

はじめに

木材高度利用研究会は、関東・中部の林業試験研究機関の中で、木材研究を担う研究者や技術者が参画して平成 23 年に活動を開始した研究会です。この研究会の前身は、「木材のバイオマス利用研究会」でしたが、スギの高温乾燥や木材の高付加価値化といったテーマを含む広範な内容についての要望が高まって来たことを受けて発足しました。研究会では、各研究機関担当者から研究会で行うべき課題の提案や要望を挙げ、同時に各地域の抱える問題を紹介してみんなで議論する、という方向で行われました。当初は、樹木抽出成分の利用といったバイオマス関連課題の他に、スギの人工乾燥や現在大きな問題となっているスギ大径材の利用に関する課題等が提案されました。その後、特に国産材の構造利用の機運が高まってきたことから、構造材としての強度性能や CLT（直交集成板）などの新規木質材料等に関する課題が多くなってきました。

現在、関東・中部の試験研究機関の研究者が集まる機会はほとんどないため、本研究会は貴重な情報交換の場ともなっています。研究会の開催は各県持ち回りで行われるため、毎年担当県によって興味深い時機に合った施設等の見学会が企画されており、これも本研究会の楽しみの一つとなっています。しかしながら、各研究機関は予算的にも人員的にも厳しい状況になってきており、木材利用に特化した研究を行うことが困難な状況になっていることも事実です。

このような状況下で本研究会も 5 年が経過し、本年度で一応の区切りを終えることになりました。しかしながら、今年度の開催地であった長野県で今後の研究会活動について議論した結果、来年度からも新しい研究会として「大径材の利用研究」について研究会を継続することになりました。2020 年の東京オリンピック・パラリンピックを控え、新たに建設される新国立競技場では木質材料が積極的に使用されることとなり、木材が見直されつつあります。このような状況の中で、各県の林業系研究機関での木材研究への期待が増してくるものと考えられ、多くの県の機関の参加によって次期研究会がより活性化されることを期待しています。

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

木材高度利用研究会

幹事 国立研究開発法人 森林総合研究所

研究コーディネータ 木口 実

目 次

1	研究会の概要	
(1)	概要	… 1
(2)	活動内容	… 1
2	研究成果	
	・群馬県産横架材スパン表の作成と普及（群馬県）	… 8
	・ぐんま型木製ガードレールの開発と維持管理（群馬県）	… 10
	・耐火性を持つ接着剤を用いた火災に強い木質内装住宅用部材の開発（埼玉県）	… 12
	・小規模森林で利用可能な簡易な搬出方法の検証（千葉県）	… 14
	・新潟県産スギ材を用いた耐力壁パネルの開発（新潟県）	… 16
	・スギ枝葉ペレットの品質と芳香性（新潟県）	… 18
	・コンクリート型枠における県産材パネル・国産材合板のたわみ性能評価について（富山県）	… 20
	・スギ樹皮を利用したボード状形成品について（富山県）	… 22
	・異なる径級の丸太から製材したスギ心持ち柱材の高温乾燥後の材面割れ（山梨県）	… 24
	・山梨県産スギ材から製造した CLT ラミナの材質（山梨県）	… 26
	・カラマツ心持ち桁材のビニールハウス乾燥試験（長野県）	… 28
	・アカマツ材の利用開発のための乾燥試験（長野県）	… 30
	・アベマキ材の乾燥試験（天乾と人乾の組合わせ）（岐阜県）	… 32
	・ナラ枯れ材の材質と強度比較（岐阜県）	… 34
	・ヒノキ根元材における節の出現状況調査（静岡県）	… 36
	・3次元計測カメラによる土場での原木材積計測技術の開発（静岡県）	… 38
	・ツブラジイの材質及び加工特性について（愛知県）	… 40
	・スギ大径材の利用について（愛知県）	… 42

木材高度利用研究会参加機関名簿

本報告書は、「関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 研究会設置・運営要領」4 研究会報告の提出・成果の公表（2）の規定に基づき、木材高度利用研究会が作成したものである。

1 研究会の概要

(1) 概要

平成 23 年度に、森林総合研究所のほか関東・中部地区における 10 県の林業試験研究機関が参加し、「関東・中部林業試験研究機関連絡協議会研究会設置・運営要領」2 に基づき本研究会を設置した。設置期間は平成 27 年度までの 5 年間で、毎年研究会を開催し、参加機関が抱える木材の高度利用に関わる課題の解決に向け、試験研究を連携して進めるための協議や情報交換等を実施し、関東・中部地区における木材の高度利用に関わる試験研究のレベルアップを図った。

(2) 活動内容

各年度において研究会を表-1 のとおり 2 日間の日程で開催し、初日の会議前段においては「提案・要望事項、地域の課題」を、後段においては各構成機関が進めている「調査・研究事例」についての情報交換を行った。また、2 日目は開催県における木材製品の生産現場等を視察し、現地検討を行った。各年度の出席者は表-2 のとおりである。

表-1 研究会の開催経過

年度	開催日	開催県	会議場所	現地検討場所
H23	9/29～9/30	静岡県	静岡市産学交流センター	静岡市(株)ノダ清水工場
H24	8/30～8/31	群馬県	群馬県社会福祉総合センター	渋川市渋川県産材センター
H25	9/3～4	山梨県	山梨市山梨県立図書館	南アルプス市木の国サイト他
H26	8/26～27	富山県	富山市富山県民小劇場	射水市他ウッドリンク(株)
H27	8/27～28	長野県	塩尻市あさひ館	塩尻市ソヤノウッドパーク

5 か年間の研究会において提出、情報提供された「提案・要望、地域の課題」は 55 件あり、その概要は表-3 のとおりである。

このうち「提案・要望事項」としては、単独の機関ではまとまった数のデータを揃えるのが難しい針葉樹構造材の強度データのデータベース化や、資材の単価が高いためまとまった試験が行い難い平角に関わる乾燥や強度試験、広域的な取り組みが必要な木材中の放射性物質の測定などについて連携のための協議等を行った。特に最終年度には、針葉樹大径材（心去材）の製材や材質特性、乾燥、強度に関わる試験研究の連携について多くの機関から話題提起がなされ、次期研究会を立ち上げて重点的に取り組むこととなった。地域の課題としては、竹材や広葉樹小径木、アカマツ材の利用、早生樹の加工技術の開発等地域の特性を反映した話題を中心に情報提供された。

また、「調査・研究事例」として 60 件の発表があり、その概要は表-4 のとおりである。

発表内容は多岐に及ぶが、分野別の件数として比較的多かったものは木材乾燥 13 件、土木利用等 11 件、製品開発 8 件、大径材の利用開発 7 件で、これら 4 分野で全体の約 2/3 を占めた。地域が異なれば、樹種や需要等のニーズ、また参加機関の人的体制や試験機等の設備の状況も異なるが、高品質な乾燥材の生産技術や素材の大径化に伴う心去り材の材質特性の把握、土木利用における劣化の評価方法等共通した課題も多く、解決しなければならない問題点も未だ多く残されており、引き続き次期研究会において検討していくこととした。

表-2 各年度の研究会出席者名簿

機関名	開催年度（事務局、開催地）				
	H23（静岡県）	H24（群馬県）	H25（山梨県）	H26（富山県）	H27（長野県）
国立研究開発法人 森林総合研究所	大原誠資 木口 実	大原誠資 木口 実	木口 実 小林 功 森澤 猛	松本寛喜 小林 功	木口 実 松本寛喜 小林 功 梅田裕紀
群馬県林業試験場	小島 正 町田初男	阿久沢和夫 金澤好一 佐藤 博 町田初男 小黒正次	町田初男	工藤康夫	工藤康夫
埼玉県寄居林業事務所 森林研究室	大河原睦	大河原睦	大河原睦	大河原睦	欠
千葉県農林総合研究 センター森林研究所	岩澤勝巳	岩澤勝巳	廣瀬可恵	欠	欠
新潟県森林研究所	小柳正彦	武田 宏	武田 宏 小柳正彦	本間広之	岩崎昌一
富山県木材研究所	藤澤泰士	田近克司	森松 亮	森松 亮 山田逸郎 栗崎 宏 園田里見 鈴木 聡	林 功
山梨県森林総合研究所	三枝 茂	三枝 茂	岡部恒彦 柴田 尚 本多琢己 三枝 茂	三枝 茂	三枝 茂
長野県林業総合センタ ー	柴田直明	山内仁人	今井 信	田畑 衛 山内仁人	吉田孝久 田畑 衛 今井 信 山内仁人 山岸信也
岐阜県森林研究所	水谷嘉宏	土肥基生	土肥基生	土肥基生	土肥基生
静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター	堀 進 池田潔彦 渡井 純	池田潔彦 星川健史	星川健史	渡井 純	渡井 純 星川健史
愛知県森林・林業技術セ ンター	鈴木祥仁	鈴木祥仁	鈴木祥仁	鈴木祥仁	鈴木祥仁

表-3 提案・要望事項、地域の課題

年度	機関（県）名	提案・要望事項、地域の課題
H23(2011)	森林総研	林地残材を用いた産業用木材プラスチック複合材製造システムの開発
	同上	樹木精油の機能を活かした健康増進資材の開発
	群馬県	ヒノキ材のブランド化及び強度データの整備について
	埼玉県	ナラ枯れを防ぐ武蔵野の森再生・循環利用システム技術の確立
	千葉県	低コストな木質バイオマスの流通システムの構築
	新潟県	乾燥容易な部材を用いたスギ製品の開発
	富山県	低位利用国産材からの粉砕・液化・蒸煮・抽出・炭化等の技術を用いた有用材料の作出
	同上	せん断強度の測定及びデータベース化
	同上	木造の屋外構造物及び建築物の耐久性調査・データベース化
	山梨県	スギ梁材・桁材の簡易補強技術の開発
	長野県	関係者が連携した共通課題の取り組みについて
	岐阜県	スギ人工乾燥の高度化に関する研究
	愛知県	スギ大径材の利用に関する研究
	静岡県	針葉樹中・大径原木の特徴を活かした加工技術・新たな製品開発
H24(2012)	森林総研	トレファクションペレットの石炭混焼技術の開発
	同上	スギ精油の機能を活かした健康増進資材の開発
	同上	産業用資材としての林地残材の木粉有効利用システム
	埼玉県	乾燥方法の違いによる木材の強度性能差に関する研究
	千葉県	木材、木質バイオマスに関する放射性物質関係の取組みについて
	新潟県	竹林のカスケード利用
	富山県	内部割れと接合金物による接合性能の解明について
	山梨県	高温乾燥におけるスギ柱材の材面割れの消滅と変色の防止について
	長野県	カラマツ梁桁材の乾燥と利用に関する諸問題
	同上	自然エネルギー木材乾燥システムの検討
	岐阜県	ヒノキ大径材の利用について
	静岡県	大径材の総合利用技術の開発
	愛知県	低コスト木材乾燥技術の開発
	群馬県	木材の放射性物質関係の取組みについて
H25(2013)	森林総研	林地残材の有効利用システムの開発
	新潟県	里山樹木の抽出成分の利用技術開発
	群馬県	低質材利用技術の開発
	千葉県	小規模な木材利用の促進について
	埼玉県	ブリケットやペレットの製造の教科書的な解説書等について
	富山県	木質バイオマス発電用燃材料の効率的な乾燥方法について
	長野県	アカマツの利用開発に関する研究

	岐阜県	変色の少ないヒノキ人工乾燥技術の開発
	同上	大径材の加工技術の開発
	静岡県	公共施設や商業施設での木材総合利用技術の開発
	愛知県	太陽熱木材乾燥における補助熱源について
	山梨県	地方の小規模製材工場でも製材 JAS が取得しやすいような制度改正
H26(2014)	森林総研	林地残材等未利用木質バイオマスの有効利用システムの開発
	群馬県	高温乾燥処理による材の劣化を防止する芯持ち平角乾燥スケジュールの開発に関する研究
	埼玉県	受託試験による試験の実施
	新潟県	広葉樹小径木の有効活用法
	山梨県	スギ中・大径木の特徴を活かした新たな利用技術の開発
	岐阜県	県産材に対応した高品質な乾燥材の開発
	長野県	カラマツ大径材から得られる構造材の乾燥及び強度特性について
	静岡県	未利用広葉樹材の活用方法の検討
	富山県	スギ芯去り平角材の効率的な乾燥技術について
H27(2015)	群馬県	かつて実施されていた大型プロジェクトのような木材研究全分野にまたがる研究計画策定・実施の機会について
	新潟県	大径材に対応した効率的な製材機械等の開発について
	山梨県	集成材・直交集成板等の日本農林規格の記載方法について
	岐阜県	大径化する国産針葉樹材の加工技術の開発
	静岡県	未利用広葉樹・早生樹の材質・加工特性の解明、製品化
	愛知県	実大材の強度データの整備

表-4 調査・研究事例

年度	機関(県)名	調査・研究事例題名
H23(2011)	森林総研	森林総研における最近の木材利用リサーチトピックスについて
	群馬県	ぐんま型木製ガードレールの開発
	埼玉県	天然乾燥試験の結果について
	千葉県	木製プラスチック製園芸鉢の商品性について
	富山県	スギ間伐材からの WPC 用木粉製造技術の確立
	山梨県	木製遊具等の劣化とその簡易修繕事例の紹介
	同上	スギ柱材の高温セットと天然乾燥の併用における材面割れの状況
	長野県	高温セット乾燥と接着重ね梁の開発
	同上	病院の CT スキャンを用いた木材の内部割れ等の観察
	同上	木製遮音壁・木製ガードレール等の開発と設置後の経過調査
	愛知県	ツブラジイ材の材質・乾燥特性について
H24(2012)	森林総研	森林総研における最近の木材利用研究について
	千葉県	未利用間伐材の搬出試験について
	新潟県	スギ枝葉の燃料特性とペレットの品質
	富山県	全国初！木質系 100%の成形技術の開発と高岡漆器の技術を活かした高級朱肉ケースの商品化
	山梨県	異なる径級の丸太から製材したスギ心持ち柱材の高温乾燥後の材面割れの調査
	長野県	生態系保全のための土と木のハイブリット治山構造物の開発
	岐阜県	スギ材乾燥の効率化に関する研究
	同上	生態系保全のための土と木のハイブリット治山構造物の開発
	同上	木質リグニンからの材料製造技術の開発
	静岡県	木造建築用材を外材から県産材へ転換する製品創出技術の開発
	同上	原木グレーディングマシンの開発
	同上	接着積層合わせ梁の開発
	愛知県	スギ材の年輪幅と材質特性について
	群馬県	設置から 2 年経過したぐんま型木製ガードレールについて
H25(2013)	新潟県	積雪地におけるスギ材の天然乾燥経過
	同上	エノキタケ廃菌床ペレットの製造と品質
	群馬県	スギ大径材から製材した柱材の品質
	千葉県	未利用伐竹材の搬出・利用に関する取組みについて
	埼玉県	乾燥条件の違いによる木材天然乾燥試験
	富山県	改良版パネル型制振耐力壁の開発
	長野県	接着重ね梁の 37 条認定に向けた取り組み
	同上	地域材を利用した低コスト木製遮音板の開発と試験施工
	岐阜県	スギ材乾燥の効率化

	同上	ナラ枯れ被害木の利用と利用による駆除効果の検討
	同上	生態系保全のための土と木のハイブリット治山構造物の開発
	同上	低密度で生育したスギの材質
	静岡県	森林・林業研究センターへの木質ペレット焚き冷暖房施設の導入
	同上	木材の乾燥負圧を利用した防腐剤の注入性ースギ・ヒノキ丸太への注入ー
	愛知県	ツブラジイの材質及び加工特性について
	山梨県	高温乾燥に中温乾燥の前段を取り入れた乾燥事例
H26(2014)	森林総研	森林総研における最近の木材利用研究、乾燥研究及び農水省、林野庁、総合科学技術会議のプロジェクト等について
	群馬県	燻煙炉及び燻煙処理木材の調査
	埼玉県	新しい薬剤を使用した準不燃材の開発
	新潟県	新潟県産材を利用した木質パネルの開発
	山梨県	スギ中・大径木の特徴を活かした新たな利用技術の開発
	岐阜県	スギ心材色を指標とした人工乾燥時の選別に関する研究
	長野県	農食研事業「生態系保全のための土と木のハイブリット治山構造物の開発」におけるカラマツ製既存構造物の劣化調査の結果について
	同上	県産材による高性能・低コスト木製遮音板の開発
	静岡県	ヒノキ根元材における節の出現状況調査
	愛知県	スギ心去り平角の加工特性及び強度性能について
	富山県	スギ樹皮を利用したボード状形成品について
H27(2015)	群馬県	群馬県産横架材スパン表の作製と普及
	新潟県	長伐期化に対応した木材の有効活用技術の開発
	富山県	コンクリート型枠における県産材パネル・国産材合板のたわみ性能評価
	山梨県	山梨県産スギ材から製造した CLT ラミナの材質
	岐阜県	アベマキ板材の人工乾燥試験
	静岡県	3次元計測カメラによる土場での原木材積計測技術の開発
	愛知県	スギ大径材の利用について
	長野県	蒸気・圧力併用型乾燥機による木材の乾燥について

2 研究成果

研究会参加機関が本研究会の設置期間中に取り組んだ課題で、毎年度の研究会において報告や情報交換がなされたもののうち、各機関が1～2題を選定し、その概要を研究成果として取りまとめた。これらの研究成果の詳細については、必要に応じて各機関にお問い合わせいただきたい。

群馬県産横架材スパン表の作成と普及

群馬県林業試験場 工藤康夫

1 はじめに

戦後、大量に植栽されたスギとヒノキは、建築材料や住宅様式の変化から、当初想定された伐期を過ぎ大径化している。そのため、従来の主用途であった柱から、より断面の大きい横架材としての用途を考える必要性に迫られている。そこで群馬県林業試験場では、平成 24 年から 3 年間、横架材用のスギとヒノキの平角の曲げ試験を実施した。さらにこの試験結果から群馬県産横架材スパン表（第 2 版）を作成し、主に住宅関係者を対象とした説明会を開催してその普及を図っている。

2 試験方法

群馬県内各地域産スギ並びにヒノキの心持ち材を仕上がり含水率 20%を目標として人工乾燥を行い、B120mm × h180mm × L4,000mm に仕上挽きした。なおスギは 2 番玉から製材したものとし、試験体数はスギが 170 本、ヒノキが 96 本とした。

試験体全てについて、寸法測定、重量測定、縦震動法による固有振動数測定を行った。また仕上げ後に JAS の目視等級区分の製材規格に従い、節及び集中節の径比を測定することにより目視等級区分を行った。

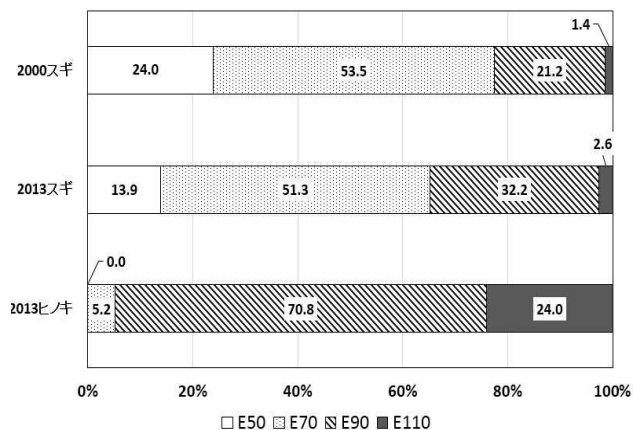
曲げ強度試験は、インストロン製万能強度試験機 5582EX/H を使用し、構造用木材の強度試験マニュアル（日本住宅・木材技術センター,2011）に準じて、3 等分点 4 点曲げ試験を行った。曲げ試験終了後全乾法による含水率を求めた。

ASTM D2915 の補正式を用いて含水率 10%以上 20%以下の範囲について、含水率 15%時の値に調整を行った。なお、含水率が 20%を超えるもの、及び 10%未満のものは強度データの集計から除外した。

3 試験の結果と考察

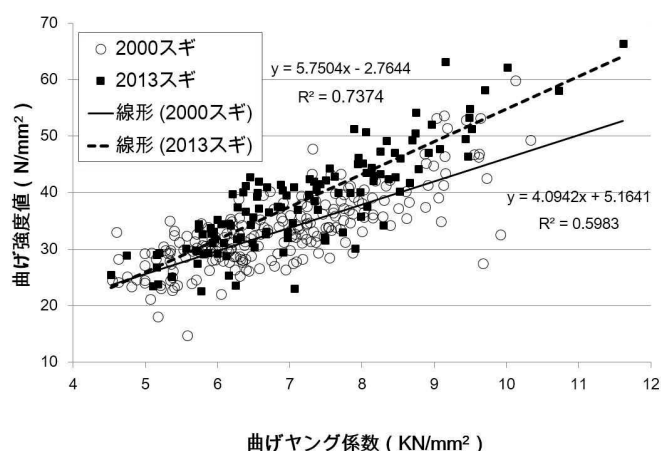
・スギとヒノキの平角曲げ試験

本県では平成 10 年前後にもスギ平角の曲げ試験を行っているが（以下 2000 スギと呼ぶ）、この時は主に 1 番玉から製材された平角の試験を行った。図－1 にスギとヒノキの機械等級区分の出現率を示す。スギ平角は、今回試験を行ったスギ 2 番玉材（以下 2013 スギと呼ぶ）と比較すると、E50 の出現割合が 24%から 14%に減少した。図－1 スギとヒノキの機械等級出現率



一方ヒノキ平角は、全国的にみても既存データが少なく、横架材としての用途はほとんど考慮されていなかったが、機械等級区分出現率は、E70 が 5 %、E90 が 71%、E110 が 24%であり、ヒノキの構造用材で指定値とされることの多い E90 以上が全体の約 95%を占めていた。

図－２に 2000 スギと 2013 スギの曲げヤング係数と曲げ強度の関係を示す。いずれも曲げヤング係数と曲げ強度に強い相関関係が認められた。また、同等の曲げヤング係数であっても 2013 スギは 2000 スギと比べて曲げ強度が高くなる傾向が認められた。



図－２ 曲げヤング係数
(2000スギと2013スギの比較)

4 県産横架材のスパン表の作成と普及

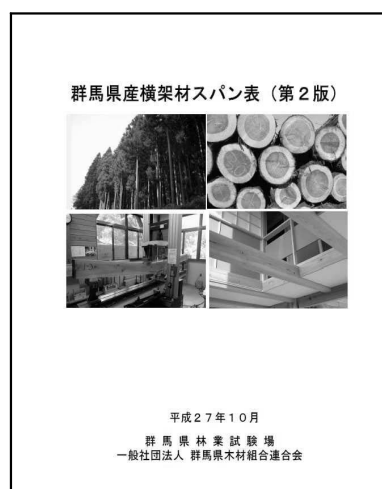
スギとヒノキの強度データを基に、県産スギ・ヒノキ平角材の横架材としての利用を図るため、群馬県産横架材スパン表（第2版）を作成した（図－3）。

本スパン表を作成するにあたっては住宅用構造材の各部位それぞれについて、複数通りの荷重パターンを設定し、また使用者にとって使いやすい汎用性のあるものとするため、設計事務所（構造・意匠）、木材業・プレカット事業者などで構成された群馬県産横架材スパン表作成検討委員会を開催し、この検討委員会における意見を多く取入れた。

なお、印刷製本にあたっては一般社団法人群馬県木材組合連合会の御協力を頂いた。

このスパン表をより多くの設計者、住宅メーカーに利用してもらい、県産スギ、ヒノキ材の需要を拡大するため、県内の設計事務所、工務店並びにハウスメーカー、また木材業者他、計約 150 事業体を対象として説明会を 3 回にわたって開催した（図－4）。

この他にも各組合や企業から説明会開催の希望があることから、今後も引き続き説明会を開催する予定である。



図－３ 群馬県産材横架材スパン表



図－４ スパン表説明会の様子

ぐんま型木製ガードレールの開発と維持管理

群馬県林業試験場 町田初男

1 はじめに

群馬県では、平成 20 年度から C 種の木製ガードレールの開発に着手し、上梁径 18cm 下梁径 16cm のスギ丸棒のビームと、既存の鋼製支柱を使用した構造で、平成 22 年に指定機関での試験を行い、防護柵設置基準を満たした。平成 22～26 年度までに、施工延長 4 km 弱が設置され、これらについて経年劣化調査と維持管理手法の開発を行っている。そこで、開発の推移と仕様の特徴、及び施工後 5 年経過した現在の状況を報告する¹⁾。

2 試験方法

2. 1 予備試験と性能評価試験

指定性能評価機関（国土技術政策総合研究所）での性能評価の前に、群馬県内での予備衝突試験として A 試験（20t 大型車，衝突速度 30km/h，衝突角度 15°）3 回と B 試験（1t 小型車，衝突速度 60km/h，衝突角度 20°）1 回を行った。

第 1 回予備試験（A 試験）時の構造：図-1 に開発当初の第 1 回予備試験時の構造を示した。横梁は上下とも $\phi 160\text{mm}$ のスギ丸棒を使用し、 $t4.5\text{mm} \times 400\text{mm} \times 380\text{mm}$ の鋼板（平ブラケット）に各 1 箇所のボルト接合と、鋼製ガードレール用のブラケットを介して支柱に接合している。

性能評価試験時の構造（ぐんま型木製ガードレールの仕様）：図-2 に第 1 回予備試験から 3 回の設計変更を経た国土技術政策総合研究所における性能評価試験時の構造を示した。

支柱は、穴あけ等の追加加工なしで、既存の C 種の支柱を使用した。平ブラケットは、 $t4.5\text{mm} \times 600\text{mm} \times 425\text{mm}$ の鋼板に穴あけ加工を行い、支柱と平ブラケットの取り付けは鋼製ガードレール用の標準ブラケットを使用した。また、平ブラケットの補強と取り付け後の変形防止のため、下段ビーム位置に標準ブラケットを枕材として使用した。ビームはスギ間伐材を使用し、上ビーム径 180mm、下ビーム径 160mm とし、長さを 1.98m とした。ビーム両端に平ブラケットとの接合用に各 2 箇所穴あけ加工した。

なお、ビームの保存処理は、含水率計による含水率 30% 以下の確認、または材表面に幅 1 mm 以上で数本以上の乾燥割れが生じてから、薬剤の加圧注入を行うこととした。

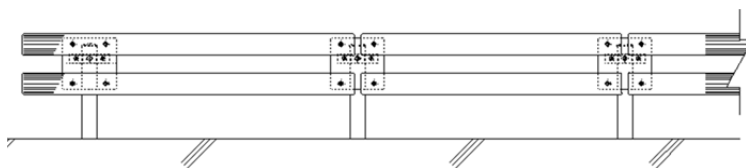


図-1 第 1 回予備試験時の構造

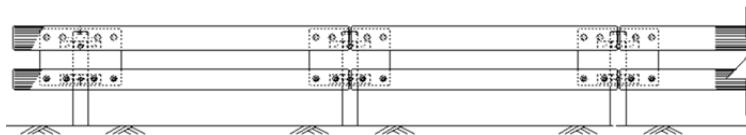


図-2 ぐんま型木製ガードレールの構造

2. 2 割れ及び劣化調査

調査箇所は平成 22 年度施工箇所の 3 箇所、低標高（約 350m）で日向の原町と高標高（約 1550m）で日向の野反湖は、全延長の割れ調査と劣化調査を行った。また、中標高（約 900m）日陰の 21 世紀の森は、101m の表面割れ調査と全延長に対しての劣化調査を行った。

表面割れ調査は、割れ幅 1mm 以上割れ長さ 50cm 以上を対象として、断面を 30° 毎に分割した部位ごとに存在する割れの位置（鉛直方向からの角度）と割れ幅、割れ長さを測定した。

劣化調査は、徒歩で目視調査を行い、劣化や劣化の兆候が見られた箇所については、ハンマーや千枚通しを使用した打診と触診を行った。劣化の評価は森林総研の杭の 6 段階評価を使用した。

また、維持管理方法の検討を行うために、設置から 2 年経過時に、割れ調査を行った延長の一部で断面の上半分に発生した幅 3mm 以上の割れに対して、スプレー式の塗布型油性防腐剤（有効成分ナフテン酸亜鉛（油剤）＋クレオソート）で処理を行った。

3 結果と考察

性能評価試験結果の概要を表-1 に示した。車両の逸脱防止性能では、突破されない構造を有しており、大型車の最大進入行程は、規定値を満足していた。車両の誘導性能は、大型車小型車ともに、車両の離脱速度、離脱角度、それぞれ規定値を満足した。また、大型車小型車とも、離脱後の車両の挙動は安定しており、横転・転覆することなく円滑に誘導された。

表-1 性能評価試験結果概要

木製防護柵C種		必要性能	試験結果
車両の逸脱防止性能	強度性能(A)	防護柵が突破されない強度を有する	○: 部材の大きな取り外れ等はなく、防護柵が連続保持されている
	変形性能(B)	車両の進入行程が1.1m以下である	○: 最大進入行程は0.296m
乗員の安全性能	車両重心加速度(B)	10ms移動平均値が90m/s ² /10ms未満	○: $\cdot X=43.4\text{m/s}^2/10\text{ms}$ (延長方向) $\cdot Y=38.4\text{m/s}^2/10\text{ms}$ (直角方向)
	車両の挙動(A,B)	衝突後に横転などを生じない	○: 横転することなく誘導した
車両の誘導性能	離脱速度(A,B)	衝突速度の6割以下	○: A、衝突速度の75.3% B、衝突速度の64.3%
	離脱角度(A,B)	衝突角度の6割以下	○: A、衝突角度の0.0% B、衝突角度の7.7%
	構成部材の飛散性能	構成部材が大きく飛散しない	○: 主要部材の飛散は見られなかった

割れ調査結果の一例として、原町の設置後半年の最大割れ幅と 2 年後から 5 年後までの最大割れ幅の関係を図-3 に示した。ほとんどすべてのビームで半年時よりも割れが大きくなっていて、2 年目に比べて 3 年目以降も大きな違いはなかった。このことから、標高が低く日当たりの良い箇所では、2 年経過で割れ幅が安定することが明らかになった。大きな干割れが発生して雨水と木材腐朽菌が保存薬剤未浸潤部分に到達することを防止する目的で、塗布型油性防腐剤処理を行う場合、標高が低く日当たりの良い箇所であれば、設置から 2 年経過時点で処理をすることで、干割れを原因とする腐朽を防止できる可能性が示唆された。

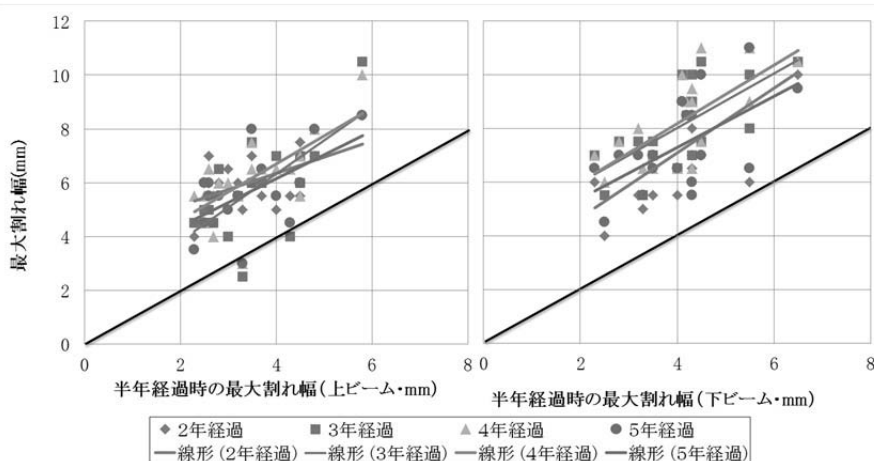


図-3 半年経過時と 2～5 年経過時の割れの状況（原町）

引用文献

- 1) 町田初男他 7 名 (2013) ぐんま型木製ガードレールの開発と使用初期の劣化状況、木材利用研究論文報告集、12、p. 117-124

耐火性を持つ接着剤を用いた火災に強い木質内装住宅用部材の開発

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 荻原 謙

1 背景・目的

木材の利用を促進するためには建築のあらゆる分野で木材を使う必要がある。しかし、木材は使用場所や建築物の用途によって使用が制限される。木材を防火材料として使用するには、何らかの方法で燃えにくくする処理(不燃処理)を行う必要があり、一般的には不燃薬剤注入による。しかし、接着による方法は接着層が耐火性を持つため、薄板を積層し厚くしていくことで耐火性能を容易に付与できる。

そこで、木材の利用を促進するために燃えにくく人体に有害なVOC(揮発性有機化合物)が発生しないという無機系接着剤を使用して耐火性能の高い住宅部材を開発する。

2 成果の概要

水ガラスを主成分とする無機系接着剤と酢酸ビニル接着剤のそれぞれを用いて、スギ・ヒノキの小角材(35×35 mm)を使用した幅はぎ板とスギ薄板5枚を積層接着した積層材を試作した。スギ・ヒノキ幅はぎ板では接着面に褐色の変色が認められたが、表面をプレーナー加工するとわずかに変色が確認できる程度になった(写真1)。スギ薄板についても接着面に褐色の変色が認められたが、表面に目立った変色は認められなかった。

圧縮圧及び圧縮時間は、 $2.5 \text{ kg/cm}^2 \cdot 2.0$ 時間で良好な結果が得られた。接着剤塗布の作業性は、一般的に使用されている酢酸ビニル接着剤と比較して、無機系接着剤は塗りむらが発生しやすくやや難があった。接着剤の粘度が高いことが原因と考えられる。幅はぎ板の接着の程度は、酢酸ビニル接着剤を用いたものとはほぼ同等だったが、JASに準じたはく離試験を実施したところ造作材の規格には達しなかった。

また、耐火性能を高めるため積層材の表面に接着剤を塗布し、コーンカロリメータによる燃焼試験を実施した。その結果、加熱後5分までの合計発熱量は 8 MJ/m^2 以下だったが、5分を超えると急激に発熱量が増加した(図1)。これは、5分程度までは接着剤による防火性能が発揮されるが、その後は表面の接着剤層の下にある木質部分の発熱によって発熱量が増加することによると考えられ、表面に塗布した接着剤による防火性能の発揮は5分程度が限界であることがわかった。

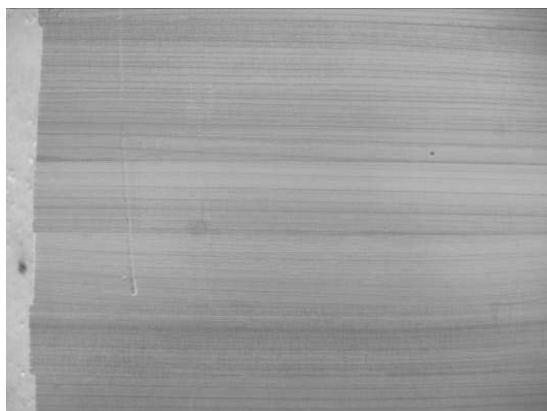


写真1 プレーナー加工後の幅はぎ



写真2 コーンカロリメーター

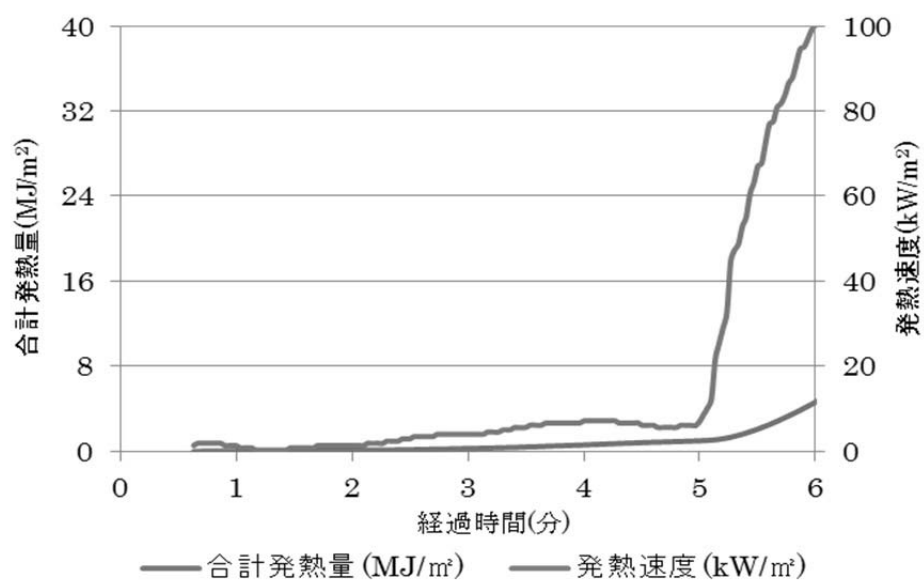


図1 発熱性試験

小規模森林で利用可能な簡易な搬出方法の検証

千葉県農林総合研究センター森林研究所 廣瀬可恵・岩澤勝巳

1 はじめに

森林には気象害や病気の被害材、タケ、広葉樹など利用されずに残されている資源が多く存在する。これらを森林から搬出することができれば、木質バイオマスとして有効に利用することが可能となる。木質バイオマスの搬出には、重機（高性能林業機械等）を使用することもできるが、これらの機械の使用には多額の費用がかかると共に特殊な技術が必要であることから、誰もが導入できるものではない。また、千葉県の森林では、木質バイオマスが小規模に散らばっていることも多く、大規模に搬出する方法が適さない場合もある。そこで、千葉県に多く見られるスギ非赤枯性溝腐病被害材、タケ材を対象に、小規模かつ初期投資が少なく、誰にでも利用可能な簡単な方法による搬出試験を実施し、その有用性について検討した。

2 試験方法

(1) 土佐の森方式軽架線

高知県のNPO 法人土佐の森・救援隊により開発された土佐の森方式軽架線を用いて、千葉県山武市内に位置する平地のスギ林で、スギ非赤枯性溝腐病被害材の搬出試験を実施した。試験では、土佐の森方式軽架線を用いた搬出と人力による搬出の時間を比較し、どのくらい搬出時間を軽減できるか検討した。いずれの搬出作業も3人1組で実施し、直径が10～20cm、長さが1.5～2.5mの間伐材で45mの距離を搬出した。

(2) 軽トラックによるけん引

軽トラック、ロープ、滑車及びナイロンスリングを組み合わせ、軽トラックの移動により材をけん引する方法を用いて、千葉県山武市内に位置する平坦なスギ林で、スギ非赤枯性溝腐病被害材の搬出試験を実施した。試験では、軽トラックと滑車を用いた搬出と人力による搬出の時間を比較し、どのくらい搬出時間を軽減できるか検討した。いずれの搬出作業も3人1組で実施し、直径が10～30cm、長さが1.5～2.0mの間伐材で28mの距離を搬出した。

(3) 修羅 iido

秋田県の平鹿地区林業後継者協議会によって考案されたポリカーボネート製波板のシューターを用いて、千葉縣市原市内に位置する下り傾斜8度の竹林で、マダケ材の搬出試験を実施した。試験では、修羅 iido によるシューターを用いた搬出と人力による搬出の時間を比較し、どのくらい搬出時間を軽減できるか検討した。いずれの搬出作業も3人1組で実施し、直径が2～6cm、長さが3.0mのマダケ材で32mの距離を搬出した。

(4) ポータブルロープウインチ (PCW5000)

重量が15kg程度の携帯可能な軽ウインチを用いて、千葉縣市原市内に位置する上り傾斜12度の竹林で、モウソウチク材の搬出試験を実施した。試験では、ポータブルロープウインチによる搬出と人力による搬出の時間を比較し、どのくらい搬出時間を軽減できるか検討した。いずれの搬出作業も3人1組で実施し、直径が6～14cm、長さが10～14mのモウソウチク材で28mの距離を搬出した。

3 結果と考察

(1) 土佐の森方式軽架線

試験の結果は図1のようになり、土佐の森方式軽架線では、人力に比べて作業時間を約15%減らすことができた。

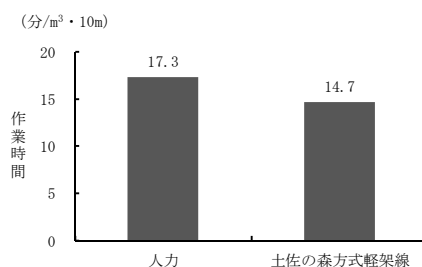


図1 土佐の森方式軽架線及び人力で搬出した作業時間

(2) 軽トラックによるけん引

試験の結果は図2のようになり、軽トラックけん引による搬出では、人力に比べて作業時間を約40%減らすことができた。

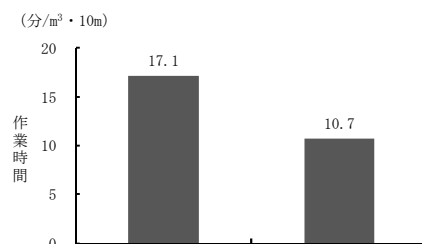


図2 軽トラックけん引及び人力で搬出した作業時間

(3) 修羅iido

試験の結果は図3のようになり、修羅iidoでは、人力に比べて作業時間を約30%減らすことができた。

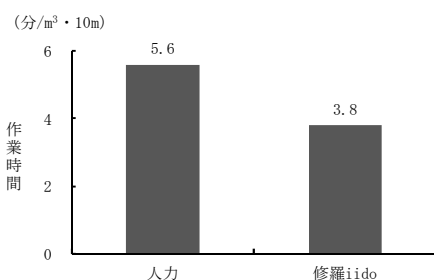


図3 修羅iido及び人力で搬出した作業時間

(4) ポータブルロープウインチ (PCW5000)

試験の結果は図4のようになり、ポータブルロープウインチでは、人力に比べて作業時間を約50%減らすことができた。

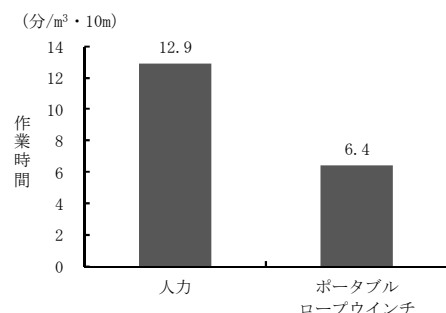


図4 ポータブルロープウインチ及び人力で搬出した作業時間

(5) まとめ

今回、試験を行った簡易な搬出方法では、人力に比べて作業時間を15~50%減らせることが分かった。このため、これらの簡易な搬出方法は、導入条件が整えば有用であると考えられる。各搬出方法の特徴は、表1のとおりである。これらの特徴を踏まえ、各現場に合わせた搬出方法を選択する必要がある。

表1 搬出方法ごとの特徴

搬出方法	特徴
土佐の森方式軽架線	・上り傾斜地または平地での利用に向く ・ワイヤーの巻取ウインチが必要 ・設置には慣れと時間が必要 ・架線を一度設置すると付け替えにくい ・搬出量が比較的多い場所では効率的 ・安全講習の受講が必要
軽トラックによるけん引	・緩やかな上り傾斜地または平地での利用に向く ・軽トラック自体が用意しやすい ・軽トラックを動かせる場所が必要
修羅iido	・下り傾斜地で使用できる(他では使用できない) ・軽すぎたり重すぎたりしない(自重で滑る)ものが対象 ・費用が安い
ポータブルロープウインチ	・上り傾斜地または平地での利用に向く ・作業道がない場所にも持ち運び可能 ・自動巻取装置が用意できない場所でも有効 ・人力でロープを手繰る必要がある ・搬出量が少ない場所に向く ・機器の入手に手間と費用がかかる

新潟県産スギ材を用いた耐力壁パネルの開発

新潟県森林研究所 岩崎 昌一・小柳 正彦（現新潟県農林水産部林政課）

1 はじめに

木造軸組構法住宅の施工性や品質の向上を目的として、構造用合板を用いた耐震要素をパネル化し工場で生産する方法が増えてきている。このようなパネルでは外国産のスプルスやベイマツ等が多く使われている。一方、新潟県内ではスギ人工林の資源が充実してきており、柱や梁等の軸材や合板等の面材のほか羽柄材などでも幅広く活用できるようになってきている。

このため、新潟県産スギ材を使用した耐力壁パネル（柱・梁間に挿入・緊結されることで受け材仕様の真壁方式面材張り耐力壁を構成する部材）を試作し、面内せん断耐試験を行った。

2 試験方法

(1) 耐力壁パネルの試作

含水率 20%以下に乾燥したスギの杵材に構造用合板を打ち付けた耐力壁パネルを試作した（図 1）。パネルの寸法は、幅 805mm、高さ 2,600mm、厚さ 50mm である。杵材の寸法は厚さ 41mm、幅 30mm または 38mm、構造用合板の厚さは 9mm である。構造用合板の打ち付けには長さ 50mm (JIS N50) のくぎを用い、打ち付け間隔は 150mm とした。構造用合板はベイマツ合板と新潟県産スギ合板の 2 種類で、スギ合板は長辺が 1,820mm であるため、幅 65mm の受け材を設けて張り継ぎを行った。ベイマツ合板を用いる場合にも比較のため、張り継ぎ有無の両方を試作した。

(2) 面内せん断試験

柱・土台（スギ、断面寸法 105mm×105mm）および梁（ベイマツ、断面寸法 105mm×180mm）からなる軸組に、試作した耐力壁パネルを長さ 75mm (JIS N75) のくぎを 300mm 間隔で打ち付けて固定した。なお、近年、床剛性の向上と施工時の安全確保等を目的として、厚物合板を床下地とする床勝ち施工が普及してきているため、土台とパネルの間に厚さ 24mm の構造用合板を挿入した。このため、柱心距離は 910mm、土台上面から梁上面までの階高は 2,804mm となった。試験体数は 1 条件あたり 3 体とした。

面内せん断試験は日本住宅・木材技術センターの試験方法¹⁾に準拠し無載荷式で行い、短期基準せん断耐力を算定した。面内せん断試験の状況を写真 1 に示す。

3 結果と考察

スギ耐力壁パネルの面内せん断試験の荷重変位曲線の一例を図 2 に示す。また、試験結果の概要を表 1 に示す。なお、耐力壁パネルは告示²⁾による壁倍率の定めがないため、使用にあたり国土交通大臣の認定を取得する必要がある。その際に材料の耐久性や使用環境の影響等を考慮した低減係数が短期基準せん断耐力に乘じられて壁倍率が設定される。

スギの杵材を使用した耐力壁パネルの参考壁倍率（低減係数を 1 とした壁倍率）は 3.2 以上であり、告示²⁾で定められている構造用合板の壁倍率(2.5)に相当すると考えられることから、杵材でのスギ材利用が可能と思われる。また、構造用合板にもスギを利用することでパネルを 1 割以上軽量化することができ、施工性の向上が期待される。

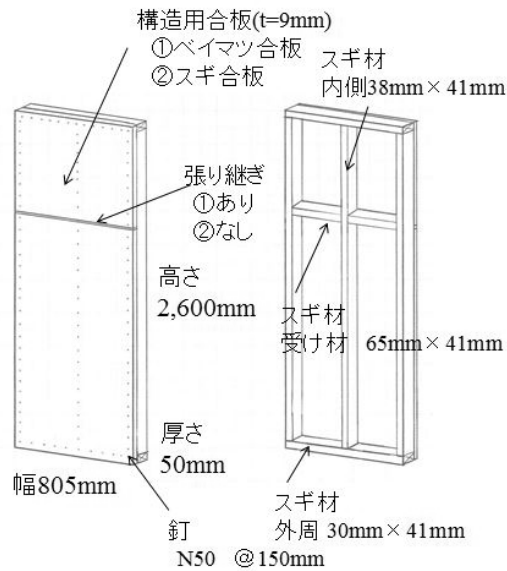


図1 スギ耐力壁パネルの概要



写真1 面内せん断試験の状況

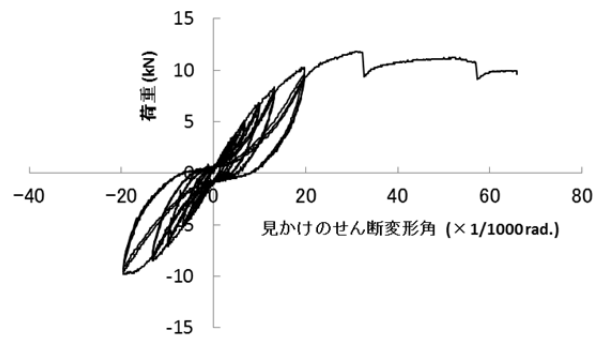


図2 耐力壁パネルの荷重変位曲線（スギ合板・張り継ぎあり）

表1 面内せん断試験の結果

構造用合板	張り継ぎ	短期基準 せん断耐力 (kN)	参考壁倍率 ^{a)}	重量 (kg)
ベイマツ	なし	6.93	3.8	15.2
ベイマツ	あり	6.09	3.4	16.0
スギ	あり	5.88	3.2	13.5

a) 耐力低減係数を1として求めた壁倍率。国土交通大臣の認定を受ける際には低減係数が乗じられて壁倍率が設定される。

引用文献

- (公財) 日本住宅・木材技術センター (2013) 木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書
- 昭和56年建設省告示第1100号

スギ枝葉ペレットの品質と芳香性

新潟県森林研究所 武田 宏

1 はじめに

スギ枝葉は重量でスギ林全体の10～20%を占めている¹⁾。全幹集材では、スギ枝葉は林内に散在するため収集にコストがかかるとともに、林外への持ち出しは自己施肥系である森林内から養分を剥奪することになる。一方、全木集材では土場に集積されたスギ枝葉が造材作業の支障になり、豪雨で流出する危険性もある。そこで、土場に集積されたスギ枝葉をバイオマス燃料として利用するために燃料特性を把握するとともにペレットの品質を明らかにした。また、ペレットの製造過程で芳香性が確認されたことから、精油成分についても検討した。

2 試験方法

新潟県森林研究所構内のスギ林から採取したスギ枝葉を原料に燃料特性の測定サンプルを作成し、発熱量と灰分を測定した。またスギ枝葉を粉砕機（株式会社大橋GS70G）で粉砕後、自然乾燥させて水分を6.0～12.0%に調整した6種類の原料からペレット製造機（新興工機株式会社TS-55）を用いてペレットを製造した。製造したペレットについては、水分、かさ密度、機械的耐久性を測定し、「木質ペレット品質規格」²⁾の基準と比較した。さらに、粉砕直後の生枝葉、乾燥枝葉、ペレットからそれぞれ熱水蒸留法で精油を抽出するとともに、ガスクロマトグラフィにより主な成分濃度を分析した。

3 結果と考察

(1) 燃料特性

スギ枝葉の発熱量は5,391～5,474kcal/kg、灰分は3.4～3.5%であった（図1）。スギ木部³⁾と比較すると、発熱量は約500kcal/kg高かった。しかし、灰分は3倍以上多く、スギ樹皮⁴⁾程度であった。

(2) ペレットの品質

ペレットの水分は製造過程で原料から0.3～1.8%減少した。ペレットのかさ密度は483.4～577.9kg/m³で、「木質ペレット品質規格」²⁾の基準650～750kg/m³を満たさなかった（図2）。また、ペレットの機械的耐久性は51.6～87.3%で、97.5%以上の基準を満たさなかった（図3）。

(3) 芳香性

精油含有率は生枝葉に対し、乾燥枝葉は約3分の1、ペレットは約5分の1に減少した（図4）。枝葉の乾燥やペレット製造過程で発生する熱によって精油成分が揮発したため減少したと考えられる。それぞれの原料から抽出した精油の主な成分では、生枝葉、乾燥枝葉、ペレットと加工が進むと、分子量の軽い成分ほど大きく減少しているのに対し、相対的に分子量が大きい成分では減少の程度が小さかった（図5）。

このようにスギ枝葉からペレット製造を行う過程で、精油含有率が減少するだけでなく、精油成分の構成が変化していた。

4 おわりに

スギ枝葉は発熱量が木部よりも約 500kcal/kg 高く燃料として期待できるものの、ペレットは「木質ペレット品質規格」²⁾の基準を満たさなかった。そのため、スギ枝葉にスギ木部を加えるなどして、ペレットのかさ密度と機械的耐久性を高める必要がある。また、スギ枝葉ペレットは芳香性を有するので、燃料として使用する前に芳香剤として抗菌性や消臭効果を期待できる。

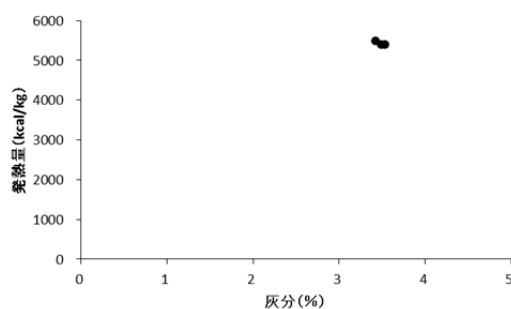


図1 スギ枝葉の灰分と発熱量

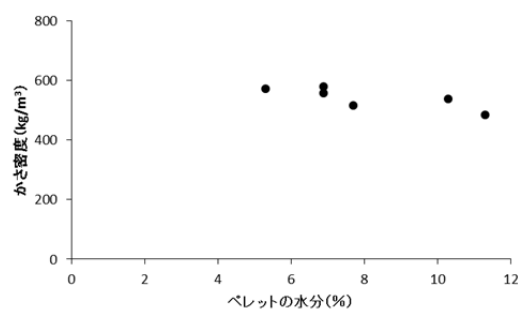


図2 ペレットの水分とかさ密度

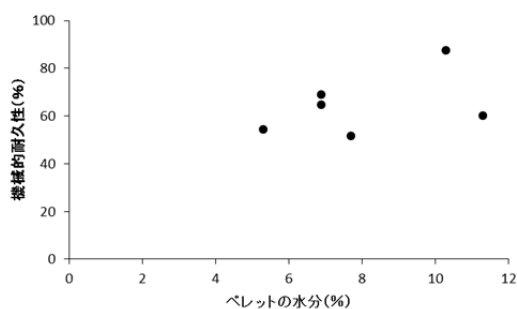


図3 ペレットの水分と機械的耐久性

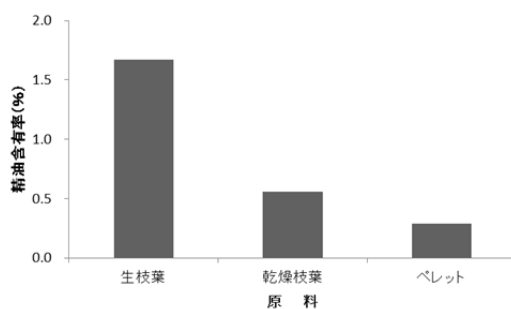


図4 各原料の精油含有率

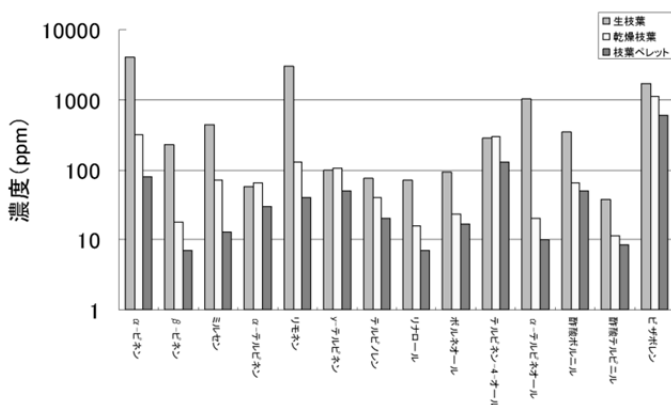


図5 各原料の精油に含まれる主な成分濃度

引用文献

- 1) 戸田浩人・生原喜久雄・新井雅夫 (1991) スギおよびヒノキ壮齡林小流域の養分循環、東京農工大演習林報、28 号、p. 1-22
- 2) 日本木質ペレット協会 (2011) 木質ペレット品質規格
- 3) 武田 宏 (2011) スギ根元部分の燃料特性評価、新潟県森林研報、52 号、p. 53-55
- 4) 武田 宏 (2010) 未利用資源の燃料特性評価、新潟森林研報、51 号、p. 35-38

コンクリート型枠における県産材パネル・国産材合板のたわみ性能評価について

富山県農林水産総合技術センター木材研究所 柴 和宏

1 はじめに

治山ダム建設に用いられてきたラワン合板型枠に替えて、富山県産スギ板材を用いたまく板型枠（ダム上流側にて使用、以下、県産材パネル型枠という）と国産材合板型枠（ダム下流側にて使用）の利用を検討していくのにあたり、これらを試験導入した施工現場にて同パネルのコンクリート打設時の側圧に伴うたわみについてラワン合板と比較検証した。

2 試験方法

2.1 県産材パネル型枠、国産材合板型枠の仕様

県産材パネルの仕様は次のとおりである（写真-1）。

- ①県産スギによる5枚の板材(幅18cm×長さ180cm×厚さ15mm)を栈木でビスあるいは釘により固定してパネルを構成(幅90cm×長さ180cm)
- ②板材は天然乾燥により含水率20%程度に調整
- ③表面塗装なし

国産材合板型枠はヒノキスギによる片面を塗装した厚さ12mm、5プライのJAS認定型枠用合板である。



写真-1 県産材パネル型枠

2.2 型枠の設置部位とたわみ測定部位

完成時まで満砂する治山ダムの水表側（上流側）の放水路より下部で県産材パネル型枠を利用することとし、それ以外の水裏側（下流側）や袖部（放水路より上部）では従来どおりラワン合板を使用した（写真-2）。たわみ測定では、コンクリート打設工程の1リフト目（高さ1.5m～2m分）において、治山ダム本体の仕上がりに影響を及ぼすコンクリート打設時の側圧に伴う曲げ応力によるたわみを、県産材パネル型枠（水表側）とラワン合板型枠（水裏側）で対比させながら測定した。

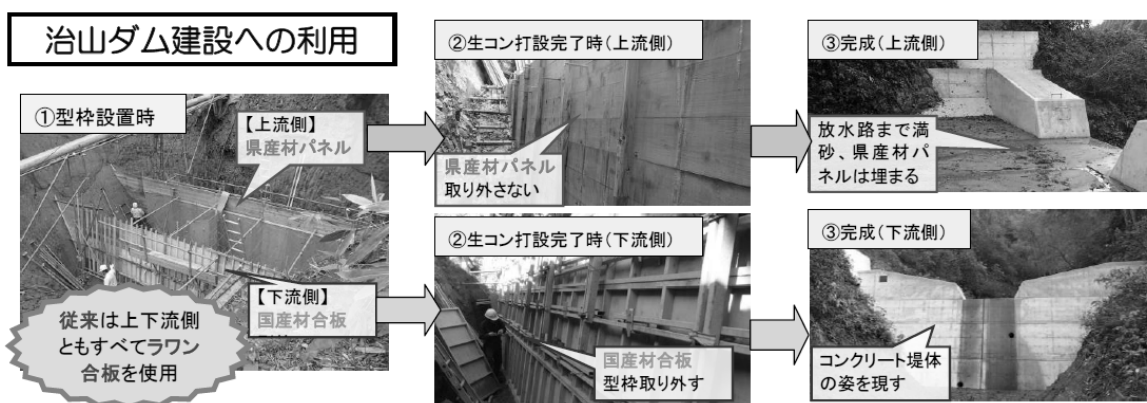


写真-2 治山ダムでの県産材パネルとラワン合板型枠の試験利用部位

2.3 たわみの測定方法（頻度分布と連続測定）

打設に伴うたわみを面的に把握するために、水表側、水裏側の両型枠で一定間隔ごとにノギスで50箇所程度を目標に測定した（写真-3）。両型枠の測定点のうち2箇所では、打設開始から終了まで30秒ごとに、変位計とデータロガーにより計測を行い、たわみの継時変化を調べた（写真-4）。

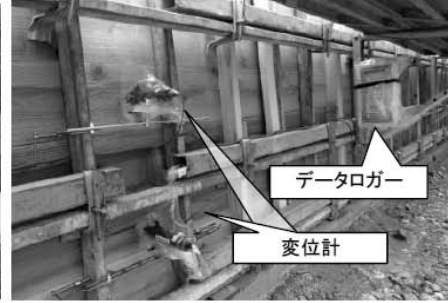


写真-3 ノギスによるたわみ測定（測定点約 50）

写真-4 たわみ継時変化の測定（測定点 2）

3 結果と考察

一定間隔ごとのノギス測定では、県産材型枠パネルおよび国産材合板のたわみ累積頻度分布は概ね 3mm 以内に抑えられており、ラワン合板に比べて同程度であった（図-1, 2）。県産材パネル型枠は、繰り返し利用せず堤体に残存させたまま土砂を埋め戻すため、高い表面仕上がり精度は必ずしも重視されるものではないと考えられることから、たわみ性能上の問題点は特に見いだされなかった。また、国産合板型枠の転用回数については顕著な影響が認められず実用上の問題点は見いだされなかった。生コン打設のたわみの継時変化は、打設による生コンの側圧が型枠に徐々に負荷されるのに伴いたわみも増加していく傾向を示したが、打設終了時（開始から 4～5 時間経過時）に最大たわみとなり、その後の増加は認められなかった（図-3）。

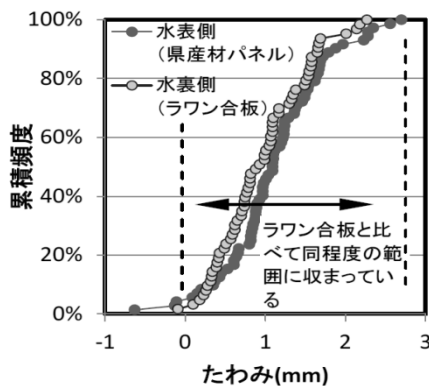


図-1 県産材パネルのたわみ分布の一例

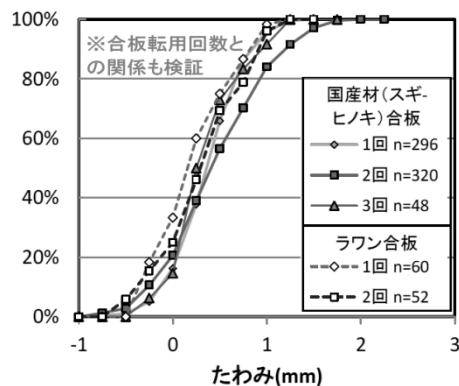


図-2 国産材合板のたわみ分布の一例

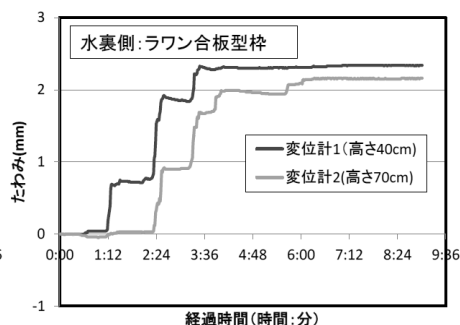
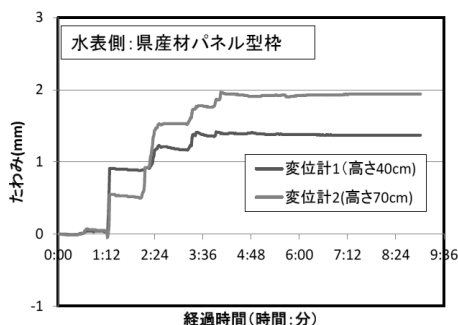


図-3 生コン打設時のたわみの継時変化の一例（左：県産材パネル型枠、右：ラワン合板型枠）

4 利用展開

これらの研究結果を踏まえて県営治山事業では、ラワン合板型枠に替わって、平成 26 年度から完成時までに満砂するタイプのダムの上流側の放水路より下部で県産材パネル型枠を本格的に使用するとともに、平成 27 年度からは県産材パネル型枠を使う上記以外の部位についても国産材（スギ・ヒノキ）合板型枠へ順次切り替えが進められている。

スギ樹皮を利用したボード状形成品について

富山県農林水産総合技術センター木材研究所 鈴木 聡

1 はじめに

スギ間伐材の製材や木粉生産等の過程で、多量のスギ樹皮が発生している。樹皮の一部は堆肥、燃料等へ利用されているが、今後、スギ間伐材の利用増加が見込まれることから、スギ樹皮の有効利用の促進が望まれている。

これまでに木材研究所では、富山県産スギ樹皮ともみ殻液化樹脂等による複合材を検討してきた。その中で、一定の条件でスギ樹皮を蒸煮することで、スギ樹皮樹脂複合材からの成形品の強度が、樹皮を蒸煮しないものに比べて増加することが確認できた。これは、蒸煮により樹皮成分が接着成分等へ変化したためと考えられ、さらに条件を検討すれば、樹脂と複合しなくても強度のある成形品を製造できる可能性がある。そこで今回、樹皮を蒸煮した後、これを成型し、合成樹脂を使用しない、県産スギ樹皮のみによる成型ボードの製造を試みた。

2 試験方法

原料樹皮には、富山県産材としてタテヤマスギの樹皮を用いた。樹皮は、蒸煮成形装置（日阪製作所製 HTP-50/15）に入れて（図1）、200℃で蒸煮した。

得られた蒸煮樹皮は、ピンミル式粉砕機（楨野産業製 DD-2-11）（図2）で粉砕した後、ふるいで分級した。ふるい分けした樹皮について、成形金型に入れて、加熱プレスを行った。

3 結果と考察

富山県産スギ樹皮を、蒸煮成形装置に入れて蒸煮した。蒸煮後の樹皮は、黒褐色を呈していた（図3）。蒸煮した樹皮について、成型を均質に行うため、ふるい分けして一定の粒度とした。

ふるい分けした樹皮は、図4の様な状態で、ふるい分け段階で得られる樹皮の形状が異なることが



図1 樹皮の蒸煮処理

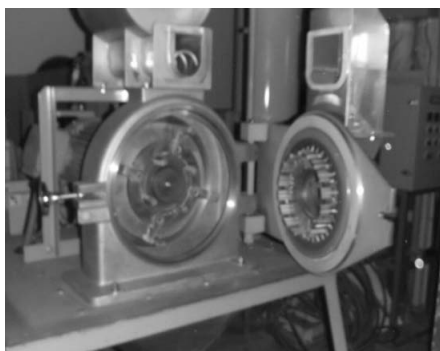


図2 ピンミル式粉砕機



図3 蒸煮後の樹皮の状態

確認できた。次に、ふるい分けした樹皮を、成形金型に入れて、加熱プレスを行った。

その結果、図5に示すように茶褐色のボード状成形品を得ることができた。

次に、得られたボードの性能評価を行った。まず、ボードから試験片を切り出し、曲げ応力とアイゾット衝撃強さを測定した。その結果、得られた成形品のアイゾット衝撃強さは約1.5kJ/m²の値を示し、アクリル樹脂等と同程度の衝撃強さを持つことが確認できた。また曲げ応力についても同様の傾向が確認できた。

さらに、試作ボードの耐水性を評価したところ、吸水率は4.3%程度であり、繊維板（JIS A5905）素地ハードボードの性能（吸水率20%以下）があることが確認できた（表1）。

スギ樹皮を粗砕した後、蒸煮温度を160℃、180℃、200℃と変えて30分間処理後、分級して、その繊維長とアスペクト比を測定した。その結果、蒸煮温度により各分級物の繊維アスペクト比に大きな違いは認められなかった。これらについて、熱圧成型した結果、それぞれボード状に成型可能で、蒸煮温度を下げても原料として使用できる可能性があることが確認できた。

以上の結果から、県産スギ樹皮のみによる成型ボードの製造は可能であることが確認できた。

なお、本研究の一部は、独立行政法人科学技術振興機構による、地域イノベーション創出総合支援事業 重点地域研究開発推進プログラム地域ニーズ即応型、及び研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）フィージビリティスタディ【FS】ステージ 探索タイプの助成を受けて行った。

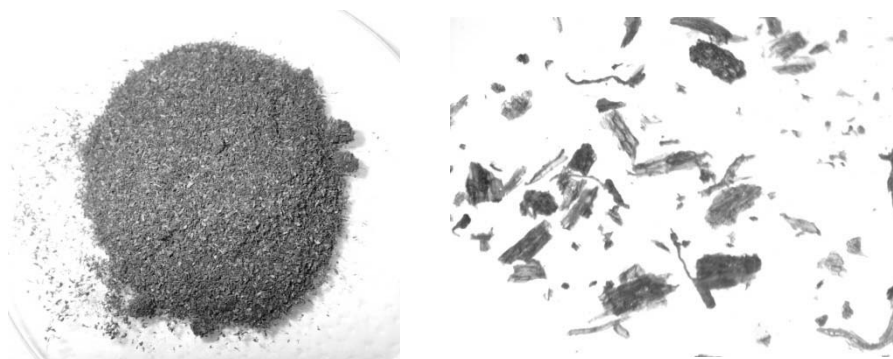


図4 ピンミル粉碎による繊維状態

※左：粉碎物の状態、右：顕微鏡拡大

※樹皮分級サイズ 200 メッシュ以下

表1 樹皮繊維試作ボード耐水性

樹皮分級サイズ	密度 (g/cm ³)	厚さ膨 潤率 (%)	吸水率 (%)	吸水長 さ変化 率 (%)
200メッシュ以下	1.30	1.9	4.3	3.6
30メッシュ以上	1.33	3.5	4.1	0.8



図5 試作ボード

※樹皮分級サイズ200メッシュ以下

異なる径級の丸太から製材したスギ心持ち柱材の高温乾燥後の材面割れ

山梨県森林総合研究所 三枝 茂

1 はじめに

スギ心持ち柱材の高温乾燥後の材面割れが、異なる径級の丸太から製材した柱材によりどの程度相違するか調査するために本実験を行った。

2 実験方法

丸太自動選別機により区分されたスギ丸太の中で、写真1のように末口直径14～16cm、16～18cm、18～20cm、20～22cmの4区分から1区分41本（総計164本）の12cm角×長さ3mの柱材を製材した。高温乾燥は写真2に示す南部町森林組合の木材乾燥装を使用して、蒸煮8時間、高温低湿処理は乾球温度120℃、湿球温度90℃で24時間、その後乾球温度90℃、湿球温度60℃で168時間乾燥を行った。乾燥機から取り出し4週間程度棧積みして養生した。この柱の内156本から材面に出現した全ての割れの幅（0～1mm、1～2mm、2～3mm、3mm～の4区分）とその長さを測定した。その他、割れとの関係を調べるために、丸太末口径、丸太末口の年輪数、柱末口の平均年輪幅、柱末口の心材比率、製材後の柱の容積重、乾燥後の柱の容積重、乾燥後の柱のヤング係数を測定した。

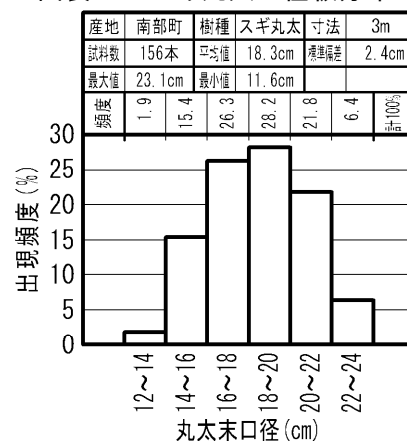


写真1 径級別のスギ丸太



写真2 木材乾燥装置

図表1 スギ丸太の径級分布



3 結果と考察

（1）丸太の径級分布

丸太自動選別機により区分されたスギ丸太の径級分布を図表1に示す。末口径の平均は18.3cmで、最小が11.6cmで最大が23.1cmであった。

（2）含水率の変化

製材直後と高温乾燥養生後の柱の含水率は表1となった。平均含水率は製材直後が81.8%、乾燥養生後が18.1%であった。

（3）割れの状態

高温乾燥養生後の柱156本の材面の割れの状況を表2に示す。割れの評価は以下の2方法で行った。また、全幅は割れの幅を考慮しない場合の値である。

表1 スギ柱の含水率

	含水率(%)	
	製材直後	乾燥養生後
平均	81.8	18.1
最大	122.4	31.1
最小	41.4	11.6
標準偏差	23.9	6.0
試料数	20	20

表2 高温乾燥養生後の柱材の材面割れの状況

割れの幅	～1mm		1～2mm		2～3mm		3mm～		全幅	
評価方法	材長倍	本数	材長倍	本数	材長倍	本数	材長倍	本数	材長倍	本数
平均	0.19	5.1	0.14	2.2	0.11	0.7	0.09	0.4	0.54	8.4
最大	1.04	42	1.40	35	1.07	8	1.73	9	2.96	84
最小	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
標準偏差	0.22	5.1	0.21	3.6	0.21	1.4	0.25	1.2	0.56	9.1
試料数	156		156		156		156		156	
割れ無し	13		51		98		129		8	

- ・材長倍：材面に出現した割れの長さを合計し材長で除した値
- ・本数：割れの長さを考慮せず、材面に出現した割れの本数を合計した値

全幅で見ると材長倍の平均は0.54、本数の平均が8.4本である。単純化すると長さ3mの柱1側面につき長さ20cm程度の割れが2本出現したことになる。全く割れの無い柱は156本中8本であった。写真3には丸太の径級（末口径14.7cm）が小さくても割れの無い柱、写真4には割れが顕著で全幅の材長倍が最大（2.96）の柱（末口径16.5cm）を示す。

（4）割れとの相関

全幅の材長倍と丸太の末口径、丸太末口の年輪数、柱末口の平均年輪幅、柱末口の心材比率、製材直後の柱の容積重、乾燥後の柱の容積重、乾燥後の柱のヤング係数との相関を表3に示す。測定した全ての物理量で割れとの相関が低かった。特に丸太の末口径と割れはほとんど相関が無かった。



写真3 材面割れ無しの柱



写真4 材長倍が最大の柱

表3 割れと各物理量の相関

	割れ長さの合計 の材長倍 (倍)	丸太 末口径 (cm)	丸太 末口年輪数 (本)	柱末口の 平均年輪幅 (mm)	柱末口の 心材比率 (cm ² /cm ²)	製材直後の 柱の容積重 (kg/m ³)	乾燥後の 柱の容積重 (kg/m ³)	乾燥後の ヤング係数 (GPa)
平均	0.54	18.3	30	4.5	0.65	626	416	7.73
最大	2.96	23.1	56	7.4	1.00	972	605	11.36
最小	0.00	11.6	12	2.0	0.12	463	333	4.72
標準偏差	0.56	2.4	11	1.0	0.23	94	42	1.22
試料数		156	156	156	156	156	156	156
r ²		0.02	0.07	0.02	0.09	0.29	0.20	0.01
r		-0.13	-0.27	0.16	-0.30	0.54	0.45	0.11
a	y=ax+b	-0.032	-0.014	0.090	-0.732	0.003	0.006	0.051
b		1.122	0.956	0.127	1.015	-1.494	-1.930	0.140

4 おわりに

今回、異なる径級の丸太から製材したスギ心持ち柱材の高温乾燥後の材面割れの状況に差が認められなかった。材面割れに関しては、柱をモルダー等で最終仕上して丸身が無いぎりぎりの末口径の丸太を使用しても良いと言える。

山梨県産スギ材から製造したCLTラミナの材質

山梨県森林総合研究所 三枝 茂

1 はじめに

CLT（直交集成板）は欧州で中高層の集合住宅の壁や床などに使用されている新しい木質構造材料である。日本では平成25年12月20日に「直交集成板の日本農林規格」が制定され、今後欧州と同様にこの新しい木質構造材料で中高層の建物が建築されると思われる。一方、本県の森林においては材価の低迷によりスギの長伐期化が進行し、径の大きい中目丸太以上の蓄積量が増えている。これらの丸太からは良質のCLTラミナを製造できると考えられる。そこで、山梨県産スギ材からどの程度の材質のCLTラミナが得られるか調査を行ったので、その結果を報告する。

2 試験方法

山梨県産スギ丸太（長さ4m、末口直径296～356mm、平均直径317mm）28本より幅140mm×厚さ40mmの板246枚を製材し、人工乾燥を行い1ヶ月間屋内で養生させ、モルダーで幅128mm×厚さ36mmに寸法を揃え、長さ4mのCLTラミナ246枚を製造した。ラミナは縦継ぎを行わずそのままCLTへ使用することを前提として以下の調査を実施した。直交集成板の日本農林規格の基準に従い、節及び穴（集中節径比、幅面の材縁部の節径比）、繊維方向の傾斜比、腐れ、割れ（貫通割れ、その他の割れ）、変色、逆目、平均年輪幅、曲がり、反り及びねじれ、丸身、その他の欠点について目視検査により等級区分を行った。集中節径比は側面（厚さ方向）に存する節及び穴も測定対象にした。幅面の材縁部の節径比は流れ節もそのまま幅方向の長さで測定した。スギ黒心も表層に使用した際に見苦しいものは変色有りとした。その他の欠点には髓心も含めた。目視検査後に、等級区分機として縦振動法を利用して動的ヤング係数の測定、ラミナの末口側から長さ90cmの板を採取して、ラミナの曲げB試験及びラミナの曲げC試験によりCLTラミナ246枚の等級区分を行った。残りのラミナの節のない部分で長さ3cmの板片を採取して全乾法で含水率の測定を行った。

3 結果と考察

スギCLTラミナ246枚の目視検査による等級区分を表1に示す。目視等級区分の同一等級構成においては節及び穴、平均年輪幅、その他の欠点で等級外（不可）になるラミナが多く、全事項で246枚中121枚が不可となった。機械等級区分の同一等級構成においても節及び穴、その他の欠点で不可になるラミナが多く、全事項で246枚中94枚が不可となった。同一等級構成は内層用ラミナにも外層用ラミナと同じ品質が要求されるため不可になる数が多くなった。その他の欠点では心持ちラミナの髓心による格下げが多かった。表1で等級区分したラミナを更に機械等級（縦振動法）、ラミナの曲げB試験及びラミナの曲げC試験で等級区分を行ったものを表2に示す。機械等級区分のB種構成においては、ラミナのヤング係数の上限値が定められており、ヤング係数が高すぎて使用できないラミナが多かった。ラミナの縦継ぎを行わずそのまま使用してCLTを製造する場合、機械等級区分（A種構成）異等級構成が効率的であり、本調査においても外層・内層に使用できるM60Aのラミナが246枚中156枚、内層に使用できるM30Aのラミナが60枚となった。ただし使用不可も30枚あった。ラミナ246枚の含水率の平均値は14.5%で基準の15%を満たしていたが、最大値は23.8%で最小値が11.4%であった。

表1 目視検査による等級区分

基 準	項目 <
-----	---

表2 機械等級（縦振動法）、曲げB試験、曲げC試験による等級区分（長さ方向の接着なし）

基 準	項目 等級	事 項																最終 の枚数	左記 比率 〔総数 246枚〕	
		目視 検査 後	→	機械等級				→	曲げB試験						→	曲げC試験				
				曲げ ヤング 係数上 限值未 満	曲げ ヤング 係数平 均値	曲げ ヤング 係数下 限值以 上	機械 等級後		曲げ ヤング 係数上 限值未 満	左記 比率	曲げ ヤング 係数平 均値	曲げ ヤング 係数下 限值以 上	左記 比率	曲げ B試験 後		曲げ強 さ平均 値	曲げ強 さ下 限值以 上			左記 比率
枚		枚	GPa	枚	枚		枚	%	GPa	枚	%	枚		MPa	枚	%	枚	%		
目視等級区分	外層・内層用(V60)	122	—	—	—	122	—	—	8.2	118	96.7	122	50.3	122	100.0	122	49.6			
A種構成	内層用(2等)	86	—	—	—	86	—	—	7.1	86	100.0	86	—	—	—	86	35.0			
異等級構成	不可	38	—	—	—	38	—	—	—	—	—	38	—	—	—	38	15.4			
目視等級区分	外層・内層用(1等)	122	—	—	—	122	—	—	8.2	118	96.7	122	50.3	122	100.0	122	49.6			
A種構成	内層用(1等、丸身あり)	3	—	—	—	3	—	—	7.2	2	66.7	0	—	—	—	0	0.0			
同一等級構成	不可	121	—	—	—	121	—	—	—	—	—	124	—	—	—	124	50.4			
機械等級区分	外層・内層用(M60A)	157	—	8.5	156	156	—	—	7.9	153	98.1	156	—	—	—	156	63.4			
A種構成	内層用(M30A)	59	—	7.9	60	60	—	—	—	—	—	60	—	—	—	60	24.4			
異等級構成	不可	30				30	—	—	—	—	—	30	—	—	—	30	12.2			
機械等級区分	外層・内層用(M60A)	157	—	8.5	156	156	—	—	7.9	153	98.1	156	—	—	—	156	63.4			
A種構成	内層用(M60A、丸身あり)	3	—	8.1	3	3	—	—	7.2	3	100.0	3	—	—	—	3	1.2			
同一等級構成	不可	86	—	—	—	87	—	—	—	—	—	87	—	—	—	87	35.4			
機械等級区分	外層用(M60B)	152	95	7.7	94	94	93	98.9	7.1	91	96.8	94	—	—	—	94	38.2			
B種構成	内層用(M30B)	42	3	5.0	3	3	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3	1.2			
異等級構成	不可	52	—	—	—	149	—	—	—	—	—	149	—	—	—	149	60.6			
機械等級区分	外層・内層用(M60B)	152	95	7.7	94	94	93	98.9	7.1	91	96.8	94	—	—	—	94	38.2			
B種構成	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
同一等級構成	不可	94	—	—	—	152	—	—	—	—	—	152	—	—	—	152	61.8			
全ラミナ	平均値			8.2					7.6				48.6							
測定値	最大値			12.3					11.2				68.0							
(246枚)	最小値			4.8					4.3				27.6							

カラマツ心持ち桁材のビニールハウス乾燥試験

木材部 吉田孝久・今井信

1 はじめに

戦後造林されたカラマツの多くは植林後 50 年が経過し、今後は心持ち無垢桁材の生産が可能な丸太の出材の増加が予想される。そこで、カラマツ心持ち桁材について、経済的でかつ材面割れを抑制し、熱劣化を最小限に止める乾燥方法を検討するため、高温セット処理後ビニールハウス内で乾燥（以下 VH と称す）を行い、乾燥特性と曲げ強度性能について検討した。

2 試験方法

長野県産の 4 m カラマツ丸太から 145×265×4000mm の心持ち桁材 20 体を製材し、供試体とした。製材後（乾燥前）の寸法、重量を測定後、当センター所有の蒸気式木材乾燥装置により、乾球温度 110℃、湿球温度 80℃で 18 時間の高温セット処理を行い、寸法、重量及び材面割れを測定後、写真-1 に示す VH（一部ガラス）内で 6 か月間（2012 年 7 月中旬～2013 年 1 月中旬）乾燥した。

乾燥終了後、寸法、重量の外、材面割れ、狂い（曲がり、そり、ねじれ）を測定した。

更に、モルダーを用いて 120×240mm に仕上げ、下部スパン 3900mm、上部スパン 1300mm の 3 等分点 4 点荷重方式、載荷速度 15mm/min で曲げ強度試験を実施した。終了後、非破壊部より含水率試験片を切り出し、全乾法含水率と材内水分傾斜を計測した。なお、乾燥前含水率、高温セット後の含水率、VH 乾燥後の含水率を、強度試験時の全乾法含水率と各測定時での重量から推定した。



写真-1 試験を行った
ビニールハウス

3 結果と考察

3.1 乾燥試験

3.1.1 仕上がり含水率と水分傾斜

乾燥試験の結果を表-1 と表-2 に示した。乾燥前に 43.1%であった桁材の含水率は、高温セット後には平均で 33.5%となった。これが 6 ヶ月の VH 乾燥後には 16.8%となり、全ての材が含水率 20%（D20）を下回った。

乾燥前重量と高温セット後の重量及び VH 乾燥後の重量とには相関関係があった（図-1）。また、乾燥前重量と乾燥前含水率、高温セット後の含水率、VH 乾燥後の含水率にも相関関係が認められ（図-2）、乾燥前の重量は仕上がり含水率に大きく影響していた。

VH 乾燥後の材内水分傾斜をみると（図-3）、表層は 12～18%であるのに対し中心部は 14～24%でやや高かった。ねじれの抑制には中心部の含水率を 20%以下に仕上げるのが重要であり、今回の試験体の中には中心部が 20%を超えるものもあり、これらの解消のためにはハウス内の空気循環等の工夫が必要であると思われた。

3.1.2 材面割れ、収縮率、狂い（ねじれ、曲がり、そり）

試験材 1 本当当たりのモルダー仕上げ後の材面割れ発生量の平均は、広い面で 208cm、狭い面で 33cm であり広い面に多く発生した。材面割れの経時的変化をみると、高温セット終了時より VH 乾燥後の方が多かったことから、今回の高温セット条件（110℃18 時間）は材面割れ抑制が不十分であると考えられ、今後、高温セット条件の更なる検討

が必要である。

VH 乾燥終了後の収縮率の平均値は、広い面（板目と追桎）で 1.76%、狭い面（板目）で 3.30%であり狭い面では広い面の 2 倍近い収縮率であった。

また、カラマツ利用時に最も問題となるねじれは、広い面で 19.5mm/4m、狭い面で 10.2mm/4m 生じ（図-4）、狭い面で 15 mm/4 m 以上の材は整形時に削り残しが生じた。

曲がり・そりについては、最大で 7 mm/4 m であり、これらは整形時に解消された。

3.2 曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を図-5に示す。カラマツ無等級材の基準強度 26.7N/mm² を下回った材は 1 本であり、低かった原因は材縁の大きな節であった（図-5 写真）。

表-1 高温セット後の形状変化

	乾燥前	高温セット後				
	初期含水率 (%)	重量比率 (%)	含水率 (%)	収縮率		材面割れ (cm)
平均値	43.1	93.3	33.5	広い面 (%)	狭い面 (%)	136
標準偏差	4.2	1.0	3.9	0.21	0.76	195
最小値	34.8	90.7	25.2	0.20	1.22	0
最大値	49.4	94.6	39.8	1.14	4.06	796
試験体数	20	20	20	20	20	20

表-2 ビニールハウス (VH) 乾燥後の形状変化

	ビニールハウス (VH) 6か月乾燥後									
	重量比率 (%)	含水率 (%)	収縮率		材面割れ*		ねじれ		曲がり (mm/4m)	そり (mm/4m)
			広い面 (%)	狭い面 (%)	広い面 (cm)	狭い面 (cm)	広い面 (mm/4m)	狭い面 (mm/4m)		
平均値	81.7	16.8	1.76	3.30	208	32	19.5	10.2	1.2	2.3
標準偏差	2.1	1.6	0.56	0.73	195	105	8.7	4.7	2.1	2.4
最小値	77.8	13.5	1.00	2.54	0	0	6	3	0	0
最大値	85.2	20.2	3.43	5.35	716	456	37	18	7	7
試験体数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

*材面割れについては、モルダ後測定

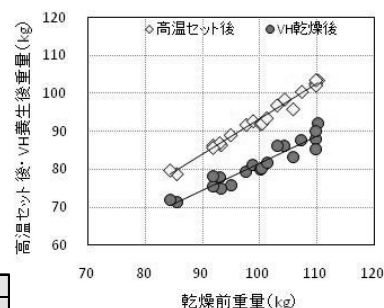


図-1 乾燥前重量と高温セット後の重量と VH 乾燥後の重量との関係

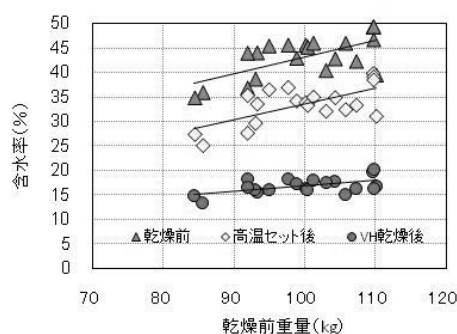


図-2 乾燥前重量と乾燥各時点での含水率との関係

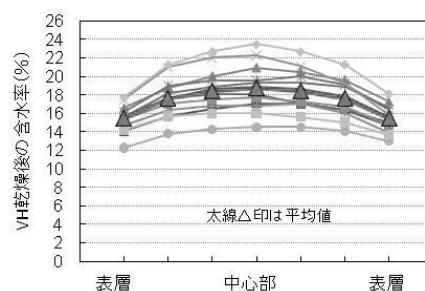


図-3 VH 乾燥後の材内水分傾斜

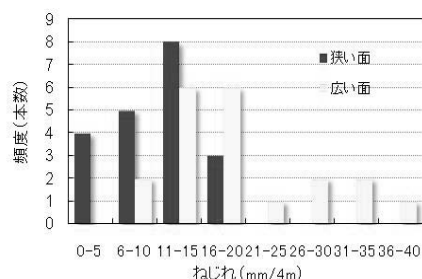


図-4 ねじれの発生量

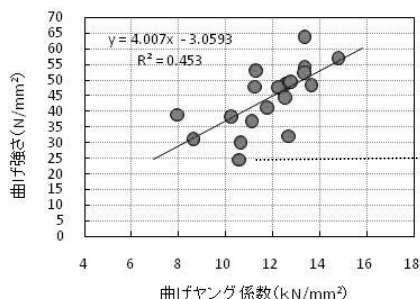
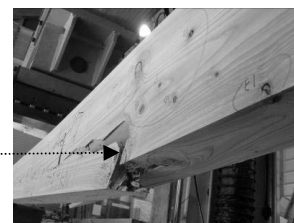


図-5 曲げ強度試験結果



アカマツ材の利用開発のための乾燥試験

長野県林業総合センター 田畑 衛・今井 信・吉田孝久

1 はじめに

アカマツ材の構造材としての利用を促進するため、従来の蒸気式乾燥機のほか、温度と湿度に加え圧力制御が可能な蒸気・圧力併用型乾燥機を検討に加え、材面割れを抑制しつつ乾燥時間の短縮を目的とした乾燥試験を、正角を用いて実施した。

2 試験方法

長野県産アカマツ丸太から製材した 145mm×145mm×4,000mm の心持ち正角 36 本について、縦振動法による動的曲げヤング係数（以下、Efr）を測定し、その分布が等しくなるよう 3 つのグループ（各 12 本）に分け、蒸気式乾燥（以下、蒸気式）、蒸気・圧力併用型乾燥（以下、圧力併用型）、及び天然乾燥を行った。蒸気式及び圧力併用型については、目標含水率を 15% に設定し表に示すスケジュールで人工乾燥後、当センターの天乾場で 1 年間養生した。天然乾燥については、前述の天乾場で 1 年間乾燥し、乾燥開始から 8 カ月目までの各月経過後の重量を測定した。なお、人工乾燥及び天然乾燥共に重りを載せて乾燥と養生を行った。

表 蒸気式、及び蒸気・圧力併用型乾燥における乾燥スケジュール

蒸気式 ((株)新柴 SK-1F10LHP)				蒸気・圧力併用型(ヒルデブランド(株) HD03/SHD)				
乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	処理時間 (h)	備考	圧力 (kPa)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	処理時間 (h)	備考
95	95	8	蒸煮処理	-85~10	(120)	(120)	8	蒸煮(加減圧前処理)
110	90	24	高温セット	-30	110	(90)	24	高温セット/減圧処理
90	60	96	中温乾燥	-80	90	(60)	48	中温乾燥/減圧処理
計128h(約5.3日)				計80h(約3.3日)				

人工乾燥材については、乾燥直後及び 1 年間の養生後、天然乾燥材については 1 年間の乾燥後に、寸法、重量、含水率計含水率、材面割れ長さ、ねじれを測定した。次に、長さ約 1.5m と約 2.5m に鋸断し、その位置で厚さ約 30mm の試験片を各 2 枚切り出し、うち 1 枚は全乾法による含水率と放射方向の内部割れ長さを、残りの 1 枚は断面方向の含水率傾斜を計測した。

更に、約 2.5m の試験体をモルダーを用いて 120mm×120mm に仕上げ、実大材強度試験機を用いてスパン長 720mm の 3 等分点 4 点荷重方式で曲げ強度試験を行った。

3 結果と考察

人工乾燥直後の含水率は、蒸気式が約 5.3 日間で平均 10.9% (9.6%~13.9%、変動係数 11.0%)、圧力併用型が約 3.3 日間で 12.0% (7.8%~15.6%、変動係数 15.4%) と、圧力併用型の方がバラツキがやや大きかった。また、1 年間養生、及び乾燥後の含水率は、蒸気式と圧力併用型で 13.6% と 13.9%、天然乾燥で 17.2% であった。

人工乾燥直後の材面割れについては、蒸気式で平均 433cm/4m・4 面、圧力併用型で 532cm/4m・4 面で、圧力併用型の方がやや大きかった。また、1 年後については、天然乾燥材で 1,174cm/4m・4 面に対し、蒸気式で 243 cm/4m・4 面及び圧力併用型で 282cm/4m・4 面となり、人工乾燥材では 1 年間の養生により半減しており、高温セット法による材面割れ防止効果が認められた。

曲げ強さについては、アカマツ無等級材の基準強度 28.2N/mm² を満たさなかったのは、蒸気式で 6 体、圧力併用型で 3 体、天然乾燥で 3 体あった。また、機械等級区分の基準強度については、

蒸気式で1体が満たさなかった。しかし、乾燥方法による統計的な有意差は認められなかった。
また、破壊形態は全て輪生節からの曲げ破壊であった。

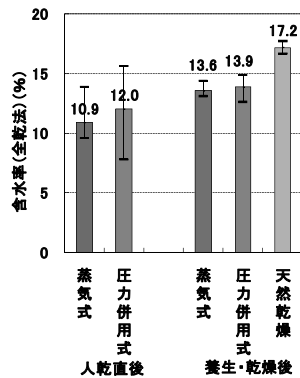


図-1 全乾法含水率

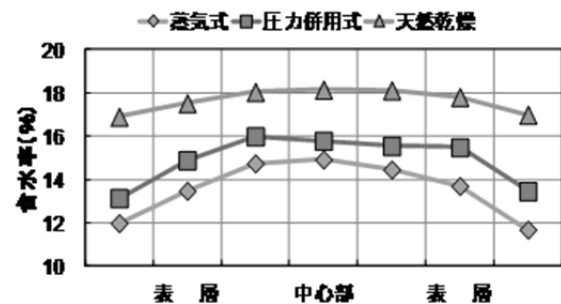


図-2 1年間養生・乾燥後の断面方向の含水率傾斜

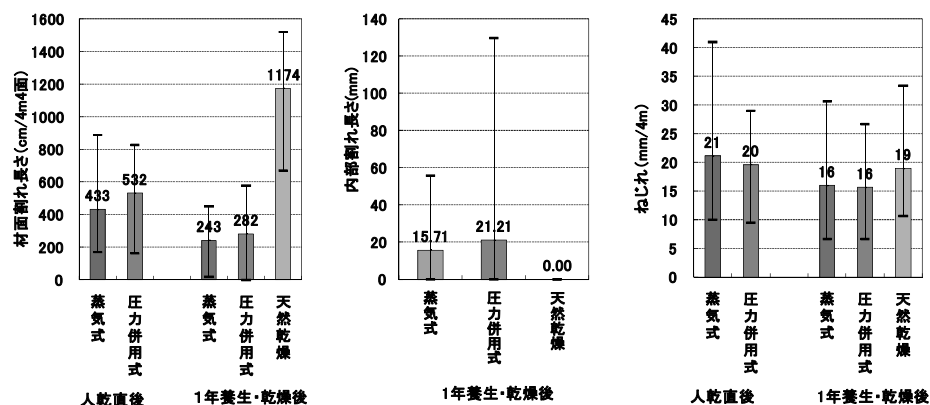


図-3 材面割れ、内部割れ、ねじれの平均値と最大値及び最小値

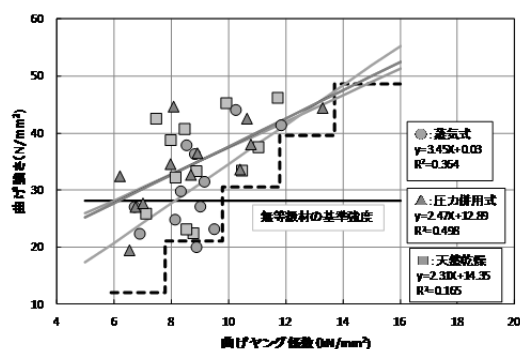


図-4 曲げヤング係数と曲げ強さとの関係



写真-1 乾燥方法別の代表的な試験体

アベマキ材の乾燥試験（天乾と人乾の組合わせ）

岐阜県森林研究所 土肥基生

1. はじめに

岐阜県の広葉樹資源は、民有林森林面積の43%、蓄積量の29%を占めているが素材生産量に占める割合は5%に留まっており、その利用拡大が課題となっている。岐阜県中濃地域の標高の低い森林では、従来薪炭材として活用されたアベマキが長期間放置され大径化している（写真1）。地元自治体や企業では、この未利用アベマキを家具用材（学童机）として活用する取り組みがはじまり、当所では、知見の少ないアベマキ板材の人工乾燥スケジュール開発を担当した。



写真1 自生するアベマキ

2. 試験方法

岐阜県中濃地域で伐採された長さ2m、末口径18~46cmの原木26本から、厚さ31mmの板材を278枚製材し試験材とした（板幅は製材の成り行き）。製材後に、初期含水率を低減させることを目的とし天然乾燥処理を行った（平成27年3月~6月）。更に、一部の材料は太陽熱を熱源とする簡易乾燥施設にて予備乾燥を継続した（平成27年6月~10月）。別途用意した試験材により100℃試験を実施し、人工乾燥スケジュールの目安を得た（写真2）。人工乾燥は蒸気式乾燥機（大井製作所 OHV4-1HSV）により乾球温度初期45℃~末期70℃（1回目）、初期50℃~末期70℃（2回目）の条件で実施した。目標含水率は10%以下とした（写真3）。

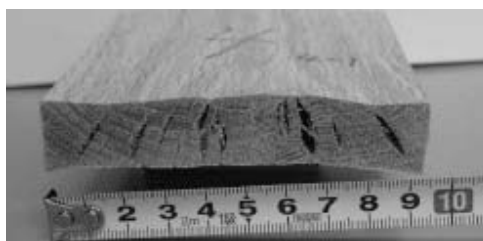


写真2 100℃試験による断面変形経

3. 結果と考察

3.1 乾燥結果

設定乾湿球温度とサンプル材の含水率経過を図1、図2に示す。初回では初期含水率約25%から開始し約8%となるまで約20日間を要した。試験材全体から無作為に抽出した20枚で測定した全乾燥法の結果は平均7.1%（最小5.7%~最大9.3%）であり、目標含水率10%をクリアした。この時、表面割れ等による材の損傷は確認されなかったが、実用化に際しては乾燥期間を更に短縮する必要がある。



写真3 アベマキ材の人工乾燥

あると思われた。2回目では乾燥時間を短縮するため初期温度を5℃上昇させ、終末にコンディショニング工程を加えた。予備乾燥を行った材料を対象としたため初期含水率15%からの開始となり、約9%となるまで約9日間を要した。同様に20枚で測定した全乾燥法の結果は平均9.0%（最小7.8%～最大10.4%）であり、目標含水率10%をほぼクリアした。初回に比べ仕上がり含水率がやや高めの値となったのはコンディショニングの影響と思われた。

3.2 損傷等について

2回目の乾燥において55℃に昇温した際に、若干の損傷（表面割れ）が発生したため、乾燥温度を徐々に下げる措置を採った。今後はこの温度域でのスケジュールの工夫が必要と思われた。

また、コンディショニング工程を外した初回の試験材では、プレナー加工後の反りの発生や新たな表面割れの発生が散見された。養生期間が短いためとも考えられたが、2回目乾燥の試験材ではこうした問題はほとんど発生しなかった。

3.3 今後の取り組み

今回の結果から、乾燥初期温度は50℃で妥当と考えられたが、全体的に更に乾燥工程を短縮する必要がある。そのためには、木取の方法など製材工程からの工夫が必要とも思われた。また、天然乾燥と人工乾燥の組み合わせでは、天乾による乾燥を含水率30%程度まで実施するのが効率的であるため、今回の結果を参考とし今後は30%開始の人工乾燥スケジュールを検討する。

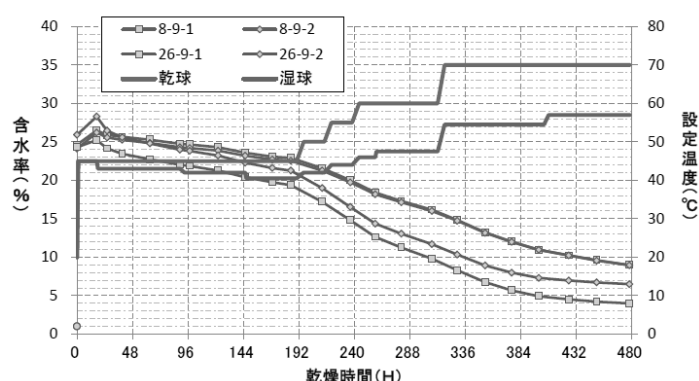


図1 人工乾燥経過（初回）

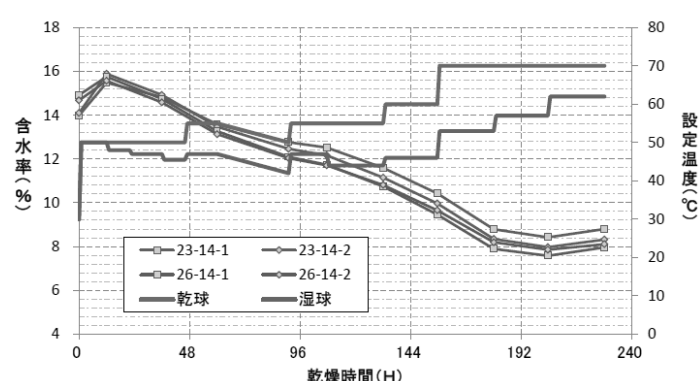


図2 人工乾燥経過（2回目）



写真4 試験材による学童机天板（試作）

ナラ枯れ材の材質と強度比較

岐阜県森林研究所 富田守泰

1. はじめに

関東・中部地域においては、カシノナガキクイムシによるナラ類の枯死が懸念されている。特にフローリング用途など価値のあるミズナラ枯れ材利用の問題点を探るため、健全材との比較をし、用途利用を探るための基礎資料とすべく材質・強度試験を実施した。

2. 試験方法

岐阜県内飛騨市神岡にて枯れた立木のうち、前年枯れ（H24 年枯材）と当年枯れ（H25 年枯材）各 5 本選木し、長さ 1.7m 前後に玉切りし、元玉から 3 本の原木とした。対象木の健全材として市場流通原木を 6 本とした。各原木 3cm 厚板としてだら挽きし、天然乾燥、中温人工乾燥にて仕上げ、ランダムにフローリング用材及び強度試験用材として振り分けた。強度試験用材は仕上げた板材から 25×25×400mm の無欠点試験用として供試した。用材は事前に木口平均年輪幅、重量、腐朽・変色の有無、スパン 1/3 中央区間の繊維傾斜と虫穴数、を測定し、JISZ2113 による曲げ強度試験により曲げ強さ、最大荷重の 1/10 から 4/10 区間の曲げヤング係数を求めた。

3. 結果と考察

今回試験用途に用いた枯死材は用材として市場に流通されるような通直材ではなく、3 番玉まで採材していることから原木径にばらつきが多く、曲りも大きい。そのため、だら挽き時の板幅も平均

表 原木から製材した板材歩留まり

	立木 本数	原木 本数	原木末口径 平均/最小-最大(cm)	曲り 平均/最小-最大(%)	歩留まり (%)	平均幅 (mm)	板数
H24枯材	5	15	19.8 11-26	23.9 9.7-58.7	44.0	130	64
H25枯材	5	14	23.9 16-36	23.6 12.0-58.3	42.9*	130	96
健全木	-	6	29.5 28-32	10.2 5.9-17.6	50.9	153	56

して低く、欠点を含

めた歩留まりでも

1.5 割は低い。

フローリング加工

済部材については、

虫穴、腐れ、節、極

端なアテなどの欠

点を鋸断除去し、乱

尺材としての商品

化を検討して、良材

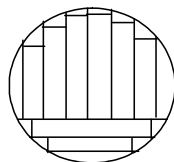
比率を算出した。鋸

断については、乱尺

フローリングを加工

している工場を

参考に 30cm 以上



* 前年枯れ材の平均幅と測定枚数から換算した推定値
板厚30mm 板幅105 120 135 150 165

表 フローリング表面材質比較

	H24年枯材			H25年枯材			健全木
	幅90mm	幅75mm	面積計	幅90mm	幅75mm	面積計	幅75mm
枚数	13	35		53	27		45
全面積 m2	1.053	2.363	3.416	4.293	1.823	6.116	3.038
良面積 m2	0.000	0.533	0.533	2.718	0.893	3.611	2.753
良材比率 %	0.0	22.5	15.6	63.3	49.0	59.0	90.6

良とは乱尺材を想定し長手方向で30cm以上10cm単位で欠点を除去し鋸断した面積、欠点は虫穴以外に節等、規格による欠点をいう
幅90mmから75mmへの欠点除去は想定していない

10cm 単位での鋸断を想定した。枯死材は原木自体に用材としての条件が備わっていないため、比較はできないが、H25 年枯材はそれでも 6 割程度の良材比率を維持しており、H24 年枯材の 2 割に比較し、利用の可能性が期待できる。

強度に関しては、虫穴数の曲げ強さとの関連は見られない。白色腐朽による曲げ強さとの関連は枯死してから時間の経つほど大きく、繊維傾斜の大きい個体でその低下が顕著となっている。強度低下は虫穴ではなく、虫害以後の腐朽菌によるものであり、虫害以後の早急なる伐採加工処理で利用の範囲を広げられる可能性が伺えた。現在被害木の移動に対する制限があり、実施のためには正しい生態の知識を踏まえた原木移動時期と製材端材処理方法、人工乾燥処理に関して関係者のコンセンサスが早急に必要である。

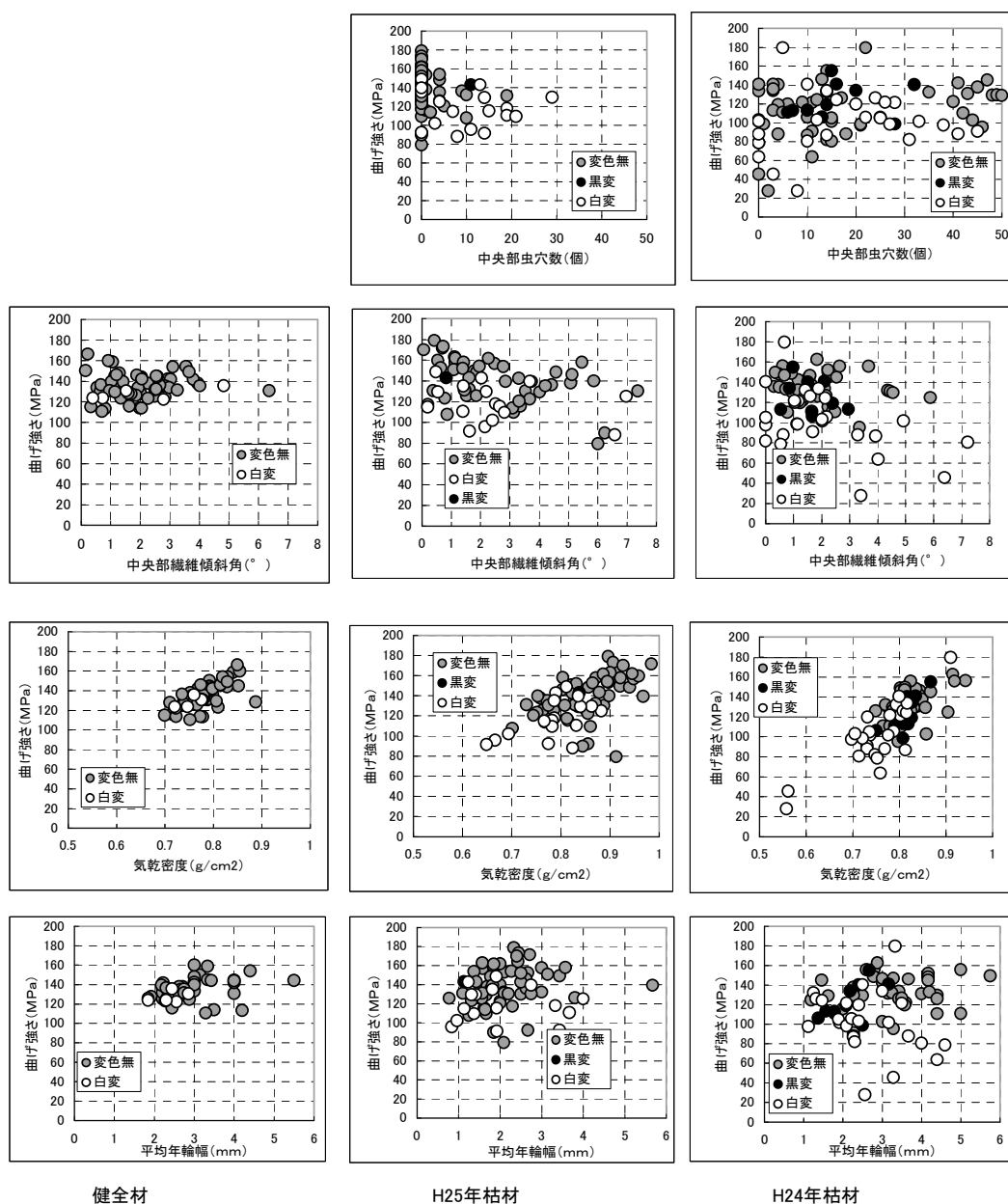


図 各因子と曲げ強さの関係

ヒノキ根元材における節の出現状況調査

静岡県 農林技術研究所 森林・林業研究センター 渡井 純

1 はじめに

根元の曲がり材や先端部の細材は、現状、主な利用先が取引価格の低い燃料用や製紙用のチップに限られることから、採算が合わず多くが森林内に放置されている。これら木材を家具や内装材に活用することで、採算性が高められ利用促進が図れる可能性がある。家具材は、意匠性の観点等から節の少ない材料が求められる。しかし、近年、手入れ不足の森林が増える中で無節材を調達するのは難しく、調達できたとしても高価なものになってしまう。

一般的に樹木は根元に近いほど節の発生が少なくなる傾向がある。根元に近い材、いわゆる“一番玉”であれば節の少ない材がとれる可能性は高いが、それら材は建築材としても需要があり高価なものになってしまう。しかし、さらに根元に近い材（根元材）は、曲がりや根張りの影響により用途が少ないことから低価格での入手が可能である。また、根元材は素材生産を行う際には一定量発生することから、安定供給も可能となる。この根元材が家具用材として利用可能であれば、節の少ない材を低価格で安定的に供給することが可能となり、現在家具用材として主に使用されている輸入広葉樹からの転換が図られる。

しかし、根元材から採取した板に、実際節がどの程度出現するかは未知であり、節に発生する割れも補修の必要性があり欠点となる。これらの状況を調査し、家具材への利用が可能と判断できれば、新たな需要先として期待できる。

2 試験方法

島田市川根町の素材生産現場において放置されていたヒノキ根元材(図-1)を15本採取した。採取したヒノキ根元材の概要を表-1に示す。採取した根元材を、材芯を基準に厚さ3cmに両側振り分けで製材し(図-2)、製材後の板の板目面に出現した節の数と径を計測した。製材後のヒノキ板材の一例を図-3に、概要を表-2に示す。製材した板は屋根下に積み重ねし天然乾燥を行い、12ヶ月経過時に節に発生した割れの有無を測定した。

表-1 ヒノキ根元材の概要

試験体	試験体数 (本)	材積 (m^3)	密度 (kg/m^3)	長さ (cm)	末口径 (cm)	重量 (kg)
ヒノキ根元材	15	0.056	550.4	99.2	23.9	31.1



図-1 森林内に放置された根元材

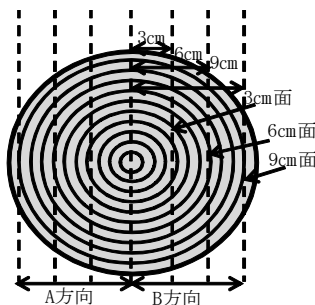


図-2 ヒノキ板材の採取方法



図-3 採取された板材の様子

表-2 ヒノキ板材の概要

試験体	採取枚数 (枚)		平均面積 (m ²)				節割れ測定時 含水率 (%)
	全体	平均	3cm面	6cm面	9cm面	12cm面	
ヒノキ板材	94	6.3	0.23	0.22	0.18	0.16	18.7

3 結果と考察

(1) 節の出現状況

図-4に各板に出現した節の数を芯からの距離別に示す。節の出現個数は芯から離れるに従い減少し、芯から9cmでは平均で0.08個/100cm²であった。最も出現個数の多かった芯から3cmの板でも平均で0.46個/100cm²と全体的に少ないと言える。また、同一の丸太から採取した板には節の出現の多い側と少ない側があり、多い側と少ない側ではおよそ2倍の差があった。図-5に無節材の採取割合を示す。無節材は芯から3cmの板ではほとんど得られなかったが、6cmと9cmの板からは3割程度採取できた。また、各板に出現した節の個数は、6cmの板では全体の6割が5個以下、9割が10個以下、9cmの板では9割以上が5個以下であった。図-6

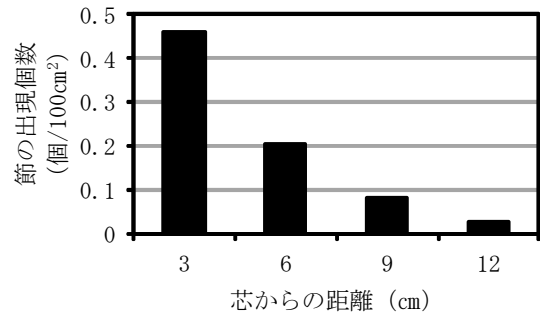


図-4 各ヒノキ板の節の出現状況

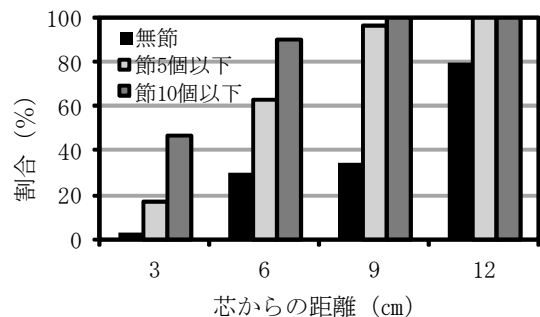


図-5 節の発生個数別の板の割合

に各板に出現した節の径級分布を示す。出現した節の径で最も出現頻度が高かったのは5mm以下のもので全体の4割を占めた。15mm以上の比較的大きめの節は全体の1割程度と少なく、出現した節の多くが小節であった。また、心からの距離による節の径級分布に差は見られなかった。これらの結果から、根元材からは節が少ない板材が採取可能であると思われた。

(2) 節割れの発生状況

図-7に各板に発生した節割れの状況を示す。径が10mm以下の節では割れの発生割合は低く、多くは節割れが発生しなかった。節径が10mm～20mmでは割れの発生した節と発生しなかった節の割合がほぼ同じであった。節径が20mm以上になると節割れの発生割合が高くなった。今回採取した板材に出現した節の約7割が10mm以下であることから、根元材から採取した板は節割れの発生も低いと思われた。

以上のことから根元材から採取とした板材は、家具材に十分利用できるものと思われる。

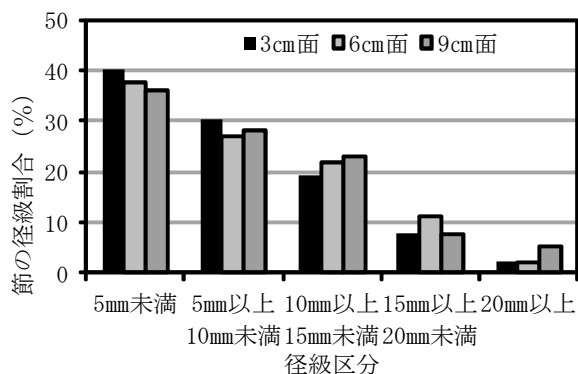


図-6 各ヒノキ板に出現した節の径級分布

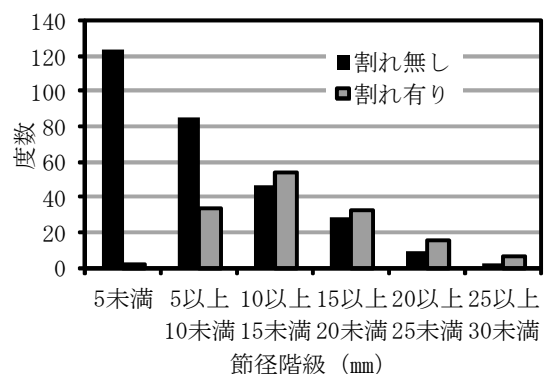


図-7 各板に発生した節割れの分布

3次元計測カメラによる土場での原木材積計測技術の開発

静岡県 農林技術研究所 森林・林業研究センター 星川 健史

1 はじめに

1.1 背景と目的

国産針葉樹材の用途が多様化する中、全国的に山土場や中間土場から工場への直送が試みられているが、土場での検尺が必要となることから、人員不足やコスト上昇が課題となっている。そこで、検尺を自動化するためにコンパクト 3D カメラを用いた原木材積計測システムを開発した。これまでに、原木材積計測システムの試作を行い、操作条件下において、樹種・天候・光環境の違いによる影響を検証し、システムの改良を行った。本研究では、改良後のシステムを用いた実証試験として、山土場や中間土場における原木認識率や材積計測誤差の評価を行った。また、自動認識の誤りを手動で修正する機能を実装し、修正作業に要する時間を明らかにした。

1.2 原木材積計測システム

原木材積計測システムは、コンパクト 3D カメラ (FinePix REAL 3D W3M、富士フィルム製) (図 1) で撮影した画像を、コンピュータープログラム (図 2) で処理して原木の直径・材積を計測するものである。プログラムの構成は、画像からの 3 次元座標の取得、Hough 円変換を利用した木口の認識、Hough 円変換の前処理としての色相抽出及びグレースケール変換、認識された木口の 3 次元座標からの直径計算及び集計である。画像からの 3 次元座標の取得には、内部プログラムとして「撮測 3D」(アルモニコス) を使用している。



図-1 コンパクト 3D カメラ



図-2 原木材積計測システム

2 結果の概要

2.1 山土場・中間土場における原木認識率・直径計測誤差

静岡県内の山土場及び中間土場において、スギまたはヒノキのはい積みをも木口方向から 5~7m 程度離れて撮影した。それぞれの画像に写った計測対象の原木は、77~231 本であった。画像を用いて、原木材積計測システムにより処理を行った。

自動認識により、73~98%の原木認識率が得られ、そこから計算された材積は、それぞれ 12.182、20.474、15.236、35.886、28.456 m³だった (図 3)。この材積と手検尺により求めた材積との誤差は、-24%から+4%であった。原木認識率、材積計測誤差ともに 1 枚の画像で極端に精度が低く、その要因としてパラメーター設定が適切でないことが考えられた。その画像を除けば、自動認識のみでも材積計測誤差は 8%以内であり実用可能と考える。また、手動で修正することにより、材積計測誤差は-11%から+4%となり、改善された。

2.2 修正作業に要する時間

2.1 で自動認識を行った画像を用いて、静岡県立農林大学校の学生及び教員 7 名を対象として、手動での修正作業に要する時間を計測した。対象者は、パソコン経験が 1 年以上で、原木材積計測システムの操作は初めてである。2 枚の画像を用いて操作練習を行い、3 枚の画像で作業時間を計測した。

1 枚あたりの処理時間は、操作者によって 7.3～12.3 分でありばらつきがあった。これはパソコン・マウスの性能や操作者がマウス操作に慣れているかによると考える。画像ごとの処理時間の中央値はそれぞれ、8.4 分、10.0 分、9.0 分であり、1 分あたりの処理本数の中央値は、9.7 本、23.1 本、21.9 本だった（図 4）。1 分あたりの処理本数が 9.7 本と他の画像と比較して少なかったのは、この画像のみ自動認識率が 73%と低かったことが原因と考える。

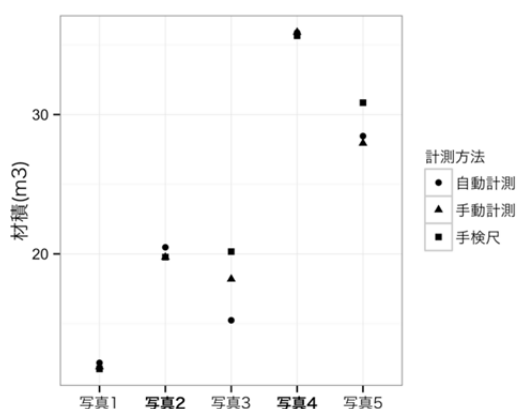


図-3 手検尺と原木材積計測システムにより計測した材積

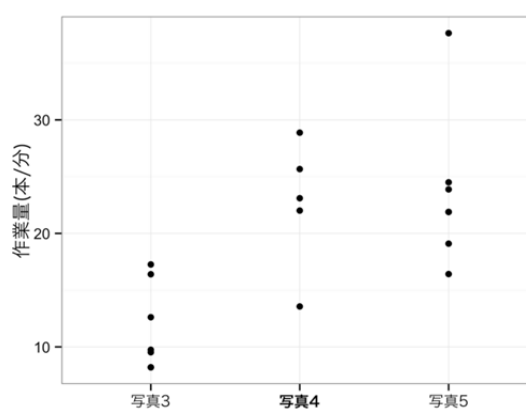


図-4 原木材積計測システムにおける修正作業の操作時間

3 まとめ

山土場や中間土場において撮影した画像を用いて原木材積計測システムの評価を行ったところ、自動認識により、73～98%の原木認識率が得られ、材積の計測誤差は、-24%から+4%であった。ただし、1 枚の画像を除けば材積計測誤差は 8%以内であった。自動認識された画像を目視によって修正する作業には、操作者によって 1 枚あたり 7.3～12.3 分かかった。

ツブラジイの材質及び加工特性について

愛知県森林・林業技術センター 鈴木祥仁

1 はじめに

愛知県内の里山ではコナラ等落葉広葉樹が主体であるが、近年潜在自然植生である常緑広葉樹が増加している。なかでもツブラジイ（コジイ、*Castanopsis cuspidata*）は成長が早く樹幹が比較的通直であるなど、用材としての利用が期待されるが、現在のところほとんど利用されていない。ツブラジイ材に関する研究事例は少なく、特に県内産の材質は不明である。また、乾燥については「乾燥の面倒な材」¹⁾との文献がある。そこで、ツブラジイ材の含水率、密度、強度等の材質を明らかにするとともに、乾燥特性を調査し、利用の可能性を検討した。

2 試験方法

（1）ツブラジイ材の材質

新城市門谷の県有林からツブラジイ立木（樹齢 36～45 年、胸高直径 20～38cm、樹高 12～16m）を 2010 年 5 月に 5 本、11 月に 4 本伐採した。また、森林・林業技術センターの構内から 1 本（樹齢 32 年、胸高直径 28cm、樹高 14m）を 2012 年 2 月に伐採した。長さ 2.2m の原木から厚さ 10cm の円盤を採取した。各円盤の 4 方向の年輪幅を測定したのち、円盤の髄から外周 4 方向へ続けて一辺 30mm の立方体試験片を作製し、質量、寸法を測定した。試験片は風乾後、温度 20℃、RH65% の標準状態及び全乾状態の質量、寸法を測定し、含水率、密度、収縮率を求めた。原木 1 本から 0.5m を切り出し、20mm の正方形断面で長さ 320mm の試験体を 66 体作製した。JIS Z 2101 に従い、支点間距離 280mm の 2 等分点 3 点荷重で曲げ試験を行った。

（2）ツブラジイ材の乾燥特性

原木を厚さ 28mm の板に製材し天然乾燥及び人工乾燥を行った。天然乾燥は 12 月及び 6 月に開始し、通風のある屋内に積み上げた。人工乾燥は乾球温度 40℃、乾湿球温度差 2.3℃から乾燥を開始し、最終的に乾球温度 65℃、温度差 25℃とするスケジュールとした。

乾燥温度と乾燥時間及び材の損傷との関係を明らかにするため、異なる温度での乾燥試験を行った。試験体は幅 100mm、長さ 200mm、厚さ 20mm とし、恒温乾燥器で 100℃、80℃、60℃、40℃の乾燥、20℃・RH60%に調整した室内での乾燥、室内乾燥の途中で恒温乾燥器に移し 60℃、40℃の乾燥の 7 条件とした。なお、室内乾燥から恒温乾燥器への切り替えは含水率が約 30%に達した時点とした。100℃の乾燥では急速乾燥による乾燥スケジュールの推定¹⁾を行った。

3 結果と考察

（1）ツブラジイ材の材質

年輪幅は中心から 13 年輪前後まで増加し、その外側は 4～6mm の範囲でほぼ一定であった。辺材部の年輪数は同一立木では高さによる差はなく、立木ごとに 7～10 年の範囲で、8 年のものが多かった。各試験材の含水率、密度、収縮率を表-1 に示す。生材含水率は、心材と比較して辺材で低かった（図-1）。標準状態における密度は約 550 kg/cm³で広葉樹のなかでは中程度であった。みかけの曲げヤング係数は 10.2±1.5 kN/mm²、曲げ強さは 82.0±8.7N/mm²で、密度と同じく中程

度の値を示した。以上のことから、ツブラジイ材は比較的心材率が高く、広葉樹として中程度の材質を示し、用材としての利用可能性は十分にあると考えられた。

(2) ツブラジイ材の乾燥特性

天然乾燥では乾燥開始時期に関わらず約 160 日で重量の変化がほぼなくなり、そのときの含水率は約 14%であった。人工乾燥では目標含水率を 10%として調湿 3 日を含め 29 日間を要した。

100℃の急速乾燥試験の結果、初期割れは小さく、断面の糸巻状変形、内部割れの程度から初期温度 49℃、乾湿球温度差 3.3℃が導かれた。また、含水率 1%になるまでの約 82 時間から、27mm 板材を 10%まで乾燥する日数は昇温・冷却 1 日を含め 22 日と推定された。各温度の乾燥での含水率 10%に達するまでの時間は乾燥温度が低くなると指数関数的に長くなった(図-2)。試験体の糸巻状変形の程度を示す縁と内側の厚さの差は 60℃以上の乾燥条件において 20℃室内と比較して有意に大きくなり、温度が高いほど大きかった(図-2)。一方、室内乾燥後の 60℃乾燥は、全期間 40℃の乾燥条件と差が認められなかった。以上のことから、生材からの人工乾燥では変形を避けるために 40℃程度の低温で始める必要があり、天然乾燥で含水率 30%まで減少させた後に 60℃程度の人工乾燥を行う組み合わせが、乾燥期間をさほど長くすることなく乾燥コストを抑える方法として有効であると考えられた。

表-1 ツブラジイ材の材質

	5月伐採	11月伐採	構内採取材
生材含水率 (%)	131.2 (28.2)	129.0 (24.9)	123.3 (24.0)
標準状態密度 (kg/m ³)	560 (41)	543 (61)	556 (25)
全乾密度 (kg/m ³)	524 (40)	511 (59)	521 (24)
容積密度 (kg/m ³)	472 (43)	457 (51)	465 (21)
標準状態までの収縮率 (%)	R 2.26 (0.59)	1.51 (0.49)	1.45 (0.48)
	T 5.81 (1.25)	5.52 (1.13)	4.96 (0.51)
全収縮率 (%)	R 3.85 (0.73)	3.05 (0.54)	2.95 (1.01)
	T 8.73 (1.36)	8.86 (1.27)	8.01 (0.85)
含水率1%に対する平均収縮率 (%)	R 0.13 (0.02)	0.13 (0.03)	0.12 (0.04)
	T 0.25 (0.03)	0.27 (0.03)	0.27 (0.03)

R:半径方向, T:接線方向

()内は標準偏差を示す

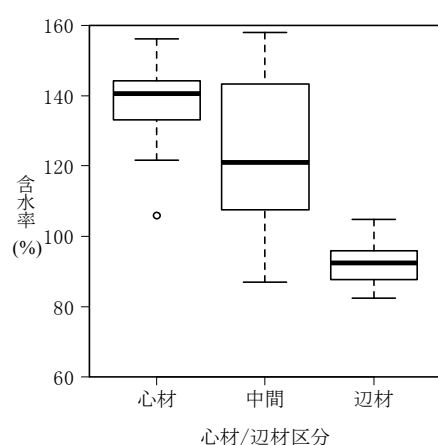


図-1 部位別の生材含水率

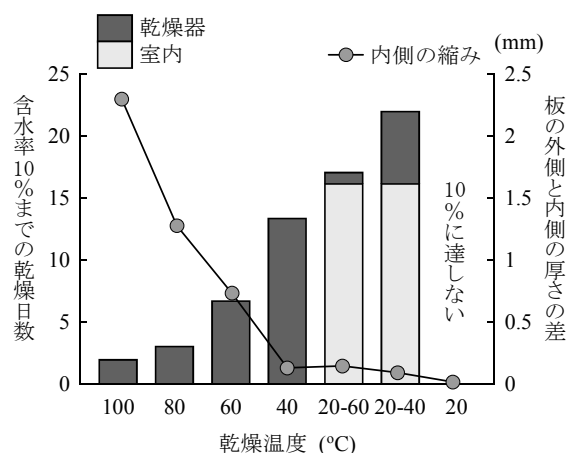


図-2 乾燥条件別の乾燥日数と変形の大きさ

引用文献

- 1) 寺澤眞 (1994) 木材乾燥のすべて. 海青社

スギ大径材の利用について

愛知県森林・林業技術センター 鈴木祥仁

1 はじめに

県内の森林資源は成熟期を迎え、スギ林では51年から55年の蓄積が最大となっており、今後生産される木材の大径化が進むことが予想される。木材の大径化は多様な製材が可能になる反面、大径材の材質や心去り材の特性については不明な点がある。そこで、大径材の材質特性及び心去り製材した場合の曲がりや乾燥特性、強度性能について試験を行い、構造材として利用可能性を評価した。また、大径材から得られる幅広板を利用した合わせ梁の検討を行った。

2 試験方法

(1) スギ大径材の材質

森林・林業技術センター試験林の約55年生のスギ人工林から胸高直径40cm以上の立木を12本伐採し、長さ4.2mの原木を各立木から5、6本得た。原木の元口から厚さ10cmの円盤試料を採取し、長径及びその直角方向の4方向で年輪幅を測定した。円盤から短径方向を長さとする試験体を作成し、5年毎に分割して体積を求めたのち全乾し、含水率及び容積密度を求めた。

(2) 心去り材の製材・乾燥特性及び強度

末口径が30cm以上の1、2番玉の原木を2本取りの心去りで、残りを心持ちで正角及び平角に製材した。心去り製材の木取りは原木の片面を中心定規、反対面を側面定規とした。製材の半数は中温人工乾燥を行い、スケジュールは乾球温度60～73℃、乾湿球温度差3～15℃とした。残りの製材は天然乾燥を行い、当初1か月は通風のある屋内で、その後は屋根付きの屋外に置いた。

製材を乾燥後、縦振動法ヤング係数を測定したのち、「構造用木材の強度試験マニュアル」¹⁾に従い3等分点4点荷重法で曲げ試験を行い、強さ、曲げヤング係数を試験体寸法及び荷重条件により、含水率15%の値に調整した。また、めり込み試験を行い、めりこみ強さを測定した。

(3) 合わせ梁の開発

大径材から得られる幅広のラミナを使用し、合わせ梁として積層面と平行方向に曲げ荷重がかかる平角集成材を作成した。集成材の断面は幅120mm、高さ150～300mmとし、幅方向積層数はラミナ厚30mmの4層、及び24mmの5層とした。ラミナ構成は主に同一等級構成とし、歩留りの向上を目的に、幅はぎ未接着ラミナを2層使用した集成材も製作した。

3 結果と考察

(1) スギ大径材の材質

原木では1番玉の細りが大きく、原木で測定した縦振動ヤング係数が小さかった。辺材幅は根元部を除き45～50mmの範囲にあった。材に含まれる水分は辺材ではほぼ飽和状態であり、心材では立木ごとに差が認められ、根元部の心材は特に水分量が多かった。容積密度は中心で高く、15年輪より外側の成熟材では容積密度が一定であったが、根元部では外側ほど密度が低下した。スギは大径になるほど成熟材部が心材化することから、より高価値化が期待できると考えられた。

(2) 心去り材の製材・乾燥特性及び強度

製材後の心去り材は木表側に曲がり、心持ちより矢高が2倍以上大きかった。心去りのうち中心定規と側面定規との差は認められなかったが、心去り材で原木から1番に製材したものは2番と比較して曲がりが大きく、2番は心持ちと差はなかった（図-1）。これは、片側の製材後に成長応力が解放されるためであり、一度中心挽きしてそれぞれの両側面を挽くことで曲がりが抑制できると考えられた。

人工乾燥では当初20日間で平角の半数弱が含水率20%未満になった。乾燥速度は容積密度との負の相関が認められ、心去り材の乾燥速度が心持ち材より有意に大きかった。これは、心去り材は密度が低いため乾燥が速くなったためと考えられた。天然乾燥では平角の半数が含水率20%を下回ったのは約4か月後で、心去りと心持ちとの乾燥速度差はほぼなかった。表面割れは幅、長さともに心去りが心持ちより小さく、人工乾燥では天然乾燥より割れが抑制された（図-2）。

曲げ試験の結果曲げヤング係数による等級区分ではほとんどの材がE70又はE90に区分された。曲げヤング係数、曲げ強さともに、平角材では心持ち・心去りの差は認められず（図-3）、基準強度をほぼ上回ったことから、心去り材が梁桁材として利用可能と考えられた。めり込み強さは密度が高いと大きくなる相関が認められ、密度が小さい心去り材のめり込み強さが小さくなった。

（3）合わせ梁の開発

集成材の縦振動ヤング係数は構成するラミナの加重平均と非常に強い相関を示した。同一等級構成集成材の調整済み曲げヤング係数、調整済み曲げ強さは、集成材JASに定める下限値を上回った（図-4）。幅はぎラミナの有無による曲げヤング係数、曲げ強さの差は認められなかった。

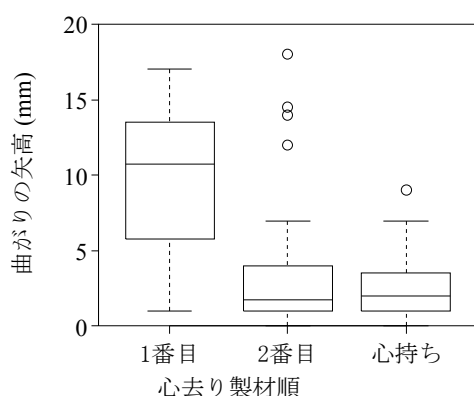


図-1 製材後の曲がり（広い面）

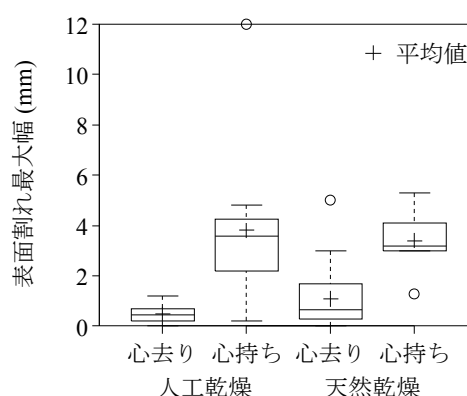


図-2 表面割れ幅（4番玉以下）

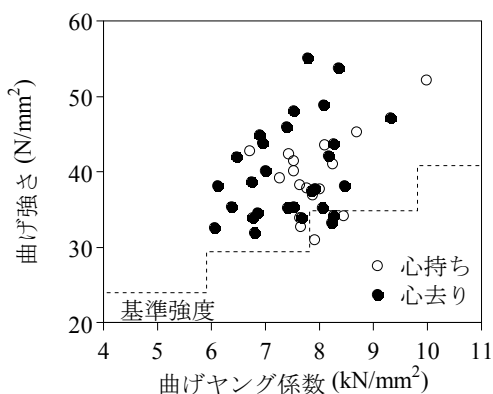


図-3 平角材の曲げ強度

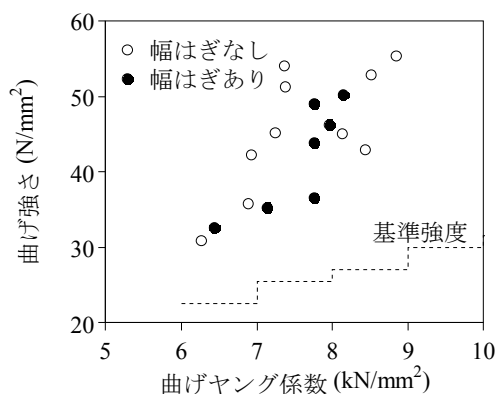


図-4 合わせ梁の曲げ強度

引用文献

- 1) 財団法人日本住宅・木材技術センター（2011）構造用木材の強度試験マニュアル。

木材高度利用研究会参加機関名簿

機関名	住所	電話番号 (代表)
国立研究開発法人 森林総合研究所	茨城県つくば市松の里 1	029-829-8118
群馬県林業試験場	群馬県北群馬郡榛東村新井 2935	027-373-2300
埼玉県寄居林業事務所森林研究室	埼玉県大里郡寄居町寄居 1587-1	048-581-0123
千葉県農林総合研究センター 森林研究所	千葉県山武市埴谷 1887-1	0475-88-0505
新潟県森林研究所	新潟県村上市鶴渡路 2249-5	0254-72-1171
富山県農林水産総合技術センター 木材研究所	富山県射水市黒河新 4940	0766-56-2915
山梨県森林総合研究所	山梨県南巨摩郡富士川町最勝寺 2290-1	0556-22-8001
長野県林業総合センター	長野県塩尻市片丘 5739	0263-52-0600
岐阜県森林研究所	岐阜県美濃市曾代 1128-1	0575-33-2585
静岡県農林技術研究所 森林・林業技術センター	静岡県浜松市浜北区根堅 2542-8	053-583-3121
愛知県森林・林業技術センター	愛知県新城市上吉田字乙新多 43-1	0536-34-0321

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
木材高度利用研究会 成果報告書

平成 28 年（2016 年）3 月 発行

発行 木材高度利用研究会 平成 27 年度事務局

長野県林業総合センター（木材部）

〒399-0711 長野県塩尻市片丘 5 7 3 9

電話 0263-52-0600

印刷 （有）大気堂

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局

国立研究開発法人森林総合研究所

企画部研究管理科地域林業室

〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

電話 029-829-8118

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/kanchu/>