

光触媒を利用した外装用塗料の耐候性評価

正会員 ○伊藤孝男*¹ 同 犬飼達雄*² 同 小西敏正*³
同 榎田佳寛*³ 同 中村成春*⁴ 同 本橋健司*⁵

光触媒 酸化チタン 耐候性
水接触角 親水性 チョーキング

1. はじめに

近年、光触媒反応を利用した技術開発が進められ、特に建築や土木の分野においての利用が期待されている。多くの光触媒製品に用いられている酸化チタンは、太陽光などに含まれる 380nm 以下の紫外線を吸収することにより活性化し、酸化分解反応により有機物を分解する特徴に加え、強い親水性の発現により材料表面と汚れ物質の間に水が入りやすくなり、雨水などで汚れ物質が洗い流されやすいという特徴がある¹⁾。

本研究では、汚れ防止を目的とした光触媒を利用した外装用塗料の耐候性について、促進耐候性試験により評価を行った結果について報告する。

2. 実験概要

実験では主として市販されている外装用塗料の中から 11 種類の塗装試験体を対象とした。試験体は比較用の無処理、光触媒クリアー塗料、光触媒含有塗料に大別できる。表-1 に各試験体の仕様概要を示す。

促進耐候性試験は、サンシャインウェザーメーターにより 2000 時間までを行い、所定の時間毎に目視による外観観察、色差、光沢保持率、水接触角の測定、および電子顕微鏡による試験体表面の観察を行った。

目視による外観観察では、チョーキング（白亜化現象）や、変色などを目視により観察した。

色差と光沢保持率の測定は色彩色差計を用いて行った。測定は、試験体 2 枚を使用し 1 枚の試験体につき上部、中央部、下部の 3 点、計 6 点の平均値を求めた。

水接触角の測定は、画像処理型接触角測定装置（液量約 1 μl）を用い、1 つの試験体につき 15 点を測定し、その平均値を求めた。測定にあたり、あらかじめ試験体にはブラックライト蛍光灯で紫外線を照射した。照射強度は、試験体と蛍光灯の距離から 1 mW/cm² になるよう調節し、照射時間は 120 時間とした。

また、光触媒塗料の劣化の状況を調べるために、走査型電子顕微鏡を用いて塗膜表面の観察を行った。

3. 実験結果および考察

促進耐候性試験後の目視による外観観察の結果を表-2 に、色差の結果を図-1 に、光沢保持率の結果を図-2 に、電子顕微鏡観察の結果を写真-1 に、水接触角の結果を図-3 に示す。

表-1 試験体の仕様一覧

試験体	仕様概要 ¹⁾	光触媒成分	塗装方法	総塗布量 (g/m ²)
P-00	溶剤系ウレタン樹脂塗料 (塗布量 300 - 350g/m ²)	無処理 (比較用)		
P-01	既存塗膜: 溶剤系ウレタン樹脂塗料 (塗布量、300g/m ²)	酸化チタン	常温乾燥	40 (1層)
P-02		酸化チタン	常温乾燥	60 (2層)
P-03		酸化チタン	常温乾燥	100 (2層)
P-04		酸化チタン	常温乾燥	40 (2層)
P-05	既存塗膜: 溶剤系アクリルウレタン樹脂塗料 (塗布量、300g/m ²)	酸化チタン	常温乾燥	40 (2層)
P-06		酸化チタン	常温乾燥	40 (2層)
P-07	光触媒含有塗料 (溶剤系シリコン樹脂塗料)	酸化チタン	常温乾燥	180 (2層)
P-08	光触媒含有塗料 (水性シリコン樹脂塗料)	酸化チタン	常温乾燥	140 (2層)
P-09	光触媒含有塗料 (溶剤系ポリシロキサン樹脂塗料)	酸化チタン	焼付	120 (1層)
P-10		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

表-2 目視による外観観察結果

試験体の種類	促進耐候性試験時間				
	250時間後	500時間後	1000時間後	1500時間後	2000時間後
P-00	異常なし	異常なし	異常なし	黄変	黄変
P-01	異常なし	等級1	等級3	等級2	等級2
P-02	異常なし	等級1	等級1	等級3	等級3
P-03	異常なし	異常なし	等級1	等級1	等級1
P-04	異常なし	異常なし	塗膜にしわ	同左, 黄変	同左, 黄変
P-05	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
P-06	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
P-07	等級1	等級1	等級2	等級4	等級4
P-08	等級1	等級1	等級2	等級4	等級4
P-09	等級2	等級3	等級4	等級3	等級3
P-10	等級3	等級4	等級5	等級5	等級5

備考: 表中の等級はJIS K 5600-8-6に規定する白亜化の等級による。(等級1(程度小)<等級5(程度大))

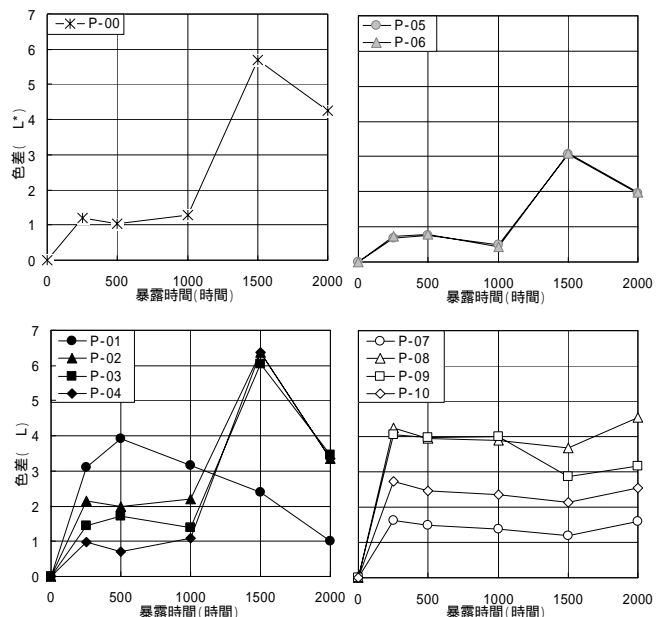


図-1 促進耐候性試験後の色差測定結果

3.1 目視による外観観察結果

観察結果(表-2)より、光触媒クリア塗料の試験体(P-01~P-06)は、6試験体のうち3体で500~1000時間後にチョーキングが発生し、また光触媒含有塗料の試験体(P-07~P-10)は、全ての試験体で250時間から発生している。無処理の試験体で生じていない劣化現象が、光触媒を施した試験体に認められる状況は、光触媒反応による有機化合物の分解作用が、有機系汚れの分解とともに、塗膜の樹脂成分にも作用することに起因するものであり、製造所の仕様により光触媒反応に対する塗膜の保護効果に差が生じているものといえる。

3.2 色差・光沢保持率の測定結果

色差(図-1)は、チョーキングにより明度が変化(ΔL^*)する試験体(P-02,08,09,10)や黄変により彩度が変化(Δb^*)する試験体(P-00,04)があり、その結果が色差の変化に現れている。光沢保持率(図-2)は2000時間後で無処理の試験体が最も低下しているが、チョーキングが生じている試験体(P-01~03)も無処理と同程度の低下を示している。またチョーキングが生じていない試験体(P-04~06)では著しい光沢の低下は見られていない。なお、P-07~P-10の試験体はつや消し仕様のため測定対象外とした。

3.3 電子顕微鏡による観察結果

電子顕微鏡による表面観察(写真-1)では、P-03の塗膜表面にひび割れが生じており、促進耐候性試験によりひび割れが進行している状況が認められた。その要因としては一般に光触媒クリア塗膜は硬度が硬く、また数ミクロン程度の非常に薄い膜厚保であるため、塗膜形成過程や熱冷作用によりひび割れが生じやすい状況にあるものと考えられる。

3.4 水接触角測定結果

水接触角の測定結果(図-3)より、無処理以外の試験体の水接触角は、促進耐候性試験500時間以降で20度以下であり、2000時間まで保持されている。しかしながら、塗膜の劣化に起因する見かけ上の水接触角の低下現象もみられることから、親水性評価としての水接触角の測定値は、チョーキングが生じていない段階までが有効なものと考えられる。

4. まとめ

1) 光触媒塗料では、塗膜のひび割れや光触媒反応による劣化が生じやすい場合があり、劣化保護効果は製造所の仕様により差が生じている。2) 親水性の評価には、チョーキングが生じていない状態で水接触角の測定を行う必要がある。

謝辞 本研究を実施するにあたり、(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」の協力を得ました。関係者各位に深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 藤嶋昭, 橋本和仁, 渡辺俊也:「光触媒のしくみ」, 日本実業出版社, 2000年

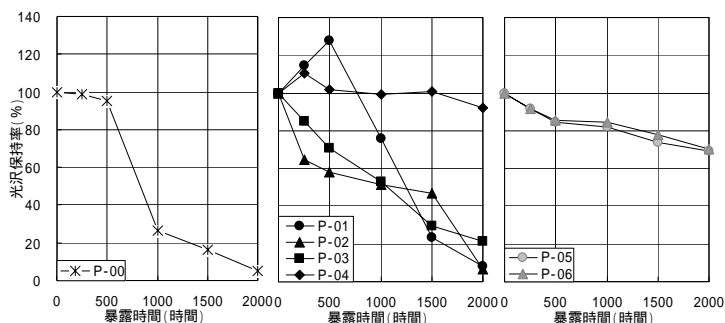


図-2 促進耐候性試験後の光沢保持率測定結果

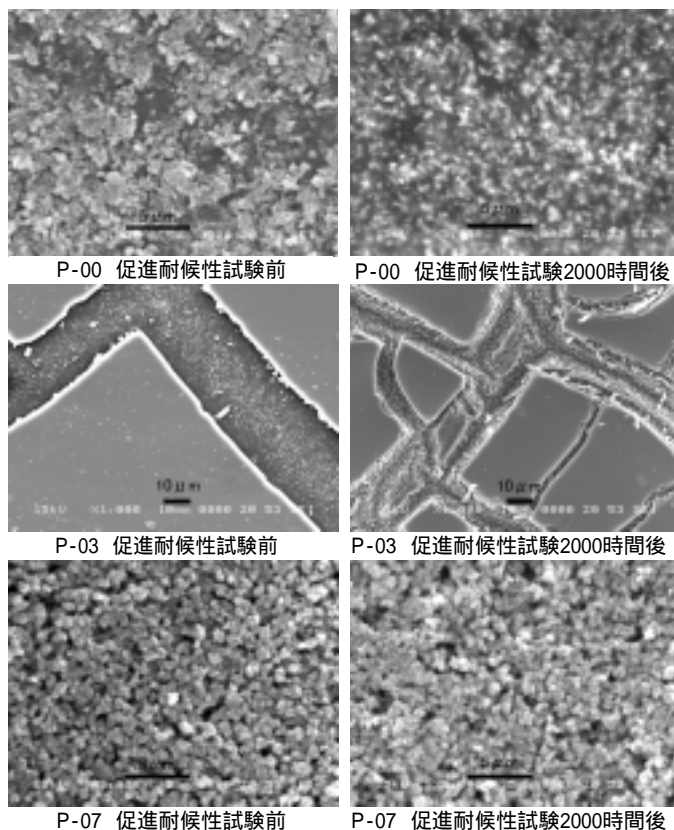


写真-1 試験体塗膜表面の電子顕微鏡写真

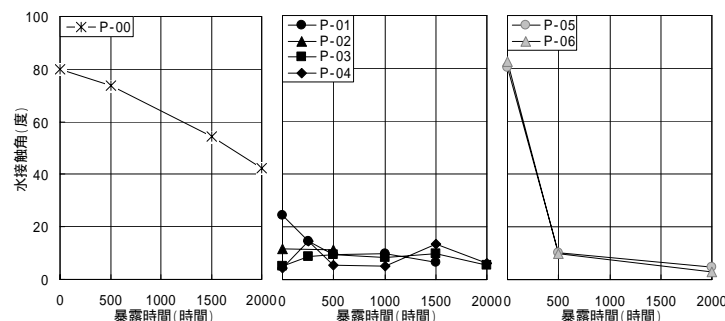


図-3 促進耐候性試験後の水接触角測定結果

*1 宇都宮大学大学院工学研究科 大学院生

*2 (財)バッテリービング筑波建築試験センター・博士(工学)

*3 宇都宮大学工学部建設学科 教授・工博

*4 宇都宮大学工学部建設学科 助教授・工博

*5 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)

Graduate Student, Graduate School of Eng., Utsunomiya Univ.

Tsukuba Building Test Laboratory, CBL, Dr. Eng.

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

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

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