

杭設置過程での押し広げ効果が周面摩擦特性に与える影響

九州大学大学院 学○庄村 和剛

九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之

九州大学大学院 正 大嶺 聖 正 小林 泰三

1. はじめに

無排土化・低排土化は杭設置過程で生じる建設残土を杭周辺に押しやることによって実現されている。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ている¹⁾。これらの基礎は建設残土の発生を抑えた環境負荷の少ない基礎であると言えるが、杭設置過程で周辺地盤を締固め、周面摩擦力が改善されることについての検討は十分になされているとは言えない。杭設置過程における杭の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、これらの基礎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。そこで本研究では、無排土・低排土基礎工法における既製杭の貫入過程で想定される杭に作用する水平応力の増加を、種々のテーパーを有する杭を模型地盤に貫入させることにより再現し、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. テーパー杭を用いたアルミ棒積層地盤における载荷試験

2. 1 実験概要

本実験で用いた試験装置を図-1、模型杭先端部分の写真を図-2に示す。本実験では杭の先端部に加工を施し、杭設置過程では杭先端部に入ってくるアルミ棒を随時排出することにした。これは杭設置過程で模擬地盤を支持力破壊させずに、設置過程を模擬するためにとった方策である。また、本実験では杭設置過程での押し広げを再現するために、テーパーの度合いを種々変えた模型杭を用いて载荷試験を行った。テーパーを有する杭を用いることにより、テーパーによって杭周辺地盤は強制的に押し広げられ、杭設置過程での押し広げ効果による水平応力増加が期待できると考えた。模型土槽は幅 850mm、高さ 500mm、奥行き 50mm とし、土粒子を模したアルミ棒を積層して試験地盤とする。アルミ棒は径 1.0mm と 1.6mm を質量比 3 対 2 の割合で混合しており、単位体積重量 $\gamma_d=20.57\text{kN/m}^3$ である。模型杭はストレート杭とテーパー度 4%、8%のテーパー杭を用い、全長 300mm、先端幅 30mm を一定とした。杭には先端部と上端部にロードセルを設置し、杭の先端支持力と周面摩擦力を区分できるようにした。また杭の先端部から 50mm の側面部分に応力計を設置し水平応力の測定を行っている(図-2 参照)。

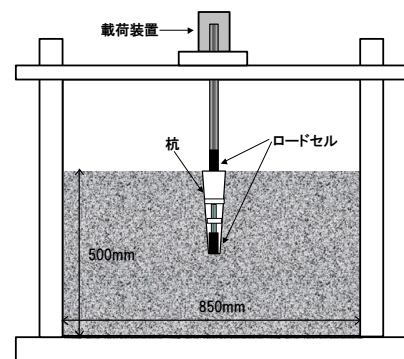


図-1 载荷試験装置図



図-2 模型杭先端部写真

2. 2 実験方法

本実験では貫入過程を模擬するために以下の2ケースについて実験的検討を行った。

・Case1 (15cm の杭設置過程あり) : まず根入れ長 $S=10\text{cm}$ の深さに模型杭を設置する。その後試験地盤を作製し、模型杭を $\Delta S=15\text{cm}$ 貫入させたあと、根入れ長が $S=25\text{cm}$ に達したところで载荷試験を行う。

・Case2 (杭設置過程なし) : 初めに根入れ長 $S=25\text{cm}$ の深さに模型杭を設置した後、地盤を作製し、その後载荷試験を行う。

3. 杭設置過程における周面抵抗特性

表-1 は杭設置過程で排出されたアルミ棒の量を示したものである。

それぞれの杭で若干の違いはあるものの、杭先端幅が固定されており杭形状による排出量の差はほとんどないものと考えられる。図-3 は

表-1 杭設置過程でのアルミ棒排出量

	ストレート	テーパー4%	テーパー8%
杭設置過程でのアルミ棒排出量(g)	604.84	614.38	615.38

杭設置過程における単位面積あたりの周面抵抗曲線である。ストレート杭は貫入量が増加してもほぼ一定の値で推移しており、あまり変化が見られない。一方、テーパ杭は貫入量が大きくなるほど単位面積あたりの周面抵抗が増加している。またテーパ度 4%と 8%のものを比較した場合、8%のほうがその傾向は大きくなっている。テーパによる押し広げ効果が杭設置過程での周面抵抗力増加として現れており、貫入量が大きくなるほど、すなわち押し広げ量が大きくなるほどその効果が大きくなっている。

4. 杭設置過程が支持力特性に与える影響

以下に杭設置過程後に行った支持力試験結果について示す。図-4はストレート杭の周面摩擦力-沈下量曲線と、杭先端部から 5cm の付近の水平応力-沈下量曲線を示したものである。沈下の初期段階において 15cm の杭設置過程を設けた Case1 のほうが、周面摩擦力が低くなっている。杭周辺地盤の乱れが一つの要因として考えられる。水平応力については Case1、Case2 ともに貫入量が大きくなるほど低下している。図-5はテーパ度 8%のテーパ杭の周面摩擦力-沈下量曲線と水平応力-沈下量曲線を示したものである。沈下の初期段階で、杭設置過程を設けた Case1 のほうが周面摩擦力が大きくなっている。杭設置過程において模型杭のテーパにより周辺地盤が押し広げられ、それが支持力試験での周面摩擦力の発現特性に影響したものと考えられる。これらの傾向は沈下の初期段階でより顕著であり、沈下量が大きくなるとほぼ等しくなる。

図-6は横軸に杭設置による周辺地盤の押し広げ量、縦軸に周面摩擦改善効果ととり、杭設置による周面摩擦力の改善効果をストレート杭とテーパをつけた杭とで比較したものである。周面摩擦改善効果とは沈下量 3mm(杭幅の 1%)のときの Case1 の周面摩擦力値を、Case2 での周面摩擦力値で割った値である。また、押し広げ量とは各杭の容積を、ストレート杭の容積で割った値である。押し広げ量が大きくなるにつれ、支持力改善効果が大きくなっていることがわかる。杭の鉛直支持力は、一般に沈下量が杭径の 10%の時の荷重を極限支持力とみなして評価される。このとき、周面摩擦力は過去の多くの原位置載荷試験によれば、全支持力の 70~80%の割合を負担しており、沈下量が杭径の 1~2%でピーク値に達する。このような状況のなかで杭設置過程での押し広げによる周面摩擦力の改善効果が沈下の初期段階に顕著に現れることを確認できたことは重要な点である。このことを反映して支持力を評価することが出来れば、より合理的な支持力評価につながるものと考えられる。

5. まとめ

杭設置過程での押し広げ効果がその後の支持力試験に影響し、押し広げ量が大きくなるほど周面摩擦の改善効果は大きくなった。また、その効果は沈下の初期段階に現れた。これらを反映して支持力を評価出来れば、より合理的な支持力評価につながるものと考えられる。

＜参考文献＞1)坂本ら：杭の押し広げによる地盤内応力変化の評価について、土木学会西部支部研究発表会講演概要集、ppA-260-261、2004

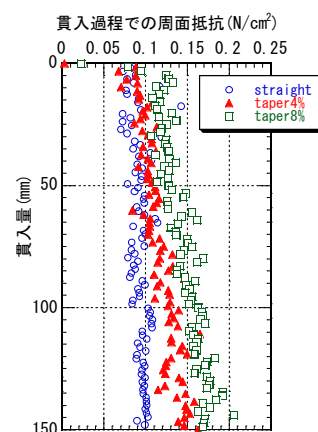


図-3 杭設置過程における周面抵抗

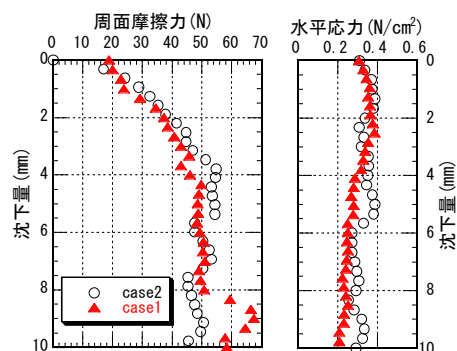


図-4 周面摩擦力-沈下量、水平応力-沈下量
(ストレート杭)

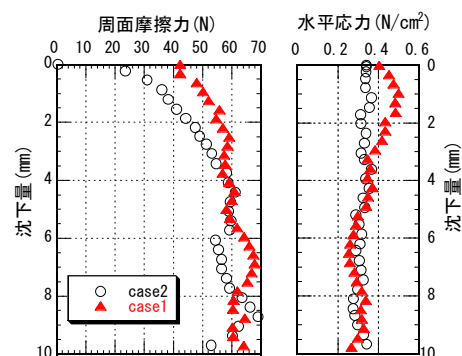


図-5 周面摩擦力-沈下量、水平応力-沈下量
(テーパ杭 8%)

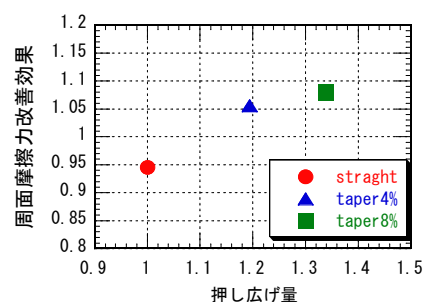


図-6 周面摩擦力改善効果