

最下端丸太の長さが異なる継ぎ丸太の押込み試験結果

飛島建設 正会員 ○村田 拓海 正会員 沼田 淳紀

1. はじめに

筆者らは木材の長期・大量使用が気候変動緩和策となる¹⁾ことから、丸太を地盤補強として用いることに着目し、1本物の丸太の鉛直支持力は既往の鉛直支持力推定式から推定した値の1.47～2.83倍となることを明らかにしてきた²⁾。一方、継ぎ部に段差を有する継ぎ丸太の鉛直支持力については、1本物より小さくなることを明らかにした³⁾が、そのメカニズムは解明されていない。

ここで、継ぎ丸太の鉛直支持力が低下するメカニズムが、継ぎ部の段差で生じた隙間により最下端丸太以外の周面摩擦が十分に発揮されないことによるものであれば、継ぎ丸太の全長が同じでも最下端丸太の長さが異なることで鉛直支持力に差が出ると考えられる。そこで本研究では、最下端丸太の長さが異なる継ぎ丸太に対して押込み試験を実施したので、その結果を示す。

2. 試験概要

表-1に試験ケースを示す。試験ケースは、最下端丸太の長さの影響を確認するため、継ぎ丸太の全長と末口径をできる限り揃えた。No.1～No.3は、継ぎ数は同じで最下端丸太の長さが異なる。No.3とNo.4は最下端丸太の長さが同じで継ぎ数が異なる。使用した丸太は、皮を剥いだだけの生材で、両端面は平坦にカットしており、樹種はスギである。

丸太同士の継ぎ方法は、上側丸太と下側丸太の木口面の中央に孔をあけた後に、上側丸太の孔に継材を挿入し、下側丸太を地盤に圧入し孔をあけた木口面が地表面付近に達した時点で、継材が取り付けられた上側丸太を下側丸太に継ぎ、上側丸太と下側丸太を同時に地盤に圧入した。このような継ぎ方法であるため、継ぎ部はヒンジ状態である。また、上側丸太の末口径は下側丸太の元口径より小さいため、継ぎ部の丸太表面には段差が生じている。なお、木口面の孔は、直径19mmの木工ドリルを用いて、削孔深さが110～150mm程度となるようにあけ、継材には直径19mm、長さ200mmの丸鋼（SR235）を使用した。

図-1に押込み試験を実施した地点の地盤柱状図を示す。当該地は、秋田県の八郎潟干拓地の中に位置する。N値は、スクリーウエイト貫入試験（以降、「SWS」）結果からの換算値である。丸太の頭部は、地表面の硬く薄い層の影響を受けないようにGL-1.0mに設置した。丸太の先端は、シルト質粘土層に位置する。丸太の打設は、リーダー式の杭打機を用いて、丸太打設前に外径0.1mの先端が閉塞した鋼管を所定の深度より0.5～1.0m浅い位置まで回転圧入し、それを回転させながら引抜き、作成された孔に丸太を静的に圧入した。丸太打設後、約2ヶ月養生し、その後押込み試験を実施した。押込み試験は、JGS-1811-2002に準拠して実施した。（詳細は、文献2)参照）

表-1 試験ケース

丸太 No.	丸太 全長 L (m)	下から1番目（最下端）*			下から2番目*			下から3番目*		
		長さ	末口径	元口径	長さ	末口径	元口径	長さ	末口径	元口径
		L_1 (m)	D_{T1} (m)	D_{B1} (m)	L_2 (m)	D_{T2} (m)	D_{B2} (m)	L_3 (m)	D_{T3} (m)	D_{B3} (m)
1	6.2	4.1	0.157	0.203	2.1	0.166	0.183	—	—	—
2	6.2	3.1	0.150	0.193	3.1	0.168	0.187	—	—	—
3	6.2	2.1	0.155	0.193	4.1	0.171	0.218	—	—	—
4	6.3	2.1	0.152	0.194	2.1	0.152	0.187	2.1	0.152	0.163

※：継ぎ丸太の先端から数えた丸太の番号。

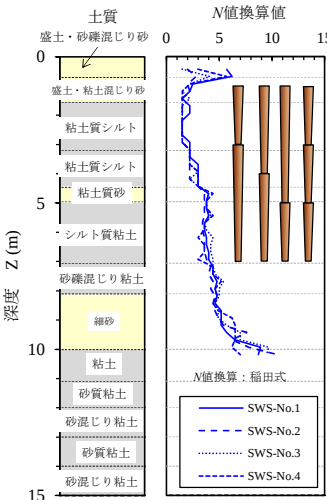


図-1 地盤柱状図

キーワード 丸太，継ぎ，鉛直支持力
連絡先 〒108-0075 東京都港区港南 1-8-15 W ビル 4F, TEL 080-8775-5978, E-mail takumi_murata@tobishima.co.jp

3. 試験結果

図-2 に押し込み試験で得られた荷重と変位量の関係を示す。第2 限界抵抗力は、丸太頭部の変位量が最下端丸太の末口径と元口径の平均径の10%となる範囲における最大荷重とした。第2 限界抵抗力は、No.1 で75.8kN, No.2 で62.7kN, No.3 で61.4kN, No.4 で53.2kN となった。いずれも変位が急増する段階で第2 限界抵抗力に至っているが、荷重は急激に低下しておらず、丸太や継材は座屈していないと考えられる。

次に、最下端丸太の長さや鉛直支持力との関係を検討する。図-3 にSWS から推定した極限鉛直支持力（以降、「推定値」）に対する押し込み試験で得られた極限鉛直支持力（以降、「実測値」）の比率と継ぎ丸太の全長に対する最下端丸太の長さの比の関係を示す。推定値は小規模建築物基礎設計指針における杭状地盤補強（木杭）の鉛直支持力式⁴⁾を用いて算定した値とし、実測値は押し込み試験による第2 限界抵抗力とした。図中には、参考として既往研究で得られた1 本物の丸太の推定値に対する実測値の比率の平均値²⁾を併記した。推定値に対する実測値の比率は、No.1 で1.11, No.2 で1.07, No.3 で0.92, No.4 で0.83 となり、いずれも1 本物の平均値よりも小さい。一方で、推定値に対する実測値の比率は最下端丸太の長さが長いほど大きくなる傾向が認められる。また、継ぎ数が異なるNo.3 とNo.4 には大きな差がない。これらのことから、継ぎ丸太の鉛直支持力は、最下端丸太の長さとの関係が大きいことがわかる。これは、最下端丸太の周面摩擦は機能しているが、下から2 番目以降の丸太の周面摩擦は、丸太表面に段差が生じているために、継ぎ丸太の押し込み時にこの位置の丸太の周面に隙間ができていて、ひどく乱された状態となり、少なくとも2 ヶ月程度の短期間では、周面摩擦を期待できないものと考えられる。

図-4 に最下端丸太以外の周面摩擦を無視して算定した推定値と実測値の関係を示す。図中には、既往研究で得られた継ぎ丸太の結果³⁾も併記した。いずれの結果も、1 本物の平均値に近づき、既往研究の結果と整合している。このことから、最下端丸太の長さに関わらず、最下端丸太以外の周面摩擦を無視することで継ぎ部に段差を有する継ぎ丸太の極限鉛直支持力を概ね推定できると考えられる。

4. まとめ

粘土質地盤中にある継ぎ部に段差を有する継ぎ丸太に対して押し込み試験を実施し、以下の知見を得た。

- (1) 継ぎ丸太の全長が同じ場合、最下端となる丸太の長さを長くすることで極限鉛直支持力が大きくなる。
- (2) 最下端丸太の長さが異なる場合においても、極限鉛直支持力算定時に最下端丸太以外の丸太の周面摩擦を無視することで、実測値と推定値の関係が1 本物の丸太の極限鉛直支持力関係に近づく。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP21K05698 の助成を受けて実施した。ここに記して深謝の意を表す。

参考文献 1) 土木学会木材工学委員会：土木技術者のための木材工学入門，pp.23-42,2017. 2) 村田拓海，沼田淳紀，佐々木修平，川崎淳志：軟弱地盤中にある丸太の鉛直支持力推定式の提案，地盤工学ジャーナル，Vol.17, No.1, pp.1-17, 2022. 3) 村田拓海，沼田淳紀，佐々木修平，川崎淳志，杉山耕平：2 本および3 本継ぎ丸太の押し込み試験結果，第15 回地盤改良シンポジウム論文集，pp.275-282, 2022. 4) 日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針，pp.181-816, 2008.

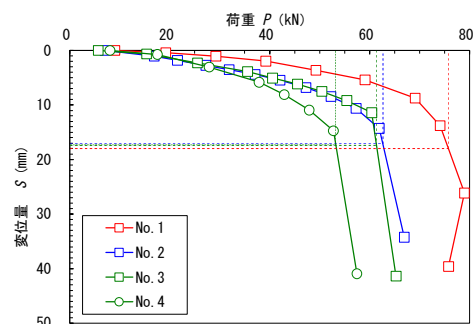


図-2 押し込み試験結果

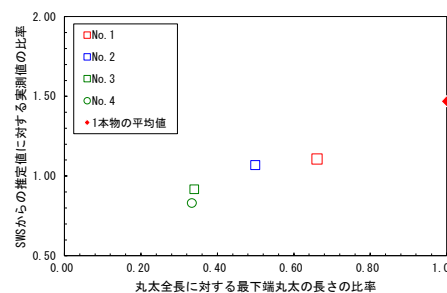


図-3 推定値に対する実測値の比率と最下端丸太の長さの関係

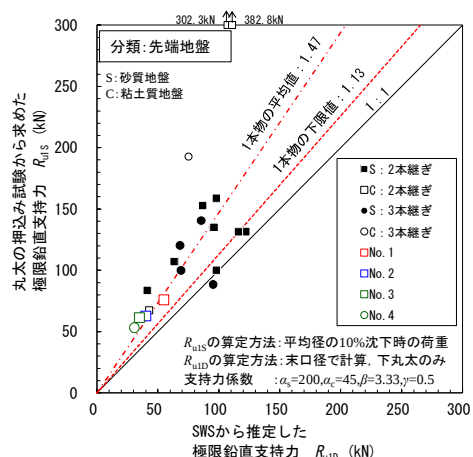


図-4 SWS からの推定値に対する実測値の関係（最下端丸太以外の周面摩擦を無視）