

兵庫県木材利用技術研究会

うっど・うえ〜ぶ



「令和7年度 試験研究成果発表会」を開催

令和8年2月4日、当センター講堂において、林業および木材関係者ら52名の参加のもと、令和7年度試験研究成果発表会を開催しました。第1部「災害に強い森をつくる研究」では、崩壊防止に寄与する樹木根系や風倒跡地における植生の変化について、第2部「山の価値を高める大径材の新たな利用技術」では、スギ心去り平角の生産方法やその強度について報告をしました。当センターの試験研究成果の紹介に加え、参加者の皆様から活発なご意見・ご質問を頂戴し、大変有意義な機会となりました。いただいたご指摘を参考に、さらなる技術向上を目指してまいります。

目次

巻頭言	木材利用の新たな展開に向けて	1
試験研究成果報告		
	丸太段階で製材品の強度を推定するモデル式の検討	2
	木造軸組工法の梁-梁仕口 TAPOS®構造計算に必要なエビデンス（性能評価書）を取得	3
	スギ柱目板3層クロスパネルの安定的な生産に向けた取組み	4
	スギ心去り平角の乾燥前における重量選別の有効性の検討	5

巻 頭 言

木材利用の新たな展開に向けて

兵庫県立農林水産技術総合センター 森林林業技術センター
所長 高橋 徹

我が国の森林資源は成熟期を迎え、豊富な木材資源をいかに有効活用し、次世代へつなげていくかが重要な課題となっています。こうした中、林野庁では、本年3月に木質系新素材の社会実装に向けたビジョンが取りまとめられ、木材利用の新たな可能性に大きな期待が寄せられています。

近年、木材の主要成分であるリグニンを高度利用する改質リグニンの開発や、木質バイオマスから製造するバイオエタノールの実用化に向けた取組が進められています。木材が建築資材としてだけでなく、高機能素材や化学原料としても活用される時代が現実のものとなりつつあります。こうした新たな需要は、林業経営の安定化や森林整備の促進につながる可能性を秘めており、今後の動向に注目していきたいと考えています。

一方、兵庫県内でも人工林の高齢化が進み、大径材の利用拡大が重要なテーマとなっています。昨年11月、当センターは森林総合研究所等と共催し、「大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発」公開シンポジウムをアクリエ姫路において開催しました。会場とオンラインを合わせて多くの方々にご参加いただき、大径材利用に関する最新の研究成果や課題について活発な意見交換が行われました。

シンポジウムでは、当センターも参画した国の委託プロジェクト研究の成果として、AIやガンマ線測定技術を活用した効率的な製材・原木評価技術、中間蒸煮による乾燥技術の高度化、さらには大径材から生産される「上下心去り平角」の利用技術などが紹介されました。これらは、大径化が進む県産材の品質向上と高付加価値

化を支える技術として期待できるものであり、大径材を単に利用するだけでなく、いかに価値の高い製品へと結び付けるかという新たな方向性を示すものとなりました。

木材利用を取り巻く環境が大きく変化するなか、研究機関には新たな需要や技術に対応した研究開発が求められています。当センターでは今年度、新たに異樹種集成材の開発に取り組みます。また、集成材を対象としたTAPOSの性能評価(3ページ参照)を実施し、利用拡大に向けた技術的知見の蓄積を図っていきます。こうした取組を通じて、県産木材のさらなる利用拡大と付加価値向上に努めていきたいと考えています。

成熟した森林資源を有効に活用し、その価値をさらに高めていくことは、林業・木材産業の発展だけでなく、森林の適正な循環利用や脱炭素社会の実現にもつながります。本研究会が、研究機関、木材産業関係者及び建築関係者の交流と情報共有の場として引き続き重要な役割を果たし、新たな技術や知見の普及を通じて兵庫県の木材利用のさらなる発展につながることを期待しています。

今後とも皆様のご支援、ご協力をよろしくお願い申し上げます。



写真 公開シンポジウムにおける総合討論の様子

試験研究成果報告 ※ひょうごの農林水産技術-森林林業編-No.81 掲載

丸太段階で製材品の強度を推定するモデル式の検討

1 はじめに

多種多様な木取りが可能な大径材の高付加価値化には、丸太段階で製材品の強度特性（ヤング係数）を推定する技術が重要です¹⁾。このため、丸太段階で製材のヤング係数を推定するモデル式が開発されています²⁾。また、当センターと森林総合研究所では、より大径の丸太情報を加え、推定式の改良を試みました³⁾。一方、当センターでは、スギ大径材について上下心去り平角と CLT パネル用桁目板ラミナを組み合わせた木取り方法（図 1）を提案、普及しています。そこで本研究では、図 1 の木取りで作製した製材のヤング係数実測値と、長尾らのモデル式および改良した式により丸太情報から算出した製材のヤング係数推定値を比較して、式の適用性を検討しました。

なお、本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「大径材の活用による国産材製品の安定供給システムの開発」JPJ012040 の補助を受け行いました。

2 材料と方法

(1) 丸太および製材の動的ヤング係数の測定

県産スギ丸太（34 本、末口径 45～53 cm）、丸太から作製した上下心去り平角（68 本）と桁目板 CLT パネル用ラミナ（759 枚）について、生材時の縦振動法による動的ヤング係数（ E_{fr} ）を測定しました。

(2) 髄から各製材までの距離の測定

モデル式による強度推定に必要な、髄から各製材までの距離は、丸太と各製材の木口面画像をもとに画像解析ソフト ImageJ を用いて測定しました。

(3) 各製材の動的ヤング係数の推定

製材の動的ヤング係数の推定には長尾らのモデル式と改良した式（（1 式）および（2 式））を用いました。髄から未成熟材部と成熟材部の境界までの距離を B 、髄からの距離にしたがって動的ヤング係数が大きくなる関係を示す傾きを s としたとき、長尾らの式では $B = 89.2$ 、 $s = 0.0510$ 、改良した式では丸太の動的ヤング係数が 7kN/mm^2 以上の場合は $B = 144$ 、 $s = 0.0429$ 、 7kN/mm^2 未満の場合は $B = 133$ 、 $s = 0.0343$ です。

また、各製材は採材位置や寸法が異なるため加藤ら⁴⁾が考案した点群による方法（丸太の断面内において髄から任意の距離にある点のヤング係数を推定し、各製材に含まれる点のヤング係数推定値を平均して求める方法）を用いて推定値を求めました。

3 結果と考察

製材の動的ヤング係数の推定値と実測値の相関における決定係数について、① 長尾らのモデル式と② 改良した式を比較した結果、平角では① 0.57 と② 0.55、ラミナでは① 0.59 と② 0.59 と、いずれもほぼ同等の値となりました。

このことから、より大径の丸太であっても、今回の木取りのように成熟材部を多く含む製材に対しては、長尾らの簡易モデル式で製材品の強度を実用的に推定できる可能性が示唆されました。一方で、モデル式の精度をさらに高めるには、推定値のばらつきの要因を明らかにすることも必要と考えられました。

（船引 大輔）

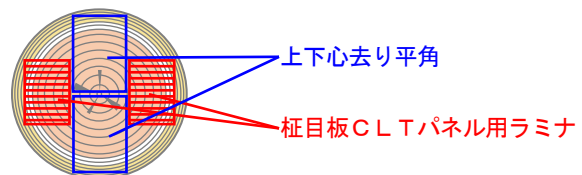


図 1. 当センターが提案する大径材の木取り

（ $r < B$ のとき）

$$E_{fr\text{-timber}} = s \times \left(r - B + \frac{B^3}{3R^2} \right) + E_{fr\text{-log}} \quad (1 \text{ 式})$$

（ $r \geq B$ のとき）

$$E_{fr\text{-timber}} = s \times \left(\frac{B^3}{3R^2} \right) + E_{fr\text{-log}} \quad (2 \text{ 式})$$

ここで、 $E_{fr\text{-timber}}$ ：製材のヤング係数推定値（ kN/mm^2 ）、 s ：髄からの距離とヤング係数の関係を示す傾き、 r ：髄から製材までの距離（mm）、 B ：髄から未成熟材部と成熟材部の境界までの距離（mm）、 R ：丸太の半径（mm）、 $E_{fr\text{-log}}$ ：丸太の動的ヤング係数（ kN/mm^2 ）、長尾らのモデル式： $(B = 89.2, s = 0.0510)$ 、改良した式： $E_{fr\text{-log}} \geq 7\text{kN/mm}^2$ ($B = 144, s = 0.0429$)、 $E_{fr\text{-log}} < 7\text{kN/mm}^2$ ($B = 133, s = 0.0343$)

【文献】

- 1) 井道裕史：木材工業 79(1), 2-8 (2024).
- 2) 長尾博文ら：木材工業 76(11), 434-439 (2021).
- 3) 浅田佐知子ら：第 74 回日本木材学会大会講演要旨集, Y13-03-1430 (2024).
- 4) 加藤英雄ら：木材工業 76(11), 484-487 (2021).

試験研究成果報告 ※ひょうごの農林水産技術-森林林業編-No.82 掲載

木造軸組工法の梁－梁仕口 TAPOS®構造計算に必要なエビデンス（性能評価書）を取得

1. はじめに

当センターが開発した梁－梁仕口 TAPOS®（ティポス）は、仕口のせん断耐力を向上させる技術として、スギ等地域材の横架材利用の拡大や、梁断面の縮小によってコスト低減に繋がることが期待されます。令和7年末で累計495棟の建築実績を有しますが、その用途は、構造計算を要しない一般住宅などの建築物に限られていました。構造計算を要する物件の建築確認・検査に必要な「第三者評価機関によるエビデンス」が未取得であり、このことが技術普及の妨げになっていました。

そこで当センターでは、「令和6年度（補正）CLT等木質建築部材技術開発・普及事業（林野庁）」を活用し、兵庫県木材業協同組合連合会と連携して、エビデンスの取得に向けて以下の内容に取り組みました。

2. 技術検討委員会の設置・運営

木質材料学や建築設計業務を専門とする委員からなる「梁－梁仕口 TAPOSの性能評価に係る技術検討委員会」（委員長：東京大学大学院青木謙治教授）を設置し、性能評価を受けるスギ製材の仕様（材質、断面寸法の範囲等）や評価内容の検討を経て、指定性能評価機関である（一財）建材試験センター西日本試験所（山口県）に試験体を搬入しました。

3. 指定性能評価機関による性能評価

(1) 短期基準せん断耐力の取得

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）」（企画発行：（公財）日本住宅・木材技術センター）に従い、横架材端接合部のせん断試験（6断面、各7体）が実施され、「短期基準せん断耐力（実験値、表のT₀）」を取得しました。

(2) 短期許容せん断耐力の取得

上記（1）の結果等をもとに評価委員会で審議が行われ、10断面の「短期許容せん断耐力（評価値、表のPa）」を取得しました。

4. おわりに

梁材としての利用頻度が高い10断面寸法について TAPOS®の設計強度が明らかとなり、長期優良住宅や耐震等級取得住宅などの構造計算が必要な建築物にもTAPOS®が利用可能になりました。今後はこれまでの技術資料に性能評価書を加え、エビデンスの明らかな技術として、プレカット工場、建築設計士、工務店や県市町公共建築担当者等への普及を進めます。

TAPOS®は梁の断面寸法が大きくなるほどせん断耐力も大きくなることから、構造計算を要する非住宅分野への展開を図るため、今年度はスギ集成材（幅150mm×高さ450mmまで）を用いて性能評価を取得する計画を進めています。

（永井 智、浅田佐知子）



写真 横架材端接合部のせん断試験状況

表 梁－梁仕口 TAPOS 評価結果（スギ製材）

梁寸法 幅×高さ (mm)	試験報告書 ^{※1}		評価書 ^{※2}	
	短期基準せん断耐力 (実験値) (T ₀ , kN)	短期基準せん断耐力 (評価値) (P ₀ , kN)	低減 係数 (α)	短期許容せん断耐力 (評価値) (P _a , kN)
105	180	19.2	0.41	7.1
	210	—	—	9.5 ^{※3}
	240	19.0	0.63	11.9
	270	—	—	14.2 ^{※3}
	300	24.9	0.74	16.6
120	180	17.4	0.41	7.1
	210	—	—	9.6 ^{※3}
	240	19.4	0.63	12.2
	270	—	—	14.4 ^{※3}
	300	22.5	0.74	16.6

^{※1}品質性能試験報告書（（一財）建材試験センター西日本試験所、2025年10月21日発行 第25C0355～25C0360号）より

^{※2}木造軸組工法に使用する梁と梁の仕口部に関する短期許容せん断耐力の評価書（（一財）建材試験センター、2025年12月16日発行 25ER018号）より

^{※3}同一梁幅において、梁高さの中間値を直線補間して得られた値

試験研究成果報告（株式会社しその森の木 JAS 担当 山本奈央） ※兵庫の林業 No.314 掲載

スギ桎目板 3 層クロスパネルの安定的な生産に向けた取り組み

1 はじめに

兵庫県内には戦後植林されたスギの木が多く生育しています。その多くが大径木となる一方、歩留まりの悪さから使い道がなく低価格で取引されています。株式会社しその森の木では、長年この大径木の活用方法を模索する中で、丸太の半径方向を梁高さ方向とし、中央で上下 2 つに分割する芯去りの構造材と、左右のブロックから桎目のラミナを挽く新たな木取りを考案しました。その後、当木材利用技術研究会を通じて森林林業技術センターに試験研究課題として要望提案を行ったところ、採択されました。この木取りから大径木の歩留まりを高めつつ「価値」つまり需要のある商品を生み出すため、桎目ラミナを用いた新たな商品を開発するワーキンググループ※を令和 3 年度に立ち上げ、スギ桎目板 3 層クロスパネル（以下、M パネル（弊社商品名））を開発しました。

※株式会社しその森の木、公立大学法人兵庫県立大学、特定非営利活動法人 Wood AC、独立行政法人国立高等専門学校機構明石工業高等専門学校、兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター（五十音順）

M パネルの特長は桎目の美しい見た目と歪みの少なさ、施工性の良さですが、令和 5 年 8 月に直交集成板日本農林規格（CLT JAS）認証と性能評価（床倍率）認定を取得したことにより、住宅・非住宅を問わず屋根・床の構造用面材として利用可能となり、付加価値を高めることができました。



写真 1 スギ桎目板 3 層クロスパネル

このたび、県産スギ大径材の利用促進に貢献することを目的として、令和 5～6 年度にかけ、森林林業技術センターへの派遣研究員として、試験研究に取り組ませて頂きました。なお、今回の県の研究員受入れにあたっては、特別な技術や設備投資を要しない、誰にでも真似できる方法による製品の品質や性能の向上を目指し、安心安全な建築材料として利用促進を図るとともに、県内の他の製材所への技術普及による供給体制整備により、県産木材の利用促進に貢献することが要件となっています。

今回の県の研究員受入れにあたっては、特別な技術や設備投資を要しない、誰にでも真似できる方法による製品の品質や性能の向上を目指し、安心安全な建築材料として利用促進を図るとともに、県内の他の製材所への技術普及による供給体制整備により、県産木材の利用促進に貢献することが要件となっています。

2 試験研究内容

①減圧加圧剥離試験（JAS3079 5.3）

JAS の規定に基づき、1 接着日につき 2 体のパネルの剥離試験を行い、剥離長さを計測、剥離率と製造条件を比

較しました。

②ブロックせん断試験（JAS3079 5.4）

JAS の規定に基づき、1 接着日につき 2 体のパネルのブロックせん断試験を行い、木部破断率を計測しました。

③ラミナの曲げ C 試験（JAS3079 5.10）

JAS の規定に基づき、1 荷口につき 32 枚のラミナの曲げ破壊試験を行いました。

3 実施成果

研究開始当初は写真 2（左）のように剥離試験の結果、接着が不十分な製品が見られました。技術センター、製造工場と協議を行い、製造工程での寸法の見直しや接着環境の改善など、既存の技術や設備による解決方法を模索し、品質改良を行いました。改善後の製品は写真 2（右）のように、十分な接着性能を発揮するものとなりました。

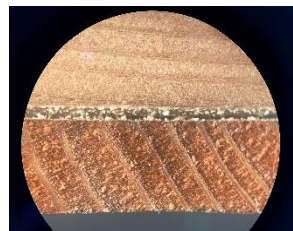
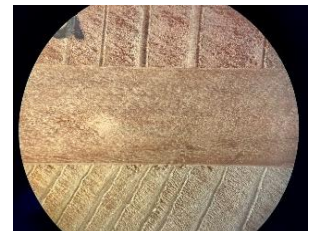


写真 2 （左）品質改善前



（右）品質改善後

この他にも、公的試験機関である森林林業技術センターで定期的に品質試験を行ったことにより、製造工場での品質管理意識が向上し、これまで 4 回の CLT JAS 格付け検査において全て合格の判定を受け、800 枚以上の M パネルを JAS 格付け品として製造、販売しています。

4 おわりに

日本全国でスギ大径木の活用方法が課題として取り上げられています。CLT という一つの解決策と、特別な技術や設備を要しない製造・品質管理技術を、兵庫県内、そして全国へと発信することで、今回の兵庫県での取り組みが国産材の利用促進のモデルとなることを願っています。



写真 3 スギ桎目板 3 層クロスパネル施工事例

試験研究成果報告 ※兵庫の林業 No.315 掲載

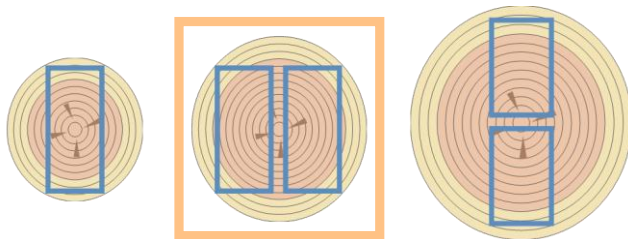
スギ心去り平角の乾燥前における重量選別の有効性の検討

1. はじめに

人工林の高齢化に伴って大径材の生産が増加しています。大径材の新たな利用方法として、1本の丸太から2丁の平角を製材する心去り平角（図1）が注目されていますが、その乾燥手法は確立されていません。図1に示した平角の製材方法のうち、丸太の半径方向を梁幅とし、髄を除いて2丁に製材したものを兵庫県では左右心去り平角（図1中央）と呼称しており、これを今回の試験対象としました。

乾燥前に重量等によって複数のグループに仕分け、別々に乾燥すると、乾燥前にある程度含水率が揃うことから乾燥後の仕上がり含水率のばらつきを小さくする効果があります¹⁾。他方で、左右心去り平角には横断面の中央付近に、短辺に平行な内部割れが生じることがあり、この内部割れによってせん断破壊が発生し、曲げ強度が低下することが確認されています²⁾。

そこで本試験では、左右心去り平角の乾燥前における重量選別の有効性について、乾燥度合い（含水率）に加えて内部割れや強度についても検討しました。



心持ち平角 左右心去り平角 上下心去り平角
図1 心持ち平角および心去り平角の模式図

2. 実験方法

試験体には、製材寸法 $225 \times 135 \times 4,000$ mm の兵庫県産スギ心去り平角 20本を使用しました。

まず、試験体の乾燥前の重量を体積で除し、生材密度を算出しました。生材密度の低い10本をグループ①、高い10本をグループ②に分けました。乾燥前に末口側から約2cmの長さで試験片を採取し（図2）、 20°C 65%RHで調湿した後、気乾密度を測定しました。

グループ分け後、グループ①は20.3日間、グループ②は33.3日間、蒸気加熱式乾燥機（SKD40HPT、新柴設備）を用いて人工乾燥を行いました。目標含水率は15%以下としました。乾燥スケジュールは、グループ①、②を乾球温度 90°C で8時間の初期蒸煮処理の後、乾球温度 90°C 乾湿球温度差 $4 \sim 16^\circ\text{C}$ で470時間乾燥し、乾球温度 90°C 乾湿球温度差 5°C で8時間の調湿処理を行いました。その後、グループ①を取り出し、グループ②を再び乾球温度 90°C で6時間の蒸煮処理の後、乾球

温度 90°C 乾湿球温度差 16°C で298時間乾燥し、乾球温度 90°C 乾湿球温度差 5°C で8時間の調湿処理を行いました。今回は表面割れの発生は少ないと思われる心去り平角を用いたことから、一般に心持ち材に使用される高温セット処理は実施しませんでした。

人工乾燥後に、両端から300mm以上内側で約20mmの長さの試験片を採取し（図2）、含水率と内部割れ長さを測定しました。試験片の含水率と試験体の重量から、試験体の乾燥前後の含水率を算出しました。内部割れは試験片の断面に見られた割れの長さを合計し、内部割れ総長さとしてしました。

その後、残りの試験体を製品寸法である $210 \times 120 \times 3,200$ mm に仕上げ、スパン 2,940mm、荷重点間距離 1,050mm で4点曲げ試験を実施しました。曲げ試験後の試験体から、両端50mm内側で節を避けて採取した試験片から含水率を求め、ASTM D1990-07に従って、曲げヤング係数と曲げ強さを含水率15%時の値に調整しました。

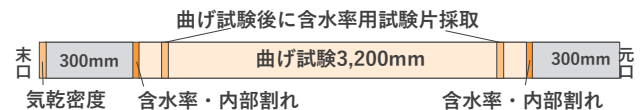


図2 試験体の模式図

3. 結果と考察

今回は生材密度 648kg/m^3 が基準となって半数に分かれました。図3のとおり、乾燥前の含水率と生材密度には、強い正の相関（相関係数：0.84）が見られ、生材密度によって乾燥前の含水率を高いものと低いものに分けることができました。図4のとおり、乾燥前の含水率はグループ①が $114.1 \pm 18.8\%$ 、グループ②が $141.4 \pm 29.5\%$ で、グループ間の含水率に有意な差が認められました（Student's t-test, $p < 0.05$ ）。乾燥後の含水率は、グループ①が $11.6 \pm 3.2\%$ 、グループ②が $8.7 \pm 0.9\%$ となり、ほとんどの試験体を目標含水率の15%以下に乾燥させることができました。グループ②は試験体間の含水率のばらつきを抑えて乾燥することができたものの、乾燥時間が長かったことから過乾燥になった材が発生しました。

写真1のとおり、内部割れの状況はグループ①では小さな割れが数本で見られたのみでしたが、グループ②では、幅方向に横断するような大きな内部割れが発生した材が数本で見られました。図5の含水率と内部割れ総長さの関係において、含水率10%以下の材で内部割れの発生が確認されたことから、過乾燥が内部割れ発生の一因である可能性が示唆されました。

試験体の強度について図6に示します。たわみにくさを表す曲げヤング係数は、グループ① $5.0 \pm 1.0 \text{ kN/mm}^2$ 、グループ② $7.2 \pm 1.4 \text{ kN/mm}^2$ となり、グループ②の方が有意に大きい (Student's t-test, $p < 0.001$) という結果になりました。壊れにくさを表す曲げ強さについても、グループ①が $29.3 \pm 7.0 \text{ N/mm}^2$ 、グループ②が $37.3 \pm 5.7 \text{ N/mm}^2$ で、グループ②の方が有意に大きい (Student's t-test, $p < 0.05$) という結果でした。JASで規定される基準強度を満たさなかったグループ①の2本は、いずれも節で破壊しており、内部割れによるせん断破壊をした材はありませんでした。

グループ間の強度に差が見られた理由を調べるため、重量選別 (生材密度) との関係を確認しました。生材密度と気乾密度には強い正の相関 (相関係数: 0.60) がみられ、気乾密度と曲げヤング係数にも強い正の相関 (相関係数: 0.79) が見られました。このため、図7に示すように生材密度と曲げヤング係数にも中程度の正の相関 (0.48) が確認されました。これらのことから、生材密度による選別がグループ間の強度の差に影響した可能性が示唆されました。

4. まとめ

重量選別 (生材密度) によって、試験体間の含水率のばらつきを抑えて乾燥することができましたが、内部割れの発生を抑えることはできませんでした。

また、重量選別に使用した生材密度と曲げヤング係数には正の相関がみられ、グループ間で強度の差が確認されました。低含水率材を平角、高含水率材を板材

のように使用用途を分ける場合、重量のみで選別すると、強度が必要な平角に低強度の材が集まる可能性があります。注意が必要であることが分かりました。

(藤本 千恵)

文献 1) 信田聡, 河崎弥生: 木材科学講座 7 木材の乾燥 II 応用編, 海青社, p12, 2020

2) 渡辺憲, 長尾博文, 松村ゆかり, 大谷直希: スギ心去り平角の内部割れと強度低下を防ぐための適切な乾燥方法の開発, 木材工業 80(5), 174-179, 2025



写真1 内部割れの状況

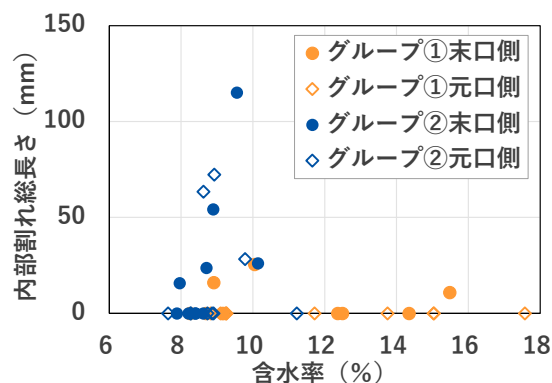


図5 含水率と内部割れ総長さの関係

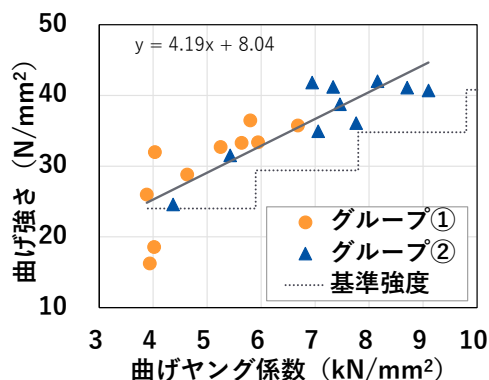


図6 曲げヤング係数と曲げ強さの関係

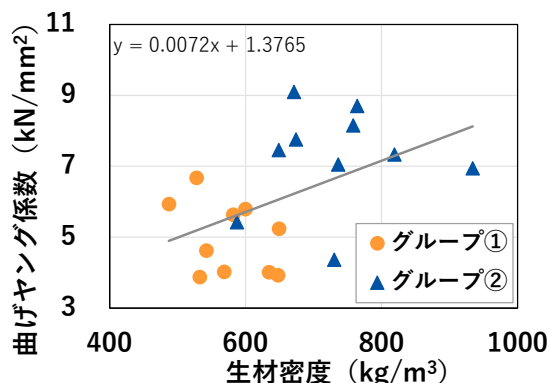


図7 生材密度と曲げヤング係数の関係

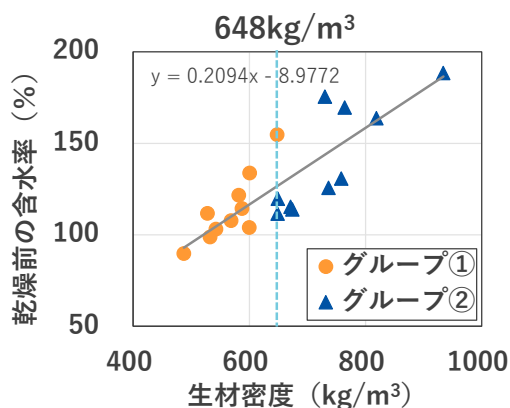


図3 生材密度と乾燥前の含水率の関係

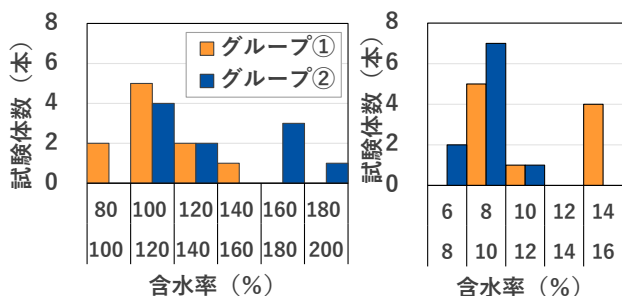


図4 乾燥前 (左) と乾燥後 (右) の含水率

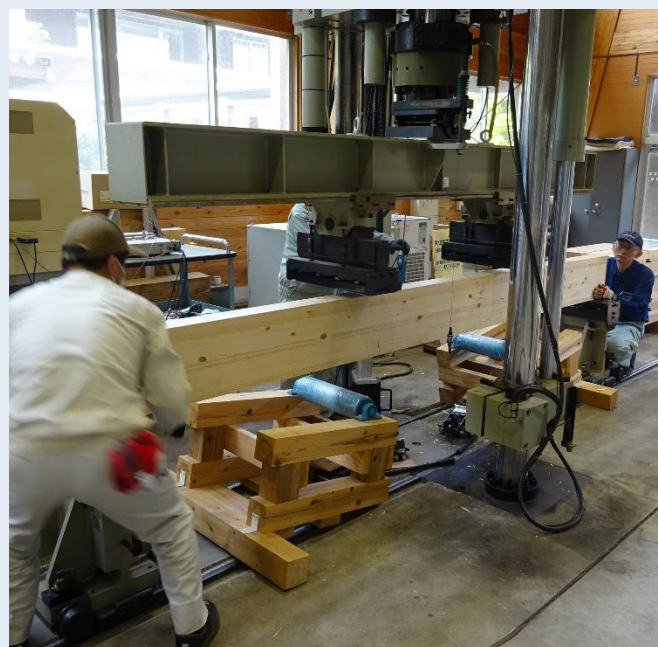
木材活用部から会員へのお知らせ

依頼試験の紹介

木材活用部では、木材・木質材料のJISまたはJASに準じた材料試験（曲げ等の強度試験、密度、含水率の測定等）を依頼試験として実施しています。柱、梁や集成材を実大の寸法で実施することも可能です。手数料は1試験項目につき3,200円からとなっています。詳しい試験項目や手数料等についてはお問い合わせ下さい。

また、依頼試験では対応できない要望について、受託研究等での対応が可能な場合もありますのでお気軽にご相談下さい。

※ 令和5年度実績 250件、令和6年度実績 45件、令和7年度実績 150件



兵庫県木材利用技術研究会

うっど・うえ〜ぶ

Vol.41 2026 年 10 月 発行

編集・発行

兵庫県木材利用技術研究会

兵庫県立農林水産技術総合センター

森林林業技術センター木材活用部内

〒671-2515 兵庫県山崎町五十波 430

TEL(0790)62-2118 FAX(0790)62-9390