

## 平膜状浸漬型 MBR において曝気に伴う平膜モジュールの振動パターンの検討

東京都市大学院 学生会員 ○酒井 駿治  
 東京都市大学 正会員 長岡 裕

### 1. はじめに

現在、優れた下水処理技術として MBR が注目されている。良質な処理水の供給や、施設のコンパクト化などの利点があるが、ファウリングが大きな問題となっている。近年の研究で曝気中に平膜が振動し、膜シートとろ板の相対距離及びろ板の時間変動がファウリング抑制効果に寄与していることが懸念されているが、平膜の振動に関する知見がないため、本研究ではレーザー変位測定計及び圧力センサーを用いて平膜の振動パターンについて検討した。

### 2. 実験概要

図 1 に実験装置概略図を示す。塩ビ製の水槽に水道水を満たし、実スケール膜ユニット、膜カートリッジを 3 枚及び散気管を浸漬させた。膜カートリッジは平膜に見立てた塩ビ板を使用し、両端の塩ビ膜はダミーの膜となっており、中央の塩ビ膜のみの変位及び圧力を測定した。測定用塩ビ膜は表面にスペーサ、膜シート(公称孔径 0.4 $\mu$ m, 有効膜ろ過面積 0.5m<sup>2</sup>)の順に貼り付けた。裏面のろ板に透過水用ノズルを 2 つ埋め込み、ノズルと吸引ポンプ間の水面高さに圧力センサー(AP-C30 KEYENCE)を設置した。

散気管は孔径 4mm の散気口が 1 つ空いたものを使用し、散気口が測定用塩ビ膜の直下となるように設置した。

レーザー変位測定計(LK-G150 KEYENCE)は測定用塩ビ膜における date1(膜表面)と date2(ろ板)の測定を行うためそれぞれに 1 台ずつ正面に設置した。

実験条件は厚さ 4mm, 6mm, 8mm の塩ビ膜の 3 条件での測定を行い、それぞれの厚さにおいて曝気量を 5L/min/枚, 10L/min/枚, 15L/min/枚の 3 段階で、吸引中は Flux を 0.8m/d に設定し、サンプリング周期を 100Hz とした。測定サイクルは図 2 に示す。曝気中に吸引と停止を 120sec ずつ繰り返し 600sec の測定を行った。

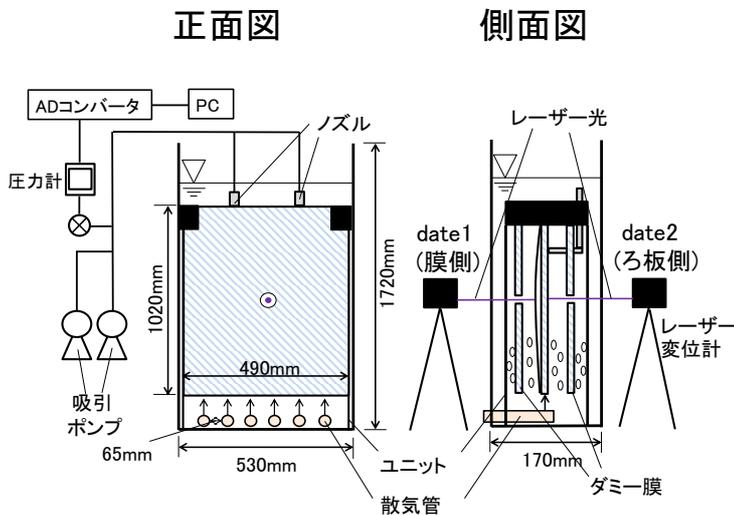


図 1 実験装置

	term1	term2	term3	term4	term5
吸引	ON	ON	OFF	ON	OFF
曝気	OFF	ON	ON	ON	ON
	←120sec→ ←120sec→ ←120sec→ ←120sec→ ←120sec→				

図 2 測定サイクル

レーザーは曝気中の気泡の影響で出力された数値に異常値が見られた。そこで、元のデータの経時変化から閾値を設定し、その範囲を超えたデータと時系列で 1 つ前のデータとの差が絶対値 0.01 mm を越えたデータを時系列で 1 つ前のデータに補間した。

膜シートの値は表面から測定した膜表面の実測値と裏面から測定したろ板の実測値の差分より算出した。また、膜シートは厚さ 8mm の条件で測定したデータを使用した。

### 3. 実験結果及び考察

図 3 に曝気量 5L/min/枚のろ板の各厚さにおける変位の経時変化を示す。厚さ 4mm, 6mm では 2 方向の曝气流路の速度水頭差により圧力差が生じたため、曝気停止時の変位から正方向に挙動した。8mm では全曝気量で偏らず定位置で振動する傾向が見られた。

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

図4に曝気量5L/min/枚における膜シートの変位及び圧力の経時変化を示す。term1では吸引による負圧が働いていたが、膜がろ板側へ吸着する傾向はほとんど見られなかった。本研究で使用した塩ビ板はMBRで使用している平膜と異なっており、透過水用のくぼみが無いいため膜シートとろ板間全体を透過水が流れたことが要因として挙げられる。また、圧力は吸引停止時に正圧が働く傾向が見られたが、区間ごとの波形成分を比較してみたところ、違いを確認することができなかった。

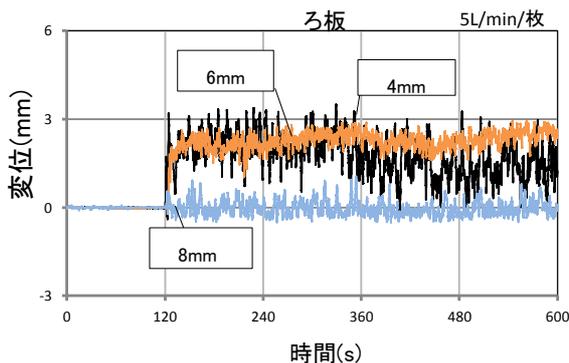


図3 ろ板の変位の経時変化

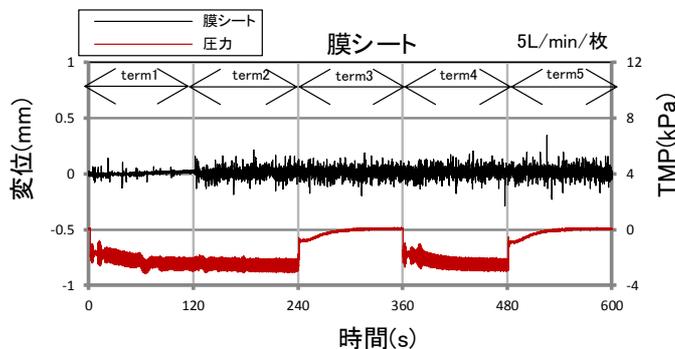


図4 膜シートの変位及び圧力の経時変化

図5に曝気量とろ板及び膜シートの変位の変動の関係を示す。ろ板及び膜シート共に曝気量を上げるにつれて変位の変動が増加する傾向が見られ、曝気量を上げるにつれ変動値の上昇勾配が小さくなる傾向が見られ、ろ板が厚くなるにつれこの傾向が顕著に見られた。今回設定した条件よりも低曝気量であると上昇勾配が大きくなると考えられる。ろ板の厚さごとの変動を比較すると4mmの値が最も高くなったが、6mmと8mmでは関係が見られなかった。膜シートの区間ごとの変動を比較すると吸引時と吸引停止時の変位の変動の違いは確認できなかった。

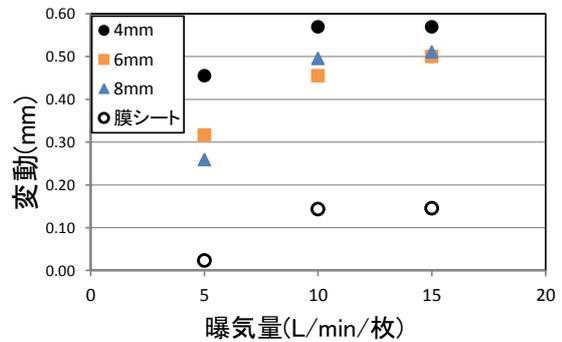


図5 曝気量の変動に与える影響

図6に10L/min/枚のろ板及び膜シートのパワースペクトルを示す。全曝気量でろ板の厚さ8mmでは3.5Hzで、4mm、6mmでは4.5Hzでピークが見られたため、ろ板を薄くするほど微振動になることが考えられる。このとき、水を引き抜き空気中でろ板に外力を加えたときのパワースペクトルと比較してみたところ、同様の結果が得られたため、固有振動による影響が考えられる。膜シートは10L/min/枚、15L/min/枚では4.5Hzでピークが見られたが、5L/min/枚では明確なピークが確認できなかった。

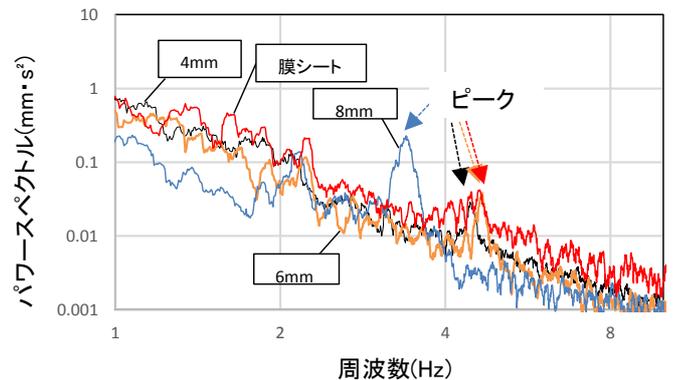


図6 ろ板及び膜シートのパワースペクトル

#### 4. まとめ

レーザー変位計及び圧力計を用いた浸漬型平膜モジュールの振動パターンを検討した結果以下の知見が得られた。

- 1)厚さ6mmでは見られなかったが、ろ板を薄くするほど変動が大きく微振動となり、ろ板の振動周期は固有振動の影響が関係していることが考えられる。また、曝気量を上げるにつれて変動の値の上昇勾配が小さくなった。
- 2)膜シートよりもろ板の変位の変動の値が大きくなったためろ板の振動が物理洗浄に寄与していることが考えられる。