

窯業建材向け低汚染化剤の開発

Development of Anti-Staining Agents for the Ceramic Industry Exterior Materials

塗料事業部門 建材塗料事業部
テクニカルサポートグループ
Paint Operating Division
Building Materials Coating
Department
Technical Support Group



皆良田 圭介
Keisuke KAIRADA

技術開発部門 開発部
技術開発第二グループ
Technical Development Division
Technology Development
Department
Technical Development Group



古田 麻衣
Mai FURUTA

1. はじめに

昨今、住宅メーカーおよび窯業系外装材(外壁材、屋根材)各社は外壁に機能性付与した商品の開発にしのぎを削っている。

窯業系外装材市場において、高機能性付与技術として現在最も一般化されつつあるのが低汚染化技術である。当社は窯業系建材用塗料のトップメーカーとして、いち早く低汚染機能の付与技術の開発に着手し、独自の技術で当分野の開発、商品化を実施してきた。

そもそも建築構造物の汚染は、そのものの価値を落とすだけでなく、不快感を与えるため、環境問題の一つに取り上げられるようになってきた。汚染の状態は、環境や建物の構造により様々であるが、一般的な塗膜の汚染は汚染物質が塗膜に付着し、その汚染物質が時間の経過とともに塗膜表層にしみ込むため、容易に除去ができなくなる。

本報では、この対策技術としての低汚染化技術、特に低汚染化剤の開発について報告する。

2. 低汚染機能の付与について

低汚染機能の付与については周知の通り、塗膜表面を親水化することにある。もちろん超撥水機能を付与した場合も同様の効果が期待できるが、外壁材の場合、暴露されることで表面が徐々に親水化していくため、窯業建材向けには適していない。図1に沖縄暴露での塗膜の親水化と汚染性の結果を示す。暴露することにより経年で塗膜表面は親水化していくが、暴露2年までの間に急速な汚染の進んでいることが、 ΔL (明度差)の低下(黒味の強調)からわかる。このことから、建築構造物の汚染は、撥水に近い状態である初期の段階より進行し、その汚染が経年でさらに固着していくと考えられる。

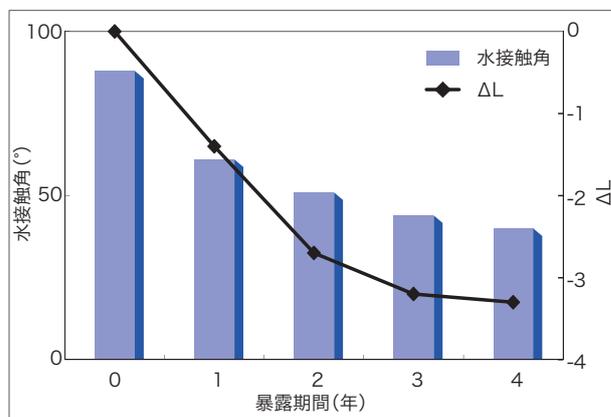


図1 沖縄暴露での一般クリヤーの親水化と汚染性

外部から汚染因子が塗膜表面に付着した場合、表面が疎水であるとそのまま塗膜に汚れが固着しやすい。このため、雨筋汚染をはじめとした汚染が生じる。対して表面が親水であると、雨水により汚染物質をローリングアップ機能により浮かせ洗い流すことができる。図2にセルフクリーニング機能について示す。さらに親水膜の場合は、常に塗膜表層に水膜を形成し、かつ帯電し難いため、汚染物質が固着し難いと考えられる。

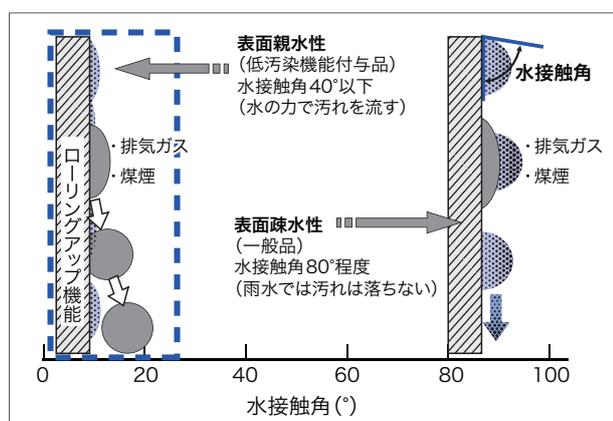


図2 セルフクリーニング機能について

低汚染機能の付与技術としては、一般的に光触媒作用により表面を親水化させる手法（①光触媒塗装システム）、もしくは、表面に水酸基を配行させ親水化する手法（②親水クリヤー塗装システム、③低汚染化剤塗装システム）が知られている。

①光触媒塗装システムはその名の通り、光（紫外線）

が当たることで表面が親水化し、併せて光触媒による有機分解作用を発現するが、逆に光のある場所でなければその効果を発現しない。また、光触媒作用による光分解能のため、下地には必ず有機塗膜への侵食を抑えるバリア塗膜が必要となる。

対して、②親水クリヤー塗装システムおよび③低汚染化剤塗装システムは、塗膜の表面に親水基を配向させているため、光の有無に関わらず、親水性が発現し、かつ光触媒のような分解能を持たないため下地に有機塗膜を使用しても何ら問題は生じない。

②親水クリヤー塗装システムは、クリヤー塗膜そのものに親水性を付与する方法である。手法はいくつかあるが、代表的なシステムとしては、塗膜形成過程で塗膜表面にシラノール基を配向させることで低汚染機能を発現させるものである。耐候性と親水性を兼ね備えたシステムであるが、①および③のシステムと比較すると親水性が劣る（水接触角が高く、親水機能に劣る）というデメリットがある。

③低汚染化剤塗装システムは、クリヤー層塗膜の上に低汚染化剤を塗装するシステムであり、この塗装方法からオーバーコート方式とも言われる。このシステムは、前者システムよりも塗装工程が1工程増えるデメリットがあるが、親水性の発現については前者よりも優れており（水接触角が低い）、現在主流の低汚染機能の付与技術である。表1に各低汚染機能の特長についてまとめた。

表1 各低汚染機能の特長について

| 親水性発現システム | ①光触媒塗装システム | ②親水クリヤー塗装システム | ③低汚染化剤塗装システム |
|-----------|---|---|--|
| 成分 | 光触媒酸化チタン (無機質バインダー必要) | 有機無機質バインダー | 超微粒子シリカ等 |
| 親水機能発現機構 | 太陽光中の紫外線照射により酸化チタンの汚染物質分解作用、超親水性機能を発現する。 | クリヤー塗料中に親水成分を含有しており、塗膜乾燥工程で親水成分が表面に配向し親水機能を発現する。 | 乾燥過程で無機成分の加水分解を生じ、親水性機能を発現する。 |
| 汚染除去機構 | 分解・親水性 | 親水性 | 親水性 |
| メリット | 紫外線が当たる状態であれば、長期の防汚効果、汚染物質分解能が持続する。 | ・クリヤー塗装のみで親水性が発現するため、工程短縮できる。 ・比較的安価 | ・紫外線が当たらなくても、高い汚染機能を発揮。 ・比較的安価 ・下地クリヤーの選択幅が広い。 |
| デメリット | ・紫外線の当たらない場所では十分な機能が発揮できない ・あらかじめ無機バリア層が必要→バリア層の塗装をしっかりと行っていないと光触媒効果による下地劣化を促進する。 ・高価 | ・他の仕様と比較すると防汚レベルが弱い。 ・塗装前板温、セッティング時間等の乾燥工程の変化により親水性発現能が変化する。 | ・親水樹脂クリヤーよりも1工程増える。 |

以下に、開発した低汚染化剤塗装システムについて説明する。

3. 低汚染化剤への要求性能と設計のポイントについて

低汚染化剤塗装システムは、クリアー層と低汚染化剤層の複合塗膜層であり、クリアー塗装と低汚染化剤との連続塗装もしくは、インターバル塗装において形成することができる。クリアー層としては、耐水性および耐久性を有する有機系もしくは有機無機ハイブリッドクリアー、ふっ素クリアーおよびアクリルウレタンクリアー等がある。また、低汚染化剤層は、1 μ m以下の塗膜厚により低汚染機能付与を行っている。

開発した低汚染化剤の暴露結果を図3に示す。図1と比較しても明らかなように低い水接触角と良好な耐汚染性を維持していることがわかる。

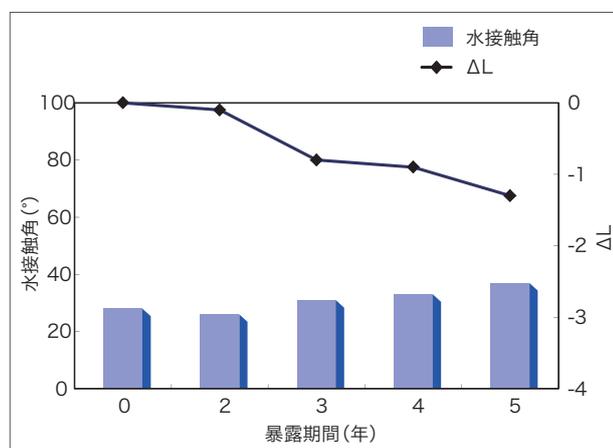


図3 沖縄暴露での低汚染化剤評価結果

窯業建材における低汚染化剤への主要要求性能の内容を以下に示す。

- 親水機能維持性に優れること
- 塗装作業性幅に優れること
- クリアーの種類に制限されず、性能発現に優れること

上記性能を達成するために、塗料設計において以下の設計ポイントを示す。

- 親水主成分種、量の選定
- 界面活性剤種、量の選定
- 下地塗膜(クリアー塗膜)への濡れ性と低汚染膜の均一成膜性

4. 低汚染化剤機能向上検証

4.1 各クリアー上における低汚染化剤塗装システムの親水性差異

クリアーの種類による親水性の確認を実施するため、自社製の各樹脂系クリアーを下地とし、当社従来品の低汚染化剤を塗装し評価板を作製した。親水性の評価は、当社工場内の南面傾斜暴露台(傾斜30°)を使用し、自然暴露による水接触角の変移を測定した。結果を図4に示す。

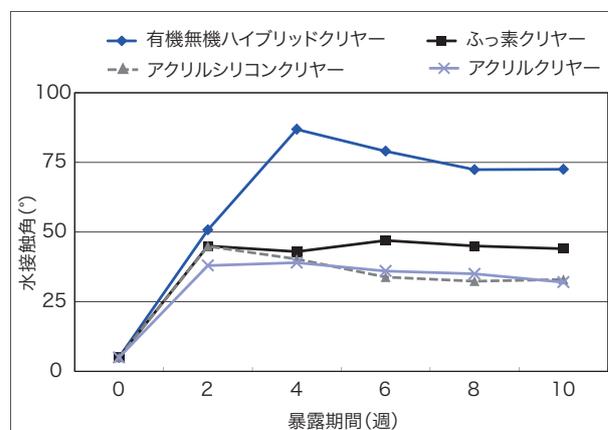


図4 各クリアー上での弊社従来低汚染化剤の親水性挙動

下地に使用したクリアーの種類により親水性(水接触角の変移)が大きく異なることがわかる。特に有機無機ハイブリッドクリアーを下地クリアーとした場合には、2週間で著しい撥水傾向が見られた。前述の通り、外壁汚染は初期に進行すると考えられることから、当該クリアー塗膜上では、十分な低汚染機能が発揮できない恐れがある。

4.2 新規低汚染化剤の開発について

この結果から、従来の低汚染化剤よりもさらに汎用性の高い新たな低汚染化剤の開発に着手した。まず有機無機ハイブリッドクリアーにおける撥水化の原因は、クリアー塗膜内に残存するシリコン成分等の撥水性物質が表層への移行によるものと推察し、項3に記述した開発ポイントの『Z, 下地塗膜(クリアー塗膜)への濡れ性と低汚染膜の均一成膜性』を重要視し検討を実施した。その結果、親水性、作業性のバランスの取れた低汚染化剤の開発に成功した。

開発品は、従来品と比較すると高作業性を有し、かつ親水機能維持性に優れる。ここでの高作業性とは、クリアー塗装と低汚染化剤塗装の連続塗装において、塗装時の被塗装基材の温度(塗装前板温)因子に依らず、外観が変動し難いことを言う。図5に従来品と開発品との作業性の比較を示す。

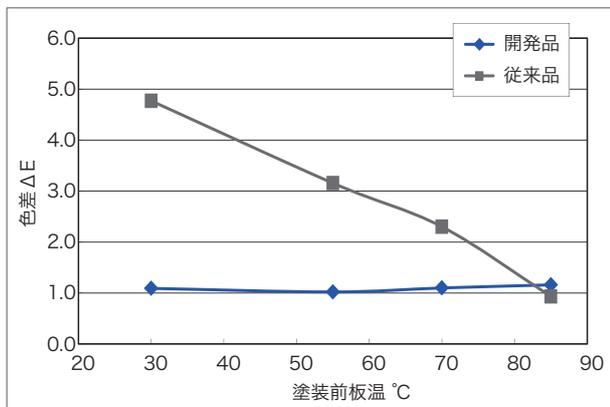


図5 塗装前板温度と色差の関係

図5の縦軸は低汚染化剤塗装部と非塗装部との色差 ΔE を示し、横軸は塗装前板温で示した。図5からわかるように、従来品は塗装前板温により仕上がり外観が影響を受けるが、開発品は塗装前板温が変動しても、一定の外観が得られている。

また、開発品の親水維持性の向上結果を図6に示す。

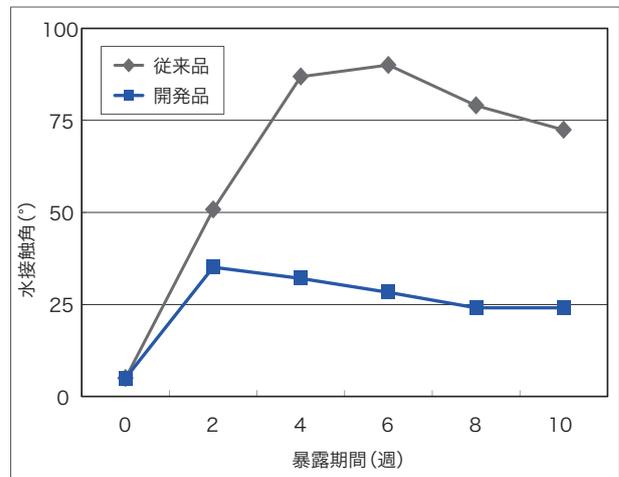


図6 有機無機ハイブリッドクリアー上の各低汚染化剤の水接触角挙動

従来品と比較して開発品は、初期の急激な撥水化現象を抑え、大幅に親水性が向上していることがわかる。これは界面活性剤の選定の見直しにより、低汚染化剤が均一な膜を形成したことによると推察される。図7に従来品と開発品の断面観察結果を示す。

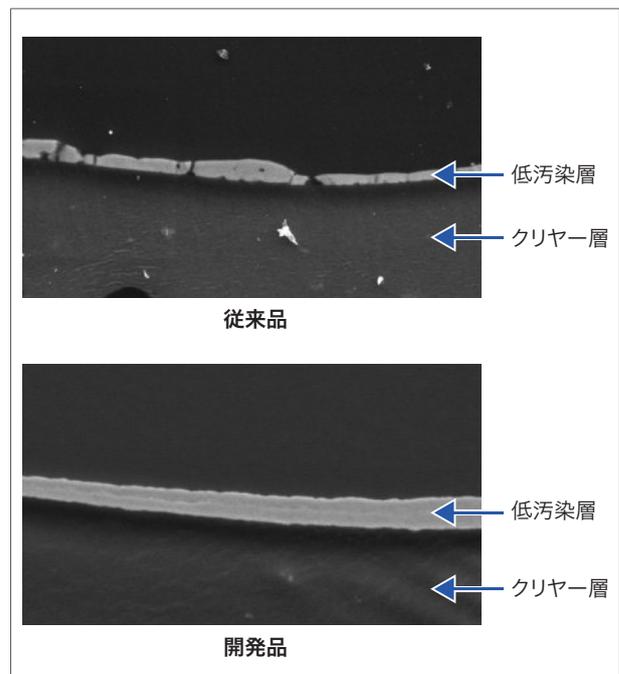


図7 従来品と開発品の断面観察結果写真

5. 開発品の各種暴露試験結果について

図8は、各仕様における強制雨筋汚染暴露の結果である。

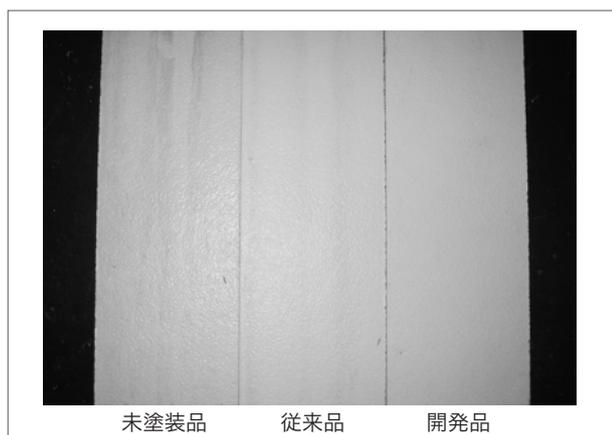


図8 雨筋強制汚染暴露結果

開発品は、低汚染化剤非塗装品との比較はもちろんのこと、従来品よりも優れた耐雨筋汚染性を有していた。また、図9に沖縄2年の暴露結果を示す。

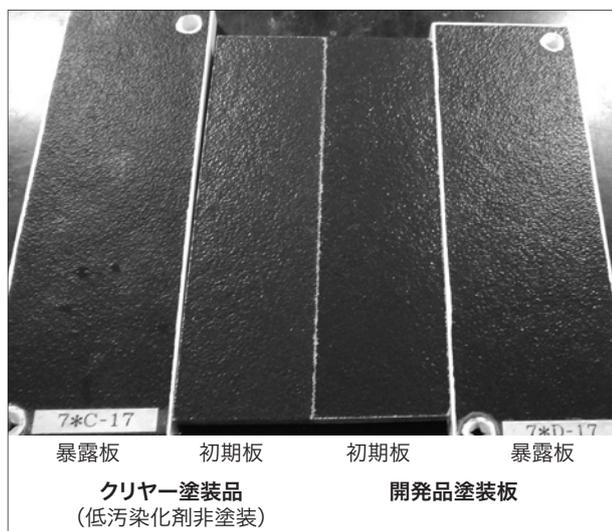


図9 沖縄暴露2年結果

開発低汚染化剤塗装品は低汚染化剤非塗装品との比較により、下地クリヤーの耐久性能への影響はなく、良好な塗膜外観を維持している。

開発した低汚染化膜の暴露による減耗確認のため、初期低汚染塗膜と沖縄暴露後の低汚染塗膜の断面の

Si(珪素)分布をSEM/EDX解析した結果を図10に示す。

低汚染膜は暴露による減耗、脱落なく良好な膜状態を保持していることがわかった。

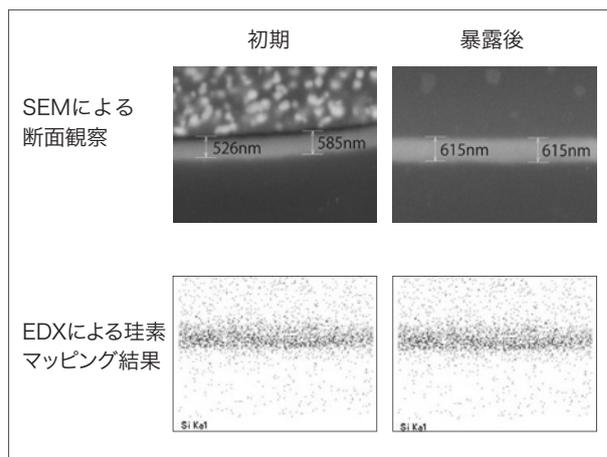


図10 沖縄暴露2年後の低汚染膜確認結果

6. 終わりに

現在の市場動向は、確実に低汚染仕様の標準化が進んでいる。

一方で、2008年1月に政府より「200年住宅」構想が提言されており、今後の住宅産業の市場動向は『超高耐久化』に移行することが考えられる。この超高耐久化のためには、クリヤー塗装仕様はもちろんのこと、クリヤー塗膜自体の耐久性向上が必要となる。クリヤーの高耐久化の手法としては、ふっ素クリヤー仕様や有機無機ハイブリッドクリヤー仕様が広く認知されているところである。

その中で、今回、初期および長期親水維持性に優れ、クリヤーの種類に制限されない低汚染化剤を開発した。開発品は高耐久長期メンテナンスフリー仕様の低汚染化剤として幅広く市場展開できるものと考えている。

今後も、窯業建材における低汚染化技術を生かし、薄膜による高機能付与等、市場動向に先駆けた新商品を開発し提案していきたい。