

変動水圧場における緩い堆積砂層の動的挙動に関する実験的研究

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 学生員 石原 正義
 鳥 取 県 庁 正 員 ○福長 宏之

1. はじめに

著者らが、海岸浸食が問題となっている鳥取県弓ヶ浜の現地調査をした結果、非常に緩い状態（間隙率約0.48）で砂地盤が形成されていることが確認された。そこで、このような緩く堆積した砂地盤を対象として、波などの変動水圧が作用する場合の砂層の動的挙動を実験的に検討してきた。その結果、変動水圧場においても地震時にみられるのと同様な平均間隙水圧の上昇を伴った液状化が発生し、その後、平均間隙水圧の上昇が徐々に無くなり、砂層上部において周期的な液状化（本研究では、前者の液状化を第1段階の液状化と呼び、後者の液状化を第2段階の液状化と呼ぶことにする）が発生することを明らかにしている¹⁾。しかし、液状化に伴う砂の流動の内部構造は、これまでのところ明らかにされていない。そこで、本研究では、縦割りが可能な鉛直1次元円筒砂層模型を用いて、着色砂の移動状況を可視化することにより、砂層の流動特性を明らかにしようとするものである。

2. 実験方法

実験装置は図1に示すような、鉛直方向に半分に分割できる内径約9cmの試料容器を用いた。試料容器に水を張り、豊浦標準砂を上から静かに自由落下させ、緩い砂層(厚さ約220cm)を形成する。その際、砂粒子の移動を可視化するため、標準砂と着色砂を交互に投入し図1のように砂層を形成する。その後、変動水圧(周期1 Hz、振幅80cm)を作用させ、側壁に設けた測点での変動間隙水圧および砂層表面の沈下量を測定した。また、実験終了後、試料容器内の水を装置下部から排水し、試料容器を縦に分割し、着色砂の移動状況の撮影および砂層の間隙率の測定を行った。

3. 実験結果および考察

図2は変動間隙水圧の時間変化を示したものである。この図より、実験開始後5秒程度で平均間隙水圧の上昇を伴う第1段階の液状化が発生することがわかる。この平均間隙水圧の上昇量を各測点で計算した結果、第1段階の液状化領域では砂粒子と水が混合した高密度の流体のような状態となっていることがわかった。また、この液状化領域は砂層表面から約170cm程度にまで及んでいることがわかった。第1段階の液状化により上昇した平均間隙水圧は、砂層の下層の方から徐々に消散し、実験開始後約8分程度で砂層表面まで達することが明らかになった。

図3および図4は間隙率の鉛直分布および時間変化を示したものである。これらの図より、砂層表面から約160cm程度より上層の部分で砂層間隙率が初期間隙率よりも小さくなり、砂層の高密度化が進行することがわかる。砂層表面から、この高密度化の発生する領域までの深さは、前に述べた第1段階の液状化深さとほぼ一致する。また、実験開始後1分および5分経過したときの間隙率の鉛直分布をみると、砂層表面付近

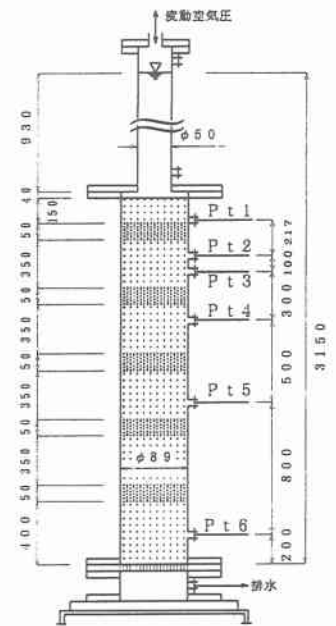


図1 実験モデル 単位(mm)

の砂層よりも砂層表面から 100cm 程度の深さの所の砂層の方が高密度化が進むことがわかる。これは、第 1 段階の液状化および第 2 段階の振幅減衰を伴う周期的な液状化領域において高密度化が進行するが、本実験では、各計測時刻において変動水圧を止めて間隙率の測定を行っているため、砂層上層部では、第 1 段階の液状化砂層が変動水圧の影響を受けないで、再度ゆるく堆積したためと考えられる。

写真は実験開始後 1000 分経過したときの着色砂の移動状況を撮影したものである。写真より、砂の流動は円筒容器の中央部の方が大きく、U 字型に流動していることがわかる。このことは、液状化時の砂の流動を、砂と水の混合した高粘度の混合流体の挙動として取り扱うことが可能であることを示しているものと考えられる。今後は、変動水圧場における砂層の液状化およびそれに伴う砂の流動モデルを確立していく予定である。

参考文献 1) Nago H. and Maeno S. : *Densification of Loosely Deposited Sand Bed under Water Pressure Variation*, *Proceedings of the Techno-Ocean '92 Symposium*, Vol.1, pp. 43-51, 1992.

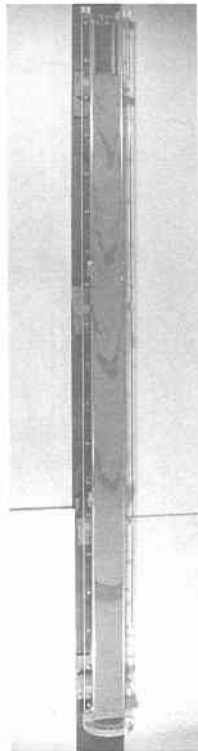


写真 砂の移動の様子

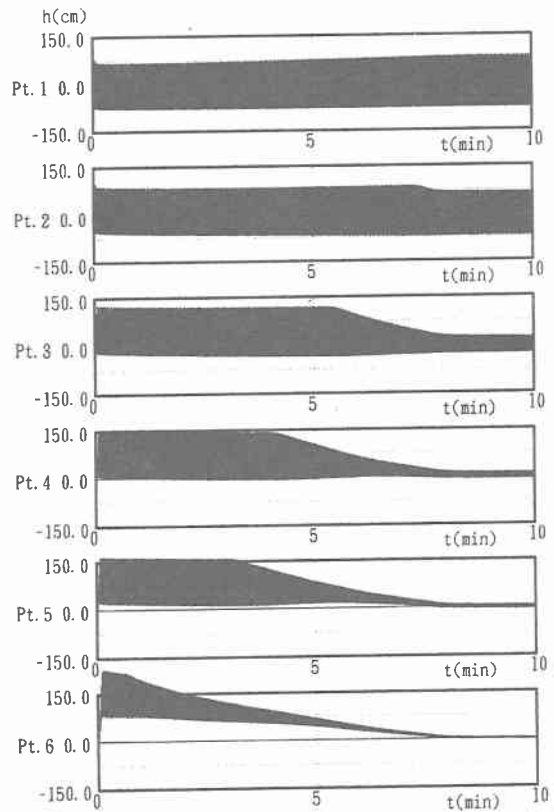


図 2 変動間隙水圧

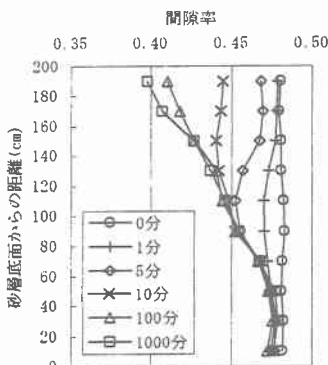


図 3 間隙率の鉛直分布

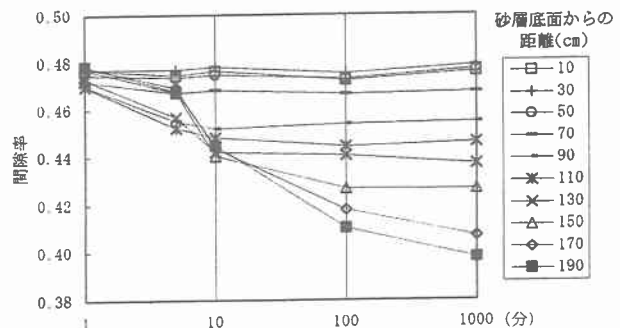


図 4 各層の間隙率の時間変化