

開端杭の先端閉塞特性に関する研究

九州共立大学 正 ○狩山 裕
九州共立大学 フェロー 前田 良刀

1. はじめに

開端鋼管杭の打込み施工において、粒径が比較的単粒で粒度分布の悪い砂質地盤を支持層とする場合に、先端が容易に閉塞せず期待する先端支持力が発現しない事例が報告されている。¹⁾ 本研究は、模型杭をアルミ棒を積層した粒状体とみなせる試験地盤に貫入して、開端杭の先端閉塞の基本的な特性を検討することにより、杭の内面形状を変化させ、その形状が先端閉塞に与える効果を調べたものである。

2. 試験の概要

試験装置は写真-1 に示すように、幅 1000 mm、高さ 1100 mm、奥行 50 mm の 2 次元の土槽に土粒子を模したアルミ棒を積層して試験地盤としている。杭の貫入は手動でハンドルを回し、最大 1,000 mm 貫入させることができる。模型杭とラックギアの間にロードセルを取り付け、貫入力測定する。また、模型杭は長さ $L=1100$ mm、外径 $D=50, 100, 150, 200$ mm の 4 種類、奥行 $W=50$ mm、先端部の厚さ 5 mm の鋼板製で、両端が等間隔の滑らかな平板状 (Type-A)、内側に 1° 程度の角度を付けたもの (Type-B) および内側に厚さの漸増する鋼板を貼り付けて概ね 1° 程度の角度を付けたもの (Type-C) の 3 つの Type とした。(図-1) また、地盤のアルミ棒は長さ 50 mm で径 1.6 mm と 3 mm を重量比で 3:2 の割合で混合しており、平均粒径 1.82 mm、単位体積重量 $\gamma_d=19.7$ kN/m³ で、せん断試験から $\phi=21^\circ$ が得られている。²⁾

3. 試験結果および考察

図-2、3、4 は杭の Type 別に貫入量 L と貫入力 P の関係を示したものである。Type-A については、杭径

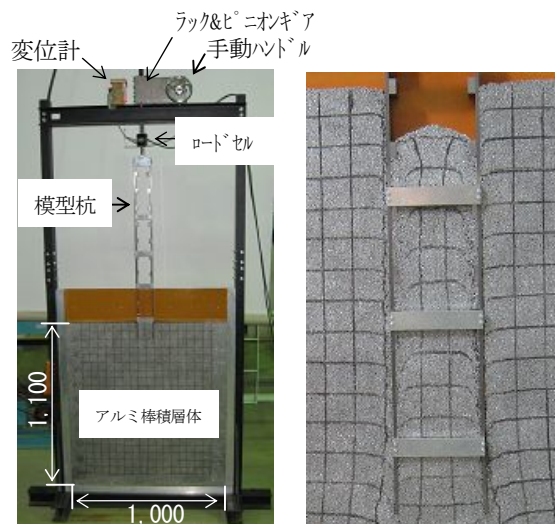
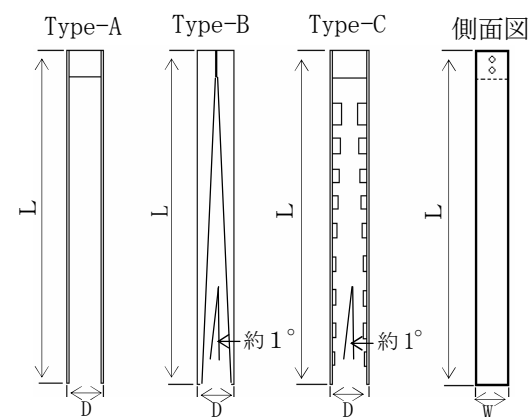


写真-1 貫入試験装置 写真-2 貫入中の状況 (Type-C)



Type	仕様	記号	寸法・仕様
A	滑らかな平板状、等間隔	D	50, 100, 150, 200 mm
B	内側は約 1° の角度付き	L	1, 100 mm
C	内側に 1° 程度の角度が付くように厚さの異なる鋼板を貼り付けたもの	W	50 mm

図-1 模型杭の形状

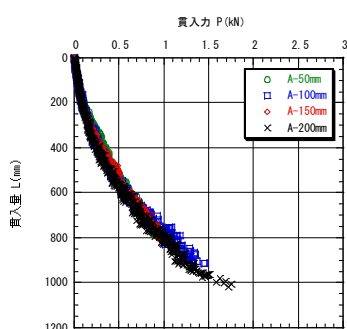


図-2 貫入力 P と貫入量 L の関係 (Type-A)

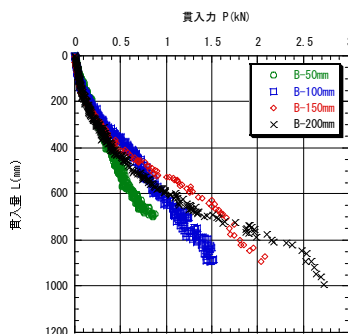


図-3 貫入力 P と貫入量 L の関係 (Type-B)

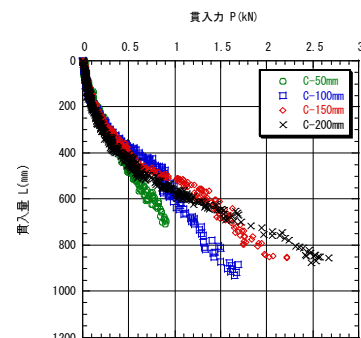


図-4 貫入力 P と貫入量 L の関係 (Type-C)

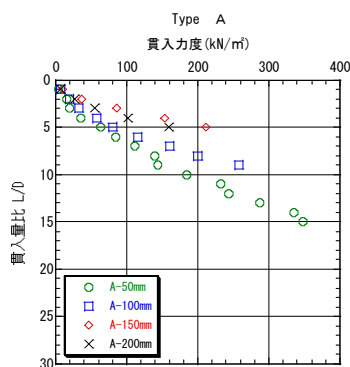


図-5 貫入力と貫入量比(L/D)の関係 (Type-A)

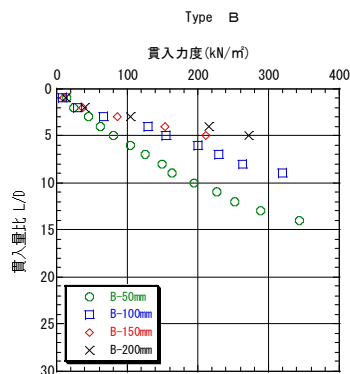


図-6 貫入力と貫入量比(L/D)の関係 (Type-B)

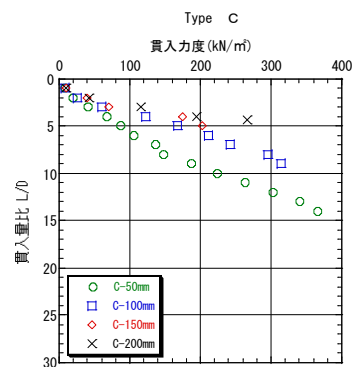


図-7 貫入力と貫入量比(L/D)の関係 (Type-C)

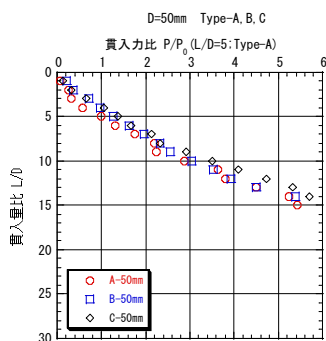


図-8 貫入力比と(L/D)の関係 (D=50mm)

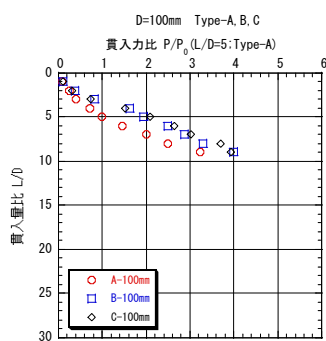


図-9 貫入力比と(L/D)の関係 (D=100mm)

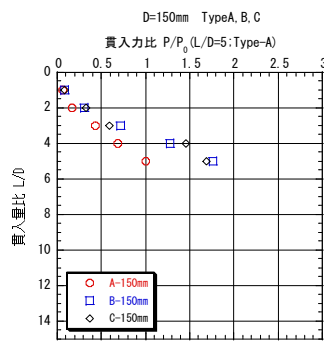


図-10 貫入力比と(L/D)の関係 (D=150mm)

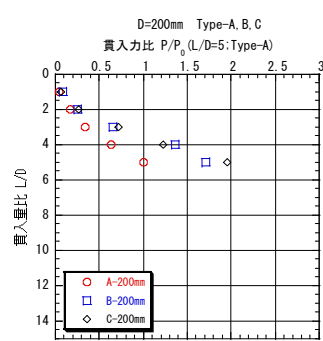


図-11 貫入力比と(L/D)の関係 (D=200mm)

50 mm、100 mmの貫入力に対して径の大きな150 mm、200 mmの貫入力は下回っている。これは、杭の内面が等間隔で平滑な場合では、杭径が拡大するにつれて先端が閉塞せず先端支持力が発現しないためである。Type-B、Type-Cについては杭径が拡大する程、貫入力が増加している。杭の内側に角度を付けることにより、幾何学的な効果により杭内面に生じる垂直応力(拘束圧)が増加し、先端閉塞効果の発生を助けるものと考えられる。

図-5、6、7は杭のType別に、貫入力を杭の先端投影面積で除した貫入力度と正規化した貫入量の関係を示したものである。杭径50 mmでは各Typeの貫入力度に顕著な差はみられないが、杭径が拡大するにつれてType-Aと比較して同じ貫入量比では貫入力度が1.5～2倍程度増加している。また、図-8、9、10、11は外径が同じ杭に対する内部形状の効果を示したものである。ここで、各段階での貫入力Pを同じ外径を有するType-Aの正規化貫入量 $L/D=5$ のときの貫入力 P_0 で除して正規化したものである。道路橋示方書では根入れ比 $(L/D)5$ 以上で地盤の極限支持力度を満足としている。³⁾ Type-B、Cでは (L/D) が3～4で貫入力比がType-Aに比較して1を超えているため大きな支持力が発現していることがわかる。Type-B、Cは、現行のType-Aに比較して先端支持力が増加しており、 $L/D \div 3$ 程度でType-Aの $L/D=5$ の時と同じ支持力を得ることができる。図-12は試験中に杭内部のアルミ棒地盤が

杭と一体的に下がり始めた時の貫入量比を目視で確認した結果を示している。これから、従来型のType-Aは、杭径50 mm、100 mmでは $L/D \div 6$ 程度で先端閉塞が始まるが、

150 mm、200 mmでは試験

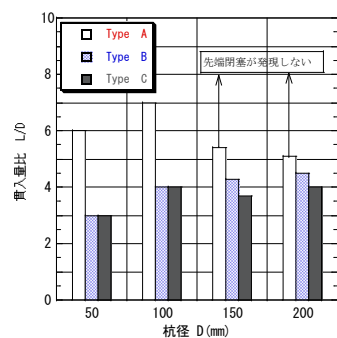


図-12 杭の形状と先端閉塞の発現深度の関係

装置の貫入限界である $L/D \div 5 \sim 7$ でも先端閉塞が確認できなかった。また、改良型のType-B、Cは概ね $L/D \div 3 \sim 4$ 程度で先端閉塞が始まるのがわかる。

4. まとめ

- 1) 砂地盤のような単粒の粒状体地盤では、従来型の開端杭では先端閉塞効果が十分発現しないことが、今回のアルミ棒を用いた室内実験でも確認された。
- 2) 模型杭の内部に約 1° 程度の角度を付ければ拘束圧が増加してアルミ棒地盤が締められ、比較的少ない貫入量で先端閉塞が生じやすくなり、杭の先端支持力が增加することがわかった。

参考文献

- 1) 例えば、沖縄県宮古支庁土木建築課：伊良部大橋基礎工検討委員会報告、H19.12
- 2) 北林他：2次元積層体モデルによるテーパ付き杭の鉛直支持力特性、土木学会西部支部講演概要集、2001.3
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 H14.3