

窯業建材向け塗料の 環境対応への取り組み

Development of Novel Paints
for Ceramic Building Materials
with Environmental Consideration

工業塗料本部 工業塗料第三部
Industrial Coating Department-3
Market Development Division



鬼頭 孝一
Koichi KITO

山田 俊一
Shunichi YAMADA

下菊 義範
Yoshinori SHIMOGIKU

1. はじめに

2000年には住宅外壁における窯業系サイディングの占める割合は約75%に達し¹⁾、住宅屋根に於ける粘土瓦を除いた窯業系屋根材の占める割合も約35%とな²⁾、塗装を必要とする窯業系材料が住宅建材の中で主要な素材として定着しつつある。また、近年、住宅建材分野の塗料では、地球環境や健康等の問題から安全な塗料や塗装の設計が求められ、更に、昨年4月に施行された「住宅品質確保促進法」により一層の品質向上も要望されている。

当社では、長年にわたって水系塗料の開発を行い、近年では、他社に先駆けて高機能、高意匠水系塗料を市場に導入するとともに、市場からの要望である、省エネルギー、省資源、安全性など環境負荷の低減を達成できる塗料や塗装システムの開発にも注力してきた。今後は、アクリルシリコンエマルジョン、水系無機塗料等高品質の水系塗料を基本として、一層効率の良い独自の塗装システムを組み合わせる開発を進める予定である。

本報告は、

- 1) 屋根用で長期耐久性塗料として実績のある釉元 / 銀河システム20年の技術蓄積
- 2) 高耐候性水系塗料の性能
- 3) 最近の水系塗料における効率の良い塗装方式
- 4) 高意匠塗料と塗装方式

について述べる。

2. 水系有機無機複合塗料システム 「釉元・銀河」の20年の実績について

2-1 背景

一般住宅向けの無機屋根材は、新生瓦、厚型スレート瓦、波板スレート瓦等に分けられ、昔からの粘土瓦と同様に新設住宅等の屋根材として使用されている。

厚型スレート瓦用塗料は、高性能化を目的として溶剤系のアクリルからアクリルウレタン系へ転換してきたが、基材の含水率調整や養生等が不十分な場合には、剥離・変色等のトラブルが起き易く、本来の性能が発揮されないケースが見られた。

このため耐久性向上を目指した新しい水系塗料「釉元・銀河システム」を開発し、瓦基材を含めて品質を安定化させた結果、大きく発展し市場トラブルもなく20年の実績を積んできている。

2-2 開発概念

「釉元・銀河システム」は、下塗に有機・無機複合塗料である「釉元」、又上塗には変性アクリルエマルジョン塗料の「銀河」を使用している。

設計思想としては、下塗の無機成分が素地瓦のセメント成分と一体硬化し、有機成分がエフロ防止と上塗との密着性を向上させる機能を保有した厚膜タイプであり、更に上塗に優れた耐候性を付与することにより、長期耐

久性が保持されている(下塗70~100 μ m、上塗30~40 μ m)(図1)
屋外暴露での実績結果を図2、3に示す。

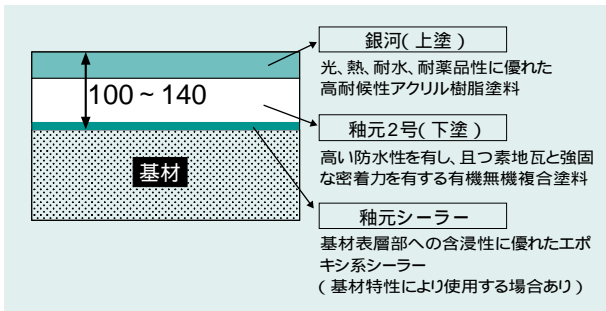


図1 高耐久性塗装システム釉元・銀河の塗膜構成



図2 釉元・銀河の施工20年物件(四国 光徳寺)

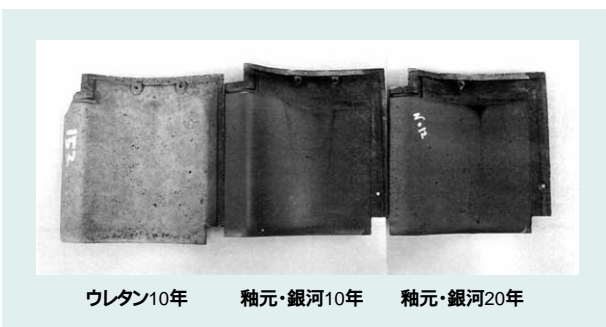


図3 釉元・銀河の屋外暴露品

2-3 塗膜性能評価方法と結果

屋根材用としての長期耐久性(期待耐用年数)の予測方法として強制サイクル試験方法を開発し、これにより、約10年の耐久性の見通しをつけることができています。(図4、5、及び表1)

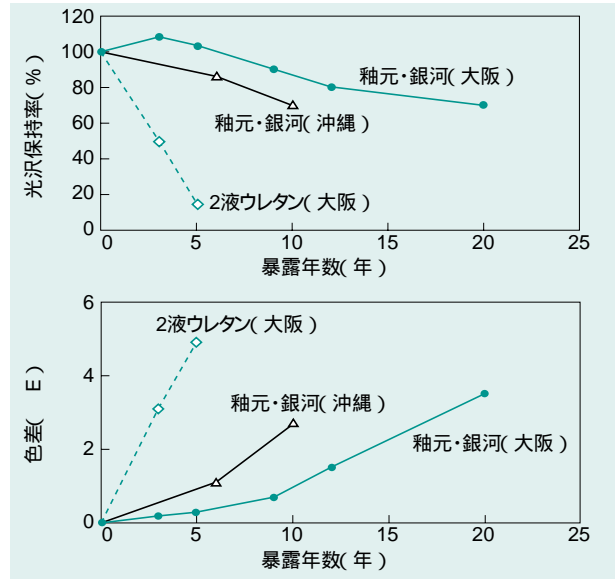


図4 釉元・銀河の屋外暴露データ

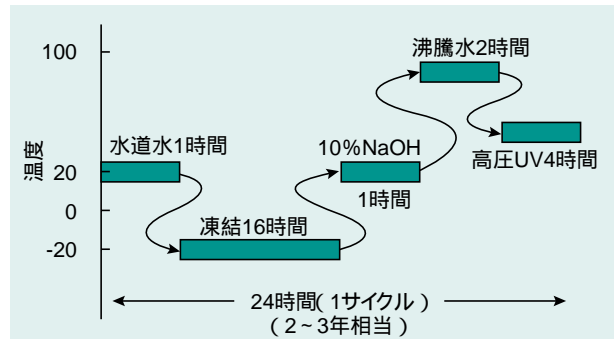


図5 強制サイクル試験

表1 各種瓦用塗料の塗膜性能比較

試験項目	塗料系		
	釉元・銀河	2液ウレタン市販品	1液アクリル市販品
膜厚(ミクロン)	100~140	50~70	50~70
付着強度(/)	20~25	20~25	20~25
耐久性 テーバー式摩耗テスト	400回~	100回x	100回x
耐温水サイクル	異常なし	異常なし	フクレ有り
耐凍結融解サイクル (B法200サイクル)	異常なし	異常なし	微クラック有り
サンシャインウエザロ (3500時間)	色差 E	0.8	3.8
	光沢保持率	86%	20%
強制サイクル試験	5サイクル異常なし	3サイクル変色	1サイクルフクレ

又、実際の屋外暴露品(10年及び20年実暴露品)の塗膜表面状態を観察したところ、アクリルウレタン塗膜は完全にチョーキングして顔料が露出しているが、釉元・銀河塗膜は試験前の塗膜と比較しても、表面がほとんど荒

れておらず劣化の程度が軽微であることが判る。(図6)

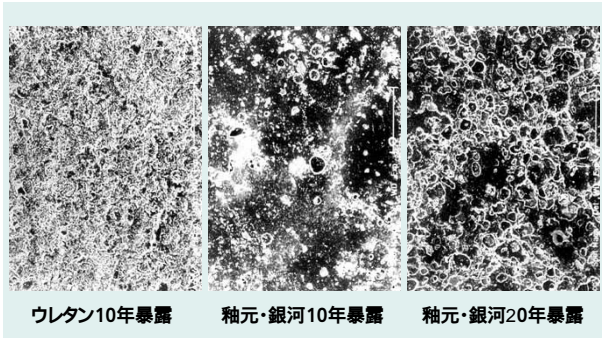


図6 暴露品のSEM写真(×100倍)

2-4 今後の開発

更に耐候性の向上の為に、上塗にフッ素エマルジョンや水系無機塗料を組み合わせた塗装系を開発し、一部で実用化されている。又、この実績をベースに他の窯業建材への応用展開を図っていく。

3 . 外装用高耐候性水系上塗塗料の開発

3-1 開発概要

従来の塗膜は、7～8年の耐久性を有するアクリル塗料を使用したものが主流であったが、最近、市場ではより高級感、自然感があり10年以上の塗膜の耐久性を有する外装材が要求されてきている。そのため、高意匠仕上りを維持できる高耐候性、耐汚染性に優れた塗料の開発が必要となってきている。

当社では、長期耐久性に対応できる塗料として化学結合力の強いSi - O基を導入したアクリルシリコンエマルジョン塗料や主骨格にSi - O基を持つ水系無機塗料を開発展開している。一方、フッ素エマルジョン塗料は、価格と汚染性が課題であり、今後はアクリルシリコンエマルジョンと水系無機塗料が中心になるものと思われる。各種化学結合の結合エネルギーを表2に示す。

表2 各種化学結合の結合エネルギー

化学結合	C - C	C - O	C - H	Si - O	C - F
結合エネルギー (kcal/mol)	83	87	98	106	119

3-2 塗装工程及び塗膜性能

高耐候性塗料の塗装工程、主性能、耐候性及び期待耐用年数を表3に示す。

表3 高耐候性塗料の塗装工程と耐久性性能

		A	B	C	D
塗装工程	基材	専用シーラー 塗装板			
	中塗り			アクリルEM エナメル	アクリルシリ コンEMエナメル
	上塗り	アクリルEM エナメル	アクリルシリ コンEMエナメル	アクリルシリ コンEMクリアー	水系無機 クリアー
主性能	耐温水 サイクル	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
	耐凍結融解 サイクル B法:200サイクル	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
耐候性	《促進耐候性》 サンシャインWOM 5000H 光沢保持率 %	51	72	84	95
	色差 E	3.5	2.0	0.7	0.7
	スーパーUV 光沢保持率 %	400H 53	600H 74	800H 83	1000H 92
	色差 E	3.3	2.2	0.9	0.9
	《沖縄暴露》 期間3年 傾斜角度30度 光沢保持率 %	22	51	90	96
	色差 E	8	3.5	0.9	0.7
	白亜化度	2	4～6	8～10	10
	表面状態	かなり艶引け	艶引け	良好	良好
	期待耐用年数	7～8年	10年以上	15年以上	20年以上

沖縄暴露試験後の白亜化度、SEMによる塗膜表面状態の観察からアクリルEMエナメルはチョーキングが著しくなって顔料が露出しているが、アクリルシリコンEMエナメルはアクリルEMエナメルに比して顔料の露出は軽度であり樹脂劣化の進行が小さいことが判る。(図7)
アクリルシリコンEMクリアー、水系無機クリアーは外観

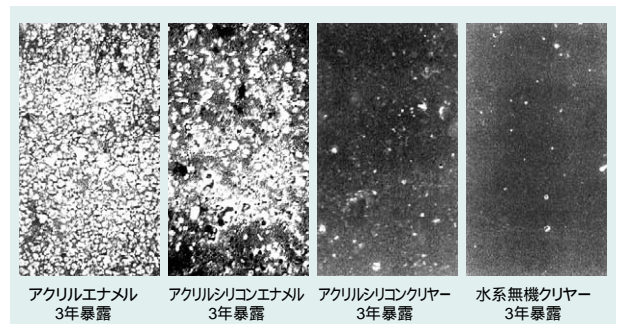


図7 暴露品のSEM写真(×1000倍)

の変化は少なく表面が殆ど荒れておらず樹脂劣化は殆ど進行していないことが判る。

国内における施工物件調査結果からアクリルEMエナメル¹⁾の耐用年数はほぼ7～8年と捉えている。上記の促進耐候性及び沖縄暴露試験結果より高耐候性塗料仕様の期待耐用年数を予測した。

3-3 今後の展開

アクリルシリコンEMエナメル仕様及び高意匠アクリルシリコンEMクリアー仕様については、数年前より窯業系外装材及びプレハブ関係の多くに採用され市場展開中である。更に10年以上の実績を有する溶剤系無機塗料を基本技術とする水系無機クリアー仕様も実ラインでの使用が開始され、間もなく高耐候性屋根材等へもオンライン化の予定である。

4. 最近の水系塗料の高塗着率塗装方法について

窯業建材は高意匠化によりシェアを伸ばしてきたため、基材は厚板化し表面のテクスチャーは益々深彫り化してきている。このため表面の塗装方法もスプレー塗装方式に転換してきたが、アクリルシリコン系、フッ素系や無機系塗料などの高品質・高価格の塗料導入により、最近フローコーター方式の見直しや回収方式などを含めた高塗着率塗装方式の検討が行われてきている。溶剤系塗料から水系塗料への転換に於いても以下の要求が強く出されている。

- 1) オーバースプレー塗料を限りなく削減していくこと。
- 2) 凹凸面に均一な塗膜厚が得られる塗装方式。
- 3) 洗浄水を出来るだけ少なくしていきできればクローズド化していく。
- 4) 連続塗装で出来るだけ自動化・省力化したシステム
これ等市場要求に対し塗装機メーカー各社の協力を得ながら、対応出来る技術開発を進めている。

4-1 シャワー／エアカット塗装方式

本塗装方式の原理は、必要な塗布量の1.5倍から

2倍の塗料を塗布したあと、過剰な塗料をエアブローにてしごいて回収することである。

特長としては、ロールコーターやフローコーターで塗装できない深い溝やエンボス加工部分も充分塗布できる、素穴や小さい亀裂部分への充填効果がある、塗装面の耐透水性の向上や目止め効果がある、溶剤系や水系塗料でも使用可能である等である。基本方式を図8に示す。

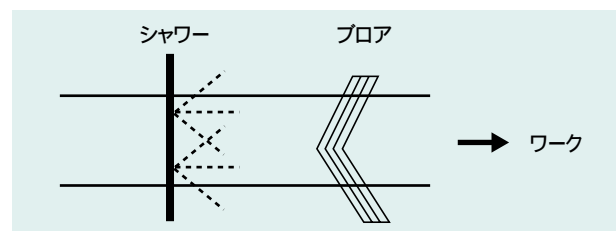


図8 シャワー/エアカット塗装方法

4-2 真空塗装方式

本方式の原理は、塗装室にて塗料を上下のシャワーノズルより多めに塗布し、次の減圧室のスリットを出る時に過剰な塗料がしごかれてワークの6面が同時に塗装され、また次の出口の加圧ノズルにて塗装面をならすことで均一な塗布が得られる。

特長としては、6面が同時に塗装でき基材の素穴や小さい亀裂部分への充填効果があり、耐透水性及び目止め効果があり、また塗料の飛散がなくクローズドにて塗装可能なことである。基本方式を図9に示す。

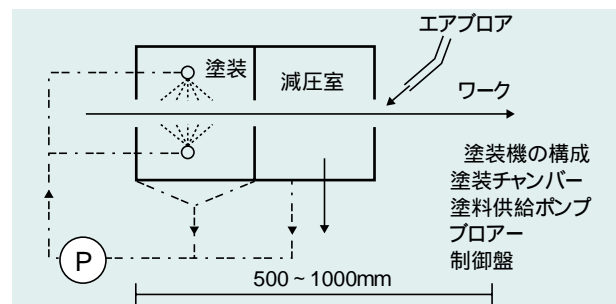


図9 真空塗装方法

4-3 静電塗装方式

エマルジョン塗料の静電塗装は塗装機及び塗料供給系の絶縁対策や塗着効率の点で問題があり殆ど採用されなかったが、近年塗装機及び絶縁方式の改良により効率の良い塗装が可能となり、実ラインで採用されて

きている。

本方式の特長は、

塗着効率10～15%アップ可能

パネルの側面塗装も可能

塗装面に泡残りが少なくきれいな仕上がりとなること

である。

装置の概要は以下の通りである。

1) 塗装システム

エア霧化自動静電塗装機

塗装方式は固定式と水平レシプロ式があり、塗装機は高電圧発生器内蔵型が開発されてコンパクト化している。

回転霧化型自動塗装機

主に固定塗装方式で使用される。

2) 静電気絶縁型塗料供給装置

一般的な絶縁台方式のほか絶縁ガイシ方式や液滴絶縁方式など連続供給方式も開発され実働している。

3) 塗料循環装置

専用のダイヤフラムポンプやギアポンプで循環し流量制御システムが導入されている。

4) 塗装関係の集中制御・監視システム

レシプロ速度、振り巾、ワーク速度、吐出量、エア圧、吐出オン・オフなどの集中制御が可能なものが使用されている。

4-4 窯業建材用水系塗料に適用できる各種塗装方法

塗装方法と特長を表4に示す。

5. 最近の水系高意匠塗料と塗装について

窯業建材の塗装製品の美装は水系塗装仕様についても溶剤系に相当する高意匠で生産性のある塗装が可能となってきている。水系塗料ではその特性を活かし従来はリシン調、タイル調、スパッタ調、レインボー調等が実用化されてきたが、最近は更に高意匠化が進み市場導入されてきている。意匠柄としては鮮やかな塗り分け塗装から、窯変調の自然感のある仕上がりの意匠が好まれ、各種塗装方式の組み合わせによる複合的な仕上げで

表4 各種塗装方法と特徴

塗装方法	長所	短所	塗着効率%
吹付け塗装	各種基材柄及び深彫り柄にも適用出来る。各種塗料が塗装可能。	オーバースプレー分がロスになりやすい。塗膜に泡残りが出やすい。	30～50
フローコーター	平面部は均一な塗膜が得られやすく塗料のロスも少ない。塗布量が付きやすい。	深彫り柄などエンボスの陰の部分が塗装出来ない。少ない塗布量が難しい。	90<
ロールコーター	基材の素穴や亀裂への充填効果あり。表面のケバが押さえられる。	エンボスの陰の部分が塗装でき難い。塗布量が付きにくくロール目が出やすい。	90<
シャワー/エアカット	凹部に塗布しやすいため基材の素穴や亀裂の充填効果あり。溶剤系塗料も使用可。	エアブローによる周辺への塗料の飛散があり洗浄性にやや劣る。	90<
真空塗装	基材の素穴や亀裂への充填効果あり。クローズドで塗装可能。6面同時塗装可。	色替え洗浄は時間がかかる。風紋が出るため美装仕上げは難しい。水系のみ使用可	90<
静電塗装	高微粒化による美装仕上げが可能。側面や凹部にも回り込み塗着効率が上がる。	通電性のある水系塗料などは絶縁装置が必要。イニシャルコストがかかる。	水系塗料 65～75

対応している。塗装方式や仕上げの概要は以下のようである。

5-1 窯変調スプレー塗装(マルチレインボー塗装)

ワークの進行方向にスプレー塗装機を配列し、複数の塗色をコンピューター制御で切替吐出することにより、部分的に塗り分けができ、より自然感のある仕上がりが得られる。「大粒にじみスパッタ調仕上げ」も可能である。基本方式を図10に、塗装写真を図11に示す。

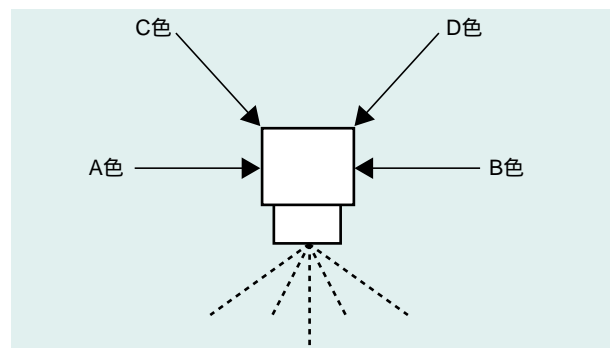


図10 マルチレインボー塗装

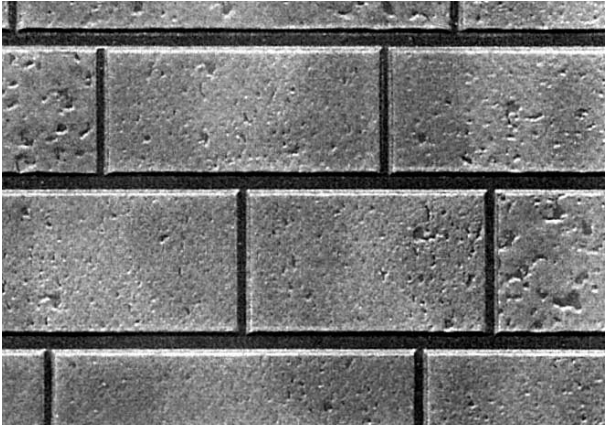


図11 窯変調仕上げ

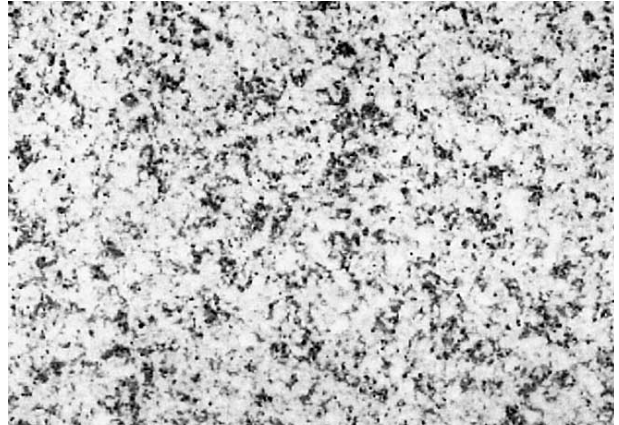


図13 水系塗料の岩肌調仕上げ

5-2 水系インクによる印刷仕様

従来は溶剤系インクによる印刷方式であったが、最近では水系インクの開発及び印刷機の機能向上により水系の連続塗装ができ実用化されてきている。水系インクによるフレキソ印刷及びグラビア印刷と砂散布やスパッタ塗装等との組み合わせにより、デザイン的にも高級感のある仕上がりが可能となっている。塗装写真を図12に示す。

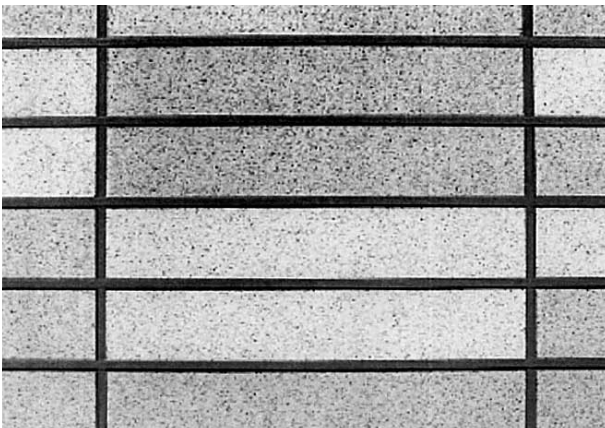


図12 水系インクによる印刷仕様

5-3 水系塗料の岩肌調仕上げ

カラー骨材各種を使用して岩肌に近い仕上がりの水系塗料を開発した。スプレー塗装のため凹凸面でも均一な仕上がりが得られ、基材のエンボスとマッチングする色調を選定することにより高意匠の外装仕上げが得られる。塗装写真を図13に示す。

6. おわりに

世界の動向を見ても、今世紀は地球環境の保全と人体への安全性が大きな課題となっている。住宅用資材の一つである窯業建材市場に於いても機能性、経済性とともに環境と安全対策が施された商品しか受け入れられない状況になってきている。

建材用塗料についてはこのような市場ニーズに対応できる塗料の開発と同時に新意匠、新塗装方式、省工程、リサイクル等を含めた総合的な技術として積極的に開発を推進していく。

参考文献

- 1) 建材情報 No.249
- 2) 住産業リサーチ・ファイル 2000年12月号