都市ごみ焼却炉排ガスの接触還元脱硝法に関する研究*
(第2報, 触媒反応槽の基本特性)森 棟 隆 昭^{*1}, 平 山 直 道^{*1}Study of Catalytic Reduction of NO_x in Flue Gas
From a Municipal Refuse Incinerator
(2nd Report, Fundamental Characteristics of Catalyst Reactor)

Takaaki MORIMUNE and Naomichi HIRAYAMA

The catalytic reduction process of nitrogen oxide with ammonia was studied using a mixed gas of air, CO₂ and NO at the reaction temperature of 240°C. The catalyst used was V₂O₅-TiO₂ pellets, and the average diameter of the pellets was 5 mm. The volumetric concentrations of inlet gas were O₂ 19%, CO₂ 7~9%, NO 100~140 ppm and the remainder N₂ gas. The effects of aspect ratio of the catalyst packed bed, retention time, reaction temperature and linear velocity through the reactor on the NO_x removal efficiency were studied experimentally, and the change of reaction rate constant and the amount of leaked NH₃ were also investigated.

Key Words: Combustion, NO_x Removal Process, Pellet Catalyst Reactor, Mixed Gas, Removal Efficiency, Aspect Ratio, Retention Time, Linear Velocity, Reaction Rate Constant, Municipal Refuse Incinerator

1. ま え が き

都市ごみ焼却炉の排ガスに関しては, 最近の大都市圏での窒素酸化物(NO_x)総量規制とも関連してとくにNO_xの防除技術が問題になっており, 排出基準としては80~100 ppm(12%O₂換算)を目標として検討する必要がある。この基準を達成するには高温無触媒脱硝法⁽¹⁾や排ガス再循環法⁽²⁾⁽³⁾などが優れているが, 将来的には50 ppm以下の規制を予想すれば, 触媒を用いた接触還元脱硝法を検討しておくことが必要である⁽⁴⁾。前報⁽⁵⁾では乾式排煙脱硝テストプラントを製作し, 焼却炉の実排ガスを流して, 脱硝性能に及ぼす温度, 還元剤量, ガス流量, 触媒量などの影響や触媒の被毒, 劣化再生の状況について検討した。

本報では接触還元脱硝法を実炉に適用する場合の, 触媒反応槽の基本特性や設計条件を求めることを目的として, 実炉での排ガス温度, ガス成分濃度の変動により前報では考察できなかった触媒の低温時の特性, 脱硝性能に及ぼす触媒層の層高, 滞留時間, 空塔速度の影響, 反応速度定数の変化及び未反応還元剤の排出

量などについてモデルガスを用いて検討を加える。

記 号

A_R : 反応槽断面積比 = 槽管断面積/槽入口管断面積

A_s : アスペクト比 = 層高/層径 = L/D

a : 窒素酸化物の初期濃度

D : 触媒層径

k : 反応速度定数

L : 触媒層高

LV : 空塔速度 = 排ガス流量/反応槽断面積

m : アンモニアモル比 = NH_3/NO_x

SV : 空間速度 = 排ガス流量(単位時間当たり)/触媒層体積

T : 触媒層の平均温度

t : 触媒層滞留時間

v : 反応速度

u : 速度

ΔP : 触媒層の圧力損失

x : 窒素酸化物濃度の減少分

η : 脱硝率

ρ : 密度

* 昭和63年10月2日 北海道支部第29回講演会において講演, 原稿受付 昭和62年9月25日。

^{*1} 正員, 東京都立大学工学部 (〒158 東京都世田谷区深沢2-1-1)。

2. 実験装置と測定法

図1に実験装置を示す。ルーツブロワから送り出された空気は、オリフィスで流量測定の後、炭酸ガス(CO₂)が加えられ、ヒータ(5 kW)にて約300°Cに加熱されて、混合機において一酸化窒素(NO)と還元剤のアンモニア(NH₃)がさらに添加される。実排ガスではNO_xの90%以上がNOであることより、ここではNOを用いてモデルガスを作った。混合ガスは保温された反応槽入口管(JIS G3452 100A)を通して断熱層形の触媒反応槽(JIS 100A, 150A, 200A, 250A, 入口管との断面積比 A_R はそれぞれ1.0, 2.2, 3.8, 5.8)に流入する。反応槽内で脱硝反応が進行した後ガスは排風機で屋外へ排出される。

触媒は前報で用いたものと同じであり、TiO₂-V₂O₅の直径5 mmのペレットを用いて充てん層としており、見かけの空けき率は約41%である。実験条件は実炉への適用を考慮して、触媒層平均温度 $T=240^{\circ}\text{C}$ 、空間速度 $SV=5\,000\sim15\,000\text{ h}^{-1}$ 、空塔速度 $LV=0.2\sim1.5\text{ mN/s}$ 、触媒層での滞留時間 $0.1\sim0.4\text{ s}$ とし、モル比 $\text{NH}_3/\text{NO}=0.1\sim1.2$ とした。なお、本実験ではガス流量を一定(約 $48\text{ m}^3\text{N/h}$)としており、触媒量を増減させ層高(5~75 cm)、SV値を変えて実験を行った。また、脱硝性能の低温特性を求めるために、触媒層温度を 150°C まで漸次低下させた実験も行った。

温度の測定位置およびガスのサンプリング位置を図1中に示す。排ガスの分析方法は前報と同様である。未反応NH₃については、検知管法(JIS K 0099)を用いて触媒反応槽の後方で測定した。ガス温度はK熱電対(クロメル・アルメル)により計測した。モデルガスの成分の体積割合は槽入口でO₂ 19~19.5%、CO₂ 7~9%、NO 100~140 ppm、残りはN₂とした。な

図1 実験装置

お、銅、鉄の硫酸塩系触媒を用いた場合の脱硝率に対するO₂や硫酸化物(SO_x)などの影響を考察した笠岡らの結果⁽⁶⁾によると、脱硝率はSO_xによりほとんど不変であるが、SO_xの共存下ではO₂濃度の増大によって脱硝率が大きくなると報告されている。しかし、笠岡らの結果から、O₂が10%以上では脱硝率はほぼある値に漸近するものと判断される。これにより本研究においては、用いた触媒や反応の温度も異なるが、モデルガスのO₂濃度が実排ガスの場合(O₂=8~12%)より高いことの影響はないものと仮定した。また、実排ガス中に含まれるSO_xや水分および塩化水素(HCl)は、NH₃とともに酸性硫酸(NH₄HSO₄)や塩化アンモニウム(NH₄Cl)の生成原因となり、ダストとして触媒に付着し、触媒被毒成分である金属の硫酸塩や塩化物の生成原因となるが、これについては次報で検討するとして、本報ではモデルガス中には、SO_x、H₂O、

図2 注入アンモニアモル比と脱硝率の関係 (Reactor 150A, $SV=7\,000, 11\,000\text{ h}^{-1}$) 図3 注入アンモニアモル比と脱硝率の関係 (Reactor 200, 250A, $SV=5\,000, 15\,000\text{ h}^{-1}$)

HCl は含めないこととした。

3. 実験結果と考察

3・1 アンモニアモル比と脱硝率の関係 脱硝性能の実験結果例を図2, 3に示す。図中破線は等モル反応の場合を表す。これにより, SV 値の小さい場合に脱硝は等モル反応にほぼ従うことがわかる。また反応槽入口管 (100A) との断面積比の大きい 250A の反応槽の場合, モル比 (NH_3/NO) が 1 の場合の脱硝率は 80% 以下と低いことがわかる。これらの傾向は前報⁽⁵⁾の結果とも一致している。

3・2 触媒層温度と脱硝率の関係 間欠運転を行う焼却炉の起動, 停止時では, 排ガス温度は通常時よりも低下する。低温時における脱硝率の変化を求める

図4 触媒層温度と脱硝率の関係

ために, 触媒層温度を 240°C より漸次降下させた実験の結果を図4に示す。これよりモル比 1.0 で脱硝率 80% 以上を得るには, $\text{SV} = 6500, 14500 \text{ h}^{-1}$ でそれぞれ 180°C, 220°C 以上とする必要があることがわかる。なお, 触媒層温度 150°C においても $\text{SV} = 6500 \text{ h}^{-1}$ の場合には脱硝率は 50% 程度であるが, この場合, 未反応 NH_3 の排出濃度は注入した NH_3 濃度の半分近くであった。

3・3 触媒層のアスペクト比, 滞留時間, 空塔速度と脱硝率の関係 脱硝率に及ぼす触媒層の高さや反応槽の断面積比の影響を求めるために, 触媒層のアスペ

図6 滞留時間, 空間速度と脱硝率の関係

図5 アスペクト比と脱硝率の関係

図7 空塔速度と脱硝率の関係

クト比 A_s 、層での滞留時間 t 、空塔速度 LV などを用いてアンモニアモル比 1 の場合の脱硝率を整理して図 5～7 に示す。なお、図中の□印は前報のテストプラントでの触媒初期性能の結果を示す。

図 5 よりアスペクト比の増加とともに脱硝率は増加するが、後述する圧力損失 ΔP も増加することに注意を要する。200 A、250 A の反応槽の場合には低アスペクト比でガスの層内の滞留時間は短く、未反応 NH_3 の排出濃度は高いが、アスペクト比をわずかに増加することで脱硝率の急激な増加が達成される。図 5 中、 $SV=5\,000$, $15\,000\text{ h}^{-1}$ の破線は等 SV 値線すなわち滞留時間の等しい場合を示すが、等滞留時間ならば層径 D の小さいほうが空塔速度が大きくなり図 7 の考察で述べる理由で脱硝率は高い。

図 6 より、200 A、250 A の反応槽においてはモル比 1 で滞留時間はそれぞれ 0.1, 0.16 s 以上 ($SV < 19\,000$, $12\,000\text{ h}^{-1}$) で脱硝率 80% 以上が得られる。しかし、テストプラントでの結果 (図中□印) では 80% 以上とするには 0.25 s 以上必要である。この差違は実排ガス中の HCl , SO_x , 重金属, 水分等による触媒被毒が原因と考えられ、これについては続報で検討する。いずれにしても、高温無触媒脱硝法⁽¹⁾における結果、反応温度 $900\sim 950^\circ\text{C}$ 、モル比 1、滞留時間 0.6 s で脱硝率 40%、と比較すると接触還元脱硝法の脱硝率は高く滞留時間は短くてよい。

図 7 は脱硝率 η と反応槽内の空塔速度 (mN/s) の関係を示すが、ガスと触媒との接触時間すなわち滞留時間 (SV 値) を変えない場合、空塔速度が大きいくほど触媒の表面における反応成分の濃度の拡散速度が速くなり、触媒反応が促進される。図 7 では $SV=11\,000\sim 15\,000\text{ h}^{-1}$, $LV=0.3\text{ mN/s}$ 程度で脱硝率 80% が得られる。一方、テストプラントでの結果 (図中□印) では空塔速度 0.3 mN/s では SV 値を $7\,000\text{ h}^{-1}$ 以下としないと 80% 以上の脱硝は達成されない。

図 8 空間速度に対する反応速度定数の変化

3.4 反応速度定数の変化 NO_x の初期濃度 a とし、触媒層滞留時間 t の間に濃度で x だけ NH_3 と反応したとする。この反応速度 v を反応速度定数 k を用いて次式の一次反応式で表すと仮定する。

$$v = -\frac{d(a-x)}{dt} = k(a-x) \quad (1)$$

式(1)より次式を得る。

$$\frac{dx}{dt} = k(a-x) \quad (2)$$

式(2)を積分して初期条件、 $t=0$ で $x=0$ を代入し次式を得る。

$$\log\left(1 - \frac{x}{a}\right) = -kt \quad (3)$$

x/a は NO_x の転化率であり m をモル比 NH_3/NO_x とし

$$\frac{x}{a} = \frac{\eta}{m} \quad (4)$$

とする。式(4)を(3)へ代入し、また、 t が $1/SV$ に比例することを考慮したうえで、ここでは反応速度定数 k を次式で定義する。

$$k = -SV \log\left\{1 - \frac{\eta}{m}\right\} \quad (5)$$

図 6 を SV 値を横軸として書き換えると、前報⁽⁵⁾での結果と同様に脱硝率 η は SV 値の増加によりほぼ指数関数的に減少し、式(5)の妥当性を確認できる。モル比 $m=1$ の場合の実験値より k を計算して図 8 に示す。これより、反応槽 150 A、200 A、250 A の場合、 SV 値の増加に伴い k も増加し、これは、触媒がより有効に働くことを表している。しかし、図中のテストプラントの結果 (□印) では SV 値の増加によって、 k はむしろ減少する傾向にあり、また、 SV 値の増加に伴い本研究の k との差が大きくなることがわかる。これはテストプラントでは実排ガス中の触媒被毒成分の存在によって、 SV 値が大きい場合に触媒の活性劣化

図 9 触媒層温度に対する反応速度定数の変化

が著しいためと考えられる。なお、 k と触媒層温度の関係については、図4から k を計算して図9に示すが、触媒層温度200°C以上でSV値が大きいほうが k が大きいことがわかる。

3.5 空間速度と触媒反応槽の圧力損失の関係
反応槽の圧力損失をSV値で整理して図10に示す。図中、実験点に付記した数値は層のアスペクト比 A_s を表す。本実験ではガス流量一定として触媒量を変化させて実験していることより、SV値の増加(触媒量の減少、およびアスペクト比の減少)に伴って圧力損失は減少する。図10中の前報のテストプラントでの実験値(□印)は、実排ガスに含まれるダストのため圧力損失は実験開始から240時間後にはおよそ2倍の値をもつに至ることを示している。

充填層の圧力損失に関するCarman⁽⁷⁾の式を用いて200Aの場合の ΔP を計算した結果(図中破線)はほぼ本実験値を満たしており、この式を用いて任意の粒径、層高、空げき率の場合の ΔP を計算して、脱硝装置に必要な送風機動力を推定することが可能である。

3.6 未反応アンモニアと脱硝率の関係 接触還元脱硝法の実プラントへの適用にあたっては、二次公害防除および後流機器の腐食防止のうえから未反応 NH_3 の排出のない反応槽を設計することが重要である。図11に脱硝率と未反応 NH_3 の関係を示すが、層高や滞留時間の減少すなわちSV値の増加によって未反応 NH_3 の排出濃度は増加する。とくに、200A, $\text{SV}=15\,000\text{ h}^{-1}$, 250A, $\text{SV}=11\,000, 15\,000\text{ h}^{-1}$ における脱硝率の上限付近では、脱硝率のわずかな増加に伴い未反応 NH_3 の排出濃度は急激に増大することがわかる。なお、図11中に前報のテストプラントでの結果例を示すが、この場合、とくに脱硝率70~80%の部分では、モデルガスの場合と同じ脱硝率を得るためにアンモニア注入量をかなり多くする必要があり、これより未反応 NH_3 量も増加している。

図10 空間速度と触媒反応槽の圧力損失の関係

4. 触媒反応槽の設計

3章の結果より、SV値一定(滞留時間一定)の条件において、脱硝率を高くするためには反応槽断面積比の小さい反応槽を用いればよいことになる。この場合、空塔速度、層のアスペクト比はともに大きくなり、未反応の NH_3 の排出もわずかで望ましいが、反応槽の圧力損失が増加する欠点がある。また、アスペクト比を大きくすると、反応槽装置の据え付けに必要な長さが長くなるなど、触媒装置の設計には仕様条件に合わせた考え方が必要となってくる。

いま条件を NO_x の入口濃度100~150 ppm, 反応温度240°C, モル比 $\text{NH}_3/\text{NO}_x=1$ とし、脱硝率80%以上で、未反応 NH_3 を10~15 ppm以下と想定すると、図11より反応槽200A ($A_R=3.8$)では、SV値 $15\,000\text{ h}^{-1}$ 以下、250A ($A_R=5.8$)ではSV値 $11\,000\text{ h}^{-1}$ 以下とする必要があることがわかる。この場合の層のアスペクト比および圧力損失は図5, 10およびCarmanの式より求められる。前報のテストプラントでの反応槽は350Aで入口管との断面積比 A_R は4.8であり、本報の200Aと250Aの中間の A_R 値をもっている。脱硝率および未反応 NH_3 に関する上記の条件を満たすためには、テストプラントの場合SV値は約 $13\,000\text{ h}^{-1}$ 以下と推定されるが、実排ガスを用いた実験結果では触媒被毒によりこのSV値は約 $8\,800\text{ h}^{-1}$ 以下と低くなる。このように実排ガスでは、本研究でのモデルガスの場合と異なり、設計に関しては触媒被毒やダストの閉そくなどの影響を考慮しなければならない。

図11 未反応アンモニアと脱硝率の関係

5. 結 論

本研究では、前報のテストプラントでの実験において検討できなかった触媒の低温時の特性、脱硝率に及ぼす触媒の層高、滞留時間、空塔速度の影響、反応速度定数の変化及び未反応アンモニアの排出特性について、モデルガスを用いて検討し、また、反応槽の設計条件についても考察を行い、これにより以下の結論を得た。

(1) 触媒反応槽 100A の場合、モル比 $\text{NH}_3/\text{NO}=1$ で脱硝率を 80% 以上とするには、 $SV=6\,500$, $14\,500\text{ h}^{-1}$ でそれぞれ触媒層の温度 180°C , 220°C 以上であることが必要である。これにより実炉の起動、停止時の低温排ガスについても、 SV 値を低くとることにより高脱硝率の達成が可能である。

(2) 反応槽 200A, 250A の場合、モル比 1 で滞留時間はそれぞれ 0.1, 0.16 s 以上で脱硝率 80% 以上が達成される。これは高温無触媒脱硝法を実炉に適用した場合と比較して、滞留時間は $1/6\sim 1/4$, 脱硝率は 2 倍である。

(3) 槽内の空塔速度 LV については、 SV 値を一定とすると LV の増加により脱硝率は増加し、 $LV=0.3\text{ mN/s}$ の場合、 $SV=11\,000\sim 15\,000\text{ h}^{-1}$ において、脱硝率 80% が得られる。また、反応槽のアスペクト比 A_s については A_s の増加とともに脱硝率は増加するが、圧力損失もそれに伴って増加することを考え合わせて反応槽を設計する必要がある。

(4) 未反応アンモニアの排出濃度は、層高や滞留時間の減少、すなわち SV 値の増加によって増加す

る。とくに、反応槽 200A, 250A の $SV=15\,000\text{ h}^{-1}$ における脱硝率の上限付近では、脱硝率のわずかな増加に伴い未反応アンモニアの排出濃度は急激に増大する。また、未反応アンモニアの排出を減らすために層高や滞留時間を増加すると、脱硝率は向上するが圧力損失は増加することにより、未反応アンモニアと圧力損失を同時に小さくすることは困難であり、反応槽の設計においては仕様条件に合わせた考え方が必要である。

なお、本実験のモデルガスの場合の結果は、前報のテストプラントでの実排ガスの場合と比較して、脱硝率および反応速度定数はかなり大きく、この差違は実排ガス中の触媒被毒成分が原因で生じると考えられ、これについては次報で検討する予定である。

終わりに本研究は文部省科研費 (一般研究 B) による研究の一部であり関係各位に謝意を表する。また、実験装置製作に協力いただいた都立大学・古市富志主事、測定に協力した都立大学学生・福島能彰、保田郁夫の両君に感謝する。

文 献

- (1) 平山・森棟, 機講論, No. 790-19 (昭 54-12), 37.
- (2) 吉野・ほか 4 名, 第 6 回全都清研究発表会講演論文集, (昭 60-2), 172.
- (3) Hirayama, N. and Morimune, T., *Proc. 4th IRC*, (1984), 44.
- (4) 鍋島, 公害と対策, 22-11 (昭 61), 1059.
- (5) 森棟・平山, 機論, 53-490, B (昭 62), 185.
- (6) 笠岡・笹岡, 日本化学会誌, No. 9 (昭 50), 1619.
- (7) Carman, P. C., *Trans. Inst. Chem. Eng.*, 15 (1937), 150.

討 論

〔質問〕 鍋島 淑 郎 (玉川大学工学部)

(1) 図 9 に関して、一般に SV 値の大きいほうが反応速度定数 K 値は大きいと思われるが、貴図では約 200°C を境にして、 $SV=14\,500\text{ h}^{-1}$ と $6\,500\text{ h}^{-1}$ がこの温度以下では逆転しているが、この理由をご教示願いたい。

(2) モデルガスは水分を含まないものでテストしているが、ごみ燃焼の実ガスでは 15~30% 程度の水分が入る。 NO_x 除去率においてこの水分の影響をどのように考えればよいか。ガス中の水分含有率と NO_x 除去率の相関性 (増減または影響なし) についてご意見を伺いたい。

(3) 貴研究では、 SV 値、触媒層のアスペクト比

などをパラメータにして検討されているが、実機へのスケールアップを考えたとき、アスペクト比のほかに、流体力学的見地から、レイノルズ数 (管路内および触媒層) との関係などについて検討、整理されておればご教示願いたい。

〔回答〕 (1) 図 9 は図 4 を式 (5) を用いて書き換えた結果を示すが、ご指摘の k の逆転は図 4 で $SV=6\,500\text{ h}^{-1}$ で 200°C 以下の場合に、 $SV=14\,500\text{ h}^{-1}$ の場合よりも脱硝率 η の低下割合が小さいことに対応する。 200°C 以下の触媒活性について従来公表された結果 (付 1) では、 $SV=5\,000\text{ h}^{-1}$, 180°C で $\eta=65\%$ であり、触媒の内容は異なると考えられるが、これと比較すると図 4 の $SV=6\,500\text{ h}^{-1}$, 180°C で $\eta=75\%$ は脱硝率

が高いと言える。しかし、脱硝率が高いことや図9での逆転を説明できる資料はなく確たる理由は不明である。

(2) 脱硝率に及ぼす水分自体の影響は、ほとんどないという結果⁽⁶⁾より本実験では水分を考慮していないが、本文中にもあるように、硫黄酸化物(SO_x)の存在下においては、水分は NH_3 とともに硫酸や酸性硫酸の生成原因となり、ダストとして触媒に付着して細孔を閉そくし、また、触媒被毒成分である金属の硫酸塩の生成の原因となると思われる。触媒被毒については、現在 SO_x や水分をガス中に混入した実験を行っており、脱硝率に及ぼす影響を検討している。

(3) スケールアップによるレイノルズ数の変化によって、触媒入口管内流れおよび触媒槽内の拡大流れのフローパターンが異なり、脱硝率が変化することも考えられる。本実験での管径を代表寸法とするレイノルズ数は触媒入口管で4000、触媒槽(200 A)で7500、テストプラントでそれぞれ5000、10000であり、本実験では最も問題となる槽内の低レイノルズ数域での偏流は生じないと判断している。実機への適用の場合は処理ガス量は多く、触媒槽の寸法も大きいと考えられるのでさらにレイノルズ数は大きくなり、槽入口管内および槽内の速度分布も本実験の場合とわずかず異なってくるが、脱硝率に影響するほどではないと考えられ、スケールアップについての流体力学的な問題はレイノルズ数についてはないと考えている。

〔質問〕 佐藤 一 教

〔パブコック日立(株)呉研究所〕

(1) 反応速度に関連してうかがいたい。 k は、テストプラントを含めて槽のサイズとは無関係とは考えられないか。図8で、パラメータとした槽のサイズの影響に一般的な傾向がないと思うがいかがか。例えば100 Aやテストプラントの結果はどう考えればいいのか。テストプラントでは、SVの増加とともに触媒の活性劣化が激しくなるとされているが、実際は有害成分の吸着速度も考慮しなければならず、この判断は必ずしも正しくはないと考えられる。さらに100 Aやテストプラントのデータも総括的にまとめようと思えば、 k はSVにかかわらず一定とみなせると思う。

(2) 起動時や停止時に、低温でもSVを低くとれば高脱硝率が可能とあるが、実際にはそのような条件

で排ガス量が少なくなるためSVは低下し、上記見解は自明であると思われる。むしろ定格送風量で運用される条件で燃料供給量が急減する状況などに対するご意見をうかがいたい。

〔回答〕 (1) ガス流量を一定として触媒槽のサイズを変えた場合、SV値やモル比が同じであってもサイズの小さい槽ほど空塔速度は大きくなり、触媒表面における反応成分の濃度の拡散速度が速く触媒反応が促進され、図7に示すように脱硝率は高くなる。これより、本文中の一次反応の式(1)および式(4)以下の仮定より得た式(5)を k の定義式とする限り、図8に示すようにサイズの小さい槽の k が大きくなる。しかし、同サイズの槽でSV値のみを変えた場合、脱硝率も変化して式(5)でSV値増加で k 増大とは必ずしもならず、この点についてはご指摘のようにさらに総括的にまとめる必要があると考えている。テストプラント(350 A)においては、ガス流量の増大によるSV値の増加と共に触媒が有害成分と遭遇する機会が多くなり、SV値の小さい場合より活性劣化が著しいと考えるが、ご指摘の有害成分の吸着速度も含めて考慮する必要があると思われる。なお触媒の性能劣化については、 k の経時変化も含めて現在実験を進めており、次報で考察する予定である。

(2) 准連続燃焼式都市ごみ焼却炉の運転例(付2)では、起動時にガス量は1時間程度で定格量に達するが、電気集じん機(EP)出口のガス温度はEP熱容量のため定常温度に至るまでに約2時間を要する。この差の1時間は低温で排ガス量は多いことになる。また、停止時においてもかなりの量の低温のガスが煙道内を流れており、また、全ガス量の一部をバイパスして触媒装置を設ける方式ではバイパス流量は可変であるが、この場合も必ずしもSV値が低いとは限らない。なお、燃料供給量(ごみ投入量)が急減する状況では、空気過剰率の上昇により NO_x 濃度も増加するが、このような負荷変動時においても触媒が追従する特性を持つ状況については第1報で述べたとおりである。

(付1) 昭和54年度窒素酸化物排出実態調査(廃棄物焼却炉)報告書、(昭和55)、133、全国都市清掃会議。

(付2) 窒素酸化物及び残さ低減のためのごみ安定燃焼技術に関する研究、日本機械学会分科会(RC-63)、昭和58年度成果報告書(昭59)、105。