

変動水圧によるゆるい堆積砂層の動的挙動に及ぼす変動水圧の周波数の影響

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
 清水建設 正 員 松本 高之
 岡山県庁 正 員 ○赤沢 康明

1. はじめに

近年、各地の砂浜海岸で海岸侵食が進み、汀線が大きく後退するという被害が各地で報告されているなか、鳥取県の弓ヶ浜海岸においても 1992 年春に大規模な海岸侵食が発生した。著者らが、現地地盤を調査した結果、間隙率が 0.48 程度の非常にゆるい砂地盤であることが確認された。そこで、実験室内でゆるい堆積状態の砂層（間隙率 0.48 程度）を作製し、変動水圧に対する動的応答について検討してきた。その結果、ゆるく堆積した砂層では、変動水圧の作用により、平均間隙水圧の上昇をともなった持続的な大規模な液状化と、変動水圧の水圧伝播の遅れによって砂層上部において発生する周期的な液状化との二つの形態の異なる液状化が発生し、それに伴って砂層が高密度化することを明らかにしている¹⁾。

本研究は、変動水圧によるゆるい堆積砂層の液状化およびそれにともなう高密度化に変動水圧の周波数がかなり影響するのではないかと考え、ゆるい堆積砂層に周波数の異なる変動水圧を作用させ、液状化および高密度化特性について鉛直 1 次元砂層模型を用いて実験的に検討した。

2. 実験方法

実験には、図 1 に示す実験装置を用いた。変動空気圧を水面上に作用させることにより、ほぼ正弦的な変動水圧を砂層面上に作用させることができる。ゆるい堆積砂層は試料容器に水を張り、乾燥豊浦標準砂 ($d_{50} \approx 0.25\text{mm}$, $G_s \approx 2.65$) をロートを通して自由落下させて作製する。その時の砂層の間隙率は約 0.48 になる。砂層厚は 2m である。砂層作製後、周波数 0.5, 1.0 および 1.5Hz の変動水圧(それぞれ Case1、Case2 および Case3 とする)を 1000 分間作用させ、砂層表面の沈下量、間隙率および Pt.1 ~ Pt.4 の各測点において間隙水圧の計測を行った。変動水圧の振幅は水頭にして約 85cm とした。

3. 実験結果および考察

図 2 および図 3 は Case1 および Case2 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、静水圧状態での間隙水圧を示し、Pt.1 は水中変動水圧を示している。ここには掲載していないが、Case3 の場合は、Case2 とほぼ同様であった。図 4 は、実験終了時における周波数の違いによる間隙率分布を示している。図中の点線は初期状態を示している。また、図 5 は周波数の違いによる砂層表面沈下量の時間変化を示している。従来の研究より、図 2 に見られるように、ゆるい堆積砂層の変動水圧による動的挙動は、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、それが一定となった状態、すなわち、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。また、この二つの液状化によって砂層が高密度化するという結果が得られている¹⁾。図 2 および図 3 より、いずれの周波数の場合にも第 1 段階の液状化は発生することがわかる。その継続時間は周波数が大きいほど長くなっていることがわかる。また、変動間隙水圧の平均値の上昇が最初の数分間、

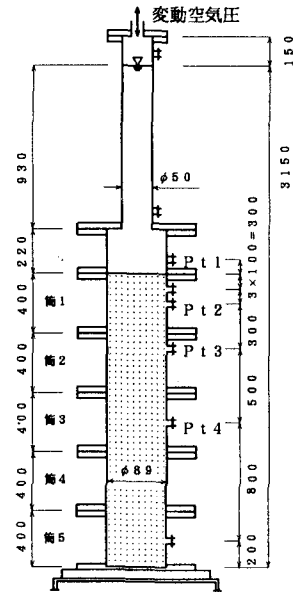


図 1 実験装置 単位(mm)

Case1 より Case2 の方が大きいことから、周波数が大きくなると第1段階の液状化の領域も深くなることがわかる。図4より、Case1 の場合、深さ 100cm より上層部が、Case2 および Case3 の場合、深さ140cm より上層部が第1段階の液状化によって高密度化していることがわかる。深さ 60cm より上層部での第2段階の高密度化は、いずれの場合もほぼ同じであると判断される。図5より、周波数が大きくなるほど沈下量が大きくなる。この差は主に、初期の第1段階の液状化による沈下量の差であり、その後の第2段階の液状化による沈下量の差は、今回の実験の周波数範囲ではほとんどないようである。

以上のことから、変動水圧の周波数が大きくなると、第1段階の液状化の範囲および継続時間が長くなり、第1段階の液状化により発生する高密度化もより進行するが、今回の実験の範囲では、その後の第2段階の液状化による高密度化に対する周波数の影響はほとんどないことがわかった。

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. 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

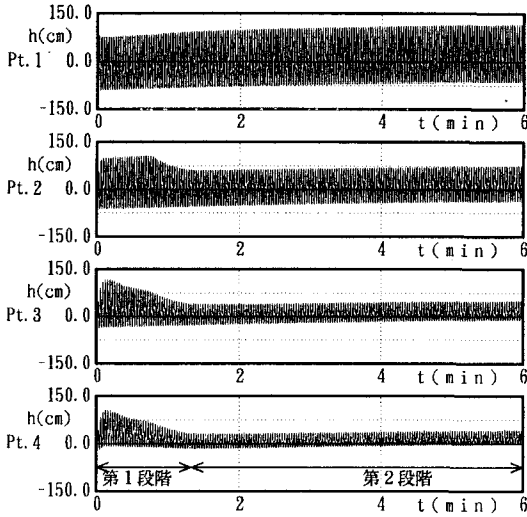


図2 変動間隙水圧の時間変化 ($f=0.5$ Hz)

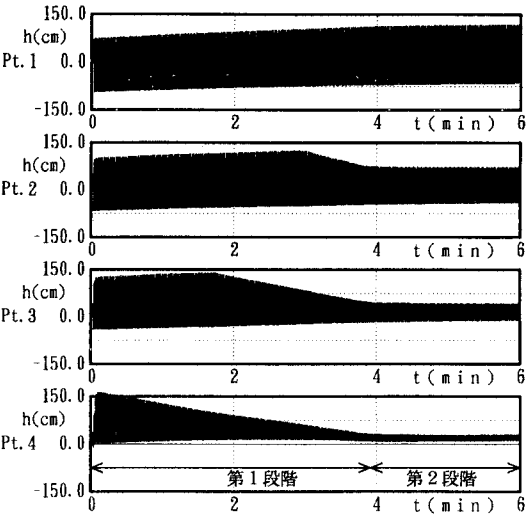


図3 変動間隙水圧の時間変化 ($f=1.0$ Hz)

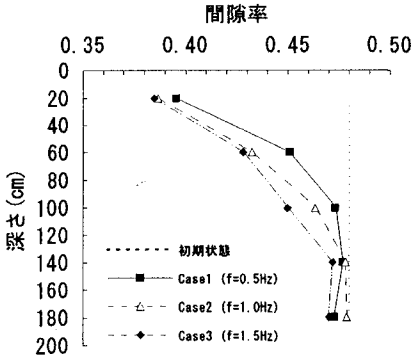


図4 間隙率分布（実験終了時）

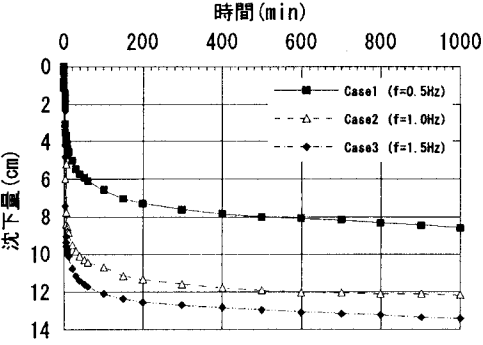


図5 砂層表面の沈下量の時間変化