

看板・交通標識のための杭基礎設計法の載荷試験による検証

豊橋技術科学大学 学生会員 ○Keoduangchith SOMCHITH, 高木 翔太
豊橋技術科学大学 正会員 三浦 均也, 松田 達也

1. 目的

看板・交通標識における基礎構造は、現在重力式基礎と呼ばれる構造が主流となっている。重力式基礎には施工・構造面に問題があり、その問題解決が必要とされてきた。一方、杭基礎はChangの公式により必要杭長を長く算出するため、コストの比較で採用された例は少ない。筆者らは従来の基礎構造が抱える問題を克服できる杭基礎を新たに提案した⁽¹⁾。提案する杭基礎の特徴は、重複反射法による杭のたわみ挙動解析および支柱－杭一体構造と地盤改良を利用した杭の打設の3つの技術を採用している点である。施工方法の検証のため実物大看板を想定し、実物大供試体を施工した。そして実物大供試体に対して水平載荷試験を行い、その水平載荷試験の結果をもとに開発した基礎構造の妥当性を検討した。

2. 載荷試験

提案する杭基礎で設計した直立式および片持ち式に水平載荷試験を実施した。地盤条件はスウェーデン式サウンディング試験の結果から、深さ方向におけるN値の分布を算定し、地盤の層構造をモデル化した。地盤条件を右図に示す。載荷試験は実際に表示板を設置せず、図3のようにチェンブロックにより滑車を介してワイヤーを使って水平荷重を与えた。水平荷重の作用点は、直立式は支柱天端、片持ち式は梁先端とした。試験は載荷と除荷を繰り返したが、荷重計を滑車の後ろに設置したため、除荷時に摩擦の影響が大きく、信頼性が低いと判断し、載荷時のデータのみを示している。

2.1 直立式供試体

表示板の寸法は3m×3mを想定し、支柱－杭一体構造の設計を行った。支柱、杭の仕様は図1に示す。柱状地盤改良体のセメントモルタル添加量は 60kg/m^3 (w/c=65%)で、施工後に採取した試料から作成した供試体($\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$)についての一軸圧縮試験により、材齢7日での一軸圧縮強度は $1,100\text{kN/m}^2$ であることを確かめている。設計荷重は杭頭変位が1cmに対応する水平荷重を計算し、 $Q=12.8\text{kN}$ とする。最大荷重は載荷ジャッキ容量から 20.0kN とした。

載荷試験の結果を図4に示す。 $Q=12.8\text{kN}$ を与えた時の杭頭変位は $\delta=2.49\text{mm}$ と計算値の4分の1程度であった。 $Q=20.0\text{kN}$ 与えた時の杭頭変位は、 $\delta=5.00\text{mm}$ を計測した。

2.2 片持ち式供試体

表示板の寸法は1m×4mを想定し設計した。支柱と杭の仕様を図2に示す。柱状地盤改良体のセメントモルタル添加量は 60kg/m^3 (w/c=65%)で、施工後に採取した試料から作成した供試体($\phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$)についての一軸圧縮試験により、材齢7日での一軸圧縮強度は $1,000\text{kN/m}^2$ であることを確かめている。設計荷重は捩じりモーメントに対する安全率が3($T/T_u=3$)になる時の水平変位で $Q=4.7\text{kN}$ と計算された。捩じりモーメントの極限值に達する水平荷重($T/T_u=1$) $Q=16.1\text{kN}$ を計算し、最大水平荷重として与えた。

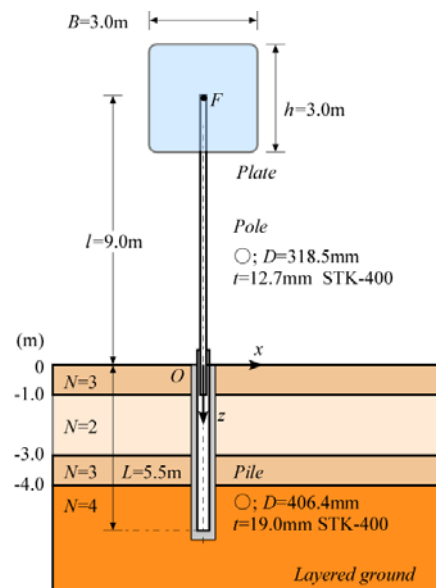


図1 直立式地盤条件と供試体の仕様

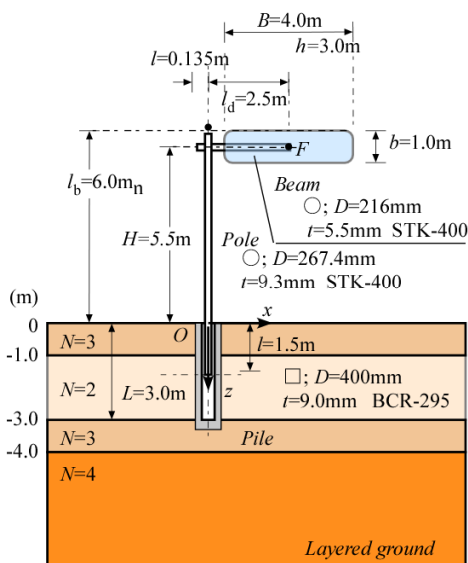


図2 片持ち式地盤条件と供試体の仕様

載荷試験の結果を図5に示す。 $Q=4.7\text{kN}$ を与えた時の杭頭変位は、計算値 $\delta=6.4\text{mm}$ 、計測値 $\delta=0.45\text{mm}$ であった。回転角は計測されなかった。最大荷重時でも回転角は計測されず、塑性変形の様子はなかった。

3. 試験考察

計測値を計算値と比べ、設計が十分安全側であることを確認した。計測値を説明するためには杭と改良体が一体となって変形していることが考えられる。

3.1 改良体の外径の考慮

杭の外径を改良体の外径に変更して計算した。直立式では外径変更後 $Q=12.8\text{kN}$ の荷重に対し計算値 $\delta=0.90\text{mm}$ ($Q=12.8\text{kN}$ の時計測値 $\delta=2.49\text{mm}$) であった。片持ち式の場合、外径変更後 $Q=4.7\text{kN}$ の時計測値 $\delta=5.4\text{mm}$ ($Q=4.7\text{kN}$ の時計測値 $\delta=0.45\text{mm}$) となった。直立式 10%、片持ち式 15% 杭頭変位の計算値が減少したが、杭を改良体の外径と考慮したとしても、計測値を説明するには不十分であった。

3.2 改良体剛性の考慮

改良体の剛性を考慮して検証した。直立式では改良体の剛性は杭の剛性の 60 分の 1 で、片持ち式は 20 分の 1 であった。改良体の剛性は杭の剛性に比べて非常に小さいので、改良体の剛性を考慮しても計測値を説明するには不十分であった。

4. まとめ

筆者らは看板・交通標識のための杭基礎を新たに開発した。提案する杭基礎の設計の妥当性を評価するために、実物供試体を用いて水平載荷試験を行った。載荷試験は表示板にかかる風荷重を想定し、ワイヤーによって載荷した。載荷試験結果より、載荷中の杭頭変位や回転角の様子および、試験終了後の変位がゼロであったことから、弾性範囲内の変形で、塑性変形している様子は観測されなかった。以上のことから設計が十分に安全側であることを確かめた。また計測値を説明するために、改良体が杭と一体となって変形していることを考慮した。しかし、改良体の剛性、大きさを考慮しても計測値を説明するには不十分であった。他に考えられる理由としては、一般的にスウェーデン式サウンディング試験から算出される N 値が低いことや杭頭変位が 1cm の時の地盤反力係数 k を杭全体に用いていることがある。今後はこの2つを踏まえ載荷試験を重ねて杭のたわみ挙動メカニズムを検討し、施工事例を積み上げながら設計法、施工法の検討も進める予定である。

参考文献

- 1)道路標識設置基準・同解説；日本道路協会 (1987)。
- 2)建築基礎構造設計指針 6.6 節；日本建築学会 (2001), pp. 262-296。
- 3)Schnabel, P. B., Lysmer, J. and Seed, H. B. (1972): SHAKE A Computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites, Report No. EERC72-12, University of California, Berkeley
- 4)三浦均也, 松田達也, 羽柴慶太, KEODUANGCHITH(2014)風荷重を受ける看板・交通標識を支持する杭基礎の重複反射法を用いた設計法, 第23回調査・設計・施工技術報告会, 地盤工学会中部支部

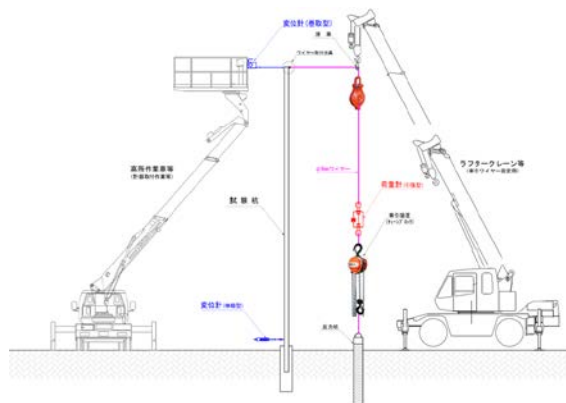


図3 滑車を介した鋼製ワイヤーによる載荷システム。

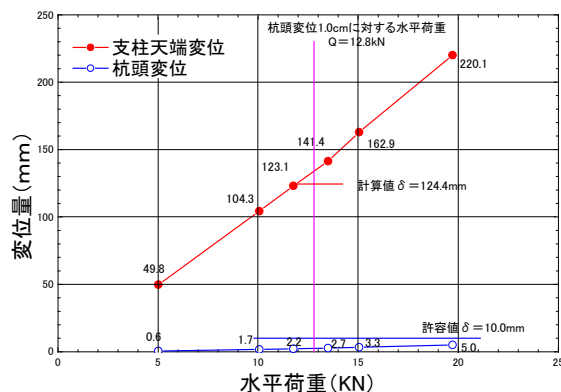


図4 直立式支柱天端と杭頭の変位と荷重の関係

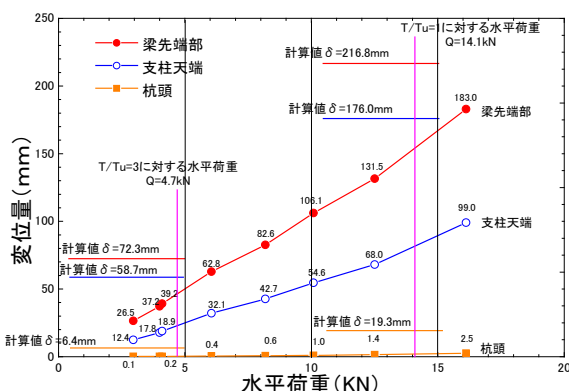


図5 片持ち式支柱天端と杭頭、梁先端の変位と荷重の関係