

光触媒を用いたコンクリート表面の防汚効果に関する基礎的研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○清木 武尊
 芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1. 研究目的

近年、土木構造物においても、コンクリート躯体保護、耐久性向上、美観・景観向上の観点から土木コンクリートの表面仕上げ・表面保護が注目され、それらに関する各種の基準が多くの公的機関で整備されている。そこで本研究では、最近抗菌効果を期待して各方面で使用されている光触媒に着目し、コンクリートの新しい表面仕上げ材としてコンクリート表面の防汚・NO_xの分解、また劣化因子となる微生物、塩化物イオンなどの除去に対する応用の可能性に関しての基礎的研究を目的とする。

2. 光触媒について

光触媒反応には大きく分けて光触媒分解反応と光親水化反応の2つの反応があるといわれている。光触媒分解反応は光触媒（酸化チタン：TiO₂）が380nm以下の紫外線を吸収すると表面の電子（e⁻）が光励起し、正孔（P⁺）ができる。正孔と水が反応しヒドロキシラジカルが生成され、これが有機物を分解すると考えられている。この反応には防汚、抗菌、脱臭、大気浄化、水質浄化の効果が期待される。また、光親水化反応は、材料表面と水との接触角が5度以下になる超親水化という水に非常になじみやすくなる現象が起きる。この反応は電子が光励起することで起きると考えられている。

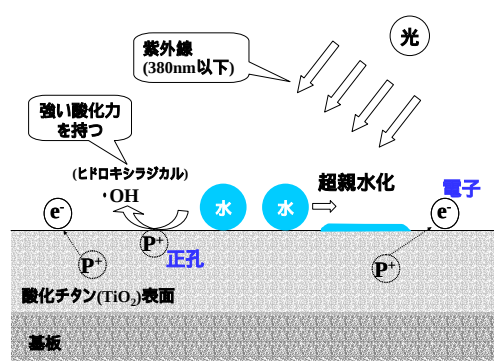


図 - 1 反応の仕組み

3. 実験概要

3.1 光触媒による防汚効果検証実験

本研究では光触媒として酸化チタン(TiO₂)を使用した。酸化チタンは市販されている粉末とゾル状(TiO₂・4.26%)に加工されたものの2種類を使用した。コンクリート表面に表面処理、下地処理、塗装方法を組合せ、36種類(表-1)の光触媒加工した試験体(15×15×3cm)を作製した。実験は酸化チタン塗装後の表面に、メチレンブルー(C₁₆H₁₈N₃S・Cl)を汚れに模擬し塗布して、紫外線(ピーク波長：352nm 20W×2本)の照射による促進実験を行った。なお、メチレンブルーは光触媒効果によって青色から無色に変化し、光触媒の評価の促進反応簡易手法として使用されている。メチレンブルーの色度変化の測定には、目視(デジタルカメラ)と色差計を用いて明度(L)、彩度(C)、a*,b*の変化と時間経過毎の酸化チタンによる分解作用を評価した。また、100時間経過後、一度水洗いして同一の試験を行い、コンクリートと塗装した酸化チタンとの付着の程度も評価した。

表 - 1 塗装方法

項目	塗装内容
素地調整	サンドペーパー掛け→アセトンふき取り →水洗い→1～6時間放置乾燥 グライNDER掛け→アセトンふき取り →水洗い→1～6時間放置乾燥
下地材	シーラー(合成樹脂・アクリル・顔料・水) ポリマー(EVA系エマルジョン)
表面状態	乾燥 湿潤
酸化チタン	ゾル(液状酸化チタン) 粉末 粉末+ポリマー(粉末混入量5～20%) 粉末+シーラー(粉末混入量10～30%)
塗装方法	スプレーガン はけ(粉末のみ)
吹き付け	回数
焼付け	なし 毎回 最後

キーワード : 光触媒 酸化チタン コンクリート 表面仕上げ・保護

連絡先 : 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 TEL 03-5476-3054

3.2 光触媒による水質浄化実験

透明な容器(2.1ℓ)にモルタル(500ml)を底部から約 1.5cmの厚さで打設し、防汚効果の実験結果を基に 5 種類の塗装方法を選びモルタル表面に加工した。それぞれの容器にメチレンブルー水溶液(1000ml)、汚水(500ml、1000ml)を入れ、紫外線の照射と暗室において 2 つの条件で目視、透視度 (JIS K 0102-9) により評価した。汚水に関しては成分についても評価した。

4. 実験結果および考察

4.1 光触媒による防汚効果検証実験結果

コンクリートの表面の防汚効果に関して、前記に示すようにメチレンブルーの色の变化によって検討した。なお、それぞれの試験体でのコンクリート表面の色度は、表面処理や塗装方法により異なるため、メチレンブルー塗装直後のそれぞれの b^* (青方向) の値を基準とし、 b^* の変化を基準値からの変化率として評価した。一例を図 - 2 に示す。試験結果は、酸化チタンゾルを 1 回吹き付けたもの(○)は酸化チタン処理していないもの(△、▲)とほぼ同じ変化となり、酸化チタンによる効果はあまり見られない。しかし、酸化チタンゾルを 5 回吹き付けたもの(●)は、目視で確認できる程の効果が見られた。図示していないがゲルについては 5 回までは吹き付け回数が増えるほど効果が上がったが、それ以上の吹き付け回数の効果に差が見られなかった。また、下地材を用いて酸化チタン粉末で処理した場合(●、○)に比較的高い効果が見られた(写真 - 1)。

4.2 光触媒による水質浄化実験結果

実験結果を図 - 3 に示す。水溶液中(水中)では、酸化チタンの塗装方法によりその効果の差が顕著に示され、特にポリマー(○)やシーラー(●)に粉末を混入したものは目視においても明らかに確認できる程の高い効果を示した(写真 - 2)。これはコンクリート表面と酸化チタンとの付着が十分であったためと考えられるが、ゾルや粉末を塗装したもの(▲、●)はさほど効果は示されなかった。これはコンクリートとの付着が弱かったために水中に酸化チタンが溶出してしまったためと考えられる。

5. まとめ

本研究の範囲内で以下のことが明らかとなった。

- ・コンクリート表面に酸化チタン光触媒を用いる場合、コンクリート表面における防汚、水質浄化効果の可能性が示された。
- ・コンクリート表面に塗付する場合、光触媒粉末をコンクリート表面に凝着させるバインダーの選定が重要となるであろう。

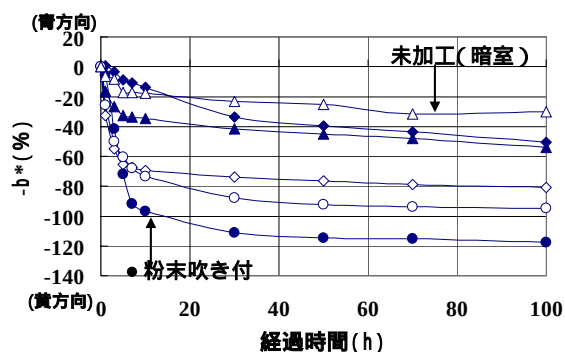


図 - 2 b^* (青方向) の変化

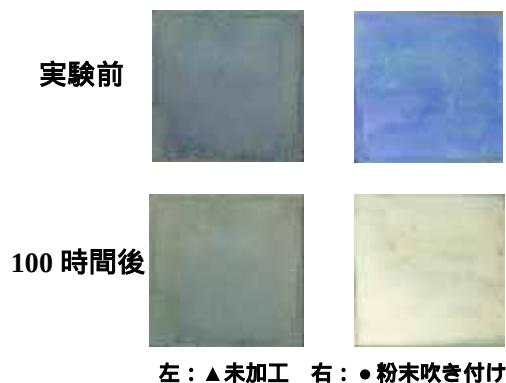


写真 - 1 防汚効果実験

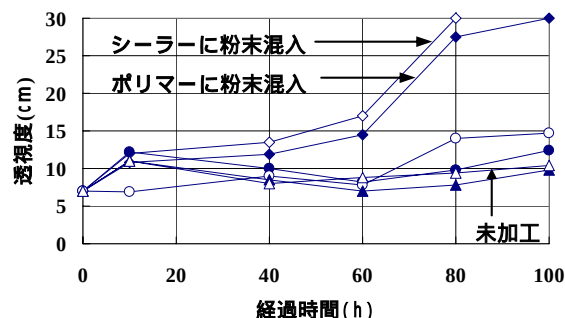
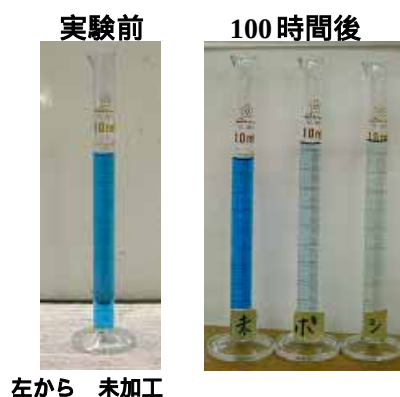


図 - 3 透視度の変化



左から 未加工

ポリマーに粉末 20%混入

シーラーに粉末 20%混入

写真 - 2 水質浄化実験