

MBRにおいて山型邪魔板の設置による気泡流の流れ場の変化が膜目詰まり抑制へ与える効果

東京都市大学 ○学生会員 鶴野秀磨 東京都市大学 学生会員 野口智代
東京都市大学 正会員 長岡裕

1 はじめに

近年注目されている下水理技術として、膜分離活性汚泥法（MBR）がある。この方法は、固液分離工程をろ過膜によって行う方法であり、敷地面積の縮小化や処理水質が良好であるなどの利点がある。しかし継続して運転を行うと、膜表面および膜内部に汚泥物質による膜目詰まりが起こる。膜表面で発生する膜目詰まりは、逆洗洗浄や曝気洗浄で除去が可能であるが、曝気洗浄の際、必要な気泡を発生させるための消費電力の増加¹⁾が問題である。

野口らの研究²⁾から、散気管上部に距離を取って気泡の流れを妨げる山型邪魔板を設置することで空気だまりを発生させ、気泡が膜表面に分散した。それにより人工汚泥を用いた実験で膜間差圧の上昇が緩やかになることが分かった。

本研究は、膜表面に気泡を分布させることが膜の洗浄効果を高めることが分かったため、既存の散気管を新たに微細気泡管に変更した。それが山型邪魔板と比較して膜目詰まり抑制に効果的であるかを検討した。

2 研究概要

2-1 気泡径解析実験概要

図-1 に気泡径解析及び PIV 測定に用いた実験装置正面図、側面図を示す。340W×980H×330D(mm)の亚克力製の水槽に、有効容積 100L になるように水道水を溜めた。使用するユニットは散気管と山型邪魔板との間隔を 50mm とする方法（以下「山型邪魔板②」とする）、山型邪魔板の真ん中に仕切りを設けた方法（以下「山型邪魔板⑤」とする）、微細気泡管を設置した方法、散気管のみの方法とした。散気管を使用したユニットには内径 6mm、外径 10mm の亚克力製の散気管を設置した。散気孔は、孔径 3mm の空気穴を 20mm 間隔で 5 ヶ所設けた。測定時、正面から高速度カメラ（K4：カトウ光研社製）を使用して曝気による膜面上の気泡流を撮影した。表-1 に実験条件を示す。粘度を上げる為水道水に増粘剤としてグリセリンを加えて調製した。

気泡径解析を行う際は、画像内の解析範囲において気泡を Excel のフリーフォール機能で囲むことで、気泡の断面積を割り出すことのできる、長さ・面積測定ソフトウェア（lenara222）を使用した。

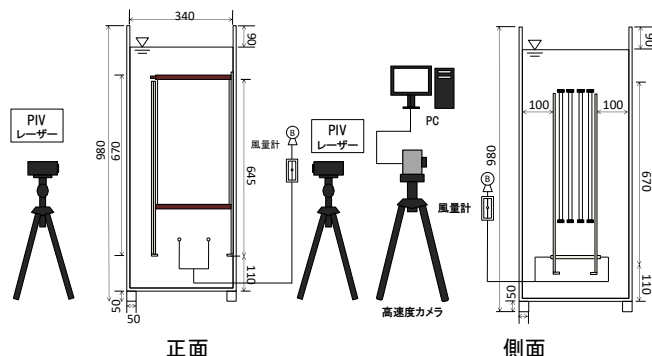


図-1：PIV 実験装置

表-1：気泡径解析実験条件

項目	条件
使用ユニット	山型邪魔板② 山型邪魔板⑤ 散気管のみ 微細気泡管
粘性	1.00mPa・s 1.50mPa・s 2.33mPa・s 3.30mPa・s 4.81mPa・s
カメラレンズ【mm】	25
撮影規格【ピクセル】	800 × 600
シャッタースピード【fps】	500
トレーサー	イオン交換樹脂250μ m
照射方法	PIV解析用撮影時：PIVレーザーのみ 気泡径解析用撮影時：PIVレーザー+白熱灯

2-2 気泡径解析結果

図-2 に振動粘度 1.00(mPa・s)の気泡径個数分布図を示す。微細気泡管以外のユニットの気泡径分布は同じような軌道を描いているが、10mm 以下に注目すると山型邪魔板⑤は他のユニットに比べ少ない。またすべてのユニットは 14mm の気泡径がピークとなっているが、山型邪魔板②と山型邪魔板⑤の差は 10(%)以上あるためユニットの特徴が出ていることが分かった。

2-3 汚泥実験概要

図-3 に汚泥実験装置図を示す。汚泥実験装置は、78 4W×1,230H×337D (mm) の有効容積 240L の亚克力製水槽を使用した。水槽内には、容積 262H×670W×95D(m)の亚克力製のユニットを 3 個浸漬させ、各ユニットにセラミック平膜 4 枚設置した、本実験で使

ユニットは山型邪魔板②，微細気泡管を設置した方法，散気管のみの方法である．表-2 に汚泥実験条件を示す．

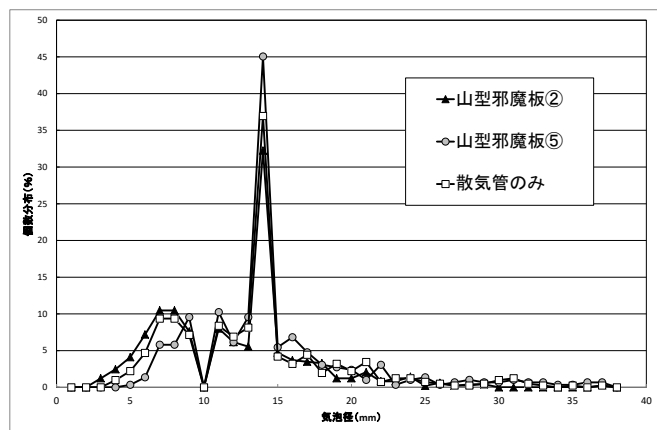


図-2：振動粘度 1.00 (mPa・s) の気泡径個数分布図

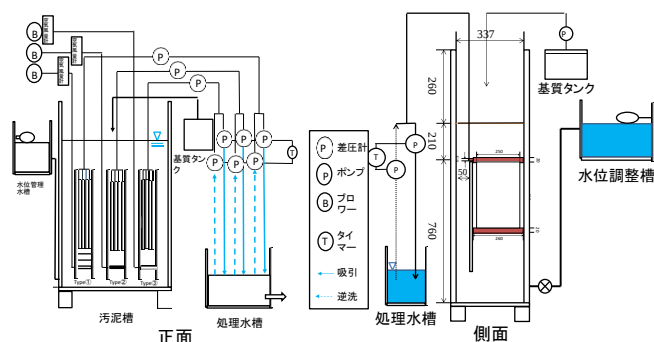


図-3：汚泥実験装置図

表-2：汚泥実験条件

項目	条件
経過日数[day]	0～
エアフラックス[m/s]	0.025
ろ過フラックス[m/day]	0.6
逆洗フラックス[m/day]	1
運転サイクル[min]	9.5(吸引)–0.5(逆洗)

2-4 汚泥実験結果

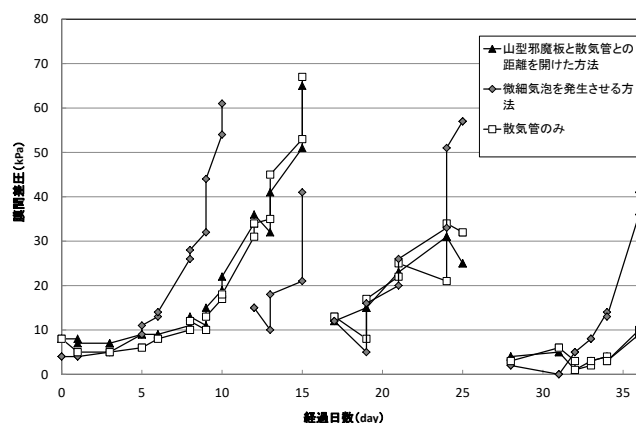
図-4 に膜間差圧の経日変化図，表-3 に膜間差圧 15(kPa)時の膜間差圧上昇速度比較を示す．膜間差圧のは MLSS 濃度 2,000～4,000(mg/L)を低 MLSS 濃度，MLSS 濃度 10,000±1,000(mg/L)を高 MLSS 濃度とした．MLSS 濃度が高濃度時の膜間差圧上昇の仕方は低濃度時と比較して大幅に低くなっている．また膜間差圧上昇速度比較から微細気泡管を使用したユニットは他のユニットに比べ値が高くなっている．よって曝気洗浄効果を高めるには，多気泡化だけでは不十分であることが考えられる．

3. まとめ

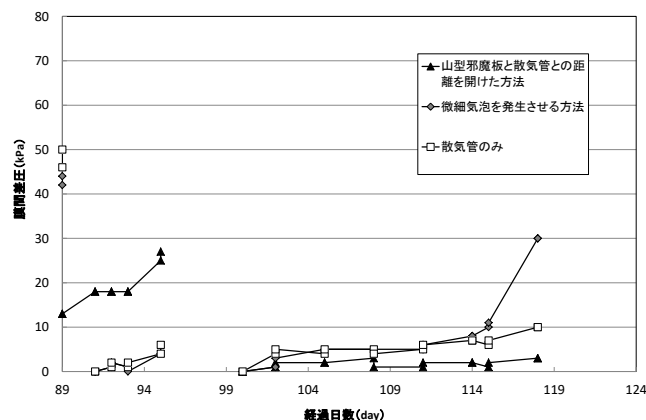
MBR における曝気洗浄で気泡の流動について，邪魔板を使って変化させる山型邪魔板と膜表面全体に気泡

を分布させるための微細気泡管の膜目詰まり抑制効果を比較した結果，以下の知見が得られた．

- 1) MLSS 濃度の上昇に伴い膜間差圧の上昇は緩やかになっている．
- 2) 微細気泡管の膜間差圧の上昇の仕方から，全体的に気泡が小さすぎる為，膜全面には気泡が行き渡り多気泡化は可能であるが，十分な曝気洗浄効果が得られないと考えられる．



(4-a)：MLSS 濃度 2,000~4,000 (mg/L)時



(4-b)：MLSS 濃度 10,000±1,000(mg/L)時

図-4：膜間差圧の経日変化

表-3：膜間差圧 15(kPa)時の膜間差圧上昇速度比較

	山型邪魔板②	微細気泡管	散気管のみ
高MLSS濃度時(kPa/day)	2.238	4.291	2.647
低MLSS濃度時(kPa/day)	0.092	1.150	0.395

5. 参考文献

- 1) 山本和夫，MBR（膜分離活性汚泥法）による水活用技術，S&T 出版株式会社，352 ページ，2010 年 2 月
- 2) 小林智哉，山型邪魔板を設置した MBR における気泡の流動が膜目詰まり抑制に与える影響，東京都市大学，2018 年