

CLTは国産材利用拡大の救世主となりうるか

東京大学名誉教授 有馬 孝禮

最近の木材業界、あるいは国や都道府県など行政周辺の木材に関わる話題の中心はCLT（Cross Laminated Timber、直交集成板）、木質バイオマス発電、木材海外輸出である。このうち建築物に直接関わるものはCLTであるが、これら三つは互いに少なからぬ影響がある。我々はしばしば「日本は資源のない国」という発言を耳にするが、木材は我が国を代表する再生可能な資源である。そして国土および人々の生活に関わるものだけに、その資源の持続性には十分な配慮が必要である。

敵対関係を伴わずに出現

さてCLTを使った建築物の出現に関しては、1974年に枠組壁工法（ツ-

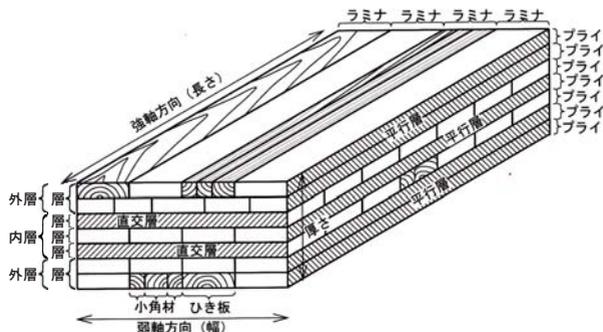


図1 直交集成板の構成概念図（日本農林規格）

バイフォー工法) が我が国でオープン化した時の雰囲気似ている。しかしながら、今から 40 年前の、いわば黒船来襲のような雰囲気と大きく異なるのは、CLT の展開が国産材や我が国の木造建築に対して敵対関係ではないところにある。枠組壁工法の出現当時は、低層の戸建木造住宅を中心とした木造需要の奪い合いが見られた。それと大きく異なり、CLT は住宅以外の用途やコンクリートや鉄鋼系との競争や共存に、可能性を秘めているところに期待があると思われる。

1973 年は新設住宅着工戸数が 190 万戸余を記録した、我が国戦後の高度成長の一つの区切りの年であった。と同時に第 1 次オイルショック、為替レートの変動相場制移行など、本格的な国際化の波に入った年でもある。住宅関連では、プレハブ（オープン化以前に建設大臣認定で建てられていた枠組壁工法住宅もプレハブとみなされていたし、統計上も 1987 年までプレハブとして扱われていた）と熾烈な競争関係にあった在来工法木造住宅の担い手である大工・工務店において、まさに枠組壁工法が黒船来襲だという反応が多く見られた。

枠組壁工法の構造・施工方法は、北米の一般在来工法といえるものである。建物を構成する製材品（ディメンションランバー）も輸入品であったから、



写真 1 CLT を用いた社員寮
(外観からは木造かどうか分からない)

林業関係者、国産材製材業者から冷やかな対応を受け、敵対関係にあった。国産材にこだわる真壁木造、在来軸組工法の大工・工務店も、それに呼応する形であった。その一方、旺盛な住宅需要の中で規模を拡大しつつあった地域ビルダーなどでは、北米産針葉樹であるベイマツやベイツガの利用が一般化していた。従って木造住宅関係者の間でも、枠組壁工法への賛否そして対応はさまざまであった。

木材のボリューム感で期待が過熱

CLTは発祥の地であるヨーロッパ諸国で、X lam（クロスラム）とも呼ばれている。直訳すれば交差積層木材ともいえるが、2013年に告示された日本農林規格では「直交集成板」となっている。厚さ3cm程度の比較的厚い幅広の板（製材板、ラミナ）を並べたものか、横はぎ（板を幅方向に接着）して面状にしたものを、直交するように重ねて接着し、厚いパネル状の面材にしたものである。日本農林規格では厚さは36mmから500mmとなっており、パネルの幅が300mm以上、長さが900mm以上となっている。このような大きさの板は、壁や床など利用するシステムによって、さまざまに展開ができるようになっている。まさに木材の塊で、Timberそのものともい



写真2 CLTによる躯体くたい

える。すでに我が国でも 2.7m × 6m の寸法のパネルを製造できる装置が稼動している。その形状からクロスラミナパネル、交差積層パネルという方が我が国の既存のイメージからなじみやすい。ALC 板（気泡コンクリート板）の木材版といえる。集成材や LVL（単板積層材）は柱や梁などの軸材としての利用が一般的であるが、大きな断面寸法の厚い板を作ることも可能である。ヨーロッパでは、このような厚い板や軸材を組み合わせるような構造を「マッシュホルツ」という名称で呼び、1990 年代の終わりごろから見られるようになっていた。

木材は湿度変動に伴う膨張収縮に方向による差異（異方性）があるが、CLT が集成材や LVL による厚い板と大きく異なるのは、製材の板を直交するように重ねて接着しているので、寸法変化に異方性がなく、寸法の変化量が少ないことである。このように CLT は面材と軸材を兼ねたような特性があり、膨張、収縮を等方性に近づけた大きな厚板である。従来の木造住宅や建築物の技術発展は構造的な合理性に基づき、資材は断面を小さく薄くするという、スリム化に向かうのが一般的であった。それに対して CLT の最大の特徴は、圧倒するような木材としてのボリューム感にある。「CLT への期待が過熱している」といわれるような雰囲気が生じた原因は、このボリューム感にあることは否定できない。使用する木材の量からして新たな需要の創出に木材関係者は期待し、構造や設計に関わる人たちは、この厚く大きな板が新たな工法や用途の展開へつなげると期待するからである。

さらに国や地方の議会や行政関係者も強い関心を持っている。そこには国内の木材資源の充実や地域の活性化を背景として、「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」（2009 年 6 月施行）と「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（2010 年 10 月施行）、さらに「都市の低炭素化の促進に関する法律」（2012 年 12 月施行）など木材利用に関係する法律が立て続けに生まれたことが影響しているのであろう。高度成長期の終焉^{しゅうえん}、為替レートの変動相場制移行により、経済の国際化が始まって 40 年余を経過した現在は、失われた 20 年の「静の時代」から、再び「動の時代」に向かうという時期だけに、CLT への期待感が膨らむのかもしれない。

このような周辺の勢いに押されるように CLT の日本農林規格は 2013 年 12 月に公示され、国土交通省では法的整備、研究機関では建築物に関わる

技術的な研究開発が進められている。しかしながら、あまりにも過熱して我が国林業の救世主のごとく扱われるのにはいささか疑問がある。今後の林業・木材産業に関わる重要な需要開拓の部門だけに、一步一步の対応が必要と思われる。特に、冒頭で述べた木質バイオマスのエネルギー利用などと並んで、木材資源の持続性、地域の活性化に関わる問題だけに、地域特性に応じた配慮が重要と思われる。

背景に、温暖化防止対策としての木材の有利性

少々古い話になるが、2008年6月に宮崎市で第10回木質構造国際会議(WCTE 2008、World Conference on Timber Engineering)が開かれ、世界38カ国525人(うち外国人300人)の木質構造研究者、技術者による先端研究発表と技術交換が行われた。この会議に関しては、当時のマスメディアをはじめ国内の木材、行政関係者の反応の鈍さに落胆した思いがあった。我が国ではすでに2007年、CLTの7階建て実大建物による耐震実験が、兵庫県三木市にある「Eーディフェンス」でイタリアと共同実施され、まさに木の塊でできた壁と床の建築物が、大規模の地震に対して十分耐えられる結果が示されていたにもかかわらずである。一方、宮崎県のスギ人工林の資源



写真3 内装仕上げで躯体は分からない

量とスギの材質に、CLT への展開を頭に描いた諸外国の研究者や技術者は決して少なくなかったことが会話の中で感じられた。そして 2010 年 6 月、イタリアのトレントで WCTE 2010 が開催され、大会冒頭の基調講演の中でヨーロッパの動きとして紹介されたのが CLT であった。すでにヨーロッパ諸国で 1990 年代後半からいろいろな形で試行され、レンガなどの組積造の施工体系が基本にあるので抵抗が少なかったと思われる。

中層建築物の木造化は各国とも確実に進んでいる。その背景に、ヨーロッパ諸国の木質構造を取り巻く情勢変化がある。すなわち地球温暖化対策の深化に伴う建築資材の製造・使用時に関わる省エネルギー性は木材が圧倒的に有利であること、人工造林木が再生可能で持続的な資源であることへの期待である。近年、枠組壁工法が主体であったカナダや米国でも CLT が動きつつある。地球温暖化防止対策として、世界的な資源・エネルギー問題、さらには木材資源状況の変化が背景にあることは、関連情報や使用されている現場を見れば明らかである。

製材板への技術的対応に課題

あらためて CLT の普及に向けた課題を探ると、まずは、原材料の調達、CLT の製造方法そのものについて、いろいろな対応が必要となってくる。

特に大量に必要となる製材板、すなわちラミナに関わる周辺課題は避けて通れない。欧米諸国における木造建築物の構造躯体を構成する木材は製材板が中心で、寸法体系に規則性があり、汎用性が高い。それに対して国産材の構造材料としての製材は柱、梁などが中心になっているので、製材板の生産とは違う整理、対応が必要である。従って、国内では製材板としての強度、歩留まりを重視した木取りや乾燥などの技術的対応に、多くの課題を包含している。基本構成要素である製材板が、人工乾燥、接着、フィンガージョイント（縦継ぎ）などの組み合わせを前提にしているだけに、生産工程におけるカップ（幅反り）や曲がりなどに関わる歩留まり、エネルギーに関わる木質バイオマス燃料など、地域に応じた対応連携も必要となる。

CLT の製造装置設置については、規模や形式によって対応が大きく異なるはずである。受注の要求条件などを考慮すれば、製材板の生産、受注に対

する緩衝機能としての製材板のストックや用途に適した丸太選別、その丸太のストックなども重要となるであろう。特に大型の木造建築物は一般の住宅とは異なり、見込み生産で対応することは難しいからである。

さらに木材の幅広い用途、小ロットにどのように組み合わせ、ストック方法などで対応するかも課題である。特に国産材を対象としたCLTの製造段階については、原木、製材、ラミナなどの材料供給はもとより、生産に要するエネルギーや運搬など広範囲への配慮、連携が最大の課題と思われる。木材、木材製品は1964年の丸太非関税化以降の50年余、国際化の波にさらされてきたが、今後も国際競争の中にあることは間違いないからである。

木材としての特性の把握を

CLTは木材の塊のようなものであり、鉄筋コンクリート造やALC板などが主体であった建築物に利用展開されることが予想されている。特に居住環境との関係で木材の持つ物理的な特性、熱伝導性や熱容量、吸放湿性、防耐火性、耐久性がどうなのかは関心と呼ぶ。防耐火性への危惧が、我が国で建築物への木材利用を制限してきた歴史もある。そこで近年、防耐火性能の確保が、不燃性材料による木材の被覆、燃えしろの確保、燃え止まり層の設置



写真4 CLTを用いたバイオマス発電施設(カナダ)

などによって、行われるようになってきた。

現在は、木材利用が地球温暖化対策や資源の持続性の観点で進められるのはもとより、生活者にとって「なぜ木材か」が問われる時代であると考えたい。例えば、木材は他の建築材料より密度が極めて低いので蓄熱量は小さい。都市のヒートアイランド現象や、ビル冷房が切れた時の部屋の温度上昇、すなわち、むわっとした暑さから想像できるはずであるが、木造躯体とコンクリート躯体では、内部を石膏ボードで同じように被覆した内装であったとしても、熱や水分の吸放出はかなり違うことが考えられる。

木が見えるか、見えないかにかかわらず、木造建築物が熱伝導性、吸放湿性、熱容量などで、どのような特性を示すのかは、もっと把握していくべきである。住む人の行動や冷暖房設備、その使用状況など、極めて多彩な要因と関係があるだけに単純な結論は出しにくい。だが、こうした視点は省エネルギーへの関心や住まい方、生活行動への自らの問いや意識に変化をもたらす可能性を備えている。それは、すなわち大気中への二酸化炭素放出削減や資源の持続性確保といった環境対策の根源に関わる、生活者との接点であるからである。

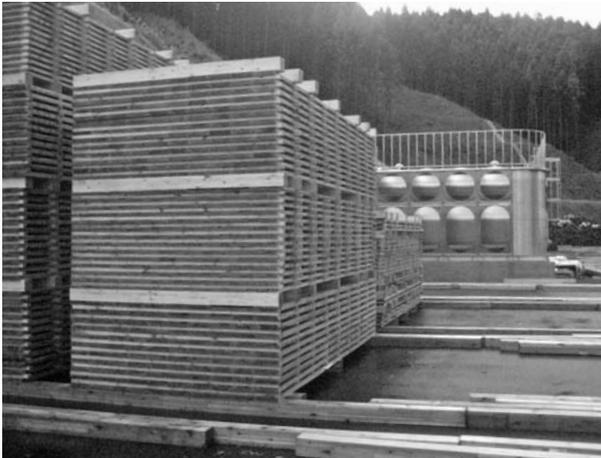


写真5 ラミナの生産体制が鍵