

活性炭素繊維を用いた NO の除去機構

前橋工科大学大学院工学研究科 学生会員 原 陽介
前橋工科大学建設工学科 正会員 滝川 哲夫

1. はじめに

窒素酸化物 (NO_x) は光化学スモッグや酸性雨の原因物質である。NO_x は主に化石燃料の燃焼過程から発生するが、その発生源は火力発電所、製鉄所などの固定発生源と自動車を代表する移動発生源に大別される。自動車は排気ガス対策として触媒が整備されているが、走行中常に運転モードが変化し、触媒性能も車齢の増加と共に低下し、一部の NO_x が触媒で除去できず、排気ガス中に残留する。その結果、都市部を中心に交通量の多い沿道では高濃度の NO_x が検出され、その対策が求められている。また、固定発生源から発生する排気ガス対策として、アンモニア接触還元法等が導入されているが、触媒が高価である上、アンモニア添加等の問題がある。活性炭素繊維は主成分が炭素であり、NO_x 分解活性を有し、新しい NO_x 除去材として注目されているが、NO_x 分解における除去過程は不明なところが多い。そこで、本研究では、炭素繊維を固定した管型流通式反応装置を用い、NO/N₂、NO/O₂/N₂ 系気相反応実験を行い、活性炭素繊維の NO 除去機構について検討した。

2. 実験方法及び実験装置

図 1 に本研究に使用した実験装置の概略図を示した。NO 除去装置は反応ガス、流量調整装置、反応管から構成されており、ガス流量、ガス組成を自由に制御できるように工夫した。反応管には市販の活性炭素繊維 (2g) を固定した。実験は反応管入口ガス組成、炭素繊維種類を種々変化させることにより行った。本研究では K1500、KF1000、KF1700、及び、FE200 の 4 種類の炭素繊維を用いた。実験の際、各反応管入口の各ガス成分濃度が設定値になるよう個々のコントロールバルブにて流量を調節し、NO 及び NO_x の反応管出口濃度を連続測定した。NO 脱着装置は電気炉、N₂ ガス、流量計、試料管、クーラー

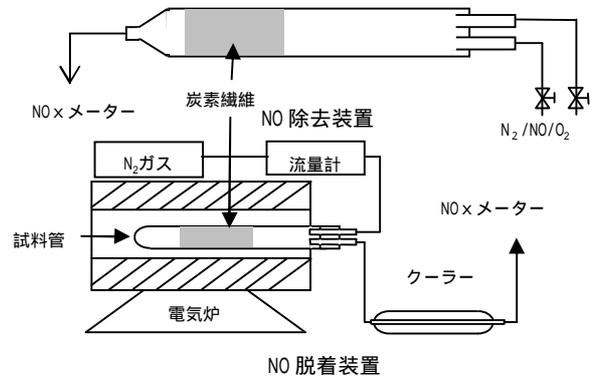


図 1 実験装置概要図

から構成されており、NO 及び NO_x の反応管出口濃度を連続測定した。NO 濃度は NO_x メーター (ベスト測器 BCL-511) 、O₂ 濃度は TCD ガスクロマトグラフ (HITACHI-G5000) で測定した。

3. 実験結果及び考察

図 2 は NO 濃度 20ppm、処理時間 1 時間、気温 22.1 ~ 25.0、流量 1.5L/min の条件下で、炭素繊維の種類を変化させその影響を調べた実験結果である。K1500、KF1000、KF1700 炭素繊維を用いた場合、全実験範囲において、NO 濃度低減はいずれも 1.5ppm 以下で大きな差はなかった。これらに対して、FE200 炭素繊維を用いた場合、処理時間 1 分における NO 濃度は 15.5ppm であり、処理時間が 1 分から 60 分まで増加すると、NO 濃度は 15.5ppm から 19.5ppm まで増加した。これは FE200 の NO 除去能力が他の炭素繊維と比較して高いことを示す。各炭素繊維による NO 除去量はそれぞれ 0.047mg、0.030mg、0.056mg、0.244mg であり、FE200 の NO 除去量は KF1000 の場合の約 8 倍であった。また、FE200 以外の炭素繊維の NO 除去量がほぼ同じであることは、これらの炭素繊維と FE200 の表面特性が異なることを示す。図 3 は NO 濃度 20ppm、処理時間 60 分、温度 22.4 ~ 26.0、流量 1.5L/min の条件下で、不活性ガス中、各活性炭素繊維を 800 で 1 時間焼成して活性度を

キーワード 活性炭素繊維, NO, 除去機構

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学建設工学科 TEL/FAX027-265-7355

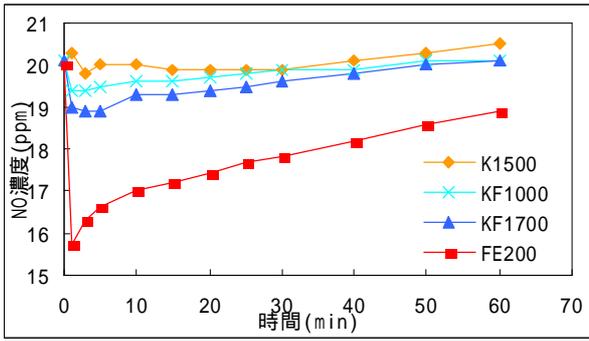


図2 NO除去に及ぼす炭素繊維種類の影響

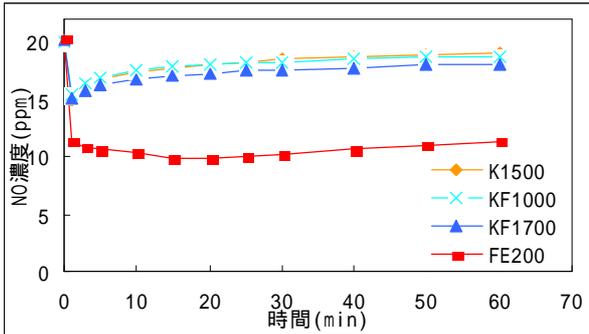


図3 NO除去に及ぼす炭素繊維活性度の影響

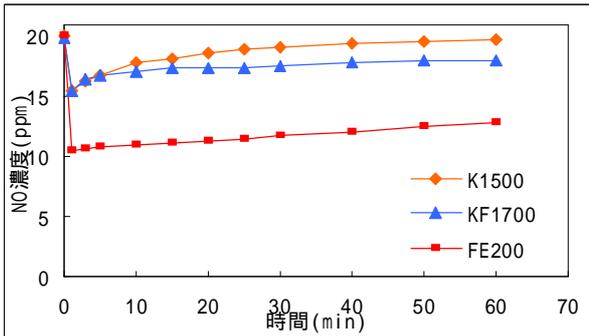


図4 NO除去に及ぼすO₂の影響

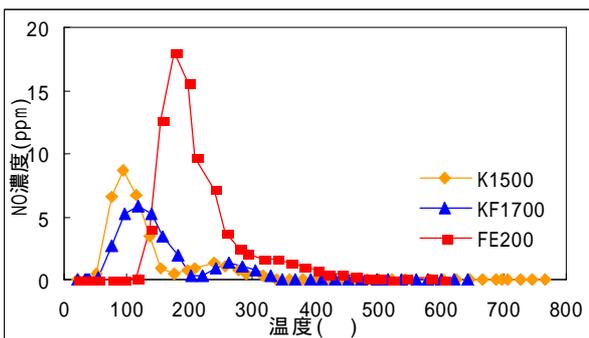


図5 NO脱着に及ぼす温度の影響

高め、その影響を調べた実験結果である。各炭素繊維によるNO除去量は、それぞれ、0.220mg、0.219mg、0.308mg、1.077mgであった。これらの結果と図2の場合とを比較すると、高温で活性炭素繊維を活性化することによりNO除去が促進されることがわかる。これは高温で炭素と結合している酸素が分離し、炭素繊維表面構造が変化した結果であると考えられる。

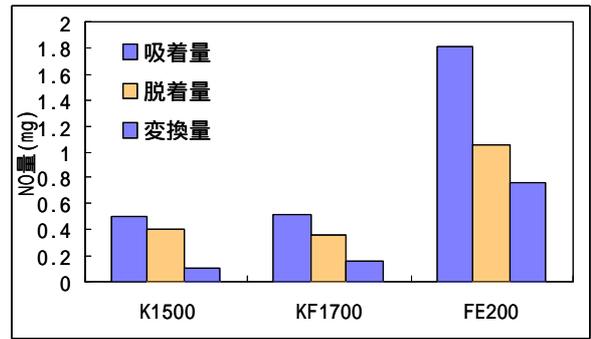


図6 炭素繊維におけるNO物質収支

図4はNO濃度20ppm、O₂濃度5%、処理時間60分、温度19.0~21.0、流量3.0L/minの条件下で、不活性ガス中、各活性炭素繊維を800で1時間焼成したものをを用い、NO除去に及ぼすO₂共存の影響を調べた実験結果である。図3の結果と比較すると各活性炭素繊維のNO除去量が増加していることがわかる。また、各炭素繊維のNO除去量はそれぞれ、0.502mg、0.520mg、1.812mgであった。これはO₂の共存がNO除去を促進することを示す。

図5はN₂流量2.0L/minの条件の下、温度を20~760の範囲で変化させ、NO脱着に及ぼす温度の影響を調べた実験結果である。K1500とKF1700は脱着のピークが2つあり、その挙動も似ていることから同じNO吸着メカニズムが存在しているものと考えられる。FE200はピークが1つだけであり、その温度も他の炭素繊維と異なる。これはFE200のNO吸着メカニズムがK1500やKF1700と異なることを示す。

図6は図4の実験結果から求めたNO除去量から図5の実験結果より求めたNO脱着量を引いた値をNO変換量とし、炭素繊維によるNOの物質収支を求めた結果である。FE200の場合、NO除去量とNO脱着量との差は約0.800mgであり、これはNOが炭素繊維に吸着除去され、同時に、その一部がN₂へ変換されたことを示す。

4. 結論

活性炭素繊維を用い、NO除去実験を行い、次のような結果が得られた。

- 活性炭素繊維はNOを除去することができる。
- 炭素繊維の高温活性化はNO除去能力を促進する。
- NOは炭素繊維表面に吸着され、同時に、その一部がN₂へ還元される。