

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. 序

泥水密度流による土砂移動を評価するには、底面せん断力と密度流内部の流れ構造を明らかにする必要がある。

本研究は、密度流による土砂輸送を評価するための第一段階として、下層密度流の先端から後端部に至る間の流速分布を水素気泡法により測定し、これより速度諸量間の関係を求めた。

2. 実験

実験は図-1に示すような、長さ 3m、幅12.5cm、高さ40cmの実験水路を所定の勾配に設定し、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行なった。勾配は表-1に示すとおりである。密度流フロントがせきに衝突することにより生じる複雑な流れを回避するため、水路の下流端をせきのない状態にし、水を張った水槽内に実験水路を設置した。また水路の上流端より 220cmの位置に直径 80μmのタングステン線を張り、水素気泡をパルス状に発生させた。この水素気泡列を水路側壁からモータードライブカメラで写真撮影した。得られたフィルムをスライドプロジェクターにより撮影し、流速分布を求めた。

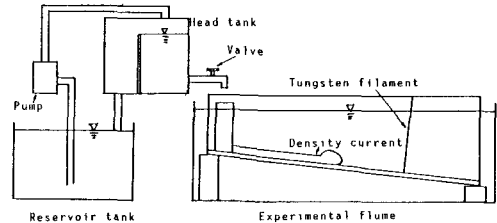


図-1 実験装置

3. 実験結果の検討

(1) 目視境界面と流速ゼロ点 目視による境界面と流速ゼロ点、最大流速点との大まかな関係をみるため、上述のようにして流速分布を求めたと同一の実験条件で実験をくり返し、目視による流動厚を求めた。図-2はこれら諸量の経時変化の一例を示したものである。実験により程度の差はあるが、大体において流速ゼロ点は目視境界よりも多少下方にある。なお水素気泡列を含む断面だけにスリット光を照射した場合には、目視境界が流速ゼロ点とほぼ一致する。従って図-2は、流れの3次元性が現れた結果といえる。最大流速点は両者に比べてかなり小さい。

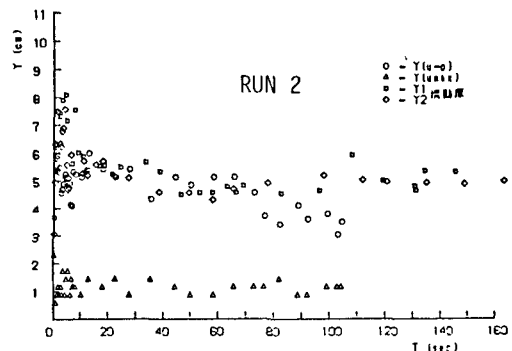
表-1 実験条件

RUN	SLOPE	SYMBOL
RUN 1	0.030	□
RUN 2	0.010	△
RUN 3	0.005	○
RUN 4	0.100	◇
RUN 5	0.050	▽
RUN 6	0.150	●

(2) 諸量のフロント位置からの距離による変化 図-3～6はフロントがタングステン線位置(X=220 cm)を通過したのち、この位置における断面平均流速U、断面最大流速U_{max}、流速ゼロ点Y_{uo}、最大流速点Y_{umax}の値をフロント速度およびフロント位置における流速ゼロ点の推定値 DELで無次元表示したものである。DELは次式¹⁾で求めた。

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

また、フロント速度、フロント位置の推定は、著者

図-2 Y_{umax}, Y_{uo}, 流動厚の変化

らのフロント速度計算式において、 $X=100\sim 220\text{cm}$ 区間の速度のデータを用いて最小自乗法によりパラメータを決定し、 $X>220\text{cm}$ 区間に外挿した。

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¹⁾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}/DEL は $(X-200)/DEL$ 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 $Y_{\max}/DEL$ 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。しかしながら流動厚さの上記の特性をふまえ、より適切な量を用いて規格化することが必要である。

最後に本稿では提示しなかったが、フロント部の流速分布はWall Jet²⁾の分布形に近く、またRe数の比較的小さい場合、後続部の流速分布形はIppen-Harleman³⁾が示したような2次曲線形となったことを付記する。

参考文献

- 1) 羽田野袈裟義；九州大学学位論文、1983
- 2) Verhoff, A. ; Rept.626, Princeton University, 1963.
- 3) Ippen, A.T. and Harleman, D.R.F. ; U.S. Natl. Bur. Standards. Circ. 521, 1952.

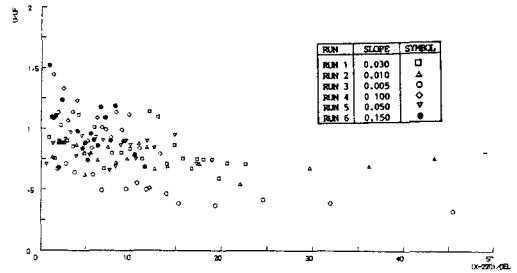


図-3 U/U_F の変化

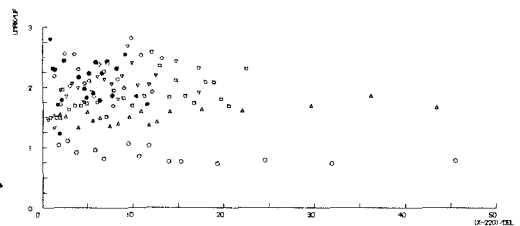


図-4 $U_{\max}/U_F$ の変化

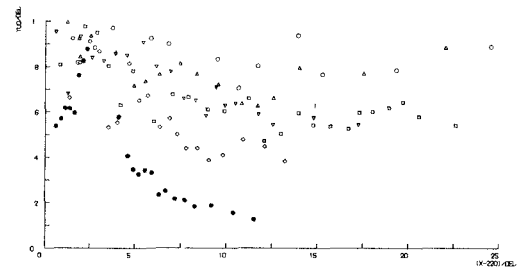


図-5 Y_{uo}/DEL の変化

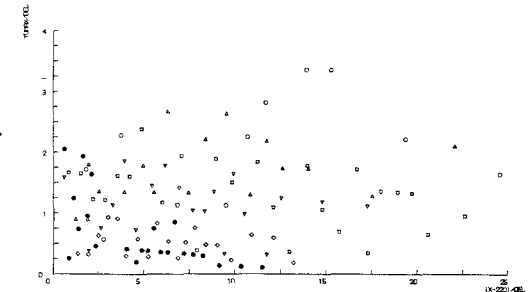


図-6 $Y_{\max}/DEL$ の変化