

段波に伴う土砂流入の抑制に関する実験的研究

防衛大学校 学生会員 ○汐月 瑠星
 森林総合研究所 正会員 山本 阿子
 防衛大学校 正会員 多田 毅

1. はじめに

津波は大量の土砂を移動させることがある。東日本大震災でも、多くの海岸堤防・護岸や防波堤周辺で、洗掘による倒壊被害があった。土砂移動量を評価、予測することはこれらの被害を抑制することに役立つことから、既に多くの研究がなされている。しかし、遡上する津波により海岸付近から内陸部に流入する土砂に関する検討、また土砂の流入を抑制することによる被害低減に着眼した研究はほとんどない。そこで本研究では、遡上する津波段波による陸上の土砂の侵食（生産）から市街地等の後背地に流入するまでの一連のプロセスを水理実験で再現し、後背地への土砂流入を抑制するための種々の堆積促進物の抑制効果について検討する。

2. 実験方法

本研究で用いた水路の概要と計測機器の配置を図-1と図-2に示す。実験では $H_c = 13\text{cm}$ 、 $\Delta H = 50\text{cm}$ とし、図中の Gate の上端部を軸として下端を斜面側に急開することで段波を発生させた。図-1の Sand Bed の位置に珪砂（中央粒径 $450\mu\text{m}$ ）で満たした砂槽を設置し、以降の水平床部（Flat）には耐水性研磨紙（粒度 $200\mu\text{m}$ ）を全面に貼付している。後述する堆積促進物は図-3に示す位置に設置した。

ゲートを急開させると、波高がゲート付近で ΔH の1/2程度となる段波が発生する。段波は斜面を遡上し、砂槽の表面を侵食させる。侵食により発生した砂は図-1の Flat 上と堆積促進物内部に堆積する。また一部の砂は Flat 後方に流出するため、背後にプランクtonネットを設置して全て捕捉する。Flat 上およびネット内の砂は図-3中の Front 部と Back 部に分けて全て回収し、それぞれの乾燥重量を計測する。Back 部の砂が守るべき後背地に流入した土砂に相当し、その量を効果的に抑制する堆積促進物を検討する。

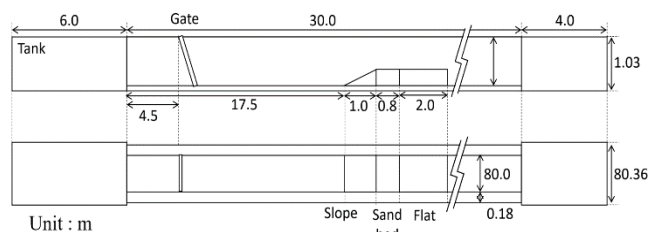


図-1 実験水路の概要

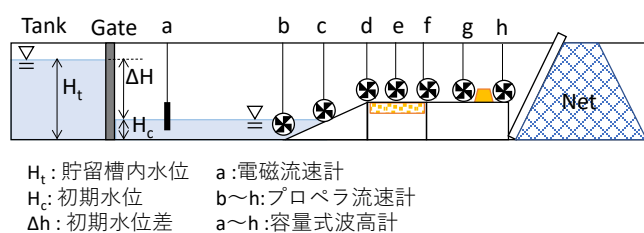


図-2 測定機器の配置および水位の定義

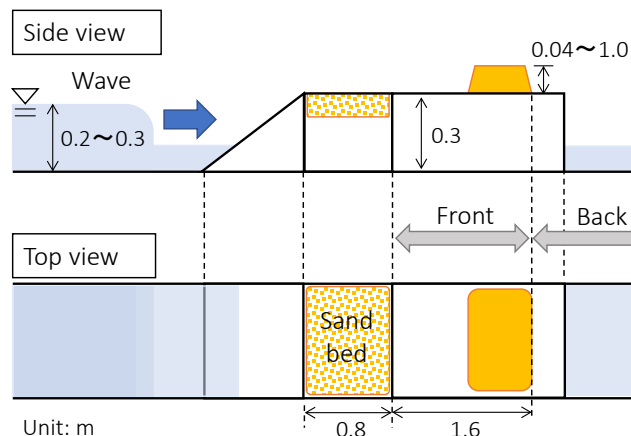


図-3 砂槽および堆積促進物の配置



写真-1 使用した堆積促進物

キーワード 津波段波、土砂移動、堆積促進

連絡先 〒236-0021 神奈川県横須賀市走1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL:046-841-3810 E-mail:tada@nda.ac.jp

堆積促進物として、以下の 6 種のおよその外形体積を合わせて実験を行った（写真-1）。

〈堆積促進物（流れ方向長さ m×高さ m，特徴）〉

- ・人工芝（0.8×0.04，ビニール製）
- ・消波材（0.5×0.1，樹脂繊維製）
- ・ヘチマロン（0.5×0.1，樹脂被覆された針金製）
- ・円礫（0.5×0.1，ネットで土嚢状に梱包）
- ・角礫（0.5×0.1，ネットで土嚢状に梱包）
- ・十字ブロック（0.5×0.1，ネットで土嚢状に梱包）

3. 結果と考察

実験により計測された堆積促進物ごとの砂の乾燥質量を表-1 に示す。値はいずれも 3 回の実験結果の平均値である。Back の量は堆積促進物よりも後方の領域に流入した土砂量であり、この量が少ないほど後背地への土砂流入を抑制したといえる。Front 部の量は堆積促進物内または上流側に堆積した量、合計は砂槽から流出した総量に相当する。

Back の量をみると、人工芝と円礫が効果的に背後への流入を抑制させたといえる。ただし、人工芝は設置長さが 80cm と他の素材よりも長いため（高さが他よりも低いことを補償する目的で）、その影響があったとも考えられる。Front の量をみると、やはり人工芝と円礫とが際立って多く土砂を堆積させていることがわかる。堆積促進物なしの場合でも Front に約 1kg の堆砂があることから、堆積促進物の効果による実際の堆砂量は Front から 1kg 減じた値と考えられる。合計の量をみると、円礫の場合の侵食量が他よりも大きいことが目を引く。堆積促進物よりも上流側に位置する砂槽の侵食量が堆積促進物の影響を受けるといことは、射流で遡上してきた段波が砂槽、水平床、堆積促進物などを通過しながら常流に変化し、上流側へと影響が伝播していることを意味する。

詳細な分析には至っていないが、侵食促進物が後背地への土砂の流入を抑制するメカニズムとして、反射波により上流側の流速を低減させ砂槽での流砂の生産を抑制すると同時に、堆積促進物より上流側床面での堆積を促進する、堆積促進物内部の流速を直接低減することで内部での堆積を促進する、といったことが考えられる。堆積促進物前後での水深時系列の例を図-4 と図-5 に示すが、抑制効果の大きかった人工芝と円礫とで、堆砂の傾向は似ているが水深変化のパターンは異なることから、両者ではそれ

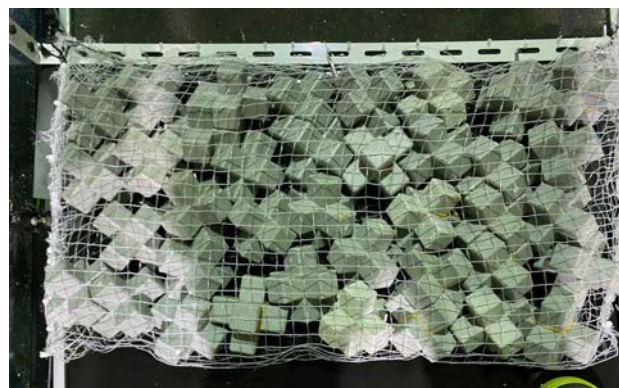


写真-2 堆積促進物の設置例(十字ブロック)

表-1 段波実験による領域ごとの砂量 (kg)

	Back (kg)	Front (kg)	合計 (kg)
人工芝	1.06	5.19	6.25
消波材	2.17	3.74	5.91
ヘチマロン	2.75	3.95	6.70
円礫	1.78	5.50	7.28
角礫	2.87	3.93	6.80
十字ブロック	2.67	2.99	5.66
堆積促進物無し	6.79	0.92	7.72

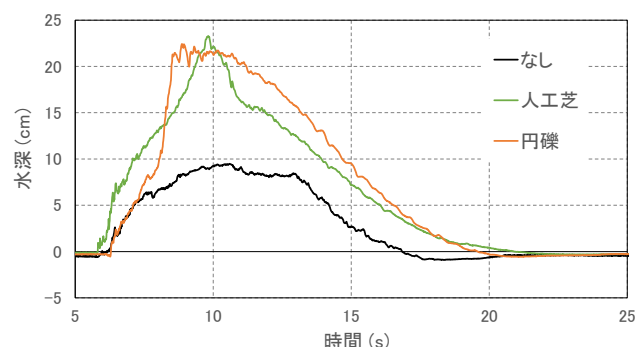


図-4 堆積促進物手前での水深時系列の例

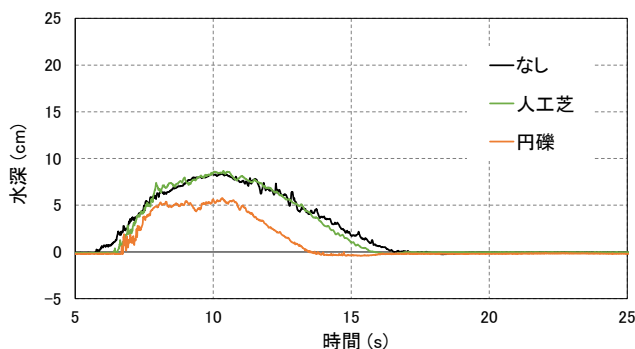


図-5 堆積促進物背後での水深時系列の例

ぞれ別のメカニズムが働いていることが示唆される。

4. おわりに

今回の結果を踏まえ、今後は堆積促進物の間隙比や抗力係数などの物性値の影響など、水理学的な現象のより詳細かつ定量的な解析を試みる予定である。さらに現地に適用可能な工法への展開を目指す。