

# 異樹種集成材システム開発

## - 異樹種集成材の強度性能について -

木材工業部 森園眞子, 山角達也, 村田 忠\*, 森 俊宏\*

### Development of Manufacturing System of Composite Glued-laminated Timber

#### - Bending Properties of Glued-laminated Timber -

Shinko MORIZONO, Tatsuya YAMAZUMI, Tadashi MURATA and Toshihiro MORI

県産スギを構造材として利用拡大することを目的に、外層側にベイマツを配し、内層側にスギを配した「異樹種集成材」に関する強度性能について検討を行ってきた。今回、実大サイズの集成材を試作し、曲げ試験とめり込み試験を行ったところ、試験結果は構造用集成材 J A S のE95-F270の適合基準を十分満たしており、異樹種集成材は県産スギを構造材として利用する手段の一つとして有効な方法と考えられる。

**Keyword :** Bending Properties , Sugi , Glued-laminated Timber

#### 1. 緒 言

構造用集成材の日本農林規格(J A S)では、異なる樹種の混用を認めてはいるが、技術的に難しいとされ、製品として認定された事例は無かった。

そこで、県産スギを構造材として利用拡大することを目的に、外層側にベイマツを配し、内層側にスギを配した「異樹種集成材」に関する研究開発プロジェクトが平成11年度から、産学官共同で進められてきた。このプロジェクトにおいて、スギの間伐材や曲がり材の有効利用を目指し、スギ短尺ラミナ製造装置等の機械開発と併せて、接着性能や強度性能を把握するために様々な研究が行われた。本研究は、その中で実大の異樹種集成材の強度性能に関して検討したものである。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 試験体について

試験体は異樹種集成材である。内層側は曲がり材等から得られたスギの短尺材(1,000mm)をフィンガージョイント加工したラミナを用いた。外層側はベイマツで、厚さ30mmの通常のラミナの他に、桧木を幅はぎしたものや野地板を積層したものを使用したラミナを製作して用いた。

曲げ試験体の構成を図1に示す。これらはE95-F270の等級になるように構成されている。ベイマツラミナで桧木を幅はぎしたタイプをBS、野地板を積層したタイプをBN、通常のベイマツラミナを用いたタイプをBとし、各タイプ厚さを180,240,300mmとし、表2のとおり合計9種類、各種類3体ずつ合計27体試験を行った。

また、めり込み試験はBタイプのものを用いて行った。試験体は表3のとおり厚さ210,270mmを加えて合計5種類、各種類6体ずつ合計30体の試験を行った。

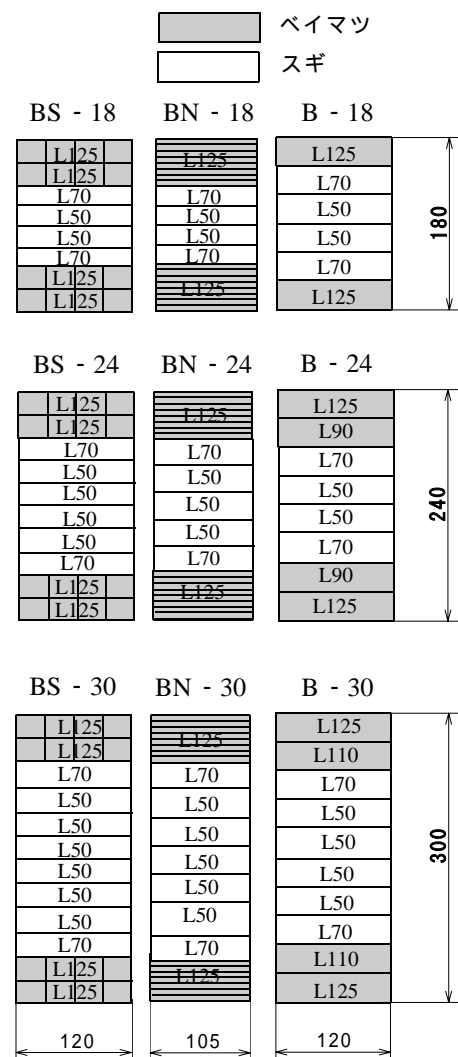


図1 曲げ試験体の構成

\*山佐木材株式会社

表2 曲げ試験体について

試験体名	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	試験体数 (体)
BS-18	120	180	4,120	3
BS-24		240	5,110	3
BS-30		300	6,100	3
BN-18	105	180	4,120	3
BN-24		240	5,110	3
BN-30		300	6,100	3
B-18	120	180	4,120	3
B-24		240	5,110	3
B-30		300	6,100	3
合計	9種類			27

表3 りり込み試験体について

試験体名	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	試験体数 (体)
B-18	120	180	1,080	6
B-21		210	1,260	6
B-24		240	1,560	6
B-27		270	1,620	6
B-30		300	1,800	6
合計	5種類			30

2.2 実験方法

2.2.1 曲げ試験

曲げ試験の方法を図2に示す。曲げ試験は、打撃法で動的ヤング係数( $E_d$ )を測定した後、実大曲げ試験を行った。実大曲げ試験は、構造用集成材JASの曲げA試験に準じ、比例域における上限荷重及び下限荷重、これらに対応するたわみ並びに最大荷重を測定し、曲げヤング係数( $E_b$ )及び曲げ強さ( $f_m$ )を求めた。試験機は実大試験機(UH-25A 島津製作所)を用いた。ただし、2点の加力点間にスギの最外層ラミナのフィンガージョイントが位置するようにした。

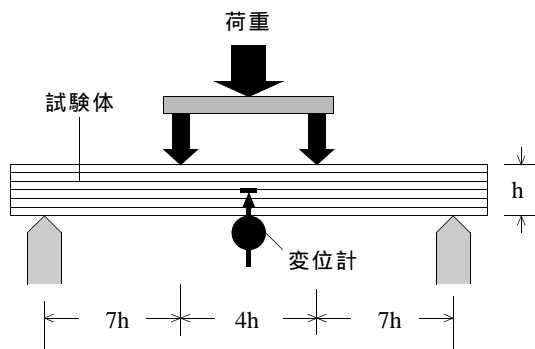


図2 曲げ試験方法

2.2.2 りり込み試験

りり込み試験の方法を図3に示す。りり込み試験は、構造用木材の強度試験方法((財)日本・住宅木材技術センター)に準じて行い、試験体の端部又は中間部に鋼製の加圧板を置き、これを介して荷重を負荷した。このとき加圧板間の変位量の変化を測定し、荷重と変位量の関係を記録した。試験は試験体が破壊するか、変位が20mmに達するまで継続し、試験体の端部と中間部のりり込み強さ( $f_{c,90}$ )、りり込み降伏強さ( $f_{c,90,y}$ )、りり込み剛性( $K_{c,90}$ )を求めた。試験機は実大試験機(UH-25A 島津製作所)を用いた。

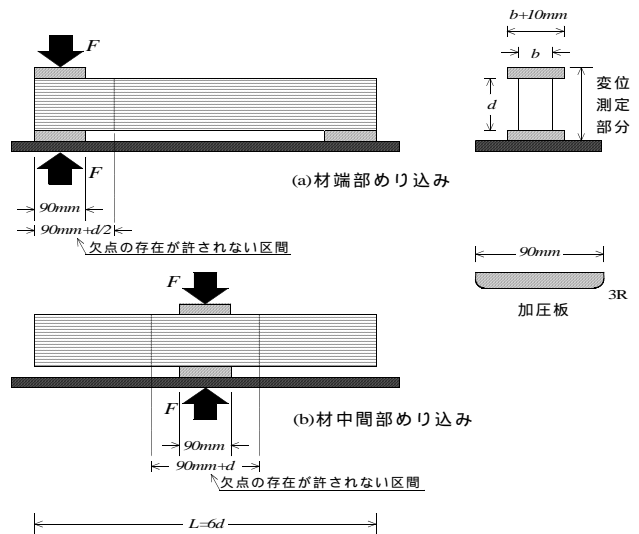


図3 りり込み試験方法

3. 結果及び考察

3.1 曲げ試験

曲げ試験の結果を表4、図4に示す。 $E_b$ 及び $f_m$ は、BS、BNタイプが、Bタイプに比べてかなり高い値を示した。BS-18は $E_b$ が14.6kN/mm<sup>2</sup>、 $f_m$ が58.6N/mm<sup>2</sup>となり、全ての試験体の中で最も大きな値を示した。また、Bタイプの $f_m$ の変動係数はBN、BSタイプに比べて大きな値を示した。

同じタイプの中で比較をすると、試験体の梁せいが大きくなるほど $f_m$ が小さくなる傾向が見られた。この傾向はBSやBNのタイプにおいて顕著であった。これはBタイプに比べて、栈木の幅はぎ、野地板の積層により材料の欠点が分散された効果が大いことと併せて、野地板や栈木は比較的強度の高い辺材部から作られているため、最外層のラミナの強度が設計値であるL125のグレードよりも若干強度が高かったためではないかと思われる。今回の試験結果は、構造用集成材JASのE95-F270の適合基準( $E_b$  9.5kN/mm<sup>2</sup>、 $f_m$  27.0N/mm<sup>2</sup>)を満たしている。

次に、試験体の破壊状態を図5、6に示す。破壊状態は、引張側最外層のフィンガージョイント部が破壊し、その後

内層が破壊していくというような同一樹種集成材の場合と同じような破壊形態であり，最外層のフィンガージョイント部の強度が曲げ強さに大きく影響しているものと思われる。試験体は27体中26体がフィンガージョイント部で破壊したが，接着不良によるものはみられなかった。残りの一体は木材の節の部分からの破壊であった。

表4 曲げ試験結果

試験体	比重	動的ヤング係数 Ed(kN/mm <sup>2</sup> )	曲げヤング係数 Eb(kN/mm <sup>2</sup> )	曲げ強さ fm(N/mm <sup>2</sup> )
BS-18	0.48	11.7 (0.01)	14.6(0.03)	58.6(0.08)
BS-24	0.47	11.0 (0.02)	13.6(0.01)	50.0(0.09)
BS-30	0.45	9.4 (0.01)	12.9(0.01)	37.4(0.17)
BN-18	0.49	12.1 (0.01)	14.3(0.05)	56.2(0.06)
BN-24	0.47	10.6 (0.06)	13.4(0.02)	53.7(0.09)
BN-30	0.44	9.3 (0.10)	12.5(0.01)	43.0(0.07)
B-18	0.44	8.2 (0.02)	9.6(0.01)	32.9(0.22)
B-24	0.44	8.9 (0.07)	9.6(0.05)	32.4(0.26)
B-30	0.44	8.8 (0.07)	9.7(0.02)	30.7(0.25)

( )内の数字は変動係数

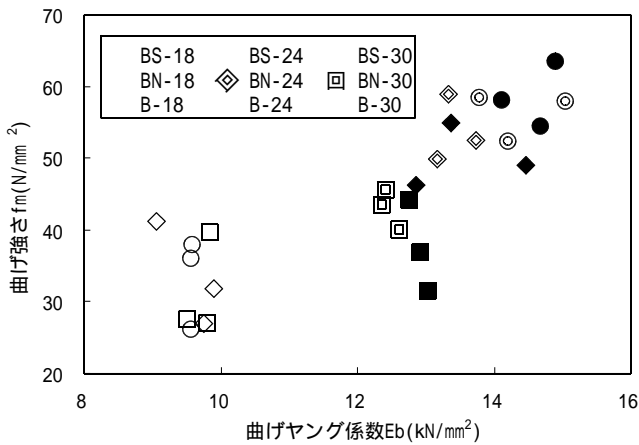


図4 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

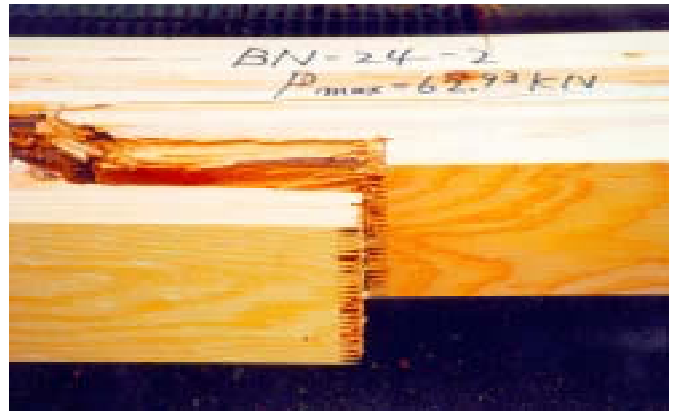


図6 フィンガージョイント部の破壊

### 3.2 めり込み試験

試験結果を表5，6に示す。全ての試験において，試験体は破壊することなく，変位量が20mmに達したため  $f_{c,90}$ 等の算出はすべて変位量20mmの時の荷重で計算した。

B-21は  $f_{c,90}$ が端部が7.53N/mm<sup>2</sup>，中間部が11.56N/mm<sup>2</sup>となり最大値を示し， $f_{c,90,y}$ ， $K_{c,90}$ についても同様の傾向を示した。B-21のめり込み試験の荷重 - 変位曲線を図7，8に示す。いずれの試験体においても，加圧板と接する最外層のめり込みが大きく，その部分をきっかけに繊維方向に亀裂が生じるものもあった。この試験結果は，スギ集成材のめり込みに対する基準強度(6.0N/mm<sup>2</sup>)を全て上回っている。<sup>1)</sup>

表5 めり込み試験結果(端部)

試験体	めり込み強さ	めり込み降伏強さ	めり込み剛性
	$f_{c,90}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{c,90,y}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$K_{c,90}$ (N/mm <sup>3</sup> )
B-18	7.46(0.07)	5.26(0.10)	1.90(0.09)
B-21	7.53(0.04)	5.62(0.04)	1.94(0.12)
B-24	6.64(0.09)	5.02(0.11)	1.45(0.12)
B-27	6.70(0.05)	4.91(0.04)	1.38(0.13)
B-30	6.62(0.11)	4.98(0.06)	1.40(0.13)

( )内の数字は変動係数

表6 めり込み試験結果(中間部)

試験体	めり込み強さ	めり込み降伏強さ	めり込み剛性
	$f_{c,90}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{c,90,y}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$K_{c,90}$ (N/mm <sup>3</sup> )
B-18	11.04(0.06)	8.60(0.07)	3.44(0.06)
B-21	11.56(0.10)	8.72(0.14)	3.21(0.04)
B-24	9.84(0.12)	6.97(0.15)	2.62(0.13)
B-27	9.79(0.09)	6.64(0.16)	2.41(0.12)
B-30	9.81(0.11)	6.94(0.10)	2.50(0.10)

( )内の数字は変動係数



図5 破壊状況

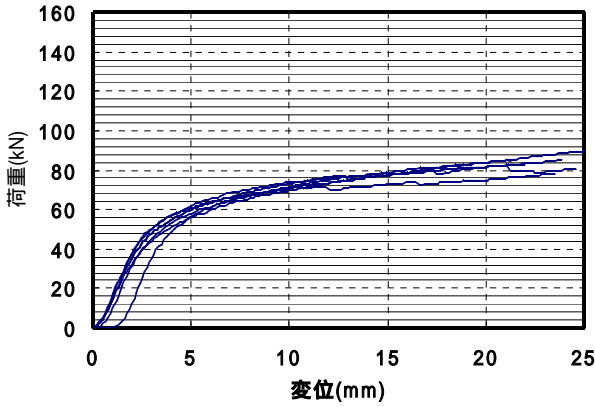


図7 荷重 - 変位曲線 (B-21端部)

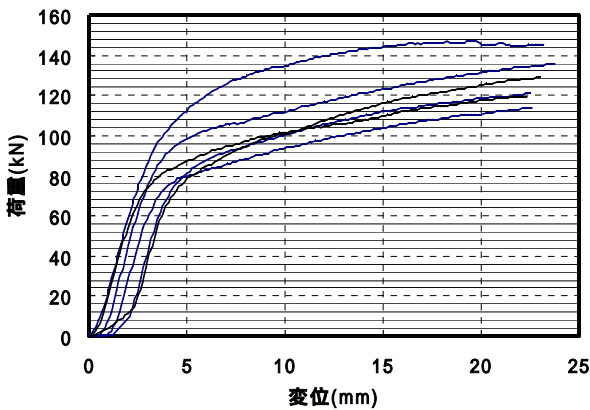


図8 荷重 - 変位曲線 (B-21中間部)

4. 結 言

今回の試験において、比較的強度の低いスギを内層側に、強度の高いベイマツを外層側に配置した異樹種集成材の強度性能を把握した。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 曲げ強度性能は、BS-18のEbが14.6kN/mm<sup>2</sup>、fmが58.6N/mm<sup>2</sup>と最大値を示し、構造用集成材JASのE95-F270の適合基準を全てみたした。
- (2) りり込み強度は、B-21の端部が7.53N/mm<sup>2</sup>、中間部が11.56N/mm<sup>2</sup>と最大値を示し、スギ集成材のりり込みに対する基準強度を全てみたした。

建築基準法の改正等に伴い、木材の性能表示化が進んできており、このような異樹種集成材を製品化するためには、

性能が十分保証されることが重要である。今回の試験結果により、異樹種集成材は県産スギを構造材として利用する手段の一つとして有効な方法と考えられた。

今回のプロジェクトでは、短尺ラミナ製造装置等の機械開発と併せて、ラミナから実大サイズまでの強度性能や接着性能等、各種の試験を行ってきた。これらの試験結果により、平成14年7月、異樹種集成材が国内で初めてJAS製品に認定された。その後、県内のハウスメーカー等で使用されるようになってきているが(図9)、今後はそれらの製品の更なる需要拡大が課題であると思われる。



図9 異樹種集成材を利用した木造住宅の施工現場

謝 辞

研究を進めるに当たり、有益なご助言を賜りました秋田県立大学木材高度加工研究所飯島泰男教授をはじめとする異樹種集成材製造システム開発事業各委員の方々に謝意を表します。

なお、本研究は平成11~12年度の林野庁補助事業「ハイブリッドティンバー製造システム開発事業」の中で行われた。

参 考 文 献

- 1) "木造軸組工法住宅の許容応力度設計", (財)日本住宅・木材技術センター(2001), p.310