

床止め工を有する複断面河道の平面流れの計算

㈱東京建設コンサルタント 正員 川島 幹雄

東京工業大学工学部 正員 福岡 捷二

1. はじめに

床止め工を有する複断面河道の流れは、床止め工下流で跳水を生じると共に、床止め工上流で流れが高水敷から低水路へ落込み、下流では低水路から高水敷へ乗り上がる等複雑な流れの状況を示す。そのため、床止め工周辺では流れの集中、落込み、乗り上げ等により局所洗掘、河岸侵食などの問題が発生しやすい。したがって、床止め工の設計に当たっては局所洗掘、河岸侵食を極力おさえることのできる床止め平面形状を検討する事が重要である。従来、床止め工周辺の様な複雑な流れについては、水理模型実験によって検討していたが、数値計算によって検討する事も可能になりつつある¹⁾。

本研究では、河道特性に応じた床止め工の平面形状を検討する事を最終目的として、まず、床止め工を有する複断面河道の平面流れについて数値計算で検討し、これと水理模型実験結果²⁾の比較を行う。

2. 計算方法

本計算では、流れの基礎方程式には保存形表示の2次元浅水方程式を用いる。

差分式はMacCormack法³⁾を適用し、差分格子は直交直線座標系を用いる。また、2次元計算での精度を保つために、以下の時間分割法を用いる。

$$U^{n+1} = [L_x(\Delta t/2)] [L_y(\Delta t/2)] [L_y(\Delta t/2)] [L_x(\Delta t/2)] U^n \quad (1)$$

ここに、 L_x 、 L_y はx、y方向の1次元差分演算式を表す。

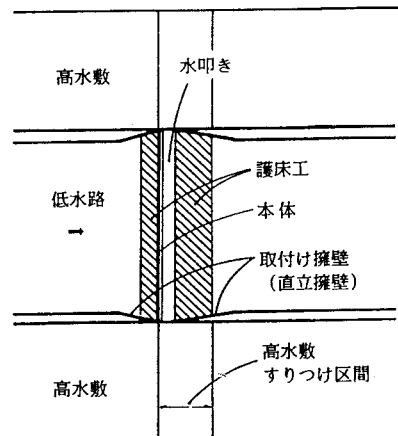
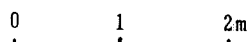
計算条件を表-1に示す。初期条件として、全区間において等流条件の水位及び流速を与え、流れがほぼ定常となるまで時間進行を行う。境界条件は、上流端には一定流量を与え、下流端は段落ち条件を設定する。

表-1 計算条件

格子間隔	$dx = dy = 0.15m$	
粗度	低水路	0.020
係数	高水敷	0.025
Δt	0.08 sec	

3. 実験結果と計算結果の比較

対象とした実験条件を表-2に示す。床止め工は図-1に示す平面形状のものを用いている。取り付け擁壁は、低水路護岸に、 12° の角度で緩やかにすりつき、流水をスムーズに流してやる事により、洗掘の軽減を計る形状となっている。また、高水敷は床止め工天端から護床工の間で落差をすりつけている。

図-1
床止め平面形状

このときの流況は図-2に示されている。水叩き上で跳水が生じ、床止め工付近で高水敷から低水路へ落込む流れが、また落込む流れがなくなるところより再び高水敷へ乗り上がる流れが発生している。さらに、この条件では落込み、乗り上げの生じる間の高水敷上ではほとんど流れていない領域となっている。

次に計算結果の流速ベクトル図を図-3に示す。対象とする流れの特徴である高水敷からの落込み流、乗り上げ流及び死水域が比較よく再現できている。

水位縦断形の比較図を図-4に示す。床止め工下流での跳水現象は、ほぼ表現出来ている。また、水位縦断形の再現性は高い。

表-2 実験条件

流路延長	25m
河床勾配	1/2,000
床止めの落差	0.04m
川幅	4m
低水路水深	0.07m
低水路幅	1.8m
流量	0.05m ³ /s

4. おわりに

複断面河道における床止め工周辺の流れをMacCormack法を用いた平面流れの計算によりかなりの程度再現出来ることが明らかとなった。今後は、河床変動をモデルに組み込み、局所洗掘、河岸侵食、高水敷侵食を極力おさえることのできる床止め平面形状の検討を行う予定である。

<参考文献>

- 1) 清水、山下、山下、崇田、一般曲線座標系を用いた常・射流混在流れの計算、開発土木研究所月報 No.455、1991
- 2) 山本、高橋、長谷川：床止め工に関する調査報告書、土木研究所資料第2760号、1989
- 3) 例えば、日本機械学会編、流れの数値シミュレーション、コロナ社、1988

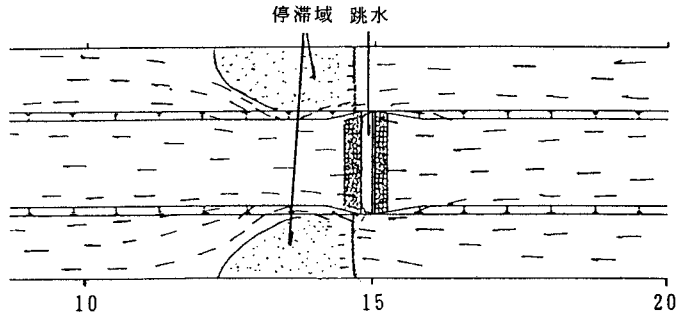


図-2 平面流況（実験結果）

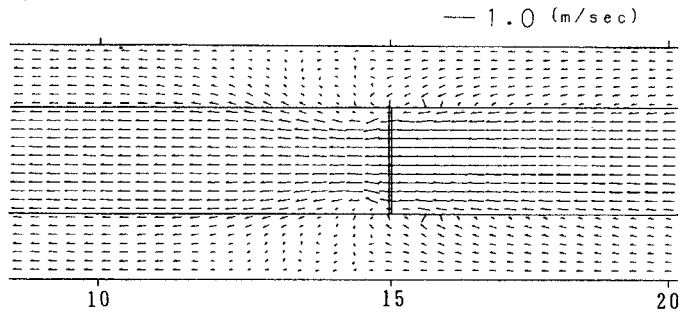


図-3 平面流況（計算結果）

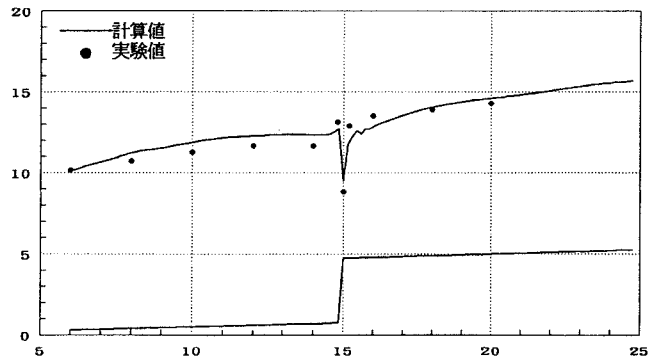


図-4 水位縦断図