

複合地盤杭基礎工法における基底層の地盤条件による影響

北武コンサルタント株式会社 正会員 ○佐々木 徹也
 北武コンサルタント株式会社 正会員 清水 均
 北武コンサルタント株式会社 正会員 渡辺 忠朋
 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所 正会員 西本 聡
 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所 正会員 富澤 幸一

1. はじめに

軟弱地盤や液状化が想定される地盤中に施工する杭の周辺に地盤改良を施す杭基礎工法(以下、複合地盤杭基礎工法と称する)が提案されている¹⁾。この工法は、地盤改良で形成された複合地盤により杭の水平抵抗を確保し、杭本数や躯体を縮小させることが可能な工法である。

ここでは、複合地盤下端の層(以下基底層と呼ぶ)の地盤条件に着目し、これらが杭基礎の地震時挙動に及ぼす影響を2次元動的的非線形有限要素法解析によって検討した。

2. 解析条件

基底層の N 値及び土質区分をパラメータとして検討を実施した(表-1)。検討に用いたモデルは実橋梁モデルとし、上部に N 値 3~7 の軟弱な砂層が存在するため、その対策として複合地盤杭基礎工法が採用された事例である。橋台基礎の構造および地盤条件を図-1 に示す。

3. 解析モデル

2次元有限要素法モデルとしては、平板要素を用いた。杭体および地盤は非線形要素、フーチング及び橋台は弾性要素としてモデル化した。構造物と地盤の境界面には、全てジョイント要素を配置し、底面及び側方境界には粘性境界要素を設けた。杭体の RC 要素には、岡村・前川ら²⁾が開発した鉄筋コンクリートの履歴依存型非線形構成則を適用し、地盤要素は、Osaki モデル³⁾を適用した。なお、地震波は土木学会コンクリート標準示方書設計編によるレベル 1 およびレベル 2(内陸①)を適用した。

4. 解析結果

複合地盤におけるレベル 1 地震時及びレベル 2 地震時による相対水平変位の時刻暦を図-2 に示す。なお、相対水平変位はフーチング下面中心位置と杭先端中心位置の水平変位の差とし、正が橋台前面側、負が橋台背面側への変位を表す。図-2 より、基底層の地盤条件の違いによりレベル 2 地震時には相対水平変位に明らかな差が見られ、杭基礎の地震時の挙動が変化することが分かる。

基底層の地盤条件と相対水平変位の最大値および最小値との関係を図-3 に示す。図より、レベル 1 地震時では基底層の地盤条件により正側で 0.7~1.5cm, 負側で-1.1~-2.3cm の範囲である。レベル 2 地震時では正側で 6.7~11.9cm, 負側で-10.1~-13.5cm である。砂質土、粘性土とも基底層の N 値が大きい場合ほど相対水平変位は小さくなる。また、 N 値の増加に伴う相対水平変位は、砂質土で N 値=15 以上であれば、変化がほぼ収束する傾向が読み取れる。

表-1 解析ケース

No.	CASE名	基底層のパラメータ		地震波
		土質区分	N値	
1	砂5	砂質土	5	レベル1 レベル2
2	砂15		15	
3	砂20		20	
4	粘5	粘性土	5	
5	砂8		8	
6	砂10		10	

※全ケース複合地盤の有無について解析を行った

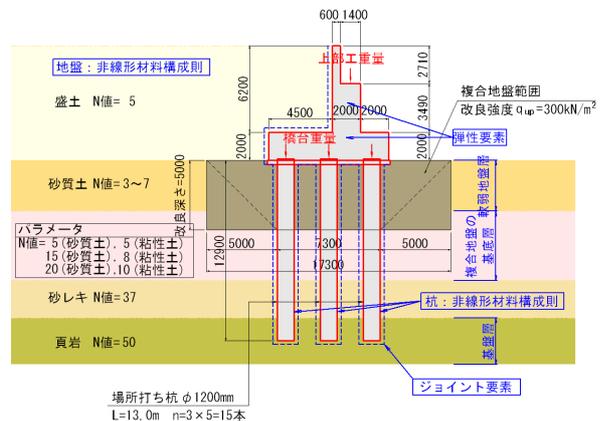


図-1 橋台基礎構造および土質条件

キーワード 複合地盤杭基礎工法, 有限要素法解析

連絡先 〒060-0020 北海道札幌市豊平区月寒中央通7丁目 北武コンサルタント(株) TEL011-851-3181

レベル1地震時とレベル2地震時における基底層あるいは該当層の地盤条件と自然地盤の最大相対水平変位に対する複合地盤の最大相対水平変位の比率との関係を図-4に示す。なお、最大相対水平変位は正側の相対水平変位を用いた。

図-4より、基底層の地盤条件の違いによって、複合地盤の基礎の水平変位抑制効果には差が見られ、基底層のN値が大きいほど水平変位抑制効果が大きくなる。特に、砂質土におけるN=5では複合地盤の水平変位抑制効果が著しく小さくなり、N=15に対して55%程度の低下となった。

また、砂質土ではN=15、粘性土ではN=8~10以上で相対水平変位の比率がレベル1地震時で0.55、レベル2地震時で0.65程度に収束する傾向が読み取れる。

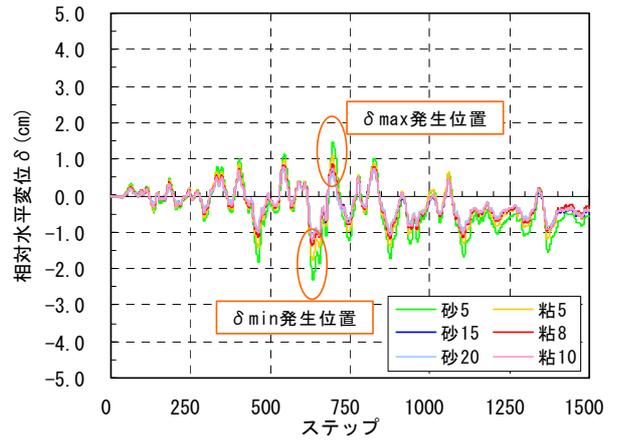
5. まとめ

複合地盤杭基礎工法に関して、地盤条件別に2次元動的非線形有限要素法解析を実施し、以下の知見を得た。

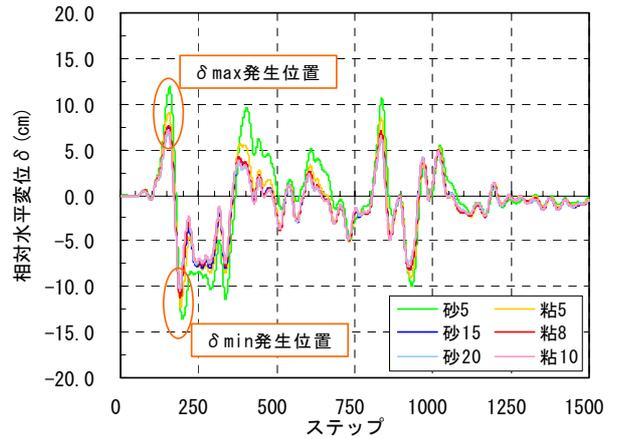
基底層の地盤条件の違いにより、杭基礎の地震時の水平変位に違いが見られた。それはN値が大きくなるほど小さくなり、砂質土ではN=15、粘性土ではN=8~10以上で自然地盤に対する複合地盤の効果が一定値に収束する傾向があった。

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) 岡村 甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解と構成則, 技報堂出版, 1991.
- 3) Ohsaki, Y.: Some Notes on Masing's Law and Non-Linear Response of Soil Deposits, Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokyo(B), Vol.XXXV, No.4, pp.513-536, 1980.



a) レベル1地震時



b) レベル2地震時

図-2 相対変位の時刻歴

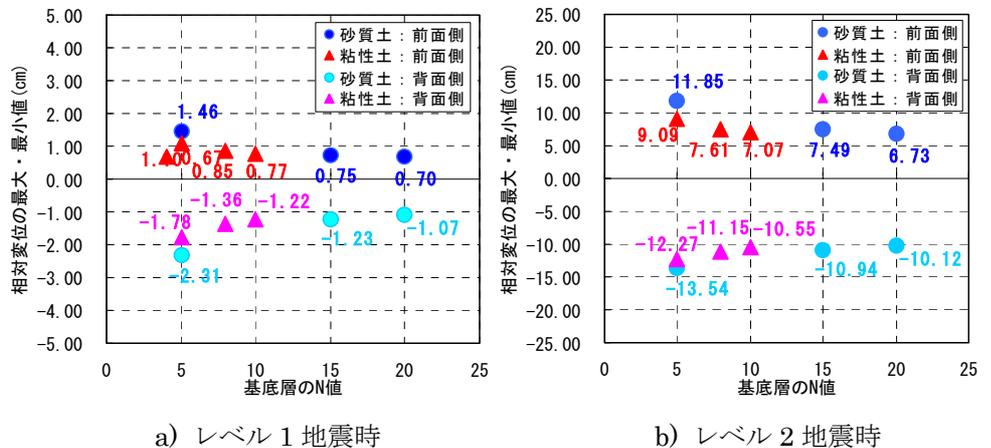


図-3 基底層のN値と相対水平変位の最大値および最小値との関係

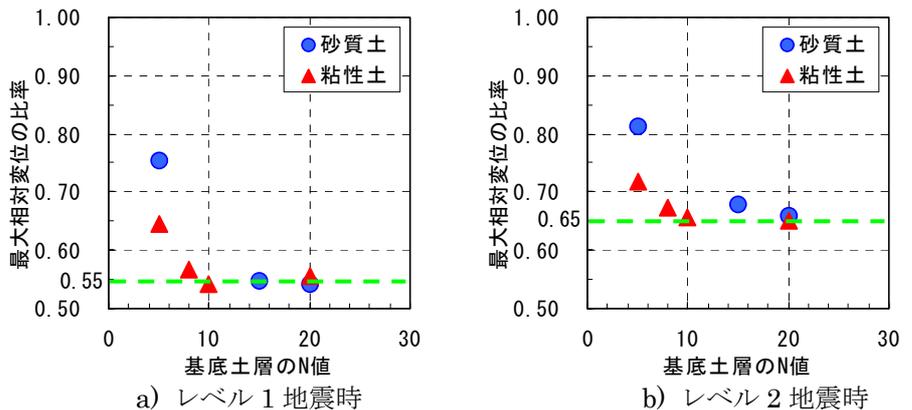


図-4 基底層のN値と最大相対水平変位の比率との関係