

小規模下水処理場における電力消費量の実態調査

田中裕大・濱田知幸・高村和典

1. 背景

新下水道ビジョンの実現加速の観点から国が選択と集中により5年程度で実施すべき施策をとりまとめた新下水道ビジョン加速戦略¹⁾(平成29年8月)では、「概ね20年で下水道事業における電力消費量の半減」を目標として取り組むことが重要であると述べられている。平成28年度版下水道統計²⁾を基に、全国の下水処理場の年間消費電力量を規模別に整理すると、大規模、中規模処理場がそれぞれ66%、21%の電力消費量を占めるが、小規模処理場も13%の電力消費量を占めており、電力量半減のためには小規模処理場の省エネルギー化も必要となっている。小規模処理場のうち、晴天時日最大処理水量が5,000m³/d以下の処理場の水処理方式は、1,236処理場のうち914処理場がオキシデーションディッチ法(以下「OD法」という。)である²⁾。OD法は、最初沈殿池を設けず、主に機械式エアレーション装置を有する無終端水路を反応タンクとした活性汚泥法であり、機器点数が少なく維持管理が容易なことから小規模処理場に広く用いられている。

しかし、平成30年度の調査結果³⁾より、OD法に省エネ仕様の機器が現状では存在しないため、小規模処理場では設備更新による電力消費量の削減はほとんど期待できないと考えられることがわかっている。一方で中小規模をターゲットとした研究、調査報告が少なく、中小規模を対象とした新技術の開発、導入促進の推進策を検討していくためには、運転状況等の実態の把握が不可欠である。本検討では、今後の新技術の開発および導入促進の方策の検討に資することを目的として、電力消費量の大小を決める要因について調査した。

2. 下水道統計におけるOD法の電力消費量原単位の整理

図-1に計画日最大汚水量が5,000m³/dのOD法

の電力消費量の内訳の試算値³⁾を示す。OD法では反応タンク設備での電力消費量が全体の50%以上を占めていた。OD法の反応タンク設備の中で主として電力を消費する機器はエアレーション装置であることから、電力消費量の大半はエアレーション装置の仕様や運転方法によって決まることが考えられるため、本検討ではエアレーション装置の含まれる水処理に係る電力消費量に着目した。

図-2に平成28年度版下水道統計²⁾を整理した水処理における流入水量と電力消費量原単位との関係を示す。電力消費量原単位は、流入水量を晴天時日最大処理量(現有施設能力)で除算した流入比率や流入水量と概ね負の相関があるが、処理場毎の差異も大きく、同水量でも2倍以上の電力消費量原単位の差が生じている例もある。このことから流入比率や、流入水量以外の因子によって電力消費量を下げられる可能性があると考えられた。そのため電力消費量に影響を与える因子が何かを把握することを目的に、OD法の処理場を対象としたヒアリング調査を実施することとした。

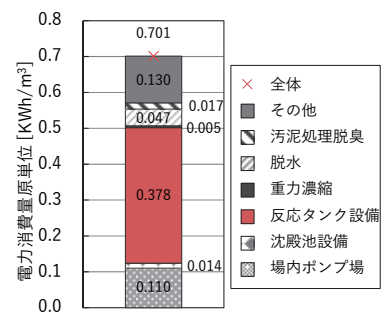


図-1 OD法における電力消費量原単位の内訳の試算³⁾
(計画日最大汚水量5,000 m³/d)

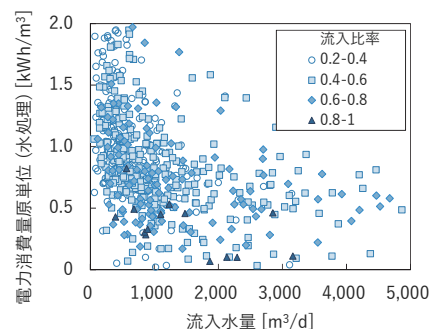


図-2 OD法における水処理の電力消費量原単位
(平成28年度版下水道統計²⁾を整理)

3. OD法の処理場に対するヒアリング調査概要

3.1 ヒアリング対象の処理場の選定

ヒアリング対象の選定にあたり、平成28年度版下水道統計を基に、電力消費量原単位、日平均流入水量（1,000m³/d以上）、反応槽の有効水深（2.5～3.6m）、等によって絞り込みを行った。その後、エアレーション装置の種類や反応槽の形状、間欠運転の有無などを電話にてヒアリングし、電力消費量原単位とエアレーション装置の種類の観点から9箇所まで絞り込みを行った上で現地にてヒアリング調査を実施した。

3.2 ヒアリング対象の処理場の電力消費量原単位

図-3にヒアリング対象の処理場の電力消費量原単位を示す。電力消費量原単位はヒアリング時に入手した運転管理年報に基づいて算出した。これらのグラフより、A、E、F、H、I処理場の電力消費量原単位はB、C、D、Gに対して小さいことが読み取れる。

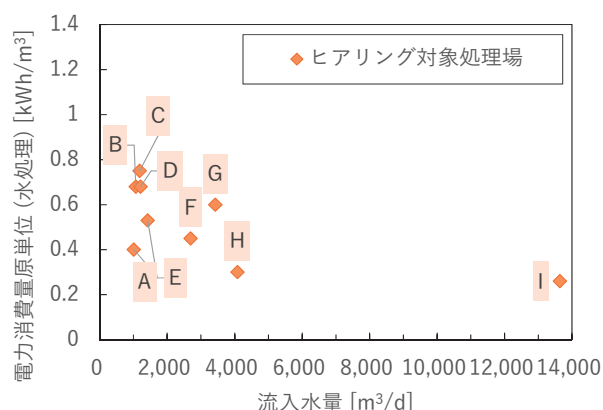


図-3 ヒアリング対象処理場の流入水量と電力消費量原単位の関係

4. 地方公共団体、維持管理業者の体制のヒアリング

4.1 ヒアリング項目

地方公共団体の体制や、業務委託を実施している場合の受託した維持管理業者（以下「受託業者」という。）の体制について確認するため、処理場の管理体制、下水道事業に係る職員数、処理場管理の職員数や兼務の状況、また業務を受託した業者の運転員の要員数や年齢層、採用等について把握した。

4.2 ヒアリング結果と考察

表-1に下水道事業に係る地方公共団体職員へのヒアリング結果を示す。

下水道事業に係る職員数に対して処理場管理に係る職員は少なく、またそのほとんどが他業務との兼務であった。

地方公共団体側の処理場への関与について、処理場業務が全体の仕事の中でどの程度であると感じているか、処理場管理担当職員の地方公共団体職員から聞き取り調査・整理した結果を図-4に示す。地方公共団体職員の処理場業務の比率は、ヒアリング対象の処理場では10%未満が半分以上を占めていた。

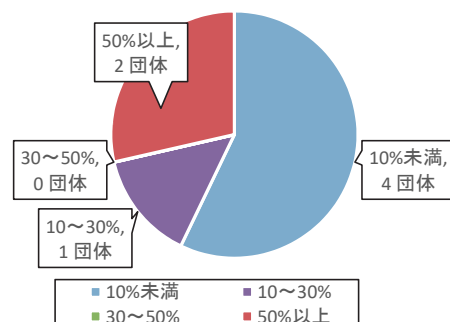


図-4 ヒアリング対象の処理場管理担当職員の全体業務に対する処理場業務の比率

表-1 下水道事業に係る地方公共団体職員へのヒアリング結果

処理場	処理場の管理体制	下水道事業に係る職員数	処理場管理の職員数	下水道事業以外の兼務		備考
				状況	兼務の内容	
A	委託	4	0	有	農集、浄化槽、料金なども兼務	何かあった場合は4名のうち対応できるもので対応
B	委託	3	3	有	浄化槽補助金等	3名で分担して対応
C	委託	2	2	有	道路管理を兼務	-
D	委託	17	0	無	-	何かあった場合のみ、維持管理系の職員で対応
E	委託	17	-	無	-	-
F	委託	12	1	無	-	-
G	委託	6	1	有	水道事業を兼務	-
H	委託	11	1	無	-	-
I	委託	17	-	無	-	-

表-2 維持管理に関する取組や指導の事例と受託業者の社内での相談体制等のヒアリング結果

処理場	取組みや指導の事例		社内での指導・相談・連携体制等
	自治体側	受託者側	受託者側
A	・ 汚泥の減量化には、受託業者に取り組んでもらっている。	・ 指導を受けたことはない	・ 年3回本社で業務連絡会（勉強会）を実施しており、懸案事項などの共有を行っている。 ・ 不具合については、メールで連絡を取り合い解決する体制がある ・ 受託者では社内のOD法の運転マニュアルがある。省エネに関しの記載はあまりない。
B	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特に連携は行っていない
C	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特に連携は行っていない
D	・ 県の訓練、研修等に参加	・ 指導を受けたことはない ・ 施設管理業協会の研修会に参加したことはある	・ 特に連携は行っていない
E	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特に連携は行っていない
F	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 運転方法についての情報共有、非常時の支援体制を構築 ・ 簡易な運転マニュアルは業者側で持っている。
G	・ 指導を受けたことはない	・ 昔は下水道事業団の勉強会などに出席していた	・ 会社の中で勉強会や新人研修は実施している。 ・ 点検のマニュアルや安全作業マニュアルなどを保有している。
H	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 必要に応じて支援を要請、年に1名委託会社にて人事異動 ・ 業者側社内ネットワークにトラブル集がありアクセスできる。
I	・ 指導を受けたことはない	・ 指導を受けたことはない	・ 特に連携は行っていない

地方公共団体や受託業者運転員の支援体制について確認するために維持管理に関する指導の事例と受託業者の社内での相談体制等のヒアリング結果を表-2に示す。今回のヒアリング対象とした地方公共団体の多くは都道府県や県公社等の他団体からの運転管理に関する指導や助言を受けたことが無く、受託業者は発注元の地方公共団体からの運転管理に関する指導を受けた経験は特になかった。また、受託者の社内での指導・相談・連携体制については、運転方法についての簡易なマニュアルやトラブル集が社内で共有されている例があり、運転の不具合などを社内で相談できる体制がある一方で、社内での指導・連携体制が無く、社内でのノウハウ共有等による技術力向上の機会が少ない場合があることが分かった。

5. 運転状況のヒアリング

5.1 ヒアリング項目

運転時間等、電力消費量に影響を与える因子を検討するために、処理場の運転状況（エアレーション装置の酸素供給を目的とした高速運転、かく拌を目的とした低速運転、停止時間等）、エアレーション装置の形式・定格電力・回転数等をヒアリングした。さらに電力消費量と水質を確認するために運転管理年報・月報を入手した。この運転時間とエアレーション装置の定格出力および回転数を用いて、エアレーションによる電力消費量の試算を行った。

さらにこの値と酸素移動効率（ $2.2\text{kgO}_2/\text{kWh}$ 、日本下水道事業団標準仕様）を用いて、酸素供給量を試算した。また、下水道統計に記載の水質を用いて必要酸素量を試算し、酸素供給量との比較を行った。

5.2 ヒアリング結果と考察

ヒアリングにより得たエアレーション装置の運転時間から試算した酸素供給量合計と、下水道統計の水質から試算した必要酸素量とを比較すると、電力消費量原単位が比較的多い処理場B、C、D、Gは試算された必要酸素量に対して酸素供給量が1.75~2.5倍多くなっていた。

より詳細に比較するためにA、B、D処理場を抜粋し、ヒアリングにより得たエアレーション装置の運転時間を比較した。A、B、Dは流入水量がおよそ $1,000\text{m}^3/\text{d}$ の処理場で、流入水の生物化学的酸素要求量（BOD）がおよそ 200mg/L であった（図-5）。エアレーション装置運転時間について比較した結果を図-6に示す。電力消費量の少ない処理場Aは主に酸素供給を目的とした高速運転時間が9時間程度となっているのに対して、処理場B、Dは高速運転時間が12、18時間となっているため電力消費量原単位が多くなっていると考えられる。そのためエアレーション装置の運転時間を短縮することが可能であれば、処理場の電力消費量の低減が期待できると考えられる。

また、ヒアリング対象の処理場の発注方式は、仕様発注となっており、電力費削減にむけての受

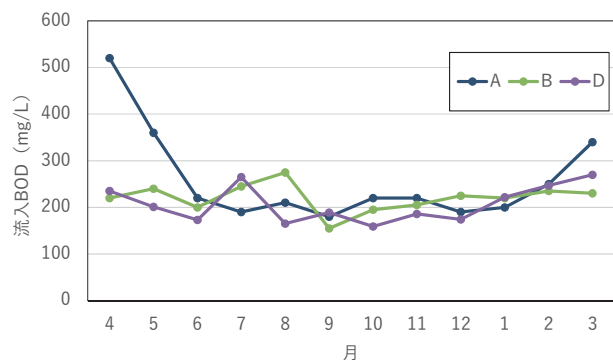


図-5 流入BOD (2018年度運転年報の記載値)

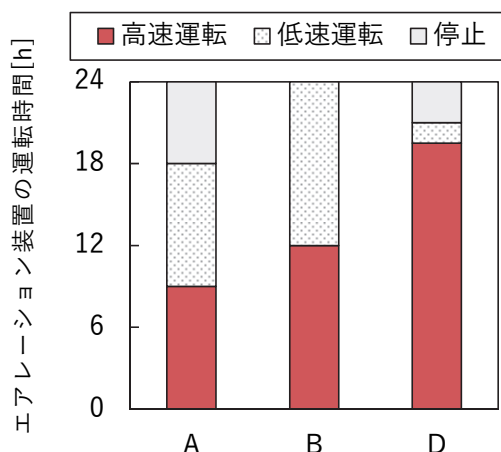


図-6 各処理場のエアレーション装置運転時間

託業者側の工夫が期待しにくいと考えられることから、発注方式のあり方について今後検討が必要であると考えられる。

これらのことにより、電力消費量の削減のためには次の対策案が考えられる。

- ① 維持管理による対策案として、エアレーション装置の高速運転時間を短縮することが可能であれば、処理場の電力消費量の低減が期待できるため、運転管理情報等の共有を図る。

- ② 技術開発による対策案として、電力消費量の低減など、より適切な維持管理を行うための運転支援技術または自動運転システム技術等を開発する。
- ③ 包括的民間委託等による受託業者側への電力費削減に向けての創意工夫を促進する。

6. まとめ

オキシデーションディッチ法の処理場について、地方公共団体職員と維持管理業者運転員に対して、体制や運転管理方法についてヒアリングすることで電力消費量の大小を決める要因について調査した。その結果、電力消費量の少ない処理場ではエアレーション装置の高速運転時間が短いことや、地方公共団体職員や維持管理業者は技術力向上の機会が少ないこと、処理場管理の業務委託は仕様発注となっており電力削減にむけての受託業者側の工夫が期待しにくいことが明らかとなった。

そのため、電力消費量の少ない処理場の事例の運転管理情報の共有を図ることや、より適切な維持管理を行うための運転支援技術または自動運転システム技術等を開発や、受託業者側への電力費削減に向けての創意工夫を促す包括的民間委託等によって電力消費量の削減の可能性があることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：新下水道ビジョン加速戦略、2017
- 2) 日本下水道協会：平成28年度版 下水道統計、2018
- 3) 橋本敏一、渡邊航介、高村和典：省エネ技術導入による下水処理場の電力消費量削減効果の検討、第56回下水道研究発表会講演集、pp.635～637、2019

田中裕大



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室
交流研究員
TANAKA Yasuhiro

濱田知幸



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室
研究員
HAMADA Tomoyuki

高村和典



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道エネルギー・機能復旧研究官、現 日本下水道事業団研修センター次長兼研修企画課長
TAKAMURA Kazunori