

# 鹿児島県におけるスギ利用の技術開発事例

木材工業部 ○遠矢良太郎

## 1 はじめに

本県の気候は、温暖で樹木の成長が早いことから、全国に先駆けて、現在伐期を迎えている26～35年生のスギ中目材の時代をいち早く迎えている。図1に県内スギの令級別蓄積量<sup>1)</sup>を示す。

しかし、スギの素材生産は、林業収益性の低下や木材需要の低迷等によって、減少傾向にある。中目スギ（末口直径18～24cm：スギ総蓄積の37%）の用途は一般材向けがほとんどであり、円高による安い外材の製材製品の流入による製材品価格<sup>2)</sup>の下落などから、需要が低迷しているのが現状である。

林業家の場合には、スギは伐期を迎えているが有効利用がなされていないこと、木材加工業にとっては、スギは材質的には年輪幅が広く、水分が多く軟らかいため、建築用材として強度の強い材が少ないこと、建築施工の工務店にとってはスギ製材品の強度や寸法安定性の品質が安定しないため材の選別や加工にかかること、建築の熟練技能者が減少していること等がある。

このような課題はあるが、製造企業にとって地元スギの活用は、原料の安定確保、運送経費の軽減という点で利点があり、また林業の活性化及び木材加工関連産業への経済波及効果も大きいことから重要である。

スギ需要の大部分は建築用途である。建築の担い手である工務店やハウジングメーカーからは、寸法安定性の高い、強度のばらつきがない建築用材が求められており、スギ材の利用においては品質の高い建築材にすることが必要である。

品質の高い建築材にするために、これまで県内企業と当工業技術センターが取り組んできた県産スギの利用技術の中から全国に先駆けて開発した大断面集成材及び中小断面集成材の開発、LVLの開発と鉄筋拘束接合、心抜き中空乾燥材の開発について述べる。

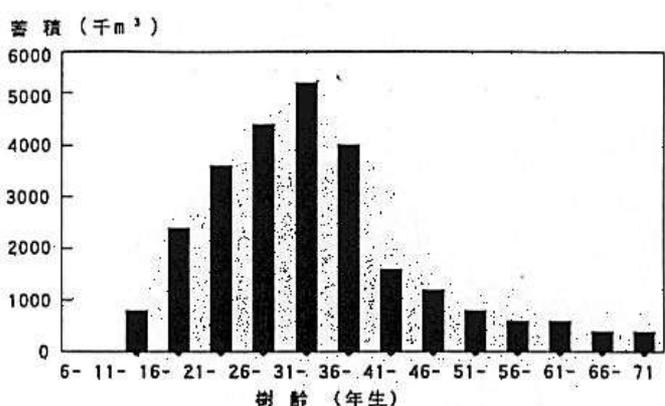


図1 県内スギ令級別蓄積量

## 2 技術開発事例

### 2.1 大断面及び中小断面集成材の開発

集成材には大断面、中断面、小断面集成材があり、大断面集成材が大型木造建築物を対象にした大きな断面寸法の集成材で特注品であるのに対し、中断面集成材は住宅の梁や桁材用途、小断面集成材は柱材用途として規格寸法の量産化可能な集成材である。

鹿児島県には日本で最初のスギ大断面集成材JAS認定工場があり、高い製造技術及び施工技術を有していること、中小断面集成材は当工業技術センターが産学官共同で研究を始めるなどスギ集成材への取り組みが活発に行われている。しかし、海外から安い集成材が流入しているため

に、スギの集成材はコスト的に大変困難な状況にある。このため生産工程の見直しと、省力化、自動化、加工歩留まりの向上を図り、製造コストを下げするための研究と集成材の持つ特長を活かした、施工性にすぐれた品質の高い木造住宅の提案を行う必要がある。

### 2. 1. 1 県内スギ丸太の強度

県内4個所の市場から得た中目丸太総本数 429本について、打撃音によるヤング係数の非破壊測定を行った結果を図2に示す。県内のスギ丸太のヤング係数の平均値は 62.7tonf/cm<sup>2</sup>で、測定数が多い点で、信頼性の高いものといえよう。

図3は、丸太のヤング係数の分布に従って選び出した集成材製造用丸太の選別方法を示している。

ヤング係数について、県内中目スギ丸太の出現頻度をみると、50tonf/cm<sup>2</sup>未満が約 1/4、50～70tonf/cm<sup>2</sup>が 約1/2、70tonf/cm<sup>2</sup>以上が 約1/4の割合になっている。

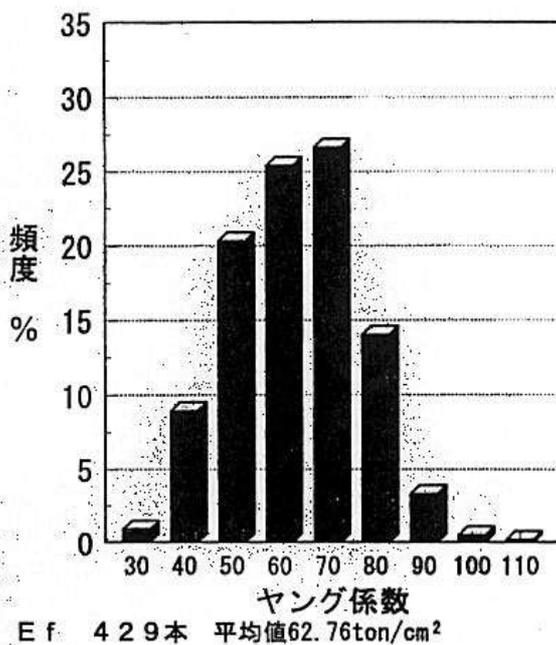


図2 県内産中目スギ丸太のヤング係数

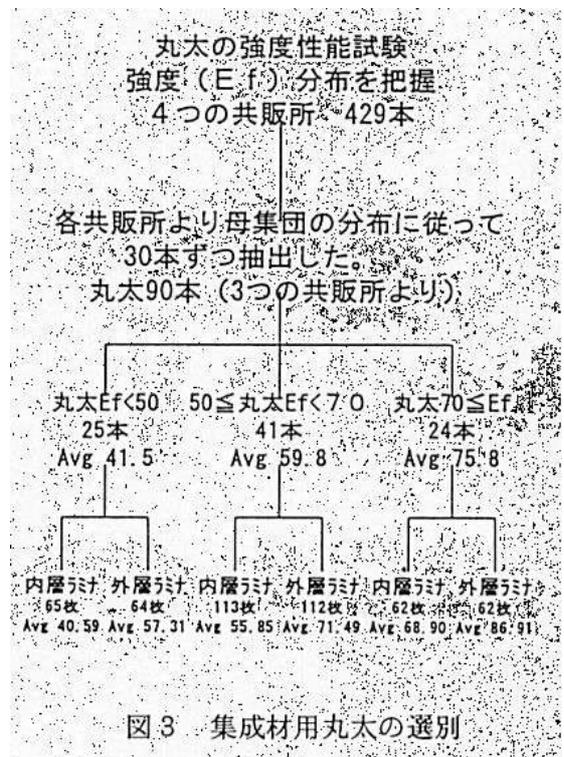


図3 集成材用丸太の選別

### 2. 1. 2 丸太と集成材 (4 p l y) のヤング係数の予測

丸太と製造した 4 p l y 集成材のヤング係数を表1に示す。

表1 強度区分した丸太と曲げ荷重測定及びラミナ集成材のヤング係数 (tonf/cm<sup>2</sup>)

ヤング係数の区分	丸 太	集成材 (曲げ荷重測定)	4枚ラミナの平均
E f < 50	41.5 (5.4)	52.8 (6.5)	49.0 (2.1)
50 ≤ E f < 70	59.8 (5.7)	69.6 (4.6)	63.7 (2.9)
70 ≤ E f	75.8 (4.1)	82.1 (3.6)	77.9 (2.6)

( ) 内は、標準偏差

表1をみると、集成材のヤング係数は丸太より約10tonf/cm<sup>2</sup>大きくなっている。ヤング係数において、丸太と集成材の関係が明らかになれば、集成材用丸太選別が可能であり、市場ではヤング係数による丸太選別が近い将来実現するものと推察される。

### 2. 1. 3 集成材によるコストダウン効果

建築費のコストダウン効果についてみると、在来工法において、建築費は、集成材の利用による接合部の減少、強度の向上による構造材の節約、工数の減少等により、約3%（約30万円）は低減できる。集成材の特長を生かした新工法において、集成材は、製材品より強度が1.5倍大きいので、合理的な木材の配材が出来ることから、建築費の約10%（約110万円）を節減できる。経済波及効果（産業連関表に基づいて試算）を試算すると、集成材の生産に伴う製材・木製品製造業の生産増加額は27.4億円と推定され、これに伴う1次生産誘発額は54.4億円と推定される。

### 2. 2 スギLVLの開発と鉄筋拘束接合

LVL（単板積層材）は、丸太をナイフでかつら剥きにする事から鋸屑が出ないために製造歩留まりが高く、製造システムが装置化でき、自動化・省力化・製造時間の短縮化が図られることから、今後の建築用構造材として発展が期待されている建材である。ドイツトウヒLVLを用いて大型木造建築物を建設している県内企業があり、今後県産スギでLVLを製造し、大型建築物の構造材への利用化を計画していることから、LVLの製造を熊本県水俣市にある合板会社に委託して行った。LVLの製造に用いた単板の厚さは3.4mmで、12プライ積層し、厚さ40mm×幅900mm×長さ3000mmのLVLとした。丸太の樹齢とヤング係数を表2に示す。

大きな木質構造物の接合部には、鋼板やボルト、ドリフトピンによる接合が多く用いられているが、鋼板やボルト等の挿入を容易にするため、スリットや孔開

表2 丸太の樹齢とヤング係数 (tonf/cm<sup>2</sup>)

樹齢 (年生)	35	45	55
ヤング係数	64	65	79

けが大きくなり、金具と木材との間に隙間を生じ、荷重の初期段階で接合部に大きな変位が生じる場合がある。接合部には高い回転剛性とせん断剛性が求められており、金具と木材の密着を高めるための工夫がなされている。その一つとして接着剤を用いて、剛性を高める方法がある。

鉄筋拘束接合は、木材中に孔開けてこれに異形鉄筋を挿入し、エポキシ樹脂を隙間に充填した接着ボルト接合であり、接着力によって剛性の高い接合部が作れ、接合部の断面欠損が少ないこと、2方向ラーメン構造が容易にできること、施工が簡単でコストも安いという利点がある。接合試験は、LVLの3断面に孔径25mm、深さ300mmの穿孔を行い、異形鉄筋（D19：最小径19mm、最外径21mm）を深さ285mm挿入してエポキシ樹脂で接着した試験体を製作し、異形鉄筋の引き抜き試験を行い接合耐力を計測した結果を表3に示す。図4に試験体を示す。

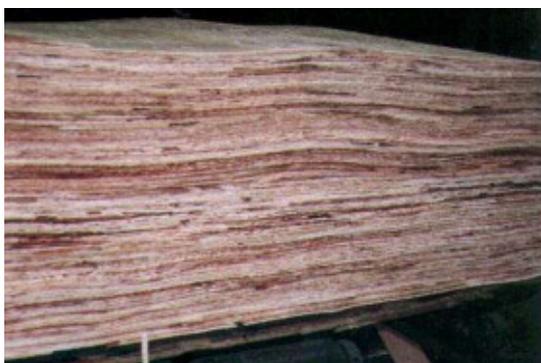


図4 LVL用単板

表3 鉄筋の引抜荷重 (tonf) と付着力 (kg/cm<sup>2</sup>)

LVLの樹種	スギ	ドイツトウヒ	
埋め込み方向	①	②	①/②
積層方向に直角	10.4	12.5	0.83
繊維方向に直角	(60)	(73)	
積層方向に平行	8.0	9.8	0.82
繊維方向に平行	(47)	(56)	
積層方向に平行	9.4	11.7	0.80
繊維方向に直角	(55)	(68)	

LVLに接着剤を充填して埋め込まれた鉄筋の引き抜き最大荷重は、方向によって大きさに差があり、積層面に直角のものと、積層方向に平行で繊維方向に直交のものが大きい。スギLVL

の引き抜き荷重及び付着力は、ドイツウヒLVLの約8割である。

当該企業は、ドイツウヒLVLと鉄筋拘束接合の組合せによる大型木造施設を県内で建築施工した経験を有しており、今後スギLVLを用いた木造施設の実現に期待が寄せられている。

### 2. 3 心抜き中空乾燥材の開発

中空乾燥材は、スギ、ヒノキ等針葉樹建築用材（角材、丸太材）の両木口面の中央から材軸方向に特殊なドリルで穿孔加工して、中空になった孔内に熱風を通す方法（特許取得）によって乾燥した材である。これによって材の内部からも乾燥が促進され、表面割れを抑制した水分むらのない材に仕上がる。中空乾燥材は、穿孔処理と乾燥処理によって軽量化と寸法安定化が図られることから、今日早急に対応が求められている柱や梁・桁等建築用構造材の乾燥を可能にした。穿孔処理は部材断面の中空化によって、材料強度や継ぎ手や仕口部分の接合耐力の低下が懸念されることから、中空乾燥材を住宅資材として利用するには強度面での把握が必要である。

#### 2. 3. 1 材料強度

供試した中空乾燥材は、心持ちの10.5cm角（長さ4m）製材品の断面中央部に直径35mmのドリルで穿孔し、得られた中空材について乾燥温度50～70℃で含水率10～15%に乾燥した材である。乾燥後の寸法は中空孔の直径は約33mm、角材の寸法は約10cmになっていた。

中空乾燥材は、乾燥しているため接着が良好に行えることから、合わせ梁として可能であり、桁材として利用できる。そこで、中空乾燥材同士を水性ビニルウレタン樹脂接着剤で接着して2枚合わせの梁を製作した。中空乾燥材の組み合わせは、ヒノキとスギを接着したもの、スギ同士を接着したものとし、これについて曲げ試験を行い強度性能を比較した。なお、合わせ梁には、材長4mに対し30mmのムクリをつけ、凹面が梁の引張となるようにし、ヒノキとスギの組み合わせでは、ヒノキが凹面側になるように配置して接着した。曲げ試験は、載荷間距離120cm、支点間距離360cmの3等分点で行い、ヤング係数と曲げ破壊係数を求めた。なお、これらの数値の算出に当たっては、中空孔の無い断面として計算して求めた。中空乾燥材は、製材直後の無処理材より剛性と破壊荷重が大きく、構造用住宅資材として有利であり、中空乾燥材の破壊時のたわみ量は、無処理材のたわみ量より小さく、しかも無処理材が少しずつ破壊が進行するのに対し、急速に破断する傾向を示し乾燥材にみられる破壊の性状に近い。

合わせ梁には接着圧縮する際、任意にむくりがつけられ、現場に設置した際に生じるたわみを見込んで製作できるので、今後構造用住宅資材として強度のうえからデザインすることが可能である。合わせ梁は、スギとヒノキの組み合わせによってスギ同士のものより大きな性能曲げ性能が得られる。

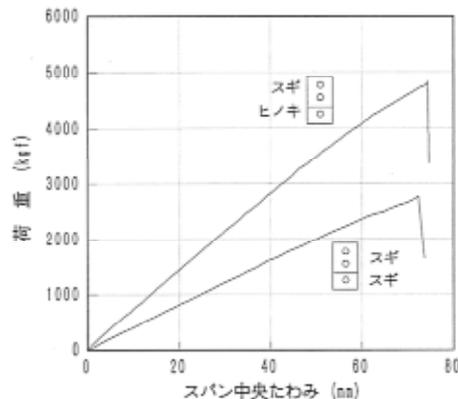


図5 合わせ梁の荷重－たわみ線図

#### 2. 3. 2 接合強度

中空乾燥材の継ぎ手、仕口の接合性能について、考案中の新しい金具による接合試験を実施中であり、今後中空乾燥材を住宅部材として活用するための研究を行っている。

### 参考文献

- 1) 平成4年度鹿児島県林業統計：鹿児島県林務水産部，平成5年12月
- 2) 低コスト住宅資材供給マスタープラン：鹿児島県林務水産部，平成7年11月