

ADCP で計測されたボトムトラック流速を用いた掃流砂量算定手法に関する実験的研究

高知工業高等専門学校 学生会員 ○上原有稀 高知工業高等専門学校 正会員 岡田将治

1. 序 論

近年、河川における掃流砂量の推定に ADCP が用いられるようになった。この技術は、Rennie ら¹⁾により提案され、ADCP のボトムトラック機能と GPS で計測された機器の位置情報の差から河床面の移動速度を算出するのが特徴である。著者ら²⁾は、準実河川規模の人工流路において、ADCP と小型ナローマルチビームを搭載したボートを用いて河床面移動速度とその下流のピットに堆積する土砂量の詳細に計測することにより、提案する掃流砂量推定手法の妥当性を確認している。しかしながら、この堆積した土砂の形状計測は、同時刻の河床形状を計測できない点で精度低下の課題がある。そこで本研究では、移動床水路を用いて種々の水理条件下において、ADCP の下流に設置した沈砂池に堆積する土砂量の時間変化を 5 台のデジタルカメラを用いた SfM から計測を行い、著者らの手法により掃流砂量を推定して、この手法の有効性を検証した。

2. 実験方法

本研究では、Fig.1 に示す幅 0.30m、水路長 7.00m の可変勾配式開水路を使用した。水路下流端の堰を調整して自由に水深を変化させることができる。水路床勾配 1/100、流量 1970L/min、下流端水深 17cm、の条件下において代表粒径 0.7mm の珪砂を 3.15m 敷き詰め、移動床区間を設定した。計測区間より上流側では流れを安定させるためにコンクリートブロックを 2.05m 設置した。ADCP を水路断面中央に設置してボトムトラック流速の計測を行った。20 分間通水し、ADCP によるボトムトラック流速と同地点においてビデオカメラで撮影した動画による流況の確認、下流端のトレイに対する土砂堆積量を複数のデジタルカ

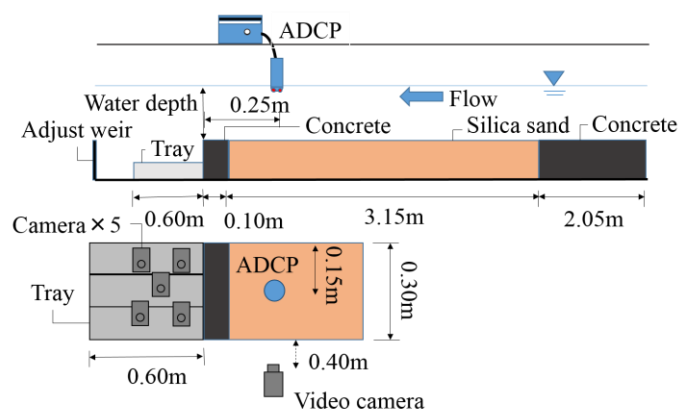


Fig.1 Sketch of main flume

メラによる SfM 解析により計測した。通水後のデジタルカメラ画像を用いた SfM 解析により推定した土砂量と実際の土砂の堆積量を比較したところ、約 10%以内の精度で計測が行えることを確認している³⁾。

3. 結 果

Fig.2 に ADCP で計測されたボトムトラック流速と水深の時間変化を示す。図に示すボトムトラック流速は、0~170cm/s 間で計測され、ボトムトラック流速のほとんどが 0~4cm/s の間で計測されている。図から河床材料の移動により形成された河床波が定期的に形成されているのがわかる。河床波が形成されている時にボトムトラック流速が 4cm/s 以上になる場合が多く、40cm/s 以上になる場合も確認できる。この現象については、実験時にビデオカメラを用いて同じ計測時間時に撮影された動画からも確認できる。Fig.3 に SfM 解析により計測した掃流砂量とボトムトラック流速を用いた著者らが提案する手法から推定される掃流砂量の時間変化を示す。Fig.3 から SfM 法を用いて計測した土砂量の増加が顕著に見られる部分と、実験中に撮影した動画から確認した河床波が堆積している時間は合致していて SfM 法を用いた土砂量の時間的な変化を表せることができています。したがって複数のデジタルカメラのインターバル撮影画像を用いて、下流端に堆積した土砂量の時間変化を計測することに成功した。ボトムトラック流速により推定した掃流砂量は、180sec の時、実測値よりも約 30 倍と大きく、時間が経過するとともに、土砂量の差は小さくなり実験終了時には計測の差はおよそ 1.34 倍となった。ボトムトラック流速が 40cm/s 以上になることが多い 800sec~820sec の間、1120sec~1140sec の間で急激に推定

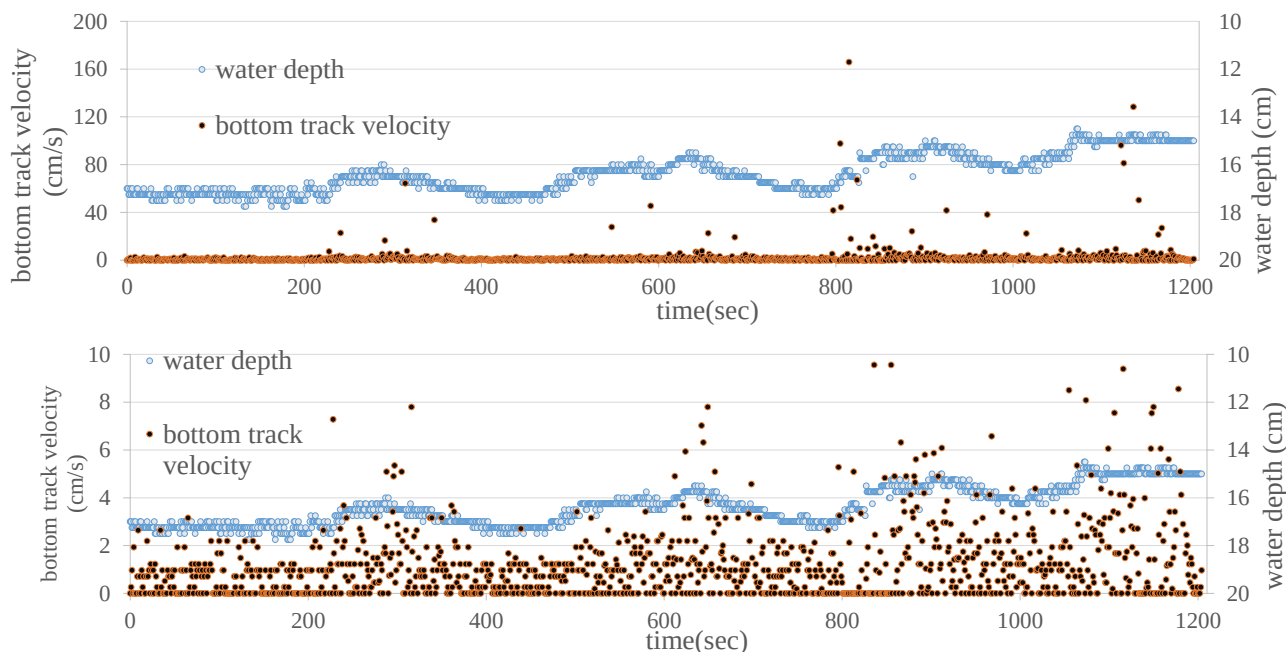


Fig.2 Time series of bottom track velocity and water depth (ADCP)

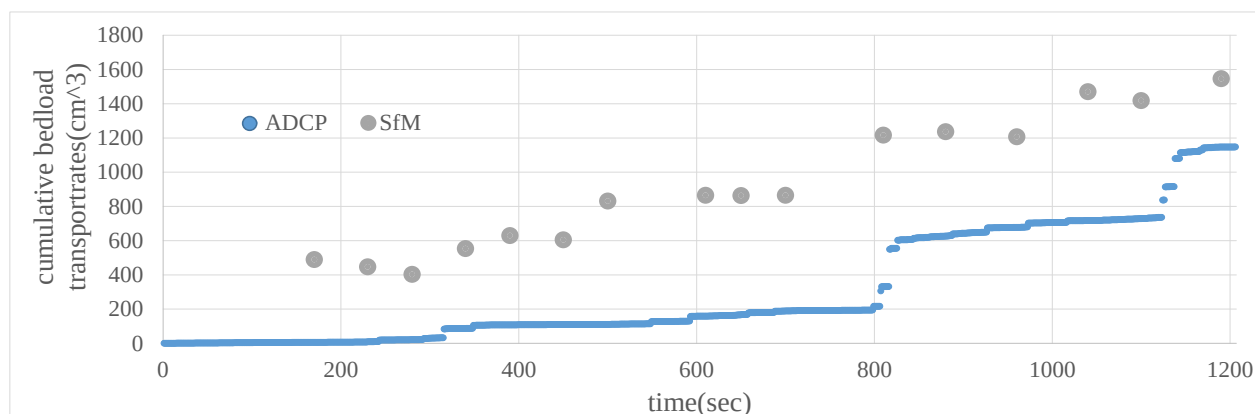


Fig.3 Time series of bedload transport rates

される掃流砂量が増加している。

4. 結 論

各計測時間の掃流砂量の関係について、各時間の掃流砂量の実測値が SfM 法を用いた土砂量の時間的な変化を表せることが確認できる。ボトムトラック流速により推定した掃流砂量と SfM との差は、1.34 倍と小さかった。今回行った実験を通して、瞬間的に計測される 40cm/s 以上のボトムトラック流速時に推定される掃流砂量が急激に増加しているため、瞬間的に計測されるボトムトラック流速の明確化、またボトムトラック流速の明確化を行う上で、全体の約 3 割を占めるボトムトラック流速が 0cm/s の場合の検討も重要になる。

参考文献

- 1) Rennie, C.D., Miller, R.G. and Church, M.A., 2002, Measurement of Bed Load using an Acoustic Doppler Current Profiler; Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, v. 128, no. 4, 473-483.
- 2) 小関博司, 萬矢敦啓, 工藤俊, 橘田隆史, 岩見洋一: 実河川における掃流砂量と有効摩擦速度の評価方法, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.73, 2017.
- 3) 田村誠悟, 上原有稀, 岡田将治: SfM を用いた堆積土砂量の連続計測技術に関する実験的研究, 平成 30 年度土木学会四国支部第 24 回技術研究発表会予稿集, 2018.