

# やってみませんか



平成 8 年10月

## 目次

スギ中目材を梁桁材に 使ってみませんか？	2
プレカットによる接合耐力	7



# スギ中目材を梁桁材に使ってみませんか

## 平角の材料性能

### I はじめに

建築用に使われる木材、製材品の供給は、長い歴史の中で、林業、製材業、流通業を経て大工棟梁へと川上から川下に至る一連の人々によって行われてきました。そして、在来軸組工法と呼ばれる建築システムが形成されて現在に至っています。

そのなかで、特に建築用材として使用されることの多いスギについては、在来工法にとって欠かせない材料となっていますが、外材との競合や利用場所が限られることから需要が低迷しています。

そこで、今後、ますます供給増大が見込まれる愛媛県産スギ中目材の需要拡大を図るため、中目材から心持ち平角を製材し、在来工法における梁桁材として使ってもらえるよう、愛媛県林業試験場では、実大材の曲げ強度試験（写真 - 1）を行っています。

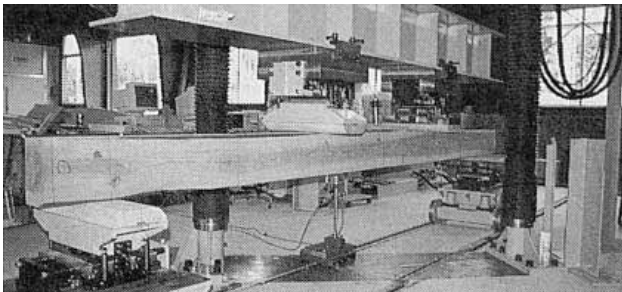


写真 - 1

### II 今スギは在来工法のどんな場所につかわれているのですか

表 - 1 に示すように、圧倒的に柱材として利用されていることが多く、利用場所が限られています。そのため、ベイツガ等の外材と競合することや、今後中目材が増えてくることなどにより、スギの利用方法等の問題がでてきております。

表 - 1 在来工法主要構造材使用樹種

順位	根太	柱	梁	桁
1	ベイツガ	スギ	ベイツガ	ベイツガ
2	スギ	ベイツガ	スギ	スギ
3	ヒノキ	スギ	スギ	スギ

### III 中目材からどのようにして、梁桁材を製材するのですか

中目材は末口径級が22cm～30cm程度であることから、図 - 1 に示すように、中央部から梁桁材を採材しました。残りの端材部から集成材用のラミナを採材しました。

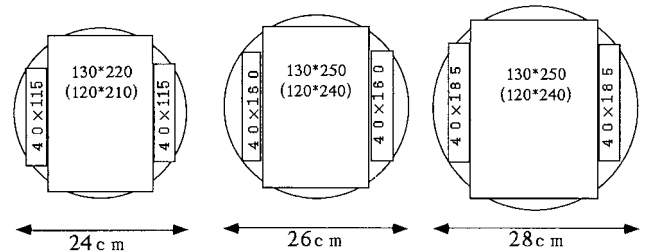


図 - 1 中目材からの木取り方法

### IV どんな製品ができましたか

中目材から製材した平角を「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」に基づいて等級区分を試みました。

#### 1 目視等級区分

節、丸身等製材品の欠点を目視（写真 - 2）により測定し、等級区分をしたものの出現頻度を、図 - 2 に示します。級外のもののは全体の5%で構造材として使用するのには問題ないと思われます。

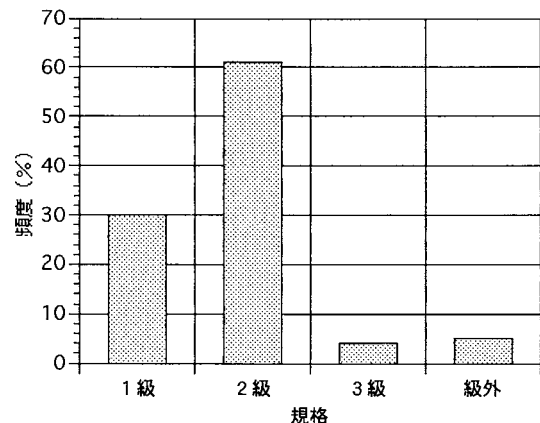


図 - 2 目視等級区分出現頻度

#### 2 機械等級区分

機械によりヤング係数を測定し（写真 - 3）、等

級区分したものの出現頻度を図 - 3 に示します。

この機械等級区分については、木材のヤング係数と強度の間に密接な関係があることから、ヤング係数で表示しています。このことによって構造計算を必要とする建築物に対し必要部材を円滑に提供することができるわけです。

E 70以上が全体の94%を占めており、構造材として使用するのには問題ないと思われま

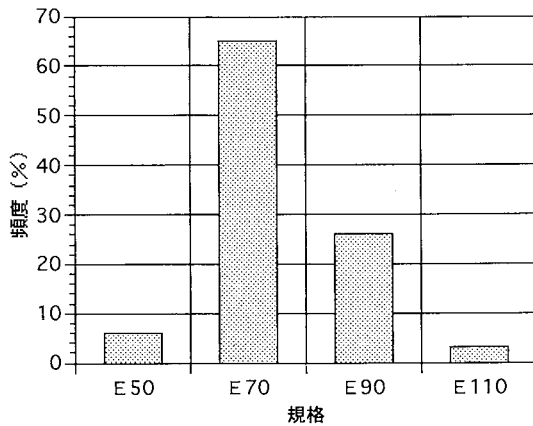


図 - 3 機械等級区分出現頻度

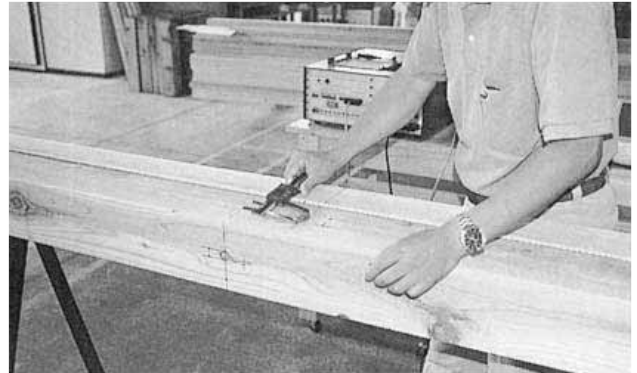


写真 - 2



写真 - 3

## V どんな試験を行ったのですか

### 1 試験に用いた丸太の性状

今回の試験に使用した丸太の性状は表 - 2 のとおりで、材長約 4 m、末口径 21cm ~ 34cm を 97 本使用しています。末口の年輪数は 19 ~ 39 年、E f (機械でヤング係数を推定したものは図 - 4 に示すとおり 48 ~ 103tf/cm<sup>2</sup> とかなりばらついております。このことからわかりますように、スギの材質は他の樹種と比較してバラツキが大きい樹種であることがわかれると思います。

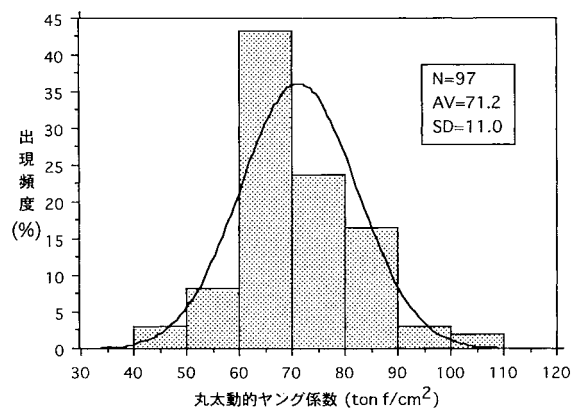


図 - 4 丸太の動的ヤング係数の出現頻度

表 - 2 使用原木丸太の性状

	材長 (cm)	重量 (kg)	元口径 (cm)	中央径 (cm)	末口径 (cm)	末口年輪数	曲り (mm)	容積量 (g/cm <sup>3</sup> )	E f (tf/cm <sup>2</sup> )
最大値	450.0	356.6	43.0	36.5	35.1	42	35	0.924	103.3
最小値	400.9	109.8	28.5	26.8	24.1	19	0	0.373	47.8
平均値	414.5	209.2	33.4	30.3	28.0	29	16	0.681	71.2
変動係数	2.12	20.95	9.16	6.91	7.28	14.61	54.01	17.34	15.41

2 試験の方法

①写真 - 4 及び図 - 5 に示す方法で、製材品に縦振動を発生させ、非破壊により強度を推定してみました。

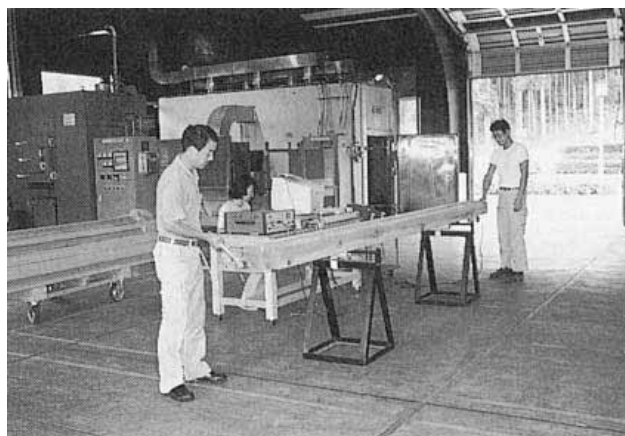


写真 - 4

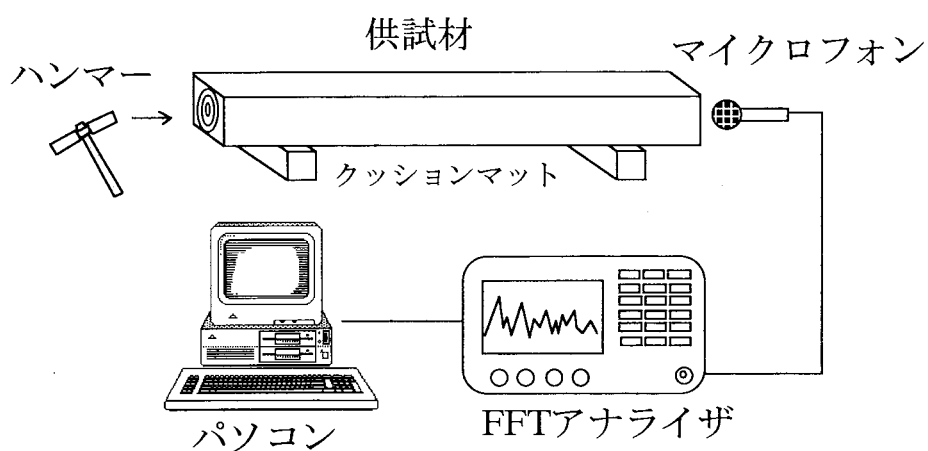


図 - 5 非破壊による強度試験

②木材実大強度試験機(100t)を使用して、写真 - 5 及び図 - 6 に示す方法で試験を行いました。

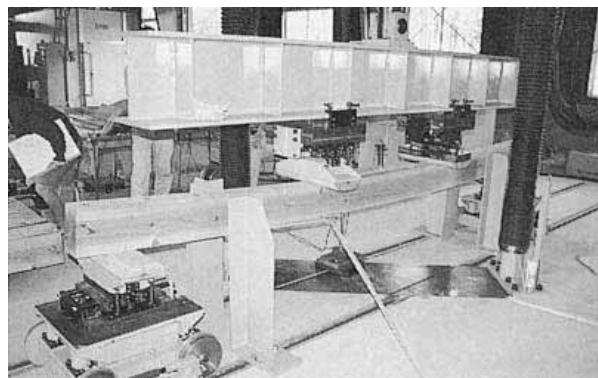


写真 - 5

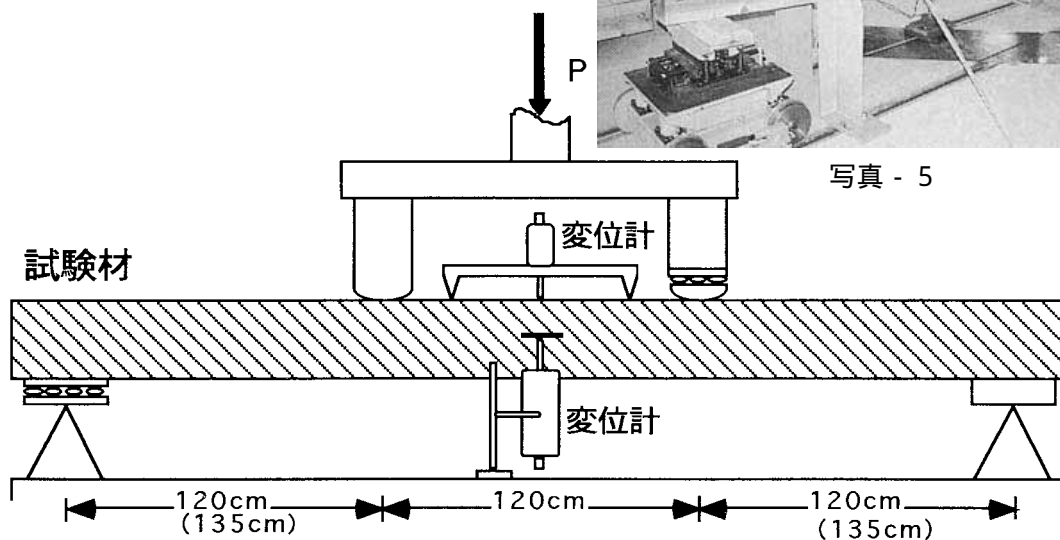


図 - 6 木材実大強度試験

### 3 試験の結果

曲げ強度試験の結果を表 - 3 に示します。曲げ強度の平均値は344kgf/cm<sup>2</sup>で変動係数は17.4%曲げヤング係数の平均値は75tf/cm<sup>2</sup>で変動係数は16.3%となりました。曲げ強度、曲げヤング係数それぞれの出現頻度を図 - 7、図 - 8 に示しました。また、非破壊試験による曲げ強度、曲げヤング係数の推定では、図 - 9、図 - 10 に示しますように、縦振動による非破壊試験によって推定することが可能となっています。

表 - 3 曲げ強度試験試験結果

	最大値	最小値	平均値	標準偏差	変動係数
曲げ強度	472	182	343.8	59.8	17.4
曲げヤング係数	101.7	46.2	74.9	11.2	15.1

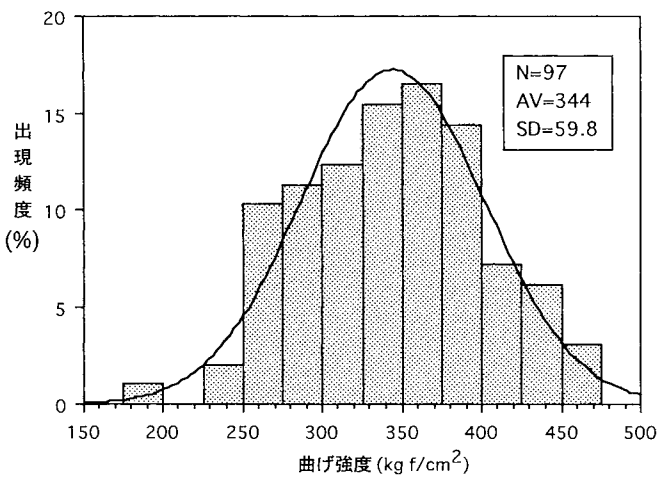


図 - 7 曲げ強度の出現頻度

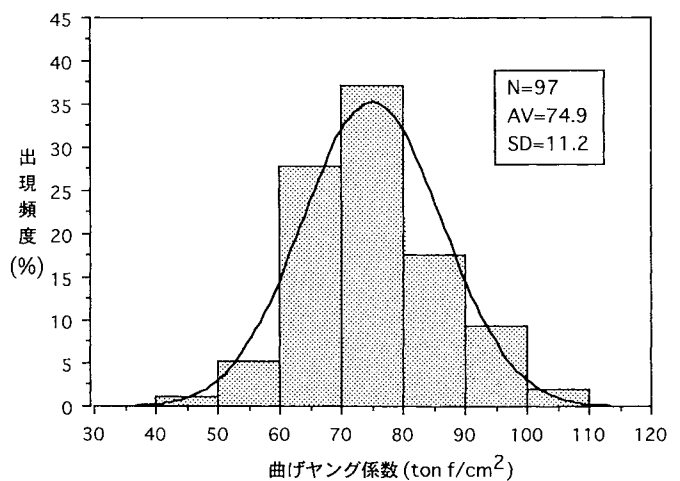


図 - 8 曲げヤング係数出現頻度

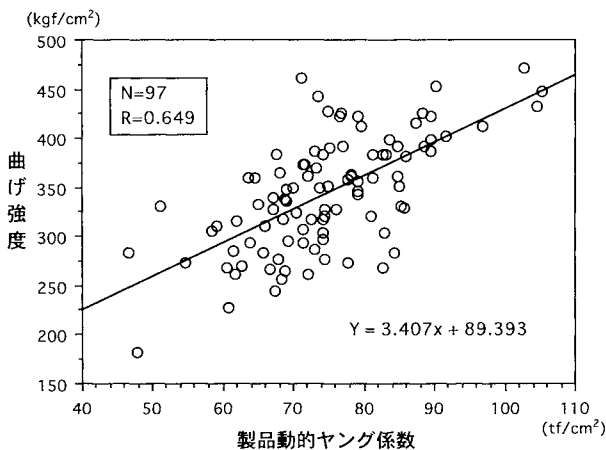


図 - 9 非破壊試験と曲げ強度との関係

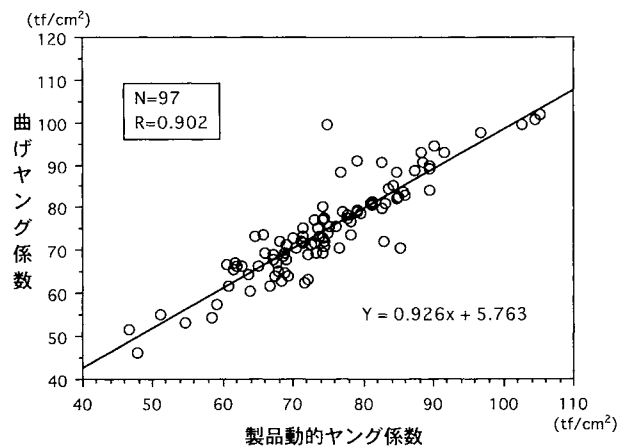


図 - 10 非破壊試験と曲げヤング係数との関係

## Ⅵ スギ中目材から製材した平角は梁桁として使って大丈夫なのか

結論から先に申し上げますと、問題ないと思います。ぜひ使ってください。

その理由として、試験の結果を参考に説明します。まず、曲げ強度について申し上げますと、平均344 kgf/cm<sup>2</sup>（統計的下限值で255kgf/cm<sup>2</sup>）となっています。この統計的下限值と言うのは、木材は鉄とかに比べてバラツキの大きい材料であることから、品質の最低保証値を決定したものです。今回、試験により得られた愛媛県産スギ中目材から製材した平角の最低保証値255kgf/cm<sup>2</sup>は建築基準法施行令に定められていますスギの材料強度225kgf/cm<sup>2</sup>を上回っていました。

次に曲げヤング係数についてですが、平均で75tf/cm<sup>2</sup>となっています。この曲げヤング係数は直接強さを示す値ではなく、木材のたわみにくさを示した値です。試験の結果の平均75tf/cm<sup>2</sup>は、木造の建物

を建築する際の、構造計算の基準書となっている、「木構造計算基準・同解説」の普通構造材基準70tf/cm<sup>2</sup>を十分満たしていました。

以上のことから、愛媛県産スギ中目材から製材した平角を在来工法における梁桁材として使用しても問題ないと思いますが、これらはいくまで乾燥材を使用したものです。ですから、使用に際してはかならず乾燥を行ってください。

主任研究員 西浦 正隆

### 試験結果に基づく愛媛県産スギ平角を使用した2階床梁の検討

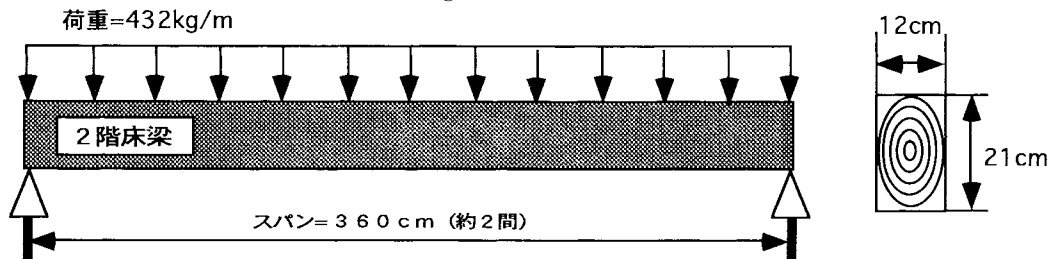
荷重 = 432kg / mの内訳

固定荷重 108kg / m 積載荷重 324kg / m

畳、床板等 63kg / m タンス、人等324kg / m

梁自重 27kg / m

天井 18kg / m



曲げ強度・・・許容範囲内で安全である。

(梁に係る応力度 = 79.3kg/cm<sup>2</sup>) < (梁の材料強度 = 255kgf/cm<sup>2</sup>)

たわみ・・・許容範囲内である。

(梁に係る最大たわみ = 1.4cm) < (「木構造計算基準・同解説」 = 2cm)

# プレカットによる接合耐力

## I はじめに

軸組工法住宅（在来）の構造材継ぎ手には大工の不足や施工期間の短縮などの理由により、プレカット加工が多く見られるようになっていきます。また、一般住宅の低コスト化に向けてプレカットを含む一貫生産ラインも見受けられます。

スギ材を梁桁材のような大きな断面で長い材料として使用する場合、求められる性能としては1．高い曲げの力がかかるため、曲げに対してどの程度の強さがあるか。2．梁一桁間のような継ぎ手部分でスギ材はどの程度の性能を有するかを把握することと思われまふ。この章では2．についてスギ梁桁材のプレカット接合の耐力性能について試験結果を踏まえてご紹介いたします。

## II どうしてスギ材は梁桁材に使われないのでしょうか？

愛媛県下では横架材はマツが現在でも多く使われています。これは、地マツが県下に多く存在していたことやマツの曲がりや昔の軸組工法の小屋組に材料として適していたことにあります。これに対してスギ材は通直材であり、横架材より柱材に適しているため主に柱材として使用されてきました。しかし、県下の地マツの資源量が減少したため、現在は輸入材のベイマツ（正確にはマツではない。）が多く使われています。また、スギ材もだんだん径級が大きくなっており、中目径級の材が主流を占め、往断面よりさらに大きな断面の材料が採材可能になっています。そこで、スギ材を梁桁材に使ってみませんか！

## III スギ梁桁材のプレカット接合耐力はどの程度あるのでしょうか！

### 1 試験材料

愛媛県林業試験場ではスギ材の梁桁材への利用促進を図るため、プレカット接合試験を行いました。プレカットの形状は現在一般的に使用されている形状とし、試験材は1章にて試験を行った未破壊部を

利用してスギ製材品（105mm×210、240mm）を使用しました。比較対照としてベイマツの製材品（105mm×210、240mm）ベイマツ集成材（105mm×240mm）、スギ単板積層材（105mm×240mm）、ヒノキ単板積層材（105mm×240mm）の5種類とし、ベイマツの製材品（240mm）とベイマツ集成材は県内業者から購入しました。そのため、スギ製材品はすべて心持ち材であるのに対し、ベイマツ製材品は210mmは心持ち、梁せい1240mmの製材品はすべて芯去りでした。スギ、ヒノキの単板積層材は現場にて製造しました。なお、単板積層材には単板の縦継ぎ部は含まれていません。プレカット形状を図1に示しています。

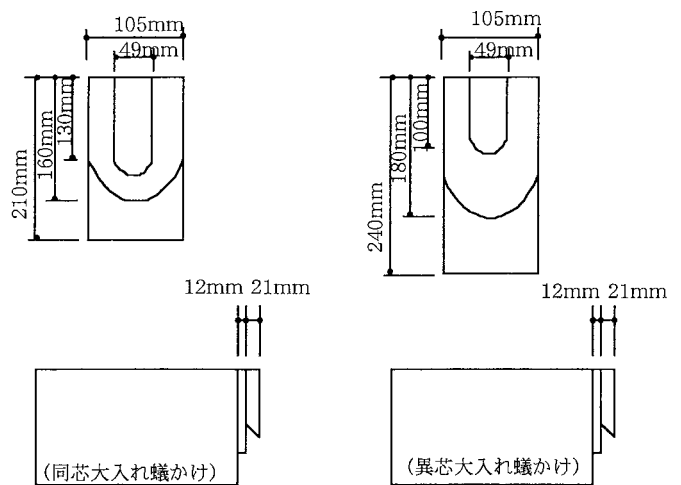


図1．試験体の形状

### 2 試験方法

この試験は実際現場で使用されているように、梁桁材に上から重量がかかった場合、どの程度の荷重まで梁桁のプレカット接合が耐えられるかを調べる試験です。試験方法ならびに試験を行っている状況を図2・写真1に示しています。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、そして、仕口部のめりこみ、たわみは8本の変位計により測定しました。また、試験は最終的に仕口部が破壊してしまうか、男木が試験治具に接するまで行っております。

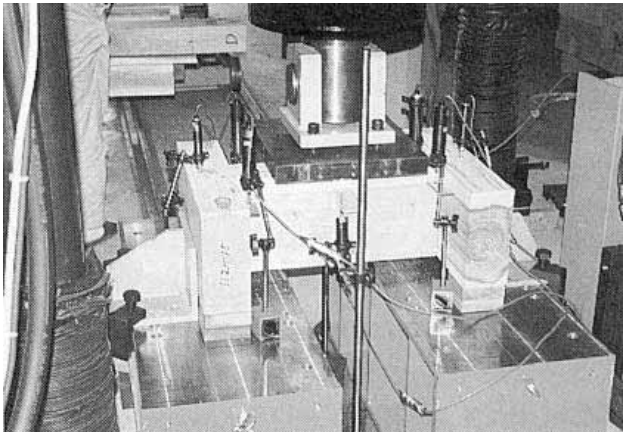


写真 - 1

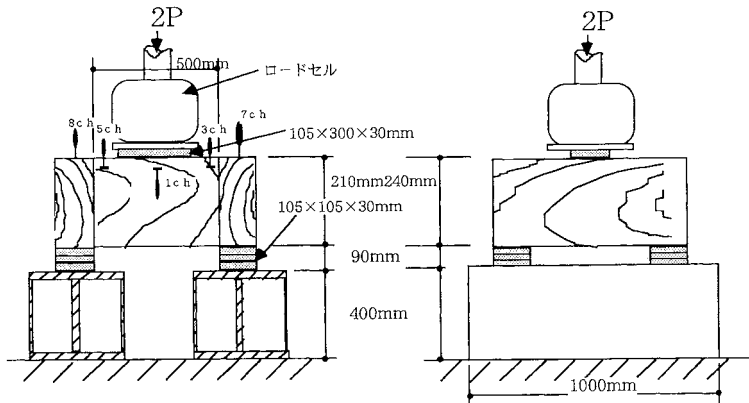


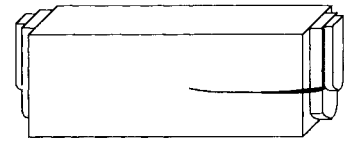
図 2 . 試験方法

### 3 . 試験結果

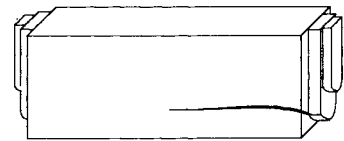
①梁桁接合部は上からの荷重に対してどの程度強いのでしょうか。

(ア) 試験体の破壊形態

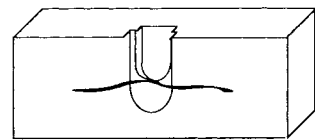
プレカット接合部の破壊形態のパターンは図3に示すとおり、5つに区分できます。Aは男木の首の付け根から破壊しているもの、Bは男木の大入れの部位から破壊が生じているもの、Cは女木の大入れ腰掛け部位から破壊しているもの、Dは男木の首の側面から荷重面に向けて亀裂が生じているもの、Eは女木の大入れ腰掛けの局部のつぶれによるものです。製材品の梁せい210mmの試験体はプレカット形状で男木の首が240mmと比較して長いため、ほとんどの破壊形態はCですが、梁せい240mmの試験体では破壊形態AとCが見られました。材料間での破壊形態の違いは集成材では製材品とほぼ同じ形態を示すものの、単板積層材の破壊形態はすべてD、Eでした。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1方のみが破壊する試験体がほとんどでした。



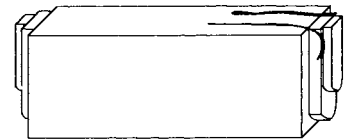
破壊形態 A (首の付け根から破壊)



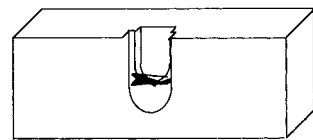
破壊形態 B (大入れの部位から破壊)



破壊形態 C (大入れの腰掛け部位から破壊)



破壊形態 D (首の側面から破壊)



破壊形態 E (大入れの腰掛け部位のつぶれ)

図 3 . 破壊形態

(イ) 荷重と仕口部のめり込みとの関係

図4に全試験体の荷重と仕口部のめり込みについての図を載せています。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ませんが、集成材や単板積層材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ことが見て取れます。これは製材品は最大耐力は低いものの急激に壊れず、そういった点では安全であることが言えると思います。試験結果を表1.に一括して載せています。



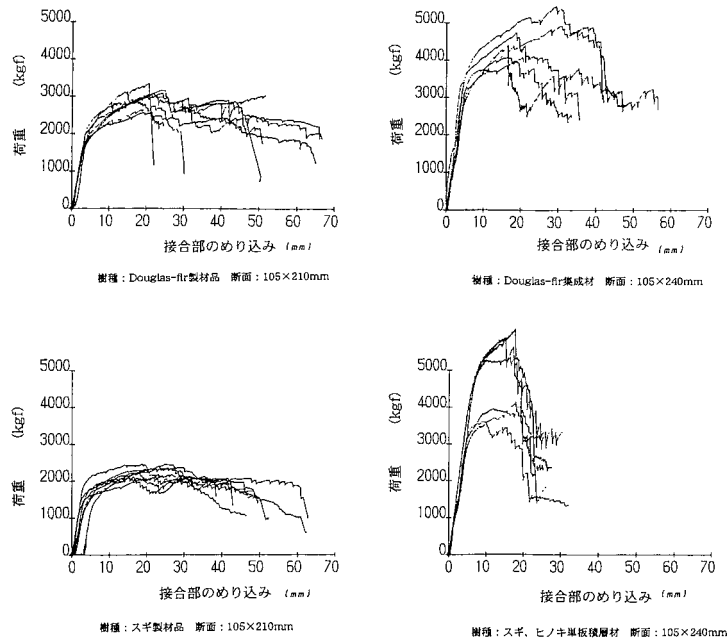


図4．荷重と接合部のめり込みとの関係

表1 試験結果

試験材	初期剛性 kgf/mm	比例上限荷重 kgf	最大荷重 kgf
スギ製材品 (210mm)	469	1435	2289
ベイマツ製材品 (210mm)	572	1723	2983
スギ製材品 (240mm)	337	1531	2129
ベイマツ製材品 (240mm)	501	2625	4042
ベイマツ集成材 (240mm)	664	3172	4628
スギLVL (240mm)	632	2475	3892
ヒノキLVL (240mm)	754	4368	5768

平均値

#### IV スギ材は梁桁材として使えるのでしょうか！

今までの試験結果をうけて、ここでは実際現場で使われる状況を考えてみましょう。図5のような使われ方を想定します。ここで梁材が上からの荷重に負担する面積を斜線で示しています。大梁や胴差しにプレカットして仕口がはめ込まれ、上からの荷重を支持することになります。計算に使う基本的な重量は以下のとおりとします。

固定荷重	畳の重量	35kgf/m <sup>2</sup>
	梁材自体の重量	15kgf/m <sup>2</sup>
	天井の重量	10kgf/m <sup>2</sup>
積載荷重		180kgf/m <sup>2</sup>
合計		240kgf/m <sup>2</sup>

この横架材にかかる重量を240kgf/m<sup>2</sup>という条件にて実験値と比較してみます。(表2)通常木材の接合部の安全率は2とされています。実験値の安全率は2間(3.64m)までは2以上確保されており、2間までの梁材ではスギ材で十分使用できることがわかります。2間以上では安全率2が確保することが困難であると思われますが、梁せい210、240mmのスギ材を使用する場合、現在使用されているプレカット加工にて接合すれば、2間までは上からかかってくる荷重においては十分使用可能と思われます。

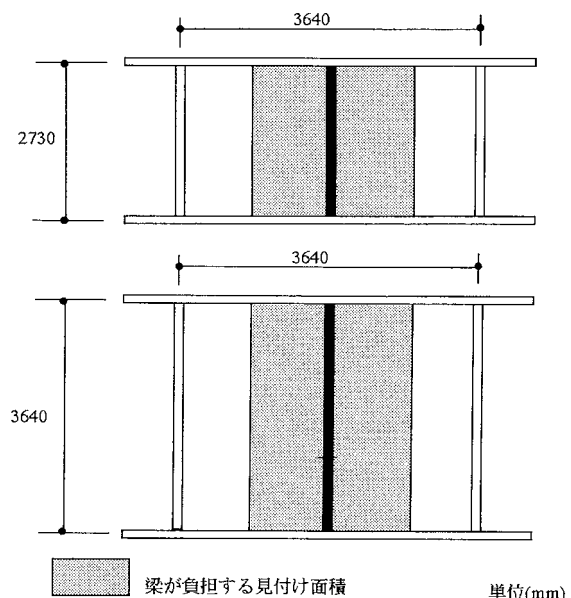


図5．計算例

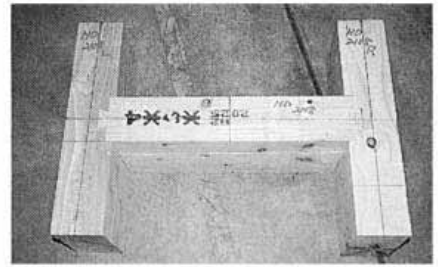
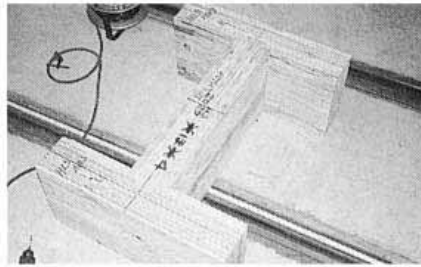
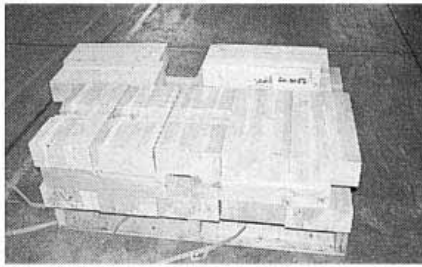


表2. 実験値と設計荷重との比較

	実験値	設計荷重 2.73m	設計荷重 3.64m	安全率 2.73m	安全率 3.64m
スギ製材品 210mm	1597	596	795	2.7	2.0
スギ製材品 240mm	1717	596	795	2.9	2.2
ペイマツ製材品 210mm	3032	596	795	5.1	3.8
ペイマツ製材品 240mm	2237	596	795	3.8	2.8
ペイマツ集成材 240mm	3471	596	795	5.8	4.4
スギLVL 240mm	2919	596	795	4.9	3.7
ヒノキLVL 240mm	4326	596	795	7.3	5.4

実験値 = 最大荷重の平均値 × 3/4

## V スギ材を梁桁材として使われる方へ！

スギ材の梁桁への利用におけるプレカット接合について試験結果をもとに説明いたしました。今後利用される方を想定して書きましたが、まだ不十分な点もあるかと思えます。接合部の試験においても上からの荷重以外にさらに様々な状態での試験を行わなければならないと考えております。もっといろいろな状況下での試験を望まれる方、この小冊子について質問のある方は林業試験場に來られるか、電話でお問い合わせ下さい。

主任研究員 藤田 誠

## 言葉の説明

### 1) 軸組 (在来) (建築用語辞典)

土台・柱・梁・桁筋交いなどから構成される壁体の骨組、架構の骨組みの意味にも用いられる。

### 2) 梁・桁 (建築用語辞典)

柱が垂直材であるのに対して梁は水平またはそれに近い位置に置かれた構造部材で、材軸に対し斜め、または直角な荷重を受け、曲げが生じる。木構造で側柱の上にあって垂木を受ける材は特に桁という。

### 3) 男木 (建築用語辞典)

継ぎ手においてかみ合わせる2材のうち、ほぞかま・さおなど突出部分を有する方の材。

### 4) 安全率 (建築用語辞典)

構造物全体あるいはそれを構成する各部材の安全の程度を示す係数。①弾性設計：設計に当たり構造各部に破壊、大変形を生じないように計算応力度が材料強度の  $1/S$  以下となるように形状寸法を決定する。Sを安全率という。Sを決定するには強度のバラツキ、加工法による強度の変化応力計算の信頼度などを考慮して行う。

### 5) ラミナ

挽き板または小角材などを繊維方向を互いに平行にして長さ、幅、厚さ方向に集成接着したものを集成材と言い、これに使用される挽き板類を言う。

### 6) ヤング係数 (弾性率)

材料に外力を作用させたときに生じる応力と歪みの関係は応力歪み曲線によって表され、この曲線の直線域における勾配、すなわち (応力) / (歪み) を弾性率という。弾性率は材料に外力が緩やかに作用したときと振動的または急激に作用したときで異なり、前者によるものを静的弾性率という。

### 7) 平角

断面が長方形の挽き角

### 8) 変動係数

一般に、平均値の大きいものはバラツキも大きく、平均値が小さいものはそのバラツキも小さいという傾向がみられる。そのバラツキの程度を平均値に対する割合で示すことにより、バラツキをより適切に表したもの

## やってみませんか

No. 3

平成8年10月発行

愛媛県林業試験場

愛媛県林業改良普及協会

〒791 1205

愛媛県上浮穴郡久万町大字菅生2番耕地280 38

電話(0892)21 2266 FAX(0892)21 3068