

光触媒を利用した外装用塗料の分解性能に関する研究

正会員 ○後藤 義和*¹ 同 小西 敏正*² 同 梶田 佳寛*²
同 犬飼 達雄*³ 同 本橋 健司*⁴ 同 中村 成春*⁵

光触媒 酸化分解 汚れ
メチレンブルー 酸化チタン

1. はじめに

近年、光触媒を利用して汚れ防止効果を高めた外装仕上材料の開発が活発に行われてきている。光触媒による汚れ防止効果は、酸化チタンによる有機系汚れの分解と強い親水性の発現によるものといわれている。

本報では、光触媒の有機化合物の分解作用に着目し、既報¹⁾で報告したメチレンブルーの分解性状より分解係数 κ を求めることにより、光触媒の分解性能を定量的に評価する手法を用い、屋外曝露試験終了後の試験体について、実際の屋外で発現している分解性能と汚れの関係について調べた結果について報告する。

2. 実験概要

2.1 屋外曝露試験条件

屋外曝露試験は建築研究所曝露場（以下、曝露場）ならびに自動車の排気ガスによる汚染環境を考慮し、常磐自動車道柏インター料金所アイランド（以下、アイランド）、および同料金所近傍の施設管理棟屋上（以下、管理棟）の3ヶ所で行った。²⁾

2.2 試験体

屋外曝露試験に用いた試験体は主として現在市販されている外装用塗料を対象とした。試験体の仕様概要を表-1に示す。基材は全てアルミニウム板とした。この上に既存塗膜として溶剤系ウレタン樹脂塗装（白色、塗布量300~350g/m²）を施したものを比較用の無処理塗装試験体（試験体記号P-0）とし、既存塗膜の上に光触媒のクリアー塗料を塗布した試験体（P-1, P-2）2種類、アルミニウム基材に酸化チタンを含有する光触媒含有塗料を塗布した試験体（P-3~P-6）4種類の合計7試験体を対象とした。

2.3 試験方法

(1) 汚れの測定

試験体表面に発生した汚れは色彩色差計を用いて各試験体の明度(L*)を測り、曝露前との明度差(ΔL^*)により評価を行った。明度の測定箇所は、試験体の上部・中央部・下部3点とし、計測値の平均値を求めた。

(2) メチレンブルーの分解性能測定

メチレンブルーの分解性能測定用試験片は、約1年間の管理棟での曝露を終了した試験体の垂直部分より80×80mmの大きさの試験片を切り出したものを用いた。採

表-1 試験体の種類

試験体記号	仕様概要* ¹	光触媒成分	塗装方法	総塗布量(g/m ²)
P-0	溶剤系ウレタン樹脂塗料	無処理(比較用)		
P-1	光触媒クリアー	酸化チタン	常温乾燥	100(2層)
P-2	塗料	酸化チタン	常温乾燥	40(2層)
P-3	光触媒含有塗料	酸化チタン	常温乾燥	180(2層)
P-4	(溶剤系シリコン樹脂塗料)	酸化チタン	常温乾燥	140(2層)
P-5	光触媒含有塗料	酸化チタン	焼付	120(1層)
P-6	(溶剤系ポリシロキサン樹脂塗料)	酸化チタン	焼付	120(1層)

備考: *¹ 試験体の色は全て白色系を用いた

取した試験片は、やわらかいスポンジを用いて軽く水で洗浄し試験片表面の汚れを除去し、室内に静置して自然乾燥させた。

試験方法は光触媒製品技術協議会の液相フィルム密着法に準拠し、次の条件で行った。

試験片(3個)の光触媒加工面を上にして置いた後、蒸留水0.1mlを滴下し、その上に30×30mmの大きさの被覆フィルム(低密度ポリエチレンフィルム)を被せ、色差計を用いて、各試験片の色差の初期値を求めた。その後、同じ試験片の上に、濃度10mg/lのメチレンブルー水溶液を0.1ml滴下し、その上に被覆フィルムを被せた。さらに、試薬の乾燥を防ぐ目的で、試薬部分を覆うようにプラスチックシャーレの蓋を被せた。次に、紫外線照射用の試験体に対しては、紫外線はブラックライト蛍光灯により紫外線を照射し、照射強度は試験体と傾向ランプとの距離によって調節し1.0mW/cm²とした。

紫外線照射時の色差の測定は、試験開始から10分後までは2分ごとに、その後は5分ごとに測定を行い、初期値とメチレンブルーの分解による色差の経時変化を求めた。

3. 実験結果及び考察

3.1 汚れの測定結果

屋外曝露試験における試験体の明度差の測定結果を図-1に示す。管理棟、アイランドおよび曝露場の3ヶ所において実施した屋外曝露試験では、いずれの汚染環境においても曝露期間とともに汚れが付着し、徐々に明度差が大きくなり、特に比較用に用いた無処理塗装試験体P-0の汚れの明度差が一番大きかった。光触媒処理を施した試験体は製造所の仕様により防汚効果に差は認められたものの、全て無処理試験体より汚れの程度が小さい状況にあった。また、各曝露場所による汚染環境の違いに

については、曝露前との明度差が約1年後の時点で管理棟では-15~-20、アイランドでは-30~-40、曝露場では-5程度でありこの試験結果より、アイランド>管理棟>曝露場の順で汚れやすい環境であることがわかる。

3. 2 屋外曝露試験後の分解性能と明度差の関係

管理棟での曝露試験終了後の試験体を用いて、メチレンブルーの分解性能の測定を行った結果を図-2に示す。紫外線照射(紫外線強度 1.0mW/cm²) 30分後において、試験体記号P-1, P-3, P-5, P-6の試験体はメチレンブルーの着色が消え、色差の値も1以下を示している。

既報¹⁾で提案した分解係数 κ を求める手法を用い、図-2に示す紫外線照射強度と色差の経時変化の挙動から、式(1)の解析式により各試験体の分解係数 κ を求めた結果を表-2に示す。

$$\text{解析解: } \Delta E^* = \Delta E^*_0 e^{-\kappa St} \quad \dots(1)$$

ΔE^* : 色差 t : 紫外線照射時間(分)

S : 紫外線照射強度(mW/cm²) κ : 分解係数

なお既報¹⁾の結果より、分解係数は、0.04以上で十分な分解性能を有しているものと判断した。各試験体の分解係数 κ の値を表-2に示す。P-1, P-3, P-5及びP-6において分解係数 κ は0.04以上になっており、有機物の分解に対し十分な分解性能をもっていると判断できる。

分解係数 κ と明度差を比較すると、 κ が大きいほど明度差が小さくなり、その相関関係は反比例の傾向にあることがわかる。そこで各曝露場所および曝露期間ごとに反比例の関係を回帰し、相関係数R²を求め、その推移を図-3に示す。曝露場所別に相関性を見ると、まずアイランド、管理棟の順に高くなり、また曝露期間とともに、相関性が高くなる傾向がみられた。

4. まとめ

本研究の範囲において光触媒処理を行った外装用塗料の有機物分解作用に関して以下のことが明らかになった。

1) 屋外曝露試験における汚れの明度差とメチレンブルーの分解性能の指標にあたる分解係数 κ との間に、高い相関関係が認められ、分解係数 κ の値が大きいほど汚れにくい傾向が認められている。

2) 分解係数 κ は光触媒処理材料の防汚性を評価する指標の一つとして有効である。

本研究を実施するにあたっては、(社)建築研究振興協会内に設置された「機能性外装材委員会」の協力を得て行いました。また、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究(A)(417)「光機能界面の学理と技術」(領域代表: 藤嶋昭(財)神奈川科学技術アカデミー理事長)によるものであり、関係者各位に深く感謝の意を表します。

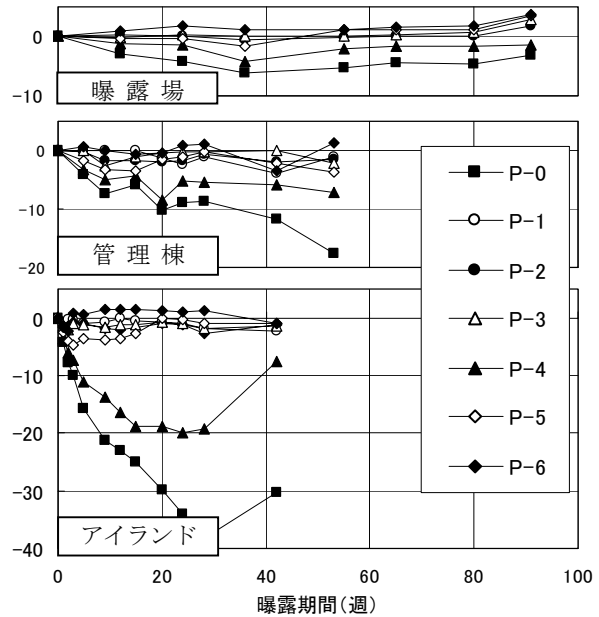


図-1 屋外曝露試験による明度差の変化

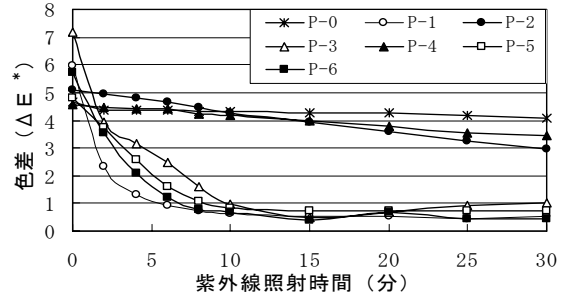


図-2 屋外曝露試験体の紫外線照射による色差経時変化

表-2 屋外曝露試験後の分解係数 κ (管理棟53週後)

試験体記号	P-0	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
分解係数 κ	0.005	0.377	0.018	0.201	0.010	0.157	0.267

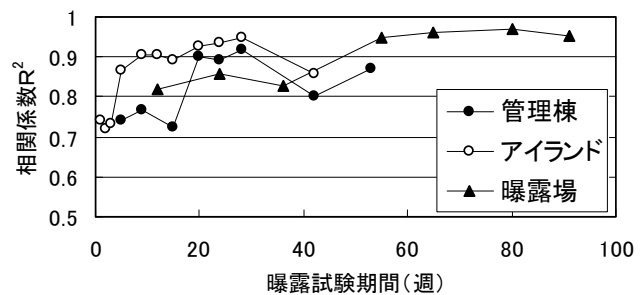


図-3 曝露試験体の分解係数 κ と明度差との相関係数推移

参考文献

- 1) 後藤義和、小西敏正、樹田佳寛、犬飼達雄、本橋健司、中村成春: 汚れ防止を対象とした光触媒機能を有する外装仕上げ材料の性能評価手法に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp 381~382、2002. 8
- 2) 犬飼達雄、本橋健司、小西敏正、今井誠弘: 光触媒を利用した外装仕上げ材料の屋外曝露試験における防汚性評価、日本建築学会構造系論文集、No. 564、pp9~14、2003. 2

*1(株)荒井設計

*2宇都宮大学工学部建設学科 教授・工博

*3(財)ベターリビング 筑波建築試験センター 博士(工学)

*4独立行政法人建築研究所 材料研究グループ上席研究員・博士(工学)

*5宇都宮大学工学部建設学科 助教授・工博

ARAI Architects and Engineers

Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Faculty of Eng., Utsunomiya Univ., Dr. Eng.

Tsukuba building Test Laboratory, CBL, Dr. Eng.

Chief Research Engineer, Building Research Institute, Dr. Eng.

Assoc.Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Faculty of Eng., Utsunomiya Univ., Dr. Eng.