

放水ピットにおける気泡混入を伴う流れ場の水面近傍流況について

日大生産工(院) 上杉 知久

日大生産工 落合 実, 和田 明, 遠藤 茂勝

1.はじめに

火力・原子力発電所などの放水路系では、自由水面から空気が巻き込まれ発泡現象が生じる場合がある。この泡が発生した場合には消散せずそのまま外に放出されることが多く泡そのものは水質上有害なものではないが、粘性が高く消散しにくいため景観上好ましくない。

そこで本研究では放水ピット内の流動に注目し、気泡が混入しない流れ場となるような構造形式を見出す一連として、単純な矩形水槽内において局所的および瞬間的に気泡混入が発生する限界時の流れ場を把握することを目的とする。本報告では気泡がわずかに混入する場合を限界時とし、このような流れ場の水面近傍の流動特性について実験的に検討するものである。

2.実験概要

Fig-1 に本研究で対象とする実験水槽概略図を示す。実験水槽は放水ピットを模擬したものである。座標系は流入口において中央床面を原点とし、流下方向:X、幅方向:Y および鉛直方向:Z とする。それらに対する流速をそれぞれ u , v および w とする。

本実験では初めに自由水面から気泡が水槽内に混入する場合の流入流量と水深の関係を検討する。そこで Fig-2 に実験水槽両側より気泡混入状況を 5 分間目視観測した結果を示す。気泡混入回数は流量が大きく水深が浅いほど多いことが確認できる。本研究では図に示す気泡混入がわずかに発生する Case1 ~ Case3 の 3 つの条件での検討を行う。それらの実験条件の詳細を Table-1 に示す。本実験では LDV システムを用い気泡混入が確認された X-Z 平面 $Y/B = 0.33$ の流速および乱れ量を計測した。

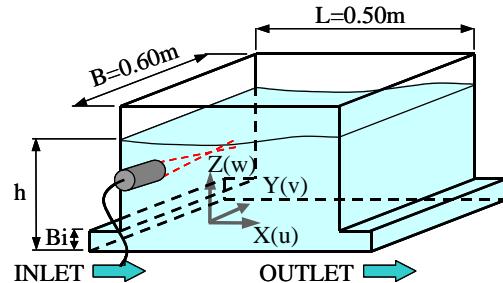


Fig-1 実験水槽概略図

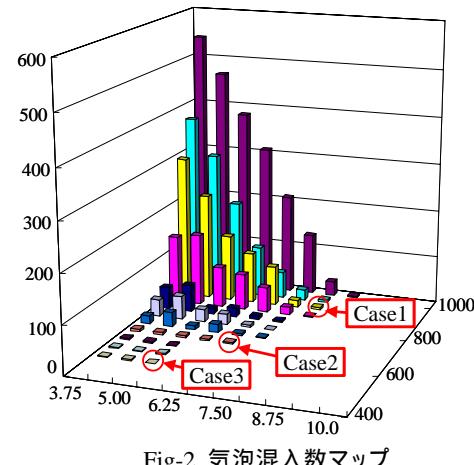


Fig-2 気泡混入数マップ

Table-1 実験条件

	Case1	Case2	Case3
流入流量 Q (l/min)	900	650	500
流入流速 U_0 (m/s)	0.625	0.451	0.347
平均水面高さ h (m)	0.30	0.25	0.20
流入Froude数 Fr	0.998	0.721	0.555
流入口高さ Bi (m)	0.04	0.04	0.04

3.実験結果および考察

Fig-3 は LDV システムを用いて流速を計測した結果である。図は各 Case における X-Z 平面 $Y/B = 0.33$ の水面下約 5cm の領域をベクトル表示したものである。Case1 では水槽末端付近において鉛直上向きの流れが確認され、それ以外の

Flow Characteristic of Near the Water Surface with Air Bubbles Entrain in a Outlet Pit

Tomohisa UESUGI, Minoru OCHIAI, Sigeatsu ENDO, Akira WADA

領域では水平逆向きの流れになっている。Case2についても同様な流況となる。Case3について循環流れの中心が水面近くにあることが示されており、水槽中央付近において流下方向流れとその逆向きの流れが衝突していることが認められる。

次に Fig-4 はより詳細に水面近傍の流況を検討するため、各 Case の水面下約 1cm の流速を分布表示したものである。流下方向流速を示した(a)では流入口から $X/L=0.50$ 付近において Case1 および Case2 は水平逆向きの流れに対し、Case3 においては流下方向の流れが確認される。また気泡混入が確認された $X/L=0.60 \sim 0.80$ においては各 Case とも $U/U_0=-0.40$ 付近になることが示されている。鉛直方向流速においては Case による差は顕著でない。水槽末端において各 Case とも鉛直上向きの流速が大きく示されていることが認められる。この鉛直上向きの流れが流出口側の水面を盛り上げる要因であり、このような領域における水面変動が気泡混入現象に大きく影響しているものと考えられる。Fig-5 は流速の乱れ量(rms)を示したものである。流下方向流速の乱れ量において Case1 は流入口から $X/L=0.40$ にかけ乱れ量が大きいことが示されており、Case3 においては $X/L=0.50 \sim 0.80$ の間ににおいて大きい乱れ量が示されている。これは流下方向の流れとその逆向きの流れが衝突することによるものと考えられる。鉛直方向流速の乱れ量については各 Case による違いはほとんどなく、どの Case においても流出口に近づくに伴い若干ではあるが大きくなっている。

4.まとめ

本研究では矩形水槽内の気泡が混入する限界時の流動特性について詳細を明らかにした。その結果、気泡混入が確認された領域において流速や乱れ量に顕著な違いは認められなかった。そこで、気泡が混入する発生要因として流速の影響だけではなく、水面形の変化が影響していると考えられることから、今後は流動に加え水面変動についても検討を行う必要がある。

5.参考文献

- 1) 合田他:第 57, 58 回土木学会年次講演会
- 2) 大谷他:水工学論文集, 第 42 卷 pp667-672

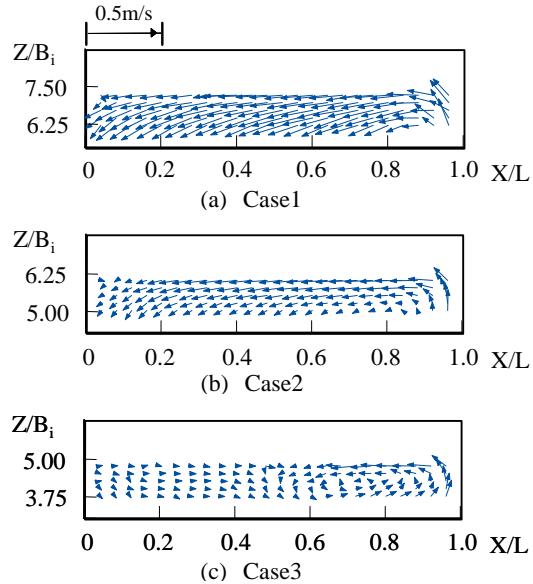


Fig-3 平均流速ベクトル図

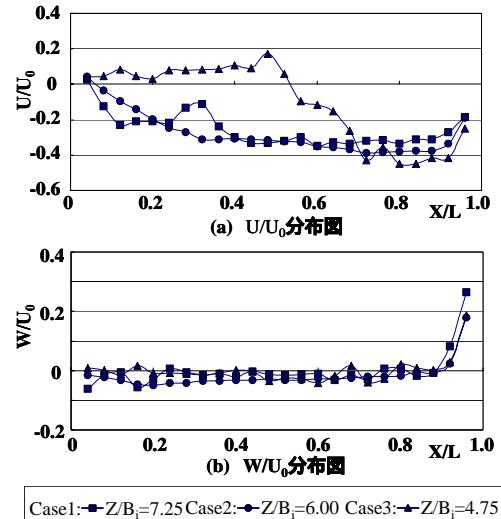


Fig-4 平均流速分布図

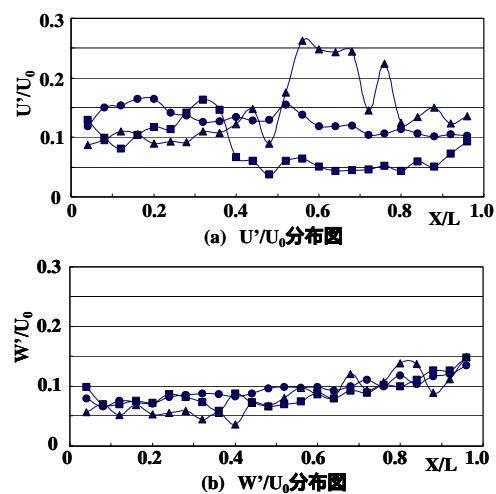


Fig-5 乱れ量分布図