

交互砂州が左右岸の水位差に及ぼす影響

新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 黛 由季
新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 茂木 大知
新潟大学大学院自然科学研究科 学生会員 村井 剛徳
新潟大学災害・復興科学研究所 正会員 安田 浩保

1 はじめに

近年、気候変動が要因と推測される洪水と氾濫が頻発している。今後、記録的な降雨の発生頻度と規模のどちらも増加傾向となることが予測されている。つまり、20世紀と比べ、河道から堤内地への越流の多発が予想され、堤防の構造や堤防天端の高さの見直しなどの越流対策が急務である。

人工居住地近傍の河川の半数程度においては、その底面に交互砂州もしくは複列砂州が自発的に形成される。これらの砂州の堆積域は、河道の安全性の維持のために浚渫により除去されるものの、比較的短期間のうちに再生する性質があり、砂州の形成はその河道にとって生来的な物理と考えられる。つまり、砂州の存在を前提とした河道や堤防の設計が望ましい。

砂州の鉛直方向の規模は、洪水時の水深と同程度となることが知られている。砂州が十分な波高に発達している河道においては、砂州が洪水の流れに無視できない規模の影響を及ぼすことが推測される。具体的には、左右岸での水位差の発生である。著者らの知る限り、発達した交互砂州の存在により左右岸の水位差がどの程度となるかを定量的に調べた研究はない。本研究では、交互砂州の発達する模型実験を実施し、交互砂州上における左右岸の水位差を定量的に把握しその発生原因を調べた。

2 模型実験概要

2.1 実験条件と計測手法

本研究では、全長 12 m、流路幅 0.45 m、水路勾配 1/120 の直線の単矩形断面の水路を模型実験に用いた。初期底面は、粒径 0.76mm の珪砂を高さ 5cm に敷設し平坦床とした。水理条件は、黒木・岸¹⁾の中規模河床形態の領域区分図を参考に、交互砂州の発生領域とし、無給砂条件とした。通水時間は、同条件の実験において交互砂州が発達し伝播と形状変化が緩慢となることが確認された 4 時間まで行った。

通水中の水面と底面の計測は ST²⁾ を用いて行い、計測間隔は 10 分間隔、計測の空間解像度は 2 cm とした。

2.2 無次元波高に基づく検証結果の選定

前節の実験条件で 4 時間の通水を行うと、2 時間以降は過発達となることを確認した。そこで今回、砂州波高を横断方向の平均水深で除した無次元波高により、実河川と堰型の無次元量を一致させ、その時刻の左右岸水位差について検討することとした。実河川の無次元波高の算定のため交互砂州の発達した実河川を代表して信濃川支川の魚野川を選定して 8 横断面の横断測量データから概算したところ約 1.65 となった。この結果を下に、模型実験で計測した結果のうち無次元波高が同程度となる時刻は、90-150 分であることを確認した。また上流 3 m 区間は、上流端の堰の影響を受け洗堀が大きく今回の検証目的に適さない結果であると判断し 3m より下流の結果で検証する。図-1 は ST で計測した底面高の平面図である。紙面の都合上、通水後 90 分から 20 分間隔の任意 3 時刻の結果を示した。この結果からどの時刻も、明瞭な交互砂州が発達していることがわかり、90 分から 130 分にかけて砂州の流下は緩慢であった。

3 左右岸水位差の発生要因

交互砂州が左右岸の水位差にどの程度影響しているのかを上下流に連続的な縦断分布から詳細に調べた。

3.1 左右岸水位差の把握

図-2(i) に水面高、(ii) に底面高の縦断分布を示した。プロットの色は、図-1 の平面図上に示した線と対応し、ピンク色が右岸、水色が左岸である。各時刻の左右岸の水位差が大きくなった地点を上流から順に (a)、(b) とした。まず、図-2(i) の 90 分の時刻における左岸の水面高の結果を見ると、(a) 地点で水位が最小となり 7m 地点まで上昇していることがわかる。次に同時刻の右岸の結果を見ると、上流から 6m 地点まで水位が上昇し、(b) 地点で水位が局所的に低くなる。このことから、左岸と右岸の水位変動が異なり左右岸に水位差が発生していることがわかる。同様にして他の時刻の結果を見ると、(a) 地点で左岸水位が、(b) 地点で右岸水位が局所的に低下し、結果として水位差が開いている傾向が見られた。水位差は最大で 5mm 発生して

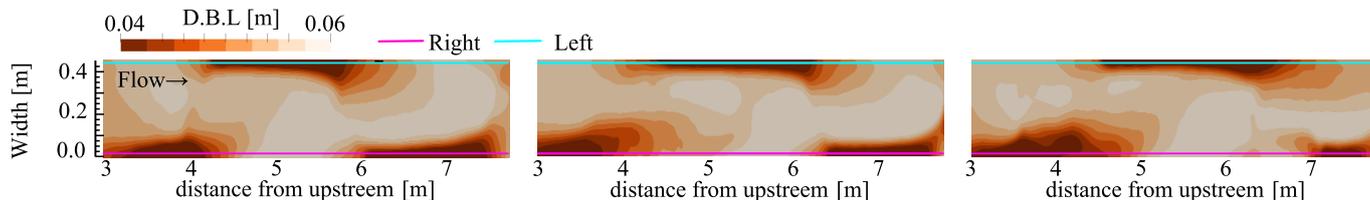
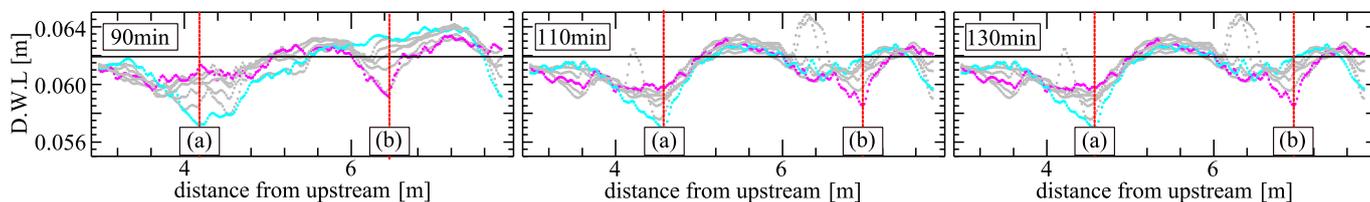
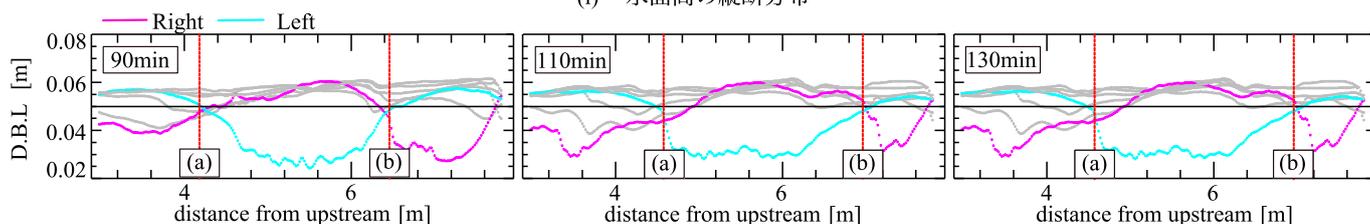


図-1 底面高の平面図



(i) 水面高の縦断分布



(ii) 底面高の縦断分布

図-2 底面高と水面高の縦断分布

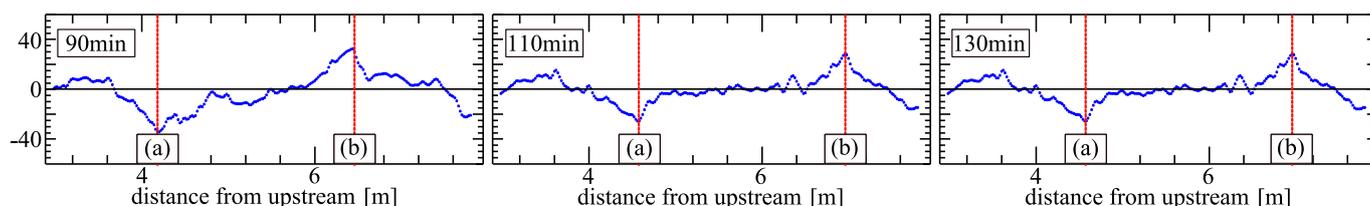


図-3 水深に対する左右岸水位差の割合 [%]

いる。

3.2 左右岸水位差発生箇所の特定

続いて、水位差が交互砂州上のどの地点で発生しているのかを底面高の縦断分布から確認する。まず、図-2(ii)の90分の時刻における左右岸の底面高を見ると、左岸と右岸では逆位相となり(a)、(b)地点で左右岸の底面高が交差していることがわかる。同様に、他の時刻の結果でも底面高の縦断線が交わる地点と一致し、交互砂州の洗堀域と堆積域が入れ替わる地点で水位差が発生していると言える。

3.3 左右岸水位差発生要因の考察

水位差が発生する箇所が底面高の縦断変化の大きい地点で発生していたことから、底面高の縦断変化が水位に影響を及ぼしている可能性が考えられる。左右岸の水面高と底面高を照らし合わせて見ると、90分の時刻の(a)地点右岸側では、底面が下流に向かって高くなる場所では水位が上昇している。一方で、(a)左岸側では底面が急勾配となる場所では水位が局所的に急下降することとしている。(b)地点や、他の時刻の結果も同様の考察が行える。

3.4 左右岸水位差の定量化

左右岸の水位差の水深に対する規模を調べるため、右岸水位から左岸水位を引いたその差を横断平均水深で除した無次元水位差を算出した。図-3に水位差の縦断分布を示した。図の見方はプラスだと右岸水位が高く、マイナスだと左岸水位が高いことを表している。わかり、実河川の現象に置き換えて考えると洪水時では左右岸で1~2m近く水位差が発生する可能性が考えられる。

4 おわりに

本研究では、交互砂州上の左右岸水位差とその原因究明を移動床模型実験から調べた。左右岸水位差は水深に対して最大で40%発生し、その地点は交互砂州の洗堀域と堆積域が左右岸に入れ替わる地点であることを明らかにした。

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, No. 342, 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 (応用力学), vol.74, 1, pp.63-74, 2018.