

橋脚の近接施工に伴う既設鉄道営業線橋脚に対する影響予測と計測結果の比較

千葉県北千葉道路建設事務所 野村 拓司
 千葉県北千葉道路建設事務所 銅 達夫
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○久木留 貴裕
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 梅林 福太郎

1. はじめに

一般国道 464 号北千葉道路の(仮称)印旛捷水路橋は、
 図-1 に示すとおり、既設の成田新高速鉄道橋脚に近接し
 て計画された。同地点は、軟弱地盤が厚く堆積すること
 から、近接影響対策を行い細心の注意を図り施工を実施
 した。本論文は、このうち、下り線 P8 橋脚に着目し、施
 工時の既設の鉄道橋 P2 橋脚に対する近接影響対策と、
 FEM 解析による影響予測、計測結果に基づいた解析結果
 に対する考察を述べる。

2. 対策工の検討

当該地点に対して、文献 1)に従った近接判定を実施し
 たところ、近接程度の判定結果が II or III となった(表-1)。
 このため、土留め矢板に関しては、施工法で対応するこ
 ととしたが、杭基礎(SC+PHC 杭)の施工と土留め内掘
 削に関しては、FEM 解析により影響評価を行い、適切
 な対策工を選定し施工を実施した。

FEM 解析の結果、土留めの変位の抑制が必要なことが
 確認された。そこで、変位抑制のための対策として、有
 効かつ施工が容易な支保工の増設、根入れ長の UP、土留
 め壁剛性の UP を選定した。土留めの変位量を弾塑性解析
 により算定した結果、当初 1 段であった支保工を 2 段と
 し、掘削前に 1 段梁を設置することで土留め壁の最大変
 位を 176.4mm から 16.0mm にまで抑えることができると
 判ったため、支保工は 2 段支保工を設置することとした。

3. 解析モデル

図-3 に鉄道橋 P2 橋脚と下り線 P8 橋脚の位置関係及び
 地層構成を示す。両橋脚の直下でボーリング調査が実施
 されているため、地層は両橋脚間の地層の変化を考慮し
 た。また、地盤条件は施工の影響を受ける鉄道橋脚位置
 での設定値を使用した。図-4 に解析モデルを示す。検討
 は、施工段階を考慮するため、2次元弾性 FEM 解析によ
 る逐次解析を実施した。図-5 に考慮した施工内容を、図
 -6 に解析ステップを示す。また、各ステップで考慮した

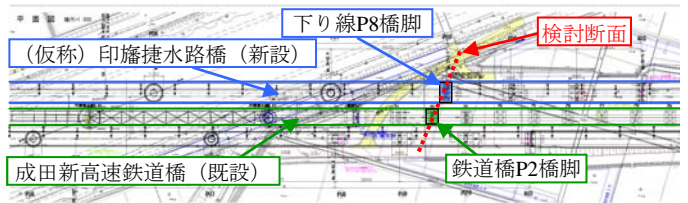


図-1 検討断面と橋脚位置

表-1 近接影響度の判定結果と対策工法

施工状況	判定結果	対策工法	影響解析
① 土留め矢板打設時	III	パイロ施工等に伴う周辺地盤の緩みを抑止できる圧入工法を採用	未実施/施工法で対応
② 基礎杭施工時	III	・計測管理を行い施工 ・フリクションカッターを設ける	実施
③ 土留め内掘削時	III	切梁を1段増設し、均しコンクリートに盛替える事で土留め壁の変形を抑止(1544mm→15mm)	実施
④ 土留め矢板引き抜き時	III	鋼矢板を引き抜かないで存置	未実施/施工法で対応

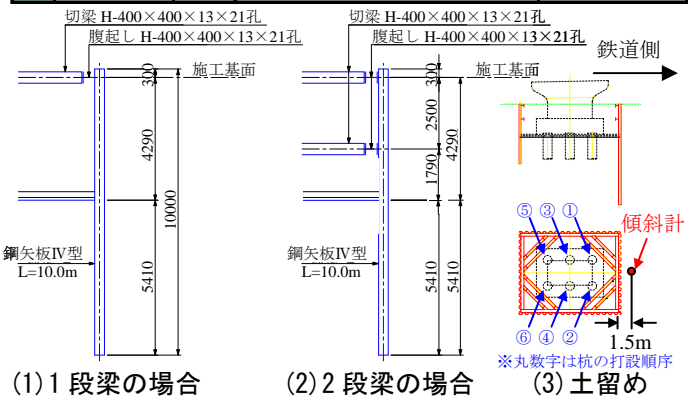


図-2 支保工設置の様子

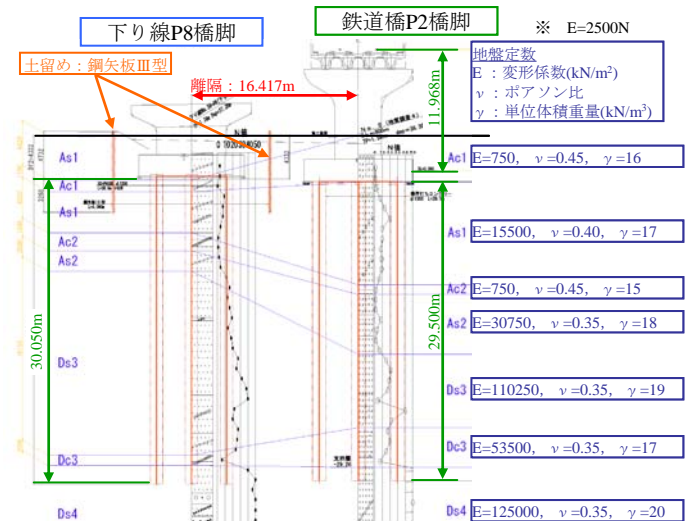


図-3 橋脚間の位置関係と地層構成

キーワード 近接施工, 有限要素法, 影響予測, 計測, 場所打ち杭, 土留め

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株) オリエンタルコンサルタンツ 構造部 TEL03-6311-7860

荷重・変形量の概念を図-7に示す。ここで、杭打ち機などの重機の重量は、離隔に伴う荷重の分散を考慮しモデル化した。また、基礎杭の打設による変形は、中掘杭の施工を踏まえ、杭の肉厚の1/2の変位のうち、橋梁の軸直角方向成分のみを考慮し、離隔に伴う低減を考慮した。土留め内掘削の影響については、土留めの変形量を適切に評価するため、別途、弾塑性解析により、1段梁設置用の1m掘削時と、大変位量が生じる最終掘削時の変位を算定し、強制変位として入力した。土留めについても、鉄道橋脚との離隔に伴う変位の低減を考慮した。

4. 解析結果と計測結果の比較による考察

P8橋脚の基礎工は近接施設への影響が少ない中掘工法を採用しているが、PHC杭は鋼管杭と比較すると肉厚が13cmと厚く、施工時における押出しの懸念もあることから、実際の施工に対する影響を詳細に確認するため、今回は通常の動態観測と併せて、仮締め切りの脇1.5mの位置(図-2(3))に傾斜計(現況地盤から深度40mの間)を設置し、杭の打設完了までの間、計測を行った。

図-8に鉄道橋脚側の土留め位置における地盤の水平変位の解析結果と傾斜計による計測結果を示す。これによると、土留めの変位は、地表面付近の土留め内側方向の変位は、計測値の方が大きいものの、地中の土留め外側方向の変位は概ね一致していることが分かる。

図-9に鉄道橋脚位置における水平変位の地表面とレール天端の解析結果と動態観測による橋脚天端の計測結果を示す。図には、近接施工に対するレールの水平変位の制限値も示す。これによると、鉄道橋脚の水平変位については、杭打ち機の組み立て時は計測値の方が大きいものの、杭打設後は解析値の方が大きくなっている。また、計測結果を見ると、杭打ち機を撤去した後の変位は、初期値と同程度である。このため、杭自体の影響はほとんどなく、杭の打設に対する本検討の予測手法は安全側の予測となっていることがわかる。

杭打ち機の組み立て時の鉄道橋脚の水平変位が解析値よりも大きいのは、杭の施工を、鉄道橋脚側から実施したことから、杭打ち機の影響が考えられる。

5. 結論

近接施工が実施される既設橋脚に対して、2次元FEMによる影響予測を行い計測結果と比較した。得られた知見は以下の通りである。

- (1) 杭打ち作業中の影響が予測値よりも大きく、鉄道側への水平変位が一時的に増加するものの、打設に従いその影響が低減する。
- (2) 杭の打設による鉄道側への水平変位の増加はみられない。
- (3) 上記の原因は明確でないが、先行して施工した土留めによる拘束効果や3次元的な荷重の分散効果等が寄与しているものと予想される。

参考文献: 1) (財)鉄道総合技術研究所: 都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル, 2007.

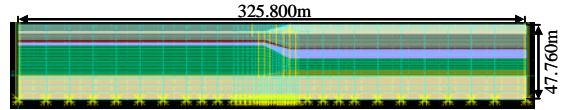


図-4 解析モデル

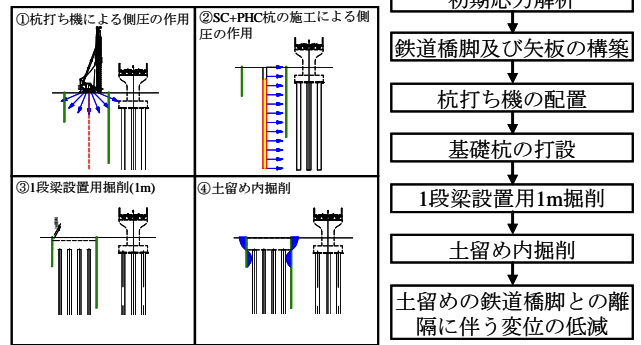


図-5 考慮した施工内容

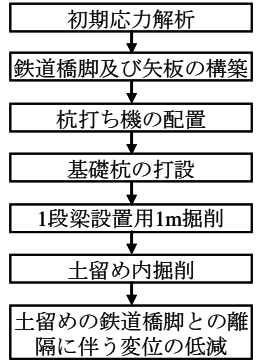


図-6 解析ステップ

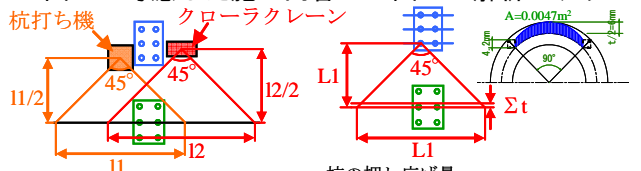
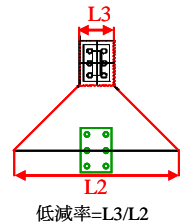


図-7 各ステップの荷重・変形量の概念

(1) 重機荷重の考え方

	1段梁設置時	最終掘削時
変位(mm)	20 0 -20	20 0 -20
変形図	2.7	16.3
最大変位	2.7mm	16.3mm

杭の押し広げ量: $\Sigma t = A(m^2)/L1(m) \times (\text{杭の列数})$
 (2) 基礎杭の打設による変形



(3) 弾塑性解析の結果 (4) 土留めの離隔による低減

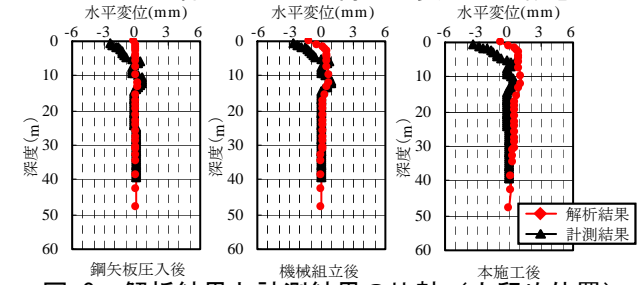


図-8 解析結果と計測結果の比較(土留め位置)

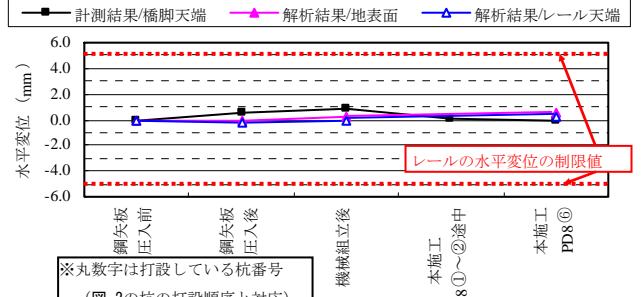


図-9 解析結果と計測結果の比較(鉄道橋脚位置)