

I-B 397 新しい液状化対策杭の小型振動台実験における振動変位抑制のメカニズム

飛鳥建設技術研究所 正会員 三輪 滋
 同 上 正会員 森 伸一郎
 同 上 正会員 笹 木 弘
 同 上 正会員 槇 島 修

1. はじめに

杭周面に、杭軸に平行な翼状の突起を設けた杭（以下、翼付杭と呼ぶ）により、液状化した地盤中でも、地盤との相対変位に対して安定した水平抵抗を発揮する、新しい液状化対策杭の研究を実施している^{1)~4)}。この杭の振動変位抑制効果の基本的性能を把握するため、小型模型による振動台実験を実施した^{2)~4)}。実験は図-1のようにせん断土槽内に翼付杭と普通杭の模型を設置し、加振により杭頭部の変位等を計測、比較した²⁾。ここでは、翼付杭の振動変位抑制効果のメカニズムについて、振動数領域における検討および、時刻歴記録にもとづいて杭と地盤の相互作用の剛性について検討を行った。

2. 振動変位抑制効果の振動数領域における検討

翼付杭と普通杭の杭頭変位の振幅比（翼付杭／普通杭）を振動数領域で比較した一例を図-2に示す。振幅比が1.0以下となる振動数領域で振動変位抑制効果が現れている。13Hzを境界として、それ以下の振動数で振幅比が0.75程度になっており、変位振幅抑制効果が低振動数側の限られた振動数領域で発現すること、振幅比が1.0以下となる効果発現の境界の振動数（以下、境界振動数と呼ぶ）が存在することがわかる。いずれの加振ケースでも、この現象が確認できるが境界振動数は加振ケースにより異なる。図-3に境界振動数と地盤の1次固有振動数、杭-地盤連成系の1次固有振動数との関係を示す。境界振動数は連成系の固有振動数とほぼ一致しているが、地盤の固有振動数とは明瞭な相関は見られない。振動変位抑制効果の発現は、連成系の1次固有振動数に依存し、それより低振動数側で発現すると考えられる。

3. サイクリックモビリティ発現による相互作用剛性の回復

杭頭両振幅変位に注目した検討では、地盤の相対密度が大きい場合に振動変位抑制効果が大きいことが示されている³⁾。翼付杭のねらいであるサイクリックモビリティ（以下CMと略す）によって相互作用の剛性の回復が大きくなるという効果が現れているかを確認する上で、相対密度は重要な着目点である。ここでは加振加速度の大きな加振ケース（SL2,4,6,SH2,4,6）について、間隙水圧が比較的安定した時間帯の時刻歴記録³⁾からそのメカニズムを考察する。

まず杭頭部付近での応力-ひずみ関係が反映されていると考え

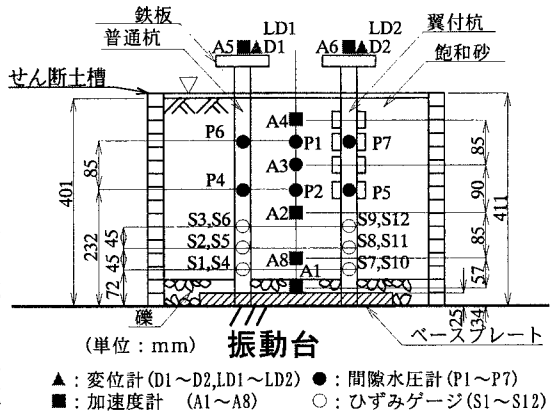


図-1 小型模型実験の模型と計測器配置

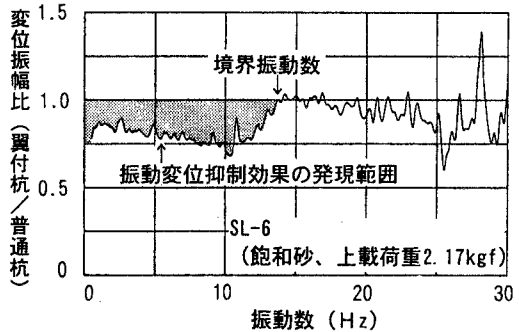


図-2 杭頭変位振幅の振動数領域での比較

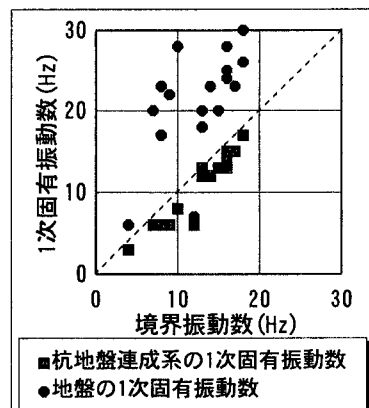
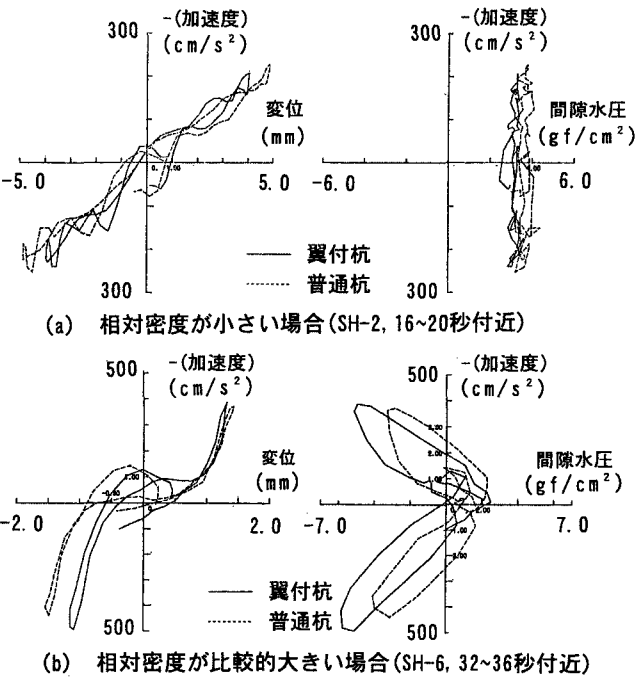


図-3 杭頭変位抑制効果の境界振動数と杭-地盤連成系および地盤の1次固有振動数との関係

られる（-杭頭加速度）～（杭頭変位）関係を検討した。相対密度が小さい場合と比較的大きい場合の代表的な例を図-4に示す。また、間隙水圧の上昇との関係を見るため、（-杭頭加速度）～（過剰間隙水圧）関係もあわせて示す。いずれの場合も翼付杭の方が普通杭よりも変位振幅が小さく、変位抑制効果が確認できる。相対密度の小さい場合は、間隙水圧上昇後の応力～ひずみ関係は乱れはあるものの全体的には傾きが小さく直線的であり、剛性は低下したままでCM現象は翼付杭でも明瞭には現れていない。このことは、過剰間隙水圧がほぼ初期有効上載圧に達した状態で、加速度の上昇に伴う応力の回復が見られないことから推定できる。相対密度が比較的大きい場合には、双方の杭に変形の増大に伴う剛性の回復が見られ、CMが発現していると考えられる。このとき加速度の上昇時に、間隙水圧は減少する関係が見られ、有効応力が回復していることを示している。



次にCMの有無による効果の違いを見る 図-4 杭頭加速度～杭頭変位、杭頭加速度～杭周間隙水圧関係

ため図-4に示したようなループをいくつか選び、翼付杭と普通杭の変位振幅比と（-杭頭加速度）～（杭頭変位）関係から求まる割線剛性比を比較して図-5に示す（文献3）4）での検討とは対象としたデータが異なる。）。相対密度が小さい（40～50%）場合は振幅比で0.80～0.88、剛性比で1.11～1.18であるのに対し、相対密度が比較的大きい（65～75%）場合にはそれぞれ概ね0.70～0.81、1.22～1.39となっており、振幅比の低減、剛性の増加において向上が見られる。このように、地盤の相対密度が比較的大きい場合には、CMが明瞭に発現しており、また、翼付杭の振動変位抑制効果はより大きくなっている。翼により、より安定的なCMの発現が見られると考えられ、これが振動変位抑制効果の向上につながっていると推定される。今後さらに効果の要因とその寄与度の分析が必要である。

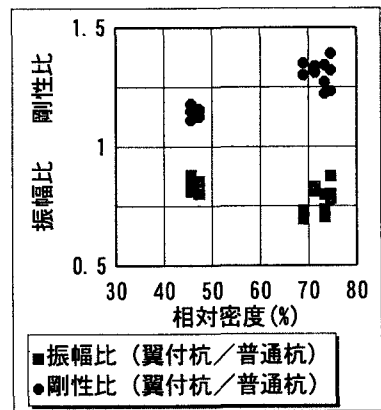


図-5 サイクリックモビリティの発現程度の違いによる振動変位抑制効果の比較

4. まとめ

- ①振動変位抑制効果は杭地盤連成系の1次固有振動数より低振動数領域で発揮される。
- ②比較的大きな地盤では、翼付杭の普通杭に対する振動変位抑制効果の向上が見られる。杭に翼をつけることでサイクリックモビリティがより安定的に発現しやすくなることに起因すると考えられる。

なお、この実験は飛鳥建設と川崎製鉄が共同研究として実施したものである。

参考文献

- 1) 森伸一郎，三輪滋：新しい液状化対策杭の振動台実験，第23回土木学会地震工学研究発表会講演概要，pp.357-360,1995.7
- 2) 笹木弘，森伸一郎，三輪滋，槇島修：新しい液状化対策杭の振動変位抑制効果を評価する小型振動台実験，第51回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅰ，1996.9（投稿中）
- 3) 槇島修，森伸一郎，三輪滋，笹木弘：新しい液状化対策杭の小型振動台実験での振動変位抑制効果に及ぼす影響要因，第51回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅰ，1996.9（投稿中）
- 4) 森伸一郎，三輪滋，槇島修，笹木弘：新しい液状化対策杭の小型振動台実験での振動変位抑制効果の定量評価，第51回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅰ，1996.9（投稿中）