

風洞実験による狭窄部を考慮した軽石群の漂流挙動と移動速度の検討

鹿児島大学 学生会員 ○山崎友賀
 鹿児島大学 非会員 井崎丈
 鹿児島大学 正会員 長山昭夫

1. 背景と目的

2021年8月の東京都小笠原諸島の大規模噴火起因の軽石群が約12,000km離れた沖縄・奄美地方の沿岸域に漂着し、観光業や漁業に甚大な被害を与えたことは記憶に新しい。また、海洋研究開発機構は漂流予測計算を公開し、一定の成果を上げている。しかしながら、多量の軽石群が沿岸域に漂着した後の滞積過程について検討した例はほとんどない。このため本研究室では風洞実験装置を利用し、風と波の共存場における軽石の移動特性について検討を行っている。本報では沿岸施設を想定し、狭窄部が軽石群の移動速度に与える影響について検討を行った。

2. 実験条件

実験は図1に示す断面2次元風洞水槽を利用した。水槽には勾配6/100の斜面があり、その斜面部に狭窄部を想定した構造物模型を設置し、沿岸方向長さを変えて実験を行った。水槽幅と狭窄部幅の比をRとし、構造物が無い場合をR=1.0、構造物を設置した場合をR=0.5、0.3、0.15と設定した。送風は沖側端部に設置されている送風機を使用し、平均風速は6m/sであった。構造物が無い場合の有義波高は13.5mm、有義周期は0.2secとなった。軽石は、鹿児島南部の大隅半島に堆積しているもので、実験前にふるい分けを行い、平均値が短径50mm、長径70mm、厚み45mmとなった。漂流方法については、沖側のゲートで軽石524個を堰き止め、風波が十分に発達した後に、ゲートを一気に解放した。水位、流速、風速は図中に示す構造物周りの測定点で実施した。構造物前面をFr1からFr3、狭窄部を入口からREn、RMi、REx、構造物背面をBa1からBa3とした。またFr3、REn、RMi、REx、Ba3は、狭窄部幅の半分とし、模型の沿岸方向長さにより変更した。軽石の移動速度については、狭窄部入口から出口までを通過した軽石を対象に算出した。軽石通過流量は、移動速度算出に使用した個数と軽石堆積の積を通過時間の合計で除したものである。

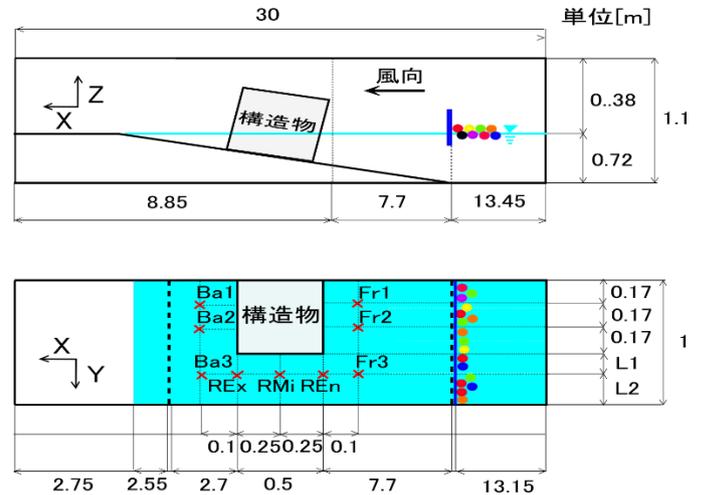


図1 断面二次元風洞水槽

3. 実験結果

図2に狭窄部を通過した軽石の移動速度の箱ひげ図を示す。この図から軽石の移動速度は狭窄部が狭くなるほど大きくなり、最も狭窄部の狭いR=0.15は、狭窄部が存在しないR=1.0に比べて最大で5倍大きくなり、R=0.3では3倍となることがわかる。一方、R=0.5の場合は、狭窄部が無い時と比べてほとんど移動速度が変化しない。また狭窄部幅が狭くなるほど、移動速度のばらつきが大きくなることも特徴のひとつである。図3に狭窄部を通過した軽石流量を示す。この図より、狭窄部の狭いR=0.15とR=0.5における通過流量は、狭窄部の存在しないR=1.0よりも小さくなることわかる。さらにR=0.15は狭窄部が狭いため、多くの軽石が詰まることを確認した。一方、R=0.3は、

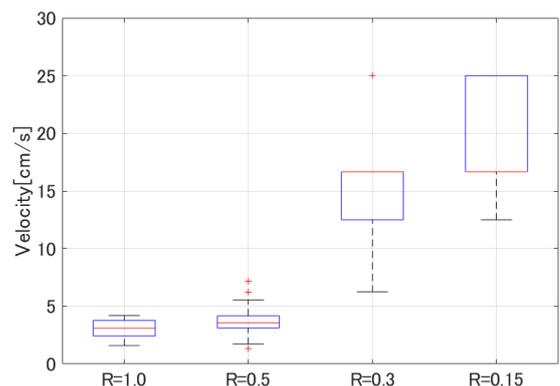


図2 狭窄部における軽石の移動速度

R=1.0 に比べ 2.5 倍増加することがわかり、狭窄部のある場合の軽石の通過流量は、その狭窄部幅によりピーク値が存在していることがわかる。また狭窄部幅と軽石長径の比で考えると、R=0.3 は 4.2、R=0.15 は 2.1 となるため、狭窄部幅が軽石長径の 2 倍の条件では、狭窄部が軽石により閉塞し、4 倍の場合は通過流量が増加する結果となった。R=1.0 の最大水位と最小水位の差を求め、構造物がある場合の同地点での水位差の比を整理した結果を図 4 に示す。この図より、R=0.5 の場合のみ、構造物前面の Fr1、Fr2 の水位比が大きくなること、狭窄部の REn、RMi、REx では、R に関係なく水位比が小さくなること、また構造物背面の Ba1、Ba2 も総じて水位比が小さくなる。これらより構造物周りの水位比が狭窄部幅の影響を受けることがわかる。次に風速比について検討した結果を図 5 に示す。整理手法は図 4 と同様で、構造物が無い場合の各測点の平均風速と構造物がある場合での平均風速の比を求めた。この図から、構造物前面では風速比は構造物の壁面の存在により減少し、狭窄部では増加すること、構造物背面では著しく減少することがわかる。以上を総合すると、R=0.5 の場合、構造物前面の水位差が大きくこの場所での軽石の滞留する量が多く、狭窄部への供給される軽石が相対的に少ないために通過流量が減少することが考えられる。一方、R=0.15 では、構造物前面で滞留する軽石が大量に、狭窄部に供給されることで、狭窄部が埋没し、通過流量が増えないと考えられる。R=0.3 では狭窄部に供給される軽石と脱出する軽石の量が釣り合うことで、通過流量が著しく増加することがわかる。

図 6 に構造物背面での軽石挙動の比較を示す。狭窄部を通過した軽石は、そのまま岸側に移動しながら、徐々に構造物背面に向かい、全体としては、反時計周りの移動を継続することを確認した。また狭窄部幅により、これらの移動には違いがみられ、R=0.3 の場合は、通過流量が多いことも影響し、大量の軽石が反時計周りの移動する結果となった。つまり風速の小さな場所である構造物背面周辺では、回折波により反時計周りの流れが形成され、この流れにより軽石が移動したことがわかる。

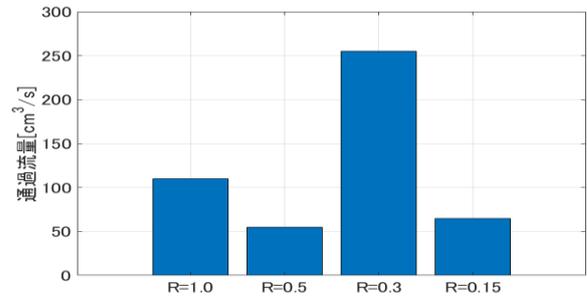


図 3 狭窄部での軽石の通過流量

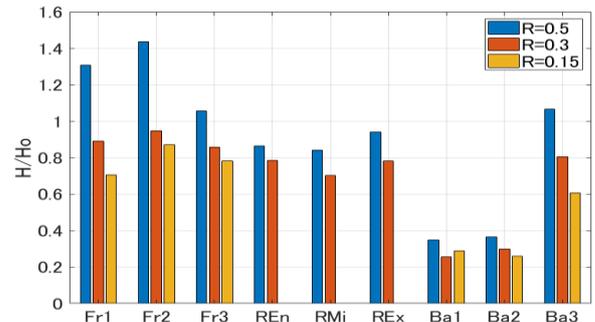


図 4 狭窄部周辺の水位比

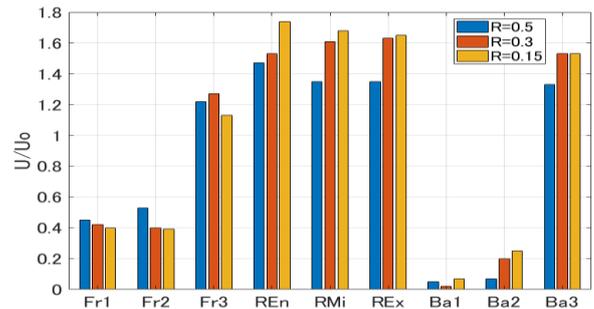


図 5 狭窄部周辺の風速比



図 6 構造物背面における軽石の移動

4. まとめ

- (1) 風と波の共存場における狭窄部での軽石群の移動速度は狭窄部幅が狭くなるほど増加し、構造物が無い場合と比べて最大で 5 倍となった。
- (2) 狭窄部での通過流量は、狭窄部幅に影響を受け、R=0.3 で最大流量となり、R=0.15 と R=0.5 の場合は減少した。