

浸漬型中空糸膜モジュールに働くせん断応力と曝気条件との関係

○ 武蔵工業大学大学院 学生会員 岡本 一成
 武蔵工業大学 李 泰日
 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕
 三菱レイヨン・エンジニアリング 糸永 貴範

1.はじめに

膜分離活性汚泥法には問題点として膜目詰まりによる処理能力の低下がある。この膜目詰まりは、反応槽での気泡流によって膜面に発生するせん断力が大きく関係している。本研究では中空糸膜を使用して膜面に発生するせん断力への、曝気量の違いによる影響、曝気方法の違いによる影響を明らかにすることを目的とした。

2.実験装置および実験方法

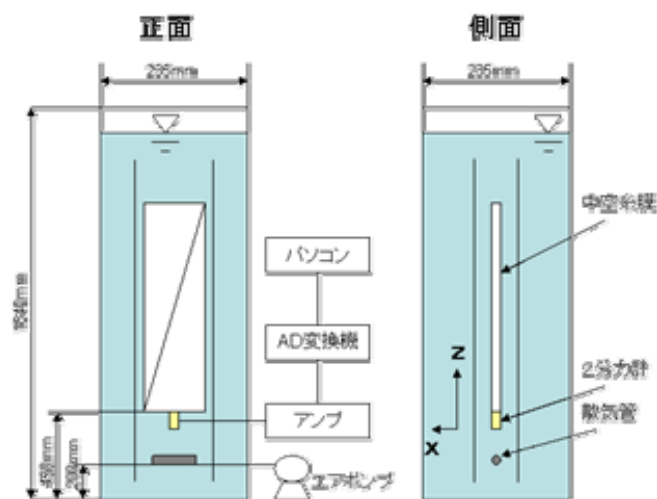
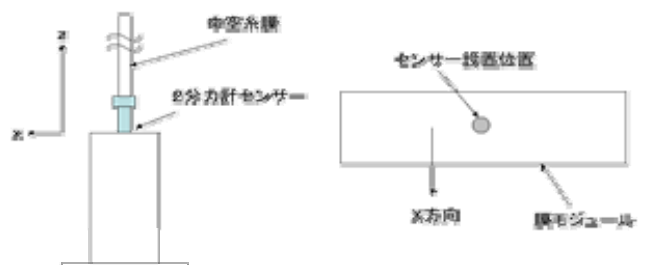


図1 実験装置概要図



a) 2分力計と中空糸の接続状況 b) 断面から見たセンサー設置位置

図2 2分力計の接続条件

図1に実験装置の概要図を示す。容積1850mm×235mm×235mmの亚克力製の実験水槽の中に、

曝気面積を10800mm²に設定した膜ユニットを設置した。使用した中空糸膜はポリフッ化ビニリデン製で直径2.8mm、長さ950mm、一本あたりの膜面積は836mm²である。散気管は水槽の底から200mmの位置に、亚克力管に3mmの穴を7箇所開けた穴開き単管と、ゴム管に1mmのスリットを入れたゴムスリット型散気管の2種類を設置した。水槽底から450mmの位置に膜モジュールを縦に設置した。図2に中空糸膜の接続状況を示す。膜モジュールの下部に中空糸膜一本と接続した2分力計(図2a)を、膜モジュールを断面から見て中央の位置に(図2b)設置した。

膜モジュールを、設置した実験水槽に底から1500mmまで水道水を入れて、エアポンプを用いて曝気をおこなった。空気流速(曝気流量/曝気面積)を $7.72 \times 10^{-3} \text{m/s} \sim 3.86 \times 10^{-2} \text{m/s}$ の間で変化させた。気泡流によって中空糸膜に作用したせん断力は2分力計によって捉えられる。2分力計からの信号はアンプを経由してパーソナルコンピュータに接続したAD変換機に入力される。計測は、各曝気につき1回約137秒間の測定を9回行い、結果を平均した。

3.結果および考察

図3、図4にゴムスリット型散気管と穴開き単管による空気流速 $7.72 \times 10^{-3} \text{m/s} \sim 3.86 \times 10^{-2} \text{m/s}$ の実験結果を示す。z方向に関しては引張方向を正としている。いずれの結果もせん断応力は常に変動しており、空気流速が増加することでより大きなせん断応力が発生し、変動も激しくなっていることがわかる。

キーワード：中空糸膜、気泡流、せん断力

連絡先：〒158-0057 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL03-3703-3111(内線 3257) Email: g0781602@sc.musashi-tech.ac.jp

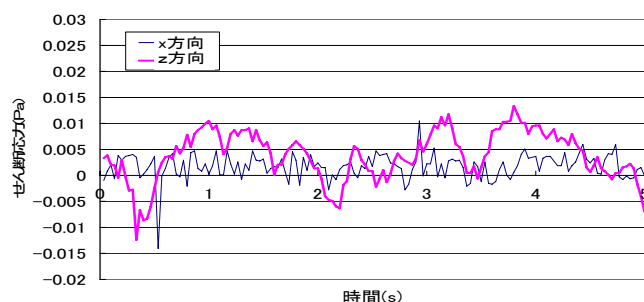
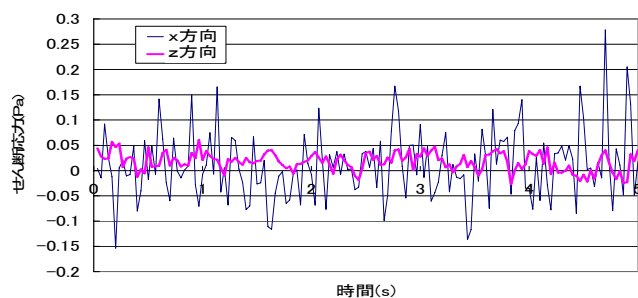
a) 空気流束 $7.72 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ b) 空気流束 $3.86 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

図3 ゴムスリット型散気管の実験結果

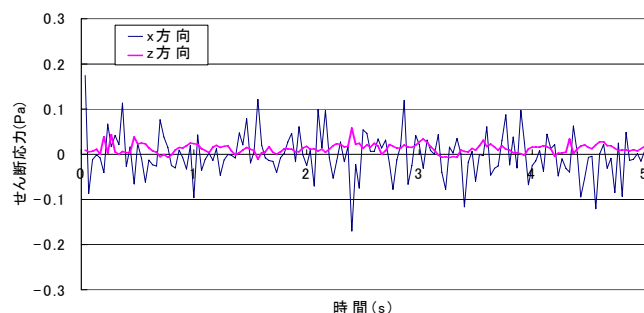
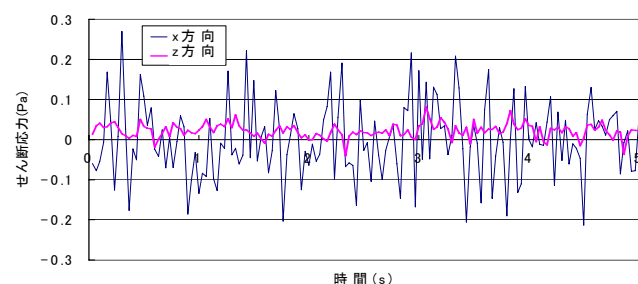
a) 空気流束 $7.72 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ b) 空気流束 $3.47 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

図4 穴開き単管の実験結果

図5と図6に空気流束と、せん断応力の時間平均、せん断応力の変動の標準偏差との関係をまとめたものを示す。図5よりいずれの曝気方法とも、空気流束の増加に伴いせん断応力が増大していたが、せん断応力と空気流束との関係に違いが見られた。ゴムスリット型散気管は空気流束が 0.015 m/s まではせ

ん断応力は小さいが、 0.025 m/s から急激に大きくなっているのに対し、穴開き単管では空気流束せん断応力との関係に大きな変化は見られない。ゴムスリット型散気管では、空気流束が小さいときは、散気管から曝気された微小な気泡がそのまま上昇しているのに対し、空気流束を大きくするにつれて、曝気された気泡が上昇していく最中に気泡同士で合体して大きくなっているのが確認できた。このことから気泡が大きくなることで中空糸膜にはたらくせん断応力が大きくなったと考えられ、気泡径がせん断力に影響しているといえる。

図6に関しても図5と同様のことが言えると考えられる。ゴムスリット型散気管に関して、空気流束が小さいときはばらつきが小さいが、空気流束の増加に伴い気泡の流れが変化して変動が急激に大きくなった。引張方向は両曝気方法ともほぼ同じ結果となった。

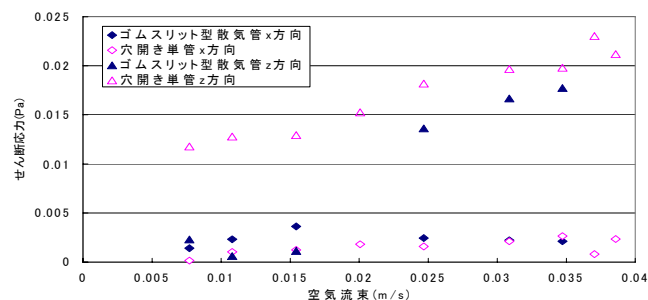


図5 空気流束とせん断応力の時間平均との関係

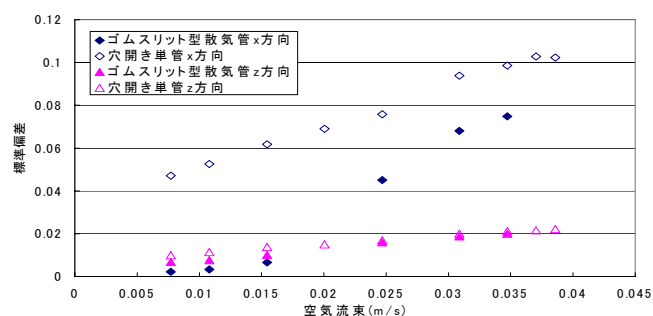


図6 空気流束とせん断応力の変動の標準偏差との関係

4. 結論

中空糸膜モジュールを縦に設置して、ゴムスリット型散気管と穴開き単管の二つの方法で曝気を行った結果、両曝気方法とも空気流束の増加に伴いせん断応力の変化に違いが見られる。このことは中空糸膜に作用する気泡の径が関係していると考えられる。