



昭和 5 6 年度

日本木材学会強度研究会

# 研究発表要旨集

昭和 5 6 年 1 1 月

11/18 53人参加  
(9)

日本木材学会  
強度研究会

昭和56年度 強度研究会プログラム

第1日目 ( 11月18日 )

- |               |            |
|---------------|------------|
| 9:30 ~ 12:20  | 資源,接合関係    |
| 13:20 ~ 17:20 | 材料強度,研究の方向 |
| 17:30 ~ 19:30 | 懇親会        |

第2日目 ( 11月19日 )

- |               |          |
|---------------|----------|
| 10:00 ~ 12:00 | 部材・部品関係  |
| 13:00 ~ 15:30 | 構造関係,まとめ |

於：農林水産省林業試験場

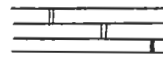
〒305 茨城県稲敷郡茎崎村松の里1  
(☎02987-3-3211)

- ・広葉樹小径材の利用と
- ・歩止り向上を目指した木材工
- ・LVLは接着剤を多く使用するため構造用としてはコスト高となる。  
単板と進行させたLVLをむしろ化粧用として用いる。
- ・Youngs「木材資源は世界的には不足、豊富な地域、不足している地域は極限  
している。対応はローカルなみに限ろう。」

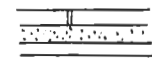
## 国産針葉樹造材木の構造用材料への転換 東大農 大熊幹章

① 単板を繊維と平行にして重ねること。

このことは単板の縦つぎに大きな意義を持つ。接合部とずらして単板を重ねれば、ジョイント部の隣(厚さ方向)に健全な木材繊維が存在することになり、製品の安定性、信頼性は大きなものとなる。



LVL ○



合板 ×

② 縦つぎ可能 → 短尺単板の使用可 → 小径丸太の使用可 → 造材木の利用

すなわち、切崩長さを短かくすれば、小径丸太を歩留りよく、廃棄よくロータリー切削できる。

③ ケーブ間接合より、単板間接着の方が良い接着ができる。

LVLにおいては、平滑で連続した単板面を接着するのであるから、PBのような高圧を必要としない。このことは圧縮物の圧縮化が小さく、他比重材が得られ、運搬、施工、加工が容易な製品が得られる。又、平滑な単板面の接着はPBのケーブ間接合のメカニズムとは異なり、十分な接着力が期待でき、その結果、製品は高い強度と耐水性を保持する。

はじめに  
我が国における木材の総供給量に占める輸入外材の割合は割に達しようとしている。しかし、海外の木材生産地においても優良木材資源の枯渇は進み、またその資源戦略から安価外材の時代は終わったと言われている。今、外材一辺倒の木材工業は高いつけを払って根柢から見直しをせまられている。

### 1. 木材資源の動向と木材工業

木材資源の動向については「木材工業」11月号で多くの著者の方から述べられているが、ここで特に次の点に注目したい。

- ① 外材丸太の輸入は長期的に見れば、やはり困難な方向に進む。
- ② 1000万円にのぼる国産針葉樹造材木資源の先史

すなわち、優良木、大径木の伐採、利用が進み、我が国の木材工業は、小径木、曲り材、向伐材、未利用の他産樹種、枯葉等の林地残材、工場廃材、建築古材などの他産原料をも対象とする生産システムを開発しなければならぬ。

### 2. LVL製造の原理

向伐材などの他産木材資源は、これをケーブ化、繊維化し、ボード類に転換利用することが最も安易な方法であるが、エネルギーを費やして、1)ざらざら木材繊維を切断し、これを大量の接着剤を用いて再び成型するという工程は極めて不合理である。

木材の繊維の強さをできるだけ利用し、しかも任意の形状に再構成してゆく方法としてLVL製造の原理に注目したい。次の表が重

### 3. LVLによる製品(構造用)

① グロック材

特殊な耐水と防水という特徴を生かす。  
・長尺材、・アーク材、・中空材 など。  
大断面材、小断面材より中断面材に進出の余地あり。  
向伐材、ケーブ材などに代替できない。  
接着剤の量が少なくていい。

② 平面材

LVLをコアードして、表面に単板を用いた製品。性能的には合板に近く、製造ラインの自動化はPB製品に出がけ得る。  
LVLと進行する方向に合わせる。

- ・従来の材料の代替ではなく新しい材料をつくる方向に考える。
- ・従来の高く売れたものより、従来の低く売ったものより品質の安定しているものをつくる。

木材の力学的な挙動と組織・構造とのかかわり  
—力に対する木材の応答のしかたについて—

宇都宮大学農学部

北原 龍士

1. まえがき

木材を材料として利用するとき、とくに構造部材として用いるとき、木材は常に外力を受ける状態におかれている。また、木材が外力に抵抗する基本的な要素、すなわち木材を構成する要素として、木部細胞が考えられる。このようなことから、破壊にいたるまでの木材の力学的な挙動と、組織・構造との関係が明らかにすることは重要なことと考えられる。

一方では、生立時の樹木が、樹幹内に生じている生長応力、および風圧力などの外力、さらには自重で、その組織・構造にどのような影響を受けているのか興味ある問題である。

ところで、すでに1920年代に、Robinsonは力を受けた木材の挙動が、細胞壁の構造、細胞の形、さらに細胞の配列と密接に関連していることを示唆した。そして、木材の破壊のしくみについて、これまでに数多くの研究がなされてきた。しかし、力を受けた木材の組織上の変化も木材内部に生じた応力あるいはひずみに関連づけた研究は、今までのところ必ずしも十分であるとは言いがたい。

以上のようなことから、この研究では、木材に与えられる荷重の変化に対応した木材細胞壁の局所的な変形や破壊が、木材の変形や破壊とどのようなかかわりをもつのかについて検討を行い、ひいては木材が力をうけるしくみについて明らかにしたい。

2. 負荷の影響

ひとたび、比例限度荷重よりもはるかに小さな、つまり破壊荷重 $P_0$ の0.3に相当する軸的圧縮荷重 $P_1$ を乾燥状態の木材に加えたとき、

木部細胞壁には、荷重を取り去ったあとにもシワを残し (Fig. 1)、すでに細胞壁の破壊が始まっていることが認められた。また、この除荷後は認められる細胞壁のシワは、木材の残留変形と密接に関連していることがわかった。



Fig. 1

ところで、飽水材では、比例限度荷重をこえる大きな荷重レベルのもとでも、細胞壁にシワが生じにくく、除荷後の残留変形もきわめて小さかった。

3. 負荷の履歴をもつ木材の力学的な挙動や性質

木材の強さは、あらかじめ破壊荷重の0.3という小さな荷重を受けて生じた細胞壁のシワに対して、敏感に影響を受け、いわゆる“組織敏感性”を示した。Garland (1939) や Dinwoodie (1971, 1978) らは、このようなシワが、引張り強さや衝撃強さの著しい低下につながることを指摘し、とくに木材を構造部材として使うときに留意すべきだとしている。

一方、ヤング率は、この細胞壁のシワにあまり影響をうけず、“組織鈍感性”を示した。また、仕事量は、このようなわずかな程度の

細胞壁のシワに対して著しく影響を与ける  
とともに、明らかに減少を示した。

さて、飽水材では、経験した負荷の荷重レ  
ベルをくり返し回数にかかわらず、強さや任  
意量の低下がほとんど認められなかった。

#### 4. 荷重速度の影響

きわめて速い速度の荷重が与えられた気乾  
材試験片では、木材中の数少ない場所に集中  
して、細胞壁に著しいシワを生じた。しかし、  
速い荷重速度では、木材中の多くの場所に散  
らばって細胞壁に小さなシワを生じた。

#### 5. 早材部と晩材部の差のちがい

##### (1) 気乾材について

縦圧縮負荷の際、晩材部のヤング率 $E_L$ は、  
早・晩材部で構成されている木材ブロックの  
もののヤング率 $E_W$ とほぼ同じ値であった。  
しかし、早材部のヤング率 $E_e$ は、 $E_L$ や $E_W$   
と異なっていた。しかも、荷重を取り去った  
直後のひずみの回復割合と残留ひずみの回復  
の速さは、早材部と晩材部とで異なる傾向を  
示した。

ところで、樹木が生きてゆくうえで、針葉  
樹の樹幹内部では、早材部が導管組織として、  
晩材部が強固組織として働くと考えられてい  
る。さて、気乾材の早材部仮道管では、木材  
の比例限度荷重よりもはるかに小さな荷重の  
もとでも、細胞壁に破壊を起すようなシワを生

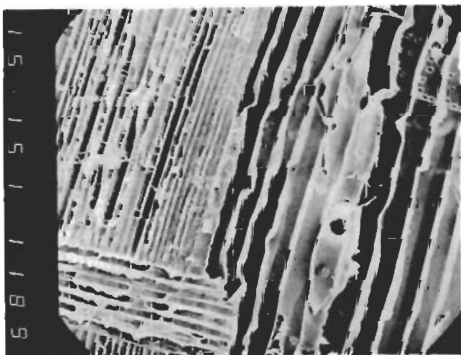


Fig. 2

じるのに対し、晩材部仮道管では、木材の破  
壊荷重近くまで細胞壁の破壊を生じない (   
Fig. 2,  $P_n/P_b: 0.8$ , 縦圧縮負荷時)。   
この原因として早材部と晩材部の機能の差が  
指摘され、壁の薄い早材部仮道管に破壊を生  
じやすいことが納得できる。さらに、荷重を  
取り去ったあとの残留ひずみ量とその回復が  
早材部と晩材部とで異なることも、このよう  
なことで理解できるであろう。

##### (2) 飽水材について

$E_e$  と  $E_L$  との間には大きな差が認められ  
ず、しかも  $E_W$  と同じ値であった。なお、  
除荷後の残留ひずみ量とその回復は、気乾材  
で得られた結果と異なって、早材部と晩材部  
とでちがいが認められなかった。さらに、飽  
水材では、破壊荷重近くまで、早材部と晩材  
部の細胞壁にシワが生じにくかった。

飽水材では、多量の水分を含むことにより、  
木材細胞壁内の微細構造にかかわる拘束と結  
合がゆるめられ、ひいては細胞壁間、細胞壁  
内の両方で、外力によってズレと変形を起し  
やすくなる。つまり、飽水材では、早・晩  
材部ともに、細胞壁にシワが生じにくくなる  
であろう。

#### 6. あとがき

木材がもっている強さやかわさ、さらにね  
ばり強さと、木材の材料としての強靱性や安  
全性とのかわかりを明らかにすることは重要  
なことと考えられる。このようにことから、  
今後、木材の材料としての使われ方の関連  
で、さらに木材材質評価法とのかわかりをも  
含めて検討を行いたい。

また、木材の強さや破壊の問題を明らかに  
するために、木材の強さや破壊についてのそ  
れぞれの研究分野を有機的に結びつけ、さら  
にそれを総合的な立場から検討を加えること  
が、これからの課題である。

木材の寸法効果のさいとうては、

寸法が大きくなるに 合は得る 足る 力に 強くなる 傾向がある。  
しかし、一番弱い個所で全体のつよさを決定する（直列モデル）

### 木材強度の寸法効果

三重大学 農学部 大河平 行雄

木材の強度特性を示すために、各種の強度が求められている。その中の、引張および圧縮強さについて若干の実験、考察を行なっている。

今日、破壊現象を説明するために、よく用いられている確率モデルは最弱リンクモデルと繊維束モデルであり、前者は脆性破壊、後者は粘性破壊や塑性破壊に適用されている。

最弱リンク仮説とは、試料全体の破壊強度がその最も弱い部分の破壊強度に支配されることを明示するもので、形式的には各構成要素が、すべて直列に接続されていて、最小強度部分が破壊されれば、全体も同時に破壊するような力学系に対応している。故に、最弱リンク理論はすべての脆性破壊およびクラック成長の比較的速い塑性破壊に対して成立する。系全体の破壊強度を支配するものは、各構成要素の平均値ではなく、最小値であり、この比加算性のために、破壊強度は試験体の大きさの影響を受けることになり、いわゆる寸法効果が現れるのである。強度の分布は、一般に正規分布に従わず、ワイブル分布、あるいは、指数分布で表示されている。

繊維束モデルは直列要素のみからなる最弱リンクモデルとは逆に、すべての要素が逆に並列に結合されていて、外力は各要素に配分され、試験体全体が破壊するのは、構成要素が全部破壊したときである。繊維束モデルの材料の強度分布は、各構成要素の破壊強度を独立な確率変数とすると、系全体の強度は独立変数の和となる。また、強度の分布は正規分布に従い、寸法効果は殆ど認められない。

木材の場合、他の材料と異なり、マクロの意味で組織構造を有するもので、正確なモデ

ルは各構成要素の破壊強度と結合状態によって与えられるものであるが、接線方向引張強さの場合最弱リンクモデルがよく当てはまった。

木材圧縮強さの場合、実際に破壊が起る繊維方向圧縮試験の場合でさえ、不明の点が多い。半径方向、接線方向の圧縮の場合は、比例限度、あるいは、50変形時応力を強さとして採用せざるを得なかったが、強さもヤング率と同じように加算的な可能性があると考えられ、また、何等かの限界状態での臨界値であるので、破壊現象類いの挙動を示すとも考えられる。

ヒノキ試験体により今まで行なった実験結果では

- 1) 割裂試験で行なった接線方向横引張強さの場合は寸法効果定数 $m$ は7.5であった。また、正規分布は当てはまらないようである。L方向、R方向については検討中である。
- 2) 圧縮強さの場合は、L、R、T方向とも寸法効果は認められず、圧縮強さの分布は正規分布が当てはまるようである。

$$* S_1 / S_2 = (V_2 / V_1)^{1/m} \quad 2\alpha: \text{寸法効果定数でワイブル分布の定数} m \text{ に等しい。} S_1, S_2 \text{ は容積} V_1, V_2 \text{ の試験体の強さ}$$

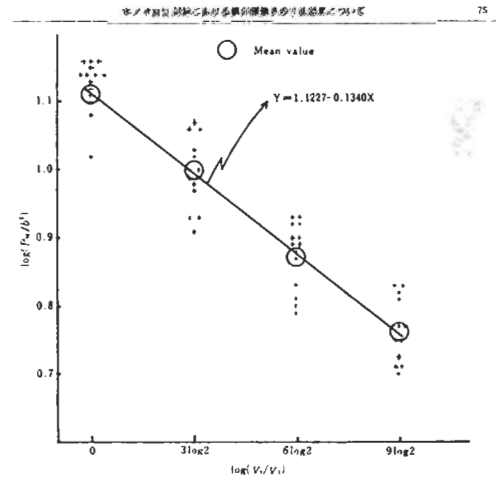


Fig. 4 The variation of  $\log(S_1/S_2)$  with  $\log(V_2/V_1)$ .

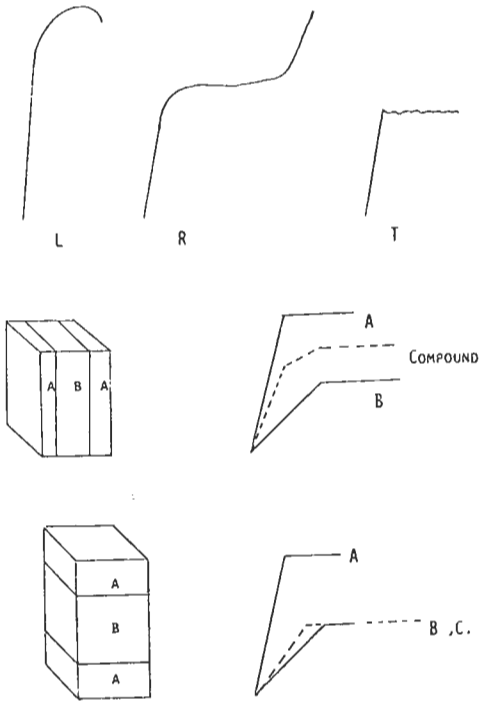
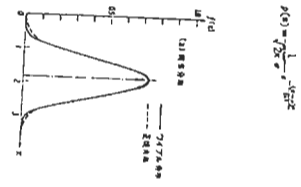
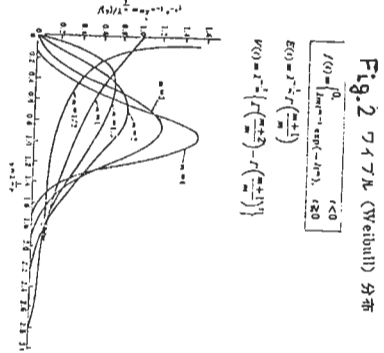
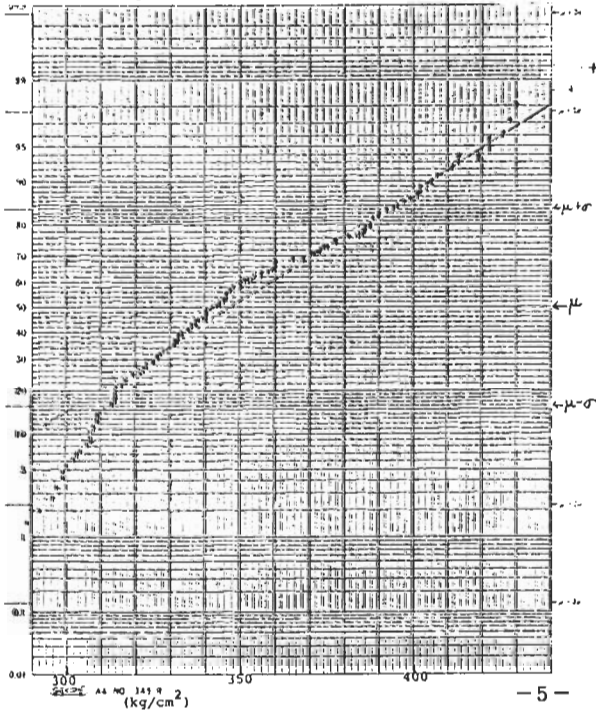


Fig. 1 Load-deflection diagram in compression test

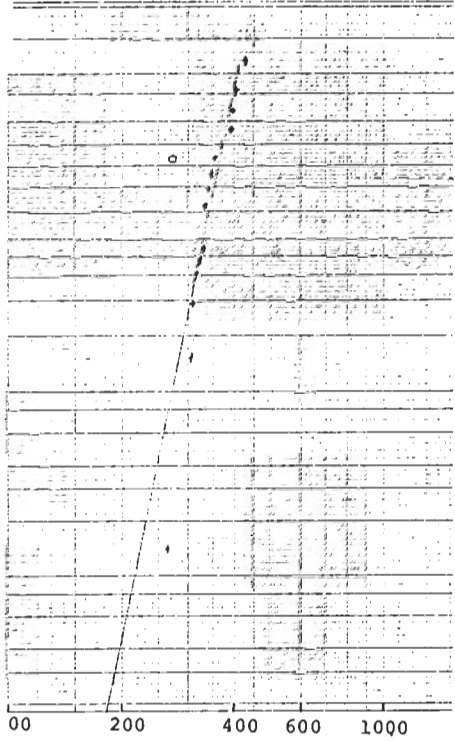
Fig. 3 Distribution of the strength parallel to grain (normal distribution)

$\mu : 347.2$   
 $\sigma : 45.2$



(Weibull distribution)

$\lambda : 3.15 \times 10^{-26}$   
 $m : 10$



マッセルの本当の衝撃エネルギー以外のエネルギーとして逃げる。  
 マッセル (比動値) と構造計算のA値。

木材および木質材料の衝撃疲労について  
 九州大学農学部 宮川秀俊

〔目的〕

木材および木質材料は、建築構造物をはじめ家具、各種道具類などの耐力部材として広く使用されるが、これらは使用中に大なり小なり衝撃的な荷重を繰返し受け、この衝撃荷重の繰返しで部材を破壊する直接的な原因となることも決して少なくない。

本研究では、繰返し衝撃荷重下における木材および木質材料の疲労挙動についての基礎研究の一環として、木材の引張りおよび木材、木質材料の曲げ疲労現象を取り上げた。

〔方法〕

実験では、材料に一定の衝撃エネルギーを繰返し与えて破壊させ、この場合の衝撃エネルギーと破壊繰返し数の関係を求めると共に、1回の衝撃ごとの材料のひずみ波形を検出し、破壊に至るまでの衝撃ひずみの変化と残留ひずみの蓄積過程を測定し、衝撃疲労について若干の解析を試みた。

なお、試験機には、本研究用に改造したシャルピー型衝撃試験機および落下錘型衝撃試験機を用いた。

〔結果〕

(1) 衝撃繰返しに伴うひずみの変化

一般に繰返し衝撃荷重を加えると、材料のある位置のひずみ波形は、Fig.1のように、衝撃の繰返しに伴って次第に増加し、n回目の衝撃荷重を受けた時のひずみ波形の最大値  $\epsilon_{M,n}$  は、前回までの残留ひずみ  $\epsilon_{R,n-1}$  とそ

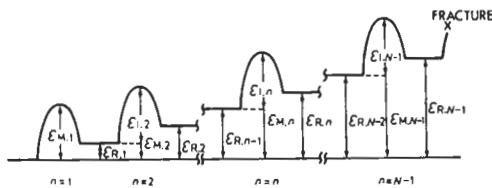


Fig. 1. 衝撃繰返しに伴うひずみの変化

の回の衝撃荷重で発生した衝撃ひずみ  $\epsilon_{I,n}$  の和で表わされる ( $\epsilon_{M,n} = \epsilon_{R,n-1} + \epsilon_{I,n}$ )。残留ひずみは、ほぼ一定した増加傾向を示すのに対し、衝撃ひずみは第2回目の増加量が大きく、以後漸増の傾向を呈する。

材料に大きな衝撃荷重を加えて少数回の繰返して破壊する場合と小さな荷重で多数回の繰返して破壊する場合を比較すると、1回ごとの衝撃による残留ひずみは勿論前者の方が大きい。木材ではこれが次第に蓄積されて行くため、破壊直前では後者の小さな荷重で繰返しの多い程その量は大きくなる。そして、最大ひずみの絶対値は、合板、パーティクルボードに比して大きい。これに対し、パーティクルボードは蓄積が少ないため、後者の方が最大ひずみは小さく、絶対値そのものも小さい。合板は両者の中間的性質を示す。

(2) 衝撃エネルギー、衝撃破壊荷重と破壊繰返し数の関係

衝撃エネルギー  $E_b$  (重錘の重量×落下高さ) と破壊繰返し数  $N$  の関係は、Fig.2に1例(円孔を有する木材の衝撃曲げ疲労、C・S; 標準試験片、 $r:15$ ; 半径15mmの円孔を有する試験片、レッドラワン材)を示すように、両対

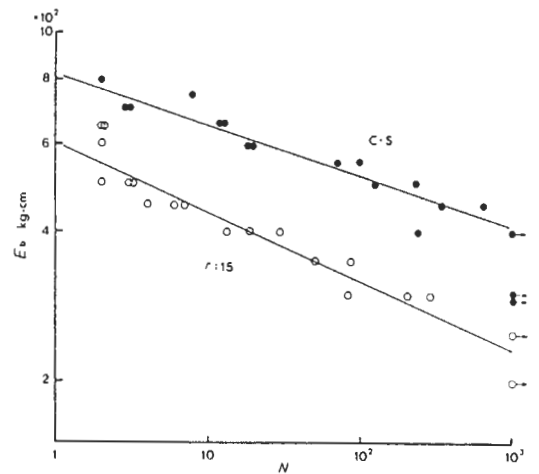


Fig. 2. 衝撃エネルギーと破壊繰返し数

数（あるいは片対数）グラフ上で負の直線相関が認められた。同様なことが衝撃破壊荷重  $P_1$  と  $N$  の関係についても見られ、次式が成立した。

$$P_1 N^m = a \quad (m, a \text{ は定数})$$

この  $m$ ,  $a$  の値は、材料の種類あるいは形状の違いにより影響を受ける。 $m$  の値は材料の疲労強度の低下度合を示すが、一実験では、パーティクルボードは、木材（タイワンヒノキ）の 2～3 倍の値を示し、最も疲労の進行が速いのに対し、合板はタイワンヒノキの 1.6～2 倍であった。

### (3) 累積履歴エネルギー

衝撃荷重を受けると材料には残留ひずみが残っており、そのため衝撃繰返しの各サイクルにおいて、応力～ひずみ（荷重～たわみ）の履歴曲線を描いている。この曲線の囲む面積は、材料が衝撃繰返しの 1 サイクル中に吸収したエネルギーである。ここでは、各サイクルで吸収したエネルギーを履歴エネルギー  $\Delta W_n$ 、このエネルギーの破壊直前回までの累積値を累積履歴エネルギー  $W_b$  と定義し、この  $W_b$  と  $N$  の関係の 1 例（木材、合板、パーティクルボードの衝撃曲げ疲労）を Fig. 3 に示

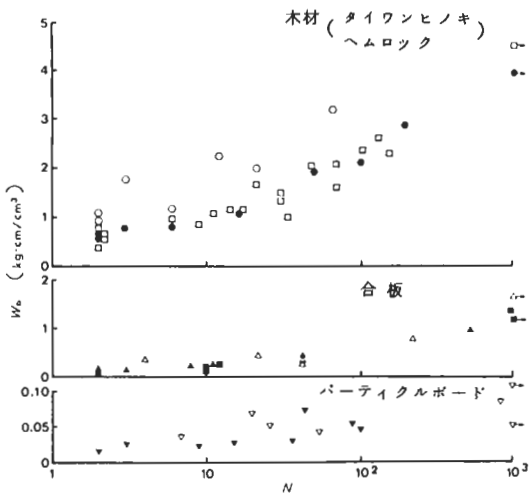


Fig. 3. 累積履歴エネルギー

す。各材料について破壊直前回までの累積値を比較すると、木材では破壊繰返し数に伴う増加が顕著でその絶対値も大きい。パーティクルボードは増加も絶対値もごく小さく、合板は両者の中間に位置する。この累積履歴エネルギーの大なる材料ほど繰返し衝撃に対する耐久性を持つと考えられ、その値はパーティクルボードを 1 とすると、木材は約 45、合板は約 15 である。

### (4) 木材の衝撃曲げ疲労における応力集中の影響について

構造部材に切欠きあるいは円孔などがあると、応力集中のためその部分が速やかに疲労し、破壊の誘因となることはよく知られているところである。本研究では、切欠き（円孔）による応力集中が材料の衝撃疲労による破壊にどの程度関係しているかの寄与率を知るため、次式の応力集中感度  $\eta$  を求めた。

$$\eta = \frac{\beta - 1}{\alpha - 1} \quad (\alpha: \text{応力集中率}, \beta: \text{破断係数})$$

この  $\eta$  は、材料の応力集中に対する敏感さを表わすが、とくに切欠き（円孔）半径の小さな時は金属材料などに比してその値が低い。これは、木材が細胞構造によってもともと微細な応力集中源を持つこと、木材は弾塑性体であるので応力集中部周辺が塑性変形することにより応力集中が緩和されることに起因するものと考えられ、木材の衝撃的性質における一つの特長であろう。

### 〔まとめ〕

現在までに行なった、および行なっている衝撃疲労試験についてかい摘まんで述べたが、この衝撃疲労の分野は、実験方法の難しさあるいは実験結果の解析法が確立していない点など数多くの問題点を含んでいると思います。本研究の遂行に対し、何か有益なる御教示あるいは御助言を頂けたら幸いと存じます。

木材の衝撃接着力に及ぼす試験片形状の影響

(鳥取大・農) 作野友康

1) 目的

木材の衝撃接着力試験はJIS K684あるいはASTM D950 に規定されており、この試験法による木材の衝撃接着力(衝撃吸収エネルギーあるいは衝撃せん断強さ)についてはこれまで種々検討してきた。そして、試験片作製上の問題あるいは形状・寸法と破壊形態などの影響についての問題が指摘されてきたが、これまでこれらに対する詳細な検討は行われていない。

そこで、この試験法をもとにして試験片の形状・寸法を変化させた場合の衝撃接着力に及ぼす影響を検討し、より簡便でしかも適確に接着力が評価できる試験片を確立するための基礎データをを得ることを目的とした。

2) 実験方法

供試材にはブナを用い、まさ目面をユリア(UF)および酢酸ビニルエマルジョン(PVAc)接着剤で接着したブロックおよび素材より形状・寸法の異なった試験片を採取した。採取した試験片について振子型衝撃試験機を用いて衝撃せん断試験を行い衝撃接着力を測定した。すなわち、試験片破壊後の振子の振上げ角度から衝撃破壊エネルギー(Q)を測定し、また振子に取付けた加速度変換器で測定した加速度より衝撃荷重(P)を求めた。これらの値をせん断面積(A)で除した値の衝撃吸収エネルギー： $E=Q/A$  および衝撃せん断強さ： $\sigma=P/A$ を衝撃接着力として計算した。

まずJIS規格に規定されている試験片(Fig.1 A型)の幅(b)を5から25mmまで2.5mmづつ変化させて、試験片の幅がQおよびPに及ぼす影響を検討した。次にFig.1に示す4種

類の形状の異なった試験片についてbを5,10および25mmに変化させて、それぞれの衝撃接着力に及ぼす影響を検討した。

さらに4樹種の供試材を用いて、それらのまさ目面をUFおよびPVAcで接着し、各接着ブロックから4種類の型でbが10mmの試験片を採取した。各試験片について同様の試験を行い、衝撃接着力に及ぼす被着材および形状の影響を検討した。

なお、試験片Bは接着層の両端に切欠きのある型、CはBと同様であるが固定部分の短い型、Dは接着層の両端に切欠きがあり、固定部分が薄く受撃部分と同じ厚さの型である。特にCおよびD型は試験片の作製が容易であるように考慮したものである。

3) 結果

A型試験片のbが増加するにつれて、いずれの場合もFig.2および3に示すようにQおよびPはほぼ直線的に増大した。すなわち、試験片の幅を変化させてもEおよび $\sigma$ はほとんど変わらないものと考えられる。

幅の異なった各型の試験片の衝撃接着力は、Table 1に示す通りである。Eおよび $\sigma$ はいずれもbの変化による有意差は認められなかった。各型の値をA型の値と比較すると、若干のバラツキはあるがいずれの型とも有意差は認められず、著しく異なった破壊をする型はないものと考えられる。しかし、各型の素材モデルにおける試験片についての有限要素法による応力解析の結果では、A型と他の型の試験片とはせん断面付近の応力分布状態、特に切欠き部分における応力集中の違いが認められた。

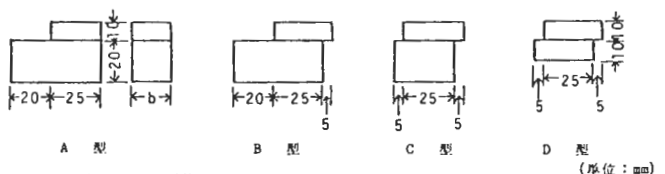


Fig. 1 各種衝撃せん断試験片の形状および寸法

(単位: mm)

4種の材を用いた各形状の試験片における衝撃接着力をTable 2に示す。いずれの型においてもEおよびσとも被着材の比重が大きい方が高い値を示した。同一樹種においては、いずれも型の違いによる有意差は認められなかった。

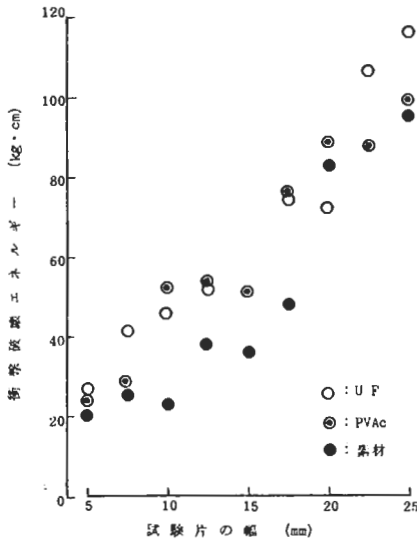


Fig. 2 試験片の幅と衝撃破砕エネルギーとの関係

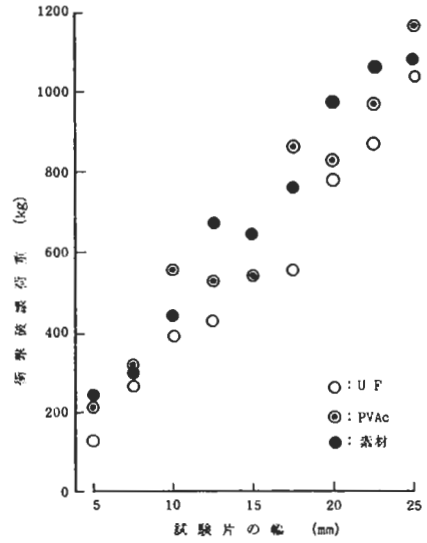


Fig. 3 試験片の幅と衝撃破砕荷重との関係

4) まとめおよび問題点

試験片の幅を25mm以下にしてもQおよびPはほぼ比例的に変化するため衝撃接着力に及ぼす影響は少ない。試験片の型を変化させた場合、各型の間にも有意差は認められず、いずれの型においても幅の変化によるEおよびσへの影響は少なかった。被着材を変えた場合、各値は比重の影響を受けるが各型の間にも有意差は認められなかった。これまでの結果からEおよびσにA型と有意差がなく、試験片作製が容易なD型試験片が簡便であると考えられる。

問題点としては、試験片作製の条件と精度およびそれに伴うデータのバラツキ、Pを測定する方法、試験片の破壊形態などがあげられるので、今後さらに多くの検討が必要である。

Table 1 幅の異なる各種試験片の衝撃接着力

試験片の幅 (b)mm	接着剤	試験片の形状							
		A型		B型		C型		D型	
		E	σ	E	σ	E	σ	E	σ
25	素材	14.2	173	16.7	145	17.8	149	18.0	169
	UF	9.4	166	13.8	148	15.5	151	12.8	143
	PVAc	14.1	175	14.7	148	17.6	136	15.8	174
10	素材	10.2	173	14.2	148	17.0	140	10.6	135
	UF	13.2	168	12.6	148	13.4	132	13.0	164
	PVAc	17.4	196	18.0	148	14.2	128	17.0	187
5	素材	15.7	193	13.9	184	10.0	138	12.6	132
	UF	17.8	121	12.6	132	15.8	137	14.0	164
	PVAc	14.4	166	16.9	181	14.0	140	15.1	165

E: 衝撃吸収エネルギー (kg·cm/cm<sup>2</sup>), σ: 衝撃せん断強さ (kg/cm<sup>2</sup>)

Table 2 被着材の異なる各種試験片の衝撃接着力

樹種 (比重)	接着剤	試験片の形状							
		A型		B型		C型		D型	
		E	σ	E	σ	E	σ	E	σ
キリ (0.2)	UF	7.5	69	6.1	58	9.0	79	8.8	88
	PVAc	8.9	71	8.0	73	11.5	70	11.9	78
シイ (0.66)	UF	9.1	120	7.0	99	8.7	129	8.8	86
	PVAc	10.6	109	10.8	154	9.6	128	10.2	144
シデ (0.68)	UF	13.2	174	12.7	167	14.3	176	15.9	148
	PVAc	9.3	142	14.2	161	12.3	153	12.4	138
ナラ (0.83)	UF	16.7	188	19.2	219	13.7	132	17.3	191
	PVAc	15.4	170	12.1	186	13.9	175	15.2	184

( ): 比重, E: 衝撃吸収エネルギー (kg·cm/cm<sup>2</sup>), σ: 衝撃せん断強さ (kg/cm<sup>2</sup>)

## 木材および積層材の曲げクリープ 東京農工大学農学部 伏谷賢美

目的 スギ素材およびヒノキ材のひき板を用いた3層構成の積層材について、クリープ試験時にたわみと同時にひずみゲージによってはりの上下縁のひずみを測定して、木材および積層材の曲げクリープ特性について検討した。

方法 素材および積層材の寸法および形状は  $2 \times 2 \times 54$  cm とした。接着剤としてはレゾルシノール樹脂および酢酸ビニル樹脂を用いた。あらかじめ、ひき板のたわみを曲げ4点荷重で測定し、たわみを基準にして、積層構成の上中下の各層(上:圧縮側,下:引張側)にひき板を振り分けた。クリープ試験は、曲げ4点荷重で行い、スパンの長さは50 cm, 荷重点の距離は20 cmとし、中央部のたわみをダイヤルゲージで測定し、荷重は素材、積層材のいずれの場合も25 kgとした。また、クリープ試験時に、素材および積層材の上下縁のひずみをひずみゲージで測定した。各時間のたわみより、クリープコンプライアンス  $D(t)$  を求め、さらにクリープ量  $D_c(t)$  を次式で表わした。

$D_c(t) = D(t) - D(0.5)$  ここに、 $D(0.5)$  は  $t = 0.5$  分におけるクリープコンプライアンス。

結果 1) 360分におけるクリープ量  $D_c(360)$  は、酢ビ接着積層材 > 素材 > レゾルシノール接着積層材であった。2) 素材の  $D_c(360)$  と瞬間変形のコンプライアンス  $D(0.5)$  との間には、高い相関 ( $r = 0.852^{**}$ ,  $n = 15$ ) が認められ、 $D(0.5)$  から  $D_c(360)$  を推測することができることがわかった。3) 積層材の  $D(0.5)$  を組合せばりを設定して、計算によりひき板の  $D(0.5)$  から求めた。さらに、

素材の  $D(0.5)$  と  $D_c(360)$  との関係を用いて、各ひき板の  $D(360)$  を求め、積層材の  $D(360)$  を求めた。レゾルシノール接着積層材の場合は、 $D(0.5)$ 、 $D_c(360)$  とともに計算値と実測値はほぼ一致した。一方、酢ビ接着積層材の場合は、 $D(0.5)$  の計算値と実測値はほぼ一致したが、 $D_c(360)$  は計算値よりも実測値が大きい値を示した。4) クリープ量は、引張側のひき板のクリープ量の大小に最も依存することが認められた。5) ひずみゲージで測定した引張側と圧縮側のクリープひずみの平均値と  $D_c(360)$  は高い相関を示し、引張・圧縮側のクリープひずみともそれぞれかなり高い相関を示したが、たわみから求めたクリープひずみの方が、ひずみゲージから求めたひずみよりも大きい値を示した。6)  $\alpha = \text{ひずみゲージから求めたひずみ} / \text{たわみから計算したひずみ}$ 。  $\alpha$  は瞬間ひずみの場合、ほぼ1に近い値を示すが、クリープひずみの場合、素材では平均0.58、レゾルシノール接着積層材では平均0.62であったが、酢ビ接着積層材では平均0.20で、著しく低い値を示した。このことから水平せん断力によってずれが生ずると、 $\alpha$  の値が低下することが明らかになった。レゾルシノール接着積層材の場合、クリープひずみの  $\alpha$  の値と、 $D_c(360)$  の計算値に対する実測値の比とが負の相関があることが認められた。この結果と素材の方が  $\alpha$  の値が少し小さいことから、水平せん断力による木材内部のずれがクリープに寄与していることが推測される。

まとめ 上記の結果から、木材および積層材の曲げクリープに対して、引張、圧縮クリープのほかには水平せん断力によるクリープの寄与がかなり大きいことが予測される。木材のせん断クリープについての知見が乏しいので、今後検討する必要がある。

光弾性法による積層構造体の力学特性の解明

製品科学研究社 齋藤 潔

林 龍一

高柳寛司

1. 目的

合板、パーティクルボードおよび各種木質系パネルは、表面層と心材層から成り、サンドイッチ構造と等しい形態をとる場合が多い。また、箱物家具、住宅用部材として用いられているフラッシュ構造も一種の積層構造と見做し得る。よのよの積層構造体の力学特性は、従来の理論では解明されない多くの問題点を含んでいる。

ここでは、主に光弾性実験法により積層構造体における力学的性能を明らかにし、よのよの特性を良く表す実験式、理論式を導くと共に、よのよの複雑さを避け、設計に有益となる近似解析の方法について報告する。

2. 方法

初めに、2枚の表面材と10枚から成る単純な3層積層材について、よのよの弾性係数の比  $k = E_s/E_c$  をパラメータとし、よのよの曲げ特性を明らかにする。

次に、パネル的な広がりを持つ構造体へ進め、心材に縦向き材や肌材を併用した場合の、よのよの効果を明らかにする。最後に直交異方性不均質材料である木材及びよのよの構造体の強度解析に光弾性実験法の適用が優れている点について実験例をもって示す。

3. 結果

3層積層梁が曲げを受けた場合、よのよの大きさに応じ、スパン方向の応力分布  $\sigma_x$  は、Fig. 1 に示すように変化する。

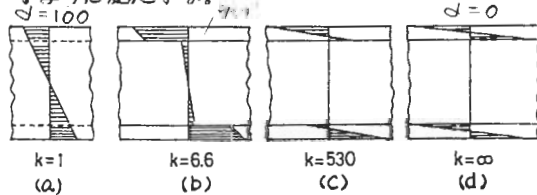


Fig. 1 The variations of stress distribution  $\sigma_x$ .  
 左は、モデル1 (a) (b), モデル2 (c) (d) に対応。

Fig. 2 は、3点曲げにおける  $\sigma_x$  の光弾性実験値と重ね梁理論 (Multi-layer built-up theory) 値を示す。

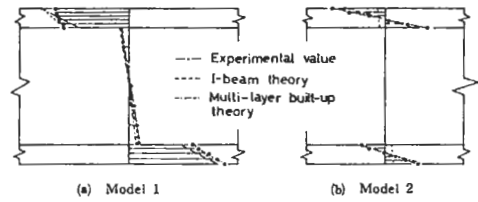


Fig. 2 Comparison of theoretical and experimental stress distribution  $\sigma_x$ .

この図から、よのよの大きい積層材の最外層における強度は、重ね梁理論 (I-beam theory) からほぼ予測し得ないことがわかる<sup>1)</sup>。

次に、よのよの変化によるたわみの実験値と両理論値の適合性は、Fig. 3 に示すとおりであり、たわみにおいても重ね梁理論値は実験値と良く一致した<sup>2)</sup>。

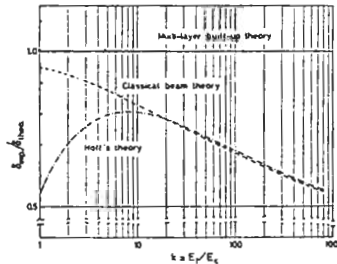


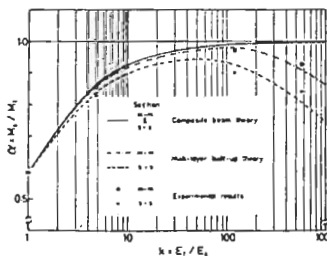
Fig. 3

where  
 $l = 220$ ,  $t_s = 5$   
 $t_c = 30$ ,  $b = 6$  mm

積層効率  $\alpha$  の提案<sup>3)</sup>

ここで導いた重ね梁理論を用いることにより表面材の中立軸に作用する軸力  $P_f$  が求まる。

$P_f$  が求まれば、カッパリングモーメント  $M_s (= P_f \cdot y_0$ 、 $y_0$  は表面材間距離) が得られる。この任意断面における  $M_s$  の全モーメント  $M$  に占める割合  $\alpha = M_s/M$  は、積層材の効率を示す一つの指標となり得るものと考えらる。よのよの変化に対する  $\alpha$  は、Fig. 4 に示すとおりである。



ここで、  
 m-m 断面: スパン中央の一樣モーメント域  
 s-s 断面: 荷重点と支点間の断面。

Fig. 4 Four-Point Bending

せん断遅れ効果の有効幅  $b_{eff}$  への置換<sup>4)</sup>

フラッシュ構造または、心材と縦通材を併用した積層パネルが曲げ荷重を受けると表面材には、Fig.5に示すように応力分布が生じ、この効果を考慮した設計がなされるべきである。

ここでは、Reissnerのshear-lag理論を発展させ、上記パネルに適用可能な式を導き<sup>5)</sup>、 $\lambda$ の効果と有効幅  $b_{eff}$  として表わすことにより従来の梁理論から、より正確なたわみ予測が可能にした (Fig.6,7参照)。

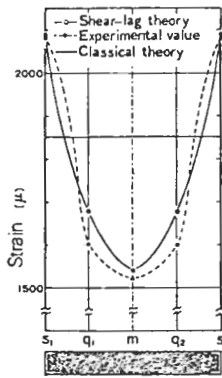


Fig. 5 Strain distribution

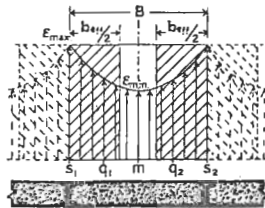


Fig. 6. Effective width

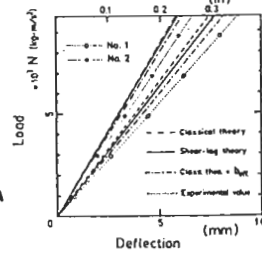


Fig. 7. Load and Defl.

shear-web効果の等価せん断剛性  $\mu$  への置換<sup>6)</sup>

フラッシュ構造の曲げにおいて、スパン方向の桁材を縦通材、直角方向のものをここでwebと呼ぶことにする。Fig.8に示す構造体の光弾性モデルを作製し、片持曲げを加えると表面材はウェブ材は、ラメン展形するんことが確認された (Fig.9参照)。

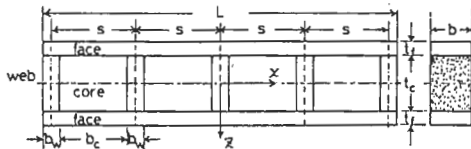


Fig 8 Web-stiffened sandwich model

この光弾性実験から得られた変形挙動を十分考慮してweb材の効果も、全スパンに平均化したせん断剛性

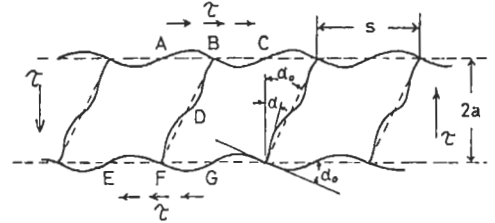
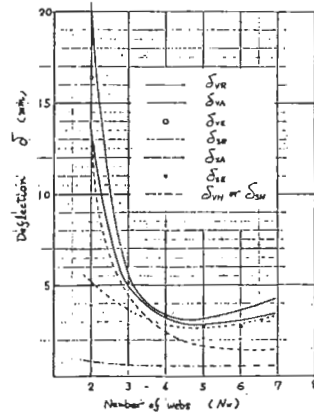


Fig. 9. Deformation due to applied uniform shear  $\tau$ .  $\mu$ に置換することにより簡易な近似式を導いた。

Fig.10は、四角梁 (Vierendeel beam) と空隙部に軟質心材 ( $k=560$ ) を充填させた梁における厳密解 (骨組構造解析) と  $\mu$  に与る近似解を示す。



where.  
 V: Vierendeel  
 S: Sandwich  
 R: Rigid frame analysis  
 A: Approximate solution  
 H: Hoff's theory

Fig.10. Comparison of deflections.

$\lambda$ の他の光弾性実験例

- (1) 不連続周辺部の応力集中  
 各板心材の裏割れ、トンネル効果の解析への適用。
- (2) FRP板円孔部の応力集中 光弾性皮膜法による。ジョイント接合の最適化設計、弾塑性解析が可。

4. まとめ

木質系材料・構造体の強度解析において、光弾性実験法は、優れた手段の一つである。

参考文献

- 1) 齋持 穂村; 材料 Vol.27, No.299 (1978).
- 2) 齋持; 日本複合材料学会誌, Vol.4, No.1 (1978).
- 3) K.Kemmochi, M. Uemura; Expe.Mech, Vol.20, No.3 (1980).
- 4) K.Kemmochi, T.Akasaka, R. Hayashi, K. Ishiwata; J. of Applied Mecha. Vol.47, No.2 (1980).
- 5) 齋持, 浅野 赤坂; 日本複合材料学会誌, Vol.5, No.3 (1979).
- 6) 齋持; 第6回複合材料シンポジウム前刷集 1973. 10.

# 間伐材の強度 — スギ間伐小径木からの製材品について —

奈良県林業試験場 今村祐嗣

間伐材の利用については、現況下における需要開発が大切なことはいうまでもないが、国産材を重視せざるを得ない傾向にあり、かついずれは正角の柱材が十分採材できる丸太の供給が増加していくことを考えれば、その構造利用面の性能について資料を蓄積しておく必要がある。ここではスギ間伐小径木からの製材品の強度についておのべる。

## 7cm正割り材の強度

現在間伐をもっとも必要とする林分は4~5令級(16~25年)の山林であり、3ないし4mの丸太を得るとしてその末口径の平均値は8cm程になる。もちろん保育方法、間伐方針によりその対象木は変わるが、末口径を勘案して挽材寸法は7cmが主体となる。

7cm心持ち正割り材について、気乾状態で強度試験を実施した。曲げ試験はスパン270cmの3等分点4点荷重で、曲げヤング係数は全スパンの中央たわみから計算した。

各強度値を表-1にしめるが、曲げ破壊係数および圧縮強さは間伐材といえどもかなり高く、許容応力度からみても十分であるとい

える。曲げ破壊係数と比例限度の比は0.5~0.7で、破壊時のたわみも大きい。ただ曲げヤング係数は従来の成熟材でのデータと比べると低く、変形の重要な部材ではこの点の考慮が必要である。

(表-1)

	平均年輪幅 mm	曲げ 破壊係数 kg/cm <sup>2</sup>	曲げ ヤング係数 10kg/cm <sup>2</sup>	圧縮強さ kg/cm <sup>2</sup>
スギ (26材)	平均値 4.4 標準偏差 0.8	425 77	66 10	265 19
ヒノキ (16材)	平均値 3.4 標準偏差 0.5	599 54	114 9	— —

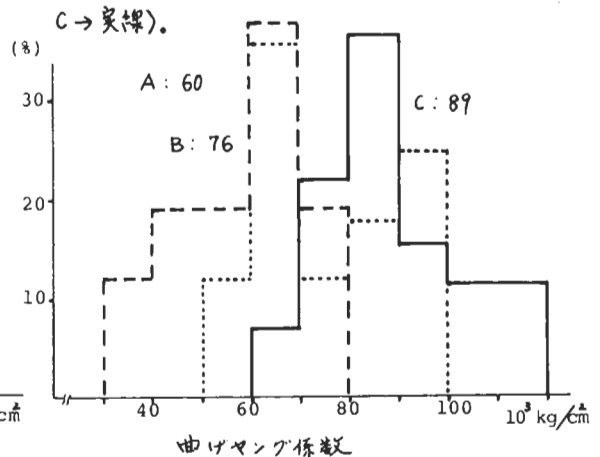
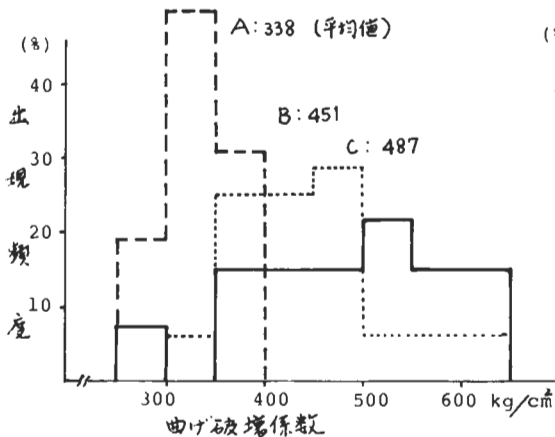
たわみ

## 植栽密度別の製材品の強度

木材の材質は元の林木の品種や立地上の条件以外にも、植栽本数や保育方法に影響されることはいうまでもない。元来で10.5cm正角が製材できることを目安に、植栽密度の異なる林分(平均胸高直径はいずれも14~16cm)から試験木を得て、背割りを入れた10.5cm正角材について気乾状態で曲げ試験を行なった。

- A林分 3000~5000 本/ha (20~25年生)
- B林分 7000~9000 本/ha (27~30年生)
- C林分 10000 本/ha (30年生)

試験結果を下图にしめる( A→破線, B→点線, C→実線)。



# スギ間伐木の強度性能等

官崎大厚 大塚 誠・中村徳珠

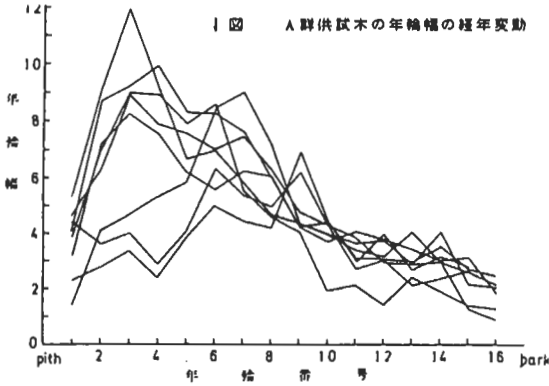
スギの活用

## 1 目的

昭和30年頃から行われた積極的な造林政策により、現在全国各地で間伐の必要が云われ、それらの有効利用の探索が続けられている。特に成長が早い宮崎地方の暗地に成育するスギ間伐木の力学的な特性を求め利用上の問題点を探るべく試験を行ってきた。

## 2 供試材

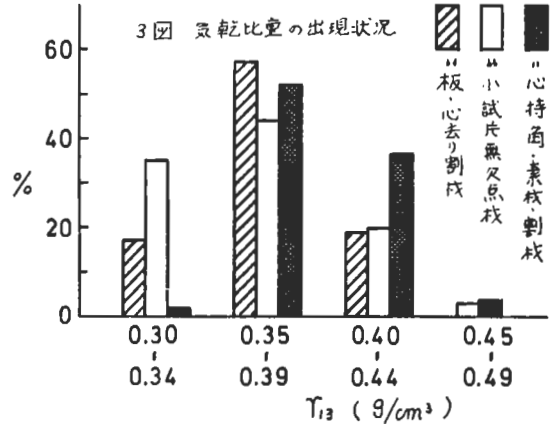
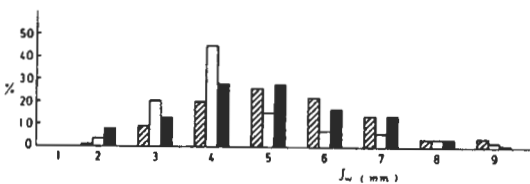
宮崎市周辺地方の17~24年生林から供試木を採材した。地上1mの年輪幅 $J_w$ の経年変動を1因に示す。供試木の胸高直径は25~12cmで、平均樹高は13mで、供試材は末口径5cmまで採材した。



## 3 年輪幅・気乾比重・ヤング係数

供試木から採材した各種の供試材の平均年輪幅 $J_w$ ・気乾比重 $\gamma_{13}$ ・ヤング係数 $E$ の出現状況と矢々2, 3, 4因に示す。

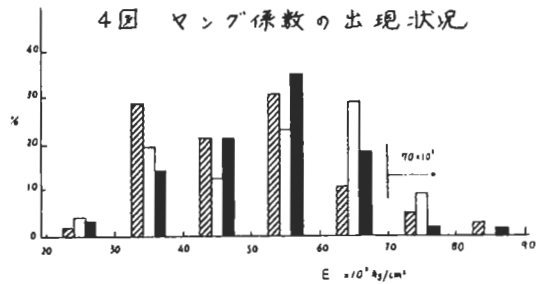
日向市の木材市場に出荷されている間伐材では樹皮側最外縁の年輪幅は元口側で約1mm



の素材を認めらるので、既に現実には間伐が選れていると思われている。

$\gamma_{13}$ は平均の0.38と推測している。0.3以下の出現は南九州では極めて稀であった。

$E$ は平均51~52  $\times 10^8$   $\text{kg/cm}^2$ と推測している。樹高25年未満では70  $\times 10^8$   $\text{kg/cm}^2$ 以上の材の採材可能は10%台であろうと推測している。



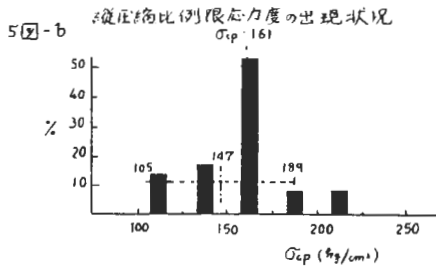
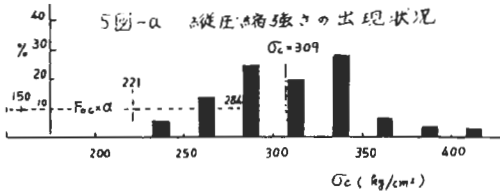
## 4 節の出現状況

枝打ちが行われた状況により、樹冠材の占める比率等により節の出現状況は変わるが、間伐材では節の出現はさげられない。供試素材では樹冠材部分は長さ1m当り20~25個、下部の地上1~4m迄の部分では11~15個の節が出現した。節の大きさは大半が径2cm以下で3cm以上の節は皆無で、2~3cmの節の出現比は数%にとどまった。

{ 10~15年で径一定に達する  
7~8cm(直径) }

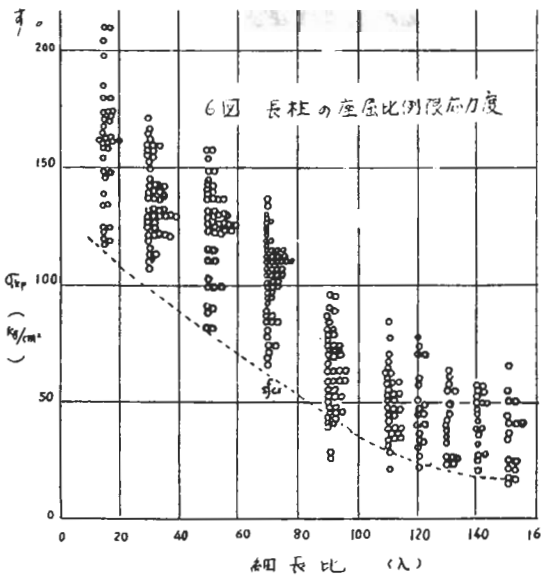
5 縦圧縮強度  $\sigma_c$ ,  $\sigma_{cp}$ ,  $\sigma_{ck}$

断面  $9 \times 9 \sim 4 \times 4$  cm の心持角材の縦圧縮強度並に縦圧縮比例限度応力度  $\sigma_{cp}$  の出現状況を 5 図に示す。又  $F_0$  は  $250 \sim 450$  kg/cm<sup>2</sup> と仮定し、欠点係数  $\alpha = 0.63$ , 比例限度応力度を強度の  $\frac{1}{2}$  と仮定したときの値を点線を示す。



角材において  $J_w$  の広い材、 $E$  の小さい材は  $\sigma_c$ ,  $\sigma_{cp}$  は小さい。又  $\sigma_c$  に対する  $\sigma_{cp}$  の比は  $E$  の小さいものは小さく、供試材では平均 52% であった。(供試材数 36 個)

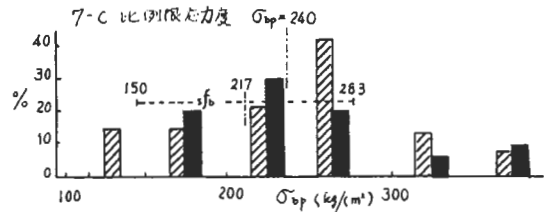
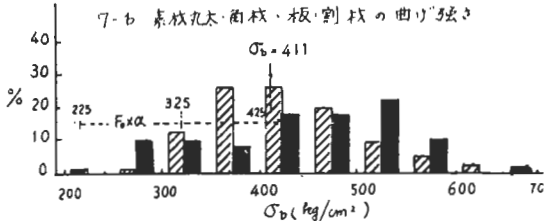
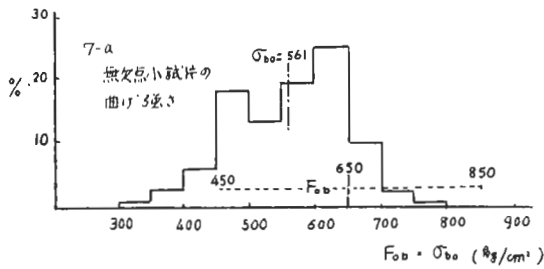
6 図に長柱の座屈比例限度応力度を示す。



6 曲げ強度  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{b0}$ ,  $\sigma_{bp}$

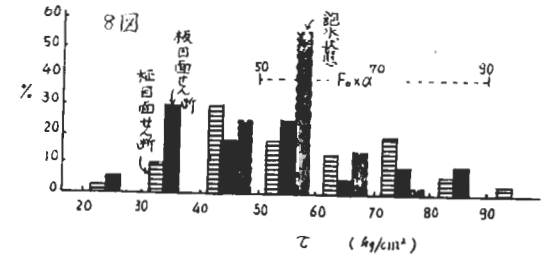
曲げ強度の結果を 7 図に示す。即周辺から破壊する例が多い。若令小径材の角材では素材丸太に近い形状の方が曲げ強度も大きい。実験結果では  $\sigma_b = 0.00457E + 317$   
 $\sigma_{bp} = 0.00158E + 105$  であつた。

7 図 曲げ強度等の出現状況



7 せん断強度  $\tau$  柱の割れを想定している

乾燥状態では平均  $62$  kg/cm<sup>2</sup>, 飽水状態では  $54$  kg/cm<sup>2</sup>, 又樹心部の  $\tau$  は比較的大きい。次の 8 図にせん断強度の出現状況を示す。



## 熊本県産スギおよびヒノキ間伐材と主伐木末木の実大曲げ試験

### 農林水産省林業試験場

○田中俊成・中井孝・海老原徹

はじめに 間伐材からの製材品の強度性能は充分明らかにはおぼえておらず、また商習慣として、間伐材には主伐木の末木が混入して使用されることが多い。そこで、熊本県内の二地域からのスギおよびヒノキの間伐材と主伐木末木の製材品について、実大曲げ強度試験をおこなない、それらの強度性能をみた。

試験方法 供試材は熊本県水俣市および人吉市産のスギ、ヒノキで、試験体数は面材種とも、間伐材、主伐木の製材品各々66本、24本であった。断面寸法はいずれも7cm×7cm、材長は約3mで、生材を用いた。三等分点荷重方式で、曲げつよさおよび曲げ剛性を測定した。試験機は新環風信社製の“TOM10000X”を用い、たわみは小野測器社製のデジタルダイヤルゲージで測定した。試験機のクロスヘッドスピードは20mm/min、支点間距離は240cm、支点から荷重点までの距離は80cmとした。モーメント一定区間の長さ50cmにおけるたわみと、全支点間距離Kに対するスパン中央のたわみを測定し、それぞれの曲げヤング係数を求めた。両面口面で平均年輪幅を測定した。

試験結果 表1に、試験結果すなわち曲げ比例限度 $\sigma_p$ 、曲げ破壊係数 $\sigma_m$ 、全支点間距離に対する曲げヤング係数EL、モーメント一定区間で測った曲げヤング係数Ee、および

平均年輪幅ARWの平均値を、スギ、ヒノキの間伐材・主伐木末木別に示した。

<間伐材と主伐木末木> 平均値で見ると、スギ、ヒノキとも、各強度値において、主伐木末木の方が、間伐材よりいくらか大きい値を示していた。ARWは間伐材かわずかに主伐木末木より広がった。

<曲げヤング係数の分布> 間伐材は実用上、曲げヤング係数の低いものがあることか問題になっているが、本試験における、スギ、ヒノキの間伐材、主伐木末木のELの出現頻度、累加頻度および平均値は、図1に示したようであった。

<他産地との比較> スギ間伐材について、熊本県産材の本実験値を、表2に示した。他の三産地の材(断面寸法は7cm×7cm)の値と比較してみると、熊本県産のものは、福島県産、栃木県産のものより、破壊係数、ヤング係数とも小さく、福島県産材に対しては若干大きい値を示していた。平均年輪幅は、熊本県産スギ間伐材は栃木県産と福島県産のものの中間の値であった。

<ARWと $\sigma_m$ ・EL> 実大材における、平均年輪幅と曲げ破壊係数、曲げヤング係数の関係を表3に示した。ヒノキのARWと $\sigma_m$ の関係以外は、いずれも負の相関関係にあることが示された。

<ELと $\sigma_m$ > 表4に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係を、間伐材・主伐木末木および両者を全体として見た場合ごとに載げた。スギの主伐木末木では、ELが広く分散しているため負の相関を示したが、他の関係では、いずれも正の相関関係にあることを示し、特に間伐材では相関が高かった。

まとめ 熊本県内の二地域についてのみではあるが、スギ、ヒノキの間伐材と主伐

木末木の強度値を得、スギ間伐材については等点と強度値との関係のまとめ、他産地の産地による比較を行なった。一般的に、小径材についてのデータの基礎が必要であり、これらについて進めてゆく予定である。負および正の相関関係にあった。今後、節

(表 1)

		n	$\sigma_p$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_L$ x10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	$E_L$ x10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	A.R.W. mm
SUGI	KANBATSU	66	171	290	52.6	53.6	5.3
	SHUBATSU SUEKI	24	207	338	62.6	62.8	4.7
HINOKI	KANBATSU	66	228	415	94.5	96.8	3.7
	SHUBATSU SUEKI	24	233	426	96.9	100.1	3.5

(表 2)

		n	$\sigma_p$ kg/cm <sup>2</sup>	$\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>	$E_L$ x10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	$E_L$ x10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup>	A.R.W. mm
FUKUSHIMA (IWAKI) PREF.		45	160	327	56.6	56.0	(-)
TOCHIGI (IMAICHI) PREF.		45	179	319	61.9	62.5	(4.5)
TOKUSHIMA (KITO) PREF.		44	147	271	50.6	52.5	(6.1)

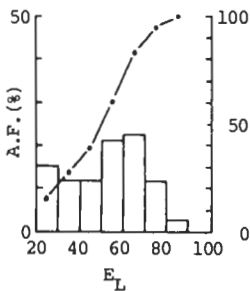
(表 3)

		n	r	$\sigma_m, E_L$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (W = 6mm)
SUGI	A.R.W.-- $\sigma_m$ (W)	90	-0.387 *	$\sigma_m = 408 - 20.9 W$
	A.R.W.-- $E_L$	90	-0.396 *	$E_L = (85.4 - 5.88 W) \times 10^3$
HINOKI	A.R.W.-- $\sigma_m$	90	-0.158 N.S.	--
	A.R.W.-- $E_L$	90	-0.348 *	$E_L = (112.6 - 4.79 W) \times 10^3$

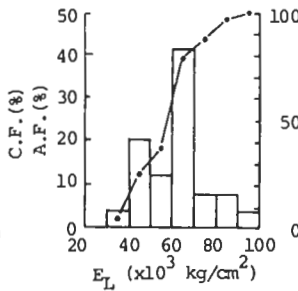
(表 4)

		n	r	$\sigma_m = 163 + 2.43 E_L \times 10^{-3}$ $\sigma_m = 353 - 0.27 E_L \times 10^{-3}$ $\sigma_m = 170 + 2.41 E_L \times 10^{-3}$
SUGI	KANBATSU	66	0.843 *	)
	SHUBATSU SUEKI	24	-0.365 *	
	TOTAL	90	0.779 *	
HINOKI	KANBATSU	66	0.718 *	(四 1)
	SHUBATSU SUEKI	24	0.510 *	出現強度 A.F.
	TOTAL	90	0.687 *	と累加強度 C.F.

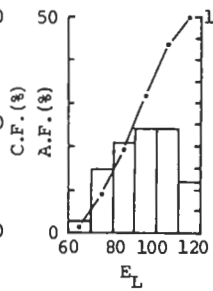
SUGI KANBATSU  
n=66,  $\bar{x}=52.6 \times 10^3$



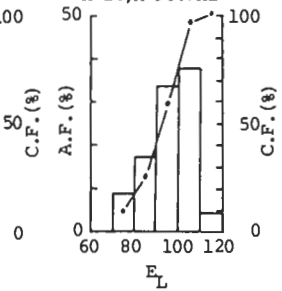
SUGI SHUBATSU SUEKI  
n=24,  $\bar{x}=62.6 \times 10^3 \text{kg/cm}^2$



HINOKI KANBATSU  
n=66,  $\bar{x}=94.5 \times 10^3$



HINOKI SHUBATSU SUEKI  
n=24,  $\bar{x}=96.9 \times 10^3$



# 構造用製材の応力等級区分

林業試験場 木材利用部

中井 孝

はじめに

構造用製材を、有効に、かつ適正に評価して、設計者の便をはかるために、応力等級区分は、林業・林産側で行わなければならない研究課題の一つであろう。柱生産を主体とする日本林業の伝統的体質と、根強い在来工法による住宅建築は、世界の流れとは独自の「視覚による等級区分」を醸成させてきたが、製材品が国際商品として流通するようになってくると、より一般的に受け入れられる等級区分法の実施が要望される。そのためには、基礎的な技術資料の蓄積と整備が必要である。第17回 IUFRO 世界大会が日本でこの9月に開催された際、等級区分に関するセッションが持たれ、貴重な報告がなされた。これらの紹介と、筆者の私見を加えて、構造用製材の応力等級区分について、現状と将来の動向を述べる。

I 応力等級区分とは、

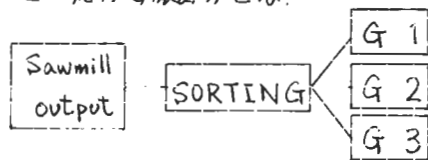


図1. 応力等級区分

木構造の設計者が必要とする、各種許容応力度を保証した、構造用製材の仕分けの方法を応力等級区分とすることができよう。当然、非破壊的に行う必要があるため、適当なパラメータを選び、強度的性質との関係を得て、製品の母集団を、特定の等級の母集団に区分する方法がとられる。(図1)

II 視覚による等級区分方法、(r=0.5~0.6)

最も古くから、広く採用されている方法

Visual

で、1910年代にアメリカで大規模な実験が行われ、その後世界をリードしてきたASTM D245がその代表としてあげられる。この方法で、許容応力度算出の考え方を示すと図2のようになる。

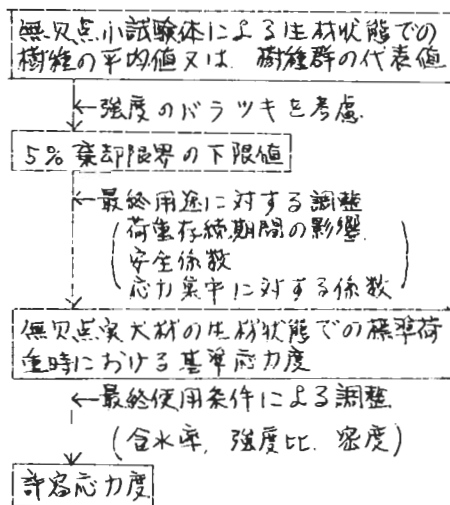


図2. ASTMの考え方

このなかで、応力等級区分にかかわる点の特徴をあげると、(1) 最終製品の強度は、その樹種の無欠点材の強度に比例する。(2) 強度低減は、節などのような生物学的性質に起因し、欠点の大きさや位置に関連して、簡単な「強度比」として表現され、樹種には、無関係である。B. Madsen は、この方法によって仕分けられ、等級付けのされた実大材の試験を多数行い、妥当性を確認する「in-grade testing」の結果より、現在の等級区分は、完全に異った強度的性質を有する製材品に仕分けることができていないこと、樹種による強度の差は、考えられていたよりも小さかったことなどを明らかにしている。

MADSEN: Im-grade testing: 木太りによる強度値の差は fifth percentile で見る限り無い。  
Small clear のつよさは 架太木のつよさではない。

Ⅲ 機械による等級区分法 ( $r=0.60\sim 0.85$ )  
等級区分のパラメータとして、ヤング係数 ( $E$ ) を選び、曲げ破壊係数 ( $R$ ) との間  
に、図3のような関係があることを利用して  
製材品の  $E$  を測定し、 $R$  を予測する方法であ  
る。

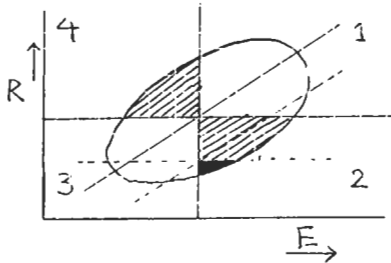


図3.  $E$  と  $R$  との関係

この関係を利用し、北米では Continuous Lumber Tester, Stress-U-Matic, オーストラリアで Computermatic, 南アフリカで TRU Timber Grader などの機械が市販されている。ここで問題になるのは、1. 図の1と3に位置する製材品は、正しく等級区分されているといえるが、2は、誤りなのに受け入れられていること、4は、強度があるにもかかわらず、受け入れられていない点である。また、機械の調整など、品質管理システムを完備する必要がある。北米では、トラス製造業者、構造要素製造業者に納品する場合に、特注品として高い信頼性を与えているが、針葉樹製材生産量の1%がこの方法によっているだけである。

しかし、 $E$  と  $R$  との関係が、実用的に樹種に  
関係なく用いることができれば、この方法は、全く未知の樹種に対しても適用でき、国際的木材市場では、受け入れられる蓄地がある。  
proof-loading

Ⅳ 保証荷重積載による方法

等級区分された製材の母集団の低い側の分布をパラメータとする方法で、通常は、大きめに目視で仕分けした後、期待する許容応力度の2〜3倍、又は1〜3%の製材が破壊

するように選ばれた保証荷重を積載し、破壊しなかった材は、それ以上の荷重に耐えることを証明する。この過程で、破断した材の取り扱いは、現実には問題になるが、Ⅲの機械による方法が、高い投資を伴うことを考えると、それなりに利点はある。

Ⅴ 電気的等級区分方法

フィンランドで開発された Finnograder と呼ばれる装置で、パラメータを比重、含水率、節の寸法と大きさ、繊維の傾斜と、複数にとり、コンピュータと連動させて、等級区分を行う。マイクロ波とガンマ線が利用されているとのことだが、詳細は不明である。

Ⅵ 将来の等級区分方法

これは、言いかえると、仕分けのパラメータを何にすることが可能かという問題になる。次のようなものが、現在あげられている。

- a) 比重; 節の小さな材料にのみ適すると思われる。樹種によっては、利用できない可能性があるが、何百種もの樹種を取り扱う場合には有効であろう。
- b) 比例限度; 最大強度との相関係数は大変高い値が得られている ( $r=0.90$ ) が、材料破壊の恐れがあるので、一度、等級区分された材について、一層信頼度を高める場合に用いることが考えられる。

c) Acoustic Emission; 非破壊、低応力で予知が可能で、誤差が1%程度と少ない特長がある。工場の騒音下での実現には、やや困難な面がある。

d) その他; 内部摩擦の測定、縦応力波の減衰、断層写真術、などの利用が考えられる。

全く、新しい等級区分方法の確立が、この他に考えられないだろうか。

(註) ( ) 内の  $r$  は、単相関係数で、林試で得られた結果の一部を示す。

3% 誤差は多すぎに思われる。樹種による差がある。  
7% の値による木太り等級区分はムリ?

- ・ 樹種数が多いほど 技術が高くなる 国では machine grade (ただし range を広くとる必要はある)
- ・ 樹種数が多い 技術の低い国では proof-loading を採用し grade を狭くする

## 実大材の強度試験法

林業試験場 畑山 巖 男

製材、集成材、複合材等の構造材の等級区分の設定、設計値の確認等、これら材料の強度性能を把握するには実大での強度試験を行う必要がある。ASTM D-198には断面 $5 \times 5 \text{ cm}$ 以上のこれら材料についての各種の強度試験法が示されているが、わが国にはこのようなものは未だ出来ていない。ここにASTMの概要を述べればつきのとおりである。

### 1. 曲げ試験

曲げモーメントが一様になること、剪断の影響がないこと、荷重点の荷重が少なくなることなどから通常は二点荷重方式を採る。支点および荷重ブロックはナイフエッジで受け、試験体に元振れがある場合には、偏心して負荷されないように回転機構を備えていることが望ましい。支点の支承鋼板は厚さ $13 \text{ mm}$ 、長さ $150 \text{ mm}$ とし、荷重ブロックの幅ははりせいと同寸法以上としてはりせいの $2 \sim 4$ 倍の曲率の丸味をつける。せいと幅の比が $3$ 以上のはりでは、摩擦による拘束がないような横倒れ防止ガイドを支点と荷重点の間のほかに必要な個所に設ける。

支点、荷重ブロックははりのたわみによつて生ずる軸力をさけるためにローラーを入れるか、支点にはロッカー形のものを用いる。

たわみの測定は、モーメント一様な区間のたわみと全スパンに対する中央の中立軸のたわみとの二者を求める。これにはワイヤーとスケールの方法、ヨーク(∩)を釘でつり下げてダイヤルゲージ等の変位計で測る方法があるが、精度はスパン $0.9 \text{ m}$ 以上では $0.2 \text{ mm}$ 以上、 $0.9 \text{ m}$ 以下の場合には $0.02 \text{ mm}$ 以上とする。

荷重点-支点間距離( $a$ )とはりせい( $h$ )との比を $5 \leq a/h \leq 12$ とする。特に剪断強度を求める場合には $a/h < \sigma_b / \tau_m \div 5$ とすることがある。(ただし、 $\sigma_b$ : 曲げ強度、 $\tau_m$ : 剪断強度)

荷重速度は、 $P_{\max}$ までの到達時間 $10$ 分を標準とし、 $6 \sim 20$ 分の範囲とする。この場合、外縁

のひずみ速度は概ね $0.001 \text{ cm/cm} \cdot \text{min}$ に相当する。

### 2. 短柱圧縮試験 ( $\lambda < 17$ 、ただし $\lambda$ : 細長比)

荷重ブロックは少なくとも一方を球座とすること。球面の曲率は試験体断面の長辺の $1 \sim 2$ 倍とし、回転中心を試験体の接するプレート上面と一致させること。

縮みの測定は端面より試験体断面の長辺と少なくとも同距離だけはなれたところで行い、相対する二面の平均を求める。このときの精度は有効数字 $3$ 桁以上とする。試験体の最小長さは試験体断面の長辺の $3$ 倍以上、または $\lambda \div 10$ とする。

荷重速度は $P_{\max}$ に到達する時間 $10$ 分( $5 \sim 20$ 分)を標準とし、ひずみ速度では $0.001 \text{ cm/cm} \cdot \text{min} \pm 25\%$ とする。

### 3. 長柱圧縮試験 ( $\lambda > 17$ )

この試験では $\lambda < 17$ になるような位置に摩擦による拘束がないような横座屈防止の装置を必要な数だけ取り付けて短柱試験に準じて行う。

### 4. 引張試験

厚さ $2.5 \text{ cm}$ 以上の材の両先端をクランプして引張荷重を加える方法で、曲げモーメントが作用しないようにグリップはよく軸が出ている必要があり、ユニバーサルに回転することが望ましい。締め板の試験体に接する面ははりを生じないようにするために浅い刃をつける。またチャック切れを防ぐため締め板の先の方にテーバーをつける。

伸びの測定の標点は締め板の先端から少なくとも試験体の幅の $2$ 倍以上はなれたところに設け、伸びは相対する二面の平均をとる。

試験体の長さはグリップとグリップの間で、セルフライニングのある場合でも試験体断面の長辺の $8$ 倍以上、ない場合は $20$ 倍以上とする。

ひずみ速度は $0.0006 \text{ cm/cm} \cdot \text{min} \pm 25\%$ とし

、 $P_{max}$ までの到達時間10分を標準として少なくとも5~10分になるように調整すること。

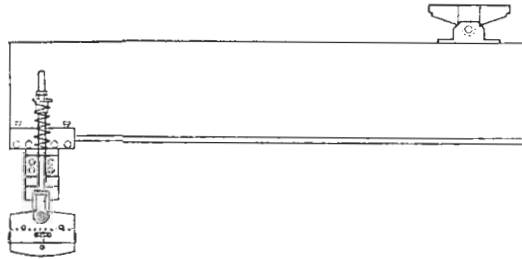
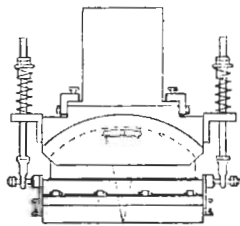
(林試における実大強度試験用付属装置)

林試には現在、ASTM D-198を参考にして製作された図示したような付属治具が用意されている。前述したもの以外のもので長柱座屈試験用の支持金具がある。中心圧縮試験と偏心圧縮試験のいずれかが試験体の位置を四方向の締め板を移動させることにより可能である。支点は普通はピンになるようにナイフエッジで受け、試験体の弱軸とナイフの回転方向を合せるように試験体をセットする。また試験の目的に

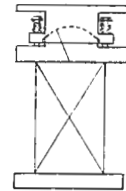
よつては付属のブロックを挿入してナイフによる回転を殺すことが可能である。柱の圧縮と同時に横荷重を加えるための装置も備えてある。

(追記)

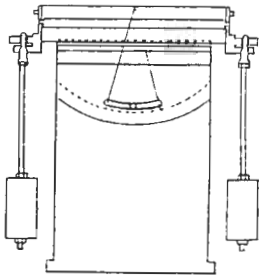
これまで述べた装置は試験機業者に依頼すれば可成り高額なものであるが、実際には最小限条件を満足するように工夫すれば、曲げの装置などのように鋼材と既製部品の組合せで製作可能なものもあろう。検力もロードセルを挿入すれば比較的簡単にできる。ロードセルで検力する場合の $P_{max}$ をデジタル表示でホールドする装置にも格安で応用できるものが市販されている。



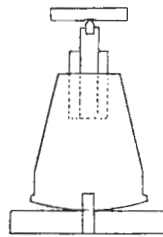
二点 載 荷 装 置



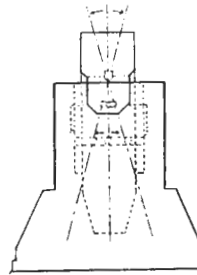
短柱圧縮用治具



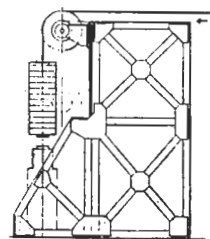
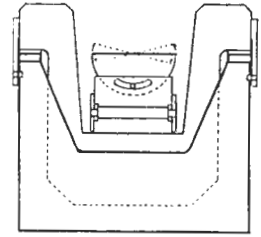
標準形サポート



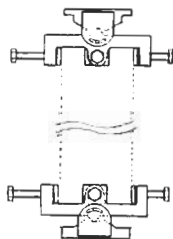
ロッカー形サポート



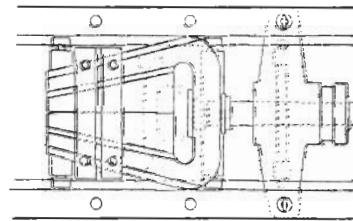
ブランコ形サポート



長柱横荷重負荷装置



長柱座屈試験用支持金具



引張試験用グリップ

# 集成材の強度 - 縦つぎラミナの配置と強度性能について -

奈良県林業試験場 中西 稔 周

## 1. はじめに

集成材業界では輸入材の寸法上の問題や、原料の低質化にともない、縦つぎラミナを用いることが一般化している。ところが製造現場では必ずしも適正と思えない組み合わせ、配置がとられている。そこで縦つぎラミナを用いて構造用集成材を製造する場合に、隣接するラミナのつぎ手の分散、集中が集成材の強度性能におよぼす影響を検討した。

## 2. 方法

長期自然乾燥したソ連産エゾマツラミナのうち、集中節径比が0.2未満、曲げヤング係数が $115 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \sim 150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の範囲にあるものを選び、これを中央でカットしてフィンガー加工を施し(一部は通しラミナのまゝ)図-1に示す8種類の供試用集成材を製作した。なお製作にあたり各試験区分毎に、曲げヤング係数や比重がほぼ均一になる様に留意した。

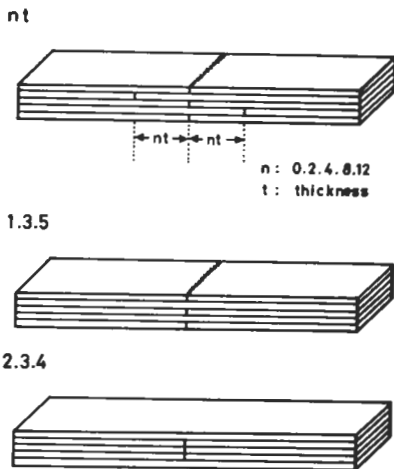


図-1. 供試集成材のジョイント配置  
製作した供試集成材について曲げ試験を行

なうとともに破壊形態についても観察した。

## 3. 結果と考察

曲げヤング係数については、各試験区分による差は認められなかった。

曲げ強さは、最外層につぎ手を含む集成材(0t~12tおよび1.3.5)相互間では差が認められなかったが、最外層に縦つぎを含まない集成材(2.3.4とC)は前者の平均強度値に比べ22%も高く、最外層に通しラミナを用いた集成材との間に有意な差が認められた(図-2参照)。

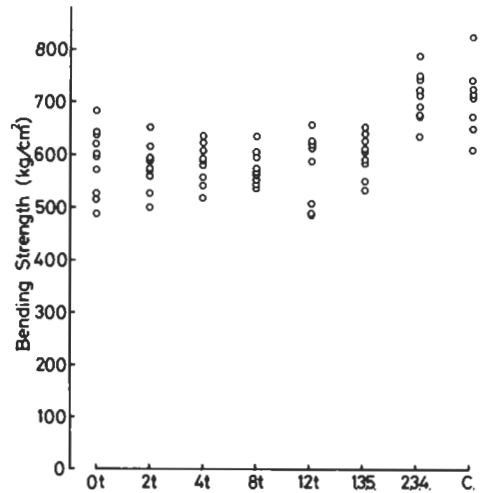


図-2. 各試験区分における曲げ破壊係数  
曲げ比例限度力については、各試験区分による差は認められなかった。

最大曲げ破壊たわみは、最外層ラミナの縦つぎの有無に関して明確な差を示した。

最外層に通しラミナを有する集成材は、内層の縦つぎ部が重なっても、すべて通しラミナで製作した集成材と同等の強度性能を示した。

層材料をどのようにあめむか

LVL (単板積層材) の強度性能

農林水産省林業試験場 海老原 徹

LVLを構造材として使用する場合、単板の裏割れとバットジョイントによる強度低下が問題となる。ここでは、この2つがLVLの強度性能に及ぼす影響をとりあげた。

1. せん断

スパン-梁せい比を変え曲げ試験を行い、裏割れによるせん断性能の低下を調べた。結果を表1、2に示す。裏割れの存在により、Ver. LVLのGr、Ebの値はHor. LVLの約55%、46~87%であり、また厚い単板から構成されるLVLほど小さい値を示した。10mm-4plyのVer. LVLでは $l/h=15$ でもせん断破壊を生じる場合がみられた。

表1. LVLの弾性的性質

Type of LVL	Modulus of elasticity of LVL at 15:1		Pure modulus of rigidity	Ratio
	$10^9 \text{ kg/cm}^2$	$10^4 \text{ kg/cm}^2$		
Horizontally laminated				
10mm-4ply	120	130	7.93	16.4
8mm-5ply	117	126	8.39	15.0
6mm-6ply	116	124	9.04	13.7
4mm-9ply	116	124	9.63	12.8
Vertically laminated				
10mm-4ply	109	127	4.60	31.7
8mm-5ply	104	119	4.50	26.4
6mm-6ply	102	113	5.60	20.3
4mm-9ply	110	123	5.58	22.1

$$\left(\frac{1}{2} \frac{E}{E_0}\right)^2 = \frac{0.3}{E} + \frac{1}{E} \left(\frac{1}{2} \frac{E}{h}\right)^2$$

表2. LVLのせん断強度

Type of LVL	Bending strength	Compression strength	Shear strength	Ratio	Compression strength
	$\sigma_{bb}$	$\sigma_{cc}$	$\tau_s$	$\sigma_{cc} / \tau_s$	$\sigma_{cc}$
	( $\text{kg/cm}^2$ )	( $\text{kg/cm}^2$ )	( $\text{kg/cm}^2$ )		( $\text{kg/cm}^2$ )
Horizontally laminated					
10mm-4ply	803	389	85.6	4.54	474
8mm-5ply	779	371	84.8	4.38	455
6mm-6ply	837	463	80.5	5.75	458
4mm-9ply	830	397	93.4	4.25	466
Vertically laminated					
10mm-4ply	784	478	44.2	10.8	474
8mm-5ply	762	712	38.7	18.4	455
6mm-6ply	760	416	69.8	5.96	458
4mm-9ply	840	443	77.7	5.73	466
Yellow-seraya	928	484	115	4.21	--

$$\frac{E}{\sigma_{bb}} = \frac{1}{3 \tau_b} + \frac{1}{3 \sigma_{cb}} \left(\frac{E}{h}\right)^2$$

注1. 反縮試験体より得る値、注2. 不致工費ハンドブック

2. 曲げ

バットジョイントによる曲げ性能の低下を調べた。図1、2に曲げ強度低下率とジョイント間距離との関係を示す。表3はバットジョイントによる曲げヤング係数の低下率を示す。

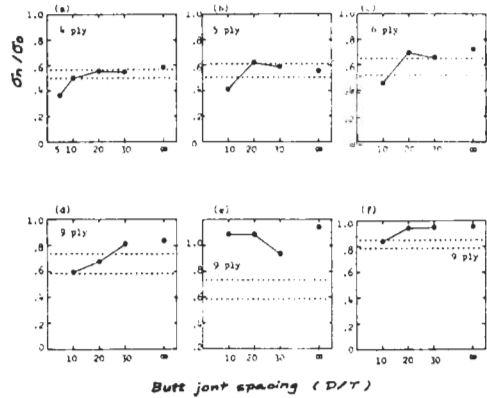


図1. バットジョイントによる曲げ強度の低減 (水平積層 LVL) (a)~(d): 引張側 1.2 尺, (e): 反縮側 1.2 尺, (f): 引張側 2.3 尺。

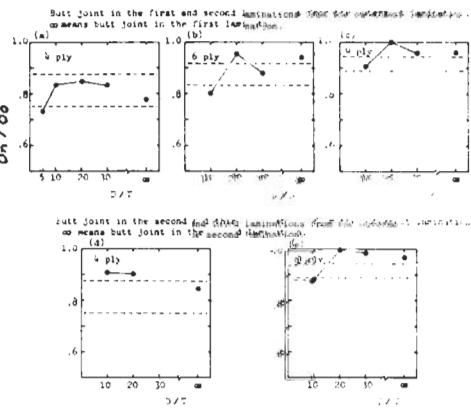


図2. バットジョイントによる曲げ強度の低減 (垂直積層 LVL)  $\sigma_b / \sigma_0 = \frac{1}{2} (1 + I_n / I_0)$

表3. 曲げヤング係数の低下率 (%)

Butt joint in %	Hor. LVL				Ver. LVL			
	10 mm-4 ply	8 mm-5 ply	6 mm-6 ply	4 mm-9 ply	10 mm-4 ply	8 mm-5 ply	6 mm-6 ply	4 mm-9 ply
0	80 (100)	90 (100)	95 (100)	100 (100)	95	100	100	100
10	75 (85)	90 (100)	90 (100)	95 (100)	90	90	100	100
20	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100	100	100	100
30	100 (100)			100 (100)	100	100	100	100
40				85 (95)	90 (90)			90 95
50				85 (95)	85 (85)			95 95

注: Hor. LVL (1)は反縮側、(2)は引張側、(3)は引張側、(4)は反縮側。

3. LVLをフランジに使用した組立梁

図3に示す8種類のLVLをフランジ材とし、深さ22.5cm、長さ260cmの組立梁を制作した。表4にIビーム、ボックスビームの断面寸法を示した。結果を表5、6に示す。

曲げ剛性はフランジLVL中のバットジョイント間

表4. 組立梁の断面寸法

Beam number	Flange			Web	
	Type of LVL	Breadth $b^{(1)}$ (cm)	Depth $d^{(1)}$ (cm)	NOE $E_f$ ( $10^4 \text{ kg/cm}^2$ )	NOE $E_w$ ( $10^4 \text{ kg/cm}^2$ )
I beam					
1	B	5.60	5.04	171	0.93
2	B	5.71	2.97	172	0.93
3	B	5.71	4.98	157	1.20
4	B	5.73	3.01	154	1.20
5	W <sup>(2)</sup>	6.00	5.00	109	0.93
Box beam					
6-1	A	2.90	5.00	154	1.03
6-2	A	2.81	4.98	141	1.06
7-1	B	2.87	5.04	158	1.06
7-2	B	2.84	4.98	159	1.04
8-1	B <sup>(3)</sup>	2.86	5.03	163	1.03
8-2	B <sup>(3)</sup>	2.79	4.97	152	1.05
9-1	C	2.90	5.01	164	1.03
9-2	C	2.76	4.98	140	1.05
10-1	B	2.87	2.99	171	1.06
10-2	B	2.78	2.99	160	1.06
11-1	D	3.80	5.00	170	1.03
11-2	D	3.79	4.97	157	1.77
12-1	E	3.85	5.03	163	1.03
12-2	E	3.79	4.98	165	1.05
13-1	F	2.96	5.04	217	1.03
13-2	F	2.94	5.00	203	1.03
14-1	G	3.07	5.04	210	1.03
14-2	G	2.88	4.98	217	1.05
15-1	H	5.72	5.01	151	2.40
15-2	H	5.68	4.99	157	2.44
16-1	W <sup>(1)</sup>	3.00	5.00	119	1.03
16-2	W <sup>(1)</sup>	3.00	5.03	147	1.03

<sup>(1)</sup> Lumber (hem-fir) flange.

<sup>(2)</sup> Butt joints in webs are not staggered.

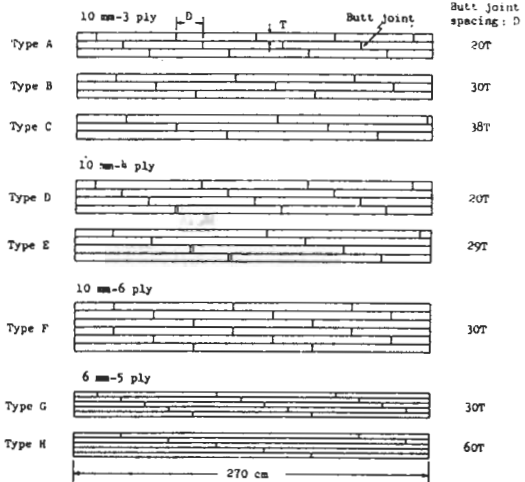
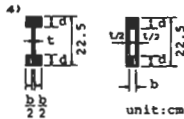


図3. フランジに使用したLVL

破壊はフランジのバットジョイント部の引張破壊によった。この梁に発生した曲げ応力の値(表5)から、バットジョイントをもつLVLの新

引張応力の値の現行

の20%減

の値が考

えである

と思われる

。また

、バット

ジョイン

ト間の距

離を勘案

してフラ

ンジ断面

を減じ、

組立梁の

新断面

を求めた

(表6)。

求めた新

断面量は

減少評価

表5. 曲げ剛性と梁に発生した最大応力

Beam number	Flexural Rigidity ( $10^4 \text{ kg/cm}^2$ )			Maximum stress ( $\text{kg/cm}^2$ )		
	$(EI)_o^{(1)}$	$(EI)_c^{(2)}$	Ratio <sup>(3)</sup>	$f_t^{(4)}$	$f_s^{(5)}$	$f_c^{(6)}$
I beam						
1	553	797	0.69	256	85.0*	6.9
2	495	602	0.82	277	65.7*	8.7
3	553	743	0.74	251	65.7*	7.0
4	501	548	0.91	287	53.7*	8.9
5	453	555	0.82	209	78.4*	6.1
Box beam						
6-1	478	447	1.07	374*	48.0	5.3
6-2	422	393	1.07	297*	36.0	4.1
7-1	515	439	1.17	392*	46.2	5.5
7-2	528	486	1.09	396*	57.4	5.5
8-1	483	437	1.11	428*	53.4	5.9
8-2	429	419	1.02	402*	49.1	5.5
9-1	481	470	1.02	420	52.6	5.9
9-2	405	386	1.05	504*	61.8	6.8
10-1	423	363	1.17	350*	31.2	5.4
10-2	439	430	1.02	348*	34.0	5.2
11-1	630	604	1.04	374*	55.1	6.9
11-2	578	576	1.00	379*	62.6	7.0
12-1	576	591	0.98	403*	60.9	7.5
12-2	545	587	0.93	426*	63.6	7.8
13-1	554	603	0.92	510*	58.9	7.3
13-2	537	565	0.95	442*	51.6	6.3
14-1	584	605	0.91	545*	65.2	8.1
14-2	545	593	0.92	570*	66.7	8.0
15-1	760	758	1.00	392	58.0	10.9*
15-2	768	803	0.90	318	56.3	8.8*
16-1	434	377	1.15	246	36.0	3.4
16-2	473	444	1.07	505	67.6*	7.4

<sup>(1)</sup> Observed flexural rigidity from 80 cm span;  $(EI)_o = 1/432 \cdot P/\delta_w$ ;  $l$ =span length,  $P$ =total load,  $\delta_w$ =relative deflection between load points.

<sup>(2)</sup> Calculated flexural rigidity.

<sup>(3)</sup> Ratio of calculated to observed flexural rigidity.

<sup>(4)</sup> Bending in flange.

<sup>(5)</sup> Horizontal shear in web.

<sup>(6)</sup> Flange-web shear (rolling shear).

\*Associated with failure of beam.

表6. 組立梁の新断面量

Beam number	Ultimate load $P_{max}$ (kg)	Allowable load, $P_a$ (kg)			Ratio <sup>(1)</sup>
		Bending	Horizontal shear	Flange-web shear	
I beam					
1	2790	830	790	1590	3.5
2	2310	610	850	1060	3.8
3	2780	840	1010	1620	3.3
4	2430	620	1080	1110	3.9
5	2520	1680	790	1570	3.2
Box beam					
6-1	2950	510	1500	1990	5.8
6-2	2290	500	1520	2000	4.6
7-1	2900	560	1520	2010	5.2
7-2	3480	550	1500	1980	6.3
8-1	3290	420	1500	2000	7.8
8-2	3040	410	1510	2000	7.5
9-1	3240	580	1500	1990	5.6
9-2	3810	560	1500	2000	6.8
10-1	2040	450	1580	1450	4.6
10-2	2180	430	1580	1450	5.0
11-1	3440	740	1510	1860	4.7
11-2	3720	730	1450	1830	5.1
12-1	3790	800	1510	1860	4.8
12-2	3990	780	1530	1850	5.1
13-1	3670	690	1500	1990	5.3
13-2	3210	680	1500	1980	4.7
14-1	4060	740	1500	1970	5.5
14-2	4170	690	1510	1980	6.0
15-1	4820	1020	1890	1810	4.7
15-2	4630	1010	2020	1800	4.6
16-1	2190	990	1500	1970	2.2
16-2	4150	1000	1500	1980	4.2

<sup>(1)</sup> Ratio of the lowest value of allowable load to ultimate load.

basic stress (fifth percentile) の保証値を示すこと

LVL(単板積層材)の許容力度

農林水産省林業試験場 藤井毅

1. まえがき

LVLの生産量は連年増加しているが、その用途は造作用に限定されており、開発当初予想された生産量には程遠く、今後構造用途への進出による需要の飛躍的拡大が期待されている。このためには、比較的低价な丸太から従来より厚い単板を能率良く、歩留り高く得る切削技術、厚単板を品質低下を伴わずに短時間、少エネルギーで得る乾燥技術、柱角程度の厚さまでの製品を低コストで大量生産する接着技術等の開発を進める一歩、使用実績の少ない樹種や比較的低价な丸太を原料とし、しかも裏割れやバットジョイントによる強度低下を伴う製品のJAS、許容力度等による強度性能の保証を実現しておくことが必要である。

2. LVLの強度性能の特徴

- (1) 同材料を使用した場合、製材に比べて各種強度性能のバラツキが少ない。
- (2) 各強度性能間の関係比が集成材や製材とかなり異なる。
- (3) 単板及び製品の寸法や使用方法、例えば単板厚と積層数、製品厚、縦使いと平使い等の相異によって強度性能が変動する。
- (4) バットジョイントの数と配置によって強

度が著しく異なる。

- (5) 単板の裏割れ等による横方向及びせん断性能、ならびに釘着性能の低下が著しい。
3. LVLの許容力度の誘導

LVLはバットジョイントによる強度低下などの固有の特性を有する一歩、単板品質と積層数による強度変動などの集成材類似の特性や梁文増加に伴う強度低下など枠組製材類似の特性をも具備している。したがって、LVLの許容力度を誘導する場合、図-1のように製材や集成材の誘導方法を折衷したものにならざるを得ない。

4. LVLの強度試験の種類

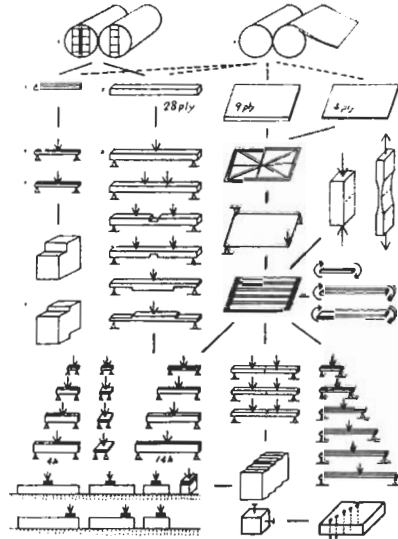


図-2. LVLの強度試験の種類

誘導式

(曲げの場合)

$$f = oF \times R_v \times R_p \times R_j \times R_l \times R_s \times \alpha \times \beta \times \gamma$$

誘導根拠



データ

針葉樹1, 2, 3, 4類 広葉樹1, 2類	積層数 0, 0.3, 0.5 水平 4, 9 垂直 4, 9	径径比 2層積層材 0.60, 0.40 0.69, 0.52 1.19, 0.56 (1.26), 0.67, 0.56	バットジョイント の低減係数 2層積層材 0.45 0.45	積層寸法 調整係数 202, 1.00 204, 0.91 206, 0.87 208, 0.84 210, 0.82 212, 0.80	製材4/5 集成材3/4	製材2/3 LVL 3/4	製材集成材 1/2
----------------------------	--	--	--	--	-----------------	------------------	--------------

留意点

使用可能な樹種に制限  
製材の基準強度  
乾燥の増加係数  
単板品質、積層数・層厚と  
バットジョイントの複合低減係数  
破壊力学  
応力集中  
増加係数  
調整係数の  
確認  
積層材質によるバット割れ  
比例限度が  
高い  
フリー限度  
のテータ少ない

図-1. LVLの許容力度の誘導方法(曲げの場合)



(c) D grade 針葉樹合板: Knot 75mmまで許容 (USA)  
 構造用合板 : 45 " (JAPAN)

## 針葉樹合板の強度特性 林業試験場 平嶋義孝

はじめに 我が国に於ける合板の構造的利用は、建築分野でのいわゆる“コンパネ”が圧倒的大多数を占めており、構造用合板は非常に限られているのが現状である。この原因は偏に材料の価格問題に帰すことが出来る。採集の南洋広葉樹材の供給能力を考慮するとき、また寸法が高品質のシーディング材の需要を考慮するとき、針葉樹合板をめぐって問題解決を図ることは困難であろう。

ここで  $f_B$ : ベーシック ストレス  
 $1/2$ : C-Dグレード合板の強度比  
 $3/5$ : 安全率  
 $0.625$ : 10年荷重期間への変換係数  
 この式は次のようになる。  

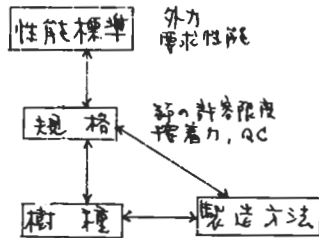
$$\frac{1}{2} f_B = 2.4 F_b$$

ここでは合衆国産針葉樹合板の最大曲げ試験結果を報告し、問題点を提起する。

従って試験によって得た応力が許容応力度の2.4倍以上であれば、許容応力度を満足していることになる。表-2の5種にこれを示した。曲げヤング係数についてはEIで比較し8種に示した。

1. 最大曲げ試験 供試合板は表-1に示したように8種類の4'x8'合板である。最大曲げ破壊試験はASTM D2043-72 (Standard Methods of Testing PLYWOOD IN FLEXURE) の Method C (Pure Moment Test for Large Panels) に準拠した。

### 3. 針葉樹合板の今後の問題点



用途を明白にし、これに要求される性能をあらかじめしてこれを満足する性能を持つ合板の規格を下の1層加えよう。

表-1 供試合板

合板	公称厚さ (in)	プライ数	樹種	平均厚さ (mm)	比重	供試枚数
B	3/8	3	1	8.93	0.480	5
C	3/8	3	2	9.84	0.402	5
D	1/2	3	1	11.96	0.508	3
E	1/2	3	2	11.84	0.456	3
F	1/2	4	1	12.49	0.526	15
G	1/2	4	2	12.88	0.416	5
H	1/2	5	1	12.68	0.529	15
I	1/2	5	2	13.23	0.517	5

2. 試験結果 結果を表-2に示す。Plywood Design Specificationに規定されている許容応力度及び曲げヤング係数を満足しているかどうかを検討した。

表-2 最大曲げ試験結果

合板	Max. Allowable			±t	EI (十. cm <sup>2</sup> )		
	MOR (kg/cm <sup>2</sup> )	Moment (kg-cm <sup>2</sup> )	Moment (kg-cm <sup>2</sup> )		Obs.	Design	±t
B	288	4403	1164	3.8	731	816	0.90
C	306	5707	846	6.7	986	680	1.45
D	261	7131	1774	4.0	1959	1712	1.14
E	230	6158	1290	4.8	1760	1427	1.23
F	272	8009	1774	4.5	2037	1712	1.19
G	292	8986	1290	7.0	1891	1427	1.33
H	263	7882	1774	4.4	1748	1712	1.02
I	391	13437	1290	10.4	2500	1427	1.75

合板の曲げ許容応力度  $F_b$  は次のような手続で得られる。

$$F_b = f_B \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times 0.625$$

face材料を広葉樹にするのかよいのでは?  
 ∴ 針葉樹合板: ぬれ大 ぬれ大, 接着剤よいの?

配向性パーティクルボードの強度

京都府立大学農学部 梶田 照

このボードは、ホーミングに際して小片を機械的に一定方向に配向させて製造したものであり、ボードの強度を一方向だけでも大きくしようとしたものである。配向性ボードの強度は、樹種、小片の形状・寸法、配向の程度、含脂率、ボード比重などに依存する。本研究での供試原材料はスギ間伐材(比重0.40)で、表層用小片はフレークとし、心層用小片はハンマーミルで得た。接着剤は、メラミン・ユリア共縮合樹脂で、含脂率は表層11%、心層9%、パラフィン添加率は0.5%、マット含水率は表層20%、心層10%である。目標ボード比重は0.7で、全<sup>(3層ボード)</sup>て15mm厚である。現在まで得られている結果の一部を下記に示したが、小片の細長比、含脂率、ボード比重などを一定とした場合、表層小片を配向させることにより曲げ強さは1.6~2.2倍大きくなり、素材のそれと同等にまですることが可能である。表-1には、単板ばりボードの曲げ強さの結果を示した。

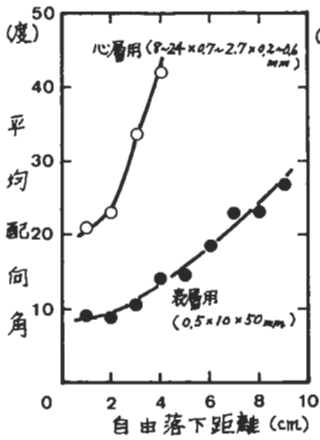


Fig. 1

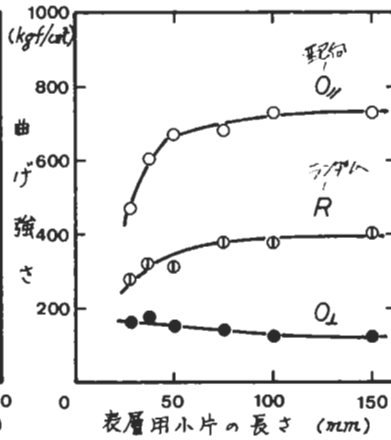


Fig. 2

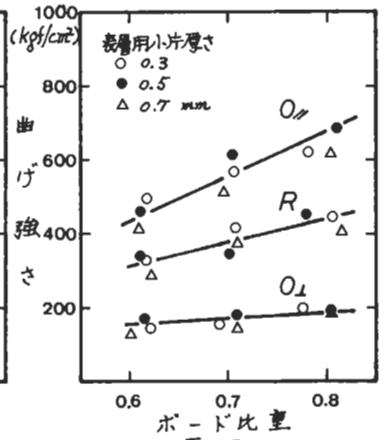


Fig. 3

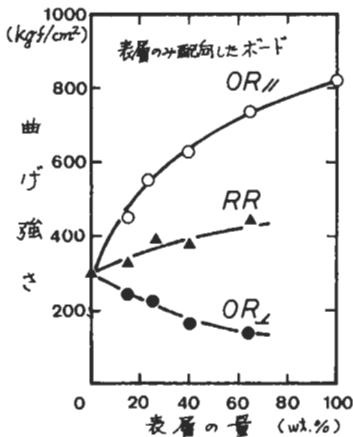


Fig. 4

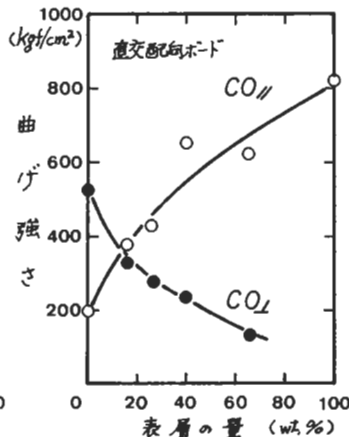


Fig. 5

Table 1

	SG	MOR		MOE	
		//	⊥	//	⊥
3層ボード					
RR	0.72	396		47.9	
OR	0.69	549	211	64.0	26.4
CO	0.72	413	262	54.1	31.8
単板ばりボード					
VR	0.66	385	164	71.6	18.7
VO	0.67	318	234	64.0	26.3

(注) COは直交配向ボード、Rはランダム、Oは単配向、Vは単板(2mm厚)を示す。

積層材として強さに差はない  
構造用を目指す。  
例-1. 2層積層材の強度

板極方向の膨縮は進行進行  
に等しい小さく存在  
つよさはへる?  
用途・材料性能と  
してどう選ぶか

- ・ 接合部が入口にくい
- ・ プローブ面の含水率は2週間日後でも高い
- ・ 生材培養性能の時間による変化はないのか (高含水率状態かつつか場合)

- ・ 接合部の歪みの、定尺材をつくる
- ・ 盛積材のキマフゴキについては規格化
- ・ 根太・垂木にも繊維向き構造材を許可するのは安全か (一本径)

木材のたてつき proof loading: 短期荷重をかける  
か出来れば可能。保荷荷重。

農林水産省林業試験場 星 通

目的 木材資源の不足、品質低下等にもなって、資源の有効利用、合理的集約の利用は各木材利用分野で創意工夫されている。その一環として、短尺材、大きな欠点を取った材などをたてつきし、一定の強さを持った定尺材、または、長尺材を生産する手法としてフィンガージョイント工法を昭和36年頃より取り上げてきた。当初はNジョイントと呼ばれる大きなフィンガージョイントについての適正条件について検討し、楽器メーカー、スキーマーカーなどの一部に採用された。よりジョイント性能の高いミニフィンガージョイントについては、その影響因子としてフィンガの形状・諸要素および接合圧縮条件等の標準的事項等について明らかにするとともにジョイント材の用途拡大を計るための問題点について検討することを目的として実験を進めた。

1) 小試験体による性能試験。ミニフィンガージョイントの形状・諸要素および圧縮条件等については、小試験体(2~3cm角)でそれぞれの影響因子を変化させた場合の曲げ試験を行ない。その性能およびジョイント有効率を求めて比較検討した。その結果では、現在国内で用いられているミニフィンガージョイントの形状および諸要素(p: 3~6, l: 6~18, t: 0.2~0.6mm)のものでは、そのジョイント有効率は70%~90%の値を示す。

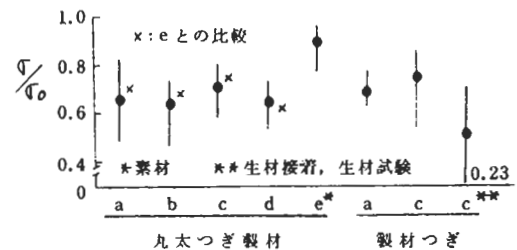
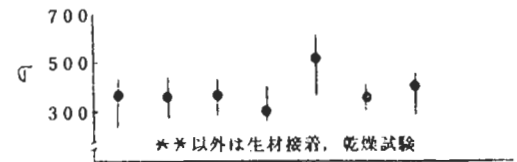
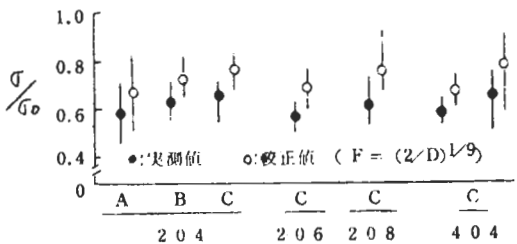
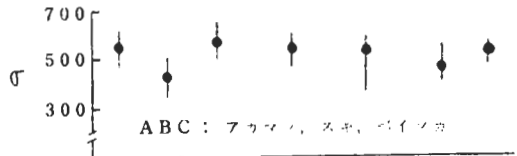
2. 実物大試験材による性能試験

1) 乾燥材のジョイント部材寸法の限界を検討するため、枠組壁工法用建築部材、204, 206, 208および404材を用い、ミニフィン

ガージョイント(p: 4, t: 0.4, l: 12mm, θ: 1/3)によりたてつき試験を行った。その結果を図に示す。

2) 生材のジョイント 在来工法の軸組建築用材は、高含水率の製材を使う場合が多いので、スギ芯持製材を供試材として高含水率材のジョイント試験を行った。その結果を図に示す。

まとめ・問題点、かなりの性能があるが一本つきなので、どんな使い方がよいか、ジョイント強度を保証する方法、生材接合の手法の確立とその性能基準など、実用面の問題等が残されている。



static testのみでは不十分。単なる指標ではない  
クリフなども考慮

生材は根太・垂木に要する  
性能はどのくらい? — 二つを比較して  
用いてみるべきだ。

花輪部中である。

「さ」

新潟大学農学部 種田視朗

現在釘の保持力について、以下の述べような全く考え方の異な2つの研究を行っている。

1) 釘の引抜方向に dead load をかけながらその保持力の変化についての研究

### 1.1. 実験方法

マサ材、3方向について、市販一寸釘を打ち込み、その最大引抜荷重の約1/2, 2/3の dead load を加え2週間後までの保持力の変化についての観察を行った。(恒温恒湿室にて)

### 1.2. 実験結果

木口面において打込後8日後の沖1回測定時において保持力は約20%減少するが、その後は減少度は収まり、無負荷の場合と同じ他面での保持力は変化する。

保持力の経過日数による変化は日数が経過してくれても、減少する傾向は見られず、ほとんど変化する...と云ってよい。特にマサ材の場合一度減少した保持力は1回後より増加して2週間後は初期打込強さと同じ保持力になった。マサ材、板目面の dead load 負荷の場合その増加の大き...ものでは最終的に無負荷の状態以上にたつたものもあつて、何と云う程度がけ出来る... (Fig. 1, Fig. 2)

### 1.3. 追加実験について

以上のよう指不可解の現象の...の原因を求めたため、釘の木材打込中における緊迫力の測定を怠る。元千釘を作り、釘身と同程度にして内部に strain gauge をはりつけたものをマサ材に打込んだ。しかし結果として元千釘の板の厚さを厚過ぎて gauge が壊れて来た...という失敗で、この同程度の厚さを薄くし再び実験を行った...方向で現

2) 数量統計による釘保持力の測定  
すでに木材学会誌、木材工業に報告した通りであるが、釘の保持力と緊密な複雑な因子を一緒にして処理し、大々の因子と数値とを与え...という考え方はである。この処理を行うためには実験にかつた多量の釘引抜実験を行わなければならない。木材見のものがあつても複雑なものがあつて、普遍的な値を求めるとは至極難しい問題があつた...である。

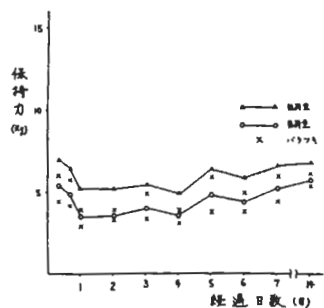


Fig. 1 木口面打込

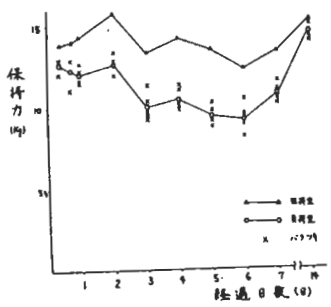


Fig. 2 マサ材面打込

# スギ間伐材での釘の圧縮一面せん断耐力等

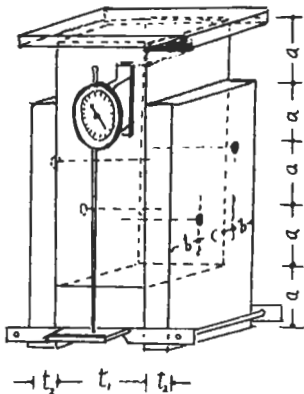
宮崎大学・農 中村 徳環・大塚 誠

## 1 試験方法

すめ表面は鈍加工し、1図に示す圧縮型一面せん断試験方法で、母材は7×7~5×3cmに待正角、長さ20cm、側材は厚さ10~20cm、枚とした。表面割れのある母材には最大割れ方向に釘が直交するよう寸高に釘打らした。

母材の両側にストローク20mmの100分の一鏡ダイヤルゲージをバスタロップで固定し、鋼板にボルト緊めした接触台からの変位量を測定した。送り変位量が1.3~5mmでい

1図 試験方法



れは荷重は0.5kg程度より繰り返し、以後は変位量10mmまで漸荷した。荷重速度は凡そ変位量が毎分0.5~1.0mmになるよう調節し、2点おし型試験機で行った。

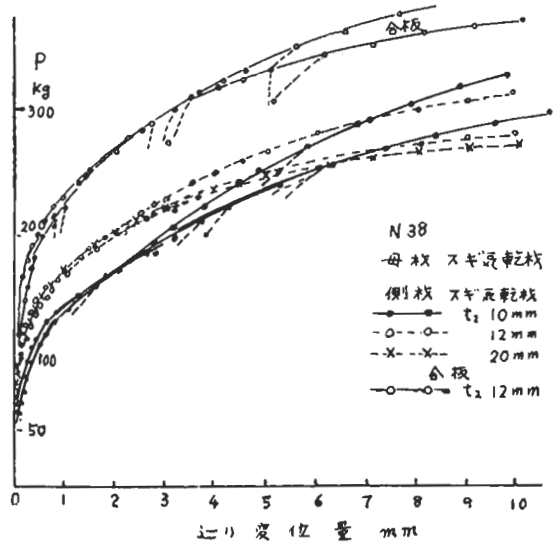
## 2 供試材概況

使用釘	N 38	C N 50	65	70	90
釘径mm	2.11	2.8	3.1	3.4	3.8
胴長mm	37.3	49.5	64.5	73.8	89.5
スギ間伐材含水率	$\gamma_3$	$J_w$ mm	$E$ p/cm <sup>2</sup>		
母材	11~13%	0.39	0.6~1.0	35~70	
側材	11~13%	0.36	2.8~7.7	40~75	
合板	7	0.62	$E_k$ 75	$E_L$ 48	

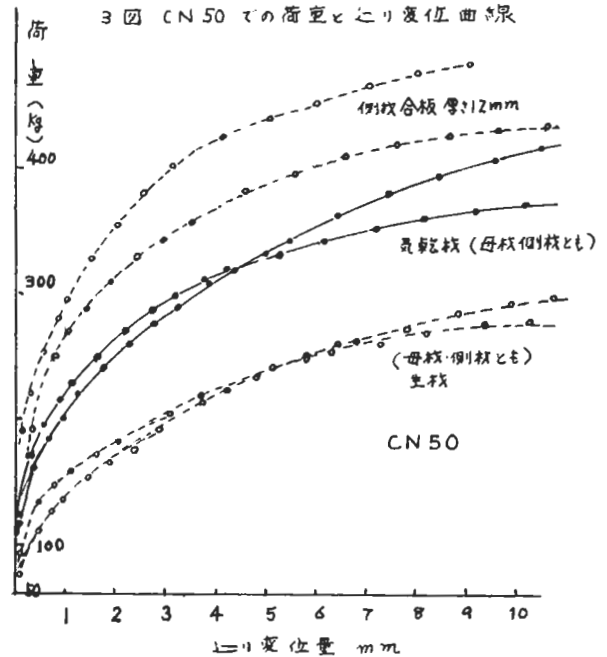
## 3 実験結果と考察

試験個数はN 38、18個、C N 50で26個、C N 75で6個、C N 90で6個 計56である。

2図 N 38 の荷重と送り変位曲線



3図 CN 50 での荷重と送り変位曲線



釘着による摩擦のため負荷が8~30kg(釘1本当り)に至るまでの送り変位量は著しい変化が認められない。変位量0.3~0.5mm附近で荷重-送り変位曲線の曲率は著しく変化し、以後は緩やかな曲線を示した。2・3回にその一例を示す。

側材が乾燥材か、湿潤材か、合板かによる釘のせん断耐力差は、送り変位量の38~1mm相当の荷重差で認められる。この実験ではN38, CN50のいづれの場合も側材が合板の場合よりも同伐材の場合の方がせん断耐力は低く測定された。又、合板では送り変位量10mm当りの荷重 $P_0$ に対し、変位量1mm当りの耐力 $P_1$ の比 $P_1/P_0$ が平均59%であった。

同伐材では $P_1/P_0$ は乾燥材・乾乾材のいづれも43~58%平均50%であった。

木構造設計規準・同解説では釘着材の短期圧縮せん断耐力 $sP_s = F_c \cdot 16d^2$  (1)

側伐材の尖入材の縦圧縮試験結果から、 $F_c$ に250%の値は取り得ると予測する。

一方実験で求める場合には次式で求める値のいづれか小さい値をとることが提唱されている。

$$sP_s = P_{max} \times \frac{1}{2} \quad (2)$$

$$sP_s = P_0 \times \frac{1}{4} \quad (3)$$

今、仮りに $P_{max}$ に変位量10mm当りに相当する耐力 $P_0$ を代入し、又同伐材乾乾材での $sP_s$ の値を釘径別に比較した結果を次表に示す。

表2 同伐材での $sP_s$

		N38	50	75	90
釘径 cm		0.211	0.28	0.34	0.38
$sP_s$ kg	(1) 式	24.3	40.4	57.4	70.1
	(2) 式	27.9	35.6	63.5	68.1
	(3) 式	27.4	35.5	62.1	81.5

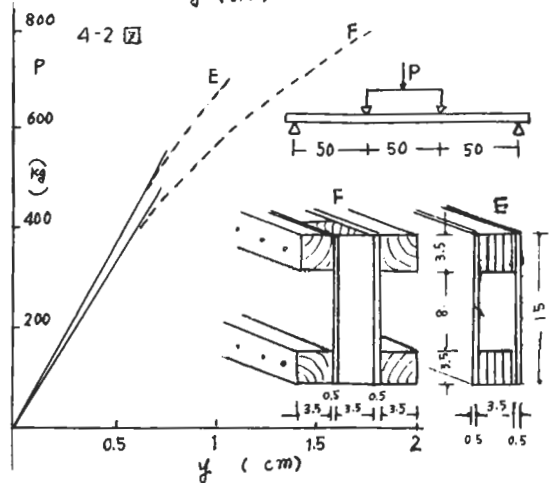
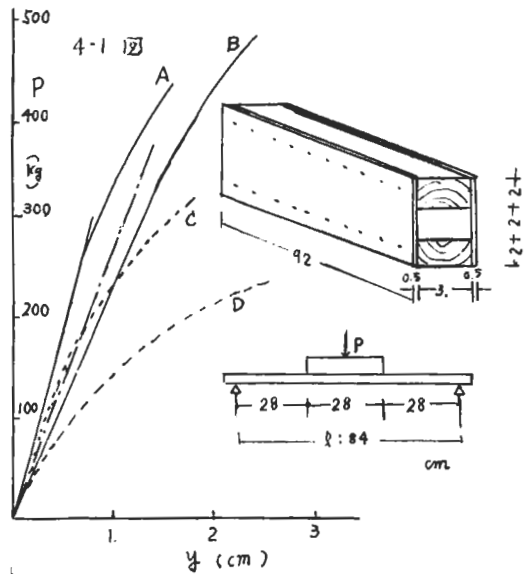
本実験資料は十分ではなく、又数値に若干の変動はあるが2表から南北州産スギ同伐材の釘の一面せん断耐力は、木構造設計規準

の従来スギ材に与えられている耐力にはほぼ一致するものと推測している。

#### 4 釘着合板はりの曲げ剛性等

ウェーブ材とフラジ材と釘着した場合と、接着合板した場合の合板はりの曲げ試験

種別	Frang	W.合板	Fr.とWe.の接合法	Stiff. 間隔
A	同伐材	上と上	ソリソリ	Stiff. 厚し
B	"	上	"	"
C	"	上	中1.4mm厚16mmの	"
D	"	上	釘3cm間隔	"
E	積層	上	酢酸ビニル	45cm毎釘着
F	同伐材	上	N38 2"5cm間隔	45cm毎釘着



釘打ち接着接合の實用心

工業現場のQC  
現場接着品

Box Beamの38条認定

注意

接着材の含水率  
温度

影響を受ける

釘打ち接着接合について

鈴木(慶) 吉田(明)

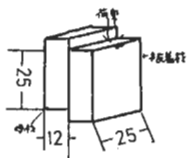
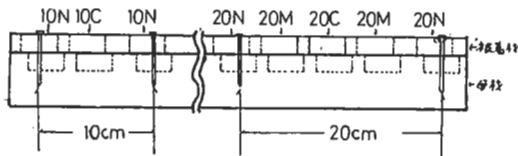
〔目的〕釘打ち接着接合は、釘のみによる接合の倍の耐力と靱性、接着接合のぬぼりの発生と釘によって糊うというメリットが考えられ、管理さえ適正にできれば、木構造における有用な接合手段の一つとなり得るし、現場的にも利用可能な技術である。本実験では、手はじめとして準工場的な作業条件での釘打ち接着接合の可能性と耐力について予備的な試験を行った。

〔試験方法〕接着性能試験は下図のようにベイツがMC 11~13%の母材に合板及び化粧板(12mmベイツ)を、釘の種類、間隔、接着面の仕上げ、塗付量を変えて、レゾルノール及び水性ロレウシタン接着剤を用いて釘打ち接着したスロツクを作成し、これよ

リスロツクせん断試験片ととり接着試験片とした。次に、下右に示したようなせん断試験片を作成し、耐力試験を行った。

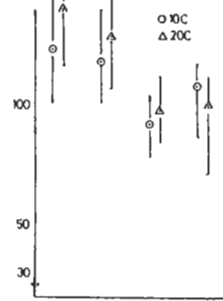
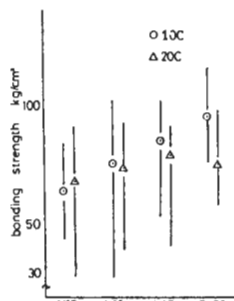
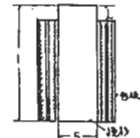
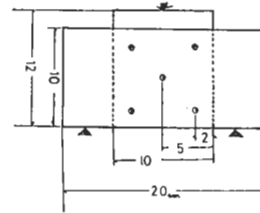
〔試験結果〕結果の一部を左に接着力、右にせん断耐力について示した。化粧板を接着したのものについては、塗付量が220g/m<sup>2</sup>と少ない場合は釘の種類、間隔の影響がみられるが、塗付量が330g/m<sup>2</sup>と多きと影響は受けにくい。この接着力は正視に圧縮したものとより10~15%低いに過ぎない。また、合板が接着材の場合には破壊がすべて合板のローリングスアーによるために母材と合板との接着に関しては問題がないと思われる。

せん断性能については図に示すように、釘のみのものはぬぼりがあるが耐力は小さく、接着のみのものは耐力は下まきだが最大断面に達すると同時に破壊は進行する。これらに対して釘打ち接着接合したものは予断したとよりの耐力とぬぼりを示している。



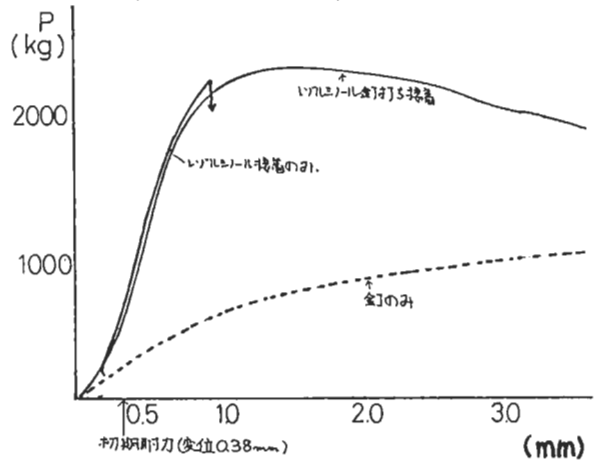
釘の寸法

	長さ	直径
CN50	50	2.8
N25	25	1.65
N38	38	2.11
N45	45	2.41mm



接着剤 レゾルノール  
塗付量 220g/m<sup>2</sup>  
釘 CN50  
親板厚 12mm化粧板

接着剤 レゾルノール  
塗付量 330g/m<sup>2</sup>  
釘 CN50  
親板厚 12mm化粧板



Box beam として接着性能を考える。  
 接着物のアコフはあってもよい。

- ・ 生材接着が可能な接着剤の開発
- ・ 現場接着のライセンス制。

釘接合部の繰返し荷重下における変形特性

建設省建築研究所  
 佐藤雅俊

1 はじめに

木質系の建物においては、構造耐力を釘接合に期待するところがきわめて多い。一方接合に関する資料で、短期間の接合耐力を扱ったものはかなりあるが、長期間におけるクリープや繰返し荷重などを受けた場合の資料は少ない。

本研究は、釘接合の中でも構造耐力上重要と思われるせん断変形を取り上げ、繰返し荷重下における釘接合部の変形性状を実験的に検討し、長期間における釘接合の耐力評価に関する基礎的資料を得ることを目的とした。

2-1 各種木質材料を側材とした釘接合部の繰返し荷重下での性状

試験体は、図1に示すような釘接合に常用されている形状のものであり、使用した木材は、枠組壁工法用の通称木ツガ(HEM-FIR)の呼称204材である。側材は、構造用合板(厚さ7.5, 9.0, 12.0mm)、パーティクルボード厚さ12mm(メラミンユリア、フェノール樹脂接着剤使用ボード)とハードボード(厚さ5.0, 7.0mm)である。釘は、枠組壁工法用CN50釘を用いた。実験に用いた装置は、図2に示すような片持梁形式でカムの運動によって支持台が上下運動を行い、試験体に図3に示す繰返し荷重を載荷することができる。なお本装置の場合、変形の進行とともに、片持梁が下降するため、一定時間毎に梁の水平度を調節した。繰返し周期は、約7回分である(1000回で約1時間)。実験は、各々の試験体の静的加力試験から求まる最大荷重に基づいて、3種類の荷重レベル(荷重比)を決定し、表1に示す載荷様式で行った。

を決定し、表1に示す載荷様式で行った。

図4に実験条件Ⅱ, Ⅲ, Ⅳにおける相対変位量、繰返し回数及び荷重比との関係の例として合板(厚さ9.0mm)の場合を示す。これらの関係から荷重比が増加すれば変位量も増加することが認められ、その増加量は、側材の種類によって異なり荷重比10%では、さほど差は認められないが、荷重比30%以上では、合板およびハードボードの場合、板厚が厚くなれば変位量も少なくなるということが看取された。

実験Ⅲ及びⅣでは、荷重比が変わっても残留変位量は変化せず、変位量も変化しない傾向にある。これは、一度大きな荷重を受けるとそれ以後、初回の荷重より小さな荷重が作用しても変位が回復しないことを意味し、釘接合は、作用期間中の最大荷重に変位が大きく支配されるものと考えられる。

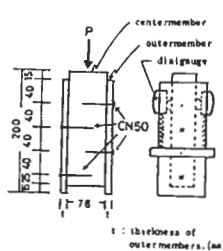


図1 釘接合試験体

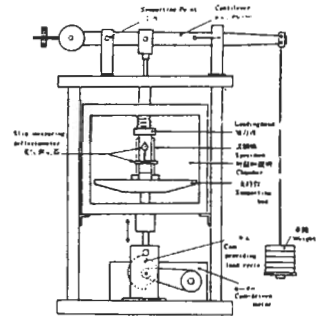


図2 繰返し試験装置

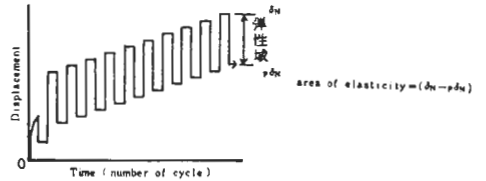


図3 繰返し荷重と接合部の変位

表1 荷重の載荷様式

実験条件	載荷様式 (荷重比%)		
	繰返し回数	繰返し回数	繰返し回数
I	10%	30%	50%
II	10%	30%	50%
III	30%	10%	30%
IV	50%	10%	50%

(注) 実験時の環境条件は20℃、65%RH一定とした。

図5に実験IIにおける各荷重比と繰返し回数及び変位量との関係の例として合板(厚さ9.0mm)の場合を示す。これより繰返し回数100回までの変形は、それ以後の変位に比べその量が大きい。しかし、100回以後は、変位量の増加は極めて少なく一定値に安定する傾向にある。このことは、木質部が釘の局部圧縮によって圧密化が進み安定化することによるものと考えられる。変位量と荷重比との関係においては、荷重比30%付近で変位の急増する傾向が認められる。

図6に木質材料を側材とした場合の荷重比と繰返し荷重との関係の例として合板(厚さ9.0mm)の場合を示す。これらの関係は、実験式  $S.L = a \cdot \delta^b - C \log N$  で表わすことができる。ここで  $a, b, C$  は定数、 $\delta$  は図中に示した変位量、 $N$  は回数、 $S.L$  は荷重比を表わす。上式は本実験の範囲内に適用できるものである。

表2に繰返し実験終了後の各々の試験体の残存耐力の測定結果を示す。繰返し後の耐力は、繰返しを受けていない試験体の最大耐力と差異がなく、本実験程度の繰返し力を受けた場合には、耐力低減はないものと考えられる。

### 2-2 釘接合の繰返し変形に及ぼす釘の種類と側材の厚さとの関係

試験体の形状は2-1と同寸法である。側材はパーティクルボード(厚さ15, 20, 25mm)の種類を用い、釘は、径及び長さ異なる4種類(N50, CN50, CN65, CN75)を用いた。装置及び繰返し周期は2-1と同条件である。荷重の載荷様式は200kg→300kg→200kgと各々1000回ずつ繰返しを行った。

図7に荷重200kgでの釘の種類とボード厚さ及び nail factor (S: 主材への釘の打込み部分で釘が木材から側材を受ける面積) と

る  $1000/\delta_0$  (繰返し回数1000回における変位と初期変位との比) の関係を示す。これより同種類の釘においては、主材への釘の打込み深さ、すなわちボードの厚さによって繰返しによる影響が認められる。また釘の種類によっても変位は異なり、釘径が小さいほどその変位は大きくなっている。例えば、N50釘では、初期変形に対し約3.2倍、CN50釘では約2.3倍、CN65では約1.3倍変位が進行するが、CN75ではほとんど変位は進行しない。これは、釘径が大きいほど木材の横圧縮が大きいほど小さな変位を示すためと考えられる。

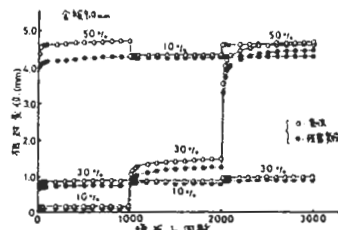


図4 繰返し回数と相対変位量との関係

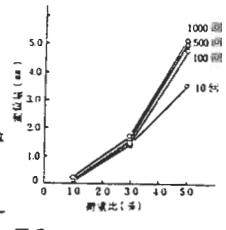


図5 荷重比と変位量との関係 (合板: 9.0mm)

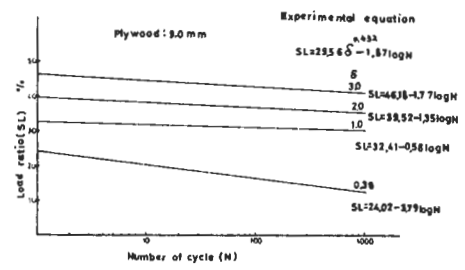


図6 繰返し回数と荷重比との関係

表2 繰返し試験後の耐力と繰返しを行っていない試験体の耐力の比較

試験体	繰返しの荷重比(%)				
	10	30	50	10-30-50	
合板	75mm	1.06	1.17	0.99	1.01
	90mm	0.96	1.04	0.95	0.93
	120mm	1.07	1.01	1.08	1.12
	パーティクルボード	1.05	1.08	0.96	1.12
パーティクルボード	50mm	1.03	0.95	1.11	1.03
	70mm	1.13	1.17	1.13	1.11

・10, 30, 50% 1000回  
 ・10-30-50% 各荷重比1000回

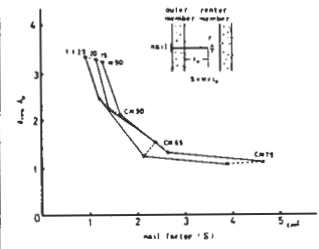


図7 釘が側材を受ける面積と1000回目の変位との関係

木材のボルト接合部剪断性能  
北丈 豊 平井卓郎

木材のボルト接合部に材軸方向の剪断荷重が加えられると、接合部は普通図-1の様な荷重変位挙動を示す。ナットを十分に締めた時には、初め摩擦力のためほとんど変位が増加せず、次いで急なオベリを生じる。ナットをゆるめたままの時にはこの挙動は現れない。その後、変位が荷重に比例して増加する領域を経て曲線的な荷重-変位関係を示す様になる。この関係は明らかな時間依存性を持ち、基本的にはどのレベルで荷重を維持しても遅延弾性を示すと考えるべきである。通常、静荷重下におけるボルト接合部剪断性能として問題にされるのは、比例限荷重と全体的な荷重-変位関係の特性、そして最大耐力であるが、ボルト接合部は一般にかなり大きな部材間変位を生じるため、特に比例限荷重が重要視される事が多い様である。この比例限度は繰り返し負荷時の挙動が示す様に、いわゆる弾性限度を意味するものではなく、見掛け上の直線領域の上限に過ぎない。しかしながらその内容はともかくとして、残留変位量を比較的小さな範囲にとどめるための限界としては依然として意味を持つものと思われる。

さて、この様な接合部性能を支配すると考えられる主要な因子は表に記される様なもの

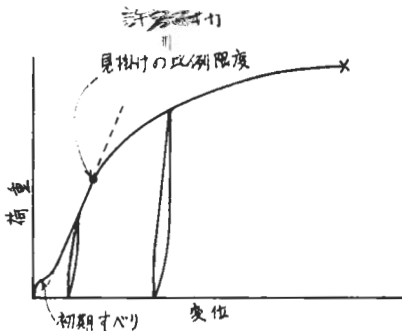


図-1 荷重-変位曲線(平行ボルト)

であろう。

先孔の大きさは直挿初期オベリ量を左右するので、出来ればクリアランスをとらずボルトを叩き込むのが望ましいが、施工上の問題もありなかなか難しい様である。ただ例え先孔径とボルト径と等しくしてもある程度のおべりはさけられず、又これは切削面の粗さとも密接に関係する。

見掛けの初期直線領域の傾きは、ボルト径が増加してもそれに伴うだけの立ち上がりは見えないのでは意が必要である。これは、やり込み変位の弾性部分を支配する圧縮応力分布領域がボルト径に比例して広がり、そのため有効圧縮長さが増加するからである。

見掛けの比例限公称面圧応力(比例限荷重をボルトの射影面積で除した値)はボルトの細長比に大きく左右される。これはボルトが長くなるほど曲げ変形が顕著になり、主材と添板との境界面付近に、より高い面圧応力が生じる様になるためである。ボルトを梁として考えると、スパンが長くなるほど撓みが増加する事に相当するわけである。同様にボルトの締めつけ条件は梁の支持条件に相当し、ナットをゆるめた状態と締めた状態では差が生じる。ただし、完全にゆるんだ状態は自由端梁

表 — ボルト接合部性能と支配因子

初期オベリ	先孔の状態(先孔径,加工面粗さ)
見掛けの初期直線領域の傾き	ボルト径
見掛けの比例限公称面圧応力	ボルトの細長比,添板の種類と性質,ボルトの締めつけ条件
全体的な荷重-変位曲線の特性	ボルトの細長比,添板の種類と性質,端部寸法,ボルト間距離
最大耐力	ボルト径,ボルトの締めつけ条件,端部寸法,ボルト間距離

件として与えられるが、固定端条件を実現する事は極めて困難で、通常は自由端条件と固定端条件の中間的な挙動を示すにとどまる。ナットの締めつけ効果は支持条件の向上と同時に、側圧による腐蝕抱坑にも現れ、ゆるめた場合に較べ、細長比の広い範囲にあたって比例限界応力応力を上昇させる。しかしながら、水分による木材の寸法変化を考えると、使用期間を通じて締めつけ条件が維持され得るかどうかは甚だ疑問であり、実用的には固定効果も側圧効果も期待出来ないと思える方が妥当である様に思われる。又、側材の種類や材質、材厚の影響もあり、一般に鋼板添板は木材添板よりもすぐれていると言われる。ボルトの細長比や添板の影響は、近似的にボルトを弾性床上の梁と仮定し、材中に生じる最大公称面圧応力が平均公称面圧応力に対しどの程度の比となるかを求める事によって概算出来る様である。鋼板添板を用いた平行継手についての計算例を TRAYER の実験曲線とともに図-2 に示す。木材添板を用いた接合部では、種々の条件によってどちらの材中に最大公称面圧応力が生じるかが変わる。いま、主材と添板が等材質で、添板が主材の 1/2 の場合を考えると、固定端条件が果たされる時に主材中に等しい最大応力が生じるが、自由端条件では添板中の最大値が主材中のそれを上まわる。添板を厚くする事によってこれを解決

出来るのはボルトが短い場合だけで、添板厚の増加は射影面積を増すかわりに細長比も又増加させるので、主材中の細長比がほぼ3倍前後を越えたとこの効果は期待出来ない。平行継手についての鋼板添板と木材添板の比較計算例を図-3 に示す。ここでは、主材と等材質厚さ厚さ 1/2 の木材添板を考へ、自由端条件を仮定している。

これに対し、ボルト接合部の最大耐力は細長比影響をあまり受けず、平均公称面圧応力の値をそのまま用いて評価してもほぼさしつかえは無さそうである。この事は、ボルトの細長比が増す程比例限度が下がる事を意味している。最大耐力は比例限荷重と同様にボルトの締めつけによる側圧効果によって上昇し、又、端部寸法やボルト間距離の影響も受ける。特に端距は重要であり、これが不足すると耐力が著しく低下する。更に注意しなければならぬのは、端部寸法やボルト間距離の不足は単に耐力を低下させるだけでなく、脆性的な変形破壊挙動を導く事であり、細長比、端距、側距と言った各寸法がともに小さく、それらが相乘的に作用する時には、荷重-変位関係が最後まで直線性を保ったまま破壊に至る事がある。ボルト接合の長所がねばり強さにある事を考えると、この様な挙動は最も避けなければならぬものであると言えよう。

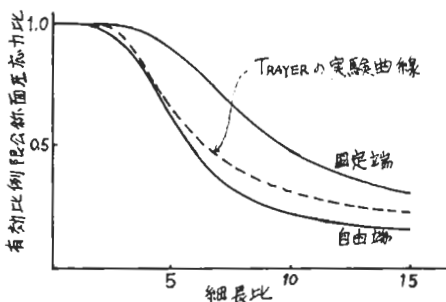


図-2 有効比例限界公称面圧応力比(1)

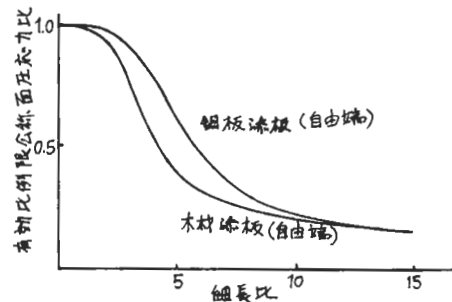


図-3 有効比例限界公称面圧応力比(2)

# 集成材の接合に関する研究の概要

東京大学農学部 安村 基

## §1. 緒言

集成材構造物におけるボルト等による部材接合の性能を評価する目的で、1979-80年パリ木材技術研究所(CTB)で行った集成材の接合に関する研究の概要を報告する。

## §2. 実験の概要

### 2.1 集成材を主材・側材とするボルト接合部の2面せん断試験

34mm厚モミ材のラミナ6層より成る集成材の主材(厚さ110, 135, 160mm)の面側面に、厚さ70または110mmの側材を直径16, 18, 20mmのボルト4本(2列)または8本(1列)で接合し、上記のパラメータの他に、主材の繊維方向(0°, 45°, 90°)、ボルト間隔(4d, 6d, 8d)、締付トルク、ボルトの位置、孔径等を変化させ、計37種類154体について2面せん断試験を行った。

### 2.2 集成材と鉄板を接合するボルトの2面せん断試験

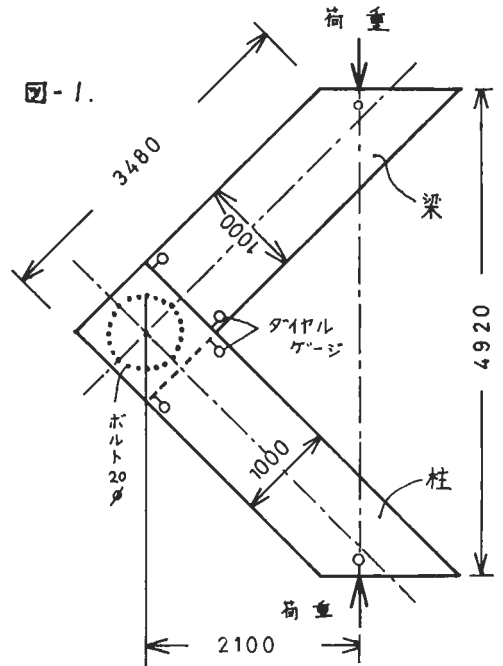
集成材の中央切込み部に厚さ10mmの鉄板を挿入し、ボルト4本で接合した試験体および集成材の両面に厚さ10mmの鉄板をボルト4本(2列)または8本(1列)で接合した試験体について、集成材の厚さ(135, 160mm)、ボルト径(16, 20mm)、材の繊維方向(0°, 45°, 90°)、等のパラメータを変化させ、11種類44体について2面せん断試験を行い、2.1の実験結果と比較した。

### 2.3 モーメントを受ける集成材・梁の接合部の試験

試験体は、34mm厚モミ材のラミナ30層=100cm(内1層は26層=88cm)より成る集成材の柱(厚さ75mm2枚合せ)と梁(厚さ135mm)より成り(図-1参照)、以下に示す8種に分類された。

- (1) 20φボルト24本を円形(760φ)に配置。
- (2) (1)と同様。柱・梁せいけ88cm。
- (3) (1)と同様。柱の接合中央部に切込みを設ける。
- (4) (1)の接合部を長さ140mm 22番のスクリーネイル192本で補強。
- (5) (1)の接合部を16φフロー4 48本で補強。
- (6) 16φフロー4 72本を円形(760φ 3列)に配し、20φボルト5本で留付け。
- (7) 外径90mm厚さ7mmのリング16個を円形(760φ)に配し、20φボルト16本で留付け。
- (8) 20φボルト24本を正方形(一辺76cm)に配置。

実験は、各種試験体2体ずつにつき、柱・梁材の端部に図-1に示す圧縮力を加え、柱・梁接合部の回転角および加力点の変位をダイヤルゲージで測定した。



参考文献) 安村・杉山, 集成材のボルト接合に関する研究, 木材学会大会要旨, (1981. 4.)

メタルプレート接合部の疲労特性

京大, 木研, 木質材料, 林 知行.

木構造接合部の耐久性, 安全性を評価する事を目的として, メタルプレート接合部を対象に, 疲労試験を主とした研究を行ない, 疲労特性に影響を及ぼす因子について検討した。

I, 試験方法

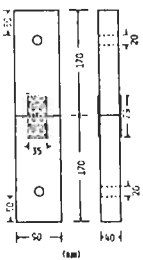


Fig. 1

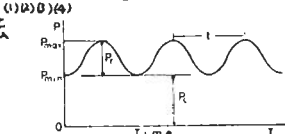


Fig. 2. Load function in fatigue tests. Partly pulsating:  $P_{max} \rightarrow P_0$ . Pulsating:  $P_{max} \rightarrow P_r$ .  $P_r = 0$ . Frequency: 1 Hz.

プレート: ギャングオイル.  
材: スプルースのバイツが  
荷重形式: 片振り, 両振り,

部分片振り, 継続荷重, (荷重制御)

II, 結果の要約

1, S-N曲線<sup>(2)(3)</sup>

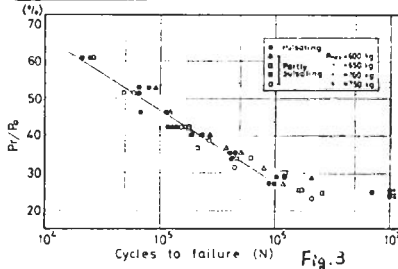


Fig. 3

S-N曲線は $10^6$ までほぼ直線をなし, 疲労限度は静的強度( $P_0$ )の20~25%程度である。木材のサンプリングを厳密にすれば, プロットのバラツキは非常に小さい。(Fig.3)

2, 比重の影響<sup>(4)</sup>

タテ軸に荷重比( $P_r/P_0$ )をとって表現すれば, S-N曲線は多少バラツキがあるもののほぼ直線で表わされる。(Fig.3)

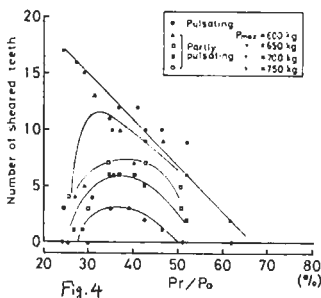


Fig. 4

3. 破壊形態<sup>(2)(4)</sup>

高荷重では釘のひき抜け, 低荷重では釘根元のせん断, 中程度では両者の混在したものと成る。(Fig.4)

4. プレートの形状. プレートの長さが長いほど, S-N曲線は低下する。

5. 乾湿繰返し<sup>(1)</sup>. 乾湿繰返しを受けても静的強度はほとんど低下しないのに対し, 疲労強度は低下の度合いが著しい。

6. 荷重速度<sup>(4)</sup>. 0.03~30Hzの周波数において, 寿命(N)および相対変位の増加は, 周波数に無関係で, 時間依存性がない。

7. 荷重形式<sup>(2)(3)</sup>. 両振りの時間強度は, 片振りの70~80%程度に低下する。部分片振りにおいては,  $P_{max}$ が $P_0$ の70%以下であれば, S-N曲線は片振りのそれとほぼ一致する。(周波数10~16.7Hz), すなわちこの場合, 継続荷重の成分 $P_0$ による時間効果の影響はない。(Fig.3)

8. 時間依存性<sup>(3)</sup>. 上の条件で, 周波数を1~5Hzに低下させると寿命に対する $P_0$ の効果が見られ,  $P_r/P_0$ が26~44%の範囲で, 上の場合に比べ寿命が $1/2$ (5Hz)~ $1/3$ (1Hz)に低下する。さらに周波数を下げれば, この効果は一層明確になるものと思われる。

9. 残存耐力<sup>(1)</sup>. 寿命Nに対して,  $P_0$ の30, 50, 80%の繰返し数を作用させたのちの残存耐力は処女材の $P_0$ に対してほとんど低下しない。また残存耐力は $P_r$ の値とは無関係である。

10. 残存疲労強度<sup>(4)</sup>. ある回数の繰返し荷重を受けた材の疲労強度(寿命)は次式で表わされる。(2段階荷重の場合)

$$n_1/N_1 + n_2/N_2 \approx 0.7 \sim 0.9$$

$n_1$ : 1次荷重の繰返し数  $N_1$ : 1次荷重のみが作用した時の破壊までの繰返し数(寿命)

$n_2$ : 1次荷重から2次荷重に切り換えた後2次荷重によって破壊までに要する繰返し数。

$N_2$ : 2次荷重のみが作用した時の寿命。

文献

1) 林知行, 材料, 28, 623, (1979)  
2) Hayashi, T., et al., F.P.J. 30, No.2, 49 (1980)  
3) 林知行, 材料, 30, 697 (1981)  
4) 科研費総合A S54~55報告, 代表 佐々木光.

接合具・接合金物の耐力試験法および耐力評価について

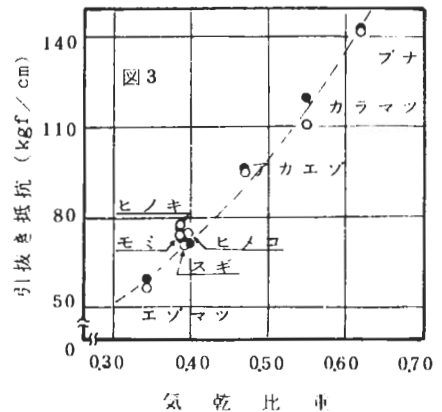
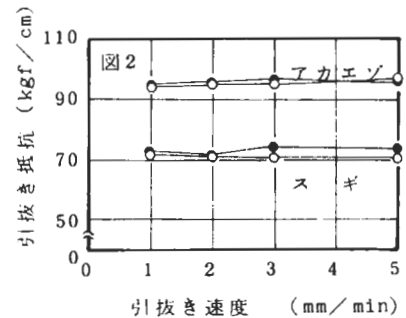
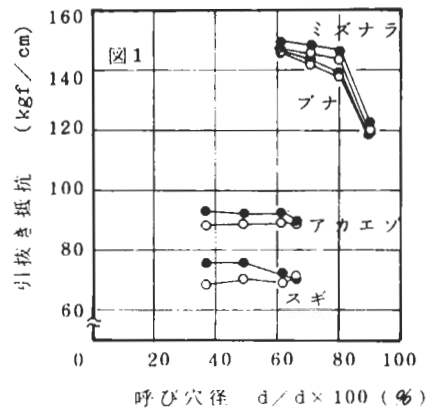
農林水産省林業試験場

金谷 紀行

木材または木質材料を構造的に利用する場合、材料自体の強度性能はもとより、それら相互の接合が問題で、適材を適所に接合する接合具・接合金物の開発が必要となる。その場合、接合条件や性能についての検討が必要となるが、そのための試験法や評価法のルール・標準化を企むべきであろう。ここではこうした問題について、最近の実験結果や話題となっていることを取上げる。

- ◎ くぎ : 1. せん断耐力の式
- $$sP = Fc \times 1.6 d^{1.8} \text{ の } Fc \text{ について。 (樹種群、圧縮強さ)}$$
2. 引抜き耐力の式
- $$P/l = 485 d^{2.5} \text{ の } d \text{ について。 (樹種群)}$$
- 比重は気乾比重とするほうが現実的
3. ステンレス、スクリューくぎなどの耐力評価
4. 試験結果 (荷重-変位の関係) から決める方法
- 木材相互の変位が2.0mmとか、最大耐力などからきめる
5. くぎ接合する各種ボード類の標準仕様の整備 (今までのデータの見直し、整理)
6. くぎのJIS改正と実情
- ※長期・短期許容耐力の考え方  
(枠組壁工法では1:2であるが、建築学会の標準で鉄丸くぎは1:3)

- ◎ 木ねじ : 1. 試験方法が未整理 (パーティクルボードなどはある)
2. 許容耐力の決め方 (現状では、アメリカのFPLを参考)
3. 設計のための耐力が望まれている
- ※試験法を決めるための基礎データとして現在実施中の試験結果の一部を図1~3に示す。○印はまさ目面、●印は板目面へねじ込んだ場合



木ねじの引抜き試験のための呼び穴径は、針葉樹では胴径の50%、広葉樹では70%程度とするのがよい。(図1)引抜き試験速度の影響をみるために行った試験では、1~3mm/minの範囲では大差はない(図2)、2mm/minあたりを標準と考えてよさそうである。引抜き耐力は木材の比重と深い関係を見出せそうである(図3)。

◎ コーチスクリュー

この接合具に関してはほとんどデータを持たないまま、世の中に使用を許している（羽子板金物、給湯設備の接合など）。設計のための資料が必要。

- ◎ ボルト 1. 転造ねじによるボルトが主流。  
すなわち、ねじ径と胴径とがちがうことにより、許容耐力を見直す必要がある。

2. くぎの場合と同様に、木材の許容力度が改正になったことによる見直しが必要（樹種群、圧縮強さなど）。

- ◎ 座金 1. むり込みの許容応力度との関係  
2. 適正な厚さ、刃長  
3. ルーターなどによる丸形座掘りと丸座金の使用の問題

◎ グルーラムリベット（試作）

図4のような平くぎを試作し、集成材構造などの接合用として予備的な試験を行った。その結果では、剛性・強度の面からはすぐれた性能の接合具として期待大であるが、変形能に欠け、木材の引裂きを生じやすい欠点がある。縁・端距離などの検討が必要。

◎ 接合金物

1. 試験方法の標準化
2. 試験によって許容耐力を決める場合のルール
3. くぎを介する接合の場合、くぎのみの耐力と接合金物の耐力試験結果との関係（くぎ耐力を整数倍したものが必ずしも金物の耐力とならない）。

※接合具や接合金物といっても、木材の特性と密接な関係をもつことは論をまたないが、木材を研究している者として、以上に述べたことに答えをかえすだけのデータの蓄積をはかることが肝要と思われる。

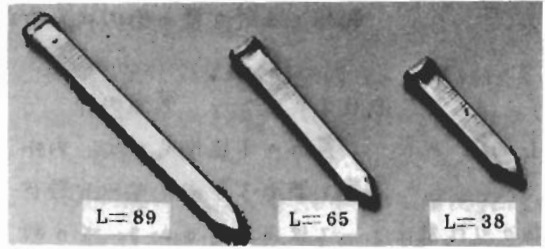


図4 試作したグルーラムリベット（単位mm）

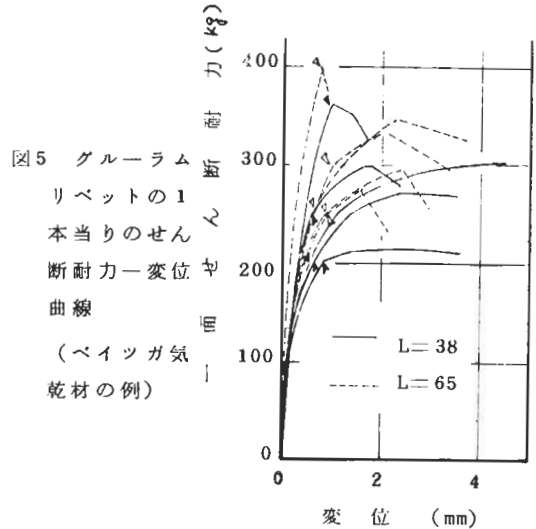


図5 グルーラムリベットの1本当たりのせん断耐力-変位曲線（ベイツガ気乾材の例）

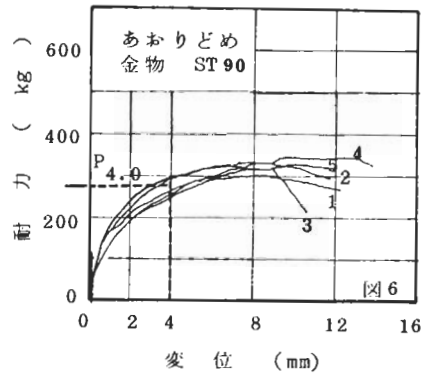


図6は、あおり止め金物の耐力試験結果の一部である。この図をみてもわかるように、現行の許容耐力を決める時に使う変位4.0mmのときの荷重を規準とすると、余力が少い。少くとも、木材相互の変位が2.0mmをとれば安全率2.0程は見込める。P<sub>2.0</sub>か、最大耐力を規準値にとり、安全率2.0以上を確保することを条件として許容耐力を決めることを提案する。

軸組工法耐力壁の面内せん断試験

B・住木センター 鷲海田郎

謝大農 有馬孝禮

T.P. 形組合せ2・3は7/27

1. はじめに 最近の本造住宅では、内外  
装を問わず多くのボード類が  
様々な仕様によって使用されてあり、その耐  
力の劣化もかなりバラエティに富むことが予想  
される。本試験では、ボード類の種類や仕様  
にほとんど耐力値の差異及び組み合せによる  
加算が成り立つか等について検討を加えた。

2. 試験体

耐力壁に使用した面材の種類及び釘を表-1  
に、標準的軸組を図-1に示した。壁体は全  
て大壁仕様で、壁長1820mm、壁高2730mm  
とした。軸組材にはベイシカ(105×105mm)を用い  
又胴縁にはスギ(12×45mm)を用い、30mm幅の  
の横胴縁でN50の釘で柱に打つけた。

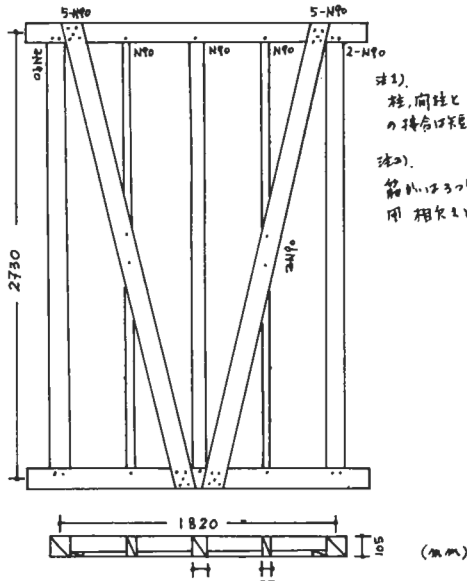


表-1 面材の種類 (MM)

面材仕様	T.P. No	面材		釘		備考
		種類	厚×幅×長	種類	間隔	
I. 桁・音・柱・間柱にベタ張り仕様	1	構造用合板	7.5×910×1820	N50	150	
	2	ハートボード	5.0×910×1820	〃	〃	
	3	ALU下地用合板	6.0×910×1820	〃	〃	
	4	〃	10.0×910×1820	〃	〃	
	5	ALU下地合板	8.0×910×1820	GN40	〃	
	6	ロウワケ合板	12.0×910×1820	SN40	〃	
	7	炭酸カルシウム板	12.0×910×2730	N38×910×2730	〃	約5割はボードを3つ釘
	8	シリコンボード合板	12.0×910×2730	2730×910	〃	
	9	シーリングボード	12.0×910×1820	SN40	100, 200	
	10	ALU下地用合板	6.0×910×1820	N38	100, 150	上15"リ
	11	ハートボード下地合板	12.5×15×1820	N38	150	上22"リ
	12	ハートボード下地合板	7.0×455×1820	N38×1120	150	上215"リ・押縁
II. 胴縁仕様	13	石膏ボード	9.0×910×1820	N32	150	胴縁(12×45) ②3×3
	14	ハートボード	5.0×910×1820	〃	〃	〃
	15	石膏ボード	6.0×910×1820	〃	〃	〃
	16	ハートボード	7.0×455×1820	2730	〃	〃
	17	〃	5.0×455×1820	2730	〃	〃
	18	シーリングボード	12.0×910×1820	SN40	〃	〃
	19	炭酸カルシウム板	12.0×910×1820	N38	〃	〃
	20	炭酸カルシウム板	12.0×910×1820	N38×910×2730	〃	胴縁(12×45) ②3×3
	21	ハートボード(5=15"リ)	5.0×910×1820	N32	〃	胴縁(12×45) ②3×3
III. 胴縁にベタ張り仕様	22	ハートボード	5.0×455×910	N32	〃	胴縁(12×45) ②3×3
	23	石膏ボード	9.0×455×910	〃	〃	〃
IV. 10ベタ張り仕様	24	石膏ボード	9.0×910×1820	N32	150	桁・工場の上下の骨組みに釘を打たず
	25	シーリングボード	12.0×910×1820	SN40	150	〃
26	節か	35×105 (三割)	5×90			
V. 組立合せに用いる仕様	27	1と26	ハートボードと節か			
	28	1と26	構造用合板と節か			
	29	11と26	ハートボード下地合板と節か(2割)			
	30	10と26	ALU下地用合板と節か			
	31	1と13	構造用合板と石膏ボード			

### 3. 試験方法

試験は、JIS A 1414「建築用構成材及びその構造部分の試験方法」に規定される面内せん断試験(A)に準じて行った。水平加力の負荷方法は、予想最大荷重の $1/5$ ,  $2/5$ ,  $3/5$ の繰り返し荷重を加えた後、最後に破壊に至るまで荷重を加えた。

### 4. 試験結果と検討

図-2に真のせん断変形率が $1/300$ ラジアン時の耐力値と最大荷重 $P_{max}$ の関係を示した。

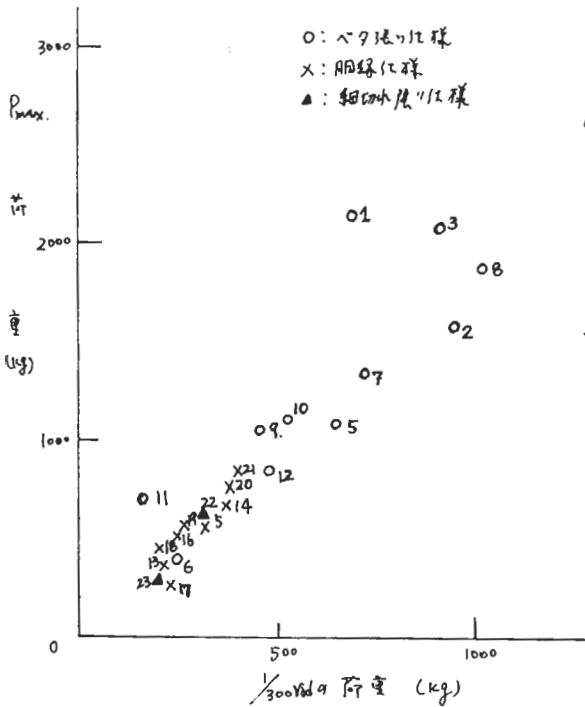


図-2. 真のせん断変形率 $1/300$ rad時の耐力と $P_{max}$ .

試験結果をまとめると次のとおりである。

#### 1). ベア張り仕様

- ① ホードの種類、釘の打ち方による耐力値に差がみられた。
- ② 最大耐力 $P_{max}$ と真のせん断変形率 $1/300$ rad時の耐力値の比率は、1.66~3.09である。
- ③  $\gamma_3$ が $1/300$ rad時の耐力値に達する $\gamma_1$ が $1/300$ rad時の耐力値の比率は、1.11~1.19である。

#### 2). 胴縁仕様

- ① ホードの種類や釘の打ち方による耐力値の差は少ない。ベア張り仕様と比較して耐力値は非常に低い。
- ② 胴縁仕様で面材の小さく切られたり、面材を種別によりしても耐力値に大きな差は認められない。
- ③  $P_{max}$ と $\gamma_3$ ( $1/300$ rad時)の耐力値の比率は、1.23~~~2.35~~である。
- ④  $\gamma_3$ ( $1/300$ rad)と $\gamma_1$ ( $1/300$ rad)の耐力値の比率は、1.22~1.36で約1.30を中心にしている。

#### 3). 組立仕様による仕様

- ④ 真のせん断変形率の耐力の加算則はほぼ成り立つ。(下の $1/300$ rad時の耐力値)

TR. NO.	種類	実験値	単体	加算値	実験値/加算値
28	筋かい + 構造用合板	989	26 + 1	199 + 696 = 895	1.11
27	筋かい + ハードボード + 下見板	445	26 + 16	199 + 235 = 434	0.96
29	筋かい + ハードボード + 下見板	536	26 + 11	199 + 162 = 361	1.48
30	筋かい + 下見板 + 合板	759	26 + 10	199 + 509 = 708	1.07
31	構造用合板 + 石膏ボード	972	31 + 13	696 + 221 = 917	1.06

耐力加算の大きさは最大耐力値である。

耐力は $1/300$ radのせん断変形率で与えられる。

$1/300$ radのせん断変形率時の最大変形率と同じ耐力値に達している。

1. 目的

パネル単体の力学的性能(剪断、曲げ、圧縮)と、実大実験によらずに、その構成材料の弾性定数と、釘接合部の荷重/スリップ特性から解析的に求める計算手法を誘導する。

2. 背景とねらい

悪化する資源事情にもかかわらず、住宅にはより高い性能が求められているが、それに答えるためには、現在の構造体系とその計算システムを、より合理的で高度なものへと高めていく必要がある。

すなわち、理論で説明できる部分は理論的に、説明できない部分は実験的手法で解明し、その結果を互いにフィードバックさせながら、より完成されたものにしていくべきであると考えます。

ここでは、パネルについてとりあげたが、パネル単体は、建物耐力を計算するときに基本となるエレメントであり、その性能は正確に評価されねばならない。パネルの性能として次のものが考えられる。

- イ. 材料条件 (樹種、比重、含水率等)
- ロ. クリープ
- ハ. 繰返し荷重 (振動を含む)
- ニ. 耐久性

現在、パネルの評価は、単体の実大実験による方法で行なわれ、データの蓄積が進んでいるが、上記したような広範な条件下での性能を把握するには、事実上限界があると思われる。

この解決策として、より容易にできる小型試験(種々の条件下での、構成材料や釘接合部の試験)を行い、その結果を入力してパネルの性能を理論的に予測する手法を併用することが有益であると考えられる。

3. 研究の進捗状況

項 目	計算式	実験	まとめ
パネルラッキング	○	○	○
釘着梁の曲げ(予備試)	○	○	△
パネル曲げ	○	○	△
パネル圧縮	×	×	×

○ 終了    △ 進行中    × 予定

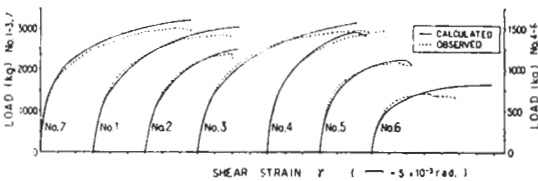


図-1 パネルラッキング<sup>1)</sup> タイロッド使用

No.1	合板7.5	2-3x8	CN50 @ 100-200
No.2		2-6x4	" "
No.3		2-3x6 + 2-3x2	" "
No.4		2-3x8	@ 150-200
No.5	石膏B12	2-3x8	GN40 @ 100-200
No.6	シーゾングB12	"	SN40 "
No.7	セミハードB12	"	CN50 "

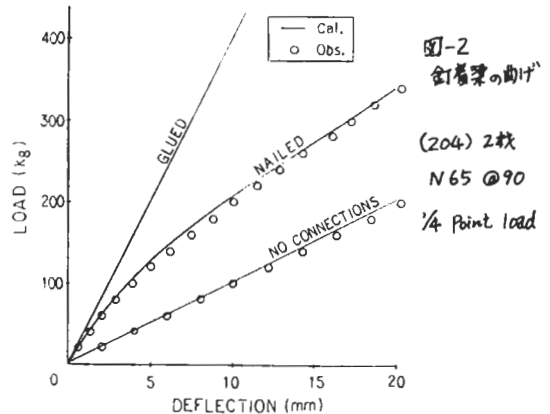


図-2 釘着梁の曲げ<sup>1)</sup>  
(204) 2枚  
N65 @ 90  
1/4 Point load

サンドイッチパネルの3点曲げ特性  
製品科学研究所 高柳寛司, 林 龍一,  
 劔持 潔, 吉田 均,  
 松尾勝央

1. 目的

サンドイッチ構造によれば, 軽量にして剛性のある構造物を設計することができるので, 広い分野で応用されている。本研究では, ガラス繊維強化セメント (GRC) を表面材及び桁材とし, 心材として発泡樹脂を包み込んだサンドイッチ構造のパネルを設計し, 桁材の間隔を変化させたときの曲げ剛性を検討した。その結果, 2, 3の結果を得たので報告する。

2. 方法

2.1 材料 心材としてかさ比重0.05bのウレタン系発泡樹脂を用いた。GRCのヤング係数は $245 \text{ t/cm}^2$ であった。

2.2 供試パネル パネルのスパン方向の桁材(縦通材)の本数は, 2, 3及び4本の3種類, スパンに直交方向の桁材(肋材)の本数は3及び5本とした。パネルの形状を右図に示した。

2.3 負荷及び計測方法 スパン178cm, 自由端支持の3点曲げ試験で曲げ性能を検討した。200kgごとにスパン中央のたわみを測定した。試験材合はすべて4週とした。

3. 結果

GRCの比重 $\gamma_g$ , 設計荷重160kg負荷時の曲げ応力 $\sigma_{de}$ , 曲げ比例限度 $\sigma_{pl}$ , 曲げ強度 $\sigma_{max}$ , 比例限たわみ $\delta_{pl}$ 及び最大たわみ $\delta_{max}$ を表1に示した。破壊はいずれもスパン中央の引張面の破断であった。

4. 考察

4.1 曲げ強度 A及びDタイプパネルでは設計荷重の10倍, B及びCタイプパネルではそれぞれ12及び14倍で破壊し, 短期的に

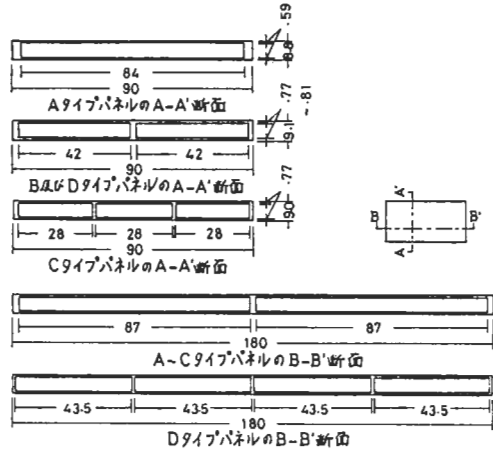


図 2 供試パネルの形状 (単位: cm)

は十分安全側の設計であった。

4.2 曲げ剛性 パネルのかさ比重 $\gamma_u$ , 曲げ剛性の実験値 $D_{exp}$ , shear-lag現象を考慮した曲げ剛性の計算値 $D_{cal}$ 及び古典はり理論による曲げ剛性 $D'_{cal}$ を表2に示した。縦通材間隔と面材の長さとの比が $1/4$ 以下なら, shear-lag現象を低く抑えられることがわかった。

表1 試験結果

パネル No.	$\gamma_g$	$\sigma_{de}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{pl}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{max}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\delta_{pl}$ (cm)	$\delta_{max}$ (cm)
A-1	2.11	20.1	101	200	.28	2.02
A-2	2.22	19.0	59.4	203	.13	1.96
平均	2.16	19.5	80.2	201	.20	1.99
B-1	2.13	11.1	83.3	161	.16	1.38
B-2	2.37	13.3	49.9	128	.11	1.76
平均	2.25	12.2	66.6	145	.13	1.57
C-1	2.17	11.3	70.9	156	.16	1.61
C-2	2.24	11.8	73.8	163	.15	1.90
平均	2.20	11.6	72.4	160	.15	1.76
D-1	1.95	11.2	41.9	118	.11	1.85
D-2	2.06	12.1	45.4	115	.11	1.52
平均	2.00	11.6	43.6	116	.11	1.68

表2 曲げ剛性

パネル No.	$\gamma_u$	$D_{exp}$ (10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	$D'_{cal}$ (10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> )	$(1 - \frac{D_{cal}}{D'_{cal}}) \times 100$	$\frac{D_{exp}}{D_{cal}}$
A-1	.501	3.41	3.51	4.89	28	0.97
A-2	.543	4.45	3.73	5.22	29	1.19
平均	.518	3.86	3.62	5.06	28	1.08
B-1	.604	9.18	6.54	7.37	11	1.40
B-2	.599	6.68	5.37	6.03	11	1.24
平均	.602	7.73	5.95	6.70	11	1.32
C-1	.593	7.58	6.38	6.75	5	1.19
C-2	.590	8.10	6.09	6.45	6	1.33
平均	.592	7.83	6.24	6.60	6	1.26
D-1	.550	6.53	6.50	7.32	11	1.00
D-2	.560	6.53	5.98	6.73	11	1.09
平均	.555	6.53	6.24	7.02	11	1.04

# 組立梁の性能と利用

林業試験場 平嶋義孝

在来工法住宅は、将来、材料の供給問題、大工技能者の高齢化など複雑な要因により変化していくものと考えられるが、開放的で大スパンの居室に対する要求はますます強くなっていくであろう。これからの木材資源を考えると、また特に我が国林業の先行きを考慮してみると、小径材を用いて梁を架け渡す技術は強く要求されるであろう。

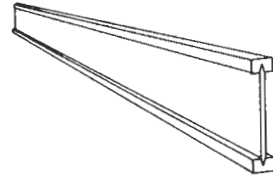


図-3 合板I型ビーム (マクローラム)

1. 合板I型ビーム 図-2のような断面のものがある。このような梁(梁せい17~91cm, スパン3.6m~7.3m)70体の曲げ試験により、合板の許容応力度を用いた設計方法が妥当であることと確かめた。I型ビームの層厚問題については実際に用いられる寸法のものでは許容応力度を満足していることを確認した(図-1)。

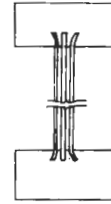


図-4 合板I型ビーム (McLae & Assoc)

2. その他面材を用いたI型ビーム パーティクルボード、ハードボード、I型I型ボードなどが考えられるが、I型I型材の強度的性質を明らかにし、許容応力度を定める必要がある。

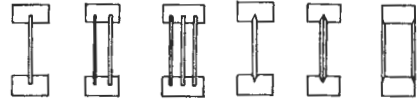


図-5 ハードボードI型ビーム

3. 組立梁 製造方法、品質管理、信頼性など検討が必要である。

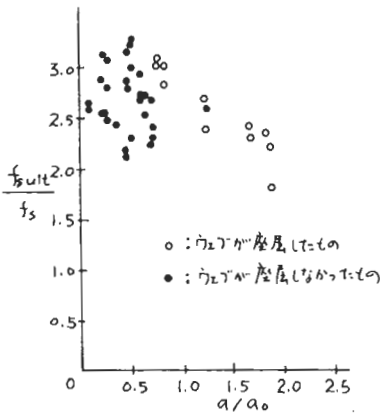


図-1 応力度比と断面辺長比

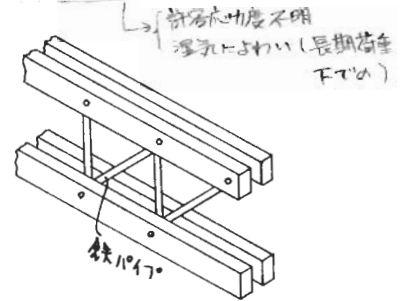


図-6 組立梁

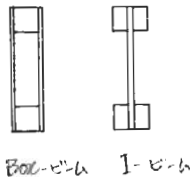


図-2 合板I型ビーム  
柱組壁工法用であるので  
38条

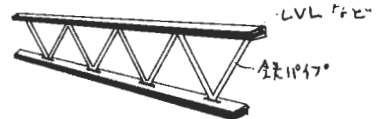


図-7 組立梁

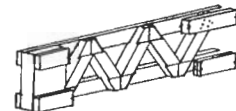


図-8 組立梁 (小松)

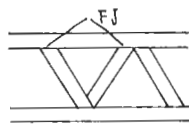


図-9 組立梁

1-110327404の1-17である38条。  
材料の許容応力度は5割減で2/3に裁断を勧めた  
が、この2/3、あまりに低レベルになって来た  
て困る。

$\frac{l}{300} \rightarrow \frac{l}{600}$   
0.6cm

のちわすでも大きい?

床の構造設計と床に与えられる性能、人間が感じる性能には差がある。

### 集中荷重を受ける床の性状について

東京大学 農学部 安藤直人

木質構造における床組は構法により力学的な取扱いが異ってくる。ここでは在来構法、桝組壁工法、及び木質系パネル構法を取りあげ、集中荷重に対する床の挙動を例示する。

このことは Joist や Rafter 等の場合には単材としての設計ではなく、Repetitive-member としての取扱いが好ましく思われる。

#### (I) 在来構法

床梁、大引、根太の組合わせで構造が形成されるものについては、骨組の組合わせによる解析手法で設計が可能である。図1は床梁と根太が組合わされた場合のモデルを示している。

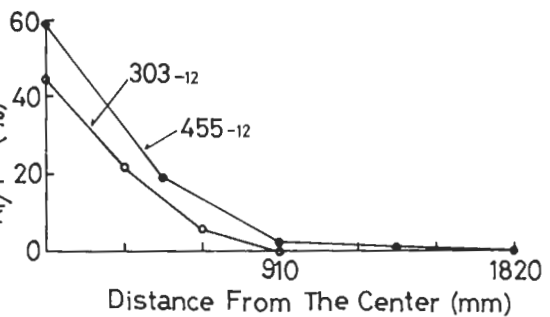


図3. 桝組壁工法による床組の力の流れ

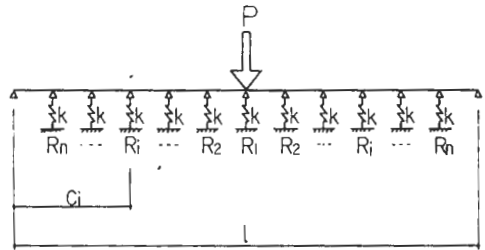


図1. モデルI (床梁+根太の場合)

#### (II) 桝組壁工法

一般に桝組壁工法の床組みは図2に示すように、Joistのスパン方向と合板の貼付方向が直交し、集中荷重に対しては力の分散を考慮に入れる必要がある。

#### (III) 木質系パネル構法

パネル構法に用いられる単位パネルについては、ストレス・スキン・パネルとして解析が可能であるが、床全体の挙動にはパネル相互の接合方法が大きく影響すると思われる。

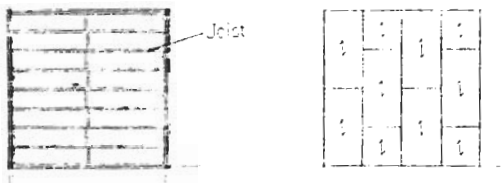


図2. 桝組壁工法の床組

図3は8畳大の1/3縮尺の模型実験の結果である。12mm合板(実験では縮尺1/3で4mm合板を使用した。)の場合、集中荷重作用下のJoistが負担する力は、Joist間隔303mm、455mmでそれぞれ50%弱、60%程度を示して

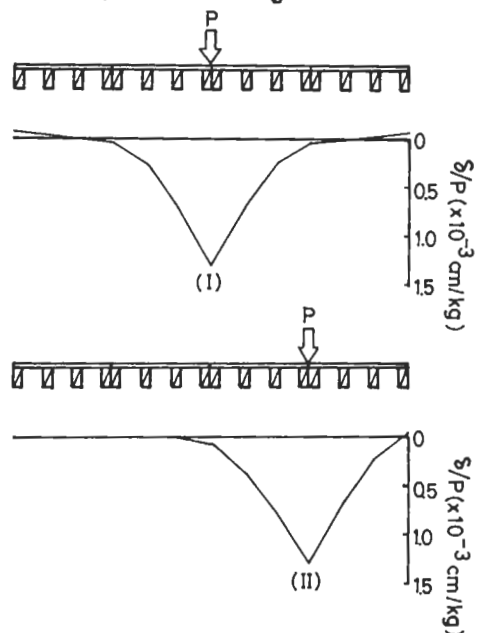


図4. パネル構法による床のたわみ

# 木質床パネルの繰返し曲げ疲労とクリープ

三重大学農学部

増田 稔

## I. 疲労とクリープのメカニズムの推論

### 1. 疲労のメカニズム——繰返し載荷すると

なせ静的強度の50%前後の荷重で破壊に至るか、

(A) 構成エレメント(分子オーダーの場合もあるし、パーティクル程度のオーダーの場合もある)の相互結合強度には分布がある、

(B) これらの結合部には、無負荷においても内部応力が存在する、

従って、(i) 静的強度の50%程度の荷重変化によっても、結合点の移動(転移)あるいは切断がいくつかのエレメントにおいて生じる、

(ii) この結合切断あるいは転移により、応力が再配分され、未破壊部分の分担力が繰返し数とともに除々に変化し増大する、(iii) 結合切断がある程度進めると破壊は加速度的に増大し部材の破壊へと至る、

両振りによる疲労強度が片振りによる疲労強度より低いのは、内部応力が結合点において正負両方向に存在するためと考えられ、繰返し荷重によるエレメント間結合の転移・切断に与える影響は、荷重の絶対値よりも変動幅の方が大きい、

### 2. クリープのメカニズム——荷重をかけた

ままて静止しているならば、時間が経過しても荷重は仕事をしないはずである、にもかかわらず時間とともにたわみは増大する、なぜか?

(i) 疲労と同様、載荷によるエレメント相互の結合点移動あるいは部分的な切断が生じ、まず応力の再配分が順次行われる、それに伴い結合は不安定となるが、量子論的揺らぎの影響でわずかずつながら結合の転移・切断が生じる、載荷が大きい程、転移確率および転移量も大きく、かつ結合切断も生じやすい、

(ii) 二のようにして、転移→切断→分担力の再

配分が時間とともに除々に進展する、(iii) 力の繰返しのみでなく、水分変化もまた内部応力の増大、水分子による転移の活性化を誘発し、エレメント相互のすべりあるいは変形を助長する、

## II. 疲労とクリープは相互に換算可能か、

### 1. 疲労(繰返し)とクリープ(時間継続)の類似性、

疲労とクリープの違いは、荷重の繰返しと継続の違いであり、エレメント間の結合転移や切断が、主として、外力の変動により生じるか、量子論的揺らぎにより生じるかの違いであろうと考えられる、単に引張り続けるだけ(クリープ)よりは、押したり引張ったりする方(疲労)が結合点は滑りやすいだろうことは直観的に想像し得る、外力繰返しに伴う荷重-変位曲線のヒステリシスもまたエレメント間結合の転移の存在を想起させる、

従って、疲労とクリープは、いずれもエレメント間の結合転移を活性化している点では類似性があり、無謀にも敢えて、疲労とクリープの相互換算を試みることにする、

### 2. 繰返し1回はクリープ5分に相当する?

Fig. 2と3は、Fig. 1の形状をもつパネルの集中荷重繰返し及びクリープ試験におけるたわみ増加曲線である、クリープ試験は試験期間が長いため、室内温湿度の変化の影響を受け、揺らぎのある曲線となるが、大まかに見れば、両者の曲線は類似している、従って、両者の間に、

$$\log \frac{N_2}{N_1} = k \log \frac{t_2}{t_1}$$

の関係を見ることができ、さらに、

$N_1$ : ある荷重比においてあるたわみ あるいは破壊に至る繰返し回数、  
 $t_2$ : ある荷重比においてあるたわみ あるいは、クリープ破壊に至る荷重継続時間

クリープと揺らぎ (量子論的揺らぎによるものか) 結合部とパーティクル間結合部との違いは、クリープの時間的進捗の速さか?



## 樫木材の強度と下張材の効果

静大農 丸山則義・早村俊二・有島彦禮

昭和56年冬の豪雪は多くの人的・物的被害をもたらしたが、木造建築についても比較的被害は少なかったものの、従来から問題とされていた構造評価上の課題を改めて提起したと思われる。例えば、

- (1) 雪おろし等人為的なものや積雪量等の外力の設計上の対応がまびしすぎる。<sup>積雪積雪量</sup>  
<sup>と雪おろしはばい?</sup>
- (2) 木材の許容応力度やヤング係数の算定がまびしいか、時間的ファクターの評価が妥当でない。短期強度とみてよいのでは?
- (3) 組合せによる部材としての評価が何ら勘案されていない。<sup>組合せ、多用途材があるのではなか?</sup>

本報告ではこのような問題の一資料として、実大樫木材の強度試験と下張材の効果に若干の検討を加えたものである。

### ○スギ樫木材の曲げ試験

市販のスギ樫木材 ( $4 \times 45 \times 200$  cm、比重0.43)とそれより得た無欠点材の曲げ強さとヤング係数を示した(図1)。普通構造材のスギのヤング係数は  $70 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$  とされているが、材質や木取りなどから当然予想されるようにこれ以下の値も多く、規準が現状と一致しないまびしいものとなす、という。曲げ強さについては建築規準法施行例では曲げの材料強度が  $225 \text{ kg/cm}^2$  をこれをほぼ満足している。

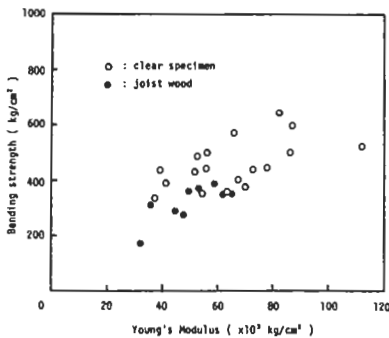


図1 丸木材とそれより得られた無欠点材の曲げ強さとヤング係数

る。実大材と無欠点小試片の強度比を求めると0.7位で、木取りやメカニカルグレードを考慮すれば現行の強度比を上げることも可能であることを示している。

一方、豪雪による被害を調査してみると軒先の樫木の破壊がかなりみられているが、作用した外力から応力度を算出してみると、材料強度をこえたあたりであり、当然の結果といえる。しかしながら、同じ地域、同じ形状にありながら破壊しなかった家が大半で、雪おろしのような人為的影響がまわめり大きいことが認められる。

### ○組合せされた部材の剛性の評価

樫木の曲げ試験からわかるようにヤング係数のまわめり強いものもあるが、樫木の使用条件を考慮すれば何らかの組合せがなされることも考えられる。組合せされた剛性の評価をみたのが図2である。

樫木(樫木)だけのためみと、根太と面材が完全に一体化した場合および重ぬの場合のたわみの比を計算により求めた。現実の組合せは両者の中間にあり、樫木のように断面の小さい場合には、組合せの効果が大まいことがわかる。なお、インストラクションファクターの評価のように、組合せ前の根太だけの剛性を分母にしたのでは過大評価となることを示している。

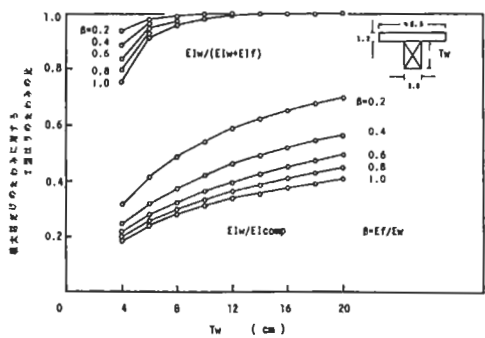


図2 樫木の剛性と下張材の剛性の比



結果にもとづいて、レベル3の試験として木ネジ保持力試験を定め、その基準値を決定する。荷重試験では、扉の剛性試験を実施することになる。このときの基準値も解析結果により決定する。これを合格すれば、レベル2の試験として、扉の操作性(開閉試験)を行うことになる。このようにして、各レベルでの試験を具体的に決定してゆき、図1のルーチンで完成させる。このルーチンを家具全体で行い、レベル2, 3での試験手法と基準値を決定して家具の強度性能、家具材料強度、加工精度などを管理する。これらの作業を進行するとき、試験手法と解析とがよい相関を築くように注意しながら進める。

結果

ここでは、家具の構造全体の試験手法について述べる。レベル3の試験や基準については現在進行中である。

(収納家具)

実際の使用条件や運搬作業を考えると、全体の試験は、側方荷重による剛性試験が望ましい。半脚部骨組構造解析と底板の効果を探知する想定式によつて、収納家具の接合に作用する力や変位を良好に予測できるので、図1のルーチンで完成することは可能である。試験を実施するときに問題となるのは、試験体の固定である。荷重を作用させると固定方法によつて、試験体は図2, 3のように変形する。図2の固定方法は、底板の両端を、

も方向に拘束した場合で、図3のようは、底板の一方をx, y方向に他方をx方向のみ拘束した場合である。収納家具と収納物の重量によつて底板が変形するので、図3のようは変形例は少ない。そこで、試験実施も容易な図2の方法を採用することとした。しかし、固定する際に底板と側板との接合を補強するような治具では、全体の剛性を高め実際の値に近い。これまで試験した収納家具の多くは、底板や台輪が側板よりも張り出ししていたので、その部材を取り出すとする治具を作らねば、同一面になり、ている構造では取り出すことができない。後者の場合のよい固定治具の考案が望まれる。また、剛性の極端に小さい試験体は、変形も大きく、側方変位の測定や解析による変形の予測が困難であった。

(脚物家具)

簡単な木製小椅子の三次元骨組構造としての解析を通して全体の試験手法の検討を行ったにすぎないがこの結果ののこにがらみ。背に荷重する図4のような試験では、横から見たつろつろールとしての構造の接合にのみ大きな荷重が作用して全体のチエリにならな。一方図5のように全体を包むような試験では、各接合にほぼ均等に荷重させる構造全体の試験に望ましいといえる。これらについても試験体の固定方法の検討が充分なされてない。これまでのところでは、前脚のみを固定する方法が良好であった。また解析に力を入れる材料定数なども充分ではない。

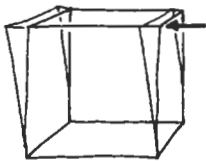


図2

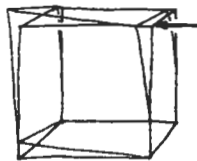


図3



図4



図5

木造住宅への耐久性があるのか  
の被害被害は老朽化のため?

木造住宅の例からは構造体の性能降下にはつながらない?

→どの位劣化しているか

被害の実態調査 → 温湿度環境調査 → その環境が生物の生育環境に与えているのか → 部材、構造体の耐久力などの位低下するか

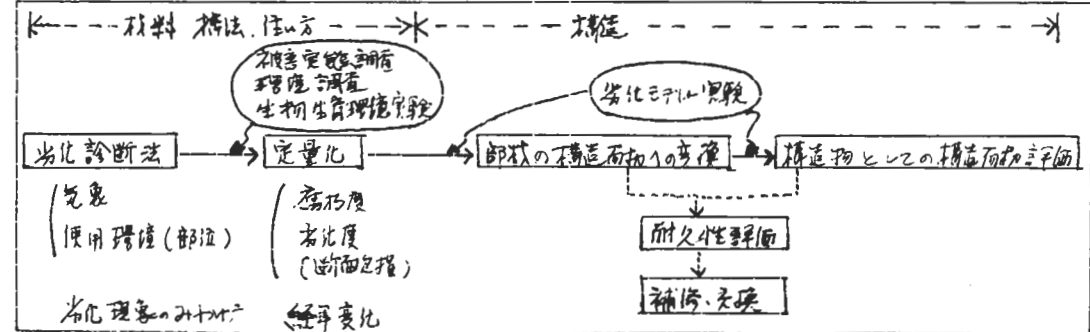
木質構造物の耐久性と構造耐力

静岡大学農学部 有馬秀禮

建築物の耐久性に関する問題は安定成長への移行と省エネルギーや省資源の要請と相まって近年とみに重要視されてきた。しかしながら、耐久性に関する問題はただ単に材料が朽ちていないというのではなく、時間に対する構造体としての各種性能の変化をとらえなければならぬことが多い。したがってどのような性能、たとえば水平力に対する構造耐力とか、鉛直加力に対する構造耐力というようにその対象と表示値(インディケータ)を明確にしていく必要がある。たとえば(1)材料面ではどのような条件下でどのような低下が生じるのか、(2)構造あるいは住いからどのような条件が想定されるのか、またそれは劣化条件となりうるか、(3)構造面からはどの程度劣化したらどの程度構造耐力が低下するのかというような条件を連絡しなうことには耐久性の定量的な判定とその補修、交換等の指針は得られぬ。1つの例として腐朽、しそありのような生物劣化についてみてみると図1のような流れが考えられる。以下に構造耐力の耐久性評価の試案とその現段階での対応について概要を述べる。

(1)劣化一次診断、予備診断  
この方法は経過年数、地域あるいは外部から判断できるものを基本とし、被害実態調査

図1. 構造耐力の耐久性評価のための全体流れ



、環境調査などの既存のデータから、劣化しやすい個所の抽出を行い、そこには存在する耐力要素の失われたとして評価を行う。たとえば一般の風呂場まわりの柱、土台等、北面で風通しが悪く、雨水の浸入、停滞が生じやすい個所は耐力上のカウントをしない。

(2)劣化二次診断、一次診断を明確にする  
一次診断が内科的な診断とするならば、これはやや外科的診断である。床下をあけるあるいは壁の一部はかきというような方法である。ここではかなり定量的内容を含みうるが、一次診断の内容を参考にして損傷を少なくするようにして行う。

(3)劣化による構造耐力推定  
劣化を想定したモデル的な構造耐力試験などから二次診断の結果を入れることで耐力推定する場合(例之は図2)と直接、実入建物の固有周期等を計測器を用いて取り、耐力との対応を推定する。

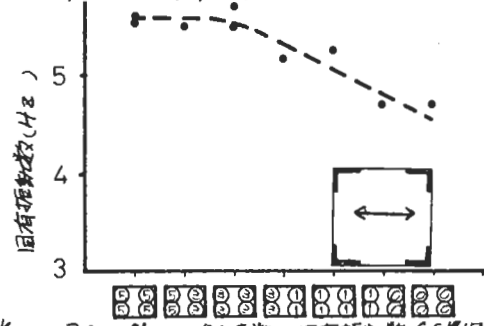


図2. 階数と固有振動数との関係

# 大建物の振動実験

林業試験場 平嶋義彦

はじめに 大建物を供試体とすることにより、建物の保有耐力に關与する構造要素全てを含んだ実際の振動性状を把握し、また各構造要素の建物内での挙動も明らかにすることができよう。

1. 実験方法 図-1, 2に既存建物の実験位置を示す。実験は、小屋梁に可搬型起振器をとりつけ、屋根瓦をとり除くなどして建物質量を変え、あるいは構造要素(筋違、壁など)を順次とりはずし(ていし、導所)をとりつけ加速度計により建物の振動を測定し、建物の固有周期の変化をみる。

2. 実験結果 屋根瓦をとりはずしたり、人が棟上に乗って建物質量を変化させた場合の結果を表-1に示す。

表-1 質量とバネ定数(A)

試験No.	1	2	3	5	4
1		12.9	11.8	11.8	11.5
2	29.4		11.1	11.5	11.2
3	27.0	24.9		11.8	11.2
5	27.0	25.9	27.0		10.7
4	26.1	25.2	25.3	23.6	

斜線上方は質量(ton), 下方はバネ定数(10<sup>5</sup>dyn/cm)

質量及びバネ定数は次式から求めたものである。

$$m = \frac{k_j m_j - k_i m_i}{k_i - k_j} \quad (1)$$

$$k = \frac{k_i k_j (m_j - m_i)}{k_j - k_i} \quad (2)$$

i, jの組合せは試験No. 1~5の10通りである。この結果から一質点系の自由振動式

$$k/m = (2\pi/T)^2 \quad (3)$$

はほぼ満足されていると見られる。

各試験に於て除去壁長とk/mとの関係からバネ定数に關する連立方程式が得られ、この解を求めて表-2に示すバネ定数を

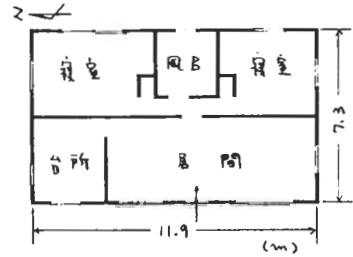


図-1 試験建物A(材組壁工法)

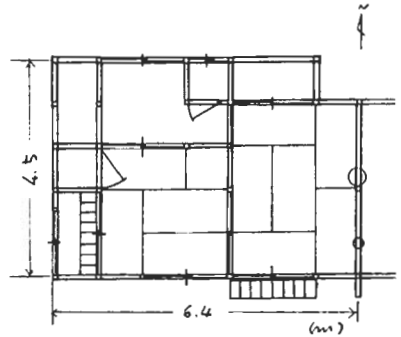


図-2 試験建物B(在米工法)

得た。このバネ定数と残存壁率との関係プロットして図-3を得る。各点はよく直線上にのりており、こゝで求めたバネ定数が精確なものであると見られる。

表-2 バネ定数及び剛性の割合

建物	要素	k/m (sec <sup>-2</sup> )	割合 (%)	
⑦20~25	モルタル(外壁)	62	44	
	石膏ボード	18	23	
	A	モルタル(内壁)	37	9
		合板	31	8
		構板張	17	4
	小壁, 木摺等	-	12	
B	筋違	49	30	
	石膏ボード	16	28	
	小壁	6	19	
	下見板	21	10	
	鉛筆羽目	5	2	
	火打(8本)	42	3	
	軸組	80	7	
増築部	12	1		
	直交壁	0	0	

\* 1Pあたり

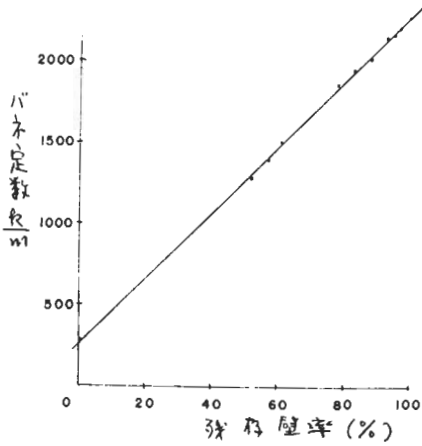


図-3 バネ定数と残存壁率の関係 (A)

柱、土台を切断しても建物の耐力はほとんど低下しない (振動は小振幅条件での結果)

静的なばねと振動とのつきあわせ  
実験: 振動小さく変形が大きい

3. 固有周期と保有耐力

固有周期と保有耐力 (1/60 rad 変形時の耐力) との関係には高い相関関係があると指摘されている。モデル建物による振動実験及び静加力試験の結果から、固有周期と水平変位の関係を実験式として図-4 のようになる (建築研究所・岡田氏の実験による)。

これに既往の重大実験のデータをプロットすると図のようになる。建物の構造要素 (筋造、面材、モルタル等) によりこの曲線は変ると考えられる。今後のデータの蓄積が俟たれる。

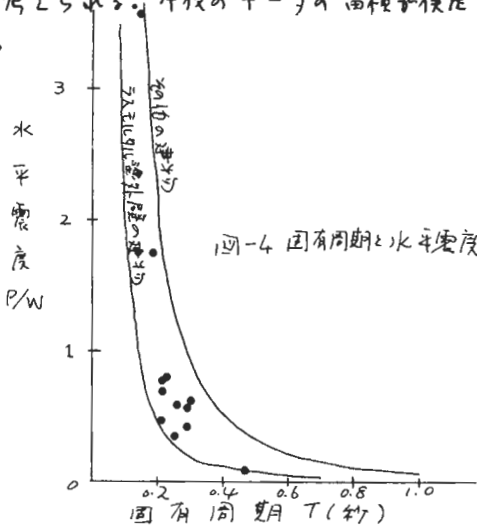


図-4 固有周期と水平変位

# Dilation of Time

木材 木構造の分野は一応仕事は終わっている  
 { 試験体数を多く取る方向での研究 がある  
 theoretical に 70% 以上の方向の研究  
 10年間の木材 木構造の成果の見直し  
 近い個所の発見とやり直し

Sawn lumber  
 Small clear, defect free a wood piece は 建築部品  
 Sawn lumber の grading を 確立するとは 設計には使えない  
 曲げの MOE と MOR の関係のキャリブレーションカーブ  
 曲げと圧縮・引張との関係  
 頻度分布と Percentile の考え方で (統計的処理)  
 In-grade (あるグレードの中で) の結果であるということが必要  
 Sawn lumber では MC, 荷重速度の影響はない (MADSEN)  
 Knot, slope of grain の影響が極めて大きい  
 Temperature, ...  
 東大・農学部 杉山英男

研究の将来について  
 wood based material の研究には 木材 (wood piece) (Dilation of time, Temperature, ...)  
 の研究が必要

研究会幹事内指定の上掲課題に関連して日頃抱いている私見を、種々のアングルから述べてみたいと思ふ。試験の関係から簡潔書的に要旨のみを記す。

1. 本研究会のあり方
  - ▶ 「研究」の情報交換サークルとしての機能  
 ..... 年2〜3回の集まりが必要
  - ④ 法令・規格・標準等に打撃する先取りの改訂意見..... 常置あるいは臨時の project committee を組織し、提言を印刷化する。
  - ▶ 研究の「教育」に関する問題について discuss.
  - ⑤ 研究会の活動成果の印刷化 → 定期あるいは不定期出版の会報

## 2. 研究の方向

- ▶ defect-free という wood piece を取り上げる研究に違ひ込むものは、  
 ①. lumber の总部。
- ▶ full-size lumber につき ASTM の designation に見る 5) の精緻な strength grading の rule のわが国には存在しない。
- ▶ sawn lumber を対象とする研究から研究者が逃避 ← 上述の rule 不存在。
- ▶ 全口の研究が結果として上述の rule の確立..... 当面研究者が利用。市販木材を対象にした研究に確率的処理を導入。将来は JAS に移行。
- ▶ strength grading rule ..... visual, mechanical の両面から
- ▶ Prof. Madsen の full-size lumber についての応用実験.....

荷重速度、含水率と木材の強度の関係に関する従来の常識を覆す。

- ▶ 研究における国際的な互換性.....  
 full-size lumber についての研究。  
 stress grading についての研究。
  - ▶ 同伐材や強度の弱い造林木の市場出回り..... 許容応力度の問題
  - ▶ 荷重の時間効果 (time effect) を含めた許容応力度体系。一樹種一許容応力度値の把握一からげ精神。
  - ▶ わが国固有の研究課題..... 同伐材の利用。同伐材の利用。木質構造の耐震、耐風問題 etc.
  - ▶ 合板利用の限界と sheathing としての利用..... 強度の概念。
  - ▶ 合板に代る木質材材の抬頭を望む。
  - ▶ 木質化先の発展を促して木質材材らし.....  
 ..... 木質材材の研究環境。
- ## 3. 研究者の姿勢
- ▶ 民間と学界の bridging
  - ▶ 「歌を忘れたカサリヤ」 → 「研究者を忘れた研究者」、「後継者養成を忘れた研究者」
  - ▶ 大学と研究機関の協力。

宇田村でのデータ・米加 Aust, NZ, 北欧の事例 (日本は遅れている)  
 許容応力度は動かせる  
 実用設計に結びつく必要がある  
 standard, code に結実が必要がある →  
 材産は工学 (Engineering) 建研・林試 (JAS)  
 試験と data bank の分担を分ける 大学は試験機関  
 林試に JAS 改定の係をおくと、  
 木材と建築のスキマを埋めるのにはお役に立つ。  
 次の世代の後継者づくりを。

{ Sawn lumber については 数も多くなる  
 木材 " theoretical による } 必要がある

MADSEN の提案は 大きく頼るのを 受け。

Knot と MOR の関係などは 環境で 正しい木の 種 の 推定 が必要。

# 木造建物の地震応答解析のための問題点

坂本 中

## 1. まえがき

木造建物の震害は少なくなってきたとは  
いえ、疑われない。これを更に少なくし  
てゆくこと、最低限どれだけの耐震性があ  
ればよいかと調べることは、有意義なこと  
である。先づ法規の改正においても、木造は、  
特に地震被害に關し、他の構造用の耐震規定  
を準用して改訂したといえる面が強く、木造  
構造の検討を行なうわけではない。その結果、  
法規上このまゝで済んで、いた改訂が地  
震と決まるという傾向も出てくる。また、  
この方向もあり、まずと一般的には、都  
府全体での震害予測の問題も重要だと  
ころがある。このように諸問題になし  
ては、地震応答解析が非常に有効である  
と思われる。

## 2. 解析用地震動の特性とその選択

超高層やRCに關しては、解析用地震動と  
しては、実記録であるエルセントロから、  
模擬地震動までそろえていて、データ上の不足  
はない。木造でも、これらを準用すること  
ができる。

## 3. 単純な復元系としての検討

木造建物を1次元の復元系に置き換えて応  
答計算を行なうためには、2次元方程式を解か  
なければならぬが、これには、いくつかの  
主要なパラメータが必要である。

$$m\ddot{x} + C\dot{x} + F(x) = -m\ddot{y}$$

(R/X)

ここで  $F(x)$  は、復元力特性と呼ばれ、その  
性質範囲内では  $R/X$  と表わされる。  
この際、まず  $R$  (初期剛性) の値を知らな  
くてはならない。さらに、非線形域における  
 $F(x)$  は、bi-linear, tri-linear で表現さ  
れることが多く、木造に小さいモデル  
を見出すことが必要である。さらに正負くり

かえしにおける復元力特性は、いわゆる剛  
性低下の影響を考慮に入れたモデル (deteriorating tri-linear など) を必要としない。また木造は剛性が低いので、尚ほ  
ないまま下変形に達することが多く、これを  
考慮するためには、いわゆる P- $\Delta$  効果と  
り入れなければならぬ。

また  $C$  の項では、振動減衰係が示され、  
 $\alpha = C/2\sqrt{mK}$  で表わされる減衰定数がわか  
ればよいが、木造の場合、測定区々々々か  
られて、他の構造物のように規定がないよ  
うである。本文実験における多くのデータ、集  
積が期待される。RC 5% 木造 20%  
鉛質 2~3%

## 4. 立体的な振動系としての検討

木造建物は、剛性が小さい割に構造物とし  
ての自由度がまわりの多い。その一例は、床  
面剛性が強く、一層一自由度という論理をモ  
デル化するのは、やや難しいと見受けられ  
る。立体的な振動系では、その方程式は

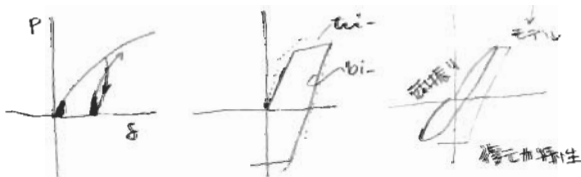
$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [F(x)] = -[M]\{\ddot{y}\}$$

となるが、今  $n$  と  $m$  の自由度の不足によ  
り、計算不可能といえ、この状態である。

## 5. さいご

超高層建築に期を及した地震応答解析は、  
だんだん一般の建物に適用されるようになり、  
RC等では、震害の追跡に活躍している。木  
造に關して、地震応答解析は、未だ奥の奥  
のものがないが、木造関係の静的実験データ  
を整理検討して、応答解析にのりよるデータ  
に交換してもらいたいものである。そのよ  
うなことを、てき重要なのは、復元力特性のモ  
デル化であろう。

東京大学 工学部 総務課 坂本 中



集成材・LVL・間伐材 どちらが適合しているのか？

Userの声を聞いて maker が選択しているのではないのか

finger-joint 部・節による強度低減を考えた許容応力度の決定 と 破壊の仕方の差  
不備が違ふ

LVL, 集成材のコスト差.

欠点の比率が同一でも 試験体の大きさが 異なれば 影響は ちがってくる.

理論の検証実験を行ってあげる. それからある程度 実大材のことを 推論できる.

最終目的は 構造材.

全体を 大材かみにして その後に パラメータに別けて 理論を構築する

全体を 大材かめた中から 問題点を 見い出す.

研究会の次のテーマ

① Sawn lumber の 試験 (法) のフォーマット

予-クランプ・予-クランプの 基用利用

フ-キ-ク-ク-ク-ク

学会発表 スライドの 70% 以上 (速報)