

I-595

薄層要素法による群杭基礎と地盤の動的相互作用の解析

財団法人道路技術センター 正員 酒井 秀昭
 日本道路公団技術部 高橋 昭一
 (株)大林組 正員 後藤 洋三, 高野真一郎

1. まえがき

わが国で今後建設される高速道路は山間部を通過することが多く、高橋脚橋梁が多数出現すると予想される。このような橋梁をより合理的に設計するためには従来の耐震設計法を見直す必要があると考えられ、その一助としてここでは大口径の現場打ち鉄筋コンクリート杭を使った群杭基礎が採用される場合を想定して、基礎と地盤の間に作用する動的相互作用バネの解析を薄層要素法により行なった。

2. 解析方法

この解析に用いた薄層要素法は、図-1のように地盤を深さ方向に薄層に分割し、フーチングが接する面をいくつかの平面要素に分割している。図中の黒四角点で示されるように、フーチング下面に接する要素にはその中心点に、フーチング側面と接する要素では薄層境界面に接点を設けている。杭部分は杭と薄層境界面が作るリングを接点としている。このようにモデル化して各接点間での変位-応力関係を成層地盤における3次元の単位加振解を用いて求める。その際、点加振解の線分上での平均、面上での平均、リング加振解の円周上での平均を行なってその値をそれぞれの接点変位と接点反力としている。

3. 解析モデルと解析ケース

図-2は解析対象とした地盤条件である。図-3は群杭効果を検討するためのモデルで杭頭は完全に剛なフーチングに剛結されているものとした。フーチング下面と地表は非接触である。杭径は3mで杭長は23m、杭先端の3mは支持層に根入れされているものとした。杭間隔は芯々で7.5mとした。図-4は現実的な条件を考慮して設定した22本杭の群杭基礎モデルである。各モデル共、基礎層は24m分を薄層でモデル化し最下層底面には粘性境界を配した。代表的な解析ケースは、フーチングの回転を拘束しながら水平加振を行なって求められ水平バネと鉛直加振を行なって求められる鉛直バネである。また、図-4のモデルについてはフーチングの埋め込み効果を検討するため、フーチング底面と地盤が接触しているとしたケースと、側面まで地盤があるとしたケースについても、それぞれ解析を行なった。

4. 解析結果

図-5と図-6は図-3のモデルから求めた杭本数と各バネの関係を横軸を振動数にとって示したものである。バネの虚数部は減衰性を表わしているが、振動現象に対する実効的なバネ効果は複素数の絶対値で表現される。この地盤の水平方向の1次固有振動数は2Hz付近にある。その2Hzを越えると虚数部が増加してくること、杭本数が多いほどその傾向が顕著となり動的相互作用の影響を強く受けることがわかる。図-7は静的なバネの値に近いと考えられる0.5Hzの時の杭一本当たりのバネ値を縦軸に取り、横軸に杭本数を取って両対数でプロットしたものである。図-4のモデルによる結果もプロットしているが、水平方向のバネは杭本数の3乗根におよそ逆比例して減少していることがわかる。図-8と図-9は図-4のモデルによる結果である。フーチングを埋め込むことによって水平バネ値は約1.4倍増加することがわかる。

5. むすび

- (1) 検討したモデルでは、杭一本当たりの水平方向バネは杭本数の3乗根におよそ逆比例して減少する。
- (2) 動的相互作用により生じる減衰の増加と振動数によるバネ値の変化は杭本数が多いほど顕著になる。
- (3) フーチングの埋め込み効果は水平方向のバネについて大きく、埋め込みによって1.4倍になる。

(謝 辞) 本研究についてディスカッションいただいた高橋脚橋梁の耐震設計法に関する検討委員会
 (委員長山田善一京都大学教授)に深謝いたします。

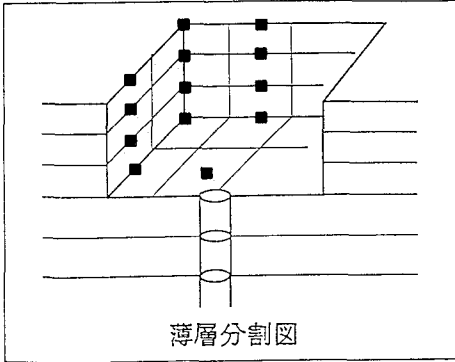


図-1 薄層分割図

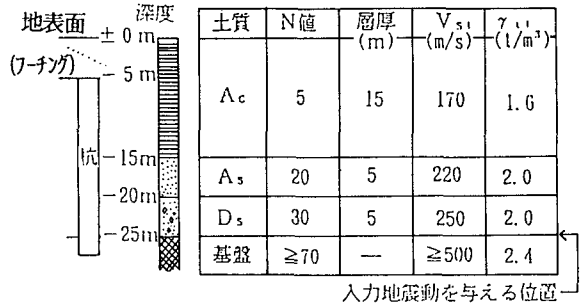


図-2 解析対象の地盤条件

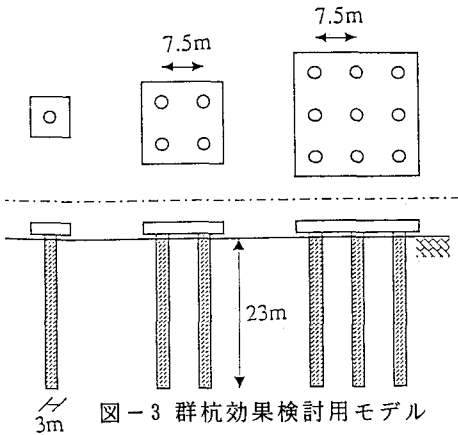


図-3 群杭効果検討用モデル

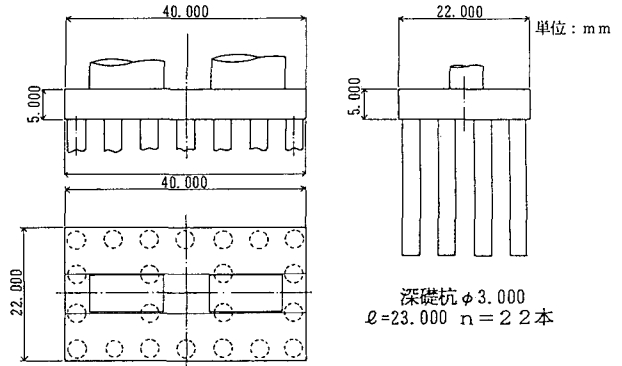


図-4 現実的な群杭基礎モデル

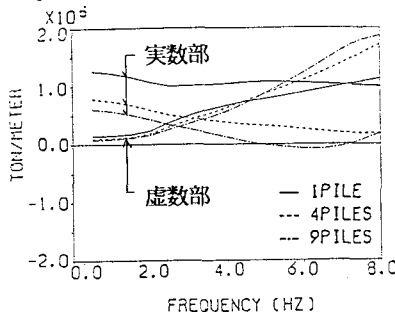


図-5 水平バネと杭本数

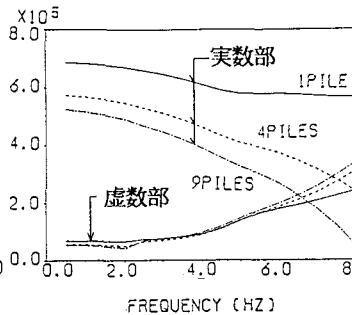


図-6 鉛直バネと杭本数

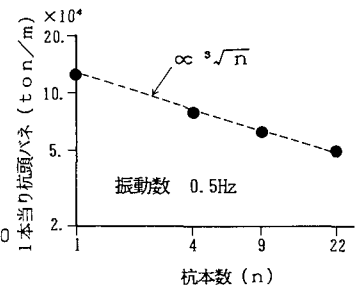


図-7 杭頭水平バネと杭本数

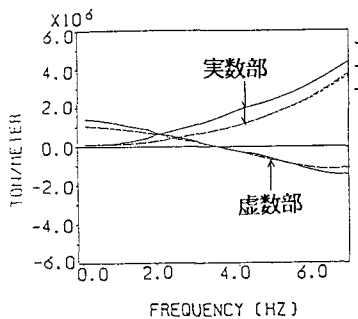


図-8 水平バネと埋込み効果

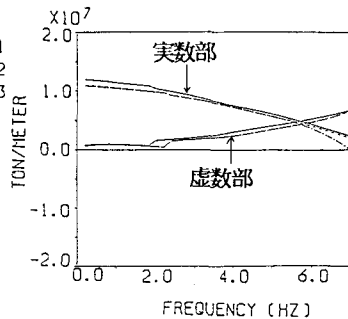


図-9 鉛直バネと埋込み効果

