

神奈川県流域下水道における過給式流動焼却炉の導入効果

大野孝則・竹内秀樹

1. はじめに

神奈川県には、県央を流れる相模川と県西部を流れる酒匂川の2つの大きな河川があり、県民の飲み水として欠かせない貴重な水源となっている。このため当県では、両河川の水質保全と流域関連市町的生活環境の改善を図るため、相模川流域下水道、酒匂川流域下水道の2つの流域下水道の建設と維持管理を行っており、現在205万人（H25末現在）の県民に利用されている。

相模川流域下水道は、昭和48年6月に右岸処理場、昭和52年12月に左岸処理場で処理を開始した。一方、酒匂川流域下水道は、昭和57年12月に左岸処理場、平成9年7月に右岸処理場で処理を開始した。

4箇所処理場で処理する汚泥量は、脱水汚泥ベースで年間約20万t（H25実績）であり、全ての処理場で濃縮から脱水、焼却による減量化・安定化を図り、発生した焼却灰は建設資材の原材料として有効利用している。

当県では、従来、焼却炉の整備は気泡流動焼却炉で行ってきたが、地球温暖化対策の推進を図るため、環境配慮型焼却炉のひとつである過給式流動焼却炉を導入することとした。

本稿では、過給式流動焼却炉の温室効果ガス削減効果、運転時の安定性の検証結果等を報告する。

2. 導入の背景

下水処理場では、汚泥焼却の際に、温室効果の高い一酸化二窒素（ N_2O ）が発生し、また、汚水処理の際には膨大な電力を消費することから、相模川及び酒匂川流域下水道事業により排出される温室効果ガスは、県の事業全体の総排出量の約4割を占めているとされる。

このため、当県では平成23年3月に流域下水道地球温暖化抑制計画を策定して温室効果ガス排出量の削減目標を定め、事業実施にあたっては、本

計画に基づき、目標達成に向けた様々な取り組みを行っている。

この目標達成に必要な対策としては、(1) 省エネ機器の導入（使用電力量の削減）、(2) 汚泥処理過程における取り組み（ N_2O の排出量削減）、(3) 新エネルギーの導入の3項目を設定している。

このうち、(2) 汚泥処理過程における取り組みとしては、汚泥焼却温度を800℃から850℃にする高温化や環境配慮型焼却炉の導入をあげている。相模川流域下水道 右岸処理場における焼却炉の改築更新では、この取り組みに基づいて、従来の気泡流動焼却炉と環境配慮型焼却炉の比較検討を行い、建設コストが気泡流動焼却炉とそれほど変わらず、ランニングコストや温室効果ガス削減効果に優れている等の特徴を持つ過給式流動燃焼システムを導入した焼却炉を採用することとした。

3. 過給式流動焼却システムの概要

3.1 原理・構造

当システムは、下水汚泥焼却方式として主流である気泡流動焼却炉に過給機を組み合わせたものであり、平成17～19年度の新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）補助事業である「都市バイオマス収集システムを活用するためのエネルギー転換要素技術開発」において、独立行政法人土木研究所（現 国立研究開発法人土木研究所）、独立行政法人産業技術総合研究所（現 国立研究開発法人産業技術総合研究所）、月島機械株式会社、三機工業株式会社によって共同開発された技術である。

脱水された下水汚泥は、約120～140kPa・Gの圧力下で燃焼されるため、燃焼排ガスは圧力を有している。圧力を有した燃焼排ガスは、圧力の低い煙突に向かって自然に移動することから、従来の気泡流動焼却炉では必要であった誘引ファンが不要となる（図-1）。

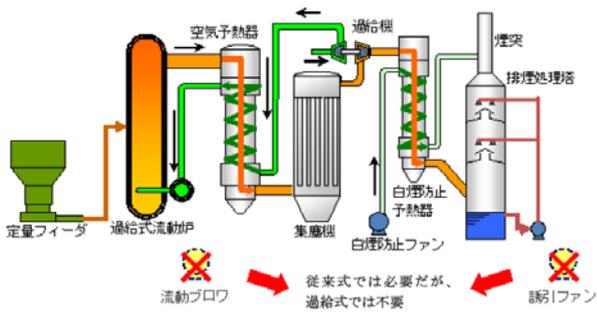


図-1 過給式流動焼却システム概略フロー

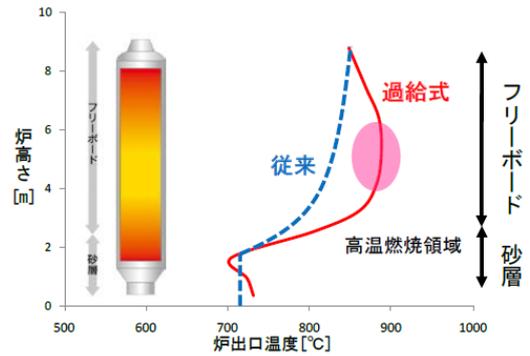


図-3 高温燃焼領域形成の概念図

また、この燃焼排ガスが過給機を通過する際に、燃焼排ガスの有する圧力によって過給機タービンが駆動され、軸で連結された反対側の過給機コンプレッサに吸引された空気が圧縮される。この圧縮空気は空気予熱器で予熱された後、焼却炉に燃焼および流動用の空気として供給される（図-2）。これにより、従来の気泡流動焼却炉では必要であった流動ブロワが不要となる（図-1）。

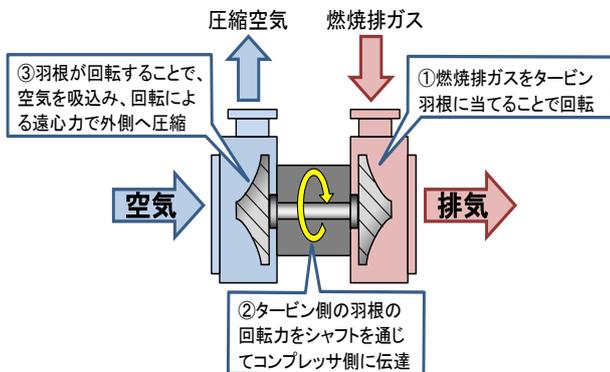


図-2 過給機概念図

3.2 特徴

- (1) 焼却炉下部から中部にかけて高温燃焼領域が形成されるため、分解が促進され、 N_2O を約50%削減することが可能（図-3）
- (2) 従来のシステムで必要であった誘引ファンと流動ブロワが不要となるため、消費電力を約40%削減することが可能
- (3) 従来よりも広範囲な低負荷運転が可能であり、低負荷運転時の燃費悪化を防止
- (4) 圧力下で燃焼するため、焼却炉がコンパクトになり、省スペース

4. 施設・設備概要

4.1 施設概要

相模川流域下水道 右岸処理場は、相模川河口から5km上流の平塚市四之宮に位置し、流域下水道として県内で最初に処理を開始した下水処理場である。水処理方式は、標準活性汚泥法を採用しており、日最大計画汚水量が394千 m^3 /日と国内でも比較的大きな下水処理場である。

4.2 設備概要

今回設置した過給式流動焼却炉の概要は、表-1のとおりである。

表-1 過給式流動焼却炉の設備概要

名称	北系2号汚泥焼却炉
焼却能力	100t/日
対象汚泥	高分子脱水汚泥
供用開始	平成26年9月

また、図-4に、北系2号汚泥焼却設備の全景、図-5に過給機を示す。



図-4 北系2号汚泥焼却設備 全景



図-5 過給機

5. 導入効果

5.1 CO₂排出量の削減目標

過給式流動焼却炉の導入に当たり、二酸化炭素(CO₂)の310倍の温室効果をもつN₂Oの削減を図り、従来の焼却炉に対する温室効果ガス排出量(CO₂換算)の削減目標を表-2のように設定した。

表-2 温室効果ガス排出量(CO₂換算)の削減目標

汚泥(N ₂ O)由来	約50%削減
電力由来	約40%削減

5.2 炉内温度分布

図-6に、焼却炉内温度分布を示す。3.2項特徴で示した「高温燃焼領域形成の概念図」どおりの分布を示しており、N₂Oの分解が促進されているものと考えられる。

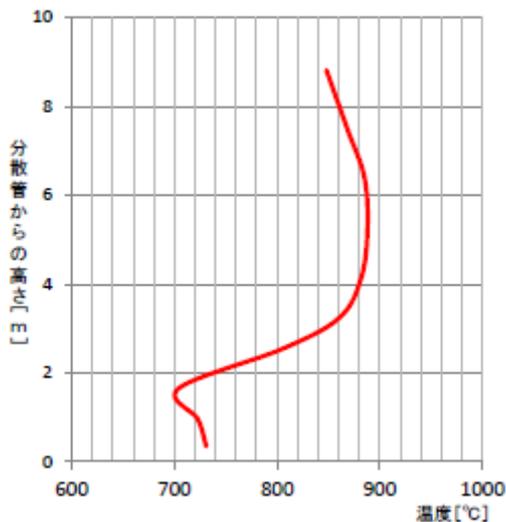


図-6 炉内温度分布

5.3 削減効果

削減効果の検証にあたり、汚泥(N₂O)由来は、燃焼排ガス中のN₂O濃度をサンプリングして分析

した値と、一般的な高分子・流動炉(高温)の値(0.645kg-N₂O/t-wet)¹⁾を比較し、電力由来は、既設焼却炉の電力使用量をt-wet当たり換算して比較した。その結果を表-3に示す。汚泥(N₂O)由来、電力由来ともに当初目標を達成する値となった。

表-3 温室効果ガス排出量(CO₂換算)の削減効果

汚泥(N ₂ O)由来	約60%削減
電力由来	約60%削減

5.4 低負荷運転と運転実績

低負荷運転を想定し、脱水汚泥供給量を60t/日、72t/日、84t/日、72t/日と変動させて、過給機出口空気圧、流動空気流量、酸素(O₂)濃度、補助燃料である都市ガス使用量の追従性を確認した。図-7に、運転状態のトレンドを示す。脱水汚泥供給量の負荷変動に対して各パラメータの追従性はよく、補助燃料も使用せずに安定した運転が行えた。また、経過時間0.0~25.0時間の全域に亘ってO₂濃度がほぼ一定で安定しており、空気比一定運転が可能なのことがわかる。

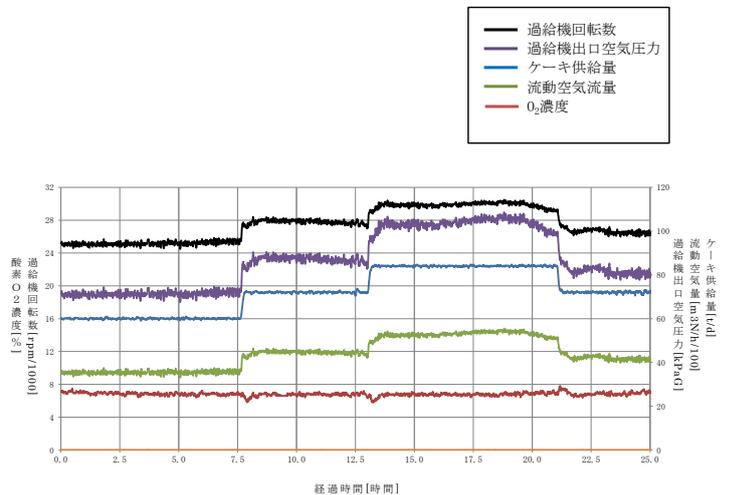


図-7 脱水汚泥量変動に対する追従性

平成26年9月の供用開始から現在に至るまでの間に、半年点検に伴う約1か月の停止期間等があったが、その間を除けば、ほぼ連続運転を継続しており、稼働率は約85%となっている。

5.5 過給機の運転特性

燃焼排ガスのみエネルギーで、燃焼に必要な空気量を発生させる(自立)状態を、広い範囲で安定的に維持しており、当設備においては60%

までの低負荷運転であれば、安定した自立運転を行うことができることを確認した。

5.6 設置スペース

焼却炉本体がコンパクトであり、ダクトや配管が複雑に敷設されていながら、全体的に圧迫感を感じさせない配置となっている。また、維持管理スペースも十分に確保され、将来の点検、修繕時にも配慮されたレイアウトになっている。図-8、9に配置平断面図を示す。

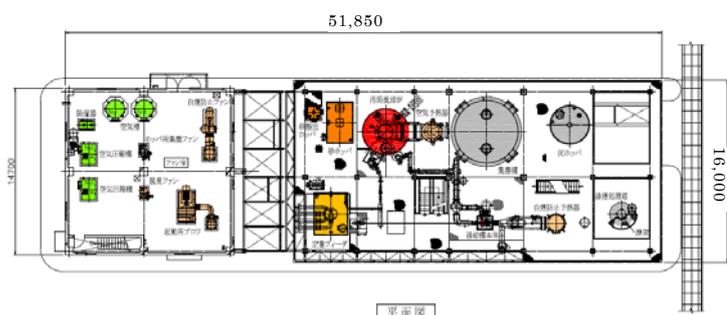


図-8 北系2号汚泥焼却設備 配置平面図

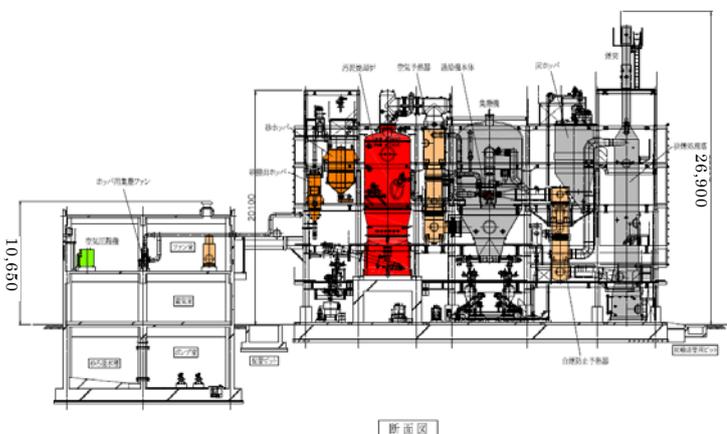


図-9 北系2号汚泥焼却設備 配置断面図

6. まとめ

過給式流動焼却炉の導入により、当初設定した目標を達成し、温室効果ガス及び電力使用量を大幅に削減することができた。現在に至るまで大きな不具合も発生せず、安定的な運転を継続している。

下水道事業で使用する電力は、国内総電力量のうち約0.7%を占めているとされる²⁾。また、下水処理場では、その処理過程において温室効果ガスを多量に排出している。その内訳をみると、電力消費に伴うものが約53%、汚泥焼却設備から排出されるN₂Oが約20%と言われており¹⁾、温室効果ガス排出量の大部分を占めている。この状況を踏まえれば、環境配慮型焼却炉を導入し、温室効果ガス排出量を削減したことは、大きな意義があると考えている。

今後は、経年的な性能低下の有無や、機器や部品の耐用年数に注視する考えである。また、非常に厳しい財政状況の中で、着実に温室効果ガスの排出量を削減するために、まずは今回採用した過給式流動焼却炉の省エネ効果やN₂O削減効果の更なる検証を進め、安定した実績が得られれば、今後の導入を図り、地球温暖化の抑制に貢献していきたい。

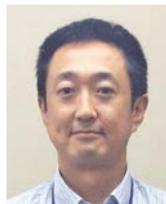
謝 辞

本事業に際し、ご意見・ご助言を賜りました皆様方、ならびに関係者に紙面をお借りして、御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：「下水汚泥エネルギー化ガイドライン-改訂版」、平成27年3月
- 2) 公益社団法人日本下水道協会：「平成24年度版 下水道統計」

大野孝則



神奈川県土整備局河川
下水道部 下水道課流域
下水道グループ グループ
リーダー
Takanori OONO

竹内秀樹



神奈川県流域下水道整備
事務所下水道部 機械設
備課 副技幹
Hideki TAKEUCHI