

II-338

複断面蛇行水路の流れ特性に関する実験

日本水工コンサルタント

正会員

長谷川 雅宏

芝浦工業大学

正会員

丸山 幾男

横浜コンサルティングセンター

木暮 耕久

佐田建設

白石 渉

前田道路

戸畑 弘二

1. 緒言

複断面開水路の流れの構造は、低水路内の流れと高水敷上の流れの速度差に起因する瞬間的な強い2次流の発生、流体混合、大きなせん断力の発生などの現象が見られることが知られている。直線複断面蛇行水路流れにおいては多くの研究者によって取り上げられた結果、様々な解析方法や数値計算モデルが開発されてきたが、これらの手法を複断面蛇行水路に応用するには多くの問題点が指摘されており、新たなアプローチが必要とされる。この理由は直線複断面流れと複断面蛇行流れの構造が決定的に異なるためである。

本研究では流れ場の詳細な測定を行うことにより、複断面蛇行水路における流れの特性と安定な河床形状を把握する。

2. 実験概要

実験は、高水敷の堤防と低水路が共に平行に蛇行している複断面蛇行水路を用いた平坦固定床実験（Case-1～3）と移動床実験（Case-4）の2種類からなる。水路概略図を図-1、水路の緒言と実験条件を表-1、2に示す。Case-4では低水路内に平均粒径0.6mmの山砂を厚さ3.5cmに一様に敷き詰めている。18時間通水を行い、実験測定区間の安定な河床形状が形成されたことを確認した後、急結止水セメントで河床を固定し電磁流速計を用いて詳細な流速分布を測定した。測定点のメッシュは水路幅方向に水路中央から4cm間隔（一部1cm間隔及び2cm間隔）、鉛直方向にはCase-1～3では河床から1.0cmより0.5cm間隔で水面付近まで、Case-4では水面下から1.0cmより0.5cm間隔で河床付近まで測定した。

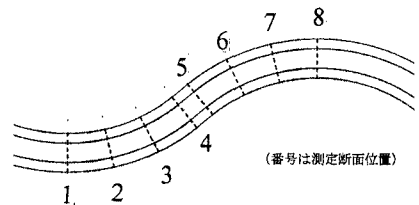


図-1 水路概略図

水路全長	30.0m	高水敷幅	0.25m
全水路幅	1.0m	高水敷高さ	0.05m
低水路幅	0.5m	半径	4.5m
水路勾配	1/800	中心角	80°
蛇行長	12.6m	測定開始位置	11.7m

表-1 水路緒言

	水深h cm	流量Q l/s
Case-1	4.8	7.3
Case-2	6.1	14.0
Case-3	10.2	35.9
Case-4		10.3

表-2 実験条件

3. 結果と考察

【2次流の分布と洗掘について】

測定区間において蛇行形状による螺旋流が現れている（図-2）。流下するにつれて測定区間後半部における蛇行湾曲部の影響を受け、上層部では外岸側へ下層部では内岸側へベクトルが移行しているのが示されている。また、測線1、8においては左右対称形となるほぼ同じベクトル図が得られているために、

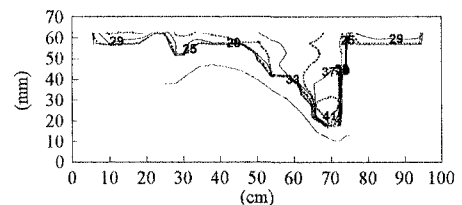


図-2 主流速コンター図

複断面蛇行水路 低水路 高水敷 2次流

埼玉県大宮市深作307 Tel 048-687-5081

流入部でも同じ流れが生じていると考える。また、Case-1とCase-2との2次流構造のパターンは殆ど変化していないが、Case-3の2次流構造のパターンは異なる流れを示している（図-3）。この理由は、流量の増加により高水敷高さより上での低水路護岸による拘束がなくなり、せん断応力差による減衰効果が低下するためである。

図-4にCase-4の河床形状と2次流分布を示す。

蛇行の影響と河床形状の変化の影響を受け、横断面内には複雑な2次流が形成されている。

【最大流速発生位置と洗掘について】

Case-1～3では、最大流速の発生位置は低水路内で発生し、水深が増すごとに内岸側へとその位置は移動している。しかしCase-4（図-5）では土砂の堆積により内岸側が浅くなるため、外岸側に最大流速が発生している。さらに、内岸と外岸の土砂の運搬は洗掘を助長し、流水はここに集中することになる。

【河床形状について】

河床の最大洗掘深の発生位置については、単断面蛇行水路の流れでは蛇行の頂点近傍の外岸側に出現したが、内岸側の堆積が進むと蛇行の頂点部よりやや上流が活発となり時間と共に上流へ移動する。一方、複断面蛇行水路の流れでは、低水路の外岸側で洗掘された土砂はすぐ下流の内岸側へ運搬され堆積しさらに高水敷上に巻き上げられて堆積する。図-5からわかるように最大洗掘深は、蛇行の頂点より少し下流の外岸側（測線3付近）に見られ、単断面蛇行水路の最大洗掘深の位置と異なる。これは最大流速発生位置が蛇行の位相とずれること、低水路から高水敷に流れが乗り上げる位置で洗掘が進むためであると考えられる。またこのことは、低水路満杯時の流量で形成された河床形状と、高水敷上を流れる大きな流量で形成される河床形状が異なることを示唆している。

4. まとめ

固定床（Case-1～3）

- ・最大主流速の発生位置は、Case-1～3では共通して内岸側から内岸側へと向かっている。
- ・高水敷流れが発生している状態では外岸の堤防付近と高水敷の河床の速度が、低水路内流れと高水敷内流れが接合点付近で相互干渉しあい、流れは減衰する。
- ・高水敷の水深が高い時は、高水敷流れの速度は独自の構造を形成している。

移動床（Case-4）

- ・最大洗掘深は蛇行の頂点よりやや下流の外岸側に出現する。この結果は異なる堤防法線を有する複断面蛇行水路の実験結果と類似しているが、単断面蛇行水路の結果とは異なる。
- ・低水路内の流れと高水敷流れの相互干渉及び低水路と高水敷間に流体交換が行われている蛇行頂点部では、洗掘が大きくなりかつ位置が単断面蛇行水路の結果とは異なる。

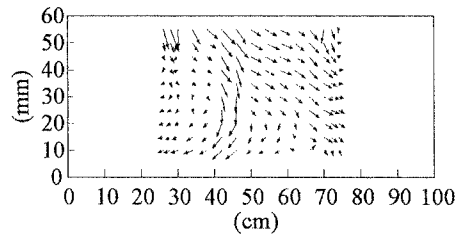


図-3 断面流速ベクトル

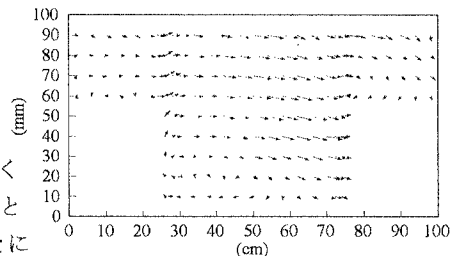


図-4 断面流速ベクトル

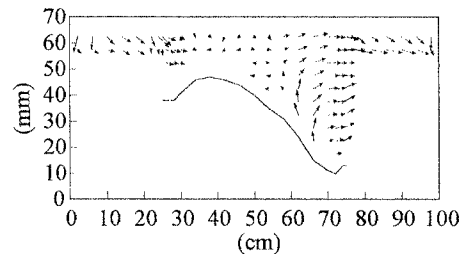


図-5 断面流速ベクトル