

## 静岡車両区改良工事における既設杭を利用した検査坑設計の一考察

東海旅客鉄道株式会社 宮野 芳彰  
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 鹿沼 祐介  
 東海旅客鉄道株式会社 大内 慎一

### 1. はじめに

静岡車両区改良工事は検修庫の老朽取替および業務環境改善を目的に実施するものである。本工事にあたっては、複雑に配線された車両区の特性和供用の継続性から、軌道中心位置を同じくして検査坑設備を更新した。本稿では仕業洗浄検査坑新設の実設計にあたり、基礎構造に既設杭を利用した設計をしたので報告する。

### 2. 計画概要

計画手順を図 - 1 に示す。施工段階は大きく3期に分かれ、DL修繕庫を撤去し、臨時修繕庫を新設、臨時修繕庫を撤去し、跡地に交番検査庫を新設、最後に交番検査庫を撤去し、跡地に仕業洗浄検査庫を新設する。

このうち、仕業洗浄検査坑の構造は、既設交番検査坑と同じ1面2線のプール型検査坑であり、軌道中心位置、軌道中心間隔とも同一となることから、既設交番検査坑の杭(RC杭 250)を利用して設計した。(写真 - 1)

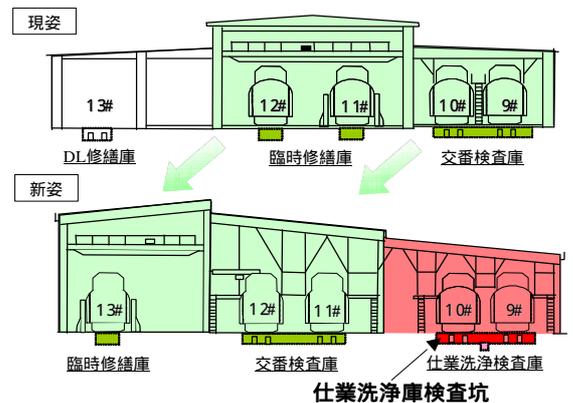


図 - 1 計画断面図

### 3. 設計方針

#### (1) 検査坑の構造・仕様

検修作業員の車両両側間の移動が多いことから、交番検査や仕業検査に供用される検査坑は、軌条桁、口ウソク支柱(線路方向1.5m間隔)、基礎スラブにて構成される。また、基礎スラブ底面の地盤支持力が不足する場合、その支持力補強のため、地盤改良及び基礎杭による基礎構造を付加することとなる。

本設計では、既設交番検査坑が基礎杭(RC杭 250)を有する構造であることを活かし、新設仕業洗浄検査坑の基礎構造に、この既設杭を利用した構造形式にて、コストダウン、工期短縮を図る計画とした。

#### (2) 設計方針

本設計においては、既設杭の健全性の把握と評価を行い、不足支持分の補強を検討し基礎構造形式を設定することとした。(図 - 2)

設計へ反映するために既設交番検査坑の構造特性を調査したところ、杭頭接合形式が現在の標準形式である杭頭剛結接合ではなく、杭を基礎スラブに10cm埋め込んだ、ヒンジ結合であることが判明した。これは、基礎杭への曲げモーメントの伝達を極力なくし、杭の曲げ破壊を抑え、基礎スラブの支持を優先的に期待する構造としたものであると考えられる。その反面、ヒンジ結合では地震時の水平力により、杭頭部にせん断力として応力が集中する。

以上を踏まえ、「既設交番検査坑同様にヒンジ構造としたモデル」及び「U型擁壁と口ウソク支柱及び基礎杭を一体としたモデルによる杭のせん断耐力の照査」にて本設計を実施した。



写真 - 1 既設交番検査坑

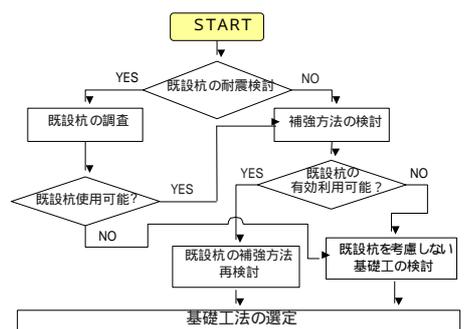


図 - 2 検討フロー

### 4. 各検討の結果

#### (1) 耐震検討

既設杭で地震時におけるせん断耐力を満足するかについて、骨組みモデルにより解析検討した。(図 - 3)設計条件を表 - 1 に示す。杭と検査坑をヒンジ結合とし、検査坑の水平抵抗力をU型擁壁端部の水平地盤バネで、鉛直支持力を既設杭で支持するモデルとした。その結果、線路方向・線路直角方向ともL2地震動であっても既設杭にせん断破壊は生じず、既設杭が健全であれば、計算上は基礎構造としてそのまま利用可

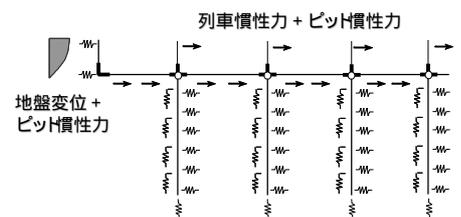


図 - 3 耐震検討モデル

能であることがわかった。

(2) 試掘調査

前項, 耐震検討の結果を受け, 試掘調査を実施し, 健全性を確認した。

既設交番検査坑は検修業務の都合上, 撤去直前まで供用を継続する必要がある。そのため車両通過, 留置範囲外となる車止め方検査坑端部で調査した。調査本数は施設供用中のため2本のみとした。

調査項目は, 目視調査, P I T 試験 (衝撃弾性波試験), 中性化度判定, 室内鉄筋・コンクリート強度試験を実施した。調査の結果, 鉄筋強度, コンクリート強度, 配筋については J I S 強度, 諸元を有していた。しかし, P I T 試験の結果, 杭頭より 2.5m から 3.0m の地点で杭に水平クラックが集中する形で, 損傷があった。(図 - 4)

これは両方の杭に共通する結果であった。地質ボーリングデータよりその位置が軟弱なシルト質粘土層と砂礫層の境界部であったため, 地震時における地盤変位差により生じた損傷と推定した。

既設交番検査坑は竣工後 46 年を経過し, 既設杭周辺地盤の挙動が収束していると推定できる。損傷が杭頭より 2.5m から 3.0m の地点で見られたことから, 本設計では杭頭より 2.0m までの周面支持力を反映した。

(3) 基礎構造の検討

隣接する新設交番検査坑は基礎構造に地盤改良を採用しているが, 新設仕業洗浄検査坑で地盤改良を施す場合, 攪拌機 (I=800mm) が線路直角方向の既設杭間隔 (I=800mm) と同一であることから, 施工及び均一な改良が困難である。施工機械による制約がなく, 安定した品質が確保できることから, 既設杭の最小杭間隔制限内での中掘り先端根固め工法による, 増打ち杭 (P H C 杭 400) とした。

表 - 1 設計条件

項目	内容
解析モデル	ピット基礎杭一体モデル
照査断面	線路方向 線路直角方向
杭頭接合方式	杭頭半剛結合同 (10cm埋込み) ビンジ結合としてモデル化
設計地震動	L1地震動、L2地震動スペクトル
耐震性能	L1地震動 (耐震性能) ) L2地震動 (耐震性能) )
解析方法	応答変位法
照査方法	設計応答値においてせん断耐力照査 ( $V_d/V_{yd} < 1$ )

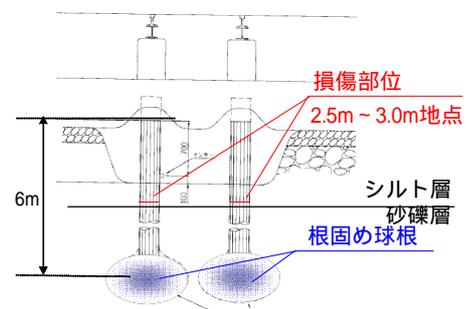


図 - 4 調査スケッチ

5. 設計成果

設計時における解析モデルでは, 杭長 2m の既設杭と杭長 11.5m の新設杭を交互に配置した。(図 - 5) なお, 既設杭の諸元値は試掘調査結果を反映している。

新設杭増打ちの打設間隔は線路方向で広がるほど, 工期, コストともに有利となる。打設間隔を広げることは基礎スラブで鉛直荷重作用によるせん断力と曲げモーメントの増分を支持させることとなる。そこで, 設計スラブ厚の増大は, 施工コストの増大と直接的に関わることから, 既設杭の杭頭処理に必要な長さとして計画レール高を考慮し, スラブ厚を 50cm と定めた。既設杭間隔が 1.5m であるため, 新設杭の打設間隔も既設杭の周面摩擦を損なわぬよう 1.5m の倍数に制限されることから, 常時計算結果により最適な杭間隔を 6m と定めた。

耐力照査の結果, 既設杭, 新設杭, とともに曲げ耐力に達するときの断面せん断力 ( $V_{mu}$ ) に対し, 設計せん断耐力 ( $V_{yd}$ ) が上回っており, 地震時も十分な耐力を有していた。(表 - 2)

表 - 2 杭の損傷レベル照査 (L2 地震動)

項目	単位	線路方向	直角方向	線路方向	
		PHC杭	PHC杭	既設杭	
破壊モードの照査	$V_{mu}$	kN	45.0	14.7	4.7
	$V_{yd}$	kN	285.5	232.7	283.6
	$V_{mu}/V_{yd}$	kN	$0.16 < 1.0$	$0.06 < 1.0$	$0.02 < 1.0$

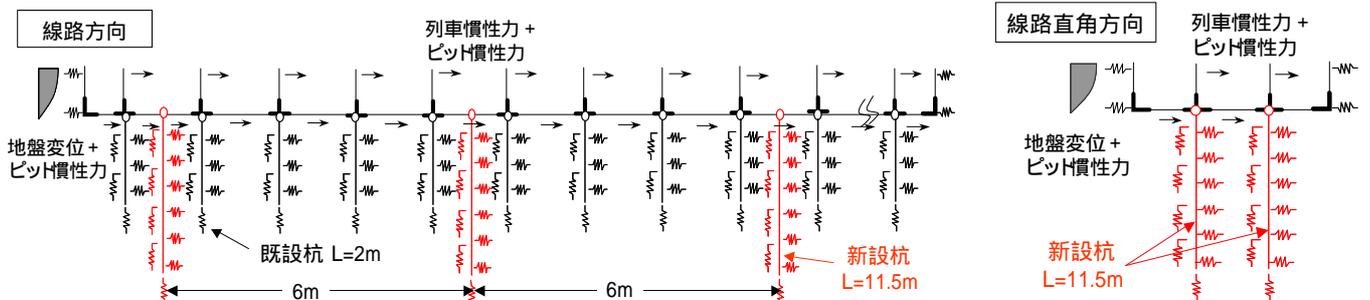


図 - 5 設計計算モデル

6. おわりに

今回, 既設杭を利用した設計により, 新設杭の施工数量減による工期短縮, コスト縮減が図ることができた。現在までに施工を完了し, 載荷試験を行った結果, 既設杭, 新設杭ともに必要な支持力を得られたことを確認している。