

交互砂州地形における常流射流混在流れの発生条件に関する基礎的研究

宇都宮大学 学生会員 ○菊地祐紀
 宇都宮大学大学院 正会員 池田裕一
 宇都宮大学大学院 正会員 飯村耕介
 宇都宮大学 学生会員 泉祐太

1. はじめに

平成 13 年 9 月の出水において、鬼怒川中上流部は約 100m にも及ぶ河岸侵食の被害を受けた¹⁾。この時、鬼怒川の計画高水量 5400m³/s に対し、被害時の流量は 2200m³/s であった。このように計画高水にはまだ余裕がある状況にも関わらず河岸侵食が発生した。鬼怒川は砂州波高が大きく、中規模出水時において砂州前縁部の形状の影響を受けて水面勾配が急になり、局所的に射流域が発生する場合は考えられる。このような状況で流れが河岸に集中した場合、河岸侵食や局所洗掘の大きな要因となる。

筆者らはこれまで、室内実験で交互砂州地形上での局所的射流域の発生状況や流況の特徴について調べてきたが、いまだに不明な点が多い²⁾。本研究では、これまでとは異なる砂州形状について実験を行い、交互砂州地形上での常流射流混在流れの発生条件について、より広い範囲から検討することとした。

2. 実験装置及び実験方法

実験には幅 0.5m、水路長 16m の可変勾配水路を用いた。全体で 0.5m の幅のうち、右岸側の幅 0.2m を低水路とし、左岸側の幅 0.3m を高水敷として形成した。低水路は、波長 1m、波高 0.04m の交互砂州地形を 12m 形成し、その前後には 2m ずつ直線部を設けた(図-1)。砂州地形は、縦断的に周期の異なる 2 つの正弦関数を組み合わせることで流れの緩急に差を付けた(図-2)。

実験では上流から 9~10m 区間で流況観察と水深測定を行った。流況観察は染料を水路に流して流動形態を可視化したものをビデオ撮影した。水深測定は、左右岸より 1 cm 及び水路中央について、縦断方向に 4 cm 毎に測定した。実験条件は表-1 に示す 9 ケースで、勾配と流量を 3 通りずつ変えたものである。

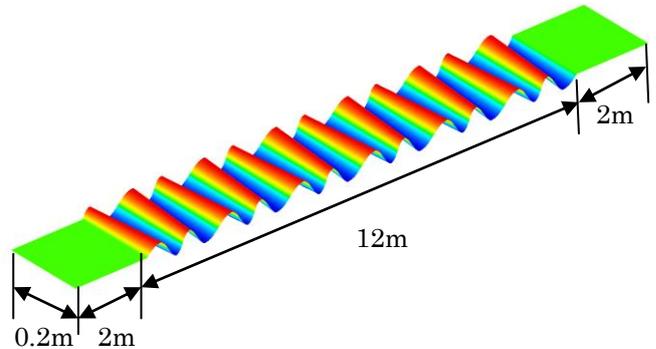


図-1 低水路の河床形状

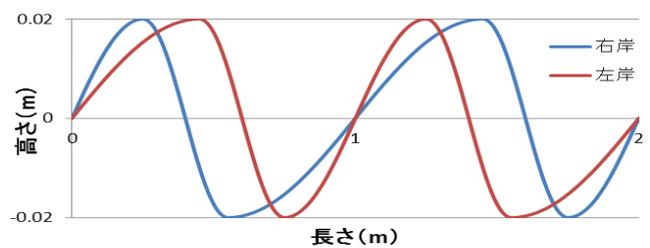


図-2 砂州 2 波長分の左右岸の水路床高

表-1 実験条件

ケース名	勾配	流量 (ℓ/s)	平均水深 (cm)
Case1-1	1/250	3.0	5.15
Case1-2	1/250	5.0	6.30
Case1-3	1/250	7.0	7.63
Case2-1	1/300	3.0	5.30
Case2-2	1/300	5.0	6.61
Case2-3	1/300	7.0	7.68
Case3-1	1/400	3.0	5.41
Case3-2	1/400	5.0	6.63
Case3-3	1/400	7.0	7.62

キーワード 交互砂州, 常流射流混在, 流動形態, 発生条件

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 TEL028-689-6214

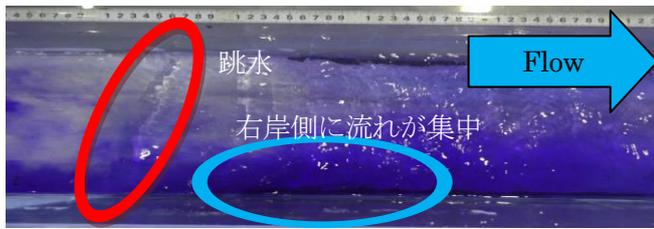


写真-1 Case1-1での流況

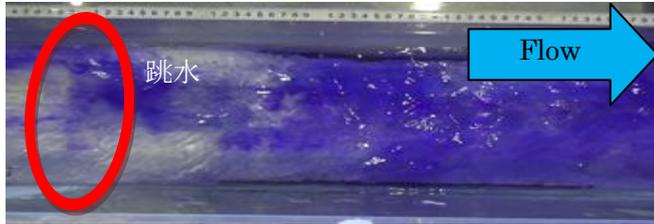


写真-2 Case2-2での流況

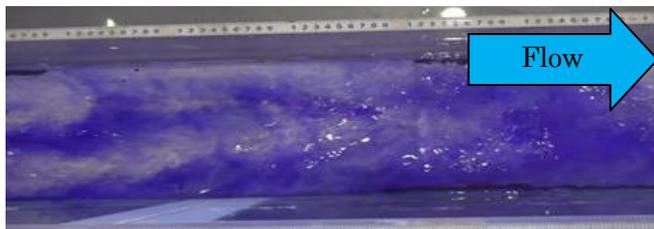


写真-3 Case3-3での流況

3. 実験結果及び考察

既往の研究²⁾より、流動形態は「A：縦断的横断的に常流射流混在」、「B：縦断的に常流射流混在流れ」「C：全体に常流」の3通りがみられることが分かっている。写真-1～3は流況観察を行った中で3通りの流動形態がより顕著にみられたケースを示した。

Case1-1では流動形態はパターンAとなった。流れは河床が縦断的に低下を始める箇所から水路全幅において射流となるが、河床形状の影響で流れが右岸側に集中している。また、その影響で跳水後方の流況で左岸側に逆流が発生している。

Case2-2では流動形態はパターンBとなった。流れは河床が縦断的に低下を始める箇所から、水路全幅において射流となった。

Case3-3では流動形態はパターンCとなった。流量が多いことで、流れは河床形状の影響を受けずに流れ、水路全体を通して常流の流れとなった。

この3通りの流動形態の特徴を明確にするために水深を比較した。図-3は各ケースの中央水深を比べた図である。Case1-1では水深の最小値となる点が最も下流側で確認され、その後跳水により水深が大きく上昇している。Case2-2では跳水後に何度も波立つ様子が確認された。Case3-3では水深の最小値となる点が最も上流側で確認され、水深全体の変化は目立つものは

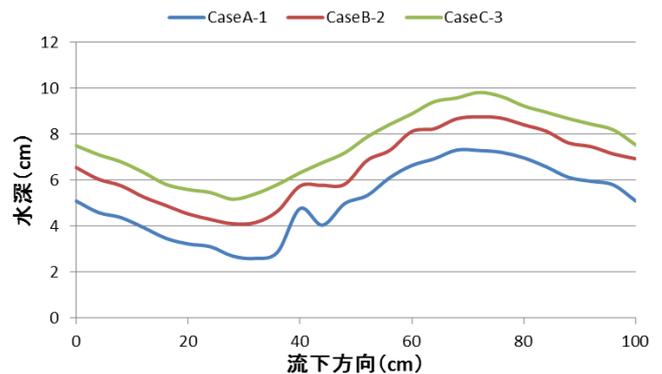


図-3 水路中央の水深の測定結果

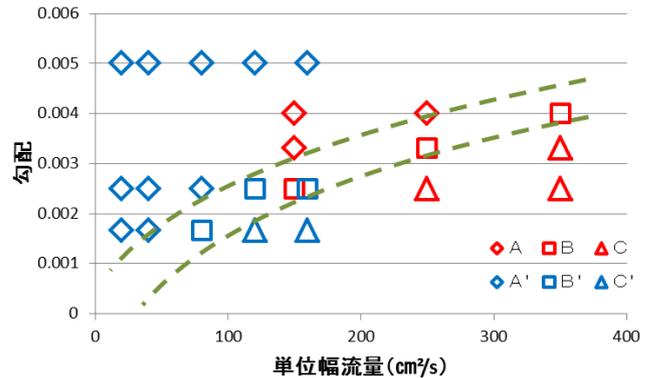


図-4 勾配と単位幅流量による流動形態の関係

なかった。

図-4は本研究と既往研究²⁾によって得られた勾配と単位幅流量の関係をもとめたものである。A, B, Cは本研究の実験結果であり、A', B', C', は既往研究の実験結果である。2つの実験では水路幅が異なったため、流量を単位幅流量に直した。図-4を見ると、それぞれの流動形態が現れる領域は、2つの砂州形状に対してほぼ同様であった。今回の場合、2つの砂州形状の波長は異なるが、波高は同じであった。そして波高に対して波長の縦断距離が十分な長さであったため、波長の違いは実験結果に影響を及ぼさなかったと考えられる。このことから、流動形態の類別には流量、勾配、砂州波高、そしておそらく底面粗度が支配的要因であるといえる。今後は、これらの影響を理論的系統的に説明できるようにしたい。

参考文献

- 1) 国土交通省下館河川事務所: 下館河川事務所河川概要 2010
- 2) 橋本壮平, 池田裕一, 交互砂州における常流射流混在流れの流動形態の発生状況に関する基礎的研究, 土木学会関東支部技術研究発表会公演概要集, 40巻, 2013