

2-3-2 焼却炉運転効率向上についての効果検証

西部第二下水道事務所 新河岸水再生センター 氏名 土屋 良文

1. はじめに

東京都下水道局（以下「当局」という。）は、2030年カーボンハーフ実現に向けて、地球温暖化対策とエネルギー対策とを一体的に推進し、脱炭素化に向けた取組の更なる加速・強化を図るため、令和5年3月に「アースプラン2023」を策定した¹⁾。本計画では、汚泥処理工程・方法の効率化を図るため、汚泥処理施設間で汚泥量を最適に配分し、焼却炉の運転基数を減らし、電力使用量や燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減するとしている（図1）。

本稿では、令和5年度に実施したみやぎ水再生センター汚泥焼却設備補修工事に伴う全量送泥（以下「全量送泥」という。）期間における新河岸水再生センター（以下「当センター」という。）での焼却炉運転効率向上について効果検証を行ったので、報告する。

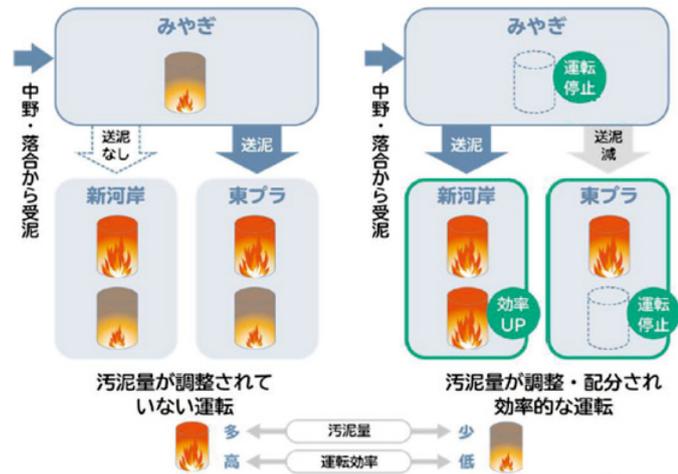


図1 汚泥量の調整・配分による効率化のイメージ（アースプラン2023内の図を基に作成）

2. 概要

2.1 概要

区部の送泥ネットワークを図2に示す。当局では、汚泥処理の信頼性強化の取組として、相互送泥施設の整備を進めている。図に示すとおり、みやぎ・新河岸間における相互送泥施設の整備は完了している。

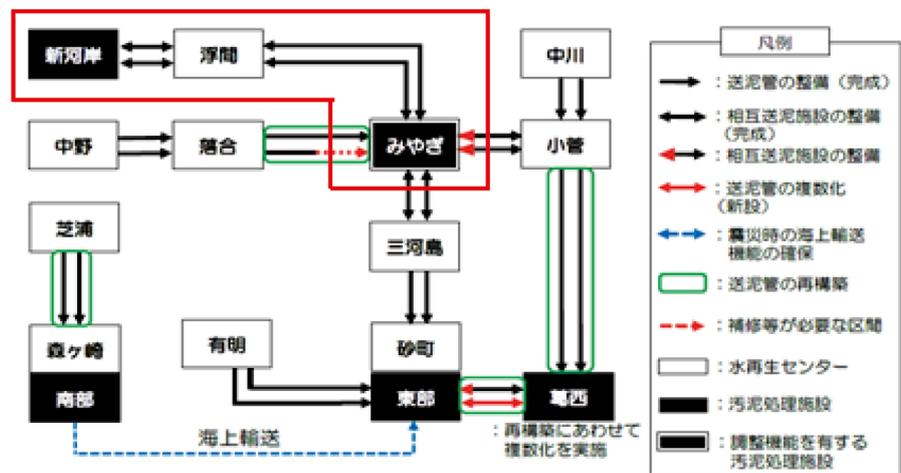


図2 区部の送泥ネットワーク（東京都下水道事業 経営計画2021²⁾）

2.2 新河岸水再生センターにおける汚泥焼却状況

当センターの汚泥焼却状況を表1に示す。

エネルギー自立型の新4号炉をメイン炉とし、省エネルギー型の新3号炉を調整炉とする運用が基本となっている。表1に示すとおり、晴天時における焼却量は330t/日であるのに対し、自立可能焼却量は375t/日であるため、新3号炉自立に必要な汚泥量は45t/日不足する。この間汚泥投入は停止するが、炉内温度を保つために都市ガスによる燃焼が必要な保温待機状態となり、多くの都市ガスを使用している。

表1 汚泥焼却状況

名称	仕様	定格焼却能力 (t/日)	晴天時焼却量 (t/日)	焼却量 (t/日)
2号炉	高温燃焼焼却炉	200	330	145～200
新3号炉	省エネルギー型焼却炉	250		150 ^{*1} ～250 (定格60%以上で自立 ^{*2})
新4号炉	エネルギー自立型焼却炉	250		225 ^{*1} ～250 (定格90%以上で自立 ^{*2})
合計(2炉運用時焼却能力)		450～500		375 ^{*1} ～500 (自立可能焼却量)

※1 自立可能な最低焼却量

※2 焼却炉の自立

新3号炉：保温待機状態にならず、過給機(ターボ)による使用電力の削減ができて
いる状態

新4号炉：焼却炉の運転に必要な電力を自給できている状態

3. 全量送泥期間中における効果検証

3.1 全量送泥

全量送泥期間中におけるみやぎ水再生センター(以下「みやぎ」という。)からの受泥状況は表2のとおりである。

みやぎからの受泥に対して、当センターでは汚泥の全量を機械濃縮(ベルト濃縮機)で処理した。通常時は3～4台運転のところ5～6台運転となり、降雨状況により、機械濃縮を行っている余剰汚泥の引抜量を制限することで調整を行った。

表2 受泥状況

受泥量 (m ³ /h)	受泥濃度 (%)	ベルト濃縮機運転台数
320	0.3程度	5～6台(通常時:3～4台)

全量送泥期間：令和5年8月15日～10月17日

3.2 全量送泥期間中における汚泥処理状況

全量送泥期間中における焼却量と受泥量との関係を図3に示す。

全量送泥期間中は焼却能力が大きくかつ省エネ効果の大きい新3・新4号炉で運用した。

全量送泥期間中の最大焼却量は 499t/日となり、2 炉運転で対応可能であった。しかし、豪雨により汚泥発生量が大きく増加した場合は、3 炉運転も必要となることが分かった。

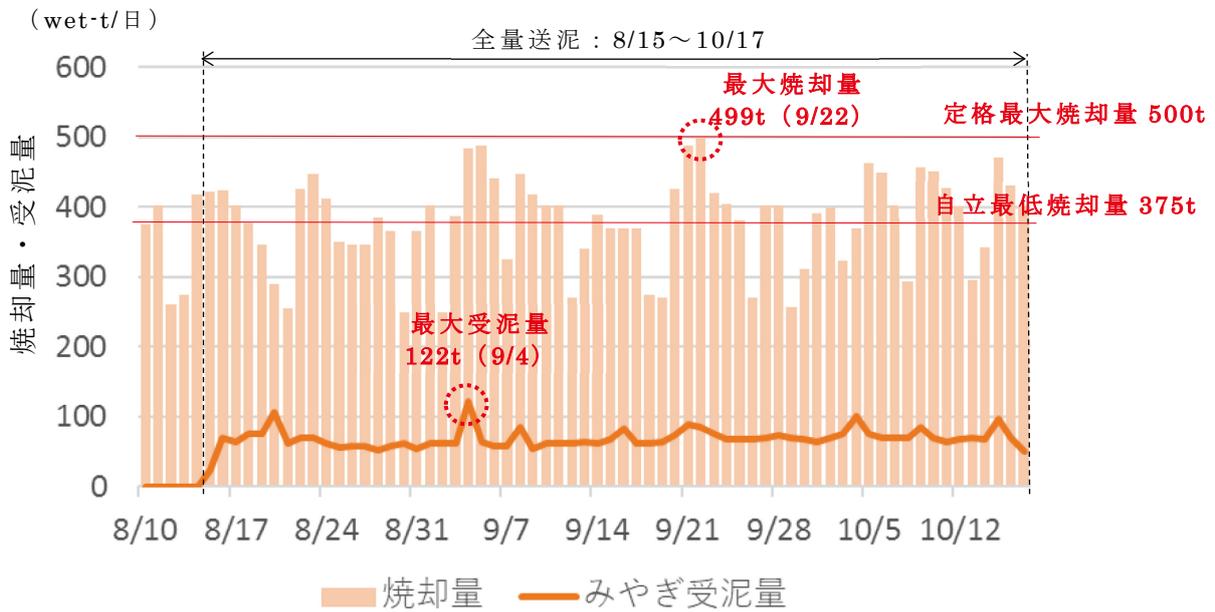


図 3 全量送泥期間中における焼却量と受泥量

3.3 効果検証

3.3.1 新 3 号炉効果検証

新 3 号炉の焼却量と焼却電力量、焼却量と都市ガス使用量・一酸化二窒素（以下「N₂O」）という。）排出量の関係を図 4、5 に示す。

新 4 号炉の定格運転を優先としたため、自立可能な最低焼却量を下回り、保温待機状態となる日が発生している。しかし、図 4、5 からは全量送泥により自立可能な 150t/日を上回る日が大幅に増加しているのを見て取れ、新 3 号炉自立運転に大きく貢献している。

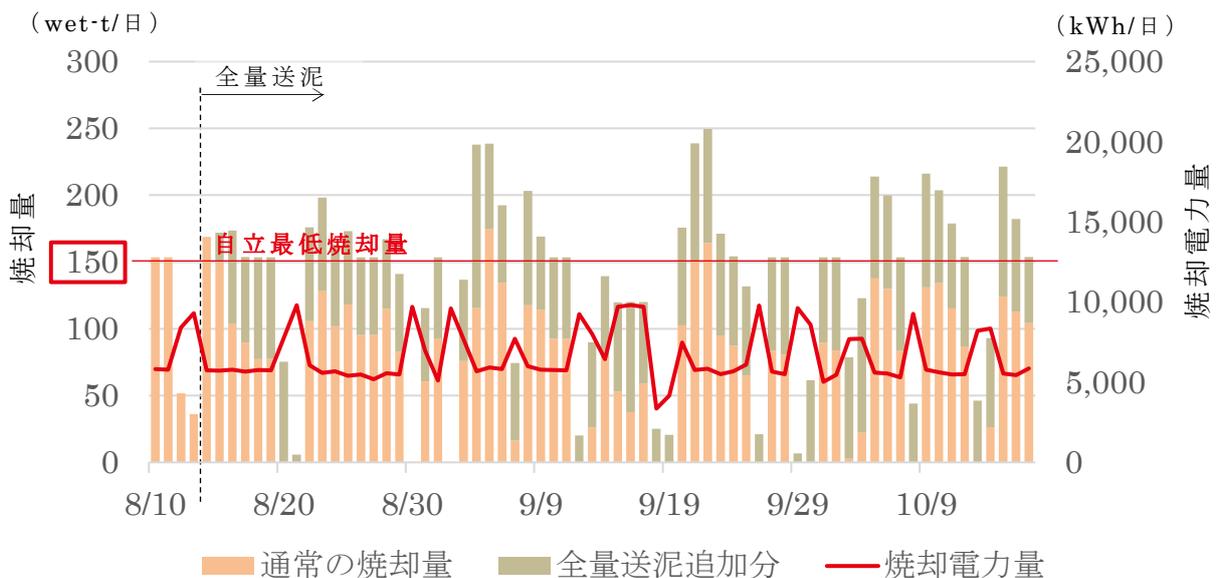


図 4 新 3 号炉焼却量と焼却電力量

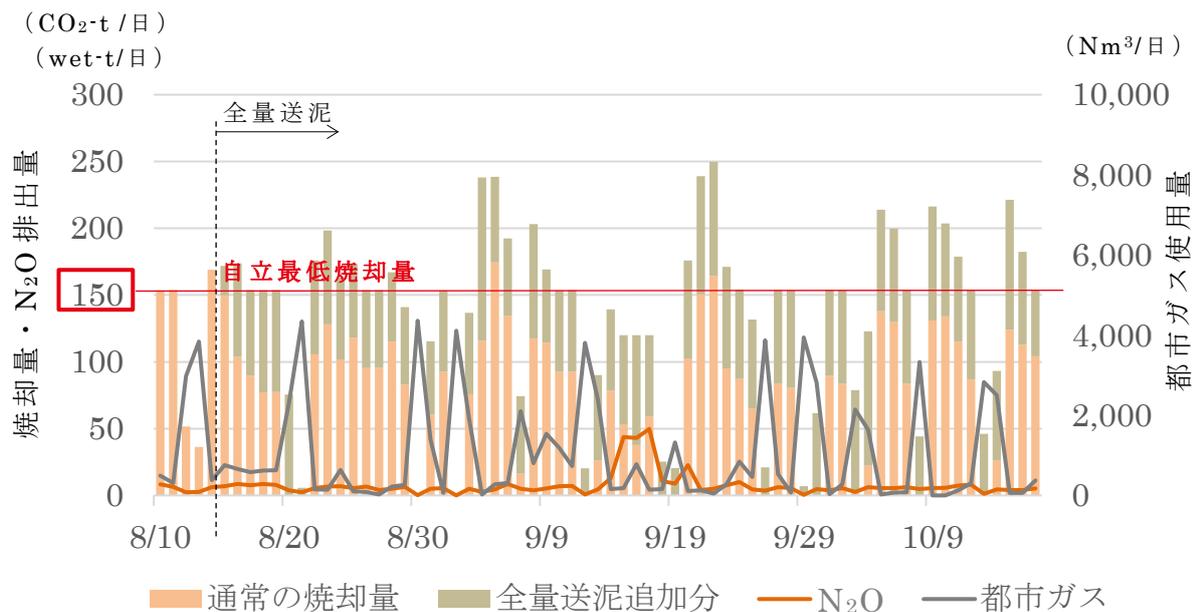


図 5 新 3 号炉焼却量と都市ガス使用量・N₂O 排出量

3.3.2 新 4 号炉効果検証

新 4 号炉の焼却量と発電電力量・焼却電力量、焼却量と都市ガス使用量・N₂O 排出量の関係を図 6、7 に示す。ほぼ全期間定格運転を実施しており、電力使用量ゼロの自立運転に加えて都市ガス使用量ゼロの自燃、フリーボード部の温度 900℃前後の高温焼却による低 N₂O 運転の維持が実現できている。

なお、8 月の発電電力量は作動媒体凝縮器内の水管汚れに伴う熱効率低下により、発電効率が大幅に低下し、焼却電力量が増加した。9/1～4 の期間で発電機を停止し凝縮器清掃を実施したことで発電電力量が回復している。

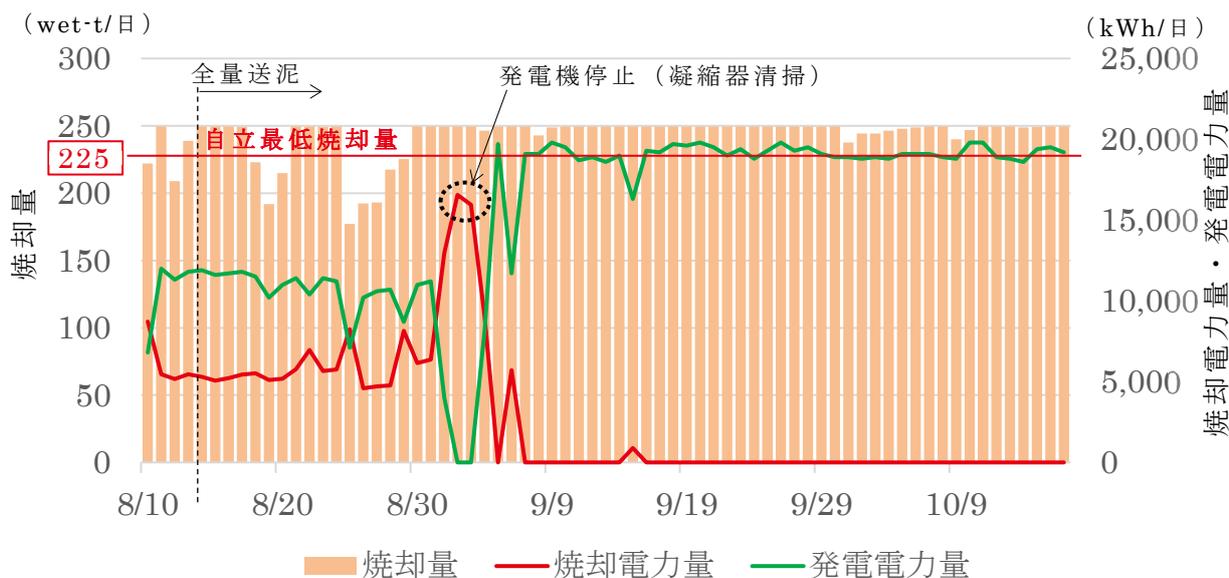


図 6 新 4 号炉焼却量と発電電力量・使用電力量

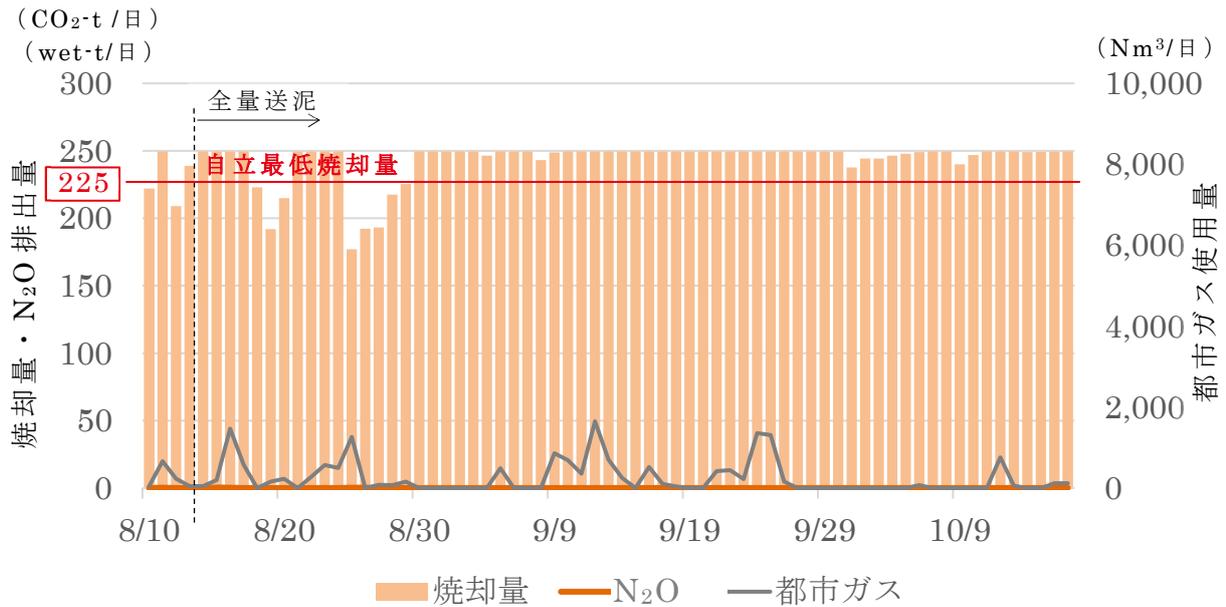


図7 新4号炉焼却量と都市ガス使用量・N₂O排出量

4. 課題と対応

4.1 新3号炉の効率化

自立可能な最低焼却量を更に減らすことができれば、新3号炉の保温待機時間が減少し、より効率的な運転が可能となる。最低焼却量での運転状況を調査した結果、燃烧空気量減少時の細かな風量制御ができていないことが判明した。燃烧空気量は余剰空気弁で制御されるが、配管径が大きく、最低負荷時でもほぼ全閉近くで制御されていた。小口径化することで低負荷でもより細かい制御が可能となるが、余剰空気弁は緊急排気の役割も兼ねており、適切なサイズ選定が求められる。

緊急排気に要する時間と低負荷時における応答性を両立する配管径を検討した結果、口径200mmとするのが最適となり、令和5年10月に口径を変更した(図8)。これに伴う効果は現在検証中である。

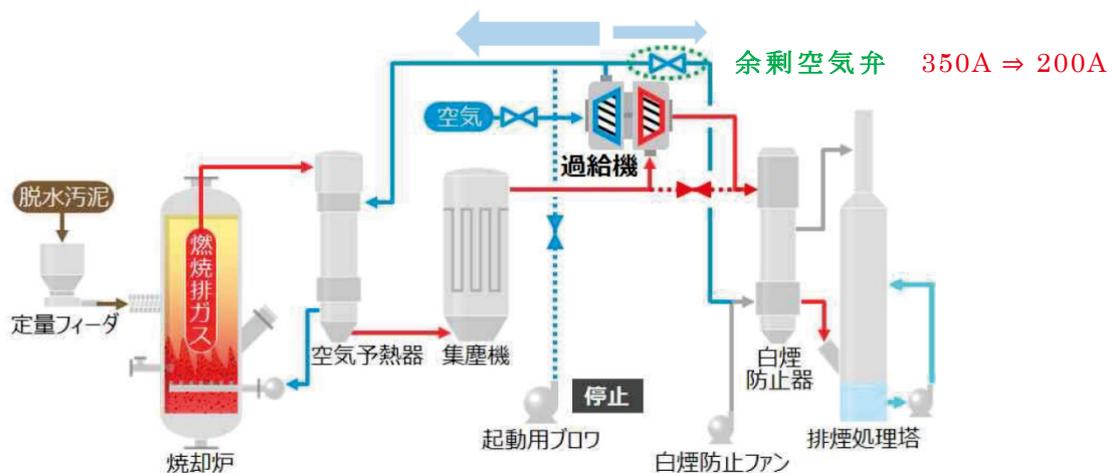


図8 新3号炉フロー図

4.2 新4号炉発電機の定格運転

全量送泥期間中に新4号炉の定格運転はほぼ実施できたが、8月の発電量は4割ほど低下しており自立運転不可であった。発電に要する作動媒体の冷却には二次処理水を使用しているが、これに含まれる夾雑物が凝縮器水管に付着することで、熱効率が低下しているのが原因である。凝縮器清掃後、発電量が回復し自立運転可能となったが、60日～80日間隔での清掃が必要であり、維持管理上大きな負担となっている。

長期間の自立運転継続に向けて、夾雑物の除去装置設置や清掃方法の工夫など対応策を検討中である。

4.3 設備能力不足への対応

全量送泥期間中、降雨時は機械濃縮機が全台稼働することが頻繁にあった。また、豪雨時には焼却炉3機運転となる場合も想定される。これらのことから、当センターでの工事等による設備停止期間中は、今回述べたような効率的な運用が困難となることが考えられる。

今後、現有する設備能力を精査し、必要な対応を検討していく。

5. まとめ

今回の検証により、汚泥相互融通による焼却炉の運転効率の向上は、電力使用量や燃料使用量の削減、温室効果ガス排出量削減に有効であることが確認できた。一方で、今回の全量送泥期間中は降雨の影響が小さく、また、大きなトラブルもなく対応することができたが、設備能力に余裕のない状態での運用であった。

今後、安定的に汚泥処理施設間での汚泥相互融通を実施するには、各施設における課題を整理し、対応を行っていくことが重要である。今後も実施される全量送泥や送泥試験の機会を通じ、問題点を洗い出していきたい。

・参考文献

- 1) 東京都下水道局. (2023). アースプラン 2023.
- 2) 東京都下水道局. (2021). 東京都下水道事業 経営計画 2021. (p.46)