

II-232 傾斜底面上での浮泥流の挙動に関する研究

九州大学大学院 学生員 ○渡辺亮一

九州大学工学部 正 員 楠田哲也 正 員 二波 了

1. はじめに

シルテーションは、感潮域や沿岸域において、生態系の破壊や航路の埋没等の問題を引き起こしており、この形成機構を解明することは、社会的および工学的に、重要な課題である。シルテーション問題の研究の進展に伴って、この発生原因は、高濃度の懸濁物質の直接的な沈降によるものではなく、一旦、底面に沈降したシルトおよび粘土の微細粒子が、水平方向へ浮泥流として輸送されることによって引き起こされていることがわかってきた。

本研究では、浮泥流の形成機構を明らかにするために、静水中に位置する傾斜底面上での浮泥流の挙動について実験を行った結果、浮泥流の形成、消滅およびその挙動について若干の知見を得たのでここで報告する。

2. 実験装置・実験方法

実験水槽は、高さ2 m、幅2 m、厚さ0.2 mのものと、高さと同様で、幅が1 mのものがある。ここでは、図-1に幅が2 mのものについて示している。水槽中には、傾斜板が取り付けられており、その勾配を0%から25%の間で変化させることが出来る。実験時、浮泥流はこの傾斜板上を流れ下流端のピットに集積される。ピットに排出される底泥は、流れを乱さないようにバルブで調整されている。サンプリングパイプは、外径が約2 mmのステンレス製のものを用い、水槽底面から0.7 mと1.2 mの位置に、また、傾斜板底面から5 cmの高さに2.5 mm間隔で20カ所設置されている。採水口は、傾斜板上流端から0.3 m、0.6 m、0.9 mと1.2 mの位置にそれぞれ設置されている。

実験には、所定の濃度に調整した試料懸濁液（熊本港底泥+塩水）を用い、水槽内の水深が1.7 mになるまで攪拌しながら注入を行い、十分に攪拌した後、実験を開始した。実験中は所定時間毎にサンプリングを行い、採水試料は濁度計およびメンブランフィルターを用いたろ過によりSS濃度を測定し、濃度分布を求めた。また、同時に水槽前面より傾斜板上の流下状況をビデオ撮影し、浮泥層内の流速分布および堆積層厚を求めた。

3. 実験結果

実験条件と実験結果は、表-1に示す通りである。浮泥層内の流速分布と濃度分布（上流端から30 cmと120 cm地点）を図-2、3に、それぞれ示している。各々の流速分布を比較してみると、ほぼ同じ分布形であることが分かる。濃度分布は、各々同じ傾向を示しているが、45分を経過した30 cmの位置では、上方からの沈降フラックスが減少し始めたため幾分異なった分布形となっている。また、流速分布と濃度分布は時間の経過とともに同じ傾向で変化していることが分かる。浮泥層厚は全ての実験において実験開始後、数分内に急速に増加し、その後、上流端から下流端まで一様に厚くなった。層厚はどの実験においても10～20 mmであり、傾斜勾配が9.7%の時、最大値をとるが、初期濃度には依存しないことが、表-1より分かる。図-4は、浮泥層厚と堆積層厚の関係を示している。この図より、浮泥層と堆積層厚は時間の経過とともに線形的に増加していることが分かる。

4. 考察

今回の実験範囲内では、浮泥層と流速分布は、全ての実験について場所的に一様であった。これは、浮泥層の流れ特性によるものと考えられる。すなわち、上層水からの沈降フラックスと浮泥層から底泥層への沈降フラックスが、ほぼ等しいことや、沈降フラックスが、境界面での剪断応力と濃度、懸濁物質の沈

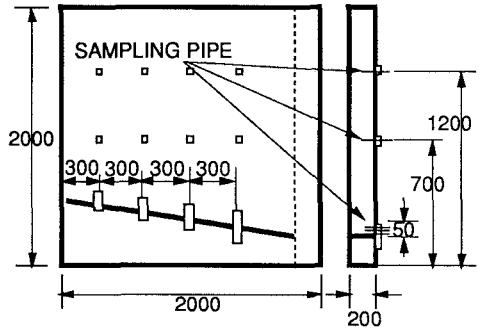
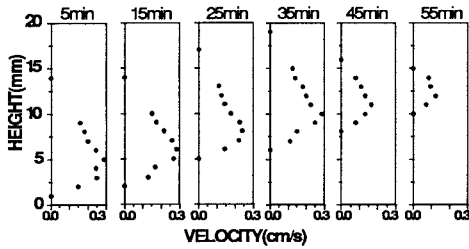


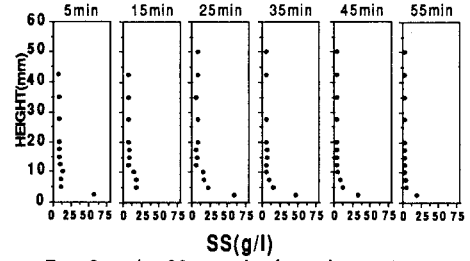
Fig.1 Experimental flume (unit mm)

Table-1 Experimental Conditions and Results

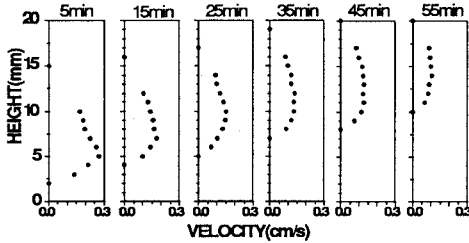
Run	傾斜勾配 (%)	初期濃度 (kg/m ³)	水深 (m)	傾斜幅 (m)	浮泥層厚 (mm)	最大流速 (cm/s)	浮泥の最高濃度 (kg/m ³)
1	4.3	17.1	1.7	1	14	0.20	50
2	9.7	22.5	1.7	1	15	0.30	52
3	9.7	9.9	1.7	1	20	0.38	50
4	9.7	3.2	1.7	1	20	0.48	18
5	18.3	24.4	1.7	1	17	0.30	30
6	18.3	4.3	1.7	1	16	0.35	25
7	25.0	16.5	1.7	2	14	0.19	55
8	25.0	7.8	1.7	2	13	0.29	38



a.Run-8 at the 30cm point from the upstream end

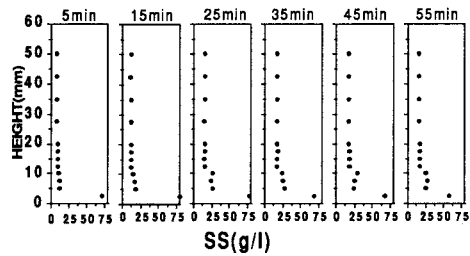


a.Run-8 at the 30cm point from the upstream end



b.Run-8 at the 120cm point from the upstream end

Fig.2 Velocity Profiles



b.Run-8 at the 120cm point from the upstream end

Fig.3 Concentration Profiles

降特性に影響を受けていることを意味している。浮泥層厚は各実験を通してほぼ一定と見なせるが、勾配が9.7%の時に最大値をとり、同時に、流速も最大値をとっている。このことは、浮泥流に関して最適勾配が存在することを意味している。また、浮泥層内の最高濃度は初期濃度に依存していることから、懸濁物質の凝集性が浮泥層の形成に何等かの影響を与えていると考えられる。同じ勾配であれば、初期濃度が減少するにつれて最大流速は増加し、最高濃度は減少している。これは、最高濃度が境界面での剪断応力に依存しているためであると考えられる。以上のことから、浮泥層の流れを層流と仮定して、流れの運動方程式を式（1）のように定めた。実験値にこの式を適用した結果を図-5に示す。この結果から、浮泥層の見かけの動粘性係数は水よりも2オーダー大きく、傾斜勾配に依存していることが分かる。このことを確かめるためには、浮泥流の構造を更に詳しく観察する必要があり、測定装置の改良を含めて、今後の検討課題としたい。

$$\frac{d\tau}{dz} = \frac{d}{dz} (uF_d) - Rg(C - C_a)\theta \quad (1)$$

$$F_d = 0.001 C^{-0.138} \text{ (kg m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{)}$$

$$[C] = \text{kg m}^{-3}$$

$$R = (\rho_s - \rho_l)/\rho_s$$

Ca: 上層水のSS濃度

ρ_s : 粒子の密度

ρ_l : 流体の密度

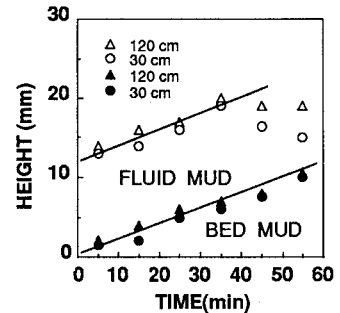


Fig.4 Thickness of the fluid mud layer (Run8)

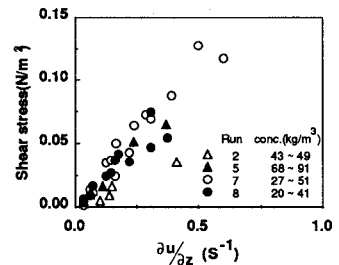


Fig.5 Shear Stress and Velocity Gradient

参考文献：Futawatari T and Kusuda T (1990) Fluid Mud

Movement and bed formation process with density current in estuaries, Estuarine Water Quality Management, Coastal and Estuarine Studies 36, Springer-Verlag, pp.245-252

Pantin HM(1979) Interaction between velocity and effective density in turbidity flow: phase-plane analysis, with criteria for autosuspension. Marine Geology, Vol.31, pp.59-99.

渡辺、楠田、二渡：傾斜底面での浮泥流の挙動について、平成2年度 西部支部論文集、pp266-267