

浸漬型中空糸膜モジュール内の膜系に働くせん断力の特性に関する研究

武蔵工業大学 学生会員 ○加藤健太郎
 武蔵工業大学大学院 学生会員 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 系永貴範, 中原禎仁

1. 研究目的及び背景

膜分離活性汚泥法は、敷地面積を縮小できる等の利点がある。しかし、本法は時間経過に伴い膜面に活性汚泥が堆積して目詰まりを起こし、処理能力の低下を招く。浸漬型膜分離活性汚泥法では曝気によって発生した気泡流が膜面を通過する際、膜面にせん断力を生じさせ膜面に堆積した汚泥が剥離し、目詰まりが抑制できると考えられている。本研究は、中空糸膜に働くせん断力を定量的に評価できる方法確立することを目的とする。

2. 実験装置及び実験方法

図1に実験装置概略図を示す。アクリル製(1850 mm×235 mm×235 mm)の水槽である。この水槽内に膜ユニットを設置した。使用した膜は、中空糸膜(ポリフッ化ビニリデン製)で直径2.8 mm、長さ950 mm、1本当たりの膜面積は836 mm²である。散気管は、塩ビ管に1.5 mmの穴を6箇所開けたものと0.5 mmの穴を22箇所開けたものを使用し、水槽の底から200 mmの位置に設置した。膜モジュールは水槽の底から、450 mmの位置に設置した。せん断力を捉える為の2分力計は膜モジュール断面の中央部分に設置した。測定に用いた膜系には約8.6(N)の張力が働いている。2分力計は2方向に働く力を測定することができる。中空糸膜を水道水に浸漬させ曝気量を5 L/min ~ 30 L/minに変化させながら実験を行った。2分力計からの出力はAD変換機、パソコンに取り込んで込んで解析を行った。サンプリング周波数は、100 Hz、データ数を2¹⁴個とした。曝気量15 L/minの場合において気泡径と数を調べ、気泡は球体として体積を算出した。気泡径は実験中に撮影したデジタルカメラ

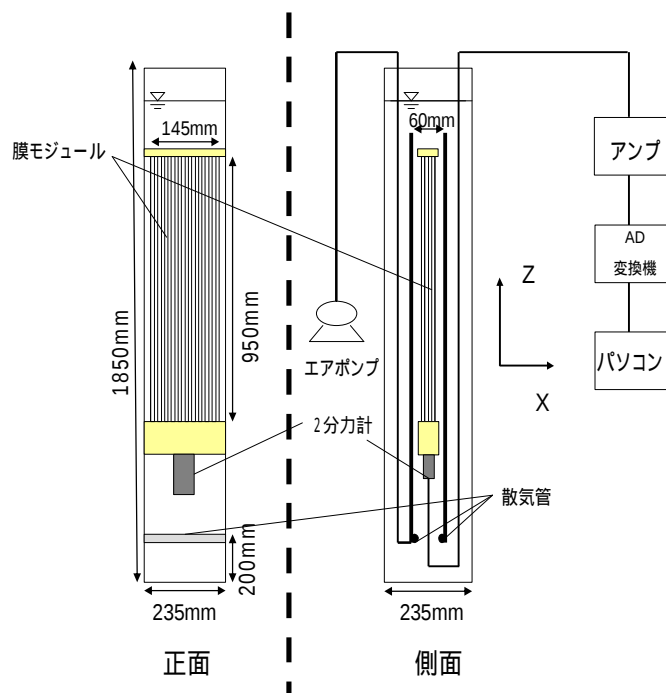


図1 実験装置の全体図

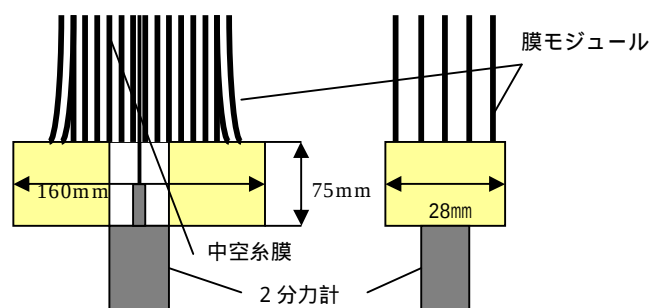


図1 2分力計と膜の設置

図1 側面図

図1 実験装置概略図

の映像から計測した。

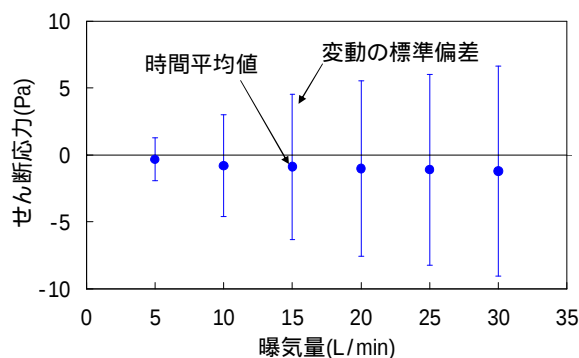
3. 実験結果及び考察

図2に散気管の穴径1.5 mmにおける曝気量とせん

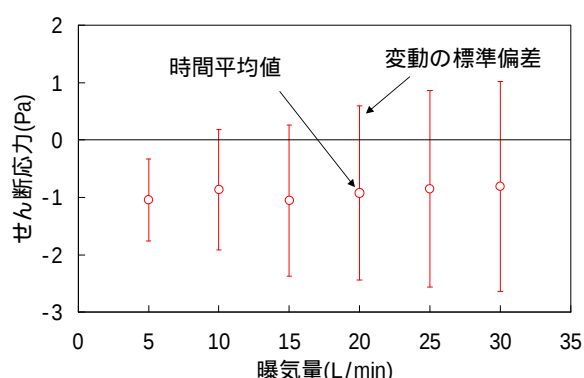
キーワード 浸漬型膜分離活性汚泥法 気泡流 せん断力

連絡先 〒158-8577 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 TEL03-3703-3111 (内線 3257)

せん断応力の時間平均値との関係を示す。



) 水平方向



) 鉛直方向

図2 曝気量とせん断応力の時間平均値との関係
(散気管の穴径 1.5 mm)

水平方向の方が鉛直方向よりも変動の標準偏差が大きい。これは、周辺の膜系が測定に用いた膜系に当たるなどした為だと推測できる。せん断応力の時間平均値が負なのは図3にあるように下方向に流れが発生したことが原因と考えられる。また、曝気量 15L/min 以降、せん断応力の時間平均値が 0 に近くなる傾向がある。これは抗力が働いた為と思われる。曝気の影響で膜系が揺れ、図3のように膜系が真っ直ぐな状態を保てなくなり直接、膜系に気泡流が当たる。このようにして発生した力が抗力である。気泡流が膜面を通過する際に働くせん断力よりも大きな値を示す。つまり、抗力が鉛直方向に作用したことによりせん断応力の時間平均値が 0 に近くなったと予想できる。

図4に気泡径分布を示す。図4より、散気管の穴

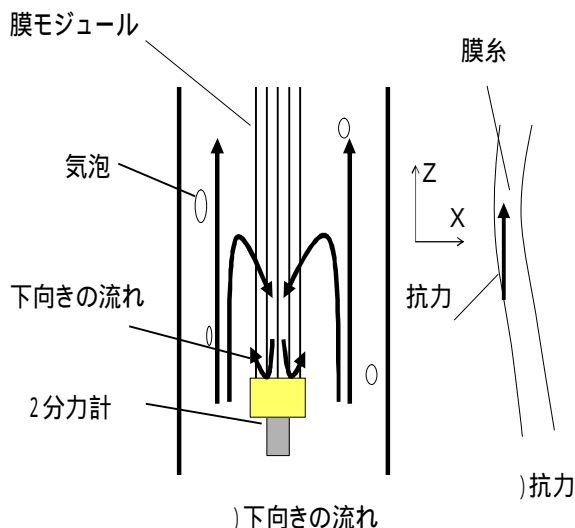


図3 下方向の流れと抗力について

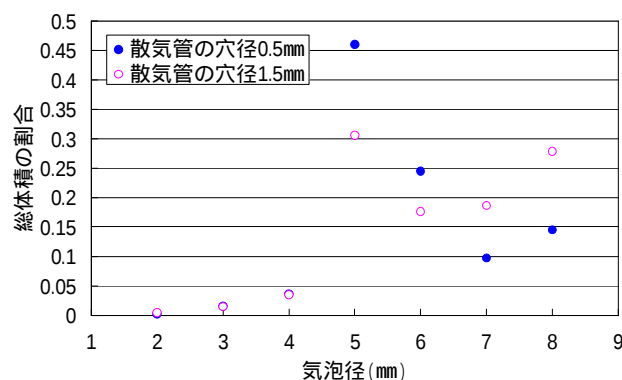


図4 曝気量 15L/min における気泡径分布

径が 0.5 mm, 1.5 mmとも最大径が 8 mm, 最小径が 2 mmである。また、散気管の穴径を変えても径が 5 mmの気泡が一番多いことがわかる。このことから、散気管の穴径の違いが気泡径分布に与える影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

せん断応力の時間平均値は気泡径分布特性に依存しないことが分かった。測定した膜系に約 8.6 (N) の張力を与えて実験を行った場合、センサー付近において気泡上昇方向と逆向きの流れが発生していることが分かり、このような構造をもつ膜モジュール内部の流れの特性を把握することができた。