

模型拡底杭の傾斜角と根入れ深さに着目した砂地盤中の引抜き抵抗実験

九州大学大学院 正 ○姜 正求 F 安福 規之
 正 石藏 良平
 (株)コトブキ産業 正 荒巻 真二 非 才田 洋介

1. はじめに

場所打ちコンクリート拡底杭（以下、拡底杭）は、杭先端径を頭部径より拡大させ、先端支持力を増大させる杭であり、一般的な拡底杭の拡底部角度（傾斜角）は12°以下で施工されている。拡底杭は、主に建築構造物の基礎部に活用され、施工方法はリバース工法・アースドリル工法及びオールケーシング工法がある。

現在、拡底杭の支持力評価では、先端支持力の算出方法は拡底部の先端径を考慮するが、引抜き抵抗力は、杭頭径が同寸法のストレート杭として計算される。本文は、拡底杭の引抜き抵抗力に関する基礎的な研究として、砂地盤を対象に傾斜角や根入れ深さに着目した模型実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験概要

図1に実験装置を示す。実験装置は、模型地盤用土槽と載荷装置で構成されている。土槽の高さ500mm、直径750mmの鋼製の半円形土槽であり、前面に厚さ10mmの亚克力版を設置し、模型杭周辺の土の動き、せん断面が発生するメカニズムを観察する。

載荷装置はスクリージャッキを用いた装置で、最大荷重能力は10kNである。載荷速度はコントローラを活用して調節することができ、実験は4mm/minで行った。

測定は、杭頭部に設置したロードセルと変位計により引抜き荷重と変位を測定した。また、亚克力版前面からHDビデオカメラで実験状況を撮影した。

模型杭の形状寸法を表1に示す。模型杭は半円形土槽実験を考慮し、半円形の形状としており、傾斜角は12°、30°である。2種類の模型杭は、頭部径30mm、先端径は48mm、及び杭長360mmの鋼製である。なお、杭頭部には載荷装置のロッドと接続できるように20mmの円形部を有する。

表2に模型地盤に使用した砂の物性値を示す。模型地盤は、気乾状態の熊本珪砂（K7）を用いて、相対密度 $D_r=95\%$ を目安に製作した。一層あたり5cm分の試料を投入し、ゴムハンマーを利用して締固めを実施した。これを所定の高さになるまで繰り返して模型地盤を作製した。

表3に実験条件を示す。土槽底面から模型杭底面までを支持層とし、その深さは21cmに設定した。根入れ深さへの影響を確認するため、杭底面から地表面までを根入れ長とし、16cm、24cmの2ケースとする。実験

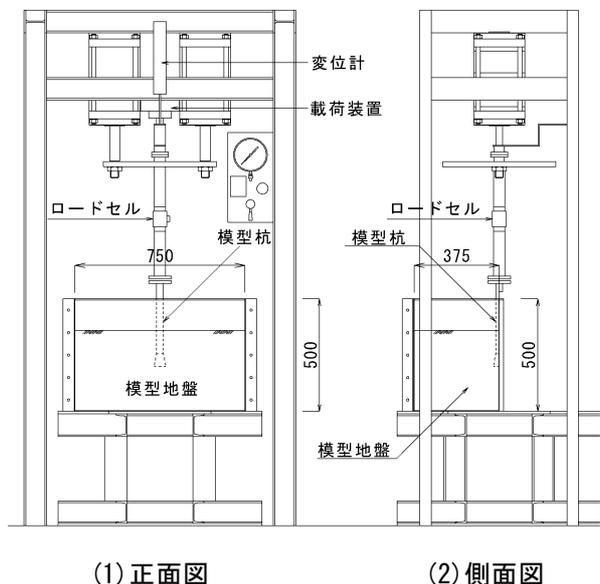
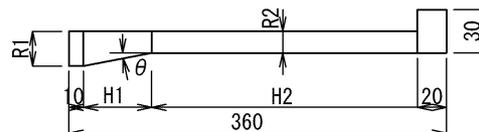


図1 実験装置

表1 半円形模型杭の形状寸法

	傾斜角	拡底径	軸径	傾斜高	軸長
	θ (°)	R1 (mm)	R2 (mm)	H1 (mm)	H2 (mm)
HK12	12	24	15	47	283
HK30	30	24	15	16	314



キーワード 拡底杭 引抜き試験 砂地盤 傾斜角 根入れ長

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 ウエスト 2 号館 11 階 1108-2 号室 TEL092-802-3378

表 2 模型地盤試料の物性値

項目	数 値
密 度	2.630 g/cm ³
最小密度	1.197 g/cm ³
最大密度	1.571 g/cm ³
平均粒径	0.15 mm
内部摩擦角	42° (Dr=80%)

表3 実験条件

ケース	傾斜角	根入れ長	支持層厚	全層厚	根入れ幅比	相対密度
	(°)	(mm)	(mm)	(mm)	λ	(%)
HK12H16	12	157.0	213.0	370.0	3.27	95.5
HK12H24	12	237.0	211.7	448.7	4.94	96.4
HK30H16	30	160.0	210.3	370.3	3.33	92.8

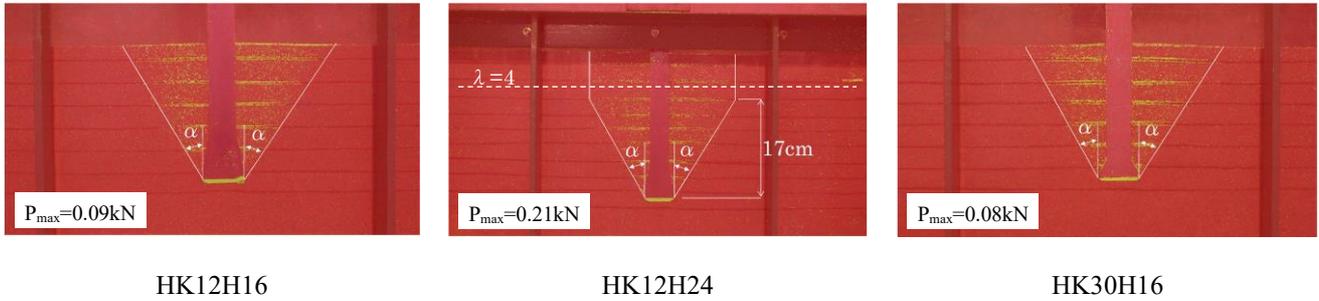


図 2 最大引抜き荷重時の地盤破壊状況

で根入れ深さと先端部の傾斜角 (θ) の影響を確認するため、表 3 に示す 3 ケースの実験を行った。

3. 試験結果および考察

図 2 は最大引抜き荷重 (P_{max}) 発生時の地盤破壊状況について画像分析した結果である。根入れ深さが 16cm の HK12H16、HK30H16 では、せん断面は地表面まで一定の広がり角 (α) で発生している。しかし、HK12H24 では杭先端から 17cm まで一定の広がり角を示すが、それより上部では角度が 0°となる。既往の研究¹⁾において、根入れ幅比 λ (根入れ長/先端径) が 4.0 を超えると破壊線が地表面に現れないことが示されており、広がり角の変化点はこれに概ね一致する。

図 3 に模型杭の根入れ深さについて比較した結果を示す。HK12H16 では、引抜き変位 3.3mm で最大引抜き荷重は 0.09kN が発生しており、残留強度が発生した。最大荷重の発生時の広がり角 α は約 32.5 度であった。根入れ深さを 50%増加させた HK12H24 は、変位 4.4mm で最大荷重が 0.21kN 発生し、杭の先端部からの広がり角は約 29.5°を示した。

図 4 に模型杭の傾斜角について比較した結果を示す。HK30H16 では、変位 2.4mm で最大荷重 0.08kN が発生し、地盤の広がり角 α は約 30.5°であった。HK12H16 に比べ、最大荷重は小さくなっている。これは、傾斜角が大きくなると、拡底径が同寸法の場合、傾斜長が短くなるため、最大引抜き抵抗が小さくなるものと考えられる。

4. まとめ

砂地盤を対象に杭の先端部の傾斜角と根入れ深さに対する引抜き実験を実施した。その結果、傾斜角 30°より 12°の最大引抜き荷重が大きいことが確認された。根入れ深さについては、根入れ深さ 24cm の実験では、既往研究で確認された限界根入れ深さと思われる部分が確認された。

<参考文献> 1)Meyerhof, G.G.: Uplift Resistance of Inclined Anchors and Piles, Proceedings of the 8th ICSMFE, Vol.2・1, 167-172, 1973
 2)Minoru MATSUO, "STUDY ON THE UPLIFT RESISTANCE OF FOOTING (I)": SOILS AND FOUNDATIONS, Volume.7, No.4 P1-37, 1967

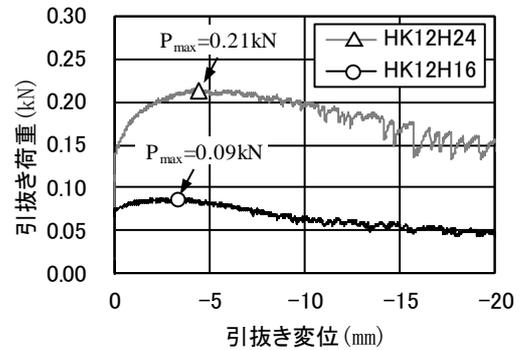


図 3 荷重—変位曲線 (根入れ深さ)

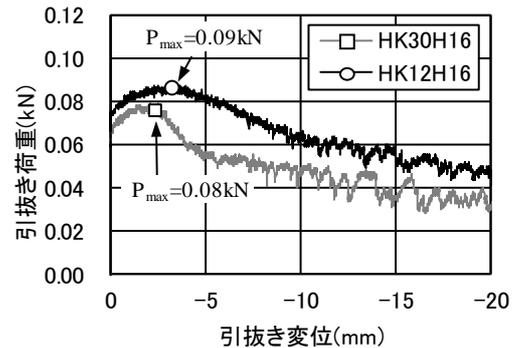


図 4 荷重—変位曲線 (傾斜角)