

看板・交通標識のための杭基礎の設計・施工法と従来法との比較

豊橋技術科学大学 学生会員 ○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

現在看板や交通標識では重力式基礎と呼ばれる基礎構造が広く使われている。この基礎構造には施工・構造面において課題があるが、これに代わる基礎構造は開発されてこなかった。本研究では、重力式基礎の課題を整理し、それらを克服することができる杭基礎構造を開発した。その設計・施工法を提案することが本研究の目的である。研究の対象としている典型的な例を写真-1に示す。看板のような構造物では、自重による鉛直荷重よりも風による水平荷重に抵抗することが設計上の要点になっている^{1,2)}。本研究で開発した杭基礎は次の3つの技術を採用し、重力式基礎が抱える欠点を克服できた。

- (1) 重複反射法による水平力を受ける杭のたわみ解析
- (2) 支柱－杭一体構造
- (3) 地盤改良技術を利用した杭の打設方法

2. 支柱—杭一体構造

2.1 重力式基礎の問題点

看板や交通標識で用いられる重力式基礎は直接基礎とケーソン基礎に分けられる。直接基礎は底面反力により看板を支持し、ケーソン基礎は側面反力によって支持す

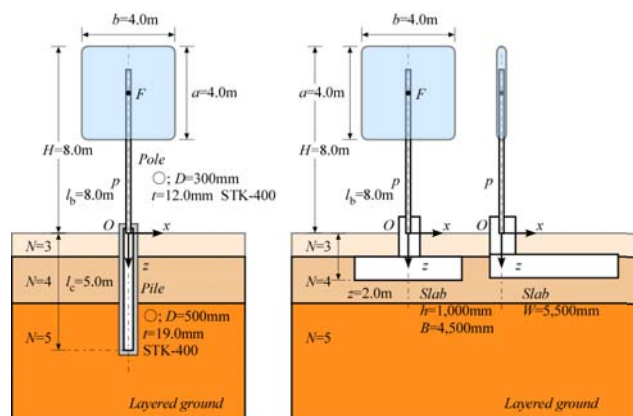
る。これらに関しては、以下の問題点が挙げられる。【施工に関する問題】1) 掘削工、型枠工、鉄筋工、埋戻し工が必要：この4つの工程が必要で、近年は職人の不足が問題となる。2) 工期の長期化：鉄筋コンクリート打設のための掘削工、コンクリート養生や埋め立て工の工程が必要で、特にコンクリート養生期間が長く、工期が長期化する。3) 広い設置面積：掘削面積に加え、型枠や鉄筋、コンクリートなどの資材搬入により設置面積が広くなる。4) 浅い地下水に対する水替え工：地下水位以下では鉄筋コンクリートの打設が困難で、排水設備および排水処理が必要になる。この工程に余分の費用と工期がかかる。【構造に関する問題】1) 支柱取り付け部の耐久性が低下する：フランジ結合のアンカーボルト・ナットが腐食に弱い。2) 地盤の緩み：地盤掘削により地盤の緩みを生じ、十分な鉛直支持力と水平支持力を得られなくなる。3) コンクリートの大量使用：大量の現地発生土の処理と地盤の復元が困難である。CO2削減活動に逆行する。

2.2 提案する杭基礎の3つの技術

1) 重複反射法による水平荷重を受ける鉛直杭のたわみ挙動解析：従来の杭基礎で杭長を決定するために使われていた **Chang** の公式の問題点を、重複反射法により克服することができる。重複反射法は杭の有限長と地盤の層構造を考慮した杭のたわみ解析が可能で、**Chang** の公式に比べて必要杭長が大幅に短縮される（条件によっては半分程度）。重複反射法は、杭頭の許容変位 **1cm** 以内に収めるための最適な杭長を決定できる。2) 支柱－杭一体構造：重力式基礎の問題点であった支柱取り付け部の耐久性の低下を防ぐことが可能になる。長期的にはアンカーボルトは不要となり、コンクリートの圧縮強度で設計荷重に抵抗する。3) 地盤改良を利用した杭の打設：掘削によって乱した地盤の剛性を回復させる。改良後の強度は、過去 3 回の実施工で採取



写真-1 直立式看板(左)と片持ち式交通標識(右)



図一1 提案する杭基礎(左)と直接基礎(右)

した供試体を一軸圧縮試験にかけて確認した。
しかし設計では元地盤の剛性を使用している。

3. 施工手順

以下の工程の模式図を図-2に示す。

【セメント系柱状地盤改良体の造成】1) 測量による位置出し 2) 基礎鋼管の天端部の空堀 3) オーガーによる地盤の掘削と練り返し 4) セメントモルタルの混合攪拌【鋼管杭の立て込み】1) 基礎鋼管を垂直に立て込む 2) 鋼管内、上部約

1.5mを空堀する 3) 支柱鋼管固定プレートおよび縦鉄筋を設置【支柱の立て込み】1) 支柱を立て込む 2) 支柱と基礎鋼管をボルトにより姿勢を調整し、緊結 3) 支柱と基礎鋼管の隙間にコンクリートを流し込む

4. 重複反射法による杭基礎の設計手法

ここでは、図1に示した直立式看板の試設計を通して、杭基礎の設計法の流れを説明する。表示板寸法 $4\text{m} \times 4\text{m}$ と設定する。【上部工に作用する外力に対する支柱鋼管断面の決定】1) 表示板に作用する風荷重は建築基準(令87条, H12 建告第1454号)に基づいて算出する 2) 支柱は円形鋼管とし、支柱に作用する外力を算定する 3) 許容応力度を満たす肉厚を決定する。

【杭基礎鋼管断面と長さの決定】1) 基礎鋼管(円形鋼管; STK-400)の断面寸法を決定する 2) 地盤条件として、図-1に示すような3層構造を設定し、杭頭変位を 1cm 以内とすることを条件に杭長を決定する¹⁾; 図-3には、重複反射法で解析した杭長と杭頭変位の関係を示している。これより、杭長を $L=5.00\text{m}$ となる。杭頭たわみ量 δ_h は、杭が N 値の大きな層に届くとより急激に減少することが分かる。また、 N 値を 4.0 とした Chang の公式により計算される必要杭長は $L=11.0\text{m}$ と倍以上である。

5. まとめ

提案する杭基礎は、重力式基礎と杭基礎が抱える問題を3つの技術で解決することができる。まず従来の杭基礎は Chang の公式により必要杭長が長く算出されていたが、重複反射法により解決できる。次に、支柱取り付け部の耐久性の低下は、支柱-杭一体構造の開発により解決した。この結合構造は長期的にアンカーボルトを必要とせずコンクリートの圧縮荷重により設計荷重に抵抗することができる。施工する範囲は改良体の直径で、また機械はオーガーと杭を釣り上げるクレーンのみで設置面積の問題も解決することができる。地盤改良を利用した杭の打設を行い元地盤以上の剛性を得ることで、地盤掘削による地盤の緩みをなくす。

この3つの技術を用いた杭基礎で、試験施工・载荷試験を直立式、片持ち式について1本ずつ、実施工で直立式を1本これまでに施工した。実施工は早朝に開始して、支柱鋼管取り付けは午後2時前に終了した。また試験施工を用いて水平载荷試験を行い、直立式片持ち式ともに設計が十分に安全側であることを確認した。今後は载荷試験での計測値を説明するとともに、杭本来の性能を再現できる計算方法を検討する。

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

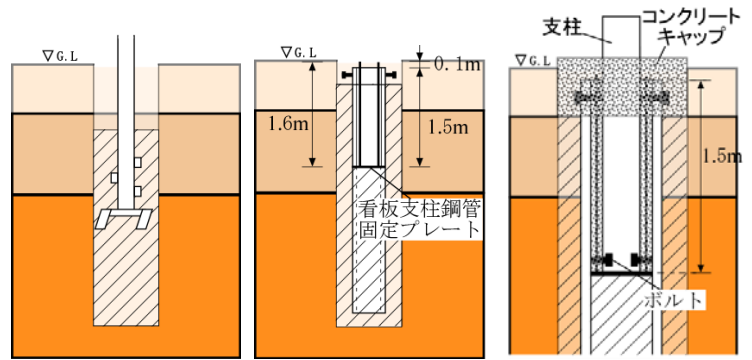


図-2 地盤改良体造成(左) 鋼管杭施工(中) 支柱施工(右)

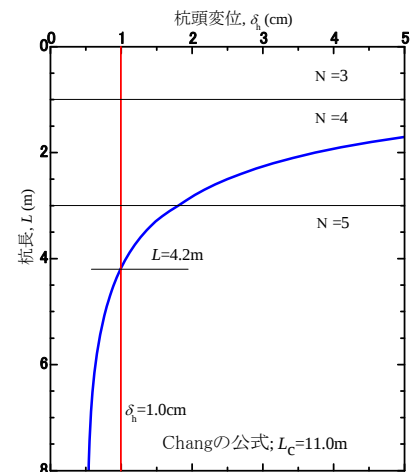


図-3 杭頭たわみの杭長依存性