

根固め工まわりの河床変動に関する研究

島根県

正会員 ○福島琢二

広島大学大学院

学生会員 内田龍彦

広島大学工学研究科 フェロー会員

福岡捷二

1. 序論

河道湾曲部での河岸侵食及び河床洗掘を直接防護する工法として、根固め工が挙げられる。根固め工は、法覆工、基礎工前面の河床洗掘による護岸の破壊を防ぐため設置される。根固め工の設計を行う際、根固め工近傍の河床洗掘深を評価し、予想される最大洗掘深が発生しても護岸前面まで影響が伝わらないような敷設幅を決定する必要がある。また、根固め工前面の河床洗掘に伴い根固め工が変形しても、流れが大きく変わらないよう設計を行う必要がある。河道湾曲部における根固め工の適切な配置法を検討するには、根固め工を設置した場合の流れと河床形状を把握することが必要となる。そこで本研究では、根固め工の変形特性をモデル化し、効果的な根固め工の配置法が検討可能な解析手法を構築することを目的とする。

2. 実験概要

実験は図-1 に示すように、全長 13m、水路幅 1.5m、下流端から 6～9.5m の位置が曲率半径 4.5m で湾曲している水路に粒径 0.8mm の一様な砂を勾配 1/800 に敷き詰め、流量 32ℓ/s、下流端水位 5.5cm、上流から 12ℓ/hour 給砂した条件で行っている。ここで、図-1 の下流端からの距離は水路中央線上に沿った距離とする。また、幅 $b=3.2\text{cm}$ 四方、高さ $d=1.9\text{cm}$ 、比重約 2.6 の単体ブロック模型を連結し、下流端から 3.6m～6.2m、外岸から約 23cm の範囲に根固め工模型の天端高と初期河床高が等しくなるよう模型を埋めて実験を行う。そして、根固め工模型と河床形状を詳細に測定することで、根固め工の変形特性について検討を行う。また、本実験は根固め工の縦断的な変形特性について調べるため、根固め工の敷設長さを短めに設置している。

3. 解析方法

流れ計算は、福岡ら¹⁾が行っている準三次元計算により行う。河床変動計算には、掃流砂による流砂の連続式を用いる。流砂量式は河床の最大流速方向に Meyer-Peter & Müller の式を適用し、s, n 方向の流砂量式は斜面勾配の影響を考慮した長谷川の式を拡張したもの²⁾を用いる。

次に本研究では、準三次元モデルを用いているため、根固め工の形状を計算に正確に取り入れることができないことと、根固め工下部の流れを評価できないため、根固め工を設置した場合の河道湾曲部の流れと河床変動の計算を行うには、根固め工の変形特性をモデル化する必要がある。そのため、以下に示す 3 つの仮定を用いて根固め工変形過程をモデル化し、根固め工を設置した場合の流れと河床変動の計算を行う。

仮定 1：根固めブロックは、根固めブロック下部の砂がブロック中央線より深く侵食されたとき、沈下する。

仮定 2：根固めブロック前面の洗掘量に見合った量だけブロックは沈下する。根固めブロック下部の砂の角度は水中安息角となることから、根固めブロックの最終沈下角度は水中安息角度になると仮定する。

仮定 3：根固めブロック下部の砂の流出量を根固め工境界メッシュの隣の河床評価点に流出させることで、砂の連続式を満たすようにする。

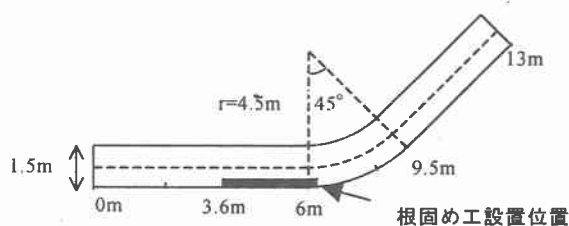


図-1 実験水路図

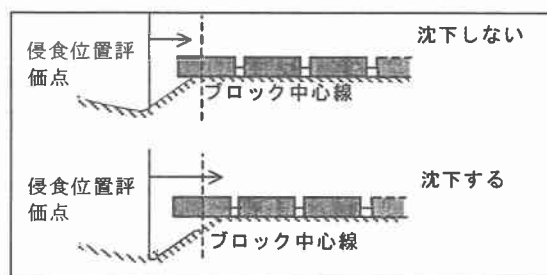


図-2 仮定1の模式図

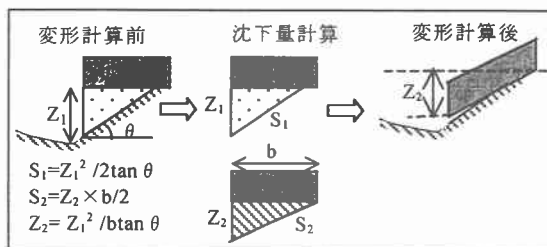
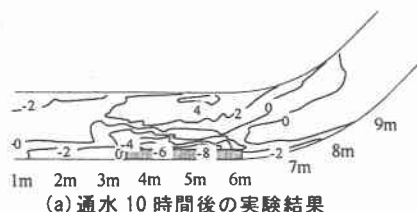


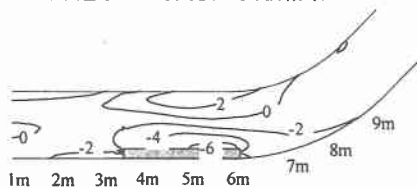
図-3 仮定2の模式図

4. 実験結果及び解析結果

図-4に通水10時間後の河床変動コンター、図-5に通水10時間後の根固め工形状の実験結果と計算結果を示す。図-5に示す根固め工形状の座標は、根固め工上流部外岸側にX, Y平面座標原点を取り、根固め工敷設長さ L_b で無次元化したものを流下方向にX軸、敷設幅 B_b で無次元化したもの外岸から内岸方向にY軸と定義する。また、根固めブロックの沈下量は、根固めブロック初期高からの沈下量を根固めブロックの高さ d で無次元化したもので表す。図-4(a)に示すように下流端から5m付近の水衝部において最大洗掘深が生じる。そのため、図-5(a)より根固め工側面では、水衝部付近を中心に根固め工がたわんだ形状になっていることが分かる。これは、縦断方向に掃流力が違うためであり、根固め工の変形は周辺河床洗掘量に追従して生じている。また、根固め工周辺の河床低下に伴い水みちが徐々に形成され始めるため、根固め工上端で河床洗掘量が増加し、根固め工の変形が見られる。これより、水衝部付近と根固め工上端で根固め工の変形が大きいと言える。図-4(b)に示す計算結果は実験結果に比べ全体的に河床が低下し、内岸での河床の堆積量が小さいが、堆積位置、洗掘位置などおよそ実験結果の傾向を捉えている。しかし、根固め工周辺の河床形状について実験結果と計算結果を比較すると、計算結果は根固め工上端前面で河床低下量が小さいことが分かる。これは、本計算では圧力分布を静水圧近似しており、根固め工前面で生じる下降流を十分評価できていないためである。そのため、図-5(b)に示す計算結果は、根固め工上流端の変形をほとんど表現し得ていない。また、計算結果は実験結果より根固め工形状の変形が生じる位置が上流側となる。これは、実験では水衝部付近で河床洗掘量が多く、二次流の発達により河床洗掘が進行するのに対し、計算では根固め工上流部先端で水跳ねが生じ、先端部で洗掘孔が発達することで根固め工周辺の河床洗掘が進行するためである。以上の結果より本解析手法は、根固め工を有する流れの状況は捉えることが可能であるが、局所的な流れについては計算結果と実験結果の対応が不十分であると言える。

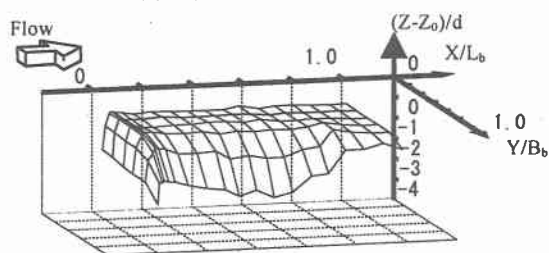


(a) 通水10時間後の実験結果

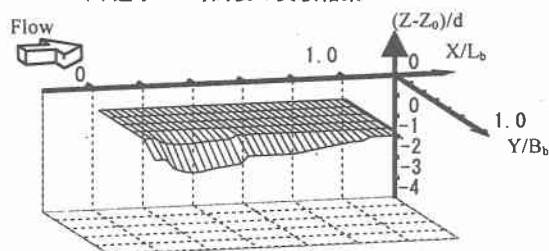


(b) 通水10時間後の計算結果

図-4 通水10時間後の初期からの河床変動コンター



(a) 通水10時間後の実験結果



(b) 通水10時間後の計算結果

図-5 通水10時間後の根固め工形状

5. 結論

- ・ 根固め工の変形は、水衝部と根固め工上端部で大きい。
- ・ 本解析手法により根固め工を有する流れの状況は捉えることが可能であるが、根固め工周辺の局所的な流れについては静水圧近似を行っているため、計算結果と実験結果の対応が不十分である。

参考文献

- 1) 福岡捷二・西村達也・高橋 晃・川口昭人・岡信昌利：越流型水制工の設計法の研究，土木学会論文集，第593号，II-43，pp. 51-68，1998.
- 2) 福岡捷二・渡辺明英・萱場裕一・曾田英輝：ベーン工が連続的に配置された河道弯曲部の流れと河床形状，土木学会論文集，第479号，II-5，pp. 61-70，1993.