

中大規模木造建築物の 普及マニュアル

～ とちぎ材による木造・木質化 ～



平成26年 3月

栃木県林業センター

栃木県林業振興課

表紙写真 表表紙：茂木町立茂木中学校
裏表紙：鹿沼市立栗野第一小学校

目次

I	趣旨	1
II	とちぎ材の生産・流通の概要	2
III	木材料	
	(1) 木材・木材製品の種類	5
	(2) とちぎ材製品（無垢材）	7
	(3) とちぎ材製品（集成材）	1 2
	(4) その他の製品（積層材）	1 5
IV	木構造	
	(1) 架構形式	1 7
	(2) 木質ラーメン構造	1 9
	(3) 接合部	2 0
	(4) 金物工法	2 1
	(5) プレカット	2 2
	(6) 小規模：ラーメン	2 3
	(7) 大規模：ラーメン	2 4
	(8) トラス	2 7
	(9) 製材：トラス	2 9
	(10) 耐力壁（垂直構面）と水平構面	3 0
V	住宅用流通材を用いた中大規模木造建築の構造計画 ～東京大学教授 ホルツストラ主宰 稲山正弘氏～	
	1 中大規模木造の設計上のハードルと対応	3 1
	2 構造に関する建築基準法令の規則と対応	3 2
	3 木材の持つめり込みを生かす構法の採用	3 2
	4 木の特性を活かした「美・剛」に富む施工例とポイント	3 3
VI	防耐火	
	(1) 防耐火上の規制と多層化・大規模化への対応	6 0
	(2) 「耐火建築物」及び「準耐火建築物」の設計について	6 1
VII	中大規模木造建築における諸課題と対応	
	(1) 材料調達	6 3
	(2) 長期計画の重要性	6 7
	(3) 分離発注	6 8
	(4) 耐腐朽性等への工夫	6 9
	(5) 乾燥方法	7 1
	(6) グレーディング	7 5
VIII	木材試験研究成果：学術論文	
	(1) 材面割れ・背割材の強度性能	7 8
	(2) 異樹種異等級構成集成材・積層材の開発と強度特性	8 1

I 趣 旨

本県では、これまで、国に先行する形で、平成9年度に「公共施設の木造・木質化指針」を、平成15年度には「県有施設の木造化に関する基準」を策定し、公共建築物や公共土木施設等の木造・木質化に取り組んできました。

平成22年10月「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律(平成22年法律第36号)」(以下「法」という。)の施行、「公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針(平成22年10月4日農林水産省、国土交通省告示第3号)」を受け、平成24年度には「とちぎ木材利用促進方針」を策定しました。併せて、県内の全市町において木材利用方針が策定され、さらに全国規模の企業においても木造推進室たる部署が設置されるなど、官民ともに法に伴う対応が進んでおります。

近年の建築基準法改正等により、木造建築の可能性は大きく広がる中、法の施行に伴い、戦後の防耐火を要因とした鉄骨造や鉄筋コンクリート造主体から大きくシフトしたところでもあります。しかしながら、特に中大規模建築物では、欧米に比較し、木造で建てられるケースは少ないのが実状であり、材料や構造を工夫した木造建築物の普及はまだこれからという状況にあります。

そこで、今後、木材利用が期待されている比較的規模の大きな木造建築物の普及促進を念頭に、先駆的な研究者の成果や、先進企業の取組等を参考にさせて頂きながら、とちぎ材の生産流通(品目/規格)など木材料に関する事項や、架構形式・木構造に関する事項、さらに木材調達・乾燥・強度性能確保など中大規模木造建築が抱える諸課題への対策を盛り込んだ手引書を作成するものであります。

特にとちぎ材の特徴を知ること、供給可能な木材の種類・規格等を認識することは、仕様に応じた無理のない設計を可能にします。また、国際競争力のある「一般流通材」の使用が進むことは、地域材を活かした木造化の実現と、とちぎの林業・木材産業界の成長にもつながる重要なキーワードであります。

本書は、木造建築推進のキーマンとなる建築士(設計者)の方々をはじめ、関係各位に活用されることで、少しでも木造建築物への再認識が進み、とちぎ材を用いた公共並びに民間建築物の木造・木質化が積極的に図られ、法の実現性が高まることを期待するものであります。

Ⅱ とちぎ材の生産・流通の概要

木材は国際商品（1964年：輸入自由化）であることから、木材流通はグローバル化かつ多様化している。需給は「生産（供給）側」と「利用（需要）側」に大別できる。生産側は川上（素材生産業～原木市場）と川中（製材・集成材工場）を指し、利用側は川下（流通業～プレカット工場～建築業）を指す。

（１）川 上

原木丸太の伐採・生産を行う素材生産業界は、森林組合と林業事業体に区分され、材積ベースでの生産比率は約4：6となっている。木材業登録上は283社あるが、実質的な上位100社を地域的に見ると、県西を主体に、県北、矢板、県南、県東の順に存在しており、取引先となる製材工場の立地と一致せず、流域を超える広域的な流通となっている。

平成24年度の素材生産量は46万 m^3 で全国12位であるが、関東甲信越地域では突出し、第1位を誇っている。なお、全素材需要量（53.7万 m^3 ）に対する自県材率は68%、国産材率は97%と高く、外材の需要が極端に少ないのが本県の特徴である。

本県は従来、柱取り林業（3m造材）が主体であり、今後は中大規模建築等に必要な特殊材（長さ、太さ）への柔軟な対応が課題となっている。

（２）川 中

製品の原料となる原木丸太は優良材として市場評価が高いことから、無垢材の生産拠点として製材工場を主体に進展し、年間原木使用量1万 m^3 以上の大型工場が複数存在（10工場）している。

製品出荷量（28万 m^3 ）では全国10位、素材同様に関東甲信越地域で第1位である。素材生産の88%を製材用が占め、文字どおり製材工場が国産材業界を支え、「無垢の製材で勝負できる限られた地域の一つとして存在感」を有している。県内には木材登録上139の製材工場が存在するが、実質上位30社で生産量の約90%を占めている。

最大の強みは高品質な建築用材、すなわちKD材の供給能力の高さにある。特にここ4年間で約1.5倍と急速に増加した結果、国産の人工乾燥材生産量（15万 m^3 ）では全国第2位（全製品に占める人工乾燥材率（54%）では全国第1位）に躍進した。

なお、無垢製材用の丸太に比べ、低質・低価格な原木丸太を活用する合板工場は存在しない。また、集成材工場は少数であり、主に3工場立地している。大断面構造材を生産可能で体育館など大規模建築物に対応できるタイプ、外材専用のタイプ、製材工場との水平連携により、国産材をフル活用するビジネスモデルの構築により、住宅用等の小中断面を対象とするタイプといずれもマーケットを見据え、特徴を持って稼働している。

○ 乾燥材生産拡大の契機

(県林業センター：木材研究施設との連携・とちぎ木材乾燥技術者の会の設立)

低コスト化に資する木質バイオマスボイラーを伴う乾燥施設の整備が進み、急速に乾燥材生産が進んだ。併せて、平成16年度に民間開放型オープンラボラトリーとして、林業センター内に木材研究施設が設立され、特に乾燥についての研究成果を業者が所有する商用の大型乾燥施設で実証することによって、一気に乾燥技術が革新された。このように、施設的なハード整備と技術的なソフト支援が相乗効果をもたらし、現在の乾燥材生産拠点としての地位を確立した。

さらに、平成24年12月には「とちぎ木材乾燥技術者の会」を企業21社及び林業センター木材研究施設で設立し、さらなる木材乾燥技術の向上に努めている。

とちぎ木材乾燥技術者の会 会員 (21社：順不同)

青木製材(有)，(株)栃毛木材工業，(株)ヤマサンワタナベ，(有)マルハチ，
益子林業(有)，二宮木材(株)，(有)加藤材木店，(株)島田商店，(有)田村材木店，
(株)トーセン，(株)山菅材木店，(有)大塚林業，(株)渡辺製材所，星野工業(株)，
鹿沼木工(資)，(株)ヤギサワ，(有)丸久木工所，(有)宮製材所，(有)西村材木店，
(有)生井材木店，栃木県集成材協業組合

○ 製材工場の地域性

県北・矢板地域は、全国一の工場が存在するなど大規模量産型の製材工場が集中的に立地する、全国屈指の製材品生産地域であり、杉・桧乾燥材の生産拠点である。特に県北の大型工場は、ヌキや胴縁、ラス下などの野物を除く主製品のほぼ全量をKD化するなど高い乾燥率(80%強)を誇るのが特徴である。

このように、製材業者を牽引しているのは県北の大型工場だが、製材ニーズ(生產品目)は多様で、大型工場だけで全ての需要を賄えるわけではないため、県西・県東・県南地域には、小中規模生産型の特性を活かした乾燥方法の導入や、差別化した製品づくりに取り組み、さらには工務店や材木店への販売など流通販売方法の多様化に取り組み工場が立地している。

○ 製品のブランド化・信頼性向上化 (別冊：とちぎ材のすすめ)

本県では、企業毎に特徴のある製品づくりに取り組み、人工乾燥・天然乾燥を施した製品の企業独自のブランド化が進展している。

さらに、先進的な工場(6社)では、グレーディングマシンの導入によって、強度性能(ヤング係数)や含水率を測定し、品質・性能の明らかな製品の供給拡大を図っている。(P77：JAS工場一覧)

○ 減少化する役物生産状況

和室に用いられる、ヒノキの四面無節等の柱、スギの廻縁、長押、竿縁、鴨居、ヒノキの敷居、鴨居、羽目板、縁甲板、天井板等化粧板などの高級材生産は、減少の一途をたどっている。現在では、間柱、垂木、加工板の原板生産にシフトしている工場も見受けられる。

このように、本県の製材業界は、「大規模化による大量生産型」と「差別化による少量生産」の二極化が明瞭化しているのが現状である。

(3) 川 下

本県には多種の国産材を扱う全国有数の製品市場（市売問屋）が存在している。国産材の製品流通に占める市売問屋の存在感が大きく、製材工場が特定品目をプレカット工場に直接販売するケースは少ない。このため、プレカット工場では材木店からの持ち込み材の賃加工に対応する仕組みや、材木店の注文で市売問屋がアッセンブル（邸宅毎に必要な材を仕分けて出荷＝邸別出荷）して納める仕組みも進展するなど、既存流通とプレカットが共存共栄している全国でもまれな地域である。

○ 製品市場・木材販売業関係

製品市場は、様々な丸太規格から木取りされる多種多様な製品を一同に販売する重要な役割を担う。高単価な役物から一般材（KD）へ主たる販売製品が大きくシフトしている。また、製品市場の買い方となる木材販売業は、総合的に材を揃え、必要な品目・数量をタイムリーに手当てする貴重な役割を果たしている。

このように木材流通業者（製品市場・木材販売業）は、まさに生産者と需要者を結ぶコーディネーターであり、なくてはならない存在である。

○ プレカット工場

プレカット工場とは、CAD/CAMに基づく機械加工（刻み）を行う業態で、大工の代替加工のイメージが強いが、建築物の企画提案・部材採用から構造設計をも担う木造建築にとっては不可欠な存在に成長し、現在の木材流通の「要」とも呼べる業種となっている。

県内には、全国クラスの大型プレカット工場が軸組系で3社、枠組壁工法系で2社存在する他、約20社が立地している。

プレカット加工は、従来、構造材加工が主体であったが建築工法の変化等に伴い、羽柄材加工、合板加工、さらにはサイディング加工など加工範囲の拡大が進められている。従来は、住宅を対象としてきたが、今後は、非住宅木造分野が期待されていることから、大断面集成材やトラス、登り梁が加工可能な特殊加工機の導入に踏み切った企業も存在する。

～とちぎ材の利用促進に向けて～

本県は、住宅着工状況から考察すると、大手住宅メーカーやビルダーに比べ、地域材活用に不可欠な工務店の守備範囲が広いのが特徴であることから、とちぎ材の利用促進は、木造軸組用材を主体に、枠組壁工法用材や壁式ハイブリッド工法、さらには非住宅用材への供給を視野に入れるなど用途（工法）を広げることに加え、現在の製品出荷状況（県内45：県外55）からも、地産地消と地産外消を並行することが重要である。

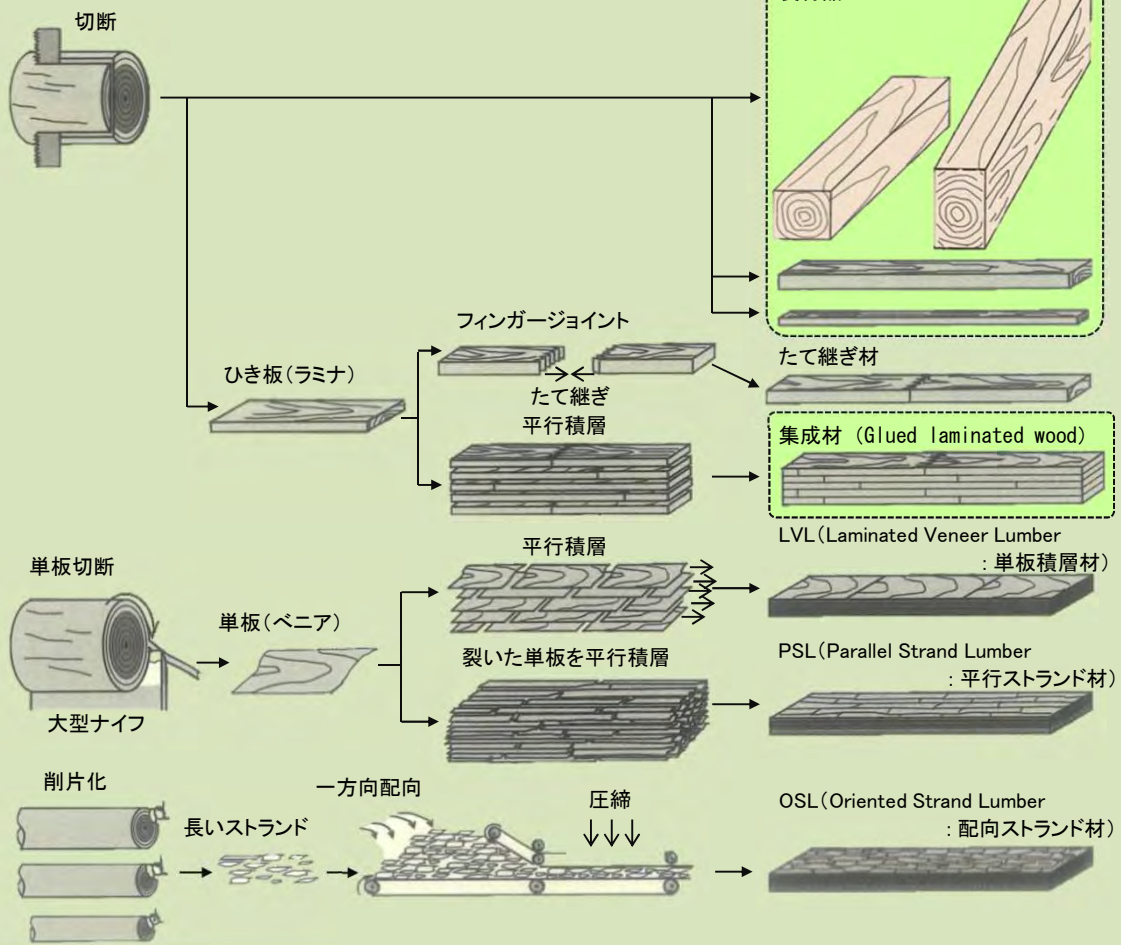
そのためには、需給ニーズのミスマッチが生じている現状から、一部で見られる川上と川中などの業種間における部分的連携にとどまらず、川上から川下に至る一貫した連携体制の構築が大切であり、特に中大規模建築においては、より一層重要となってくる。

Ⅲ 木材料

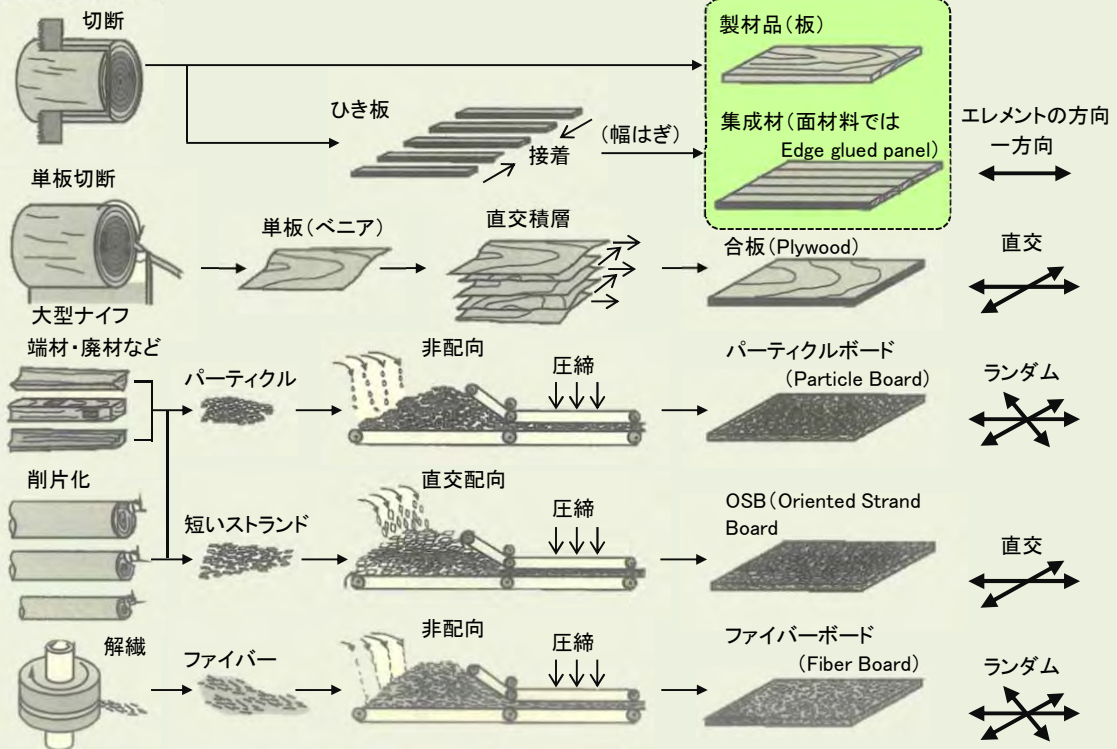
(1) 木材・木材製品の種類

栃木県の主たる製品

① 主な軸材料 (細長くて骨組みのような部材に使われるもの)



② 主な面材料 (平面的で板のような用途に使われるもの)



① 軸材料

- 「製材品」 原木を帯鋸や丸鋸などで切断して形を整えたもの、いわゆる「無垢材」
- 「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（Finger Joint：FJ）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」 ひき板を何枚も軸と平行方向に積層接着したもの
- 「LVL」 丸太から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：veneer）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」 単板を縦に裂いて短冊状にしたもの（ストランド：Strand）を平行に積層接着したもの
- 「OSL」 小径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

- 「製材品（板）」 原木を帯鋸や丸鋸などで切断して形を整えたもの、いわゆる「無垢材」
- 「集成材」 幅の狭い板や角材を幅方向に接着したもの（幅はぎ）
- 「合板」 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」 小径材や端材などを砕いて小片（パーティクル）にし、圧縮接着したもの
- 「OSB」 小径丸太等から短いストランドをとり、表層では長さ方向に、中心層では軸方向に並べて（直交配向）積層接着したもの
- 「ファイバーボード」 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（IB, MDF, HB）

○ 以上のような、単体の木質材料以外にも、単体を組み合わせて作る製品があります

- 「Iビーム（アイビーーム）」 梁の上下に軸材料の構造用LVLを配置して、それを面材料のOSBや構造用合板で結合したもの（P15参照）
- 「ボックスビーム」 Iビームと同様な構成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（Cross Laminated Timber）」 幅はぎしたラミナを積層した大型のパネル（P16参照）
- 「重ね梁」 正角や平角を数本重ね合わせたもの（接着・金物タイプ）… 横架材利用
- 「合せ梁」 平角を数本接着して貼り合せたもの（接着・金物タイプ）… 横架材利用
- 「合せ柱」 正角や平角を数本貼り合せたもの（接着・金物タイプ）… 柱・横架材利用

参考文献等）「プロでも意外に知らない<木の知識>」学芸出版社

(2) とちぎ材製品 (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とちぎ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高難性を生じさせる。最も悪いケースでは、丸太1本から一つの製材品しかとれない事態を招くこともある。

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せない場合、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、**適材適所な木質材料の併用**を視野に入れることで、木造建築の幅が広がってゆく。

本県の製材品生産は、8割超がスギであり、本一覧は、スギ材を主に記載する。

① 一般流通材 規格一覧

主たる構造材 (青字: ヒノキ含む)

規格 (mm)			一般住宅における用途
厚さ	幅(背)	長さ	
105 120	× 105 × 120	× 3,000	管柱
105 120	× 150 × 180 × 210 × 240 × 270 × 300	× 3,000 × 4,000	梁・桁
105 120	× 105 × 120	× 4,000	土台
105 120	× 105 × 120	× 5,000 × 6,000	通柱



中大規模における用途 (例)	
単体	組合せ
母屋・垂木	トラス・ 張弦梁・ 重ね梁・ 合わせ柱 etc.
梁・桁 ・柱	
母屋・垂木	

その他 構造材等 (※ mm単位での小差はある)

規格 (mm)			一般住宅における用途
厚さ	幅(背)	長さ	
45	× 90 × 105	× 4,000	根太
27 30 45	× 90 × 105 × 120	× 3,000 × 3,650 × 4,000	母屋・大引 間柱・ まぐさ
30 33 36 40 45	× 40 × 36 × 45 × 45	× 3,650 × 4,000	垂木・根太 ・野縁
45	× 55 × 60		
36 45	× 75	× 4,000	屋根垂木
24	× 150 × 180 × 210 × 240	× 3,650 × 4,000	破風・ 鼻隠
14 18	× 45	× 3,650	胴縁
12	× 90		
14	× 90 × 100	× 3,650	貫
36	× 75	× 4,000	

② 特注材 規格一覧

	規格 (mm)					
	厚さ	幅(背)	長さ			
ヒノキ 平角	105	180	3,000			
	120	210 240	4,000			
平角	105 120	330	×	3,000		
		360				
		390				
		420				
		450				
	105 120	150	×	5,000		
		300				
		330				
		360				
		390				
	105 120	420	×	6,000		
		450				
		150			×	3,000
		300				
		330				
360						
390						
105 120	420	×	5,000			
	450					
	150			×	3,000	
	300					
	330					
360						
390						
105 120	420	×	6,000			
	450					
	150			×	8,000	
	600					
	120					×
135						
150						
正角	120	120	×	7,000		
	135	135	×	6,000		
	150	150	×	7,000		

このクラスを製材できる工場は極稀
…現実的には原木丸太が入手困難

特に、現し・魅せる部位への
「スギ平角(ヒノキ含む)」の使用は効果的！

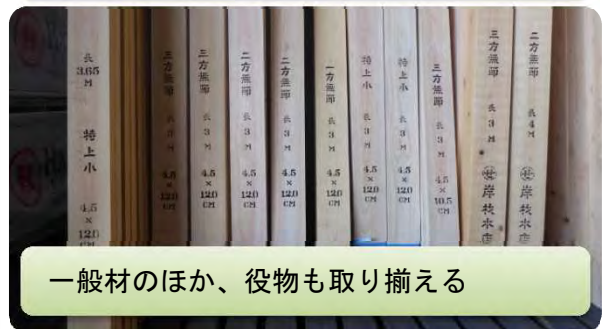
梁背300mm, 長さ4,000mm, 厚さ120mmの
いずれかを超えると特別な規格となる

→ 一般流通材の組合せや、中断面集成材
とのハイブリッド利用等の工夫も有効

製品市場



とちぎ材は、3m柱材を主体に、構造材
や造作材など各種品目を取り揃えている



一般材のほか、役物も取り揃える

(株)宇都宮総合木材市場 提供

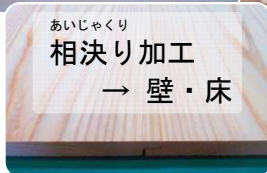
～ 材料に関するお問合せは ～
栃木県木材業協同組合連合会

〒321-2118 宇都宮市新里町丁277-1
TEL 028-652-3687 FAX 028-652-1046
URL <http://tochiginoki.com/>

③ 造作材（板類） 規格一覧

規格 (mm)		
厚さ	幅(働き※)	長さ
12	× 105 (93) (90)	× 3,650 4,000
	× 120 (108) (105)	
	× 150 (138) (135)	
	× 180 (168) (165)	
15	× 120 (108)	
	× 150 (138) 180 (168)	
30	× 120 (102)	
	× 150 (132) 180 (162)	

※ 12mm…上段：本実加工
下段：本実目透加工
15・30mm…全て本実加工



厚さ12mm×幅120～150mmを中心に、
15×150mm、30×150mmで納めるのがベスト

～生産量～

一般的工場：5～10坪/日（～200坪/月）
… 生産工場は限られ、不定期・不定量な
生産体制であることが多い

大型工場：180坪/日

☆ 中大規模木造建築物：500～1,000坪等と
大量に使用する上、通常生産と重複する
ため、発注体制の工夫や段取りが重要！

～規格と用途～

厚さ12・15mm：壁・床

→ 関東間：長さ3650mmが主（関西間：4000mmが主）

厚さ30mm：床・窓枠※

※ラフ（乾燥のみ；厚さ34mm×幅150mm）で出荷可

本県の特徴である“側取りされた高品質な間
柱材”を活用し、板材として利用する工夫も
考えられる！



～さまざまな板材（例）～

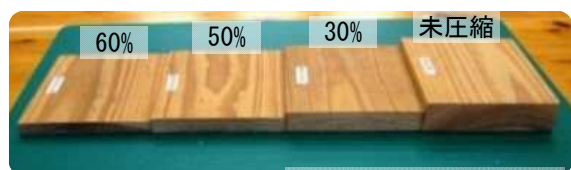
スギエア加工材（杉光）

- ・ 圧力釜で蒸煮・空気による加圧処理
- ・ 使用例1) 加圧処理による表面の凹凸や
全体の波打つフォルム（→ 壁材など）
- ・ 使用例2) 樹齢100～200年の古木のような
木目に（→ 床材・壁材）



圧密フローリング（つよスギ）

- ・ 加熱したプレートによる圧縮プレスにより
硬度が向上
- ・ 硬さが求められる床材にも、無垢のスギを
用いることが出来る



マイウッドツ- (株) 提供

内装を木質化する場合、部位(天井・壁・床)に応じて、材の樹種(スギ・ヒノキ)、グレード等(節・木目)を選択する工夫が必要である。また、腰壁・垂れ壁は、設計上耐力要素として計上されないが、意匠性だけでなく、強度性能の面から準耐力壁の機能も見込まれることから、有効に木質化を図ることが大切である。

○ 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、上小節(約3~5mmの生き節)、小節(約5~10mm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ている

記号表示 四方:□ 三方:⊏ 二方(矩手):L 二方(対面):| | 一方:—

丸みの等級も、慣習的に 特等(丸み無しのピン角)・面特(一面は丸み無しのピン角)・一等(丸み有)などがある

○ 板目と柾目

板目 (flat grain)

- ・幹の横断面(木口)で年輪の接線方向に材を挽いた面
- ・板目の木目は山形の年輪があらわれる
- ・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となる



柾目

柾目 (edge grain)

- ・幹の横断面(木口)で年輪の放射方向に材を挽いた面
- ・柾目の木目は年輪が平行にあらわれる
- ・材幅が制約され、挽き残りの材が出るため、高価かつ希少性も高い
- ・乾燥による狂いが少なく、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考えられる。

○ 赤身と白太

赤身 = 心材 (heart wood)

- ・樹幹内部で、抽出成分や色素などの特殊成分が細胞壁に沈着した赤い濃色を呈している部分
- ・耐久性に優れる、乾燥しにくい



白太 = 辺材 (sap wood)

- ・心材を取り囲む白色ないし淡色の材部
- ・心材に比べて含水率が高い、薬剤が浸透しやすい、化粧性に優れる、乾燥しやすい

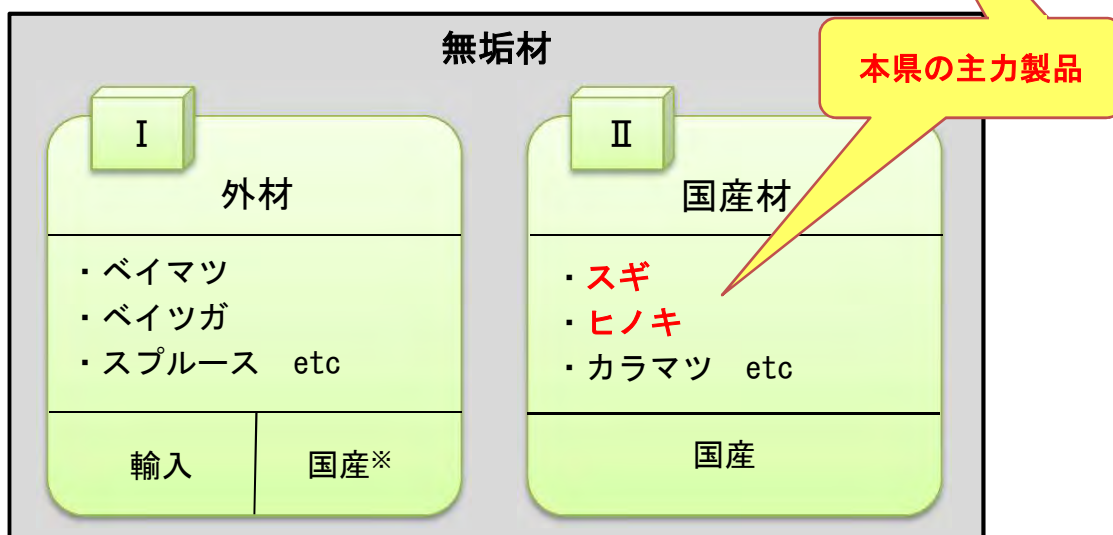
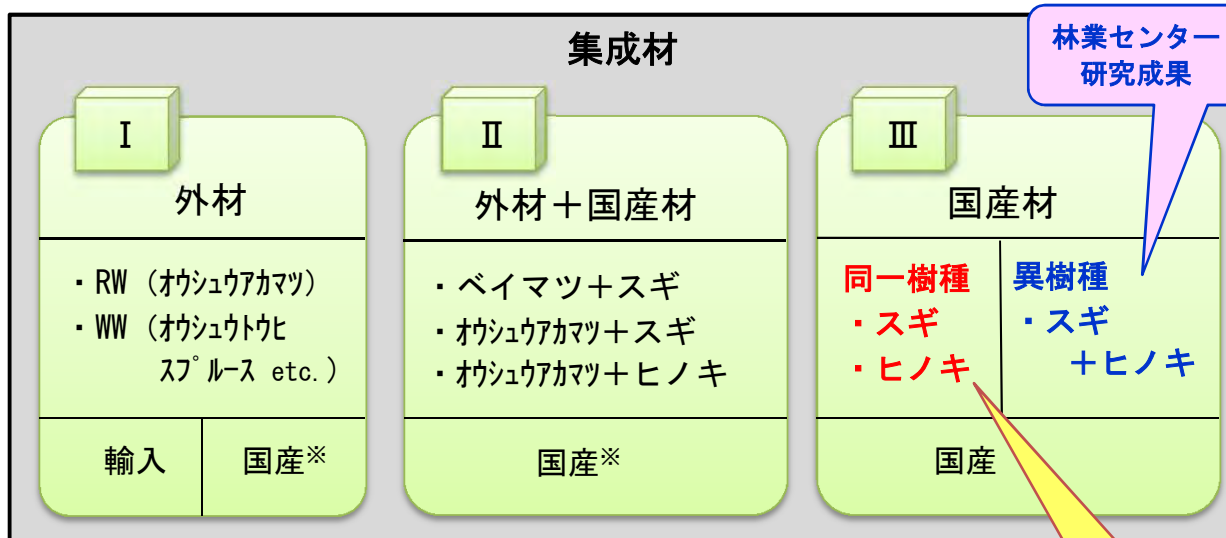


※ 源平

…鴨居など化粧材において白太と赤身が両方見える材

参考文献等) 「製材の日本農林規格」農水省告示第1083号
「実用木材・木質材料小辞典」(株)東洋書店
「世界で一番くわしい木材」(株)エクスナレッジ

<topic> 無垢材と集成材
 ~本県における製品の位置づけと特徴を知る~



国産※：国外から原木丸太・ラミナ・フリッチを輸入し、国内で製品化したもの

特徴

① 外材

樹種：マツ系がスタンダード
 強度：高ヤング
 価格：径が尺超、長さ4m超でも国産材に比べ大幅に上昇しない
 製品：多品目に対応

② 国産材

樹種：主要3種
 スギ … 低ヤング 乾燥難 (心材・辺材)
 ヒノキ … 高ヤング 高評価
 価格：定尺以外の特殊規格や役物になると上昇
 製品：偏重 (柱・間柱・土台etc.)
 ~近年、集成材・合板へ~

(3) とちぎ材製品 (集成材)

① 一般流通材 規格一覧

規格 (mm)		
厚さ	幅(背)	長さ
	105	3,000
105	120	4,000
120	×	×
	450	5,000
	450	6,000
(30mmピッチ)		

※全て直材

② 特注材 規格一覧

②-1 構造材

(直材)

規格 (mm)		
厚さ	幅(背)	長さ
45	60	1,800
×	×	×
220	1,200	17,000
(ピッチ制限なし)		

(湾曲材)

45	60	1,800
×	×	×
220	1,200	15,500
(ピッチ制限なし)		
曲率 (内R) : 910~		
矢高 (外側) : ~2,200		

②-2 造作材

規格 (mm)		
厚さ	幅(背)	長さ
30	90	1,800
×	×	×
220	2,000	17,000
(ピッチ制限なし)		

最大長さ17,000mm
 … 輸送上の制限
 (ポールトレーラ)

スギラミナは、FJ仕様主体で、ソリッド仕様はほぼ無い

FJは、歩止りが低下するため、材料は、より多めに用意する必要がある

二方向ラーメンでは、柱が大きくなる(例: 300~600mm正角)ため、桁行方向はブレースの採用等も考え、梁間方向の一方向ラーメンとした方が、二方向と比べ、小さな断面で経済的に納めることができる

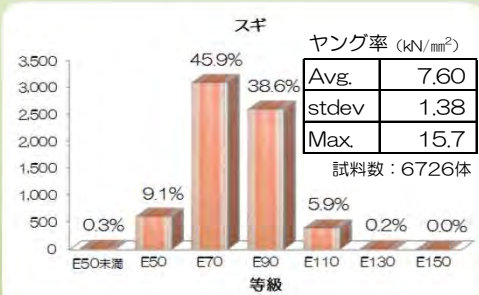
~ラミナの優位性 (高いMOE) ~

全国的なスギ集成材の標準的性能はE65だが、とちぎのスギは、強度性能に優れているため、集成化した場合に、**E75**をスタンダードに見込める

参考)

栗野第一小校舎
 材料試験

試料: スギ無垢材
 試料数: 6726体
 方法: FFTアライヴによる縦振動法



~価格形態~

一般流通材(直材) < 特注材(直材) < 特注材(湾曲材)

~特注材規格~

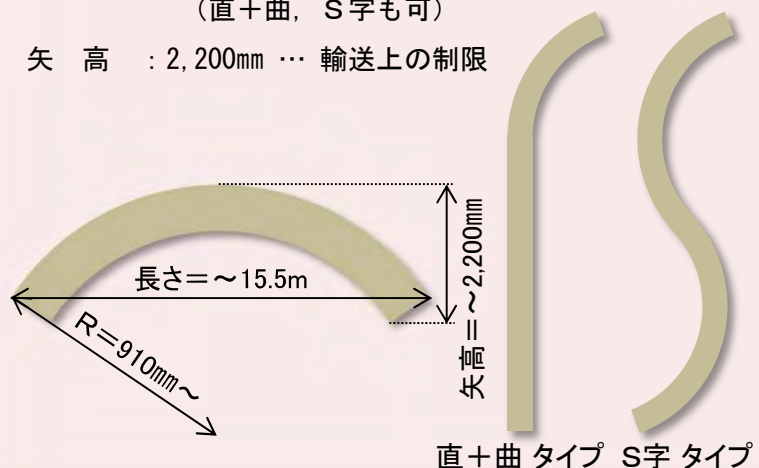
<直材・湾曲材>

厚さ・幅: mm単位で指定可能
 長さ: cm単位で指定可能 } 規格の自由度が非常に高い!

<湾曲材>

曲率: 910mm以上であれば、自由に指定可能
 材間での曲率の変化にも対応
 (直+曲, S字も可)

矢高: 2,200mm … 輸送上の制限

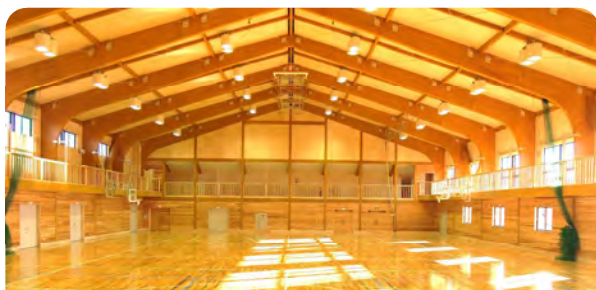


○小中断面～大断面構造材まで幅広く対応：栃木県集成材協業組合（前ページの全規格に対応）



スパン長：約50m

最大規格の湾曲材を3本つなぎ合わせることで大スパンを実現



湾曲集成材を用いた一方向ラーメン構造



スパン長：17m



構造材～内装材まで適材適所に！



大断面集成材（直材）を用いた登り梁





規格の自由度・デザイン性を活かしたモニュメント

湾曲材を駆使したデザイン性の高いベンチ



○ 小中断面に対応：県北木材協同組合（株）トーセン

認定	種別	樹種	製品名	断面(mm)	長さ(m)
J A S 規格 認定 品	構造用 集成材	スギ	同一等級構成集成材	小断面	2.98・3・4
			対称異等級構成集成材	小断面	
			対称異等級構成集成材	中断面	
		ヒノキ	同一等級構成集成材	小断面	2.98・3・4
			対称異等級構成集成材	中断面 300/330/360	4・5
			同一等級構成集成材	小断面	3・4
N O N J A S 規格 品	集成材	スギ・ ヒノキ	積層材 (間柱・垂木・野縁)	30×105	3・4
				45×105	
				30×120	
				30×120	
				45×45	
				45×60	
				30×40	
			フリーブロック (柾材・床壁板へ)	110×150	2.05・4.1
				110×180	
				125×150 125×180	



○ 幅はぎ加工による各種面材（机天板、床壁板、ドア等）：星野工業(株)



規格：厚60mm×幅950mm×高さ2450mm
まで対応（幅はぎ方向：縦横可）



(4) その他の製品 (積層材)


① LVL

～株式会社キーテック～

キーラム メガビーム

I型 LVL 梁 KEYLAM MEGA BEAM

高い曲げ剛性・配管やダクトの穴あけができる、
I型のLVL梁材



用途
在来軸組工法、枠組壁工法における床根太材・垂木材

規格
長さ：最大13000mm カスタマイズに対応

特長

ロングスパンが可能
ロングスパンを飛ばすことができ、大型木造建築など大空間の構成に最適 (6m～最大12m)

信頼の材料
ウェブ材 (LVL) のみで曲げ・せん断を判定。たわみ性能はフランジ材も一体として材料としての評価が可能

ハイブリット部材として使用可能
鉄骨造・RC造の床根太、垂木材として用いることが出来る

孔あけ加工可能
一般的な住宅の換気システムで使う220φまで孔あけが可能

キーラム

LVLストレートスキンパネル KEYLAM SS パネル



キーラムSSパネルは、梁部材で枠組みしたウェブの上下面に、面材を留めつけて一体化することで、面外曲げモーメントに対する効率化を図った組立梁です。
小梁の少ないフラットスラブ空間をつくるのに適した木造ポイドスラブ構造であるため、主に非住宅建築などの比較的スパンの大きな床スラブを、天井高を確保しながら構成する場合などに有効です。

特長

床の軽量化
梁+床(屋根)を軽量化することで、基礎への負担が減りコストダウンが可能

工期短縮
キーラムSSパネルは工場生産される為、現場への納入による工期短縮が可能

断熱材施工可能
必要に応じて断熱材の入れ込みが可能

用途
木造・S造・RC造の大規模建築物における長スパンの構造用床・屋根用パネル

規格
最大：幅1200mm×梁背650mm×長さ12000mm

キーラムクロス

1時間準耐火厚板耐力壁 構造用LVLの面材利用 “LVB” KEYLAM

キーラム

KEYLAM 木層ウォール





特長

寸法安定性
高い接合部性能

規格

厚さ：30～50mm
幅：～1200mm
長さ：～12000mm

② CLT (Cross Laminated Timber 直交積層材 ; クロスラミナパネル)


- ・ 15~40mm厚の幅はぎ板を5~9層程度、順にクロスさせ接着した大型パネルである
欧州では、厚さ120~300mm, 幅~3,000mm, 長さ~18,000mmと言われている
- ・ 欧州を中心に広がり、床・壁・天井など面材全般に用いて組み立てる構法
→ 2×4構法の床や壁を、1枚のパネルに置き換えたようなもの
- ・ 「マッシュブフォルトツ」と呼ばれているものの一つ
- ・ 日本における生産可能なサイズは、海外(欧州)に比べると少し小さいが、それでも、厚さ90~270mm, 幅~2,700mm, 長さ~6,000mmに及ぶ大型パネルである
- ・ 新たな分野として開発に期待がかかる部材
→ JAS制定 平成25年12月20日 農林水産省告示第3079号「直交集成板」

ウィーン：7階建て集合住宅
日本：3階建て社宅（大臣認定）

参考文献等）日刊木材新聞

③ 重ね梁

断面係数と断面二次モーメント
曲げ試験



積層面のズレ：なし

接着・金物接合

接着接合またはズレを生じさせない金物接合が重要！

単材を重ねただけでは重ね合わせた面がずれてしまう

ズレが生じ、1本1本が独立して動くため、重ねた分の梁背の効果を得られない

断面係数 $Z = \frac{1}{6}bh^2$

断面二次モーメント $I = \frac{1}{12}bh^3$

断面形	単材	2層 (接着・金物接合)	2層 (ズレ)	3層 (接着)	3層 (ズレ)
曲げ強度 (断面係数)	1	4	2	9	3
曲げ剛性 (断面二次モーメント)	1	8	2	27	3

断面二次モーメント：ヤング係数に大きく影響

参考文献等）林業センター実大試験値
「世界で一番やさしい木構造」(株)エクснаレッジ

IV 木構造

(1) 架構形式

中大規模建築は、小規模建築と比較して、①広い②高い③開放的な空間が求められるため、大空間を支えるための架構形式がポイントになります

そして、構造材において、特殊材の利用を抑え、定尺材(一般流通材)で対応するためには、横架材が極端に荷重を負担するような構造をとらないための配慮が必要です

架構形式の分類には、単純梁、トラス、張弦梁、アーチ、方杖、ラチスドーム等があります

単純梁

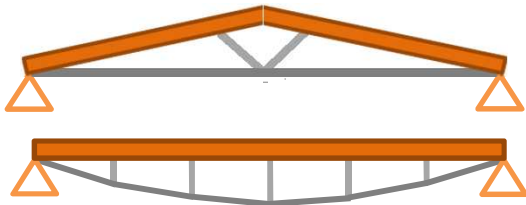


スパンの目安

約3m~20m程度

- ・最もスタンダードな梁の架け方
- ・単一部材では、6mを境に部材を選択することが原料調達・コスト的にベター
- ・とちぎ材生産では、製材3~6m(MAX 8m)、集成材3~17mが加工範囲

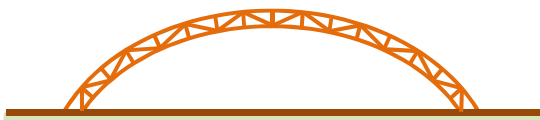
張弦梁



約10m~50m程度

- ・引張材部分を鋼材に置き換え、張力によってたわみをコントロールする
- ・たわみ制御も可能だが、部材の剛性自体はトラスに比べて小さい
- ・床より屋根への利用が有効

アーチ



約10m~100m以上可

- ・特に大きなスパンを飛ばすには効率性、施工性ともにベスト
- ・「疑似アーチ(直線部材のジョイント部で角度)」も一つの方法
- ・外力に対し圧縮力で抵抗する強い構造形態
- ・円弧アーチ、放物線アーチなどがある

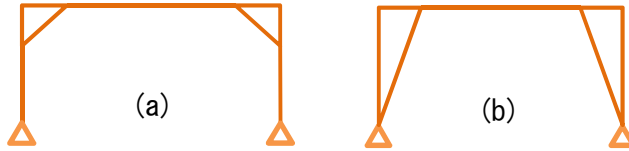
シェル

- ・曲面を構成することで強度を高める構造(アーチの一種)
- ・円錐、球型のドームや、筒型、鞍型などの形状がある
- ・平板の1組の対角線の隅を上げ、他の1組の隅を下げて曲線を形成するものを「HPシェル」という
- ・外力に強い構造形態

スペースフレーム

- ・格子梁を2層にし、上下の交点を斜材で結合した立体構造
- ・接合数が多く加工も複雑になるため、通常、金物接合を用いる
- ・種類は、重構面グリッド、ヴォールト、ドームがある

方 杖



3m~10m程度

- ・単純梁などでたわみを抑制するための補剛材として設置する。柱の途中に設けると柱に曲げモーメントが発生するので、柱部材が細い場合は注意が必要(a)
- ・(b)のような配置にすれば、柱に曲げは発生しない
- ・下部構造がRC並みの大きな曲げモーメントを負担できる場合は、大スパンをかける際に有効である

トラス

〔平行弦〕



〔山形〕



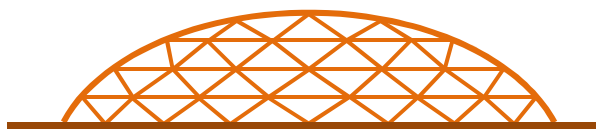
- ・安定した構造となる三角形の骨組みの原理を利用したもの
- ・2本の平行な梁を斜材でつないだ「平行弦トラス」と、水平梁と登り梁を束や斜材でつないだ「山形トラス」がある
- ・細い部材で構造物を構成できる優位性がある

約10m~50m程度

折 板 (せっぱん)

- ・紙に折り目を付けるとたわみにくくなるのと同じ原理の構造
- ・折り目が平行になるものや、放射状に折るものがある。いかに折り目が広がらないように押さえるかがポイント
- ・外力に強い構造形態
- ・種類は角筒や角錐、多角形がある

ラチスドーム



約10m~100m以上可

- ・アーチを応用したドームであり、小~大スパンに対応可能
- ・1点に部材が集中するため接合部に工夫が必要であるが、小規模であれば製材でも可能であるところがメリット

参考文献等) 「建築知識 2013年6月号」(株)エクスナレッジ
「建築技術 2013年5月号」(株)建築技術
「世界で一番くわしい木構造」(株)エクスナレッジ

(2) 木質ラーメン構造

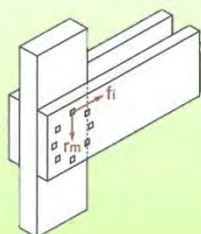
非住宅の木造化は大きなテーマであり、最も期待されるのが木質ラーメン構造といわれている。小規模なスパン6m程度に対応する住宅用は、開発が進みこれらの応用が期待されている。

ラーメン構造は、木造でありながら鉄骨造やRC造のような自由な間取りや大開口・大空間を構築できる架構である。

ラーメン構造は、柱脚及び柱梁接合部に剛性の高い接合部が必要となり、曲げ抵抗タイプの接合部となる「モーメント抵抗接合」と呼ばれている。

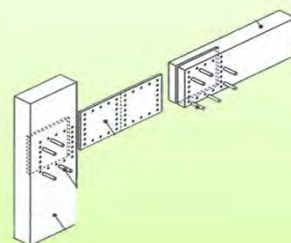
合わせ梁接合タイプ

- ・ 梁と柱を、ボルトなどで直接につなぐ
- ・ 接合部のモーメント抵抗実験が行われ、一定の設計式が整備



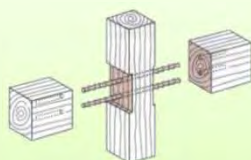
鋼板挿入ドリフトピン接合タイプ

- ・ 昭和60年代に精力的に開発
- ・ 一定の設計法が整備



鉄筋挿入接着接合タイプ

- ・ 「Glued in Rod」GIRと呼ぶことも
- ・ 現在は「構造計算」で建てられている
- ・ 体育館・校舎・公営住宅などに実績
大型木造建築では、このタイプが多い

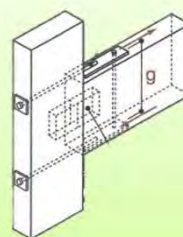


ラグスクリューボルト (LSB) 接合タイプ

- ・ 柱や梁への別々に定着部材（ラグスクリューなど）をつけ、それらを第3の部材（ボルト、ドリフトピンなど）で連結

引きボルト接合タイプ

- ・ 材端のモーメントを梁材の上下端に設けたボルトなどの引張力を介して柱に伝達
- ・ 材料の加工が簡単で、特殊な加工機も必要なく、一般的な金物で構成が可能



参考文献等) 「ヤマベの木構造 増補改訂版」(株)エクснаレッジ
「世界で一番くわしい木構造」(株)エクснаレッジ
「この1冊で「木造住宅」がおもしろいほど分かる！」(株)エクснаレッジ

(3) 接合部

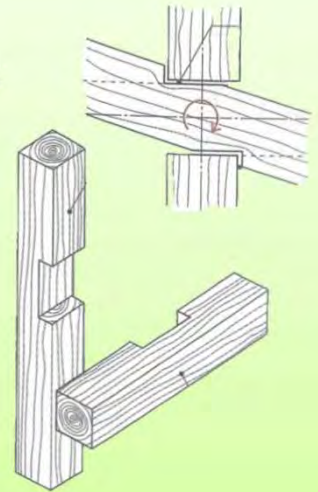
接合部には仕口と継手があり、部材間の力の伝達をスムーズに行うよう接合することが、木造建築物として強度や変形に関わる最も重要なポイントである。

接合方法の種類は、抵抗形式別に以下の3つに分類できる。

嵌合接合

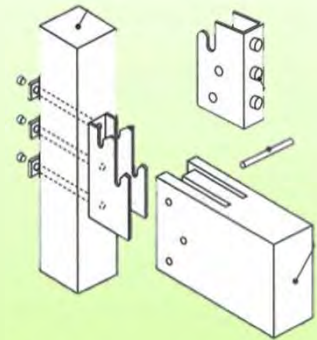
- ・貫、面格子など、木造の伝統的接合
- ・部材どうしをかみ合わせ、木材特有の「めり込み」により、直接モーメントを伝達
- ・めり込み抵抗が主となり、剛性・耐力は低いが粘り強い
- ・めり込み抵抗接合の抵抗力は、主にめり込み面積に左右される
- ・中大規模の木造でめり込みを生かす事例として、ヌキ+木栓方式のラーメン、支点桁方式、面格子、斜め面格子など独特の組み方で実現している

(P31～参照：稲山正弘教授資料)



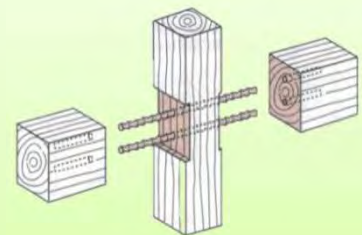
金物（金物併用）接合

- ・接合金物を使用
- ・ボルトのめり込み・せん断あるいは釘・ビスの曲げ・せん断で抵抗
- ・柱梁、梁梁などの接合に、2スリットや1スリットの金物を用いてドリフトピンを打ち込む接合
- ・強度・剛性・靱性が得られるよう金物の形状や留め方を工夫
- ・断面欠損が少なく、施工において高度な技術が不要
- ・従来、集成材に限定されていたが、製材での利用も増加



接着接合

- ・ボルトや鉄筋などを継手部分に挿入し、接着剤で固定する方法
- ・剛性、強度は非常に高いが、粘りが少なく変形能力が低いため破壊性状は脆弱といわれてきたが、新たに、鉄筋の特殊な加工が進み、異形鉄筋に応力を集中させ破壊をコントロールする工法も開発されている (P25参照：三井住商建材)



(4) 金物工法

木質構造にとって重要な接合部の強度性能向上、ばらつき抑制、合理化、施工性向上が図れることや、ラーメン的な使用が可能なものもあることから、金物工法は、木造住宅だけでなく、非住宅分野においても増加傾向にある。

また、従来の構造用集成材対応に加え、スギ・ヒノキ等の無垢材対応型の金物が開発され、現し工法への利用拡大も期待されている。

代表的な金物工法を紹介する。タイプは、在来軸組構法の仕口を金物に置き換えるものをはじめ、柱勝ち・梁勝ち仕様に応じた形状など様々である。

タツミでは**テックワンシリーズ**が展開され、P3+では、構造システムを構成するパーツとした金物で、4寸角など一般流通材を使用しながら大空間、金物の角度調整機能、金物の種類を抑制した低コスト化を実現している。

グランドワークスの門型ラーメン構造である**HSフレームシステム**は、構造計算とセットで提供されている。さらに、この構法にラグスクリーボルト(LSB)を組み合わせた**HSトラス構法**、大断面集成材を使った**HSI構法**、高耐力壁など様々な構法の開発が進んでいる。

シェルターでは、スチールコネクターと呼ばれる接合金物とドリフトピンで接合する**KES構法**を主体に、湾曲構造用LVLフレームを専用金物で接合し、曲線架構を実現している。

三井住商建材は、2方向ラーメン構造を可能にする**サミットHR構法**により、実績を伸ばしている(P25参照)。

カネシンの中大断面用の**TS金物**は、せん断力や引張耐力性能を基に構造計算で保証され、接合部設計のコスト削減に資する規格化された金物である。

パワービルドは、ボルト・ナットを用いず専用金物をドリフトピンだけで接合する**パワービルド工法**を開発し、接合部の緩み解消や、短工期への対応を実現した。

エヌ・シー・エヌの接合耐力が強化されたラーメンを実現する**SE構法**では、Sボルト(ラグスクリーボルト)の採用、平角柱の採用による剛性の向上とともに、住宅向けの断面を組み合わせるなど需要を拡大している。

こうした金物工法の拡大は、“**ビスの高性能化**”が要因である。

ビス留めの建築金物が本格的に普及したのは2000年の建築基準法改正による性能規定化以降で、木材に適する剛性や靱性を備えながら、形状的にもより小さく、本数はより少なくという方向で開発が進んだ点である。

高耐力は勿論、コストや施工手間の軽減化にも寄与する高性能な金物はビスとともに劇的に進化したと言われている。

(5) プレカット

日本の木造住宅、一般的な従来工法（軸組工法）にプレカット（機械加工）が導入されてから約30年が経過し、木造住宅の大半を占めるまでプレカット加工が増加し、構造材（柱材・横架材）、羽柄材、下地材、合板、パネルを加工する**フルプレカット**の時代に入るとともに、最近の**金物工法**、**木造ラーメン構造への対応**も進んでいる。

非住宅分野である中大規模木造建築への対応力が求められるなか、欧州で大断面湾曲材やクロスラミナパネルの加工で実績を持つプレカットマシンの導入が、日本でも進んでいる。

本県においても、加工能力の向上、工期の短縮、加工精度の向上により、これまで、大工職人等に対応してきた大きな材料の複雑な加工依頼にも対応し、中大規模木造建築の推進に寄与する**大断面加工機**が導入されている。

加工能力の目安

プレカット加工（横架材）の一般的に加工可能な断面寸法・材長は、**材幅150mm × 梁背450mm × 6m**である。

（一部企業では、**材幅180mm × 梁背450mm × 8.5m**まで、さらに、送りの工夫で材長**12m**まで対応可能）

また、長尺登り梁など加工する大断面加工機では、**材幅180mm × 梁背600mm × 9m**まで加工可能である。

（さらに、送りの工夫により材長**12m**に対応可能）

加工形状についても、軸組用の腰掛蟻仕口、腰掛鎌継ぎや、金物工法用の1・2スリット構造用梁受け接合金物の加工を主体に、ドリル径（穴径・角度）やスリット（幅・奥行き）など多種にわたり可能となり、それ以外の形状への対応も進んでいる。



在来軸組ライン



金物工法ライン



大断面加工機

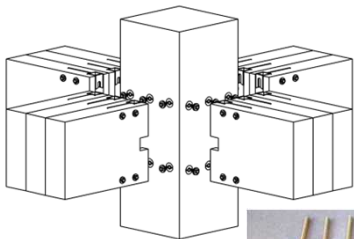
～テクノウッドワークス(株)～

(6) 小規模：ラーメン

～インテム～

インテムW工法

二方向ラーメン構造：最大スパン12m可能



関連：門型フレーム 面内せん断試験（栃木県林業センター）



柱頭



柱脚

従来の集成材、合わせ梁・柱仕様の他、このように無垢材仕様での研究が企業と連携し進む

ダイナミックな加工美を演出するサミットS J工法

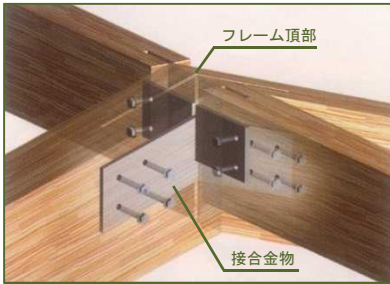
サミットS J工法

→ 一方向ラーメン

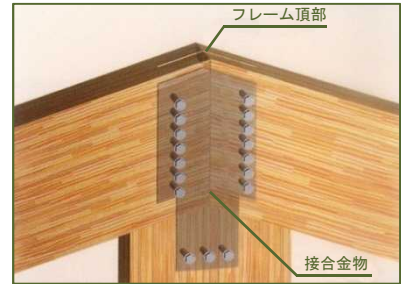
サミットS J工法（従来型金物構法）とは、エンジニアードウッドを使用した柱や梁などの主要構造材を、構造用金物で接合するピン構造または一方向ラーメン構造による工法です。サミットHR工法と同様に優れた性能を発揮するエンジニアードウッドを採用することで、大規模木構造建築が実現できます。意匠的には、トラス架構による構造意匠のディテール表現が豊かになり、木材と金物による異部材のコントラストを生かした意匠が可能となります。また、S造的乾式工法のため工期が比較的短く、部材も扱いやすいため施工性に優れています。

「S J」とはSteel Jointの頭文字をとったものです。

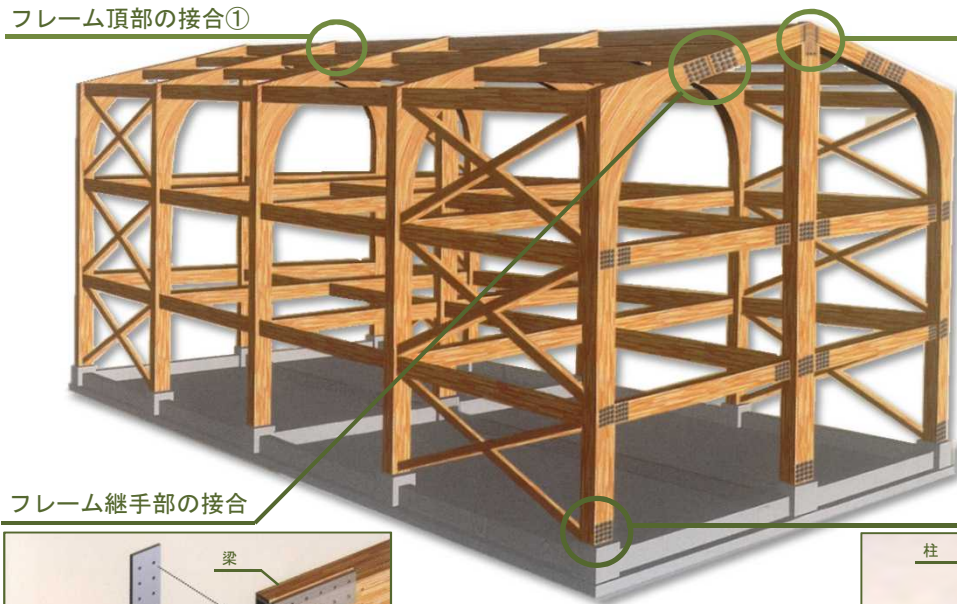
サミットS J工法 ピン構造 or 一方向ラーメン構造	建築計画	構造優美性
サミットS J工法（在来金物構法）とは？ 柱梁及び柱脚接合部を金物類で接合した ピン構造 or 一方向ラーメン構造	Plannning 水平抵抗要素として筋交い等が必要な場合には、プランニングに制約 Section 方杖等がある場合には天井高への配慮が必要	S構造トラス的イメージ 立体構造やトラスのイメージ、小材の集合体による架構 複合柱梁や特注金物の意匠ディテール表現が豊富 結露及び塩害等による防錆性が悪い
施工性	構造耐力	接合部コスト
乾式工法 ～比較的短め工期～ S造式な乾式工法なので比較的短い工期が可能 小断面部材で部材ピース多め 小断面部材が比較的多い 扱いやすいが部材ピースは多い	接合耐力 大きい 接合耐力不足を補うトラス構造、 3ヒンジ構造、立体構造、筋交い等を採用 断面効率が低く、接合部の変形量が大きい 木部乾燥によりボルトが緩み、耐力低下の怖れがあり	柱 脚：接合金具の製作費が高価 通直継手：接合金具と木造カバが高価 合 掌：比較的安価、耐力は弱い 間 柱：微妙な間柱向き 加 工：加工手間が多い



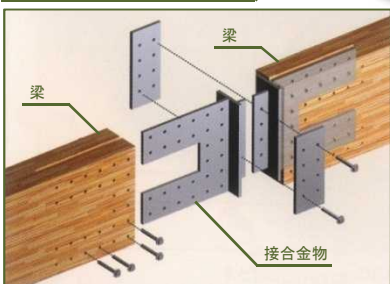
フレーム頂部の接合①



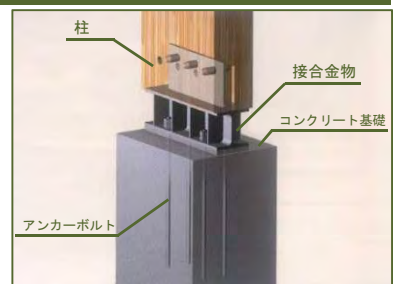
フレーム頂部の接合②



フレーム継手部の接合



フレーム脚部の接合



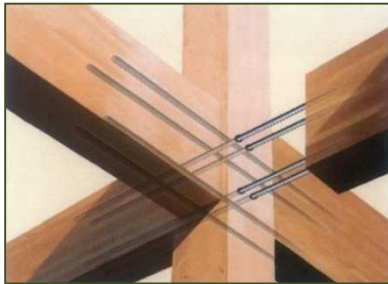
従来の木造建築の枠を超えた木質二方向ラーメン構造

サミットHR工法 → 二方向ラーメン

木質二方向ラーメン構造を実現したサミットHR工法は、従来の木造計画の制約から解放された自由度の高い設計を可能にします。筋交い・耐力壁が不要なため、四周に開口部を設置することができ、解放感と意匠性あふれる空間創出や接合部の金具が露出しないので、木の美しさやぬくもりを最大限に引き出した木造ならではの空間が実現できます。

「HR」とはドイツ語でHolzrahmen（木造ラーメン）の頭文字をとったものです。

サミットHR工法 二方向ラーメン構造	建築計画	構造優美性
サミットHR工法とは？ 柱梁及び柱脚接合部を鉄筋とエポキシ樹脂で接合した二方向ラーメン構造（ピン構造も可能）	Planning 二方向純ラーメンが可能のため、設計自由度が高い Section 柱梁材の見せ方が比較的シンプル	R C 構造的イメージ ラーメン工法の特徴である箱物、シンプルな架構 結露及び塩害等による防錆性がよい
施工性	構造耐力	接合部コスト
乾式工法と湿式工法 ～比較的長めの工期～ 建方時は乾式工法だが接合部のエポキシ樹脂が湿式工法	接合耐力 非常に大きい 非常に大きい接合耐力のため タイバーと方杖を採用した大スパン構造に最適	柱脚：エポキシ樹脂注入費が安価 通直継手：比較的低価、耐力は高い 合掌：比較的高価、耐力は高い 間柱：比較的大きい間柱向き 加工：加工が比較的易しい
大断面部材で部材ピース少なめ 大断面部材が比較的主体になる 部材ピースは少ないが扱いにくい	断面効率が高く、接合部の変形量が少ない エポキシ樹脂硬化後の接合部耐力は比較的安定	

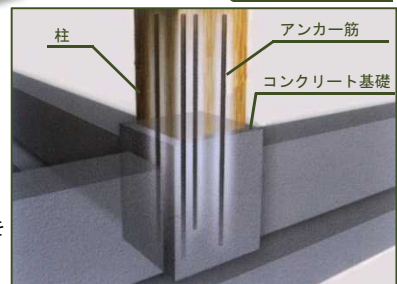


柱・梁の接合

柱・梁に貫通させた鉄筋をエポキシ樹脂で固定することにより、二方向ラーメンの剛接合を実現。筋交い・耐力壁が不要なため、四周に開口部が設置できる。



柱脚の固定



コンクリート基礎に埋め込まれたアンカー筋（異形鉄筋）に、孔あけ加工した柱を建て込み、柱脚の孔と空隙にエポキシ樹脂を充填。鉄筋を拘束させ柱脚を固定する。

サミットHR工法の施工例

全国初の木造3階建て庁舎

<熊本県上天草市新松島庁舎・保健センター>

延べ床面積：3,253㎡

木材利用量：1,070㎥（スギ 937㎥，ヒノキ 133㎥）

主材料規格：構造用集成材（スギ） 柱材…最大58cm角， 梁材…22.5×120cm

構造的特徴：床面積が3,000㎡を超えるためA、B工区に分け、これを渡り廊下でつなぐ、別棟通達による準耐火建築

そ の 他：非常に短い工期に対応

庁舎及び耐震性の高い地域防災拠点施設としての性能を有す
天草地域材をほぼ全面的に使用

国内最大級の木造校舎

<茨城県守谷市守谷小学校>

延べ床面積：7,471㎡

主材料規格：最大 柱材…65×55cm×9.5m， 梁材…30×90cm×12m
一般的サイズ 柱材…45cm角・38cm角， 梁材…22×60cm×8m，
小梁…17×42cm×4m

構造的特徴：新校舎は3つの2階建て棟（A、B、C棟）で構成されており、
B棟とC棟はRC造の渡り廊下で結ばれている
間仕切りを少なくした開放性の高い空間を生み出した

そ の 他：普通教室の横幅は従来よりも1.5m長い9.5m

廊下は幅を広げて3.5m（最大6m）

最長80mの真直ぐに伸びるムクフローリングを敷いた廊下は圧巻

LVLによる関東最大規模の木造工場

<キーテック 千葉県木更津工場>

延べ床面積：2,964㎡

主材料規格：構造躯体には構造用LVL（使用環境1、120E-1級）使用
柱材…32,42×60cm， 合掌梁…20×80cm／30×90cm，
梁・桁材…20×50～60cm

構造的特徴：45分準耐火構造の1階建て

軒先高は約9m、合掌頂部は約11m

そ の 他：部材断面が大きく、重量が最大で6t、平均4.5tに達した
ため、大梁は地組みで対応

2×4工法から木造軸組・RC造やS造にも対応

木質トラスは、北米の2×4住宅を起源としますが、木造軸組工法の住宅でもトラスを施工可能
また、RC造やS造との混構造など、下部の構造を問わずに対応可能



設計・製造・供給まで物件ごとに対応

スギなど使用する木材の特性を見極めたうえで、最適な構造計算を行い、トラスを設計・製造

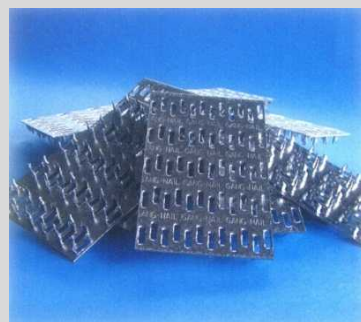
耐久性の高い「ギャングネイル」で接合

「ギャングネイル※」は米国で生まれた木材緊結金物（溶融亜鉛メッキ鋼板）

木材と木材を確実につなぎとめ、耐久性、精度、安定性にすぐれた木質トラスを形成

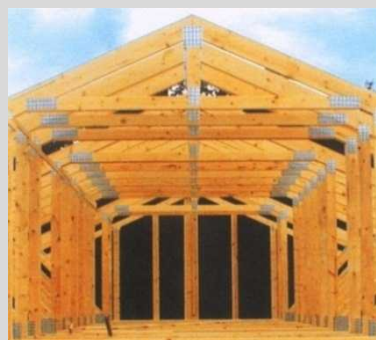
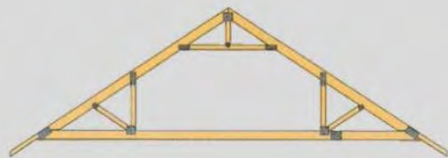
※「ギャング」とは集まるという意味

爪(ネイル)＝小さな釘がプレートにぎっしり集まった形状



小屋裏利用（アティックトラス）

小屋裏に居室を設ける場合も、あらかじめ空間に合わせた形状のアティックトラスを配置



R屋根（ボウストリングトラス）

施工が難しいR型の屋根も、トラスなら並べれば小屋組が完了

上弦材をR加工し、より美しい曲線を描きだす



平行弦フロアトラス

2 × 4 工法用製材で構成され、構造計算によりトラスの高さ、スパンなどを自由に設計可能
魅力ある大スパンの空間を提案



勾配天井（シザーズトラス）

トラスの下弦材に勾配をつけたシザーズトラスを利用すれば、小屋組と同時に勾配天井が形成され、スムーズに施工可能



フラットルーフ（平行弦トラス）

上弦材に水勾配を付けた平行弦トラスを利用すれば、即、フラットルーフの小屋組が完成



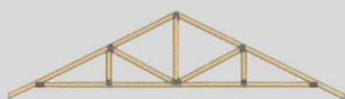
寄棟

寄棟屋根も、トラスを割り付け通りに並べて配置
小屋組が簡単に完成



切妻

シンプルな切妻屋根は、施工もよりスピーディー
短時間でトラスの配置が完了



ハウトラス



フィンクトラス



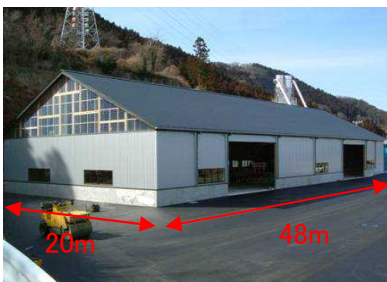
トランケイテッドトラス

無垢のスギ乾燥材を活用した金物トラス工法

主要構造部材＝スギ乾燥平角材
幅15cm×梁背21・24cm×長さ3・4m



用途：製材工場・倉庫
建築面積：960m² 軒高：約5m



(10) 耐力壁（垂直構面）と水平構面

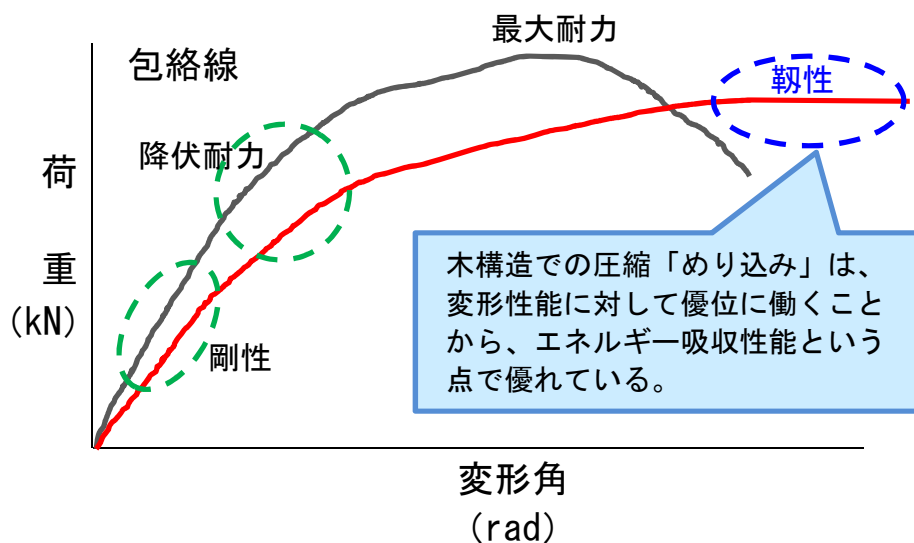
水平力に対して抵抗する、建物の耐力要素の一つが「耐力壁」であり、在来軸組工法の場合、バランスよく筋交いなど斜材をトラス的構造で、また、面材で軸組を固めることが必要である。

本来、木造は架構全体で外力を分散し、吸収することが大切であり、耐力壁の計画にあたってはバランスのよい配置や適切な剛性の検討が必要である。（なお、高剛性な耐力壁では、脚部の引抜き耐力の検討も併せて行うこと）。

また、木造の架構が受ける地震や風などの水平力は、各水平面（1・2階床組、小屋梁、屋根構面等）が受け、それらを下階の耐力壁（垂直構面）に応分に伝達しなければならない。

耐力壁は、床組などの水平要素が構面として水平力に耐え、かつ歪むことがなく計画されることを前提としていることから、**垂直構面（耐力壁）・水平構面双方をバランスよく配置**することが重要である。

スギ柱と圧縮強度の強いヒノキ面材により構成された耐力壁の面内せん断性能試験状況（栃木県林業センター）



参考文献等：「木造住宅【私家版】仕様書架構編」(株)エクスナレッジ

V 住宅用流通材を用いた中大規模木造建築の構造計画

～ 東京大学教授 ホルツストラ主宰 稲山 正弘 氏 ～

1 中大規模木造の設計上のハードルと対応

コスト

RC・S造
と比べて割高
になりがち

防耐火の 法規制

防火区画、
準耐火規定
など

SやRC造 と異なる 構造設計

接合部の
計算など

その他性能 に対する 配慮

耐久性、
遮音性等

材料調達と 品質管理

JAS製材
(同等)工場
のない地域

木造はRC造やS造よりコスト高か？ → No

戸建住宅では、RC造より木造が**安い理由**は、
規格流通品の中断面集成材 機械プレカット加工
量産品の接合金物 軽量構造の布基礎・べた基礎
各地の大工・工務店
オープンな生産システムが普及しているため

学校校舎等では、RC造より木造が**高くなる理由**
特注の大断面集成材と接合金物
クローズドな構法と生産システムを用いて建てているため

木造住宅用の**オープンな生産システム**を利用してコストを下げる検討

- ・市場に流通している**中断面***の製材・集成材を極力使用
(※幅120mm、背120～450mm、長さ3～6m)
中断面集成材の流通品は大断面集成材の1/2～1/3の単価で、
全国どこでもプレカット工場のラインに載せて接合部加工可能
- ・接合部は、**住宅用プレカット+住宅用接合金物**で納める

中断面の製材・集成材で対処困難な下記①②の場合の対応法

ケース①：スパンが6mを超える
2階床や小屋組の場合
→ ピッチを細かくし、
重ね格子梁、トラスで対応

ケース②：燃え代（45分準耐火：35mm
1時間準耐火：45mm）を両面から
差し引く場合
→ **合せ梁**で対応

2 構造に関する建築基準法令の規制と対応

大規模木造の場合、壁量計算を行わない
集成材等建築物構造計算ルート（令46条2項ルート）によることが一般的

告示1898号の材料規定により、構造耐力上主要な柱および横架材に製材を用いる場合には、含水率20%以下のJAS構造用製材（目視等級区分製材または機械等級区分製材）でなければならない

JAS製材工場がない地域での対応策

- ① 壁倍率5倍の耐力壁を用い壁量計算を満たすようにする
- ② 柱と梁は集成材とし、束・もや・垂木・根太のみ製材とするなど部材のハイブリッド化
- ③ 打撃法等でヤング率を測定し、JAS機械等級区分製材同等品としてE00-S D00表示した製材

混構造に関する構造規定

防耐火関連規定を満たすには、
耐火構造のRC造と木造の混構造が必要となる場合が多い

- ① 立面混構造（1階RC造＋2・3階木造）
- ② 平面混構造（RC造棟＋木造）

- ・ 木造の耐震計算ルートはルート3がまだ未整備なので、ルート2以下で対応できるように計画する
- ・ 適判を避けるにはルート1の範囲で設計する（混構造でない純木造であれば、軒高9m以下・高さ13m以下を満たせば面積が広くてもルート1でよい）

3 木材の持つめり込みを生かす構法の採用

- ・ 適材適所でプレカットのできる仕口を使い、皆がオープンで使えるようにし、鉄骨造などと同じように手間、コスト面で普通に使える木造建築
- ・ 鉄板挿入構法等以外にも、木と木で組まれた中・大規模の木造でめり込みを生かした、ヌキ＋木栓方式のラーメン、支点桁方式、面格子、斜め面格子など独特の構法