

先端および中間部に拡径部を有する杭の支持力に関する解析的検討

(その2) 中間拡径部の抵抗力

正会員 ○田口 智也*¹ 正会員 飯田 努*²
同 田中 昌史*³ 同 高橋 孝二*⁴
同 松木 和彦*⁵

場所打ち杭 遠心模型実験 3次元 FEM
支持力 引抜き抵抗

1. はじめに

前報¹⁾に引き続き、3次元有限要素法による遠心模型実験²⁾のシミュレーション解析について、中間拡径部の負担荷重と、拡径部の抵抗力に与える地盤の影響範囲について報告する。検討はその1と同様に拡径比の異なるCASE3とCASE8を対象に行った。

2. 中間拡径部の荷重負担

図1に中間拡径部の負担荷重を示す。負担荷重は拡径部上下の軸力差として評価した。押し込みではモデルA(境界要素)の結果が実験結果に対して拡径比1.5(CASE8)で7割程度、拡径比2.2(CASE3)では最大で2倍程度大きな負担荷重となっている。モデルB(剛性低下要素)は実験より若干小さな負担で推移している。引抜きにおいてはモデルAが実験結果を概ね評価できている。モデルBは拡径比1.5では過小、拡径比2.2は過大評価となっているが、変位の小さい範囲では概ね対応している。

図2に中間拡径部の負担荷重度を示す。荷重度は図2中

に示すように、拡径部の支圧面積(=拡径部断面積-軸部断面積)を負担面積として算定した。押し込みは実験結果では拡径比の違いによる差は小さいが、解析では特にモデルAの拡径比1.5の負担荷重度が大きく、拡径比による影響が強い評価となっている。モデルBは拡径比による荷重度の差はほとんどなく、拡径比の影響は実験結果と同程度である。

引抜きにおいては、実験結果では押し込みとは異なり拡径比の影響が顕著にみられるが、モデルAはこの傾向をある程度は表現できている。モデルBは押し込みと同様に拡径比の影響が小さい評価となっている。

図3は杭頭荷重に対する中間拡径部の負担割合である。押し込みのモデルAは拡径比1.5、2.2のいずれも0.35となっており、実験結果よりかなり大きい。モデルBは拡径比2.2で実験結果と同程度の0.20となっているが、拡径比1.5は実験結果の7割程度の負担となっている。引抜きは両者共にモデルAが概ね実験結果を評価できているが、

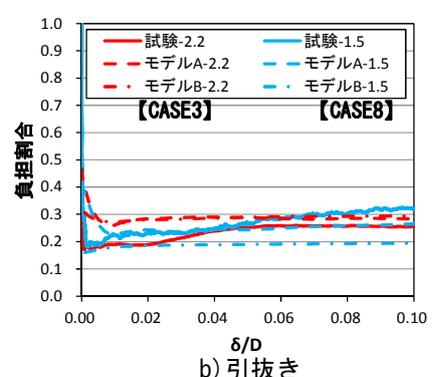
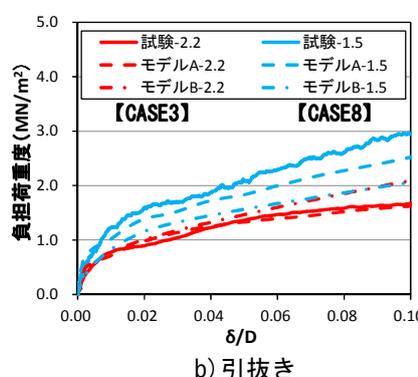
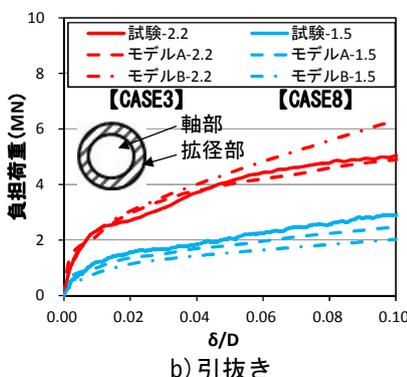
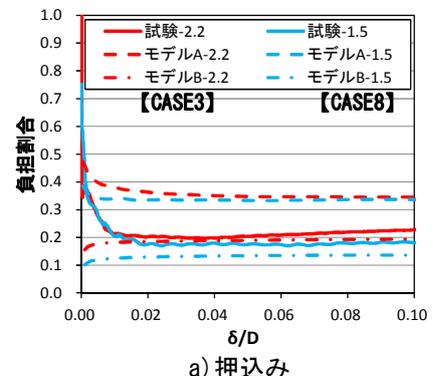
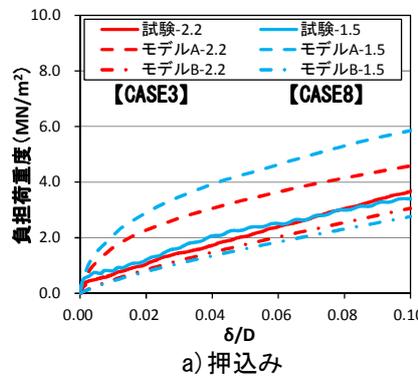
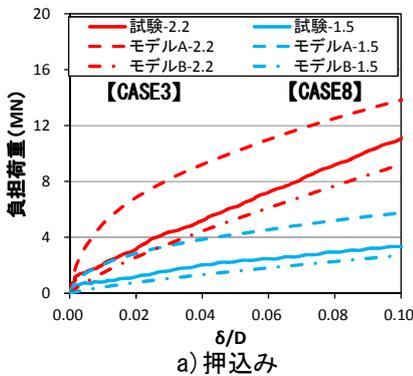


図1 中間拡径部の負担荷重

図2 中間拡径部の負担荷重度

図3 中間拡径部の荷重負担割合

引抜きの実験結果は変位の増大に伴い、中間拡張部の負担割合は増加する傾向がみられるのに対し、解析ではモデル A,B とともに一定変位以上では負担率が一定値となっている。

3. 拡張部抵抗の影響範囲

拡張部の抵抗に与える地盤の影響範囲について、モデル A を用いて杭の鉛直変位が拡張部径の 10%の時点を対象に、検討を行った。図 4 に地盤の鉛直変位比、図 5 に鉛直応力比、図 6 に塑性ひずみのコンター図をそれぞれ示す。それぞれの図は文献³⁾を参考に変位比は杭の変位量に対する鉛直変位の比率、応力比は中間拡張部の負担荷重度に対する鉛直応力の比率とし、塑性ひずみは 0 から 0.1 までを評価した。

図 4 より変位比の大きい影響範囲は拡張比の大きな CASE3 の方が広い。しかし、変位比が 0.1 以上の範囲は拡張比に依らずほぼ一定で中間拡張部から先端拡張部まで一体で挙動する様子が見られる。引抜きも同様で、地表面まで変位が到達している。また引抜きの水平方向の影響範囲は押し込みに比べて 3 割程度狭い範囲におさまっている。

図 5 の押し込みの鉛直応力では拡張比の影響は明確で、拡張比 2.2 では 1.5 の 2 倍以上広い範囲に杭の荷重度の 10%以上の応力が伝達されている。拡張部の拡張幅（拡張部径-軸部径/2）に対する割合で示すと両者ともに約 9 倍となり、応力の影響範囲は拡張部の拡張幅と関係する

ことが推察される。一方、引抜きでは図中に示した応力比 0.4 以上の範囲は押し込みと同様の傾向が見られるが、応力比が 0.1 程度の影響範囲は押し込みほど拡張比による差は大きくない。これは引抜きでは拡張部の抵抗力に対する軸部周面摩擦の影響が押し込みに比べて大きいと考えられる。

図 6 の塑性ひずみは 0.01 を超える大ひずみが生じる範囲は拡張部周辺に集中しており、また拡張比の大きいケースのほうが広い範囲にわたっている。

以上より、拡張部抵抗に影響する地盤の範囲は拡張比や载荷方向によって異なることがわかり、拡張部の抵抗を評価するためには影響範囲の適切な評価が重要である。

4. まとめ

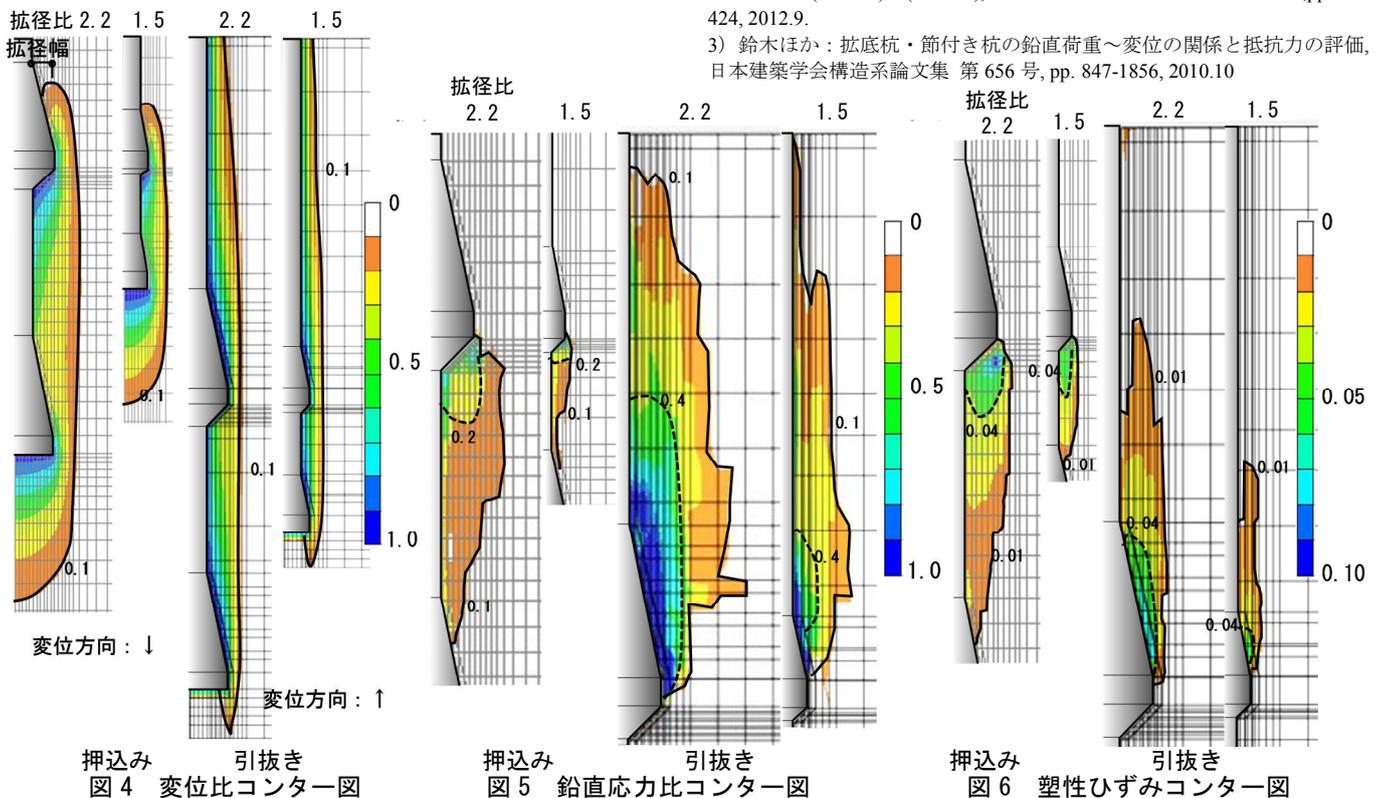
拡張部を有する杭の 3 次元有限要素法による遠心模型実験のシミュレーション解析により、以下の知見を得た。

- 1) 中間拡張部の負担荷重は引抜きについては概ね評価できる。また、押し込みでは特にモデル A の実験結果との差が大きく、モデル化の見直しが必要である。
- 2) 中間拡張部の抵抗力に与える地盤の影響範囲は拡張比や载荷方向によって異なる。

今後も引き続き原位置载荷試験も含めて、解析モデルの検証を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 新井ほか：先端および中間部に拡張部を有する杭の支持力に関する解析的検討（その 1）、日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013.8（投稿中）
- 2) 金子ほか：先端および中間拡張部を有する杭の支持力特性に関する遠心模型実験（その 1）～（その 3）、日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.419-424, 2012.9.
- 3) 鈴木ほか：底底杭・節付き杭の鉛直荷重～変位の関係と抵抗力の評価、日本建築学会構造系論文集 第 656 号, pp. 847-1856, 2010.10



*1 戸田建設 *2 ジャパンパイル *1 TODA Corporation *2 JAPAN PILE Corporation
 *3 大洋基礎 *4 西松建設 *3 TAIYO Foundation Co., Ltd. *4 NISHIMATSU Construction
 *5 三井住友建設 *5 Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd.