

室内環境対応形水系塗料 『ノボクリーン』の開発

Development of Zero VOC Paint
"NOVOCLEAN"

技術本部 技術開発部
Product Development Department



松田 充弘
Mitsuhiro MATSUDA



江見 眞
Shin EMI



朝倉 光彦
Mitsuhiko ASAKURA

1. はじめに

地球環境に関する京都議定書への取り組みが、トップニュースになるほど世界的に環境問題は注目を浴びている。温暖化による海面上昇の影響で、水没するおそれが現実となってきた国もあり、その国民の切実な訴えを伝えるショッキングなニュースもみられる。様々な気象異常による災害が、もはや現実的な問題となってきている今日、環境対策は努力目標ではなく、次代も生き残るための世界共通の課題であることが認識されてきた。

企業活動においても、環境マネジメントシステムの国際規格であるISO 14000の認定システムが、国際間取引の資格要件、いわばパスポートとなりつつあることから見ても、「環境」に対する取り組みや姿勢が、国際間競争における企業の品質や価値を決める時代になるように思われる。こうした情勢を踏まえ、環境対応形塗料の研究開発も盛んに進められている。

2. 環境対応形塗料

PRTR(環境汚染物質排出・移動登録)法への対応やRC(レスポンシブルケア)活動など、各企業が自らの責任で有害化学物質の管理や削減に前向きに取り組むようになってきた。

「人にやさしく、地球にやさしく」を合言葉に、環境に影響を与える要因を少しでも緩和し軽減することが今日の技術的な課題である。塗料分野での展開として、次のようないくつかの方向性が考えられる。

塗料のVOCの削減

塗装工程の省資源・省エネルギー化

高耐久性塗料によるメンテナンスフリー化

有害物質フリー化

さらに進んで

有害物質発生源の抑制

有害物質の除去

等である。

これらの方向性を建築塗料分野では、キシレン、トルエンを含む強溶剤系塗料からミネラルスピリット主体の弱溶剤系塗料へと、さらには水系塗料の開発への取り組みが進んでいる。特に常温架橋(一液反応硬化形)エマルションの開発¹⁾で溶剤系に匹敵する仕上がりや性能が得られるようになり、これら水性塗料の開発に加速がかかっている。また、アクリルやウレタン樹脂塗料からシリコンやふっ素樹脂塗料のような高耐久性塗料の水系化も

進んでいる。速乾性で鉛・クロムフリー型塗料の開発もこれらを意識したものである。屋根用としては、断熱、熱放射形の塗料が開発されてエネルギー負荷削減に大いに貢献している。また、有害物質を吸着・固定化する室内用塗料や空気中の窒素酸化物(NO_x)等を分解できる光触媒塗料も開発され、空気の清浄化の観点から注目をあびている。

3. 室内環境問題

住宅工法の欧米化、省エネルギー型の気密性住宅の普及で、最近になり壁装材、建材、フローリング材、家具等に含まれる有害物質による室内空気汚染が問題になってきている²⁾。オイルショック後のオフィスビルで省エネルギー対策として換気量を減らしたために室内空気の汚れが原因で起きた「シックビル症候群」を発端に、日本でも一般住宅で同様の健康被害がみられるようになり「シックハウス症候群」として表面化してきた³⁾。さらには、「シックスクール症候群」も大きな問題となり、改装された幼稚園の園児の症状がひどく、直ちに全面改装が必要となるなど問題は深刻化している。特に、戸建て住宅の場合には新築の住居で多く見られたため「新築病」とも呼ばれている。これは家具に使用されている合板や建材および壁装材から、有害物質としてホルムアルデヒドや有機リン系可塑剤などの空気中への放散で起こる「化学物質過敏症」や「アレルギー」のことである。建築資材から室内に放出される有害物質として表1のようなものがある。

表1 建築資材より放出される化学物質

建築資材	主な関係化学物質
塗料	有機溶剤など
合板など	ホルムアルデヒド、有機溶剤など
接着剤	ホルムアルデヒド、有機溶剤など
壁紙	可塑剤など
木材	木材保存剤(殺虫剤など)
畳	殺虫剤など

これらの有害物質により新築の家に入ると、目への刺激、頭痛、めまい、吐き気等の症状が現われ、家から外に出ると正常に戻るといったことが繰り返されるものである。対策として、入居までに十分な換気やベークアウトにより強制的に有害物質を除去する方法もとられているが充分ではない。

このような問題に対して、官民で構成された「健康住宅研究会」からの「設計・施工ガイドライン」では、新築時において一般的に使用される住宅建材等に有害物質が含まれる可能性や、健康への影響への可能性の高さ等を勘案し、当面、安全な居住空間を提供するため優先的に配慮すべき物質として表2に示す6物質をあげている。

表2 優先的に配慮すべき物質

3物質	ホルムアルデヒド トルエン キシレン	3薬剤	木材保存材 可塑剤 防蟻剤
-----	--------------------------	-----	---------------------

内装仕上げ材に用いる合板、ボード類としては、合板類はホルムアルデヒドの放散量が日本農林規格(JAS)で等級別に定められ、パーティクルボードはホルムアルデヒドの放出量が日本工業規格(JIS)で定められている。

フローリングについては床の張り付けに用いる接着剤にはトルエンやキシレンの発生の少ないものを使用する。

壁紙の選定にあたっては、ホルムアルデヒドの放散量がISM(生活環境に配慮したインテリア材料に関するガイドライン)あるいはそれと同等の基準、性能に適合するもの。壁紙の施工において使用する接着剤はホルマリン不使用が明記されたものを使用する。

溶剤・希釈剤類は、総合的な量としても有害性の対象となるとされており、TVOC(揮発性有機化合物総量)も評価の対象とされる。TVOCとして、0.2mg / m³で臭気及び不快感、3mg / m³付近でシックビル症候群、25mg / m³程度の溶剤濃度で中毒が起きるとの情報がある。従って、内装工事に使用する接着剤・塗料は、ホルマリン不使用のもので、トルエン、キシレンの放散が極力小さいものを使用し、十分な養生期間を設けるなどである。

これに対応して、(社)日本塗料工業会は「室内環境対

対策研究会」で検討を加え、平成9年4月に「健康リスクに対する室内用建築用塗料の目標基準(ガイドライン)」⁴⁾としてTVOC1%以下を設定した。

これらの動きの中で2000年6月、厚生省(当時)の「シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会、中間報告書第1回～第3回のまとめについて」⁵⁾にて個別の室内VOC濃度について表3に示す指針値が出された。

表3 厚生省室内環境濃度指針値

規制物質	指針値(μ /)	発表時期
トルエン	260	2000年6月
キシレン	870	
ホルムアルデヒド	100	
TVOC	400	2000年9月

発表された物質のうち主な物を掲げた。

さらに同年10月にはTVOCが400μg/を暫定の目標値として発表された⁶⁾。各国の規制値も参考にし、全国の実体調査も行いながら合理的に達成可能な指針値であるとしている。

塗料の面から考えると、トルエン、キシレンを内装用塗料として使用しないことはもちろんのこと、TVOCが大きな課題である。水系塗料においても少量含まれる揮発性有機物質⁷⁾が、塗装時から室内に徐々に放散する事による室内環境濃度が問題となる。

4. ゼロVOCエマルジョン塗料「ノボクリーン」について

最近の建築の塗装工事高は新設/改修=1/2の比率で、改修(塗り替え)工事が多くなっている。従って、人が生活し活動する場で塗装工事が行われることになり「人にやさしい」塗料の開発が大切なポイントになってきている。

当社では既に室内環境汚染対策塗料として水性の合成樹脂エマルジョン塗料「インテグラ」を販売し好評を得ている。「インテグラ」は特殊アクリル樹脂とハニカムアンチスメル材の組み合わせで、合成樹脂エマルジョン塗料の一般品と比べ低臭で、塗膜はホルムアルデヒドなどの有害物質を吸着・固定化する性能をもっている。ビニールクロスなど室内汚染物質の発生源のある場合に効

果的な塗料として好評を得ている。また、抗菌機能を備えた院内感染対策用抗菌コート「D-Septシリーズ」を病院、学校等の内装を中心にPRし実績をあげている。

塗装時にVOCを発生しないことを目標に設計された室内環境対応形水性塗料「ノボクリーン(NO VOC CLEAN)」は、その名の通り塗料中に揮発性有機化合物(VOC)を含まない塗料である。従って、戸建て住宅はもちろんのこと、臭気や化学物質に敏感な人が多く集まる幼稚園、学校、老人ホーム、病院等の室内の塗り替え、食品工場のように臭気をさらう室内の塗り替えに最適といえる。「ノボクリーン」についてさらに詳細を述べる。

4-1 「ノボクリーン」の設計ポイント

室内の壁、天井などの塗装については、健康有害性の面から問題の少ない水系の合成樹脂エマルジョン塗料が一般的に使用されている。現在では新しい塗料技術の開発により内装、外装ともに下塗りから上塗りまで水性の合成樹脂エマルジョン塗料の使用が可能となっている。しかしながら、内装用の水性の合成樹脂エマルジョン塗料でも低温での成膜性を向上させるための成膜助剤として、また、塗料の凍結を防止し凍結しても元に戻りやすくするためにグリコール系などの有機溶剤類を塗料中に通常数%使用している。そのため塗装時や塗装後も塗膜からそれらの溶剤が放散することがあり、室内濃度がある程度以上である場合にはVOCに敏感な体質の人の場合、健康障害を引き起こすことも考えられるので決して安全とは言えない。

これらの低温成膜性の機能や凍結防止、安定化の機能を改善するためには、機能性モノマー成分の使用、樹脂構造の工夫、樹脂合成手法の開発等があり、高分子化学の分野でも種々検討がなされている。「ノボクリーン」はこれらの機能を合成樹脂エマルジョン自体に組み込み、さらには顔料及び添加剤も安全性が高く有機溶剤類の含まないものを選定し、VOCを一切含まない塗料として配合設計を行ったものである。

4-2 「ノボクリーン」の特長と性能

(1) 人と環境にやさしい

有機溶剤や有害物質を含んでいない塗料であり、(社)日本塗料工業会の目標基準に適合する(表4)。

表4 健康リスクに対する建築用塗料の目標基準への適合性

目標値		評価結果
塗料設計条件	エマルジョン塗料	ノボクリーン
TVOC	1%以下	適合
芳香族系溶剤	0.1%以下	適合
アルデヒド類	0.01%以下	適合
重金属(鉛、クロム等)	0.05%以下	適合
発癌物質 生殖毒性物質 変異原生物質	0.1%以下	適合
感作性物質	0.1%以下	適合

また、塗膜からのVOCの発生もないので厚生労働省の室内濃度に関する指針値に適合し、人や室内環境に影響がなく安全といえる。以下、塗膜からVOCの発生量についての実験結果を述べる。

1) 塗膜からのVOC発生量測定(その1)

(社)日本塗料工業会「室内環境対策研究会」で設定されたミニチャンバー法(図1)を用いて、塗装1日、3日、5日後まで測定した。結果は表5に示すように、従来の

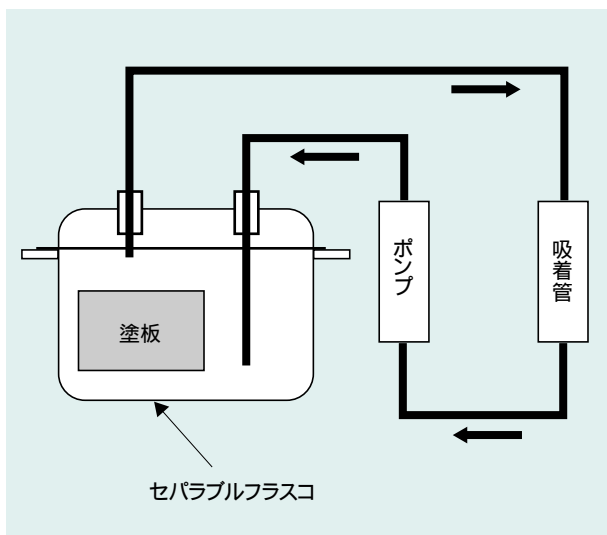


図1 塗膜からのVOC発生量測定[ミニチャンバ-法]【日塗工】

表5 ミニチャンバー法による塗膜からのVOC放散量

経時時間 (hrs)	VOCの放散量(μ / ・hrs)	
	ノボクリーン	従来品
24	検出限界以下	5000
72	検出限界以下	1786
120	検出限界以下	536

合成樹脂エマルジョンペイント(以下従来品)は1日後は5000μg/ ・hrsの発生量があった。一方、「ノボクリーン」は1日後でもすでに検出限界以下でありVOCの発生がないことを示している。本試験の測定条件の詳細は以下のものである。VOCの捕集にシリカゲル管(シリカゲルチューブスタンダード型:柴田科学製)及び活性炭管(有機ガスサンプラー用活性炭チューブ:柴田科学製)を用い捕集流量は150ml/分で5時間と20時間とした。測定はガスクロマトグラフ質量分析計(GCMS-QP5050:島津製作所製)を使用した。測定モードは選択イオン検出法(SIM)で、測定条件としては、カラムはDB-1を使用し、カラム温度50、気化室温度280、測定時間35分、カラム流量2.3ml/分、昇温50~200とし、定量は検量線法を用いた。

2) 塗膜からのVOC発生量測定(その2)

「ノボクリーン」と従来品を、実際に室内の壁に塗装してVOCの気中濃度を測定した。同型で同容積の会議室2部屋を使用した。塗装及びVOC捕集条件を図2に示す。

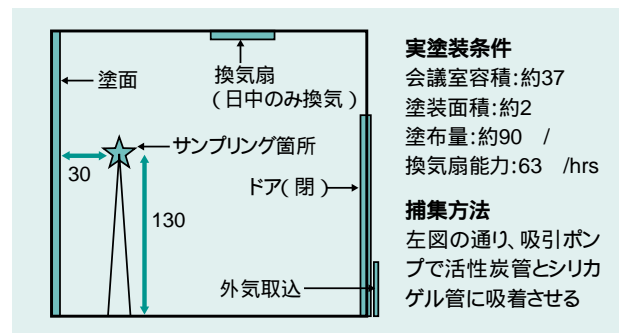


図2 実塗装塗膜からのVOC発生量測定

試験は労働安全衛生法の作業環境測定基準に従って固体捕集法で実施した。使用したポンプや吸着管などはミニチャンバー法で用いた物と同じである。捕集吸引時間は厚生省の指針に準じて30分以上とし、塗装後

の経過時間とともに増やした。これは時間経過により、塗装面からのVOC発生量が減ってくることを想定したためである。捕集空気の分析、定量はミニチャンバー法と同様に行った。塗装1日後の「ノボクリーン」と従来品とのガスクロマトグラフ(GC-MS)のチャートを図3に示した。

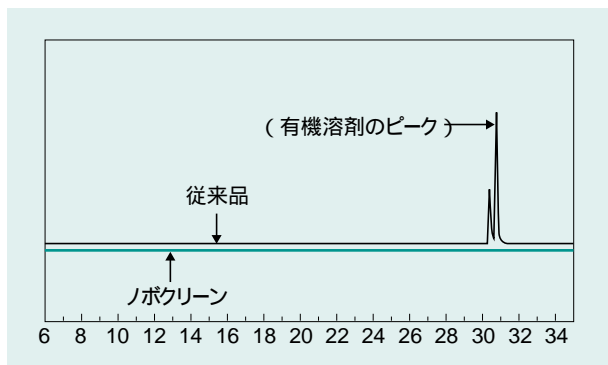


図3 実塗装における固体捕集法によるVOC量のGC-MS法分析結果(塗装1日後)

従来品は有機溶剤のピークがはっきりと認められたが、「ノボクリーン」は全くVOCのピークは認められなかった。塗装後の当日、1日後、2日後に捕集したサンプルでVOCの定量を行ない表6の結果を得た。厚生労働省の室内環境濃度指針はTVOCの値を400 $\mu\text{g}/\text{l}$ としているが、「ノボクリーン」は充分にこの値をクリアしており非常に安全性の高いものであるといえる。

表6 室内空気中に発生したVOCの量

経時時間(hrs)	VOCの気中濃度(μ / l)	
	ノボクリーン	従来品
4 ~ 5	0.6以下	689
20 ~ 24	0.3以下	311
36 ~ 39	0.3以下	13

本条件での定量限界値

(2)臭いをほとんど感じない。

揮発性有機化合物(VOC)を全く配合していないので、塗装時も塗装後もほとんど臭いを感じない。臭いに関する実験及び結果を以下に述べる。

前述の会議室(2部屋)にそれぞれ「ノボクリーン」と従来品を塗装し、当日~翌々日までの部屋内の臭気を人間による評価とポータブル型二オイセンサーXP-329(新コスモス電気製)で測定した。まず、男性社員と女性社員を延べ40名に塗装後のそれぞれの会議室内の臭いを

チェックしてもらいアンケートに回答してもらった。その結果、「ノボクリーン」は塗装当日でも臭気は従来品に比べはるかに少なくわずかに臭う程度であり、翌日になると全く臭気を感じないと評価した人が大半であった。それに比較して、従来品は翌々日でも臭気を感じると評価した人がほとんどであり両者間の有意差は歴然としていた。一方、塗膜からの臭気を機器を使って測定した数値は図4であり、人間による評価とほぼ同様の結果が得られた。尚、

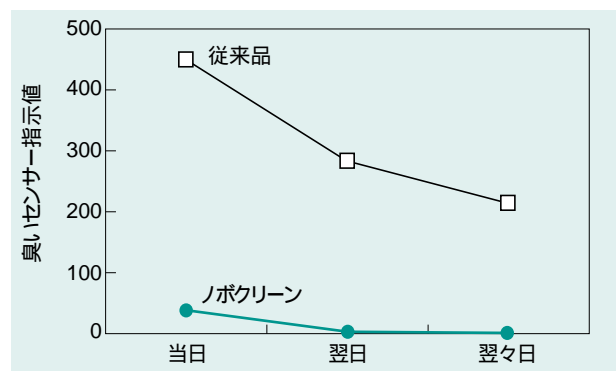


図4 塗装後の経過時間と臭気

機器による臭気測定は塗装前の部屋をあらかじめ測定しこれを塗装前の部屋の臭気の数値とした。塗装後の臭気の数値から塗装前の部屋の臭気の数値を差し引いた数値を新たに発生した臭気の数値(指示値)とした。従来品は塗料中の残留有機溶剤が徐々に揮発するのに対して、「ノボクリーン」はほとんど臭気がなく、乾燥塗膜にも有機溶剤類が残っていないことを示している。

(3)美しい仕上がり

従来の合成樹脂エマルジョンペイント(JIS K 5663)と同等以上の作業性、仕上り性、タッチアップ性を有している。塗料、塗膜性能はJIS A 5663 1種に合格し、凍結防止剤を使用していないにもかかわらず、低温安定性は寒冷地を想定した-20に冷やした試験にも耐え得ることができる。

4-3 標準塗装仕様

「ノボクリーン」は臭気がなく安全性が高いため、居住者のいる塗り替えに特に有効である。下塗り(シーラー)としては専用の「ノボクリーンシーラー」を準備している。「ノ

ボクリンシーラー」も、上塗り「ノボクリン」と同じタイプでVOCゼロの水性の合成樹脂エマルジョン系シーラーである。塗り替えの標準塗装仕様を表7に示す。

表7 標準塗装仕様(塗り替え)

工程	塗料	作業内容	塗装回数	標準使用量(/ /回)	乾燥時間(20)
素地調整	-	刷毛又はウエスで被塗面のゴミ、ホコリを除去する。	-	-	-
下塗	ノボクリンシーラー	水で10～20%希釈して、刷毛、ローラーで均一に塗装する。	1	0.11～0.13	2時間以上
上塗	ノボクリン	水で5～15%希釈して、刷毛、ローラーで均一に塗装する。	2	0.13～0.14	2時間以上

5. おわりに

建築物の内装は、ビニールクロスに代表される乾式建材が施工性の簡便さで市場のシェアを拡大してきた。しかし、その一方では目に見えない形での住環境汚染がすすんできた。「健康住宅」という観点から、VOC、ホルムアルデヒド等を発生しない塗料を完成するとともに、さらには吸着機能・分解機能を併せ持つ塗料も開発中であり近々上市予定である。

塗料の基本的機能は保護と美装であるが、地球環境を汚染しないことへの対応が必要な条件となっている。さらには、「人と地球の環境保護」に向けたプラスの意味での対応と貢献が求められる時代にふさわしい商品開発に取り組んでゆく所存である。

参考文献

- 1) 松田充弘ら：特開平5 - 302043(1993)
- 2) 吉田弥明：日本接着学会第39回年次大会講演要旨集
- 3) 室内環境学会総会講演集(2000)
- 4) (社) 日本塗料工業会：室内環境対策研究会報告書(1999)
- 5) 厚生省：第3回シックハウス(室内空気汚染) 問題に関する検討会、中間報告 - - 第1回から第3回のまとめについて(2000.6)
- 6) 厚生省：室内空気汚染に係わるガイドライン案について - 室内濃度に関する指針値 - (2000.10)
- 7) 朝倉光彦：表面技術 48(8)10(1997)