

自伐型林業による伐採小径材の建築構造材活用に関する研究
福井県産材丸太の強度特性

Study on Utilizing Small Diameter Lumber Harvested by The Self-Cutting Forestry as Building Materials
Strength Properties of Fukui Prefecture-Produced Logs

○宮村拓人², 廣石秀造¹

*Takuto Miyamura², Shuzo Hiroishi¹

Abstract: In recent years, the self-cutting forestry has been attracting attention. It is a type of forestry where the owner manages the forest himself. Through repeated periodic thinning, we aim to sustainably produce high-quality lumber. However, thinning wood consists largely of small-diameter logs, and logging volumes are constrained, making effective utilization essential. Therefore, we are exploring methods to utilize round lumber as structural lumber with the aim of effectively utilizing thinned lumber. In this paper, conducted a field survey of logs harvested in the forests of Fukui. Specifically, field measurements and strength tests were conducted.

1. はじめに

近年, 新たな施業形態として「自伐型林業」が注目されている. 自伐型林業とは, 山林所有者が自ら森林の経営・管理・施業を行う自立的な林業であり, 定期的な間伐を繰り返すことで, 持続的な良質材の生産を目指す. しかし, 管理に伴って発生する間伐材は, 径にばらつきのある小径材が多く, 伐採量にも制約があるため, 廃材の削減と有効活用が求められている. このため, 著者らは間伐材の有効活用と, 加工に伴う断面欠損を最小化しながら, 丸太材を構造材として活用する方法を検討している.

本報では, 基本的性質の把握を目的として, 福井県福井市で伐採された丸太材を対象に, 現地での実測調査および伐採材の曲げ試験と横圧縮試験を実施した.

2. 供試丸太

供試丸太には, 福井県福井市美山地区で伐採されたスギの原木丸太を用いた. 材種はスギの未乾燥材で, 無欠点試験体ではない.

3. 曲げ試験

3.1. 実験概要

実験概要を Fig.1, 試験体概要を Tab.1 に示す. 曲げ試験は, 3 等分点 4 点荷重法^[1]とし, 試験体が破壊するまで漸増荷重を行った. 加力には前川社製全自動耐圧試験機(2000kN 級)を用い, 試験体中央部の鉛直変位を巻込型変位計により測定した. 測定された荷重-変位関係より, 曲げヤング係数 E_m , 曲げ強さ f_m を式(1), (2) から算出した.

3.2. 結果および考察

丸太材 6 体の荷重-変位関係を Fig.2, 試験体の破壊状況を Pic.1, 末口径-ヤング係数関係を Fig.3, 曲げ試

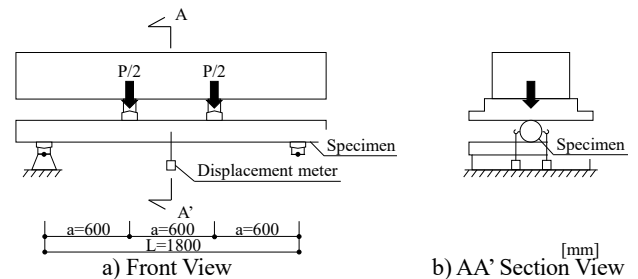


Figure1 Outline of Bending Test

Table1 Detail of Specimens

Specimen Number	Length (mm)	Diameter of Top End (mm)	Diameter of Butt End (mm)	Weight (kg)	Volume (cm ³)	Moisture Content (%)
No.1	2018	143	160	18.3	36421.4	18.5
No.2	2050	146	159	20.0	37607.8	21.3
No.3	2100	154	169	22.3	42985.6	20.8
No.4	2038	122	140	13.8	27571.3	11.8
No.5	2050	142	159	18.8	36461.8	18.7
No.6	2042	108	118	10.7	20608.1	14.3

$$E_m = \frac{a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1)}{48I(w_2 - w_1)} \quad (1) \quad f_m = \frac{aF_{ult}}{2Z} \quad (2)$$

a : 支点から荷重点までの距離(mm), L : 支点間距離(mm), I : 断面二次モーメント(mm⁴), F_2-F_1 : 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分. F_1 は F_{ult} の約 10%, F_2 は約 40%, F_{ult} : 最大荷重(N), Z : 断面係数(mm³), w_2-w_1 : F_2-F_1 に対応する部分である.

験結果を Tab.2 に示す. なお, 6 試験体の密度の平均値は 0.51g/cm³であった. また, Fig.3 に, 福井の山林において縦振動法^[1]を用いて実測した, 加工前の丸太材(26 体)のヤング係数(以下「実測値」)を併せて示す.

Fig.2 より, ほぼ全ての試験体は荷重の増加に伴い変位が線形的に増加し, その後, 試験体中央で破断した. 破断後には, 急激な耐力の低下が確認された.

Fig.3, Tab.2 より, 実験値と実測値は, それぞれ平均が 7.59, 5.97 kN/mm²であり, 1.5 kN/mm²ほどの差が確認された. 既報^[2]では, 未乾燥材に対する乾燥材(含水

1: 日大理工・教員・建築 2: 日大理工・院(前)・建築

率 19%)のヤング係数の比は 1.14 倍と示されており、本報の結果はこの値に近似した傾向を示している。よって、現地実測により、丸太材の剛性は概ね推定が可能であることが示唆された。なお、試験体 No.1 は曲げヤング係数・曲げ強さとともに最小値を示したが、中央部に大きな節を有していたことが要因であると考えられる(Pic.1).

4. 部分横圧縮試験

4.1. 実験概要

実験概要を Fig.4, 試験体一覧を Tab.3, 太鼓材のモデル図を Fig.5 に示す。試験体は、断面形状, 材径, 載荷位置, 表層からの削り深さをパラメータとした 8 種類とし, 各 6 試験体, 計 48 体である。部分横圧縮試験は、曲げ試験と同様に耐圧試験機(2000kN 級)を用い、クロスヘッドの変位が 20mm に達するまで漸増载荷を行った^[1]。また、測定された荷重-変位関係より、めり込み強さ $f_{c,90}$, めり込み降伏強さ $f_{c,90,y}$, めり込み剛性 $K_{c,90}$ を式(3)~(5)から算出した。なお、丸太材の試験体幅は、実験後に加圧板との接触部の幅を計測して求めた。

4.2. 結果および考察

荷重-変位関係(1 体目)を Fig.6, めり込み強さ-めり込み剛性関係を Fig.7, 各特性値を Tab.4 に示す。

Fig.6 より、丸太材(LC, LE, SC, SE)は線形的、太鼓材(T_LC10, 30, T_SC10, 30)はバイリニア型の挙動を示した。一般に、木材のめり込みはバイリニア型の挙動を示すが、丸太材は断面が円形であり、载荷に伴って加圧面積が拡大するため、線形的な挙動を示したと考えられる。

Fig.7, Tab.4 より、めり込み強さと剛性は全試験体で丸太材より太鼓材が高い値を示した。これは、加圧面積の大きさによる影響だと考えられる。また、太鼓材同士の比較では、径の小さい T_SC10, 30 が T_LC10, 30 よりもめり込み強さと剛性ともに高くなった。さらに、表層からの削り深さでは、加圧面積の大きい 30mm が高い値を示した。

5. まとめ

本報では、基本的性質の把握を目的として、丸太材を対象に、実測調査および曲げ試験と横圧縮試験を実施した。今後、丸太材を活用した接合部の検討を行う予定である。

6. 参考文献

[1] (財)日本住宅木材・技術センター：構造用木材の強度試験マニュアル, pp.8-9, pp.15-17, pp.61-62, 2011.3
 [2] 遠矢良太郎：鹿児島県木材工業試験場昭和 56 年度業務報告 14, 1984

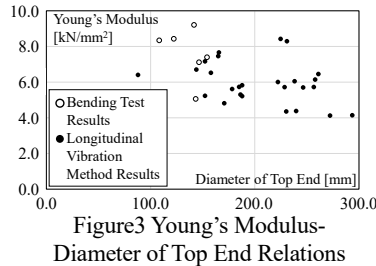
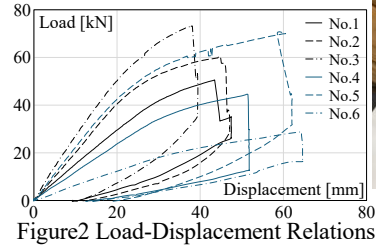


Table2 Bending Test Results

Specimen Number	Bending Young's Modulus E_m (kN/mm ²)	Bending Strength f_m (N/mm ²)
No.1	5.06	39.47
No.2	7.12	48.05
No.3	7.39	49.28
No.4	8.43	60.97
No.5	9.20	63.05
No.6	8.34	62.57
Avg.	7.59	53.90

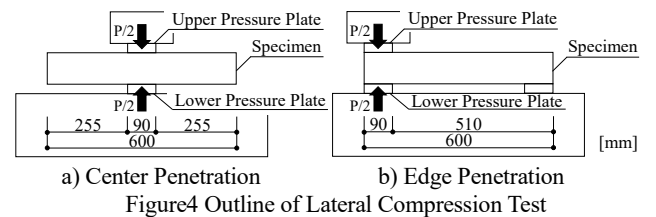
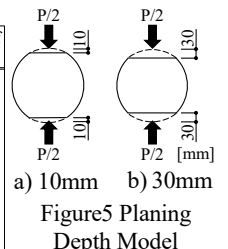


Table3 List of Specimens

Model	Sectional Shape	Diameter	Loading Position	Planing Depth	Number of Specimens	
LC	Log	Large	Center	6	6	
LE			Edge			
SC		Center				
SE		Edge				
T_LC10	Two Sided Cant	Large	Center			10mm
T_LC30						30mm
T_SC10		Small		10mm		
T_SC30				30mm		



$$f_{c,90} = \frac{F_{ult}}{bl} \quad (3) \quad f_{c,90,y} = \frac{F_y}{bl} \quad (4) \quad K_{c,90} = \frac{\Delta F / \Delta w}{bl} \quad (5)$$

F_{ult} : 試験体に 20mm の変形が生じたときの荷重(N), F_y : 荷重-変位関係において、直線部分を延長し、これを变形増加方向に 2 mm 平行移動させた直線との交点で得られる荷重(N), b : 試験体の幅(mm), l : 加圧板の長さ(mm). $\Delta F / \Delta w$: 荷重-変位関係の直線部分の荷重と変位の比.

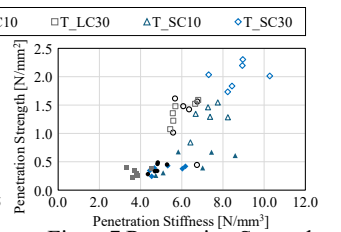
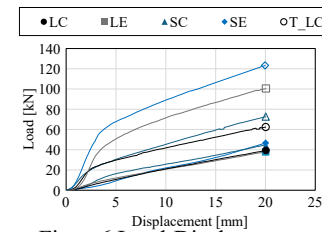


Figure6 Load-Displacement Relations for Specimen1
 Figure7 Penetration Strength-Penetration Stiffness Relations

Table4 List of Specification Values (Average)

Model	Density	Moisture Content (g/cm ³)	Penetration Strength $f_{c,90}$ (N/mm ²)	Penetration Yield Strength $f_{c,90,y}$ (N/mm ²)	Penetration Stiffness $K_{c,90}$ (N/mm ³)
LC	0.46	17.25	4.80	2.45	0.39
LE	0.47	19.04	3.80	1.69	0.32
SC	0.50	18.79	6.46	3.81	0.49
SE	0.53	19.54	5.20	2.43	0.37
T_LC1	0.49	24.79	6.20	3.16	1.26
T_LC3	0.50	24.42	5.96	3.10	1.37
T_SC1	0.51	22.46	7.29	3.32	1.30
T_SC3	0.52	28.88	8.69	4.83	2.02