

排土杭におけるセットアップ時の押し広げによる周面摩擦力改善効果に関する検討

九州大学大学院 学 庄村和剛

九州大学大学院 正 安福規之 F 落合英俊

九州大学大学院 正 大嶺聖 正 小林泰三

1.はじめに

回転貫入杭や圧入杭などの排土杭は、杭施工時に杭体積分の土を杭周辺に押しやることによって実現されており、それらの効果は 1)土を杭周辺に押し広げることによる水平応力の増加、2)地盤が圧縮することによる周辺地盤の締固め効果として現れると考えられる。これらの杭施工時における押し広げ効果や周辺地盤の締固め効果を考慮することで、排土杭の周面摩擦改善効果が適切に表現できれば、合理的な支持力評価法へ展開できると考えられる。また、杭側面に傾斜を設けたテーパ形状杭を排土杭として施工することにより、押し広げ効果や周辺地盤の締固め効果をより高めることができると考えられる。そこで本研究では、排土杭を施工する際に想定される杭体に作用する水平応力の増加、および周辺地盤の締固めを種々のテーパを有する杭を模型地盤に貫入させる実験により再現し、杭設置過程の押し広げによる地盤内水平応力変化特性、および周面摩擦力改善効果に関する検討を行う。

2.支持力改善効果の定量的な評価を目的とした軸対称の模型杭載荷試験

2.1 実験概要

図 - 1 に本研究で使用した軸対称模型杭載荷試験装置の概略図を示す。土槽は直径 700mm、高さ 1000mm の円柱形状であり、上部に取り付けたエアシリンダーにより、載荷板を介して地盤中に一定の土被り圧を与えられる構造となっている。杭上部には回転駆動ウォームを取り付けており、一定速度の回転貫入をできるようにした。模型杭はストレート杭とテーパ度 1%から 5%の 3 種類のテーパ形状杭を用い、杭の先端には荷重計を設置しており、杭上部に取り付けた荷重計との差から周面摩擦力を求める。テーパ形状杭は任意の深さにおける押し広げ量がテーパ度の違いによって現れる性質を持っており、上載圧を負荷することにより、深さ方向の要素をモデル化している(図 - 2 参照)。

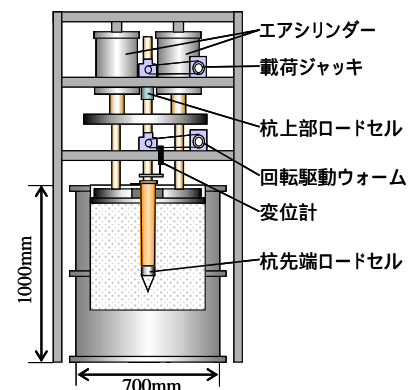


図 - 1 実験装置全体図

2.2 実験条件

模型地盤は豊浦砂を空中落下法により作成し、相対密度が 80%程度になるようにする。また地盤内には図 - 2 のように土圧計を設置した。試験ケースについては 200mm の杭セットアップ過程を設けた後に、15 時間程度放置し、その後貫入量 20mm の載荷試験を行なうケース(case1 ~ 4)と、模型杭を載荷試験を行なう所定の深さに設置し、セットアップ過程を設けずに貫入量 20mm の載荷試験を行なうケース(case5 ~ 8)をそれぞれの杭について行う。図 - 3 に本実験の杭セットアップ過程とその後行う載荷試験のイメージ図を示す。

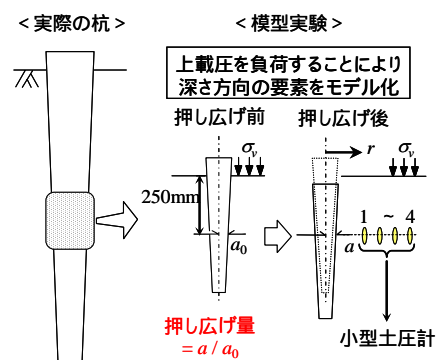


図 - 2 模型杭による押し広げの定義

3.実験結果

3.1 杭セットアップ過程での水平応力変化とその後の応力緩和特性

図 - 4 にテーパ度 5%の杭セットアップ時の地盤内水平応力変化と杭先端変位の関係を示している。杭先端が 50mm 変位した際に土圧計の設置深さに到達するが、ここで一度ピーク値を示し、その後値が大きく下が

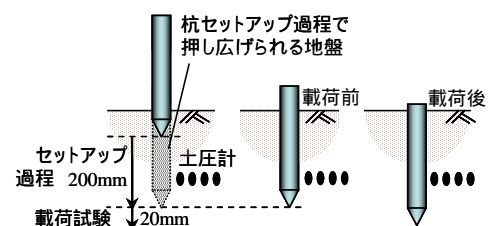


図 - 3 実験イメージ図

った。これは、杭先端付近では杭下部の地盤が、杭の押し込みにより圧縮し地盤内応力が増加したあと、局所的な破壊が連続して起こっているためと推察される。杭先端変位 150mm 以降は杭のテーパによる押し広げにより、杭近辺にある土圧計ほど大きな応力増加を示した。

図 - 5 は杭セットアップ過程終了後の水平応力緩和過程を示している。いずれの土圧計においても水平応力はセットアップ終了直後に減少するが、時間の経過とともに収束していくことが分かる。杭セットアップ時の押し広げにより増加した水平応力は全てが緩和するのではなく、残留応力が存在していることが分かる。この残留している水平応力の増分を考慮することで合理的な支持力評価につながると考えられる。

3.2 杭の押し広げによる周面摩擦力改善効果

図 - 6 は、テーパ度 5% 杭の載荷試験結果から得られた水平応力変化を、杭セットアップ過程があるケースと杭セットアップ過程がないケースと比較したものである。白抜きのプロットが、杭セットアップ過程がある場合の杭近傍にある二つの土圧計の応力変化を示している。杭に最も近い土圧計 1 では載荷直後に水平応力が減少するものの、すぐに増加を始め、最も大きな応力変化を示している。一方、杭セットアップ過程がないケースの土圧計の応力変化値は、杭セットアップ過程があるケースと比較して 10 分の 1 程度程度の値しか示しておらず、杭セットアップ時の押し広げ効果が水平応力増分として顕著に現れることが分かる。

図 - 7 は、テーパ度 5% 杭の、セットアップ過程がある case4 の周面摩擦力値 $f_{s_{case4}}$ の各変位における値を、杭セットアップ過程がない case8 の周面摩擦力 $f_{s_{case8}}$ の値で除して無次元化した $f_{s_{case4}}/f_{s_{case8}}$ をプロットしたものである。また、ストレート杭についても同様に $f_{s_{case1}}/f_{s_{case5}}$ をプロットしている。この $f_{s_{case4}}/f_{s_{case8}}$ 、 $f_{s_{case1}}/f_{s_{case5}}$ を杭セットアップ過程での「周面摩擦力改善効果」として定義し、杭先端変位との関係を示した。テーパ形状杭は杭上部ほど大きな杭径を有するため、セットアップ過程においてストレート杭と比較してより大きく地盤を押し広げ、また杭周辺に排する砂の量も多いため、杭周辺地盤がより締固まることが推察される。そのため、テーパ度 5% 杭がより大きな改善効果が得られたと考えられる。

4.まとめ

杭セットアップ時の押し広げの効果はテーパ度の大きな杭ほどその効果が現れることが分かった。また、杭セットアップ時の押し広げによる周面摩擦力改善効果は水平応力増分によるものであり、この水平応力変化を適切に評価できれば、合理的な支持力評価につながるものと考えられる。

5.参考文献

1) 馬場崎ら：杭の押し広げによる周面摩擦力改善効果と地盤内応力について、第 38 回地盤工学研究発表会、2003

6.謝辞

本研究は(社)日本鉄鋼連盟の平成 19 年度鋼構造研究・教育助成事業により実験装置の改良を行い、実施された。

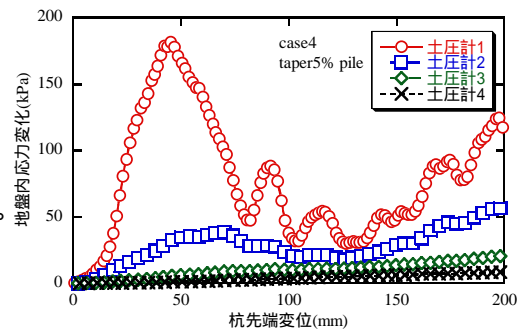


図 - 4 杭セットアップ時の地盤内
応力変化-杭先端変位関係

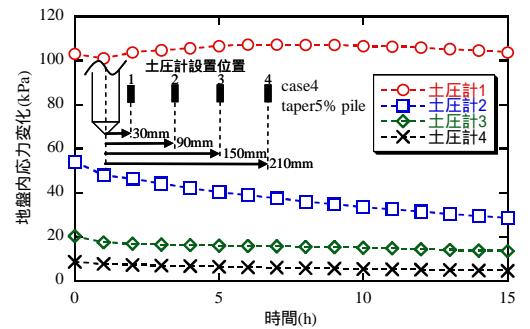


図 - 5 杭セットアップ完了後の地盤内
応力 - 時間関係

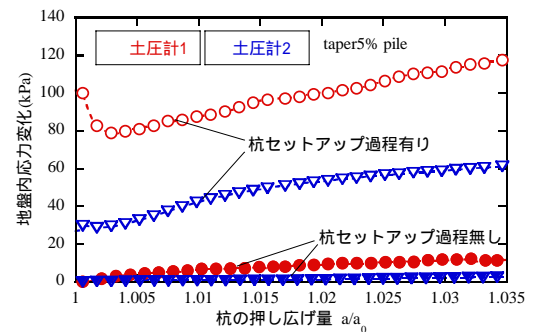


図 - 6 載荷試験時の杭の押し広げ - 地盤
内応力変化関係

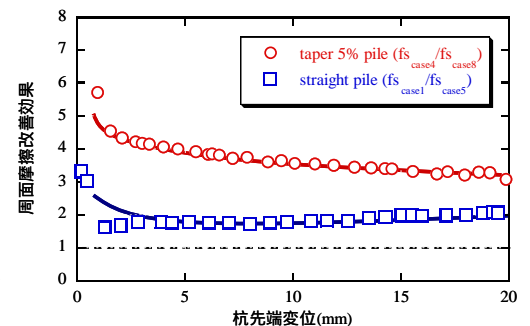


図 - 7 押し広げによる周面摩擦力改善効果