

東京理科大学工学部 学○深田卓宏

日建設計中瀬土質研究所 正 片上典久 正 斎藤邦夫

1. まえがき

近年、建築・土木構造物は、その規模が大きくなる傾向にあり、杭を用いた支持構造が増加している。一般に杭の設計は、地盤調査の結果に基づいて行が、支持層としてその強度・層厚等が懸念される場合には、施工に先立ち杭の載荷試験を現位置で行い、支持力の確認が行われる。しかしながら、杭の鉛直載荷試験を行うには、反力梁をはじめとした非常に大がかりな装置が必要となり、時間とコストが大きな負担になる。Osterberg らは、このデメリットを克服するために、杭本体にジャッキを組み込み、反力梁を用いない簡易な先端載荷試験方法を提案している。現在、この種の試験が実用的見地から実施される例も散見される。だが、原理的には、杭の周面摩擦が逆に作用する点や、最大載荷荷重が、先端支持力もしくは周面摩擦力のどちらか小さい方に制限されるなどの問題点も残されている。

本研究の最終的な目的は、杭の先端載荷試験を遠心場で再現し、先端支持力と周面摩擦力を合理的に評価する事にある。今回は、その第1段として、試験装置の機構と試験結果の一例を報告する。

2. 実験機器

杭の先端載荷試験は、杭の先端と本体を分離した構造を有し、先端支持力と周面摩擦力を分けて計測することができる。一般的な試験装置の載荷機構は、Fig. 1 に示される如く、杭の先端に油圧ジャッキを備え、その反力は外管と地盤の摩擦力で受け持つ構造になっている。

Fig. 2 は、遠心加速度場で使用する先端載荷試験装置の模式図である。油圧ジャッキの位置などの詳細は異なるものの、杭先端と杭本体が分離している点では同等のシステムである。

模型杭は、直径 17.3mm の鋼製であり、油圧ジャッキは、圧力或いは油量のコントロールにより、荷重制御と変位制御の二通りの試験を行うことができる。いずれも最大載荷圧力は 64kgf/cm^2 であり、杭 1 本当たりの先端支持力としては、最大 450kgf まで載荷することができる。これは、 $\phi 914.4\text{mm}$ の鋼管杭では約 1200tf の載荷能力を有することに相当する。

模型地盤を収納する容器は鋼製で、幅 200mm、高さ 600mm、長さ 750mm である。

3. 試料及び実験方法

実験に供した試料は豊浦砂である。模型地盤は、多重ふるいにより空中から豊浦砂を落下させ、相対密度が 80% になるように調整した。また、仕上げ時は、模型表面を真空により吸引して整形した。

今回の実験は、プロトタイプ $\phi 914.4\text{mm}$ の鋼管杭を想定しており、遠心加速度場 53g にて実験を行った。

手順は、模型を 53g の遠心加速度場に置き、その後、貫入装置（垂直方向移動用モーター）を用いて所定の深度まで変移制御で貫入させる。この時の貫入抵抗は、貫入装置に接続されているロードセル 1 により計測される。また、貫入量（深度）は、貫入装置に付属しているポテンシオメータ

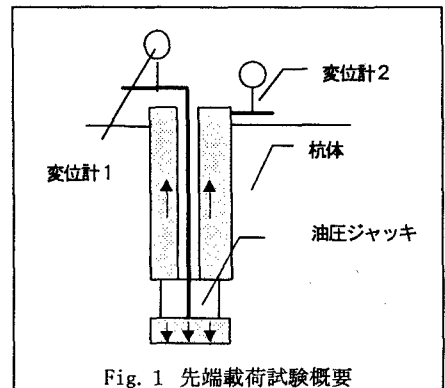


Fig. 1 先端載荷試験概要

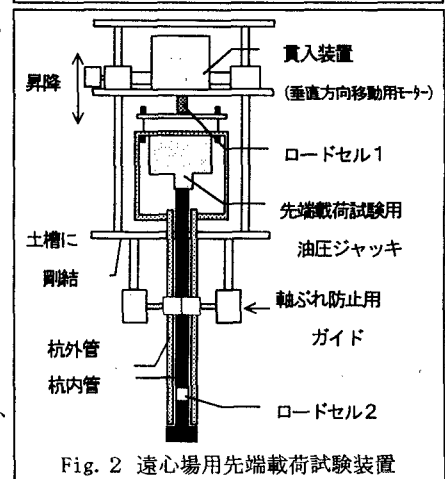


Fig. 2 遠心場用先端載荷試験装置

一により計測する。

所定の深度に到達した後、先端載荷試験用油圧ジャッキを用いて杭の先端載荷試験を行う。先端載荷試験時の先端支持力及び周面摩擦力は、杭内管に設置されているロードセル2を用いて計測する。杭本体の抜け上がり量並びに杭先端の沈下量は、それぞれレーザー変位計を用いて計測する。先端載荷試験は Fig. 3 に示す如く 2 回実施しており、case-1 は変位制御、case-2 は荷重制御により行った。

尚、実験位置は同図に示すように、容器側壁の影響を考慮し、杭の中心から試料容器の側壁までは杭径の 5 倍以上離れた。

4. 実験結果

実験の結果は、Fig. 4 に「荷重－貫入量曲線」を、Fig. 5 には杭先端の「荷重－沈下量曲線」と杭本体の「荷重－抜け上がり量曲線」を示す。

Fig. 4 に示す貫入試験結果からは、浅い基礎の支持力と思われるピークを示した後、貫入量の増加と共に強度が増す傾向が観察される。

また、Fig. 5 では、杭先端の「荷重－沈下量曲線」において弾性的挙動が現れ、沈下量の増大に伴い塑性的挙動を帯びてくる傾向が見られる。塑性的挙動を帯びてくると、それまで一致していたグラフに差が現れてくる。これは、制御方法の違いによる影響も十分に考えられ、今後の検討課題の一つでもある。

杭周面の「荷重－抜け上がり量曲線」においても、グラフの立ち上がりは直線的であり、極めて小さな抜け上がり量の下で最大値(ピーク)を迎える。その後は、抜け上がり量に対しほぼ一定の強度を示す。case-2 において、ピークの現れ方が不明瞭であるが、この点に関しても、制御方法による挙動の違いが認められる。ただし、ピーク後の周面摩擦力の差は、杭の貫入量(試験深度)によるものであると考えられる。

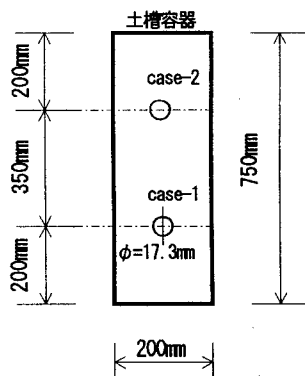


Fig. 3 実験位置

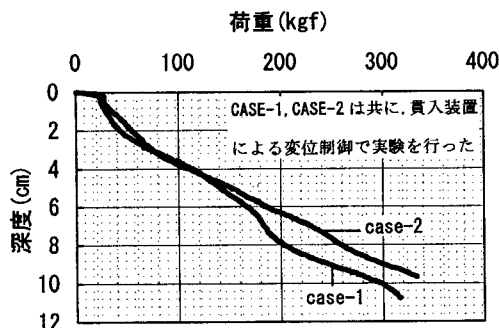


Fig. 4 貫入試験結果 (遠心加速度: 53g)

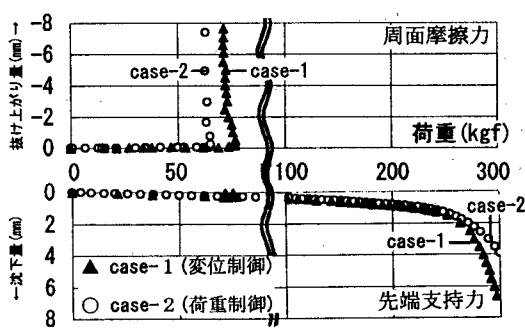


Fig. 5 先端載荷試験結果 (遠心加速度: 53g)

5. 今後の検討課題

従来の鉛直載荷試験は、建築・土木各方面において既に試験基準が設けられている。しかしながら、まだ確固たる試験基準の設けられていない先端載荷試験においては、載荷速度などの試験方法・手順の条件設定にも十分注意を払う必要がある。

この点に留意し、今後は、実際の設計に役立つよう、2層～3層地盤といった現実に近い地盤を対象にした杭の先端載荷試験を行い、試験法や設計法の基準作成の為に基礎データを集積してゆく予定である。

6. 謝辞

本報告は東京理科大学の卒業論文の一部であり、(株)日建設 中瀬土質研究所において実験を行った。卒業論文の指導教官である岸田英明教授に、末筆ながら、感謝致します。

<参考文献> 岸田英明ほか: 杭の簡易載荷試験法の基礎的検討, 杭の鉛直載荷試験方法および支持力判定法に関するシンポジウム, 1991.

オスターバーク (吉見吉昭訳): 杭載荷試験用の新しい加力装置－埋込み杭および打込み杭に適用可能－, 基礎工, Vol. 19, No. 8, 1991.