

模擬植生粗度を有する複断面水路における高水敷の
横断方向傾斜度が乱流構造と土砂堆積に与える影響

埼玉大学大学院 学生会員 ○竹澤 祥太
埼玉大学大学院 学生会員 坂部 健
埼玉大学大学院 学生会員 Kasun Chirantha
埼玉大学大学院 正会員 田中 規夫

1. 研究目的

複断面河道の流下能力向上策として、低水路の拡幅は寄り州を形成したり、砂州の形態を単列から複列にしたりする可能性があるが、中水敷を整備する場合は中規模河床形態を大きく変化させずに河積を拡大することが期待される。しかし、低水路と高水敷の流速差に起因する複雑な乱流構造により、高水敷に土砂が堆積し、再樹林化等の問題が起こる可能性もある。高水敷の一部を斜めに掘削する方策が土砂堆積抑制に有効な可能性があるが、乱流構造の変化や土砂堆積への影響は未解明である。

複断面河道の特徴的な流れとして大規模平面渦がある。これは低水路水深 H_m と高水敷高さ h の比 H_m/h が 1.5 未満のときに卓越し¹⁾、低水路と高水敷間の運動量交換ならびに土砂堆積に大きく関連している。本研究では、この流れについて、高水敷に模擬植生粗度を有する複断面水路の掘削形状を水平タイプと斜面タイプに変化させ、高水敷の斜面化が乱流構造と土砂堆積に与える影響を水路実験により把握することを目的とする。

2. 研究方法

実験は、全長15m、幅0.5m、深さ0.4mの矩形断面を有する可変勾配水路で行った。設置する片側複断面河道モデルは、全幅 $B=50.0\text{cm}$ 、低水路幅 $b_m=22.0\text{cm}$ 、高水敷幅 $b_f=28.0\text{cm}$ とし、高水敷高さ h は、高さ6cmの高水敷と高さ0.5cmの模擬植生を含めて $h=6.5\text{cm}$ とした。なお、斜面タイプにおける高水敷角度は 3.5° とした。実験は2ケースで行い、高水敷高さ h を一定とし、低水路水深 H_m をほぼ等しくさせた。

表-1 実験条件一覧

ケース	形状	高水敷高さ $h[\text{cm}]$	低水路水深 $H_m[\text{cm}]$	流量 [l/min]	H_m/h
Case1	水平	6.5	8.2	534	1.26
Case2	斜面	6.5	8.7	630	1.34

乱流構造の測定には粒子画像流速測定法(PIV)を用い、土砂堆積の測定には、浮遊砂を平衡状態に達するまで水路内に堆積させて行った。その際の水路上流端から6.4mの横断面における横断・鉛直方向の合成流速である二次流ベクトルと土砂輸送に関連するレイノルズ応力、また土砂堆積高の横断分布を用いて2ケースを比較した。結果の図は、全て無次元化して表示しており、 z は低水路端からの横断距離、 y は低水路底面からの高さとしている。

3. 結果および考察

(1) 二次流ベクトルの変化

断面内最大流下方向流速 u_{max} で除して無次元化した水平、傾斜の二次流ベクトル分布をそれぞれ図-1 と図-2 に示す。両ケース共に、低水路と高水敷の境界部の $z/B = 0.44$ の付近で低水路から高水敷方向の小さい二次流がみられる。また高水敷底面部では、Case1 で広範囲にわたって低水路方向への小さい二次流ベクトルがみられるが、Case2 では発達しなかった。この二次流の変化は高水敷を傾斜させたことで、高水敷底面に沿う低水路への流れが生じるものの、模擬植生の抵抗を受け弱まった影響であると考えられる。更に、この二次流の変化により z/B が 0.2 から 0.44 の範囲における低水路の二次流が、Case1 の反時計回りから Case2 の鉛直方向上向きと変化している。

(2) 横断方向レイノルズ応力の変化

横断方向レイノルズ応力 $-\overline{u'w'}$ (u' , w' はそれぞれ流下方向、横断方向の流速の変動成分)を摩擦速度の2乗の u_*^2 で無次元化した Case1, 2 の無次元横断レイノルズ応力 $-\overline{u'w'}/u_*^2$ を、それぞれ図-3 と図-4 に示す。また、色付の領域

キーワード 大規模平面渦 二次流ベクトル レイノルズ応力 土砂堆積高 斜面
連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学 TEL 048-858-3564

は正のレイノルズ応力により高水敷方向への運動量輸送が発生し、無色の領域は負のレイノルズ応力により低水路方向への運動量輸送が発生していることを表している。

高水敷上に着目すると、両ケース共に低水路との境界部では、低水路から高水敷への二次流により正のレイノルズ応力が分布している。また Case1 では、正のレイノルズ応力が高水敷奥まで分布しているが、Case2 では境界部のみに分布している。これは、高水敷奥まで生じていた二次流が高水敷奥で弱まった影響であると考えられる。

(3) 土砂堆積高の変化

2 ケースの土砂堆積高の横断分布を図-5 と図-6 に示す。Case1 では z/B が 0.44 から 0.6 の範囲で、Case2 では z/B が 0.48 から 0.56 の範囲で他の領域より土砂が高く堆積した。これは両ケース共に、境界部における低水路から高水敷方向への二次流と運動量輸送によるものと考えられる。また、Case1 では高水敷奥まで生じていた二次流や運動量輸送により土砂が高水敷奥まで輸送され堆積したが、Case2 では高水敷上の二次流が発達しなくなるため、土砂が高水敷奥まで輸送されず堆積しない結果となった。

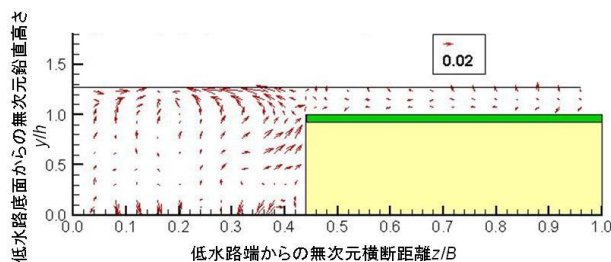


図-1 Case1 における二次流ベクトル

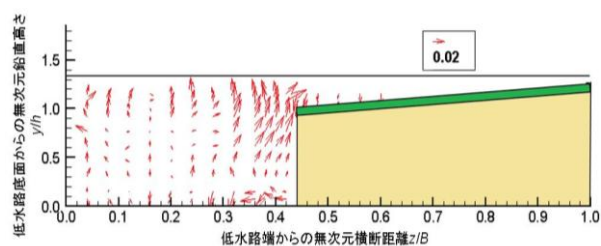


図-2 Case2 における二次流ベクトル

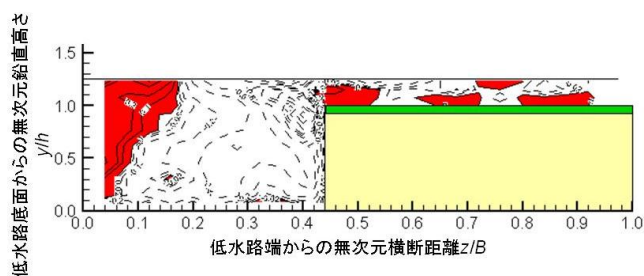


図-3 Case1 における無次元横断レイノルズ応力

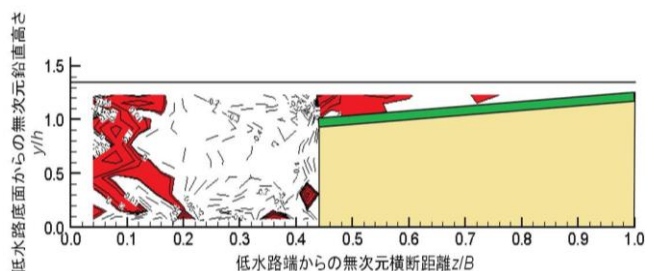


図-4 Case2 における無次元横断レイノルズ応力

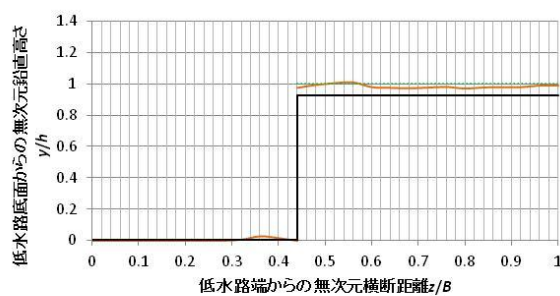


図-5 Case1 における土砂堆積高

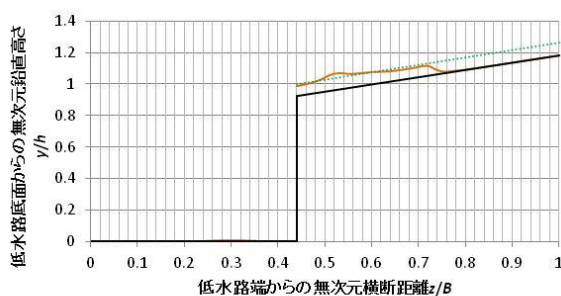


図-6 Case2 における土砂堆積高

4. 結論

高水敷に模擬植生粗度を有する複断面水路では、水平か斜面かによらず、境界部では高水敷方向の運動量輸送が卓越し土砂が他の領域より高く堆積する。斜面化した際、高水敷底面に沿う低水路方向への流れが模擬植生の抵抗を受けることで二次流構造が変化し、土砂が高水敷奥まで輸送されなくなる。植生を有する高水敷の斜面化は、土砂を高水敷中央部までの範囲に堆積させることで土砂堆積量と範囲を減少できるため、有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 柵津ら(2000): かぶり水深の変化が複断面開水路流れの組織渦に及ぼす影響に関する研究, 土木学会論文集 No.649/II-51, pp1-15