

放水ピット内における気泡巻き込みに関する基礎研究

－巻き込みを伴う水面変動特性－

日本大学生産工学研究科 ○学員 上村 和弘

日本大学生産工学部 正員 落合 実

日本大学生産工学部 フェロー 遠藤 茂勝

日本大学生産工学部 正員 和田 明

1.はじめに

火力・原子力発電所の温排水を放水する際、放水ピット内において気泡が発生し外海に流出する場合がある。景観に対する意識が高まっている近年では、気泡の流出は問題視されることがある。このような現象が生じないような構造にするためには、ピット内での水理現象を把握することが必要である。そこで本研究ではそのような構造形式を見出す一連として水流体を用い単純な矩形水槽内において気泡巻き込みの要因となる水面変動特性について実験的に検討を行った。

2.実験方法および条件

Fig.1 は実験水槽概略図である。水槽はアクリル製でヘッドタンク式により実験水（水道水）を供給している。座標系は水槽床面の中央を原点とし、流下方向： X 、幅方向を：

Y 、および鉛直方向を： Z とする。

本研究ではあらかじめ流量と水深を変化させて気泡混入状況について目視観測を行った。その結果から実験条件を Table1 のように選定した。本研究ではわずかに気泡が巻き込まれる場合を巻き込み発生限界と定義し、その条件である Case1 を基本条件とした。そこで平均水深が高い方が気泡流出が少なくなると考え、Case1 より平均水深が高い気泡巻き込み発生限界条件を Case2 として選定した。また Case1、2 と水深が等しく巻き込みがより多く発生する条件をそれぞれ Case3、4、全く混入しない条件を Case5 として実験を行った。水位変動は容量式水位計を用いて計測し、サンプリング周波数 50Hz、サンプリング時間最大 180sec でデータを収録した。

3.実験結果および考察

Fig-2 は容量式水位計によって得られた自由水面の平均水面高さについて示したものである。気泡巻き込みが起こる Case1～4 では巻き込みが確認されている領域の $X/L=0.6\sim0.8$ 付近で流入口および流出口の平均水位と比べて水位が低くなっている。また流出口付近では高くなることが認められ、Case3 においては計測できなかった $X/L=0.9\sim1.0$ で約 $\bar{h}/h=1.02\sim1.04$ 程度になることが目視で確認されている。しかし気泡巻き込みが生じない Case5 においては他の Case とは異なり流入口および流出口の水位に比べて水槽中央部分で低くなっていない。

水面高さは容量式水位計で測定したがその変動を検討するために水位の時系列を波動と考え、海岸波浪の波高表現と同様に統計的的代表高さで表すこととする。すなわち平均水位 $\bar{h}$ に対してゼロアップクロス法によって波高値を求め、その平均値を平均波高 H_{AVE} 、最大値を最大波高 H_{MAX} および 1/3 有義波高を $H_{1/3}$ とする。

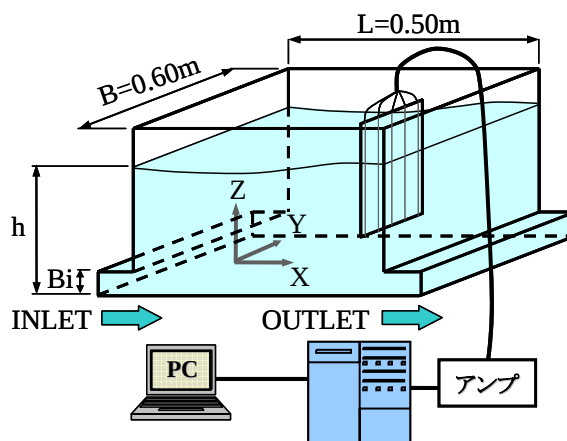


Fig1 実験水槽外略図

Table1 実験条件

	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5
平均水深 $\bar{h}$ (m)	0.25	0.30	0.25	0.30	0.30
流入流量 Q (l/min)	650	900	850	1050	750
流入流速 U (m/s)	0.451	0.625	0.590	0.729	0.521
流入口高さ B_i (m)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
気泡巻き込み	あり(少)	あり(少)	あり(多)	あり(多)	なし

キーワード 放水ピット内、水面変動、気泡巻き込み

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TLE047-474-2452

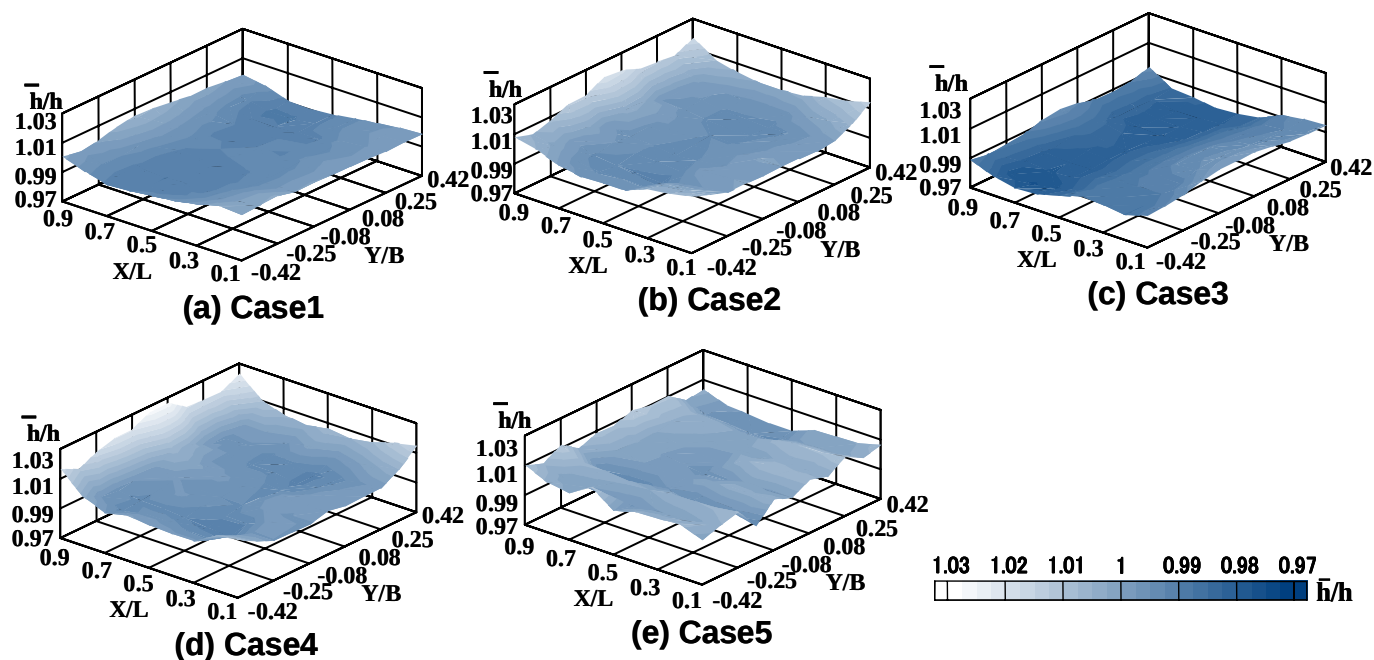


Fig2 平均水面高さ

ここで Fig3 は気泡巻き込みが確認された $Y/B=0.33$ における各 Case の平均水位、平均波高、最大波高および有義波高の流下距離方向の変化を示したものである。平均水位分布では Case3 が他の Case より全体的に低くなっており、同じ平均水深の Case1 においても若干低い値となっている。平均波高分布では平均水深の高い Case2,4,5 の変動が大きくなっている。そして最大波高分布においては気泡巻き込みが多く起こる Case で巻き込み領域である $X/L=0.6\sim 0.8$ においての変動が他の Case と比べると大きくなっており、Case4 では最大 0.02 程の値となった。また Fig3 (d) は有義波高を平均波高で除して表現している。この図において Case5 だけが若干小さい値となっていることから気泡巻き込み確認領域でこの値が約 1.5 以上になると巻き込みが発生する可能性があると考えられる。

4.まとめ

本研究では気泡巻き込みの要因となる水面変動特性について実験的に検討を行ったが要因となる事象をある程度解明することが出来た。今後は水槽内の 3 次元流動特性とこの結果の相関を検討し気泡巻き込みが発生する水理学的条件を解明していく。

参考文献

落合他：水工学論文集、第 49 巻

合田他：第 57、58 回土木学会年次講演会

上杉他：日本大学生産工学部第 37 回学術講演会

田中伸和、福原華一：水工学論文集、第 40 巻

大谷他：水工学論文集、第 42 巻

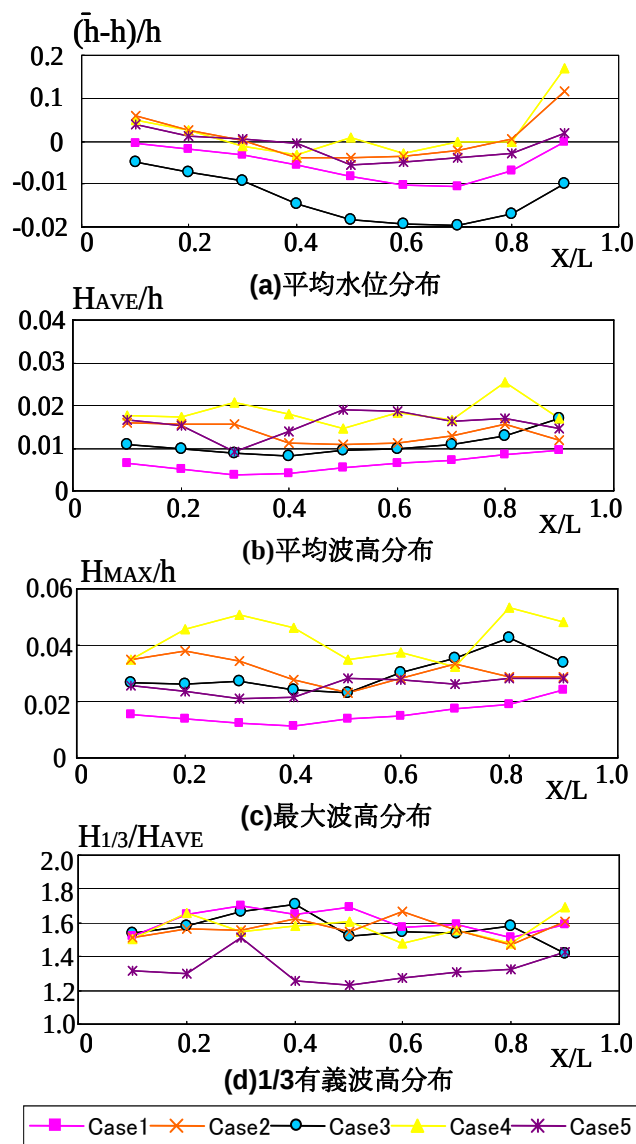


Fig3 水位および波高分布