

消波ブロックの機能性評価のための3次元地形計測システムの検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 本杉 蓮

岐阜工業高等専門学校 正会員 菊 雅美

1. 研究の背景および目的

三重県南端に位置する礫浜海岸の七里御浜井田海岸では著しい侵食が問題となっており、侵食対策として消波ブロックが多数設置されている。地形変化の特性や消波ブロックの機能性を解明するには、地形変化の様子を3次元的に観測する必要がある。そこで、大内¹⁾は、水理模型実験において画像解析手法の一つであるSfM/MVS技術を用いてDSM(数値表層モデル)を作成した。しかし、DSMの再現性には課題が残された。そこで、本研究では、大内¹⁾が提案した計測システムを改良し、礫浜に設置された消波ブロックの機能性を評価するための3次元地形計測システムを構築するとともに、水理模型実験により、礫浜の地形変化に及ぼす消波ブロックの影響について検討することを目的とする。

2. 3次元地形計測システムの構築

(1) 実験装置

岐阜工業高等専門学校の断面2次元造波水路(長さ25m, 幅0.7m, 高さ1m)を用いて水理模型実験を行った。図-1に、実験装置の概略図を示す。本実験では縮尺を1/25として、1/7勾配の不透過斜面上に15cm厚の礫($d_{50} = 3.4\text{ mm}$)を敷きならした。

(2) 解析条件と撮影条件の選定

本研究では、水路上部に設置したUSBカメラでイン

ターバル撮影を行い、3DモデリングソフトAgisoft MetashapeにてDSMを作成した。Metashapeには設定値が多数あり、解析条件によって生成される3Dモデルには差異が生じる。そこで、本研究では、カメラの配置とMetashapeでの最適な解析条件について検討した。解析条件では、3Dモデルの構築に影響を及ぼす「写真のアライメント」処理における設定精度と「高密度クラウド構築」処理の深度フィルタに着目して比較を行った。

USBカメラの配置を図-1のPattern 1とし、アライメントの設定精度を「最高」・「高」・「低」、高密度クラウド構築の深度フィルタを「強」として作成したDSMとレーザ距離計による実測値の比較を図-2に示す。同図から、写真のアライメントの設定精度を「最高」にすると実測値に最も近くなるとわかった。

USBカメラの配置を図-1のPattern 2とし、サイドラップを設けることで計測精度の向上を図った。また、解析条件として、写真のアライメントの設定精度を「最高」、高密度クラウド構築の深度フィルタを「強」・「無効」として作成したDSMと実測値の比較を図-3に示す。同図から、深度フィルタを「強」にすることで実測値に近くなることがわかった。以上から、USBカメラの配置をPattern 2, 写真のアライメントの設定精度を「最高」、高密度クラウド構築の深度フィルタを「強」

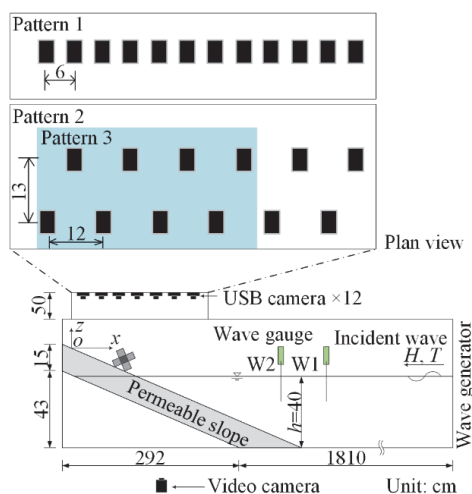


図-1 実験装置の概略図

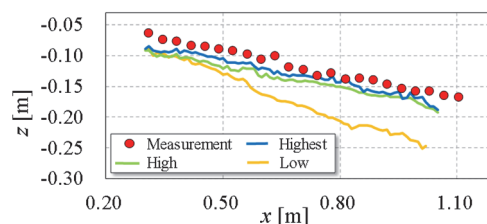


図-2 Pattern 1における解析条件の比較

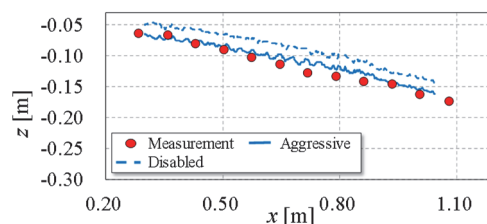


図-3 Pattern 2における解析条件の比較

キーワード 水理模型実験, 礫浜, 消波ブロック

連絡先 〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2 Tel : 058-320-1324 E-mail : kiku@gifu-nct.ac.jp

表-1 実験条件

Case	水深 h [cm]	周期 T [s]	波高 H [cm]	消波ブロック の種類	消波ブロック の個数
1-1	40	1.5	4	なし	0
1-2	40	1.5	4	六脚ブロック	1
1-3	40	1.5	4	テトラポッド	1

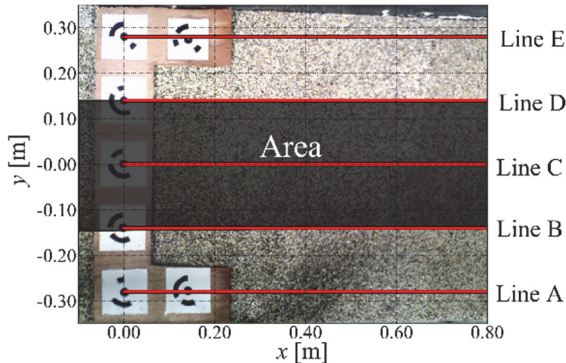


図-4 オルソモザイク画像

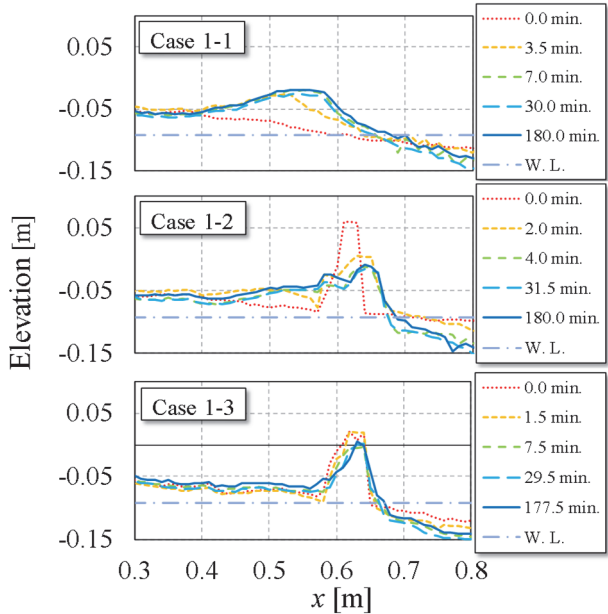


図-5 Line C における地形の経時変化

とすることで、3Dモデルの精度が向上するとわかった。本計測システムでは、遡上帯を含む撮影画像が3Dモデルの構築に影響を及ぼす可能性がある。そこで、USBカメラの配置をPattern 2とPattern 3にし、造波した場合に構築されるDSMの精度について検討した。その結果、Pattern 3は初期地形が1/7勾配よりも急斜面になり、地形を再現できていなかった。一方、Pattern 2では1/7勾配の地形を再現できていた。以上から、計測システムの精度を向上させるには地形を多角的・広範囲に撮影することが重要といえる。

3. 礫浜斜面の地形変化

水理模型実験での波浪条件と消波ブロックの設置条件を表-1に示す。本研究では、図-4に示す5つのLineで比較を行った。このうち、本稿では各CaseのLine C

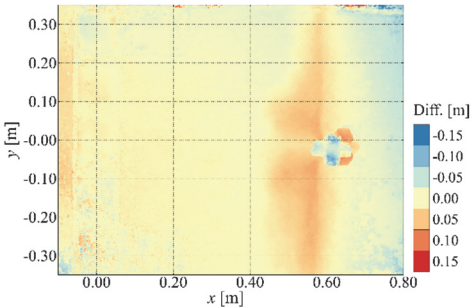


図-6 Case 1-2の最終地形と初期地形のDSMの差分

における地形の経時変化を図-5に示す。同図より、消波ブロックがないCase 1-1では、造波開始初期の地形変化は著しいものの、造波開始から約30 min.以降の地形はほぼ変化していない。Case 1-2では、六脚ブロックが造波開始2 min.後には転倒している様子を確認できる。一方、Case 1-3では、テトラポッドは転倒していないものの、時間の経過とともに天端位置が下がっており、沈下している可能性が示唆された。

Case 1-2の造波開始時と造波開始180 min.後のDSMの差分を図-6に示す。同図から、六脚ブロックが初期位置から移動していることや、六脚ブロックの背後に礫が堆積している様子がわかる。以上から、本システムによって時々刻々と3次的に変化する礫浜の地形を計測できることが確認できた。

図-6の差分から地形変化量を算定した。ただし、水路側壁の影響を除外するため、図-4に示すArea内を算定対象とした。その結果、Case 1-1とCase 1-2では1904 cm³、Case 1-3では1802 cm³の地形変化が生じていた。初期地形に差異があったため、本稿では各Caseについて比較を行えないものの、本システムによって地形変化を定量的に算定できることがわかった。

4. 結論

本研究では、3次元地形計測システムを構築し、3Dモデルの精度を向上させた。本システムにより、礫浜の3次的な地形変化を経時的に計測可能となった。今後は、水理模型実験の再現性を確認し、消波ブロックの機能性を定量的に評価する。

参考文献：1) 大内誠直：礫浜に設置された消波ブロックの機能性評価に関する研究，平成29年度岐阜工業高等専門学校卒業論文，32 p.，2018。