

## 〈特集〉 賛助会員企業 最新技術紹介 株式会社明電舎

### 膜分離活性汚泥 (MBR) 向けセラミック平膜

新 井 喜 明

(株)明電舎 水・環境事業部 技術部

(〒141-8616 東京都品川区大崎 5-5-5 E-mail: arai-yo@mb.meidensha.co.jp)

#### 概 要

明電舎では、これまでの上水道・下水道設備向け電気設備に加え、新規分野の取り組みとして、長年培ってきたセラミックの技術を応用することにより、セラミック平膜を開発した。

セラミック平膜は堅牢で物理的・化学的な耐久性が高い。これらを活かした運転・制御を行うことにより、長期間に渡り安定したろ過性能と処理水質の維持を実現することが可能である。

現在、国内の下水処理場内に膜分離活性汚泥処理プラントを設置し、連続運転を行っている。今回は、セラミック平膜の特長と実証試験結果について報告する。

キーワード：下水処理、膜分離活性汚泥法、膜、セラミック平膜

原稿受付 2013.4.30

EICA: 18(1) 22-23

## 1. はじめに

膜分離活性汚泥法 (MBR) は、活性汚泥法による生物処理に膜ろ過を組み合わせた排水処理方法である。

MBR の主な特長は以下の通りである。

- (1) 固液分離を膜ろ過で行うため、固形分流出の懸念がなくなり活性汚泥の管理が容易となる
- (2) 反応タンクの高 MLSS 運転や、最終沈殿池・消毒設備の省略等により処理施設全体が省スペースとなる
- (3) ろ過水として、再利用水にも適した清涼な処理水が得られる

この様な利点を持つ一方で、膜の目詰まり (ファウリング) や交換周期 (寿命)、高ランニングコストといった膜特有の問題も抱えている。

そこで、明電舎はこれまでの上水道・下水道設備向け電気設備に加え、新規分野の取り組みとして長年培ってきたセラミックの技術を応用することにより、セラミック平膜を開発した。

セラミック平膜は堅牢で物理的・化学的な耐久性が高い。これらを活かした運転・制御を行うことにより、長期間に渡り安定したろ過性能と処理水質の維持を実現することが可能である。

現在、国内の下水処理場内に膜分離活性汚泥処理プラントを設置し、連続運転を行っている。今回は、セラミック平膜の特長とその検証結果について報告する。

## 2. 検証方法

### 2.1 セラミック平膜

調査に使用したセラミック平膜の基本特性を **Table 1** に示す。その断面と SEM 写真を **Photo 1** に示す。

更に、セラミック平膜は下記の様な特長も有している。

- (1) 機械的強度・耐薬品性に優れ、逆洗・薬液洗浄により膜ろ過性能を良好に回復可能 (長寿命)
- (2) 保存に特殊な配慮 (保存液への浸漬等) が不要であり、長期間容易に保存可能
- (3) 使用済み膜は、廃棄・産廃処分することなく、工業原料としてリサイクル可能

これらの特性を組み合わせることにより、セラミック平膜に適したプラント設計し検証を行った。

**Table 1** Ceramic flat sheet membrane specification

項 目	仕 様
種類	精密ろ過膜 (MF 膜)
膜孔径	0.1 $\mu\text{m}$
粒子捕捉性能	95% 以上 (粒子: 0.1 $\mu\text{m}$ )
初期純水透過流束	40 m <sup>3</sup> /日 (条件: 25°C, 100 kPa)
常用膜差圧範囲	-100 (逆洗洗浄時) ~ 100 kPa
常用温度範囲	~40°C
常用 pH 範囲	2~10

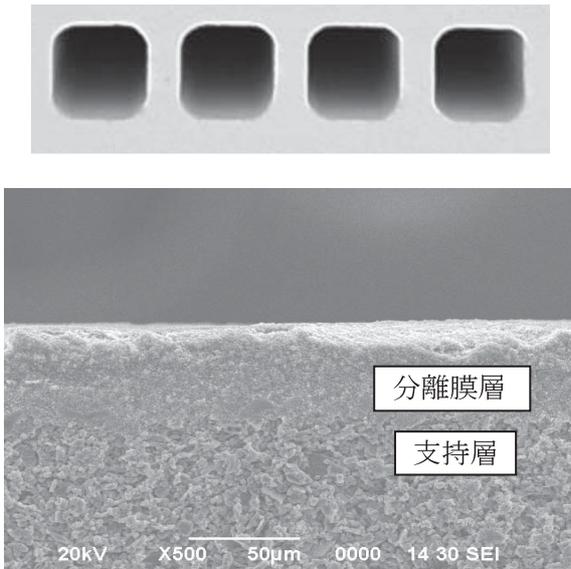


Photo 1 Cross-section of membrane and SEM photo

## 2.2 実証プラント

今回検証を行った循環式硝化脱窒膜分離活性汚泥法 (MBR プラント) の運転条件を **Table 2** に示す。プラントは処理水量が 30 m<sup>3</sup>/d である。プラントは生物反応タンクを備え、活性汚泥法による生物処理を行う。反応タンクは無酸素タンクと好気タンクに分かれており、そのうち好気タンクに膜ろ過ユニットを浸漬させている。ユニットは2ユニットずつ設置されており、それぞれが異なる運転条件で検証可能なようにプラントを設計した。

Table 2 Operating Condition

項目	運転条件
処理水量 (ろ過流量)	30 m <sup>3</sup> /d
フラックス	0.5~1.5 m/d
ろ過/逆洗時間	9分30秒/30秒 (逆洗流量:ろ過流量の2倍)
膜洗浄風量	1.7~2.8 NL/min/膜エレメント枚
MLSS 濃度	8,000~12,000 mg/L
好気タンク DO 濃度	1.0 mg/L 一定制御

膜の日常的な洗浄方法は大きく「空気洗浄」「逆圧洗浄 (逆洗)」の2つがある。

「空気洗浄」は、ろ過処理中に膜ユニット下方から粗大気泡を供給し、気泡を膜表面に接触させながら浮上させることで、膜表面へのファウリング物質付着抑制を図るもので MBR では一般的に用いられている方法である。このための送気は、酸素の溶解、供給を目的とした曝気ブロウとは独立した膜洗浄ブロウを用いる。

「逆圧洗浄」は、ろ過水を一時的に逆流させることにより、膜面の付着物質を除去する方法であり、ろ過膜の閉塞及び狭窄の回復を図る。これは、セラミック膜の物理的な強度を活かした洗浄方法である。

また、膜のファウリング防止・洗浄のため、以上の2つの日常的な洗浄方法に加え、1週間に1回 1,000 mg/L の次亜塩素酸ナトリウム水溶液でインラインでの薬液洗浄を行っている

プラントは、2009年10月から検証を開始し、2013年4月現在で約4年半の連続運転を続けており、現在も検証は継続中である。

## 3. 検証結果とまとめ

セラミック平膜を用いた MBR プラントにて連続運転を実施し、水質分析等性能評価を行った。温度による生物処理への影響が顕著であると考えられる低水温期 (H23年12月~H24年3月:好気タンク平均水温:14℃) を例として原水 (処理場初沈流入水) 及び処理水 (膜ろ過水) の水質結果を **Table 3** に示す。

Table 3 Average Water Quality

項目	原水	処理水	目標水質
	平均	平均	
BOD (mg/L)	170	1	平均2以下
SS (mg/L)	180	1未満	平均1以下
大腸菌群数 (個/100 mL)	—	不検出	不検出
T-N (mg/L)	39	6.8	平均10以下
T-P (mg/L)	4.1	1.4	—
濁度 (度)	—	1未満	平均2以下
色度 (度)	—	8	平均10以下

水質分析結果は処理水 (膜ろ過水) 中に SS (固形分) と濁度は1未満、色度は10度以下及び大腸菌群数は不検出であった。この値は再生水水質基準を十分に満たしている。BOD, T-N など実処理場と遜色ない安定運転を達成した。尚膜差圧トレンドは、安定した差圧での連続運転を達成した。膜の破断や劣化の少ないセラミック平膜の特性が長期的安定運転に繋がったと考えている。今後は、公共下水に止まらず、民間工場排水・再生水・海水淡水化前処理等、より広い分野でセラミック平膜の適用可能性を検証していきたい。

## 参考文献

- 1) 働下水道新技術推進機構, 2012/3, セラミック平膜を用いた循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法技術資料