

建築用低VOC水性つや有り アクリルエマルション塗料

Low-VOC Water-Based Acrylic Glossy Emulsion Paint
for Architectural Coating



第2事業部
技術開発部
津村昌伸
Masanobu
Tsumura



第2事業部
技術開発部
中村皇紀
Koki
Nakamura

1. はじめに

住宅の高断熱・高气密化に伴うシックハウス症候群や化学物質過敏症といった健康障害が、室内空気汚染として大きな社会問題となってから既に久しく、揮発性有機化合物（以下VOC）やホルムアルデヒドに代表される化学物質の健康への影響は、広く一般の知るところとなっている。この問題に対する国の動きとしては、平成9年に厚生労働省がホルムアルデヒド等の特定化学物質の濃度指針値を定めて以降、関係各省庁においてもさまざまな取り組みがなされ、規制対象物質やその指針値の策定、あるいは法規制化の対策が現在も進められている。表1に代表的な省庁の動きの例について示す¹⁾。

住宅関連業界では、(社)住宅生産者団体連合会が中心となり「住宅内の化学物質による室内空気質に関する指針」を設け、キシレン、トルエン等のVOCやホルムアルデヒドの使用削減を図るとともに、平成12年より施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の中の住宅性能表示制度を受けて、使用建材のホルムアルデヒド含有等級や室内濃度の実測値表示等の対応を進めている²⁾。また平成14年には建築基準法が改正されホルムアルデヒド及びクロ

表1 室内空気汚染に対する各省庁の主な取り組み

| 省庁名 | 取り組み内容 |
|-------|---|
| 厚生労働省 | <ul style="list-style-type: none"> ○室内空気汚染物質の室内濃度に関する指針値の策定 ○室内汚染化学物質の採取・測定法の検討 ○室内空気汚染に関するガイドラインの作成 |
| 国土交通省 | <ul style="list-style-type: none"> ○建築基準法改正による建材の使用規制と換気の義務付け ○住宅性能表示制度（品確法）における表示対象の拡充 ○「化学物質による健康影響の低減方策についての設計施工ガイドライン、ユーザーズマニュアル」の充実強化 |
| 農林水産省 | <ul style="list-style-type: none"> ○日本農林規格（JAS）表示の普及定着の促進 ○合板等の低ホルムアルデヒド化、非放散化の促進、支援 |
| 文部科学省 | <ul style="list-style-type: none"> ○学校における化学物質の濃度等実態調査 ○「学校環境衛生の基準」空気清浄度規定作成 |
| 経済産業省 | <ul style="list-style-type: none"> ○室内空気汚染物質測定方法のJIS原案作成 ○ISOにおける規格化の動向、主要先進国での室内空気測定法の調査 |

表2 健康リスクに対する建築用塗料の目標基準

| 塗料設計条件 | エマルション塗料 | 溶剤系塗料 | 備考 |
|--------|----------|---------|---------------------------|
| TVOC | 1%以下 | — | 標準圧力で沸点250℃以下の揮発性有機化合物の総量 |
| 芳香族系溶剤 | 0.1%以下 | 1%以下 | キシレン、トルエン等 |
| アルデヒド類 | 0.01%以下 | 0.01%以下 | ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドを対象 |
| 重金属類 | 0.05%以下 | 0.05%以下 | 鉛、クロム、カドミウム、ヒ素、水銀を対象 |
| 発がん性物質 | 0.1%以下 | 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 | 0.1%以下 | |

ルピリホスに関して実際の法規制としての使用制限が設けられ、住宅建材・施工材提供者としてもその具体的な対策が急務となっている。

これらを受けて(社)日本塗料工業会においても建築用塗料の安全性に関して、「健康リスクに対する建築用塗料の目標基準」を設定し、塗料中のVOCやホルムアルデヒド含有量等の目標基準を表2に示すように定めている³⁾。この中で特にエマルジョン塗料のTVOC(総揮発性有機化合物)に関しては塗料中1%以下を目標基準としている。現在、内装塗料関連ではつや消し塗料において低VOC化が先行して研究開発が進められ、市場にも定着しつつある。当社においても従来からの普及品であるアクリルエマルジョン塗料「ビニデラックス300・500」の低VOC化に成功して上市するとともに、ホルムアルデヒド抑制型の機能性低VOC塗料「エコデラックスⅡ」も開発した。それに対してつや有り塗料では、ニーズが高まっている一方で、その開発の困難もあり、市場でもまだ非常に少ないのが現状である。ここではそのニーズに答えるために開発した建築用低VOCつや有りアクリルエマルジョン塗料について紹介する。

2. 開発方針

2.1 エマルジョン塗料中のVOC

VOCの概念についてはWHO(世界保健機構)の提言に基づき、沸点範囲によって4種類に分類されている⁴⁾。表3にWHOによるVOCの分類を示す。日本塗料工業会では、目標基準についてはTVOCとして沸点250℃以下の物質1%以下を指針としている。

表3 揮発性有機化合物の分類

| 分類 | 略記 | 沸点範囲(℃) |
|-----------|------|-----------------|
| 超揮発性有機化合物 | VVOC | <50-100 |
| 揮発性有機化合物 | VOC | 50-100~240-260 |
| 半揮発性有機化合物 | SVOC | 240-260~380-400 |
| 粒子状物質 | POM | >380 |

エマルジョン塗料中のVOC成分は凍結防止剤としてのエチレングリコールや、造膜助剤としてのテキサノール等が主な物質としてあげられる。それらの一般的な例について表4に示すが、つや有り塗料では、組成的に樹脂分を多く含むことから通常VOCはつや消し塗料よりも多く必要とされ、このことが開発を困難にする原因ともなっていた。これらのVOC成分は従来の塗料では、いずれも必要不可欠なものであり、削減することによっては、以下のような不具合が発生する。

表4 一般的なエマルジョン塗料中のVOC

| 使用目的 | 有機化合物名 | 沸点(℃) |
|-------|---------------|-------|
| 造膜助剤 | テキサノール | 244 |
| | セロソルブアセテート | 156 |
| | ブチルセロソルブ | 171 |
| | ブチルセロソルブアセテート | 191 |
| 凍結防止剤 | エチレングリコール | 197 |
| | ジエチレングリコール | 245 |
| | プロピレングリコール | 187 |

- 1) 低温下で凍結した場合、常温になっても融解しない、または融解しても変質する。
- 2) 低温乾燥下で造膜せず、ワレを生じる。
- 3) 常温乾燥下でも造膜が不十分で、光沢も低く、洗浄などで塗膜が欠落する。

2.2 VOCフリーエマルジョン

造膜助剤を必要としないエマルジョンは種々考えられており、一般的にはエマルジョンのT_g(ガラス転移温度)を低く設定することにより達成される。しかしながら単に低くするだけではタック(粘着性)等が問題となるため、本塗料の開発にあたっては有光沢、タックフリー、VOCフリーを満足するエマルジョンの設計が必要となった。

3. 塗料の開発

3.1 基体樹脂設計

当社では、前述のように低VOC環境改善型アクリル樹脂エマルジョンペイントとして「エコデラックスⅡ」を上市しているが⁵⁾、その基体樹脂は粒子内架橋型コアシェルエマルジョンである。しかし、エコデラックスⅡはつや消しタイプであり、この樹脂をそのままつや有りタイプに転用すると、塗膜にタックが残ってしまう。そこで、このエマルジョンを参考にして新たな基体樹脂の開発を行なった。

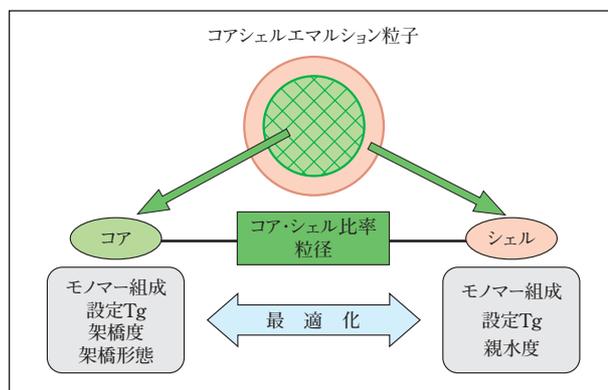


図1 開発エマルジョンの模式概念図

図1に新規粒子内架橋型コアシェルエマルジョンの模式概念図を示す。エマルジョンは2層構造であり、コア層（粒子内部）とシェル層（粒子外部）に区別される。低温時の造膜性や膜強度、タックなどの塗膜性能にはコア・シェル層の比率や各層のモノマー組成、Tg、架橋度、架橋形態等のさまざまな要因が関与している。今回開発したエマルジョンではそれらのバランスを取り、最適な条件を見出すことにより、耐水性や耐洗浄性なども含めた諸性能を満足させることができた。また、エマルジョンの安定性（主に凍結安定性）については、粒子径や表面の親水性に依存しており、塗膜の光沢が低下しない範囲でモノマーの種類や反応条件等を調整することにより確保した。

3.2 塗料設計

本開発品の設計にあたっては原材料選択の段階においてもVOC成分を含有するものは、極力排除して行った。従来の塗料では、低温安定性確保のためにはVOCに該当するエチレングリコールなどの凍結防止剤が必要であったが、今回開発したエマルジョンはそれらも考慮しており、さらに安定化向上のために特殊な補助剤を使用することで、顔料分を含む塗料中でも凍結融解試験後の安定化を図ることが出来た。その他の増粘剤や消泡剤などの添加剤類に関してもVOCをほとんど含まないものを選択し、また製品の安全性に配慮し、内分泌かく乱物質（環境ホルモン）とされているものなどは使用していない。表5に本開発品のガスクロマトグラフィによるVOC測定結果を示す。この結果TVOCは0.09%と日本塗料工業会の指針値1%を大きく下回っている。

表5 開発品のTVOC含有量測定結果

| 品名 | 含有量（重量%） |
|------------|----------|
| 開発品 | 0.09 |
| 一般つや有り水性塗料 | 4.50 |

3.3 抗菌・防カビ性

大腸菌O-157による食中毒やMRSAなどによる院内感染は今でも時々起こる重大な問題であり、特に抵抗力の低い高齢者や乳幼児にとっては生命にもかかわる深刻な事態を引き起こすことがある。このことから最近では抗菌に対する一般の関心も非常に高まり、住宅においても抗菌性の生活関連製品が数多く開発されている。またカビについてもシックハウス症候群の原因のひとつとされていることから、居住者にとって防カビ性能も重要な機能である。図2、写真1に各々開発品における抗菌性と防カビ性の試験結果を示す。本開発品は抗菌性及び防カビ性についても優れた性能を有している。

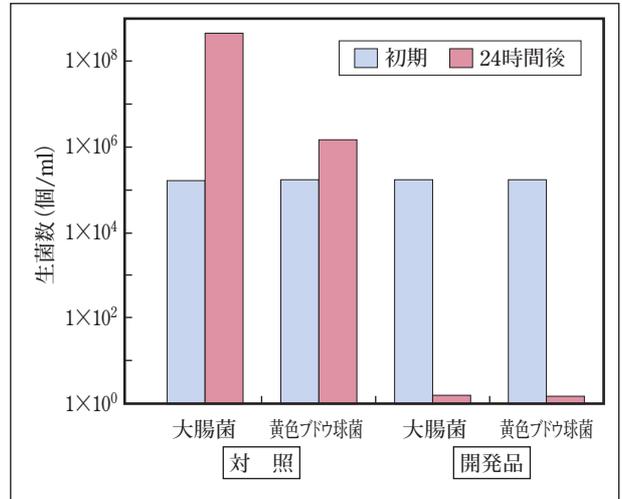


図2 開発品の抗菌性（試験はJIS Z 2801フィルム密着法に準拠）



写真1 開発品の防カビ性（JIS Z 2911カビ抵抗試験法）

3.4 ホルムアルデヒド放散量測定

ホルムアルデヒドは室内空気の汚染源として最も問題視される物質のひとつであり、主に旧来の合板の接着剤等に含有されていた。平成15年7月に施行される改正建築基準法では具体的な数値規制が設けられており、塗料も含めた建築施工材はそのホルムアルデヒド放散量によって、厳格に使用量が規制されている。本開発品はそのことも十分考慮し、エマルジョンの合成の段階からもホルムアルデヒドを生成する原材料は使用していない。図3に塗膜からのホルムアルデヒド放散量の測定方法であるJIS K 5601-4-1-1デシケター法（案）の構成図を示す。本開発品についてホルムアルデヒド濃度の測定を行った結果を図4に示すが、開発品はホルムアルデヒド放散がほとんど無く、使用制限対象外である。

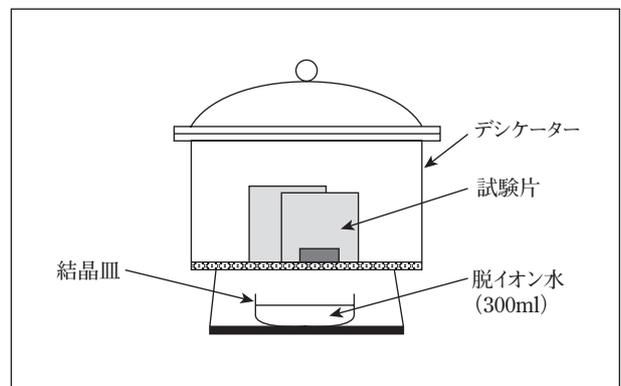


図3 ホルムアルデヒド放散量測定法〔デシケター法（案）〕

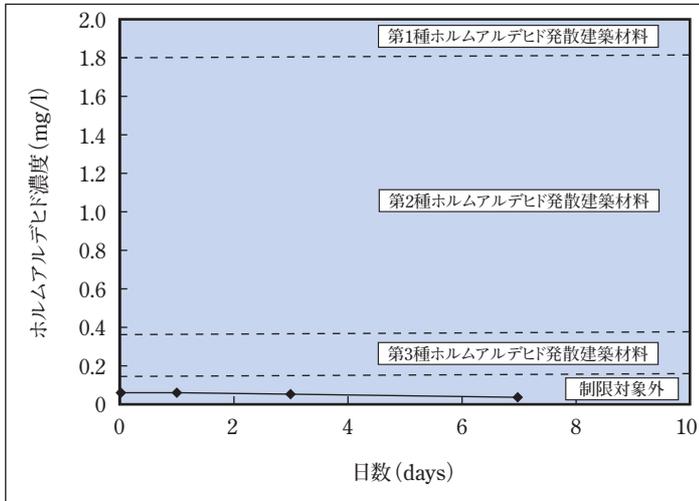


図4 ホルムアルデヒド放散量測定結果 [濃度による種別等級 (案)]

4. 塗料性能

JIS K 5660規格試験

表6にJIS K 5660合成樹脂つや有りエマルジョン塗料の規格試験結果を示す。この結果、本塗料は一般性能としても規格に適合する製品である。

5. 標準塗装仕様

表7に本開発品の標準塗装仕様の例を示す。本品は先に開発された低VOCアクリルエマルジョンの透明シーラーである「エコデラシーラー」と組み合わせることにより、つや有り仕上げの低VOC仕様を組むことが可能である。本仕様は、内部壁、天井面等のコンクリート、モルタル、各種ボード類の新設、塗り替えに適用できる。

表6 JIS K 5660 つや有り合成樹脂エマルジョンペイント規格試験結果

| 項目 | 品質 | 結果 | |
|-------------|---|-------|----|
| 容器の中での状態 | かき混ぜたとき、固い塊がなく一様になること。 | 合格 | |
| 低温安定性 (-5℃) | 変質しないこと。 | 合格 | |
| 塗装作業性 | 2回塗りで、はけ塗り塗装作業に支障がないこと。 | 合格 | |
| 乾燥時間 | 20℃ | 2時間以内 | 合格 |
| | 5℃ | 4時間以内 | 合格 |
| 塗膜の外観 | 塗膜の外観が正常であること。 | 合格 | |
| 隠ぺい率 | 95以上 | 98 | |
| 鏡面光沢度 | 70以上 | 80.2 | |
| 耐水性 | 96時間浸したとき光沢保持率が80%以上で、塗面に異常がないこと。 | 合格 | |
| 耐アルカリ性 | 7日間浸したとき光沢保持率が65%以上で、塗面に異常がないこと。 | 合格 | |
| 耐洗浄性 | 1000回の洗浄に耐えること。 | 合格 | |
| 耐湿潤冷熱繰返し性 | 光沢保持率が80%以上で、湿潤冷熱繰返しに耐えること。 | 合格 | |
| 促進耐候性 | 480時間の試験で光沢保持率が60%以上、白亜化の等級は1以下で、色の変化の程度が見本品に比べて大きくないこと。 | 合格 | |
| 屋外暴露耐候性 | 12か月の試験で、白亜化の等級は2以下で、割れ、はがれ、膨れ及び穴がなく、色とつやの変化の程度が見本品に比べて大きくないこと。 | 合格 | |

表7 標準塗装仕様

| 工程 | 塗料名と処置 | 塗装回数 | 塗布量 (kg/m ² /回) | 塗装間隔 (20℃) | 希釈率 (重量%) | 塗装方法 |
|------|---|------|----------------------------|------------|-----------|--------|
| 素地調整 | エフロ、レイトランス、ゴミ・汚れなどは、ワイヤブラシ、サンドペーパー、ウエスを使用して除去し、乾燥した清浄な面にする。(pH10以下、含水率8%以下) | | | | | |
| 下塗り | エコデラシーラー | 1 | 0.07~0.10 | 2時間以上 | 上水50~80 | 中毛ローラー |
| 上塗り | 開発品 | 2 | 0.12~0.14 | 2時間以上 | 上水5~15 | 中毛ローラー |

注) 塗布量は被塗物の形状、塗装方法などによって増減することがあります。

注) 下塗りエコデラシーラーの代わりに、EPシーラーなどを使用することもできます。

注) 珪カル板など脆弱な素地の塗装の際はエコデラシーラーの代わりにアレストロングシーラーを使用してください。

注) 必要に応じて、パテ処理や研磨を実施してください。

6. おわりに

今回紹介した開発品により、水性つや有り塗料の分野においても低VOC化技術を確立することができた。当社では現在、建築塗料市場に対して「エコペインター宣言」を行い、これまで高品位水性塗料や弱溶剤系塗料など数多くの環境配慮型エコロジー製品を開発し、市場投入してきた。本開発品は今後ますます重要となる居住空間の環境対策として、それらの製品構成の一角をなすものである。

前述したように、平成15年7月より改正建築基準法が施行されホルムアルデヒド等の室内空気汚染物質に対し実際的な法規制が行われていくが、環境や安全、健康に対する社会的な要求はこれからも更に高まっていくと考えられる。環境省の資料⁶⁾によるとエコビジネスの市場規模(全産業)は、2010年には約40兆円、年平均伸び率3.7%の成長産業になると推計されており、このうち「環境負荷低減技術及び製品」に対しては約4000億円と試算されている。今後もそれらのニーズに少しでも答える製品開発を行うことより、社会貢献に努めていきたい。

7. 参考文献

- 1) 財団法人建材試験センター:「建築基準法改正に伴う各種標準化政策の現状と展望」講演会梗概集 2002年11月
- 2) 社団法人住宅生産者団体連合:「住宅生産者のための室内空気対策セミナー」2001年9月
- 3) (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]、p45-47 (1997)
- 4) WHO:Air quality guidelines for Europe, Regional Publications European Series, No.23,(1987)
- 5) 廣瀬哲也:塗料の研究 No.138、p.76(2002)
- 6) 環境省ホームページ <http://www.env.go.jp/>