

II-292

横断河床勾配を小さくする水制の配置法

東京工業大学工学部 正 員 福岡捷二
 東京工業大学工学部 正 員 渡辺明英
 建設技術研究所 正 員 西村達也

まえがき

著者らは、河道湾曲部で洗掘が生じる湾曲外岸だけでなく、その上流の内岸にも水制工を設置して、集中する流れを予め水はねによって拡げ、流速分布の一樣化を図り、上・下流の水制工を一体的に働くように配置することによって湾曲部外岸に生ずる洗掘と内岸に生ずる堆積を軽減し、偏流が少なく河積を十分有効に利用した河道を創ることを検討してきた。¹⁾

先に行った数値計算法²⁾を改善した三次元数値モデルによって土木研究所の大型模型実験結果¹⁾を検討した。その結果、水制工群が縦断的に配置された場合にも、流れと河床形状を十分な精度で予測でき、さらに、この方法が水制工の適切な縦断配置の決定にも利用できることを示した。

(連続式)

$$\frac{\partial u}{\partial s} + \frac{1}{r} \frac{\partial (rv)}{\partial n} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

(運動方程式)

$$\begin{aligned} u \frac{\partial u}{\partial s} + v \frac{\partial u}{\partial n} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{uv}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial s} + \frac{\partial}{\partial s} \left(\epsilon \frac{\partial u}{\partial s} \right) + \frac{\partial}{\partial n} \left(\epsilon \frac{\partial u}{\partial n} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\epsilon \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ v \frac{\partial v}{\partial s} + v \frac{\partial v}{\partial n} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{v^2}{r} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n} + \frac{\partial}{\partial s} \left(\epsilon \frac{\partial v}{\partial s} \right) + \frac{\partial}{\partial n} \left(\epsilon \frac{\partial v}{\partial n} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\epsilon \frac{\partial v}{\partial z} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial z_o}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \left\{ \frac{\partial q_{ns}}{\partial s} + \frac{1}{r} \frac{\partial (rq_{ns})}{\partial s} \right\} = 0$$

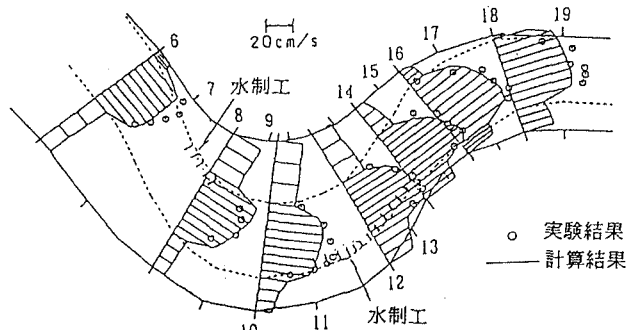
$$u = u_o + u_1 \cos \pi z / h + u_2 \cos 2\pi z / h + \dots$$

$$v = v_o + v_1 \cos \pi z / h + v_2 \cos 2\pi z / h + \dots$$

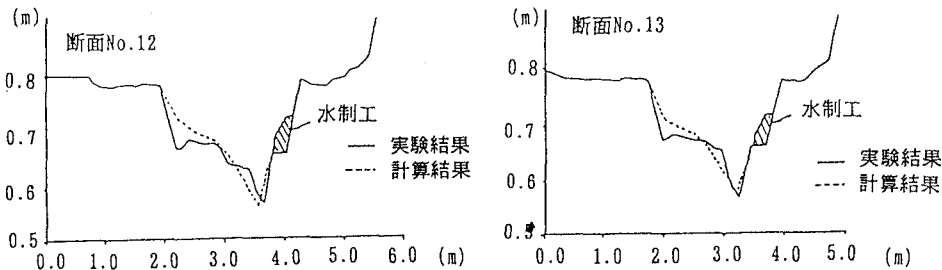
計算方法

流速鉛直分布をモード重ね合わせで表す。これを運動方程式、連続式に代入し、ガラーキン法によりモード分離した後に、任意の河道法線形状に対して差分化し、流速と水深を解く。次に、得られた流速値、水深値を用いて河床変動計算を繰り返すことによって各時刻、各位置での河床高さを求める。

水制工を設置したときの流れと河床高さの計算は、つぎのように行った。水制工は、水没、透過型であることから、流況計算では、水制工の上面を河床の境界条件と同様に取り扱い、水制工を設置した部分の河床高は、他の部分の河床に比べて水制工の高さ分上昇させる。また、河床の変動計算では、水制工の位置での河床は変動しない



図一 水制工を設置した場合の水深平均流速 u_o の横断方向分布 (CASE-4)



図二 水制工を設置した場合の河床変動状況 (CASE-4)

め、上流から流入してきた土砂はそのまま下流へ流下していくように取り扱い、その他の部分ではその位置での掃流力に見合う流砂量が流下していくものとする。

考察

複断面湾曲水路(図-1)を用いて5ケースの水制工配置方式で実験を行った。いずれも低水路の内岸側上流部（断面No. 7～9付近）と低水路の外岸側下流部（断面No. 11～15付近）に水没、透過型水制工を18基設置し、外岸側深掘れと内岸側の堆積状況の変化について検討を行った。

最適配置となった(Case4)を中心に説明する。図-1は、水深平均流速 u_a の横断分布を示す。計算結果は水制工の水はね効果も含め、概ね実験結果を表している。図-2は、水制工を設置した断面No.12及び13の河床変動状況を示すが、計算結果は水制工による横断河床形状の変形をよく表現している。図-3は、その際の河床コンター図であり、計算結果は、実験結果に見られる最大洗掘深の発生位置及び洗掘深を非常によく表しており、最大洗掘深で再現誤差は約3%である。

次に、河床横断勾配を最も小さくする水制工群の最適配置法を見出すために、低水路内岸側上流部と低水路外岸側下流部に設置した水制工の位置を上下流に変化させた実験結果と解析結果の比較を示す。水制設置区域の断面内の最大堆積高と最大洗掘深の水制を設置していないケースに対する減少量をそれぞれの実験結果と計算結果を比較して図-4に示す。図中の○、△は水制工群設置区間の中心位置、実線と破線は設置区間を示す。いずれの計算結果も実験結果をよく表現しており、提案した三次元モデルは、水制工の最適な位置を決定するための手法としても十分有効であることがわかる。

あとがき

河道湾曲部に水制工群を縦断的に適切に配置することによって、河道法線形を修正したと同じ効果を持つ横断河床勾配の小さい河道をつくるための有力な手段を得ることができた。

（参考文献）

- (1)福岡、高橋、渡辺：土木研究所資料第2640号
- (2)福岡、渡辺、西村：水工学論文集第34巻

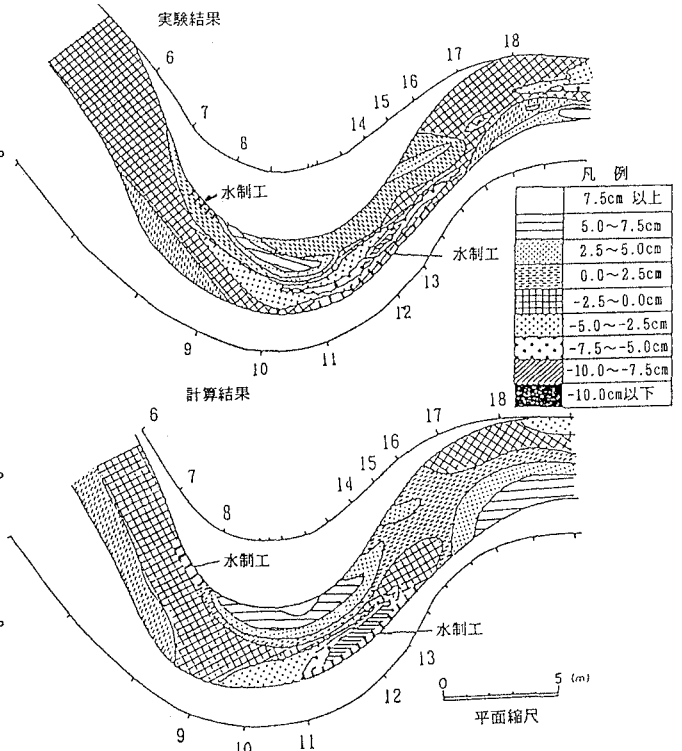


図-3 水制工を設置した場合の河床コンター図（CASE-4）

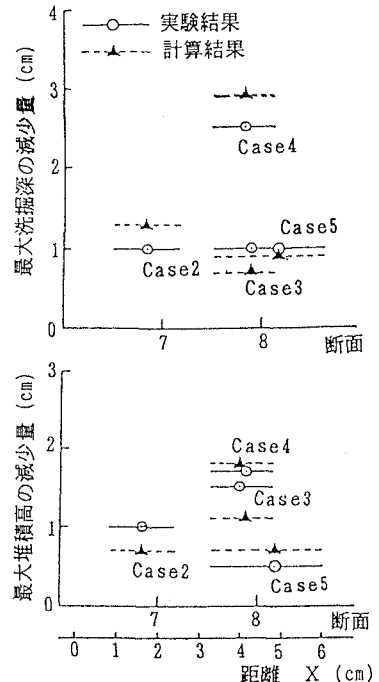


図-4 水制工の位置と最大洗掘深及び最大堆積高の関係