

不織布を用いたろ過による 活性汚泥混合液の固液分離技術 に関する実用化研究

1. 研究目的

全国の多くの処理場では、生物学的処理法である活性汚泥法が採用されている。標準的な活性汚泥法の水処理施設は最初沈殿池、生物反応タンク、最終沈殿池から構成されており、最終沈殿池の活性汚泥混合液の固液分離によって成立する処理法である。この最終沈殿池における固液分離は、水と汚泥のわずかな比重差を利用した重力沈殿であるため、流入水量や汚泥性状の影響を受けやすく、実際の運転管理においてはSS分の流出を防止する観点からMLSSの範囲を低く保持せざるを得ないという問題がある。

さらに、今後、特に都市部においては、施設の省スペース化や高度処理導入が課題となってくることが予想され、これらに対応する新たな固液分離技術が求められている。

本研究では、このような課題に対して省スペース化が可能かつ、効率的な固液分離が行える不織布を用いた固液分離技術に注目した。本技術は、不織布表面に形成される汚泥層を利用して活性汚泥混合液を低水頭差でろ過し、固液分離するものである。

本調査は、本技術の実規模施設への適用性について評価・検討することを目的とするものであり、平成11年度より3ヵ年の計画で新世代下水道支援事業機能高度化促進事業〔新技術活用型〕として東京都と共同研究を行うものである。

本年度は、既存研究の整理・評価及び関連調査結果の整理と実規模施設の設計に向けた検討を行い、実規模施設の設計に向けて実証調査において評価すべき項目や設計時の留意点について検討を行った。

2. 研究内容

2.1 本システムの概要

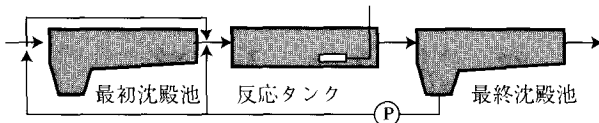
本技術は、不織布表面に形成される汚泥層を利用して活性汚泥混合液を低水頭差でろ過し、固液分離するもので、MF膜よりも大きなろ過流束が得られること、膜の価格が低廉であることが大きな特徴である。更に、不織布膜を用いたろ過ユニットを生物反応タンク内に直接浸漬することにより、従来の活性汚泥法に必須であった最終沈殿池を不要とすることも可能な技術である。

図-1に本システムの概要図を示す。

2.2 ろ過の原理

従来のMF膜やUF膜を用いたろ過法は、活性汚泥フロックよりも小さな孔を持つ膜によってろ過を行うが、本技術は不織布表面に形成される汚泥層を利用し、活性汚泥混合液を低水頭差でのろ過を可能にしている。不織布自体は活性汚泥フロックよりも大きな孔となっているが、この表面に汚泥フロック自身による汚泥層を形成させることにより、これをろ過層として活用し固液分離を行うものである。また、ろ過にはろ板にスパーサー、不織布を張り合わせて

従来の方式



本方式

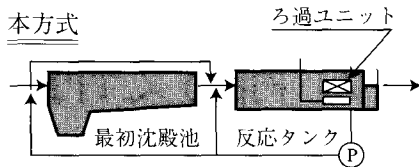


図-1 本システムの概要

作成したろ過モジュールを組み合わせ、ろ過ユニットを構成し、直接反応タンク内に浸漬させる。

また、反応タンクと集水トラフには水位差が設けられており、これにより動力を用いずろ過を行う仕組みである。汚泥フロック層はろ過時間が経過してくると厚みが増し、ろ過性能が低下するが、定期的に曝気上昇流を生じさせること等により、汚泥層の順次剥離(空気洗浄)等を行い、長時間のろ過を継続することができる。図-2にろ過原理、図-3にユニットの浸漬イメージを示す。

2.3 研究内容

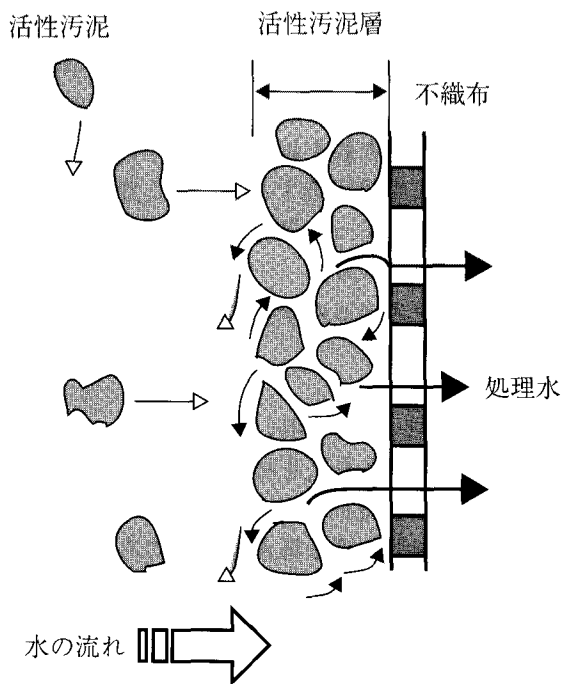
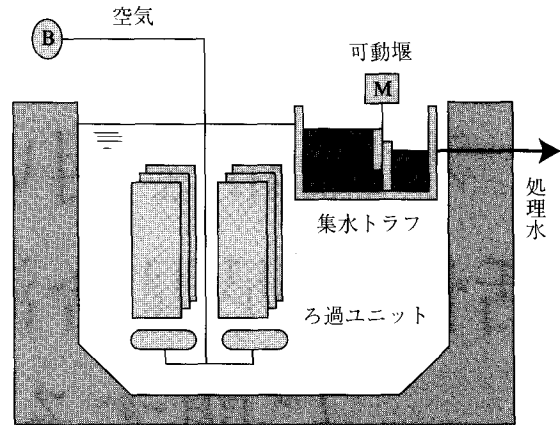


図-2 ろ過原理



反応タンク

図-3 浸漬のイメージ

本調査は平成11年度～13年度の3カ年にわたって実施するものであり、全体の研究項目は表-1に示す通りである。

平成11年度における本調査の内容は、

- (1) 既存研究の整理・検討
- 関連調査の収集・整理
- 実規模施設設計
- 設計手法とりまとめ

資料収集を行い、平成12年度に計画されている実規模施設の建設に先立って実験内容の確認並びに設計に向けた検討を行った。

表-1に研究行程を示す。

表-1 研究工程

項目	年 度		
	11	12	13
既存研究の整理・検討	■		
関連調査の収集・整理	■		
実規模施設設計	■		
設計手法とりまとめ	■		
パイロットプラント等による実験		
(実規模施設の建設)		
実規模施設による実験		
考察・とりまとめ		

3. 研究結果

3.1 検討のアプローチ

本技術の実用化に向けて必要と考えられる検討項

目を整理し、次の4つの観点において検討を行った。

I 膜・ユニット構造

固液分離を行うための中心的な設備であるため、その物性、構造等が本技術の性能に直接関わる部分である。

II 施設による対応（施設構造）

膜・ユニット構造以外にも本技術の処理性能や維持管理性に影響を与える施設があり、それらの施設構造に関わる部分である。

III 処理条件・メカニズム

本技術の目標とする処理条件やメカニズムに関する観点からの設計へのアプローチを行う部分である。

IV 操作による対応（維持管理）

本技術を運転管理していく上で、維持管理面から設計にフィードバックを行う部分である。

図-4に整理の観点の概要を示す。

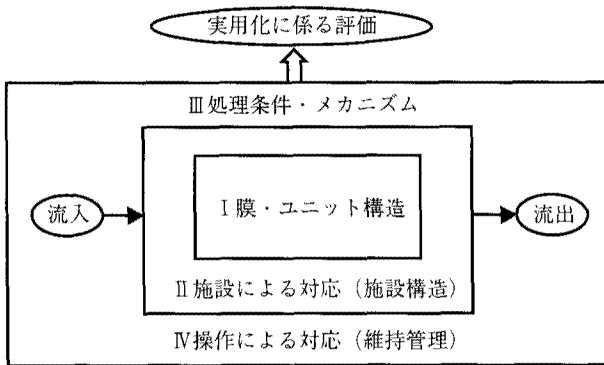


図-4 整理の観点

3.2 既存研究の整理・検討

既存の基礎的実験・調査研究を把握し、実規模施設の設計及び実験に必要な検討項目を整理するとともに、課題の抽出を行う目的で行った。

この中で、本技術と関連する項目として大きく次の5つに分類することができる。

- ①洗浄方法について
- ②ろ過抵抗について
- ③クロスフロー流速と膜面付着量について
- ④発生汚泥量、最適MLSS濃度及び物質収支について
- ⑤反応タンク内の生物相について

これらの中で、特に①洗浄方法については、他の膜処理方式についても汚泥フロック等の付着に原因するファウリングによる膜性能の低下が起こることから、最も効果的な方法として薬品洗浄を行って

ることが確認された。

3.3 実規模施設設計の検討

1) これまでの主な確認項目

本技術のうち、これまでのパイロットプラント実験によって確認された主な項目について重要なものを、表-2に整理した。

表-2 主要な確認項目

	区 分	主な検討事項
I	膜・ユニット構造	①目付、ろ過流速の関係 ②目付、ろ過濁度の関係 ③膜モジュールの耐久性
III	処理条件・メカニズム	④ろ過流速と膜面流速の関係 ⑤ろ過流速とMLSSの関係 ⑥汚泥性状とろ過抵抗、ろ過流速との関係
IV	操作による対応（維持管理）	⑦洗浄頻度とろ過流速の関係 ⑧薬品洗浄による活性汚泥への影響 ⑨薬品洗浄の条件

2) 実規模施設設計の検討項目

表-2におけるこれまでの確認項目を踏まえ、今回建設を行う実規模施設における考慮する点について整理を行った。

I 膜ユニット構造

膜・ユニット構造について基本的には基礎実験において決定されている膜、モジュール、ユニットについて実証する必要がある。

- ・基礎実験において決定された不織布の仕様やろ過モジュール、ろ過ユニットの構造の確認を行う。
- ・実証実験において膜、モジュール、ユニットの耐久性、劣化度、耐薬品性について確認する。
- ・ユニット容積及びユニット配列（レイアウト）による滞留時間の確保及び維持管理への影響について確認する。

II 施設による対応（施設構造）

施設構造については、実験施設の構造上の制約を受けるため、槽の使用は元となる標準活性汚泥法の処理施設に準拠した構造となる。

- ・適切な膜面流速が確保できるように隔壁の位置を検討する必要がある。
- ・膜洗浄直後に発生すると考えられるSS成分の初期流出に対応した返流施設を設ける。
- ・エアリフトによる排泥管の構造を検討する。
- ・非常時のオーバーフロー対策として最終沈殿池に放流が可能な構造にする等の対応が望ましい。
- ・洗浄薬品の貯留槽、水洗浄用給水装置の設置が必

要。

Ⅲ 処理条件・メカニズム

本技術による処理が安定して維持できるよう、ろ過に係る条件や物質収支などを把握する。

- ・反応槽内のMLSSの濃度勾配について把握する。また、その場合の運転方法を検討する。
- ・発生汚泥量を把握し、固形物収支を測定する。
- ・ろ過流速の変化について影響を観察する。
- ・処理水質の変動が起こらないか監視を行う。
- ・引抜汚泥の濃度、性状について観察する。

Ⅳ 操作による対応(維持管理)

水質の維持に係る膜の洗浄、MLSS濃度の管理が重要となる。また、非常時の対応についても検討を行う必要がある。

- ・膜の洗浄シーケンスを作成し、洗浄を行う。通常洗浄は既往の実験結果より3分・8回/日を基本とする。また、薬品洗浄については1日1回程度での効果が確認されているが、今後の実験において適切な頻度や薬品の種類・濃度について確認を行う。
- ・引抜汚泥量、返送汚泥量の濃度・頻度を把握する。
- ・膜ユニットのレイアウトについて検討する。ろ過ユニットの管理はブロック単位とする。
- ・予備のろ過ユニットの管理用地確保や、点検のための設備等について検討を行う。
- ・維持管理体制を整えると共に、自動制御の可能な項目について整理を行う。

4. 実規模施設の概略設計

これまでに行われた基礎実験の結果や設計に向けた検討を参考にして実規模施設の概略設計を行った。

実規模施設は、東京都下水道局の砂町処理場にある砂系曝気槽5号池の2水路を改造して建設される計画となっており、計画処理能力は5,000m³/日

(日最大)であり、池寸法は巾6m×高さ4.2m×長さ45m、配置されるろ過モジュールの枚数は640枚となっている。表-3に実規模施設における設計諸元について示す。

表-3 主な設計諸元

項目		仕様
処理場名		東京都砂町処理場
処理能力		5,000m ³ /日 (日最大)
水路数		2水路
池寸法		巾6m×高さ4.2m×長さ45m
池容量		1,134m ³ /水路
滞留時間		8.0時間
目標水質	BOD	10mg/l
	SS	5mg/l
平均 MLSS濃度		2,000mg/l~
汚泥返送濃度		2,000~4,000mg/l
膜に関する諸元	モジュール外寸	巾1.2m×高さ2.4m×長さ30mm
	有効膜面積	4m ² /モジュール
	ろ過流速	2.2m ³ /m ² /日 (日最大)
	ろ過水量	8.5m ³ /日
	モジュール枚数	640枚

5. まとめ

平成11年度の研究では、本技術の基礎的技術の整理を行い、今後の検討項目を抽出した。この中で、本技術の基本的な処理性能について確認が行えたと共に、膜の洗浄や、汚泥の引抜等の管理について、処理の機構等について今後の実験を通じて確認を行っていくべき項目を提示した。

平成12年度に継続して行われる予定である本技術の実規模の実験施設建設や、平成13年度に行われる実規模施設を用いた実験においては、これら着目すべき留意点について考慮し、活用していくものとする。

●この研究に関するお問い合わせは 研究第一部長 江藤 隆
 研究第一部総括主任研究員 西村 孝彦
 研究第一部主任研究員 那須 基
 研究第一部 研究員 野尻 希守