

II-247 直線部を有する蛇行水路の緩傾斜河岸の配置法

(株)建設技術研究所 正 員 宮崎節夫
 広島大学工学部 正 員 福岡捷二
 (株)建設技術研究所 正 員 西村達也

1. はじめに

蛇行水路における局所洗掘は、蛇行の最大曲率部の下流側で大きくあらわれ、最大曲率点から変曲点までの外岸側に緩傾斜河岸を設置することにより、局所洗掘が軽減されることが明らかになった¹⁾。蛇行水路における流れは蛇行の曲率に大きく影響を受け、外岸側に寄った流心は変曲点付近から次の外岸へ移動する。しかし、直線部を有する蛇行水路では、外岸側に寄った流れが、直線部でも引き継がれるため洗掘の状況が変化することが予想される。本研究は、直線部を有する蛇行水路における洗掘の発生状況と緩傾斜河岸の配置法について、3次元モデル²⁾による数値計算により検討を行った。

2. 基礎方程式と計算手法

3次元流れの計算は、s, n方向の運動方程式①、②と連続式③を用い、流速u, vの水深方向の分布形は余弦関数を用いたフーリエ級数により近似を行う（式④）。

河床変動計算は式⑤に示す流砂の連続式を用い、s方向の流砂量はMeyer-Peterson-Mullerの式を、n方向の流砂量は長谷川の式を用いる。

流れの計算は、下流端水位と流量を与え、差分された基礎式を繰り返し計算することにより、流速と水位を解く。河床変動計算は、流れの計算により得られた河床付近のせん断力よりs, n方向の流砂量を計算し、Δt後の河床形状を算定する。

$$u \frac{\partial u}{\partial s} + v \frac{\partial u}{\partial n} - \left[\frac{\partial}{\partial s} \int_{z_0}^z u dz + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial n} \int_{z_0}^z r v dz \right] \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{uv}{r} = -g \frac{\partial H}{\partial s} + \frac{\partial}{\partial s} \left[\varepsilon \frac{\partial u}{\partial s} \right] + \frac{\partial}{\partial n} \left[\varepsilon \frac{\partial u}{\partial n} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\varepsilon \frac{\partial u}{\partial z} \right] \quad \text{.....①}$$

$$u \frac{\partial v}{\partial s} + v \frac{\partial v}{\partial n} - \left[\frac{\partial}{\partial s} \int_{z_0}^z u dz + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial n} \int_{z_0}^z r v dz \right] \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{u^2}{r} = -g \frac{\partial H}{\partial n} + \frac{\partial}{\partial s} \left[\varepsilon \frac{\partial v}{\partial s} \right] + \frac{\partial}{\partial n} \left[\varepsilon \frac{\partial v}{\partial n} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\varepsilon \frac{\partial v}{\partial z} \right] \quad \text{.....②}$$

$$\frac{\partial (u_0 h)}{\partial s} + \frac{1}{r} \frac{\partial (r v_0 h)}{\partial n} = 0 \quad \text{.....③}$$

$$\left. \begin{aligned} u &= \sum_{i=0}^2 u_i \cos i \pi z' \\ v &= \sum_{i=0}^2 v_i \cos i \pi z' \\ z' &= (z - z_0)/h \end{aligned} \right\} \quad \text{.....④}$$

$$\frac{\partial z_0}{\partial t} + \frac{1}{1 - \lambda} \left\{ \frac{\partial q_{Bs}}{\partial s} + \frac{1}{r} \frac{\partial (r q_{Bn})}{\partial n} \right\} = 0 \quad \text{.....⑤}$$

3. 計算結果

図-1は、計算に用いた直線部を有する蛇行水路の平面形状であり、蛇行長12m, 最大偏角45度の蛇行水路の変曲点に6mの直線部を設けている。水路幅は1mであり、水路床勾配は1/500, 水路長は55.0mである。計算メッシュは、横断方向には等間隔(5cm間隔)で21メッシュ、縦断方向には水路中央で50cm間隔で111メッシュに分割を行った。

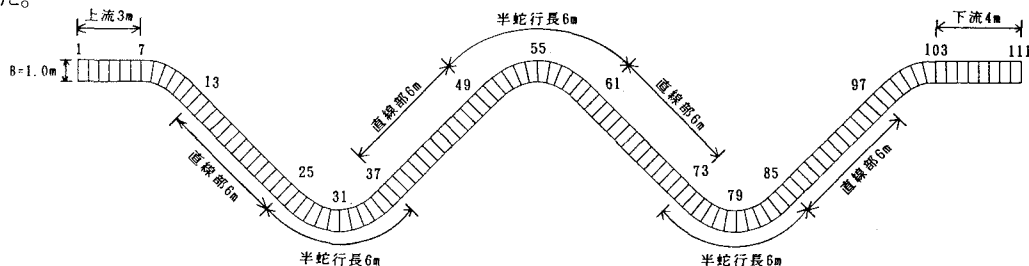


図-1 直線部を有する蛇行水路の平面形状

計算条件は表-1の通りであり、緩勾配斜面がない場合(鉛直壁)とある場合について数値計算を行った。緩勾配斜面は3割勾配とし、その範囲は変曲点に直線部がない福岡らの蛇行水路の結果を参考¹⁾に表-2に示すとおりとした。

図-2に通水8時間後の河床変動量のコンター、図-3は横断面内での洗掘深、二次流、無次元せん断力の最大値の発生位置を平面的に示した。鉛直壁の場合、最大洗掘の発生位置は最大曲率部の下流No.58, 59である。この結果は直線部のない蛇行水路の結果と同様であり、洗掘の範囲も同じである。これは曲率部から直線部に移行するまで、漸次曲率が小さくなり、2次流が小さくなるため直線部の影響が見られないためと考えられる。外岸側に3割勾配の斜面を設置した場合の結果は、最大洗掘深が鉛直壁に比べ5割程度軽減される。最大洗掘深の発生位置も水路中央側へ移動し、滑らかなメ筋が形成されており、緩傾斜河岸の配置範囲は妥当であると判断される。

表-1 計 算 条 件

流 量	18ℓ/sec
河床材料	0.8mm
粗度係数	0.020
通水時間	8時間
Δt	30sec

表-2 緩勾配斜面の配置

No.31~No.37 の右岸側
No.55~No.61 の左岸側
No.79~No.85 の右岸側

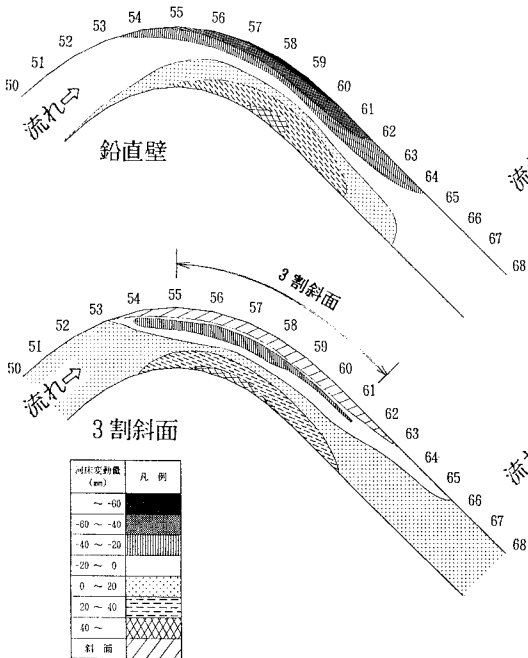


図-2 河床変動量コンター図

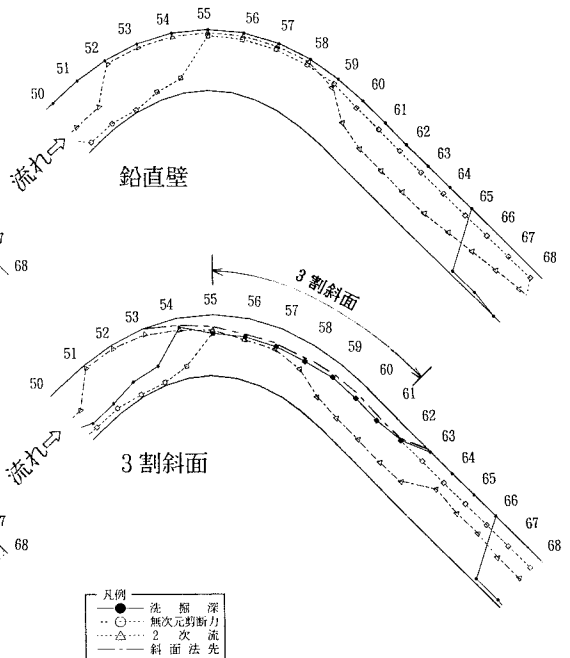


図-3 $z, V, \tau_{\max}$ 平面分布図

4. おわりに

本研究の条件では直線部を有する蛇行水路の場合でも洗掘の範囲は直線部のない蛇行水路の場合と同様の範囲に発生し、局所洗掘を軽減する緩傾斜河岸も同じように最大曲率部から変曲点までの範囲に設置すれば効果的に機能することが明らかとなった。今後は流量が多い場合について同様の検討を行うつもりである。

参考文献)

- 1) 桐山、福岡ら：蛇行水路の局所洗掘を軽減する緩斜面護岸の配置法、第49回年講概要集 1994年
- 2) 福岡、渡辺ら：水制工の配置法の研究、土木学会論文集、第443号、1992年