

II-58

一様粒径の移動床による津波土砂堆積・侵食実験

東北大学工学部 学生員○ 福田裕司
 東北大学大学院 後藤和久
 東北大学大学院 正 員 今村文彦

1. はじめに

津波は大量の土砂を運搬し、それらを痕跡として陸または海域に残す。津波による海底や陸上の土砂移動は、港湾機能の維持を考える上でも重要である。菅原（2005）は、津波堆積層の形成過程に着目し、押し波での堆積と引き波での侵食を分けて実験を行い、高橋ら（1999）のモデルを用いて検討した。しかし、これらの研究では引き波による侵食作用が十分再現されないという問題が生じた。その原因の一つとして、砂の粒径が挙げられる。そこで本研究では、砂の粒径によって津波による土砂堆積・侵食作用がどう異なるか調べ、さらに水量との関係を検討することを目的とする。

2. 実験概要

(1) 実験水路と給砂方法

本実験では、全長 15m の一次元水路に貯水タンクを設け、ゲートを急開することにより、津波に見立てた段波を発生させた。水路部には、海岸を想定した 1:10 の勾配かつ非透水性の木製斜面を設置した。段波は水路を伝わり斜面を遡上し、その後引き波として下り、貯水タンク後方の排水ゲートから排水される。これにより段波は一波のみ斜面を遡上することになる。図-1 に実験装置の模式図を示す。

(2) 堆積砂量と残存砂量の計測方法

本実験は砂の粒径によって堆積・侵食作用がどのように変化するかに着目した。そのため菅原（2005）が行った実験と同様に、土砂トラップ装置を用いて

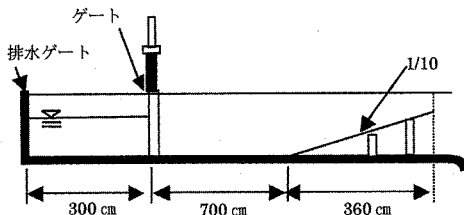


図-1 実験装置の模式図

戻り流れのない状態での堆積砂量を計測した。トラップ装置で測定される範囲の概略を図-2 に示した。この装置のサイドは水だけが流れるように網を用い、20 cm×20 cmの格子状に区別している。そして、トラップに捕まえられた砂を乾燥させ、その重量を測定した。次に、段波が完全に引いた後、つまり戻り流れがある条件で水路や斜面の残存砂量を測定した。堆積砂量と比較するため 20 cm×20 cmの格子状に分割して砂を回収し、乾燥させてから重量を測定した。

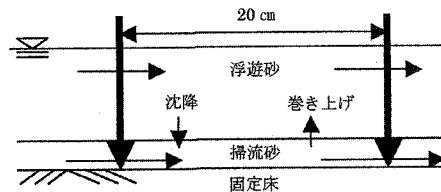


図-2 トラップ装置による測定範囲の概略図

(3) 実験条件

本実験砂は珪砂を使用し、粒径は表-1 に示すように計 5 種類にふるいわけをして使用した。実験砂の初期重量は 1200 g とし、ゲートから 3m の地点から斜面方向に 40 cm の位置までできるだけ均一に敷き詰めた。貯水タンクの水深はすべて 30 cm とし、実験を行った。

表-1 実験条件

実験砂	タンク水深	戻り流れ	粒径 (μm)
珪砂	30cm	あり	500~600
			400~500
			300~400
			212~300
			106~212
		なし	500~600
			400~500
			300~400
			212~300
			106~212

3. 実験結果及び考察

(1) 堆積砂の空間分布

実験結果の一例として、図-3 に粒径 300~400 μm の条件での堆積砂量 M_1 、残存砂量 M_2 の空間分布を示す。縦軸は M_1 、 M_2 の乾燥重量、横軸はゲートか

らの距離である。M₁、M₂ともに斜面上方に向かって楔状の堆積傾向が見られた。また、斜面上のM₁とM₂を比較すると、戻り流れにより砂が侵食されている様子が確認できる。さらに、斜面開始点付近でのM₁のピークは、M₂には認められず、水路後方へ侵食されていることが確認できる。

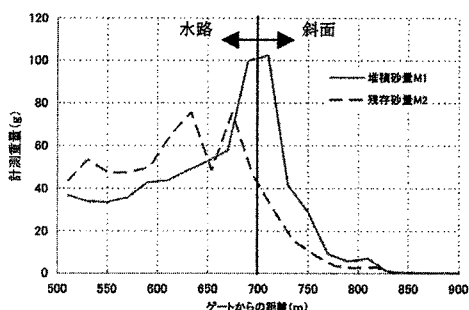


図-3 粒径 300～400 μm の M₁、M₂ の空間分布

(2) 空間分布と流速の関係

堆積・侵食作用と関係がある物理量は流体の掃流力とその継続時間である。また、掃流力は流速に依存している。そこで、発生段波の水量と堆積・侵食作用の関係を示すために、流速と時間の関数である流速積分値を各計測地点で算出し、堆積量と侵食量との関係を検討した。ここで、斜面上方に向かう流れを正の流速積分値 S₁、下方に戻る流れを負の流速積分値 S₂ とした。

まず、S₁ と M₁ の関係を検討する。ここで、M₁ は単位面積あたりの堆積砂量 m₁ と単位面積あたりの初期砂量 m₀ を用いて無次元化をした。また S₁ も同様の無次元化を行うために、入射段波の最大流速 U₁、継続時間 T₁ の積で規格化した。その結果を図-4 に示す。ここでの分布傾向は 2 本の直線で回帰される。直線 1 は、斜面上方で楔状の堆積傾向を示している領域である。また直線 2 は斜面下方部分

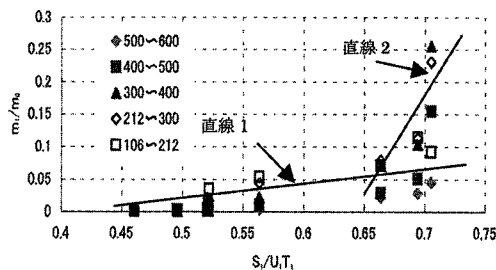


図-4 $S_1/U_1T_1-m_1/m_0$ 図

で、M₁ が急激に変化する領域である。この 2 本の直線に共通の特徴として、粒径が小さくなると直線 1 の上部にプロットされる。これは粒径が小さくなるに従って流速の影響を強く受けることを示す。

次に、戻り流れによる単位面積あたりの侵食砂量を m₁-m₂ とし、その値と負の流速積分値 S₂ を無次元化してプロットを行った。図-5 にその結果を示す。直線 3 は粒径 500 μm の測定結果に基づく回帰直線で、直線 4 は粒径 106 μm の結果に基づく。他の粒径の回帰直線は直線 3 から直線 4 の間に引くことができ、粒径が小さくなるほど、回帰直線の傾きは大きくなっている。これは S₁ と M₁ の関係よりもより顕著に表れている。この関係から、粒径が小さくなるほど戻り流れの影響を強く受け、堆積作用より侵食作用の方が卓越する傾向にある。

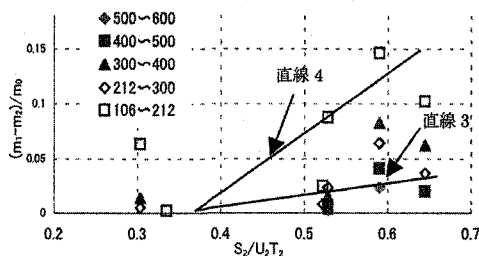


図-5 $S_2/U_2T_2-(m_1-m_2)/m_0$ 図

4. おわりに

本実験で流速と堆積砂量、侵食砂量の関係が粒径に応じて変化していることを示すことができた。さらに、その 2 つの関係を比較すると、侵食砂量の方が流速に依存している傾向がみられた。今後、これらの相関関係の定量化を行う予定である。

参考文献

- 高橋智幸ら (1999) : 掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.606-610.
- 菅原正宏 (2005) 一様斜面上での津波堆積層形成に関する研究, 東北大学大学院工学研究科修士論文.