

斜杭の引き抜き特性に及ぼす杭長・地盤状態の影響 Effects of the Difference of Pile Length and Ground Condition on the Pulling Resistance of Batter Pile

木全 卓, 工藤庸介, 桑原孝雄, 武藤秀治

KIMATA Takashi, KUDO Yosuke, KUWABARA Takao and MUTO Syuji

1. はじめに これまで、温室用の基礎として斜杭を用いることの有用性を検討するため、室内模型実験を行ってその力学特性を検討してきた。その結果、斜杭は直杭よりも明らかに大きな引き抜き抵抗を有していることなど、比較的軽量の構造物である温室に対しては非常に有用であることがわかっている¹⁾。また、温室基礎として一般的な独立フーチング基礎との比較実験も行ったが、斜杭基礎の方が引き抜き・水平抵抗ともに優位であることが確認できている²⁾。これらは、杭模型の寸法や地盤状態を同一にして行った比較実験の結果から明らかになったものである。そこで今回は、杭長が異なる場合および地盤状態が異なる場合における斜杭の引き抜き特性の違いについて、模型実験を行うことによりさらなる検討を加えた。

2. 模型実験の種類と方法 模型実験は、用いる装置や基本的な条件などは従来¹⁾²⁾と同一にし、杭長および地盤状態のみを変化させて実施した。杭長については従来の200mm(模型縮尺としては1/5)に対して100mmと300mmを設定し、杭長を増大させることによる引き抜き抵抗力の増加について検討した。地盤状態については従来の自然含水比(約70%)に対して+5%と+10%湿潤側を設定し、軟弱な地盤に対する適用性についても検討した。また、斜杭模型についてもタイプの違いによる影響を考慮するため傾斜角や本数などが異なるモデルをいくつか設定したが、これ以外の条件である模型地盤の締固めエネルギーや斜杭模型の引き抜き速度などはすべて統一して実験を行った。

3. 杭長の違いによる影響 図1は、代表的な結果として、傾斜角が30°で2本の斜杭を用いた引き抜き試験について示したものである。この図より、杭長が増大すると発揮される引き抜き抵抗力も大きくなっているが、その増加割合は杭長のそれを大きく上回っている。ここで、初期の立ち上がり変曲点を引き抜き強度とみなし(あまり大きな変位では基礎としての機能を損なうおそれがあるため)、図中に「 \ominus 」で示した。これらの値は杭長100mmで約30N、200mmで約130N、300mmで約270Nとなっており、その比率は約1:4.3:8.7となっている。これは、単なる算術的な比較ではあるが、杭長が2倍、3倍になったのに対して引き抜き強度

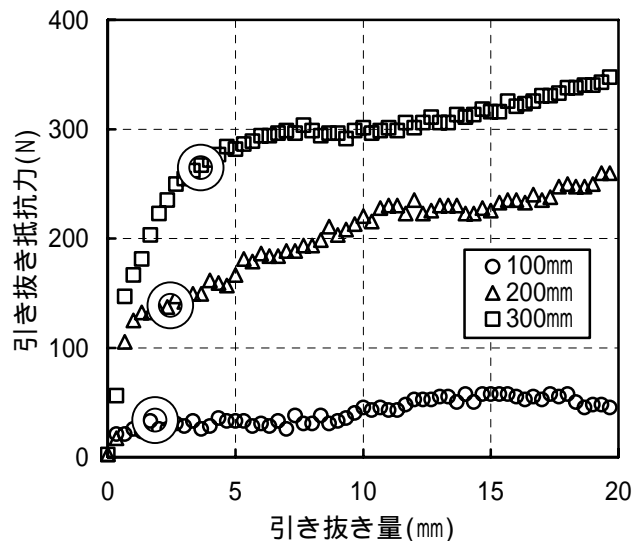


図1 杭長の違いによる引き抜き抵抗力
Pulling Resistances according to Pile Length

はその2乗程度まで増大することを示しており、非常に興味深い結果である。この事実に対する理論的なメカニズムは定かでないが、杭長を大きくする割合以上に引き抜き強度が期待できることは明らかであり、今後さらなる検討を加えるつもりである。

4. 地盤状態の違いによる影響

表1には模型実験を行った地盤状態の一覧を示したが、地盤Aが従来と同一条件のものである。この表には、山中式土壌硬度計によって計測した地盤の支持力も併せて記してあるが、含水比の増加に伴って地盤の支持力は低下して

おり、軟弱になっていることがわかる。図2には代表的なものとして傾斜角30°で4本の斜杭を用いた引き抜き試験結果を示した。この図より、含水比が増加して地盤が軟弱になるにつれて引き抜き抵抗力も大きく減少していることが

わかる。地盤の抵抗要因としては杭の貫入抵抗や周面摩擦などがあるが、これらを総合すれば地盤の支持力強度によって評価できると考えられる。図2のどの段階で強度を定義するかの問題もあるが、引き抜き量5mm程度(実スケールで2~3cm)の時を引き抜き強度と見なすと、地盤A, B, Cでの強度は概ね3:2:1の関係があり、上述した支持力強度の比率(3.2:1.9:1.0)とほぼ一致している。従って、斜杭基礎の引き抜き抵抗力は概ね地盤の支持力強度に比例するとして差し支えないものと考えられ、この結果は基礎設計において非常に重要な知見となろう。

5. おわりに

本研究では、杭長や地盤状態が異なる場合の斜杭基礎の引き抜き特性を模型実験によって検討した。その結果、斜杭においては杭長を大きくする割合以上に引き抜き抵抗力が増大(概ね杭長の2乗に比例)することがわかった。また、引き抜き抵抗力については斜杭基礎のタイプによらずほぼ地盤の支持力強度に比例することもわかった。これらは斜杭の引き抜き強度を考える際に非常に重要な結果であり、今後は斜杭基礎の引き抜き強度の理論的な推定方法について検討を進めたいと考えている。なお、本研究はグリテック(株)との共同研究の一部として実施したものである。

参考文献

1) 桑原ら(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年度農業土木学会大会講演要旨集, pp.478-479. 2) 桑原ら(2004): 模型実験による斜杭基礎と独立フーチング基礎の力学特性の比較, 平成16年度農業土木学会大会講演要旨集, pp.422-423.

表1 地盤状態の一覧
List of Model Ground Conditions

	地盤A	地盤B	地盤C
含水比(%)	69.1	75.5	79.3
乾燥密度(g/cm ³)	0.89	0.87	0.83
間隙比	1.97	2.06	2.18
支持力(kN/m ²)	486	291	153

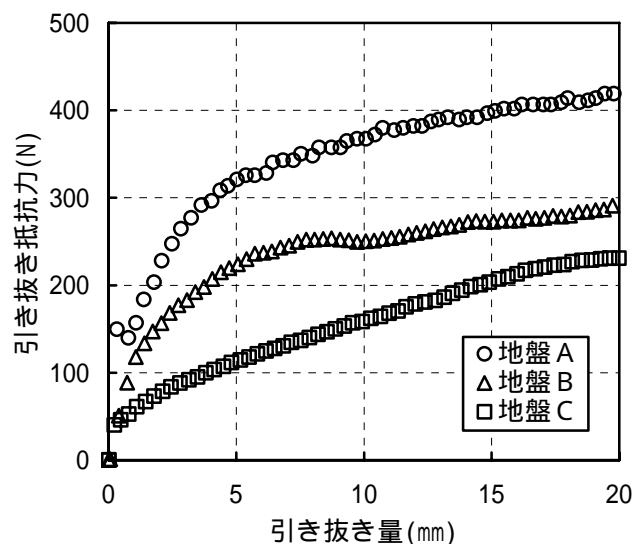


図2 地盤状態の違いによる引き抜き抵抗力
Pulling Resistances according to Ground Condition