

平成23年度

富山県農林水産総合技術センター

木材研究所

# 業 務 報 告

平成24年3月31日発行

## 目 次

### 1. 試験研究成果

#### 1.1 県産材等の需要拡大を図る技術開発

##### 1.1.1 地域型木造住宅部材の信頼性向上技術の開発

###### 1.1.1.1 低コスト乾燥技術の確立

###### 1.1.1.2 横架材の強度データの整備とスパン表の作成

###### 1.1.1.3 新たな横架材の開発

##### 1.1.2 安全・安心な乾燥材生産技術の開発

###### 1.1.2.1 内部割れの少ない乾燥技術の開発

###### 1.1.2.2 内部割れと接合性能の関係解明

##### 1.1.3 カワイダニスギの利用技術の解明

##### 1.1.4 県産スギ間伐材を用いた木製型枠の開発

##### 1.1.5 スギ樹皮を用いた緑化技術の開発

##### 1.1.6 公共施設用スギ床材の製造技術の開発

##### 1.1.7 自然系クリア塗装を施した内装材の開発

##### 1.1.8 微粒子技術を応用した環境にやさしい木材保存剤の開発

##### 1.1.9 低質材の部材化技術の開発

##### 1.1.10 県産スギを用いた住宅用エクステリアの耐久性保証技術の確立

##### 1.1.11 耐久性と景観性に優れた県産スギウッドフェンスの開発

#### 1.2 安全・快適で環境に優しい木造建築物の開発

##### 1.2.1 住宅用制震パネル工法の汎用化技術の開発

##### 1.2.2 既存住宅の耐震補強技術の開発

##### 1.2.3 「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」のための材料性能評価技術の開発

###### 1.2.3.1 銅製金物の腐朽抑制効果の検証

###### 1.2.3.2 多雪地での屋外における天然乾燥と干割れの進行

###### 1.2.3.3 乾燥方法の差異が長ほぞ込接合部の力学的特性に与える影響

##### 1.2.4 住宅用2方向ラーメンの開発

##### 1.2.5 ラグスクリーボルトを用いた高靱性ラーメン接合部の開発

#### 1.3 木質資源の循環利用

##### 1.3.1 スギ間伐材を原料としたWPC用スギ木粉の生産体制の確立

##### 1.3.2 スギ木粉・竹粉複合体の開発

## 2. 一般業務

- 2.1 沿革
- 2.2 組織図
- 2.3 土地
- 2.4 建物
- 2.5 主要予算
- 2.6 知的財産権
- 2.7 発表
- 2.8 受賞
- 2.9 研修派遣
- 2.10 講師派遣
- 2.11 研修・講習会開催
- 2.12 客員研究員招へい
- 2.13 視察・見学者
- 2.14 技術相談
- 2.15 依頼試験業務
- 2.16 共同研究
- 2.17 応募型研究
- 2.18 職員一覧表

# 地域型木造住宅部材の信頼性向上技術の開発（1）

## －低コスト乾燥技術の確立－

予算区分 基金  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 21～23 年度  
担当者 坂井 正孝

### 1. 研究目的

今後、出材の増大が予想される県産スギ（中目材、大径材など）の利用拡大を図るためには、需要量の多い住宅構造部材への展開が必要であり、このためには、地域で従来型の住宅を手掛ける大工・工務店における県産材の利用拡大を図ることが重要である。

一方、住宅瑕疵担保履行法（H21/10 施行）の制定に伴い、建築サイドからは低コストでかつ乾燥等の品質が明確な製品が求められており、県産スギの新たな構造部材の開発や大工・工務店、設計士が信頼して使用できる製品の製造技術の開発が重要な課題である。

本研究では、構造部材の中でも使用割合の高い柱材、横架材に対し県産スギ材の利用を拡大する製品の開発及び強度データなどの整備を図るとともに、スギ柱材などに対する高温乾燥技術を確立する。

### 2. 全体計画

高温乾燥の特徴は、①表面割れの発生が少ない、②内部割れ発生の危険性が高い、③横断面の水分傾斜が大きい等である。この②、③の解決策の例としては、高温乾燥を短時間で切り上げ、被乾燥材を乾燥炉外に出し、天然乾燥（養生）との併用方式が考えられ、本研究では、①内部割れの発生し易い含水率条件の究明、②養生期間の見極め、③横断面の含水率状態をモデル化し、乾燥過程における含水率変化の数値シミュレーションを目的とする。

### 3. 研究内容

#### 1) 前年度（H22）までの成果

##### (1) スギ柱材の乾燥特性

生材時、高温乾燥後の含水率（全供試材の平均）は、各々80.3（39.0～132.4）%、21.5（7.0～51.3）%となり、仕上り含水率を特定の含水率の範囲内に揃えることが難しいと判明した。これは、生材時の含水率のバラツキが大きいことが起因していると考えられた。また、本試験に供した平均的な供試材に対する材内含水率分布は、生材時における横断面の平均含水率71%、材内の含水率分布27～119%を示し、これを高温乾燥することによって、横断面の平均含水率21%、材内の含水率分布8～33%となり、かなり顕著な水分傾斜が生じることが判明した。これらを夏・冬季の約7ヶ月間養生することによって、含水率が平均13.7（9.2～18.0）%となり、平準化されていくことが明らかとなった（図1）。しかし、冬季間の養生は、乾燥が進まず、長時間要することが判明した。

##### (2) 内部割れの発生状況

仕上がり含水率の高い材は内部割れの発生が少ない傾向が見られたが、仕上がり含水率が約10%近傍になると、内部割れは著しく出現する傾向が見受けられた（図2）。これらのことから、仕

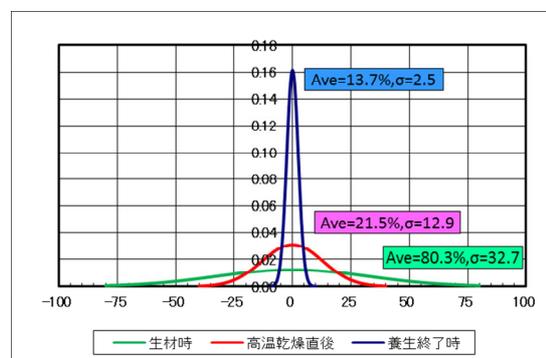


図1 生材時・乾燥後の含水率

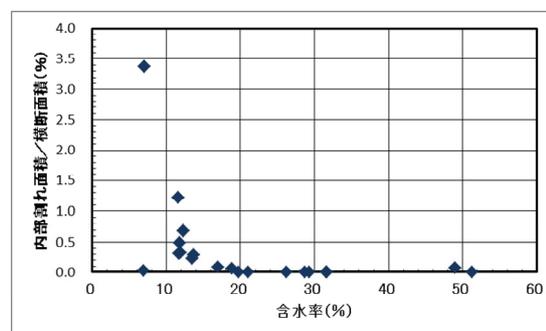


図2 仕上り含水率と内部割れの関係

上がり含水率を低く設定すると内部割れ発生危険性が増すと考えられた。また、発生した内部割れは、長さ方向に連なっていることも観察された（図3）。

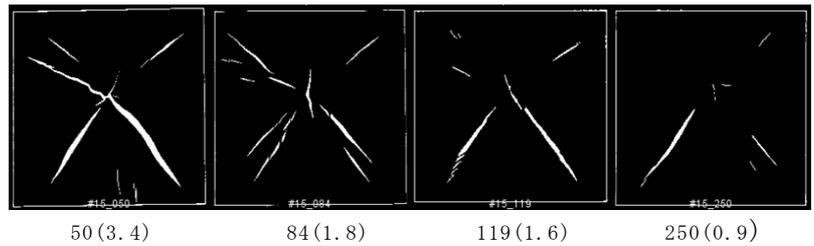


図3 材内の含水率分布と内部割れの例

数値は木口端部からの距離(cm)、  
( )内数値は内部割れ面積と横断面積の比(%)

## 2) 平成23年度取組内容

前年度まで得られた含水率分布データ等を基に、養生中における含水率変化を推定する数値シミュレーションを行った。

## 4. 平成23年度の成果の概要

数値シミュレーションを行う際の数式としては微分方程式<sup>1)</sup>が提案されており、本式を解くためには、高温乾燥直後の含水率（初期条件）、養生終了時における含水率（境界条件）、拡散係数（定数）が必要となる。

そこで、平均的な含水率経過を示した試験体に対して、様々な拡散係数と実際の材内含水率分布を用いて、繰り返し数値シミュレーションを行い、拡散係数に対する適合性（重量法による含水率の実測値と数値シミュレーションの差）の関係を求めた。最も適合性の高い拡散係数は実測値と数値シミュレーションの差が最低値と考え、夏季と冬季の見掛けの拡散係数として各々0.00015、0.00006と算出した。次に、これら係数を用いて全供試材（20体）に対して数値シミュレーションを行い、その適合性を求めた。その結果、実測値と数値シミュレーションの差2.0%以内に全体の64%が収まった（図4）。なお、本係数は、含水率に関わらず一定とする。

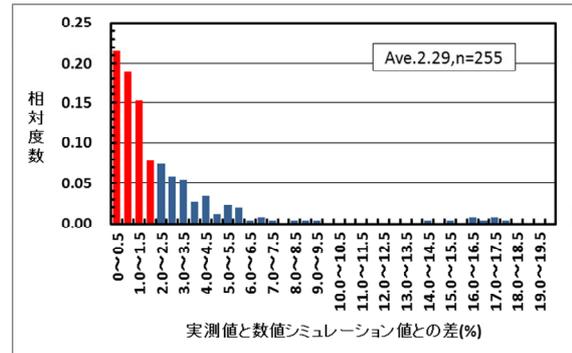


図4 実測値と数値シミュレーションの適合性

高温乾燥直後の含水率30、25%の各モデル材が夏季の養生によって20%以下に達するには、約1.5~2.5ヶ月間必要であると数値シミュレーションによって明らかにした（図5）。この結果は、実測値とほぼ同様な経過を示し、本法の適応性の高さが窺えた。このように数値シミュレーションによる予測値は、実測含水率とよく一致することから、養生中の任意時間における含水率は、ほぼ予測・推定できることが明らかとなった。

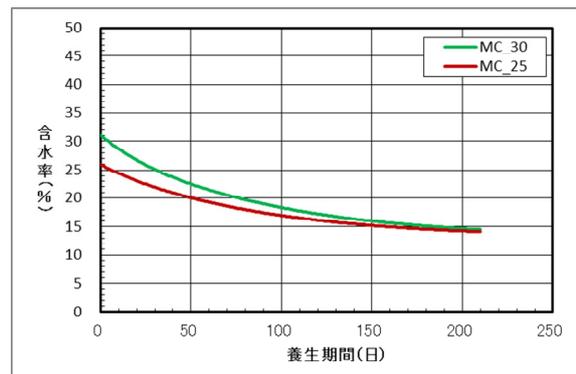


図5 養生経過中の含水率

数値シミュレーションによる含水率の予測は、天然乾燥（養生）など長時間要する乾燥や天然乾燥後、仕上げに人工乾燥を行う場合の天然乾燥の終了時期の見極めが可能であることや木材の乾燥状況が視覚的、動的に把握できることから、乾燥材の品質管理等への利用が期待できる。

## 5. 今後の課題

高温乾燥の場合、仕上がり含水率のバラツキが大きくなると予測されることから、高品質乾燥材の生産を目指すためには、養生などを十分に行う必要が認められた。

文献 1) 構造材の乾燥スケジュールの理論解析、中尾哲也、木材学会誌 48(4), p241-248(2002)

# 地域型木造住宅部材の信頼性向上技術の開発（2）

## －横架材の強度データの整備とスパン表の作成－

予算区分 県 単  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 21～23 年度  
担当者 柴 和宏、中村友輔

### 1. 研究目的

今後、出材の増大が予想される県産スギ中目材、大径材等の利用拡大を図るためには、需要量の大きい住宅用構造部材への展開が必要である。このためには、地域で在来型の住宅を手掛ける大工・工務店における県産材の利用拡大を図ることが重要である。

このような中「住宅瑕疵担保履行法」や「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」などの制定に伴い、県産材を住宅の横架材に安心して利用できる「スパン表」の作成が急務となっている。

### 2. 全体計画

県産スギ材の実大曲げ試験に関する強度データの整理と追加試験を行い、県産スギ材の曲げ強度性能を明らかにするとともに、県内の在来軸組工法で標準的な使われ方を考慮しながら、県産スギ材を使用した場合の部材の必要寸法を計算して、スパン表として整理する。

### 3. 研究内容

#### 1) 前年度（H22）までの成果

県産スギ材の実大曲げ強度データを整理するとともに、母屋材の追加曲げ試験を行った。

#### 2) 平成 23 年度の成果の概要

住宅の横架材について、各荷重条件および設置間隔（スパン）に応じて必要となる断面寸法をあらかじめ構造計算で求めて、設計時に必要部材の寸法が一目で分かる早見表として「スパン表」を作成した。なおスパン表の適用範囲は表 1 のとおりとした。

表 1 県産スギ横架材スパン表の適用範囲

階数	◇ 2階以下
延べ面積	◇ 500m <sup>2</sup> 以下
高さ	◇ 13m以下
軒の高さ	◇ 9m以下
基準寸法	◇ 910mm
屋根勾配	◇ 軽い屋根4～6寸、重い屋根4～5寸
積雪深	◇ 1.5m、2.0m

#### (1) 県産スギ材の曲げ強度と許容応力度とヤング率

全国のスギの曲げ強度の平均値は 40.8N/mm<sup>2</sup>、曲げヤング率 7.14kN/mm<sup>2</sup>、それに対して富山県産スギは曲げ強度 35.1N/mm<sup>2</sup>、曲げヤング率 6.07kN/mm<sup>2</sup> となり、全国平均より 1 割程度低めの値を示していた。しかしながら、県産スギ材の下限 5%強度を計算すると 24.1N/mm<sup>2</sup> となることから、建築法規上のスギ無等級材の基準強度 22.2N/mm<sup>2</sup> を十分満たす強度を有していた。

部材の曲げ破壊、せん断破壊、たわみに対する安全性を検証するためのスパン表での曲げ、せん断の許容応力度、ヤング率を表 2 に示す。JAS 製材については、曲げ、せん断許容応力度は建築法規に基づく規定値を用いた。またヤング率は、県内で生産される JAS 材ということで、目視等級材については県産スギ材の値 6.07 kN/mm<sup>2</sup> を用い、機械等級区分材のヤング率については JAS 規定値を用いた。さらに、各部材のたわみ制限については表 3 のとおりとした。

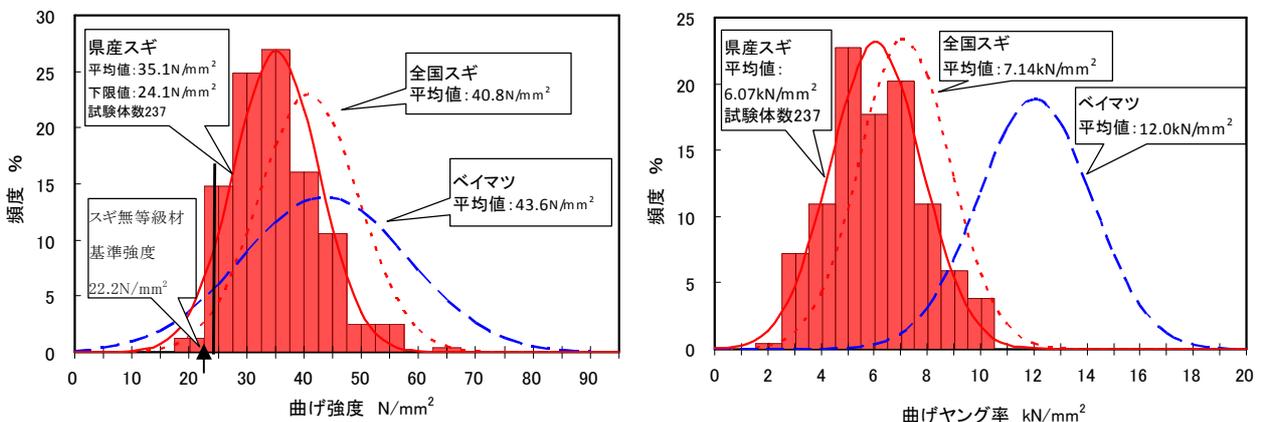


図 1 県産スギ実大曲げ試験結果

表2 県産スギの許容応力度とヤング率

	材種	許容応力度			ヤング率
		長期	短期	積雪長期	
		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
曲げ	無等級材	8.1	14.8	10.6	6.07
	JAS 甲1級	9.9	18.0	12.9	
	JAS 甲2級	9.5	17.2	12.3	
	JAS 甲3級	8.1	14.8	10.6	
	JAS E50	8.8	16.0	11.4	4.90
	JAS E70	10.8	19.6	14.0	6.86
せん断	----	0.66	1.20	0.86	—

表3 各部材のたわみ制限

	たわみ制限	
	固定+積載 (G+P)	固定+積載+長期積雪 (G+P+0.7S)
たるき、小屋梁、軒げた	L/150	L/100
胴差(積雪荷重支持)	L/300(2cm)	L/300
胴差(積雪荷重非支持)	L/300(2cm)	—
根太、床小梁、床大梁	L/300(2cm)	—

L: スパン, ( )内は絶対値制限

(2) 横架材の構造計算

スパン表は(財)日本住宅・木材技術センター発行の「横架材の構造計算ツール ver. 1.3 (平成14年1月)」を参考に、建築法規に準拠しながら材料力学に基づいて構造計算を行い、根太、床の小梁、床の大梁、たるき、母屋・棟木、小屋梁、軒桁、胴差について作成した。計算では、各荷重条件で実際生じるたわみや応力に対して、表2、3で設定したたわみ制限、曲げ耐力、せん断耐力に対して安全であるか確認し、これらの確認項目のすべてを満たす最小の断面の大きさを求めた(図3)。このとき決定する部材の断面寸法は、製材の日本農林規格(以下製材JAS)の構造用材の標準寸法の値とした。

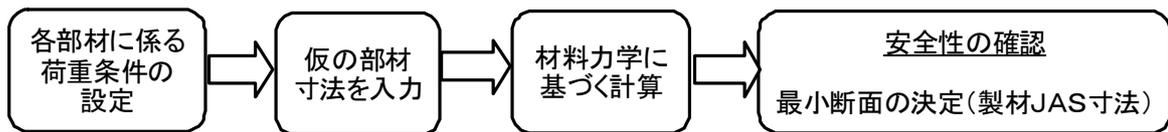


図3 構造計算のフロー

(3) スパン表の内容

胴差の例を表4に示す。県産スギ無等級材とベイマツ無等級材を比較すると、県産スギの方が概ね1~2ランク大きい材せい(材の高さ)が必要となった。このような計算により求めた各横架材の必要断面を取りまとめて「富山県産スギ材のスパン表」を作成した(図4)。

このスパン表はHPで公表する他、県内の建築士、工務店、木材関係事業者へ冊子で配布及び希望者に販売する。

表4 胴差スパン表の一例

床小梁が胴差に平行、1、2階開口部位置不一致の場合  
 [設計条件] 積雪深 1.5m、積雪等級 1、軒の出 450mm  
 たるきスパン 910mm、根太スパン1820mm、小屋梁間隔 1820mm

屋根の種類	胴差のスパン(mm)	荷重位置(mm)	材種(無等級材)	胴差 断面寸法 (mm)			
				小屋梁スパン3640mm		小屋梁スパン4550mm	
				105mm幅	120mm幅	105mm幅	120mm幅
軽い屋根	1820	910	県産スギ	300	270	300	300
			ベイマツ	270	240	270	270
	2730	910	県産スギ	360	330	---	360
			ベイマツ	300	300	330	300
重い屋根	1820	910	県産スギ	300	270	330	300
			ベイマツ	270	240	300	270
	2730	910	県産スギ	360	360	---	360
			ベイマツ	330	300	330	330

※「---」と表記したものは材せいが390mmを超えたもの

### 富山県産スギ材のスパン表









とやま 県産材

監修 富山県  
 発行 富山県森林・木材研究所振興協議会

平成24年3月

図4 「富山県産スギ材のスパン表」

# 地域型木造住宅部材の信頼性向上技術の開発（3）

－新たな横架材の開発－

予算区分 基金  
担当課 木質構造課

研究期間 平成21～23年度  
担当者 園田里見

## 1. 研究目的

今後、出材が増大する県産スギ中目材、大径材等の利用を拡大するには、需要量の大きい住宅用構造部材への展開が必要である。このためには、地域で在来型住宅を手掛ける大工・工務店に、県産材の利用拡大を図ることが重要である。

このような中、「住宅瑕疵担保履行法」や「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」などの制定に伴い、低コストでかつ乾燥、強度等の品質が明確な製品が求められることが想定され、大工・工務店、設計士が信頼して使用できる県産スギの新たな構造部材の開発が重要な課題である。

## 2. 全体計画

長スパン横架材では、集成梁が一般的だが、特殊な接着設備を持つ認定工場ではしか製造できない。また、地域材を利用する場合、非接着部材を使う要望も根強いので、機械接合の組立て梁とその設計法の開発を検討した。組立て梁は複雑な構造計算や組立技術が必要なため、まず、仕様と設計法を検討する。次に、数種のプロトタイプで基本設計、試作、試験を行い、その知見をもとに仕様を絞り、実大材の試作試験と設計法を検討を行う。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果の概要

3種類のプロトタイプ（長さ3m、梁せい640mm）について、強度性能、製作性、非破壊検査法の知見を得た。この知見を元に木栓接合によるI型トラス複合組立て梁（長さ7m、梁せい686mm、写真1）を設計・試作し、梁せい570mmのE65級の集成材なみの剛性及び製作性と非破壊検査方法の知見を得た。



写真1 7m スパン梁（改良IT型）の試作体

### 2) 平成23年度の成果の概要

これまで組立て梁の設計は、剛性効率を低減係数として初等力学の梁理論（完全合成梁）から行っていた。この係数は、実験に基づかねばならず、汎用的な設計には不便である。より信頼性の高い設計には、不完全合成梁の解法（図1）が必要となる。この解法は、部材の層間すべりを評価することで精緻な性能設計・評価ができる反面、微分方程式を解かねばならず、実務的とは言い難い。そこで、実務家でも汎用の表計算ソフト程度で計算可能な簡便な解法を検討した。

具体的には、①神谷の精算法（要収束計算、積分計算）の検討、②同近似計算法（収束計算不要）の検討、③検証法としての標準的な微分方程式解法（Newmark理論）の検討を行った。

検討の結果、①積分計算を、たわみ角公式で代用できるように神谷の計算法を改良した。②収束計算を必要としない近似計算法を得た（収束計算の初期値にも利用可能）。③両法をNewmark理論（2層梁）で検証し、計算たわみが一致することを確認した（図2）。④I型梁（せん断変形を含む3層梁）への拡張を行い、実験結果とほぼ一致することを確認した（図3）。また、こ

の計算法により、実験時に観察された、荷重ケースで評価剛性が異なる点を、理論的に確認した。  
 以上から、従来は計算困難であった機械接合された組立て梁の構造設計が、建築構造設計の実務家でも可能となる解法の知見が得られた。

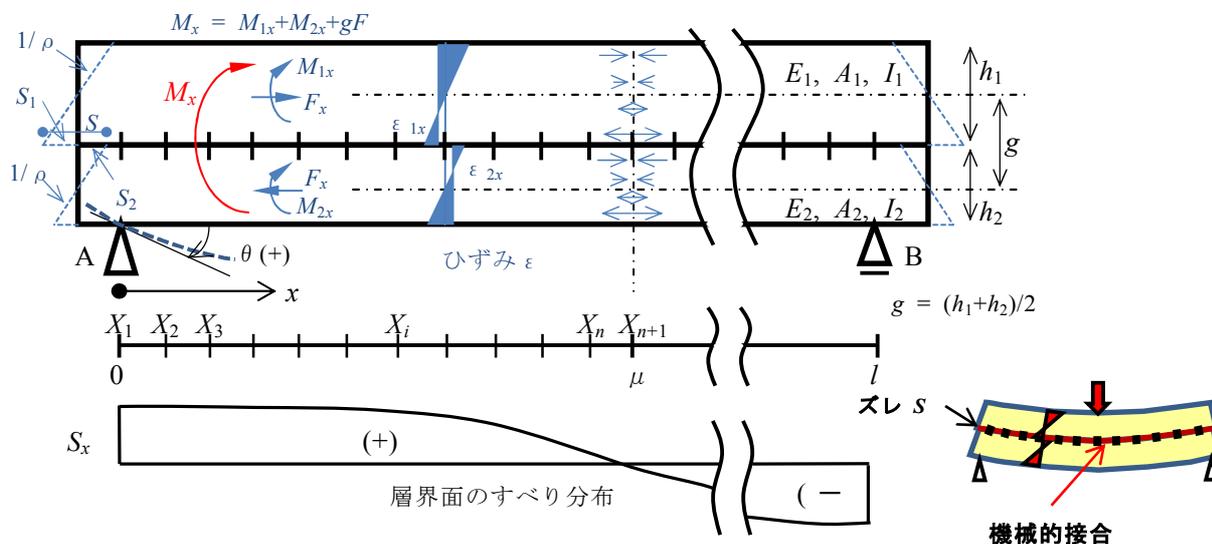


図1 2層不完全合成梁のモデル

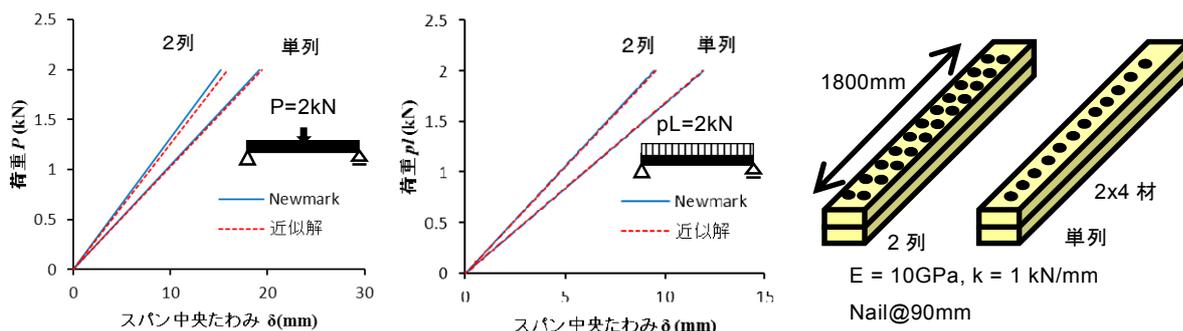


図2 数値実験の例

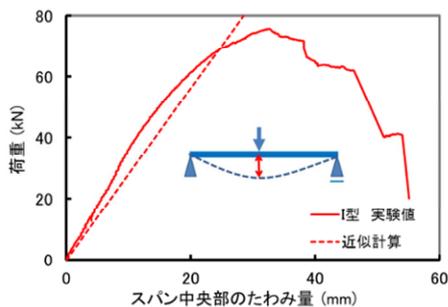
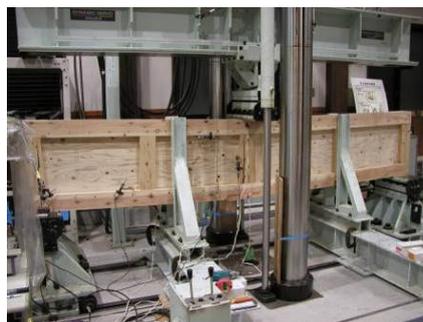


図3 実験値と計算値の比較例 (実験値は右写真の例)

※近似計算：腹材のせん断変形を含む上下対称3層不完全合成梁。



#### 4. 今後の課題

新横架材の開発に関しては、実務者への普及を促すために、コストダウン技術の開発と様々な構成の横架材に対する設計・計算例や、その実験データの蓄積が必要である。

# 安全・安心な乾燥材生産技術の開発（1）

—内部割れの少ない乾燥技術の開発—

予算区分 受託（石川県）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 21～23 年度  
担当者 坂井 正孝

## 1. 研究目的

近年、高温乾燥技術の普及により、心持ち無背割材について、材面割れを少なく乾燥することが可能になっている。これまで、最適とされる乾燥スケジュールが提案されているが、被乾燥材を一様に乾燥するのは難しく、処理条件によっては内部割れが発生する場合がある。この内部割れは表面から見えないため、強度面で不安を抱く人も少なくない。

本研究では、現場に普及している高温蒸気式乾燥手法を用いて、スギ柱材に対する内部割れの少ない乾燥スケジュールの確立を目的とする。

## 2. 全体計画

スギ正角材に対し、高温セット処理後に天然乾燥を併用して内部割れの少ない乾燥材の生産技術確立を目指す。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果

スギ正角材（135角×L3,000mm、各 10 本）を用いて、高温セット処理後（蒸煮：95℃,8hr、高温セット：120-90℃、24hr）、屋内で夏季と冬季の約 4～6 ヶ月間天然乾燥し、この間の乾燥特性を経時的に測定した。結果の概要は、以下に示す。

#### （1）天然乾燥中における含水率経過

夏季と冬季に実施した天然乾燥では、高温セット処理後の平均含水率が各々 39.2（27.4～79.0）%、28.9（22～38.9）%であった材が夏季（6～10 月）の 4 ヶ月間、冬季（11～5 月）の 6 ヶ月間に各々 14.6（13.2～17.1）%、18.0（16.1～22.6）%まで低下した。含水率が 20%以下に達するまでに、冬季は夏季に比べて天乾開始時の含水率が低いにも関わらず約 2～3 ヶ月長い約 5 ヶ月程度が必要となり、冬季間は殆ど乾燥が進まないことが明らかになった（図 1）。また、全試料に対する夏季における天然乾燥終了時の材内含水率のバラツキは、12～19%と小さく、水分傾斜の少ない乾燥材となったが、冬季は 11～28%と逆の傾向を示した。これは、冬季の天然乾燥が夏季に比べて乾燥が進まないため、初期の含水率のバラツキが残存したと考えられた。

#### （2）天然乾燥終了時の内部割れ発生状況

夏季と冬季に対する高温セット処理後における内部割れの面積比（内部割れ面積と横断面面積の比）が各々 0.011%、0.041%、天然乾燥終了時における長さ方向（10cm 間隔に鋸断）の平均が各々 0.113%、0.308%、長さ方向への分布が各々 0.013～0.206%、0.072～0.625%を示した。内部割れは、長さ方向に対して一様でなく、変動していることが窺えた（図 2）。

長さ方向における内部割れの発生状況の変化は、木口シール無しに比べてシール有りの元口側に大きく出現する傾向が見られた。また、冬季は夏季と比較して内部割れが多く出現したが、これは高温セット処理直後の供試材の含水率が低くなったことが原因と思われた。発生した内部割れは、ある程度貫通していると観察された

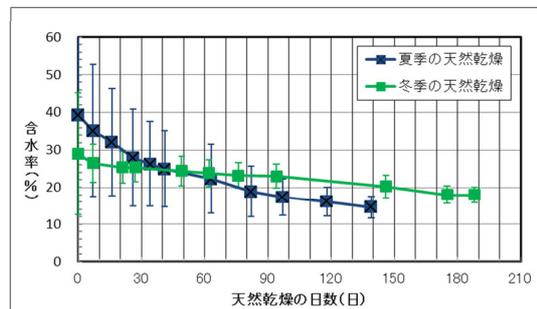


図 1 天然乾燥中の含水率の経過

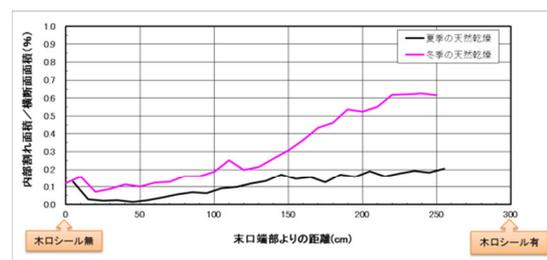


図 2 長さ方向に対する内部割れの発生状況

が、様々な発生パターンが存在しており、外観（木口端面）より内部割れの発生状況を推察することは、難しいと考えられた。

(3) 天然乾燥中における表面割れの経時変化  
夏季と冬季における表面割れの発生は、高温セット処理直後にほぼピークを示し、総延長が各々2,355(3,774~5,742)mm、1,788(1,878~1,422)mm、表面積が各々2,378(4,058~212)mm<sup>2</sup>、1,558(1,600~495)mm<sup>2</sup>であった。その後、いずれの季節も天乾が進むとともに、表面割れの伸縮が殆どなく、表面割れが閉塞していくことが判明した(図3)。本研究において夏季が冬季に比べて表面割れが大きく発生した理由は、夏季の供試材の含水率が高く設定され、ドラインセットが弱くなったことが原因と考えられる。

(4) 天然乾燥中における含水率経過の数値シミュレーション

数値シミュレーションを行う際には、天然乾燥開始期の含水率、終了時の含水率、拡散係数(定数)が必要となることから、平均的な含水率経過を示した試験体に対して繰り返し数値シミュレーションを行い、夏・冬季の見掛けの拡散係数を求めた。夏・冬季の値は、各々0.00027、0.00012と算出された。

数値シミュレーションの適合性に関して、夏・冬季における重量法(実測値)と数値シミュレーションの差(絶対値)は、各々の平均0.5(最大1.7~最小0)、1.5(最大3.5~最小0.1)%であった(図4)。これらのことから、天然乾燥中の任意時間における含水率が推測できると示唆された。

## 2) 平成23年度の取組内容

スギ正角の高温セット材に対して、天然乾燥における含水率経過を推定する数値シミュレーション技術を開発する。

## 4. 平成23年度の成果の概要

数種類のモデル含水率に対する天然乾燥中の含水率経過を類推する数値シミュレーションを行った。例えば、初期含水率30%の材が天然乾燥によって20%以下に達するには、夏季が約1.5ヶ月、冬季が約6ヶ月必要であると計算された(図5)。因みに、天然乾燥開始時における平均含水率が約30%の材は、20%以下に達するまで夏季と冬季が各々平均52、161日間要すると実測された。数値シミュレーションによる天然乾燥に要する日数は、観測値とほぼ同様な経過を示し、本法の適応性の高さが窺えた。

## 5. 今後の課題

高温セット処理材の天然乾燥において、所定の仕上がり含水率を得るためには長期間を要することから、この期間の短縮化を図る技術が必要と示された。

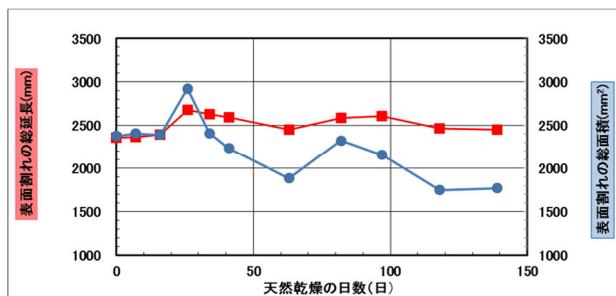


図3 夏季の天然乾燥中に対する表面割れの経過例

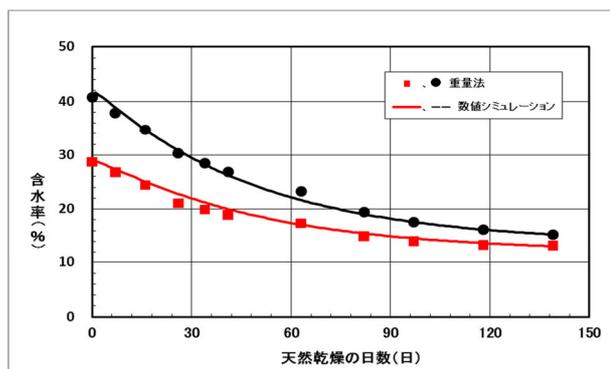


図4 夏季の天然乾燥に対する数値シミュレーションの適合性の例

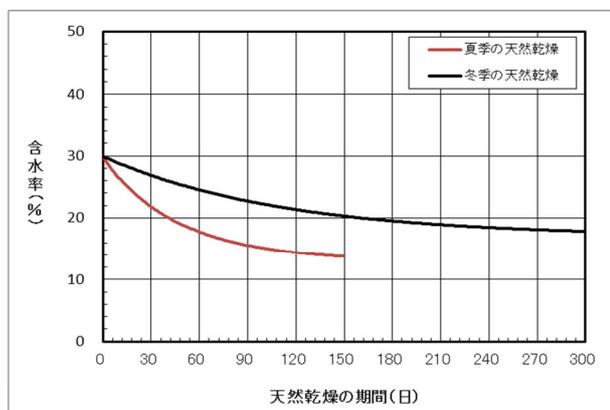


図5 モデル含水率における天然乾燥中の含水率経過

# 安全・安心な乾燥材生産技術の開発（２）

－内部割れと接合性能の関係解明－

予算区分 受託（石川県）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成21～23年度  
担当者 橋本 彰

## 1. 研究目的

高温乾燥技術の普及により、心持ち無背割り材について、材面割れを少なく乾燥することが可能となってきた。しかし、処理条件によっては内部割れが発生する場合があります、この内部割れは表面からは見えないため、強度面で不安を抱く人も少なくない。このことを受け、各地域において乾燥条件と強度性能との関係が検討されているが、木材の割れと強度性能について説明できるデータが十分整備されていないことから、消費者のみならず製材品を扱う業界からも木材の割れ（内部割れを含む）と強度性能に関するデータの早急な整備が望まれている。

## 2. 全体計画

住宅の耐震性に重要な役割を担っている接合部について、接合方法による内部割れと耐力との関係を明らかにし、所定の接合耐力を保持できる内部割れの程度や使用にあたっての指針を明らかにする。このためスギ材を基準として、①ボルト型接合具基本せん断性能、②ボルト型、ビス型等のホールダウン金物接合、③柱－土台補強としての山形プレートVP金物接合、④金物工法による柱－梁接合部せん断試験を実施して、内部割れの影響を検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果

接合性能と内部割れの関係について、ボルト接合基本形では鋼板添え板接合の場合、最大荷重と内部割れ面積の間には明確な傾向は認められなかったが、鋼板挿入接合の場合、内部割れ面積が増大するに従い、最大荷重、降伏耐力が若干低下する傾向を明らかにした。また、ホールダウン金物接合では、最大荷重と内部割れ面積の間には、ラグスクリーュー止めの場合負の相関がみられたが、ボルト止め、釘止め、ビス止めの場合明確な傾向は認められなかった。さらに、試験結果から得られた短期基準耐力は、ラグスクリーュー止めとビス止めでは許容耐力を満たさない場合も認められたことから、接合具の種類によっては、内部割れや熱劣化による影響が異なることを明らかにした。

### 2) 平成23年度の成果の概要

本事業の乾燥関連課題と強度関連課題の連携実証試験として、参画他機関で人工乾燥した内部割れのある試験材を用いて接合試験を実施した。試験材にはヒバ、スギ、カラマツ、ヒノキ、トドマツ各20本、断面寸法120mm角（トドマツは105mm角）、材長100cmを用いて、繊維平行方向（引き寄せ金物HD-B25ラグスクリーュー止め接合）、および繊維直交方向（山形プレートVP金物接合）の引張試験を行った。さらに同様のスギ、ヒノキ各20本を用いて金物工法（鋼板挿入ドリフトピン止め金物接合、ピンまでの端距離30mmおよび50mmの2水準）による柱－梁接合部のせん断試験を行い、内部割れが接合性能に及ぼす影響について検討した。

その結果、繊維平行方向では、ヒバ、カラマツ、トドマツにおいては、最大荷重と内部割れ面積の間には負の相関が認められたが、スギ、ヒノキにおいては相関は低く最大荷重と内部割れ面積の間には関係が認められなかった。また、繊維直交方向では、いずれの樹種においても最大荷重と内部割れ面積との間には関係が認められなかった（図1）。

試験から得られた短期基準耐力は、繊維平行方向のトドマツでは内部割れが少なかったことも影響し許容耐力を満たしたが、その他の場合はいずれも許容耐力を満たさず、接合方法に注意が必要である。特に繊維平行方向のスギ、ヒノキでは、内部割れ発生位置の影響により初期に割裂が発生し、最大荷重、降伏耐力が著しく低くなる場合があり短期基準耐力は極めて低い値となった（表1）。

一方、柱－梁接合部のせん断試験では、最大荷重と内部割れ面積との間には、スギ、ヒノキとも端距離にかかわらず負の相関が認められたが、降伏耐力については端距離30mmの場合負の相関が認められたが、端距離50mmの場合内部割れ面積との間には関係が認められなかった（図2）。

#### 4. 今後の課題

内部割れの影響を受けにくい接合方法の検討が必要と考えられる。

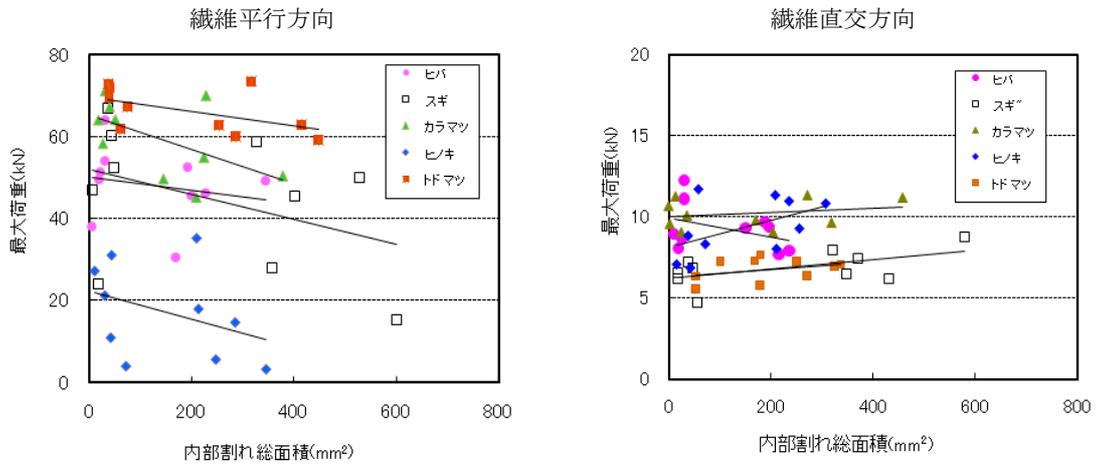


図1 繊維平行方向、繊維直交方向における内部割れ面積と最大荷重の関係

表1 繊維平行方向引張試験における接合性能特性値

	ヒバ		スギ		カラマツ		ヒノキ		トドマツ	
	ave	sd	ave	sd	ave	sd	ave	sd	ave	sd
内部割れ総面積 (mm <sup>2</sup> )	123.6	118.1	236.2	232.0	135.1	121.8	149.2	123.7	66.2	5.5
比重	0.52	0.04	0.38	0.03	0.53	0.04	0.52	0.05	0.35	0.02
Pmax (kN)	48.2	9.0	44.8	17.0	61.4	7.5	15.1	10.1	66.2	5.5
Py (kN)	25.3	4.6	23.1	10.7	31.9	3.5	9.9	5.8	42.3	2.6
短期基準耐力To (2/3Pmax)	19.42		5.97		29.71		—		36.43	
短期基準耐力To (Py)	15.65		0.70		23.95		—		36.86	
短期基準耐力 α=1	15.65		0.70		23.95		—		36.43	
許容耐力	25.99		25.01		28.44		25.99		25.01	

表2 繊維直交方向引張試験における接合性能特性値

	ヒバ		スギ		カラマツ		ヒノキ		トドマツ	
	ave	sd	ave	sd	ave	sd	ave	sd	ave	sd
内部割れ総面積 (mm <sup>2</sup> )	110.1	94.6	222.0	209.8	149.4	161.0	143.9	108.5	191.2	103.1
比重	0.53	0.03	0.38	0.03	0.52	0.05	0.53	0.04	0.35	0.03
Pmax (kN)	9.3	1.4	6.8	1.1	10.2	0.9	9.3	1.8	6.7	0.7
Py (kN)	4.8	0.7	3.3	0.5	6.5	1.8	5.3	0.9	4.0	0.8
短期基準耐力To (2/3Pmax)	4.16		3.02		5.54		3.70		3.47	
短期基準耐力To (Py)	3.27		2.20		2.68		3.29		2.37	
短期基準耐力 α=1	3.27		2.20		2.68		3.29		2.37	
許容耐力	4.55		3.92		5.02		4.55		3.92	

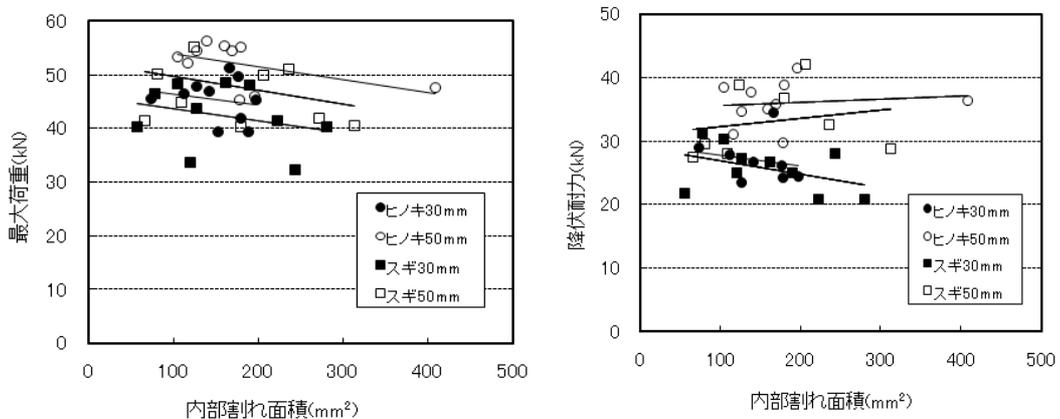


図2 柱-梁接合部せん断試験における内部割れ面積と最大荷重、降伏耐力の関係

# カワダニスギの利用技術の解明

予算区分 県 単  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 22～24 年度  
担当者 柴 和宏、橋本 彰  
坂井正孝、中村友輔

## 1. 研究目的

県北西部を中心に約一千 ha の面積に植林されているカワダニスギは、昭和 50 年代以降に植林された林分が多く、間伐期を迎えつつある。当品種は一般的にボカスギと同等の材質特性を有していると云われており、ヤング係数が小さいことが予測されるが、タテヤマスギやボカスギ等の県産スギ主力品種と異なり材質に関する詳細データは未整備となっている。そこで、本格的な伐期を迎える前に、用材としての強度・材質特性を明らかにしておくことを目的としている。

## 2. 全体計画

県内でカワダニスギが先駆的に植栽されてきた小矢部市嘉例谷地内において、30 本（3 箇所×10 本）の立木を伐採・製材・人工乾燥した後、実大曲げ強度試験により当品種の強度特性を明らかにし、構造用材としての性能を評価する。また、丸太の動的ヤング係数・真円率・心材率・樹幹内含水率・容積密度を測定し、得られた当品種の材質データを県産スギ主要 2 品種であるタテヤマスギ・ボカスギと比較して整理する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果

前述地内の 34 年生林分（標高 250m、斜面傾斜角 20°、斜面方向：南）において、10 本のカワダニスギ標本を 3m に玉切りして 21 体の原木丸太を採取した。縦振動法による丸太ヤング係数測定後、10.5cm 心持ち正角材に製材し、中温乾燥処理（70 度 12 日間）して曲げ強度試験に供した。また伐採時には各標本の樹高 0.3m、1.3m、3.3m、6.3m、10.3m、13.3m の位置から、厚さ 5cm の円板を採取して、年輪幅・心材率を調べるとともに、樹幹内の含水率・密度の分布を測定した。

### 2) 平成 23 年度の成果の概要

前年度と別の 37 年生林分（標高 120m、斜面傾斜角 5°、斜面方向：東）において、10 本のカワダニスギ標本を 3m に玉切りして 33 体の原木丸太を採取した。縦振動法による丸太ヤング係数測定後、10.5～14cm 心持ち正角材に製材し、高温セット処理（120℃、12 時間）した後、約半年間天然乾燥を行った。

丸太のヤング係数は、樹高方向における採取位置が高くなるほど、値が大きくなる傾向を示し、比較対象のボカスギとタテヤマスギの中間的な値を示した（図 1）。

製材のヤング係数は、丸太のヤング係数と比例関係にあり、また元玉由来の材では JAS 機械等級区分の E50 がほとんどを占めるが、2 番玉以降の由来の材では E70 クラスが中心となることから、番玉による選別を行うことで横架材等構造材への利用が有利になることが示唆された（図 2）。

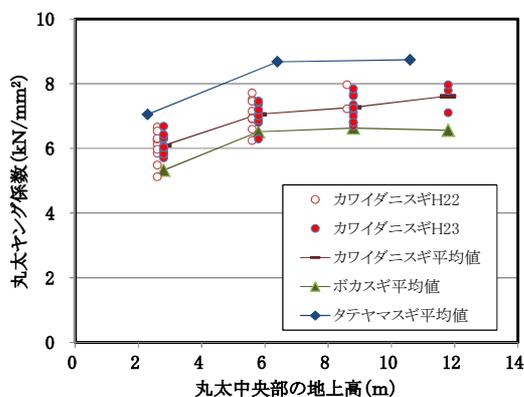


図 1 丸太の採取位置とヤング係数の関係

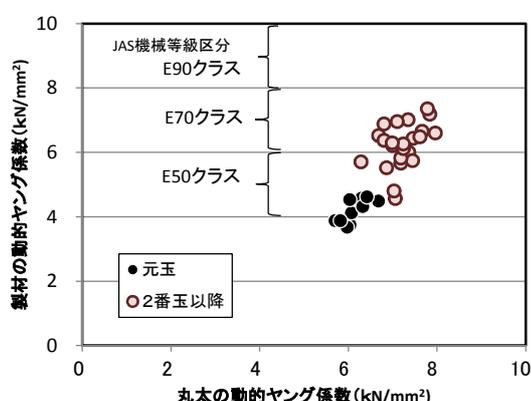


図 2 丸太と製材のヤング係数の関係

# 県産スギ間伐材を用いた木製型枠の開発

予算区分 県 単（林務単独事務費）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成23～24年度  
担当者 中村友輔、柴 和宏

## 1. 研究目的

富山県は、「富山県公共建築物等木材利用推進方針」において公共土木工事における木製残存型枠への県産材の利用を推進することとし、残存型枠検討会を設置した。同検討会において型枠資材に県産スギ板を採用する旨とりまとめられたことから、木材研究所において県産スギ材のコンクリート型枠としての施工性や強度性能の検証と構造の検討を行った。

## 2. 全体計画

県産スギ材で製造した型枠の施工性を把握するため実物大（1800mm×900mm、t=12mm；15mm；18mm）の型枠を作製し、その重量と曲げ剛性（EI）を測定した。あわせて県産スギ材の型枠としての用途適性把握のため、小試験片による強度試験を実施した。どちらも比較のため型枠用合板（t=12mm）を用いた。試験は無作為抽出した人乾済みの県産スギ板200枚と合板50枚を対象に実施した。試験片長は厚みの45倍とし幅は100mmとした。試験は3等分点4点荷重法により実施した。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

#### 3.1 実物大の重量と剛性

重量測定の結果、厚み12mmのスギ板が9.2kgと最も軽く、合板は13.9kgと最も重かった（図-1）。曲げ剛性は、厚み12mmのスギ板では $1.06 \times 10^6 \text{ kN/mm}^2$ であり、同様の厚さの合板より撓みやすいという結果となった（図-2）。また厚み15mmと18mmのスギ板製は合板より曲げ剛性が高く、より軽量であった。

#### 3.2 スギ板材の材料強度

曲げ強度試験の結果算出されたスギ板のヤング係数は $8.68 \text{ kN/mm}^2$ となり合板より70%程度強度が低かった（図-3）。型枠にかかる荷重の継続時間は時間単位と仮定し、曲げ強度の5%下限値に荷重継続期間影響係数の短期を乗じると、スギ板の許容応力度は $21.1 \text{ N/mm}^2$ となった（図-4）。

#### 3.3 型枠としての用途適性

用途適性の把握は、栈木間隔とコンクリート側圧の関係から把握することとした。コンクリート温度を $10^\circ\text{C}$ 、打設速度を $1.0 \text{ m/h}$ とした場合の端太間隔と変位の関係を求めると、たわみやすいのは12mmのスギ板である。12mmの合板と15mmのスギ板は中間的なたわみとなった（図-5）。一般に内端太間隔は30cm間隔で施工されていることから、板の厚みの増加に伴いたわみが1mm程度減少することとなった。

同様の条件下における曲げ応力と端太間隔の関係は、図-6のようになった。内端太間隔を30cmとした場合は、15mmのスギ板では許容応力度以下となるが、12mmのスギ板では許容応力度を超えるため破壊が示唆された。ただし、12mmのスギ板を用いる場合には端太間隔を20cm程度までとすることで型枠として利用できることがわかった。

#### 3.4 スギ板を用いた型枠の構造

試験結果から、12mmのスギ板を用いる場合は、図-7に示す栈木の間に内端太を一本配置し、15mmの場合は図-8に示す栈木の間に内端太を二本配置することで型枠として使用できることがわかった。

## 4. 今後の課題

抜け節など漏出の因子は防止策を別途考慮する必要がある。また、スランプが10cm程度のコンクリートの側圧は温度と打設速度に支配されることから、施工管理と安全のためには、これらの要因と変位の関係を現場で測定し、コンクリート打設時の留意事項を整理していく必要がある。

表-1 小試験片の特性値

富山県産スギ					合板 12mm	
n=200	密度 g/cm <sup>3</sup>	含水率 %	最大単独節 cm	集中節径 cm	n=50	密度 g/cm <sup>3</sup>
最小値	0.28	9.5	0.0	9.0	最小値	0.56
平均値	0.38	21.3	15.3	57.1	平均値	0.61
最大値	0.55	44.0	61.0	133.0	最大値	0.64

\*節径は荷重点間を計測した

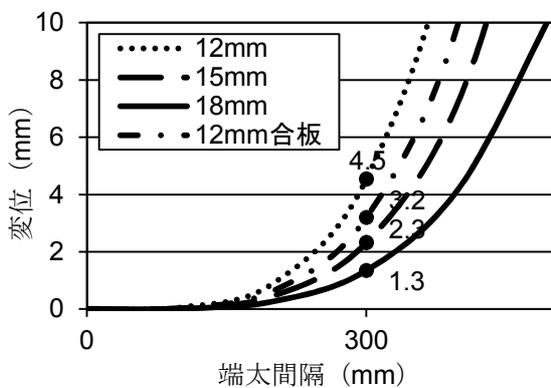
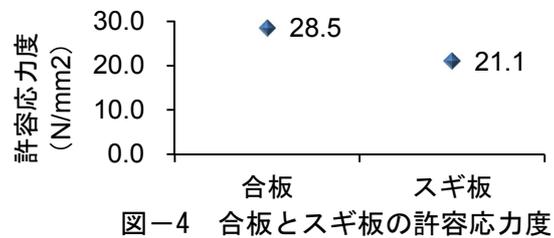
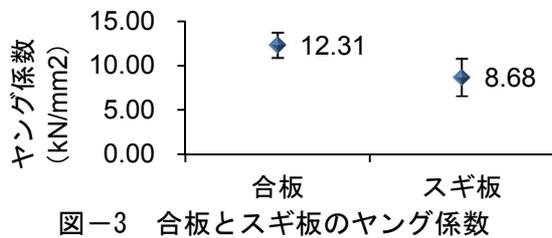
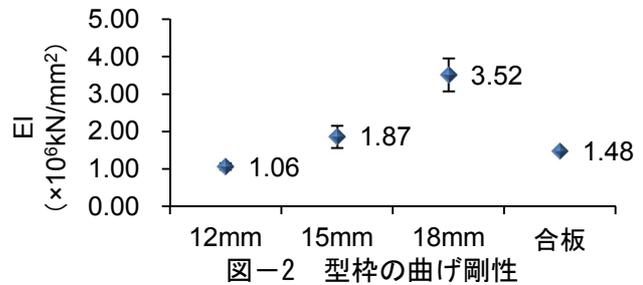
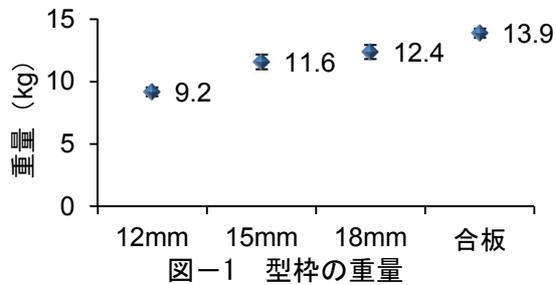


図-5 打設時の端太間隔と変位の関係

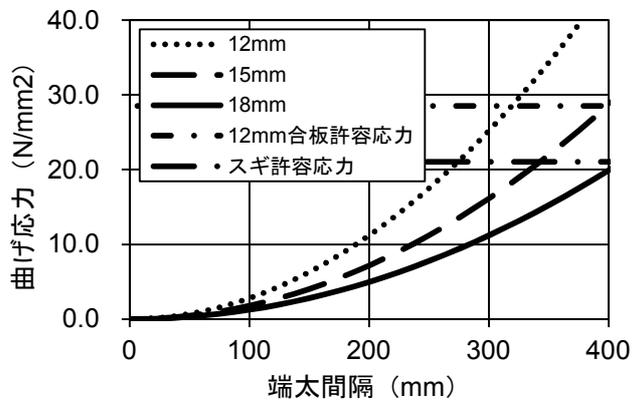


図-6 許容応力と端太間隔の関係

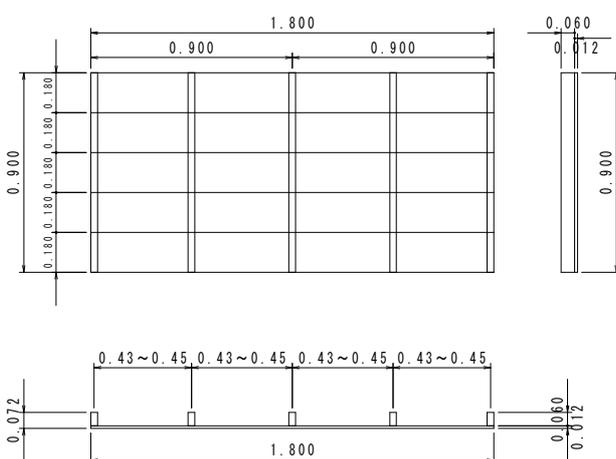


図-7 12mm スギ板型枠

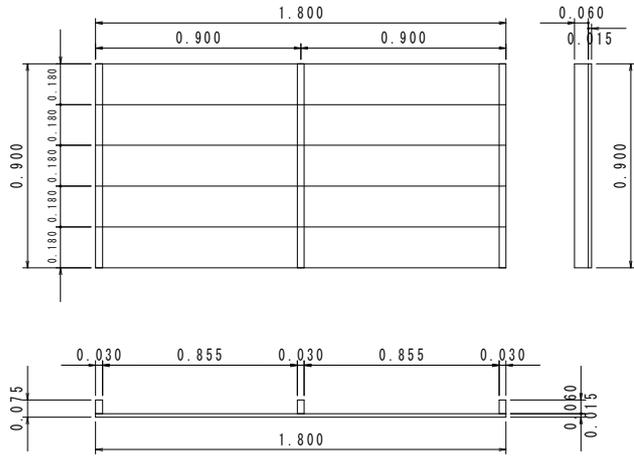


図-8 15mm スギ板型枠

# スギ樹皮を用いた緑化技術の開発

予算区分 県 単（林道公共事務費）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成23～25年度  
担当者 中村友輔、柴 和宏

## 1. 研究目的

県産のスギが伐期を迎え、製材品として加工される過程で樹皮が大量に発生することが類推される。スギ樹皮については緑化資材としての可能性が示唆されているが、スギの樹皮を用いた緑化技術は確立されていない。そこでスギ樹皮の用途開発を推進するため緑化技術の確立を図る。

## 2. 全体計画

スギ樹皮の緑化資材としての用途適性は明らかにされつつあるが、スギの樹皮を基盤材として緑化用草本類及び木本類の発芽や定活着についてはこれまで明らかにされていない。そこでこれらを明らかにするため、土木工事に使用される配合設計と同様の条件で発芽試験を実施する。

次に、斜面に吹付機械により実際に施工して発芽実態等を調査し、あわせて一般的な厚層基材吹付工法における機械や配合設計との適合性を検証し、緑化技術の確立を図る。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

#### 発芽試験（秋期）の結果

スギ樹皮の緑化資材としての用途開発を目的として、バーク堆肥と粗粉碎したスギ樹皮を基材とした発芽試験を実施した。発芽試験は、富山県における厚層基材吹付工と同様の配合（表-1）とし、厚みは、7cm、5cm、3cmとした。種子は在来草本と木本（表-2）を用い、発芽期待本数は草本で1,000本/m<sup>2</sup>、木本で500本/m<sup>2</sup>とした。基盤材配合後、種子を混入し、攪拌したものを基底直径10cmのビニールポットに投入し、露地に設置した。

発芽試験を開始した10月22日から26日経過した結果は、ヨモギとメドハギは、スギ樹皮の培地で、バーク堆肥と同等あるいはそれ以上の発芽率（図-1）、植被率（図-2）を示した。

播種後45日まで調査した結果、ヨモギ、ススキはそれ以上増加しなかった。

なお、ヤマハギ（皮取）とメドハギは虫害が確認されたため26日間経過後以降の継続的調査ができなかった。

### 4. 今後の課題

また、今後、緑化技術の確立を図るには、実際に機械を用いて吹き付けを行った場合の発芽率に加えて、耐浸食性等をバーク堆肥と比較し、一般的な厚層基材吹付工法による機械や配合等の適合性を検証する必要がある。

表-1 基盤材の配合

材料	品名 規格	数量
基盤材	バーク堆肥 又は スギ樹皮	2,000ℓ
肥料等	高度化成肥料	6kg
接合剤	アクリル樹脂系接着剤	4kg

表-2 発芽試験対象

区分	植物名	科名	形態
草本類	ヨモギ	キク科	多年草
	メドハギ	マメ科	多年草
	イタドリ	タデ科	多年草
	ススキ	イネ科	多年草
木本類	ヤマハギ（皮付）	マメ科	落葉低木
	ヤマハギ（皮取）	マメ科	落葉低木
	コマツナギ（中国産）	マメ科	落葉低木
	コマツナギ（在来）	マメ科	落葉低木
	ヤシャブシ	マメ科	落葉小高木
	ヤマハンノキ	マメ科	落葉高木

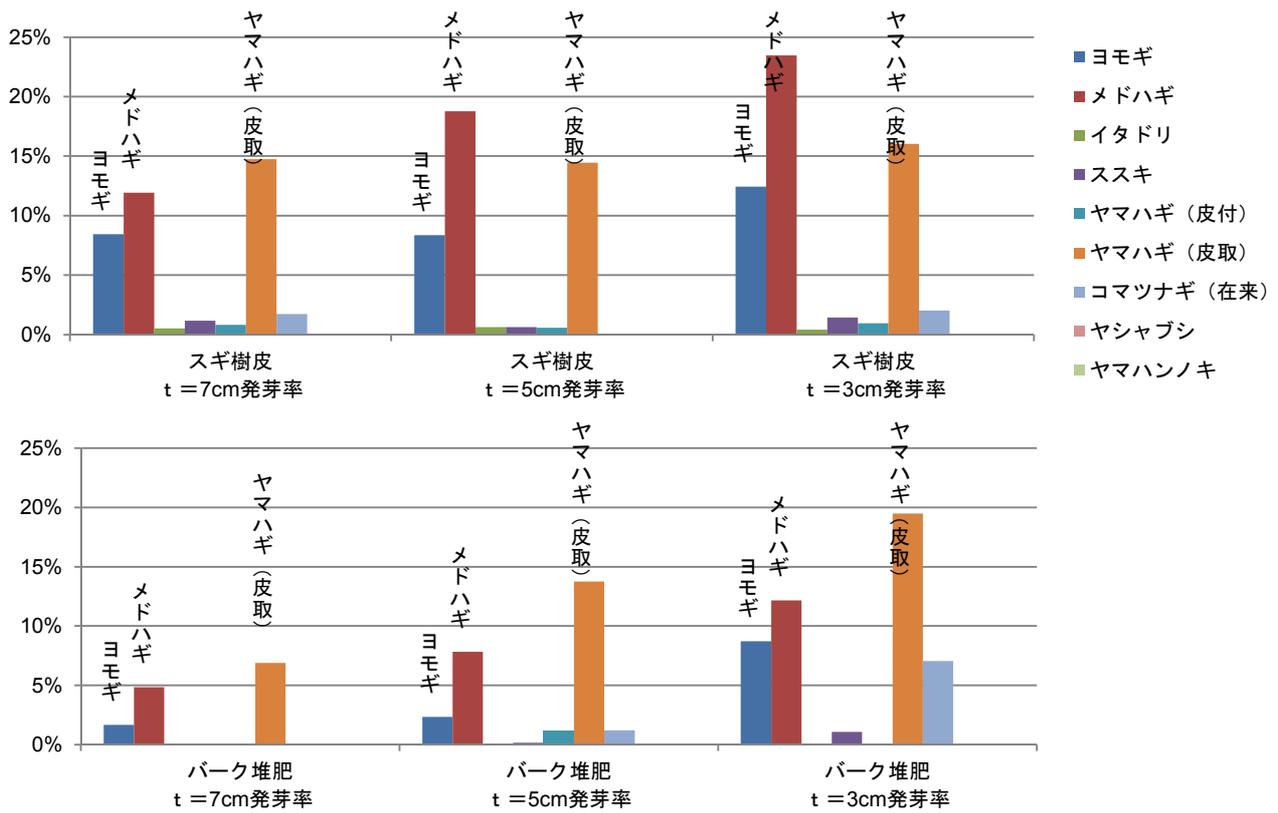


図-1 発芽試験開始から26日経過後の発芽率

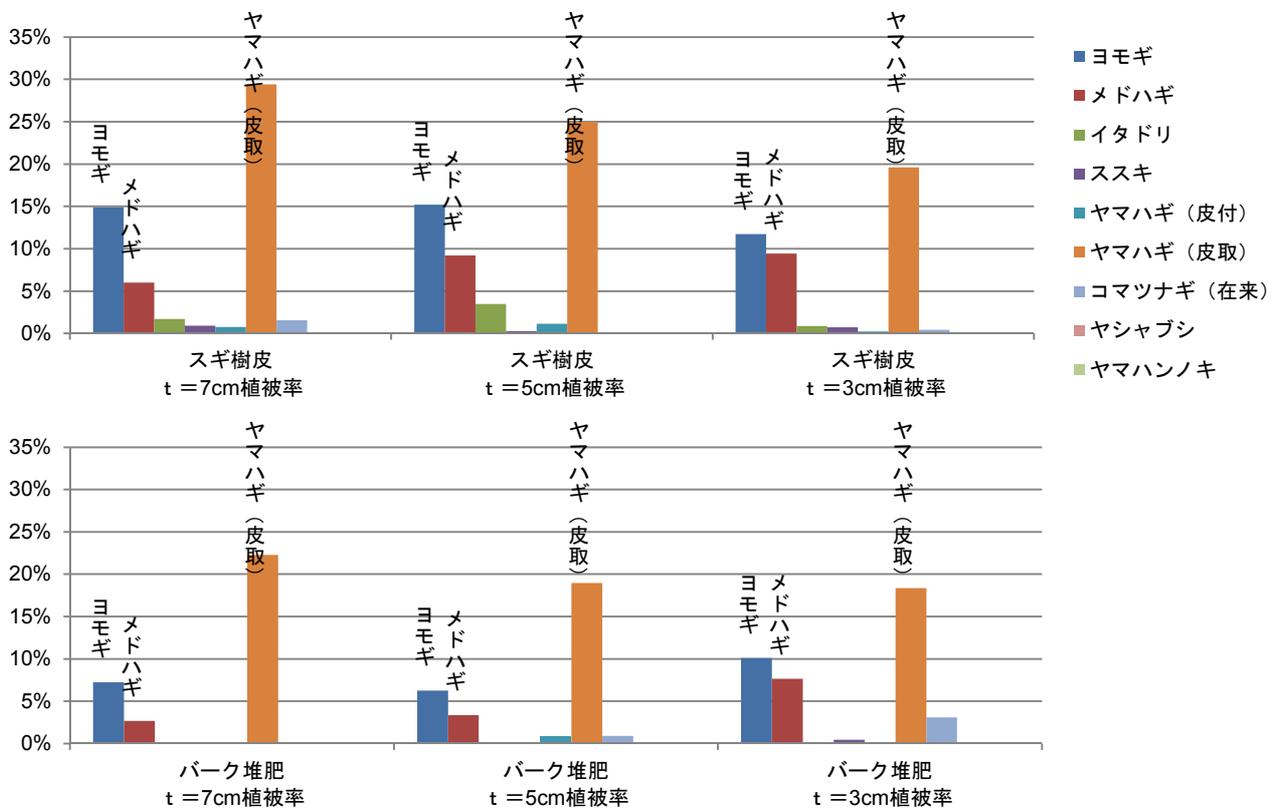


図-2 発芽試験開始から26日経過後の植被率

# 公共施設用スギ床材の製造技術の開発

予算区分 県 単  
担当課 木質製品課

研究期間 平成23～25年度  
担当者 藤澤泰士、鈴木聡、田近克司

## 1. 研究目的

スギ材は表面硬度が低く、耐久性が低いため、公共施設の床材での利用が少ない。この欠点を改善するため、スギ材に圧密処理を施し、表面物性を向上させる技術も開発されているが、特別な装置（蒸煮圧縮装置）が必要であることと、バッチ式で製造コストも高いことから、地域の建材メーカーでは技術導入できないのが現状である。そこで本研究では、特別な装置を用いることなく、スギ単板から表面硬度が高く、公共施設用床材として利用可能な、耐久性に優れた床材を製造する技術の開発を行う。

## 2. 全体計画

スギ中目材から学校・公共施設に適した高耐久性・高表面硬度の床材の実生産可能な製造技術の確立を目指す。そのため、表面硬度の高い長尺のスギ表面材を開発し、地域の建材メーカーにおける量産試作の段階まで進める。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

#### (1) 表面硬度の高いスギ表面単板の開発

スギ間伐材根元部を原料に、表面硬度の高い床用表面材を製造することを目的に、床材の表面材として利用可能な、節、割れなどが無い良質なロータリー単板の切削条件について検討した。材料には、スギ間伐材根元部（末口径50～60cm、高さ50cm）を用いた。実験は、ロータリー切削機を用いて、根元部から厚さ1mmのロータリー単板を切削し、髓芯から10cm以上の部位における良品率を求めた（写真1）。その結果、床用表面材として利用可能な良質なロータリー単板の良品率は約70%であった。割れなどが発生した不良単板は、丸太の年輪幅が広い部位に集中して発生していることを考慮すると、「圧縮あて」が不良の原因であると推察された。なお、髓芯より10cm未満の部位から切削したロータリー単板は、節、腐れ、割れなどが顕著に出現し、良質な単板は全く得られなかった。



スギ間伐材根元部



ロータリー単板

写真1 実験に使用したスギ間伐材根元部とロータリー単板

## (2) スギロータリー単板の圧縮処理

圧縮処理したスギ材を樹脂溶液に浸漬すると、スギ材は、材中に樹脂を浸透させながら、圧縮処理前の厚さまで回復しようとする（スポンジ効果）。この作用を利用して樹脂を浸透・硬化させたスギ材には、一般塗装処理より高い表面硬度が付与される。これを、スギロータリー単板の表面硬度の向上に利用することを目的に、加熱ロールプレス機によるスギロータリー単板の圧縮処理方法について検討した。

実験は、良質なロータリー単板を用い、下地補強処理としてポリエステル不織布を水性酢ビエマルジョン接着剤にて裏面に接着した後（写真2）、加熱ロールプレスを用いて、圧縮温度150～220℃で圧縮処理を施した。その結果、加熱ロール温度220℃、単板の圧縮送り速度5m/minの条件にて、最大70%の圧縮処理単板を連続して製造することが可能であった。



写真2 ポリエステル不織布を裏面に接着したスギロータリー単板

## (3) スギ床材の試作

スギ床材へ耐衝撃性を付与することを目的に、スギ表面単板の下層に耐衝撃層を積層したスギ床材を試作し、その性能を評価した。まず、スギ間伐材の幅はぎ板（厚さ15mm）の上面に、耐衝撃層の材料として公共用床材に使用されている厚さ3mmのMDF（MDF1（比重0.67）またはMDF2（比重0.70）の2種類）を、その上面に70%圧縮処理したスギロータリー圧縮単板を順に積層し、スギ床材を試作した（図1）。

次に、上述のスポンジ効果による表面硬度向上を目的に、圧縮したスギ表面単板に、1液タイプのウレタン塗料を約100g/m<sup>2</sup>塗装し、スポンジ効果によりウレタン樹脂を単板に浸透させた。この塗装処理により、塗装前に0.3～0.5mm程度であったスギロータリー圧縮単板の厚さは、スポンジ効果により、塗装後は約0.7mmまで回復した。樹脂の浸透処理後、スギ床材を、40℃オーブン中に1時間挿入し、樹脂を硬化させた後、耐衝撃性（デュポン衝撃強さ）を測定した。耐衝撃性の目標値は、デュポン衝撃強さ凹み量0.6mm以下（500g×30cm条件）と設定した。その結果、試作したスギ床材の凹み量はMDF1が0.50mm、MDF2が0.45mmとなり、開発目標値より優れた耐衝撃性を示した（図2）。

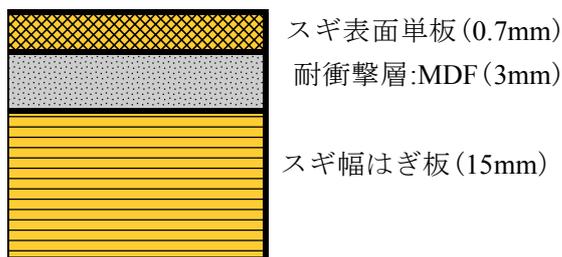


図1 試作したスギ床材の断面構成

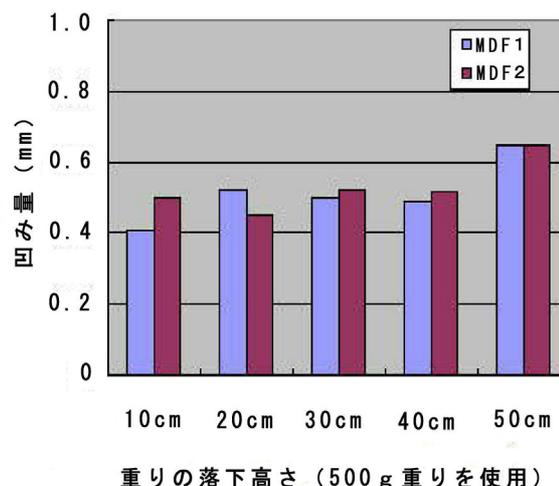


図2 試作したスギ床材の耐衝撃性（デュポン衝撃強さ）

## 4. 今後の課題

開発した技術を移転する地域の建材メーカーを選定し、同メーカーで実生産可能な製造条件を明らかにする。

# 自然系クリア塗装を施した内装材の開発

予算区分 共同研究((有)ピュア・ハウジング、福尾商店、  
中田塗装、㈱エコウッド)

研究期間 平成21～23年度

担当課 木質製品課

担当者 長谷川 益夫

## 1. 研究目的

塗装木製内装材には、調湿機能があり、自然味豊かな内装材として好まれている。その一方で、塗装木製内装材を住宅に使用した場合には、使用する塗料の VOC 放散速度レベル(F☆数)によって、室内の空気質を保つために施工面積の制限がある。また、県産スギの一部には、心材色が暗いため辺材・心材の色のアンバランスが目立ち内装材として使いづらいという問題がある。

そこで、県産材に、調色機能のある自然系クリア塗装を施して、木材として色調のバランスがとれた空気質を汚染しない塗装内装材を開発する。

## 2. 全体計画

まず、県産材を塗装基材として、天然植物油ベースのクリア塗料の基本的な配合を決定する。すなわち、展色剤として天然の乾性油（不飽和度の高い脂肪酸からなる油）であるアマニ油、桐油の混合油および天然樹脂を用い、乾燥剤、ワックス、体質顔料、溶剤の適正な配合比を、屋外暴露による塗膜の耐候性の比較から迅速に求める。

つぎに、この基本的な配合に対して調色顔料を適量添加し、県産材の色調のアンバランスを調整する。さらに、塗装内装材に求められる耐カビ汚染性を付与するための添加剤の添加量について、屋外暴露試験などによって比較検討する。また、実施工試験により、自然系クリア塗装内装材の施工上の問題点を明らかにし、それらの解決法を検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度 (H22) までの成果

前年度までに、自然系塗料の適正な基本配合の検討、スギ素地の色アンバランスを小さくする調色顔料の配合の検討を終え、実塗装施工による問題点の抽出を行った。その結果に基づき、残された塗料性能の改善を行った。

### 2) 平成 23 年度の成果の概要

#### ① 塗膜のカビ汚染を改善する方法の検討

天然植物油・樹脂を使用した塗料に発生しがちな黒色カビ汚染の問題を解決するため、天然系の防カビ剤 4 種類(硼砂・ホウ酸、タンニン酸、ソルビン酸、ソルビン酸カリウム)を 2 水準(天然植物油 100 部に対して 1, 3 部)で配合した塗装材について屋外暴露試験を行い、カビ汚染等を市販クリア塗料(自然系: A,

表1. 天然系防カビ剤配合の自然系クリア塗料の屋外暴露試験

塗料の配合 <sup>注)</sup>	貯蔵塗料 表面の 膜張り	塗布量 (g/m <sup>2</sup> )	塗面の 粘着性 (翌日)	初期 光沢度	塗装寿命(月)			
					光沢度: -50%	変色 ΔE*:6	欠陥率: 10%	カビ 汚染率: 10%
Vo	少	75	極小	21.6	0.7	1.1	1.7	1.7
Vo:硼砂・ホウ酸 =Vo:1	中	81	極小	33.6	0.6	1.0	1.7	1.7
Vo:硼砂・ホウ酸 =Vo:3	中	79	極小	37.5	0.7	1.3	1.8	1.8
Vo:タンニン酸 =Vo:1	極少	84	極小 (造膜部)	25.3	0.7	2.7	1.7	1.7
Vo:タンニン酸 =Vo:3	極少	88	なし	1.8	>12.5	3.0	1.7	1.7
Vo:ソルビン酸 =Vo:1	極少	91	極小	26.8	0.7	1.3	1.7	1.7
Vo:ソルビン酸 =Vo:3	極少	83	極小	24.0	0.6	1.0	1.7	1.7
Vo:ソルビン酸カリウム =Vo:1	中	87	極小	24.5	0.7	1.4	1.7	1.7
Vo:ソルビン酸カリウム =Vo:3	中	85	極小	26.4	0.7	1.7	3.0	3.0
市販自然系クリア塗料A	なし	55	なし	6.5	5.2	0.7	1.6	1.9
市販自然系クリア塗料B	なし	60	なし	13.5	3.8	0.8	1.9	2.0
市販合成樹脂系 クリア塗料C	なし	67	極小 (造膜部)	5.7	4.6	1.5	1.2	3.3

注) Vo:平成22年度までに開発した自然系クリア塗料  
[配合] 植物油:乾燥剤(溶剤込み):顔料:ワックス:天然樹脂:天然系溶剤 = 100:3:14.05:0.02:8:17

B、合成樹脂系：C)と比較した。

屋外暴露試験の結果を**表1**に示す。いずれの防カビ剤も天然植物油 100 部に対して 1 部の配合量のものでは、カビ汚染率：10 %を耐用限界とする塗装寿命(以下カビ汚染率寿命)が無配合のものと同様であった。しかし、ソルビン酸カリウムの 3 部配合において、カビ汚染率寿命は、市販クリア塗料の自然系よりも長く、同合成樹脂系とほぼ同等であった。

②顔料分散性／塗膜粘着性／塗料貯蔵性を改善する方法の検討

昨年度の実塗装施工により明らかとなった顔料の沈降、塗膜にみられた粘着性、容器内での塗料表面の膜張りの問題を解決するため、天然系の分散剤(ミルクカゼイン系 2 種、大豆レシチン系 2 種)を添加し、樹脂と溶剤の合計配合量を 25 部から 201.4 部に増やした塗料を調製し、顔料分散、塗面の粘着性および貯蔵塗料表面の膜張りを調べ、屋外暴露試験で塗装寿命を確認した。

結果を**表2**に示す。ミルクカゼイン系の 2 種(苛性カリ、アンモニア水)は、顔料分散、塗料貯蔵性が良好で、塗面の粘着性もなかった。しかし、カビ汚染率寿命が、いずれの分散剤でも市販合成樹脂系クリア塗料より短く、防カビ剤の配合増量が必要と思われた。

③塗料の試験生産と実施工試験

昨年度の実施工試験と結果に基づき、屋内用クリア塗料の配合を決め、小形ボールミルを使用して 16kg 規模の試験生産を行い、塗装施工試験を住宅の浴室に対して行った(写真1)。

施工の結果、塗料缶内での若干の膜張りや溶剤臭の問題が認められたが、施工後 9 ヶ月目において塗膜にカビ汚染等の異常は認められなかった。

また、この試験生産において、源平スギ板調色用の顔料分散の再現性が悪く、塗料の貯蔵安定性の確認にまで至らなかった。このため、源平スギ板用の調色塗料の 100 kg 以上の規模での試験生産は行わなかった。

表2. 顔料分散等を改良した自然系クリア塗料の評価

塗料の配合 <sup>注)</sup>	顔料分散	貯蔵塗料表面の膜張り	塗布量 (g/m <sup>2</sup> )	塗面の粘着性 (翌日)	初期光沢度	塗装寿命 (月)			
						光沢度: -50%	変色 ΔE*:6	欠陥率: 10%	カビ汚染率: 10%
VoR	-	なし	74	極小	25.5	0.6	0.6	0.1	0.1
VoR:P	不良	なし	84	極小	12.3	0.6	0.8	0.1	0.1
VoR:P:CK(15)	良	なし	85	なし	2.8	>9.0	0.4	0.1	0.1
VoR:P:CN(10)	良	なし	93	なし	2.5	>9.0	0.4	0.1	0.1
VoR:P:LK(10)	不良	なし	100	なし	1.9	>9.0	0.5	0.1	0.1
VoR:P:LN(10)	不良	なし	95	なし	2.8	>9.0	0.5	0.1	0.1
市販合成樹脂系クリア塗料C	良	なし	83	極小 (造膜部)	5.9	5.3	1.1	1.1	1.2

注) VoR:天然樹脂増量・防カビ剤添加・低臭化した自然系クリア塗料  
 【配合】植物油:乾燥剤:防カビ剤:ワックス:天然樹脂:天然系溶剤 = 100:0.2:3:0.6:60:141.4  
 P:顔料 【配合】炭酸カルシウム:炭酸マグネシウム:弁荊 = 14:0.1:0.05  
 CK(15):分散剤, 苛性カリを溶解剤としたミルクカゼイン水溶液, 植物油100部に対して15部配合  
 CN(10):分散剤, アンモニア水を溶解剤としたミルクカゼイン水溶液, 植物油100部に対して10部配合  
 LK(10):分散剤, 苛性カリを溶解剤とした大豆レシチン水溶液, 植物油100部に対して10部配合  
 LN(10):分散剤, アンモニア水を溶解剤とした大豆レシチン水溶液, 植物油100部に対して10部配合



写真1. 木部を塗装した浴室内部 (H23年8月)

4. 今後の課題

残された塗料開発の課題は、①溶剤臭の低減と顔料分散を両立させる生産規模での配合確立、②塗料の貯蔵安定性の確認(高温、低温下での長期貯蔵)、③塗料の製造・販売コストの計算、さらに④塗料生産および塗装についてのマニュアル作成である。

# 微粒子技術を応用した環境にやさしい木材保存剤の開発

予算区分 県単（科学技術振興費）  
担当課 木質製品課

研究期間 平成22～23年度  
担当者 栗崎 宏、鈴木 聡

## 1. 研究目的

県産スギを屋外木製品部材や住宅部材に使用する場合、腐朽やシロアリの被害を防ぐため、保存薬剤が加圧注入される。現在の保存薬剤は、アミン銅やアンモニア銅が主流である。しかし、これらの銅薬剤で処理した木材は、雨水を受けたり水中で使用すると、環境水中へ銅が流出することから、溶脱しにくく環境にやさしい薬剤が求められている。

本研究は、環境にやさしく、しかも防腐防蟻性能、浸透性能など各種要求性能にも優れた銅微粒子木材保存剤の開発を推進する。

## 2. 全体計画

本研究では、当木材研究所、県工業技術センター、県立大学の各機関が、(1)防腐防蟻効果の高い銅微粒子剤の検討、(2)銅微粒子剤の耐溶脱性の解明と環境影響評価、(3)県産材に対する銅微粒子の浸透特性の解明、(4)銅微粒子剤の高濃度化と安定分散技術の開発 の各課題を分担して検討し、環境にやさしい微粒子型木材保存剤を開発する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度 (H22)までの成果

銀、銅、ニッケルの3種金属化合物の微粒子を作製し、寒天希釈MIC試験や濾紙接触試験により、基礎的な抗菌作用と殺蟻作用を確認した。各粒子液を木材試験片に注入して室内防腐・防蟻性能試験に供試し、銅微粒子に高い防腐防蟻性能を認めたため、この成果を特許出願した。検討対象を酸化銅微粒子に絞りこみ、粒径の異なる微粒子剤（100～1500nm）を作製し、防腐防蟻性、浸透性、耐溶脱性、環境影響（水生生物への毒性）などについての評価を開始した。防腐性能評価が終了し、その結果、防腐に必要な酸化銅微粒子の吸収量は約5kg/m<sup>3</sup>であった。

### 2) 平成23年度の成果の概要

#### (1)防腐防蟻効果の高い銅微粒子剤の検討

JIS K1571(2004) 4.2.1.1 による室内防蟻性能試験の結果、酸化銅微粒子剤は2.7kg/m<sup>3</sup>で防蟻効果を発揮した。しかし、防腐防蟻の両方の効果を得るには、上記のようにおよそ2倍の約5kg/m<sup>3</sup>の吸収量が必要となる。処理コストや環境負荷低減の観点から、木材保存剤はできるだけ少ない吸収量で防腐防蟻効果が得られることが望ましく、そのためには防腐効果の増強が検討課題と考えられる。

#### (2)銅微粒子剤の耐溶脱性の解明と環境影響評価

酸化銅微粒子を注入した試験片を、10倍量の水の中で攪拌浸せきし、銅の溶出量と水生生物（ミジンコ、藻類）への影響を評価した。酸化銅微粒子剤の銅溶出量は、アンモニア銅の1/40であった。銅吸収量約6kg/m<sup>3</sup>において、アンモニア銅はミジンコ等に影響を及ぼしたが酸化銅微粒子はほぼ無影響であった。

#### (3)県産材に対する銅微粒子の浸透特性の解明

酸化銅微粒子剤を注入処理したスギ試験材の断面を、蛍光X線でCuマッピング分析した。酸化銅の粒径が微細になると、銅の浸透領域は内部まで拡大し、アンモニア銅に近い浸透が得られた。

#### (4)銅微粒子剤の高濃度化と安定分散技術の開発

高濃度剤は、薬剤の輸送コスト低減に寄与する。薬液を貯蔵する上で、分散安定性が求められる。高濃度酸化銅微粒子剤を試作し、粒径の経時変化を測定した。酸化銅微粒子剤は、銅12.8%まで高濃度化できた。しかし、製造直後は粒径が約500nmであったものが1年保管後には3000nmに増加しており、貯蔵安定性に難点が認められた。

# 低質材の部材化技術の開発

—低質材を高耐久部材として利用するための微粒子型木材保存剤の開発—

予算区分 共同研究  
担当課 木質製品課

研究期間 平成23年度  
担当者 栗崎 宏

## 1. 研究目的

スギ製材品は腐朽しやすい辺材を多く含むものが多く、そのままでは長期耐用を期待する部材として不安が残る。保存処理によりスギ材に耐久性を付与することが可能であるが、木材保存剤の主流は、水溶性の銅系保存剤の注入処理であり、処理材から銅が環境水へ溶出するおそれがあるなど利用上の課題がある。

木材研究所では、県工業技術センターと共同して金属微粒子型木材保存剤の可能性を検討しており、一定水準の防腐防蟻性能を具備していることを確認している。しかし、住宅の高耐久部材向けの保存処理として実用化するためには、スギなど国産材への注入性や銅耐性菌、とくにオオウズラタケに対する効力増強などの課題が残っている。そこで、保存剤の防腐防蟻性能や浸透性能に関する知識と評価技術を有する木材研究所と、製剤技術や注入処理ノウハウを有する企業が共同して、銅耐性菌にも有効な微粒子剤実用化の可能性を検討する。

## 2. 全体計画

本研究では、木材研究所が銅微粒子剤と企業が提供する有機系防腐防蟻剤を配合した処理液を調製し、オオウズラタケに対して低濃度（低吸収量）でも有効な配合条件を検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

粒径の異なる銅微粒子単味剤の希釈液、ならびに銅微粒子剤希釈液に有機系防腐防蟻剤希釈液を配合した薬液を調製し、これをスギ辺材に減圧注入して処理し、JISK1571 規定の室内防腐試験、すなわちオオウズラタケとカワラタケを用いた強制腐朽試験に供した。一部の試験片に対しては、水中8時間攪拌+60℃19時間乾燥を10回繰り返す耐候操作を施した後、強制腐朽試験に供した。

その結果、銅微粒子単味はオオウズラタケの腐朽を抑制するためには銅換算約5kg/m<sup>3</sup>の吸収量を要したが、銅微粒子(銅換算)100質量部に対して有機系防腐防蟻剤を1～4質量部で配合することにより防腐効力が向上し、銅換算0.75kg/m<sup>3</sup>の吸収量でオオウズラタケ、カワラタケのいずれに対しても有効であった。耐候操作による効力の低下も見られなかった。

粒径の異なる銅微粒子剤を注入した試験片について、九州大学の協力を得て、UVSEM-EDXA法による銅微粒子分布の観察を行い、粒径の大きな剤では微粒子が晩材部に集中的に偏在するのに対し、微小な粒径の剤では微粒子が広範囲に分布することを、顕微鏡レベルで確認した。

以上の結果から、銅微粒子剤は有機系薬剤の配合条件、粒径条件、注入処理条件などを適切に調整すれば、住宅の高耐久部材向けの保存処理剤として実用化できる可能性が認められた。

# 県産スギを用いた住宅用エクステリアの耐久性保証技術の確立

予算区分 県単  
担当課 木質製品課

研究期間 平成22～24年度  
担当者 栗崎 宏

## 1. 研究目的

今後、出材増が予想される中目～大径の県産スギ材の需要を確保するには、現在の主要製材品である板類の用途拡大が重要である。最近はウッドデッキ、バルコニーなどを付設した住宅も増えており、これら住宅用エクステリアもスギ厚板材の新用途として期待できる。住宅用エクステリアは、非接地曝露、すなわち地面には接していないが雨水を直接受ける環境で使用されるため、耐久性の確保が必要である。しかし、我が国には非接地曝露環境での耐久性評価方法は確立されておらず、雨水の滞留を制御する技術についても整理されていない。本研究の目的は、非接地曝露条件に適した耐久性評価方法を確立するとともに、県産スギ厚板材を用いた住宅用エクステリアに適した保存処理技術や滞水防止技術を明らかにして耐久性向上に資することである。

## 2. 全体計画

耐久性保証技術の確立に向けて、エクステリア部材の使用環境に適した耐久性評価法の開発を行う。さらに県産スギ厚板材に適した保存処理技術、ならびに住宅用エクステリアの滞水を防止する技術を開発し、各技術を組み合わせて住宅用エクステリアの耐久性保証技術を確立する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度(H22)までの成果

近年ドイツで開発された非接地曝露試験法Double Layer Test(以下DL法)を、日本向け、すなわちJIS K1571 4.2.3.1(接地曝露試験)と比較可能なように改良した(改良DL法)。非接地曝露試験は、試験体が雨水を吸収しやすい条件でなければならない。両試験法の試験体の雨水吸収量を比較した結果、改良DL法はDL法より多量の雨水を吸収することを確認した。

木材の水分保持力の指数MRI(Moisture Induce Risk Index)を、効率的かつ高精度に測定するため、恒温恒湿槽、上皿天秤、パソコンを組みあわせた自動計測システムを構築した。

### 2) 平成23年度の成果の概要

タテヤマスギ辺材と心材を用いて改良DL法試験を実施した。30×30×300mmの試験材を上段2段(半枚幅ずらして上段9本 下段10本)に重ねて根太に固定し、草地の中のコンクリートブロック上に設置した(写真1)。曝露開始から約1年後の調査で、辺材試験材に腐朽が認められた。上段の下面は部分的に軟化して、広範囲に腐朽菌の菌糸が発生し(写真2)、下段の裏面には多数の子実体が発生していた(写真3)。調査時(雨天の3日後)の試験材の質量は、上段は試験開始時の1.9倍、下段は2.1倍に増加し、多量の雨水を吸収していることが実証された。以上から、改良DL法はすなわち滞水しやすい箇所の劣化状況を再現でき、エクステリア部材の使用環境に適した耐久性評価法であると考えられる。

また、日本木材防腐工業組合の協力を得て、JAS各種保存処理スギ厚板材の野外試験を開始しており、今後調査を継続して実施する予定である。



写真1 改良DL法(開始時)



写真2 1年後の辺材  
上段の下面(菌糸が発生)



写真3 1年後の辺材  
下段の裏面(子実体発生)

# 耐久性と景観性に優れた県産スギウッドフェンスの開発

予算区分 県単研究  
担当課 木質製品課

研究期間 平成23～25年度  
担当者 田近克司、長谷川益夫、栗崎 宏

## 1. 研究目的

かつて、学校、公園、街路等の公共施設や一般住宅には木製のフェンスが多く使用されていたが、①素材のままでは腐朽して破損しやすい、②防腐処理を施すと暗緑色を帯び、景観にそぐわないなどの理由により、金属、コンクリート製品等に置き換えられていった。

本研究では、県産スギ材を用いて耐久性、景観性および構造安全性に優れたウッドフェンスを開発することによって、木製フェンスの失地を回復するとともに、県産スギ材の需要拡大につなげることを目的とする。

## 2. 全体計画

ここでは、①フェンス部材（以下、部材と略する）の耐久性および景観性を付与するため、暗緑色の銅系防腐処理スギ材を、蒸煮処理する等により色調を木材色に近い褐色に調色する技術、②防腐処理スギ材に着色塗装を施し、部材の耐候性向上とカラーバリエーションの拡大を図る方法について検討するとともに、③構造安全性および意匠性に優れたウッドフェンスの設計と試作を行う。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

#### ア. 部材の耐久性および景観性の付与技術

水溶性タイプの2種類の防腐剤（ACQ-1：銅・第四級アンモニウム化合物系およびCUAZ：銅・アゾール化合物系）を加圧注入したスギ板目材（辺材および心材）からそれぞれ幅100mm×厚さ20mm×長さ25mmの試片を採取し、これを蒸煮処理（100℃）および加熱処理（120℃～180℃）することにより、処理時間と材色の変化について検討した。

その結果、蒸煮および加熱処理により各防腐処理木材の材色は、緑色から褐色に変化した。その度合い（調色基準）を以下の3段階に分けて、変色の進行度（調色効果）を評価した。

①評価aは、元の材色である緑色が薄れ、やや褐色に変化した状態、②評価bは、それが褐色に変化した状態、③評価cは、さらに濃褐色に変化した状態である。各防腐処理木材における調色基準と実際の材色との関係を図1に示す。

部 位	防腐処理 (薬剤の種類)	未処理	調色基準		
			評価 a	評価 b	評価 c
辺 材	無		-	-	-
	ACQ-1				
	CUAZ				
心 材	無		-	-	-
	ACQ-1				
	CUAZ				

図1 蒸煮・加熱処理による防腐処理木材の調色基準

蒸煮処理の場合、全ての防腐処理木材は、10分後に評価a、40分後に評価b、2時間後に評価cの材色に変化した(表1)。

加熱処理の場合は、各防腐処理木材とともに、120℃以上で材色の褐変が生じ、処理温度が高くなるほどより短時間で褐色の濃色化が進行した。すなわち、同じ評価aが得られる加熱条件は、①120℃、48時間、②140℃、2時間、③160℃、10分、④180℃、3分、評価bが得られる条件は、①140℃、6時間、②160℃、30分、③180℃、6分、評価cが得られる条件は、①140℃、24時間、②160℃、1.5時間、③180℃、12分であった(表2)。

蒸煮処理における処理時間と材色変化の関係は、160℃の加熱処理のそれにほぼ等しいことから、100℃の蒸煮は、160℃の加熱処理とほぼ等しい調色効果があるものとみられた。

表1 蒸煮処理による防腐処理木材の材色変化

防腐処理木材の種類	蒸煮処理(100℃)時間			
	10分	40分	2時間	6時間
ACQ-1 (辺材および心材)	a	b	c	c
CUAZ (辺材および心材)	a	b	c	c

注) 目視による調色基準  
 評価 a : 緑色が薄れ、やや褐色に変化  
 評価 b : 褐色に変化  
 評価 c : 濃褐色に変化

表2 加熱処理による防腐処理木材の材色変化

防腐処理木材の種類	加熱処理条件									
	120℃	140℃			160℃			180℃		
	48時間	2時間	6時間	24時間	10分	30分	1.5時間	3分	6分	12分
ACQ-1 (辺材および心材)	a	a	b	c	a	b	c	a	b	c
CUAZ (辺材および心材)	a	a	b	c	a	b	c	a	b	c

注) 目視による調色基準は、表1の注)と同じ。

#### イ. 部材の耐候性の付与技術

水溶性タイプの3種類の防腐剤(AAC-1: 第四級アンモニウム化合物系、ACQ-1 および CUAZ)を加圧注入したスギ板目材(辺材および心材)に対し、5色の自然系塗料(黒、白、赤、黄、茶系)を塗布した試片及び無塗装試片を屋外暴露(南面5°)した(写真1)。試片の含水率及び寸法変化率による吸水性評価、光沢度減少率、変色、塗装面欠陥率(剥離、割れ、カビ汚染)の変化を調べ、塗装寿命を求めた。

その結果、屋外暴露6ヶ月までの試験片の含水率および寸法変化率による吸水性評価では、いずれの防腐処理も吸水性が増す傾向が認められた。また、光沢度減少率の寿命では、いずれの防腐処理でも1ヶ月未満と小さく、処理間の差は認められなかった。さらに、変色および塗装面欠陥の寿命は、6ヶ月では耐用限界に達しないものが多く、防腐処理間の差は明確ではなかった。



写真1 塗装した防腐処理木材の屋外暴露試験状況

#### 4. 今後の課題

防腐処理木材の調色技術では、部位(辺・心材、早・晩材)によって薬剤吸収量が異なるため、部位別の調色性の違いを明らかにするとともに、実大部材を蒸煮処理した場合の調色効果について確認する必要がある。また、部材の耐候性の付与技術では、塗装した防腐処理木材の長期暴露試験による塗装寿命の究明と防腐処理木材に適した塗料の選定について検討する必要がある。

# 住宅用制震パネル工法の汎用化技術の開発

予算区分 県 単  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 22～24 年度  
担当者 若島 嘉朗

## 1. 研究目的

富山県の木造住宅は規模が大きく財産価値が高いことから、たとえ、住宅が大地震を受けたとしても、地震エネルギーを集中的に吸収して建物の損傷を最小限に抑えるダンパー付き耐力壁を開発した。しかし、本耐力壁を実際に木造住宅に用いる場合は一般的な筋かい耐力壁等との併用で用いることが想定される。本研究では、ダンパー付き耐力壁の更なる普及を図るため、筋かい等の既存の木質耐力壁との併用時の地震エネルギー吸収効果を把握し、本構造の改善および効率的な利用法について検討する。

## 2. 全体計画

耐力壁として実際によく用いられる筋かい・合板壁等と、ダンパー付き耐力壁を組み合わせた場合の耐震性能を把握する。また、応答スペクトル法、限界耐力計算等により、各種耐力壁併用時における制震効果を考慮した設計法について検討し、応答解析によって評価する。さらに、各種耐力壁との組み合わせや、偏心を有する住宅において、ダンパー付き耐力壁に必要な性能を把握・改善し、その配置について検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果

一般的な木質耐力壁とダンパー付き耐力壁を偏在させた1層立体架構に対して振動台実験を行い、そのねじれ挙動について検討を行った。その結果、弱壁構面の応力集中率はねじれ補正係数で精度よく表すことができ、この補正係数による設計法はほぼ妥当であった。また、偏心のある建物では、弱壁構面にダンパー付き耐力壁を設ける方が効果的であった。

### 2) 平成 23 年度の成果の概要

前年度の合板耐力壁との併用試験に引き続き、ダンパー付き耐力壁と筋かい耐力壁を偏在させた立体架構のねじれ挙動について検討を行った。その結果、壁倍率に基づいた弾性剛性を用いた弱壁構面の応力集中率と偏心率の関係は、ねじれ補正係数とよく一致しており、ねじれ補正係数による設計はほぼ妥当と考えられた。

一方、解析モデルを用いたシミュレーションでは、1/40(rad)時の等価剛性より偏心率を算出すると、応力集中率はねじれ補正係数とよく一致した。1/40(rad)時の等価剛性は、塑性化した建物の耐力の偏心と考えられることから、耐力偏心で応力集中率を適切に評価できると考えられた。

木造住宅の壁には耐力性能以外に気密・断熱施工を考慮する必要があるが、これまでに開発したダンパー付き耐力壁はその施工にやや難があった。そこで、上記要件を考慮した受材仕様の合板パネルによるダンパー付き耐力壁の改良を行った。その結果、耐力壁としての性能とエネルギー吸収能力を維持しつつ、気密・断熱の施工性を向上させることができた。また、ダンパーの枚数も8枚から6枚、または4枚に減らすことが可能となり、よりコスト面で有利とすることができた。

## 5. 今後の課題

2階建てに対するダンパー付き耐力壁配置の影響についても検討が必要である。

# 既存住宅の耐震補強技術の開発

予算区分 県 単  
担当課 木質構造課

研究期間 平成20～23年度  
担当者 園田里見

## 1. 研究目的

平成16～19年に近県で大きな地震が続発し、古い木造住宅が顕著な被害をうけた。本県では耐震性に劣る既存木造住宅が4割を占め<sup>\*</sup>、その耐震化は重要である。個人住宅の耐震改修が進まない背景には、戸建住宅の耐震改修技術が未成熟・未整備で、費用対効果が低い現状がある。

一方、近年、住宅産業をとりまく状況は大きく変貌しつつあり、既存住宅の活用やそれに伴うリフォーム需要は成長が見込まれる。

本研究では、既存木造住宅の信頼性確保と地域防災の向上を目的に耐震補強技術の開発を行う。  
※富山県耐震改修促進計画(H19.4)

## 2. 全体計画

地域住宅業界の着工状況や動向の市場調査を行う。また、補助制度などリフォーム工事のインセンティブを調査する。次に、リフォーム工事で有効かつ簡便な構造欠陥や交換部材の非破壊検知法について検討する。さらに、耐震補強工法として他の工事との併用性（施工性）や補強効果の有効な新しい補強技術を開発する。特に、これまでの地震被害調査の検討から開口部の補強が重要かつ未成熟な技術と考えられるので、低コストで簡便な開口補強工法の開発に重点を置く。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果の概要

リフォーム工事のインセンティブについて調査し、エコポイント制度に代表される補助制度の効果が大きいものの、手続きや承認書類の複雑さ、各種補助制度の組合せ利用に関する情報の不足、制度継続の不確実性などの問題点がみられた。

構造欠陥検知技術として、熱画像による壁内の軸組みの特定を検討したところ、装置が高価なわりに、検出の安定性が十分ではないという問題点がみられた。また、打撃音法による安価なヤング率計測を検討し、ノートパソコン、フリーウェア、パソコン用マイク（2000円程度）の組合せで、実用的な性能および操作性があることを確認した。

既存開口を維持しつつ簡便に耐震補強を行う技術（図1）を検討し、1間開口のマグサ上に厚物合板パネルを挿入することで、壁倍率0.5程度の耐力を付与する補強工法を開発した。また、柱脚の回転剛性抑止のための簡易な金物補強を検討したところ、剛性向上が確認された。

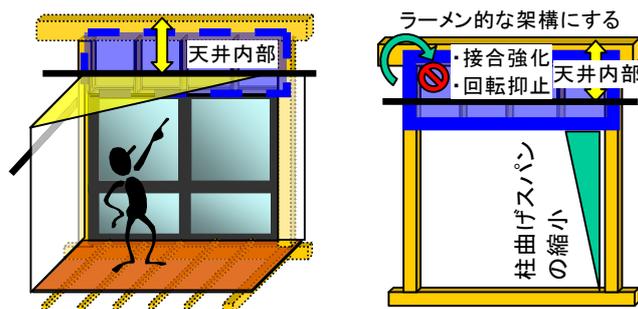


図1 開口補強のコンセプト

### 2) 平成23年度の成果の概要

市場動向調査については、本地域の商圈である富山・石川両県の住宅着工動向を企業別に調査した。低迷していた需要がH22年度に増加に転じ、特に最大手の地域ビルダーに顕著な回復がみられた。全国大手メーカーと比べた地域ビルダーの供給シェアは、従来本地域は特徴的に高かったが、近年の需要低迷に伴い低下傾向にあったものが、需要回復とともにシェアの上昇がみられた。これらの企業は多角的な販売展開に積極的で、今後のリフォーム事業の強化は十分考えられる。人口の高齢化、空き家の増加、中古住宅・リフォームトータルプラン（国交省）等施策を勘案すると今後本県においてもリフォーム市場は長期的に拡大することが予想される。

開口部の耐震補強工法については、これまでの知見を踏まえ、県内で需要の多い2間開口の補強を検討した。無補強、パネル補強、パネル・柱補強の3種の開口壁の面内せん断試験を行った（写真1～3）。パネル・柱補強は、建具交換が必要とはなるが、せん断性能の向上を目的に、既存柱の内側を抱き柱補強したものである。105角スギ柱間をΦ15mmケヤキ木栓@200mmで接合した。剛性・耐力とも向上が確認された。柱を片持ちの非合成梁と不完全合成梁として等価剛性・耐力を計算したところ、合成効果は反映されていないようであった（図2）。壁倍率1.5程度の性能が期待できるが、改修工法としては柱脚耐力の確保を考慮する必要がある。

設計法については、次の知見を得た。開口補強工法はラーメン型構造であるため、通常の耐力壁に比べ低剛性でせん断剛性/最大耐力が小さく、実用域での線形性が強い（図3）。壁倍率算定では特定変形角  $P_{1/120}$  の耐力で決まる。よって、設計は挿入パネルをガセットとした柱脚ピン支持門型ラーメンとして算定できる（図4）。面内せん断剛性  $K$  は次式で  $P$  を相殺して求まる。 $K=P/\gamma=P/(\delta/H_0)$ （図5）。ここで、頂部変位  $\delta=PH^2(2k+1)/(12E_c Ck)$ 、 $C=I_c/H$ 、 $k=(E_b J_b/L)/(E_c I_c/H)$ 。壁倍率相当の耐力は、 $P_{1/120}$  とすれば、概ね  $K/120$  となる（図6）。また、設計時には、柱-パネル間の接合部（特に開口部直上）は、最大耐力  $P_a$  の1/2を上回る耐力を確保すべきである。柱の断面係数  $Z$ 、曲げ強さ  $F_b$  とすれば、 $P_a = 2ZF_b/H$  となる。 $F_b$  を柱材の短期許容応力度とすると過小評価になるおそれがあるので、基準強度としておく方が無難である。



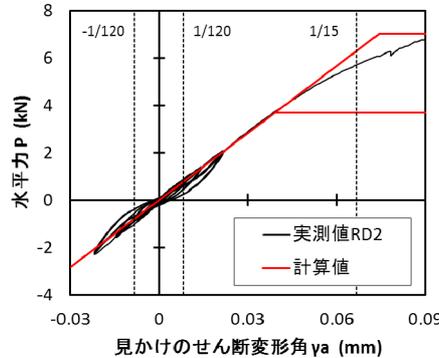
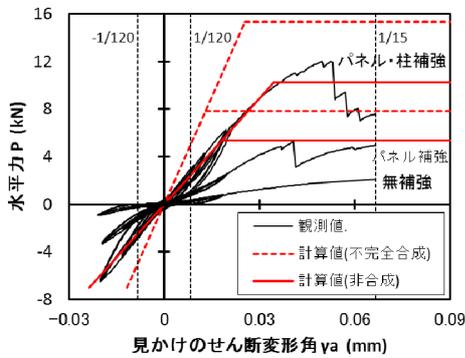
写真1 無補強開口試験体



写真2 パネル補強試験体



写真3 パネル・柱補強試験体



※ 図2、3とも計算値の耐力の高い方はスギの曲げ強さの平均値から、低い方は基準強度から求めた耐力。

図2 2間開口試験体のせん断耐力 図3 設計値の適合性の例 (RD2P)

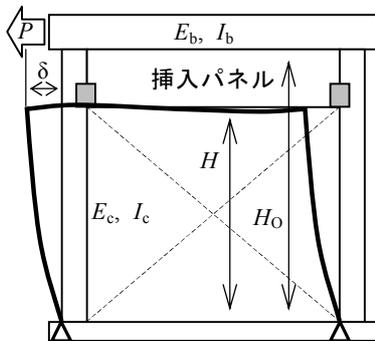


図4 設計モデル

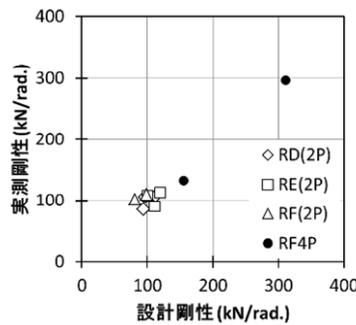


図5 剛性の設計値と実測値

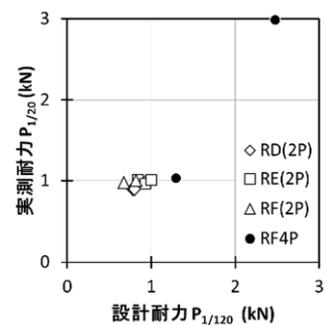


図6  $P_{1/120}$  の設計値と実測値

# 「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」のための 材料性能評価技術の開発（1） －銅製金物の腐朽抑制効果の検証－

予算区分 共同研究（NPO緑の列島ネットワーク） 研究期間 平成22～24年度  
担当課 木質製品課 担当者 栗崎 宏

## 1. 研究目的

本県にも多くみられる民家建築等の伝統的構法では、構造材に木材を多用してきたが、近代型木造住宅と異なり、使用される木材や接合部の品質基準はやや不明確であった。

そこで、その設計・建築に資するため、このような木材の材料品質・接合および耐久性に関する知見を得ることを目的とする。本課題では伝統木造建築物の耐久性に関することとして、銅金物の劣化抑制効果について検討する。

なお、本研究課題は、国土交通省住宅局の委託により、伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会の材料部会が行ったもので、その一部を県が実施した。

## 2. 全体計画

研究の全体計画は、上記委員会、材料部会、ならびに耐久性WGの方針による。平成23年度の耐久性WGは、伝統構法建物の維持管理手法を検討する方針である。具体的には、今後建築される伝統木造の床下、外壁や屋根などの構造体に付与すべき劣化対策について、耐久性付与や劣化対策の観点から検討する。本課題は、この一環として銅金物の劣化抑制効果を検討するため、調査、ならびに実証実験を行う。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度(H22)までの成果

伝統構法における銅金物の使用事例を劣化環境の観点から整理し、4パターンに分類した。

銅金物から発生する銅イオンの作用に着目し、水溶性銅塩を用いて銅イオンの防腐効力を確認するとともに、銅金物から木材への銅イオンの移行を蛍光X線分析により測定する条件を確立した。

### 2) 平成23年度の成果の概要

実際の銅金物施工事例について、劣化との関係を調査した。京都市三条大橋の木製欄干では、銅製擬宝珠の下部は、周辺より明らかに変色や劣化が少ない。銅擬宝珠から溶出した銅成分が関与した可能性がある。分析によって銅の関与を検討できるが、欄干から試料を切りとることは許されない。そこで、下流の五条大橋の欄干（花崗岩製で、銅擬宝珠も含めて三条大橋と同じデザイン）に堆積していた粉体を採取し、蛍光X線分析した。分析の結果、粉体からは約70%の銅と約10%のケイ素が検出された。粉体は、擬宝珠から雨水に溶出した銅と、花崗岩中の無機成分が反応して生成したと考えられる。このことから、三条大橋の擬宝珠からも同様に銅が雨水へ溶出し、木製欄干の変色や劣化を抑制したものと推察される。

金物からの銅の溶出を検証する実験として、銅板や銅金網をスギ、ヒノキ等に取りつけて放湿状態に一定期間おいた後、蛍光X線でも木材表面をCuマッピング分析した。その結果、金物から周囲へCuが移行し、その移行領域は経時的に拡大することを確認した。

上記は、銅金物から溶出する銅イオンの作用を検証する実験であるが、一方で、銅の殺菌作用について微生物と金属銅との直接接触が重要とする報告もある。そこで、銅金物が腐朽菌菌糸に直接接触することによる効果を検討するため、スギ辺材試験片を銅、黄銅ほか6種金属板で試験片をサンドイッチして固定し、オオウズラタケとカワラタケによる強制腐朽試験に供した。その結果、オオウズラタケ腐朽では金属板の影響は見られなかったが、カワラタケ腐朽による質量減少率はプレートなしの34%に対し、銅板サンドイッチ試験片では6%、黄銅板サンドイッチ試験片では0%で、大きく減少した。銅金物の腐朽菌に対する影響は、金物から溶出する銅イオンの作用だけでなく、金物との接触も寄与している可能性が示唆された。

# 「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」のための 材料性能評価技術の開発（2）

—多雪地での屋外における天然乾燥と干割れの進行—

予算区分 共同研究（NPO 緑の列島ネットワーク）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成22～24年度  
担当者 園田里見

## 1. 研究目的

本県にも多くみられる民家建築等の伝統的構法では、構造材に木材を多用してきたが、近代型木造住宅と異なり、使用される木材や接合部の品質規準がやや不明確であった。

そこで、その設計・建築に資するため、このような木材の材料品質・接合および耐久性に関する知見を得ることを目的とする。

なお、本研究課題は、国土交通省住宅局の委託により、伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会の材料部会が行ったもので、その一部を県が実施した。

## 2. 全体計画

伝統的構法で用いられる天然乾燥材に関する知見を得るため、茨城県、富山県、京都府、宮崎県の異なる気象環境下で伐り旬期（晩秋）に伐採した地域スギ材の天然乾燥中における乾燥状態や干割れの経時的な観察を行う。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果の概要

伐り旬（晩秋）伐採したタテヤマスギ材（135mm角2m粗製材20体×2組）を屋根の有無の2条件で天然乾燥し、乾燥状態や干割れの経時観察を行った。冬季（乾燥初期約60日間）における天然乾燥のデータを整備し、報告書「平成22年度国土交通省補助事業 伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会報告書 6.2.3 多雪地での屋外暴露における屋根の有無の影響」を作成した。



写真1 天然乾燥中の2組の栈積み

### 2) 平成23年度の成果の概要

前年度に引き続き、天然乾燥における乾燥状態や干割れの経時観察を行った。屋根の有無の条件下で行ったタテヤマスギの天然乾燥について、乾燥度合の変化、寸法変化、表面干割れの変化等に関していくつかの知見を得た。以下にその一部を挙げる。なお、本研究の詳細は平成23年度国土交通省補助事業伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会報告書にとりまとめた。

① 屋根なしは積雪期間はほとんど乾燥が進まず、含水率が30%に低下する日数で比較すると、屋根ありに比べ平均40日間程度の遅れを生じた（図2）。

冬季の北陸地域における天然乾燥では、屋根を設けることで積雪の影響を避けられるため、屋根を設けない場合に比べて乾燥期間を短縮することができることが示唆された。

② 定常状態で木材の乾燥は、初期含水率  $U_0$ 、平衡含水率  $U_e$ 、乾燥時間  $t$  での含水率  $m$  との間に、 $t = k \ln[(U_0 - U_e)/(m - U_e)]$  の関係がある（ここで、 $k$  は樹種や寸法に依存する係数）。

本実験の測定値で  $U_e = 18.5\%$ 、 $m = 30\%$  とすると、屋根の有無や栈積み位置による差異はあるものの、乾燥期間の推定指標といえる  $\ln[(U_0 - U_e)/(m - U_e)]$  の値と、到達日数には概ね直線関係が認められた（図3）。

このことから、天然乾燥を行おうとする場合に初期含水率などを求めておくことで目標含水率への到達日数が概ね推定できる可能性があることが示唆された。

- ③ 乾燥度合による試験体の長さの変化は微小であったが、乾燥過程における含水率 20~40%に対する試験体の幅の収縮率は直線的に変化した(図4)。含水率 25%での幅収縮率は約 0.75%で、実大材の幅収縮率の既往の報告と概ね一致した。

このことは、乾燥前に収縮を見込んだ製材寸法を設定する際に参考となる知見といえる。

- ④ 天然乾燥では、材の表面に干割れ(乾燥割れ)が生じる。表面干割れの発生や成長は含水率との関係がみられた。平均して含水率 50~60%程度から発生がみられ、含水率が 40%から 20%に乾燥する過程で顕著な成長がみられた(総長さの例、図5)。

- ⑤ 表面干割れの幅と深さの比(深さ/幅)は、幅 1mm 以上では概ね 10 程度となるが、割れ幅が小さいほど、相対的に割れは深く、ばらつきが大きくなった(屋根ありの例、図6)。

このことは、表面からは判断しにくい割れ深さを割れ幅から推定するための示唆となる。なお、本実験では割れ深さは 0.1mm 厚ステンレスゲージ(栗崎ゲージ)の挿入長さとした。

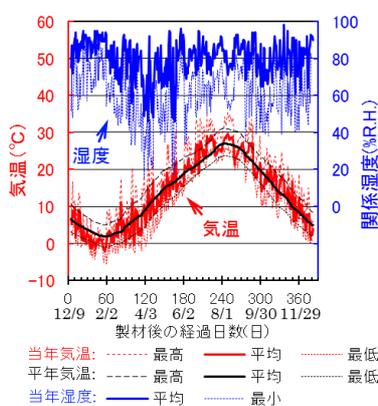


図1 暴露期間中の大気の温湿度(アメダス伏木)

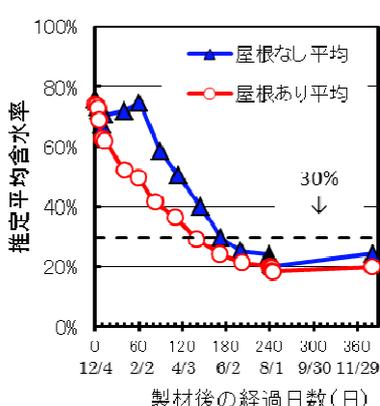


図2 含水率の経時変化  
※含水率は試験後に採取した断面試片の全乾法の値からの計算値

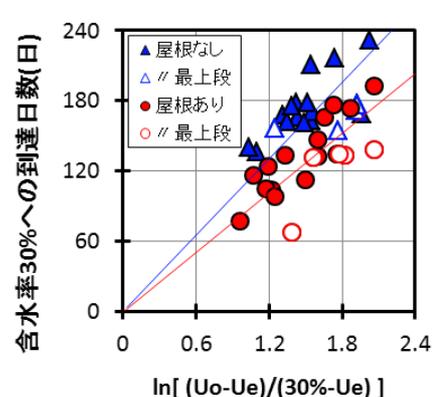


図3 乾燥期間の推定指標と含水率 30%への到達日数の関係  
※仮の平衡含水率  $U_e=18.5\%$

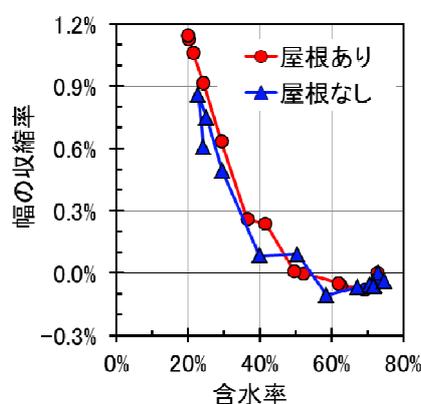


図4 乾燥過程における材幅の収縮率と含水率の関係(平均値)

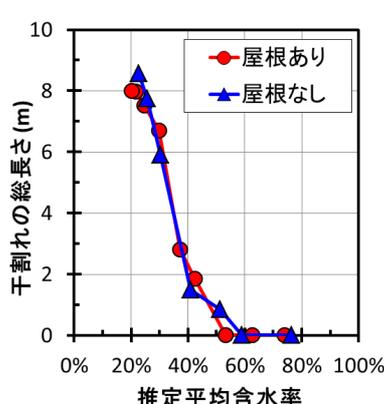


図5 表面干割れの総長さ  
と含水率の関係(平均値)  
※総長さは試験体1体4面の表面割れの長さの合計

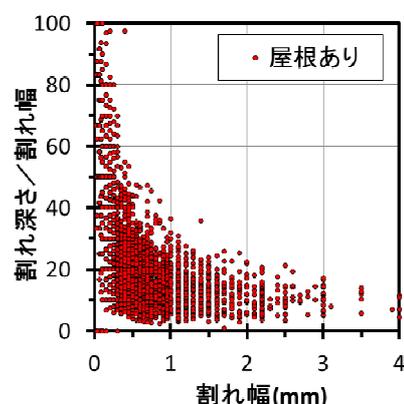


図6 表面干割れの幅と割れ幅に対する割れ深さの比の関係

# 「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」のための 材料性能評価技術の開発（3）

—乾燥方法の差異が長ほぞ込栓接合部の力学特性に与える影響—

予算区分 共同研究（NPO 緑の列島ネットワーク） 研究期間 平成22～24年度  
担当課 木質構造課 担当者 園田里見

## 1. 研究目的

本県にも多くみられる民家建築等の伝統的構法では、構造材に木材を多用してきたが、近代型木造住宅と異なり、使用される木材や接合部の品質規準がやや不明確であった。

そこで、その設計・建築に資するため、このような木材の材料品質・接合および耐久性に関する知見を得ることを目的とする。

なお、本研究課題は、国土交通省住宅局の委託により、伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会の材料部会が行ったもので、その一部を県が実施した。

## 2. 全体計画

伝統的構法で用いられる天然乾燥材は、材面に干割れ（乾燥割れ）を生じる。この干割れが建築基準法施行令第41条の耐力上の欠点とならないかを確認するため、伝統構法でしばしば用いられる長ほぞ差し込栓接合部に干割れを伴う天然乾燥材を用いた場合の耐力を確認する。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

柱—土台の長ほぞ差し込栓接合部において、部材の表面干割れの影響が懸念されるのは土台である。まず、強度計算により破壊条件をしぼり、予備試験としてこの接合部の引張り試験を行った（写真1）。

その結果をもとに、土台の割裂破壊試験を行った（図1、写真2）。試験体には天然乾燥実験に用いた試験体から屋根あり、屋根なし各12本を採取し、120mm角断面に仕上げ製材して用いた。

土台の割裂性能の評価には割裂破壊定数  $C_r$  を用い、 $C_r = P_{\max}(1/h_e - 1/h)^{1/2} / (2b)$  ( $N/mm^{1.5}$ ) とした。ここで、 $P_{\max}$  (N) は最大荷重、 $b$  は有効幅(84mm)、 $h_e$  は縁端距離(42mm)、 $h$  は土台せい(120mm)。

得られた以下の知見から、伝統的構法で用いられる長ほぞ差し込栓接合部に天然乾燥材を用いる場合、その表面干割れは耐力上の欠点には当たらないと考えられる。

- ① 天然乾燥時における屋根の有無は土台の割裂耐力に影響を及ぼさなかった。
- ② 土台割裂は込栓孔の上辺（本試験の下辺）付近から生じ、必ずしも近傍の表面干割れが割裂面とはならない（写真3）。
- ③ 天然乾燥によって生じた表面干割れの本数、総長さ、総面積と土台の割裂耐力との間には統計的な関係はみられなかった。
- ④ 表面割れを伴う天然乾燥スギ材の割裂破壊定数は、平均が  $15.4N/mm^{1.5}$ 、5%下限値が  $9.27N/mm^{1.5}$  で、木質構造設計規準の下限値  $8.0N/mm^{1.5}$  を上回った。
- ⑤ 割裂破壊定数は密度との正の相関が確認され、気乾密度と割裂破壊定数の関係式は同規準の関係式と概ね一致した（図2）。
- ⑥ 以上から、天然乾燥に伴い表面干割れを生じた材でも、貫通割れがなければ、一般材と同程度の土台割裂耐力を有する。



写真1 柱—土台の長ほぞ差し込栓接合部の引張り試験（予備試験）

なお、本研究課題の詳細は平成 23 年度国土交通省補助事業伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会報告書に取りまとめた。

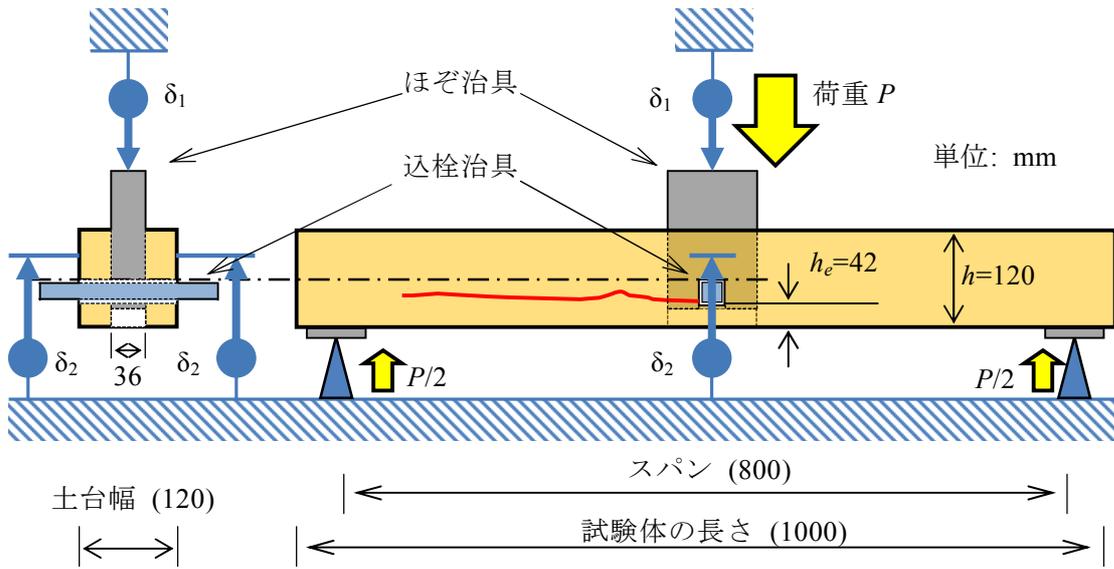


図1 土台の割裂性能の試験方法  
 ※図中の  $\delta$  は変位計を示す。 $\delta_1$  はほぞ治具の鉛直変位、 $\delta_2$  は土台の鉛直変位（試験時の込栓上側部の変位）。



写真2 土台割裂試験の状況

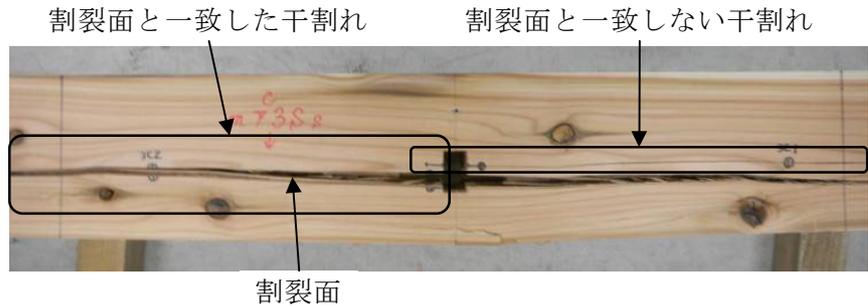
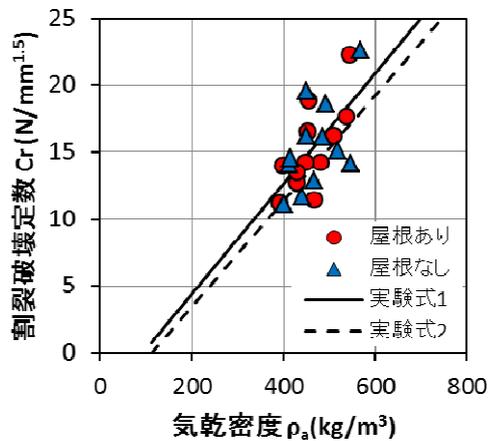


写真3 土台の割裂状況

※込栓孔近傍を通る干割れ（○印を通る）のうち、左側は割裂面と一致したが、右側は一致しない。



実験式 1 は本実験の直線回帰式

$$C_r = 0.04133\rho - 3.841$$

実験式 2 は岩崎・安村の実験式

$$C_r = 0.03960\rho - 4.441$$

図2 割裂破壊定数と密度の関係

# 住宅用2方向ラーメンの開発

予算区分 共同研究（ラミネート・ラボ ㈱）  
担当課 木質構造課

研究期間 平成19～24年度  
担当者 若島 嘉朗

## 1. 研究目的

近年、住宅用木質ラーメン工法のニーズが増えており、その用途も2方向ラーメンへと多様化している。これまでも2方向に対応した工法が開発されてきたが、接合金物が外部に大きく露出する、または現場接着が伴うなど、意匠性・施工性などにおいて十分でない現状にある。

本共同研究では、施工性と意匠性に配慮した、住宅用木質ラーメン工法の開発を目指すものである。

## 2. 全体計画

これまでに開発したラーメン用柱梁接合部の設計に必要な、せん断方向の耐力性能を把握するとともに、本接合部を用いた2方向ラーメンを実現するため、ジョイント柱をグリット配置し、その間にラーメンを配置する工法について検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度(H22)までの成果

前年度までの住宅用ラーメン接合部の開発成果をもとに、一般木造住宅開口部への組込型ラーメンの開発を行った。想定する軸組は一般的な木造軸組みの開口部で、これの内側にラーメンを設置して補強を行うものである。この補強用のラーメンは、鉛直荷重を負担しないことが特徴となっている。このような開口部組込型ラーメンへの加力試験の結果、1/15rad. を超える変形能が得られ、この範囲では大きな損傷は確認できなかった。壁倍率に換算すると1.7相当の値が得られ、補強としては十分な耐力が得られた。

### 2) 平成23年度の成果の概要

これまでに開発した住宅用ラーメン接合部を用いて設計する際に、1 必要な柱梁接合部のせん断方向の設計データを収集するため、図1に示す形式の試験体によるせん断試験を行った。試験の結果、その破壊形態は概ね接合部付近からの梁の割れであった。短期許容耐力は73kN程度となり、十分なせん断性能を示した。

一方、図2に示すようにジョイント柱をグリット配置し、その間にラーメンを配置する2方向ラーメンの構造形式を検証するため、図3に示す試験体の加力試験を行った。本試験体で用いたグリット柱とラーメン柱の接合金物は、柱間の引張力は負担し、せん断方向の耐力は負担しない特殊な構造とした。試験の結果、グリット柱とラーメン柱の接合金物は十分な引張力を示した。また、各ラーメンフレーム間の力の伝達は、ラーメン柱同士以外にも梁に施工される2階床合板等からも期待できることから、今回の試験結果は十分な余力があると思われる。

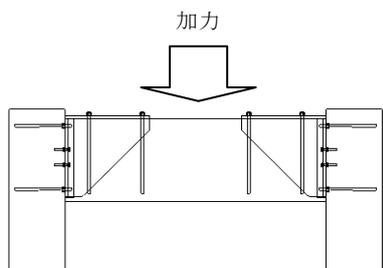


図1 柱梁接合部のせん断試験

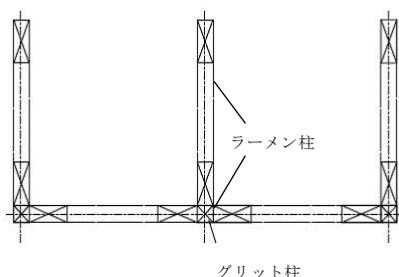


図2 グリット柱とラーメン柱  
(平面図)

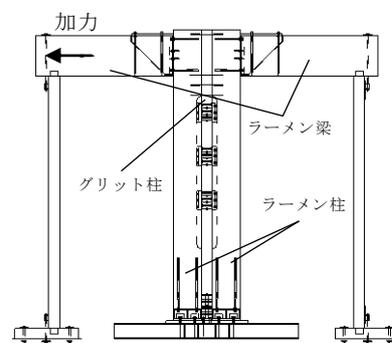


図3 試験体

# ラグスクリューボルトを用いた高靱性ラーメン接合部の開発

予算区分 共同研究 (株) グランドワークス  
担当課 木質構造課

研究期間 平成 21～24 年度  
担当者 若島 嘉朗

## 1. 研究目的

近年、木質ラーメン工法のニーズが増えており、これまでも様々な工法が開発されてきた。株式会社グランドワークスにおいてもラグスクリューボルトを用いたオリジナルのラーメン工法を展開している。ラグスクリューボルトを用いたラーメン工法は、金物があまり表に出てこないため、多くの工法で採用されている。他方、その破壊形態は部材の破壊によるものが多く、変形能の欠けた脆性的な性質を示し、耐震性の観点から不安な面もある。

本共同研究では、ラーメンを構成する接合部に変形能を付与する工法について検討し、これにより耐震性の向上を図り、木質ラーメン工法の更なる普及を目指すものである。

## 2. 全体計画

前年度までに開発した高靱性のラーメンの汎用性を高めるため、ラーメンの柱梁接合部に上層の耐力壁が取りつく場合の問題点について検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度 (H22) までの成果

変形能を付与したラグスクリューボルトによる接合部によって構成されたラーメンに、一般的な木造耐力壁を併用した場合の挙動について検討を行った。その結果、筋かいがラーメンに隣接した試験体では、筋かいと隣接するラーメンの柱がせん断破壊し変形能が小さいものとなった。合板壁を併用した試験体では、合板壁の設置の影響は特に見られなかった。

### 2) 平成 23 年度の成果の概要

これまでに開発したラーメン接合部は、柱と梁が開くことによって変形能を発揮するため、接合部に耐力壁など他の部材が取りついた場合の挙動を把握しておく必要がある。そこで柱梁接合部上部に耐力壁を配置した 2 層ラーメンの加力試験を行った。試験体は 1 層をラーメン架構とし、ラーメン梁両端に 1P 合板耐力壁を配置した 2 層試験体(図 1)である。1 層のラーメン梁のみを引張加力した結果、その破壊形態は柱頭柱脚接合部の割れ、ラーメン柱梁接合部の柱の曲げ破壊(写真 1)、管柱脚接合部からのラーメン梁の割裂(写真 2)であった。

引張加力によって接合部上部が開く方の柱梁接合部(写真 1)では、上部に合板耐力壁があるため、接合部下部が開く反対側の柱梁接合部に比べてその開きは半分程度となり、柱梁接合部上部に耐力壁があることの影響が確認された。しかし、ラーメン全体の層せん断力-層間変位関係は良好な変形能を示しており、耐力壁がラーメン上部にあることによる耐力性能への影響は見かけ上それほど大きくなかった。

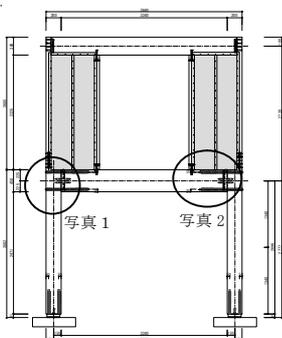


図 1 2層試験体

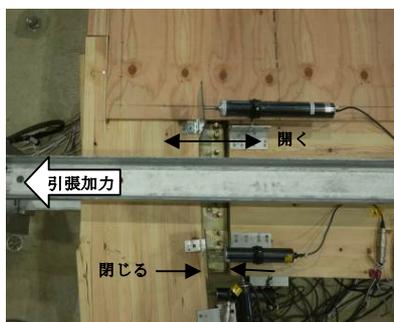


写真 1 接合部からの柱の曲げ破壊

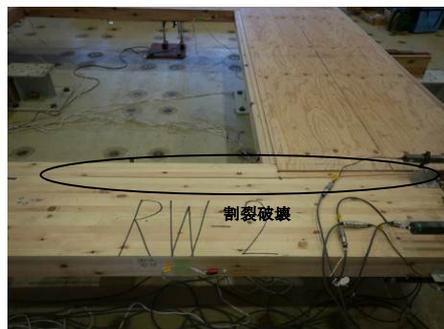


写真 2 ラーメン梁の割裂

# スギ間伐材を原料としたWPC用スギ木粉の生産体制の確立

予算区分 共同（戸出化成(株)）  
 担当課 木質製品課/木質構造課

研究期間 平成23～24年度  
 担当者 藤澤泰士、鈴木聡/柴和宏

## 1. 研究目的

現在、国内において、木粉・プラスチック複合体（以下、WPCと略す）は、デッキ材などの押出成型製品に加工されて、約3万トン/年（H22年度）販売されている。このWPCを汎用の射出成型製品に用いることができれば、その使用量は非常に大きく（数百万トン/年以上）、木粉の市場規模が飛躍的に拡大することが予想される。しかし、WPCは、射出成型に必要な熱流動性が低く、現時点において、製品化まで至っていない。そこで、本研究は、スギ木粉を用いた射出成型WPC製品の製造技術を確認するとともに、スギ間伐材を原料としたWPC用スギ木粉の安定供給体制を確認することを旨とする。

## 2. 全体計画

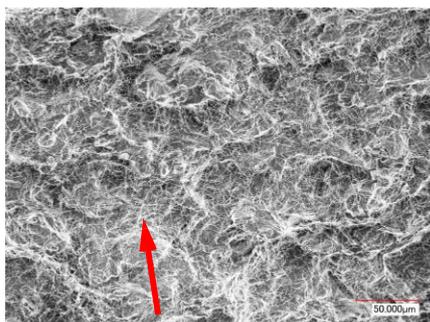
射出成型用スギ木粉の製造技術を確認するために、スギ木粉の性状と射出成型スギWPCの物性との関係性を評価し、射出成型に適した木粉の性状および木粉と樹脂との複合条件を明らかにする。また、そのデータを製品用途別に整備し、スギ木粉販売促進に活用する。

## 3. 研究内容

### 1) 平成23年度の成果の概要

射出成型用スギ木粉に関するデータ整備することを目的に、射出成型用スギ木粉コンパウンドの試作および物性評価を行い、木粉の形状とWPC物性の関係について検討した。その結果、高温水蒸気下で、スギ木粉を単繊維以下に解繊しながら（微細繊維化：マイクロファイラー化）PP樹脂と混練することにより、熱流動性の高い射出成型用コンパウンドを製造することが可能となった（写真1）。

また、木粉がマイクロファイラー化されたスギWPCは、混練した樹脂中に微細繊維化したスギ繊維が均一に分散しているため、マイクロファイラー化していない一般のスギWPCと比較して、材質や色調が均質で、強度性能（引張強さおよび耐衝撃性）に優れた材料であることが明らかとなった（図1および図2）。



スギ木粉が単繊維に解繊され、均一に分散している

写真1 ミクロファイラー化スギWPC断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真

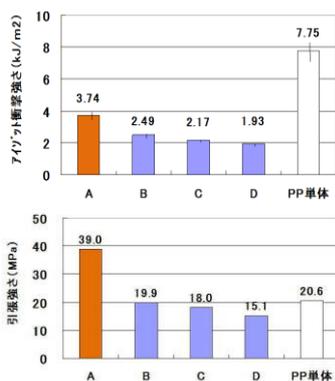


図1 スギWPCの強度性能 (100 μmオン木粉)

A: ミクロファイラー化スギWPC (木粉率60%)  
 B: スギWPC (木粉率50%)  
 C: スギWPC (木粉率60%)  
 D: スギWPC (木粉率70%)

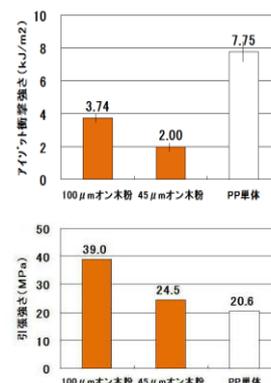


図2 木粉粒度別のマイクロファイラー化スギWPCの強度性能

## 4. 今後の課題

射出成型WPC製品の量産化に対応した射出成型用スギ木粉の安定供給体制およびコンパウンド製造条件を確認する。

# スギ木粉・竹粉複合体の開発

－竹の自己接着性を利用した 100 %木質複合体の開発－

予算区分 共同研究（シヤチハタ(株)）  
担当課 木質製品課

研究期間 平成22～24年度  
担当者 藤澤泰士、鈴木聡

## 1. 研究目的

木材研究所とシヤチハタ(株)他7機関は、平成20～21年度に、地域イノベーション創出研究開発事業「課題名：プラスチックを代替する木質材料の効率的な成形技術の開発」を実施し、その研究成果として、高温の飽和水蒸気による蒸煮処理による竹材の接着剤化に関する基礎技術を開発、平成22年3月に特許を共同出願した（特願2010-028844）。

本研究では、この特許技術を活用し、石油由来の材料を一切使用せず、スギ木粉と竹粉のみを材料に、任意の形状のスギ木粉・竹粉複合体を熱圧成形する製造技術を開発する。

## 2. 全体計画

竹の自己接着性を利用したスギ木粉・竹粉複合体用の竹粉接着剤の製造方法を確立するため、安定供給可能な接着剤用の竹材を選定するとともに、選定した竹材を用いて、量産可能な蒸煮処理条件を検討し、竹粉接着剤を調製する。次に、スギ木粉・竹粉複合体の製造方法を確立するため、スギ木粉と竹粉接着剤と混合し、加熱プレス方法による適正な熱圧成形条件を検討する。

## 3. 研究内容

### 1) 前年度（H22）までの成果

加熱プレス方法によるスギ木粉・竹粉複合体の熱圧成形条件を明らかにするため、スギ木粉と竹粉接着剤との混合割合、成型温度・時間、成型した複合体の物性（寸法安定性等）について検討した。なお、スギ木粉は富山県西部森林組合製スギ間伐材木粉の250 $\mu$ mパス品を用いた。

その結果、加熱プレス方法による熱圧成型により、スギ木粉と竹粉接着剤のみを用いた100%木質複合体（平板厚さ5mm）を製造することが可能となった。また、スギ木粉と竹接着剤の混合割合は、竹接着剤の接着性を向上させることにより、スギ木粉の割合を最大90%まで高めることが可能となった。

### 2) 平成23年度の成果の概要

#### ①材料選定および基本的製造条件の検討

条件を変えながら高温飽和水蒸気による蒸煮処理を行った富山県産竹粉とスギ木粉を混合処理し、加熱平板プレスによる熱圧成型処理を行い、100%木質複合体（平板）を試作した（図1）。次に、成型した木質複合体について、その寸法安定性（常温水24時間浸漬）および塗装用漆の密着性を評価した。その結果、最も高い寸法安定性（厚さ膨潤率1%未満）と良好な漆密着性を示す100%木質複合体の適正な製造条件を明らかにした。また、この100%木質複合体は、朱肉ケース等の一般の事務用品として十分使用可能な性能（寸法安定性、耐熱性等）を有していることを明らかにした。

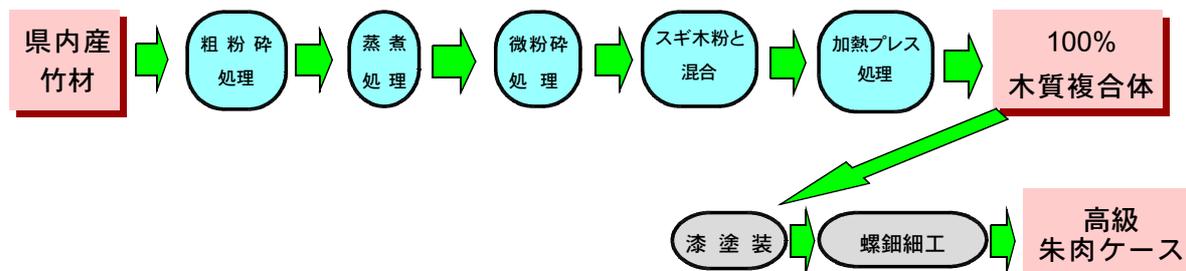


図1 製品製造工程

## ②実用的な製品化技術の検討

シヤチハタ(株)にて、加熱プレス加工に適した形状の製品金型(朱肉ケース形状)を試作し、上述の適正製造条件で調整した蒸煮竹粉・スギ木粉を材料に、立体成型条件(3次元成型)について検討し、安定製造条件を明らかにした。

## ③表面意匠性の付与

シヤチハタ(株)にて試作した朱肉ケース(基材)に表面意匠性を付与するため、県内デザイン事務所、高岡市工芸・デザインセンター等と協力して検討を行い、高い意匠感がある黒漆螺鈿細工を施した高級朱肉ケースを開発した(写真1)。なお、この製品はH24年度富山県トライアル発注商品に申請し、平成24年5月中旬以降にテスト販売(受注生産)する予定である。



写真1 開発した100%木質系の高級朱肉ケース

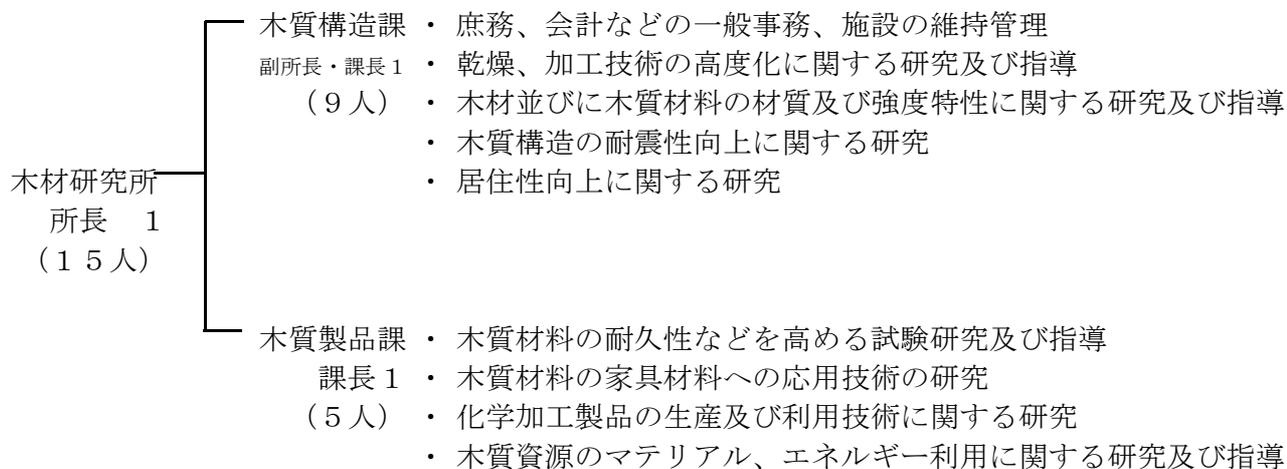
## 5. 今後の課題

今後、量産化のための実用的な製造条件を確立するとともに、高岡漆器業界と協力し、具体的な製品仕様およびデザインを検討する。

## 2. 1 沿 革

- 昭和44年 富山県木材試験場開設  
昭和62年 林業試験場と木材試験場を統合し、富山県林業技術センターを設置  
平成17年 木材試験場性能評価試験棟完成  
平成18年 木材試験場管理棟改修  
平成19年 木材試験場製品開発試験棟及び木質構造試験棟完成  
(木材試験場再整備事業完了)  
平成20年 県の機構改革に伴い、農業技術センター、食品研究所、林業技術センター、水産試験場を統合し、農林水産総合技術センターを設置
- 木材利用普及センターを廃止し、展示館と改称し、森林政策課より移管

2. 2 組織図 (平成24年3月31日現在)



## 2. 3 土 地

名 称	面 積	現 住 所
木材研究所	1 5, 3 6 4 m <sup>2</sup>	射水市黒河新 4 9 4 0

2. 4 建 物

	建物名	構造	面積
木材研究所	管 理 棟	鉄筋コンクリート2階建	6 6 4 m <sup>2</sup>
	性能評価試験棟	木造2階建	9 9 2 m <sup>2</sup>
	製品開発試験棟	木造1部2階建	8 9 5 m <sup>2</sup>
	木質構造試験棟	木造1部2階建	6 4 8 m <sup>2</sup>
	乾燥試験棟	鉄筋コンクリート平屋建	1 7 2 m <sup>2</sup>
	展示館	木造平屋建	4 7 0 m <sup>2</sup>
	その他附属建物		3 3 0 m <sup>2</sup>
		計	4, 1 7 1 m <sup>2</sup>

2. 5 平成23年度主要予算一覧

(単位:千円)

事業名	決算額	事業の目的
林業技術費 木材研究所運営費 木材技術開発研究費 県単 受託 共同研究	15,058 13,868 6,415 2,993 4,460	木材研究所の管理運営 木材加工技術の高度化、木造住宅の部材・工法の開発、スギ間伐材等木質資源の有効利用技術の開発 「公共施設用スギ床材の製造技術の開発」外14
フロンティア研究推進事業 治山・林道調査事業	1,318 1,700	微粒子技術を応用した環境にやさしい木材保存剤の開発(1,292) 夏休み子供科学研究室(26) 治山事業：県産スギ間伐材を用いた木製型枠の開発(1,200) 林道事業：県産スギ樹皮を用いた緑化技術の開発(500)

2. 6 財産権

[登録分]

種 類	発明等の名称	出願番号	特許番号	登録年月日	発明者
特 許	フィルム転写木材の製造方法	特願平 11-278950	3198100	2001. 6. 8	藤澤 泰士 鷲岡 雅 高野 了一
特 許	水稻育苗用培地とその製造方法	特願 2000-319322	3452891	2003. 7. 18	沼田 益朗 田近 克司 水口 吉則
特 許	スギ材・ポリエステル複合体およびその製造方法	特願平 11-177566	3568420	2004. 6. 25	藤澤 泰士 村上 益雄
特 許	木造建築物の制振構造	特願 2003-292313	3790755	2006. 4. 7	若島 嘉朗 園田 里見
特 許	山間傾斜地における防雪用木製三角枠	特願 2003-296967	3823227	2006. 7. 7	柴 和宏
特 許	柱と梁の接合部及び接合方法	特願 2005-125284	4108089	2008. 4. 11	若島 嘉朗 園田 里見 中埜 博之
特 許	履歴ダンパおよび木造構造物の壁	特願 2008-290081	4727710	2011. 4. 22	若島 嘉朗

[出願中]

種 類	発明等の名称	出願番号	発明者
特 許	木材防蟻・防かび剤およびそれを用いる木材の処理方法	特願 2005-027903	栗崎 宏 安達 聖 関根 康雄
特 許	木材注入用防腐防蟻処理粒子液の作製方法	特願 2010-196232	栗崎 宏 岩坪 聡
特 許	木質樹脂組成物及び木質ペレット	特願 2010-28844	藤澤 泰士 (富山県外5、藤澤外13)

2. 7 発表

研究課題	発表場所・掲載誌	発表月	発表者
スギ高温乾燥材の内部割れについて	緑 ー富山の林業ー、No. 699、2011	2011. 5	坂井 正孝
干割れによるスギ丸棒材の雨水吸収量の増加	第26回(社)日本木材保存協会年次大会、東京 (メルパルク東京)	2011. 5. 27	栗崎 宏 他
腐朽条件下における釘接合具のせん断性能	第26回(社)日本木材保存協会年次大会、東京 (メルパルク東京)	2011. 5. 27	栗崎 宏 他
耐久性調査委員会報告	第26回(社)日本木材保存協会年次大会、東京 (メルパルク東京)	2011. 5. 27	栗崎 宏 他
内部割れが接合性能に及ぼす影響について	緑 ー富山の林業ー、No. 701、2011	2011. 7	橋本 彰
微粒子化技術を応用した環境にやさしい木材保存剤の開発	富山県工業技術センター研究報告、NO. 25、2011	2011. 7	栗崎 宏 他
「構造用木材の強度試験法」の改訂について	2011年度日本建築学会大会、東京都 (早稲田大学)	2011. 8. 23～25	園田 里見 他
鋼材制振ダンパーを有する木質建築物のねじれ振動と応答制御	2011年度日本建築学会大会、東京都 (早稲田大学)	2011. 8. 23～25	若島嘉朗 他
鋼材制振ダンパー付き木質耐力壁のせん断耐力及びせん断剛性に及ぼすビスのすべりの影響	2011年度日本建築学会大会、東京都 (早稲田大学)	2011. 8. 23～25	若島嘉朗 他
履歴型鋼材ダンパーを用いた木造建築物のねじれ挙動	2011年度日本建築学会大会、東京都 (早稲田大学)	2011. 8. 23～25	若島嘉朗 他
皮付きスギ小丸太の耐朽性について	緑 ー富山の林業ー、No. 703、2011	2011. 9	長谷川益夫
森林造成を目的とした間伐材によるグライド防止工の開発	雪氷研究大会 (2011・長岡)	2011. 9. 20～23	柴 和宏

研究課題	発表場所・掲載誌	発表月	発表者
スギ丸棒材の干割れから侵入する雨水量について －干割れの位置と雨水侵入量の関係－	2011年度日本木材加工技術協会 年次大会、岡山市（ピュアリ ティまきび）	2011. 10. 12～ 13	栗崎 宏
背割り加工がスギ丸棒の注入性 や乾燥仕上がりに及ぼす影響	2011年度 日本木材学会中部支部大会、静 岡市（静岡市産学交流センター ビネスト）	2011. 10. 27～ 28	栗崎 宏 他
スギ間伐材を原料としたWPC 用スギ木粉の製造（I） －スギ木粉の品質におよぼす原 料性状の影響－	2011年度 日本木材学会中部支部大会、静 岡市（静岡市産学交流センター ビネスト）	2011. 10. 27～ 28	藤澤 泰士 鈴木 聡
籾殻等富山県内農林水産廃材か らの木材液化技術を利用した圃 場マルチシートの開発	2011年度 日本木材学会中部支部大会、静 岡市（静岡市産学交流センター ビネスト）	2011. 10. 27～ 28	鈴木 聡 藤澤 泰士
スギ木粉・竹粉複合体の開発－ 竹の自己接着性を利用した100% 木質複合体の開発－	緑 ー富山の林業ー、No. 705、 2011	2011. 11	藤澤 泰士
木材注入用防腐防蟻処理粒子液 の作製方法	アグリビジネス創出フェア 2011、東京（幕張メッセ）	2011. 12. 1～2	栗崎 宏 他
屋外使用される塗装木材製品の 塗装長寿命化－基材、塗料、塗 り方の選択－	富山県森林・木材研究所振興協 議会誌「樹」、No. 78、2011	2011. 12	長谷川益夫
富山県産スギ材の横架材利用を 図るためのスパン表の作成につ いて	平成23年度 木材研究所 試験研究成果発表 会、射水市（木材研究所）	2011. 12. 15	柴 和宏
スギ間伐材を原料としたWPC 用スギ木粉の製造 －スギ木粉の品質におよぼす原 料性状の影響－	平成23年度産業技術連携推進 会議ナノテクノロジー・材料部 会第5回木質科学分科会東京都（東 京都立産業技術研究センター）	2011. 12. 15	藤澤 泰士
富山県における木質バイオマス の資源量とエネルギー活用のため の実証調査	平成23年度 木材研究所 試験研究成果発表 会、射水市（木材研究所）	2011. 12. 15	田近 克司
屋外使用される塗装木材製品の 塗装長寿命化－基材、塗料、塗 り方の選択－	富山県森林・木材研究所振興協 議会誌「樹」、No. 78、2011	2011. 12	長谷川益夫
干割れは屋外木製品の腐朽の温 床ダ！	緑 ー富山の林業ー、No. 707、 2012	2012. 1	栗崎 宏
構造用木材の強度試験マニユ アル(1)	住宅と木材、Vol. 35、 No. 409、 2012.	2012. 1	園田 里見 他

研究課題	発表場所・掲載誌	発表月	発表者
構造用木材の強度試験マニュアル(2)	住宅と木材、Vol. 35、 No. 410、2012.	2012. 2	園田 里見 他
金属ナノ粒子を用いた防蟻処理技術の開発	第166回生存圏シンポジウム 平成23年度京都大学生存圏研究所 居住圏劣化生物飼育棟 (DOL)/生活・森林圏シミュレーションフィールド (LSF) 全国・国際共同利用研究成果発表会、京都(京都大学宇治キャンパス)	2012. 2. 20	栗崎 宏 他
構造用木材の強度試験マニュアルの改訂	緑 ー富山の林業ー、No. 709、2012	2012. 3	園田 里見
生物劣化を受けた柱ー土台接合部の性能評価 (その2) 腐朽による劣化の場合	2011年度(第51回) 九州支部研究発表会(北九州市 西日本工業大学 小倉キャンパス)	2012. 3. 4	栗崎 宏 他
生物劣化を受けた国産針葉樹の残存強度性能に関する研究 (その3) 生物劣化材の曲げ及び圧縮強度特性	2011年度(第51回) 九州支部研究発表会(北九州市 西日本工業大学 小倉キャンパス)	2012. 3. 4	栗崎 宏 他
保存処理木材の寿命シミュレーションの試み	保存処理木材は何年もつのか？ 保存処理木材の耐久性調査報告会、東京(新木場センタービル)	2012. 3. 9	栗崎 宏
銅微粒子の粒径が防腐性能や浸透性能に及ぼす影響	第62回日本木材学会大会、札幌市(北海道大学農学部、学術交流会館)	2012. 3. 15～17	栗崎 宏 他
不完全合成梁の近似解法 その1 2層梁モデル	第62回日本木材学会大会、札幌市(北海道大学農学部、学術交流会館)	2012. 3. 15～17	園田 里見
梁上に耐力壁を配置したラーメンの加力試験	第62回日本木材学会大会、札幌市(北海道大学農学部、学術交流会館)	2012. 3. 15～17	若島 嘉朗 他
マイクロファイバー化した射出成型スギWPCの性能	第62回日本木材学会大会、札幌市(北海道大学農学部、学術交流会館)	2012. 3. 15～17	藤澤 泰士 鈴木 聡 柴 和宏 中村 友輔 長谷川益夫 他
富山県産樹皮廃材の樹脂複合利用についての検討(Ⅱ) ー県内バイオマス由来熱可塑性樹脂との複合利用についてー	第62回日本木材学会大会、札幌市(北海道大学農学部、学術交流会館)	2012. 3. 15～17	鈴木 聡 藤澤 泰士 中谷 浩 他

研究課題	発表場所・掲載誌	発表月	発表者
屋外暴露試験法に基づく塗装木材の耐候性評価	日本木材学会生物劣化研究会(春期)、札幌市(北海道大学)	2012. 3. 17	長谷川益夫
富山県における木質バイオマス資源量とエネルギー利用調査	富山県森林・木材研究所振興協議会誌「樹」、No. 79、2012	2012. 3	田近 克司
富山県産スギ材のスパン表の作成について	富山県森林・木材研究所振興協議会誌「樹」、No. 79、2012	2012. 3	柴 和宏
乾燥方法の差異が長ほぞ込栓接合部の力学特性に与える影響	平成23年度国土交通省補助事業伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会報告書	2012. 3	園田 里見 他
多雪地での屋外における天然乾燥と干割れの進行	平成23年度国土交通省補助事業伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会報告書	2012. 3	園田 里見
屋外暴露試験による長寿命の木材塗装法の開発	公立林業試験研究機関研究成果選集、No.9	2012. 3	長谷川益夫
竹粉とプラスチックを用いた屋外用カラー複合材の開発	富山県農林水産総合技術センター 木材研究所研究報告、No. 4、2012	2012. 3	田近 克司
樹脂処理外構材の野外暴露試験による耐久性評価(第1報) ー生物被害、変形、変色ー	富山県農林水産総合技術センター 木材研究所研究報告、No. 4、2012	2012. 3	長谷川益夫 他
安全・安心な乾燥材の生産・利用マニュアル	「安全・安心な乾燥材生産技術の開発」研究グループ	2012. 3	坂井 正孝 橋本 彰

## 2. 8 受 賞

氏 名	賞 名	受 賞 課 題
鈴木 聡	2011年度 日本木材学会中部支部 大会 優秀発表賞	籾殻等富山県内農林水産廃材からの木材液 化技術を利用した圃場マルチシートの開発

## 2. 9 研修（派遣）

なし

2. 10 講師派遣

題 名	月 日	主催／場所	参加者数	派遣講師
対話で創ろう 伝統構法の未来 ー木材の劣化診断及び対策ー	2011. 11. 6	伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会（NPO法人緑の列島ネットワーク）・緑の列島 木の家スクール 富山事務局／富山国際会議場	80名	栗崎 宏
木材製造業の労働災害防止を目的とした安全パトロール	2011. 11. 22	林業・木材製造業労働災害防止協会富山県支部、富山県木材組合連合会／富山市の木製品製造工場2社	16名	中谷 浩
木材製造業の労働災害防止を目的とした安全パトロール	2011. 12. 1	林業・木材製造業労働災害防止協会富山県支部、富山県木材組合連合会／氷見市および高岡市の木製品製造工場2社	14名	中谷 浩
木材製造業の労働災害防止を目的とした安全パトロール	2011. 12. 2	林業・木材製造業労働災害防止協会富山県支部、富山県木材組合連合会／魚津市および朝日町の木製品製造工場2社	17名	中谷 浩
トヤマウッディカルスクール「製材JASの品質管理技術講座」～木材保存処理とJAS規格～	2012. 1. 19	富山県木材組合連合会／木材研究所展示館	16名	栗崎 宏
トヤマウッディカルスクール「製材JASの品質管理技術講座」～乾燥材の生産とJAS規格～	2012. 1. 19	富山県木材組合連合会／木材研究所展示館	16名	坂井 正孝
トヤマウッディカルスクール「製材JASの品質管理技術講座」～強度等級区分とJAS規格～	2012. 1. 19	富山県木材組合連合会／木材研究所展示館	16名	中村 友輔

2. 1.1 研修・講習会

題 名	年月日	主催／場所	参加者数	講 師
第1回林産技術講習会 「木材の高温乾燥と部材性能への影響について」	2011 9.7	富山県農林水産総合技術センター木材研究所、富山県森林・木材研究所振興協議会、富山県林政協議会／木材研究所	65名	九州大学大学院 農学研究院 准教授 藤本 登留
平成23年度木材研究所試験研究成果発表会 基調講演 「公共建築物の木造化の背景と動向」	2011 12.15	富山県農林水産総合技術センター木材研究所／木材研究所	103名	林野庁 木材産業課 課長補佐 青井 秀樹
第2回林産技術講習会 「公共建築物の木造化における課題」～これまでの経験から考えること～	2012 2.3	富山県農林水産総合技術センター木材研究所、富山県森林・木材研究所振興協議会／パレブラン高志会館	103名	秋田県立大学木材高度加工研究所 所長 飯島 泰男

2. 1 2 客員研究員招へい

氏名	所属／職	招へい期間	指導内容
藤本 登留	九州大学 大学院 農学研究院／准教授	2011. 9. 7～9	木材の高温乾燥と部材性能への影響について
松永 浩史	(独) 森林総合研究所 木材改質研究領域 木材保存研究室／主任研究員	2011. 11. 14～16	保存処理材における薬剤分布と木材組織の関係について

2. 1 3 視察・見学

(単位：人)

	官公庁	学校	団体	企業その他	計
木材研究所	10	47	17	51	125

## 2. 1 4 技術相談

(単位：件)

区 分	木質構造課	木質製品課	計
県 内	48	73	121
県 外	15	18	33
計	63	91	154

2. 15 試験検査業務

試験件数実績

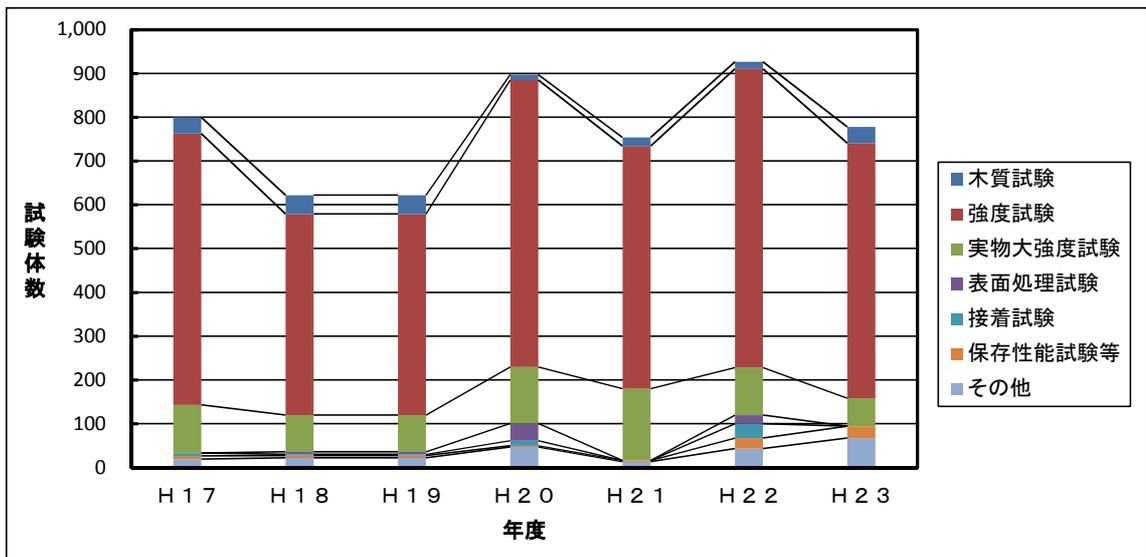
(件数)

	H 1 7	H 1 8	H 1 9	H 2 0	H 2 1	H 2 2	H 2 3
木質試験	15	15	15	5	3	1	2
強度試験	49	42	42	94	86	53	87
実物大強度試験	15	13	13	21	29	36	19
表面処理試験	0	4	4	1	0	2	0
接着試験	4	2	2	2	0	3	0
保存性能試験等	4	2	2	2	3	2	4
その他	6	7	7	12	10	24	16
合計	93	85	85	137	131	121	128

試験体数実績

(試験体数)

	H 1 7	H 1 8	H 1 9	H 2 0	H 2 1	H 2 2	H 2 3
木質試験	37	43	43	13	20	16	37
強度試験	620	459	459	655	554	683	583
実物大強度試験	110	84	84	129	164	108	64
表面処理試験	0	6	6	40	0	20	0
接着試験	7	3	3	11	0	33	0
保存性能試験等	7	5	5	3	3	24	27
その他	19	22	22	47	13	43	67
合計	800	622	622	898	754	927	778



2. 1 6 共同研究

相手先	課	研究期間	研究課題名
有限会社ピュアハウジング、福尾伝三郎商店、中田塗装、(有)笹倉木材商店、日本エンハイロケミカル(株)	木質製品課	H21～	自然系クリア塗装を施した内装材の開発
シヤチハタ株式会社	木質製品課	H23～	スギ木粉・竹粉複合体の開発
戸出化成(株)	木質製品課	H23～	スギ間伐材を原料としたWPC用スギ木粉の製造条件の確立
(株)グランドワークス	木質構造課	H20～	ラグスクリューボルトを用いた高靱性ラーメン接合部の開発
ラミネート・ラボ(株)	木質構造課	H18～	住宅用2方向ラーメンの開発と実用化
大日本木材防腐(株)	木質製品課	H23	低質材の部材化技術の開発

2. 17 応募型研究

募集機関	事業名	研究課題名	研究期間	金額 (千円)	研究者名 及び共同機関名
農林水産省農林 水産技術会議	新たな農林 水産政策を 推進する実 用技術開発 事業委託事 業	安全・安心な乾 燥材生産技術の 開発	H21-23	1,680	橋本 彰、坂井 正孝 ・石川県【中核】 ・(独)森林総合研究所 北海道、長野県、福井 県、三重県、奈良県、鳥 取県、島根県、広島県、 愛媛県、熊本県
計				1,680	

## 2. 18 職員一覧表

(平成24年3月31日現在)

職名	氏名	主なる担当事務
所長	中谷 浩	木材研究所の総括
木質構造課		
副所長 木質構造課長	林 功	所長事務の補佐、所内事務・試験研究の総合調整、人事及び予算の管理、庁舎及び財産の管理、木質構造課事務の総括、住宅部材及び工法の開発、試験研究、調査の企画調整、関係機関連絡調整に関すること
主任研究員	橋本 彰	木材及び木質材料の強度性能評価、住宅部材の接合性能に関すること
〃	園田 里見	木造住宅の居住性能及び構造性能、中大規模用構造材料の開発と接合性能に関すること
〃	若島 嘉朗	木造住宅の耐震性向上技術、中大規模木造建築物の接合性能、設計技術に関すること
〃	柴 和宏	構造用木質材料、耐力部材の開発と性能評価、構造用部材の耐久性評価、木材の樹種識別及び材質に関すること
〃	中村 友輔	森林土木用木製構造物の開発と評価、木材の強度性能の保証技術に関すること
主任専門員	坂井 正孝	木質材料の機械加工、木材の効率的乾燥技術、技術情報の収集、整理、提供等に関すること
業務技師	早川 宏	ボイラー操作業務・点検整備、構内整備、試験業務の補助に関すること
再任用業務技師	田口 哲三	操車用務、自動車の点検整備に関すること
木質製品課		
課長	長谷川益夫	木質製品課の事務の総括、木質製品の開発と耐候性向上技術と資源の循環利用技術開発、試験研究及び調査の企画調整に関すること
副主幹研究員	田近 克司	木質資源のマテリアル・エネルギー利用技術、技術研修の企画及び研究成果の普及に関すること
〃	栗崎 宏	木材の保存処理技術、木材及び木質材料の長期耐用技術、木材の生物劣化、刊行物の編集に関すること
主任研究員	藤澤 泰士	木材の表面処理技術、木質内装材の製品化技術、スギ木粉-プラスチック複合材技術に関すること
〃	鈴木 聡	木材の化学処理技術と利用、木質材料・製品の化学成分、技術情報の発信に関すること