

III-35

サイクリック・モビリティを考慮した液状化実験の数値シミュレーション

（株） 間組 技術研究所 三原 正哉
同 上 ○西 邦夫

1. まえがき

筆者らは、ある程度密な砂地盤に対しても適用可能な応力～ひずみモデルを提案し¹⁾、提案したモデルの有用性について定性的な面から検討してきた¹⁾²⁾。ここでは、定量的な面から本手法の適用性を検討するため、せん断土槽を用いた液状化実験の数値シミュレーションを実施したのでその結果について報告する。

2. 実験の概要と解析に用いた物性値

解析対象とする実験は、振動台上のせん断土槽（幅30cm、長さ60cm、高さ65cm）内に豊浦砂を用いて水中落下法により飽和地盤（ D_r ＝約70%、地盤高さ60cm）を製作し、振動数3Hzのsin波で約150galの加速度で加振したものである。計測は、地盤内の加速度、間隙水圧について実施した。

物性値の決定は以下に行った。まず、筆者らの提案モデルにおいて間隙水圧の発生モデルは石原モデルを用いている。そこで、物性値のうち、間隙水圧の発生モデルに関するパラメータについては、実験時と同程度の相対密度を持つ豊浦砂の中空ねじり試験機による非排水繰返しせん断試験結果に対し、パラメータ・スタディーを行うことにより定めた。試験時の間隙水圧の時刻歴とシミュレーションによる間隙水圧の時刻歴との比較を図-1に示す。なお、変相線に達した後の間隙水圧の上昇過程については、石原モデルをそのまま用いた場合、上昇量が試験結果と比較して大きくなるため、今回は除荷時の間隙水圧の上昇率を石原モデルの1/5にすることにより、試験結果と一致させた。また、その他の物性値について

表-1 計算条件

深度層 節面 (cm) 番号 番号	物性値 (tf-m系)
0 0	
① 1	$\gamma_t = 1.8$
② 2	$G'_0 = 1180$
③ 3	$B_p = 1.35$
④ 4	$B_u = 0.56$
⑤ 5	$\theta_s = 16.5^\circ$
⑥ 6	$\phi' = 38^\circ$
60	$\phi'_x = 36^\circ$
	$n = 0.9$
$\Delta t = 0.0001 \text{ (sec)}$	
入力加速度 150 gal	

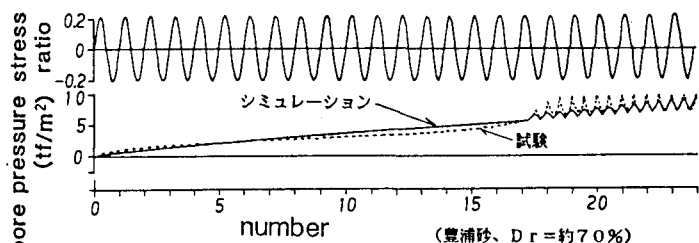
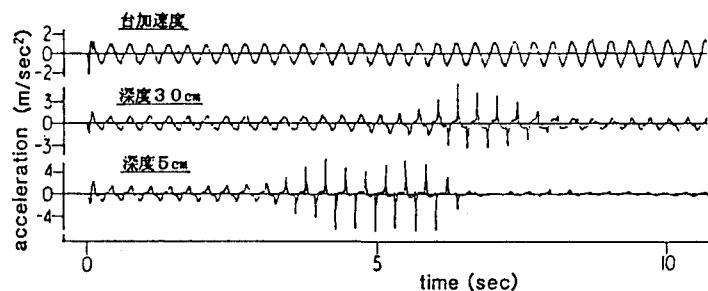
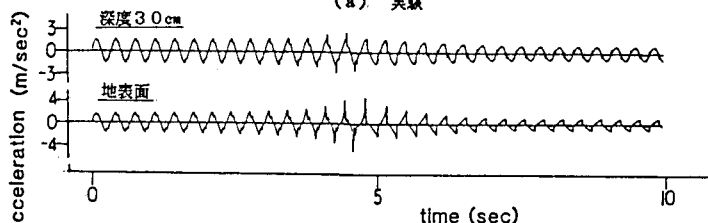


図-1 非排水繰返しせん断試験結果の比較



(a) 実験



(b) シミュレーション

図-2 加速度波形の比較

は相対密度から推定した値を用いた。解析に用いた物性値の一覧を解析条件とともに表-1に示す。

3. 計算結果

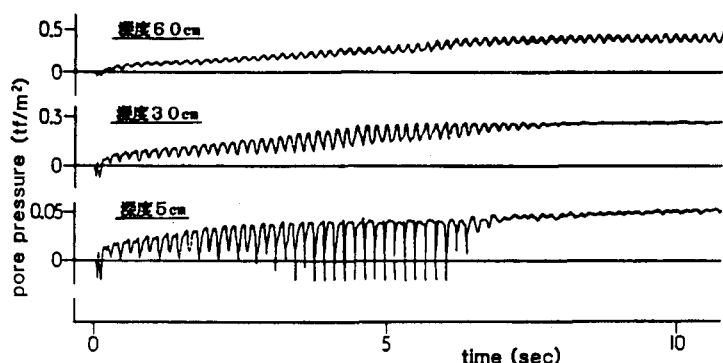
図-2 b) は、地表面および深度30cmにおける応答加速度波形である。図-2 a) の実験結果と比較すると、応答加速度の大きさおよび時刻歴における変化の様子がほぼ同様の傾向を示していることがわかる。特に表層部においては、加速度の特異な立ち上がりおよびその後の応答加速度の減少が表現されている。しかし、深度30cmでの応答値においては4秒程度まではほぼ一致しているが、それ以降は計算結果の方が早く特異な立ち上りを示す傾向があり、最大応答の発生時刻も早い。図-3 b) は、深度5cm、25cm、55cmにおける間隙水圧波形である。図-3 a) の実験結果と比較すると、間隙水圧の上昇過程は良く一致していると言える。また、図-4、図-5は、計算によるせん断ひずみの時刻歴波形と応力~ひずみ曲線である。図-4より、間隙水圧が上昇するにともないひずみが徐々に増大し、間隙水圧が最大値に達する直前でひずみが急激に増大することがわかる。また、図-5では、途中で逆S字型のカーブを示しており、この時の加速度波形は特異な立ち上りを示している。その後、剛性の低下に伴い、加速度が減少している。

4. 今後の課題

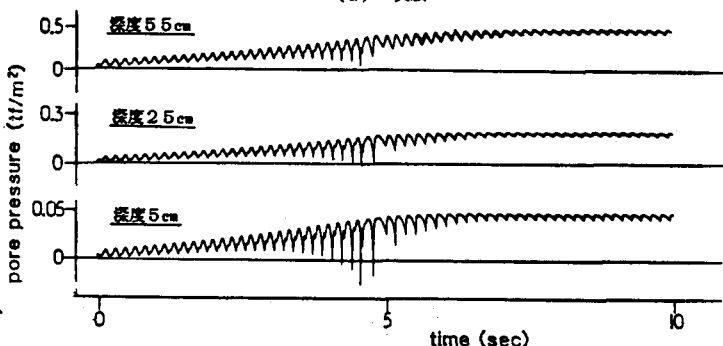
今後の課題としては、①変相後の間隙水圧の上昇過程の正確な把握とそのモデル化、②間隙水圧の消散を考慮すること、③土質試験データの蓄積と物性値の決定方法、④実地盤に対する数値シミュレーション、などがあげられる。

（参考文献）

- 1) 三原、西：繰返し載荷を受ける砂の非排水時・応力~ひずみ曲線のモデル化、第20回土質工学研究発表会、S60.6
- 2) 三原、西：砂の非排水時・応力~ひずみモデルによる一次元有効応力解析、第21回土質工学研究発表会、S61.6



(a) 実験



(b) シミュレーション

図-3 間隙水圧波形の比較

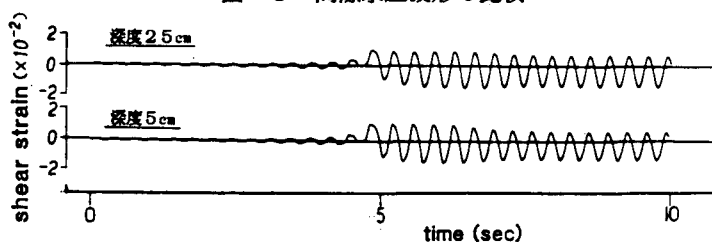


図-4 せん断ひずみ波形（シミュレーション）

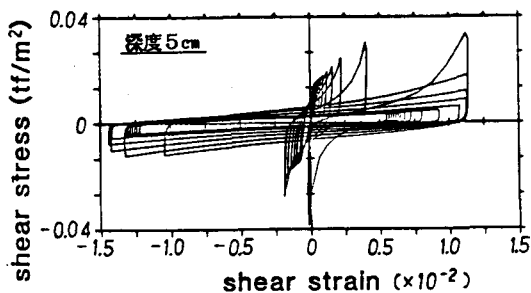


図-5 応力~ひずみ曲線（シミュレーション）