

変動水圧によるゆるい堆積砂層の高密度化特性に関する基礎的研究

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

(株) 五洋建設

正員 矢野 史博

岡山大学大学院

学生員 ○石原 正義

1. はじめに

洪水時における河川からの土砂の流出や沿岸漂砂に伴って多量の土砂が沿岸域に堆積する際には、非常にゆるい地盤が形成されることが考えられる。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で現地調査を行った結果、両海岸とも間隙率が 0.48~0.50 程度の非常にゆるい砂地盤であることが確認された。このような地盤は、構造物を設置する場合には波などに対する地盤の動的安定性を検討しておく必要がある。このような観点から、著者らは、従来より、ゆるい堆積砂層に波などの変動水圧が作用する場合の砂層の動的挙動について実験的に検討してきている。その結果、二つの段階の液状化の発生や砂層が高密度化することを明らかにしてきている¹⁾。本研究は、変動水圧場におけるゆるい堆積砂層が高密度化することに伴う砂層の間隙率の変化に着目し、その変化機構を明らかにしようとするものである。

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させた豊浦標準砂 ($d_{50} \approx 0.25\text{mm}$, $G_s = 2.65$) を自由落下させて形成する。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。砂層形成後、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それぞれ約 40cm, 85cm, 120cm (Case1, Case2, Case3) とし、周波数は 1Hz とした。

3. 実験結果および考察

図 2 は、Case1~3 の間隙率の時間変化を示している。Case2, 3 では、実験開始後 5 分間で Pt.4 および Pt.5 まで高密度化しているのが分かる。これは、変動水圧の振幅が大きく、平均間隙水圧の上昇を伴う第 1 段階の液状化¹⁾が発生したためである。5 分以降は第 2 段階の液状化により砂層が徐々に高密度化しているのが分かる。しかし、Case1 では、ほとんど第 1 段階の液状化の影響が見られず、砂層表面部だけが第 2 段階の液状化により高密度化しているのが分かる。これは、Case1 では変動水圧の振幅がその他のケースに比べて小さかったためと考えられる。これらのことより、

変動水圧の作用により、ゆるい堆積砂層において発生する液状化およびそれに伴う高密度化は、第 1 段階の液状化による影響が大きいこと、また、その液状化領域において、変動水圧の作用による高密度化は一様に、かつ短時間の間に進行することなどが分かった。さらに、第 2 段階の周期的な液状化に伴い、砂層上部が徐々に高密度化することが分かった。

図 3 は、第 1 段階と第 2 段階との液状化による高密度化が顕著に現れている Case3 の場合について、実験値 (記号) およびそれをもとに求めた近似曲線を示している。図 3(c) に示している実験値を検討した結果、それぞれの段階の間隙率の時間的な変化量は指数近似可能であることが分かった。そこで、本研究では、高密度化が式(1)で示すように第 1 段階と第 2 段階との二つの段階で進行するものとして各筒の間隙率の変化量を推定した。図 3(a), (b) はそれぞれ第 1 段階と第 2 段階の間隙率の変化量を示している。この図より、推定

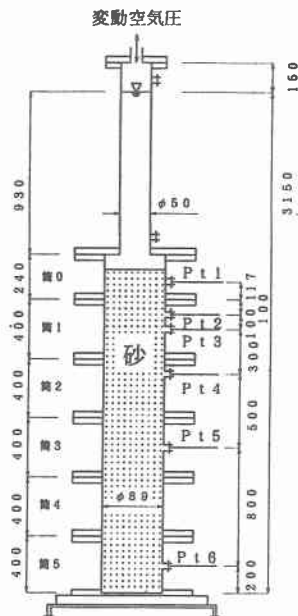


図 1 実験装置 (単位 mm)

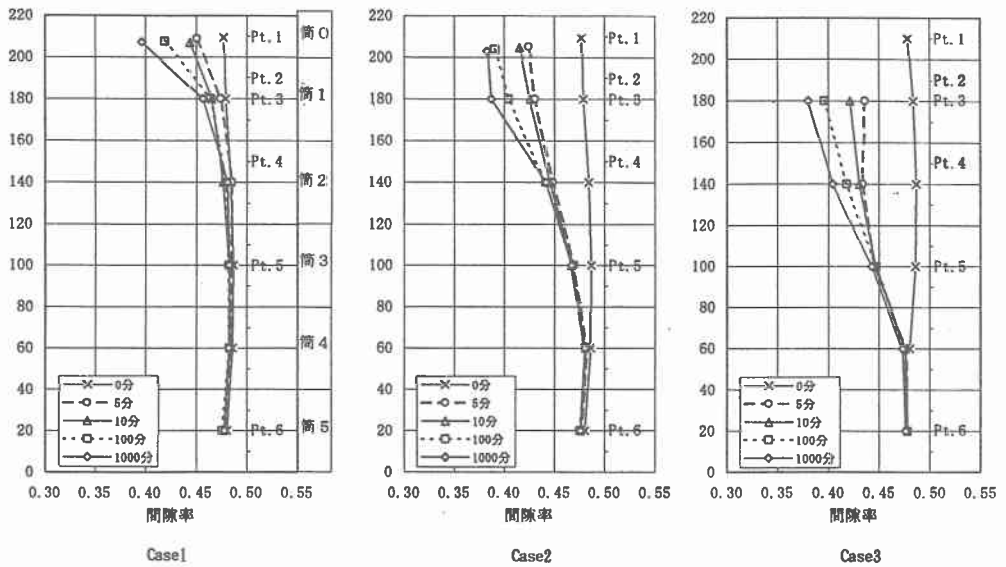


図2 間隙率の時間変化

$$\lambda = \lambda_0 - \lambda_1 - \lambda_2 \quad (1)$$

$$\lambda_1 = c_1(1 - e^{-c_2 t}), \lambda_2 = -c_3 e^{-c_4 t} + c_5$$

λ : 間隙率, λ_0 : 初期間隙率, λ_1, λ_2 : 第1段階、第2段階の間隙率の変化量, t : 時間, c : 係数

値の傾向は、第1段階の高密度化が実験初期の段階で終了し、第2段階の高密度化が徐々に進行するという実験結果をよく表現していることが分かる。これらの間隙率の変化量を合成して示したのが図3(c)である。この図より、実験値と式(1)による推定値はよく一致していることが分かる。

以上の結果より、砂層の間隙率は指数関数により近似、予測可能であることが分かった。今後は、式(1)中の各係数の値を変動水圧の大きさや液状化深さなどの関数として取り扱うなどして、様々な条件下で適用できるように、一般性を有しかつ精度よい推定式を提案していく予定である。

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. 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

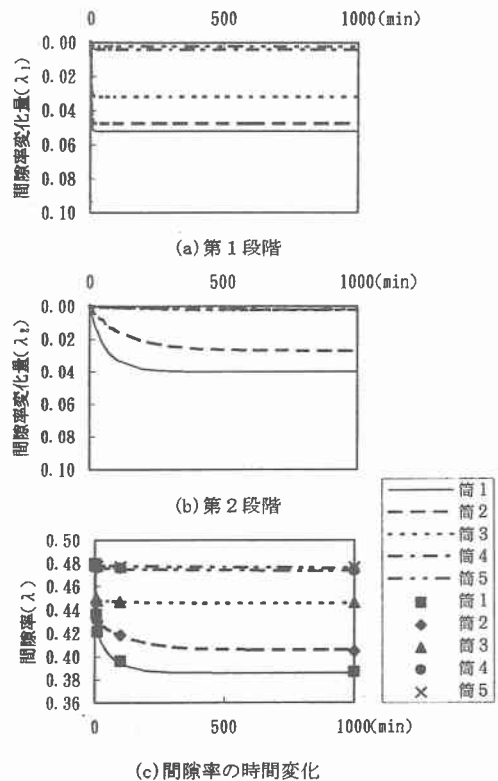


図3 近似式による間隙率の時間変化