

DO 改善用管内曝気式気体溶解技術の性能に関する実験的検討

山口大学 大学院 学生会員 ○大 木 協
 山口大学 理工学研究科 フェロー会員 羽田野 袈裟義
 (有)バブルタンク 非会員 藤 里 哲 彦
 新光産業(株) 非会員 馬 駿
 (株)日本港湾コンサルタント 非会員 福 本 裕 輝

1. 緒言

湖沼の貧酸素化は、底泥からの重金属や栄養塩の溶出を招き、人体や水棲生物の体内に摂取されることが懸念される。本稿では、この対策として著者らが開発中の DO 改善用管内曝気式気体溶解技術(h 型気体溶解装置)について、その特性と能力について実験的に検討する。

2. h 型気体溶解装置の原理

図-1 に h 型気体溶解装置の中核部分の模式図を示す。貧酸素水と連通して水中に鉛直に立てた h 型の筒状体の中に設置したエアストーンから気泡を発生させると、気泡は周囲の水を連行しながら上昇し、水は筒の曲がり部で気泡集合体となり効率的に気体溶解を行う。気体溶解処理された水は筒の水平部を通して鉛直の直管部に送られ、下方に排出される。

h 型筒状体の両方の鉛直部にホースを接続すると、水面下の浅い位置で散気して深部の水を吸引するので、省エネルギーである。また、水の吸引と排出を任意の位置で行うことができる。

3. 気体溶解実験

3.1. 実験方法

実験は図-2 の装置で次の手順で行った。

- (1) 貯水容器②に水道水を 200L 貯め、攪拌しながら水温を 22℃に調節・維持した。
- (2) 貯水容器に亜硫酸 Na 約 12~15g と塩化コバルトを微量投入し、DO 濃度が低下するまで攪拌を続けた。
- (3) 水中ポンプ⑦で貯水容器から容器③に水を汲み上げ、容器③からトレイ⑥に越流する状態で実験した。
- (4) 処理水が h 型筒状体①を通して容器④から容器⑤へと越流し始めてから適当な処理時間だけ処理を継続し、この処理時間を計測した。
- (5) 処理の終了後、直ちに DO メーターを用いて処理前後の DO 濃度を計測した。
- (6) 容器⑤内の水重量を測定し、処理時間を用いて単位時間当たりの処理水流量を算出した。

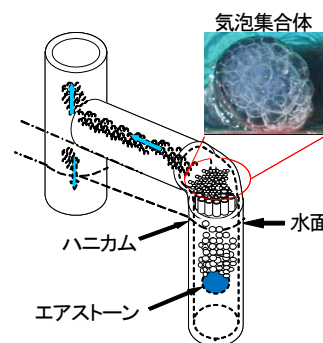


図-1 h 型気体溶解装置の中核部分

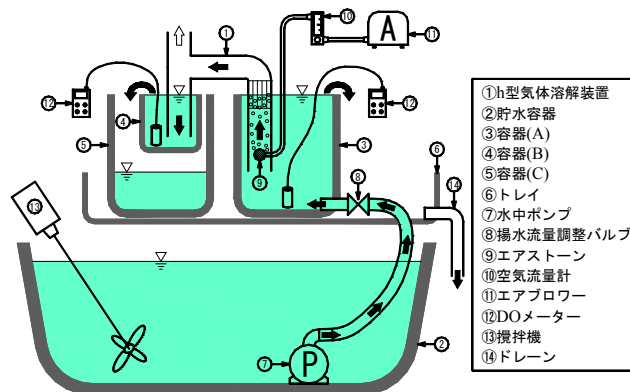


図-2 実験装置模式図

表-1 実験条件

パイプ内径 : D (mm)		50
水温 : T (°C)		22
エアストーン深度 : H_A (mm)		140, 230, 320
空気流量 : Q_g (L/min)		10, 20, 30, 40
ハニカム	有	セルサイズ : d (mm)
	有	全長 : H_H (mm)
	無	上端高さ : H_U (mm)
		20, 50, 80, 110, 140

3.2. 実験条件

図-3 は本装置の諸元の説明図である。本実験は、装置の諸元を表-1のように変化させ、その全ての組み合わせ(564 通り)について実験を行った。

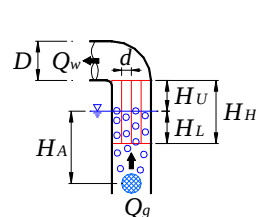


図-3 諸元の説明図

キーワード：貧酸素, DO 改善, 気体溶解, 管内曝気, 気泡集合体

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 Tel:0836-85-9353

4. 実験結果の検討

4.1. 酸素溶解能力

酸素溶解能力(mg/min)は、単位時間に水に溶解させることができる酸素の質量を表し、 DO 増分(ΔDO)と処理流量 Q_w の積である。なお、処理前の DO 値(DO_1)の違いの影響を除去するため、飽和 DO 濃度(DO_s)を用いて得られる換算 ΔDO^1 を用いて次式の換算酸素溶解能力を求めた。

$$\text{換算酸素溶解能力} = \frac{DO_s}{DO_s - DO_1} \cdot \Delta DO \times Q_w$$

図-4 は、空気流量が $Q_g=10, 20, 30, 40$ (L/min)の条件で行ったハニカム無しの実験に対して、換算酸素溶解能力を水没率 $H_A/(H_A+H_U)$ [図-3 参照]に対して示したものである。図より、換算酸素溶解能力は水没率の増加と共に増加する傾向が認められる。その増加傾向は水没率の増加と共に鈍化する。空気流量の効果については、 $Q_g=10$ (L/min)の場合に比べて $Q_g=20, 30, 40$ (L/min)の範囲では能力が若干大きい、この範囲内における能力の差は小さい。

次に、ハニカムの有無による換算酸素溶解能力の違いについて述べる。図-5 は全ての実験条件に対し、ハニカム有り無しの場合の換算酸素溶解能力の比を、パラメータ($Q_g \times H_A/H_U$)に対して図示したものである。図より、ハニカム有りの方が高い換算酸素溶解能力を示すのは能力(値)が小さい範囲(約 $0 \sim 40$ (mg/min))であり、能力(値)が大きい範囲(約 $40 \sim 100$ (mg/min))ではハニカム無しの方が高い酸素溶解能力を示している。以上のことから、本実験の範囲では、本提案の装置のハニカムは不要であることがわかる。

4.2. エネルギー効率(対仕事率換算酸素溶解能力)

エネルギー効率の評価は、単位仕事率当たりの換算酸素溶解能力(mg/min/W)を用いて行う。ここではこれに対仕事率換算酸素溶解能力と呼ぶ。仕事率は、水の単位重量 w 、曝気(エアストーン)深度 H_A 、空気流量 Q_g を用いて $P=wH_AQ_g$ で評価した。図-6 に対仕事率換算酸素溶解能力と水没率 $H_A/(H_A+H_U)$ の関係を示す。図より、対仕事率換算酸素溶解能力は、多少のばらつきがあるものの水没率の増加と共に上昇し、水没率が0.9付近でピークを示し、それ以降は減少している。また、空気流量が小さいほど対仕事率換算酸素溶解能力が大きいことがわかる。

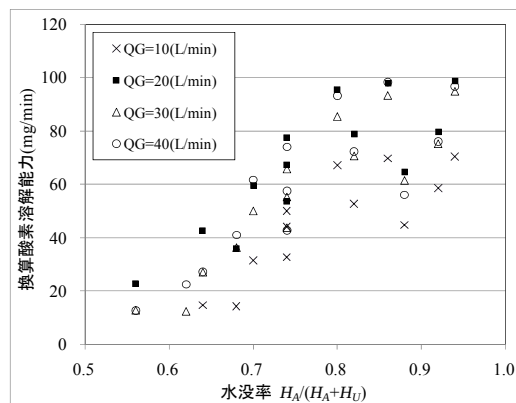


図-4 換算酸素溶解能力(ハニカム無し)

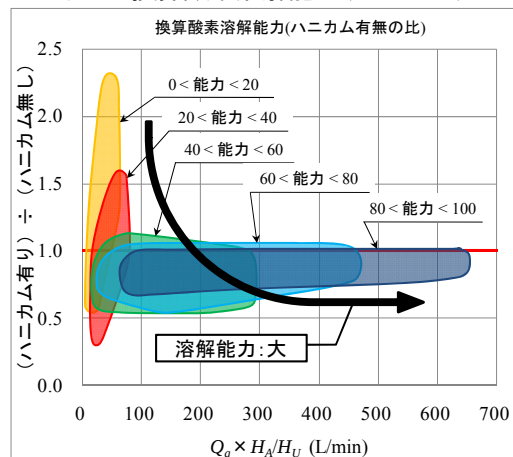


図-5 換算酸素溶解能力のエリア分布

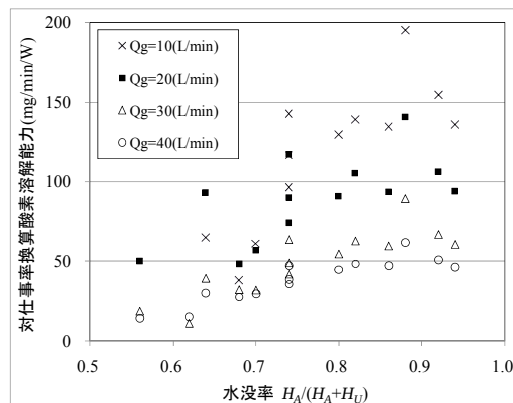


図-6 対仕事率換算酸素溶解能力(ハニカム無し)

5. 結語

本実験で得られた主要な知見は以下の通りである。

- ① 換算酸素溶解能力は水没率 $H_A/(H_A+H_U)$ と空気流量の増加と共に増加し、その増加傾向はこれらの増加と共に鈍化する。
- ② 本実験の範囲ではハニカムは不要である。
- ③ 単位仕事率当たりの換算酸素溶解能力は、水没率 $H_A/(H_A+H_U)$ が 0.9 付近でピークを示し、空気流量が小さいほど大きい。

参考文献

- 1) 馬駿: 液膜を利用する気体溶解技術に関する基礎的研究, 山口大学学位論文, 2008