

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2：遠心模型実験結果)

東日本旅客鉄道 正会員 ○阿部慶太 高崎秀明 金田淳
大林組 山本忠久 渡邊康司
ジェイアール東日本コンサルタンツ 桐生郷史 山本忠

1. はじめに

都市部で新設の鉄道構造物を建設する際には、既設構造物の基礎杭に近接して新設の場所打ち杭を施工することになる。しかし、場所打ち杭の孔壁に近接する既設杭の支持力メカニズムや既設杭の周辺地盤への影響が不明確であるため、実状に即した既設杭への影響評価手法が確立されていない。そこで、本研究では、既設杭に近接した新設場所打ち杭（リバーサ杭）を施工する場合の既設杭の挙動把握、および既設杭への影響を検討する手法の確認を目的として、遠心载荷装置による模型実験¹⁾と有限要素解析²⁾を実施した。本稿では、遠心模型実験の実験結果について報告する。

2. 模型実験の概要

図1に模型実験の概要を示す。遠心場において、新設杭孔内に満たした重水（模擬地盤液、比重1.4）を塩水（模擬安定液、比重1.05）に置換することで新設杭の孔内を掘削する状況を模擬した。以後、初期水位から模擬地盤液と模擬安定液の界面までの長さを掘削深さと呼ぶ。既設杭の杭頭には鉛散弾を載せ、基準支持力の1/3程度の荷重である688kN（実物大換算値）の一定鉛直荷重が常時既設杭に作用するようにした。図2に本実験での計測項目を計測装置とともに示す。杭先端部と杭端部に設置した荷重計と土圧計を用いて、孔内の液体の置換とともに杭先端荷重および周面摩擦力が変化する様子を確認した。また、掘削孔の既設杭側の孔壁に沿って設置したリン青銅板に貼付したひずみの変化から、孔壁の変形の様子を確認した。なお、地表面に鉛直変位計を設置し、地盤の地表面変位を計測したが、置換過程においては顕著な地盤の沈下は確認されなかった。具体的な実験方法、模型諸元、地盤材料については、文献1)を参照されたい。

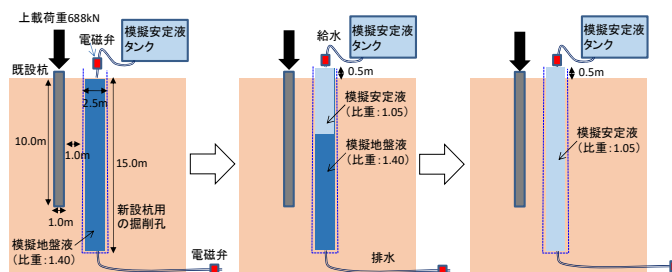


図1 模型実験の概要



図2 計測項目と計測機器

また、掘削孔の既設杭側の孔壁に沿って設置したリン青銅板に貼付したひずみの変化から、孔壁の変形の様子を確認した。なお、地表面に鉛直変位計を設置し、地盤の地表面変位を計測したが、置換過程においては顕著な地盤の沈下は確認されなかった。具体的な実験方法、模型諸元、地盤材料については、文献1)を参照されたい。

3. 模型実験結果

以後、実験結果については実物大換算値で示す。図3に置換過程における既設杭の杭頭変位、杭周面摩擦力、および杭先端荷重と掘削深さの関係を示す。新設孔内の掘削（模擬地盤液から模擬安定液への置換）深さが既設杭の中間付近に達したあたりから既設杭の沈下が生じ、これに起因して杭先端荷重が増加していることが確認できる。また、既設杭に作用する全鉛直荷重が688kNの一定値であることを踏まえて求めた杭周面摩擦力は、同時に減少していることが確認できる。これは、置換過程において新設杭内の液体の比重が小さくなるにつれ孔壁に作用する圧力が減少し、新設杭と既設杭の間の地盤に作用する拘束圧が低下することで既設杭の周面摩擦力が低下して、それに伴い発生した杭体の沈下により杭先端荷重が増加したためと考えられる。

キーワード 場所打ち杭, 近接施工, 遠心模型実験, 周面摩擦力

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4に遠心加速度を1Gから25Gまで上昇させた過程におけるリン青銅板に貼付したひずみゲージで計測したひずみの時刻歴、遠心加速度25Gに達した後のリン青銅板のひずみと掘削深さの関係を示す。なお、リン青銅板にはGL-0.5m, -5.0m, -9.5m, -14.0m, -18.5mの位置にひずみゲージを貼付しており、それぞれの位置での時刻歴および関係を図中に示している。また、ひずみが正側に増加する場合は孔壁が外側に膨らむ挙動、ひずみが負側に低下する場合は孔壁が内側に膨らむ挙動を表している。図から、遠心加速度上昇時は、重力加速度の増加に伴い地盤全体が一様に沈下し、それに追従して掘削孔が圧縮され掘削孔中央部が外側に膨らむ挙動が確認できる。その後の置換過程では、GL-0.5mとGL-9.5mの位置のひずみが変化していることが確認できる。GL-0.5mの位置では、地表面に近い地盤内の拘束圧が低く、置換過程前の段階も含めて掘削孔周辺の地盤が変形したため生じたものと考えられる。一方、GL-9.5mの位置は、既設杭の杭先端位置に近いことから、置換過程における既設杭の沈下とともにGL-9.5m付近の孔壁が変形し、ひずみが負側に变化(孔壁が内側に膨らむ挙動)したことが考えられる。しかしながら、既設杭中間付近まで掘削した時点付近で負側にひずみが低下する傾向を確認できるものの、その後ひずみゲージの故障が原因と考えられる異常値が生じている。よって、本実験からは、孔壁変形の有無について明確に確認できなかった。

以上の結果から推察される新設杭孔掘削時における既設杭の支持力メカニズムのイメージについて図5に示す。掘削に伴い掘削孔内の圧力が低下し、杭周面摩擦力が低下するとともに、杭体が沈下することで杭先端荷重が増加することが考えられる。

なお、杭先端においては、地盤内の拘束圧の低下に伴い、杭先端荷重と沈下量の関係の勾配と上限値が低下していることが考えられるが、当件については孔壁の変形の有無も含め今後の確認事項である。

4. まとめ

本稿では、既設杭に近接した場所打ち杭の掘削時の影響評価に向け実施した遠心模型実験結果について示した。その結果、掘削とともに既設杭の周面摩擦力が低下し杭先端荷重が増加する挙動を確認した。

参考文献

- 1) 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:研究の目的, 遠心模型実験方法)(土木学会年講投稿中)
- 2) 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3:有限要素解析による検討)(同上)

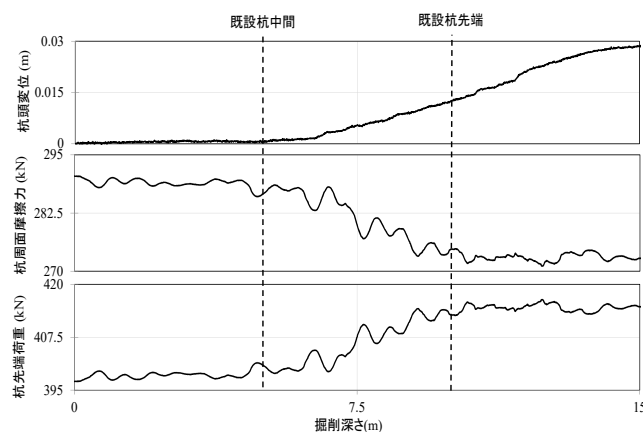


図3 置換過程における既設杭の杭頭変位, 杭周面摩擦力, および杭先端荷重と掘削深さの関係

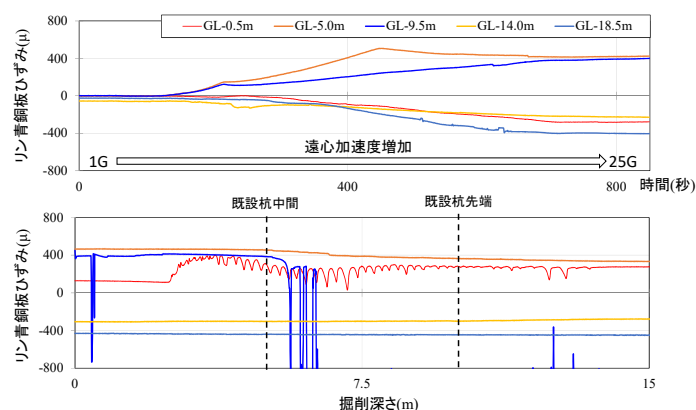


図4 遠心加速度上昇時のリン青銅板ひずみの時刻歴と置換過程での掘削深さの関係

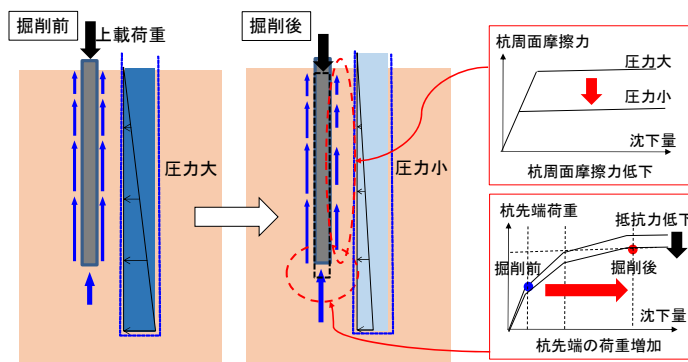


図5 掘削時の既設杭の支持力メカニズムのイメージ