

下水処理過程における温室効果ガス削減を目指した革新的技術の開発



上下水道局下水道部下水道計画課(技術開発担当) 担当係長 **高橋 泰弘**

1 はじめに

上下水道局では、水道水・工業用水を供給するとともに、市内で利用され、排出された汚水を、4カ所の水処理センターで処理し、きれいになった水を川や海に戻すことで、健全な水循環に貢献している。

しかし、一方で、この一連の事業を進める上では、電力など多くのエネルギーを消費するとともに、温室効果ガスを排出しており、環境に配慮した事業運営に取り組んでいくことが求められている。そのため、下水の収集・処理過程における省エネルギーの徹底や温室効果ガスの排出量削減等、地球温暖化対策を推進しているところである。

この取り組みの一環として、平成29年度から、国土交通省が実施している、下水道の新技術の開発を支援する「下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)」の採択を受け、新たな発電技術と温室効果ガス排出量削減技術を研究開発してきた。現在までに、技術の有効性を確認し、国土交通省から「化石燃料由来の電力消費量と温室効果ガス排出量の大幅な削減を可能とする革新的技術であり、実証

研究においてもその有効性が確認された。」との評価を受けている。今後もさらなる高効率化や長期耐久性の確認など、研究を継続することとしているが、ここでは、この事業について、これまでの研究結果を紹介する。

2 革新的技術の開発

川崎市では、汚水を処理する過程で発生する汚泥を、すべて入江崎総合スラッジセンターへ送り、焼却している。焼却した際に発生する焼却灰については全量セメント原料として有効利用しており、焼却熱については、スラッジセンター内に併設する入江崎余熱利用プールの熱源として利用している。

しかし、焼却熱については、さらに有効活用する余地があり、活用方策の立案が課題となっていた。さらに、焼却過程では、二酸化炭素(CO₂)と比べて温室効果の高い一酸化二窒素(N₂O)が排出されており、排出量縮減が課題となっていた。

これらの課題を早急かつ安価に解決するため、川崎市、日本下水道事業団、JFEエンジニアリング株式会社で共同事業体を組み、既存の焼却設備に後付け

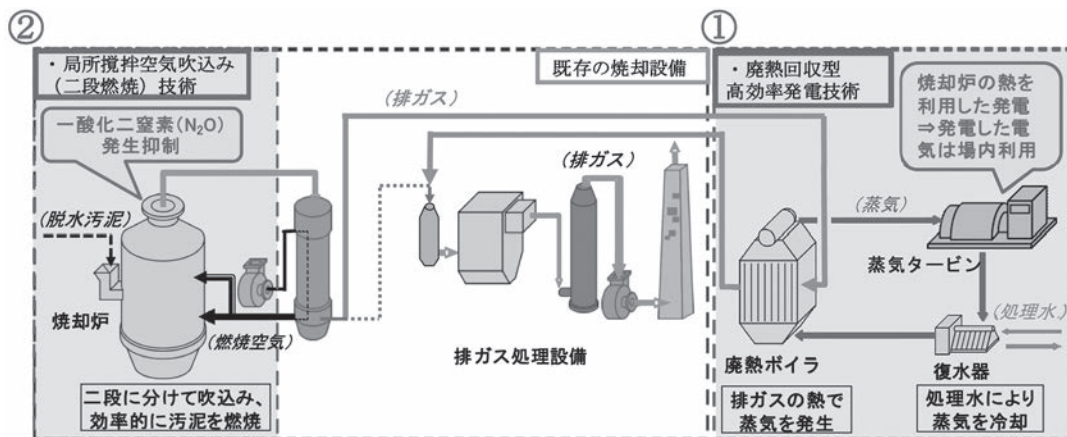


図1 実証設備フロー

で実施可能な、廃熱発電技術と温室効果ガス排出量削減技術を組み合わせた、「温室効果ガス削減を考慮した発電型下水汚泥焼却技術」の技術開発を行った。

この技術は、以下の2つの技術を組み合わせることによって成り立っている。

- ①汚泥焼却熱の有効利用を目的とした「廃熱回収型高効率発電技術」
- ②温室効果ガス削減を目的とした「局所攪拌空気吹込み(二段燃焼)技術」

(1) 廃熱回収型高効率発電技術

本技術は、図1①に示すとおり、既設の下水汚泥焼却設備に廃熱ボイラと蒸気タービン発電機を設置して発電を行うものである。既設焼却設備の排ガスを廃熱ボイラに引き込み、廃熱を回収した後に既設の排ガス処理設備に戻すフローとなっている。

これまでの発電技術では、ごみ焼却設備に導入されるような大型のタービンによる高効率型復水式発電設備しかなかったため、下水汚泥焼却に適用可能な高効率型小型復水式蒸気タービンを新たに設計・開発した(図2)。また、入江崎水処理センターが隣接していることを活用して、豊富な下水処理水を冷却水として利用することで、空冷式よりも発電効率を20%向上させ、発電効率の最大化を図り、150~1,500kwの高効率発電を可能とした。本技術で創出した発電電力を、そのまま下水汚泥焼却設備で利用することにより、焼却設備における電力使用量の削減が可能となる。新開発の小型復水式蒸気タービンによる発電設備は、ダクトを切り回すことで設置可能であるため、新設のみならず既設焼却炉への後付け(追加設置)が可能となっている。

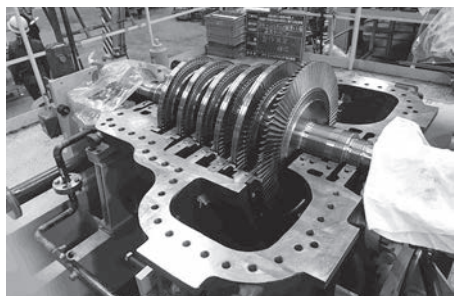


図2 新開発 小型復水式蒸気タービン

(2) 局所攪拌空気吹込み(二段燃焼)技術

本技術は、図1②に示すとおり、焼却炉中段の一画に局所攪拌空気吹込装置を設置し、焼却炉へ吹き込む燃焼空気を一次空気と二次空気に振り分けるように工夫することで図3に示す焼却炉のフリー

ボード部(焼却炉上部)での燃焼を促進し、高温化する技術であり、このことにより、 N_2O 排出量を抑制することが可能となる。さらに、焼却炉下部の砂層への空気量を減少させ、砂層での燃焼を抑制することで大気汚染の原因物質となる NO_x の排出量を抑制することが可能である。

一般的に N_2O は燃焼温度を上昇させると分解が促進され、削減が可能であるが、燃焼温度を上げることにより NO_x が増加するトレードオフの関係にある。これに対して、本技術は、上記のとおり、吹込み空気量の調節ができるため、 N_2O と NO_x を同時に削減することが可能となっており、地球温暖化対策および大気保全の両面に寄与する技術となっている。焼却炉へ吹き込む燃焼空気を一次空気と二次空気に振り分けて行う「二段燃焼技術」は他にもあるが、これまでは焼却炉の全周から吹込みを行うため、既存の焼却設備に後付けが困難であったが、開発した局所攪拌技術は、省スペースで済むことから後付けが可能となった。

これまでの研究成果では、 N_2O 、 NO_x を従来より、50%以上削減可能であることを確認できている。

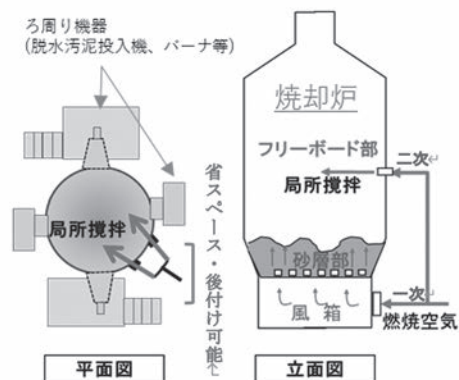


図3 局所攪拌空気吹込み技術概略図

3 おわりに

今回紹介した技術は、既に有効性が確認されているところであるが、さらに技術開発を進め、高効率化や長期耐久性の確認、自動制御化を図っていきたい。

下水道事業では、事業活動の過程において、なおも多くのエネルギーを消費し、温室効果ガスを排出することから、今後も、持続可能な循環型社会の構築を目指して、資源・エネルギーの循環促進や温室効果ガスの排出量の削減など、環境に配慮した技術の開発に取り組んでいきたい。