

大 正 員 栗谷 陽一

" " 北野 義則

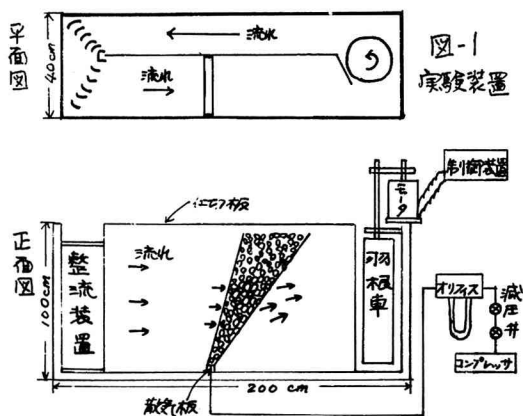
" 学生員 ○中尾 正和

1. まえがき

これまで、気泡噴流による静止淡水層2層の混合問題について実験的に、考察を行って来た。今回は、塩水静止で淡水が流下する時の気泡噴流による2層流混合の様子も明らかにする為、基礎的な実験として、一様水平流中に於ける気泡噴流の運動が、水平流によってどのような影響を受けるかを実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験装置と実験方法

実験水槽は図1の様に全面アクリル製のものを用いた。手製の横流式の翼車もモータにより駆動させ、水槽中を回流させて、一様流を得た。水槽の中央底部に置いた散気装置(長さ20cmの塩ビ製の箱に、注射バリ(長さ用1/4, 外径0.23mm)を50本取り付けたものを用いた)は、コンプレッサー、減圧弁、オリフス流量計を通して送気した。水平流速は、プロペラ流速計でもって計測した。又カメラによって気泡噴流の挙動を撮影した。

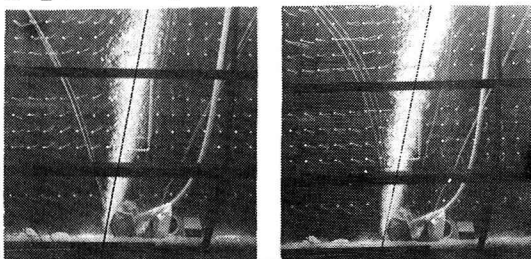
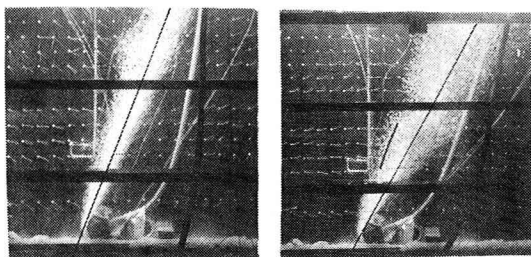


3. 実験結果

例として空気量 Q を一定、流速 U を増していった写真例を1, 2, 3, 4に示す。水平流速の小さな時は、写真1から解かる様に、気泡の両側とも気泡噴流による吸込があるが、水平流速を増すと写真2の様に、水平流速は、気泡噴流により流向が曲げられてしまう。しかし平均的な流向は曲げられた後もほぼ平行であるようである。水平流速をさらに増すと写真3の様になり、ついには写真4のようになってしまう。底面附近の逆流部が消滅してしまう。

4. 考察

簡単の為、図2の様に気泡の拡散も無視し、角度 θ でもって、上昇するmodel考えると、

写真-1 $Q=7.7 \text{ cc/sec}$ $U=7.1 \text{ cm/sec}$ 写真-2 $Q=cc/sec$ $U=7.5 \text{ cm/sec}$ 写真-3 $Q=7.7 \text{ cc/sec}$ $U=9.1 \text{ cm/sec}$ 写真-4 $Q=7.7 \text{ cc/sec}$ $U=12.9 \text{ cm/sec}$ 

$\tan \theta = U_0/w$ ① U_0 : 水平流速 w : 気泡の相対速度

連続の式を考えると、 $U_0 \cos \theta = v$ ②

空気量保存 $Q = S V_b$ ③ S : 単位体積当りの気泡密度

V_b : 気泡の流速 断面 Δ を通る x 方向の運動量の釣合を考えると、

$U_0 \cos \theta (V - U_0 \sin \theta) = g S \cos \theta$ ④

又、気泡の速度 V_b は、平均的に見て、両側の平均流速に相対上昇速度を加えた速度で上昇すると、仮定すれば、

$V_b = w \cos \theta + (V + U_0 \sin \theta)/2$ ⑤

以上の式を用いて $\frac{U}{w} = \frac{U_0}{w} \sqrt{\frac{1}{1 + (\frac{U_0}{w})^2} + \left\{ -\frac{1}{\frac{U_0}{w} \sqrt{1 + (\frac{U_0}{w})^2}} + \sqrt{\frac{w^2}{U_0^2} \left\{ 1 + \left(\frac{U_0}{w} \right)^2 \right\} + 2 \frac{gQ}{w^3} \left(\frac{U_0}{w} \right)^3} \right\}^2}$ ⑥

水平流の偏り角度 ϕ
 $\phi = \arctan \left\{ -\frac{w/U_0}{1 + (\frac{U_0}{w})^2} + \sqrt{1 + (\frac{U_0}{w})^2} \left\{ -\frac{w/U_0}{1 + (\frac{U_0}{w})^2} + \sqrt{\frac{w^2}{U_0^2} \left\{ 1 + \left(\frac{U_0}{w} \right)^2 \right\} + 2 \frac{gQ}{w^3} \left(\frac{U_0}{w} \right)^3} \right\} \right\} - \arctan \frac{U_0}{w}$ ⑦

U/w をパラメータとして、 $\frac{U}{w}$ と $\frac{gQ}{w^3}$ との関係を図3に示す。

U/w 一定の時 U/w は、空気量の増加とともに増す。又空気量を一定として、 $\frac{U_0}{w}$ を変化させると $\frac{U}{w}$ の最小値が現れる。これは U_0 の減少とともに、気泡が上向き運動量を与える流水量が少なく単純な気泡噴流に近づく為である。

気泡の傾き角度の実測結果を図4に示す。①式とよく一致している。角度 ϕ の実測結果を図5に示す。図中の実線は、⑥式で U/w をパラメータとして、 ϕ と $\frac{gQ}{w^3}$ との関係を表したものである。式⑦と実測値は、大体あっているようである。図中の実測値 $\times$ 印は、

気泡の両側からの吸込の状態となり、 Δ 印は水平流が、気泡噴流を通過した後も、剝離部分よりの連行量の補給がきかぬ為で、底面に吸い寄せられてほぼ平行となる。従って、④、⑤式は、両者の間に限って成立つ。今後気泡噴流中の流速を測定して、図3に示す結果を実測により確かめ、また気泡噴流の拡散の影響を考慮するつもりである。

参考文献)

1. ばう気槽における気泡噴流の性質 栗谷田中 第23回年報
2. 気泡噴流による2流体の混合について(Ⅰ) 栗谷北野 第26回年報
3. " " (Ⅱ) " 西村 46年度

図2.

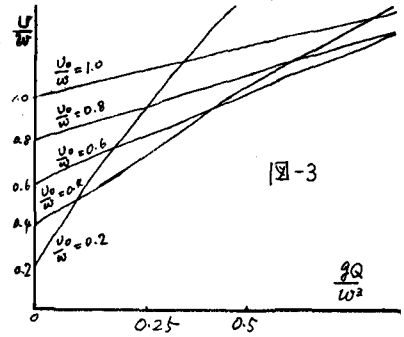
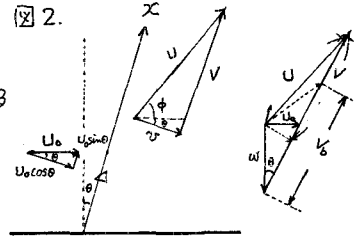


図-3

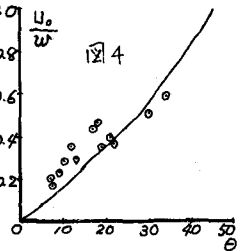


図4

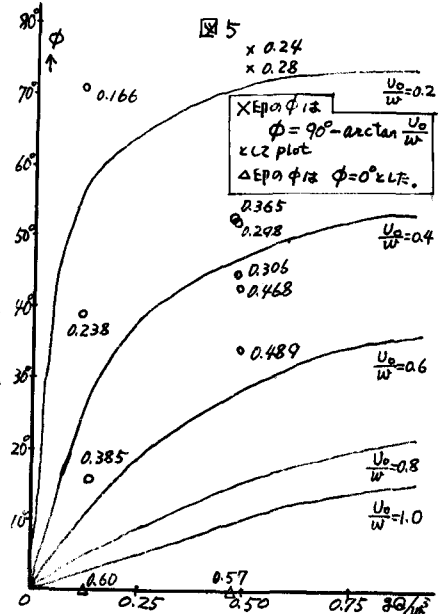


図5