

## し尿の直接脱水—下水道放流方式における 流動担体法による簡易処理

# 水ingエンジニアリング株式会社

エンジニアリング本部 環境インフラ統括部  
〒105-0021  
TEL 03-4346-0620 (代)  
FAX 03-3527-1208 (代)

### 1. はじめに

近年、し尿・浄化槽汚泥の処理において、下水処理の広域化、処理の効率化の観点から、し尿処理施設にて河川放流や海域放流基準まで処理を行った後に環境中に放流するのではなく、処理を簡略化し、し尿・浄化槽汚泥を直接脱水し、下水排除基準を満足するように脱水分離液を工水や井水等で希釈後に下水道放流する「直接脱水—希釈—下水道放流方式」の普及が進んでいる。本方式は、処理を簡略化することでし尿処理施設において使用される電力や維持管理の労力・コスト等を低減できるという利点を有している。一方で、脱水分離液の性状によっては、下水排除基準を満足するために多量の希釈水を必要とし、下水道放流量が増大すること、また、これに伴い下水道使用料金が増加することが課題となっている。

下水道放流のための希釈倍率の制限因子がBODである場合に、希釈倍率、下水道料金を削減する既存技術として、分離液中のBODを散水ろ床式のユニット型生物処理装置で簡易処理するプロセスがある<sup>1)</sup>。本報では、同じく希釈倍率の制御因子がBODである場合の新規プロセスとして、流動担体法にて分離液の簡易処理を行う新規プロセスを開発、実機に導入し、運転を開始したので、その概要と運転経過を報告する。

### 2. 流動担体法による脱水分離液処理の概要

まず、本プロセスで採用した流動担体法による脱水分離液処理の概要を記す。本プロセスでは、ハニカム構造を有する円筒状の担体を流動担体として使用した。浮遊汚泥による活性汚泥法ではなく流動担体法を採用したのは、下水道放流を目的とした簡易処理であるため、汚泥濃度管理等の維持管理の手間を可能な限り低減しつつ、処理の安定化を図るためである。

実機に導入する前に、実際のし尿処理施設の脱水分離液を用いたラボスケール試験にてBOD容積負荷と除去率の関係を確認した。試験条件を表に、試験フローを図1に示し、試験結果から得られたBOD容積負荷とBOD除去率の関係を図2に示す。

表 ラボスケール試験の条件

運転条件		
流動担体槽	[L]	8.5
担体充填率	[vol%(かさ容量)]	15
水温	[℃]	25
原水性状・負荷		
BOD※	[mg/L]	1,110 (317~1,560)
SS※	[mg/L]	533 (185~1,140)
BOD容積負荷	[kg/m <sup>3</sup> /d]	0.5~2.5 (段階的に増加)

※上段：平均値、下段：(最小値~最大値)を示す

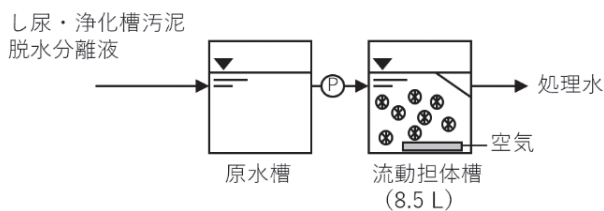


図1 ラボスケール試験のフロー図

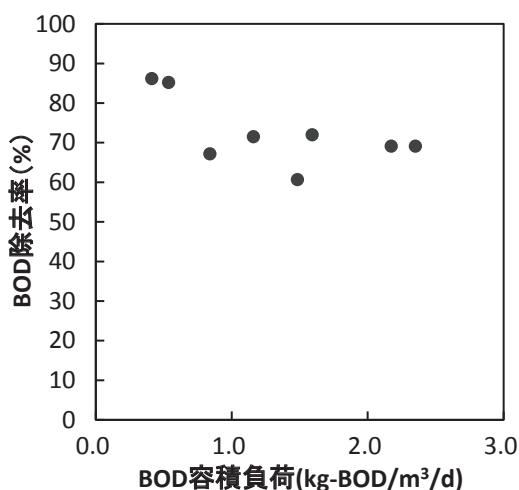


図2 ラボスケール試験におけるBOD容積負荷とBOD除去率の関係

図2に示した結果より、本法ではBOD容積負荷  $2.5 \text{ kg} / \text{m}^3 / \text{d}$  の比較的高負荷条件でもBOD除去率60%以上を維持しており、脱水分離液中のBODの簡易処理が可能であることが示された。

### 3. 実機処理施設の概要と運転経過

#### 3.1. 施設概要

本法を実機導入した処理施設の処理フロー概要を図3に示す。施設に搬入されたし尿・浄化

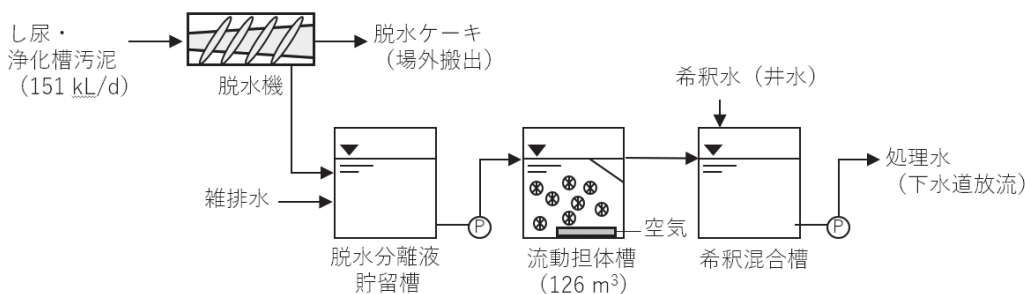


図3 実施設の処理フロー概要

槽汚泥（計画処理量：151kL/d）は脱水機により脱水ケーキと脱水分離液へと分離され、脱水分離液は分離液貯留槽にて貯留後、雑排水とともに流動担体槽へと流入し（計画処理量：170  $\text{m}^3 / \text{d}$ ）、その後希釈混合槽にて希釈、下水道放流される。流動担体槽の有効容量は126  $\text{m}^3$ であり、流動担体はラボスケール試験と同様に担体のかさ容量にて15vol%となるよう投入した。

なお、本施設においては設計時点の水質検討により、下水排除基準を満足するための制限水質項目は主に難分解性CODであることが明らかであった。しかしながら、本法の導入により性状の悪化した汚泥等が大量に持ち込まれ、BODが大きく変動した場合でも処理水質の安定化を図ることが可能なこと、また、し尿等の処理設備の要件として生物処理が必要とされたことから、本法を導入し、BOD、難分解性CODの挙動を確認している。

#### 3.2. 運転経過

実機の流動担体槽の運転立ち上げは2022年3月初旬に行い、新品の担体と種汚泥（本施設における改造前の標準脱窒素法活性汚泥）を投入した後、原水である脱水分離液を投入した。脱水分離液の投入量は徐々に増加させ、担体投入から4日で設計値である170  $\text{m}^3 / \text{d}$ に達した。その後は週内での処理量の変動がありつつも、週の中ごろから金曜日まではおおむね設計水量付近で運転を継続している。実機における流動担体槽の運転経過を図4に示す。

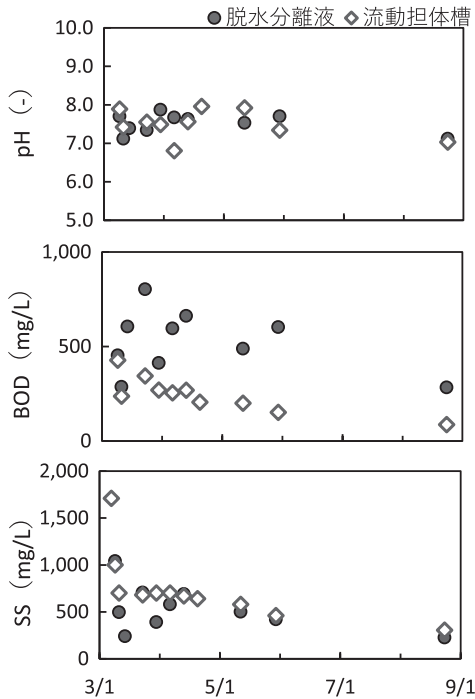


図4 実機における流動担体槽の運転状況

pHは脱水分離液、流動担体槽ともにほとんどが7~8の中性域となり、下水排除基準である5~9を満足した。本施設においては原水中のアンモニア態窒素が硝化しない程度の負荷で運転を行っているため、pHの大きな低下は起こらなかったものと考えられる。

BODは脱水分離液が300~800mg/Lの間で変動するのに対し、流動担体槽では立ち上げ時を除き300mg/L以下を維持しており、原水濃度の変動があっても処理水質を良好に維持できることが示された。なお、前述の通り本施設においては希釈倍率の律速はBODではないが、多くの施設において採用されている下水排除基準であるBOD600mg/Lであれば、無希釈で基準を満足できると判断された。

SSは脱水分離液が200~1,000mg/Lと変動するのに対し、流動担体槽は脱水分離液ほどの大きな変動は示さず、300~700mg/Lの間で変動し、原水よりもやや大きい値を示した。これは、原水中に含まれる溶解性BODの分解に伴い、一部がSS性の微生物に転換したためと考えられる。BODのSSへの転換率は一般的にSSあ

たりのBOD負荷（BOD-SS負荷）が高いほど高くなる傾向があることが知られているが、本法では流動担体により槽内のSSを常に一定以上に保つことができるため、担体無しで原水を曝気する場合に比べ、BODのSSへの転換率は低くなると考えられる。

さらに、難分解性CODについて、2022年10月より挙動を経過観察している。難分解性CODとは、活性汚泥で1日曝気した後に残存する溶解性のCODであり、生物分解が難しい有機物である。過去4回の測定において、脱水分離液の難分解性CODが平均47mg/Lであるのに対し、流動担体槽では平均28mg/Lであり、流動担体法において難分解性CODが除去可能なことが示された。

#### 4. まとめ

本稿では、「直接脱水-希釈-下水道放流方式」において、流動担体法による簡易処理により、脱水分離液中のBODが安定して処理可能なこと、難分解性CODも一部除去できる可能性があることを示した。本法は、既設の水槽を有効活用しながら、希釈水として使用される水資源使用量を低減し、併せて下水道放流料金も削減可能な方法であり、今後の普及が期待される。

#### 【参考文献】

- 1) 高橋惇太, 米山豊, 山口和紀, 楠本勝子, 八木橋隆統, 高橋陽介: 直接脱水-希釈下水道放流方式への新規ユニット型生物処理装置の実機適用による下水道放流量削減: 第43回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, p281-283(2022)

本原稿は、「第44回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集」(2023年1月)に「し尿の直接脱水-下水道放流方式における流動担体法による簡易処理」として掲載した内容を一部加筆・修正して転載した。