

ソイルセメント H 形鋼杭の実大鉛直載荷試験（その 2：押込み試験）

株式会社大林組 正会員 ○村上 賢治

愛知工業大学 正会員 渡邊 康司

株式会社大林組 正会員 山本 忠久

東日本旅客鉄道 正会員 和田 旭弘

1. はじめに

「e-コラム工法」は、鉄道のプラットホーム上やホーム床版下などの狭隘地や空頭制限下においても施工可能なコンパクトかつ削孔能力の高い機械攪拌式地盤改良工法で、過去に場所打ち杭の孔壁防護工や土留め工の親杭などで実績がある。本工法は、N 値 50 以上の地層も削孔でき、支持杭への適用も可能である。今回、本設のホーム支持杭に e-コラム工法により施工したソイルセメント鋼杭（以下、e-コラム杭と称す）を初めて採用することとなったため、e-コラム杭の押込み支持力、引抜き支持力¹⁾、水平抵抗力²⁾を確認し、ホーム支持杭としての性能を十分に満足することを実証する目的で表-1 に示す項目の載荷試験を行った。本稿では、押込み試験（試験杭①）結果および先端形状による先端支持性能の比較（試験杭②③④）について報告する。

表-1 試験項目と杭の仕様

杭 No.	試験項目	先端形状	改良径	芯 材
試験杭①	押込み※	JR 東仕様	750mm	H-400*400 (SM490)
試験杭②	押込み	JR 東仕様		
試験杭③	押込み	大林新案		
試験杭④	押込み	補強無し		
試験杭⑤	引抜き※	JR 東仕様		

※鉛直載荷試験後に水平載荷試験も実施

2. 載荷試験方法

試験杭①～⑤および反力杭①～④は、鉛直載荷試験（押込み、引抜き、水平載荷）の各影響範囲を外した位置に配置した。また、変位計およびひずみゲージの設置位置を図-1 に示す。鉛直載荷試験は、杭の鉛直載荷試験方法・同解説³⁾に準拠し、片押し段階載荷・多サイクル方式とした。

3. 載荷試験結果

図-3a) に試験杭①の載荷荷重と変位関係を示す。最大荷重は、本設ホーム支持杭の設計極限支持力および設計反力を上回り、最大変位は杭頭 51mm、先端 32mm となった。軸力は、H 形鋼とソイルセメントの複合断面として、測定された H 形鋼のひずみに鋼材の弾性係数および断面積、ソイルセメントの変形係数および断面積を乗じて、鋼材とソイルセメントの軸力を加算して算出した。

$$P_l = \epsilon_s \cdot E_s \cdot A_s + \epsilon_{50} \cdot E_{50} \cdot A_{sc} \dots\dots \text{式 (1)}$$

ここで、 ϵ_s ：鋼材のひずみ E_s ：鋼材の弾性係数
 A_s ：鋼材の断面積 E_{50} ：ソイルセメントの変形係数
 A_{sc} ：ソイルセメントの断面積

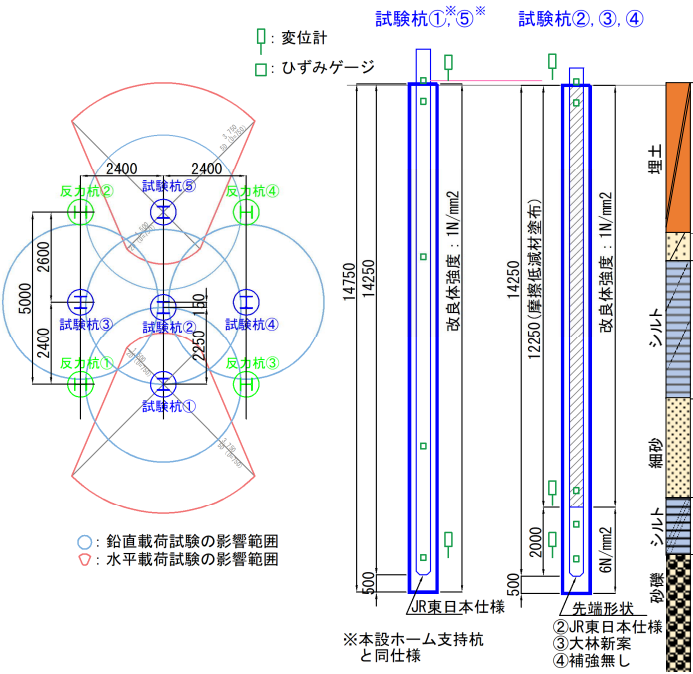


図-1 試験杭の配置および仕様

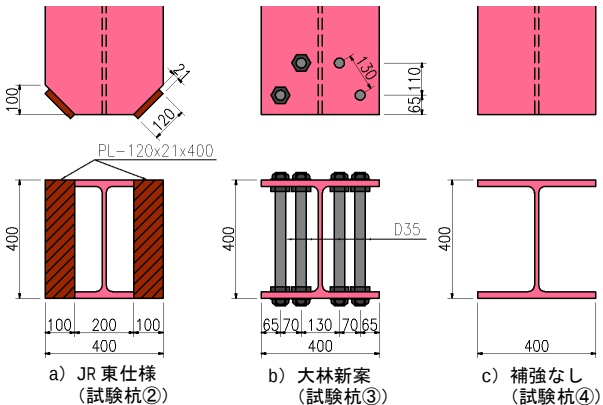


図-2 杭の先端形状（試験杭②～④）

キーワード ソイルセメント杭、鉛直載荷試験、機械攪拌式地盤改良工法、杭の先端加工
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 大林組土木本部生産技術本部設計第四部
TEL: 03-5769-1308

図-3 b) に各ひずみ測定区間の周面摩擦力度と区間変位の関係を示す。周面摩擦力度は、式(1)より算出された各深度の軸力から各区間の軸力差を算出し、各区間の周面積で除して算出した。ここで、周面積はソイルセメント改良体径を用いた。同図中には鉄道標準⁴⁾に示される場所打ち杭(自然泥水掘削)の地盤抵抗モデルを示しているが、本载荷試験で得られた各区間の周面摩擦力度は、地盤抵抗モデルを上回っている。図-3 c) に先端支持力度と先端変位の関係を示す。先端支持力度は、先端到達軸力を先端面積で除して算出した。ここで、先端面積はソイルセメント改良体径を用いた。同図中には鉄道標準⁴⁾に示される場所打ち杭および鋼管ソイルセメント杭の地盤抵抗モデルを示しているが、先端支持力度は、場所打ち杭の地盤抵抗モデルを大きく上回っている。図-4 に試験杭②③④に対する先端支持力度と先端変位の関係を示す。いずれの試験杭も場所打ち杭の地盤抵抗モデルを大きく上回る先端支持力度を示したが、杭先端を補強しない試験杭④は载荷荷重を3200kNから3400kNに増加させた際に、杭先端変位は7mmから32mmに急激に増加した。なお、3400kN载荷時(杭先端変位32mm時)の杭先端のひずみが異常値を示したため、先端支持力度は正確に測定できなかった。

4. まとめ

e-コラム杭の先端支持力度は鉄道標準⁴⁾に示される場所打ち杭の地盤抵抗モデルを大きく上回る。また、先端面積を改良体面積で評価した場合は、鋼管ソイルセメント杭の地盤抵抗モデルを若干下回るものの、H形鋼の包絡面積で評価した場合には、十分に上回ることが分かった(図-5)。以上より、e-コラム杭の先端支持力度、周面摩擦力度について鉄道標準⁴⁾に示される場所打ち杭の評価式を適用することは安全側の設計となることが分かり、本設支持杭の要求性能を十分に満たすことを確認できた。また、杭の先端加工を大林新案とした試験杭③の先端支持力度は、先端加工をJR東日本仕様とした試験杭②と同等以上の性能を有することを確認できた(図-4)。

参考文献

1) 白子ほか(2020), ソイルセメントH形鋼杭の実大鉛直载荷試験(その1:引抜き試験), 第75回土木学会年次学術講演会(投稿中). 2) 渡邊ほか(2020), ソイルセメントH形鋼杭の実大水平载荷試験, 第55回地盤工学研究発表会(投稿中). 3) 地盤工学会(2002): 杭の鉛直载荷試験基準・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).

