

当社の構造物用VOC排出抑制形塗料

Our VOC Emission Controlled Paints for Structure

一般塗料部門
構造物塗料事業部
マーケティンググループ
General Coating Division.
Heavy Duty Dept.
Marketing Group



金井 毅哉
Takaya KANAI

一般塗料部門
構造物塗料事業部
開発グループ
General Coating Division.
Heavy Duty Dept.
Business Development Group



山本 基弘
Motohiro YAMAMOTO



里 隆幸
Takayuki SATO

1. はじめに

VOC(Volatile Organic Compounds)は、難分解性であることが多いため浸透して土壌や地下水を汚染したり、大気中に放出されると光化学反応によってオキシダントやSPM(浮遊粒子状物質)の発生源として関与していると考えられ、VOCを原因とする大気汚染による人体への影響が懸念されている。

わが国の大気汚染対策としては、これまで、自動車排ガス規制等でNO_x(窒素酸化物)やSO_x(硫黄酸化物)の規制が行われてきた。しかしながら、深刻な状況が続く大気汚染の現状から、近年、VOCの排出抑制対策にも目が向けられ、VOCの固定排出源である工場・事業所からの排出を規制するために、改正大気汚染防止法に基づいて、規制対象施設の種類と規模を定める政令が2005年6月1日に施行された。

VOC規制に限らず、最近では環境や人に優しい工業製品に関する社会の関心が高まっており、このようなニーズに合致した商品を開発することは製造業に携わる者にとっての使命であり、塗料メーカーも例外ではない。

本報では、一般的なVOC排出抑制形塗料の考え方を記した後に、具体的に当社の「構造物用VOC排出抑制形塗料」に対する取り組み状況について報告する。

2. VOC排出抑制形塗料の種類および概要¹⁾

2.1 水系塗料

溶媒を水とした塗料であるが、微量のVOCを含有することがある。各用途向けに水系塗料の開発が進められているが、性能、乾燥、および設備の新設などに対する検討が必要である。²⁾³⁾⁴⁾

水系塗料の適用が困難とされてきた構造物用塗料も課題は残しているものの、ここ数年の性能面での進歩は著しく、塗装システムとして水系化が確立されている。

2.2 無溶剤形塗料

低分子量の樹脂などの使用により、VOCを含有しない塗料である。ポットライフが短かかったり、塗料粘度が高粘度となる傾向があるため、塗装には一般に専用の塗装機が必要であり、塗装作業性も溶剤形と比べると劣る場合がある。

2.3 粉体塗料

塗料性状が粉体(固体)であり、VOCを含有しない塗料である。適用業種によっては低温焼付けや少量多品種対応などの点で課題がある。

構造物用塗料としては塗装設備の制約等、作業性の点で適用することは困難である。

2.4 ハイソリッド形塗料

NAD技術の適用などでVOCの含有率を10～20%程度まで削減した溶剤形塗料である。塗膜性能の低下は少ないが、塗装作業性は一般の溶剤形に比べるとやや劣る傾向がある。

2.5 高耐久性塗料

構造物の場合、供用期間中に幾度かの塗り替えによって塗膜の機能を維持することが一般的である。従って防食下地としてのシンクリッチペイントの適用や高耐久性を有するふっ素樹脂塗料の適用などによって供用期間の塗り替え周期を長くすることができ、結果としてライフサイクルを考慮した場合のトータルVOC量を低減することが可能となる。

このように塗料の「VOC排出抑制」には幾つかの手段があるが、構造物用塗料としては、使用される環境、求められる性能を考慮すると、現状では水系塗料、およびハイソリッド形塗料の開発を進めることが望ましいと考える。

以下、VOC低減塗料、塗装仕様の一例として、1)ハイソリッド形塗料として「Vシリコンスーパー」⁵⁾を、2)水系塗装仕様として「水系ポリウレタン塗装システム」⁶⁾⁻⁸⁾について紹介する。

3. VOC削減塗装仕様

一般的な現行重防食塗装仕様である「変性エポキシ樹脂塗料下塗+ポリウレタン樹脂塗料用中塗+ポリウレタン樹脂塗料上塗」を標準として、VOC低減塗装仕様3例を表1に紹介する。

何れの仕様も現行と比較して50%以上のVOC削減となる。削減率で区分すると、例1が50%台、例2が60%台、例3が90%台となり、仕様選定には塗装条件や経済性等も考慮要因となる。

4. VOC低減塗料 = Vシリコンスーパー

本塗料は、環境対応は勿論のこと、増大が予測される塗替塗装にも対応するために、下塗り、上塗り兼用の特長を持たせて省工程化によるコスト削減も考慮している。

すなわち本塗料は、「環境対応」+「変性エポキシ樹脂塗料下塗並みの防食性」+「シリコン樹脂塗料並みの耐候性」の三面性を併せ持つ塗料であり、以下に概要を述べる。

表1 VOC低減塗装仕様例

項目		現行仕様	VOC削減仕様例1	VOC削減仕様例2	VOC削減仕様例3	
塗装仕様	下塗	エポオール#40下塗 0.13kg/m ² (40μm)	エポオールスマイル 0.13kg/m ² (40μm)	Vグラン下塗 0.12kg/m ² (40μm)	水性エポオール(仮称) 0.13kg/m ² (40μm)	
	中塗	VトップH中塗 0.12kg/m ² (30μm)	Vシリコンスーパー 0.12kg/m ² (50μm)	Vシリコンスーパー 0.12kg/m ² (50μm)	水性VトップH中塗(仮称) 0.14kg/m ² (30μm)	
	上塗	VトップH上塗 0.11kg/m ² (30μm)	Vシリコンスーパー 0.12kg/m ² (50μm)	Vシリコンスーパー 0.12kg/m ² (50μm)	水性VトップH上塗(仮称) 0.11kg/m ² (30μm)	
現行との比較	VOC量 (g/m ²)	下塗	35.8	39.7	27.6	0.0
		中塗	45.6	9.5	9.5	0.0
		上塗	44.0	9.5	9.5	5.5
		合計	125.4	58.7	46.6	5.5
	VOC削減率(%)		53.2%	62.8%	95.6%	
期待耐用年数		10～12	12～15	12～15	10～12	

4.1 塗料・塗膜性能

Vシリコンスーパーの塗料・塗膜性能を表2に示す。
(試験条件)板：#240のエメリー紙で研磨、キシレン脱脂したみがき軟鋼板(1.6×70×150mm)
膜厚：80μm

表2 Vシリコンスーパーの塗料・塗膜性能

性能項目	試験項目	試験水準	試験結果	
施工性	光沢(60 鏡面光沢度)	70以上	88	
	乾燥時間	5	半硬化乾燥	12時間
		20		4時間
		30		3時間
	塗装間隔	5		24時間
		20		12時間
30		8時間		
防食性	屋外暴露試験	12ヶ月	良好(カット部 ふくれ幅<1mm)	
	耐塩水噴霧性	1000時間	良好(カット部 ふくれ幅<1mm)	
	耐複合腐食 サイクル試験	200サイクル	良好(カット部 ふくれ幅<1mm)	
耐候性	屋外暴露試験	12ヶ月	光沢保持率90%	
	促進耐候性(SWOM)	1000時間	光沢保持率80%	
耐熱・ 耐寒性	-40 ~ 120	-	良好	

4.2 促進耐候性

Vシリコンスーパーのサンシャインウエザオメーターによる促進耐候性をふっ素樹脂塗料上塗およびポリウレタン樹脂塗料上塗、塩化ゴム系塗料上塗、フタル酸樹脂塗料上塗と比較した結果を図1に示す。

促進耐候性試験を実施した結果、Vシリコンスーパーの促進耐候性はふっ素樹脂塗料上塗とウレタン樹脂塗料上塗の中間に位置し良好な耐候性を示した。

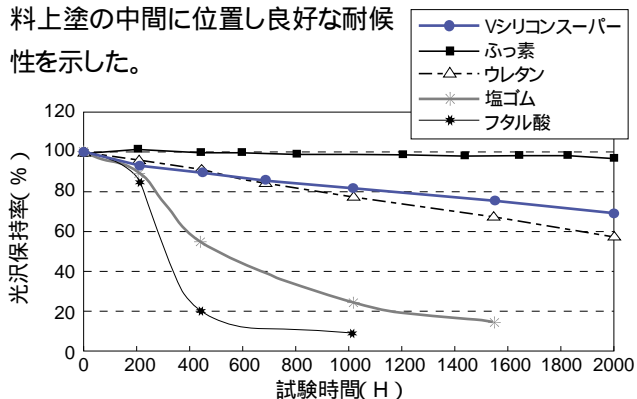


図1 Vシリコンスーパーと他塗膜の促進耐候性試験結果

4.3 防食性

Vシリコンスーパーの防食性を変性エポキシ樹脂塗料下塗/シリコン樹脂塗料上塗塗装系との比較において、複合腐食サイクルによる促進腐食性試験を200サイクル実施し評価した。

その結果、図2に示すとおりVシリコンスーパーは、変性エポキシ樹脂塗料下塗/シリコン樹脂塗料上塗塗装系と同等の防食性を有していることが実証された。

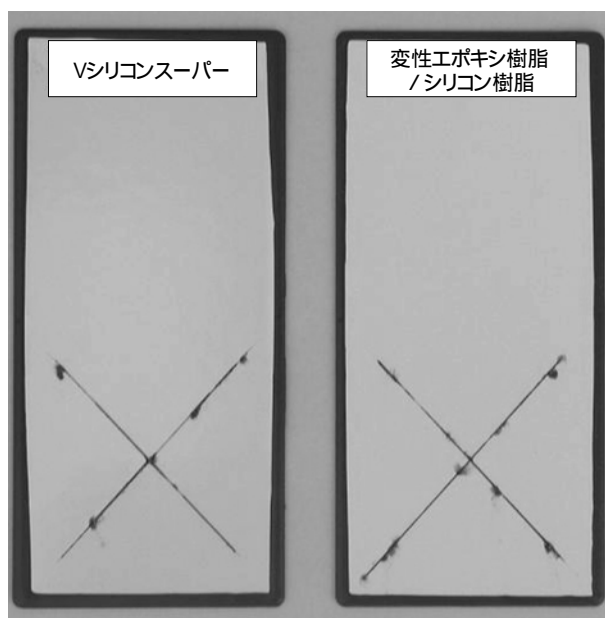


図2 複合腐食サイクル試験によるVシリコンスーパーの防食性試験(200サイクル)

5. VOC低減塗装システム = 水系ポリウレタン塗装システム

「水系ポリウレタン塗装システム」は表1に示したとおり「水系エポキシ樹脂塗料下塗」+「水系ポリウレタン樹脂塗料用中塗」+「水系ポリウレタン樹脂塗料上塗」から構成されている。本塗装システムのコンセプトについては参考文献6)~8)で詳細に述べられているので、ここでは各塗膜性能結果のみ紹介する。

5.1 水系エポキシ樹脂塗料下塗のJIS試験結果

溶剤系エポキシ樹脂塗料下塗を比較として水系エポキシ樹脂塗料下塗のJIS試験(K 5551-2種)結果を表3に示す。表3の結果より水系エポキシ樹脂塗料下塗はJIS K 5551-2種を満足することが確認できた。

表3 水系エポキシ樹脂塗料下塗のJIS試験結果 (JIS K 5551-2種)

試験項目	水系エポキシ	溶剤系エポキシ
分散度(μm) (B法: 40 μm 以下)	40以下	40以下
乾燥性(H) (指触 / 半硬化)	20 (16H以内)	6
	5	15
	30	5
塗装作業性	エアレス	
	ローラー	
ポットライフ (H)	20 (5H以上)	6
	5	12
	30	3
耐衝撃性(300g × 50cm)		
付着性(2mm 間隔、25個)	25 / 25	25 / 25
耐アルカリ性(5% NaOH aq., 168H)		
耐揮発油性 石油ベンジントルエン: 8/2		
耐塩水噴霧性(192H)		
加熱残分(105 × 3H)	67	63
耐塩水性(3 wt%NaCl × 240H)		
屋外暴露耐候性(2年間)		

) JIS K 5551-2種相当品

5.2 水系エポキシ樹脂塗料下塗の防食性

水系エポキシ樹脂塗料下塗および溶剤系エポキシ樹脂塗料下塗を寸法3.0×70×150mmのサンドブラスト鋼板に各々乾燥膜厚が100 μm となるようエアースプレー塗装し、室温で7日間乾燥後、長期防食性試験を行った。その結果を表4に示す。種々の長期試験において水系エポキシ樹脂塗料下塗は溶剤系エポキシ樹脂塗料下塗と同等の結果が得られており、高い防食性能を有していることが確認できた。

表4 水系エポキシ樹脂塗料下塗の防食性試験結果 膜厚100 μm

試験項目	水系エポキシ	溶剤系エポキシ
耐塩水噴霧性 2500H	一般部	
	カット部	ふくれ2mm以内
耐塩水性 3ヶ月		
耐湿性 2500H		
複合腐食 サイクル試験) 860サイクル	一般部	
	カット部	ふくれ2mm以内
屋外防食性 6年	一般部	
	カット部	ふくれなし

) サイクル条件はJIS K 5621参照

5.3 水系ポリウレタン樹脂塗料上塗の耐候性

水系ポリウレタン樹脂塗料上塗の耐候性を溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗との比較においてサンシャインウエザオメーター試験で評価した結果を図3および図4に示す。その結果から水系ポリウレタン樹脂塗料上塗は溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗とほぼ同等の光沢保持性を示しており、高い耐候性を有していることが確認できた。

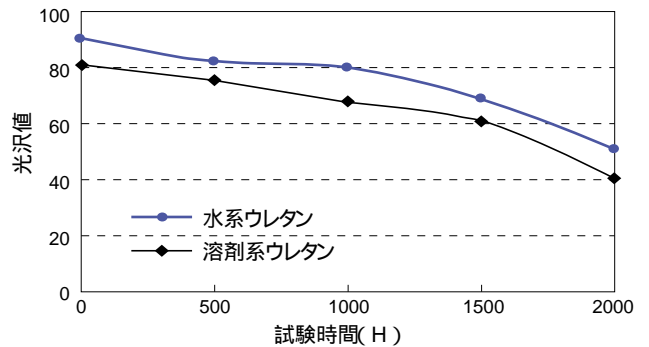


図3 促進耐候性試験による光沢変化

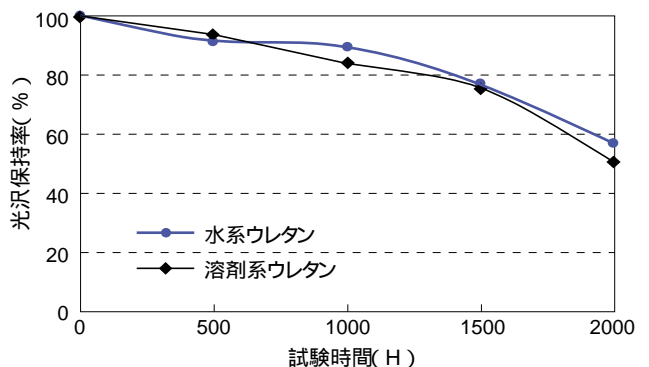


図4 促進耐候性試験による光沢保持率変化

表5 水系塗装システムの促進防食性試験結果

塗装システム		耐塩水噴霧性 1000H	耐水性 3ヶ月	耐湿性 1000H	耐塩水性 3ヶ月
水系	溶剤系厚膜形無機シンクリッチペイント 75μm	一般部ふくれ 10			一般部ふくれ 10
	水系エポキシ樹脂塗料下塗ミストコート -	一般部さび 10	一般部ふくれ 10	一般部ふくれ 10	一般部さび 10
	水系エポキシ樹脂塗料下塗 60μm×2回	カット部ふくれ 10	一般部さび 10	一般部さび 10	カット部ふくれ 10
	水系ポリウレタン樹脂塗料用中塗 30μm	カット部さび 10			カット部さび 10
	水系ポリウレタン樹脂塗料上塗 25μm				
溶剤系	溶剤系厚膜形無機シンクリッチペイント 75μm	一般部ふくれ 10			一般部ふくれ 10
	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗ミストコート -	一般部さび 10	一般部ふくれ 10	一般部ふくれ 10	一般部さび 10
	厚膜形エポキシ樹脂塗料下塗 60μm×2回	カット部ふくれ 8-S	一般部さび 10	一般部さび 10	カット部ふくれ 8-L
	ポリウレタン樹脂塗料用中塗 30μm				
	ポリウレタン樹脂塗料上塗 25μm	カット部さび 10			カット部さび 10

評価基準は(財)日本塗料検査協会「塗膜の評価基準2003」に準じた

5.4 水系ポリウレタン塗装システムの防食性

水系防食塗装システムおよび溶剤系塗装システムをサンドブラスト鋼板に塗装し、促進試験および屋外暴露試験を行った。なお、無機シンクリッチペイントは溶剤系とした。促進試験は耐塩水噴霧性、耐水性、耐湿性および耐塩水性を評価した。屋外暴露試験は栃木県大田原市と沖縄県で実施し、防食性を評価した。促進試験の結果を表5に示す。また、表5の水系および溶剤系塗装システムを栃木県に6年間、沖縄県に4年間暴露した後の塗膜外観写真を図5に示す。これらの試験において水系防食塗装システムの防食性は溶剤系塗装システムと同等の結果が得られた。

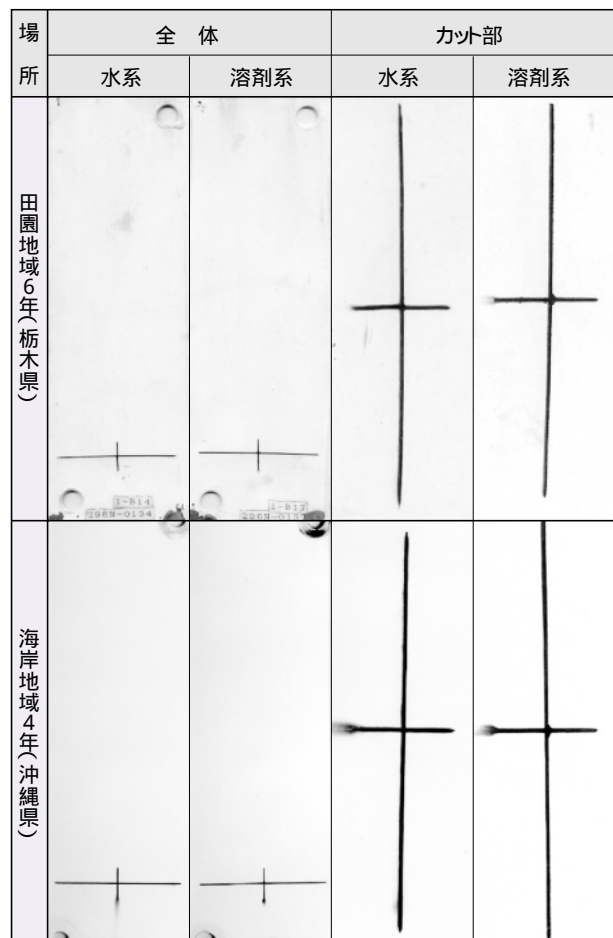


図5 水系塗装システムの屋外暴露試験

6. おわりに

環境問題をめぐる近年の情勢は大きな変革の時期を迎え、「地球温暖化」、「オゾン層破壊」、「緑地の砂漠化」、「環境の酸性化」といった広域規模の現象に社会の関心が高まってきている。そのため一国、あるいは一産業界だけで解決できない重要な政治経済上の課題に対しては、国際的な取り組みの必要性が求められるようになってきた。

このような社会情勢の中で塗料業界が優先して取り組むべき課題は「環境対応」である。有害重金属フリー、ホルムアルデヒド放散抑制等環境対応にも種々あるが、取りわけ塗装作業性、塗膜性能に最も影響が大きいと考えられるVOC規制は「環境対応」最大の課題である。本課題の克服が今後の塗料産業の社会的な信頼に関わると言っても過言ではない。

参考文献

- 1) 石丸 泰、小川 進：DNTコーティング技報No.4 , p.25-32 (2004)
 - 2) 上野 義之：工業塗装 ,No.184 ,p28-34 (2003)
 - 3) 田中 茂樹：工業塗装 ,No.184 ,p35-40 (2003)
 - 4) 星 周：工業塗装 ,No.193 ,p18-23 (2005)
 - 5) Vシリコンスーパーカタログ：大日本塗料株式会社
 - 6) 永井 昌憲、松本 剛司、多記 徹、宮下 剛、山本 基弘、里 隆幸：第24回防錆技術発表大会講演予稿集, p.214 (2004)
 - 7) 山本 基弘、宮下 剛、大柴 雅紀：DNTコーティング技報No.5 ,p.27-33 (2005)
 - 8) 宮下 剛、永井 昌憲、山本 基弘、里 隆幸：第27回鉄鋼塗装塗装技術討論会発表予稿集, p.95-100 (2004)
-