

h型気体溶解装置による酸素溶解の実験

大広エンジニアリング 正○馬 駿

山口大学大学院 フェロー 羽田野 袈裟義 奥貴則

宇部高専 非 原田 利男 (有)バブルタンク 非 藤里 哲彦

1. はじめに

近年、湖沼や河川あるいは内湾の溶存酸素の欠乏に伴う水質の悪化が問題視されている。水域の貧酸素化がもたらす問題として、底泥からの金属や栄養塩の溶出が指摘され、改善策が鋭意検討されている。例えば、水中に放出された、気泡と水との接触による酸素溶解の試みである。この場合、気泡径を小さくすれば比表面積が大きくなるが溶解しうる気体の絶対量は限界があり、気泡径が大きいと気体・水の接触面積が大きく取れないので溶解量が制限される。一方、著者らは、被処理水の気泡集合体をつくり被処理水を一旦すべて気泡液膜の構成要素とすることにより高効率で気体溶解する図-1に示すように技術を開発中である。

本研究では、気体溶解能力の定量評価を目的として、空気流量やハニカムの構造およびハニカム高さを変えてDOや処理流量などを調べ、後述の気体溶解効率を最大とする条件などについて検討した。

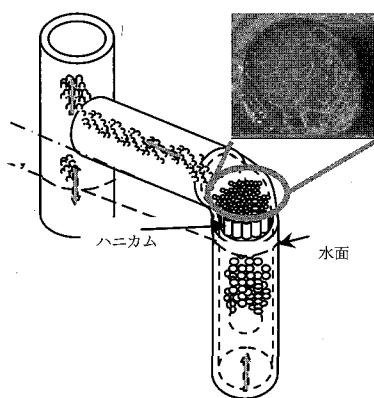
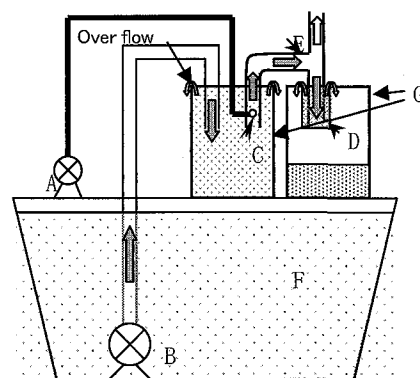


図-1 装置の概要図

2. 実験装置と方法の概要

実験装置の概要は図-2に示すようである。ハニカムの径やハニカム構造体の上端の水面からの高さ、送気流量等の条件は表-1に示すとおりである。実験時の水温は11℃～12℃であった。



A:エアポンプ B:水中ポンプ C:エアストーン

D:取水部 E:実験装置本体 F:水槽 G:容器

図-2 実験の説明図

表-1 実験条件

ハニカム上端高さ (mm)	15, 30, 60, 100
ハニカムの径 (mm)	6, 9, 13, 50
空気流量 (L/min)	8.4, 17.1, 24.8, 34.2

実験は次の手順で行った。1) 前処理として亜硫酸ナトリウムを水1リットル当たり0.1g入れて水槽F中の被処理液のDOの除去を行う。2) DO除去した被処理水を水中ポンプにより容器G(左)に汲み上げる。実験中は容器からオーバーフローさせて容器内の水位を一定に保つ。3) 実験装置本体Eをh型の下部が2つの容器Gに跨るように設置する。4) 実験装置本体内部に設置したエアストーンとエアブローを接続する。5) エアブローに電源を入れ、気泡を発生させて取水部Dからオーバーフローする水の流量を計測する。6) 処理前と後の水をサンプリングし、ウィンクラーアジカナトリウム法による酸素固定法によりDOを測定する。

実験では、DOメーターで実験に使用している水のDO値の大体の数値を確認し、DOが高くなってい

たらその都度薬品を追加しDOを下げた行った。

3. 実験結果とその考察

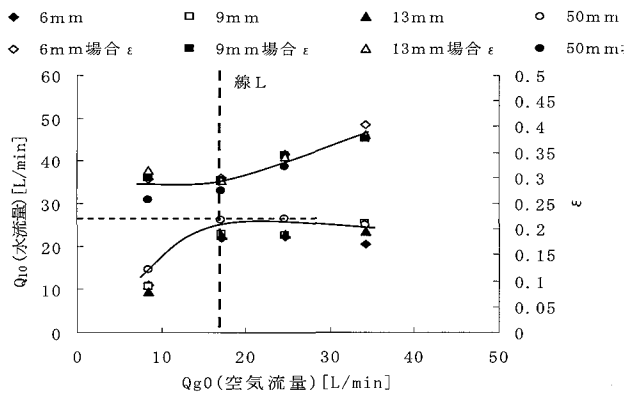


図-3 空気流量による水流量と ε の変化

図-3は空気流量に対して ε と水流量の実験値を図示したものである。空気流量の変化による水流量の変化に着目すると、本実験の範囲ではいずれの実験ケースについても空気流量が増加すると水流量が増大してその後増大が鈍化し、空気流量が大きい範囲では幾分減少する傾向が見られる。 ε は空気流量とともに単調増加するが、空気流量が大きくなると ε の増加は促進される傾向にある。

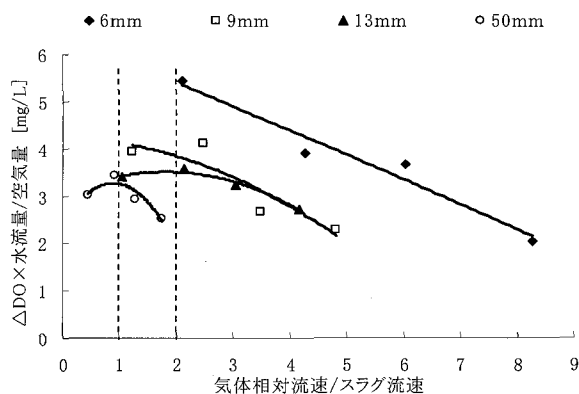


図-4 溶解効率と気体相対流速/スラグ状態気体流速

図-4は気体溶解効率の最適条件を検討するため、気体溶解効率を気体相対速度/スラグ状態気体流速の比との関係を調べたものである。図でプロットを結び線は2次回帰曲線を示す。図よりハニカム径が小さいほど気体溶解効率が高いことがわかる。

また、図では気体相対速度/スラグ状態気体流速が

1~2程度より大きい領域では気体溶解効率は気体相対速度/スラグ状態気体流速の増加により減少する傾向にある。一方、ハニカム径が6mmでは不明であるが、気体相対速度/スラグ状態気体流速が1程度より小さい領域では気体溶解効率が気体相対速度/スラグ状態気体流速の低下と共に減少する傾向が見られ、気体溶解効率を最適とする気体相対速度/スラグ状態気体流速の存在が示唆される。

以上のように、気体溶解効率Bが最大値をとる時、空気流速 w_{g0} 、水流速 w_{l0} 、溶存酸素増量 ΔDO 、ハニカム径D、気泡径dの間には次の関係がある。

$$B \cong \frac{6J}{d \left(1 + \frac{0.352k\sqrt{gD}}{w_{g0} + w_{l0}} \right)} = \frac{\Delta DO \times Q_{l0}}{Q_{g0}} \quad (1)$$

4. 結語

本研究で得られた主要な知見は以下のようである。

1. パイプの径、空気流量を一定とした場合には、気体溶解効率を最大にするハニカム径の値が存在することが示唆された。
2. 気体溶解効率の値は気体相対流速/スラグ流速の比が1~2程度の値で最大となる。しかし、スラグ気泡を本提案の装置で発生させることは困難である。

なお、図-3では空気流量を増やしたときの Q_{l0} の振る舞い、図-4で気体相対流速/スラグ流速の比をさらに小さくしたときの溶解効率の振る舞いが明らかでない。今後より系統的な実験によりこれらを究明する必要がある。この点についても究明する必要がある。また、本研究と並行して現地実験も行っており、その結果を別の機会に発表する予定である。

参考文献

- 1) 赤川浩而：気液二相流，コロナ社，pp.37-55，1974。
- 2) Graham B. Wallis：One-dimensional Two-phase Flow，McGraw-Hill Book Company，pp.283-295，1969。