

II-204 密度流界面の可視化実験

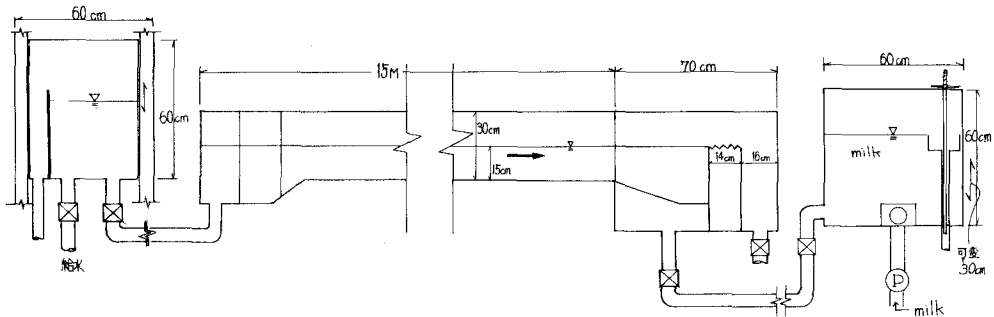
中央大学理工学部 正員 林 泰造
 東海大学 工学部 正員 〇浜野 啓造
 中央大学理工学部 正員 大橋 正和

1. はじめに

近年、感潮河川河口部、貯水池流入部等の密度差を有する二流体間における密度流界面および先端部の挙動に関する研究が盛んに行われ、その研究成果が数多く発表されている。しかしながら、密度流界面および先端部の挙動は複雑であり、この界面・先端部の不安定機構は未だ不明な点が多々ある。本研究は理論研究に至る前段階として、これらの現象を把握する目的で密度流界面・先端部の挙動と直線矩形断面水路を用いて、静水中の路床に沿って遡上する密度流の一方向流と流れに向って遡上する密度流の界面と先端部の挙動における不安定機構を明らかにする可視化実験を行った。

2 実験装置と実験方法

実験装置は下図に示す、高さ30cm、幅20cm、長さ15mの透明塩化ビニール製の可変勾配水路を用い、路床の一部に染料注入装置を取付けた。上流部給水装置は可変水位一定水槽により一定流量、下流部は高い密度の溶液と給水する水位可変水槽を設置した。



実験装置図

実験方法は静水中、路床に沿って遡上する密度流の可視化には下流端水槽に比重1.006～1.012のミルクを供給し、直線水路水深と下流水槽水位と一定に保ち、遡上する密度流の流況をモータードライブ付35mmカメラで撮影、同時に路床面に密度流と同密度の染料を併し現象把握に努めた。静水およびミルク溶液の温度は15℃を保ち水路勾配は1/1000に設置した。先端部の移動速度は測定点と通過する時間とストップウォッチで計った。先端部が静止した後、上流側より水と流すとともに下流側から排水し、界面の挙動を写真撮影による可視化を行った。

流れに向って遡上する密度流の実験は上流端より一定流速1%で流下中、下流端からミルク溶液と水路水深と等しい高さまで供給し、上記と同様の可視化の実験を行った。

3 実験結果

1) 静水中の密度流遡上の実験

静水と深およびミルク溶液水深15cmで行った実験では、密度流先端部形成後は写真-1(a)の形状を示し、バルジ状先端部後面の界面には写真-1(b), (c)のミルク舞い上りが表われ、その後写真-1(d)のほぼ定常的内部波の現象が見られる。バルジ状先端部は遡上停止に至るまで形状は相似を保ち、停止後は内凹の状を示した。

先端部最大水深50cm, 層厚35cm, 遡上速度23%付近から界面の不安定現象が生じ, 上層に乱れを放出し, 先端部後方に渦が現われる。先端部最大水および遡上速度は遡上距離に比例して減少する。

路床面の染料を巻き上げ, 先端部はバルジ形状に沿って, 一部は後方に他は下図の先端部に入り回転する。



先端部模式図

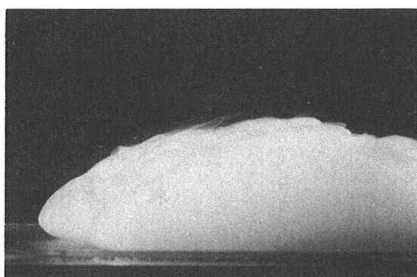


写真-1(a)

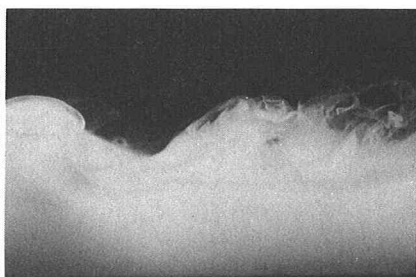


写真-1(b)

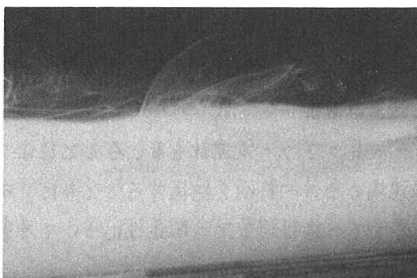


写真-1(c)

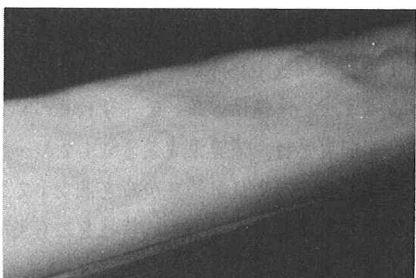


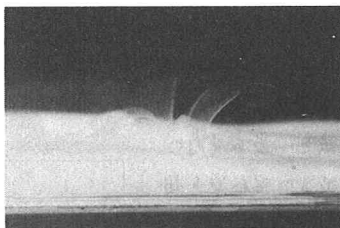
写真-1(d)

ii) 密度界面上の一方向流の実験

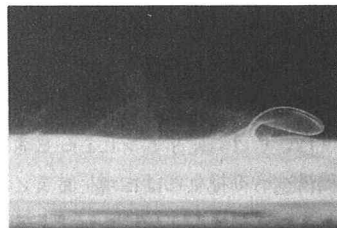
密度流遡上停止後の通水実験では, 水平密度界面は漸变的に写真-2(a)に示す界面不安定な現象となり三次元的界面波が生じ, 流速15%(一定)付近から層厚が高まり, 写真-2(b)・(c)の突起状にブレイク現象が表われ, ループを描き, 消滅する現象が局所的に起き, 界面波カスプ・ブレイキング現象が見られた。



写真-2 (a) 流れ方向→



(b)



(c)

iii) 流れに遡上する密度流の実験

実験条件はi)と同様とし, 上流側からの流速15%に設置, 下流端よりミルク溶液は漸次一定水深15cmまで上昇させて実験を行った。密度流先端部、界面は静水中実験より最大水深, 層厚は減少したが遡上速度の変化は顕著でなかった。先端部バルジ形状は扁平化され, 最大水深40cm, 層厚2.0cm, 遡上速度20%であった。界面状態は常に不安定であり, 先端部後方では乱れが上層に放出し, 渦が生じ, 密度界面上から巻上げ, 巻込みのくり返しが見られた。また先端部はバルジ状に沿って回転する現象はi)の実験に一致していた。

この実験より, 密度流先端部と界面の挙動は三次元的不安定現象から, 乱れの放出, 界面内部波動現象および渦等の様子を可視化することができた。今後は実験条件を変え, 比較検討に加え, 水理量, 物理的挙動の把握に努め, 理論的解析と次回水理講演会などで説明したい。

(付記) 本実験に因して協力された, 当時中大院 朱雀和彦, 東海大 今泉健良両君に心から謝意を表わします。参考文献: 吉田静男・西田・田城(1981)第28回海岸工学講演会論文集, pp525~529, 福岡捷ニ・水村・加勢(1978)土木学会論文報告集第274号, 平野宗夫, 羽田野・池田(1981)第36回年次講演概要集第II部 pp402~403, 伊川一芦田・江頭(1981)第36回年次講演概要集第II部 pp406~407