

模型多層地盤への杭貫入時の地盤内変形の計測

東京大学大学院 正会員 長井宏平
 東京大学大学院 非会員 ○鈴木直樹
 東京大学大学院 非会員 白石琢真
 東京大学大学院 正会員 内村太郎
 (株)技研製作所 正会員 石原行博
 (株)技研製作所 正会員 尾川七瀬

1. はじめに

圧入工法は杭施工方法の一つであり、杭を油圧力により静的に貫入させる。低振動、低騒音、省スペース施工が可能であるという利点から、主に都市部などの狭隘な空間における利用が盛んである。一方で、圧入工法が周辺地盤に与える影響は未だ解明されていない。既往の研究¹⁾では、土圧計を用いた矢板圧入実験により、地盤内構造物への影響が検討されているが、圧入過程の地盤内変形は把握されていない。

このような背景のもと、筆者らは傾斜計センサーを用いた地盤内変形を計測する方法により、砂地盤における杭圧入中の地盤内変形を計測する土槽実験を行った^{2) 3) 4)}。本研究では礫層を想定した模型多層地盤について杭貫入時の地盤内変形を計測した。

2. 実験方法と試験条件^{2) 3)}

図1に土槽側面と上面から見た傾斜計の設置位置を示す。土槽は幅1000mm、高さ1800mmである。上載圧としてエアバッグにより100kPaを作用させた。傾斜計センサーは長さ100mm、幅35mmの板の中央部に固定されている。板と板は蝶番でつながれ、互いに独立して動くことができる。連続した板の端部を土槽底面に固定し、上方に向かって板の傾斜から計算した変形を積分していくことで、設置直後の状態からの変位を算出することができる。なお、設置直後の状態を傾斜の無い状態とし、変形を算出した。杭径Dは35mmであり、先端にはロードセルが取り付けられている。計測装置は鉛直方向に杭の表面から1D, 2D, 5D離れた位置に設置されている。

表1に試験ケースを示す。Gシリーズでは模擬礫層を厚さ350mm挿入することで多層地盤としている。砂層は珪砂6号を用い、模擬礫層には杭径と粒子径の比を考慮し珪砂3号を用いた。粒径D50はそれぞれ0.18mm, 1.08mmであり、地盤は空中落下法にて作成した。計測した相対密度の精度については検討が必要である。杭の貫入速度は20mm/s、貫入は1200mmまで行った。

3. 実験結果と考察

図2に貫入力と貫入深さの結果を示す。礫層においては貫入力が増加することが経験的に知られている。そこで今回貫入力が上昇すると予測して模擬礫層を用いたが、GI, G0ともに礫層中でピークをとったものの、その後減少し、その最大値は砂のみのSI, S0とほぼ同じ値となった。これは模擬礫として実地盤の礫層と比較し単一粒径のものをを用いたことなどが原因として考えられる。

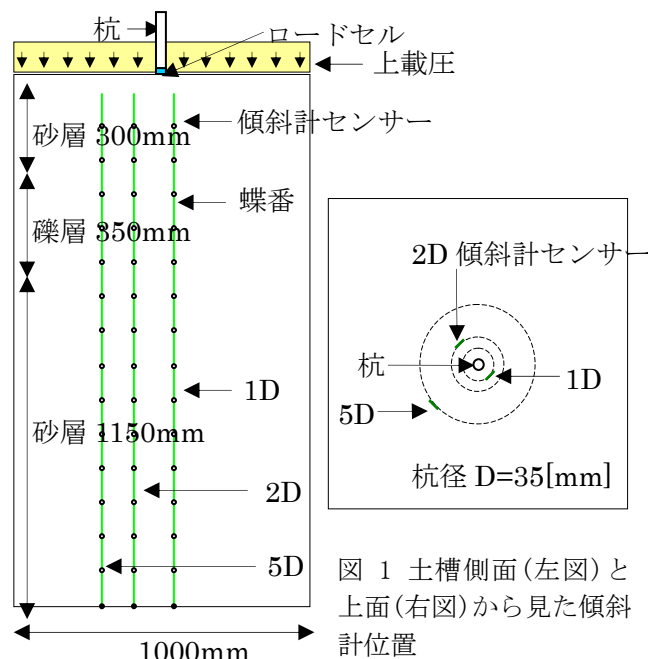


図1 土槽側面(左図)と上面(右図)から見た傾斜計位置

表1 試験ケースと地盤条件

試験名	地盤条件	傾斜計	相対密度[%] (砂/模擬礫)
S0	単層	なし	93
SI	単層	あり	89
G0	多層	なし	85/136
GI	多層	あり	100/87

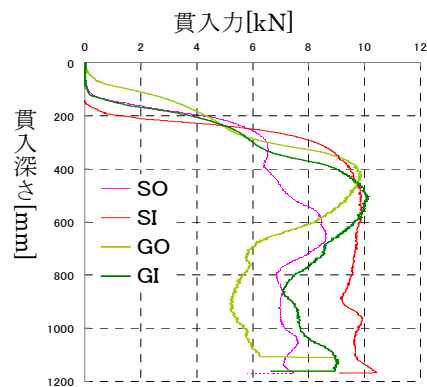


図2 貫入力ー貫入深さの結果

キーワード 杭, 圧入, 傾斜計センサー, 地盤内変形, 多層地盤

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学 TEL 03-5841-7498

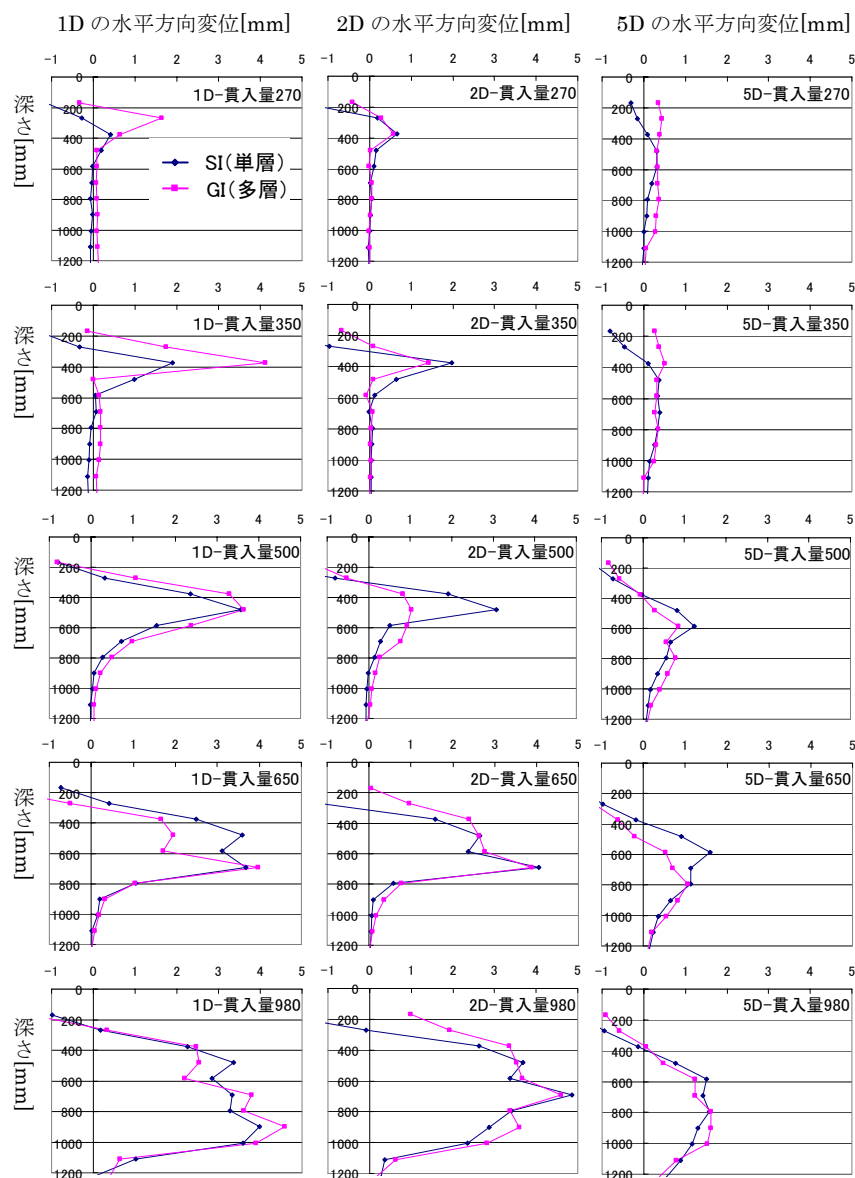


図3 各貫入量における傾斜計の変位推移

また、傾斜計が存在する SI, GI のケースのほうがやや貫入力が高くなっている。今後は傾斜計の影響を検討する必要がある。図3に各貫入量における傾斜計の値から算出された変形量を示す。貫入量270mmは杭先端が砂層に、貫入量350, 500, 650mmはGIでは礫層内に、貫入量980mmは礫層を抜けた後での変形を表している。貫入量の増加と共に、変形が下方に移動する様子が本手法により捉えられている。1Dと2Dでは、貫入と共に変形が増加し、杭先端位置深さ付近において変形が最大になっている。変形量は、1Dと2Dで同レベルであり、最大で4~5mm程度であった。貫入量によっては杭から遠い2Dの方が1Dより大きな値を示している。これは、1Dでは杭貫入による砂の主な移動が下方で、水平方向の変形しか捉えていない本手法では計測されていないためである可能性がある。また、表層部では貫入が進むと変形量がマイナスになり、砂層が内側に移動している。これは貫入により杭付近の砂が下方に移動した結果、表層部が内側に引き込まれたことによると考えられる。5Dでは、変形は比較的小さく、最大変形位置の顕著な移動も見られず、1Dと2Dに比べ貫入による影響が小さいことが確認された。砂層と模擬礫層を用いた多層地盤での変形の顕著な違いは本研究では確認されなかった。模擬礫の粒度分布等が適切に礫を再現していないこともあり、更なる検討が必要である。

図1の貫入力との関係を見ると、500mm

以降でGIは貫入力が低下しているが、内部変形はSIと大きな相違がない。即ち、地盤条件が異なる場合、貫入力から地盤内変形を予測するのは困難である可能性がある。

4. まとめ

傾斜計センサーを用い、杭貫入中の地盤内変形の計測を行った。これにより杭貫入による地盤の影響範囲の推定が可能であり、本研究で行った実験では1D, 2Dの変形が大きく、5Dでは影響が小さかった。但し、水平方向の変形しか算出できないため、地盤変形の詳細な検討には水平方向にもセンサーを設置することが必要である。礫層については今回用いた模擬礫層では貫入力は増加せず、粒径および粒度分布も検討していく必要がある。今後は、地盤の再現性の把握、傾斜計の影響を検討するとともに、杭径や地盤種類、上載圧などを変化させた実験により、実スケールでの影響範囲を定量的に検討する予定である。

参考文献

- 1) 内村太郎, 田實渉, 前川宏一, 長井宏平, 酒井雄也: 矢板の圧入が地中構造物と埋設管に及ぼす土圧の変化 その1, 第44回地盤工学研究発表会, pp. 1325-1326, 2009
- 2) 白石琢真, 長井宏平, 内村太郎, 石原行博, 尾川七瀬: 傾斜計センサーによる砂層への杭圧入時の地盤内変形の計測, 第46回地盤工学研究発表会, 2011 (印刷中)
- 3) 尾川七瀬, 山根崇史, 石原行博, 白石琢真, 長井宏平, 模型地盤を用いた圧入の基礎実験-実験装置の概要と模型の作製手順-, 平成23年度土木学会四国支部技術研究発表会, 2011 (印刷中)
- 4) 尾川七瀬, 山根崇史, 石原行博, 白石琢真, 長井宏平, 圧入中の杭の周面抵抗に関する基礎的模型実験, 第46回地盤工学研究発表会, 2011 (印刷中)