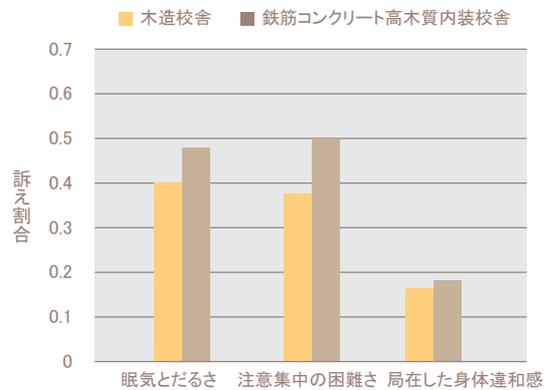


(5) 木材の心地よさ

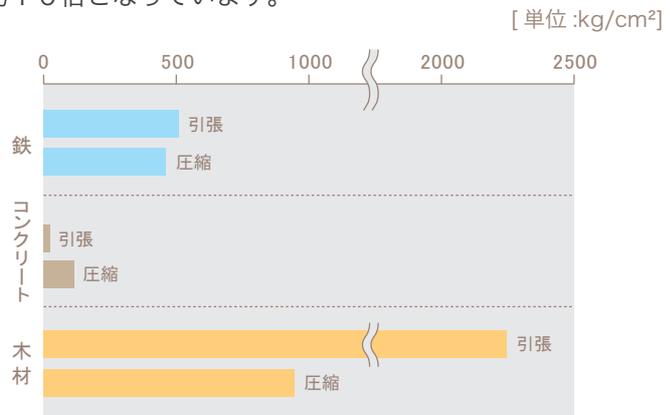
学校では、内装に木材が使われていると壁に背中を付けたり、床に座ったりするなど身体を接触させる行為が増えるとの報告があります（引用：こうやって作る木の学校～木材利用の進め方のポイント～）。また、授業中の子どもは机・いすに接触していることが多いため、木製の机を使っている学校の子どもとスチール製の机を使っている学校の子どもの様子を比較すると、木製の机の方が「注意集中の困難さ」や「眠気とだるさ」を訴える子が少なく、保育園児においても、ビニルタイルの床より木の床の方が座ったり寝ころんだりする行為が多く、かつ集中した遊びの姿が見られると言われています。



《資料：「木造校舎の教育環境（P60）」橘田紘洋（公財）日本・木材技術センター、2004》
 図7：木造校舎における机の材質の違いによる授業中の子供の様子

(6) 鉄よりも強い比強度

それぞれの建築材料の強さを重さで割った強度比較のデータによると、木材の引っ張り強度は鉄の約4倍、圧縮強度はコンクリートの約10倍となっています。



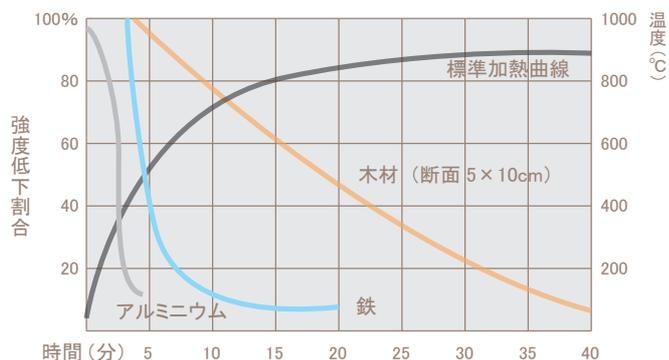
《資料：「木を生かす」（財）日本木材備蓄機構、（社）日本林業技術協会》
 図8：各種材料の重さ当たりの強度の比較

(7) 高い防火性能

木造建築物は、火災時において、鉄筋コンクリート造等の建築物より弱いと言われてきました。しかし、火災時の高熱による建築物の倒壊の危険性に注目すると、木材は鉄骨より安全と言えます。

断面の大きな構造材は、火災にあっても燃え尽きるまでに非常に長い時間を必要とします。実験でも、「鉄」の強度が10分間の加熱で約8割低下したのに対し、「木材」は約2割程度しか強度の低下は見られず、耐火性能に優れた素材であることが実証されています。

国土交通省では木造3階建ての校舎の耐火基準を定めるため、校舎を実際に燃やす実験を3回実施しました。この実験の知見をもとに建築基準法の一部が改正され、区画を越えた早期の延焼を防止する天井の不燃化などの防火措置等を講じることで、木造の準耐火構造で3階建て校舎も建築可能となっています。同改正は平成26年6月に公布され、平成27年6月に施行される予定です。



《資料：「鉄、アルミニウム、木材の加熱による強度の低下」
(一財) 日本木材総合情報センター HP》

図9：木材・鉄・アルミニウムの加熱による強度の低下

3 章

木造建築物の 工法と構造

1 工法と構造

福岡県産材を用いて木造の架構を組み立てる場合、主に丸太や製材、集成材等での架構が考えられます。ここでは建物の規模や架構に対して考えられる主な工法を説明します。なお、現状では福岡県産材の利用が難しい、丸太組工法（構法）、枠組壁工法（構法）やLVL（単板積層材）、CLT（クロス・ラミネーティッド・ティンバー）等については、ここでは扱いません。

（1）主な工法・構造の特徴

① 在来軸組工法（構法）

材料は一般に製材が用いられますが、大スパンや重量物を受ける梁の一部に集成材、鉄骨梁も用いられます。

地震力、風圧力等の水平力に対して耐震壁（筋違い（筋交い）、面材）で抵抗します。柱と梁の仕口、筋違い端部、柱脚等は仕様規定や計算により取付金物を決めます。床面の剛性は、面材や火打ち材により確保します。

写真 1：在来軸組工法（構法）の施工状況



② 木質ラーメン構造

柱と梁の接合部を剛接又は一体化してラーメン架構を形成する方法です。完全なラーメン架構と中に耐力壁を加えた耐力壁+ラーメン架構の併用構造があります。この工法は大スパンの場合が多く、集成材が多く用いられます。また、製材を束ねて大径材とし、大スパンに用いる工法も最近出始めています。ただし、柱と梁の接合部は母材と同等の剛接合にすることは不可能であり、半剛接であることを考慮して解析します。

写真2：木質ラーメン構造によって建てられた体育館
「福岡市立小呂小中学校講堂兼体育館」



③ 伝統的工法（構法）

丸太や製材を用い、木組みの大きな変形性能を生かした架構です。梁の継手、柱・梁の仕口、貫等で組上げる軸組工法（構法）です。地震力、風圧力等の水平力に対しては土壁や板張り壁のせん断耐力で抵抗しますが、柱ほぞ、差鴨居、足固め、貫等のめり込み回転抵抗もあります。床面は、一般には板貼り釘脳天打ちとなっています。

写真3：伝統工法（構法）によって建てられた建物
「三柱神社」



2 木材の性能

(1) 木材の性能

製材を軸組に用いる場合、設計方針によって、使用する構造材の規格、含水率、ヤング係数が異なってきます。使用する木材は、用いる構造計算基準等によって下表の様に異なりますので、木材の調達について早めに準備する必要があります。

表3：木材の製材と性能

計算基準等	4号建物 (法第6条1項4号)	木造軸組工法住宅の許容応力度設計2008 (公財)日本住宅・木材技術センター	木造計画・設計基準 (一社)公共建築協会	木質構造設計基準・同解説 2006日本建築学会
対象建物	・階数2階以下、延べ床面積500㎡以下、軒の高さ9m以下、最高の高さが13m以下住宅又は同等の在来軸組工法の建物。	在来軸組工法の住宅又は同等の建物の許容応力度設計(ルート1)の対象建物。	国家機関の建築物及び付属施設の構造上重要な部分。	全ての木質構造部分の耐力検討に対応。
使用材料	JAS構造用製材	JAS構造用製材	JAS構造用製材 又は国交大臣の指定を受けたもの。	JAS構造用製材
	無等級製材	無等級製材	無等級材は条件付で使用可能、特例有り。(表4参照)	無等級材
	構造用集成材	JASIによる品質の格付けがある構造用集成材	JASIによる品質の格付けがある構造用集成材	流通性、市場性を考慮し、等級区分材が普及するまでの過渡的状況として認める。品質はJAS甲種2級以上レベルが条件。
含水率	含水率についての制限無し ただし、使用金物耐力は20%以下での耐力としている。 Z金物耐力は計算値。 メーカー耐力は実験値。 いずれも20%以下が望ましい。	令46条第2項より、「製材とする場合は、針葉樹構造用製材JAS材で含水率15%以下(割れにより接合部耐力の低下が無い場合は20%以下)に限る」を参考とする。	令46条第2項より、「製材とする場合は針葉樹の構造用製材JAS材で含水率15%以下(割れにより接合部耐力の低下が無い場合は20%以下)に限る」を参考とする。ただし、条件付特例有り。	20%以下が望ましい。 接合部では施工時も20%未満としている。 令46条第2項より、「壁量規定によらない場合で製材とする場合は、針葉樹の構造用製材JAS材で含水率15%以下(割れにより接合部耐力の低下が無い場合は20%以下)に限る」を参考とする。
ヤング係数	ヤング係数の規定なし ただし、含水率が20%を超える材は特にクリープに注意。	ヤング係数の規定なし 耐力式に、別途求めたヤング係数を用いる。	ヤング係数の規定なし 耐力式に、別途求めたヤング係数を用いる。	ヤング係数の規定なし 耐力式に、別途求めたヤング係数を用いる。

表 4：「木造計画・設計基準」で無等級材を使用できる基準

(1) 構造計算方法による制限
建築基本法施行令第 46 条第 2 項等により、法令上、構造耐力上主要な部分である柱及び横架材に対し製材の JAS に適合する木材等を用いなければならない場合に該当しないこと。
(2) 個別の事由による制限 (①～③のいずれかに該当するもの)
① 使用量が極小であること。 ② 工事場所在離島であること。 ③ 特定の製材を用いる必要がある場合であって、製材の JAS に適合する木材等として出荷できない場合であること。
(3) 機械的性質による制限 (以下の①～③のすべてに該当するもの)
① 製材の JAS 規格第 6 条に規定する曲げ性能 (曲げヤング係数) の確認と同等の確認 (これと同等の打撃による確認を含む) ができること。曲げヤング係数の目安を表 3 に示す。ただし、この際を用いることのできる基準強度は、無等級材の基準強度とする。 ② 原則として、製材の JAS 規格第 5 条に規定する含水率の確認ができ、その平均値が 20% 以下であることが確認できること。ただし、広葉樹を用いる必要がある場合、古材を再利用する場合については含水率の制限がない計算方法を選択した上で、将来において部材の収縮、変形等によって支障が生じないような工夫をする場合に限っては、含水率が 20% 以上の木材を用いることも許容する。 ③ 製材の JAS 規格第 6 条に規定する節、集中節、丸身、貫通割れ、目まわり、腐朽、曲り、狂い及びその他の欠点について、品質の基準を満たすことが確認できること。

《資料：「木造計画・設計基準」国土交通省官庁営繕部》

表 5：曲げヤング係数の目安

製材の JAS 機械等級※	曲げヤング係数 (GPa 又は 1 03N/mm ²)
E50	3.9 以上 5.9 未満
E70	5.9 以上 7.8 未満
E90	7.8 以上 9.8 未満
E110	9.8 以上 11.8 未満
E130	11.8 以上 13.7 未満
E150	13.7 以上

※当該製材が製材の JAS に適合する木材等でない場合は、無等級材の基準強度を上限とする。

《資料：「木造計画・設計基準 (表 3)」国土交通省官庁営繕部》

(2) 福岡県産材の利用

福岡県産の木材利用を可能とする工法・構造と特徴は以下の表 6 のとおりとなります。(一般的な評価のため、下表と異なる事例もあります。そのため事前の十分な調査が必要です。)

表 6：福岡県産材の利用が可能な主な工法・構造

規 模	小規模な建築物		大規模な建築物
主な用途	事務所等		体育館、ホール等の大スパンの建物
工法・構造	在来軸組工法	伝統的工法	木質ラーメン構造
木材	製材	製材	製材、集成材
仕口	市販金物	・金物使用なし ・長ほぞ、貫	・計算にて金物作成又は市販金物、特殊金物 ・鋼棒+エポキシ樹脂
一般的計算法	許容応力度計算	・許容応力度計算 ・限界耐力計算	許容応力度計算

3 木造と耐火性能

(1) 耐火建築物と準耐火建築物

① 建物の用途による規制 (法第 27 条)

建築基準法 (以下法) 第 27 条では不特定多数の人が利用する病院、学校、共同住宅等の建物は特殊建築物とされ、延べ床面積や階数によって耐火建築物または準耐火建築物としなければなりません。

② 建物の規模等による規制 (法第 21 条)

延べ床面積が 3,000㎡を超える大規模な建築物や、高さが 13m 又は軒の高さが 9m を超える建築物は原則として耐火建築物としなければなりません。ただし、一定の基準を満たせば主要構造部を木造とすることが可能です。(令 129 条の 2 の 3 第 1 項)

③ 防火地域による規制 (法第 61 条、62 条)

建築される地域が防火地域や準防火地域に指定されている場合は、延べ床面積や階数によって耐火建築物または準耐火建築物としなければなりません。

● 留意事項 :

本書発行時点の耐火規制の概要であり、平成 26 年 6 月の法改正の内容は、まだ施行されていないため含まれていません。

表 7 : 用途別の耐火規制の概要 (法第 27 条、延べ床面積 3,000㎡以下)

用途	高さ13m以下又は軒高9m以下の建築物				高さ13mを超える又は軒高9mを超える建築物	
	1階	2階	3階	4階以上		
一般	事務所	その他			耐火(※5)	
特殊建築物	店舗	その他	準耐火(500㎡以上)	耐火		耐火(※5)
	共同住宅	その他	準耐火(300㎡以上)	準耐火	—	耐火(※5)
	学校	その他		耐火		耐火(※5)
	幼稚園	その他		耐火(※1)	原則2階以下	耐火(※5)
		準耐火(2000㎡以上)				
	保育所	その他	準耐火		耐火	耐火(※5)
	老人ホーム	その他(※2)	耐火(※4)		耐火(※4)	耐火(※5)
			準耐火(※3)			
	体育館	その他		耐火		耐火(※5)
		準耐火(2000㎡以上)				
	集会所	その他		耐火		耐火(※5)
準耐火(200㎡以上)						
宿泊施設	その他	準耐火(300㎡以上)		耐火	耐火(※5)	
図書館	その他		耐火		耐火(※5)	
	準耐火(2000㎡以上)					

耐火：耐火建築物、準耐火：準耐火建築物、その他：耐火建築物、準耐火建築物以外の建築物

※1：2階を保育室、遊戯室及び便所に供する場合

※2：「特別養護老人ホームの設備及び運営に関する基準 11 条 2 項

※3：「特別養護老人ホームの設備及び運営に関する基準 11 条 1 項

※4：入居者を日常生活にあてられる場所を設ける場合

※5：建築基準法第 21 条 (ただし、一定の基準を満たせば主要構造部を木造とすることが可能 (施行令 129 条の 2 の 3))

(2) 木造における耐火建築の可能性

耐火建築物とは、主要構造部が耐火構造（法第 2 条 7 号）であるもの、または耐火性能検証法等により火災が終了するまで建築物が耐えられることが確認されたもので、かつ外壁の開口部（窓等）で延焼の恐れのある部分に防火設備を有した建築物を言います。

木造の建築物でも建築基準法施行令（以下令）107 条で定める技術的基準に適合すれば耐火建築物が可能であり、実際に建てられた事例もあります。

※詳細については、『官庁施設における木造耐火建築物の整備方針』（国土省官庁営繕部参照）

燃え止まり型	木質ハイブリット部材	メンブレン型

《資料：「官庁施設における木造耐火建築物の整備方針」国土交通省官庁営繕部》

図 10：政令で定めた技術的基準に適合し、大臣認定を受けた構造方式（例）

(3) 「燃えしろ設計」による準耐火建築物

準耐火建築物とは、主要構造部が準耐火構造（法 2 第条 7 号の 2）であるもの、またはそれと同等の準耐火性能を有するもので、かつ外壁の開口部（窓等）で延焼の恐れのある部分に防火設備を有した建築物を言います。

基準法では、柱及び梁については、表面部分が燃えても構造耐力上支障のないように断面積を大きくすることによって、木材の表面を見せたまま木造の準耐火構造とすることが可能となります（ただし、対象は JAS に適合する集成材、単板積層材、製材（含水率 15% 等）ほか）。このように表面の「燃えしろ」部分を除いた残存断面を使って構造計算を行い、火災時に表面部分が焼損しても、建築物が倒壊しないことを確認することにより、木材を表した建物の設計が可能となります。

「燃えしろ」部分の厚さは、火災の想定時間によって、25 mm から 60 mm とされています。

※詳細については、『木造計画・設計基準及び同資料』（国土交通省官庁営繕部 H23）P78 参照

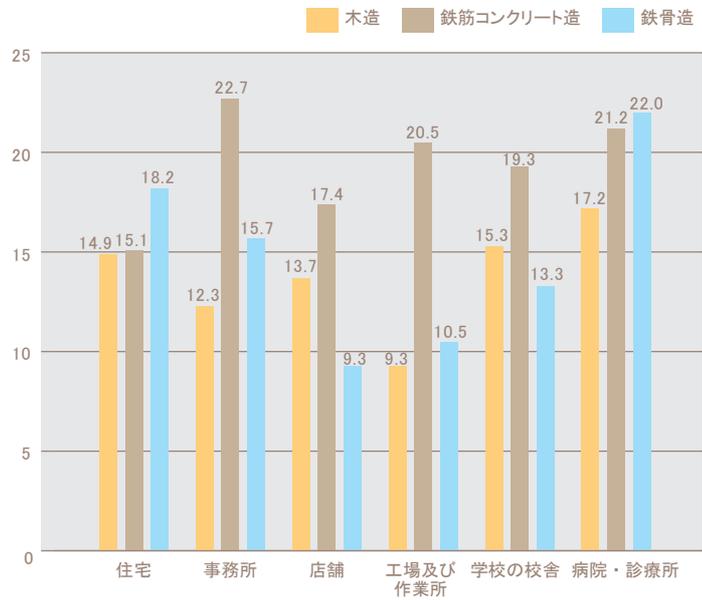
4 章

木造建築物の 建設コスト

1 統計でみる木造建築物の建設コスト

(1) 統計でみる木造建築物の建設コスト

建築物の建設コストは、地盤の状況や内装及び設備の仕様によって変動するため単純な比較はできませんが、建築統計年報のデータによりある程度の傾向をみることができます。平成19年度から24年度にかけての福岡県の統計をみると、木造の建設コストは必ずしも高くないことがわかります。



《資料：建築統計年報（国土交通省総合政策局）より算出》

図 1 1：用途別による構造別建設コスト（単位：万円 / m²）

2 構造別建設コストの試算

(1) モデルプランについて

建築物の建設コストは、事例等では設備や内装によって大きく変動するため、仕上げや設備を除いた構造躯体のみの建設コストを試算しました。

規模及び用途は、一般的に木造で建設される建築物について規模別に検討しました。

図 1 2：モデルプラン概要

モデル	モデルプラン (小規模)	モデルプラン (中規模)
用途	集会所 (団地内、地区の集会所等)	学校の校舎
規模	平屋建 (奥行き 7.28m× 桁行 13.65m)	2階建 (奥行き 13m× 桁行 16m)
床面積	99.37 m ²	416.0 m ²
概要	木造の一般的な集会所をモデルとし、同じ間取りを鉄骨造で計画。	学校は児童、生徒数によって規模が異なるだけでなく、玄関ホール等も事例が多様であるため一般教室の 2 クラスをモデルとして構造を比較。
平面図		
モデル	モデルプラン (大規模)	
用途	体育館 (学校、地域の体育館、ホール等)	
規模	平屋建 (奥行き 20m× 桁行 36m)	
床面積	720.0 m ²	
概要	大スパン構造であるため、全てを木造とする場合には工法が特殊となり、他の工法とのコスト比較が一般的とならないため、柱及び壁を鉄筋コンクリート造とし、屋根の架構のみを木造、鉄骨造で比較。	
平面図		