

## 振幅の大きな蛇行河道と下流直線河道の接続部における流況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  
 大成建設株式会社 正会員 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。振幅の大きな蛇行河道の下流に直線河道が接続し、そのやや下流に交互砂州の形成がみられる。このため、出水時には写真赤枠箇所の左側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おり、より根本的な対策を講じるためにはこのような特徴的な地形における河床変動機構を明らかにする必要がある。河道の平面形状が直線から蛇行そしてまた直線へと縦断的に変化する場合での河床変動については、岡田ら<sup>1)</sup>が複断面水路で実験を行っているが、接続部の詳細な流れ場は明らかにされておらず、蛇行振幅も最大変化が 22.5° のみの検討にとどまっている。

そこで本研究では、振幅の大きな蛇行河道における流況がその下流直線河道の流況にどのような影響を与えるかを把握するため、固定床実験を行い、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)。水路上流部に 1.7m の直線導入部を設け、それに続いて水路中心線に沿って sine-generated-curve の蛇行区間を 7.5m、さらに下流端までの 5.6m を直線区間とした。蛇行水路の平面形状は最大偏角 90°、蛇行波長 1.5m とし、蛇行水路区間に 5 波長設置した。計測区間は蛇行水路 4 波長目から下流直線部である。座標軸は、図-1 に示すよう

に、蛇行水路 4 波長目の開始点の右岸を原点とし、流下方向に  $s$  軸、左岸方向に  $n$  軸とした。

流量は  $3000\text{cm}^3/\text{s}$  とし、直線水路で等流状態となるように下流端の堰を調整した。水深測定にはポイントゲージを用い、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。

本研究では、固定床の流れについて、数値解析による検討も試みた。蛇行河川では一般に二次元数値解析がよく行われているが、本研究の場合、蛇行水路幅に対して、蛇行の偏角・振幅が大きく、流れの三次元構造 (断面内二次流) の影響は少なくないと考えられる。そこで、本研究では、iRIC<sup>2)</sup>に同梱されている Nays2DH (二次元) および NaysCUBE (三次元) を用いて数値解析を行い、実験結果との比較を行った。粗度係数については、実験値の水深および流量より算出した値を用いた。流量は  $3000\text{cm}^3/\text{s}$ 、下流端水深が 6.2cm となるように水位を設定した。

### 3. 実験結果および考察

図-2 に計測区間全体の左岸・右岸側の水深測定結果を示す。図中の黒の縦破線は蛇行部 4 波長目と 5



写真-1 那珂川 70km 付近の空中写真

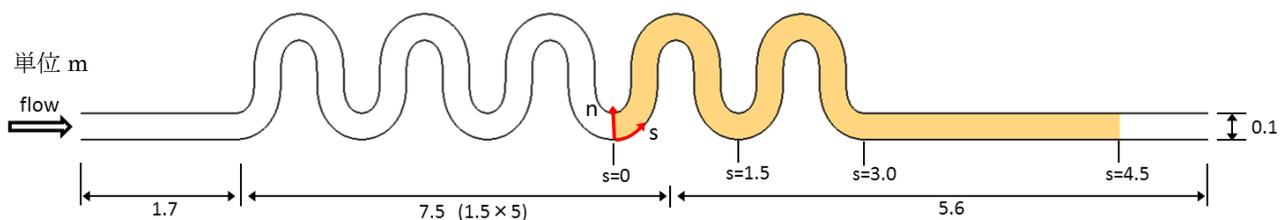


図-1 実験装置の概要

キーワード 交互砂州, sine-generated-curve, 蛇行河道,

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

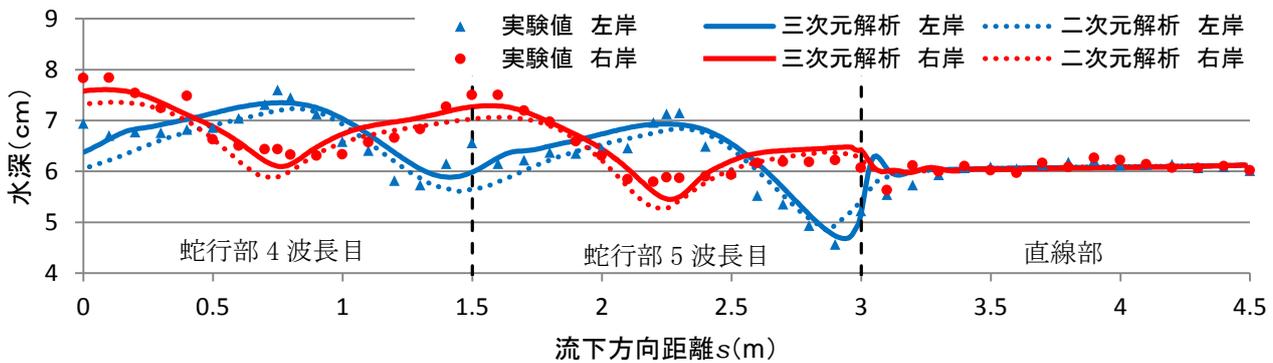


図-2 左岸・右岸側水深の縦断変化

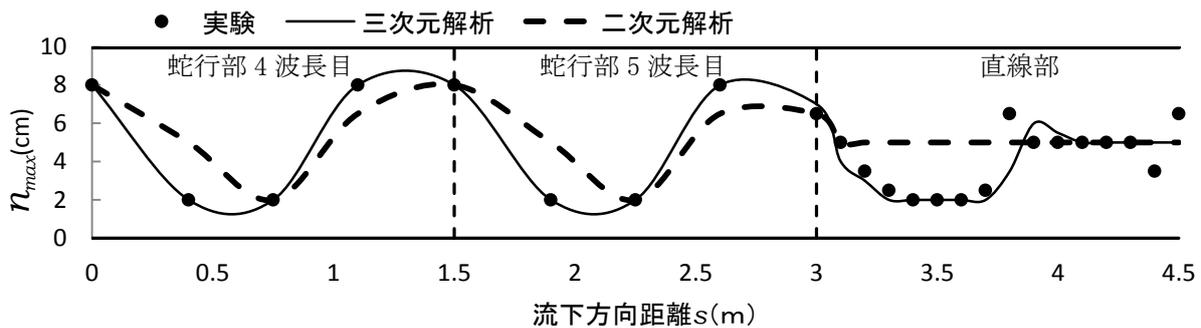


図-3 最大主流速の横断面内での発生位置

波長目および直線部の境界を示している。まず、計測区間全体の傾向としては、蛇行部の流下方向 ( $s$  方向) の勾配が直線部のそれよりも全体的に緩やかなので、水深は蛇行部で深く、直線部で浅くなっている。このため、蛇行部から直線部に向けて、流下方向に徐々に水深が低下している。そのうえで蛇行部と直線部との接続部 ( $s=3\text{m}$ ) の手前では、全体の低下の傾向よりも水深が大きく低下する特徴的な変化を示している。なお、右岸側水深は接続部直前では 4 波長目ほどの上昇を見せず、左岸側水深の低下の影響が顕著に表れている。数値解析においても蛇行部から直線部にかけて徐々に水深が低下し、接続部手前では左岸側水深が大きく低下する傾向を示しており、二次元解析に比べ三次元解析の方がよりよいものといえる。

本研究のように、蛇行の最大偏角が大きい場合、蛇行部の勾配が直線部と比較して相対的に緩やかあるいは逆勾配にもなる場合がある。一方、直線部では下流端まで勾配が相対的に急になっている。そのため、蛇行部から直線部にかけて流れは大きく加速されることになる。特に蛇行の影響から最大主流速は内岸側に現れるため、内岸側となる左岸で水深の低下が顕著に表れるという特徴的な変化を示したと推察される。

図-3 に水深平均した主流速の最大値の断面内発生位置  $n_{max}$  の縦断変化を示す。蛇行部では流下につれて大きく左右に振れているのが分かる。接続部より下流の直線部では、やや中心線寄りになるものの、 $s=4\text{m}$  までは左右に振れる傾向が続いている。接続部では水面の横断勾配によって右岸から左岸に向く力が作用するため、接続部で左岸側にみられる主流速のピーク位置は流下とともに単調に中心線上に戻ると期待される (二次元解析では上述の傾向を示している)。しかし、本研究では、蛇行の影響に加え水深低下による流れの加速も生じ、接続部において右岸に向く強い流れが生じたためにピーク位置は中心線上を超えてさらに右岸側に移り、その後中心線上に戻るといった特徴的な変化を示したと推察される。数値解析においては二次元解析では蛇行部での  $n_{max}$  の振れが三次元解析に比べ弱く、直線部では接続部から単調に中心線上に遷移している。このことから、直線部における主流速ピーク位置の蛇行現象という特徴的な変化には流れの三次元構造が強く影響しているといえる。

#### 参考文献

- 岡田将司, Julio, D. A., 福岡捷二, 田村浩敏, 重松良: 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 44 巻, pp.655-660, 2003.
- 河川の流れ・河床変動解析ソフト iRIC, <http://i-ric.org/ja/>