

第 3 章

計 画

3-01 木造を計画するにあたって

3-02 木造建築のコストを知る

3-03 木造化しやすい建物

3-04 木造建築は業務間連携がカギ

- コラム

BIM (Building Information Modeling) を活用した
木造建築物の設計

木造を計画するにあたって

木造計画の全体の留意点と木材料についての把握がポイントです。

着手前の情報収集

近年、防耐火などの制度面、CLT や木質耐火部材の開発など技術面でも木造化できる環境が整いつつあります。様々な構法、手法による木造化が広まり、デザイン性の高い木造施設や木質空間が数多く建てられています。しかし、中大規模木造建築物には、特殊構法の採用によるコスト増加や大量の地域材調達など、課題があります。木造について、十分な知識や経験を有する意匠設計者や、木材の特性を把握している経験豊かな構造設計者の数もまだ限られています。

現在、中大規模木造建築物に関する設計情報は、数多く存在します。木造建築の全容がわかる情報や最新の技術情報などをうまく活用し、合理的な設計を目指しましょう。必要に応じて関係者へのヒアリングを行うことも有効です。地域材を活用する場合は、地域材の樹種や性能、生産量、生産可能な製品、加工量などの情報を集め、無理のない計画につなげます。木造建築の実現は、計画前の情報収集が大きなカギになります。

P195 巻末「マニュアルで引用・参考にした資料、文献およびデータベース等の紹介」にて情報を簡潔に整理していますので参照ください。

中大規模の木造計画の留意点

■計画当初から連携が大事

中大規模木造は「ややこしさ」が存在する構法です。設計はもちろん、木材料の把握、木材特性や調達を考慮した構造計画、防耐火要件、設備計画は密接に絡み合っており、すべてを同時に検討しながら、最適解を導き出していく必要があります。そのため、計画当初から意匠、構造、設備設計者及び木材関係者の連携が大切です。

住宅建築と異なり中大規模建築は、公益性や安全性がより求められ、荷重条件が厳しく、柱間スパンも大きくなります。特に木材を意匠として見せる場合などは、意匠と構造の両立が必要となり、計画全体に大きく影響します。

[更に詳しく→ P83 5章 -11 「非住宅は重い」]

■採用モジュールを検討する

非住宅施設の中大規模木造において、老人ホームなどの施設は居室空間が多く、住宅の延長の尺モジュールで建てることができ、金物やサッシなども住宅用部品を応用できます。一方、それ以外の用途の施設は、使う資材が住宅用ではなく、またビル建築は基本的にメーターモジュールで設計されます。どちらのモジュールにするかは、建物に使う部品・資材によって決まります。

[更に詳しく→ P80 5章 -08 「尺とメーターどっちを選ぶ？」]

■数多い木造の工法・架構の選択

木造建築の工法・架構は、汎用性の高いものから民間メーカーや木材商社が独自に研究開発したものなど多数存在し、コストに大きく影響します。工法や金物は、取扱いメーカーが特定されると割高になるといわれています。しかし、構造計算や木材料手配、建方まで一貫して請け負う業者もあり、複雑な木材調達を含め一任できることは利点でもあります。また、大スパンを飛ばす計画に見合った架構もあります。最適な工法・架構の選択を心掛ける必要があります。

[更に詳しく→ P74 5章 -03 「木造の工法は色々あってわかりづらい」]

建築計画のポイント

■構造計画

木造はRC造・S造に比べ、固定荷重が軽いいため、積載荷重などの諸条件により部材サイズが大きくなりやすく、コストアップにつながります。「木造計画・設計基準及び参考資料（一社）公共建築協会」には、これらを回避するために、構造上、合理的な平・立面計画となるようポイントを記載しています。（以下(1)～(4)抜粋）

- (1) 書庫、設備室等の積載荷重の大きな室を配置する場合は、なるべく下層の階に配置する。
- (2) スパンの大きな室を配置する場合は、なるべく上層の階に配置する。
- (3) その室が必要とするスパンごとに諸室を分類し、適切にゾーニングする。
- (4) 特殊な用途の室があるなど当該建築物に求められる機能等の観点から、構造体の全てを木造とすることがなじまない又は困難である場合は、木造以外の構造種別と組み合わせた階層・平面計画とすることを検討する。

■防耐火

要求される防耐火性能を満たす他、公共施設においては重要な財産や情報を保管することが多く、これらを保管する室は耐火性能が必要となります。また、老人福祉施設や児童福祉施設などの用途では、建物内で過ごす人の避難時間を考慮して、躯体の耐火性能を法令による規制に関わらずグレードを上げるといった配慮や検討も必要です。

[更に詳しく→ P87 6章「防耐火」]

■低コスト（合理的）につながるポイント

前述の構造計画のポイントの他、低コストを目指す場合は、基本的には特注製品を多くは使わず、一般流通品を活用します。

- 木材の一般流通規格材の樹種・断面寸法・長さ・入手可能量などを把握し、計画を行う
- 木造住宅の延長として検討し、尺モジュールの採用、サッシや接合金物など既製の木造住宅用建材を活用する。
- 特殊加工を必要としない、一般的なプレカットで加工できる計画とする。

[更に詳しく→ P59 4章-03「木材の規格を知る」、P64 4章-06「木材の価格はどう決まる？」]

木材料に関する留意点

■木材調達に関する留意点

要求される空間計画から、柱寸法が105・120角ではなく150角となったり、梁の材長が4m.6mではなく、7m.8mとなったり、住宅に使用される一般流通材では対応できないことが出てきます。

木材調達は、コストにも大きくかわります。特に中大規模木造の地域材の活用は、事前準備・段取りが重要です。ここでは、木材調達に関し把握すべき項目を挙げ、4章-08に詳しく記載します。

木材調達に関し把握すること

- 木材調達の特徴
- 木材調達が影響するコストについて
- 木材の概算量、工場の加工能力、調達期間
- JAS材の入手について
- 木材調達の発注形態

[更に詳しく→ P67 4章-08「木材調達」]

木造建築のコストを知る

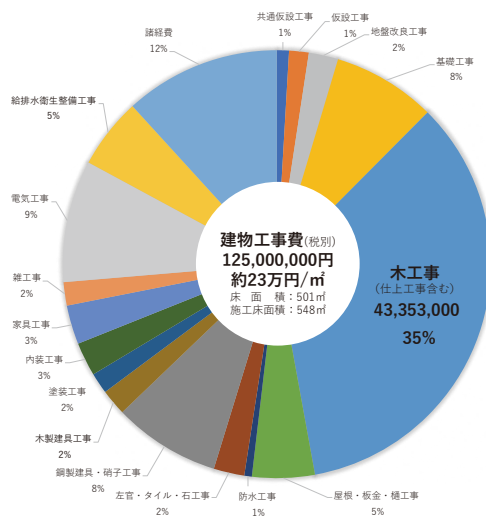
木造建築費の3～4割は木工事費が占めます。コスト削減は、まず木工事費の検討を行うことが近道です。

建設コストの内訳比率

中大規模木造のコスト検討は、木造建築物のコスト感覚をつかむことが大切です。

右グラフは、事例でも紹介している滋賀県林業会館の建物工事費の内訳です。仕上げを含んだ木工事費が35%を占めています。木材費（建材費含む）は、2530万円（全体の20%）、そのうちの構造材は、1245万円（全体の10%）です。この物件は、①基本の架構は一般流通材の製材を活用、②架構を現わす部分・隠す部分はメリハリをつける ③徹底した住宅用部材の活用と材料ロスの低減 ④プレカット加工を主とし、手加工は限定的にする、などの工夫で全体の木工事費をかなりおさえ低コスト化を実現しています。

木工事費に、基礎工事費や地盤改良工事費を含めると、全体に占める工事費の割合は40%を超えることがわかります。仕上工事、設備工事はそれぞれ建物によって必要なものですが、要求されるグレードや設備機器の導入などによって全体工事費に対するコスト比率は変わります。



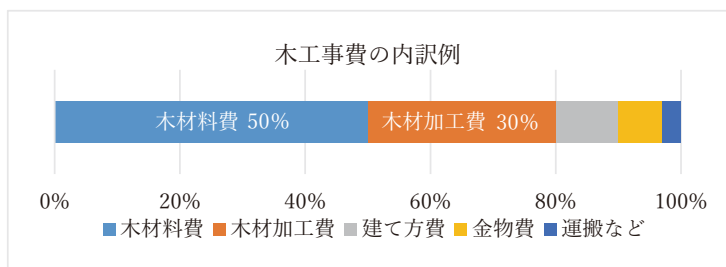
木造建築物の建設コストの内訳例

躯体部分の木工事費の内訳比率

「木工事費」には、木材料費、木材加工費（プレカット加工含む）、建て方費、金物費などが関わっています。プレカット加工業者へのヒアリングによると、木工事において最もコストを占めるのは木材費で、約50%を占めています。続いて、加工費30%、金物費は工法にもよるが、5～10%、他、輸送費などが占めています。金物工法では、金物費の割合が増え、特注金物の数量が多くなると、金物費が木材費を上回る場合があります。注意が必要です。

（内装費の内訳では、木材料費の割合はさらに高くなり、木材料費60%、加工費10%以下、他、金物・輸送費などが占めます。）

木工事のコストを検討する際は、まず木材料費を抑えることが重要です。要求する木材の品質や量、搬出計画に無理がないよう心掛けます。加工費・金物費は、できる限りプレカットの一般加工ルートに流せること、一般金物の使用が低コストにつながります。また木材は、山から搬出される木材量に限りがあるため、一度に大量に発注すると、材料費が上がる傾向があります。大量の木材が必要な場合は、調達期間を長くしたり数回に分けて発注を行う必要があります。



木工事費の内訳例

その他コストに関わる項目

木造躯体に関わる工事には、木工事の他、基礎工事、地盤改良工事があります。木材は鉄骨やコンクリートと比べて材料自体の比重が低く、全体の建物重量や基礎工事のボリュームをおさえることができます。また、木工事は他構造と比較し、全体の工事期間が短いといわれており、木造を選択することは経費の削減にもつながります。

【コストに関わる項目】

- 地盤改良工事
- 基礎工事
- 構造躯体工事
- 工期短縮

加えて、防火・耐火対策が必要な場合は、仕上材料と建物重量が増えコストにも影響を及ぼすことがあります。

[更に詳しく→P135 12章「コスト比較」]

木造化しやすい建物

木造化しやすいものは木造で建てるのが低コストにつながります。

木造住宅の延長のような平面

木造住宅は、木材の一般流通している規格材を考慮して一間・二間おきに柱を建て、梁など継手を設けながら軸組を構成しています。製材品、集成材とも無理なく入手できる寸法は、4 mから6 mまでが一般的です。このスパンで構成できる平面計画であれば、中大規模建築物でも梁材に一般流通している規格材を用いることができ、木造化しやすくなります。住宅の個室空間が連続して繰り返されることが多い福祉施設等は、木造化しやすい用途といえます。

一般流通材、住宅用接合金物、一般プレカット加工を活用

木造住宅で使用されている一般流通材は、流通ルートが確立され、安定的な量が入手しやすくなっています。住宅用接合金物は、種類が多く他社競合により価格もおさえられています。複雑な加工部材がない場合は、一般加工ルートで素早くプレカットできます。既に確立している木造住宅のノウハウを活用することで、材料の入手費用や加工費用をおさえることができます。住宅スケールの場合、価格がおさえられた金物工法や特殊工法なども多く存在するため、このスケールで検討できる建物は、工法や金物の選択の幅が広がります。

平屋

平屋建物は、上階の積載荷重を考慮しなくてもよいので、部材寸法に限りのある木造建築には有利です。

規模は 500㎡以下で 2 階建て以下

木造化しやすい規模は、構造的には「500㎡以下、2 階建て以下」です。

「500㎡以下、2 階建て以下」規模の建築物は、住宅の延長上で小規模建築物に位置づけられ、構造計算必須の規定から外れ、壁量計算による検討が可能になります。比較的制限が少なく木造で計画しやすい規模といえます。計算ルート上の制約がかからないため、JAS 材使用が絶対条件から外れ、使用できる木材の幅も広がります。

ただし、公共建築物においては、JAS 材の使用は原則必須です。

防耐火規制がかからない 1,000㎡以下

防耐火において、「延べ面積 1,000㎡」は 1 つの大きなハードルです。防火壁の規制や内装制限、消防設備の設置義務など、1,000㎡を超えると防火規制のかかる項目が増えます。防火壁は、自立する壁である必要性から RC 造で建てられることも多く、木造部との納まりの検討が生じます。消火設備も、防火壁や防火区画を貫通する場合は検討が必要となり、手間もかかります。

防耐火の面からは、「延べ面積を 1,000㎡以内」は、木造化しやすい面積ラインといえます。

木造建築は業者間連携がカギ

設計者が中心となった業務間連携は必須！

ラーメン工法の RC 造や S 造と比べ、木造建築の平面計画では耐力壁が数多く配置され、そのボリュームに最初は戸惑う意匠設計者・構造設計者は少なくありません。耐力壁は後々動かすことが難しい構造要素です。設備配管が、耐力壁を貫通するには制約があります。梁を貫通することも原則行わず、壁をふかしたり梁下で配管ルート of 確保を検討します。防耐火の要件から、天井までの界壁や防火壁が立ち上がる箇所を設備配管が貫通する場合は、前もって貫通方法を検討しておく必要があります。

木材を現わしにする場合は、見せたい木材の樹種や寸法、品質の把握と、構造との絡みを計画当初から検討しておかねばなりません。さらに中大規模木造は、接合部 1 つをとっても、強度を担保する方法を、木材料、金物製作、現場での施工方法などを同時に検討し、つくり方を一から考えていく必要があります。

中大規模木造建築の設計は、構造、防火、設備、木材料および木材調達、施工など相互に絡みあい成立している要素が多く、後からつじつまを合わせようとすると無理が生じます。計画初期から各設計者や業者間で連携し、スムーズな計画、設計、施工を心掛ける必要があります。近年、コンペなどでも後々の進行がスムーズになるよう、業者間連携を条件に盛り込むケースも見られます。

公共建築物においては、公平性を保つ必要性から、設計段階で特定業者と連携を図ることが難しいため、事前の相談や業務提携とは別の業者に協力をお願いすることも考えられます。

各設計者や業者には、下記のような役割があげられます。

意匠設計：全てを俯瞰しながら、要望、法規の確認、居住性、快適性とコストを確認し、連携を得ながら計画をまとめる

構造設計：基本計画段階から構造的検証、架構、材料仕様の立案など

防耐火設計：防耐火要件を満たす方法と意匠、構造、設備との調整など

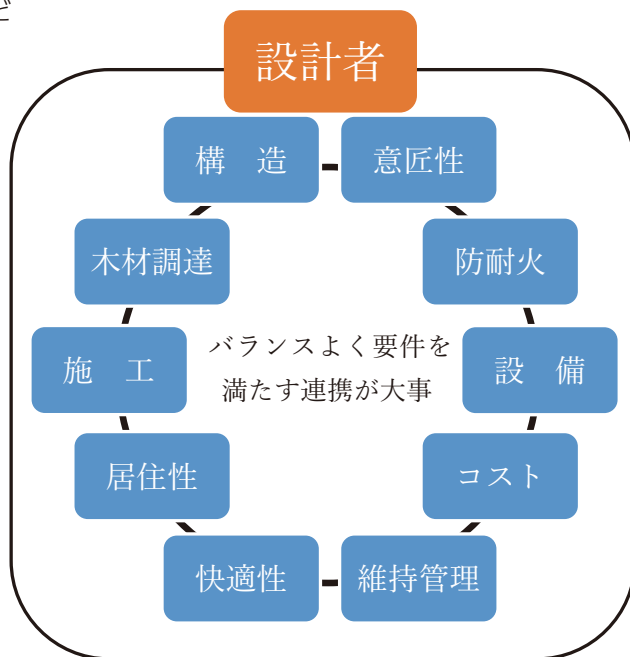
設備設計：主要な設備の配置設計と、配管ルート of 構造、意匠との調整など

木材調達：地域材情報の把握、サプライチェーンの有無の確認など

木材加工や流通：生産能力、加工能力の情報共有、技術協力依頼など

家具設計：机や備品の配置計画と、それに伴う設備との調整など

施工業者：施工搬入方法の検討や技術協力など



▶連携のイメージ

さらに詳しく(備考、参考資料、引用資料)

- ・木造計画・設計基準及び参考資料((一社)公共建築協会)
- ・木構造ガイドブック(株式会社 NCN)
- ・建築技術 2011年11月
- ・大橋好光、中大規模木造の施工、建築技術 2020年6月号 P91

コラム

BIM (Building Information Modeling) を活用した木造建築物の設計

有限会社アーキ・キューブ 代表取締役 大石 佳知

■設計事務所の BIM の活用状況

国土交通省 建築 BIM 推進会議が発表した「建築分野における BIM の活用、普及状況の実態調査の結果」によれば、意匠、構造、設備の単独事務所における BIM 導入の割合は 32%とあり、未導入の事務所の 52%は少なくとも 3 年以内に導入を考えているという。

BIM を導入するメリットとして、我々の業務の生産性が向上することや、施主との合意形成が容易になることが挙げられる。導入後に活用できている事務所は約半分の 53%にとどまるという。

BIM は、スーパーゼネコンや大手の組織設計事務所によって設計された大型物件だけのものであるとか、木造建築物の設計には不向きであるとか、時々ネガティブな意見を耳にするが、中小規模の設計事務所や工務店でも導入が進んでいる。

■ BIM と 2D-CAD の違い

われわれ設計者は建築物という 3 次元の設計情報を施主に提案、伝達するために多くの図面を作図している。従来の設計プロセスではそれを 2 次元の図面に置きかえ、図面と設計上の整合性を図ってきた。一方、BIM モデルは設計している建物を 3 次元モデルとしてコンピュータ上で確認することができ、そこから多くの図面を自動生成することができる。あらゆる部分を見ることができるため、施主を始めとする建設プロジェクト関係者との情報共有や、合意形成に多くのメリットをもたらす。

BIM モデルは構成要素をカテゴリ分けして、オブジェクトごとにパラメータ情報を付加して構築する。そこから面積や数量、仕様情報などを集計・確認することができ、修正や変更が生じた場合でも、即時にモデルに反映され、それを参照した図面は、すべて食い違いなく変更される。図面の不整合を防ぎ、設計情報の確認や検討がおこなえるので、結果的に品質の確保や生産性向上へ繋がると言われている。

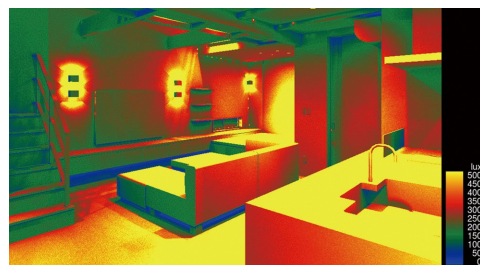


BIM ソフト REVIT でモデリングした木造保育園の内観ビュー

■木造建築物の設計、監理における BIM の活用

BIM の活用シーンにおいて、戸建て住宅でも中大規模建築物でも、設計や BIM モデルの作成プロセスに大きな違いはない。先述のとおり、施主との合意形成がスムーズになるという点では基本設計の段階から多くの BIM 活用シーンが存在する。

BIM モデルは敷地の位置や方位を正確に設定できるので、日影、採光を検証することができるし、照明設備の光束情報を正しく設定すれば設計図に基づいた正確な照度分布をリアルタイムに確認することが可能だ。また、施主との打合せでは、図面を見せなくても図面と完全に整合した 3D パースを確認しながら進めることができるので、この位置から建物（もしくは部屋の内部）を見たらこのように見える、といった感じで、施主とは 3D パースで打合せしながら、一方で現場は図面を元に関係者と情報を共有する、ハイブリッドなプロセスでプロジェクトが進んでゆく。

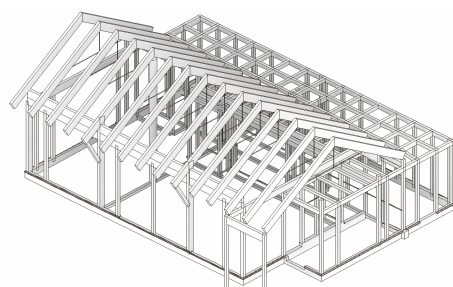


木造住宅の照度のレンダリング結果

■ BIM はこれからの新しい設計、建設の手法

BIM の普及によって図面作成や施工のプロセスは大きく変わりつつある。大学や専門学校では 2DCAD の授業に加えて、BIM の実習が選択科目で用意されているが、せっかく大学で BIM を学んでも、その後、社会に出てからそれを活かすことができない。世界全体が BIM を使った設計手法にシフトしていることは、海外に目を向ければ、日本の BIM の普及が大きく遅れていることを痛切に感じる。

我々の仕事は施主の要求をはじめ様々な建築条件を整理してそれを形にし、施主の合意をもって実施設計にすすみ、我々建築士の責任において作成した設計図書を元に建築確認申請の手続きを経て工事が進められ、建物の引き渡しに合わせて終了を迎える、この一連の流れにおいて、目的は同じであっても BIM と 2D-CAD の設計手法には大きな違いがあるのだ。



構造モデリングのスクリーンショット

