

耐火木造の現状

燃える構造材料である木材を用いて火に強い建築をつくるためには、木はどのように燃えるのか、火災安全性とは何なのか、1時間耐火の1時間とは何の時間なのか、煙など人命に危険を及ぼす要因は何なのかなど、それぞれの原点まで立ち戻って考えていく必要がある。

team Timberize (ティンバライズ)では、火災安全性に限らず、木材を伝統や慣習に捕らわれることなく、木という素材と向かい合いながら、木・木造の新しい可能性を模索している。

現在、耐火木造建築のための耐火部材の研究・開発が行われ、「一般被覆型耐火部材」「燃えしろ被覆型耐火部材」「鉄骨内蔵型耐火部材」[図1]の3種類の可能性が見出されている。それぞれが技術的に耐火性能を満足することはもちろんであるが、こうした部材を用いた建築、空間がいったいどのようになるのかという視点も



「ティンバライズ建築展」では、実寸サイズの木の模型も多数展示された(☆)

重要である。一般に、石膏ボードで木材を耐火被覆する一般被覆型耐火部材を用いると、「せっかく木造なのに木が見えないの?」という声を聞くが、建物として空間として本当にすべての構造部材が現しである必要があるかということまで立ち戻ると、それぞれの耐火部材の長所を生かした適用方法が見えてくるはずである。

適材適所という意味では、混構造への期待も大きい。法規上、上層4階は1時間耐火で可能であり、普段見慣れたビルの上層4階分を木造に置き換えることが可能である。また、現行法規の枠では難しいかもしれないが、耐火時間を避難時間を考えれば、避難階、避難スペースという考えからRC造コア+木造やRC造大架構+木造[図2]といった防火区画の概念の拡大から新たな建築が生まれる可能性がある。

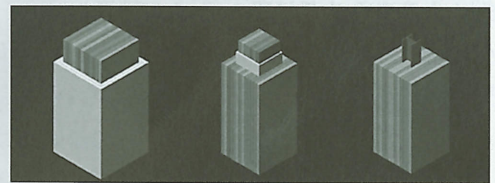
現在、火に強い木造建築の技術開発は過渡期であるからこそ、新たな建築物の登場の可能性を秘めている。(腰原幹雄)

プロジェクト2……木造都市

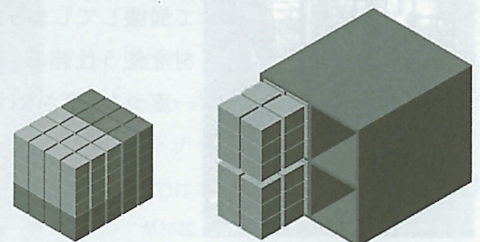
高さ30mの高層ビル、 低層大型木造建築…。 都市木造を夢物語で 終らせない team Timberize

「木」を新しい材料としてとらえ、可能性を探る建築家・技術者集団「team Timberize」。木造建築の可能性を広げ、都市木造の実現に向けて、研究を重ねている。5月21日から30日まで、東京都内で開かれた「ティンバライズ建築展——都市木造のフロンティア」は、表参道を中心に、都市の仮想木造プロジェクトを提案したが、夢語りではなく、可能性と実現性があることを強くPRした。本誌では、「火」に絞り、木・木造建築の未来形を解説する。

写真(☆) | 浅川 敏(ZOOM)



[図1] 左より「一般被覆型耐火部材」「燃えしろ被覆型耐火部材」「鉄骨内蔵型耐火部材」

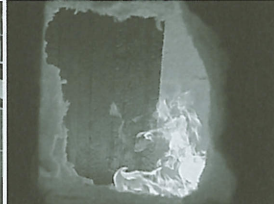
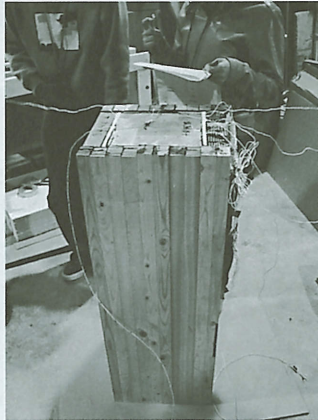
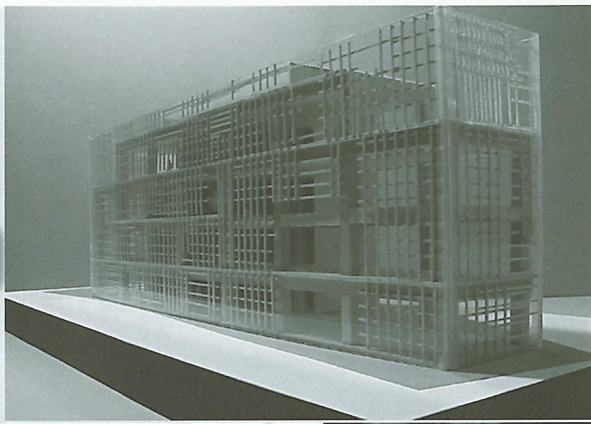


[図2] 左 | RC造コア+木造、右 | RC造大架構+木造

木・木造の 新しい可能性を探る

team Timberizeでは、実際に設計を行った「T-project」と「下馬の集合住宅」において、耐火実験と検証を行っている。また、試設計のプロジェクトでも耐火性について追求してきた。その成果として、現在、準備が進んでいる下馬の集合住宅では、すでに部材の大臣認定が取得されている。

5月にスパイラルで開催された『ティンバライズ建築展——都市木造のフロンティア』で展示された7つのプロジェクトでは、耐火の考え方が提案され、これから検証を行っていく。これらのプロジェクトの耐



◎T-PROJECT

T-PROJECTは高松市内の仏壇屋のショールーム兼オフィス。構造形式は大断面集成材を用いた半剛接ラーメン架構である。ショールームという性質上、柱を集約して大きな空間を実現し、柱・梁に耐火性能を付加している。一方、耐火性能を必要としない水平抵抗要素の部材は細い部材を用いている。耐火実験によって、木の表面は炭化しても心材は燃焼していないことがわかる

火について記すことで、耐火木造の現状と将来を示したい。

▶「下馬の集合住宅」

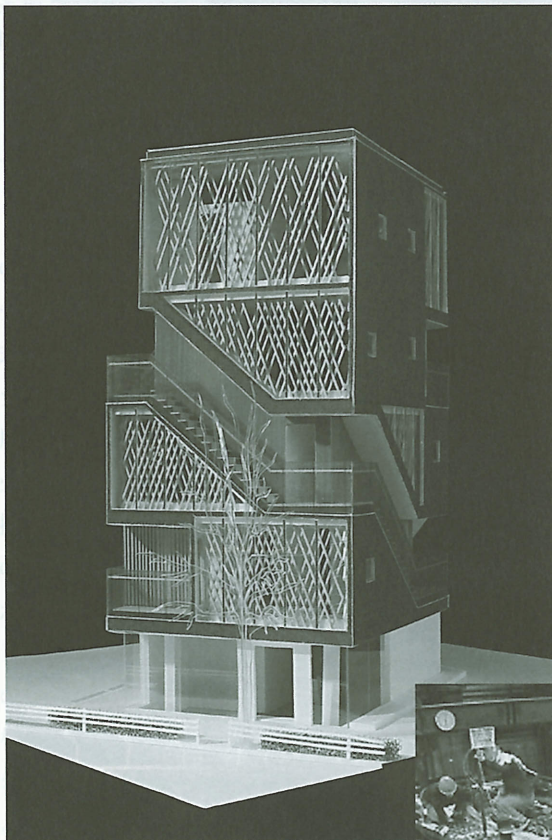
住戸部分の2～5階の4層を木造としている。マッシュホルツスラブ(スギ、ベイマツ集成材120mm厚×2層)の厚い床と屋根を、柱(ベイマツ集成材)で支え、地震・風に対しては建物外周部の各階の床間に配置した「木斜格子」(ベイマツ60mm×75mm)が抵抗する計画である。

このプロジェクトでは、耐火部材の開発費を抑えるべく柱、床(屋根)を石膏ボードを主とした一般被覆型耐火部材で開発したため、それらが仕上げ材として木のままだま露出することは無い。しかし、水平力のみ抵抗する「木斜格子」は火災時に消失しても建物崩壊にはつながらないため、被覆なしの木材現しとしている。建物外周部の「木斜格子」をふんだんに使用することで、内部空間のみならず外観にも木の魅力があふれ出るようなデザインを目指している。(小杉栄次郎)

▶「30」木の高層ビル——燃えしろ被覆型耐火構造部材による木造ラーメン30m級
高さ30m級の高層木造建築のスタンダードとなるべく設計したプロジェクトである。

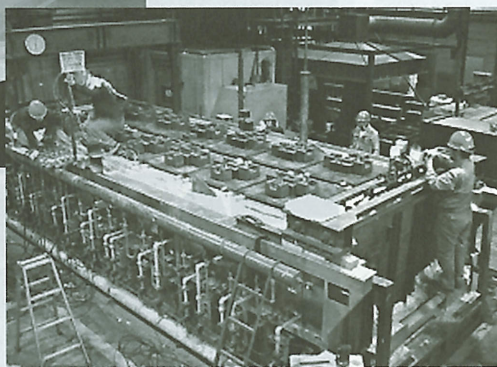
木造建築の魅力を最大限引き出すために、木材で燃えしろ層と燃え止まり層を構成する「燃えしろ被覆型」を耐火部材として採用している。これにより、構造材である木が現しになり、そのまま内装材にすることが可能となる。柱や梁だけでなく、床スラブや耐力壁などの主要構造部も燃えしろ被覆型にすることで、木に包まれた内部空間を実現できる。

また、この建物は840mm×540mm(1時間耐火階)の扁平した柱を6m



◎下馬の集合住宅

軸組工法としては国内初の木造1時間耐火建築物となる集合住宅である。集成材の柱とフラットスラブが鉛直力を支え、外周を覆う木斜格子が水平力を負担して、居住空間を柔らかく包む。下は耐火実験の様子



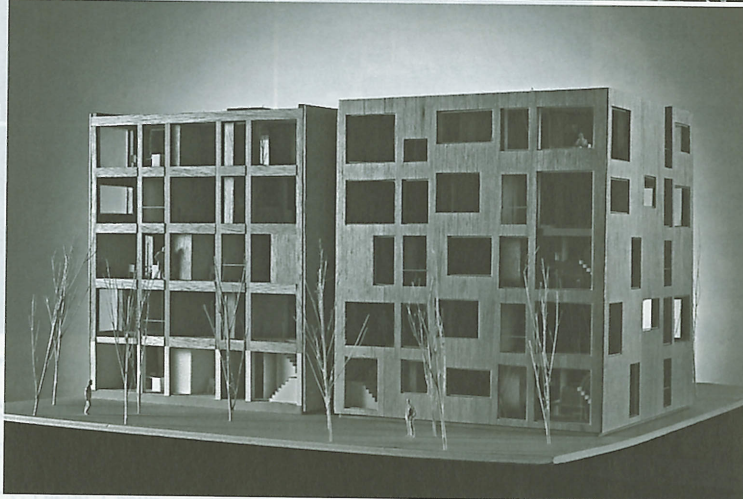
グリッドで建てている。X方向はラーメン構造、Y方向は耐力壁で水平力を受ける耐力壁付きラーメン構造という組み合わせの「一方向ラーメン構造」を採用している。燃えしろ被覆型による木造ラーメン構造の場合、柱と梁の接合部の燃え止まり層の納まりから、接合部に異方性が生じるため、X軸とY軸で構造形式をかえた方が効率的な設計と言える。(山田敏博)



◎30(❖)
用途...オフィス
規模...地上7階

▶「Cube」木の循環——小スパン軸組木構造の中層集合住宅

古くから木造住宅に使われてきた2間というスパンを基にした5層の集合住宅である。1部材に必要な耐火被覆の厚みは一定なので、その点では大スパン構造の方が効率は良い。しかし、Cubeではあえて小スパン軸組みとして、住宅における木造耐火部材のスケールや寸法のあり方を再検討し計画している。上部4層を燃えしろ被覆型一時間耐火部材、1階を一般被覆型二時間耐火部材とすることで柱400mm角、耐力壁400mm厚に外形寸法を揃え、「2間——400mm」という木造中層集合住宅のモジュールを提案している。(小杉栄次郎)

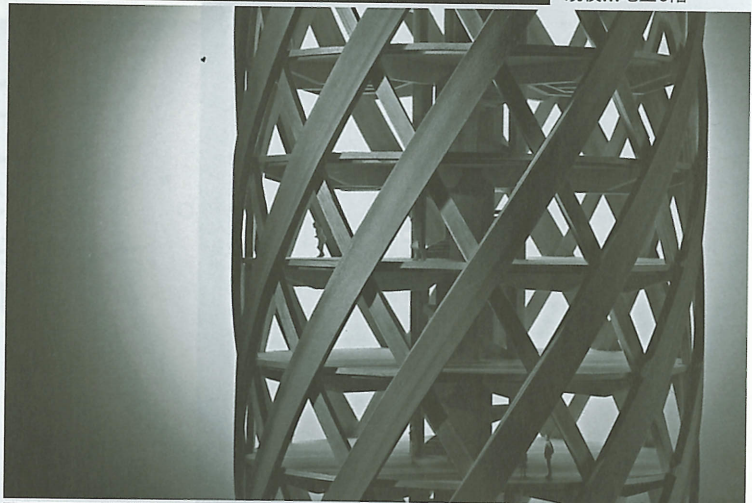


◎Cube(❖)
用途...共同住宅
規模...地上5階

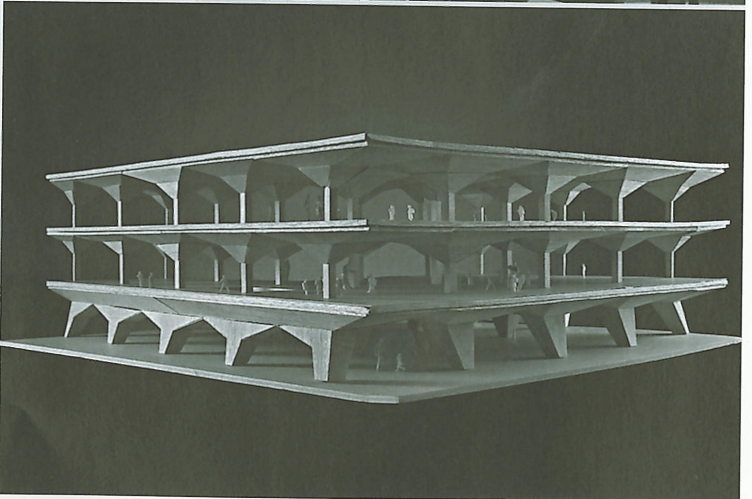
▶「Helix」二重螺旋——現代の曲げ木技術を応用した二重螺旋構造

木は、直接目に見え触れて感じられる部分に使ってこそ、その良さを味わうことができる。そこで、この「helix」では「燃えしろ被覆型耐火部材」の考え方を前提にして計画がなされた。中心部から順番に、支持部材・燃え止まり層・燃えしろ層という三層構成の耐火部材は、どうしても分厚くマッシュなものになってしまうため、曲線や曲面を用いて柔らかさを出せないかと考えた。

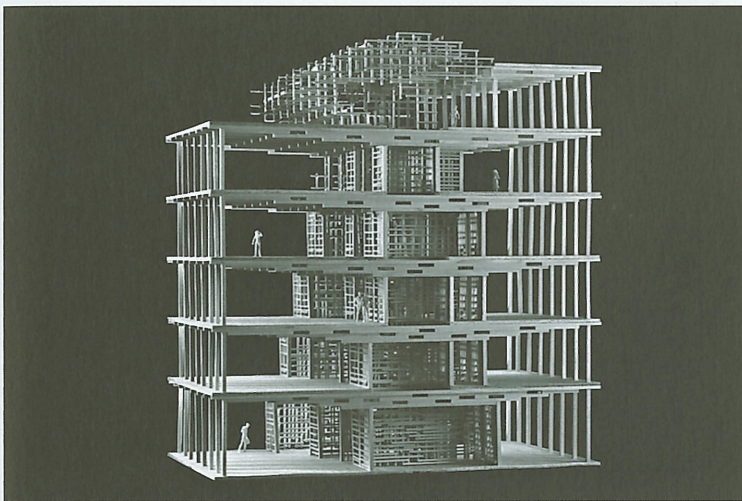
螺旋形の曲面LVLを網目状に組み合わせてつくられるこの円筒形のオフィスビルは、建物の外周部分でほぼすべて



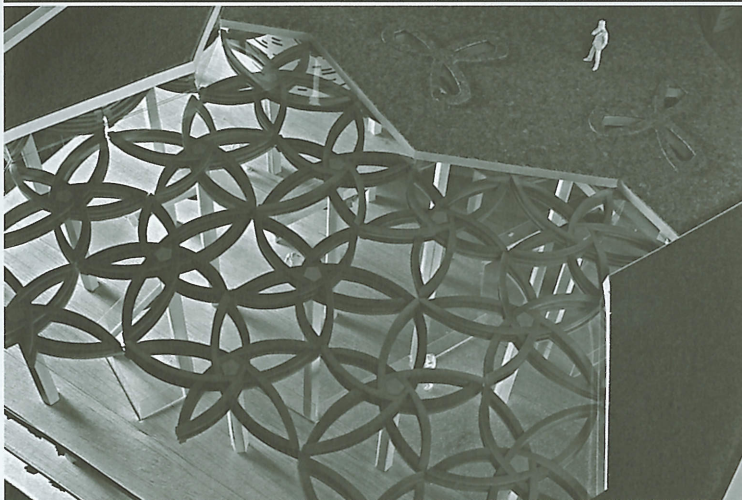
◎Helix(❖)
用途...商業施設・オフィス
規模...地上6階



◎Plate(❖)
用途...小学校
規模...地上3階
地下1階



◎Lattice(❖)
用途...オフィス
規模...地上6階



◎Petal(❖)
用途...オフィス・商業施設
規模...地上3階

200 mmの集成材のプレートが「折板」として機能し、床スラブにかかる荷重を柱に伝達している。

床、柱、プレートとも一時間耐火構造である。2、3階において、床とプレートは一体となり中空の構造体を形成している。床上面は石こうプラスターによる「一般被覆型」の構成の上に木質の仕上を施している。天井として現れるプレート下面および柱は「燃えしろ被覆型」としており、内部空間が木質の柔らかい天井によって覆われることを意図している。1階においては、プレートは柱とも一体となり、やはり「燃えしろ被覆型」によって、「木質」の彫刻的な空間が生まれることを意図している。(布施靖之)

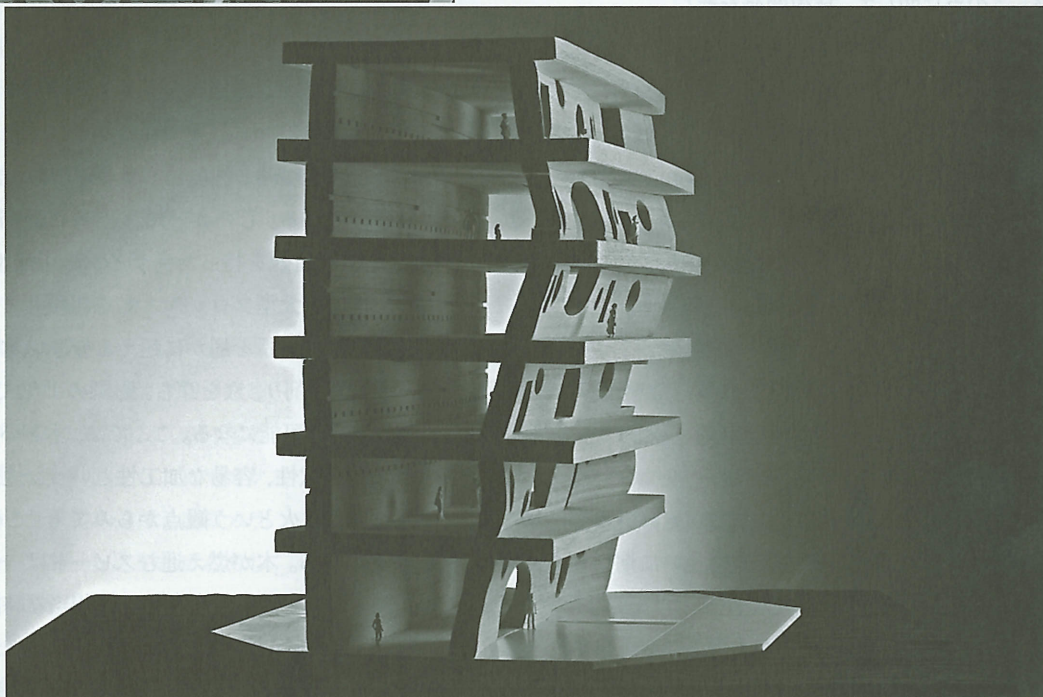
耐火木造の未来形

▶「Lattice」格子——立体的に組まれたランダム格子構造を中心と

の垂直力と水平力を支えるチューブ構造という構造形式を採用している。一般のラーメン構造の建築物に採用される「燃えしろ被覆型耐火部材」では、中心にある支持部材が鉛直力を、その周りの燃え止まり層と燃えしろ層が水平力を、それぞれ分担しているが、二重らせん構造の「helix」は、中心の支持部材だけでも水平力に対抗できるため、燃えしろ層の燃焼後でも十分に安定しているといえよう。(樫本恒平)

▶「Plate」折板——集成材折板構造による木現し型耐火建築物

耐火建築物が要求される3階建ての小学校を想定して計画している。柱を中心に傘のような形状に広がる厚さ



◎Solid(❖)
用途...商業施設
規模...地上6階

した空間

Latticeは、2003年に計画されたT-projectの考え方を引き継いだ計画である。火災時の部材の設計において、水平抵抗要素(耐風、耐震)に着目したものだ。

耐火部材の構造性能は、火災後

じ湾曲材を積み重ねた耐震壁からなるこの案では「木」という素材のしなやかさを視覚化した構造デザインを試みた。緩い弧を描く木の梁は「花びら(petal)」のような形をつくり、透き間をもって重なり連なって、床を支える。この重ね透かし梁のような小断面部材をたくさん使う」というやり方は、木という素材の性能のばらつき

も鉛直支持能力を維持しなければならないが、水平抵抗要素は燃えてもよいので、木をそのまま露出できる。

T-projectでは、一方向のみをランダム格子のブレースとした。現行の法規でいくと、柱梁などの鉛直荷重を支える部材に火がまわらないための部材同士の接合を考えなければならないため、一方向ラーメンの方が、納まりがうまくゆくためである。だが、Latticeでは、それを進めて、水平抵抗要素をすべてランダム格子で成立させた。「火がまわらない、とまらない」ことばかりを気にしすぎると、木造の架構・デザインが窮屈になってしまうからである。この点に関して、技術開発を進めることは当然としても、法規制の側でも工夫を施すことで木造デザインの自由度をあげてほしい。

耐火木造を設計しようとするとき、火災のために被覆すること、木の素地を現しにしていくことが、反比例するような関係を呈する。避難と消火の安全のため、また、延焼を防ぐため、火災時に必要とされる仕様が建築物に課されている。その仕様の範囲や耐火が義務づけられる特殊建築物の範囲について、耐火設計の専門家は既に検討中だと聞く。その成果に多いに期待すると共に、われわれ設計者としては、声を上げていきたい。例えば、大規模建築物の一部が木造となる場合や混構造の場合、有効に防火壁により区画され、避難・消火の安全、延焼が防止されるならば、木造がもっともっと許容されたい。(八木敦司)

▶「Petal」花びら——五角形グリッドに展開する小断面重ね透かし梁ユニット

3階建以下の大規模木造建築を想定している。五角形の集成材の柱、湾曲集成材による重ね透かし梁、梁と同



team Timberize

腰原幹雄 | 東京大学生産技術研究所准教授
八木敦司 | 東京電気大学講師
小杉栄次郎 | KUS一級建築士事務所
内海彩 | KUS一級建築士事務所
安井昇 | 桜設計集団
加藤征寛 | MID研究所
布施靖之 | 布施靖之建築設計事務所
久原裕 | クハラ・アーキテクト
樫本恒平 | 樫本恒平事務所
山田敏博 | 一級建築士事務所HUG
佐藤孝治 | SD-Lab
桐野康則 | 桐野建築構造設計
宇野求 | 東京理科大学教授・フェイズアソシエイツ
平沼孝啓 | 平沼孝啓建築研究所

を補い、かつ、繊細な魅力を生み出すが、現在の法規制や木質材料の防耐火技術の中で、その繊細さを実現するのはなかなか難しい。各部材に燃えしろを持たせた準耐火構造とするのは一つの方法だが、より新しい木造防耐火設計の手法～小断面部材の重ね方・束ね方の工夫や、小断面部材そのものに防耐火性能を付与できるような素材・加工の開発～を通して、繊細な魅力を持った木の空間を、都市部にも実現できないかと考えている。(内海彩)

▶「Solid」木塊——単板積層材大型ブロックの組積と堀削による木塊

木は自然素材であり、性能にバラつきがあるという「特徴」を持っている。したがって、効率や経済性(細く薄く)とは別の価値観を持ったデザインの可能性がある。「Solid」は、木の大型ブロック(木塊)を組積して建てられる。構造的な必要量を遥かに超える分厚い木の壁だからこそ、自由に削り、穴を穿ち、彫刻のように空間をつくり出すことが可能になる。ここでは、木という素材の持つ軽さ、柔軟性、容易な加工性といった性質も活かされている。耐火という観点からみても、この分厚い壁は有効である。木が燃え進むスピードは一定であるため、火災が発生しても構造性能は相当な時間保持され、避難者の安全は確保される。鎮火後にも十分な壁量が残っていれば、これをまた削り出して、新しい建築として再生することもできる。大型の木ブロックは最新の集成材技術でつくられるが、このとき大量の小径材を使用できるため、社会的な木の循環システムが構築されれば、健康な森林の保持にも貢献できるだろう。

(久原裕)

