

浸漬型中空糸膜 MBR において気泡径が膜面洗浄力に与える影響

東京都市大学院 学生会員 ○佐々木 哲哉
 東京都市大学 正会員 長岡 裕
 東京都市大学 ラン・ム・ゾー
 三菱レイヨン 井手口 誠

1. はじめに

MBR では曝気による気泡流で膜面の物理洗浄を行っており、この洗浄力は曝気条件、流体の性質などに大きく左右される。既存の研究¹⁾で中空糸膜に働く力の発生機構などの検討が行われたが、曝気条件と膜面洗浄力の関係は明らかになっていない。本研究では気泡が膜面洗浄力に及ぼす影響について検討することを目的とする。

2. 実験方法

膜面洗浄力を測定する実験装置を図1に示す。容積 550mm × 550mm × 750mm のアクリル水槽に水道水を満たし、実験を行った。曝気領域の断面積を 200mm × 100mm としたアクリル製の膜ユニット装置に中空糸膜、散気管、二分力計を取り付けものを水槽内に浸漬させた。中空糸膜は長さ 480mm、外径 2.8mm、材質は PVDF である。散気管は 4 種類であり、3 種類は塩化ビニル製の管を使用し、表1に示す孔径及び穴数に設定した。1 つは無数の微細気泡のでる、エアーストーン型の散気管を使用した。例として、写真1に微細気泡管及び φ4.0mm の散気管を使用したときの曝気の様子を示す。

図2に中空糸膜と二分力計の接続状況を示す。中空糸膜1本を上端で固定し、下端を x 方向及び z 方向の力を測定できる二分力計(LV30-1, SSK 社製)に接続した。中空糸膜をたわませて設置しているため、x 方向に力が働く。x 方向の力を膜一本の表面積で除することにより垂直応力を算出し、この変動を膜面洗浄力と定義した。測定は 100 Hz, 163.84 sec とした。また、水道水が静止した状態の出力値により、ゼロ点基準を取った。液相流速の測定はレーザードップラー(Dantec Dynamics 社製)を用いて水槽の底から 450mm の高さ、膜と水槽の壁面の間地点を測定した。サンプリングは 100Hz, 81.92sec とした。

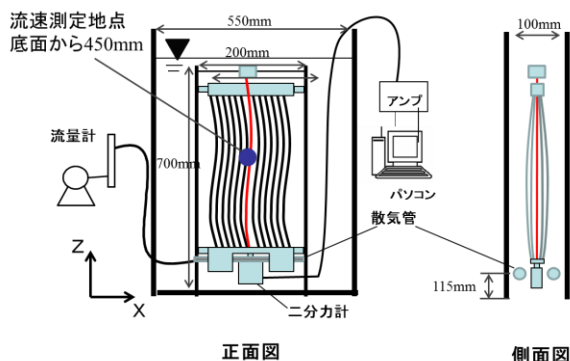


図1 膜面洗浄力測定の実験装置

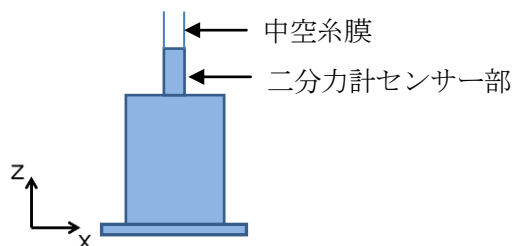


図2 中空糸膜と二分力計の接続状況

表1 散気管の条件

	case1	case2	case3	case4
孔径	-	0.5mm	1.0mm	4.0mm
穴数	-	28 個	12 個	4 個
気泡径	3mm	4mm	7mm	5~25mm

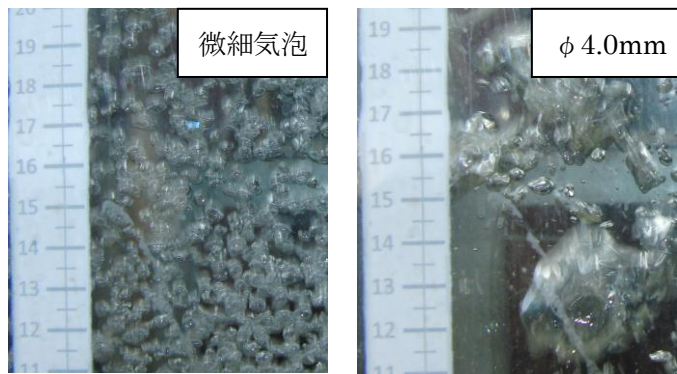


写真1 微細気泡管と φ4.0mm における曝気の写真

キーワード MBR ファウリング 膜面洗浄力 曝気 気泡

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL 03-5707-0104 E-mail : g1281711@tcu.ac.jp

定速ろ過実験において使用した活性汚泥は、疑似 AO 法を採用している下水処理場の返送汚泥である。1L あたり CH_3COONa 30.8g, Peptone 8.12g, NH_4Cl 4.32g, KH_2PO_4 1.25g, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.09g, CaCl_2 0.18g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.37g, KCl 0.18g の成分で構成した基質を用いて培養を行った。

膜面洗浄力実験と同じスケールのアクリル製の膜ユニットを 2 つ作成し、それぞれ散気管 $\phi 0.5\text{mm}$, $\phi 4.0\text{mm}$ を使用した。この 2 つの膜ユニットを同一水槽内に浸漬させ、同時に定速濾過実験を行った。使用した膜は PVDF 製で、公称孔径 $0.4\mu\text{m}$ 、有効膜面積 0.36m^2 の中空糸膜である。

膜間差圧の上昇とともに膜透過流束は下がるため、適宜吸引ポンプの圧力を強め、膜透過流速を一定に保つよう調整した。実験条件は TOC 負荷量 : $0.5 (\text{g}/(\text{L} \cdot \text{day}))$ 、フラックス : $0.5(\text{m}/\text{d})$ 、HRT : $0.3(\text{day})$ 、汚泥容量 $113(\text{L})$ 、エアフラックス $0.03(\text{m}/\text{s})$ である。

3. 測定結果及び考察

膜面洗浄力を図 3 に示す。気泡径が大きくなるにつれ、膜面洗浄力の変動が大きくなる傾向が示唆された。

z 方向の液相流速の平均値を取ったものを図 4 に示す。液相流速と膜面洗浄力の間に関係が見られなかったため、膜面洗浄力は気泡の影響を大きく受けると考えられる。

定速ろ過実験期間中の MLSS 濃度及び粘度は増加傾向にあり、それぞれ $6000 \sim 10000 (\text{mg}/\text{L})$ 、 $9 \sim 29 (\text{mPa} \cdot \text{s})$ となった。図 5 に散気管 $\phi 0.5\text{mm}$ 及び $\phi 4.0\text{mm}$ を使用したそれぞれの膜ユニットにおける、膜間差圧の経時変化を示す。 $\phi 0.5\text{mm}$ の条件の運転は実験開始 9 日目から上昇し始め、11 日目にして膜間差圧 70kPa に到達した。都合により、実験を 20 日目にして中断せざるを得なかったが、 $\phi 4.0\text{mm}$ の条件の運転におけるファウリングの発生は、 $\phi 0.5\text{mm}$ の条件と比べ遅くなった。実験開始 20 日目にしてわずかな膜間差圧の上昇が見られたため、数日してファウリングが起これると予測される。

4. まとめ

気泡の条件を変え実験を行った結果、気泡の径が大きくなると、膜面洗浄力が大きくなる傾向が示唆された。膜面洗浄力と液相流速の関係が見られなかったため、膜面洗浄力は気泡の影響を大きく受けることが考えられる。また、膜面洗浄力が異なる条件の膜ユニッ

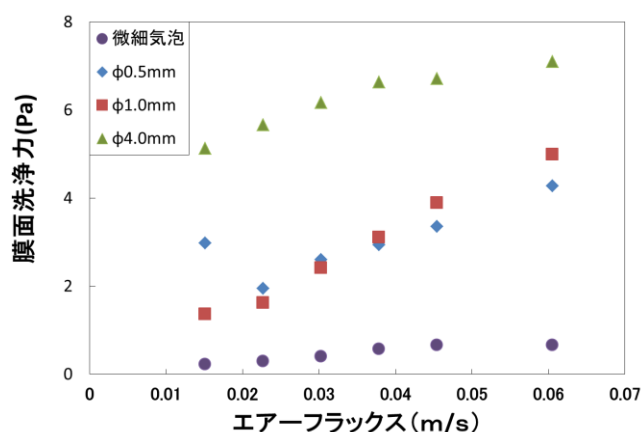


図 3 気泡径が膜面洗浄力に及ぼす影響

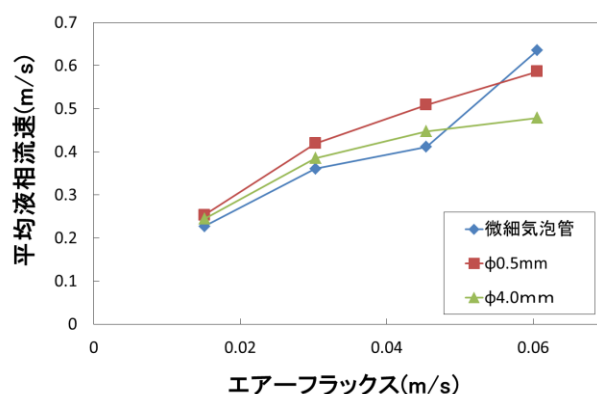


図 4 気泡径が平均液相流速に及ぼす影響

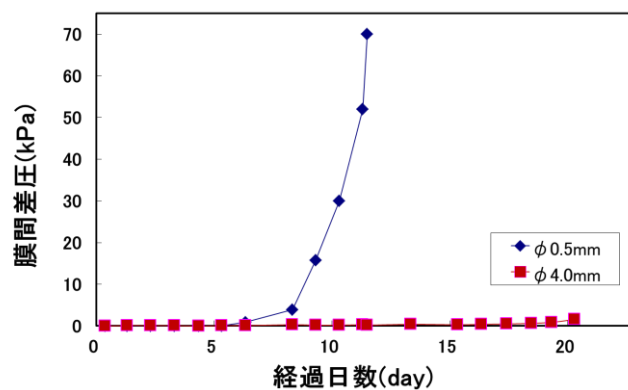


図 5 膜間差圧の経時変化

トを 2 つ用いて MBR の運転を行った結果、膜面洗浄力が 2.3 倍異なる条件ではファウリングの発生時間に 2 倍以上の差が生じた。

参考文献

- (1)岡本, 李, 長岡: 浸漬型中空糸膜モジュールに働くせん断力の発生機構, 下水道研究発表会講演集, vol45, p301-303, 2008