

振幅の大きな蛇行水路下流の直線水路における河床形態に関する基礎的研究

宇都宮大学大学院 学生会員 ○江口陽祐
 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 矢部和史

1. はじめに

写真-1は那珂川 70km 付近の空中写真である。振幅の大きな湾曲部の下流に直線河道が接続し、そこに交互砂州に類似の河床形態が見られる。出水時には、写真赤枠箇所が経常的に水衝部となり、護岸の被災と対症療法的な復旧が繰り返されている。根本的対策を講ずるためには、このような状況での河床形態の発生メカニズムを明らかにすることは重要であり、河川水理学的にも興味深い。蛇行水路から直線水路へと平面形状が変化する場合での河床変動については、岡田ら¹⁾が複断面水路で実験を行っているが、直線複断面へと変化する接合部のごく近傍のみの検討にとどまっており、蛇行振幅も最大偏角が 22.5° と写真-1 に比べてかなり小さい。そこで本研究では、振幅の大きな蛇行水路下流の直線水路における流況および河床形態の基本的特性を把握するため、固定床実験および移動床実験を行い、若干の考察を加えるものである。

2. 実験装置および方法

実験に際し、勾配 1/200 の基盤上に幅 10cm の水路を作成した(図-1 参照)。蛇行水路の平面形状は sine-generated-curve で、最大偏角 90° 、蛇行波長 1.5m とし、蛇行水路区間に 5 波長設置した。計測区間は図中の赤枠内に示すように、蛇行水路 4 波長目から下流直線部である。固定床実験(A-1)の流量は $3000 \text{ cm}^3/\text{s}$ とし、水深測定にはポイントゲージを用いた。流速測定には 2 成分電磁流速計を用いて、流下方向および横断方向成分を測定した。移動床実験(B-1)では河床材料に均一粒径 0.6mm の砂を用い、これを初期状態で 8cm の厚さで平坦に敷き詰めた。その後、流量 $2000 \text{ cm}^3/\text{s}$ で通水し、通水開始から 60 分、120 分、180 分、240 分、300 分後それぞれの時点で水を止め、ポイントゲージで河床高の計測を行った。表-1 に固定床・移動床の実験条件を示す。

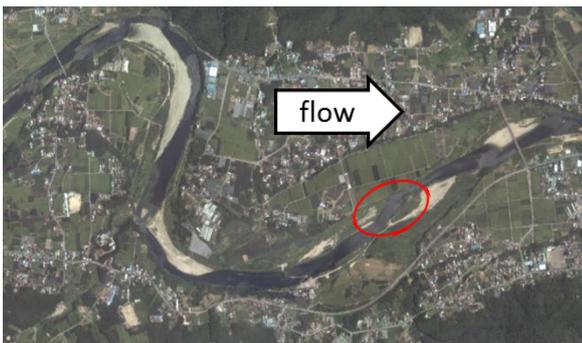


写真-1 那珂川 70km 付近の空中写真

表-1 実験条件

Case 名	A-1		B-1	
内容	固定床実験		移動床実験	
条件	蛇行部	直線部	蛇行部	直線部
流量 (cm^3/s)	3000		2000	
代表水深 (cm)	6.5	6.0	6.0	4.0
代表流速 (cm/s)	45	50	50	33
フルード数	0.5	0.6	0.4	0.8

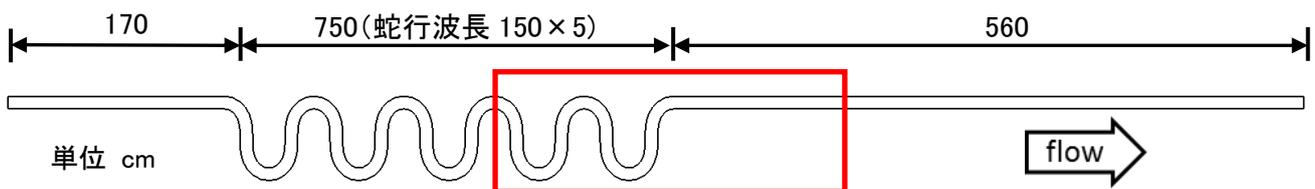


図-1 実験装置

キーワード 交互砂州, sine-generated-curve, 湾曲河道,

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL028-689-6226

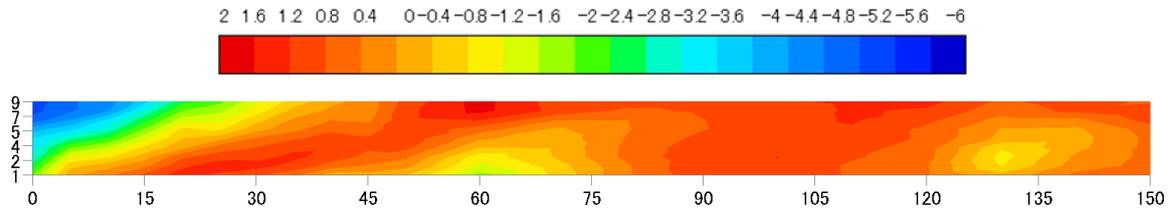


図-2 移動床実験(B-1):直線部における河床変動量(通水開始から300分後)

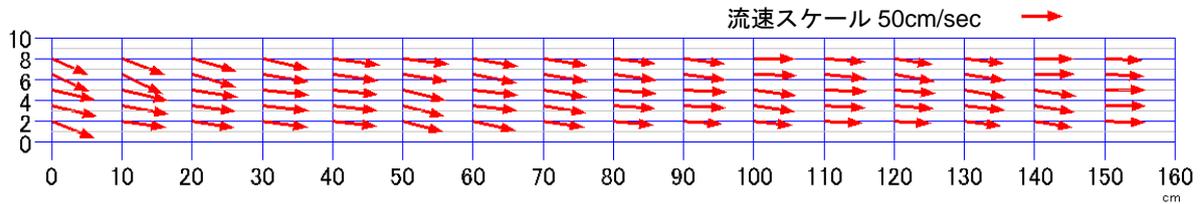


図-3 固定床実験(A-1):直線部底面流速ベクトル図

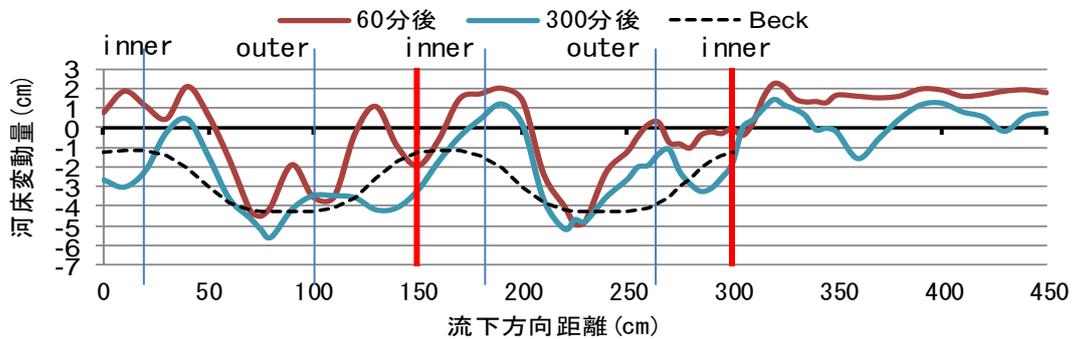


図-4 移動床実験(B-1):初期河床高からの変動量 右岸より1cm水路手前

3. 実験結果および考察

図-2 に移動床実験(B-1)における通水から 300 分後の直線部の河床変動量の分布を示す。横軸は直線部開始点からの流下方向距離である。図-2 を見ると、蛇行部との接続部付近において外岸側にあたる左岸で深掘れが生じ、60 cm および 130 cm 付近の右岸で洗掘が起きており、那珂川(写真-1)と同様な交互砂州のような河床形態が確認できる。また、図-3 は固定床実験(A-1)での直線部の底面流速ベクトル図である。直線部の開始点では蛇行の影響で全体的に右岸に向いていた流れが、やがて流下方向に向くものの、単調に遷移せず、揺らぎながら直線部の流速分布に漸近していくように見える。移動床実験(B-1)でみられた河床形態は固定床実験(A-1)での流速の揺らぎに対応したものと考えられる。図-4 は移動床実験(B-1)での右岸より 1cm 内側での河床変動量の縦断変化を示したものである。図中の点線は、Beck²⁾による半径験式をあてはめたもので、大きな蛇行による洗掘・堆積よりも小規模な河床形態が現れているのがわかる。これは振幅の大きな蛇行水路における Termini³⁾の実験においても指摘されており、蛇行波長より小さい砂州形態が流下方向に移動しながら、次の蛇行波長までに変形・縮小していくことが報告されている。図-4 を見ると、砂州形態が蛇行部から直線部へと移動して、直線部の河床形態が形成されているようにも見える。ただし、60 分の時点で蛇行部にはすでに小さな砂州形態は発生しており、直線部にももっと早い時点で図-2 のような河床形態が現れるべきであろう。いずれにしても、直線部における流速の揺動と小さな砂州形態の移動とが、どのような関連性があるのか、今後の課題といえる。

参考文献

1) 岡田将治・JULIO MASS JIMENS・福岡捷二・田村浩敏・松重良:平面形が縦断的に変化する複断面河道における流れと河床変動,水工学論文集,第 47 巻,pp.655-660,2003.
 2) Beck, S. M.:Computer-simulated deformation of meandering river patterns, PhD Thesis, Dept. Civil Engg., Univ. Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA, 1988.
 3) Termini, D.:Experimental Observations of Flow and Bed Processes in Large-Amplitude Meandering Flume, Jour. Hydraulic Engg., Vol.135, No.7, 575-587, 2009.