

軟弱粘土地盤における継丸太杭の周面抵抗力に関する研究

佐賀大学大学院 学生会員
佐賀大学理工学部 正会員

○西 俊憲
末次 大輔

1. はじめに

佐賀平野には軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、盛土等の構造物の安定性を保つためには軟弱地盤対策が不可欠である。木は地下水位以深では腐朽することなく長期にわたり利用可能である。さらに、軟弱地盤対策に間伐材を使用すれば、山地部の再生・林業の再興とともに、木材のCO₂の吸収・貯蔵効果によって地球温暖化防止に寄与できる。現在、木杭を用いたボックスカルバートなどの設計施工マニュアル¹⁾が整備されているが、低平地の軟弱地盤では、長尺の木杭の必要性が増しており、丸太同士を継いだ継杭の支持力算定法が求められている。そこで、本研究では軟弱粘土地盤に打設された丸太継杭の支持力の評価方法について検討する。本報では、室内模型による継丸太杭の載荷実験の結果を示し、押込み抵抗に及ぼすテーパ形状と継部の影響について考察する。

2. 実験概要

2.1 実験ケース

模型地盤に用いた試料はカオリン粘土($\rho_s=2.65\text{g/cm}^3$, $w_L=64\%$, $w_P=38.9\%$)である。模型実験には直径22cm・高さ72cmのアクリル製の円筒型モールドを用いた。模型地盤の作製方法は次のとおりである。まず、液性限界の1.25倍(77%)となるように加水・攪拌したカオリン粘土を、気泡を取り除きながらモールドに充填する。ベロフラムシリンダーで6日間30kPaの荷重を加え、その後2日間80kPa載荷して模型地盤を作製する。圧密期間は試料土の載荷中に、沈下量を計測して作成した時間沈下曲線に3t法を適用して決定して

いる。木杭はヒノキ材を使用し、末口径は各ケース全て30mmで揃えている。Case-2のテーパ角は1/200としているが、継杭のテーパ角の大きさが押込み時の抵抗にどのような影響を与えるのか調べるため、Case-3はテーパ角を1/50としている。

2.2 実験手順

今回の模型実験では、載荷試験装置により杭を2mm/minの貫入速度で240mm貫入し、木杭の放置間隔と押込み抵抗の関係を調べるため1週間放置後に押込み、その後1, 3, 5日と放置間隔を変えながら0.2mm/minの速度で10mm押し込んだ。図-2に貫入量と時間のグラフを示す。木杭の押込み抵抗は木杭上部に接続している

ロードセルをデータロガーに接続して記録する。押込み試験終了後、2mm/minの速度で木杭を引き抜く。

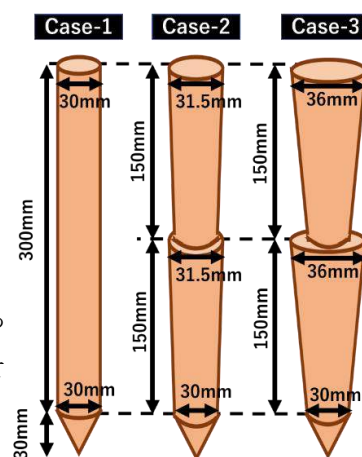


図-1 模型杭の寸法

実験ケース	木杭の種類	テーパ角	木杭長さ	末口径	元口径
Case-1	ストレート杭	なし	30cm	300mm	300mm
Case-2	継杭	1/200	15+15cm	300mm	315mm
Case-3	継杭	1/50	15+15cm	300mm	360mm

表-1 実験ケース

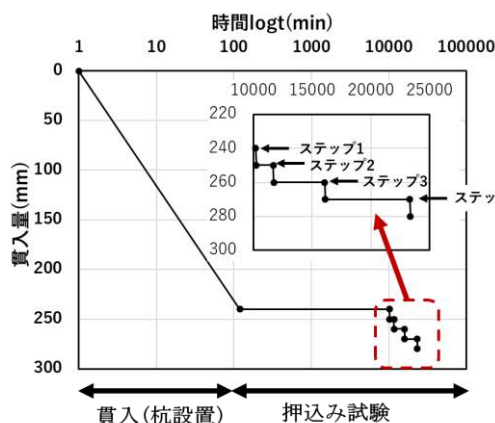


図-3 7日放置後の押込み試験結果

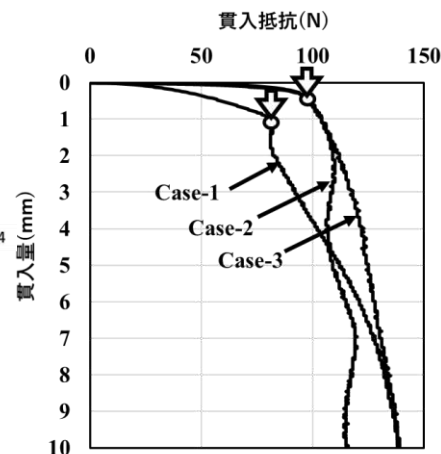


図-2 押込み試験の貫入量-時間のグラフ

3. 実験結果と考察

貫入後、7日間放置した後に押込み試験を行った結果を図-3に、その1日後に再度押込み試験を行った結果を図-4に示す。すべての試験ケースにおいて、貫入抵抗―貫入量曲線は明瞭な降伏点が確認される。ここで、降伏点における貫入抵抗を第一限界抵抗とする。ストレート杭(Case-1)と継杭(Case-2, 3)の第一限界抵抗を比較すると、放置期間にかかわらず、後者が大きい。また、第一限界抵抗に至るまでの貫入量を比較すると、放置期間が短い場合には、Case-1の方が大きくなる。これらの差異は、Case-2ならびにCase-3の方がCase-1よりも粘土地盤と接する杭表面の面積が大きいことが要因の一つと考えられる。テーパ角 1/200 の継杭(Case-2)とテーパ角 1/50 の継杭(Case-3)の第一限界抵抗ならびに降伏点に至るまでの貫入抵抗はほぼ一致している。降伏点を超える範囲では、それぞれ曲線の形状が異なってくる。Case-2の場合には抵抗が増減していることが確認された。この点は、今回の実験では原因の特定が困難であるため、今後検討する必要がある。

第一限界抵抗を整理したものを図-5に示す。テーパ角の異なるCase-2とCase-3を比較すると、放置期間に関わらず抵抗はほぼ等しい。放置に伴う押込み抵抗の増加割合は、Case-3の方がやや大きい。Case-2ならびにCase-3の引き抜き後の上杭部分を図-6に示す。Case-2は杭全体に粘土が付着していることが確認できるが、Case-3では上杭の先端部(継部より上方)に粘土が付着していなかった。これはテーパ角が大きいと、上杭の末口径と下杭の元口径の差が大きくなり、上杭において杭周辺の地盤と密着していなかったことを示唆する。Case-3はCase-2に比べて杭周面積が大きく、さらにテーパ角が大きいにも関わらず抵抗はほぼ等しくなる結果を踏まえると、Case-3は周辺地盤との不十分な接触によって十分な周面抵抗を発揮できていなかったといえる。

4. 結論

本研究では軟弱地盤において、丸太継杭が押込み時に発揮される周面抵抗について模型実験により検討した。その結果、テーパ形状の継杭はストレート杭より大きな周面抵抗を発揮するが、放置期間に対する押込み抵抗の増加割合は小さい。また、継杭のテーパ角が大きくなると、継部の上方において木杭と周辺地盤の接触が不十分となってしまう、押込み抵抗を減じてしまう。

謝辞

本研究を進めるにあたり、木材利用研究会(佐賀)のメンバーには貴重なご意見をいただき、ここに深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 佐賀県県土づくり本部, (財) 佐賀県土木建築技術協会, (社) 佐賀県県土づくりコンサルタンツ協会 水路用ボックスカルバートの木杭―底盤系基礎～設計マニュアル(改訂版)

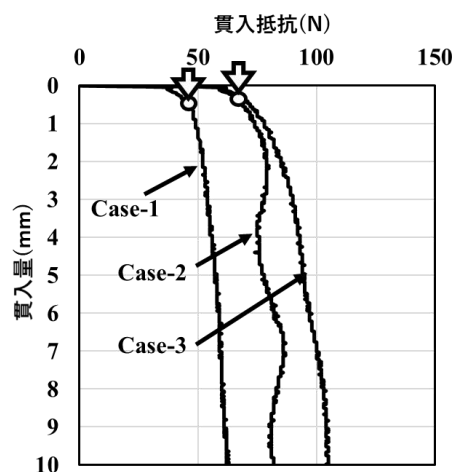


図-4 1日放置後の押込み試験結果

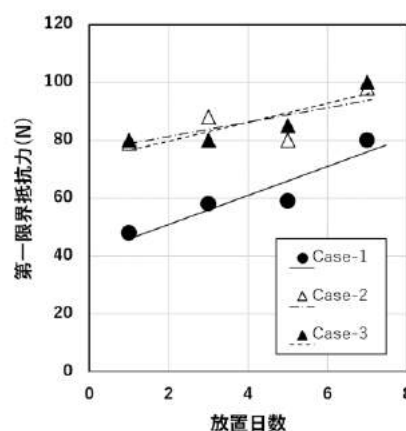


図-5 放置日数と第一限界抵抗力の関係

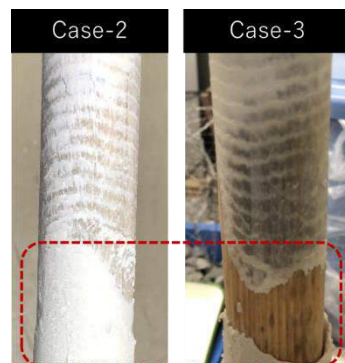


図-6 引き抜き後の継杭上部