

各種耐汚染処理したタイルの屋外暴露によるよごれ

○ 日大生産工（院）雪松 大作 日大生産工 松井 勇
日大生産工 湯浅 昇

1. はじめに

都市環境のような、大気汚染や車の排気ガスなどによる汚染の著しい場所の景観を維持するためにはかなりのコストを要し、また近年のビルやマンション等の高層化傾向による、メンテナンスの困難化も予想される。近年、これらの対策として酸化チタンやシリカなどを使用した低汚染型材料が期待されているが、低汚染型材料に着目したよごれの評価に関する研究は少ない。

本研究は、タイルメーカーおよび低汚染処理方式を変えた 5 種類の低汚染型施釉磁器タイルを 104 日間屋外暴露し、これらの材料の有効性について検討したものである。



写真 1 暴露状況



写真 2 シーリング 貼付状況

実験に用いた材料は、表 1 に示す酸化チタンを用いた光触媒による低汚染型施釉磁器タイル 3 種類、シリカによる低汚染型施釉磁器タイル 1 種類、CT（電荷移動型酸化還元）触媒による低汚染型施釉磁器タイル 1 種類の計 5 種類および無処理の施釉磁器タイル 3 種類を用いた。以下に各低汚染型の方式を説明する。

光触媒：酸化チタンの持つ光触媒作用により、タイル表面に紫外線を照射した場合、タイル表面が親水性となり、表面に付着したよごれ物質が雨水により容易に除去できる。また光触媒は、表面

2. 実験方法

2.1 実験に用いた材料

表 1 試験材料の種類および水接触角の値

種類	試験体番号	方式	水接触角(度)		
			暴露開始前	屋外暴露後	シーリング暴露後
低汚染型	T-1	光触媒(酸化チタン, TiO_2)	72	37	47
	D-1	光触媒(酸化チタン, TiO_2)	40	46	27
	O-1	光触媒(中性タイプ酸化チタン, TiO_2)	67	23	78
	I-1	シリカ	55	13	65
	M-1	電荷移動型酸化還元(CT)触媒	54	24	101
従来型	D-2	無処理 施釉磁器タイル	65	17	98
	O-2	無処理 施釉磁器タイル	62	21	101
	I-2	無処理 施釉磁器タイル	65	29	105

Soil of Ceramic Tiles of Low Contamination Type by Out-door Exposure Test

Daisaku YUKIMATSU, Isamu MATSUI and Noboru YUASA

活性による有機物の分解作用も有している。

シリカ(Si)：シリカが空気中の水分子を吸着し、これによりタイル表面を常に水膜が形成された状態に保ち、親水性効果により表面に付着したよごれ物質が雨水により容易に除去できる。また、静電気によるよごれ吸着防止効果もある。

CT(電荷移動型酸化還元)触媒：電子の移動によりタイル表面に付着したよごれ物質を酸化・還元分解し、タイル表面に付着したよごれが雨水により容易に除去できる。またこの方式は、大気温をエネルギーとするため、光触媒のように紫外線を必要としない。

2.2 暴露方法

試験体の暴露方法は、旧 5 号館道路側東向きに写真 1 に示すように、30 度の傾斜を持つ暴露台に 1 試験体ずつ取り付け暴露(以下、屋外暴露という)した。

また汚染の負荷を厳しくするため、写真 2 に示すように S 社製シリコン系シーリング材を 30 度の傾きのある逆八の字型に貼付した試験体を、20 の室内で 1 日間養生した後、屋外暴露同様に暴露(以下、シーリング暴露という)した。なお、本研究で行った暴露期間は平成 16 年 6 月 29 日から 10 月 14 日の 104 日である。

2.3 測定項目

1) 色差によるよごれの測定方法

試験体のよごれは、色彩色差計(M 社製 CR-300)を用いて測色し、暴露前後の色差(E^*ab)を(1)式により求めた。なお測色位置は、試験体中央部 1 ヶ所とした。

$$E^*ab = \sqrt{\{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2\}} \dots (1)$$

ここに、 E^*ab : $L^*a^*b^*$ 表色系による色差

L^* , a^* , b^* : 明度 L^* の差および

色座標 a^*b^* の差

2) 水接触角の測定方法

暴露前の水接触角は、低汚染型の方式によって効果を発揮する暴露条件が異なるので、ここでは試験体を暗室に保存しておいたものを直ちに測定した。今回の実験では暴露後の触媒効果を考慮するため、暴露後の水接触角も測定した。それぞれの接触角は、水接触角計(K 社製, CA-D 型)を用い、実験は室温 20 の恒温室で行った。試験は、水接触角を純水を用いた液滴法により 3 回測定し、その平均を接触角の値とした。また、暴露後の水接触角の測定には、本実験の暴露期間 104 日の試験体を用いた。材料表面のよごれ物質が水接触角の測定結果に影響するので、測定部分を馬毛ブラシにより水洗いをし、よごれの除去後測定した。

3. 結果および考察

3.1 暴露期間 104 日の試験体の色差

図 1 は暴露期間 104 日の色差を示したものである。全体的にシーリング暴露(■)は、屋外暴露(□)より色差が大きくなっており、この傾向は低汚染型および従来型ともに同じである。シーリング暴露で色差が小さいものは、低汚染型の D-1 および I-1 で、シーリングからの溶出成分であるシリコンオイルが雨水とともに流れたため、色差が小さくなったものと考えられる。

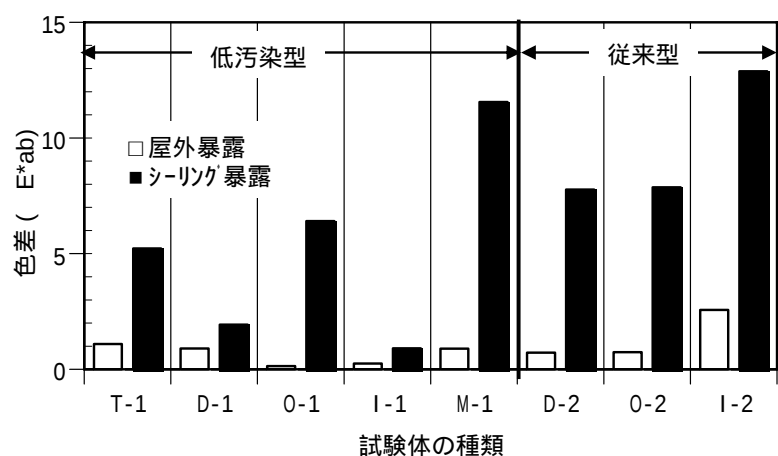


図 1 暴露期間 104 日の色差

3.2 屋外暴露とシーリング暴露の色差の関係

図 2 は、屋外暴露とシーリング暴露の色差を示したものである。シーリング暴露の色差は屋外暴露の色差に比し、約 5 倍大きくなっている。今後、長期間暴露を行うにあたり、これらの暴露環境による色差の影響をさらに検討したい。

3.3 色差の経時変化

図 3 は東京管区気象台の船橋市の観測データによる、暴露開始後の 1 日の平均降水量および平均気温を示したもので、図 4 は色差の経時変化を示したものである。屋外暴露(○)は、低汚染型および従来型ともに色差は暴露期間 40 日以降小さくなっているが、これは図 3 に示す暴露期間 40 日以降の降水量の増加により、雨水とともによごれが落ちためだと思われる。これに対しシーリング暴露(●)は、D-1 および I-1 を除くと、暴露期間 40 日以降から色差が著しく大きくなっており、これは雨水によりシリコンオイルが溶出したものと思われる。

3.4 屋外暴露の水接触角の変化

図 5 は各材料の暴露開始前(□)、屋外暴露後(○)およびシーリング暴露後(●)の試験体の水接触角を示している。暴露開始前の水接触角は 40 度～72

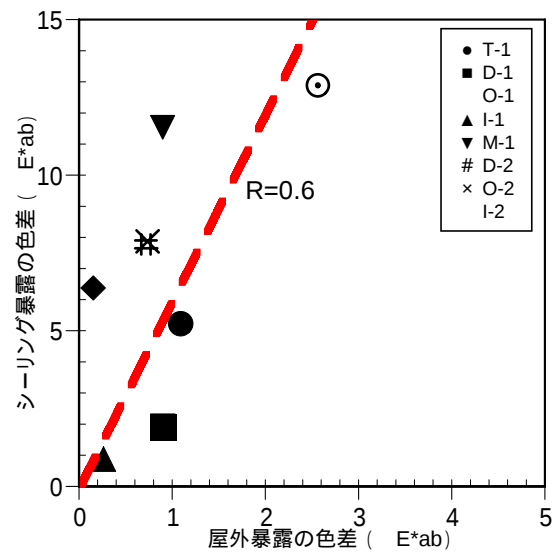


図 2 屋外暴露とシーリング暴露の色差の関係

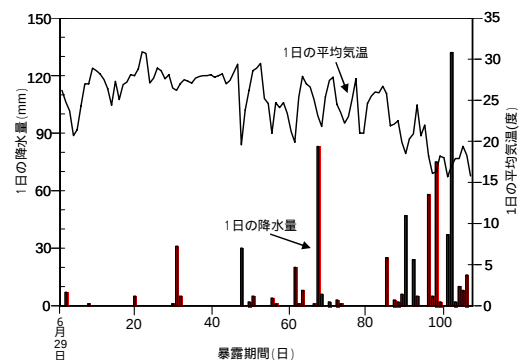


図 3 暴露期間の 1 日の降水量および平均気温

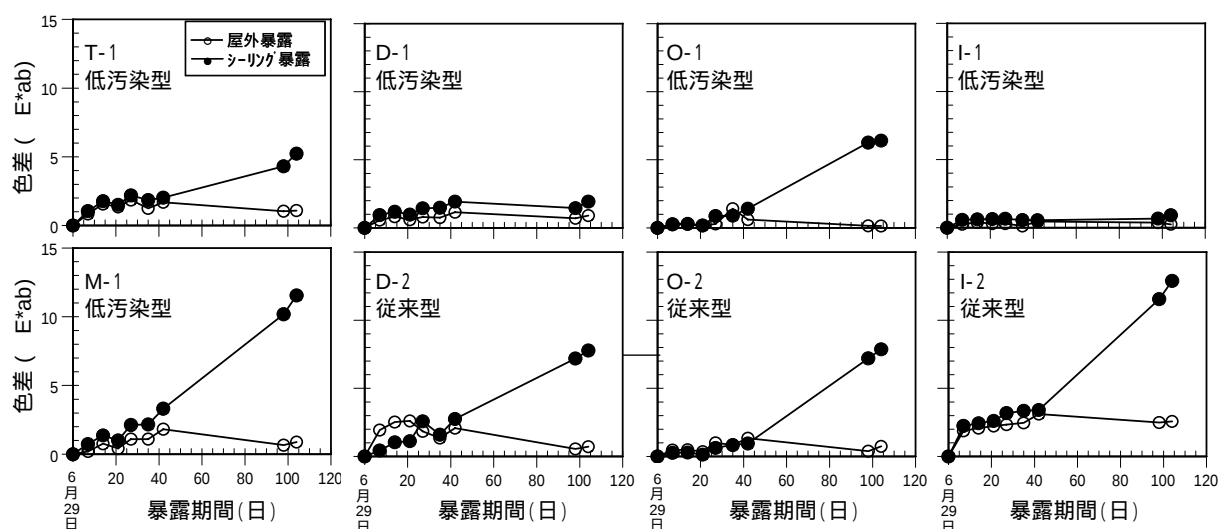


図 4 色差の経時変化

度である。

屋外暴露後の水接触角は、D-1を除くと暴露開始前よりも小さくなっている。これは、低汚染型タイルについては、暴露中に紫外線を受け親水作用の効果が表われている。また、従来型タイルについては、材料表面が水に馴染んできたためだと思われる。

シーリング暴露後の水接触角は、M-1を除く低汚染型タイルは、暴露開始前の水接触角とほとんど同じ値であるが、M-1および従来型タイルは、水接触角が大きくなっている。これらのタイルは、色差も大きくっている。水接触角が大きくなった原因としては、水接触角測定箇所の水洗いでは除去の難しい疎水性のシリコンオイルが付着していたためと思われる。

3.5 暴露前後の水接触角と色差の関係

図6 a)は、暴露開始前の水接触角と色差の関係を示したものである。屋外暴露(○)およびシーリング暴露(●)いずれも暴露開始前の水接触角と色差の相関が認められない。これは、暴露前の試験体を暗室に置いていたため、接触角の差異が表われていないものと考えられる。水接触角は、図5に示すように暴露によって変化するため、暴露開始前の水接触角でよごれの程度を評価するのは難しい。

図6 b)は、暴露後の水接触角と色差の関係を示したものである。屋外暴露の水接触角と色差の相関性に比べて、シーリング暴露の方が、かなり高い相関性を示している。これは、シーリング暴露は、シリコンオイルの溶出により、材料の表面が疎水化するため、雨水による自浄作用が働かず、よごれ物質が蓄積し色差が大きくなったと考えられる。

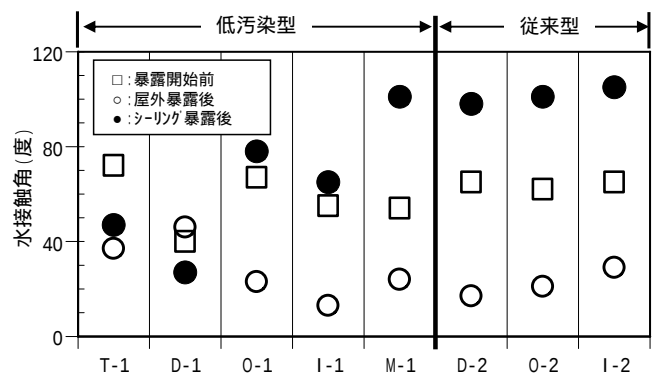


図5 暴露後の水接触角

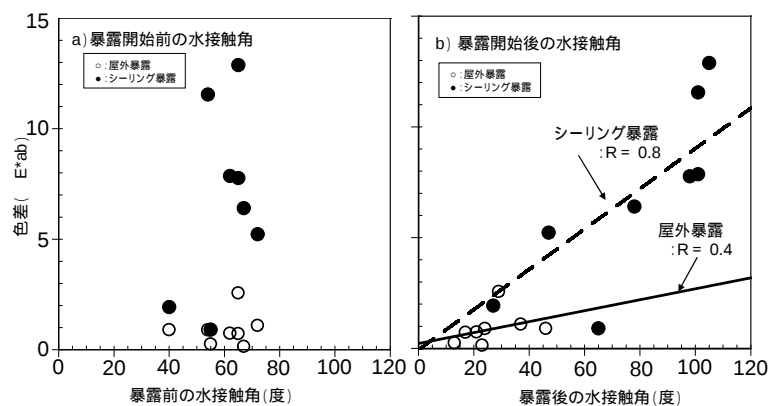


図6 暴露前後の水接触角と色差の関係

4. むすび

今回の実験で以下のことが明らかになった。

- 1) 屋外暴露に比し、シーリング暴露の方が色差は大きくなった。
- 2) 低汚染型タイルは従来型タイルに比べて、色差および暴露後の水接触角は小さくなった。
- 3) 低汚染型タイルの自浄作用は、低汚染型の方式によって異なった。

謝辞 本実験で、タイルの提供および実験の実施について、新井一彦氏(本学非常勤講師)に多大なご指導をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 雪松, 松井, 篠崎, 湯浅, 屋外に暴露したよごれの評価, 日本建築士学会 2003 年度 2003.pp.87-90(1420),
- 2) 雪松, 松井, 篠崎, 湯浅, 材料の物性値によるよごれの検討, 日本建築学会関東支部研究発表会, 2004.3 pp.41-44 (1011)
- 3) 雪松, 松井, 篠崎, 湯浅, 建築外装材料の美観性維持に関する研究 - 色の違いによるよごれの見え方 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 2004.pp.821-822(1398)
- 4) 東京管区気象台 URL:<http://www.tokyo-jma.go.jp/>