

礫浜に設置した消波ブロックの機能性に関する一考察

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 大内 誠直
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

我が国の沿岸部では、海岸侵食が問題となっている。海岸侵食とは、堆積する土砂量が流出する土砂量を下回り、結果的に海岸から土砂が減少し、汀線が後退することである。この原因として、河川にダムなどの構造物が多く建設され、河川から海岸へ流れ込む土砂量が減少したことが挙げられる。海岸侵食により波の減衰効果が失われると、高波時に堤防背後地まで海水が押し寄せる危険性が高まる。そのため、海岸の環境や利用と調和を図りつつ、高波災害に脅かされる堤防背後地の人々の安全・安心を確保するとともに、国土を保全することが重要となっている。三重県南部に位置する七里御浜海岸でも、著しい侵食が問題となっており、その対策として礫浜上に消波ブロックが設置されている。しかし、写真-1に示すように、消波ブロックが埋没している様子がみられ、その機能性や効果は不明である。

海岸侵食は、海岸工学における重要な問題の一つであり、多くの研究者によりそのメカニズムが検討されてきた。馬ら¹⁾は、水理模型実験によって礫浜斜面上の流速場と礫浜の地形変化を計測し、砂礫混合海浜で生じる海浜断面の形成機構について考究した。その結果、礫浜斜面の断面形状には斜面内への浸透流が重要な役割を果たしていること、また、底質の作用流体力と抵抗力の関係から底質の移動形態とその方向や形成される地形の概要が説明できることを明らかにした。一方、波が寄せて引く遡上帯は、浜の形成に大切な役割を担っており、この過程を理解することは浜の侵食や堆積を評価する上でとても重要である。そのため、時々刻々と変化する地形を計測する必要があるといえる。しかし、馬ら¹⁾の実験では、

ある一定時間波を作用させ、地形が安定した後の断面地形の計測に留まっている。また、消波ブロックがない状態を対象としており、侵食対策として設置されている消波ブロックの機能性や効果についての検討は行っていない。

そこで、本研究では、礫浜を対象とした水理模型実験から、時々刻々と変化する地形変化量を画像解析によって面的に算出し、漂砂機構を考究するとともに礫浜に設置された消波ブロックの機能性について評価することを目的とする。

2. 実験条件

岐阜工業高等専門学校の断面 2 次元造波水路（長さ 25 m、幅 0.7 m、高さ 1 m）を用いて水理模型実験を行った。実現現象をスケールダウンするにあたり、水理現象では重力と慣性力が支配的であるため、本実験ではフルードの相似則にしたがって実験条件を設定した。縮尺は 1/25 とし、図-1に示すように、1/7 の一様勾配を有する木製の不透過斜面上に 15 cm 厚の底質を敷きならして地形を製作した。底質には $d_{50}=5\text{ mm}$ ・比重 2.65 の礫を用いた。消波ブロックには、現地に設置されている 12 t 型のテトラポッドを取り上げ、実験の縮尺に合わせスケールダウンし、モルタルで作成された模型を用いた。消波ブロックは、汀線近傍の沿岸方向に 1 列に 5 個並べた。

時々刻々と変化する地形変化を観測するため、水路側面に 1 台のデジタルカメラ、水路上に 8 台の USB カメラを設置し、それぞれ 1 分間のインターバル撮影を行った。USB カメラは、Raspberry Pi 3 によって制御した。1 台の Raspberry Pi 3 で制御できる USB カメラは 2 台までのため、撮影開始から終了までの作業をシェルスクリプトによって記述し、同時撮影を



写真-1 三重県七里御浜海岸に設置された消波ブロックの埋没状況

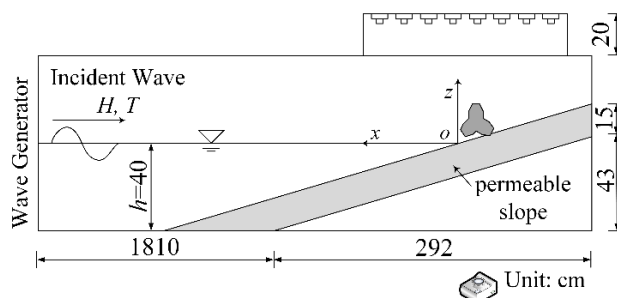


図-1 実験装置の概略図



(a) 消波ブロックがない場合



(b) 消波ブロックを設置した場合

写真-2 消波ブロックの有無による地形変化の違い（造波開始2時間後）

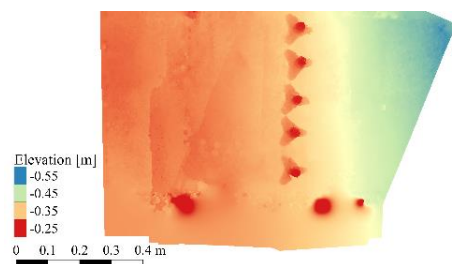
可能にした。USBカメラによって撮影した画像から、3Dモデリングソフトウェア PhotoScan を用いて礫浜の3Dモデルを作成し、DEM（数値標高モデル）とオルソモザイク画像を得た。

波浪条件は、水深 $h=40$ cm の一定の下、周期 ($T=1.5, 1.7, 2.0$ s) と波高 ($H=4, 6, 8$ cm) を変化させた合計9種類の規則波とし、水槽の一端からピストン型造波装置によって作用させた。

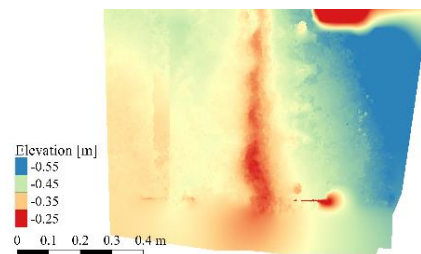
3. 消波ブロックの有無による礫浜の地形変化

波高 $H=8$ cm, 周期 $T=1.7$ s の規則波を2時間作用させたときの消波ブロックの有無による地形変化の違いを写真-2に示す。消波ブロックを設置していない場合、造波開始1分後には汀線付近で礫が徐々に堆積し始め、3分後にはその場で緩やかな勾配をもつ礫の峰が形成された。その後、礫の峰は体積を増やしながら、砕波に伴う強い流速によって岸方向に移動した。造波開始10分後以降は、礫の峰の位置は変化することなく、裾野を広げる形で堆積量が増加していった。この過程において、ある程度地形変化が安定してくると、礫の峰の沖側が削られ、急峻化する様子がみられた。これにより、沖向きの移動が生じやすくなり、造波開始時は岸向きに卓越していた礫の移動は、岸沖方向でつり合い、写真-2(a)に示すように概ね左右対称な峰が形成されたと考えられる。

一方、消波ブロックを設置した場合、礫の堆積はブロックの設置位置より5cmほど岸側の地点で生じた。ブロックがない場合と比べて、地形の形成機構に大きな差はなかったものの、堆積する速度は消波ブ



(a) 初期地形



(b) 造波開始2時間後の地形

図-2 消波ブロックを設置した場合の地形変化

ロックがない場合に比べて遅いことがわかった。造波開始2時間後の地形をみても、写真-2(b)に示すように、礫の峰の体積は小さく、勾配も緩やかである。つまり、消波ブロックがない場合と比較して、消波ブロックの効果により地形変化は緩やかになるといえる。さらに、消波ブロックがあることによって、堆積した礫の沖方向への移動が妨げられるため、侵食を防ぐ効果があると考えられる。ただし、消波ブロックに関しては、時間の経過とともに沈下・埋没していく様子が確認できた。したがって、消波ブロックの沈下および埋没を防ぐ方法を考える必要があるといえる。

図-2は、地形変化前後のDEMである。同図(a)は、造波開始前の地形であり、消波ブロックの概形を再現できているといえる。図-2(b)は、造波開始2時間後の地形であり、消波ブロック背後の標高が高くなっていることがわかる。これは、波によって運搬された礫がブロック背後に堆積した様子と一致する。また、初期地形に比べて消波ブロックとその周囲の標高が低くなっており、消波ブロック周辺の沈下が生じていることがDEMにおいても確認できた。さらに、堆積地形の背後では、全体的に標高の低下がみられる。この領域では、造波開始直後に波が遡上している様子を確認していることから、地形変化が生じたものと推察される。今後は、DEMから礫の堆積や消波ブロックの沈下を量的に算定し、さらなる検討を進めていく。

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。