

III-475 土丹を支持層とする場所打ち杭の鉛直載荷試験
(その3: 土丹の支持力特性)

横浜市交通局 正 萩野 幸男 野口 直志
(財) 鉄道総合技術研究所 正 村田 修
(株) 間組 正 三反畠 勇
千代田化工建設(株) 正 藤岡 豊一

1. はじめに

鉄道における基礎構造物の設計基準である「建造物設計標準 基礎構造物」¹⁾によると、先端地盤が硬質粘性土または軟岩の場合の場所打ち杭の基準先端支持力度（杭径の10%沈下時の支持力）、 q_p は $3 q_u$ （ただし、 900 tf/m^2 以下、 q_u ：一軸圧縮強度）となっている。これは硬質な粘土のせん断破壊に関する理論に基づいているが、先端が土丹層における拡底場所打ち杭の先端支持力に対して適用できるかどうかは、載荷試験の事例が少なく明らかではない。本論文は先に報告²⁾した拡底場所打ち杭の鉛直載荷試験結果から拡底部の支持力特性について検討を行ったものである。

2. 拡底部の設計支持力

試験杭の拡底部の形状寸法を図-1に示す。拡底杭の先端支持力の設計は拡底開始面から下端面までの周面支持力を無視し、拡底開始面位置を杭先端とみなし、杭径を拡底径に採って通常の場所打ち杭における先端支持力を算定する式を用いて計算している。

図-2はジャッキ荷重と先端の鉄筋計から求めた拡底開始面と下端面の軸力を拡底面積で除した荷重度と各沈下量の関係を示したもので、設計の考え方は $q_d \sim S_d$ 曲線に相当する。同図から拡底開始面における実際の支持力度には拡底部の周面支持力が大きく寄与していることが分かる。

当該地の拡底場所打ち杭の許容先端支持力度は土丹の一軸圧縮強度、 q_u を 20 kgf/cm^2 (200 tf/m^2) と評価し、周面支持力が期待できない（当該地区ではネガティブフリクションが働くとしている）場合の常時荷重に対する先端支持力の安全係数、 $0.3^{1)}$ を用いて、

$$0.3 \times 3q_u = 0.3 \times 3 \times 200 = 180 \text{ tf/m}^2$$

としている。

図-2の $q_d \sim S_d$ から 180 tf/m^2 が設計面（拡底開始面）に作用した時の沈下量はほぼ 7 mmであり、沈下の問題がないことが分かる。

設計の考えとは異なるが、仮に 180 tf/m^2 が下端面に作用した場合を考えると、同図の $q_p \sim S_p$ から沈下量は 20 mm位に大きくなる。このことから拡底部の効果が意外に大きいことが分かる。

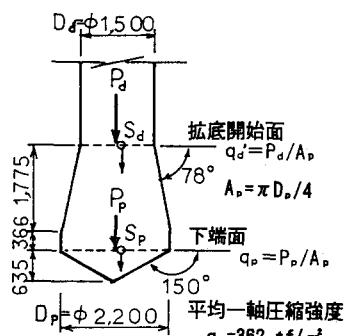


図-1 拡底部の断面形状

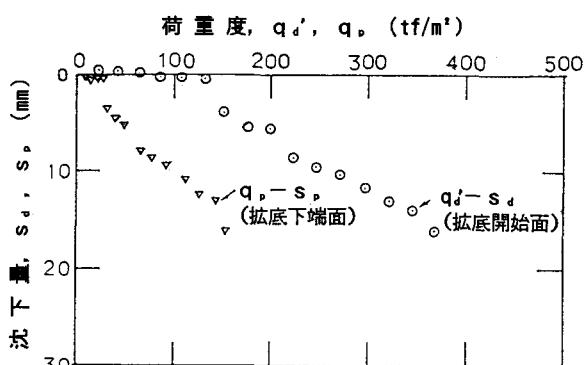


図-2 拡底部の荷重度～沈下量曲線

3. 杭先端の支持力特性

上述した拡底杭の設計の考え方とは別に杭先端の支持力特性について検討した結果を以下に述べる。

拡底開始面と下端面の荷重度を試験杭先端の土丹の平均一軸圧縮強度、 $q_u = 36.2 \text{ kgf/cm}^2$ で除した応力比と、沈下量を杭径で除した沈下量比の関係を求め図-3に示す。同図にある r_{q_u} は土丹の一軸圧縮試験の結果を無次元化したものである。同図の r_p ～ κ_p の関係から、下端面に作用する荷重度が一軸圧縮強度の 30 % 程度であれば、先端沈下量は

杭径の 0.5 % 程度（杭径 3 m で 15 mm の沈下量に相当）の比較的小い量に収まることが分かる。鉄道における杭の許容鉛直支持力に対する沈下量は 20 mm 程度¹⁾ である。2 m より太い場所打ち杭¹⁾ では、杭先端の許容支持力度として q_u の 30 % 程度とするのが妥当と思われる。すなわち、太い場所打ち杭において基準先端支持力度を $3q_u$ として許容支持力度を算定すると沈下量が過大になる恐れがあると考えられる。

また、 r_p ～ κ_p 関係は土丹の一軸圧縮試験から求まる応力比～ひずみ曲線で、応力比を半分にしたものによく一致している結果が得られた。この理由などの検討については今後の課題としたい。

4. まとめ

今回の新載荷試験では、先端支持力の極限値を得ることはできなかったものの土丹を支持層とする拡底場所打ち杭の支持力に関して次のような知見が得られた。

- ① 拡底部（テーパ部）の支持力が大きい。
- ② 拡底下端面の荷重度が一軸圧縮強度の 30 % 程度であれば、先端沈下量は杭径の 0.5 % 程度の比較的小い量に収まる。
- ③ 2 m より太い場所打ち杭において、基準先端支持力度を $3q_u$ として許容支持力度を算定すると沈下量が過大になる恐れがある。

5. おわりに

新載荷試験の特徴を活かして土丹に支持させた拡底場所打ち杭の拡底部に 1,626 tf という大きな荷重を直接載荷することができた。これによって、土丹の支持力特性について 2 ～ 3 の知見を得ることができた。

最後に、本試験にあたり日本大学の山田清臣教授、日本鉄道建設公団の青木一二三氏をはじめ多くの方々のご指導とご助言を戴きました。ここに、記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会編：建造物設計標準解説（基礎構造物・抗土圧構造物），昭和 61 年 3 月。
- 2) 須藤・久保村・村田・三反畑・藤岡：土丹を支持層とする場所打ち杭の鉛直載荷試験（その 2：載荷試験結果）土木学会第49回年次学術講演会，1994年 9月。

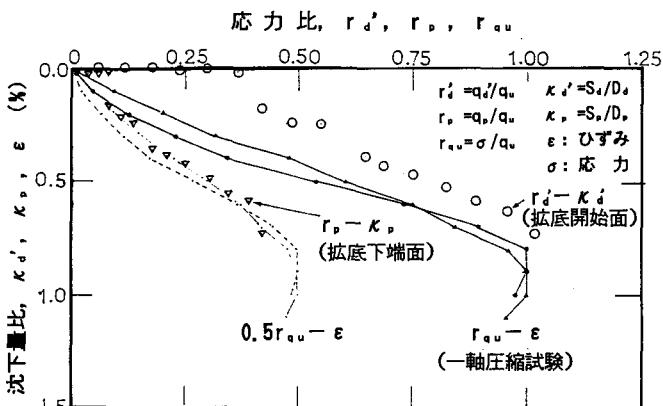


図-3 拡底部の応力比と沈下量比の関係