

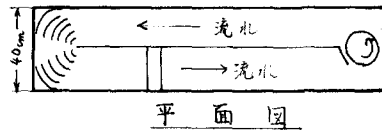
九州大学 正員 栗谷 陽一
 “ “ 北野 義則
 “ 学生員 ○石原 徹
 “ “ 吉居 清文

1. まえがき

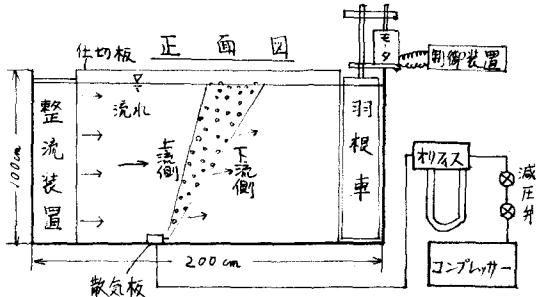
これまで、気泡噴流のひろがりを見無視して、流水中に於ける気泡噴流の初果と、水平流の影響を受けながら、しかも静水中での気泡噴流の様相に近い場合について、理論的に流速分布、気泡密度分布を求めてきた。今回は流水中での気泡噴流について流速分布、および気泡密度分布を、実験し、上流側の entrain が下流側の entrain よりも非常に卓越している場合について、流速分布、気泡密度分布の形状を仮定し、流水中に於ける気泡噴流の初果について考察を行なった。

2. 実験装置

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により、駆動させ、水槽中を回転させて、一様流を得た。散気装置(長さ20cmのアクリル製の箱に、注射バケ(皮下用 $1/4$)内径0.23mmを60本取り付け付けている。)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。気泡噴流の速度を回転可能なプロペラ流速計で測り、計測した。気泡密度分布は、Bubble meter(高周波パルスを利用したもの)で測り、計測した。



平面図



3. 一様水平流中に於ける気泡噴流の理論的検討

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方向に於ける水の流速である。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、

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

$$\text{運動方程式 } u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} (D \frac{\partial u}{\partial y}) + \sigma g \cos \theta$$

$$u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (D \frac{\partial v}{\partial x}) - \sigma g \sin \theta$$

$$\text{気泡の保存式 } (u+W) \frac{\partial \sigma}{\partial x} + (v-W \sin \theta) \frac{\partial \sigma}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} (D \frac{\partial \sigma}{\partial y})$$

以上の式を用いて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回年次で報告してある]

$$\begin{cases} -\text{至}^* = 2 \text{至}^* \text{至}^* + \text{至}^* & \textcircled{1} \\ -\text{至}^* - \text{至}^* = \text{至}^* \text{至}^* & \textcircled{2} \end{cases}$$

$$u = W \sin \theta \text{至}^* / \sqrt{c}, \quad v = W \sin \theta \{ \text{至}^* \text{至}^* - \text{至}^* \text{至}^* \}, \quad \sigma = W \sin^2 \theta / x \text{至}^* \text{至}^* \cos \theta \quad \text{となる。}$$

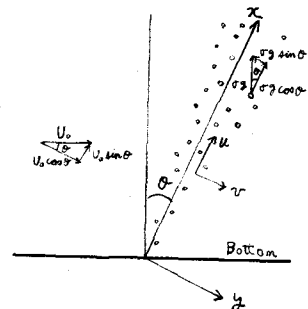
但し、Cは混合距離 $l = cx$ と置いた時の比例定数である。

上の式は u を陽に含まないので、気泡噴流中心に x の原点を取る。又 $\text{至}^*(s)$, 至^* について次の分布形状を仮定した。

$$\text{至}^* = a(s^* - b^*)^2 \quad \textcircled{3}$$

$$\theta = d(s^* - b^*)^2 \quad \textcircled{4}$$

図-2



③④より、 $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$, それに④について分布形状が決定されるが、その結果未知数が合計5個となる。流入条件により、 $\bar{u}(-b)$ と $\bar{v}(-b)$ の値が決定される。又運動方程式③、④を $-b$ から b まで積分することにより、未知数についての式が2つできる。あと1つの式を決める為運動方程式③についての一次モーメントを作り、同様にそれを $-b$ から b まで積分した。以上の操作により分布形状が決定される。

4. 実験結果と考察

図-3に実験結果を示している。図-3の1より解るように、水平流の影響を受けながら、両側上りの entrain が表われていて、静水中の気泡噴流の様相に近いが流速分布は下流側に尾を引いている。気泡密度分布はほぼ対称である。図-3の2は上流側の entrain がやや卓越していて、気泡密度分布はピークが下流側によっている。図-3の3は図-3の2の現象よりも一層はっきりしている。図-4に示している気泡密度分布、流速分布の理論結果は図-3の3の様な現象を対象として行っている。各々の分布形状は現象を傾向的に表わしていると思われる。なお $C=0.015$ 、 $w=23 \text{ cm/sec}$ とすると $U_0=9.45 \text{ cm/sec}$, $\theta=22^\circ 11'$ 空気量 $Q=14.36 \text{ cc/sec-cm}$ となる。今後 C の値についてさらに検討を行なってみる。

