

酸化剤を用いた余剰汚泥削減 技術マニュアルの概要

(財)下水道新技術推進機構
資源循環研究部長
石田 貴

1. はじめに

平成 18 年度末における計画処理人口が概ね 10,000 人以下の小規模処理場は、1,075 カ所と全体の約半数を占めている。そこでは、発生する汚泥の処理とその経費を如何に軽減するかが大きな課題である。中でも、900 カ所近くあるオキシデーションディッチ法等に代表される低負荷活性汚泥法においては運転管理業務の大半を汚泥処理操作が占め、小規模な施設ほど汚泥処分経費も割高となり維持管理費の軽減が喫緊の課題となっている。特に、日平均汚水量が 1,000 m³/日に満たない小規模な処理場が 700 カ所ほどあり、有効な対策技術が求められている。

以上の背景を踏まえ、酸化剤を用いた余剰汚泥削減技術は、オキシデーションディッチ法、長時間エアレーション法等の処理方式で、その規模が概ね 5,000m³/日規模以下の下水処理場から排出される余剰濃縮汚泥を対象として、下水処理場の汚泥処分費の低減を目指すものである。

本研究では、供用中の施設に余剰汚泥減量設備を導入し、実証試験を行うことにより、汚泥の削減量とそのコストを検討し、技術の有効性を検証するとともに、導入効果を定量化し、計画・設計・施工・維持管理に関する技術的事項をとりまとめて技術マニュアルを作成した。

2. 技術の概要

本技術は、酸化力を持つ薬剤（酸化剤）を用いて、余剰汚泥中の微生物の細胞を破壊し、微生物の可溶化処理を行う。この時の可溶化率は、処理前汚泥の固形物に対して 20～40%を目指す。可溶化した余剰汚泥は曝気槽に再び流入させ、好気処理を行う。余剰汚泥は酸化剤によって処理されているため、未処理の汚泥と比較して、同条件であっても一層の分解が進み、余剰汚泥の排出量を約 60%削減することができる。概略フローを図 - 1 に示す。

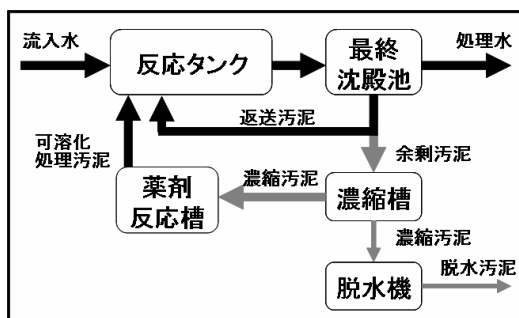


図 - 1 概略フロー

可溶化率は、可溶化による汚泥の浮遊物質（SS）の減少率（%）である。

2.1 設備の構造

本技術でもちいる汚泥減量設備は、薬剤反応槽と薬剤貯留槽その他設備で構成される。

汚泥減量設備の処理フローを図 - 2 写真を図 - 3 に示す。汚泥濃縮槽より送られてきた

汚泥は、汚泥貯留槽に貯留された後、原汚泥ポンプにより薬剤反応槽に供給する。また、汚泥供給とあわせて薬剤を注入する。薬剤反応槽では、汚泥と薬剤を5時間以上攪拌して汚泥を可溶化した後、反応タンクへ戻す。

薬剤反応槽において処理汚泥量は、導入前余剰濃縮汚泥引き抜き固形物量の1.5倍量を標準とする。薬剤の注入量は、処理対象汚泥の乾燥汚泥量（DSS）に対して20～40wt/wt%とする。

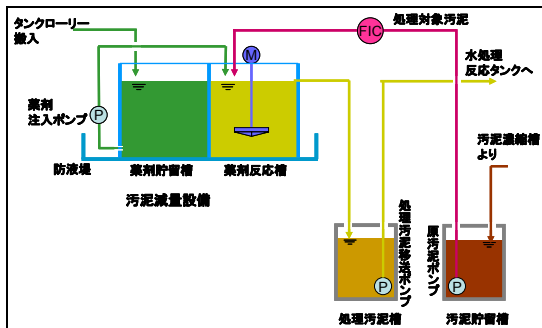


図 - 2 汚泥減量設備の処理フロー



図 - 3 汚泥減量設備全景写真

2.2 薬剤

本技術で使用する薬剤は、無機の酸素系薬剤と水酸化ナトリウムおよび微量の補助剤で構成される市販の製剤である。外観は、透明淡黄赤色の粘性のある液体である。薬剤の原液は、水酸化ナトリウムを含むため、毒物および劇物取締法の「劇物」に該当する。

薬剤の供給方法は、タンクローリーで輸

送・搬入することを標準とし、搬入頻度は1,000m³/日規模の処理施設で3カ月に1回程度となる。

3. 技術の特徴

余剰濃縮汚泥を可溶化し、再び好気処理を行う同種技術は、数方式が存在する。本技術はこれらの処理方式と比較し、次の特徴を有している。

- (1) 特殊な機器がなく、構造がシンプル
汚泥ポンプ、攪拌機、薬注ポンプ等の汎用品で構成され、構造がシンプルである。
- (2) 余剰濃縮汚泥中の夾雑物による機器の閉塞、磨耗等が生じにくい
液体に接触する部分(以下、接液部という)の機器は、原汚泥ポンプ、薬剤反応槽攪拌機のみであり、余剰濃縮汚泥中の夾雑物による閉塞、磨耗等が生じにくい。

- (3) 消費電力が小さい

主な電動機は、薬剤反応槽攪拌機のみであり、使用電力量が小さい。

- (4) 無人運転が可能

複雑な構造の機器がないため、運転管理、メンテナンスが容易で、無人運転が可能である。

- (5) 放流水中に薬剤が残留しない

使用する薬剤は無機の酸素系酸化剤であり、薬剤反応槽で未反応のまま反応タンクへ流入した場合も、反応タンクで有機物により消費され、放流水中に残留しない。

4. 各種実験結果

実験は、技術の有効性および導入効果を定量化することを目的として、汚泥減量設備を供用中の処理施設に対する汚泥減量効果を確認する実証実験、全国7箇所の下水処理施設を対象に薬剤処理効果を確認する異種汚泥への適用性確認試験の2種類を実施した。

4.1 実験方法

4.1.1 実証実験

オキシデーションディッチ法が採用されている供用中の処理施設で、汚泥減量設備の導入前後の余剰汚泥発生量、流入水水質、放流水水質、汚泥性状のデータを比較した。実験は、冬季、春季、夏季および秋季の4回実施し、試験の前年度と同時期のデータと比較することで処理性能を確認した。

(1) 対象施設の概要

対象施設は、日平均(最大)流入汚水量が1,530(1,940)m³/日で計画されており、平成18年度の平均流入汚水量は1,100m³/日である。反応タンクは、容量が970m³の無終端水路2槽で構成されており、実験実施前のBOD容積負荷は0.096kg/m³・日で運転されていた。表-1に処理施設概要を示す。

(2) 実験方法

表2に汚泥減量設備概要を示す。本装置の薬剤反応槽は8m³、酸化剤貯留槽は5m³である。

汚泥濃縮槽から送られてきた濃縮汚泥は貯留槽に入れた後、19m³/日を1時間当たり15分ずつ薬剤反応槽に投入するとともに、汚泥投入とあわせて薬剤を間欠的に70kg/日を投入した。薬剤反応槽では、汚泥と薬剤を約10時間攪拌した後、オーバーフローした可溶性汚泥を返流水槽へと戻す。

また、本実験システムでは可溶性汚泥を分配槽に返送するため、2系列とも汚泥を減量化することとなり、減量化していない比較対象系列を作ることが出来なかったため、減量化装置を導入する前の汚泥発生量については、平成18年度の脱水汚泥搬出量を基に比較した。

4.1.2 異種汚泥への適用性確認試験

全国7箇所の処理施設で、季節毎の余剰濃縮汚泥を採取して、ピーカ試験で水温と薬剤注入率を変化させた可溶性試験を実施し、異なる汚泥に対する薬剤処理効果を確認した。

表-3に異種汚泥適用性試験の条件を示す。

表-1 処理施設概要

計画処理人口	2,900人	
計画汚水量	日平均	1,530m ³ /日
	日最大	1,940m ³ /日
水処理方式	オキシデーションディッチ法	
反応タンク容量	970m ³ × 2槽	
汚泥処理方式	脱水後搬出	

表2 汚泥減量設備概要

薬剤反応槽	8m ³
酸化剤貯留槽	5m ³
処理汚泥量	19m ³ /日
酸化剤注入量(設定値)	対固形物 30%

表-3 異種汚泥への適用性試験の条件

時期	2月, 5月, 8月, 10月
水温	10, 20, 30
薬剤添加率	対固形物 20%, 30%, 40%
対象汚泥	OD法 4か所 長時間曝気法 3か所
測定項目	SS, CODcr, BOD

4.2 実験結果

4.2.1 実証実験

(1) 汚泥減量効果

図-4に実証実験における搬出脱水ケーキの減量率を示す。搬出脱水ケーキ量の減量率は、いずれの季節においても60%以上が得られた。

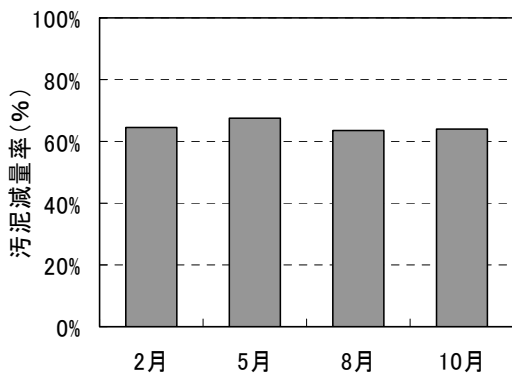


図 - 4 搬出脱水ケーキ減量率 (%)

(2) 放流水質

表 - 4 に放流水質の分析結果を示す。導入後も放流水水質 BOD は、5 mg/l 以下と良好な水質であったものの、T-P は導入前に比較して 1 ~ 1.7 mg/l 程度上昇するとともに、反応タンクへの流入 BOD が増加するため、曝気時間を試験開始前の 16 時間/日から 20 時間/日にする必要があった。

汚泥濃度は、平成 18 年度の最大値と同等で推移した。MLVSS は導入前が 85.6% であったのに対して、導入後約 80% まで低下した。

表 - 4 水質分析結果

	放流水				
	平成18年度 平均	2月	5月	8月	10月
pH (-)	7.2	7.4	7.5	7.5	7.5
SS (mg/l)	2.3	<1	1.3	<1	1.2
BOD (mg/l)	6	2	2	3	2
COD _{in} (mg/l)	7.4	8.2	8.5	8.5	8.0
COD _{Cr} (mg/l)	-	23	20	21	14
T-N (mg/l)	6.4	7.7	4.5	6.0	7.2
NH ₄ -N (mg/l)	4.3	2.5	1.9	1.4	0.7
NO ₂ -N (mg/l)	0.19	0.13	0.09	0.18	0.19
NO ₃ -N (mg/l)	1.8	3.7	1.4	2.4	5.2
T-P (mg/l)	1.5	2.4	2.7	2.7	3.2
アルカリ度 (mg/l)	109	118	144	169	145
透視度 (cm)	97	100	100	96	100
色度 (度)	-	13	12	12	12
T-S (mg/L)	-	374	309	414	422

4.2.2 異種汚泥への適用性確認試験

水温条件と可溶化率の関係

各水温条件での、薬剤添加率 30% (対 SS)

時の汚泥可溶化率平均値を図 - 5 に示す。水温が高いほど可溶化率も高い値が得られた。

一方、四季による差は小さく、季節の影響は小さかった。

薬剤添加量と汚泥可溶化量の関係

水温 20 の条件において、薬剤添加量を変化させた結果を図 - 6 に示す。薬剤添加量を上げることで、汚泥可溶化量は向上した。また、薬剤添加量と汚泥可溶化量はほぼ比例関係にあることがわかった。

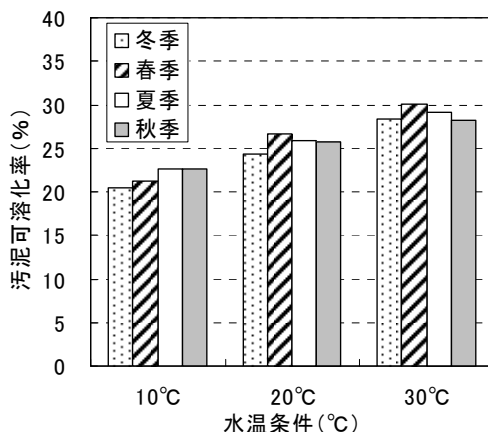


図 5 温度条件と可溶化率

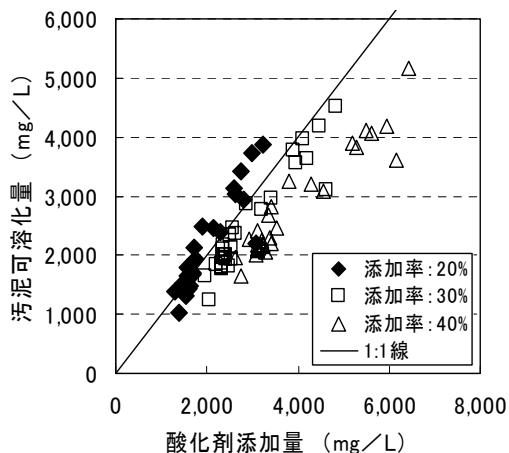


図 - 6 薬剤添加量と汚泥可溶化量

4.2.3 導入効果

(1) コスト試算

実証試験で得られた結果を基にコストを検討した。流入汚水量 500 m³/日規模で脱水機が設置されていない処理施設および脱水機が設置された1,000 m³/日規模、5,000m³/日規模について、コスト試算結果を図-7、図-8、図-9に示す。流入汚水量 500 m³/日規模の場合 49%、1,000 m³/日規模、5,000m³/日規模の場合それぞれ 11%のコスト削減が可能と試算された。

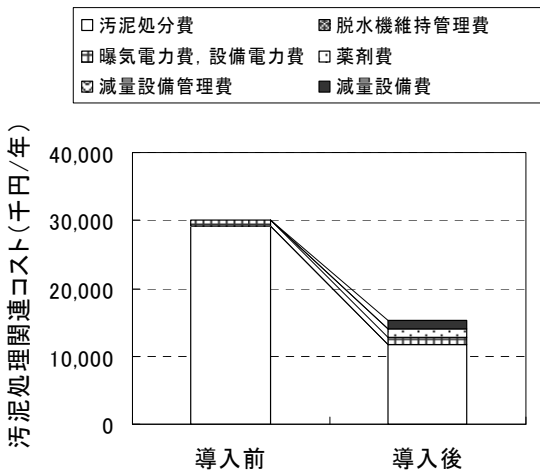


図-7 コスト試算結果 (500 m³/日規模)
(1.5%濃縮汚泥として搬出処分した場合)

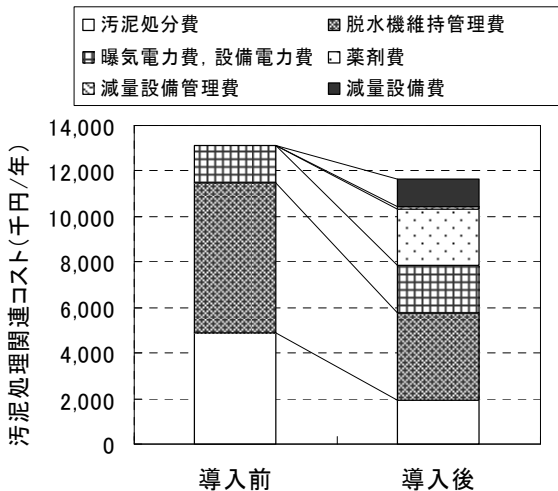


図-8 コスト試算結果 (1,000 m³/日規模)
(82%脱水ケーキとして搬出処分した場合)

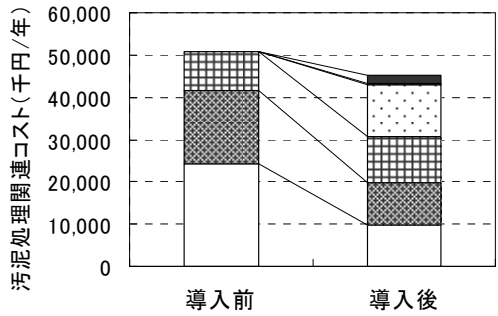
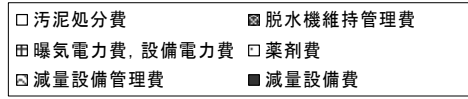


図-9 コスト試算結果 (5,000 m³/日規模)
(82%濃縮汚泥として搬出処分した場合)

5. おわりに

本研究では、オキシデーションディッチ法が採用されている処理施設に、汚泥減量設備を設置し、汚泥減量効果を検証した。また、全国7か所より採取した汚泥を対象として、回分可溶化試験を実施し、薬剤処理効果を確認し、汚泥減量設備の性能評価を行った。

本研究の成果として、酸化剤を用いた余剰汚泥削減技術の概要、設備の計画、設計、施工、維持管理に係わる技術的事項を技術マニュアルとして取りまとめた。

今後、下水道管理者が汚泥処分費や維持管理費の軽減を図る際の一助になれば幸いである。