

異なる解析手法による巨大群杭基礎の水平剛性の評価に関する比較

新構造技術株式会社技術部（東京大学社会基盤工学専攻博士課程） 正会員 ○ 尹 元彪
東京大学生産技術研究所 正会員 小長井 一男

1. まえがき

これからの海峡横断道路プロジェクトにおける超長大橋梁の基礎は、設置深度や海底支持岩盤が非常に深い場合が多いと考えられる。従来は海底掘削を行い、基礎を岩盤の上に設置する方法がとられていたが、基礎が大きいくほど支持岩盤が深いほど海底地盤の掘削量が多くなり、環境への影響、工期や経済性が不利となる。このため、海底掘削をほとんどせず、鋼管杭の打設による地盤改良を行い、より浅いところで基礎を設置する方法¹⁾は、従来の概念と大きく異なる意欲的な試みであると考えられる。この手法の合理性を検証するために、地盤の地震時の剛性を精度よく評価することが一つの重要な課題になる。本研究は、弾性床の上のり理論による Chang の方法、等価ビームの概念に基づいた簡便法、3次元有限要素法を用いて巨大群杭基礎の水平剛性を評価し、比較検討を行った。

2. 巨大群杭基礎の水平剛性の評価法

構造物を支える群杭基礎は、地震時においてその周辺地盤との動的な相互作用をもたらし、構造物の地震応答に影響を及ぼす。従来、杭基礎の水平剛性の評価について、弾性床の上のり理論による Chang の方法が、その簡便さから設計の実務²⁾によく使われているが、群杭効果の考慮はできない。しかしながら、このような杭-地盤の動的相互作用効果を直接評価することが非常に煩雑であり、特に杭本数が数十本にもある場合には必ずしも効率でないことから、より簡便な評価方法が必要となる。そこで、本研究では、群杭を1本の等価ビーム (Equivalent Single Beam) に置き換え、薄層要素法 (Thin Layered Element Method=TLEM) を用いた定式化³⁾⁴⁾⁵⁾ (図-1)による巨大群杭基礎の剛性の簡便な評価手法を試みた。さらに、弾性床の上のり理論および TLEM による結果と、3次元有限要素法 (FEM) による静的解析結果との比較検討を行い、考察を加えた。

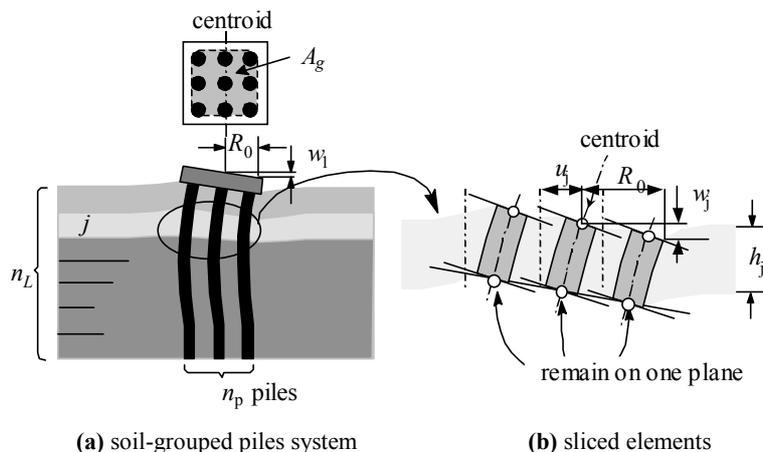


図-1 等価ビームの概念

3. 解析結果および考察

表-1～表-2は、本研究で検討を行った各ケースのパラメータを示している。また、杭の平面配置は、25本、36本、49本、64本の正方形配置と69本の八角形配置の計5ケースとした。

まず、TLEMとFEMとの比較結果を図-2、図-3に示す。これらの結果により、杭の本数が多いほど、TLEMによる水平剛性 K_{xx} の計算結果はFEMの解析結果より小さくなることがわかった。しかし、すべてのケースについても、TLEMによって得られた結果がFEM解析の結果とよく一致することがわかり、実際の設計実務においては十分に対応できると考えられる。

次に、図-4、図-5はChangの方法による結果とFEMの結果との比較を示す。これらによると、群杭効果を考慮するために、補正係数 $\eta = n^{1-e}$ (n =杭本数)⁶⁾が必要となる。さらに、パラメータ e が地盤特性、特に杭間隔に大きく影響されることもわかった。

キーワード：弾性床の上のり理論、等価ビーム、薄層要素法、群杭効果

連絡先：〒136 東京都江東区亀戸 1-42-20 住友不動産亀戸ビル 11F Tel:03-5626-5811 FAX:03-5626-5822

表 -1 地盤定数

地層番号	層厚 (m)	鉛直方向地層分割数	ポアソン比 ν	単位重量 γ (kN/m ³)	V_s (m/s)		E (kN/m ²)	
					Case 1	Case2	case 1	case 2
1	2.5	1@2.5m	0.49	20.678	190	60	2.27E+05	2.27E+04
2	15.5	1@3.5m+4@3m	0.49	20.482	270	85	4.54E+05	4.54E+04
3	12.0	6@2m	0.47	19.502	441	441	1.14E+06	1.14E+06
4	30.0	1@2m+2@14m	0.39	25.382	1,400	1,400	1.41E+07	1.41E+07

表 -2 杭に関するパラメータ

杭長 (m)	杭外径 (m)	厚さ (cm)	E (kN/m ²)	単位重量 γ (kN/m ³)	杭の平面間隔	
					Case-S1	Case-S2
20	2	2	2.058E+08	76.93	7.0m	5.0m

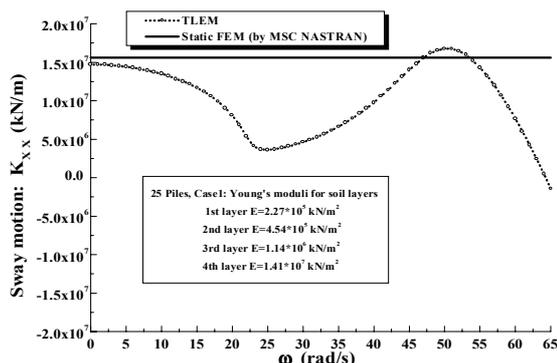


図-2 TLEM と FEM との解析結果の比較一例 (S1=7m)

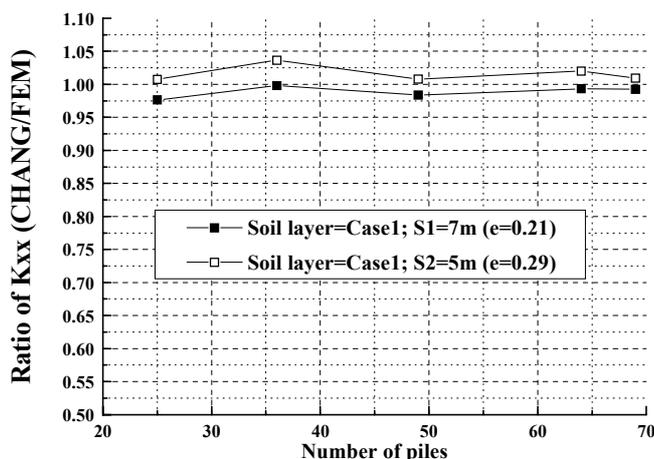


図-4 Chang の方法と FEM との比較 (地盤 Case1)

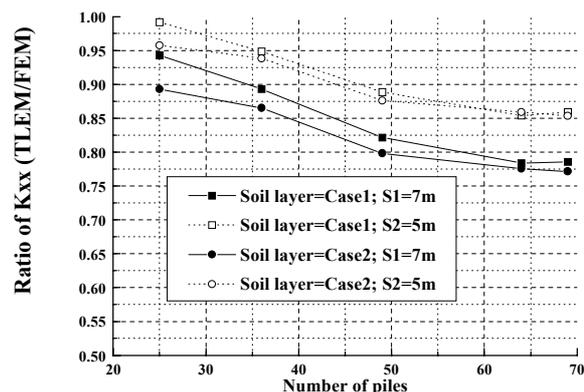


図-3 TLEM と FEM との解析結果の比較 (全ケース)

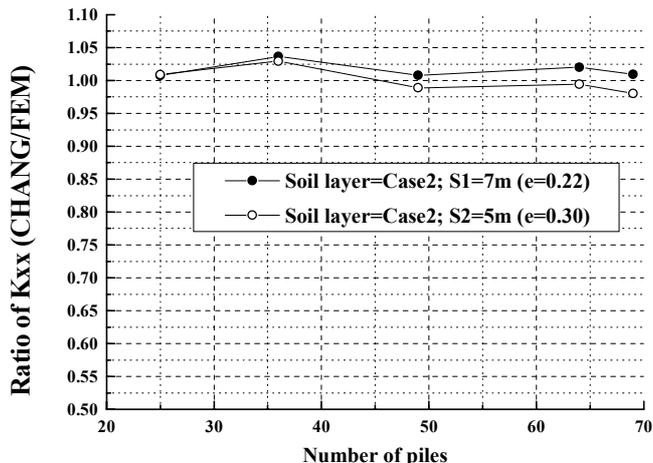


図-5 Chang の方法と FEM との比較 (地盤 Case2)

参考文献

- 1) A.Pecker, T.Guyot, J.P.Teyssandier, J.Combault: Seismic Design for the Foundations of the Rion Anti-Rion Bridge, pp.831-842, IABSE, Copenhagen, Denmark, June, 1996
- 2) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書下部構造編, 平成 8 年 12 月改訂版
- 3) H.Tajimi, Y.Shimomura: Dynamic Analysis of Soil-Structure Interaction by the Thin Layered Element Method, Trans. Arch. Inst. Japan, pp.41-51, Vol.243, 1976
- 4) K.Konagai: Guide to TLEM, program manual 5, Konagai Lab., IIS, University of Tokyo, 1998
- 5) K.Konagai: Shaking Table Test Allowing Interpretation of Damage to Structure in Terms of Energy Influx and Efflux through Soil-Structure Interface, Report of Research Project, 1999 Grant-in-Aid for Scientific Research (B), No.10450174, Ministry of Education, Science, Sports and Culture
- 6) M.F.Randolph: Design Methods for Pile Groups and Piled Rafts, Vol.5, pp.61-82, Proc. 13th ICSMFE, New Delhi, 1994