

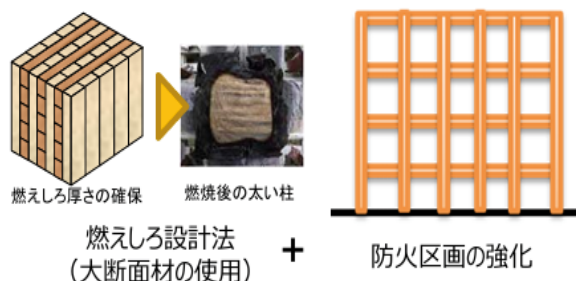
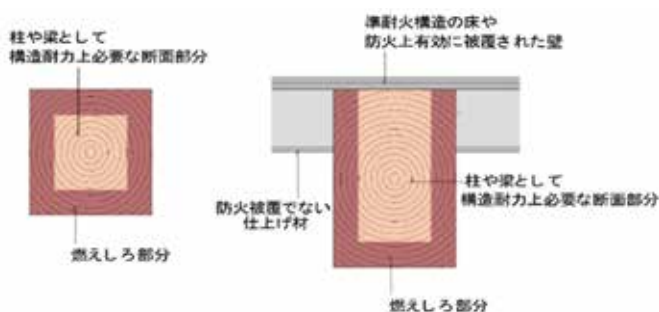
b) 燃えしろ設計

木造を主要構造部とした準耐火建築物とするには、大臣認定による構造を用いる方法のほかに「燃えしろ設計」で木材の現わし利用の方法があります。

「燃えしろ設計」とは火災時に燃えてしまう木材表面の「燃えしろ」を除いた断面で木構造強度が確保され、燃え抜けや倒壊が起きないことを確認する設計手法です。これには JAS 適合の木質材料を使用します。

柱、梁(JAS適合品)		要求耐火時間(分)		
		30	45	60
集成材/ 単板積層材	燃えしろ寸法(mm)	25	35	45
製材	燃えしろ寸法(mm)	30	45	60

■参考：「木造建築のすすめ」



大規模建築物を「火災時倒壊防止構造」や「周辺危害防止構造」による準耐火構造とすることで、3,000 m²を超える木造表しの建築が可能です。

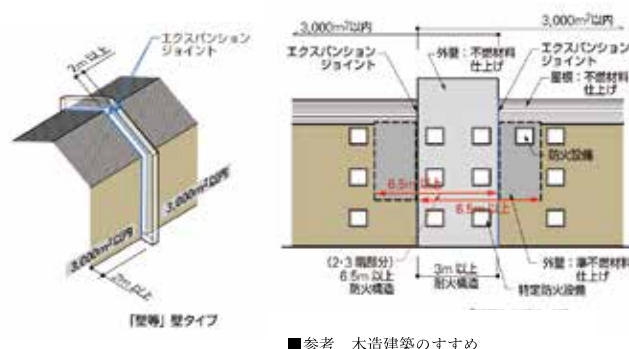
⑤ 防火壁と防火区画

火災の延焼や拡大を防ぐために建物の用途や規模に応じて燃え抜けにくい床、壁、天井、扉などにより防火区画を設けなければなりません。防火区画を大きく分けると建物の横方向と縦方向に対してそれぞれ面積区画と縦穴区画とがあり、煙や熱を狭い範囲に閉じ込め拡大を防ぎ、避難を容易にすることを目的としています。

a) 面積区画・縦穴区画

	対象建築物と根拠条文	区画面積	区画の構造		
			床・壁	防火設備	内装(壁・天井)
面積 区画	大規模木造建築物 (耐火建築物または準耐火建築物以外) 法第26条、令第113条	1,000㎡以内ごと	防火床・防火壁 (自立する耐火 構造の床・壁)	特定防火設備 (幅2.5m以下、 高さ2.5m以下)	—
	主要構造部を耐火構造とした建築物 準耐火建築物(下欄以外の場合) 令第112条第1項	1500㎡以内ごと	耐火構造 準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	—
	準耐火建築物(法第21条、27条、61条、67条の規定 による場合の準耐火建築物) 令第112条第4項、第5項、第16項	外壁耐火(口準耐1号)及び45分 準耐火建築物(イ準耐火)： 500㎡以内ごと 不燃構造(口準耐2号)及び 1時間準耐火建築物(イ準耐)： 1,000㎡以内ごと	準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	—
	高層建築物の11階以上の階 令第112条第7項～第10項	100㎡以内ごと 200㎡以内ごと 500㎡以内ごと	耐火構造 耐火構造 耐火構造	防火設備 特定防火設備 特定防火設備	— 仕上げ、下地ともに 準不燃材料 仕上げ、下地ともに 準不燃材料
縦穴 区画	主要構造部が準耐火構造(耐火構造を含む)で、 地階又は3階以上の階に居室を有する建築物 令第112条第11項	メゾネット型の住戸、吹抜き部分、 階段、昇降機、ダクト部分とそ 他の部分の区画	準耐火構造 (耐火構造)	防火設備	—
異種用途 区画	法第27条の規定により、耐火建築物または準耐火建築物とした部分とその他の部分 令第112条第18項		準耐火構造 (1時間)	特定防火設備	—

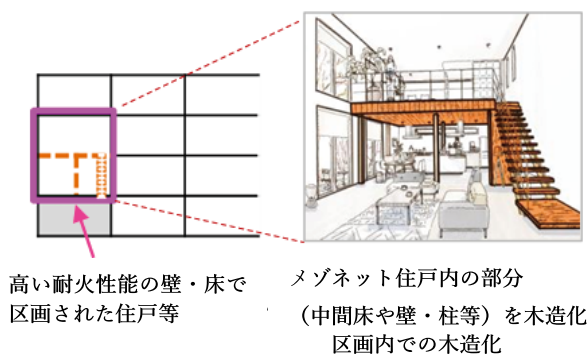
- b)「壁等」により面積制限を回避
延べ面積が3,000㎡を超える場合であっても、「壁等」によって有効に区画し、各区画の面積の合計がそれぞれ3,000㎡以内とすることで主要構造部を耐火構造にしなくとも建設が可能です。(法21条2項2号)



■参考 木造建築のすすめ



延焼を遮断できる高い耐火性能の壁等（火熱遮断壁等）や防火壁で区画することで、建築物の2以上の部分を防火規制の適用上別棟とみなすことが可能です。



大規模な耐火建築物において防火上他の部分と区画された特定区画内においては損傷許容主要構造部として木造化が可能です。

⑥ 内装制限

火災の初期段階で壁や天井などの内装への燃え広がりや煙の発生を抑制し、避難や救助・消火活動を行いやすくするために、構造・規模または建物などに応じた「内装制限」を設け、燃えにくい材料による内装の仕上げが義務付けられています。特に避難経路となる階段や廊下などは特に厳しく制限されています。

- a) 内装制限を受ける特殊建築物等

内装制限の対象となる建築物の用途や規模など制限の内容は下表に示したとおりです。制限対象の特殊建築物であっても、床から1.2 mまでの高さの腰壁部分は制限を受けませんので木材の使用が可能です。学校、体育館などは地階、無窓居室、火気使用室及び避難経路を除き内装制限の対象外ですので、内装に木材を使用することができます。

特殊建築物の用途・規模による内装制限

用途等	制限の対象となる構造と用途に供する床面積			内装材料（天井・壁）	
	耐火建築物もしくは特定準耐火建築物	準耐火建築物、火災時倒壊防止建築物（1時間未満） 避難時倒壊防止建築物（1時間未満）	その他	用途に供する居室	通路等
① 劇場・映画館・演芸場・観覧場 公会堂・集会場等	客室が400㎡以上	客室が100㎡以上		難燃材料	準不燃材料
② 病院・診療所（患者の収容施設があるものに限る）・ホテル・旅館・共同住宅・寄宿舎・下宿・児童福祉施設等	3階以上の部分の合計が300㎡以上	2階部分の合計が300㎡以上	床面積の合計が200㎡以上	※床面から1.2m以下の壁を除く ※3階以上の建築物の天井は準不燃材料	
③ 百貨店・マーケット・展示場 カフェ・飲食店等	3階以上の部分の合計が1,000㎡以上	2階部分の合計が500㎡以上			
地階・地下工作物内の①～③の用途	すべて			準不燃材料	
自動車庫庫・自動車修理工場 無窓の居室（天井高が6mを超えるものを除く）					
火を使用する調理室・浴室・ボイラー室・作業室等	—	階数2以上の住宅の最上階以外にあるもの、住宅以外の建築物（主要構造部が耐火構造の場合を除く）			—
大規模建築物	・階数3以上で延べ面積500㎡超 ・階数2以上で延べ面積1,000㎡超 ・階数1以上で延べ面積3,000㎡超			難燃材料 ※床面から1.2m以下の壁を除く	準不燃材料

■参考：木像建築のすすめ

b) 不燃・準不燃・難燃材料

内装制限のための材料には、不燃材料、準不燃材料、難燃材料として以下のような材料があります。壁紙を使用するには壁紙と下地とが同等かそれ以上が必要です。

不燃材料	20分	通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後左の時間、次の要件を満たす。	コンクリート・レンガ・瓦・陶磁器質タイル・繊維強化セメント板・鉄鋼・アルミニウム・ガラス・モルタル・漆喰・石・厚さ12mm石膏ボードなど
準不燃材料	10分	・燃焼しないこと ・防火上有害な損傷を生じないこと	厚さ9mm石膏ボード・厚さ15mm木毛セメント板など
難燃材料	5分	・避難上有害な煙・ガスを発生しないこと	厚さ5.5mm難燃合板・厚さ7mm石膏ボードなど

■参考：新日本法規 建築申請 MEMO

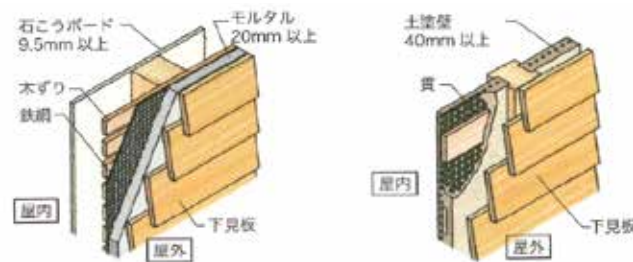
c) 内装を木質化する方法

内装制限下であっても室内で木材を多く使用することが可能です。

- 小規模に区画された天井の高い居室（令2国交省告示251号1号）
- 天井の準不燃化で壁に木材を使用（平12建告1439号）
- 大臣認定材料で木質化
- スプリンクラー設備と排煙設備の併設（令128条の5 7項）
- 避難安全検証法による設計

d) 外装を木質化する方法

準防火地域では外壁等で延焼の恐れのある部分を防火構造とする必要がありますが、防火性能を持つ壁に木材の板を張ることは可能です。それは壁全体の遮熱性が向上すると考えられるからです。



■参考：木像建築のすすめ

(2) 維持管理

1) 建物を長持ちさせるために

木造建築物は、こまめな維持管理を行うことで大きな修繕に至ることなく長持ちさせることが可能です。美観維持のためにも特に維持管理は欠かせません。

蟻害、腐朽、割れ、たわみ、摩耗、退色などは木造特有の劣化現象ですが、設計時にこれらの現象に配慮した維持管理について検討しておくことが重要です。

発注者は維持管理の内容を踏まえ、あらかじめその方法や予算化の時期等を検討しておく必要があります。

2) 維持管理の考え方

①外構・外装における劣化防止のポイント

軒の出を深くし外壁への雨掛かりを少なくすることは有効です。塗装仕上げを選択する場合は、耐久性にも配慮した塗料を選択するとともに、あらかじめ再塗装の目安を維持管理計画に設け、定期的な点検・塗装を行います。再塗装の目安としては、「顔料が落ち、色があせてきて、基材が見え始めた時点」などとすることが考えられます。

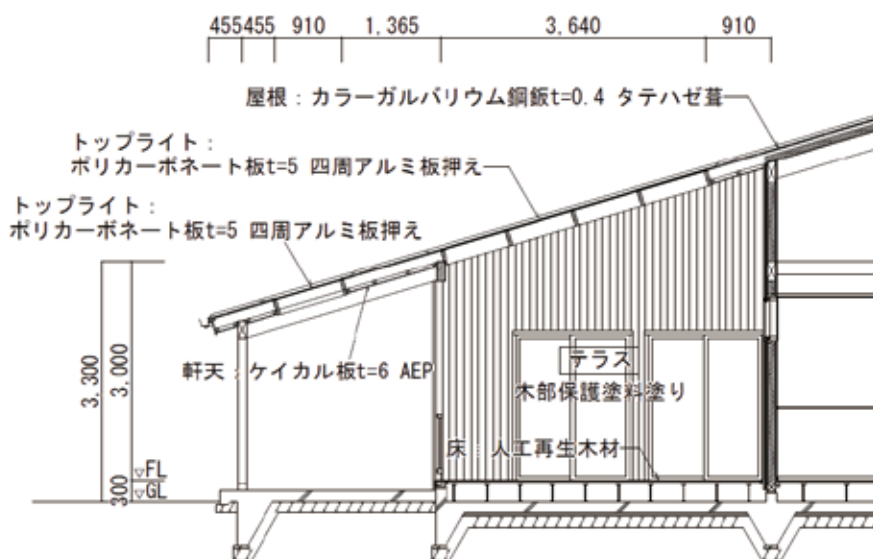


軒の出を深くし外壁への雨掛かりを少なくした例

②維持管理費を抑える設計

蟻害・腐朽を防止するためには水をコントロールすることが有効であり、雨掛かりのないよう設計するなど設計計画での工夫が求められます。

また、外壁の納まりや断熱材による結露対策が不十分であれば、結露による木材の劣化が維持管理費用を増大させることなども考えられるため、断熱・気密も考慮した設計・施工が求められます。



水の影響を抑えた屋外テラス廻りの例

③作業性への配慮

再塗装や保守・点検などの維持管理が効率的かつ安全に実施できるよう、各部点検口、作業スペース、搬出入経路などを設け、設備システムなどの機器配置は、保守・点検・清掃が効率的かつ容易に行えるよう配慮します。

また、仕口に金物を使用している場合には1年目点検・2年目点検が必要になります。金物の緩みなどは安全性に影響するため、増し締めをするなど、その際に足場を必要としないような工夫があると維持管理費用を削減できます。

3) 維持管理計画書

維持管理計画書には、劣化や不具合が起こりやすい部位と、その点検方法、診断基準、措置などを記載しておきます。

主な点検部位と劣化・不具合現象を下の表に示します。

点検部位	劣化・不具合現象
木部	干割れ、蟻害、腐朽など
屋外使用などの集成材	接着層のはく離（屋外使用）、それによる強度劣化など
木部の表面塗装	はがれ、白亜化など
金物類	防錆塗装・メッキ層の劣化、それによる鋼材部の腐食など
接合部	木部の割れ・緩み、はずれ、変形など
異種材料間の界面	結露、隙間の発生など
建具周り	建て付けの不具合など

点検部位と劣化・不具合現象

(3) 木造ビル構造モデル

中大規模木造は、事務所や校舎のような多層構造のもの、及び体育館のようにスパンの大きなものが代表的です。

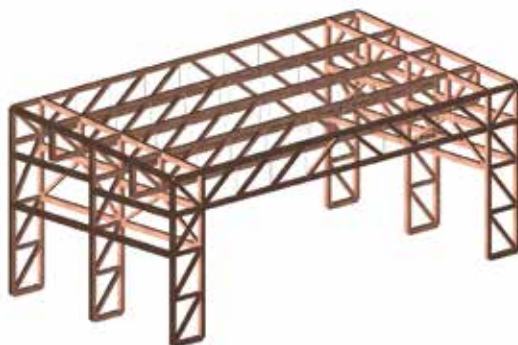
1) 在来工法

在来工法は軸組工法（構法）とも呼ばれ、鉛直荷重を柱・梁の軸組で支持する形式による構法全般を含み、建築基準法では、いわゆる現代の在来軸組構法だけでなく、伝統軸組構法から大断面集成材構法までを含めて、木造軸組構法として扱われます。

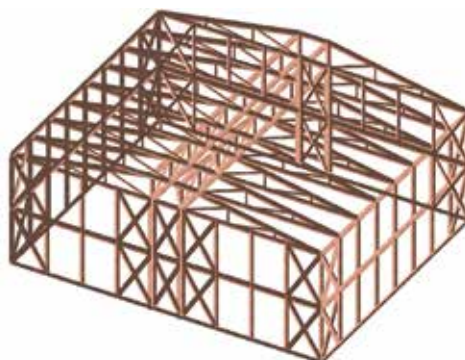
また、地震力や風圧力などの水平荷重を負担するため、壁には筋かいという斜めの材を入れる「筋かい構造」、構造用合板などを張って補強する「面材耐力壁」があります。

筋かい構造においては、一般的に木製筋かい端部の接合は木材どうしを直接に接触させ、鋼板挿入ドリフトピン接合やボルト締めなどの金物で補強するのが一般的です。

面材耐力壁は、構造用合板や構造用パネル（OSB）などを釘打ちしたのですが、中大規模構造では、従来の住宅に用いられるものよりも、厚い面材を用いて、または釘打ち間隔を小さくして耐力を高めたものが用いられます。構造用MDFや構造用パーティクルボードなど高性能な面材耐力壁も現れてきています。



■平行弦トラスと筋かいを組み合わせた架構の例



■キングポストトラスと筋かいを組み合わせた架構の例

2階床を支える梁のスパンが6mを超える中大規模木造の場合、住宅用一般流通材の寸法範囲を超えた特注品の長尺大断面集成材や接合金物を使わざるを得なくなるので、部材や接合部の単価が上がり、S造やRC造よりもコスト高となってしまう場合が多くなります。

中大規模木造の設計に際しては、平面モジュール910mmを基本とし、上階床を支える下階の居室の短辺スパンが6m以下となるよう計画する（最上階であれば、例えばJIS A 3301の標準キングポストトラス等を用いれば一般流通材で12mスパン程度の屋根を支えることは可能であるため、スパンの大きな居室は下階を避けて最上階に配置するよう計画する）など、住宅用の一般流通材とプレカットを用いた標準的な在来軸組構法でつくられる範囲をなるべく増やすよう工夫することが、コストを抑えるポイントとなります。

■テキスト出典：公益財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木でつくる中大規模建築の設計入門」

2) 特殊工法

非住宅木造建築の代表的な分野が、木造オフィスビルで、現在木造を主体とした本格的なビルの計画がいくつか進行しています。そして、中層の木造事務所建築を建てる構法として、最も期待が大きいのが、木質ラーメン構造です。先の1980年代の大型木造は「大スパン」がテーマでしたが、近年の大型木造のキーワードの一つは「多層木造」です。

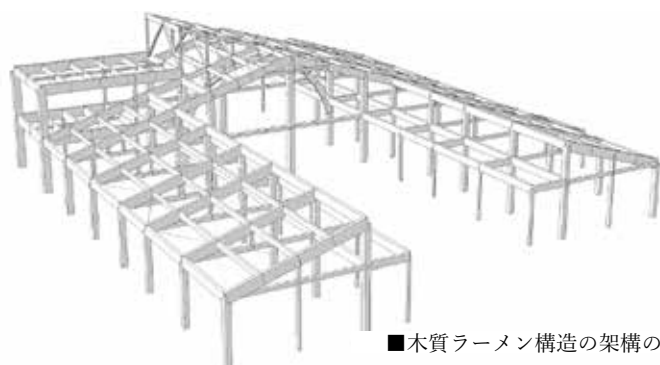
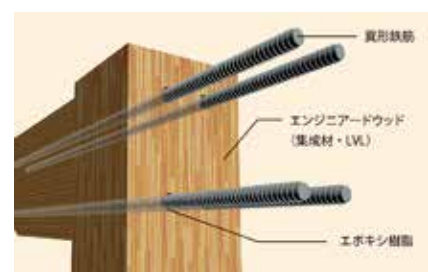
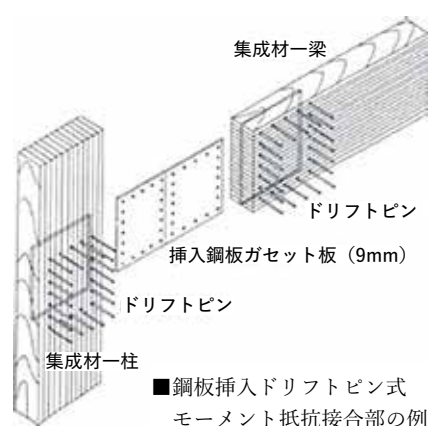
これまで、木質ラーメン構造は、主に住宅を対象として積極的に開発され、(公財)日本住宅・木材技術センター等の評定・認証を受けて建てられてきましたが、より大型の建物向けの開発が始まっています。ところで、木質ラーメン構造では、柱脚及び柱梁接合部に剛性の高い接合部が必要となります。木造では容易に剛な接合部ができないことから、この課題を「モーメント抵抗接合」と呼び、一つの研究分野となっています。

木質系のモーメント抵抗接合には、さまざまなものがあります。まず、木材どうしを直接に(嵌合)接合する、いわゆる伝統的構法の「継手・仕口」があります。ただし、この方法は、剛性が不足しがちで、また、柱や梁に継手が必要となり複雑で高い精度の加工が求められることから、大型の建物での実施はほとんどありません。

第2は、合わせ梁で柱を挟み、ボルトなどで直接につなぐものです。この工法は接合部のモーメント抵抗実験が行われ、一定の設計式がまとめられています。

第3は、右図のように、異形鉄筋を挿入して接着剤で固定する工法で、2000年までは大臣認定の構法でしたが、現在では構造計算によって建てることができ、体育館・校舎・公営住宅などで実績が多くあります。

第4は、柱や梁に別々に定着部材(鋼板やラグスクリューなど)をつけ、それらを第3の部材(高カボルトなど)で連結するものです。これは、柱や梁への定着部材を工場に取り付けることから、信頼性が高く、また現場施工が比較的容易なのが特徴です。



■テキスト出典:公益財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木でつくる中大規模建築の設計入門」

■画像出典:上段画像 一般社団法人日本建築学会発行「木質構造接合部設計マニュアル」

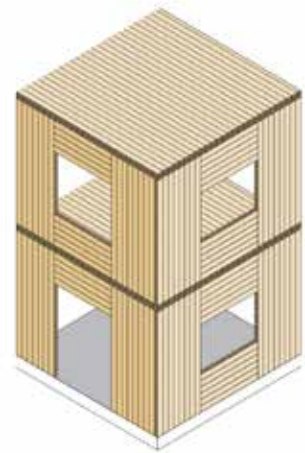
/ 中段画像 SMB 建材(株)ホームページ / 下段画像 (株)シェルター ホームページ

3) CLT工法

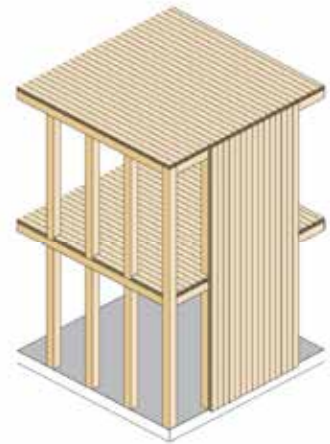
CLT工法は、正しくは「CLTパネル工法」といい、CLT集成材と同様の挽き板（ラミナ）を層ごとに直交するように積層接着してパネル状に製造されたCLT(直交集成板)を、鉛直荷重と水平力を負担する壁として用いる構法を指します。したがって、木造軸組工法とCLTを組み合わせて、2階床梁組にCLT床板を載せる形で用いるものや、柱と梁で囲まれた内部に真壁パネルとして挿入しCLTに水平力のみ負担させる耐力壁などは、木造軸組構法の範疇として扱われます。あくまでもCLTを鉛直荷重と水平力の両方を負担する壁として用いる場合のみ、国土交通省告示の規定に準ずることが必要となります。

大判のCLTはそれ自体で水平耐力の高い壁となるため、欧米ではCLT壁を用いた高層木造建築が増えてきています。日本でも近年CLTパネル工法による中大規模木造建築がつくられるようになってきましたが、木造軸組工法や枠組壁工法などに比べて構造体使用する材積が多いためコストが高くなるだけでなく、CLTパネル工法の告示の仕様規定による制約が厳しく設計の自由度が低いので、3階建て以下の低層系では木造軸組構法や枠組壁工法に対するCLTパネル工法の優位性が得られにくくなっています。

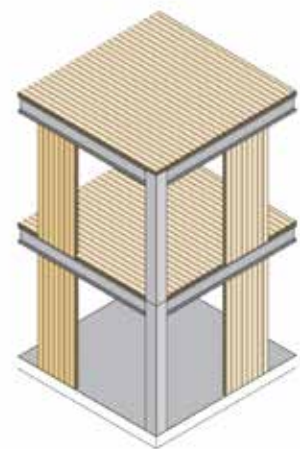
一方、高耐力壁としてのメリットが活かせる4階建て以上の中高層になると耐火構造が要求されるので、CLTパネルの木の面を耐火被覆で隠してしまうことになり、S造やRC造の耐火構造よりもコストが高いにもかかわらず木が見えない、という理由から中高層分野でも苦戦を強いられます。今後はCLTパネル工法としての利用よりも、軸組工法やS造などにCLTパネルを床や耐震壁として部分的に適材適所で利用していく方向で普及していくものと思われます。



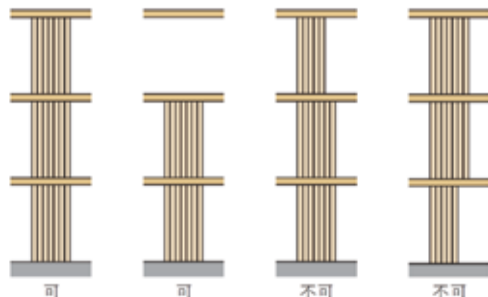
■ CLT パネル工法



■ 軸組工法 + CLT パネル



■ 鉄骨造 + CLT 混構造



■ 耐力壁の配置の可否

■テキスト出典：公益財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木でつくる中大規模建築の設計入門」

■画像出典：愛媛県CLT普及協議会発行「CLT建築物の設計ガイドブック」

4) 2×4 工法

2×4 工法（枠組壁工法）は、短辺寸法 38mm の小断面の規格材であるディメンションランバー（いわゆるツーバイ材）で壁・床・屋根の枠組をつくり、これに構造用合板などの面材を釘打ちしたパネル面によって鉛直荷重と水平力に抵抗する構法です。

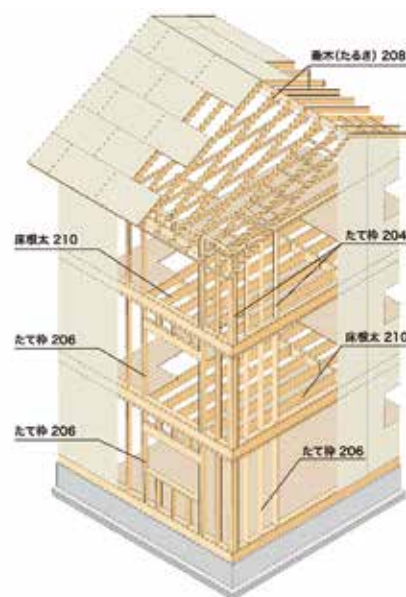
そのため、構造体の木を現しで使うには不向きですが、耐火性能が要求され、壁や小部屋が多い建物を、メンブレン型耐火木造でつくるのに適していることから、近年 3~4 階建ての高齢者グループホームが耐火ツーバイフォー工法で建てられるケースが増えています。材料や接合方法については国土交通省告示の仕様規定を遵守することが求められます。



■ ツーバイフォー工法の中心となる 6 種類の規格材



■ 工法概念図



■ 構造材の例



■ 2×4 工法による 5 階建て商業ビルの例

■ テキスト出典：公益財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木でつくる中大規模建築の設計入門」

■ 画像出典：（一社）日本ツーバイフォー建築協会発行「ツーバイフォー工法施設系建築ガイド」、及びホームページ

5) 大スパン工法

スパンの大きなものには、壁を RC 造などとして、屋根のみを木造の架構としたものと、床から木造が立ち上がっていくものがあります。

また、そのスパンを架け渡す方法には、アーチとトラスが代表的です。

アーチは、2 ヒンジ・3 ヒンジなどのように、単位フレームを並べたものが代表的で、以前から作られてきた架構形式です。わん曲集成材を用いた体育館などは代表的な用途で、平面が長方形の場合は、短辺方向をアーチとし、直交方向を筋かいや構造用面材による耐力壁構造とすることが主流です。また、平面が円形や正方形の場合には、わん曲集成材を放射状に配置したものもあります。



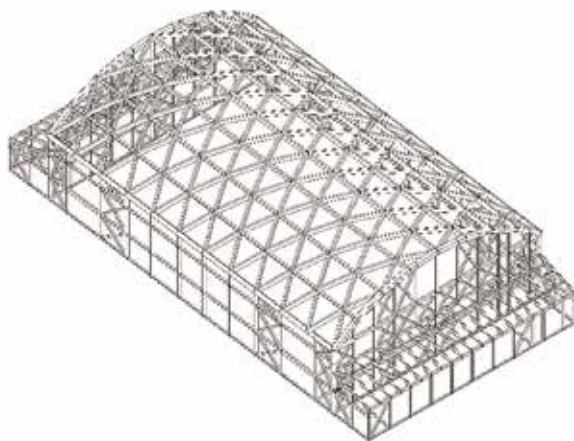
■集成材アーチ梁架構の例

トラスは、木材の軸方向の強度が高いことを利用した構造方式で、平面トラスが一般的で、山形トラスなど、さまざまな形状が採用されています。平行弦トラスを屋根部分に用いて、壁を木造や RC 造などとした架構は、以前から工場などに多用されてきました。また、大規模な体育館などでは、立体トラスなど3次元的に組み合わせたものもあります。

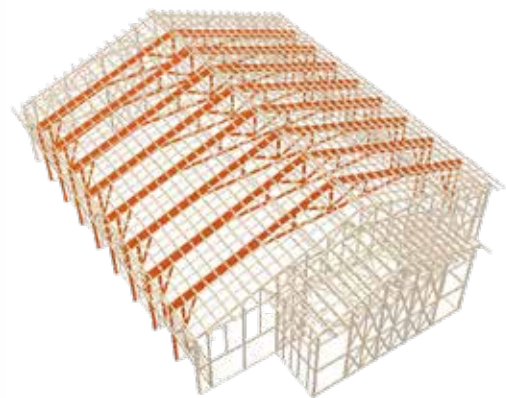


■ボールジョイント接合立体トラス架構の例

トラスの接合部は、ボルト締めや釘打ちが一般的です。立体トラスでは、鋼板挿入ドリフトピン接合やボールジョイントなど、鋼材を用いるのが一般的ですが、製材によるものも試みられています。また、トラスは、接合部が多いので、部材接合部のゆるみ（ガタ）はたわみの量に直接影響します。乾燥・加工の精度管理や接着剤でガタを充填するなど、できるだけ緩みの生じにくい接合部にするなど工夫が必要です。



■シェルトラス架構の例



■山形トラス架構の例

■テキスト出典：公益財団法人日本住宅・木材技術センター発行「木でつくる中大規模建築の設計入門」

■画像出典：上段写真 SMB 建材(株)／下段写真 太陽工業(株) ホームページ／架構アクツメ 木構造システム(株)