

変動水圧によるゆるい堆積砂層の液状化に関する実験的研究

岡山大学工学部 正員 名合 宏之
 岡山大学工学部 正員 前野 詩朗
 東京電力(株) 正員 八幡 泰史
 岡山大学大学院 学生員 ○矢野 史博

1. はじめに

洪水時に起こる多量の土砂の流出、堆積により河口付近では非常に緩い地盤が形成されることが予想される。そこで、実際に海岸侵食が問題となっている鳥取県弓ヶ浜や、京都府久美浜で現地調査を行った。その結果、両海岸とも間隙率が0.48~0.50程度の非常に緩い砂地盤であることが確認された。このような地盤は、通常の波による変動水圧の作用により徐々に高密度化し安定化していくが、通常よりも大きな波に対してもなお強度的に安定であるとは言えず、構造物を設置する面からもきわめて不安定な状態であるものと考えられる。このような観点から、著者らは、従来より、標準砂を用いた実験を行い、ゆるい堆積砂層の液状化や高密度化について検討してきた¹⁾。

本研究は、このような研究の一環として標準砂およびそれより粒径(透水係数)の大きな弓ヶ浜砂を使用し、鉛直1次元砂層模型を用いて、ゆるい堆積砂層に変動水圧を作用させたときの粒径(透水係数)の変化による液状化と高密度化特性変化について実験的に検討するものである。

2. 実験方法

実験は、図1に示す鉛直1次元の試料容器に周期的変動空気圧を作用させることができる実験装置を用いて行った。ゆるい堆積砂層は試料容器に乾燥豊浦標準砂($d_{50} \approx 0.25\text{mm}$, $G_s = 2.649$)または乾燥弓ヶ浜砂($d \approx 0.38\text{mm}$, $G_s = 2.627$)を自由落下させて作製する。砂層の間隙率は、試料容器の断面積、砂層の高さおよび容器に入れた標準砂の重量から計算すると約0.48になる。砂層作製後、変動水圧を1000分間作用させ、間隙水圧の計測および間隙率、砂層表面の沈下量の計測を行った。変動水圧の振幅は水頭にして約85cmとし、周波数は1Hzとした。

3. 実験結果と考察

図2、図3は標準砂および弓ヶ浜砂を用いた場合の変動水圧作用後6分間の変動間隙水圧の時間変化を示したものである。各図の縦軸の0点は、静水状態での値を示しており、縦軸は静水状態からの変動量を示している。図4、図5はそれぞれ標準砂および弓ヶ浜砂に変動水圧を作用させたときの間隙率の時間変化を示している。また図6は標準砂と弓ヶ浜砂の砂層表面沈下量の比較を示している。従来の研究では、ゆるい堆積砂層の変動水圧による動的挙動は、図3に見られるように変動水圧作用直後の変動間隙水圧の平均値が上昇した状態、すなわち、あたかも砂と水の混合流体となったような液状化状態(第1段階)と、平均間隙水圧が一定となった後に発生する水圧伝播の遅れによる液状化状態(第2段階)の2つの異なった液状化現象が発生するという結果が得られている¹⁾。図3より、粒径(透水係数)の大きい弓ヶ浜砂においても第1段階の状態は発生しているものの、標準砂の場合と比較して変動間隙水圧の平均値の上昇が小さく、その継続時間も短いことがわかる。図4および図5では、標準砂の場合、第1段階の液状化により深さ約140cmまでの砂層で激しく高密度化し、その後、第2段階の液状化により砂層上部のみで高密度化が進行していくことがわかる。しかし、弓ヶ浜砂の場合、第1段階の液状化は砂層上部で短時間で終わり、そ

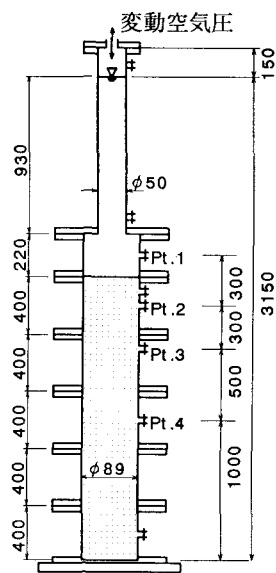


図1 実験装置 単位(mm)

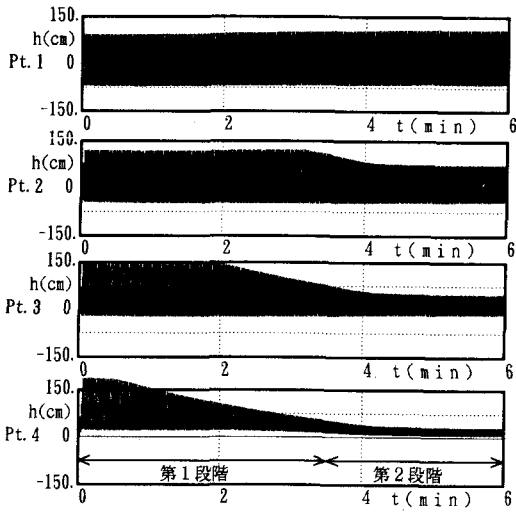


図2 変動間隙水圧の時間変化(標準砂)

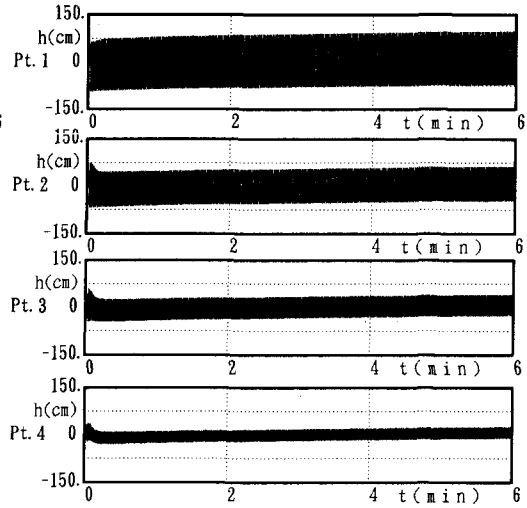


図3 変動間隙水圧の時間変化(弓ヶ浜砂)

れに伴って生じる高密度化も砂層上部のみに限定されることがわかる。この場合も、第2段階の液状化によって砂層上部のみが徐々に高密度化するがその程度は標準砂と較べて小さい。このような高密度化の内部構造の差異は砂層表面沈下量の差として明確に現れる。すなわち、図6にみられるように、第1段階の液状化による高密度化領域の大きい標準砂の方が弓ヶ浜砂に比べて著しく大きくなっている。

著者らの従来の研究では、第2段階の液状化現象に対しては砂層の透水係数が一つの重要な要素であることを明らかにしているが¹⁾、本実験によって、第1段階の液状化においても透水係数がきわめて重要な役割を果たしていることが明らかにされた。

【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.43-48. 1992

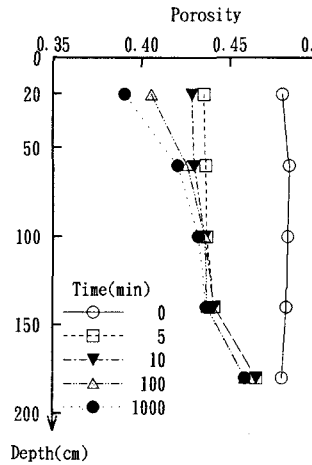


図4 間隙率の時間変化(標準砂)

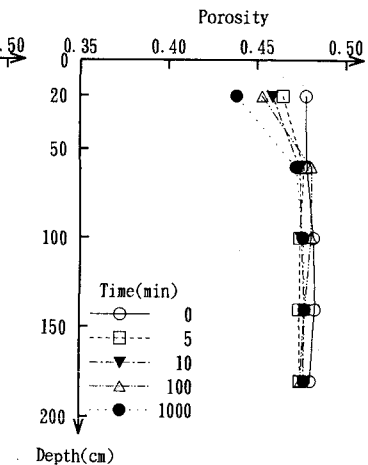


図5 間隙率の時間変化(弓ヶ浜砂)

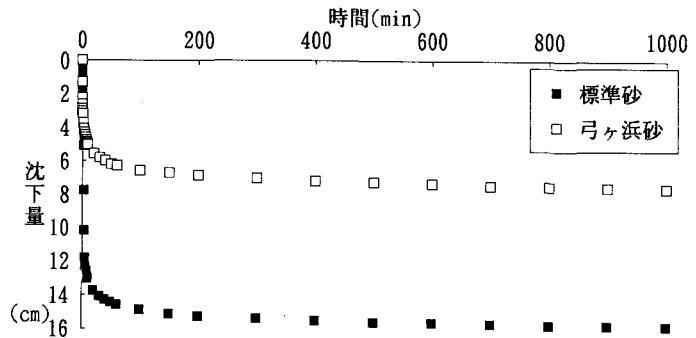


図6 砂層表面沈下量