

平成 21 年度林野庁補助事業 2×4住宅部材の開発事業

「ヒノキの集成化等による 2×4 部材開発」  
事業成果報告書

平成 23 年 2 月 28 日

全国木材協同組合連合会  
岡山高次木材加工協同組合

平成 21 年度林野庁補助事業 2 × 4 住宅部材の開発事業

「ヒノキの集成化等による 2 × 4 部材開発」事業成果報告書

岡山高次木材加工協同組合

目 次

はじめに	1
1 事業の目的	2
2 事業の内容等	3
2.1 事業の内容	3
2.2 これまでの取組み	4
2.2.1 ヒノキ 2 × 4 部材試作品の製造と強度試験	4
2.2.2 接着はく離試験（たて継ぎ材）	4
2.2.3 テストハウスへの利用	4
2.3 事業実施体制、実施経過	4
2.3.1 実施体制	4
2.3.2 実施経過	5
3 事業の実施結果	6
3.1 材料ラミナの強度等級区分	6
3.2 強度試験	11
3.2.1 ヒノキ 2 × 4 同一等級構成 2 枚積層集成材	11
3.2.2 ヒノキ 2 × 6 同一等級構成 2 枚積層集成材	12
3.2.3 ヒノキ 4 × 4 同一等級構成 3 枚積層集成材	14
3.2.4 ヒノキ 4 × 6 同一等級構成 5, 7 枚積層集成材	15
3.2.5 ヒノキ 4 × 8 対称異等級構成 6 枚積層集成材	17
3.2.6 ヒノキ 4 × 8 対称異等級構成 9 枚積層集成材	18
3.2.7 ヒノキ 4 × 10 対称異等級構成 6 枚積層集成材	19
3.2.8 ヒノキ 4 × 10 対称異等級構成 12 枚積層集成材	21
3.2.9 ヒノキ 2 × 4 たて継ぎ材	22
4 事業の成果と今後の課題	24
5 まとめ	24

## はじめに

国産材の需要開拓を目的として、これまで北米材の使用が主体であった枠組壁工法住宅用部材を地域産の木材で製造することを検討した。特に、岡山県北部の当地域およびその周辺で供給量が多いヒノキ材を利用する方法の確立をめざした。

地域材の利用には地域の林業振興を伴う必要がある。すなわち、良材に限らず、間伐小径木や曲がり材、枝打ち等の施業が不十分な材の利用まで考慮する必要がある。

そこで、次の項目を目標として、部材開発を実施した。

- ① 間伐小径木や曲がり材の活用も視野に入れる。
- ② 欠点の集中を緩和する。
- ③ 安定した強度性能をもつ材料を製造する。
- ④ マグサ、大引き、土台などの大きい断面の材料を製造する。

このための方法として、当組合工場が有する集成材製造技術を活かして、ヒノキの集成化による2×4工法部材を製造し、その強度性能および接着性能を検討した。

検討項目：

- ① 組合員企業から集荷したヒノキラミナの強度等級区分
- ② 断面寸法2×4、2×6、4×4、4×6、4×8、4×10集成材製造
- ③ 断面寸法2×4たて継ぎ材製造
- ④ それぞれの断面寸法部材の強度性能および接着性能試験

試験を進めるにあたり、開発委員会を設置して、次のとおり、随時、意見・助言を得た。

- ① 住宅メーカー：利用上の問題点、製品の評価
- ② 2×4部材コンポーネント会社：製造・流通に関する助言
- ③ 地元の公設試験研究機関：試験上の指導・助言、性能評価
- ④ 組合員企業：提言、材料供給

なお、開発委員会の全体会議は平成23年1月26日に開催した。強度性能に関する試験は主として地元の公設試験研究機関（岡山県農林水産総合センター森林研究所木材加工研究室）、断面の大きい4×4、4×6、4×8、4×10集成材の引張強度試験は(独)森林総合研究所、曲げ強度試験は組合員企業（院庄林業(株)技術研究室）で実施した。

2×4部材の強度性能については、集成化により、使用に耐える性能を得た。製造コストの負担の問題については、この開発研究を通して関わりをもった国産材志向の住宅メーカーと十分に協議を進めることにより解決できるであろう。

## 1 事業の目的

今、国産材の加工・流通構造や木材利用の拡大など国内森林資源の活用が広く求められている。国産（針葉樹）材製材の現場でも、従来の製材品製造に留まらず、幅広く柔軟な活用による需要拡大をはかることが大切である。

ところで、国産材製材業は地域の林業との共存をはかりながら操業しなければ、原材料の安定供給に不足の事態を生じる。今、地域の林業は疲弊の真ただ中にある。新たな国産材の需要開拓には、地域の林業振興を伴う必要がある。地域で操業する木材加工業は、良材に限らず、間伐小径木や曲がり材、枝打ち等の施業が不十分な材の利用まで考慮する必要がある。

他方、これまでSPF等の北米材が主体であった2×4住宅部材にも国産材（スギ、ヒノキ、カラマツ）化が求められる時期が到来した。国産材化が今ほど必要とされている時はない。このタイミングで住宅会社の求める品質の部材を開発できれば、国産材の新たな需要が生まれる。しかし、2×4工法は外国から導入された工法であることから、その材料の規格も外国産材（北米材）を基準に定められている。特に、我々の地域（岡山県北部地域）およびその周辺で供給量の多いヒノキは現在の枠組壁工法構造用製材JASではSPFより強度性能が劣る樹種群にランク付けされている。しかし、予備試験として、我々の地域で産出されたヒノキ材（JASの枠組壁工法構造用製材甲種枠組材2級）とSPFの主力製品の一つであるスプルス（NLGA SPF No.2 : JASのSPF甲種枠組材2級と基準強度が同じ）の強度性能を比較した結果、第1表に示すように、曲げヤング係数、曲げ強さ、たて引張強さ、たて圧縮強さ、めり込み強さ、せん断強さのすべての項目で、ヒノキの方が大きい値を示した。つまり、2×4部材において、ヒノキは強度性能の面で、SPFのうち少なくともスプルスに劣るものではないことを確認した。

第1表 2×4製材の強度性能の比較（予備試験）

樹種	曲げヤング係数 (GPa)		曲げ強さ (MPa)	
	エッジワイス <sup>g</sup>	フラットワイス <sup>g</sup>	エッジワイス <sup>g</sup>	フラットワイス <sup>g</sup>
ヒノキ	13.4	11.0	68.0	66.9
スプルス	9.5	10.6	43.8	50.7

樹種	縦引張強さ (MPa)	縦圧縮強さ (MPa)	めり込み強さ (MPa)	せん断強さ (MPa)
ヒノキ	53.3	40.1	10.3	9.2
スプルス	40.4	27.8	5.2	7.2

そこで、ヒノキによる2×4部材の開発に着手した。ただ、地域産材の場合、強度性能の不安定さが指摘されることが多い。そこで、これをカバーするために、集成材化等により欠点を分散、緩和して、安定した強度が期待できる材料を製造し、その強度を測定した。

つまり、この事業では、ヒノキ集成材をハウスメーカーから要望のある2×4工法用寸

法型式に仕上げたときの強度性能を明らかにすることを目的として、強度測定に取り組んだ。

更に、これまでの国産材一般製材用原木から2×4工法用製材を採材する場合、長さの規格が異なることから端材を生じる。また、間伐小径木や曲がり材、枝打ち等の育林施業が不十分な材には規格限度を超える節やたて反り等の欠点が存在する。このとき、資源の有効利用や経営的な歩留まりを考慮すると、この端材や欠点を除去した短尺の材をたて継ぎして使用することが望まれる。ここでは、このような場合への対応のための基礎資料を得るために、2×4たて継ぎ材の強度性能についても検討を加えた。

## 2 事業の内容等

### 2.1 事業の内容

事業の実施にあたって、試験用集成材製造の材料とするヒノキラミナを組合員事業所より収集した。収集したラミナは、事業所ごと及び木取り方法ごとに強度等級区分を行い、それぞれ目的の集成材の材料に振り分けた。これにより製造した集成材について、寸法型式ごとに強度性能を検討した。すなわち、第2表に示すような試験用部材の製造と試験項目を設定した。

第2表 試験用部材の製造と試験項目

寸法型式	ラミナ構成	積層数	強度等級	試験体数	強度測定
204	同一等級	2枚	E 95-F270	100	曲げ、引張、圧縮、せん断
			E105-F285	100	曲げ、引張、圧縮、せん断
206	同一等級	2枚	E 95-F270	100	曲げ、引張、圧縮、せん断
			E105-F285	100	曲げ、引張、圧縮、せん断
404	同一等級	3枚	E 95-F285	20	曲げ、引張、圧縮
			E105-F300	20	曲げ、引張、圧縮
			E120-F330	20	曲げ、引張、圧縮
406	同一等級	5枚、7枚	E 95-F315	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E105-F345	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E120-F375	10+10	曲げ、引張、圧縮
408	異等級対称	6枚、9枚	E 95-F270	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E105-F300	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E120-F330	10+10	曲げ、引張、圧縮
410	異等級対称	6枚、12枚	E 95-F270	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E105-F300	10+10	曲げ、引張、圧縮
			E120-F330	10+10	曲げ、引張、圧縮
204	製材たて継ぎ		(甲種2級)	150	曲げ、引張、圧縮、めり込み
			(乙種 S.)	150	曲げ、引張、圧縮、めり込み

## 2.2 これまでの取組み

### 2.2.1 ヒノキ2×4部材試作品（製材品、たて継ぎ材、集成材）の製造と強度試験

ヒノキ2×4部材を試作し、その強度性能（曲げ、引張、たて圧縮、めり込み、せん断）を2×4住宅部材用北米(COFI)産スプルーと比較した。第1表のとおり、強度性能は全ての項目でヒノキが高い値を示し、2×4部材としてヒノキを使用することに不都合はなさそうな感触を得た。

### 2.2.2 接着はく離試験（たて継ぎ材）

たて継ぎ材に、JAS規格にない水性高分子イソシアネート系接着剤（集成材では使用環境Cで使用可）を使用した。十分な接着管理下で使用すればはく離を抑えることができた。強度性能には全く不都合がなさそうな感触を得た。

### 2.2.3 テストハウスへの利用

ヒノキ2×4集成材の試作品を本事業の開発委員の1人が所属している三菱地所ホーム株式会社へ提供し、テストハウスの材料として利用された（10月14日現場視察）。本事業終了の2月末現在まで、不都合は聞いていない。

## 2.3 事業実施体制、実施経過

### 2.3.1 実施体制

#### 2.3.1.1 開発委員会

試験の実施にあたり、「ヒノキの集成化等による2×4部材開発」開発委員会を設置した。開発委員は本事業の予備試験の段階から意見や助言を授けられていた住宅メーカー及び2×4部材コンポーネント会社、地元の公設試験研究機関、組合員企業から招聘した。開発委員からは、委員会の招集にこだわることなく、本事業以外の機会や電子メール等を利用して、随時、意見や助言がもたらされた。

開発委員会委員：

- 委員長 小沼伸太郎（三菱地所ホーム㈱建設センター発注統括室長）
- 委員 田中 暁（㈱三菱地所住宅加工センター営業部課長）
- 委員 小玉泰義（岡山県農林水産総合センター森林研究所専門研究員）
- 委員 豆原義重（組合員企業：院庄林業㈱取締役会長）
- 委員 豆原直行（岡山高次木材加工協同組合代表理事組合長）

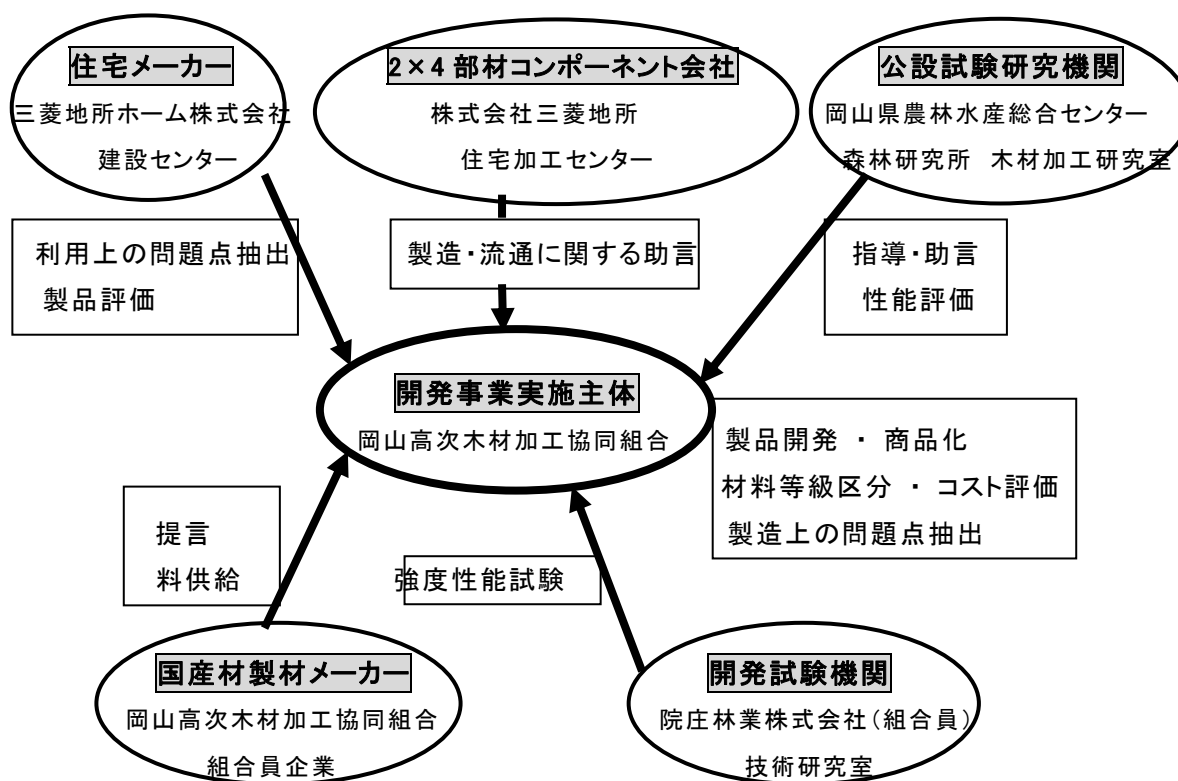
#### 2.3.1.2 技術指導者

開発委員ではないが、本事業を効果的に進めるための技術指導者を指名し、随時、開発試験遂行のための技術指導をあおいだ。

技術指導者：

- 川本聖一（三菱地所ホーム㈱技術情報室長）
- 城田真則（三菱地所ホーム㈱設計センター部長代理）
- 野上英孝（岡山県農林水産総合センター森林研究所研究員）

### 2.3.1.3 開発事業推進のための機関連携体制



### 2.3.2 実施経過

国産材、特にヒノキ材による2×4部材開発については、住宅メーカー等の要請もあり、本事業の実施前から予備調査を行っており、樹種特性としての強度性能には不都合がなさそうな感触を得ていた。

本事業の実施にあたっては、予備調査の結果に基づいて試験設計を行ったが、平成22年8月末までに開発委員および技術指導者等の意見も参考にして試験体設計と試験内容について検討し、修正を行った。8月31日に開催された全国木材協同組合連合会「試験方法についての意見交換会」での指示により、更に修正を加えた。試験等の実施経過は次のとおりである。

9月～10月 組合員企業により試験体製造のための原材料を収集

10月～11月 岡山高次木材加工協同組合でヒノキ集成材の試験体製造

11月～平成23年2月 強度試験

～2月28日 事業とりまとめ

強度試験の実施に際して、引張、圧縮、せん断、めり込み試験は岡山県農林水産総合センター森林研究所木材加工研究室で11月～2月に、断面の大きい4×4、4×6、4×8、4×10集成材の引張強度試験は(独)森林総合研究所で2月8日～10日に、曲げ強度試験

は組合員企業（院庄林業(株)技術研究室）で11月～1月に実施した。

その間に実施された開発委員会、現地指導等は次のとおりである。

平成22年10月14日 国産材2×4モデルハウス建築現場（三菱地所ホーム駒沢住宅展示場）視察。

出席者：小沼伸太郎委員、小玉泰義委員、豆原義重委員、  
見尾貞治（試験担当）

平成22年12月14日 開発委員意見交換（岡山高次木材加工協同組合）

出席者：小沼伸太郎委員、豆原義重委員、  
田島亨輔（試験材製造担当）

平成22年12月14日～15日 全国木材協同組合連合会現地指導

（岡山高次木材加工協同組合、院庄林業(株)技術研究室、  
岡山県農林水産総合センター森林研究所木材加工研究室）

指導委員：宮武 敦委員（森林総合研究所）  
長尾博文委員（森林総合研究所）  
加藤正彦委員（全国木材協同組合連合会）

平成22年12月16日 現地技術指導（岡山高次木材加工協同組合）

指導者：川本聖一氏、城田真則氏、

平成23年1月17日 強度測定技術指導（院庄林業(株)技術研究室）

指導者：小玉泰義委員

平成23年1月26日 現地技術指導（岡山高次木材加工協同組合）

指導者：川本聖一氏・城田真則氏

平成23年1月26日 開発委員会（院庄林業(株)技術研究室）

出席者：小沼伸太郎委員、田中暁委員、豆原義重委員  
川本聖一氏、城田真則氏、見尾貞治（試験担当）  
田島亨輔（岡山高次木材加工協同組合製造課長）  
田原義彦（インノショウフォレストリー(株)工場長）

### 3 事業の実施結果

#### 3.1 材料ラミナの強度等級区分

集成材製造用の材料であるヒノキラミナの原材料は組合員企業から集荷した。集荷したラミナは通常の集成材用ラミナと同様に含水率9～12%を目標に人工乾燥した。乾燥後、このラミナを等級区分機にとおして、荷重に対するたわみ量によりラミナの平均曲げヤング係数で強度等級区分を行った。続いて、集成材製造に有効等級のラミナをモルダーにより所定の断面寸法に仕上げ、集成化した。

原木丸太から原材料の木取り、乾燥ラミナの断面寸法、仕上げラミナの厚さ調整、製造された集成材の寸法型式までの寸法変化の流れは第3表のとおりである。

なお、第3表で取り扱っているラミナの入荷総数は6,627枚で、その個数割合は36×100mmが13%、27×117mmが64%、25×153mmが17%、45×100mmが6%であった。



第3表 原木丸太の径級とラミナの断面寸法、集成材の寸法型式

原木丸太 径級(cm)	木取り断面寸法 (mm)	乾燥ラミナ断面寸法 (mm)	仕上げラミナ厚さ (mm)	集成材寸法型式
14～18	36 × 100	34.5 × 98	30, 31, 31.5	404, 406, 408
18～20	27 × 117	26 × 115	20, 21	204, 406, 408, 410
20～24	25 × 153	24 × 148	20.5,	206,
20～24	45 × 100	43 × 98	40, 38	410, たて継ぎ材

※ 集成材は積層後、寸法型式に合わせてモルダー仕上げした。

また、乾燥ラミナの強度等級分布は第1図～第6図のとおりである。

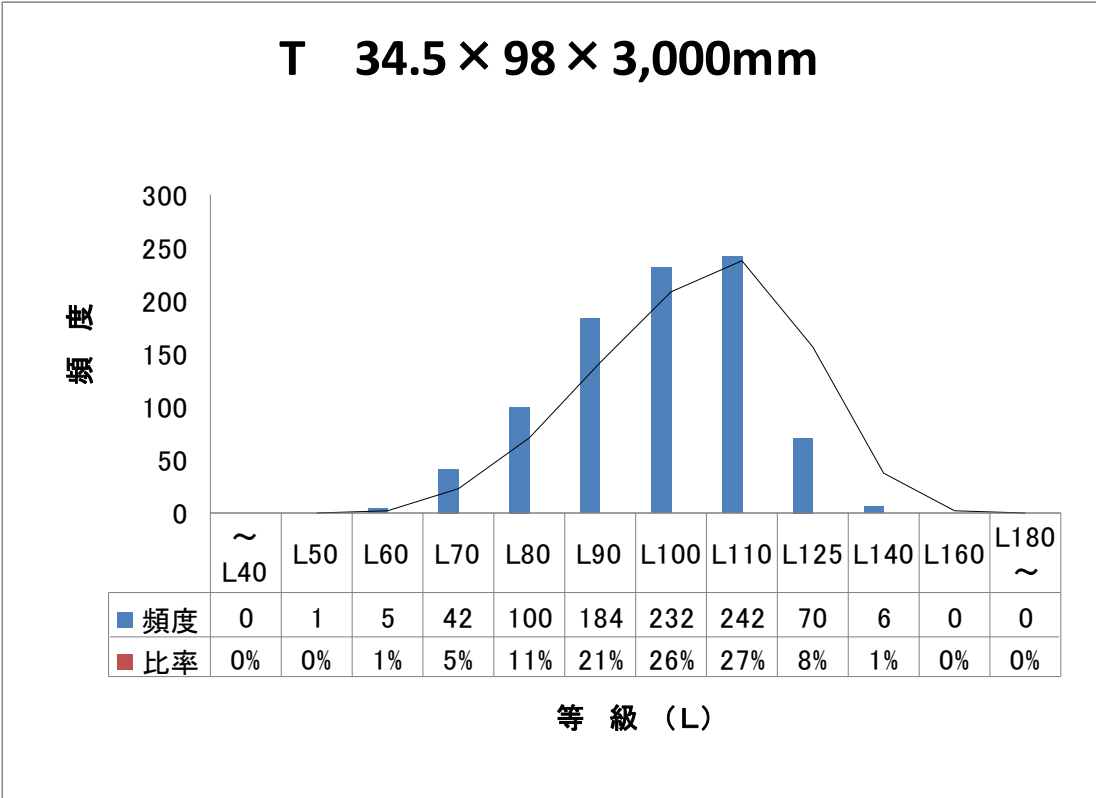
第1図に示すラミナは、径級14～18cmの小径丸太から心持ち100mm角を挽き出し、心割りした厚物である。これを、厚さ31mmに調製して3枚積層4×4集成材に、厚さ30mmで5枚積層4×6集成材に、厚さ31.5mmで6枚積層4×8集成材とした。

第2図に示すラミナは、径級18～20cmの丸太から心持ち柱を木取りした側板より採材したものであり、ほとんど無節に近く、年輪も詰まっており、見た目にも上質である。これを厚さ21mmに調製して2枚積層2×4集成材、7枚積層4×6集成材、9枚積層4×8集成材とし、厚さ20mmで12枚積層4×10集成材とした。

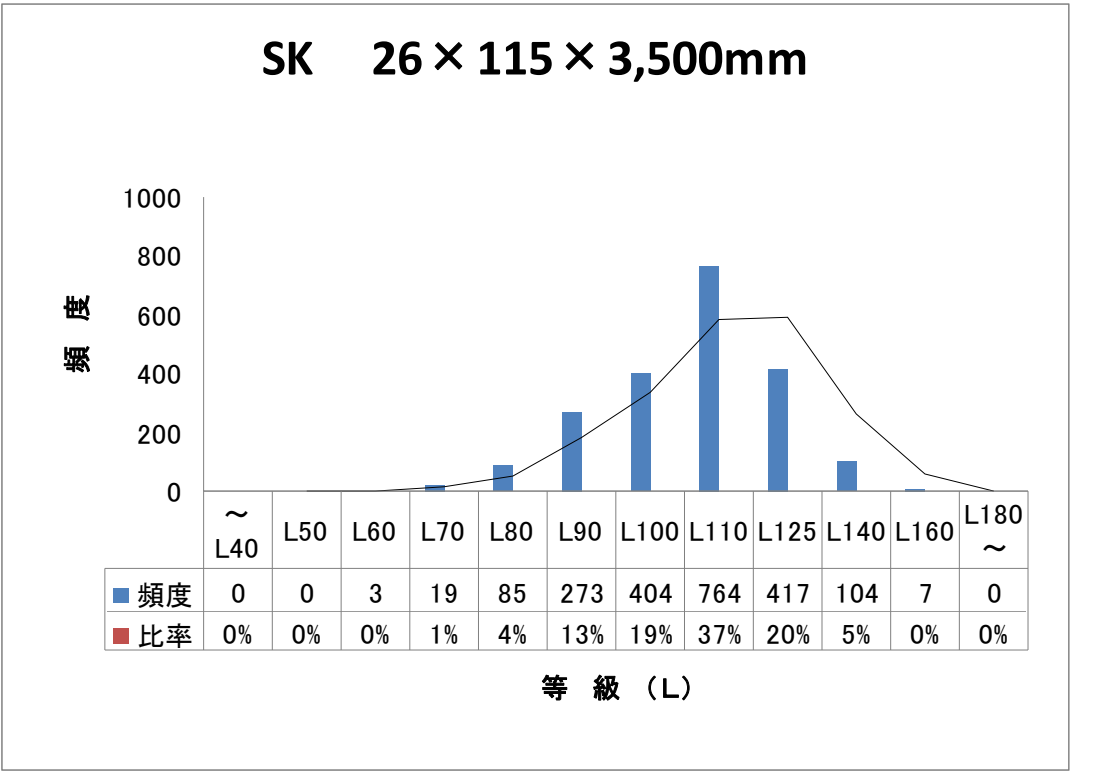
第3図に示すラミナは径級18～20cmの丸太から心持ち角材を木取りした側板より採材したものであり、長さ2mの短尺ではあるが比較的上質である。したがって、第2図に示すラミナと一緒にして使用した。

第4図と第5図に示すラミナは、初めから2×6集成材の材料として木取りしたものである。径級20～24cmの中径丸太をダラ挽きして、幅広のラミナを採材した。したがって、心持ちのラミナも混入している。これを厚さ20.5mmに調製して、2枚積層2×6集成材とした。

第6図に示すラミナは、径級20～24cmの中径丸太を45mmの厚物にダラ挽きしたものであり、心持ちのラミナも混入している。これを厚さ40mmに調製して6枚積層4×10集成材、および短尺にして2×4たて継ぎ材とした。

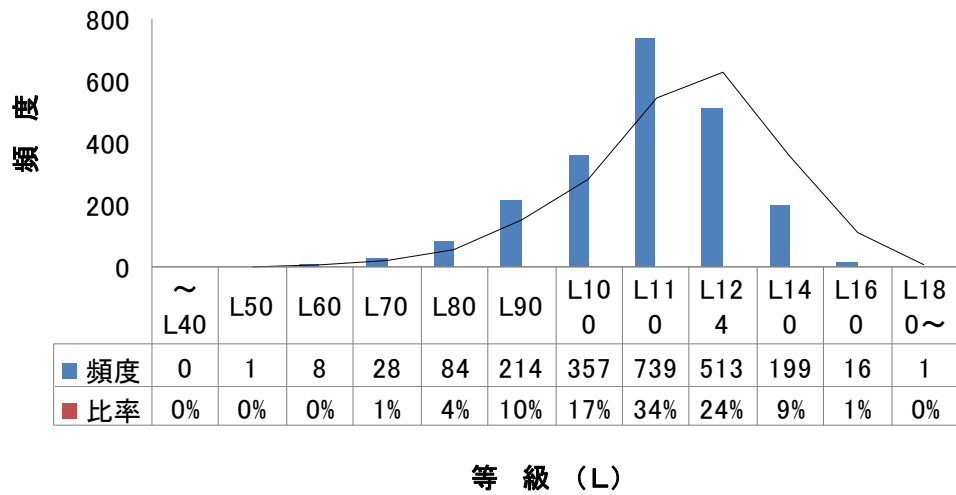


第1図 ヒノキラミナの強度等級分布(404, 406, 408用)

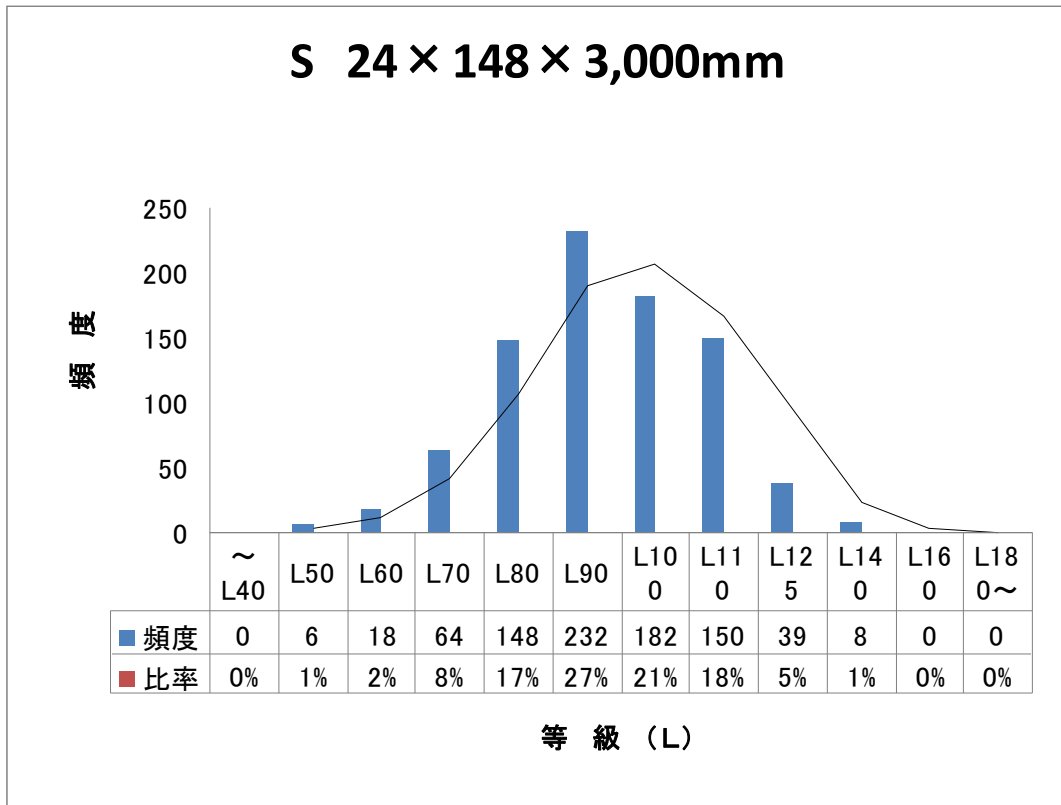


第2図 ヒノキラミナの強度等級分布(406, 408, 410用)

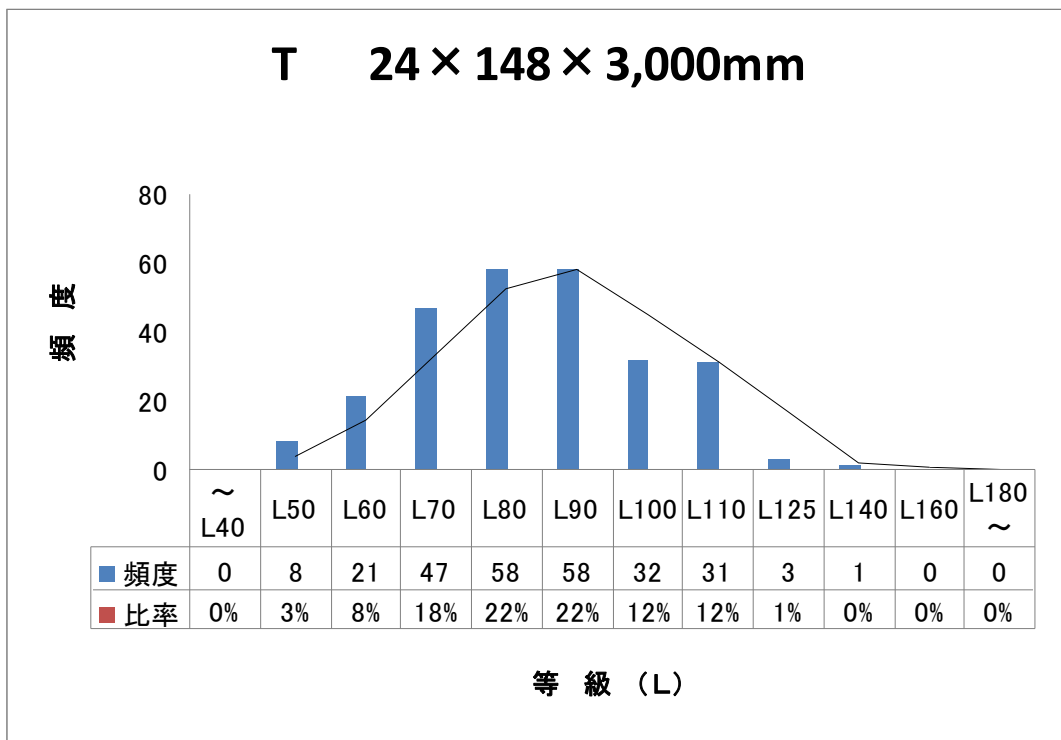
## SK 26 × 115 × 2,000mm



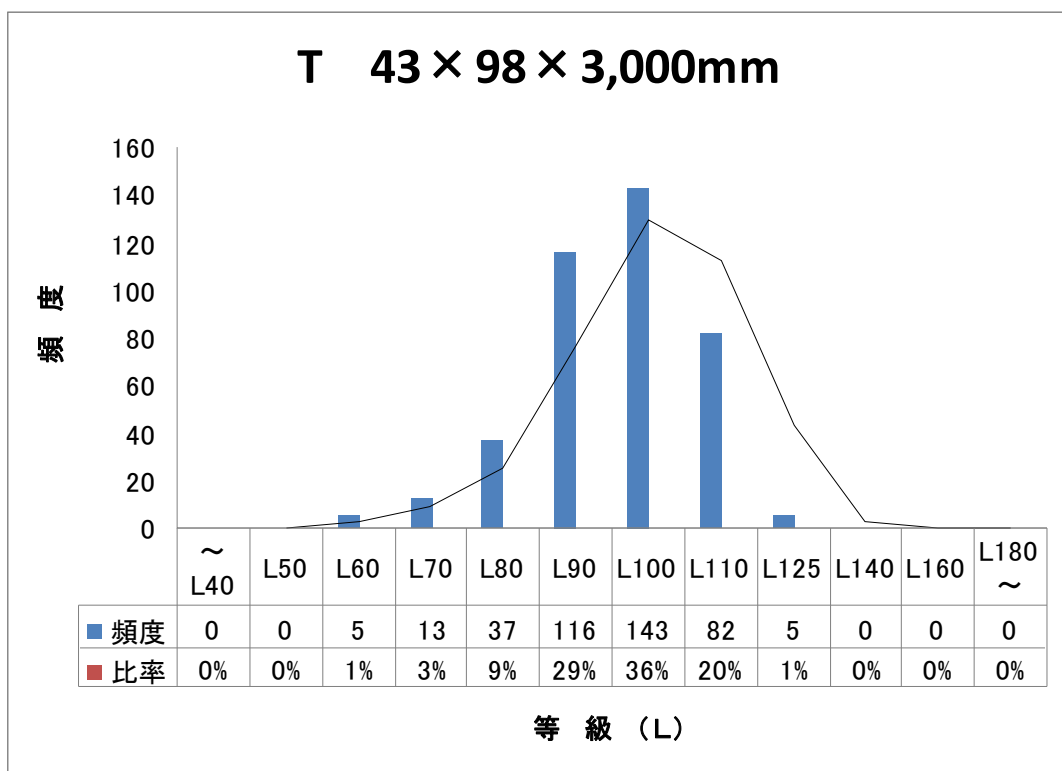
第3図 ヒノキラミナの強度等級分布(406, 408, 410用)



第4図 ヒノキラミナの強度等級分布(206用)



第5図 ヒノキラミナの強度等級分布(206用)



第6図 ヒノキラミナの強度等級分布(410, 204たて継ぎ用)

### 3.2 強度試験

#### 3.2.1 ヒノキ2×4同一等級構成2枚積層集成材

##### 3.2.1.1 試験材製造

径級18~20cm、長さ3.5m及び2mの原木丸太から木取り断面寸法27×117mmで挽き出された原材料を乾燥後、等級区分機により強度等級区分した。試験用集成材は目標強度等級をE95-F270, E105-F285として、第2図、第3図に強度等級分布を示すロットから、それぞれL100, L110の等級のラミナを使用し、「構造用集成材の適性製造基準」に基づいて、長さ3,000mmの同一等級構成2枚積層集成材を製造した。接着剤は、「枠組壁工法建築物構造計算指針」の構造部材の使用環境区分の使用環境Ⅲ（JAS構造用集成材の使用環境Cと同等と思われる）での使用を想定して、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

##### 3.2.1.2 試験方法

試験材E95-F270, E105-F285をそれぞれ100体ずつ合計200体を岡山県農林水産総合センター森林研究所木材加工研究室（以下、試験場とする。）へ持ち込み、測定項目に見合う試験体を切り出した。すなわち、試験材は全て全乾法による含水率を測定するため、その両端部の150mm程内側から厚さ10~20mmの含水率測定用試験体を採材した。その後、試験材E95-F270, E105-F285のそれぞれから無作為に50体ずつを選別して、曲げ試験体（長さ1,780mm）を採り、余尺を付けてたて圧縮試験体（長さ225mmの両端面が平行

になるように、後で再加工)、せん断試験体（せん断面 25×25mm の試験体を再加工）を採材した。残りの試験材各 50 体、合計 100 体は長さ 2,340mm に切断して、引張試験体とした。

#### ① 曲げ試験

曲げ試験は、試験体を組合員企業（院庄林業株）の研究室へ搬入し、インストロン 5588H 型強度試験機で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠した。すなわち、荷重方向はエッジワイズ、荷重方式は 4 点荷重、支点間距離は材せい(89mm)の 18 倍の 1,602mm、荷重点間距離は材せい(89mm)の 4 倍の 356mm、荷重速度は 10mm/min とした。

以下の強度試験は試験場へ依頼した。

#### ② 引張試験

引張試験は飯田工業株製 NET-401 引張試験機で行われた。試験方法は、「枠組壁工法建築物構造計算指針」の試験法に準拠し、引張治具間距離は試験体断面の長辺(89mm)の 9 倍以上とした。この基準の場合、この試験機の仕様では 1,140mm となる。なお、両側の引張チャック部はそれぞれ 600mm である。

#### ③ たて圧縮試験

たて圧縮試験は TKS 社製 WU-3MN 強度試験機で行われた。試験体長さは、本事業技術専門部会委員の指導（座屈の影響を抑えるため、細長比 30 以下）により、225mm（細長比 20.5）とした。

#### ④ せん断試験

せん断試験はインストロン 5588H 型強度試験機で行われた。試験方法は「集成材の JAS」構造用集成材のブロックせん断試験に準拠し、せん断面 25×25mm として、接着層のせん断強さを測定した。

### 3.2.1.3 測定結果

それぞれの測定結果を集計すると、第 4 表のとおりである。

第 4 表 ヒノキ 2×4 同一等級構成 2 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)	せん断強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	11.7	11.0	49.2	33.9	43.2	13.3
	標準偏差	0.5	0.6	7.4	5.4	3.8	1.7
	最大値	12.6	12.2	64.5	42.3	54.1	16.6
	最小値	10.7	9.8	33.0	22.8	31.4	9.3
E105-F285	平均値	12.8	12.2	56.3	37.3	45.0	13.1
	標準偏差	0.5	0.6	8.6	6.7	3.0	1.8
	最大値	13.6	13.4	76.7	52.8	53.8	18.3
	最小値	11.5	10.5	36.1	19.3	37.7	9.6

※ 測定試料数：各試験 50 体

含水率(平均) : E95-F270;10.4%、E105-F285;10.3%

気乾比重(平均) : E95-F270;0.45、E105-F285;0.47

第4表において、曲げ性能の値はすべて構造用集成材のJASの規格を満たしている。したがって、強度性能に関しては、JAS製品として不都合はない。

### 3.2.2 ヒノキ2×6同一等級構成2枚積層集成材

#### 3.2.2.1 試験材製造

径級20～24cm、長さ3mの原木丸太から木取り断面寸法25×153mmで挽き出された原材料を乾燥後、等級区分機により強度等級区分した。試験用集成材は目標強度等級をE95-F270、E105-F285として、第4図、第5図に強度等級分布を示すロットから、それぞれL100、L110の等級のラミナを使用し、「構造用集成材の適性製造基準」に基づいて、長さ4,000mmの同一等級構成2枚積層集成材を製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.2.2 試験方法

試験材E95-F270、E105-F285のそれぞれから無作為に50体ずつを選別して、合計100体を試験場へ持ち込んだ。全乾法による含水率を測定するため、その両端部の150mm程内側から厚さ10～20mmの含水率測定用試験体を採材した後、引張試験体(長さ2,900mm)、たて圧縮試験体(長さ325mmの両端面が平行になるように、後で再加工)、せん断試験体(せん断面25×25mmの試験体を再加工)を採材した。残りの試験材各50体、合計100体は組合員研究室へ持ち込み、曲げ試験体(長さ2,800mm)とその両側から含水率測定用試験体を採材した。試験は、すべての測定項目で前項の2×4集成材の場合と同じ機材を使用した。

##### ① 曲げ試験

曲げ試験は、「集成材のJAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠して、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。すなわち、荷重方向はエッジワイズ、荷重方式は4点荷重、支点間距離は材せい(140mm)の18倍の2,520mm、荷重点間距離は材せい(140mm)の4倍の560mm、荷重速度は10mm/minとした。

##### ② 引張試験

引張試験は、「枠組壁工法建築物構造計算指針」の試験法に準拠し、引張治具間距離は試験体断面の長辺(140mm)の9倍以上とした。この基準の場合、試験場の試験機の仕様では1,700mmとなる。なお、両側の引張チャック部はそれぞれ600mmである。

##### ③ たて圧縮試験

たて圧縮試験は、本事業技術専門部会委員の指導(座屈の影響を抑えるため、細長比30以下)により、325mm(細長比29.5)とした。

##### ④ せん断試験

せん断試験は、「集成材のJAS」構造用集成材のブロックせん断試験に準拠し、せん断面25×25mmとし、接着層のせん断強さを測定した。

### 3.2.2.3 測定結果

それぞれの測定結果を集計すると、第5表のとおりである。

第5表 ヒノキ2×6同一等級構成2枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)	せん断強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	11.0	10.7	44.1	29.8	41.8	13.2
	標準偏差	0.6	0.6	6.8	5.2	2.2	2.4
	最大値	12.0	12.1	59.9	38.9	47.3	19.1
	最小値	9.2	9.2	26.2	17.0	37.6	8.5
E105-F285	平均値	11.9	11.9	49.4	31.0	43.7	13.0
	標準偏差	0.8	0.6	6.6	4.1	3.1	2.1
	最大値	13.8	13.2	61.0	40.9	50.4	21.9
	最小値	10.3	10.7	27.4	21.7	35.8	8.8

※ 測定試料数：各試験 50 体

含水率(平均)：E95-F270;10.4%、E105-F285;10.2%

気乾比重(平均)：E95-F270;0.48、E105-F285;0.49

第5表において、E95-F270及びE105-F285の曲げ強さの最小値が構造用集成材のJASの基準値（それぞれ、27.0 MPa, 28.5 MPa）よりも小さい値を示しているが、この基準値を切るものはそれぞれ50個体中1個体のみ(2%)であった。つまり、曲げ性能の数値は構造用集成材のJASの規格を満たしているため、強度性能に関してはJAS製品として不都合はない。

### 3.2.3 ヒノキ4×4同一等級構成3枚積層集成材

#### 3.2.3.1 試験材製造

径級14~18cm、長さ3mの原木丸太から木取り断面寸法36×100mmで挽き出された原材料を乾燥後、等級区分機により強度等級区分した。試験用集成材は目標強度等級をE95-F285, E105-F300, E120-F330として、第1図に強度等級分布を示すロットから、それぞれL100, L110, L125の等級のラミナを使用した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.3.2 試験方法

試験材E95-F285, E105-F300, E105-F330をそれぞれ20体ずつ合計60体を製造した。試験材は全個体について打音による動的ヤング係数を測定後、それぞれの等級から無作為に10体ずつを選別して、曲げ試験体（長さ1,780mm）と余尺を持たして圧縮試験体（長さ534mmの両端面が平行になるように、後で再加工）を採材した。この試験体の切り出しに先立ち、試験体の全乾法による含水率を測定するため、その両端部の150mm程



内側から厚さ 10～20mm の含水率測定用試験体を採材した。残りの試験材各 10 体、合計 30 体は引張試験体（長さ 3,000mm）として、(独)森林総合研究所へ搬入した。

#### ① 曲げ試験

曲げ試験は、前項と同様に、試験体を組合員企業（院庄林業株）の研究室で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠した。すなわち、荷重方式は 4 点荷重、支点間距離は材せい(89mm)の 18 倍の 1,602mm、荷重点間距離は材せい(89mm)の 4 倍の 356mm、荷重速度は 10mm/min とした。

#### ② たて圧縮試験

たて圧縮試験は岡山県試験場へ依頼した。試験体長さは、「構造用木材の試験方法(住木センター)」に準拠して、試験材断面短辺の 6 倍、534mm（細長比≒20）とした。

#### ③ 引張試験

引張試験は（独）森林総合研究所へ依頼し、前川試験機製作所製 HZS-200LB4 実大木材横型引張試験機で行った。試験方法は、「枠組壁工法建築物構造計算指針」の試験法に準拠し、引張治具間距離は試験体断面の長辺(89mm)の 9 倍、801mm とした。

### 3.2.3.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第 6 表のとおりである。

第 6 表 ヒノキ 4×4 同一等級構成 3 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F285	平均値	11.4	8.1	50.0	34.2	43.2
	標準偏差	0.7	0.4	7.9	4.2	1.9
	最大値	13.1	8.9	60.5	41.3	46.9
	最小値	10.2	7.6	36.7	28.5	40.5
E105-F300	平均値	12.7	10.5	57.0	35.9	45.8
	標準偏差	0.7	0.5	4.3	3.7	1.7
	最大値	13.8	11.0	63.9	41.4	48.9
	最小値	11.0	9.7	51.8	30.8	43.8
E120-F330	平均値	14.7	12.5	64.5	40.1	50.4
	標準偏差	0.9	0.7	15.2	5.3	2.3
	最大値	16.1	13.5	99.3	47.9	54.4
	最小値	12.7	11.4	45.8	33.1	47.8

※ 測定試料数：各強度試験 10 体

含水率(20 体平均)：E95-F285;10.1%、E105-F300;10.1%、E120-F330;10.6%

気乾比重(20 体平均)：E95-F285;0.51、E105-F300;0.50、E120-F330;0.52

第 6 表において、E95-F285 の曲げヤング係数の平均値と最小値が構造用集成材の JAS の平均値 9.5 GPa、下限値 8.0 GPa よりも小さい値を示している。すべての試験体で曲げ強さは十分に満たしていたが、曲げヤング係数が下限値を切るものが半数あった。E105-F300 と E120-F330 はすべての指標で全く不都合はない。

### 3.2.4 ヒノキ 4×6 同一等級構成 5，7 枚積層集成材

#### 3.2.4.1 試験材製造

径級 14～18cm、長さ 3m の原木丸太から木取り断面寸法 36×100mm で挽き出された原材料(強度等級分布は第 1 図)から、前項と同じ手順で仕上げ厚さ 30mm の L100, L110, L125 の等級のラミナを選別して、目標強度等級 E95-F315, E105-F345, E120-F375 の同一等級 5 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。

また、径級 18～20cm、長さ 3.5m 及び 2m の原木丸太から木取り断面寸法 27×117mm で挽き出された原材料(強度等級分布は第 2 図、第 3 図)から仕上げ厚さ 21mm の L100, L110, L125 の等級のラミナを選別して、目標強度等級 E95-F315, E105-F345, E120-F375 の同一等級 7 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.3.2 試験方法

試験材は全個体について打音による動的ヤング係数を測定後、5 枚積層集成材から曲げ試験体(長さ 2,800mm)と余尺を持たしてたて圧縮試験体(長さ 534mm の両端面が平行になるように、後で再加工)を採材した。この試験体の切り出しに先立ち、試験体の全乾法による含水率を測定するため、その両端部の 150mm 程内側から厚さ 10～20mm の含水率測定用試験体を採材した。7 枚積層集成材は引張試験体(長さ 3,000mm)として、(独)森林総合研究所へ搬入した。

##### ① 曲げ試験

曲げ試験は、前項と同様に、試験体を組合員企業(院庄林業株)の研究室で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠した。すなわち、荷重方式は 4 点荷重、支点間距離は材せい(140mm)の 18 倍の 2,520mm、荷重点間距離は材せい(140mm)の 4 倍の 560mm、荷重速度は 10mm/min とした。

##### ② たて圧縮試験

たて圧縮試験は岡山県試験場へ依頼した。試験体長さは、試験材断面短辺の 6 倍、534mm とした。

##### ③ 引張試験

引張試験は、前項と同じく、(独)森林総合研究所へ依頼した。引張治具間距離は試験

体断面の長辺(140mm)の9倍、1,260mmとした。

### 3.2.3.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第7表のとおりである。

第7表 ヒノキ 4×6 同一等級構成 5, 7 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F315	平均値	11.8	9.3	46.2	29.1	44.6
	標準偏差	0.9	0.4	6.6	3.1	1.1
	最大値	13.1	9.8	58.1	35.4	46.9
	最小値	10.2	8.5	34.2	25.4	42.4
E105-F345	平均値	12.8	10.7	49.4	36.7	45.0
	標準偏差	1.2	0.3	5.6	5.8	1.6
	最大値	15.7	11.1	58.0	43.8	47.2
	最小値	11.1	10.2	39.0	22.9	42.7
E120-F375	平均値	14.6	12.2	52.5	36.9	50.3
	標準偏差	0.7	0.5	3.7	5.0	1.5
	最大値	16.0	13.1	57.0	43.8	52.3
	最小値	13.2	11.4	45.8	27.1	47.7

※ 測定試料数：各強度試験 10 体

含水率(20 体平均)：E95-F285;10.6%、E105-F300;10.9%、E120-F330;10.6%

気乾比重(20 体平均)：E95-F285;0.49、E105-F300;0.49、E120-F330;0.50

第7表において、E95-F315の小径木から切り出した厚手ラミナ5枚積層集成材の曲げヤング係数の平均値が構造用集成材のJASの平均値9.5GPaよりも小さい値を示しているが、下限値を8.0GPaを切るものはない。その他、すべての試験体で構造用集成材のJASの曲げ性能は満たされており、強度性能に関してはJAS製品として不都合はない。

### 3.2.5 ヒノキ 4×8 対称異等級構成 6 枚積層集成材

#### 3.2.5.1 試験材製造

径級 14~18cm、長さ 3m の原木丸太から木取り断面寸法 36×100mm で挽き出された原材料（強度等級分布は第1図）、及び径級 18~20cm、長さ 3.5m 及び 2m の原木丸太から木取り断面寸法 27×117mm で挽き出された原材料（強度等級分布は第2図、第3図）から、前項と同じ手順で、目標強度等級 E95-F270、E105-F300、E120-F330 の対称異等級 6 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.5.2 試験方法

試験材は全個体について打音による動的ヤング係数を測定後、それぞれの等級から無作為に 5 体ずつを選別して、曲げ試験体（長さ 3,680mm）と余尺を持たしてたて圧縮試験体（長さ 534mm の両端面が平行になるように、後で再加工）を採材した。この試験体の切り出しに先立ち、試験体の全乾法による含水率を測定するため、その両端部の 150mm 程内側から厚さ 10~20mm の含水率測定用試験体を採材した。残りの試験材各 5 体、合計 15 体は引張試験体（長さ 4,000mm）として、(独)森林総合研究所へ搬入した

#### ① 曲げ試験

曲げ試験は、前項と同様に、試験体を組合員企業（院庄林業株）の研究室で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠した。すなわち、荷重方式は 4 点荷重、支点間距離は材せい(184mm)の 18 倍の 3,312mm、荷重点間距離は材せい(184mm)の 4 倍の 736mm、荷重速度は 10mm/min とした。

#### ② たて圧縮試験

たて圧縮試験は岡山県試験場へ依頼した。試験体長さは、試験材断面短辺の 6 倍、534mm とした。

#### ③ 引張試験

引張試験は、前項と同じく、(独)森林総合研究所へ依頼した。引張治具間距離は試験体断面の長辺(184mm)の 9 倍、1,656mm とした。

### 3.2.5.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第 8 表のとおりである。

第 8 表 ヒノキ 4×8 対称異等級構成 6 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	10.6	9.9	43.4	30.4	45.7
	標準偏差	0.5	0.4	7.1	3.5	1.4
	最大値	11.2	10.1	52.9	35.6	47.7
	最小値	9.9	9.2	34.9	25.7	43.9
E105-F300	平均値	12.3	10.9	47.3	34.7	46.4
	標準偏差	0.56	0.36	1.9	3.6	2.1
	最大値	13.0	11.2	49.3	39.9	47.8
	最小値	11.4	10.3	44.9	30.8	42.9
E120-F330	平均値	14.3	12.5	49.8	35.1	50.0
	標準偏差	0.6	0.7	7.2	2.8	1.9
	最大値	15.4	13.3	60.8	37.6	51.9

	最小値	13.6	11.7	41.5	30.4	47.2
--	-----	------	------	------	------	------

※ 測定試料数：各強度試験 5 体

含水率(10 体平均)：E95-F285;10.2%、E105-F300;10.2%、E120-F330;10.4%

気乾比重(10 体平均)：E95-F285;0.50、E105-F300;0.50、E120-F330;0.52

第 8 表においては、どの強度等級の集成材も曲げ性能の値はすべての指標で構造用集成材の JAS の規格を満たしている。したがって、強度性能に関しては JAS 製品として不都合はない。

### 3.2.6 ヒノキ 4×8 対称異等級構成 9 枚積層集成材

#### 3.2.6.1 試験材製造

径級 18~20cm、長さ 3.5m 及び 2m の原木丸太から木取り断面寸法 27×117mm で挽き出された原材料（強度等級分布は第 2 図、第 3 図）から、前項と同じ手順で、目標強度等級 E95-F270, E105-F300, E120-F330 の対称異等級 9 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.6.2 試験方法

試験材は全個体について打音による動的ヤング係数を測定後、それぞれの等級から無作為に 5 体ずつを選別して、曲げ試験体（長さ 3,680mm）と余尺を持たしてたて圧縮試験体（長さ 534mm の両端面が平行になるように、後で再加工）を採材した。この試験体の切り出しに先立ち、試験体の全乾法による含水率を測定するため、その両端部の 150mm 程内側から厚さ 10~20mm の含水率測定用試験体を採材した。残りの試験材各 5 体、合計 15 体は引張試験体（長さ 4,000mm）として、(独)森林総合研究所へ搬入した

##### ① 曲げ試験

曲げ試験は、前項と同様に、試験体を組合員企業（院庄林業株）の研究室で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ性能試験に準拠した。すなわち、荷重方式は 4 点荷重、支点間距離は材せい(184mm)の 18 倍の 3,312mm、荷重点間距離は材せい(184mm)の 4 倍の 736mm、荷重速度は 10mm/min とした。

##### ② たて圧縮試験

たて圧縮試験は岡山県試験場へ依頼した。試験体長さは、試験材断面短辺の 6 倍、534mm とした。

##### ③ 引張試験

引張試験は、前項と同じく、(独)森林総合研究所へ依頼した。引張治具間距離は試験体断面の長辺(184mm)の 9 倍、1,656mm とした。

#### 3.2.6.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第 9 表のとおりである。

第9表 ヒノキ 4×8 対称異等級構成 9 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	11.7	10.8	44.3	34.4	40.8
	標準偏差	0.2	0.3	5.2	3.9	1.4
	最大値	12.2	11.2	49.6	38.8	42.6
	最小値	11.6	10.4	35.9	28.2	38.9
E105-F300	平均値	13.0	11.6	54.6	34.7	43.5
	標準偏差	0.38	0.16	5.4	4.7	1.1
	最大値	13.6	11.7	61.6	40.0	44.4
	最小値	12.5	11.3	47.1	27.7	42.3
E120-F330	平均値	14.9	13.6	47.6	36.6	47.8
	標準偏差	0.4	0.7	5.4	3.1	1.2
	最大値	15.7	14.2	54.1	40.2	49.2
	最小値	14.4	12.6	41.8	33.0	46.5

※ 測定試料数：各強度試験 5 体

含水率(10 体平均)：E95-F285;11.2%、E105-F300;11.3%、E120-F330;11.2%

気乾比重(10 体平均)：E95-F285;0.46、E105-F300;0.47、E120-F330;0.49

第9表においては、どの強度等級の集成材も曲げ性能の値はすべての指標で構造用集成材の JAS の規格を満たしている。したがって、強度性能に関しては JAS 製品として不都合はない。

### 3.2.7 ヒノキ 4×10 対称異等級構成 6 枚積層集成材

#### 3.2.7.1 試験材製造

径級 20~24cm、長さ 3m の原木丸太から木取り断面寸法 45×100mm で挽き出された原材料（強度等級分布は第6図）から、前項と同じ手順で、目標強度等級 E95-F270、E105-F300、E120-F330 の対称異等級 6 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

#### 3.2.7.2 試験方法

試験材は全個体について打音による動的ヤング係数を測定後、それぞれの等級から無作為に 5 体ずつを選別して、曲げ試験体（長さ 4,450mm）とした。曲げ試験後、試験体の両側の非破壊部から圧縮試験体（長さ 534mm の両端面が平行になるように、後で再加工）と含水率測定用試験体（厚さ 10~20mm）を採材した。残りの試験材各 5 体、合計 15 体は引張試験体（長さ 4,450mm）として、(独)森林総合研究所へ搬入した

##### ① 曲げ試験

曲げ試験は、前項と同様に、試験体を組合員企業（院庄林業株）の研究室で実施し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「集成材の JAS」構造用集成材の曲げ

性能試験に準拠した。すなわち、荷重方式は4点荷重、支点間距離は材せい(235mm)の18倍の4,230mm、荷重点間距離は材せい(235mm)の4倍の940mm、荷重速度は10mm/minとした。

### ②たて圧縮試験

たて圧縮試験は岡山県試験場へ依頼した。試験体長さは、試験材断面短辺の6倍、534mmとした。

### ③引張試験

引張試験は、前項と同じく、(独)森林総合研究所へ依頼した。引張治具間距離は試験体断面の長辺(235mm)の9倍、2,115mmとした。

## 3.2.7.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第10表のとおりである。

第10表 ヒノキ4×10対称異等級構成6枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	10.5	9.9	33.9	25.3	37.9
	標準偏差	0.4	0.2	8.0	4.2	1.7
	最大値	10.9	10.2	43.4	30.6	39.7
	最小値	9.8	9.7	25.2	19.9	36.3
E105-F300	平均値	11.9	10.8	39.4	28.9	39.9
	標準偏差	0.3	0.2	3.3	2.3	0.5
	最大値	12.7	11.1	43.4	32.2	40.4
	最小値	11.6	10.6	34.3	26.2	39.2
E120-F330	平均値	13.0	11.9	34.3	24.3	41.1
	標準偏差	0.9	0.8	2.4	4.7	3.8
	最大値	14.2	12.7	38.4	29.6	47.3
	最小値	11.7	10.6	32.3	18.2	37.7

※ 測定試料数：各強度試験5体

含水率(10体平均)：E95-F285;14.7%、E105-F300;14.9%、E120-F330;14.6%

気乾比重(10体平均)：E95-F285;0.52、E105-F300;0.53、E120-F330;0.54

第10表において、E95-F270の曲げ強さに構造用集成材のJASの基準値27.0MPaを割るものが1個体あった。また、E120-F330の曲げ強さに構造用集成材のJASの基準値33.0MPaをわずかではあるが、割るものが2個体あった。

## 3.2.8 ヒノキ4×10対称異等級構成12枚積層集成材

### 3.2.8.1 試験材製造

径級18~20cm、長さ3.5m及び2mの原木丸太から木取り断面寸法27×117mmで挽き

出された原材料（強度等級分布は第2図、第3図）から、前項と同じ手順で、目標強度等級 E95-F270, E105-F300, E120-F330 の対称異等級 12 枚積層集成材を各 10 体ずつ合計 30 体製造した。接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

### 3.2.8.2 試験方法

前項の 4×10 対称異等級構成 6 枚積層集成材の場合と全く同じ方法で実施した。

### 3.2.8.3 測定結果

それぞれの測定結果をまとめると、第 11 表のとおりである。

第 11 表 ヒノキ 4×10 対称異等級構成 12 枚積層集成材の強度性能

強度等級	集計値	動的ヤング 係数 (GPa)	曲げヤング 係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)
E 95-F270	平均値	11.7	10.8	39.4	30.7	41.3
	標準偏差	0.6	0.2	7.3	3.5	1.4
	最大値	12.2	11.0	47.5	35.3	43.1
	最小値	10.4	10.5	31.1	26.1	39.4
E105-F300	平均値	12.7	11.7	48.9	33.6	43.4
	標準偏差	0.4	0.1	8.4	3.7	0.9
	最大値	13.0	11.8	56.0	39.3	43.9
	最小値	12.1	11.6	35.7	29.0	41.8
E120-F330	平均値	14.4	13.2	47.3	34.8	45.1
	標準偏差	0.4	0.3	4.4	3.5	1.3
	最大値	14.8	13.4	52.1	38.9	46.1
	最小値	13.5	12.8	41.7	29.5	43.5

※ 測定試料数：各強度試験 5 体

含水率(10 体平均)：E95-F285; 11.3%、E105-F300; 11.1%、E120-F330; 11.5%

気乾比重(10 体平均)：E95-F285; 0.46、E105-F300; 0.46、E120-F330; 0.49

第 11 表においては、どの強度等級の集成材も曲げ性能に関してはすべての指標で構造用集成材の JAS の規格を満たしている。したがって、強度性能に関しては JAS 製品として不都合はない。

### 3.2.9 ヒノキ 2×4 たて継ぎ材

#### 3.2.9.1 試験材製造

径級 20～24cm、長さ 3m の原木丸太から木取り断面寸法 45×100mm で挽き出された原材料（強度等級分布は第 6 図）から 2×4 たて継ぎ材を製造した。これを枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS の規格に準拠して目視等級区分し、甲種たて継ぎ材 2 級以上と乙種たて継ぎ材スタンダード以上の 2 種類の等級に区分した。



たて継ぎのための接着剤は、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。ただ、現行の『枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS』では、たて継ぎに使用する接着剤は、甲種、乙種ともに「レゾルシノール樹脂、フェノール・レゾルシノール共縮合樹脂又はこれと同等以上の性能を有するものであること。」と規定されている。「同等」について、現状では同等と見なす判断基準が存在しないということで、レゾルシノール樹脂およびフェノール・レゾルシノール共縮合樹脂以外の使用は認められていない。ここでは、前述の集成材と同様に「枠組壁工法建築物構造計算指針」の構造部材の使用環境区分の使用環境Ⅲでの使用を想定して製造した材料の強度性能を検討するため、水性高分子イソシアネート系樹脂を使用した。

### 3.2.9.2 試験方法

甲種たて継ぎ材（2級以上）と乙種たて継ぎ材（スタンダード以上）の2種類の等級について、それぞれ100体ずつ計200体を曲げ試験に供した。このうち、各等級の半数の50体からエッジワイズ荷重試験体（長さ2,047mm）を、残りの50体からフラットワイズ荷重試験体（長さ874mm）及び、たて圧縮試験体、めり込み試験体を採材した。また、別に甲種・乙種それぞれ50体ずつ合計100体を引張試験用（長さ2,340mm）に準備した。

#### ① 曲げ試験

曲げ試験は、組合員企業（院庄林業株）の研究室で実施し、エッジワイズ荷重及びフラットワイズ荷重方式で、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。試験方法は、「枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS」に規定している曲げ試験に準拠した。すなわち、荷重方式は4点荷重、荷重速度は10mm/minで同じにしたが、エッジワイズ荷重の場合は、支点間距離を1,460mm、荷重点間距離を130mm、フラットワイズ荷重の場合は、支点間距離を700mm、荷重点間距離を130mmとした。

以下の強度試験は試験場へ依頼した。

#### ② 引張試験

引張試験は2×4集成材の場合と同じ条件で行われた。

#### ③ たて圧縮試験

たて圧縮試験も2×4集成材の場合と同じ条件で行われた。

#### ④ めり込み試験

試験体寸法は25×25×100mmとし、「枠組壁工法建築物構造計算指針」に準拠して行った。

### 3.2.9.3 測定結果

それぞれの測定結果を集計すると、第12表のとおりである。

第12表 ヒノキたて継ぎ材の強度性能

種 別	曲げ試験 荷重方向	集計値	曲げヤング係数 (GPa)	曲げ強さ (MPa)
甲種 2級	エッジワイズ	平均値	11.5	46.1

		標準偏差	1.0	6.6
		最大値	13.8	60.5
		最小値	9.6	27.1
	フラットワイズ	平均値	11.8	57.7
		標準偏差	1.4	9.6
		最大値	14.8	90.1
		最小値	8.8	33.2
乙種 スタンダード	エッジワイズ	平均値	11.4	42.2
		標準偏差	1.2	8.9
		最大値	14.3	64.1
		最小値	8.6	22.1
	フラットワイズ	平均値	11.9	56.6
		標準偏差	1.1	7.9
		最大値	14.2	79.6
		最小値	8.7	39.7

種 別	集計値	引張強さ (MPa)	圧縮強さ (MPa)	めり込み強さ (Mpa)	
				5%変形時応力	比例限度応力
甲種 2級	平均値	28.8	42.4	10.2	7.1
	標準偏差	5.3	3.7	2.8	1.8
	最大値	38.5	53.7	18.2	13.4
	最小値	17.5	36.0	6.4	4.5
乙種 スタンダード	平均値	27.4	41.3	10.1	7.3
	標準偏差	5.0	3.9	2.7	2.0
	最大値	40.6	49.3	18.3	13.1
	最小値	14.1	30.4	5.3	3.5

※ 測定試料数：各強度試験 50 体

含水率(150 体平均)：甲種たて継ぎ材 12.5%、乙種たて継ぎ材 12.6%

気乾比重(100 体平均)：甲種たて継ぎ材 0.53、乙種たて継ぎ材 0.54

第 12 表においては、甲種、乙種ともに、すべての指標で枠組壁工法構造用たて継ぎ材の JAS に求めている強度性能も基準強度も満たしている。接着剤のため JAS 製品としては規格外であるが、強度的には不都合はない。

#### 4 事業の成果と今後の課題

地域材の新しい用途開拓をめざして、2×4 住宅部材への活用の可否を検討したが、強度性能の面に限れば、ヒノキ材の進出は十分に可能であることがわかった。集成化やたて継ぎにより、地域の山林に取り残されている間伐小径木や曲がり材、育林施業の不

十分な材の活用も可能であることがわかった。また、地域特有の柱採り林業・製材業の副産物である側板の活用についても、集成化はもちろん製材のままでも十分に2×4住宅部材として通用するであろうことを確信した。これにより、地域の林業と木材加工業との共存の可能性も広まると思われる。

この事業で使用した試験材は、現有のJAS製品製造認定資格（使用環境Cの構造用小断面集成材製造）の製造ラインの中で製造した。また、一部の組合員企業から集荷した限られた材料で、歩留まりにこだわるラミナ利用も生じた。適切な設備環境の整備と材料の量的なゆとり及び的確な選別が伴えば、製品にもっと十分に安定した強度性能が得られるものと思われる。

## 5 まとめ

この事業で試験材として製造したヒノキ構造用集成材は、2×4住宅用部材として十分に耐える強度性能をもつことがわかった。これまでの主材料であったS-P-F製材に劣ることのない材料である。また、原材料の厳重な品質管理が伴えば、強度等級が明確で、強度性能のバラツキが小さく、集成化することの付加価値は高まる。

小径木から採材した心持ち、あるいは心割りの厚手のラミナを使用した集成材では、強度の低いものが認められた。ラミナの選別に問題を残した。また、心持ちの柱を採材した側板からのラミナはほとんど節もなく、年輪も詰まっており、上質のラミナが得られる。このラミナによる集成材は強度的に全く問題のない製品となる。したがって、地域の製材業のなかで2×4部材を製造するには、従来からの柱採り製材との抱き合わせも良策であると思われる。

また、地域材の集成化には製造コストの負担の問題が懸念される。これについては、この事業の開発委員会等でも話題になった。国産材志向の住宅メーカーには、強度等級の明確さや強度性能の安定化に付加価値を認める人もいる。十分に協議を進めることにより、解決の道が開けるものと思われる。