

杭基礎の支持層位置の変動が及ぼす影響に関する解析的検討

鉄道総合技術研究所

正会員 ○佐名川太亮 二村俊輔

鉄道建設・運輸施設整備支援機構

正会員 川中島寛幸 曾我大介 磯谷篤実

1. はじめに 前稿では、現行の設計技術基準^{1),2)}に準じて設計された新幹線構造物を対象に、照査結果を整理し、照査項目間の相関から傾向把握を試みた。

本稿では、前稿で整理した橋脚の中から橋脚を1基選択し、支持層位置の変動が各照査項目における設計応答値に与える影響を検討した結果を示す。

2. 対象構造物および解析モデルの概要 図1に対象橋脚の概要図と地盤条件を示す。群杭の橋脚の杭配置は、線路直角方向3本、線路方向2本の計6本杭の橋脚を対象とし、構造解析では線路直角方向に慣性力を載荷した。試計算に用いた構造解析手法は、鉄道構造物の耐震設計で一般的に用いられる質点系の梁ばね解析モデルを用いたプッシュ・オーバー解析である。作用としては、橋脚く体基部が最大曲げ耐力に至る水平震度での慣性力を与えた。

支持層位置の変動を模擬するため、支持層位置とともに中間層の層厚を変化させた。事例を図1に併記する。支持層位置の変化は、杭長が19~64mの範囲で実施しており、これは杭の βl (β : 杭の特性値(m^{-1}), l : 杭長(m))がおおよそ4~13の範囲に該当する。

また、参考として「①単杭」の条件と、支持降伏による杭頭固定度の低下が生じない「②群杭(杭先端固定)」の条件についても解析を実施した。なお、①のケースについては載荷点をフーチング中心位置とし、水平力は杭本数に応じて慣性力1/3に低減した。また、②群杭(杭先端固定)のモデルについては、杭先端を鉛直変位のみ固定の条件とした。

3. 支持層位置変動による応答値への影響 図2~図4に解析結果から得られた曲げモーメントおよびせん断力分布を示す。また、図5および図6に杭頭水平変位、杭頭回転角の変動率(杭長変更による設計応答値の変動が十分収束する杭長(64m)を半無限長と概ね同等とみなし、この時の設計応答値に対する比率)を示す。

①単杭の場合には、杭長の変化による杭頭水平変位、杭頭回転角(図5,6)および杭体断面力(図2)の有意な変化は生じていない。これは βl が3.8程度と一般的には杭長が長い杭である条件である他、支持地盤の剛性・強度が高いため杭先端が固定条件に近いと考えられる。

次に、②杭先端を固定した群杭の結果をみると、杭長が短くなると杭頭曲げモーメントが増加するのに対して、GL-5m付近の地中部曲げモーメントは減少している(図3)。この傾向から杭が短くなると杭頭固定度が増加していると考えられ、図6に示すように杭が短くなることにより杭体の伸長に伴うフーチングの回転変位が減少した結果と考える。参考として、図7に杭頭水平荷重+杭頭曲げモーメント作用時の、一様地盤中の単杭

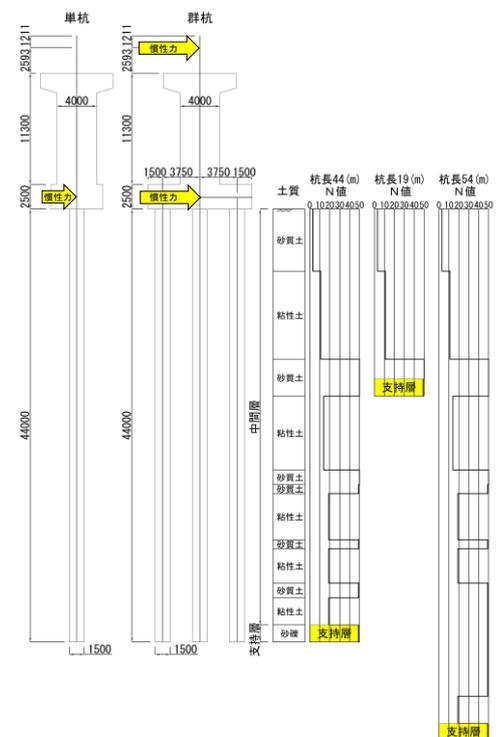


図1 解析条件の概要

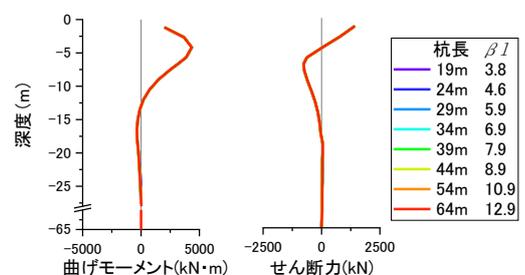
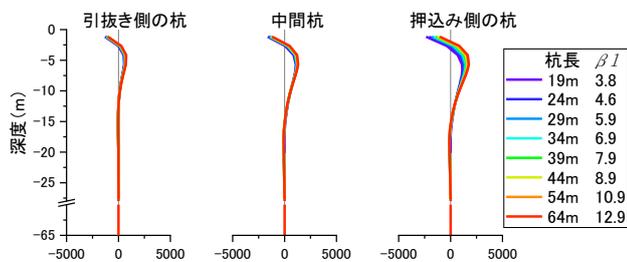


図2 断面力(単杭)

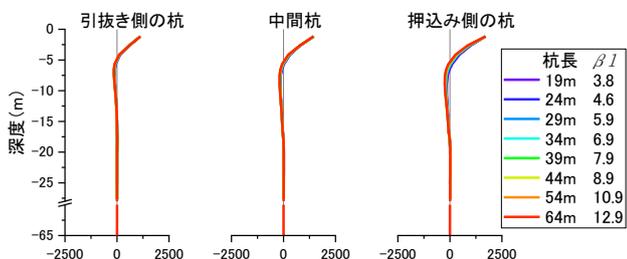
キーワード 杭基礎, 支持層変動, 再照査

連絡先

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 TEL 042-573-7261

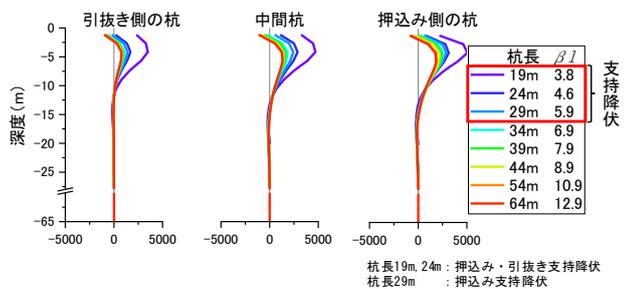


(a) 曲げモーメント

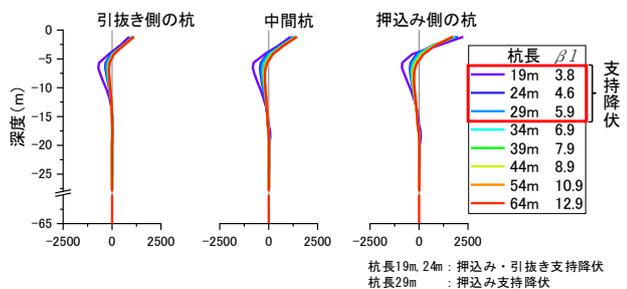


(b) せん断力

図3 杭1本あたりの断面力 (群杭 (杭先端固定))



(a) 曲げモーメント



(b) せん断力

図4 杭1本あたりの断面力 (群杭)

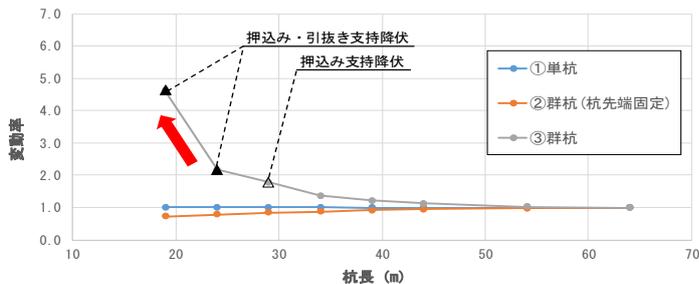


図5 杭頭水平変位の変動率

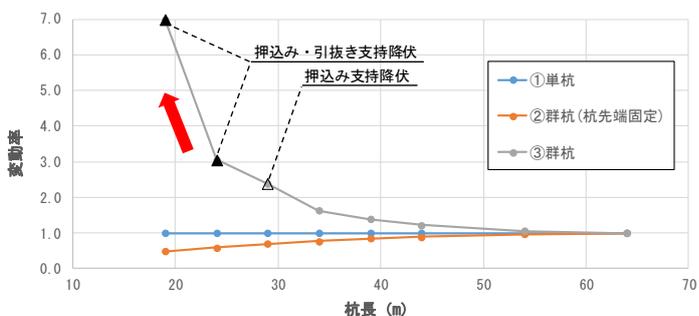
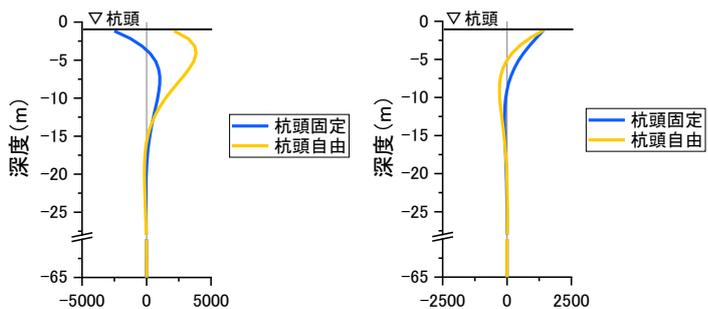


図6 杭頭回転角の変動率



(a) 曲げモーメント

(b) せん断力

図7 杭頭固定度に応じた断面力分布の理論解

の断面力の理論解を示す。ここでは、図2に示す単杭での解析条件と等しい杭頭水平荷重とモーメントを与えた結果を示している。②の杭先端を固定した結果に対し、③の固定していない条件での結果を見ると、杭長が短くなるほど水平変位、回転角の変動率は大きく増加しており、定性的にも反する結果となっている。特に3本中2本の杭に支持降伏が発生すると水平変位、回転角の変動率の値が急増していることから(図5, 6)、地盤との相対変位や支持降伏の発生によりフーチングに回転変位が生じ、杭頭固定度が変化することで、杭体断面力が著しく変化すると考える。

4. まとめ 杭基礎橋脚を対象として支持層位置が設計応答値へ与える影響について試算した結果、杭頭固定度の変化により杭体断面力や変形量が大きく変化することが示された。特に、支持降伏が発生するとフーチングの回転角も増加し結果杭頭固定度が低下するため、変位量や断面力分布が著しく変化する。今後は解析条件を増やすことによって上記考察の検証を行うほか、変動の傾向やの変動量の試算を行い、最終的には再照査に必要な照査項目の選定や照査値の変動率の推定式の提案などを実施する予定である。

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) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 2012, 9