

回転圧入鋼管杭の東京外環自動車道載荷試験報告

日本道路公団 東京建設局 浦和工事事務所 三郷工事区
日本道路公団 東京建設局 建設第二部 構造技術課
新日本製鐵株式会社 鉄構海洋事業部
新日本製鐵株式会社 鉄構海洋事業部

駒場 勝美
鈴木 永之
正会員 ○小松 章
武川 啓悟

1. はじめに

国土の有効活用や社会資本整備が進められるなかで、多様化する立地条件に対応して、より経済的かつ環境への影響の少ない杭工法が求められている。回転圧入鋼管杭は近年急速に開発が進められ、潜在的に高い性能を有するものと期待されている。ここで取り上げる回転圧入鋼管杭は開端鋼管杭先端部に羽根を取付け、低振動・低騒音・無排土で地盤に回転圧入させる工法であり、羽根の拡底効果により大きな押込み支持力と引抜き支持力が期待できる。

回転圧入による杭の施工は日本でも古くから行われ、近年先端羽根付き鋼管杭の回転圧入も住宅用の小径なものに限り研究されてきた。一方、大径の鋼管杭への適用は施工技術上困難とされてきたが、本工法は、鋼管先端を開端のままで管内に土が入ることができるようにすること、一枚の螺旋状の羽根として貫入抵抗を低減すること、並びに場所打ち杭で適用されている大型全旋回オールケーシング機を使用することにより、大径杭での施工が可能となった。本工法は、今後の開発により経済性を有する工法となる可能性がある。

本報告は東京外環自動車道三郷高架橋基礎試験工事ににおいて実施された回転圧入鋼管杭（鋼管径φ800／羽根径φ1200）の押込みおよび水平載荷試験の結果を示すものである。

2. 載荷試験の概要と結果

載荷試験の概要と結果を表-1に、先端羽根形状、ボーリング柱状図をそれぞれ図-1、2に示す。押込み載荷試験結果として、軸力分布図を図-3に、周面摩擦力度の実測値を表-2に示す。水平載荷試験結果として、杭頭ひずみ—杭頭残留変位量曲線、変位—水平方向地盤反力係数（kh値）曲線をそれぞれ図-4、5に示す。

(1) 鉛直載荷試験

1) 先端支持力：杭先端の極限支持力は、7007kNであり、道路橋示方書でφ800の打込み鋼管杭として算定した支持力5734kN（注記1）に比べ、約25%大きな支持力となっている。本工法での羽根の拡底効果による支持力への寄与があるものと判断される。

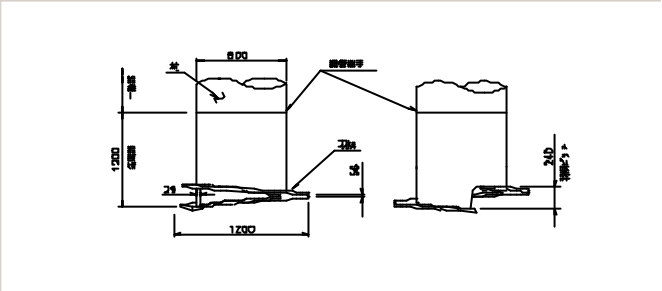
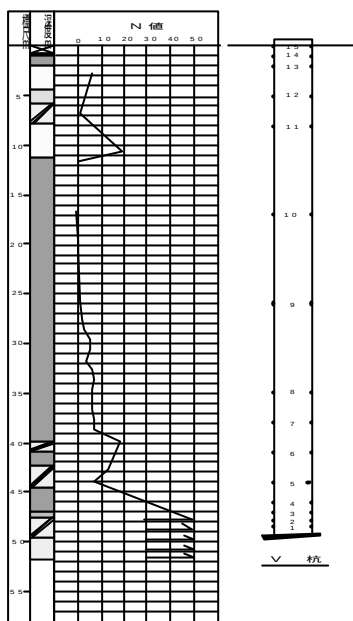


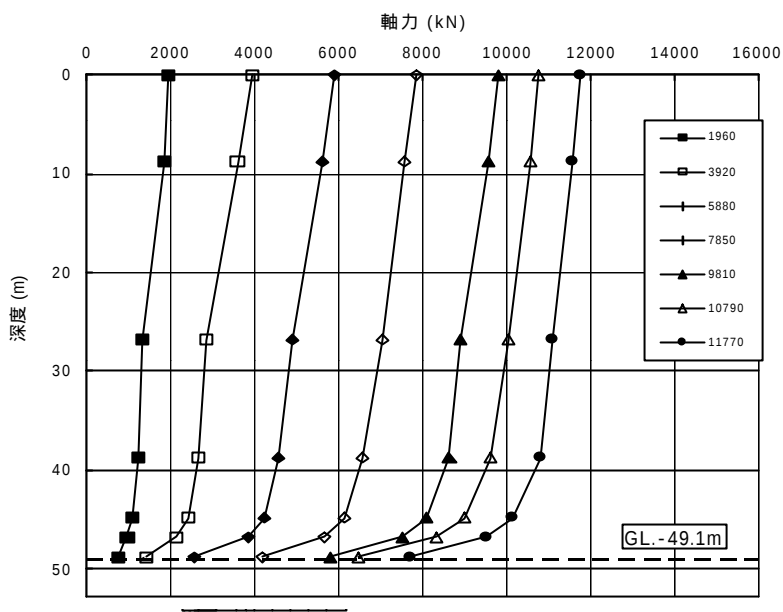
図-1 先端羽根部形状

表-1 載荷試験の概要と結果

工事件名	東京外環自動車道三郷高架橋基礎杭試験工事	
試験場所	埼玉県三郷市	
試験区分	押込み載荷試験	水平載荷試験
試験期間	H11.2.10～11	H11.1.16
杭種別	鋼管杭	同左
杭径（mm）	800	同左
羽根径（mm）	1200	同左
根入れ（m）	49.672	25.428
最大載荷荷重（kN）	11770	1078
変位（mm）	最大杭頭沈下量：187	最大載荷点変位：104.3
載荷方法	短期載荷試験	一方向載荷試験
試験結果概要	杭頭降伏荷重：7644kN 杭頭極限荷重：11433kN 杭先端極限荷重：7007kN （極限時杭先端沈下量：120mm）	降伏荷重：588kN 降伏変位（地表面）：56.5mm （基準変位時：杭径の1%時） Kh：16,800kN/m3 算定Kh：9,500kN/m3



図—2 ホールリング柱状図と試験杭の詳細



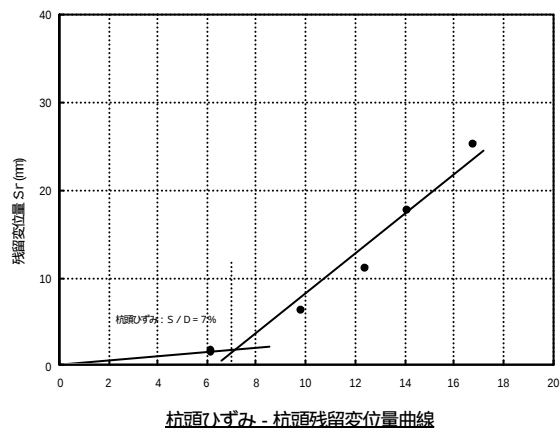
図—3 鉛直載荷試験軸力分布

表—2 周面摩擦力度の実測値と算定値の比較

土質	深度 G L — (m)	N 値	周面摩擦力度 (k N / m 2)	
			算定値 *	実測値
細砂	0 . 0 ~ 7 . 9	3 . 0	6 . 0	1 5 . 2
シルト	7 . 9 ~ 2 5 . 0	1 . 6	1 6 . 0	1 6 . 3
シルト	2 5 . 0 ~ 4 0 . 7	4 . 0	4 0 . 2	1 5 . 6
細砂	4 0 . 7 ~ 4 4 . 1	1 4 . 9	2 9 . 8	3 8 . 3
シルト	4 4 . 1 ~ 4 7 . 0	6 . 0	6 0 . 0	1 2 1 . 9
細砂	4 7 . 0 ~ 4 9 . 1	5 0 . 0	1 0 0	3 4 8 . 1

* : 算定値は道路橋示方書の打込み杭に準じて算出した。

砂質土 : $2 N (1 0 0 \text{ k N / m}^2 \text{以下})$ 粘性土 : C または $1 0 N (1 5 0 \text{ k N / m}^2 \text{以下})$ ここで、C は粘着力、N は杭周面地盤の N 値とする。



図—4 杭頭ひずみ—杭頭残留変位量曲線

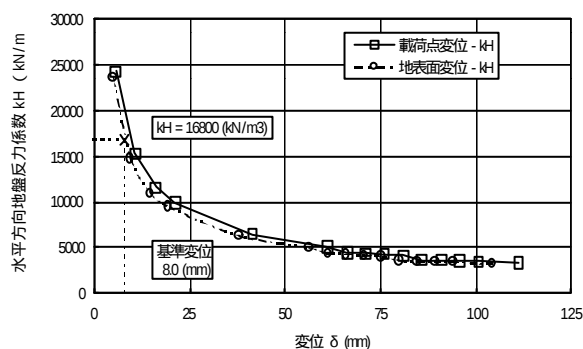
2) 周面摩擦力 : 表—2 に示す様に、G L — 2 5 m ~ 4 0 . 7 m の軟弱なシルト層以外は砂質土、シルトとも道路橋示方書の打込み鋼管杭の算定値を上回っている。

(2) 水平載荷試験

回転圧入鋼管杭における残留変位急増点は、図—4 に示すように杭頭ひずみ $S / D = 7 \%$ のときであり、設計要領 (日本道路公団) で規定している許容変位 (杭径の 5 %) が妥当であることが確認できた。試験結果より逆算 K 値は杭径の 4 % 以下で設計 K 値 (杭径 1 % 変位時) を上回った。よって、打込み鋼管杭と同程度の水平支持力が確認できた。(図—5)

3 . まとめ

実大載荷試験により、大径の回転圧入鋼管杭が無排土・低振動・低騒音で施工できることを確認するとともに、押込み並びに水平支持力に対する杭性能が確認できた。今後さらに、貫入メカニズムの解明、施工性の向上の検討を進めていきたい。



図—5 変位—水平方向地盤反力係数 (k H 値) 曲線

注記 1) $\phi 800$ の打込み鋼管杭として算定した先端支持力 (道路橋示方書) : 支持層根入れ 3 . 8 m、根入れ比 4 . 7 5、閉塞率を考慮した先端支持力度 $q d / N = 2 8 5$ 、設計 N 値 = 4 0、 $q d = 1 1 4 0 0 \text{ k N / m}^2$ 、杭先端面積 $A p = 0 . 5 0 3 \text{ m}^2$ 、先端極限支持力 $P u = q d \times A p = 1 1 4 0 0 \times 0 . 5 0 3 = 5 7 3 4 \text{ k N}$ 。