

ガラス用光触媒コーティング材

松下電工株式会社 コーティング事業推進部

高濱 孝一・山木 健之・辻本 光・田丸 博

Photocatalytic coating materials for glass

Koichi Takahama, Takeyuki Yamaki, Akira Tsujimoto and Hiroshi Tamaru

Coating Business Promotion Group, New Business Promotion Department Matsushita Electric Works, Ltd

1. はじめに

光触媒の認知度がワールドワイドになりつつある昨今、様々な分野での応用が盛んになってきた¹⁾。防音壁、カーブミラーなどの道路関連資材から、自動車サイドミラー、外装材、浴室ミラーなどの一般顧客商品まで浸透してきている。

光触媒酸化チタンは、太陽光等に含まれる近紫外線により有機物の分解²⁾が可能のため、生活空間のクリーン化に適応した材料として、実用化が進んでいるが、光触媒の有機物分解効果は、その使用方法を誤ると、コーティング膜自身、あるいはコーティング基材を分解し、耐久性のないコーティング膜を作り出すという問題が発生する。もちろん、光触媒膜を形成するバインダー成分が、光触媒の酸化分解に耐えられることが大前提だが、有機系基材にコーティングする場合、直接基材上に光触媒膜を形成すると、基材表面が光触媒の酸化分解効果で侵されてしまうので、基材と光触媒膜との間に、保護膜を必要とする。当社では外装材等の表面高耐久化を目的として、無機コーティング材の開発

表 1 基材種と必要技術的要素

	不透明基材	透明基材
有機系基材	保護膜の耐久性 光触媒活性	保護膜の耐久性 保護膜のハードコート性 光触媒活性 光触媒膜のハードコート性
無機系基材	光触媒活性	光触媒活性 光触媒膜のハードコート性

を古くから着手しており、形成される膜はシリコンを主成分として構成されているため、光触媒から基材を守る保護膜の機能を備えている。

表 1 に基材種と必要技術的要素をまとめた。基材を有機と無機とだけに分けるのであれば、本来の光触媒性（表面分解性、表面親水性、耐久性）に加えて、有機基材では保護膜の開発が重要なウエイトを占めることになる。さらに、基材を使用目的別に、不透明部材と透明部材に分けると、透明部材（ここで言う透明部材とは、何かを見るための部材（例えば、ミラー）も含む。）は、表面傷などの防止のためハードコート性が必要となる。不透明部材にハードコート性は必要とはいえないが、必須項目にあたるものではない。ガラスに代表される透明部材は、前述のように、部材を通してものを見るために使用するため、キズ等により透明性が失われることは致命的な問題となる。

表2 光触媒ハードコート膜の光学特性及び耐磨耗特性

	当社従来品			当社開発品		
	試験前	試験後		試験前	試験後	
		荷重 250g	荷重 500g		荷重 250g	荷重 500g
全光線透過率(%)	91.6	91.8	91.8	91.8	91.8	91.7
平行線透過率(%)	91.4	87.5	88.8	91.4	91.1	90.5
ヘーズ(%)	0.4	4.5	3.8	0.4	0.8	1.3

磨耗機：CS-107、回転数：100回転

以上のように、ガラスなどの透明部材において光触媒を実用化するためには、光触媒性はもちろんのこと、ハードコート性が必須であり、当社では、比較的高温での焼付け温度も選択できるガラス基材での光触媒ハードコート膜の開発を進めている。本報では、当社が開発したガラス用光触媒ハードコート膜の性能を中心に報告する。

2. ガラス用光触媒ハードコート膜

現在、ガラス基材での光触媒ハードコートでは、コーティングなどの液相法よりも、蒸着、スパッタ等の気相法で成膜した膜のほうが、硬さの点では優れている。しかしながら、気相法では分解性と親水性を兼ね備えるために、酸化チタンとシリカの2層構成にしているケースが多く、屈折率の関係で着色する問題がある。気相法の最大の問題は、コストであり、小さい部品ならまだしも、建材あるいは自動車の大型ガラスでは、大変なコストアップになってしまう。コーティング法は、大面積を安価に処理できる利点があり、当社ではコーティング法でいかに、気相法レベルのハードコート性に近づけるかを最大の課題として進めてきた。

当社の光触媒コーティング膜は、酸化チタン微粒子と特殊シリコンバインダーから成り立っている1層膜である。一般にハードコート性を高めるためには、酸化チタン量を減少させ、バインダー量を増加させれば良いが、酸化チタン量を減少させると光触媒活性が極端に低下してしまう。当社では、酸化チタン量を減少させても、光触媒活性が低下しないように、特

殊シリコンバインダーの組成改良を進め、ハードコート性の向上を実現した。表2に今回開発した光触媒ハードコート膜のテーパー磨耗試験前後の光学特性を示した。従来品、開発品ともに、ソーダガラス上にスピンコートで、膜厚約150nmの膜を形成後、300℃で焼き付けた。従来品は、テーパー荷重250gのヘーズ値4.5よりも、500g荷重のヘーズ値3.8で、ヘーズ値が小さくなっているが、これは従来品が磨耗に弱いため、キズ発生レベルを乗り越え、光触媒膜が磨耗によって削り取られているためである。それに対して、開発品では、従来品よりもヘーズ値が小さく、ハードコート性が向上していることが判る。このハードコート性レベルが、実使用上問題にならないレベルなのかは、現在種々の用途を想定したフィールド試験で確認中である。

図1には従来品と開発品の屋外暴露での親水化速度の比較を示した。南側垂直面で、暴露2日後にはともに水滴接触角10°以下になり、開発品がハードコート性を向上させても、親水化速度にほとんど影響がないことが判る。同様に図2にはオイルの分解速度を示した。付着オイルの絶対量ではなく、接触角変化でオイル分解速度を評価した。開発品は、従来品よりも若干接触各の低下が遅れているが、分解力があることが判る。写真1は、実際の窓ガラスに光触媒膜をコーティングしたガラスを設置した写真であり、雨天時の光触媒膜コーティングガラスと通常ソーダガラスの視認性の差を示している。

写真1は、実際の窓ガラスに光触媒膜をコーティングしたガラスを設置した写真であ

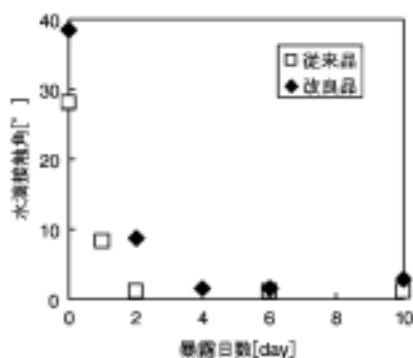


図1 屋外暴露による親水化速度
(暴露場所：当社構内南側垂直面)

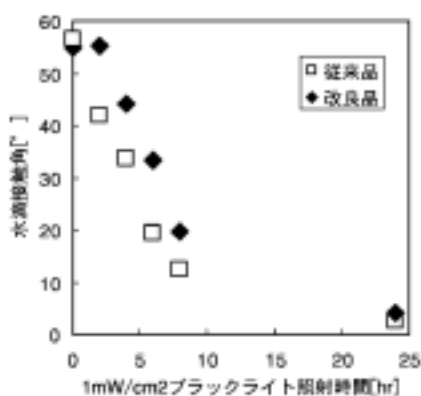


図2 オイル分解速度
(機械オイル滴下後、水洗、紫外線照射)

り、雨天時の光触媒膜コーティングガラスと通常ソーダガラスの視認性の差を示している。通常のソーダガラスでは、雨滴が水滴となってガラス全体に付着しているため、外の景色が見え

にくくなっているが、光触媒コーティングガラスは、光触媒の親水がよく見える。例えば自動車のリアガラスであれば、この視認性がそのまま運転時の安全性に繋がる技術になるが、窓ガラスの場合、通常は視認性のニーズはあまり強くないので、ガラスの汚れにどのような差が発現するのかを現在調査中である。

3. 光触媒レス親水性コーティング膜

従来、光触媒膜による防汚染性効果は、分解効果による汚れ物質の付着力低減と親水効果による雨水洗浄力アップの2つの要素から成り立つ、表現を変えれば、疎水性の有機物が付着しても、分解効果により表面が常に雨に濡れやすくなっているためと考えられてきた。そのため、光触媒の分解性は必要であるとされてきた。当社では、光触媒レスの親水コーティング材も開発していた。図3に示すように、塗膜表面に水酸基を局在化させ、成膜直後から紫外線照射無しに接触角5°前後の親水性を発現する構造になっている。この材料は光触媒材料を含まないため、基材を侵す心配はないが、分解性がないため、実使用上で接触角は徐々に上昇し、親水性が失われるだろうと当初予測していた材料である。図4には、ガラスに光触媒レスコーティング膜を成膜した場合の、室内と室外の接触角変化を示している。室内よりも室外のほうが、接触角の上昇が遅れるのは、室外は不定期的ながら雨が当たるためと考察し、長期的には未コートガラス同等の接触角になると

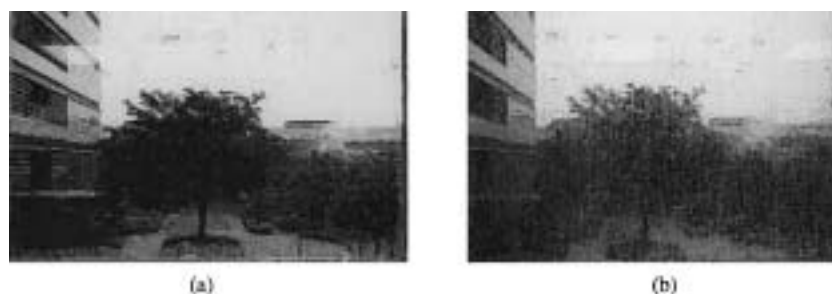


写真1 光触媒コーティングガラスの雨天時の状態；(a)外面光触媒，(b)未コートガラス

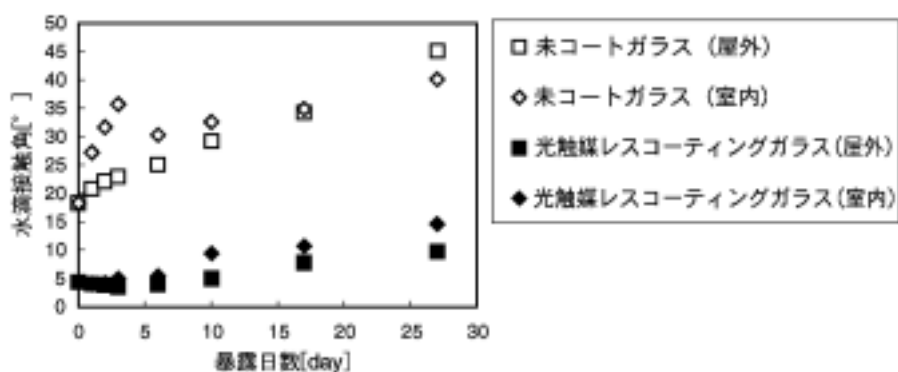


図4 光触媒レスコーティング膜の屋外・室内における接触角変化

屋外：当社構内南側垂直面，室内：実験室内放置

(光触媒レスコーティングガラスの屋外暴露品の接触角は，1年経過時点で約10°)

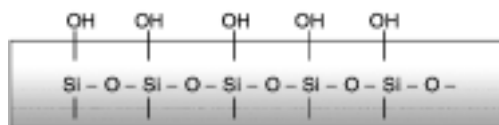


図3 光触媒レス親水性コーティング膜の構造

予測していた。しかしながら，暴露1年間経過しても接触角10°前後を保持し，分解性が無くても，親水性が保持できることが判明した。もちろん，このデータは当社構内の1箇所でのデータであるので，各種フィールドで同様の結果になるか疑問だが，水滴接触角が10°でも対汚染に効果があるとすれば，光触媒レスでも親水性防汚染材料として期待できる。光触媒レスコーティング膜は耐候性に優れた特殊シリコンからなり，耐候性的に問題は少なく，酸化チタンが存在しないため，よりハードコート化に有利な材料である。各種フィールド試験を通じて，有機物を多く含む都市型汚れに対する防汚染力及びその保持力を，光触媒膜と比較して今後確認していく予定である。

4. おわりに

今回開発したガラス用光触媒ハードコート材は，あくまでも光触媒活性を当社従来品よりも

低下させないことを前提に開発したものであるが，さらにハードコート性をレベルアップさせるためには，現段階では若干光触媒活性を犠牲にしなければならない。しかしながら，適用部材，その使用環境によって違いがあるのは当然としても，実使用上でのハードコートの要求レベルが不明確である。また，実使用上での光触媒活性レベルも，残念ながら不明確である。ハードコート性，光触媒活性ともに，両立できるのであれば，このような議論にはならないのであるが，現実にはフィールドデータが不足である。また，どんなに光触媒活性が優れていても（例えば表面水滴接触角が5°以下の超親水），最終的には，表面の汚れを雨により洗い流すため，雨の当たりにくい部位，角度，方位，季節では効果は小さくなる。光触媒コーティング材の普及には，用途ごとにフィールド試験を実施し，コントロール可能な使用環境はコントロールし，使用部位ごとにコーティング膜のハードコート性と光触媒活性の目標レベル明確にすることが重要であろう。

参考文献

- 1) 藤嶋 昭，橋本和仁，渡辺俊也，“光クリーン革命”，シーエムシー（1997）
- 2) 指宿堯嗣，竹内浩士，大気汚染学会誌，20（2），82（1985）