

回転圧入コンクリート充填工法による鋼管杭の鉛直載荷試験

鹿島建設株式会社 正会員 ○山崎 大介
 阪神高速道路株式会社 正会員 小林 寛
 阪神高速道路株式会社 田島 祐介
 鹿島建設株式会社 正会員 南 浩郎

1. はじめに

阪神高速道路大和川線と湾岸線を連結する三宝ジャンクションの既設橋梁への合流部において、既設橋脚フーチングを増設し、増設杭として回転圧入コンクリート充填工法による鋼管杭を採用した。本工法は「過去にあまり経験のない種類、工法の杭」に該当することから、押し込み載荷試験を実施し、支持力性能を確認した。

2. 試験概要

試験方法は地盤工学会「杭の鉛直載荷試験方法・同解説 杭の押し込み試験方法(JGS1811-2002)」に基づいて実施した。試験杭は中堀回転圧入鋼管杭(径 1,200×板厚 14~21×杭長 21,200mm)で地震時許容支持力 $R_a=2,980\text{ kN}$ に対して試験最大確認荷重 $P_{max}=5,500\text{ kN}$ まで多サイクル段階載荷方式で載荷した。試験杭の姿図および土質柱状図を図-1 に示す。計測項目は杭頭荷重、杭頭変位(鉛直 4点水平 2点)のほか、杭先端変位 2点、杭体軸方向ひずみ 15 断面(4 方向・2 方向)とした。

3. 試験結果

試験は最大荷重 5,500kN まで順調に載荷し、5,500kN 載荷時の杭頭変位量 $S_o=44.84\text{ mm}$ 、杭先端変位 $S_p=40.61\text{ mm}$ であり、先端変位量は先端外径の 3.4%程度 of 沈下であった。また、試験に要した時間は 8 時間 31 分であった。試験結果を図-2 に示す。

図-2 中の杭頭荷重-杭頭変位の関係より杭の支持力性状が弾性状態から塑性域に移行する第 1 限界抵抗力は 2,000kN と判定できる。また、杭がその機能を果たさなくなる限界としての第 2 限界抵抗力は、先端変位量が先端直径の 10%以下の範囲で押し込み抵抗が最大となったときの荷重と定義される。今回は最大荷重載荷時においても先端変位量は先端直径の 10%以下であったため、第 2 限界抵抗力は 5,500kN 以上と判定した。

以上より設計時における所要の性能を満足することが確認できた。

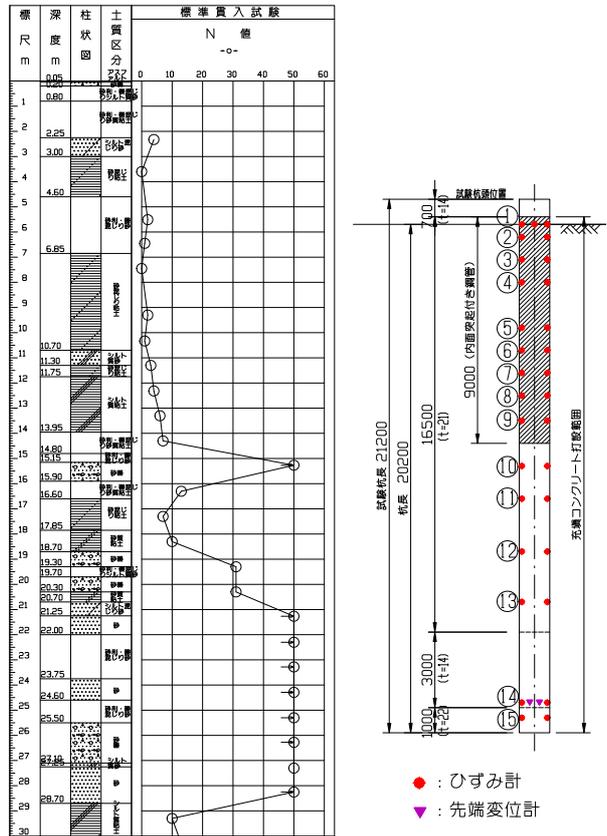


図-1 試験杭および土質柱状図

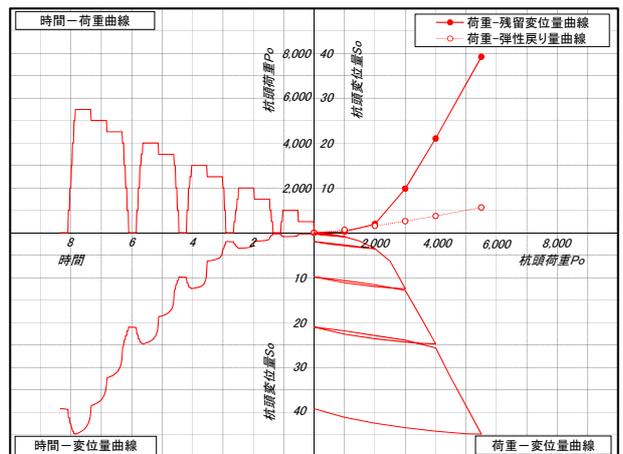


図-2 試験結果総合図(杭頭変位)

キーワード 鋼管杭, コンクリート充填, 押し込み載荷試験, 三宝ジャンクション
 連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 TEL 03-6229-6640

4. 周面摩擦力度の推定

まず、ひずみの測定結果から軸力、周面摩擦力度を算出した。軸力は各計測断面で鋼管杭、充填コンクリートそれぞれの断面積とヤング係数から算出した断面剛性(ΣEA)に、計測されたひずみを乗じて求めた。周面摩擦力度は隣接する計測断面の軸力の差分を、各計測区間の周面積で除して求めた。図-3に軸力、周面摩擦力度の深度分布を、図-6(1)に相対変位～周面摩擦力度の関係を示す。全ての荷段階において、算出した各断面の軸力が荷重を上回っており、鋼管と充填コンクリートの合成断面の断面剛性の評価が過大であることが判る。一方、図-6(1)より、杭頭荷重2,500kNまでに杭全長に亘って最大周面摩擦力度に到っていることが伺える。通常ではこれ以降、摩擦力は増加しないが、杭頭部(断面①～③)および杭先端部(断面⑭～⑮)では摩擦力が増加しており、断面剛性の評価が影響していることが判る。そこで、以下の方法で断面剛性を推定し、軸力及び周面摩擦力度を再評価した。

- (1) 杭頭荷重2,500kN以降、相対変位～周面摩擦力度の関係はバイリニアになると仮定する。(2,500kN以降は摩擦力一定)
- (2) 杭全長を3区間(軟弱層区間:断面①～⑨, 互層区間:断面⑨～⑬, 支持層根入れ区間:断面⑬～⑮)に分割し、周面摩擦力度は3区間内の平均値として評価する。
- (3) 杭頭荷重を2,500kNから5,500kNに増加した際の杭の弾性短縮量から、上記の区間毎に断面剛性($EA_{i=1\sim3}$)を逆算する。

再評価結果を図-5, 図-6(2)に示す。杭頭荷重5,500kN時の周面摩擦力は2,375kN, 先端支持力は3,125kNとなった。以上より、回転圧入コンクリート充填工法による鋼管杭において、鋼管のひずみ計測結果から合成断面の断面剛性を推定することにより、先端支持力と周面摩擦力度の関係を評価することが出来た。

参考文献

- ・ 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 平成24年3月
- ・ 地盤工学会：杭の鉛直荷重試験方法・同解説, 平成14年5月

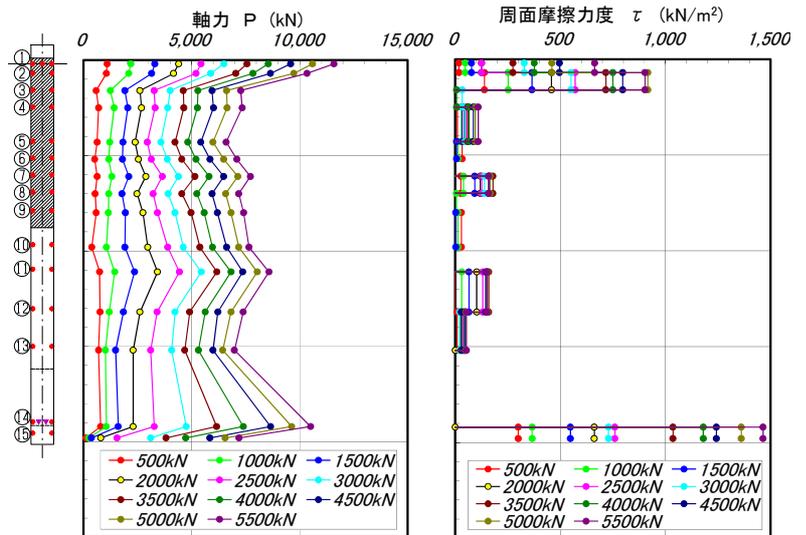


図-3 軸力及び周面摩擦力度(全断面剛性)

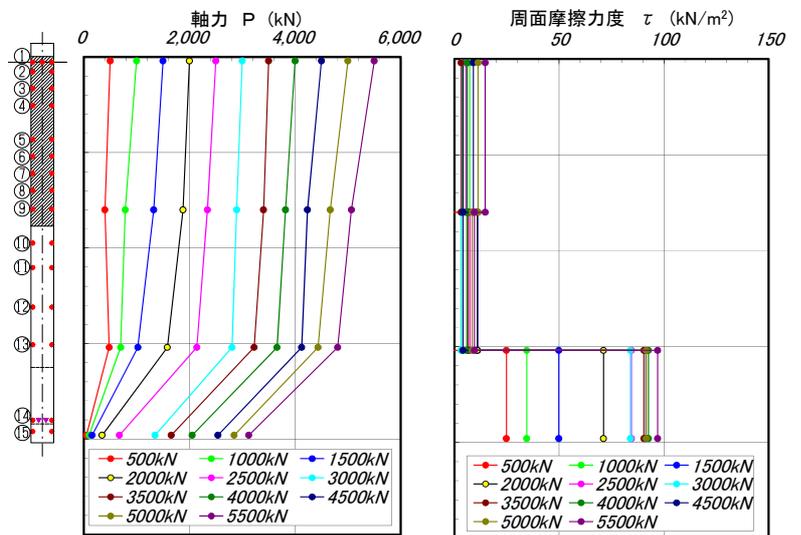
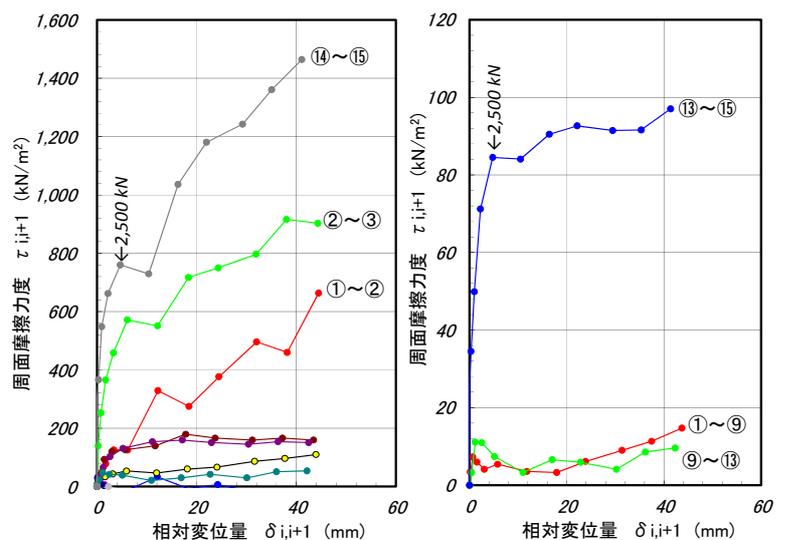


図-5 軸力及び周面摩擦力度(剛性評価後)



(1)全断面剛性

(2)剛性評価後

図-6 相対変位～周面摩擦力度