

ソイルセメント H 形鋼杭の先端支持力度強化に関する検討

(株)大林組 正会員 ○古賀翔平 (株)大林組技術研究所 正会員 渡邊康司
(株)大林組 正会員 山本忠久 正会員 北出啓一郎

1. はじめに

都市部の狭隘地における杭工事は、敷地の平面条件や空頭の制約を大きく受けるとともに、打設中の近接構造物への影響や排泥など周辺環境に配慮することも重要となる。そこで、上記の条件下にて施工可能なコンパクトな機械攪拌式地盤改良機 (e-コラム工法®) を開発し、その施工機で造成した地盤改良体に H 形鋼を建込んだ杭 (ソイルセメント H 形鋼杭) について、押込み・引抜き支持力特性の検討を進めてきた¹⁾。本報では、先端支持力度を強化できる構造²⁾を考案し、その支持力特性を確認するために実施した実大鉛直載荷試験の結果から先端支持力度および地盤反力係数の検討を行った。

2. 実大鉛直載荷試験の概要

実大鉛直載荷試験の地盤条件と載荷試験杭を図-1 に示す。試験地盤は、地表からローム層、中砂・細砂主体 (一部、凝灰質粘土)、粘土、GL-14.5m 以深が良く締まった細砂層である。押込み載荷試験は 3 種類の試験杭 (表-1) で行い、それぞれ H 形鋼とソイルセメントとの付着・支持構造 (図-2) をパラメータとした。試験杭は、機械攪拌式地盤改良機にて先行攪拌した地盤改良体 (改良径 $\phi 650\text{mm}$) に H 形鋼 H-350 $\times$ 350 $\times$ 12 $\times$ 19 を建込み構築した。杭長は $L=17.5\text{m}$ とし、 $N=50$ 以上の細砂層に改良体長 2,500mm (うち H 形鋼 1,650mm) 根入れする構造とした。また、周面摩擦の影響を取り除くため GL0 $\sim$ 15.0m までは H 形鋼にフリクションカットを施した。地盤改良体のソイルセメント強度は、H 形鋼の先端の支圧応力度で圧壊させないために 6.0N/mm^2 とした。載荷試験は、地盤工学会基準「杭の鉛直載荷試験基準・同解説」³⁾ に準拠して実施した。載荷方法は段階載荷・多サイクル方式を採用し、新規荷重保持時間 30 分、履歴荷重保持時間 2 分、ゼロ荷重保持時間を 15 分とした。測定項目は、載荷荷重、杭頭およびフリクションカット部先端・杭先端の変位、H 形鋼のひずみである。

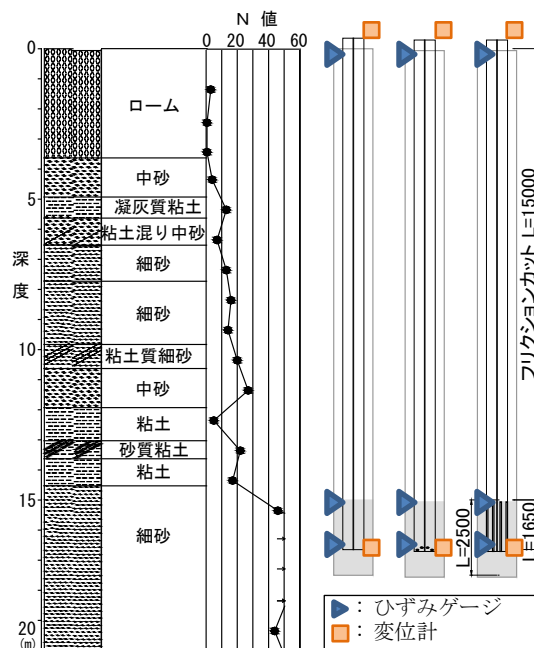


図-1 載荷試験地盤条件と試験杭形状

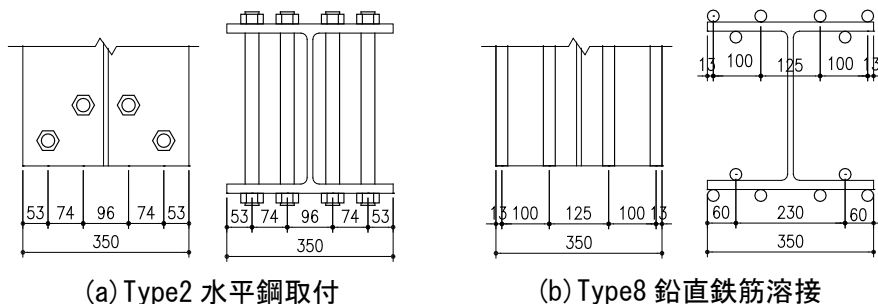


図-2 載荷試験杭の先端加工形状

表-1 載荷試験杭の仕様

H 形鋼先端構造	
Type1	H 形鋼のみ (無補強)
Type2	水平鋼棒取付け (4 本)
Type8	鉛直鉄筋溶接 (12 本)

【共通事項】

杭径 $\phi 650\text{mm}$
 芯材 H-350 $\times$ 350 $\times$ 12 $\times$ 19 (SM490)
 ソイルセメント強度 6N/mm^2

キーワード 機械攪拌式地盤改良, ソイルセメント H 形鋼杭, 押込み試験, 地盤反力度, 先端支持力

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2 丁目 15 番 1 号 (株)大林組生産技術本部設計第 4 部 TEL 03-5769-1308

3. 先端地盤反力度

実大鉛直載荷試験結果のうち、杭先端変位と先端地盤反力度の関係を図-3に示す。先端地盤反力度の算定は、H形鋼先端に取り付けたひずみゲージより先端軸力を算定し、H形鋼の包絡矩形面積で除した。図には、文献⁴⁾に示されている杭先端の鉛直地盤抵抗の非線形特性のうち、場所打ち杭工法と見なしたケースと鋼管ソイルセメント杭工法と見なしたケースの2つを併記した。H形鋼のみのType1と鉛直鉄筋を溶接したType8は、同様の挙動を示し、場所打ち杭（H形鋼包絡矩形面積）の地盤抵抗モデルよりも剛性・強度とも1.5倍程度高い結果を得た。水平鋼棒を取り付けて投影面積を増したType2では、剛性・強度ともさらに高く、鋼管ソイルセメント杭相当の結果を得た。

この結果から、H形鋼の先端が純断面程度の投影面積でも、『包絡矩形面積の場所打ち杭』と評価して設計しても安全側であることを示唆している。また、水平鋼棒等で投影面積を増すことで、さらに高い先端鉛直地盤抵抗を発揮できることが確認できた。

4. 鉛直支持力

根固め部天端（フリクションカット部下端）における荷重-変位関係を図-4に示す。また、文献⁴⁾による基準支持力を、先端はH形鋼包絡矩形面積、周面支持力の周長は杭径 $\phi 650$ として算出した場所打ち杭と鋼管ソイルセメントの2ケースを示す。Type1とType2が同様の挙動を示し、場所打ち杭の支持力を上回り、鋼管ソイルセメント杭同等の結果が得られている。Type8は、根固め部の周面支持力が高くなっていたことが分かっており（図-5）、鉛直鉄筋をH形鋼に取り付けたことによって、ソイルセメント部への応力伝達が上方から発揮された結果であろうと推察している。

5. まとめ

ソイルセメントH形鋼杭について、先端支持力を増強する目的で先端部の付着・支持構造をパラメータとして鉛直載荷実験を行った。結果は、H形鋼の純断面程度程度の投影面積の開端杭でも、H形鋼包絡矩形面積の開端杭と評価できることが示唆された。また、水平鋼棒等で先端投影面積を増加することでさらに先端支持性能が向上することが確認できた。今後は、先端部の鉛直支持性能と鉛直鉄筋の周面支持性能との累計について検討を進める。

参考文献

- 1) 古賀, 渡邊ほか(2015): ソイルセメントH形鋼杭の支持力・沈下特性に関する検討, 第50回地盤工学研究発表会講演概要集, 1397-1398.
- 2) 久保, 渡邊ほか(2013): 地盤改良を併用したH形鋼杭の先端支持力に関する模型実験, 第48回地盤工学研究発表会講演概要集, 1309-1310.
- 3) 地盤工学会(2002): 地盤工学会基準, 杭の鉛直載荷試験方法・同解説.
- 4) 鉄道総合技術研究所編(2012): 鉄道構造物等設計標準・同解説 (基礎構造物)

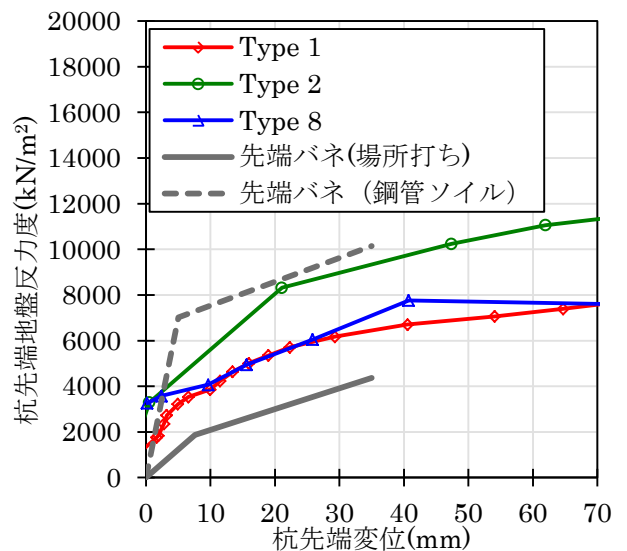


図-3 杭先端 地盤反力度-変位関係

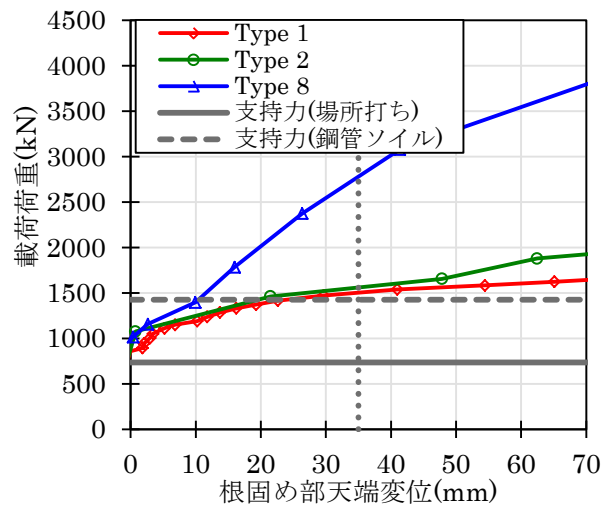


図-4 根固め部天端 荷重-変位関係

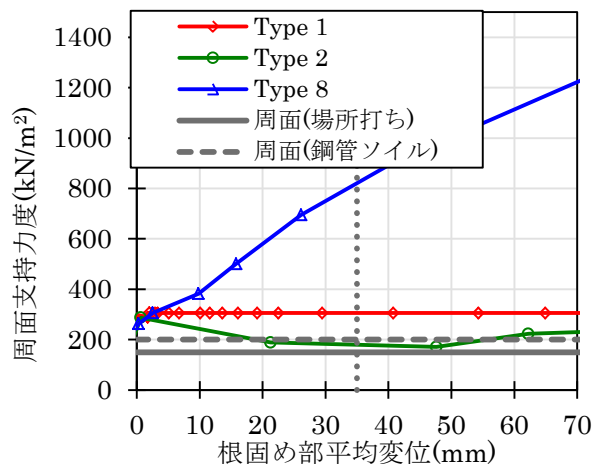


図-5 根固め部 周面支持力度-変位関係