

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）

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

1. はじめに

東海道線支線地下化・新駅設置事業南 2 工区では、福島方の東海道本線交差部において、東海道本線のポスト式中間橋脚を有する鋼ゲルバー桁の受替えが伴い、用地の制約上、計画構造物の鋼管杭式擁壁を橋脚基礎として活用した片持ち式橋脚での受替えが計画されている。当該地盤は軟弱な梅田粘性土であり、片持ち橋脚の変位抑制対策として控え杭ならびに鋼管杭前面にバットレス型地盤改良工法を採用した。実施工において設計の妥当性および片持ち橋脚上を走行する列車の走行安全性を確保するためには、軟弱地盤中の控え杭とバットレス型改良体の挙動の事前確認が重要である。本稿は、控え杭およびバットレス改良体の有無による鋼管杭の水平載荷試験の計画について報告する。

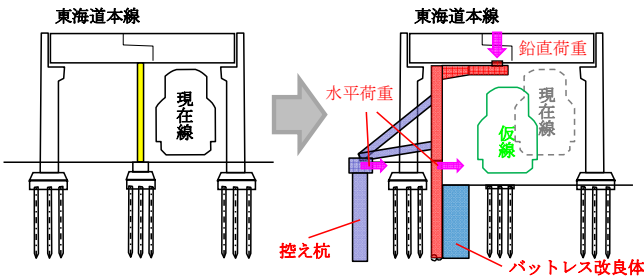


図 1.1 受替え概要図

2. 片持ち鋼製橋脚の設計概要

片持ち橋脚の構造を図 2.1、図 2.2 に示す。橋脚柱は橋軸直角方向に連続して配置した鋼管杭式擁壁(4 本/組)で支持する構造とした。控え杭はφ1500、L=15m の場所打ち RC 杭、鋼管杭は GL-26m 付近の硬質砂礫層を支持地盤としており、バットレス改良体は橋脚柱位置の鋼管杭前面に配置した。断面諸元および地盤条件を表 2.1、表 2.2 に示す。また、水平地盤バネは式(1)、式(2)により算出した。



図 2.1 平面図

場所打ち杭の水平地盤バネ¹⁾ $K_H = 0.6 \cdot \alpha E_0 D^{-3/4} \cdot D$ ----- 式(1)

鋼管杭の水平地盤バネ²⁾ $K_H = \left(\frac{W_0 - W}{W_0} \right) K_{H0} + \left(\frac{W}{W_0} \right) \cdot K'_H$ ---- 式(2)

- ここに、 E_0 : 変形係数
 α : E_0 に対する補正係数
 D : 杭径
 K_{H0} : 現地盤の水平地盤ばね定数
 K'_H : バットレス改良体の水平地盤ばね定数
 W : 改良体の幅
 W_0 : 改良体の間隔

表 2.1 断面諸元

表 2.2 地盤条件

	E (kN/m ²)	A (m ²)	I (m ⁴)	備 考
梁 (箱型)	200×10 ⁶	0.1280	0.01492	ハンチ部
	200×10 ⁶	0.1161	0.00344	一般部
柱	200×10 ⁶	0.1632	0.00971	φ800, t=50 (CFT柱)
杭	200×10 ⁶	0.2802	0.02075	φ800, t=30 (4本分) GL+1.0m~GL-9.0m
	200×10 ⁶	0.2145	0.01616	φ800, t=23 (4本分) GL-9.0m~GL-18.0m
	200×10 ⁶	0.1476	0.01132	φ800, t=16 (4本分) GL-18.0m~GL-27.0m

		層厚 (m)	N値	γ (kN/m ³)	φ (度)	c (kN/m ²)	
1	表層	B	2.1	5	17.0	30	—
2	砂質土層	As1	2.8	5	17.0	30	—
3	粘性土層	Ac1	3.9	2	17.9	—	50
4	粘性土層	Ac2	10.2	2	16.5	—	69
5	砂質土層	As2	4.9	6	17.0	29	—
6	粘性土層	Ac3	1.7	11	15.0	—	68
7	砂質土層	Ds1	4.4	45	19.0	36	—
—		バットレス改良体	—	—	—	—	500

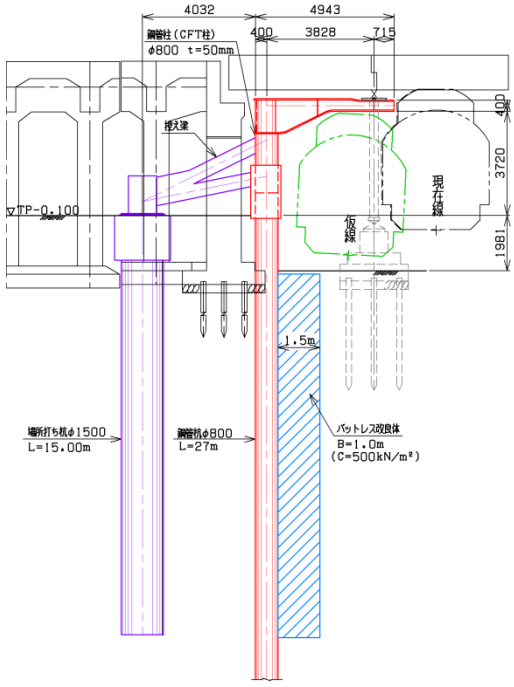


図 2.2 構造一般図

キーワード 杭の水平載荷試験, 水平地盤バネ, バットレス改良体,
連絡先 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 8F TEL06-6303-1453

3. 杭の水平載荷試験

3.1 概要

水平載荷試験は、場所打ち杭(CASE1)、鋼管杭+バットレス改良体有(CASE2)、鋼管杭+バットレス改良体無(CASE3)の計3ケースで実施した。また、設計上は鋼管杭4本/組であるのに対し、試験では鋼管杭を3本/組とし、バットレス改良体は中央部の鋼管杭の前面に配置した。試験方法の詳細は、「東海道交差部桁受替えに伴う杭の水平載荷試験(その2)」で示す。

3.2 計算モデル

現地試験の実施に際し、事前に現地試験を模擬した解析を実施した。図3.1に概要図を示す。鋼管杭は3本/組とし、バットレス改良体は幅1.0m、延長1.5m、設置深度13.0mとし、杭前面には式(1)、式(2)により算出した水平地盤バネ(弾塑性バネ)を設置した。また、CASE2, CASE3ではバットレス改良地盤の特性把握のため、GL~バットレス改良体天端(T.P.-2.200)までの地盤を緩め、その範囲の地盤抵抗が試験結果に影響しないように配慮した。

3.2 計算結果および水平荷重の設定

解析結果を図3.2に示す。また、片持ち橋脚設計時の杭頭に最大せん断力(設計最大水平力)を表3.1に示す。CASE1では水平荷重を載荷直後から地盤が塑性化し、設計最大水平力では、杭頭変位が11.1mm、塑性化範囲がGLから0.39mとなった。

表 3.1 設計最大水平力

	設計最大水平力
場所打ち杭	430kN
鋼管杭	255kN

CASE2は水平荷重が500kN以上でバットレス改良部の地盤が塑性化し、設計最大水平力255kNでは、杭頭部の変位が10.4mmとなり、地盤は弾性挙動を示している。CASE3は水平荷重が450kN以上で地盤が塑性化するものの、CASE2と同様、設計最大水平力255kNでは、地盤は弾性挙動を示している。また同一荷重で比較した場合、CASE3よりもCASE2の方が杭頭変位量が小さく、バットレス改良体による変位抑制効果が確認できる。

以上の解析結果を踏まえ、実際の試験に用いる水平荷重は次の通りとした。

■ **CASE1** 設計最大水平力が作用した場合、地盤が塑性化するものの、塑性化範囲がGL付近に限定され、試験後に転圧などによる再弾性化が容易であることから、設計最大水平力の430kNを水平載荷試験に用いることとした。

■ **CASE2, CASE3** 設計最大水平力が作用した場合でも地盤は弾性挙動を示しているが、想定通りの地盤特性が得られず地盤が塑性化した場合、試験後に再弾性化の対策を施すのが困難であるため、水平載荷試験に用いる最大荷重は、180kN(設計最大水平力の約70%)とした。

4. まとめ

片持ち橋脚の変位抑制対策として控え杭ならびに鋼管杭前面にバットレス型地盤改良工法を採用するにあたり、設計の妥当性確認のための現地水平載荷試験に関する事前解析を実施した。また、解析の結果を踏まえて試験に用いる水平荷重を適切に設定した。実際に実施した水平載荷試験の詳細な計画および試験結果を「東海道交差部桁受替えに伴う杭の水平載荷試験(その2)」で報告する。

- 【参考文献】 1) 鉄道総合技術研究所, 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物, 2012. 1.
2) 高田直明, 森山晃士, 野村顕, バットレス改良体を用いた片持ち鋼製橋脚の変位抑制効果に関する検討, 第72回土木学会年次学術講演概要集, 2017.

