

側岸の侵食性の有無が流況や底面形状に与える影響の把握

新潟大学自然科学研究科

新潟大学災害・復興科学研究所

新潟大学災害・復興科学研究所

○学生会員 石塚 芳

正会員 安田 浩保

正会員 石原 道秀

1 はじめに

戦後、河道を直線に固定するような河道改修が日本の多くの河川で行われてきた。しかし、河道改修が行われたこれらの河川の多くで、河道内に交互砂州の発生が確認されている。河道内に交互砂州が発生すると、流れに偏心が生まれ、水衝部が発生してしまう。水衝部の発生は、出水時にその箇所では洪水流が集中し、破堤を引き起こす要因となりうる。低水路に護岸が設置される以前の河道は、側壁が土砂等で構成された侵食性側壁であった。そのため、河岸侵食が起きやすく、堤防までの糊代である高水敷が削られてしまい、破堤の危険性がより高かった。そこで、水衝部から堤防を守ることを目的とし、低水路への護岸の設置が行われてきた。しかし、低水路への護岸の設置が河道内の流況や河床形状にどのような影響を与えているのかは現在のところ明らかにはされていない。そのため、今後の河道設計の方針が不透明な状況にある。そこで、本研究では、同一の水理条件下で側壁の侵食性の有無を考慮した模型実験により、両者の河床形状と流況について比較を行った。

2 侵食性の有無を考慮した模型実験

2.1 実験条件と計測方法

模型実験には水路長 10m、水路幅 45cm の直線矩形断面水路を用いた。この水路中央に、粒径 0.76mm の河床材料を用いて水路幅 21cm、深さが 3.0cm の直線複断面流路を作成した。側壁の侵食性の有無を考慮した実験を行うために、2つの条件を設定した。1つ目は低水路に護岸を設置する前の河道を模した侵食性側壁の条件 (Case1)、2つ目は低水路に護岸を設置した後の河道を模した固定壁で流路を直線形状に固定した条件 (Case2) を設定した。水理条件は交互砂州の発達によって変化する流況の比較を行うため、黒木・岸¹⁾の領域区分図より交互砂州の発生を狙った条件を設定した。両条件とも初期条件の川幅水深比は 7.4、無次元掃流力は 0.055 である。この条件における水路床勾配は 1/150、流量は 0.6L/s となる。通水は侵食性側壁の条件の流路が側壁に到達した 270 分まで行った。底面の計測には星野ら²⁾が開発した水面と水底面の同時計測技術である Stream Tomography を用いて計測を行なった。計測

は 5 分おきに行い、底面の計測間隔は縦横断方向とも 1cm に設定した。

2.2 水底面の計測結果

図-1 に各条件の計測結果を示す。計測範囲は水底面の変動が見られた 1.5 m から 9.0m の範囲を示している。両条件で流路内に交互砂州の形成が確認された 60 分と最終時刻である 270 分の 2 時刻の結果を示している。Case1 の条件では、通水開始から 60 分が経過した時点で交互砂州の形成が見られた。通水開始から 270 分が経過した時点では、5m から 9m の範囲で交互砂州の洗掘部付近で側壁の侵食が進行し、比較的に曲率が大きい蛇行形状の流路へと遷移したことが分かる。また、湾曲部の外岸部では、側岸に沿うように深掘れが発生していた。Case2 の条件では、通水開始より 60 分の時点で、Case1 と同じように交互砂州の形成が見られた。最終時刻では 4m から 8m の範囲で固定壁に沿うような直線的な深掘れが見られた。

3 流量フラックスによる流況の評価

3.1 流量フラックスの算定

出水時の破堤の主な原因は、河床形状の発達による流れの偏心などの流況の変化だと推測される。そのなかでも側壁近傍における流れの集中は、出水時の側壁の侵食型または洗掘型の破堤の原因となりうる。そこで、河床や河岸を動かす駆動力となる流水がどこに集中するのかを見ることで、両条件の破堤危険性を比較することができると考えた。流路内の流水の集中の比較を行うために、単位断面流量である流量フラックスでの比較を行った。流量フラックスは計測された水深と流速を乗して求めた。流速の算出は iRIC に同梱されている平面 2 次元の流れと河床変動のソルバーである Nays2D³⁾ を用い、模型実験より得られた底面形状の情報を用いた固定床水理計算を行い求めた。Nays2D における流れの支配方程式は、連続式と水深方向に積分された運動方程式である。水理条件は模型実験の実験条件と同じである。

3.2 流量フラックスによる比較

図-2 に流量フラックスの横断面内の最大箇所を示す点を平面図に示した。図中の黄線は横断面内で流量フラックス

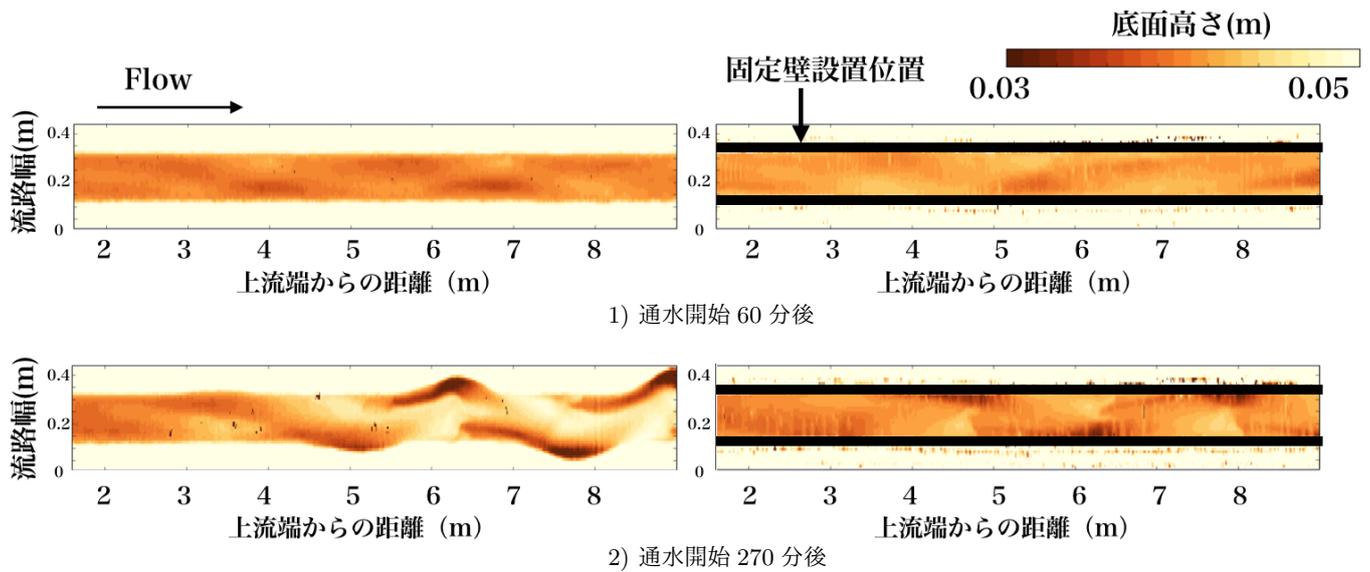


図-1 水路底面高のコンター図 (左図: Case1 右図: Case2)

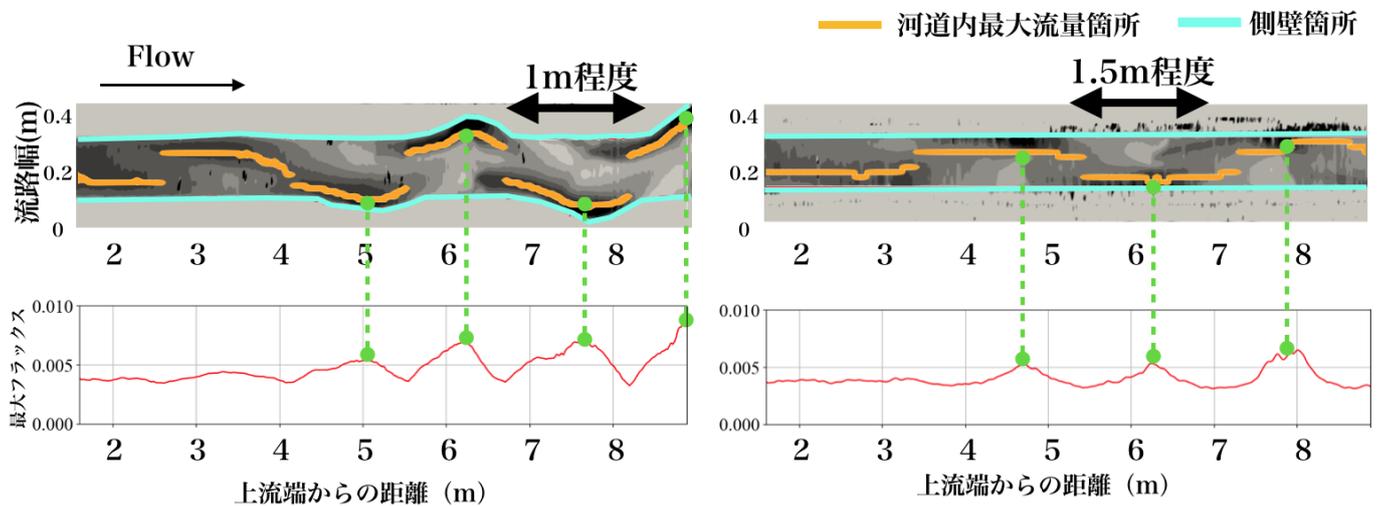


図-2 上: フラックス最大箇所の分布図 下: 最大フラックスの縦断分布図 (左図: Case1 右図: Case2)

が最大の箇所、赤線は側壁の位置を示している。横断面内の最大流量フラックスが示す箇所は断面内で最も流水が多い場所であるため、この図は滞筋を示した図と言える。Case1の条件では、側岸侵食により変化した流路の平面形状に沿うようなフラックスの分布が見られた。一方で、Case2の条件では、低水路に設置された護岸に沿うようにフラックスが直線に分布する様子が見られた。3.5m から 5.5m の地点でその傾向がよく見られた。また、両ケースを比べるとCase1のフラックスの波長が1.0m程度に対し、Case2では1.5m程度の波長が見られた。次に、横断面内最大箇所での流量フラックス量の縦断分布図を示した。両条件で、滞筋の波長の中央に特に流量フラックスが増加する傾向が見られた。この特に流量フラックスの増加が見られる箇所が、側壁に近く、横断面内で流量が最大であることから水衝部であると考えられることができる。以上の結果より、

侵食性側壁の条件は固定壁を設置した条件に比べ滞筋の波長が短いため、同距離で水衝部の数が増える傾向が見られた。

4 おわりに

同一水理条件下において側壁の侵食性の有無が河床形状の発達とそれに伴う流況に与える影響について調べた。その結果、護岸の設置を行なった河道内において、水衝部の数を減少させるような効果が見られた。

参考文献

- 1) 黒木幹男, 岸力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集, 第342号, pp.87-96, 1984
- 2) 星野剛, 安田浩保, 倉橋将幸: 交互砂州の形成機構の解明に向けた水面と底面の同時計測手法の開発, 土木学会論文集A2, 74巻, 1号, pp.63-74, 2018.
- 3) 北海道河川財団, <http://i-ric.org/>