

桝組壁工法用縦継ぎ材の曲げ性能 — 目視等級区分および寸法型式別曲げ強度の比較 —

内迫貴幸^{*1}・徳田迪夫^{*1}・松原千裕^{*2}

Bending Properties of Finger-jointed Dimension Lumber
Comparison of bending strengths for various visual grades and dimensions

Takayuki UCHISAKO^{*1}, Michio TOKUDA^{*1}, Chihiro MATSUBARA^{*2}

^{*1}Faculty of Bioresources, Mie University

^{*2}Takara Standard Co.,Ltd

要 旨

桝組壁工法用縦継ぎ材の曲げ部材としての性能評価を目的として、種々の等級区分と寸法型式について曲げ試験を行い、縦継ぎ部分の信頼性について検討した。試験の結果、特級材の曲げ強さの平均値は他級材より大きく、その他の等級間に有意差は認められなかった。210材の強度の平均値は204や206より小さく、製材と同様の寸法効果の影響が認められた。荷重方向で比較するとエッジワイズ曲げ試験で得られる強度値はフラットワイズのそれよりも大きく、両者には約10%の差があった。縦継ぎ材の強度のばらつきは無欠点小試験片と同程度で、縦継ぎ材が信頼性の高い材料である事が明らかになった。曲げ試験で得られたヤング係数の値は強度と高い相関を示し、断面が小さい程相関係数が大きくなる傾向が認められた。

キーワード：フィンガージョイント材、曲げ試験、曲げヤング係数、曲げ破壊係数

ABSTRACT

The experimental study on bending properties of finger-jointed lumber was conducted to evaluate them for structural bending members. The bending tests at a finger-joint were proceeded

*1 三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514 - 8507

*2 タカラスタンダード (株) Takara Standard Co., Ltd., Johtoh-ku, Osaka 536-8536

to investigate the reliability for a variety of visual grades and dimensions. The test result showed that the mean value of bending strengths of select structural lumbers was greater than that of the other grades. The mean value of the strengths of 2×10 in. dimension lumbers was smaller than that of 2×4 in. and 2×6 in. by the influence of the scale effect as to be recognized in commercial lumbers. From comparison of the direction of load, the strength obtained from edge-wise bending tests was about 10 % higher than that from flatwise tests. The variation of strengths of finger-jointed lumbers was as small as that of clear wood specimens. The relation between the modulus of elasticity (*MOE*) and the bending strength showed a good regression coefficient which increased as the size of lumbers decreased.

Key words : finger-jointed lumber, bending test, modulus of elasticity, bending strength

1. 緒 言

森林資源の豊富な北米においても、天然林の伐採規制が厳しくなり建築用材やパルプ用材として利用できるのは二次林の針葉樹が主体となってきている。地球環境保全の問題からは当然の成り行きで、木材を利用する側も木材の生長量内での利用を考えなければならない。このような情勢になるとかつてのような良質な大径木は数が少なくなり、比較的小径で材質の落ちる材を利用せざるを得ない。

フィンガージョイントで長手方向に接着接合した製品を「縦継ぎ木材」または「フィンガージョイント材」と呼び、材質や寸法の面で構造用として利用できない製材を、欠点の除去と縦継ぎという手法によって建築構造材として使っていこうとするものである。縦継ぎされた木材で特に問題となるのは曲げや引張りを受けたときの信頼性であるが、集成材のように被接合材の厳密な品質管理は難しく、現実に生産される縦継ぎ材の適正な評価基準の整備が重要であった。我が国ではカナダや北米の規格に準じ、平成6年日本農林規格の一部改正により縦継ぎ材の適合基準が制定され、間柱（スタッド材）以外に曲げや引張り部材としての用途が認められるようになった（6）。

本研究は縦継ぎ部の信頼性向上のためのデータ提供を目的に、現在カナダで材として使用されている縦継ぎ木材を、等級別、寸法別に曲げ試験に供し、強度値やそのばらつき、荷重方向の影響の有無について検討した。また *MOE* (曲げヤング係数) と *MOR* (曲げ破壊係数) の相関を個別に求め、製品の *MOE* から強度を推定する際の基礎データを収集した。なお、フィンガージョイントの形状設計や接合条件はすでに種々の試験により求められているので全て一定とした。

2. 実験材料および試験方法

2.1 実験材料

実験に用いたフィンガージョイント材(以下 FJ 材と呼ぶ)はカナダの構造用 FJ 材の規格である「SPS1」(5)に基づいて、カナダで製造された 204FJ 材 (断面 38×89 mm, 以下 204 と略記)、206FJ 材 (断面 $38 \times$

140mm, 以下 206)、210FJ 材 (断面 38×235 mm, 以下 210) の 3 種類である。樹種は SPF (スプルース、パイン、ファー) で、それぞれ目視により区分された特級、1 級、2 級の 3 種類があり、長さ 7 m、本数は各等級 20 本の合計 180 本である。フィンガージョイントの拡大図を図 1 に示した。フィンガージョイントの形状はギザギザ模様が幅狭面に現れる水平型で、7 m 材の間に 3～5 ヶ所ランダムに入っていた。接着剤はレゾルシノールであった。

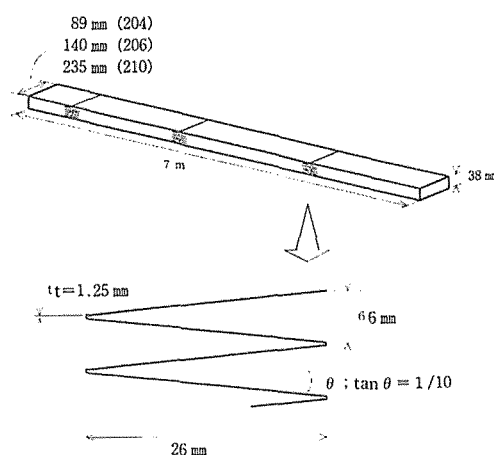


図-1 フィンガージョイント部の寸法および形状

2.2 試験の手順

試験の手順を図 2 に示した。試験はまず 7 m 材の一方の木口をハンマーで打撃し、縦振動法によるヤング係数を、棧積みした状態だと、1 本ずつ取り出した状態の 2 通りの方法で求めた。ヤング係数測定後、エッジワイズ曲げ試験体 (幅狭面加力) をフィンガージョイントがスパン中央にくるように切り出し、「SPS1」の試験方法に準じて曲げ試験を破壊するまで行った。さらにエッジワイズ曲げ試験を取り出した残りの材から、フラットワイズの曲げ試験体 (幅広面加力) を切り出した。各試験体の形状および寸法は後述する。

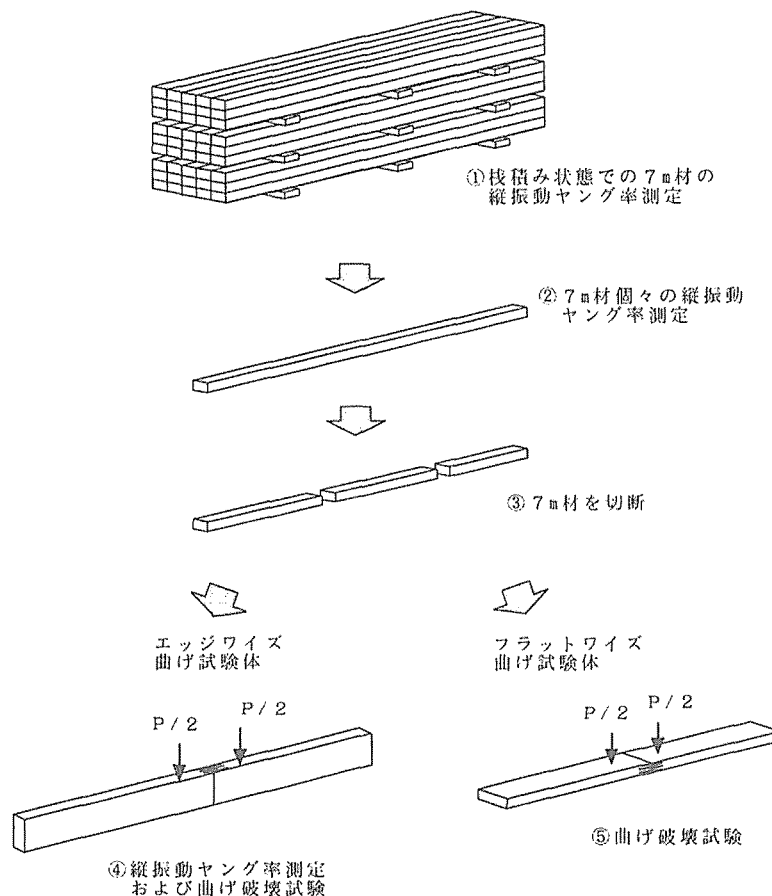


図-2 曲げ試験の手順

2.3 縦振動法によるヤング係数の測定

木材のヤング係数の測定法はその手法によって、静的なものと動的なものに分けられる。静的な方法としては、荷重とたわみ曲線の比例関係からヤング係数を求める載荷法があり、測定が容易でヤング係数測定の基本となる。しかしこの方法は測定に時間を要し、断面形状や材寸法によっては測定が困難な

場合もある。一方、動的な方法として代表的なものに縦振動法がある。この方法は断面形状や寸法の影響を受けにくく、様々な形状の実大材でも測定が容易である。現場での打撃音の収録には若干の工夫が必要になるものの、ヤング係数測定の簡素化に有効な方法であると言える(1, 4, 12)。

本試験では FJ 材の材長および断面形状ごとに縦振動ヤング係数 (E_t) を測定し、静的曲げヤング係数 (MOE) との相関について検討した。

縦振動ヤング係数は次の 3 ステップで行った。① 積み重ねられた状態のまま② 一本一本を積み重ねの山から取り出して、③ エッジワイズ曲げ試験体を切り出してそれぞれ測定した。測定は試験体の木口面をハンマーで打撃し、反対側の木口付近に設置したマイクロフォンで打撃音をとらえて行った。得られた信号を周波数分析機に取り込み、スペクトル解析して 1 次の共振周波数を求めた。なお共振周波数は 5 回の打撃の平均とし、次式によって縦振動ヤング係数 E_t を求めた。

$$E_t = \frac{(4 \cdot L^2 \cdot f_n^2 \cdot \rho)}{(g \cdot n^2)}$$

ただし、 L : 材長 (cm)

f_n : n 次の共振周波数 (Hz)

ρ : 単位体積あたり重量 (g/cm^3)

g : 重力加速度 ($980\text{cm}/\text{sec}^2$)

2.4 FJ材の静的曲げ破壊試験

カナダの規格である「SPS1」に基づいて曲げ試験を行った。なお SPS1 の詳細は表 1 に示した。

(1) エッジワイズ曲げ試験

試験体は 7 m の FJ 材から切り出したもので、断面サイズごとに特級、1 級、2 級があり、合わせて 204 が 120 体、206 が 58 体、210 が 56 体であった。曲げ試験方法を図 3 に示した。試験体の材長はそれぞれ 204 が 1,929mm、206 が 2,847mm、210 が 4,575mm で、試験体中央に縦継ぎ部を 1 ヶ所だけ含み、梁せい比 (L/h) は 18 ~ 19、オーバーハングは 100mm (一定) とした。試験は 4 点荷重方式とし、ロードスパンは縦継ぎ部の性能の差が明確に出るように、シェアスパンに比べてかなり小さくとした。試験の際には試験体の横倒れを防止する目的で加力点と支点の間に振れ止めを設置した。加力は万能試験機または手動式オイルジャッキを用いて行い、荷重の測定にはロードセルを、スパン中央部のたわみの測定には電気式ダイヤルゲージを用いた。得られた荷重とたわみの関係から曲げヤング係数 (MOE)、破壊時の荷重から曲げ破壊係数 (MOR) を求めた。 MOE 、 MOR の算出は次式によった。

$$MOR = \frac{a \cdot (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2)}{48 \cdot I} \cdot \left[\frac{\Delta P}{\Delta Y} \right]$$

ただし、 A : 支点・荷重点間距離 (cm)

L : 支点間距離 (cm)

表-1 SPS1 による曲げ試験方法

試験体	接着剤 スパン梁せい比 (L/h) オーバーハング	レゾシノールまたはフェノール樹脂 15~20 4 インチ以上 10 インチ未満
曲げ試験方法	加力方法 加力点	4 点荷重方式 縦継ぎ部分から両側に約 2 インチ離して設置
要求される 曲げ応力度	試験結果の平均値が許容曲げ応力度の 3.15 倍以上 試験結果の 95% は許容曲げ応力度の 2.36 倍以上 全試験結果は許容曲げ応力度の 2.1 倍以上	

ΔP : 比例域における上限荷重と

下限荷重の差 (kgf)

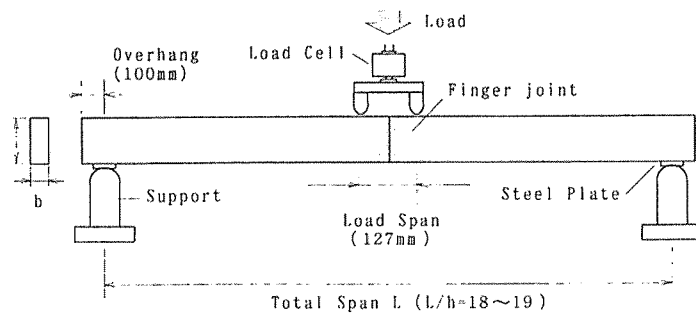
ΔY : ΔP に対応するスパン中央
のたわみ (cm)

I : 断面二次モーメント (cm⁴)

ただし、 P : 最大荷重 (kgf)

a : 支点・荷重点間距離 (cm)

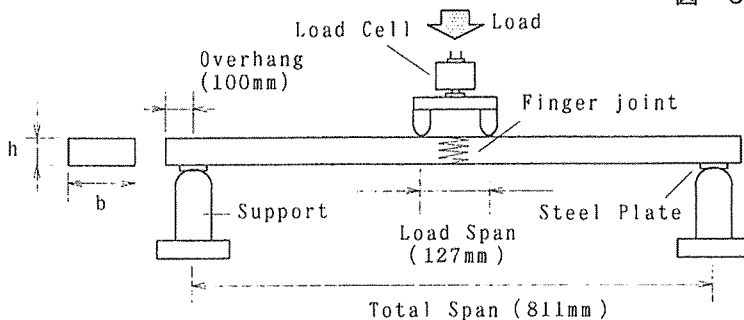
Z : 断面係数 (cm³)



		h (mm)	b (mm)	L (mm)
Edgewise	204 材	89	38	1729
	206 材	140	38	2647
	210 材	235	38	4357

(注) スパン梁せい比は $L/h=18\sim19$

図ー3 エッジワイズ曲げ試験方法



		h (mm)	b (mm)	L (mm)
Flatwise	204 材	38	89	
	206 材	38	140	811
	210 材	38	235	(fixed)

(注) スパン梁せい比は $L/h=18\sim19$

図ー4 フラットワイズ曲げ試験方法

(1) フラットワイズ曲げ試験

曲げ試験方法を図4に示した。試験体はエッジワイズ曲げ試験体を切り出した残りの材料から、各等級ごとに204と206では10体ずつ、210は4～8体を供試した。試験方法はエッジワイズ試験に準じ、オーバーハング100mm、トータルスパンは811mm(一定)とした。加力には万能試験機を用い、荷重とたわみの関係から MOE および MOR を算出した。

3. 結果と考察

3.1 エッジワイズ曲げ試験

3.1.1 等級、寸法型式の違いと MOE 、 MOR の関係

エッジワイズ曲げ試験で得られた MOE および MOR の平均を求めて、寸法型式および等級別に図5に示した。寸法形式の違いにより MOE を比較すると、206と210ではいずれも特級>1級>2級の順であっ

表-2 エッジワイズ曲げ試験結果

断面	等級	標本数	縦振動ヤング係数 E_t ($\times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$)	曲げヤング係数 MOE_e ($\times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$)	曲げ破壊係数 MOR_e (kgf/cm^2)
204	特	40	126.3 (14.3)	103.8 (13.2)	392.4 (12.6)
	1	40	116.7 (12.5)	99.1 (14.3)	368.6 (15.2)
	2	40	123.5 (10.3)	103.4 (12.6)	375.3 (13.7)
206	特	20	118.7 (8.2)	104.6 (8.9)	386.7 (13.6)
	1	20	117.6 (8.6)	102.5 (11.3)	364.2 (16.9)
	2	18	113.5 (12.5)	101.1 (8.2)	362.6 (10.9)
210	特	18	115.3 (15.9)	96.6 (11.2)	323.1 (15.2)
	1	19	108.9 (15.7)	93.5 (12.5)	312.2 (21.0)
	2	19	105.4 (14.3)	92.0 (12.9)	288.6 (15.2)

注：表中の数字は平均値、() 内は変動係数%

たが、204 は 1 級と 2 級が逆転した。206、210 に比べると梁せいが小さいため、等級の差が MOE に出にくかったためと考えられる。

MOR の平均値は、 MOE と極めてよく似た傾向を示し、204 を除く断面でいずれも特級 > 1 級 > 2 級の順に大きい。204 のみ 1 級材 < 2 級材となり、いずれの断面寸法でも 1 級材で最も大きい変動係数を示した (表 2 参照)。また各等級について MOR の平均値を寸法型式別に比較すると 204 > 206 > 210 の順に大きい。これは材長および梁せいが大きくなるにつれて試験体に含まれる欠点が多くなり、強度に影響を及ぼしたものと考えられる。全試験体について等級別、寸法型式別に MOR の平均値の差を有意水準 5 % で検定したところ、特級 > 1 級、特級 > 2 級、210 < 204、210 < 206 に有意差が認められた。

MOE と MOR の関係を、等級別、寸法型式別に図 6 に示した。これを通覧すると、204 で得られた両者の値は等級によらず高い相関を示し、特級 > 2 級 > 1 級の順となる。同様に 206 の相関係数を等級別に比較すると、特級、1 級材で高い値を示すのに対し、2 級材では約 0.27 となり、204 材と比較して極端に低い値を示した。210 では等級によらず 0.4 ~ 0.6 の間にあり、梁せいが増大すると相関が低くなるのが読みとれる。

本試験で得られた比重と MOE および MOE と MOR の関係を図 7 にまとめて示した。図 7 には

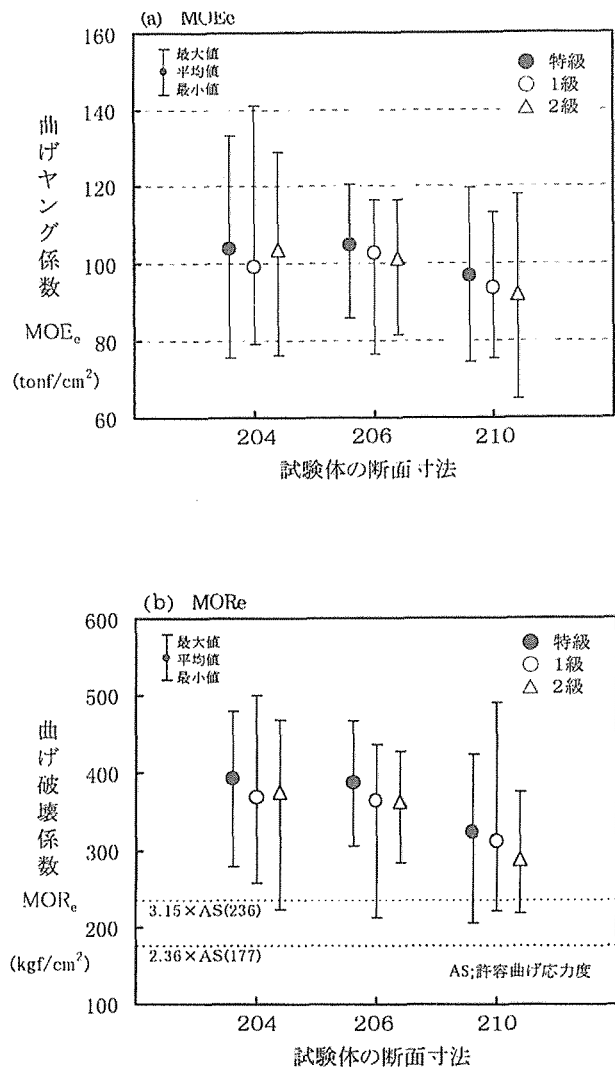
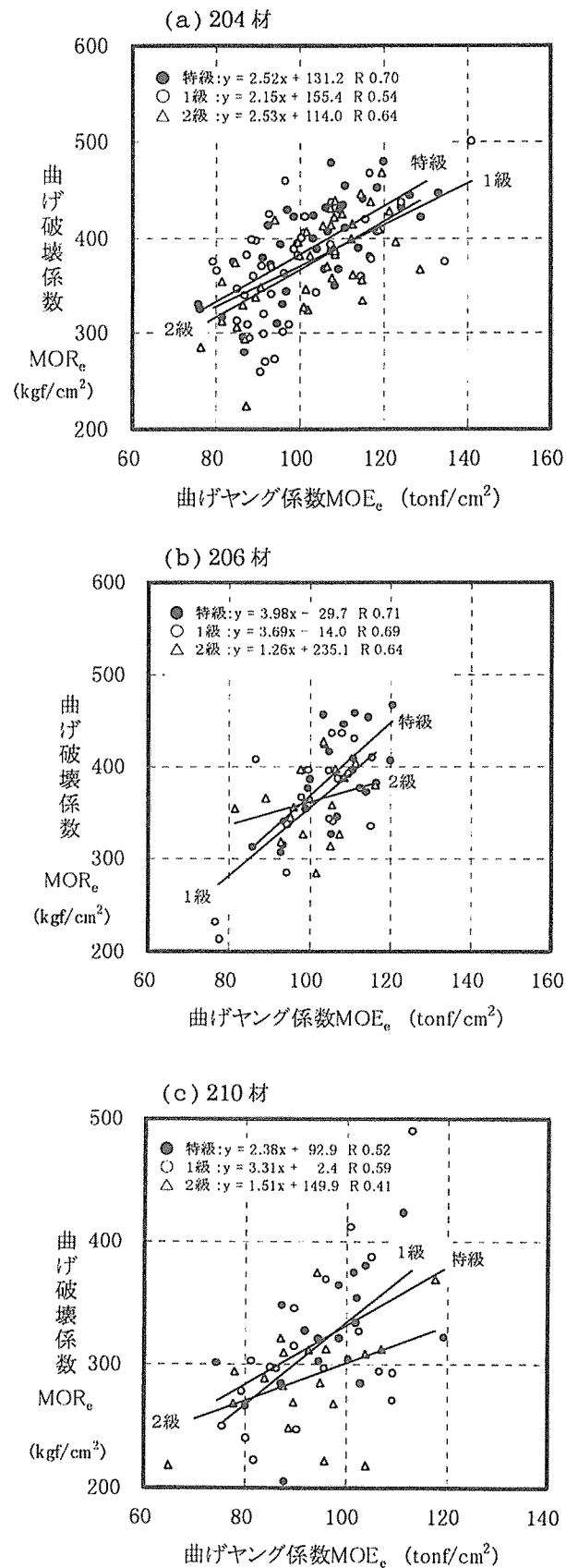


図-5 エッジワイズ曲げ試験結果



図ー6 エッジワイズ曲げ試験におけるヤング係数 (MOE_e) と破壊係数 (MOR_e) の関係

ダグラスファー、サザンパイン、ウエスタンヘムロック、ウエスタンラーチの無欠点小試験片の文献値(13)を併せて示してある。回帰分析は無欠点小試験片では各平均値、FJ材では全試験体のデータを用いた。図から MOE と MOR の関係において、FJ材の回帰直線は無欠点小試験片の回帰直線を縦軸下方にシフトした形になっている。すなわち FJ材の MOR の値は、素材の MOE から得られる MOR の値に低減係数 α ($0 < \alpha \leq 1$) を掛けて推定できる。今回の実験結果の MOE の分布範囲では $\alpha = 0.64 \sim 0.75$ であった。また FJ材の変動係数の平均値(14.9%)は無欠点小試験片のそれ(15.7%)とほとんど変わらない。一般実大材で20%程度(14)あることを考えると、FJ材はばらつきの少ない構造材と言える。SPS1によるFJ部強度基準によると、 MOR の平均値は許容曲げ応力度(上級構造材SPFでは 75 kgf/cm^2) (7)の3.15倍以上、全データの95%は許容曲げ応力度の2.36倍以上でなければならない。図5に示すように本試験ではこの基準をすべて満足していた。

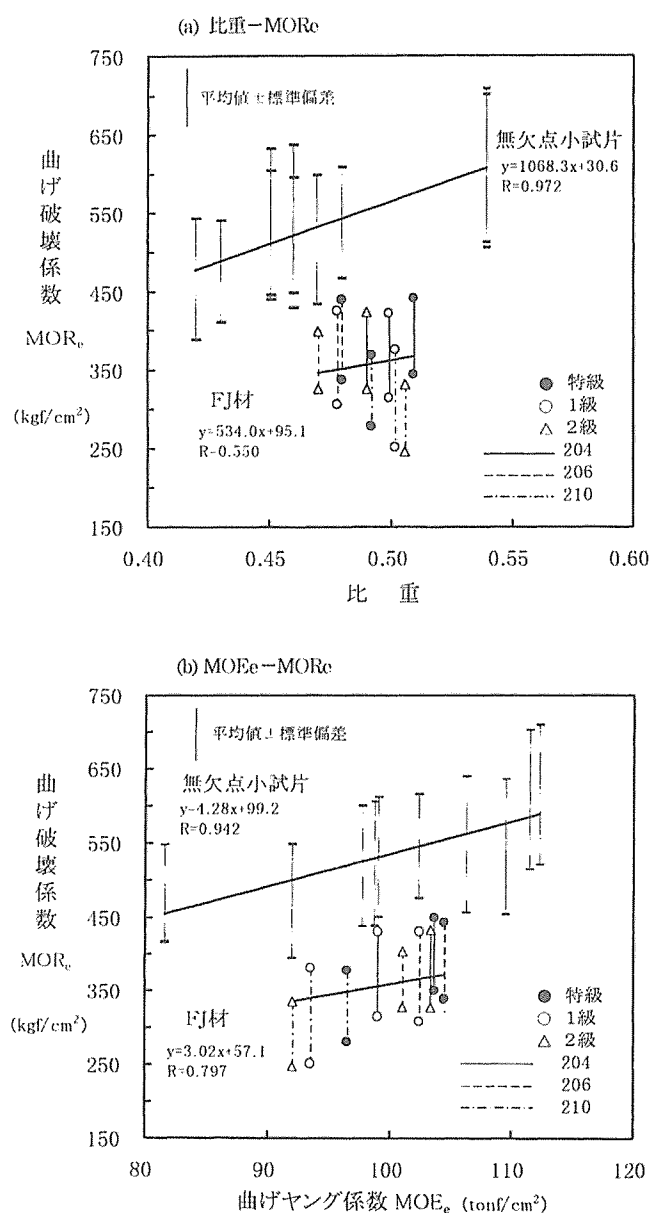


図-7 無欠点小試験片とFJ材の比較



写真1-a フィンガー部中立軸付近の破壊

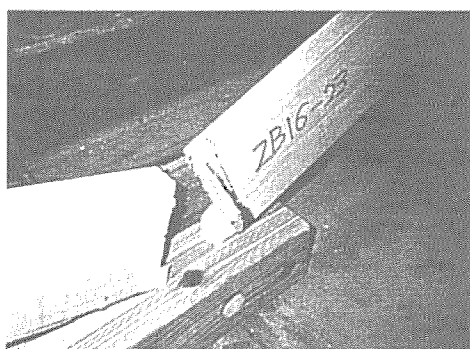


写真1-b フィンガー部の脆性破壊

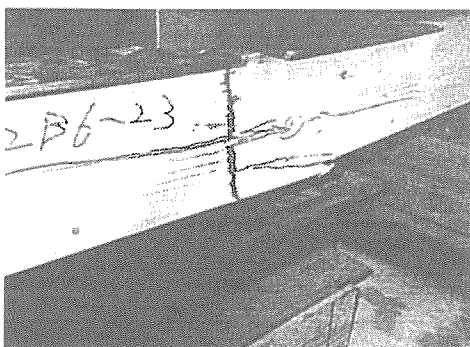
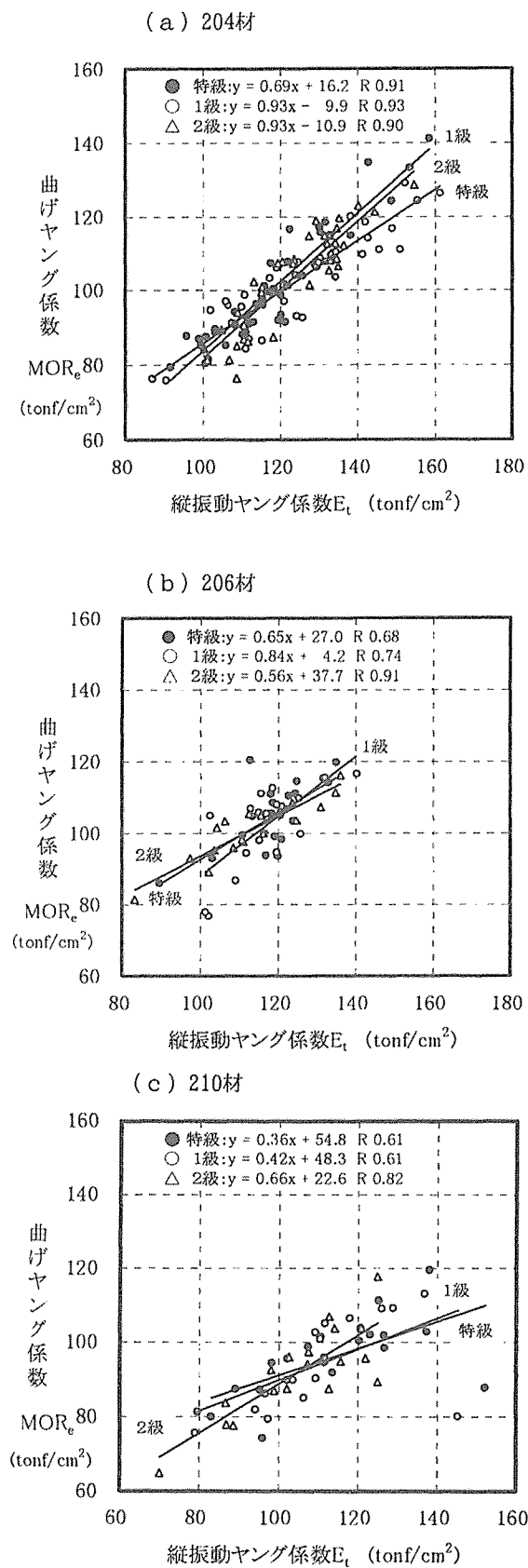


写真1-c 欠点周辺の破壊



図－8 縦振動ヤング係数 (E_t) と曲げヤング係数 (MOR_e) の関係

3.1.2 破壊形態と MOR の関係

FJ の破壊形態は大別すると①フィンガー部中立軸付近の破壊(写真1-a)、②フィンガー部の脆性破壊(写真1-b)、③節、目切れによる欠点周辺の破壊(写真1-c)の3つになった。節などの欠点が MOE と MOR に及ぼす影響を破壊形態で比較すると、③が占める割合は 204 の 1 級材で全体の 27.5%あり、特級材の 15.0%、1 級材の 12.5%と比較してかなり高かった。また 206 は等級が上がるほど小さな割合を示し 2 級 (38.9%)、1 級 (30.0%)、特級 (25.0%) の順であった。210 では特級材で全体のわずかに 5.6%であるが、1 級材 (38.9%) や 2 級材 (42.1%) ではかなり高い値を示した。これらのことから、一般に根太や梁に多用される 2 級材では材の強度にとって節や目切れと比較して FJ 部は同程度の発生率の欠点であると評価できる。

3.1.3 MOE と E_t の関係

(1) エッジワイズ試験体

縦振動法による縦振動ヤング係数 E_t とエッジワイズ曲げ試験で得られた静的曲げヤング係数 E_b の関係を図 8 に示した。204 の E_t と E_b の関係を見ると等級によらず相関は極めて高く、いずれも相関係数 0.9 以上であった。206、210 を等級別に比較すると 2 級 > 1 級 > 特級の順に高い相関を示し、相関係数でおおよそ 0.6 ~ 0.8 の値が得られた。一般に縦振動法から得られる E_t は断面寸法によらず E_b より数%高く、欠点が及ぼす影響の違いや、ひずみ速度の違いがその理由として挙げられている(12)。本試験で得られた E_t と E_b を平均値で比較すると、204 の全等級で E_t は E_b より 20%前後大きな値を示し、206 では約 13%、210 では 15 ~ 20%大きい。すなわち寸法型式別では 204 > 206 > 210 の順となり、梁せいが大きくなるに従い相関係数が低下する傾向があった。

(2) 7 m 材

7 m 材の個々の縦振動ヤング係数を等級別に比較すると 204 では特級 > 2 級 > 1 級の順で、206 では 2 級 > 1 級 > 特級、210 では特級 > 2 級 > 1 級の順であった。変動係数はいずれも 10%前後の値で、寸法型式の違いによる E_t の差があまり見られなかった。栈積み状態では、特に断面寸法の大きい 206、210 に関して明瞭な共振周波数のピークが得られず、個々の値よりやや大きくなった。特に下にある材ほど両者の相関は低く、材相互の振動の拘束の影響が大きいため、低次の共振周波数による測定には無理があると考えられる(2, 3)。

木材をヤング係数および密度の異なる材が直列に組合わされた材料と考えると、見かけのヤング係数 E は

$$E = \frac{L \cdot \sum(\rho_i \cdot L_i)}{\left[\sum \frac{L_i}{\sqrt{E_i / \rho_i}} \right]^2}$$

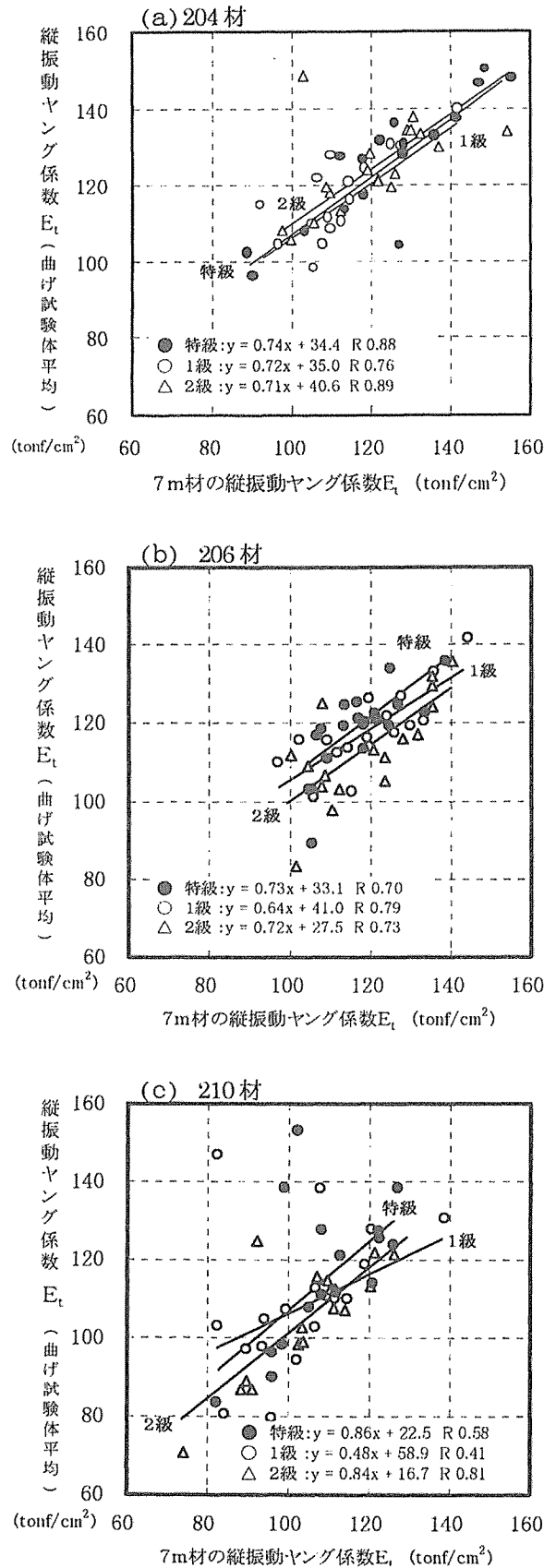
ただし、 E_i : 各要素のヤング係数 (kgf/cm²)

L_i : 各要素の長さ (cm)

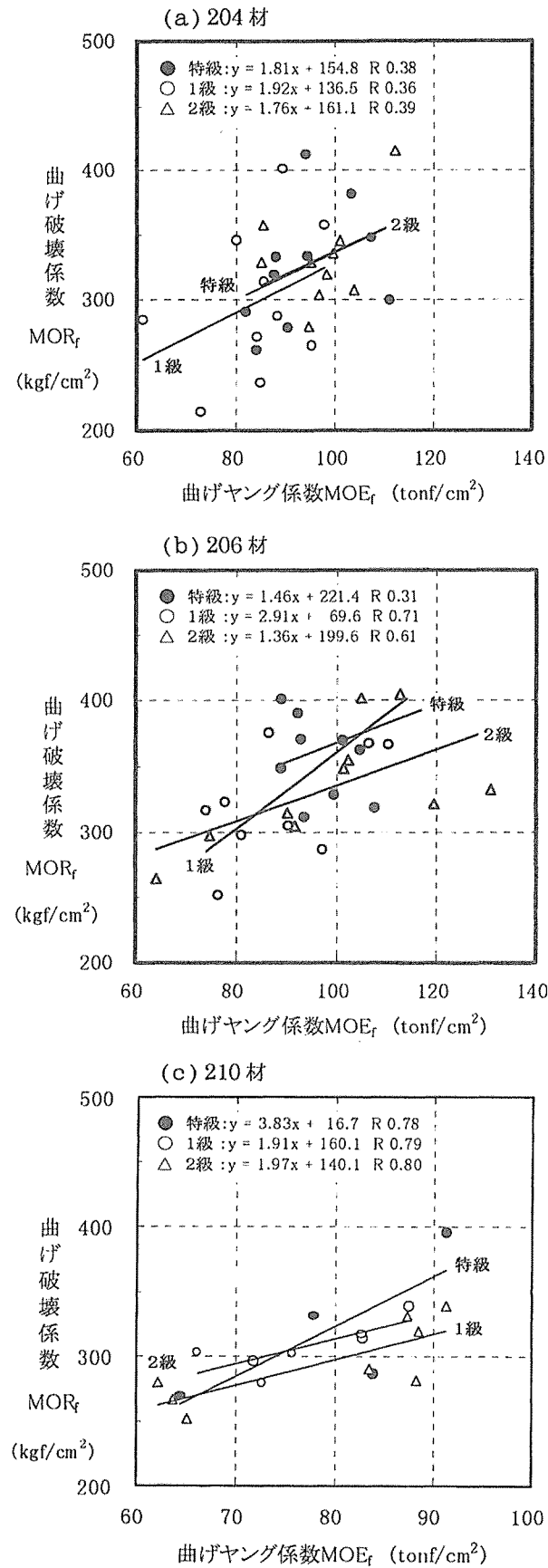
ρ_i : 各要素の密度 (kg/cm³)

g : 重力加速度 (980cm/sec²)

と表される。これを構成要素のヤング係数の平均と比較すると



図ー9 長尺(7m)材とエッジワイズ曲げ試験体の縦振動ヤング係数 E_t の関係

図-10 フラットワイズ試験体の曲げヤング係数 (MOE_f) と破壊係数 (MOR_f) の関係

$$E = \frac{L \cdot \sum (\rho_i \cdot L_i)}{\left[\sum \frac{L_i}{\sqrt{E_i / \rho_i}} \right]^2} \leq \frac{\sum E_i \cdot L_i}{nL}$$

である(12)。本試験の204試験体については7 m材から切り出された曲げ試験体がいずれも2～3体であったため、これらのヤング係数の平均 $E_{t(\text{avg})}$ と元の7 m材の E_t の比較を試みた(図9)。結果を等級別に見ると相関係数は2級材(0.89)、特級材(0.88)、1級材(0.76)の順に大きく、いずれの等級でもかなり高い。また等級によらず曲げ試験体の E_t の平均値の方が約2.3%大きい値を示し、上式の結果と一致していた。すなわち縦継ぎされた各材の E_t がわかればFJ材の E_t がほぼ推定出来る事を確認した(8, 9, 10, 11)。

3.2 フラットワイズ曲げ試験

フラットワイズ曲げ試験結果を表3および図10に示した。 MOE の平均値はいずれの断面でも2級材が相対的に大きな値を示し、特に1級材よりも常に大きかった。寸法型式別に見ると210は全等級で極端に小さく、エッジワイズ試験結果と同様の傾向であった。破壊後の試験体について、破壊形態を①フィンガー部の折れ破壊(写真2-a)②接着層の破壊(写真2-b)、③フィンガー部周辺の節での破壊(写真2-c)、④その他(中立軸でのせん断破壊等)(写真2-d)の4つに分類し寸法型式別に比較すると、204、206はともに①と②の割合がほぼ半半ずつなのに対し、210の破壊形態の約7割はタイプ①に属した。またフラットワイズとエッジワイズの試験結果を平均値で比較すると、210の2級材を除く全ての材で MOE 、 MOR ともにフラットワイズの方が小さい。全ての試験体について等級別、寸法型式別に MOR の平均値を検定したところ、210を除く断面で荷重方向の違いによる有意差が認められた。 MOE と MOR の関係を見ると、試験体数は少ないが、エッジワイズに比べて相関が低くしかも MOR の値が小さい。これは破壊がエッジワイズ以上にFJ部で脆性的におこるためと考えられる。なお本試験の結果をSPS1の基準に照らして見ると全ての条件を満足していた。

4. ま と め

枠組壁工法用縦継ぎ材の曲げ部材としての信頼性を検討する目的で、種々の等級と寸法型式のFJ材について縦継ぎ部の曲げ試験を行った結果、次のことが明らかとなった。

- (1) エッジワイズ曲げ試験における MOR_e の平均値を等級別に比較すると、特級材の MOR_e は他級材より数%大きい値が得られたのに対し、1級と2級の間には有意差は認められなかった。
- (2) エッジワイズ曲げ試験における MOR_e の平均値を寸法型式別に比較すると、断面の小さい204と206間に有意差は認められなかった。断面の大きい210の MOR_e は他の断面よりいずれも小さく、寸法効果の影響が現れたと考えられる。
- (3) 210を除く全ての等級および断面において、エッジワイズ曲げ試験で得られた MOR_e の平均値とフラットワイズ曲げ試験で得られた MOR_t の平均値に有意差が認められた。 MOR_e の方が MOR_t よりいずれも10%前後大きな値を示した。
- (4) エッジワイズ曲げ試験で求めたFJ材の MOE_e と MOR_e は比較的高い相関を有し、断面寸法が小さい程相関係数は大きくなった。強度値のばらつきは無欠点小試験片と比較しても大差なく、信頼性の

高い材料であることがわかった。

引用文献

- 1) 有馬孝禮、丸山則義 (1987) ティンバーエンジニアリング用材の打撃音を用いた等級区分Ⅱ 日本建築学会関東支部研究報告集
- 2) 荒武志朗ほか3名 (1992) 桤積み状態における丸太の高次固有振動数からの製材品 *MOR* と *MOE* の推定 木材学会誌 38 995 - 1001
- 3) 荒武志朗、有馬孝禮 (1994) 桤積み状態における丸太の高次固有振動数からの製材品 *MOR* と *MOE* の推定 (第2報) 木材学会誌 40 1003 - 1007
- 4) 祖父江信夫 (1986) FFT アナライザを用いた木材の過渡的縦振動によるヤング率測定 木材学会誌 32 744 - 747
- 5) National Lumber Grades Authority (1987) NLGA Special Products Standard For Finger-jointed Structural Lumber 7-14
- 6) 日本農林規格 (1994) 桀組壁工法構造用たて継ぎ材の日本農林規格 日本合板検査会
- 7) 日本建築学会 (1995) 木質構造設計基準・同解説 12 - 27 日本建築学会
- 8) 林知行 (1992) たてつぎ木材 木材工業 47 544 - 547
- 9) 林知行 (1998) 工場生産された FJ ラミナの引張強度 木材工業 53 460 - 465
- 10) 星通、林知行 (1991) 構造用たてつぎ材の強度特性 (第1報) 木材学会誌 37 194 - 199
- 11) 星通、林知行 (1993) ベイツガたてつぎ材の曲げ・引張強度特性 木材工業 48 118 - 121
- 12) 大熊幹章ほか (1990) 木材の非破壊検査方法の検討と強度等級区分システムの確立に関する研究 科学研究補助金研究成果報告書 43 - 54
- 13) Robert J. Hoyle; Frank E. Woeste (1989) Wood Technology in the Design of Structures, Fifth Edition, Iowa State University Press p.33
- 14) 林野庁 (1985) 構造用製材の強度等級区分に関する研究昭和 58 年度林業試験場研究報告書 No. 25 196 - 218