

II-427 懸濁粒子の沈降後の挙動に関する実験的研究

九州大学工学部 正員 二波 了
同 上 正員 楠田哲也

1. はじめに

微細な粘土やシルトからなる底泥が堆積している水域では、荒天時に流れや波によって底泥が巻き上げられ、この巻き上げられた懸濁粒子が沈降後に流動性を有する浮泥を形成する。斜面上に懸濁粒子が沈降して形成された浮泥は、底面勾配によって流動し、密度流的な挙動を示す。このような Turbidity Current に関する研究は、Pantin¹⁾や福岡ら²⁾によって解析的に行われているが、これらでは比較的粗い粒子を対象としており、また、上層水からの粒子の沈降、いわゆる連行も十分に考慮されていない。

本研究では、粘性土を試料として傾斜底板を有する水槽を用いた浮泥流下実験を行い、浮泥の流下速度や濃度分布を測定し、底面勾配と堆積速度の関係等について検討した。

2. 実験装置及び方法

実験には図-1に示すアクリル樹脂製の沈降水槽(高さ2m, 幅1m, 奥行き0.2m)を用いた。この水槽には、水槽底面より0.2mのところの一方の側壁に傾斜板をヒンジで取り付けており、任意の勾配に設定することができる。浮泥はこの傾斜板に沿って流下することになる。また、水槽には、傾斜板上流端より0.17m, 0.37m, 0.57m, 0.77mの位置に水槽底面より0.7mと1.2mのところ及び傾斜板直上より3.5mm間隔に11ヶ所に採水装置を取り付けている。この採水装置は、外径2mmのステンレスパイプでできており、水槽内に自由に挿入することができ、採水位置は壁面より5cm内側のほぼ水槽中央部とした。

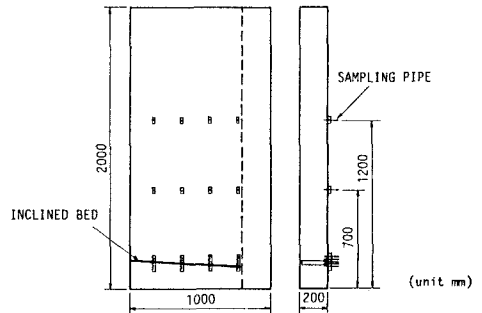


図-1 実験装置

実験は、まず、所定の濃度に調整した試料懸濁液を水槽内に所定の水深になるまで注入し、水槽内で再び十分に攪拌した後、傾斜板の勾配を設定し実験を開始した。実験中には各採水位置でほぼ同時に採水を行い、濁度計およびメンブレンフィルターを用いてSS濃度の測定を行った。また、水槽前面より傾斜板上の浮泥の流下状況をビデオカメラで撮影し、後で浮泥層の流下速度分布を求めた。実験は、浮泥が堆積し、流動がなくなるまで行った。なお、懸濁液の濃度調整には、塩水(比重1.025, 並塩使用)を用いている。実験試料には、熊本港底泥を用いた。試料粒度分布は、48%が粘土、47%がシルトである。

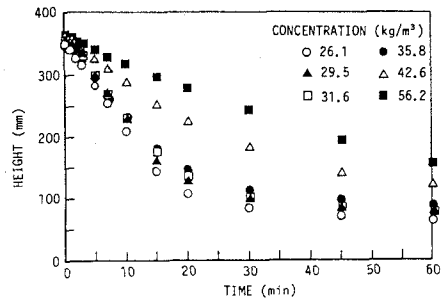


図-2 界面沈降曲線

3. 実験結果及び考察

浮泥流下実験を行うに先立って、11メスシリンダーを用いた界面沈降実験を行い、本試料の沈降フラックスのSS濃度による変化を調べた。図-3に界面沈降曲線を示す。SS濃度が20kg/m³以下では界面が明瞭ではなく、沈降曲線は得られなかった。これより各SS濃度での沈降フラックスを算定した。濃度と沈降フラックスの関係を図-3に示す。沈降フラックスは、濃度36kg/m³で最大値を示し、その前後では減少している。したがって、浮泥流下実験では、この濃度より低い懸濁液初濃度で実験を行うことにした。

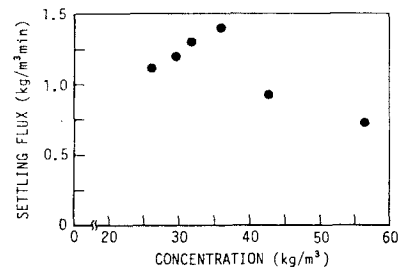


図-3 沈降フラックス

今回行った浮泥流下実験の条件を表-1に示す。3通りの底面勾配に対して懸濁液初濃度を変えて計6回の実験を行った。まず、図-4、5に底面勾配1.83%、懸濁液初濃度 24.4kg/m^3 のときの浮泥層の流下速度分布と濃度分布を示す。浮泥層の流下は浮泥層形成と同時に生じ、時間の経過とともに堆積底泥層が形成されるにしたがって、浮泥層が上方に移動してきている。ここでの浮泥層とは傾斜板とほぼ平行に流動しているところであり、堆積底泥層とは目視によりほとんど流動していない部分のことである。流下速度の最大値は経時的に減少してきている。この最大流下速度は、懸濁液初濃度が高いものほど小さくなっており、粘性係数が高くなっているためと考えられる。また、同時刻での流下方向の変化では、下流側の方が流下速度は大きくなっている。一方、濃度分布では、傾斜板直上の浮泥層の濃度が高くなっており、20分後にはかなり高くなっている。しかし、流下方向には大きな差は見られない。さらに、他の条件の場合と比較すると、初濃度の高いものほど下層の濃度の最大値は大きくなっており、干渉沈降でよく見られる初濃度が高いほど沈積泥の密度が低くなる現象は見られなかった。このときの浮泥層厚と堆積底泥層厚の経時変化を図-6に示す。図中の○●は傾斜板上流端より0.4mの位置で、△▲は同じく0.2mの位置でのものである。浮泥層厚は、底面上の位置によらず一様に成長し、ある程度時間が経過すると一定になっている。さらに、堆積底泥層が形成され始めるとその上に載った形で界面は上昇するが、それ自体の厚さはほとんど変わっていない。堆積底泥層は、実験の範囲内では成長を続けており、浮泥層からの供給フラックスに依存するものと考えられる。次に、堆積底泥層の形成速度を図-7に示す。濃度が高く、底面勾配の小さい方が大きくなっている。一方、浮泥層厚は底面勾配により大凡の値が定まっており、懸濁液初濃度にはほとんど依存していなかった。

表-1 実験条件

勾配 (%)	懸濁液初濃度 (kg/m^3)	水深 (m)
0.43	17.1	1.72
0.97	22.5	1.67
0.97	9.9	1.65
0.97	3.2	1.73
1.83	24.4	1.71
1.83	4.3	1.68

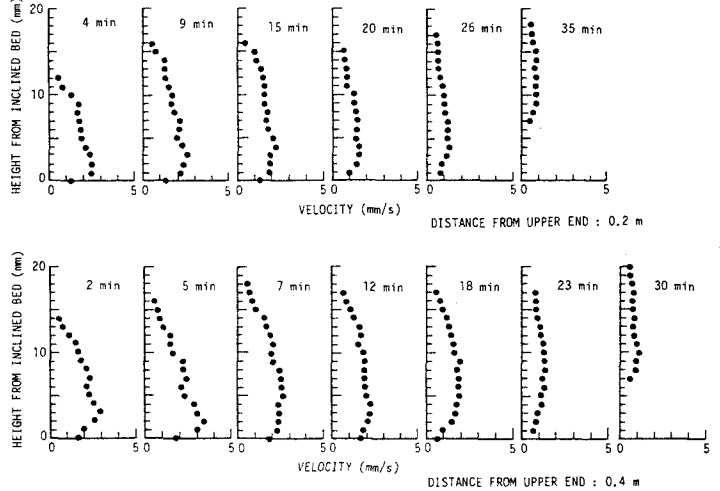


図-4 浮泥流下速度分布

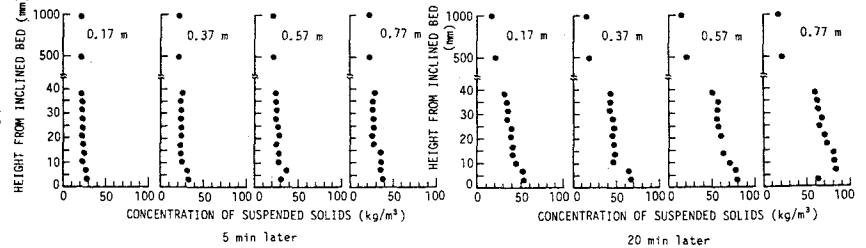


図-5 濃度分布

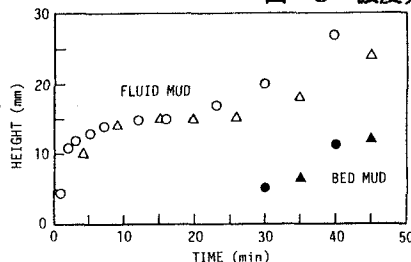


図-6 層厚経時変化

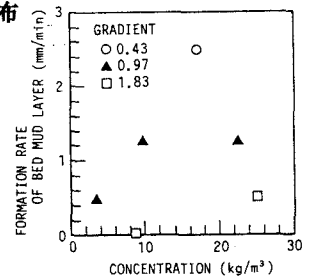


図-7 堆積底泥層形成速度

【参考文献】

- 1) Pantin, H.M.: Interaction between velocity and effective density in turbidity flow: phase-plane analysis, with criteria for autosuspension. Mar. Geol., 31, pp59-99, 1979.
- 2) 福嶋ら：自己加速する泥水流に関する研究，第32回海岸工学講演会講演論文集，pp253-257, 1985.