

新製品紹介

ちぢみ模様塗装鋼板『レザーくん』

大崎 勝久* 公文 史城* 杉田 修一**
 圓谷 浩*** 林 敬人****

Wrinkle-patterned Polyester Resin Coated Steel Sheets.

Katsuhisa Ohsaki, Fumiki Kumon, Syuuichi Sugita, Hiroshi Entani, Norihito Hayashi

1. 緒言

建材用プレコート鋼板は、使用される塗料樹脂からポリエステル樹脂系、フッ素樹脂系、塩化ビニル（以下、塩ビと略す）樹脂系に大別できる。中でも塩ビ樹脂を鋼板に被覆した塩ビ鋼板は、150~300 μ mの塗膜厚さを有し、エンボスを施すことによって塗膜に凹凸が形成され、レザー調のソフトな風合いを呈することが特徴である。

しかし、近年、塩ビ樹脂は焼却時のダイオキシン発生が懸念され、環境負荷物質としてクローズアップされてきており、各塩ビ利用分野でそれに代わる材料の探索が行われている。現在、内外装建材として広く用いられている塩ビ鋼板においても例外ではなく、塩ビ鋼板代替材料の検討がなされている。

当社は、ポリエステル樹脂系カラー鋼板の新品種として塗膜表面に細かいちぢみ皺を形成させた「ちぢみ模様塗装鋼板」を開発した。そのちぢみ模様が、縮緬状の柔らかみのある質感を発現している。本開発材は、高級カラー鋼板として内外装建材などへの用途が見込まれ、更に、その意匠性から塩ビ鋼板代替材料としても用途展開が期待されている。

本報では、新製品「ちぢみ模様塗装鋼板」の特徴および品質特性について紹介する。

2. 材料構成

図1にちぢみ模様塗装鋼板の製品構成を示す。原板に

は、当社の溶融亜鉛-5%アルミニウム合金めっき鋼板（商品名：ガルタイト）又は溶融55%アルミニウム-亜鉛合金めっき鋼板（商品名：ガルバスター）を使用している。ちぢみ模様塗装鋼板は、これらの原板に化成処理を施して下塗り（プライマー）を塗装し、上塗りにちぢみ塗料を塗装した2コート2ベーク仕様の塗装鋼板であり、下塗りと上塗りの合計膜厚は約30 μ mである。

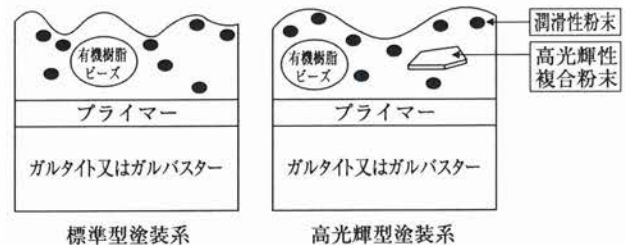


図1 ちぢみ模様塗料鋼板の材料構成
 Fig.1 Structure of the products.

上塗りのちぢみ塗料には、塗料樹脂に高耐候性ポリエステル樹脂を使用し、当社独自に骨材配合を検討してちぢみ模様の安定性および耐疵付き性、耐摩耗性の向上を図っている。

ちぢみ模様塗装鋼板は、その骨材配合により標準型と高光輝型の二種類に分類できる。標準型は、有機樹脂ビーズと潤滑性粉末を配合し、高光輝型は、標準型の骨材に加えて高光輝性複合粉末を配合した。

表1にちぢみ塗料に配合した骨材により付与される塗膜特性を示す。有機樹脂ビーズと潤滑性粉末は、耐疵付

*技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第一研究チーム 主任研究員
 **技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第二研究チーム 主任研究員
 ***技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第一研究チーム チームリーダー
 ****塗装・外装建材事業部 市川製造所 製造課 製造総作業 総作業長

き性および耐摩耗性向上の効果を有する。さらに有機樹脂ビーズには、ちぢみ模様安定化の効果もある。高光輝性複合粉末は、意匠性付与と耐疵付き性向上を目的としている。その高光輝性複合粉末は、ガラスフレークにニッケル系合金を蒸着した当社開発品であり、アルミフレークやパールマイカなどの従来の光輝性顔料と比較して光反射強度が大きいことが特徴である¹⁻²⁾。塗膜中の高光輝性複合粉末は、太陽光線などの強い光線が照射されると、光線を強く反射しキラキラ感を呈する。このキラキラ感により塗膜表面の凹凸が強調され、深みのある落ち着いた外観が得られる。

表1 骨材により付与される塗膜特性

種別	骨材	特性	効果
有機系	有機樹脂ビーズ	無機骨材起因の摩耗防止	耐疵付き性, 耐摩耗性, 模様安定性
	潤滑性粉末	潤滑性付与	耐摩耗性
無機系	高光輝性複合粉末	塗膜の硬度アップ 光反射	耐疵付き性, 模様安定性 意匠性(ちぢみ模様大, キラキラ感)

3. ちぢみ模様形成のメカニズム

図2にちぢみ模様形成過程の模式図を示す。鋼板に塗装されたちぢみ塗料は、オープン内で溶剤成分が蒸発し、更に高温で塗料樹脂の硬化が始まる。まず塗膜表層で硬化触媒が活性となり、塗膜表層が硬化して薄い皮膜が形成され、続いて塗膜内部が硬化する。その際に、体積収縮を伴い、塗膜表層の皮膜に皺が形成されてちぢみ模様となる。

図3にSEMで観察した表面外観を示す。70~100 μ mピッチの皺が不規則な方向に密に形成されていることが分かる。

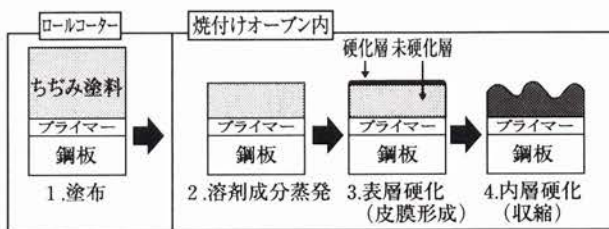


図2 ちぢみ模様形成過程の模式図
Fig. 2 Process of the wrinkle-pattern formation.

4. ちぢみ模様塗装鋼板の品質特性

4.1 耐疵付き性

耐疵付き性は、鋭利なもので塗膜表面が引っ掻かれた場合を想定して、図4に示したクレメンズ型引っ掻き塗

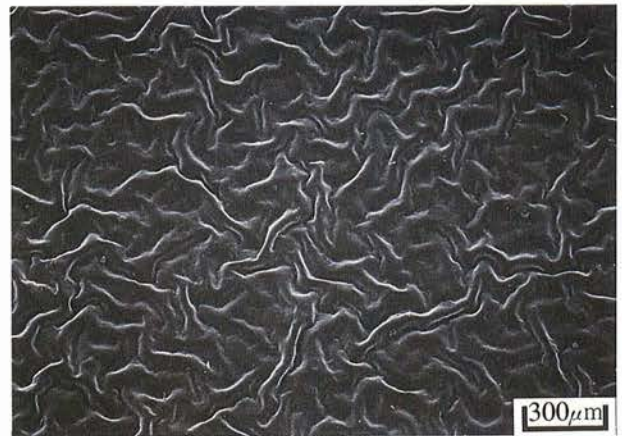


図3 ちぢみ模様塗装鋼板の塗膜表面のSEM像
Fig. 3 SEM image of the wrinkle-patterned surface.

膜硬さ試験機で評価した。試験片を試料台に固定し、その試験片の上にダイヤモンド針を垂直に接触させ、試験片を固定した試料台をスライドさせた。ダイヤモンド針の上に設置した荷重を49 $\times 10^{-2}$ N(50gf)間隔で増加させて上記操作を繰り返し、ダイヤモンド針による引っ掻き疵がめっき層に到達しない最大の荷重を評価値とした。

図5に耐疵付き性試験結果を示す。骨材未配合の

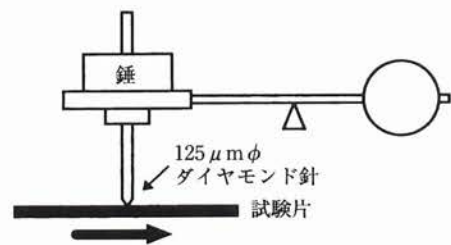


図4 クレメンズ型引っ掻き塗膜硬さ試験方法
Fig. 4 Testing method of scratch hardness by Clemens Hardness Tester.

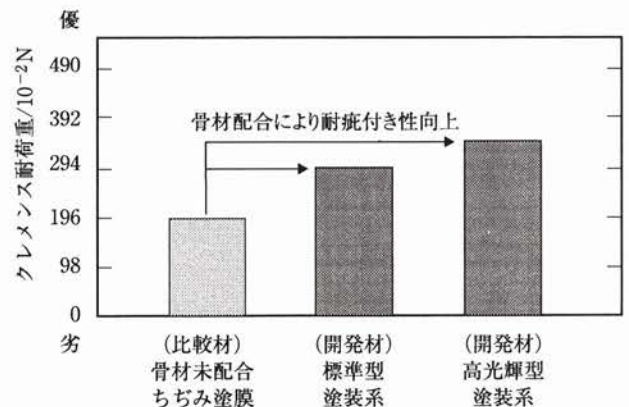


図5 クレメンズ型引っ掻き塗膜硬さ試験による耐疵付き性試験結果
Fig. 5 Results of scratch hardness by Clemens Hardness Tester.

ちぢみ模様塗膜では耐荷重が $196 \times 10^{-2} \text{N}$ (200gf)であったが、開発材の標準型塗装系および高光輝型塗装系は、それぞれ $294 \times 10^{-2} \text{N}$ (300gf) および $343 \times 10^{-2} \text{N}$ (350gf)に向上し、骨材配合により、耐疵付き性が向上することが確認できた。特に鱗片状骨材である高光輝性複合粉末は、耐疵付き性向上に大きく寄与することが分かった。

4.2 耐摩耗性

塗膜の耐繰り返し摩耗性試験方法を図6に示す。試験片に5mmRで曲げを施して、その曲げ部を同種の塗装鋼板の表面に接触させ、荷重49N (5kgf)、ストローク70mm、摩擦回数50往復の条件で摩擦した後、曲げ部のめっき層露出率で耐摩耗性を評価した。

図7に耐繰り返し摩耗性試験結果を示す。骨材未配合のちぢみ塗膜では、繰り返し摩耗後、70%のめっき層が露出したのに対し、開発材の標準型塗装系と高光輝型塗装系は、耐摩耗性が向上し、それぞれのめっき層露出面積が2%および5%に減少した。特に、標準型塗装系が優れた耐摩耗性を示したことから、配合した骨材の中では有機樹脂ビーズと潤滑性粉末が有効であることが分かった。

高光輝型塗装系は、耐摩耗性と4.1で報告した耐疵付き性とを両立させることができるバランスの取れた骨材配合であると考えられる。

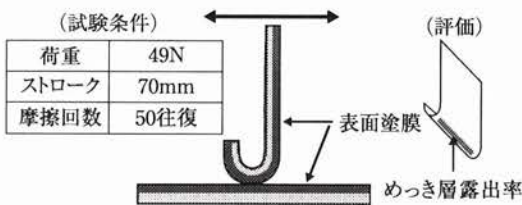


図6 耐繰り返し摩耗試験方法
Fig. 6 Testing method of abrasion test.

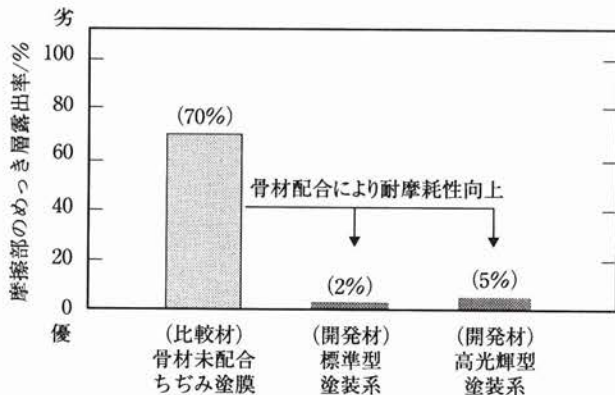


図7 耐繰り返し摩耗試験結果
Fig. 7 Results of abrasion test.

4.3 塗膜特性

表2に開発材のちぢみ模様塗装鋼板および比較材として当社の従来型カラー鋼板(低光沢型)と塩ビ鋼板の塗膜の基本特性を示す。ちぢみ模様塗装鋼板は、塗膜表面に形成されているちぢみ皺によって入射光が乱反射するために、光沢が2~3と低光沢であることが、外観上の大きな特徴であった。

ちぢみ模様塗装鋼板と従来型カラー鋼板を比較すると、塗膜密着性はいずれも良好であったが、塗膜加工性はちぢみ模様塗膜の方が優れていた。一般に光沢調整には、つや消し剤(無機系粉末)が用いられるが、つや消し剤を添加すると塗膜の伸び特性が低下する。ちぢみ模様塗膜の光沢調整は塗膜の表面形状によるものであり、つや消し剤に依存しないために、塗膜加工性が良好に保たれていると考えられる。

塩ビ鋼板は塗膜の樹脂が柔軟であり、かつ塗膜厚さが150~300 μm と厚いために、塗膜加工性は良好であった。

表2 ちぢみ模様塗膜の基本特性
Table 2 Mechanical properties of painted films.

品種(色)	ちぢみ模様塗装鋼板		比較材(当社材)		備考	
	標準型	高光輝型	従来型カラー鋼板(黒系)	塩ビ鋼板(濃茶)		
塗装系						
原板	ガルバスター AZ150 板厚0.5mm	ガルタイト Y25 板厚0.5mm	ペンタイトB Z25 板厚0.5mm			
光沢値(60°鏡面反射)*1)	2~3	2~3	5~10	5~10		
鉛筆硬度*2)	疵付き	H	H	2H	—	
	剝離	2H	2H	2H~3H	3B	
塗膜密着性*3)	基盤目試験	100/100	100/100	100/100	100/100	
	2t曲げテープ剝離(1次/2次)	5/5	5/5	5/5	5/5	2次沸水2hr浸漬→室温24hr保管→評価
塗膜加工性*4)	ノークラック限界	5t	5t	7~8t	0t	実体顕微鏡30倍で観察

*1) 光沢度 : JIS K 5600-4-7(1999)に規定される鏡面光沢度の60°で測定した。

*2) 鉛筆硬度 : JIS K 5600-5-4(1999)に規定される手かき法で評価した。

*3) 塗膜密着性

基盤目試験 : JIS K 5600-5-6(1999)により評価した。

2t曲げテープ剝離 : JIS K 5600-5-1(1999)規定される円筒形マンドレルで試験片を屈曲した後、試験片と同じ厚さの板を2枚挟み180°曲げを施し、曲げ部をセロハンテープ剝離した後の塗膜剝離状態を5段階評価した。(優) 5 4 3 2 1 (劣)

*4) 塗膜加工性 : JIS K 5600-5-1(1999)規定される円筒形マンドレルで試験片を屈曲した後、何枚かの試験片と同じ厚さの板を挟み180°曲げを施して、クラックを生じない最小の挟み板の枚数を評価値とした。

4.4 促進耐食性および促進耐候性

表3にちぢみ模様塗装鋼板および比較材として当社の従来型カラー鋼板（低光沢型）と塩ビ鋼板の促進耐食性および促進耐候性試験の評価結果を示す。

促進耐食性は耐中性塩水噴霧性試験(35℃-SST)に供し、720時間で評価を行った。その結果、各試験片の平坦部、2t曲げ部、クロスカット部に膨れや赤錆の発生は認められなかった。

促進耐候性試験は63℃のサンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機(63℃-SWOM)で行い、試験時間1000時間および2000時間で評価した。従来型カラー鋼板や塩ビ鋼板と比較して、ちぢみ模様塗装鋼板は変退色が小さかった点が特徴的である。ちぢみ塗膜の光沢調整がつかず消し剤によるものではなく、塗膜表面のちぢみ皺によるものであるために、耐候劣化による白亜化が生じにくく、更に、ちぢみ模様塗装鋼板に用られている高耐候性ポリエステル樹脂の耐候性が優れていることも変退色の抑制に寄与しているものと考えられる。

表3 促進耐食性および促進耐候性評価結果
Table 3 Results of corrosion test and accelerated weathering test.

品種 (色)	ちぢみ模様塗装鋼板		比較材(当社材)			
	黒系		従来型カラー鋼板 (黒系)	塩ビ鋼板 (濃茶)		
塗装系	標準型	高光輝型				
原板	ガルバスター AZ150 板厚0.5mm		ガルタイト Y25 板厚0.5mm	ベント付B Z25 板厚0.5mm		
SST 35℃ 720h	平坦部	膨れ	異常なし	異常なし	異常なし	
		赤錆	発錆なし	発錆なし	発錆なし	
	2t曲げ部	膨れ	異常なし	異常なし	異常なし	
		赤錆	発錆なし	発錆なし	発錆なし	
	クロスカット部	膨れ	異常なし	異常なし	異常なし	
		赤錆	発錆なし	発錆なし	発錆なし	
SWOM 63℃	1000h	色差△E	0.20	0.26	1.70	5.75
		光沢保持率(%)	42	30	12	49.6
	2000h	色差△E	1.48	1.29	3.70	6.66
		光沢保持率(%)	12.5	12.1	10.0	7.1

SST：耐中性塩水噴霧性試験，JIS K 5600-7-1 (1999) による。
SWOM：サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験，JIS K 5400による。

4.5 屋外暴露での耐候性

表4にちぢみ模様塗装鋼板および比較材として従来型カラー鋼板（低光沢型）の千葉県市川市での屋外暴露7年後の色差，光沢保持率，塗膜密着性を示す。ちぢみ模

様塗装鋼板は，従来型カラー鋼板と比較して色差，光沢保持率ともに優れていた。これは促進耐候性試験結果を裏付ける結果である。屋外暴露後の塗膜の密着性はいずれの試験片も良好であった。

図10に屋外暴露7年後の試験片の外観写真を示す。ちぢみ模様塗装鋼板は，従来型カラー鋼板と比較して，初期の色彩が暴露後もより良く保持されていた。いずれの試験片も塗膜剥離や発錆は見られず良好な状態であった。

図11に北海道の公園のトイレの屋根への施工例を示す。施工後9年経過しているが，塗膜剥離や著しい変退色などの異常はなく，低光沢で落ち着いた外観を維持している。

表4 屋外暴露試験結果(暴露期間:7年、暴露地:千葉県市川市)
Table 4 Results of outdoor static exposure test for 7 years in Ichikawa.

品種 (色)	ちぢみ模様 塗装鋼板		従来型カラー鋼板 (当社材)		
	黒系	グレー系	黒系	青系	
塗装系	標準型	標準型	—	—	
原板種	ガルタイトY25,板厚0.35mm				
耐候性の評価	色差(△E)	0.81	1.69	2.03	1.95
	光沢保持率(%)	77	71	16	23
塗膜の密着性	基盤目試験	100/100	100/100	100/100	100/100

暴露方法：JIK K 5400に準拠し角度を35°で実施。
基盤目試験：JIS K 5600-5-6 (1999) により暴露後の試験片を評価した。

5. 結 言

塗膜表層にちぢみ皺状の凹凸模様を有する「ちぢみ模様塗装鋼板」について紹介した。この塗装鋼板は，縮緬状のソフトな質感をポリエステル樹脂系カラー鋼板で実現した。その最大の特徴は，ちぢみ模様を有する意匠性である。また，従来カラー鋼板と比較して，光沢が低く重厚感があることや耐候性に優れ変退色が小さいこと，更に当社独自の骨材配合により耐疵付き性，耐摩耗性が優れるという特徴も具備している。既にカラー鋼板の新品種として外装建材に使用され始めており，今後，その意匠性から塩ビ鋼板代替材料としても用途拡大が期待される。









品種	ちぢみ模様塗装鋼板		従来型カラー鋼板(当社材)	
	黒系	グレー系	黒系	青系
暴露前				
暴露後				

図10 屋外暴露試験片の外観(暴露期間：7年, 暴露地：千葉県市川市)

Fig.10 Appearance after outdoor static exposure for 7 years in Ichikawa.



図11 実施工例(公園のトイレの屋根)

Fig.11 Applied example of the developed product,
(Roofs of a lavatory in a park)

参考文献

- 1) 兒島 薫, 城倉貴史, 白井安, 川野辺 啓之, 竹島鋭機：日新製鋼技報, 73 (1996), 44.
- 2) 竹島鋭機, 杉田修一：プラスチックスエージ, (1999), 114.