

# 接着重ね梁の強度性能について

長野県林業総合センター 吉田孝久

## 1 はじめに

近年、高温乾燥や高周波蒸気複合乾燥などの新しい人工乾燥技術により、心持ち無背割り角材を比較的短時間で材面割れを少なく乾燥させることが可能となった。この乾燥技術によって乾燥された心持ち角材を数本接着した接着重ね梁は、今後、針葉樹間伐材の利用方法として期待できる住宅部材である。

しかし、接着重ね梁に関する性能面での報告は少なく、住宅部材として広く普及させるためには、その性能を明らかにする必要がある。将来的には(財)日本住宅・木材技術センターのA Q認証製品や日本農林規格(JAS)の対象品目に加えられることが望ましい。

このためには、生産工程全般にわたる検討と性能評価を総合的に行い、接着重ね梁をより信頼性の高い材料としていかねばならない。さらに、寸法安定性や強度面において、より高性能な材料とするために、多くの試験データを基に改良された接着重ね梁の開発も必要である。

本研究では、1.接着重ね梁製造における効率的生産工程の確立、2.接着重ね梁の強度性能試験、3.接着重ね梁の接着性能試験、4.接着重ね梁の構造性能試験の各試験により、総合的に接着重ね梁の性能評価を行い、近い将来、接着重ね梁が公的認証製品として、誰もが安心して使用できる接着重ね梁とすることを目標とした。

ここでは、2.接着重ね梁の強度性能試験結果について紹介する。

なお本研究は、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」(旧先端技術を活用した農林水産研究高度化事業)(H18~H20)として長野県林業総合センターが中核となり、独立法人国立大学法人信州大学工学部、富山県農林水産総合技術センター木材研究所、石川県林業試験場、静岡県農林技術研究所森林林業研究センター及び上伊那森林組合が共同で行ったものである。

## 2 試験の方法

高温乾燥を行った角材(以下エレメント)の組み合わせは、基本型として「カラマツ+カラマツ」、「スギ+スギ」、「ヒノキ+ヒノキ」、「ヒバ+ヒバ」というように同一樹種を同一等級で組み合わせたものと、応用型として異樹種、異等級などの組み合わせにより、一方の強度を補強した「アカマツ+ヒノキ」、また、互いの特性(ねじれ)を矯正し合う組み合わせの「カラマツ+ヒバ」の6種類とした(写真-1)。



写真-1 研究の対象とした各種接着重ね梁(右端の木取補強型は除く)

これらの接着重ね梁について、強度性能試験として曲げ試験、圧縮試験、めり込み試験、せん断試験、引張り試験を実施した。

なお、エレメントの高温乾燥は、120 高温セット 24 時間と中温乾燥を組み合わせた乾燥スケジュールで実施した。乾燥時間はそれぞれの樹種に応じて調整した。また、接着に使用した接着剤は、水性高分子イソシアネート系接着剤であった。

### 3 試験の結果

#### 3.1 曲げ試験

曲げ試験の結果を図-1 に示す。基本型である同一樹種による接着重ね梁(「カラマツ+カラマツ」、「スギ+スギ」、「ヒノキ+ヒノキ」、「ヒバ+ヒバ」)においては、「カラマツ+カラマツ」を除き、製材の無等級材の基準強度を殆どが満たしていることが確認できた。

強度補強型の「アカマツ+ヒノキ」では、輪生節を有する上段のアカマツの強度的欠点を下段のヒノキが補い、十分な曲げ強度性能を有していることが明らかになった。また、ねじれ矯正型の「ヒバ+カラマツ」(カラマツを下部エレメントとして配置)、「カラマツ+ヒバ」(ヒバを下部エレメントとして配置)については、後者の方が高い曲げ強度性能を有していることがわかった。

曲げ破壊形態は、無垢製材と比較して明らかな差異は見られず、接着が適正に成されていれば、接着層が関与するせん断破壊も生じないことが確認された。

試験データから「カラマツ+カラマツ」の5%下限値は  $22.2\text{N/mm}^2$  であり、スギ製材の無等級材基準強度と同程度となった。「カラマツ+カラマツ」については、人工乾燥の影響による強度低下が伺えたが、バラツキが大きく、高い曲げ強度性能を有するものもあった。このことから、その影響は一様でなく、強度低下の程度の少ない材もあることがわかった。その見極め方法や、強度に影響の少ない乾燥方法の確立が今後の課題である。

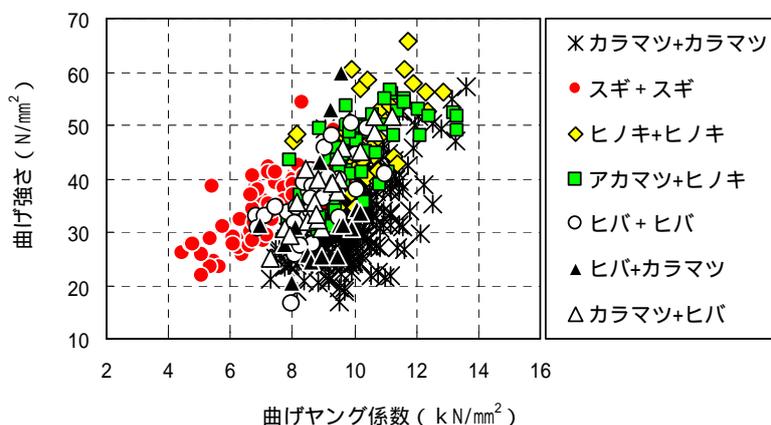


図-1 各種接着重ね梁の曲げヤング係数と曲げ強さの関係 (H18-H20) 伊東-長野林総セ

「ヒバ+カラマツ」は下部エレメントにカラマツを、「カラマツ+ヒバ」は下部エレメントにヒバを配置  
(無等級材の曲げ基準強度  $\text{N/mm}^2$ : スギ=22.2、ヒノキ、ヒバ、カラマツ=26.7、アカマツ=28.2)

#### 3.2 圧縮試験

圧縮試験の結果を図-2 に示す。各接着重ね梁の圧縮試験では、接着層の影響を受けた破壊は見られず、強度性能は製材の無等級材の圧縮基準強度を下回るものは無く、実用上十分な性能を持つこ

とが確認された。

スギ以外の樹種ではヤング係数と圧縮強度の相関がやや弱い傾向にあり、特に異樹種による接着重ね梁では相関が著しく低かった。また相関が認められるものでも、製材における相関に比べて低く、ヤング係数を用いた機械等級区分法の適用は適さないことが明らかになった。

スギ接着重ね梁については2地域（静岡、富山）の圧縮強度データを得たが、強度値のばらつきが大きく、これはスギの持つ地域性が関与したものと考えられる。

異樹種の接着重ね梁について、強度値としては上位の樹種の基準強度を満足する性能を示しているが、安全性の点からは下位の樹種の基準強度を用いるのが適当と考える。

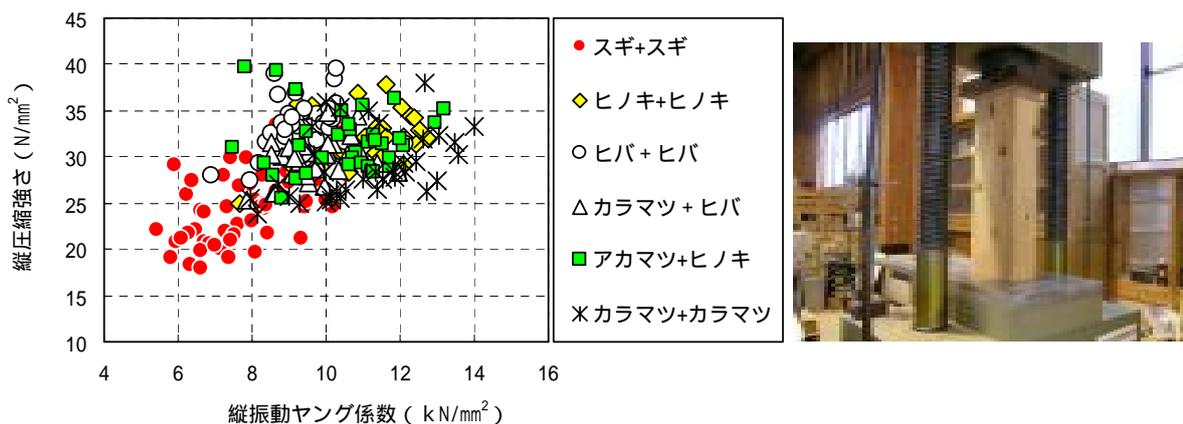


図-2 各種接着重ね梁の曲げヤング係数と圧縮強度の関係 (H18-H20) 中谷-富山木研  
 (無等級材の圧縮基準強度  $N/mm^2$  : スギ = 17.7、ヒノキ、ヒバ、カラマツ = 20.7、アカマツ = 22.2)

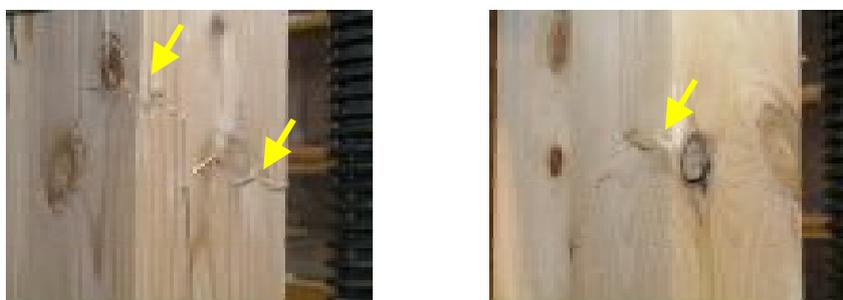


写真-2 圧縮破壊部の様子 (左 : カラマツ+カラマツ、右 : アカマツ+ヒノキ)

### 3.3 むり込み試験

むり込み試験の結果を図-3に示す。むり込み強さは、密度との相関関係が高く、密度の大きいヒバやヒノキはむり込み強さが高く、密度の小さいスギは低かった。カラマツは、ほぼこの中間位置にあった。

異樹種接着重ね梁のようにエレメントの間に大きく密度差がある重ね梁は、密度の小さい部材がむり込みの大部分を負担することがわかった(写真-3)。従って、むり込みが発生する可能性がある柱梁間などの接合部には、密度に留意した部材選びが必要である。また、むり込みの発生する方向に密度の高い部材を配置することが肝要である。

ヒノキ及びヒバ以外の接着重ね梁においては、製材の無等級材のむり込み基準強度を下回る材も存在した。

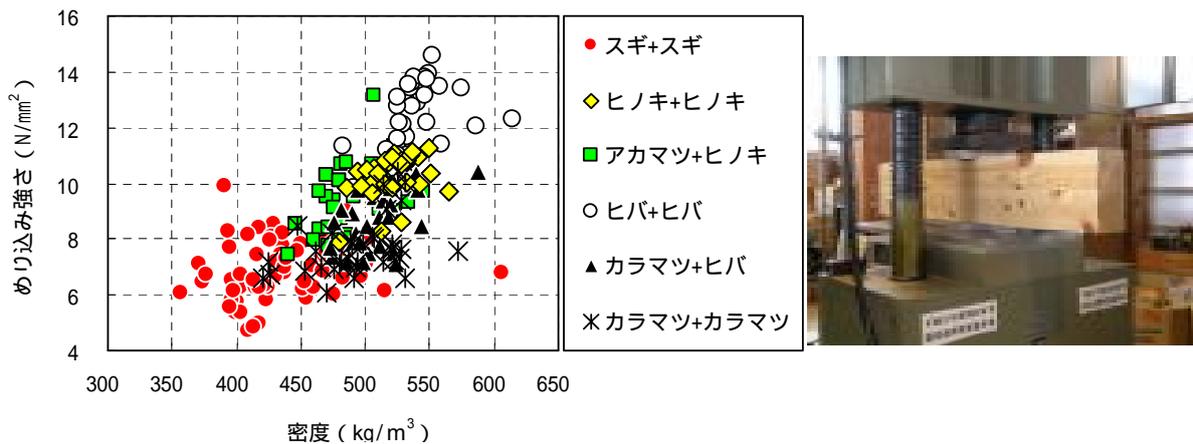


図-3 各種接着重ね梁の密度とめり込み強さの関係 (H18-H20) 鈴木-石川林試  
 (無等級材のめり込み基準強度  $N/mm^2$ : スギ=6.0、ヒノキ、ヒバ、カラマツ=7.8、アカマツ=9.0)



写真-3 密度の違いによるめり込みの様子 (破壊後)

(左:「アカマツ+ヒノキ」密度差が大、右:「カラマツ+カラマツ」密度差が小)

### 3.4 引張り試験

引張り試験の結果を図-4に示す。接着重ね梁の引張り強さは、製材の無等級材の引張り基準強度を大半の試験体が上回り、実用上十分な性能を持つことが明らかになった。引張り強さと縦振動ヤング係数とに相関関係が認められたが、両者の関係は各接着重ね梁で傾きが異なることがわかった。

引張り試験の破壊形態は、製材と比較して明らかな差は見られず、接着層が初期破壊に関与した試験体も皆無であり、接着が適正に成されていれば、引張りに対する接着層の影響はないことが確認された。

本試験で得られたデータは、各接着重ね梁で10体程度であり、基準強度等を算定するにはさらに多くの試験データの蓄積が必要であろう。



写真-4 引張り試験による破壊部の様子 (接着層に関わる破壊はない)

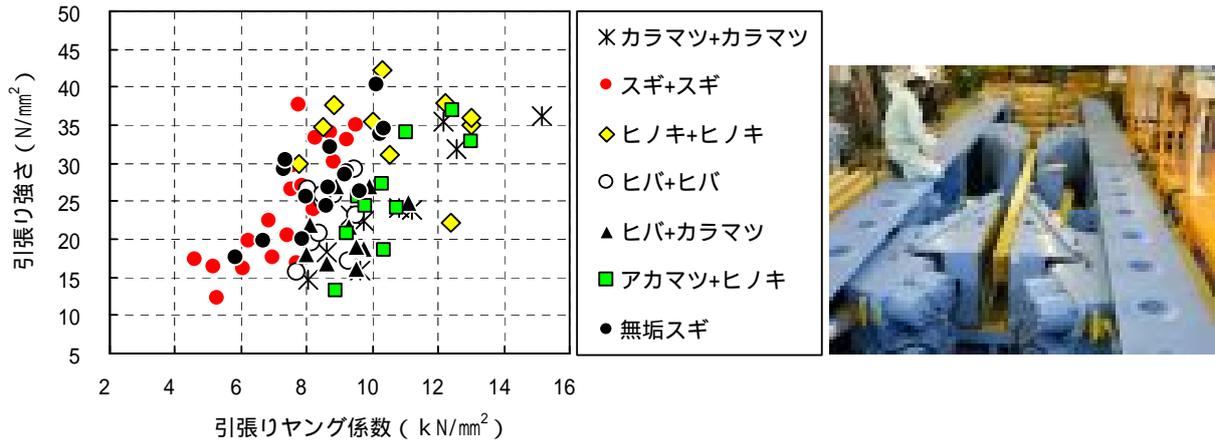


図-4 各種接着重ね梁の引張りヤング係数と引張り強さの関係 (H19-H20) 池田・静岡森林研セ  
 (無等級材の引張り基準強度  $N/mm^2$ : スギ=13.5、ヒノキ、ヒバ、カラマツ=16.2、アカマツ=17.7)

### 3.5 せん断試験

せん断試験の結果を図-5に示す。せん断強度(実大ブロックせん断、5点荷重せん断、JISブロックせん断)は製材の無等級材の基準せん断強度を大半の試験体が上回り、各種接着重ね梁のせん断強度が明らかになった。

5点荷重せん断では、接着重ね梁の種類により、せん断破壊と曲げ破壊を起こす比率が異なったが、せん断破壊及び曲げ破壊ともに接着層が直接関与したものはなかった。

JISブロックせん断と5点荷重せん断、JISブロックせん断と実大ブロックせん断の強度にそれぞれ有意な相関関係が認められることが明らかになった。また、JISブロックのせん断強度に対する5点荷重せん断、実大ブロックせん断の強度比は全樹種平均で約0.6、0.7であった。

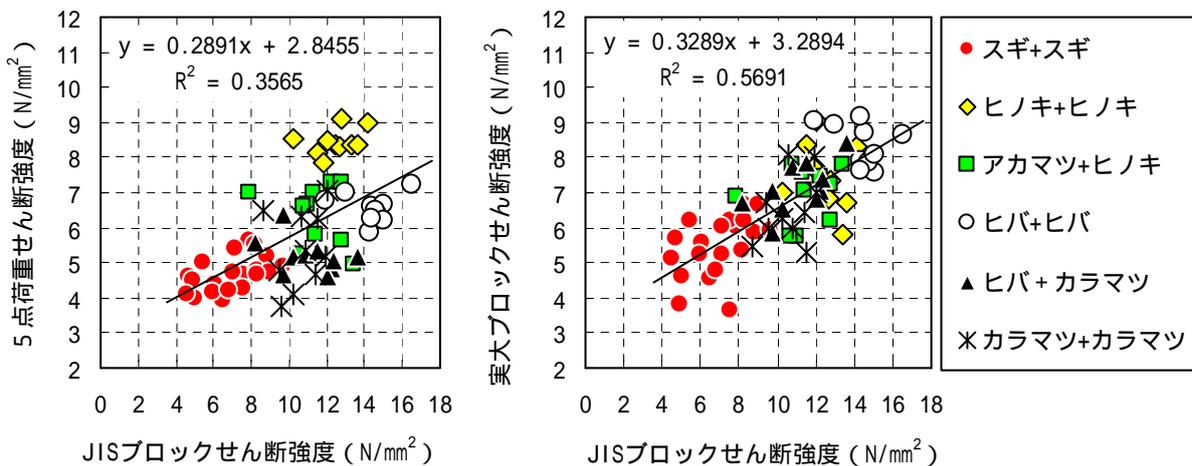


図-5 各種接着重ね梁のJISブロックせん断強度と5点荷重せん断強度、  
 JISブロックせん断強度と実大ブロックせん断強度の関係 (H19-H20) 池田・静岡森林研セ  
 (無等級材のせん断基準強度  $N/mm^2$ : スギ=1.8、ヒノキ、ヒバ、カラマツ=2.1、アカマツ=2.4)



写真-5 せん断試験の方法

(左：5点荷重せん断、中央：実大ブロックせん断、右：JISブロックせん断)

#### 4 おわりに

この研究の期間内に接着重ね梁が公的認証を取得することはできなかったが、近い将来、本研究の成果を基に公的認証が取得でき、木質構造材料として、安心して住宅部材に供給されることを期待する。併せて、これまで柱材として利用することが多かった中径材が、接着重ね梁として利用されることで、間伐の推進が益々加速することを期待する。

#### (参考文献)

- 1) 日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法等の開発業務報告 ,合成梁等の利用開発 ,28-56( 1985 )
- 2) 平嶋義彦, 鷺海四郎, 井上明生, 小野泰, 小松幸平：正角材を用いた接着重ね梁の曲げ性能, 木材工業 43 ( 2 ), 14-19 ( 1988 )
- 3) 池田元吉, 接着重ね梁の製造方法の検討と強度性能 ,熊本県林業研究指導所業務報告( 第 28 号 ), 105-109 ( 1989 )
- 4) 山本悦子, 師橋憲貴, 桜田戸智之：スギ間伐材を用いた接着重ね梁の曲げ性能, 日本建築学会大会学術講演便概集, 59-60 ( 1999 )
- 5) 吉田孝久, 伊東嘉文, 橋爪丈夫：接着重ね梁 ( ツインビーム ) の開発, 長野県林業総合センター研究報告第 18 号, 111-123 ( 2004 )
- 6) 吉田孝久, 伊東嘉文, 橋爪丈夫：カラマツ接着重ね梁の製造と曲げ強度性能, 木材工業 60 ( 2 ), 65-69 ( 2005 )
- 7) 中田欣作, 柳川靖夫, 宮崎祐子, 小野広治, 久保健：スギ接着重ね梁の曲げ強度試験, 奈良県森林技術センター研究報告, No.34, 75-80 ( 2005 )
- 8) 柳川靖夫, 中田欣作, 宮崎祐子：スギ接着重ね梁の接着性能, 奈良県森林技術センター研究報告, No.34, 81-85 ( 2005 )
- 9) 橋爪丈夫, 伊東嘉文, 吉田孝久：スギ材による接着重ね梁の開発, 長野県林業総合センター研究報告第 20 号, 109-116 ( 2006 )
- 10) 瀧野敦夫, 今井克彦, 大仁香保里, 片谷昌寛：大断面接着重ね梁に関する実験的研究, 木材学会研究発表要旨集CD, I09-1045 ( 2006 )
- 11) 伊東嘉文, 吉田孝久, 橋爪丈夫：地域材を利用した接着重ね梁の実用化試験, 長野県林業総合センター研究報告, 第 21 号, 57-66 ( 2006 )
- 12) 盛田貴雄：県産木材を用いた接着重ね梁の製造・使用基準の確立, 公立林業試験研究機関研究成果選集 NO.5, 87-88 ( 2008 )