

気泡噴流による表面付近の乱流構造に関する研究

山口大学工学部 学生会員 ○村上 寿一  
 山口大学工学部 正会員 朝位 孝二  
 山口大学大学院 学生会員 坪郷 浩一

1. はじめに

気泡ブルームによる水表面を通してのガス交換係数は空気量や気泡径が同じであれば、水深の 2/3 乗に比例することが知られている。このメカニズムを解明することを目的に、気泡ブルームが誘起する流れ場において乱流計測を行った。その結果を報告する。

2. 実験方法および実験条件

図-1 に本研究で用いた実験装置の概略図を示す。また、表-1 に実験条件を示す。

実験は幅 25cm、長さ 25cm、高さ 60cm のアクリル製の水槽を用いて行った。ノズルは水槽底面中央部に設置した。

まず触媒として塩化コバルトを微量水中に溶かし、そこに亜硫酸ナトリウムを適量加えて水中の DO 濃度を低下させた。その後、初期の水温と DO 濃度を測定し、気泡の噴出開始からおよそ 4 時間後まで水温と DO 濃度を測定しガス交換係数を求めた。

また、乱流構造を調べるためにレーザードップラー流速計を用いて水槽内の流速を測定した。測定は、水槽の中央部において水深 0.5~5.5cm までは 1cm 間隔、それ以深は 5cm 間隔で行った。測定断面の一例を図-2 に示す。

3. 実験結果および考察

気泡ブルームが誘起する流れの例を図-3 (case-D) に示す。気泡ブルームの幅はノズル直径程度で噴流のような広がりは見せない。流速も水槽中心付近が大きい。水面で水平方向に流速が曲げられる。

DO 濃度の時間回復曲線から再曝気係数  $k_2$  を算出し、さらにガス交換係数  $k_L$  を求めた。

Eckenfelder は  $k_L$  は曝気水深の 2/3 乗に比例すると報告している<sup>1)</sup>。これを確かめるため、 $k_L$  と水槽の全水深  $h$  の関係を図-4 と図-5 に示す。これらの図より、今回の実験において  $k_L$  は水深  $h$  の 2/3 乗には比例しなかったが、水深  $h$  の累乗に比例していることがわかる。

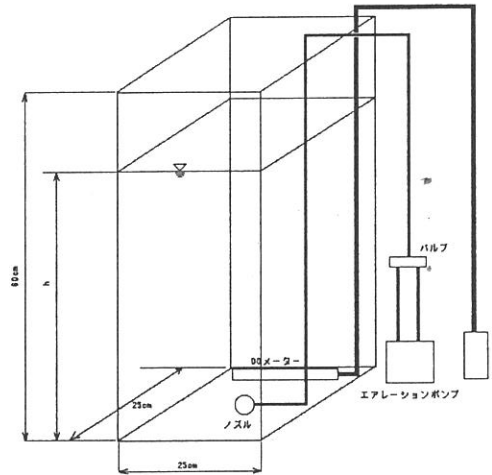


図-1 実験装置の概略図

表-1 実験条件

ノズル	平均気泡径(mm)	空気量(ml/s)	水深h(cm)	case
A	1.95	22.40	20	A
			30	B
			40	C
			50	D
B	1.19	15.77	15	E
			20	F
			30	G
			40	H
			50	I

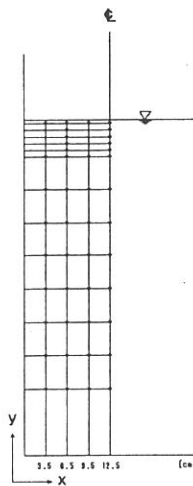


図-2 流速測定断面

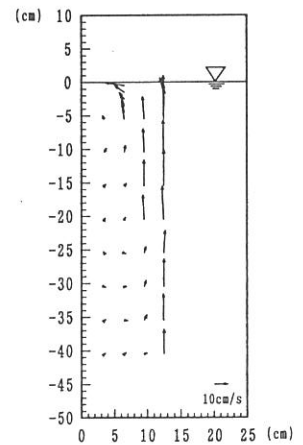


図-3 流速ベクトル

気泡が存在しない  $x=6.5\text{cm}$  の水面近くの鉛直方向乱れ強度と水平方向乱れ強度をそれぞれ図-6と図-7に示す。また気泡ブルーム中の  $x=12.5\text{cm}$  のそれらを図-8と図-9に示す。 $x=6.5\text{cm}$  における水表面付近では水槽の全水深  $h$  が大きくなるほど乱れ強度も大きくなるのがわかる。特に鉛直方向の乱れ強度において、その傾向は顕著である。また気泡ブルーム内では全水深の乱れ強度に及ぼす影響は、 $x=6.5\text{cm}$  場合のそれらと比較して大きいものではない。

以上の結果から、水深が大きくなるにつれてガス交換係数も大きくなるのは、気泡部以外の水表面付近の鉛直方向乱れ強度が強化されるためであると考えられる。

#### 4. おわりに

今回の実験によって水深、表面付近の乱れ強度、ガス交換係数の3つの関係を知ることができた。しかし解析結果はまだ不十分であるので、今後さらに研究を進めていく予定である。また、水槽の形状や実験条件を変化させて、同様な実験を行う予定である。

参考文献：1) W. Wesley Eckenfelder: Absorption of Oxygen from Air Bubbles in Water, J. Sanitary Engrg. Div., Proc. ASCE, pp.89-99, 1959

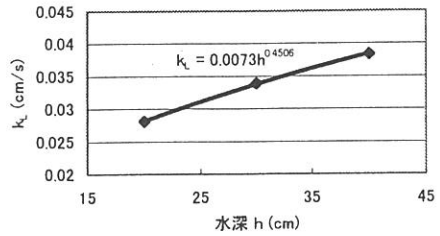


図-4  $k_L$  と  $h$  の関係 (ノズル A)

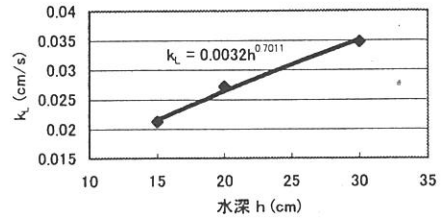


図-5  $k_L$  と  $h$  の関係 (ノズル B)

謝辞：乱流計測実験の遂行において種々便宜を図って頂いた九大総理工の松永信博教授、杉原裕司助手に謝意を表します。

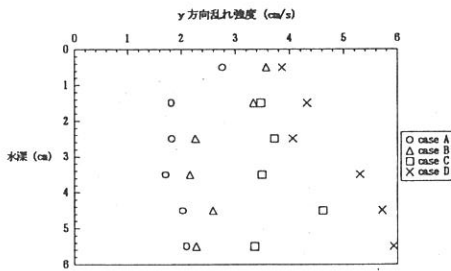


図-6  $x=6.5\text{cm}$  における鉛直 (y) 方向乱れ強度

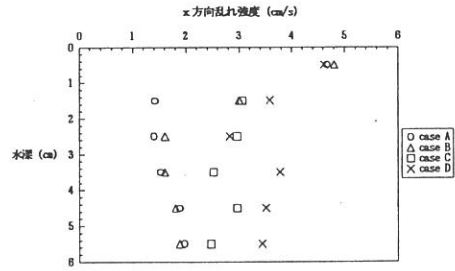


図-7  $x=6.5\text{cm}$  における水平 (x) 方向乱れ強度

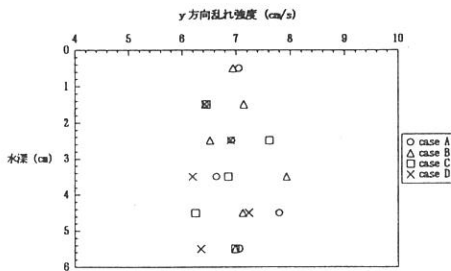


図-8  $x=12.5\text{cm}$  における鉛直 (y) 方向乱れ強度

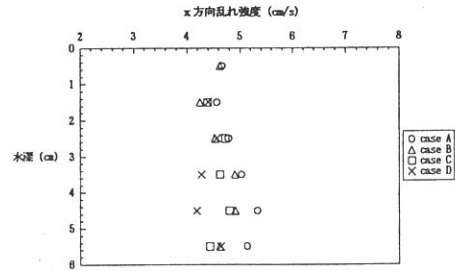


図-9  $x=12.5\text{cm}$  における水平 (x) 方向乱れ強度