

先端羽根付き鋼管杭の耐荷力特性

鋼構造研究室 三浦 和馬

指導教員 宮下 剛

1. はじめに

近年、建設工事において、環境対策・コスト低減・耐震性等が課題として挙げられている。中でも羽根付鋼管杭は、回転貫入を容易にする翼を設けており、排土処理が不要、翼部分による大きな支持力撤去が容易などといった特徴がある。一方で礫質土や固結粘土層などの硬質地盤の場合、翼の部分を地層内に埋設することが困難であった。そこで翼部分を硬質地盤に対しても削孔できるように改良を行った。改良を行った杭は、先端翼が一般的に用いられているものと形状が異なり、先端部が複雑化し溶接部が増えたことにより、現地盤での先端部の応力分布や翼が受ける反力分布を確認、把握する必要がある。

そこで本研究では先端部分の応力分布といった基本情報を収集するため、現地盤を想定した土槽実験を行い、新に開発された杭の先端部の応力評価および先端翼の設計方法を提案することを目的とする。



図-1 開発された羽根付鋼管杭(底面)

2. 羽根付鋼管杭概要

鋼管杭は内管に溶接された三枚の先端翼を有し、この部材を2本の鋼管(以下外管)で挟み込んだ形をしている。また挟み込んだ翼は、外管のよりも径の小さい鋼管(以下内管)に溶接されている。先端部に取り付けてある翼はφ700mm、t=45mmの中心角 $\theta=120^\circ$ の扇形の鋼板である。また外管、内管の寸法等は図示してあるとおりである。

3. 荷試験概要

現地盤での载荷を想定し、鋼杭をセメントと粘土の混合物(以下土槽試料)で埋めて载荷を行なった。(図-2)最大荷重はアクチュエータの最大1900kNまで载荷し、そのときの先端部付近の応力状態を確認した。なお土槽試料はN値が40程度になるよう配合されており、圧縮強度-打設後経過日数関係を図-3に示す。

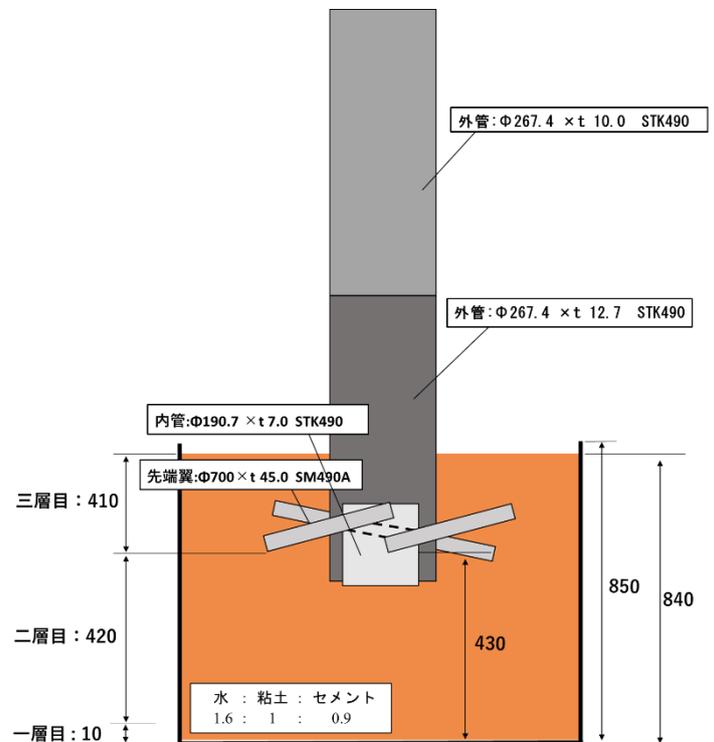


図-2 供試体モデル

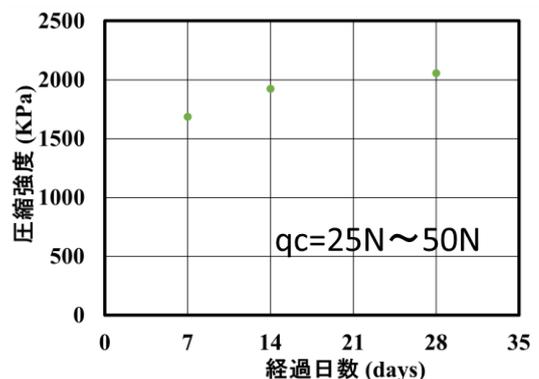


図-3 圧縮強度-打設後経過日数関係

4. 試験結果

鋼管杭の荷重-鉛直変位曲線を示す。(図-4)

鋼管杭の上下に取り付けた変位計のデータより管本体の鉛直変位をグラフにプロットした。最大荷重は1900kNとなっている。赤の実線は理論値、プロットされた点が計測値となる。グラフを見ると、計測値は理論値に添った形で1900kNまで伸びており、鋼管杭が主軸に対しまっすぐ押せていることがわかる。

図-5は溶接部における荷重-ひずみ曲線である。(降伏ひずみ:-2204 μ) 局所的な影響を考慮して、3枚の翼の溶接部のひずみをそれぞれ平均化して評価する。先端部では溶接部が多く、応力集中が予想されたが1900kNまで载荷しても平均化した値だと降伏ひずみに達する箇所はなかった。

図-7は先端翼の径方向に対しての曲げ成分の分布であり、x軸は溶接部からの距離、y軸は曲げ成分をあらわす。曲げ成分は以下の式よりもとめた。

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_y - \varepsilon'_y}{2}$$

ここで ε_y :先端翼の表面の径方向ひずみ、 ε'_y :先端翼の裏面の径方向ひずみである。翼の径方向にかかる曲げ成分を荷重レベルごとにプロットすると、図-7のように三角形分布がかかったときの曲げモーメント図に類似している。そこで弾性床の上の梁理論を用いて、ひずみの理論値を求めたところ、実際の計測値と同じ分布のひずみが得られた。

5. 考察および今後の計画

今回得られた知見として、

- 溶接部が増えたことによる先端翼周辺の耐久性が懸念されたが、溶接部を平均値化し、溶接部全体の評価をすると、1900kNまで降伏はしない。
- 先端翼を設計する際の反力分布は、三角分布や等分布で再現できると考えられる。
- 鋼杭の破壊荷重等の把握に向けたFEM解析は、実験の再現解析を含め、今後の課題である。

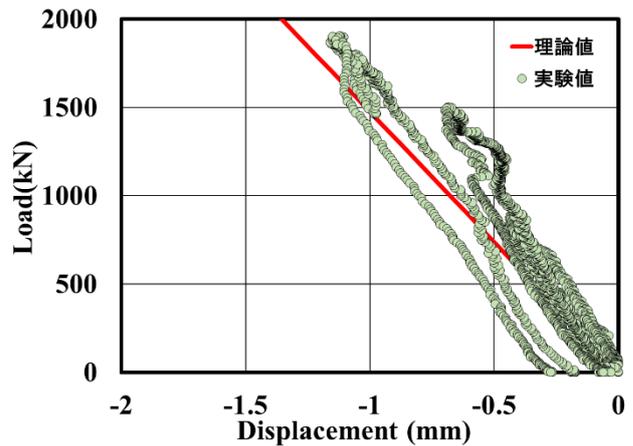


図-4 荷重-鉛直変位関係

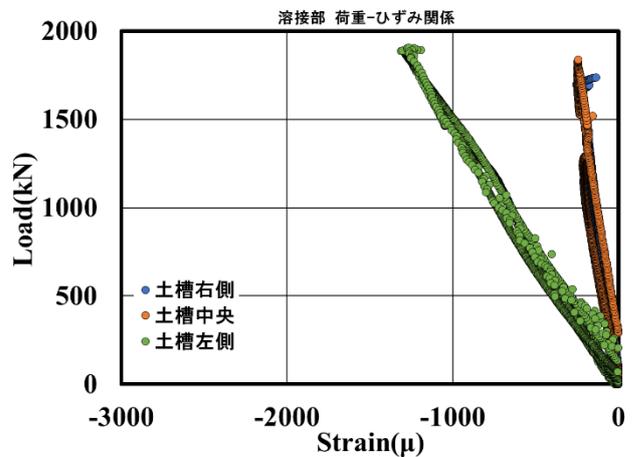


図-5 荷重-ひずみ関係(溶接部)

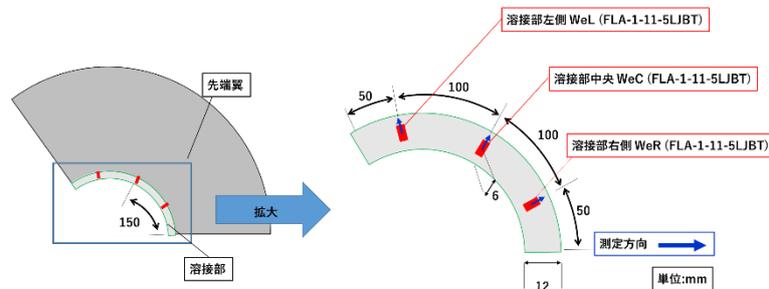


図-6 溶接部張り付け位置

