

講演録 OD法など小規模施設の設計と運転

メタウォーター（株） プラントエンジニアリング事業本部

鈴木 和美 シニアアドバイザー

講演内容（目次）

1. 小規模下水道とは
2. 下水処理施設の設置状況
3. OD法など小規模施設の設計
4. OD法など小規模施設の運転
5. 下水処理施設における電気エネルギー消費の状況
6. 省エネ方策の効果と問題点
7. 今後の課題等

1. 小規模下水道とは

(1) 小規模下水道の定義

- 中小都市や農山漁村または大都市の周辺集落地域で整備される、規模の小さな下水道の総称
- 一つの下水道計画区域における計画人口が、概ね 10,000 人以下の下水道

(2) 小規模下水道により計画される地域の特性

- 都市近郊及び観光地の一部の集落を除き、急激な社会的変動が生じ難い
- 計画区域が小さく区域内の生活様式が類似していることが多く、流入下水量及び水質の変動が大きい
- 処理水の放流先が流量の少ない小河川、小湖沼、農業用水路等で処理水の影響を受けやすい
- 下水道の運営にあたって、地域住民との密接な連携を図りやすい
- 計画汚水量が少なく、特定の事業場排水による水量、水質の時間変動、日間変動の影響を受けやすい
- 故障時や維持補修に対して技術者の確保が困難で、メーカーによる迅速なサービスを得難い場合が多い
- 下水道計画区域における計画人口は、長期的には減少が予想される
- 下水道計画区域における人口構成は、年々高齢化が進むと予想される
- 小規模下水道を計画する自治体は、一般に財政規模が小さい

(3) 下水道計画の基本方針

- 下水道計画は、他の汚水処理事業と連携を図りながら効率的な汚水処理計画を立案する
- 施設計画は、小規模下水道の特性や地域特性を十分に考慮し、維持管理が容易で、かつ、経済的なものとする

- 下水道計画に用いる諸元は、原則として計画策定時点の諸元とする
- 計画人口については、近年の人口減少傾向を踏まえ適切に考慮する
- なお、確定した開発計画等がある場合は、それを考慮する

(4) 小規模下水道の特性や地域特性

- 一般に流入水の水量・水質の年間変動、日間変動が大きい
⇒ 維持管理が大中規模の処理場に比べ難しい
- 熟練した維持管理要員を確保することが困難
⇒ 頻繁に水質測定・チェック、運転操作の変更、機器点数が多く点検項目が多い処理法等は不向き
- 維持管理に占める人件費の割合が大きくなる傾向にある
⇒ 施設規模に関係なく、一つの処理施設に常駐する維持管理要員が多いと経済的に維持が困難

(5) 小規模処理場の計画における考慮事項

- 維持管理の容易な処理法の選定
- 維持管理の容易な処理場、ポンプ場の施設計画と機器の選定
- 少数の要員による維持管理が可能な施設
- 巡回管理や夜間、休日の無人運転が可能な施設
- 水質及び汚泥試験、汚泥処理等の近隣の処理場及びその他汚水処理事業施設との共同化
- 但し、過度な軽装・制御機器の設置や自動化、使用機会の少ない水質試験機器等の設置には、慎重な配慮が必要

(6) 小規模処理場の設計における考慮事項

- 低負荷運転が可能で、HRT が比較的長く、低水温でも処理が可能な処理法の採用
- 広い処理用地の確保
- 水処理に伴って発生する汚泥量が少ない処理法の採用
- 計測装置を極力設けなくとも、処理が安定している処理法、機器の採用
- 機器点数の少ない処理法の採用

以上のことから

- 用地条件が適合すれば、OD 法の採用を優先
- 池数は、原則として2池以上設置
- 間欠運転を考慮し、運転トラブルが少ない曝気装置を選択
- 曝気装置は、1池につき2台以上を設置
- 返送汚泥ポンプの形式は、量の把握が行い易い一軸ねじポンプを選択
- 上記ポンプ台数は、予備を含めて2台以上（能力は日最大の100～200%）
- 最終沈澱池の水面積負荷は、8～12（ $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ）で極力小さい値を選択

- 最終沈澱池の池数は、2池以上設置（反応タンク→終沈→セット化）

2. 下水処理施設の設置状況

（全国的な地方公共団体の状況）

- 日本の市町村数は、1,728（平成22年）箇所〔平成の大合併で概ね半減〕
- その内、55%の941箇所が町村で、多くが3万人未満の自治体
- 日本の人口は、平成24年度をピークに減少に転じ、今は1億2700万人程度
- 人口減少は、ここ数年20万人/年程度で、今後拡大するとの予測
- 高齢化が加速するとの予測
- 処理人口基準の下水道普及率は、平成25年度末で、概ね77%

（下水処理施設の設置状況）

- 日本の処理場の総数は、2,140（平成24年）箇所
- その内、処理水量が1万m³/日以下の小規模処理場が66%（1,414）を占める※ さらに、小規模処理場の内で、86%の1,214箇所が、5千m³/日未満
- この5千m³/日未満の処理場の占有は、日本全体の57%近い
- 5千m³/日未満の処理場の内、70%はオキシデーションディッチ法の施設
- それ以外では、回分式法、標準法、長時間エアレーション法等の浮遊法が多い
- 嫌気好気ろ床法、好気性ろ床法、土壌被覆型礫間接触法の固着生物法もある（小規模処理場は）
- オキシデーションディッチ法が代表的な施設

3. OD法など小規模施設の設計

（1）設計緒元等

- 設計指針の値にて説明（数値記載は省略）

（2）原則的な増設対応の考え方

- 1池当たりの処理能力に対し、処理水量が7割を越える時点で増設に着手

（3）運転操作システム

- 脱窒反応によるアルカリ度の回復操作運転
- 無酸素ゾーンのMLDO指標の回転数制御または間欠運転操作システム

（4）エアレーション装置の種類

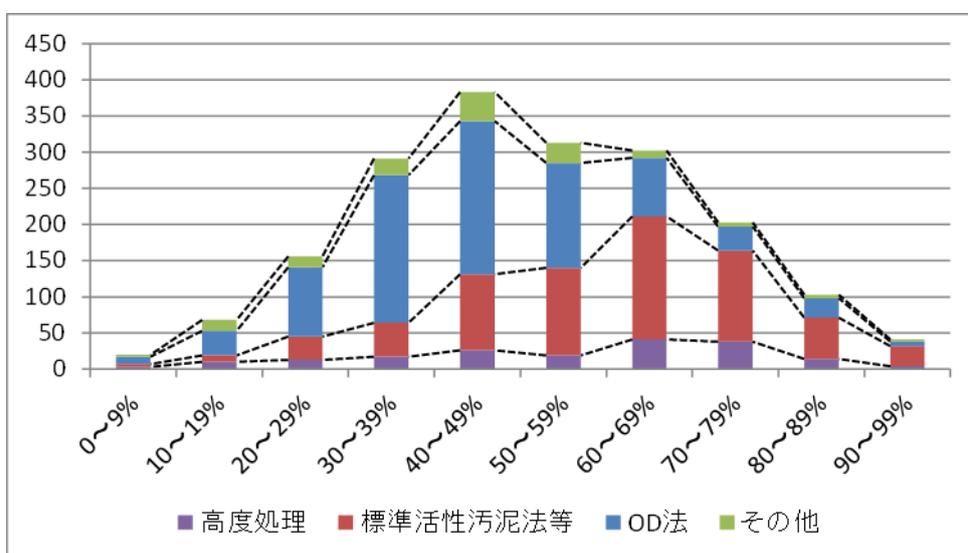
- 機械攪拌式
 - 縦軸型

- 横軸型
- スクリュー型
- 軸流ポンプ型
- プロペラ型

横軸式は、ディッチ幅が広い場合の軸のたわみや始動トルクが大きい（後に制御）などの原因により、軸の破損事例が散見されたことから、縦軸式が主流（JS 標準）となった

4. OD 法など小規模施設の運転（1）

- 高度処理法、標準法等の処理施設の稼働率は総じて高い
- OD 法等の処理施設の稼働率は総じて低い



(注) 横軸は、稼働率=処理水量（日平均）／施設能力（日最大）

4. OD 法など小規模施設の運転（2）

- 稼働率は、59%未満の処理場が多い
このことから
- HRT は、設計の1.7～5.0倍
- 高度処理が可能な条件

5. 下水処理施設における電気エネルギー消費の状況

(1) 下水処理施設の処理法・施設別の使用電力量等（平成23年度下水道統計）

- 処理場数の概ね50%弱はOD法である
- OD法の使用電力量は、約5%程度と少ない
- 使用電力量の70%程度は活性汚泥法施設で占められている
- 次に多いのは高度処理法施設である

以上ことから

- 省エネを検討するのは標準法と高度処理がベスト

(2) 全ての処理場、高度処理法、標準法等の構成施設の使用電力量

- 全ての処理場における電力使用量の内訳
 - 水処理 55%、汚泥処理 19%、場内ポンプ 16%、その他 10%
- 標準法、高度処理の内訳も上記と同程度の割合

(3) OD 法、その他処理法の構成施設の使用電力量

- OD 法の施設では、使用される電力量の多いのは水処理施設であり、59%程度を占めている。
- 汚泥処理施設では、9%程度と比較的少ない。
- 固着生物法施設では、使用される電力量の多いのは、水処理施設で 60%程度を占めている。
- 汚泥処理施設では、概ね 7%程度と比較的少ない。

以上のことから

- 省エネの対象施設は、水処理施設が最有力

(4) OD 法水処理施設の主要機器の電動機出力、消費電力量について

- 水処理施設で使用される電力量の主要な機器は、運転時間を考慮すると、曝気装置、返送汚泥ポンプ及び余剰汚泥ポンプである。

省エネの観点では、

- 下記の機器の運転方法が重要な要素となる
 - 曝気装置
 - 返送汚泥ポンプ
 - 余剰汚泥ポンプ

(5) 下水処理施設における電力使用量原単位と稼働率の実態（全体施設）

- 水処理施設における電力使用量原単位を処理法等で大別し平均で見ると、次のようになる。
 - 回分式活性汚泥法施設 (1.27)
 - 高度処理施設 (0.82)
 - OD 法施設 (0.79)
 - その他施設 (0.72)
 - 標準活性汚泥法施設 (0.62)
- どの処理法施設とも、稼働率が高い方が電力使用量原単位が小さくなる傾向が見受けられる。

このことから

- 標準活性汚泥法の省エネの優位性が再確認できる。
- どの処理場でも使用する池単位の処理能力と処理量が近い運転を行うことで、

省エネの効果を高めることができる。

6. 省エネ方策の効果と問題点等

(1) 省エネ方策

- ハードの方策（改築・更新等）
 - 機械効率の良い機器の採用
 - 電動機効率の高いモーターの採用
 - 省エネ的な運転を目指した曝気・攪拌システムの採用
 - ◇ 流入水の質・量・季節変動に追随し易い
 - ◇ DO計のみならず、簡易センサーによる制御システムの採用
- ソフトの方策
 - 定期的な負荷（流入水量、流入水質、季節等）変動の把握
 - 施設能力に極力近づけた池数での運転（稼働率の向上化）
 - 既設制御システムの最大限の活用（現状の運転の把握と見直し）
 - 可能な限り間欠運転の実施（曝気攪拌装置、返送汚泥ポンプ等の運転時間が長い機器）

(2) ハードの方策の例

- 昇降装置付縦軸型曝気装置
- OD法における二点DO制御システム

(3) 省エネ効果

- 対象とする当該処理施設の状況によって異なるため、一概には云えないが、間欠運転、DO制御に係る省エネ運転の検討報告は多い
 - 間欠運転を実施する場合の省エネ効果把握方法の例（富山県の報告書等から）

(4) 問題点

- 改築・更新時にも、当該処理場の実態を十分把握した上で最適な設置と制御システムを選定する必要がある。
- 当該処理場の実態は、経年的に変化すると予想されることから、頻度を高め、流入量、流入水位、流入変動を把握することが必要である。

7. 今後の課題等

全下水処理施設の状況は、

- 全国の処理場の内、OD法など小規模処理場が、概ね60%を占めている
- しかし、使用電力量の多くは、高度処理法、標準法の施設で消費されている
- OD法等の施設での使用電力量の割合は、概ね8%で少ない
- 大・中規模処理場で高度処理が進行すれば、その割合はさらに低下する

省エネルギー追及の寄与度の点からは、

- 処理の安定性と運転管理の容易性を追求した小規模施設の寄与は小さい
- 絶対使用量が大きい標準法や高度処理法の施設を対象に追及すべし

あえて、小規模施設で追及するのであれば

- 施設能力に余裕（稼働率小さい）が大きい場合は、間欠運転の徹底化
- 1つの池における処理量の最大化し、機械の運転効率の向上化を図る
- 流入水量が年々減少する際の省エネ対応策を常に追求する

課題として

- 一時的に使用しない施設の位置付け、管理をどうするか？
- 人材の確保が難しくなる状況で、技術継承、健全な経営をどう確保するか？

以上