

酸化チタン塗布によるコンクリート表面の汚染防止に関する研究

○三井鉱山(株) 正会員 大石岳
 三井鉱山(株) 正会員 一瀬和之
 広島工業大学 フェロー会員 米倉亜州夫
 広島工業大学 正会員 伊藤秀敏

1. まえがき

これまでのコンクリート構造物は、コンクリートの持つ施工性、耐久性、安全性及び経済性等の優れた性質を重視してきたが、近年においては、さらに美観や周辺環境との調和も要求されるようになってきた。そのため、コンクリート表面の汚染防止の必要性が高まっている。

そこで本研究では、光触媒によるセルフクリーニング効果が期待できる酸化チタンに着目し、反射率の変化により汚染防止効果を検討した。

2. 本研究の経緯

酸化チタンの光触媒能力は注目されているが、多くの場合酸化チタン粉体を樹脂と混練りし、部材に塗布したりあるいは、部材を構成する材料に混ぜ込み使用している。そのため、酸化チタンの使用量の割合に対して、期待した能力が得られないことが多い。そこで、有効に酸化チタンのコーティング層が得られるように、酸化チタン水溶液が開発された。

（ミラクルチタン）この水溶液は、粉体の酸化チタンを使用するのに比較し、少量で広い面積を均一に容易にコーティングすることが可能であり、施工性、経済性等から実用性の高いものと考えられる。

この水溶液から得られた酸化チタンの光触媒効果については、汚染及び悪臭等の源となる各種成分の分解能力について、公的機関の試験により、すでに確認されている。図-1に示す塗装外壁の汚染防止あるいはNO_x除去の目的で実施した成田空港輸入共同上屋ビル、抗菌・悪臭除去の目的で塗布した大学の解剖室等の例がある。また、コンクリート構造物について、図-2に試験施工例を示す。この図でわかるように汚染防止の効果はあるが、数値的な評価はされていない。本研究では、汚染物質の除去状況を反射率の変化量で評価検討を行った。

3. 実験方法

セメント水比40及び65%のモルタルを7日間標準養生し、アクリル

ル、酸化チタンの順に塗布した供試体を用いて実験を行った。アクリル及び酸化チタンの使用状況を表-1、2に、塗布後の供試体を図-3に示す。酸化チタンの噴霧は、図-4に示す専用装置及びスプレー缶で行った。

表-1 モルタル表面塗布状況

	モルタル表面状況
a	アクリル無塗布
b	アクリル
c	アクリル+粉末酸化チタン

表-2 噴霧する酸化チタン濃度

	酸化チタン濃度	備考
1	酸化チタン濃度 1.70% (噴霧器)	
2	酸化チタン濃度 1.50% (噴霧器)	アクリルなしのみ実施
3	酸化チタン濃度 0.85% (噴霧器)	
4	酸化チタン濃度 0.85% (スプレー)	
5	なし	

本試験で使用した供試体は、表-1に示す表面処理をほどこし、表-2に示すように水溶性酸化チタン濃度を変化させて、重油の燃焼時の黒煙をモルタル表面付着させ、水溶性酸化チタンの光触媒効果の測定を行った。

各供試体は、室内と室外にて35日間暴露試験を行った。室内においては、同一環境下で人工光源(蛍光灯)と距離が一定となるようにし行った。室外では各供試体の環境が等しく、直射日光が当たるよう暴露した。

汚染状況は、測定位置を一定にするため、各供試体に○印を付し、7日毎に照度試験を行い、その測定した反射率から汚染回復状況を評価した。

4. 試験結果及び考察

強制的に汚染させた供試体における暴露日数と反射率の変化を図-5、6に示す。これらの図は、測定開始

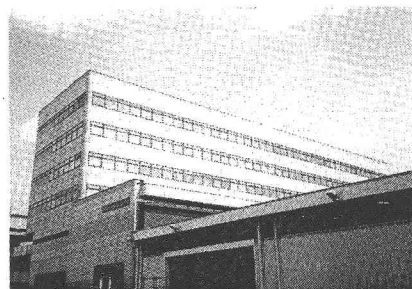


図-1 成田空港輸入共同上屋ビル実施例

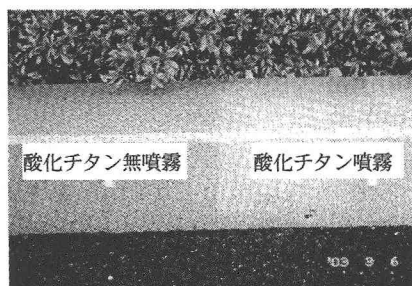
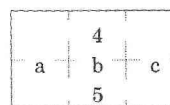
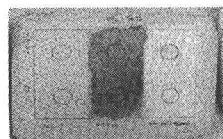
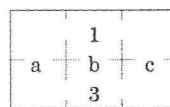
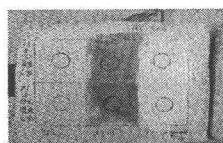
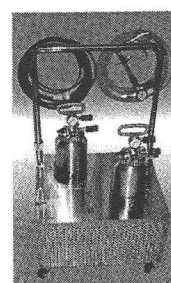
図-2 コンクリート構造物の試験施工例
(塗布後約1年経過)

図-3 塗布後の試験体

図-4 酸化チタン
水溶液噴霧装置

時の反射率を0%として、その後の反射率の変化を示したものである。図-5は供試体のモルタル表面（アクリル無塗布）に直接酸化チタン水溶液を噴霧した場合の反射率の経時変化を示したものである。この図では、水溶性酸化チタン濃度が高いほど反射率の変化量が大きくなっている。暴露15日以後は、反射率約40%となっているが、この値は黒煙のすすを付着させなかったときのモルタル自体の反射率に相当している。すなわち、ほとんどすすが除去されているということを示している。また、酸化チタン水溶液を噴霧しなかった場合、すすの除去が進んでないことを示しており、酸化チタン噴霧による光触媒効果が確認された。図-6は、アクリルと酸化チタン粉末を混合したものを塗布した後、酸化チタン水溶液を噴霧した場合を示したものである。この図より反射率の上昇（回復）は、図-5に示すアクリル無塗布の場合に比べて著しく大きい。この理由は、アクリルと酸化チタン粉末で表面処理しているため、表面の反射率がアクリル無塗布の場合に比べて著しく大きい。そのため、反射率の変化量（回復率）も大きくなっている。図-7、8に室内及び室外35日目暴露後の反射率の変化量を示す。室内外ともにアクリル

暴露状況：室外（供試体表面：アクリル無塗布） W/C=40%

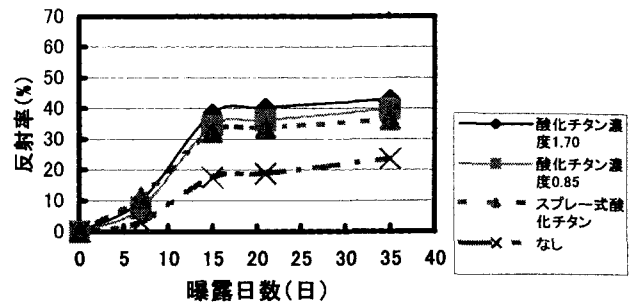


図-5 反射率の経時変化（アクリル無塗布）

暴露状況：室外（供試体表面：アクリルと酸化チタン塗布） W/C=40%

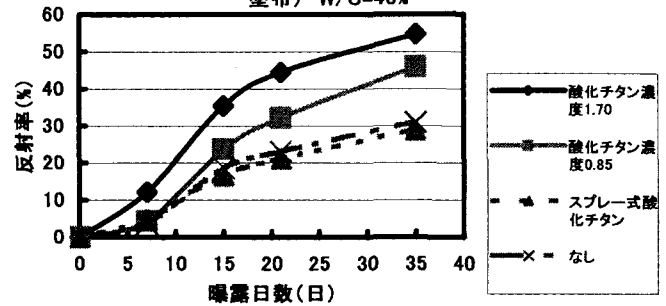


図-6 反射率の経時変化（アクリル+粉末酸化チタン塗布）

暴露日数35日 暴露状況：室内 W/C=40%

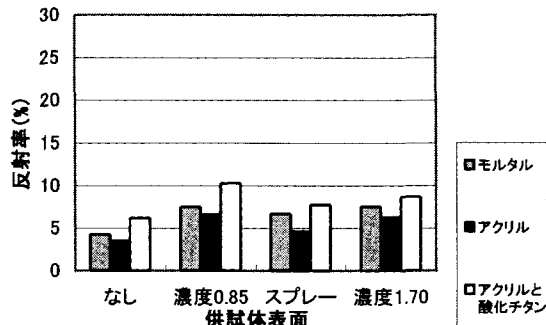


図-7 室内の場合の反射率

暴露日数35日 暴露状況：室外 W/C=40%

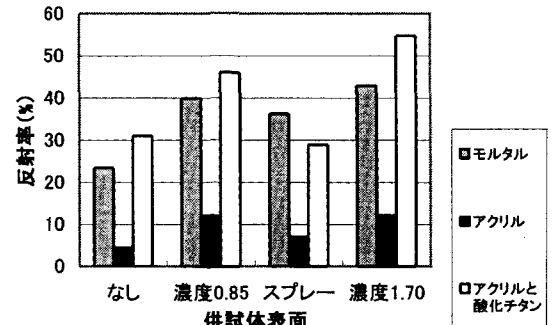


図-8 室外の場合の反射率

反射率の変化量は、小さくなっている。

酸化チタンの濃度上昇に従い反射率の変化量が增大したこと、室外という紫外線量の多い環境では反射率の変化が大きくそれに対し、室内の紫外線量の少ない環境では反射率の変化量が小さかったことから、反射率の変化（汚染除去）は酸化チタンの光触媒効果によるものと考えられる。酸化チタンの濃度差により、反射率の変化量に差が生じたのは、同一条件で噴霧しても、酸化チタン水溶液の濃度差により表面における酸化チタンの密度差が生じたことによるものと考えられる。スプレーで噴霧したものが、同濃度の専用噴霧器に比較し反射率変化量が小さかったのは、噴霧にむらが生じることにより表面の密度が低かったと考える。

以上の試験結果より、酸化チタンの光触媒効果によるコンクリート表面の汚染防止に効果があることが、反射率の変化量より数値的にも確認された。今回は、コンクリート表面部の分析まで行っていない。今後、コンクリート表面での酸化チタンの密度・付着状態を調べていく必要があると考える。また、継続的汚染制御に対する効果の評価、自然光のない環境下での使用、光触媒効果に及ぼす水溶液濃度と紫外線量の影響についてさらに検討を加える必要があると考える。

5. 結論

- 1) 酸化チタン濃度が高いほどコンクリートに対する汚染除去効果は高く、大きい反射率変化が認められる。これは表面の酸化チタン密度に依存しているものと考えられる。
- 2) 室内より紫外線量の多い室外での反射率の変化量が大きく、濃度とともに紫外線量が大きく酸化チタンによる汚染除去の大きな要素となることが数値的に得られた。
- 3) 自然環境下での汚染除去状況については、長期にわたる暴露が必要であり、今回の試験期間では明確な結果は得られなかった。今後の課題となると考える。