

急流河川の交互砂州が流動形態に与える影響に関する基礎的研究

宇都宮大学 ○学生会員 笹川 凜 宇都宮大学 正会員 池田 裕一
宇都宮大学 正会員 飯村 耕介 宇都宮大学大学院 学生会員 齋藤 祐輔

1. はじめに

鬼怒川では、平成13年9月の出水において中流部の河岸が局所的に大きく侵食された。このときの流量は $2200\text{m}^3/\text{s}$ で当時の計画高水流量 $4000\text{m}^3/\text{s}$ に対して十分余裕があったにもかかわらず、東北新幹線橋梁付近で横断方向に約100mの侵食が発生した¹⁾ (写真-1)。この区間は急勾配の交互砂州河道で砂州波高が大きく、中規模出水では砂州形状の影響を強く受けて局所的に射流域が発生し²⁾、大きな侵食が発生する可能性がある。一般的な河川において出水時の流量が大きければ侵食の危険性も高まるが、急勾配の交互砂州河道では中規模出水でも大きな侵食が発生する可能性がある。このような流動形態を知ることは治水安全度を考えるうえで極めて重要な問題である。

このような流動形態と側岸侵食の特徴については、さまざまな実験的検討がなされてきた³⁾。しかし、実験で使用している交互砂州は、三角関数を用いて人為的に決めた形状をモルタルで成形・固定化したもので、その結果の物理的妥当性については疑問が残る。そこで本研究では、実験水路に交互砂州地形を自然発生させ、より自然に近い形で流動形態について室内実験と数値実験により検討することとする。

2. 室内実験による砂州の形成

実験には、長さ16m、幅0.5mの直線水路を使用した。この水路内に幅0.2mの低水路と0.3mの高水敷を設置し、この低水路内に交互砂州を形成させることにした。その他の実験条件も含めて表-1に示す。この条件を黒木・岸⁴⁾の領域区分図にプロットすると、図-1の赤いプロットのように、交互砂州が形成される条件範囲といえる。

実験の結果、図-2のような交互砂州が形成された。これは、水路全長16mのうち砂州地形が明確に現れた上流端から7.8m～12.2m区間において、実験水路底面から測定した(相対的)河床高のコンター図で、その波長は約2m、波高は約2cmであった。

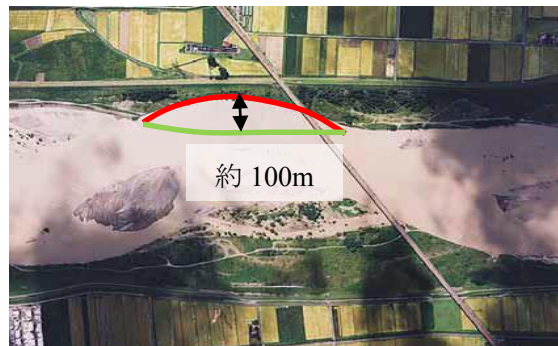


写真-1 鬼怒川における侵食被害 (平成13年9月)

表-1 実験条件

水路縦断長	16m	流量	0.60/s
水路幅	0.2m	初期水深	1cm
水路勾配	1/100	初期河床高	5cm
平均粒径	0.53mm (珪砂5号)	通水時間	40min

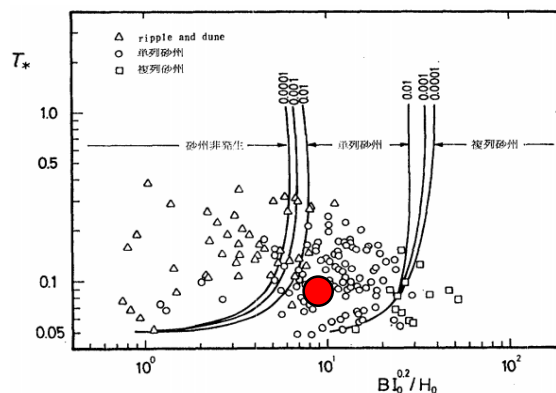


図-1 本研究の実験の位置づけ

3. 数値解析による流動形態の検討

今回形成した交互砂州地形における流動形態を数値解析により検討していく。ただしそのまえに、数値解析の妥当性を確認するために、人為的に成形した交互砂州地形での流動形態の実験結果³⁾と数値解析結果を比較することとする。

(1) 計算方法と計算条件

解析ソフトには、iRIC-Nays2DHを用いた。人為的に成形した河床形状³⁾は波長2m、波高4cmで、その河床

キーワード 交互砂州 鬼怒川

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学 TEL: 028-689-6214

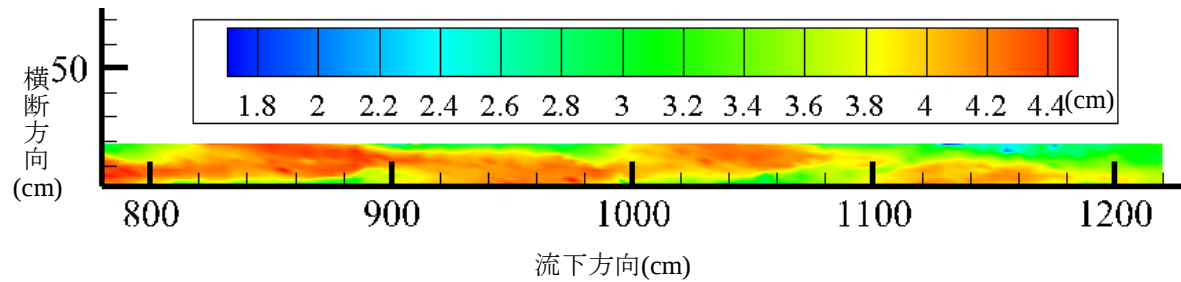


図-2 水路床高コンター図（水路底面からの相対的な高さ）

表-2 流動形態の実験条件³⁾

勾配	流量(ℓ/s)
1/200	各勾配に対して 3.0, 5.0, 7.0
1/500	
1/700	

高コンターを図-3に示す．実験条件は表-2に示すとおりである．計算格子サイズは1.0cm×1.0cm，砂州波長2mの周期境界条件を適用し，計算時間は300秒とした．

(2) 計算結果

図-4に，計算結果の一例として水位と流速ベクトルを示す．これを見ると，砂州地形に沿って水が動き，流下方向0.45m地点で水位が大きく変化し，跳水が発生していることがうかがえる．また，図-5は，同条件でのフルード数のコンター図である．流下方向0.35m地点から局所的にフルード数が1を超える射流領域が現れており，水位変化の大きさともよく対応している．このような特徴から判断した数値解析での流動形態の分類と，従来の実験³⁾で確認された流動形態の分類を比較したものを図-6に示す．今回の数値解析結果が実験結果と概ね合致していることが分かる．

射流領域を含む流動形態の検討に数値解析が有効であることが分かったので，つぎに，室内実験で形成させた交互砂州地形での流動形態を，数値解析により検討する．その結果は当日報告する．

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) 古川・須賀・池田・岩崎：砂州前縁部における常流射流混在流れの構造に関する基礎的研究，水工学論文集，Vol. 49，pp. 523-528，2005.
3) 池田，飯村，泉，橋本急流河川の交互砂州上における流動形態と側岸侵食に関する基礎的実験的研究，土木学会論文集 A2（応用力学），73 巻，2 号，pp. I_639-I_648，2017.

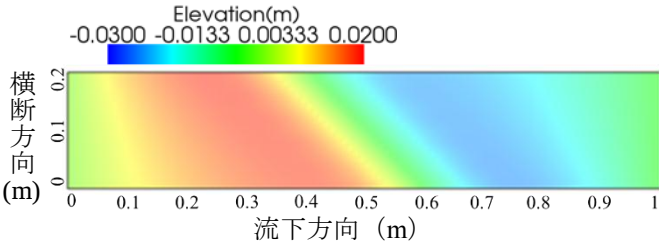


図-3 砂州半波長分の河床高コンターの例（勾配 1/200，左端を基準とした河床高）

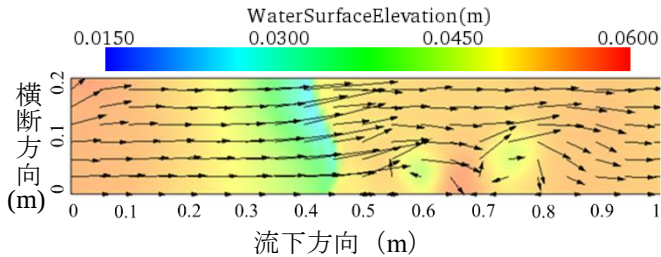


図-4 水位とベクトル図（勾配 1/200，流量 3.0 ℓ/s ，300 秒後）

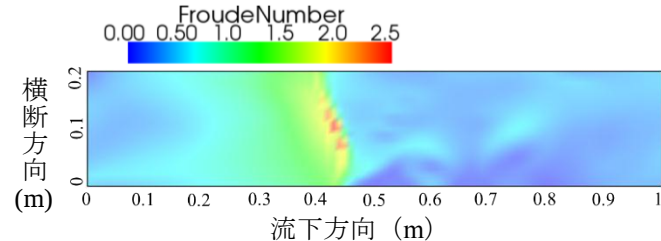


図-5 フルード数（図-4 と同じ）

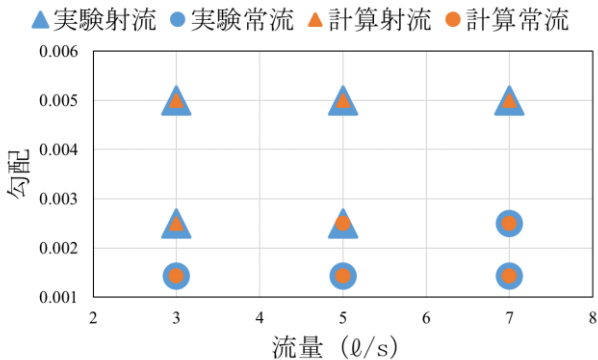


図-6 流動形態の分類

4) 黒木・岸：中規模河床形状の領域区分に関する理論的研究，土木学会論文報告集第 342 号，pp. 87-96，1984.