

II-205

気泡噴流の特性量に関する実験的検討

（財）電力中央研究所 正員 松 梨 史 郎

（財）電力中央研究所 正員 宮 永 洋 一

1. まえがき

従来より、貯水池の富栄養化対策工法の1つである曝気について、種々の検討が成されているが、^{1),2)} いずれも小規模な実験水槽において行われたものであり、これらの研究結果から得られた知見を即、現地に適用するには無理があるように思われる。

本論文は、気泡噴流のこうしたスケール効果の問題を検討するにあたって、大型実験水槽における実験結果を整理したものである。また今後の気泡噴流検討のための重要な特性量である、気泡密度（ポイド率）についてもその計測方法について検討を行った。

2. 気泡の拡がり幅、気泡上昇速度

2.1 実験装置及び方法

実験に用いた水槽は図1に示すように、長さ2 m、幅2 m、高さ4 mで、側面の一部がガラス面になっている。上下移動のできる可変板が内部に設置されており、水槽内に空気を供給する多孔性がラスフィルターをこれに取り付けることによって、空気注入水深を変えることができる。

測定方法は写真撮影によっており、気泡上昇速度は長時間露出によって行った。また空気注入は小型のコンプレッサーで、浮遊式空気流量計を通して注入した。

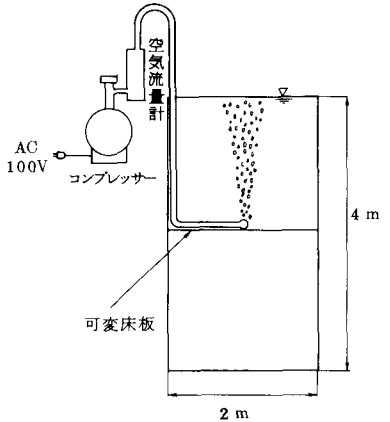


図1 気泡の拡がり幅、気泡上昇速度の計測実験装置

2.2 実験結果と考察

実験は、現象のスケール効果を検討の主眼として、注入空気量、気泡注入位置をパラメータとして、注入空気量は0.02～1.0 l/m、気泡注入位置（水深）は40～300 cmとしている。実験ケースを表1に示す。以下、それぞれの気泡噴流特性量について結果を検討していく。

(1) 気泡噴流の拡がり幅 λb

図2、3に気泡噴流の拡がり幅を示す。図2は水深 h が140 cmで、注入空気量 Q_a^{atm} をパラメータとした場合であるが、 Q_a^{atm} の増大とともに拡がり幅も増大していることがわかる。また図3は $Q_a^{atm} = 0.1$ l/mで、 h をパラメータとした場合であるが、いずれの場合も形状が凸形になっているのがわかる。

表1 実験ケース

実験ケース	A	B	C	D	E
気泡注入位置（水深）(cm)	40	80	140	220	300
注入空気量 (l/m)	0.02～1.0	0.02～1.0	0.02～1.0	0.02～1.0	0.02～1.0

(2) 気泡上昇速度 W_a

図4に Q_a^{atm} に対する気泡上昇速度 W_a の変化を示す。 Q_a^{atm} に対してほとんど変化しないことがわかる。また図5に W_a の鉛直分布を示すが、 W_a は鉛直方向にも水深に対してもほとんど変化していないのがわかる。

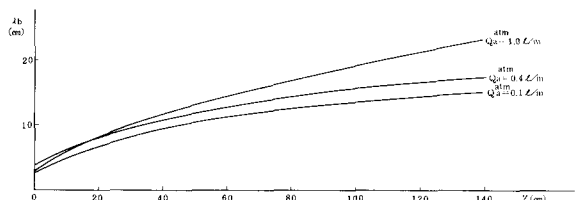


図2 気泡噴流の拡がり幅 ($h = 140$ cm)

(3) 抵抗係数 C_D

図6に Re に対する抵抗係数 C_D の変化を示す。
 同図には Stokes³⁾ の理論式及び只木³⁾らの経験式
 （実線）を付記しているが、今回の実験データは
 これらの間の遷移領域を連結している。

3. 気泡密度の計測

気泡密度の計測にあたっては、近年光ファイバ
 ーを用いた二相流計測システム（日本カノマック
 ス製）が開発されているため、本システムによる
 気泡密度測定の実験を行った。実験に用いた
 装置は図7に示すような長さ40 cm、管径2 cmの
 円管で、底部より直径7 mmのオリフィスを通して
 空気を注入している。図8に二相流システムによ
 るパルスの時系列（ $Q_a^{atm} = 0.17 \text{ l/m}$ 、データ取
 込み間隔1 ms、データ数8,000）、図9に
 写真撮影によって気泡がプローブのセンサ
 ーを通過した時刻の系列を示すが、両者の
 一致はよく、今後このシステムによって気
 泡密度の測定が可能と思われる。

4. あとがき

気泡噴流のスケール効果について検討す
 るために、大型実験水槽における実験結果
 を整理したが、今回の測定範囲ではスケ
 ールによる顕著な差は現われず、データは図
 6で整理された。

- 参考文献 1) 細川ら：港湾技術資料 437, 1982.
 2) 松本ら：土木学会論文報告集 260, 1977.
 3) 只木ら：化学工学 25, 4号, 1961.

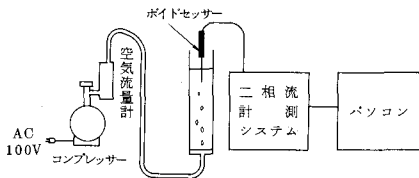


図7 気泡密度計測装置

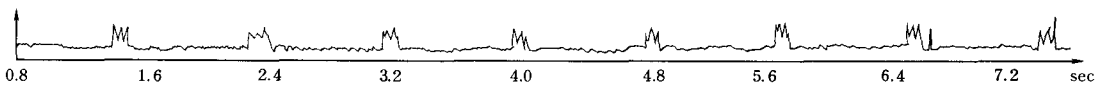


図8 二相流計測システムによる気泡密度の時系列

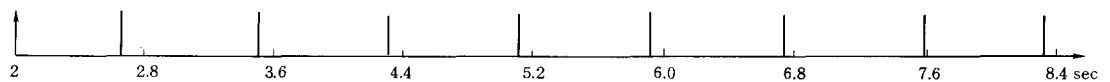


図9 写真撮影による気泡密度の時系列（縦線が、センサーを気泡が通過した時刻）

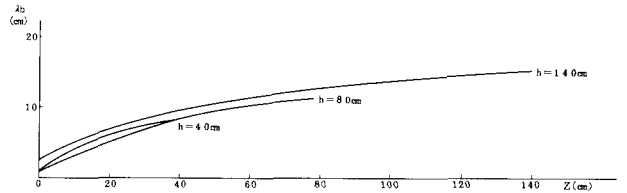


図3 気泡噴流の拡がり幅（ $Q_a^{atm} = 0.1 \text{ l/m}$ ）

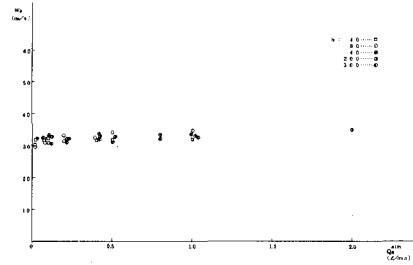


図4 注入空気量に対する
気泡上昇速度

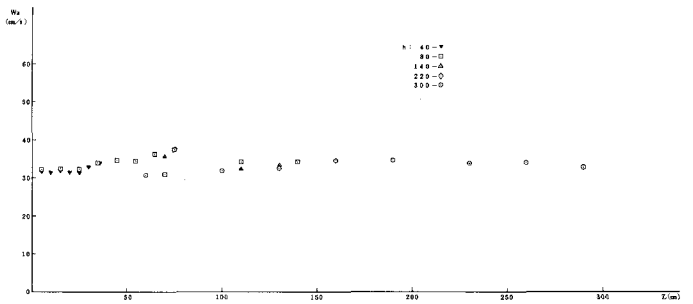


図5 気泡上昇速度分布（ $Q_a^{atm} = 1.0 \text{ l/m}$ ）

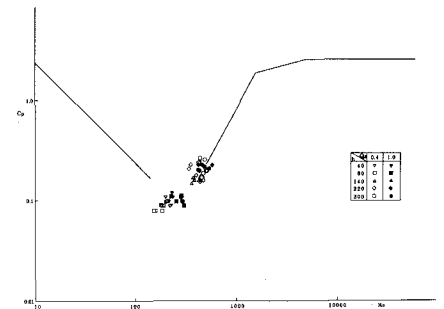


図6 レイノルズ数と抵抗係数の関係