

埼玉大学大学院 学生員 ○斉藤 正人

埼玉大学工学部 正 員 渡辺 啓行

はじめに

群杭基礎の地震応答解析手法の確立が近年非常に重要な研究課題となっている。この問題の理論解は皆無と言ってよく、数値解の妥当性を検証する方法もないのが現状である。本研究では、①単杭唯一の理論解である田治見の理論解と実験を比較することで、模型実験が理論解に代わる正解となる事を検証する②群杭に理論的なアプローチを試み、模型実験と比較する事でその理論の妥当性を検証する。この2つの目的に従いシリコンの模型地盤内にアクリル製の円柱を杭とした単杭及び群杭基礎構造模型を製作し、振動実験を実施する。

模型実験

実験の対象は、深さ20m、S波速度80m/sの地盤と直径60cmの鋼管杭基礎をもつ単純構造物を想定し、縮尺1/200の実験模型を地盤は同一の物性値を持ったシリコンで、杭基礎模型はアクリルで作成した(図1, 2)。実験は、水平方向正弦波100gal入力による共振実験とし、単杭及び群杭基礎模型の上部工を設置した場合と設置しない場合の計4ケースを行った。群杭実験で用いた上部工は、単杭実験で用いた上部工の質量の5倍で固有振動数は同一のものとした。加振振動数範囲は7Hz~30Hzであり、共振点近傍では密に、他ではやや粗い間隔とした。最小振動数間隔は0.5Hz、最大振動数間隔は2Hzである。また、模型の物性は別途作成した供試体によって調べた。

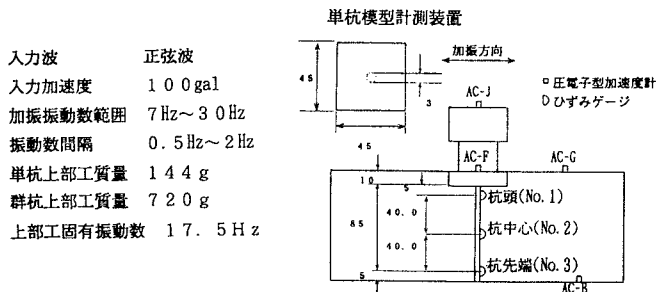


FIG. 1 単杭模型装置

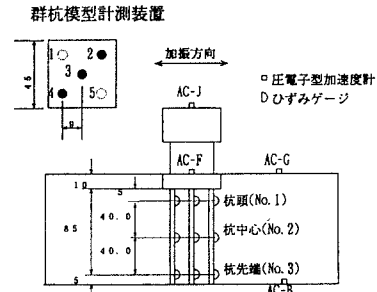


FIG. 2 群杭模型装置

実験結果と考察

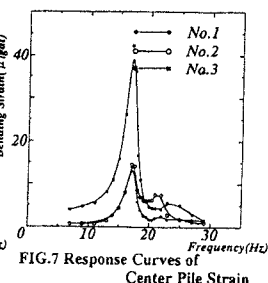
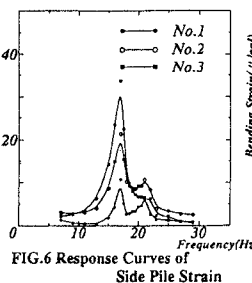
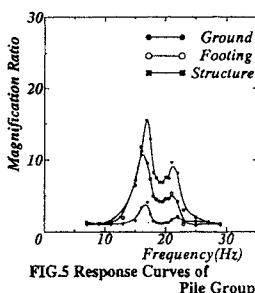
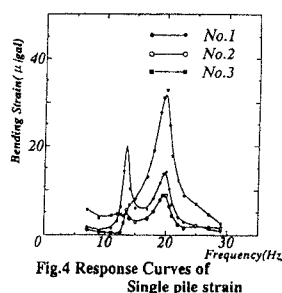
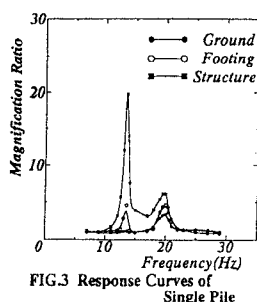
(1) 単杭の場合

①図3において上部工を主体とする連成形の1次固有振動数は14Hzである。この応答は、地盤・杭系と連成することで上部構造物の固有振動数が3.5Hz低下する事がわかる。②図3において地盤の固有振動数は19.5Hzである。③杭の応答ひずみを図4に示すが、地盤の共振点(19.5Hz)では、Kinematic Interaction(杭が地盤の変形に強制されて生ずる相互作用をそのように呼称)により、杭頭近傍(No. 1), 杭先端近傍(No. 3)に大きなひずみを生じさせる。④上部工を主体とする共振点(14Hz)では、Inertial Interaction(上部工の慣性力による相互作用をそのように呼称)により、杭頭近傍に大きなひずみを生じさせる。

(2) 群杭の場合

①図5において上部工を主体とする連成系の一次固有振動数は17Hzである。この応答は地盤・杭系と連成することで上部工の固有振動数が0.5Hz低下する事がわかる。②図5において地盤の固有振動数は21Hzとなる。上部工を設置しない場合では、このような固有振動数の変化は見られない。③図6・7にお

いて、地盤の共振点（21 Hz）では、Kinematic Interactionにより中心杭端杭ともに、杭中央近傍（No. 2）において大きなひずみを生じさせる。④上部工の共振点（17 Hz）ではInertial Interactionにより中心杭では杭先端近傍（No. 3）、端杭では杭先端近傍（No. 3）杭中央近傍（No. 2）に大きなひずみを生じさせる。



理論における数値解析

始めに、単杭の基礎をもつ質点系の実験を田治見の理論解によりシミュレートした。物性はシリコンの物性と杭、上部工の物性を別途測定して適用している。但し、田治見の理論は実験と異なり、杭先端は回転自由であり上下動変位は無視して理論展開を行っている。次いで群杭の理論解析をおこなう。単杭の理論では杭周は一樣な地盤であるが、群杭では対象となる杭周辺は他の杭が存在するため、図8に示すようにその領域に物性値の異なる地盤（今回の解析では曲げ剛性を基準に換算した断面内で平均している）を設定し、それぞれを理論展開した後、境界条件によって連立させ杭と構造物の応答を求め実験と比較を行った。群杭解析で用いた物性値、拘束条件ともに田治見の理論と同じである。

解析結果及び考察

田治見の理論における数値解析では、固有振動数は1次、2次モードとも実験値と良く一致している（図9）。応答倍率は理論上実際よりも減衰が小さく表現されるため大きな値で現れる。また群杭を理論展開した数値解析では、上部工の地盤・杭連成系固有振動数は実験値と一致し、また群杭になることで上部工の固有振動数での応答が低下するという傾向が実験と一致することがわかる（図10）。

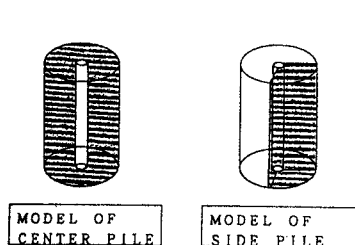
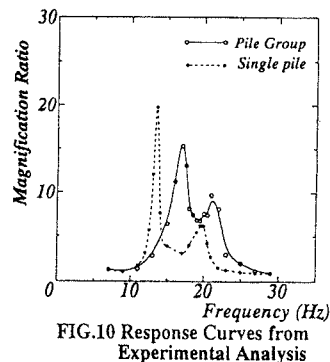
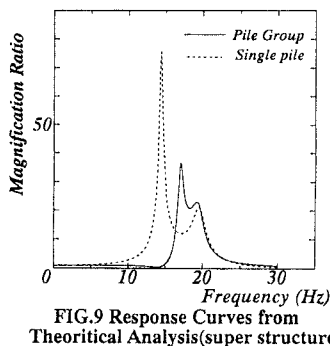


FIG. 8 Model of Piles



参考文献

- 1) 大平・田蔵・中櫓・清水：軟弱地盤中の基礎杭の地震時挙動特性に関する研究，土木学会論文集 第362号/I-4 1985