
一般セッション | 6. 地盤と構造物 (動的問題を含む)

杭基礎④

2020年7月21日(火) 15:10 ~ 16:40 第9

[21-9-4-02] 岩盤支持層を対象とした高性能小口径杭の押込み載荷試験 Vertical loading test of high standard micro-piles method in gravel layer

*粕谷 悠紀¹、高橋 真一¹ (1. 株式会社 大林組)

*Kasuya Yuki¹, Takahashi Shinichi¹ (1. Obayashi Corporation)

キーワード：高性能小口径杭、押込み載荷試験、岩盤

High standard micro-piles, Vertical loading test, Gravel

既設構造物基礎の耐震補強工事等において、狭隘地や空頭制限下でも施工可能かつ経済性に優れた高性能な小口径合成鋼管杭工法（以下、本工法という）を開発した。既報では、 $\phi 165.2\text{mm}$ 鋼管を用いた押込み載荷試験結果を報告した。当該試験地盤における支持層のN値および土質は、N値30の細砂層とN値40の砂礫層であり、岩盤を支持層とした本工法の鉛直支持力直性は明らかにされていない。本報では、岩盤支持層を対象とした杭の鉛直支持力特性を確認するために実施した、押込み載荷試験結果について述べる。

岩盤支持層を対象とした高性能小口径杭の押込み載荷試験

高性能小口径杭 押込み載荷試験 岩盤

(株)大林組 正会員 ○粕谷悠紀 国際会員 高橋真一

1. はじめに

既設構造物基礎の耐震補強工事等において、狭隘地や空頭制限下でも施工可能かつ経済性に優れた高性能な小口径合成鋼管杭工法（以下、本工法という）を開発した。既報¹⁾では、 $\phi 165.2\text{mm}$ 鋼管を用いた押込み載荷試験結果を報告した。当該試験地盤における支持層は、N 値 30 の細砂層と N 値 40 の砂礫層であり、岩盤を支持層とした本工法の鉛直支持力直性は明らかにされていない。本報では、岩盤支持層を対象とした杭の鉛直支持力特性を確認するために実施した押込み載荷試験について述べる。

2. 試験概要

Fig. 1 に地盤条件と継手を含む試験杭模式図を示す。試験地盤は、GL.-2.35m～-9.8m まではシルト層および細砂層、GL.-9.8m～-15.35m までは N 値 30 程度の風化泥岩砂岩の互層地盤、GL.-15.35m 以深は N 値 50 以上の泥岩であった。Case1 の鋼管径は $\phi 190.7\text{mm}$ 、鋼管肉厚は 8.2mm、削孔径は 255mm、杭先端部の改良体長は 400mm である。Case2 の鋼管径は $\phi 267.4\text{mm}$ 、鋼管肉厚は 9.3mm、削孔径は $\phi 335\text{mm}$ 、杭先端部の改良体長は 500mm である。いずれも杭長は 15.0m である。

Fig. 2 に押込み試験杭および反力杭の平面配置図を示す。押込み載荷方法は、2000kN の圧縮ジャッキを 1 台使用し、鋼材を介して行った。杭頭荷重はジャッキと接続された圧力変換器を用いて計測した。また、反力杭 2 本（鋼管ソイルセメント杭 $\phi 1,000\text{mm}$ 、ソイル径 $\phi 1,400\text{mm}$ 、 $L=15.0\text{m}$ ）を使用する反力杭方式とした。押込み載荷試験は、地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説²⁾」に準拠して行った。測定項目は、杭頭荷重、杭頭変位および杭先端変位、鋼管のひずみである。杭先端変位は、あらかじめ鋼管先端に取り付けた $\phi 21.7\text{mm}$ のガス管を用いた二重管方式とした。

Fig. 3 に荷重サイクル図を示す。載荷方法は、段階載荷・多サイクル方式で実施した。Case1 の荷重段階は、120kN ピッチで 6 サイクル 11 段階、Case2 の荷重段階は 180kN ピッチで 5 サイクル 10 段階の途中であった。

3. 試験結果

Fig. 4 に杭頭荷重－杭頭変位の関係を示す。設計上の極限支持力となる杭頭変位（杭径 10% の変位）は、Case1 で 25.5mm、Case2 で 33.5mm である。Case1 は、杭頭変位が約 23mm で極限支持力の 1,320kN に到達した。これは、杭径の 10% 変位に到達していないが、杭頭部に載せた台座と圧縮ジャッキの間で偏心作用が確認されたため、安全を考慮して試験終了とした。Case1 は、1,000～1,200kN 程度まで弾性的な挙動を示す結果を得た。Case2 は、杭頭変位が 33.5mm で極限支持力の 1,550kN に到達しており、1,200～1,300kN 程度まで弾性的な

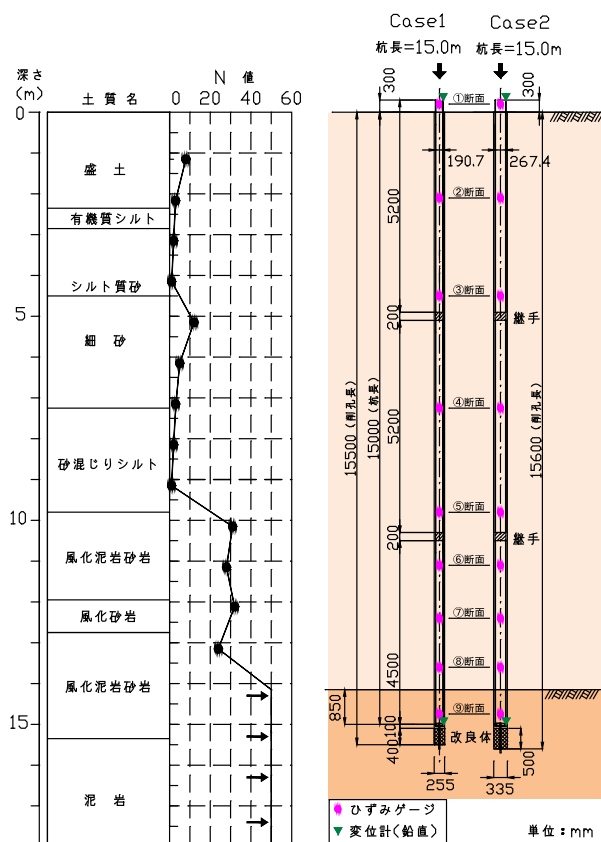


Fig. 1 地盤条件と試験杭模式図

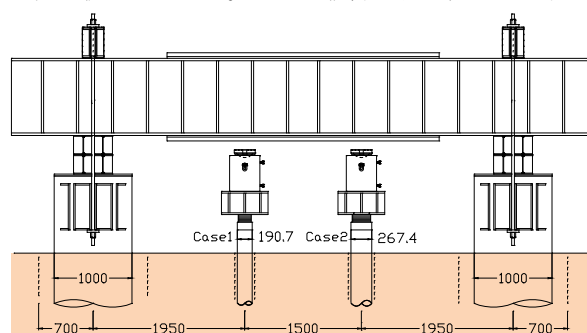


Fig. 2 杭配置図

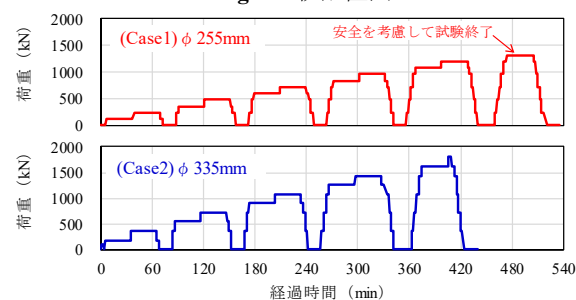


Fig. 3 荷重サイクル

Vertical loading test of high standard micro-piles method in gravel layer

KASUYA Yuki, and TAKAHASHI Shinichi
Obayashi Corporation

挙動を示す結果を得た。杭径が異なる両ケースを比較すると、Case2 の極限支持力は Case1 の極限支持力と比較して 17% (=1,550kN/1,320kN) 大きくなっているが、杭径の比率の 31% (=335mm/255mm) を下回る結果であった。

Fig. 5 に杭先端荷重－杭頭変位の関係を示す。Case1 における杭先端の極限支持力は、杭頭変位が約 23mm で 450kN に到達しており、Case2 のそれは 33.5mm で 531kN に到達した。杭径が異なる両ケースを比較すると、Case2 における杭先端の極限支持力は Case1 のそれより 80kN 程度 (2 割弱) 大きくなった。また、Case2 のほうが小さな杭頭変位で杭先端まで荷重が伝達していることがわかる。これは、風化泥岩砂岩互層地盤における Case2 の削孔時間が、Case1 のそれと比較して 2 倍以上であったことから、打撃を伴う削孔中に杭周辺地盤まで亀裂が進行したために杭押込み時に杭先端まで荷重が伝達しやすい (周面摩擦力が得られにくい) ものと推察される。

Fig. 6 に杭先端の極限支持力度－杭頭変位の関係を示す。Case1 における杭先端の極限支持力度は、杭頭変位が約 23mm で 8,811kN/m² に到達しており、Case2 のそれは 33.5mm で 6,024kN/m² に到達している。場所打ちコンクリート杭における N 値 50 の砂礫を支持層とした杭先端の極限支持力度は 5,000kN/m² (Fig.6 の太線) である³⁾。いずれも杭頭変位が 15～20mm で 5,000kN/m² を上回ることを明らかにした。

Fig. 7 に軸力分布を示す。いずれも杭頭荷重の増大に伴い杭先端に到達する軸力 (=杭先端支持力) が増大しており、支持杭の挙動を示している。また、Case1 は GL.-10m～-15m の風化泥岩砂岩互層で、Case2 は GL.-7.25m～-15m の砂混じりシルト+風化泥岩砂岩互層で周面摩擦が大きく発揮されていることを確認した。

Fig. 8 に最大周面摩擦力度分布を示す。Case1 の最大周面摩擦力度は地表面から GL.-4.5m 付近では 40kN/m² 程度と比較的小さいのに対し、GL.-10m 以深では 150～250kN/m² と大きい。一方、Case2 の最大周面摩擦力度は地表面から GL.-4.5m 付近では 70kN/m² 程度である対し、GL.-10m 以深では 100～150kN/m² と比較的小さい。これは、打撃を伴う削孔中に杭周辺地盤まで風化泥岩砂岩互層の亀裂が進行したため、杭押込み時に周面摩擦力が発揮されづらくなったと推定される。

4. おわりに

本報では、岩盤支持層における $\phi 190.7\text{mm}$ 鋼管と $\phi 267.4\text{mm}$ 鋼管を用いた杭の押込み载荷試験結果を示した。その結果、以下の結論を得た。①岩盤支持層を対象とした杭先端の極限支持力度は、場所打ちコンクリート杭における N 値 50 の砂礫を支持層としたそれ (=5,000kN/m²) を上回る、②杭径が大きくなると、打撃を伴う削孔中に杭周辺地盤まで風化泥岩砂岩互層の亀裂が進行しやすくなり、周面摩擦力が発揮されづらくなる可能性があることを明らかにした。

[参考文献] 1) 粕谷悠紀ら：二重管削孔を用いた高性能小口径杭工法の出来形・品質特性および鉛直支持力特性, 土木学会論文集 C, Vol.73, No.3, pp.248-265, 2017.7. 2) 地盤工学会：杭の鉛直载荷試験方法・同解説, 2004.9. 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 2012.3.

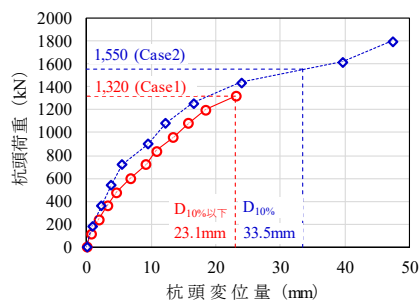


Fig. 4 杭頭荷重－杭頭変位

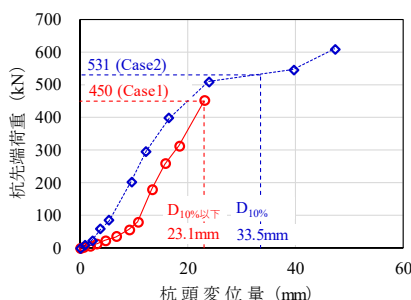


Fig. 5 杭先端荷重－杭頭変位

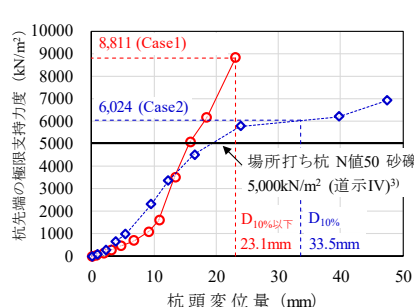


Fig. 6 杭先端の極限支持力度－杭頭変位

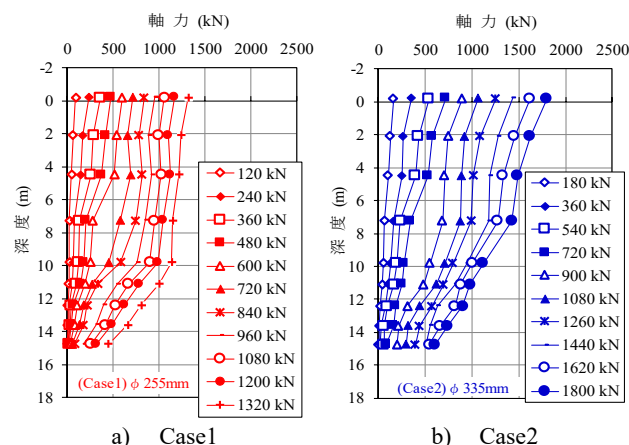


Fig. 7 軸力分布

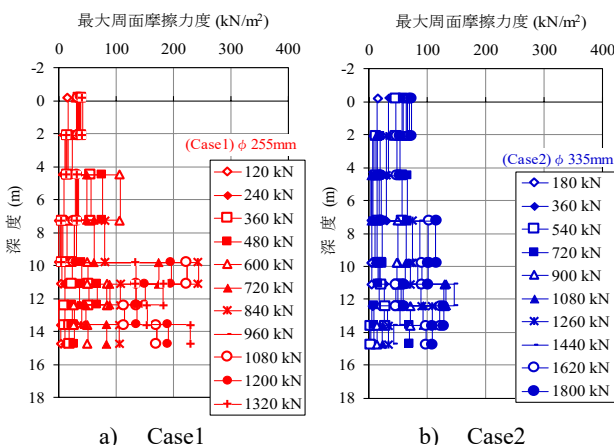


Fig. 8 最大周面摩擦力度分布