

武蔵工業大学 学生会員 高浪 哲郎

武蔵工業大学 学生会員 宮本 祐介

武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

武蔵工業大学 正会員 田中 厚至

1. はじめに

直接浸漬型の膜分離活性汚泥法において、処理過程での膜面への濁質の付着堆積（膜目詰まり）が問題とされている。この処理方法では、活性汚泥中の微生物に酸素を供給するため曝気を行うが、そこで気泡を膜面に接触させること（エアスクラビング）で膜目詰まりを効果的に抑制できると考えられる。気泡による膜面堆積物の剥離にはさまざまな要素が考えられているが、その一つとして気泡の膜面通過時におけるせん断応力を明らかにすることは重要である。本研究では、大きさの異なる気泡をそれぞれ壁面に沿って上昇させ、壁面近傍に働くせん断応力を測定する。また、この時の気泡の上昇挙動を撮影する。これらより気泡径とせん断応力の関係を明らかにすることが目的である。

2. 実験方法

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。底面 45cm × 45cm、高さ 100cm の水槽に水道水を満たし、下方の塩化ビニル管からポンプにより気泡を発生させた。

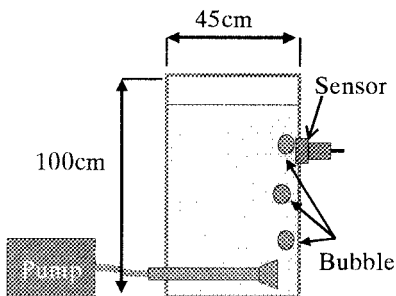


Fig.1 Experimental setup

単独気泡をせん断力センサー（SSK社製 S10 W-1、レンジ±0.5gf、測定面積 3.14cm²）によ

り測定した。せん断力センサーは、気泡発生点から上方 70cm に設置した。

気泡は管径 3mm から 115mm の異なる 8 種類の塩化ビニル管により発生させた。気泡の大きさは体積をメスシリンダーにより測定し、同体積の完全な球体と見なした場合の直径により表した。そこで、気泡径は 7mm から 58mm と表した。

気泡径 7mm から 14mm まではそれぞれ気泡 100 個をサンプリング周波数 10Hz、サンプリング数 128 で測定し、気泡径 15mm から 58mm まではそれぞれ気泡 10 個をサンプリング周波数 20Hz、サンプリング数 128 で測定した。

気泡の上昇挙動および形状を観察する為、ビデオカメラによる撮影を行った。

3. 実験結果および考察

Fig.2 に気泡上昇によって生じたせん断応力変化を示す。上向きせん断応力を正とした。気泡通過に伴って、せん断応力は、まず負の値を取り、その直後、正の値となりピークを迎えた。大きさの異なる全ての気泡においてせん断応力の変化は似たような傾向を示した。せん断応力のピークの値は気泡径によって異なった。

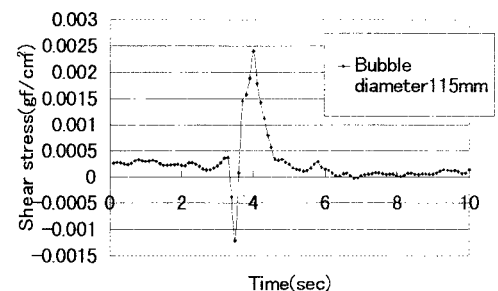


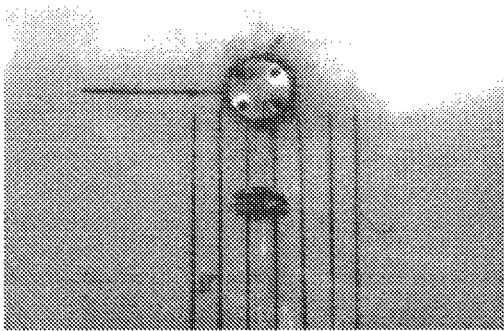
Fig.2 Variation of shear stress

Keywords: 気泡、せん断応力、エアスクラビング、膜分離法、膜目詰まり

連絡先: 〒158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学工学部土木工学科

Fig.2 からせん断応力の最大値と気泡通過前の安定している値を読み取り、その差をそれぞれの気泡の持つせん断応力とした。

Fig.3 に撮影した気泡の写真 A (気泡径 11mm). B (気泡径 115mm)を示す。気泡形状は気泡径の小さいものは球, 大きいものはクラゲ形となった。また、気泡径の小さいものほど上昇挙動が不安定であった。



A (Bubble diameter 11mm)



B (Bubble diameter 58mm)

Fig.3 The picture of a bubble (in front)

気泡径とせん断応力の関係を Fig.4 に示す。気泡径に比例してせん断応力も大きくなっていることがわかる。

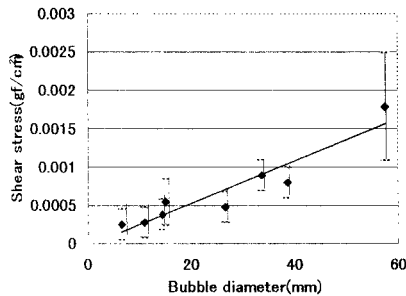


Fig.4 Relationship between shear stress and bubble diameter

センサーと気泡との距離の平均値と標準偏差を Fig.5 に示す。それぞれ図の矢印で示した距離をビデオカメラから読み取った。A から径 7mm、11mm の気泡はあまりセンサーに接していないと言える。B より気泡が大きくなるにつれ、上昇する気泡がセンサーから離れて行くことがわかる。

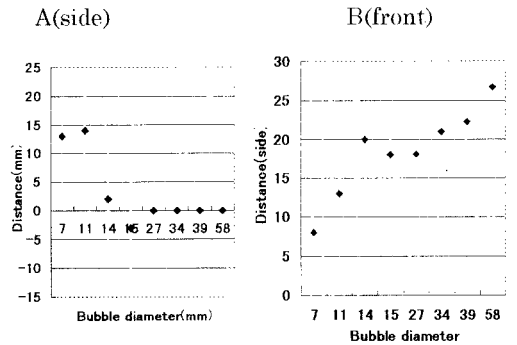
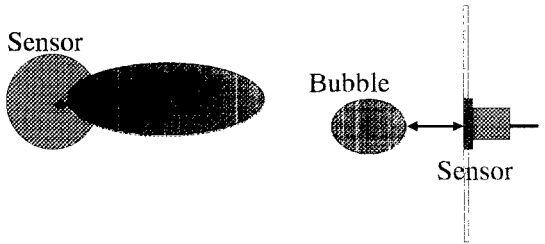


Fig.5 Distance from bubble to sensor

Fig.4 から読み取れるように気泡径が大きくなるに従って、せん断応力も大きくなることは言えるが、比例関係にばらつきが見られる。この理由として考えられることは、測定データの不足および Fig.5 で示したようなセンサーと気泡との距離の影響があると考えられる。

4. まとめ

径が 10mm から 60mm 程度の気泡において、気泡が壁面近傍に生じさせるせん断応力は、気泡径の違いに関わらず、気泡通過に伴って、まず負の値を取り、その直後に正の値に変化、正の値でピークをとるという変化を示した。また、気泡が壁面近傍に与えるせん断応力は気泡径に比例して大きくなった。