

スリット付落差工の流路形成効果に関する数値解析的検討

徳島大学大学院	学生会員	○林 直哉
徳島大学大学院	正会員	岡部 健士
徳島大学大学院	正会員	竹林 洋史
徳島大学大学院	学生会員	速水 真人

1.はじめに 砂防河川に連続配置された落差工では下流部への土砂供給がなく、一度土砂が満砂すると土砂調節効果はほとんど期待できない。また、河道を生息空間とする水生生物にとって落差工上流域は河道が分断されているため、その生息環境が危ぶまれている。そこで、落差工にスリットを設けることにより、出水時の多量の土砂流出に対してはこれを貯砂・調節し、洪水低減期に浸食流路が形成される。本研究では、河道の中央に橋脚がある河川について、落差工にスリットを付設した時の浸食流路の形成について、模型実験を通して水制工などの河川構造物の役割を把握し、その大きさや配置について大まかな方向性を見つけた。また、スリットなど河川構造物について、いろいろなパターンを想定し、より細かく検討するために数値解析を行った。

2.対象河川 対象河川は、徳島県三好郡東みよし町に位置し、吉野川の支流である小川谷川である。対象区間は4号床止め工から下流の3号床止め工の間約160mである。また、4号床止め工の下流35mには昼間橋の橋脚がある。

3.実験・解析概要 河道の真ん中に橋脚がある河川について、初期河床がフラットな状態で何も構造物がなければ、勝手に流路が形成されることはない。そこで、洪水後の流量が減少している時に、浸食流路を形成させるために、実験水路を用いて模型実験を行った。

実験水路は、長さ400cm、幅70cm、高さ30cmの長方形断面水路である。これは、対象河川を1/50に縮尺したものである。下流端にはスリットを付設した落差工モデルを設置し、上流端には中央に魚道のある床止め工モデルを設置した。また、下流から約180～215mにかけて河道の中央に橋脚モデルを設置した。そして、下流端から上流へ280cmまでの区間を平均粒径約1.0mmの砂を勾配1/120で均一に敷き、これを初期河床とした。

境界条件として、流量15t/sをスリット閉口の状態で30分、スリットを開口して流量15t/sを30分、流量12t/sを30分、流量7t/sを1時間、流量3.75t/sを1時間、さらに、5分毎に流量を10t/sずつ上げていき、流量50t/sに達すると5分間維持し、今度は5分毎に流量を10t/sずつ下げていく。そして、流量が15t/sまで落ちると、流量15t/sを30分、流量12t/sを30分、流量7t/sを1時間、流量3.75t/sを1時間、合計7時間20分通水した。実験では、給砂は流量が20 t/s以上のときに行った。また、解析では平衡流砂量の0.1倍を給砂した。

実験から、水の流れを右岸側に集めるために、下流から225mの左岸側に止水壁を設置した。また、下流端での流れをスムーズにするために、下流端の右岸側に導流堤を設置した。そして、流路の形成をコントロールするために、右岸側に水制工を設置することにした。

4.数値解析 実験は準備等を含め多くの時間がかかる。また、一人で行うことが難しいので非常に大変になる。解析は一人で行え、また多くのcaseを行えるので、いろいろなパターンを想定し、実験を行った水路についてより細かく検討するために、河道変動計算システムの「RcpS」を使って解析を行った。

まず、スリットの形状の違いで比較してみる。左岸側に 1cm 寄せた *case1* と 3cm 寄せた *case2* を比較してみると、スリットを 1cm 寄せた方が右岸側に形成された流路が深く洗掘される傾向が見られる。これは、流路が蛇行などせず、スムーズに流れたので、深く掘れたと考えられる。

スリット幅が 12cm の *case2* と 10cm の *case3* を比較すると、10cm の方が、洗掘深が浅く、流路形成しにくい傾向が見られる。また、右岸側に流路が形成されても、左岸側にもう一本形成されることもあった。これらは、10cm の方がスリットの断面積が小さくなるため、下流端で水位が上がり、橋脚の護床ブロックに付いている突起や止水壁で水の流れをコントロールできず、止水壁等を越流した流量が増加し、右岸側に流れが集中しなかったことが考えられる。そして、左岸側にも流路が形成されやすくなったと考えられる。

第 1 水制工を固定し、第 2 水制工の位置を移動させて比較してみる。第 2 水制工の位置が下流から 110cm の *case5*、下流からの距離 115cm の *case2*、下流からの距離 120cm の *case4* を比較してみると、水制工の位置が 110cm の場合、水制工が橋脚の右岸側にできる流路と離れすぎたため、下流側から発達した流路と上流側から発達した流路が繋がらず、流路が左岸側に形成されたり、流路が形成されなかったりしたと考えられる。次に下流から 115cm の位置に水制工がある場合を見てみると、上流から第 2 水制工、第 1 水制工にかけてはうまく流路が形成された。

しかし、第 1 水制工から流路が急に右岸側に寄り出した。これは、この水制工の大きさが大きすぎたと考えられる。次に下流から 120cm の位置に水制工がある場合を見てみると、下流端からの流れは第 1 水制工に繋がらず、上流側からの流れも第 2 水制工と繋がった。しかし、2 つの水制工の距離が離れていたために、第 1 水制工が全く意味を成さず、流路は蛇行してしまった。

5.まとめ スリットの位置で比較すると、スリットを寄せた側の流路の洗掘深は深くなり、逆側は浅くなる傾向がある。スリットを大きくすると、洗掘量が多くなる。また、スリットが小さすぎると、うまく流路が形成されない場合がある。下流端から第 1 水制工までの距離より、第 1 水制工から第 2 水制工までの距離を長くするとうまく流路は繋がらない。また、第 2 水制工の大きさが第 1 水制工の大きさの半分以上だと第 1 水制工をうまく活用できない。

表-1 解析条件

	スリット		第1水制工		第2水制工	
	大きさ	位置	下流からの距離	大きさ	下流からの距離	大きさ
<i>case1</i>	12cm	1cm	55cm	10cm	115cm	4cm
<i>case2</i>	12cm	3cm	55cm	10cm	115cm	4cm
<i>case3</i>	10cm	3cm	55cm	10cm	115cm	4cm
<i>case4</i>	12cm	3cm	55cm	10cm	120cm	4cm
<i>case5</i>	12cm	3cm	55cm	10cm	110cm	4cm

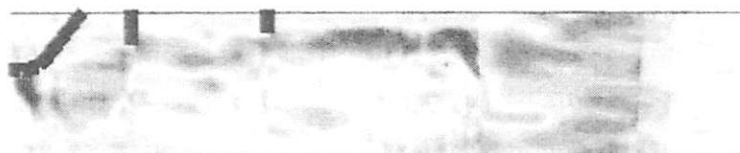


図-1 *case1* の河床変動量

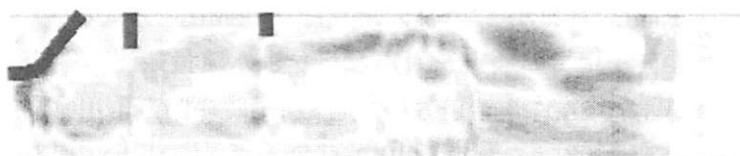


図-2 *case2* の河床変動量

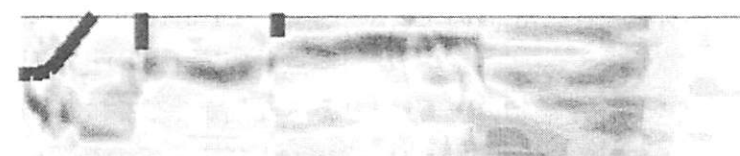


図-3 *case3* の河床変動量



図-4 *case4* の河床変動量



図-5 *case5* の河床変動量