

消波ブロックによる礫浜地形の堆積形態に関する実験的検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 国本 直樹
 岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美
 豊橋技術科学大学 学生会員 大内 誠直

1. はじめに

近年、我が国では海岸侵食が顕著化し、生態系の保全や波浪災害の防止抑制として重要な役割を担っている海浜が失われつつある。一方で、局所的な砂礫の堆積もみられ、海岸構造物や航路の埋没などが問題となっている。これらの主な原因は、海岸構造物による沿岸漂砂の堰き止めや、ダムによって河川からの土砂供給量が減少していることなどが挙げられる。三重県南端に位置する礫浜海岸の七里御浜でも著しい侵食が問題となっており、侵食対策として養浜に加えて消波ブロックが設置されている。しかし、消波ブロックが礫に埋没している様子がみられ、高波来襲時には大きく海岸が侵食されている。したがって、養浜や消波ブロックなどの侵食対策が有効に作用しているか定かではなく、有効な礫浜海岸の侵食対策について検討する必要がある。馬ら¹⁾は、水理模型実験によって、礫の移動機構を明らかにするとともに、礫浜の地形変化特性について考究している。しかし、一定の波を作用させた後の地形の断面的な変化への着目にとどまっている。また、礫浜に設置された消波ブロックの機能性について検討した既往の研究はほとんどなく、有益な知見は得られていない。消波ブロックを礫浜に設置した場合、地形は3次元的に変化することから、地形変化の特性や消波ブロックの機能性を解明するためには、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、本研究では、礫浜に対する水理模型実験を行い、インターバル撮影によって得た画像から3DモデリングソフトウェアPhotoScanを用いてDEM(数値標高モデル)を作成し、地形の侵食および堆積を調査し、消波ブロックによる影響を評価することを目的とする。

2. 水理模型実験の概要

本実験は、岐阜工業高等専門学校の断面2次元造波水路(長さ25.0 m、幅0.7 m、高さ1.0 m)を用いて行った。実験水路の概略を図-1に示す。縮尺はフルードの

相似則に従い1/25とした。造波板から18.10 m離れた地点に不透過斜面を設置し、その表層に15 cm厚の礫($d_{50} = 3.4$ mm)を敷き並べた。消波ブロックは、12 t型のテトラポッドを実験の縮尺に合わせて1/25にスケールダウンしたものを使用し、汀線付近に設置した。入射波はピストン型造波装置を用いて発生させ、水深 $h = 0.4$ mの一定の下、規則波を作用させた。

3. 地形変化観測システムの概要

水理模型実験にて時々刻々と変化する地形を面的に計測するため、本研究では、複数の画像から、3Dモデルを再構成するSfM/MVS技術に着目した。本技術を適用するには、汀線近傍をオーバーラップ率80%以上で同時に撮影する必要がある。そこで、本研究では、500万画素のUSBカメラを8台用いた。1台のRaspberry Pi 3に2台のUSBカメラを接続し、4台のRaspberry Pi 3で同時に1分間隔のインターバル撮影が行えるようにスクリプトによって制御した。

4. 消波ブロックによる堆積形態の特性

図-2に示す消波ブロックの設置条件の下、波高 $H = 8$ cm、周期 $T = 1.7$ sの規則波を3時間作用させ、消波ブロックの有無や配置による堆積形態の差異について検討した。図-3に、各Caseにおける断面地形の時間的変化を示す。同図(a)より、Case 1では造波開始後10分から20分の間に急速に堆積が進行し、60分後にはほぼ平衡状態に達している。Case 2でも、同図(b)に示すように、造波開始後20分から40分の間に堆積が進行し、60分後にはほぼ平衡状態に達している。一

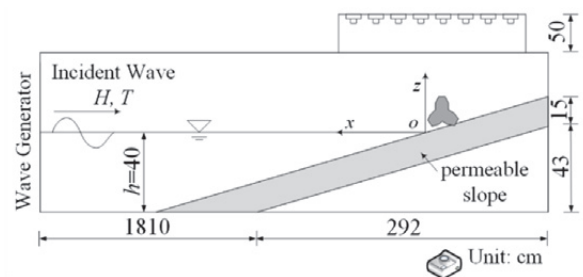


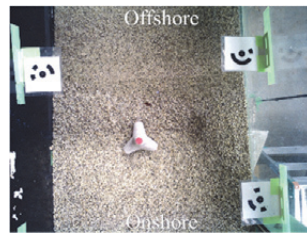
図-1 実験装置の概略

キーワード 消波ブロック, 礫浜斜面, 水理模型実験, 3次元計測, DEM

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



(a) Case 1 (ブロックなし)

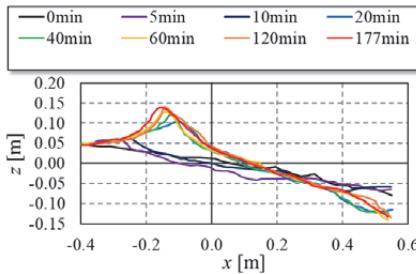


(b) Case 2 (造波板に対して脚 1 本)

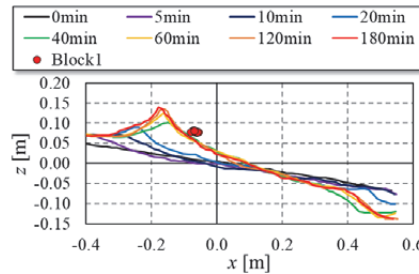


(c) Case 3 (造波板に対して脚 2 本)

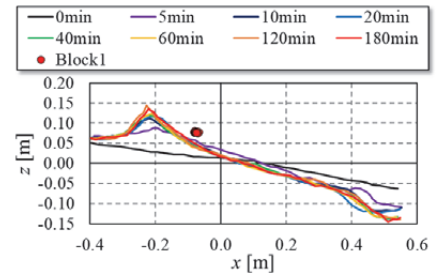
図-2 消波ブロックの設置条件



(a) Case 1

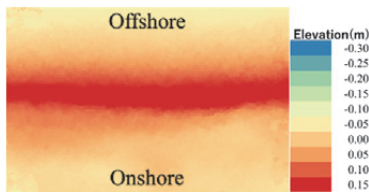


(b) Case 2

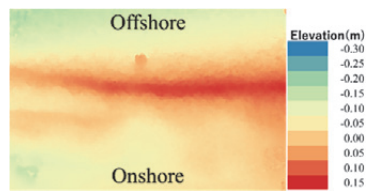


(c) Case 3

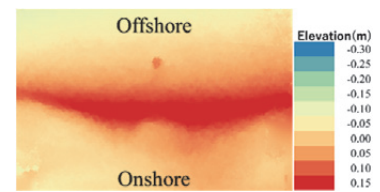
図-3 断面の時間的変化



(a) Case 1



(b) Case 2



(c) Case 3

図-4 礫浜斜面の DEM 画像

方, 同図(c)より, Case 3 では造波開始から 5 分の間に急速に堆積が進行し, 20 分後にはほぼ平衡状態となっている. 以上より, 最終地形については, 3 ケースともにほぼ同じ位置・高さで堆積が生じているものの, 消波ブロックの有無や設置向きによって, バームの形成過程に差異が生じることがわかった.

造波開始 3 時間後の礫浜斜面の DEM 画像を図-4 に示す. 同図(a)より, Case 1 では沿岸方向に一樣にバームが形成されていることがわかる. 一方, 同図(b)より, Case 2 ではブロック背後の堆積が微量ながら抑制され, Case 1 と比較すると岸沖方向に若干の湾曲した堆積形態が確認できる. また, 同図(c)から, Case 3 では消波ブロックの背後の堆積が抑制され, さらにブロックを避けるように左右にバームが形成されていることがわかる. Case 2 と Case 3 を比較すると, 消波ブロックの設置場所と設置個数が同じであるにも関わらず, 平衡状態に達する堆積時間に明らかな差異が認められる. この要因として, Case 3 では造波板に向かって脚が 2 本向いているため, 入射波のエネルギーが減衰したことが考えられる. 一方, Case 2 では入射波のエネルギーはほとんど抑えられず, Case 1 に近い堆積形態となっ

ている. また, Case 2 と Case 3 では消波ブロックによってブロック背後の堆積は抑制される一方でブロック左右の堆積は顕在化することが明らかになった. これは, 浮遊した礫がブロックの脚に遮られブロック背後には礫が到達することなく堆積したからではないかと考えられる. これらの結果より, 消波ブロックの有無や配置は, 平衡状態に達するまでの堆積形態に影響を及ぼすことが明らかになった.

5. 結論

本研究では, 礫浜を対象に水理模型実験を実施し, 3 次元計測によって礫浜の堆積形態に及ぼす消波ブロックへの影響について検討した. その結果, 消波ブロックの設置向きが礫の堆積形態に影響を及ぼすことを明らかにした. また, 消波ブロックによって沿岸方向の堆積状況は一樣ではなくなるため, 消波ブロックによる礫の堆積を量的に検討する上で, 本研究で構築した 3 次元計測システムが有用であることを示した.

謝辞: 本研究の一部は, 科学研究費補助金・若手研究 (A) (課題番号: 26709035) の助成を受けたことをここに付記し, 感謝の意を表する.

参考文献: 1) 馬 賢鎬・水谷法美・江口 周, 礫浜斜面上の流速場と漂砂移動機構に関する研究, 土木学会論文集, No. 789, II-71, pp. 73-82, 2005.