

粘性土地盤中にある丸太の早期における鉛直支持力

飛島建設	正会員	○村田 拓海	飛島建設	正会員	沼田 淳紀
ミサワホーム	非会員	川崎 淳志	ミサワホーム	非会員	橋本 佳大
住友林業	非会員	佐々木 修平	秋田県立大学	正会員	佐々木 貴信

1. はじめに

地球温暖化は日々深刻となっており、この緩和策として木材利用が有効である¹⁾。筆者らは、既に丸太を用いた液状化対策を実用化し^{2,3)}、この適用範囲を拡大するために、丸太を地盤補強として軟弱粘性土地盤に打設する工法の開発を進めている。後者に対しては、多数の押込み試験結果とスウェーデン式サウンディング試験(以下、SWS 試験)より、SWS 試験結果を用いた丸太単体における鉛直支持力の推定式を構築した⁴⁾。

粘性土地盤では丸太打設により地盤に乱れが生じるため、鉛直支持力を求めるための押込み試験(JGS 1811-2002)は、施工から14日以上養生することが定められている。施工時の品質管理には、鉛直支持力を確認することが求められる。このため、地中に打設された丸太について、SWS 試験から推定される鉛直支持力と、丸太打設直後の鉛直支持力の関係を明らかにする必要がある。この関係を明らかにする目的で、軟弱粘性土地盤で試験を実施した。本報では、試験方法とその結果、および、品質管理への適用の可能性について述べる。

2. SWS 試験から求める鉛直支持力の算定方法

SWS 試験結果から求める丸太単体の極限鉛直支持力 R_{ud} の算定式を以下に示す。

$$R_{ud} = \xi(\alpha \bar{N}_0 A_{p0} + \sum_{i=1}^n (\beta \bar{N}_i + \gamma \bar{q}_{ui}) L_i \psi) \quad (1)$$

ここで、 ξ : 地中における丸太の鉛直支持力係数($\xi=1.13$)⁴⁾、 α : 丸太の先端付近の地盤における先端支持力係数(砂質土: $\alpha=200$, 粘性土: $\alpha=45$)、 β : 丸太の周面地盤のうち砂質土における丸太周面摩係数($\tau_d=(10/3)N$ より、 $\beta=3.33$)、 γ : 丸太の周面地盤のうち粘性土における丸太周面摩係数($\tau_d=c=(1/2)q_u$ より、 $\gamma=0.5$)、 $\bar{N}_0$: 丸太の先端下方より $1D_T$ 、上方に $1D_T$ の間の地盤の N 値の平均値 (回)、 $\bar{N}_i$: i 番目の層の砂質地盤の N 値の平均値 (回)、 A_{p0} : 丸太の末口における有効断面積 (m^2)、 $\bar{q}_{ui}$: 丸太の周面地盤のうち i 番目の層の粘土質地盤一軸圧縮強度 q_u の平均値 (kN/m^2)、 L_i : 丸太の周面地盤のうち i 番目の層の地盤に接する有効長さ (m)、 ψ : 丸太の末口における周長 (m)、 D_T : 丸太の末口における直径 (m)。

なお、この極限鉛直支持力に $2/3$ を乗じたものを短期許容鉛直支持力 R_{ad} 、 $1/3$ を乗じたものを長期許容鉛直支持力 R_{sd} とする。

3. 試験概要

試験は、秋田県大潟村の八郎潟干拓地の軟弱粘性土地盤⁵⁾で実施した。試験方法は、丸太が所定の深度に達した後丸太頭部を載荷するもので、その時の極限鉛直支持力 R_{ud} を求めた。試験は11ケース、丸太の寸法は、長さが $3.0 \sim 8.0m$ 、末口径が $0.134 \sim 0.171m$ である。なお、丸太頭部の載荷速度は $10kN/s$ 程度とし、極限鉛直支持力はこの載荷速度で載荷した時において、荷重が増加しなくなる、または、荷重が急落する直前のピーク値とした。また、経過時間は丸太の圧入が完了した時点をとった。

図-1に試験の概要、図-2に試験手順を示す。丸太の圧入及び試験時の丸太頭部の載荷は質量約 $20t$ の丸太打設機を使用した。載荷荷重の計測には荷重計(東京測器研究所, KC-20A)を用い、記録はデータロガー(東京測器研究所, TDS530)を用いて1秒に1回の頻度で行った。

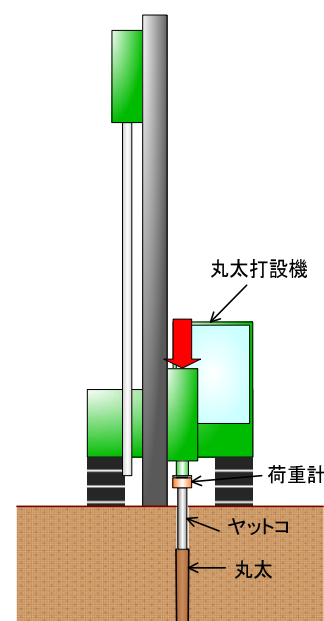


図-1 試験概要

キーワード 丸太、地盤補強、鉛直支持力、品質管理

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472, TEL 04-7198-7559, E-mail takumi_murata@tobishima.co.jp

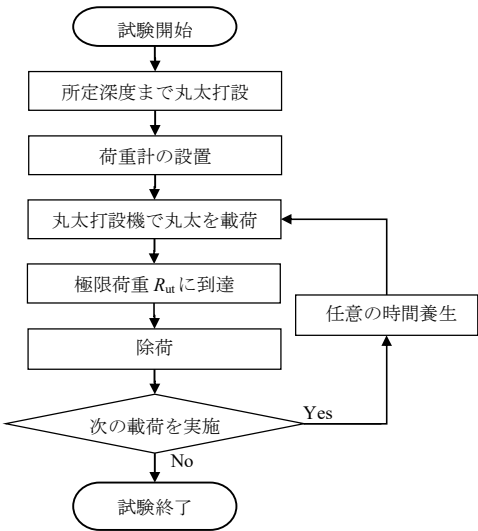


図- 2 試験手順

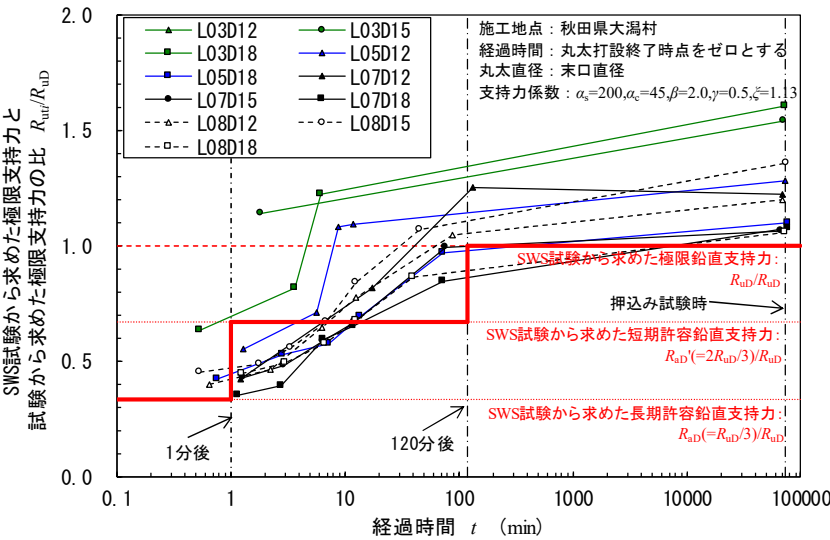


図- 3 丸太打設直後における鉛直支持力と
SWS 試験から求められる鉛直支持力の関係

4. 試験結果

図- 3 に試験結果を示す。同図の縦軸は、試験による極限鉛直支持力 R_{ut} を、(1)式より求めた極限鉛直支持力 R_{uD} で除した値である。また、この試験から約 50 日間の養生期間を経た後に、同一の丸太で押込み試験を実施している⁹⁾。同図には参考として、押込み試験で得られた極限鉛直支持力 R_u を(1)式より求めた極限鉛直支持力 R_{uD} で除した値を併記した。なお、押込み試験時の極限鉛直支持力 R_u は、第二限界抵抗力(沈下量が丸太平均直径の 10%に達したときの載荷荷重)とした。

いずれのケースでも時間の経過とともに試験による極限鉛直支持力 R_{ut} が増加する結果となった。

5. 品質管理への適用

図- 3 より、約 50 日後に極限鉛直支持力 R_u に至る丸太は、打設後 1 分後には既に(1)式より求めた長期許容鉛直支持力 R_{ad} 以上に達し、120 分後には(1)式より求めた短期許容鉛直支持力 $R_{ad'}$ 以上に達していることがわかる。表- 1 にこの傾向をまとめた。

これより、丸太打設直後の早期において、SWS 試験より求められる長期および短期の許容鉛直支持力を満足していれば、その後約 50 日経過後には極限鉛直支持力 R_{uD} も満足するといえる。

6. まとめ

- (1) 軟弱粘性土地盤中にある丸太において、SWS 試験から求められる鉛直支持力と施工から早期における鉛直支持力の関係を明らかにした。
- (2) 今後はさらに砂質土地盤などのデータを蓄積し、これに基づいた品質管理方法を提案していきたい。

謝辞 本試験は、秋田県立大学フィールド教育研究センターを使用させて戴いた。また、試験の一部は、林野庁新たな木材需要創出プロジェクト事業費補助金を使用した。試験を実施するに当たり、ミサワホーム総合研究所の松下克也様に御協力戴いた。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献 1) 土木学会：土木技術者のための木材工学入門，pp.23-42，2017.3.，2) 森林総合研究所：フロンティア環境における間伐材利用技術の開発，農林水産省実用技術開発事業，pp.1-20，2013.，3) 沼田淳紀：丸太を埋めて液状化対策と CO₂ 固定，土木技術，Vol.70，No.2，pp.43-48，2015.2.，4) 村田拓海，沼田淳紀，川崎淳志，橋本佳大，佐々木修平，藤野一，佐々木貴信：軟弱地盤中における丸太の鉛直支持力，第 53 回地盤工学研究発表会講演集，2018.7. (投稿中)，5) 川崎淳志，沼田淳紀，村田拓海，佐々木修平，佐々木貴信：軟弱粘性土中にある丸太の押込み試験の概要，第 52 回地盤工学研究発表会講演集，pp.1495-1496，2017.7.，6) 沼田淳紀，村田拓海，川崎淳志，橋本佳大，佐々木修平，藤野一，佐々木貴信：軟弱地盤中における丸太の押込み試験，第 53 回地盤工学研究発表会講演集，2018.7. (投稿中)

表- 1 丸太打設直後の鉛直支持力の傾向

丸太が所定の深度に達してからの時間 t min	SWS試験から求められる丸太の鉛直支持力	
$0 \leq t < 1$	長期許容鉛直支持力	$R_{ad}=(1/3) \cdot R_{uD}$
$1 \leq t < 120$	短期許容鉛直支持力	$R_{ad'}=(2/3) \cdot R_{uD}$
$120 \leq t$	極限鉛直支持力	R_{uD}