

<研究発表>

小規模下水処理施設の維持管理

間處 威俊^① 田中 雅人^② 洞ヶ瀬 俊吾^② 室田 公一^② 松田 克己

①クボタ環境サービス株式会社(東京都台東区松が谷1丁目3番5号)

②クボタ環境サービス株式会社北海道支店(札幌市中央区北三条西3-1-44)

概 要

小規模下水処理施設の維持・運転管理は、WTOの関係や、tc224の採択など外的要因もあって今後包括管理による民間事業者への委託が増加してくる。しかし、環境負荷を考える場合処理施設の運転管理技術の継続と、現場に合せた経費削減などによる自治体の経費削減への協力を通じて維持管理事業者の貢献が必要である。本研究発表では、実施設での運転管理費用の分析を行い、経費削減の事例を紹介した。

キーワード: 維持管理、小規模下水、オキシデーションディッチ、標準活性汚泥処理、

1. はじめに

上下水道をはじめ、環境関連については、20世紀は公害防止施設などのハード面での整備の世紀であったが、21世紀は、これら整備された施設の維持管理の世紀であると言われてきている。

これら環境関連施設において、施設内の一部の維持・運転管理については、既に30~40年にわたる民間受託管理実績がある。

しかし、特にバブル崩壊後のここ数年、市町村をはじめ、自治体の経費削減対策の一つとして、上下水道処理施設や、し尿・焼却処理施設などの環境関連の公共施設の維持管理・運転管理の民間委託が積極的に促進されてきた。

これには、WTOの批准実施に伴う公共施設入札制度の見直し変更と、フランスなどが世界戦略的に進めている上下水道施設の維持管理に関するISO化等の外圧が拍車をかけている。

下水道処理施設の維持管理に関しては、受託管理費用の適正な算定を行うために、昭和61年に下水道処理施設受託業務「積算要領」が作成され、自治体での予算策定のための受託管理費が電工単価を基にして算定されてきた。その後、現在まで2回の改定がされてきた。

更に、国土交通省は、平成13年に性能発注の視点から、維持管理の業務を一括して民間企業に委託する「包括的民間委託」についてのガイドラインをしめした。

また、人件費などの経費算定に、変動の激しい電工単価を基本にした積算に代わり、処理単価を基本にした「新積算方式」なども議論、検討されてきている。

また、契約期間が単年度であることにより、契約者が短期間で替わることによる維持・運転管理に携わる従業員の雇用の不安定化と技術レベルの質的低下を防

ぐことの困難さへの認識から、現場自治体では、平成13年度頃から、契約期間の複数年度化などが採用されてきている。

環境関連施設の維持管理は、地域住民が排出する廃棄物を安全に処理・処分を継続的に行い、また上水施設においては、特に、住民の日常生活においてその生命に直結しており、安全で安心した生活を保障できるだけの管理レベルが要求される。

このように、環境関連施設は、住民生活のライフラインに直結しているものもあり、安全・安心を優先しながら経済性を追求できる管理業務能力が要求される。

施設の維持管理を最適にする為には、管理に携わる人員が、処理処分に関わる各機械・機器について目的役割を理解し、定常時での稼動状況及び、稼動特性に習熟するとともに、日常、週間、月間更に年間を通じて管理すべき項目について、内容、及び管理基準を理解し可能な限りデジタル化して管理することが望まれる。

実際の施設においては、維持管理或は、運転管理マニュアルが用意されており、従業員はそのマニュアルに則って管理をしている場合が多い。

本発表においては、オキシデーションディッチ方式による小規模下水処理場において、日常業務を通じて規制されている処理水の水質を確保しながら、僅かばかりでも処理にかかる経費を削減するために最適運転を追求してきている結果を報告します。

2. 小規模下水処理場の維持管理について

国や自治体による長年の下水道整備経過により、流域下水や、大規模下水処理の整備による都市部での下水道が大幅に普及促進された。

最近では、5000 m³/日以下の中・小規模の下水処理施設の普及も促進され、オキシデーションディッチ方式、

回分方式や制限曝気方式など、それぞれ特徴のある処理方式が採用されてきている。

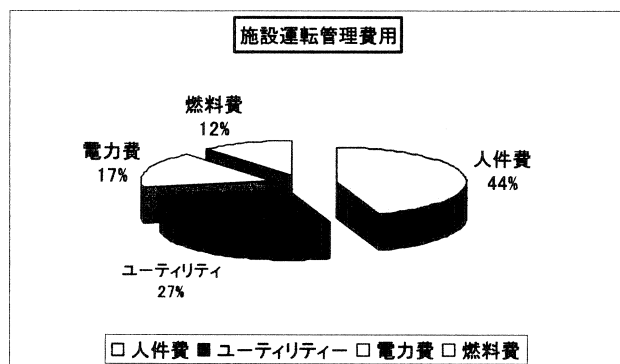
これらの特徴のある方式は、運転・維持管理においても標準活性汚泥方式とは違った運転管理技術が要求され、維持管理にかかる費用についても、その内容や費用構成にも違いがある。

小規模下水処理場の年間を通じての維持管理費用について一例を紹介する。

1) 標準活性汚泥処理方式小規模下水処理場

処理対象人口 50,000 人以下の比較的小規模の下水処理場についての年間の運転管理費用の内訳について、処理量約 13,000m³/日の一例を図-1に示します。

図-1 施設運転管理費用



運転管理費用の中で、ユーティリティーが人件費に次いで多いが、この中には、機械関係の消耗品や、補修メンテ費用、薬剤関係などがある。

処理施設の年次点検費用や、機器補修工事費用は別途予算計上されています。

2) オキシデーション処理方式小規模下水処理場

処理対象水量 5,000m³/日以下の小規模下水処理場では、オキシデーションディッチ方式や、制限曝気方式などが数多く採用されている。

オキシデーションディッチ方式の運転管理費の内訳について、処理量約 2,000m³/日一例を図-2に示します。

処理方式による違いもあるが、小規模では、人件費の占める割合が大きくなっている。小規模下水処理場では、処理方式を変えて処理に係わる運転経費の低減を図っており、結果として人件費の比率が大きくなることとなっている。

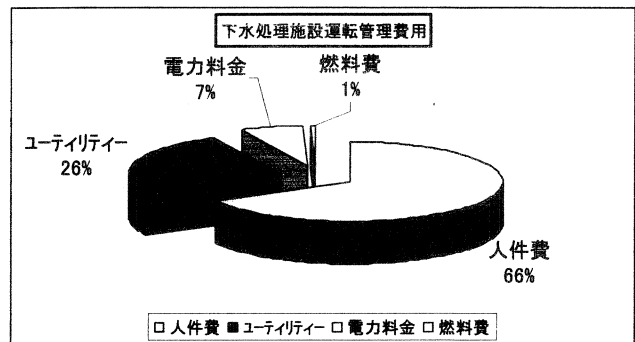
3) 下水処理機器の運転に係わる費用

下水処理場では、その処理機能としては、大きく

①水処理、②汚泥処理に分けられる。

また、機器の補修や工事ものを除くと、費用としては、

図-2 下水処理施設運転管理費用



電力、燃料、薬剤類の3項目に分けられる。

燃料に関しては、小規模下水処理施設では、汚泥の焼却設備は殆ど設けられていないが、一部に消化槽が設けられており、加温のために発生するものがある。

これ以外に、冷暖房に係わる燃料があるが、地域差が大きく単純比較は出来ない。

電力費に関しては、処理方式、規模に関わらず、一般的に人件費を除くと、かなり大きな割合を占めている。

ユーティリティーについては、脱水用の凝集剤など薬剤が占める割合が多く処理場によっては、半分以上を占めることもある。

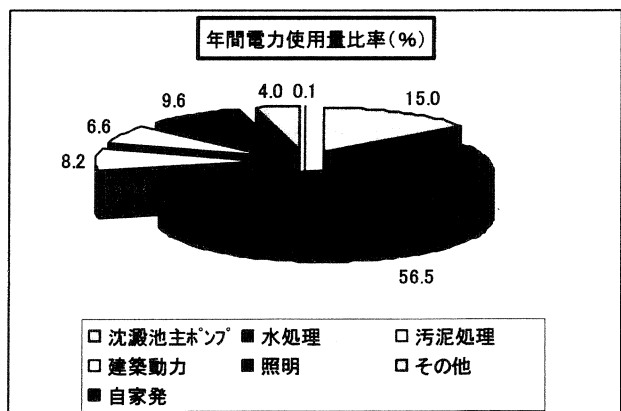
その結果として、電力、薬剤、燃料などが処理場の運転管理費の削減の対象にされる。

【電力】

電力費に関して、標準活性汚泥処理方式では、生物処理のための曝気の為のブロワーの動力にかかる費用が大きな割合を占めている。

小規模のオキシデーションディッチ方式での電力の内訳について図-3に一例を示す。

図-3 年間電力使用量比率



例示施設では、活性汚泥への酸素供給は回転式ローターにより行われているが、全体動力の半分以上を占めており、この傾向は、標準活性汚泥処理方式などの施設とも同じ傾向を示している。

このように、生物処理に必要とされる電力費用が大

きい為、現場においても、制御方法を検討したり運転管理費の削減のために検討される対象となっている。

下水処理施設で運転管理に必要とされる電気使用量の内訳について述べてきたが、処理施設に流入する下水量は、日々、季節によって少なからず変動している。

流入下水単位量に対して使用される電気量の変動について、月毎の平均流入下水量を基に使用した電力量の単位電力量についてまとめたものを図-4に示した。

図-4 流入水量当りの消費電力

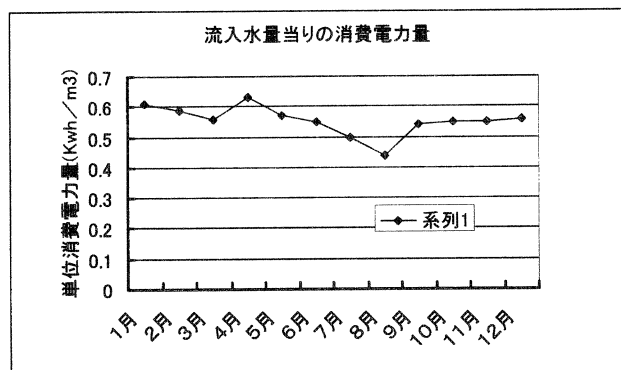
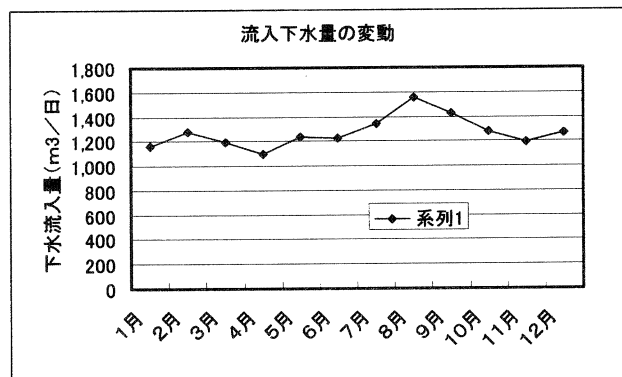


図-4に示されるように、流入下水単位量当りの使用電力量は、夏場にかけて減少する傾向を示している。

これを、各月の流入下水量の変動と比較する為、同時期の流入下水量を図-5に示す。

図-5 流入下水量の変化



一般的に夏季には、水道の使用量の増加に伴って、下水流入量が増加する。

例示の下水処理施設においても、同様の傾向を示している。

しかし、月当りの使用電力量について、現有施設においては変動に対応した節電化などの制御が取られていないために、単純に流入下水量の増加により処理電力量が減少する結果となっている。

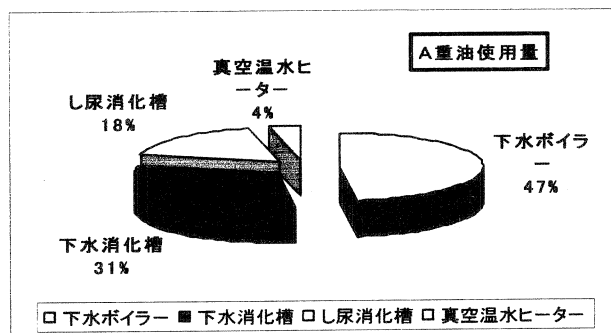
今後、きめの細かい管理費用の削減などの為には、処理電力量の減少化と平準化を行うための流入量や、水質に合せた制御を取り入れることも検討の必要がある。

【燃料】

寒冷地域での燃料費用は図-1に示されるように年間で、運転管理費用の1割以上を占めている施設もある。

この例示された施設は、し尿処理施設に併設されてきているが、下水道の普及により現在は、下水処理を主体とした処理施設変わってきている。しかし、し尿処理を完全に下水道化できないため既存の消化方式し尿消化槽への燃料使用も含まれている。

図-6 重油使用量



本例示下水処理施設では、寒冷期に使用される燃料費が約半分を占めている。

しかし、本例示の施設においても、燃料費の管理費に占める割合は約10%程度であり、燃料品目個々の全体に占める割合は少ないが、現在では、これらも含め管理費の削減検討の対象になってきている。

3. 小規模下水処理施設の運転経費削減例

下水処理施設の運転管理に関しては、管理内容も従来の施設の自治体管理の下での現場運転管理実務・補助業務から、補修やユーティリティーを含む包括管理、加えて複数年契約へと変わってきている。

今後は、複数年も10ヶ年以上の長期から、PFI的な契約が進むことになる。

現在の維持管理の民間委託に関しては、「包括化」により、施設の維持管理に必要な運転管理人員の民間自主的配置裁量の制限緩和、補修工事範囲の拡大、ユーティリティー等を全面的に含むことから、従来の分離型に比べ請負費用の削減を達成することを大きな目標としている。

他方、包括化による維持管理業務の民間受託企業は、従来以上に業務の改革と合理化に迫られていると共に、維持管理技術面での自主的VEを行う必要性に直面しているとも言える。

1) オキシレーションディッチ方式下水処理施設での運転経費削減検討例

① 下水処理施設仕様

i、処理下水量 計画 3,290m³/日
実流入量 約 1,200~1,800m³/日

- ii、水処理方式 オキシデーションディッチ方式
 ローター 横型
 水路 稼動中 2池 (全体 4池)
 仕様 W4.0m×L110m×H2.5m

② 生物処理の電力費用の削減

最近下水道の普及に伴い、処理経費が自治体の一般会計への大きな負担の一つになってきており、処理経費の削減が大きな課題となってきている。

例示する施設においても、きめの細かい対策が受託企業に求められてきている。

検討課題の中で、「処理性能を維持しながら曝気用ローターの消費電力の削減を図る」検討を進めている経過について紹介します。

i、酸素要求量について

オキシデーションディッチによる処理水槽への酸素供給は、本施設では、横型ローターの回転攪拌によって行われる。

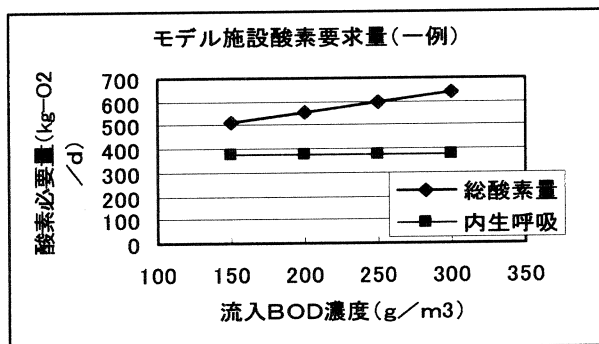
活性汚泥の酸素要求量に関しては、次式で表われる。

$$O_2 = a \cdot Lr + b \cdot Sa$$

O_2 = 必要酸素量 Lr = 除去BOD量

Sa = ディッチ内MLSS a, b ; 係数

図-7 モデル施設酸素要求量(例)



係数 a, b については、活性汚泥、流入原水により違いがあるが、分流式の一般下水であることから、モデルとして係数を $a=0.5, b=0.05$ として流入下水量 $1,800\text{m}^3/\text{D}$ 、ディッチ容量 $3,500\text{m}^3$ として、平均MLSSを $2500\text{mg}/\text{L}$ とし、流入下水BODの除去量については、除去率が99%以上のため、流入BOD値に近似させて、グラフの Lr に示されるように 150 から $300\text{kg}/\text{m}^3$ を $50\text{kg}/\text{m}^3$ 刻みに算定した。この条件の下で、要求酸素量をモデル計算した結果をグラフの酸素要求量(O_2)に示した。

ii、酸素供給量

オキシデーションディッチの酸素供給能力は、回転ローターの回転力によって変化する。回転ローターは、同時に活性汚泥混合液の循環力ともなっている。

例示施設の現状でのローターでの酸素供給能力は確認できていないが、1池当り2基設置されている各

ローター直前での酸素濃度がDO計測定で $1\text{mg}/\text{L}$ 前後の値で大きな変動が無いことから酸素供給能力は十分と判断した。

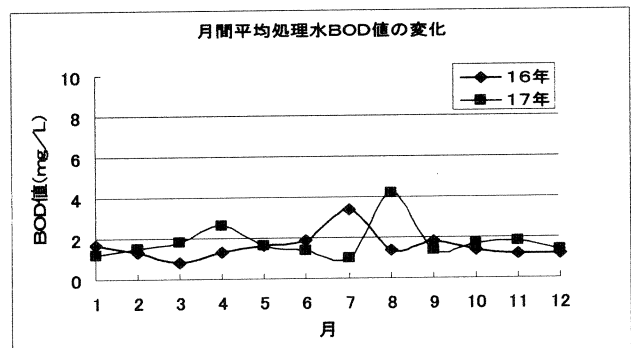
この条件下での回転ローターの回転速度は、 57rpm であった。

運転経費の削減として、曝気用回転ローターの制御が効果があることは、処理費用の構成、使用電力量の構成分析から、既に確認されていた。

施設としては、削減対策としてローターの負荷を下げるには無断変速機による回転速度の減少化が可能であった。

今回は、第1段階として、各池に設置されている2台のローターの内各1台の回転速度を 40rpm に減少変更してBODを指標として処理水質への影響を確認した。

図-8 処理水BODの変化



平成17年9月より、回転ローター減速による定常運転を継続実施している。

平成16、17年の流入下水の平均的なBOD値は、平均 $275\text{mg}/\text{L}$ で、 $210\sim 360\text{mg}/\text{L}$ の変動を示しているが、季節的な変化は認めにくい結果となっている。

iii、電力費削減効果

回転ローターの減速による経費削減の効果は、2基分のモーター動力 23.2kw から 20kw に削減されたことから、

$$\text{削減動力} = 23.2\text{kw} - 20\text{kw} = 3.2\text{kw}$$

であった。削減率は約14%となり、年間当りで低減された経費金額は、現地算定金額で年間50万円になった。

今後、この金額を更に削減すべく窒素除去運転などを導入することによりBOD除去に関わるエネルギーの削減などを通じて消費電力の低減についての検討も進めてゆく。

4. おわりに

本研究発表に当って資料の提供及び、運転実施、データを収集していただいた共同研究各位に感謝いたします。