

平膜状浸漬型 MBR において曝気による振動特性の検討

東京都市大学大学院 学生員 ○井上 美穂
 東京都市大学 正会員 長岡 裕
 東京都市大学大学院 学生員 酒井 駿治

1. はじめに

平膜状浸漬型 MBR では、曝気により膜表面の洗浄が行われるため、ファウリングは抑制されるが、曝気にかかる消費電力が大きいことが課題となっており、効率的に洗浄できる曝気条件の解明が必要である。MBR の反応槽内では、曝気の気泡が大きさや発生頻度などが不規則であることから膜を挟む両曝気流路には不規則に速度差が生じ、それにより連続的に不規則な圧力差が発生するため平膜は振動する。

谷田ら¹⁾により、膜が振動すると振動振幅及び振動周波数に比例してせん断速度が上昇するため、ファウリング抑制に作用すると報告されている。そこで、厚さを変更した3種類の平膜について振動特性を定量化し、ファウリング抑制に効果のある振動パターンを明らかにするため、本研究ではレーザー変位計を用いて平膜の振動について検討を行った。

2. 実験概要

2-1. 実験装置

図1に実験装置の概略図を示す。容積 1720mm×530mm×170mm の塩化ビニル製の水槽に膜ユニットを浸漬させ、塩化ビニル製の平膜を3枚設置し、平膜の両端をゴム製の留め具で固定した。両外側の平膜は模擬平膜とし、中央の平膜のみ表面にスペーサーを固定、その上に膜シートが貼付されている。裏面には吸引ノズルを設置し、チューブを接続して透過水を排出した。また、孔径 4mm の散気管を 65mm 間隔に6か所取り付け、測定用平膜の直下に設置した。透過水は循環槽へ流入し、循環槽の水は装置内へ戻して循環させ、越流水は循環槽に排出した。レーザー変位計(LK-G150 KEYENCE)は、測定用平膜において膜表面とろ板の測定を行うため表面と裏面に1台ずつ設置し、圧力計(AP-C35 KEYENCE)は、ノズルと吸引ポンプ間の水面高さに設置した。

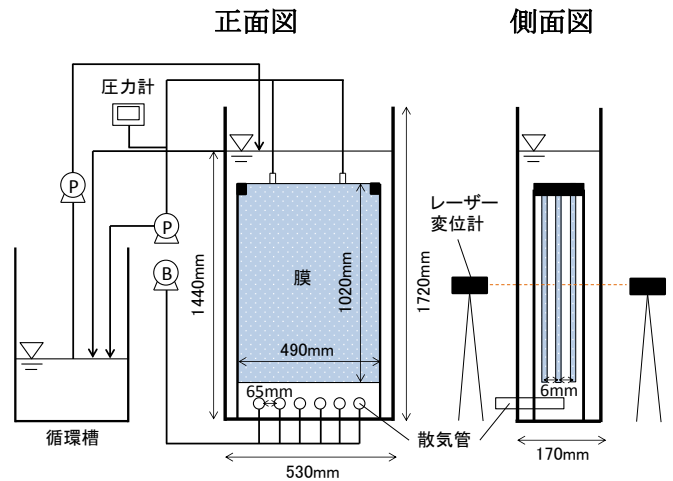


図1 実験装置概略図

2-2. 実験条件

水槽に 100L の水道水を満たし、図2に示す測定サイクルで膜表面及びろ板の変位を測定した。基準点を定めるため、初めの20秒間曝気及び吸引は行わず、曝気を開始させて1分間水槽内を攪拌させ、吸引9分及び吸引停止1分の間欠吸引を4サイクル測定した。次に、30L の水道水を約 60℃に加熱し、ペクチン 3g、ゼラチン 3g を溶解させ、0.03%濃度の人工試料を作成した。この人工試料を水槽に入れ、100L まで水道水を満たして間欠吸引を開始させ、膜間差圧上昇後、図2に示す測定サイクルで再度膜表面及びろ板の変位を測定した。

平膜は、厚さ 4mm, 6mm, 8mm の3種類を使用し、それぞれ左右から 245mm(中心線上)における、下から 510mm(中心点), 730mm, 950mm の点を測定した。膜透過フラックスは 0.6m/d, 曝気量は 15L/min, サンプリング周期は 100Hz(0.01 秒おき)に設定した。

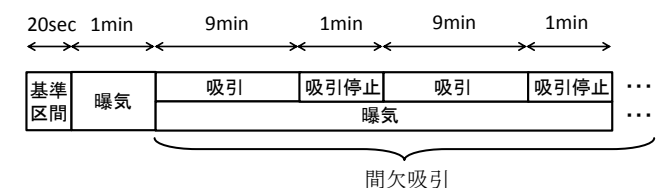


図2 測定サイクル

キーワード MBR 振動 振幅 周波数

連絡先〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学都市工学科 TEL 03-5307-0104

3. 測定結果及び考察

図 3 に各厚さの平膜におけるろ板の変位(測定点:510mm)の経時変化を示す. 膜ユニット内は曝気によって流速が発生し, 不規則な速度差が常に生じるため, その速度差による圧力差から振動すると思われるが, 全ての厚さにおいて平膜は振動現象が見られた. 図 4 に平膜の厚さとろ板の変動の関係を示す. 平膜は, 厚みが大いほどろ板の変動が小さく, 厚さによる剛性の違いから変動の大きさは変化すると考えられる.

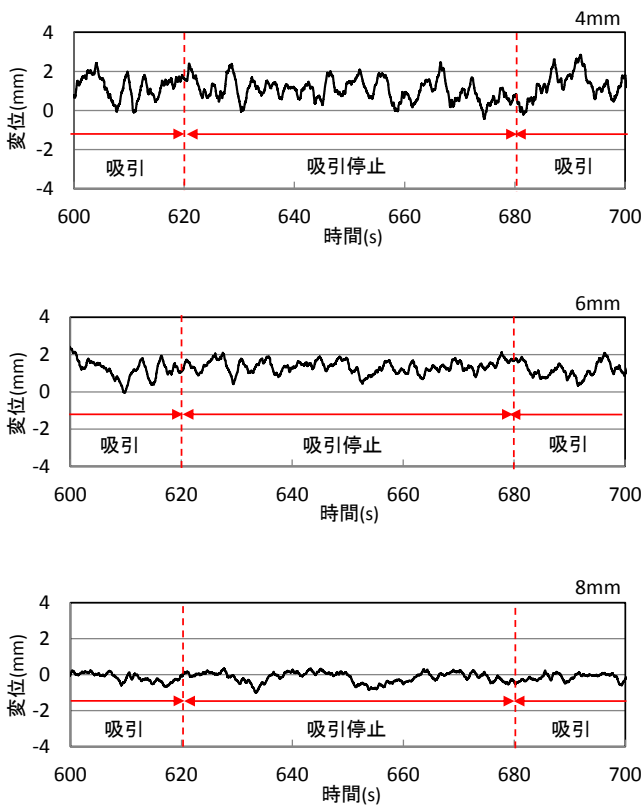


図 3 各厚さの平膜におけるろ板の変位

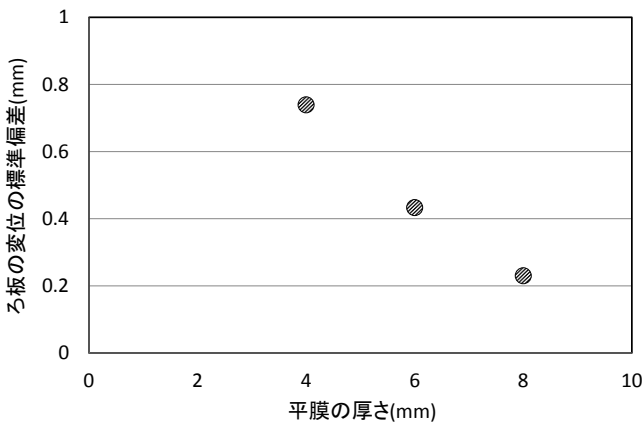


図 4 平膜の厚さとろ板の変動の関係

図 5 に厚さ 6mm の平膜における膜シートの変位(測定点:510mm)の経時変化, 図 6 に各厚さの平膜における曝気中のろ板のパワースペクトル(測定点:510mm), 厚さ 6mm の平膜における吸引停止中の膜シートのパワースペクトル(測定点:510mm)を示す. ろ板のパワースペクトルは, 厚さ 4mm と 6mm の平膜では約 4.4Hz, 厚さ 8mm の平膜では約 5Hz でピークが見られ, ろ板の振動周期は 8mm の平膜が最も大きくなった. また, 厚さ 6mm と 8mm の平膜では約 2.2Hz でもピークが見られた. 膜シートのパワースペクトルはピークが見られず, ろ板と違い剛性を持たない材質であるため不規則な振動をしたと考えられる. また, 膜シートはろ板と比べパワースペクトルの値が小さいことから, 変動が小さかったと考えられる.

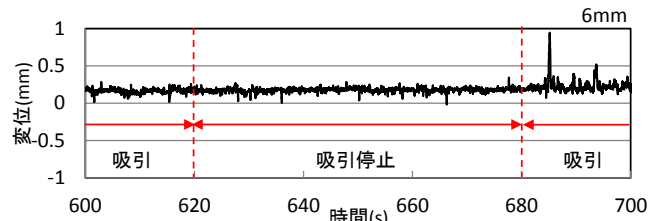


図 5 厚さ 6mm の平膜における膜シートの変位

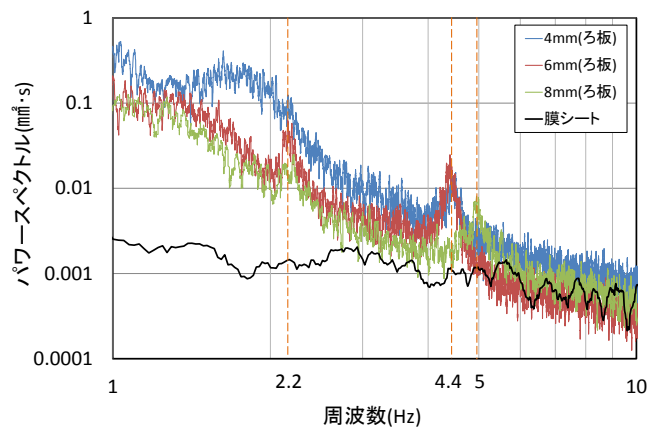


図 6 ろ板及び膜シートのパワースペクトル

4. まとめ

平膜は, 曝気を行うと振動現象が見られ, ろ板の厚みが大いほど変動は小さくなった. また, パワースペクトルから, 最も厚い平膜においてろ板の振動周期は大きくなり, 膜シートは不規則な振動をしているが, ろ板に比べ変動は小さくなった.

5. 参考文献

1) 谷田克義, 高田一貴, 小森悟: 膜の分離特性に及ぼす振動の影響, 化学工学論文集, Vol.27, No.3, pp379-385, 2001