

MBR における気泡径が膜面せん断応力に与える影響

東京都市大学 学生会員 ランムゾー
東京都市大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

膜分離活性汚泥法 (MBR; Membrane Bioreactor) において膜面での汚泥の堆積速度は、主に曝気による膜面せん断応力に依存することが報告されている。膜面せん断応力に影響を与える水理学的要因として、主に膜モジュールの膜間距離、曝強度と気泡径などが考えられる。膜面せん断応力と曝気強度の関係が定量化され、膜間距離が膜面せん断応力に及ぼす影響についても検討されている。しかし、気泡径と膜面せん断応力に関する研究が少ないのが実状である。

本研究は、気泡径が膜面せん断応力に与える影響を明らかにすることを目的として、3種類の散気管を用いることにより気泡径を変化させて膜面せん断応力と液相流速を測定して検討した。

2. 実験装置および実験方法

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。容積 550mm×300mm×750mm のアクリル板の水槽内に水道水を満たし、気泡流を上昇させるための曝気領域を設定し、曝気領域の壁面を平膜モジュールに見立て、せん断応力測定センサー (SSK 社製, S10W-1) を埋め込んだ。せん断応力センサーの感度分は直径 10mm の円盤である。膜モジュールの膜間距離は 20mm である。散気管は Fig.2 で示したように外径 8mm、内径 4mm の塩化ビニル製管に 4mm(Case 1)、1mm(Case 2)と 0.5mm(Case 3)の穴をかけた3種類のものを使用した。

膜面せん断応力の測定は、せん断応力計から測定されたデータをアンプと A/D コンバータを経由してパーソナルコンピューターに取り込んだ。液相流速の測定は、DYNTEC DYNAMICS 社製レーザードップラー流速計 (LDV) を用いてせん断応力測定位置から上 1cm で、水槽の壁面から線方向へ 0.2mm から 10mm の位置で測定し、すべてのデータはホールド信号を除去せずに処理した。

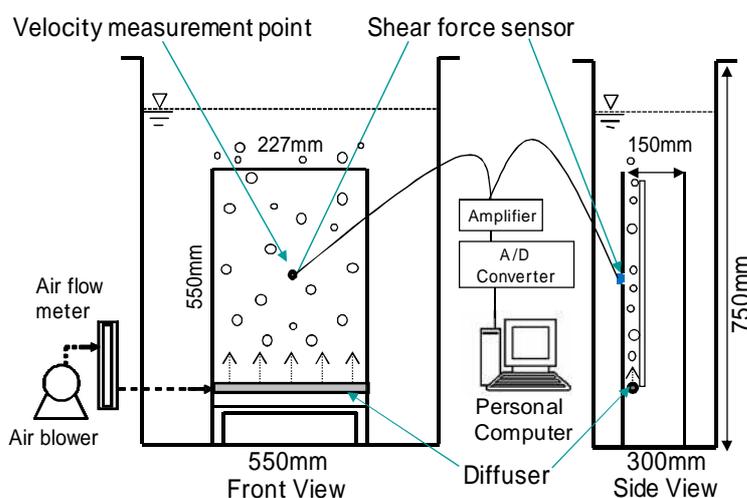


Fig.1 Schematic diagram of experiment set-up

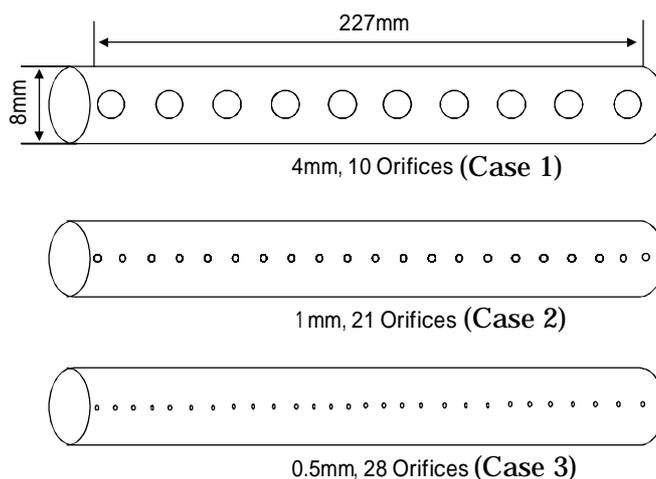


Fig.2 Schematic diagram of Diffusers

3. 結果および考察

Fig.3 にデジタルカメラで撮影した Case1, Case2 と Cases3 における気泡の一例 (Air flow rate 20L/min) を示す
キーワード MBR, 膜面せん断応力, 液相流速, 気泡流, 気泡径

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 水圏環境工学研究室 TEL 03-5707-0104

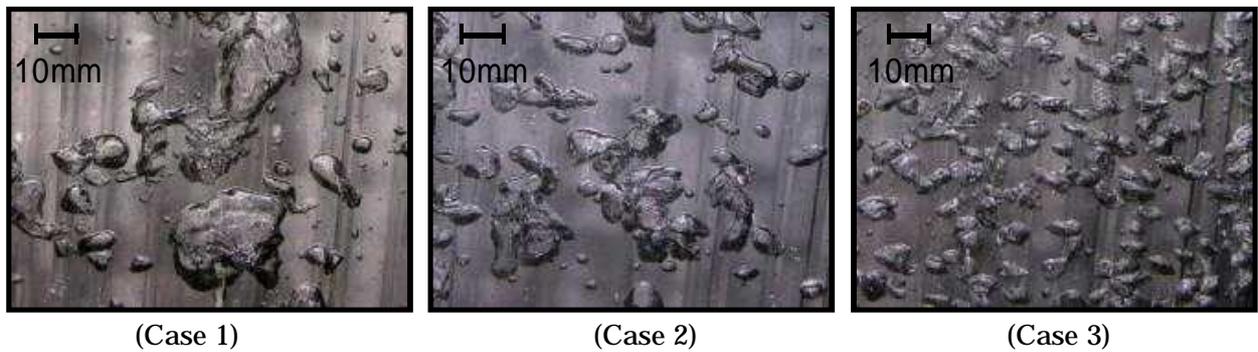


Fig.3 Bubble size (Air flow rate 20L/min)

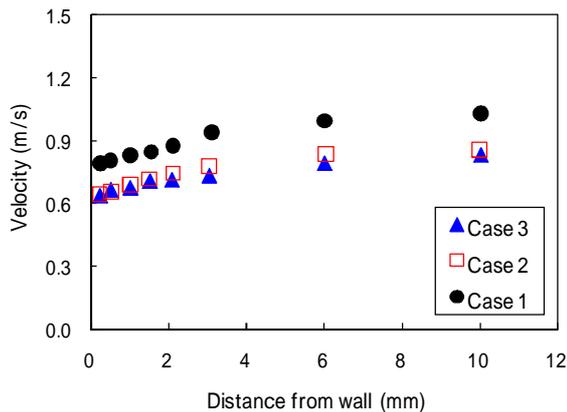


Fig.4 Relationship between bubble size and water-phase velocity (Air flow rate 20L/min)

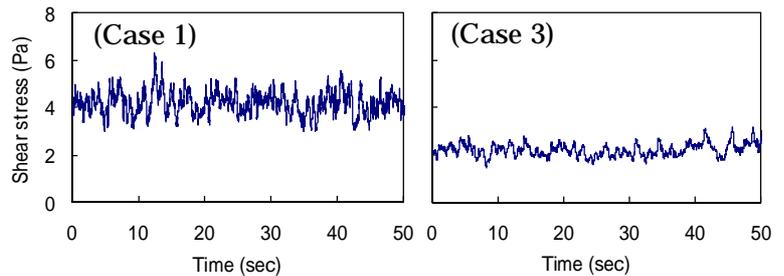


Fig.5 Shear stress variation (Air flow rate 20L/min)

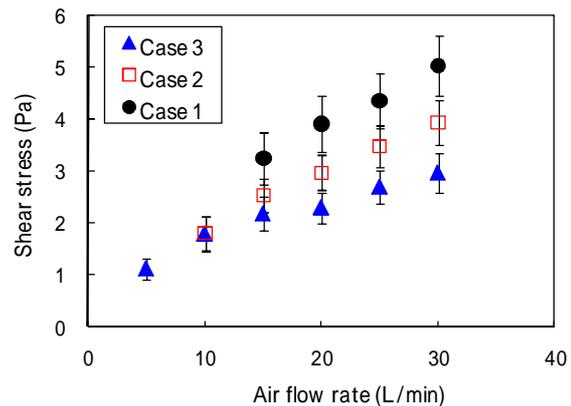


Fig.6 Relationship between bubble size and shear stress

した。気泡は Case1 で最も大きく、次に Case2 と Case3 であった。気泡径は曝気量 20L/min において Case1 で約 30mm、Case2 で約 10mm、Case3 で約 6mm であった。

Fig.4 に各 Case の液相流速の一例 (Air flow rate 20L/min) を示し、縦軸は平均流速で横軸は壁面からの距離である。液相平均流速は、気泡径の大きさの順に Case1、Case2 と Case3 であった。平均流速分布の形状は気泡径による相違がなく、ほぼ同じである。

Fig.5 にせん断応力の経時変化の一例を示し、Case1 は Case3 に比べて変動が大きかった。Fig.6 に各 Case の時間平均せん断応力と変動の標準偏差を示した。Case1 の平均せん断応力が最も大きく、次に Case2 と Case3 であった。また、せん断応力の変動の標準偏差も Case1 が最も大きいことが確認された。

膜面せん断応力は、壁面近傍の液相流速に依存することから Fig.4 に示したように気泡径が大きくなると液相流速が大きくなり、その結果 Fig.6 のように平均せん断応力と変動が増大したと考えられる。膜面せん断応力が大きいほど膜面洗浄効果が増大すると考えられるため、気泡径が大きくなるほど膜の目詰まりが抑制されると考えられた。

参考文献

- 1) H. Nagaoka, A. Tanaka and Y. Toriizuka : Measurement of effective shear stress working on flat-sheet membrane by air-scrabbling, Water Science and Technology: Water supply, Vol.3, No.5-6, pp.423-428, 2003.
- 2) ランムゾー, 李泰日, 長岡裕 : 平膜状浸漬型 MBR モジュールの膜間距離および 混合液粘度が膜面せん断応力に与える影響. 環境工学論文集, Vol.46, pp.637-644, 2009.