

# 景観材料の表面加飾技法(第3報)

## — 試作品の品質評価 —

松下 福三 竹内 繁樹 榊原 晴勝 今西 千恵子 山本 紀一

Development of Decorative Technics for Landscape Materials(Part III)

— Qualities of Trial Products —

by

Fukuzo MATSUSHITA, Shigeki TAKEUCHI, Harumasa SAKAKIBARA,

Chieko IMANISHI and Kiichi YAMAMOTO

前年度に開発した景観材料の表面加飾技法によってタイルや瓦を試作し、耐ひび割れ性、耐凍害性、耐薬品性、耐候性、耐汚染性等の環境に対する耐久性評価を実施した。その結果、ほかし加飾技法、まだら加飾技法、金属線加飾技法及び厚盛り加飾技法による加飾タイルは、すべて、その加飾条件が耐久性の劣化要因とはならず、耐ひび割れ性、耐凍害性、耐薬品性及び耐候性の評価結果が良好であり、環境に対する高い耐久性を示した。ほかし加飾技法、まだら加飾技法及び新たに試みた銅箔加飾技法による加飾タイルの耐汚染性は、強化白色光沢釉タイルと同等か、それ以上であった。また、強化白色光沢釉タイルの耐汚染性は、それと同じ素地の無釉タイルより高く、強化白色光沢釉による素地の表面被覆は、耐汚染性に対して効果的であった。まだら加飾技法による試作瓦の耐凍害性は良好であった。

### 1. まえがき

景観への志向が高まり、景観材料の美しさや環境への調和を追及する動きが活発化してきているが、その前提性能として景観材料の環境に対する耐久性は不可欠である。前年度に開発した景観材料の表面加飾技法<sup>1)</sup>によって試作したタイルや瓦について、耐凍害性、耐候性等の環境に対する耐久性評価を実施した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 試験体の作製

##### 2.1.1 使用素地

タイルは白色系市販タイル素地を用いた。また、瓦には市販平瓦白地を用いた。各素地の物性を表1に示す。

##### 2.1.2 加飾方法

ほかし加飾タイル、まだら加飾タイル及び1180℃焼成まだら加飾平瓦の下掛釉には、1180℃焼成用強化白色光沢釉<sup>2)</sup>を用い、上掛基礎釉には、1140℃焼成用強化白色光沢釉<sup>2)</sup>を用いた。1120℃焼成まだら加飾平瓦の下掛釉と上掛基礎釉は、1120℃焼成用強化白色光沢釉<sup>2)</sup>を用い

た。

金属線加飾、銅箔加飾及び厚盛り加飾タイルの下掛釉には、1180℃焼成用強化白色光沢釉を用い、金属線、銅箔をそれぞれ下掛釉上に置いた後、下掛釉をそれらが完全に被覆されるまでスプレー掛けした。銅線は直径30 $\mu$ m、銅箔は厚さ6 $\mu$ mのものを使用した。

厚盛り加飾タイルについては、厚盛り釉3.5gを直径23mm・高さ5mmの円柱状にプレス成形し、それを下掛釉上に置いて半球状に厚盛りした。厚盛り釉は、1140℃焼成用強化白色光沢釉を基礎釉とし、セラミックファイバーを10%、着色剤として、プラセオ黄P-40を2%、濃黄M-600を4%、それぞれ添加し、混合したものである。

表1 使用素地の物性

素地の種類	24時間吸水率 (1180℃焼成)	50~600℃の 熱膨張係数 (1180℃焼成)
タイル素地	4.1%	$6.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
瓦素地	3.5%	$5.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

タイルの加飾には素焼素地を用い、瓦は乾燥素地を用いた。また、下掛釉はディッピング法により施釉した。

### 2.1.3 焼成条件

タイルの焼成条件は、昇温速度80℃/h、最高温度1180℃1時間保持とした。瓦の焼成条件は、昇温速度60℃/h、最高温度1120℃及び1180℃各1時間保持とした。

## 2.2 評価方法

### 2.2.1 耐ひび割れ性

JIS A 5209 7.7による。試験体の寸法(長さ×幅×厚さ)は110×60×10mmとし、ひび割れは浸透探傷法によって観察した。

### 2.2.2 耐凍害性

タイルの気中凍結水中融解法による耐凍害性評価は、JIS A 5209 7.12による。瓦の同法による耐凍害性評価は、JIS A 5208 5.6(10回)による。また、タイルは、タイルを含む建築用外壁材料を対象とした耐凍害性試験方法がJISで規定されているため、その中で、タイルに適するJIS A 1435 3.2(気中凍結気中融解法)による凍結融解サイクル数300回の耐凍害性評価も行った。タイル試験体の寸法(長さ×幅×厚さ)は約220×60×10mmとした。瓦試験体は平瓦状とし、その寸法(利足×利幅)は約306×280mmとした。凍害は、浸透探傷法によって観察した。

### 2.2.3 耐薬品性

JIS A 5209 7.13による。目視及び各溶液浸漬前後の色差によって評価した。

### 2.2.4 耐候性

JIS Z 9117 7.5(2)による。照射時間は300時間とし、試験前後の色差によって評価した。試験体の寸法(長さ×幅×厚さ)は、約110×60×10mmとした。

### 2.2.5 耐汚染性

汚れを付与する懸濁液に3回浸し<sup>3)</sup>、その前後の色差によって評価した。懸濁液は、関東ローム(JIS Z 8901試験用ダスト8種)、カーボンブラック(同12種)及び水を1:1:40の重量比で混合したものである。試験体の寸法(長さ×幅×厚さ)は、約110×60×10mmとした。

### 2.2.6 色差の測定

分光測定方式の測色色差計を使用し、標準の光Cを用いてL\*,a\*,b\*を測定した。なお、色差 $\Delta E^*_{ab}$ は、 $\Delta E^*_{ab} = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$ によって求めた。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 耐ひび割れ性

強化白色光沢釉タイル及び各種加飾技法による試作タ

イルの耐ひび割れ性評価結果を表2に示す。各種加飾タイルはすべて、強化白色光沢釉タイルと同様にゲージ圧力1MPaのオートクレーブ試験でひび割れの発生は認められず、良好な耐ひび割れ性であった。

表2 耐ひび割れ性の評価結果

試験体の種類		耐ひび割れ性
強化白色光沢釉タイル		○
ぼかし加飾タイル	CoCl <sub>2</sub> 2%	○
まだら加飾タイル	Cr4%+Mn5%	○
金属線加飾タイル	ステンレス	○
	銅	○
銅箔加飾タイル		○
厚盛り加飾タイル		○
評価記号		○:ひび割れなし

表3 耐凍害性の評価結果

試験体の種類	耐凍害性	
	気中凍結 水中融解 法:10回	気中凍結 気中融解 法:300回
強化白色光沢釉タイル	○	○
ぼかし加飾タイル	CoCl <sub>2</sub> 2%	○
	CoCl <sub>2</sub> 1%	○
	MnCl <sub>2</sub> 1%	○
	NiCl <sub>2</sub> 1%	○
	FeCl <sub>3</sub> 1%	○
まだら加飾タイル	Cr 4%	○
	Cr4%+Mn5%	○
金属線加飾タイル	ステンレス	○
	銅	○
銅箔加飾タイル		○
厚盛り加飾タイル		○
Cr4%まだら加飾瓦	1120℃焼成 吸水率7.5%	○
	1180℃焼成 吸水率3.5%	○
評価記号		○:割れ、ひび割れ 膨れ、はく離 なし

強化白色光沢釉タイルと各種加飾タイルに耐ひび割れ性の差はなく、各加飾条件は、耐ひび割れ性の劣化要因とはならなかった。これは、下掛釉上への適正な加飾によって、下掛釉の熱膨脹率が大きく変化しなかったことが原因と考えられる。

3.2 耐凍害性

強化白色光沢釉タイル、各種加飾技法による試作タイル及びまだら加飾瓦の耐凍害性評価結果を表3に示す。強化白色光沢釉タイル、各種加飾タイル及びまだら加飾瓦は、気中凍結水中融解法10回で、割れ、ひび割れ、膨れ、はく離等の凍害は認められなかった。強化白色光沢釉タイルと各種加飾タイルについては、気中凍結気中融解法300回の試験も実施したが、凍害は認められず、ともに高い耐凍害性を示した。

強化白色光沢釉タイルと各種加飾タイルに耐凍害性の差はなく、各加飾条件は耐凍害性の劣化要因とはならなかった。これは上掛釉と下掛釉の熱膨脹差が大きくなかったこと、金属加飾では金属が下掛釉と互いに融け合い相互の熱膨脹差が緩和されたこと等が原因と考えら

る。

3.3 耐薬品性

強化白色光沢釉タイル及び各種加飾技法によって試作したタイルの耐薬品性評価結果を表4に示す。各種加飾タイルの耐アルカリ性はすべて、強化白色光沢釉タイルと同様に3%NaOH溶液浸漬による変色は認められず、良好であった。また、各種加飾タイルの耐酸性は、銅箔加飾タイルのみ3%HCl溶液浸漬による変色が認められたが、その他の加飾タイルはすべて、強化白色光沢釉タイルと同様に変色は認められず、良好な耐酸性であった。ここでも、各種加飾条件は、銅箔加飾を除き、すべて耐薬品性の劣化要因とはならなかった。

銅箔による加飾部分は、銅粉末によるまだら加飾タイルや銅線による加飾タイルの加飾部分より、緑色が濃く、その釉中の銅成分の量が最も多いことが考えられる。銅成分による加飾においては、その釉中の量が耐酸性に影響を与える可能性があると考え、金属粉末を使用するまだら加飾技法によって作製した試験体を用い、銅粉末添加量と耐酸性の関係を、添加量10%までの範囲で試験

表4 耐薬品性及び耐候性の評価結果

試験体の種類			耐薬品性		耐候性
			3%HCl溶液	3%NaOH溶液	
強化白色光沢釉タイル			○	○	○
ぼかし加飾タイル	CoCl <sub>2</sub> 2%	抜絵部分	○	○	○
		にじみ部分	○	○	○
	MnCl <sub>2</sub> 10%	抜絵部分	○	○	○
		にじみ部分	○	○	○
	NiCl <sub>2</sub> 2%	抜絵部分	○	○	○
		にじみ部分	○	○	○
	CoCl <sub>2</sub> 1% MnCl <sub>2</sub> 1% NiCl <sub>2</sub> 1% FeCl <sub>3</sub> 1% CuCl <sub>2</sub> 1%	抜絵部分	○	○	○
		にじみ部分	○	○	○
まだら加飾タイル	Mn5% Co1% Cu5% Cr4%		○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	Ni8% Ti8% Fe8% Fe4%		○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○
	Cr4% + Mn5%		○	○	○
金属線加飾タイル	ステンレス		○	○	○
	銅		○	○	○
銅箔加飾タイル			△* <sup>1</sup>	○* <sup>1</sup>	○* <sup>1</sup>
厚盛り加飾タイル			○* <sup>2</sup>	○* <sup>2</sup>	○* <sup>2</sup>
評価記号			○色の变化なし (ΔE* <sub>ab</sub> < 1.5)		△色の变化あり (ΔE* <sub>ab</sub> ≥ 1.5)

\*<sup>1</sup> 測色は銅箔による模様部分 \*<sup>2</sup>測色は厚盛り部分

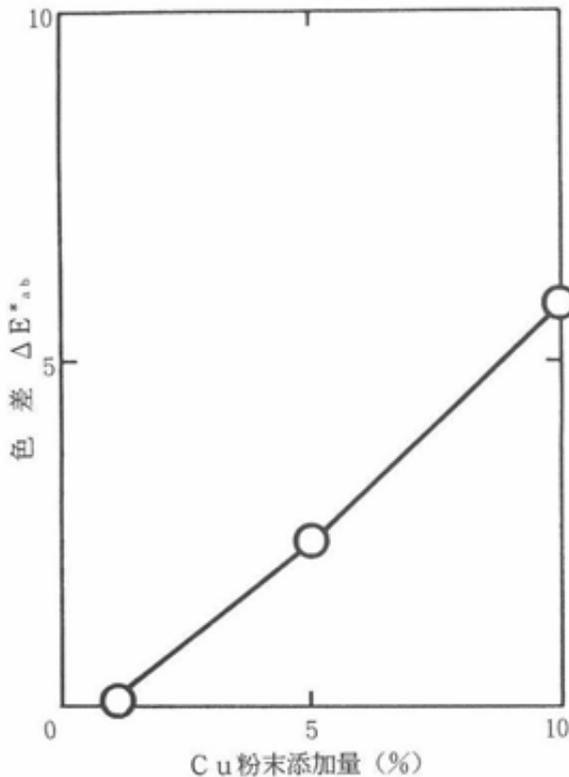


図1 銅釉の耐酸性

した。なお、上掛釉のスプレー回数は、試験目的からまだら加飾タイルより多くした。その結果を図1に示す。耐酸性は、Cu金属粉添加量の増加によって直線的に低下した。このことは、釉中からの銅成分の揮発・分離による表面偏析<sup>4)</sup>の量が釉中の銅成分に比例して増加することに起因していると考えられるが、銅箔加飾タイル加

飾部分の酸浸漬による変色は、その部分の銅成分の量が過大であったためと考えることができる。なお、金属粉末添加量と耐酸性の関係については、Mn、Co、Cr、Ni及びFe粉末も、試験を行ったが、すべての耐酸性は、良好で添加量に関係なく、一定であった。

3.4 耐候性

強化白色光沢釉タイル及び各種加飾技法による試作タイルの耐候性評価結果を表4に示す。各種加飾タイルの耐候性はすべて、光の照射及び水噴射による変色が認められず、強化白色光沢釉タイルと同様に良好であった。各種加飾条件は、耐候性においても劣化要因とはならなかった。これは、加飾に使用した液体顔料、金属粉、金属線、金属箔及び顔料等が、強化白色光沢釉と融け合い、それらが光や水に対して安定な状態で存在したことが原因と考えられる。

3.5 耐汚染性

無釉タイル、強化白色光沢釉タイル及び各種加飾技法による試作タイルの耐汚染性評価結果を図2に示す。各種加飾タイルと強化白色光沢釉タイルの懸濁液浸漬前後の色差を比較してみると、ぼかし加飾タイルとまだら加飾タイルの耐汚染性は、強化白色光沢釉タイルと同程度であったが、金属線加飾タイルと厚盛り加飾タイルについては、強化白色光沢釉タイルより劣る結果となった。各加飾タイルの耐汚染性の違いは、加飾釉面の凹凸に起因していると考えられる。強化白色光沢釉タイルより、耐汚染性が劣る結果となった加飾タイルには、その釉面に凹凸が認められる。ステンレス線加飾タイルの釉面に

- 強化白色光沢釉タイル
- 無釉タイル (加飾タイルと同質素地)
- ぼかし加飾タイル (CoCl<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub>, NiCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, CuCl<sub>2</sub> 各1%) } 抜絵  
にじみ
- まだら加飾タイル (Cr4%+Mn5%)
- 金属線加飾タイル } ステンレス  
銅
- 銅箔加飾タイル
- 厚盛り加飾タイル

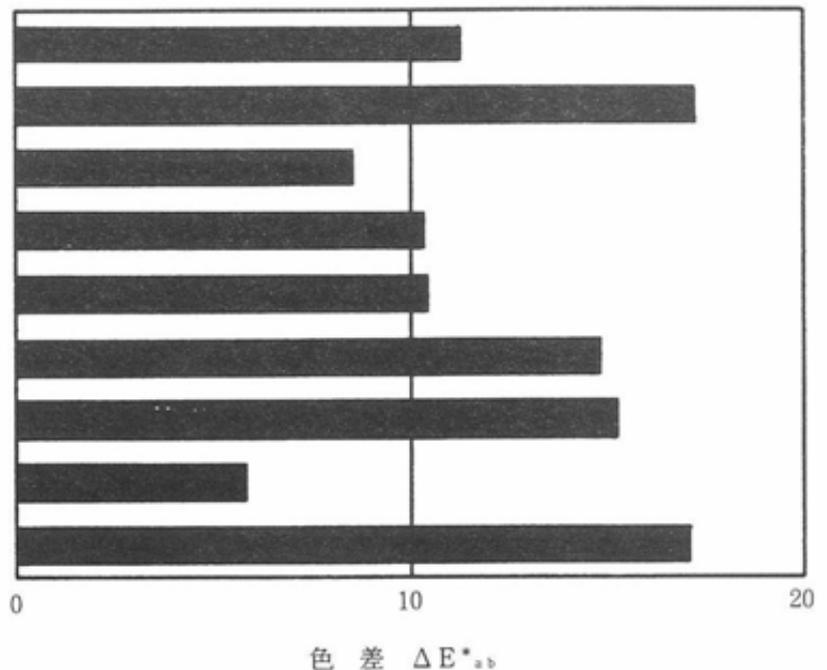


図2 耐汚染性の評価結果

は、ステンレス線に沿った盛上がり、銅線加飾タイルの釉面には、逆に銅線に沿った沈下が認められる。さらに、厚盛りタイルの厚盛り部の形は半球状である。ただし、銅箔加飾タイルの加飾部分は、強化白色光沢釉タイルより良好な結果となった。これは、その加飾部分が他の釉面より光沢が強く、なめらかであったためと考えられる。

強化白色光沢釉タイルの耐汚染性は、無釉タイルよりも高い。粗い素地表面を被覆する強化白色光沢釉は、耐汚染性に対する効果があることがわかった。

#### 4. まとめ

- (1) ぼかし加飾技法、まだら加飾技法、金属線加飾技法及び厚盛り加飾技法によるタイルは、すべて、耐ひび割れ性、耐凍害性、耐薬品性及び耐候性の評価結果が良好であった。各加飾条件は、それらの劣化要因とはならなかった。
- (2) ぼかし加飾技法、まだら加飾技法及び銅箔加飾技法

によるタイルの耐汚染性は、強化白色光沢釉タイルと同等、それ以上であった。それぞれの加飾条件は耐汚染性の劣化要因とはならなかった。また、強化白色光沢釉タイルの耐汚染性は、それと同じ素地の無釉タイルより高く、強化白色光沢釉による素地表面被覆は、耐汚染性に対して効果的であった。

- (3) まだら加飾技法による試作瓦の耐凍害性は良好であった。

#### 文 献

- 1) 松下福三, 永柳辰一, 水野 修, 山本紀一, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 20, 21~26 (1993).
- 2) 永柳辰一, 水野 修, 松下福三, 島村 修, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 19, 1~9 (1992).
- 3) 阿部忠行, 永井伸芳, 東京都土木技術研究所年報, 43~48 (1993).
- 4) 大西政太郎, 陶芸の釉薬, 理工学社(1988)p. 4・59.