

水制群を設置した蛇行流路の変動に関する研究 Bed Deformation of Erodible Meandering Channel with Spur Dikes

○中村 隆志・中川 一・川池 健司

○Takashi NAKAMURA, Hajime NAKAGAWA, Kenji KAWAIKE

Spur dikes are used to mitigate bank erosion. However, spur dikes without embankment sometimes promote bank erosion at their installed area. Many studies have done in a condition in which there is embankment at the bank. In this study, experiments and numerical simulation were conducted to find out the relationship between the bank erosion and the orientation angle of spur dikes installed in natural levee. The results shows that spur dikes can mitigate not only the bank erosion but also the development of sand bar unless they are isolated in the channel. Moreover, it is also shown that 60 degree-to-downstream spur dikes have most impact such as decreasing the flow velocity and changing the flow direction in this case.

1. はじめに

蛇行河川の湾曲部内岸での砂州の固定化や拡大に伴い、水衝部となる外岸での河岸侵食は助長される。近年、河岸侵食の対策として、流速低減効果と水はね効果を持つ水制工が注目されており、発展途上国では護岸をせずに水制工を設置する場合がある。しかし、局所洗掘により水制工の設置部の河岸が侵食されるという問題がある。そこで、護岸を用いずに河岸侵食を緩和する水制工の設置方法の検討が必要であると考えられる。

既往の研究によって、水制工の設置法や河岸侵食に関して様々な検討が行われてきた。これらの中には多くは一般移動座標系による数値解析¹⁾であるが、一般移動座標系は複雑な河道形状への適応が難しく、河岸侵食の抑制に効果的な水制工の設置角度については十分な検討がされていない。

そこで、本研究では蛇行水路での水制工の設置方法について、設置角度毎の河岸侵食および砂州の発達抑制効果を固定床実験と数値解析により評価する。

2. 実験概要と数値解析

本研究では、河岸侵食に対して対策なしの Case1 と、河岸に対してそれぞれ下流側に 30°, 60°, 90°の角度を持つ非越流型水制工を 10 基設置する Case2, Case3, Case4 の 4 ケースを検討する。実験には、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの 2m 幅基礎実験水路を用いた。最大偏角 60°の sine-generated curve を低水路幅 20cm, 河床

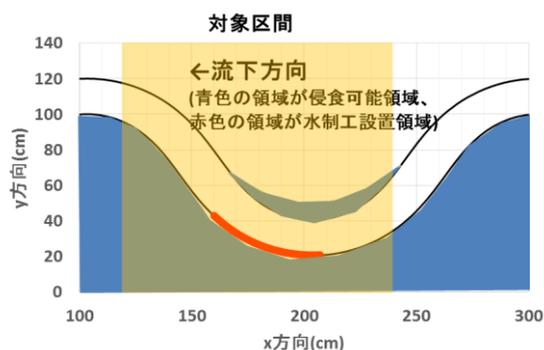


図 1 対象区間

勾配 1/2500 で形成した。本実験の対象区間を図 1 に示す。流量は 0.818 l/s であり、通水時間は 30 分である。水制工を設置するケースでは、初期河道に対して、水制間隔と水制長の比であるアスペクト比を 2 とした。通水前後にレーザー変位計を用いて河床位を計測した。通水中は 5 分ごとに、対象区間全域で表面流速を計測し、固定した河岸近傍の一点で下流端水深を計測した。

数値解析では、Zhang ら²⁾による非構造格子平面 2 次元河床変動解析モデルを用いた。本モデルでは、有限体積法によって流れと河床変動の計算を行ったのち、側岸侵食の発生の有無を土砂の安息角を基準として判定する。乱流モデルには、0 方程式モデルを用い、境界条件には、入口と出口にそれぞれ、実験の流量と水位を与えた。本研究では、不透過型の非越流水制工を対象とする。そのため、水制工は側壁として扱い、壁法則によって水制工近傍での流れの計算を行った。

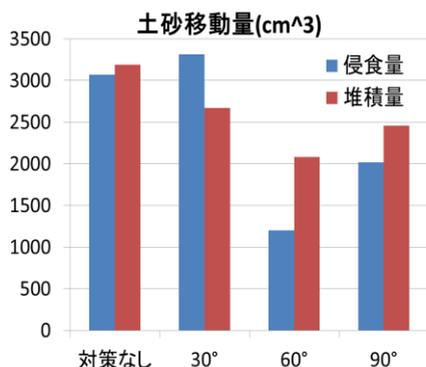


図2 対象区間における土砂移動量

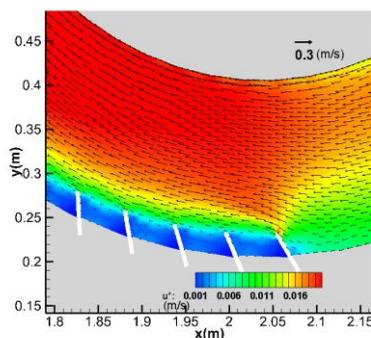


図3 Case3における水制工設置部の摩擦速度

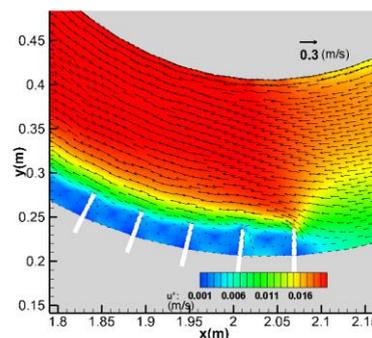


図4 Case4における水制工設置部の摩擦速度

3. 結果と考察

まず、実験結果について考察する。通水前後で計測した河床位の増減を計算することで対象区間における土砂の変動量を求めた。図2に土砂移動量を示す。対策なしのケースに比べて、水制工を設置することで、初期河道内での土砂堆積が抑えられていることがわかる。しかし、河岸の侵食量を比較すると、設置角が30°の場合は侵食量が大きい。これは、水制が河道内で孤立しており、水はね効果を失って、水衝部を守ることができなかったためであると考えられる。

また、数値解析により、初期河道において河岸を固定した場合のCase3, Case4での流れの様子を図3, 図4に示す。摩擦速度をコンターで描いている。両者ともに、水制工設置区間では内岸での摩擦速度が大きく、水はね効果を発揮していることがわかる。さらに、水制工間では摩擦速度が減少している。設置角60°の場合、設置角90°の場合と比較して、水制工間での摩擦速度の減少が顕著である。このことが、図2に示された、侵食量の減少に寄与したと考えられる。主流への水はねと水制部での流速低減が最も顕著であったために、設置角60°の場合に、河道内での砂州発達と外岸での河岸侵食が抑制されるものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、蛇行流路での河岸侵食の抑制を目的とした水制工の配置法について検討した。水路実験と数値解析によって、護岸を施さない水制群の設置角が流路変動に及ぼす影響を議論した。水路実験と数値解析から明らかとなったことを以下に示す。

- (1) 水制工は河岸侵食対策として効果を発揮するが、河岸侵食が進行し、水制工が河道で孤立すると、河岸侵食を助長してしまう場合がある。
- (2) 本研究で扱った形状の河道の場合、設置角60°の場合が、最も河岸侵食対策に有効である。これは、水はね効果と流速低減効果を最も発揮するためである。

本研究では、特定の形状を持った蛇行河川での水制工を用いた河岸侵食対策について検討した。任意の河道への拡張と、水制工の諸元の一般化が今後の課題である。

謝辞：本研究は地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS)(代表研究者：中川一)の支援を受けました。また、数値解析を進めるにあたり、高知大学理工学部の張浩准教授に絶大な助力を頂きました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 富永晃宏・中居毅・内藤健・中村尚子：開水路湾曲部に設置した透過水制の流れと河床変動に及ぼす影響，水工学論文集，vol48，2004，pp.547-552
- 2) Zhang, H., Nakagawa, H., Muto, Y., Touchi, D., Muramoto, Y., 2D Numerical model for river flow and bed evolution based on unstructured mesh, Journal of Applied Mechanics, JSCE, Vol.9, 2006, pp.783-794