

拡径比の異なる杭の引抜き特性 その2: 実験結果と設計法の考察

拡底杭 引抜き抵抗 遠心載荷試験

ジャパンパイル(株) 正会員 ○藤江 雄大  
 正会員 橋立 健司  
 関西大学 国際会員 飛田 哲男  
 非会員 大橋 達也

1. はじめに

同名報告(その1)に引き続き、本報告(その2)において、拡底杭の引抜き遠心載荷試験の実験結果について述べる。

2. 実験結果

試験ケースは昨年<sup>1)2)</sup>に引き続き相対密度 $D_r=60\%,90\%$ の地盤条件と拡径比(角)を1.0(0度),1.25(3度),1.5(6度),1.75(9度),2.0(12度),2.25(15度)に変化させた拡底杭を用いて行った。また、昨年の報告<sup>2)</sup>で杭表面に摩擦抵抗がある場合とない場合で大きく結果が異なることが分かったため、杭表面に砂を塗布した場合としない場合(以下あり、なし)のケースを追加して実施した。なお、本試験の結果はプロトタイプ換算とし、 $D_r=90\%$ ありの場合を中心に報告する。載荷荷重と杭頭変位比(杭頭変位/拡底径)の関係を図1に示す。拡径比が大きくなると杭先端部の負担荷重も大きくなる傾向がみられた。図2に極限荷重時の拡径比毎の軸力の比較結果を示す。拡径比が大きくなると杭先端部負担荷重が大きくなることが確認された。

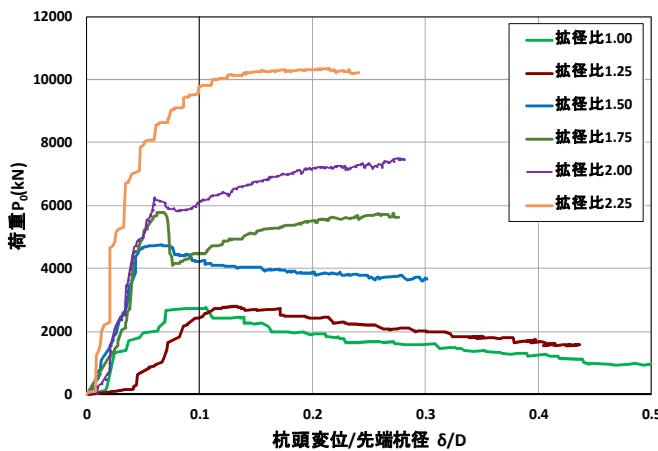


図1 引抜き荷重と杭頭変位比の関係( $D_r=90\%$ あり)

図3に拡径比毎の相対密度と杭表面状態の違いによる軸力の比較を示す。軸力は、 $D_r=60\%$ なし、 $90\%$ なし、 $60\%$ あり、 $90\%$ ありの順に大きな値を示した。ただし、拡径比が小さい場合(1.0、1.25)は $60\%$ なしと $90\%$ なしに大きな違いは見られなかった。

3. 設計式の検討

本試験結果から拡底杭の引抜き抵抗の設計式を検討した。拡径部の負担荷重を評価する方法として佐野らの手

法による摩擦法<sup>3)</sup>を用いることとした。本方法での引抜き抵抗の評価が妥当かどうかを確認するために、遠心載荷試験結果と佐野らの手法により算出した値を比較した。比較結果を図4に示す。ここで、佐野らの実施した試験は拡径角が全て12度で実施しているため、比較は拡径角12度(拡径比2.0)の結果を用いて比較した。この結果、遠心載荷試験結果の方が若干大きな値を示しているが、相

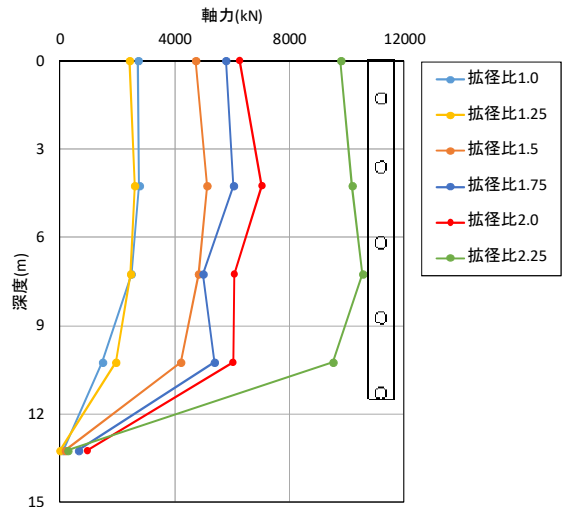


図2 深度方向に対する極限荷重の軸力分布

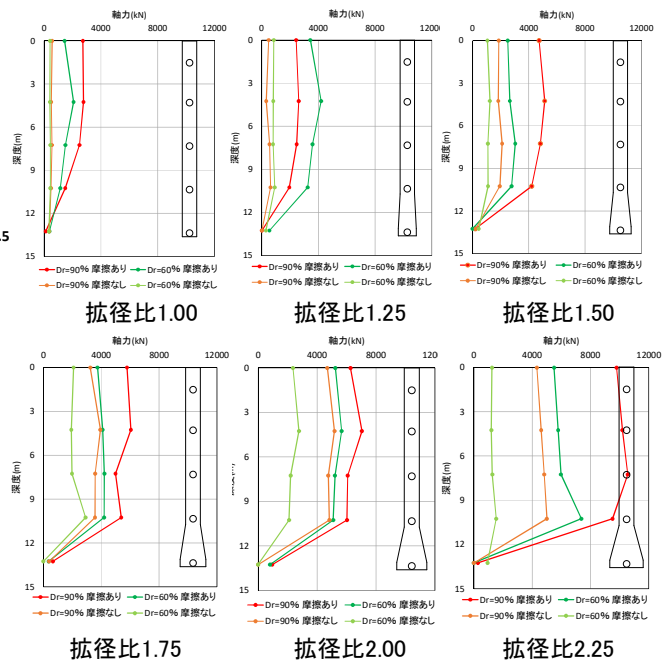


図3 拡径比毎の相対密度と杭表面状態の違いによる比較

関性は確認できた。このことより、佐野らの手法により本試験結果の評価を行うこととした。

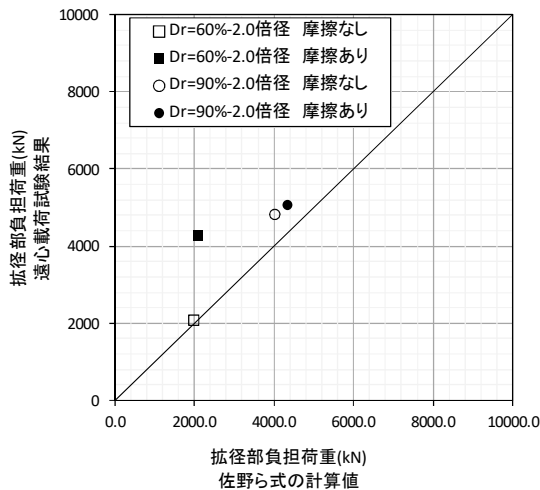


図4 遠心載荷試験結果と佐野らの計算値との比較

摩擦法による拡張部の負担荷重度は、拡張部の傾斜部上端の荷重から杭先端部の荷重を差引き、拡張側面積により除して算出した。また、負担荷重度とN値の関係を評価するため、本土槽内の平均N値をMeyerhof式により算出した。負担荷重とN値との関係を図5に示す。拡張比が大きくなると極限負担荷重は増加傾向にあり、拡張比が1.5～2.0までは極限負担荷重度は10程度を示した。これは、試験によるバラツキの影響によるものと考えられる。

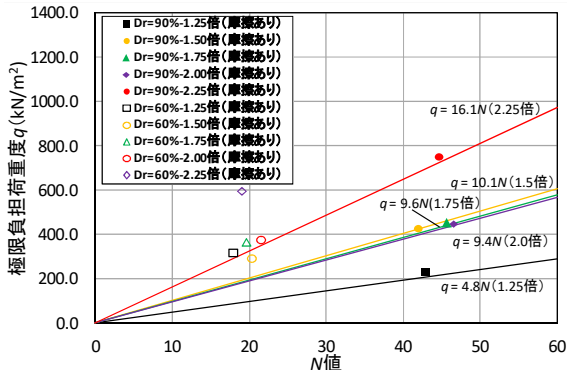


図5 N値と極限負担荷重の関係(摩擦あり)

さらに、極限負担荷重度をN値で除して係数 $\lambda$ を算出した。 $\lambda$ と拡張比の関係を図6に示す。本結果は図5の結果と同様となった。

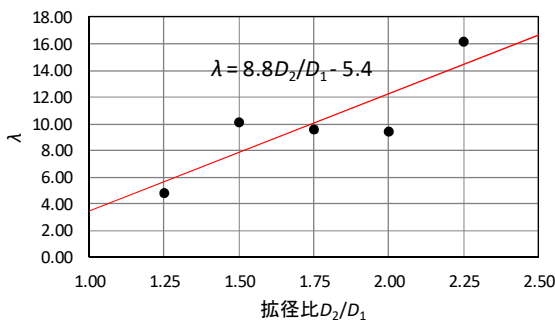


図6 拡張比と $\lambda$ の関係(90%あり)

新井ら<sup>5)</sup>は $\lambda$ の算出を拡張角を用いて評価している。 $D_r=90\%$ ありの結果を拡張角と $\lambda$ の関係で比較した結果を図7に示す。また、図7に新井らの結果と合わせて比較した。この結果、本試験結果は新井らの評価式が下限値となっており、新井らの式により本試験結果を評価できるものと考えられる。

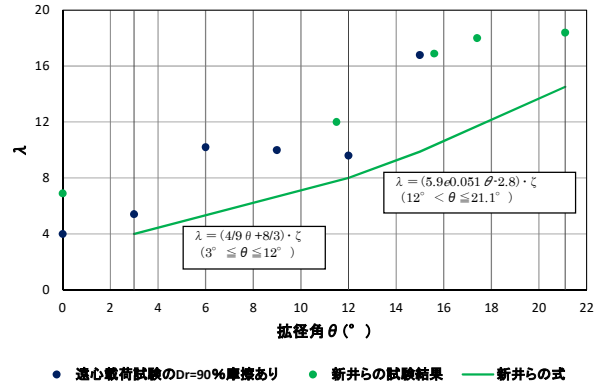


図7 拡張角と $\lambda$ の関係

#### 4. まとめ

今回、遠心載荷試験を実施し、拡底杭の引抜き特性について検討した。今回の検討結果と今後の検討内容を以下に述べる。

- 1) 拡張比が大きくなると杭先端部の負担荷重も大きくなる傾向がみられた。
- 2) 拡張比毎の相対密度と杭表面状態の違いを軸力で比較した結果、 $D_r=60\%$ なし、 $90\%$ なし、 $60\%$ あり、 $90\%$ ありの順に大きな値を示した。ただし、拡張比が小さい場合(1.0、1.25)は $60\%$ なしと $90\%$ なしに大きな違いは見られなかった。
- 3)  $D_r=90\%$ ありの結果を拡張角と $\lambda$ の関係で比較した結果、新井らの評価式により本試験結果を評価できるものと考えられた。
- 4) 今後は実大載荷試験を実施し、実大載荷試験結果と今回提案した評価式を比較し、設計式として妥当かどうかを検討する予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 飛田ら：拡底杭の引抜き特性に関する遠心載荷試験—その1：遠心力載荷模型実験概要,地盤工学研究発表会,pp.1177-1178,2017.7
- 2) 藤江ら：拡底杭の引抜き特性に関する遠心載荷試験—その2：実験結果,地盤工学研究発表会,pp.1179-1180,2017.7
- 3) 佐野ら：先端および中間部に拡張部を有する杭の支持力特性(その2 拡張間隔および拡張比の影響を考慮した支持力評価),日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.417-418,2014.9
- 5) 新井ら：場所打ち拡底杭の引抜き耐力の評価,基礎工,pp.68-72,2015.8