

SET-UPを考慮した杭基礎地盤の数値解析

熊本大学工学部 学○ 東山 文雄 正 大谷 順

1. はじめに

近年、ウォーターフロントの開発により、埋立地での構造物の基礎として摩擦杭が注目されている。このような地盤での摩擦杭の施工は、一般に地盤の圧密終了後に行われるが、工期の制約等により、未圧密地盤での杭の打設が余儀なくされる場合が多い。現行の設計法においては、このような地盤での摩擦杭に作用する負の摩擦力についての定量的評価がなされておらず¹⁾、それに関する研究も少ない現状にある。^{2) 3)}

本研究は、摩擦杭に作用する負の摩擦力の定量的評価、すなわち杭端の沈下特性に伴い杭周辺に発揮される負の摩擦力を定量的に評価するものである。本報告は、未圧密地盤の異なる圧密度を有する地盤に対して杭を打設する連成解析を行うことにより、このことについて検討するものである。

2. 解析方法

解析フローを図-1に示す。まず、埋立中及び埋立完了後の地盤内有効応力、間隙水圧、透水係数、間隙比分布を把握するために、埋立による地盤の挙動について二次元平面ひずみ条件下で弾塑性圧密解析を行い、その結果から、杭打設前の地盤条件を得る。

この圧密解析の結果を用いて、地盤と杭との相互作用を考慮した軸対称有限要素解析を行うことにより、杭周面に作用する負の摩擦力を定量的に評価するものである。

特に本報告では、埋立完了後の杭打設時期を変化させた場合の、摩擦杭周面における負の摩擦力の発生機構について検討した。

2. 1 埋立による地盤の圧密解析

有限要素法を用いて、飽和粘土の二次元平面ひずみ条件下における弾塑性圧密解析を行った。本研究では、比較的均質な正規圧密地盤を想定している。載荷ステップは、埋立速度0.1m/日として埋立高を10mとした。埋立経過日数と地盤沈下曲線を図-2に示す。この解析結果より、未圧密地盤での杭の打設時期の変化における地盤の応力状態を決定した。

2. 2 軸対称有限要素解析

図-3は、解析に用いた有限要素メッシュ及び土層モデルである。地盤は、埋立による圧密沈下の主層となる粘土層を弾塑性体、埋立層、砂層を線形弾性体とした。杭打設時の地盤の初期状態(SET-UP)を設定するため有効応力、間隙水圧、透水係数、および、間隙

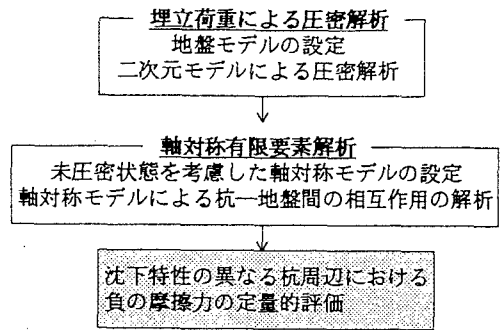
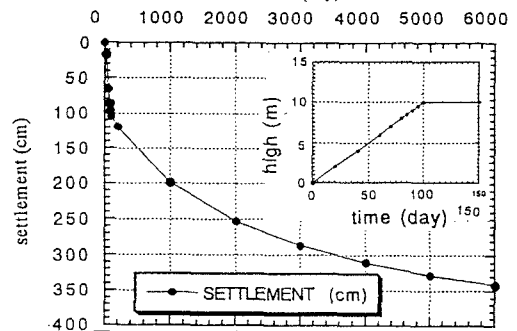
図-1 解析フロー
time (day)

図-2 埋め立て経過日数と地盤沈下曲線

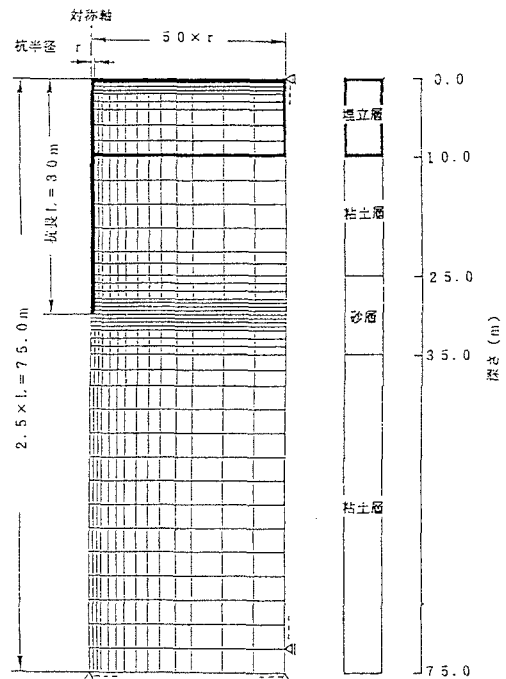


図-3 軸対称解析モデル

比は、前述の圧密解析により得られた結果を用いている。杭は、線形弾性体とし、杭と地盤との境界には、杭-地盤間の相互作用を評価するために弾-完全塑性体と仮定したジョイント要素を設けている。ジョイント要素は、厚さのないものとし杭体の地盤への貫入を表現するために、杭直下の地盤部分にも設けている。杭径は、1.0 mの鋼管杭を想定し、解析上は換算剛性を持つ中実杭として表現した。解析領域は、側方境界、下方境界とも、ほとんど影響を受けない距離として、半径方向を50r、深さ方向を2.5L（ここでr：杭半径、L：杭長）とした。本解析では、杭に作用する負の摩擦力が埋立完了後の異なる時期に杭を打設することによりその分布にどのような影響を及ぼすかについて検討した。その検討ケースを表-1に示す。杭の載荷速度は、図-4に示すように0.3 tf/分として300 tfまで載荷し、その後6ヶ月経過した時の挙動についてそれぞれのケースの比較を行った。

ケース	杭打設時期
1	埋立完了後1000日
2	埋立完了後2000日
3	埋立完了後3000日

表-1

3. 解析結果および考察

図-5および、図-6は、杭の軸力および周面摩擦力の深度分布を示す。杭の軸力は、地盤の圧密状態、すなわち異なる沈下特性により異なり、圧密終了に近づくにつれ減少していることが解る。周面摩擦力についても同様のことが言える。このことより、埋立終了後の杭の打設時期を遅らせることにより負の摩擦力、杭の軸力が減少することから、より大きな杭の支持力が期待できると考えられる。

4. まとめ

今回の解析では、負の摩擦力は、埋立完了後の杭の打設時期を変化させることにより減少することを定量的に評価した。また、その時の中立点の位置は、それぞれのケースで異なり、（ケース1=16m ケース2=15m ケース3=14m）その位置が沈下量に比例して深くなると言える。現行の設計法¹⁾では、最も危険な状態を想定し圧密層の下端にその中立点の位置を設定しているが、今回の解析では、杭周面にそれが現れており、今後、これらの解析結果を基に、摩擦杭の設計における負の摩擦力の定量的評価について考察していくものである。

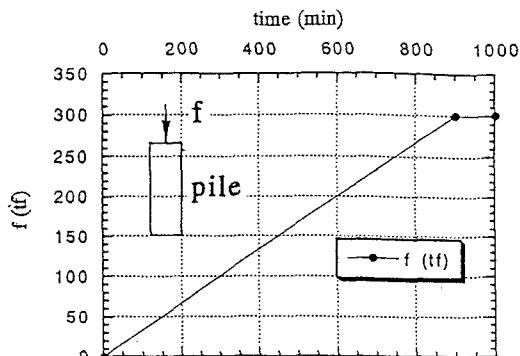


図-4 載荷ステップ

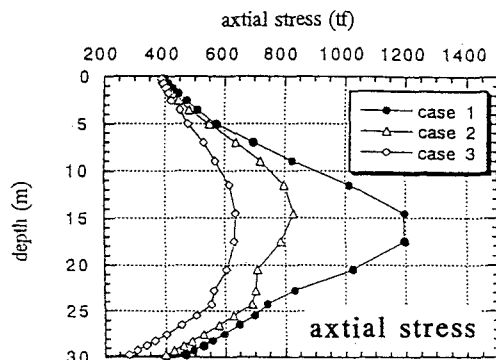


図-5 杭の軸力分布

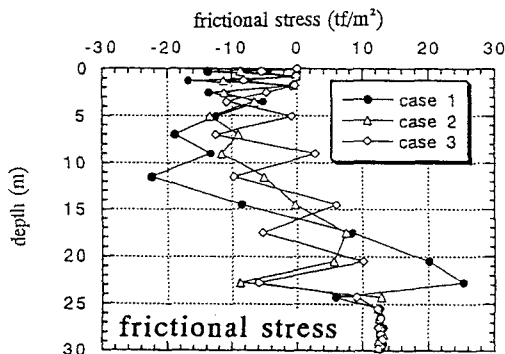


図-6 周面摩擦力分布

参考文献

- 1) 道路橋示法書の杭基礎の設計
- 2) 平山：長尺摩擦杭の支持機構から見た設計上の留意点 土と基礎. 1992. 2
- 3) 柴田他：若齢埋立地盤における摩擦杭の挙動解析 土と基礎. 1992. 2