

急勾配非定常流れにおける砂州河床の挙動解析

広島大学大学院 正会員 ○藤堂正樹

広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二

広島大学大学院 学生会員 山本輝

広島大学 正会員 尾崎修一

1. 序論

急流中小河川では、洪水時の川幅水深比が大きく、流砂量も大きいことから砂洲河床¹⁾となり易い。また、一般に洪水波形は先鋭となりやすい。このような場での流量変動に対する水位と河床の応答は必ずしも明らかではない。そこで本研究では実験と数値計算により、急激な流量変動に対する水位と河床の変動機構を明らかにすることを目的とする。

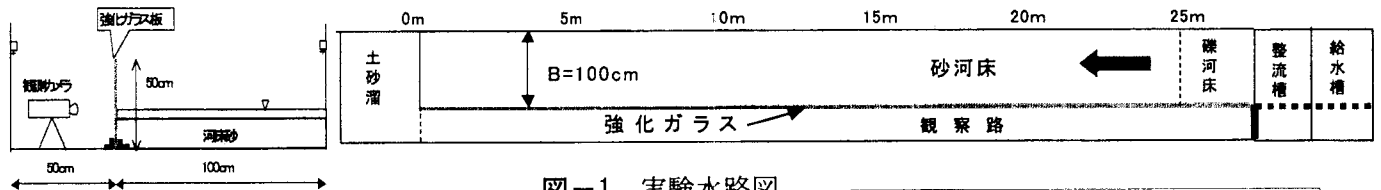


圖-1 實驗水路圖

2. 実験条件

実験水路は、図-1に示す、延長 25m、幅 1m の単断面直線水路である。初期河床は、粒径 0.8mm、比重 2.65 の一様砂を 1/100 勾配で平坦に敷き均した。水路側面には強化ガラスを設置して河床高及び水位の測定を可能とした。本実験では、図-2に示す先鋭な 2 ケースの流量ハイドログラフを通水した。また、流量 15l/s 以上の段階で下流端流砂量相当の給砂を行っている。

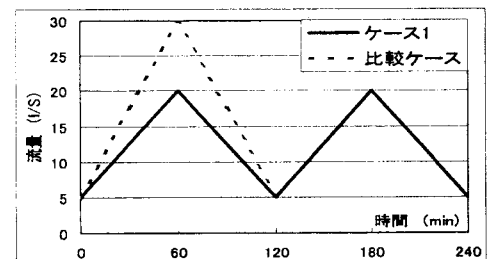


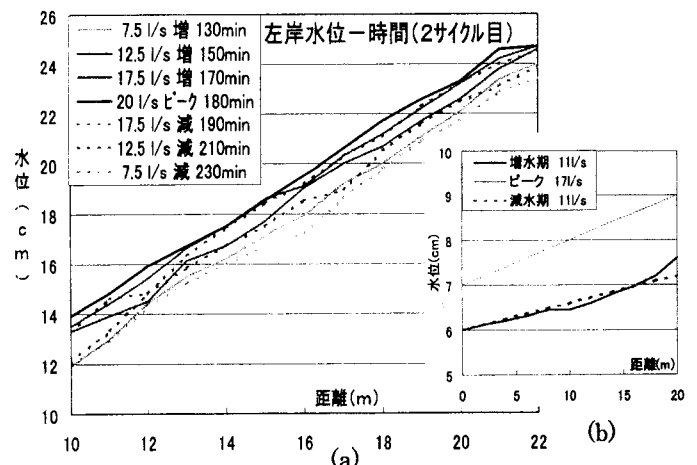
図-2 流量ハイドログラフ

3. 実験結果及び考察

(1) 水位變動

水位縦断形の時間変化を図-3(a)に示す。図は、ケース 1 の 2 サイクル目を対象とした側面からの水位観察結果である。実線が増水期、破線が減水期を示し、同一の線種は同一の流量規模を示す。同一流量時の水位縦断形を比較すると、どの段階においても増水期の方がわずかに水位が高くなっている。なお、通水前後の平均河床高の縦断形は、ほとんど変化していないことを確認している。(b)は、1/1000 勾配の固定床で行われた水位測定結果²⁾である。この実験は下流端水位を等しくした条件でハイドログラフを与えている。水位縦断形は増水期の方が急勾配で水位が低くなる傾向にある。これは本実験と逆の傾向となる。

原因は、流量変動に伴う河床横断形状変化にあると考えられる。図-4 は、特定砂洲の左岸深掘れ部を含む横断面を、流下方向に追跡した結果である。各グラフの実線は増水期、破線は減水期を表す。同一流量であっても減水期の方が深掘れ部分の占める割合が大きく、減水期には急流移動床流れ特有の、深掘れ部へ



図一3 水位変動 (a)本実験, (b)固定床実験

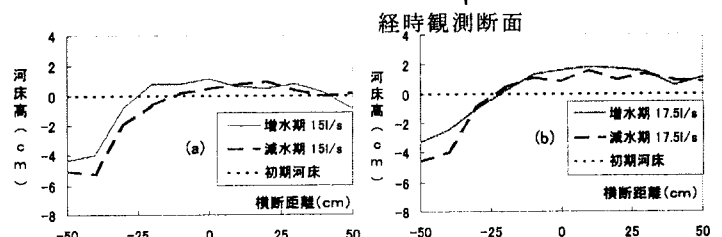
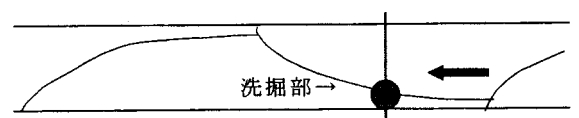


图-4 河床横断面图 (a) 15 l/s (b) 17.5 l/s

の流水の集中が生じたためと考えられる。

(2) 河床変動

ケース1では砂州波長は経時的に増加し、9m程度で推移した。これは、20l/sを定常流で通水した場合の値にほぼ等しく、波長は、ピーク流量付近の川幅水深比に対応した値に推移していく。

図-6は、前縁線下流に生じる最大洗掘深の経時変化である。ケース1では、1サイクル目終了時に4cm程度となった洗掘深は、2サイクル目のピークにかけて減少し河床は平坦化傾向となり、ピークを過ぎると洗掘が進み最大5～6cm程度で推移する。30l/sを流下させたケースでは、ピーク段階まで洗掘は進行せず、ピークを過ぎると急激に洗掘が進み、最大8cm程度にまで達する。

洗掘深の進行は、図-7に示すように、前縁線下流部に生じる蛇行流と直進流による「流れの集中」が原因である。特に、蛇行流が顕著となる減水期で洗掘の進行は大きい。

4. 河床変動の再現計算

数値計算により河床変動の実験結果について、水路上流端に初期擾乱を与え再現を試みた。図-8は、ケース1の2サイクル目の各流量段階での河床高コンターと流砂量ベクトルである。

増水期の12.5l/s段階では波長8m程度の砂州の形成を確認できる。ピーク流量時には、流れは直進性を増して流砂量も大きな値となる。流量が12.5l/sに減じると、対岸の洗掘域から流入する蛇行流に沿う流砂量ベクトルが顕著となり、実験時の流況を再現している。

洗掘域に着目すると、流砂量収支に差異が生じ、流出量が大きくなるため洗掘が進行する様子が判る。流砂量の実測が困難であるため量的な評価には課題が残るが、短時間での流砂量変動を表現できたと考える。

5. 結論

先鋭なハイドログラフの流下する急流河川での、水位及び河床高の時間変化の解明には、非定常流れの特性把握と砂州の運動理解が不可欠である。急流中小河川では、河床横断形状は短時間で変化し、主流線も急変する。このため同一流量であっても増水期と減水期では河床形状が異なる場合や、水位縦断形の相違や、減水期の顕著な洗掘等が生じる。これは、元来、流砂量が極めて大きく、洪水波形が先鋭なために流砂量の時間変動量も大きくなるのが主因であるが、局所的には掃流力と流砂量の間に1対1の関係が成り立たないことに拠る。また、洪水波形の先鋭度の違いは、流砂量の時間変動量として現れる。先鋭度の大きな洪水波形ほど、洗掘深とその変動量は大きくなる。

参考文献 1) 藤堂正樹, 福岡捷二: 先鋭な洪水ハイドログラフの流下に伴う水位と砂州河床高の時間変化特性, 水工学論文集 Vol.48
2) 福岡捷二, 渡邊明英ら: 河道における洪水流の貯留機能とその評価, 土木学会論文集 No. 740/II-64, 2003. 8

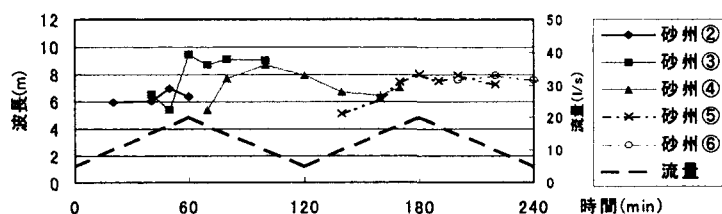


図-5 砂州波長の経時変化

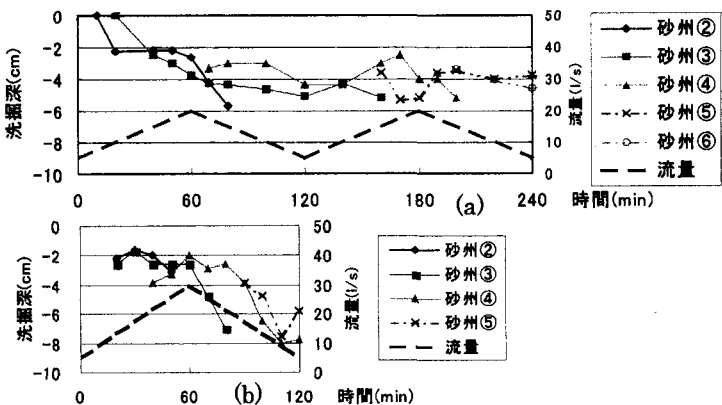
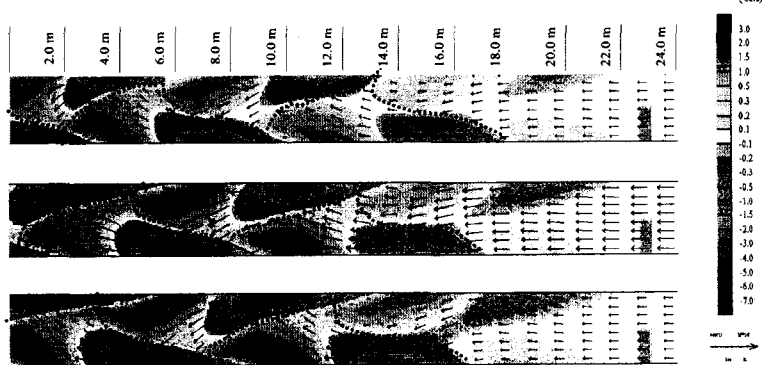


図-6 洗掘深の経時変化 (a) ケース1, (b) 比較ケース



図-7 前縁線下流での流れの集中



上: 増水期 12.5l/s, 中: 20l/s (ピーク), 下: 減水期 12.5l/s

図-8 河床コンターと流砂量ベクトル図 (計算値)