

既設杭に近接した場所打ち杭掘削時の影響検証

東日本旅客鉄道(株) 正会員○坂本なつみ 正会員 加藤 精亮
 (株)大林組 正会員 山本 忠久 非会員 富安 祐貴

1. はじめに

近年、主に都市部を中心とした鉄道構造物において、既設の構造物に近接した新設構造物が建設されるケースが増加している。図1に示すように既設構造物の基礎杭に近接した新設の場所打ち杭を施工する場合には、地盤状況などにより、孔壁崩壊などを引き起こすことが懸念されているため、既設構造物への影響に考慮した新設杭防護工（以下防護工）が必要となる。しかし、実際の施工例などをみると、既設構造物が周辺の地盤や孔壁に及ぼす影響が明確になっていないことから、必要以上の対策工が計画される場合がある。そこで、本報では、遠心载荷装置を用いて、既設杭に近接した場所打ち杭の掘削過程を模擬した模型実験を実施し、防護工の有無や防護範囲の違いが、既設杭の挙動に与える影響について検証したので報告する。

2. 模型実験の概要

図2に模型実験の概要を示す。新設杭内に満たした重液（模擬地盤液、比重1.4）を塩水（模擬安定液、比重1.05）に置換することで掘削を模擬し、掘削中の挙動を再現した。図3に実験装置を示す。剛土槽（幅950mm、奥行き400mm、深さ800mm）を用い、全ケース均一な砂地盤（珪砂7号、相対密度 $D_r=60\%$ ）で作製した。また、杭周辺地盤は地下水位の影響を考慮するため、飽和状態とした。詳細な地盤作製方法、重液置換方法については文献¹⁾を参考とした。本実験では、遠心加速度を25Gに設定しており、以後、数値については模型スケールで示す。既設杭には荷重5.31kg（実物大換算値で1300N）の鉛散弾を载荷した。この荷重は、事前に新設杭掘削後を模擬した予備試験を行い、ジャッキ载荷の過程で周面摩擦抵抗がピークに到達した値である。既設杭の先端抵抗は、先端部に取り付けられた土圧計から、周面摩擦抵抗は、GL-10mm、-195mm、-380mmに取り付けたひずみゲージから算出した。

各実験条件を表1に示す。Case1は新設杭に防護工を設置しない無対策の条件、Case2は既設杭の先端付近の深度において新設杭の既設杭側に半周にわたり防護工を設置する条件、Case3およびCase3-2は同深度において新設杭の全周にわたり防護工を設置する条件とした。防護工には薬液注入材であるパーマロックASFを使用した。

キーワード 場所打ち杭, 近接施工, 遠心模型実験

連絡先 〒331-8513 さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本研究開発センター TEL: 048-651-2552

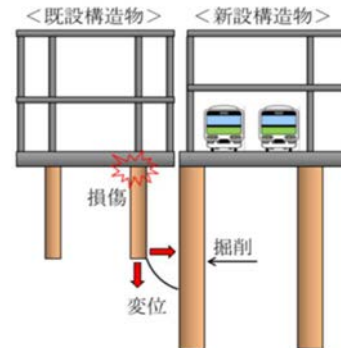


図1 場所打ち杭の近接施工による既設杭への影響

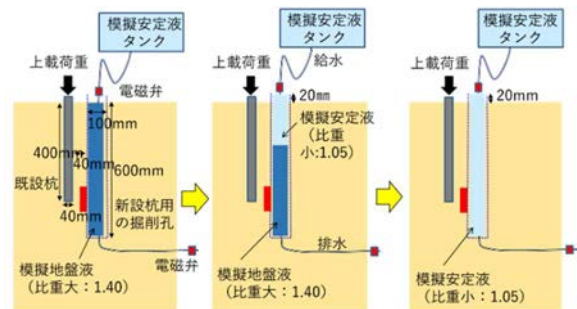


図2 模型実験概要

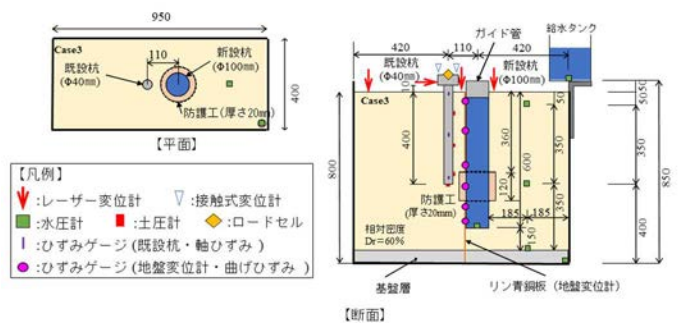


図3 実験装置 (Case3の場合)

表1 各実験条件

ケース	地盤の相対密度 (%)	既設杭		新設杭		離隔	防護工				上載荷重 (kg)
		杭径D (mm)	杭長 (mm)	杭径 (mm)	杭長 (mm)		上端長さ (GL-mm)	下端長さ (GL-mm)	防護範囲	防護厚	
Case1	60	40	400	100	600	1D	—	—	—	—	5.31
Case2	60	40	400	100	600	1D	360	480	半周	0.5D	5.31
Case3	60	40	400	100	600	1D	360	480	全周	0.5D	5.31
Case3-2	60	40	400	100	600	1D	360	480	全周	0.5D	5.31

3. 実験結果と考察

杭頭変位量-掘削深さの関係を図4に示す。掘削深さについては、新設杭底面に設置した水圧計より、圧力が一定となり始めた時点掘削深さ620mm（新設杭長さ600mm+水頭差20mm）となるように補正を行い算出した。グラフ上の破線は掘削完了時点、点線は掘削完了から水圧が落ち着くまで数十回重液の置換を繰り返しているが、掘削完了から10回置換した時点を示す。縦軸の杭頭変位は、2ヶ所で計測した既設杭の杭頭変位の平均を既設杭の杭径 $D=40$ mmで正規化した値である。掘削完了時の杭頭変位は、Case3-2が0.012Dと最も大きな変位を示し、Case2が0.007Dと最も小さい値を示した。掘削完了の置換過程では、Case1で急激に変位が進行し、0.017Dとなった。防護工があるCase2, Case3, Case3-2については、急激な変位の進行は見られなかった。

図5にGL-195mm~GL-380mm間の周面摩擦抵抗と新設杭孔内の圧力低下量、図6に先端抵抗と新設杭孔内の圧力低下量の関係を示す。新設杭孔内の圧力低下量が50~60kPaでCase1の周面摩擦抵抗が減少し、先端抵抗が上昇する傾向が見られる。このことから、荷重の分担が変化したことにより杭の沈下が進行したと考えられる。一方、防護工を設置した3ケースについては周面摩擦抵抗の減少に伴う杭先端抵抗の増加がみられない。これは防護工を設置した場合、周面摩擦抵抗の減少が起きにくかったため、荷重の分担に変化がほとんど出なかったからである。また、Case2（半周）、Case3, Case3-2（全周）は掘削過程、掘削完了後どちらも杭頭変位量に大きな差はなかったことから、防護工の効果において、半周防護と全周防護に明確な差異は見られなかった。

図7にCase1の掘削時間と掘削深さの関係を示す。重液排水と塩水注水を1サイクル終えた時点掘削深さとしてプロットしており、1500sec付近で急激に圧力が低下している。これは、圧力の低下にともない新設杭の孔壁に変形が生じたためと推察される。この直後に、既設杭の沈下、新設杭付近の表層地盤の沈下が発生しており、防護工なしの場合、既設杭への影響があったと思われる。

4. まとめ

今回実施した模型実験から、防護工の有無や防護範囲の違いが、既設杭の挙動に与える影響について検証した結果、以下のことが分かった。

- 掘削過程においては、既設杭への影響に防護工の有無による差異が確認されなかったが、掘削後の重液置換過程においては、防護工なしの場合に既設杭・周辺地盤の沈下、周面摩擦抵抗の減少が確認された。
- 半周防護と全周防護では、掘削過程に加えて掘削後の重液置換過程においても、既設杭への影響に明確な差異が見られなかった。

参考文献

1) 渡邊ら：「既設杭に近接した場所打ち杭の掘削時の影響評価に関する研究（その1：研究目的、遠心模型実験方法）」土木学会第73回年次学術講演会，pp.793-794，2018

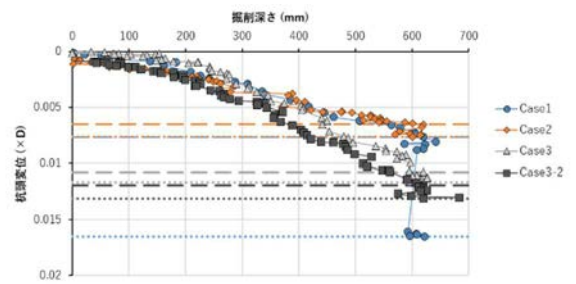


図4 杭頭変位量—掘削深さ

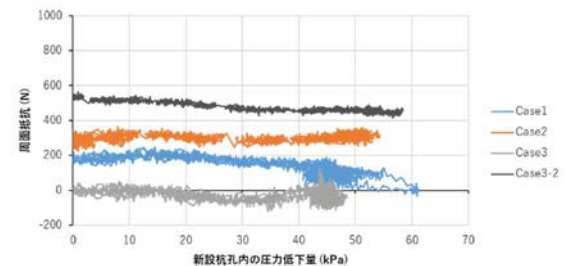


図5 周面摩擦抵抗—新設杭内の圧力低下量

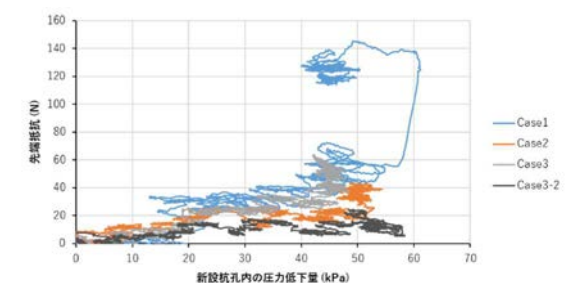


図6 先端抵抗—新設杭内の圧力低下量

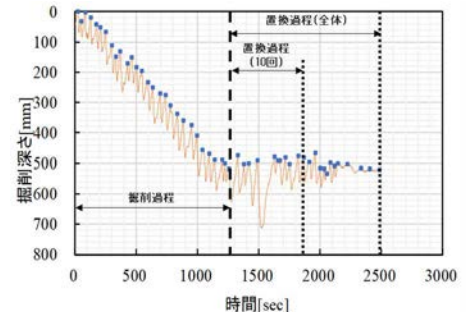


図7 掘削深さ—時間 (Case1)