

セラミック膜を用いた 槽外型膜分離活性汚泥法の検討

日本ガイシ(株) 鈴木重浩 野口基治 ○甘道公一郎
(財)愛知水と緑の公社 丸山司 藁科亮

1. はじめに

膜分離活性汚泥法(MBR)は、従来の沈殿分離ではなく、膜ろ過により活性汚泥と処理水を分離する方法である。このため、高いMLSS濃度での運転が可能であり、従来困難であった省スペースでの高度処理を可能とする技術である。また、その優れた固液分離性能から処理水リスクの低減が可能であり、処理水再利用も容易なため、地域の水循環を推進するサテライト処理場の概念¹⁾の実現手段の一つとしても考えられている。

現在、MBRは、日本下水道事業団によるH10 年からの下水処理への適用研究の結果を受け、小規模処理場(2,000m³/d規模)への導入が進められている²⁾。しかし、更なる適用推進や、中・大規模下水処理場の再構築・高機能化への展開にあたっては、①改築・更新に適した装置構成の検討②更なるコストの低減、の2つが課題と考えられ、これら課題の解決を目的に、セラミック膜を用いた槽外型MBRの検討を実施したので報告する。

2. セラミック膜を用いた槽外型MBRの特長

現在導入が進められているMBRは浸漬型MBRであり、本研究の槽外型MBRとは方式が異なる。これらの比較を表-1に示す。また、本システムによる上記課題解決の手法を、以下に示す。

(1) 槽外型MBRの適用

槽外型MBRとすることにより、既設構造物の制約(生物反応槽容量、水深等)を受けずに膜ユニットを設置することができる。このため、既存の土木施設をそのまま利用した改築や、施設機能の高度化が可能となる。なお、膜ろ過装置は、不要となる最終沈殿池スペースへの設置ができる。

表-1 MBRの方式比較

		浸漬型 MBR	槽外型 MBR (本研究)
膜		外圧型高分子膜 (平膜、中空糸膜)	内圧型セラミック膜
設置箇所		生物反応槽内(好気槽内)に浸漬	生物反応槽外に設置 (ケーシングに収納設置)
洗浄方法	膜ろ過 運転時	曝気により洗浄	・生物反応槽～膜ユニット間の汚泥循環流(クロスフロー流)により膜面を洗浄 ・汚泥循環流を気液混相流とすることが可能 (→洗浄効果向上)
	逆洗	一部可能	可能
	薬液浸漬洗浄	反応槽内、または、膜を引き上げて薬液浸漬槽にて実施	ケーシング内で実施
維持管理		膜面保護やし渣絡み付きに留意要(スクリーン設置により回避可能)。場合によっては、生物反応槽からの引上げ要	—
生物反応槽	形式	不問 ただし、硝化液循環の際は、DOに留意要	不問
	容量	膜ユニット体積の考慮要	—
	曝気量	生物反应用+膜面洗浄用	生物反应用のみ
膜ろ過流速		≒0.8~1.2 m/d	≒3 m/d

(2) セラミック膜の使用

セラミック膜は、物理的強度が高いため、強力な逆圧洗浄が可能である。また、耐食性も高いため、酸・アルカリ等を用いた薬品洗浄に適している。このため、高負荷（高い膜ろ過流速）での運転を行っても、これらの高い膜洗浄能力を用いることにより、安定運転が可能であり、コスト削減が期待できる。

3. 実験方法

愛知県衣浦西部浄化センター敷地内にオンサイト実験プラントを設置し、同浄化センターの実下水（最初沈殿池越流水）を原水として連続処理実験を行った（実験期間 H17.5～10）。表-2 に使用したセラミック膜の仕様を、表-3 に実験装置諸元と実験条件を、図-1 に実験装置フローを示す。

表-2 セラミック膜の仕様

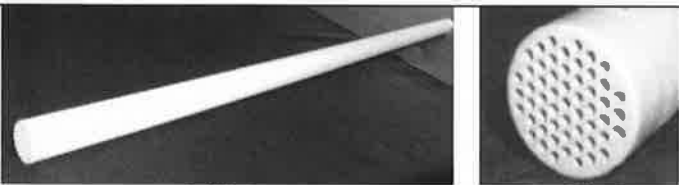
材質	セラミック
膜孔径	0.1 μ m
形状	内圧型モノリス膜 ϕ 30mm $\times$ 1,000mmL、チャンネル径 ϕ 2.5mm $\times$ 55 穴/本
膜面積	0.4m ² /本
外観	
	全体図 端面

表-3 実験装置諸元と実験条件

生物反応槽	原水	衣浦西部浄化センター（分流式）最初沈殿池越流水
	処理方式	硝化液循環型硝化脱窒処理＋槽外型MBR（硝化液循環比 150％）
	処理水量	10～15 m ³ /日
	MLSS	5,000～12,000 mg/L
	BOD-SS負荷	0.02～0.06 kg/kg/日
膜ろ過装置	膜	セラミック膜
	ろ過方式	クロスフローろ過方式（定流量ろ過）
	膜洗浄方式 （自動）	①クロスフロー流による膜面洗浄（膜ろ過運転時常時。気液混相流使用）
		②逆圧洗浄（薬液浸漬工程使用） ③薬液浸漬洗浄 （膜差圧上昇時；次亜塩素酸ナトリウムとクエン酸による洗浄）

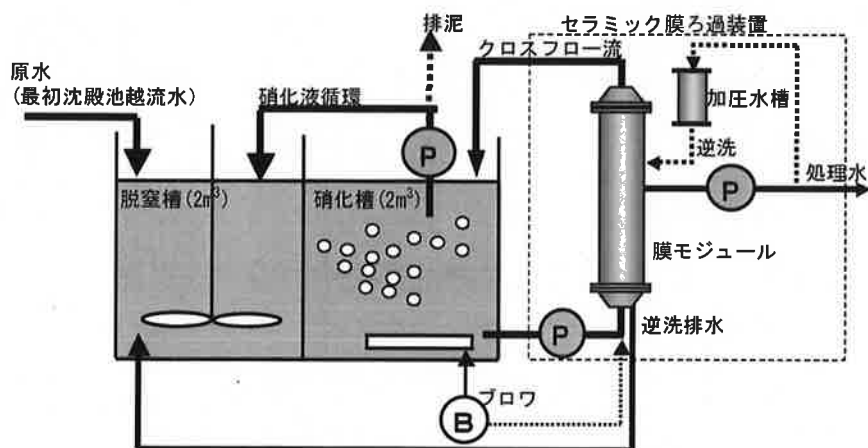


図-1 実験装置フロー

4. 結果と考察

(1) 膜ろ過性能

実験期間中の膜差圧の挙動の一例を図-2 に示す。この期間、膜ろ過流束は 3.2m³/日 (ろ過運転時) で運転したほか、水温は 24~32℃であった。

図から分かる通り、期間の膜差圧は、安定して推移した。

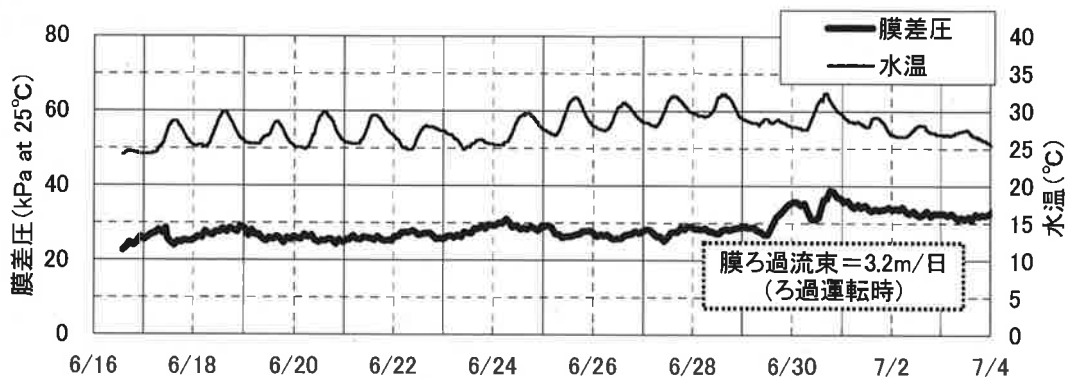


図-2 膜差圧の経時変化

なお、膜差圧が上昇したセラミック膜は、次亜塩素酸ナトリウム (3,000mgCl/L) とクエン酸 (1%) にそれぞれ浸漬することにより、透水性能がほぼ初期値に戻った (100%回復)。

(2) 処理水質

処理水質は、期間を通じて、安定した除去性能が得られた。

表-4 に示す通り、SSは原水水質 55~114mg/L、BODは原水水質 50~119mg/Lに対して、処理水質はともにSS, BOD≒0 を達成した。COD(Mn)は、原水水質 51~7

表-4 原水水質と処理水質 (カッコ内は平均値)

	原水水質	処理水質
SS	54.9~114.0 (90.6)	N.D. ~ 0.2 (0.0)
BOD	50.4~119.0 (88.9)	N.D. ~ 2.8 (0.3)
COD(Mn)	50.5~ 77.5 (66.7)	3.6 ~ 7.6 (5.8)
T-N	22.2~ 44.0 (36.7)	5.1 ~12.2 (8.8)
NH ₄ -N	14.6~ 30.8 (25.2)	N.D. ~ 4.5 (0.5)

(単位: mg/L)

8mg/Lに対して、処理水質 3.6~7.6mg/Lを達成した。T-Nは、原水水質 22~44mg/Lに対し、処理水質は 5.1~12.2mg/Lを達成し、硝化液循環率 150%に対する理論除去率 60%に対し、実除去率は平均 76%となった。理論除去率を上回ったのは、SS成分の完全除去や、高MLSS運転による好気槽での部分脱窒に起因する可能性がある。なお、原水中のNH₄-Nは 15~31mg/Lであったが、処理水中のNH₄-Nはほぼ検出されず、硝化が十分に起こっていたことを確認した。

5. まとめ

- ・セラミック膜は、物理的強度が強く、耐薬品性が高いため、これらの特長を生かした膜洗浄法を用いた結果、従来の浸漬型 MBR と比べて高い膜ろ過流束で運転できた。
- ・膜差圧が上昇したセラミック膜は、薬品洗浄により、ほぼ初期膜差圧に回復することを確認した。
- ・処理水質は、SS、BOD≒0、T-N は理論除去率 60%以上を達成し、安定した処理性能が確認できた。

<参考文献>

- 1) 国土交通省都市・地域整備局/(社)日本下水道協会 下水道ビジョン 2100 (2005)
- 2) 村上孝雄、下水道における膜分離技術導入の現状と今後の展望、環境技術 Vol.35 No.3 p8-13(2006)

問い合わせ先: 日本ガイシ(株)環境装置事業部 環境技術部 開発 G 甘道公一郎

〒475-0825 愛知県半田市前潟町 1 TEL 0569-23-5782 FAX 0569-23-5767 E-mail:kando@ngk.co.jp