

(III-8) 軟弱粘性土地盤の杭貫入に伴う杭先端近傍の間隙水圧変化について

千葉工業大学 学生会員 ○小杉 宗高

千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡邊 勉 清水 英治

1. はじめに

軟弱粘性土地盤における杭施工では、杭周辺地盤に変形が生じるだけでなく、杭貫入時に発生した過剰間隙水圧の消散に伴い杭打設後長期間にわたって圧密沈下が生じる。この圧密沈下は杭にネガティブフリクションを発生させる原因となっている。ネガティブフリクションの発生を杭施工前に予測し対策をたてるためには、杭貫入に伴う過剰間隙水圧の発生状況と杭貫入後の圧密沈下を合理的に評価する必要がある。

ここでは、要素を計算ステップごとによりメッシュして杭の貫入過程をシミュレーションする土～水連成有限要素法解析を用いて、杭貫入室内実験の解析を行う。解析の結果、最も特徴的な挙動が得られた杭先端近傍の過剰間隙水圧の発生状況を詳細に示すとともに基礎的な考察を行った。

2. 解析の概要

本報告における解析の対象は、軟弱粘性土地盤での杭貫入室内実験である。図-1は実験装置の概略を示したものである。実験は平面ひずみ状態で行われ、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 で杭 ($\phi=3.0$ cm) を貫入した。地盤は粘性土スラリーを流し込んだ後、地表に鉛玉を敷き詰め、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ものである。土槽壁面に配置した間隙水圧計間隙水圧計で杭貫入に伴う地盤中の間隙水圧を測定した。また地盤中に埋め込んだ鉛玉の位置を x 線撮影によって観察することによって、地盤の変位を測定した。

図-2は解析モデル(初期状態)を示したものである。実験条件が杭中央を中心線とした左右対称であるため、モデルの左半断面領域を解析した。粘性土地盤の透水性に比べ杭貫入速度が速いため、解析の構成則には一般化された Bingham 流動則を用いて自重を考慮した非排水粘塑性流動解析を行った。地盤要素と杭要素の境界面には Goodman 型のジョイント要素を配置し、また地盤要素の上部には実験と同じ上載

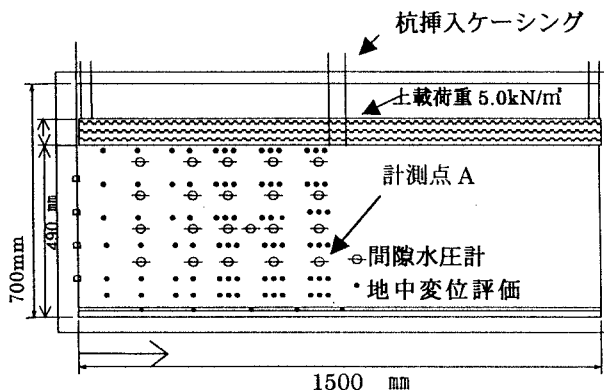


図-1 杭貫入模型実験装置図

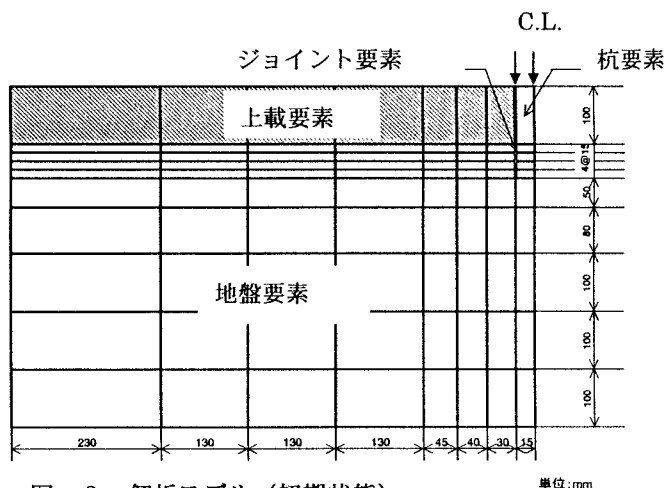


図-2 解析モデル(初期状態)

キーワード：杭、有限要素法、間隙水圧、粘性土

連絡先：〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 Tel：0474-78-0449 Fax：0474-78-0474

表-1 解析パラメーター

荷重を作用させた。

模型実験と同じ杭貫入力を杭上端の節点に作用させて杭を貫入し、各計算ステップごとに要素をリメッシュして杭の貫入状況を再現した。過剰間隙水圧はChristian 流の土～水連成解析の体積ひずみ項を 0 (=非排水) とし、粘性流動解析で得られた要素の応力状態と等価な節点力を各要素に作用させて計算した。

地盤要素	ヤング率	E	50.7 kN/m ² (=100 × Cu)
	ポアソン比	ν	0.49
	塑性粘度	μ	957.6kN/m ² ・sec(=1680 × Cu)
	降伏値	τ _y	0.57 kN/m ² (=Cu)
	単位体積重量	γ	14.4 kN/m ³
ジョイント要素	透水係数	k	4.27 × 10 ⁻¹⁰ m/min
	垂直方向剛性	k _n	1.00 × 10 ⁷ kN/m ²
杭要素	接線方向剛性	k _s	1.48 × 10 ³ kN/m ²
	ヤング率	E	1.00 × 10 ¹⁰ kN/m ²
	ポアソン比	ν	0.49

表 1 に室内実験で得られた解析パラメータを示す。

3. 杭貫入に伴う杭先端近傍の間隙水圧挙動

図-3 は、杭貫入に伴う計測点 A (図-1 参照) における過剰間隙水圧経時変化の実験値と解析値の比較を示したものである。図から明らかなように、杭に近い点の間隙水圧は杭接近時には上昇し、杭先端通過とともに上昇が小さくなっていることがわかる。この挙動は解析においても再現されている。

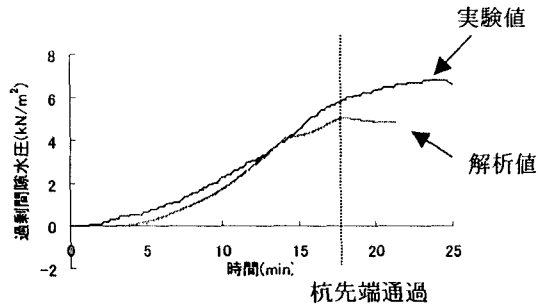


図-3 計測点 A における杭貫入中の過剰間隙水圧経時変化

図-4 (a)(b)(c)は、それぞれ 9.3cm、19.0cm、32.2cm 貫入時点における杭先端近傍の過剰間隙水圧コンタを示したものである。杭先端通過前

の杭下部には正の過剰間隙水圧が発生している。正の過剰間隙水圧の大きさは、杭貫入量が大きい程大きく出ているが、これは土槽底面によって地盤の変形が拘束されているためであると考えられる。

一方、杭貫入量によらず杭先端が通過した後の杭の側方部近傍には負の過剰間隙水圧が発生している。これは、流体力学におけるキャビテーション現象と類似した現象であり興味深い。図-3 に示した杭通過直後の過剰間隙水圧上昇の低下の要因が、杭先端側方部における負の過剰間隙水圧の発生であることは十分に考えられる。

今回の解析によって、杭貫入に伴う杭先端近傍を含めた軟弱粘性土地盤の間隙水圧挙動のシミュレーションが行えた。今後は、これを杭貫入時に発生した過剰間隙水圧の消散に基づく圧密沈下量の評価に応用したい。

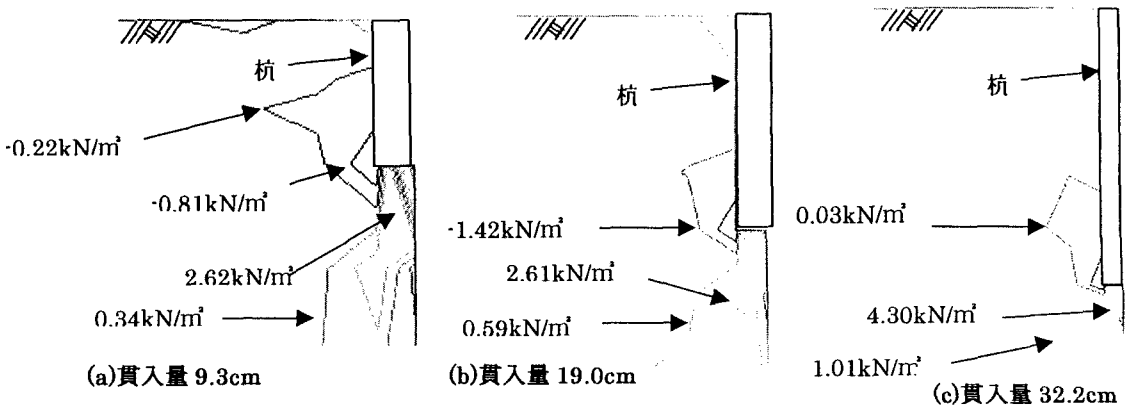


図-4 杭先端近傍の過剰間隙水圧コンタ