

Epistula

えびすとら



特集

新しい木質材料

～CLT (クロス・ラミネイティド・ティンバー)～

森 林から木材を伐採して使うことは悪いことではありません

石油や鉄などの資源は地球の奥から掘り出して使用している資源で、これを活用した建築物、自動車、衣類、その他の製品により私たちの現代生活は豊かなものとなっています。しかし、これらの化石資源や地下資源は無限に生産されてくるものではありません。これに対して、我が国は国土の約70%を森林(写真1)に覆われています。森林は炭素固定機能を有し、現代生活によって放出された二酸化炭素(温室効果ガス)を光合成によって樹木という形に変えて蓄積していることとなります。この炭素固定能力を維持、増進させていく必要がありますが、樹木も生物であるため、高齢化するとその能力は低下します。このため、十分に成長した樹木は伐採して建築物に使用し、炭素を建築物内に貯蔵するとともに、伐採後の山には新しく若い木を植林することが温室効果ガスの発生抑制には有効です。このような見地から、日本では公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律が2011年に施行され、積極的に建築物に木材を有効活用しようという機運が高まっています。



写真1 我が国の森林(愛媛県)

CLTとは?

木材の建築への利活用をこれまでより進めるにあたって、従来からの方法だけでは大きな進歩が望めません。そこで、1900年代の終わりにヨーロッパで開発されたCross Laminated Timberという新しい木質材料(写真2)を日本でも生産して、木材の利用をより一層進めようということになりました。Crossは“交わる”とか“直交する”、Laminateは“重ねる”とか“積層する”という意味で、Timberは“木材”です。つまり、“直交して重ねた木材”のことですが、頭文字を取って“CLT”と略称されています。日本語では“直交集成板”と呼ぶことになりました。



写真2 新しい材料～クロス・ラミネイティド・ティンバー(CLT)

CLTの利点、建築物への利用

木材は樹木として立っているときの上下方向（繊維方向といいます）が強く、それに直交する（横）方向の約10倍の強度があります。ですので、大きな丸太から単純に大きな板を製材して作っても、横方向の強度はとても弱いものとなります。CLTは、縦と横に繊維方向の挽き板（丸太から製材してつくった板）を配した材料であるため、横方向についてもある程度の強度が期待でき、建築物の部分構成するパネルとして利用する上で、有利になります。また、パネルの性能を確保するためには、表層に品質の高い挽き板を配置していればよく、表層以外の内層には今まであまり用途がなかった比較的品質の低い挽き板を使用することができ、森林資源の有効活用という面で優れています。

従来からの木造建築は柱・梁・桁を組む軸組構法と、北米由来の枠組壁（ツーバイフォー）工法が中心です。これとは別にCLTを壁パネルや床パネル、屋根パネルとして用いて建築物をつくることができます。これをCLTパネル工法といいます。日本のような地震国での実績はほとんどありませんでした。

このため、建築研究所では2011年度から、耐震性を確保するための研究を行ってきました。最初に行った実験は、耐震性を確保するための要素実験（写真3）で、これを組み合わせて、地震を再現する振動台の上に実大の3階建ての試験体をつくり（写真4）、地震時の挙動を確認しました。また、静的加力試験（写真5）を行って、地震の時にどのように壊れていくか（図1）などを検証しました。なお、これらの実験の結果に基づいて、実際に3階建ての共同住宅（写真6）が建てられました。



写真3 CLTパネル工法の要素実験



写真4 実大3階建て振動台実験



写真5 静的加力試験



写真6 我が国初のCLTによる共同住宅(高知県)



写真7 実大5階建て振動台実験

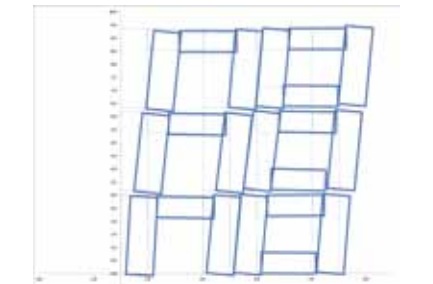


図1 CLTパネル工法の地震時変形挙動
(変形を10倍に拡大しています。)



写真8 低層住宅用CLTパネル工法の振動台実験

CLTの一般化

その後、2015年には国土交通省住宅局の補助により、5階建ての実験（写真7）や、小規模住宅用の実験（写真8）なども繰り返し行われ、2016年に一般化（平成28年国土交通省告示第611号、図2）されました。一般化されたCLTパネル工法は大きく分けて大版パネル（図3）によるものと小幅パネル（図4）によるものがあり、建築物の設計条件や階数、規模によって使い分けることが可能です。パネルの幅やサイズによって、パネルどうしをつなぐ接合方法は異なりますが、脚部の接合部で地震の際にエネルギーを吸収する構造方法とされています。



図2 一般化されたCLTパネル工法の概要

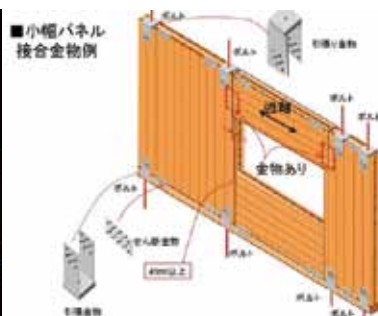


図3 大版パネル工法



図4 小幅パネル工法



CLTによる中高層木造建築物

日本におけるCLTの利活用は始まったばかりですが、諸外国では中高層木造建築物や大規模木造建築物への適用が積極的に進められています。1階部分を鉄筋コンクリート造（RC造）としていますが、英国では9階建て（写真9）、豪州では10階建ての共同住宅（写真10）が建てられています。カナダではエレベータシャフトをRC造とした18階建ての学生寮（写真11）が建てられています。1階から集成材などの木造としてCLTを床に使用した建築物としては、カナダにオフィスビル（写真12）があります。他の用途としては、オーストラリアに5階建て宿泊施設（1,2階RC造、写真13）があります。建築研究所でも中高層建築物の実現を目指して、技術開発を開始しました。



写真9 CLTによる9階建て共同住宅（1階RC造、イギリス・ロンドン）



写真10 CLTによる10階建て共同住宅（1階RC造、オーストラリア・メルボルン）

CLTの普及を目指して

大型の木造建築物を建設するプロジェクトは、事業主体の意向や、設計条件が整わない限り常に企画できるものではありませんし、日本全国どこでも大型建築物の需要があるとは限りません。そこで、CLTの普及を目指して、低層建築物へのCLTの普及も視野に入れています。一般化されたCLTパネル工法のパネル寸法や接合部の仕様等の制限事項を緩和し、より自由度の高い設計法を提案していく必要があります。建築研究所においても技術開発を継続的に進めているところです。一方、CLTによる木造建築物の普及には、耐震性の確保だけでは十分ではありません。防耐火性や耐久性、または室内環境の快適性なども確保する必要があります。これらのうち、防耐火性については実験（写真14）に基づく性能検討の結果、CLTは準耐火構造として建築基準法に位置づけられました。さらに、CLTによる建築物の長期の変形挙動や耐久性、室内の温湿度環境や床衝撃音の伝播特性などを測定することを目的として、建築研究所の敷地内に（一社）日本CLT協会と共同で2階建ての実験棟（写真15）を建築しました。この実験棟では、2015年9月の設計当時に国内で製造できる最大サイズ6×2.7mのパネルの大きさをふんだんに活かし、開放的な空間（写真16）を実現するとともに、3mの片持ち（カンチレバー）のバルコニー（写真17）を実現し、その施工性や長期の変形挙動などを検証しています。



写真11 18階建て学生寮（カナダ・バンクーバー）



写真12 CLTを床に使用した6階建て事務所建築（カナダ・プリンスジョージ）
（写真提供：Structurlam Products LP）



写真13 1,2階RC造とした5階建て宿泊施設（オーストラリア・ロイテ）



写真14 CLTの壁（左）、床・屋根（右）の防耐火性能を検証する実験の終了直後の試験体



おわりに

以上のように、我が国の森林資源を使用することは、現代の豊かな生活をおくる上で必要不可欠であり、森林資源の有効活用のひとつの方法として、CLTによる木造建築物の普及が提案されています。当建築研究所では、CLTによる木造建築物について、中高層化のための構造設計技術と低層建築のための設計の自由度の拡大、並びに構造性能以外の諸性能の確保、設計のための基礎データの収集を行っており、CLTによる建築物の普及に對して貢献しています。



写真15 建築研究所敷地内のCLT実験棟



写真16 6mの通し壁による開放的な空間



写真17 3mの片持ち（カンチレバー）のバルコニー

国際地震工学センター ～建築研究所の強震観測～

地震時に、建物や地盤がどのように揺れたかを計測するのが「強震観測」です。建築研究所は1957年から、全国の主要な都市の様々な建物に揺れを計測する「強震計」を設置して、強震観測を行っています。現在、図1に示す85の観測地点が稼働しています。一部地盤を対象とした観測地点がありますので、強震観測を行っている建物は66棟となります。図2は、66棟の建物の階数の内訳です。6階から10階建ての中層建物が半数を占めますが、近年の長周期地震動への関心の高まりを受けて、20階を超える超高層建物の観測も増やしています。

2011年東北地方太平洋沖地震の影響もあり、これまでに得られた強震記録の数は10,000を優に超え、種々の建物の強震時の揺れ方が詳細に分析されてきました。すべての強震記録の波形やスペクトルはウェブサイト(<http://smo.kenken.go.jp/>)で見ることができ、地盤上や建物の基礎部で得られた強震記録の数値データは自由にダウンロードできます。さらに、建物の上部で得られた強震記録の数値データも、申請することによって利用できます。

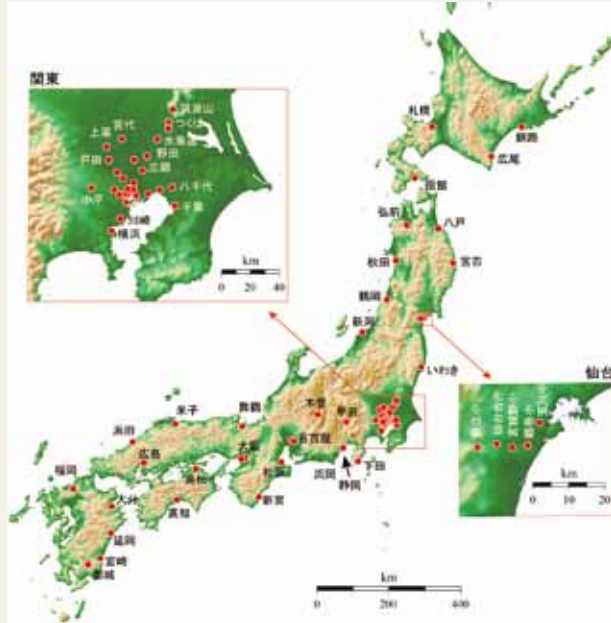


図1 強震観測地点の位置



図2 観測対象建物の階数の内訳

Q&Aコーナー

Q：建築研究所の年間見学者数を教えてください。

A：建築研究所では、平成27年度、LCCM住宅見学会をはじめ、計5回の一般公開を実施し、平成27年度の施設見学者は、合計3,759名となりました。

施設見学の申込についてはHPをご確認ください。

<http://www.kenken.go.jp/kisyahapyou.html#kengaku>

●ご質問は、epistula@kenken.go.jp までお知らせ下さい。

Q & Aコーナーは、読者の方から頂いたご質問にお答えするコーナーです。

編集後記

中層・大規模建築物へのCLTパネル工法の適用は、新しい建築構造材料の提案という技術的範囲に収まらず、新たな建築様式を生み出し、将来の街の風景や私たちの生活スタイルをも変えていく大きな可能性を持っています。一方で、地震の多い我が国では建物の耐震性を十分に確保することが必要不可欠となり、「技術開発と規制」のバランスを保ちながら研究に取り組むことが大切だと考えています。そして、今まで建築分野では、国内の枠組みの中で技術開発することが一般的でしたが、CLTパネル工法などの海外技術の導入も増加しています。また、最近ではIoT・AI・クラウド等の異分野技術が建築分野でも活用されるようになり、現在の研究開発はグローバル化というよりはボーダレス化しているように感じられます。このような時代であるからこそ、私たち研究者は社会における建築のあり方を検討し、技術革新を促進していかなければならないと感じています。(H.M.)

「平成28年熊本地震建築物被害調査報告(速報)に関する発表会」

平成28年4月14日夜、熊本県熊本地方でマグニチュード(M)6.5、最大震度7の地震が発生し、続いて4月16日未明には、熊本地方でM7.3、最大震度7の地震が発生しました。

国土交通省住宅局の要請を受け、建築研究所及び国土技術政策総合研究所(以下、国総研)では、4月15日より被災地の建築物の被害調査を開始しました。専門分野毎に調査班を結成し、計14班延べ44名の研究員を被災地に派遣しています。

これらの熊本地震建築物被害調査報告(速報)に関する発表会が、平成28年9月29日(木)13:00~16:30にすまい・るホールで開催されました。国総研の香山幹副所長の開会の挨拶の後、国土交通省や住宅金融支援機構の活動が紹介されました。その後、調査研究の概要や、地震及び地震動の特徴、各構造・専門別の建築物被害(木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、基礎・地盤、免震建築物、非構造部材、建築設備、火災)などを、各調査を担当した研究員が説明しました。熊本地震の建築物被害についての全容や特徴について明らかになった点等が報告され、計197名の聴衆者は、熱心に聴講していました。

建築研究所では、国総研と緊密に連携を図りながら、今後も国土交通省住宅局の検討を技術的に支援するとともに、関連する調査研究活動に積極的に取り組んでまいります。



肥後菊
Photo by M.Kato

Epistula

えびすたら

第75号 平成28年10月発行

編集：えびすたら編集委員会

発行：国立研究開発法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel.029-864-2151 Fax.029-879-0627

●えびすたらに関するご意見、ご感想は

epistula@kenken.go.jpまでお願いいたします。

また、バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。

(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)

