

# ローラー塗装可能な 多彩模様塗料

Roller Coatable Multicolored Pattern Coatings

新  
技  
術



技術開発本部  
第5部  
沢田憲正  
Norimasa  
SAWADA



技術開発本部  
第5部  
平田信人  
Nobuto  
HIRATA

## 要 旨

従来の多彩模様塗料はすべてスプレー塗装のため、都市域、住宅密集地の戸建住宅の塗装では塗料の飛散が大きな課題となっていた。その解決のため、高意匠、高耐候性、かつ環境にやさしく、ローラー塗装が可能な多彩模様塗料を開発した。水中に分散した粒子に内部架橋を導入する事によりカラー粒子に塗装シェア耐性を与えたが、その反面架橋されたカラー粒子は自身融着造膜が不可能なため、その繋ぎ(クリヤーバインダー)に高耐候性・高耐久性水性樹脂を導入し、造膜安定性と耐候性・耐久性とを両立させた。本稿では、カラー粒子の内部架橋の導入技術と開発した塗料の品質について述べる。

## 1. はじめに

最近、建築物の外壁に芸術性が求められるようになり、外装材の意匠表現が豊かになった。意匠(色、形)には流行があると同時に、その流行には周期性がある。塗料・塗膜による意匠性の発現の自由度は高いとは言え、常にその時代にあったデザイン設計が望まれている。

多彩模様塗料は一回の塗装で多数の色合いが複合した多彩な意匠感を表現するJIS K 5667に規定された高意匠仕上げ材である。当社の内部用途の「ゾラコート」<sup>1)</sup>、外部用途の「ミロ」<sup>2)</sup>等は水系分散媒に、着色した有機溶剤ベースのエナメルを識別できる大きさに不連続層として分散した、水中油滴型の多彩模様塗料である。前者の「ゾラコート」の歴史は古く、当初は画期的なアイデアから生まれた高意匠模様塗料であることから、顧客から親しまれ、多くの実績を残した。後者の外部用途の多彩模様塗料は石材調仕上塗材(御影石調など)塗装機を用いた多彩模様塗装等と共に自然素材感覚の塗料として最近注目を浴びている。自然素材は心の安らぎ・あたたかさ・ゆとり・落ち着きを与える。木、石などの自然素材は月日が経つにつれ重量感を増し、美しく老いて行くことから顧客を飽きさせない素材であり、それと同様なエイジング(美しく老いさせる方法)の性質を求めて自然素材を模した外装材用塗料へのニーズが今後益々多くなるものと予測される。

高耐候性樹脂の利用技術並びにカラー粒子調製技術を駆使して、高意匠デザイン、高耐候性、かつ環境にやさしく、ローラー塗装が可能等の時代にマッチした多彩模様塗料を開発した。本稿ではこのローラー塗装可能な多彩模様塗料の技術開発について述べる。

## 2. 開発の背景

石材調仕上塗材は工程が複雑であり、また高施工単価であるにも関わらず、その需要は徐々にではあるが増加傾向を示している。一方、最近になってこの市場に独特な模様デザインをセールスポイントとした省工程の水中油滴型の外部用多彩模様塗料が上市されてきたものの、市場からの反響は今一步の域にある。その理由として、色彩デザインが競合する湿式建材・石材と相違している、時代にマッチしていない、模様デザインの仕上がり性が不安定で高度な塗装技能を必要とする、塗料がエアースプレー塗装(特殊ガンを使用)に限定されるなどが揚げられる。

また、都市域を中心とした巨大マーケットである戸建住宅外壁の塗装は、塗料の飛散による周辺汚染を避けるためにローラー塗装が主流である。

そこで、これらを解決するために、**図1**に示す設計コンセプトで高意匠デザイン(高級感、高質感、石調感)環境保全(水性、低臭気、低飛散)高耐候性(反応架橋、高耐候性樹脂の導入)を考慮し、リノベーション工法に適したローラー塗装可能な多彩模様塗料を開発することにした。

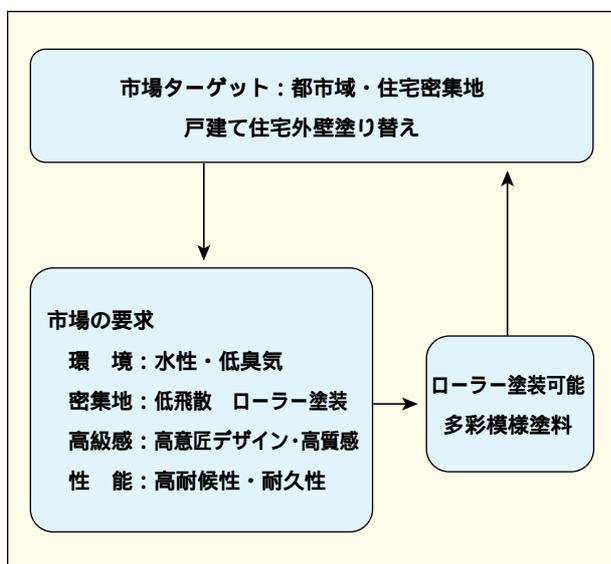


図1 開発の背景

## 3. 塗料の開発

水中に分散したカラー粒子はローラー塗装シェアに耐えるように架橋粒子とし、その架橋には内部架橋技術を導入した。反面、架橋されたカラー粒子はそれ自身で融着造膜が不可能な為、繋ぎバインダー(クリアーバインダー)として高耐久性水性樹脂を導入し、造膜安定性と耐久性とを両立させた。

### 3.1 架橋カラー粒子の設計

塗装シェアに耐えるカラー粒子を得るには架橋可能な基体樹脂および架橋剤の選定、内部架橋による粒子形成、粒子の安定化と粒子の形状、粒子径の調製、安定性・生産性の高い製造技術の確立が重要な設計のポイントとなる。

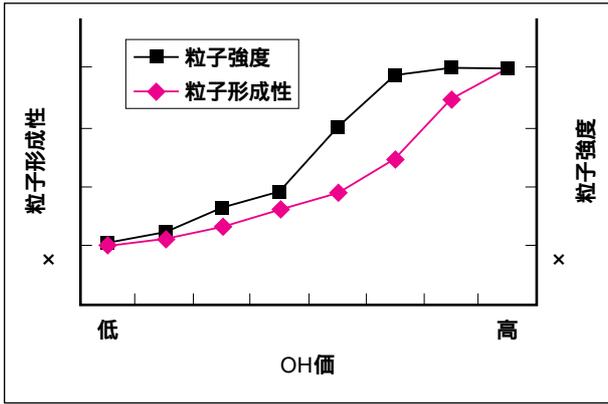
#### 3.1.1 基体樹脂

水中で反応可能な架橋系を表1に示す。水中での界面反応として、ウレタン反応、アルコキシシラン系の自己縮合反応、エポキシ反応、不飽和基の光硬化反応、ヒドラジド架橋反応などが考えられる。この中で、高耐候性を考慮して、粒子形成能が比較的高いアクリルポリオール樹脂/ポリイソシアネートによるウレタン架橋反応を採用した。

表1 反応可能な架橋系

ポリマー官能基	架 橋 剤
水 酸 基	ポリイソシアネート化合物
イソシアネート基	触媒：錫系、アミン系、リン酸系 ポリオール、ポリアミン
エポキシ基	ポリオール、ポリアミン
アミノ基	ポリエポキシ基化合物
アルコキシル基	触媒：錫系、アミン系、リン酸系 アルコキシル基含有化合物
カルボニル基	ポリヒドラジド化合物
不飽和基	紫外線+紫外線開始剤 レドックス開始剤

アクリルポリオール樹脂のOH価は高いほど粒子強度、粒子形成性には好適である。(図2)架橋密度が粒子の調製に重要な因子と言えよう。一方、塗装時の作業環境の点から低極性溶剤を用いることが好ましいことから、構成モノマーの溶解パラメーター値を考慮して、樹脂の溶解性と粒子強度、粒子形成性を両立させた。



粒子形成性：粒子形成のしやすさ  
 粒子強度：塗装シェア圧に耐える強度

図2 OH値の効果

3.1.2 粒子の形成と安定化

アクリルポリオール樹脂を用いた着色エナメルを水相に分散させ、水中油滴分散粒子を形成させた後、ポリイソシアネートを添加することにより、水相内で液状粒子を粒子内架橋させる方法を見出し、塗装シェアに耐え得る粒子強度を持つ架橋粒子を調製することができた。(図3)

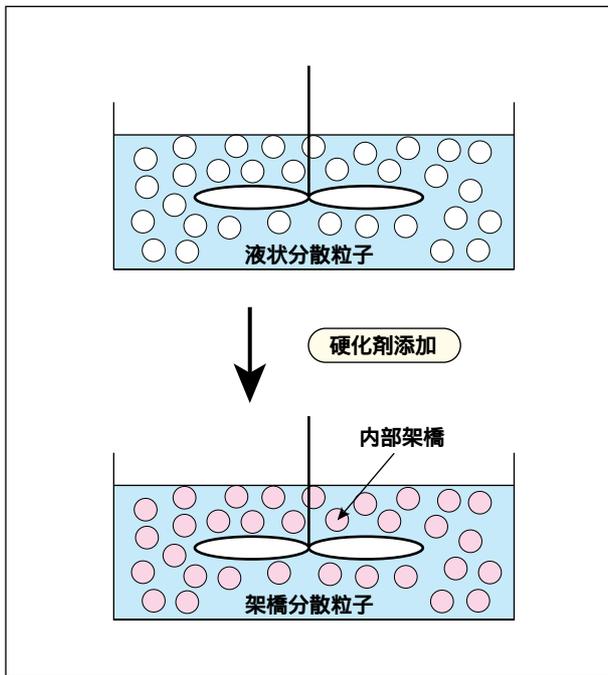


図3 架橋粒子の形成

粒子の安定化において、液状粒子の形成までは樹脂のガラス転位温度(Tg)が高く、かつ分子量が大きい程、安定な粒子が形成されるとの報告がある。<sup>2)</sup>一方、ポリオール樹脂は水酸基を有するため、液状粒子の段階では不安定であるが、架橋が進行するに従い、安定な分散粒子が得られる。表2に架橋粒子形成に及ぼす重要な要因を示す。また、図4から図6に主要因についての検討結果の概要を粒

子径と粒子形成性の関係で示す。粒子形成性にはいずれも適性範囲が存在するため、各要因は架橋粒子の設計における重要なポイントとなる。

粒子の大きさ、形状は系の粘度・粘性、粒子を切る剪断速度等により制御され、その形状は球状、楕円状、涙滴状に、また粒子径は0.1~3mm範囲で比較的シャープな分布の粒子を得ることが出来る。

表2 架橋粒子形成に及ぼす要因

		要 因	
		主要因	副要因
エナメル	ターペン可溶 ポリオール樹脂	OH値	酸価 分子量 Tg
	塗 料	粘度、粘性 比重	顔料種
保護コロイド液		粘度 濃度 pH	温度 電解質濃度
エナメル /保護コロイド液		系の粘度 混合比	粒子径 (粒子間距離)
硬化剤 (ポリイソシアネート)		乳化性 反応性	当量比
粒子形成工程		温度 剪断速度	添加時期 熟成(安定化)
そ の 他		粒子径 粒子形状	粒子径分布 球形、楕円、涙状

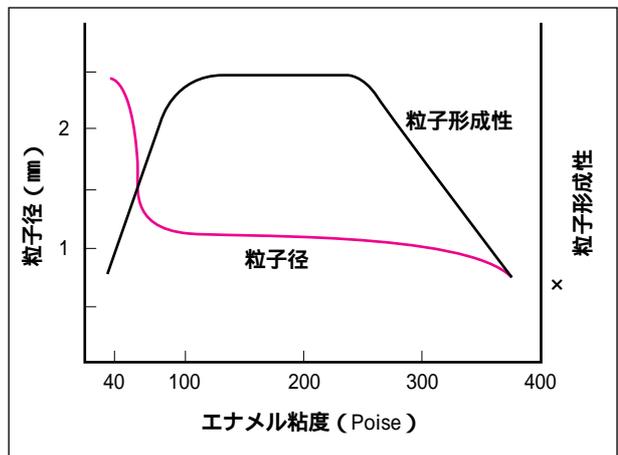


図4 エナメル粘度と粒子の安定性

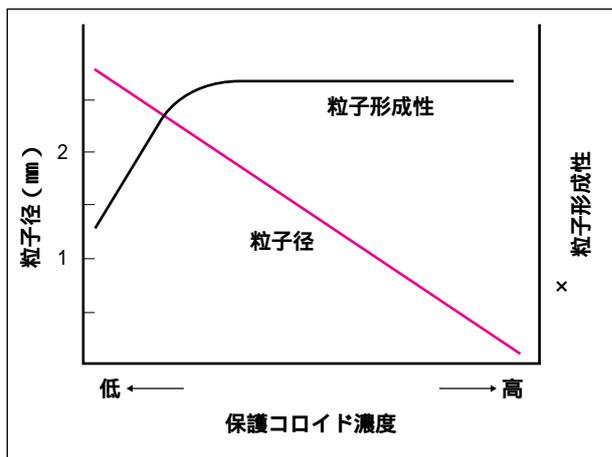


図5 保護コロイド濃度と粒子の安定性

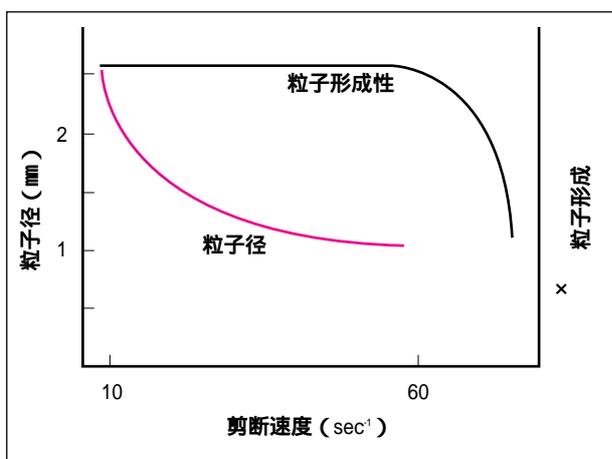


図6 製造時の切断速度と粒子の安定性

### 3.2 繋ぎバインダーの設計

架橋カラー粒子は液状カラー粒子とは異なり、それ自身で融着造膜ができないため、連続性のある造膜のための繋ぎバインダーが必要となる。

#### 3.2.1 繋ぎバインダーの機能

カラー粒子を鮮やかに色発現させるために、繋ぎバインダーはクリアーまたはツヤ消しクリアーとして設計する必要がある。また、ローラー塗装を行うためのレオロジーコントロールも必須であり、耐水性に悪影響を及ぼす水系用増粘剤の使用を出来るだけ排除できる粘度発現性と、耐水性能の高いバインダーの選択がポイントとなる。また、架橋カラー粒子がウレタン樹脂粒子であり、それとの耐久・耐候性のバランスを取るには、少なくともウレタンエマルジョンクラス以上の高耐久・高耐候性バインダーと組み合わせる必要がある。重要機能としては、次の事が考えられる。

#### 重要機能

- ・クリアーフィルムの形成(色彩表現)
- ・カラー粒子の繋ぎ(粒子との付着性)

- ・下地(下塗り)との付着性
- ・浸水時の耐白化性
- ・耐久性・耐候性
- ・塗装作業性

#### 3.2.2 浸水時の塗膜の白化性

エマルジョン系のクリアーフィルムは膜中に融着欠陥部が存在するため、水に浸漬した場合に白化が生じやすい。ただし、この白化は浸水中の一時的なもので乾燥により回復する。図7に3タイプのエマルジョン(いずれも架橋タイプのエマルジョン)の乾燥初期(1日後)のフィルムの浸水時の白化性を示す。

いずれのタイプも乾燥により回復し、浸水を繰り返すことにより浸水時の白化は軽減する傾向を示す。エマルジョンとしては白化の程度の少ない、高耐候性を示すシリコンエマルジョンが最も扱い易い結果を与えた。以上の結果を従来品との比較で表3に示した。

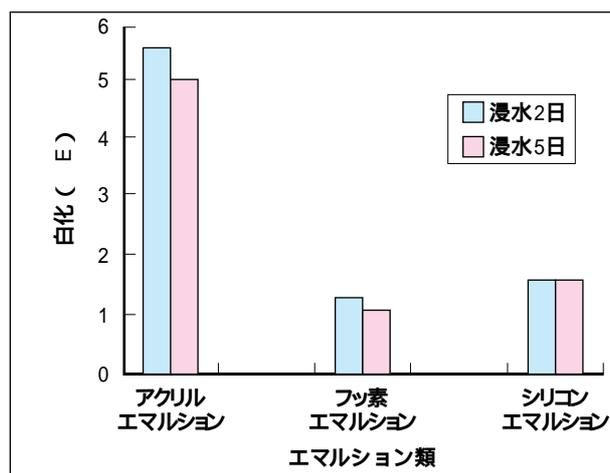


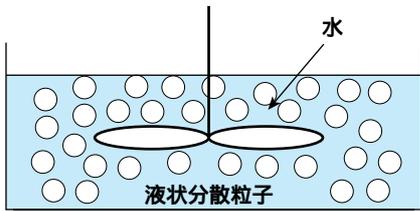
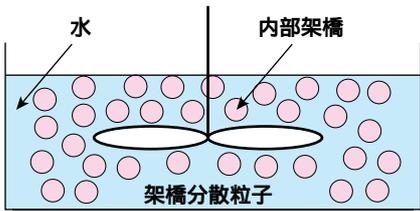
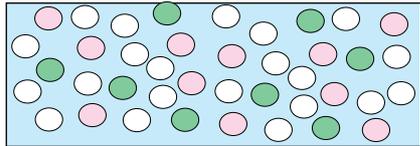
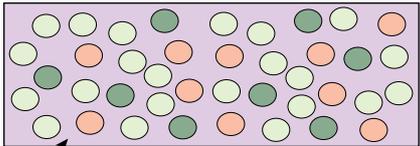
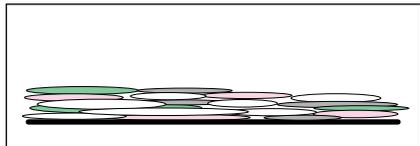
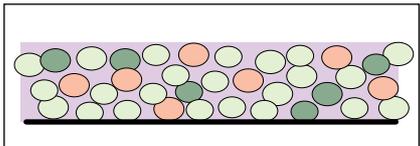
図7 浸水時の塗膜の白化

### 3.3 塗装適性

架橋カラー粒子、繋ぎバインダーの基本組成が確立できて、それだけでは砂骨ローラー塗装適性が不十分であり、球状カラー粒子が偏りなく均一に、しかも、2回の塗装(塗付量; 1.3~1.7kg/m<sup>2</sup>)で下地を隠蔽する為には施工要領の確立にポイントがある。

即ち、粒子の並びを均一にするために、1回目を塗装後、押さえローラー(ターペンで濡らす)を用いてヘッドカットする要領で押さえることにより、球状粒子の並びを均一化させる。この方法により塗付量のバラツキが少なくなり、常に安定した仕上がりが見受けられ、補修による塗り重ね時にも仕上がり性の不具合が見受けられないようになった。

表3 従来品との比較

	従来外部用多彩模様塗料（市中品）	開発塗料
粒子形成		
塗料構成		
塗 装	スプレー塗装 ゾラコートガンなど 塗り回数：1～2回	ローラー塗装 砂骨ローラー 塗り回数：2回
塗膜形成		
耐 候 性	○ 特殊アクリル樹脂	◎ ウレタン樹脂/シリコン樹脂

新技術



写真1 デザイン例

### 3.4 デザイン設計（カラーデザイン）

基本コンセプトを地味、落ち着き、淡彩色とし、そのデザイン例を写真1に示す。特徴として、

- ・カラー粒子は球状粒子（一部楕円状粒子を含む）のため、全く新しい質感に富む模様デザインが得られる。
- ・粒子が架橋しているため、塗装シェアによる異色粒子の混ざり合いによる濁り色、同色同士の混ざり合いによる模様の広がりなどがなくなり、模様色の境がぼやけず、コントラスト感が強くなる。
- ・上記の様に、塗装シェアによる模様の崩れが全くないことから、コンピューターグラフィックによる色彩設計が容易となった。
- ・ローラー塗装に支障を来さない程度にカラーチップ（顔料着色プラスチックチップ、フレークなど）を併用することにより、更に、新たな色彩感覚を与える事も可能となった。

## 4. 塗膜性能

### 4.1 耐候性

図8に促進耐候性試験(サンシャインウェザオメーター)の結果を示す。カラー粒子はウレタン樹脂、繋ぎバインダーはシリコン樹脂であり、各々の耐候性が優れることから、退色(色差変化; E)が殆ど見られない。

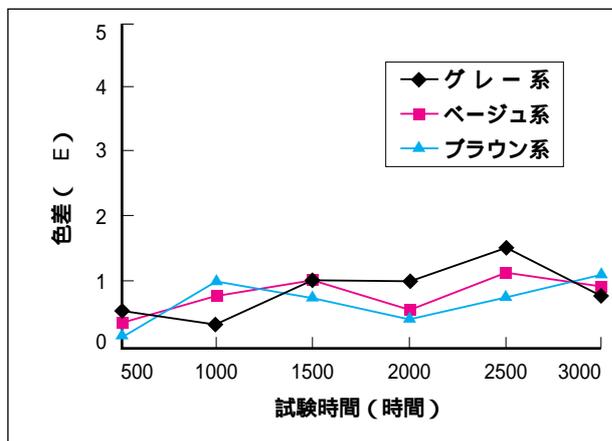


図8 サンシャインウェザオメーターによる促進耐候試験結果

### 4.2 JIS規格適合性

表4にJIS K 5667 1種、表5にJIS A 6909の規格に基づく試験結果を示す。本開発品は多彩模様塗料の規格に適合すると共に、複層塗材の規格も満足し、建築用外装複層塗装システムの上塗りとしての屋外適性に優れている。

## 5. 施工要領

### 5.1 塗装および塗装仕様

塗装は砂骨ローラー(マッシュローラー)を用いる。吹き付け塗装は飛散(粒子のハネ返り)が多いため、精度の高い養生、塗装周辺環境への配慮が必要となる。表6に標準塗装仕様を示す。

表6 塗装仕様

工程	材料及び処置	塗付量 (kg/m <sup>2</sup> )	塗り重ね乾燥時間 (20、時間)	希釈率 (%)	塗装方法
下地調整	施工面の汚れ、埃等、及び表面の脆弱層をディスクサンダー、及び高圧洗浄で除去する。ひび割れ、浮き、欠損、露出鉄筋を適切に処理する。				
下塗り	アレスホルダーG	0.8~1.2	16時間以上	2~4	ローラー
模様材	本開発品	0.7~0.9	16時間以上	0~2	ローラー
押さえ	模様材塗装後、20分で15分~30分後に押さえ用ローラーで模様塗材を下地が均一に隠れるように平滑に押さえる。				
模様材	本開発品	0.6~0.8	----	2~4	ローラー

表4 JIS K 5667(多彩模様塗装)の1種外部用への適合性

項目	試験結果	要求条件
容器の中での状態		堅い塊がなく一様であること
作業性		ローラー塗りに支障がないこと
乾燥時間(半硬化)		24時間以内
耐水性		没水96時間しても異常がないこと
耐アルカリ性		飽和水酸化カルシウム液に48時間浸しても異常のないこと
耐洗浄性		300回の洗浄に耐えること
耐候性		12ヶ月の試験で、割れ等がなく、白亜化が4点以上であること。

表5 JIS A 6909(建築仕上げ材)の複層塗材Eへの適合性

項目	試験結果	要求条件
低温安定性		塊等がないこと
初期乾燥によるひび割れ抵抗性		ひび割れがないこと
付着強さ (N/mm <sup>2</sup> )	標準	1.0以上
	浸水後	0.7以上
温冷サイクル		10サイクル後異常がないこと
透水性 B法 (ml)		0.5以下
耐衝撃性		ひび割れ、変形がないこと
耐候性A法	外観	ひび割れ、はがれがないこと
	変色	グレースケール3号以上

### 5.2 施工性

表7に他塗料との施工性の比較を示す。本開発品はローラー塗装が可能で、塗料の飛散が少なく、石材調塗材に比べて塗付量が少なく、補修性に優れている。

表7 他塗料との施工性比較

項目	ローラー塗装用 多彩模様塗料 本開発品	スプレー塗装用 多彩模様塗料 従来品	石材調塗材
塗装方法	ローラー	スプレー	スプレー
塗装回数(主剤)	2	1~2	4~8
標準塗付量(kg/m <sup>2</sup> )	1.3~1.7	0.4~0.7	5~10
乾燥重量(kg/m <sup>2</sup> )	0.5~0.7	0.1~0.4	4~8
作業性(飛散性)			×
補修性			
臭気(主剤/上塗り)	/	/	/×

## 6. あとがき

従来の外部用多彩模様塗料は全てスプレー塗装であったのに対して、開発した塗料はローラー塗装が可能であるので塗装時の飛散が少なく、水性塗料でかつ低臭であるため都市域・住宅密集地の戸建住宅外壁の塗り替えに適しているものと考えている。

色彩・意匠にはバリエーションがあり、各個の建築物が景観に調和し、また、塗装を施すことにより、長期にわたり好まれるデザインの創造を心懸けて行きたい。<sup>3)</sup>

## 参考文献

- 1) 塗料の研究 No 24, p.11 (1955)
- 2) 高野亮、杉島正見、長島清二 : 塗料の研究 No 126、p.15 (1996)
- 3) 沢田憲正 : 塗装技術 37[ 1 ] p.97~101 (1998)