

「環境対応塗料技術」

- 建築、船舶・鉄構用塗料 -

Paint Technologies for Environmental Protection
-Architectural, Marine and Heavy Duty Coatings-



製品開発研究所
第5部
中北文彦
Fumihiko
NAKAKITA

総
説

1. はじめに

塗料および塗装の目的は被塗物の保護、美粧、特殊機能の付与であり、用途や目的に応じ、極めて多岐にわたる塗料が開発され、豊かな社会作りにも貢献してきた。多くの塗料における、これまでの開発のためのキーワードは、高機能、高性能、そして低コスト化であった。しかし、近年、快適性(アメニティ)や環境との調和(エコロジー)を求める声が世界的な広がりをみせるようになり、塗料においても、環境、安全、健康への配慮が欠かせない重要要素のひとつになってきている。

当社においても、地球環境問題を十分考慮し、「環境を豊かにし、資源を保護する」という塗料本来の使命を自覚し、地球環境の保護と安全・健康の確保に努め、社会の信頼に応えていくため、1992年に「地球環境問題に関する会社方針」を制定し、さらに1995年にレスポシブル・ケアの実施を宣言し、総合的な見地からの全社的な取り組みを積極的に展開してきた。

本稿では、連載第1弾として、建築、船舶・鉄構用塗料分野における環境対応塗料技術および開発製品のいくつかを紹介することとする。

2. 環境対応を考慮した塗料技術動向

塗料の環境対応を考えると、多くの場合、塗料から大量に放出される有機溶剤や、塗膜性能確保のために用いられる鉛やクロムといった重金属などの各種有害物質が取り上げられ、これらによって引き起こされる環境汚染、環境破壊をいかに防止または軽減するかといったような「塗料が原因となる環境破壊」をいかに防止するかということが議論の中心であった。

しかし、近年の塗料技術開発は、これらにとどまらず、「塗料以外の原因で起きている環境破壊」を塗料によって食い止めるための新機能や、より良い社会空間、生活空間を塗

料によって創生するための新機能の付与をも可能とした。塗料の環境へのかかわりというこの視点から、塗料に求められる環境対応技術を分類すると、図1のようになる。ひとつは「塗料による環境への負荷を防止または軽減する塗料技術」で、もうひとつは「環境破壊を塗料によって防止または軽減する塗料技術」および「塗料によってより良い環境を創生する塗料技術」である。前者が環境へのネガティブな要因を排除するという受身的な方向であるのに対して、後者は、塗料以外の要因によってすでに劣化した環境を塗料によって浄化・改善したり、より良い環境を創生する塗料技術(新機能の付与)を意味しており、環境に対しては、よりポジティブな効果を期待できる方向であるといえる。

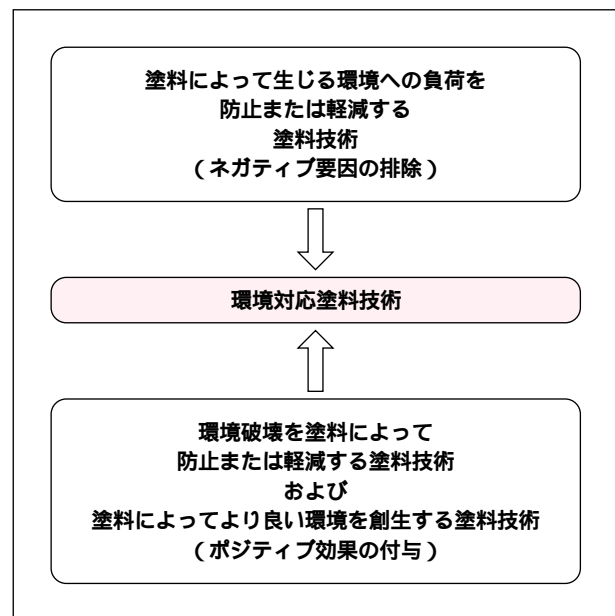


図1 塗料に求められる環境対応塗料技術

3. 塗料による環境への負荷を防止または軽減する塗料技術(ネガティブ要因の排除)

有機溶剤は塗料の主原料のひとつであるが、塗膜を形成する過程で蒸発することを前提に使用されているものであ

り、過去から現在に至るまで、大気中に大量に放出されてきた。また、鉛やクロムなども塗料を構成する顔料や添加剤の材料としていくつかの塗料中に配合されてきた。有機溶剤も鉛・クロムも標準的に用いられてきた塗料原料であるが、有機溶剤による大気汚染や鉛・クロムによる作業員や周辺環境(土壌・水質)への環境汚染が世界的環境問題として注目されようになり、国内外の各種法規・法令、規格などによる規制や、塗料メーカーの自主規制などによって、これら有害原料の削減や使用停止の取り組みがなされるようになった。

表1に環境問題に関連する規制の主なものを示す。それぞれの詳細については、これまでの「塗料の研究」などで詳細に解説されているのでここでの説明は省略する。

また、塗料が原因となる環境問題は他にもあり、図2に示すような対応塗料技術および対応塗料が開発されている¹⁾。

塗料工業においては、この種の環境問題は避けて通ることが許されない重要な課題であり、今後も多くの有効な対策技術が開発されていく必要がある。

表1 環境問題に関連する主な規制

| 法規・法令 | 塗料の研究解説号 |
|---|-----------|
| 大気汚染防止法 | 127号、129号 |
| 悪臭防止法 | |
| PRTR(環境汚染物質排出・移動登録) (Pollutant Release and Transfer Registers) | 132号、133号 |
| ISO14001環境マネジメントシステム | 128号 |
| 廃棄物処理法 | 130号 |
| 地球温暖化対策推進法 | 131号 |
| 省エネ法 | 131号 |

3.1 有機溶剤

3.1.1 VOC削減

塗料中の有機溶剤は揮発性有機化合物(VOC)であり、常温でガス状物質として大気中に放出され、対流圏において、NOx等の共存下で紫外線的作用を受けてオゾン濃度



図2 塗料による環境への負荷を防止または軽減する塗料技術

増加や大気酸性化を引き起こすといわれている。有機溶剤を大量に使う塗料工業にとって、有機溶剤の削減は非常に大きな環境課題であるといえる。塗り替え回数を減らす各種の高性能塗料も、有機溶剤のトータル放出量を減らすという意味では、この対策となりうる塗料であるが、塗料組成的に有機溶剤の配合量を削減する直接的な技術による対策が着実に進められている。具体的には、塗料のハイソリッド化、無溶剤化、水性化などであるが、特に建築用塗料の分野では水性化の動きが大きく進んでいる²⁾。

例えばさび止め塗料や下地調整材から高耐候上塗りまでの水性への大転換は、コアシェル型エマルジョンの利用や特殊な架橋技術の採用などによる水性塗料のめざましい高性能化が大きく寄与している。当社の高性能水性塗料製品群の多くは、これらの技術に基づいて開発されたものとなっている。図3に特殊架橋技術の一例として、エマルジョンの粒子間常温架橋反応(アクアリアクション)のモデル図を示す³⁾。

また、鉄構塗料分野においても、VOC削減計画が建設省から示されるなど、ハイソリッド化や水性化の動きが今後ますます進展することが予想される。水系シンクリッチペイント～水性エポキシプライマー～水性2液ウレタン上塗りの開発は、この分野における全水性・高耐久塗装システムという当社提案を可能にし、市場から高い注目を集めた⁴⁾。

水性塗料ほどの有機溶剤削減効果はないものの、ハイソリッド塗料や無溶剤塗料の開発も、特に船舶・鉄構用塗料の分野で進んでおり、VOCの総排出量削減に貢献している⁵⁾。

VOCの削減には塗装器具・塗装方法の開発や塗装ブース・廃棄設備面からの改善も重要であり、工業用塗料分野ではいくつかの提案・実用化が進んでいるが、主として屋外での塗装と汎用的な使われ方を前提とする建築、船舶・鉄構用塗料分野では、塗装という観点からの取り組みはそれほど多くはなく、今後の検討が期待される。

3.1.2 オキシダント発生傾向の小さい有機溶剤への転換

有機溶剤は、光化学スモッグ中のオキシダントとして知られる対流圏オゾンが発生する原因物質として総量での規制が一般に論じられている。この観点からの対策としてもっとも有効な方法は上述した無溶剤化や水性化であるが、用途によっては性能上の問題から今すぐに置き換えられないケースも少なくない。一方、オキシダントの発生に関しては、別の見方での議論・試みもある。これは、光化学反応への寄与が個々の溶剤種によって異なることから、化学種ごとに環境への影響を評価したり規制の方向を探ろうというものである。これらの研究の中には、通常の溶剤型塗料に用いられている溶剤に比べて、油性やアルキド樹脂系塗料に用いられているミネラルスピリットなどの弱溶剤はオキシダント発生傾向を示すMIRvoc値(Maximum Incremental Reactivity: 1gのVOC種から発生するオゾンのg数)が小さいとの報告もある⁶⁾。こうしたことから、次善の策として注目を集めているのが、ミネラルスピリットなどの弱溶剤に可溶な一連の製品群である。主な例は弱溶剤可溶型のエポキシ系下塗りおよびウレタン系上塗り塗料で、鉄構用、建築用分野において飛躍的な伸長をみせている⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。表2に当社の弱溶剤可溶型高耐久性塗料

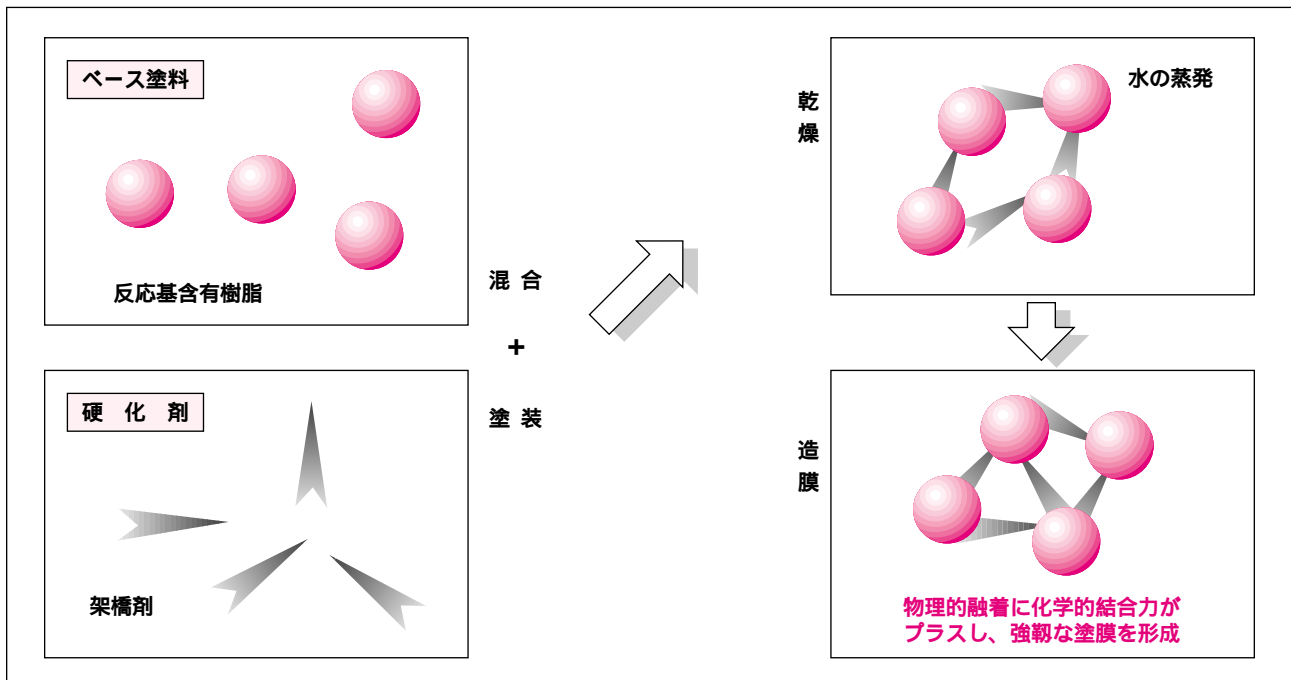


図3 アクアリアクション(水性常温架橋反応)のモデル

表2 代表的な弱溶剤可溶型高耐久性塗料

| 分類 | 製品名 | 塗料のタイプ |
|------------------|-------------|------------------------|
| さび止め ・ 下塗り | エスコマイルド | 弱溶剤可溶エポキシプライマー（2液型） |
| | エスコNBマイルド | 弱溶剤可溶変性エポキシプライマー（2液型） |
| | ユニテクトプライマー | 弱溶剤可溶1液エポキシプライマー |
| | ザウルスEX | 弱溶剤可溶1液速乾型変性エポキシ系万能下塗り |
| 上塗り | セラMシリコン | 弱溶剤可溶低汚染型シリコン上塗り |
| | セラMレタン | 弱溶剤可溶低汚染型ウレタン上塗り |
| | スーパーシリコンルーフ | 弱溶剤可溶シリコンアクリル系ルーフペイント |
| | SDシリコマリン | 弱溶剤可溶シリコンアルキド上塗り |
| | セラマイルド | 弱溶剤可溶アクリル上塗り |

の例を示す。これらの弱溶剤可溶型の塗料は、もともとは、一般の溶剤型塗料に用いられる強溶剤に比べて、塗り替え塗装時に旧塗膜をおかさなないことや、溶剤に起因する臭いが比較的マイルドであることなどの特徴をもつものとして開発されたが、オキシダント発生傾向の観点での効果もあり、弱溶剤可溶型塗料および塗装システムへの転換の動きは今後もますます強まることが予想される。

3.2 不快臭の排除・軽減

塗料は、溶剤型塗料はもちろんのこと、水性塗料でも臭いがあるものと認識され、時として近隣住民や居住者からの不評を買ってきた。水性塗料における臭いは、一般の水性塗料にわずかに含まれる有機溶剤や独特の臭いをもつ他の塗料原料に起因しているが、この対策として最近では、ゼロVOC水性塗料や塗料の無臭化・低臭化を極限まで進めた内装用無臭塗料が開発され、家庭塗料の分野、操業中の食品工場および入院患者のいる病院・養護施設における内装塗り替え用として重宝に用いられている¹¹⁾。

屋外用塗料においては、無臭化の要求が内装用塗料ほど大きくないこともあり、目的とする機能重視の観点から、前述の弱溶剤可溶型の塗料および塗装システムが、溶剤に起因する不快臭対策として用いられることもある。

3.3 オゾン層破壊対策

対流圏ではオゾンの発生が問題となっているが、一方でオゾン層の破壊につながる有機溶剤を規制する動きもある。ハロゲン化炭化水素がそれで、その揮散がオゾン層破壊の原因となるために、特に厳しい対応が進んでいる。塗料溶剤としてハロゲン化炭化水素が用いられることは滅多にないが、以前は四塩化炭素を樹脂中に含む塩化ゴム樹脂

が塗料原料として使用され、ここからの四塩化炭素の大気中への放出が問題となったが、最近では水分散系で合成され四塩化炭素を含まない塩化ゴム樹脂に切り替わっている。船舶・鉄構分野における、四塩化炭素フリーの塩化ゴム系塗料「ラバマリン」や「クリーンラパテクト」がこの例である。

さらに廃塗料や廃塗膜の処理を考えると、塩化ゴム塗料の存在そのものも見直し傾向にあり、近い将来に、アクリル樹脂を基体樹脂とする脱塩化ゴム塗料「アクリックBTD」などに全面的に置き換えられる可能性もある¹²⁾。

3.4 発ガン性物質排除

コールタールは撥水性に優れた安価な材料であるため、エポキシ樹脂と組み合わせたタールエポキシ樹脂塗料として、船舶・鉄構分野における防食用塗料の中心として多岐にわたる用途で久しく用いられてきた。しかし、コールタールに含まれる発ガン性物質が、作業者の安全や水質面で問題視され、水道管内面用としての使用禁止にはじまり、使用規制への動きが続いている。特に規制の厳しい欧米各国ほどではないが、日本での規制も着実に進んでいるといえる。

当社でも、コールタールを用いる塗料の廃止に向け積極的な代替塗料開発を進め、性能、コストともに遜色のない変性エポキシ樹脂塗料シリーズを開発している¹³⁾。コールタールを含まない変性エポキシ樹脂塗料の開発は、タールエポキシ樹脂塗料では不可能であった明色仕上げをも可能にしたこともあり、塗装作業環境面での安全性、衛生性の向上にも寄与しており、塗料品種、用途、塗料使用量ともに拡大傾向が著しい。

同様に、コールタールを配したビニル系船底防食塗料も既にコールタールを含まないタイプへの転換が終了している。

3.5 鉛、クロム対策

鉛やクロムは、さび止め塗料中の防錆顔料、上塗り塗料中の着色顔料あるいはアルキド系塗料の乾燥剤の原料成分として主に使用されてきたが、作業環境や周辺の土壌・水質への汚染が懸念され、世界的に廃止の方向で動いている。

昨今の防食塗料については、鉛化合物を使用する従来の油性およびアルキド系のさび止め塗料に代わって鉛化合物を含まないエポキシ系防食塗料などへの転換が大きく進んでいる。

塗料添加剤や着色顔料類についても鉛・クロムフリーの代替原料への転換が進められているものの、強制的な法規制が行われている欧米諸国に比べると、法規制のない日本における鉛・クロム削減の速度は、残念ながら緩やかであると言わざるを得ない。

業界全体での自主規制の進展と規格改訂などによる鉛・クロム依存からの脱却を期待したい。

3.6 水質汚染防止

人の健康・安全を維持する上で、水質や土壌の汚染を防止することも重要で、水性塗料の廃液処理方法や、有毒な金属を含まない無公害さび止め塗料の開発がなされている。

浄水場用塗料、飲料水タンク用塗料は、人の健康に直接的な影響を与えることから、水質への影響がないことが必須であり、厳しい規格に適合する専用塗料が用いられている¹⁴⁾。

また、船底への生物付着を防止するために従来使用されてきた有機錫系防汚塗料は、その卓越した長期防汚性から船のスピード確保や燃費削減などに大きく貢献し、燃料の燃焼ガス放出削減の観点からは環境維持や資源の保護にも寄与してきたが、一方で海水中に放出される有機錫化合物による海洋汚染が深刻な問題となり、2003年1月から船体への塗装が禁止され、2008年1月からは船体への使用と存在が完全禁止となる方向が、IMQ（国際海事機構）で合意された。この対策としては、新規な錫フリー自己摩耗性ポリマーを基体樹脂とする錫フリー防汚塗料が開発され、先行して規制が進んだ日本では、すでにこのタイプの船底塗料への置き換えが完了している。当社では、「**エクシオンシリーズ**」がこれに該当する^{15)、16)}。これとは別に、シリコン樹脂を基体樹脂として用い塗膜の表面エネルギーを制御することで生物付着を防止するという全く異なったコンセプトで開発された無毒型防汚塗料（当社品：「**バイオックス**」）も開発されている。この塗料は有害物質をまったく放出しないことから大きな注目を集め、特に日本および米国の発電所で冷却海水取水路などで既に多くの実績をあげてきている¹²⁾。この

タイプの塗料は、船舶分野においても小型船を中心に一部使用されてきたが、最近では、大型の外航船への適用も試みられるなどさらに拡大した市場での適用が注目を集めている。

3.7 省資源

限りある天然資源の保護や節減も重要なテーマである。被塗物の耐用寿命を延ばす働きは塗料本来の重要な機能であるが、さらに最近では塗膜そのものの耐久性の向上もめざましく、超厚膜エポキシ樹脂系防食塗料とフッ素やシリコン系の超耐候性上塗り塗料の組み合わせによって、メンテナンスフリーの超長期重防食塗装システムが可能となるなど、一連の高耐久性塗料の開発は、塗料材料の省資源の面でも大きく貢献しているといえる。

3.8 産業廃棄物対策

塗装によって発生する廃缶、廃塗料は産業廃棄物であり、その処理もひとつの環境問題である。船舶塗料分野では、コンテナ等の大容量容器による輸送・回収を行う容器のリサイクル化が試行され一部実用化されている。当社の「**KRS - II システム**」は、専用ドラムまたは専用コンテナの使用による容器の完全リサイクルと大型のバルク輸送、そしてさらに自動計量混合を組み合わせたシステムで、廃缶の排除のみならず塗料やシンナーのロス削減や塗装作業の省工程化をも実現できる新システムとして今後の拡大が期待される¹⁷⁾。また、従来2液型が当たり前であったエポキシ樹脂塗料も、硬化剤のケチミン化技術などによって1液化が可能となった。これは廃缶の減少のみならずポットライフの関係から生じていた廃塗料の削減をも可能にした。2液型塗料の1液化は2液混合に由来するさまざまな問題点から開放されることも大きな利点であり、今後他の塗料種においても積極的な研究が進められるであろう。図4にエポキシ樹脂塗料の1液化を可能にした硬化剤のケチミン化とエポキシ樹脂との反応式を示す。

4. 環境破壊を塗料によって防止または軽減する技術（ポジティブ効果の付与）

塗料の本来機能は被塗物の保護と美粧であるが、保護対象となる構造物は、酸性雨や大気中の炭酸ガス濃度増加などにより、より大きな被害をこうむるようになり、また美粧対象となる構造物外観も、より長期にわたる維持や雨筋などの汚れをも防止することが求められるようになるなど、環境そのものや求められる機能も大きく変化している。

また、屋内外の有毒ガスを塗料によって分解あるいは吸着する塗料や、より豊かな色彩設計の手法が提案されるよう

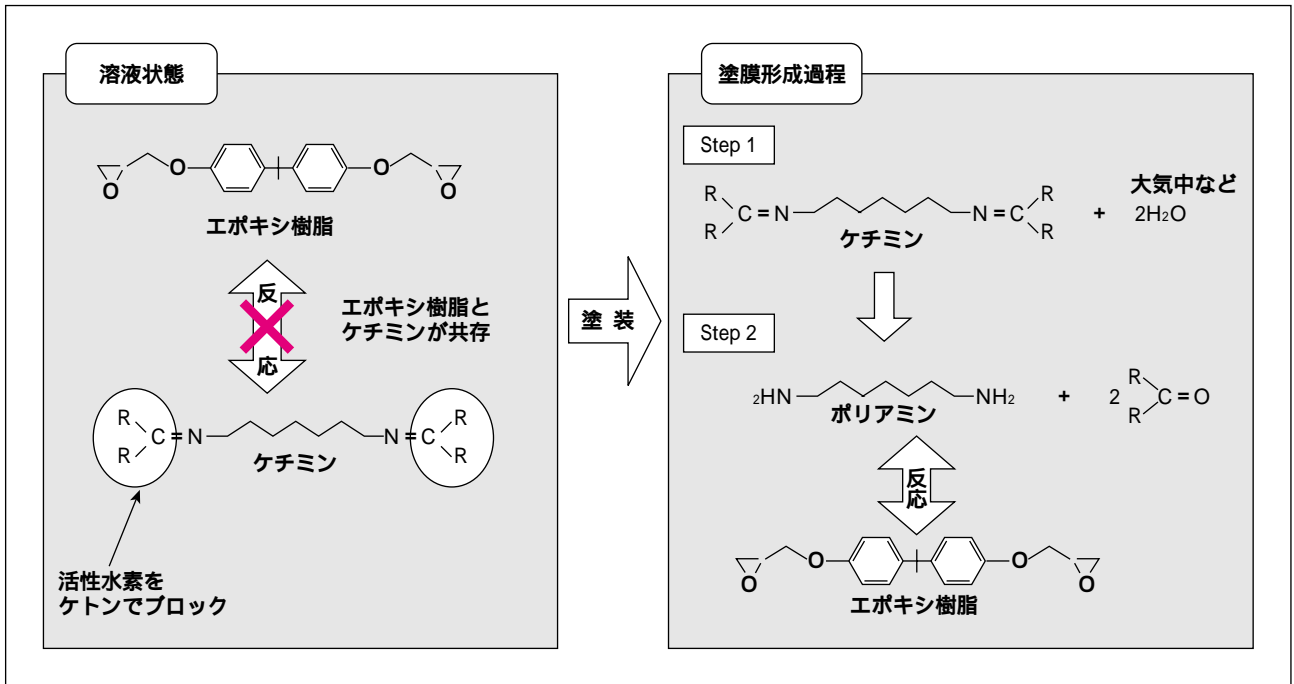


図4 1液型エポキシ樹脂塗料概念図

にもなっている。

このように、より良い環境、より良い生活空間をもたらすための塗料技術および関連技術は、時代の趨勢とともに大きく変化・進歩を遂げており、多くの実用化例をもつようになった。

図5は、こうした塗料以外の要因で劣化した環境被害項目と、塗料によってこれらを防止または軽減する技術およびより良い環境を創生するための技術をまとめたものである。

| 対策項目 | 環境対応技術 | 対応塗料タイプ / 対応システムの例 |
|--------------------------------------|------------|--|
| 外装汚れ防止対策 | 塗膜の親水化 | 低汚染型高耐候上塗り塗料(ウレタン、シリコン、フッ素) |
| 院内感染対策 | MRSA抗菌化 | 抗菌性塗装システム |
| 化学物質過敏症対策 | アルデヒド吸着・分解 | 室内空気汚染対策用VOCフリー塗料 |
| | アルデヒド透過阻止 | |
| タバコヤニ汚れ対策 | ヤニ透過阻止、吸着 | 架橋エマルジョン型水性塗料 |
| ビニルクロス廃棄対策 | ビニルクロス用上塗り | ビニルクロス塗り替え可能な機能性内装塗料 |
| NO _x / SO _x 対策 | 光活性チタンの利用 | 光触媒型NO _x / SO _x 分解塗料 |
| コンクリートの中性化、塩害対策 | 中性化防止、塩素遮断 | コンクリート被覆用防食塗装システム |
| | 鉄筋防食 | 鉄筋防食用エポキシ粉体塗料 |
| 内断熱による結露 | 断熱塗料による外断熱 | 外断熱外装用水性塗料 |
| 省エネルギー | 自己研磨性、防汚性 | 自己研磨型錫フリー防汚塗料 |
| 廃PET対策 | 廃PET利用塗料 | 廃PET利用エコ型アルキド樹脂塗料 |
| 色彩・景観設計 | 色彩設計、意匠設計 | コンピューターグラフィック色彩設計システム |
| | | 内外装用多彩模様塗料 |

図5 塗料により環境への負荷を防止または軽減する塗料技術およびより良い環境を創生する塗料技術

4.1 外装汚れ防止対策

従来の上塗り塗料に求められる重要機能は仕上がりが性と耐候性の2つであったが、昨今では、建造物外面の汚れに対する関心が高くなり、耐汚れ性がもうひとつの重要な機能として加わってきた。特に都市部や工業地帯では煙突や車から排出されるばい煙や排ガスが多く、これらの付着が外壁の汚れとして目立つようになってきている。建物の汚れは、マンションやアパートでは資産価値の低下や入居率の低下、オフィスビルでは企業イメージの低下、大型公共構造物では景観の醜悪化などを招くことから、その対策として、汚れが付着しにくい、あるいは付着した汚れを落としやすい上塗り塗料の開発が望まれた。都会の排ガス汚れの特徴は親油性であり、この汚れは親水性表面上では、雨水によって容易に除去される(ローリングアップ機構)ことが発見、実証され、低汚染塗料の開発に大きく貢献した。図6は汚れが雨水で除去されるローリングアップ機構を簡単に説明するモデル図である。この原理にもとづいて、いくつかの低汚染型上塗り塗料が開発され市場で好評を博しているが、その代表的なもののが「アレスセラシリーズ(建築用)および「セラテクトシリーズ(鉄構用)である^{12)、18)}。塗膜を親水化させる成分を、ウレタン、シリコン、フッ素系などの高耐候性上塗り塗料に配することによって、低汚染でしかも長期の耐候性を有する画期的な上塗り塗料が開発され、建築および鉄構用塗料に新しいジャンルがつけられたといえる。この塗膜を親水化させる特殊な手法は特許化され、業界で大きな注目を集めている。

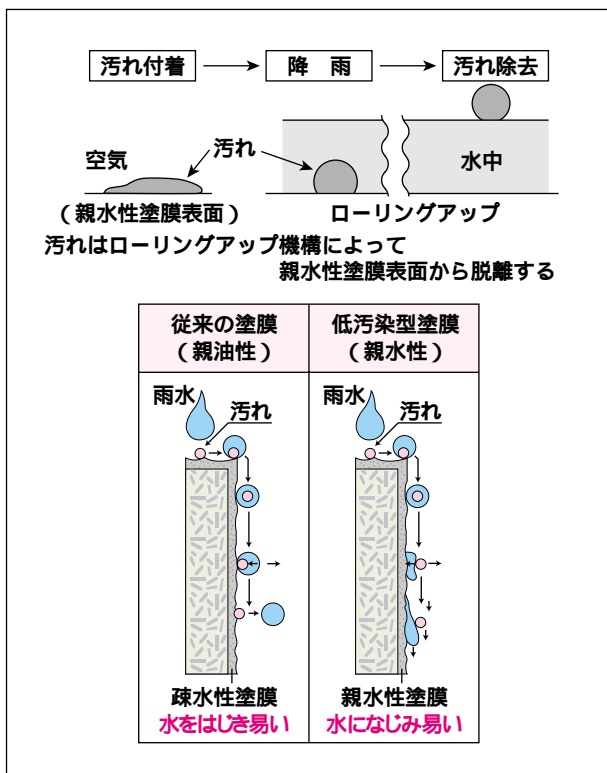


図6 ローリングアップ機構による汚れの除去

4.2 院内感染対策

医療施設や高齢者施設におけるMRSA(メチシリン耐性ぶどう球菌)、赤色酵母、黒かびなどによる院内感染問題を解決するため、これらの施設の内装(壁、天井、腰板、巾木、扉柱、手摺、階段、パーテーションなど)や準外部に適用し院内感染を防止する塗料も開発されている。この塗料は長期の抗菌性と優れた耐消毒薬性をもつように設計されており、これを用いた水性塗装システム「アレスシルバー工法」は、耐性菌の繁殖を阻止し、病室をクリーンな環境に長期間維持するのに有効であり、既に実際の適用例も多くを数えている¹⁹⁾。

4.3 化学物質過敏症対策

内装新材や家具などから放散される微量の化学物質に起因するシックハウス症候群患者が増えて社会問題化している。特に大きな問題となっているのはホルムアルデヒドで、国内外の各機関から濃度指針が示されている。機関による指針値間に大差はなく、厚生省から示されているガイドライン値は0.1mg/m³である。

もっとも容易な対策は発生源である建材や家具に直接塗装し有害物質の透過・放散を防止するやり方で、新材やビニルクロスに適用性のある塗料が開発されている。

しかし、すべての発生源を塗膜で被覆してしまうことは実用上不可能であるため、さらに進んだ対策塗料が開発された。これは室内空気中の有害ガス物質を塗膜そのもので吸着・除去するという全く新しい機能をもった塗料である²⁰⁾。

図7に、この開発塗料によるホルムアルデヒド吸着能に関して、吸着性と再放出性について確認した試験結果を示す。ホルムアルデヒド吸着性(除去性)は、密閉容器中にホルムアルデヒド発生源と各塗料を塗装した試験板を入れ、1日放置後の容器内ホルムアルデヒド濃度を検知管にて測定することにより調査した。次に、これらのホルムアルデヒドを吸着させた各試験板をホルムアルデヒド濃度ゼロの別の密閉容器に移し、1日放置後に塗膜から再放出されたホルムアルデヒド濃度を検知管にて測定して再放出性を評価した。開発塗料は、現実より高いホルムアルデヒド濃度設定条件下でも非常に優れた吸着能を示し、この吸着後の塗膜をゼロ濃度条件に移してもホルムアルデヒドの再放出は全く見られなかった。開発塗料の吸着寿命は、通常の居住条件下では標準的塗り替え周期を超える10年以上との試算結果も得ている。

この開発塗料はビニルクロス壁紙に直接塗装することも可能なように設計されている。すなわちビニルクロスの張り替えによる廃クロスの廃棄処分問題も同時に解決でき、当然のことながら、この塗料自身からVOCなどの有害物質を一切放散しないように設計されている。

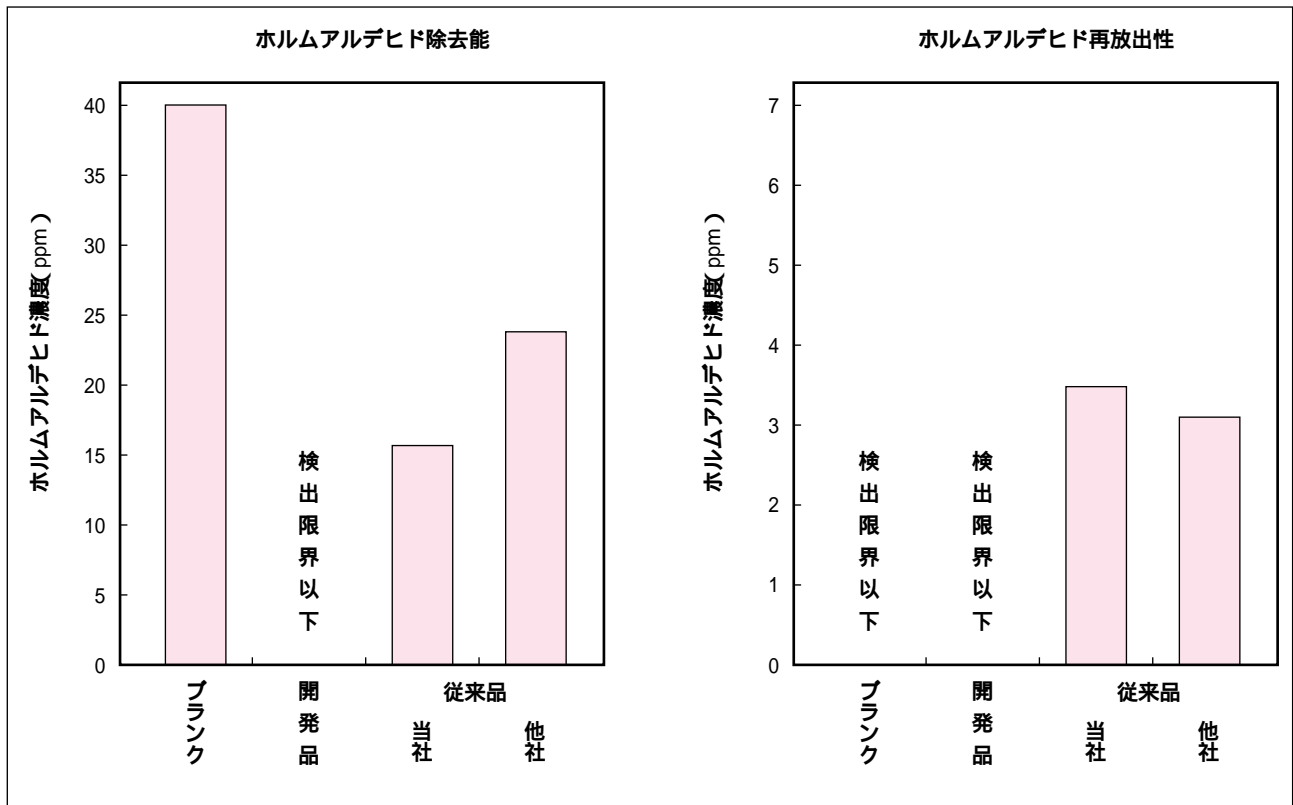


図7 ホルムアルデヒド除去性塗料の性能比較

4.4 タバコヤニ汚れ対策

タバコのヤニは水に溶けるため、ヤニ汚れ壁面への水性塗料の適用は従来効果がなかったが、1液水性反応硬化性塗料の乾燥の速さとヤニ透過阻止作用に加えて、化学吸着顔料の併用により、塗り替え塗装表面へのタバコヤニのブリードを抑えることができるようになった。

この技術で開発された塗料が「コスモクリーン」であるが、この塗料はビニルクロスにも塗装が可能であり、塗り替え用として簡便に使用できるように設計されている¹⁸⁾。

4.5 ビニルクロス廃棄対策

ビニルクロスでできた壁紙はその意匠性と仕上げの簡便さから広く使用されているが、一方で、張り替えによって出てくる大量の古いビニルクロスの廃棄も、環境を考える上で、塗料として貢献できる課題のひとつとなった。これを解決するため、最近の内装用塗料ではビニルクロスの上に直接塗装できる機能の付与も重要なものとなっており、上記の室内空気汚染対策用塗料やタバコヤニ汚れ対策用塗料はいずれもこの機能もあわせ持つものとして設計されている。これらはビニルクロス上への塗装によって、従前のビニルクロスに含まれていた有害可塑剤の室内への揮散を抑制する機能も有しており、経年劣化したビニルクロスをはがすことなく、その上に直接塗装するだけで、塗料の持つ欧米風のデラックスな肉もち感のある仕上げと健康住宅を目指す新しい機能を提供

できる内装用塗料であるといえる。今後の拡大が大いに期待される。

4.6 NOx/SOx対策

光(紫外線)にあたると活性酸素を発生する光活性チタン(光触媒)を利用した新しい塗料の開発も最近の注目を集めている。この光活性チタンによる活性は、塗膜に付着した汚れ、大気中のNOx、SOx、臭気、細菌なども分解する能力をもっていることに着目し、これを配合した塗料を高速道路の防音壁などに塗装し、自動車の排ガスに含まれるNOxやSOxなどの有害ガスを分解除去しようという試みがなされている。現在、一部の防音壁などに試験適用されその効果が検証されようとしている。

光活性チタンの活性は塗料の有機系バインダー成分も分解してしまうものであるため、この種の塗料用としては分解作用に耐えられる無機系の樹脂が用いられる。新しい樹脂開発とあわせて注目される環境対応技術のひとつである。

4.7 コンクリートの中性化・塩害対策

日本における酸性雨被害はヨーロッパほど深刻視されていないが、酸性雨や炭酸ガスによるコンクリートの中性化がしばしば問題となっている。中性化は塩害と複合されて、鉄筋の腐食を招き、これがコンクリートそのものの強度や耐久

性を著しく低下させる被害が多く観察されている。

この対策としては、新設構造物の場合にはエポキシ樹脂粉体塗料で塗装された鉄筋の使用が、そして既設構造物の場合には中性化防止性と遮塩性の高いコンクリート表面被覆仕様の適用が推奨されている¹²⁾。

4.8 内断熱による結露

多くの日本のコンクリート建築物では省エネ目的の断熱材が採用されているが、断熱材が建物の内側に適用される、いわゆる内断熱工法がほとんどである。このケースでは断熱材側の躯体温度が外気と同じとなり躯体内に高湿度あるいは結露状態ができる。そして湿度90%以上ではカビを発生させ、カビを餌とするダニの繁殖につながるといわれている。通常、これらは目に見えないところで発生しているため見過ごされがちであるが、この被害は予想以上に深刻な問題であると指摘する調査報告さえある^{21), 22)}。躯体内での結露はこの他に、例えば木造建築の壁内構造木材の腐朽の原因となるなど、躯体そのものの耐久性にも悪影響を及ぼすと考えられる。この駆对内高湿化や結露発生の対策としては、建物の外側から断熱をほどこす外断熱工法が有効である。新設時はもちろん既設の建築物に対しても容易に外断熱できる断熱塗料はこの対策に非常に有効な塗料であるといえる²³⁾。図8に内断熱および外断熱の場合の構造概要と温度分布をモデル的に示した。モデル図は東京での調査結果を代表例として示しているが、北海道から九州に至る日本全域で全く同様な結露が発生すると指摘されている。

外断熱工法によるダニ防止、躯体の劣化防止への啓蒙は、まだ緒についたばかりであるが、これからの推移に大いに注目したいところである。

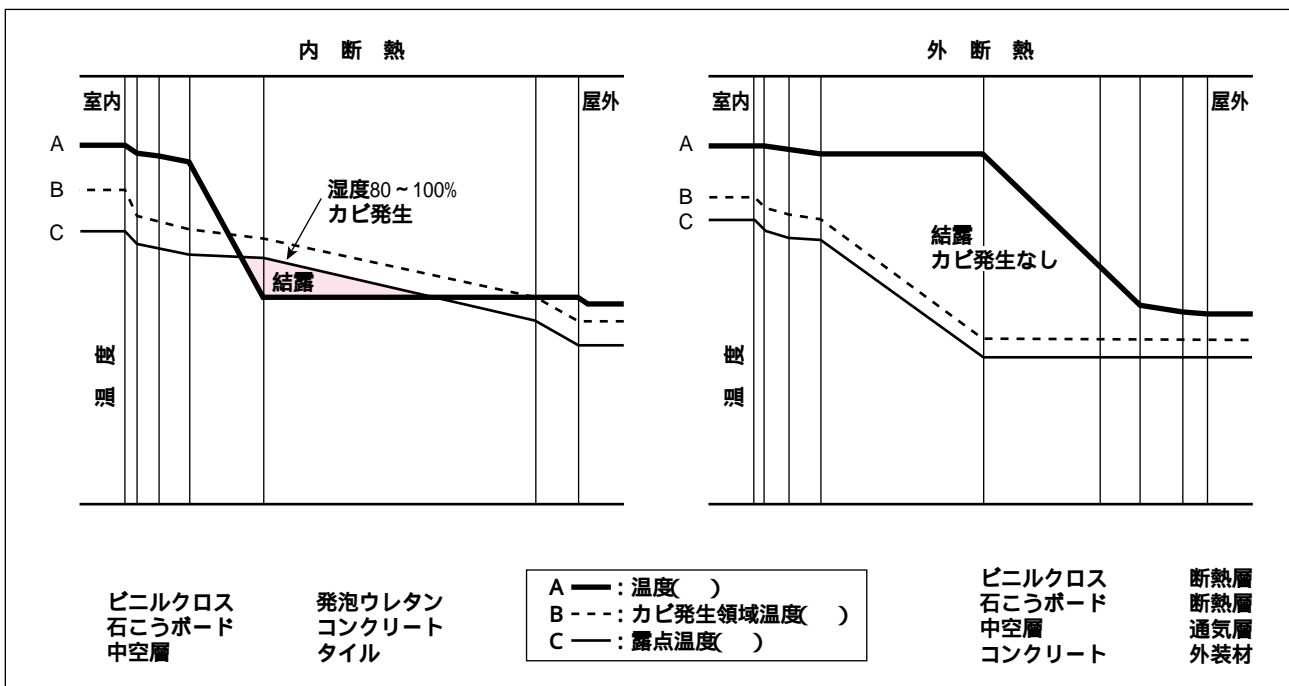
4.9 省エネルギー

建築、船舶・鉄構用塗料は常温乾燥型であり、塗装・乾燥過程で特別なエネルギーを必要とせず、これらは本来省エネ型塗料である。さらに積極的に省エネに寄与する塗料としては、船底への生物付着を防止し燃費の上昇を防ぐ前述の船底防汚塗料や建築物の冷暖房経費削減に寄与できる断熱塗料などもあげられる。

太陽熱を吸収・蓄積しやすい鋼材やコンクリートに適用して、熱を反射させる機能をもった、熱反射・断熱塗料もこの観点での環境対策塗料として実用化されている。

4.10 廃PET対策

PETボトルに代表される廃棄物問題も環境要因のひとつである。PETはエチレングリコールとテレフタル酸からなる高分子樹脂で、これらの原材料が塗料用の樹脂と類似点があることから、その利用研究が進められてきた。塗料原材料としての価値を作り出すためには、いかに廃PETの利用とはいえ、経済性も非常に重要な要因であり、この観点からも研究が進められ、先般、非常に有効な利用技術が開発された。技術の詳細な説明は省略するが、廃PETから合成された樹脂を使ったアルキド樹脂塗料が設計され、エコ商品としての市場展開を待っている段階にまで到達している²⁴⁾。



測定条件：東京の冬（室温22℃、相対湿度55%、屋外温度3℃、相対湿度60%）

図8 内断熱及び外断熱の比較（温度分布モデルと結露・カビ発生領域）

4.11 色彩・景観設計、その他

劣化しつつある環境の被害を塗料によって防止または軽減する塗料技術としては、上記のほかにもいろいろあり、それぞれの対策塗料が機能性塗料として開発されている。例としては、難燃・防火・耐火塗料、着氷・着雪防止塗料、貼り紙防止塗料、などがあげられる。

また、より豊かな環境空間をつくりだす塗料および塗料関連技術もいくつか実用化されている。コンピューターグラフィックを利用した色彩設計システムによる環境にマッチした色彩・景観設計や、内外装用の多彩模様塗料による新規な意匠の創造、などがこの例としてあげられる。これらは、各塗料の持つさまざまな機能と組み合わせることによって、環境との調和や目的に応じた色彩設計の多様性を実現し、より豊かでアメニティに富んだ生活空間づくりの可能性を大きくしている。

5. あとがき

塗料は、本来、貴重な資源を保護してその寿命を延ばす働きと、豊かな色彩で美しい環境を形成する働きとの両者をもち、人間生活にとって好ましい材料であったはずである。ところが、20世紀、特にその後半においては、性能の追求、経済性や生産性を重視してきた結果、多くの環境への影響を見過ごしてきた部分も否定できない。

幸い近年になり、これらの影響要因を排除しようという動きや、塗料によって環境被害を食い止めようという動きが活発になり、環境対応技術も著しい進歩を見せている。塗料が環境に貢献できる範囲を予測することが困難なほどの進歩であるといえる。

まさに21世紀を迎えようとしている今、原点に立ち返り、塗料工業も資源消費・環境影響型の産業からの脱却を目指すところに来ているといえる。21世紀は、他の産業と同じく、環境対応の時代といわれており、今後ますます環境対応塗料技術がその拡がり¹⁾と深さにおいて発展し、豊かな環境、豊かな生活空間の創生に大いに寄与することを願いたい。

参考文献

- 1) 宮田信義:(社)色材協会中部支部パネルディスカッション予稿集、p.8-13(1999)
- 2) 杉浦新治、浜村寿弘:塗装技術、1998年10月増刊号、p.87-96(1998)
- 3) 宮田信義:塗料の研究、No.125、p.36-45(1995)
- 4) 斎藤明良ら:第7回ポリマー材料フォーラム講演予稿集 p.291-292(1998)
- 5) 斎賀徹ら:塗料の研究、No.126、p.74-80(1996)

- 6) 町田洋人:第22回鉄構塗装技術討論会発表予稿集、p.77-82(1999)
- 7) 山本一人、廣瀬哲也:塗料の研究、No.129、p.73-77(1997)
- 8) 安達良光、廣瀬哲也:塗料の研究、No.130、p.69-74(1998)
- 9) 安達良光、松田光司:塗料の研究、No.132、p.65-72(1999)
- 10) 中尾忠広、宮田直紀:塗料の研究、No.133、p.55-60(1999)
- 11) 福島達雄:塗料・塗装技術総合研究発表会、1991年10月(1991)
- 12) 平賀賢一:塗料の研究、No.128、p.44-50(1997)
- 13) 加納央ら:塗料の研究、No.129、p.78-83(1997)
- 14) 澤田英典、飯田真司:塗料の研究No.132、p.73-79(1999)
- 15) 米原洋一、多木洋一:塗料の研究No.129、p.19-24(1997)
- 16) 米原洋一、北島昌和:塗料の研究No.132、p.59-64(1999)
- 17) 浜正司:塗料の研究、No.131、p.68-73(1998)
- 18) 宮田信義:塗料の研究、No.127、p.52-62(1996)
- 19) 杉島正見:塗料の研究、No.125、p.50-54(1995)
- 20) 高野亮、繁谷純:塗料の研究、No.131、p.20-27(1998)
- 21) 赤池学ら:日本のマンションにひそむ史上最大のミステーク(TBSブリタニカ)
- 22) 朝日新聞「天声人語」:平成12年1月21日号(2000)
- 23) 繁谷純、平田信人:塗料の研究、No.129、p.25-31(1997)
- 24) 日本工業新聞:平成11年10月19日号(1999)