

II-56 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（その2）

岡山大学環境理工学部	正 員	前野 詩朗
岡山大学環境理工学部	正 員	名合 宏之
岡山大学大学院	正 員	小谷 裕司
西松建設（株）	正 員	西田 秀紀

1 はじめに

筆者らは、従来より、波浪時における護岸裏込め土砂の流出に伴う海岸構造物の崩壊現象について、護岸周辺地盤に作用する変動水圧による地盤の動的挙動と密接な関係があるのではないかと観点から捉えた研究を進めてきている。その結果、変動水圧場における護岸裏込め土砂の流出現象を実験的に確かめるとともに、理論的にも現象の説明が可能であることを明らかにしている¹⁾。昨年度の報告では、間隙率の大きな緩い砂層の場合には、護岸周辺部の砂層が広範囲にわたり高密度化することと、裏込め土砂が多量に流出することなどを明らかにしている²⁾。本研究では、このような緩い砂層に変動水圧が作用する場合、新たに護岸内部で地震時に見られるのと同様な平均間隙水圧の上昇を伴う液状化が確認されたので報告する³⁾。

2 実験方法

実験には、図1に示す幅80cm奥行き40cmの鉛直2次元砂層模型を用い、砂層構成材料には、豊浦標準砂を用いて、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分間作用させた後の着色砂の移動状況を観察した。実験は、砂層の間隙率を0.40(Case 1)と0.45(Case 2)に変化させた条件で、変動水圧振幅約40cm、周波数1.0Hzの正弦波形に近い周期的変動水圧を作用させて計測を行った。なお、護岸下端には5cmの根入れが取り付けられている。

3 結果および考察

図2は、間隙率0.40と締め固まった砂層(Case 1)における実験開始直後1分間の変動間隙水圧を示したものである。なお、Pt.1は護岸前面の変動水圧を測定したもので、Pt.3、Pt.5は護岸裏込め砂層内の変動間隙水圧を示している。同図より、締め固まった砂層では、実験開始直後から正弦波状の変動水圧が護岸裏込め砂層内に振幅減衰を伴ってきれいに伝播していく様子がわかる。

図3は、間隙率0.45の緩い砂層(Case 2)における変動間隙水圧を測定したものである。同図より、開始から数秒間で各測点とも間隙水圧の平均値が上昇し、上昇した間隙水圧は徐々に減衰して約1分後にはCase 1の場合と同様な定常的な伝播傾向を示すようになる。とくに、裏込め部の測点Pt.3に着目して見ると、実験開始直後に間隙水圧が上昇し、その後約10秒間は水圧変動はほとんど生じなくなり、その後徐々に振幅が増幅しながら間隙水圧の平均値が低下している。この時の裏込め土砂の天端状況を観察したところ、表面が波打った状況であり、この現象も実験開始後約1分間で収まっていた。また、図4は同条件での実験開始後5秒後と2分後の1周期分の変動間隙水圧を示したものである。同図のPt.2、Pt.3、Pt.4（裏込め砂層内の測点）に着目してみると、5秒後における護岸裏込め部の間隙水圧は、その平均値が測点の深さに比例して上昇しており、しかも変動していないことがわかる。これらの各測点での間隙水圧の上昇量を調べた結果、裏込め砂層が完全に液状化し、砂と水との混合流体になった場合の各測点の間隙水圧の上昇量と同程度となった。ただ

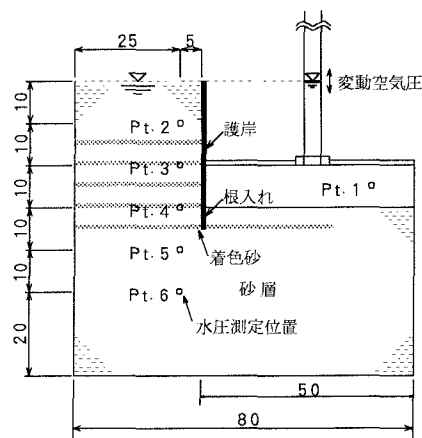


図1 実験装置（単位：cm）

し2分後においては、各測点とも Case 1 の締め固まった砂層と同様な変動間隙水圧となっており、護岸周辺部の砂層でこの間に高密度化が生じたものと考えられる。以上のことより、緩い砂層においては、実験開始直後に護岸裏込め砂層内で、地震時に見られるような間隙水圧の平均値の上昇を伴った液状化およびそれに伴う高密度化が起こり、時間の経過とともにこの液状化現象が徐々に消失していくことが明らかにされた。

また、写真は、間隙率 0.45 の緩い砂層の流動特性を示したものである。この写真より護岸裏込め土砂は根入れ先端部を回り込むように流出しており、護岸内には円弧状のすべりが生じている。このすべり面の外側の着色砂層の状況を見ると、締め固まった砂層については実験開始時とほぼ同様の水平状態であるのに対し緩い砂層においては右側下がりで沈下した状況となっている。これは、前述したように、緩い砂層においては間隙水圧の上昇による砂層全体の高密度化の進行が、護岸近傍で顕著であるためと考えられる。

【参考文献】 1) 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.，2) 名合・前野・小谷・山本：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，第50回年次学術講演会講演概論集第2部(B)，pp728～729，1995.，3) Nago H., Meno S., et al. : Densification of Loosely Deposited Sand Bed under Water Pressure Variation, Techno-Ocean' 92, 1992.

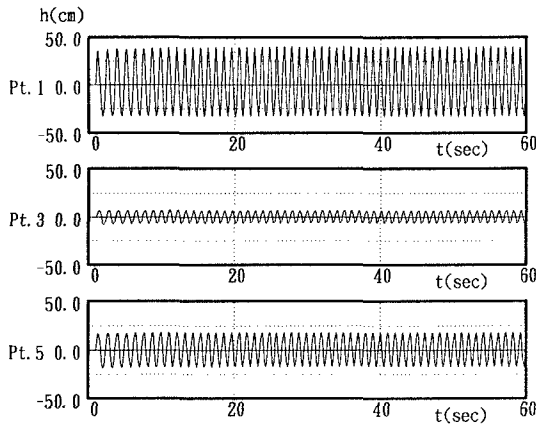


図2 変動間隙水圧(Case 1, 0～60 秒)

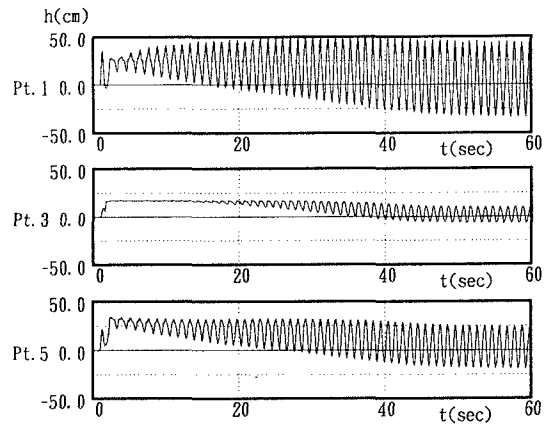


図3 変動間隙水圧(Case 2, 0～60 秒)

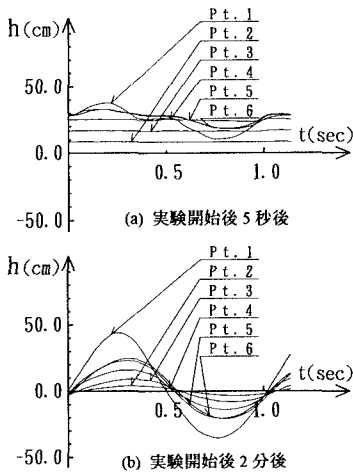


図4 変動間隙水圧(Case 2)

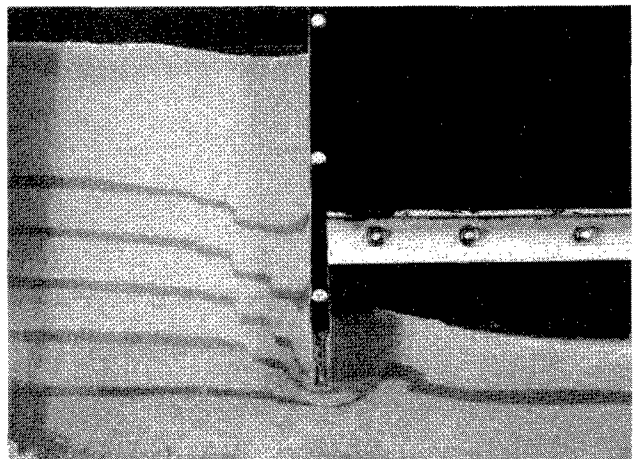


写真 着色砂の移動状況(Case 2)