

P-9 温室効果ガス排出量を考慮した 焼却炉の運転管理について

愛知県建設部下水道課 ○有我 清隆
(財)愛知水と緑の公社下水道部 荒木 忠之

1. はじめに

下水処理場から排出される温室効果ガスにおいて、焼却炉は大きな排出源の1つである。焼却炉からは、主に電力、重油などのエネルギー消費に伴う二酸化炭素、脱水ケーキ燃焼に伴う亜酸化窒素が排出され、それらは燃焼温度や汚泥投入量など運転管理方法の違いにより排出量が増減する。本論文では、地球温暖化防止の観点から、温室効果ガス排出量の少ない最適な焼却炉の運転管理方法を検討することを目的とし、①温室効果ガス排出量を考慮した最適な燃焼温度の設定、②間欠運転、連続運転による温室効果ガス排出量の比較について調査を行ったものである。

2. 調査概要

(1)調査対象

本調査は愛知県衣浦西部流域下水道の衣浦西部浄化センターを対象として行った。平成15年4月現在の水処理能力は64,000m³/日(凝集剤添加擬似AO法45,000m³/日、A2O法19,000m³/日)であり、汚泥処理は、濃縮(常圧浮上、重力)→脱水(ベルトプレス)→焼却(流動床炉)で行っている。焼却炉は25t/日、50t/日の2基あり、脱水ケーキ発生量(高分子系)が25～30t/日程度(平成14年度)であるため、主に50t炉を間欠運転で使用している。衣浦西部浄化センターからの温室効果ガス排出量については、既に報告しているところであるが、全排出量の内、約1/3が焼却炉から排出されている。

(2)調査方法

温暖化防止の面で最適な運転方法を検討するために、主力である50t炉を中心として以下の条件での運転を行い、亜酸化窒素排出量の変動を把握すると同時に、それらの運転を行うのに必要な電力、重油の使用量から、焼却炉からの温室効果ガス総排出量を算定する。なお、重油使用量については、外気温による影響を受けるため、調査は平成14年11月から平成15年3月までの低温期に実施した。

- ・最適な燃焼温度の把握：燃焼温度を850～890℃の間の10℃刻みに設定し通常の定格運転
- ・連続運転と間欠運転の比較：最適な燃焼温度においてケーキ投入量を定格の半分
- ・炉の規模の影響：同じ燃焼温度(850℃)での25t炉と50t炉の比較

亜酸化窒素排出量の変動については、各条件時に投入される脱水ケーキの含水率、TNを分析し、炉に投入された窒素の亜酸化窒素変換率により検討する。

3. 調査結果

(1)亜酸化窒素変換率

今回の調査における25t炉、50t炉の全ての分析結果について、亜酸化窒素変換率の算定結果を図-1に示す。亜酸化窒素の排出傾向としては、燃焼温度を上げれば減少することが既に明らかになっており、今回も同様の傾向を示している。今回の定格運転の結果と文献²⁾に示された推定式とを比較してみると、今回の結果の方が全体的に若干高い結果となった。50t炉の値(850～890℃)と25t炉の値(840～850℃)のプロ

ット)の比較では、両者ともほぼ同じ曲線上にあるため、炉の規模による影響はみられなかった。ケーキ投入量を半分とした連続運転時の変換率は、同じ温度の定格運転の値と比較して非常に低い結果となった。

(2)最適な燃焼温度の把握

50t 炉を 850℃～890℃の間で 10℃刻みに設定して通常の定格運転した場合について、ケーキ焼却 1tあたりの温室効果ガス(CO₂換算)排出量の算定結果を表-1、図-2 に示す。温度を上げると重油使用量が若干増加し、重油由来の排出量が増加するものの、ケーキ由来の亜酸化窒素排出量が大きく減少するため、トータルの排出量としては 890℃が最も少なくなった。重油使用量は、炉の燃焼温度だけでなく、ケーキ自体のカロリー、外気温(季節変動)にも影響を受ける。図-3 に平成 13～14 年度の 890℃定格運転時におけるケーキ 1t あたりの重油使用量の変動を示す。各月の平均気温に対して、重油使用量は逆位相の挙動を示しており、その基本的傾向の中で、ケーキの性状(カロリー)の変動などの影響を受けてばらつきが出ていると考えられる。50t 炉の 850℃と 890℃を比較すると、890℃はケーキ 1t あたり重油使用量が 6.1L 多いが、温室効果ガスは CO₂ 換算で 180.4kg・CO₂ 少ない。重油単価を 33,000 円/kL 程度とすると、温度を 850℃から 890℃に上げることによる排出量削減コストは、1t・CO₂ 削減あたり 1,100 円程度となる。850℃における 50t 炉と 25t 炉の比較では、実際の運転時においては 50t 炉の方が温度が若干高かったためケーキ由来の排出量が異なるが、50t 炉はスケールメリットにより電力、重油使用量の効率が良いため、それらに由来する排出量は少ない。そのため、同じ温度で定格運転した場合、亜酸化窒素変換率が炉の規模に影響されないとすると、エネルギー効率の良い規模の大きい炉の方がケーキ 1t あたりの排出量は少なくなる。

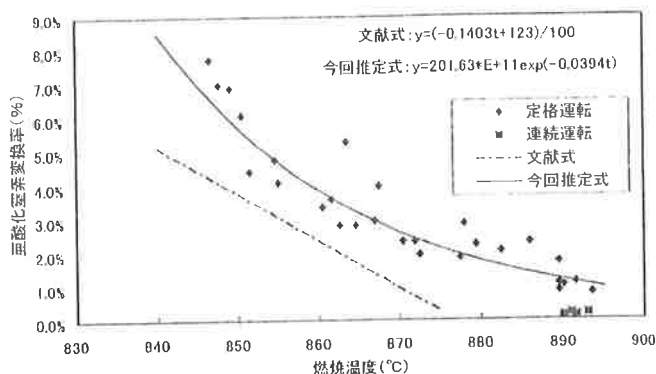


図-1 亜酸化窒素変換率

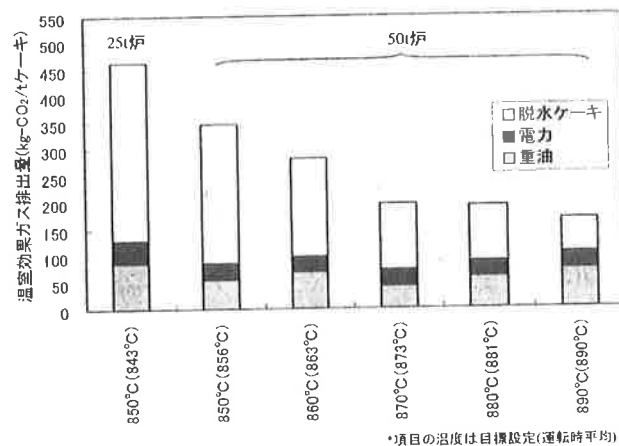


図-2 温度変化させた場合の温室効果ガス排出量

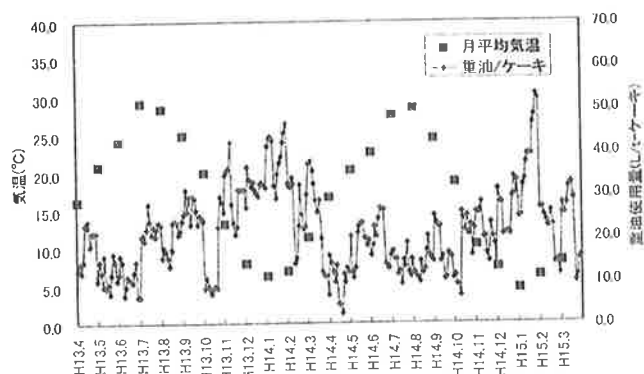


図-3 平成13～14年度の890℃定格運転時の重油使用量の変動

表-1 温度変化させた場合の温室効果ガス排出量

運転条件			重油使用量 (L/t)	電力消費量 (kWh/t)	N ₂ O変換率 (%)	重油 (CO ₂ -kg/t)	電力 (CO ₂ -kg/t)	脱水ケーキ (CO ₂ -kg/t)	合計 (CO ₂ -kg/t)
1号炉	定格運転	850℃(843℃)	31.4	112.7	6.93%	86.7	43.3	333.7	463.7
		850℃(856℃)	20.0	81.0	4.65%	55.3	31.1	260.8	347.2
		860℃(863℃)	24.7	77.6	3.44%	68.2	29.8	184.8	282.8
		870℃(873℃)	14.8	82.2	2.38%	41.0	31.6	123.1	195.7
		880℃(881℃)	21.5	77.5	2.12%	59.3	29.7	104.1	193.1
		890℃(890℃)	26.1	81.1	1.25%	72.2	31.2	63.4	166.7

(3) 連続運転と間欠運転の比較

平成14年度の衣浦西部浄化センターのように、ケーキ発生量が焼却炉の能力より少ない場合を想定し、連続運転、間欠運転で焼却を行った場合それぞれの温室効果ガス排出量の算定を行った。50t 炉の定格運転時のケーキ投入量が2.1t/時であるため、1日の発生量を25.2t/日とし、燃焼温度を890℃、投入量を半分の24時間の連続運転、投入量を2.1t/時の12時間の間欠運転を想定した。運転条件、算定結果を表-2、図-4に示す。

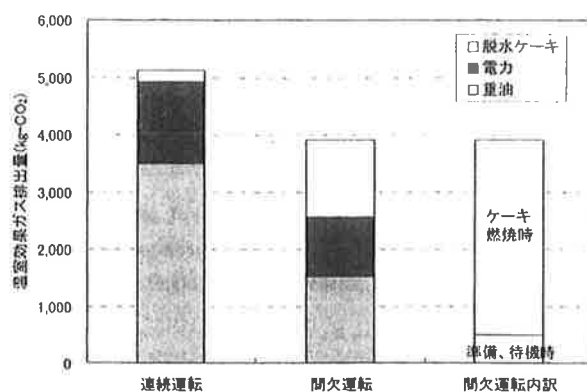


図-4 1日あたり25.2t焼却した場合の温室効果ガス排出量

表-2 両運転方法の設定条件、算定結果

運転方法	燃焼温度 (℃)	汚泥処理量 (t/日)	運転時間 (h)	汚泥投入量 (t/時)	重油使用量 (L/日)	電力使用量 (KWh/日)	N ₂ O変換率 (%)	待機、準備時 kg-CO ₂ /日	ケーキ燃焼時 kg-CO ₂ /日	合計 kg-CO ₂ /日
連続運転	890	25.2	24	1.05	1,267	3,713	0.16%	0	5,121	5,121
間欠運転			12	2.10	551	2,712	1.13%	497	3,412	3,910

連続運転は、亜酸化窒素変換率が非常に低いため、ケーキ由来の排出量が非常に少ない。エネルギー消費の面では、間欠運転は夜間に炉を停止するため、夜間待機時の電力、立ち上げ時の重油を余分に必要とするが、連続運転で投入量が半分となると、燃焼中の炉内の温度を維持するためのカロリーが不足し、その分を重油で補うことになるため、重油の使用効率が非常に悪く、トータルとして考えると重油使用量、温室効果ガス排出量共に間欠運転の方が有利な結果となった。処理場全体の運転管理状況にもよるが、連続運転の場合、夜間も運転管理のための人件費がさらに必要となるため、間欠運転の方が温暖化防止だけでなく、維持管理コスト面からも有利な結果となった。

4. まとめ

本論文では、温室効果ガス排出量の少ない最適な焼却炉の運転管理について検討を行った。運転管理を変えることにより、ケーキ由来、エネルギー由来それぞれの温室効果ガス排出量が増減するため、焼却炉ごとに最適な運転条件を設定する必要がある。衣浦西部浄化センターの50t 炉では、温度を上げるほど排出量が少なくなり、890℃が最適な温度となった。また、現在の汚泥発生量では、連続運転よりも間欠運転を行った方が温室効果ガス排出量、維持管理コストの両面から有利であるとの結果となった。今後の課題としては、連続運転において汚泥投入量を減らした時に、亜酸化窒素変換率が同じ温度の定格運転と比較して非常に低い値となったため、この原因について調査を進めたい。

参考文献

- 1) 有我清隆、荒木忠之：下水処理場から排出される温室効果ガスの算定とその実態の把握について、下水道研究発表会講演集 pp.209-211、2002 年
 - 2) 原田一郎：下水汚泥焼却炉における温室効果ガス削減のコスト及びその効果の推計、下水道協会誌 pp.218-227、2002 年 10 月
- 問い合わせ先：愛知県建設部下水道課計画調整グループ

〒460-8501 愛知県名古屋市中区三の丸3丁目1-2 tel 052-954-6535