

透明地盤を用いた回転圧入杭の打設効率に関する研究

東京都市大学 学生○鈴木温日 正 伊藤和也
 東京都市大学大学院 学生 岩井勝哉

1. はじめに

回転圧入杭工法とは杭を回転させながら貫入することによって少ない抵抗，低騒音，低振動で杭を貫入することが可能な工法である．しかし，杭貫入時の地盤の挙動については正確に把握できていない．そこで本研究では，回転圧入杭の貫入メカニズムを把握することを目的として，透明化させた模型地盤を作製して杭を貫入させることで，地盤内に設置したターゲットの挙動を目視及び 3D 解析ソフトによる画像解析を行い，杭貫入に伴う地盤挙動を可視化した．また，杭施工時の貫入効率を把握するため鉛直荷重の比較を行った．本報告では，杭先端の形状の違いによる地盤内の挙動の比較及び，貫入効率の比較について報告する．

2. 実験概要

図-1 に実験の様子を示す．直径 200mm，高さ 450mm のアクリル製の円柱型容器に，相対密度 $D_r=70\%$ の模型地盤を作成した．材料には屈折率の一致する固体と液体である熔融石英と流動パラフィンを用いることで模型地盤を透明化している．地盤内には赤，緑，青のターゲット ($\phi=2.8\text{mm}$) を設置した．透明地盤の作成後，載荷試験装置を用いて貫入速度 0.5mm/sec，一回転あたり貫入量 35.15mm，全貫入深度 100mm という条件で直径 35mm，肉厚 2mm のアクリル製模型杭を回転貫入し実験を行った．無回転の貫入実験においては，貫入速度および全貫入深度，使用した模型杭ともに回転貫入と同様の条件で無回転貫入を実施した．貫入時の様子を 3 方向から動画撮影し，画像解析



図-1 実験の様子

をすることでターゲットの動きを観察した．図-2 に各条件で使用した杭先端部を示す．表-1 に実験ケースの一覧を示す．本実験では，杭先端がフラットな杭を case1 および case2，杭先端にビットを有した杭を case3 とした．case1 は無回転での杭施工を想定した貫入を行い，case2 および case3 では回転での杭施工を想定した貫入後，支持力確認のための載荷試験として無回転貫入を行った．



図-2 case1, 2(右)，case3(左)の杭

3. 実験結果

図-3 に case1 における貫入実験の画像解析結果を示す．図-3 より杭外部のターゲットは上向きに移動，杭内部では大きな動きはないことが確認できた．

図-4 に case2 における土槽上部の杭施工時の解析結果を示す．図-4 より杭外部では上向き外側に，杭内部では円を描きながら上方へ移動していることが確認できた．図-5 に土槽上部の載荷試験時の解析結果を示す．図-5 より杭外部では上向きに移動，杭内部ではやや下向きに移動していることが確認できた．図-6 に土槽下部の載荷試験時の解析結果を示す．図-6 より杭内部および杭外部ともに大きな動きは確認できなかったが，わずかに載荷試験時に杭内のターゲットが下降していたことから，土槽上部では載荷試験時に閉塞が生じていると考えられる．一方で土槽下部では閉塞しておらず，杭内で部分的な閉塞が生じていると考えられる．

表 - 1 実験ケース

case	上部 (杭施工時)	下部 (支持力確認)
1	無回転 100mm	無回転 100mm
2	回転 100mm	無回転 100mm
3	回転 100mm	無回転 100mm

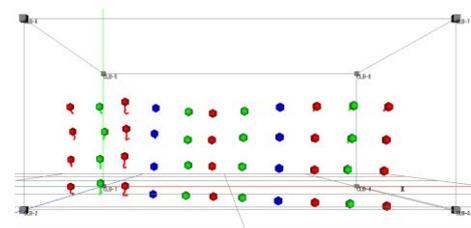


図-3 case1 (杭施工+支持力・無回転)

キーワード 回転圧入杭，透明地盤，画像解析

東京都世田谷区玉堤 1-28-1 03-5707-0104

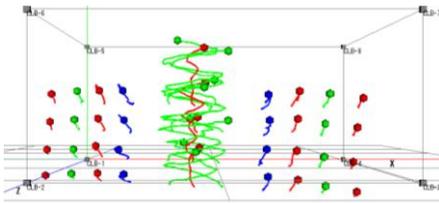


図-4 case2(杭施工・上部)

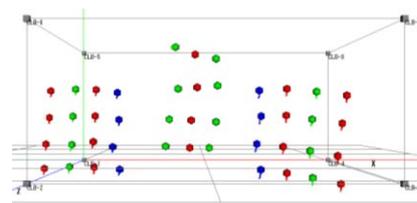


図-5 case2(支持力・上部)

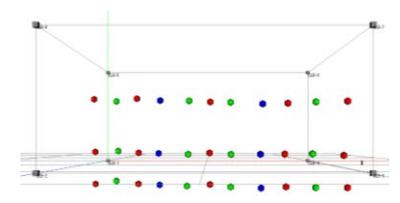


図-6 case2(支持力・下部)

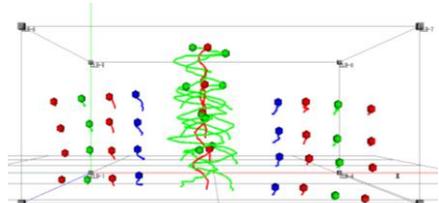


図-7 case3(杭施工・上部)

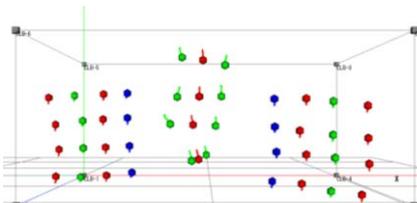


図-8 case3(支持力・上部)

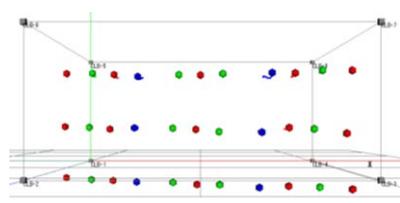


図-9 case3(支持力・下部)

図-7 に case3 における土槽上部の杭施工時の解析結果を示す。杭外部は上向き外側に、杭内部では円を描きながら上方へ移動しているが、ターゲットの動きにややばらつきがあることが確認できた。図-8 に土槽上部の荷重試験時の解析結果を示す。図-8 より杭外部では上向きに移動、杭内部では下向きに移動していることが確認できた。図-9 に土槽下部の荷重試験時の解析結果を示す。図-9 より杭内部、外部のターゲットともに上向きに移動していることが確認できた。case3 では荷重試験時に土槽上部で閉塞が発生し、土槽下部では発生していないため、杭内で部分的な閉塞が発生していると考えられる。

図-10 に杭施工を想定した荷重-変位関係を示す。荷重試験時に比べて杭施工時では全条件にて荷重が約 1/4~1/2 程度低減しており貫入能力が高いことが分かる。また、case2 と比較して case3 の荷重は約 1/4 程度低減した。図-11 に case1-case3 の荷重試験時の荷重-変位関係を示す。荷重試験時は荷重が非常に大きく、case2, 3 では case1 より荷重が約 2~2.5 倍大きくなっている。これは図-4~9 で確認したように、case2, 3 で部分的な閉塞発生によるものだと考えられる。

5. まとめ

本実験の結果、荷重試験時に比べ杭施工時では最大荷重が小さく、ビットを有した杭は有していない杭に比べて、荷重が小さいとわかった。このことから回転貫入では無回転貫入に比べ、杭貫入時に杭体に加わる抵抗が少ないため、効率的に貫入を行うことが可能であり、杭先端にビットを有することでより少ない荷重での貫入が可能であると示唆される。また、荷重試験時には土槽上部でターゲットが下降していることから、閉塞が発生していると考えられる。土槽下部では閉塞が確認できないため、杭内で部分的な閉塞が発生していると考えられる。以上より、画像解析により杭内部の地盤の挙動、貫入時の閉塞状態の発生、杭先端の形状による貫入効率の違いを確認できた。

参考文献

1) 平田尚, 松井延行: ジャイロプレス工法の適用範囲拡大, 新日鉄住金技報(403), pp.41-47, 2015

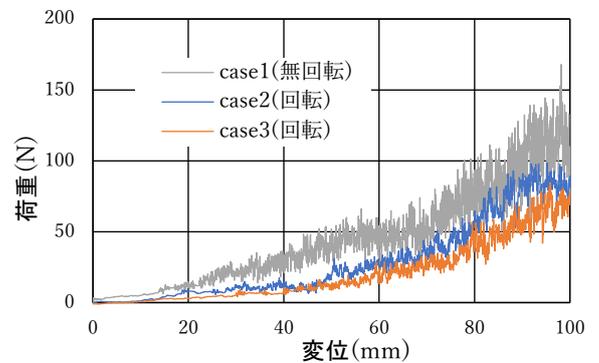


図-10 荷重-変位関係の比較(杭施工)

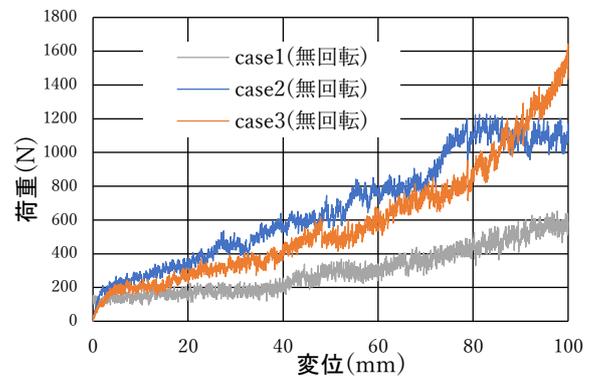


図-11 荷重-変位関係の比較(支持力)