

ストーカ式下水汚泥焼却発電システム

国内の下水道分野では、2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で208万t-CO₂の削減が求められている。日立造船は、ストーカ式ごみ焼却発電技術を応用し、ストーカ式下水汚泥焼却発電技術を開発した。脱水汚泥10~15 t/日のストーカ式下水汚泥焼却炉の実証試験により、補助燃料なしでN₂O排出量を0.01 kg/t-DS以下にできることを確認した。また、ストーカ式下水汚泥焼却発電システムの試算から、汚泥焼却の温室効果ガス排出量をマイナスにできることを確認した。

キーワード

下水汚泥、温室効果ガス、N₂O、焼却



■ 目的

下水汚泥焼却発電システムとは、下水処理場で発生する下水汚泥を高温で焼却し、廃熱回収後に発電するシステムである。現状は90%以上の下水汚泥焼却炉が流動床式だが、ストーカ式だと、次の課題を解決できる。

1. N₂Oや温室効果ガスの発生

図1のとおり、日本の温室効果ガス削減目標は、2030年に46%削減、2050年に実質ゼロである。図2のとおり、2019年度下水道分野の温室効果ガス排出量が約530万トン、汚泥焼却のN₂O（一酸化二窒素）由来が20.2%である。N₂Oの温暖化係数はCO₂の298倍であり、汚泥焼却のN₂O削減は下水道分野の温室効果ガス排出量削減に貢献できる。

2. 焼却廃熱の未利用

廃熱利用率が3%と小さいため、その向上が望まれる。

3. リンによる煙道閉塞による計画外停止

既存の流動床炉は、煙道の閉塞や硅砂の流動不良等のトラブルが多い。主な原因を示す。

- ① 下水の高度処理等による汚泥中リン濃度の増加
- ② 燃焼温度850℃以上で、煙道閉塞が発生
- ③ 灰分の全量と流動砂が煙道への飛灰に移行

■ 特長

ストーカ式下水汚泥焼却炉の優位性を示す。

1. 温室効果ガス発生量の大幅な削減

N₂OやCO₂の排出量が少なく、補助燃料が不要なため、地球温暖化防止効果大きい。図3のとおり、900℃以上の高温燃焼によりN₂O排出量を大幅に削減できる。

2. 創エネルギー量の向上

下水汚泥焼却炉の電力自立や下水処理場への余剰電力供給が可能であり、創エネルギー量を向上させる。

3. 煙道閉塞対策

ばいじん飛散率が3%程度のため、900℃以上の高温燃焼で煙道閉塞等が少なく、長期安定運転性に優れる。

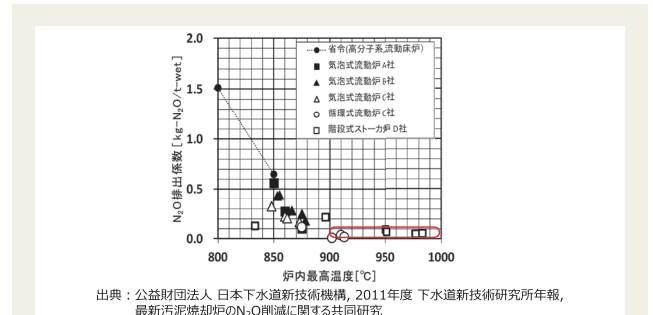


図3 燃焼温度とN₂O排出量の関係

■ 温室効果ガス排出量の削減効果

1. ストーカ式下水汚泥焼却発電システム

図4に概略フローを示す。脱水汚泥を乾燥機で乾燥させ、その乾燥汚泥を900℃以上で燃焼させる。乾燥汚泥は自然するため、補助燃料は不要である。廃熱ボイラの蒸気により回収した熱を使って蒸気タービン発電機で発電し、さらにタービン排気蒸気を使って乾燥機で脱水汚泥を乾燥する。

2. 試算条件

表1に試算条件を示す。炉形式はストーカ炉と一般的な流動床炉、脱水汚泥処理量は300 t/日と50 t/日、脱水汚泥含水率は76%と72%を比較した。

3. 試算結果

図5のとおり、ストーカ炉の温室効果ガス排出量は、流動床炉より大幅に削減され、実質マイナスになる。

我が国の温室効果ガス削減の中長期目標と長期目標

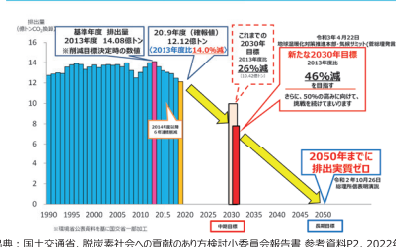


図1 日本の温室効果ガス削減の中長期目標

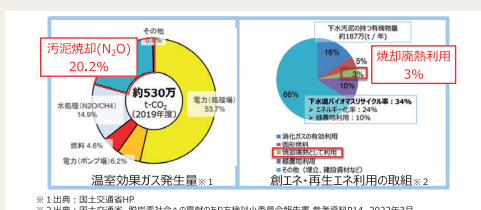


図2 下水道分野の地球温暖化対策の課題

N_2O 由来はほぼゼロ、補助燃料由来はゼロである。さらに、使用電力は減少、発電電力は増加する。

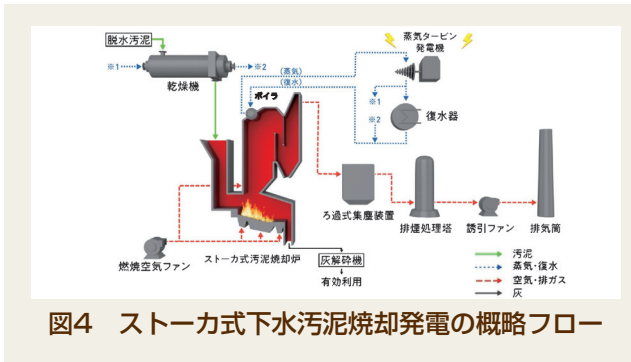


図4 ストーカ式下水汚泥焼却発電の概略フロー

表1 試算条件

ケース	1	2	3	4	5 ※1
炉形式	ストーカ炉 (大規模)		ストーカ炉 (小規模)		一般的な流動床炉
処理対象(脱水汚泥)					
処理量 t/日	300		50		300
含水率 %	76	72	76	72	78
焼却対象(乾燥汚泥)					
処理量 t/日	90	105	15	18	—
含水率 %	20		20		—
脱水汚泥の性状					
可燃分 %-DS	86		86		75
灰分 %-DS	14		14		25
高位発熱量 MJ/kg-DS	20.2		20.2		17.5

※1 出典：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技術ガイドラン平成29年度版，P145

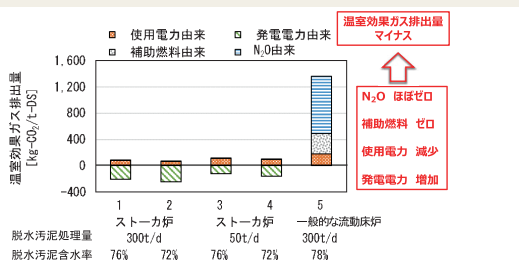


図5 温室効果ガス排出量の試算結果

の基準値以下、焼却灰は産業廃棄物の埋立処分判定基準(管理型処分場)以下であった。灰移行率の平均値は、焼却灰が97.1%、飛灰が2.6%と煙道への灰分の飛散は少なく、火格子隙間の落じんが0.3%と少なかった。

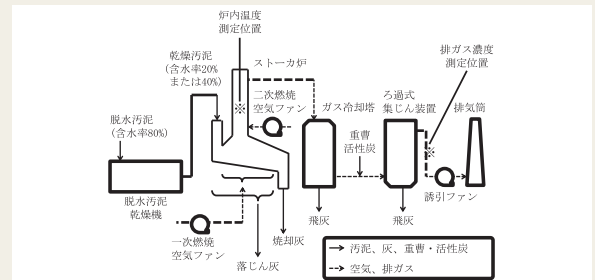


図6 実証設備の概略フロー

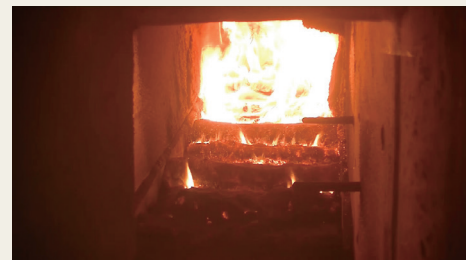


写真1 炉内で燃焼中の汚泥

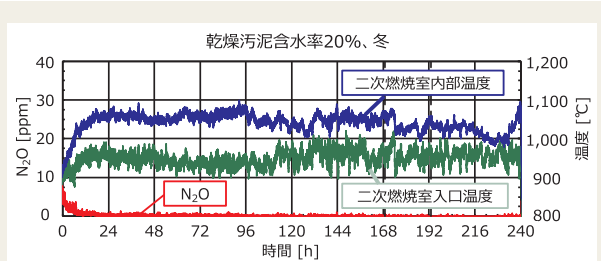


図7 排ガスの N_2O 濃度と炉内温度の推移

■ 実証試験

1. 試験方法

ストーカ炉の実証試験は、東京都下水道局と共同で実施した。図6に、実証設備の概略フロー図を示す。含水率80%程度の脱水汚泥を複数の施設や季節ごとに採取し、乾燥機にて乾燥後、ストーカ炉で燃焼させた。

2. 試験結果

操炉状況の代表例として、燃焼が困難と予測された冬の汚泥を使用し、10日間連続運転した結果を報告する。写真1に炉内での汚泥燃焼の様子、図7に排ガスの N_2O 濃度と炉内温度の推移を示す。乾燥汚泥は、炎を上げ勢いよく燃焼した。排ガスの N_2O 濃度は平均して0.2 ppm(乾き、酸素12%換算)で推移し、二次燃焼室入口温度は900~1,000℃、二次燃焼室内部温度は1,000~1,100℃で安定的に推移した。脱水汚泥の採取場所や採取時期、乾燥汚泥の含水率によらず全試験で、炉内温度や排ガス濃度は安定して推移した。排ガスは東京都環境確保条例

■ おわりに

2019年からストーカ炉の実証試験を実施し、汚泥の適正な焼却処理を確認した。 N_2O 排出量は0.01 kg/t-DS (Dry Solid) 以下を実証した。これは、地球温暖化対策マニュアルの汚泥焼却における高分子・流動炉(高温)約850℃の N_2O 排出係数と比較して、約1/300であった。また、ストーカ式下水汚泥焼却発電システムでは、補助燃料を使用することなく、発電電力量が使用電力量を上回り、創エネが可能であることを試算した。

SDGsに貢献する技術

ストーカ式下水汚泥焼却発電システムは、下水道事業のSDGsに大きく貢献できる技術である。

【問い合わせ先】

日立造船株式会社 環境事業本部
環境営業統括部 汚泥脱炭素化営業室
Tel: 03-6404-0823