

## 複数のデジタルカメラを用いた堆積土砂量の連続計測技術の検討

○ 杉村優斗 (高知工業高等専門学校5年), 上原有稀 (高知工業高等専門学校専攻科1年), 松山海人 (高知工業高等専門学校専攻科2年), 岡田将治 (高知工業高等専門学校 准教授)

### 1. はじめに

著者ら<sup>1)</sup>はADCP(超音波ドップラー流速計)のボトムトラック機能を用いた掃流砂量計測技術に関する実験的研究を進めている。掃流砂量の計測方法として、水路下流部に土砂が堆積するトレイを設け、通水終了後に堆積した土砂量の重量を計測し、体積を求めている。この方法では、多くの作業と時間を要し、堆積量の時間変化を計測できない。そこで本研究では、複数のデジタルカメラ画像を用いたSfM(Structure from Motion)法により、インターバル撮影により得られた画像から三次元地形モデルを作成して堆積量の時間変化を算出する技術の検討を行った。

### 2. 実験方法

図-1 に移動床実験水路の全体図を示す。可変勾配開水路において、全長 3.15m, 幅 0.27m の中に 3 号珪砂(代表粒径 1.2mm)を敷いている。

この水路に流量 1560l/min, 下流端水位 13.5cm の水理条件で通水した。水路下流端に堆積する珪砂を捕捉するために、幅 27cm(9cm 毎に 3 分割), 流下方向 30cm のトレイを設置して、カメラによる静止画撮影を行った。図-2 にカメラ設置状況を、図-3 にトレイへの砂の堆積状況を示す。通水終了後に画像を撮影する際、水路内に水を貯めてカメラを水面から下向きに設置する。トレイからカメラまでの距離は 22cm とした。

撮影した画像から SfM により三次元地形モデルを作成するために、専用ソフトウェア(Agisoft 社 Photoscan)を使用した。標定点は各撮影アングルに 3 点以上入るように設置し、各点の XYZ 座標を計測した。これらのデータを入力値として DEM (Digital Elevation Model: 数値標高モデル) データを出力し、砂の堆積量を求めた。撮影枚数による精度の検証を行うために、対象範囲をレーザー変位計(キーエンス社製: IL-2000, IL-600×2 台, 1 秒間に 10 回の計測が可能)で計測した結果を正として、4 枚と 9 枚撮影した結果を比較した。

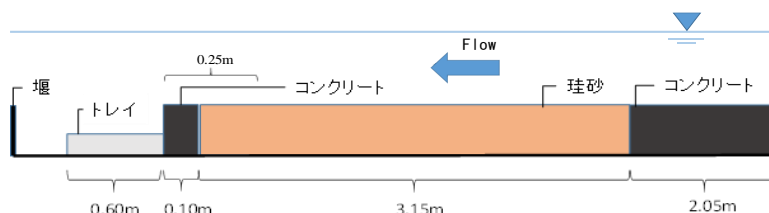


図-1 水路全体図



図-2 カメラ設置状況

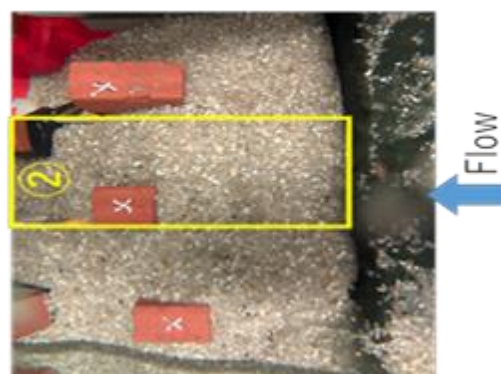


図-3 水路下流端に設置したトレイへの珪砂の堆積状況

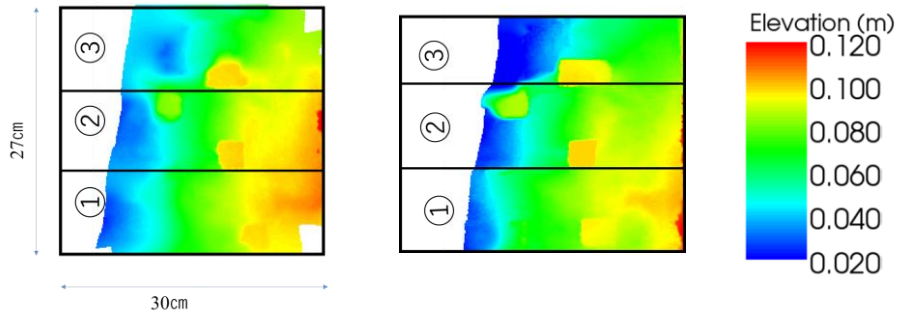


図-4 SfMにより得られた砂の堆積地形(左：4枚画像，右：9枚画像)

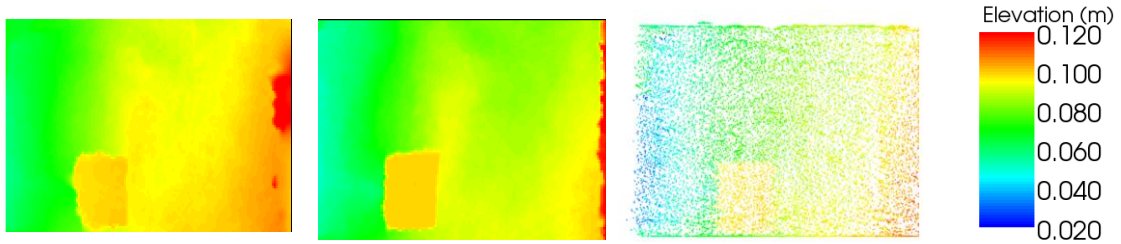


図-5 トレイ②の堆積地形(左：4枚画像，中：9枚画像，右：レーザー変位計)

### 3. 結果

図-4 および図-5 に 4 枚画像と 9 枚画像を用いて SfM 法から算出した砂の堆積地形とレーザー変位計を用いて計測した堆積地形を示す。4 枚画像の場合も 9 枚画像の場合も概ね堆積状況を表せているが、細部を比較すると

4 枚画像の方が 9 枚画像に比べて堆積高が大きくなっている。この差は撮影枚数の違いによるものと考えられる。つぎに、トレイ②の範囲に 4 枚画像と 9 枚画像から得られた地形とレーザー変位計を用いた計測した地形を記の②範囲で堆積土砂量を比較した。表-2 に比較した結果を示す。レーザー変位計で計測した堆積量を基準として比較した場合、9 枚画像では 1.043 倍、4 枚画像では 1.117 倍となった。

表-2 SfM とレーザー変位計による堆積土砂量の比較

	SfM		レーザー変位計
	4 枚画像	9 枚画像	
堆積土砂量	0.01197m <sup>3</sup>	0.01118 m <sup>3</sup>	0.01071 m <sup>3</sup>
レーザー変位計との比較	1.117 倍	1.043 倍	1.0 倍

### 4. おわりに

複数台のデジタルカメラを用いて静止画像を取得して三次元地形モデルを作成することにより、堆積した土砂量を 10%程度の誤差で計測ができることを確認することができた。実験水路で使用するためには、インターバル撮影に用いるカメラの台数はなるべく少ない方が良いため、今後は精度と作業の効率を考慮した計測台数と計測方法について検討する予定である。

### 参考文献

- 1) 上原有稀, 岡田将治, 松山海人: ADCP で計測された河床面移動速度を用いた掃流砂量算定手法に関する実験的研究, 平成 29 年度土木学会四国支部第 23 回技術研究発表会予稿集, II-14, 2017.