

II -92

複断面蛇行流れの構造と河床形状に関する実験的検討

京都大学防災研究所 正員 石垣泰輔

京都大学防災研究所 正員 武藤裕則

摂南大学工学部 正員 澤井健二

1. はじめに： 複断面蛇行流れの2次流構造を解明することは、低水路流れと高水敷上流れの相互干渉による付加抵抗の評価、底面せん断力分布や河床形態の変化予測の基礎となるものであり、これまで、低水路が蛇行した固定床の複断面開水路流れを対象に、速度計測、底面せん断力計測および流れの可視化法などを用いた実験的検討を行ってきた^{1), 2)}。その結果、低水路床の掃流力分布に関して、2次流構造に大きく影響されること、低水路の直線部が長い場合には複数のらせん流が発生し、それらに対応する掃流力の大きな部分が複数存在すること、等を指摘した。これらの結果は、流れの構造が低水路河床の形状に支配的な影響を及ぼすことを示している。ここでは、低水路を移動床とした場合の流れの構造と河床形状について行った実験的検討結果を報告する。

2. 実験方法： 実験は、幅 1m、長さ 16m の直線水路を用い、幅 30cm、初期深さ 5cm（移動床厚さ 3cm）で蛇行度 1.11 の低水路を有する複断面蛇行流れを対象に、河床形状の計測、流速計測および流れの可視化を行った。なお、用いた河床材料は球形で、比重 1.7、平均粒径 2.4mm である。河床形状計測には超音波河床計を用い、初期の平坦河床から通水中に約 5 分間隔で 6 測線（S1～S11）の計測を行った後、通水停止後に測線間隔 4cm で河床形状を計測した（以下、この結果を最終河床形状と呼ぶ）。また、最終河床形状をセメント粉で固定した後、高水敷高さ付近の 13 測線（S1～S13）に沿い、横断方向に 1cm 間隔で 2 成分電磁流速計（I 型、流下方向成分および横断方向成分）を用いた速度計測を行った。さらに、2 次流構造と河床形状の関係を見るため、水面流況および横断面流況の可視化を行っている。

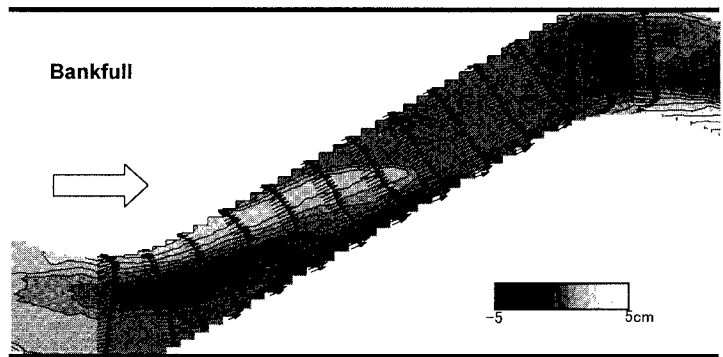


図1 河床形状計測結果 (Bankfull, $t=90$ min., $d=2.4$ mm)

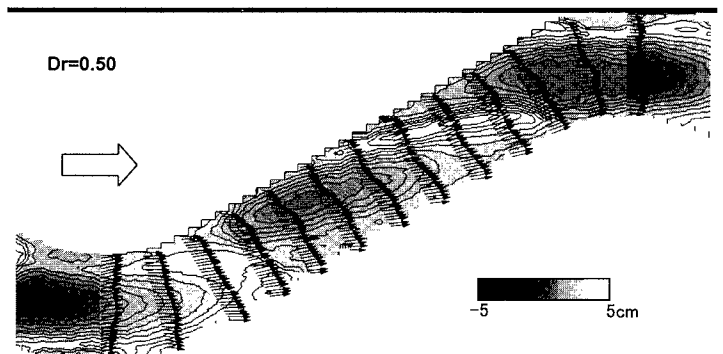


図2 河床形状計測結果 ($Dr=0.50$, $t=30$ min., $d=2.4$ mm)

Keyword：複断面流れ、低水路蛇行、2次流、河床形状

連絡先：〒612-8235 京都市伏見区横大路下三栖東ノ口 TEL 075-611-4396 FAX 075-612-2413

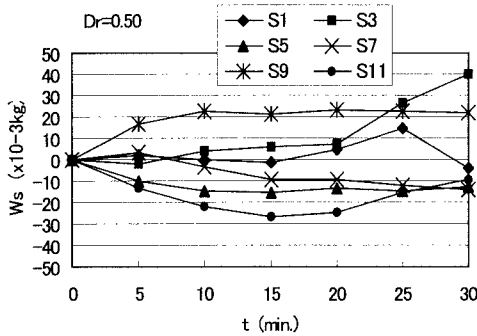


図3（堆積量＋洗掘量）の経時変化（Dr=0.50）

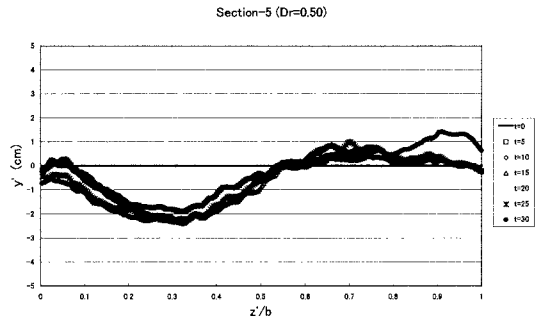


図4 横断面形状の経時変化（Dr=0.50, S5）

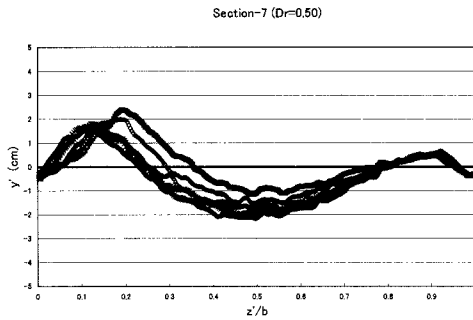


図5 横断面形状の経時変化（Dr=0.50, S7）

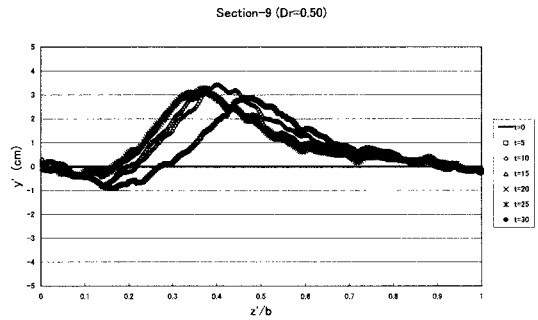


図6 横断面形状の経時変化（Dr=0.50, S9）

3. 流れの構造と河床形状： 図1および図2は、低水路のみ流れる Bankfull のケースと相対水深 $Dr=0.50$ (=高水深/上水深/低水路水深) のケースにおける最終河床形状の計測結果と速度計測結果を示したものである。Bankfull のケースでは、流れは apex から下流側の外岸に向かっており、それに沿って洗掘域が形成されている。これに対し、 $Dr=0.50$ の場合には、全体として流速ベクトルは下流向きが卓越しているが、左岸側、水路中央、右岸側の洗掘域に沿った部分に速度ピークが見られる。固定床実験で得られた知見^{1), 2)} を考慮すると、低水路を移動床とした場合には、複列のらせん流によって形成された堆積域が、それぞれの構造を分断することが分かる。このように、2次流構造と河床形状は相互に影響しており、洗掘・堆積域が発達するにつれて流れの構造が変化してゆく。

4. 河床形状の経時変化： 図2に示した6断面（S1,S3,S5,S7,S9,S11）において計測した河床高データを用い、初期平坦河床からの高さ y' 、および河床材料の比重と球形として求めた空隙率から堆積量と洗掘量を算定し、その差を各断面について整理したものが図3である。図より、通水後10分程度で安定しており、S3とS9断面で堆積が卓越、S5とS11断面では洗掘が卓越域、その間には堆積と洗掘がバランスする区間となっている。S5とS9の結果がバランスしていることより、S5で洗掘されたものがS9に運ばれて堆積していることが分かる。つぎに、横断面形状の経時変化を図4～図6に示す。S5の左岸に形成された堆積域がS7,S9へと続いていて、時間の経過とともに堆積域が下流側に移動して行く様子が伺える。これらの結果より、上流側の apex 付近で形成されたらせん流が発達しながら低水路左岸を離れて行く構造の存在が確認されること、また、このらせん流が洗掘域から堆積域へと河床材料を輸送していること等が指摘される。

参考文献：1)石垣・武藤、水工論文集第42巻、1998。 2)石垣・武藤・澤井：水工論文集第43巻、1999。