

給砂による土砂流入を伴う急勾配移動床水路の流出流量の特性について

九州大学工学部 ○学生員 帶山武敏
九州大学工学部 フェロー 平野宗夫

九州大学大学院 学生員 Kichan Park
九州大学工学部 正 員 橋本晴行

1. はじめに

雲仙普賢岳や中国雲南省などの土石流頻発地では、土石流段波が断続的に下流へ流出して来ることが知られている。例えば、普賢岳山腹の扇状地より上流域を調査すると、深い谷が発達しており、このような所では浸食に伴い側岸土砂が流路内に崩落したりして、段波の発生など流出流量の変動の要因となっていることが推定される。

本研究は、流路内への土砂崩落に起因する流出流量の特性を調べる研究¹⁾の一環として、移動床水路の途中に給砂装置を設けて移動床実験を行い、給砂を伴う場合の流出流量、流砂濃度について調べたものである。

2. 実験方法

実験は2種類行った。ひとつは給砂を伴う移動床実験であり、もうひとつは給砂のない移動床実験である。実験に使用した水路は全長 7.0m、幅 30cmの片側アクリル壁面の鋼性水路を塩化ビニール板で仕切り、幅 5cmの水路として実験を行った。水路勾配 $\theta_0 = 6^\circ$ 、移動床部の長さは $L_b = 5.7$ mとした。まず、前者については、水路左岸側壁に沿って幅 $B_0 = 5$ cm、初期河床高 $D = 10$ cmの矩形断面の流路を設けた(図-1参照)。給砂量は $Q_{in} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ と $Q_{in} \approx 60 \text{ cm}^3/\text{s}$ の2通りとした。給砂量 $Q_{in} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合 (CaseB)、給砂装置は下流端からはほぼ中央である $x = 300$ cmの地点で設置し、給砂量 $Q_{in} \approx 60 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合 (CaseC)、給砂装置は下流端から $x = 280, 320$ cmの2つの地点で $Q_{in} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ の給砂装置を設置した。給砂のとき、供給する砂が流路の一点に集中することを防止するため、給砂装置の出口の下に分散装置を設置して砂が分散するようにした。

給砂開始時間は流れの先頭が給砂地点を通過した後約2～3秒後である。CaseAについては給砂しないことを除いて前者と同じ条件である(表-1参照)。

給砂装置は20ℓの円形プラスチック瓶を利用して製作した。流砂量は給砂装置の出口の直径から決定され、流砂量検定実験の結果、出口の直径 $\Phi = 2.5$ cmの場合、流砂量 $Q_{in} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ であった。

河床材料にはほぼ均一な粒度分布を持つ粒径 $d = 0.08 \text{ mm}$ 、比重 $\sigma/\rho = 2.63$ の微細砂を用いた。実験は、上流より一定流量 $Q_{w0} \approx 400 \text{ cm}^3/\text{s}$ を所定の時間 (T_{sp} = 流れの先頭が下流端到達後約2分) 通水して行った。

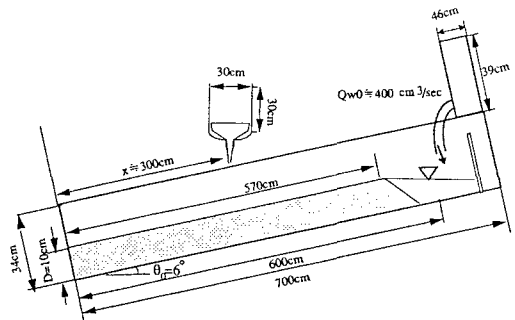


図-1 給砂装置を伴う移動床実験水路（側面図）

表-1 実験条件

	給砂量 Q_{in} (cm^3/s)	給砂地点
CaseA		
CaseB	30	下流端から300cm
CaseC	60	下流端から280,320cm

流量、流砂濃度は、下流端で流れを採取することにより測定した。

2. 実験結果

図-3,4,5はCase A, B, Cについて、流出流量 Q_t と流砂濃度 C の時間的な変化を示したものである。ここに、流量 Q は供給水量 Q_{w0} で割って、無次元化されている。

各図の流出流量グラフは実線部と点線部の棒グラフで構成されており、点線部は移動床の砂がなくなってSand Waveが発生した後の下流端での流出ハイドログラフを表わしたものであり、また、流砂濃度 C は $\times$ で示している。各図を見ると流砂濃度 C の最大値は流れの最初で発生するがこのデータはまだ流れが十分に発達されなかったこととして本研究では正確なデータとして認めないことにした。

まず、給砂がない場合と、給砂がある場合の無次元流出流量 Q_t/Q_{w0} を比較すると、全Caseとも、通水後10秒付近までは流出流量が増加し、そのあとほぼ一定値を表した。通水後60～80秒後にはSand Waveが発生し流出流量は減少した。ピーク流量はCaseA,B共に $Q_t/Q_{w0} \approx 1.8$ 、CaseCは $Q_t/Q_{w0} \approx 2.2$ となった。CaseCの一時的な流量の増加を除くと全てのCaseとも流出流量はあまり差はないようである。

次に、ピーク濃度について、給砂がない場合と、給砂がある場合とで比較すると、給砂がないCaseAではピーク濃度 $C \approx 0.22$ であるが、給砂量 $Q_{sn} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ のCase Bではピーク濃度 $C \approx 0.25$ 、給砂量 $Q_{sn} \approx 60 \text{ cm}^3/\text{s}$ のCaseCではピーク濃度 $C \approx 0.27$ となった。従って、給砂がある場合の方が、給砂がない場合よりピーク濃度は大きくなり、さらに給砂量が多いCaseCの方がCase Bよりも大きくなった。

3. おわりに

以上、給砂による土砂流入を伴う急勾配移動床水路の実験を行った。その結果、給砂がない場合と、給砂がある場合では流出流量にはあまり差はなかった。また流砂濃度については、給砂がない場合には最大で $C \approx 0.22$ を示し、給砂量 $Q_{sn} \approx 30 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合には最大で $C \approx 0.25$ と大きくなり、さらに、給砂量 $Q_{sn} \approx 60 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合には最大で $C \approx 0.27$ まで増加したことから、給砂が流砂濃度を増加させることが分かった。

参考文献

1) Kichan Park・平野宗夫・橋本晴行・押村嘉人・渡辺聡一：急勾配水路における流出流量の特性に関する実験的研究,土木学会第53回年次学術講演会(1998)

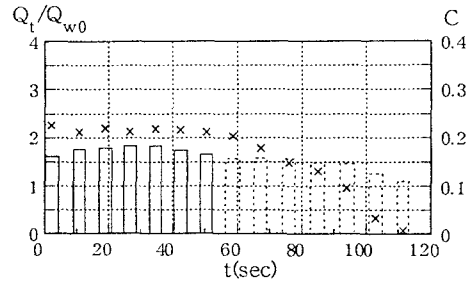


図-3 給砂しない場合の流出流量のハイドログラフ (CaseA)

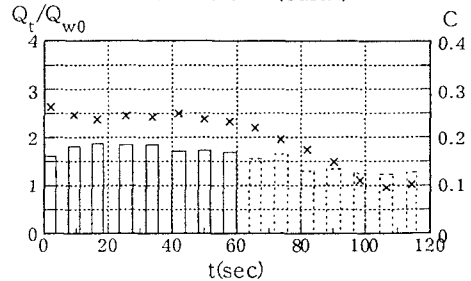


図-4 給砂量 $Q_{sn}=30 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合の流出流量のハイドログラフ (CaseB)

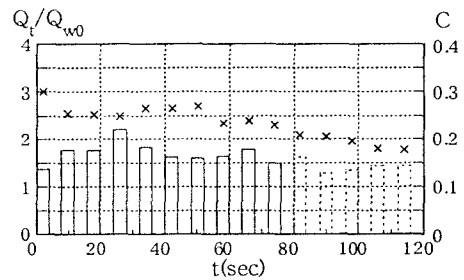


図-5 給砂量 $Q_{sn}=60 \text{ cm}^3/\text{s}$ の場合の流出流量のハイドログラフ (CaseC)