

遮光環境における自己浄化機能を有する構造物の開発

Development of structure with self clean up function on at shading environment

西 正昭[†], 岸 政七[‡]
Masaaki Nishi[†], Masahichi Kishi[‡]

Abstract Basic discussion for development possibilities for construction market with adopting anti-fouling property by using Quantum Catalyst which can realize Photo Catalyst activity effect enough even in dark environment have been done. Only diversion of current production facilities it is not possible to keep homogenous dispersion of Quantum Catalyst material remaining as its original finer particles. As the consequence, establishment of new method, to diverse homogeneously in liquid solution and settle it on surface of materials, is the point for commercialize as construction materials. In addition, it is confirmed that the actual evaluation technology to measure anti-fouling property in short period as accelerating test is still effective.

1. はじめに

自動車道路のトンネル内装材、住宅外壁面への新しい光触媒物質を含浸・塗布し、従来にない広範囲の波長域の光量子で光触媒活性を発現することによって、何らの付加エネルギー消費を用いなくて排気ガス・塵媒を分解除去することによって、人と環境に優しい住環境を実現することを目的にして、具体的にはトンネル内の遮光環境で自己浄化機能を有するトンネル内装用タイル、及び住宅の外壁材となる窯業系サイディングへの防汚機能の適応可能性について基礎的検討を行った。

2. 使用技術

上記目的を達成する為、新たな光触媒物質として開発する量子触媒は次の特徴・性能を有することを目標とした。

- ・ 既存の最高性能を示す酸化チタンに対する正規反応速度定数が5.0以上
- ・ 遮光環境において紫外線照射時の既存光触媒の光触媒活性に略等しいこと
- ・ 安心・安全な物質のみで光触媒物質を合成すること

本量子触媒を用いたトンネル内装用タイルは従来からあるタイル低温焼成技術を適用してタイル表面への量子触媒の担持技術の適用可能性、及び住宅外壁材の窯業系サイディングは従来の表面オーバーコート（有機塗料を塗装し乾燥後の余熱工程で親水性塗料をコーティング処理）する塗装技術を適用して窯業系サイディング表面を超親水構造体へ改質して、両者共に遮光環境下で十分な光触媒活性を発現する量子触媒物質の適用性に関する基礎的検討を行った。

3. 基礎検討方法

トンネル内装用タイルはJISA 5209（2008改定版）陶磁器質タイルに規定される外装用タイルI類、すなわち磁器質タイルが規格該当品であり、この磁器質タイルの製造は1100～1200℃の高温で焼成される。

一方、量子触媒自体の耐熱温度は凡そ700℃の為に、タイル製造時に一体として焼成が出来ないことから、磁器質タイルで焼成済みの製品を対象にしてその表面に後処理する焼成方法を適用して防汚タイルの試作を行った。

後処理焼成は低火度釉薬（700℃前後で焼結）の基礎釉（発色剤の入っていない透明釉）を使用して基礎釉に対する量子触媒の混合量、及び焼成温度をパラメーターにおいて、その組み合わせから42水準の焼成を試みた。

[†] 東レACE（東京都中央区）

[‡] 愛知工業大学 総合技術研究所（愛知県豊田市）

また、筆者グループの東レACEでは住宅外装材となる窯業系サイディングの表面にオーバーコートする塗装技術をもって防汚仕様商品を既に上市販売している。これは窯業系サイディングの最表面にシリカ微粒子をコーティングして表面を親水性化することによって、降雨の際に付着した汚れ物質と窯業系サイディングの間に降雨水が入り込み、汚染物質を浮き上がらせて流れ落とす効果が発現するものであり、水の介在が必須条件となる防汚処理手法といえる。

一方、遠赤外線（量子線）から可視光、紫外線の広い波長域の光量子で光触媒として作用する量子触媒が窯業系サイディングの表面にコーティング出来るものとなれば、水の介在を要せず常に汚染物質の分解作用が期待できる画期的な防汚機能建材になるといえる。

よって既存のオーバーコート塗装技術を適用して、アクリル系親水性塗料をベースにしその固形分量に対して量子触媒の材料固形分比を1・5・10%の3水準に配合した塗料を試作し、窯業系サイディング表面にコーティングする塗装を試みた。

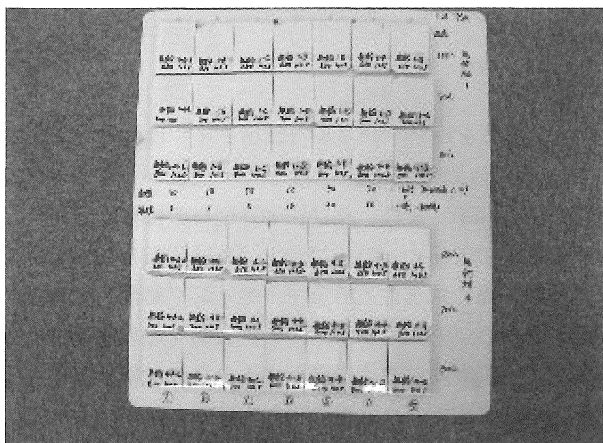


図4.1 量子触媒低温焼成による防汚タイル試作サンプル
Fig.4.1 Pre-production samples of anti-fouling Tiles at low temperature burning by using Quantum Catalyst



図4.2 釉薬攪拌用のポットミル装置
Fig.4.2 Actual installation for glazes mixing

表4.1 基礎釉薬の配合成分表

Table4.1 Component content of basic glazes

成分	組成式	配合量
シリカ	SiO ₂	40~65%
水酸化アルミニウム	Al ₂ O ₃	5~10%
無水硼酸	B ₂ O ₃	15~30%
酸化ナトリウム	Na ₂ O	10~20%
酸化リチウム	Li ₂ O	5~15%

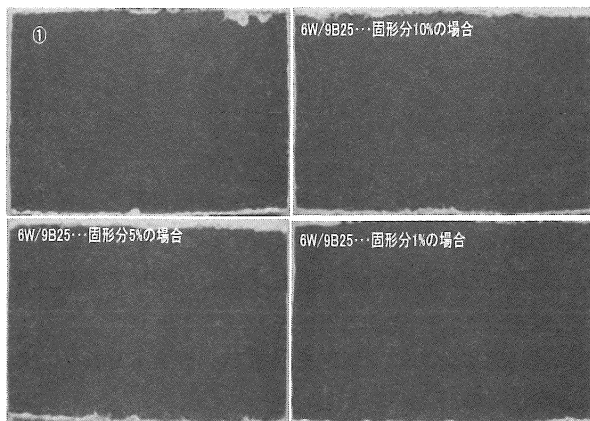
4. 基礎検討結果

4.1 量子触媒を活用した防汚タイルの試作結果

図4.1に量子触媒技術を活用した防汚タイルを焼成試作したサンプル結果を示す。試作の結果、下記の事項が判明した。

- ・ タイルに施釉する釉薬成分を均一に分散混合する際に一般的に使用される既存の設備としてポットミル攪拌装置（図4.2）を用いたが、本装置では基礎釉薬の中に量子触媒を均一に分散し混合することが困難であった。
- ・ バインダーに用いた基礎釉薬の組成は表4.1の通りであり、基礎釉薬との混合中に量子触媒物質は凝集する傾向になり、塊状を呈して微粉末状のままに均一に分散することが未達であった。
- ・ 量子触媒の混合量が増す程に焼成後のタイル表面は荒れる（表面に粒状痕が生じる）傾向になり、その結果として光沢艶を有する磁器質タイルの表面から艶が消える方向になった。
- ・ 焼成温度として800℃を試みたが、磁器質タイルの本来の白色から白度が落ちてくることから、量子触媒物質が変質している可能性がみられた。

親水性塗装（ブランク） 量子触媒10%配合



量子触媒5%配合 量子触媒1%配合

図4.3 量子触媒配合塗布による防汚窯業系サイディング試作サンプル
Fig.4.3 Pre-production samples of anti-fouling Fiber Reinforced Cement Sidings by using Quantum Catalyst

表 4. 2 メチレンブルー分解指数測定結果

Table 4.2 Result of measurement of methylene blue decomposition index

	メチレンブルー分解指数 分解活性指数 (nmol/L/min)
親水性塗料 (ブランク)	0.8
量子触媒 1%配合	2.2
量子触媒 5%配合	8.7
量子触媒 10%配合	11.5

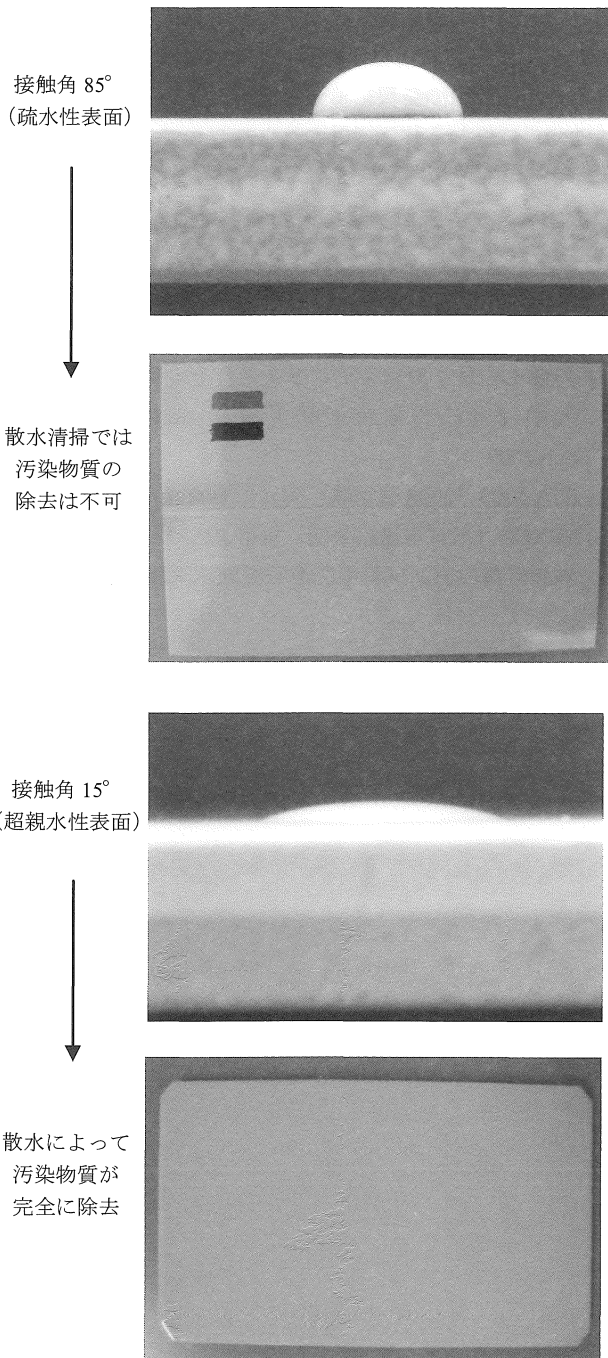


図 5.1 水接触角と汚染物質の散水除去性

Fig.5.1 Water contact angle and decontamination with watering

4.2 量子触媒を活用した防汚窯業系サイディングの試作

図 4. 3 に量子触媒技術を活用した防汚窯業系サイディングを塗装試作したサンプル結果を示す。

試作の結果、下記の事項が判明した。

- 量子触媒を配合した塗装品は、親水性塗料単体の塗装品に比してメチレンブルー分解指数で高い活性の傾向がみられた (表 4. 2)。
- 使用した量子触媒物質は親水性塗料中で凝集している為か、粒子径が大きくかつ分散性に劣り、塗料中に均一に分散することが困難であった。
- その為塗装品は白色方向に着色がみられ、量子触媒の配合量が増す程に白色化する傾向にあった。

5. 防汚性に係わる評価指針

量子触媒の光活性効果を如何に見える形にして、かつ比較的短期間に評価分析する手法の確立が開発を促進するポイントになるものと考え、その評価指針として防汚性能に係わる物質表面の評価例として3例を下記に掲げる。

- 水分の接触角と汚染物質の除去性に係わる評価方法 (図 5. 1) であり、物質表面の水接触角 (滴下した水滴の接線角度) と、散水による強制汚染物質の除去性を評価する。
- 防汚性能に係わる雨垂れ汚染の屋外暴露試験方法 (図 5. 2) であり、波型スレート屋根に集塵した大気汚染物を降雨時に一定の箇所に集中流下させて、防汚効果を促進評価 (3ヶ月 (短期) ~ 6ヶ月 (最長期) する。

自動車道トンネル内の排気物質の汚染と洗浄を繰り返す物質表面の汚染耐久性を評価する試験 (NEXCO (旧) 日本道路公団) 規格 JHS 732-2005) であり、洗浄回復性 (洗浄耐久性) に係わる評価方法の概要を図 5.3 に示す。

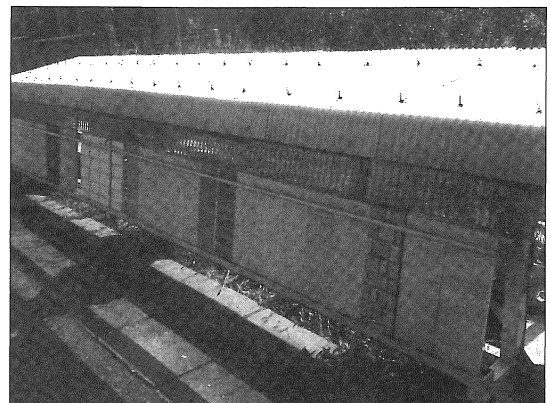
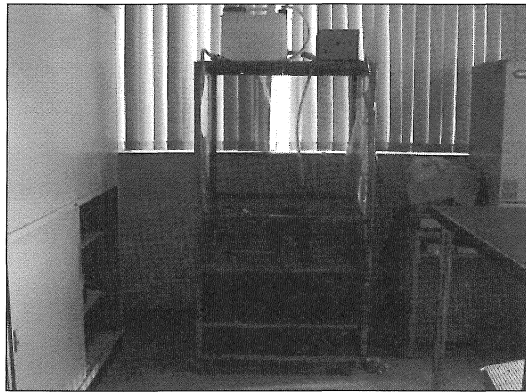
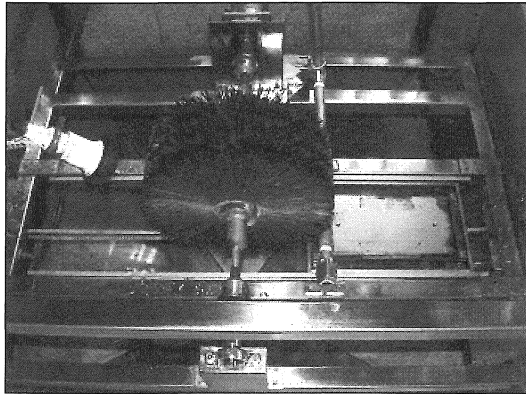


図 5.2 雨垂れ汚染暴露場

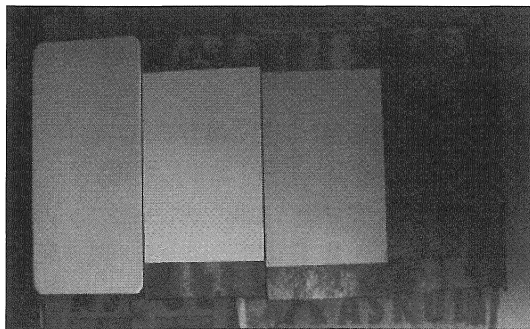
Fig.5.2 Exposure station of contamination by raindrop



試験装置外観



装置内部構造



汚染回復性 優 ← → 劣

6. 結言

新たな光触媒物質として開発された量子触媒技術を用いてトンネル内装用タイル、及び住宅外壁材となる窯業系サイディングへの防汚機能の適応可能性について基礎的検討を行った結果、量子触媒物質が本来有る微粒子径のままに如何にしてバインダーとなる釉薬ないし有機塗料中に均一に分散させて、焼成ないし塗布し固着する手法の確立が開発のポイントになると判明した。

また、汚染時の洗浄耐久性を含めた防汚性に係わる実性能を把握する方法としては、比較的短期間に促進評価が可能となる前項の評価指針に準じた実測が有効であり、さらに新たに開発された量子触媒については遮光環境下における光活性効果の発現を特徴とすることから、暗室下での活性効果に係わる評価指針の確立を要して、両評価指針による実測と評価分析を並行して総合的な判断を行うことによって、その性能効果が明確にできるものと考察される。

文献

- (1) 岸政七、量子触媒タイルックスとその特性、愛知工業大学総合技術研究所研究報告, No.11, PP.113-126, Sep.2009
- (2) JISA 5209 (2008 改定版) 陶磁器質タイル
- (3) NEXCO (旧日本道路公団) 規格 JHS732-2005 トンネル内装材料の表面反射率洗浄回復確認試験方法

図 5.3 トンネル内装材洗浄回復試験方法
Fig.5.3 Methods for confirmation washing recovery of surface reflection of Tunnel interior facing