

異なる平面形が連なる複断面河道の流れと河床変動

広島大学大学院 学生会員 ○重松 良
 広島大学大学院 正会員 田村浩敏

広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二
 広島大学大学院 正会員 岡田将治

1. はじめに

実河川の平面形状は、直線や湾曲、蛇行などが組み合わさって構成されており、縦断的に変化しているのが一般的である。例えば、山地河川から出た扇状地の扇頂部では河道の平面形状が大きく変化するため、流れと土砂輸送が流下方向に大きく変化し、河川管理上の問題箇所となる。そこで、本研究では異なる平面形が縦断的に連なる複断面蛇行水路を用いて実験を行い、特に平面形が大きく変化する接続部の流れと河床変動の特性について実験的に明らかにする。

2. 実験方法

表-1に実験条件を示す。河床材料には一様砂(比重2.59, 粒径0.8mm)を用いている。洪水規模を表す相対水深 Dr (高水敷水深 h_f /低水路水深 h_m)をパラメータとし、一様な複断面蛇行水路において'複断面的蛇行流れ'となる相対水深0.40と'単断面的蛇行流れ'となる相対水深0.25¹⁾の2ケースについて検討した。それぞれのケースについて表面流速・水位・河床高を測定した。本実験水路が長く移動床であるため、流速を詳細に計測することが困難であることから、水表面を流れるトレーサ(浮子)を写真撮影することにより表面流速を測定した。実験水路の平面形状を図-1に示す。

3. 実験結果及び考察

図-1に示す水路において、平面形状の縦断的な変化が流れと河床形状に及ぼす影響を見るため、直線→湾曲→蛇行へと変化するA区間、蛇行→湾曲→蛇行へと変化するB区間を検討区間に選ぶ。

(1) 平面形状、相対水深の違いが流れに及ぼす影響

まず、平面形状の違いを明らかにするために、図-2(2-1)と図-2(1-1)を比較する。表面流速ベクトル図-2(2-1)を見ると、湾曲部No.69左岸高水敷上に、堤防に向かう水あたり流れが生じている。この理由は最大流速線(主流速線)の発生位置を見ると明らかなように、上流側にある直線区間から入ってくる直進性の強い流れと密接に関係している。比較のために図-2(1-1)を見る。同様な形状を持つ湾曲部外岸No.25右岸ではNo.69左岸で見られた流れに比べて水あたりは小さい。上流側に一様な蛇行区間を持つため最大流速線も蛇行しており、このため湾曲部低水路外岸に直接当たる流れとはならないことがわかる。'複断面的蛇行流れ'となる相対水深0.40のCase1では、B区間湾曲部の上流側にある一様複断面蛇行水路において、高水敷上の遅い流れが低水路内に流入し流れの抵抗が大きくなることにより、低水路外岸への影響がA区間に比して小さくなっている。これは、当該区間の上流側にある水路平面形状の違いが流れと河床変動にとって重要であることを示す。特に、図-2(2-1)のような平面形状をしている河道では、堤防が低水路に接近している場合、河川管理上のネック部となり得る。

表-1 実験条件

	Case1	Case2
相対水深 Dr	0.40	0.25
流量	30.0 l/s	16.0 l/s
河床材料	一様砂	
初期高水敷高	5cm	

相対水深 $Dr = \text{高水敷水深 } h_f / \text{低水路水深 } h_m$

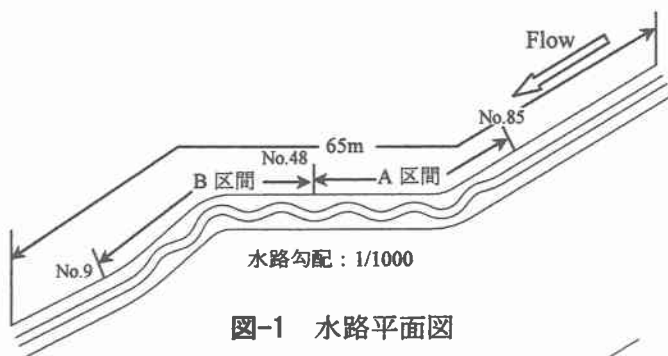


図-1 水路平面図

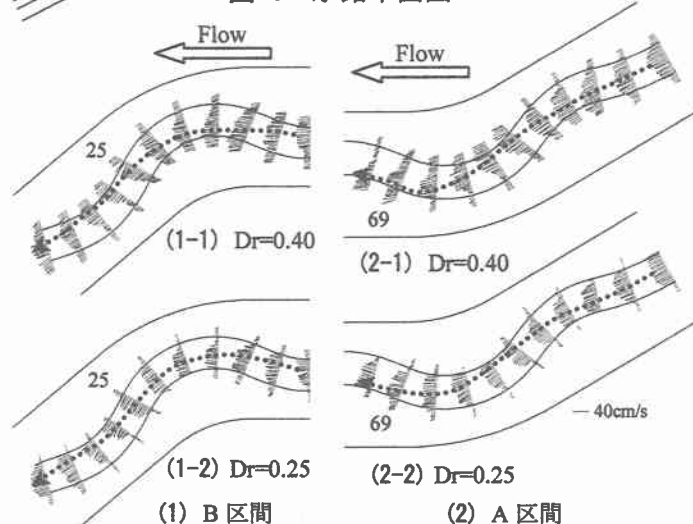


図-2 表面流速分布と最大流速線

次に、相対水深の違いの影響を述べる。図-2(2-2)では相対水深が Case1 に比べて小さく、湾曲部上流側の流れの直進性が減じている。このため、図-2(2-1)の No.69 で見られた水あたり流れは生じていない。また、図-2(1-1)と図-2(1-2)を比較すると、相対水深 0.40 の Case1 では高水敷からの流れの流入の影響が強くなり、最大流速線が相対水深 0.25 の Case2 に比べ低水路内岸へシフトしている。

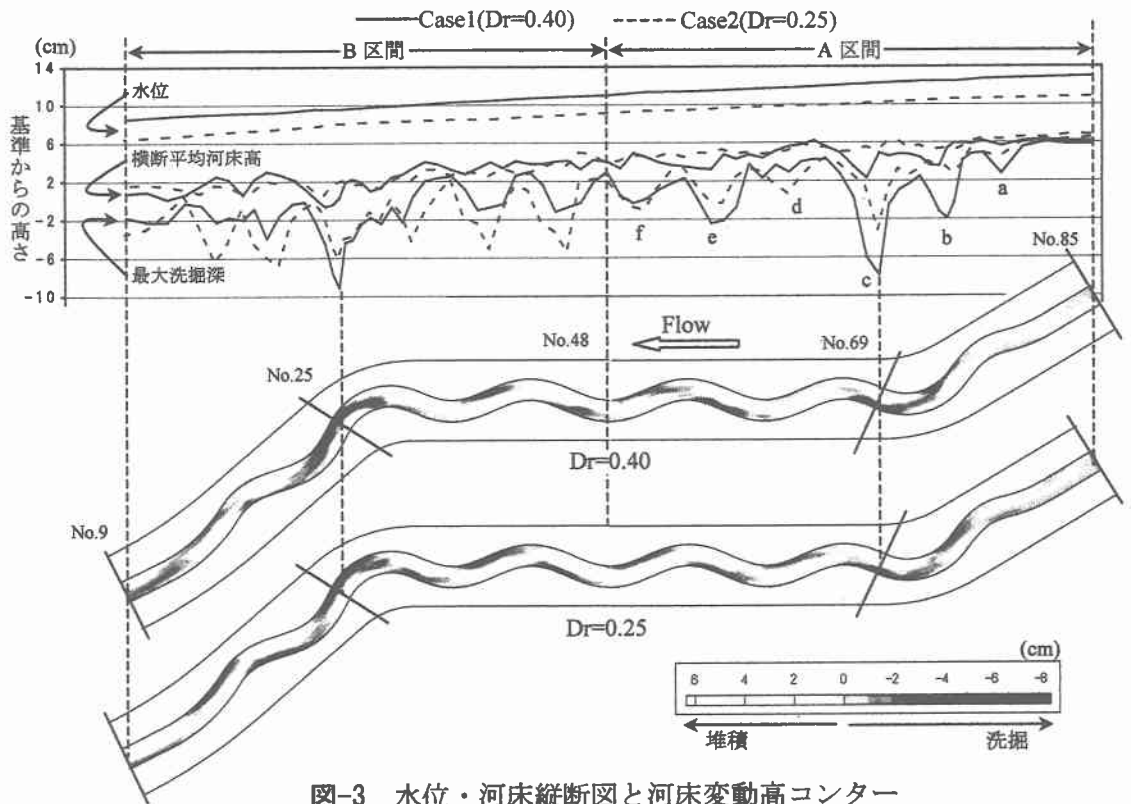


図-3 水位・河床縦断面図と河床変動高コンター

(2) 平面形状、相対水深の違いが河床形状に及ぼす影響

まず、平面形状の違いの影響を述べる。図-3 を見ると、相対水深の増大に伴い湾曲部(断面 No.25, No.69)の外岸側で最大洗掘深が大きくなっている。また、A 区間と比べ B 区間の湾曲部では最大洗掘深・洗掘範囲がともに大きくなっている。これは、同一流量の条件では、複断面蛇行水路にくらべ複断面直線水路の方が土砂の輸送量が多いため、A 区間に比べ B 区間では上流からの土砂の流入量が当該区間からの土砂の流出量に比して少なくなり、洗掘深が相対的に大きくなっている。

次に、相対水深の違いの影響を述べる。一様な複断面蛇行水路では、相対水深 $Dr \leq 0.30$ 以下の単断面的蛇行流れの方が複断面的蛇行流れに比べて低水路内での最大洗掘深が大きくなることが明らかにされている。すなわち、B 区間の十分下流にある一様な蛇行区間では単断面的蛇行流れとなる相対水深 0.25 の方が最大洗掘深が大きくなっている。一方、A 区間の蛇行区間においては上流側の水路平面形状の影響を受けた河床形状となっている。すなわち、図-3 の縦断面図の a, b, c は水あたりが強くなるに従い洗掘深も大きくなっている。これは、掃流力の大きい相対水深 0.40 の Case1 で顕著に現われている。湾曲部の下流では、相対水深 0.40 の場合、上流から運ばれてきた大量の土砂が広範囲に渡って d に堆積している。その堆積の後、上流側からの土砂の流入量が当該部からの流出量に比して少なくなり洗掘 e が生じている。f 以降は上流からの影響が弱まり、安定した河床形態となっている。相対水深 0.25 の場合は局所的な特徴は見られないが、上流側の影響を受けて B 区間の蛇行区間と比べて河床が高くなっている。このように、河床形状の把握には平面形状の縦断的な変化を考慮することが極めて重要であると示された。

4. 結論

- ① 平面形状の縦断的な変化と相対水深の違いによる流れと河床変動への影響を、実験的に把握した。
- ② 平面形が縦断的に変化する流路では、各区間における土砂の移動量などを十分把握できない。このため、河道の形状を精度良く取り込んだ数値解析を行って河床形状の変化を定量的に検討する必要がある。

参考文献：1) 福岡捷二・小俣篤・加村大輔・平生昭二・岡田将治：複断面蛇行河道における洪水流と河床変動，土木学会論文集，No.621/II-47，11-22，1999.5