

粘性土石流の堆積過程に関する実験的検討

名城大学大学院 学正会員 築城 寛行
名城大学理工学部 正会員 新井 宗之
名城大学大学院 学生会員 劉 雪蘭

1. はじめに

土石流に代表されるような高濃度固液混相流の堆積過程については、流動機構と対応して多くのことが検討されている. しかしながら中国で観測されている粘性土石流といわれる土石流は、河床勾配3～5°を容積濃度70%という高濃度で流下する現象で、いろいろな面から検討されているものの、その堆積過程でどのような応力が卓越したものとなるのか、必ずしも明らかにされているとはいえない. 本研究では直線水路の勾配急変点下流での一次元堆積過程と勾配急変点下流側が平面域を有した二次元堆積過程にどのような違いがあるのか、その特徴を明らかにすることを目的とした.

2. 実験概要

実験装置は、一次元堆積実験、二次元平面堆積実験とも勾配変化点より上流側の水路は共通で、長さ2m、幅9cm、勾配25°、両側壁は透明アクリル製で、水路底部は木製、水路床はペンキ塗布仕上りである.

水路上流端から逆三角錐の容器を通して、混合攪拌した土砂・水を供給した. 容器の流出口径は3.5cmである. 勾配変化点から流入する土砂の堆積形状をデジタルビデオカメラ(30フレーム/秒)を用い記録し解析に供した.

一次元堆積実験では、長さ2m、幅9cm、勾配3°の直線水路を用い、水路中央部には堆積高の測定のためのアルミ棒(φ=2.75mm、長さ10cm)を10cm間隔に設置した.

二次元平面堆積実験では図-1のように、平面域は長さ180cm、幅90cm、勾配3°の木製で、ペンキ塗布仕上りであり、中央部に木製の棒(φ=8mm、長さ10cm)が5cm間隔で設置した水路を用いた. 堆積高の測定は中央部に設置した棒の埋没深さで測定し流れ先端の位置等、測点外は線形の内挿値としている.

実験土砂は粘土(カオリナイト)、砂利で、それに水を加えた混合物を流下させた. 総重量は直線水路実験については6000g、平面実験は倍の12000gで、各粗粒子(砂利)の量は1200g、2400gと一定にし、粘土と水の割合を変え容積濃度を変化させた No.1 から No.3 の3種類を用いた、それぞれの重量比は表-1 に示す. 各濃度は No.1 から No.3 の順に低くなっている. ここで粗粒子(砂利)の粒径は $d_{50}=7.5\text{mm}$ 、カオリナイト、砂利の比重はそれぞれ $\gamma=2.49$ 、 2.58 である.

3. 実験結果及び考察

図-2 から図-4 は一次元堆積形状を、図-5 から図-7 は二次元平面堆積形状を示したものである. どちらの図も図中の実線は混相流の表面形状を表しており、No.1 については時間間隔 $\Delta t=1.0\text{sec}$ で、それ以外の No.2、No.3 については時間間隔 $\Delta t=0.5\text{sec}$ で示してある. また図

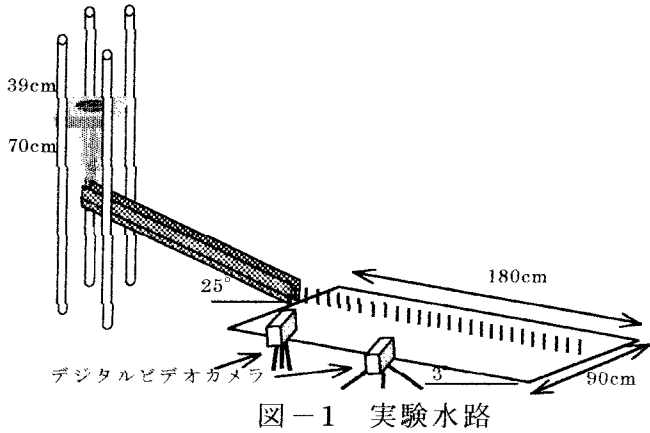


図-1 実験水路

表-1 実験条件

No	容積濃度 (C_T)	粘土, 砂利, 水 重量比
1	0.44	0.47 : 0.2 : 0.33
2	0.41	0.43 : 0.2 : 0.37
3	0.37	0.4 : 0.2 : 0.4

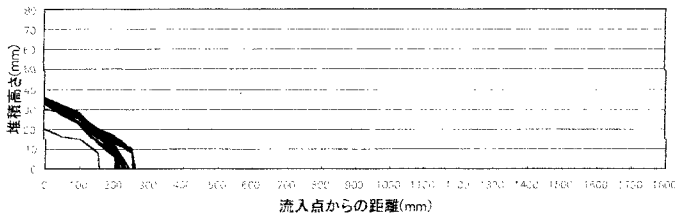


図-2 No.1 一次元堆積形状($C_T=0.44$)

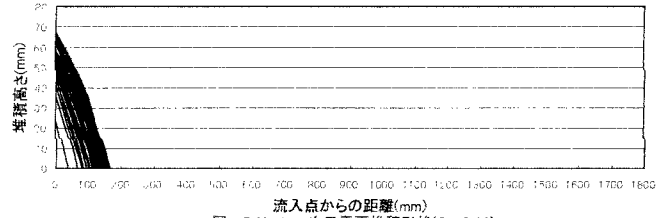


図-5 No.1 二次元平面堆積形状($C_T=0.44$)

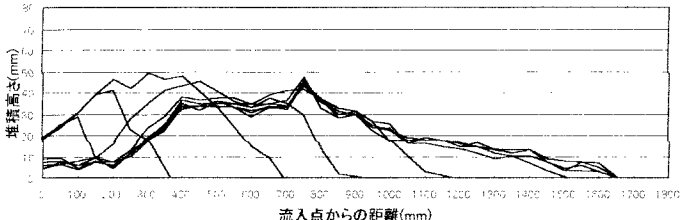


図-3 No.2 一次元堆積形状($C_T=0.41$)

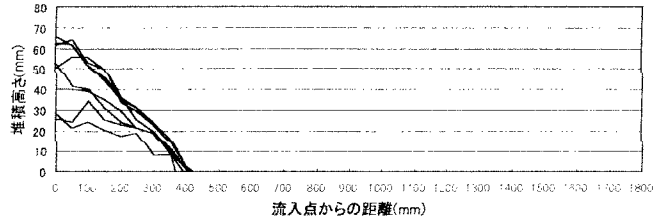


図-6 No.2 二次元平面堆積形状($C_T=0.41$)

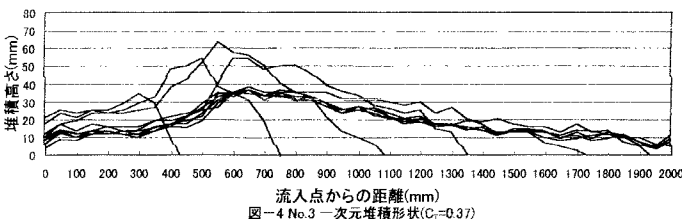


図-4 No.3 一次元堆積形状($C_T=0.37$)

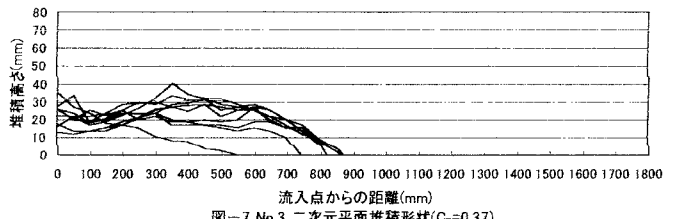


図-7 No.3 二次元平面堆積形状($C_T=0.37$)

図-8 は、土砂の停止堆積後の先端勾配を $\tan \theta$ を用いて示したものである。堆積の過程について一次元水路と平面域で比較すると、濃度が最も高い、図-2(No.1 $C_T=0.44$)、図-5(No.1 $C_T=0.44$)、濃度の最も低い図-4(No.6 $C_T=0.37$)、図-7(No.6 $C_T=0.37$)は比較的似たような特性の堆積過程を示しているが、両者の中間の濃度である、図-3(No.5 $C_T=0.41$)、図-6(No.5 $C_T=0.41$)に関しては一次元堆積過程の場合はピークの山が前方へ移動する様に堆積しており、堆積先端の位置も時間と共に移動している。同濃度の二次元堆積過程は堆積先端の位置がほぼ変わらず後続流が重なり合うように堆積している。これは一次元堆積の場合には、横断方向に拘束されているため、流下方向のみに流体が移動するのに対し、堆積域が平面二次元の場合には横断方向に流体が移動するための影響であると考えられる。

図-8 に先端部分の堆積勾配を示す堆積勾配は一次元堆積、二次元堆積ともに濃度が最も高い No. 1 から順に勾配が小さくなっているが、二次元平面堆積が一次元堆積よりその先端部勾配が大きいことが示されている。これは先の堆積過程と同様に堆積域が平面の場合には、横断方向の流体移動が生じるため、流下方向の掃流力（応力）が小さくなるためだと考えられる。また、一次元・二次元平面のいずれの場合にも、微細粒子の濃度が高い場合には、堆積過程にその粘着力が大きく作用し相対的に堆積勾配も大きくなり、濃度が低い場合には、その粘着力の作用が小さくなり堆積勾配も相対的に小さくなると考えられる。

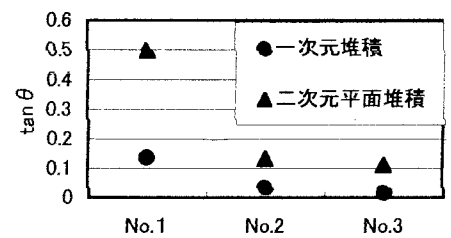


図-8 堆積勾配

参考文献 1)高橋保, 中川一, 里深好之, 緒方正隆; 粘性土石流の流動堆積に関する研究(3), 京都大学防災研究所年報, No.41 B-2, 1998, pp.265-275 2)築城寛行 新井宗之 劉雪蘭: 粘性土石流堆積過程に関する実験的検討 第56回年次学術講演概要集 II-072 2001