

Ⅲ－B30

掘削斜面に近接した杭の水平載荷挙動に関する数値解析

日建設計中瀬土質研究所 正○大石幹太 正 吉福 司 正 斎藤邦夫
東日本旅客鉄道(株) 正 栗山道夫 正 佐藤 豊

1. はじめに

杭基礎で支持される構造物の近傍を掘削する場合、杭に対する掘削の影響を事前に検討する必要がある。そこでこのような場合の評価方法の確立を目的として、前年の続き¹⁾、粘土－砂の2層地盤について実施した一連の遠心模型実験に対して数値解析を行ったので報告する。

2. 遠心模型実験の概要

遠心模型実験は、図－1に示すような縮尺比1/50の模型に50Gの遠心加速度を付与して杭の水平載荷を行った。模型地盤は砂地盤と、粘土－砂からなる2層地盤の2種類である。砂地盤は豊浦砂を用いて相対密度80～85%となるように空中落下法により作成し、粘土層は圧密荷重2.2kgf/cm²で予圧密して作成した。想定した杭はφ=1000mmの場所打ちコンクリート杭で、これを水平投影面積と曲げ剛性(EI)を指標に取り、矩形断面(8.4×20mm)の鉄製プレートでモデル化した。杭の水平載荷実験は水平な2層地盤および杭前面に掘削を施した地盤(以下、掘削地盤と略称する)に対して行った。また、比較のための同様の実験を一樣な砂地盤についても実施した。実験の詳細は別報²⁾を参照されたい。

3. 解析方法

遠心模型実験結果に対し、3次元および2次元FEM解析を行った。ただし掘削地盤については、掘削過程は考慮せず、斜面肩の杭の水平載荷実験として解析した。解析の概要を以下に示す。

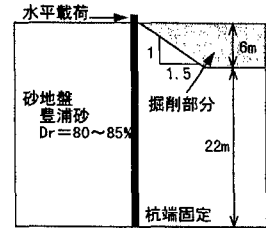
(1) 3次元FEM解析

3次元FEM解析³⁾では、杭(鉄製プレート、 $EI=1.3 \times 10^5 \text{ tf} \cdot \text{m}^2$)を弾性体、地盤は弾完全塑性体とした。地盤については破壊基準にMohr-Coulomb式、塑性ポテンシャルにはDrucker-Prager式を用いて非関連流れ則を適用した。杭と地盤の間にはすべりを表現するために薄い要素を設けた。解析に用いたメッシュ図並びに地盤定数をそれぞれ図－2、表－1に示す。

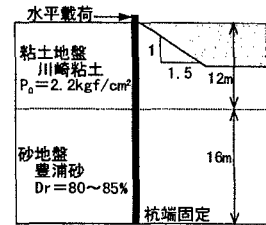
(2) 2次元FEM解析

砂地盤に関する2次元FEM解析では、杭を弾性体として、地盤の構成式にはDuncan-Chang式を用いた。解析メッシュ図および地盤定数については、参考文献⁴⁾を参照されたい。

2層地盤では、砂層は上述の砂地盤と同様に取り扱い、粘土層につ

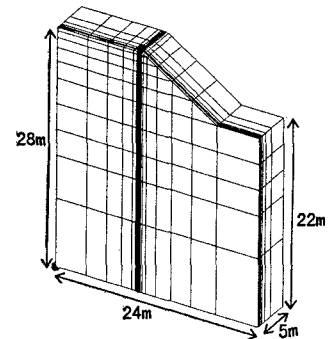


(a) 砂地盤



(b) 2層地盤

図－1 実験のモデル図



図－2 解析メッシュ図

表－1 地盤の材料定数

	砂層	粘土層	薄層要素
$\gamma \text{ (tf/m}^3\text{)}$	1.58	1.85	1.58
$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	43.0	0	25
$\psi \text{ (}^\circ\text{)}$	13.0	0	0
$c \text{ (tf/m}^2\text{)}$	0	9.0	0
$E_s \text{ (tf/m}^2\text{)}$	2100	600.0	2100
ν	0.33	0.49	0.33

キーワード：杭、水平載荷、掘削、3次元解析

連絡先：〒211 川崎市幸区南加瀬 4-11-1 Tel 044-599-1151 Fax 044-599-9444

いては弾完全塑性体として3次元解析におけるパラメータにより解析した。

4. 結果および考察

図-3に砂地盤における杭の荷重-変位関係を示す。これより、3次元解析の結果は、水平地盤の実験結果と比較的に良く一致している。しかし、掘削地盤に対しては解析上何らかの問題があるようである。一方、2次元解析では水平・掘削地盤ともに比較的良好に実験結果を再現している。

図-4は2層地盤の杭の荷重-変位関係である。同図より、3次元解析は水平・掘削地盤とも実験挙動をよく説明する結果を与えている。これに対し、2次元解析では、実験結果の約2倍の変位を与える程度の結果にとどまった。

図-5は、杭頭荷重 P_h が10tfのときの掘削地盤における杭体の曲げモーメント分布を示している。砂地盤、2層地盤のいずれにおいても、3次元解析は2次元解析に比べて実験結果と比較的に良く合っている。

荷重-変位関係において、砂地盤では2層地盤と異なり、2次元解析結果の方が3次元解析よりも実験挙動と良く対応する結果となった。しかしながら、曲げモーメント分布に関しては、2層地盤と同様3次元解析の結果の方が実験結果と良い対応を示している。

5. まとめ

杭の水平載荷実験の解析では、荷重-変位関係のみならず杭体の曲げモーメント分布も比較的良好に再現できることから、3次元解析の方が有効であることがわかった。しかしながら、砂地盤に対する3次元解析については今後、更に検討を行う必要がある。

謝辞

本解析を実施するに当たり、群馬大学 鶴飼教授が開発されたプログラムの提供を受けたことを付記し、感謝の意とさせていただきます。

参考文献 1) 佐藤ら(1996): 近接根掘りによる杭基礎の水平抵抗に関する模型実験, 土木学会第51回年次学術講演概要集, 第3部(B), PP38-39

2) 有光ら(1997): 近接根掘りによる杭基礎の挙動について, 土木学会第52回年次学術講演会

3) 若井ら(1995): 単杭の水平載荷挙動に関する模型実験と解析, 土木学会論文集, No.517/Ⅲ-31, pp159-168

4) 大石ら(1996): 掘削の影響を受けた杭の水平抵抗に関する遠心模型実験と数値解析の比較, 土木学会第51回年次学術講演概要集, 第3部(B), PP42-43

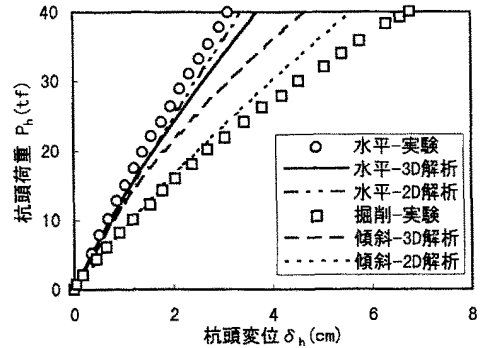


図-3 荷重-変位関係(砂地盤)

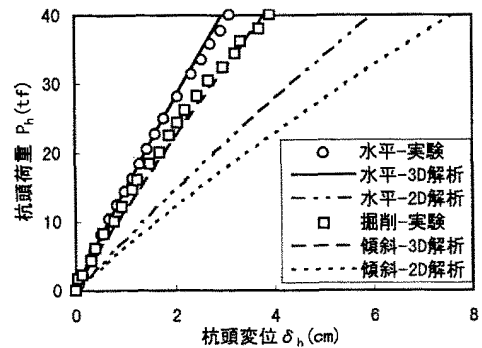


図-4 荷重-変位関係(2層地盤)

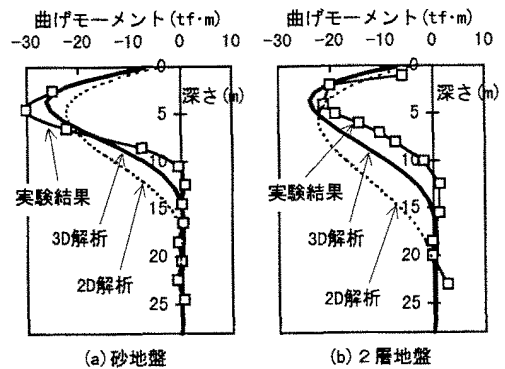


図-5 曲げモーメント分布 ($P_h=10\text{tf}$)