

流通方式による光触媒材料のアセトアルデヒド除去性能評価試験法

杉本賢一*¹、幅靖志*¹、山田圭二*¹、埜田博史*²

Test Method for Performance of Photocatalytic Materials on Removal of Acetoaldehyde Using Continuous Gas Flow Reactor

Kenichi SUGIMOTO, Yasushi HABA, Keiji YAMADA and Hiroshi TAODA

Industrial Technology Division, AITEC*¹ Ecological Ceramics Group, Materials Research Institute for Sustainable Development, AIST*²

現在、空気汚染物質の除去を対象とした光触媒材料の性能評価試験法の規格化が進められている。本研究は、この検討委員会に連動して、アセトアルデヒドの除去性能について連続ガス流通式装置（光触媒材料のNO_x除去性能試験法（JIS R 1701-1）で採用されている。）を用いる試験方法の適用を検討した。この結果、試験ガス濃度 5ppm とし、性能評価は除去されたアセトアルデヒド濃度及びアセトアルデヒドの分解により発生する二酸化炭素濃度により行う方法が適当であることがわかった。

1. はじめに

近年、酸化チタン(TiO₂)光触媒が環境浄化材料として注目され、空気・水の浄化、抗菌、防汚、防曇などの分野で利用が拡大している。これに対応して、効果確認・性能比較のための客観的で再現容易な試験方法の確立が望まれるようになり、2002年に光触媒標準化委員会が発足し、試験法のJIS化を検討している。

本研究では、アセトアルデヒド(CH₃CHO)を対象とした光触媒材料の空気浄化性能試験方法の試験条件の最適化を検討した。CH₃CHOは典型的な悪臭物質の一つであり、また、シックハウス症候群の原因化学物質と考えられている。室内環境指針値は48 μg/m³(0.03 ppm)である。本来であれば、この濃度に対応した試験法が必要と思われるが、測定の簡便性等を考慮し、より高濃度域（～10ppm）の試験における評価法を検討した。また、評価に際しては、分解によるCH₃CHOの減少だけでなく、分解生成物である二酸化炭素（CO₂）濃度による評価も検討した。

2. 実験方法

2.1 試験装置

試験装置は、JIS R 1701-1 に示されている、試料を入れた光照射容器に試験用ガスを連続して流通させる連続ガス流通方式のものを用いた。試験用ガスは、湿度調整した空気（ゼロガス）にCH₃CHO標準ガス（約 100ppm、窒素バランス）を混合して調製した。図1に光照射容器を示す。試験時には、窓板と平面状の試料（50mm × 100mm）の空間を試験用ガスが通過し、この時CH₃CHO

が分解される。紫外線照射は紫外線蛍光ランプ（20W）を光照射容器真上に2本並列に取り付けて行った。試験温度・湿度はゼロガスとCH₃CHOガスの混合器内で測定した。詳細な試験条件は表1のとおりとした。

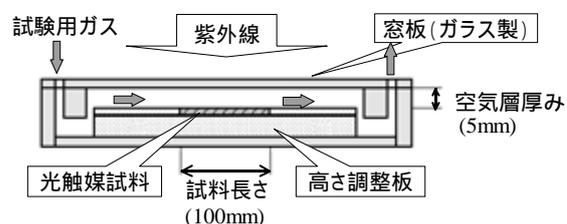


図1 光照射容器（断面）

表1 試験条件

項目	条件
試験用ガス流量	1.0L/min（乾きガス標準状態）
試験温度	25±3
試験用ガスの相対湿度	50%
試験紫外線照射強度	1.0mW/cm ²
試料前処理	紫外線照射（1mW/cm ² 、16h以上）

2.2 光触媒試料

基材、吸着剤の有無など種々の試料について試験を行い、試験条件を検討した。用いた試料を表2に示す。

2.3 CH₃CHO及びCO₂濃度の測定

光照射容器入口及び出口におけるCH₃CHO濃度測定はガスクロマトグラフ又は、ジニトロフェニルヒドラジン誘導体化固相吸着/溶媒抽出-HPLC法¹⁾で行った。CH₃CHOの分解により生じたCO₂濃度は非分散型赤外線式CO₂濃度計を用いて測定した。

*¹ 工業技術部 材料技術室 *² 独立行政法人産業技術総合研究所 中部センター瀬戸サイト サステナブルマテリアル研究部門 環境セラミックス研究グループ

表2 用いた光触媒試料

試料名称	特徴、製法など
光触媒紙シート(白)	吸着剤なし、空気清浄機用
光触媒紙シート(青)	吸着剤あり、空気清浄機用
P25	酸化チタン粉末(P25)をエタノールに分散し、10g/m ² となるようガラス板に付着し乾燥。
ST-01	酸化チタン粉末(ST-01)を上記方法で処理
メッシュ試料	樹脂製メッシュに光触媒を担持
波板試料	波板形状の多孔質粘土に光触媒を担持

3. 実験結果及び考察

3.1 除去試験評価方法

試験結果は式(1)及び(2)によりそれぞれ定義される「除去率(R)」及び「CO₂転化率(C)」によって評価することとした。ここで、[CH₃CHO]₀は試験用ガス中の初期(光照射容器入口における)CH₃CHO濃度(ppm)を、[CH₃CHO]は光照射容器出口におけるCH₃CHO濃度(ppm)を、[CO₂]はCH₃CHOの分解により発生したCO₂濃度(ppm)をそれぞれ表す。除去率は、光触媒試料による分解等により減少したCH₃CHO濃度の試験用ガス中のCH₃CHO濃度に対する比率を表すもので、光触媒試料のCH₃CHO除去能力を直に反映するものである。また、CO₂転化率は、空気中から除去されたCH₃CHOのうち、CO₂まで完全に分解された比率を表すものであり、吸着能力が大きい試料や、CH₃CHOを完全に分解できない光触媒試料を見分ける場合に有効と思われる。CH₃CHOがCO₂まで完全に分解された場合、2当量のCO₂を生じるため、CO₂転化率は式(2)で表される。除去率及びCO₂転化率の計算は紫外線照射後、[CH₃CHO]及び[CO₂]が一定になった後の値を用いた。これらの値は、[CH₃CHO]₀や光触媒試料の種類にもよるが、紫外線照射後、概ね1時間以内に一定になった。試験結果の一例を図2に示す。

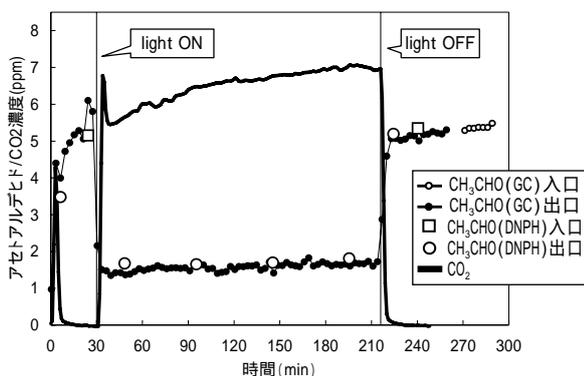


図2 試験結果の一例

$$R = \frac{[CH_3CHO]_0 - [CH_3CHO]}{[CH_3CHO]_0} \times 100 \quad \dots \quad (1)$$

$$C = \frac{[CO_2]}{([CH_3CHO]_0 - [CH_3CHO]) \times 2} \times 100 \quad \dots \quad (2)$$

3.2 試験用ガス濃度の検討

表2に示した各試料について、除去率の試験用ガス濃度依存性を調べた。図3に結果を示す。試験用ガス濃度1ppmと5ppmの間には除去率に大きな差はない。一方、10ppmでは除去率の低下が顕著であり、光触媒試料の実使用条件に最も近い1ppmの試験と同様の結果が得られるとは言い難い。したがって、試験用ガス濃度は、1ppmの試験と同様の結果が得られ、かつCO₂濃度の測定やGCによるCH₃CHO測定が容易な5ppmにすることが適当であることがわかった。

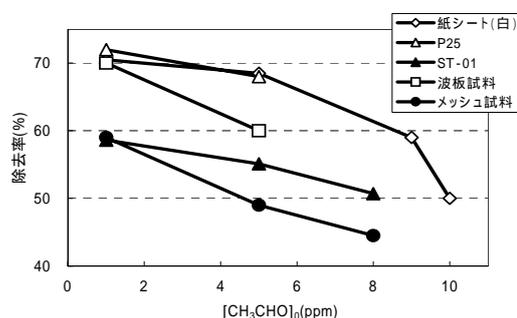


図3 試験用ガス濃度と除去率の関係

3.3 CH₃CHOの分解に伴い発生するCO₂について

CH₃CHOの分解により発生したCO₂濃度([CO₂])を見積もるために、紫外線を照射していない時間帯のCO₂濃度をブランクの濃度としてゼロ補正した。光触媒紙シート(白)、光触媒紙シート(青)、P25の各試料について、CO₂転化率を測定した。光触媒紙シート(白)、P25については、それぞれ、93%、106%の値が得られ、ほぼ2当量のCO₂が発生したが、光触媒紙シート(青)については、71%と小さい値となり、この試料ではCH₃CHOが完全に分解されない可能性が示唆され、CO₂濃度を測定することの有効性が示された。

4. 結び

流通式の光照射容器を用い、出口におけるCH₃CHO濃度及びCH₃CHOの分解により発生するCO₂濃度の両方を測定する方法によって、光触媒材料のCH₃CHO除去性能評価が可能であることが分かった。

文献

- 1) ISO 16000-3-2001(E) Indoor air - Part3 : Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds - Active sampling method

付記

本研究は光触媒標準化委員会空気浄化分科会の活動として、当該分科会委員と共同で実施したものである。