

既存下水道施設の省エネルギー化 対策に関する調査研究

研究報告

'98 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1998 No.6



財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

本機構は、下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道にかかわる新技術の研究および開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、平成4年9月28日以来、新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

設立後、6年間が経過するなかで本機構と地方公共団体等と進めた共同研究には、東京都との「造粒調質濃縮技術の実用化研究」、長野県・東京都・船橋市・福島県等との「垂直管渠の実用化」等があります。これらの研究成果は、設計・施工のさい活用されています。今後も、更に新技術の普及実用化を進めて行きます。

平成10年度は、公的機関から新技術活用モデル事業である「車載式高効率汚泥乾燥設備の実用化研究」他40課題、民間企業から「全プラスチックかき寄せ機に関する調査研究」他13課題、固有研究6課題の合計59課題の調査研究を行い、また民間が開発した新技術の審査証明7課題を実施しました。

下水道新技術研究所年報は、本機構が設けている下水道新技術研究所における、平成10年度の研究成果をとりまとめたものです。

本書は、固有研究の『既存下水道施設の省エネルギー化対策に関する調査研究』についてその概要をまとめたものであります。

このダイジェストが実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理 事 長

玉 木 勉

既存下水道施設の省エネルギー化 対策に関する調査研究

はじめに

下水道の電力使用量は、全国の電力使用量の0.6～0.7%を占めている。また、汚泥焼却処理等においては重油等の化石燃料が使用されている。

さらに下水処理プロセスからはメタンや一酸化二窒素が発生することなどから、下水道においても事業の実施に伴う温室効果ガスの発生をできる限り抑制していく努力が求められている。

本調査では、下水道の省エネルギー方策の策定に資することを目的として、全国の下水処理場で電力・エネルギーがどのように使われているかを解析するとともに、下水道研究発表会論文など既往の文献から、省エネルギー方策及びエネルギー回収の可能性についての情報を収集・整理した。

調査内容

①我が国の下水処理場の概要＝平成8年度版「下水道統計」により調査・整理した。

②下水道施設における消費エネルギーの実態＝「統計」により処理方式別、規模別による消費エネルギー量の実態を整理した。

③下水道施設における効率的なエネルギー消費の検討＝過去10年間の研究発表会文献を整理し、各プロセス及び方策ごとに、現状の問題点及び削減の可能性について整理した。

④下水道におけるエネルギー回収＝過去10年間の文献整理により、エネルギー回収の方策や可能性、現状の問題点の整理を行った。

調査結果

1. 我が国の下水処理場の概要

処理場の箇所数で見ると、水処理方式としては標準活性汚泥法が55.8%、OD法が24.5%で主流となっている。処理規模は5,000m³/日未満が33.3%、10,000～50,000m³/日が29.9%と、近年は中小規模が増加している。

汚泥処理方式は、「濃縮→脱水」が38%、「濃縮→消化→脱水」が14%となっている。

2. 下水道施設における消費エネルギーの実態

①全消費エネルギー

国内の全電力使用量の0.6～0.7%が下水処理施設による使用量で、約50億kwh/年以上となっている。その割合は、水処理、

汚泥処理、場内ポンプの順であり、水処理施設が全体の約50%である。

液体燃料は焼却炉での使用量が多い。ガス燃料は焼却炉と消化タンクで約50%使用されている。

電力及び液体燃料等からの換算CO₂発生量は平成8年度で約300万t/年となっている。そのうち約70%が電力からの換算CO₂で、残りが液体燃料等である。

②処理プロセスごとの消費エネル

ギー

水処理における電力使用量は、処理規模が大きくなるほど処理水量あたりの使用電力量は小さくなる。5,000m³/日未満が平均約0.5kwh/m³なのに対し、50,000m³/日以上では平均0.1kwh/m³以下となっている。

水処理方式では、循環法などの機器点数やばっ気時間の長い方式で消費エネルギーが大きくなる傾向が見られた。

汚泥処理では、天日乾燥<脱水<機械乾燥<焼却<熔融の順に大きく、汚泥を減量化するほど消費エネルギーも大きくなる。

表1 水処理プロセスにおける効率化の可能性

分類1	分類2	削減対策の可能性・効果など
ポンプ施設		施設の配置（必要ポンプ揚程を小さくする、など） 機器の選定（小型の台数を増やす、容量の異なるポンプを設置、など） 運転と制御（ベースロードは定速回転のポンプ、変動部分は可変速ポンプ、定速ポンプと可変速ポンプを組み合わせた水位一定制御、流量一定制御、など） 電動機速度制御 潤滑油、潤滑水等の不要な機器の見直し 縦型スクリーウー付き斜流ポンプの採用
沈殿池		汚泥掻き寄せ機本体のみの消費電力量； チェーンフライト式（周辺駆動式）中央駆動式）ミューダー式の順に小さい チェーンフライト式は他方式の約2～4倍の電力を消費する 所有動力が大きいチェーンフライト式の採用実績が多いが、事情が許す範囲で他の形式を採用することにより1/2程度の電力削減が可能 チェーン等を合成樹脂としたチェーンライト式汚泥掻き寄せ機の採用 →従来のステンレス製チェーンに比べ1/2程度の動力で済み、沈殿池の所要動力は50%程度削減される可能性あり 汚泥掻き寄せ機の間欠運転 →事故防止のための保護策、間欠運転のための制御方法、スクラム対策を考慮
反応タンク	散気装置 機械式曝気装置 生物担体 反応タンク構造 風量制御 OD法 送風機設備	散気式、機械攪拌式、併用式に大別できるが、多用されている散気式の所要電力は処理場全体で消費する電力の約40%を占める 発生気泡の縮小→気液接触面積の拡大→酸素移動効率の向上が予想 機械式散気装置のインペラー形状の改善 投入空気量の制御、VVVF制御 機械式攪拌装置の位置 減速機を使用せずモーターに直結 微生物固定化担体 →最大脱窒速度の平均23%上昇 バフフル板の位置、寸法 槽の幅と高さ比 DO計、ORP計、BODセンサーによる風量自動制御 Fuzzy制御による最適運転 間欠運転で、条件運転により電力量が通常運転時と比較し2.6%低減した報告がある。 下水処理場における送風機の電力量は40～50%に上る。 酸素富化オゾンイザをオゾン高度処理に適用 →その排ガスを曝気に再利用
高度処理	急速ろ過法 AO法 循環法	下水二次処理水の利用特性にあつたろ材・洗浄方法等の開発により、ろ過速度の向上、洗浄に必要な動力の削減を実現できる可能性がある。 本方式の採用により反応槽での所要動力がおおよそ5～15%削減できる可能性が報告されている。 好気槽の曝気にDO制御などの適切な方法を採用することにより一層の電力量削減が可能。 流動床の下部より循環水を導入し、流動動力の省エネルギー化を図る。 高速ろ過と硝化槽に担体を充填した活性汚泥循環変法の組み合わせにより省面積化と高効率化の可能性が報告されている。
消毒設備	塩素剤消毒 紫外線消毒 オゾン消毒	電力消費量が最も少ない消毒技術である。 次亜塩酸素ナトリウム溶液の場合→残留塩素によるフィードバック制御 固形塩素剤の場合→水量の変化に対応した排出量の厳密な対応 設置条件や処理水量によるランプの適正な選択。 低圧ランプの大出力化、中圧ランプの効率化を図る。 現在の消毒技術の中で最もエネルギー消費が大きく建設費も高価である。

表一 2 下水道におけるエネルギー回収の方策

分類	項目	効率化の可能性、効果
下水熱利用	可能性 事例	熱源 → 下水処理水を使用、未処理下水（生下水）を使用 省エネルギー効果 環境保全効果 後楽一丁目地区熱供給施設
消化ガス利用	可能性 事例	直接熱源（燃料）として利用 消化ガス発電 消化ガス燃料電池 消化ガスの都市ガスへの売却 汚泥消化タンクの加温 消化ガス発電 消化ガス燃料電池 消化ガスの都市ガスへの売却
処理水再利用	可能性 事例	処理水よりのエネルギー回収 下水処理水のエネルギー利用 下水処理水を高度処理の上、再利用 下水処理水及び雨水の再利用 下水処理水を積雪対策に利用 湯水時に下水処理水を再利用
廃熱回収	可能性 事例	排水からの廃熱回収 焼却、溶融排ガスからの廃熱回収 下水汚泥焼却とコージェネレーションシステムとの組み合わせ 排水からの回収熱量の外部利用 排水からの廃熱回収 焼却排ガスから回収した蒸気熱量の外部利用 焼却排ガスからの回収熱量を汚泥乾燥に利用 焼却排ガスからの回収熱量を発電に利用 溶融排ガスからの回収熱量を汚泥乾燥に利用 溶融廃熱の消化槽の加温への利用 合板工場で発生する脱水ケーキをボイラー燃料として有効利用
汚泥燃料化	可能性	汚泥油化 微粉灰添加 重油添加 油温減圧式乾燥
新エネルギー	可能性	太陽光発電

③電力量原単位

処理規模のみならず、施設の稼働率や処理方式など、処理場固有の条件に左右されるため、一概に原単位の多寡で評価することはできないが、処理規模の小さい処理場では、処理水量あたりの使用電力量も大きい。

3. 効率的なエネルギー消費の検討

下水道施設における省エネルギー化対策は、各処理場の固有条件によって異なる。特に既設処理場では制約も大きく、効率化の施策や効果について断言することはできない。

本調査では、文献等から現状における問題点と課題、効率化の可能性等を、水処理プロセス、汚泥処理プロセスについて整理した。ここでは水処理プロセスにおける効率化の可能性を表一 1 に示す。

4. 下水道におけるエネルギー回収

下水道施設におけるエネルギーの効率化は、各プロセスにおいて省資源・省エネルギー化を図ると同時に、廃棄エネルギーの回収、未利用エネルギーの積極的な利用が望まれる。

本調査では、文献により下水熱利用、消化ガス利用、処理水再利用、廃熱回収、汚泥燃料化、その他（新エネルギー）を大分類とし、その可能性と効果について整理した。概要を表一 2 に示す。エネルギー回収は、新たなエネルギーの消失（使用）ともなるため、採用にあたっては事前にLCA、LCCO₂等について十分に検討する必要がある。

今後の課題

省エネルギー化を図る基本的な視点としては、以下の事項が基本的な理念であると考えられる。

- ①無駄・無理のないシステム・施設計画
- ②効率の良い設備・機器の設計・適用
- ③運転の最適化

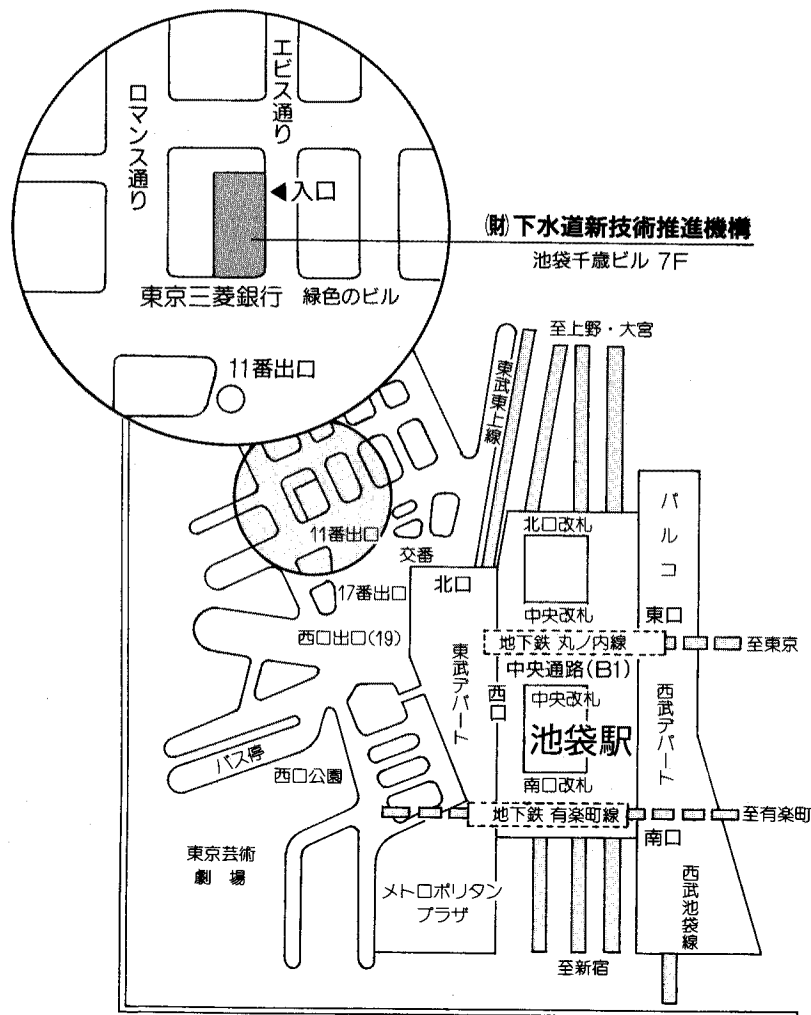
これらは概念としては理解できるものの、具体的な各論においては単純に対応できないことも多く、現実には多くの課題がある。

また、下水道施設はライフラインを支える社会基盤であることから、効率化のみならず、安全性・安定性・信頼性・冗長性（余裕）等が求められており、これが経済性のみで決定できない要因となっている。

今後、省エネルギーに係わるケーススタディを実施する場合を想定し、施設建設及び運転管理の両面から省エネルギー化の多数のメニューと選択肢についての、ある程度の定量化を試みる必要があると思われる。

•この研究に関する問い合わせは

研究第一部長	大 嶋 吉 雄
研究第一部主任研究員	馬 渡 裕 二
研究第一部研究員	後 藤 雅 子



財団法人 下水道新技術推進機構

Japan Institute of Wastewater Engineering Technology

〒171-0021 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階

TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333