

人工海浜における空洞発生機構に関する実験的研究

香川県庁 正会員 ○鈴木 絢子
岡山大学 正会員 名合 宏之

1 はじめに

大蔵海岸陥没事故の原因となった空洞発生について、「防砂板に生じた損傷から養浜砂が流出し、砂のアーチアクションとサクションによって空洞が維持された」¹⁾と推定されているが、その詳細については未解明な部分が多く残されている。

本研究は、このような人工海浜での空洞発生を想定し、変動水压場での飽和度の異なる層からなる護岸内部土砂の流出、空洞発生機構を実験的に明らかにするとともに、その結果から本事故現場の空洞発生状況について検討を行うものである。

2 実験概要

変動水压場において、飽和度の異なる層からなる護岸内部土砂の流出、空洞化について実験を行った。実験は図-1に示すような鉛直2次元砂層模型を用いた。砂層構成材料には、豊浦標準砂と着色砂を用い、それぞれ9 cm、1 cmずつ交互に堆積させ、間隙率0.42となるように砂層を締め固めた。変動水压の振幅は約28 cm、周波数は0.3 Hzとし、1000分間载荷した。根入れ長は0 cmとした。

砂層内の間隙水压は、モーターを停止させ変動水压を载荷しない状態で、実験開始時と終了時に測定する。また、実験終了時に所定の箇所において間隙率を測定する。

3 実験結果および考察

写真-1は、実験開始後の護岸内部土砂の移動状況を撮影したものである。着色砂は、護岸から約10 cmの範囲において、護岸下端を回り込むようにして護岸前面に流出しているのがわかる。空洞は不飽和領域の砂層中に発生し、下方に拡大していることがわかる。これは、空洞より上層では、負の間隙水压によって見かけの粘着力(サクション)が働き、土砂の移動がなかったためであると推察される。写真-2は、実験終了後の砂層断面を撮影したものである。護岸中央での砂層の移動が最も大きいことがわかる。空洞はドームのような形状であり、アーチ作用によって空洞が維持されていると考えられる。図-2は、実験開始時と実験終了時の間隙水压の分布を示したものである。不飽和領域における負の間隙水压も、水面から15 cmまでの高さまでにおいてはほぼ比例していることがわかる。また、実験の前後において、間隙水压は変化がな

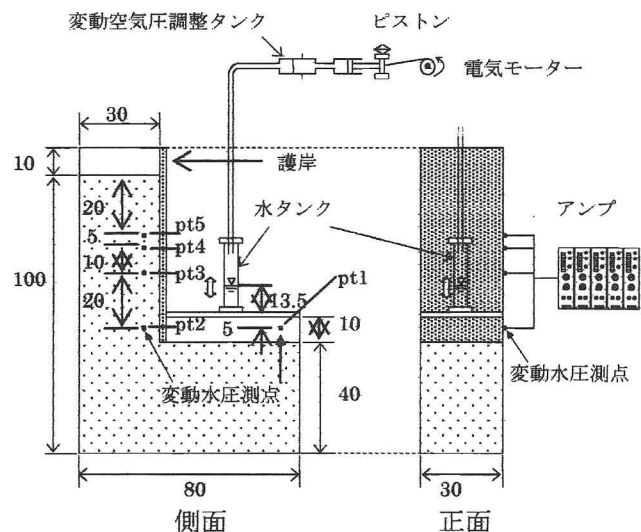


図-1 鉛直2次元砂層実験装置(単位:cm)

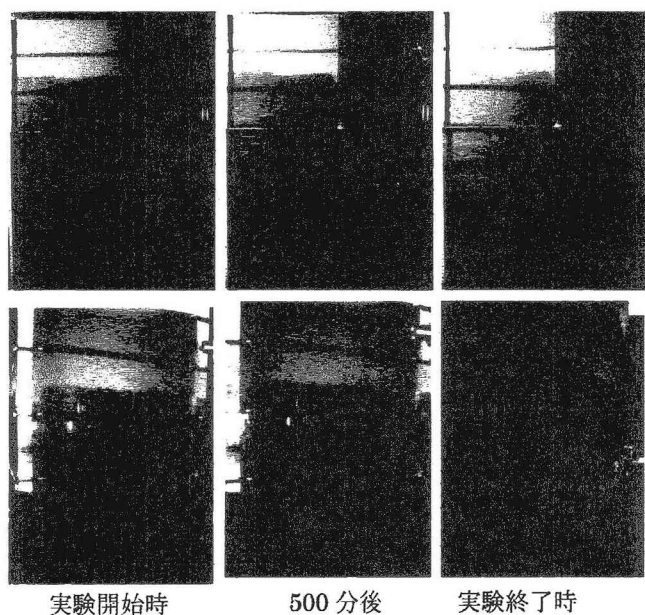


写真-1 砂の移動状況

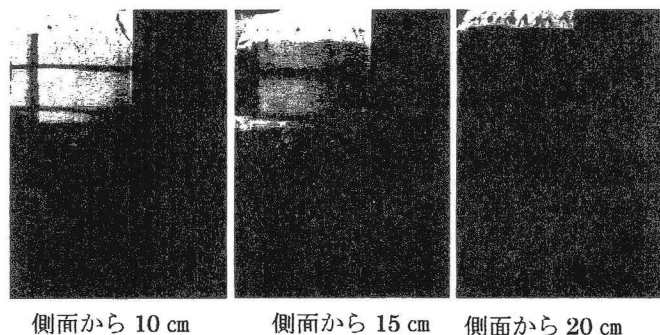


写真-2 実験終了時の砂層断面

かったことがわかる。

図-3は、実験終了時の間隙水圧の分布を示したものである。護岸から5 cm離れたところでは、護岸下端に近くなるほど砂層が緩くなり、護岸から15 cm離れたところでは護岸下端に近くなるほど砂層が密になっていることがわかる。

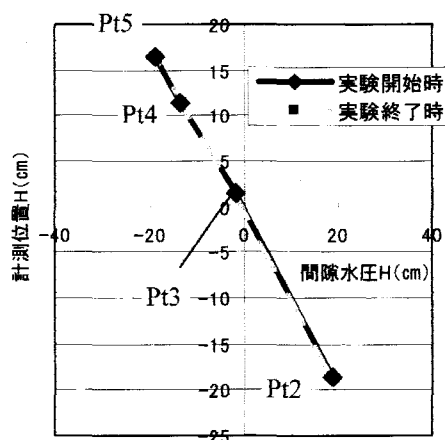


図-2 実験開始時・終了時の間隙水圧分布

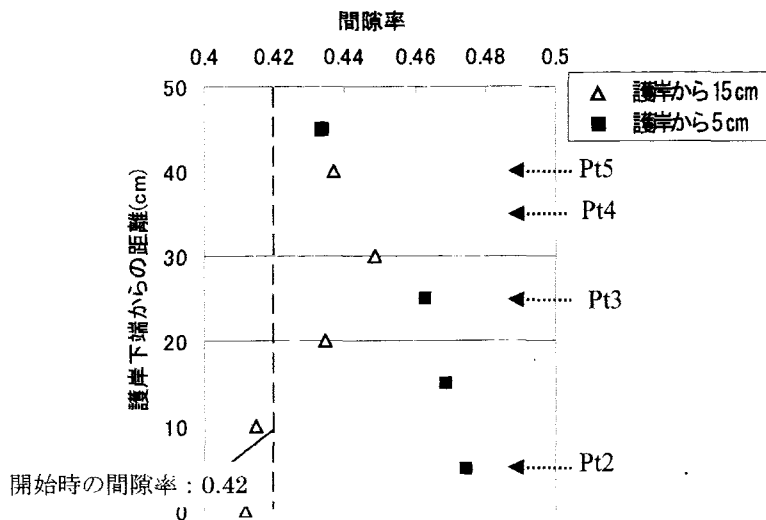


図-3 間隙率分布

4 事故現場の空洞発生状況の推定

図-4は大蔵海岸付近の自然条件、土質条件から不飽和領域を算定し、事故後の空洞調査結果と合わせて示したものである。なお、不飽和領域の算定では、最高潮位 T.P.+1.37m、波高 0.24m、土粒子の粒径 0.1 cm、間隙率 0.40 とした。水分の毛管上昇距離 h_c (cm)の算定には次の式を用いた。D は土粒子の粒径、n は間隙率である。

$$h_c = \frac{0.38}{D \sqrt{\frac{n}{1-n}}}$$

波による変動水圧によって、高飽和状態の砂層は雑石部の間隙に入り込み、防砂板の損傷部分からケーソン目地部へ流出したと考えられる。しかし、空洞の上端は乾燥状態の砂層中まで及ぶことになり、本研究の実験結果と異なる状況であるため、さらに詳細な条件設定の上での不飽和領域の算定、空洞発生状況についての検討が必要であることがわかった。

5 まとめ

変動水圧場での飽和度の異なる層からなる護岸内部土砂の流出および空洞発生機構について実験を行った結果、変動水圧の作用による護岸内部土砂の流出に伴い、不飽和砂層内部において空洞が発生し、空洞は下向きに拡大していくことがわかった。今後は定量的な特性を把握するため、特性量を変えた各種条件の下で実験を行い検討する必要がある。さらに、空洞周辺地盤の支持力を力学的に推定する必要がある。また、大蔵海岸陥没事故現場の不飽和砂層領域を推定し、空洞発生状況について考察を行った結果、本研究での不飽和領域の推定結果では説明しきれず、不十分であった。今後、不飽和層の形成状態、空洞発生状況に関して、さらなる詳細な検証が必要であることがわかった。

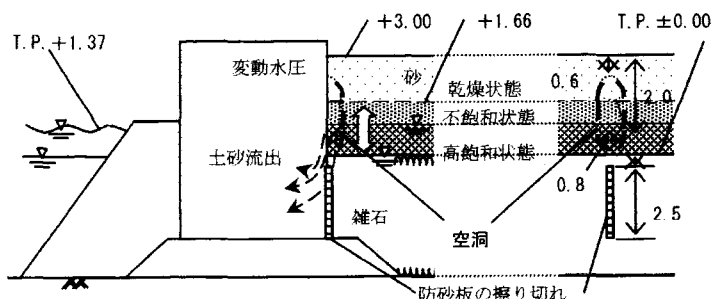


図-4 事故現場の空洞発生状況の推定 (単位: m)

参考文献

- 1) 土木学会海岸工学委員会：大蔵海岸陥没事故調査報告書，2002