

平膜状浸漬型 MBR においてレーザー変位計による曝気中の平膜の振動パターンの検討

東京都市大学 学生会員 ○酒井 駿治
 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

1. はじめに

現在、優れた処理技術として MBR(膜分離活性汚泥法)が推進されている。安定した処理水の供給や、施設のコンパクト化が可能であるが、ファウリングが問題視されている。可逆的なファウリングの抑制策として、平膜の振動による物理洗浄が考慮されるため、本研究ではレーザー変位計により、平膜の振動パターンについて検討を行った。

2. 実験概要

2-1. 実験装置

実験装置の概略図を図 1 に示す。容積が 500mm×500mm×850mm のアクリル水槽に水道水を満たし、230mm×280mm×600mm の平膜を固定するパイロットスケールの膜ユニット及び有効膜面積が 0.1m² の平膜モジュール、また、散気管を浸漬させた。散気管は Φ1.5mm、穴の数が 13 個でそれぞれ 14mm 間隔の塩化ビニル製の管を使用した。また、水槽の正面にレーザー変位測定計を設置した。

本研究で用いた平膜は、ABS 樹脂のろ板の上にスペーサが貼られており、その上に、塩化ポリエチレン製で公称孔径 0.4μm、の膜シートが貼られている。

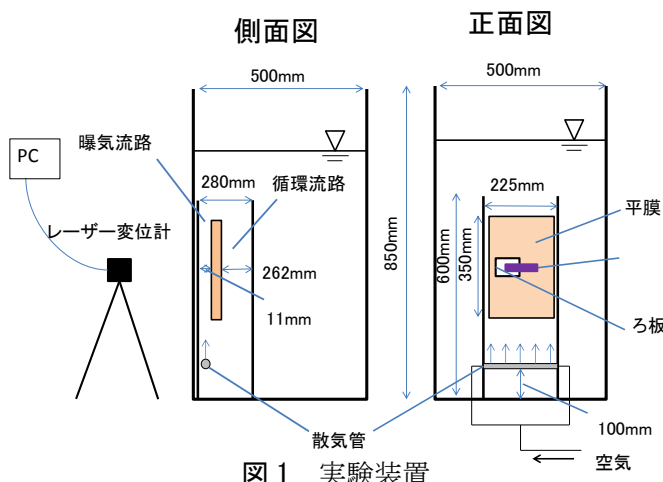


図 1 実験装置

2-2. 膜の振動の測定

レーザー変位測定計(LJ-V7080, KEYENCE 社製)を用いて平膜の振動の測定を行った。平膜の中心部の一部を切り取り、ろ板を露出させ、レーザーの光が膜部とろ板部を同時に照射するように水槽前面に設置した。膜部とろ板部から代表点を 1 点ずつ選定し、解析点とした。膜シートのみのは膜部とろ板部の測定値の差分を使用した。Airflux は 0.06m/s, 0.13m/s, 0.20 m/s の 3 段階に設定し、サンプリング周期は 1000Hz である。Airflux は式 (1) より算出した。

$$F = Q/A \quad (1)$$

F : Airflux(m/s), Q : 曝気量(m³/s), A : 曝気流路面積(m²)

レーザーは曝気による気泡通過時に、気泡を感知してしまい、出力された数値の中に異常値が見られてしまった。そこで、変位が-0.1mm~0.1mm の範囲外のもの、出力値の 0.001sec 前との差分の値が |0.001|mm 以上のものを異常値とみなし、0.001sec 前と同値で補間する方法を行った。

3. 測定結果及び考察

Airflux0.06m/s 時のろ板と膜シートの変位量の経時変化を図 2 に示す。ろ板は曝気中に曝気流路側と循環流路側の速度水頭差により圧力水頭差が生じたため、曝気停止状態の変位から曝気流路側に挙動した。また、膜シートは曝気中の挙動の要因は不明であるが、曝気中に膜とろ板の間に空気が入り込み、膜モジュール上部に取り付けられたノズルから気泡が出ていく現象が見られた。そのため、曝気終了後に空気が逆流し曝気流路側に膨張したことが考えられる。しかし、ノズルに取り付ける吸引チューブの有無によって結果が異なることが考えられるが、ノズルの状態を確認していないため、明確な要因は不明である。また、全 Airflux で同様の傾向が見られた。

キーワード MBR ファウリング 振動

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104(内線 3257)E-mail:g1018043@tcu.ac.jp

各 Airflux における膜シート及びろ板の変位の平均値及び変動値を図 3 に示す。変位の平均において、ろ板は Airflux が大きくなるにつれて増加していく傾向となったが、膜シートは Airflux による変位の違いは見られなかった。また、ろ板の変位の平均値は膜シートの約 3 倍程度となった。変位の変動ではろ板及び膜シート共に Airflux が大きくなるにつれて増加していく傾向となり、全 Airflux において同値となった。

また、曝気中の膜シート、ろ板及び、液相流速の測定データのパワースペクトルを両対数目盛で表した図を図 4 に示す。ろ板では全 Airflux で約 1Hz においてピークが見られた。液相流速のパワースペクトルと比較すると、類似した傾向が見られず、ろ板の振動周期は曝気による液相流速に依存しないということがわかった。膜シートのみでは Airflux をあげるにつれて、ピークが高周波数で見られた。このことから曝気による液相流速の上昇に伴い、膜のみの振動周期が大きくなっていくことがわかった。しかし、液相流速のパワースペクトルでは、気泡の影響によるノイズが混じってしまった影響で、ろ板の振動周期との関係性を評価するのが困難となった。

4. まとめ

レーザー変位測定計による平膜の変位及び振動周期と液相流速の関係から得られた知見を以下に記述する。

1) 膜シートの変位の平均値は Airflux による違いは見られなかったが、変動の値は Airflux が大きくなるにつれて、増加傾向にあることがわかった。振動周期に関しては、流速の増大に伴い、高周波数での振動になることがわかった。

2) ろ板において、変位量の平均値と変動値は共に、Airflux が大きくなるにつれて、増加傾向にあることがわかった。また、曝気中は曝気流路側と循環流路側の速度水頭差より、圧力水頭に差が生じたことが考えられたため、流路側への膨張する挙動が見られた。振動周期は全 Airflux で約 1Hz となり、液相流速による影響は見られなかった。

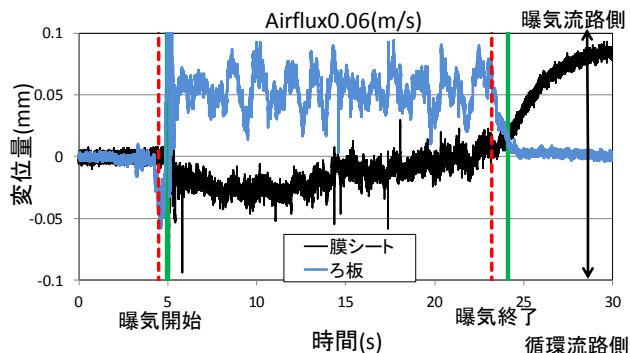


図 2 Airflux 0.06 m/s での変位の経時変化

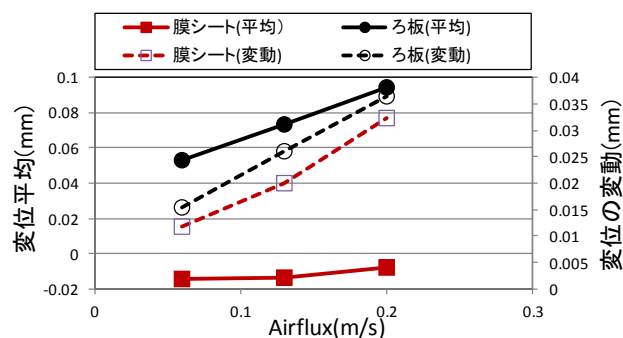


図 3 各 Airflux における変位の平均及び変動
膜シート

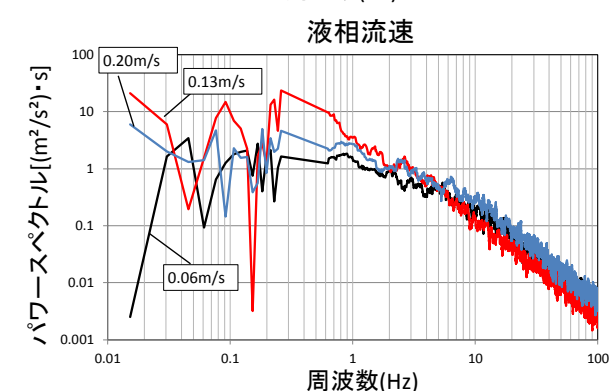
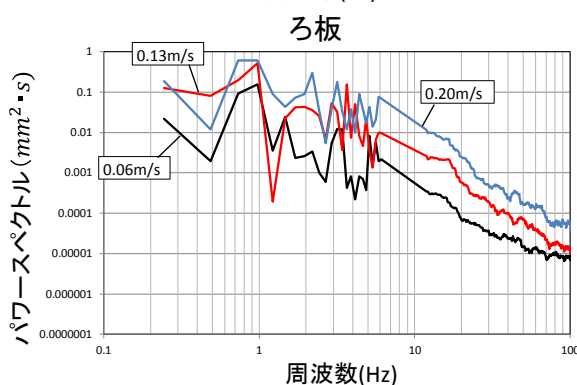
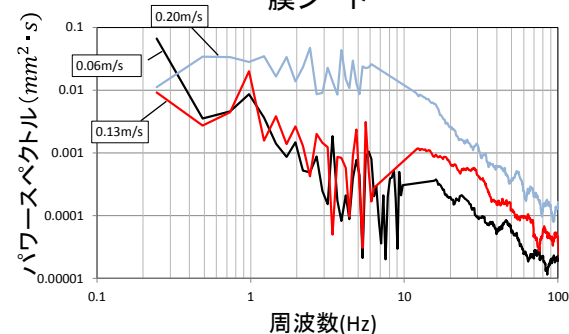


図 4 膜シート、ろ板、液相流速のパワースペクトル