

軟弱粘性土における木杭の載荷試験について

兼松日産農林 正会員 ○三村佳織 兼松日産農林 正会員 水谷羊介
高知大学 正会員 原 忠 飛島建設 正会員 沼田淳紀

1. はじめに

木材は古来より地盤補強工法として利用されてきた。しかし、近年では木杭の支持力機構が不明確であるため、セメント系固着材や小径鋼管杭を使用した地盤補強などが主流となっている。

筆者らは木杭の支持力機構を解明するため、既存杭（鋼管杭）と木杭の載荷試験を実施してきた¹⁾。本報では、既存杭と木杭を対象として載荷試験を実施した結果から、材質や形状、養生期間による支持力の違いについて考察する。

2. 実験概要

本試験は軟弱粘性土地盤にて実験を行った。試験ヤードにおける地盤調査結果は図-1に示す。試験地は概ね N 値および換算 N 値が 5 以下の極めて軟弱なシルト層が GL-0.8 ～ 4.3m 程度まで堆積している。

養生効果の影響を考慮するため、試験ヤードはそれぞれ 1 週間、1 ヶ月、4 ヶ月、1 年の 4 つに分割し、その区画ごとに以下で述べる 5 種の試験杭を施工した。図-2 に試験杭の配置図を示す。

試験杭は既存杭として鋼管杭（Sst、先端閉塞ストレート杭）を施工した。木杭では樹種による違いを比較するためバーカー加工で表皮をむいた状態のスギ（Wbtp）とマツ（Pbtp）を、また、形状を一定にして比較するためロータリー加工で定型化したテーパ状のスギ（Wrtp）およびストレート状のスギ（Wrst）を施工した。図-3 に使用した試験杭を、表-1 に試験杭の詳細をそれぞれ示す。杭長は 5.0m である。杭径は各試験杭の周面積が等しくなるように設定した。Wbtp、Pbtp はバラツキを考慮し試験精度を向上させるために選定を行い²⁾、可能な限り形状を均一にした。

施工重機は圧入力型の重機（BA-100）を使用し、無回転圧入にて GL-4.0m まで貫入した。いずれの試験杭も最大圧入力は 20.0 ～ 30.0kN 程度であった。載荷試験は地盤工学会基準『くい鉛直載荷試験の方法・同解説』に準拠した。また、試験杭の応力を計測するため杭の頭部と先端部にそれぞれひずみゲージを取り付けた。

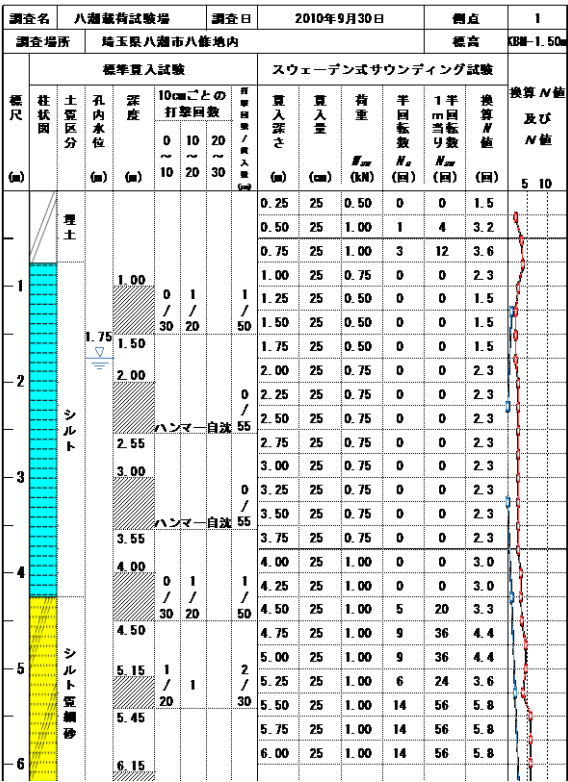
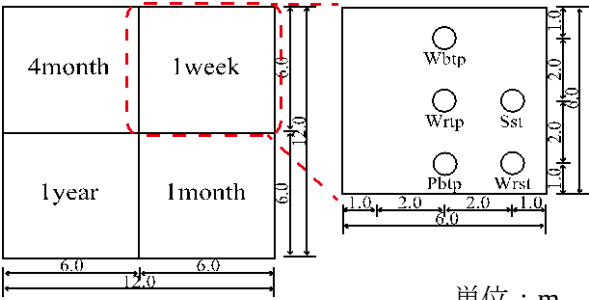
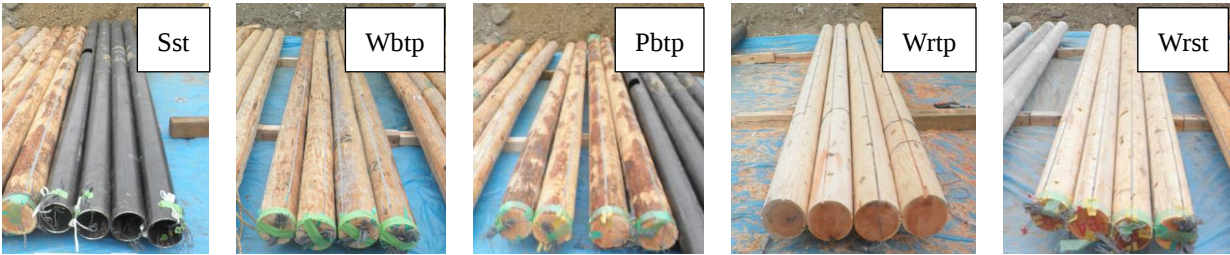


図-1 地盤調査結果



単位：m

図-2 試験杭の配置図



鋼管(ストレート) スギ(バーカー、テーパ) マツ(バーカー、テーパ) スギ(ロータリー、テーパ) スギ(ロータリー、ストレート)

図-3 使用した試験杭

表-1 試験杭詳細

No.	杭種	形状	加工	元口径(mm)	末口径(mm)
Sst	鋼管杭	ストレート	-	165.2	165.2
Wbtp	原木(スギ)	テーパ	パーカー	176.4	148.7
Pbtp	原木(マツ)	テーパ	パーカー	188.0	153.8
Wrtп	加工(スギ)	テーパ	ロータリー	177.6	150.0
Wrst	加工(スギ)	ストレート	ロータリー	160.0	160.0

※WbtpおよびPbtpは平均値



写真-1 載荷試験の様子

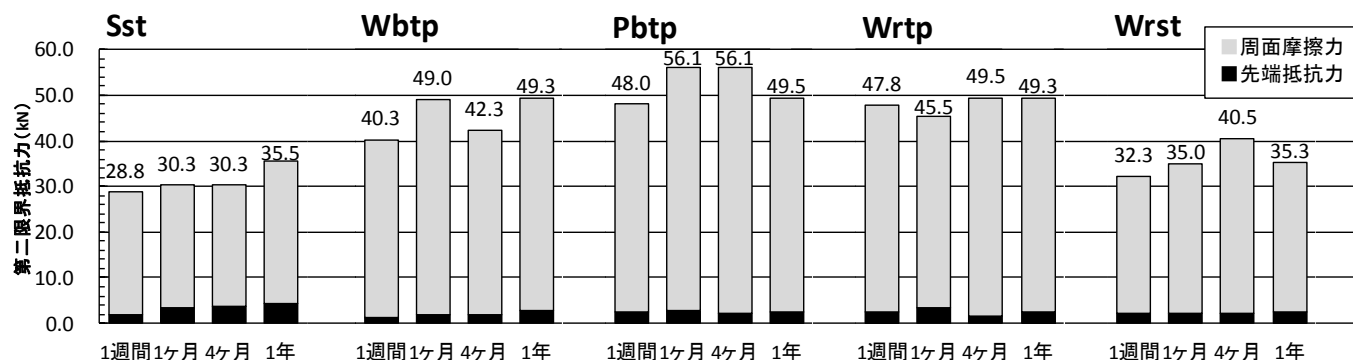


図-4 各試験杭における養生期間毎の第二限界抵抗力

3. 試験結果および考察

図-4 に各試験杭における養生期間毎の第二限界抵抗力(杭頭の沈下量が末口径の 10%に達した荷重)を示す。灰色は周面摩擦力、黒色は先端抵抗力をそれぞれ示している。

試験杭毎の第二限界抵抗力はそれぞれ、Sst は 28.8～35.5kN(ave.=31.2kN)、Wbtp は 40.3～49.3kN(ave.=45.2kN)、Pbtp は 48.0～56.1kN(ave.=52.4kN)、Wrtп は 45.5～49.5kN(ave.=48.0kN)、Wrst は 32.3～40.5kN(ave.=35.8kN)である。以上の結果より、木杭は鋼管杭と同程度の支持力が得られ、また、木杭同士で比較した場合には、ストレートよりもテーパの方が高い第二限界抵抗力が得られることがわかった。樹種の違いではスギよりもマツの方が高い結果となったが、マツの径が大きかったこともあり明らかではない。養生期間では Sst は期間が長くなるに従い第二限界抵抗力は 28.8kN が 35.5kN と高くなった。木杭については明瞭な結果は得られなかったが、若干増加する傾向がみられた。

周面摩擦力と先端抵抗力では、先端抵抗力は試験杭の材種の違いによらずほぼ一定の値を示していることがわかった。これに対し、周面摩擦力は鋼管杭と比較して木杭の方が高くなっており、それに伴い全体的に第二限界抵抗力も高くなっていると考えられる。

4. まとめ

木杭の支持力機構を解明するため、鋼管杭と木杭の載荷試験を実施し、その支持力を材種や形状毎に比較した。以下に結論を示す。

- 1) 今回の地盤において木杭は鋼管杭と同程度の支持力が得られた。
- 2) 木杭の形状による比較ではストレートよりもテーパの方が高い支持力が得られた。
- 3) 養生期間が増えるに従い、第二限界抵抗力は若干増加する傾向がみられた。
- 4) 先端抵抗力は試験杭の材種によらずほぼ一定であったが、周面摩擦力は鋼管杭よりも木杭の方が高かった。
- 5) 支持力の向上にはテーパ状の形状が影響を与えていると考えられる。

今後さらに実験を継続していき、木杭の支持力機構を明確にしていきたい。

<謝辞>

本試験は日本合板組合連合会の「地域材利用加速化支援事業のうち国産材原料転換技術開発事業」の一つとして実施されたものであり、試験費の一部を日本合板組合連合会より支援を受けて実施された。また、本試験にご協力頂いた(社)土木学会木材工学特別委員会(土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会)地中海利用小委員会の委員の方々に感謝の意を表する。

<参考文献>

- 1) 三村佳織,水谷羊介,中村博,原忠,沼田淳紀,吉田雅穂: 軟弱粘性土における木杭の支持力機構について,地盤工学会四国支部技術研究発表会,2013.11
- 2) 水谷羊介,沼田淳紀,中村博,今野雄太: 杭材としての木材地中利用について(その2),土木学会第66回年次学術講演会,2011.9