

# トピックス

## <企画管理課>

### 【木材利用技術センター研究成果報告会を開催しました】

去る 2/24(水)、宮崎市の県電ホールにおいて、県内外から林業・木材産業関連の企業や公設研究機関、行政関係者など約100名の参加のもと、「木材利用技術センター研究成果報告会」を開催しました。

この成果報告会は、当センターが取り組んでいる試験研究の成果を広く紹介するとともに、試験研究に対する業界などからの御意見、御要望をいただく場として毎年開催しているものです。

今回は、今後、普及が見込まれるCLTいわゆる直交集成板について、国立研究開発法人森林総合研究所 複合材料研究領域 集成加工担当チーム長の宮武 敦氏から「CLTの基準強度や今後について集成材から考える」と題して、CLTに関する国の動きや全国の状況等についての基調講演をいただきました。



講演の中で、宮武氏から平成25年12月に制定されたCLTの日本農林規格(JAS)についてや建築基準法に定める建築材料としてのCLTの品質についてなど、詳細に解説していただくとともに、現在、国土交通省がパブリックコメントの募集を行っている「CLTを用いた建築物の一般的な設計法告示」の考え方についても分かりやすく解説していただきました。

最後に、「CLTがかつての大断面集成材のような一過性のブームに終わることなく、末永く様々なところに使われるよう、関係者が一段となった取組が必要である」との所見を述べられました。

その後、当センターにおける取組状況についての報告では、木材加工部から「スギの特性とCLT等への活用について」と題して、「スギはめり込み易いがせん断に強い」などのスギの特性について解説し、今年度当センターで実施した県産スギを使ったCLTに対する強度・接合・長期性能試験について、いずれも基準値を上回る結果であったことを報告しました。

また、構法開発部からは、「CLTを活用した



建築物について」と題して、国内や県内のCLTによる建築物の特徴等について説明するとともに、当センターが関わった県内のCLT建築の設計事例について、センターでの各種試験状況等について詳細な解説を行いました。

CLTについては、来年度早々にも設計に関する告示が予定されるなど、急速に普及に向けた条件整備が整いつつあります。

当センターでは、これらの動きを注視するとともに、県内の木材関連産業や山村地域の活性化を目指して、より実用的な試験研究に取り組む必要があることから、今後とも幅広い方々を対象に本報告会を継続して開催していきたいと考えております。

## <材料開発部>

### 【木材保護塗料の屋外耐候性レベルアップの研究】

#### 1. はじめに

木材は非常に美しい素材ですが、屋外で使用する際には太陽光照射や風雨などにより、時間が経過していくと傷み、劣化や腐朽が進んでいきます。木材を保護し、美観を長期にわたり維持するための一つの方法として「木材保護塗料」が塗装されます。近年、環境への配慮や塗装現場における臭気対策・安全性などを考慮して「水系タイプの木材保護塗料」が塗装されることが増えてきています。「木材保護塗料」を塗装された木材エクステリア製品は、設置される地域の違いや素材の種類の違い、形状などによっても劣化や腐朽の進行状態が違ってきます。

本研究では、水系・溶剤系の各種木材保護塗料を塗装した木材について、屋外暴露試験を実施し、その耐候性を調べたのでその結果を報告します。

#### 2. 実験方法

木材保護塗料（ブラウン系色）11種類（水系（WB）7種類・溶剤系（SB）4種類）を宮崎県産スギ材とヒノキ材にメーカー推奨の条件で塗装し、木材利用技術センター試験地において南向き傾斜角45度の暴露台上に載架し、平成21年10月より24か月間の屋外暴露試験を行いました。その間、4か月ごとに色差と表面の欠陥観察等を行いました。



写真1 屋外暴露試験状況

#### 3. 実験結果

図1にスギ材、図2にヒノキ材の屋外暴露による色差を示します。色差は元の色からの変わり具合（色が変わる変色、色味が減少する退色、両方の変退色）の大きさを表したも

のです。数値が大きいほど色の変化は大きくなります。スギ材の 24 か月後の色差は水系木材保護塗料では 1.1 ~ 6.9、溶剤系木材保護塗料は 13.0 ~ 30.0 の範囲でした。ヒノキ材の場合は、水系木材保護塗料では 1.4 ~ 9.1、溶剤系木材保護塗料は 19.5 ~ 34.9 の範囲であり、スギ材、ヒノキ材とも水系木材保護塗料は、溶剤系木材保護塗料よりも色差は小さくなりました。また、スギ材、ヒノキ材の色差を比較するとスギ材のほうが小さいようです。

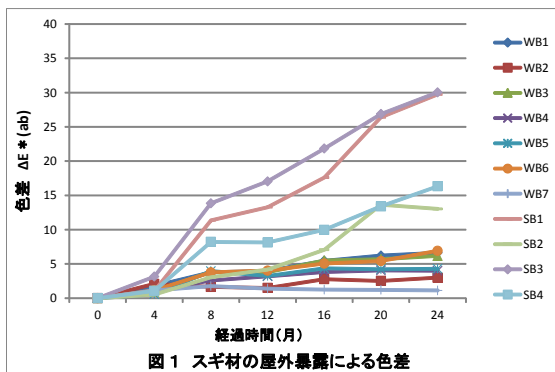


図 1 スギ材の屋外暴露による色差

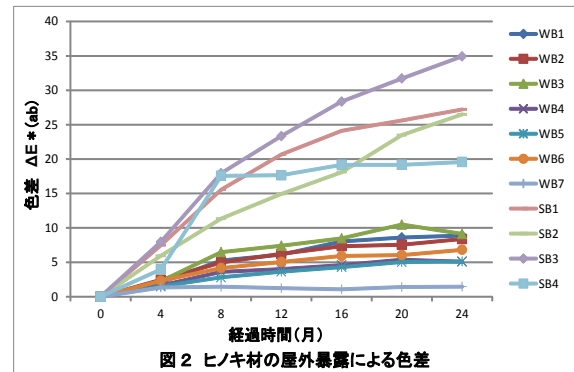


図 2 ヒノキ材の屋外暴露による色差

図 3 にスギ材、図 4 にヒノキ材の屋外暴露による塗膜の欠陥率の変化を示します。スギ材の表面の欠陥率は、水系木材保護塗料では 0 ~ 20 %、溶剤系木材保護塗料は 50 ~ 90 % の範囲でした。ヒノキ材の場合は、水系木材保護塗料では 0 ~ 10 %、溶剤系木材保護塗料は 40 ~ 100 % の範囲で、スギ、ヒノキ材とも水系木材保護塗料は、溶剤系木材保護塗料よりも欠陥率は小さくなりました。また、色差の小さい水系木材保護塗料数種は、表面の欠陥率でも比較的低い値を示しました。発生した欠陥は塗膜のワレ、剥離、または、カビ発生等の生物汚染であり、溶剤系木材保護塗料の欠陥はほとんどが剥離であり、塗膜ワレが発生し徐々に剥離へと進行しました。

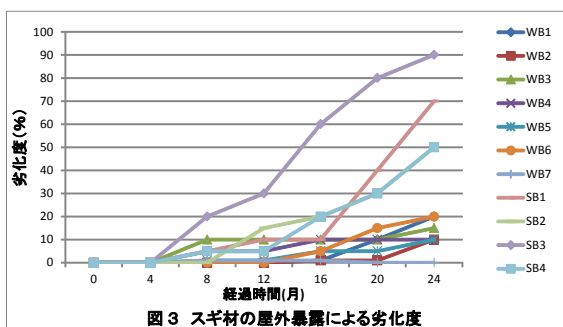


図 3 スギ材の屋外暴露による劣化度

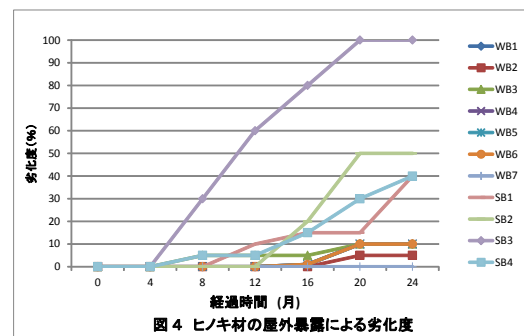


図 4 ヒノキ材の屋外暴露による劣化度

#### 4. 終わりに

水系タイプと溶剤タイプの木材保護塗料について、色差や塗膜の欠陥等耐久性試験を行いました。水系タイプは、溶剤タイプよりも、スギやヒノキに対して、色差や塗膜の欠陥が小さく品質の向上がみられます。水系タイプの木材保護塗料は、溶剤タイプの木材保護塗料よりも低臭気で、手についた塗料やハケも水で洗い流せる等一般の方には扱いやすいかもしれません。また、環境にも優しいことから、木材塗装においてさらに利用の増加が進むものと思われます。

\* 木材保護塗料：屋外で使用する木材を保護する塗料のことで、日本建築学会 JASS 18M-307 では、防腐剤・防カビ剤・防虫剤の3種類の薬剤が入る半透明の塗料と規定されています。

## < 木材加工部 >

### 【木材の調湿特性について】

今回、宮崎県家具工業会から木材の調湿特性に関する試験の依頼がありましたのでその内容について紹介します。

私たちは、住宅内の湿度が極端に高かったり、低かったり、又は著しく変化したりすると、これを不快に感じ、適当な範囲に保たれると快適だと感じます。(表1参照)

極端に低い湿度状態が長く続くと、鼻や咽頭粘膜の炎症を起こしやすくなるなど健康上好ましくない状況となり、温度と気流を調節しても快適と感ずることができません。

また、湿度が極端に高くなった場合、ダニやカビ、結露など湿害の原因となります。(表2参照)

一方、湿度が著しく変化すると、家財道具、書籍類の保存上でも問題が生じます。

住宅内の湿度はとかく軽視されがちですが、その重要性について認識する事が重要です。

住宅内の内装に使われている材料は、吸放湿作用によって、住宅内の湿度変化を緩和する能力を備えていて、これらを調湿特性と呼びます。材料の種類により能力に差がありますが、木材や木質材料は、この能力を十分発揮する材料です。したがって、これらの材料を豊富に内装として用いた住宅内の湿度の変化は、コンクリート壁やビニル壁紙で内装した住宅内のそれに比べて一般に少なくなります。

住宅は、基本的に木材などの吸放湿性に富む材料を多く使って調湿能力を備えることが大切です。

ここで、私たちの身近にあるスギと広葉樹であるスダジイの吸放湿量について見てみましょう。

吸放湿性の試験方法を、JIS A 1470 (建材の吸放湿性試験方法) に規定されている湿度応答法とし、私たちが快適と感じる湿度環境である中湿域の湿度条件のもとで、評価面を全面として、試験を実施しました。

吸放湿量を測定する試験体を、天然乾燥材と人工乾燥材(中温乾燥)の板から幅50mm、厚20mm、長さ200mmの大きさに調整したもの(写真1)を準備し、温度23℃、湿度50%RHに設定した恒温恒湿装置で29日間養生した後、設定を温度23℃、湿度75%RHで1週間吸湿、さらに、温度23℃、湿度50%RHで1週間放湿させ、重量等を測定し吸放湿量を求めてみました。

表1に各過程終了時の含水率、表2・図1に平均吸放湿量をまとめました。ここに掲げた数値は各試験体10体の平均値を表示しています。



表1からは、湿度が高い環境下では板が水分を吸って含水率が高くなり、湿度が低い環境下では水分を吐き出して含水率が低くなる様子が分かります。

また、表2・図1からは、試験体毎（厚20mm）の数値に大小はあるものの、概ね1cm<sup>3</sup>当たり0.004g以上の水分の出し入れを行っている様子が分かります。

以上の結果から分かるように、木材は湿度を調節する特性を持ち、私達に快適な空間を提供してくれているのです。

表1（快適な室内の温度・湿度の目安）

参考：宮崎市の気象データ(1996～2015)：20年間の平均値

季節	室内温度	室内湿度	気温(°C)			湿度(%RH)	
			日平均	最高	最低	平均	最小
夏	25～28°C	55～65%RH	17.8	36.4	-2.6	72.8	13.0
冬	18～22°C	45～60%RH					

表2（相対湿度の基準）

相対湿度(%RH)	室内環境及び人体への影響
40未満	口腔粘膜が乾燥する、インフルエンザウイルスの生存率が高い
40以上70未満	適正（建築物衛生法の基準値）
70以上	汗の蒸散を妨げ不快感が生じる、カビの生育が早い、ダニの成育が早い



写真1（試験）

表3（含水率の推移）

	養生前含水率 (%)	養生後含水率 (%)	吸放湿過程終了時の含水率 (%)			
			吸湿 I	放湿 I	吸湿 II	放湿 II
スギAD辺材	13.4	10.3	16.2	12.0	14.2	8.3
スギAD心材	14.1	11.1	15.2	13.1	15.2	10.6
スギKD辺材	11.3	10.4	13.2	10.3	13.6	11.4
スギKD心材	11.9	10.6	13.0	11.3	14.0	11.3
シイKD心材	10.9	8.6	12.2	10.9	12.5	11.2

※ AD：天然乾燥材，KD：人工乾燥材

※ 評価面：全面（6面）

※ 試験の流れ：養生 → 吸湿 I → 放湿 I → 吸湿 II → 放湿 II

※ 吸湿 I, II：温度23°C・湿度75%RHの環境下に於ける含水率

※ 放湿 I, II：温度23°C・湿度50%RHの環境下に於ける含水率

表4（平均吸放湿量）

	平均吸湿量 (g)	単位面積当り平均吸湿量 (g/cm <sup>2</sup> )	平均放湿量 (g)	単位面積当り平均放湿量 (g/cm <sup>2</sup> )
スギAD辺材	2.213	0.0075	2.962	0.0100
スギAD心材	1.844	0.0062	1.976	0.0067
スギKD辺材	1.522	0.0051	1.524	0.0051
スギKD心材	1.686	0.0056	1.350	0.0045
シイKD心材	1.474	0.0049	1.204	0.0040

※ AD：天然乾燥材，KD：人工乾燥材

※ 試験体寸法：幅50mm×厚20mm×長200mm

※ 評価面：全面（6面）

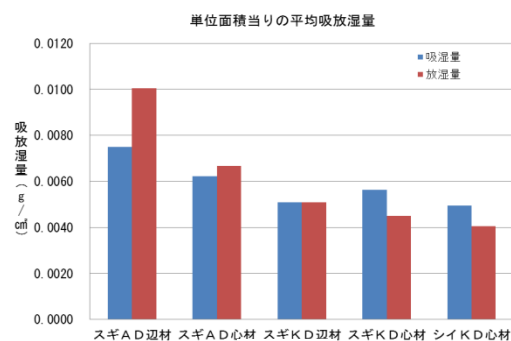


図1

## < 構法開発部 >

### 【CLTを使ってベンチと上屋を造りました】

当センターでは正門西側、県道の歩道に面したところにベンチを設け、歩行者やバス利用者に開放していますが、スギを使ったベンチは、設置から十数年経過し腐朽等の不具合が見られるようになってきていました。このため、CLT(直交集成板)を使ってベンチの取替え、雨よけと日除けを兼ねた上屋をかける改修工事を行いました。

CLTについては、新聞や機関誌などで紹介されており、新しい木質建築材料として、林業や建築業界はもとより、多くの県民の方々から期待と注目を集めているところです。

しかし、県内ではCLT建築物はまだ造られておらず、今回の改修工事で造ったベンチ上屋は小規模ですが、県内初のCLT建築物となりました。

#### ○ 計画、工事の概要

- ・ 材料は県産スギCLTを使い、CLTの継ぎや基礎との接合などを独自に設計し、試験的に施工しました。

具体的には、ベンチ及び壁には厚さ 120mm、屋根には厚さ 90mm のCLTを使用し、CLTの継ぎは相欠きビス止め、基礎部とCLTとの接合はこれまで当センターで研究してきたLSB(ラグスクリーボルト)で緊結しました。

- ・ 工事は1月上旬に着手し、基礎工事の後、CLTの建て方、塗装、屋根板金などの工事を行い、1月末に完成しました。

※ CLT協会HP利用例に掲載されました。

<http://clta.jp/iexample2/>



改修前



改修後

## スギに適した家具金物の開発とテーブルの実用化

### 1. はじめに

これまでに、宮崎県木材利用技術センター(以下、センター)が中心となって考案したテーパーねじによる接合部実験を行い、それを用いた製品開発を行ってきました。テーパーねじは軽軟なスギに適しており、引抜力を向上させ、強固な接合部を実現することができます。このことは、これまでスギ利用があまり進んでいなかった用途にスギを利用していく上で、大きな後押しになるものと考えています。

今回はテーパーねじに加え、新たに開発したスギに適した金物によるテーブルの開発を目指しました。なお本研究は、家具、ねじ、金物、試験研究機関等の異業種9社・機関で構成された研究会による開発事業です。

### 2. 開発対象及び要求性能

公共機関やオフィスで用いるテーブルを開発対象としました。基本構成部材は天板及び脚のみとし、一般的なテーブルに用いられる幕板を使用せず、容易に解体可能な製品を目指しました。また、部材は全てスギとしましたが、天板の表面硬度を改善するために、クヌギ突板貼り仕様も設定することとしました。

テーブルの強度性能については、JIS S 1205(家具—テーブル—強度と耐久性の試験方法)の最も厳しい荷重条件を要求性能としました。このJISで定める荷重がテーブルに負荷された際に、各部材及び接合部にかかる応力を計算し、それを満足するような金物仕

様、ねじ本数等を決定しました。

### 3. 異業種連携

研究会に所属するデザイン、家具、ねじ、金物の開発・製造を専門とする企業と製品の解析・試験を担当したセンターとが連携して開発しました。約1年3か月をかけ、スギテーブル及び仕様書、組立マニュアル、パンフレットを整備しました。

### 4. 金物開発及び接合部試験

一般的な家具使用において、負荷がかかった際に天板と脚の接合部が簡単に外れると、大きな事故につながる可能性があります。すなわち、接合部に十分な粘り強さ(塑性域)を確保することは、事故対策として極めて重要です。例えば、塑性域確保のための1手法として、天板へのねじ斜め打ちが考えられます。その引抜試験結果を図1に示します。一般的な垂直打ちを斜め打ちに変えることで、剛性及び終局耐力は若干下がるものの、十分な塑

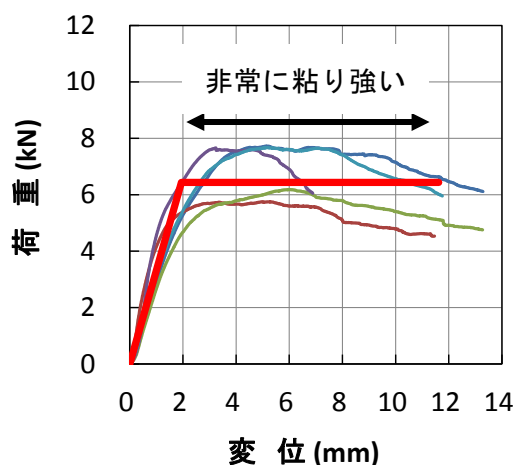


図1 テーパーねじ 4本斜め打ち試験体の引抜試験結果

性能を確保できることが分かります。

今回のスギ金物の開発においても、耐力と粘り強さのバランスの取れた接合部を目指しました。図2に金物接合部の最終仕様を示します。主な特徴としては、①天板へのテーパードネジ斜め打ち、②天板の座掘り加工・金物の挿入によるモーメントに対するめり込み抵抗、③脚側の六角穴付ボルト使用による初期ガタ低減、④十字スリットによる2方向への対応等が挙げられます。接合部試験の結果、要求性能を大きく上回ることが確認され、スギに適した金物を実現することができました。

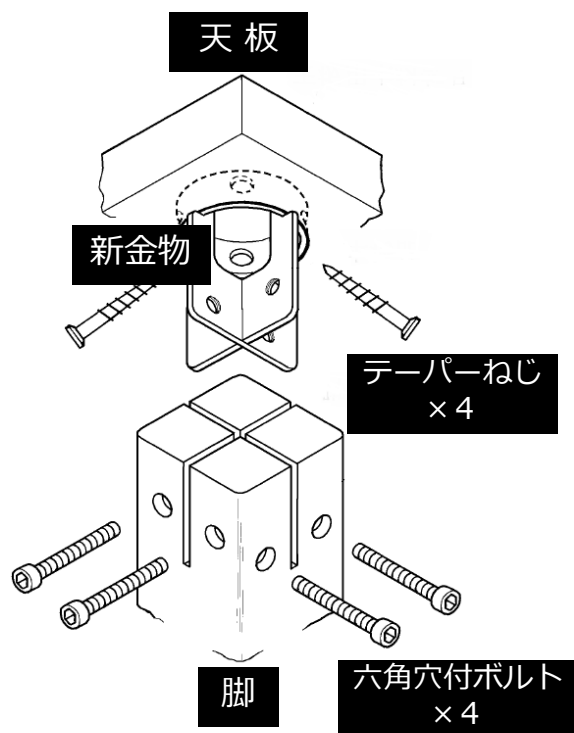


図2 金物接合部の最終仕様

## 5. 成果物

図3に実用化したスギテーブルの写真を示します。なお、金物については研究会員で意匠登録出願を行い、金物単体としても製品化しました(図4)。



図3 実用化したスギテーブル



図4 製品化したスギ金物  
(意匠登録第 1523785 号)

## 6. 結論

スギに適したテーパードネジと金物による家具開発に取り組んだ結果、要求性能を十分満足するテーブルを実現でき、仕様書等も整備しました。なお、本成果は異業種連携によるものが大きく、このような取り組みをさらに進めていながら、スギによる製品開発を行っていくことにしています。

(宮崎県木材利用技術センター 木材加工部)



## 製材を用いた土木構造物の開発

### 1 はじめに

近年、スギを始めとした国産材の生産量が全国的に増加傾向にありますが、人口減少や高齢化等が危惧されていることから、従来の新設住宅や製紙等を中心とした木材需要が不透明となっています。

このため、公共・中高層建築物や、土木分野、木質バイオマス等の非住宅向けの木材需要の創出が重要な課題となっています。

そこで今回は、製材を用いた土木構造物の開発について紹介します。

### 2 構造材料としての木材の特徴

表-1は、土木や建築で用いられている各種構造材料の一般的な材料特性を示したものです。

木材と鋼材では、比強度（単位重量当たりの許容応力度）は、せん断を除いてほぼ同等となっており、「木材は軽い割に強い」ということができます。

また、木材とコンクリートでは、圧縮ではほぼ同等、引張りや曲げでは木材が高い

値を示しています。

このように、木材は建設材料としてすばらしい性能を有していますが、ヤング係数が小さいことから、強さと堅さのバランスが鋼材やコンクリートとはかなり違う材料ともいえます。

そのため、単に鋼材やコンクリートを木材に置き換えただけの設計では、木材の特性を生かすことが難しくなります。

### 3 木材の耐久性

土木分野で木材を安心して利用してもらうためには、耐久性の確保が大きな課題となります。

木材を劣化させる要因には、シロアリによる食害と、木材腐朽菌による腐朽がありますが、特に土木資材を含む外構材では木材腐朽菌が大きな問題となります。

木材は本来ある程度の耐久性を備えていますが、外構材として用いるためには、素材そのものの耐久性だけでは不十分ですので、塗装や木材防腐剤の加圧注入等を行います。

時間が経過すると、木材防腐剤等の効果は小さくなるので、補完するための方策も別に必要となります。

さて、水分・温度・酸素は腐朽の3要素と言われ、いずれかの要素を避けられれば腐朽を防ぐことができます。

このうち、工夫によって対応できるのは水分のみですので、外構材の耐久性を向上させるためには、構造物や部材の形状

表-1 各種構造材料の材料特性の一例

区 分	ス ギ <sup>1)</sup>		鋼 材 <sup>2)</sup>		コンクリート <sup>3)</sup>		
	密度	比強度	密度	比強度	密度	比強度	
密度 (kN/m <sup>3</sup> )	4	—	77	—	23.0	—	
許 容 応 力 度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮	8.3	2.1	140	1.8	6.5	0.3
	引張り	6.3	1.6	140	1.8	0.7	0.03
	曲げ	10.4	2.6	140	1.8	8.0	0.4
	せん断	0.8	0.2	80	1.0	1.0	0.04
ヤング係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	6.9	—	200	—	25.0	—	

1) 木材の基準強度 $F_c$ 、 $F_t$ 、 $F_b$ 及び $F_s$ を定める件(常時湿潤状態の無等級材)

2) 道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編)・同解説(SS400 板材厚 40 mm以下)

3) コンクリート標準示方書(構造性能照査編)

などを工夫して雨水をためないようにすることが必要となります。

#### 4 当センターでの取組み

当センターでは、平成13年度から木製土木構造物の開発に取り組んでおり、その成果の多くは県内各地で用いられています。

ここでは、現在取り組んでいる研究課題について紹介します。

##### (1) 木製法面パネルの改良

カーブ区間の視距の確保や、法面の防草を目的として、これまで県内各地の林道に小径木を利用した法面パネル（丸太法面パネル）が設置されていますが、近年増加しているスギ大径材の有効利用を図るため、昨年度、南那珂森林組合と児湯農林振興局の協力のもと、スギ大径材から製材される板材や角材を用いて、小径木に代わる新たな法面パネルを試作するとともに、西米良村で試験施工を行いました（写真-1）。



写真-1 法面パネルの試作品(施工中)

今回試作した法面パネルは、板材や角材を使用することで、丸太法面パネルと比べて軽量化が図られ、また大径材から梁・桁材を製材した残りの部分から部材を製材することにより、コストの削減や大径材の歩止りの向上が期待できます。

また、施工後10箇月経過時に経過観察を行ったところ、薬剤注入を施していることに加え、丸太法面パネルと比べて形状が平滑であることから、雨水がたまりにくく、耐久性は大幅に向上しているものと思われる

ます（写真-2）。



写真-2 法面パネルの試作品  
(施工後10箇月経過時)

しかしながら、施工性や支柱と横板の接合方法等課題が残されていることから、今後改良を進めていきたいと考えています。

##### (2) 県産スギ材を利用した木製転落防止柵の開発

道路で使用されている防護柵のうち、県産スギ材を利用した車両用防護柵（木製ガードレール）は既に実用化され、県内各地の林道に設置されていますが、転落防止柵（歩行者自転車用防護柵）はまだ実用化されていません。

このため、現在宮崎県治山林道協会や宮崎大学等と協力して、県産スギ材を利用し、かつ道路構造物としての要求性能を満たした転落防止柵の開発に取り組んでいます。

#### 5 まとめ

木材は環境性能や強度性能に優れた材料といえますが、良くも悪くも生物材料であるため、鋼材やコンクリートと同様に扱うことは難しいといえます。

このような木材を、土木分野で安心して利用してもらうためには多くの課題が残されていますが、今後解決に向けて取り組んでいきたいと思えます。

(宮崎県木材利用技術センター 構法開発部)