般的に耐水性は劣る。また低分子量であることが多いため、基本的には架橋剤と組み合わせた反応硬化型塗料として使用される。

(2)ディスパージョン樹脂

親水性官能基を疎水性樹脂骨格中にランダムに分布させる(親水性の官能基を水溶性樹脂より減らす)ことで、疎水部同士が寄り集まりそれを親水基が取り巻く形で安定する構造となっている。分子量は水溶性樹脂より高く設計できるが、こちらも架橋剤と組み合わせて塗料化される場合が多い。

(3)エマルジョン樹脂

疎水性樹脂骨格を親水基が完全に覆う構造となっており、疎水部と親水部は完全に分かれた状態で安定化している。上記2種類の樹脂と比較すると高分子であるため、1液の常温乾燥型塗料として使用可能である。また架橋剤と組み合わせてより高い塗膜性能を確保することもできる。

2. 塗装作業性に関して

水性塗料の塗装作業性に関して、水性塗料と溶剤系塗料の比較表を表3にまとめた。先にも記述したが、有機溶剤とは異なり、水の物理特性は特異的な挙動を示すために、水性塗料には課題が数多く存在する。以下にその課題例をいくつか取り上げて検討事例を述べる。

●●● 水性塗料の課題

下記に水性塗料で問題となりやすい事象をあげて当社の改善例を踏まえながら説明を行う。