

吹付けにより作製した二酸化チタン光触媒塗膜の 性状とその機能性評価

田谷嘉浩, 小林孝紀

Behavior of the Titanium Dioxide Photocatalyst Films coated by Spraying and its Evaluation of Functionality

Yoshihiro Taya and Takanori Kobayashi

要 旨

市販の二酸化チタン光触媒コート剤を用いて、板ガラスを対象としたスプレーによる塗布方法を検討し、塗膜の透明性と硬さ、摩擦による摩耗と分解力の変化について評価した。その結果、ガラス上に作製した膜は、透明性の高い方が摩擦による摩耗が少ない傾向にあった。また、分解力は摩擦による摩耗により低下し、同じ膜であればその分解力の低下は摩擦係数に従うことが分かった。膜の塗布には、経時変化による劣化や分解力低下を抑えるためにも、できるだけ透明性を上げることが重要である。

1. はじめに

二酸化チタンに紫外線を照射すると、その表面に触媒作用による分解力と親水性が生じ、殺菌、脱臭、汚れ防止などに効果があることから、これを応用した製品が数多く商品化されている¹⁾。また、スプレー等で各種材料表面に塗膜できるコーティング剤も商品化されており、これを使用して室内や車内の壁面や家具等に塗布し、その効果を期待するビジネスも少なくない²⁾。

塗布による光触媒コートは、各種の材料表面に光触媒効果を手軽に作り出すことができる反面、施工技術が無ければその効果を十分に引き出すことができない。被コート面によっては、保護や密着性を上げるためアンダーコートが必要な場合もあるなど、コート剤と被コート面の適合性や形成された塗膜の特性について十分な理解が必要とされる。特に、ガラスや光沢面にコートを行う場合、塗膜の透明性や密着性、塗膜表面の傷や剥離による光触媒効果の低下などの諸問題が新たに発生する。

そこで、本実験では市販の二酸化チタン光触媒コート剤を用いて、板ガラスを対象としたスプレー

による塗布方法を検討し、塗膜の透明性と硬さ、摩擦による摩耗と分解力の変化に関する評価を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 塗布方法の検討

2.1.1 塗布用スプレーの選定

二酸化チタン光触媒の塗布は、ある程度の面積を均一かつ薄く塗布する必要があるため、スプレーを用いるのが一般である。スプレーは、大きく分けて、液圧だけで噴霧する一流体と、液体と気体を混合させる二流体の2種類に分けられる。前者は、噴霧量と面積を大きくでき、形状のバリエーションも多い。後者は、前者より微細粒子を噴霧することができるが、噴霧量と面積が小さく、形状のバリエーションも無いのが特徴である。また、同じノズル径において、前者は、液圧を上げると噴霧量が上がり粒子径が小さくなり、後者は、気体圧を上げると噴霧量及び粒子径とも大きくなる。ガラス面では、特に透明性の優先度が高いため、均一かつ薄く塗布できる二流体のエアトマイジングスプレーを選定した。また、後記する評価試

験には、エアアトマイジングスプレーの一種であるエアブラシ(図1)を用いた。

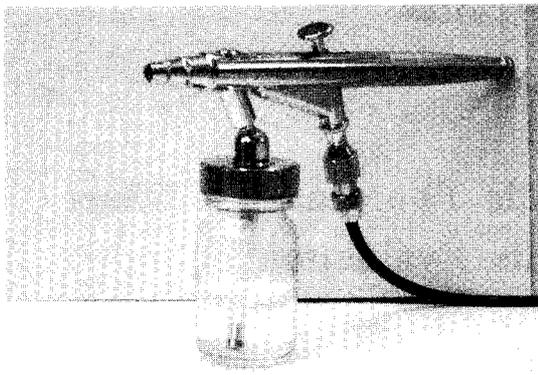


図1 評価試験に用いたエアブラシ

2.1.2 被コート面の前処置

被コート面の清浄さは、膜の密着性に影響する他、ガラス面ではぬれ性を低下させるため、膜の均一性にも影響を及ぼす。被コート面は、十分な洗浄が必要であり、特に油脂膜は完全に除去しなければ斑で密着性の悪い膜を形成してしまう。後記する評価試験には、新品の洗浄済みホワイトスライドガラス(偏光顕微鏡用20mm×75mm×1mm)を使用した。

2.1.3 コート面の後処置

塗布後、短時間の乾燥では光触媒コートの密着性が悪く、軽く擦ったり水に侵漬すると膜の剥離が確認された。これらの対策として、常温乾燥で数日の養成と十分な紫外線照射を行うことにより、多少の擦りや水侵漬でも剥離しない程度に、密着性を向上させることが可能であることが分かった。後記する評価試験には、乾燥器(25℃)で5日間の養成後、晴天屋外で8時間以上の太陽光を照射した試料を用いた。

2.2 塗膜性の評価

評価に使用した試料を表1に示す。選定したコート剤は、ガラスに適していると思われるコート剤(アンダーコート含む)の中から、各メーカーが推奨するものを用いた。A~Cの記号は、基本二酸化チタンコート剤が同一な物(同一メーカー)で分類し、C1,C2等の付属する数字は酸化チタン濃度や添加物の違いである。また、Eにおいてはa~dのバインダー(アンダーコート)を塗布した。各

表1 評価に使用した試料

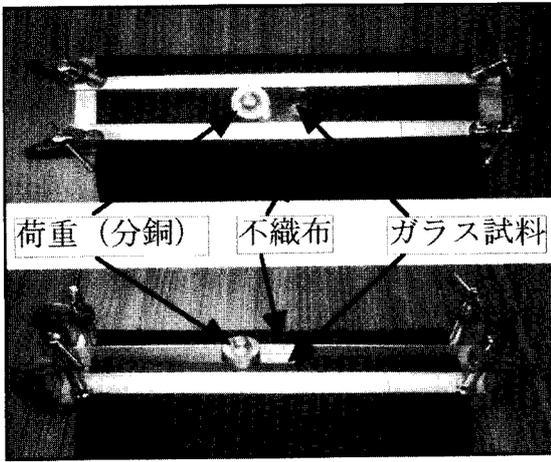
試料名	備考
A	
B	
C1	
C2	C1のTiO ₂ 低濃度タイプ
D1	アモルファスTiO ₂ 添加
D2	アモルファスTiO ₂ +珪酸化合物添加
D3	珪酸化合物添加
D4	
Ea	メチルシリケート系アンダーコート
Eb	葉状シリカ粒子系アンダーコート
Ec	葉状シリカ粒子系アンダーコート
Ed	水溶性ナイロン系アンダーコート
F1	
F2	F1の10倍希釈
F3	

試料は、2.1で記したスプレーとガラスを用い、できるだけ透明性を損なわないよう1層目乾燥後2層目を塗布した。Eにおいては、バインダー2層を酸化チタン同様に塗布後、2層目が乾燥する前に、酸化チタンコート剤を同様に2層塗布した。二酸化チタンコートしたガラス試料は2.1.3で記した後処理を行った。作製した試料は、可視光の透過率と目視により透明性の評価を行った。また、簡易摩擦試験機(図2)により、荷重及び摩擦回数を変えて与えた傷について、光学顕微鏡観察による単位面積(1mm²)毎の傷の本数と、触針式表面粗さ計による傷の深さを計測し、傷の数と深さの積を算出することで、これを摩耗量として評価した。以後本報では、これを摩耗量(M)と表す。光触媒の分解力については、試料にメチレンブルーを吸着させ、光の透過率変化を測定することにより相対的な分解力を評価する防汚活性用光触媒評価チェッカー(PPC-2/アルバック理工)(図3)により評価した。

3. 実験結果及び考察

3.1 膜の透明性と摩耗

試料の透明性を図4に、可視光(800nm~380nm)の平均透過率を図5に示す。基盤であるホワイトスライドガラスの可視光平均透過率は91.6%で、Ec,F1,F3を除く試料で80%以上の可視光平均透過率を示した。目視では、Ea,Eb,Ec,F1,F3で白く反射をするのが確認され、基盤のホワイトスライドガラスと同等の透明性を示したものはA,C2,D2,D3,



上：上面より
下：斜め上側面より
図2 簡易摩擦試験機

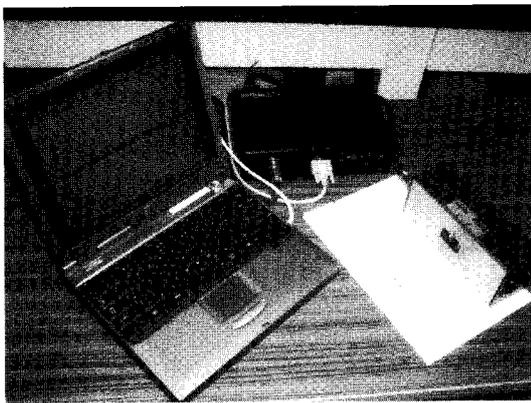


図3 防汚活性用光触媒評価チェッカー

D4の各試料であった。また、目視でよい結果が得られた試料は、平均透過率も85%~90%有することから、これらのコート剤は、透明性を失うことなくガラスにコートができるものと思われた。

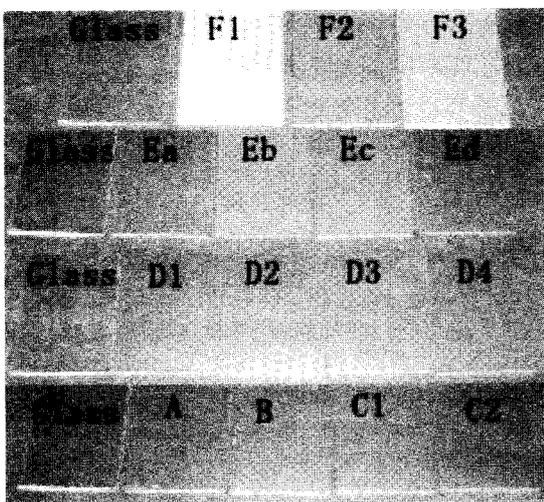


図4 ガラス試料の透明性

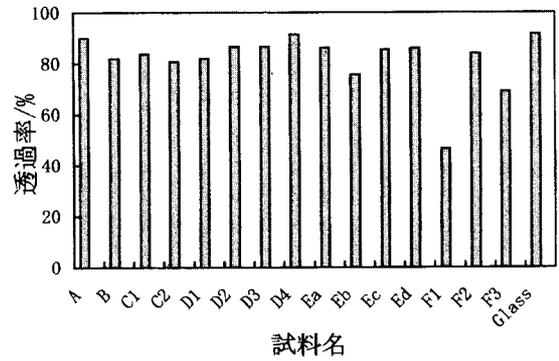


図5 各試料の可視光平均透過率

図6に、簡易摩擦試験機により二酸化チタンコートに与えた摩擦傷について、荷重と摩擦量(M)の関係を示す。荷重の増加に従って、摩擦量(M)の対数が一様に増加することが分かる。これは、成膜が悪ければ悪いほど、摩擦係数の高い摩擦に対して急激に摩擦量が増え、ダメージを受けることを示している。

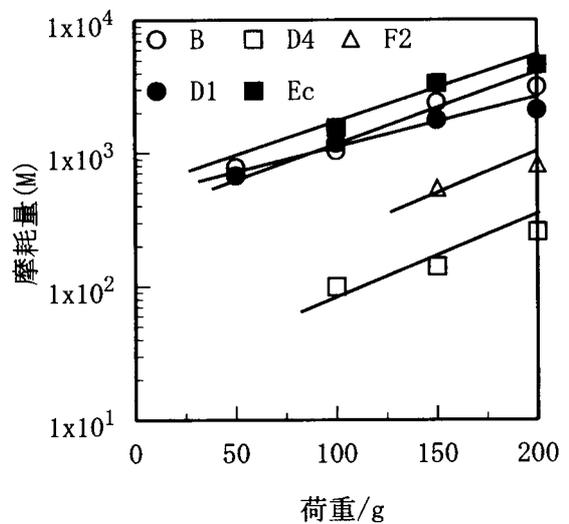


図6 荷重と摩擦量(M)の関係

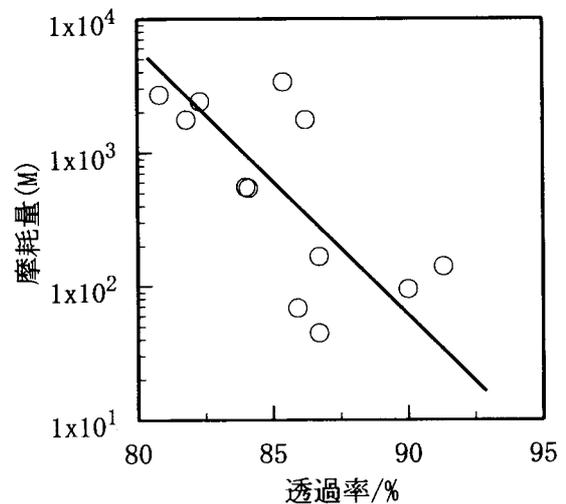


図7 透過率と摩擦量(M)の関係

図7に、透過率80%以上を示した試料において、150g荷重で摩擦したときの、透過率と摩耗量(M)の関係を示す。全体的に、透過率がよいものは摩耗量(M)が少なく、傷が付きにくい傾向にあることが分かる。これは、薄くかつ緻密に塗布可能な二酸化チタンコート剤を使用すること又は透明にコートする方法を用いることで、硬い膜を形成することができることを表していると思われる。

3.2 膜の摩耗と分解力

図8に、摩耗量(M)と相対分解力の関係を示す。摩耗量(M)の増加に伴い、各試料とも分解力がほぼ一様に低下する。また、膜の分解力に関わらず、摩耗量(M)の変化率が同じであれば、分解力の低下率は同じであることが分かる。図6とこれらのことから、荷重即ち摩擦係数が大きくなれば指数関数的に摩耗量が増え、分解力は摩擦係数に従い低下することが分かった。

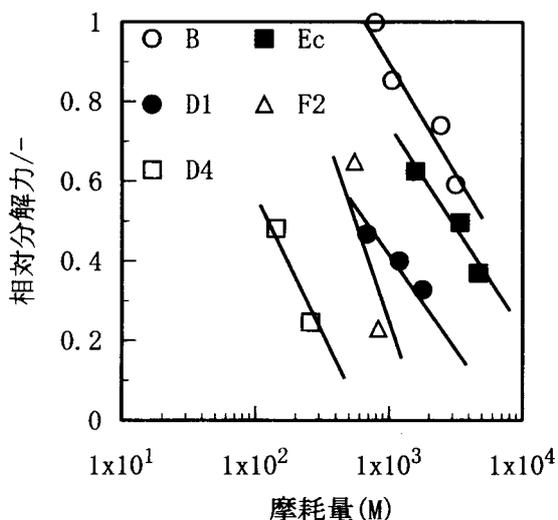


図8 摩耗量(M)と相対分解力の関係

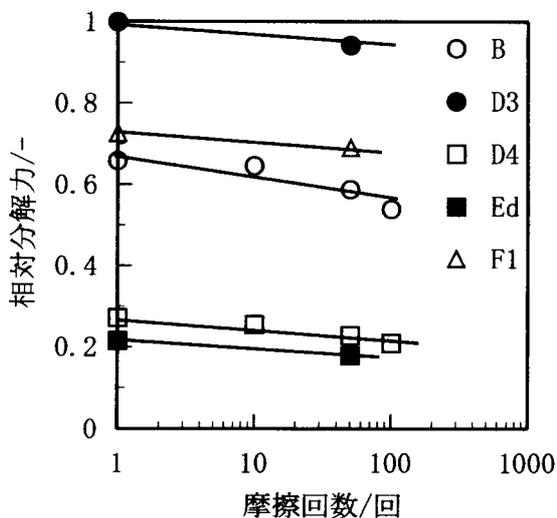


図9 摩擦回数と相対分解力の関係

図9に、同じ荷重で繰り返し摩擦した膜の摩擦回数と相対分解力の関係を示す。分解力は、膜の分解力の強さに関わらず、摩擦回数に従って同様に低下する。また、この範囲(1~100回)の摩擦の繰り返しではあまり分解力は低下しなかったことから、膜の摩耗量も少ないことが予想される。これらのことから、繰り返し同様な摩擦が行われる作業、例えば光触媒をコートした窓の洗浄等で、一度の作業で膜にあまりダメージを与えないことが分かれば、同様な摩擦作業の繰り返し回数により、分解力が急激に低下することがないと考察できる。

4. まとめ

本実験により、吹きつけにより透明性を重視して作製した二酸化チタン光触媒塗膜について、以下のことが分かった。

- 1) 可視光透過率(透明性)の高い方が、摩擦による摩耗が少ない傾向にある。
- 2) 分解力は、摩擦による膜の摩耗により低下する。また、同じ膜であればその分解力の低下は摩擦係数に従う。
- 3) ある摩擦係数の摩擦に耐えることができれば、同様な摩擦(その摩擦係数以下)の繰り返しによる摩耗は小さく、分解力の低下は小さい。
- 4) 膜の塗布には、経時変化による劣化や分解力低下を抑えるためにも、できるだけ透明性を上げることが重要である。

今回の評価では、各コート剤の相対的な分解力の比較を行ったが、実際の防汚性や消臭力等とどのような相関があるかを調べるには、フィールドテストが必要であると思われる。

参考文献

- 1) 藤嶋昭, 橋本和仁, 科学と工業, 49, 764-67 (1996)
- 2) 一ノ瀬弘道, 食品機械装置, 12, 70-77(1998)