●製品 & 技術

MBR用円筒型中空糸膜モジュール (MUNC-620A)

橋本知孝*・森 吉彦

旭化成ケミカルズ (株) マイクロザ・テクニカルマーケティング部
〒416-8501 静岡県富士市鮫島2-1

Cylindrical-type Hollow Fiber Module for MBR System (MUNC-620A)

Tomotaka Hashimoto*, Yoshihiko Mori

Asahi-kasei chemicals corporation, Microza & Water Processing Division, Technical Marketing Department
2-1, Samejima, Fuji city, Shizuoka 416-8501, Japan

Asahi-kasei Chemicals developed new type hollow fiber module for Membrane Bio-reactor. It has many features for membrane, module structure, and aeration system. Membrane material is PVDF, and its advantages are physical strength and chemical durability. Module structure is cylindrical shape which has many advantages for increasing hollow fiber accumulation, reduction of aeration volume for module, and handling ability. However it had been thought that cylindrical structure had a defect that activated sludge tends to accumulate among hollow fibers and block membrane surface. We could solve this defect by hollow fiber alignment at upper part of module. By this improvement, aeration volume for module and foot print of module decreases drastically.

Key words : Membrane Bio-Reactor / activated sludge / hollow fiber module / cylindrical structure / aeration volume

1. はじめに

旭化成ケミカルズ (株) は1970年代より独自の製膜技術により限外ろ過膜 (UF) 及び精密ろ過膜 (MF) を開発し、自動車、食品、医薬発酵、エレクトロニクス、除濁用途等幅広い工業分野に分離膜モジュールを製造販売している。特に近年、浄水分野での膜利用が活発化し、2003年4月に世界最大級の生産規模を有するMF専用工場を設立し、現在は更に生産能力を増強し、年間150万m²の中空糸膜・モジュールを生産している。

一方、排水分野においても、最近の環境保全に対する世界的な気運の高まり、海外における大型膜プロジェクト化の流れを受けて、下水・排水分野に於ける膜の普及は必然的であり、当社技術を応用して

社会への貢献機会を広げる好機と捉え、MBR用モジュール (MUNC-620A) を上市した。

2. MBRの特徴

MBRは活性汚泥と処理水を分離する固液分離処理を活性汚泥槽 (反応槽) 内に浸漬した膜モジュールで行うことにより、施設のコンパクト化が可能となり、膜ろ過により活性汚泥の性状によらず、清澄で高度な処理水が得られる排水処理システムである (Fig. 1)。

- ① 最終沈殿槽が不要となり、省スペースが可能となる。
- ② 活性汚泥濃度 (MLSS) を高くできるため、BOD容積負荷を上げることができる。このことにより活性汚泥槽の小型化、処理時間短縮などが可能となる。
- ③ 汚泥性状によらず固液分離ができ、維持管理が容易である。

* Corresponding Author
Tel : 0545-62-3892 Fax : 0545-62-2539
E-mail : hashimoto.tb@om.asahi-kasei.co.jp

Fig. 1 Comparison of processes of conventional and MBR.

Fig. 2 SEM images of hollow fiber.
(a) Cross section (b) Outer surface (c) Outer surface (closeup).

- ④ SS, 大腸菌類の無い高度な処理水が得られる。また簡単な殺菌処理を加えて雑用水に, ROを組み合わせることで, ボイラー用水等に再利用が可能となる。

3. 旭化成ケミカルズのMBRシステムの特徴

MBRに対する膜の要求事項には, 低コスト化(膜モジュール, 運転コスト)や高信頼性(安定運転, リーク問題)に加え, 常時膜を曝気するために膜が高強度であること, 固形分率が1%程度の活性汚泥をろ過するため, 固形分による閉塞が起らないことがあげられる。これら要求を満たすため, 弊社はポリフッ化ビニリデン(PVDF)製中空糸MF膜を用いた円筒型モジュールを開発した。

- (1) 物理的, 化学的にタフな膜である
安定した処理水質及び長寿命化のためには, 膜の物理的及び, 化学的強度が要求されるが, 弊社独自の製膜技術を駆使し, 機械的(物理的)強度に優れ, 膜洗浄剤として多用される酸化剤(次亜塩素酸ナトリウム, オゾン)やアルカリにも耐性のあるPVDF膜を開発, 採用した。

- (2) 高透水性である
下水分野では0.8 m/dでの高透水運転が可能であ

Fig. 3 Relationship between sphere size of uniform latex and retention.

る。高透水化により, ろ過に必要な膜面積が削減されるだけでなく, 膜洗浄用曝気量の低減が可能となる。また弊社の特徴として逆洗が可能な構造であり, ろ過性の極めて悪い汚泥に対しても, 逆洗が有効に働き, 安定した運転ができる。

- (3) 少量の膜洗浄用曝気量で運転が可能である
円筒型構造のため, 中空糸膜の集積度が高く, 従来膜モジュールの約半分の曝気量で効果的に膜を揺動させて, 目詰まりを防ぐことが可能である。

- (4) コンパクトな設計
従来の膜モジュールに比べ, 単位ろ過膜面積当たりの設置面積が従来の膜モジュールの1/3程度と極めて小さい。ユニットの小型軽量化と取り付け作業の簡素化が可能である。これにより浸漬する槽の寸法, 形状の自由度が高いこともあげられる。

<中空糸膜>
本モジュールに使用される中空糸膜の断面写真を Fig. 2 (a), 中空糸膜表面の電子顕微鏡写真を (b), (c) に示す。中空糸膜外表面には均一な細孔が多数開口しており, その細孔より処理水がろ過され, 中空糸内部を通り系外に排出される。拡大写真(c)ではフィブリル構造が確認され, 結晶性が高いことがわかる。このことは後述する薬品耐性の高さに影響する。

細孔径の均一性の指標として, Fig. 3にユニフォームラテックス粒子をろ過した際の阻止率を示す。ユニフォームラテックスの径が0.1 μmで急激な阻止率の増加が認められ, それ以上では100%となる。このことはおよそ0.1 μmの径の細孔が殆どであり, 0.1 μm以上の粒子を完全に阻止することができることを示している。そのため, 活性汚泥中の大腸菌等の

Fig. 4 Chemical resistance of hollow fibers.

Fig. 5 Appearance and schematic drawing of MBR module.

菌体もろ過により処理水に放出させることなく、処理が行える。

Fig. 4に膜モジュールの洗浄薬品として最も使われる酸化剤（0.5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液）に約2ヶ月浸漬した際の破断伸度保持率を示す。90%以上の保持率を示し、長期間接触しても化学的な劣化がないことがわかる。この特性は膜材質が化学的に安定なPVDFであることに加え、膜の製法に起因する結晶性の高さに因るものである。

膜モジュールについて

弊社の膜モジュールは中空糸膜を束ねるヘッダー、及びスカートが円筒型の形状であり、円筒型構造が特徴である（Fig. 5）。またモジュール下部に曝気用の貫通穴を持ち、中空糸膜の集積度を上げて膜束内部まで効率よく曝気気泡を供給することができる構造となっている。

Table 1 Specification of MBR module (MUNC-620A)

項目	仕様
型式	浸漬型中空糸MF膜
膜材質	PVDF
公称孔径	0.1 μm
膜面積	25 m^2
モジュール寸法	直径6インチ × 2m長

Fig. 6 Photo of MBR unit (4 modules type, 8 modules type).

Table 2 Raw water quality of applied food factory

	原水	処理水	除去率
BOD	1080mg/l	0.7mg/l	99.90%
COD-Mn	629	3.4	99.5
SS	377	<0.5	99.9
n-Hex	46	0.5	99

膜モジュールの仕様をTable 1に示す。直径6インチ（約16 cm）の投影面積で膜面積が25 m^2 と極めて集積効率が低い。

円筒型モジュールは中空糸膜の集積度が高く、相対的に低曝気量で運転が可能な特徴があるが、膜の集積度アップによる汚泥の蓄積問題を克服する必要がある。弊社は中空糸膜の膜束構造を改良し、モジュール内の気泡や汚泥の流路を確保し、汚泥詰まりすることなく中空糸膜束外に排除することに成功した。

Fig. 6に膜モジュールを4本及び8本設置したユニットの例を示す。4本ユニットを例にとると、外形寸法は0.65 × 0.55 × H 3.0 mで膜面積が100 m^2 と非常にコンパクトである。また運転時に必要な膜用の曝気量は約20 m^3/hr で従来の膜設備に比べると半分程度となっている。

Fig. 7 Photo of MBR unit at applied food factory.

4. 応 用 例

食品工場排水での実用例

某食品工場の排水処理設備（処理能力 600 m³/d）に採用された. 投入したユニット写真を Fig. 7 に示す. この工場の排水は原水 BOD1000～2000 mg/l, MLSS

8000～10000 mg/l で, 汚泥粘度が季節によっては約 300 mPa・s と非常に高いことが問題であった. MBR 導入一年以上経過しているが, 粘度の問題なく安定稼働している. 水質は BOD が 1 mg/l 程度と非常に良好である. 膜切れ等の問題も発生していない.

5. おわりに

膜分離活性汚泥法において円筒型モジュールの適用検討を行い, 膜モジュールのコンパクト化と同時に高フラックス, 膜曝気量の低減を果たし, 様々な排水について適用が可能であることが明らかとなった.

ここ数年, 膜分離各メーカーとも性能の改善が著しく, 曝気量削減, 汚泥減容化, 薬剤削減等の改善が行われ, 更なる維持管理コストの削減が可能になると思われる. こうした成果により, 高度処理, 省スペースを特徴とする MBR が広く普及し, 人々の暮らしに役立つことを開発の傍ら期待する.

(Received 20 September 2006 ;
Accepted 10 October 2006)