



あたらしい 林業技術

No.529

スギ・ヒノキ間伐材による
接着重ね梁の開発

平成 21 年度

— 静岡県産業部 —

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 接着重ね梁は、人工乾燥した心持ち無背割り正角製材を積層接着した新しい建築構造材料です。接着重ね梁を住宅部材などに広く普及する際に必要な公的認証取得に向けて、強度性能と接着性能を明らかにするとともに、それらと生産工程の関連性を検討しました。
- (2) 接着重ね梁の強度性能（曲げ強度、圧縮強度、引張り強度、せん断強度、めり込み強度）は、スギ、ヒノキともに構造用製材の基準強度を上回りました。また、曲げ強度に対する圧縮強度、引張り強度の強度比は構造用製材と同じ値を示しました。更に、各試験ともに接着層が破壊に関与するものではありませんでした。
- (3) 接着重ね梁のヤング率は、積層する正角ヤング率の平均値とほぼ同じ値を示し、曲げ強さ、圧縮強さ、引張り強さとの間に相関関係が認められたため、原料正角の性能に応じた強度等級の製品製造が可能であることが分かりました。
- (4) 接着性能は、大半の試験項目で集成材 JAS の適合基準を充たしました。しかし、煮沸はくり試験や減圧試験では一部の試験体で基準を充たせないものがみられ、接着工程や製造過程における改良策、注意点等を品質管理等が必要であることが示唆されました。
- (5) 接着重ね梁の接着性能と強度性能との関連性を的確に評価する手法として、接着試験後の試片を用いた実大ブロックせん断試験が有効であることが分かりました。

2 技術、情報の適用効果

接着重ね梁が「優良木質建材（AQ製品）：日本住宅・木材技術センター」の対象品目に登録されることにより、接着重ね梁の信頼性が高まり、安心、安全な住宅部材の供給が可能となります。また、接着重ね梁は、これまで柱材として利用することが多かった中径の間伐材が利用可能なことから、この径級における間伐促進に繋がり、健全な森林づくりや林業・林産業の活性化が期待されます。

3 適用範囲

県内全域

4 普及上の留意点

現在、接着重ね梁は日本住宅・木材技術センターの「AQ優良木質建材等認証対象品目」に申請中です。また、接着重ね梁の構造材としての性能を国土交通省告示として条例化するための準備も進められています。ただし、県内で接着重ね梁の製造を検討している企業がないため、製材関連業等への製造の働きかけや住宅等への製品の認知向上が必要です。

目 次

はじめに	1
1 接着重ね梁とは	1
(1) 特徴	1
(2) 種類と使用事例	1
(3) 製造工程	2
2 強度性能	2
(1) 曲げ強度	2
(2) 圧縮強度	3
(3) 引張り強度	4
(4) せん断強度	4
(5) りり込み強度	5
(6) その他	5
3 接着性能	5
(1) 集成材JASに準じた接着試験	5
(2) 接着性能と強度性能との関連性評価	6
おわりに	7

はじめに

接着重ね梁は、人工乾燥した無背割り心持ち正角製材を積層接着した新しい建築材料で、針葉樹間伐材の用途・活用方法として期待されます。接着重ね梁を住宅部材などに広く普及するためには、生産工程全般にわたる検討と性能評価を行い、信頼性の高い材料にする必要があります。また、接着重ね梁を、誰もが安心して使用でき、消費拡大を図るためにも、優良木質建材（AQ認証製品：日本住宅・木材技術センター）もしくは日本農林規格（JAS）の対象品目に加えられることが必要です。このため、静岡県産のスギやヒノキ間伐材を原料とした接着重ね梁について強度性能と接着性能に関する多くの試験データの蓄積を行うとともに、品質の確かな製品化に向けた技術開発を行いました。

本成果は、農林水産省の先端技術を活用した農林水産研究高度化事業（平成18年～20年）「公的認証を可能とする高信頼性瀬着重ね梁の開発」において、長野県林業総合センターが中核機関となり、当センターの他に富山県木材技術センター、石川県林業試験場、信州大学、上伊那森林組合が共同で実施したものです。

1 接着重ね梁とは

（1）特徴

接着重ね梁は、間伐材等を製材・乾燥して得た心持ちの角材を原料とし、それらを積層接着した建築材料であり、木造住宅の梁桁等や大規模木造建築の構造部材として利用できます。また、集成材と比べて接着剤の使用が少ないため、無垢の製材品に近い質感があります。更に、製材工場でもプレス機を導入することで製造が可能です。製造工程は、集成材とほぼ同様ですが、集成材のJASでは原料の断面寸法が6cm以下であるため、現在のところ接着重ね梁はJAS適用外の製品になります。

（2）種類と使用事例

原料の正角製材の積層数等により、写真1に示すような種類があります。

静岡県ではこれまでに使用実績はありませんが、長野県や高知県ではカラマツやスギによる接着重ね梁が養護学校、事務所及び一般住宅等に使用されています（写真1）。



写真1 接着重ね梁（スギ）の種類と使用事例（長野県）

(3) 製造工程

接着重ね梁の主な製造工程は、製材、乾燥、修正挽き、材質検査（グレーディング）、組合せ・積層、接着剤の塗布・圧縮及び仕上げの順です（写真2）。

特に、品質・性能の確かな接着重ね梁を製造するには以下の点が重要です。まず、乾燥により原料の正角の人工乾燥等により仕上がり含水率を20%以下にするとともに、乾燥等で生じた曲がりやねじりを取り除く必要があります。その後の表面仕上げではモルダー等により接着面及びその対面を平滑かつ平行に仕上げる必要があります、その際の仕上げ精度が接着性能に大きく影響します。接着剤は、通常、水性高分子イソシアネート樹脂接着剤またはレゾルシノール樹脂接着剤を用います。製品が確かな接着性能を有するためには、接着剤を調合し圧縮するまでの時間、圧縮時間及び圧縮時の的確な圧力と温度等を厳守することが重要です。更に、構造材として確かな強度性能等を有する製品製造には原料段階でのヤング率等の品質検査・管理（グレーディング）が欠かせません。



写真2 接着重ね梁の製造工程

2 強度性能

大井川流域産のスギ、ヒノキ丸太より製材、人工乾燥した心持ち正角製材を原料に用いました。乾燥後に正角のヤング率や節等などの材質を評価し、それに基づいた積層組み合わせを行いました。その後、それらを高分子イソシアネート樹脂接着剤によりコールドプレス機を用いて圧縮して、2層接着重ね梁（幅 120mm×厚 240mm×長 4000mm）を試作し強度性能を評価しました。

(1) 曲げ性能

スギ、ヒノキ接着重ね梁の曲げ強度は、構造用製材の基準強度(N/mm²)スギ 22.2、ヒノキ 26.7を上回りました。接着重ね梁のヤング率は、原料の正角ヤング率平均値とほぼ同値を示しました。また、ヤング率と曲げ強度には高い相関関係が認められ（図1）、JAS 機械等級区分した構造用製材の基準強度も充たしました（表1）。このため、エレメント製材のヤング率をグレーディングマシンで計測することにより、接着重ね梁は強度性能やヤング率を予め算定できます。このため、今後のデータ蓄積により製材や集成材と同様に、機械等級区分に基づく製造が可能

であることが分かりました。また、曲げ試験の破壊形態は、接着層（性能）が破壊に直接関与した試験体はありませんでした。



写真3 曲げ試験の様子

表1 曲げ試験結果

		スギ	ヒノキ
ヤング率 (kN/mm ²)	平均値	8.1	10.3
	下限値	6.6	8.7
曲げ強度 (N/mm ²)	平均値	38.7	45.9
	下限値	30.9	33.8

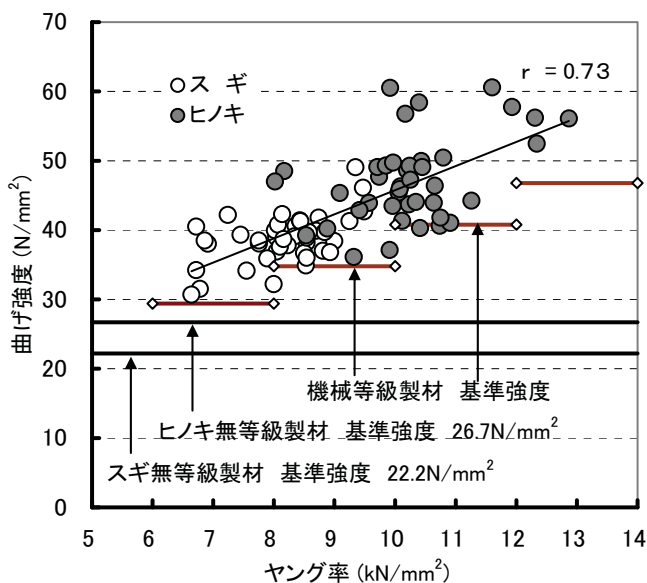


図1 接着重ね梁のヤング率と曲げ強度との関係

(2) 圧縮性能

接着重ね梁を一般の木造住宅に利用する際、特殊な工法の場合を除いて圧縮強度が問題となることはほとんどありません。ただし、大型木造建築物の大断面柱などの圧縮部材として接着重ね梁を利用することが考えられます。そこで、実大材の圧縮強度を調べました。試験は、試験体長さを短片の6倍（細長比28）の条件で行いました（写真4）。

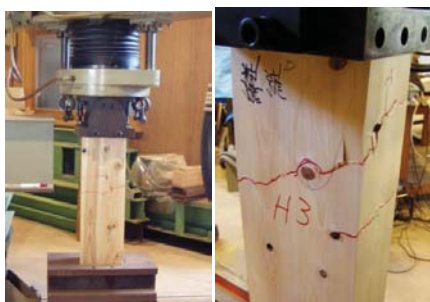


写真4 圧縮試験の様子

表2 圧縮試験結果

		スギ	ヒノキ
ヤング率 (kN/mm ²)	平均値	7.4	9.0
	下限値	5.1	7.1
圧縮強度 (N/mm ²)	平均値	21.8	27.2
	下限値	17.8	20.8

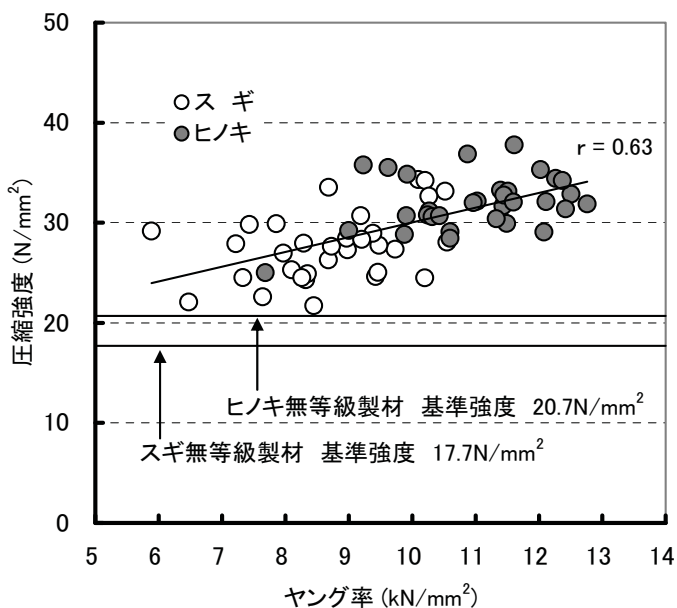


図2 接着重ね梁のヤング率と圧縮強度との関係

スギ、ヒノキともに圧縮強度の下限值は構造用製材の基準強度を上回り、接着重ね梁の圧縮強度は一般の製材（普通構造材）と同等性能がありました（表2、図2）。接着重ね梁の圧縮強度とヤング率との関係は、一般製材の関係よりもやや弱い傾向にありました。圧縮試験の破壊形態では接着層が破壊に関与した試験体はありませんでした。

（3）引張り性能

大型木造建築物に接着重ね梁をトラス材として活用すると、引張り力が作用します。そこで、森林総合研究所で実大材の引張り試験を行いました（写真5）。

接着重ね梁の引張り強度は、大半の試験体が各タイプ共に構造用製材の基準強度を上回りました（表3、図3）。破壊形態は、接着重ね梁と対象として実施した製材とには差が認められず、また、接着層が破壊に関与した試験体はありませんでした。



写真5 引張り試験の様子

表3 引張り試験結果

		スギ	ヒノキ
ヤング率 (kN/mm ²)	平均値	8.0	11.0
	下限値	6.0	8.4
引張り強度 (N/mm ²)	平均値	26.6	29.6
	下限値	16.8	17.4

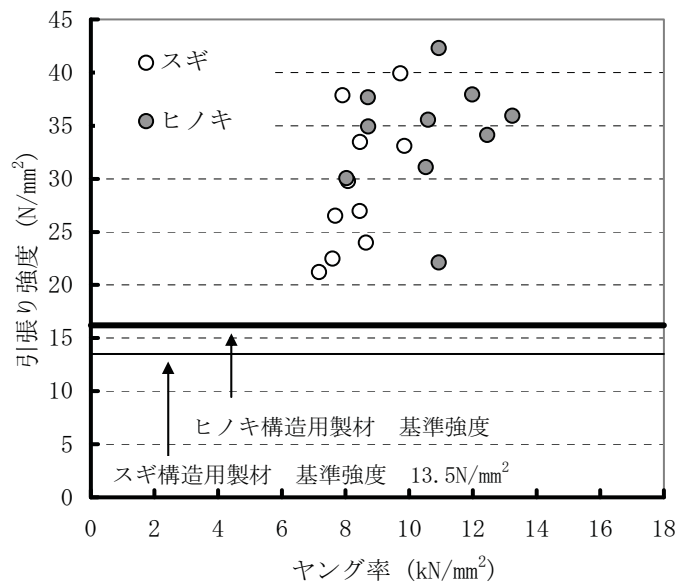


図3 接着重ね梁のヤング率と引張り強度との関係

（4）せん断強度

接着重ね梁を木造住宅等の梁桁に利用する際、床荷重を支えるためのせん断力が作用します。そこで、せん断性能を実大ブロック式、5点荷重式の2種類の方法で評価しました（写真6）。

いずれの試験方法でも、全ての試験体が構造用製材の基準強度を上回りました（表4）。また、5点荷重式では接着層が破壊に直接関与した試験体はみられず、実大ブロック式でも試験体の大半が木部で破壊し、接着層で破壊したものはありませんでした。

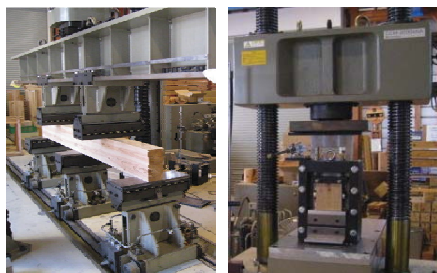


写真6 せん断試験の様子

表4 せん断試験結果

せん断強度 (N/mm ²)		スギ	ヒノキ
実大ブロック式	平均値	6.0	7.4
	下限値	5.0	5.4
5点荷重式	平均値	5.0	8.4
	下限値	4.1	7.7
製材せん断基準強度		1.8	2.1

(5) むり込み強度

接着重ね梁の接合部には繊維直角方向への圧縮力でむり込みが生じます。そこで、実大材のむり込み試験を行いました。試験は材中央部に加力する方法で行いました（写真7）。

スギ、ヒノキともにむり込み強度の下限值はすべての試験体で構造用製材の基準強度を満たしました（表5）。



写真7 むり込み試験の様子

	スギ	ヒノキ
むり込み強度 平均値	7.2	10.4
(N/mm ²) 下限値	5.6	9.3
製材基準強度	2.4	3.0

(6) その他

現在、木質構造設計規準（日本建築学会）では、接着重ね梁を構造部材として使用する場
合、実大材の強度試験データが乏しいことから、強度性能は無等級製材よりも低く評価され
ています。しかし、以上の結果が示すように、各強度値は構造用製材と比較して同等な性能
を示すとともに、接着層が破壊に影響したものはみられませんでした。更に、構造用製材の
曲げ強度、圧縮強度、引張り強度の強度比は10：8：6ですが、接着重ね梁の強度比もほぼ同
じ値でした。これらのことから、接着重ね梁は構造用製材と同等の性能を有していることが
分かりました。

3 接着性能

(1) 集成材 J A S に準じた接着試験

接着重ね梁や集成材では、接着の良否が製品の品質や強度性能に大きく影響します。このた
め、集成材 J A S では各種接着試験を行い所定の基準性能を有しているのか評価します。そこ
で、強度試験と同様な方法で試作したスギ、ヒノキ接着重ね梁について、集成材 J A S に準じ
て浸漬はく離試験、煮沸はく離試験、減圧加圧はく離試験及びブロックせん断試験により接着
性能を評価しました（写真8）。



写真8 接着試験の様子（左から、煮沸はく離、減圧加圧はく離、ブロックせん断）

初年度に製造したスギ、ヒノキ接着重ね梁の各接着試験の合格率を表6に示します。

ブロックせん断試験ではスギ、ヒノキともに高い合格率でした。一方、浸漬はく離試験では、スギでは大半の試験体が合格しましたが、ヒノキでは試験体で不合格ものが約30%ありました。また、煮沸はく離試験と減圧加圧はく離試験では合格率が、スギでは81%、90%であったのに対し、ヒノキでは63%、50%と低い結果でした。このため、2年目以降の製造では、原料正角の修正挽きによる表面仕上げで曲がりや反りが1mm以下にするとともに、ヒノキでは前年より圧縮圧力をやや高め、圧縮時間をやや長めに設定した結果、スギ、ヒノキともに各試験での基準合格率は格段に向上し90~100%になりました。このように、接着重ね梁が確かな接着性能を有するためには、原料の表面仕上げや接着工程での細心の注意を払う必要があります。

表6 各接着試験における合格率(%)

	浸漬はく離		煮沸はく離		減圧加圧はく離		ブロックせん断	
	H18	H19-20	H18	H19-20	H18	H19-20	H18	H19-20
スギ	94	100	81	95	90	94	94	100
ヒノキ	73	100	63	90	50	85	100	100

(2) 接着性能と強度性能との関連性評価

2層の接着重ね梁を曲げ部材として利用する際、接着層には大きなせん断力が作用しますが、接着性能が不十分である場合に強度性能への影響が懸念されます。しかし、これまで接着性能と強度性能との関係について、JAS 接着試験で生じた接着層はく離とせん断強度などの関連性が明らかになっていません。そこで、(1)の接着試験片を用いて実大ブロックせん断試験を行い、接着層に生じたはく離がせん断強度に及ぼす影響を調べました。

スギ、ヒノキともに煮沸処理や減圧加圧処理で生じたはく離率が30%を超えるとせん断強度は基準強度を下回るものがみられます(図4)。集成材JASでは、煮沸はく離や減圧加圧のはく離試験による適合基準は「両木口面のはく離率が5%以下、かつ同一接着層におけるはく離長がそれぞれの長さの1/4(はく離率が25%)以下であること」です。本試験結果から、接着重

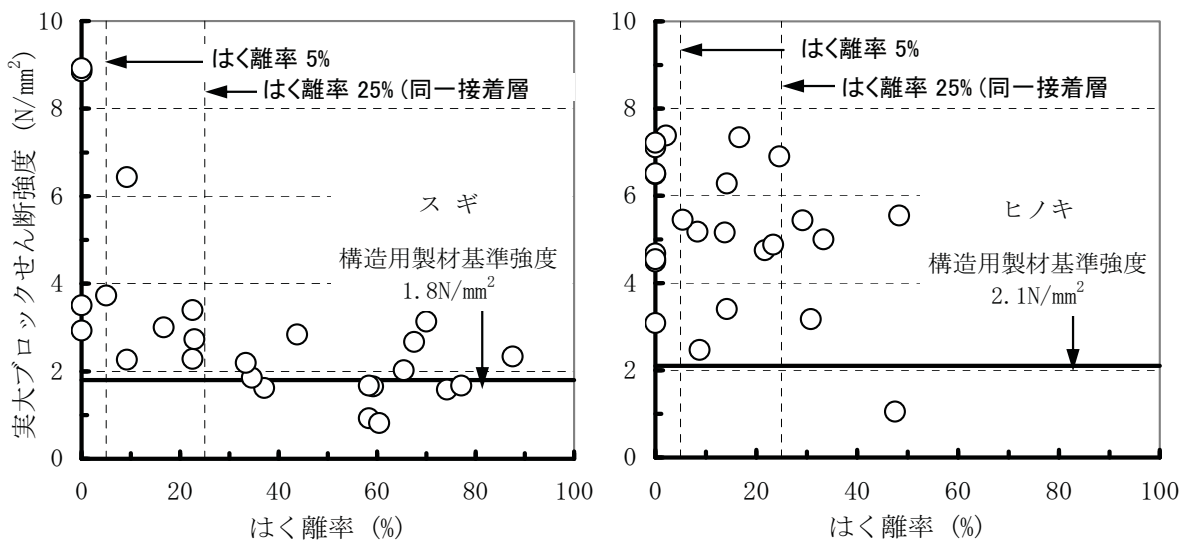


図4 接着試験後(煮沸はく離、減圧加圧はく離)の実大ブロックせん断強度とはく離率との関係

ね梁では適合基準のうち「同一接着層におけるはく離長がそれぞれの長さの1/4（はく離率が25%）以下であること」の適用が妥当と考えられます。一方、「両木口面のはく離率が5%以下」は、接着重ね梁は集成材と比べて接着層数が少ないため厳しい基準となり、はく離率5%ではせん断強度が基準強度を上回っていることから、「優良木質建材等の品質性能評価基準」策定の際に考慮する必要があると考えられました。また、接着試験後に実大ブロックせん断試験を行うことで、接着性能と強度性能の関連性を的確に評価できることが分かりました。

おわりに

現在、接着重ね梁は、企業団体からの要望に基づき、「優良木質建材等（AQ製品）：日本住宅・木材技術センター」の対象品目への申請と、接着重ね梁の構造材としての性能を建築基準法第38条に基づく国土交通省告示として条例化するための準備も進められています。今後、これらの認証等が得られることで、接着重ね梁の信頼性が高まり、安心、安全な住宅部材として製品製造や供給が進むものと思われれます。それにより、間伐材の促進に繋がり、健全な森林づくりや林業・林産業の活性化に繋がることが期待されます。なお、現状では、静岡県内で接着重ね梁の製造を検討している企業がないため、製材等関連業への製造の働きかけや住宅等建築側への製品認知に向けた取り組みが必要です。

農林技術研究所森林・林業研究センター

研究主幹 池田潔彦

平成21年8月発行

静岡県産業部振興局研究調整室

〒420-8601

静岡市葵区追手町9-6

TEL 054-221-2676

