

(III-9) 粘性土地盤内への杭貫入 FEM シミュレーション

千葉工業大学 学生会員 高橋 福子

千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡邊 勉 清水 英治

早稲田大学 正会員 赤木 寛一

1. はじめに

近年、既設構造物に近接した杭施工が多く行われるようになり、周辺の地盤や構造物に与える影響を正しく予測する必要がある。また、これまでの杭施工の数値解析はあらかじめ杭を地盤内に配置した状態で、杭に接する地盤に節点力や強制変位を与えて解析しているために、地盤内への杭貫入過程を再現できなかった。そこで、本研究では有限要素メッシュを計算ステップごとに再分割することで杭貫入過程の再現した数値解析シミュレーションを試みる。併せて、土～水連成 FEM により杭貫入時の過剰間隙水圧の挙動を求め、地盤変状との関連について考察した。

2. 解析方法

解析対象は実験室内で行われた飽和粘性土地盤への杭打設模型実験である。図-1 に実験装置の概略を示す。模型土槽の大きさは縦(700 mm)×横(1500 mm)×奥行き(32 mm)であり、奥行き方向の地盤変位を拘束した平面ひずみ状態である。模型杭($\phi=30$ mm)は土槽中央部に設置した杭挿入ケーシングから鉛直下方向に速度 2.0cm/min で貫入した。地盤は粘性土スラリーを流し込んだ後、上載荷重(5.0kPa)で過剰間隙水圧が消散するまで予備圧密した。杭貫入過程での地中変位は地盤内にグリッド状に配置した鉛球の動きを X 線写真で撮影して測定し、間隙水圧は土槽壁面の地盤内の間隙水圧計で測定した。この他に杭軸力分布と杭先端荷重、杭先端圧力、地表面変位、土槽壁面土圧も測定した。杭貫入中の地盤挙動は非排水変形が支配的であると考えられるので、地盤変形の解析には、Bingham 流動則による自重を考慮した粘塑性 FEM を用いた。杭周面に接する地盤との間には Goodman 型のジョイント要素を、また地盤要素の上部には上載荷重に相当する密度の大きい要素をそれぞれ配置した。模型実験における貫入力に相当する節点力を杭要素に作用させ、6cm 貫入時から 42cm 貫入時まで、メッシュ再分割を用いた杭貫入解析¹⁾を行った。同時に粘塑性 FEM より得られた粘塑性変形の等価節点力を入力した土～水連成解析を行い、杭貫入時の間隙水圧挙動を求めた。解析に用いた入力パラメータを表-1 に示す。

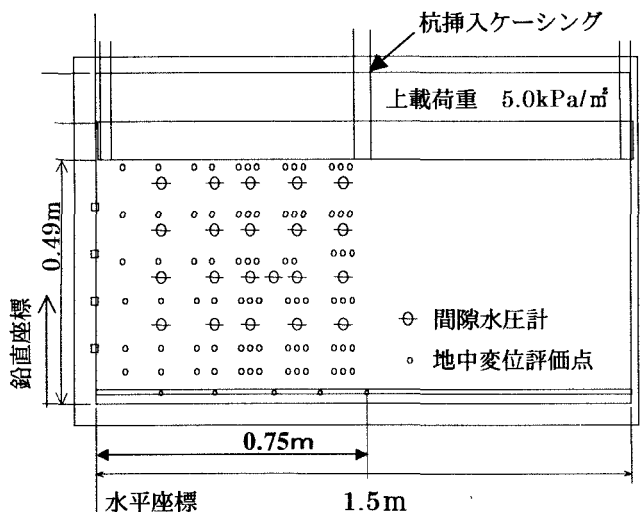


図-1 杭打設模型実験土槽図

キーワード：杭、有限要素法、粘性土地盤、変位、過剰間隙水圧

連絡先：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学工学部土木工学科

Tel : 0474-78-0449 Fax : 0474-78-0474

表-1 杭打設シミュレーションにおける入力パラメータ

要素	ヤング率 E kPa	ポアソン比 ν	塑性粘度 μ kPa·s	降伏値 τ kPa	単位体積重量 γ kN/m ³	透水係数 k m/min
地盤要素	59.7	0.49	1.0×10^5	0.60	14.4	4.27×10^{10}
杭要素	1.0×10^9	0.49	1.0×10^{12}	1.0×10^3	14.1	—
上載要素	1.0×10^9	0.33	1.0×10^{12}	1.0×10^3	50.0	—

3. 杭貫入時の地盤変状¹⁾

図-2は実験及び解析における地中変位評価点の地盤変位を示したものである。図は、図-1における水平座標 0.5m から 0.7 m 地点を拡大したものである。杭接近時には杭先端下部の地盤は杭に押されて下方に変位し、杭通過直後から変位は上方に向かう。この結果、杭先端を包み込むような玉葱形状の地盤変状が得られる。

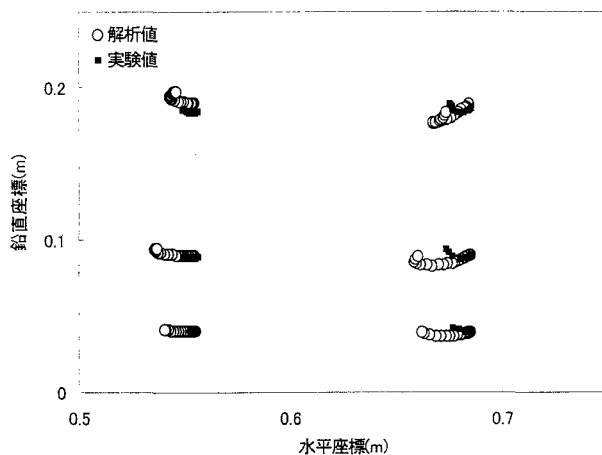


図-2 実験及び解析における地中変位評価点の動き

4. 過剰間隙水圧の分布状況

図-3、図-4、図-5はそれぞれ解析で得られた杭貫入量 9.3cm、19.0cm、32.2cm における地盤内に発生する過剰間隙水圧のコンタを描いたものである。図から杭先端下方には、杭に押し込まれるかたちで正の過剰間隙水圧が発生している。しかし、杭先端部側面近傍には杭先端部を包み込むように負の過剰間隙水圧が発生する領域が見られる。このような過剰間隙水圧の分布状況から、地盤は圧力の高い杭先端下方部より圧力の低い杭先端側方部へ変位することが考えられる。3. で述べた玉葱形状の地盤変位はこのような過剰間隙水圧の変化が要因となって生じているものと考えられる。

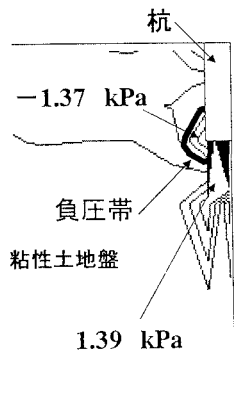


図-3 過剰間隙水圧の分布状況
(貫入量 9.3cm)

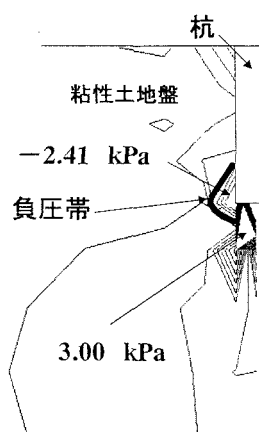


図-4 過剰間隙水圧の分布状況
(貫入量 19.0cm)

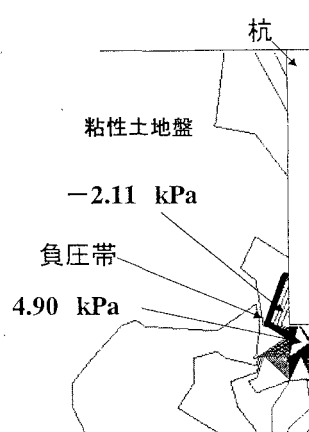


図-5 過剰間隙水圧の分布状況
(貫入量 32.2cm)

参考文献 1) 佐伯・小宮・赤木：第34回地盤工学研究発表会，pp.1173～1174，1999.