

III-507 杭—地盤系動的相互作用モデルの検証

九州大学 工学部 正○大谷 順 正 落合英俊
 カリフォルニア大学サンディエゴ校 正 野上仁昭
 東京大学 生産技術研究所 正 小長井一男

1. まえがき： 杭及び群杭の応答解析モデルの開発に関する研究は、実験と理論の両面において広く行なわれているが、これらを同時に反映させたモデルは少ない。著者らは、offshoreにおける杭基礎の応答解析を目的として、地盤の非線形性及び杭と地盤の不連続特性を考慮した杭—地盤系動的相互作用モデルの開発を行っている[1]。本論文は、このモデルによる解析結果と、実物大の杭及び群杭の加振実験結果を比較することにより、開発した相互作用モデルの有用性を検討したものである。

2. 実験概要： 対象とした加振実験は、University of Houston (Texas, U.S.A.) のキャンパスにおいて Blaneyらによって行われたもので、杭及び群杭基礎の頭部キャップに、静的または動的な水平加振を行っている。また彼らは、これらの結果より静的及び動的の荷重—変位曲線 (p-y カーブ) を提案している[3]。地盤条件及び実験の概要については、文献[2]を参照されたい。

3. 杭—地盤系動的相互作用モデル： 本解析モデルは、平面ひずみ理論に立脚した、Winklerタイプのモデルで、図-1に示すように、それぞれの層での地盤を、比較的杭に近い杭と地盤の不連続特性を含む非線形領域 (inner field model) と、平面ひずみ条件での厳密解を導入したそれ以外の線形領域 (far field model) に分割したものである。杭及び3次元の応答を評価するために、Transfer Matrix法を導入し、step-by-step法による時間領域での定式化を行った。また杭と地盤とのギャップや繰返し効果については、それぞれ gap factor (α_g) や

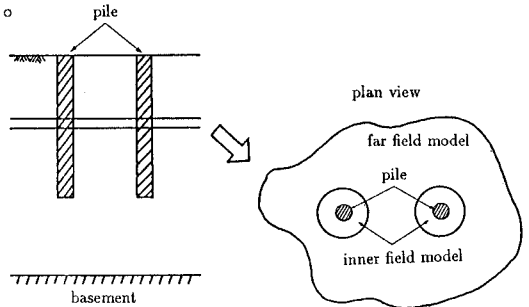


Fig.1 Proposed soil model in plane strain condition

degradation factor (δ_d) を介したモデルを導入した。このモデルの詳細については文献[1]を参照されたい。

4. パラメータ決定法： まず図-2に示すように地盤を10層に分割し、密度、せん断弾性定数及び非排水強度分布をそれぞれ決定した。また、O'Neillらによって提案された静的な p-y カーブ[3]より inner field model の荷重—変位曲線を決定した。そのうちの2層について示したものが図-3である。実験は、単杭と9本からなる群杭について行っており、その荷重条件を図-4に示す。また gap factor として $\alpha_g=0.8$ を採用した。

	ρ (lb/ft ³)	G_s (lb/ft ²)	S_u (lb/ft ²)
0			
①			
②			
③	4.07	9.38×10^5	2.088×10^3
④			
⑤			
⑥			
⑦	3.91	1.55×10^6	2.400×10^3
⑧			
⑨			
⑩	4.01	2.62×10^6	4.177×10^3
-43.0			

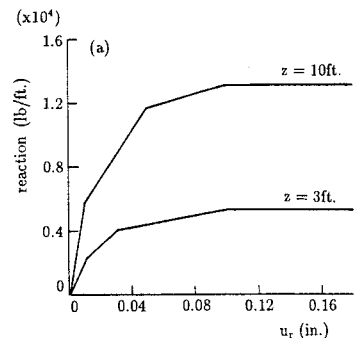


Fig.2 Specific soil property inputs for University of Houston site Fig.3 Developed p-y curve for inner field model

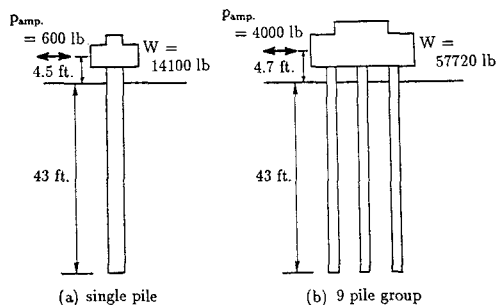


Fig.4 Pile properties for single and 9-pile group

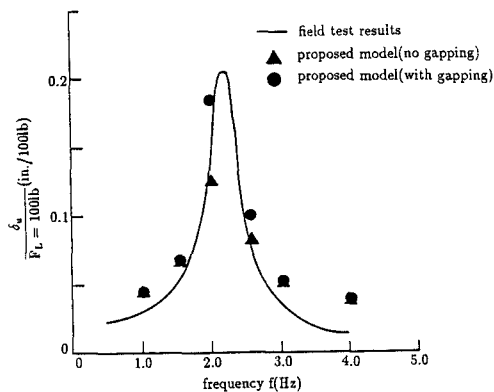


Fig.5 Displacement amplitudes at various frequencies computed and measured at the cap for single pile

5. 解析結果及びその考察： 図-5に、単杭の場合の頭部キャップでの水平変位振幅の周波数特性を示す。実線が上述の実験結果であり、杭と地盤とのギャップを考慮した場合としない場合の解析結果はプロットにより示した。解析結果はともに2Hzあたりが共振周期となり、実験結果に近い。特にギャップを考慮した結果では、変位振幅についても実験値に近いことがわかる。図-6は、この2Hzの場合の杭の変位分布をギャップを考慮した場合について表わしたものである。図より明らかなように、解析結果は実験結果にほぼ一致する。図-7は、群杭のケースについて同様の比較を行なったもので、解析はギャップを考慮した場合の結果を示した。両者はかなり異なっているが、これは解析と実験ではその荷重条件が異なることが考えられる。また、杭の打設についても完全に垂直に打設することは不可能であり、この点においても解析と実験では条件が異なる。よって、解析を行なう場合には、その現場の条件を把握して解析条件を決定することが大変重要であると言える。

6. あとがき： 解析結果を実験値と比較することにより開発した解析モデルの検証を行なった。今後このモデル

をその他の実測及び実験値と比較することにより、その適用性についてより詳細に検討して行く所存である。最後に、実験でSI単位系を使用していないために、本論文ではそのままの単位系を使用したことをお許し願いたい。参考文献 [1]Otani, J., "Nonlinear Pile Group Model for Transient Dynamic Response Analysis," Ph.D. Dissertation, University of Houston, 1990. [2]Blaney et al., "Lateral Response of a Single Pile in Overconsolidated Clay to Relatively Low Frequency Pile-Head Load and Harmonic Ground Surface Loads," Report, U. of H., 1983. [3]O'Neill et al. Report, U. of H., 1984.

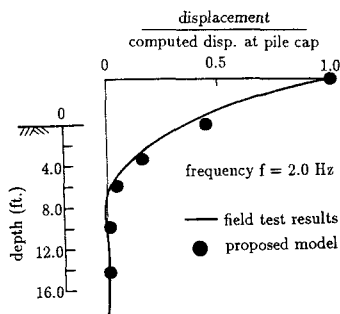


Fig.6 Computed and measured pile shaft displacement amplitudes along the shaft at the frequency 2 Hz

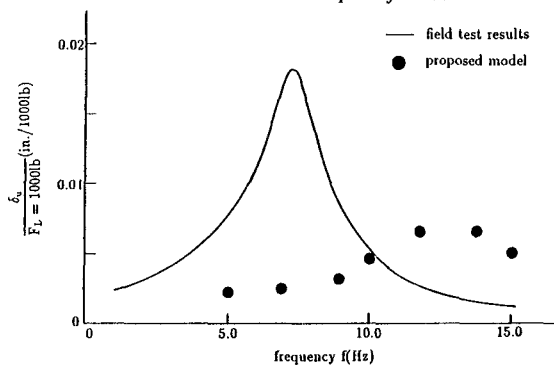


Fig.7 Displacement amplitudes at various frequencies computed and measured at the cap for 9-pile group