

河川流量及び静水域流入部における水位が静水域流入部の土砂堆積に及ぼす影響

中央大学理工学部 学生員 ○中村 廣遊
中央大学大学院 学生員 銭 潮潮

中央大学大学院 学生員 相川 真人
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

静水域流入部近傍における土砂堆積により、中小洪水時に下流部の水位が上昇し、破堤や外水氾濫の危険性が高まる。また魚類の遡上を阻害し、河川環境に影響を与える事が考えられる。河口近傍の流速や河床変動は、河川改修やダムの排砂等の人為的要因、洪水や波浪等の自然現象、河川流量や感潮面積が複雑に影響を及ぼすため、河口閉塞の発生要因を解明する事は困難である。本研究では、一次元河床変動解析及び水路実験を行い、下流端水位、上流端流量を変化させ、河口近傍における水面形、流速、河床高および河床変動への影響の比較を行う。

2. 一次元河床変動解析

2-1. 一次元河床変動解析の概要

運動量保存式、連続式、堆積物の連続式及び Engelund & Hansen の流砂量公式 $q=0.05Bu^2h^{1.5}i_f^{1.5}/(s-1)^2d\sqrt{g}$ を用いて一次元河床変動計算を行った。計算条件は、時間差分間隔 $\Delta t=10s$ 、空間差分間隔 $\Delta x=20m$ とした。水路延長 53km、河幅を上流から 50km の地点で 500m から 4000m に広げ、河床勾配を河口の地点で 1/10000 から 1/100 にし、Manning の粗度係数は $0.03s/m^{1/3}$ で一様とし、初期条件は等流水深を与えた。上流端境界条件を流量 $10000m^3/s$ 、 $6000m^3/s$ 、 $2000m^3/s$ 、下流端境界条件を水位 2m、4m、6m、10m、土砂粒径を 0.5mm、土粒子密度を $2.65g/cm^3$ で与えた。

2-2. 下流端水位が水面形・河床に与える影響

上流端流量を $10000m^3/s$ 一定とし、河口付近における通水 48 時間後の水位・河床高縦断面図を図 - 1、流速縦断面分布を図 - 2 に示す。河口部に堆積した砂が河口部における水面形に及ぼす影響は下流端水位が低いほど大きいことが分かった。また河道では低下背水が発生し、上流から河口に近づくにつれ流速が上昇している。河床高に着目すると、下流端水位が低いほど河口部付近の河床の変動が大きくなる。また拡幅部に堆積した土砂は、下流端水位が低くなるにつれ下流側に延びている事が分かる。これは下流端水位の低い方が河口部における流速が大きく土砂が遠くまで運搬されるためと考えられる。

2-3. 上流端流量が水面形・河床に与える影響

下流端水位を 2m 一定とし、河口付近における通水 48 時間後の水位・河床高縦断面図を図 - 3 に示す。河道では、上流端流量が大きくなるにつれて低下背水が顕著になり、河口部付近の河床変動が大きくなる。また拡幅部の土砂

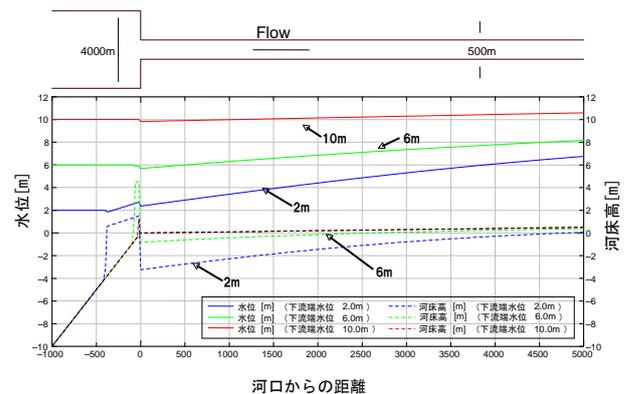


図 - 1 通水 48 時間後の河口部における水位・河床高縦断面

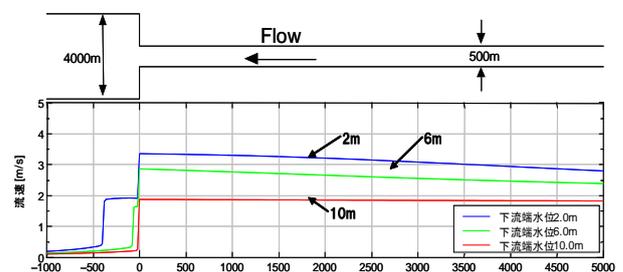


図 - 2 通水 48 時間後の河口部における流速縦断面図

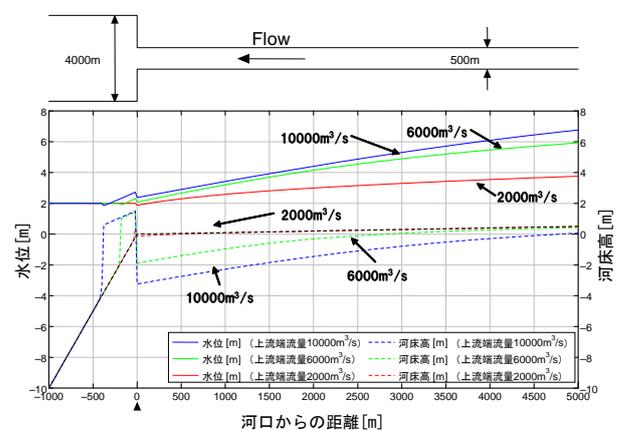


図 - 3 通水 48 時間後の河口部における河床高及び水位

キーワード 一次元数値計算, 水路実験, 移動床, 土砂堆積, 静水域流入部

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03-3817-1805 E-mail: koyu-nakamura@civil.chuo-u.ac.jp

堆積範囲は下流側に延びる。上流端から河口に近づくにつれ流速は上昇し、上流端流量が大きいほど流速は大きくなる。

3. 河床変動実験

3-1. 実験概要

河口部を有する単断面水路を用いて河床変動実験を行った。水路幅が拡幅する及び勾配が変わる地点を基準点とする。河道が水路長 900cm, 水路幅 15cm, 水路床勾配 1/1000. 拡幅部は水路長 200cm, 水路幅 155cm, 水路床勾配 1/10 で右岸, 左岸, 流下方向の 3 方向から越流させる。流量は一定とし給水タンクの越流水深から算出した。実験では通水 18 時間後の水深, 流速を水路縦断方向に 25cm 間隔, 河床高を横断及び縦断方向に 5cm 間隔で測定した。水深と河床高はポイントゲージ, 流速は 3 次元電磁流速計を用いて計測した。河床材料は豊浦標準砂 (平均粒径 0.2mm) を使用し, 給砂は行わないものとした。各 case の実験条件を表に示す。河床変動が落ち着いた通水 18 時間後の case1, case2, case3, case4 における縦断方向での断面中央流速, 水位, 横断平均河床高をそれぞれ図 - 4, 図 - 5 に示す。

表 実験条件

| | case1 | case2 | case3 | case4 |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| 流量(L/s) | 2.5L/s | 3.5L/s | 2.5L/s | 3.5L/s |
| 下流端水位(cm) | 7cm | | 2cm | |
| 流径(mm) | 0.2mm | | | |
| 給砂 | 行わないものとした | | | |

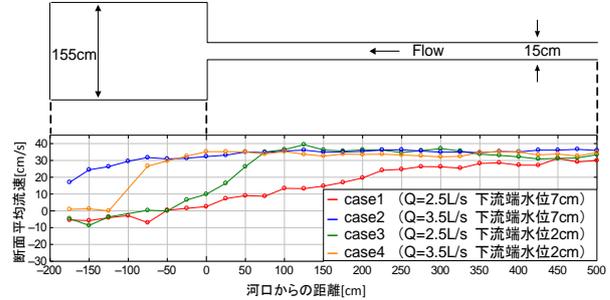


図 - 4. 各 case における断面平均流速

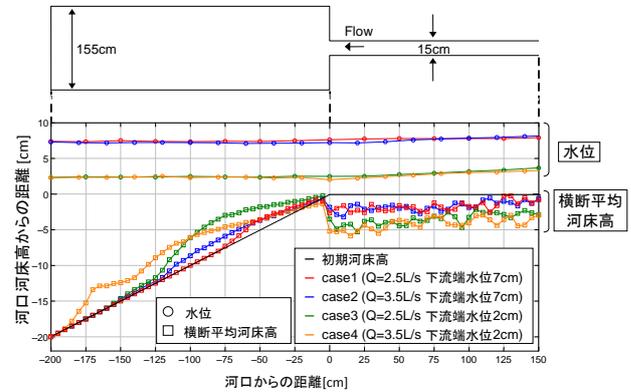


図 - 5. 各 case における横断平均河床高および水位

3-2. 下流端水位が水面形, 河床に与える影響

上流端流量が等しい case1 と case3, case2 と case4 で比較する。図 - 5 より, 水位と横断平均河床高に着目すると, 河床変動量は, 下流端水位が高い case より下流端水位が低い case のほうが大きく, 拡幅部における土砂堆積の状態は, 下流端水位が高い case の方が下流端水位が低い case より下流側に堆積する事が分かった。

3-3. 上流端流量が水面形, 河床に与える影響

下流端水位が等しい case1 と case2, case3 と case4 で比較する。図 - 4 より, 断面平均流速に着目すると, 流量が多い case では, 河口部まで流速の低下は見られないが, 流量の少ないケースでは, 河口部より上流で流速の低下が起きる。それは河口に近い場所に大きく高い砂堆が溜まっているため, 流れに与える抵抗が河口より上流まで影響していると考えられる。下流端水位が一定の case においては, 河道内の河床変動量には差がほぼ見られない。

4. 一次元河床変動解析と河床変動実験の結果の比較

上流端水位を一定とし, 異なる下流端水位を与えた時, 下流端水位をまた下流端水位を一定とし異なる上流端流量を与えた場合, 一次元河床変動解析と水路実験の結果で共通した傾向が見られた。拡幅部における土砂堆積範囲に着目すると, 上流端流量が大きい程下流側に広く堆積する事が分かった。

5. まとめ

- ①上流端流量一定とし異なる下流端水位を与えた場合, 下流端水位が低い程河口部付近の河床変動が大きくなる。
- ②拡幅部における土砂堆積に着目すると, 下流端水位が低い程下流側に広く堆積する。
- ③異なる上流端流量を与えた場合, 拡幅部における土砂堆積範囲に着目すると, 上流端流量が大きい程下流側に広く堆積する, という傾向が一次元河床変動解析と河床変動実験に共通して見られた。

参考文献

- 1) 川口広司, 福岡捷二, 安部友則: 常願寺川河口部における洪水中河床変動量の推算と河口部計画の改善策, 水工学論文集, 第 51 巻, 2007.2
- 2) 宇野宏司, 中野晋, 辻本剛三, 柿木哲哉: 吉野川河口における河床変動要因の解析, 水工学論文集, 第 51 巻, 2007.2