

地盤の非線形性を考慮した群杭基礎のインピーダンス特性と動的復元力特性に関する実験的検討

埼玉大学 正会員 ○齊藤 正人

埼玉大学 非会員 Chandra Shakhar Goit

埼玉大学 非会員 及川大輝

University of Patras 非会員 George Mylonakis

1. 目的

群杭基礎のフーチング位置における動的復元力特性(水平加振を対象)に関する研究は数多く行われており、数値解析や理論的アプローチによって、その複雑な動特性が明らかにされている。特に群杭基礎のインピーダンス特性(動的ばね特性)として、強い振動数依存性があることが知られている。一般に、振動数依存性は表層地盤の卓越振動数に起因したものと、隣接する杭が加振杭、受動杭となって振動するいわゆる杭間相互作用の影響を要因とするものがある。これらの特性は、地盤材料が線形弾性であり、地盤と杭の境界部が加振時も密着している等の、非線形性を排除した条件下で評価されているのが一般的である。

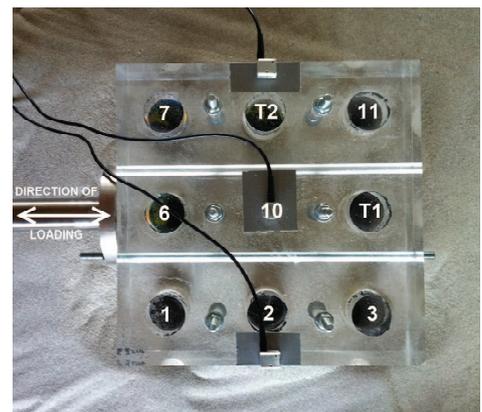
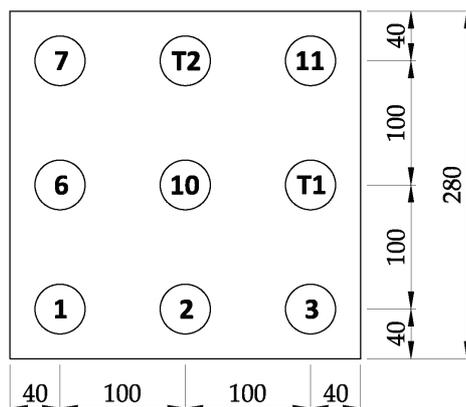
一方で、杭周辺地盤の局所的な非線形性が群杭基礎の復元力特性に著しい影響を及ぼすことが、様々な実験等によって明らかにされている。これらの復元力特性については、静的非線形解析を含めて、主に静的載荷条件下で評価されることが一般的である。

私見ではあるが、一般に非線形性が卓越すれば振動数依存性は劣勢となるという Dogma があり、相互の複雑性も相まって十分な検討がなされていない。有名な Den Hartog の非弾性伝達特性に示すように、非弾性復元力を持つ単純な1自由度系であっても、卓越振動数(振動数依存性と読み替えることができる)が生じることを鑑みれば、非線形形においても群杭基礎に振動数依存性は生じるものと思われる。

そこで本研究では、せん断土槽を用いた杭頭加振実験を実施し、群杭基礎の復元力特性ならびにインピーダンス特性を計測した。その結果、高い加振振幅レベルでも振動数依存性は生じること、また杭頭の復元力特性は加振振動数ならびに加振振幅レベルによって著しく変化することが明らかとなった。

2. 実験方法

本研究では、右図に示す 3x3 の杭配列を持つ群杭基礎(アクリル製、杭径 40mm、杭長 900mm、鉛直杭)をせん断土槽に埋設した。杭先端は自由、杭頭はフーチングで結合し、水平位置に配したアクチュエータ(10kN 加振装置・埼玉大学所有)の先端を



当該フーチングに固定した。載荷実験はおよそ 9Hz~35Hz まで 1Hz ごとに定常加振を与え、インピーダンス特性が安定した段階で計測を行った。加振レベルは、振動数範囲が広いことから加振振動数を一定として 0.2-5.0m/s² の範囲とした。地盤材料は乾燥砂(岐阜砂)を用いており(層厚 1000mm, Dr=77.5%),別途実施した地盤材料のみの基盤加振実験からは、微小変形レベルでの表層地盤の卓越振動数はおよそ 23Hz であった。

キーワード 動的相互作用, インピーダンス特性, 振動数依存性, 非線形性, 群杭基礎

連絡先 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL 048-858-3560

3. 実験結果と結論

図 3-1 によれば、加振振幅レベルが 0.2m/s^2 の場合、表層地盤の卓越振動数に起因する 25Hz 近傍の極小値が剛性項 (実部) に生じている。また、その値は、静的剛性 (低振動数側) の 25% 程度である。一方、 5.0m/s^2 のケースでは、表層地盤の卓越振動数に起因する 17Hz 近傍の極小値は 0 に近い値を示しており、静的剛性に対して著しい低下が見られる。減衰項 (虚部) については、いずれも遮断振動数で著しい変化 (振動数依存性) が確認できる。図 3-2 には、低振動数領域 (9Hz) と表層地盤の卓越振動数近傍の加振振動数 (20Hz) における杭頭での復元力特性を示す。加振振動数と加振振幅の違いが復元力特性に著しい影響を及ぼすことが確認できる。

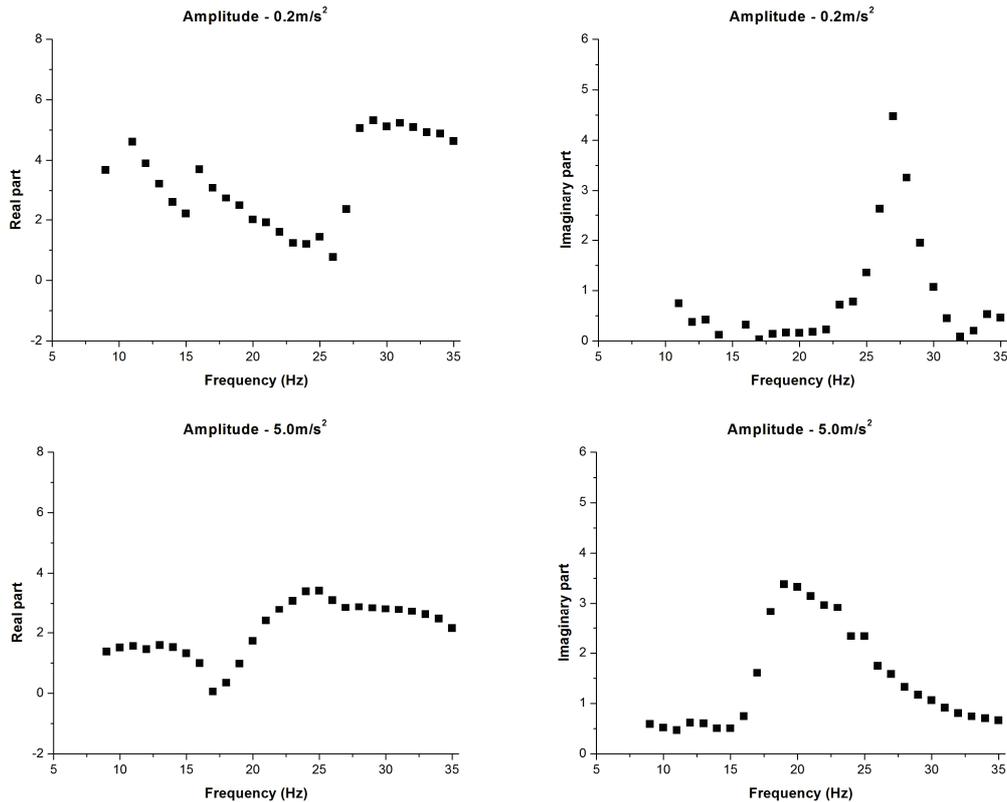


図 3-1 加振レベルを変化させた場合の群杭基礎の杭頭インピーダンス特性 (単位 kN/mm)

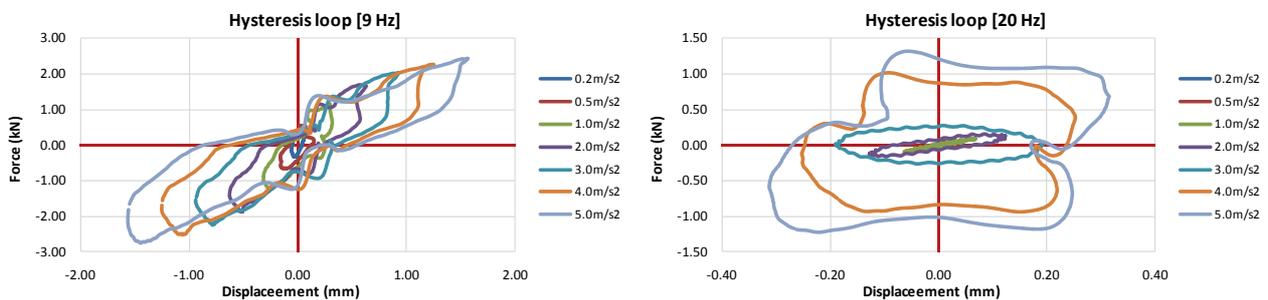


図 3-2 加振レベルと加振振動数を変化させた場合の群杭基礎の杭頭復元力特性

4. 結論

本研究により、地盤の非線形時における群杭基礎の杭頭インピーダンス特性に振動数依存性があることを確認できた。また振動数依存性の影響により、加振振動数の違いが杭頭の荷重-変位関係に顕著な相違を生じさせることが明らかとなった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23560562 の助成を受けたものです。