

54 勾配急減による高濃度浮流砂流の堆積過程に関する研究

九州大学大学院 工学研究科 ○Kichan Park

九州大学大学院 工学研究科 橋本晴行

帯山武敏

流域環境研究所

平野宗夫

1. はじめに

土石流や土砂流は、急勾配の渓谷において発生し、谷の出口に至って、急激な勾配急減により、氾濫、堆積して災害を発生させる。河床材料の粒径が比較的小さい渓谷では土石流や土砂流というよりも高濃度の浮流砂流あるいは泥流の形態で流れが発生することが考えられる。泥流型土石流の堆積過程については新井¹⁾らの研究があるが、堆積速度式についてはまだ十分な検討がされていないのが現状である。本研究は、高濃度の浮流砂流が、勾配が急減する固定床部において堆積する過程を調べたものである。

2. 実験方法

実験に使用した水路は、長さ7.0m、幅10cmの急勾配水路の下流端に、長さ3.9m、幅10cmの緩勾配水路を接続した勾配の急変した水路である(図-1)。水路勾配は上流側水路を $\theta_u=6^\circ$ 、下流側水路を $\theta_d=2^\circ$ とした。水路は、長さ4.0mの移動床部とその下流側の5.9mの固定床部とで構成されている。移動床の河床材料にはほぼ均一な粒度分布を持つ平均粒径 $d=0.17\text{mm}$ 、比重 $\sigma/\rho=2.62$ の細砂と平均粒径 $d=0.08\text{mm}$ 、比重 $\sigma/\rho=2.63$ の微細砂を用い、敷厚は10cmとした。実験は3種類行った。Case AとCase Bでは河床砂として $d=0.17\text{mm}$ の細砂を用い、上流端からの供給流量 Q_{w0} をそれぞれ $400\text{cm}^3/\text{s}$ 、 $700\text{cm}^3/\text{s}$ とした。Case Cでは河床砂として $d=0.08\text{mm}$ の微細砂を用い、供給流量 Q_{w0} を $700\text{cm}^3/\text{s}$ とした。実験条件は表-1のようである。給砂装置を水路上流側に設置して給砂を行った。給砂をすることで約1分間はほぼ一定な流量と流砂濃度をもつ流れを固定床上に実現することが出来た。図-2はCase Bでの実験条件下で勾配急減点Aで1分間採水した流出流量と流砂濃度のハイドログラフである。それぞれのケースについて、1分間の平均流出流量と平均流砂濃度を表-2に示す。

緩勾配水路における土砂の堆積過程を調べるため、水路の勾配急減点A(図-1)を基準として上流方向1m、下流方向3mの範囲をVideo Cameraを用いて水路の側面から撮影した。

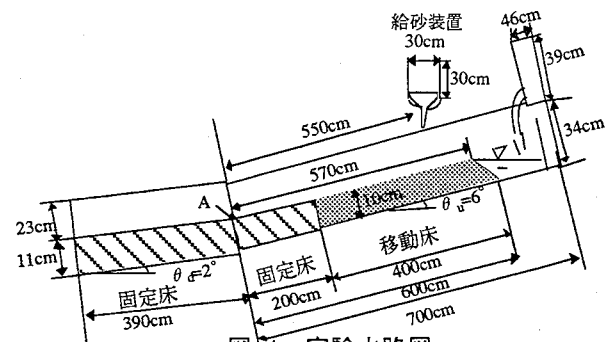


図-1 実験水路図

表-1 実験条件

	Case A	Case B	Case C
河床砂の平均粒径 $d(\text{mm})$	0.17	0.17	0.08
供給流量 $Q_{w0}(\text{cm}^3/\text{s})$	400	700	700
供給給砂量 $Q_{sm}(\text{cm}^3/\text{s})$	30	30	60
河床砂の比重 σ/ρ	2.62	2.62	2.63
上流側水路の勾配 θ_u	6°	6°	6°
下流側水路の勾配 θ_d	2°	2°	2°
Video Cameraの水路撮影範囲 (勾配急減点Aを基準として)	-1m~2m	-1m~3m	-1m~2m

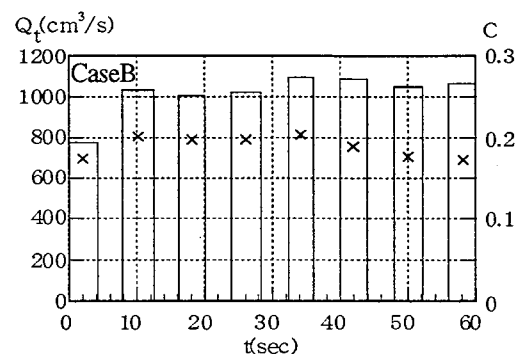


図-2 A地点での流出流量と流砂濃度

表-2 固定床水路の流入条件

	Case A	Case B	Case C
平均流量 $Q_t(\text{cm}^3/\text{s})$	479	1,017	1,054
平均濃度C	0.16	0.19	0.21

3. 実験結果と考察

図-3、4、5は、勾配急減点A(図-1参照)をx座標の原点として上流側1mから下流側3mまでの水面形の時間変化を表わしたものである。また図-4には河床形状の時間変化も表わしている。時間は、流れの先端が勾配急減点Aに到達するときに0secとした。図中の黒丸と×印は、水位と河床高の実験結果を表わしている。また、固定床は実線で示した。

図-3はCase Aの10秒後と30秒後の水面形である。水位のピークは、 $t=10\text{sec}$ で $H=2.5\text{cm}$ 、 $t=30\text{sec}$ で $H=4.0\text{cm}$ であり、勾配急減点Aから下流側に $x=30\sim 50\text{cm}$ のところに生じた。

図-4はCase Bの10秒後、20秒後、30秒後の水面形と河床高である。水位のピークは、実験では $t=10\text{sec}$ で $H=2.3\text{cm}$ 、 $t=20\text{sec}$ で $H=3.7\text{cm}$ 、 $t=30\text{sec}$ で $H=5.3\text{cm}$ であり、勾配急減点Aから下流側に $x=2\text{m}$ 離れたところに生じた。河床高のピークは $t=10\text{sec}$ では $z=1.1\text{cm}$ 、 $t=20\text{sec}$ では $z=2.4\text{cm}$ 、 $t=30\text{sec}$ では $z=4.1\text{cm}$ であり、河床高の様子は水位とはほぼ同様であり、ピークが発生する場所も同じであった。

図-5はCase Cの30秒後の水面形であり、撮影区間での水位Hは約1cm程度であった。このとき、長さ3.9mの下流側固定床区間には堆砂は見られなかった。

これらの実験結果により、水位と河床のピークの発生位置は、流量が大きくなるにつれて、また河床砂の平均粒径が小さくなるにつれて、勾配急減点から遠く離れることがわかった。

図-4中の破線は境界条件として表-2で示す流出流量を上流端の流量とし、流動深は等流水深を、流砂量は平衡流砂量を与えて1次元河床変動計算を行った結果である。計算結果によると、勾配変化点を中心に堆砂が発生しており、実験結果とは異なった形状を示している。これは河床変動計算において、浮流砂の非平衡性が考慮されていないことに起因している。

4. おわりに

本実験では高濃度浮流砂流が勾配急減により堆積するとき、流量が大きくなるにつれ、また河床砂の平均粒径が小さくなるにつれ、堆砂高のピークの位置が勾配急減点から離れることがわかった。計算では堆砂高のピークの位置が勾配急減点で発生したが、これは土砂流送に関する非平衡性を考慮しなかったことに起因している。

参考文献

- 1) 新井宗之：泥流型土石流の流動および堆積過程に関する基礎的研究、京都大学学位論文、1991

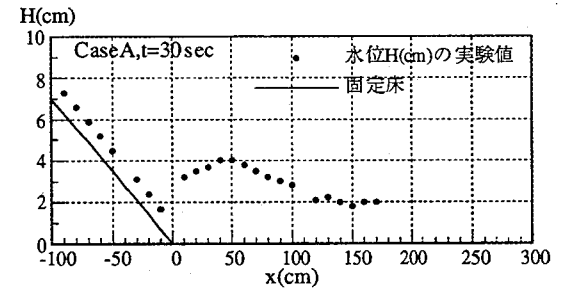
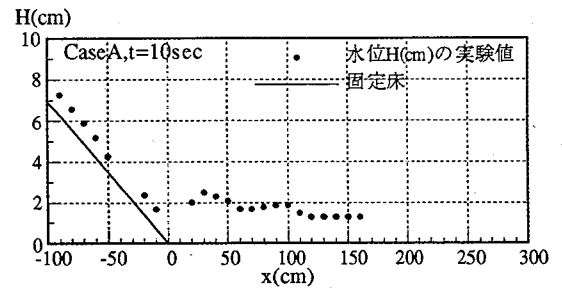


図-3 通水時間 t 秒後のCase Aの水位

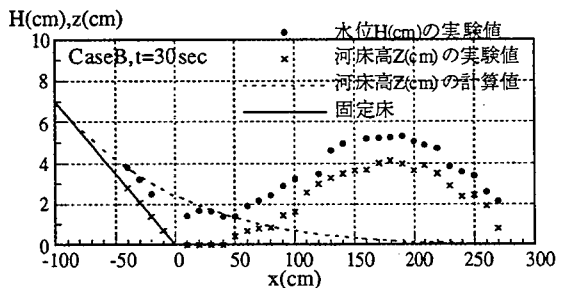
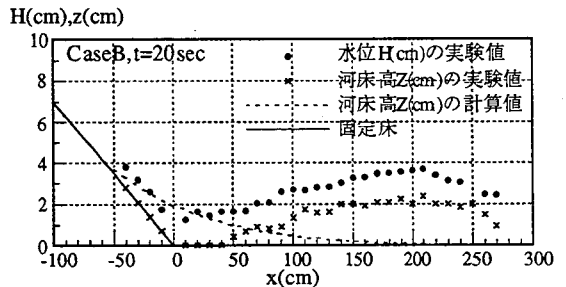
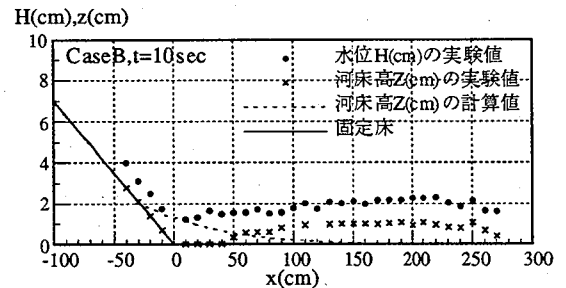


図-4 通水時間 t 秒後のCase Bの水位と河床高

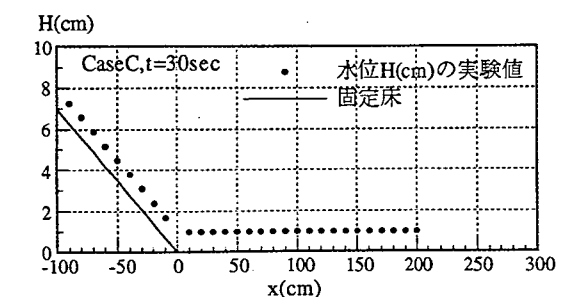


図-5 通水時間 t 秒後のCase Cの水位