

## 東海道線交差部桁受替えに伴う杭の水平載荷試験 (その 2)

大成建設 (株) 正会員 ○高 鳴笛  
 西日本旅客鉄道 (株) 非会員 森 勇樹  
 ジェイアール西日本コンサルタンツ (株) 正会員 高田 直明  
 大成建設 (株) 正会員 磯部 大輔

### 1. はじめに

「東海道線交差部桁受替えに伴う杭の水平載荷試験 (その 1)」で紹介したように、東海道線交差部桁を受替える際に、場所打ち杭および鋼管杭は水平荷重を受ける。これにより、水平変形が生じて、現在、電車が走行している高架橋の主桁の沈下量に影響を与える可能性がある。よって、今回、現地にて水平載荷試験を実施し、試験により得られた載荷荷重と杭の水平変位 ( $P-\delta$ ) の関係を算出し、設計上で推定した  $P_0-\delta_0$  の関係と比較することで、設計の妥当性を確認した。本稿はその試験の計画および結果について報告する。

### 2. 試験概要

本試験は図 1.1、図 1.2 に示すように、場所打ち杭と鋼管杭の 2 種類の杭に対して実施した。場所打ち杭は①の 1 箇所、鋼管杭は変位抑制対策として、4 本に 1 箇所について、 $1.0 \times 1.5 \times 13.0\text{m}$  (深さ方向) のバットレス改良体を行っているの、バットレス改良部②、③の 2 箇所と未改良部④の 1 箇所にて試験を実施した。④では背面にある場所打ち杭を反力体として鋼管杭 3 本を同時に載荷した。②、③では背面にある場所打ち杭を反力体として、バットレス改良体を施工した鋼管杭を中心として両側 2 本を含む 3 本を同時に載荷した。

杭の仕様を表 1.1 に示す。

表 1.1 試験杭の仕様

杭種	施工方法	杭寸法(mm)	材質
場所打ち杭	TBH 工法	$\phi 1500 \times 15,000$	$\sigma_c = 30\text{N/mm}^2$
鋼管杭	回転圧入工法	$\phi 800 \times 27,000$	SKK400

### 3. 試験方法

試験の方法は「地盤工学会基準 杭の水平載荷試験方法・同解説 (JGS1831-2010)」に基づき、5 段階荷重で多サイクル方法にて実施した。載荷最大荷重は事前の解析で決定し、場所打ち杭は  $P=430\text{kN}$ 、鋼管杭は  $P=180\text{kN}$  とした。また、最大荷重載荷後は最大荷重において、3 回繰り返し載荷し、最後地盤の変形特性も確認した。

載荷装置の設置状況を図 1.1 および写真 1.1~1.4 に示す。場所打ち杭の不動点として、杭から離れた位置に基準梁 ( $[150 \times 75]$ ) を設けた。変位計を No.1 杭と No.2 杭にそれぞれ 2 箇所設置した。一方、鋼管杭の不動点は外側

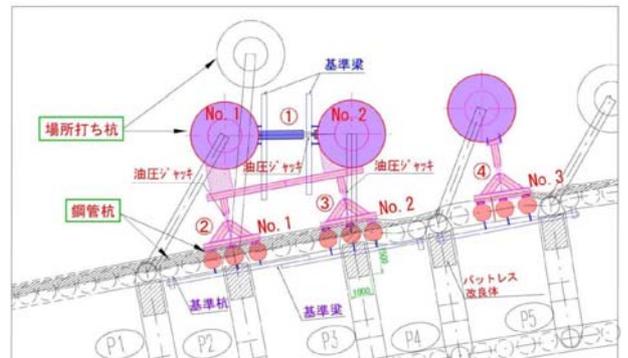


図 1.1 試験計画平面図

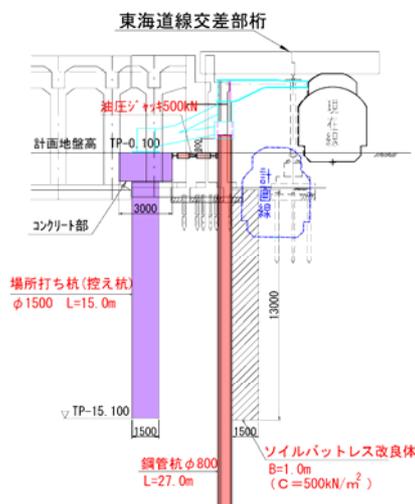


図 1.2 試験計画断面図 (P3 断面)



写真 1.1 試験全景(場所打ち杭) 写真 1.2 変位計設置(場所打ち杭)

キーワード 水平載荷試験, 繰返し載荷, バットレス改良体, 残留変位量

連絡先 〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場 1-14-10 大成建設株式会社・関西支店 TEL 06-6265-4604

の試験杭から2本離れた鋼管杭を基準杭とし、基準梁(L150×70)を設けた。また、変位計を3本試験杭の前面に、に載荷位置と同じレベルでそれぞれ1箇所ずつ設置した。

### 4. 試験結果

**■ 場所打ち杭** 場所打ち杭の段階載荷荷重-変位関係を図4.1に示す。2本の杭において変位量の差はほとんど発生しなかった。5サイクル目の最大荷重430kNに対して、最大平変位量の平均値は1.8mmとなった。その後最大荷重において、3回繰り返し載荷による最大変位量は2.2mmであり、最終残留変位量は約1.1mmであった。

**■ 鋼管杭** 鋼管杭バットレス改良体有無での荷重-変位関係をそれぞれ図4.2, 図4.3に示す。バットレス改良体のある2組の杭において変位量の差がほとんど発生しなかった。5サイクル目の最大荷重180kNに対して、最大変位量の平均値は3.1mmとなった。その後最大荷重において、3回繰り返し載荷によって、最大変位量は3.3mmであり、最終残留変位量は約1.2mmとなった。一方、バットレス改良体がない場合は、5サイクル目で最大変位量は4.1mmとなった。その後最大荷重において、3回繰り返し載荷によって、最大変位量は4.4mmであり、最終残留変位量は約1.8mmとなった。

### 5. 設計値の検証・考察

**■ 場所打ち杭** 試験で得られた変位量(平均値)により、設計値と比較を行った結果を図5.1に示す。設計時に予測された最大変位量11.1mmに対して、試験値は明らかに小さく、2mm程度であった。また、P-δ曲線の傾きは設計上設定している値を上回っていることが確認できた。

**■ 鋼管杭** 試験で得られた変位量(平均値)により、設計値と比較を行った結果を図5.2に示す。バットレス改良体有無での設計時に予測された最大変位量はそれぞれ7.3mm(改良有)、10.3mm(改良無)であった。これに対して、試験値は3.1mm(改良有)と4.1mm(改良無)となり、予測値より小さかった。いずれもP-δ曲線の傾きは設計上設定している値を上回っていることが確認できた。また、同じ載荷荷重でバットレス改良体により変位量が1mm小さく、約30%程度の変位抑制効果を把握することができた。

### 6. まとめ

- (1)今回、場所打ち杭および鋼管杭の水平載荷試験はすべて当初計画通りの荷重および方法で実施できた。
- (2)杭載荷位置の最大変位量はいずれも事前の解析にて算出された値より小さかった。よって、本設計の妥当性・信頼性が検証できた。
- (3)最大荷重において、3回繰り返し載荷を実施した結果は、残留変位量がわずかに増加した(0.2~0.4mm)。これは、地盤は完全弾性体ではないため、荷重の増加とともに地盤の塑性化領域が徐々に広がり、非線形性を示しているものと考えられている。ただし、残留変位量が小さく、本工事において影響がないと判断する。



写真 1.3 試験全景 (鋼管杭)



写真 1.4 変位計設置 (鋼管杭)

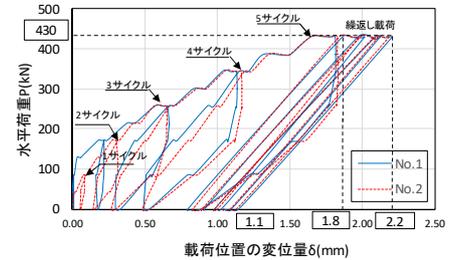


図 4.1 荷重-変位 (場所打ち杭)

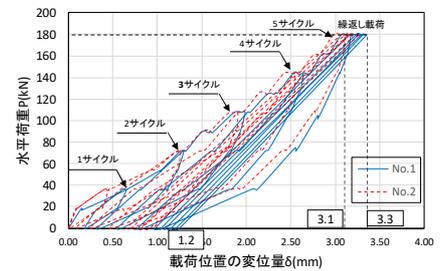


図 4.2 荷重-変位 (鋼管杭 改良有)

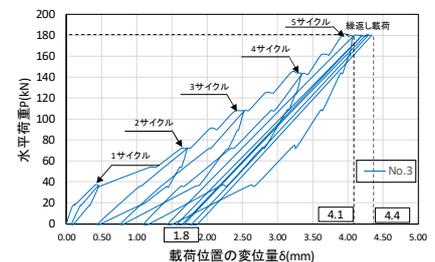


図 4.3 荷重-変位 (鋼管杭 改良無)

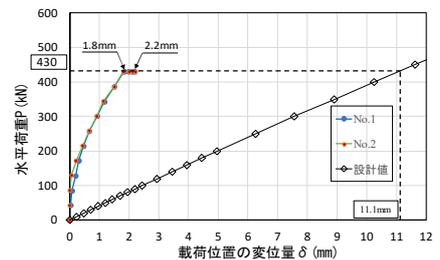


図 5.1 試験結果と設計値の比較(場所打ち杭)

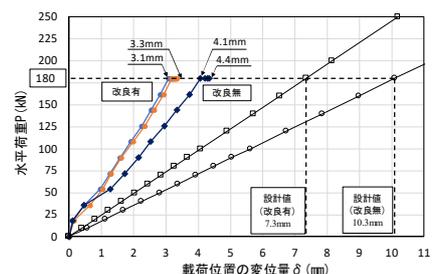


図 5.2 試験結果と設計値の比較(鋼管杭)