

Ⅲ－B 420 飽和粘性土地盤の杭打設に伴う地盤変形の有限要素法シミュレーション

○ 早稲田大学	学生会員	佐伯 岳洋
早稲田大学	学生	大嶋 啓
千葉工業大学	正会員	小宮 一仁
早稲田大学	正会員	赤木 寛一

1. まえがき

近年、特に都市部において、近接施工が多く行われている。一般に近接施工では、工事に伴って発生した周辺地盤の変位が既設構造物に影響を及ぼす。軟弱地盤において近接施工を行う場合、まず既設構造物周辺の地盤変形や間隙水圧などを予測し、予測される事態に対する対策を検討する必要がある。

本研究では、飽和粘性土地盤の杭打設模型実験で観察された地盤変形の有限要素法シミュレーションを実施した。

2. 杭打設模型実験の概要¹⁾

図 2.1 に杭打設模型実験の土槽概略図を

示す。土槽の厚さは、杭の直径(30mm)とほぼ同じ 32mm とし、土槽奥行き方向の地盤変位を拘束することにより二次元モデルとする。模型杭を杭挿入ケーシングより速度 2.0cm/min で貫入し、杭軸力、杭先端荷重、地表面変位、地中変位、間隙水圧、壁面土圧を測定する。地中変位は、地盤内に鉛球をグリッド状に配置し、X 線写真を撮影することにより測定する。

3. 有限要素法解析の概要

粘性土地盤の 2 次元杭打設模型実験において、杭打設時における過剰間隙水圧と地中変位量に比較的良好な相関が見られる。¹⁾ 従って、杭貫入中の地盤挙動は非排水変形が支配的であり、杭近傍において非圧縮性流体の流動に類似した塑性流動が発生していることが予測される。

そこで、本解析では粘性土地盤を粘塑性体と仮定する。また、杭周面とそれに接する地盤との間に粘性の小さいジョイント要素を配置し、各計算ステップごとに有限要素の再分割を行う。²⁾

本解析では、粘塑性解析の構成式には一般的な応力状態での Bingham 流動則を用いる。

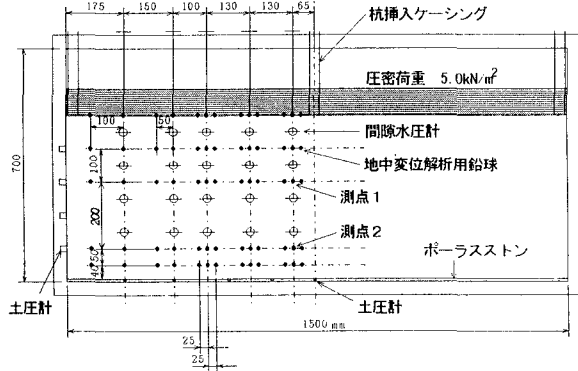


図 2.1 杭打設模型実験の土槽概略図

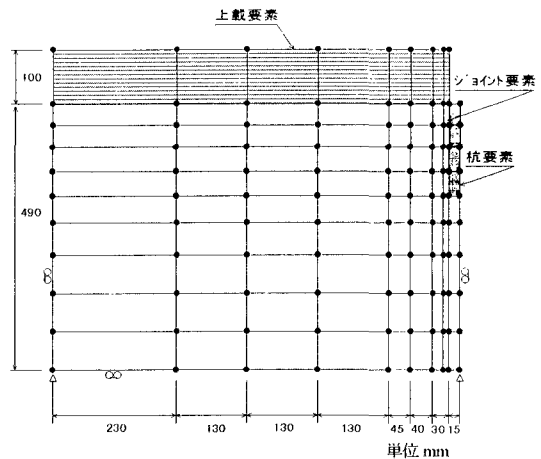


図 3.1 解析に用いた有限要素メッシュ

粘性土、杭打ち、変形、有限要素法

〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 58-205, TEL03-5286-3405, FAX03-5274-0695

図 3.1 は本解析に用いた有限要素メッシュを示したものである。地盤要素及びジョイント要素の上に模型実験で用いられた上載荷重に相当する上載要素を配置した。杭頭の

表 3.1 入力パラメータ

要素	ヤング率 E kN/m^2	ポアソン比 ν	塑性粘度 μ kN/m^2	降伏値 τ_y kN/m^2	単位体積重量 γ kN/m^3
地盤要素	1.37×10^3	0.49	2.31×10^4	13.7	14.3
ジョイント要素	1.37×10^3	0.49	5.00	0.0	14.3
杭要素	1.00×10^6	0.49	1.00×10^{10}	1.00×10^{10}	14.3
上載要素	1.37×10^3	0.49	1.00×10^{10}	1.00×10^{10}	50.0

節点に、模型実験における外力に相当する節点力を作用させ、6cm 貫入時から 42cm 貫入時まで解析を行った。

入力パラメータは、表 3.1 に示すとおりである。地盤要素のヤング率 $E=100 \cdot C_u$ 、塑性粘度 $\mu=1680 \cdot C_u$ 、降伏値 $\tau_y=C_u$ とし、ジョイント要素の降伏値 $\tau_y=0$ (kN/m^2) とする。²⁾ また、ジョイント要素の塑性粘度 μ は、杭貫入速度が模型実験で用いられた値となるように設定する。

4. 杭打設時の地中変位状況

図 2.1 における測点 1 および 2 に関して、地中変位の実験値と解析値を図 4.1～図 4.4 に示す。

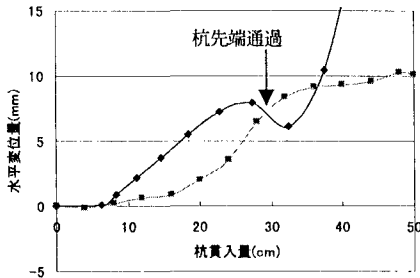


図 4.1 測点 1 における水平変位量

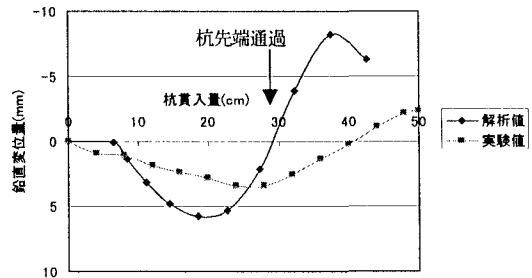


図 4.2 測点 1 における鉛直変位量

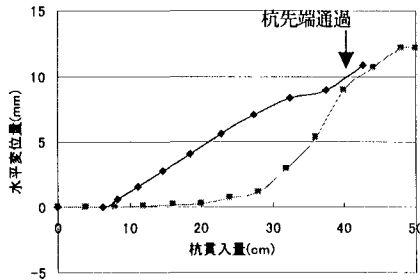


図 4.3 測点 2 における水平変位量

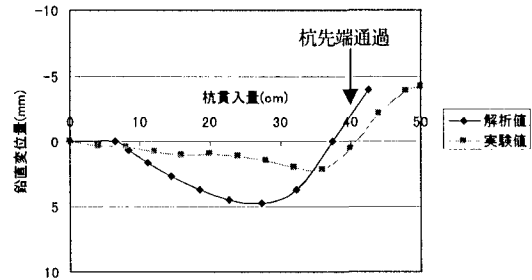


図 4.4 測点 2 における鉛直変位量

杭先端が接近する領域では、実験値とほぼ同等の解析値が得られている。しかしながら、杭先端が通過した領域では、解析値は実験値よりも大きい値となっている。また、地中の各測点における変位ベクトルの向きでみても、模型実験でみられた杭先端が接近するまでの時計まわりの回転移動が、今回の粘塑性構成式による流動の FEM シミュレーションにより適切に再現することができた。これは、通常の弾塑性体力学に基礎を置く FEM シミュレーションによっては得ることのできないものである。

しかしながら、杭先端が通過した後は、模型実験では測点のそれ以上の変位はほとんどみられないのに対して、今回の流動シミュレーションではそれまでとは逆の反時計まわりに回転移動する結果が得られた。従って、杭先端が通過した後は周辺部の土には間隙水の移動が発生し、非排水状態が保持されなくなっていることが考えられる。

5. 参考文献

- 1) 古山ら：第 32 回地盤工学研究発表会，pp.1309～1310，1997。
- 2) 赤木ら：第 5 回計算力学シンポジウム報文集，pp.243～248，1991。