

基礎の補強や維持更新に対する地盤改良の適用性の検討

木村 亮*・澤村康生**

1. 研究の目的

フーチング下部に地盤改良工を施した杭基礎は、杭基礎と地盤改良を組み合わせることにより十分な耐震性を確保し、下部構造を合理化する工法である。これまで主に地表面付近に軟弱地盤が堆積する場合を対象として研究^{例え}¹⁾が行われてきたが、本工法の液状化地盤への適用について検討した例は少ない。液状化対策として本工法を用いることを考えると、地盤改良の剛性や範囲、上部工の形状等を種々に変化させて、それらが液状化発生時の地震時挙動に与える影響を把握する必要がある。そこで本研究では、3次元土-水連成弾塑性有限要素解析手法を用いて稲上²⁾が実施した遠心模型実験に対する再現解析を実施し、解析モデルの妥当性に関する検討を行った。

2. 解析手法

図-1 に実験模型の概略図と再現解析に用いた解析メッシュを示す。実験ケースは、Case-1 が無改良の場合、Case-2, 3 は改良強度の異なる地盤改良 (Case-2 : $q_u = 1100 \text{ kN/m}^2$, $E = 8.82 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$; Case-3 : $q_u = 9030 \text{ kN/m}^2$, $E = 7.53 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$) を施した場合とした。模型地盤は豊浦砂を用い、上部 3 m を $D_r = 40\%$ の液状化層、下部 10 m を $D_r = 85\%$ の非液状化層とした。再現解析には、3次元土-水連成弾塑性有限要素解析プログラム DBLEAVES³⁾を用い、杭基礎は弾性体としてモデル化、土の構成式は Cyclic mobility model⁴⁾を使用した。

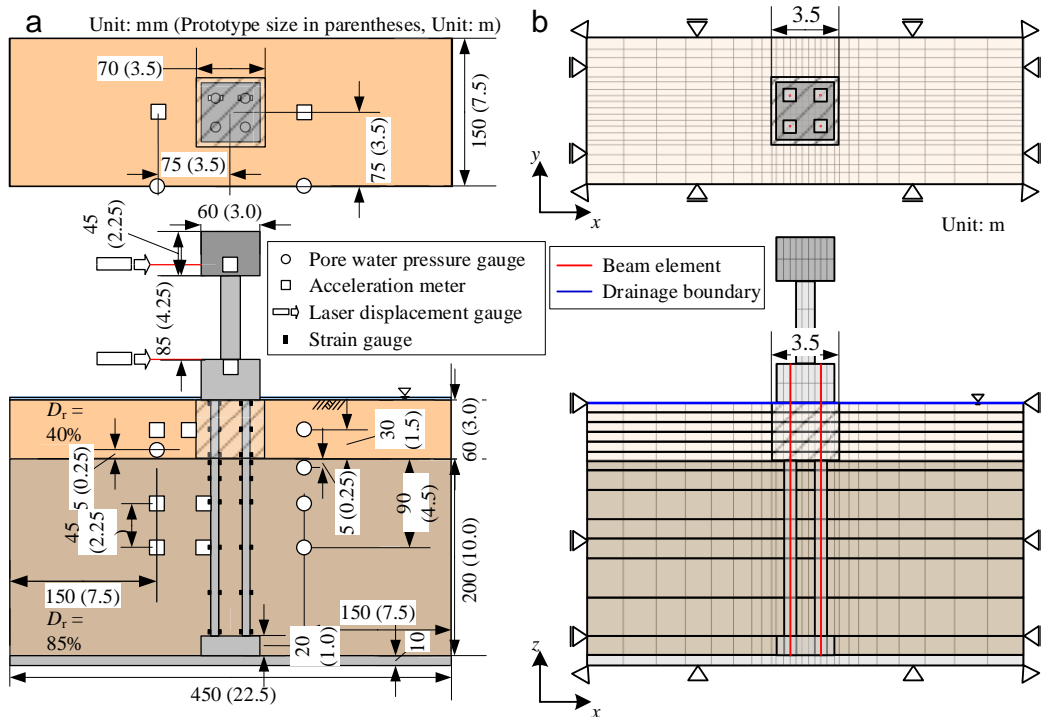


図-1 実験および解析条件：(a) 実験模型の概略図，(b) 解析メッシュと境界条件

*京都大学・教授，**京都大学・准教授

3. 得られた成果

図-2 に、Case-1 について、地盤中の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。液状化層・非液状化層のいずれにおいても、層の中央では加振全体を通して良好に再現できている。一方、液状化層と非液状化層の境界付近では加振初期において実験値に対して遅れて上昇する傾向がみられる。

図-3 に杭頭加速度の時刻歴を示す。図より、振幅の増減について全体を通して実験結果を概ね再現できていることが確認できる。位相についても概ね再現できているが、解析値は実験値よりもやや早くピークを迎える傾向があり、この傾向は地盤改良を含む Case-2, 3 でより顕著である。

図-4 に、杭頭変位と曲げモーメントの最大値について、実験と解析値の比較を示す。同図より、解析値は杭頭変位は大きめ、曲げモーメントは小さめになっているが、地盤改良による有無や改良強度による差異を十分に評価していることが確認できる。

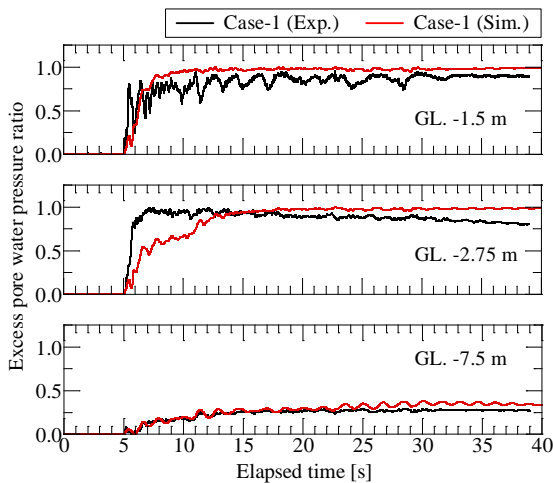


図-2 過剰間隙水圧比の時刻歴 (Case-1)

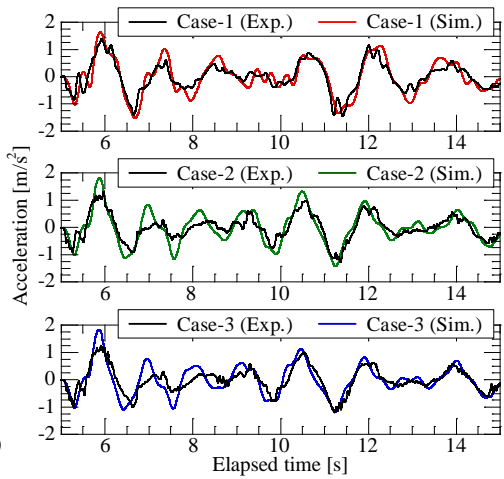


図-3 杭頭加速度の時刻歴

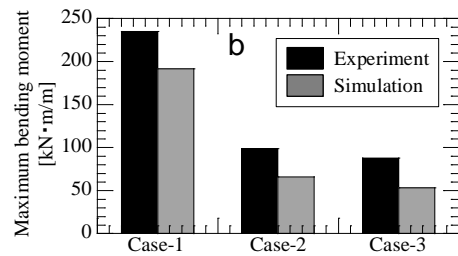
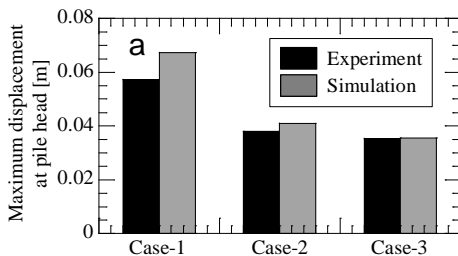


図-4 杭頭変位と曲げモーメントの最大値 (実験値と解析値)

4. 謝辞

本研究は、株式会社 不動テトラより委託されたものであり、関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 富澤幸一, 西川純一: 深層混合処理工法により形成した複合地盤における杭設計手法, 土木学会論文集, No.799/III-72, pp.183-193, 2005.
- 2) 稲上慶太, 澤村康生, 小坂 崇, 西海能史, 木村 亮: フーチング下部の液状化層を地盤改良した群杭基礎の地震時挙動に関する遠心模型実験, 第 54 回地盤工学研究発表会, pp.1293-1294, 2019.
- 3) Ye, B., Ye, G. L., Zhang, F. and Yashima, A.: Experiment and numerical simulation of repeated liquefaction-consolidation of sand, *Soils and Foundations*, Vol.47, No.3, pp.547-558, 2007.
- 4) Zhang, F., Ye, B., Noda, T., Nakano M. and Nakai, K.: Explanation of cyclic mobility of soils: Approach by stress-induced anisotropy, *Soils and Foundations*, Vol.47, No.4, pp.635-648, 2007.