

乾燥砂地盤における単杭・群杭の鉛直載荷変形解析

竹中工務店 技術研究所 正会員 ○金田一広
 東京大学 東畑郁生、後藤茂、青山 翔吾

1. はじめに

地盤工学会関東支部の研究委員会として「群杭挙動の実証的研究委員会（東畑委員長）」がある。その委員会で鉛直載荷による群杭挙動の実験データが公表されている。数値解析を行って実験と比較したので報告する。

2. 実験概要

実験の概要は参考文献^{1),2)}に詳しい。ここではごく簡単に説明する。図1に160cm（長さ）×160cm（幅）×140cm（深さ）の模型を示す。地盤はエアバッグを用いて200kPaの上載圧を載荷する。杭は中空のアルミ製で外径40mm、管厚4mmで長さは100mmである。フーチングを介して鉛直に作用する。地盤はシリカ砂 No.5 を用いて相対密度85%を目標に作製している。杭は9本で杭間隔は5Dで、それぞれひずみゲージを張りひずみを計測している。実験は単杭・群杭それぞれについて行い、30mm程度鉛直載荷した。

3. 計算条件と計算結果³⁾

図2に1/4対称を仮定した解析メッシュを示す。用いた構成モデルはモールクーロンモデルである。表1に地盤と杭の材料定数を示す。実験と同様に杭回りに200kPaの上載圧を載荷したのちに杭を載荷した。図3に群杭の場合の荷重～変位関係図を実験結果と解析結果を合わせて示す。図4に実験と解析の軸力の比較を示す。荷重～変位関係、軸力分布とも解析は実験を比較的よく再現できた。

図5に単杭の荷重～変位関係図を実験結果と解析結果を合わせて示す。解析結果の方が実験結果より大きくなった。図6に軸力分布を示すが、荷重レベルが大きくなると解析結果が実験より大きくなる結果となった。

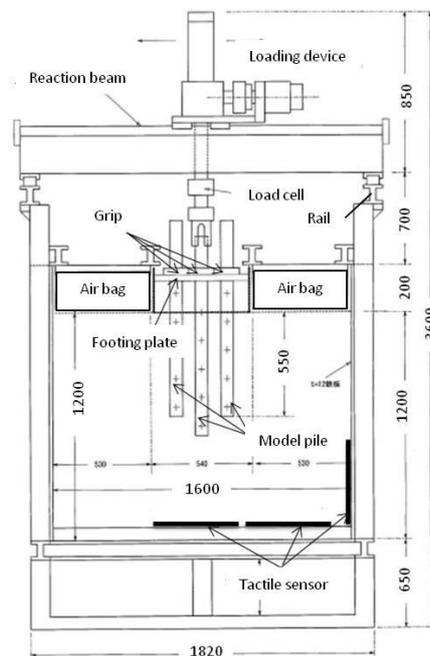


図1 地盤モデル

表1 材料定数

Young' Modulus E (kPa)	7.03E+07
Poisson's ratio ν	0.3
Density ρ (t/m^3)	1.5
Cohesion C (kPa)	10
Friction angle ϕ (degree)	30
Dilatancy angle ϕ_d (degree)	0
杭	
Young' Modulus E (kPa)	7.03E+07
Shear Modulus G (kPa)	2.16E+07
Density ρ (t/m^3)	2.7
Area (m^2)	1.26E-03
Moment of inertia of area (m^4)	1.26E-07

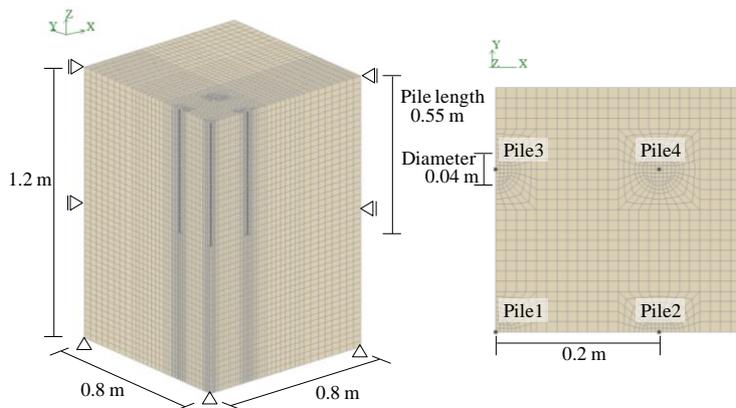


図2 解析メッシュ

群杭載荷, 数値解析, モールクーロンモデル

〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 株式会社竹中工務店 技術研究所 Tel:0476-77-1288

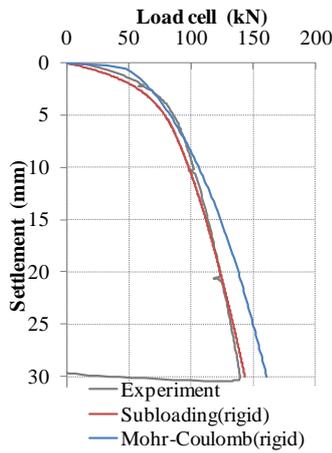


図3 荷重変位関係

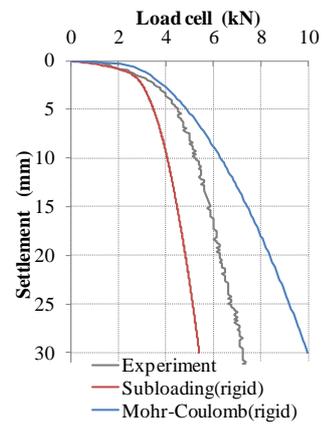


図5 荷重変位関係

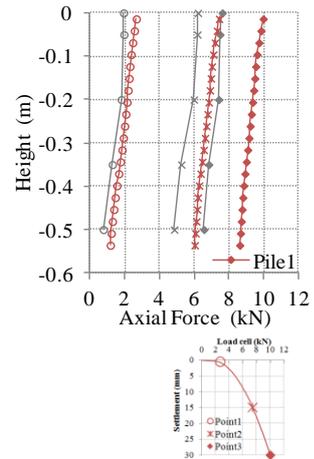
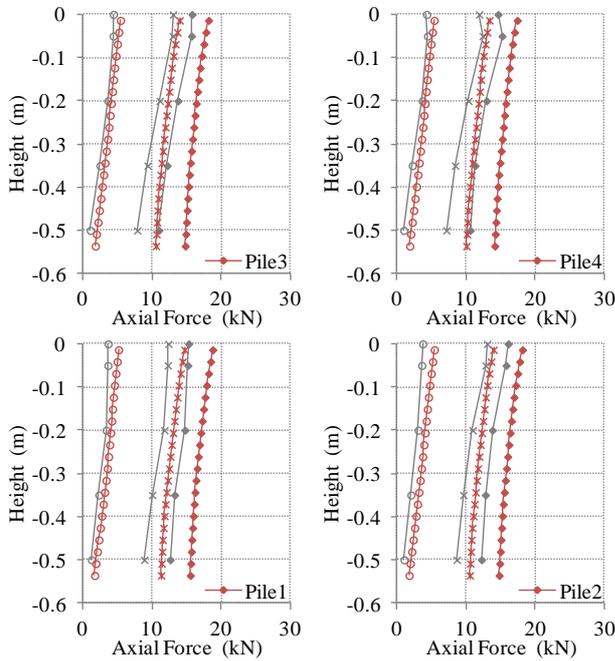


図4 軸力分布

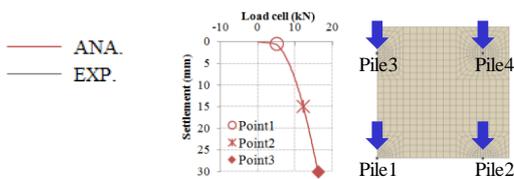


図4 軸力分布

計算はどちらも初期に 200kPa の上載圧を載荷して、その続きとして杭を載荷する過程をしている。しかし、実験では群杭の場合は 200kPa の上載圧載荷の後に群杭を載荷しているが、単杭の場合は上載圧 50kPa で 30mm 載荷後、100kPa、150kPa、200kPa と段階的に上載圧を上げ、各上載圧で 30mm の載荷を行っている。単杭で比較しているのは段階を踏んだ後の結果である。単杭では解析と実験と整合性がなかったのはこの段階載荷の影響が考えられる。単杭では段階載荷中に降伏していることが考えられる。今後は段階載荷を忠実に再現することが必要であると考えている。

4. まとめ

地盤の構成モデルとしてモールクーロンモデルを用いて群杭載荷の鉛直載荷のシミュレーションを行った。実験結果と比較的整合性がよい結果が得られた。一方、段階載荷による挙動は解析も載荷履歴を再現する必要があることが分かった。今後は、杭間隔について検討を行っていきたく考えている。

参考文献

1) Aoyama, S., Goto, S., Liu, B., Ayala Alarco, R., Takita, A. and Towhata, I. 2012. Bearing mechanism and the interaction between piles and soil under group pile loading, Testing and Design Methods for Deep Foundations, IS-Kanazawa, pp.519-526. 2) Goto, S., Aoyama, S., Liu, B., Ayala Alarco, R., Takita, A. and Towhata, I. 2012. Model test of pile and pile group bearing capacity in a large scale soil tank, Testing and Design Methods for Deep Foundations, IS-Kanazawa, pp.511-517. 3) K.Kaneda, S. Goto, S.Aoyama and I Towhata (2013): Modeling and numerical simulations of pile group bearing capacity, New Frontiers in Computational Geotechnics, Takayama, Japan, pp.99-103.