

腰掛けあり仕口接合の耐力特性

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	藤田, 誠
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	19号
巻号補足	
掲載ページ	p. 120-126
発行年月	1998年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



腰掛けあり仕口接合の耐力特性

藤 田 誠

Strength properties of dovetail joint

Makoto FUJITA

スギ中丸太から製材した梁桁断面の製材品(105×210, 240)、ベイマツ製材品(105×240)、ベイマツ集成材(105×240)、スギ、ヒノキ単板積層材(105×240)によるプレカット(大入れ腰掛け蟻加工)接合耐力の試験を行った。その結果、鉛直荷重を受ける場合、材料間で破壊挙動は大きな差が生じ、集成材、単板積層材は製材品より最大耐力は大きいものの脆性的な破壊挙動であった。プレカット接合部に引張荷重が生じる場合、女木の中央付近に荷重が集中した試験体が比例上限、初期剛性とも高い値であった。男木が水平力を受ける場合、男木のアリ形状が大きく影響し、アリの長い試験体ほど抵抗モーメントは大きな値となった。

1. 緒 言

県産スギ材は柱を中心とした製材が主な加工方法であり、育林技術体系も柱材生産に向けた優良材を念頭に構成されている。しかし、木材利用の主な需要先である住宅は、生活様式の変化による様々な工法が普及することとなり、柱材の絶対的な需要量が減少した。そのため、県産スギ材は柱適寸の伐採時期を逸することとなり、現在は中丸太の径級が主たる供給径級となっている。そこで、スギ材の需要拡大の一方向として、スギ中丸太からより大きな断面の製材品(桁、梁)を製材することが考えられる。

今回、スギ中丸太を梁桁材へ利用することを目的として梁-梁間での接合耐力試験を行った。軸組工法住宅の構造材継ぎ手は大工の不足や施工期間の短縮などの事情から、プレカット加工が多く見られるようになり、その耐力試験データも蓄積されつつある(中井ら, 1994)。今回は樹種間および材料間の基礎的なプレカット接合(大入れ腰掛け蟻加工)耐力と、破壊挙動の違いを把握するため、鉛直荷重、引張荷重、水平力における実験を行った。

2. 試験体及び試験方法

2.1 供試材

試験体のプレカット形状は一般的に使用されているものとし、試験体はベイマツ製材品(105×210, 240mm)スギ製材品(105×210, 240mm)ベイマツ集成材(105×240mm)、スギ単板積層材(105×240mm)、ヒノキ単板積層材(105×240mm)の5種類とした。ベイマツ製材品(105×210mm)と、スギ製材品(105×210, 240mm)の製材品は当场にて、丸太径級220~300mm程度の原本から製材し平角の曲げ強度試験をした後、その未破壊部分を使用した。ベイマツの製材品(240mm)とベイマツ集成材(240mm)は県内業者から購入した。そのため、スギ製材品、ベイマツ製材品(210mm)はすべて芯持ち材であるのに対し、梁せい240mmのベイマツ製材品はすべて芯去りであった。また、スギ、ヒノキの単板積層材は当场にて14プライ(38×900×1000mm)の単板積層材をフェノール樹脂接着剤により製造し、さらにレゾルシノール接着剤により3枚を積層し42プライの単板積層材を供試材とした。なお、単板積層材には単板の縦継ぎ部は含まれていない。継ぎ手の大入れ腰掛け蟻プレカット加工は愛媛プレカット(株)に一括依頼し、女木における加工は集成材では積層面に、単板積層材では板目面に行った。プレカット形状

ならびに原木からの木取り方法を図-1、図-2、梁せい210mmの製材品を製材した原木の性状、ならびに平角の基礎的材質を表-1、2に示す。

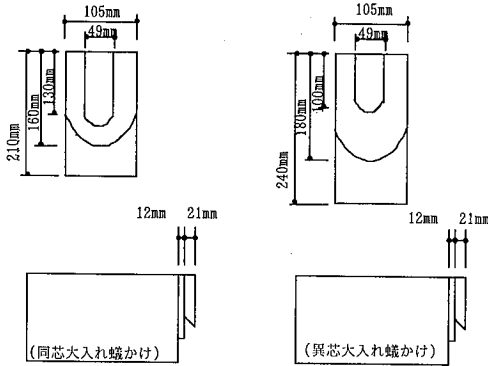


図-1 プレカットの形状

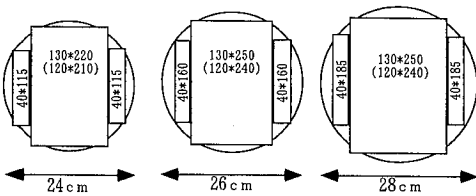


図-2 中丸太からの木取り方法

表-1 原木の性状(樹種:スギ4m材97本)

	元口径 (cm)	末口径 (cm)	末 年輪数	口 曲り (cm)	動的ヤング係数 (GPa)
最大値	43	35.1	42	35	10.1
最小値	28.5	24.1	19	0	4.7
平均値	33.4	28.0	29	13	69.8
変動係数(%)	9.16	7.28	14.61	76.55	15.41

表-2 平角の基礎材質

	スギ		ベイマツ	
	MOE(GPa)	MOR(MPa)	MOE(GPa)	MOR(MPa)
試験体数	102		25	
最大値	10.0	46.3	11.0	50.0
最小値	45.1	17.8	6.3	15.8
平均値	7.4	25.2	9.5	31.3
変動係数(%)	15.0	16.7	16.0	27.2

* 3等分4点荷重曲げ試験による

2.2 圧縮せん断試験方法

圧縮せん断試験方法の概略図を図-3に示す。女木の両端を支持し、男木の中心に加圧盤(105×300×30mm)を介して荷重を加えた(ラムスピード5mm/min)。仕口部のめりこみ、たわみは8本の変位計により測定した。データの取り込み条件はパソコン制御のデータログ(TDS-601)にて収録した。なお、データの取り込みは荷重49N、変位0.1mmごととし、試験体は試験直前に作成した。また、試験は最終的に破壊、または男木が試験治具に接するまで行った。試験体の断面は製材品(スギ、ベイマツ)は梁せい210mm、240mmの2種類、各断面毎に8体ずつ、ベイマツ集成材は6体、スギ、ヒノキ単板積層材は3体ずつ、合計44体である。また、各断面毎1~2体1方向繰返し加力を行った。

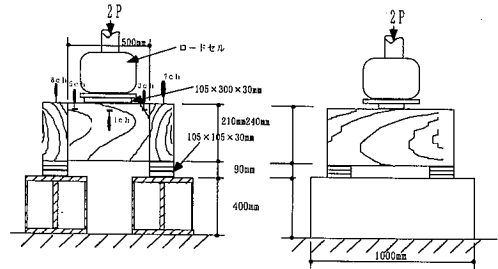


図-3 圧縮せん断試験方法

2.3 引張試験方法

図-4に試験方法の概略図を示す。女木をH鋼(400×400×1000mm)にボルトにて固定し、男木に引張の荷重を加えた。引張荷重を加える際、男木が傾きながら引き抜く場合と垂直に引き抜く場合とに分けるため、支持鋼棒の位置を2種類もうけ、試験を行った。試験材はスギ、ベイマツ製材品(210, 240mm)、ベイマツ集成材とし各条件3体ずつ、合計29体である。また、各条件中1体は片方向の繰返し加力を行った。引き抜け変位は4本の変位計、男木の支持部のめりこみ量を2本の変位計で測定した。

2.4 せん断試験方法

せん断はH鋼をL型に組み、図-5に示す方法にて実施した。女木をボルトでH鋼に固定し、女木

から400mmの位置に加力した。同じ位置にて2本の
変位計により変位を測定した。試験体はスギ、ベ
イマツ製材品(210, 240mm)の2種類とし、2体ずつ計
8体行った。

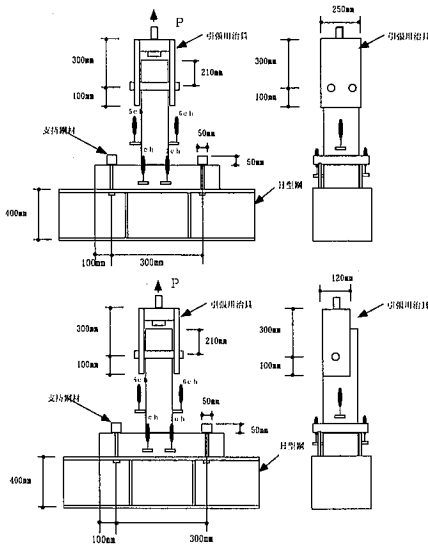


図-4 引張試験方法

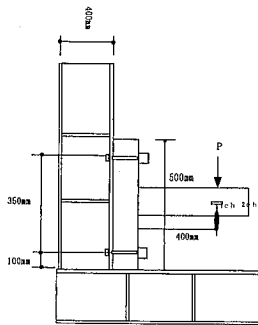


図-5 せん断試験方法

3. 試験結果

3.1 圧縮せん断試験

3.1.1 破壊形態

破壊形態のパターンを図-6に示す。破壊形態
は5つに区分でき、男木の首の付け根から破壊し
ているもの(A)、男木の大入れの部位から破壊が
生じているもの(B)、女木の大入れ腰掛け部位か
ら破壊しているもの(C)、男木の首の側面から荷
重面に向けて亀裂が生じているもの(D)、女木の
大入れ腰掛けの局部のつぶれによるもの(E)であ

る。製材品の梁せい210mmの試験体はプレカット形
状で男木の首が240mmより長い、ほとんどの破
壊形態がCであるが、梁せい240mmの試験体では破
壊形態AとCが見られた。材料間での破壊形態の
違いは集成材では製材品とほぼ同じ形態を示すも
の、単板積層材の破壊形態はすべてD, Eであっ
た。なお、最終的破壊は女木の木取りや材質の違い
により、どちらか一方のみが破壊する試験体がほ
とんどであった。

4/5最大荷重時変位($\delta_{4/5P_{max}}$)と比例上限
時変位(δ_{Py})の比と最大荷重(P_{max})と比例上限
荷重(P_y)の比を図-7に示す。比例上限荷重は目
視により任意に決めた後、生データとの残差平方
和が最も小さい点を算出した。最大荷重(P_{max})と
比例上限荷重(P_y)の比は製材品では0.5~0.8、集
成材は0.65~0.8、単板積層材は0.7~0.9であつた。
4/5最大荷重時変位($\delta_{4/5P_{max}}$)と比例上限時
変位(δ_{Py})の比は製材品で0.1~0.2, 集成材で0.
1~0.25, 単板積層材では0.2~0.3近辺に集中し
ており、樹種間での差は生じないものの、材料間
では大きな差が生じた。

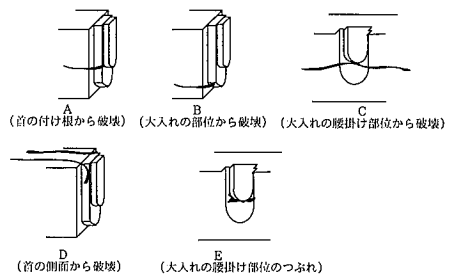


図-6 破壊形態

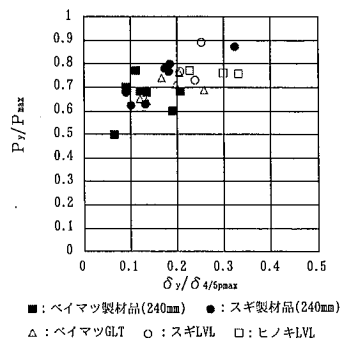


図-7 $\delta_y/\delta_{4/5P_{max}}$ と P_y/P_{max} の関係

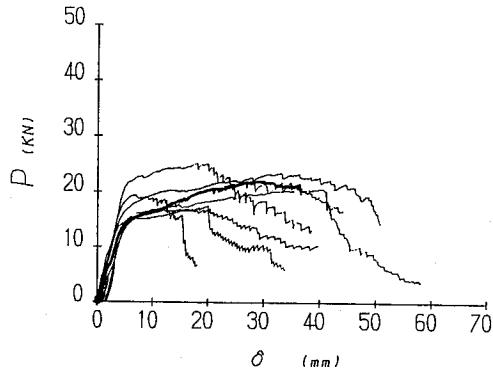


図-8 荷重と変位の関係
(スギ製材品240mm)

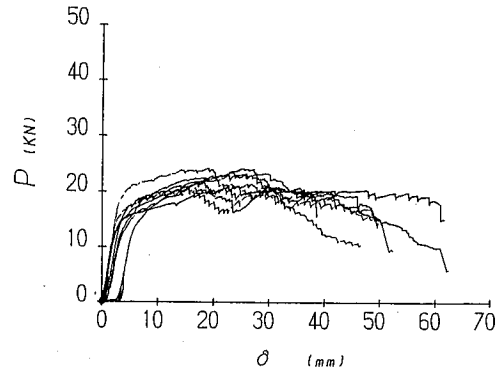


図-9 荷重と変位の関係
(スギ製材品210mm)

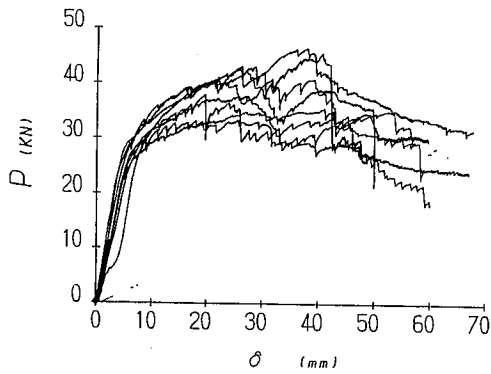


図-10 荷重と変位の関係
(ベイマツ製材品240mm)

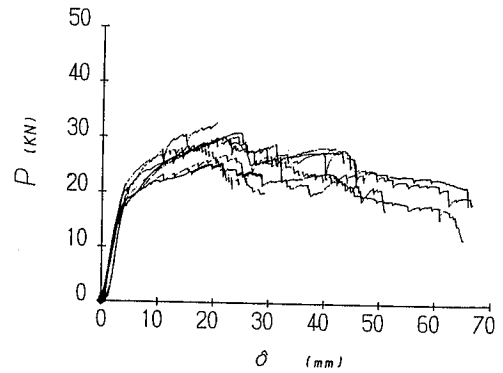


図-11 荷重と変位の関係
(ベイマツ製材品210mm)

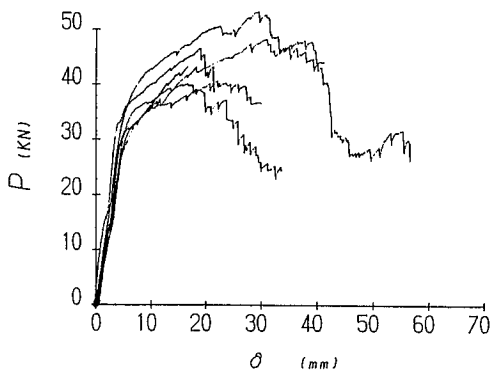


図-12 荷重と変位の関係
(ベイマツ GLT240mm)

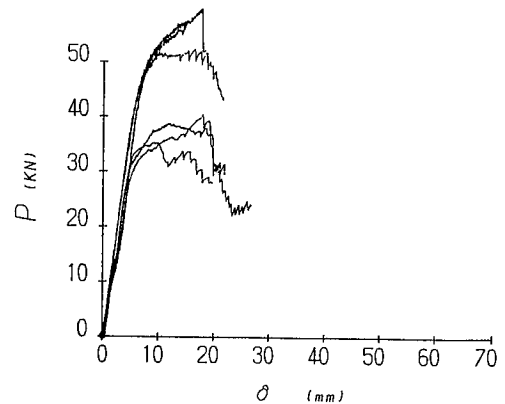


図-13 荷重と変位の関係
(スギ、ヒノキ LVL240mm)

3.1.2 荷重-変位曲線

図-8～13に全試験体の荷重変位曲線を示す。製材品のスギ、ベイマツでは梁せい210mm, 240mmとで男木の首の形状が異なるため、梁せい240mmの試験体では210mmより最大荷重、比例上限荷重ともベイマツがスギを大きく上回った。また、製材品は比例上限を過ぎた後、最大荷重は20～40mm変位した時点で示し、女木が割裂するのに伴い荷重はあまり減少しないが、集成材では最大荷重を示した後、女木に亀裂が生じるのに伴い荷重は大きく減少していく。単板積層材では比例上限を過ぎた後、10～20mmで最大荷重となり、その後急激に荷重が減少する。単板積層材の破壊は製材品や集成材に比べ、非常に脆性的なものであった。

なお、材料間の最大耐力は試験体数は異なるものの、ヒノキ単板積層材>ベイマツ集成材>ベイマツ製材品>スギ単板積層材>スギ製材品の順であった。

3.2 引張試験

プレカット加工の引張に抵抗する部位は男木の首の部分であり、今回の試験体では240と210mmでは形状が異なり、当然のことながら210mmの試験体が高い値を示した。また、男木を2本のピンで支持した場合、傾きながら変位していく。そのため、図-4に示すとおりピン2本で男木を引っ張る場合とちょうど男木の首の中心にピンがくる場合とに男木の支持する位置を変えて行った。図-14～17に荷重-変位曲線を示す。製材品は比例上限に達した時点で女木に亀裂が生じ、両端の固定された

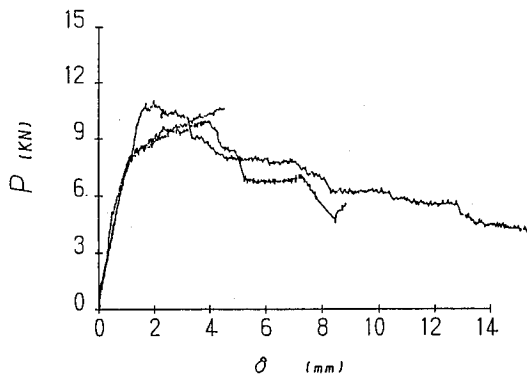


図-14 荷重と変位の関係
(ベイマツ製材品210mm 偏心)

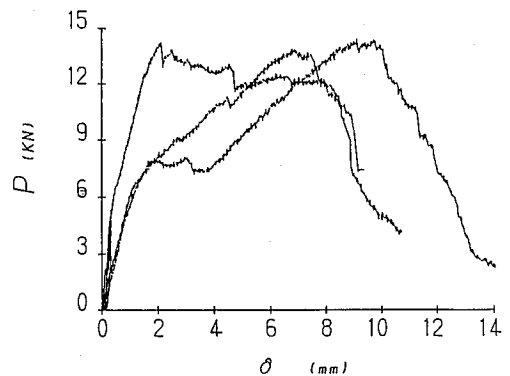


図-15 荷重と変位の関係
(ベイマツ製材品210mm)

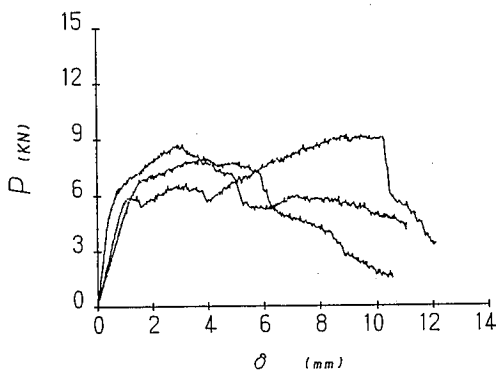


図-16 荷重と変位の関係
(スギ製材品240mm 偏心)

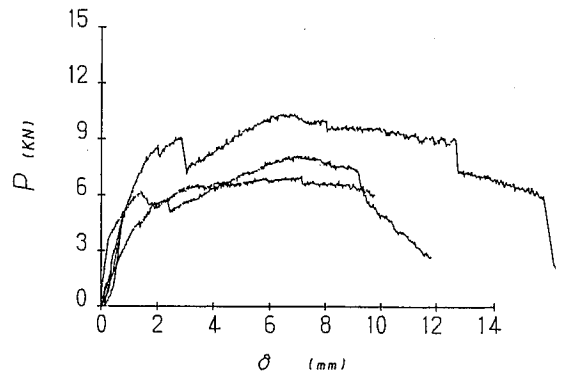
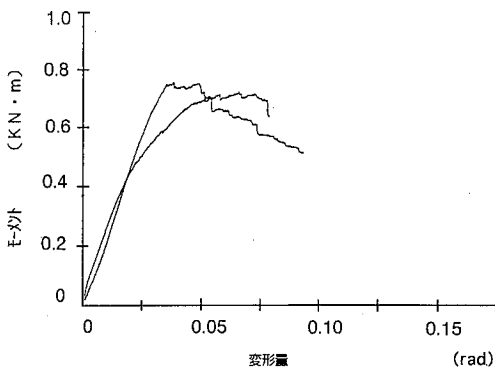


図-17 荷重と変位の関係
(スギ製材品240mm)

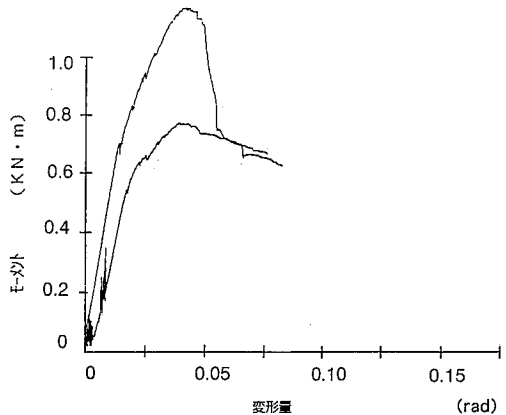
治具まで亀裂が徐々に進展する。その後、亀裂が支持部で拘束され、減少していた荷重が再び上昇する形態をとった。このことから、支持の間隔により最大荷重は大きく影響されると思われる。男木を2本のピンにて引っ張った場合は男木は傾きながら引っ張られ、男木の首と女木のその突き詰め部位(女木中央部位)に集中して荷重がかかる傾向が窺え、比例上限、初期剛性はほとんどの場合、2本のピンにて男木を引っ張った方が高い値となった。また、材料間での比例上限の差はバイマツ集成材>バイマツ製材品>スギ製材品の順である。

3.3 セン断試験

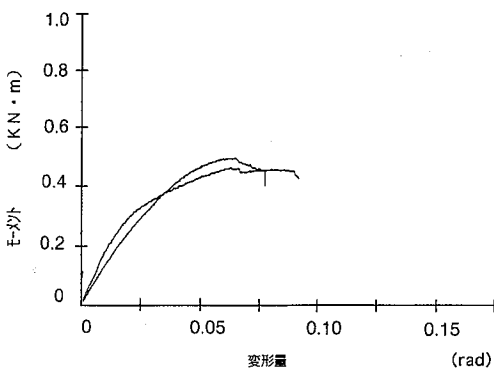
アリ形状が210mmと240mmでは異なるため、受圧面積が大きい梁せい210mmの試験体の方がスギ、バイマツとも高い値を示し、大きくあり形状に影響されていることがわかる。各形状毎の結果、ならびにモーメントと変形量の関係を図18～21に示す。今回の試験では女木を固定する位置が治具の都合により、男木から100mmと接近しており、女木に生じる亀裂が拘束されたため、変形角は0.01rad, 0.02 rad までしか表示していない。2体の平均の比例上限で見るとバイマツ210mm>スギ210mm>バイマツ240mm>スギ210mmとなった。また、今回の試験体はスギではすべて中目材から芯持ちで採材した製材品であるが、バイマツについては当场で製材



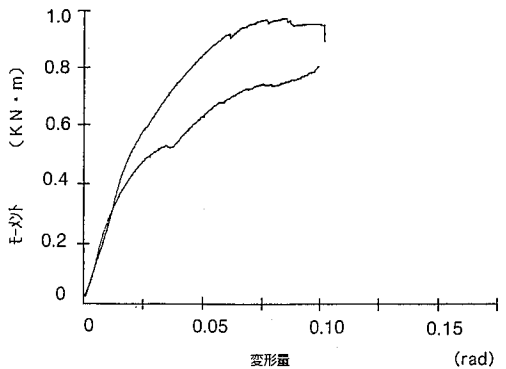
図一18 モーメントと変形量の関係
(スギ製材品210mm)



図一20 モーメントと変形量の関係
(バイマツ製材品210mm)



図一19 モーメントと変形量の関係
(スギ製材品240mm)



図一21 モーメントと変形量の関係
(バイマツ製材品240mm)

したものは芯持ち、購入した試験材は芯去りで製材されていたため、スギにおいては低い値となった。

表-3 圧縮せん断試験結果

	初期剛性 KN/mm	比例上限荷重 KN	最大荷重 KN
スギ製材品 (240mm)	4.6	14.1	22.4
ベイマツ製材品 (240mm)	5.6	16.9	29.3
スギ製材品 (210mm)	3.3	15.0	20.8
ベイマツ製材品 (210mm)	4.9	25.7	39.6
ベイマツ集成材 (240mm)	6.5	31.1	45.4
スギLVL (240mm)	6.2	24.3	38.2
ヒノキLVL (240mm)	7.4	42.8	56.6

表-4 引張試験結果

	初期剛性 KN/mm	比例上限荷重 KN	最大荷重 KN
スギ製材品 (240mm)	6.89	5.45	8.01
	5.12	5.11	7.89
ベイマツ製材品 (240mm)	5.52	8.18	11.31
	4.92	7.88	11.11
スギ製材品 (210mm)	5.22	8.54	11.46
	6.70	5.62	8.68
ベイマツ製材品 (210mm)	6.71	7.61	9.90
	6.31	7.65	13.11
ベイマツ集成材 (240mm)	7.61	10.16	14.45
	6.85	12.01	14.97

*下段が偏心

表-5 せん断試験結果

	比例上限 N・m	0.01rad N・m	0.02rad N・m
スギ製材品 (240mm)	330.75	154.47	254.42
ベイマツ製材品 (240mm)	528.83	227.16	427.07
スギ製材品 (210mm)	552.46	208.99	417.98
ベイマツ製材品 (210mm)	701.48	308.94	626.97

4. まとめ

今回、材料間のプレカット加工接合耐力試験をスギ中丸太を構造材として利用することを目的として実施した。要約すると、以下のとおりである。

① プレカット仕口に鉛直荷重を受ける場合、その破壊形態、仕口部の変形挙動は材料間において差が生じ、製材品は最大耐力が急激に低下することなく変形していくのに対し、集成材、単板積層材の順に最大耐力は大きいものの、その破壊性状は脆性的なものとなり、特に単板積層材では女木の受け部の形状に配慮する必要があると思われる。

② 引張荷重を受ける場合、プレカットのアリ形状に大きく影響を受け、アリの長さが大きく取る必要があると思われる。また、引張試験を行う際、アリの受圧部分に均等に負荷される場合と女木の中央付近に集中する場合では女木の中央部位に集中する方が比例上限、初期剛性とも高い値を示した。

③ 水平力を受ける試験においてもアリ形状が大きく影響しており、アリの長い試験体ほど抵抗モーメントは大きい値であった。

謝辞—最後に今回の試験を行うにあたり、試験材を加工していただいた愛媛プレカット(株)、また御協力をいただいた(財)日本住宅・木材技術センターの方々へ厚くお礼申し上げます。

参考文献

中井穀尚ほか(1994) 腰掛けあり仕口接合部のねじり接合剛性係数. 木材学会誌40(5): 465-473.