

MBRにおけるファウリング抑制に効果的な山型邪魔板の設置方法の検討

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. 目的

近年注目されている MBR(膜分離活性汚泥法)は、沈砂池と最終沈殿池を省略することで規模を縮小することができ、維持管理がしやすくまた膜の孔の大きさが細菌より小さいため、処理水質が良いといった利点が挙げられる。だが、膜表面の汚れを示す可逆的ファウリングと膜細孔内の汚れを示す不可逆的ファウリングを引き起こすことが欠点として挙げられる。

ファウリングを抑制するためには、曝気洗浄や逆洗浄を用いた物理洗浄や薬液洗浄を行う必要があるが、過度に行いすぎるとランニングコストの増大や膜の劣化を早め、透水性の低下にも繋がる。しかし、薬液洗浄は定期的に行わなければならないため、最小限に抑える必要がある。そこで本研究では、薬液洗浄を行わないために可逆的ファウリングを抑制する曝気洗浄に着目する。

丸林ら¹⁾の研究から静水中での気泡の流れから膜の効率的な洗浄方法の検討がされた。その結果から邪魔板を用いることで、気泡の流れや大きさ・形が変形し、膜の洗浄効果に違いが見られた。この結果を用いて実際の施設の運用に近い形で実験を行い、邪魔板の効率的な設置方法の検討をする。

2. 実験概要

2-1

図-1 に実験装置の正面概略図、図-2 に側面概略図を示す。

汚泥反応槽は 784W×1230H×337D(mm)の亚克力水槽で有効容積 240L のものを使用する。使用した膜は細孔径 0.1 μ m, 有効ろ過面積 0.2 cm²のセラミック平膜(明電舎製)。容積 262W×670H×95D(mm)のユニットを3個浸漬し、セラミック平膜を計 12 枚浸漬させた。ユニットは装置正面の左から系列 1, 系列 2, 系列 3

とした。系列 1 は散気管と邪魔板との距離を 5 cm 取る方法、系列 2 は邪魔板の真ん中に仕切りを設けた方法、系列 3 は邪魔板なしを示す。補助曝気は汚泥槽の四角に 1 つずつ設置し、エアーフลักスを 0.0125(m/s)で行った。膜間距離はすべての膜間で 15mm に設置しており、散気管は内径 5mm, 外径 10mm の亚克力製の円管に ϕ 3mm の空気穴を 20mm 間隔で 5 箇所設けた。散気管はセラミック平膜の下端から鉛直直下 200mm の位置に設置した。

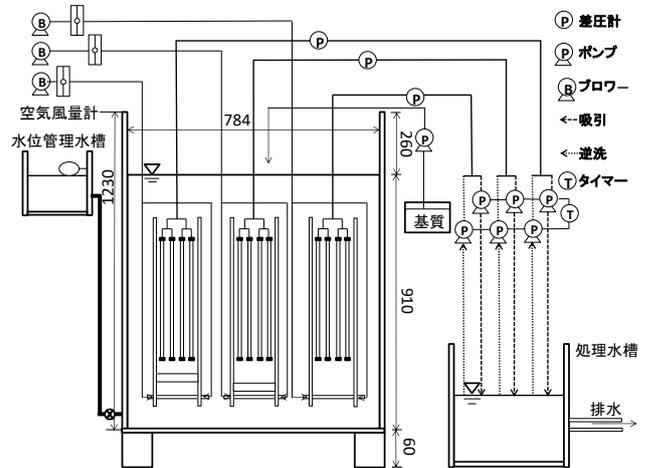


図-1：実験装置の正面概略図

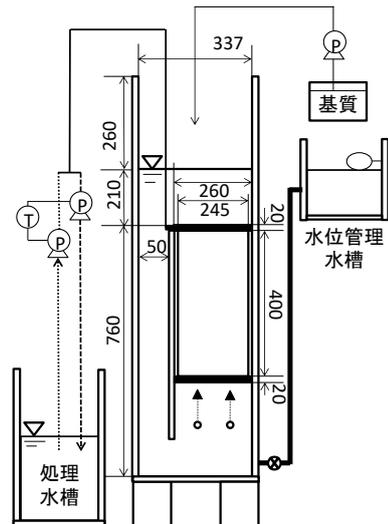


図-2 実験装置側面概略図

山型邪魔板の基本の形を図-6, 膜を設置したユニットの山型邪魔板の図を図-7, 図-8, 図-9 に示し、ま

た表-1 に山型邪魔板の概要を示した。図-7 は散気管と山型邪魔板との距離を 5 cm 取る方法、図-8 は山型邪魔板の真ん中に仕切りを設けた方法、図-9 は山型邪魔板なしを用いた。

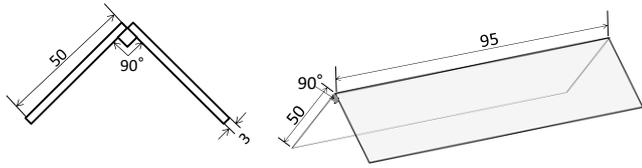


図-6：山型邪魔板の基本の形

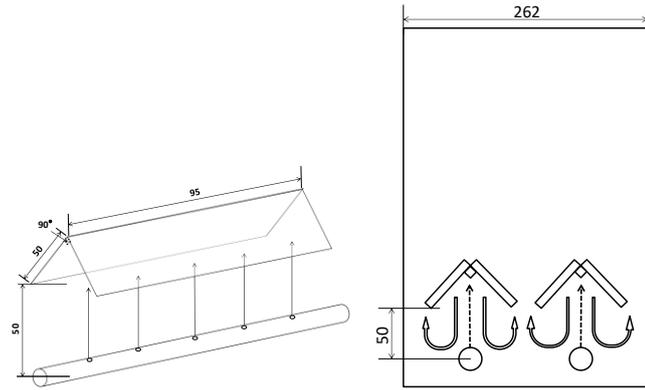


図-7：散気管と山型邪魔板との距離を 5 cm 取る方法

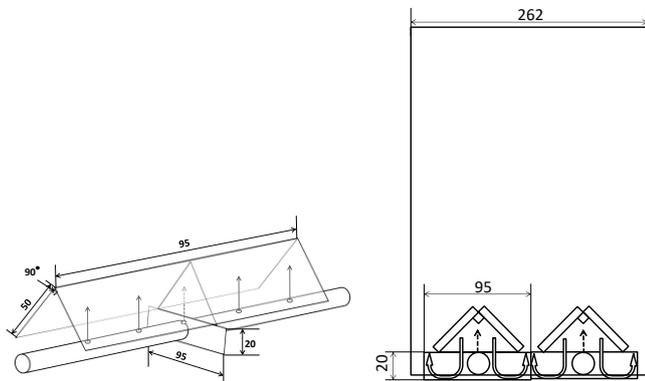


図-8：山型邪魔板の真ん中に仕切りを設けた方法

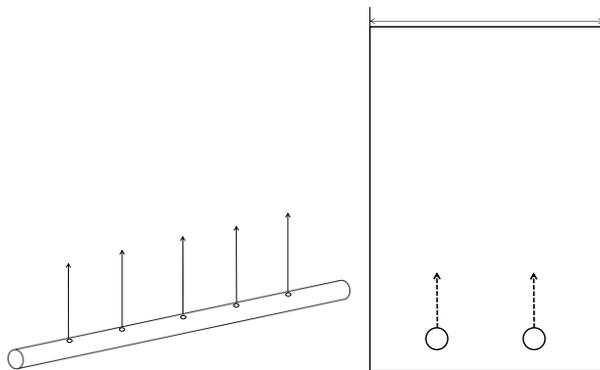


図-9：山型邪魔板なし

表-1：山型邪魔板の概要

邪魔板なし
散気管に空気を送り込み、空気穴から放出させる。
山型邪魔板①
空気の溜まりを設けることで通常よりも大きい気泡を発生させ、膜面上において広範囲で気泡を拡散させる邪魔板。
山型邪魔板②
散気管と邪魔板との距離を5cm取り、気泡が膜面の広範囲に行き渡るように放出させる邪魔板。
山型邪魔板③
邪魔板の片側からのみ気泡から気泡を放出させ、2つの散気管の気泡を結合させる邪魔板。
山型邪魔板④
山型邪魔板①の側面にアクリル板のガイドを付けることで、気泡を膜面の中央を通過するように誘導する邪魔板。
山型邪魔板⑤
散気管の真ん中に仕切り板を設け、気泡が膜全体に行き渡るように放出させる邪魔板。
八型邪魔板
山型邪魔板の上部に隙間を設けることで、そこから気泡を放出させ気泡径を増大させる邪魔板。

2-2 実験方法

実験条件を表-2 に示す。測定の日数が 674 日から、TOC 容積負荷を 0.35(kg-TOC/m³・d)、溶存酸素を 3-5(mg/L)、pH を 7±0.5、MLSS 濃度を 10000±1000 (mg/L)、エアーフラックスを 0.025(m/s)、ろ過フラックスを 0.6(m/d)、逆洗フラックスを 1.0(m/d)と定めた。運転サイクルは 9.5(min)吸引、0.5(min)逆洗を行った。

表-2：実験条件

項目	条件							
経過日数[d]	1-94	100-111	117-128	129-133	137-200	204-218	221-231	
TOC容積負荷 [kg-TOC/m ³ ・d]	0.35							
DO[mg/L]	3-5							
pH[-]	7±0.5							
MLSS[mg/L]	9000±1000							
エアーフラックス[m/s]	0.022							
ろ過フラックス[m/d]	0.5	0.6	0.7	1	0.9	0.5	0.042	0.051
逆洗フラックス[m/d]	1							
運転サイクル[min]	9.5(吸引)-0.5(逆洗)							

項目	条件	
経過日数[d]	237-669	674-
TOC容積負荷 [kg-TOC/m ³ ・d]	0.35	
DO[mg/L]	3-5	1-3
pH[-]	7±0.5	
MLSS[mg/L]	4000±500	10000±1000
エアーフラックス[m/s]	0.025	
ろ過フラックス[m/d]	0.6	
逆洗フラックス[m/d]	1	
運転サイクル[min]	9.5(吸引)-0.5(逆洗)	

膜の洗浄は膜がファウリングを起こった際に次亜塩素酸ナトリウム洗浄を行った。表面に付着した汚泥をスポンジで洗い流したのち、30L の水道水に有効塩素濃度 12%の次亜を 300mL 混ぜた液体に 24 時間漬けた。その後取り出し表面を洗い流した。膜間差圧の上昇が急であった場合には、クエン酸洗浄も行った。濃度 100%のクエン酸を 30L の水道水にクエン酸 300g を混ぜた液体に 18 時間漬けたのち、2 時間水道水に漬け洗浄を行った。クエン酸洗浄を用いる場合は、次亜塩素酸ナトリウム洗浄の前に行っ

た。

4.測定結果

図-10にMLSS濃度の経日変化を示す。200日目前後でMLSS濃度が急激に低下したのは、実験条件を9000±1000(mg/L)から4000±500(mg/L)に下げた影響である。

674日目以降からは10000±1000(mg/L)に変更して測定を行っている。

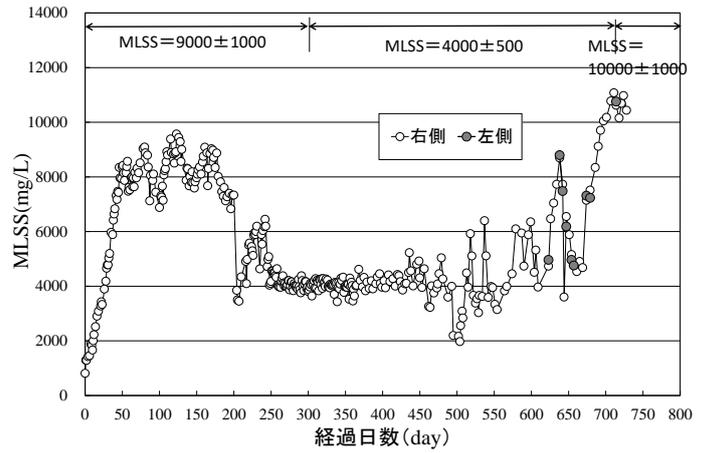


図-10：MLSS濃度の経日変化

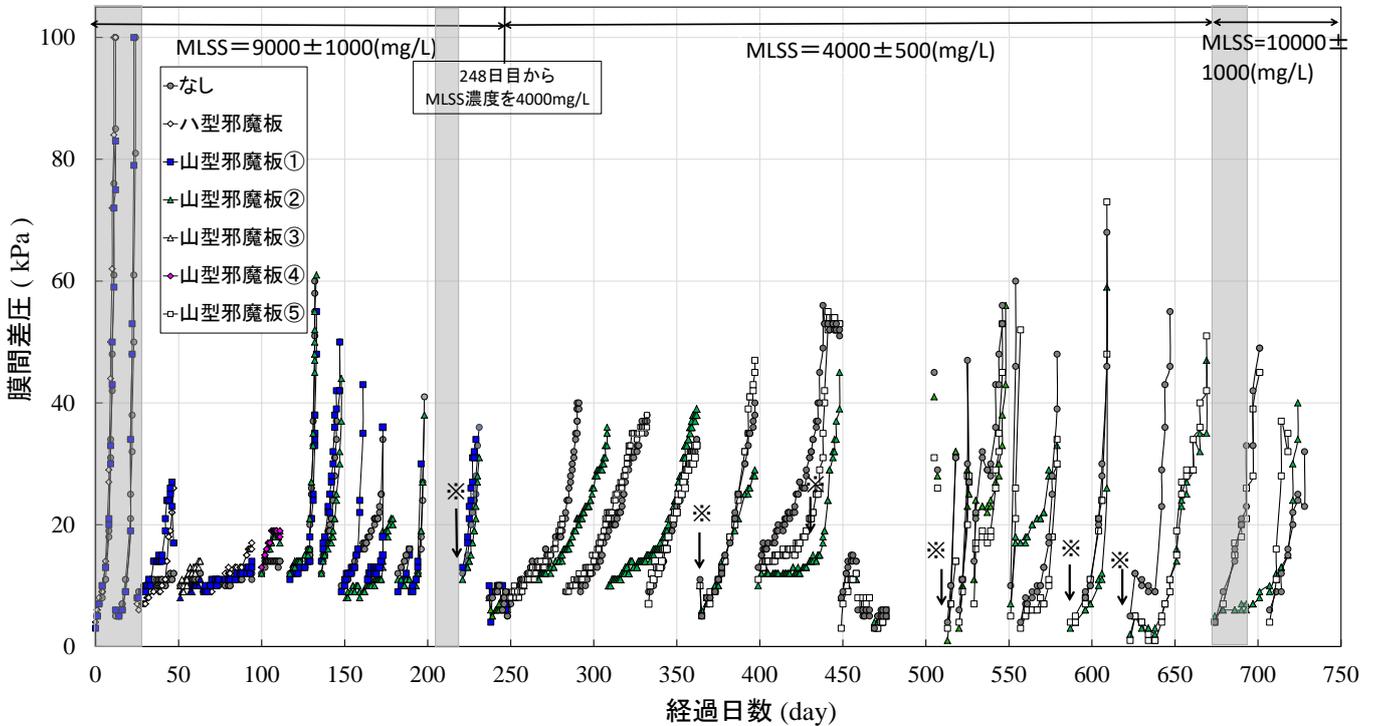


図-13：膜間差圧の経日変化

図-13に膜間差圧の経日変化を示す。238日目から現在まで同じ邪魔板を用いており、674日目から実験条件をMLSS濃度のみ変更して測定を行っている。また※印はクエン酸洗浄を行った箇所、灰色で網掛けになっている部分は、MLSS濃度を上げている期間を示す。

5.考察

膜の詰まりやすさと透水性の検討をするために、ろ過距離を式(2)より求めた。

$$\text{ろ過距離}(m) = \Delta F \times \text{運転期間}(\text{day}) \quad (2)$$

ここで、 ΔF は運転期間内のろ過フラックスの平均を表す。

山型邪魔板②、山型邪魔板⑤、山型邪魔板なしのろ過距離をMLSS濃度が4000±500(mg/L)の時と10000±1000(mg/L)の時と比較検討した結果を図-14に示す。

ろ過距離は値が高いと処理水量が多く取れており、運転稼働期間も長いことが分かる。その結果MLSS濃度が4000±500(mg/L)の時と10000±1000(mg/L)の時共に山型邪魔板②の結果が他2つの邪魔板より

高い値を示すことになった。特に MLSS 濃度が 10000 ±1000(mg/L)の時は山型邪魔板②は他 2つの邪魔板より 2 倍以上の高い値となり， MLSS 濃度が高いほうが膜の詰まりやすさと透水性への影響も高いことが分かった。

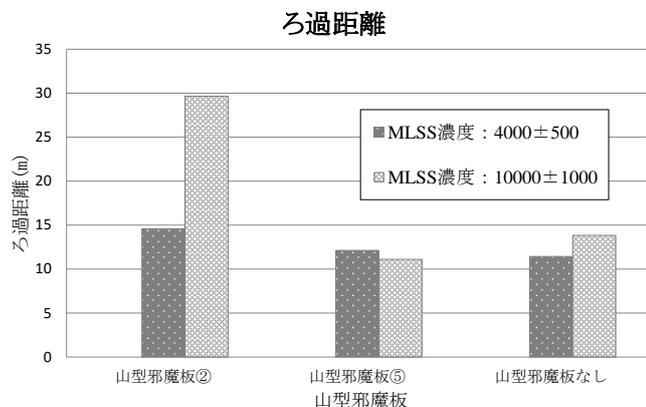


図-14 : MLSS 濃度で比較したろ過距離

6.まとめ

浸漬型膜分離活性汚泥法におけるファウリング抑制に効果的な邪魔板の設置方法の検討を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1)散気管と山型邪魔板の距離を 5 cm 取る方法がファウリングを起しにくく，透水性の低下も防ぐことができることが分かった。
- 2)MLSS 濃度が高い時のほうがファウリング抑制に効果的であることが分かった。

7.参考文献

1)丸林修，長岡裕：膜分離活性汚泥法(MBR)における曝気による膜面洗浄の効率化へ向けた研究，土木学会関東支部技術研究発表会概要集，P2-P14