

九州大学大学院工学府 ○高岡広樹
九州大学大学院工学研究院 橋本晴行 朴 琦 瑛
九州大学大学院工学府 池松伸也

1. はじめに

普賢岳山腹の扇状地より上流域を踏査すると、深い谷が発達しており、このような所では侵食に伴い側岸土砂が流路内に崩落したりして、流路変動を規定する要因のひとつとなっていることが考えられる。著者らは従来より側岸からの崩落土砂に着目し、側岸土砂の崩落を伴う場合の流出流量、流砂濃度の特性について研究してきた^{1), 2)}。本研究では水路勾配 $\theta_0=6^\circ$ に設置した移動床水路において一本の長方形断面の流路を設け、上流より給水することで、通水後の河床高、流路幅を測定し、側岸侵食を伴う場合の流路変動について考察したものである。

2. 実験方法

実験に使用した水路は全長 700 cm、幅 30 cm の片側アクリルライト製の可変勾配水路である(図-1)。水路勾配 $\theta_0=6^\circ$ 、移動床部の長さは $L_b=570$ cm とした。実験はそれぞれの勾配に対し Case A, B, C の 3 種類行った(図-2)。

まず、Case A の実験においては、水路左岸側壁に沿って幅 $B_0=5$ cm、深さ D_0 の長方形断面の流路を設けた。流路の深さ D_0 は 2.5 cm, 5.0 cm, 7.5 cm の 3 通りとした。Case B の実験においては、幅 $B_0=5.0$ cm、深さ $D_0=2.5$ cm の長方形断面の流路を水路の中央に設け、両岸侵食を伴う実験を行った。Case C の実験においては、水路を塩化ビニール板で仕切り、幅 10 cm の水路とし、側岸侵食のない状態で実験を行った。河床材料にはほぼ均一な粒度分布を持つ平均粒径 $d=0.17$ mm、比重 $\sigma/\rho=2.61$ の細砂を用いた。表-1 に実験条件を示す。実験は、上流より一定流量 $Q_{w0} \approx 400$ cm³/s の水を 2 分間通水して行った。通水後、ポイントゲージにより河床高、流路幅および断面形を測定した。

3. 実験結果

3.1 断面形

図-3 は $x=520$ cm (下流端より 50 cm) における通水後の断面形である。ここに上流端を $x=0$ とし、下流に向かって x 軸を設定した。実線は通水 120 秒後の断面形を、点線は通水前のそれを示している。片岸侵食を伴う場合、側岸土砂には不飽和によるサクシヨンのため、見かけの粘着力が作用し、流路の横断形状は垂直に切り立った状態、もしくはオーバーハングの状態を呈している。また、両岸侵食を伴う Run 4 の場合、拡幅の進行が非常に速く、流路の拡大に伴って掃流力が低下するため、流路内に堆積が生じている。

3.2 河床高

図-4 は通水 120 秒後の河床高である。固定床から鉛直上向きに z 軸を設定した。片岸侵食を伴う Run 1 の場合、 $x=150$ cm 付近で最大侵食深となり、それより上流でやや侵食が少なくなった。これは側岸土砂が崩落したためであると考えられる。両岸侵食を伴う Run 4 の場合、上流でやや侵食されているが、 $x=200$ cm より下流では堆積が生じ、初期河床高より大きくなった。

3.3 流路幅

図-5 は通水 120 秒後の流路幅である。ここで B は水際を B' は天端幅を示している。ここに水路左岸壁を $y=0$ とし、右岸に向かって y 軸を設定した。片岸侵食を伴う Run 1 では、側岸土砂の崩落のため流路幅は不連続である。また、

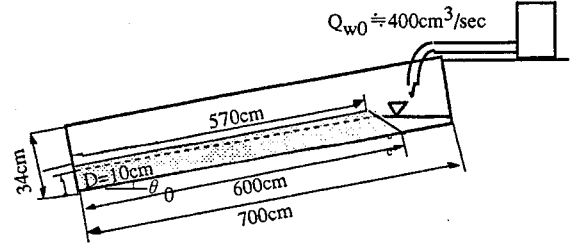


図-1 水路図

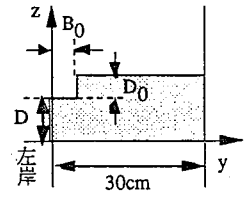


図-2 初期横断面

表-1 実験条件

	Run No.	θ (°)	D(cm)	D_0 (cm)	B(cm)	B_0 (cm)	側岸侵食の有無
Case A	Run 1	6	10	2.5	30	5	片岸侵食
Case A	Run 2	6	10	5	30	5	片岸侵食
Case A	Run 3	6	10	7.5	30	5	片岸侵食
Case B	Run 4	6	10	2.5	30	5	両岸侵食
Case C	Run 5	6	10	/	/	10	側岸侵食なし

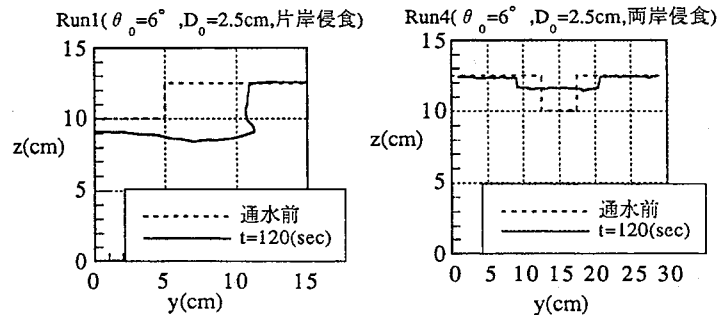


図-3 通水後の断面形($x=520$ cm)

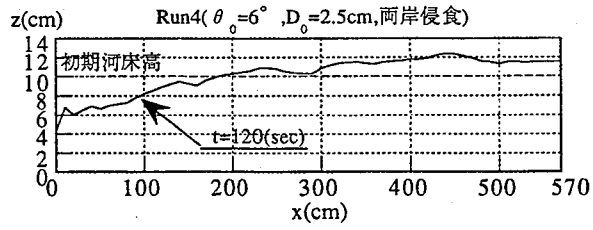
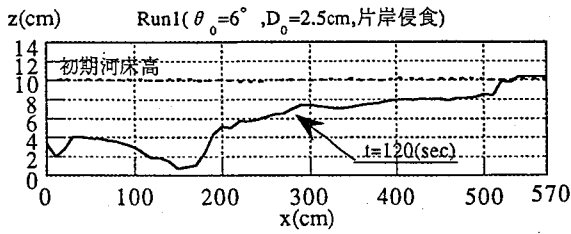


図-4 通水後の河床高

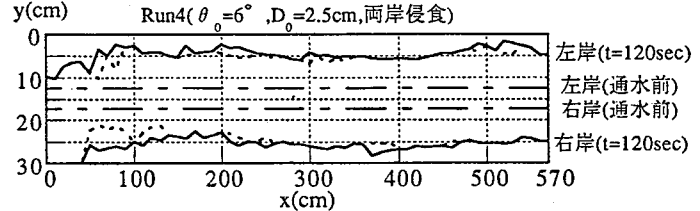
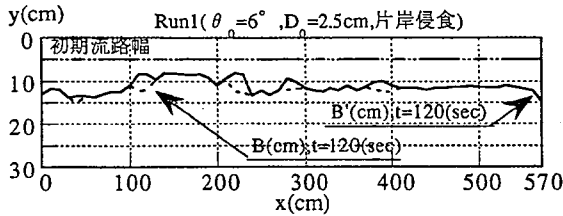


図-5 通水後の流路幅

側岸がオーバーハングで侵食されているため、天端幅より水際の方が大きい箇所が存在する。両岸侵食を伴うRun 4では、左右対称に拡幅が進行している。また、側岸土砂が流路内に崩落し、堆積するため、水際は天端幅に比べ狭くなっている。

3.4 河床侵食速度および拡幅速度

図-6～8は侵食速度との関係である。 $\Delta z/\Delta t$ は河床侵食速度、 $\Delta B'/\Delta t$ は側岸侵食速度である。ここで $\Delta z/\Delta t < 0$ 、 $\Delta B'/\Delta t > 0$ は侵食を、 $\Delta z/\Delta t > 0$ 、 $\Delta B'/\Delta t < 0$ は堆積を表している³⁾。

図-6は侵食速度と平均流速との関係である。片岸侵食を伴う場合、平均流速の値はほぼ等しいが、側岸高が大きくなると河床侵食速度も大きくなる。一方、側岸侵食速度は側岸高によらず一定である。

図-7は無次元掃流力との関係である。平均流速との関係と同様、片岸侵食を伴う場合、侵食速度は異なるが、無次元掃流力の値はほぼ等しい。

図-8は $Q_t/(Bd)$ との関係である。両岸侵食を伴う場合、河床侵食速度は正となり、堆積しているのが分かる。一方、側岸侵食速度は片岸侵食を伴う場合の約2倍の値となった。片岸侵食を伴う場合、側岸侵食より河床侵食が、両岸侵食を伴う場合、河床侵食より側岸侵食が卓越しているのが分かる。

4. おわりに

本研究では側岸侵食が伴う場合の流路変動について調べた。その結果、片岸侵食を伴う場合、流路の断面形状は垂直に切り立った状態もしくはオーバーハングの状態を呈しながら拡幅が進行することが分かった。一方、両岸侵食を伴う場合には拡幅が急速に進行するので、流路の拡大に伴って掃流力が減少するため、流路内に堆積が生じることも分かった。また、片岸侵食を伴う場合、側岸高が大きくなると側岸土砂が崩落し流路に堆積するため、河床侵食速度は大きくなり、侵食量は小さくなる。両岸侵食を伴う場合、河床侵食速度は正となり堆積が見られるが、側岸侵食速度は片岸侵食を伴う場合に比べ約2倍大きくなった。

参考文献

- 1) 橋本晴行・朴崎 瑛・池松伸也・高岡広樹：侵食性側岸を有する急勾配流路における流出流量の特性，水工学論文集，第46巻，2002。
- 2) Kichan Park・平野宗夫・橋本晴行・押村嘉人・渡辺聡一：急勾配流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。
- 3) 芦田和男・江頭進治・加本 実：山地流域における侵食と流路変動に関する研究(2)，京都大学防災研究所年報，第26号，B-2，1983。

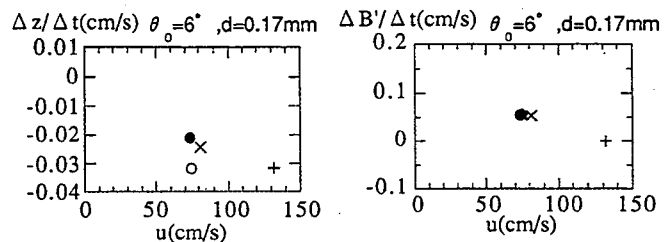


図-6 侵食速度と平均流速との関係

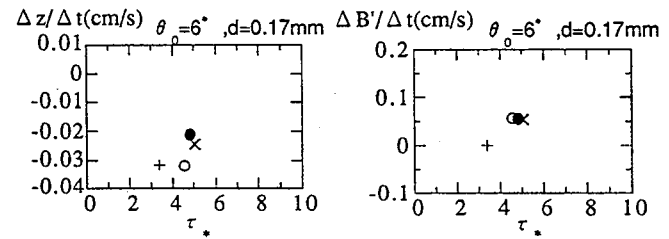


図-7 侵食速度と無次元掃流力との関係

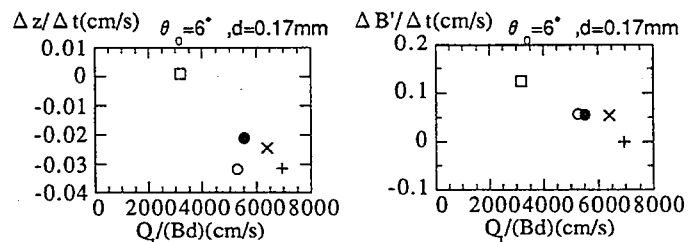


図-8 侵食速度と $Q_t/(Bd)$ との関係