

拡底翼を有する単杭の支持力試験について

法政大学 学生会員 張 升翼  
 法政大学 正会員 草深 守人  
 法政大学 正会員 竹内 則雄

1. はじめに

建設費を制限せざるを得ない住宅等の小規模構造物の場合、地表面から深い位置に存在する堅硬な地盤まで杭を打設することは、全体工費の割合が過大となり現実的ではない。

先端部の支持抵抗を飛躍的に増加できれば軟弱地盤においても比較的浅い位置で杭基礎を設置することが可能となる。これにより杭長や杭の断面積、杭の本数を縮減でき、小規模構造物においても経済的で安全な基礎形式として採用できると考える。

本研究では、杭の先端から板状の補強部材を放射状に突出させ地盤に貫入させることにより、従来の杭基礎より先端部の支圧抵抗を増大できる拡底杭の開発を試みた。

2. 新しい拡底杭の提案

開発しようとする拡底杭は、鋼管杭の内部に杭先端部の拡底および先端地盤の補強を目的とする拡底装置を内蔵する。この杭は地盤を予め掘削することなく、地盤中に打撃あるいは圧入等により所定の深さまで貫入した後、拡底装置を押し下げ、設置された板状の補強部材(拡底翼)を杭先端から先端地盤内に押し出すことにより、先端支持力の増加を図るものである。

図1は実験用模型杭の断面図と設置後の拡底杭の先端形状を示している。杭先端から押し出された拡底翼は、放射状に開き水平面に投影される杭先端の支圧断面積を拡大し、同時に先端部周辺地盤のすべり破壊に抵抗する。この二つの効果により杭先端支持力の増大を期待するものである。

3. 実験概要

実験に使用した地盤は炉乾燥した川砂を所定の間隙比で締め固めたものであり、本拡底杭の適用地盤である軟弱地盤とは異なる。これは拡底による支持力の改善効果のみを確認することを目的としたためである。試験地盤の締め固めは内径280mm、高さ800mmの土槽を8層に分け、砂の空中落下とランマーによる締め固めを繰り返した。

表1に拡底杭と鋼管杭の地盤条件を示す。

キーワード：拡底杭 鋼管杭 間隙比 極限荷重 先端支持力

連絡先：法政大学 環境地盤研究室 〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 : 0423-87-6288

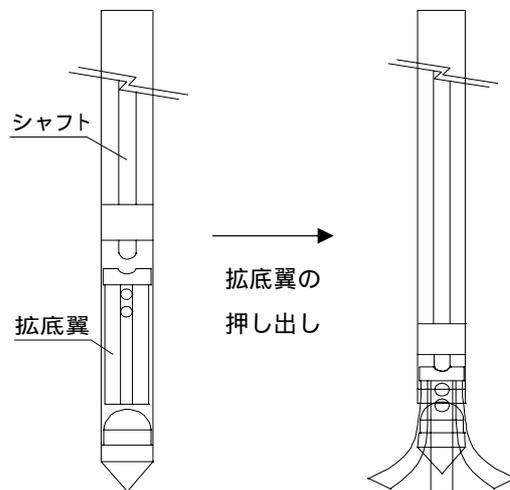


図-1 拡底杭の断面図と先端形状



写真-1 実験装置

表1. 地盤条件

拡底杭	No.	1	2	3	4	5	6
	ランマー落下回数	0	5	10	17	42	67
	土の質量[kg]	63.0	68.6	70.9	72.1	74.5	74.6
	間隙比	1.02	0.867	0.806	0.775	0.719	0.715
鋼管杭	No.	7	8	9	10	11	12
	ランマー落下回数	0	5	10	17	42	67
	土の質量[kg]	63.6	68.7	70.8	72.0	74.0	74.9
	間隙比	1.01	0.864	0.808	0.777	0.730	0.709

載荷試験は、全ての試験条件に対し、繰返し載荷とし、写真1に示すような実験装置により実施した。

4. 実験結果および考察

荷重沈下量曲線は各サイクルの最大荷重をとるデータの中から沈下量が最小を示すデータをそのサイクルのピーク値として作成した。図2は12ケースのうち間隙比  $e = 0.71$  の地盤においての両杭に対する荷重と沈下量の関係を示す。鋼管杭は速い荷重段階で降伏し、その後、沈下に伴う緩やかな荷重増加が見られた。

反面、拡底杭では初期に高い変形剛性(勾配)を示してから徐々に降伏している。また、間隙比が低くなるにつれてこの勾配が滑らかになるが、全ケースにわたって図2のような様子を見せた。一般的に、このような荷重沈下曲線だけでは降伏点や極限荷重を定めることが非常に困難である。そこで、図3のように荷重  $P$  を対数目盛に、沈下量  $s$  を普通目盛とした荷重 - 沈下量曲線に変換し、 $\log P - s$  曲線の初期直線部の延長線と後半の直線部の延長線との交点を極限支持力とした。

こうして得られた極限荷重の全ケースと間隙比の相関を示したものが図4である。明らかに、極限荷重は間隙比との強い線形関係にあることがわかる。また、拡底杭と鋼管杭の極限支持力には大きな差が見られ、もし両杭の周面摩擦力が等しいと仮定すると、この差は拡底翼の効果による先端支持力の増加に等しいと考えられる。

図5は鋼管杭に対する拡底杭の極限支持力の増加率を表したものである。間隙比の比較的大きい地盤に対して拡底翼の効果は非常に大きく、間隙比が小さくなるにつれ極限支持力の増加率は小さくなる。これは間隙比の大きい緩い砂地盤に対して、拡底翼による支圧断面積の拡大効果と先端地盤の補強効果がより顕著に現れた結果、先端支持力が増大したものと考えられる。

一方、間隙比の小さい締まった砂地盤では杭先端部の地盤の剛性に比べて拡底翼の剛性が低いため拡底による支圧断面積拡大効果が現れにくく、主に先端地盤の補強効果のみによって支持力が増大するものと考えられる。

5. おわりに

本文中で提案した杭先端部の拡底方法は軟弱地盤を対象とした比較的小口径の短尺杭に適用する工法として検討されたものであるが、拡底機構としては、より大口径の杭に対しても適用できると考える。

最後に、今回の実験は、提案する拡底方法により杭の支持力を改善できるかどうかを確認することを主目的に砂地盤に対して実施された。したがって、軟弱地盤に対しては全く未検討の段階にあることを断っておく。

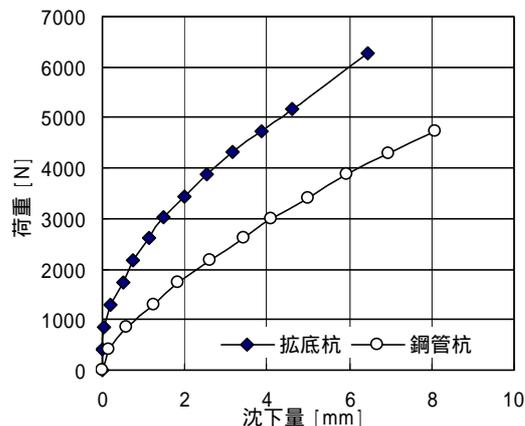


図-2 荷重沈下量曲線 (e = 0.71)

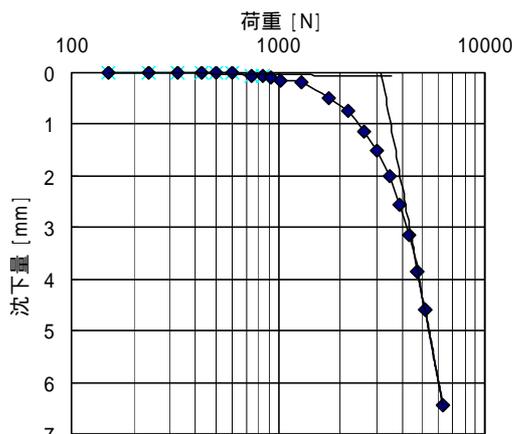


図-3 極限荷重 (e = 0.71)

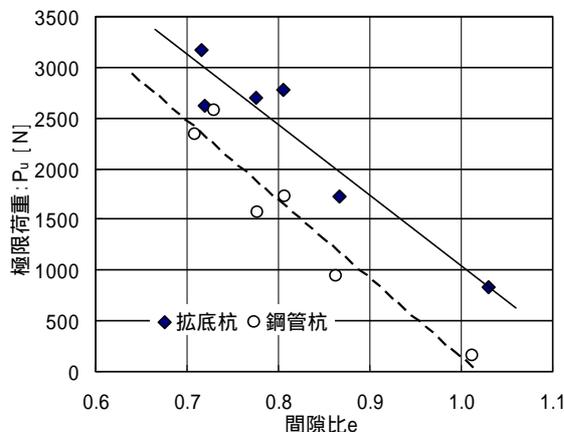


図-4 極限荷重と間隙比の相関

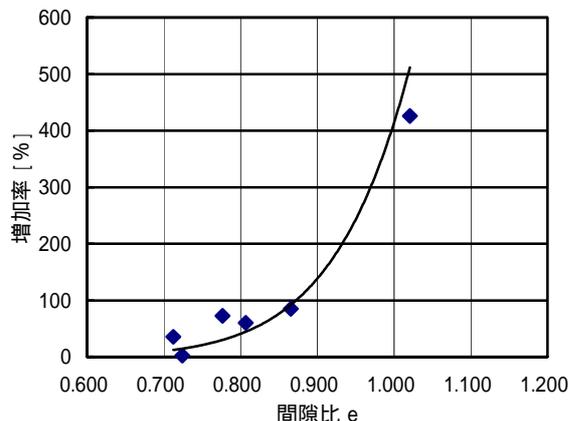


図-5 極限荷重の増加率