

液状化地盤の動的挙動に及ぼす初期構造（固有）異方性の影響

Numerical and Experimental Studies on the Effect of Inherent Anisotropy on the Dynamic Behavior of Liquefiable Sand Deposit

○上田恭平・浦谷啓太・井合 進

○Kyohei UEDA, Keita URATANI, Susumu IAI

Some past researches have pointed out the importance of inherent anisotropy of sands in soil mechanics. In this study, a series of dynamic centrifuge model tests was performed on a liquefiable level ground by changing the deposition angle of sands to investigate the effect of inherent anisotropy on the seismic behavior. It is shown that the response of acceleration and excess pore water pressure greatly depends on the inherent anisotropy. The ground with larger deposition angles was more prone to liquefaction. Furthermore, numerical simulation was carried out on the dynamic behavior using an extended strain space multiple mechanism model, in which the effect of inherent anisotropy can be taken into account. Both numerical and experimental results show that it is necessary to consider the influence of inherent anisotropy in liquefaction evaluation.

1. はじめに

1970年代より続けられている砂の初期構造（固有）異方性に関する研究（例えば、小田・風間）により、初期構造異方性が地盤の強度に対して無視できない影響を及ぼすことが明らかになっている。しかしながら、地震時の液状化に代表される地盤の動的挙動に及ぼす初期構造的異方性の影響については、まだ未解明な点が多い。そこで本研究では、実験的手法として遠心力载荷装置を用いた振動実験により砂の堆積角度が液状化挙動に与える影響を確認するとともに、初期構造異方性の表現が可能なモデルを導入した有効応力解析により、模型実験の再現を試みた。

2. 遠心模型実験

実験には京都大学防災研究所所有の遠心力载荷装置（半径 2.5m）を使用した。本実験は 50G 場にて行うため、模型スケールは実物スケールの 1/50 となる。実験模型図を図-1 に示す。地盤の堆積角度を変えるため、土槽を所定の角度に傾けた状態で空中落下法により砂を降らし地盤を作製した。試料には豊浦砂を使用し、相対密度は 60% とした。給砂終了後、土槽をゆっくりと水平状態に戻し、粘性流体であるメトローズにて地盤を飽和させた。上記の手順で、 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° の 5 ケースの堆積角度で地盤を作製した。実験模型を遠心力载荷装置に搭載し、50G 場まで遠心力を上

昇させた後、実物スケールで加速度振幅 200gal のテーパー付き正弦波（1Hz、継続時間 40 秒）により加振を行った。

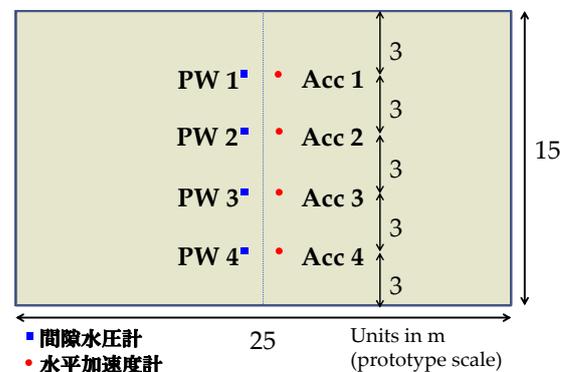


図-1 実験模型図

図-2 に加速度時刻歴 (Acc1)，図-3 に過剰間隙水圧時刻歴 (PW1) を示す。土槽の地表面付近ではどのケースにおいても過剰間隙水圧が初期有効応力に達している。つまり、液状化が発生していることがわかる。一方、図-4 に示す PW2 では、 0° と 30° のケースでは液状化が起きていないのに対し、 45° 、 60° 、 90° のケースでは過剰間隙水圧が概ね初期有効上載圧まで上昇している。堆積角度が大きいほど水圧の値が大きくなるとともに、水圧の消散が遅い、つまり液状化状態を長く保つことも図-3 から確認できる。水圧の上昇過程を詳

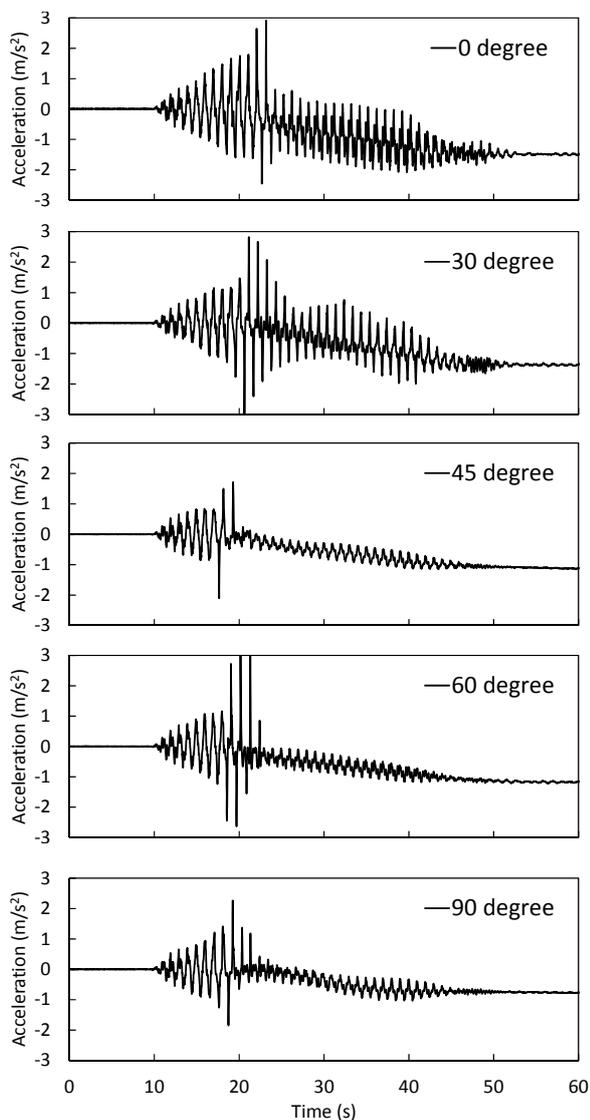


図-2 加速度時刻歴 (Acc1)

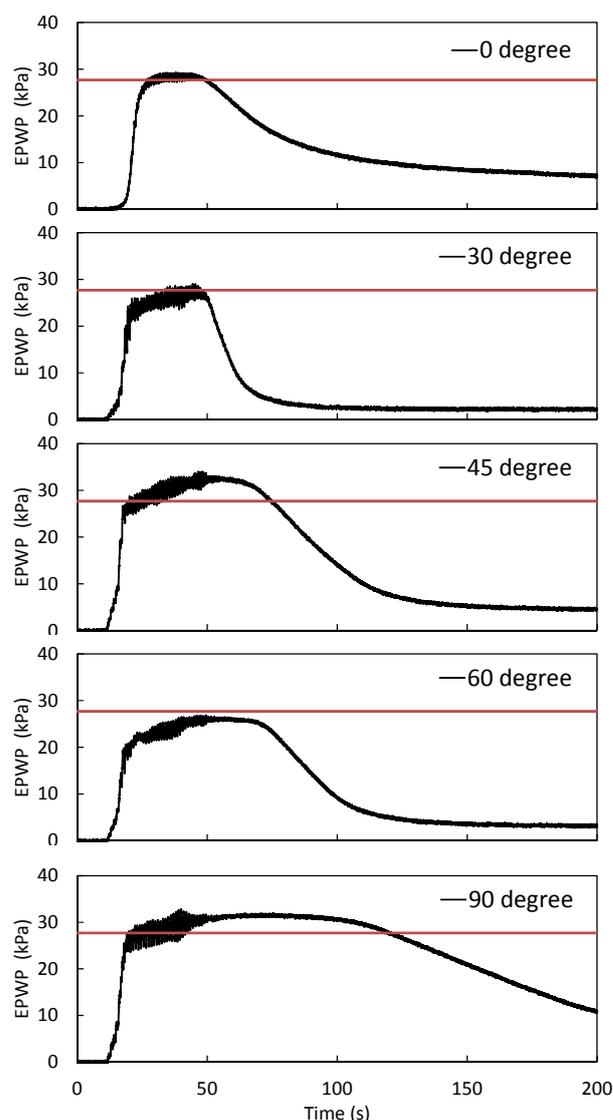


図-3 過剰間隙水圧時刻歴 (PW1)

細に見ると (図-4), 堆積角度が増すにつれて水圧の立ち上がりが早くなることも確認できた。

3. 有効応力解析

数値解析は有効応力解析プログラム FLIP を用いて実施し, 砂の構成モデルには初期構造異方性の影響を考慮できるように改良されたひずみ空間多重せん断モデルを使用した. 紙面の都合上, 詳細は割愛するが, 構成式に新たに導入した異方性パラメータ (a_1, a_2, ω_0) を調節することで, 既往の室内試験や本研究で実施した遠心模型実験の結果を適切に表現できる可能性があることを確認した. なお, ダイレイタンスに及ぼす初期構造異方性の影響のモデル化の改善が今後の課題である.

4. 結論

遠心模型実験および有効応力解析を実施するこ

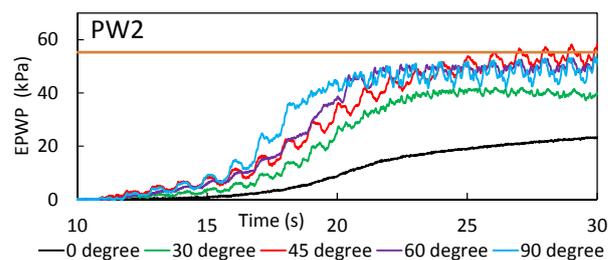


図-4 過剰間隙水圧時刻歴の上昇過程 (PW2)

とで, 砂の初期構造 (固有) 異方性が地盤の液状化挙動に対して無視できない影響を及ぼすことが明らかとなった. 地盤の堆積角度が大きくなるにつれて, 液状化しやすい傾向にあると言える.

参考文献

小田匡寛, 風間秀彦: 砂の異方性に関する基礎的研究 (その 1), 土と基礎, 18(9), 15-21, 1970.