

RC 杭の水平載荷試験（既設群杭）

東海旅客鉄道株式会社 正会員 丹間泰郎 正会員 下村 勝
 鹿島建設株式会社 正会員 山田岳峰 正会員 永谷英基
 高瀬喜彦

1. はじめに

新線建設工事に伴い土木構造物の一部が撤去されるのを契機に、当社では、これら建設後 36 年間共用してきたコンクリート、鋼、基礎の各構造物に関する調査・試験をおこなってきた。

著者らは、基礎構造物に着目し、RC 杭に関する調査・試験を開始したところである。この調査の目的は、次のとおりである。

1. 杭体の現状状態の把握
2. 群杭としての地震時挙動と変形性能の把握
3. 耐震性能評価のための解析モデルの構築
4. 群杭の地盤抵抗（粘性土地盤）の検証

対象とする RC 杭は、昭和 30 年代後半に施工された打込み式の中空杭であり、杭体の配筋や杭頭処理状態等が現行基準と異なっているため、地震時を想定した大変位領域における挙動を実物で確認する必要があった。

そこで著者らは、ラーメン高架橋上部構造物が撤去された後の実杭基礎を対象とした現地試験を実施した。試験の種類は次のとおりである。

1. 単杭の水平載荷試験
2. 群杭(既設)の水平載荷試験
3. 群杭(杭頭補強)の水平載荷試験

本稿は、2 試験について、その概要を紹介するものである。

2. 試験概要

鉄道ラーメン高架橋の基礎として供用された杭基礎（RC 杭、外径 D=350mm 内径 220mm、6 本群杭）を対象に線路方向（3 本 2 列）の水平載荷試験を実施した。

載荷方法は、耐震性能を把握するのが目的であることから、荷重を保持しない 3 サイクル正負交番と

し、最大水平変位 $\max=160\text{mm}$ （杭径の 46%）まで実施した。また、加力反力は正側負側のフーチング各 2 基を利用し、センターホールジャッキ各 2 台を用いた 2 点の引き試験とした。概況を図-1 に示す。

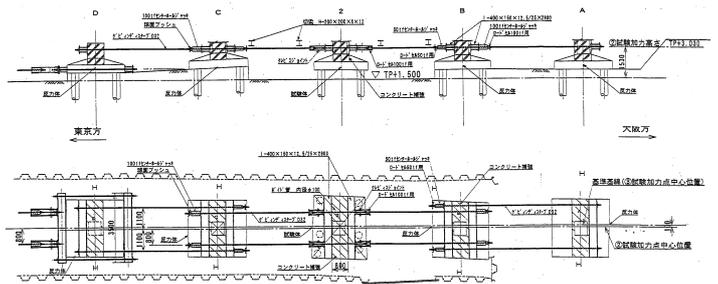


図-1 試験装置

計測は、フーチングおよび杭頭部付近の水平・鉛直変位とし、杭頭部 1D 区間の目視調査を合わせておこなった。なお、群杭の杭配置、配筋を図-2 に示す。また、反力フーチング脇で実施した地盤調査結果を図-3 に示す。

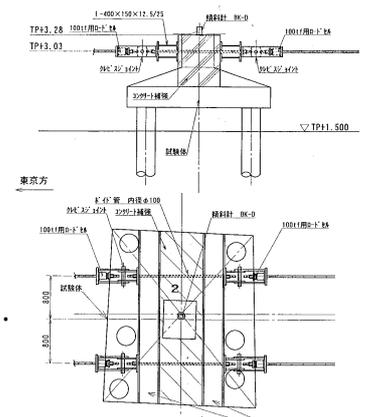


図-2 群杭の杭配置等

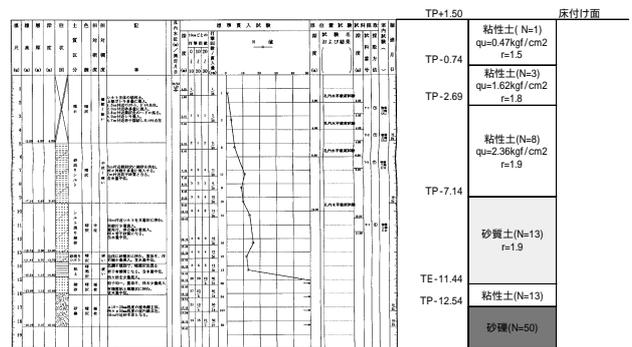


図-3 地盤状況

キーワード：RC 杭，群杭，水平載荷試験，杭頭接合部

連絡先：〒103-0027 東京都中央区日本橋 3-1-17 J R 東海施設部 TEL 03-3278-5910 FAX 03-3278-5975

〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設技術研究所 TEL 0424-89-7067 FAX 0424-89-7034

3. 試験結果

加力点における載荷重と水平変位の関係を図-4に示す。最大変位 =160mm において耐荷力の降下が見られた。また、2 サイクル以降の耐荷力降下が著しく、クラフ型とスリップ型の中間的履歴性状を呈した。これは、水平地盤の自立高さが約3mと計算(鉄道標準より)されることから裏付けられる結果となった。

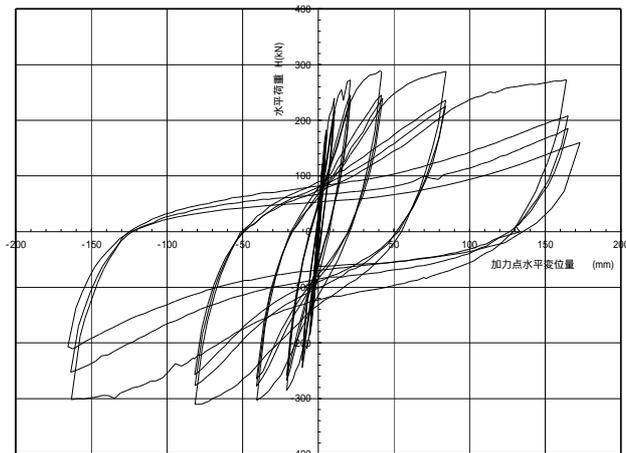
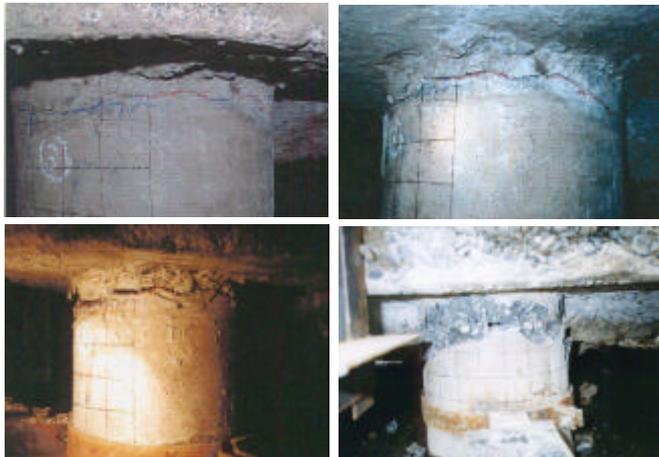


図-4 荷重～変位曲線

また、水平変位 =20mm 以降の杭上部の損傷状況を写真-1に示す。被りコンクリートの剥落は =80mm で確認され、 =160mm では杭頭部および杭頭接合部の破壊を確認した。



(左上 =20mm, 右上 =40mm, 左下 =80mm, 右下 =160mm)

写真-1 杭頭部の損傷状況

また、事前解析を実施しており、実験で得られた荷重～変位関係との比較を図-5に示す。ただし、事前解析の前提条件は次のとおりであり、鉄道標準に基づき地盤ばね定数等の設定をおこなった。

- ・杭の部材強度 $f'_{cd}=40$, $f'_{syd}=240$ (N/mm²)
- ・地盤条件(表層4m) N値=3, $q_u=49$ (kN/m²)

ただし、水平地盤反力係数の群杭補正はしていない。

なお、設定した各物性値、諸定数については、別稿で紹介する単杭の試験結果を概ね説明できることから、信頼性は低いと考えている。

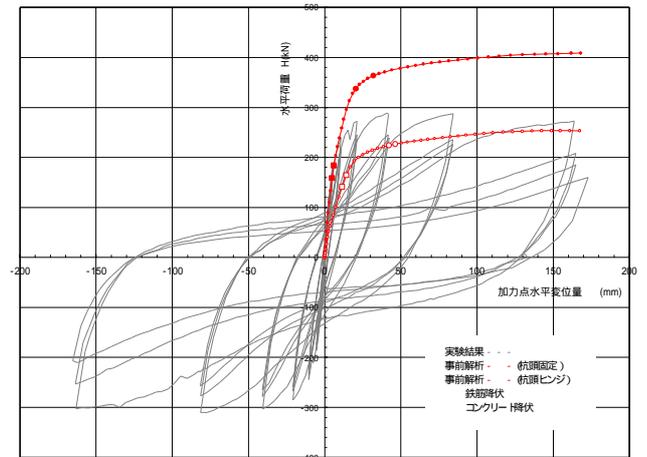


図-5 事前解析との比較

その結果、水平変位 =10mm 程度までの小変位領域においては、杭頭固定を保持し、それ以降は徐々に接合部がヒンジ的挙動に移行してゆくものと推測される。

4. まとめ

既設群杭の水平載荷試験の結果、現時点で把握している事柄を以下にまとめる。

1. 杭頭接合部(杭とフーチングの結合部)は、現行の鉄道標準の構造細目に則しないものであるが、接合部の破壊に伴うフーチングの滑動等の現象は、最大変位 160mm においても発生していない。
2. 実験と事前解析の荷重～変位関係の比較から、杭頭接合部の固定度は、水平変位が増大するに伴い、固定からヒンジへと移行してゆくことが推測される。

なお今後、地盤抵抗は採取試料の力学試験や孔内水平載荷試験結果に基づき精査するとともに、杭部材は現地より採取した各材料の強度試験、切出した杭部材の曲げ載荷試験、杭頭接合部の載荷試験を行ない精査してゆき、詳細な解析・分析を行なう予定である。

謝辞: 一連の現地載荷試験を実施するにあたり、貴重な助言と指導を頂きました元(財)鉄道総合技術研究所耐震設計担当部長 西村昭彦氏、同研究所基礎・土構造研究室長 棚村史郎氏に深く感謝いたします。

参考文献

鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)等