

# 基礎の補強やリニューアルに対して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<sup>例え<sup>ば</sup>1)</sup>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。これまでの研究では、3次元土-水連成弾塑性有限要素解析手法を用いて稲上ら<sup>2)</sup>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を確認した。本研究では、同様の手法を用いて地盤改良の強度と入力地震動をパラメータとした解析を実施した。

## 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。本研究でも同様の解析メッシュを使用することとし、地盤改良の強度以外は再現解析と同様のパラメータを用いた。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 DBLEAVES<sup>3)</sup>を用い、地盤はCyclic mobility model<sup>4)</sup>、改良体はModified Druker-Prager model<sup>5)</sup>をそれぞれ使用してモデル化した。入力地震動には、道路橋示方書<sup>6)</sup>のL1地震動を基本とし、振幅1.5倍、2.0倍の波形についても検討を行った。

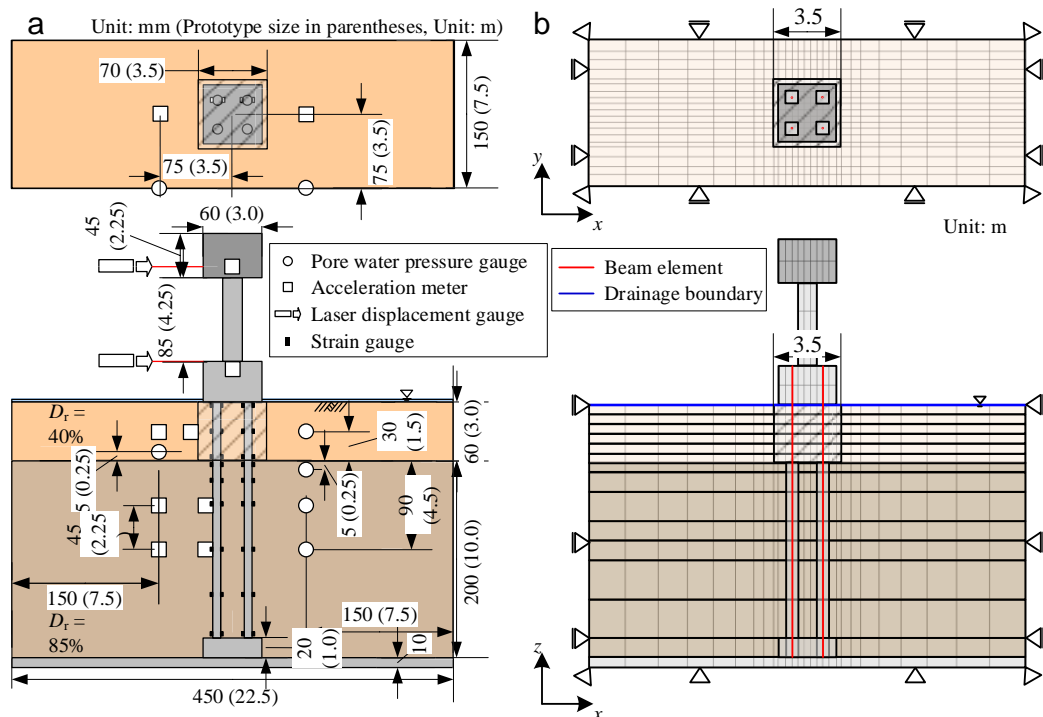


図-1 実験および解析条件：(a) 実験模型の概略図，(b) 解析メッシュと境界条件

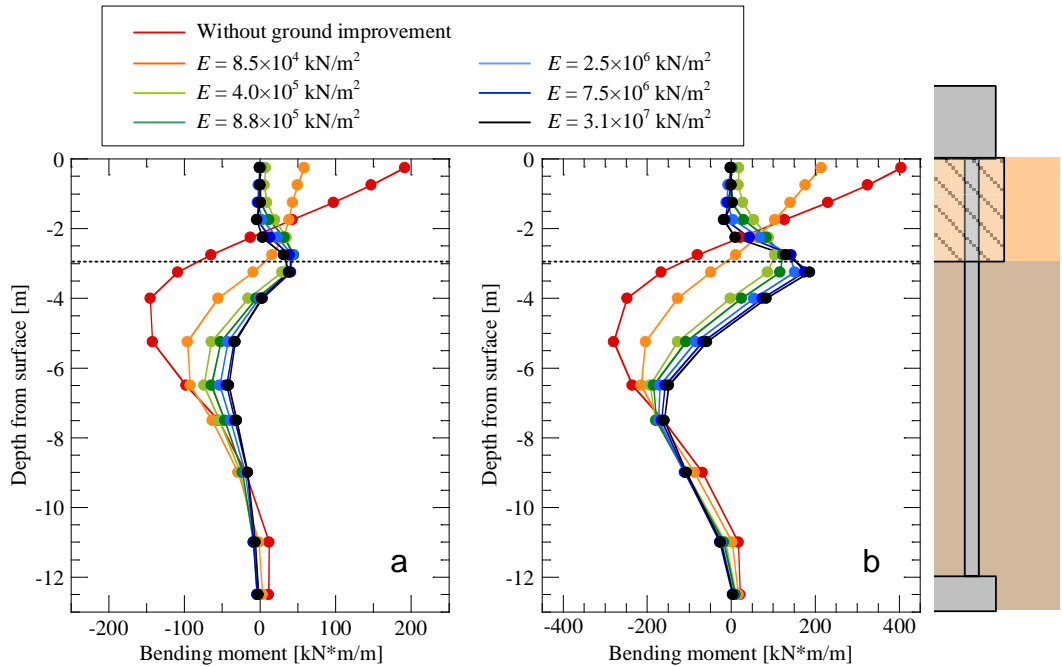


図-2 杭頭変位が最大となる時刻での曲げモーメント分布：(a) L1 地震動，(b) L1 地震動\_振幅 2 倍

### 3. 得られた成果

図-2 に、杭頭変位が最大となる時刻における杭の曲げモーメント分布を示す。同図より、改良剛性が  $4.0 \times 10^5 \text{ kN/m}^2$  以上の場合は、改良体の内部において杭が拘束されるために曲げモーメントがほとんど発生していないことが確認できる。つまり、GL-3 m までフーチングが延長されたような分布を示している。これに伴い、無改良の場合と比較して地中の深い位置で負の極大値をとることがわかる。また、改良強度が高いケースほど、改良体下端では曲げモーメントが大きくなるが、地中においては小さくなることを確認できる。この傾向は、水平荷重を受ける杭基礎において、杭頭部の結合条件を変化させた際の挙動と類似している。地盤改良を施すとフーチングが延長されたような曲げモーメント分布を示すが、改良体下端を新たな杭頭とみなすと、改良剛性を高めることは杭頭の固定度を高めることと同じ結果をもたらすといえる。つまり、地盤改良によりフーチングが下方に延長されたような構造となり、ケーソンと杭を組み合わせた挙動を示すといえる。

### 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.
- 5) Zhang, F., Kimura, M., Nakai, T. and Hoshikawa, T.: Mechanical behavior of pile foundations subjected to cyclic lateral loading up to the ultimate state, Soils and Foundations, Vol.40, No.50, pp.1-17, 2000.
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2012.