

兵庫県木材利用技術研究会

うっど・うえ〜ぶ



人工乾燥された心去り平角材

目次

巻頭言	県産木材利用技術のさらなる推進に向けて	1
技術交流会等報告	木材利用研修会の開催・各種イベントへの出展	2
試験研究成果報告	仕口加工を施したスギ受け梁の曲げ性能	4
	県産市場流通正角材（人工乾燥材）の強度性能	7
	SDGs(持続可能な開発目標)と地域産材の利用	9
	類型化して見る製材工場の生産戦略	11

2020.6

Vol.35

巻頭言

県産木材利用技術のさらなる推進に向けて

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 岩本 順造

兵庫県木材利用技術研究会会員の皆様には、平素より県産木材の利用推進並びに利用技術の向上にご尽力、ご協力いただきありがとうございますことに心からお礼申し上げます。

さて、当センターの試験研究等業務は「県立農林水産技術総合センター第4期中期業務計画（計画期間：平成28～令和2年度）」の業務方針等に基づいて進めています。

この計画では、林業・木材産業に携わるみなさんのニーズを的確に捉えることはもちろん、県農林水産振興施策の目標を実現するための試験研究・技術開発等を進め、研究成果は速やかに地域に還元していくこととしています。また、限られた人材や予算で効果的に業務を進めるため、試験研究の重点化や研究成果に係る知的財産・外部資金の活用等を図ることとしています。

計画期間の5ヶ年間、県産木材の利用技術開発に取り組んだ結果、①「中規模建築物向けの高強度梁仕口（Tajima TAPOS®）技術（図1）」や②「二丁取り心去り平角材の製材・仕上技術（図2）」、③「コナラ材フローリング」の開発、④「心材色の明暗の度合いを定量評価する簡易計測法」の考案など開発技術を活かした工法や製品等が

広がりつつあり、一定の成果があがっています。

一方、林業・木材産業を取り巻く情勢は大きく変化しており、中高層建築物で利用できる製品等の開発や主伐・再造林の推進に伴う木材のさらなる用途拡大など両業界の持続的発展に繋がる技術開発への要請が高まっています。

計画終了年度にあたる本年度は、研究成果の検証作業を進め、今秋には学識経験者や開発技術ユーザーによる外部評価を含め、評価結果を公表予定です。

併せて、新たな中期計画を視野に入れ、試験研究の重点化分野の選定や研究成果の速やかな普及に向けた手法等について議論を重ねています。

評価・検証の結果や取り巻く環境の変化、別途検討が進む新たな県農林水産振興施策を踏まえ、本年度末を目途に新たな中期計画を策定する予定です。

今後とも、林業・木材産業が地域の基幹産業として持続的に発展するよう、技術面でしっかり支えてまいりたいので、みなさんのご理解とご協力をお願いします。

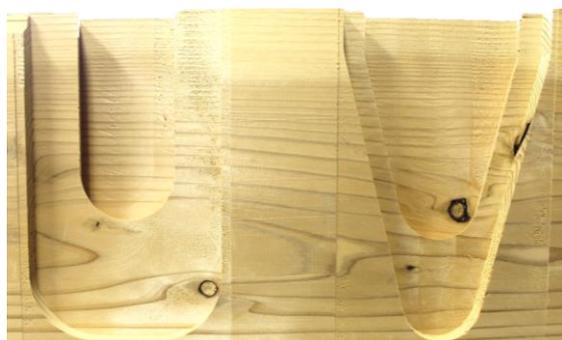


図1 高強度梁仕口（Tajima TAPOS®）



図2 心持ちおよび心去り平角材の断面

木材利用研修会の開催・各種イベントへの出展

木材利用研修会の開催

木材需要量の約4割が建築用材、新設住宅着工戸数の約半分が木造住宅であることから、製材用材の需要量は木造住宅着工戸数と密接な関係があります。しかしながら、近年の人口・世帯数の減少等を背景に、新設住宅着工戸数は中長期的な縮小が見込まれています。一方で、戦後植林された人工林は成熟化が進み、その豊富な森林資源を利用拡大することで、「伐る→使う→植える→育てる」資源循環型林業を構築することが重要です。このため、住宅市場の情勢変化に伴う最新の木造住宅建築や国産材利用の動向や、地域の林業・木材産業を活性化させる戦略について、川上から川下の事情に明るい赤堀楠雄先生を講師に招いて講演いただきました。

- 1 日時：令和元年8月2日（金）
14時00分～15時30分
- 2 場所：神戸市教育会館 404会議室
- 3 主催：兵庫県木材利用技術研究会
県産木材供給促進協議会
兵庫県森林林業技術センター
- 4 参加者：58名 県市町（林務、建設部局）、
建築・木材関係者
- 5 講師：林材ライター 赤堀楠雄氏
- 6 テーマ：「変わる住宅建築と国産材流通」



林材ライター 赤堀楠雄氏



熱心に講義を聞く会場いっぱいの参加者

各種イベントへの出展

兵庫県木材利用技術研究会は平成8年3月の設立以来、兵庫県森林林業技術センター等と連携協力して、製品開発等に取り組むと共に、各種イベントへの出展等により研究成果や開発した県産木材製品の普及PRを行ってきました。ここでは、令和元年度に行った普及PR活動について報告します。

〈代表的な研究成果の普及PR〉

- ① スギ横架材の利用を促進する高強度梁仕口『Tajima TAPOS®（但馬テイポス）』や、大径材の利用価値を高める『心去り二丁取り平角材』生産技術のパネル、製品展示、チラシ配布
- ② 木材の強度（ヤング係数）を安価・簡易・高精度に測定する装置『木材強度測定システムWoodFFT』実用化に向けたパネル、チラシ配布
- ③ 兵庫県産コナラ材をスギ合板に貼ることで、表面硬度の確保と軽量化を両立させ、寸法安定性の向上を図ったコナラフローリング材の開発に関するパネル、製品展示、チラシ配布

【ひょうご木材フェアへの出展】

第34回ひょうご木材フェアが「木材を使って、人に健康を、地域に元気を」をテーマに開催され、兵庫県木材利用研究会は（公社）兵庫みどり公社、兵庫県森林林業技術センターと共同で出展しました。

- 1 日時：令和元年10月27日（日）
10時00分～17時00分

2 場 所：ハーバーランド高浜岸壁周辺

3 主催者：兵庫県木材利用推進協議会

会場では、兵庫県森林林業技術センターが開発した Tajima TAPOS®、心去り二丁取り平角材、WoodFFT、コナラフローリング材のPRのほか、(公社)兵庫みどり公社樹芸林から出材された天然絞り丸太の利用を進めるため、同公社とともに木材利用技術研究会(森林林業技術センター)で製材したひき板や正角材、(株)しそこの森の木の協力を得て試作した木製パネルを出展しました。

天然絞り丸太は、木の肌が波状の皺のような模様が特徴で、樹皮を剥がして表面を磨いて仕上げた「磨き丸太」として和室、床の間の飾り柱(床柱)で多く使われてきました。しかしながら、最近では和風建築の減少にともない天然絞り丸太の需要も少なくなりました。そのため、天然絞り丸太の製材木取り方法に工夫をこらし、特徴的な木目を活かした半製品を試作し、来場者にPRしました。

また、木材製品を扱う業者へ天然絞り丸太を製材した挽き板のサンプルを配布し、製品開発等への協力を呼びかけました。



天然絞り丸太の挽き板を利用した試作パネル



天然絞り丸太の木目を活かした半製品を説明

【WOODコレクションへの出展】

日本各地の国産材を活用した建材や家具などの木材製品展示会「WOODコレクション令和元年」が次のとおり開催され、兵庫県からは兵庫県木材利用技術研究会と有志企業・団体、合わせて5団体が出展しました。

1 日 時：令和元年12月10日(水)～

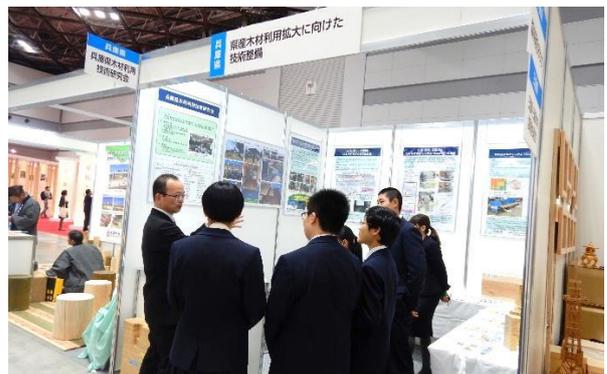
令和元年12月11日(木)

2 場 所：東京ビッグサイト

南3・4ホール(東京都江東区)

3 主催者：東京都

WOODコレクションは、森林林業、建築設計、木材利用等に関係する団体・企業が、全国各地の地域材をPRし、木材利用を促進するためのイベントです。今回が5回目の開催で、今回、過去最多41都道府県から268団体の参加があり、全国各地の特色ある木材関連製品が展示・販売されました。今年初めて国産材コレクションコーナーが設置され、兵庫県からはしそこの森林組合提供のスギが展示されました。各都道府県を代表する様々な木材(樹種)が一堂に展示され、実際に見て、触れて個性豊かな木材を実感することができました。



来場した学生に研究成果等を説明

今後のPR

林業、木材産業等の幅広い関係者が参集する機会を通じて、県産木材の利用を進める研究成果や開発技術のPRはもとより、最新の技術情報の収集・発信や、県産材の良さや利用の意義を広くPRしていきます。

(元 森林林業技術センター専門技術員

現 豊かな森づくり課 森づくり整備班長
紙本雅弘)

仕口加工を施したスギ受け梁の曲げ性能

1 はじめに

木造軸組工法における在来加工梁-梁仕口、いわゆる U 字型仕口の耐力は、多くの場合、加圧梁凸部のせん断耐力ではなく、受け梁凹部の支圧耐力に依存します。Tajima TAPOS (特許第 6340499 号) は、大入れ部および蟻部の双方にテーパ加工を施し、木材の強度異方性を合理的に活用することで、受け梁凹部の支圧耐力ひいては梁-梁仕口の耐力を高めたことを特長の一つとしています。ところで、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」によれば、仕口欠損による受け梁の断面係数の低減率は、木口面から透視した欠損状態をもとに算出されています。在来仕口と TAPOS では、その欠損状態は大きくは変わらないため、基本的には同様の低減率を採用すれば良いこととなります。しかしながら、凹加工部を正視すると (p.1 図 1 参照)、TAPOS では大入れ下部の欠損幅が小さく、蟻上部の欠損幅が大きいなど、在来仕口と TAPOS では欠損の形状が明らかに異なります。そこで本研究では、在来加工と TAPOS 加工を施した受け梁について、曲げ性能を比較検討しました。

2 試験方法

供試材 (受け梁) には、製材から 3 年 3 ヶ月～4 年 6 ヶ月が経過したスギ平角材 (幅 105mm×高さ 240mm×長さ 4m) 20 本 (心持ち材 6 本、心去り材 14 本) を用いました。まず、供試材の寸法および重量から密度 (ρ) を求めた後、縦振動法により動的ヤング係数 (Efr) を測定しました。これらの供試材から、長さ方向中央部の両面に在来凹加工を施した試験体 (U) を 8 体、TAPOS 凹加工を施した試験体 (T) を 8 体作製し、残る 4 体については仕口加工を施さずコントロール材 (O) としました。この時、試験体の選別は ρ および Efr の平準化に配慮して

行いました (表 1)。

受け梁の凹加工部にかん合する凸加工部材には、製材から 6 年 3 ヶ月～6 年 10 ヶ月が経過したスギ平角材 (幅 105mm×高さ 240mm×長さ 2m) 8 本 (心持ち材) を用いました。寸法と重量から密度を求め、平準化に配慮して二分した後、在来加工を施した凸部材 (長さ 250mm) を 4 本から 16 個、TAPOS 加工を施した凸部材 (同) を 4 本から 16 個作製しました。

なお、すべての仕口加工はプレカット工場の横架材加工ラインにおいて行いました。

曲げ試験は 1,000kN 実大強度試験機 (東京衡機試験機製) により行いました。試験条件は支点間距離 3,780mm、荷重点の下降スピード 15mm/分で、中央集中荷重 (写真 1、3、4) および 3 等分 4 点荷重 (写真 2、5) とし、最大荷重 (Pmax)、曲げヤング係数 (MOE) および曲げ強さ (MOR) を求めました。なお、凸部材をかん合させた試験体に中央集中荷重を施す際は、2 つの凸部材上に配置した鋼材に加力することで、凸加工部から凹加工部へと伝達される荷重によって受け梁が曲げ荷重を受ける仕組みとしました (写真 4)。MOE および MOR の算定式は、中央集中荷重については JIS Z2101-2009 に、3 等分 4 点荷重については構造用木材の強度試験マニュアルにしたがいました。曲げ試験終了後、受け梁の両端から約 60cm の部位から長さ約 25mm の試験片を切り出し、全乾法により曲げ試験時の含水率 (MC) を求めました。

3 結果

受け梁の MC は $15.1 \pm 0.7\%$ (平均±標準偏差) でした。仕口加工前の Efr に対し、仕口加工後のかん合試験体の MOE は低下する傾向にありました (表 1 の MOE/Efr×100)。これを加工条件別の平均値で比較すると、TAPOS かん合試験体 (約 89%) の方が在来かん合試験体 (約 85%)

よりも百分率が大きく、仕口欠損による MOE の低減率が小さい傾向にありました。同様に、MOR の平均値についても、TAPOS かん合試験体 (約 27.8N/mm²) の方が在来かん合試験体 (約 26.4N/mm²) よりも大きい結果となりました。仕口加工前の Efr に対応した基準強度に対し、かん合試験体の MOR は 71~119% の値を示しました (表 1 の MOR/基準強度×100)。これを

加工条件別の平均値で比較すると、TAPOS かん合試験体 (約 93%) の方が在来かん合試験体 (約 88%) よりも百分率が大きく、仕口欠損による MOR の低減率が小さい傾向にありました。

なお、凸部材をかん合した状態の受け梁に 3 等分 4 点荷重を施したとき、凸部材の直上部はフリーとなっていますが (写真 5)、在来・TAPOS 凸部材ともに、上方へと滑り上がるよ



写真1 中央集中荷重（仕口加工無し）

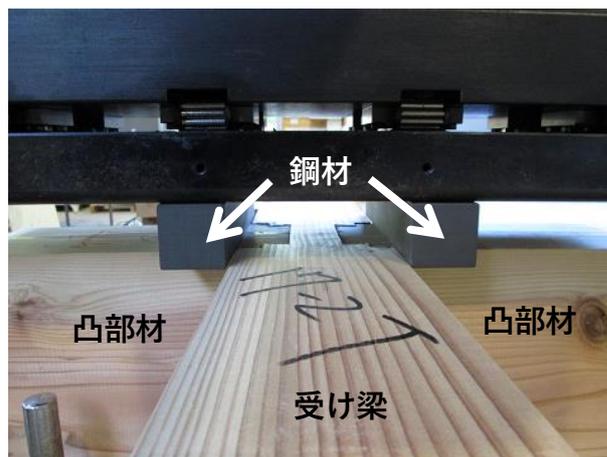


写真4 中央集中荷重（かん合試験体）荷重点



写真2 3等分4点荷重（仕口加工無し）

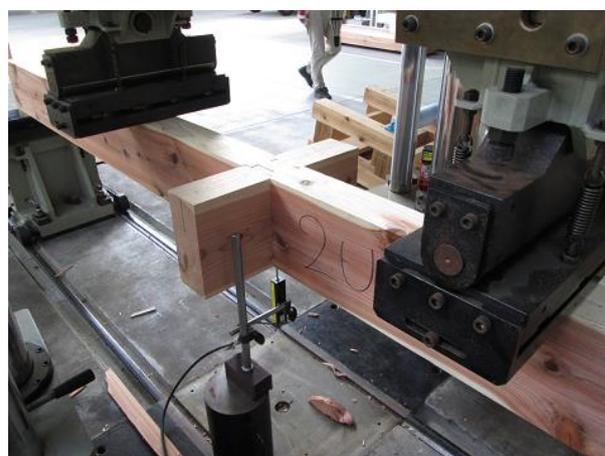


写真5 3等分4点荷重（かん合試験体）



写真3 中央集中荷重（かん合試験体）



写真6 現在実施中の仕口せん断クリーブ試験

うな様子は全く認められませんでした。

4 おわりに

今回の結果から、TAPOS 加工を施した受け梁は、在来加工を施した受け梁と比較して、同等あるいはそれ以上の曲げ性能を備えていることが分かりました。

今回の試験を含めて、TAPOS の性能は短期

的な強度試験によって評価してきました。そこで本年からは、在来仕口および TAPOS に長期的に荷重を負荷するせん断クリープ試験を開始し(写真6)、両者の長期的な梁-梁仕口耐力についても比較評価を進めているところです。

(森林林業技術センター課長 (木材活用担当)

永井 智)

表 1 試験結果まとめ

荷重方法	加工条件	製材種別	MC %	ρ kg/m ³	Efr kN/mm ²	Pmax kN	MOE kN/mm ²	MOE/Efr ×100 %	MOR N/mm ²	Efr に対応した基準強度 N/mm ²	MOR/基準強度 ×100 %	
中央集中荷重	仕口加工無し	心持ち	15.2	389	4.65	49.7	5.13	110	46.8	24.0	195	
		心去り	15.4	374	7.26	34.7	6.66	92	32.6	29.4	111	
	(O)	平均	15.3	381	5.96	42.2	5.89	101	39.7	—	153	
	在来加工	心持ち		15.6	397	6.42	24.7	5.36	84	23.3	29.4	79
		心去り		14.6	339	4.99	21.1	4.01	80	19.9	24.0	83
		心去り		14.4	383	7.17	27.5	6.41	89	25.8	29.4	88
		(U)	平均	14.3	401	9.45	36.9	7.62	81	34.7	34.8	100
		平均	14.7	380	7.00	27.5	5.85	83.5	25.9	—	87.4	
	TAPOS加工	心持ち		14.7	401	6.58	27.1	6.19	94	25.7	29.4	88
		心去り		14.8	329	4.87	21.0	4.20	86	19.8	24.0	83
		心去り		15.7	401	6.48	32.6	5.61	87	31.0	29.4	105
		(T)	平均	15.0	389	9.15	36.2	7.62	83	34.5	34.8	99
		平均	15.1	380	6.77	29.2	5.90	87.5	27.8	—	93.7	
3等分4点荷重	仕口加工無し	心持ち	14.3	405	7.54	56.1	7.70	102	35.6	29.4	121	
		心去り	16.2	395	5.17	53.8	4.99	97	33.9	24.0	141	
	(O)	平均	15.2	400	6.35	54.9	6.35	99.4	34.7	—	131	
	在来加工	心持ち		14.8	439	6.83	43.9	6.40	94	27.7	29.4	94
		心去り		16.6	389	5.62	35.2	5.04	90	22.2	24.0	93
		心去り		14.4	360	8.61	39.5	7.02	82	24.8	34.8	71
		(U)	平均	14.7	423	9.52	52.3	7.98	84	32.8	34.8	94
		平均	15.1	403	7.64	42.7	6.61	87.2	26.9	—	88.1	
	TAPOS加工	心持ち		15.3	412	6.83	41.6	6.30	92	26.3	29.4	89
		心去り		16.3	415	5.72	45.3	5.33	93	28.5	24.0	119
		心去り		14.9	392	9.55	43.8	8.54	89	27.7	34.8	80
		(T)	平均	15.3	395	8.81	44.6	7.77	88	28.3	34.8	81
		平均	15.5	403	7.73	43.8	6.98	90.7	27.7	—	92.3	

試験研究成果報告

県産市場流通正角材（人工乾燥材）の強度性能

1 はじめに

県産材の利用促進とその強度上の信頼性向上を目的として、兵庫県内の製材工場で生産されたスギ・ヒノキ市場流通正角材（人工乾燥材）について、曲げ試験等を実施することにより強度性能評価を行いました。

2 方法

県内製材工場からスギ・ヒノキ正角材（105×105×3000mm、JAS 目視等級乙種2級・SD20相当品）を各40本入手（スギとヒノキは別工場）しました。

3000mmの材から、長さ2100mmの曲げ試験体部材を1体、長さ150mmのいす型実大ブロックせん断試験体（せん断面の幅105mm×高さ105mm、図1）を2体作製しました。また、含水率測定用試験片を2体採取しました。

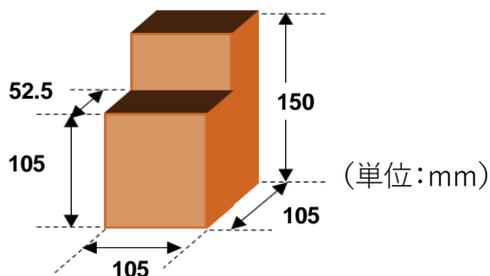


図1 いす型実大ブロックせん断試験体模式図

曲げ試験は、250kN 万能強度試験機（島津製作所製、AG-250kNX）により行い、曲げヤング係数、曲げ比例限度、および曲げ強さを測定しました。



写真1 曲げ試験

実大ブロックせん断試験は、100kN 万能強度試験機（インストロン製、59R5582型）により行いました。



写真2
実大ブロック
せん断試験

3 結果

① 曲げ試験

曲げヤング係数について、スギはJAS 機械等級E70相当が35%、E90相当が58%、E110相当が8%でした。ヒノキはE90相当が18%、E110相当が63%、E130相当が20%でした（図2）。

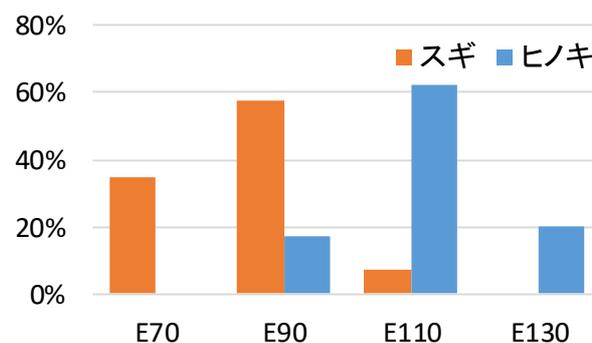


図2 製材のJAS（機械等級）の度数分布

曲げ強さについて、JAS 目視等級区分材（乙種2級）の基準強度（平成12年5月31日建設省告示第1452号）と比較した場合、スギでは100%、ヒノキでは98%の試験体がクリアしていました。また、JAS 機械等級区分材の基準強度と比較した場合では、スギ、ヒノキともに93%がクリアしていました（図3）。

曲げ比例限度と構造設計時に用いる短期の

曲げに対する許容応力度（基準強度×2/3）を比較した場合、スギ、ヒノキともに、全ての試験体が目視等級区分（乙種2級）・機械等級区分に基づく短期の曲げに対する許容応力度をクリアしていました（図4）。

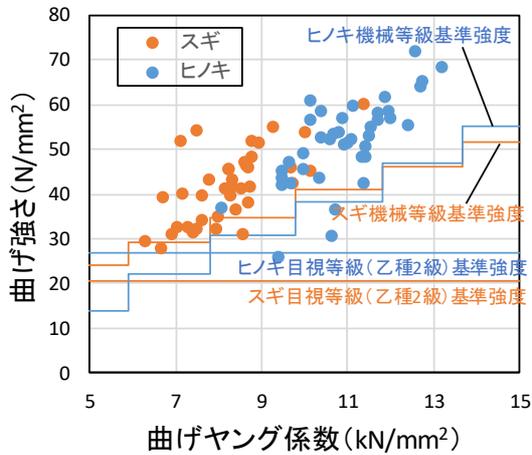


図3 曲げ強さと基準強度の関係

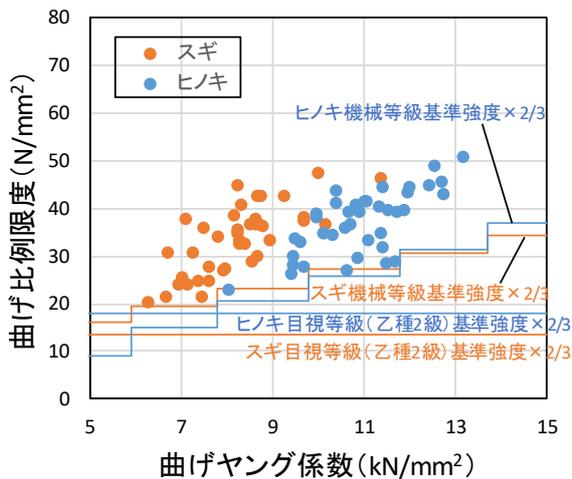


図4 曲げ比例限度と短期の曲げに対する許容応力度（基準強度×2/3）の関係

② せん断試験

せん断強さについては、スギが $5.0 \pm 1.1 \text{ N/mm}^2$ （±標準偏差、以下同じ）、ヒノキが $6.2 \pm 1.0 \text{ N/mm}^2$ で、全ての試験体が樹種ごとの基準強度（スギ 1.8 N/mm^2 、ヒノキ 2.1 N/mm^2 ）をクリアしていました。曲げ強さとせん断強さの関係（図5）において、スギのみ相関が認められました。これは含水率について、スギが $15.2 \pm 4.6\%$ 、ヒノキが $15.4 \pm 1.3\%$ とスギでばらつきが大きく、これが曲げ強さ、せん断強さに影響しているためと考えられました（図6、7）。

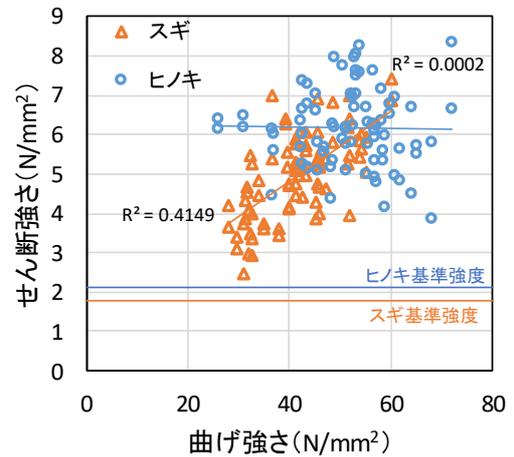


図5 曲げ強さとせん断強さの関係

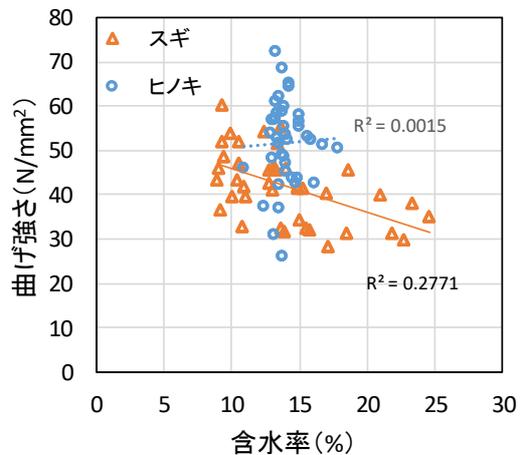


図6 含水率と曲げ強さの関係

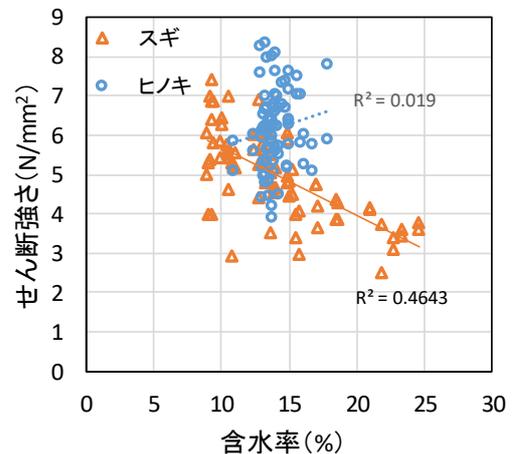


図7 含水率とせん断強さの関係

4 最後に

今回の調査では、スギ、ヒノキとも強度に問題はありませんでした。スギに含水率のばらつきがあり、スギの乾燥の難しさが示唆されました。

（森林林業技術センター主任研究員 高山 勉）

SDGs（持続可能な開発目標）と地域産材の利用

1 SDGs（持続可能な開発目標）

SDGsは2015年に国連サミットで採択された2030年アジェンダに含まれるもので、持続可能な世界を実現するための17の目標、169のターゲットで構成されています。国内では2016年に内閣総理大臣を本部長とする目標推進本部を設置し、具体的な実施指針やアクションプランを策定しています。その中で森林・林業、木材産業に関連するものとして、林業成長産業化、山村活性化支援、スマート林業推進、新規就業者の育成、治山対策の推進、バイオマス利活用の推進、気候変動対策などが取り上げられています。

森林資源の循環利用において地域産材をしっかり活用することは、ウッドマイレージの短縮につながり、「目標12 つくる責任つかう責任」にも貢献します。このSDGsに関連すると考えられる当センターでの研究について併せて紹介します。

2 木材需給の近年の動向

戦後は建築物の不燃化や資源の問題で木材の使用を抑制する政策がとられてきました。しかし10年ほど前から木材の使用を進める政策に変わりました。この根拠になるのが国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)報告書2007で林業部門における活動は“低コスト”で排出量の削減及び吸収源の増加の両方に大きく貢献することが可能であるとされたことです。日本でも京都議定書目標達成計画で木材利用の方針が記載され、木材利用には省エネ効果、炭素固定効果、森林整備効果が期待され、2010年には公共建築物等の木材利用促進に関する法律が制定されました。続いて再生可能エネルギーが促進されるなど、総合的な木材利用の普及が進められてきました。このように木材利用を取り巻く環境は近年大きく変わっています。

3 将来予測と新たな需要

現在の日本国内の木材の総需要量は年間約8000万

m³でこの量を維持するためには新しいマーケットを開拓する必要があります。木材の需要先として建築分野、土木分野、エネルギー分野、輸出分野が考えられます。住宅着工数は徐々に減少しており、2030年には53万戸になると予想されています。戸建て住宅の木造率は9割に達し、このようなことから今後の大きな需要増加は望めないで、非住宅分野や木質外装などでの需要拡大が期待されます。中でも期待されるのは地域産材を利用した付加価値の高い木材製品の輸出で、中国、韓国、東南アジア、インドで木材需要が拡大しています。SDGsにも「目標17：持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する」が掲げられており、これからは地域産材の資源の充実、その利用および競合する外材を視野に入れた取組みを考えていく必要があると考えられます。

4 早生樹（センダン）植林とその利用

熱帯地域における優良木の枯渇や天然林保護により用材用途の広葉樹材が世界的に不足しつつあります。この問題を解決するためにまたSDGsの点からも広葉樹植林を検討していく必要があります。そこで宍粟市では（公社）日本木材加工技術協会関西支部早生植林材研究会の支援を受け、2016年から地元の団体と共同で荒廃農地へのセンダンの試験植林を開始し、スギ伐採跡地の緩斜面に植栽した場合より早い成長が確認されました。また、熱帯産広葉樹資源に依存しない広葉樹利用技術開発を目的として、国産早生樹センダンの活用に取り組んできました。大手建材メーカーの協力により、合板、パーティクルボード、MDFの原料として十分に利用可能なことが確認されました。シロアリに対する耐蟻性もあり、心材の抽出成分が殺蟻効果を有することがわかってきました。当センターでは、ロータリー単板とし、スギの同単板との複合によるLVLについて技術開発に取り組みました。その結果、それぞれの単板を交互積層することによって曲げヤング係数

のばらつきが少なくなることが分かりました。(うっど・うえーぶ No.34)

5 異樹種ロータリレース単板の交互積層による LVL

材質の安定した LVL を製造するために、主にメランティ(セラヤ)が用いられてきました。しかし、資源枯渇や環境保護の点から良質の単板が生産可能なこれらの原木は入手困難になりつつあります。そこで、様々な早生樹がこれらの代替材として利用可能なか SDGs の観点も含めて検討がなされてきました。しかし、早生樹はその材質のばらつきが大きいといわれています。さらにロータリレース単板にした場合、歩留まり向上のため髓付近まで同単板を採取するので、同一樹種、同一原木でもその材質のばらつきは大きいと考えられます。そのため、同単板から製造される合板・LVL はそのまま積層しては材質のばらつきが大きな製品となる可能性があります。このことを解決する方法として、異樹種ロータリレース単板を交互積層することが有効か検討しました。

【実験方法】

中国産ポプラ・ユーカリの厚さ約 2mm のロータリレース単板について、それぞれの単樹種でまた交互に 20 枚積層し 3 種類の LVL を作製しました。ワイドベルトサンダーによって厚さ 39mm に仕上げた後、20mm (幅) × 39mm (厚さ、積層方向) × 550mm (長さ) に鋸断して試験体としました。積層接着時の圧縮圧はポプラ単体 LVL 約 0.9MPa、ユーカリ単体 LVL で約 1.5MPa、交互積層 LVL で約 1.3MPa でした。いずれも用いた接着剤は尿素メラミン樹脂で、圧縮時の温度は 115°C でした。これらの LVL 試験体について、スパン 460mm の 3 点中央集中荷重で積層方向に垂直に負荷し(平使い) 曲げヤング係数(MOE)を測定しました(図1)。

【結果および考察】

図2に示すとおり、ポプラ・ユーカリロータリレース単板を交互積層することにより MOE のばらつきが少なくなりました。さらに MOE において、ポプラ・ユーカリ単体 LVL の平均よりかなりユーカリ単体 LVL のものに近くなりました。比重において、交互積層したものはユーカリ単体 LVL の値に近くな

っていることから、積層接着の熱圧時にポプラロータリ単板が圧密されていることが伺えます。

【スギ材との複合】

地域産材の利用を考え、ポプラをスギに置き換えてこれらの LVL について検討しました。試験体の形状と試験方法は同様です。いずれも積層接着時の圧縮圧は約 1.3MPa で、用いた接着剤はレゾルシノール樹脂で圧縮時の温度は 120°C でした。

ポプラ材と比較してスギ材は比重が小さいため、ほぼ同様の熱圧条件では圧縮率が高くなり、比重や MOE がより向上することが分かりました(図3)。スギ・ユーカリ材の複合では MOE が約 14GPa になりました。しかし、圧縮率が高いとその後のスプリングバックが大きくなることも考えられ、寸法安定性をいかに保つか今後の技術開発が必要だと考えられます。

(森林林業技術センター研究員 山田範彦)

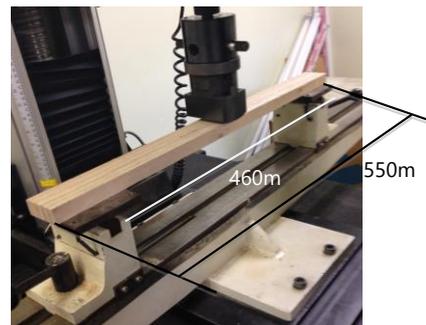


図1 LVL の曲げ試験

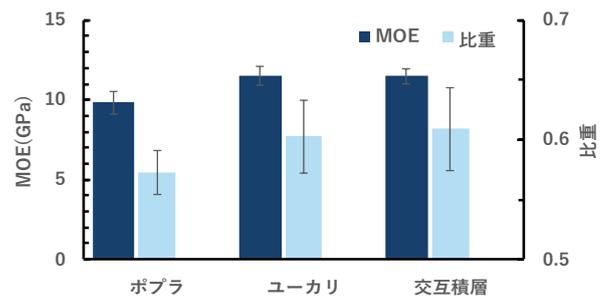


図2 各種 LVL の比重と MOE

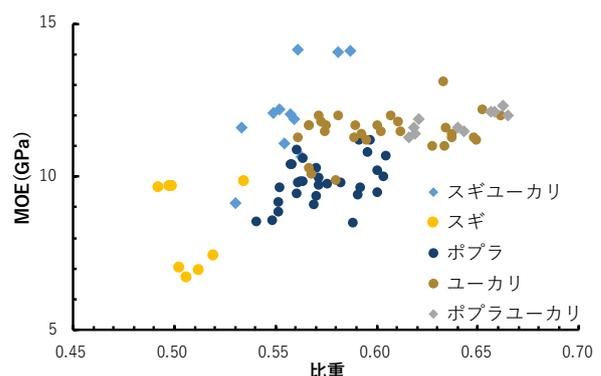


図3 各種 LVL における比重と MOE の関係

類型化して見る製材工場の生産戦略

1 はじめに

森林林業技術センターでは、今後供給が増えることが見込まれる大径材の利用を進めるため、スギ平角材の乾燥試験を行っています。令和元年度に、乾燥技術改善に向けた課題を抽出するとともに、試験の乾燥方法選択の参考にするため、県内の製材工場に対して調査を実施しました。

調査の中で、製材工場によって製材品の生産の手法とそれに伴う販売戦略がそれぞれ異なることが分かりました（ここでは生産手法と販売戦略を合わせて生産戦略とします）。

今回は、調査結果の一部を使用し、製材工場の生産戦略を類型化して考察しました。

2 調査方法

県産材を使用している県内の製材工場9社に対して、令和元年6月から令和2年2月にかけて、聞き取り調査を実施しました。さらに、令和2年1月から3月にかけて、県内の製材工場10社に対してアンケート調査を実施し、9社から回答を得ました。

3 結果・考察

(1) 生産量と在庫量による生産手法の違い

現在、正角材および平角材などの構造材は乾燥材が主流です。県内の製材工場では乾燥材の生産手法として、蒸気式乾燥（高温、中温）、電気ヒーターを利用した低温乾燥および天然乾燥が見られました。これらの乾燥手法によって、かかる経費も乾燥日数もさまざまであり、どの乾燥手法を選択するかは、製材工場の生産戦略に大きく影響します。

蒸気式高温乾燥の場合、スギ正角材の乾燥日数は7日程度、スギ平角材の乾燥日数は10日程度の工場が多く、納期は2週間程度であると回答した工場が多くありました。乾燥後の養生期間も考えれば、受注後に製材・乾燥するには納

期には間に合うかどうかという日数です。乾燥手法の選択には、在庫を確保しているかどうかも重要な要因であると考えました。

そこで、図1のとおり、在庫を3ヶ月分確保しているかどうかと原木消費量が素材ベースで1万m³以上あるかないかによって、製材工場を4つの型に分類し、生産手法の違いについて考察してみました。

まず、「①大規模・定量生産型」は、2週間以内の短納期や大量の発注に対応するため、在庫を確保していました。量産するほど生産コストは下がるため、回転率が高く大量生産可能な高温乾燥が選ばれています。

次に、「②大規模・注文生産型」は、受注後に高温乾燥によって、高速で材を乾燥させて対応しています。在庫がないことがメリットといえます。①型および②型の工場はどちらも、高温乾燥は木くず吹きボイラーを使用しても乾燥経費が比較的高いと回答しています。この経費の高さを相殺できるだけの量を生産できない工場では、平角材や正角材の乾燥材生産を少量化したり、グリーン材生産に切り替えたりしている工場も見られました。

「③小規模・定量生産型」は、在庫を持つことで時間的な余裕が得られるため、光熱費が安価な中温・低温乾燥や天然乾燥を選択する工場が多くありました。中温・低温乾燥機の導入経費の安さも生産コストが低い要因です。③型の工場では工務店や建材メーカーとの取引が多く

	在庫3ヶ月分未満	在庫3ヶ月分以上
年間原木消費 1万m ³ 以上	②大規模・注文生産型 高温乾燥	①大規模・定量生産型 高温乾燥
1万m ³ 未満	④小規模・注文生産型 高温乾燥	③小規模・定量生産型 中温・低温 ・天然乾燥

図1 在庫量と原木消費量による分類

見られ、確実な販売が見込めるために在庫を抱えられると考えられました。

「④小規模・注文生産型」は、少ない乾燥機で多品目を生産する工場が多く、高温乾燥を使い、乾燥機の回転率を上げていました。

(2) 生産品目数や販売先から見る生産戦略

高温乾燥で生産する工場では、生産する品目数は工場によってさまざまであり、低温乾燥や天然乾燥で生産する工場では、生産する品目数が少ないという特徴がありました。

また、販売量が多い販売先を上位3つまで回答してもらったところ（図2）、最も多いと回答されたのはプレカット工場と工務店で、2番目が木材問屋と木材店でした。生産量が多い製材工場では、木材問屋やプレカット工場への販売が多く、生産量が少ない工場では、工務店や木材店への販売が多い傾向にありました。

そこで次に、図3のとおり、生産品目の数と年間原木消費量（生産量）の多少によって4つの型に分類し、販売先の違いからそれぞれの生産戦略について考察しました。

まず、「①多品目大量生産型」は、プレカット工場および木材問屋への販売が多くみられました。大量生産することによるスケールメリットを生かしつつ、柱や平角、化粧板などの高価格な製品を生産するという戦略をとっています。この型のポイントは背板部分など生産できる部材をすべて販売することと品質のグレードに応じて販売先を確保することにある、と考えられました。一方、後述の②型と比較すると、価格や量の競争では負けてしまうというデメリットもあります。

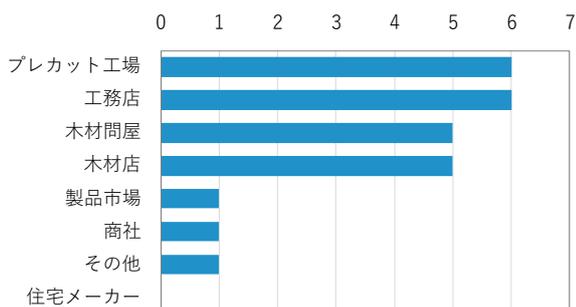


図2 主要な販売先（上位3つ）



図3 品目数と原木消費量による分類

次に、「②小品目大量生産型」は、大量にラミナなどを生産し、集成材工場やハウスメーカー用に販売する工場が当てはまります。単一製品を大量に生産し、生産コストを抑えることで利益を出すという戦略です。しかし、販売先が少ないことが多いため、販売先が減産したときのリスクや、販売先からの値下げを要求されるというデメリットもあります。

「③多品目少量生産型」は、木材店などの小売業や工務店への販売が多くみられました。さまざまな品目を少量生産するため、生産コストは最も高くなりますが、既製サイズでない特注品の生産を行って高く販売する、という戦略です。工務店や小売業など、製品を高く買い取ってもらえる販売先を確保する必要があります。在庫を持たず発注生産を行うため、高温乾燥材もしくはグリーン材での販売を行う工場がほとんどでした。

「④小品目少量生産型」は、小売店や工務店が、特殊な材料を自社で利用する目的で少量生産する場合や建材以外の家具用材や土木用材などを販売する工場が当てはまります。他の企業がやっていない、ニッチなニーズを突く戦略と言えます。

4 さいごに

今後は、県産材の流通経路を調べ、県産材の利用拡大が見込まれる流通方法を調べたいと考えています。

聞き取り調査およびアンケート調査にご協力いただいた製材工場の皆様へ、この場を借りて感謝申し上げます。

（森林林業技術センター職員 藤本千恵）

木材活用部からのお知らせ

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。

※ 平成 29 年度実績 173 件、平成 30 年度実績 133 件、令和元年度実績 501 件



兵庫県木材利用技術研究会

うっど・うえ〜ぶ

Vol.35

令和 2 年 6 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 宍粟市山崎町五十波 430

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