

### Ⅲ 試験研究の成果

#### 1 材料開発分野

スギ材の利用は構造材用途が過半を占めるが、プレカット加工の広がりに合わせて人工乾燥材が要求されている。本県では、平成13年度に始まった人工乾燥設備導入事業で一気に装置の導入が進められ、平成20年度の構造材における乾燥材率は20%を超えるまでになった。スギ構造材、特に心持ち柱材の乾燥技術は高温低湿乾燥法を用いるが、本県産スギ材に適した乾燥技術は開発途上であったため、乾燥スケジュールの開発が求められていた。さらに、乾燥過程で排出される排蒸気及びドレンには、スギ材由来の有用成分が多量に含まれており、これらの有効利用が求められた。

一方で、スギ材の需要拡大のためには土木資材用途及び外構部材は消費量が多いため、欠かすことはできない。そのためには、屋外使用時における耐用年数の明確化、部材交換の目安となる指標の提示などは重要である。

南九州において、木材の加害生物であるシロアリに対する防除技術の確立は極めて重要である。薬剤処理法は使用経験も長く安全面の考慮もなされているが、環境への負荷を軽減できる薬剤によらない防除技術の開発が必要である。

地球温暖化対策の必要性が社会に浸透した結果、エネルギー源を化石資源から木質バイオマスの利用に重点を移す取り組みが拡大している。大型製材工場では、人工乾燥熱源を重油焚きボイラから木屑焚きボイラへ転換している。他にも、林地残材や建築廃材を原料とするペレット加工場も設置された。これらの動きを受けて、木材の燃料としての利用、木材加工のエネルギー使用の実態調査、燃焼灰の利用などの研究を行っている。

##### 1) スギ材の抽出成分の有効利用

###### ① 悪臭スギ成分の同定

スギは一般的には穏やかな芳香（いわゆるスギの香り）をもっている。しかし、ある製材業者から、納入したスギから悪臭がするとの連絡が入り調査した結果、材の成分として低級脂肪酸（プロピオン酸、吉草酸等）が検出された。対処方法として、稀アルカリ塗布などを提案した。

###### ② スギ材人工乾燥工程からのスギ精油の大量採取技術の開発

スギ材を人工乾燥する過程で、大量の蒸気が排出されている。この蒸気にはテルペノイドを主成分として、多くの有機物が含まれていることが明らか

になった。特に、宮崎県産スギ、いわゆるオビスギ品種群は本州産のスギ材の3~4倍の精油含量であることが知られているので、乾燥工程で排出される蒸気を冷却するだけで、安価に、大量にスギ精油を採取することが可能である。当センターが所有する実験用木材乾燥機（4m<sup>3</sup>）に簡易な凝縮装置を取り付け、採取試験を行った。その結果、一般的な高温・低湿乾燥条件で1m<sup>3</sup>のスギ柱材から約0.6リットルのスギ精油が採取可能であることを明らかにした。この結果を基に、稼働中の大型木材乾燥機（18m<sup>3</sup>）に凝縮器を取り付け、大量採取試験を実施した。その結果、この乾燥機1基で年間200リットル以上の精油が安定的に採取可能であることが明らかになった。また、精油ロット間の成分変動も小さいことが明らかになったが、色調等に若干の変動が見られることから何らかの均質化が必要と考えられた。

スギ精油の用途は除草剤、不快害虫忌避作用を持つスギ精油・ミツロウワックス、アロマセラピー、陸棲軟体動物（ナメクジ等）忌避剤など多岐にわたっているため、採取技術の開発、用途開発の両面からの検討が課題として残されている。



乾燥機の排出蒸気と凝縮液（精油）及び冷却装置

## 2) 木材加害生物の生理・習性に基づいた防除技術

### ① 宮崎型木製魚礁の開発

宮崎県水産試験場、宮崎県内の森林組合、コンクリート関連企業と共同で、宮崎型木製魚礁の開発を行った。テストピースを細島港に沈めて、加害生物による劣化を検討した。宮崎は温暖であることから、日本の他の府県で行った試験より速いスピードでテストピースが加害された。主な加害生物はフナクイムシであり、特に被害の甚大なことで知られているバンキア属が主であった。木口をセメントでシールすることで、しばらくは被害の発生を防ぐことが可能であったが、その効果は長期間持続しなかった。木材が食害されるということは、逆の見方をすれば、海中に餌と微小生物の隠れ家を提供することになり、海の生態系にとって木材は重要な存在であることが再確認された。

### ② ひらひらしたフィルムによるシロアリバリアの開発

シロアリの防除は現在のところ化学薬品を用いることが多い。しかし、健康や環境に対する意識の高まりの中でノンケミカル、レスケミカルのシロアリ防除方法を求める声も多い。このような背景から、シロアリの本能や生理を利用した新しい防除技術の開発を試みた。この検討過程の中で、シロアリはヒラヒラしたフィルムなどには蟻道を延ばさないことを発見した。この本能／生理を利用するならば、基礎コンクリートと木材土台の間にフィルムを貼るだけで、薬剤を用いることなく、安価に、手軽にシロアリの侵入を防ぐことが可能になる。屋外で試験したところ、プラスチック板やアルミ板では侵入阻止効果が認められなかったが、ポリエチレンフィルムとナイロン12フィルムでは明らかに効果が認められた。その後、ポリエチレンフィルムは中央部付近をかじられ、侵入を許してしまったが、ナイロン12フィルムは実験終了時(2年半後)までバリアーとして有効に働いた。

このように、実験室的には十分な効果が認められたフィルム型バリアーであるが、実際の施工現場では多くの問題点があることが明らかになった。フィルムのはみだし幅が小さい場合や重なり部分など、シロアリの歯がかかる状態ではナイロン12フィルムといえども食害を受けてしまうが、施工現場では出隅や入り隅などで重なり部分が生じることは避けられない。また、施工時の傷やシワなども食害の原因となるがこれらの欠点を生じないように施工するのは極めて困難であった。

これらのことから、バリアーとしてではなく毒餌への誘導装置としての開発が課題である。



クロアリやシロアリに対する忌避試験

### 3) 土木資材用スギ材の耐久性向上

スギ材の需要拡大のためには土木資材用途及び外構部材は消費量が多いため、欠かすことができない。そのためには、屋外使用時における耐用年数の明確化、部材交換の目安となる指標の提示等は重要である。

本県は、温暖多雨のきびしい気象条件にあり、木材劣化の進行が早い環境にあるが、木材保護のデータの蓄積は少ない。木材腐朽の進行過程や、木材の経年変化を追跡し劣化を定量的に評価し、スギ材の劣化と耐用年数の関係について研究を行った。

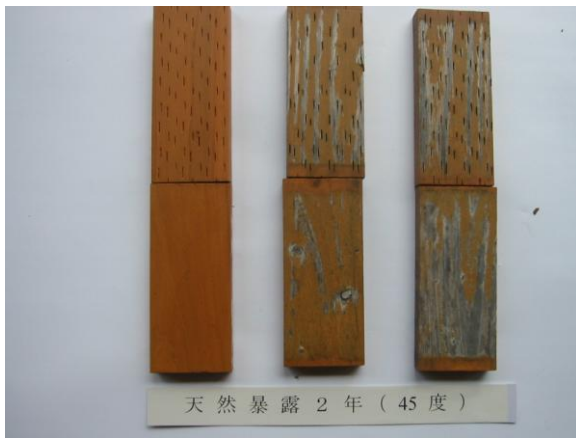
#### ① 土木資材用スギ材の耐久性

スギ材の用途拡大は、地球温暖化防止対策及び木材資源循環のために重要な課題であり、外構部材や土木資材への展開が重要視されている。スギ材を屋外利用する場合、耐久性の向上の処理及び措置が施されるが、耐用年数向上のためには補修は欠かせないことから耐用年数や補修時期の把握を行った。



## ② 木材保護塗料の耐候性

スギ材を屋外利用するためには、耐候性向上が重要である。本研究は、耐候性付与の一方法である木材保護塗料の屋外環境下での耐候性把握と、塗料・塗装系の評価、再塗装の時期及び効果等耐用年数の向上と維持管理に必要なデータを把握した。



耐候性試験の様子

## 4) スギ構造材の高度乾燥技術

### ① スギ心持ち柱材の高温低湿乾燥スケジュールの開発

高温低湿乾燥法は心持ち柱材の表面割れを抑制することが可能であること、乾燥時間を中温乾燥に比べ大幅に短縮できることなどから急速に普及が進んだ。しかし、高温セット時間を長時間設定したことによる大きな内部割れが問題となった。そこで、生材重量区分ごとに表面割れを抑制できる最適な高温セット時間を明らかにした。さらに、高温セット工程に続く後期乾燥工程の温度を100℃以下とすることで内部割れをほとんど起こさないことを確認した。また、高温セット処理した柱材は簡易ハウス内で促進効果が得られることを明らかにした。これらの成果は、講習会や現地指導などを通して乾燥技術者へ普及、指導を図っている。

### ② スギ板材の乾燥試験

柱材に加え間柱材の乾燥に対する要求はかなり強くなってきている。板材の基本的な乾燥技術は、広葉樹板材の乾燥によって確立されているが、スギ

材特有の組織構造に起因する問題点も多い。そこで、木取り方法や乾燥温度に着目した試験を行い、乾燥温度や板厚と乾燥速度の関係を明らかにした。その結果、板厚に対応した標準的な乾燥スケジュールを示すことが可能となった。



試作した省エネ乾燥機と高温乾燥した柱材の表面

### ③ 製材加工、乾燥に要するエネルギー調査

地球温暖化対策の一つとして、製品やサービスを提供するための二酸化炭素排出量がいくらなのかを明示する、いわゆる「見える化」の取組みが進められている。そこで、乾燥を含む製材加工段階の電力、重油、軽油などの消費量を聞き取り調査した。その結果、原木消費量当たりの製材にかかわる電力消費量は、規模の大小にかかわらずほぼ同程度であること、人工乾燥時の排出量は熱源を木屑焚きボイラにすることで大幅に削減できることなどが分かった。

### 5) スギ樹皮及び燃焼灰の無機化学分析から見た有効利用

近年の温暖化対策を背景に木質系バイオマスの燃料利用が拡大するのに伴い、燃焼灰の発生量の増加が予想される。バイオマス発電施設から排出される燃焼灰の多くは産業廃棄物として処理されているが、埋立用地の不足等によりその用途開拓が課題となっている。そこで平成18年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「焼却灰の肥効成分を活用した環境コンクリート製品の開発」を背景に、県内企業や宮崎大学との共同研究により、燃焼灰を原料に用いた環境コンクリートの開発を行った。この研究のねらいは、コンクリートに根付いた植物の生育を促すために、燃焼灰に含まれる肥料成分を有効活用することにある。特に当センターでは、環境コンクリートに最適な木質燃焼灰を安定して得るための回収技術を確認させるため、回収過程の違いに

よって木質燃焼灰の化学組成や構成物にどのような違いがあるか検証した。研究の結果、粒度によって分別回収される各種燃焼灰の特性を明らかにし、肥効成分を多く含むものから優先的に環境コンクリート原料に活用する利用経路を確立することができた。燃焼灰の輸送コストや燃焼灰を用いていない製品との差別化など、環境コンクリートの販路確保には課題が残ったが、この研究は現在も各団体・企業で取組みが継続されている。加えて当センターでは燃焼灰の有効利用を軸に研究を発展させ、木質燃焼灰の石灰分を活かした多機能無機複合材の研究開発などに取り組んでいる。



燃焼灰と木質燃焼プラント

## 2 木材加工分野

宮崎県は国内トップのスギ素材生産地であることから、木材加工分野では、スギ材の需要拡大をはかり県内木材産業の活性化に寄与することを基本とし、行政や民間企業の要望を重視しつつ、県産スギ材の強度特性の解明とその特性を考慮あるいは活かした加工・利用技術の開発・移転に取り組んできた。

県産スギ材の強度特性については、これまで県工業技術センター工芸支場や県林業技術センターで蓄積された膨大な資料に加え、とくに低曲げヤング係数材の強度性能、せん断に関する性能およびクリープや DOL 等の長期荷重に対する性能を中心にデータを整備し、構造用材料として十分な性能を示す資料や構造用集成材の JAS 改正のための資料を提供してきた。また、明らかとなった県産スギ材の各種強度特性をもとに、心材あるいは小径材を利用した建築材料の開発ならびにスギとヒノキの異樹種集成材の開発などの研究に取り組んできた。

一方では、県産スギ材の変形能が大きく粘り強いという特性を活かした利用方法として、湾曲集成材や深底容器の開発等を行うとともに、柔らかいという欠点を克服し用途を拡充するために、圧密加工を施したスギ材の利用に関する研究を行ってきた。また、木材乾燥においても、乾燥技術のみならず乾燥後の品質管理に関する研究・指導を行い、乾燥材供給基地としての宮崎県の地位確保に大きく貢献してきた。

### 1) スギ材の強度性能解明と新しい構造材料の開発

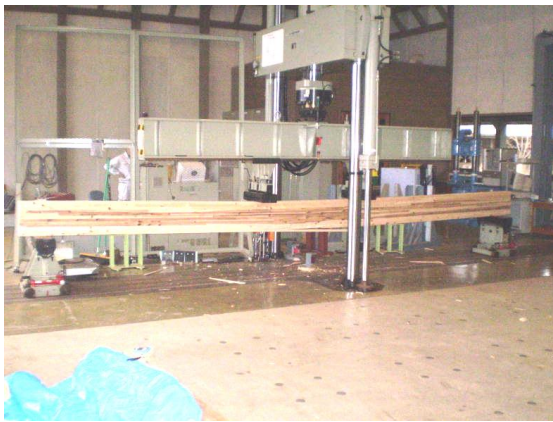
#### ① 低曲げヤング係数スギ材の強度特性解明と構造用集成材 JAS 改正

県産スギ材を構造用集成材ラミナとして利用する場合の課題として、ヤング係数の低さが挙げられた。すなわち、構造用集成材ラミナはヤング係数を基準として強度等級区分されることから、基準を満たさないラミナは使用することができず、歩留りが大きく低下する要因となっていた。そこで、このような低曲げヤング係数スギ材の曲げ、圧縮、引張、せん断、めり込みといった強度特性を明らかにし、これを内層に用いた集成材の強度性能を明確にするための研究を行った。最終的に、当センターをはじめ全国各地の公設試験研究機関が参加した事業の成果が基礎となり、低曲げヤング係数スギ材が使用可能となる JAS 改正につながった。



## ② 地域材を用いた構造用集成材の開発

九州地方はスギとともにヒノキの一大産地であることから、地域材である両樹種を用いた構造用集成材の開発を県内企業と共同で行った。共同研究の過程において、高い性能が要求される外層にヒノキ材を配し、軽くて粘り強いスギ材を中間層・内層に用いることで、ホワイトウッドに代表される外国産材の集成材と同等の強度性能を確保するとともに、コスト的にも競合しうる製品としての見通しが立った。最終的に、平成21年に県内企業が JAS 認証を受け、スギとヒノキという国産材のみの組み合わせでは全国初の異樹種集成材を実用化することができた。



異樹種集成材の曲げ試験



スギ・ヒノキ異樹種集成材

## ③ 製材木取りによる高品質材の生産に関する研究

製材工場では、加工速度を高めて効率的に製品を得ようとする考えがある一方で、樹幹内の材質変動を考慮した製材木取りを行うことによって高品質な製品を生産しようとする考え方がある。スギの場合、成熟材と未成熟材ではその材質は大きく異なり、優れた材質を有する成熟材を可能な限り活かせるような製材木取り(側面定規挽き製材)を選択することが有効である。例えばヤング係数が製品として大きな意味を持つ構造用集成材ラミナの場合、側面定規挽き製材を行うことで歩留りの向上が期待できることから、その効果についての検証実験を行った。なお、県内の製材工場が側面定規挽き製材機械を自主開発した際には、その特許取得のための支援を行った。

### 2) 構造部材および接合部におけるスギ材の長期性能

建築用材、特に構造材としての木材利用を拡大するためには、長期(居住期間)にわたる構造安全性が担保、保証されなければならない。このために

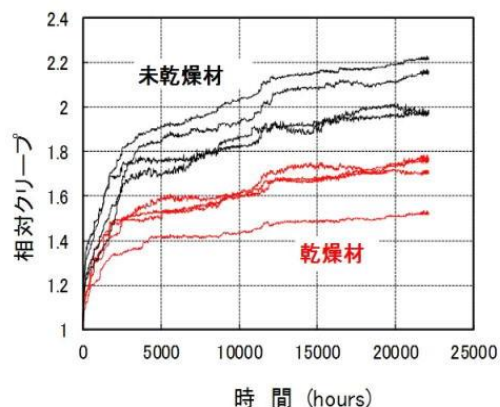
は、実際に用いられる構造部材を用いた長期性能(クリープ)データの蓄積が必要不可欠となるが、我が国におけるこの種のデータは欧米等に比べて極めて少なく、国産材の構造材としての利用推進に対する一つの大きな障害となっていた。これを背景に、本研究ではスギの構造部材と接合部のクリープデータを蓄積し、精度の良い長期性能の解析法を検証するとともに、現場での設計に直接活かせる数値(50年間の変形量)を明らかにする一連の研究を実施してきた。この研究は、スギ材の構造特性に関するネガティブなイメージを払拭するのみならず、使い方によってはスギ材は構造信頼性の高い材料となることを示すことが最大の目的であった。以下に部材、接合部の2項目に分けて研究の概要を示す。

### ① 構造部材の長期性能

1 スギとベイマツの乾燥材や未乾燥材(10.5×24.0×400cm)に対してクリープ試験を行い、それらの特性の差異を調べるとともに負荷時の含水率を考慮した長期変形(クリープ曲線)の予測方法を検討した。その結果、(1)未乾燥材の荷重変動下におけるクリープ曲線は、乾燥した後の曲線をベースとして乾燥過程のメカノソープティブ変形(湿度が変動するときのクリープ変形)を単純に加算することによって容易に推定できること、(2)気乾材における50年間の相対クリープ(初期変位とその後の変位の比)は、いずれも変形増大係数(建設省告示第1459号)の範囲内にあること、(3)乾燥過程のメカノソープティブ変形を加算した未乾燥材の相対クリープは、変形増大係数を大きく上回ること(スギ材で1.5倍、ベイマツ材で2倍程度)、(4)スギ材の長期性能がベイマツ材のそれよりも相対的に安定していることなどが明らかになった。



スギ材およびベイマツ材のクリープ試験



実際のクリープ曲線 ※スギ柱材の例

2 スギ低質材の利用を推進するための研究の一環として、内層に低ヤング係数ラミナ(L30)を用いたスギ構造用集成材の曲げ試験と曲げクリープ試験を実施した。その結果、(1)内層に L30 を用いた場合と L50 を用いた場合の曲げヤング係数とクリープたわみに殆ど差はないこと、(2)内層に L30 と L50 を用いた場合の何れも、負荷 50 年後の相対クリープは建設省告示 1459 号による変形増大係数の範囲内であること、(3)以上により、短期的曲げ性能、長期的曲げ性能の何れの視点から見ても、内層に L30 の様な低ヤング係数ラミナを用いることに問題はないことなどが明らかになった。

スギL50	スギL30	スギLH-L50	スギHL-L50
L80	L80	L50	L80
L60	L60	L50	L60
L50	L30	L50	L50
L50	L30	L50	L50
L50	L30	L50	L50
L60	L60	L60	L50
L80	L80	L80	L50

スギLH-L30	スギHL-L30	異樹種L30	異樹種L50
L50	L80	L140	L140
L50	L60	L60	L60
L30	L30	L30	L50
L30	L30	L30	L50
L30	L30	L30	L50
L60	L50	L60	L60
L80	L50	L140	L140

集成材のラミナ構成

## ② 接合部の長期性能

1 上記部材実験の続きとして、内層にスギ L30 を用いた集成材による柱—梁接合部のせん断試験とせん断クリープ試験を実施した。その結果、(1)柱—梁接合部における変位のほとんどが、梁側ドリフトピン接合部の局所的なめり込み変位に支配されること、(2)内層ラミナのグレード(L30、L50)に係わらず、接合部の強度は要求性能の 5 倍前後の高い値となること、(3)めり込みが主体であるにも係わらず、クリープ変位は何れも極めて微小であること(2年間で 0.5mm 前後)、(4)クリープの傾向として、明らかにグレードが低い方が(構成ラミナのヤング係数が低い方が)接合部のクリープ変位が低いこと、等が示された。特に(4)の結果は、スギ低質材の定義を変える可能性を示唆するものであり、新たなる利用法を展開するために、現在、部材開発等に取り組んでいるところである。



柱と梁の接合金具



柱と梁の接合部クリープ試験

2 スギ材の土台としての適合性を吟味するために、同材料を用いて軸組構法の柱脚柱頭接合部試験体を試作し、それらのめり込みクリープ性能を検討した。その結果、(1)通常の住宅レベルの荷重下であれば、部材の含水率に配慮した施工を心がける限りスギ材の土台としての適合性に問題はないこと、(2)乾燥方法による差異が殆どないこと、(3)厳しい外周条件変動(水かかりなど)の下で、通常の住宅の柱が負担する最大荷重の2倍程度まで負荷しても、長ほぞの先端を基礎に到達させることにより、少なくともクリープやメカノソープティブ変形による実用上の問題はほとんど生じないことなどが明らかになった。なお、この研究の一部は、平成17・18年度科学研究費補助金基盤研究(C)『スギによる柱-土台接合部のめり込みクリープ特性の解明と効果的接合方法の開発』により実施した。



柱と土台のめり込み試験

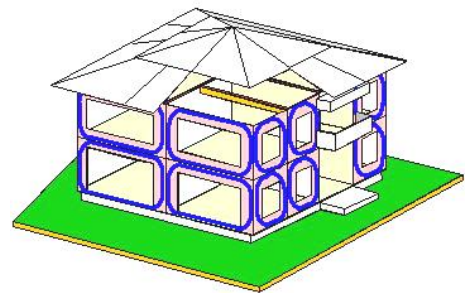
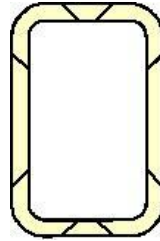
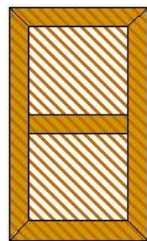
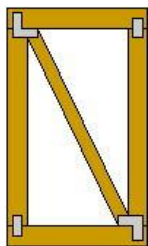


柱脚柱頭接合部クリープ試験

### 3) スギ材の特性を活かした加工技術および製品開発に関する研究

#### ① スギ材の大変形能を活かした利用技術

県産スギは「成長が早いものの、曲げヤング係数が低く強度性能に劣る」とされている。しかしながら、曲げヤング係数が低いと言うことは、逆の視点から見ると変形が容易で加工しやすいということであり、また、スギ材は粘り強く、大きく変形させてもなかなか破壊しにくいという特性を持っている。これらの特性を活かし、その曲率半径が300mm程度と極端に小さい湾曲集成材の開発や、変形能の大きさを活かして、深さ10cm程度の深底容器の製造方法について検討した。



湾曲集成材の製造および活用事例



深底容器製造前の単板（左図）と製品（右図）

## ② スギ材の軽軟さを克服する利用技術

スギ材は柔らかく傷がつきやすいため、テーブルトップなどの家具材としては敬遠される傾向にある。そこで、軽軟なスギ材を熱圧することにより密度を高くし強度性能を高める「圧密」技術に関する検討を行うとともに、スギ圧密材の利用方法について民間企業への指導を行い、木刀の試作及び一部の商品化を行っている。圧密に関する研究では、主に、圧密と同時に接合を行う、あるいは圧密と同時に乾燥や成形加工を行うなど、製造過程における工程や切り屑の低減に関する検討を行っている。



USB メモリー



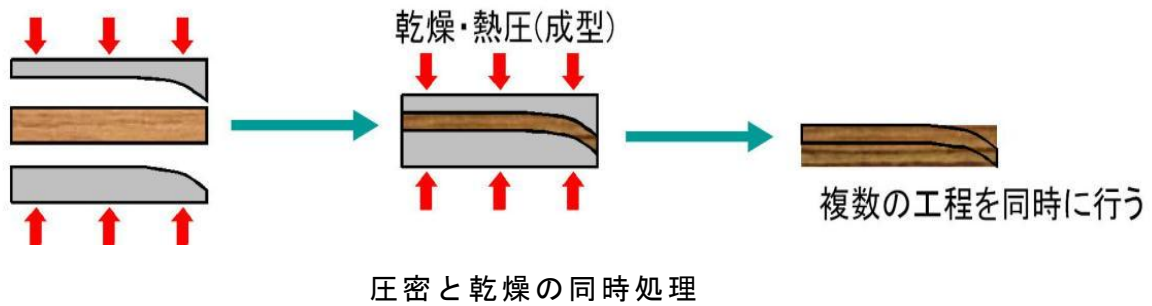
ストラップ



スギ圧密材の製品

木 刀

## 圧密成型



### ③ 未利用材・低利用材の有効利用技術

スギ樹皮は製材品の生産量の増加に伴い発生量が多くなり、その処理にも大きな手間と費用を要することから、大きな問題となっていた。そこでスギ樹皮の有効利用方法の一つとして、スギ樹皮断熱材の開発を行った。製造エネルギーを少なくすることを目的として、バーカーで剥かれたままの形状のバークを使用すること、耐火性を付与するためにシラスを利用すること等を中心に研究を行った。さらに、より簡便な方法による製造方法の検討などを続けてきた。ところが、近年では、木屑ボイラーを導入し、その燃料としてバークを利用するところが多くなり、バークの処理に困るところが少なくなりつつある。木材を最終的に燃料として燃やすことも利用方法の一つではあるが、環境面や資源面の観点からは、建材や家具材等のようにマテリアル資源としての利用を推進することが重要であり、今後はスギ材を効果的に全量利用する技術の開発が必要だと考える。



スギ樹皮断熱材

## 4) スギ材の乾燥技術開発に関する研究

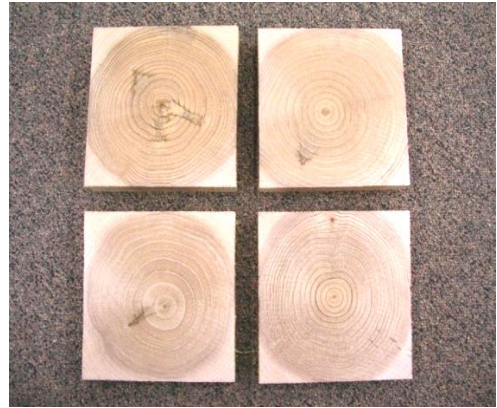
### ① ホットプレスによるスギ心持ち柱材の表面割れ抑制処理

建築用材の中でも高い流通割合を占めているスギ心持ち柱材に関して、ホットプレスを用いた表面割れ抑制処理を検討した。現在、スギ心持ち柱材の乾燥は、乾燥期間の短縮および表面割れの抑制が図られるという利点から、高温乾燥が一般的となっている。高温乾燥における表面割れ抑制効果は、木

材表層部に形成されるドライグセットによるものであるが、このドライグセットの形成にホットプレスを用いることを検討した。すなわち、ホットプレスで、直接、柱材表面を加熱し、極めて短時間でドライグセットを柱材表層部に形成させることで、高温加熱による木材の損傷を最小限に抑えるとともに、ホットプレス表面処理後は天然乾燥等の自然エネルギーを利用した乾燥に切り替えることで乾燥工程におけるエネルギー消費量の削減が図られるのではないかと考えた。

長さ3mのスギ心持ち柱材を用いて、ホットプレス表面処理を行った結果、乾燥後のスギ柱材の表面割れは大幅に抑えられており、表面割れ抑制効果が認められた。

このことから、ホットプレスによる前処理と仕上げ乾燥として天然乾燥やビニルハウス等の木材乾燥促進施設での乾燥を組み合わせることにより、割れや変色の少ない高品質な乾燥材の生産および乾燥コストの削減が図られるものと考えられる。



乾燥後のスギ柱材の断面



スギ心持ち柱材のホットプレスによる  
表面割れ抑制処理







- ①27ある事例の内、センター開所年にシステムづくりがはじまったケースは27%を占めている。これは、建築基準法の性能化移行直後ということもあって構法開発部の指導を必要としていたことによる。
- ②システムづくりの目標では、スギが市場に出るために解決しなければならない重要課題が掲げられている。
- ③システムづくりの進め方では検討委員会方式が多い。PM(プロジェクトマネジメント)方式は、システム開発関係者の構成に大きな変化が生じた場合や市場からの強いコスト削減要求に対応するため、目標を厳格化し易いことから採用されている。
- ④事例1~7までは、大断面集成材工場がサブシステムとして構造体の部材や接合の構造設計から、その資材調達、責任施工まで一括して請け負っていた(図1参照)。
- ⑤事例8の「木の花ドーム」では、大断面集成材工場と県外の鉄工所が協働でサブシステムとして機能するという変化が現れる(図2参照)。  
その後、サブシステムには県外のエンジニアリング会社、県内のプレカット工場が加わる(図3参照)。
- ⑥サブシステムの代表格として材工および設計支援のエンジニアリング機能を持っていた大断面集成材工場が平成19年に自己破産した後は、事例16「韓国ヘイリ芸術村展示館」を契機に、プレカット工場が中小断面集成材工場と組んでサブシステムの機能を充実させるようになる。
- ⑦直近となる平成21年に入って増えてきたコスト削減のための技術支援の要請、特に中小規模非住宅施設の木造化ニーズに対応した例として、PM方式を採用した事例27「大淀開発展示場」がある。この事例では、殆どの資材を流通品とする新たな組合せ型のシステム技術開発を開始する(図4参照)。組合せでコスト削減の鍵となったのは、割高となる特注金物に代わって性能表示されたプレカット住宅用金物の採用である。
- ⑧構法開発部が支援した要素技術の欄を見ると、企画・計画の段階から構法開発部が参画している事例の多いことが分かる。その場合は、部材・接合設計および確認実験というプロセスを経ている。開所から現在に至る10年間に蓄積された主だった27の事例を整理分析した結果、性能型のスギ利用システムの構築が確実に進むのに伴い、そのシステムを支えるサブシステムやモジュールも建築市場全体の変化を受け性能型対応に移行しはじめている。

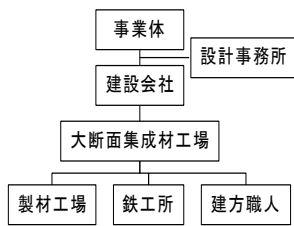


図1 大断面集成材サブシステム

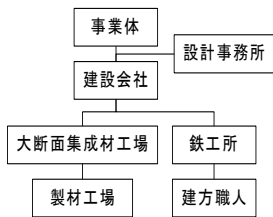


図2 鉄工所の加入

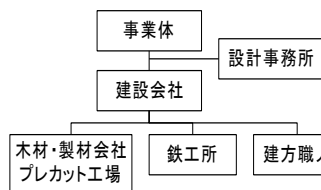


図3 プレカット工場の参入

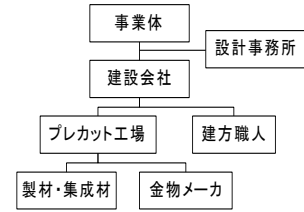


図4 組合わせ型サブシステム

開設当初は構法開発部からの技術指導も、内容はメインシステムやサブシステム、モジュール間の性能融合のための調整やデータ不足を確認実験によって補い、場合によっては相互のギャップを何らかの方法や材料で埋めるといった摺り合わせ技術が中心であった。性能化が進んできた最近では、数字を伴った詳細な技術情報が企業間で迅速且つ大量に交換できるようになったため、計画や基本設計の段階から図面を持って細部技術について対応・指導を求めるケースが増えている。そこには、摺り合わせ部材の合理化による省工数・省人工といったコストダウンの狙いがある。そのため、確認実験がコスト合理化を支える重要な役割を果たすようになってきている。



日向市駅舎



木の花ドーム



西都原このはな館



天福球場スタンド



韓国ヘイリ芸術村展示館

## 2) スギを利用した建築工法の開発と木質化推進

### ① 歴史的な木造建築物から学ぶ地域材の活用

県内の歴史的な木造施設を調査し、長期に耐用できる優良住宅の事例として地域材の活用技術と地域風土にあった木造技術を整理した。

伝統的建造物群保存地区に指定された美々津地区と飫肥地区の建物について木材の使われ方、継ぎ手・仕口を調査し県内外の共通点と相違点を調査した結果、それぞれの継ぎ手・仕口に様々な工夫があったが、基本的に差異は見られなかった。調査した各建物は、それぞれ良好な状態で保存されており、構造材には年輪幅の狭い高比重材が使われ、開口部を広くし通風換気を考慮した建物となっていた。

これら調査物件から100箇所を選定し「宮崎県の歴史的な木造施設技術100選」として事例集を作成した。

### ① 圧密スギフローリングの設計・施工・維持管理

これまで床材(フローリング)としての利用がほとんどなかった県産スギを圧密化することによって、表面材の比重を高めた積層フローリングを開発し、その設計法の確立と製作から現場施工、維持管理までのシステム化に取り組んだ。

実際に施工された「西都原考古博物館」を追跡調査し、めり込みや歩行性等について総合評価を行った。また、表面材と台板の種類や寸法の組合せを変化させた数種類の加重試験を行い、予想以上の荷重に対処するための安全率の設定法等を検討し、標準仕様書・施工要領書・維持管理マニュアル等を作成した。

その後、圧密スギフローリングは「綾てるはドーム」にも採用されている。

### ② 内装兼用断熱捨て型枠の実証研究

スギの一番玉(根に近い部分)から製造されたLVLとフェノールフォームを接着し、断熱材と型枠、仕上げを一体化させた内装兼用型枠の開発に取り組んだ。この製品は、コンクリート打設後もそのまま長期間使用するため、様々な建築材料の物性や仕上げの性能等にも影響を与える可能性があることから、製品の付着試験や居室の環境測定等を行い、コンクリート工



事例集



フローリングの構成



綾てるはドーム



LVL 断熱型枠

事の合理化、すなわち躯体、仕上げ等の品質の安定について検討した。

また、合理的な建築施工方法の一つとして今後の普及を図るため、本型枠による試験施工を行い、施工性や工数省力化、コストについて分析を行った。

#### ④ 「宮崎県産スギ横架材スパン表」の作成

規制緩和の流れの中で改正建築基準法に性能規定が導入され、また、当時の欠陥住宅問題の解決のため、住宅品質確保促進法(瑕疵担保責任期間 10 年間の義務化、指定住宅紛争処理機関の設置、住宅性能表示制度の創設)が施行された。

このことにより、評価申請には構造安全性のチェックが必要となったが、木造の構造設計を行える技術者が少なかったことから、県産スギの横架材利用に対応したスパン表を作成し、設計者が効率よく木造軸組住宅を設計できるようにした。

さらに、県内外でスパン表の考え方や使用方法について講習会を実施し、県産スギの梁桁材としての利用促進に向けて普及指導を行った。

#### ⑤ 韓国における中断面構造用集成材 2 方向ラーメンの施工試験

韓屋ブームで木造戸建住宅の需要が見込まれる韓国を本県の豊富なスギ資源の輸出先と想定し、日韓共同研究で 1 階鉄筋コンクリート造 2 階木造二方向ラーメンの展示場を建設した。施工に際し、現地で施工検証を行い、工期、作業工程、作業状況、組立精度、建て方精度等韓国の建設施工実態の



2 方向ラーメン施工試験

現場検証を行った。その結果、軸組構法の大工職人がいない韓国でも、ツーバイフォー工法の職人により軸組建築物の施工へ十分対応できることが確認できた。

今後、軸組構法・ラーメン構法への理解が深まり、施工管理体制や品質管理体制が整理されることで、工期短縮・品質精度が確保され、木材資源の乏しい韓国における木造建築物の需要が期待できる。

#### ⑥ 公共建築物等木材利用促進法施行への対応

平成22年 10 月、国産材の需要を高めるため、民間への波及効果を期待し、



スパン表

低層の公共建築物等は原則木造とする公共建築物等木材利用促進法が施行された。しかし、本県では大・中規模木造は割高であるとの認識が各公共団体に定着しており、また、構造設計者のモチベーションの問題があり、木造化推進の課題となっている。

これらを解決するため、官民共同で既存鉄骨造武道館の木造化試設計を行い、木造コストの縮減の可能性を検討するとともに大・中規模木造建築物の構造設計者の養成に取り組んだ。

特注大断面材ではなく中断面材を用い、材長も6 m以下に抑え、接合金物は市販の汎用金物を使用する構造とした結果、鉄骨造より安くできることを明らかにした。また、地域経済への波及効果や環境貢献度において、木造が鉄骨造より優位にあることを情報として整理した。このことで、構造設計者が木造化の意義を理解し、大中規模木造非住宅に興味を持つようになった。



金物接合部の確認実験

### 3) スギの特徴を生かした建築構造物の開発・試験評価

#### ① スギ厚板を共通部材として用いた軸組構造体の開発

構法開発部では、当センターの開設当初から構法開発の基本となる接合法に関して、和釘や木ダボを利用した新しい接合の研究を行ってきた。ここでは、大径材の新しい活用法を見いだすため、乾燥が容易なスギ厚板を木ダボで接合した合わせ材による軸組構造体の開発に取り組み、床パネルや耐力壁、軸組構造体の実大実験を行った。



軸組構造体の水平加力試験

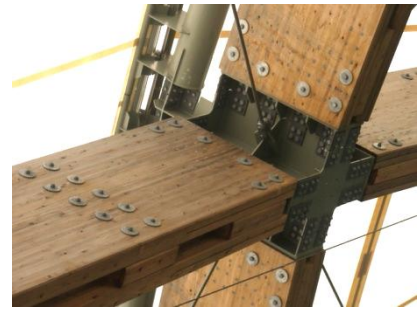
また、平成21年にはスギ厚板を接着した合わせ材とプレート、ドリフトピン及びビスからなる既存金物を改良した接合具による合わせ材構造を開発し、各種実大実験を行った。この合わせ材構造は、建て方精度の確認試験を行った上で、実際のゲストハウスの軸組として用いられた。



ゲストハウスの軸組み

#### ② 軽軟スギ材に適した新しい接合法の開発

中・大断面の接合として一般化しているドリフトピン接合に関する研究に取り組み、「サンドーム日向」及び「南郷くろしおドーム」のスギ集成材接合部の実験を行った。その実験結果は、スギの特性、すなわち軟らかくて曲がりやすいが、軽くて割れ裂け難いという材料特性を積極的に活かした接合法の開発に発展し、「木の花ドーム」において、接合具の間隔を狭めて多数配置する合理的な接合法の採用による、工期と目標コストを満足する新しい集成材ドーム工法を実現した。



木の花ドームの接合部

ドリフトピン接合については、中・小規模非住宅施設に対応した丸棒シャフトによる引き寄せボルト形式の接合法の開発へ研究を展開し、構造用フレームの実大実験に基づく、2方向ラーメン構造による郊外型コンビニエンスストアのモデル設計を実施し、問題なく建築向けの構造体が設計できることを実証した。なお、「韓国ヘイリ芸術村展示館」はこの接合方法と県内のプレカット技術により建設され、現在供用されている。



シャフトとドリフトピン

### ③ 大規模非住宅建築物に対応した材料、接合部等の性能評価

平成13年にスタートした「日向市駅舎」の木造化プロジェクトでは、スギ変断面湾曲集成材の8.4mスパン曲げ試験を繰り返しながら、新しいスギ集成材の設計製造法を確立し、日本の駅舎で初のオールスギによる屋根梁を実現した。



湾曲集成材曲げ試験

その後、県内で建設が計画された体育館等の大型構造物への対応として、ボルト、かすがい、ボルト挿入接着剤充填型等の接合法を用いた、スギ製材トラスパネルや接合部の性能試験を数多く実施した。

また、技術的にもコスト的にも鉄骨造で建設されてきている非住宅建築物の木造化ニーズに対応するため、鉄骨と大断面プレカット製材によるハイブリッド構造の開発に取り組んだ。



工場の軸組み

さらに、横架材にも大断面プレカット製材を用いた大型構造物について、設計荷重に基づく継ぎ手接合部性能の確認実験を行った。

#### ① 住宅向け材料、接合部及び耐力壁等の性能評価

当センターの設立当初は、導入された実大構造試験装置を用いて、在来軸組構法2層構造物の水平加力実験や、スギLVLパネルを面材とした高倍率耐力壁の性能試験等を実施した。

また、意匠性を重視したスギ2ピース積層柱の各種性能試験や、スギ間伐材から加工されたつみきブロックを用いた耐力壁のせん断試験を通じて、性能確保のための技術指導及び建築基準法等の法規制の適合化（法的認証取得）に関する技術支援を行った。



壁せん断試験

その他、ヤング係数の低い板材を活用した耐力壁の開発等に取り組んできたが、最近では、外国産材向けに開発された接合金物のスギへの適用実験やスギに適した接合金物の開発等の試験が増えており、また全国の研究機関と連携しながら伝統構法接合部の性能評価にも取り組んできた。

### 4) スギの特徴を生かした土木構造物の開発・試験評価

#### ① かりこぼうず大橋の耐久設計・維持管理のための技術開発

かりこぼうず大橋(西米良村)は、橋長140m、幅員7mの木造車道橋で、平成15年3月に完成した。最大支間長48.2mは、キングポストトラス形式としては日本一の長さを誇っており、橋桁及びトラスには、スギ大断面構造用集成材を使用している。土木用途としてこのような長大橋にスギを使用する場合、屋外に長期間暴露することから強度・耐久性の確保が最も重要な技術的課題となる。そのため、構法開発部では、性能設計の手法の下に、維持管理を中心に据えた特記仕様書の積極的活用を図ることで、木橋の設計から維持管理までのプロセスを相互に関連付ける新たなシステム技術の



かりこぼうず大橋全景



振動実験の状況



構築に取り組んだ。

スギの経年劣化の検討や接合部へのエポキシ樹脂充填試験、木橋の静的・動的試験等により性能を確認するとともに、主要構造部の継続的な変位測定等を実施して、構造的な健全性の点検を行った。

### ② 木製道路施設の耐久設計・維持管理のための技術開発

本県では、平成7年から林道を中心に木製防護柵の設置が始まっており、設置後10年以上が経過しているものも多い。



木製ガードレール

野外施設の維持管理で重要となる木製防護柵の劣化度について、目視の判定により県内各地の施工地を調査した結果、被害度の差が極端であり、その違いは設置場所の環境条件や薬剤注入量の差異からくるのではないかと考えられた。また、目視による判定には限界があることから、縦振動法やたわみ振動法により劣化度の判断を客観的に数値化できる判定法について検討した。

### ③ 木材とコンクリートによる複合構造物の開発

木橋などの比較的規模の大きい土木構造物への利用を想定し、県産スギを利用した複合構造物の開発に取り組んだ。はじめに、床版を鉄筋コンクリート、桁をスギ大断面集成材とし、ラグスクリューで接合した実大の橋梁試験体を製作し載荷試験を行ったところ、たわみは許容範囲内で収まり、木材とコンクリートが一体化されていることが確認された。この結果を踏まえ施工性やコスト削減を念頭に置き、コンクリートを高強度繊維補強モルタル(HPFRC)、木材をスギ中断面集成材に代え、鉄筋等も併用して接合部の部分せん断試験や実大曲げ試験を段階的に行った。その結果、高強度・高靱性である



実大載荷試験



実大曲げ試験

HPFRCCと低比重のスギは相性が良く、様々な土木構造用途のユニットとして利用できる可能性が示された。現在は、当センター、宮崎大学、関連企業等から組織される「木材コンクリート合成構造委員会」において、実用化に向けた検討を行っているところである。



研究課題名称	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	終期
木造建築物耐力要素に関する研究											24年
スギ等地域材の用途・需要拡充に関する研究											23年
製材木取りを考慮した製品開発と評価に関する研究											23年
スギ材の家具及び内外装利用を考慮した乾燥技術の開発											24年
件数	15	16	17	26	16	17	14	14	13	13	

## 2) 受託研究

研究課題	事業名	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	終期
地域型長期耐用住宅(シロアリ、台風、高温多湿地域型)における地域材利用技術の調査・研究(住木センター)	顔の見える木材での家づくり支援事業											
木材利用部門における炭素貯蔵量評価モデルの開発	地球環境研究総合推進費											
木材製品寿命の解析によるストック量の評価	農林水産研究高度化事業											
木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発	農林水産研究高度化事業											
バイオマスの高度徹底利用による環境調和型産業の創出	文部科学省 都市エリア産学官連携 推進事業											
スギ等地域材を用いた構造用新材料の開発と評価	(独) 森林総合研究所 交付金プロジェクト											
樹皮焼却灰の肥効成分を活用した環境コンクリート製品の開発	経済産業省 地域新生コンソーシアム											
新しい木材乾燥システムによる低コスト化有用成分の回収(中核機関：県木材利用技術センター)	先端技術を活用した 農林水産研究高度化事業											
伝統的木造住宅等の接合部性能評価	伝統的木造住宅の耐力要素データベース事業											
宮崎県産オビスギ材の乾燥凝縮液を有効活用した製品開発	地域資源活用型研究 開発事業											
輸出ニーズに適應した建築物向け国産材インフィル部材の技術開発(中核機関：県木材利用技術センター)	新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業											24年
件数		1	1	3	5	4	5	6	4	1	1	

## 3) 科学技術研究費補助金分

研究課題	研究種目名	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	終期
シロアリの本能・生理を利用した環境配慮型防蟻処理技術の開発	萌芽研究											
環境条件変動下での柱-土台接合部のめり込みクリープ特性の解明	基盤研究C											
地球温暖化防止における木材の循環利用に関する環境教育プログラムの実験研究	宮崎大学分任研究											
塩化ナトリウム(食塩)を用いたシロアリ防除	萌芽研究											
屋外暴露試験を基礎とした木質パネルの耐久性評価に関する研究	静岡大学分任研究											
スギ低樹高部から得られる平角材の力学的性能向上と梁部材への効果的適用に関する研究	基盤研究C											24年
件数		0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	

#### 4) 共同研究

共同研究者	研究課題	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	終期
コシイプレイヤービング(株)	加圧用寸法安定剤を用いた収縮抑制効果及び割れ防止効果の研究、加圧用割れ抑制剤を用いたエクステリア部材の割れ抑制効果検討											
(株)ガイエンス	保存処理した木柵の野外暴露に伴う耐朽性に関する研究											
新日本製鐵(株) (株)大建設計	大型木造ドームにおける金属製シャフトを利用した木材用接手及びこれを用いた木材の接合方法に関する研究											
宮崎木材保存工業(協) 岩崎産業	保存処理した木柵等の野外暴露に伴う耐久性に関する研究											
韓国ソウル大学校 農業生命科学大学	新しい軸組木造の研究											
九州大学農学部	耳川ダム流木の有効利用											
ミロモックル産業(株)	モックル処理をした宮崎県産材利用促進、高温高圧乾燥技術を利用した木材利用促進											24年
外山木材(株) 百井鋼機(株) (有)岐阜木材乾燥	加熱蒸気式乾燥によるスギ構造材などの乾燥特性											
大淀開発(株)	中小規模木造施設の開発・実用化											
宮崎県森林組合連合会	中小規模非住宅木造施設の開発・スギを中心とする国産材輸出仕様の開発											
大淀開発(株)	宮崎県地域型住宅、スギを中心とする国産材輸出仕様の開発											
(株)もくみ	スギ割柱・心去り横架材の材質特性試験											
和信化学工業(株)	木材保護着色塗装の屋外耐候性レベルアップの研究											
アジア型スギ軸組 木造研究会	アジア型軸組木造仕様の研究・開発											24年
久保産業(株)	非木造向け木質内装材の開発・実用化											23年
NPO法人 緑の列島ネットワーク	伝統的構法の設計法作製及び性能検証実験											23年
(株)タツミ	軽軟材スギ用の接合具及び接合金物の開発											24年
久保産業(株)	輸出ニーズに適応した建築物向け国産材インフィル部材の技術開発											24年
(株)大三商行 サンテック事業部	輸出ニーズに適応した建築物向け国産材インフィル部材の技術開発											24年
新栄合板(株)	輸出ニーズに適応した建築物向け国産材インフィル部材の技術開発											24年
件 数		0	0	0	0	3	5	8	8	11	12	

## 5 学位取得者

木材利用技術センターでの試験・研究を基に取得した学位は次のとおりである。

称 号	取得大学	論 文 題 目	氏 名	取得 年月日
農学博士	九州大学	高温低湿乾燥法におけるスギ心持ち柱材の乾燥性に関する研究	小田 久人	平成 18 年 3 月 27 日
農学博士	九州大学	構造用集成材を指向した低曲げヤング係数スギ材の強度性能評価と歩留り向上に関する研究	森田 秀樹	平成 20 年 3 月 25 日
農学博士	九州大学	スギ厚板の構造的利用、とくに合わせ梁と集成材への応用に関する研究	田 中 洋	平成 21 年 3 月 24 日

木材利用技術センターに勤務した者で、学位取得者は次のとおりである。

称 号	取得大学	論 文 題 目	氏 名	取得 年月日
農学博士	東京大学	合板の機械的性質に関する研究	大熊 幹章	昭和 41 年 10 月 1 日
農学博士	東京大学	木材の熱による非定常状態での粘弾性に関する研究	有馬 孝禮	昭和 48 年 10 月 1 日
農学博士	京都大学	Production of dimensionally stable particleboard using maleicacid-glycerol mixture	藤本 英人	平成 3 年 3 月 23 日
農学博士	東京大学	スギ構造材の材質推定と長期耐力評価に関する研究	荒武 志朗	平成 9 年 3 月 3 日
農学博士	九州大学	木ねじ、ボルト及び釘による木質部材接合の剛性に関する研究	藤元 嘉安	平成 10 年 12 月 28 日
農学博士	東京大学	集成材構造の技術的展開に関する研究	飯 村 豊	平成 14 年 10 月 7 日
理学博士	九州大学	Isotope and major element compositions of compound chondrules:Constraints on the timescale and mechanism of chondrule formation in the early solar system	赤 木 剛	平成 19 年 3 月 26 日

## 6 表彰者

優れた試験・研究の成果等に対して、各機関から11件の表彰を授与されている。

受賞年月	賞の名称	受賞者名	授与機関名	受賞内容
H14.7.1	宮崎県知事表彰	木材利用 技術センター	宮崎県	木材利用技術センターの設立功績及び技術指導実績
H15.7.1	宮崎県知事表彰	飯村 豊	宮崎県	ふるさと林道小山重線における世界最大級の木造車道橋建設実績
H16.2.5	全国林業試験研究機関協議会研究功労賞	荒武 志朗	全国林業試験研究機関協議会	スギの材質推定と長期耐力評価に関する研究
H16.2.21	日本木材学会技術賞	飯村 豊	日本木材学会	大規模木造構造への低比重スギ材の利用技術
H16.2.21	日本木材学会地域学術振興賞	荒武 志朗	日本木材学会	スギの材質推定と長期耐力評価に関する宮崎県地域における学術発展と研究成果の普及
H16.7.1	宮崎県知事表彰	木材利用 技術センター	宮崎県	県産スギ集成材を使用した木の花ドームの建設
H18.10.8	日本木材学会九州支部黎明研究者	森田 秀樹	日本木材学会九州支部	丸太選別及び木取りによる構造用集成材スギラミナの歩留り向上(第2報)
H20.2.7	全国林業試験研究機関協議会研究功労賞	小田 久人	全国林業試験研究機関協議会	九州産スギ材の材質と心持ち柱材の乾燥性に関する研究
H20.7.4	宮崎県知事表彰	小田 久人	宮崎県	高温乾燥法によるスギ心持ち柱材の乾燥性に関する研究による博士学位取得等
H21.12.3	木質材料・木質構造技術研究基金賞	飯村 豊	木質材料・木質構造技術研究基金	宮崎県産スギ材の建築・土木分野への展開
H23.2.5	土木学会デザイン賞2010最優秀賞	木材利用 技術センター	土木学会	堀川運河の「夢見橋」構造検討・設計協力並びにボードデッキ設計協力

## 7 知的財産

試験・研究で得られた成果は、知的財産として権利を取得している。

### 1) 特許

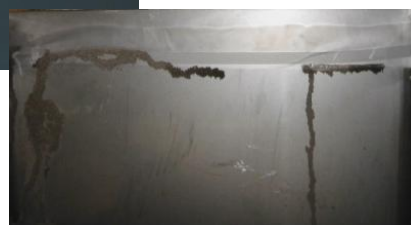
職員が行った発明・考案で、特許法等に基づき出願したものは 20 件である。うち、6 件の登録が完了している。

	発 明 の 名 称	出 願		登 録		発 明 者
		番号・日付	経 過	番号・日付	経 過	
1	湾曲集成材の製造法方（湾曲集成材の製造方法及びその製造装置からH16.8.23変更）	2002-053606 H14.2.28	見なし取り下げ			大熊 幹章 飯村 豊 藤元 嘉安
2	木質深底容器とその製造方法（6cm）	2002-170726 H14.6.11	消滅			藤元 嘉安 稲田 啓次 [(株)合電]
	木質深底容器とその製造方法その1（PCTに基づく国際出願）	PCT/JP02/084 38 H14.8.21	国内移転			藤元 嘉安 稲田 啓次 [(株)合電]
	木質深底容器とその製造方法その1（台湾での出願）	192083 H14.8.22		H16.3.30 特許番号 192083	放棄	藤元 嘉安 稲田 啓次 [(株)合電]
	木質深底容器とその製造方法その1（PCTに基づく国際出願国内移行）	2004-511016 H14.8.21		H19.6.22 特許番号 第3972213		藤元 嘉安 稲田 啓次 [(株)合電]
3	木ダボとその製造方法及び木ダボを用いた接合方法	2002-354440 H14.12.5		H17.10.14 特許番号 第3728739	H20.9.29 放棄	飯村 豊 田中 洋
4	建物の防蟻構造、蟻道誘導構造及びシアリ食害防止構造	2003-068694 H15.3.13		H19.7.27 特許番号 第3989388	H22.5.27 放棄	藤本 英人 落合 克紀 岩崎 新二
5	圧密を用いた幅ハギ板の製造方法	2003-328212 H15.9.19	見なし取り下げ			有馬 孝禮 藤元 嘉安 森田 秀樹
6	木材の乾燥排出液を利用した消臭剤	2003-328217 H15.9.19		H21.3.10 特許番号 第4278470		藤本 英人 小田 久人 落合 克紀
7	木質深底容器とその製造方法その2（10cm）（PCTに基づく国際出願）	PCT/JP2004/0 03382 H16.3.11	国内移転			藤元 嘉安 有馬 逸 [(株)合電] 落合 裕司 [(株)合電]
	木質深底容器とその製造方法その2（10cm）（台湾での出願）	93106627 H16.3.11	審査差し止め			藤元 嘉安 有馬 逸 [(株)合電] 落合 裕司 [(株)合電]
	木質深底容器とその製造方法その2（10cm）（PCTに基づく国際出願国内移行）	2006-510857 H16.3.11	名義変更	H22.2.5 特許番号 第4449065		藤元 嘉安 有馬 逸 [(株)合電] 落合 裕司 [(株)合電]

	発 明 の 名 称	出 願		登 録		発 明 者
		番号・日付	経 過	番号・日付	経 過	
8	面格子耐力壁の製造方法	2004-146446 H16.5.17	見なし取り下げ			有馬 孝禮 藤元 嘉安 森田 秀樹
9	高含水率畜糞の処理方法	2005-250235 H17.8.4	見なし取り下げ			藤本 英人
10	無機塩系シロアリ駆除剤およびそれを用いたシロアリ駆除方法	2005-311845 H17.10.26	出願中			藤本 英人
11	木材用接手及びこれを用いた接合方法	2006-042820 H18.2.20	見なし取り下げ			飯村 豊 椎葉 淳 鈴木 達人 新日本製鉄 (株)他
12	木材由来の抗ウイルス剤	2006-170652 H18.5.25	見なし取り下げ			藤本 英人
13	接合材及びその製造方法、並びにそれを用いた構造及びその建築方法	2006-188249 H18.7.7	見なし取り下げ			齋藤 豊
14	スギ精油を用いたゴキブリ忌避剤	2007-29815 H19.1.15	見なし取り下げ			藤本 英人
15	心持ち角材の熱板プレスによる表面割れ抑制方法並びにそれを用いたその乾燥方法	2008-007870 H20.1.17	見なし取り下げ			有馬 孝禮 小田 久人 松元 明弘



木タボを用いた接合  
(特許番号第 3728739)



フィルムを用いたシロアリ防止構造  
(特許番号第 3989388)