

Ⅶ-115

光触媒技術の高速道路への適用性検討

日本道路公団試験研究所 正会員 山本 稔
 同上 非会員 清水 宏志
 同上 非会員 紺野 義仁

1. はじめに

近年、大都市域の大気汚染は著しく、大気環境の改善の兆しが見えない状態である。その中で、二酸化チタンを用いた光触媒技術は大気浄化機能を有する新しい技術であり、初期投資・維持費が安く済み、設置スペースを殆ど必要としない特長を有する。しかしながら光触媒技術はまだ定量的な効果の把握ができていないこと、無害化の過程が分かっていないのが現状である。本報告では既存の文献やメーカーのヒアリング結果から光触媒によるセルフクリーニング、大気浄化の高速道路への実用化に向けた取り組みについて述べる。

2. 光触媒を利用した技術の現状

(1) 光触媒の原理

白色顔料として用いられる二酸化チタンは、白色の固体で安全性も高い物質である。光触媒の脱硝効果原理を図-1に示す。二酸化チタンに紫外線（波長約380nm以下）が当たると電子が放出され、放出された跡には活性の高いホール（正孔）が形成され酸化作用がある。また二酸化チタン表面にはスーパーオキシドイオン（ O_2^- ）が生成され、還元作用がある。強力な酸化還元反応により防汚、消臭、抗菌及び超親水性等の能力があり、脱硝性能維持には適度な光量と水を必要とする。

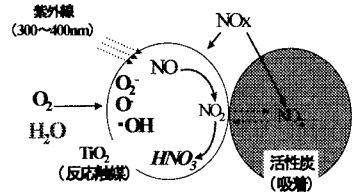


図-1 光触媒の原理

(2) 光触媒の優位性

現在の脱硝技術には機械脱硝・土壌脱硝・光触媒の3種類があり、各脱硝技術の特徴を表-1に示す。脱硝建材の脱硝性能が上げれば、初期投資が安く維持費が不要であり、設置スペースも殆ど必要としないことから、光触媒が今後の脱硝技術の主流になる可能性を有している。

表-1 各種脱硝技術の特長

	初期投資	維持費	設置スペース	脱硝性能	備考
機械脱硝	高い	高い	ある程度必要	かなり高い	大量の電力を消費
土壌脱硝	高い	高い	道路と同面積程度の土地が必要	条件が揃えば高い	大気吸引時に電力消費 土中の湿度管理が必要
光触媒	安い	不要	道路構造物への利用が可能	低い	NOx除去と同時に硝酸を生成 定期的な降雨、光が必要

3. メーカーヒアリング結果

メーカーからヒアリングした結果、塗布・吹付け・コーティング・ディップ等様々な工法を用いて二酸化チタンを建材に付着させていること、耐久性・脱硝性能には明確な有為差がないことが分かった。それらの中で最良であったものは塗布型で現場施工が可能、脱硝能力が $0.7\text{mmol/m}^2\cdot\text{h}$ であり、脱硝能力は強制吸引した模擬汚染ガスの濃度減少量にて NOx 除去量は算出されている。

光触媒、セルフクリーニング、大気浄化、シミュレーション、高速道路

東京都町田市忠生1-4-1

TEL 042-791-1621

FAX 042-792-8650

4. NO_x 除去シミュレーション

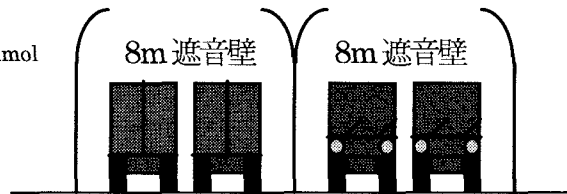
3章で述べた $0.7\text{mmol/m}^2 \cdot \text{h}$ の脱硝能力を用いて、高速道路へ適用した場合のシミュレーションを行う。

（1）試算条件

- 脱硝能力 : $7\text{mmol/m}^2 \cdot \text{日}$ （1日 10 時間の日照）
- 設置範囲 : 道路両脇・中分に 8m の脱硝能力を有する遮音壁が立っているとする。（図－2 参照）
- 交通量 : 8 万台／日、大型車混入率 40%
- NO_x 排出量：大型車 0.19mmol/m （100km/h 時）、小型車 0.006mmol/m （100km/h 時）

（2）試算結果

- 1 m 当たり NO_x 排出量は
 $80,000 \times (0.19 \times 0.4 + 0.006 \times 0.6) = 6368\text{mmol}$
- 遮音壁面積は道路 1m あたり 32m^2 なので
 $7 \times 32 = 224\text{mmol}$ 除去できる。
- $224/6368 = 0.035$ から、全 NO_x 排出量の内、
 3.5%除去できたことになる。

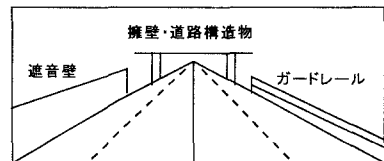


図－2 仮想路線

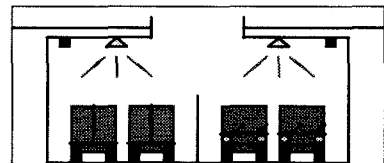
実験室レベルのデータでただだか 3.5%程度の除去能力であるが、現在の 5 倍程度まで性能を上げれば全 NO_x 排出量の 20%弱を削減可能である。そのためには実験室レベルの性能を沿道曝露時にも維持する必要があるし、その場合には生成量も増加することが予想され、本格的な脱硝対策を考える必要がある。

5. 光触媒を利用した建材及び道路への適用

光触媒を利用した建材には、汚れの元となる油分を分解するセルフクリーニング性能を重視したセルフクリーニング建材、NO_x・SO_x等大気汚染物質を除去することを目的とした脱硝建材の二つに分けられる。図－3、図－4に適用可能場所の例を示す。図に示すように高速道路では遮音壁・透光板・コンクリート擁壁・ガードレール等の道路構造物に適用可能である。大気汚染の著しい道路に設置することが望ましく、いずれの場合でも光と水が当たるのが必須条件である。特に半地下構造では暗所部分が多いことから、十分な光と定期的な洗浄が行えるよう検討する必要がある。



図－3 高速道路構造物



図－4 高速道路半地下構造

6. 今後の展開

脱硝建材が室内試験において良い成績を残しても、屋外に設置した場合は NO_x 除去能力が著しく低下していることが多い。NO_x 除去能力低下原因の一つは光触媒が分解対象を選べないことであると思われる。確かに活性炭を含ませることにより NO₂ を吸着させることができるが、炭化水素等他の難分解性の気体も吸着させているのではないだろうか。炭化水素はディーゼルエンジンから多く排出される物質であり、NO_x 除去の妨げになっていると考えられている。炭化水素の分解には NO₂ を分解する以上の光量を必要とするからであり、炭化水素等による影響を受けず光触媒による強力な酸化還元力の大半を NO₂ の分解に使うことができれば今以上の性能を発揮できるはずである。脱硝建材では対象物が 3 次元的な動きをするため脱硝建材の多孔質化・多層化をすることで、NO_x 除去能力向上につながると思われる。

今後、セルフクリーニング及び大気浄化効果の炭化水素による影響も考慮した室内試験・屋外試験を行い、高速道路沿道に適用可能な条件（光・水）や設置方法の検討を行っていく予定である。