

変動水圧場における護岸裏込め土砂の流出に与える砂層間隙率の影響

岡山大学環境理工学部 正員 名合 宏之
 岡山大学環境理工学部 正員 前野 詩朗
 岡山大学大学院 正員 ○小谷 裕司
 岡山大学大学院 学生員 山本 哲雄

1. はじめに

著者らは、従来より洪水時や波浪時における変動水圧の作用により、護岸裏込め土砂が流出するために発生する護岸内の空洞化現象について検討を行ってきた。その結果、変動水圧が護岸内に伝播する際に発生する浸透水圧により、護岸内の土砂が徐々に流出し災害が発生する機構をある程度明らかにしてきている^{1,2)}。

以上の研究成果をもとに、本研究では、構造物周辺地盤の流動化予測ならびに空洞化防止対策工を確立するための基礎資料を得ることを目的として、現地での波浪条件や現地地盤の堆積状態を考慮し³⁾、従来の研究で明らかにされていない構造物周辺地盤の間隙率を変化させた場合の護岸裏込め土砂の流出機構を可視化実験により検討した。

2. 実験方法

実験は、図1に示すような奥行き40cmの鉛直2次元砂層模型を用いた。砂層構成材料には、豊浦標準砂を用い、実験容器に適量の水を張り、砂を自由落下させ、所定の間隙率になるように砂層を作製した。また、護岸周辺部の砂の流動特性を可視化するために、標準砂を高温で焼いた着色砂を層状に設置し、変動水圧を1000分間作用させた後、護岸前面の砂の流出高を計測した。実験は、表1に示す条件で、振幅約40cm、周波数1.0Hzの変動水圧を作用させて、さらに、全ケースとも5cmの不透水根入れを取り付けている。

3. 結果および考察

図2は、各ケースの実験開始100分後および実験終了時(1000分後)における流出量を表しており、横軸は護岸前面からの距離を示し、縦軸は護岸裏込め土砂が吸い出されることにより護岸前面で盛り上がった砂の高さを砂層の沈下量を差し引いたものを流出高として示したものである。同図よりCASE1とCASE3において、実験終了時の流出高を比較すると、緩い地盤状態のCASE3は最大流出高が約2.7cm、地盤がある程度締め固まった状態のCASE1では約1.4cmであり2倍程度大きい流出高となっている。また、全体的には初期間隙率が大きくなるにつれて流出高の絶対量が増加している傾向にある。

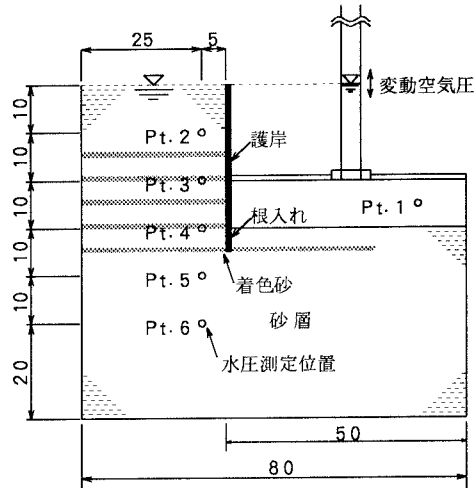


図1 実験装置図 (単位: cm)

表1 実験条件

ケース No.	初期間隙率
CASE1	0.40
CASE2	0.43
CASE3	0.45

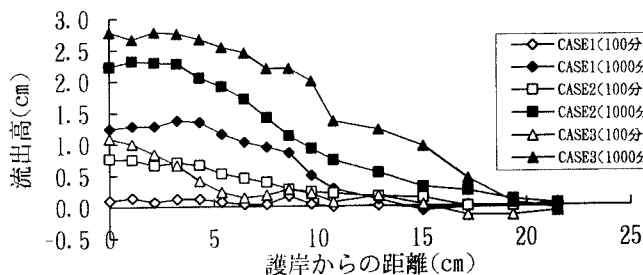


図2 流出高図

次に、時間変化による流出高の違いを見ると、初期間隙率が0.43および0.45と緩めの地盤状態であるCASE2, 3においては、実験開始100分後には、かなり流出しているが、ある程度締め固まった状態であるCASE1においては極僅かな流出量しかみられない。これは、地盤が緩い場合には、実験開始直後において、護岸周辺の土砂が変動水圧の作用により高密度化し、護岸前面の土砂が沈下することにより土被りが減少して、裏込め土砂の流出経路が短くなったために、初期の段階から土砂の流出が生じやすくなったためと考えられる。

写真1~3は、CASE1~3に対応する実験終了時における着色砂の移動状況を可視化したものである。写真1より、CASE1の裏込め土砂の流出状況は下から2層の着色砂が護岸前面に流出しており、また、護岸裏込め部において顕著なせん断すべりが生じている。また間隙率0.43のCASE2では、写真2にみられるように、下から3層までが根入れ先端部を回り込むように護岸前面に流出している。間隙率0.45のかなり緩い地盤状態であるCASE3においては、下から4層までが、護岸前面の広範囲にわたって流出している状況がみられる。

次に、護岸裏込め部における土砂の流動状況に注目すると、CASE1は護岸から7cm付近において大きなせん断すべりが生じており、その内側にも段状にすべり面がみられる。またCASE2では、護岸に近づくにつれて、変動水圧の影響により地盤が締め固まるために、着色砂の層が右下がりになっており、さらに護岸から約8cm以内においては、小刻みにせん断すべりが生じて根入れ先端の方向へ流動しているのがわかる。次にCASE3では、CASE2と同様な流出現象がより大きな範囲で発生しており、間隙率が増えるに従って、せん断すべりの生じている範囲は大きくなることがわかる。このように緩い地盤状態においては、さらなる変動水圧の载荷によって護岸裏込め部の地盤が広範囲にわたって高密度化と土砂流出が同時に起こり、CASE1に似たせん断すべりが生じ大規模な空洞化を起こす可能性があることが示された。

以上の結果より、初期の砂層間隙率が大きくなると、護岸裏込め土砂の護岸前面への流出量は、増加する傾向にあり、また、護岸内における土砂の挙動は、地盤が緩くなるにつれて高密度化と土砂流出の影響範囲が広範囲になっていることが明らかにされた。

謝辞 本研究は、文部省科学研究費国際学術研究(共同研究) No.04044121(代表者: 名合宏之)の一環として行われたことを付記する。
 (参考文献) 1) Nago, H., Maeno, S., Shimizu, Y.: Visualization of the movement of back-filling sand under the cyclic loading of water pressure, IAHR, pp. 248-253, 1993. 2) 名合・前野・小谷・西平: 変動水圧場における護岸裏込め土砂の流出機構に関する研究, 水工学論文集, 第39巻, pp721-726, 1995 3) 名合・前野: 1992年の鳥取県弓ヶ浜における海岸浸食の発生機構に関する調査研究, 自然災害科学, 投稿中

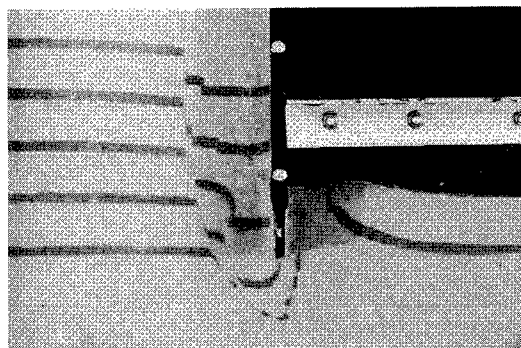


写真1 (CASE1)

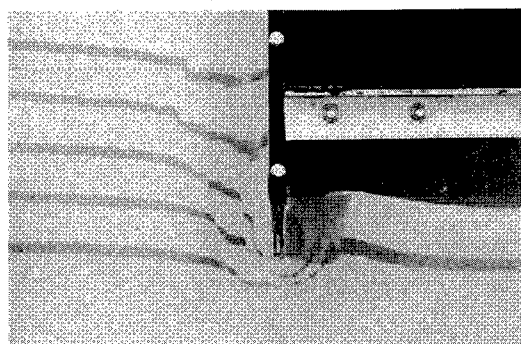


写真2 (CASE2)

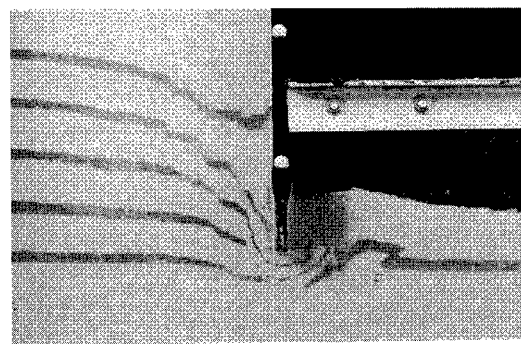


写真3 (CASE3)