

空気泡プルームの水理特性に関する実験的研究

京都大学工学部 正 員 岩佐 義朗 中部大学工学部 正 員 松尾 直規
 東京電力 正 員 南部 茂義 ○京都大学大学院 学生員 渡辺 浩太郎

1. はじめに；貯水池の富栄養化対策の一つであるエアレーション法の水質改善効果を正しく把握するためには、エアレーションに伴う流れの水理特性を解明しなければならない。この課題に対し、本研究では室内実験を実施し、基礎となる空気泡プルームの諸特性について検討した。

2. 実験装置及び方法；実験は図-1に示す直径2m、高さ0.6mの円形水槽に水深0.5mの水を貯め、水槽の中心軸上に設置した空気放出口より気泡を発生させて行、た。流速は電磁流速計を用いてZ成分の方向を同時に測定し、半径方向及び水深方向の分布と求めた。なお以下に述べる測定結果は、口径1mmの空気放出口を水槽底面に設置したときのものである。

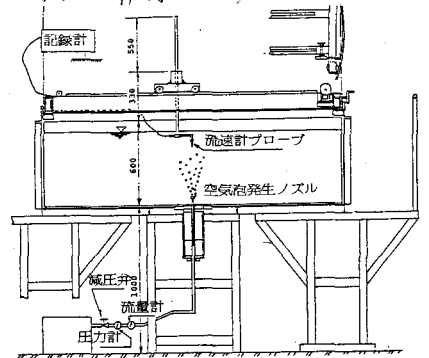


図-1 実験装置 (unit: mm)

3. 測定結果；TEST 1~4で中心軸で直交する鉛直断面内の流速分布を測定した。鉛直流速の分布形状は、図-2に示すようにほぼ軸対称になっており、ここでは中心軸からある一方向の鉛直断面について詳細な検討を行った。

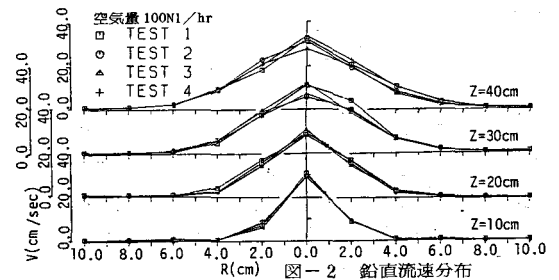


図-2 鉛直流速分布

表に示すような実験ケースについて述べることにする。図-3はプルームの軸上流速分布を示したものである。いずれのケースも空気放出口より10~15cm程度までは流速が増え続け、その後35~40cmまでの間ではほぼ一定値をとり、それとこえると減速する傾向がみられる。これを水深Hとの関係でみると、放出口から $Z/H = 0.2$ 付近までが発達領域、 $Z/H = 0.2 \sim 0.7$ までが流速がほぼ一定となる領域、 $Z/H = 0.7$ とこえると減速領域という

表 実験ケース

CASE No.	空気量 NL/hr	水温 ℃
● CASE 1	100	14.0
○ CASE 2	25	14.5
▲ CASE 3	150	14.5
□ CASE 4	100	25.5
△ CASE 5	75	25.5
▽ CASE 6	50	26.0

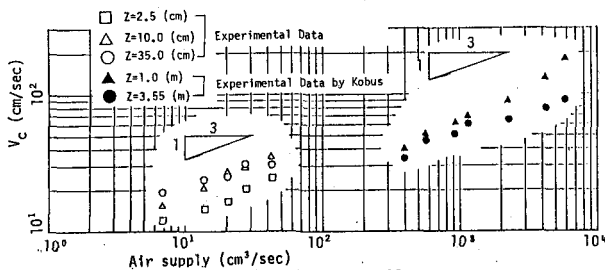


図-4 鉛直流速値と空気量の関係

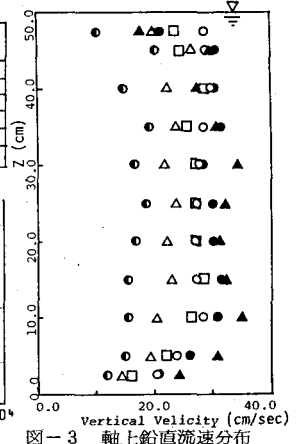


図-3 軸上鉛直流速分布

定性的区分ができるようである。また図-4に示す空気量と流速値の関係をみると、鉛直軸上流速は本実験においては、空気量の1/3乗に比例する傾向が認められた。しかしながら

その曝気水深との関係を含めた一般的表示に関してはさらに検討を要するであらう。図-5は鉛直流速の半径方向への分布例を示したものである。水面との干渉の影響が大きい水面付近を除けば、分布形状はいずれも空気量に関係なくほぼ相似であり、従来よりいわれているようにガウス分布で近似されるようである。次にプール幅に関して、

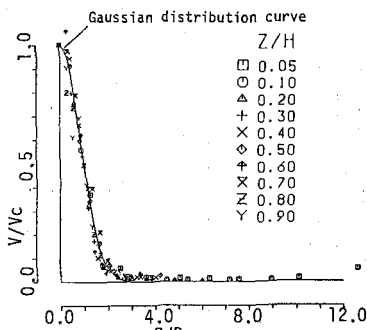


図-5 鉛直流速半径方向分布

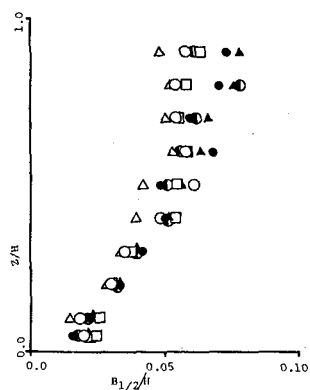


図-6 半値半幅

水深で無次元化された半値半幅の水深方向への分布を示す図-6にみられるように、空気放出口から $Z/H = 0.2$ までは半値半幅の値はほぼ一定とみなされ、そこから $Z/H = 0.6 \sim 0.7$ までの間は放出口からの距離に比例して増加し、 $Z/H = 0.7$ をこえると再び一定値あるいは緩やかな傾きで推移する傾向が認められる。これは先に述べた

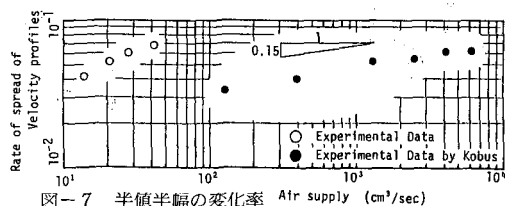


図-7 半値半幅の変化率と空気量の関係

鉛直流速の変化の傾向と対応していることがわかる。 $Z/H = 0.2 \sim 0.6$ の中間領域での半値半幅の水深方向への変化率と空気量の関係を Kobus のデータと比較して示すと図-7 のようである。Kobus が指摘したように空気量の 0.15 乗に比例する関係は必ずしも認められない。

次に中心軸上の鉛直方向乱れ強度は、図-8 に示すように空気放出口及び水面付近で大きな値を示している。中間領域においては、空気量とほぼ無関係に軸上流速の 0.5 倍程度で一定していることが認められる。各水平断面ごとの半径方向分布を調べると図-9 のようであり、中間領域においては鉛直流速同様にガウス分布に近似していることがわかる。

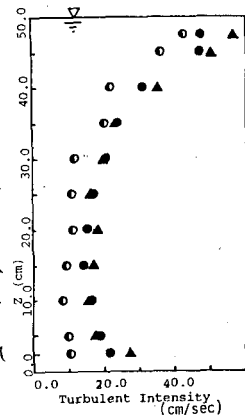


図-8 軸上乱れ強度分布

4. 終わりに; 以上述べたように、鉛直流速に関して従来より指摘されているような定性的特性を確認したが、空気量と曝気水深や場のスケールとの関係など定量的にはさらにより詳細な検討を迫る必要がある。また乱れに関しては、流速計プローブと空気泡の衝突、水面の影響など若干の過大評価の可能性があり、これも今後の課題といえよう。

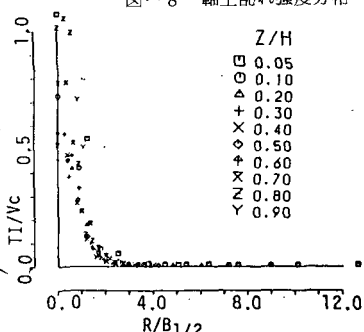


図-9 乱れ強度半径方向分布

(参考文献) (1) kobus, H.; Analysis of the flow induced by air-bubble systems, Ploc. 11th Conference on Coastal Engineering, pp1016-1031, 1968