

地中にある丸太の軸荷重の計測方法

飛島建設 正会員 ○村田 拓海 飛島建設 正会員 沼田 淳紀
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きたり、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⁾、この適用範囲を軟弱粘性土地盤対策に拡大するための開発を進めている。地盤補強としての設計方法を構築するためには、丸太が完全に地中にある場合の丸太の鉛直支持力と丸太中の軸荷重を明らかにする必要があるが、丸太が完全に地中にある場合の押し込み試験について、丸太の軸荷重を求めた例はほとんどない。そこで、本報では、丸太が完全に地中にある場合の押し込み試験について、ひずみゲージを用いた丸太の軸荷重の計測方法における現状の課題と対策方法について述べる。

2. 現状における課題

2.1 丸太打設前のキャリブレーション試験

丸太は節などの影響で同一丸太内でも場所によりヤング率が異なるため、一つのヤング率のみで各地点の軸荷重を求めるべきではないといえる。したがって、丸太打設前にキャリブレーション試験を実施し、軸荷重を求める各地点において校正係数を求める必要がある。しかし、キャリブレーション試験時と、丸太打設後に地中で養生した後の押し込み試験時では丸太の力学的性質が変化することが推測できる。

2.2 地中における丸太のひずみの経時変化

丸太の力学的性質の変化を観察することを目的に、異なる環境下における丸太に発生するひずみ量の経時変化を計測した。用いた丸太は、末口径 $D=0.15m$ 、長さ $L=0.50m$ 、伐採時期の異なる皮剥ぎ丸太である。丸太の側面2方向に、ひずみゲージを 3.1 に示す方法で貼り付けた。丸太に与える環境は、気中、水中、土中(函館シルト、 $w=48.3\%$)とした。それぞれの丸太は、コンテナボックス内に横に倒して1日経過後、水及び土を投入し、その後浮き上がり防止のためにコンクリートブロックを上に乗せた。発生ひずみは、丸太をコンテナボックス内に横に倒して設置した時点とをゼロとし、1時間に1回の頻度でデータロガーにより計測を行った。図-1に実験結果を示す。いずれにおいても丸太にひずみが発生している。また、25日間の間でも $-51.5\mu\epsilon \sim 93.5\mu\epsilon$ のひずみの差異が認められ、丸太の置かれた環境、伐採後からの経過時間によりひずみ発生量が異なることがわかる。したがって、丸太打設前に実施したキャリブレーション試験から求めた校正係数をそのまま丸太の軸荷重算定に使用すべきではないといえる。

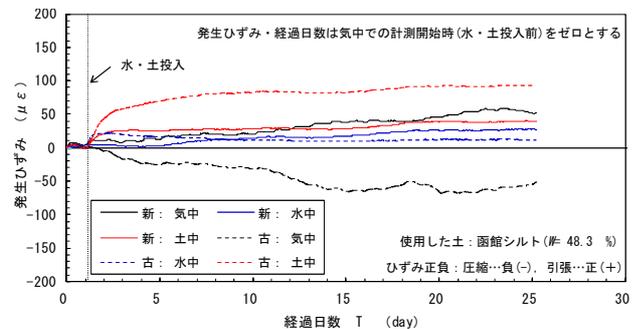


図-1 丸太に発生したひずみ量の計時変化

2.3 課題の整理と対策方法

表-1に丸太が完全に地中にある場合の、ひずみゲージを用いた丸太の軸荷重の計測方法における現状の課題を示す。現状の課題は3通りに分類できる。(a) ひずみゲージの欠損。(b) 材料の不均一性。(c) 力学的性質の変化。(a)については、施工・養生期間中でも欠損しないひずみゲージの設置方法を示す。(b),(c)については、キャリブレーション試験(丸太打設前、押し込み試験時)を使用した対策方法を示す。

表-1 現状における課題

No.	課題	因子
1	施工・養生期間中にひずみゲージが欠損する	施工 地下水位
2	同一丸太内でヤング率が異なる	木材の特性
3	樹木の成長応力により応力状態が変化する	成長応力
4	養生期間中に丸太の含水率が変化する	地下水位
5	土中の拘束圧を受ける	拘束圧
6	丸太打設により大きな応力履歴を受ける	応力履歴

3. 地中にある丸太のひずみゲージによる軸荷重の計測方法

3.1 ひずみゲージの設置方法

押し込み試験に使用する丸太には、側面の4つの軸方向に幅 20mm×

キーワード 丸太, 地盤補強, 載荷試験, 軸荷重

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

高さ 20mm 程度の溝を切り，深度方向に丸太頭部付近，丸太先端付近，丸太中間部などの 3 深度以上にひずみゲージを貼り付けるものとする。図- 2 にひずみゲージの設置位置例を示す。ひずみゲージには，防水型のメタルベースゲージ（例：東京測器研究所，WFLM-60-11）を使用する。防水を目的に 3 層のコーティングを施し，ひずみゲージのコードの保護を目的にワイヤプロテクタ等で養生する。この方法でひずみゲージを設置した秋田県大潟村の八郎潟干拓地で実施した押し込み試験⁴⁾では，押し込み試験時にひずみゲージの欠損はひとつもなかった。

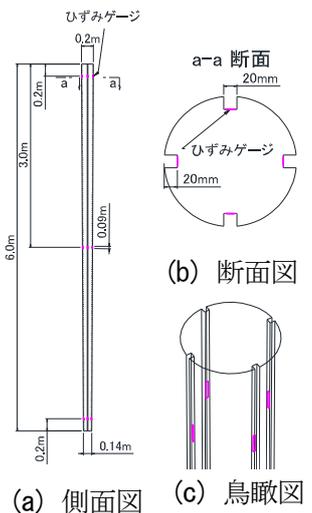


図- 2 ひずみゲージの設置位置例

3.2 軸荷重の求め方

図- 3 に校正係数の求め方を模式的に示す。地中にある丸太の校正係数を求める際に以下を仮定した。

- 1) キャリブレーション試験時と押し込み試験時の丸太の校正係数は変化する【 $K_{Ci} \neq K_{Li}$ 】。
- 2) 同一位置におけるキャリブレーション試験時と押し込み試験時の校正係数の比は丸太内で均一【 $C = K_{L1}/K_{C1} = K_{L2}/K_{C2} = K_{Li}/K_{Ci}$ 】。
- 3) 押し込み試験時の丸太頭部における荷重と丸太頭部付近位置の軸荷重は等しい。【 $P_{L0} = K_{L1}\epsilon_1$ 】。

仮定を基に，地中にある丸太の校正係数は(1)式で求めた。

$$K_L = K_{Ci} C \quad (1)$$

これより，元口から i 番目の位置における押し込み試験時の丸太の軸荷重は(2)式で求めた。

$$P_{Li} = K_{Li} \epsilon_i \quad (2)$$

ここで， K_{Ci} :元口から i 番目の位置におけるキャリブレーション試験時の丸太の校正係数(kN)， K_{Li} :元口から i 番目の位置における押し込み試験時の丸太の校正係数(kN)， C :キャリブレーション試験時と押し込み試験時の丸太の校正係数の比， P_{L0} :押し込み試験時の丸太頭部荷重(荷重計で計測)(kN)， ϵ_i :元口から i 番目の位置における丸太のひずみ， P_{Li} :元口から i 番目の位置における押し込み試験時の軸荷重(ひずみより算定)(kN)

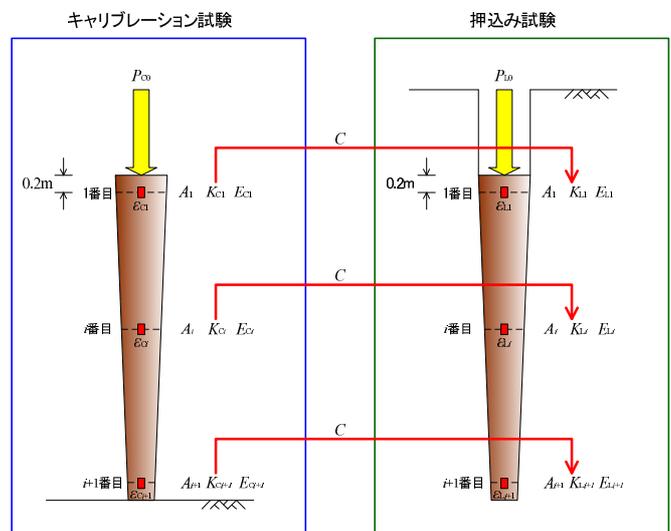


図- 3 丸太の校正係数の求め方の模式図

表- 2 丸太の校正係数の一例

名称	ひずみゲージ位置 No.	元口からの距離 m	丸太打設前	押し込み試験時	
			校正係数 荷重(N)-ひずみ(με) K_{Ci}	校正係数の比 C K_{Li}/K_{Ci}	校正係数 荷重(N)-ひずみ(με) K_{Li} $K_{Ci} C$
L06Lg	1	0.2	-1.6714	1.1485	-1.9195
	2	3.0	-0.9271		-1.0647
	3	5.8	-0.8475		-0.9733
L06LgD	1	0.2	-0.7112	1.2215	-0.8688
	2	3.0	-0.4519		-0.5520
	3	5.8	-0.3328		-0.4065

表- 2 に秋田県大潟村の八郎潟干拓地で実施した押し込み試験⁴⁾の丸太の校正係数の一例を示す。一般的に木材は含水率の増加に伴い圧縮強度が低減する⁵⁾ためヤング率も低減する。養生期間に丸太の含水率は増加していると考えられるが，校正係数はいずれも増加しており，これは，地盤中の拘束圧によるものと推測される。

図- 4 に押し込み試験における地中にある丸太の軸荷重の計測のフローを示す。

4. まとめ

- (1) 丸太打設前と押し込み試験時では，丸太の校正係数は変化する。
- (2) 丸太が完全に地中にある場合の，ひずみゲージを用いた丸太の軸荷重の計測方法における現状の課題とその対策方法を示した。

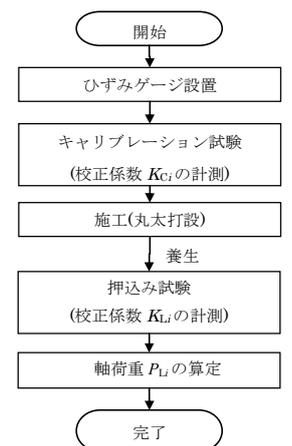


図- 4 丸太の軸荷重の計測フロー

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) 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し込み試験の概要，第 52 回地盤工学研究発表会，2017.7.(投稿中) 5) 高橋徹，中山義雄：木材科学講座 3 物理，pp.121-124，1992.3.