

山口大学工学部 正○羽田野架繁義
山口大学工学部 正 斉藤 隆
九州大学工学部 正 平野 宗夫

1. まえがき

下層密度流の底面せん断力を評価することは、密度流による底質のまき上げを考える上で極めて重要である。1)しかしながら従来の下層密度流の研究で底面せん断力を直接測定した結果は報告されていない。今回著者らは下層密度流の底面せん断力を直接測定し、興味ある結果を得たのでここに報告する。

2. 実験方法の概要

実験は、長さ5 m、高さ40 cm、幅12.5 cmの一定幅の水槽を満水したのち、上流から30%の着色塩水を供給して下層密度流を発生させることにより行なった。底面勾配0.0063, 0.0120 0.0337 および0.0550の4種に対し、各々3回ずつ行なった。上流より3.5 mの水路床上にせん断力計を設置し、この位置に塩分センサーを投入し、これらをペンレコーダーに出力させた。同時に側面からVTRで撮影し、流動厚さと先端速度を目視計測した。なお、せん断力計は4ゲージ結線によるもので、受感部平面が水路底面と一致するように設置した。また、実験に先立ち、矩形断面(10 cm×0.5 cm)の管路流れによりせん断力計の検定を行なった。

3. 実験結果

底面せん断力および流動厚さの時間的变化を調べた結果が図-1および2に示されている。図より底面せん断力および流動厚さは密度流先端が到達すると急激に増大し、最大値に達したのち減少しながらほぼ一定値に近づく傾向を示している。しかしながら最大せん断力の発生時刻は、最大厚さの発生時刻とは一致せず、かなり遅れている。このことは今回行なったすべての実験において認められた。密度流フロント部の流れのパターンが、Prandtl¹²⁾,

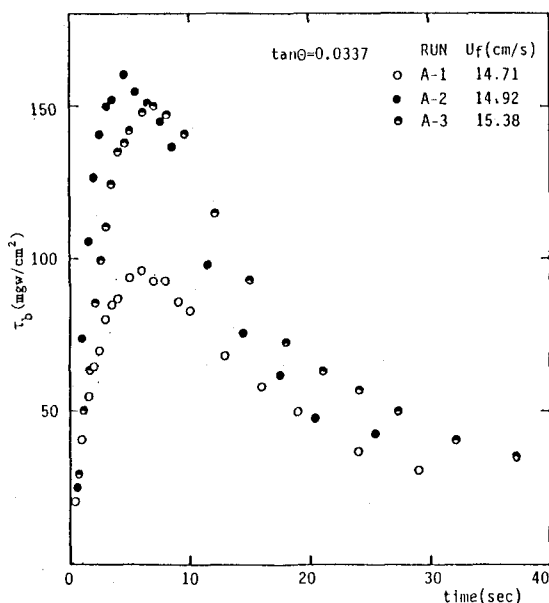


図-1 底面せん断力の時間的变化

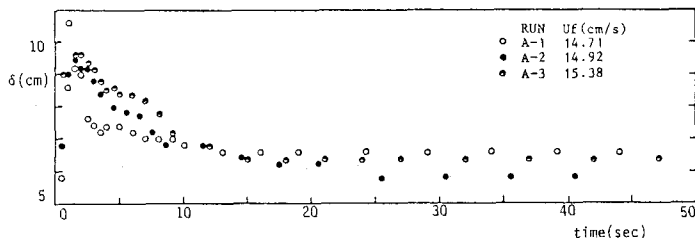


図-2 流動厚さの時間的变化

Mddleton3), 平野ら4)により示されている。

平野らによると、フロント後端部付近から周囲流体が先端移動速度よりかなり大きな速度でとりこまれており、このことの効果が現われていることが考えられる。この最大値発生のずれの程度を調べた結果が図-3に示されている。図では最大厚さ $\delta_{\max}$ と先端速度 U_f を用いて示している。それによると両者の最大値の発生する断面のずれは、底面勾配が0.0083で最大厚さの15~20倍、勾配0.0337と0.0550の場合で最大厚さの10倍以下と、底面勾配が急な程小さい値を示している。

最後に、各実験で得られた底面せん断応力の最大値、および最大流動厚さの断面におけるせん断応力を ρU_f^2 で無次元化し、これらをレイノルズ数 $U_f \delta_{\max} / \nu$ に対してプロットしたのが図-4である。それによると、本実験の範囲では、前者は大体0.05~0.12、後者は0.015~0.03程度の値となり、両者とも底面勾配の影響をあまり受けず、いずれもレイノルズ数とともに減少している。しかしレイノルズ数による減少は前者の方が後者よりもより急激である。なお、後者に付した直線は、壁面噴流に関する研究結果5)

$$\tau_b = \frac{0.0283}{\left(\frac{u_m d_{um}}{\nu}\right)^{1/4}} \rho u_m^2$$

において、密度流先端部の流速分布の測定結果8)から $U_{\max} = 2 U_f$ 、 $d_{um} = 0.05 \delta_{\max}$ として得られたものであり、前報1)における推定と近い値となっている。

4 結び

以上、下層密度流の先端部において、底面せん断力の最大値が流動厚さの最大値より後方で起こること、最大底面せん断応力の抵抗係数および最大厚さの断面の底面せん断応力の抵抗係数はいずれもレイノルズ数により減少するが、その減少度合は前者が後者に比べてかなり激しいことなどを示した。今後実験範囲を広げる一方、流況と対応づけるなど更に詳細に検討する必要がある。

参考文献

1) 羽田野架義義; 密度流先端の流動機構に関する研究、九州大学学位論文、1983。
2) L. Prandtl; Essentials of fluid dynamics, Blackie and Son, Ltd. Grsgow, 1952
3) G.V. Middleton; Experiments on density and turbidity currents, I Motion of the head, Canadian Jour. of Earth Sciece, vol.3, 1968
4) 平野 宗夫・羽田野架義義; 密度流先端部の流動特性, 土木学会論文報告集, 第 314号, 1981。
5) A.Sigalla; Measurement of skin friction in a plane turbulent wall jet, J.R.Aeroanut.Soc.62, 1958。
6) 井元 大吉; 底質のまき上げをとまう密度流に関する研究、九州大学卒業論文、1980。

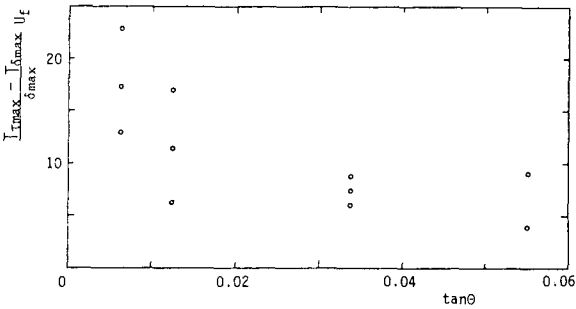


図-3 底面せん断力と流動厚さの最大値発生のずれ

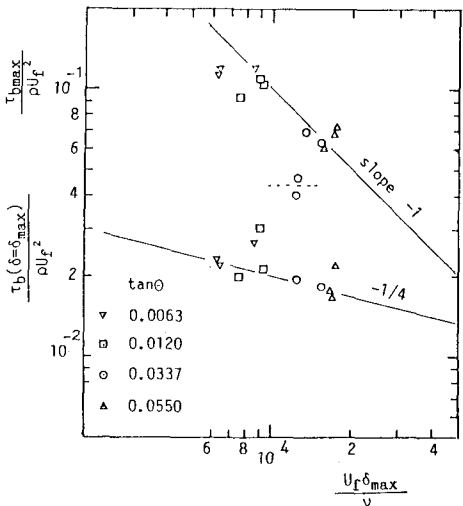


図-4 底面せん断力係数