

先端および中間部に拡径部を有する杭の支持力特性に関する遠心模型実験

(その2 拡径部間隔が支持力特性に及ぼす影響)

正会員 新井 寿昭^{*1} 正会員 戸田 哲雄^{*2}
 正会員 矢島 淳二^{*3} 正会員 小川 敦^{*4}
 正会員 宮本 和徹^{*5} 服部 圭将^{*6}

杭基礎 支持力 遠心模型実験

1. はじめに

本報では、先端および中間部に拡径部を有する杭の支持力特性を把握するために実施した遠心模型実験¹⁾のうち、拡径部間隔が支持力特性に及ぼす影響について報告する。

2. 実験概要

試験体の概要を図1に示す。試験ケースの詳細は同名タイトル(その1)¹⁾を参照されたい。本実験では、CASE3(押し込み時の間隔比4.0, 引抜き時の間隔比5.9)を標準として、間隔を縮小した2ケースをパラメータとして設定した。ここで、拡径部の間隔比は【拡径部の間隔/(拡径部径-軸部径)】として、押し込み時および引抜き時に対して、それぞれ図1に示す通りに定義した。

3. 実験結果

3.1 引抜き荷重試験結果

引抜き荷重時の荷重荷重-杭頭変位比(γ/D , γ :杭頭変位, D :拡径部径)関係を図2に示す。ここでは結果を模型スケールで示している。引抜き荷重時の初期剛性は間隔が最も大きいCASE3(間隔比5.9)が最大で、CASE4(間隔比3.9)とCASE5(間隔比2.8)は同程度である。CASE3では杭頭変位比 $\gamma/D=0.27$ 付近で最大荷重に達した後は一定値となる傾向を示している。一方、CASE4では $\gamma/D=0.16$ 付近、CASE5では $\gamma/D=0.18$ 付近で最大値を示した後、杭頭変位の増大に伴って荷重の低下が認められる。これは、間隔比が小さい場合には先端拡径部が負担する抵抗領域が中間拡径部までに及び、変位が大きくなると抵抗機構が変化するためと考えられる。

$\gamma/D=0.01 \sim 0.30$ の杭の軸力分布を図3に示す。各実験

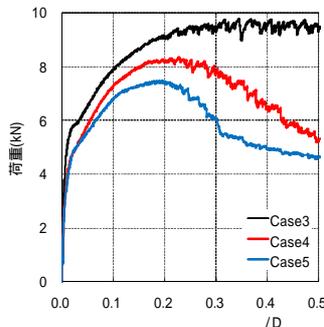


図2 荷重荷重-杭頭変位比(引抜き)

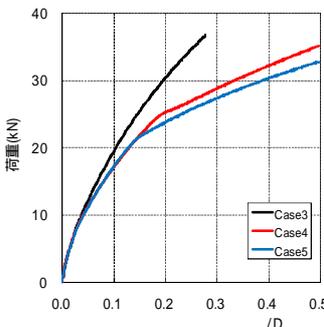


図4 荷重荷重-杭頭変位比(押し込み)

CASE ともに、深さ方向で中間拡径部の負担荷重(中間拡径部の上下の軸力差)は大きく、 $\gamma/D=0.30$ までの範囲内では特にCASE4およびCASE5で変位の増大に伴い負担荷重が増加していることがわかる。

3.2 押し込み荷重試験結果

押し込み荷重時の荷重荷重-杭頭変位比(γ/D , γ :杭頭変位)関係を図4に示す。押し込み荷重時の初期剛性は杭頭変位比 $\gamma/D=0.05$ 付近までは間隔比にかかわらず同程

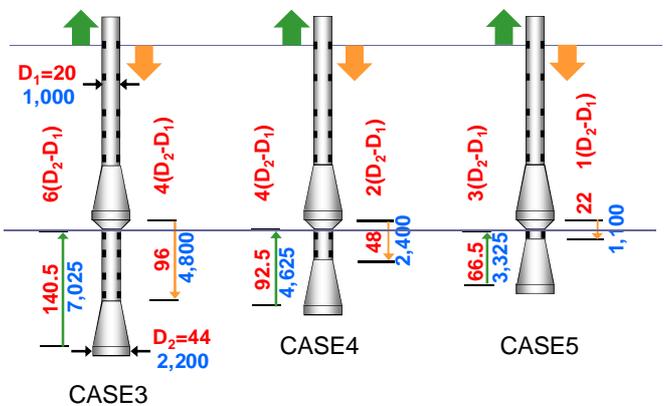


図1 試験体概要

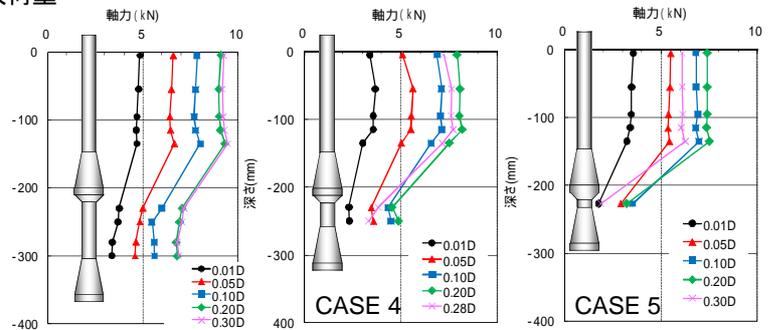


図3 杭の軸力分布(引抜き, D:拡径部径)

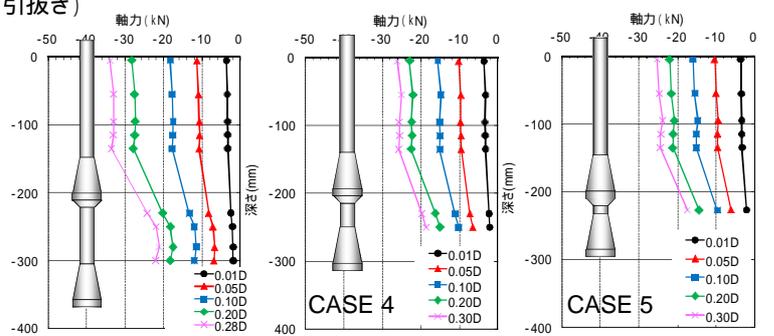


図5 杭の軸力分布(押し込み, D:拡径部径)

Centrifuge Model Tests for Bearing Capacity of Piles with Enlarged Base and Intermediate Node
Part 2 Influence of Enlarged Node Intervals

ARAI Toshiaki, TODA Tetsuo, YAJIMA Junji, OGAWA Atsushi, MIYAMOTO Kazuaki and HATTORI Yoshimasa

度となっている。実施した実験範囲内において、CASE 3（間隔比 4.0）では杭頭変位の増大に伴い荷重も増大している。杭頭変位比 $\delta/D=0.15$ 付近までは CASE 4（間隔比 2.0）と CASE 5（間隔比 0.92）は同一の挙動をした後、剛性低下が認められ、それ以降は間隔比が大きい CASE 4 の同変位時の載荷荷重が CASE 5 より大きいことがわかる。この剛性低下については後述するように（図 7 参照）、中間拡径部の抵抗が頭打ちとなったためである。

押込み載荷時の杭の軸力分布を図 5 に示す。引抜き載荷と同様に中間拡径部の負担荷重が大きいことがわかる。
4. 拡径部間隔の影響

中間および先端拡径部の負担荷重と拡径部径に対する拡径部変位の関係を図 6 および図 7 に示す。引抜き載荷時の中間拡径部では、間隔比の最も小さい CASE 5 の負担荷重が大きく、CASE 3 および CASE 4 では拡径部変位の増大に伴って最大荷重度に達した後はほぼ一定の傾向を示しているが、間隔比の最も小さい CASE 5 では最大荷重度に達した後は低下傾向を示している。先端拡径部では、間隔比の最も大きい CASE 3 の負担荷重が大きく、最大荷重度に達した後は中間拡径部と同様にほぼ一定となる傾向を示している。CASE 4 および CASE 5 では最大荷重度に達した後は低下する傾向を示している。

押込み載荷時の中間拡径部では、 $\delta_1/D=0.15$ （ δ_1 :中間拡径部変位）付近までは実験 CASE による有意な差異は認められない。今回の実験範囲内において、CASE 3 では変位の増大に伴い負担荷重が増加していることに対して、CASE 4 および CASE 5 では極値を示した後、負担荷重はほぼ一定となる傾向を示している。先端拡径部で

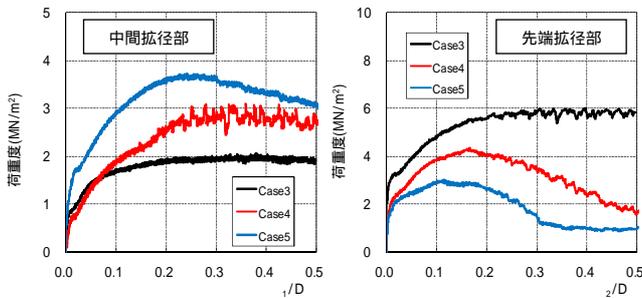


図 6 負担荷重 - 拡径部変位 / 拡径部径 (引抜き載荷)

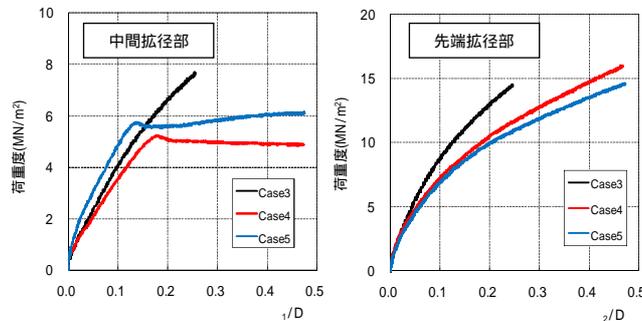


図 7 負担荷重 - 拡径部変位 / 拡径部径 (押込み載荷)

は、 $\delta_2/D=0.04$ （ δ_2 :先端拡径部変位）付近までは各実験 CASE で同程度の負担荷重度となっており、それ以降の同変位時の負担荷重度は CASE 3 が大きい。

以上の結果から、荷重度に及ぼす間隔比の影響は引抜き載荷時の方が大きく、間隔比が小さい場合には拡径部間の地盤が中間および先端拡径部と連動して挙動することが考えられ、その間隔比による抵抗機構の違いが中間および先端拡径部の荷重度の大きさに影響を与えたものと考えられる。

中間および先端拡径部の負担荷重割合と杭頭変位比の関係を図 8 および図 9 に示す。引抜き載荷時の先端拡径部において、間隔比の大きい CASE 3 では変位の増大に伴う大きな荷重負担割合の変化は認められない。一方、間隔比の小さい CASE 4 および CASE 5 では変位の増大に伴い荷重負担割合が低下している。このように間隔比の影響が認められ、間隔比が小さいほど先端拡径部の引抜き抵抗に及ぼす中間拡径部の影響は大きいことが示唆される。押込み載荷時では、先端拡径部の荷重負担割合は何れもほぼ同程度で、中間拡径部も含めて荷重負担の割合の変化は引抜き載荷時よりも小さい。これは、押込み載荷時の場合、中間拡径部と先端拡径部では支持力として作用する有効面積が異なるため、先端拡径部の支持力に及ぼす中間拡径部の影響が引抜き載荷時よりも小さいことや変位の増大に伴う破壊形状が載荷方向により異なること等が考えられる。

5. まとめ

本報では拡径部間隔をパラメータとした遠心模型実験により、拡径部間隔が支持力特性に及ぼす影響を確認した。今後は解析も含めて詳細に検討する予定である。

【参考文献】1) 金子ら：先端および中間部に拡径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）、AIJ 大会梗概集、2012（投稿中）

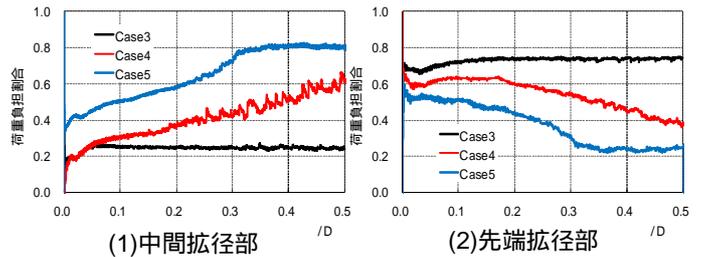


図 8 負担荷重割合 - 杭頭変位比 (引抜き)

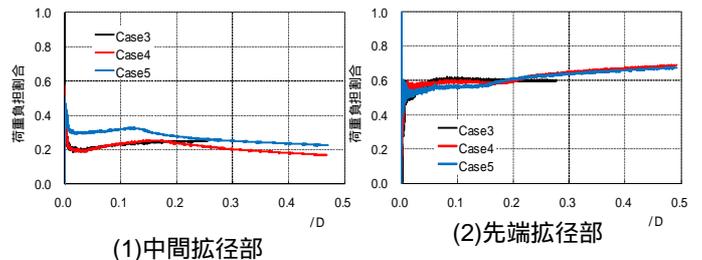


図 9 負担荷重割合 - 杭頭変位比 (押込み)

- *1 西松建設
- *2 大豊建設
- *3 東急建設
- *4 熊谷組
- *5 東洋テクノ
- *6 ジャパンパイル

- *1 NISHIMATSU Construction
- *2 DAIHO CORPORATION
- *3 Tokyu Construction Co.,Ltd.
- *4 KUMAGAI GUMI Co.,Ltd.
- *5 Toyo Techno Corporation
- *6 JAPAN PILE Corporation