

技術資料

環境浄化特性に優れた光触媒塗装鋼板の開発

安藤 彰 啓* 坂戸 健 二**
中村 浩 茂*** 小浦 節 子****

Development of Photocatalyst-Coated Steel Sheet with Excellent Environmental Purification Properties

Akihiro Ando, Kenji Sakato, Hiroshige Nakamura, Setsuko Koura

Synopsis:

Photocatalyst-coated steel sheet has been developed as a new functional material which can decompose organic compounds and reduce air pollution. The properties of this material are as follows:

- (1) The film consisting of anatase TiO_2 powder and SiO_2 binder shows high weather resistance, because of the stability of SiO_2 binder against photocatalytic decomposition.
- (2) On the surface, organic compounds such as salad oil or tar are well decomposed with photocatalytic effects under illumination with ultraviolet light. A self-cleaning property has been demonstrated by outdoor exposure tests.
- (3) An excellent and immediate antimicrobial property is exhibited against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* even under room light.
- (4) An atmosphere purification property has been confirmed through an air (containing 100, 200, 400 ppb NO)-flow method under illumination with ultraviolet light. The performance of this material has also been successfully demonstrated by field experiments to remove NO_x and SO_x at a roadside location with heavy traffic in Chiba.

1. 緒言

最近の大都市周辺における、煤煙、排気ガスなどによる大気汚染は、一時期の危機的状況は脱したものの、なお多くの課題を抱えている。自動車排気ガス規制などの様々な対策が取られているにもかかわらず、環境基準の達成率は横ばい状態であり、依然として解消されていないのが現状である。大気汚染は、外装建材の汚れによる景観の低下や、我々の健康的な生活環境への悪影響の一因となっている。ビルや家屋の外壁に付着した汚れは、大気中に浮遊する煤や油煙、塵埃などが蓄積したもので、外観を著しく低下させるため、多くの労力やコストをかけてメンテナンスが行われている。また、大気汚染の原因は、自動車排気ガスに含まれる窒素酸化物(NO_x)や工

場から排出される煤煙に含まれる硫黄酸化物(SO_x)が主なものであり、様々な発生源対策が取られているが、既に大気中に低濃度に拡散した汚染物質に対しては、有効な対策はまだ取られていない。

このような問題を解決するため、我々は、特別なエネルギーを必要とせずに太陽光や蛍光灯の光を照射するだけで、汚れを分解するとともに大気浄化をも可能とする光触媒に着目し¹⁻³⁾、環境浄化特性に優れた光触媒塗装鋼板の開発を行った。光触媒を被覆する方法としては、スパッタリング、溶射、ゾルゲルコーティング、塗料のスプレー塗装などが挙げられるが、容易に大量生産可能な方法として、スプレー塗装を用いることとした。

本報では、環境浄化機能を有する光触媒塗装鋼板の塗膜設計の考え方について述べるとともに、その汚れ分解特性、抗菌特性および大気浄化特性について調査した結

*技術研究所 加工技術研究部 加工第二研究チーム 主任研究員 **技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第一研究チーム
***技術研究所 塗装・複合材料研究部 機能性材料研究チーム
****技術研究所 塗装・複合材料研究部 機能性材料研究チーム 主任研究員

果を報告する。

2. 塗膜設計の考え方

2.1 光触媒による酸化分解機構

アナターゼ型二酸化チタン (TiO₂) による光触媒の作用機構の概略を図1に示す¹⁾。光半導体であるアナターゼ型TiO₂のバンドギャップは3.2eVであり、それに相当するエネルギー以上の光 (波長約380nm以下の紫外線 (UV: ultraviolet)) を照射すると、価電子帯から電子が励起され、伝導帯に電子が、価電子帯に正孔が生成する。これらの電子と正孔はそれぞれ反応性に富んだ還元性と酸化性を有しており、TiO₂表面で触媒反応を誘起することができる。強い酸化力を持つ正孔や還元力を持つ電子は、水 (H₂O) や酸素 (O₂) と反応し、ヒドロキシラジカル (・OH) や酸素アニオン (O₂⁻) などの活性酸素種を発生させ、これらが汚れや菌、NO_xなどを酸化分解する⁴⁾。

光触媒塗装鋼板表面で起こる汚れ分解および大気浄化のメカニズムを図2に示す。建物の外壁に付着した汚れは、油分などの有機物と砂埃などの無機粒子から成って

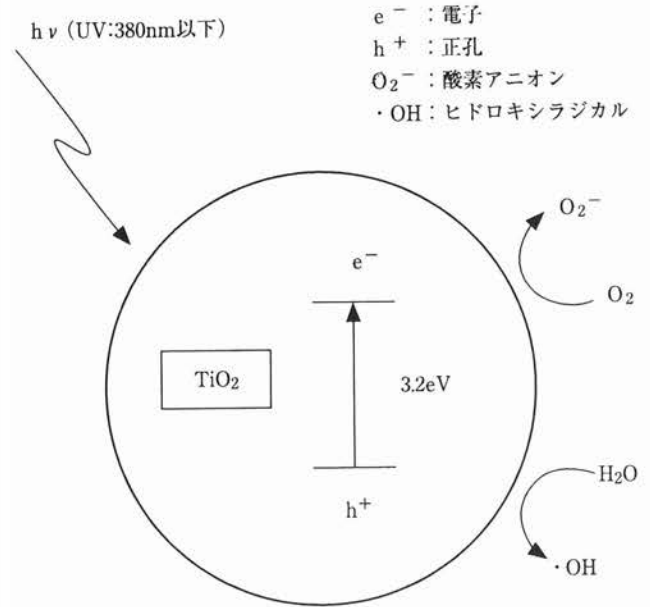
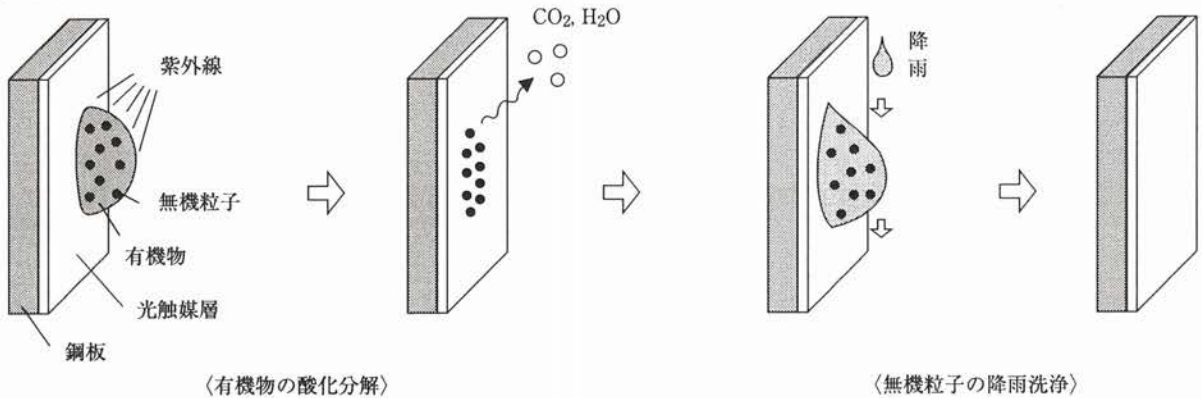


図1 TiO₂の光触媒能発現のメカニズム¹⁾
Fig.1 Principle of photocatalytic activity of TiO₂.

a. 汚れ分解



b. 大気浄化

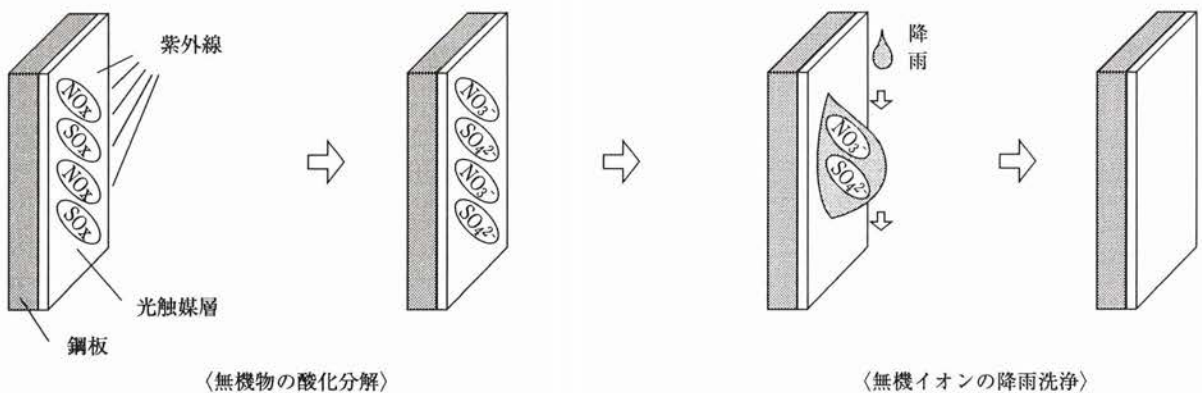


図2 汚れ分解および大気浄化のメカニズム
Fig.2 Schematic diagram of photocatalytic foul-decomposition and atmosphere purification.

いる。その汚れが付着した光触媒層表面へ紫外線が照射されると、油分などの有機物が酸化分解されて CO_2 や H_2O となり、大気中に放散される。後に残った砂埃などの無機粒子は、降雨により容易に洗浄除去されて清浄な表面が回復する⁵⁾。また、 NO_x 、 SO_x などの大気汚染物質は、光触媒により NO_3^- 、 SO_4^{2-} イオンに酸化分解され、光触媒層に蓄積されていく。 NO_3^- 、 SO_4^{2-} イオンは水溶性であるため、降雨により洗浄除去される。蓄積されたイオンが除去された光触媒層は、再び大気中の NO_x 、 SO_x を酸化分解し、大気を浄化することができる³⁾。

2.2 塗膜構成

無機および有機塗膜の特徴を表1に示す。一般的な有機樹脂をバインダーとして光触媒である TiO_2 を分散させて鋼板表面に塗装した場合、その強い光触媒活性により汚れだけではなくバインダーである有機樹脂まで分解されてしまうため、塗膜がチョーキングをおこし、耐候性は非常に低いものとなる。一方、無機塗膜は、有機塗膜に比べ可撓性が劣っているために曲げ加工ができないなどの制約もあるが⁶⁾、既に安定な酸化物の状態であるため光触媒によりそれ以上酸化される恐れがなく、また耐熱性や硬度などが高いなど、有機塗膜にない特徴も有している。そこで、本開発においては、光触媒層およびプライマー層のいずれについても、バインダーとして無機酸化物である SiO_2 を使用した。光触媒により分解される有機物を全く含まない完全無機塗膜とすることにより、光触媒活性と耐候性とを両立させる塗膜構成とした。

表1 無機および有機塗膜の特徴

Table 1 Comparison of inorganic and organic films.

	無機塗膜	有機塗膜
耐光性	紫外線により劣化しにくい	紫外線により劣化しやすい
耐熱・耐燃焼性	不燃性または難燃性	多くの場合可燃性 (有毒ガス発生の場合あり)
硬度・耐摩耗性	高硬度、摩耗しにくい	軟質、摩耗しやすい
耐溶剤性	ほとんど変化しない	膨潤・溶解するものあり
可撓性(加工性)	劣る	優れている
塗装性・作業性	適用が制限されることがある	適用が容易

光触媒塗装鋼板の塗膜構成を図3に示す。SUS304ステンレス鋼板を基板とし、その上に無機プライマー層お

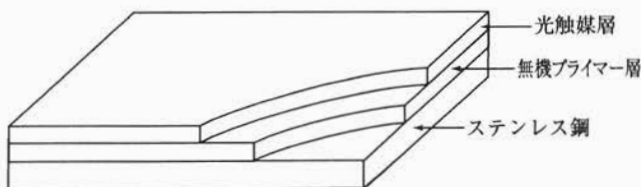


図3 光触媒塗装鋼板の塗膜構成

Fig.3 Structure of photocatalyst-coated steel sheet.

よび光触媒層を順次形成させた。

3. 実験方法

3.1 供試材

SUS304ステンレス鋼板を基板とし、その上に SiO_2 バインダーと無機顔料とを含むプライマー層、および SiO_2 バインダーと光触媒 TiO_2 とを含む光触媒層を順次焼付け塗装することにより、光触媒塗装鋼板を作製した。塗料には、アルコキシシランの加水分解-重合反応を利用したゾルゲル塗料を使用し、スプレー法により塗装した。比較材としては、ポリエステル塗装鋼板、フッ素塗装鋼板、および本開発材のプライマー層だけを塗装した無機塗装鋼板を用いた。

3.2 塗膜特性評価方法

塗膜密着性や硬度、耐食性や耐候性などの一般的な塗膜特性の評価方法を表2に示す。

表2 塗膜の一般特性評価方法

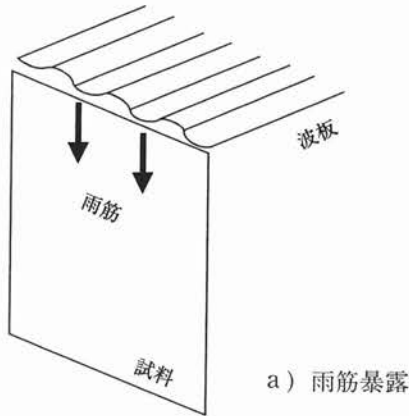
Table 2 Methods of evaluation for basic properties of films.

評価項目	試験方法
一次密着性	ごぼん目テープはく離
二次密着性	沸騰水2時間浸漬後、 ごぼん目テープはく離
鉛筆硬度(耐紙つき)	三菱ユニ引っかき値
耐マジック汚染性	マジックインキ24時間後、 エタノール拭き取り
促進耐食性(SST)	5%NaCl噴霧、35°C
促進耐候性(SW)	サンシャインウェザー メーター、63°C
耐湿性(BBT)	70°C、98%R.H.以上
複合サイクル試験(CCT)	SST(2h) → Dry(1h) → BBT(2h) → Dry(1h)
屋外暴露試験	沖縄、安房白浜、市川、桐生

光触媒活性は、汚れ分解特性(油分解特性、ヤニ分解特性および屋外暴露試験による耐汚染性)、大腸菌および黄色ブドウ球菌に対する抗菌特性、および NO_x 、 SO_x を対象とした大気浄化特性について評価した。

油分解特性は、試験片表面に $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ のサラダ油をスプレーで吹付け、UVランプ(UV強度: $3\text{mW}/\text{cm}^2$)を照射したときの重量減少量から評価した。ヤニ分解特性は、デシケーター内で試験片表面に煙草(マイルドセブン)のヤニを付着させ、UVランプを照射したときの外観(黄色度)の変化で評価した。屋外暴露試験方法を図4に示す。屋外暴露試験では、波板を使い雨筋汚れの発

生を促進させた暴露方法(以下、雨筋暴露とする)、およびディーゼルエンジンからの排気ガスを直接吹付けて汚れの付着を促進させた暴露方法(以下、バス駐車場暴露とする)によって、実環境での汚れ分解特性を評価した。



暴露試験条件

暴露場所:	千葉県市川市高谷新町 日新製鋼市川製造所内 技術研究所屋上およびバス駐車場
暴露期間:	1) 研究所屋上 1年間 2) バス駐車場 2年間
比較材:	1) 無機塗装鋼板, ポリエステル塗装鋼板(一般カラー鋼板) 2) 無機塗装鋼板, フッ素塗装鋼板

図4 暴露試験方法

Fig.4 Method of accelerated-fouling exposure (rain-striped foul exposure and bus-park exposure).

抗菌特性は、(財)日本食品分析センターに委託し、フィルム密着法で評価した。すなわち、試験片上に大腸菌、黄色ブドウ球菌を含む菌液を滴下し、ポリエチレンフィルムをかぶせて密着させ、蛍光灯(4000~8000lx)を照射したときの菌数の減少量により評価した。

大気浄化特性は、実験室での通気試験と暴露試験での雨水分析により評価した。なお、本評価は、千葉県環境部大気保全課が主催した大気浄化モニターテスト「光触媒による大気浄化技術公開試験」に参加し、千葉県環境研究所で行ったものである⁷⁾。通気試験では、試験片表

面にUVランプを照射しながらNOガスを含む空気を通気し、入側および出側でのNOx濃度を化学発光式NOx計で測定し、NOx濃度の減少量からNOx除去特性を評価した。その評価方法を図5に示す。化学発光式NOx計は、NOとオゾン(O₃)による化学発光反応を利用してNO濃度を定量する装置であり、連続測定に適している(JIS B 7953 大気中の窒素酸化物自動計測器)。雨水分析では、暴露試験中に試験片表面を流れた雨水をポリタンクに捕集して2週間おきに回収し、イオン分析、pH測定を行った。(暴露場所:千葉県市川市、主要地方道 市川-浦安線沿道)

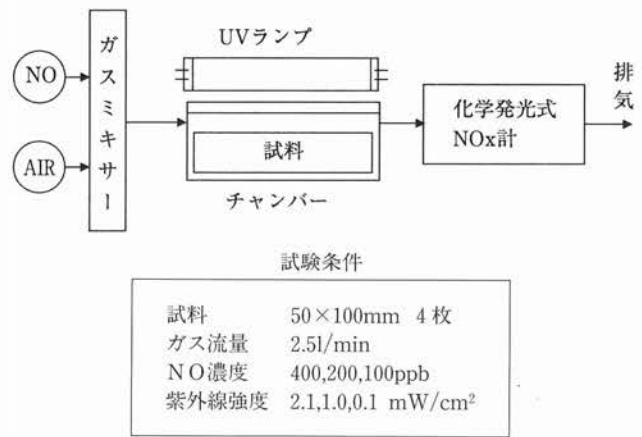


図5 大気浄化特性評価方法(通気試験)⁷⁾

Fig.5 Method of evaluation for atmosphere purification property of TiO₂ film (air-flow method).

4. 結果および考察

4.1 一般塗膜特性

一般的な塗膜特性の評価結果を表3に示す。塗膜密着性は良好であり、塗膜硬度は耐疵つきで7~9Hと非常

表3 塗膜の一般特性

Table 3 Basic properties of TiO₂ film.

評価項目	試験結果
一次密着性	100/100
二次密着性	100/100
鉛筆硬度(耐疵つき)	7~9H
耐マジック汚染性*	青:5, 黒:5, 赤:4.5
促進耐食性(SST)	3000時間後異常なし
促進耐候性(SW)	3000時間後異常なし
耐湿性(BBT)	3000時間後異常なし
複合サイクル試験(CCT)	3000時間後異常なし
屋外暴露試験	3年後異常なし

*5:優 ← 1:劣

に高い値を示した。耐マジック汚染性では、赤がわずかに残るものの、光触媒により分解されるため問題ないと考えている。また、塩水噴霧試験(SST)やサンシャインウェザー促進耐候性試験(SW)などの促進試験では3000時間経過後、全国暴露試験では3年経過後に錆の発生や塗膜のはく離などの異常は認められず、優れた耐食・耐候性を示した。

4.2 光触媒活性

4.2.1 汚れ分解特性

油分解特性の評価結果を図6に示す。光触媒塗装試験片表面にサラダ油を付着させてUVランプ(UV強度: $3\text{mW}/\text{cm}^2$)を照射した場合、24時間で約40%の油が分解された。油を付着させた時点では、試験片表面に油が液体状に付着し、べとついていたが、UVランプ照射24時間後には、少し茶色に変色していたものの油のべとつき感はほとんどなくなっていた。それに対し、比較材である無機塗装試験片では、UVランプ照射前後で重量変化はなく、試験片表面の油の付着状態にも変化が見られなかった。

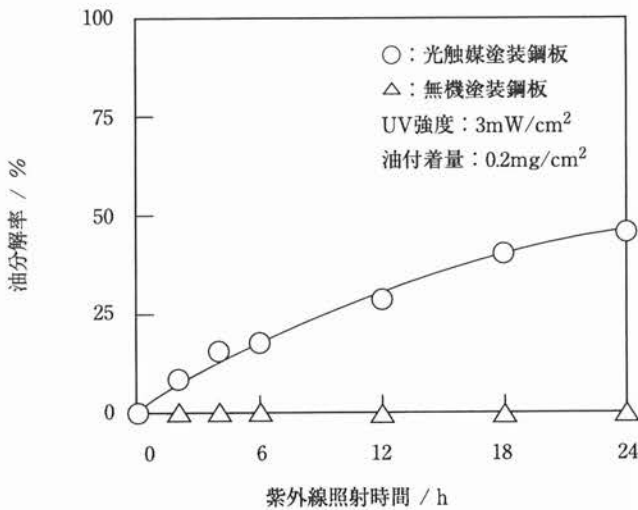


図6 油分解特性
Fig. 6 Oil-decomposition property of films.

ヤニ分解特性の評価結果を図7に示す。ヤニを付着させた試験片の右半分を光が当たらないようにアルミ箔で覆ってUVランプを15時間照射した結果、光の当たった左半分だけヤニが分解されて元の白い表面に戻っており、ヤニが分解されていることが確認された。

雨筋暴露の評価結果を図8, 9に示す。比較材である無機塗装鋼板とポリエステル塗装鋼板、特に有機物汚染成分との親和性の高い有機塗膜であるポリエステル塗装鋼板の表面が短期間で汚れて明度(L値)が大きく低下したのに対し、光触媒塗装鋼板表面は光の弱い北向きでも

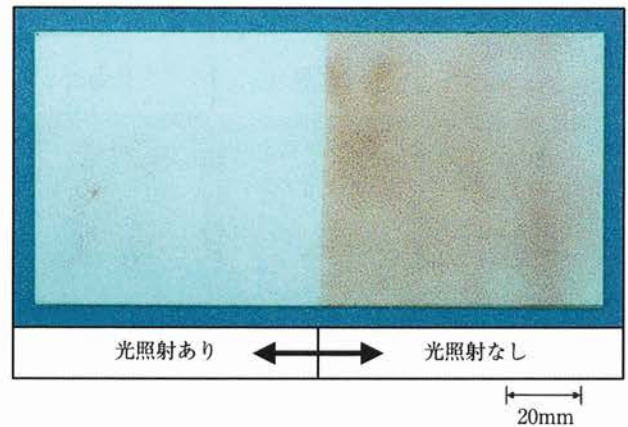


図7 ヤニ分解特性試験材の外観(紫外線照射: $3\text{mW}/\text{cm}^2$)
Fig. 7 Appearance of TiO_2 film after tar-decomposition (UV irradiation: $3\text{mW}/\text{cm}^2$).

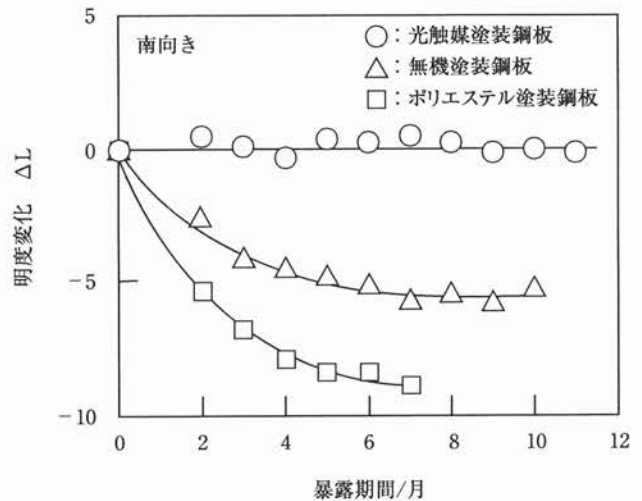


図8 雨筋暴露試験材の明度変化
Fig. 8 Change of brightness index of films in rain-striped foul exposure.

ほとんど汚れの付着は認められず、明度も暴露初期の値を保っていた。バス駐車場暴露の評価結果を図10に示す。比較材であるフッ素塗装鋼板と無機塗装鋼板の表面には汚れが堆積して真っ黒になっていたのに対し、光触媒塗装鋼板表面にはほとんど汚れが付着していなかった。

油分解試験において、UV照射により開発材の重量や油の付着状態が変化したのに対して比較材では変化が見られなかったことは、油がUVそのものによって分解されたり、揮発したりしたのではなく、実際に光触媒によって分解されたことを示すと考えられる。

光触媒による有機物分解においては、 $\cdot\text{OH}$ ラジカルが消費され、アルデヒドやケトンなどの中間体を経て、最終的に CO_2 と H_2O に分解されると考えられている^{1,2,8)}。



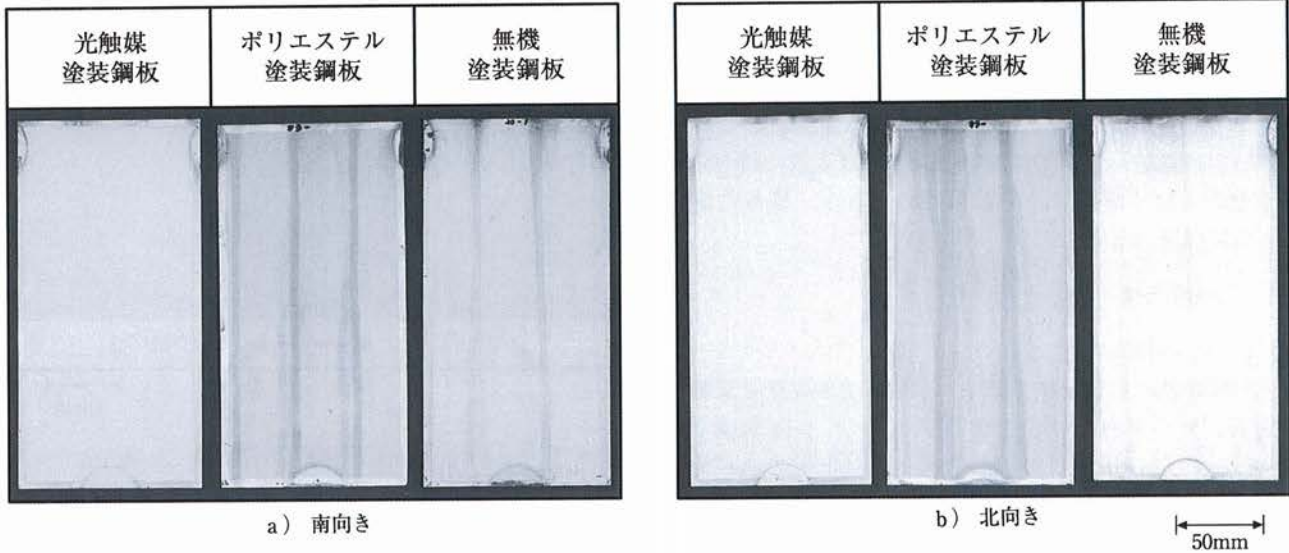


図9 雨筋暴露試験材の外観(暴露期間：1年間)
Fig. 9 Appearance of films after 1-year rain-striped foul exposure.

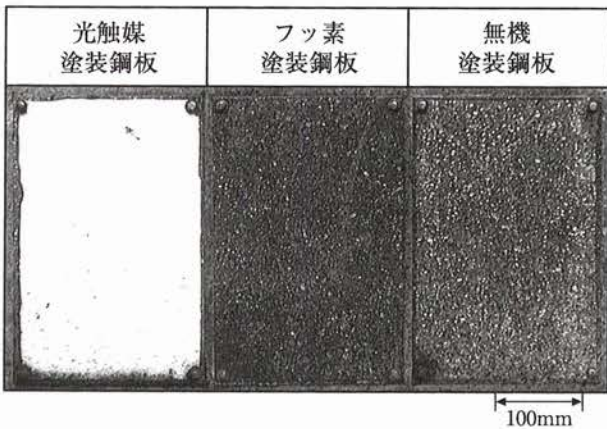


図10 バス駐車場暴露試験材の外観(暴露期間：2年間)
Fig.10 Appearance of films after 2-year bus-park exposure.

一方、図1にも示したように、光触媒反応の開始剤である・OHラジカルは正孔(h⁺)とH₂Oとから生じる。



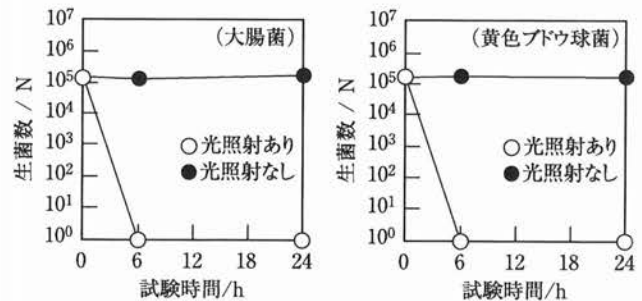
この様に、反応の前後でH₂Oが消費されると同時に生成しており、光触媒反応においてH₂Oは非常に重要な役割を果たしているといえる。本開発材において、バインダーとして用いているSiO₂は、吸湿材として知られるシリカゲルと同一成分であり、また、ゾルゲル法では加水分解-重合反応でのゲル骨格(酸化物骨格)と溶媒(水、アルコール)との分相反応を利用するため、一般にポーラスで比表面積の大きい構造をとることが知られている⁹⁾。そのため、塗膜は非常に高い吸湿性を有しており、常に・OHラジカルの原料となるH₂Oが保持されており反応

が起りやすいだけでなく、分解生成物でもあるH₂Oを反応系から吸着除去し、反応が飽和するのを防いでいる。その結果、本開発材は優れた光触媒活性を示すものと考えられる。

また、光触媒による有機物分解では、光が届かなければ光触媒活性は発揮されず、有機物分解は起らない。バス駐車場暴露において、経時的に比較材表面を真っ黒に覆うほどの汚れを光触媒が分解することができたのは、汚れの分解速度が汚れの付着速度を上回っていたためであり、わずかな汚れの付着と分解とを繰り返すような環境であれば、かなり汚れの発生をひどい場所でも長期間にわたり汚れ分解効果を持続すると考えられる。

4.2.2 抗菌特性

抗菌特性の評価結果を図11に示す。光触媒試験片では、大腸菌および黄色ブドウ球菌のいずれについても光照射



委託試験先：(財)日本食品分析センター(第100032816号)

図11 抗菌特性
Fig.11 Antimicrobial property of TiO₂ film.

開始6時間後には生菌数は<10(検出限界以下)にまで減少していた。抗菌性の有無の基準は明確には規定されていないが、一般的な評価として抗菌試験24時間後の滅菌率が99%以上のものを抗菌性ありとするとの指標があるので、それにならって評価した。本開発材は試験時間6時間の時点で既に99.99%以上の滅菌率を示しており、抗菌性およびその即効性のいずれも非常に優れているといえる。細菌は短時間で分裂を繰り返し増殖することが知られており、例えば大腸菌では10~15分毎に分裂し、1個の細胞が5時間で100万個以上に増えるといわれている¹⁰⁾。本開発材のように短時間で強い抗菌効果を示すことは、細菌の増殖抑制に非常に有効であり、院内感染防止などに役立つと考えられる。

抗菌剤および光触媒による抗菌作用の特徴を表4に示す。金属イオンや有機系抗菌剤などの一般的な抗菌剤は、生理学的作用を利用したものが多く、そのため、菌自体は死滅しても毒素を発生したり、あるいは耐性菌が発生する可能性があり、その効果を持続させるためには継続して使用することが必要であると考えられる。それに対し、光触媒では・OHラジカルなどの活性酸素種が菌を構成する蛋白質などに化学的に作用して変性・分解することにより抗菌効果を発揮する^{1,2)}。そのため、死滅した細菌が出す毒素もいっしょに分解することができ、耐性菌発生の恐れもないと考えられる。光が照射されていればその効果は持続することとも合わせ、我々の生活の場で広く使用できる材料であるといえる。

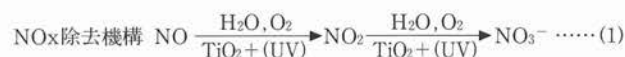
表4 抗菌剤および光触媒による抗菌作用の特徴
Table 4 Comparison of antimicrobial properties of antimicrobial agents and photocatalyst.

	抗菌剤	光触媒
抗菌性成分	金属イオン(Ag ⁺ , Cu ²⁺ など) 有機系抗菌剤 酸化剤(塩素, 過酸化水素など)	活性酸素 (ヒドロキシラジカル, 過酸化水素など)
作用	生理学的作用 ・毒性生理活性阻害 化学的作用 ・酸化分解	化学的作用 ・酸化分解
作用範囲	抗菌剤溶液と接触した個所 (溶液の飛散, 流出あり)	光触媒表面 (表面からの飛散, 流出なし)
人体への影響	多くの場合あり	ほとんどなし
残留物	死骸残存 毒素発生の場合あり (O-157など)	死骸, 毒素も分解
耐性菌	発生する場合あり	発生しない
適用性	効果を持続させるためには 継続した使用が必要	光が照射されていれば 効果持続

4.2.3 大気浄化特性

光触媒による大気浄化において、NOはNO₂を経て最終的にNO₃⁻にまで酸化される(式1)。ところが、中間生

成物であるNO₂ガスが大気中に放出されると、NOxトータルで見ると除去されたことにならないだけでなく、NOより有害なNO₂が増えることにより、かえって大気汚染を悪化させることとなる。そこで、通気試験によるNOx除去特性評価においては、NOの減少量だけでなくNO₂の発生量も合わせてNOx除去率を求めた(式2)。



$$\text{NOx除去率} \quad N = \frac{A_1 - (A_2 + B_2)}{A_1} \times 100 (\%) \dots\dots\dots (2)$$

A₁: 初期NO濃度, A₂: 反応後NO濃度, B₂: 反応後NO₂濃度

NOx除去特性の評価結果を表5に示す。NO濃度およびUV強度を変化させて、光触媒試験片のNOx除去特性を調べた結果、いずれも80%以上のNOx除去率を示した。塗膜のバインダーがポーラスなSiO₂であることにより、通気ガス中のNOガスを吸着除去しやすいことに加え、中間生成物であるNO₂ガスがNO₃⁻に酸化されるまで塗膜中に吸着保持することができるため、優れた

表5 通気試験によるNOx除去特性
Table 5 NOx removal property of TiO₂ film in air-flow method.

UV強度	NO濃度	400ppb		200ppb		100ppb	
		NOx除去率(%)	NOx捕集量(mg/m ² ·h)	NOx除去率(%)	NOx捕集量(mg/m ² ·h)	NOx除去率(%)	NOx捕集量(mg/m ² ·h)
光触媒	2.1mW/cm ²	89.6	5.2	86.1	2.5	87.9	1.3
	1.0mW/cm ²	90.4	5.2	90.9	2.7	90.3	1.4
	0.1mW/cm ²	83.1	4.7	87.2	2.6	89.3	1.3
	0.0mW/cm ²	2.1	0.1	0.9	<0.1	0.8	<0.1
無機	2.1mW/cm ²	4.9	0.3	5.0	0.2	4.1	0.1
	0.0mW/cm ²	2.2	0.1	2.2	0.1	0.8	<0.1

NOx除去特性を示したと考えられる。一方、光を照射しない場合および比較材である無機塗装鋼板では、NOx除去率はいずれも5%以下の低い値であった。

また、暴露試験においては、大気中のNOxやSOxは光照射時に光触媒に接するとNO₃⁻, SO₄²⁻イオンに酸化されて塗膜中に蓄積され、それらイオンは降雨とともに洗い流される。沿道暴露期間中の降雨量, UV照射量, NOx濃度の変化を図12に示す。暴露場所は千葉県でも大気汚染の著しい場所であり、特に11月以降はNOx濃度が高く、ほとんど雨が降らない状況であった。暴露試験期間中に試験片表面を流れた雨水の分析結果を図13, 14に示す。図13に示すように、比較材である無機塗装鋼板の回収雨水からも大気中でNOx, SOxが自然酸化されて生成した硝酸や硫酸による酸性雨の影響でNO₃⁻, SO₄²⁻イオンが検出されたが、光触媒塗装鋼板では比較

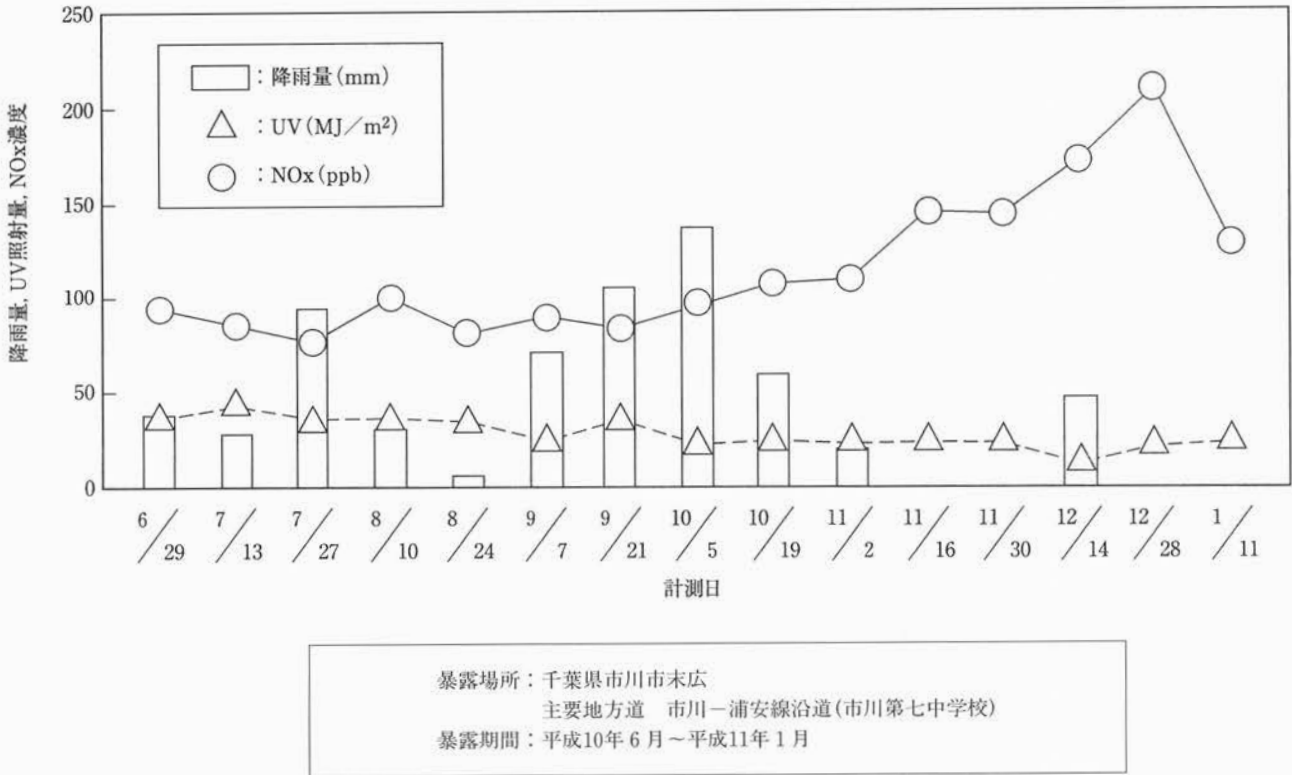


図12 沿道暴露期間中の降雨量, UV照射量, NOx濃度の変化⁷⁾
 Fig.12 Changes of rainfall, UV irradiation and NOx concentration during road-side exposure.

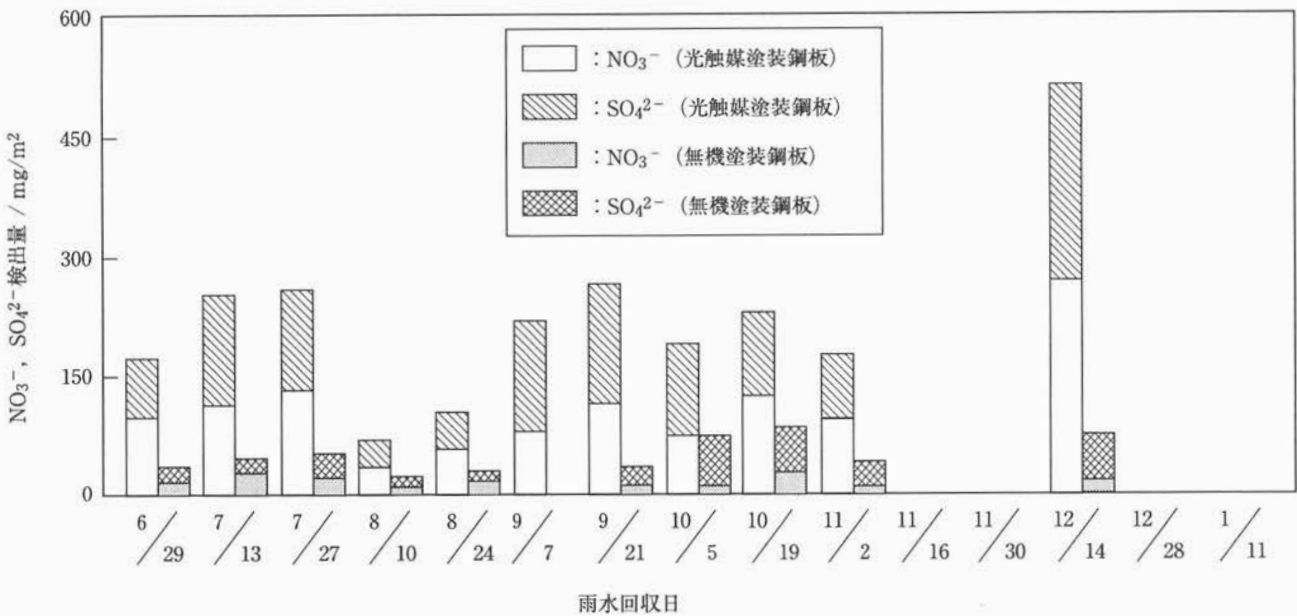


図13 沿道暴露試験での雨水中のNO₃⁻, SO₄²⁻イオン検出量⁷⁾
 Fig.13 Amounts of nitric and sulfuric anions on rain-water analysis.

材に比べ非常に多くのNO₃⁻, SO₄²⁻イオンが検出された。気候やNOx濃度の変動などの影響はあるが、酸性雨の分を差し引いて単純に平均すると、光触媒塗装鋼板1m²で

一年あたりNO₂が約30mmol, SO₂が約20mmol除去できる計算となる。通気試験において光触媒塗装鋼板が優れたNOx除去特性を示したのと同様に、実環境における暴

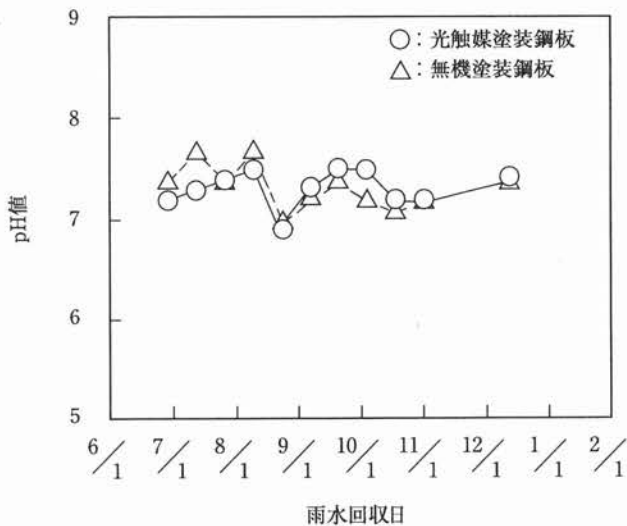


図14 沿道暴露試験でのpH変化⁷⁾

Fig.14 Change of pH value on rain-water analysis.

露試験でも光触媒反応によりNO_x, SO_xが効率よく除去されていることが確認された。しかも、雨が降らない期間においてもNO₃⁻, SO₄²⁻イオンは塗膜に蓄積されており、保持能力が高いことも確認された。さらに、NO_xやSO_xが分解されて硝酸や硫酸となり、試験片表面から酸性の雨水が排水溝などに流れ出し環境へ悪影響を及ぼすことが懸念されたが、雨水のpHを測定した結果、図14に示すようにpH=6.5~8の中性域の値を示していた。これは、元々大気中のNO_x, SO_xがppm以下の極低濃度であるために生成する硝酸や硫酸が極微量であることに加え、別の大気汚染物質の一つであるアルカリ金属酸化物などの灰分を含むアルカリ性の浮遊煤塵などによって、硝酸や硫酸が中和されることによると考えられる。

大気中に拡散した極低濃度のNO_xやSO_xを工業的に処理するためには濃縮・加熱に膨大なエネルギーを消費し、さらなる大気汚染を引き起こすため現実的ではない³⁾。それに対し、光触媒を利用する場合は、一旦建物の外壁などに施工すれば、太陽光が照射され、時折雨が降るだけで、NO_x・SO_xの塗膜への吸着、酸化分解、NO₃⁻, SO₄²⁻イオンの塗膜からの脱離が繰り返し起こり、人工的なエネルギー負荷なしに大気が浄化されると考えられる。

5. 結 言

汚れ分解特性や抗菌特性、大気浄化特性などの機能を有する環境浄化型塗装鋼板を得ることを目的として、光触媒塗装鋼板の開発を行った。開発材の特性は、以下のとおりであった。

- (1) 光触媒により分解される有機物を全く含まない完全無機塗膜とすることにより、耐候性に優れた塗膜構成とすることができた。

- (2) ラボテストでサラダ油やヤニの分解が確認されただけでなく、暴露試験においても長期間清浄な表面を持続しており、優れた汚れ分解特性を示した。
- (3) 大腸菌および黄色ブドウ球菌に対し、短時間で優れた抗菌特性を示した。
- (4) 通気試験、および暴露試験において、NO_x, SO_xの分解が認められ、大気浄化特性を有していることが確認された。

参考文献

- 1) 藤嶋昭, 橋本和仁, 渡部俊也: 「光クリーン革命」(シーエムシー), (1997)
- 2) 「光触媒反応の最近の展開」第1回シンポジウム(1994) - 第7回シンポジウム(2000)
- 3) 竹内浩士, 村澤貞夫, 指宿堯嗣: 「光触媒の世界」(工業調査会), (1998)
- 4) 日本化学会編: 「化学便覧(基礎編)」(丸善), (1988) II-475
- 5) 安岡悦章: 工業材料, 45 [10], (1997), 80
- 6) 竹田博光編: 「セラミックコーティング」(日刊工業新聞社), (1992), 81
- 7) 平成10年度「光触媒による大気浄化技術公開試験」報告書(千葉県環境部), (1999)
- 8) 菊池良彦: 橋本「光機能変換材料」プロジェクト研究概要集 平成11年, (1999), 246
- 9) 作花 済夫: 「ゾル-ゲル法の科学」(アグネ承風社), (1996), 590
- 10) 日本防菌防霉学会編: 「防菌防霉ハンドブック」(技報堂出版), (1997), 1119