

沈降性粒子を含む密度噴流

九州工業大学 正 員 藤崎一裕
 " 学生員 ○尾崎智之
 " 学生員 城土 直

1. まえがき

静水中に鉛直下方に放出された沈降性粒子を含む噴流について実験を行なった。この種の現象は、初期段階では噴出運動量が卓越しているため、Jetと同様な挙動を示し、軸上流速が低下するにつれてplume的な状況へ移行する。軸対称の噴流の場合には、さらに粒子群の沈降が卓越した状況が表われる。

このような現象については以前に混合距離理論を用いて解析がなされている¹⁾。しかしその実験的検証はまだ十分にされていない。これは上記の一連の過程を単一の実験で追跡することの困難性にも起因している。本報では二次元の場合については主としてjet→plumeへの移行過程に着目して実験を行なった。また、軸対称の場合については、粒子のみを水面直上より放出して、重力plume域以降の現象について調べた。

2. 実験装置及び方法

図1に実験装置の概略を示す。

2次元の場合には貯水槽の前面10cmを仕切り、仕切り部の中央部分に噴出幅2mmのノズルを取り付けた。噴出水と粒子は図中の混合装置で混合されてノズルより放出される。

粒子は標準砂を試験フレイで $4\sqrt{2}$ の目開き区間に整粒した。また貯水槽内の仕切り板は両端を開いて噴出水により循環流が生じるのを防いだ。

流速測定は電磁流速計を用いた。プローブの直径は10mmである。また、粒子濁度の測定には手製の濁度計を用いた。これは市販のフォトカブラを利用したもので粒子濁度と出力とが広い範囲で直線関係にある。また、実験途中で適宜粒子懸濁液をサンプリングしてこの濁度計の検量線をチェックした。

軸対称の場合は、主たる関心がplume域からsettlingへの移行領域であるから乾燥粒子群を水面直上に置き、水中に自由落下させる方式で実験した。このときノズルの径は9mmと13mmの2種類を使い、ノズル先端は水面上3mmの位置に設置されている。

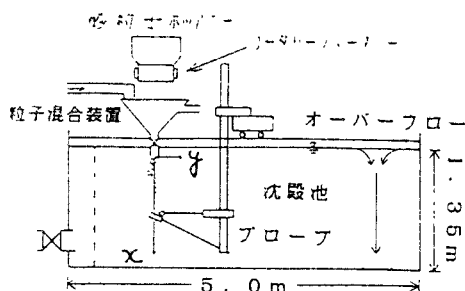


図1 実験装置

3. 実験結果と考察

3.1. 二次元密度噴流

図2.1から2.4に測定結果を示す。粒子の沈降速度 $w = 2.9, 4.4, 6.36 \text{ cm/s}$ 、噴出運動量 $m = 220 \sim 3800 \text{ cm}^3/\text{s}^2$ 、噴出粒子量 $q = 0.17 \sim 0.84 \text{ cm}^3/\text{s}$ である。図中の直線は横断方向(y軸)の流速分布 u や、粒子濁度分布 σ に(1)式の相似系を仮定し乱流モデルを用いて求めたものである。

$$\left. \begin{aligned} u &= u_0 \cdot \exp\left(-\left(y/b\right)^2\right) \\ \sigma &= \sigma_0 \cdot \exp\left(-\left(y/a\right)^2\right) \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

また、図中の諸量は次の量により無次元化されている¹⁾。

$$\left. \begin{aligned} U &= u/w \\ S &= \sigma g L_0 / w^2 \\ A &= a / (\varepsilon^2 L_0) \\ B &= b / (\varepsilon^2 L_0) \\ X &= x / L_0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

$$\left. \begin{aligned} m &= u_0^2 D \\ q &= (u_0 + w) \sigma_0 D \\ Q &= q g \varepsilon^2 w^{-3} \\ L_0 &= m (q g)^{-2/3} \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \varepsilon^{-2/3} \\ M &= m / \left(\frac{\sqrt{11}}{2} \varepsilon^2 L_0 w^2\right) \end{aligned} \right\} \dots\dots(3)$$

x は噴出口からの距離、 D は2次元ノズルの幅である。

図2.1～2.4に示されている実験結果は以前の報告¹⁾に比べて X が大きい部分の測定値が多く示されている。 $X = 1$ がjet→plumeの移行点の目安であることを考えると、このような領域でも前報の数値解は実験値をほぼ再現しているといえる。

3.2. 軸対称plume

図3.1～3.4に軸対称の実験結果を示す。図中の直線は前項同様の理論解析のplumeの場合の値である。実験条件は、噴出粒子量 $q = 0.6 \sim 4.7 \text{ cm}^3/\text{s}$ である。これらの図によると実験値にはかなりばらつきがあるが、図中の直線は、ほぼ実験値に当てはめた最適値に近く前報理論解析の妥当性も示されている。

なお今回の実験範囲ではplume域からsettling域への移行の過程までには至っていない。

終わりに本研究に協力された本学学生、森山茂樹君に感謝する。

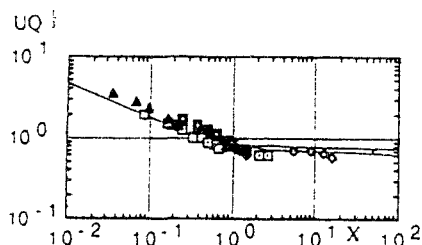


図2.1 軸上流速の減少過程 (2次元)

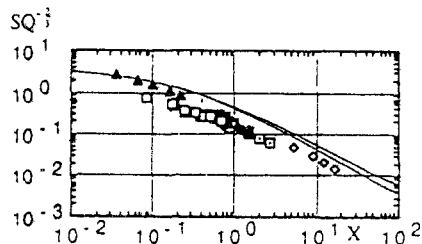


図2.2 軸上粒子温度の減少過程 (2次元)

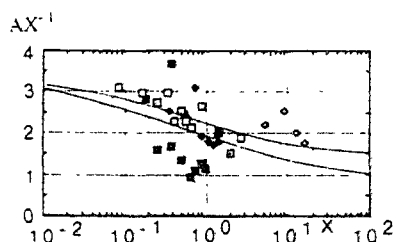


図2.3 粒子の広がり幅A (2次元)

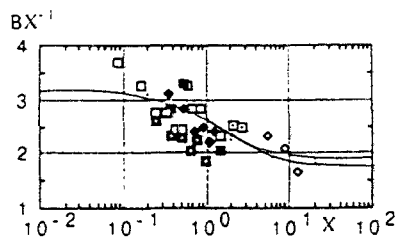


図2.4 運動量の広がり幅B (2次元)

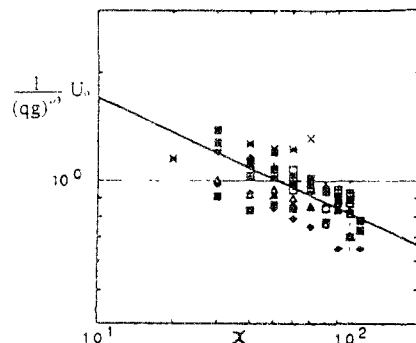


図3.1 軸上流速の減少過程 (軸対称)

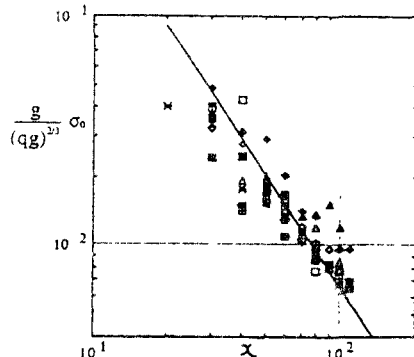


図3.2 軸上粒子温度の減少過程 (軸対称)

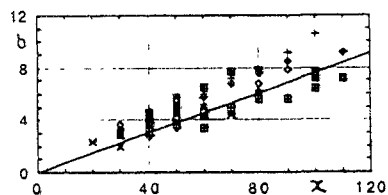


図3.4 運動量の広がり幅b (軸対称)

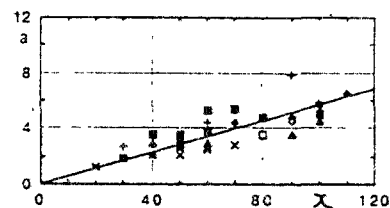


図3.3 粒子の広がり幅a (軸対称)

参考文献

- 1) Awaya Y., Fujisaki K and Matsunaga K :
Journal of Hydrosci. and Hydraul. Eng., 1985
vol.3 No.1 pp-63-74