

大口径場所打ち杭の先端載荷試験

中部復建(株) 正会員 ○大場邦弘
 中部復建(株) 正会員 加藤久隆
 中部復建(株) 岡本恒和
 中部復建(株) 筒井重満

1. はじめに

名古屋高速道路公社が建設を進めている愛知県豊山町地内の県道高速名古屋小牧線において、全周回転式オールケーシングを用いたベント工法で施工される杭径 2.0mの大口径場所打ち杭の先端載荷法による鉛直載荷試験が実施されたので、その試験概要と結果について報告する。

本試験の目的は、N値50以上の砂礫層を支持層とする場所打ち杭の設計支持力に関する設計手法の妥当性を確認することであった。

2. 試験概要

鉛直載荷試験は、交通量の多い国道上の狭小の高速道路本体工工事区域内で実施することから反力杭や反力装置を必要とせず安全性や作業性に優れ、試験目的にも適合して試験費の経済性にも優れた杭先端載荷試験法¹⁾で実施した。

本試験法は、杭の先端部に設置した油圧ジャッキ（以下、先端ジャッキ）によって、先端抵抗と周面摩擦抵抗とを互いに反力として載荷する方法で、沈下計や鉄筋計などで杭の挙動を計測して支持特性を確認する試験である。

本試験の載荷方法は、道路橋示方書推定式による周面摩擦力の推定値に50%余裕を有した2,400tfを計画最大荷重とし、地盤工学会基準JGS1811杭の鉛直載荷試験方法に準拠し、200tfずつ12段階6サイクルで載荷し、荷重保持時間を処女荷重時では15分、履歴内荷重では5分とした。

計測項目は、ジャッキ荷重、ジャッキ上下面及び杭頭の鉛直変位量、地層区分を考慮した鉄筋応力である。

地盤概要と試験杭の諸元を図-1に示す。

3. 計測結果

試験で得られた先端荷重とジャッキ下面沈下量、時間の関係を図-2に示す。60分間保持できた最大荷重は2,200tfであり、この時のジャッキ下面の沈下量Spは187.75mm（杭径の9.4%）、ジャッキ上面の抜け上がり量Upは34.41mmであった。

先端荷重を2,400tfに増荷中に、Upが40mmを超えた頃から杭体が急激に抜け上がりはじめ、載荷重2,360tfから増えなくなり、周面摩擦力の極限状態と判断し、20分間の載荷で試験を終了した。この最大荷重時のSpは197.12mm、Upは58.16mmであった。

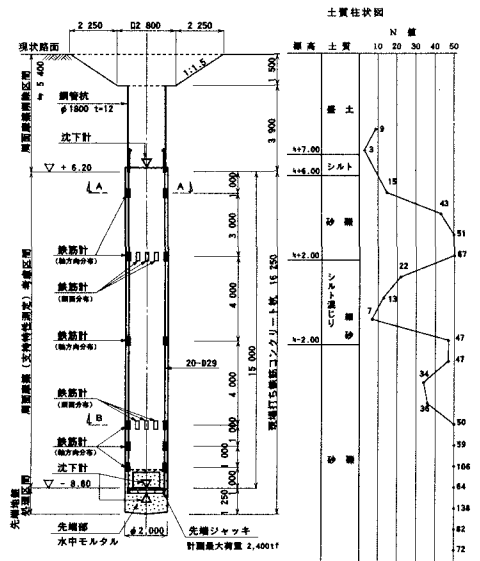


図-1 地盤概要と試験杭

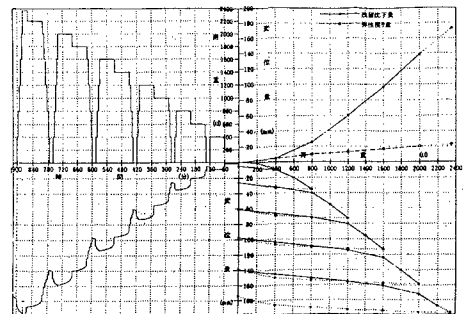


図-2 先端（ジャッキ下面）の4現象図

4. 試験結果と考察

(1) 支持力の確認

本載荷試験では、杭先端の沈下量が杭径の9.9%沈下時に周面摩擦力が極限值となったが、杭径の10%沈下時(道路橋示方書における極限支持力算定時)の先端支持力 P_p (第2限界先端荷重)を本試験の $\log P_p \sim \log S_p$ 関係を外挿し杭自重を引いてを求めると、 $P_p=2,280\text{tf/本}$ となる。ここで、実際の杭の挙動(杭頭より荷重載荷された場合)を考慮した杭の極限支持力を算定する際の最大先端支持力は、杭周面摩擦力が極限となった時の杭体の変位量(58.16mm)と同値の変位量の時の値で、 $R_p=1,032\text{tf/本}$ となる。この時の極限支持力は $R_u=3,272\text{tf/本}$ となり、設計時に想定した極限支持力2,500tf/本(道路橋示方書の支持力推定式を準用して算出)²⁾の約1.3倍となる。

これらの杭軸方向極限支持力算定の概念を図-3に示す。

(2) 支持特性の検討

本載荷試験では、杭の沈下量が58.16mmとなった時、周面摩擦力の極限值を確認した。その時の沈下量の杭径比は2.9%で、道路橋示方書(以降 道示と記す)の極限支持力算出時(杭径の10%沈下時)に比べて、少ない沈下量である。構造物としての実際の載荷を念頭に考えた場合、本地盤においては、杭先端支持力に比べて杭周面摩擦力の分担比が大きいことが試験から判明した。そこで、各断面(土層別)間における杭周面摩擦力度と層厚を乗じた区間摩擦力を載荷荷重別に整理した結果として、載荷荷重と土層別周面摩擦力度の相関図を図-4に示す。この相関図と地層の平均N値、道示の支持力推定式との比較から以下のことが判明した。

なお、杭先端～断面④の砂レキ層では載荷点に近く、初期荷重段階における繰返し荷重による変位が杭周面部の地盤を乱し、荷重段階の2段階まで摩擦力が低下した。この現象は、杭先端載荷試験特有の影響と考えられる。

- ①杭頭から断面①までのN値が小さい比較的緩い砂レキ層とシルト混り細砂層では、載荷荷重1,600tfで周面摩擦力が極限状態となり、以降の載荷に対して極限摩擦力度を維持するバイリニア型のせん断抵抗を発現する。周面摩擦力度は道示推定値の約1.5倍となる。
- ②杭頭から断面①以外の砂レキ層では、最大載荷荷重2360tfで極限值となる。特に、載荷点に近い断面④～杭先端の砂レキ層では、載荷荷重2,000tfで極限状態に近い。これらのN値が大きいよく締まった地層では、周面摩擦力度が $f=35\text{tf/m}$ 程度で極限状態になると考えられる。
- ③N値の大きいよく締まった地層では、載荷荷重に対して1次比例的に摩擦力が増加する。

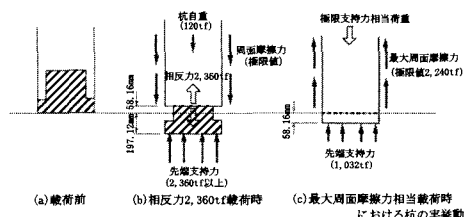


図-3 杭の極限支持力算定概念図

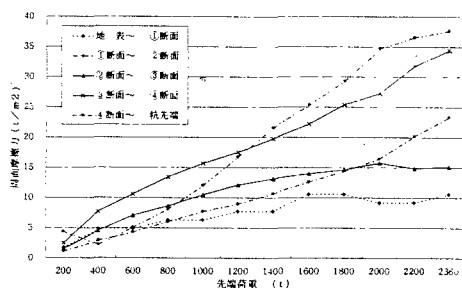


図-4 載荷荷重と土層別周面摩擦力度

5. まとめ

本先端載荷試験では、場所打ち杭(D=2.0m, L=16.25m)の先端支持力、極限周面摩擦力および各地層の区間周面摩擦特性等を把握することができた。これらの結果から、当地盤では設計支持力に対して十分に安全な杭軸方向支持力が確保でき、本設杭の設計支持力に関する設計手法が妥当であったことを確認した。

最後に、本報告にあたり、御理解と御協力をいただいた名古屋高速道路公社工務部設計課の関係各位に、紙面をお借りして深く感謝の意を表します。

参考文献 1)小椋,須見,岸田,吉福:杭先端載荷試験法の場所打ち杭と既製杭への適用例,土と基礎Vol.43, No.5, 1995.5

2)日野原稔紀,岡本真悟,小椋仁志,川村明:大口径場所打ち杭の杭先端載荷試験法による鉛直支持力等確認試験,

第33回地盤工学研究発表会論文集,1998.7