

平成 30 年度補正林野庁補助事業

木材製品の消費拡大対策事業

平成 31 年度（令和元年度）林野庁補助事業

中高層建築物を中心とした CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業

CLT を活用した建築物等実証事業の成果 ーこれからの CLT 建築に求められるものー

（抜粋）

令和 2 年 3 月

公益財団法人日本住宅・木材技術センター

令和元年度 CLT 活用建築物等実証事業検討委員会

(敬称略、五十音順)

委員長：河合 直人 工学院大学建築学部建築学科 教授
委員：赤嶺 嘉彦 国立研究開発法人 建築研究所 環境研究グループ 主任研究員
有馬 孝禮 東京大学名誉教授
大村 和香子 国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 木材改質研究領域 領域長
中島 史郎 宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科 教授
成瀬 友宏 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部
防火基準研究室長
山辺 豊彦 (有) 山辺構造設計事務所 代表取締役
協力委員：河合 誠 (一社) 日本 CLT 協会 顧問
行政：齋藤 健一 林野庁木材産業課木材製品技術室 室長
猪島 明久 林野庁木材産業課木材技術班 課長補佐
福島 純 林野庁木材産業課木材技術班 住宅資材技術専門官
武井 量宏 林野庁木材産業課木材技術班 木材技術担当専門職
事務局：金子 弘 (公財) 日本住宅・木材技術センター
専務理事兼研究技術部長
辻 祐司 (公財) 日本住宅・木材技術センター 首席研究員
鈴木 圭 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
大澤 朋子 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
高橋 秀樹 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
浅見 忠明 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
平原 章雄 木構造振興 (株) 常務取締役

2.6 全体講評

(1) 実証事業の位置づけと応募案件の動向

我が国で CLT 建築物について本格的に検討が始まったのは、平成 23 年度の国土交通省事業からと考えられるが、それ以来およそ 8 年が経過した。この間、平成 25 年 12 月に直交集成板の日本農林規格が出され、また、本格的な CLT パネル工法による建築物の第 1 号が平成 26 年 3 月に高知県に竣工している。その後、平成 28 年 3 月から 4 月にかけて CLT に関する一連の建築基準法告示が出され、設計が容易となり建設事例も増えてきた。

本実証事業は CLT を活用した建築物の設計・建築等の実証について提案を募り、新たな発想を引き出すとともに、課題と解決方法を明らかにして CLT の需要拡大に繋げることを目的として、平成 26 (2014) 年度から開始されている。CLT を建築物に活用する上での課題は、その時々技術レベルに応じて変化するものであり、基準の有無やその内容によっても当然変わってくる。

本事業が開始した当初は基準法告示が出される以前であり、CLT パネル工法とするには時刻歴応答解析を行う必要があった。そのためこの時期には、軸組構法を基本として耐力壁や床版、屋根版として CLT を利用し、建築基準法施行令第 46 条第 2 項に基づく許容応力度計算ルートとするものも多く見られた。平成 28 年度からは、当然のことながら基準法告示に基づく設計が一般的となり、実証事業においても告示のいずれかのルートによる実施例が増加している。

このような時期的な傾向は認められるものの、CLT という新しい木質材料の建築物への利用という点では、基準法告示の有無に関わらず様々な試みが行われているのも確かである。鉄骨造、鉄筋コンクリート造との併用もそのひとつであり、床版や耐震壁、間仕切壁などの利用がある。建築基準法上は、構造種別ごとに規定がなされているなかでやや扱いづらい面もあるだろうが、建築材料として適材適所の利用を考えた場合には、当然考えられる材料選択であるとも言える。木造の中で床版として用いる場合にも、2 方向に曲げ剛性を持つ材料として 2 方向跳ね出しとするなど、CLT らしい使い方の例があった。

一方、基準法告示が鉛直の壁と水平の床から成るパネル工法を標準的なものと想定しているのに対して、折板構造とするケースや、急勾配の屋根パネルとして利用するケースなど、大判のパネルとしての特徴を活かした利用も続けられている。CLT らしい利用方法として、今後の展開が期待されるもののひとつである。

建築物の規模に関しては、当然のことながら防耐火基準との関連が深い。平成 28 年の基準法告示には CLT 部材の燃えしろ設計に関する技術基準も含まれており、これを利用した準耐火構造や、さらには大臣認定による耐火構造の試みも成されてきた。令和元年には基準法における防火関係規定の改正があり、これに基づいて、より高層の建築物を目指す試みが増えていくものと思われる。

(2) CLT 建築物の課題

実証事業に見る各性能に関する課題と解決策については、各性能の項を参照していただきたいが、CLT を建築物に用いる意義とその課題という観点から補足を行う。

CLT は国内の木材資源の有効活用という観点からその利用が推奨され、国を挙げた取り組みとなった経緯がある。その背景に、我が国の多くの人々に木材への愛着があるという点も見逃せない。ではなぜ今、建築物に CLT を用いるのか、その理由を施主あるいは設計者に対して質問した場合、その答えは様々であろう。

CLT を用いるメリットとしては、まず木材であることからの利点として、木材がもつ温かみ、軽いことによる構造上の優位性、加工の容易性などがある。様々な木材・木質材料の中での CLT のメリットとしては、大規模建築物に対応可能な強度性能を有すること、大判であることによる形態の可能性、それに伴う施工手間の軽減や施工期間の短さ、2 方向に曲げ剛性を有することによる構造上の利点などが挙げられる。

一方で、CLT を用いることに躊躇する理由としては、まず木材であることによる耐火性、耐久性、遮音性への配慮が必要であることがあり、一般論で言えば他の構造や他の木質構造に比べて設計や施工の経験や情報が十分ではなく、コストがかさむと考えられること、などが挙げられよう。

まず、木質材料以外の材料と比べて CLT を用いる最大のメリットとしては、人への親和性、つまり木材の持つ温かみがある。それは現しで用いられた場合の視覚的、触覚的な親和性であったり、木材の断熱性能から来る温熱環境上の利点であったりする。後者は CLT が隠れて用いられた場合にも性能を発揮する点と考えられる。

4～5 階建てなどの建築物で木造が可能なのであれば木造で、CLT で建ててみたいという施主、設計者は多いと思われる。しかしながら、我が国の多くの人の感覚として、木材に見える形で使いたいという要望が根強いことは否定できない。防耐火上、現しでは使い難いとする利用が狭められることは明らかである。基準法改正によりこの点の課題が払拭されるとすれば大きな光明である。

構造的には軽いことにより地震力が小さい、基礎構造が簡易なものになるというメリットがあり、施工期間の短さとあいまってコスト低減にもつながり、中高層建築物に CLT を用いる大きな動機付けになるものと思われる。低層建築物でも、商業建築物で鉄骨造とそれほどコストが変わらないという事例もあり、このあたりのノウハウと情報の蓄積が待たれるところである。

CLT を用いた建築物において防耐火性能、耐久性、遮音性への特別な配慮が必要であることは、他の木材・木質材料を用いた場合と概ね同様であり、技術的にはほぼクリアされているものとする。他の構造や他の木質構造に比べて設計や施工の経験や情報が十分ではないことについても、情報の共有や蓄積により、徐々に払拭されつつあると考えてよからう。

ただし、CLT 建築物では、木造の経験・知識が必ずしも十分ではない設計者、施工

者が関わるケースも考えられ、木造に特有の留意点があることは注意を喚起しておきたいところである。特に外部に現しで用いる場合の耐久性への配慮などは、今後に禍根を残さないためにも重要である。

CLT 構造の遮音性能に関しては、固体伝播音が問題になるという指摘があるが、現状ではそれほど話題になっていないようである。欧州では粘弾性体をパネル接合部にはさむという解決策が用いられていると聞くが、そうした対策が構造性能に与える影響も含めて、今後十分な検討が必要であろう。

(3) CLT 建築物の今後について

一般論で言えば、中高層建築物を含めて建築物に CLT を用いる可能性が、木材への愛着とあいまって様々に検討されており、如何にしてメリットを活かしつつ、コスト対策等の課題を乗り越えるかに苦労が払われている、そのような現状が見えるといって間違いなからう。

本事業等により、設計・建築の事例が増え、設計・施工に関する種々の情報が共有化されることは、各種の性能確保とコスト削減に繋がるものであると考えられる。例えば共同住宅などでは、こうした情報に基づいて標準的な設計法の構築が可能となり、コスト削減、需要拡大に繋がるように思われる。一方で、多少のコスト上昇があっても CLT を用いる意義が主張できる建築物を実現する、ということがあって良い。折板構造による大スパン構造など、CLT にしかできない魅力的な建築物の可能性がさらに追求されるのも良いことであると考ええる。

本実証事業における取り組みがこれらの解の提示に貢献し、あるいは建築後の測定データなども含めて、実際の性能発現の確認や更なる課題の提示がなされ、より良い CLT 建築物の普及促進に繋がることを期待したい。

(河合直人)

以下の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

分野：①構造：CLT パネル工法以外 ②規模・階数、2 階建て以下 ③用途、住宅、事務所、など小規模なもの

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の上記分野毎に、シートを作成
※記載する項目がない場合は、適宜項目を追加してください。

※該当しない箇所は空欄でかまいません。

シートを複数作成し、記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

課題とされる 分野番号 ()	現状の問題点 (なぜ CLT の需 要が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術につ いて	CLT パネル工法 では意外と壁が 減らない。住宅な のに金物がたく さん。結果として コストが高くな る。	住宅業界？ も しかすると 1 メ ーカーが？	住宅用の金物程度でできる 新たな CLT 工法の開発 引っ張り金物がなくても横 滑りだけ止めれば安全な建 物ができることは確認済み。
接合・材料につ いて	同上 壁の耐力を上げ ても、鉛直荷重支 持能力（圧縮強度 が低く抑えられ ている）	同上 L 建研、学術経 験者などが協 力し実施	必要な接合の確定 実強度は基準の 1.5 倍ある。 なので材料や仕様を限定し て強度を実強度とする。
人材・設計ツ ールについて	工務店は扱えな い／扱いにくい	壁倍率に近い 指標	既存の設計法への落とし込 み
制度（法・規制・ ESG）について	壁倍率の 5 倍が 上限なので CLT 利用のメリット がない	L 建研、指導課	特定の規模、工法を対象とし た 5 倍上限の撤廃
普及・広報につ いて			
CLT に期待 すること	簡単に住宅で使う。これで普及しなければ住宅での普及は無理		

以下の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

分野：①構造：CLT パネル工法、その他

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の上記分野毎に、シートを作成

※記載する項目がない場合は、適宜項目を追加してください。

※該当しない箇所は空欄でかまいません。

シートを複数作成し、記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

課題とされる 分野番号 ()	現状の問題点 (なぜ CLT の需 要が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術につ いて	開口付き大判パ ネルや通し壁パ ネルなど、大判パ ネルは現在使い にくい(知見がな かった)	林野庁事業、国 交省事業など である程度知 見(実験)がた まってきたい る。	実験結果はあるが、網羅的に 検討が出来ていないので、解 析により設計法に落とし込 むための整理が必要。比較的 短期間にできるか。
接合・材料につ いて			
人材・設計ツ ールについて	上記のような基 本的な検討を進 める人がいない		
制度(法・規制・ ESG)について			
普及・広報につ いて			
CLT に期待 すること	海外では大判がメイン。施工性の向上が見込める。		

以下の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

分野：①構造：CLT パネル工法 ②規模・階数：3-5 階建て ③用途：住宅、事務所、その他

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の上記分野毎に、シートを作成
※記載する項目がない場合は、適宜項目を追加してください。

※該当しない箇所は空欄でかまいません。

シートを複数作成し、記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

課題とされる 分野番号 ()	現状の問題点 (なぜ CLT の需 要が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術につ いて	CLT パネル工法 では意外と壁が 減らない。設計法 が複雑	CLT 協会、設計 施工マニユア ルのメンバー	壁性能を実験結果に合わせ る分類(ルート1)。実験結果 を再現するモデルになって いるが、設計値はかなり安全 側になっている。実験再現モ デルは設計モデルではない。 安全を担保できる設計モデ ル(ルート2は現在実施中) の作成
接合・材料につ いて	壁を減らすと鉛 直荷重(圧縮強 度)が厳しくな る。意外と壁が減 らない。柱を入れ ればいいだけで はあるが。	森林総研、L 建 研、学術経験者	圧縮は実験をすると基準強 度の 1.5 倍程度あり、ばらつ きもあまりない。特定の仕様 に対して強度を上げること ができないか検討。比較的短 時間で対応が可能か
人材・設計ツ ールについて			
制度(法・規制・ ESG)について	基準強度の問題 なので法令改正 が必要	L 建研、指導課	基準強度の合理化
普及・広報につ いて			
CLT に期待 すること	海外ではツーバイ材から Mass timber に変わったので高い建物が 建つようになった。日本でもこの規模の木造であれば、その考え 方が使えるはず。できないのはなぜ？		

以下の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

分野：①構造：混構造 ②規模・階数：6 階建て以上 ③用途：事務所

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の上記分野毎に、シートを作成

※記載する項目がない場合は、適宜項目を追加してください。

※該当しない箇所は空欄でかまいません。

シートを複数作成し、記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

課題とされる 分野番号 ()	現状の問題点 (なぜ CLT の需 要が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術につ いて	混構造 (RC 造、 S 造との併用構 造) の設計法がな い。あっても複雑 で一般には設計 が難しく、評価で きる人もいない。 対象：上下混構 造、平面混構造、 部分混構造	L 建研が中心と なり、学術経験 者、技術協力者	実験データの蓄積。設計法の 作成。 技術的助言などによって設 計の円滑化を図る。CLT の床 仕様は比較的短時間で対応 が可能だが、水平力 (壁利用 と立面、平面混構造) に対し ては、他構造の既存の設計法 との関係もあり、比較的検討 期間が必要か。
接合・材料につ いて	混構造の設計に 必要な要素の情 報がない。	どんな情報が必要かを学術 経験者、技術者が整理 実験を試験機 関・大学等が実施	実験はやってまとめれば解 決。実験項目を決めるところ のみ議論が必要。基礎的なも のを対象にして、応用は各人 がやることにすれば、比較的 短時間で対応が可能
人材・設計ツ ールについて	設計はこれまで 非木造を中心に やってきた人た ち。情報がなくて こまっている	L 建研が中心と なり、学術経験 者、技術協力者	非木造の設計者を対象にし たマニュアル類の整備
制度 (法・規制・ ESG) について	許容応力度設計 法や保有水平耐 力計算については 但し書きやマ ニュアルなどで 対応が可能なこ とが多い。法令	L 建研、指導課、 学術経験者	限界耐力計算の一般化

	(防耐火) については規制の合理化が進められており、徐々にではあるが、対応が進められている。 耐震壁として用いる構法は限界耐力計算が設計法としてはわかりやすいが、限界耐力計算が一般に普及していない		
普及・広報について			
C L T に期待すること	耐震壁として利用する場合には、木材の高いせん断耐力(=CLT)に期待でき、あわらしも可能。壁利用は木造ではないかもしれないが、CLT の普及を進める構造のひとつ		

以下の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

分野：①構造：混構造、CLT パネル工法、その他

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の上記分野毎に、シートを作成

※記載する項目がない場合は、適宜項目を追加してください。

※該当しない箇所は空欄でかまいません。

シートを複数作成し、記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

課題とされる 分野番号 ()	現状の問題点 (なぜ CLT の需 要が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術につ いて			
材料について	材料強度が適切 に評価できてい ない。実験をする と圧縮強度は 1.5 倍ほどある。せん 断強度も場合に よっては過少で あったりするこ とも(条件次第)。 混構造の際、設計 上は CLT で壊れ るが、実験をする と CLT 以外が壊 れたりする。結果 として余計に材 料が必要となり コスト高となる。	森林総研、L 建 研、学識経験者 ほか	CLT の強度を建築構造で使 うことを考えて評価の見直 し。製造基準(JAS)がばら つきを許しているので、強度 は控えめにならざるを得な い。管理基準をもう少し厳格 に定め、範囲を限定し、強度 のばらつきを抑える。
人材・設計ツ ールについて			
制度(法・規制・ ESG)について			
普及・広報につ いて			
CLT に期待 すること			

下表の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

： CLT+集成材等建築物、S 造、RC 造 4-5階 事務所

分野の項目例 ①構造:CLT パネル工法・部分利用、②規模・階数:4-5 階建て・高層ビル、③用途:共同住宅・事務所・特養・店舗

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野毎にシートを作成してください。シート間で記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

※記載内容に合致する項目がない場合は項目を追加してください。該当しない項目は空欄で結構です。

	現状の問題点 (なぜ CLT の需要 が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術について	新しい技術の提案が多く、基礎的な標準技術の整備がなされていない。	構造設計者を中心に製造、施工者が	標準的な工法を整備する。
材料について	CLT の自由度が大きすぎる	CLT メーカーが	使用できる CLT の種類を限定して、樹種、寸法によってはエキストラ価格として整備する。
人材・設計ツールについて	解析モデルが複雑すぎる	構造解析ソフトウェア、構造設計者	標準的な金物の情報を整備した解析ソフトを整備する
制度(法・規制・ESG)について	CLT が特殊な材料とみられている		集成材等建築物として、集成材、LVL、CLT、合板を横並びの材料としてとらえる
普及・広報について	CLT が夢の材料として取り上げられている。		CLT を一木質材料として扱う。
製造、輸送、その他	3m 幅材の輸送ができない。		大版の CLT(横使いで階高が可能)を扱えるようにする。
CLTに期待すること			

下表の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

： 床、外壁を中心とした部分利用で、4ー5階建てで、事務所、店舗などの分野

分野の項目例 ①構造:CLT パネル工法・部分利用、②規模・階数:4-5 階建て・高層ビル、③用途:共同住宅・事務所・特養・店舗

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野毎にシートを作成してください。シート間で記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

※記載内容に合致する項目がない場合は項目を追加してください。該当しない項目は空欄で結構です。

	現状の問題点 (なぜ CLT の需要 が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術について	内装制限への対応を考えると、CLTの床を天井で表して使用できない	国、メーカー	簡易スプリンクラー(特定施設水道直結式スプリンクラー)などのオフィスなどへの応用による内装制限の緩和
材料について	輸入CLTが使いにくい。国内マーケットが育たない。	国	輸入CLTを使用できるよう、接着剤の種類を緩和するなど。まずはCLTで建築をつくることを普通のこととし、同時に国産材比率をあげていく。
人材・設計ツールについて	社内にも経験者がおらず、OJTで学ぶにくい。短期間では学びきれない。	大学、設計企業	社会人大学院などでの都市木造の学びなおし
制度(法・規制・ESG)について	木造化を評価できる指標がない	国、投資機関	木材の利用量、国産材・輸入材の違い、乾燥・燃料・接着剤の利用など製造時の環境負荷などを加味した環境指標をつくり、建設時、利用時の補助、課税などに反映できる仕組みをつくる。
普及・広報について	中規模ビルの施主、設計者に都市木造が可能になっていること、魅力があることが伝わっていない	国、建設会社、メーカー	ビデオ、展覧会などの手段でアピールする。
製造、輸送、その他	大版(3m幅、3.5m幅)の輸送が困難。CLTのメリットが出しにくい。	国	道路交通法の改正？ サイズ外の運搬の手続きの簡素化 台車の開発のサポート
CLTに期待すること	CLTを軸に、大断面集成材、LVL、JAS認証製材などが適材適所で組み合わせられ都市木造が普及する足掛かりになること。		

下表の課題を解決することで、CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野

：

分野の項目例 ①構造:CLT パネル工法・部分利用、②規模・階数:4-5 階建て・高層ビル、③用途:共同住宅・事務所・特養・店舗

※CLT の需要を伸ばすことが期待できる建築物等の分野毎にシートを作成してください。シート間で記載内容が同一の場合はコピーペーストしてください。

※記載内容に合致する項目がない場合は項目を追加してください。該当しない項目は空欄で結構です。

	現状の問題点 (なぜ CLT の需要 が増えないか)	課題	
		誰が (自分達が)	何をすべき (これに取り組む)
建築技術について	CLT を使うと何が いいのかわかりません と思います。	CLT 協会	意匠設計者が「CLT をこういう用途、規模の建物にこの様に使うことが、CLT の性能を発揮し、長所を活かすことに繋がる」と分かるように、「設計・施工マニュアル」を改定すべき。
	被覆型の 1 時間耐火構造の仕様に改善の余地がある。	CLT 協会	CLT は熱容量が大きいので、石膏ボード 21mm+15mm や 15mm×2 枚などの仕様で 1 時間耐火構造の性能を満たせる可能性がある。 建物全体の軽量化・コストダウンが図れるので、被覆型の 1 時間耐火構造の技術開発に取り組むべき。CLT の設計・施工マニュアルでも、被覆型の記述を充実させた方がよい。
材料について	製造工場ごとにマザーボードのサイズが異なるため、競合しにくい。		
人材・設計ツールについて			
制度(法・規制・ESG)について	5 階建て以上では 2 時間耐火構造が必要になる。	国	構造的に木造で対応できるのは 4~6 階ぐらいまでだとすると、構造性能の観点と、石膏ボード 2 枚で耐火性能を満たせるのは何分かという観点から、何階まで

			<u>で区切り、何分の耐火性能でよしとするか、木造の普及しやすさも踏まえて戦略的に検討することがよい。</u>
普及・広報について	長所と短所が平等に語られていないように思います。長所優先。		
製造、輸送、その他			
CLTに期待すること			