北海道開発局 正会員 山縣 聡 広島大学工学部 フェロー会員 福岡捷二<sup>\*</sup> 広島大学工学部 正会員 渡邊明英 広島大学大学院 学生会員 S.M.Habibullah Bahar

1.序論

マクロな土質構造を持たない現地試料を用いた侵食実験<sup>1)</sup>により,河岸侵食拡大の機構が明らかにされている. すなわち,水面付近で生じる深掘れの侵食は主に上流方向へ拡大し,水面下で生じる浅い平面的な侵食は主に下 流方向へ拡大するという特性である.また,侵食形状を再現した模型の実験<sup>2)</sup>により,上下流への拡大のメカニズ ムは,河岸近傍流速の大きさと縦断勾配が重要な要素であることが示されている.本研究では,河岸侵食の拡大

メカニズムを河岸近傍の流れの構造から明らかにすること を目的とし,河岸侵食形状の模型を用いた実験により侵食 部近傍の流れを詳細に把握している.さらに侵食機構を予 測するために,河岸侵食部の流れの数値解析を行っている.

2. ヒサシ形状模型を用いた実験と侵食部内の流れ

実験に用いた侵食模型は,図-1に示すようにヒサシ形状 の特徴を単純化したものである.侵食面と侵食面角度を図 -1に比較している.模型は侵食部上面高さに対する水面高 さの関係によって水面付近タイプと水面下タイプに分類さ れ,それぞれ侵食面角度を変えられるように作られている. 模型壁面には人工芝を貼り付け,抵抗を与えている.表-1 に示す侵食実験<sup>1)</sup>と基本的に同じ水理条件で通水し,侵食 部周辺の流速を電磁流速計により詳細に測定する.

図-2 は侵食面角度 8°における水面付近タイプと水面下 タイプの流速ベクトルである.どちらも侵食最深部では, 流れが剥離し,渦が生じている.侵食部の位置が異なるに も関わらず,侵食部内の流況はほとんど変化していない. この理由は,タイプが違っても,ヒサシ内に流入する水の 鉛直高さがほぼ同じで(約8cm),しかも,十分大きな深さを 持っていたためである.

そこで侵食面角度8°の水面付近タイプにおいて,流量を 少なくし水位を低くすることにより,侵食上面の位置が水 面に対して高くなった場合の流況を調べる.大きい流量の ケースは40(1/s)であり,小さい流量のケースは21(1/s)で ある.図-3に21(1/s)のケースの水深平均流速ベクトルを 示す.40(1/s)のケースに比べて侵食部内の逆流域が大きく なっている.これは,水深が低くなるに従い侵食部内の流 下方向への運動量が小さくなる一方で,侵食面における境 界層内の逆圧力勾配の度合いが大きくなることにより,境 界層の剥離点が上流へ移動するためである.つまり水深が



キーワード:侵食機構,土質構造,ヒサシ状河岸,河岸近傍流速,侵食部内の渦 \*〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 TEL 0824-24-7821 FAX 0824-24-7821 小さいために,ヒサシ内で水面が現れる水面付近タイプでは,ヒサシが水面下に没する場合に比べて大きな渦が 生じていることが分かる.

以上のことから,先の侵食実験<sup>1)</sup>において,水面付近の侵食が深掘れ形状をなしていたのは,ヒサシ状侵食部内 で大きな渦が生じていたためと考えられる.よって侵食部内での平面的な渦の構造が河岸の侵食形状を決めてい ると考えることができる.しかし侵食面角度が同じでも侵食部の流下方向の長さが長くなった場合などでは,ど のような渦が発生するかを想像することは難しい.そこで侵食部の流れを数値解析により再現する必要がある.

3.数値解析によるヒサシ状河岸内部の流れの再現

侵食部形状を理想化して二次元的に考える.直交曲線座標系を用いた二次元浅水流モデルにより計算を行う. 渦動粘性係数は局所的な摩擦速度と水深に比例すると仮定している.計算は差分法で行いスタガード格子を用いている.上流端で流量,下流端で水深を与えている.時間ステップは t=0.0002sに設定し,計算がほぼ収束した100s経過後の値を計算結果として出力している.

この計算モデルの適合性を検証するために,水面付近タイプのヒサシ形状模型の侵食部流れに適用する.図-4 は,侵食面角度8°における計算メッシュである.壁面に沿いながら直交性を保つようにメッシュを切る.侵食部 では侵食部底面の高さ分6cmだけ嵩上げしている.ガラス製の水路右岸側はほとんど抵抗が無いためslip条件と し,抵抗の大きな左岸側はnon-slip条件により抵抗を与えている.計算に用いた水理量は,表-1に示す模型実験 と同じである.マニングの粗度係数はn=0.01としている.

図-5 は, 侵食面角度 8°における実験結果と計算結果の水深平均流速ベクトルを示している.計算結果は, 侵 食部内での剥離による渦を表現しており, 逆流域の大きさも同程度である.しかし侵食部内へ流入する流速と逆 流域の流速は実験結果に比べて大きく計算されている.この原因は, 直線的に流れている主流域と, 複雑な混合

をしている侵食部内とでは,運動量の輸送の機構が異なるに も関わらず,同じ拡散項により運動量の輸送を表しているた めと考えられる.逆流の生じない侵食面角度4°では,実験 結果を適切に再現し得たことからも,逆流が生じる場合の運 動量輸送に問題が残されていると言える.このように本計算 モデルは,侵食部内での剥離渦を表現してはいるが,正確に 再現できていない.今後は計算モデルを改善し,様々な侵食 形状の流れを再現することにより侵食機構を明らかにしてい くのが課題である.

## 4 . 結論

ヒサシ状河岸の水理模型により,侵食部内に水面が現れて いる流れでは,水面下にある場合に比べて大きな渦が生じる. これが水面付近に深掘れを生じさせていることになる.用い た計算モデルは,侵食部内の逆流を概ね表現することができ るが,流速の大きさの再現に問題が残されている. 参考文献

 1)福岡捷二,渡邊明英,片山敏男,板屋英治,柏木幸則,山縣 聡,林 基樹:粘性土(シルト)河岸の流水による侵食拡大機構,水工学論文集, 第43巻,pp.695-700,1999.

 2)福岡捷二,渡邊明英,山縣 聡,柏木幸則:河岸近傍の流速とヒサシ 状河岸形成の関係,水工学論文集,第44巻,pp.759-764,2000.



図-5 実験と計算流速ベクトルの比較