

酸化チタン光触媒の防汚性能に及ぼす塗布方法の影響に関する検討

九州大学 学生会員 前田 裕子 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 濱田 秀則 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴
(株)ティオテクノ 宮原 康明

1. 背景・目的

現在、社会基盤構造物には、景観への配慮が求められており、長期間において初期の景観状態を維持することが望まれる。しかし、初期建設段階の構造物の景観状態を維持するためには維持費用が高くなる。そこで構造物の防汚性を向上させることを目的として、構造物表面に光触媒を塗布する工法を取り上げ、本研究では光触媒の塗布方法が防汚性に与える影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用した酸化チタン光触媒

従来の光触媒を使った工法では、酸化チタンが接触する有機バインダー自身も分解し、また有機基板も損傷するため適用困難であった。そこで本研究では、一ノ瀬の提案する方法¹⁾を用いた。この方法に従い、下塗り剤として無機バインダーであるペルオキシチタン酸水溶液(溶液C)を使用し、上塗り剤としてペルオキシチタン酸にアナターゼ型酸化チタンを混入した溶液(A)を使用した。溶液(C)は、光触媒活性は低いが基盤との接着性が高く、溶液(A)は高い光触媒活性を持つ。この方法は下塗り剤に溶液(C)を用いることで、有機基盤への適用も可能にしている。

2.2 試験項目

本研究では、基板材として 10×10cm の白色タイルを使用した。下塗り剤を 3 回塗布した後、上塗り剤である光触媒を塗布した。下塗り、上塗り共に散布量は 1 回につき 13g/m²とし、酸化チタンを散布する方向は基盤に対して垂直とした。表-1 に試験要因、図-1 に塗布状況を示す。施工したタイルを 3 日間紫外線の下に置き溶液を硬化させた後、1000ppm のメチレンブルー(MB)水溶液を吹きかけ、1500~1800 μW/m² の紫外線下での MB 退色の経時変化を測定した。

2.3 測定項目

所定の時間間隔(0.5, 1, 2, 4h)で色差計により測定を行った。本研究では、測定した色差のうち、L*(明度)の値に着目した。塗布直後の L*₀ にばらつきが見られるため、明度変化率 $\Delta L^*/L^*_0$ によって MB の退色評価をした。 $\Delta L^*/L^*_0$ が大きいほど、初期からの退色が大いこと、すなわち光触媒効果が大いことを表している。

3. 実験結果及び考察

1) 要因 1 : 塗布回数が防汚性に及ぼす影響

図-2 に基盤の傾き 0°, 噴霧距離 30cm で塗布回数を変化させたケースの $\Delta L^*/L^*_0$ と UV 照射時間の関係を示す。図より UV 照射時間が経過するに従って、 $\Delta L^*/L^*_0$ が大きくなった。そして、 $\Delta L^*/L^*_0$ は UV 照射時間の平方根に比例する傾向になった。これより、光触媒の MB を分解する効果は UV の照射時間に依存することがわかる。また、図より塗布回数が多くなるにつれて L*₀ の値は大きくなった。塗布回数 1~2 回では、 $\Delta L^*/L^*_0$ の差が小さく、塗布回数 3 回以上から $\Delta L^*/L^*_0$ に大きな差が認められた。

表-1 試験要因

基盤の傾き(度)	0,30,60,90,135,180
噴霧距離(cm)	30,50
塗布回数(回)	1,2,3,5

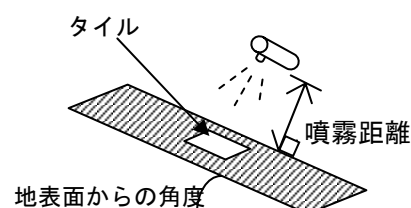


図-1 塗布状況

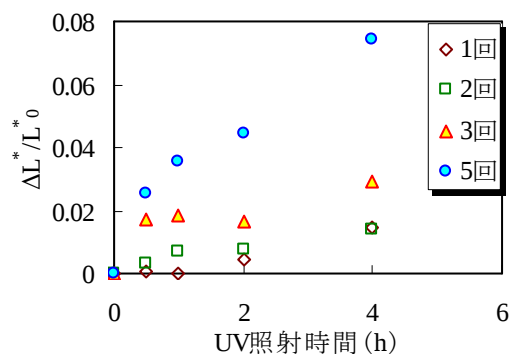


図-2 UV照射時間と明度変化率の関係 (基盤の傾き0° 噴霧距離30cm)

2) 要因2：噴霧距離が防汚性に及ぼす影響

図-3に基盤の傾き 0° , UV 照射時間 4h で光触媒噴霧距離を変化させたケースの $\Delta L^*/L_0^*$ と噴霧距離の関係を示す。各塗布回数において、噴霧距離 50cm の $\Delta L^*/L_0^*$ は 30cm の $\Delta L^*/L_0^*$ に比べ小さくなった。これは基板に付着したアナターゼの量が少なかったためと考えられる。また図より噴霧距離 30cm の塗布回数 3 回の $\Delta L^*/L_0^*$ と噴霧距離 50cm の塗布回数 5 回の $\Delta L^*/L_0^*$ がほぼ同じになった。このため、噴霧距離が 50cm の時は塗布回数を増やせば噴霧距離 30cm の時と同様の効果が得られることが分かる。しかし、30cm 程度の近い距離の方が少ない塗布回数で防汚性を得ることができ、安価に施工することが可能となる。

3) 要因3：基盤の地表面に対する角度が防汚性に及ぼす影響

図-4、図-5に UV 照射時間 4h, 噴霧距離 30cm および 50cm の時の基板の角度を変化させたケースの $\Delta L^*/L_0^*$ の関係を示す。図より、データにばらつきが見られ、角度と防汚性の相関性は見られなかった。これについては今後検討する。また、図-5においては、ほぼ同じ値となり、これについても角度と防汚性の相関性は見られなかった。図-4、図-5の角度 $0, 90^\circ$ それぞれでの $\Delta L^*/L_0^*$ を比べると、角度の違いより距離の違いによる差の方が大きい。以上のことから、適当な距離を保つことで基板の傾きが光触媒の効果に及ぼす影響は小さくなると考えられる。

4) 統一的な防汚性の評価

上述したように塗布量と噴霧距離によって防汚性は異なることが明らかとなった。これらを統一的に評価するため、以下の関係式を用いて評価を試みた。

$$\frac{\Delta L^*}{L_0^*} = \alpha \sqrt{t} \times N$$

$\Delta L^* = L^* - L_0^*$ L^* : 明度 L_0^* : 明度の初期値
 α : 係数 t : UV 照射時間(h) N : 塗布回数($N \leq 5$)

図-6に UV 照射時間、塗布回数と明度変化率の関係を示す。図より $\Delta L^*/L_0^*$ と UV 照射時間 t の平方根と塗布回数との積は直線的な傾向となり、光触媒の効果が UV 照射時間の平方根、塗布回数の積に依存することが確認された。よって、この式を用いることにより同等の防汚性を得るための時間と塗布回数の評価を行うことができる可能性が示された。

4. 結論

- (1) 明度変化率は、紫外線照射時間の平方根に依存する。
- (2) 高い防汚性を得るためには、本研究の条件では光触媒の塗布回数は 3 回～5 回が必要である。
- (3) 噴霧距離が一定であれば、防汚性は基盤の地表面からの角度による影響は小さい。
- (4) 統一的に防汚性を判断する一つの評価手法として、UV 照射時間と塗布回数を指標とする評価式を示した。

【参考文献】1) 一之瀬弘道：ペルオキシチタン系コーティング剤，図解 光触媒のすべて，工業調査会 pp.82-83, 2003

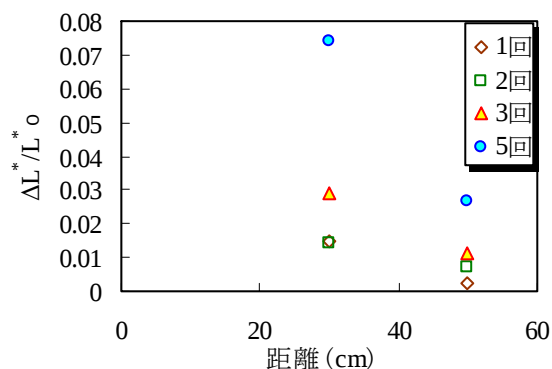


図-3 噴霧距離と明度変化率の関係 (基盤の傾き 0° UV照射時間4h)

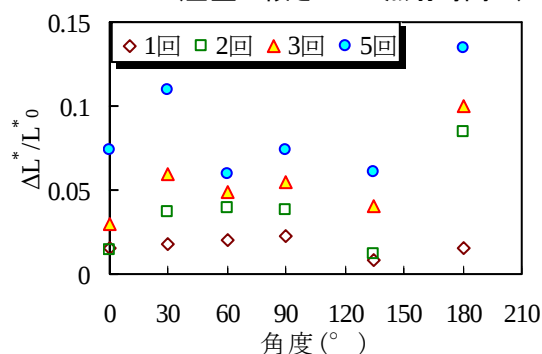


図-4 塗布時の基盤の傾きと明度変化率の関係 (噴霧距離30cm UV照射時間4h)

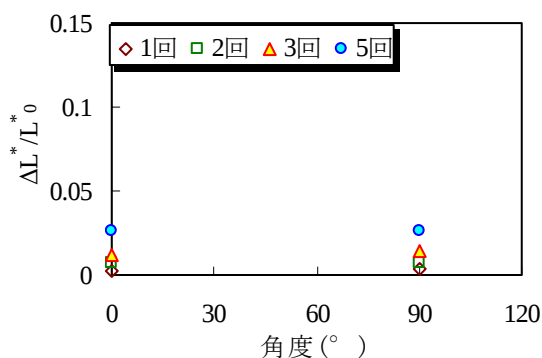


図-5 光触媒塗布時の基盤の角度と明度変化率の関係 (噴霧距離50cm UV照射時間4h)

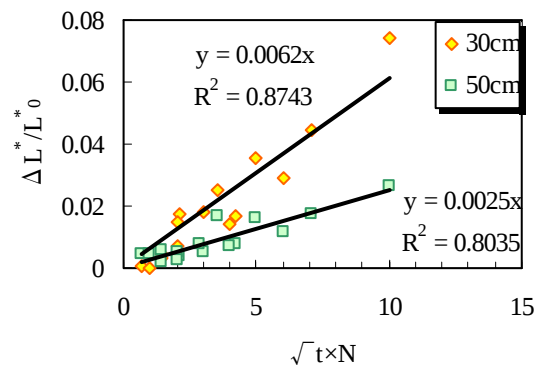


図-6 UV照射時間、塗布回数と明度変化率の関係