

杭-底盤系の鉛直支持力機構に関する一考察

西日本技術開発(株) 正 呉 文経 正 木寺佐和記
佐 賀 大 学 正 三浦哲彦 学 沈 水龍

1. まえがき

前報¹⁾においては、室内模型実験によって粘土地盤における杭-底盤系の荷重分担率について検討したが、本報では、前報に述べた室内模型実験の結果を踏まえて、有限要素法による数値解析を行い、杭-底盤系の支持機構について考察する。数値解析にあたっては、土の挙動は修正カムクレイモデルで表し、杭体を弾性体と仮定する。解析プログラムは、Biotの方程式と修正カムクレイモデルを組み合わせた CRISP-AITを用いた²⁾。実験に用いた模型の種類・寸法・載荷方式等は前報¹⁾に示している。図-1は軸対称の要素メッシュ図を示すものである。

図-2は半径比9 ($r_R/r_P=9$, r_R :底盤の半径, r_P :杭の半径), 細長比30 ($l/r_P=30$, l :杭の長さ)の杭-底盤系の載荷実験結果とCRISP-AITによる解析結果を比較したものである。同図から見られるように、荷重の初期段階では予測値と測定値との間に若干の差が認められるが、荷重増加に伴って予測値は測定値に近づいていく傾向を示している。以上の比較から、CRISP-AITによる各種シミュレーション解析を行うと、実験結果をよく予測できることが明らかになった。

2. 底盤による杭の周面抵抗と先端抵抗への影響

前報に述べた模型実験は、杭-底盤系における杭と底盤の荷重～沈下挙動について検討したものであるが、周面抵抗と先端抵抗の関係については検討していない。そこで模型実験での杭-底盤系の挙動についてCRISP-AITによるシミュレーションを行い、相互作用による杭の周面抵抗・先端抵抗の変化、地盤沈下に伴う杭-底盤系の挙動などについて検討する。

杭-底盤系における杭は、底盤の影響によって周面抵抗は‘弱められ’、先端抵抗は‘強められる’ことが報告されている^{3,4)}。このことをシミュレーションによって調べるために、杭-底盤系 ($r_R/r_P=9$, $l/r_P=30$) における杭の周面抵抗・先端抵抗、同じ寸法の単杭の周面抵抗・先端抵抗について数値解析を行った。

数値解析で得た結果は、図-3に

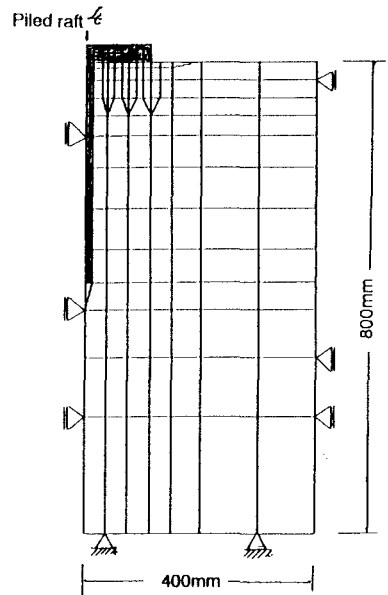


図-1 要素メッシュ図

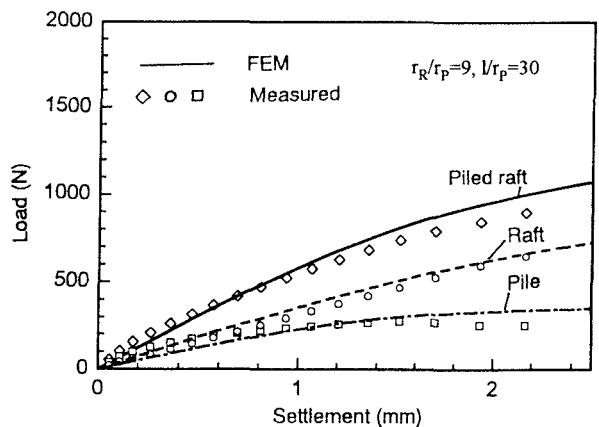


図-2 杭-底盤系の荷重～沈下量曲線

示すようであった。同図の実線は底盤の影響を受けた杭の周面抵抗と先端抵抗であり、破線は底盤の影響を受けない場合の杭（単杭）の周面抵抗と先端抵抗である。図-3によると、底盤の影響によって杭の周面抵抗は単杭より著しく弱められるのに対して、先端抵抗への影響は無視できる程度であることを明らかにした。従って、軟弱粘土地盤においては、杭-底盤系の先端抵抗「強化効果」が期待できないことがわかった。

3. 地盤沈下に伴う杭-底盤系の挙動

次に、杭-底盤系モデル（ $r_R/r_P=9$, $l/r_P=30$ ）が地盤沈下に伴ってどのように分担荷重の割合が変化していくかについてCRISP-AITによるシミュレーション解析を行った。

図-4は、解析によって推定した地盤沈下に伴う杭-底盤系の支持力の変化を示したものである。同図から見られるように、地盤沈下に伴って底盤の支持力分担はやや小さくなり、杭の割合は少々大きくなる。また、ある程度の沈下量に達してからは、杭と底盤の支持力の割合は一定値に近づいてくる。全般的には、杭と底盤の分担率は大きな変化を示すことはない。

4. まとめ

有限要素法による杭-底盤系のシミュレーション解析を行い、その支持機構について考察し、次の知見を得た。

- (1) 解析から求めた杭-底盤系の荷重～沈下関係は実験結果とよく一致している。
- (2) 軟弱粘土地盤においては、底盤の影響による杭-底盤系の先端抵抗の増大の効果は小さく、地盤沈下による杭荷重分担への影響は小さい。

【参考文献】

- 1) 吉井昌樹, 呉 文経, 三浦哲彦: 軟弱地盤における杭-底盤系基礎の荷重分担率について, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, pp.740~741, 1996.3.
- 2) Chai, J.C.: Interaction behavior between grid reinforcements and cohesive-frictional soil and performance of reinforced wall/embankment on soft ground, Dr.Eng. Thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1992.
- 3) 土屋 勉, 後藤延明: Piled-raft の支持力と沈下特性に関する解析的研究, 構造工学論文集Vol.40B, pp.61-67, 1994.
- 4) Liu, J.L., Yuan, Z.L. and Zhang, K.P.: Cap-pile-soil interaction of bored pile groups, Proc.11th ICSMFE, Vol.3, pp.1433-1436, 1985.

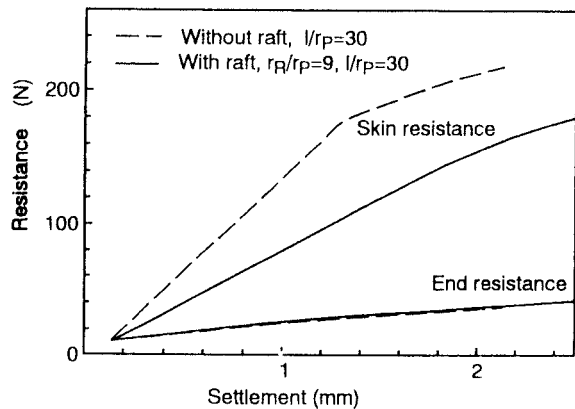


図-3 底盤の影響による杭周面抵抗の変化

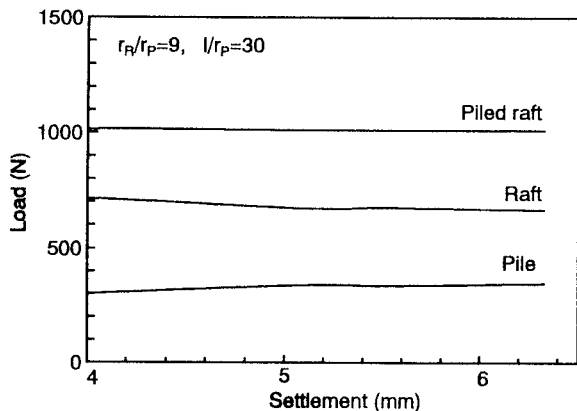


図-4 地盤沈下に伴う杭-底盤系支持力の変化