

# 雨筋汚れ防止塗装鋼板『肌美人』

圓谷 浩・公文 史城・田中 庸介・川野辺 啓之・大崎 勝久

日新製鋼株式会社  
日新製鋼技報 No. 83 別冊  
平成14年12月

新製品紹介

雨筋汚れ防止塗装鋼板『肌美人』

圓谷 浩\* 公文 史城\*\*  
田中 庸介\*\*\* 川野辺 啓之\*\*\*\* 大崎 勝久\*\*\*\*\*

Stain Resistant Coated Steel Sheets “HADABIJIN”

Hiroshi Entani, Fumiki Kumon, Yosuke Tanaka,  
Hiroyuki Kawanobe, Katsuhisa Ohsaki

1. 緒言

近年、建造物の汚れが問題視され、実態調査により汚れの原因調査が進められている<sup>1)</sup>。これらの調査によると、汚れの事例のなかで、雨水が流れ落ちたあとに残る筋状の汚れ（雨筋汚れと表記する）が最も多く観察されている。建造物の表面に付着した汚染物質の分析から、黒色の付着物は、自動車の排気ガス（燃料の不完全燃焼物）、アスファルトやタイヤ粉塵などの親油性物質であると推察されている<sup>2)</sup>。雨筋汚れの防止対策としては、建造物を雨水が流下しにくい構造にすることに加え<sup>3)</sup>、材料面では、塗膜表面を親水性にすることが有効な手段とされている<sup>4)</sup>。親水性塗膜による雨筋汚れ防止機構については種々の報告があり<sup>5)~7)</sup>、それらの要点をまとめて図1に示す。従来の塗膜は親油性であるため、親油性の汚染物質が塗膜表面に固着してしまうが、親水性塗膜では、雨水が塗膜表面になじみやすいため、汚染物質が塗膜から浮き上がり洗い流される効果があり、汚れを防止できると考えられている。

塗膜表面を親水化する方法としては、塗料に親水化剤としてシリケート系化合物を添加する手法が主流となっており<sup>8)</sup>、低汚染性の常温乾燥型塗料やポストコート用焼付け型塗料が実用化されている<sup>5)~8)</sup>。プレコート用焼き付け型塗料の実用化は遅れている。プレコートの塗装工程では、塗装後セッティングなしに連続して焼付けるため、短時間のうちに塗膜が

硬化し、親水化剤が塗膜表面に移行する時間を確保することが難しい。そのため、塗膜表層へ移行しやすく、塗膜の加工性を低下させない親水化剤の開発が必要となる。また、リピート製品では、ある工程で使用した塗料を次工程で再使用するため、塗料に長期の貯蔵安定性が求められる。このようにプレコー

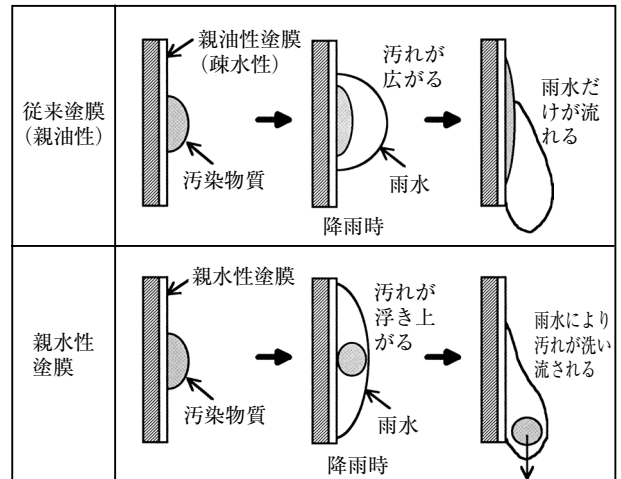


図1 親水性塗膜による汚れ防止機構  
Fig. 1 Mechanism of stain release on a hydrophilic coated film.

ト鋼板には数々の制約があり、開発事例の報告は少ない<sup>9)</sup>。

筆者らは、プレコートラインで塗装しても塗膜表面を親水性にすることができ、貯蔵安定性に優れた低汚染性塗料を独自に開発し、このほど、雨筋汚れ防止塗

\*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  
\*\*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 塗装第一研究チーム  
\*\*\*\*塗装・外装建材事業部 市川製造所 品質保証チーム \*\*\*\*\*薄板・表面処理事業本部 商品開発部 表面処理商品開発チーム 主任部員

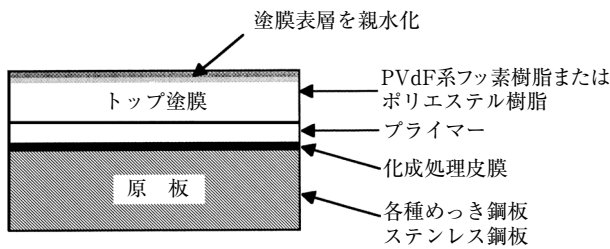


図2 製品構成

Fig. 2 Structure of the stain resistant coated steel sheet.

装鋼板『肌美人』を商品化したので紹介する。

## 2. 製品構成

開発材の製品構成を図2に示す。原板には、溶融Zn-5%Al合金めっき鋼板（当社製品名：ガルタイト）、溶融55%Al-Zn合金めっき鋼板（当社製品名：ガルバスター）、溶融Zn-6%Al-3%Mg合金めっき鋼板（当社新製品：ZAM）や各種ステンレス鋼板など建材として使用されている鋼板への適用が可能である。それらの原板に化成処理皮膜およびプライマーを施した後、建材用として実績のあるポリフッ化ビニリデン（PVdF）系フッ素樹脂塗料またはポリエステル樹脂塗料をベースとして独自開発した低汚染性トップ塗料を塗装する。塗料の焼き付け時に、塗料に配合された親水化剤が短時間に塗膜表層に移行し、安定して塗膜表面が親水性を示すことが本開発材の特徴である。このことにより、汚れが雨水により洗い流され、塗膜が美しい状態に維持される。

## 3. 開発材の品質特性

開発材の品質特性を具体的に説明するために、ここでは、板厚0.5mm、めっき付着量記号Y27の溶融Zn-5%Al合金めっき鋼板（当社商品名：ガルタイト）に、低汚染性PVdF系フッ素樹脂塗料を塗装した開発材を供試材とした。また、同様の塗装原板に、従来のPVdF系フッ素樹脂塗料を塗装した材料（当社商品名：月星GTカラーF）を比較材とした。

### 3.1 塗膜の基本特性

塗膜の基本特性についての試験例を表1に示す。塗膜の親水性は、水の接触角により評価した。従来材では、水の接触角が80°前後であるのに対して、開発材では35°～50°であり、従来材より高い親水性を示す。開発塗膜は、塗膜形成後、空気中の湿気により徐々に親水性

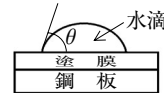
表1 塗膜の基本特性

Table 1 Typical properties of the product.

試験項目	試験方法	開発材	従来材	
塗膜親水性	水の接触角†	35~50°	78°	
塗膜硬度	鉛筆硬度	F	F	
加工性	折曲げ試験† <sup>2</sup>	4 t	4 t	
塗膜密着性† <sup>3</sup> (一次/二次† <sup>4</sup> )	折曲げ試験 (2t)	5 / 5	5 / 5	
	碁盤目エリクセン試験† <sup>5</sup>	凹	5 / 5	5 / 5
		凸	5 / 5	5 / 5
耐薬品性† <sup>7</sup>	5%HCl	異常なし	異常なし	
	5%H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	異常なし	異常なし	
	5%NaOH	異常なし	異常なし	

使用原板：0.5mm厚み溶融Zn-5%Al合金めっき鋼板（ガルタイト）、めっき付着量記号Y27）

† 塗膜上に水滴を静置し、水の接触角 $\theta$ を測定した



†<sup>2</sup> 塗膜割れを生じない限界値を表記

†<sup>3</sup> 塗膜密着性の評価

セロハンテープ剥離後の塗膜剥離状態を5段階評価  
(優) 5 4 3 2 1 (劣)

†<sup>4</sup> 沸騰水浸漬2h後24h室内保管し、各密着性試験を行った

†<sup>5</sup> 試験条件

1mm角の碁盤目切り込み後、6mmエリクセン押し出し

†<sup>6</sup> 試験条件

重り：1kg、高さ：50cm

†<sup>7</sup> 試験条件

20℃、96h浸漬

に変化する性質があるため、屋外に施工されることにより、湿気や雨水の作用により早期に安定した親水性を示す。その他の塗膜特性は従来材と同等であり、建材用塗膜として優れた性能を有している。

### 3.2 汚れ防止性

#### 3.2.1 促進試験による汚れ評価

平成7年度から平成9年度に建設省土木研究所（現在の独立行政法人土木研究所）と民間団体17社との共同研究にて汚れ防止性能の促進評価方法が開発され、土木構造物用防汚材料の利用技術ガイドライン（案）が提案されている<sup>10</sup>。提案された試験方法は、カーボンブラックを水に懸濁させた汚染物質を試験板に噴霧し、乾燥して水洗後汚れの程度を評価する方法である。汚れの程度は、試験前後の明度差（ $\Delta L^*$ ）により評価する。屋外暴露と促進試験との相関から、合否の基準値を $\Delta L^*$ が-7.00以上と定めている。

財団法人土木研究センターに委託して本試験による開

発材の汚れ防止性を評価した結果を表2に、試験後の外観を図3に示す。開発材は $\Delta L^*$ が-1以上であり汚れの付着はほとんどなく優れた汚れ防止性を有することが確

表2 防汚材料評価促進試験結果<sup>†</sup>

Table 2 Results of accelerated staining test.

	試験結果	基準値	判定
開発材 <sup>†2</sup>	$\Delta L^* = -0.86$	$\Delta L^* \geq -7.00$	I種合格
従来材 <sup>†3</sup>	$\Delta L^* = -11.11$	$\Delta L^* \geq -7.00$	I種不合格

† 試験方法  
 土木試験方法 (PWTM-3-2000pr)  
 土木構造物用防汚材料評価促進試験方法 (案)  
 第1部 防汚材料評価促進試験方法 I (一般構造物用)  
 汚れ評価方法  
 明度差 $\Delta L^*$ で判定  
 $\Delta L^* = L_1^* - L_0^*$   
 $L_1^*$ : 試験後の明度  
 $L_0^*$ : 試験前の明度

†<sup>2</sup> 財団法人 土木研究センター 防汚証 第013601

†<sup>3</sup> 財団法人 土木研究センター 防汚証 第013602

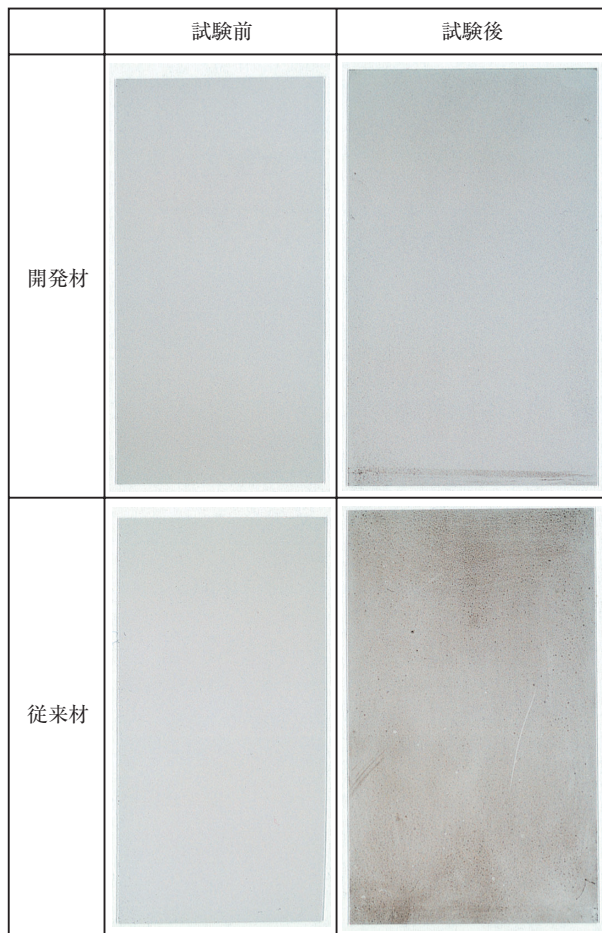


図3 防汚材料評価促進試験後の外観

Fig. 3 Appearance after accelerated staining test.

認でき、合格の判定を受けている。

### 3.2.2 屋外暴露試験による汚れ評価

図4に示すように、垂直に取り付けた試験板に波板から雨水が流下するようにした屋外暴露試験 (雨筋暴露試験) により、屋外環境での雨筋汚れ防止性能の評価を行った。従来材には短期間に雨筋汚れが発生したのに対して、開発材には雨筋汚れがほとんど認められなかった。また、雨筋暴露試験1年5ヶ月目までの試験後の明度を

試験方法

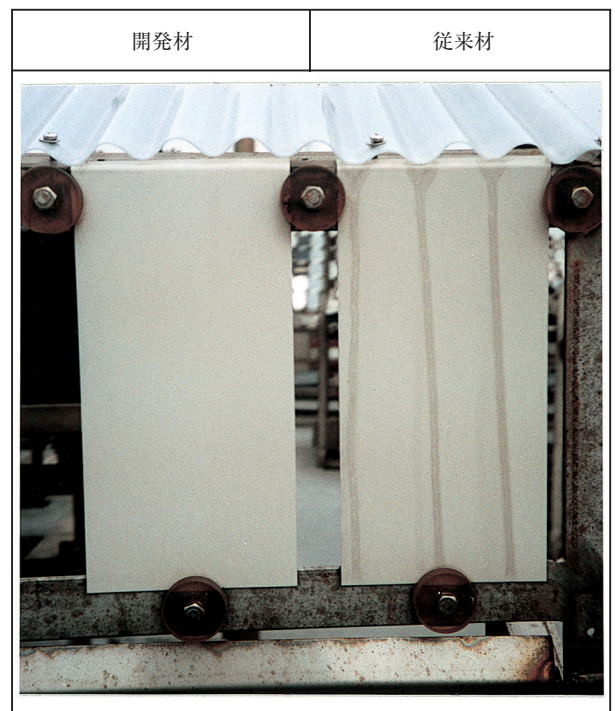
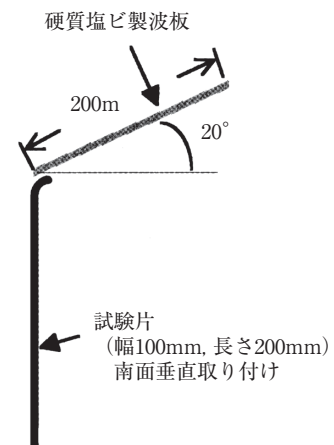


図4 雨筋汚れを評価する屋外暴露試験実施状況 (暴露地: 千葉県市川市, 試験期間: 3ヵ月)

Fig. 4 Appearance after outdoor exposure test by flowing rain staining method.

試験前と比較した値 ( $\Delta L$ ) を図5に示す。波板から雨水が流下し雨筋汚れが付いた部位を雨筋部とし、雨水が流下していない部位を筋なし部として明度を測定した。従来材では暴露期間の経過とともに雨筋部の明度が大きく低下し、筋なし部でも徐々に明度が低下した。一方、開発材では雨筋部、筋なし部ともに、1年5ヶ月経過後も明度の低下は軽微であり、明度測定結果からも雨筋汚れが少ないことが分かる。

3.2.3 コーキング剤による汚れ評価

外壁の汚れのなかで、シリコン系コーキング材の未反応のシリコン成分が流れ出し、その部分が撥水状態となり濃い汚れが付着する事例が多く報告されている<sup>1),4)</sup>。そこで、開発材のコーキング材による汚れを評価するために、図4に示した雨筋暴露試験を実施した。試験方法と試験後の外観を図6に示す。ここで使用したシリコン系コーキング材はコーキング汚れが発生し易いタイプであり、ポリウレタン系コーキング材

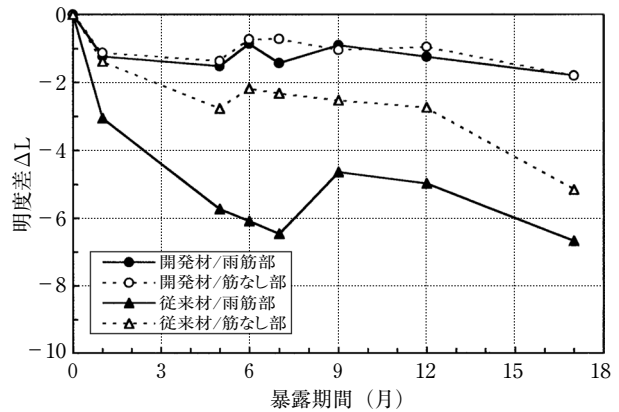


図5 雨筋汚れを評価する屋外暴露試験結果 (暴露地：千葉県市川市)  
 明度差  $\Delta L = L_1 - L_0$

$L_1$  : 試験後の明度  
 $L_0$  : 試験前の明度

Fig. 5 Results of outdoor exposure test by flowing rain staining method.

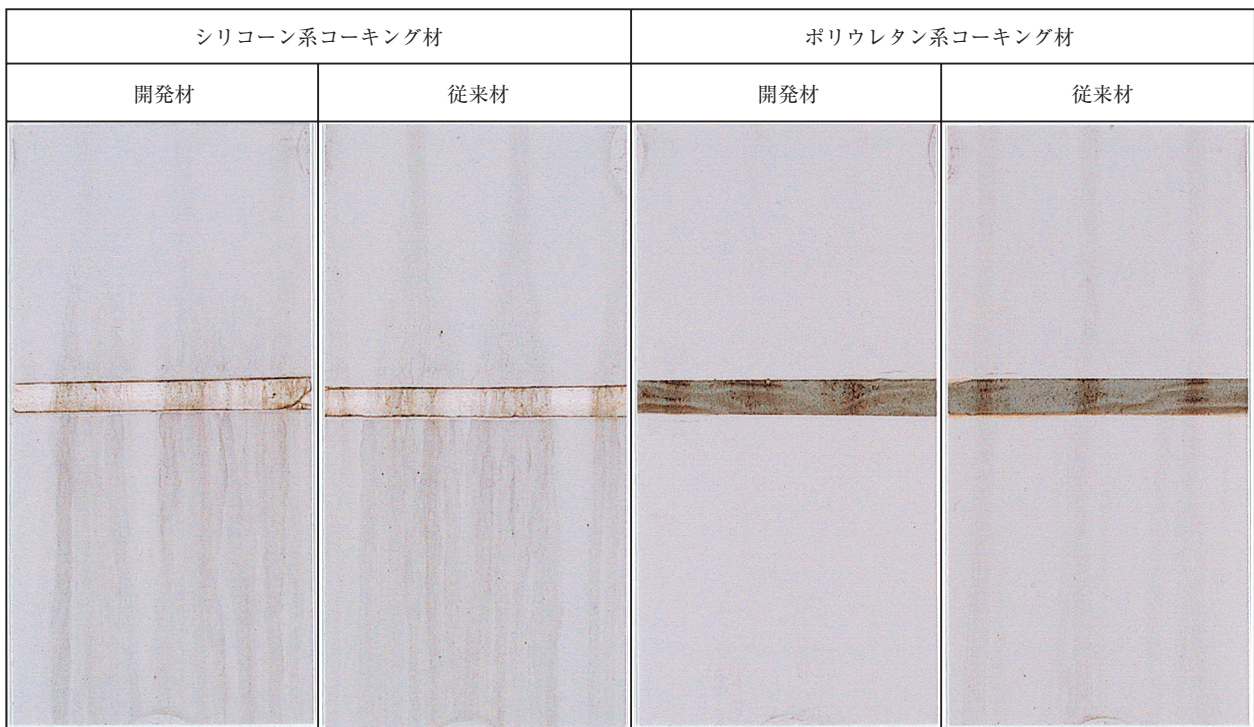
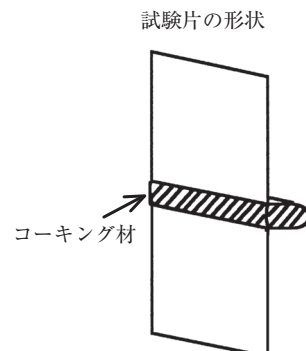


図6 雨筋汚れに及ぼすコーキング材の影響 (雨筋暴露6ヵ月, 暴露地：千葉県市川市)

Fig. 6 Influence of caulking agents on flowing rain staining.



はコーキング汚れの改善タイプである。シリコン系コーキング材を使用した場合は、従来材と同様に開発材でも雨筋汚れが発生した。一方、ポリウレタン系コーキング材を使用した場合には、従来材には雨筋汚れが発生したが、開発材には雨筋汚れが認められなかった。

開発材であっても、コーキング材から流れ出したシリコン成分が塗膜表面に付着し、表面が疎水性に変化すると考えられる。そのため、コーキング汚れが発生しやすいタイプのシリコン系コーキング材を使用すると開発材でも雨筋汚れが発生するので、コーキング材を使用する場合は、コーキング汚れの発生し難い改善タイプを使用することを推奨する。

### 3.3 耐候性および耐食性

促進耐候性試験（サンシャインカーボンアーク灯式耐

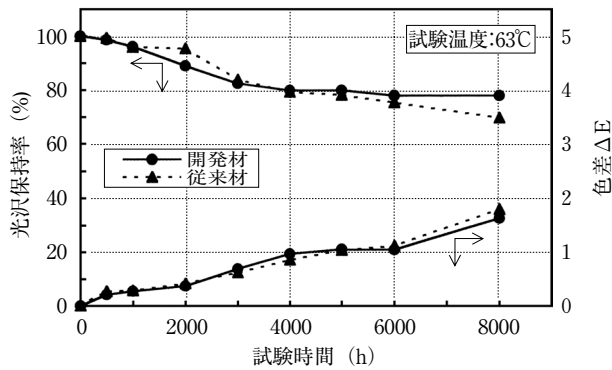


図7 促進耐候性試験結果 (JIS K 5400によるサンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験)

Fig. 7 Results of accelerated weathering test.

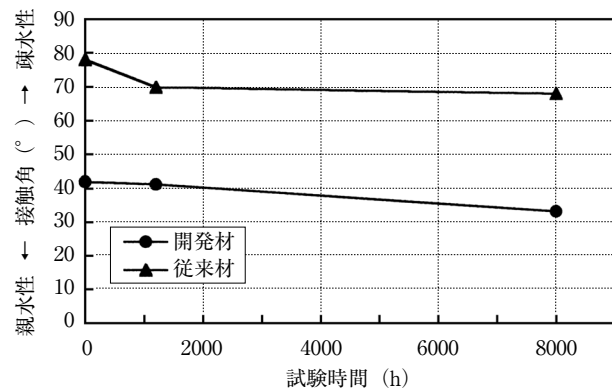


図8 促進耐候性試験による水接触角の変化 (JIS K 5400によるサンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験)

Fig. 8 Water contact angle on the coated films after accelerated weathering test.

候性試験)による光沢保持率および色差(ΔE)の変化を図7に示す。開発材は従来材と同様に8,000h後も光沢保持率が70%以上、色差が2以下であり、優れた耐候性を有していることが確認できた。

促進耐候性試験による水接触角の変化を測定した結果を図8に示す。開発材は、8,000h後においても水接触角が低い値を示し、高い親水性を保持していた。

促進耐候性試験の結果からは、開発材が実使用環境において長期に汚れ防止性能を維持することが期待できる。なお、実使用環境における汚れ防止性能の持続性については、屋外暴露試験を継続して確認中である。

促進耐食性試験として、SST(塩水噴霧試験)、CCT(複合サイクル試験)およびBBT(湿潤試験)を行った結果を表3に示す。開発材はいずれの試験においても各評価部位とも表面を親水化したことによる異常は認められず、従来材と同様に優れた促進耐食性を示した。

表3 促進耐食性試験結果(試験時間 2,000h)

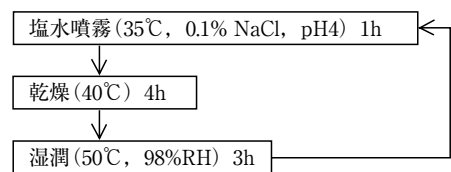
Table 3 Results of accelerated corrosion test for 2,000h.

項目	評価部位	開発材	従来材
SST	平坦部	異常なし	異常なし
	クロスカット部	0 mm	0 mm
	端面部	2.0mm	1.5mm
CCT	平坦部	異常なし	異常なし
	クロスカット部	0 mm	0 mm
	端面部	0 mm	0 mm
BBT	平坦部	異常なし	異常なし

#### 試験方法

SST: 塩水噴霧試験, JIS Z 2371による

CCT: 複合サイクル試験



BBT: 湿潤試験, JIS K 5400による

#### 評価方法

平坦部: 膨れ, 錆びなどの異常の有無を表示

クロスカット部, 端面部: 最大膨れ幅を表示

## 4. 用途例

開発材の金属サンドイッチパネル(日新総合建材(株)製タイトパネル)への使用例を図9に示す。(a)には、開発材と従来材を並列に試験施工し1年5ヶ月経過後の外観を示す。従来材には窓枠やパネルの嵌合部などから雨筋汚れが発生しているのに対し、開発材には雨筋汚れがほとんど認められない。(b)には、工場外壁への施

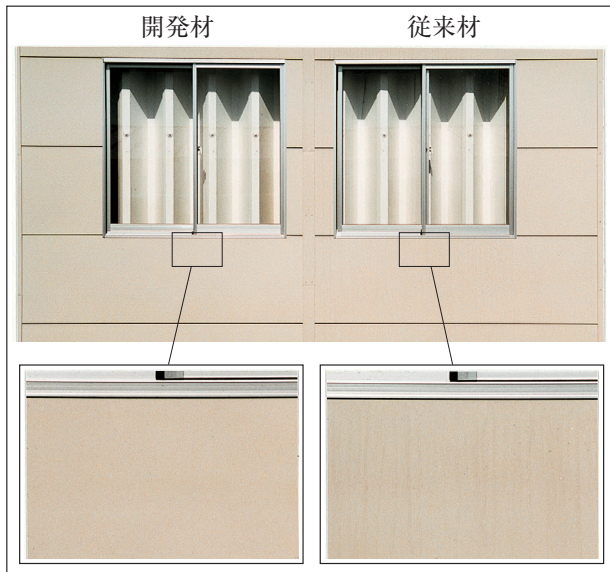


図9 開発材の外壁パネルへの使用例  
(日新総合建材(株)製タイトパネル)

Fig.9 Application of the product for external wall panel.

工例を示す。肌美人の塗装外観を生かした美しい仕上がりととなっている。

## 5. 結 言

塗膜表面を親水性にすることにより屋外での汚れ付着を低減できる雨筋汚れ防止塗装鋼板『肌美人』を商品化し、その諸特性を紹介した。金属サンドイッチパネル、サイディングなどの建築物外壁への適用が期待される。また、汚れ防止機能を生かして防音壁をはじめ道路関連部材への適用も考えられ、用途の拡大が期待される。

## 参考文献

- 1) (社) 建築業協会「外壁の汚れ防止研究会」：月間建築仕上技術 (2000年3月号), p.60
- 2) 中家俊和：表面技術, 47 (1996), p.667
- 3) 橘高義典：KENCHIKU GIJUTSU, 484 (1991), p.173
- 4) (社) 建築業協会「外壁の汚れ防止研究会」：月間建築仕上技術 (2000年7月号), p.162
- 5) 中家俊和：塗装工学, 31 (1996), p.268
- 6) 井上正治, 玉井仁：塗装工学, 31 (1996), p.310
- 7) 裏川昇：塗装技術 (1996年10月増刊), p.87
- 8) 橘佳樹：塗装技術 (1997年10月増刊), p.83
- 9) 岡井敏博：色材協会関東支部講演会資料 (1998), p.9
- 10) 建設省土木研究所化学研究室, 他民間17社：構造物の防汚技術の開発に関する共同研究報告書(その5)―土木構造物用防汚材料の利用技術ガイドライン(案)―, 共同研究報告書整理番号第199号 (1998)