

水面形時系列データに基づく平均河床高時間変化及び流量ハイドログラフの評価

中央大学研究開発機構 正会員 ○川口 広司
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 藤堂 正樹
 中央大学研究開発機構 フェロー会員 福岡 捷二

1. 目的

流砂の収支が釣り合わない河道区間において、観測水面時系列データから合理的に洪水時の河床変動を把握することが求められている。著者らは、既往の交互砂州発生下の非定常移動床水路実験を対象として、観測水面形時系列データに基づき非定常二次元流・河床変動解析を行うことにより、平均的な河床変動の傾向を把握できること、河床変動高が水位-流量曲線に表れることを示した¹⁾²⁾。本文では、河床変動高を含んでいる水面形時系列データを解とした解析を行うことにより、流量ハイドログラフ、平均河床高の時間変化を概ね再現できることを示す。

2. 水面形時系列データと非定常二次元流・河床変動解析による平均河床高時間変化の評価法

福岡ら³⁾により、洪水時の河床変動が小さい緩流河川においては、観測水面形の時間変化と非定常二次元流解析から、流量ハイドログラフを精度良く算出できることが明らかにされている。その時、粗度係数は解析水面形が観測水面形を説明できるように設定される。流砂が縦断的にバランスしていない区間では、河床形状の時間変化が水面形に表れるため、観測水面形時系列データと非定常二次元流・河床変動解析により、流量ハイドログラフとともに河床形状の時間変化が推定できる。水面形観測データに基づき求められた流量が観測流量ハイドログラフを再現するなら、河床変動量の時間変化も平均的には再現できていると考えられる。

3. 既往の非定常移動床実験概要と計算条件

対象は、延長 25m、幅 1m、河床勾配 1/100 の移動床水路での非定常実験結果である。ピーク流量 20L/s、通水時間 120 分の三角波の流量ハイドログラフが 2 サイクル与えられた。ピーク前後 20 分には、上流で 3.5L/分の給砂が行われた。給砂量は水路の流砂量に比べて小さく平均河床高は低下した。実験では、左岸ガラス面沿いに水位・河床高縦断分布の時間変化が縦断方向 1m 間隔、10 分毎で計測された。同様の実験が再度行われ、進んでいる特定の交互砂州上で河床高横断分布が計測された。実験では波長 6~12m 程度の交互砂州が発生した。計算条件は $dx=12.5\text{cm}$ 、 $dy=5\text{cm}$ 、 $dt=0.02\text{s}$ であった。計算手法として交互砂州を発生させるため、一般的には対象区間の上流に助走区間を設けて河床の擾乱を与える。本解析では、上下流の流砂量がバランスしていないことによる河床変動量の時間変化を評価するため計算領域は実験水路と同じ長さとし、上流端から 50cm の右岸側岸に 1 メッシュの凸部を設けて砂州発生のための擾乱とした。給砂量は実験と同量を上流端から 2m までの間に縦断的に分布させて与えた。計測された水面形全体を再現するように、上下流端の水位ハイドログラフと粗度係数 ($n=0.026$) を設定した。

4. 解析結果と考察

図-1 は、上流端から 0~5m、6~19m、20~25m を上流・中流・下流区間として各平均水位ハイドログラフを示したものである。実験・解析結果ともに、上流は特に 2 サイクル目において給砂が十分でなく河床が低下したため、下流は下流端の支配断面による低下背水のため、それぞれ中流区間と比べて低くなっている。計測された水面形を解とした計算ができています。

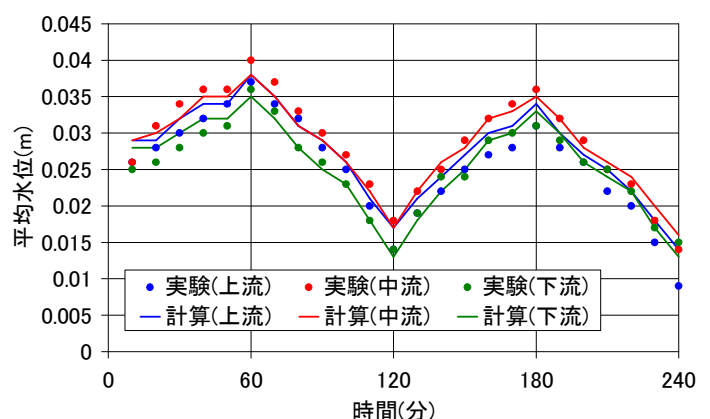


図-1 水路上中下流平均水位ハイドログラフ

キーワード 非定常、水面形、河床変動解析、移動床水路実験

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27-31207 中央大学研究開発機構 TEL : 03-3817-1615 E-mail : kawaguti@tamacc.chuo-u.ac.jp

水位・河床高縦断分布を図-2に示す。計算上の上流端側壁凸部のため、実験でみられる砂州の移動速度を再現できない。

しかし、交互砂州の波高、減水期に砂州の深掘れ部に流れが集中して河床洗掘が進む傾向、2サイクル

目の砂州波長が1サイクル目と比べて大きくなる特長を再現できている。実験と計算の左岸河床高縦断分布をフーリエ解析により定量的に評価したものが図-3である。1サイクル目の増水期に6m前後の交互砂州が発達し、1

サイクル目の減水期から2サイクル目増水期にそれより長い波長が混在し、2サイクル目の減水期では長い波長の砂州のみとなる状況が実験・解析とも表れている。計算結果は実験の交互砂州の形状抵抗の時間変化を十分に再現できている。

実験で計測された左岸河床高縦断分布と特定砂州上の河床高横断分布を用い、平均河床高の時間変化を二重フーリエ解析により評価した。各測定のための2回の実験において交互砂州の発達状況は同様であったが、同一地点の河床高が大きく違う時間のデータは除いた。図-4は、実験の河床高分布から評価した平均河床高の時間変化とともに、上流給砂量と1サイクル毎に下流端で計測された流砂量から評価した値、計算結果を示している。水面形時系列データに基づく解析を行うことにより、平均河床高の時間的な低下が良く表されている。

図-5は、河床変動の時間変化を含む流量ハイドログラフの実験値と計算値の比較を示している。計算結果はピーク流量が実験より小さく計算されているものの、河床変動量を含む実験の先鋭な流量ハイドログラフを概ね再現できている。

5. まとめ

非定常移動床実験を対象として、水面形時系列データと非定常二次元流・河床変動解析から平均河床高の時間変化を再現できることを示した。洪水時の河床高の評価が困難な実河川では、観測水面形に基づく洪水流・河床変動解析から流量ハイドログラフと平均的な河床高の時間変化を推定することの意義は大きい。

参考文献: 1) 川口・藤堂・福岡: 非定常水路実験の水面形時系列データによる河床変動解析, 土木学会関東支部第34回技術研究発表会概要集, 2007, 2) 藤堂・福岡: 先鋭な洪水ハイドログラフの流下に伴う水位と砂州河床高の時間変化特性, 水工学論文集, 第48巻, pp.1015-1020, 2004, 3) 福岡・渡邊・原・秋山: 水面形の時間変化と非定常二次元解析を用いた洪水流量ハイドログラフと貯留量の高精度推算, 土木学会論文集, No761/II-67, pp.45-56, 2004

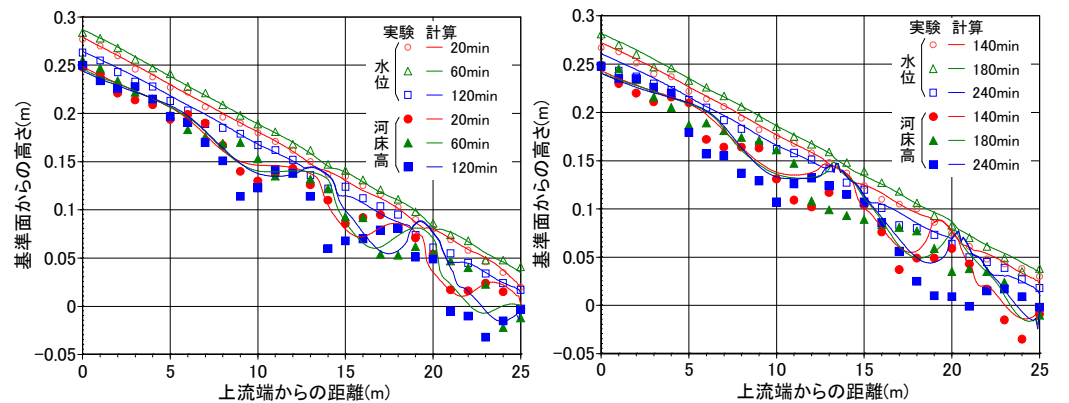


図-2 水位・河床高縦断分布 (左: 1サイクル目, 右: 2サイクル目)

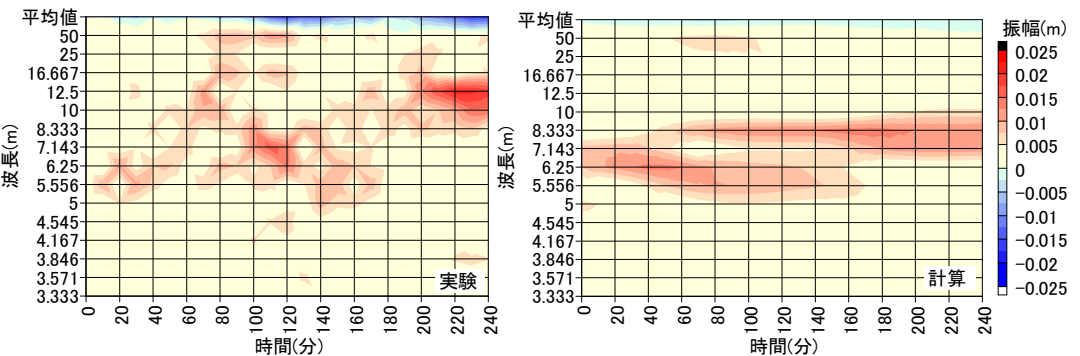


図-3 砂州波長・振幅の比較 (左: 実験, 右: 解析)

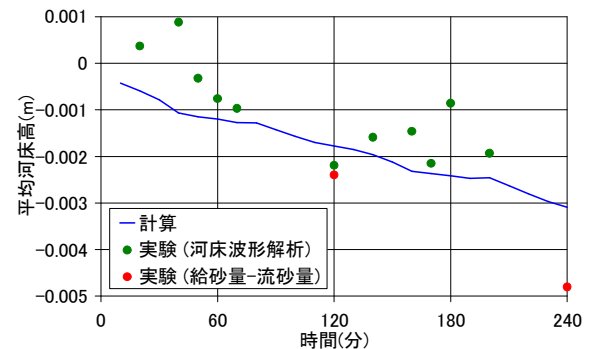


図-4 平均河床高時間変化

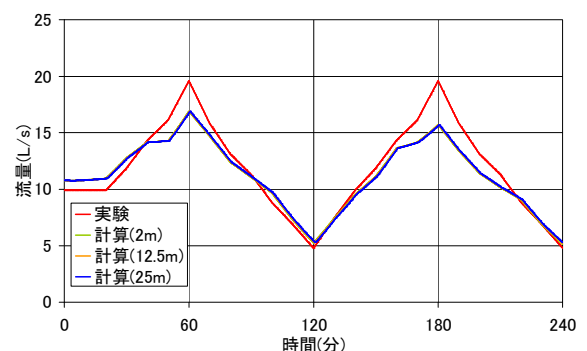


図-5 流量ハイドログラフ