

3次元地形計測システムの妥当性と消波ブロックの機能性に関する検討

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 非会員 吉田 淳生
 岐阜工業高等専門学校 正会員 菊 雅美

1. 研究の背景と目的

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、本杉・菊らは、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、3次元地形計測システムを構築した。さらに、解像度の高い USB カメラを用いるなど、本計測システムの改良を図った。本研究では、改良した3次元計測システムの妥当性を確認するとともに、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。

2. 実験概要

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。

水理模型実験での波浪条件と消波ブロックの設

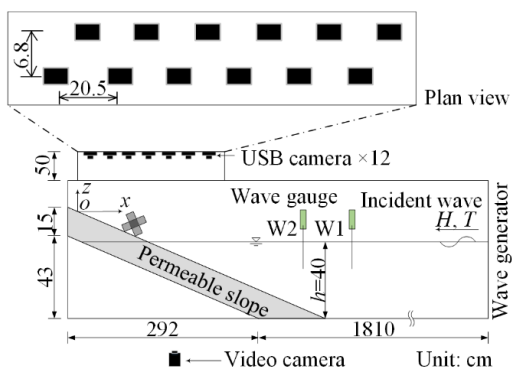


図-1 実験装置の概略図

置条件を表-1に示す。消波ブロックの種類や設置方法は現地を参考にした。

3. 3次元計測システムの妥当性

本計測システムにより消波ブロックの位置を再現できているかを確認するため、レーザ距離計を用いた実測値と計測システムによる計測値の比較を行った。図-2中に示した Line B における計測値と実測値の比較を図-3に示す。同図より、計測システムは、消波ブロックの位置を概ね再現できている。

地形変化特性を解明するためには、地形変化を経時的に捉える必要がある。そこで、図-2に示した Line A における地形の経時変化について確認した。図-4に、各実験条件における地形の経時変化を示す。なお、遡上波や光の反射により、地形を再現できていないデータは棄却した。同図中の $x = 0.0 \sim 0.6\text{ m}$ には遡上波が到達していないことを目視により確認している。図-4から、遡上波が到達していない範囲において、各時刻の標高が概ね一致しており、3Dモデルを再構築できているといえる。ただし、Case 1-2では、造波開始直後の3Dモデルの再現性が低く、計測値が得られたのは造波開始後13.5minであった。既に地形変化が進行しており、初期地形(0min.)と

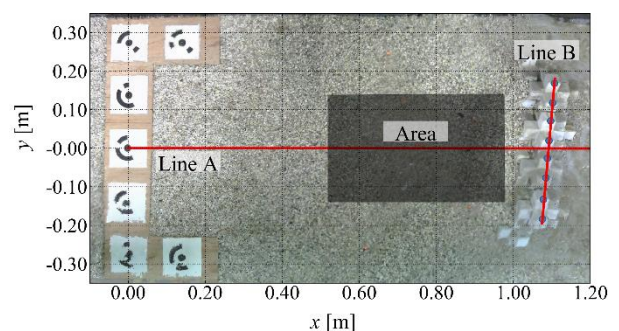


図-2 オルソモザイク画像

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	2.0	8.0	なし	0
1-2	40	2.0	8.0	六角ブロック	13

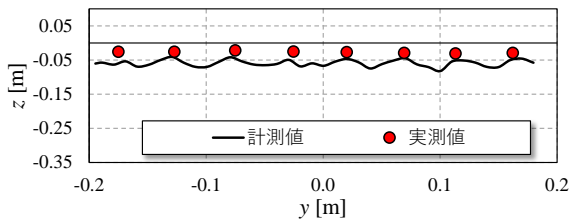
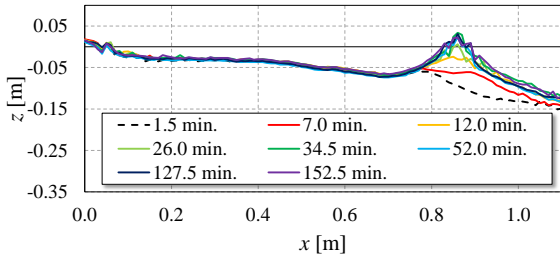
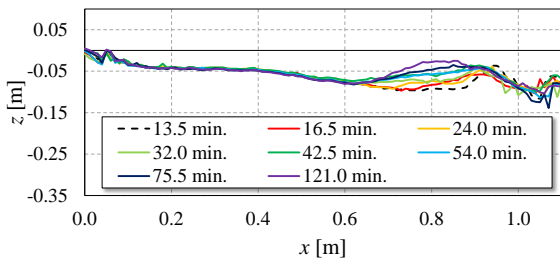


図-3 消波ブロックの位置



(a) Case 1-1



(b) Case 1-2

図-4 地形の経時変化

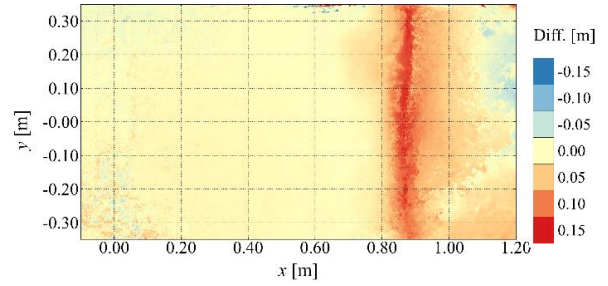
表-2 各 Case における初期地形と最終地形の時間

Case	初期地形	最終地形
1-1	1.5 min.	152.5 min.
1-2	13.5 min.	121.0 min.

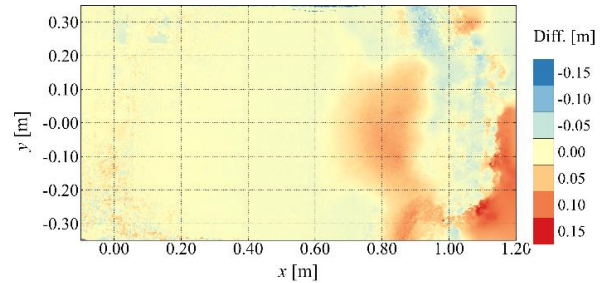
の比較は行えなかった。以降では、表-2 に示すように、各実験 Case において、地形を計測できていると判断した最初と最後の時刻の地形をそれぞれ初期地形および最終地形として扱う。

4. 礫浜斜面の地形変化

図-4 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。一方、消波ブロックが設置されている Case 1-2 では、造波開始後約 30 min.以降も地形変化が継続している。このことから、消波ブロックを設置することで、地形が平衡化するまでに長時間を要することがわかる。また、バームの頂点に着目すると、Case 1-1 では $z = 0.03$ m に達しており、Case 1-2 とは違いがみられた。



(a) Case 1-1



(b) Case 1-2

図-5 DSM の差分

さらに、Case 1-1 の堆積範囲は $x = 0.8 \sim 1.0$ m であるのに対して、Case 1-2 では、 $x = 0.7 \sim 1.0$ m であった。このことから、消波ブロックには、沖方向への礫の流出を防ぎ、岸方向へ堆積させる機能があると考えられる。

各実験 Case における最終地形と初期地形の DSM の差分を図-5 に示す。同図から、消波ブロックを設置することで堆積範囲が広がっていることが確認できる。図-2 に示す Area 内について、図-5 から地形変化量を算定した結果、Case 1-1 では 4478 cm^3 、Case 1-2 では 2914 cm^3 の地形変化が生じていることがわかった。前述のとおり、実験 Case によって初期地形と最終地形の時刻が異なるため、Case 間の比較は行えない。しかし、本計測システムによって地形変化量を算定できることから、礫浜の侵食対策として消波ブロックの機能性を定量的に評価することの可能性が示唆された。

5. 結論

本研究により、3次元地形計測システムの妥当性と有用性が明らかとなった。また、消波ブロックを設置することで、地形変化特性に差異が生じることがわかった。今後は、同一条件の実験を複数回行うことで、地形変化量を用いた比較を可能にし、消波ブロックの機能性を定量的に評価する。

参考文献: 1) 本杉 蓮, 菊 雅美: 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, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会概要集, II-90, 2020.