

複断面湾曲部における移動床流れの研究

東京工業大学大学院 学生会員 宮本 泰章
 東京工業大学大学院教授 フェロー会員 池田 駿介
 農林水産省 正会員 粕谷 泉

1. はじめに

複断面流れは、低水路と呼ばれる本来の河川流路と、高水敷と呼ばれる本来の氾濫原となる河道から構成され、一般河川に見られる最も代表的な河川形態である。さらに複断面湾曲部の流れは、複断面形状特有の水平渦、斜昇流と湾曲部特有の遠心力に起因する二次流とが混在する複雑な流れ場である。一昨年に、一様湾曲水路で相対水深の小さい複断面湾曲流れの実験が為され、外岸低水路・高水敷境界部での水平渦の発生が確認されている。しかし、平坦固定床の複断面湾曲部の流れは解明されたものの、実河川の現象により近づけるためには、河床変形した流れの研究は必要不可欠である。そこで本研究では、一様湾曲水路において複断面湾曲部における河床変形した流れの構造の把握を目的としており、二次流に着目して、河床変形による流れの変化を調べる。

2. 実験概要

研究に用いる実験水路は、勾配が500分の1、内径4m、水路幅1mの一様湾曲水路である(図1)。まず、水路内に高水敷をつくり低水路を移動床として、河床変形を行い平均河床形状をとり、流下方向に断面を均し河床を固定(図2)した後、ピトー管により流速測定を行った。流速測定は、流速測定にはピトー管と流向検査系を用い、鉛直方向の流速は極めて小さいと考えられるので無視し、流下方向と水路横断方向の流速を計測する。

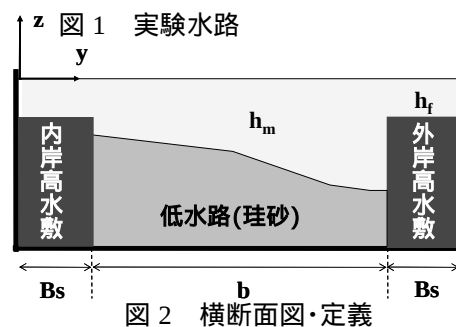
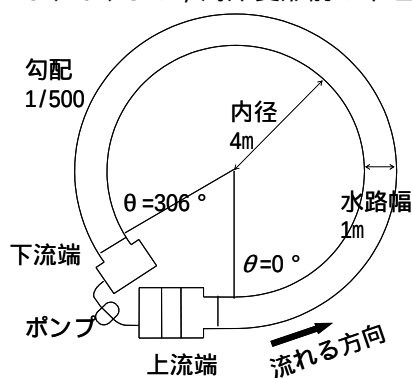
表1 実験条件

流速測定			A45	A65	A75	A85	B45	B55	B65	B75	B85
低水路水深	h_m	cm	4.5	6.5	7.5	8.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5
高水敷水深	h_f	cm	-	1.5	2.5	3.5	-	0.5	1.5	2.5	3.5
相対水深	h_f/h_m	-	-	0.231	0.333	0.412	-	0.091	0.231	0.333	0.412
流量	Q	$\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$	12.0	20.3	24.3	29.3	8.5	10.6	13.8	18.3	25.4
低水路幅	b	cm	70	70	70	70	50	50	50	50	50
片側高水敷幅	B_s	cm	15	15	15	15	25	25	25	25	25

測定点は、水面から5mmの点から鉛直方向に1cmづつとり、また河床付近は流速の変化が大きいため5mmづつ測定点をとった。また低水路・高水敷境界部における水平渦の存在の確認、表面流の流れの構造把握のために塩化ビニル粒子を用い、可視化を行った。表1に実験条件をまとめる。

3. 河床変形による流れの変化

高水敷水深6.5cmのケースについて河床変形する前と後での流れの構造を比較していく。まず水深平均流速(図4)を見てみると、水路内岸側から低水路外岸側までは河床変形前後でほぼ同じ形であるが、外岸側高水敷を見ると河床変形後の流速が大きくなっている。このことから河床変形することで低水路高水敷間の運動量交換が増すのではないかと考えられる。そこで二次流構造についてみてみると、河床変形前の平坦床での二



key words : 湾曲複断面開水路 二次流 移動床 水平渦

連絡先 〒152-8552 東京工業大学大学院理工学研究科 土木工学専攻

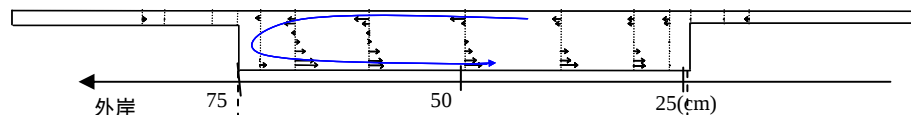


図3 横断方向流速ベクトル図(平坦固定床)

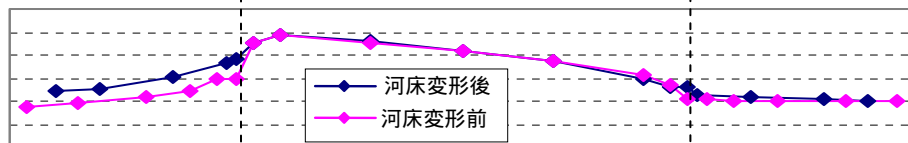
写真1
河床变形前写真2
河床变形後

図4 水深平均流速グラフ(河床变形前後の caseB65)

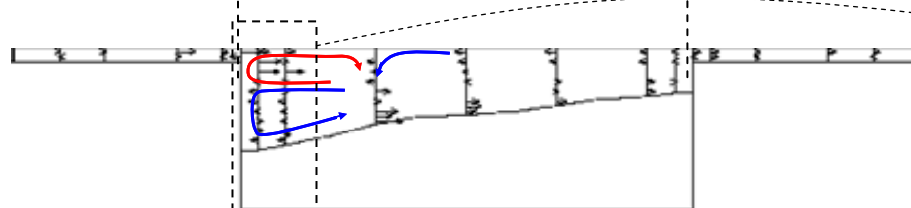


図5 横断方向流速ベクトル図(caseB65)

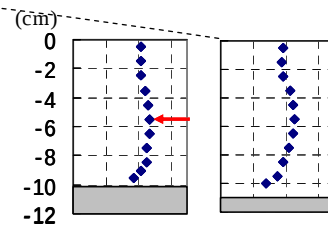


図7 外岸流速図(caseB65)

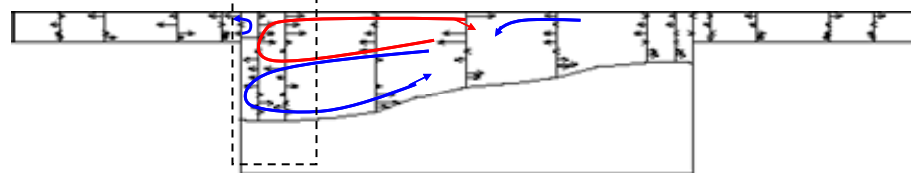


図6 横断方向流速ベクトル図(caseB85)

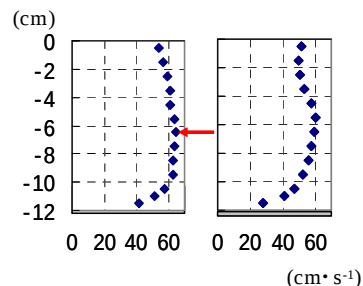


図8 外岸主流速図(caseB85)

次流構造は、上部は一樣に外岸側へ下部は内岸側に向く流れであることがわかる(図3)。そして河床变形することで、外岸側高水敷先端部からの強い内向きの流れ、水路中央水面付近で流れがぶつかっていることから下降流が発現することがわかり、低水路外岸側が1セル構造から2セル構造に変化した(図5)。流れの可視化の写真(写真1,2)において、河床变形前の外岸側水面には水平渦がしっかりと見受けられるが、河床变形した流れでは高水敷先端部水面で粒子が高水敷と低水路にわかれている。このことから河床变形することで外岸側高水敷先端部からの強い内向きの流れが発現することが確認できた。

4. 河床变形した流れ

水深変化による構造の変化についてみていく。まず、横断方向流速ベクトル図(図5,6)を見てみると、水深が増加することで二次流強度が大きくなっている。流速分布図(図7,8)では、水深増加に伴い低水路外岸部の最大流速域は深い位置に移行し、境界部では流速分布は

高水敷高さでより小さくなっている。以上のことから、2セル構造の上部のセルは、水深が増加するに伴い小さくなっていて、高水敷・低水路の運動量交換より為されているのではないかと考えられる。

5. 結論

- ・河床变形により二次流構造が変化し、外岸側高水敷・低水路の主流速差は小さくなる。
- ・河床变形した流れでは、水深が増加するにつれ、最大主流速は深い位置に移行する。
- ・河床变形した流れの低水路外岸側境界部における主流速は、高水敷高さ付近で減少する。
- ・河床变形により二次流構造が変化することで、水平渦の構造が不明瞭になる。