

発電型汚泥焼却技術「OdySSEA (オデッセア)」

Sludge Incineration Technology with Power Generation and Optimum Air Injection System: "OdySSEA"

1. はじめに

下水道分野において、温室効果ガス (N_2O , CO_2) と大気汚染物質 (NOx) の削減が大きな課題となっている¹⁾。特に汚泥焼却炉から発生する N_2O は、 CO_2 の 298 倍もの温室効果を持ち削減が急務である。そこで当社は、日本下水道事業団、川崎市とともに国土交通省「平成 29, 30 年度下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト)」として、「温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術」を開発し、下水汚泥発電型汚泥焼却技術「OdySSEA」を商品化した。

本稿では「OdySSEA」の 2 つの基幹技術である①高効率発電技術、および②局所攪拌空気吹込み (二段燃焼) 技術の概要と実証試験の成果について紹介する。

2. 「OdySSEA」技術の概要

2.1 「OdySSEA」技術を導入した焼却設備

本技術を導入した設備のフローを図 1 に示す。①の主要設備は廃熱ボイラ・蒸気タービン・復水器であり、②の主要設備は燃焼空気を分岐して焼却炉のフリーボード部に吹き込ませるダクトおよびノズルである。①はダクト接続を変更して排ガスラインに廃熱ボイラを設置することによって、②は燃焼空気のダクト改造を行うことによって、新設のみならず既設設備にも比較的容易に追加設置できる²⁾。

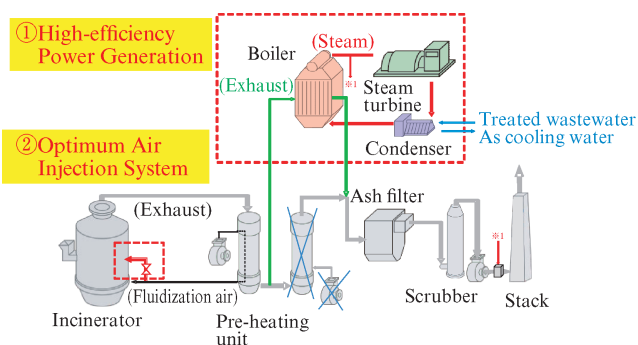


図 1 「OdySSEA」設備フロー
Fig. 1 Flow chart of "OdySSEA"

2.2 高効率発電技術

従来、脱水汚泥焼却量が約 200 wet-t/日以下の焼却炉では、得られる余剰熱量が少ないため発電効率の高い蒸気タービンの導入が困難であった。

「OdySSEA」では新たに開発した小型復水式蒸気タービン (図 2) の導入と豊富な下水処理水を活用した水冷式の復水器により、脱水汚泥焼却量が約 60~200 wet-t/日でも高効率発電を可能とした²⁾。「OdySSEA」を用いた発電により焼却設備の使用電力量を削減できるため、間接的に CO_2 排出量の削減が期待できる。

2.3 局所攪拌空気吹込み (二段燃焼) 技術

「OdySSEA」の N_2O 排出量削減技術は、燃焼空気の一部を分岐して炉上部 (フリーボード部) に効率的に吹き込む機構による (図 3)。一般的にフリーボード部に燃焼空気を吹込む場合は吹込み口を円周方向に設置するが、本技術は炉の一方方向からの吹込みで効果を発揮する点が大きな特徴である。本設備は炉付近の限られたスペース (2.5×2.0 m 程度) に設置可能であり、低コストであるとともに既設焼却炉

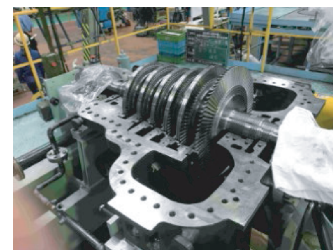


図 2 小型復水式蒸気タービン内部の外観
Fig. 2 Interior view of small condensate steam turbine

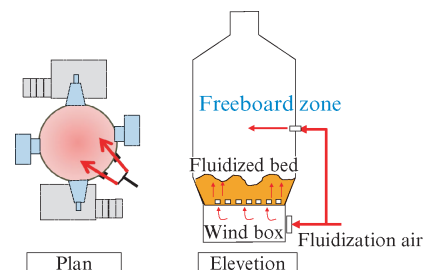


図 3 局所攪拌空気吹込み技術概略
Fig. 3 Schematic diagram of Optimum Air Injection System

付帯機器との干渉が少なく追加設置が容易である。

3. 実証試験の成果

3.1 実証設備の概要

本実証設備は川崎市入江崎総合スラッジセンターの4系列ある焼却設備のうち、1系列に設置した。設備仕様を表1に示す²⁻⁴⁾。

3.2 高効率発電技術における成果

表2に定格焼却量(約150 wet-t/日)における高効率発電技術の実証試験結果を示す。春季, 夏季, 秋季については低含水率污泥における運転結果も併記した。

各季節における含水率(73%~76%)等の污泥性状の変化に伴い焼却炉への投入熱量は変動するが、この変動に応じた発電量が得られ安定した発電運転が可能であることを確認した。また季節に関わらず低含水率(71%~73%)の脱水污泥による運転で、焼却設備の消費電力と発電設備の消費電力の合計値を発電出力が上回る電力自立を確認した³⁾。このような電力自立型の焼却技術は、脱水污泥焼却量150 wet-t/日規模では業界初の技術である。

表1 実証設備を設置した焼却設備の仕様

Table 1 Specification of incineration facility where demonstration equipment was installed

Item	Specification
Type of sludge	Mixed raw sludge
Type of furnace	Bubble fluidized bed incinerator
Incineration	About 150 wet-t/day
Combustion temperature	850°C

表2 各季節における高効率発電技術の実証試験結果

Table 2 Demonstration test results of high-efficiency power generation technologies in each season

Season	SPR		SMR		AUT		WTR
	①	②	①	②	①	②	①
Feed sludge conditions							
Incineration (wet-t/day)	150	138	150	136	151	140	154
Moisture content (%)	74.7	71.6	72.9	72.2	75.6	73.1	75.0
Heat input (GJ/h)	14.9	17.8	16.6	18.8	14.8	15.8	15.4
Generation output (kW)	420	690	605	730	448	683	385*
Power consumption (kW)	529	559	552	563	567	569	560

(Bolded, underlined part is power independent)

①: Rated value ②: Low moisture content

*In winter, the incinerator could not be operated stably, and energy was required to raise the temperature inside the furnace, resulting in low power generation.

3.3 局所攪拌空気吹込み技術における成果

表3に煙突出口におけるN₂O, NO_x 排出濃度の測定結果を示す。排出濃度は焼却炉定格運転時に局所攪拌空気吹込みを作動した時と停止した時に測定した。

局所攪拌空気吹込みを作動することにより、N₂O 排出係数およびNO_x 排出濃度が同時に50%以上低減できることを実証設備で確認した⁴⁾。

4. 本技術導入による地球温暖化対策への効果

以上の実証運転結果を踏まえ、本実証技術を導入した場

表3 局所攪拌空気吹込み技術の結果の一例

Table 3 Results of using Optimum Air Injection System

			Optimum Air Injection System		Reduction rate (%)
			Stop	Operation	
N ₂ O	Concentration	ppm-12%O ₂	88	41	53
	Emission factor	kg-N ₂ O/wet-t	0.494	0.232	
NO _x	Concentration	ppm-12%O ₂	52	13	75

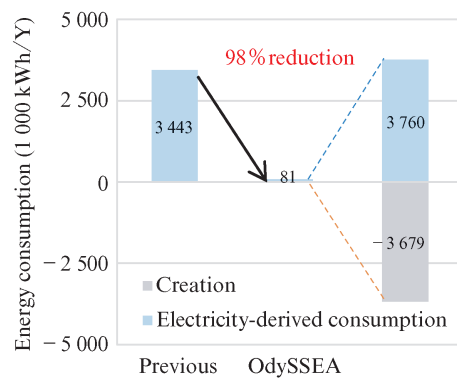


図4 エネルギー消費量の削減効果

Fig. 4 Reduction in energy consumption

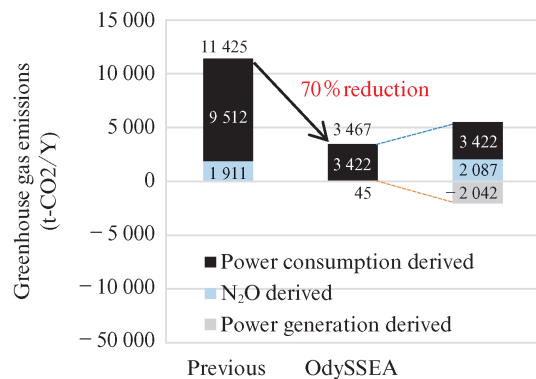


図5 温室効果ガスの削減効果

Fig. 5 Reduction in greenhouse gas emissions

合のエネルギー使用量削減効果、温室効果ガス排出量削減効果について試算した。表1とほぼ同条件で実施した結果を図4ならびに図5に示す。

試算の結果、本技術の導入により消費エネルギー量を98%削減可能であること、また温室効果ガス排出量は70%の削減可能であることを確認した。

5. おわりに

発電型汚泥焼却技術「OdySSEA」の2つの基幹技術、①高効率発電技術、②局所攪拌空気吹込み（二段燃焼）技術の概要および実証試験結果について紹介した。

本技術は新設汚泥焼却プラントに加え、導入が困難であった既設汚泥焼却プラントについて、導入可能な各自治体様の多様なニーズに応えながら、地球温暖化対策に貢献できる技術である。

2021年10月に川崎市上下水道局様より当社が受注した「入江崎総合スラッジセンター汚泥処理施設更新工事」で

は、本技術を導入し温室効果ガスのさらなる削減に寄与することが期待されている。

参考文献

- 1) 環境省・国土交通省. 下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出抑制等の指針～. 平成29年3月
- 2) 橋本久尚, 松井威喜, 岡田悠輔, 三宅晴男, 碓井次郎, 佐々木信勝, 小林康太, 薄井宗光, 菅原充, 山本明広. 温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術実証研究. 第55回下水道研究発表会予稿集. 2018, p. 524-527.
- 3) 橋本久尚, 松井威喜, 岡田悠輔, 三宅晴男, 井上善之, 佐々木信勝, 小林康太, 薄井宗光, 菅原充, 山本明広. 温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術における高効率発電技術の実証. 第56回下水道研究発表会予稿集. 2019, p. 587-589.
- 4) 秋山肇, 松井威喜, 岡田悠輔, 桑嶋知哉, 井上善之, 小倉一輝, 白柳匡基, 薄井宗光, 菅原充. 発電型汚泥焼却技術における局所攪拌空気吹込み自動制御技術の実証. 第57回下水道研究発表会講演集. 2020, p. 514-516.

〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング 環境本部 アクア事業部 バイオマスプラント部
TEL: 045-505-7805 FAX: 045-505-7734
ホームページ: <https://www.jfe-eng.co.jp/products/aqua/treat23.html>