

## 捨石傾斜護岸背後の埋立土砂吸い出し機構に関する考察

名古屋大学大学院 正会員 ○許東秀・水谷法美  
 名古屋大学大学院 学生員 中村友昭  
 名古屋大学大学院 フェロー 岩田好一郎

## 1. はじめに：

近年、人工海浜の建設が各地で行われているが、これまで砂浜がなかった海岸に建設された人工海浜の土砂が波の作用により、土砂流出防止のため設けられた緩傾斜護岸や突堤から海域に吸い出され、そのため人工海浜に多くの陥没が発生し、海浜利用面で著しい支障を起こしていることが、最近多く報告されるようになってきた。しかし、土砂吸い出しによる海浜のくぼみや陥没の発生機構については充分検討されておらず、事故防止のためにも、海浜陥没の発生メカニズムの早急な解明が不可欠である。海浜陥没の主な原因は波や流れによる土砂吸い出しに起因するものと考えられ、現在までにケーソン型防波護岸を対象とした研究がいくつか行われているが、捨石傾斜護岸を対象とした研究は極めて少なく未解明の問題が数多く残されているのが現状である。そこで、本研究では、これまで検討対象とされてこなかった捨石傾斜護岸を対象に詳細な水理模型実験を行い、作用波や潮汐変動が埋立土砂をどのように吸い出すのかを解明し、埋立土砂の吸い出し機構を考究することを目的とする。

## 2. 実験概要：

長さ 30m、幅 0.7m、高さ 0.9m の 2 次元造波水路内に、天端幅 25cm、高さ 45cm、法面勾配 1/2 の捨石傾斜護岸を設置して水理模型実験を行った。傾斜護岸を目の粗い金網と平均粒径 20mm の砂利により作成し、護岸背後の埋立土砂には平均粒径 0.1mm の珪砂を用いた。作用波を規則波とし、その入射波周期  $T$ 、入射波高  $H_i$ 、静水深  $h$ 、および埋立土砂の高さ  $h_{rs}$  を数種類変化させた。なお、静水深  $h$  を造波中に変化させることにより潮汐の影響を検討したケースも含め、計 30 ケースの実験を行った。実験では、波作用時間を 1 時間とし、静水状態から実験終了後まで、護岸周辺に設置した水位計 5 台、著者らが新たに考案した間隙水位計 3 台、間隙水圧計 4 台を設置して、来襲波の水位、人工海浜内の水位と間隙水圧変動を計測した。さらに、埋立土砂の移動をデジタルビデオカメラで撮影し、吸い出し発生の有無の確認を行うと共に、陥没形状や最大陥没深さ  $D_{max}$  (図-1 参照) を砂面測定器で計測した。

## 3. 結果と考察：

写真-1 に、 $T = 1.7s$ 、 $H_i = 7.2cm$  の波作用によって捨石護岸背後の埋立土砂 ( $h_{df} = 15cm$ 、 $h_{df}$ : 埋立土砂の高さと静水深の差、図-1 参照) が吸い出され、地表面下に空洞が発生した状況の一例 (陥没は発生していない)

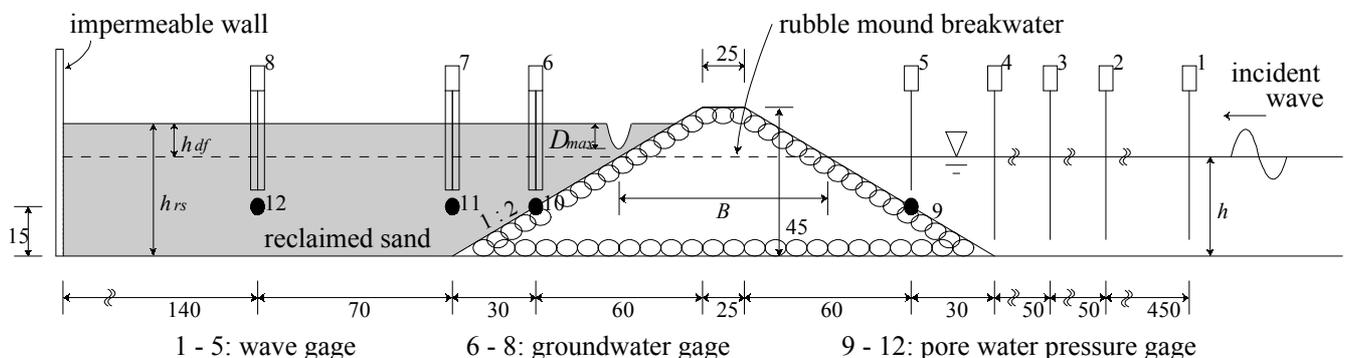


図-1 捨石傾斜護岸模型の断面形状の概略図 (単位: cm)

キーワード：埋立土砂，吸い出し，捨石傾斜護岸，陥没

連絡先：〒464-8603 名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻 (TEL 052-789-4632 FAX 052-789-1656)

を、また写真-2 に、 $T=1.3s$ ,  $H_i=4.0cm$  の波作用により埋立土砂 ( $h_{df}=10cm$ ) に部分的なくぼみや陥没が発生した例を、それぞれ示す。これらの写真に示されるように、まず護岸背後の水面が変動する範囲だけに集中的な吸い出しによる空洞ができ（写真-1 参照）、その進行にともない表層にくぼみが発生する。さらに空洞が発達すると、空洞上の埋立土砂の表層が崖状に崩れ陥没が発生する（写真-2 参照）ことが模型実験から明らかになった。なお写真-2 より、作用波が同じであっても場所によって埋立土砂のくぼみや陥没の発生状況が違っていることが確認できる。

図-2 に、潮汐変動がない場合の  $D_{max}/h_{df}$  と  $H_i/L$  の関係を示す。図示するように、陥没 ( $D_{max}/h_{df} > 0$ ) は主に  $H_i/L < 0.04$  の場合に発生する。また  $h/L$  または  $B/L$  ( $B$ : 静水深における捨石護岸の幅、図-1 参照) が小さくなるほど  $D_{max}/h_{df}$  が大きくなる傾向がある。

図-3 に潮汐変動がない場合の  $H_i/L$  と  $B/L$  の関係を示す。同図に示すように、 $H_i/L$  と  $B/L$  の関係から陥没の有無が明確に分かれ、その境界を図中の曲線のように与えることが可能である。

一方、紙面の都合上、図示はできないが、潮汐のある場合は潮汐のない場合と比べ、埋立土砂の吸い出しが生じやすく、特に静水深  $h$  が大きい満潮時に吸い出しの大部分が集中して発生し、逆に静水深  $h$  の小さい干潮時には吸い出しの進行はほとんど見られないことが判明した。これらの吸い出し現象には、捨石護岸の内部に侵入した埋立土砂と静水面の位置関係が重要な影響を及ぼしており、捨石護岸内部の空隙に静水面上まで予め土砂を充填することにより吸い出しの発生が抑制されることが明らかになった。これは、埋立土砂の吸い出しの防止工法として有効であると考えられる。

**4. おわりに：**

本研究では、捨石傾斜護岸背後の埋立土砂の吸い出し機構について模型実験を通じて検討を行い、吸い出し機構の一端を明らかにすることができた。今後も引き続き、吸い出しに関する幅広い水理模型実験を行うと共に、埋立土砂内の地下水解析も取り組んだ数値解析手法を開発し、より詳細な検討を加えていく所存である。

<参考文献> 1)中村友昭(2003):名古屋大学卒業論文、 2) 高橋重雄ら(1996):護岸の吸い出しに関する水理模型実験、港湾技術研究所報告、第35巻、第2号、pp.3-63。 3) 重村利幸ら(2002):防波護岸背後からの土砂吸い出しに関する基礎的研究、海岸工学論文集、第49巻、pp.871-875。

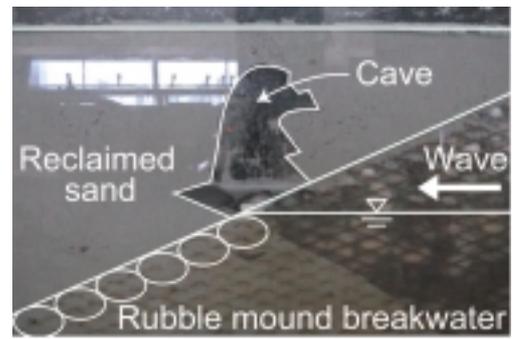


写真-1 埋立土砂に生じた空洞

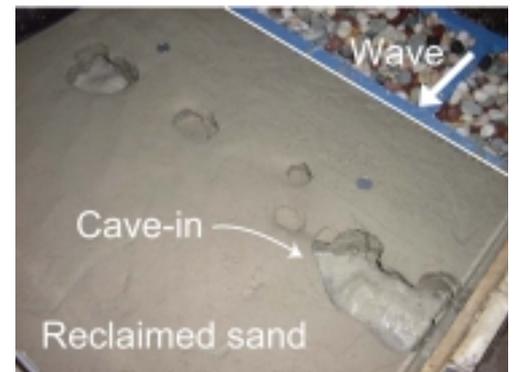


写真-2 捨石護岸背後に生じた陥没

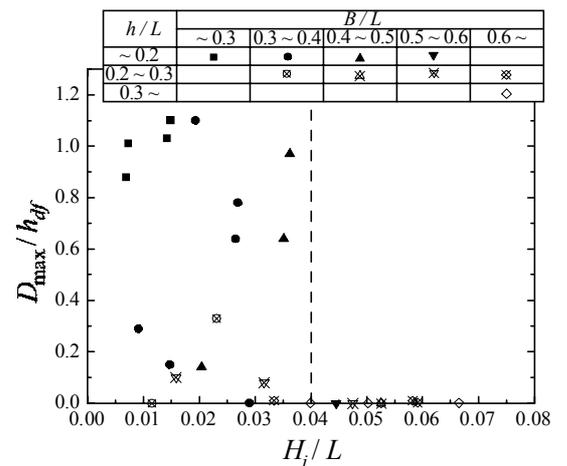


図-2  $D_{max}/h_{df}$  と  $H_i/L$  の関係

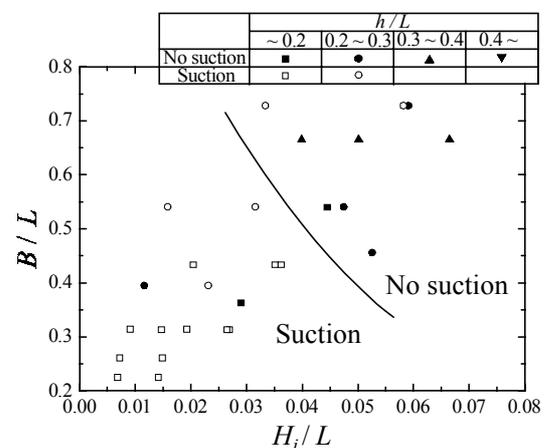


図-3  $H_i/L$  と  $B/L$  の関係