

I - B 404 多層地盤と群杭の剛性比による複素剛性簡易評価式の適用性検討

熊谷組技術研究所 正会員 勝川藤太
熊谷組技術研究所 正会員 鈴木猛康
東京大学生産技術研究所 正会員 小長井一男

1. はじめに

地震時に構造物は基礎・地盤の影響を受けて振動し、基礎・地盤もこの構造物の振動による影響を受けて振動が変化する。このような動的相互作用のうち、構造物の慣性力による基礎と地盤との相互作用は地盤の複素剛性で評価することができる。筆者らはこれまでに、水平成層地盤における群杭に対する水平方向複素剛性の簡易評価式¹⁾を提案している。しかし、この簡易評価式の導出に用いた解析モデルは地盤に対する群杭の剛性比が低い可能性があり、この剛性比が簡易評価式の適用性に与える影響についてはまだ検討を行っていない。そこで本稿では、数パターンの群杭における、簡易評価式の解と厳密解（BASPIA²⁾）との比較による適用性検討の結果について報告する。

2. 水平成層地盤における水平方向複素剛性の簡易評価式

式(1)は水平成層地盤における水平方向複素剛性の簡易評価式である。 μ は土のせん断弾性係数、 L_0 は杭と地盤の剛性比を示す定数で L_a/α 、 R_0 は群杭と等価な鉛直梁³⁾の半径である。ここで、 L_a はActive Pile Lengthと定義され、図-1に示すように実際に変形する群杭の長さである。なお、 α は地層構造により変化する係数である。また、 r_{vs} はせん断弾性波速度の単位長さ当たりの変化率、 ω は円振動数、 V_s はせん断弾性波速度、 n_p は杭の本数、 EI は杭の曲げ剛性である。

$$k_{xx} \approx \mu L_0 \left[\left\{ r_1 c_1 \frac{R_0}{L_0} + r_2 c_2 \right\} + i \cdot r_3 c_3 \cdot a - r_4 c_4 \cdot a^2 \right] \quad (1)$$

$$(c_1 = 2\pi, c_2 = \pi/2, c_3 = 2\pi, c_4 = \pi/4)$$

$$(r_1, r_2, r_3 = 1.193 - 0.027r_{vs}, r_4 = 1.177 - 0.004r_{vs})$$

$$a = \frac{\omega R_0}{V_s}, \quad L_0 = \sqrt[4]{\frac{n_p EI}{\mu}}, \quad L_a = \alpha L_0 \quad (2a)-(2c)$$

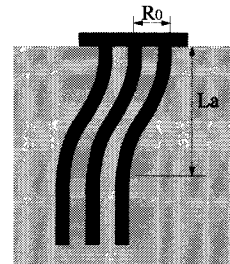


図-1 Active Pile Length

3. 解析モデル

図-2は解析対象とした群杭パターンを示したもので、杭径0.6m、杭長20mの杭が1.5mの間隔で正方形に $2 \times 2 \sim 5 \times 5$ で配置されているものとした。また、杭の弾性係数は $E_p = 2.01 \times 10^7 \text{ tf/m}^2$ 、密度は $\rho_p = 0.801 \text{ t/m}^3$ である。図-3は解析対象とした水平成層地盤を示したもので、せん断弾性波速度が1番上の地層から基盤に向かって線形に変化する5つの地層構造S1～S5を想定した。なお、土の密度は $\rho_s = 0.153 \text{ t/m}^3$ 、ポアソン比は $\nu = 0.49$ で、S1～S5で一定である。

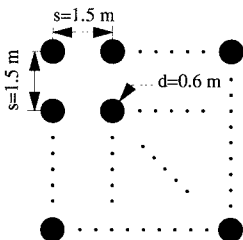


図-2 群杭の配置パターン

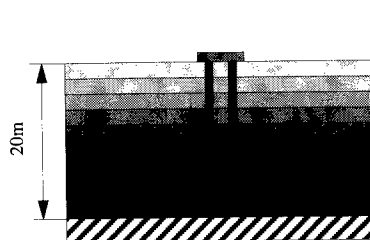


図-3 水平成層地盤パターン

S1	S2	S3	S4	S5
80	80	80	80	80
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
120	160	200	240	280

unit : m/sec

キーワード：動的相互作用・複素剛性・簡易評価式

連絡先：〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪1043・TEL:0298-47-7501・FAX:0298-47-7480

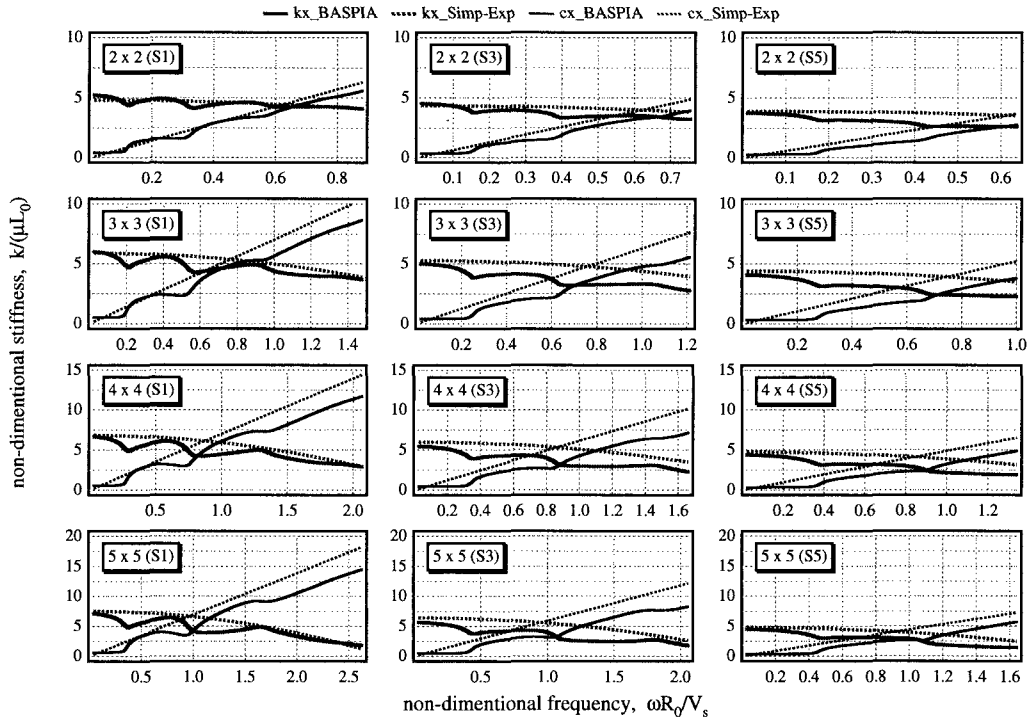


図-4 簡易評価式による解と厳密解の比較

4. 解析結果と適用性検討

図-4は簡易評価式(1)による解と厳密解の比較を、群杭パターン $2 \times 2 \sim 5 \times 5$ それぞれに対して、地層構造S1、S2、S3の3ケースについてまとめて示したものである。一段目のグラフは群杭パターン 2×2 のケースの比較結果であるが、S1、S3における提案式の近似が非常に良好であることが分かる。また、S5に関しても実用上十分な近似を与えている。2段目のグラフは群杭パターン 3×3 のケースの比較結果であるが、いずれの近似も 2×2 と同様な傾向を示しており、良好な近似を与えている。ただし、高振動数側では厳密解との差が大きくなる。以下、 4×4 、 5×5 についても同様の傾向であるが、群杭の剛性が高くなるほど高振動数側で厳密解との差が大きくなる傾向がある。次に地層構造別に見た場合、S1では群杭の剛性によらず良好な近似を示している。しかし、S3では群杭の剛性が高くなるほど厳密解との差が大きくなる。また、S5については剛性による違いはあまり無く、むしろ地層構造の影響が大きいと考えられる。いずれのケースに関しても、実際に利用する振動数領域においては良好な近似を示しており、本簡易評価式は一般的な群杭に対して適用可能であると言える。

5. まとめ

群杭の配置パターンと地層構造をパラメータとして、水平方向複素剛性の簡易評価式の適用性検討を実施した結果、群杭の剛性が高く、地層構造のせん断弾性波速度の単位長さ当たりの変化率が大きくなるほど、高振動数側での近似が悪くなる傾向があるものの、提案簡易評価式が実用上十分な近似解を与えることが確認された。

参考文献

- 1) 勝川, 鈴木, 小長井: 多層地盤中の群杭の水平方向複素剛性の簡易評価式, 第33回地盤工学研究発表会, 投稿中。
- 2) Konagai, K.: Guide to "BASPIA", Program Manual No. 6, Konagai Lab., IIS, Univ. of Tokyo, June, 1999.
- 3) 小長井, 勝川, AHSAN, 丸山: Simple Expression of the Dynamic Stiffness of Grouped Piles in Sway Motion, 生産研究, 投稿中。