

<研究発表>

新幹線車両用光触媒脱臭装置の開発

田中芳親, 文 相詰, 仲村亮正

東海旅客鉄道(株) 総合技術本部 技術開発部

(〒485-0801 愛知県小牧市大山 1544-33 E-mail:yoshichika.tanaka@jr-central.co.jp)

概要

本年7月より営業運転を開始した東海道・山陽新幹線用新型車両N700系(Fig.1)では、受動喫煙防止に積極的に対応するため「全座席禁煙」とし、一部車両に喫煙ルームを設置することとした¹⁾。喫煙ルームには、煙やにおいが通路や客室に流入することのないよう強制排煙装置を設置するとともに、たばこ臭の除去性能を大幅に向上させた光触媒フィルタを利用した光触媒脱臭装置を搭載した。これによって禁煙、喫煙双方の要望に対応している。この新幹線車両用光触媒脱臭装置は、JR 東海 技術開発部において取り組んでいる機能材料研究の成果のひとつであり、本稿では、この光触媒脱臭装置の開発経緯と概要について報告する。

キーワード: 光触媒, 脱臭装置, 新幹線車両, 禁煙, たばこ臭

1. 機能材料開発の取り組み

JR 東海 技術開発部では、「鉄道のブラッシュアップ」と「新しい分野への挑戦」の2本柱を軸に、技術の蓄積と研究開発に取り組んでいる。このうち「新しい分野への挑戦」の重要なテーマである「機能材料」については、酸化チタンの光触媒機能を活かした脱臭フィルタやセルフクリーニングガラス、導電性ダイヤモンドを用いたオゾン水生成装置など新しい分野の研究開発にチャレンジしている²⁾。このうち光触媒に関する研究成果として、従来のものより大幅に脱臭性能を向上させた光触媒セラミックフィルタと、その性能を有効に引き出す光触媒フィルタ配置方法の開発がある。新幹線車両用光触媒脱臭装置は、これらの技術を応用して構成した。



Fig.1 N700系新幹線車両

脱臭を行うフィルタに見られるような吸着平衡や目詰まりによる脱臭効果の低下が生じにくく、脱臭効果が持続する。

2. 光触媒フィルタの脱臭作用

光触媒とは、反応の前後で自分自身は変化しないが、光のエネルギーを使って、他の物質の反応を促進するものと定義されている³⁾。代表的な光触媒には酸化チタン(TiO_2)があり、この酸化チタンに光(近紫外線)を照射すると、酸化チタンの表面に強い酸化力が生じ、光触媒の表面に吸着した物質を分解する。たばこ臭気のような有機物は酸化されて、最終的に二酸化炭素と水に分解される。

光触媒セラミックフィルタによる脱臭効果は、次のような作用によって得られる。多孔質セラミックフォーム表面に酸化チタン膜を形成した光触媒フィルタの中を、有機物であるたばこ臭気成分を含んだ空気を通させると、フィルタ表面に吸着されたたばこ臭気成分は、紫外線(UV)ランプの照射により酸化チタンに生じる有機物分解作用によって、最終的には無臭の二酸化炭素と水に分解される。このように光触媒フィルタは、活性炭フィルタなどにおい成分の吸着によって

3. 光触媒フィルタおよび配置方法の開発

光触媒フィルタの性能向上を図るため、多孔質セラミックスフォームに酸化チタン膜を形成する技術を新たに開発した。この技術は、酸化チタン膜形成を、焼成温度を変えて2回行うことによって、従来品では相反する性質であった、高い光触媒活性と表面皮膜強度を両立させることに成功した(特許出願済)。この結果、光触媒フィルタの酸化分解性能と耐久性は従来品に比べ大幅に向上することができた。この技術を用いた光触媒フィルタの性能を確認するため、有機物分解特性を試験した。試験は1 m³密閉ボックス内で有機物を単体で発生させ、ボックス内の空気を循環させて、光触媒フィルタを通過させることにより、有機物濃度の変化から有機物分解量を測定する方法で実施した。測定の結果を Fig.2 に示す。この結果、独自開発技術による光触媒フィルタは、従来技術の光触媒フィルタより高い有機物の酸化分解性能を

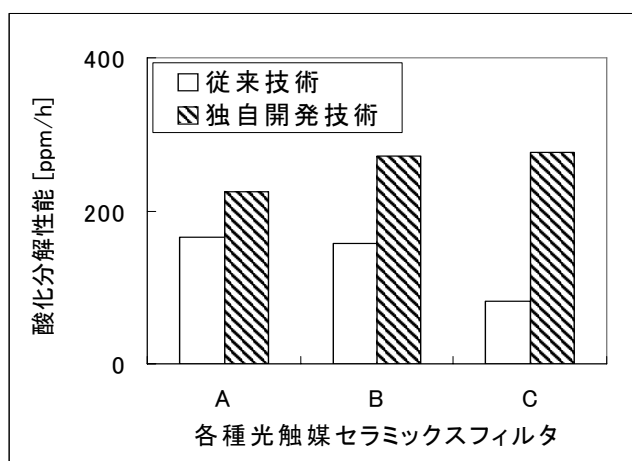


Fig.2 光触媒フィルタ性能比較



Fig.3 新幹線車両用光触媒脱臭装置(内部)

示すことが確認できた。

また、光触媒フィルタの効率的な配置方法についても検討を行い、光触媒フィルタに UV 光をより有効に照射できる配置方式を開発した。この方式は、奥行き方向に薄い筐体の中に細長い光触媒フィルタと UV 光源を交互に直列に配置することにより、光触媒フィルタ全面に UV 光を無駄なく照射できる技術である。このように、光触媒フィルタの有機物分解能力を向上させる技術と、光触媒フィルタに対し UV 光の効率的な照射をできる技術を開発することにより、さらなる高性能な光触媒脱臭装置を得ることを可能にした。

4. 新幹線車両用光触媒脱臭装置の開発

新幹線車両用光触媒脱臭装置は、前項に記した、独自開発による光触媒セラミックスフィルタの酸化チタン膜形成技術と、効率的な光触媒フィルタ、UV ランプの配置方法を利用することによって開発を行った。開発した新幹線車両用光触媒脱臭装置の内部構造を Fig.3 に示す。

本装置は光触媒フィルタ、UV ランプのほか、ファン、プレフィルタ、活性炭フィルタから構成されている。プレフィルタと活性炭フィルタは空気中の微粒子を吸着する機能を有しており、光触媒フィルタ表面にタールなどが付着することによって UV 光が遮蔽され、光触媒性能が低下することを防止して

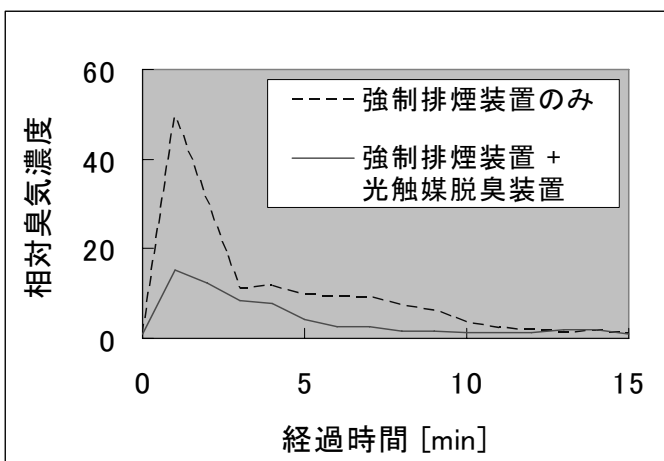


Fig.4 脱臭装置による臭気低減効果(喫煙ルームモックアップ)

いる。

この光触媒脱臭装置は N700 系新幹線車両に設置された喫煙ルームの天井に取り付けており、強制排煙装置とともに、たばこ臭気の効率的な低減を考慮した配置としている。

開発した光触媒脱臭装置の性能を事前に確認するため、モックアップおよび N700 系量産先行試作車に仮設した喫煙ルームにて性能確認試験を行った。試験は喫煙ルーム内でたばこを燃焼させ、強制排煙装置を運転させた状態で、脱臭装置運転の有無による臭気濃度の変化を測定した。モックアップにおける性能確認試験の結果を Fig.4 に示す。なお、Fig.4 の縦軸は、たばこ燃焼直前の臭気濃度を 1 とした相対臭気濃度を示している。測定の結果、本脱臭装置を運転することにより、喫煙ルーム内におけるたばこ臭気、特にピーク濃度を低減させることができ、臭気の高減時間も短縮できることが確認できた。

5. おわりに

今回、JR 東海における機能材料開発の成果である、高性能な光触媒セラミックスフィルタと光触媒フィルタ構成技術を活用した光触媒脱臭装置の開発を行い、新幹線車両の喫煙ルームにおけるたばこ臭気低減を図ることができた。

JR 東海においては、引き続き光触媒を含めた機能材料の開発を推進し、基礎的研究を深めていくとともに、機能材料の特性を活かした環境改善に貢献できる適用事例を増やしていきたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 田中守・吉江則彦, 「東海道・山陽新幹線直通用次世代車両「N700 系」量産車概要」, 『JREA』, 第 49 巻第 7 号, (2006 年), p.p.18-22
- 2) 藤嶋昭・小峰輝男・志知哲也, 「JR 東海における機能材料の研究開発 —光触媒とダイヤモンド電極—」, 『JREA』, 第 48 巻第 3 号, (2005 年), p.p.39-42
- 3) 藤嶋昭・瀬川浩司, 「光機能化学 —光触媒を中心にして—」, 昭晃堂, (2005 年), p.2 など