

製品供給の一元化 ～道産カラマツ高強度集成材の製造手法実証～

1 調査概要：

建築物の横架材などで需要のある高強度集成材は、輸入材に頼っているのが現状である。道内のカラマツ材を用いて高強度集成材を生産し、安定的な供給を図るため、製品供給の一元化を図る仕組みの構築に向けた、効率的な道産高強度集成材の製造手法を実証する。

2 検証方法：

カラマツ中大径原木の成熟材部（樹心から15～20年輪の外側）から得られるラミナは、高強度特性を有しているという林産試験場の研究成果から、効率的に高強度集成材用のラミナを採取する木取り方法（側取り）を検討し、集成材に貼り合わせた時の強度傾向や製造コストについて検証するとともに、複数工場との連携による高強度集成材の安定供給に向けた一元化の取組みについて検証。

3 検証内容：

- ①原木・ラミナの強度等検証
 - ・原木の強度とラミナの強度の関係（樹齢・性質）
- ②高強度集成材製造シミュレーション検証
 - ・木取り方法（2パターン）の違いによる、最適なラミナ配置の高強度集成材製造シミュレーション
- ③製造コスト・収支の検証
 - ・通常集成材との製造工程の違いによるコスト比較
 - ・輸入集成材との価格差圧縮のための考察
- ④製品供給一元化に向けた安定的なラミナ生産の検証
 - ・効率的かつ安定的なラミナ供給の検討

4 検証方法と結果：

- ①原木・ラミナの強度等検証
 - ・後志産カラマツ60本（径級26～34cmの中大径材）を用い、原木と原木ごとのラミナの強度（ヤング係数）を測定
- ・末口年輪数と原木ヤング係数に相関関係があり（図1）、高強度の原木を得るには高樹齢林分の原木を集めることが有効
- ・大径材であれば高強度ということではない（図2）
- ・また、原木のヤング係数が高ければ、ラミナのヤング係数も高いことが示され（図3）、高強度ラミナを効率的に得るには、ヤング係数の高い原木を用い、側取りによる断面外周部のラミナを選択的に採取する方法が有効

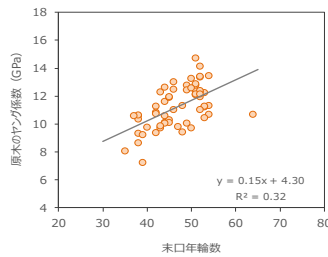


図1 末口年輪数と原木のヤング係数の関係

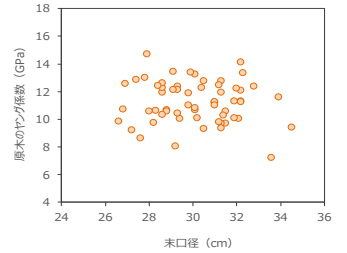


図2 末口径と原木のヤング係数の関係

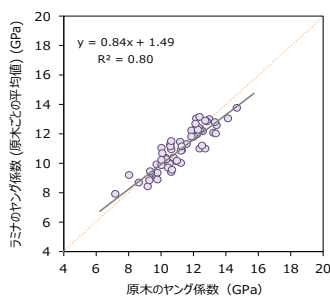
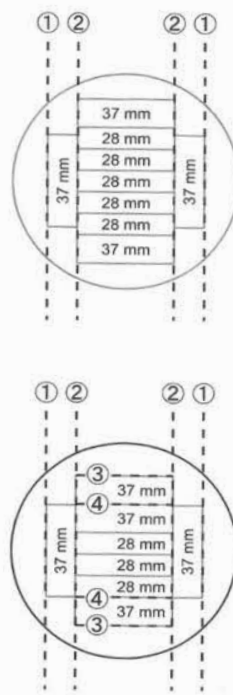


図3 原木のヤング係数とラミナのヤング係数の関係



木取りパターン1

- ・①・②を製材本機で鋸挽き
- ・タイコ材をテーブル盤で小割り

木取りパターン2

- ・①・②を製材本機で鋸挽き
- ・そのまま90度回転させ、
- ③・④を製材本機で鋸挽き
- ・残ったブロックをテーブル盤で小割り

図4 木取り方法

②高強度集成材製造シミュレーション検証

- 後志産カラマツ30本から図4のとおり2パターンの木取りで28mm厚と37mm厚のラミナを採材し、28mm厚ラミナで柱材、37mm厚ラミナで横架材を製造すると想定し、集成材の製造シミュレーションを表1のパターンで実施
- [柱材]-木取りパターン毎に「対称異等級構成集成材₁の製造優先」と、「同一等級構成集成材₂の製造優先」の4つの類型を想定(①~④)
- [横架材]-木取りパターン毎に「対称異等級構成集成材の製造」とし、5つの類型を想定(①'~⑤')
- 柱材・横架材とも、対称異等級構成集成材の製造シミュレーションの設定条件は次のとおり
 - i 28mm厚ラミナから製造する集成材は、ラミナ仕上がり寸法21mm、材せい105mmの5層構成集成材を製造
 - ii 37mm厚ラミナから製造する集成材は、ラミナ仕上がり寸法30mm、材せい210~450mmまでの9種、7~15層構成集成材のうち1種類のみを製造
 - iii 各層のラミナ強度等級は表2のとおり
 - iv 用意するラミナに対して対称異等級構成集成材の製造に使用されるラミナの割合を最大化させる

① 異等級構成集成材…外側の層ほど強度の強いラミナを重ねたもの
 ② 同一等級構成集成材…同じ品質のラミナを重ねたもの

表1 集成材製造シミュレーションパターン

| 種類 | 木取りパターン | | ラミナの構成 | 使用ラミナ | | |
|-------------|---------|----|----------|---------------------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | | 背板 | タコ材面端 | タコ材内側 |
| 柱材 28mm | ① | ○ | 対称異等級を優先 | / | | |
| | ② | ○ | 同一等級を優先 | | | |
| | ③ | ○ | 対称異等級を優先 | | | |
| | ④ | ○ | 同一等級を優先 | | | |
| 横架材 37mm | ①' | ○ | 対称異等級を優先 | ○ | | |
| | ②' | ○ | 対称異等級を優先 | ○ | ○ | |
| | ③' | ○ | 対称異等級を優先 | ○ | ○ | |
| | ④' | ○ | 対称異等級を優先 | ○ | ○ | ○ |
| | ⑤' | 仮定 | 対称異等級を優先 | 原木の全断面から37mm厚のみを製材し、全てを使用 | | |

表2 ラミナ強度等級

| | 強度等級 | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | E150-F435 | E135-F375 | E120-F330 | E105-F300 | E95-F270 |
| 最外層 | L180 | L160 | L140 | L125 | L110 |
| 外層 | L160 | L140 | L125 | L110 | L100 |
| 中間層 | L140 | L125 | L110 | L100 | L90 |
| 内層 | L110 | L100 | L90 | L80 | L70 |

※E120-F330以上が高強度集成材

表3 集成材製造シミュレーション結果

| 番号 | 条件 | 製造可能な強度等級 | | | | | | 高強度割合 | 同一等級構成集成材 | 不使用ラミナ割合 | 出現傾向 | 結果 |
|-------------|----|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----|-------|-----------|--|---|----|
| | | 対称異等級構成集成材 | | | | | | | | | | |
| | | E150-F435 | E135-F375 | E120-F330 | E105-F300 | E95-F270 | | | | | | |
| 柱材 28mm | ① | | | | △ | ◎ | 0% | ○ | 58% | E105-F300~E95-F270が製造でき、残ラミナで同一等級構成集成材の製造が可能 | L90以下のラミナの大部分が残り、不使用ラミナ率は58% | |
| | ② | | | | | | 0% | ◎ | 76% | 同一等級構成集成材を優先した場合、出現するL100以上のラミナ全てが製造に用いられ、E105-F345~E95-F315の製造が可能 | L90以下のラミナの全数が不使用となり、不使用ラミナ率は76% | |
| | ③ | | | | | △ | 0% | ○ | 83% | E95-F270と同一等級構成集成材の製造が可能 | L90以下のラミナの大部分が残り、不使用ラミナ率は83% | |
| | ④ | | | | | | 0% | ○ | 88% | 同一等級構成集成材を優先した場合、出現するL100以上のラミナ全てが製造に用いられ、E105-F345~E95-F315の製造が可能 | L90以下のラミナの全数が不使用となり、不使用ラミナ率は88% | |
| 横架材 37mm | ①' | | ◎ | ○ | △ | △ | 46% | ◎ | 1% | E135-F375の製造割合が最多 | 層構成によっては、集成材製造割合が最大で7割超となったが、L140~L110のラミナが残る結果 | |
| | ②' | △ | ◎ | ◎ | △ | △ | 49% | ◎ | 0% | E150-F435の製造が可能、E135-F375~E120-F330の製造割合が大 | | |
| | ③' | △ | ◎ | ○ | △ | | 39% | ◎ | 0% | ②'と同様の木取りであることからE150-F435の製造が可能、E135-F375~E120-F330の製造割合が大 | | |
| | ④' | △ | ◎ | ○ | △ | | 43% | ◎ | 0% | E135-F375の製造割合が増加、③'と比較し製造割合は約6%増加 | | |
| | ⑤' | △ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | 36% | ○ | 5% | 全ての強度等級が製造可能、E120-F330~E95-F270の製造割合はほぼ同等 | | |

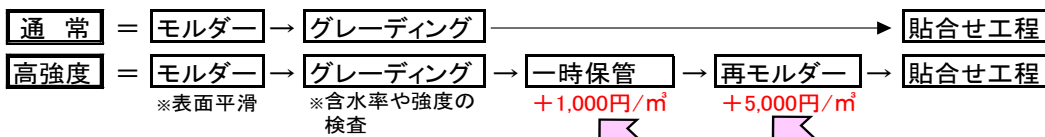
* 横架材の%は、材せい9種の平均値。記号は割合20%超が◎、10~19%が○、11%未満が△

- 高強度集成材を製造することを目的とした場合、横架材を異等級構成集成材で製造することで、高強度集成材に使用可能なラミナが効率的に採れることが示された。また、余ったラミナを同一等級構成材とすることで不使用ラミナが出ず、ほぼ全量使えることが示された。一方、柱材ではラミナの無駄が多く非効率であることが示された(表3)

③製造コスト・収支の検証

・集成材製造工程の違いによるラミナの選別コストと製造コストを算出

〈製造工程～ラミナの選別コスト〉



〈貼合せ時間～集成材の製造コスト〉

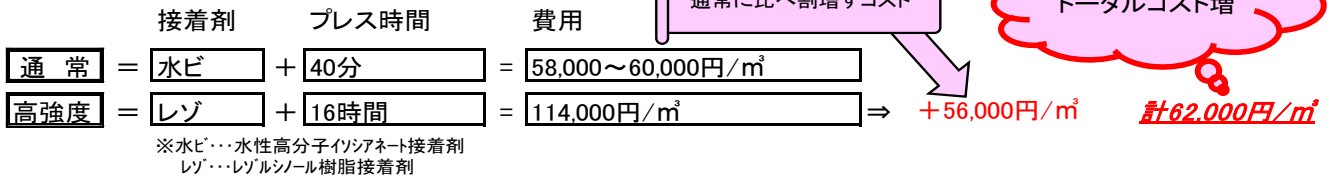


図5 通常集成材と高強度集成材の製造工程の違いによるコスト比較

- ラミナ選別コストにおいては、一時保管及び2回のモルダー費用、集成材の製造コストにおいては、貼合せ（プレス）時間の増など、高強度集成材は通常集成材の製造に比べ、各作業工程でコストが掛かり増し、トータルでは62,000円/m²のコスト増（図5）
- 販売利益を考慮すると、高強度集成材の販売価格は130,000～160,000円/m²程度（R2時点）
- 輸入集成材（バイマツ、ダフリカカラマツ）の価格が、80,000～110,000円/m²程度（R2：取引価格）なので単純比較では、160,000円/m²－110,000円/m²=50,000円/m²が現状での価格差

④製品供給一元化に向けた安定的なラミナ生産の検証

- ・高強度ラミナを製材したことのない工場、従来とは異なる製材（側取り）によるラミナ採材を実施
- ・木取りパターンは、背部部の幅広板からラミナを3枚採取する方法（図6）
- 集成材の貼合せ最外層に使用されるL140以上の出現割合が、未経験の工場であっても高強度集成材の採材経験のある工場と比較して遜色ない結果（経験あり工場32.7%、未経験工場31.1%）
- 反面、幅広の板目板を中心から半割にした結果、乾燥後の曲がりが発生しやすく、ハネ品発生率は高くなった（経験あり工場0.3%、未経験工場10.5%）

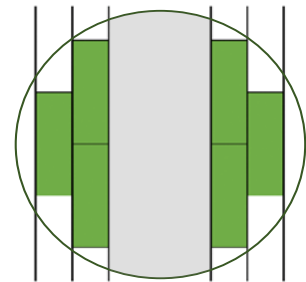


図6 ラミナの木取りパターン

5 結論：

- 高強度集成材を製造する場合の原木は径の太さで選ぶよりも、樹齢の高い林分の伐採木が有効
- 高強度集成材を効率的に生産するには、「横架材」を「対称異等級構成」で製造するとラミナの無駄がなくなる
- 高強度集成材の販売単価は、現状の輸入集成材と比較すると割高であるが、プレス工程の工夫により30,000万円/m²程度のコスト圧縮の可能性はある（R2時点）
- これまで高強度ラミナの製材を実施したことがない工場であっても、木取り方法（側取り製材）により高強度のラミナ生産が実証されたことから、高強度ラミナを製造する工場の水平連携による製品供給の一元化が期待される