

研究課題名：島根県の木材需給実態の把握と分析に関する研究

担 当 部 署：農林技術部 木材利用グループ

担 当 者 名：中山茂生・石橋正樹

予 算 区 分：県単

研 究 期 間：平成 19 ～ 20 年度

1. 目 的

県では昨年 3 月に、「新たな農林水産業・農山漁村活性化計画」を策定し、「林業の循環システム」の構築を目指している。この戦略的行動計画を効果的に推進するためには、県内の木材需給、特に住宅着工に係わる部材の需給実態を的確に把握し、迅速に施策に反映させることが必要である。

そこで、平成 15 年度に実施した木材需給の実態調査から 5 年経過した現時点において、県内の工務店等において使用されている部材の供給状況を再調査し、工務店や建築士のニーズを的確に捉え、戦略的行動計画の具体的項目である「新たな木材生産・加工・流通システムの確立に向けた提言」の基礎資料とすることを目的として調査を行った。

2. 方 法

調査は、(社)島根県住まいづくり協会、(社)島根県建築士事務所協会、並びに(社)島根県建築技術協会隠岐支部の会員の中から、木造住宅を手掛ける工務店及び建築士事務所を対象として行った。調査方法はアンケート調査とし、平成 20 年 12 月に郵送により調査用紙を送付し、翌 21 年 1 月に回収した。

3. 結果の概要

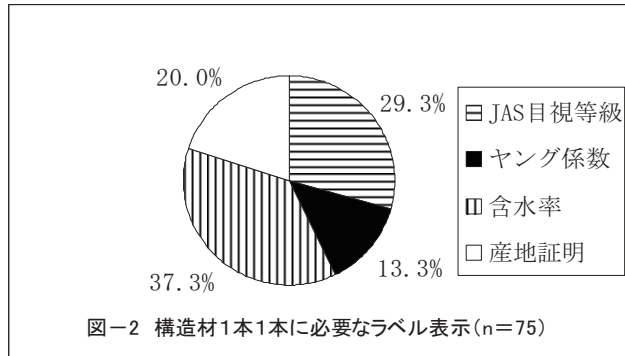
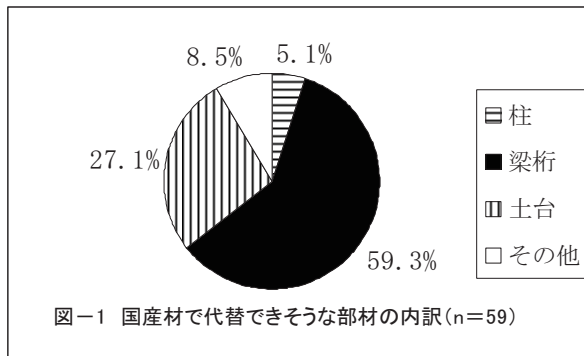
1) 結果

アンケート用紙を 3 協会併せて 144 通郵送し、そのうち 63 通 (43.8%) の回答を得た。なお、以下において、(社)島根県住まいづくり協会、並びに(社)島根県建築技術協会隠岐支部の会員の事業体を工務店、(社)島根県建築士事務所協会の会員を建築士と表記する。

現在、外材を使用している部材について、将来、国産材で代替できそうな部材があるか尋ねたところ、「はい」と回答した事業体が 73.0%あり、多くの事業体において国産材で代替できる部材があるという回答が得られた (n=63)。「はい」と回答した事業体について、具体的に代替できそうな部材を尋ねたところ、回答数の多かった項目から順に、「梁桁」、「土台」、「その他」、「柱」であった。この傾向は、平成 15 年度におけるアンケート調査 (以下、前回調査と表記する) と変わっていなかったが、「梁桁」で 14.3%、「土台」で 6.0%増加していた。「その他」には、間柱・垂木・母屋・下地材などの回答があった (図-1)。

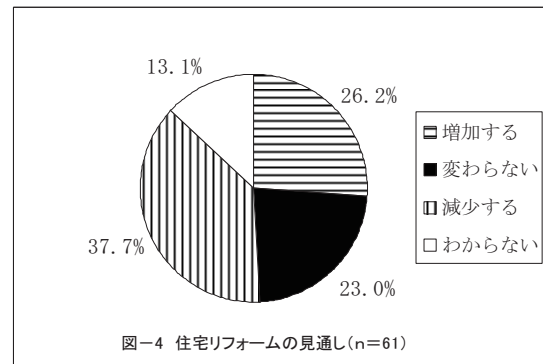
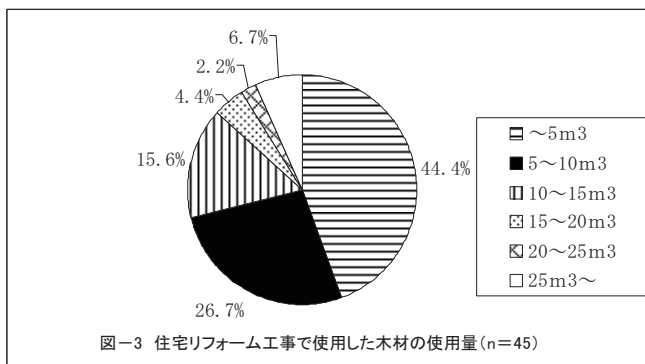
他県産材よりも県産材を使用していきたいと回答した事業体は 85.7%を占めており、多くの事業体が県産材を使用していきたいという意向があることがわかった (n=63)。ただし、県産材が他県産材より価格が高くても使用していきたいか尋ねたところ、回答した事業体の 79.4%が「いいえ」と回答しており、県産材というだけでは利用される可能性は少ない (n=63)。この傾向は、前回調査と変わっていなかった。

構造材 1 本 1 本に品質保証のラベル表示が必要か尋ねたところ、「はい」は 50.8%、「いいえ」が 44.4%であり、事業体ごとに意向が異なる傾向であった (n=63)。「はい」と回答した事業体に対し、どのような表示が必要か尋ねたところ、回答数が多かった項目から順に、「含水率」、「JAS 目視等級」、「産地証明」、「ヤング係数」であった (図-2)。



平成19年次に着工した住宅リフォームのうち、木工事を行った戸数の平均は9.9戸（最小0戸～最大60戸）であった（n=53）。このうち、木工事で使用した1戸平均の木材の使用量について尋ねたところ、回答数の多かった項目から順に、「～5m³」、「5～10m³」、「10～15m³」、「25m³～」、「15～20m³」、「20～25m³」であった（図-3）。

また、新設住宅着工戸数の見通しを尋ねたところ、回答数が多かった項目から順に、「減少する」が最も多く67.2%、「わからない」が18.0%、「変わらない」が9.8%、「増加する」が4.9%であった。また、住宅リフォームについては、「減少する」が最も多く37.7%、「増加する」が26.2%、「変わらない」が23.0%、「わからない」が13.1%であった。住宅リフォームについては、新設住宅着工戸数の見通しと比較して、「増加する」「変わらない」の割合が多くなっていた（図-4）。



外材を国産材で代替するために必要な条件として、安定供給体制の整備が選ばれていることから、県産材を使用したいと思っている事業者であっても、木材の産地が島根県というだけでは利用はされない。乾燥した県産材を安定的に供給できる体制があれば、工務店や建築士は積極的に利用していくことができると思われる。

2) まとめ

県産材の利用促進に必要な条件として、木材供給側については、前回調査時と同様に、安定した品質の乾燥材生産と安定供給体制の整備が挙げられる。

需要者側である工務店や建築士は、木材を使用する際にできれば国産材を使用したいと考えており、また、県産材を利用していきたいと思っている事業者が多くを占めている。しかし、県産材であるという理由だけでは工務店や建築士が使う可能性は低く、ほぼすべての工務店や建築士が木材の乾燥度合について注意していることから、安定した品質の乾燥材の生産が木材供給側にとって必要不可欠である。

研究課題名：スギ構造用製材の高品質乾燥技術の確立と強度性能評価

担 当 部 署：農林技術部 木材利用グループ

担 当 者 名：石橋正樹・後藤崇志

予 算 区 分：県単

研 究 期 間：平成 18 ～ 20 年度

1. 目 的

2000 年の建築基準法の一部改正による建築基準の性能規定化、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」の施行、木造住宅のプレカット化の進展等により、構造用製材に対する品質管理（含水率、割れ・狂い等の欠点）及び寸法精度・強度性能の明確化等の要求が一段と高まっている。木造建築分野における県産スギ材の需要拡大を図るためには、需要者ニーズに対応した品質・性能が明確な乾燥材の生産拡大が最重要課題である。

本研究は、スギ構造用製材の乾燥材としての品質確保、乾燥コストの低減及び乾燥処理時間の短縮化のため、乾燥初期の高温セット処理と各種乾燥法を組み合わせた高品質乾燥材の生産技術を確立することを目的とする。

2. 方 法

スギ平角無背割り材を対象に、乾燥初期の高温セット法と 4 種類の乾燥法（天然乾燥及び高温乾燥と中温乾燥の 2 タイプ）を組み合わせ、それぞれ仕上がり時の品質及び強度性能を調査した。

平成 20 年 6 月県森連益田事業所から購入した丸太径級 $\phi 26\sim 28$ cm、材長 4.0m のスギ丸太 60 本を試験材とし、丸太の動的ヤング係数及び外観特性（曲り、節、年輪幅等）を調査後、それぞれの動的ヤング係数の平均値が等しくなるように 15 本ずつ 4 つのグループに仕分けした。それぞれのグループ毎に寸法 $130\times 225\times 4,000$ mm の平角材に製材し、そのうち 2 本については両木口面から 80mm 内側の位置より含水率測定用試験片を採取し、含水率傾斜を測定した。その後重量、寸法、含水率、割れ等（以下「重量・寸法等諸特性」という）及び動的ヤング係数を測定し、直後にそれぞれの乾燥スケジュールに沿って乾燥した（表－1）。

表－1 スギ平角材乾燥スケジュール

グループ	初期蒸煮	高温セット	乾燥工程	乾湿球温度差	備考
I	95℃ 12h	120℃/90℃ 24h	-	-	天然乾燥
II			110℃/80℃ 72h	30℃	高温乾燥
III			90℃/60℃ 240h	30℃	中温乾燥
IV			90℃/75℃ 240h	15℃	中温乾燥

乾燥終了後の動的ヤング係数及び重量・寸法等諸特性を測定し、さらに 2 本については、含水率傾斜を測定するために木口から 460mm 内側の位置より試験片を採取した。

その後試験材を、天然乾燥グループは屋外の屋根付き天然乾燥場にて、炉出し直後から 6 ヶ月間天然乾燥し、それ以外のグループについても室内で 3 ヶ月間それぞれ養生した。この期間中、重量・寸法等諸特性の経時変化を概ね 1 カ月おきに測定した。養生終了時点において動的ヤング係数及び重量・寸法等諸特性を測定後、両木口面から 460mm 内側の位置より試験片を採取して、養生終了時の含水率傾斜を全乾法で測定した。

さらに、両木口面の内部割れ（個数、長さ、最大幅）を測定した後、試験材をモルダーで $120\times 210\times 4,000$ mm 平角材に加工した。この試験材の動的ヤング係数、年輪幅、重量・寸法等諸特性を測定した後、試験材の節や割れについての欠点調査を行った。

その後、実大曲げ強度試験を行い、曲げヤング係数及び曲げ強度を求めた。強度試験が終了した試験材の両木口から色測定用の試験片を採取し、色差計により、心材材別に測定した。また、非破壊部より含水率試験片を採取し、全乾法により測定した。

3. 結果の概要

1) 含水率の推移

養生終了時の含水率の平均値は、IIグループが13.1%(8.1%~17.6%の範囲)、IIIグループが13.0%(7.9%~20.7%の範囲)、IVグループが13.1%(7.7%~31.4%)となり、いずれのグループにおいてもJASの含水率基準である20%を下回った。

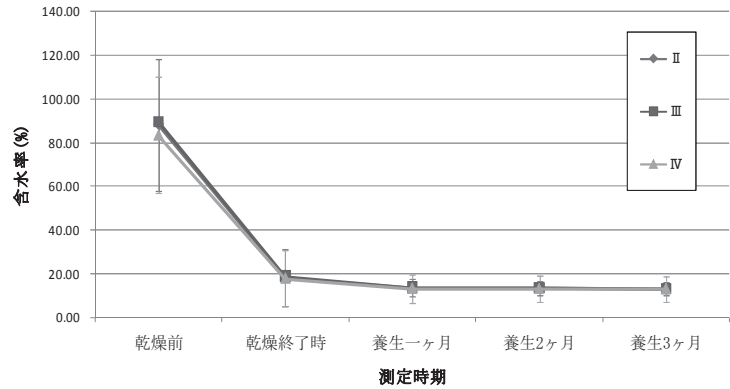


図-1 乾燥経過

2) 養生終了時点における外観特性の変化

色差計による心材及び辺材の測定結果を図-2, 3に示す。材色の変化は、スギの辺材部に高温乾燥による明度の低下はあるものの、統計的な差は認められなかった。

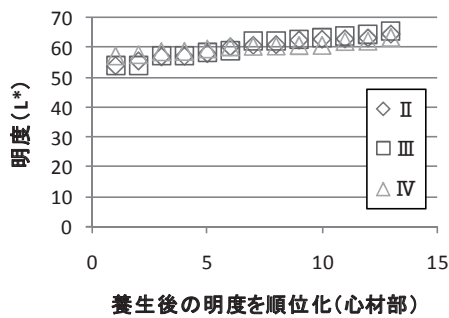


図-2 材色 (明度) の変化 (心材部)

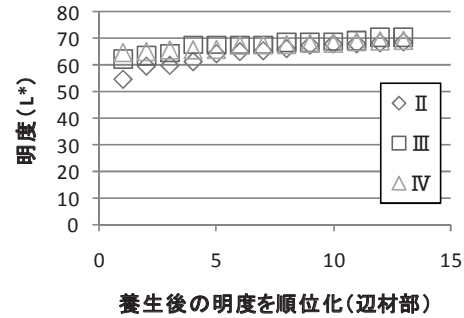


図-3 材色 (明度) の変化 (辺材部)

乾燥後の形質変化及び割れの発生状況を表-2に示す。天然乾燥によるIグループは材面の割れが最も多く、高温乾燥によるIIグループは内部割れが多く見られ、典型的な特徴を示した。III, IVグループの中温乾燥は割れも比較的少なく、良好な仕上がりであった。

表-2 乾燥による形質変化及び割れ発生量

	形質変化(収縮率平均値) ^{注1)}										単位(% , cm, cm ³)	
											割れ発生量	
	乾燥終了時	養生一ヶ月	養生二ヶ月	養生三ヶ月	養生四ヶ月	養生五ヶ月	養生六ヶ月	養生七ヶ月	養生八ヶ月	養生九ヶ月	材面割れ ^{注2)}	内部割れ ^{注3)}
I	2.63	2.35	2.45	2.45	2.69	2.51	2.29	2.45	2.54	2.74	170.55	0.11
II	3.73	2.95	3.04	3.11							26.29	11.39
III	3.75	3.33	3.51	3.35							9.32	0.82
IV	3.41	3.05	2.97	2.97							11.43	3.68

注1) 材中央部の幅方向の収縮率

注2) 養生終了時の材1本当たりの割れ長さ平均値

注3) 養生終了時の材1本当たりの割れ面積(元口, 末口合計)平均値

研究課題名：県産スギ構造部材の接合部の強度性能に関する研究

担 当 部 署：農林技術部 木材利用グループ

担 当 者 名：石橋正樹・後藤崇志

予 算 区 分：県単

研 究 期 間：平成 18 ～ 20 年度

1. 目 的

県内の木造住宅に使用される梁・桁といった横架材には外材，特にベイマツが多く使用されている。一方で，島根県のスギ人工林資源は充実してきており，径級が 22～28cm の中目丸太の生産・流通が今後さらに増加するものと思われる。しかし中目丸太は板材などに用途が限られており，新たな用途を開発することが急務である。現在，ベイマツが多く使用されている横架材をスギで代替することができれば，県産材の需要拡大につながる。ベイマツをスギで代替するためには，スギの材料強度と接合強度を把握する必要がある。材料強度については，研究課題（平成 15～17 年度）を設定し，明確化することができた。この研究成果をふまえて「島根県産スギ横架材スパン表」を作成した。

しかし，スギ横架材の接合強度に関する試験は未実施である。そこで，スギ横架材の接合部に関する強度性能評価を実施し，接合部の性能を明らかにする。

2. 方 法

試験は，「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」（（財）日本住宅・木材技術センター，2001）に準拠し，柱－梁型および梁－梁型の 2 つのタイプの試験体を用意した。仕口の形状は，柱－梁型が「さし仕口」，梁－梁型が「蟻仕口」である。仕口の加工は県内のプレカット工場で行った。

柱－梁型の試験体において，試験に使用した梁は当センターにおいて製材・乾燥したものをを使用した。樹種は，いずれの部材もスギである。柱の断面寸法は，幅 120mm×厚さ 120mm である。梁の断面寸法は，幅 120mm×梁せい 210mm とした。接合部には梁内部に埋め込む特殊鋳物型金物を使用した（右写真）。

梁－梁型の試験体においては，加力する梁と両端を指示する梁の梁せいは同寸法で構成した。接合部に梁受け金物を用いた 2 タイプ（一般的な羽子板ボルトを 2 つ用いたもの，梁内部に埋め込む特殊鋳物型金物）と現在多く使用されているベイマツを用いた 1 タイプの計 3 タイプを用いた。各タイプの試験体数を表 1 に示す。



写真-1 特殊鋳物金物を用いた接合部

表1 各タイプの試験体数

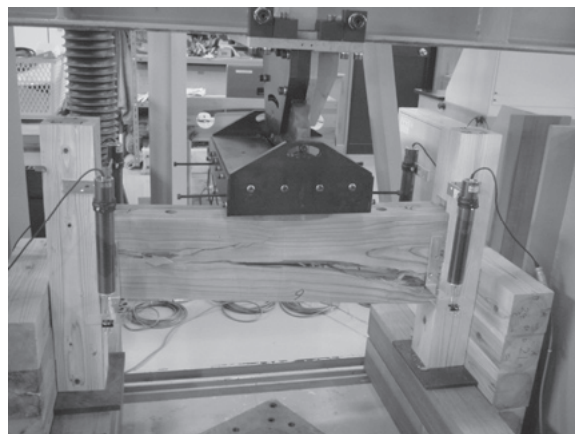
梁せい (mm)	柱－梁型		梁－梁型	
	210	210	210	210
梁樹種	スギ	スギ	スギ	ベイマツ
補助金物	特殊鋳物型	羽子板ボルト2枚	特殊鋳物型	羽子板ボルト1枚
試験体数	20	15	15	10

試験は，単調加力方式で試験体が破壊するまで行った。変位量は，1 つの接合部あたり 2 つの変位計を取り付けて相対変位を測定し，その平均値を解析に使用した。解析は，「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」の「継手・仕口接合部の評価方法」に準じた。

3. 結果の概要

1) 柱－梁型試験体

強度試験を完全弾塑性モデル化し、初期剛性、最大荷重、降伏耐力を求めた。特殊鋳物型金物を接合部に用いた試験体の初期剛性と最大荷重ともに、スギの羽子板ボルト1本締めと同等の性能を示した。しかし、従来多用されるベイマツの羽子板ボルト1本締めと比較して、初期剛性は94%、最大荷重は70%、降伏耐力は41%の性能を示した。



写真－2 柱－梁型強度試験

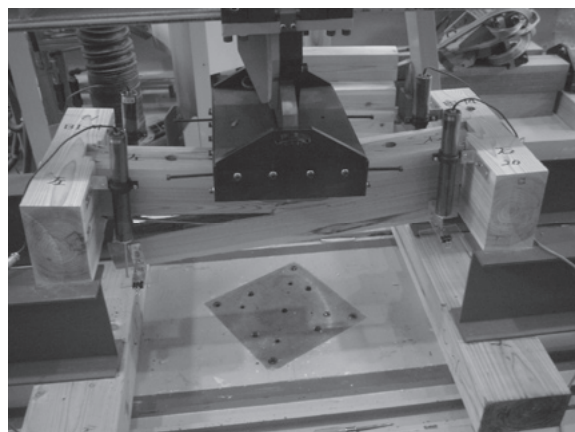
表2 柱－梁型試験体の結果

梁せい(mm)	最大荷重(kN)			降伏耐力(kN)		
	210	210	210	210	210	210
樹種	スギ	スギ*	ベイマツ*	スギ	スギ*	ベイマツ*
補助金物	特殊鋳物型	羽子板ボルト	羽子板ボルト	特殊鋳物型	羽子板ボルト	羽子板ボルト
平均値	41.0	41.6	46.6	20.8	24.0	26.0
標準偏差	6.2	5.4	2.4	6.3	3.9	1.8
5%下限値	29.5	31.0	42.0	9.2	16.6	22.5

*：平成18年度の試験結果

2) 梁－梁型試験体

強度試験を完全弾塑性モデル化し、初期剛性、最大荷重、降伏耐力を求めた。特殊鋳物型金物を用いた試験体は、初期剛性はスギの羽子板ボルト1本締めの性能と同等であったが、最大荷重、降伏耐力ともに上回った。スギの羽子板ボルト2本締めは初期剛性こそスギの羽子板ボルト1本締めの性能を上回ったが、最大荷重、降伏耐力はスギの1本締めと統計的に同等であった。とくに特殊鋳物型金物を使用した場合、従来多用されるベイマツの羽子板ボルト1本締めと比較して、初期剛性は54%、最大荷重は88%、降伏耐力は97%の性能を示した。



写真－3 梁－梁型強度試験

表3 梁－梁型試験体の結果

梁せい(mm)	最大荷重(kN)				降伏耐力(kN)			
	210	210	210	210	210	210	210	210
樹種	スギ	スギ	スギ*	ベイマツ*	スギ	スギ	スギ*	ベイマツ*
補助金物	特殊鋳物型	羽子板ボルト×2	羽子板ボルト	羽子板ボルト	特殊鋳物型	羽子板ボルト×2	羽子板ボルト	羽子板ボルト
平均値	34.2	32.3	29.6	37.5	19.9	20.7	18.2	23.7
標準偏差	4.4	6.0	4.3	4.2	2.6	5.4	2.5	4.2
5%下限値	25.9	21.0	21.3	29.2	15.1	10.5	13.3	15.6

*：平成18年度の試験結果

今回の試験の結果から、使用する金物形状によって、異なった性能が生じることがわかった。特にスギ接合部に特殊鋳物型金物を用いたことで、意匠性と強度を併せて持たせることができ、十分な実用性を確認できた。

研究課題名：薬剤処理によるスギ材の難燃化技術の開発

担当部署：農林技術部 木材利用グループ

担当者名：後藤崇志・中山茂生

予算区分：県単

研究期間：平成 18 ～ 20 年度

1. 目 的

平成 12 年の建築基準法改正以降、木材の不燃・準不燃化技術の開発に向けた研究が進められている。今後、住宅をはじめとして教育、医療施設などの内外装材料として不燃・準不燃化処理されたスギ材の需要拡大が期待できる。

本研究では、薬剤処理によりスギ材の低コストで汎用性の高い準不燃化処理技術を検討し、薬剤処理したスギ材の防火性能などについての性能評価を行う。

2. 方 法

1) 処理薬剤の調製と注入処理

試験片には乾燥したスギひき板（辺材）を供試した。ひき板は寸法を厚さ 15 mm×幅 100 mm×長さ 100 mm に調製し温度 20 °C、相対湿度 65 % で十分に調湿した後、処理薬剤の注入処理を行った。

処理薬剤はリン酸系薬剤などにより数条件の薬剤を調製した。注入処理は減圧加圧方式により行った（写真－1）。注入処理後、試験片は十分に風乾した後、恒温乾燥機で恒量まで乾燥した。

2) 予備的燃焼試験

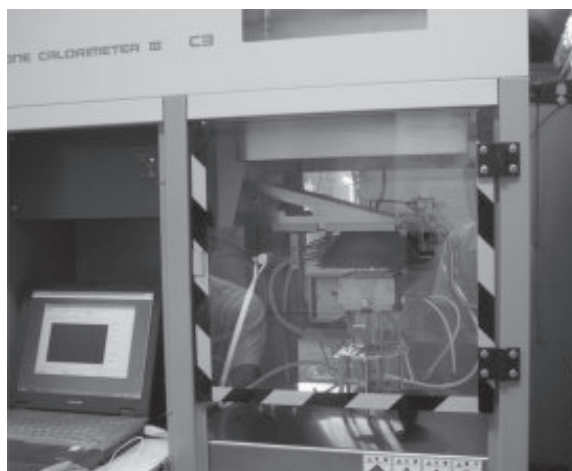
数条件の処理薬剤で注入処理した各試験片は、市販のガスコンロ（LP ガス用、3.15 kW、0.225 kg/h）を用いて予備的な燃焼試験を行った。燃焼面（下面）は木表とし、K 熱電対温度計により燃焼面（下面）と上面での温度の経時変化を測定した。そして、防火性能が高いと考えられる処理薬剤の調製条件を選定した。

3) 発熱性試験

防火性能が高いと考えられる処理薬剤で試験片を作製した。そして、コーンカロリメータによる発熱性試験を行った（写真－2）。発熱性試験は、（独）森林総合研究所へ依頼して実施した。



写真－1 注入処理装置



写真－2 コーンカロリメータによる発熱性試験
（（独）森林総合研究所にて実施。）

3. 結果の概要

1) 予備的燃焼試験

加熱時の温度変化について、無処理試験片とリン酸系処理薬剤を注入処理した試験片の温度変化の一例を示す(図-1)。無処理試験片は加熱後直ちに着火して加熱面の温度が上昇し、上面へ燃え広がって上面の温度も急激に上昇した。そして、約480秒で完全に炭化したため試験を終了した。

一方、リン酸系薬剤処理試験片では着火することなく、無処理試験片と比較して加熱面と上面の温度上昇が小さいことが分かった。また、600秒の加熱後の試験片には亀裂や収縮なども認められなかった。加熱面と上面の温度上昇が無処理試験片と比較して小さく、600秒の加熱後に亀裂や収縮などが認められなかった処理薬剤の調製条件を選定した。

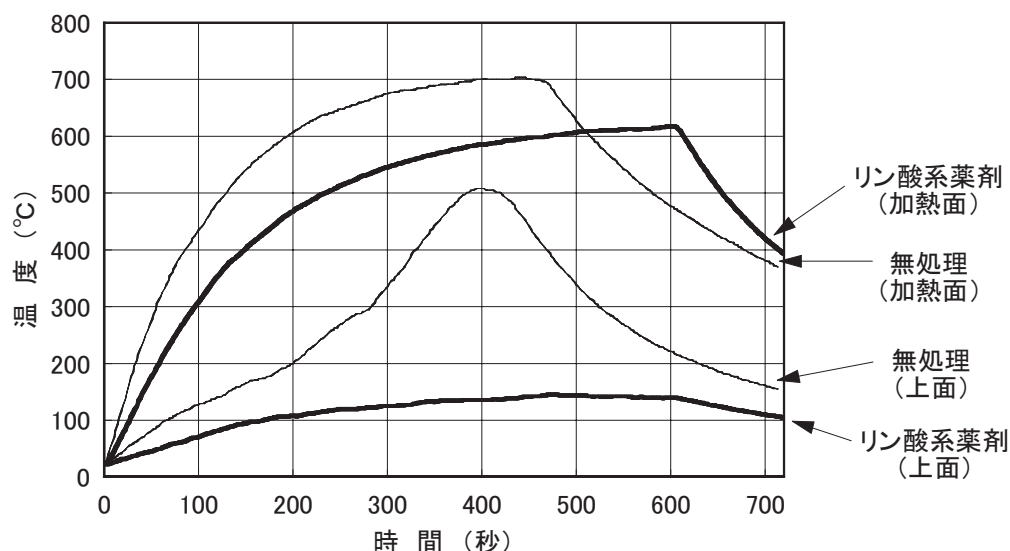


図-1 無処理試験片とリン酸系薬剤処理試験片での温度変化の差異

2) 発熱性試験

リン酸系薬剤処理試験片では10分間の試験において着火は見られず、総発熱量は8 MJ/m²以下であった。試験後、試験片に変形や割れ、そして収縮なども認められず準不燃材料の性能を示した。

準不燃材料の性能を満たすための薬剤の種類ならびに注入量に関するデータが得られたことから、今後実大材への注入処理条件の検討とその材での発熱性試験、さらには白化現象発生の有無の確認などを行う必要がある。

研究課題名：県産針葉樹材を利用したパネル製造技術の開発

担当部署：農林技術部 木材利用グループ

担当者名：後藤崇志・中山茂生

予算区分：県単

研究期間：平成18～20年度

1. 目的

3層パネルとは、幅はぎ板3枚を繊維方向が互いに直交するように集成接着した面材料で、寸法変化が小さく構造用途も兼ね備えた床・壁材料としての利用が期待できる。

本研究ではスギ、ヒノキ、アカマツを利用して異樹種3層パネルの製造と性能評価を行った。異樹種3層パネルを利用した試験壁体を作製して面内せん断試験を行い、異樹種3層パネルの壁材料としての性能評価を試みた。

2. 方法

試験壁体の作製と面内せん断試験は、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（（財）日本住宅・木材技術センター（2002）」の「木造軸組工法住宅の各部要素の試験方法と評価方法」に準じて行った。なお、面内せん断試験は広島県立総合技術研究所 林業技術センター（三次）において実施した。

1) 試験壁体の作製

試験壁体は各3層パネルを柱の間に落とし込む「落とし込み方式」により作製した。寸法は図-1のとおりで、柱等の溝深さは20mm、散りは24mmとした。3層パネルは6体を実継ぎで接合するとともに、3層パネル間及び3層パネルと梁材、土台の間はそれぞれ3個のだぼで接合した。梁材、柱材、土台は全てスギ材とし、柱の仕口は短ほぞを設け、柱頭柱脚部は金物により補強した。試験壁体数は3層パネルの種類ごとにアカマツ-スギ-アカマツで2体、ヒノキ-スギ-ヒノキで2体、この他に単一樹種構成としてアカマツで1体、ヒノキで1体、スギで2体の合計8体を作製した。

2) 面内せん断試験

試験は無載荷柱脚固定式とし、定められたせん断変形角において3回の正負交番繰り返し加力を行った後、破壊するまで正の負荷を行った（写真1）。

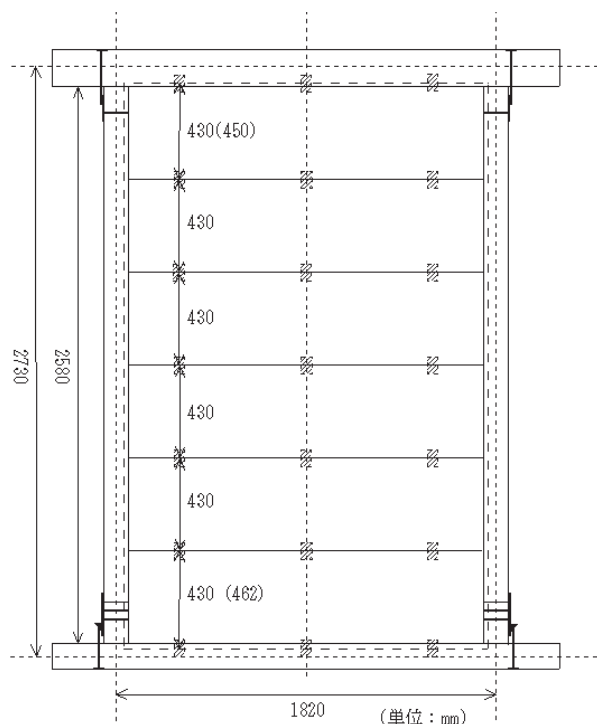


図-1 3層パネルを利用した試験壁体

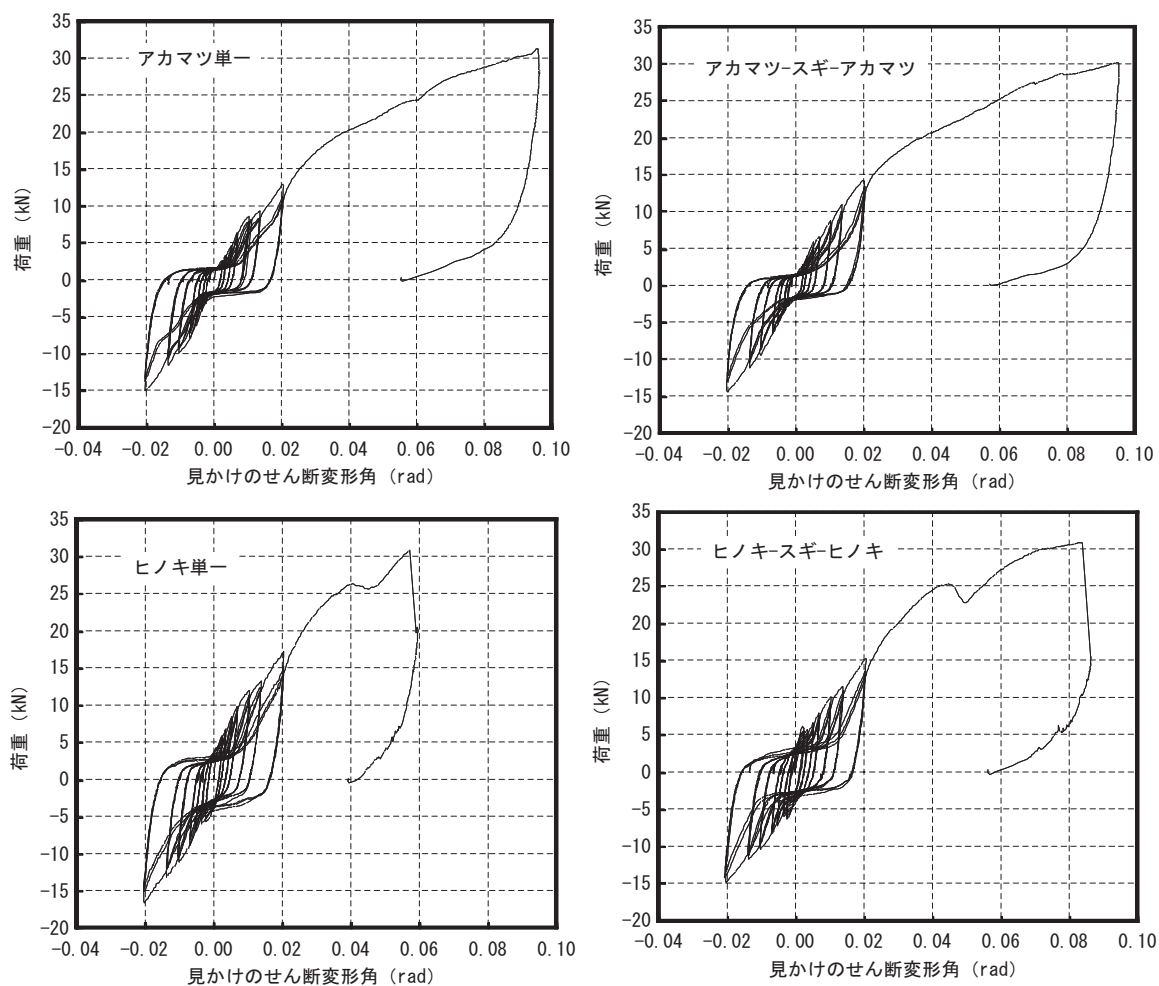


写真-1 試験壁体の面内せん断試験
(広島県立総合技術研究所
林業技術センターにて実施。)

3. 結果の概要

水平加力による荷重－見かけの変位曲線を図－2に示す。アカマツ－スギ－アカマツ及びヒノキ－スギ－ヒノキ構成の3層パネルを構成した試験壁体は、それぞれ単一樹種構成のそれと同様の変形を示した。したがって、異樹種3層パネルであっても壁体としての性能には影響ないものと思われる。

試験壁体の破壊は、柱頭柱脚部では生じず、3層パネル間のせん断によって生じた。終局加力を行うと3層パネル間でせん断が生じたが、だぼが抵抗して3層パネルが落とし込みの溝から外れたため試験を終了した。破壊後、3層パネルの雌実内部にせん断破壊が生じた部分が認められた。したがって、水平加力に対して3層パネルとだぼ接合部が抵抗力を生じているものと考えられる。



図－2 面内せん断試験での荷重－見かけの変位曲線