

乾燥砂地盤における斜杭基礎の引き抜き特性に関する考察 Consideration on Pulling Property of Batter Piles for Dry Sand

木全卓・工藤庸介・○山口智功・井上亮志

Takashi KIMATA・Yosuke KUDO・Tomonori YAMAGUCHI・Ryoji INOUE

1.はじめに これまで温室用基礎として斜杭を用いることの有用性を検討するため、模型実験を行って力学特性を検討してきた。その結果、粘性土地盤において斜杭は直杭よりも大きい引き抜き抵抗力を有していること¹⁾など、温室の基礎として有効であることがわかっている。また、砂地盤についても、地盤条件を変えて斜杭の引き抜き試験を行った結果、相対密度の違いに関わらず斜杭はその効果を発揮し、引き抜き抵抗力の増加する傾向も変わらないこと²⁾がわかった。そこで今回は、さらに地盤条件を変えて試験を行い、砂地盤における斜杭基礎の力学特性について検討を加えた。また、実際に設計するには引き抜き挙動を予測する必要があるが、粘性土地盤では斜面上の深礎杭モデルが適用できるが、砂地盤ではこのモデルを適用することは難しい。そこで、砂地盤での引き抜き抵抗予測として双曲線モデルを取り上げ、模型実験の結果を基に斜杭基礎への適用を試みた。

2.模型実験の方法 模型実験に用いる装置や基本的な条件は従来と同様にし、地盤材料には6・7混合珪砂を用いた。Fig.1に模型実験装置の概要図を示す。模型杭は杭本数2本、杭長200mm,300mm、傾斜角は0°(直杭),15°,30°,45°の4種類を設定した。模型地盤は杭模型を固定しておき、塩ビパイプを使って空中落下法に準じた方法で作製し、今回は相対密度60%,70%,85%の地盤条件で引き抜き試験を行った。変位速度は1.0mm/minとし、変位量50mmまで変位と荷重を計測した。

3.実験結果 Fig.2, Fig.3にDr=60%,70%での杭長300mmの引き抜き試験結果を示す。相対密度の違いによる引き抜き抵抗力を比較すると、相対密度が小さくなると、引き抜き抵抗も小さくなるという傾向が確認できた。次に杭長の増大による影響としては、地盤が密詰になるにつれて引き抜き抵抗力の増加割合も大きくなり、特に傾斜角が大きいときに引き抜き抵抗力は大きく増加する

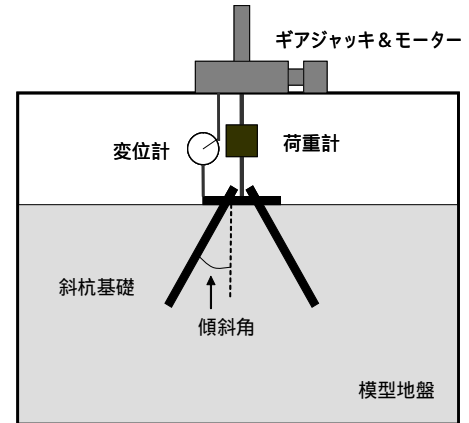


Fig.1 実験装置の概要
Overview of apparatus

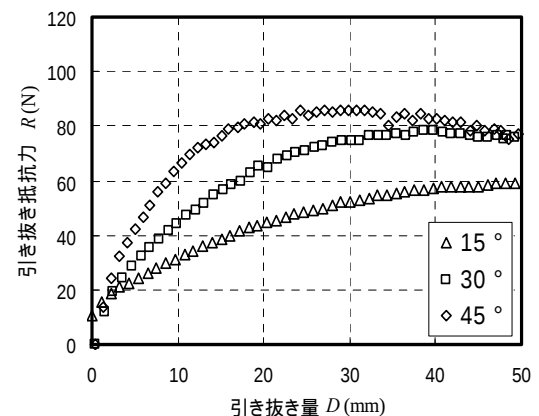


Fig.2 相対密度60%における実験結果
Result of Experiment in $Dr=60\%$

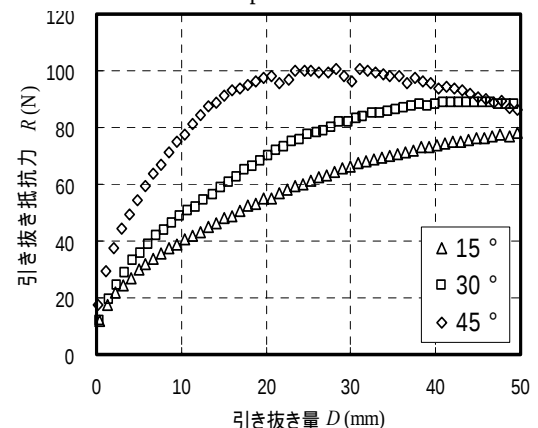


Fig.3 相対密度70%における実験結果
Result of Experiment in $Dr=70\%$

ことがわかった．また，グラフの立ち上がり
に注目して，初期接線の比と斜杭の貫入体積比を
まとめたものが Table 1 になる．貫入体積 V は
 $V=DLX\sin\theta$ (D : 杭径， L : 杭長， X : 変位， θ :
傾斜角) で表されるので， $\sin\theta$ の比になる．両
者の比を比較すると初期接線の比は貫入体積比
と近い値になっていることがわかる．このよう
に地盤破壊の影響が少ない立ち上がり部分では
杭が地盤に貫入する体積 ($\sin\theta$ の比) は抵抗力
に關係しており，斜杭基礎の引き抜き抵抗力の
算定に利用できるのではないかと考えられる．

4. 双曲線モデルの適用 以下に今回使用した双
曲線モデルの式を示す．

$$R = \frac{D}{\frac{1}{k_h} + \frac{1}{p_{max}} D}$$

R : 引き抜き抵抗力 (N)
 D : 引き抜き量 (mm)
 k_h : 初期接線係数 (N/mm)
 p_{max} : 極限引き抜き抵抗力 (N)

k_h は初期接線の傾きと定義し，模型実験のように
引き抜きの初期挙動は地盤への貫入体積に關係す
ると考えた．貫入体積は傾斜角の $\sin\theta$ の比で表せ
るので，初期接線係数は傾斜角 90° の水平杭の押
し込み試験を行い， $\sin\theta$ の比で求めた．また極限
引き抜き抵抗力 p_{max} (N) は，斜杭では傾斜角が小さ
いと地盤破壊は遅く，ピークが緩やかに現われる
ので最終的には傾斜角 45° に漸近してゆくと考え
た．解析結果を Fig.5 に示すが，これまでの深礎
杭理論を適用した場合に比べ，実験結果を概ねう
まく再現できることがわかった．模型杭が 1/5 の
縮尺であることを考慮すると重要となるのは初期の部分から 10mm 程度までであり，その
部分は実験値と解析値でほぼ一致しているので，双曲線モデルは砂地盤における斜杭の引
き抜き挙動を予測する手法として適用の可能性があると考えられる．

5. おわりに 今回は地盤条件を変えて試験を行い，砂地盤における斜杭基礎の力学特性に
ついて検討を加え，引き抜き抵抗力の初期接線の比と貫入体積比は近い値になることがわ
かった．また，砂地盤における引き抜き抵抗力を予測する手法として，双曲線モデルの適
用可能性を検討した．その結果，重要となる初期の引き抜き挙動をよく再現するため，双
曲線モデルは十分に適用可能といえる．しかし，そのためには初期接線係数，極限引き抜
き抵抗力を決定する手法が重要である．よって今後は現場を考慮した各パラメータの決定
手法を検討するとともに，これらの力学的な意味を考慮しながら，さらに解析結果の精度
を高める必要がある．

参考文献 1) 桑原・木全・工藤・武藤(2003): 温室用基礎としての斜杭の引き抜き特性に関する模型
実験，平成 15 年度農土大会講演要旨集，pp.478-479 2) 木全・工藤・山口(2006): 砂地盤における斜
杭の力学的特性に関する模型実験，平成 18 年度農土京都支部研究発表会講演要旨集，pp.48-49

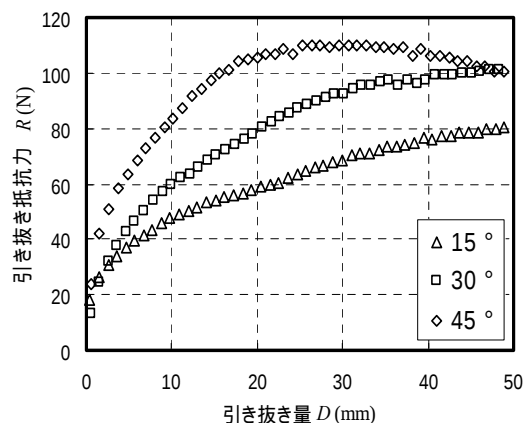


Fig.4 相対密度 85%における実験結果
Result of Experiment in Dr=85%

Table 1 貫入体積比と初期接線の比
Ratio of intrusive volume and initial tangent

傾斜角	15°	30°	45°
$\sin\theta$ の比	1.00	1.93	2.73
初期接線の比(60%)	1.00	1.93	2.92
〃 (70%)	1.00	1.68	2.89
〃 (80%)	1.00	1.71	2.90

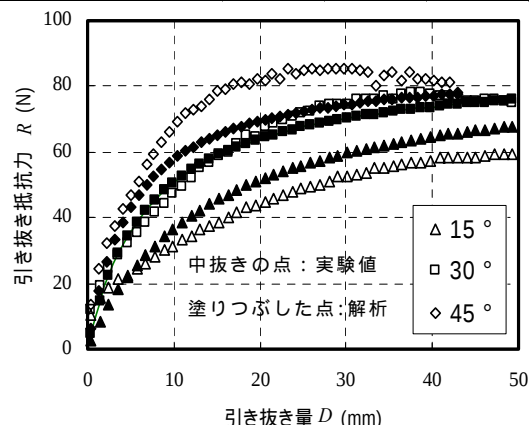


Fig.5 相対密度 60%の解析結果と実験結果
Result of analysis and experiment in Dr=60%