

## 第3章(材料編)

### 木材料

## 3-1 木材・木材製品の種類

### 3-1-1 木質建材の種類

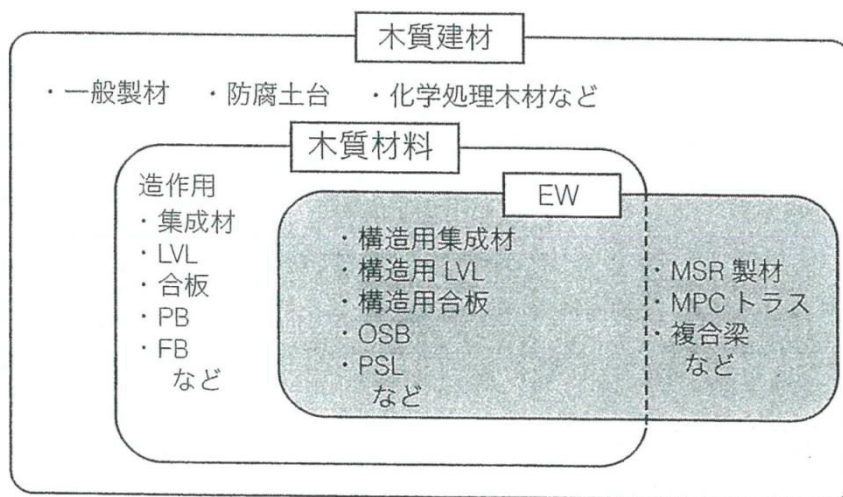
木質建材には、ほとんど加工せずにそのまま用いる丸太のような製品から、木質材料同士をさらに複合接着させた木質複合材料まで、さまざまな種類がある。これらには、英語を訳さずにそのまま使った用語や、英語の頭文字だけを使ったような名称の製品が多いので、混乱を避ける意味で、ここで簡単に用語の意味をまとめる。

#### (1) 木材・木質

木材とは、樹木の成長によって樹皮の内側に形成される部分の総称である。ただ、寸法が小さい場合、たとえば、微細なパーティクルや紛体などは、木材としての性質を継承しているが、木材と呼ぶには無理がある。そこで、このような微細な構成要素の概念を付加して、材木の意味を拡張した用語が「木質」である。

#### (2) 木質建材

木質建材とは数ある建築材料のなかでも、木質を原料にしたものである。「木質系材料」と呼ばれることもある。この用語は、非常に広い意味を持っており、単なる製材や丸太、防腐土台のような化学処理木材、さらには次のような木質材料もこの範疇に入る。



図：木質建材・木質材料・EW(エンジニアードウッド)の関係

PB：パーティクルボード、FB：ファイバーボード、

MSR：機械等級区分、MPC：メタルプレートコネクター

### (3)木質材料

木材をいったんバラバラの原料エレメント(ひき板や単板など)に分解し、それを乾燥した後、接着材によって再構成した材料が木質材料である。例外的に原料を乾燥しないものや接着剤を使わないものもある。

木質材料には、大きな力がかかる構造部材に使われる「構造用」と、造作材や化粧材に使われる「造作用」がある。この区分は非常に重要である。造作用の製品は使用されている接着剤の種類が構造用と異なり、また強度に関して品質管理されていないため、構造用として使うことはできない。木質材料に対する誤解やトラブルの多くは、ユーザーがこの常識を理解していないことに由来している。

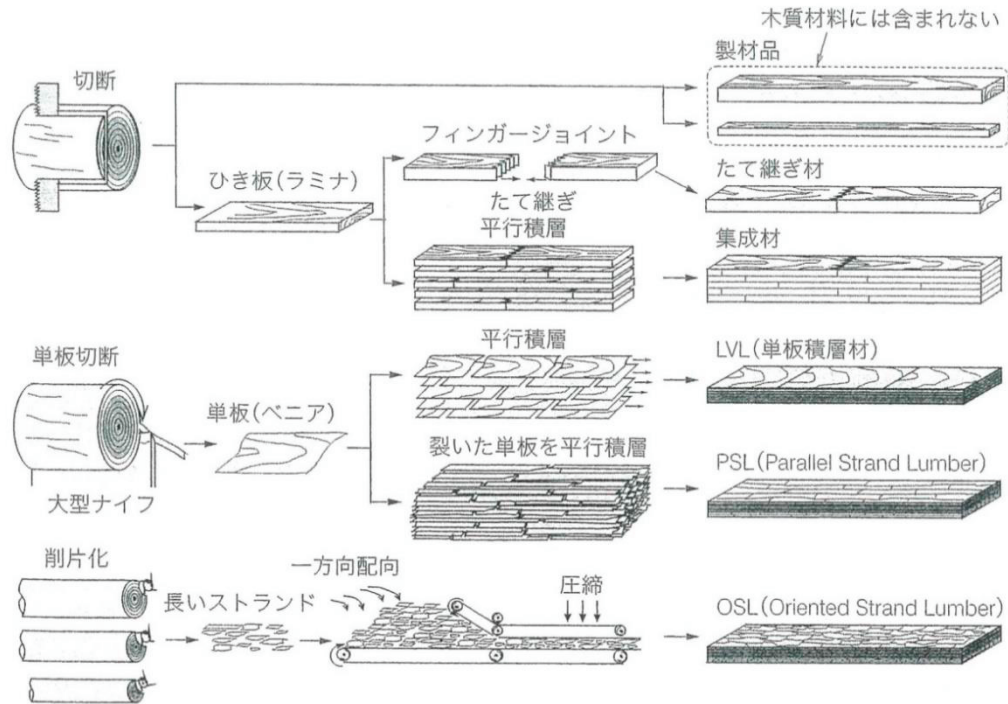
### (4)エンジニアードウッド

強度性能が工学的に保証された木質建材のことをいう。構造部材製造する際にエンジニアが最も関与しなければならない仕事、すなわち「工学的な手法によって強度性能を保証する工程」を経た木質建材がエンジニアードウッドである。両者の頭文字からとったEWという表現も使われることがある。

### 3-1-2 軸材料と面材料

木質材料には、先に述べた構造用と造作用という分類と、材料の形態による分類がある。細長くて骨組みのような部材に使われるのが「軸材料」で、平面的で板のような用途に使われるのが「面材料」である。

#### (1)軸材料:建築物の軸組を構成する材



・製材品

軸材料のもっとも原始的な形が「丸太」である。伐採した材の枝を払い、適当な長さに切断し(玉切りという)、樹皮を除去して使うのが普通。ただし、それだけでは断面の形態が一定にならないため外側を丸く削って円柱形にして使う場合がある。

原木を帯鋸や丸鋸などで切断して形を整えたものが、「製材」あるいは「製材品」である。集成材との対比のために、よく使われるようになったムク材(無垢材)という用語は製材とほぼ同義である。

・たて継ぎ材

製材したひき板や角材をフィンガージョイントとよばれる継手によって縦方向に接着接合したもの。

・集成材

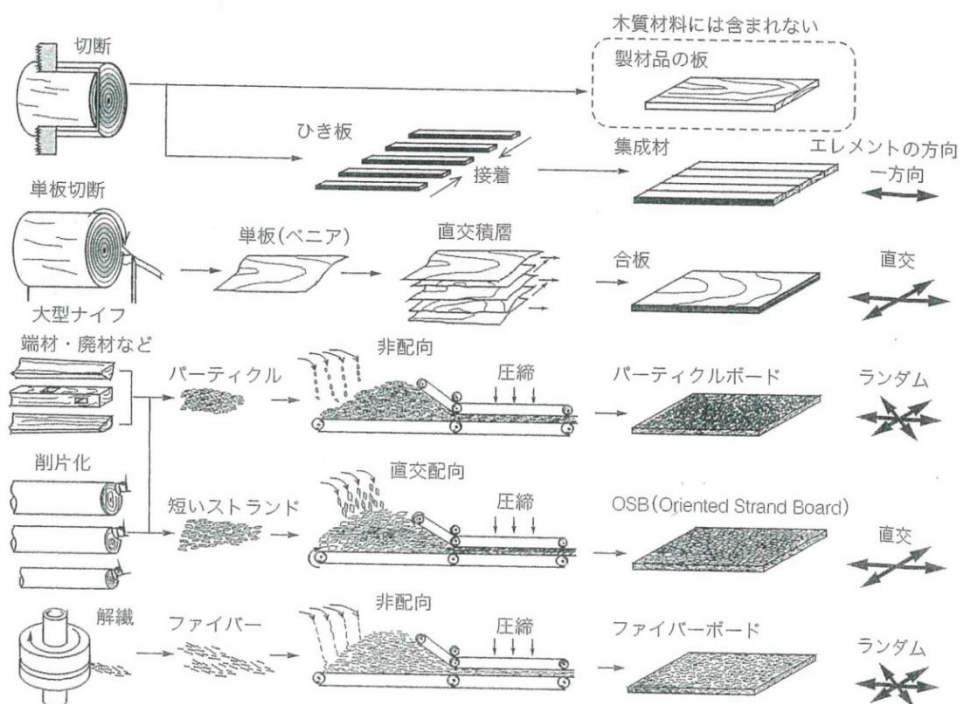
ひき板を何枚も軸方向に積層接着したもの。

・LVL(単板積層材)

丸太をロータリーレースという機械で大根のかつら剥きのように薄い単板(ベニア)を作り、それを軸と平行方向に何枚も積層接着したもの

- ・PSL(平行ストランド材)  
単板を縦に裂いて短冊状にしたもの(ストランド)を平行に積層接着したもの。
- ・OSL(配向ストランド材)  
小径の丸太から直接ストランドをとって、それを一方向に並べて積層接着したもの。

## (2)面材料:建築物の壁・床・屋根などの面を構成する材



さまざまな面材料

- ・製材品:板  
上図は、面材料の製造工程を示したものである。軸材料の場合でも同じだが、木材を鋸で切断して形を整えたものが、昔ながらの「製材」の「板」である。
- ・集成材  
幅の狭い板や角材を幅方向に接着したものが「集成材」である。集成材は軸材料としてばかりでなく、このような造作用の面材料としても使われる。
- ・合板（構造用合板JAS規格）  
丸太をかつら剥きして作った単板(ベニア)を、各層ごとに 90° ずつ方向を変えながら奇数枚を直交積層接着したもの。
- ・パーティクルボード(JIS規格)  
使い途のない小径材や端材、あるいは、建築廃材などを碎いて小片(パーティクル)にし、圧縮接着したもの。

・OSB(配向性ストランドボード、JAS規格)

小径の丸太から短冊のようなストランドをとり、表層では長さ方向に、中心層では幅方向に、うまく並べて(配向させて)積層接着したもの。

・ファイバーボード(繊維板、MDF、JIS規格)

パーティクルよりもさらに木片を小さくして、繊維(ファイバー)にし、これを板状に固めたもの。

### (3)その他(単体を組合わせた製品)

以上のような、いわば単体の木質材料以外でも、単体を組み合わせて作る製品がある。

・ビーム

梁の上下に軸材料の構造用LVLを配置し、それを面材料のOSBや構造用合板で結合したもの。

・ボックスビーム

ビームと同様な構造で断面が箱形になっている製品。

・クロスプライボード

幅はぎしたラミナを3層直交積層したもの。

・CLT(クロス・ラミネイテッド・ティンバー)(直交集成板、JAS規格)

幅はぎしたラミナを何層にも積層して大型のパネル製品に加工したもの。

・重ね梁

人工乾燥された正角や平角を数本接着して貼り合わせたもの。

・合せ梁

人工乾燥された平角を数本接着して貼り合わせたもの。

・合せ柱

人工乾燥された正角や平角を数本接着して貼り合わせたもの。

[参考文献]3章 図・表・文 学芸出版社 林 知行著 プロでも意外に知らない〈木の知識〉

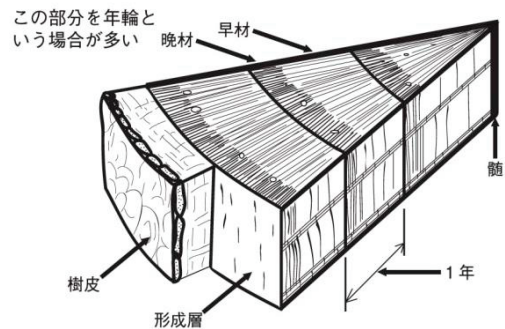
## 3-2 木材の特性

### 3-2-1 木材の構造

#### (1)年輪

樹木は大きく針葉樹(スギやヒノキなど)と広葉樹(カシやケヤキなど)に分けられる。

樹皮の内側に形成層があり、この形成層で細胞を分裂し、液体は年々横に太っていく。春から夏にかけて生長した細胞の早材と晩材(冬目)が形成さる。早材と晩材が一对で一年輪となる。



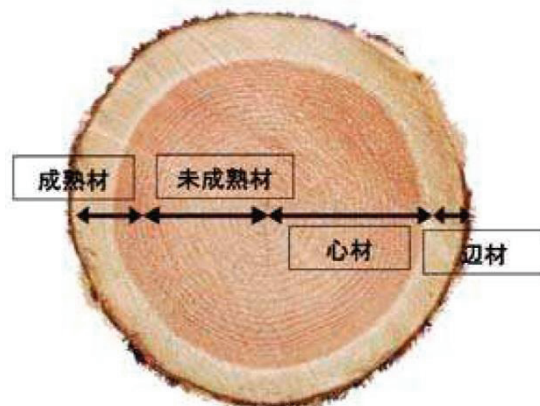
#### (2)心材と辺材

図はスギの写真であるが、中側部分を心材、外側部分を辺材、その間を白線帯という。心材と辺材の性質の違いをまとめる。

- 心材
  - ・生材含水率が辺材より低い(心材含水率の高い樹種や個体もある  
例;スギ、トマツ、ハルニレ、ヤチダモ)
  - ・特定の化学成分(防腐・防虫に有効な成分)を蓄積し、耐朽性を高めている。
- 辺材
  - ・生材含水率が高い(水を必要とする葉を持つ)
  - ・細胞にデンプンを蓄えており、害虫の被害をうけやすい。

一方、心材・辺材の区別とは異なり、10~15年程ぐらいまでを未成熟材、そして外側の部分を成熟材という。ある程度年数を経たないと形成層は安定した大ききで細胞分裂をしないことが関わっているが、成熟材と未成熟材では材質がことなる。

心材が先に生まれているので逆のイメージが強いかもしれないが、心材には未成熟材が多く含まれかつ強度は弱い部分が多い。成熟材になると、比重は重く、強度も強く(ヤング率が高く)、繊維方向の収縮率が低く、細胞壁も厚く、晩材率も多くなる。



3-2-2 木材の性質

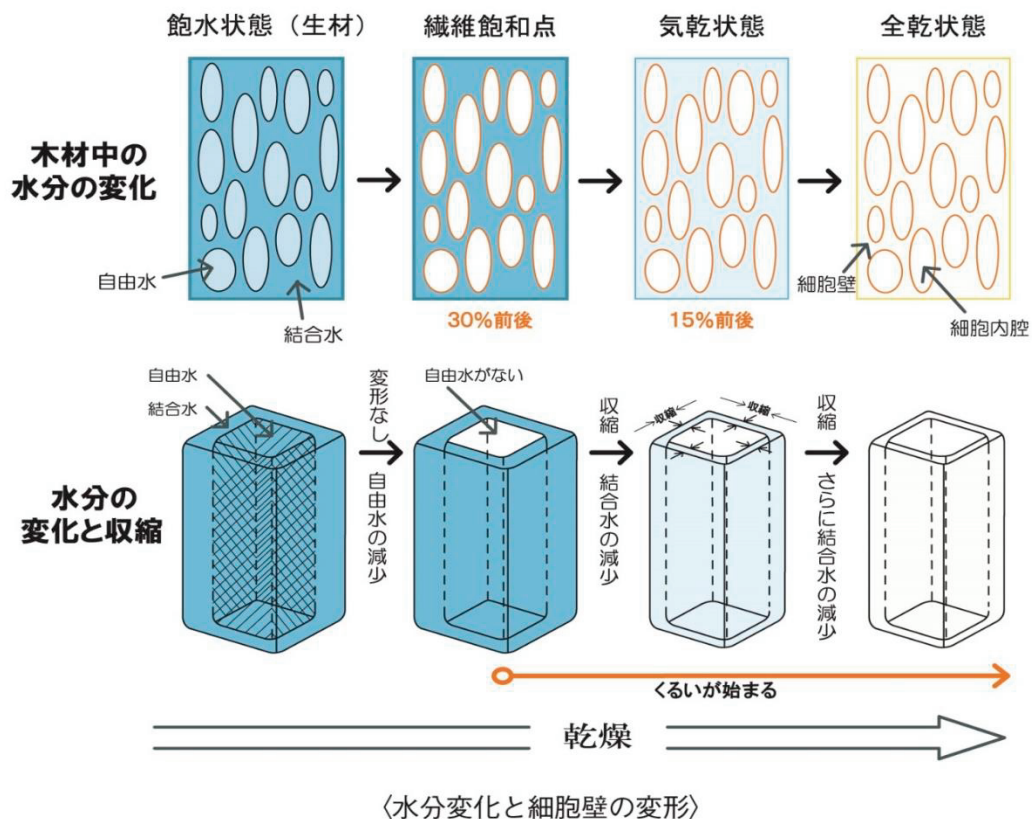
(1)木材と水分

$$\text{木材含水率}(u) = (W_u - W_o) / W_o \times 100\%$$

W<sub>o</sub>:全乾重量      W<sub>u</sub>:測定試験片重量

木材中の水分は、細胞内腔にある自由水と細胞壁内にある結合水の 2 種類がある。自由水は、細胞の空隙に埋まっている水で、木材組織の間に存在するただの液体の水のため、木の性質の変化にほとんど関係ない。これに対して結合水は、木材の細胞としっかり結びついているので、この水の出入りにより木が伸び縮みする。

木材の伐採直後はまず自由水が減少するが、重量が減るだけで寸法変化は起こさない。乾燥が進み自由水が無くなると、続いて結合水が減少していく(繊維飽和点)。この後は収縮するという寸法変化が生じる。樹種により異なるが、含水率およそ 30%前後が繊維飽和点である。



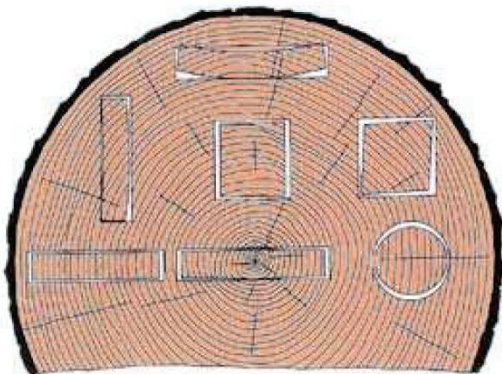


木材は含水率の変化により収縮を起こすため、加工・使用する際には、各材料の含水率を使用目的に合った含水率に一樣に揃えておく必要がある。屋外の年間平均の平衡含水率は約 15%とされ屋内では冷暖房機器を使用することで 10%程度まで下がる。乾燥材は、理想的にはここまで乾燥することになるが、構造材に関しては 20%と 15%の規格が一般的となっている。

## (2)木材の収縮と割れ

一般的構造材は心持ち材として使用することが多く、収縮量の異方性から割れを生じる。柱は背割りを入れることもあるが、梁桁材などは背割りを入れることがなく材面に割れを生じる。割れは、クレームの対象になりやすいが、貫通割れでなければ材料自体の強度低下はないことが実証されている。また割れる木材の方がかえってたわみにくいという結果もある。木材の発注時にもこの点を理解し、含水率を下げれば心持ち材は割れることを許容しなければならない。

〈収縮の影響〉



## (3)木材の異方性

木材はその細胞組織の性質により、繊維方向によって収縮量が異なりこれを異方性という。強度についても異方性がある。

〈木材の収縮〉

繊維方向(L):放射方向(R):接線方向(T)=0.5~1:5:10

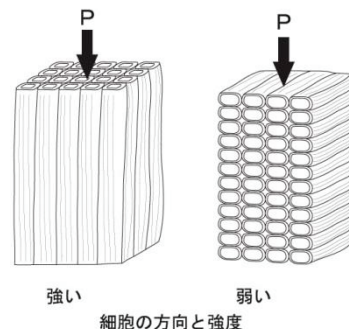
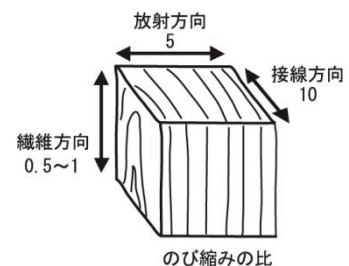
〈木材の強度〉

繊維方向(L):放射方向(R)および接線方向(T)

=1:1/10~1/20 程度

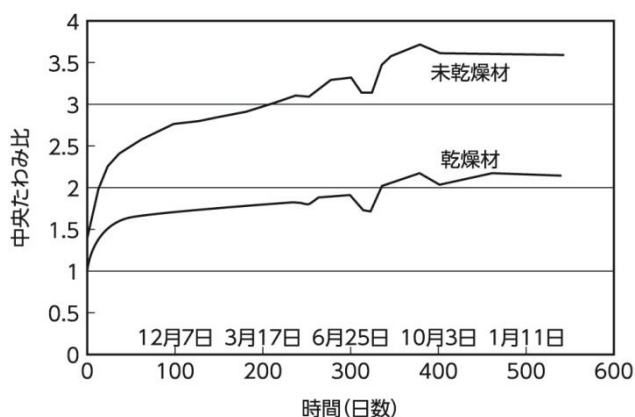
ただし 放射方向>接線方向

その他、水の拡散、音の伝わる速さも異なる。



#### (4) クリープ現象

クリープ現象とは、長期間一定の荷重がかかっていると、たわみが徐々に増加する変形である。クリープ試験結果より、未乾燥材のたわみは乾燥材より明らかに大きいことがわかる。未乾燥材の場合、クリープ現象ばかりでなく、接合部の緩みが生じ、変形が増長される。乾燥は木材を使用する上で大変重要である。やむを得ず未乾燥材を使用する場合は、告示(平 12 建告 1459 号)の数値よりも変形量をシビアに抑えて断面に余裕をもたせるような工夫が必要である。



未乾燥材と乾燥材のクリープ変形比較実験結果  
(信州大学・武田孝志：軸組構造体のクリープ変形挙動における未乾燥材と乾燥材の違い)

#### (5) 乾燥による材質の向上

木材は乾燥することにより、寸法変化が少なくなるほか、いろいろな性質も変わる。木材強度は、生材を含水率 15%までにすることで、圧縮強さは 1.5 ないし 1.8 倍になる。熱を伝えにくい性質も、生材では劣り、乾燥に伴って断熱性が高くなる。

木材が腐ることも水分と密接な関係がある。いつも乾燥した状態であれば木材は腐らず、いつまでも長持ちする。

このように木材は乾燥することによって木質が向上することを十分意識して利用すべきである。

#### (6) 樹種による特性の違い

木材は樹種により、特性が異なる。建物に用いる木材は、耐腐朽性はもちろんのこと、耐蟻性の高いものを選択することが建物を長持ちさせるための重要なポイントである。特に、土台は日本の大部分の地域において腐朽菌とシロアリの被害を常に受ける可能性を持っている。樹種を選択にあたっては、耐腐朽・耐蟻性の高い樹種を選択することが望ましい。

また、木材の耐腐朽・耐蟻性は、どの樹種であっても心材であることにより十分に発揮される。一方、辺材はどの樹種であっても数年で被害をうけることが多いことから辺材が含まれる場合は、防腐・防蟻処理を行うことが望ましい。

## 建築用木材の特性

樹種	めり込み 強さ	* 耐腐朽性	* 耐蟻性
べいまつ、ダフリカからまつ	大	中	小
ひば、べいひば、こうやまき	中	大	大
ひのき、べいひのき	中	大	中
あかまつ、くろまつ	中	小	小
つが、べいつが	中	小	小
からまつ	中	中	中
もみ、えぞまつ、とどまつ	小	極小	極小
べいすぎ	小	大	小
すぎ	小	中	中
スプルース	小	極小	小
くり	大	大	小
けやき	大	大	中
アピトン	大	小	大

注) \* 表は心材での評価。

[参考文献]3-2 図・表・文 岐阜県林政部県産材流通課発行「大規模木造公共施設の建築にかかる低コストマニュアル・事例集」

## 3-3 集成材

### 3-3-1 集成材の特徴

- (1) 自由な形状・寸法の長大材や湾曲材を製造することが可能
- (2) 自由なデザイン、構造計算に基づいて必要とされる強度の部材を供給可能
- (3) 狂いや乾燥時の割れ、反りが少ない
- (4) 強度性能のばらつき少ない
- (5) 強度性能の安定した長尺大断面の材料が得られる
- (6) 断熱性・調湿能力が高い
- (7) 耐火性能に優れる

### 3-3-2 集成材の種類と用途

#### (1) 構造用集成材（用途：土台・柱・梁・桁など）

- ・所要の耐力を目的として等級区分したひき板(ラミナ)を集成接着したものであって、所要の耐力に応じた断面の大きさと安定した強度性能を持ち、大スパンの建築物の建設も可能。
- ・寸法、断面積によって大断面、中断面、小断面に分類されている。木質構造の耐力部材として柱、梁、桁などに使用される。
- ・化粧貼り構造用集成柱とともに国土交通省告示に基づいて材料強度が定められている。

#### (2) 化粧貼り構造用集成材（用途：和室の柱など）

- ・所要の耐力を目的としてひき板(ラミナ)を集成接着し、その表面に美観を目的として化粧薄板を貼り付けた集成材のうち、主として在来軸組工法住宅の柱材として用いられる。
- （断面の一辺の長さが、90mm 以上 135mm 以下のもの）

#### (3) 造作用集成材（用途：階段材、壁面材、カウンター材、床材など）

- ・ひき板(ラミナ)を素地のまま集成接着し、素地のもつ美観をそのまま「あらわし」にしたもの。または、これらの表面にみぞ切り等の加工を施したもので、主として構造物等の内部造作に用いられる。

#### (4) 化粧貼り造作用集成材（用途：柵材、長押、敷居、鴨居、廻り縁、上り框、内装材など）

- ・ひき板(ラミナ)を素地のまま集成接着したものを芯材とし、表面に美観を目的として化粧薄板を貼り付けたもの。または、これらの表面にみぞ切り等の加工を施したもので、主として構造物などの内部造作に用いられる。

### 3-3-3 集成材の品質保証(JAS)の概要

ラミナ／接着性能／強度性能／ホルムアルデヒド放散量などについて、試験方法と適合基準が定められている

#### (1)用途に応じた集成材の選択

用途に応じた集成材の品種を接着性能・強度性能・その他の性能によって選択でき、JAS マークとともに、表示してある製造メーカーのマークを確認し、安心して使用できる



#### (2)集成材の日本農林規格(JAS)の概要

##### 1)構造用集成材

①断面の大きさにより、大断面、中断面、小断面に区分される。

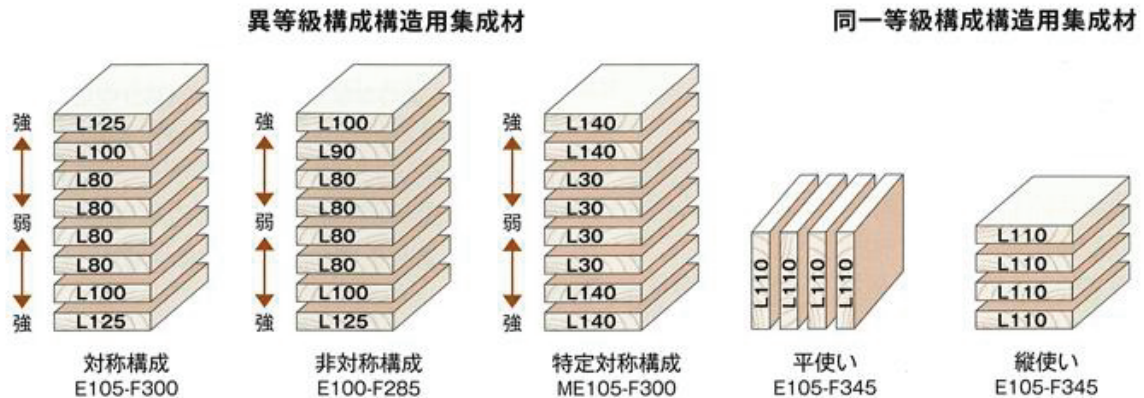
大断面:短辺が 15cm 以上、断面積が 300cm<sup>2</sup> 以上のもの

中断面:短辺が 7.5cm 以上、長辺が 15cm 以上のもの

小断面:短辺が 7.5cm 未満または長辺が 15cm 未満のもの

②ラミナ(ひき板)の構成により、同じ品質のラミナを積層した同一等級構成集成材と、外側の層ほど強度の強いラミナを配置して積層した異等級構成集成材(対称構成、非対称構成、特定構成)に区分される。異等級構成集成材のうち、ラミナの品質の構成が中心軸に対して対称であるものを対称構成、より強度を要求される側のラミナの基準を強くし、その構成が中心軸に対して対称でないものを非対称構成という。また、対称異等級構成のうち、曲げ性能を優先したラミナ構成を特定対称構成という。

ラミナの構成例



③強度等級は、曲げヤング係数(たわみにくさの指標を表す E)と曲げ強さを表すFの組み合わせの等級区分により表示される。E-F の等級は樹種やラミナの構成等により何種類もある。

標準的な構造用集成材の強度等級

樹種	対称異等級構成	同一等級
スギ	E65-F225 E75-F240	E65-F255 E75-F270
スプルー	E95-F270	E105-F300
ヒノキ	E95-F270	E105-F345
オウシュウアカマツ	E105-F300	E105-F345
カラマツ	E95-F270 E105-F300	E95-F315 E105-F345
ダフリカカラマツ	E120-F330	E120-F375
バイマツ	E120-F330 E120-F330	E120-F345 E120-F375

④集成材を使用する環境条件に応じ、接着剤の要求性能の程度を示す区分として、使用環境 A、B、C の区分がある。

**使用環境A** 屋外(防水層の外側)での想定される環境に対応し、かつ、構造物の火災時において高度な接着性能が要求される環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について高度な性能が要求される環境

**使用環境B** 使用環境 C に加えて、構造物の火災時において高度な接着性能が要求される環境

**使用環境C** 屋内(防水層の内側)での想定される環境に対応し、構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される環境

〔参考文献〕3-3 図・表・文 日本集成材工業協同組合 HP

## 3-4 茨城県産材製品(無垢材)

中大規模木造建築物の低コスト化を図るためには、従来、木造住宅を対象としている茨城県産材の一般的な規格を知ることが重要である。非生産的な「断面・長さ」の設計は、高コスト化と調達の困難性を生じさせる。材料を出す側と設計する側で、標準断面(長さ)は、どのような範囲だと材料供給がそれほど難しくなくできるのか、またヤング係数や含水率などでは、どの程度なら現実的なのかなどの山側の情報がちゃんと設計側に伝わるのが重要である。

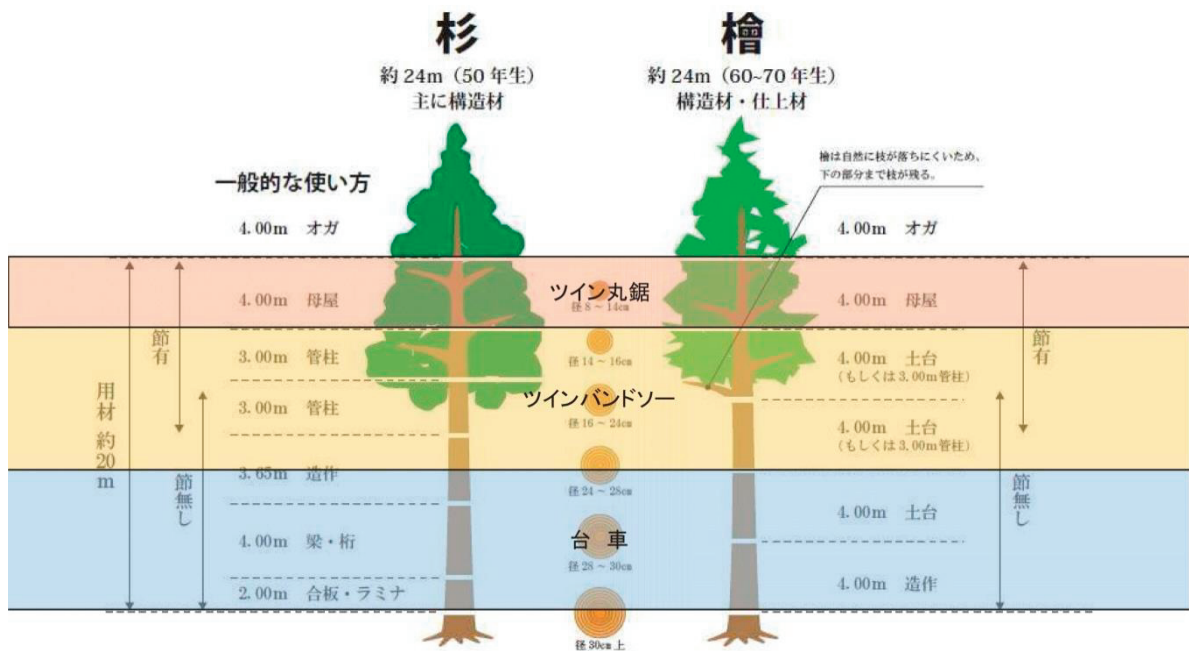
特に製材においては長さの自由度が限られていることから、間取りや架構により、どうしても規格が満たない場合、集成材を利用することが有効となる。すなわち、構造材・造作材ともに、製材で可能な部分と集成材が適する部分により、材料のハイブリッド利用が重要である。このように、適材適所な木質材利用の併用を視野に入れることで、木材建築の巾が広がってゆく。

茨城県の製材品生産は、70%超がスギであり、本一覧はスギ材(一部ヒノキ)を主に記載する。

県内の一般的な製材品寸法について

- ・ 一般的な製材品…厚 120×背 360×長さ 6mまでが標準的。
- ・ 特殊材料…長さ 6m超～8mまで対応可能な製材工場あり。

※ 特殊材料については、注意点として、長物はウマ等を活用して製材を行うことで製材機自体がそれに対応出来ているとも限らず、標準長さほど、精度が出ない場合がある。又、特殊材料の入手については、設計の早い段階で各地域の森林組合や県森連に問い合わせが必要だろう。



3-4-1 茨城県産材の製品

(1)構造材

一般流通材規格一覧

規格(mm)			一般住宅における用途	樹種	等級
厚さ	巾(背)	長さ			
90	90	3000・4000	管柱・土台・大引・母屋	スギ・ヒノキ	特等
105	105				
120	120				
120	150	3000・4000	梁・桁	スギ	特等
	180				
	210				
	240				
120	120	6000	通柱	スギ・ヒノキ	特等

特注材規格一覧

規格(mm)			一般住宅における用途	樹種	等級
厚さ	巾(背)	長さ			
105	150	3000・4000	梁・桁	スギ	特等
	180				
	210				
	240				
105・120	270	4000・5000 6000	梁・桁	スギ	特等
	300				
	330				
	360				
105・120	150	3000・4000	梁・桁	ヒノキ	特等
	180				
	210				
	240				
105・120	270	4000・5000 6000	梁・桁	ヒノキ	特等
	300				
	330				
	360				
135・150	300	4000・5000 6000	梁・桁	スギ	特等
	330				
	360				
	390				
120・135	420	4000・5000 6000	梁・桁	スギ	特等
120	450	4000・5000 6000	梁・桁	スギ	特等
105	105	6000	通柱	スギ・ヒノキ	特等
120	120	7000	通柱	スギ・ヒノキ	特等
135	135	3000・4000	管柱・通柱	スギ・ヒノキ	特等
150	150	6000			

※ 梁背 300mm、長さ 4,000mm、厚さ 120mm のいずれかを超えると特別な規格となる。



## (2)羽柄材

一般流通材規格一覧

規格(mm)			一般住宅における用途	樹種	等級
厚さ	巾(背)	長さ			
30	105	3000・4000	間柱・まぐさ	スギ	特等
	120				
45	90	3000・4000 5000	間柱・まぐさ 垂木・根太	スギ	特等
	105				
	120				
30	40	3650・4000	垂木・根太・野縁	スギ	特等
36	45				
45	45				
	55				
24	150	3650	破風・鼻隠	スギ	特等
	180				
	210				
	240				
14	90	3650・4000	貫・胴縁	スギ	特等
18	45				
	90				
	45				

## (3)造作材

一般流通材規格一覧

規格(mm)			一般住宅における用途	樹種	等級
厚さ	巾(背)	長さ			
30	105	3650・4000	枠材	スギ・ヒノキ	上小・無節
	120				
45	105	3650・4000	鴨居	スギ・ヒノキ	上小・無節
	120				
40	45	3650・4000	廻縁	スギ・ヒノキ	上小・無節
45	55	3650・4000	廻縁	スギ・ヒノキ	上小・無節

## (4)内外装材(板材)

一般流通材規格一覧

規格(mm)			一般住宅における用途	樹種	等級	加工形状
厚さ	巾(背)	長さ				
12	105	3650	内壁板	スギ	節・無上小	本実・本実 目透
	135					
15	105	3650	外壁板・床板	スギ	節・無上小	本実・本実 目透
	135					
30	135	3650	床板	スギ	節・無上小	本実
	150					
15	105	4000	床板	ヒノキ	節・無上小	本実

### (5)JAS材

- ・木造建築物、特に公共の木造建築物の設計を行う際には、基準法の規定により、製材 JASに適合する木材を利用しなければならない場合がある。
- ・令 46 条 2 項ルートに該当する建築物では、昭和 62 年建告 1898 号にて、構造耐力上主要部分である柱及び構架材に製材を使用する場合、製材JASに適合することがもとめられている。
- ・又、木造の場合、木材の躯体を現しにした準耐火構造とする「燃えしろ設計」を行う場合でも同様に製材JASに適合する木材であることが求められている。
- ・一方、上記に該当しない場合は、無等級材が利用できる。四号建物と呼ばれる壁量計算で対応できる建築物や、ルート1からルート3の設計を行い、かつ壁量計算の使用規定等も遵守する壁量の多い建築物では、無等級材の利用が可能である。

以下、木造建築物の設計の際に必要な製材JAS材及び無等級材について解説を行う。

#### ■ 製材 JAS

JAS規格製材に関しては、現在、次の5つの種類の規格がある。

- (1) 針葉樹の構造用製材のJAS規格(目視等級区分製材・機械等級区分製材に分類)
- (2) 針葉樹の造作用製材のJAS規格
- (3) 針葉樹の下地用製材のJAS規格
- (4) 広葉樹製材のJAS規格
- (5) 枠組壁工法構造用製材のJAS規格

ここでは、構造用製材のJAS規格について、大まかに記す。

#### <木材の強度規格の大別>

区 分	定 義
① 無等級	強度等級区分されていない材
② (JAS 規格)目視等級区分構造用製材	材の欠点を目視により測定し、等級区分するもの
甲種構造材	主として高い曲げ性能を必要とする部分に使用するもの(梁桁)
・構造用 I	木口の短辺が 36mm 未満のもの 木口の短辺が 36mm 以上、長辺が 90mm 未満のもの
・構造用 II	木口の短辺が 36mm 以上、長辺が 90mm 以上のもの
乙種構造材	主として圧縮性能を必要とする部分にしようするもの(柱)
③ (JAS 規格)機械等級区分構造用製材	機械によりヤング係数を測定し、等級区分するもの

①無等級材

強度等級区分されていない材＝無等級材とよび、建設省(国土交通省)告示により基準強度が定められている。

〈無等級材の基準強度〉

樹 種			基準強度(N/mm <sup>2</sup> )			
			圧縮	引張り	曲げ	せん断
針葉樹	I類	あかまつ、くろまつ、べいまつ	22.2	17.7	28.2	2.4
	II類	からまつ、ひば、ひのき、べいひ	20.7	16.2	26.7	2.1
	III類	つが、べいつが	19.2	14.7	25.2	2.1
	IV類	もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ すぎ べいすぎ、スプルー	17.7	13.5	22.2	1.8
広葉樹	I類	かし	27.0	24.0	38.4	4.2
	II類	くり、なら、ぶな、けやき	21.0	18.0	29.4	3.0

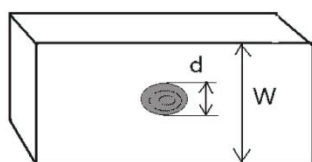
出典/建設省告示 1452号:平成 12年 5月 31日

「無等級材」強度基準は、無欠点小試験体の強度を求めて、これに節、丸身、などの影響を考慮した強度低減係数を掛けて求めたものである。

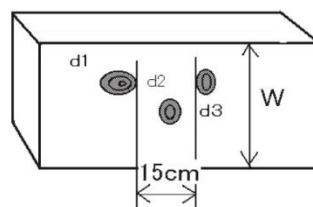
②目視等級区分構造用製材

目視等級区分の基本は、木材の強度を代用するものとして、節では材面幅に占める節の幅の割合(節径比)で算出している。また曲げ性能を必要とする甲種構造材であれば、節等の欠点が梁成方向の材中央部にあれば比較的強度に影響しない、材縁部は影響するとし、節が材長方向 15cm以内に集中している場合は破壊時に影響するとして、集中節としてまとめて算出するなどの評価法としている。

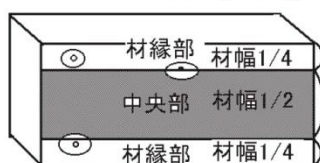
節径比  $d/W \times 100\%$



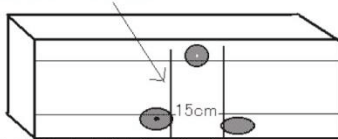
集中節径比  $(d1 + d2 + d3) / W \times 100\%$



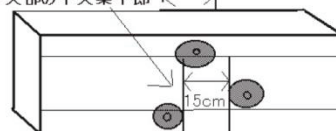
材縁部と中央部 節の心の位置



材縁部の中央集中節




中央部の中央集中節



< 構造用製材の J A S 目視等級区分参考例 (スギ) >

写真提供 / 岐阜県立森林文化アカデミー

	1 級	2 級	3 級
甲 種 II	 スギ 甲種 II 1級	 スギ 甲種 II 2級	スギ材では ほとんどみられない
乙 種	 スギ 乙種 1級	 スギ 乙種 2級	 スギ 乙種 3級

[参考文献] 図・表・文 岐阜県林政部県産材流通課発行「大規模木造公共施設の建築にかかる低コストマニュアル・事例集」

<JAS目視等級区分構造用製材の材面の品質>

区 分		甲種構造用Ⅰ			甲種構造用Ⅱ			乙種構造材				
		1級	2級	3級	1級	2級	3級	1級	2級	3級		
節 径比 %	単独節	全 面		20	40	60				30	40	70
		狭い材面					20	40	60			
		広い 材面	材縁部				15	25	35			
			中央部				30	40	70			
	集中節	全 面		30	60	90				45	60	90
		狭い材面					30	60	90			
		広い 材面	材縁部				20	40	50			
			中央部				45	60	90			
丸身(稜線上の欠けキズを含む)			10	20	30	同左			同左			
貫通割れ	木 口		長辺寸 法以下	長辺寸 法× 1.5	長辺寸 法 ×2.0	同左			同左			
	材 面		0	材長 ×1/6	材長 ×1/3	同左			同左			
目まわり			短辺寸 法 ×1/2	短辺寸 法 ×1/2		同左			同左			
繊維走行の傾斜比			1:12	1:8	1:6	同左			同左			
平均年輪幅(mm)			6	8	10	同左			同左			
腐 朽			0	軽微	顕著で ない	同左 (土台用は0)			0	軽微	顕著で ない	
曲がり(%)			極 軽微	軽微	顕著で ない	0.2	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	
狂い及びその他の欠点			軽微	顕著で ない	使用上 支障 ない	軽微	顕著 でな い	使用 上支 障 ない	軽微	顕著 でない	使用上 支障 ない	

[参考文献]表・文 岐阜県林政部産材流通課発行「大規模木造公共施設の建築にかかる低コストマニュアル・事例集」

# 第3章

## 木材料

<針葉樹の構造用製材の日本農林規格(目視等級)に対応した基準強度>

樹種	構造材の区分	等級	基準強度(N/mm <sup>2</sup> )			
			圧縮	引張り	曲げ	せん断
あかまつ	甲種	1級	27.0	20.4	33.6	2.4
		2級	16.8	12.6	20.4	
		3級	11.4	9.0	14.4	
	乙種	1級	27.0	16.2	26.4	
		2級	16.8	10.2	16.8	
		3級	11.4	7.2	11.4	
べいまつ	甲種	1級	27.0	20.4	34.2	2.4
		2級	18.0	13.8	22.8	
		3級	13.8	10.8	17.4	
	乙種	1級	27.0	16.2	27.0	
		2級	18.0	10.8	18.0	
		3級	13.8	8.4	13.8	
からまつ	甲種	1級	23.4	18.0	29.4	2.1
		2級	20.4	15.6	25.8	
		3級	18.6	13.8	23.4	
	乙種	1級	23.4	14.4	23.4	
		2級	20.4	12.6	20.4	
		3級	18.6	10.8	17.4	
ダフリカ からまつ	甲種	1級	28.8	21.6	36.0	2.1
		2級	25.2	18.6	31.2	
		3級	22.2	16.8	27.6	
	乙種	1級	28.8	17.4	28.8	
		2級	25.2	15.0	25.2	
		3級	22.2	13.2	22.2	
ひば	甲種	1級	28.2	21.0	34.8	2.1
		2級	27.6	21.0	34.8	
		3級	23.4	18.0	29.4	
	乙種	1級	28.2	16.8	28.2	
		2級	27.6	16.8	27.6	
		3級	23.4	12.6	20.4	
ひのき	甲種	1級	30.6	22.8	38.4	2.1
		2級	27.0	20.4	34.2	
		3級	23.4	17.4	28.8	
	乙種	1級	30.6	18.6	30.6	
		2級	27.0	16.2	27.0	
		3級	23.4	13.8	23.4	
べいつが	甲種	1級	21.0	15.6	26.4	2.1
		2級	21.0	15.6	26.4	
		3級	17.4	13.2	21.6	
	乙種	1級	21.0	12.6	21.0	
		2級	21.0	12.6	21.0	
		3級	17.4	10.2	17.4	
エゾマツ 及び とどまつ	甲種	1級	27.0	20.4	34.2	1.8
		2級	22.8	17.4	28.2	
		3級	13.8	10.8	17.4	
	乙種	1級	27.0	16.2	27.0	
		2級	22.8	13.8	22.8	
		3級	13.8	5.4	9.0	
すぎ	甲種	1級	21.6	16.2	27.0	1.8
		2級	20.4	15.6	25.8	
		3級	18.0	13.8	22.2	
	乙種	1級	21.6	13.2	21.6	
		2級	20.4	12.6	20.4	
		3級	18.0	10.8	18.0	

出典/建設省告示 1452号:平成12年5月31日

③機械等級区分構造用製材

機械等級区分は、木材の強度(最大強度)を機械的に推定するもので、曲げヤング係数と曲げ強さとの関係が相関関係にあることを応用し、一定範囲の曲げヤング係数に対して等級区分を行っている。測定装置としては、実際に積載し、その歪みを測定する載荷式と、打撃の振動周波数と比重(重量)から算出する打撃式がある。

<針葉樹の構造用製材の日本農林規格(機械等級)に対応した基準強度>

樹種	等級	基準強度(N/mm <sup>2</sup> )			
		圧縮	引張り	曲げ	せん断
あかまつ べいまつ ダブリカからまつ べいつが えぞまつ とどまつ	E50	-	-	-	1.8
	E70	9.6	7.2	12.0	
	E90	16.8	12.6	21.0	
	E110	24.6	18.6	30.6	
	E130	31.8	24.0	39.6	
	E150	39.0	29.4	48.6	
からまつ ひのき ひば	E50	11.4	8.4	13.8	2.1
	E70	18.0	13.2	22.2	
	E90	24.6	18.6	30.6	
	E110	31.2	23.4	38.4	
	E130	37.8	28.2	46.8	
	E150	44.4	33.0	55.2	
すぎ	E50	19.2	14.4	24.0	1.8
	E70	23.4	17.4	29.4	
	E90	28.2	31.0	34.8	
	E110	32.4	24.6	40.8	
	E130	37.2	27.6	46.2	
	E150	41.4	31.2	51.6	

出典/建設省告示 1452号:平成 12年 5月 31日

※機械等級は目視等級の乙種 3級以上が前提

■茨城県産人工乾燥構造用製材の強度

樹種	品目	サイズ	E50	E70	E90	E110
スギ	正角	120×120	5%	50%	35%	10%
スギ	平角	240×120	5%	60%	30%	5%
ヒノキ	正角	120×120	0%	5%	65%	30%

(八溝多賀木材乾燥協同組合データによる)

- ・ 一般的に流通している人工乾燥構造用製材は無等級。
- ・ 人工乾燥構造用製材の目視等級についてはほぼ流通していない。
- ・ 人口乾燥構造用木材の機械等級については流通量は増加しているが少量である。
- ・ 茨城県産人口乾燥構造用製材の平均的な強度はスギでE70・ヒノキでE90が中心となる。

### ■木製品の含水率

木製品の含水率は日本農林規格(JAS)では下表のように定められている。

〈日本農林規格(JAS)の含水率基準〉

品 名		含水率	
製 材			
目視等級区分構造用製材(乾燥材の表示) 機械等級区分構造用製材(乾燥材の表示)	(SD:表面仕上げ材) (D:未仕上げ材) D25 SD20 D20 SD15 D15	25%以下 20%以下 15%以下	
造作用製材(乾燥材の表示)	(SD:表面仕上げ材) (D:未仕上げ材) SD18 D18 SD15 D15	18%以下 15%以下	
下地用製材(乾燥材の表示)	(SD:表面仕上げ材) (D:未仕上げ材) SD20 D20 SD15 D15	20%以下 15%以下	
広葉樹製材(乾燥材の表示)	D13 D10	13%以下 10%以下	
集成材・構造用集成材		15%以下	
単板積層材・構造用単板積層材		14%以下	
枠組壁工法構造用製材 乾燥材		19%以下	
フローリング			
単層フローリング	人工乾燥表示	針葉樹	15%以下
		広葉樹	13%以下
	天然乾燥表示	針葉樹	20%以下
		広葉樹	17%以下
複合フローリング		14%以下	
普通合板・コンクリート型枠合板		14%以下	

### (6)乾燥機対応寸法

各製材工場の乾燥機について

- ・ 一般的な対応長さ…6m
- ・ 特殊材料対応可能な乾燥機をもっている工場…6～8mまで

※ 各製材所の乾燥方法は、柱用、梁用、スギ用、ヒノキ用といった扱う材料によって乾燥方法に特徴があり、色合いなどに違いがある。

※又、一度に乾燥可能な量は限られるので、使用量によって、工程を組む際、留意する必要がある。



## (7) 一般的なプレカット対応寸法

製材品の加工については、手加工対応となると加工賃が割高になるため、低コストにつなげるには、プレカット対応可能寸法とすることが必須である。

・一般的なプレカット対応寸法…厚 135～150×背 390～450×長さ 6m程度

※工場により異なるが、登り梁加工や特殊な継手・仕口、ドリルの穴あけ寸法によっても手加工が発生し、1ヶ所当たりやmにより加工が追加される。よってできるだけプレカット対応できる継手・仕口を多用することが低コストになるポイントになる。

## (8) 節と等級

製材の材面美観に関する表示

- ・ 日本農林規格(JAS)においては、無節、上小節(長径 10mm 以下)、小節(長径 20mm 以下)、並材(長径 20mm 超)に区分されるが、流通レベルではさらに厳しく、無節、上小節(約 3～5mm の生き節)、並材(約 10mm 超)といった慣習(明確な基準はない)で取引されているのが現状である。
- ・ 柱材については、四方、三方、二方(矩手、対面)、一方に分類、表示される
- ・ 本来、造作用製材の区分だが、慣習的に構造材にも用いられる。

## (9) 板目と柾目

### 1)板目

- ・ 丸太の中心からずれて挽くと、年輪が平行でなく山形や筍形の木目が現れ、これを板目という。幅広材が取れ経済的であるが、幅反りが起こりやすい。  
幅広材(180mm 超)を用いた設計は、反り、収縮、コスト等の面からみても不合理である。

### 2)柾目

- ・ 丸太の中心に向かって挽いたときに現れる年輪が平行な木目を柾目と言う。板目と比べ歩留まりが悪くコスト高になるが、反りや収縮などの狂いが少ない。木目も美しい。  
大量の材を使用する中大規模建築においては、高単価な内装材のコスト抑制が重要である。板目材と柾目材でコストに大きな差があることや、節も木の風合いを出すデザインとして受け入れられ必ずしも無節や柾目材の品質が求められている訳ではないことから、板目材をうまく活用し、アクセントとして局所的に高級な柾目材を用いるなどの工夫が大切である。

## 3-5 茨城県産材を利用した構造用集成材

### 3-5-1 樹種と特性

県内の素材生産量は杉・ヒノキが90%を占めている。八溝山系を中心に台風や雪の影響を受けにくい気候の特徴から、高品質の原木が産出されている。

### 3-5-2 生産量

県産材(杉・ヒノキ)を使用した集成材を製造できる県内メーカーは、現在A社・B社の2社であり、その集成材生産量は、それぞれ

月産 A社: 3,500/m<sup>3</sup>、B社: 150/m<sup>3</sup>~200/m<sup>3</sup>

年間 A社: 42,000/m<sup>3</sup>、B社: 2,000/m<sup>3</sup>~3,000/m<sup>3</sup>

となっている。(ハイブリッド集成材も含む)

### 3-5-3 規格寸法

杉 (柱)	
長さ	寸法 (mm)
3m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
4m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
5m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
6m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150

ハイブリッド(柱)	
長さ	寸法 (mm)
3m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
4m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
5m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150
	105×105
6m	105×105
	120×120
	135×135
	150×150

ヒノキ(土台)	
長さ	寸法 (mm)
3m	105×105
	120×120
4m	105×105
	120×120
5m	105×105
	120×120

## ラミナ(ビーム)

長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)
2.98m	89×235	3.98m	89×235	4.98m	89×235	5.98m	89×235
	286		286		286		286
	105×105		105×105		105×105		105×105
	120		120		120		120
	150		150		150		150
	180		180		180		180
	210		210		210		210
	240		240		240		240
	270		270		270		270
	300		300		300		300
	330		330		330		330
	360		360		360		360
	390		390		390		390
	420		420		420		420
	450		450		450		450
	120×120		120×120		120×120		120×120
	150		150		150		150
	180		180		180		180
	210		210		210		210
	240		240		240		240
	270		270		270		270
	300		300		300		300
	330		330		330		330
	360		360		360		360
	390		390		390		390
	420		420		420		420
	450		450		450		450

### ハイブリッド(ビーム)

長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)	長さ	寸法 (mm)
2.98m	105×105	3.98m	105×105	4.98m	105×105	5.98m	105×105
	120		120		120		120
	150		150		150		150
	180		180		180		180
	210		210		210		210
	240		240		240		240
	270		270		270		270
	300		300		300		300
	330		330		330		330
	360		360		360		360
	390		390		390		390
	420		420		420		420
	450		450		450		450
	120×120		120×120		120×120		120×120
	150		150		150		150
	180		180		180		180
	210		210		210		210
	240		240		240		240
	270		270		270		270
	300		300		300		300
	330		330		330		330
	360		360		360		360
	390		390		390		390
	420		420		420		420
	450		450		450		450

#### 製作可能寸法

・W=240×H=～1200 L=～13m(A社)      ・W=220×H=～2500 L=～24m(B社)

(二次接着の場合)

・W=550×H=～1200 L=～13m(A社)      ・W=600×H=～2500 L=～24m(B社)

### 3-5-4 強度等級

一般流通の構造用集成材の強度等級

樹種	対称異等級構成
スギ	E65-F225,E75-F240
ヒノキ	E95-F245

### 3-5-5 構造用集成材のコスト

集成材は規格品内で梁せい 450mm までがコストパフォーマンスが大きくなり、せい 450mm 以上、せい 600mm 以上と段階的にコストアップにつながる。長さ 4m まではコストが抑えられ、以降、6m、それ以上と m3 単価が上がる。特殊断面や湾曲集成材は、加工手間が増えることにより価格も割高となる。大スパン空間や見せ場以外の活用を避けるなど、心がけることが大切。

また、特殊材や大断面集成材と特殊金物が一体となった工法もあるが、コストを意識する場合は、建物全体でなく凡用性のある金物と併用して使用するなど心がける必要がある。

強度についても一般流通材を使用することで低コスト化につながる。

また、使用する梁せいの種類を少なくすると、機械を止めることなく加工できるため、納期短縮や低コスト化につながる。

### 3-5-6 プレカットの加工対応寸法

集成材のプレカットは、巾～150mm×せい～450mm×長～6m が一般的に対応可能な寸法となる。

### 3-5-7 県産材集成材の注意点

県内産の木材を集成材に加工する場合、製材してラミナ加工→乾燥→集成材製作工場で集成材へと生まれ変わる。材料の指定により、スギ集成材、ヒノキ集成材、ハイブリッド集成材などの種類がある。

※ハイブリッド集成材：曲げ応力負担の大きい外層部に強くてたわみにくいベイマツを使用し、内層部には軽くて粘りのあるスギを使用した構造用集成材。

現在、一般的に出回っているベイマツ・レッドウッド集成材などは、木材自体の材料強度が高いため集成材強度も高い傾向にあるが、県内産樹種で集成材を作成する場合は、県内樹種の材料強度をある程度把握し、無理のない計画を行う必要がある。

### 3-5-8 構造・建て方一括請負

大規模木造建築物の場合、構造計算が必要となることが多くなる。集成材を取扱う工場では、構造計算を行い、材寸法の決定、金物指定、加工、建て方まで請け負う工場も存在する。現状、木質構造設計者の数が限られること、大規模木造に手慣れた施工業者が少ないことから、建て方まで任せられる安心感等、集成材工場の体制は設計者・施工者にとって有難い存在となっている。

反面、工法や金物が限定され、残念ながら特殊金物は開発費や特許の関係から低コストとは言い難い面も存在する。設計者はこの点を理解し、業務を進めていく必要がある。

### 3-5-9 法規と JAS 材

建築基準法上、JAS製品を用いることが必要になる場合がある。建物の構法や規模を検討する際、あわせて材料についての検討も必要となる。

A社の JAS 取得構造用集成材の強度等級

断面区分：小断面・中断面

樹種	構成、強度等級			使用環境
	対称異等級	特定対称異等級	同一等級	
ベイマツ	E150-F435		E170-F540	A.C
<b>スギ</b>	E85-F255		E95-F315	
オウシュウアカマツ	E120-F330		E120-F375	
<b>ヒノキ</b>	E95-F270		E105-F345	A
スプルース	E120-F330		E120-F375	C
<b>スギ</b> ・ベイマツ (異樹種)	E120-F330	ME120-F330		A.C
				特定対称異等級はAのみ

断面区分：大断面

樹種	構成、強度等級			使用環境
	対称異等級 (積層接着・二次接着)	特定対称異等級 (積層接着のみ)	同一等級 (積層接着・二次接着)	
ベイマツ	E135-F375		E150-F465	A
<b>スギ</b>	E75-F240		E85-F300	
オウシュウアカマツ	E120-F330		E120-F375	
	(二次接着のみ)		(二次接着のみ)	
<b>ヒノキ</b>	E95-F270		E105-F345	
<b>スギ</b> ・ベイマツ (異樹種)		ME120-F330		

※表中**赤文字**は県産材を示す

## ハイブリッドビーム仕様

断面区分	使用環境	強度等級	材長
小断面集成材	A、C	E120-F330	使用環境Aの製品 ・・・13m 以内 使用環境Cの製品 ・・・6m 以内
		E95-F270 (正角サイズに限る)	
中断面集成材  ただし長辺については ①等厚ラミナで積層時、積層数 18 枚以下 で製造できるサイズに限る ②異等厚ラミナで積層時、長辺は 105～ 405mmに限る	A、C	E120-F330	・・・6m 以内
中断面集成材 (長辺は、等厚ラミナで積層数 19 枚以上で 製造するサイズに限る)	A	ME120-F330	13m 以内
		ME105-F330	
		ME95-F270	
ME85-F255			
大断面集成材 (短辺 240mm 以内、長辺 800mm 以内に 限る)			

## 3-5-10 県産材合板の一般流通

県産材合板は中芯3層に杉材を使用し、表裏面に県外産のカラマツやラーチを使用する構造用合板が、合板メーカーとの協業により商品化されている。

□対応サイズ

- ・12×910×1820
- ・24×910×1820
- ・28×910×1820

[参考文献]3-5 文  岐阜県林政部県産材流通課発行「大規模木造公共施設の建築にかかる低コストマニュアル・事例集」

## 3-6 乾燥方法

木材の乾燥方法には大きく分けて天然乾燥と人工乾燥がある。

天然乾燥とは、屋外や屋根付き倉庫に製材を、風の流れを考えて棧積み(側面に風が当たるように)し、天日により時間をかけて自然に木材を乾燥する方法である。2～3ヶ月間おくと、柱材で含水率25%程度、厚さが薄い板材などであれば15%程度まで下げることができる。一見、簡単そうに見えるが、積み方、置き場所、天候、材の特性によって割れ等を防いだり、工夫することが必要となる。

人工乾燥は、木材を乾燥装置の中に搬入し、装置の中で熱を加えたり、除湿したりして、木材を短期間の間に乾燥させる方法である。代表的な方法としては、蒸気式、高周波式、除湿式、燻煙熱処理式などがある。一般的な蒸気式乾燥では、スギの場合、柱材も板材も1週間以内で含水率20%以下にすることができる。

また、天然乾燥では難しい水準まで含水率を下げることも可能である。

それぞれの特徴などについては次のとおりである。

### 3-6-1 天然乾燥の特徴

#### (1)長所

- 1)場所さえあれば設備費がほとんどかからない。
- 2)人工乾燥の前処理にすれば乾燥むらが軽減できる。
- 3)人工乾燥で生じやすい変色が少なくなる。

#### (2)短所

- 1)その土地・季節の天候条件に支配され、長い乾燥時間を要する。
- 2)長時間乾燥しても、そのときの気乾含水率以下に下げることができない。
- 3)人工乾燥に比べ乾燥初期の湿度条件が厳しいため、特に厚材や心持ち材での材面割れ発生の危険が大きい。

### 3-6-2 人工乾燥の特徴

人工乾燥は、それぞれの乾燥方法により特徴が異なるが、概要は次のとおりである。(表 3.6.2 参照)。

表 3.6.2 乾燥方式別の比較(スギ心持ち柱材 10.5cm 仕上げ)

乾燥方法 (乾燥温度)	乾燥仕上 含水率	乾燥 日数
蒸気式(中温タイプ) (70～80℃)	20%以下 15%以下	14 17
蒸気式(高温タイプ) (100～120℃)	20%以下 15%以下	5 7
除湿式<12cm 仕上げ> (60～70℃)	20%以下 15%以下	20 25
燻煙式 (60～90℃)	20%以下 15%以下	14 16

3-6(参考文献)文・表  
一般社団法人 全国木材組合連合会「木を学ぶ」  
木材 QandA3-2 乾燥方法について及び乾燥材生産マニュアル  
(改訂新版)2006