

II-444

ARモデルによる都市ごみ焼却炉の高温燃焼制御に関する研究

京都大学工学部 学生会員 藤原健史

京都大学工学部 正会員 平岡正勝 津村和志

株式会社タクマ

高市克己 辻本進一

はじめに

プラスチック製品に代表される石油化学製品は、今日、我々の生活用品として欠かすことのできないものとなっているが、高い発熱量を持っているために焼却処分時には高温を発生して炉材を痛めたり、有毒な未燃焼ガスのまま大気中に放散されるという危険性を持っている。この未燃焼ガスを完全に酸化するためには、なるべく炉温を高温に保ち反応しやすい状態にすることが望ましい。この高温維持をARモデルによる燃焼制御で達成することができたのでここに報告する。

高温燃焼状態を作り出すための準備

高温燃焼状態にするためにごみの発熱量を上げ、ストーカ下から供給する燃焼空気量を少なく設定することにした。生成する未燃ガスに対しては燃焼室上方で二次燃焼空気を吹き込んで完全燃焼させる。このときストーカ上では酸素濃度が低くなり NO_x 濃度も低くなると予想される。以上の構想をもとに設定した温度条件ごとに必要なごみの発熱量と燃焼空気量及び二次燃焼空気量を計算した。ごみの発熱量については一般ごみと発熱量の高い破碎ごみとを適量混合し調整した。

ARモデルによる制御

自己回帰モデル(ARモデル)による制御は、まず同定実験で焼却炉の多変数線形モデルを作成し、そのモデルから線形フィードバック制御系を設計する方法である。通常運転時のARモデル制御については今までに十分な制御効果を確認している。¹⁾本研究では、新たに設けた二次燃焼空気量をARモデル制御単独で操作するようにした。

高温燃焼実験

同定実験では上述の高温条件を達成した上でシステムにノイズを入れ、約1日間・タイムステップ30秒のデータを収録した。実験の結果、第一燃焼室ガス温度の平均値は 1020°C を示した。モデル変数を、ボイラ蒸発量(STM)、第一燃焼室ガス温度(GT4)、後燃焼段上ガス温度(GT7)、酸素濃度(O2)、二次燃焼空気量(SDPOUT)、燃焼ストーカ速度(CTS)、乾燥空気量(DTFPV)、燃焼空気量(CTFAR)、後燃焼空気量(BOFPV)としてARモデルを作成すると、モデル次数は、9次(制御用モデルは11次)となった。

ノイズ寄与率を図1に示す。ボイラ蒸発量に関しては、 $1/3(\text{cycle}/\text{min})$ より低周波で燃焼空気量からの寄与が大きく、直流分では燃焼ストーカ速度や後燃焼空気量からの寄与が見られ、第一燃焼室ガス温度に関しては、低周波では後燃焼段上ガス温度・乾燥空気量・燃焼空気量・後燃焼空気量から小さい寄与があり、直流分では固有ノイズの寄与が小さく乾燥空気量や後燃焼段上ガス温度からの寄与が見られることがわかった。

さて従来のARモデル制御を考えると、燃焼段の吹抜け空気が NO_x 生成に大きく影響していたために NO_x 濃度を制御することによって適量ごみを供給することができた。しかし、燃焼空気量を絞った場合にこの制御のメカニズムは働かないであろうと推測される。そこで本実験

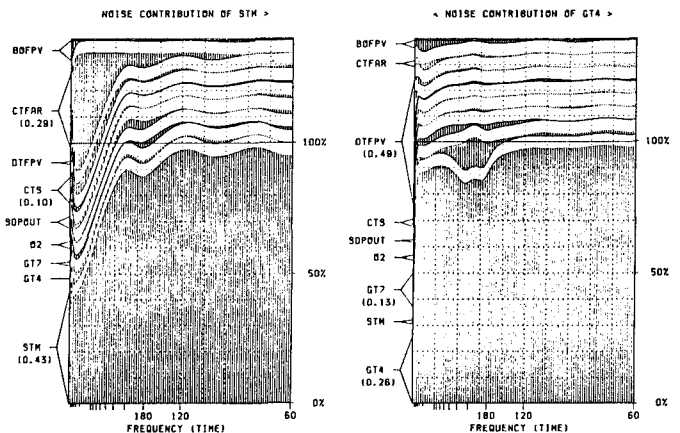


図1 ボイラ蒸発量(STM)と第一燃焼室ガス温度(GT4)のノイズ寄与率

では後燃焼段上ガス温度を被制御変数として制御することによりごみ送りを働かせることにした。

ボイラ蒸発量・第一燃焼室ガス温度・後燃焼段上ガス温度を被制御変数として制御系を作成し、制御実験をおこなった。設定した目標炉温は同定実験時の炉温の1020℃である。結果を図2及び表1のEXP1に示す。実験では燃焼ストーカのごみ供給が正しくおこなわれ、安定した燃焼を維持することができた。ボイラ蒸発量の分散は $1.57(\text{ton/min})^2$ と

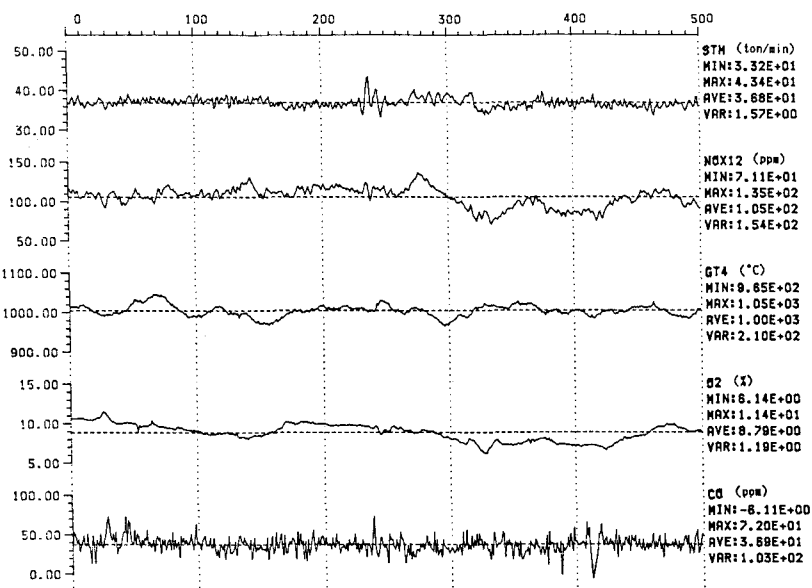


図2 ボイラ蒸発量(STM)・第一燃焼室ガス温度(GT4)・後燃焼段上ガス温度(GT7)制御の実験チャート

燃焼室ガス温度は平均温度が1000℃で分散が 209C^2 とかなり良い結果となった。またこの間のCO濃度も低い値を維持し続けていた。本実験ではNOx濃度を被制御変数に加えていないが、平均値が105ppm分散が 153ppm^2 と低い値を示していた。このように燃焼空気を絞った高温燃焼をすると、NOx濃度は比較的低い値に抑えられることがわかった。

さらに炉温設定を975℃(RUN1)、1040℃(RUN2)、1070℃(RUN3)の3段階とし、それぞれ1日間運転した。その統計量を表1に示す。これから以下のことがわかった。

①ボイラ蒸発量の平均値は3実験とも約3.67(ton/min)であった。分散は高温にするほど大きい。
②第一燃焼室ガス温度は平均値はそれぞれ994℃、1030℃、1030℃であった。1070℃が達成できなかったのは、設定した発熱量のごみが得られなかったためと思われる。分散は 1180C^2 以下であり、炉温制御しない場合に比べて約40%減少した。

③CO濃度の平均値は100ppm以下で、平均値と分散値はともに設定炉温を上げるほど高くなっている。

④NOx濃度の平均値は100ppm以下で、設定炉温を上げるほど減少し、分散は大きくなっている。

さいごに

高温条件を設定しARモデル制御をおこなうことにより、第一燃焼室ガス温度が安定し、さらに後燃焼段上ガス温度を制御することでごみも適切に送られた。炉温は最高1030℃まで上げることができ、そのときのCO濃度は100ppm以下、NOx濃度は約100ppmと低い値に収まっていた。最後に、高温燃焼技術開発委員会の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献 1) 藤原健史 他、"ADC方式による都市ごみ焼却炉のNOx及び蒸発量の同時制御に関する研究"、土木学会第41回年次学術講演会講演概要集、1986/11

表1 目標炉温(第一燃焼室ガス温度)を変えた場合の制御結果

変数名		EXP1	RUN1	RUN2	RUN3
ボイラ蒸発量(STM)	平均値(ton/min)	36.8	36.6	36.7	36.7
	分散値(ton/min) ²	1.56	2.25	1.39	2.72
12%換算NOx濃度(NOx12)	平均値(ppm)	105.	100.	96.8	92.8
	分散値(ppm) ²	154.	179.	235.	343.
第一燃焼室ガス温度(GT4)	平均値(°C)	1000.	994.	1030.	1030.
	分散値(°C) ²	207.	1030.	1180.	1020.
後燃焼段上ガス温度(GT7)	平均値(°C)	609.	695.	667.	686.
	分散値(°C) ²	7590.	3210.	3340.	4990.
酸素濃度(O2)	平均値(%)	8.79	8.84	9.24	9.21
	分散値(%) ²	1.16	1.59	0.986	1.49
一酸化炭素濃度(CO)	平均値(ppm)	38.3	58.5	80.4	9.85
	分散値(ppm) ²	493.	523.	1570.	5020.