

II-215

下層密度流の流れ構造について

山口大学工学部	正	羽田野 袈裟義
山口大学工学部	正	齊 藤 隆
日本ペイント		弘 中 邦 芳
日本国土開発		津 田 眞 典

1. まえがき

本研究は、密度流による物質移動を評価するための第1ステップとして、水素気泡法による下層密度流の流速分布の測定結果をもとに、その流れ構造を検討したものである。

2. 実験の概要

実験は前報¹⁾と同様、長さ 3m、幅12.5cm、高さ40cmの実験水路を所定の勾配にし、上流から重量濃度 20%の着色塩水を一定流量 0.15(l/s)で供給することにより Plume を発生させて行なった。勾配は、0.005、0.01、0.03、0.05、0.10、0.15とした。水路の上流端より 220cmの位置に直径 80 μ mのタンゲステン線を張り、水素気泡を発生させた。水素気泡列をモータードライブカメラにより撮影し、フィルムをスライドプロジェクターにかけて白紙にトレースすることにより流速分布を求めた。

3. 実験結果の検討

図-1は密度流フロント部の模式図である。本実験では固定点で流速分布を測定しており、フロントから X_1 (フロント速度をフロント通過後の時間で積分して求む) の位置で測定していることになる。個々の撮影時刻に対応する X_1 値を以下のようにして求めた。即ち、 $X=100\sim 250$ cm 区間におけるフロント速度のデータを著者ら²⁾のフロント速度計算式で最小自乗近似し、これを $X>250$ の区間に適用した。こうして求めたフロント速度を数値積分してフロント位置と X_1 を求めた。

(1)速度分布の変化 密度流のフロント部では、流速分布はかなり変動しながらも流動層全層にわたって Wall Jet³⁾の分布形に近く(図-2(a))、後方いくと2次曲線形⁴⁾に移行するケースやWall Jetに近いケースが現れるなど勾配により異なった(図-2(b),(c))。図の(b)の状態では $Y_{um} < y < Y_{1/2um}$ で2次曲線に近く、 $y < Y_{um}$ では2次曲線的なものと Jet 的なものが交互に出たり、両者の中間的なものになったりする。本実験における最急勾配0.15のケースでは、 $Y_{um} < y < Y_{1/2um}$ 区間でも2次曲線的になることはまれで、流れのほぼ全域で Jet に近い分布形となった。このよ

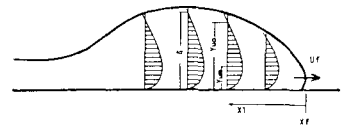


図-1 密度流フロント部

うなことから R. 数の大きい流れでは全域に Jet 的となることが予想される。なお、フロントより少し後方の稀釈層において流速分布は段差を示す¹⁾が、これは図の(a)の後半から(b)にかけて生じ、その開始位置は $X_1/\delta = 2.5\sim 5$ 、終了位置は $X_1/\delta = 7\sim 14$ であった。

(2)諸量の変化 X_1 断面における断面平均流速 $\bar{U}$ 、断面最大流速 U_{max} 、流速ゼロ点 Y_{u0} 、断面最大流速点 Y_{um} の値をフロント速度および δ で無次元

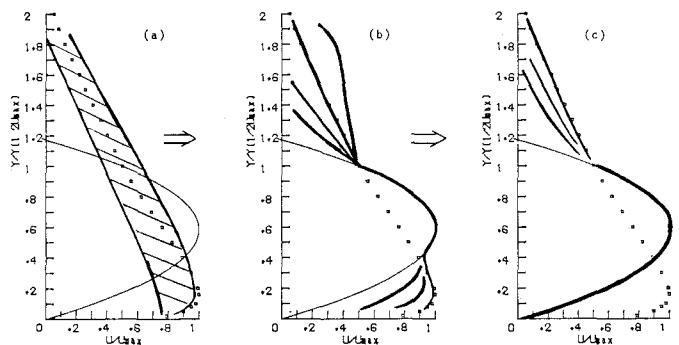


図-2 流速分布の変化のパターン

化したものの変化を示したものが図-3～6である。なお、 δ は次式で与えた。

$$\delta = Y_{uom} + m \cdot (X - 220) \quad ; m = 0.35 \cdot \text{Slope}$$

まず、図-3より U/U_F はフロント部で大きく後続部で減少していく。また全体的に急勾配程 U/U_F は大きな値を示し、このことは勾配が急な程先端部の発達割合が著しい²⁾ことと対応している。また勾配が急な場合 U/U_F が1を上まわる場合が生じており、後続部からフロント部への流れ込みが激しいことを示唆している。つぎに、図-4より U_{max}/U_F はRUN3以外では1より大きく、勾配が急な程大きくなっている。但し、勾配が0.05以上では勾配による変化は認められない。

Y_{uo}/δ は $X1/\delta$ が約2～3で最大値1となりこれより後方では減少していく。この減少度合は急勾配程大きい。これは、フロント部の流動厚さの発達が急勾配程大きいこと、およびフロント部の流動厚さがフロント位置に規定されるのに対し、後続部の流動厚さが水路上流端から流速分布測定点までの距離により規定されているためである。また Y_{um}/δ は、殆どが0.3以下の値となっている。勾配が急なほど小さな値をとる傾向がみられる。流動厚さの上記の特性の影響が出ている。

参考文献

- 1)羽田野・斉藤・平野；第31回水講演文集、1987
- 2)平野・羽田野；土木学会論文集、1981
- 3)Verhoff, A. ; Rept.626, Princeton University, 1963.
- 4)Ippen, A.T. and Harleman, D.R.F. ; U.S. Natl. Bur. Standards. Circ. 521, 1952.

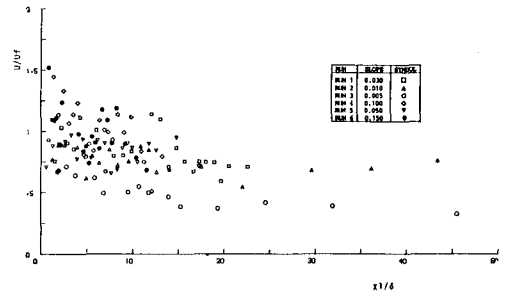


図-3 U/U_F の変化

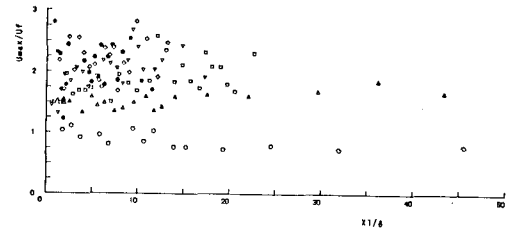


図-4 U_{max}/U_F の変化

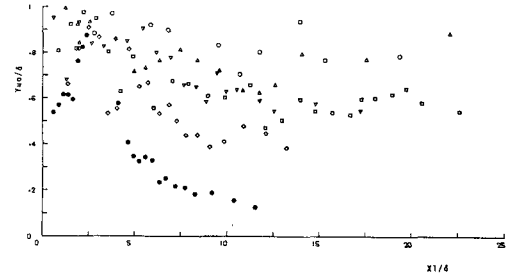


図-5 Y_{uo}/δ の変化

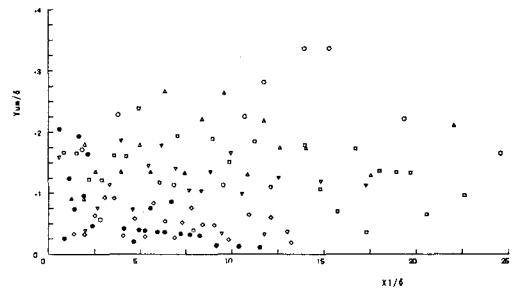


図-6 Y_{um}/δ の変化