

泥岩に根入れした鋼管ソイルセメント杭の鉛直支持特性に関する研究

(株)大林組 正会員 ○古賀翔平 正会員 山本忠久
 (株)大林組 正会員 白子将則 正会員 内藤哲郎
 愛知工業大学 正会員 渡邊康司

1. はじめに

近年の都市部での駅改良工事や再開発工事においては、建築物の高層化や既存建物の仮受け工事などにより、杭基礎に高い支持力化が求められる傾向がある。そこで、杭基礎の先端を砂礫層や軟岩層といった硬質地盤に根入れする場合がある。一方で、現行の設計法^{1), 2)}において周面摩擦力や先端支持力の評価が高く、高支持力が期待できる杭工法として鋼管ソイルセメント杭が挙げられるが、鋼管ソイルセメント杭工法において硬質粘性土や軟岩を支持層とした場合の先端支持力の評価式が明記されていないのが実情であり、杭基礎設計便覧³⁾においては軟岩層を支持層とした先端支持力の推定式を参考資料として記載するにとどまっている。また、都市部での杭工事においては低空頭での施工や狭隘空間での施工が強いられることが多い。しかしながらこのような施工条件で鋼管ソイルセメント杭工法を施工した実績は例がない。著者らは、低空頭かつ狭隘な施工条件のもと鋼管ソイルセメント杭の施工が可能な施工機械(写真-1)および施工方法を開発した。本研究では、泥岩に鋼管ソイルセメント杭の鉛直支持特性の把握を目的とした実大載荷試験(押込み試験, 引抜き試験)を実施した結果⁴⁾と、梁ばねモデル解析の結果を比較して考察したので報告する。

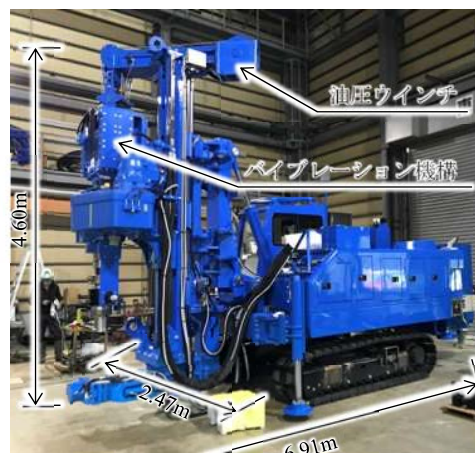


写真-1 施工機械

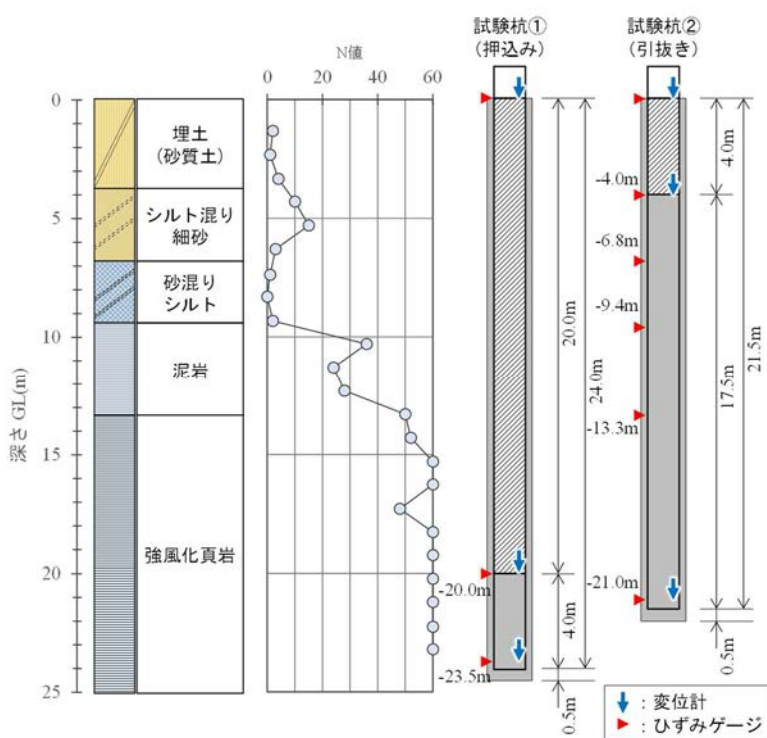


図-1 試験杭および地盤条件

それぞれ1本を構築し、いずれも強風化頁岩に根入れした、なお、押込み試験杭は上部20.0m、引抜き試験杭は上部4.0mでフリクションカットを施した。試験杭の鋼管はSKK400, $\phi 800\text{mm}$, $t=21\text{mm}$ とし、ソイルセメント改良径は $\phi 1000\text{mm}$ とした。ソイルセメントの目標強度は、杭一般部で 2200kN/m^2 、杭先端部で 15000kN/m^2 とした。押込み試験および引抜き試験は、地盤工学会基準“杭の鉛直載荷試験基準・同解説”⁵⁾に準拠し、段階載荷・多サイクル方式とし、測定項目は杭頭における荷重および変位、鋼管のひずみである。変位は杭頭に

キーワード 鋼管ソイルセメント杭, 押込み試験, 引抜き試験

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組ロボティクス生産本部生産技術第三部

加え、フリクションカット下端および杭先端で計測し、二重管方式を採用した。また、鋼管のびずみは図-1に示す通り変位測定位置に加え、地層境界で測定した。

3. 地盤抵抗のモデル化

地盤条件よりモデル化した杭周面の鉛直せん断地盤反力モデルおよび杭先端の鉛直地盤反力モデルの代表値を図-2、図-3にそれぞれ示す。ここで、杭周面の地盤反力モデルは鉄道標準²⁾、杭先端における強風化頁岩（軟岩）の地盤反力モデルは杭基礎設計便覧³⁾に示される評価式を用いてバイリニア型の非線形モデルとした⁵⁾。また、地盤反力モデルの算定に用いる杭周長および杭先端面積は、ソイルセメント改良径 $\phi 1000$ を用いて評価した。梁ばねモデル解析では、杭をソイルセメントと鋼管の弾性係数と断面積を用いて合成断面となる梁要素としてモデル化し、図-2に示す節点バネを約1.0m間隔に設けた。梁ばねモデル解析においては、杭頭に鉛直荷重をステップ载荷した。

4. 解析結果

図-4に杭頭における载荷荷重-変位関係の実測値と解析結果を併せて示す。同一荷重における杭頭変位において、押込み試験および引抜き試験のいずれも、実測値が現行の設計法に示される評価式を用いた解析結果を上回っており、現行の設計法^{1)~3)}を用いて評価した鉛直支持特性を上回ることがわかる。

5. まとめ

本研究では、低空頭かつ狭隘な施工条件にて施工可能な施工機械および施工方法を用いて構築した鋼管ソイルセメント杭に対して実大载荷試験（押込み試験、引抜き試験）を実施した試験結果に対して、現行の設計法^{1)~3)}に示される評価式を用いて梁ばねモデル解析を行った。開発した施工機械および施工方法により構築した鋼管ソイルセメント杭は、現行の設計法に示される評価式を用いて設計できることがわかった。

参考文献

- 1) 日本道路協会（2017）：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編。
- 2) 鉄道総合技術研究所（2012）：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物）。
- 3) 日本道路協会（2022）：杭基礎設計便覧。
- 4) 渡邊ほか（2023）：鋼管ソイルセメント杭の実大载荷試験（その2：载荷試験結果），第58回地盤工学研究発表会（投稿中）。
- 5) 地盤工学会（2002）：杭の鉛直载荷試験方法・同解説。
- 5) 古賀ほか（2022）：杭体補強を有するソイルセメント複合杭の鉛直支持特性に関する研究，第63回地盤工学シンポジウム，4-3-5。

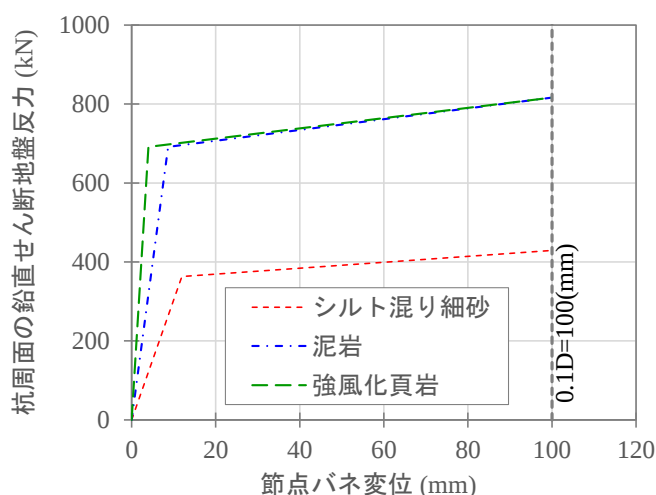


図-2 杭周面の鉛直せん断地盤反力モデル

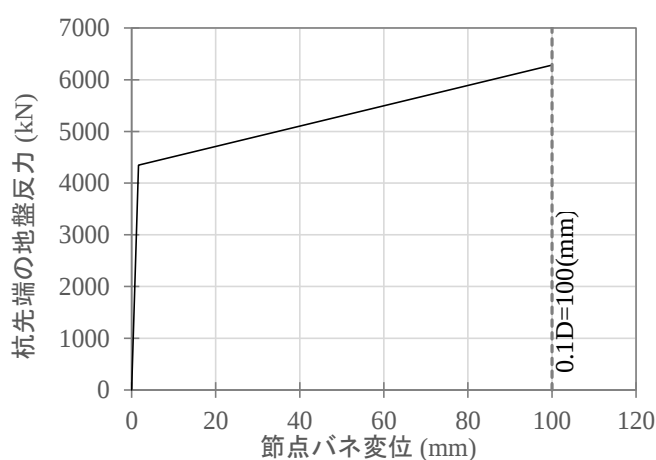


図-3 杭先端の鉛直地盤反力モデル

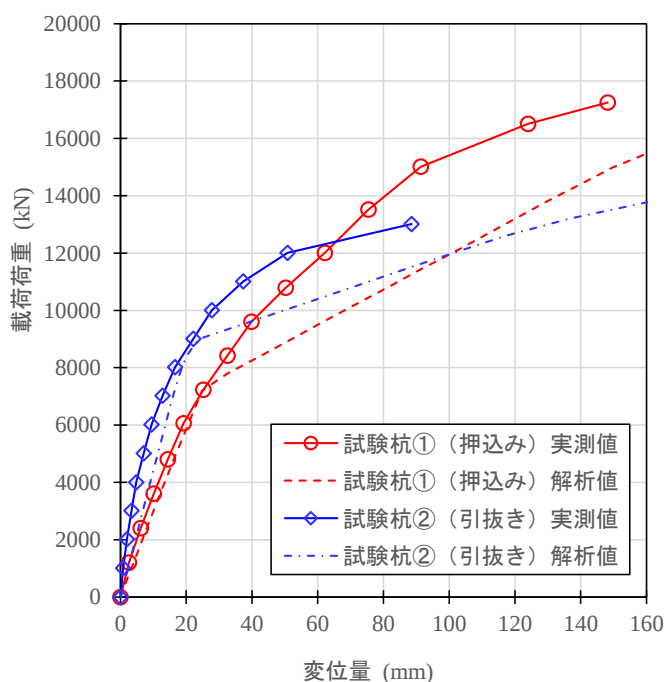


図-4 杭頭における载荷荷重-変位関係