

木造建築物の変遷と未来

おお はし よし みつ
大橋 好光

東京都市大学名誉教授／(一社)木を活かす建築推進協議会 代表理事

1 はじめに

中大規模の木造建築が注目されている。都市部でも、構造が木造の建物、あるいは木質部材をビルのファサードや玄関ホールに使用した建物が増えている。

大型の木造建築がいつから建てられるようになったか、定義するのは難しい。東大寺大仏殿に見られるように、伝統建築の分野では、昔から、世界が驚く大型の木造建築が建てられてきたからだ。

ここでは、実質上、木造が住宅に限定されていた時代から、見直しが始まった時期、即ち1980年頃からを対象とする。

2 木造防火技術の進展と貿易摩擦

非住宅の木造建築が見直されるのは、1980年代に入ってからである。この時期、欧米では、集成材による大型の木造建築が建てられていた。1983年にできたタコマドームは、直径約160m、高さ約46mで、日本からも多くの見学者が訪れた。その技術は日本にも紹介され、1986年、秋田県安代町の田山体育館が建てられた。直径36mだが、それまでの日本の木造最大スパンを更新する大きさであった。その後、大臣認定制度を活用して、構造計算することで、次々と集成材建築が建てられ、一気に「集成材建築」の機運が高まった。

一方、その頃、自動車輸出を始めとする日米の貿易摩擦を背景に、日米林産物協議が重ねられた。そして、その中で、日本の木造建築に関わる「非

関税障壁」を撤廃して、北米産の木材を輸入しやすくする交渉が行われた。この協議による最大の成果が、1987年の準防火地域での木造3階建ての解禁である。都市部での木造3階建ては、この時から建てられ始めた。

これら二つの要因を背景として、1987年、大型木造建築物の道が開かれた。具体的には、建築基準法及び同施行令に「構造計算することで壁量を免除する」ルートが設けられ(令46条2項ルート)、また、燃え代設計の導入、大断面集成材のJAS規格の制定などが行われた。

これを受けて、木造ドームの建設が一気に進み、出雲ドーム(1992年)や信州やまびこドーム(1994年)などが次々に建設された。1988年完成の熊本県の小国ドームは、木造で初めて3,000m²を超えて建てられた。また、1997年にできた大館樹海ドーム(写真1)は、長径178m 高さ52mで、建設時、木造ドームとしては世界最長であった。



写真1 大館樹海ドーム

筆者撮影

3 1998年建築基準法改正～木質系耐火部材の解禁

しかし、3階を超える木造建築はできない。一般的な建築物は、4階建てになると1時間耐火、5階建て以上は2時間耐火(当時)が求められるからである。当時、可燃の木材では、耐火構造はできなかった。木造建築物の多層化・大型化に、耐火性能は欠かせない。

この壁を破ったのが、1998年の建築基準法改正である。この改正は「性能規定化改正」と呼ばれ、「性能があれば、材料を問わない」ことから、木材による耐火部材開発の道が開かれた。

木造の耐火部材には、図1のように、①被覆型(メンブレン型)、②鋼材内蔵型、③燃え止まり型の三つがある。それぞれ、1時間耐火構造以上の認定を取得している。

最も普及しているのは、①被覆型(メンブレン型)で、(一社)日本木造住宅産業協会や(一社)日本ツーバイフォー建築協会の認定取得から普及が始まった。その後、この仕様は告示化され、誰でも使用できるようになっている。せっこうボードの耐火性を利用しており、住宅や店舗併用住宅への適用が主であるが、事務所建築などへも広がりつつある。4階建ての木造建築物は、大部分がこの被覆型・告示仕様を採用している。

②鋼材内蔵型は、日本集成材工業協同組合が認定を取得しており、構造的には「鉄骨造」として

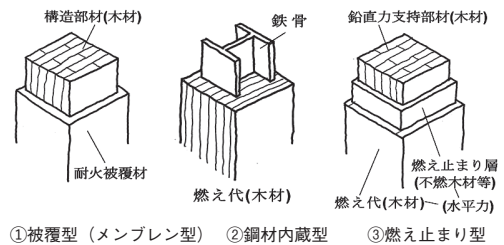


図1 木質系の耐火部材の考え方

建てられている。木造の意匠を表現できることから、早くから多層建築物に適用されてきた。特に、事務所・庁舎などでの採用が多い。構造的には鉄骨造であることから、いわゆるラーメン構造でオフィスに向けた空間ができることが採用の理由の一つになっている。

一方、構造体も木材で表面も木材という「木造らしさ」の点から、③燃え止まり型への期待は大きい。

このタイプには、(株)竹中工務店が開発した「燃エンウッド」(図2)、鹿島建設(株)ほかが開発した「FRウッド」(図3)、(株)シェルターが開発した「COOL WOOD」(写真2)などがある。まず、1時間耐火の認定を取得した後、認定は2時間耐火へと進み、ついに「COOL WOOD」は柱・梁の3時間耐火も取得した。防耐火の観点からは、高さの制限はなくなりつつあるといっていよい。

なお、近年の木造の防耐火規制の見直しによって、準耐火構造でできる範囲が拡大されている。

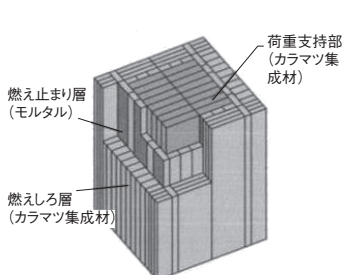


図2 モルタルを組み込んだ耐火部材

出典：(株)竹中工務店リーフレット

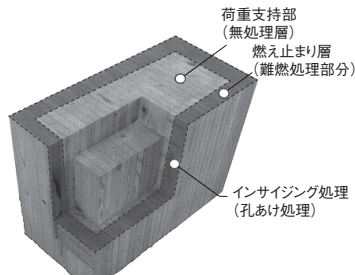


図3 難燃処理木材を利用した耐火部材

出典：鹿島建設(株)リーフレット



写真2 せっこうボードを利用した耐火部材

筆者撮影

また、2023年4月には、1.5時間耐火、2.5時間耐火も設けられ、より建築しやすい状況が整備されている。今後、さらに木材を現した意匠の建築物が増えることが期待される。

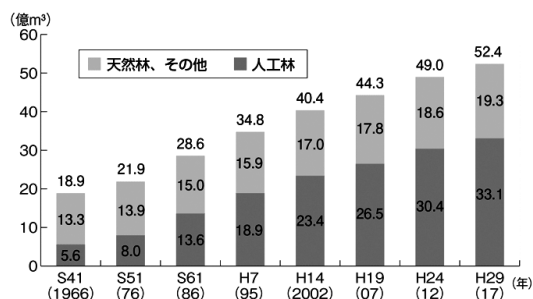
4 地球温暖化防止と森林保全

耐火に関連して現代まで話を進めたが、時間を少し戻そう。

併せて木造建築の追い風になっているのが、「地球温暖化防止」問題である。木材は、成長する過程でCO₂を吸収、固定していく。木材の形で、地球上に長く留めておくことが地球温暖化防止に役立つ。

この問題を、一般に知らしめたのは、1997年の「京都議定書」である。国際社会が協力して、温室効果ガスの排出を削減し、温暖化対策に取り組む契機となった。日本は、2008年から2012年の5年間に6%削減すると約束し、国内吸収源(森林)で3.9%削減すると試算した。CO₂削減に対する、森林の役割が認識されたのである。

一方、図4に示すように、日本の森林は、戦後、植林した樹が成長して、伐期を迎えていたが、国内の低い生産性と「完全自由化された木材市場」により、一時は国内消費の70%が輸入材で占められるようになっていた。森林では木材の蓄積が増



注：1966年は1966年度、1976～2017年は各年3月31日現在の数値。

資料：林野庁「森林資源の現況」

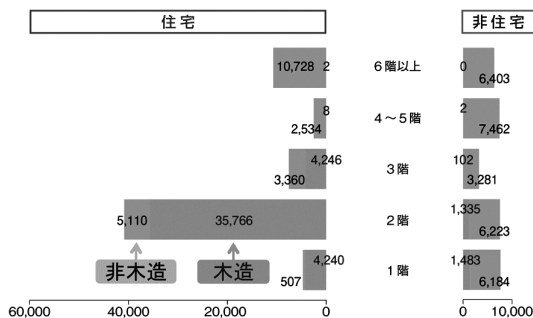
図4 木材資源の蓄積量

え続け、ゆがんだ「林齢構成」になっていた。「伐採⇒植林⇒育林」がサステナブルな状態を作る必要があった。

これら「地球温暖化防止」と「日本の林業の保全」を目的に、2010年、いわゆる「公共建築木材利用促進法」が制定され、「今後建築する、低層の公共建築物は、原則的にすべて木造化する」との方針が示された。それまで、公共建築といえば、「非木造」で建てられてきたことを考えると、画期的な法律である。因みに、ここでいう「低層の」とは3階建てまでを指していた。

しかしながら、なかなか木造化は進まない。図5に示すように、従来の「2階建て以下の住宅」以外では、木造化はそれほど進んでいない。公共建築も、「4階建て以上」や「防災上、重要な建物」、「用途上、非木造が必要な建物」は、木造でなくてよいことから、木造で建てられるのは限定的であった。

一方、木造の耐火技術は進展し、前述のように、2時間耐火、3時間耐火を取得するところも現れた。また、「地球温暖化防止」の概念は、「脱炭素社会実現」へと大きく展開し、ESG投資やSDGs対策の一つという位置づけが定着した。それを受けて、「木造で建てること」が、木造業界・建築業界から、広く一般の企業からも注目されること



注：住宅とは居住専用住宅、居住専用準住宅、居住産業併用建築物の合計であり、非住宅とはこれら以外をまとめたものとした。

資料：国土交通省「建築着工統計調査2020年」より林野庁作成。

図5 着工統計における木造建築の割合

となった。

これらを受けて、2021年、前述の法律は発展的に改正され「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律(通称：都市(まち)の木造化推進法)」となった。そして、対象が公共建築から一般建築物に拡大され、また、従前の法律が「3階建てまで」としていたのを、3階超の建物も対象となった。つまり、すべての建物が対象となったのである。

5 CLT パネル工法

このような非住宅の木造建築を象徴する部材として、大きく注目されたのが CLT である。CLT とは、写真 3 に示すような、厚さ約 3 cm の板を直交接着した板で、3 m×12 m といった大きな板である。1990年代半ばに、環境意識の高いヨーロッパにおいて、木材を多用する工法「マッシブホルツ」の一つとして開発され、その後、専門メーカーが誕生するなど、ヨーロッパで勢いを増していたもので、「CLT パネル」とも呼ばれる。2005

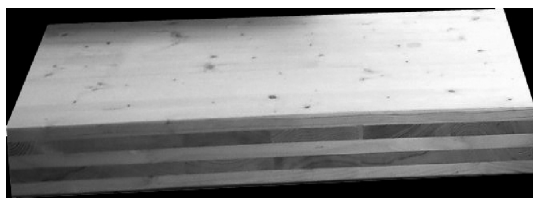


写真 3 CLT パネル 写真提供：KLH



写真 4 CLT を用いた建物(竹中研修所匠)

写真提供：(株)竹中工務店

年頃、日本に紹介され、①直交していることから、収縮などの木材の異方性を少なくできること、また、②日本の潤沢なスギ材をたくさん使ってくれることから、大きな可能性が指摘された。また、その大きさから、これまでの PCa 建築に置き代わることが期待されている。

日本でも、海外が驚く勢いで工場ができ、現在、9カ所の工場がある。ただし、前述のような大きなパネルの作れるところは限られており、多くは、幅が120cm程度までしか加工できない。既存の集成材工場を改良、又は追加で設置されたものが多いためである。

2016年に「CLT パネル工法」の設計法の告示ができ、誰でも建てられるようになった。CLT を使った建物も、初期の「とにかく CLT を使えばよい」という建物から、写真 4 に示すように、洗練された使い方の建物が増えている。

6 混構造建築物

次に、木質系の混構造建築について触れておく。構造と用途の組み合わせによっては、木造と他構造との混構造で計画するのも、木材利用の一つの回答といえる。

例えば、事務所建築では、階段や EV、トイレ、給湯室など、壁の多いコア部分がある。このコア周りを RC 造などとして、水平力を負担させるというのは、手法として自然なプランニングで、海外の高層木造建築もこの組み合わせが多い。日本でも、野村不動産溜池山王ビル(写真 5)などが、木造部分の水平力を鉄骨造部分で負担している。

また、鉛直荷重を木造以外で負担し、水平力のみを木造で負担する方法もある。筋かいが主要構造部にあたらないことから、木造で現しとすることができる。さらに鋼材と組み合わせて、筋かいを発展させたものもある。

また、兵庫県林業会館(写真 6)は、鉄骨造に

▼写真5 水平力を他構造とした混構造ビル(野村不動産溜池山王ビル、清水建設株) 筆者撮影



写真6 鉄骨造にCLT耐力の混構造建築
(兵庫県林業会館) 筆者撮影



写真7 3層ごとのメガストラクチャー混構造
(平和不動産 KITOKI) 筆者撮影

CLTの耐力壁を組み合わせている。さらに、方向ごとに構造を変えた建物もある。

加えて、10階建ての建物を、SRC造で3層ごとのメガストラクチャーを構成し、その間に2層の木造階を設ける構成としたものがある。平和不動産KITOKI(写真7)が正にそれで、木造床を取り外してもよいように、あらかじめメガストラクチャーの断面を決定している。木造の可変性が高いことを利用する構造計画である。

7 非住宅木造建築の現在

以上のように、木造の防耐火技術、構造技術の進展とともに、木造建築の適用範囲が拡大されてきた。そして、ついに、写真8に見るような、純木造の11階建てのビルが建てられた。この建物は免震ビルであるが、耐震構造でも、写真9は7階建て、写真10は8階建てであり、「木造で10階建てビル」が一般化しようとしている。

木造建築の、構造躯体としての優位性はいくつかある。前述の環境上の優位性に加えて、軽いので基礎が小さくてすむこと、施工が早いことなど



◀写真8
ポートプラス(株大林組) 筆者撮影



写真9 高惣木工ビル(シェルター)
写真提供: (株)シェルター



写真10 AQグループ本社ビル 筆者撮影

である。施工現場では、部材が軽いので現場でのハンドリングがよいこと、静かできれいであることなどが評価されている。

一方、設計にはまだ課題が多い。構造的には、許容応力度の小さい木材での強度の課題は、建物構造体の検討だけでなく、カーテンウォールの支持部や設備の吊り金具の強度といった各部の納まりまで多岐にわたる。また、防火・耐火についても、全体の計画から、接合部の耐火性を確保した納まりまで、これもまた多岐にわたる。鉄骨構造のように「構造の検討の後で、耐火をつければよい」とはいかない。構造計画の初期から、耐火も考えた構造設計が必要である。

それ以外にも、木質系材料の選択とその調達の見込み、遮音性の確保、耐久性に関する注意点など、RC造、S造とは異なる検討項目も多い。

そして、何よりも、こうしたことに設計も施工も慣れていないことが大きい。その意味では戦後の「非住宅建築の失われた20年」の影響は、未だに続いているといえる。

8 非住宅木造建築のこれから

地球温暖化防止に対する木造建築の果たす役割、SDGsや日本の林業再生に役立つことは、今や常識になっている。先の改正木材利用促進法は、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」と、法律名に「建築に木材を活用することが脱炭素社会実現のためになる」ことが、当然のこととして入っているのである。これも木造建築の追い風になっている。

また、規基準、特に防耐火に関する整備も進められている。木造メゾネットや、別棟規定による一部木造の解禁などは、そうした動きの一環といえる。

構造に関しては、高耐力の耐力壁や木造ラーム

ンなどが、各プロジェクト単位で開発されている。これらの技術は、建築学会等で発表されているので、今後は、そうした技術の一般化が進むであろう。

CLTは、現在では、用途、規模、敷地条件など、様々な使い方が試されている状態といってもよいであろう。いずれCLTの得意分野、適正が明らかになり、収束していくものと考えられる。

また、意匠設計者にとって、木造建築の造形性が魅力の一つとなっている。小断面部材を組み合わせた架構や接合部など、他構造では経済的に難しいものも木造では可能な場合も多い。

そして、構造設計者からは、「構造設計が残っている分野」という言葉も聞かれる。RC造やS造では、一貫プログラムの活用が一般的となっており、設計者の関わる部分は少なくなっているからだ。それに比べると、木造建築はまだ設計者が判断する部分が多い。

以上のように、若い意匠設計者・構造設計者が、偏見なく木造に挑戦している。

一方、課題解決や情報整備の必要な分野もある。例えば、前述の耐久性に関わる留意事項の整理、遮音性に関わる情報の整理、標準ディテールの整備などが求められている。

そして、繰り返しになるが、技術者の非住宅木造建築に関する「設計と施工の習熟」も欠かせない。特に、施工については、中小ゼネコン・地域ゼネコンにいかに取り組んでもらえるかが、裾野を広げるには重要である。

さらに、木質材料分野の供給体の体質強化も必要だ。商材としての三つの安定、即ち「性能の安定」「供給の安定」「価格の安定」が、木質系資材にも求められている。この分野は、これから業態の変革が始まると考えられる。