

エアレーションにより生じる

流体運動の特性に関する研究

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
竹中工務店 正員 木村 玄 ○京都大学工学部 学生員 雑賀 正嗣

1、はじめに；貯水池の富栄養化対策のひとつにエアレーション法があり、その水質改善効果の把握とそれに基づく実用化のための技術的方法の確立が課題となっている。本研究ではエアレーション法における空気泡ブームと周囲水の流体力学的挙動を解明するために、Hot-film流速計を用いて室内実験を行い、昨年の実験結果¹⁾の再検討を行うと共に数値解析モデルを確立するための基礎資料を得た。以下ではその結果について述べる。

2、実験方法及びデータ処理法；室内実験は昨年とほぼ同様に行ったが、今回は流速測定にあたって気相と液相の分離が可能なHot-film流速計（DISA製55R42型）を用い流体運動

の挙動をより詳細に調べることにした。データのサンプリングは各測点について周波数200Hzで50秒間行った。得られたデータを時系列的に並べたものを図-1に示す。同図より気泡の通過に伴う流速値の変化について説明すれば次のようである。すなわち、気泡の上面がセンサーに触れる直前のA点では気泡が水を押し上げることで一旦流速値が増すが、気泡がセンサーに触れると相の交替が起こりB～C点の間は流速値は0(cm/sec)にドロップアウトする。次に気泡がセンサーを通過した直後のD点では気泡の後流の影響でA点の流速値よりもかなり大きな値を示し、その後徐々に流速は減少してE点ではまたもとの流速値にもどる。このように気泡の通過に伴う周囲水の局所的な流れは、気泡に押し上げられるよりも粘性により引きずられる方が卓越していることがわかる。

以上のようなデータより流体の平均流特性を検討するにあたっては、上述の気相部の値とそれに相当すると考えられるサンプリングデータの平均値の10%以下の部分、さらには図-1のF点のような瞬間的な値で全体の平均的な流れに対する寄与度が低いと判断されるものを除去し、この後全体の平均値を求めてそれを測点の値とした。

3、実験結果；まず図-2に空気量が100(Nl/hr)場合の中心軸上のドロップアウト率（流速値がドロップアウトしている合計時間の全測定時間に対する割合）の分布を示す。いま、空気放出孔直上のドロップアウトの回数が気泡の個数に対応すると仮定して中心軸上のドロップアウト率Drzcと空気量Qa及び空気放出孔からの距離Z

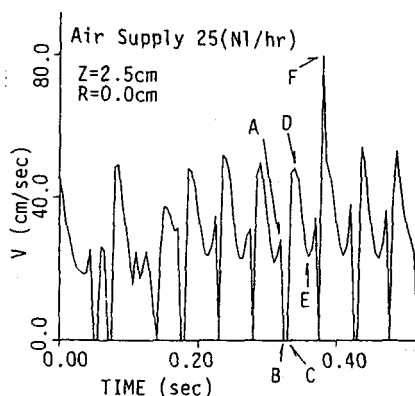


図 - 1 データの時系列的分布

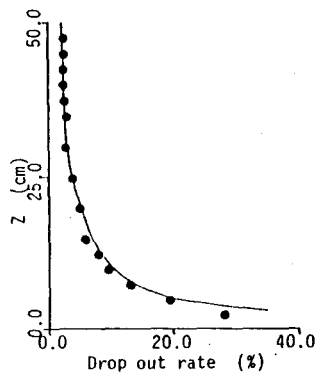


図 - 2 ドロップアウト率の分布特性

との関係を求めると(1)式の様になる。但し、 H_{atm} は大気圧に相当する水柱の高さ、

$$Drz \propto \frac{1}{Z + C} Qa^{2/3} \left(\frac{H_{atm}}{H_{atm} + H - Z} \right)^{1/6} \quad (1)$$

H は曝気水深である。ここで、 $H=0.5m \ll H_{atm}$ であることを考慮すれば、 Drz は図-2中の実線で示すように双曲線で近似されることになる。

次に、図-3に中心軸上の鉛直流速分布を示す。各ケースとも空気放出孔直上で流速は最大となり、空気放出孔からの距離 $Z=10 \sim 15cm$ 位までは減衰が激しく、 $Z=40 \sim 45cm$ 位まではほぼ一定値、水面付近で急に流速が小さくなるのがわかる。また、同図の分布形は図-2のドロップアウト率の分布形と良く似ていることが分かる。このことは、空気放出孔に比較的近い範囲での軸上流速は図-1に示されたような個々の気泡により生じる局所的な流れの積み重ねに支配される傾向がある事を示すものと考えられる。

次に、曝気水深 H で無次元化した流速値の半値半幅 $b_{1/2}$ の水深方向分布を図-4に示す。同図と先に述べた図-3とを合わせて考えると $Z/H=0.1$ と 0.8 を境界として特性の異なる三領域に概ね区分できるようである。

また、図-5は流れの確立領域における半値半幅の水深方向への変化率と空気量の関係を示すものであるが、同時に示した Kobus の実験結果と同様発生空気量の $1/6$ 乗に比例するという関係²⁾ がほぼ認められる。しかし、発生空気量が

が1～2オーダー違うにも関わらず両者の値はほぼ同程度である。これは対象領域のスケール特に水深の違いが大きく影響を与えているものと考えられる。

4、終わりに；今回の実験により気泡及び気泡群の挙動を含めて空気泡ブルーム

内の流体運動の特徴がある程度明らかになった。なお、得られたデータを基に数値解析も行ったがその結果については別の機会に述べることにする。

(参考文献) (1)南部茂義；気液混相ブルームの水理特性に関する研究，京都大学修士論文(1986) (2)Kobus, E.H.; Analysis of the flow induced by air-bubble systems

Proc.11th Conference on Coastal Engineering, PP.1016-1031, 1968

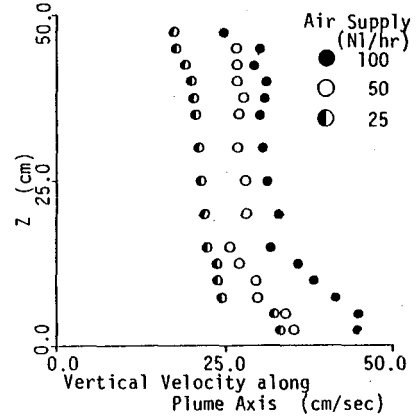


図 - 3 軸上鉛直流速分布

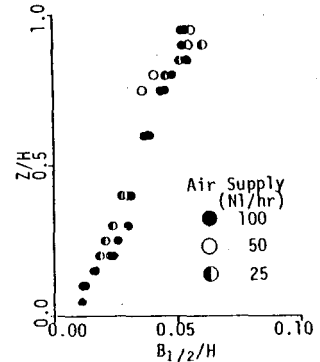


図 - 4 半値半幅の分布特性

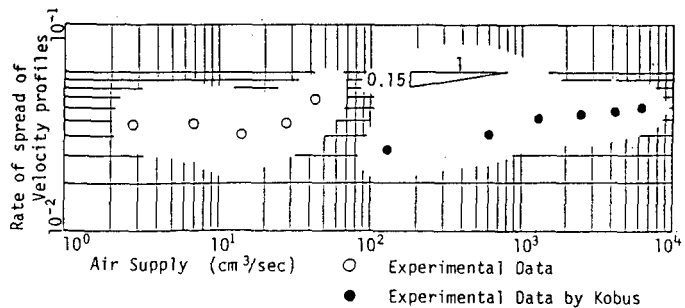


図 - 5 半値半幅の変化率と発生空気量との関係