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　○正会員　　鹿沼　祐介
東海旅客鉄道株式会社　　正会員　　元木澤知紀

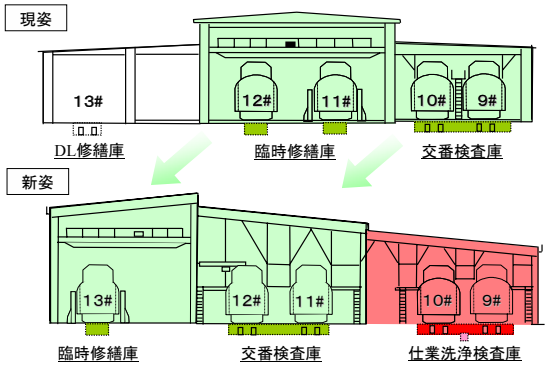
１．はじめに

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と供用の継続性から，軌道中心位置を同じくして検査坑設備更新をおこなうこととなった．本稿では仕業洗浄検査坑新設の実施設計にあたり，基礎構造に既設杭を利用した設計をおこなったので報告する．

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，①ディーゼル（ＤＬ）修繕庫を撤去し，臨時修繕庫を新設，②臨時修繕庫を撤去し，跡地に交番検査庫を新設，最後に③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φ250）を利用した設計をおこなうこととした．（写真－１）



図－１　計画断面図

３．設計方針

（１）検査坑の構造・仕様

交番検査や仕業検査に供用される検査坑の構造は，検修作業員の車体両側間の移動が多いことから，ロウソク支柱（線路方向1.5m間隔），軌条桁，基礎スラブ，基礎構造から構成され[1)]，特に，杭基礎の場合，押し抜きせん断破壊の観点から構造上有利となるため，支柱の真下に杭を配置するのが一般的である．

（２）設計方針

既設検査坑の構造を現在の設計基準に照らした場合の主な問題点は，杭頭接合形式が現在の標準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，いわば杭頭半剛結接合であること，また，基礎スラブを線路方向の連続版として設計していることから，地震時の水平荷重作用によるせん断力，曲げモーメントが，杭頭部に集中し，特に杭のせん断耐力上問題が生じることである．

そこで，既設構造では単なる土留めの役割を担う側壁部に着目し，検査坑にかかる地震時水平力を受け持たせることを考え，検査坑構造をＵ型擁壁とロウソク支柱，及び基礎杭の組み合わせとして設計することとした．

写真－１　既設交番検査坑

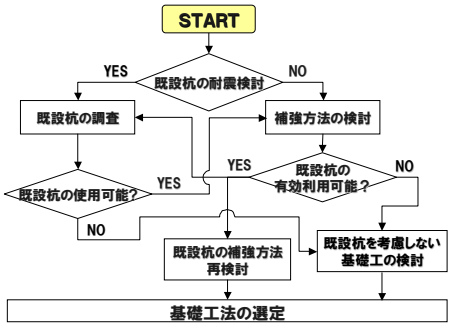
４．設計方法の検討

既設杭利用にあたっては，健全性の把握と評価が不可欠である．

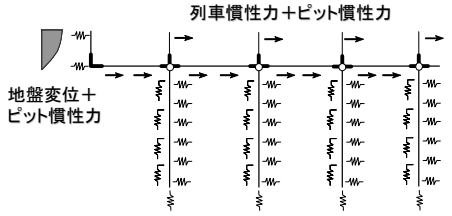
本検討では図－２のフローにそって検討をおこなうこととした．

（１）耐震検討

既設杭のみで地震時耐力を有するかについて，骨組みモデルによる解析検討をおこなった．（図－３）設計条件を表－１に示す．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受け持たせるモデルとした結果，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能であることがわかった．



図－２　検討フロー



図－３　耐震検討モデル

キーワード　車両基地，検査坑，既設杭利用
連絡先　〒450-6101　名古屋市中村区名駅一丁目１番４号　建設工事部土木工事課　℡052-564-1731

（２）試掘調査

そこで試掘調査を実施し，健全性を確認することとした．

既設交番検査庫は検修業務の運営都合上，撤去直前まで供用を継続する必要がある．そのため調査箇所は車両通過，留置範囲外となる車止め方検査坑端部で行なうこととしたほか，調査本数も２本と制約を受けた．

調査項目は，目視調査，ＰＩＴ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ＪＩＳ強度，諸元を有していることが確認できた．しかし，ＰＩＴ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，損傷が見受けられることがわかった．（図－４）

これは両方の杭に共通する結果であり，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された．

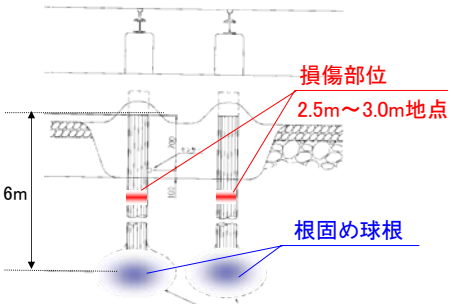
そのため，竣工後４６年を経過し，既設杭周辺地盤の挙動が収束していると推定できることを考慮し，杭頭より 2m までの既設杭の周面摩擦については評価できると判断した．

（３）基礎構造の検討

既設杭は支持杭形式である．そのため，下床版以深の荷重履歴を設計上考慮できないため，基礎構造は既設杭に対して最小杭間隔制限内での増打ち杭（ＰＨＣ杭φ400）とし，新設杭にかかる鉛直荷重負担を減らすこととした．

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	杭頭半剛結接合（10cm埋込み） ⇒ピン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Ⅱ
耐震性能	L1地震動（耐震性能Ⅰ） L2地震動（耐震性能Ⅲ）
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（Vd/Vyd＜1）

表－１　設計条件



図－４　調査スケッチ

５．設計成果

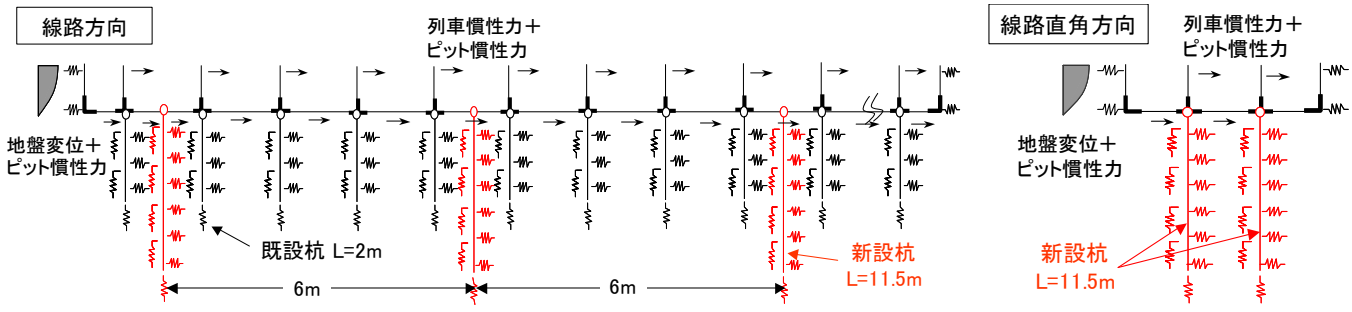
設計条件は耐震検討と同じとし，解析モデルは，杭長 2m の既設杭と杭長 11.5m の新設杭を交互に配置した．（図－５）既設杭の諸元値は試掘調査結果を反映している．

新設杭の打設間隔は線路方向で広くなるほど，工期，コストともに有利となるが，打設間隔を広げることは基礎スラブに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受け持たせることとなる．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な関係をもつことから，既設杭の杭頭処理に必要な長さと計画ＲＬを考慮し，スラブ厚を 50cm と定めたほか，既設杭間隔が 1.5m であるため，新設杭の打設間隔も 1.5m の倍数に縛られることから，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，十分な耐力があることを確認した．（表－２）

項目		単位	線路方向 PHC杭	直角方向 PHC杭	線路方向 既設杭
破壊モードの照査	Vmu	KN	45.0	14.7	4.7
	Vyd	KN	285.5	232.7	283.6
	Vmu/Vyd	KN	0.16＜1.0	0.06＜1.0	0.02＜1.0

表－２　杭の損傷レベル照査（L2 地震動）



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をおこなったことにより，新設杭の施工数量減による工期短縮，コスト縮減を見込むことができた．

なお，試掘による既設杭の健全度調査は，車両基地としての供用の継続性から一部の調査となっており，今後検査坑撤去後にさらに調査範囲を拡大した健全度調査を実施し，本設計の検証をおこなっていく．

参考文献　１）新停車場線路配線ハンドブック／停車場線路配線研究会編