

二次元自由噴流の拡散現象について

大阪大学工学部 正員 村岡浩爾
大阪府 正員 清水 洋

1. 序

乱流自由噴流における拡散現象は前回の報告⁽¹⁾の結果によれば分布の標準偏差 $\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}$ と拡散距離 X の間には

$$\sqrt{(Y-\bar{Y})^2} \propto X \quad (1)$$

なる直線性があり、噴流場の拡散を Batchelor の相似理論⁽²⁾で説明できた。しかし、source の噴流軸方向位置 X_s が任意であつても (1) 式が成立つかどうか問題であり、本論は X_s を種々に変化させた場合について再検討するものである。また、拡散分布の平均値の位置を連ねた線は平均流の流線を与えると予想され、この点について吟味する。

2. 実験装置および実験方法

図-1 に示すような二次元上向き自由噴流場で合計15点の source から tracer を拡散させる。測定方法の詳細は前々回の報告⁽³⁾と同様である。

3. 粒子分布の平均値の位置について
拡散分布形は前回の報告と同様に source の位置にかかわらず大略 Gauss 分布とみなせる。そして、その分布の平均値の測定値をプロットしたのが図-2 である。図中の点線は Albertson による二次元無限噴流の理論から、点噴流として流線を計算したものである。Albertson 係数 C は無限噴流の場合 $C=0.11$ であることから、筆者らの実験が有限噴流であることを考慮して $C=0.13$ とした。噴流拡散区域内に source を設けた場合、free jet region では拡散分布の平均値の測定値が source を通る流線上にあるとみなせる。一方、拡散域外に source がある場合、平均値は流線より上噴流軸側に片寄る傾向がある。

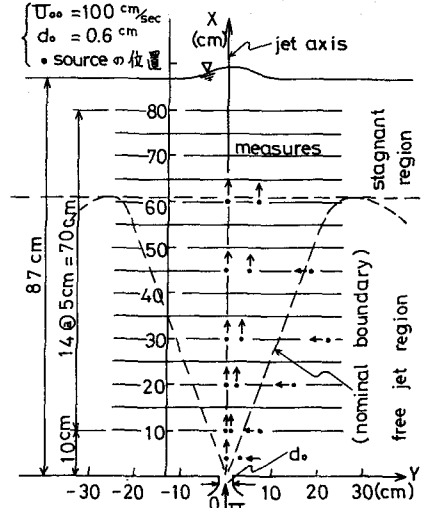


図-1 実験方法の説明図。

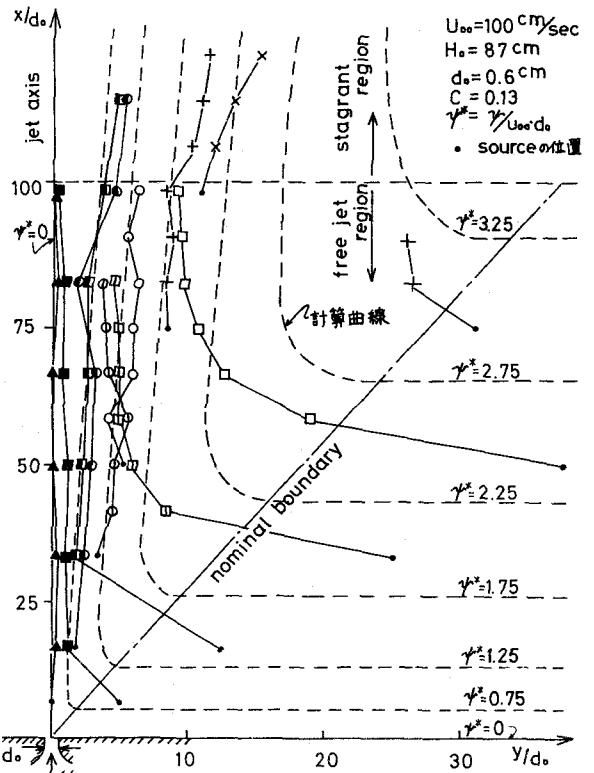


図-2 拡散分布の平均値の分布図

これを明らかにするために、任意の断面上で流線が決定する座標を μ 、測定平均値を $\bar{\mu}$ とし、 $\Delta\mu = \mu - \bar{\mu}$ を図示したのが図-3である。同図によれば source が噴流軸より離れるにしたがって $\Delta\mu$ が0より小さくなるて行くことがわかる。以上は free jet region での特性であるが、stagnant region では水平流が発達するるので前者と同様の議論はできない。

4. $\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}$ と X の関係について

図-4は source の位置 x_s/d_o をパラメーターとして、source が拡散域内および拡散域外にある場合も含めて全て $\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}$ と X の関係をプロットしたものである。source の位置 (x_s, y_s) が変わっても $\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}$ と X の間には直線性があり、これらの直線群の傾き $m (= \sqrt{(Y-\bar{Y})^2} / X)$ はほとんど等しく $m = 0.073$ 程度である。以上は free jet region での特性であるが、stagnant region では当然 m は大きくなる。

5. 結論

(1) 拡散域内の source に関する拡散分布の平均値は近似的に平均流の流線によって決定されるが、拡散域外の source に関しては平均値は噴流軸側に片寄る傾向を示す。この原因は nominal boundary 付近の vortex が tracer の侵入方向に影響を及ぼしていると考えられ、今後の検討事項としたい。

(2) free jet region では $\sqrt{(Y-\bar{Y})^2}$ と X の間には source の位置を拡散域内および拡散域外に置いても直線性が認められ、Batchelor の理論で拡散を説明できる。これらの直線の傾きは $m = 0.073$ ほど一定である。

6. 謝辞

本研究を行うにあたり、終始御指導頂いた大阪大学教授室田明先生に感謝の意を表したい。また、資料の整理に関し、大阪大学大学院生芳田利春君の協力を得た。

(参考文献)

- (1) 村岡; 自由噴流における拡散現象について—Batchelorの相似理論の適用と問題点—, 関西支部講演集, 昭43.
- (2) G.K. Batchelor; Diffusion in free turbulent shear flow, J. Fluid Mech., Part 1, vol. 3, 1957.
- (3) 村岡, 中山, 清水; 鉛直上向き噴流内の水粒子混合について, 関西支部講演集, 昭42.

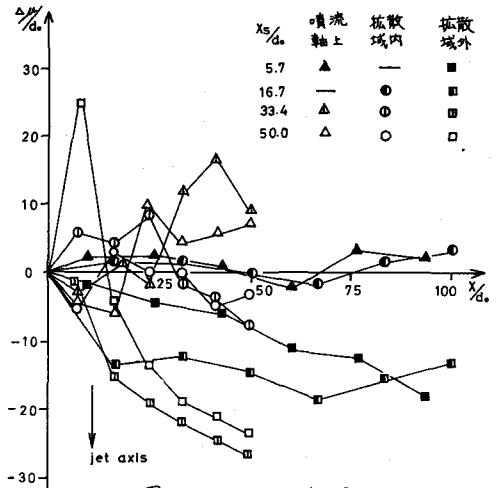


図-3 $\Delta\mu$ の分布図

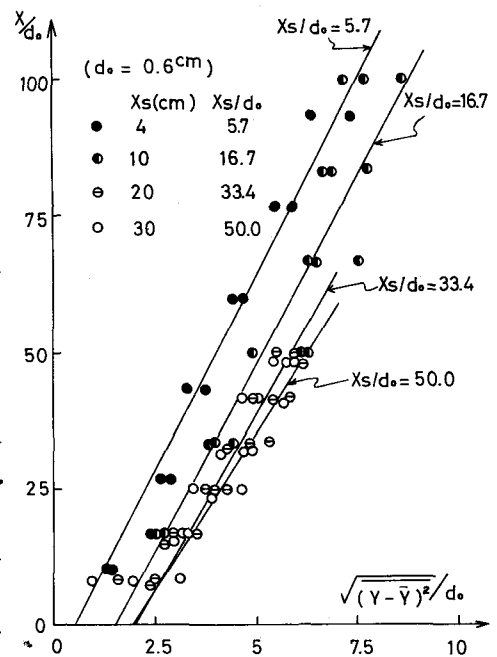


図-4 標準偏差の分布図