

九大 正員 栗谷 陽一
九大 ○正員 北野 義則

1. まえがき

これまで、気泡噴流の広がりを見逃して、一様水平流中に於ける気泡噴流の効果と、水平流の影響を受けながら、しかも、静水中での気泡噴流の様相に近い場合について、理論的に流速分布、気泡密度分布を求めてきた。今回は、静水中での気泡噴流について、流速分布、及び気泡密度分布を実測し、上流側の entrain が下流側の entrain よりも非常に卓越している場合について、流速分布、気泡密度分布を理論的に求めた。

2. 実験装置と方法

実験水槽は図-1の様に全面アクリル製のものを用いた。横流式の翼車をモーターにより、駆動させ、水槽中にも回転させて、一様水平流を得た。散気装置は、水槽底部に置かれていて、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。気泡噴流中の流速分布は、回転可能なプロウ流速計でもって計測した。気泡密度分布は Bubble meter (高周波パルスを利用し、豆球とフォトランジスタでもって検出) を用いて計測した。

3. 一様水平流中に於ける気泡噴流の理論

図-2の様に、水平流の影響による気泡噴流の上昇方向を x 軸、それに直角に y 軸をとる

。 u, v は、それぞれ x, y 方向に対応する水の流速である。 w は気泡の相対速度、 σ は気泡密度、 p は圧力である。基礎方程式は、

$$\text{連続の式} \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

x 方向と y 方向の運動方程式

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \sigma g \cos \theta \quad (2)$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial v}{\partial y} \right) - \sigma g \sin \theta \quad (3)$$

気泡保存式

$$(u + w \cos \theta) \frac{\partial \sigma}{\partial x} + (v - w \sin \theta) \frac{\partial \sigma}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial \sigma}{\partial y} \right) \quad (4)$$

なお、 x 方向の拡散は y 方向に比較して無視した。以上の式を用いて、Schmidt が行なったと同様に、流速分布と気泡密度分布に相似性を仮定し、計算を行なうと次の様になる。(詳しくは第28回毎次)

$$\psi(\eta) \psi''(\eta) + |\psi'(\eta)|^2 \psi''(\eta) + \Theta(\eta) = 0 \quad (5) \quad \psi(\eta) \Theta(\eta) + \Theta(\eta) + |\psi'(\eta)|^2 \Theta(\eta) = 0 \quad (6)$$

$$u = w \sin \theta \psi(\eta) / \sqrt{c^2}, \quad v = w \sin \theta (\psi(\eta) - \psi(\eta_0)), \quad \sigma = w \sin^2 \theta / x (\sqrt{c^2})^2 g \cos \theta, \quad \eta = y / \sqrt{c^2} x$$

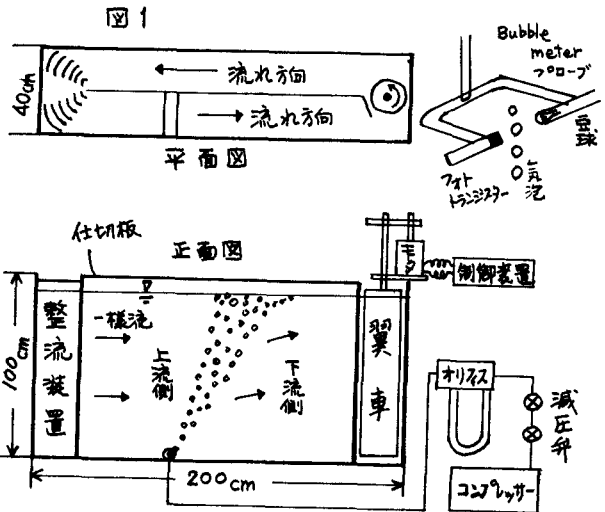
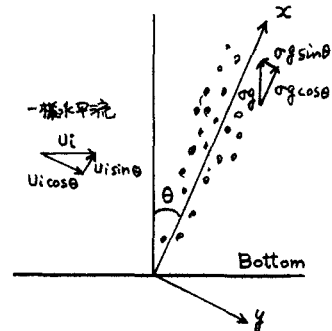


図-2



又、今回は、一樣水平流速が気泡噴流より流向が曲げられて、しかも気泡噴流中を通り抜けて行く場合を対象としている。原点 $\phi=0$ を気泡噴流の下流側にとる。なを、最初、原点を流入側に取って計算を進めたが、うまくいかなかった。境界条件は、

$$\begin{aligned} \phi=0 \quad u=U_0, \quad v=V_0, \quad \psi''=0, \quad \Theta=0 \\ \phi=\phi_i \quad \Theta=0, \quad \text{境界での流速は底に平行,} \\ \psi'(\phi)=0 \quad \text{となる。} \end{aligned}$$

以上の境界条件を用いて、(5)、(6)式を解いた。

4. 考察

図-3に、一樣水平流速の影響を受けながら、両側よりの entrain が表われている、静水中の気泡噴流の様相に近いが、流速分布のピークと気泡密度分布のピークにずれが生じている。気泡密度分布はほぼ対称である。図-4に一樣水平流の強い影響を受け、はっきりと気泡噴流中を通りぬけているのが解る。又気泡噴流の entrain は、一樣水平流の流入側が主である。気泡密度分布は、ほぼ対称である。数値計算は、図-4の現象を対象として行ったものであり、計算例を図-5に示す。密度分布、流速分布の形状は、実験結果を一応良く表わしているものと思われる。しかし、流速に合わせて C の値を決定すると、噴流幅が大きくなったり、 C の値を決定するのに無理が生じた。従来の静止流体中での噴流と比較して、今回の場合気泡噴流の方向と流れの方向が一致していないのに、混合距離理論を使用する無理が生じたためと思われる。エネルギー輸送まで考慮しなければ、ならないだろうと思われる。

