平成 26 年度林野庁委託事業

平成２６年度

ＣＬＴ等新たな製品・技術の開発促進事業のうち
中高層建築物等に係る技術開発等の促進
（ＣＬＴ普及戦略の作成）

事業報告書

平成２７年３月

公益財団法人　日本住宅・木材技術センター
一般社団法人　日本ＣＬＴ協会

目　次

第１章　事業の目的と概要　・・・

４．２　スギの供給体制に関する課題調査　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・80
（１）国産材ラミナの生産状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・80
（２）大型製材工場の国産材ラミナの原木調達事例　・・・・・・・・・・・・・・・・・84
（３）大型製材工場の国産材ラミナの原木調達の特徴と課題　・・・・・・・・・・・・88
４．３　海外事例・製品調査　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・89
（１）既存調査報告書のレビュー　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・89
（２）今後の調査課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・91

第５章　ＣＬＴ需要動向に関するアンケート調査と調査分析　・・・・・・・・・・・・・93
５．１　業務の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・93
５．２　実施結果　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94
（１）調査の背景及び目的、調査方法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94
（２）基本情報　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・96
（３）CLT 利用の取組の現状　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・98
（４）CLT 利用のポテンシャル　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・100
（５）CLT 普及への課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・103
（６）その他　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・105
（７）まとめ　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・107
５．３　参考資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・108

第６章　ＣＬＴの早期普及に向けて　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・123
６．１　製造・流通面から求められる CLT の仕様について　・・・・・・・・・・・・・123
６．２　建築面から求められる CLT の仕様と活用できる建築物について　・・・・・・123
６．３　CLT の特徴　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・124
６．４　CLT の早期普及に向けた課題について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・125
６．５　添付資料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・127

第１章　事業の目的と概要

１．１　事業実施の目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、国や地方公共団体、大学等において実用化に向けた取組が進められているところである。

こうした中で、CLT の普及に向けたプロセスをより効率的に進めるため、建築基準の整備に必要なデータ収集に関する課題を整理するとともに、全国各地で進められている実証事業の結果等を活用し、CLT の活用方策を施工マニュアルとして整理するなど、総合的な普及戦略の作成に繋げることを目的とする。

１．２　事業の概要

（１）CLT 施工マニュアルの整理

CLT 建築物の実証事業等により CLT を使って建てられている建築物の中から、竣工済み又は着工済みの物件を抽出し、抽出した物件について、図面調査、ヒアリング調査、又は現地調査により詳細に調査を行った。CLT 施工マニュアルに向け、各物件について設計上・施工上の課題と対処方法をまとめ、現時点での CLT 活用建築物の事例集として整理した。

（２）CLT の早期普及に向けた課題整理

建築基準の整備等に必要なデータ収集を効率的に実施していくため、国や地方公共団体、大学等における取組状況を、後述する関係者間の連絡会議を設置して確認し、情報共有を行った。また、建築面及び製造・流通面から実用性の高い CLT の仕様・寸法等を検討するために、(一社)日本 CLT 協会会員を対象とした CLT 需要動向に関するアンケート調査を実施するとともに、事業全体の調査結果や後述する委員会での議論を基に、今後のデータ収集における留意事項や優先順位の決め方などを整理した。

（３）海外情報収集

海外製品の品質や生産体制について、国内における既往の調査を分析し、論点を整理した。また、国内の生産体制整備に向けた課題として、スギの原木供給体制・ラミナの供給体制を取り上げ、全国的な課題と参考になるような事例の整理を実施した。

（４）委員会の設置・運営

林野庁と協議の上選定した、製造者・建築関係者・学識経験者等の有識者で構成する委員会を設置し、（１）から（３）までの調査の方法等について検討するとともに、調査結果等を踏まえ、CLT の早期普及に向けた総合的な検討を行った。

（５）報告書の作成

本事業における調査結果を報告書にまとめた。

１．３　実施体制

(公財)日本住宅・木材技術センター内に、学識経験者を中心に構成する「CLT 普及戦略検討委員会」を設置し、事業の概要（１）から（３）までの調査の方法等について検討するとともに、調査結果等を踏まえ、CLT の早期普及に向けた総合的な検討を行った。また、事業の概要（２）の実施に当たっては、強度データ収集状況の情報共有を効率よく行うため、国の事業における CLT の建築基準・基準強度等整備の担当者と学識経験者により構成する「CLT 強度データ収集等連絡会議」を別途設置した。さらに、「CLT 強度データ収集等連絡会議」の下に、事務連絡会議として、CLT の建築基準・基準強度等整備の担当者により構成する「CLT 強度データ収集等連絡会議 WG」を設けた。

（1）CLT 普及戦略検討委員会

1）委員名簿

（敬称略、順不同）

委員長	坂本　功	東京大学　名誉教授
委員	有馬　孝禮	東京大学　名誉教授
	安村　基	静岡大学大学院　農学研究科　教授
	河合　直人	工学院大学　建築学部建築学科　教授
	五十田　博	京都大学生存圏研究所　生活圏構造機能分野　教授
	腰原　幹雄	東京大学生産技術研究所　教授
	網野　禎昭	法政大学　デザイン工学部建築学科　教授
	山辺　豊彦	(有)山辺構造設計事務所　代表取締役
	三宅　辰哉	(株)日本システム設計　代表取締役
	宮武　敦	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域　集成加工担当チーム長
	中島　史郎	(独)建築研究所　建築生産研究グループ　上席研究員
	原田　浩司	木構造振興(株)　客員研究員
	宮林　正幸	(有)ティー・イー・コンサルティング一級建築士事務所
	岡田　恒	(公財)日本住宅・木材技術センター　試験研究所長
協力委員	中川　貴文	国土技術政策総合研究所　住宅研究部　主任研究官
行政	小坂善太郎	林野庁林政部木材産業課　木材製品技術室長
	高畑　啓一	林野庁林政部木材産業課　課長補佐
	髙木　直人	国土交通省住宅局建築指導課　企画専門官
	野原　邦治	国土交通省住宅局建築指導課　防火課長補佐
	坂田　昌平	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室　企画専門官
事業主体	河合　誠	(一社)日本 CLT 協会　専務理事
	安東　真吾	(一社)日本 CLT 協会　事務局長
	塩﨑　征男	(一社)日本 CLT 協会　技術部長
	中島　洋	(一社)日本 CLT 協会　事業部長
	松川　隆行	(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
	鴛海　四郎	(公財)日本住宅・木材技術センター　特別研究員
	沖本　千枝	(公財)日本住宅・木材技術センター　研究技術部　技術主任

2）開催実績

・第 1 回

開催日時：平成 26 年 10 月 28 日(火)　18:00～20:50

開催場所：(公財)日本住宅・木材技術センター　3 階大会議室

・第 2 回

開催日時：平成 27 年 3 月 5 日(木)　10:00～12:00

開催場所：スタンダード会議室　虎ノ門 SQUARE 店　4 階会議室

（２）CLT 強度データ収集等連絡会議

１）委員名簿

（敬称略、順不同）

主査	岡田　恒	(公財)日本住宅・木材技術センター　試験研究所長
委員	安村　基	静岡大学大学院　農学研究科　教授
	河合　直人	工学院大学　建築学部建築学科　教授
	稲田　達夫	福岡大学　工学部建築学科　教授
	安井　昇	桜設計集団一級建築士事務所　代表
	三宅　辰哉	(株)日本システム設計　代表取締役
	原田　浩司	木構造振興(株)　客員研究員
	塔村真一郎	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域長
	宮武　敦	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域　集成加工担当チーム長
	渋沢　龍也	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域　複合化研究室長
	向井　昭義	(独)建築研究所　研究専門役
	中島　史郎	(独)建築研究所　建築生産研究グループ　上席研究員
	萩原　一郎	(独)建築研究所　防火研究グループ長
	安藤　恒次	国土技術政策総合研究所　建築研究部 基準認証システム研究室長
	鈴木　圭	木構造振興(株)　主任研究員
協力委員	中川　貴文	国土技術政策総合研究所　住宅研究部　主任研究官
行政	小坂善太郎	林野庁林政部木材産業課　木材製品技術室長
	高畑　啓一	林野庁林政部木材産業課　課長補佐
	加藤　裕二	林野庁林政部木材産業課　調査係長
	西村　紘明	林野庁林政部木材産業課　住宅資材技術係長
	石崎　和志	国土交通省住宅局建築指導課　建築物防災対策室長
	髙木　直人	国土交通省住宅局建築指導課　企画専門官
	野原　邦治	国土交通省住宅局建築指導課　防火課長補佐
	歌代　純平	国土交通省住宅局建築指導課　構造係長
事業主体	河合　誠	(一社)日本 CLT 協会　専務理事
	安東　真吾	(一社)日本 CLT 協会　事務局長
	塩﨑　征男	(一社)日本 CLT 協会　技術部長
	中島　洋	(一社)日本 CLT 協会　事業部長
	松川　隆行	(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
	鴛海　四郎	(公財)日本住宅・木材技術センター　特別研究員
	沖本　千枝	(公財)日本住宅・木材技術センター　研究技術部　技術主任

２）開催実績

開催日時：平成 26 年 11 月 19 日(水)　16:00～18:00

開催場所：林野庁林政部会議室（No.本 731）

（３）CLT 強度データ収集等連絡会議 WG

１）委員名簿

（敬称略、順不同）

委員	塔村真一郎	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域長
	宮武　敦	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域　集成加工担当チーム長
	渋沢　龍也	(独)森林総合研究所　複合材料研究領域　複合化研究室長
	向井　昭義	(独)建築研究所　研究専門役
	中島　史郎	(独)建築研究所　建築生産研究グループ　上席研究員
	萩原　一郎	(独)建築研究所　防火研究グループ長
	安藤　恒次	国土技術政策総合研究所　建築研究部 基準認証システム研究室長
	三宅　辰哉	(株)日本システム設計　代表取締役
	鈴木　圭	木構造振興(株)　主任研究員
協力委員	中川　貴文	国土技術政策総合研究所　住宅研究部　主任研究官
行政	小坂善太郎	林野庁林政部木材産業課　木材製品技術室長
	高畑　啓一	林野庁林政部木材産業課　課長補佐
	加藤　裕二	林野庁林政部木材産業課　調査係長
	西村　紘明	林野庁林政部木材産業課　住宅資材技術係長
	北代　新也	林野庁林政部木材産業課　木材製品調査担当専門職
	石崎　和志	国土交通省住宅局建築指導課　建築物防災対策室長
	髙木　直人	国土交通省住宅局建築指導課　企画専門官
	野原　邦治	国土交通省住宅局建築指導課　防火課長補佐
	歌代　純平	国土交通省住宅局建築指導課　構造係長
事業主体	河合　誠	(一社)日本 CLT 協会　専務理事
	安東　真吾	(一社)日本 CLT 協会　事務局長
	塩﨑　征男	(一社)日本 CLT 協会　技術部長
	中島　洋	(一社)日本 CLT 協会　事業部長
	松川　隆行	(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
	鴛海　四郎	(公財)日本住宅・木材技術センター　特別研究員
	沖本　千枝	(公財)日本住宅・木材技術センター　研究技術部　技術主任

２）開催実績

開催日時：平成 26 年 11 月 5 日(水)　14:00～16:30

開催場所：(公財)日本住宅・木材技術センター　3 階大会議室

第２章　ＣＬＴ施工マニュアルに向けた調査

表 2.1 にこれまでに CLT 建築物の実証事業等により CLT を使って建てられた建築物、計画が進められている建築物の一覧を示す。

２．１では、これらの中から、竣工済み又は着工済みである建築物 8 件を選び、図面調査、ヒアリング調査、又は現地調査により、設計上・施工上の課題とその建築物における対処方法をまとめた。

２．２では、CLT 建築物の設計者・施工者から、経験を踏まえての課題報告及び CLT の普及にむけた提言等を掲載している。

標準的な設計法や技術的基準の整備を待つ現段階において施工実績を積み重ねていくためには、こうした先行事例を示すことが、これから新たに CLT を活用した建築物に取り組む設計者・施工者等の参考となると思われる。

表2.1　CLT建築等一覧

【林野庁支援①】

	北海道		福島県	岡山県	
施工地	北海道北見市	札幌市	福島県湯川村	岡山県真庭市	岡山県真庭市
施主	協同組合オホーツクウッドピア	札幌駅前通まちづくり株式会社	福島県CLT推進協議会	真庭市	真庭木材事業協同組合
設計者	日本システム設計	アトリエオンドー一級事務所	日本システム設計	日本システム設計	日本システム設計
用途	研修施設	仮設店舗（建築基準法第85条第5項に規定する仮設建築物）	集合住宅	集合住宅	集合住宅
工法	CLT工法	CLT工法	CLT工法	CLT工法	CLT工法
延べ床面積（㎡）	143（2階建て）	39（1階建て4棟）	387（2階建て2棟）	281（3階建て）	543（3階建て2棟）
完成予定	H27.3	H27.2（撤去済）	H27.2	H27.3	H27.3
状況					

	高知県			
施工地	高知県南国市	高知県高岡郡四万十町	高知県土佐清水市	高知県土佐町
施主	高知県森林組合連合会	高知県	窪津漁業協同組合	医療法人田井院
設計者	鈴江章宏建築設計事務所 界設計室 〇（エン）建築事務所 東京大学　腰原教授	日本システム設計	建築舎KIT 東京大学　腰原教授	鈴江章宏建築設計事務所
用途	事務所	研修施設	事務所	医療施設
工法	木造軸組＋CLT耐力壁 →建築基準法施行令46条2項ルートで、実験により軸組にCLTを打ち付けた耐力壁の性能を確認し、建築主事判断でCLTを耐力壁として使用。 CLT準耐火構造（外壁・内壁）の大臣認定取得も予定	CLT工法	木造軸組＋CLT耐力壁 →建築基準法施行令46条2項ルートで、実験により軸組にCLTを打ち付けた耐力壁の性能を確認し、建築主事判断でCLTを耐力壁として使用。	木造軸組＋CLT耐力壁 →建築基準法施行令46条2項ルートで、実験により軸組にCLTを打ち付けた耐力壁の性能を確認し、建築主事判断でCLTを耐力壁として使用。
延べ床面積（㎡）	1,210（2階建て）	724（2階建て）	330（2階建て）	未定（2階建て）
完成予定	H28.2	H28.2	H27.12	H27年度中予定
状況				設計中

【林野庁支援②】

	宮城県	群馬県	神奈川県	静岡県
施工地	宮城県多賀城市	群馬県館林市	神奈川県藤沢市	静岡県富士宮市
施主	すてきナイスグループ株式会社	株式会社長谷萬	（くりばやし整骨院）	法政大学　網野禎昭
設計者	（一般）ナイス株式会社一級建築士事務所、（構造設計）木構造建築センター株式会社	株式会社長谷萬、ビルディングランドスケープ一級建築士事務所、技術協力　東京大学　腰原幹雄	一級建築士事務所鍋野友哉アトリエ、福山弘構造デザイン	株式会社平成建設、株式会社宮田構造設計事務所、法政大学　網野禎昭
用途	事務所	既存建築物内に新設された居室（事務室） ※既存のS造工場内に、過半でない模様替えとして、新設した1階建ての居室（事務室）。	診療所併用住宅	住宅
工法	CLT工法（時刻歴応答解析） →主体構造は床・壁ともCLTによる壁式構造で、階段室をRC造とした混構造。一部8m×12mの大空間は中央に集成材の梁を配置。	既存のS造工場内に、過半でない模様替えとして1階建ての居室を新設。 （既存部分）S造 （新設部分）木造軸組＋CLT床・壁・天井	木造軸組＋CLT床 →4号建築物であり壁量計算ルート。CLTは床のみの使用のため構造用合板同等の扱いで建築確認取得している。	木造軸組＋ブレットシュタッペル床・壁 →4号建築物であり壁量計算ルート。 ブレットシュタッペルはマッシヴホルツ（構造用木質面材の総称）の一種として、低質な挽板を小端立てた状態で釘あるいはダボ接合した構造要面材であり、ドイツなどで実績がある。 耐力壁はブレットシュタッペルに合板張りし、ブレットシュタッペルの部分は法令上耐力を0とし、構造用合板の壁倍率（S56建設省告示1100号）を用いて建築確認取得。
延べ床面積（㎡）	356（2階建て）	新設部分：52（1階建て）	108（2階建て）	140（2階建て）
完成予定	H28.3	H27.2	H27.4	H27.3
状況				

【国交省支援】

	「高知おおとよ製材」社員寮	高知県自治会館	ハウステンボス
施工地	高知県長岡郡大豊町	高知県高知市	長崎県佐世保市
施主	高知おおとよ製材	高知県市町村総合事務組合 設計者：(株)細木建築研究所	ハウステンボス（株）
用途	社員寮	事務所	宿泊施設
工法	CLT工法	RC＋木造（一部CLT）	CLT工法
延べ床面積（㎡）	267（3階建て）	3,600（6階建て（1～3SRC、4～6木造））	3,120（2階建て2棟）
完成予定	H26.3竣工	H28．3	H28．3
状況			

【その他】

	ネムの木特別養護老人ホーム	真庭市役所バス停	京都府清水バス停	ロハスデザイン大賞2014
施工地	香川県観音寺市	岡山県真庭市	京都府清水	新宿御苑・代々木公園
施主	社会福祉法人 光志福祉会			株式会社NCN
用途	スロープ材	バス停待合所の壁	バス停待合所の壁	建築基準法第85条第5項に規定する仮設建築物
完成予定	H23竣工	H26竣工	H26竣工	平成26年5月中に仮設建築物として設置された
特徴	5層5プライ	3層4プライ	5層5プライ	CLT工法
状況				

	エネマネハウス2014		陶芸工房YUKI HAYAMA STUDIO	アドリア北出丸カフェ	ゴーリキアイランド新社屋
施工地	東京都江東区		佐賀県武雄市	福島県会津若松市	三重県伊勢市
施主	慶應義塾大学	芝浦工業大学	個人（陶芸家）		ゴーリキアイランド
用途	建築基準法第85条第5項に規定する仮設建築物として建築したものを、現在は恒設建築物として移設済	建築基準法第85条第5項に規定する仮設建築物として建築したものを、現在は恒設建築物として移設済	構造躯体（壁、屋根）	床・屋根（構造躯体KESS工法）	非耐力壁パネル
完成予定	H26竣工	H26竣工	H26.9竣工	H22.9竣工	既に竣工
特徴	CLT工法 5層5プライ 内装にもCLTを活用 湘南藤沢校舎に移設し、木造軸組の恒設建築物に。 CLTは非耐力壁として、軸組に貼り付け。	木造軸組＋CLT耐力壁 3層4プライ 福島県に移設し、木造軸組の恒設建築物に。 CLTは非耐力壁として、軸組に貼り付け。	延べ床面積：455㎡、289㎡（平屋） 構造耐力上主要な部分にCLTを使用 KLH社製品：厚さ95mm、135mm	延べ床面積：406.58㎡（2階建） CLT使用面積：500㎡ KLH社製品　厚95mm（3-sTL，34-27-34）	建築面積：140m^2、鉄骨造 CLT21m^3・40ピース採用 最大寸法2700×6000mm、最大厚300mm
状況					

２．１ 国内に於けるＣＬＴの活用事例調査

（１）調査目的と事例調査リスト

国内に於ける CLT 建築物（建設中含む）について、施工マニュアル作成の参考とするために、建物の概要や接合部仕様、防耐火仕様などの部位別仕様について調査を行った。

表 2.1.1 に事例調査を行った建物のリスト一覧を示す。

表 2.1.1 事例調査リスト一覧表

調査番号	物件名	階数 延べ面積	構法など	調査方法
1	高知おおとよ製材 社員寮	３階建て 267.39 ㎡	CLT 壁式構法 時刻歴応答解析（大臣認定）	図面・資料調査 ヒアリング
2	真庭木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅	３階建て 543.12 ㎡	CLT 壁式構法 時刻歴応答解析（大臣認定）	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング
3	真庭市営 CLT 春日住宅	３階建て 281.06 ㎡	CLT 壁式構法 時刻歴応答解析（大臣認定）	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング
4	湯川村 CLT 共同住宅	２階建て 387.157 ㎡	CLT 壁式構法 時刻歴応答解析（大臣認定）	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング
5	オホーツクウッドピア CLT セミナーハウス	２階建て 143.5 ㎡	CLT 壁式構法 時刻歴応答解析（大臣認定）	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング
6	くりばやし整骨院	２階建て 107.5 ㎡	軸組構法（壁構造系） 許容応力度計算	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング
7	陶芸工房 YUKI HAYAMA STUDIO	平屋 735.01 ㎡ （２棟）	CLT 壁式構法（4 号建築物） （壁量計算、鉛直部材は許容応力度計算）	図面・資料調査 ヒアリング
8	北出丸アドリアカフェ	２階建て 406.58 ㎡	軸組構法（軸構造系） 許容応力度等計算 （令 46 条第 2 項ルート）	現地調査 図面・資料調査 ヒアリング

各事例調査の結果は、別紙の事例調査シート 1～事例調査シート 8 参照。

（２）調査結果

１）　CLT 使用数量と建築コスト

各調査建物について CLT 使用数量と建築工事費（3　調査事例）について調査を行った。

① CLT 使用数量

各調査建物に於ける CLT 使用数量、延べ面積の単位面積当たりの CLT 単位使用量、及び階段などの鉄骨構造部分を除き、延べ面積に算入されないバルコニー部分を含んだ CLT 構造部分の単位面積当たりの単位使用量を求め、表 2.1.2 に示す。

表 2.1.2 より CLT 構造部分の単位面積当たりの単位使用量は、時刻歴応答解析を行った建物が 0.417 ㎥/㎡～0.497 ㎥/㎡で、4 号建築物の HAYAMA STUDIO PROJECT の 0.211 ㎥/㎡に比較して 2 倍以上使用している。2 階建てのオホーツクウッドピア CLT セミナーハウスは、計画段階では壁パネルが 3 層 3 プライ（90 ㎜）、床パネルが 5 層 5 プライ（150 ㎜）仕様であったが、設計・製作段階で各々5 層 5 プライ（150 ㎜）、床パネルが 7 層 7 プライ（210 ㎜）に変更されたことも影響している。

表 2.1.2 CLT の使用数量と面積当たりの単位使用量

	使用部位	CLT使用数量	延床面積当たりの使用量		CLT構造部分面積当たりの使用量	
			延べ面積	単位使用量	CLT構造部分	単位使用量
		（㎥）	（㎡）	（㎥/㎡）	（㎡）	（㎥/㎡）
高知おおとよ製材社員寮	壁、床、屋根野地	119.55	267.39	0.447	282.00	0.424
真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅	壁、床、屋根野地	220.25	543.12	0.406	528.00	0.417
真庭市営CLT春日住宅	壁、床、屋根野地	110.12	281.06	0.392	264.00	0.417
湯川村CLT共同住宅	壁、床、屋根野地	183.96	387.16	0.475	400.00	0.460
オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	壁、床、屋根野地	71.34	143.50	0.497	143.50	0.497
くりばやし整骨院	床（一部）	7.19	107.50	0.067	47.90	0.150
HAYAMA STUDIO PROJECT	壁、屋根野地	155.00	735.01	0.211	735.01	0.211
北出丸アドリアカフェ	床、屋根野地	47.57	406.58	0.117	406.58	0.117

参考のため、建物当たりに使用する CLT 使用数量について、今回調査した建物とヨーロッパにおける施工例について比較する。表 2.1.3 はヨーロッパにおける CLT 建物の施工事例について CLT 単位使用量と建築コストを纏めたもので、木造高層共同住宅である MURRAY GROVE（9 階建 CLT8 層：英国）と LIMNOLOGEN（8 階建：スウェーデン）の CLT 構造部分の面積当たりの単位使用量は 0.405 ㎥/㎡と 0.448 ㎥/㎡である。建物の規模や設計条件など異なることから事例調査物件と単純に比較することはできないが、低層建築物の単位使用量としては多い数量であると言える。

表 2.1.3 欧州の事例 [1)]

物件名	延べ面積 (ft^2) (㎡)	CLT使用数量 (㎥)	CLT構造部分の単位使用量		建設コスト	
			(ft^3/ft^2)	(㎥/㎡)	建設費	単位価格 (千円/㎡)
MURRAY GROVE 英国/2008	25,307 2,352	950	1.33	0.405	£3,365,000	258,000
LIMNOLOGEN ｽｳｪｰﾃﾞﾝ/2008	115,000 10,680	4,800	1.47	0.448	320M SEK	434,500
NORWICH OPEN ACADEMY 英国/2010	102,000 9,480	3,600	1.25	0.381	£21,000,000	405,400

注） レートは1ｽｴｰﾃﾞﾝｸﾛｰﾅ=14.5円、1ﾎﾟﾝﾄﾞ=180円

次に、CLT パネルのコストに影響するマザーボート（親板）からのパネル加工歩留まりを表 2.1.4 に示す。パネル加工歩留まりは、軸ボルトで地組する施工法の建物では 86.3%～89.5%であるが、開口部をくり抜く大判のパネルを使用するオホーツクウッドピア CLT セミナーハウスでは 76.8%であった。オホーツクウッドピア CLT セミナーハウスの加工歩留まりが低かった理由として、CLT を製造した銘建工業（株）の製造長さが 4m もしくは 6m に限定されていることも歩留まりを大きく下げた原因と考えられる。

表 2.1.4 CLT パネルの加工歩留まり

	ﾏｻﾞｰﾎﾞｰﾄﾞ数量 (㎥)	パネル数量 (㎥)	パネル歩留 (%)	パネルの仕様等
高知おおとよ製材社員寮	138.53	119.55	86.3%	壁パネル地組 (軸ボルト接合)
真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅	246.22	220.25	89.5%	壁パネル地組 (軸ボルト接合)
真庭市営CLT春日住宅	123.11	110.12	89.5%	壁パネル地組 (軸ボルト接合)
オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	92.84	71.34	76.8%	開口部くり抜き 壁パネル

② 建築コスト

ヒアリングの出来た、高知おおとよ製材社員寮、真庭木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅及びオホーツクウッドプラザ CLT セミナーハウスについて建築工事費を算出した。

表 2.1.5 と表 2.1.6 に示す通り、直接工事費は 280 千円/㎡～372 千円/㎡、建築主体工事費は 219 千円/㎡～299 千円/㎡である。建築主体工事費の内訳では、木工事費の割合が多く 49.8%～54.1%であった。

なお、真庭木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅及びオホーツクウッドプラザ CLT セミナーハウスの建築工事費については、ヒアリング時点（真庭木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅は平成 27 年 1 月 13 日、オホーツクウッドプラザ CLT セミナーハウスは平成 27 年 2 月 25 日）のものである。

1) Cross Laminated Timber : a Primer 2010 FPInnovations

表 2.1.5　建築工事費その①

					おおとよ製材社員寮		真庭木材事業協同組合CLT勝山共同住宅		オホーツクウッドピウCLTセミナーハウス	
	名　　称	品 種	数 量	単位	金　　額	備　考	金　　額	備　考	金　　額	備　考
A	共通仮設費		1.0	式	1,341,000		3,400,000			
B	建築主体工事		1.0	式	58,637,010	219,000 円/㎡	162,182,950	299,000 円/㎡	39,960,000	278,000 円/㎡
C	電気設備工事		1.0	式	3,788,170		14,300,000		972,000	LED照明工事
D	機械設備工事		1.0	式	7,764,060		11,070,000		1,188,000	設備工事
E	外構工事		1.0	式	979,760		5,730,000			
F	解体撤去工事		1.0	式	230,000					
	（直接工事費）				72,740,000		196,682,950		42,120,000	
	諸経費				2,075,000		5,306,600			
	合　　計				74,815,000	280,000 円/㎡	201,989,550	372,000 円/㎡	42,120,000	294,000 円/㎡

備考はのべ床面積当たりの工事費

表 2.1.6　建築工事費その②

					おおとよ製材社員寮		真庭木材事業協同組合CLT勝山共同住宅		オホーツクウッドピウCLTセミナーハウス	
	名　　称	品 種	数 量	単位	金　　額	備　考	金　　額	備　考	金　　額	備　考
B	建築主体工事									
1	直接仮股工事		1.0	式	1,245,000		2,600,000		1,188,000	
2	土工事		1.0	式	870,050		1,660,000		1,836,000	
3	コンクリート工事		1.0	式	1,633,788		4,400,000		2,700,000	
4	型枠工事		1.0	式	923,334		3,630,000		864,000	
5	鉄筋工事		1.0	式	1,802,726		3,300,000		972,000	
6	鉄骨工事		1.0	式	771,936		8,450,000			
7	組積工事		1.0	式	182,400					
8	防水工事		1.0	式	602,362		1,433,400			
9	タイル工事		1.0	式	95,298					
10	木工事		1.0	式	29,191,544	木工事費割合 49.8%	86,709,550	木工事費割合 53.5%	21,600,000	木工事費割合 54.1%
11	屋根及び樋工事		1.0	式	1,000,634		10,890,000		2,700,000	
12	金属工事		1.0	式	762,455		10,500,000			
13	左官工事		1.0	式	897,277		1,500,000			
14	金属製建具工事		1.0	式	2,006,980		4,890,000			
15	木製建具工事		1.0	式	678,710		4,000,000		3,240,000	木製サッシ 木製建具工事
16	ガラス工事		1.0	式	607,999					
17	塗装工事		1.0	式	217,783		700,000		1,080,000	
18	内外装工事		1.0	式	11,848,904		13,260,000		2,916,000	外断熱工事含む
19	雑工事		1.0	.式	3,297,830		4,260,000		864,000	
	計				58,637,010		162,182,950		39,960,000	

（３）各部仕様の概要

１）CLT パネルの接合仕様

調査建物の接合仕様を表 2.1.7 に示す。

表 2.1.7　調査建物の接合仕様

物件名	工法	CLT使用部位	CLT接合仕様
高知おおとよ製材社員寮	CLT壁式構法（小幅パネル）	壁、床、屋根野地	壁パネル脚部・頭部引張：引きボルト接合 壁パネル脚部・頭部せん断：鋼板ビス打ち接合 まぐさパネル端引張：引きボルト接合 まぐさパネル端せん断：鋼板ビス打ち接合 床・屋根パネル間引張：鋼板ビス打ち接合 床・屋根パネル間せん断：合板スプライン
真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅			
真庭市営CLT春日住宅			
湯川村CLT共同住宅			
オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	CLT壁式構法 （鉛直：大型パネル・小幅パネル 水平：小幅パネル）	壁、床、屋根野地	壁パネル脚部・頭部引張：U形引張金物（鋼板ビス打ち接合＋ボルト） 壁パネル脚部・頭部せん断：U形せん断金物（鋼板ビス打ち接合） 床・屋根パネル間引張：鋼板ビス打ち接合 床・屋根パネル間せん断：合板スプライン
くりばやし整骨院	木造軸組構法	床（一部）	パネル間：全ねじスクリュー45度斜め打ち、合板添え板ビス留め 軸組ーパネル接合：ビス打ち
HAYAMA STUDIO PROJECT	木造軸組構法＋CLT壁式構法	壁、屋根野地	壁パネル脚部－基礎接合：ホームコネクター 壁パネルー屋根パネル接合：ビス打ち（ドイツ製）

CLT 壁式構法の高知おおとよ製材社員寮から湯川村 CLT 共同住宅までのパネル接合仕様は、引きボルト接合＋プレート金物（ビス留め）、CLT セミナーハウス（OWP）は U 形引張金物+U 形せん断金物＋プレート金物（ビス留め）の 2 種類に分類される。 時刻歴応答解析を行っている CLT 壁式構法の建物は、接合金物も大きく留め付けるビス本数も多く、ボルトは高力ボルトが使用されている。

CLT パネルを建物の一部に使用しているくりばやし整骨院はビス留め、輸入 CLT パネルを使用している HAYAMA STUDIO は、パネル接合部にボルトや接合金物は使用せず、全てビス（ドイツ製）留めの接合仕様である。

２）防火被覆仕様

調査建物の地域・地区と部位別の防火仕様を表 2.1.8 に示す。

表 2.1.8 調査建物の地域地区と部位別防火仕様

	地域･地区	特殊建築物の要件	屋根	外壁	間仕切壁(界壁)	床
高知おおとよ製材 社員寮	指定なし	木三共 (1時間準耐火構造)	不燃材料	1時間準耐火構造 (告示1380号)	1時間準耐火構造 (告示1380号)	1時間準耐火構造 (告示1380号)
真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅	法22条区域	木三共 (1時間準耐火構造)	不燃材料	1時間準耐火構造 (告示1380号)	－	1時間準耐火構造 (告示1380号)
真庭市営CLT春日住宅	法22条区域	木三共 (1時間準耐火構造)	不燃材料	1時間準耐火構造 (告示1380号)	－	1時間準耐火構造 (告示1380号)
湯川村CLT共同住宅	法22条区域	－	不燃材料	防火構造	－	－
(協)ＯＷＰ CLTセミナーハウス	法22条区域	－	飛び火認定	－	－	－
くりばやし整骨院	準防火地域	－	不燃材料	防火構造	－	－
HAYAMA STUDIO PROJECT	指定なし 都市計画区域外	－	－	－	－	－

調査建物各部の被覆仕様について、表 2.1.9 に外壁、表 2.1.10 に界床（床衝撃音対策）、表 2.1.11 に屋根の仕様を示す。

1 時間準耐火構造については、各部の被覆仕様はいずれも告示の例示仕様によるもので、外壁の仕様は室外側が硬質木片セメント板を被覆した上にモルタルなどの仕上げを行い、室内側は石膏ボード重ね貼り仕様である。告示の例示仕様は、軸組など対象としており断熱材は軸組内部に施工されるが、CLT 建築物では外壁の断熱材施工は外断熱もしくは内断

熱とする必要があり、例えば、おおとよ製材社員寮では CLT パネル室内側に防火被覆として石膏ボード重ね貼りした上に断熱材を施工し、更に仕上げとして石膏ボードが重ね貼りされている。CLT 建物の場合、断熱材と防火被覆材の施工手順など整理する必要がある。

床の防火被覆は告示の例示仕様であるが、床衝撃音対策としておおとよ製材社員寮では床上側にモルタル層（厚 52.5 mm）施工、CLT 勝山住宅などは浮き床工法と置き床工法を採用しているが、OWP セミナーハウスでは床上、天井側共に CLT 現しで CLT パネルの遮音性能が確認できる。各仕様の床衝撃音を測定することにより標準的な CLT 床工法の検討も可能となる。

表 2.1.9 外壁の被覆仕様一覧

高知おおとよ製材社員寮		真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅		真庭市営CLT春日住宅	
ﾗｽﾓﾙﾀﾙ 通気層（縦胴縁） 硬質木片ｾﾒﾝﾄ板 横胴縁	t=20 t=18 	金属ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ 通気胴縁 硬質木片ｾﾒﾝﾄ板 合板　不陸調整	t=15 18×45 t=18 幅=100	窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ 通気胴縁 硬質木片ｾﾒﾝﾄ板 合板　不陸調整	t=16 18×45 t=18 幅=100
CLT	t=150	CLT	t=150	CLT	t=150
横胴縁 GB-R GW 16K GB-R	 t=12.5×2 t=50 t=12.5	GB-R GW 16K（LGS下地） GB-R	t=12.5×2 t=50 t=12.5	GW 16K（LGS下地） GB-R	t=50 t=12.5×2
1時間準耐火建築物		1時間準耐火建築物		1時間準耐火建築物	

湯川村CLT共同住宅				協同組合オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	
Ａ棟		Ｂ棟			
窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ 通気胴縁 ﾛｯｸｳｰﾙﾎﾞｰﾄﾞ	t=16 18×45 t=100	窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ 通気胴縁	t=16 18×45	ｱｸﾘﾙ樹脂仕上げ ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ	 t=100
CLT	t=150	CLT	t=150	CLT	t=150
LGS壁下地 GB-R	 t=12.5	木軸下地（自立） ｾﾙﾛｰｽﾌｧｲﾊﾞｰ 60k GB-R	W=90 t=100 t=12.5	CLT現し	
22条区域 延焼のおそれある部分		22条区域 延焼のおそれある部分		22条区域：延焼のおそれある部分なし	

表 2.1.10 床の仕様一覧（床衝撃音対策）

真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅				真庭市営CLT春日住宅			
２階床（浮き床工法）		３階床（置き床工法）		２階床（浮き床工法）		３階床（置き床工法）	
		ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15			ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15
ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15	耐水合板	t=12	ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15	耐水合板	t=12
耐水合板	t=12	ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12	耐水合板	t=12	ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12
ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12	DANﾕｶLSﾊﾟﾈﾙ	t=20	ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12	DANﾕｶLSﾊﾟﾈﾙ	t=20
ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽN	t=40	DANﾕｶEｳｰﾙ	t=25×二重	ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽN	t=40	DANﾕｶEｳｰﾙ	t=25×二重
ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ	t=45	耐水合板	t=5.5	ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ	t=45	耐水合板	t=5.5
GB-R	t=12.5	GB-R	t=12.5	GB-R	t=12.5	GB-R	t=12.5
構造用合板	t=12	構造用合板	t=12	構造用合板	t=12	構造用合板	t=12
耐水合板	t=5.5	耐水合板	t=5.5	耐水合板	t=5.5	耐水合板	t=5.5
CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=180
GB-F	t=12.5×2	GB-F	t=12.5×2	GB-F	t=12.5×2	GB-F	t=12.5×2
防振ﾊﾝｶﾞｰ		防振ﾊﾝｶﾞｰ		防振ﾊﾝｶﾞｰ		防振ﾊﾝｶﾞｰ	
GW 16K（LGS下地）	t=50	GW 16K（LGS下地）	t=50	GW 16K（LGS下地）	t=50	GW 16K（LGS下地）	t=50
GB-R	t=12.5×2	GB-R	t=12.5×2	GB-R	t=12.5×2	GB-R	t=12.5×2
1時間準耐火建築物		1時間準耐火建築物		1時間準耐火建築物		1時間準耐火建築物	

高知おおとよ製材社員寮		湯川村CLT共同住宅				協同組合オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	
		Ａ棟（置き床工法）		Ｂ棟（浮き床工法）			
		ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15	ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15		
		耐水合板	t=12	耐水合板	t=12		
ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ	t=15	ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12	ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ	t=12		
耐水合板	t=12	DANﾕｶLSﾊﾟﾈﾙ	t=20	耐水合板	t=12		
モルタル金鏝	t=52.5	DANﾕｶEｳｰﾙ	t=25×二重	ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽN	t=40		
GWﾎﾞｰﾄﾞ 64K	t=50	遮音ﾏｯﾄ	t=5.5	ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ	t=70		
GB-R	t=12.5×2	耐水合板	t=5.5	耐水合板 不陸調整用	t=5.5	CLT現し	
CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=210
合板捨貼り	t=9	防振ﾊﾝｶﾞｰ		防振ﾊﾝｶﾞｰ		CLT現し	
GB-R	t=12.5×2	GW 16K	t=50	ｾﾙﾛｰｽﾌｧｲﾊﾞｰ 60k	t=60		
LGS天井下地		GB-R（木天井下地）	t=12.5×2	GB-R（木天井下地）	t=12.5×2		
GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5						
1時間準耐火建築物		－		－		－	

表 2.1.11 屋根の被覆仕様一覧

高知おおとよ製材社員寮		真庭木材事業協同組合 CLT勝山共同住宅		真庭市営CLT春日住宅	
		ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板ﾀﾃﾊｾﾞ葺き	t=0.4	ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板ﾀﾃﾊｾﾞ葺き	t=0.4
ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板ﾀﾃﾊｾﾞ葺き	t=0.4	ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ	22kg	ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ	22kg
ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ	22kg	構造用合板	t=12	構造用合板	t=12
硬質木片セメント板	t=18	たるき	60×60	たるき	60×60
たるき	60×60	調整用母屋	21×90	調整用母屋	21×90
CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=180
GB-F	t=12.5	GB-F	t=12.5	GB-F	t=12.5
LGS天井下地		LGS天井下地		LGS天井下地	
GWﾎﾞｰﾄﾞ 16K	t=150	GWﾎﾞｰﾄﾞ 16K	t=150	GWﾎﾞｰﾄﾞ 16K	t=150
GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5	GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5	GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5
1時間準耐火建築物（屋根不燃）		1時間準耐火建築物（屋根不燃）		1時間準耐火建築物（屋根不燃）	

湯川村CLT共同住宅				協同組合オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス	
Ａ棟		Ｂ棟			
ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板ﾀﾃﾊｾﾞ葺き	t=0.4	ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板ﾀﾃﾊｾﾞ葺き	t=0.4	ｱｸﾘﾙｳﾚﾀﾝ系樹脂塗装	
ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ	22kg	ｱｽﾌｧﾙﾄﾙｰﾌｨﾝｸﾞ	22kg	防水シート	
構造用合板	t=12	構造用合板	t=12	硬質ｳﾚﾀﾝﾌｫｰﾑ	t=12
たるき	60×60	たるき	60×60	構造用合板	t=12×2
ﾈﾏﾌｫｰﾑ	t=80(40x2)	母屋	90×90	たるき	45×75
CLT	t=180	CLT	t=180	CLT	t=210
木天井下地		木天井下地		CLT現し	
GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5	ｾﾙﾛｰｽﾌｧｲﾊﾞｰ 60k	t=180		
		GB-R ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ	t=9.5		
22条区域（屋根不燃）		22条区域（屋根不燃）		22条区域（飛び火認定）	

（４）施工上の課題

施工上の課題についてヒアリングなどにより調査した。主な課題は次の通り。

①引きボルト接合のパネル脚部アンカーボルトの施工精度を確保することが難しい。アンカーボルトの短いＵ形せん断金物もボルト本数が６本で施工精度の管理が難しい。

②引きボルト接合による構法では、地組スペースが必要となり、施工現場が制約される。

③プレート金物やスプライン接合部のビス本数が多く、施工に労力や時間がかかる。

④L 形接合金物では上向きのビス留め施工が必要となり、施工が面倒である。

⑤開口部などを含む大判パネルによる施工では、地組スペースは必要ないメリットはあるが、建て方終了時に壁長さが延びるおそれが有り、建て方順序やパネル間の施工誤差吸収（マイナス側の管理）について検討する必要がある。

⑥接合金物やビス本数が多い。接合金物は全て製作金物であり、市販の木造用接合金物を使用する欧州に比べ、納期やコストに問題がある。図 2.1.1 にヨーロッパにおける標準的な接合金物とビスの例を示したが、ブラケット金物は一般木造用に販売されている金物で CLT パネルの接合でも利用されている。

以上の通り、今回の事例調査では CLT 建物の施工に関する課題は、ほとんどが接合に関する項目であった。

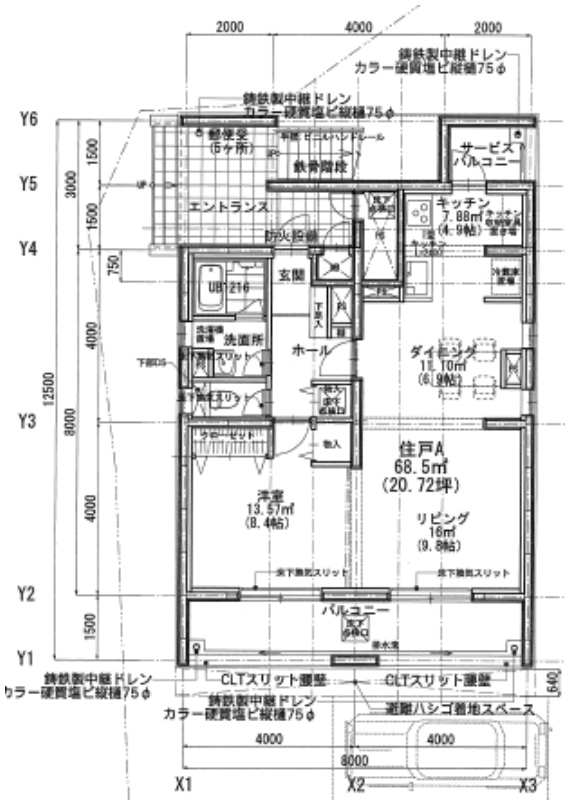
図 2.1.1 ヨーロッパにおける施工金物の例（KLH 社技術資料[2]より）

2）KLH 社技術資料「ASSEMBLY & INSTLLATION」

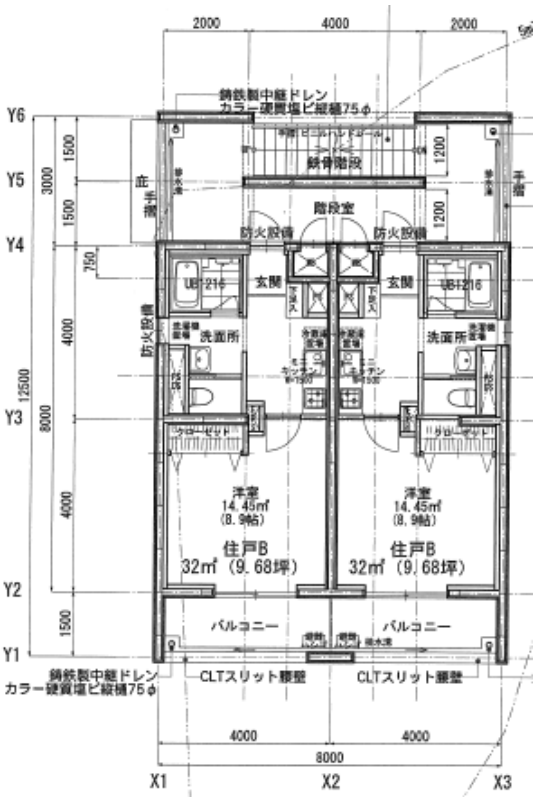
事例調査シート 1

物件名			高知おおとよ製材社員寮
建築物の概要	用途		共同住宅
	建設地		高知県長岡郡大豊町川口字川口南1103-2
	構造・工法		木造（CLT構法）
	階数		3
	高さ（m）		9.95
	軒高（m）		9.825
	敷地面積（m2）		481.076
	建築面積（m2）		100.00
	延べ面積（m2）		267.39
	階別面積	1階	89.695
		2階	89.695
		3階	88.00
	CLT採用部位		壁、床、屋根野地
CLTの仕様	CLT使用量		119.5533m3　　製造（ﾏｻﾞｰﾎﾞｰﾄﾞ）138.528m3
	壁パネル	寸法	t＝150　幅1m程度　6m以下
		ラミナ構成	5層5ﾌﾟﾗｲ
		強度区分	最外層5.1～7.9GPa、中間・内層3.0～6.5GPa　（Mx60A相当）
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	t＝180　幅1m程度　6m以下
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層5.1～7.9GPa、中間・内層3.0～6.5GPa
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	t＝180　幅1m程度　6m以下
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層5.1～7.9GPa、中間・内層3.0～6.5GPa
		樹種	スギ
	主な外部仕上	屋根	ｶﾞﾙﾊﾞﾘｳﾑ鋼板（t=0.4）立てﾊｾﾞ葺き
仕上		外壁	ラスモルタル（厚17）＋硬質木片セメント板（厚18）下地
		開口部	アルミサッシ（ペアガラス）
	主な内部仕上	界壁	（PB12.5×2＋木軸（GW24K50㎜）＋PB12.5×2）両面＋CLT
		間仕切り壁	同上
		床	杉FL15＋耐水合板12＋モルタル金鏝52.5＋防水シート＋GW64k（50）＋PB12.5×2
		天井	CLT+PB12.5×2＋木天井下地＋PB9.5
	構造計算ルート		時刻歴応答解析（性能評価＋大臣認定ルート）
構造	接合方法		引きボルト接合
	最大スパン		4m
	問題点・課題とその解決策		小割パネル中心で地組が必要、引きボルトの為、建方順番発生 準耐火に係る仕様がCLTには無く、PBが2重に必要
	防耐火上の地域区分		その他地域
防耐火	耐火建築物等の要件		無
	問題点・課題とその解決策		木三共の仕様にCLT構造を入れ、準耐火（燃え代）の規定必要
	遮音性確保に関する課題と解決策		床の仕様は空間或いは音床等の採用、吊り具は防振に変更 遮音に付いては床重量衝撃音のレベルがL70で今一つ。
施工	建て方における課題と解決策		大判パネルによる架設と接合方法の再考
	劣化対策		基礎上は防水シートを確実に施工し、防腐防蟻薬剤塗布
	設計期間		6カ月
工程	施工期間		4.5ヵ月
		CLT躯体施工期間	2日＋ダメ2日
	竣工（予定）年月		2014, 03
	発注者		高知おおとよ製材（株）
体制	設計者		（株）日本システム設計
	構造設計者		同上
	施工者		（株）岸之上工務店
	CLT供給者		銘建工業（株）
	ラミナ供給者		嶺北林材（株）
コスト	事業費		¥93,665,450
	補助対象費		¥74,815,000
	補助事業の名称		大豊町定住促進中層木造集合住宅整備モデル事業費補助金

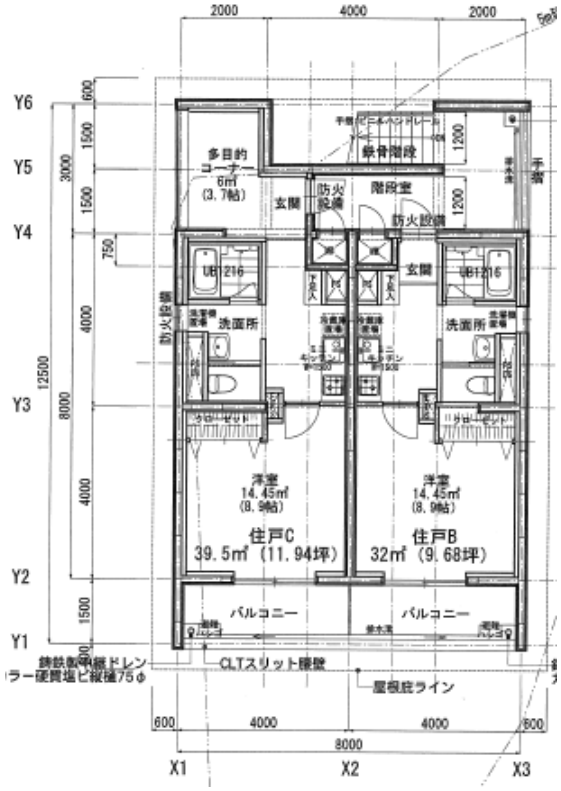
〔高知おおとよ製材社員寮 図面〕



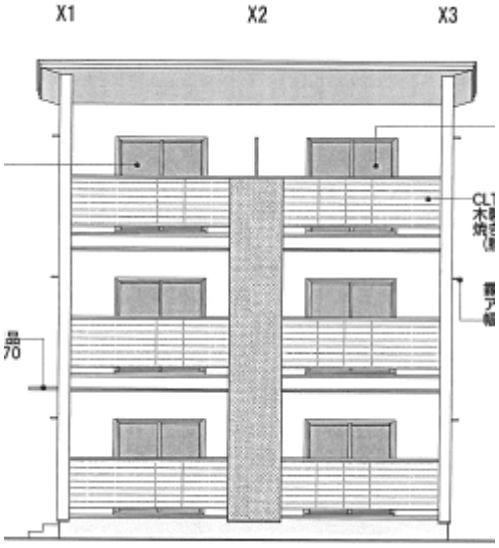
1 階平面図



2 階平面図



3 階平面図

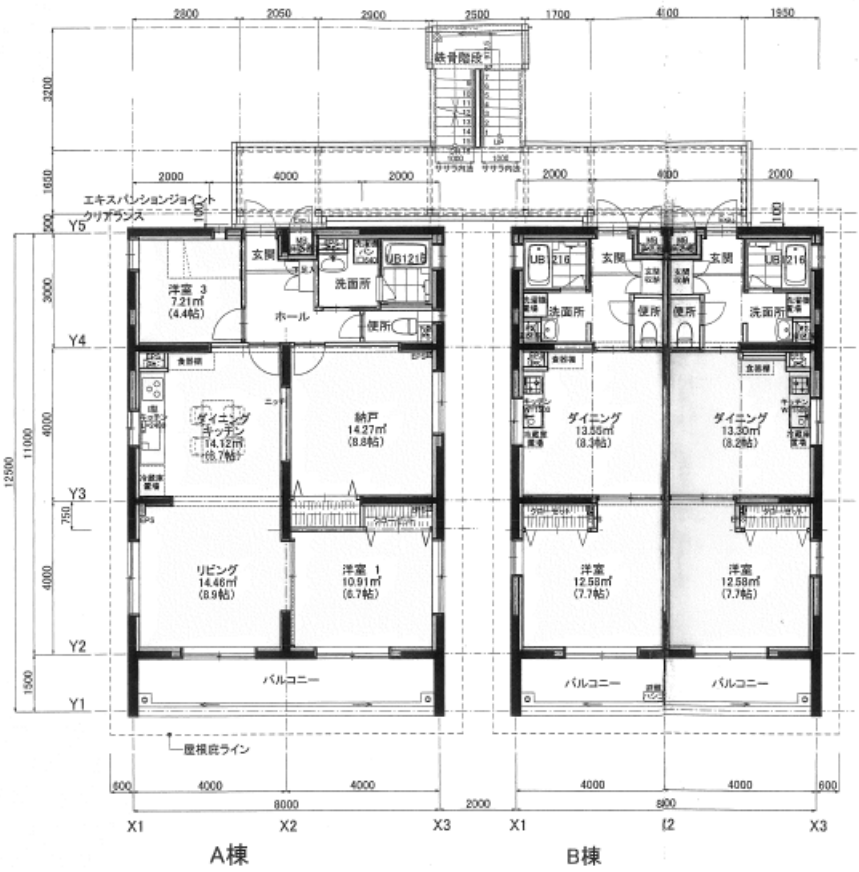


南立面図

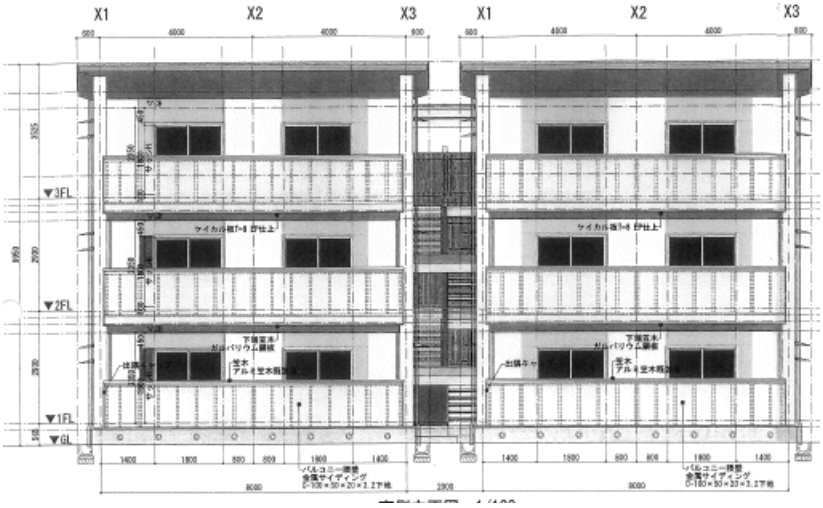
事例調査シート 2

物件名			真庭木材事業協同組合　CLT勝山共同住宅
建築物の概要	用途		共同住宅
	建設地		岡山県真庭市勝山字中州1884-19
	構造・工法		木造（CLT工法）
	階数		3
	高さ（m）		9.95
	軒高（m）		9.825
	敷地面積（m2）		1,360.55
	建築面積（m2）		236.48　　CLT建物部分バルコニー含む：200.00
	延べ面積（m2）		543.12　　CLT建物部分バルコニー含む：528.00
	階別面積	1階	176.00
		2階	176.00
		3階	191.12
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、床、屋根野地
	CLT使用量		220.2472㎥　　製造(ﾏｻﾞｰﾎﾞｰﾄﾞ)246.222㎥
	壁パネル	寸法	厚150㎜
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分（ラミナ区分）	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上　Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
仕上	主な外部仕上	屋根	ｶﾞﾘﾊﾞﾘｳﾑ鋼板立てﾊｾﾞ葺き（t=0.4）
		外壁	硬質木片セメント板下地＋通気胴縁+窯業系サイディンク厚16㎜（通気工法） GW16K(t=50 LGS下地)＋GB-F(t=12.5×2) ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ
		開口部	住宅用アルミサッシ
	主な内部仕上	界壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（GB-F　t=12.5×2）＋GW（24k t=50)両面
		間仕切り壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（GB-F　t=12.5×2）両面
		床	(CLTﾊﾟﾈﾙ)＋構造用合板(t=12)＋GB-R(t=12.5)＋ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾎﾞｰﾄﾞ(t=45)＋ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽN(t=40)＋合板(t=12)＋ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ(t=12)＋ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ(t=15)仕上げ　2F：浮床工法 3Fは置き床工法（DANｽﾍﾟｰｽ工法）
		天井	(CLTﾊﾟﾈﾙ)＋GB-F(t=12.5×2)＋防振ハンガー＋GW16K(t=50LGS下地)＋GB-R(t=12.5×2) ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ
構造	構造計算ルート		時刻歴応答解析
	接合方法		引きﾎﾞﾙﾄ接合
	最大スパン		4m
	問題点・課題とその解決策		大臣認定（時間と費用が必要）　引きボルトアンカー精度が厳しい、引きボルト穴径の見直し
防耐火	防耐火上の地域区分		法22条地域
	耐火建築物等の要件		令第115条の2の2による準耐火構造（1時間）
	問題点・課題とその解決策		CLT下地の防耐火被覆仕様の整理、準耐火CLT構造の開発
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		LH65を最低達成する床仕様を選定
	建て方における課題と解決策		ビス本数を軽減する接合仕様の開発、軸ボルト接合に変わる接合法の開発
	劣化対策		基礎の上に防水シート＋防腐防蟻薬剤塗布　　改善策として防腐土台併用など
工程	設計期間		H26.4～H26.7
	施工期間		H26.11～H27.3末
		CLT躯体施工期間	H26.12.11～14(地組 4日)　12.15～17(建方 3日)　12.18～25（本締め・ビス仕舞い 7日）
	竣工（予定）年月		H27.3（予定）
体制	発注者		真庭木材事業協同組合
	設計者		（株）日本システム設計
	構造設計者		（株）日本システム設計
	施工者		梶岡建設（株）
	CLT供給者		銘建工業（株）
	ラミナ供給者		中国木材（株）
コスト	事業費		197,000千円
	補助対象費		159,900千円
	補助事業の名称		森林整備加速化・林業再生事業

〔真庭木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅 図面〕

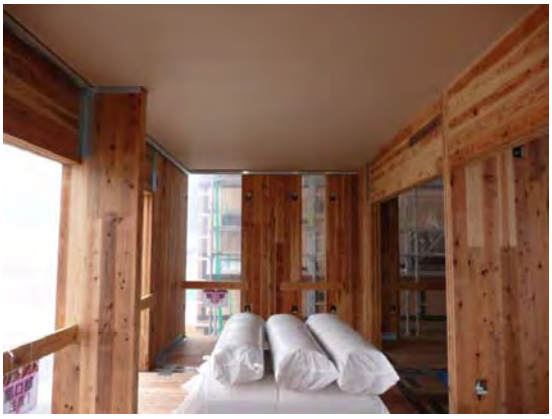
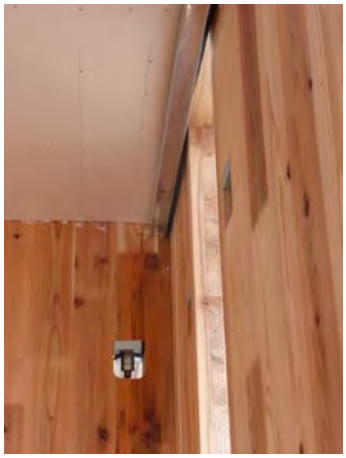


基準階平面図



南立面図

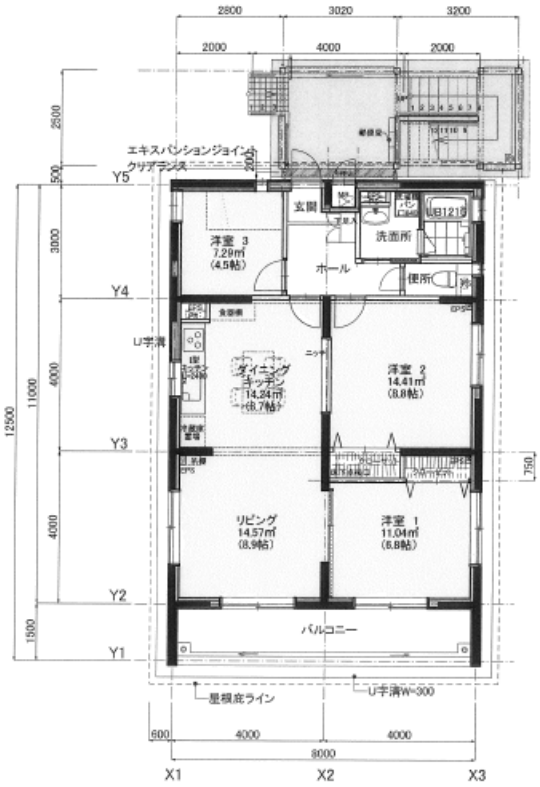
〔調査写真〕

外観	外壁(不陸調整用 5.5 合板)
	
内壁(不陸調整用 5.5 合板)	天井(強化せっこうボード被覆)
	
断熱材施工用 LGS 下地	非耐力壁(軸組下地合板貼り)

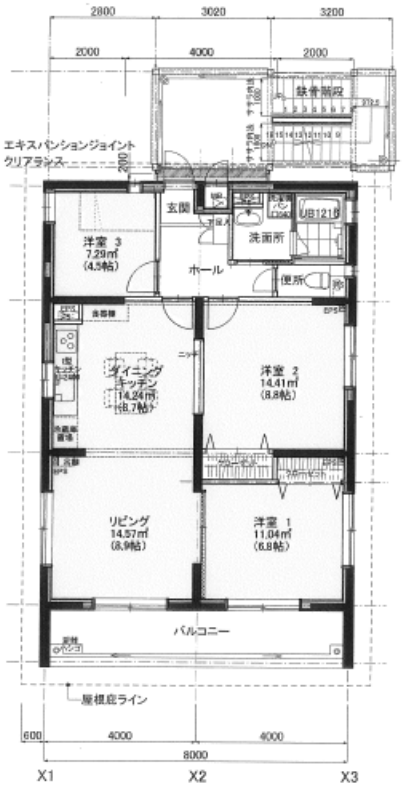
事例調査シート 3

物件名			真庭市営CLT春日住宅
建築物の概要	用途		共同住宅
	建設地		岡山県真庭市月田1997
	構造・工法		木造（CLT構法）
	階数		3
	高さ（m）		9.95
	軒高（m）		9.825
	敷地面積（m2）		757.69
	建築面積（m2）		117.06　　CLT建物部分バルコニー含む：100.00
	延べ面積（m2）		281.06　　CLT建物部分バルコニー含む：264.00
	階別面積	1階	88.00
		2階	88.00
		3階	105.60
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、床、屋根野地
	CLT使用量		110.1236㎥　　製造(ﾏｻﾞｰﾎﾞｰﾄﾞ)123.111㎥
	壁パネル	寸法	厚150㎜
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分（ラミナ区分）	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上　Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
仕上	主な外部仕上	屋根	ｶﾞﾘﾊﾞﾘｳﾑ鋼板立てﾊｾﾞ葺き（t=0.4）
		外壁	硬質木片セメント板下地＋通気胴縁＋金属サイディンク厚15㎜（通気胴縁工法） GB-F(t=12.5×2)＋GW16K(t=50 LGS下地)＋GB-R(t=12.5) ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ
		開口部	住宅用アルミサッシ（複層ガラス）
	主な内部仕上	界壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（PB　t=12.5×2）＋GW（24k t=50)両面
		間仕切り壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（PB　t=12.5×2）両面
		床	(CLTﾊﾟﾈﾙ)＋構造用合板(t=12)＋GB-R(t=12.5)＋ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾎﾞｰﾄﾞ(t=45)＋ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽN(t=40)＋合板(t=12)＋ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ(t=12)＋ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ(t=15)仕上げ　2F：浮床工法 3Fは置き床工法（DANｽﾍﾟｰｽ工法）
		天井	(CLTﾊﾟﾈﾙ)＋GB-F(t=12.5×2)＋防振ハンガー＋GW16K(t=50LGS下地)＋GB-R(t=12.5×2) ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ
構造	構造計算ルート		時刻歴応答解析
	接合方法		引きﾎﾞﾙﾄ接合
	最大スパン		4m
	問題点・課題とその解決策		大臣認定（時間と費用が必要）
防耐火	防耐火上の地域区分		法22条地域
	耐火建築物等の要件		令第115条の2の2による準耐火構造（1時間）
	問題点・課題とその解決策		CLT下地の防耐火被覆仕様の整理
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		LH65を最低達成する床仕様を選定
	建て方における課題と解決策		地組スペースの確保
	劣化対策		基礎の上に防水シート＋防腐防蟻薬剤塗布
工程	設計期間		H26.4～H26.7
	施工期間		H26.11～H27.3末
		CLT躯体施工期間	H26.12.18～20(地組 3日)　12.21～22(建方 2日)　12.23～25（本締め・ビス仕舞い 7日）
	竣工（予定）年月		H27.3（予定）
体制	発注者		真庭市
	設計者		（株）日本システム設計
	構造設計者		（株）日本システム設計
	施工者		三和建設(株)
	CLT供給者		銘建工業（株）
	ラミナ供給者		中国林業（株）
コスト	事業費		116,950千円
	補助対象費		39,683千円
	補助事業の名称		森林整備加速化・林業再生事業

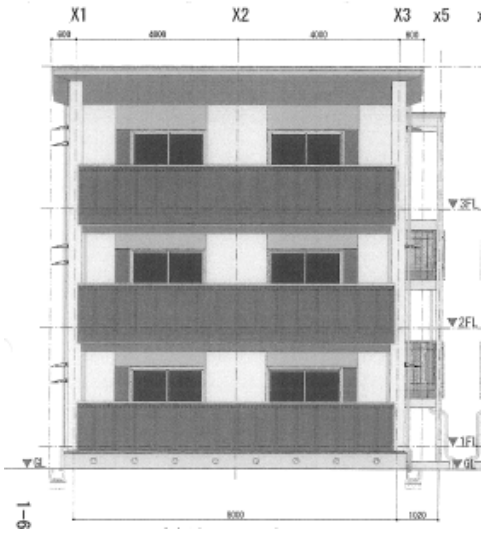
〔真庭市営 CLT 春日住宅 図面〕



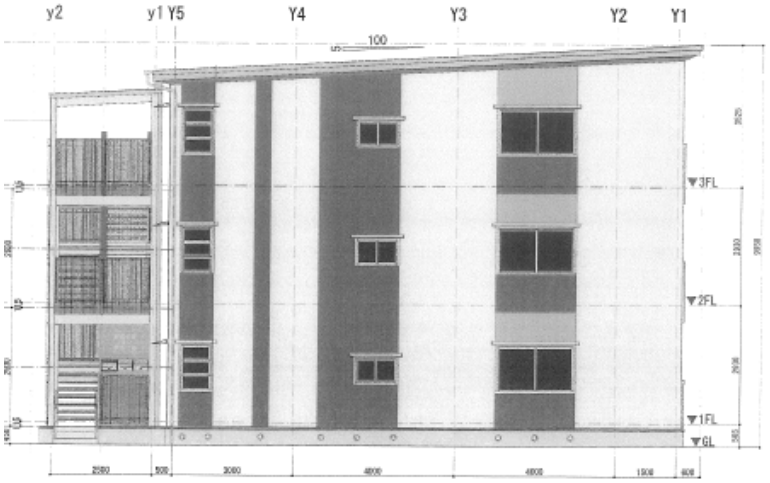
1 階平面図



2、3 階平面図



南立面図



西立面図

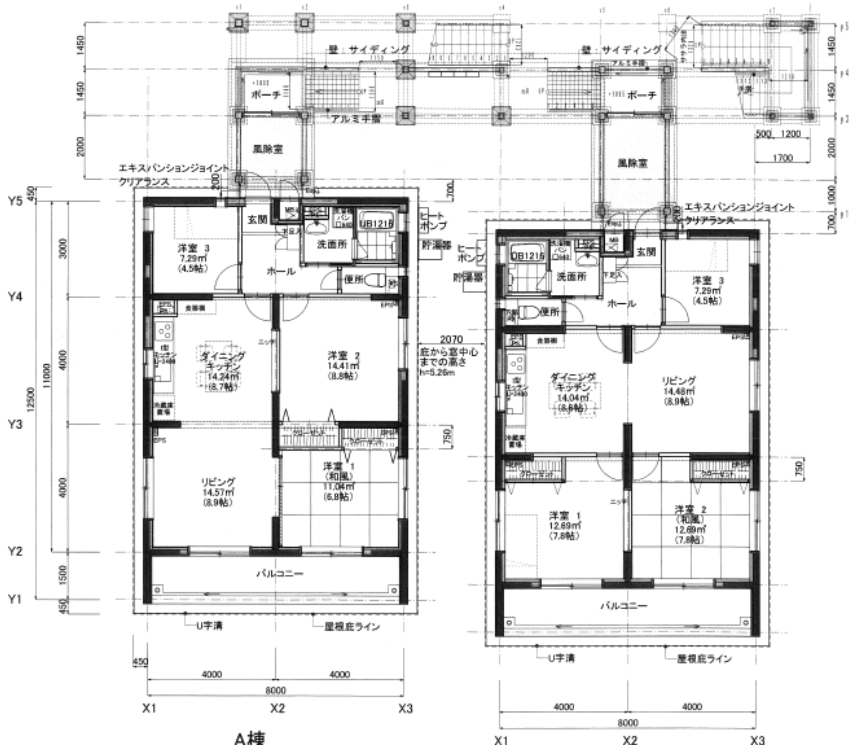
〔調査写真〕

外観	外壁(防湿シート+5.5 合板)
外壁(軸ボルト施工部の防水テープ)	外壁(硬質木片セメント板被覆)
室内(防腐塗装など)	接合金物(まぐさ部分)

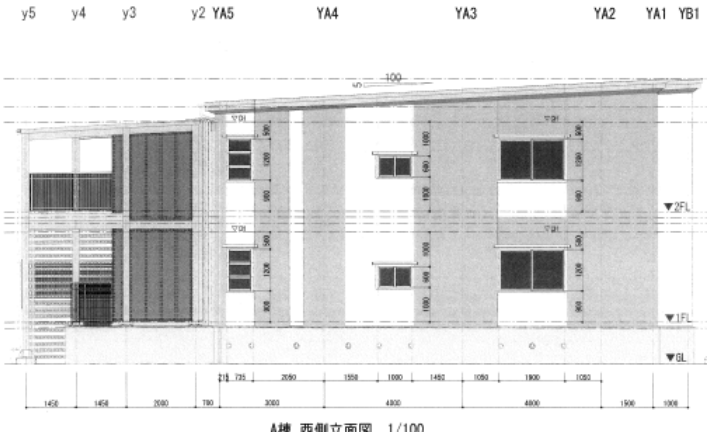
事例調査シート 4

物件名			湯川村CLT共同住宅
建築物の概要	用途		共同住宅
	建設地		福島県河沼郡湯川村美田園1番
	構造・工法		木造（CLT壁式構法）
	階数		2
	高さ（m）		8.25
	軒高（m）		9.825
	敷地面積（m2）		1,667.03
	建築面積（m2）		256.263　　CLT建物部分バルコニー含む：100.00
	延べ面積（m2）		387.157　　CLT建物部分バルコニー含む：200.00
	階別面積	1階	189.12
		2階	198.04
		3階	―
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、床、屋根野地
	CLT使用量		183.96㎥　　ラミナ数量 258.0㎥
	壁パネル	寸法	厚150㎜
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分（ラミナ区分）	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上　Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	厚180㎜
		ラミナ構成	5層6プライ（下面引張側2層繊維方向）　JAS構成の区分外
		強度区分	最外層：E=5.1GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
		樹種	スギ
仕上	主な外部仕上	屋根	フッ素ｶﾞﾘﾊﾞﾘｳﾑ鋼板立てﾊｾﾞ葺き（t=0.4）　屋根不燃
		外壁	硬質木片セメント板下地+窯業系サイディンク横張り厚16㎜（通気胴縁工法） A棟 外断熱　CLTパネル−透湿防水シート−RWボード(t=100)−通気胴縁−サイディング B棟 内断熱　CLTパネル−透湿防水シート−通気胴縁−サイディング
		開口部	住宅用アルミサッシ（複層ガラス）
	主な内部仕上	界壁	―
		間仕切り壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（GB−F　t=12.5×2）両面
		床	フローリング(t=15)+耐水合板(t=12)+ｱｽﾌｧﾙﾄﾏｯﾄ(t=12)+耐水合板(t=12)+ ｵﾄﾕｶﾍﾞｰｽ(t=40)+不陸調整用ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑ(t=70)　浮床工法（B棟）、A棟は置き床工法
		天井	GB(t=12.5 2枚貼り)　防振吊り木+木天井下地　ｾﾙﾛｰｽﾞﾌｧｲﾊﾞｰ(t=60)吹き込み
構造	構造計算ルート		時刻歴応答解析
	接合方法		引きﾎﾞﾙﾄ接合
	最大スパン		4m
	問題点・課題とその解決策		大臣認定が必要
防耐火	防耐火上の地域区分		22条区域
	耐火建築物等の要件		令第115条の2の2による準耐火構造（1時間）
	問題点・課題とその解決策		―
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		LH65を最低達成する床仕様を選定
	建て方における課題と解決策		CLTパネル脚部軸ボルト（アンカーボルト）の施工精度が難しい 現在の接合では地組スペースが必要、軸ボルト接合に変わる接合法の開発が必要
	劣化対策		積雪地の為、基礎を高く設計（GL+1035）
工程	設計期間		H26.4～H26.7
	施工期間		H26.11～H27.3末
		CLT躯体施工期間	―
	竣工（予定）年月		H27.3（予定）
体制	発注者		福島県CLT推進協議会
	設計者		（株）日本システム設計
	構造設計者		（株）日本システム設計
	施工者		会津土建（株）
	CLT供給者		銘建工業（株）
	ラミナ供給者		協和木材（株）
コスト	事業費		248,400千円
	補助対象費		115,000千円
	補助事業の名称		森林整備加速化・林業再生事業

〔湯川村 CLT 共同住宅 図面〕

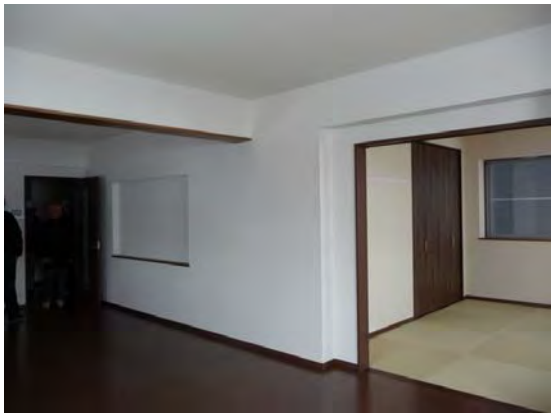


南立面図



西立面図

〔調査写真〕

外観	外観
室内（室内高さ 2,600）	窓枠（室内側は内断熱）
	
室内（リビング・和室）	室内（床衝撃音測定用マイク）

事例調査シート 5

物件名		協同組合オホーツクウッドピア CLTセミナーハウス
建築物の概要	用途	事務所・休憩室
	建設地	北海道北見市留辺蘂町旭東11番地
	構造・工法	木造（CLT壁式構法）
	階数	2
	高さ（m）	9.95
	軒高（m）	9.825
	敷地面積（m2）	21,030.72
	建築面積（m2）	92.10
	延べ面積（m2）	143.50
	階別面積　1階	70.70
	2階	72.80
	3階	―
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床、屋根野地
	CLT使用量	71.3383㎥　製造(親板)92.8407㎥　ラミナ120㎥
	壁パネル　寸法	厚150㎜
	ラミナ構成	5層5プライ
	強度区分（ラミナ区分）	異等級構成（Mx90）　最外層：E=9.0GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
	樹種	カラマツ
	床パネル　寸法	厚210㎜
	ラミナ構成	7層7プライ
	強度区分	異等級構成（Mx90）　最外層：E=9.0GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
	樹種	カラマツ
	屋根パネル　寸法	厚210㎜
	ラミナ構成	7層7プライ
	強度区分	異等級構成（Mx90）　最外層：E=9.0GPa以上、内層：E=3.0GPa以上
	樹種	カラマツ
仕上	主な外部仕上　屋根	飛び火認定シート防水　耐水合板下地（t=9+9）
	外壁	DAN壁 アクリル樹脂仕上げ t=100㎜
	開口部	木製サッシ（パイン材）・外側アルミ形材被覆（Low-E複層ガラス）
	主な内部仕上　界壁	―
	間仕切り壁	CLT現し 塗装仕上げ
	床	CLT現し 塗装仕上げ
	天井	CLT現し 塗装仕上げ　一部カラ松合板（t=9）目透かし張り
構造	構造計算ルート	時刻歴応答解析
	接合方法	U形引張り金物、L形せん断金物
	最大スパン	4.55m
	問題点・課題とその解決策	―
防耐火	防耐火上の地域区分	法22条地域
	耐火建築物等の要件	屋根不燃、延焼のおそれのある部分無し（既存管理棟とは一の建物）
	問題点・課題とその解決策	―
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	床上、天井CLT現し仕上げ　床衝撃音性能の確認が必要
	建て方における課題と解決策	パネル間のクリアランス　パネル加工精度・施工精度 脚部引張り金物接合アンカーボルトの施工精度（アンカーボルト6本の金物カ所）
	劣化対策	防腐処理土台使用（150×120 構造用集成材インサイズ防腐薬剤注入処理）
工程	設計期間	H26.4～H26.9
	施工期間	H26.11～H27.3末
	CLT躯体施工期間	2階床パネルまで1.5日（建方工事4日）
	竣工（予定）年月	H27.3（予定）
体制	発注者	協同組合オホーツクウッドピア
	設計者	（株）日本システム設計
	構造設計者	（株）日本システム設計
	施工者	（株）物林　（CLT建て方工事：三九建設（株））
	CLT供給者	銘建工業（株）　パネル加工：協同組合オホーツクウッドピア
	ラミナ供給者	協同組合オホーツクウッドピア
コスト	事業費	65,400千円　（建築工事費 42,120千円）
	補助対象費	千円
	補助事業の名称	森林整備加速化・林業再生事業

〔施工管理者へのヒアリング結果〕

物件名「協同組合オホーツクウッドピア CLT セミナーハウス」

施工者：物林株式会社

ヒアリング対象者：藤田敬也様（物林（株）建設事業本部）

調査シートの追加資料として、施工管理者へのヒアリング結果を以下に取り纏めた。

１．接合部（接合金物）に関する項目

次のような問題があり、検討する必要がある。

①アンカーボルトの精度、特にアンカーボルト 6 本/箇所必要な U 形せん断金物 US の施工精度が難しかった。(台直しが出来ない)

②スプライン接合部に使用する合板留め付け用のビス本数が多く、かつビス径も太く、長さも長いため、労力や時間がかかる（使用ビス：パネリード PX8-140)。　長さ 4,550 ㎜の床接合部でビス打ちに 15 分～20 分（1 名）程度要した。

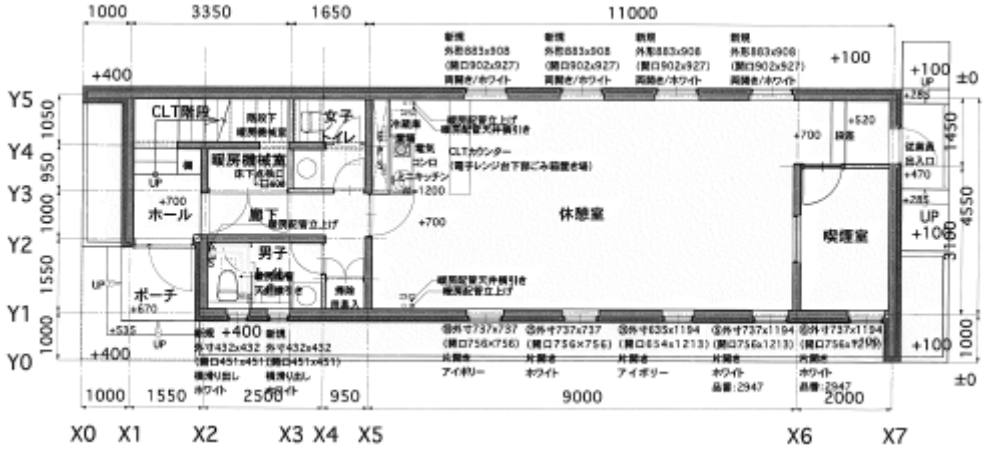
③壁パネル頭部と床パネル接合部の L 型せん断金物（LS 金物）の取付について、床パネルを施工後に上向き作業となるため、労力と時間がかかる。床パネルに前もって金物を先付けする施工法も考えられるが、パネルの組立精度の観点から現状では難しい。

２．その他の意見など

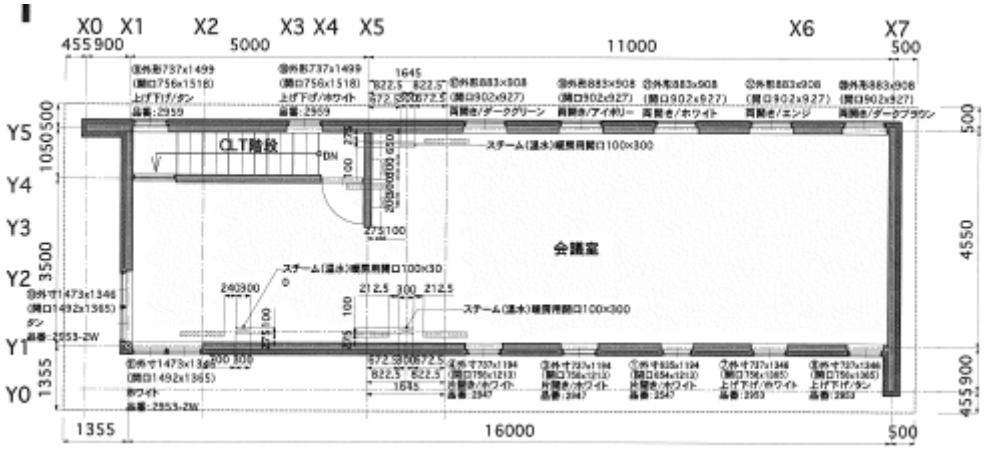
①壁パネル建込順序について、1 階は片側より順に建て込んで行ったため、端部にいって施工誤差が重なり、壁長カット等の対応が必要で苦労した。そのため、2 階壁パネルの施工では、両端部のパネルをコ型に施工した後に耐力壁のみ建て込み、中間部の非構造パネルを最後に施工し、誤差を吸収する施工方法に変更する予定である。

②今回の工法では､内部仕上げは全て CLT 現しの仕様のため､接合金物が非常に目立つが、CLT 現しとするのであれば鉄筋接合などのように接合金物が見えない構法の開発が必要と思う。また、その方が将来的に準耐火構造等の認定取得に有利と思う。

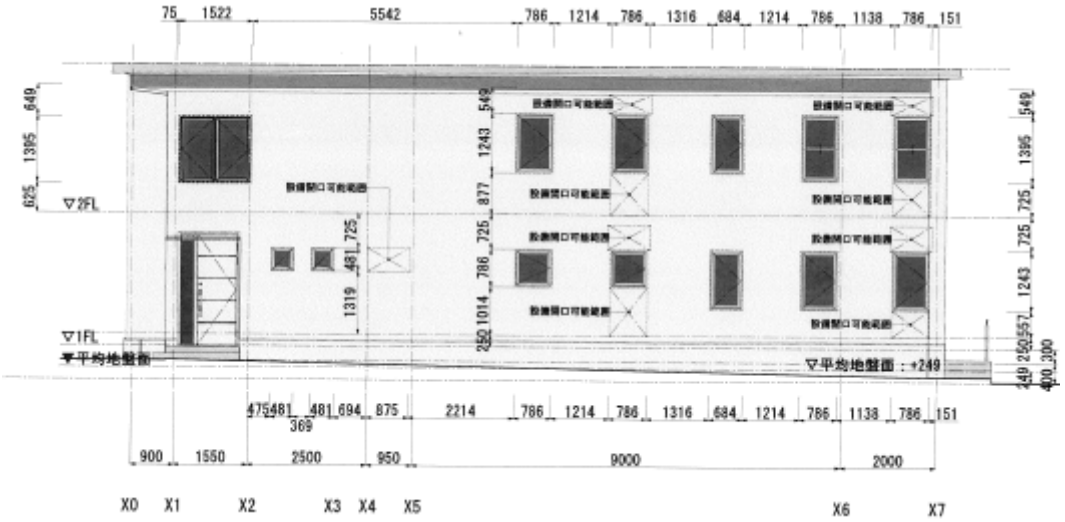
〔協同組合オホーツクウッドピア CLT セミナーハウス 図面〕



1 階平面図



2 階平面図



南立面図

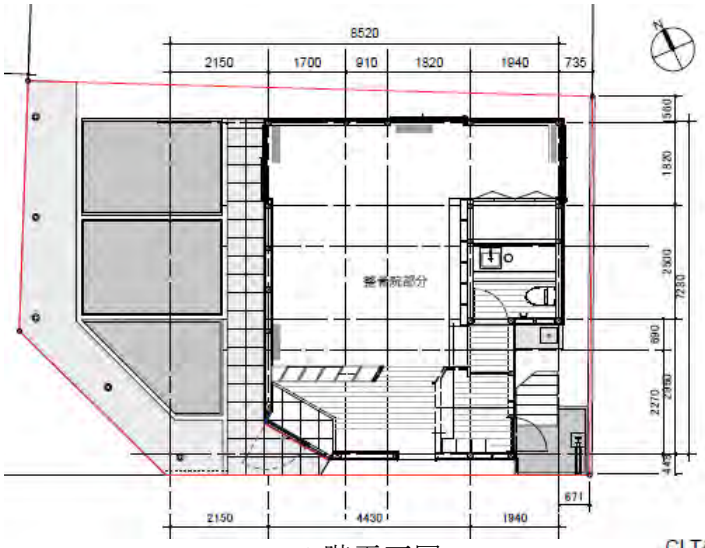
〔調査写真〕

外壁建て込み	1 階壁パネル施工
床パネル吊り込み	床パネル仮置き
合板 spline(ビス留め)	1 階壁-2 階床パネル接合部

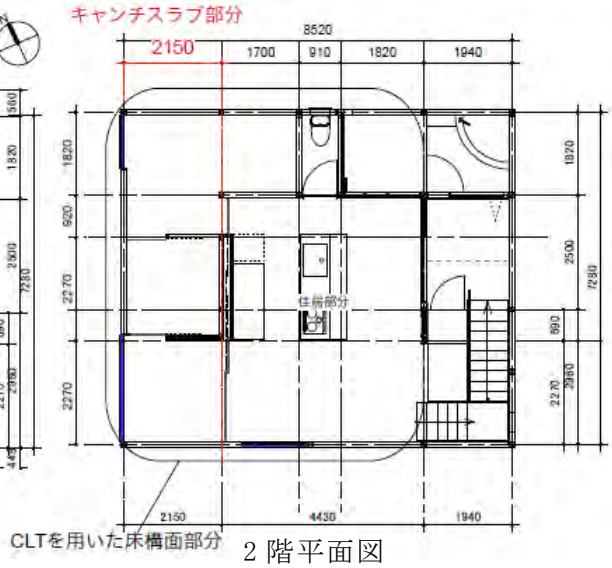
事例調査シート 6

物件名			くりばやし整骨院（栗林邸）新築工事
建築物の概要	用途		併用住宅
	建設地		神奈川県藤沢市
	構造・工法		木造軸組工法
	階数		2
	高さ（m）		6.35
	軒高（m）		6.15
	敷地面積（m2）		100.25
	建築面積（m2）		62.03
	延べ面積（m2）		107.50
	階別面積	1階	43.65
		2階	57.18
		塔屋階	6.67
CLTの仕様	CLT採用部位		2階床（プラットフォーム）
	CLT使用量		7.7679㎥
	壁パネル	寸法	―
		ラミナ構成	―
		強度区分	―
		樹種	―
	床パネル	寸法	幅：2,000㎜、1,780㎜　長さ：5,900㎜、950㎜
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	MX-60A
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	―
		ラミナ構成	―
		強度区分	―
		樹種	―
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板（t=0.3）堅平葺き
		外壁	FMXコテ仕上げ（t=3） ラスモルタル（t=31.5） ブジライトしごきの上EP塗装　ラスモルタル（t=31.5）
		開口部	アルミサッシ（複層ガラス）、スチールサッシ(FIX)、ステンレスドア（1F入り口）
	主な内部仕上	界壁	―
		間仕切り壁	―
		床	パインフローリング（T=15）仕上げ 構造用合板（T=24）下地 、 CLTパネルの上に大引き（90×90@910）、根太（45×45@303）断熱材GW（t=100）
		天井	CLT現しの上木材保護塗料
構造	構造計算ルート		4号建築物
	接合方法		CLTパネル間：ネジ（8×200）45度クロス打ち、添え板（構造用合板t=12、幅150）ネジ留め
	最大スパン		はね出し単純ばり（スパン4.43m、はね出し2.15m）
	問題点・課題とその解決策		CLTパネルの製品長さが5,900㎜のため、交互にパネルの継手を設けた（5,900㎜+950㎜）
防耐火	防耐火上の地域区分		準防火地域
	耐火建築物等の要件		延焼の恐れのある外壁は防火構造
	問題点・課題とその解決策		延焼のおそれのある軒天部分は告示（建告第1358号）による防火構造
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		CLT床パネル上に、大引+根太+厚物合板+パインフローリングの二重床構造
	建て方における課題と解決策		パネル施工時、長さ方向の継手部分は仮留め材を取り付けて施工
	劣化対策		木材保護塗料
工程	設計期間		H26.3～H26.8
	施工期間		H26.9～H27.4
		CLT躯体施工期間	建て方工程：2日
	竣工（予定）年月		H27.4
体制	発注者		個人
	設計者		鍋野友哉アトリエ　鍋野友哉
	構造設計者		福山弘構造デザイン　福山弘
	施工者		寛建設（株）
	CLT供給者		銘建工業（株）
	ラミナ供給者		くまもと製材株式会社、中国林業株式会社、おおとよ製材株式会社
コスト	事業費		32,400千円
	補助対象費		16,200千円
	補助事業の名称		地域材利活用倍増戦略プロジェクト

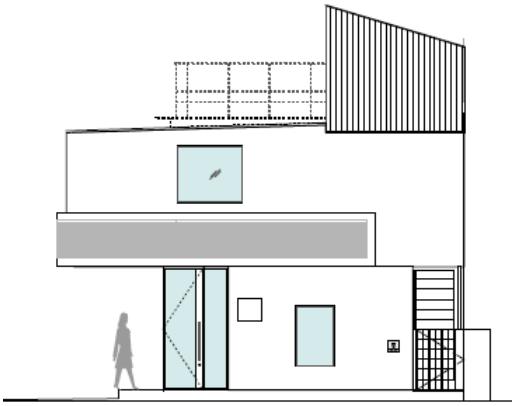
〔くりばやし整骨院 図面〕



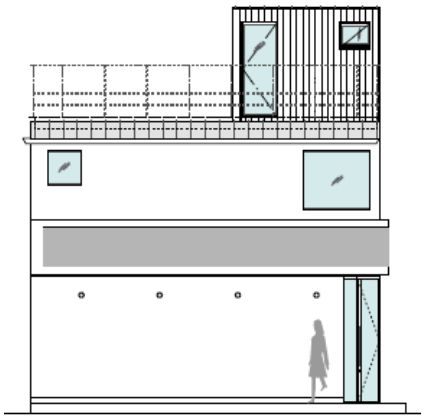
1 階平面図



2 階平面図

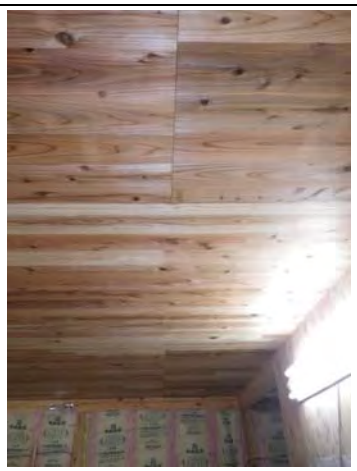


南立面図



西立面図

〔調査写真〕

外観	車庫部分(天井 CLT 現し)
1 階治療室(天井 CLT 現し)	2 階床(二重床)
	
CLT パネル継手部分	軒天部分の納まり

事例調査シート 7

物件名			HAYAMA STUDIO PROJECT	
建築物の概要	用途		工房・工場(窯場)	
	建設地		佐賀県武雄市山内町大字宮野字小路	
	構造・工法		木造	
	階数		地上1階	
	最高高さ(m)		A棟:4.7m	B棟:4.7m
	軒高(m)		A棟:4.315m	B棟:4.315m
	敷地面積(m2)		A棟:4,298.74㎡	B棟:5,642.07㎡
	建築面積(m2)		A棟:448.87㎡	B棟:296.29㎡
	延べ面積(m2)		A棟:445.55㎡	B棟:289.46㎡
	階別面積	1階	A棟:445.55㎡	B棟:289.46㎡
		2階	―	―
		3階	―	―
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、屋根野地	
	CLT使用量		155㎥	
	壁パネル	寸法	厚さ 95㎜	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	―	
		樹種	スプルース	
	床パネル	寸法	―	
		ラミナ構成	―	
		強度区分	―	
		樹種	―	
	屋根パネル	寸法	厚さ 135㎜	
		ラミナ構成	5層5プライ	
		強度区分	―	
		樹種	スプルース	
仕上	主な外部仕上	屋根	ガリバニウム鋼板立てハゼ葺き	
		外壁	大平板サイディング張り	
		開口部	木製両面フラッシュユニット	
	主な内部仕上	界壁	CLT現し	
		間仕切り壁	CLT現し	
		床	フローリング張り	
		天井	CLT現し	
構造	構造計算ルート		壁量計算ルート(耐力壁は構造用合板による。ただし、鉛直方向についてはCLTに支持を期待し、H12建告1452号により強度指定を受けたスプルースの基準強度を用いて許容応力度計算)	
	接合方法		CLT−基礎(ホームコネクター)、CLT−壁・屋根(ネジ)	
	最大スパン		―	
	問題点・課題とその解決策		別紙ヒアリング結果参照	
防耐火	防耐火上の地域区分		無指定	
	耐火建築物等の要件		なし	
	問題点・課題とその解決策		別紙ヒアリング結果参照	
温熱環境等	断熱性に関する課題と解決策		別紙ヒアリング結果参照	
	遮音性確保に関する課題と解決策		別紙ヒアリング結果参照	
	劣化対策		別紙ヒアリング結果参照	
	その他の問題点(課題)		別紙ヒアリング結果参照	
施工	建て方における課題と解決策		別紙ヒアリング結果参照	
	その他の問題点(課題)		別紙ヒアリング結果参照	
工程	設計期間		2013年2月～9月	
	施工期間		2014年3月～8月	
		CLT躯体施工期間	5日間	
	竣工(予定)年月		2014年8月	
体制	発注者		葉山有樹窯	
	設計者		武松幸治＋E.P.A環境変換装置建築研究所	
	構造設計者		多田脩二構造設計事務所	
	施工者		上山建設(株)	
	CLT供給者		KHL MASSIVHOLZ GMBH	
	ラミナ供給者		―	
コスト	建設費		¥123,000,000	
	CLT価格		€123,535 (CLT材料費、加工費、接合金物、輸送費、諸経費)	
	事業費		―	
	補助対象費		―	
	補助事業の名称		―	

〔設計者へのヒアリング結果〕
物件名「HAYAMA STUDIO PROJECT」
設計：武松幸治＋E.P.A 環境変換装置建築研究所
ヒアリング対象者：武松幸治様

調査シートの追加資料として、設計者へのヒアリング結果を以下に取り纏めた。

１．温熱環境等：断熱性に関する課題と解決策

今回の計画では外部に面する箇所の一部に CLT を使用しているが､その部分に関しては、タイベック（防水防湿紙）を直接張り、40×30 の胴縁の間に断熱材を施す外断熱工法を採用している。

今回は平屋の計画なため、外壁の仕上げは比較的簡単に仕上げられたが、今後高層での計画の場合は、外壁の仕上げをユニット化するなど、工期のメリットが出るような仕様の検討が必要と考えられ、工場で外壁の仕上げまで取付け、現場組み立てが可能な仕様を検討するべきと考える。今回は内部を CLT 現し仕上げで計画したため、内断熱工法は適してないと考えた。

２．遮音性確保に関する課題と解決策

平屋であり、部屋間の騒音問題等は無く、遮音性能は確保されている。多層構造になった場合、上下階の遮音性を確保するために、緩衝材等を施し組み立てが必要と考える。

３．劣化対策

今回の建物では次の対策を講じた。

①CLT の屋根パネルの木口など、工事中に雨水が回り込む恐れの箇所に関しては、タイベック（防水防湿紙）を 2 重に巻き込むなどの処理を行い、工事中の雨水等の侵入が無いように配慮した。

②CLT の壁の下端でコンクリートスラブに近い部分に関しては、施工時に持つコンクリートの湿気等を考慮し、コンクリート面より 30mm の隙間を空け、CLT の木口面に水分や湿気が上がらぬように配慮している。

③基礎に関しては地盤面からの湿気を考慮し、基礎部分を最低でも 700mm 程度立ち上げ、CLT 自体を外壁面になるべく配置しない計画としている。

④CLT 壁の下端の一部が床スラブより低い箇所（床スラブの増し打部分）に関しては、防水性能があるマスキングを行い、20mm 厚のスタイロフォームを入れ、CLT とは縁を切る状態でコンクリートを打設している。コンクリート打設前に試験体を作りコンクリートのノロが CLT 面に対して悪影響が無いかなどの検証を行い、施工した。

⑤軒裏の仕上げに関して、当初の計画では軒裏の仕上げに関しては、木パネルを張り、CLT 面が露出しない仕上げを考えていたが、施主の希望もあり、軒裏の一部を CLT 現しで施工をしている。水切りを取り付け、実験的ではあるが、木材の表面に細菌が着かない特殊な塗料を塗布し、劣化の状況を見ている。6 ヶ月経過した時点では、木材に対する黒ずみ等発生は無く、施工時とほぼ同じ状態で保たれている。 経過が良ければ本格的に木材仕上げの外壁塗布剤として開発を進めて行きたいと考えている。

４．その他の問題点（設計者に対する課題）

施工時の建て方時、施工前の現場でのストック時になるべく水（雨水）等の影響が無いように配慮する必要がある。CLT パネル自体の含水率は 13％～15％の乾燥状態を保っているために、パネル表面からの水の浸透は少ないが、端部（木口）他からの水の浸透はあるので施工時の雨水の処理に関しては細かな配慮が必要である。特に、国内の場合は欧州と比べ雨の影響が多いと考えられるので、現場出荷時に端部（木口）の簡単な防水材塗布などが可能になれば、劣化対策にも繋がると考える。

５．施工：建て方における課題と解決策

①まず、図面制作の段階で、建て方の順番を決め、パネルの制作順番及びコンテナへの積み込み順番を決定している。コンテナへのパネルの積み込みバランス（パネルのサイズによっては、積み上げの上部に小さなパネルを積む必要がある等）があるため、多少の建て込み順番とは違いは出てきたが、基本的に建て方順でコンテナへの積み込み順を決め、現場でのパネルの再整理等が無いように配慮している。

②今回の施工に関して、職人の方々は初めての試みだったので、事前にビデオでの建て方の学習、及び図面での施工段取りの手順の打合せを細かく行っている。また、我々も現場にも常駐し建て方の指導を行った。

③コンテナからのパネルの取り出しに関して、コンテナ内には根太を這わせ、その上に CLT パネルを積み上げているが、一番下段のパネルに関しては手前に引き出すためのロープを事前に取り付け、引き出し時に傷がついても良い様に、裏面を下に向けコンテナに入れている。その他のパネルに関しては表面を下向きで積み込んでいる。

④我々が使用した CLT パネルは、加工精度が±1mm 程度なため、建て方時の施工精度が求められた。現場での墨出しの確認を行い、パネルの建て方に関しては、なるべくパネルを自立させる様に L 字型や T 字型に組める壁を先に建て込み、それらの組み上がった壁の間の残りの壁パネルを差し込む方法で建て方は行った。パネルの精度が良いため、基本的にはスムーズに建て込みが出来たが、何カ所かは現場でパネル木口を削る等の加工は施した。片側より壁を建て込む場合、建て込み誤差が出る恐れがあるため、基本的には両側より建て込む方法を取った。

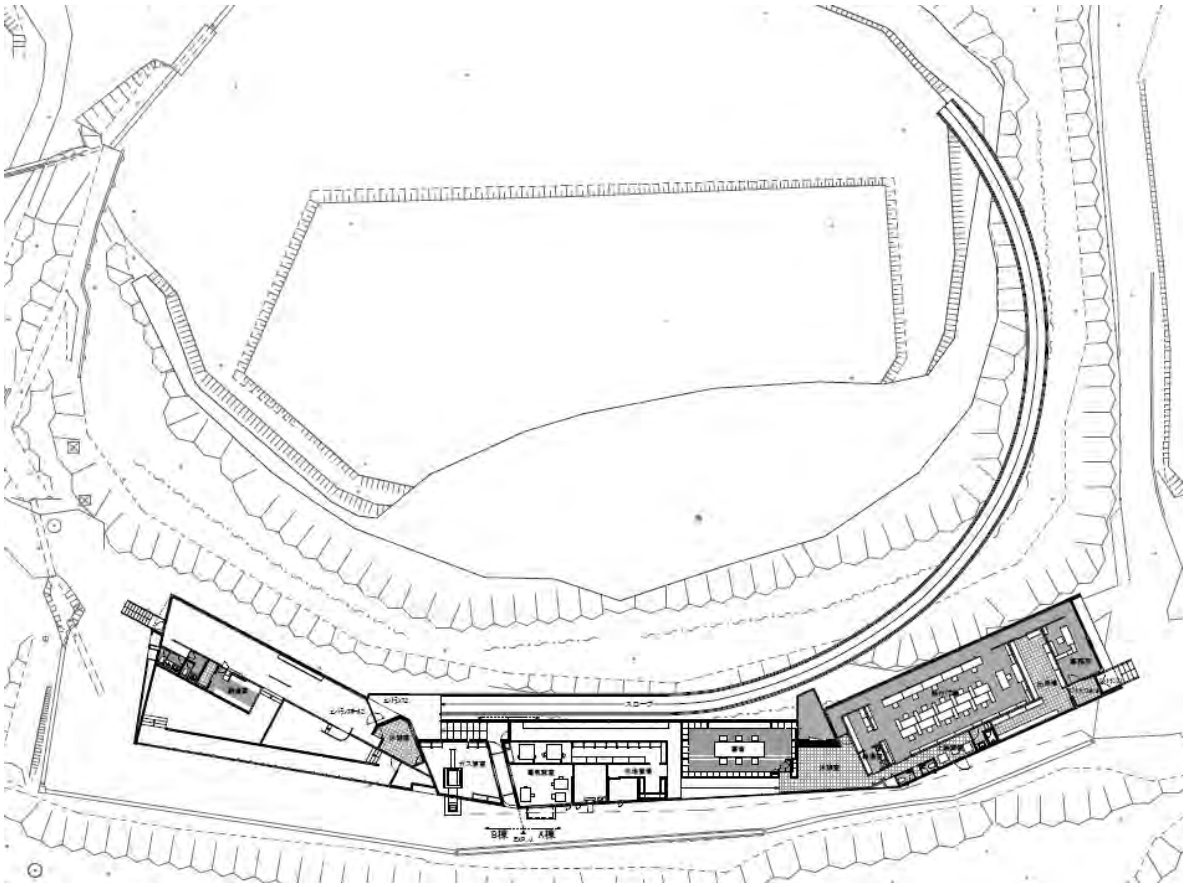
⑤屋根のパネルに関して、今回の計画は両翼が 91ｍあるために端の方より建て込んでいく必要があったが、端部では 50 ㎜程度の誤差が出ることが計画段階で想定出来たので、調整シロが取れるような計画としている。（今回の計画では、A 棟と B 棟の 2 棟の建物が隣接しているために、エキスパンションジョイント部分で調整している。）

⑥各パネルのジョイントはビスで固定しているが、作業性を考慮し、事前にアルミのテンプレートを作り、パネル建て込み後そのテンプレートをパネルにあてると正確なビスの留め付けピッチが施工出来るように配慮した。また、今回の仕様は CLT パネルを現しで計画している箇所が多いことから、現し部分のビス留めはダボ穴を開け、ビス施工後にビス頭部はダボで埋木処理を行い、ビス頭が見えない工夫をしている。

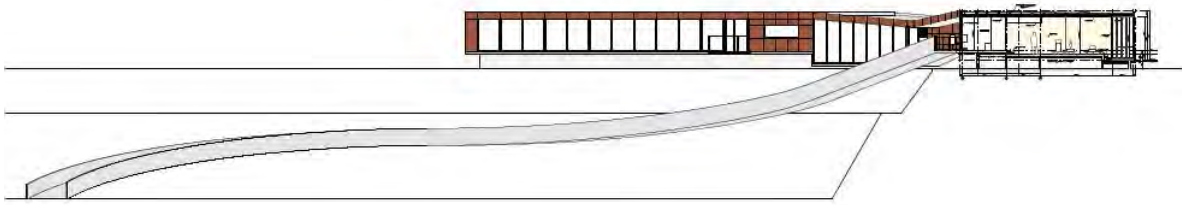
６．その他の問題点（課題）

CLT のメリットの一つとして、現しでの施工が考えられるが、施工時の汚れ、雨による雨染み等の問題が考えられる。また、日焼けによるパネルの色違い等もあるため、パネルの現場での置き方や施工後の養生の仕方に関して、配慮する必要があるであろう。

〔HAYAMA STUDIO PROJECT 図面〕



平面図・配置図

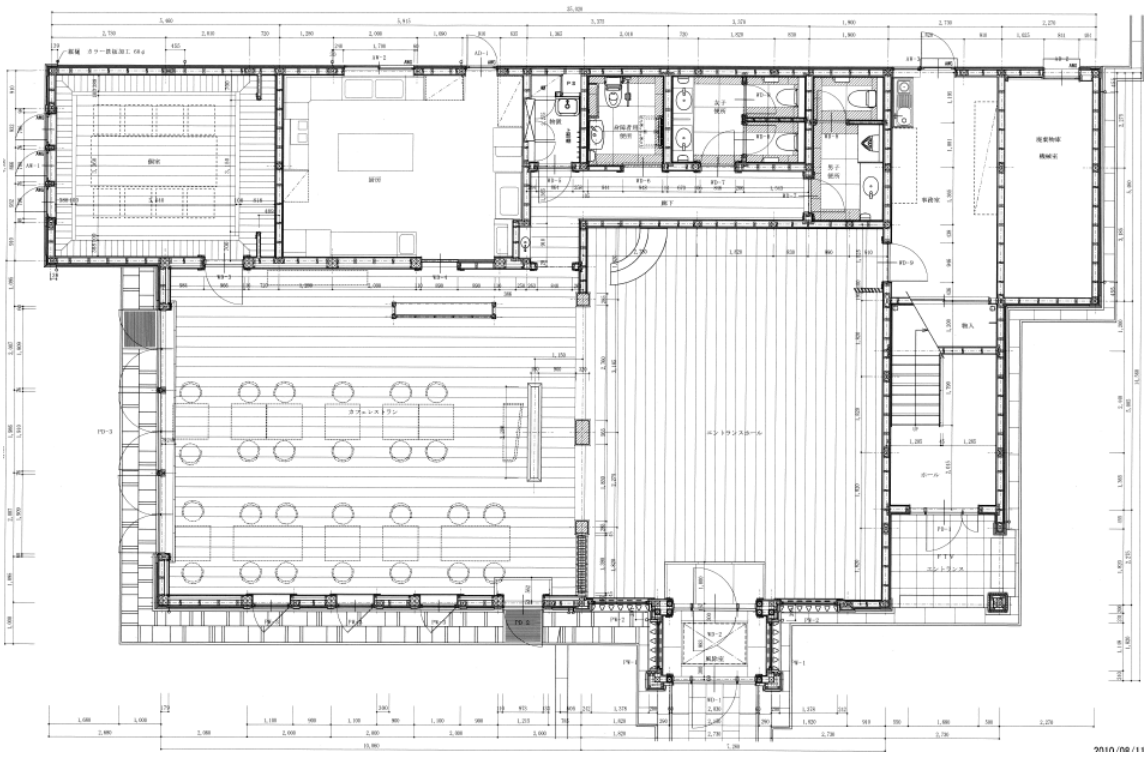


断面図

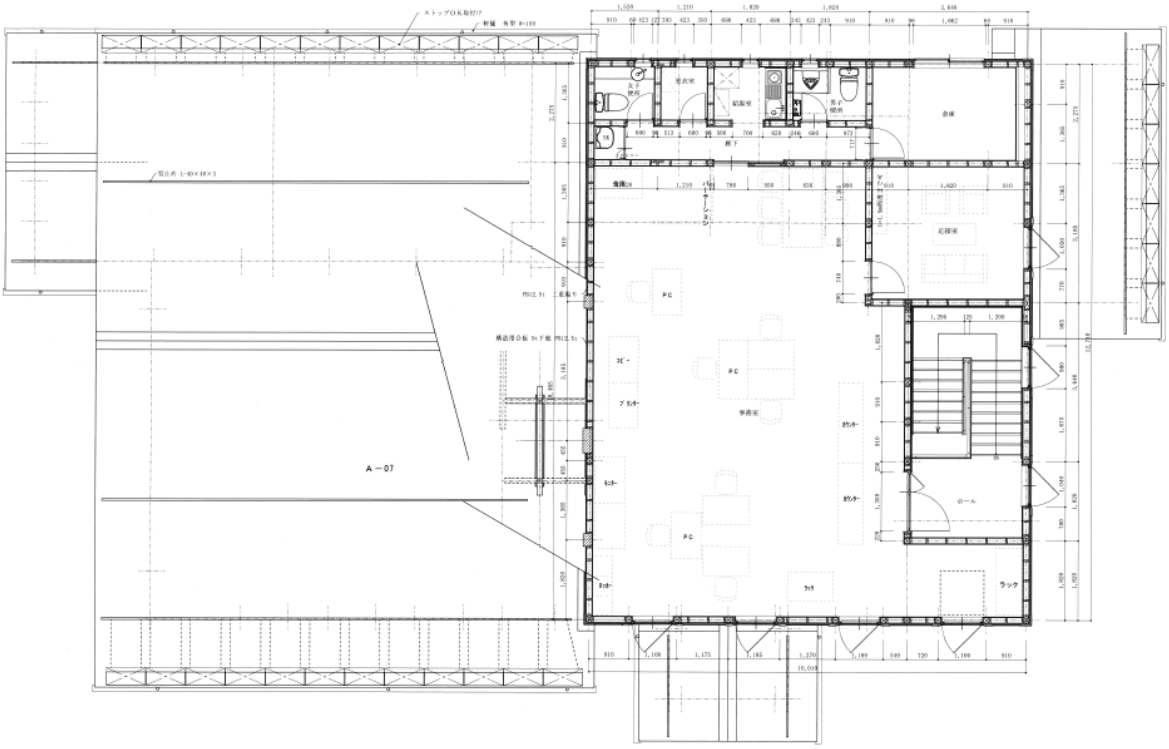
事例調査シート 8

物件名			北出丸アドリアカフェ
建築物の概要	用途		店舗
	建設地		福島県会津若松市追手町5－36
	構造・工法		木造（令第46条第2項ルート）
	階数		2
	高さ（m）		9.95
	軒高（m）		9.825
	敷地面積（m2）		―
	建築面積（m2）		293.50
	延べ面積（m2）		406.58
	階別面積	1階	279.05
		2階	127.53
		3階	―
CLTの仕様	CLT採用部位		床、屋根野地
	CLT使用量		47.57㎥　（500.71㎡）
	壁パネル	寸法	―
		ラミナ構成	―
		強度区分（ラミナ区分）	―
		樹種	―
	床パネル	寸法	厚95㎜
		ラミナ構成	3層3プライ　ラミナ構成：34㎜+27㎜+34㎜
		強度区分	KHL 個別認定区分
		樹種	スプルース
	屋根パネル	寸法	厚95㎜
		ラミナ構成	3層3プライ　ラミナ構成：34㎜+27㎜+34㎜
		強度区分	KHL 個別認定区分
		樹種	スプルース
仕上	主な外部仕上	屋根	カラー鉄板長尺横葺き（t=0.35）　屋根不燃
		外壁	白漆喰仕上げ　溝付スギ板t=21下地、モルタル(t=25)　防火構造
			白漆喰仕上げ　スギ板t=21下地、ラスモルタル(t=25)　防火構造
			VP塗装仕上げ　スギ板t=21下地、ラスモルタル(t=25)　防火構造　他
		開口部	―
	主な内部仕上	界壁	―
		間仕切り壁	ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ仕上げ（PB　t=12.5）
		床	御影石張り（1Fホール）、タイルカーペット（1Fホール、2F事務室他）
		天井	スギ縁甲板（t=12）
構造	構造計算ルート		令第46条第2項ルート（許容応力度等ルート）　KESS工法（（株）シェルター）
	接合方法		―
	最大スパン		2.73m（屋根野地、軒の出1.2m）、 床は根太+構造用合板(t=15)+CLTパネル
	問題点・課題とその解決策		―
防耐火	防耐火上の地域区分		準防火地域
	耐火建築物等の要件		―
	問題点・課題とその解決策		―
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		CLTパネルの上に遮音シート（フロアックスT=20）張り
	建て方における課題と解決策		―
	劣化対策		―
工程	設計期間		―
	施工期間		―
		CLT躯体施工期間	―
	竣工（予定）年月		H22.9
体制	発注者		会津土建（株）
	設計者		会津土建（株）
	構造設計者		会津土建（株）
	施工者		会津土建（株）
	CLT供給者		KHL MASSIVHOLZ GMBH
	ラミナ供給者		―
コスト	事業費		―
	補助対象費		―
	補助事業の名称		―

〔北出丸アドリアカフェ 図面〕

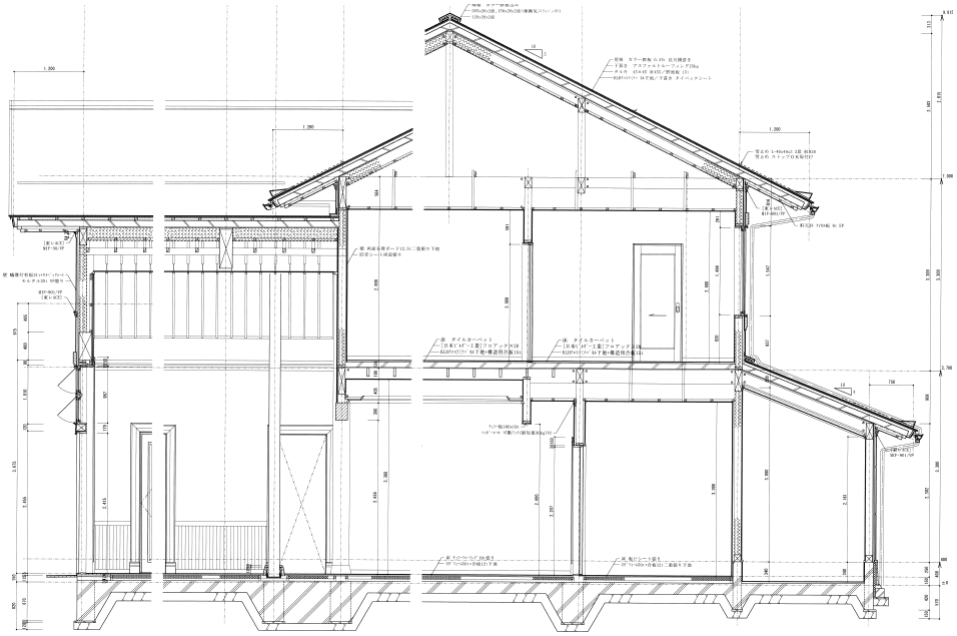


1 階平面図



2 階平面図

東立面図



断面図

〔調査写真〕

室内(カフェテリア)	外観

２．２　ＣＬＴ建築物の設計者・施工者からのＣＬＴ普及に向けた課題報告

（１）平成 25、26 年度の CLT 建築の設計・施工経験を踏まえた課題抽出

(株)日本システム設計　三宅辰哉・齊藤友紀雄

１）はじめに

平成 25、26 年度に下記 5 つの CLT 建築物の設計・施工が実施された。

①高知おおとよ製材社員寮　(以下「おおとよ」)

②真庭市営 CLT 春日住宅　(以下「春日」)

③真庭市木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅　(以下「勝山」)

④湯川村 CLT 共同住宅『Neo-Trad 湯川』(以下「湯川」)

⑤協同組合オホーツクウッドピア　(以下「OWP」)

本稿では、これらの設計・施工経験に基づいて、今後 CLT 建築物の普及を促進するための課題を抽出する。①～⑤の建築物の特徴を表 2.2.1.1, 2.2.1.2 に示し、構造躯体の概要を表 2.2.1.3 に示す。なお、「⑤OWP」については、本稿執筆時には未着工である。

わが国における最初の CLT 建築物である「①おおとよ」の構造設計は、平成 24 年度までに実施された CLT 建築に関する実大振動台実験を含む各種構造実験の結果に基づいて行われた。したがって、「①おおとよ」の構造躯体は、それらの構造実験で対象とされた仕様に準拠している。すなわち、鉛直構面、水平構面のいずれにも幅が 2m 程度以下の矩形 CLT パネル（以下「小幅パネル」）が用いられ、鉛直構面の開口部はまぐさパネルと、その左右の壁パネルによって構成されている。また、壁パネル及びまぐさパネルの引張接合は引きボルトとし、せん断接合は鋼板ビス打ちとしている。「②春日」、「③勝山」、「④湯川」については、「①おおとよ」の構造躯体システムをベースとして「①おおとよ」のヴァージョンアップ的な CLT 建築として設計された。

「⑤OWP」については、CLT パネルを構成するラミナの樹種をからまつとする初のケースであったので、北総研・林産試験場において改めて CLT パネル及び接合部等の一連の構造実験を実施して必要な情報を取得したうえで構造設計を行った。また、外壁開口部に関して事業者所有の在庫品の小幅の木製窓を使用することになったこと、及び、平成 25 年度までに実施された実験的研究により、開口部をくり抜いて設けた大型 CLT パネル（以下「大型パネル」）の構造性能評価の目途が立ったことを考慮して、鉛直構面に大型パネルを用いることとした。そのほか、壁パネルの引張接合は引きボルトに代えて「鋼板ビス打ち＋ボルト」とした。

２）構造

現時点における CLT 建築物の構造設計では、建築基準法第 20 条第一号に基づく国土交通大臣の認定を取得する、いわゆる時刻歴応答解析ルートを採用することになる。このルートでは、構造実験に基づく設計用性能の評価、立体 FEM モデル等を用いた構造性能評価、時刻歴応答解析による最大応答の算定、構造設計図書の整備、指定性能評価機関等による審査及び国土交通大臣認定申請を経て建築確認申請を行う。このため、一般的な他構造建築物の構造設計と比べて 4 ヶ月程度多くの期間を要する。加えて、①～⑤のいずれの案件も補助事業として単年度内に建築計画から施工までを完了することが要件であり、さらに工程の関係上、早期のうちに CLT パネルの製作を開始することが必要であった。このため、設計開始からかなり早い段階で構造をフィックスさせる必要があり、発注者の意向の汲み取り、プランニング・デザインの検討に十分な時間を割くことができなかった。

これらの問題の解消・緩和のために、今後、一般的な他構造建築物と同様の構造設計法の整備、CLT 建築物の構法バリエーションの展開と標準化及び CLT パネル生産体制の拡充などが望まれる。

表 2.2.1.1　対象建築物の特徴・その 1

名称	①高知おおとよ製材社員寮	②真庭市営 CLT 春日住宅	③真庭市木材事業協同組合 CLT 勝山共同住宅
外観			
建物概要	◆ 竣工：H26 年 3 月 ◆ 延床面積：267 ㎡ ◆ 用途：共同住宅（社員寮） ◆ 規模：3 階建て 1 棟（5 戸） 1 階-ファミリー1 戸 2・3 階-単身者用 4 戸 ◆ 鉄骨直階段を CLT 躯体に取付 ◆ 外壁通気工法（ラスモル） ◆ 屋根通気工法（金属屋根立てハゼ葺き）	◆ 竣工：H27 年 3 月 ◆ 延床面積：281 ㎡ ◆ 用途：共同住宅（市営住宅） ◆ 規模：3 階建て 1 棟（3 戸） ファミリー3 戸 ◆ 鉄骨階段別構造 （エキスパンジョイント） ◆ 外壁通気工法（金属系サイディング） ◆ 屋根通気工法（金属屋根立てハゼ葺き）	◆ 竣工：H27 年 3 月 ◆ 延床面積：543 ㎡ ◆ 用途：共同住宅（組合員寮） ◆ 規模：3 階建て 2 棟（9 戸） A 棟-ファミリー3 戸 B 棟-単身者用 6 戸 ◆ 鉄骨階段別構造 （エキスパンジョイント） ◆ 外壁通気工法（窯業系サイディング） ◆ 屋根通気工法（金属屋根立てハゼ葺き）
防・耐火	60 分準耐火構造 ◆ 令第 115 条の 2 の 2 ◆ 平 12 建告第 1380 号 （木三共）	同左	同左
温熱性能	等級 4 相当（4 地域） ◆CLT の断熱性を考慮して熱計算 ◆内張り断熱-GW ◆CLT ジョイント気密テープなし ◆住宅用アルミサッシ （複層ガラス）	等級 3 相当（3 地域） ◆ CLT の断熱性を考慮して熱計算 ◆ 内張り断熱-GW ◆ CLT ジョイント気密テープあり ◆ 住宅用アルミサッシ （複層ガラス）	等級 3 相当（3 地域） ◆ CLT の断熱性を考慮して熱計算 ◆ 内張り断熱（A 棟・B 棟共）-GW ◆ 省エネ法届出済（300 ㎡以上） ◆ CLT ジョイント気密テープあり ◆ 住宅用アルミサッシ （複層ガラス）
遮音性能	◆ 界壁:告示仕様(昭 45 建告第 1827 号) ◆床：湿式工法 ・3 階床：モルタル・グラスウールボード等 ・2 階床：モルタル・ALC 等 ◆天井：一般吊木	◆ 界壁なし ◆ 床：乾式工法（推定性能値 Dr-50） ・3 階床：DAD スペース（置き床）工法（大建工業） ・2 階床：オトユカベース N(浮き床)工法（大建工業） ◆ 天井：LGS 壁指示絶縁下地	◆ 界壁:告示仕様(昭 45 建告第 1827 号）、B 棟のみ ◆ 床：乾式工法（推定性能値 Dr-50） ・3 階床：DAD スペース（置き床）工法（大建工業） ・2 階床：オトユカベース N(浮き床)工法（大建工業） ◆ 天井：防振吊木
その他の特徴	◆1 階床下非通気 ◆ 基礎断熱（内張り） ◆デザインコンセプト：日本初の CLT 建築 ・汎用性の高い 10m 以下 3 階建てのプロトタイプモデル ・ノンクラック工法による目地無し外壁（左官大壁） ・天然木サイディング（腰壁）による木の表現 ・杉無垢フローリングによる木の表現	◆1 階床下通気 ◆1 階床断熱 ◆デザインコンセプト：日本初の CLT 公共住宅 ・里山の景観に配慮し、周囲の民家に馴染む外観カラースキーム ・CLT 非構造造作材（玄関かまち等）	◆1 階床下通気 ◆1 階床断熱 ◆デザインコンセプト：住棟連結配置による組合員住宅 ・窯業系サイディング（外壁）とモダンな金属サイディング（腰壁等）の組合せによる都市型デザインの試行 ・無垢材を多用した、木材関係組合らしいインテリア ・CLT 非構造造作材（玄関かまち等）

3）デザイン

「②春日」、「③勝山」、「④湯川」についてはスケジュール的な制約を考慮して、「①おおとよ」とほぼ同様の CLT 構造躯体システムを採用し、壁・床・屋根等の基本的な躯体形状についても「①おおとよ」を踏襲することとした。したがって、デザイン的・空間的には表層的なバリエーションの展開程度に留めざるを得なかったが、限られたスケジュールや構造的ディテールの制約の中で、どの案件もすっきりと面を強調した構成とすることで極力 CLT 建築らしいデザインを目指した。

表 2.2.1.2　対象建築物の特徴・その 2

名称	④湯川村 CLT 共同住宅 (『Neo-Trad 湯川』)	⑤協同組合オホーツクウッドピア CLT セミナーハウス
外観		
建物概要	◆ 竣工：H27 年 2 月 ◆ 延床面積：387 ㎡ ◆ 用途：共同住宅（一般公募賃貸住宅） ◆ 規模：2 階建て 2 棟（4 戸） A 棟-ファミリー2 戸 B 棟-ファミリー2 戸 ◆ 鉄骨階段別構造（エキスパンジョイント） ◆ 外壁通気工法（窯業系サイディング） ◆ 屋根通気工法（金属屋根立てハゼ葺き）	◆ 竣工：H27 年 4 月（予定） ◆ 延床面積：143 ㎡ ◆ 用途：会議室・休憩室（工場施設内） ◆ 規模：2 階建て ◆ 内階段（CLT 段板） ◆ 外壁外断熱パネル ◆ 屋根シート防水
防・耐火	なし	なし
温熱性能	等級 4 相当（3 地域） ◆CLT の断熱性を無視した熱計算 ◆省エネ法届出済（300 ㎡以上） ◆外張り断熱（A 棟）-RW ボード 内張り断熱（B 棟）-セルローズファイバー ◆CLT ジョイント気密テープあり ◆住宅用アルミ樹脂複合サッシ/複層ガラス	等級 4 相当（1 地域） ◆ CLT の断熱性を考慮して熱計算 ◆ 外張り断熱-ビーズ法ポリスチレンフォーム ◆ CLT ジョイント気密テープあり ◆ 木製サッシ/複層ガラス（在庫支給品）
遮音性能	◆ 界壁なし ◆ 床：乾式工法（床表裏の準耐火被覆がないため天井で遮音補強） ・A 棟 2 階床：DAD スペース（置き床）工法（大建工業） ・B 棟 2 階床：オトユカベース N(浮き床）工法（大建工業） ◆ 天井：防振吊木	なし
その他の特徴	◆ 1 階床下通気 ◆ 1 階床断熱 ◆デザインコンセプト：若者定住『新しい伝統』Neo-Trad ・雪国の力強さ（モダンな黒白のベース色） ・活気のある美しい風土（会津地域の色を伝統色 4 色で各住戸のテーマカラーに使用-浅葱色・菜の花色・若苗色・洗朱）	◆ 内部間仕切り・家具等に CLT パネル使用 ◆ 基礎断熱 ◆ 1 階土間下断熱 ◆ デザインコンセプト：The CLT in Okhotsk（オホーツク） ・ 内観は全面 CLT 現し ・ 外観はオホーツクらしい色彩計画（ホタテ等の生成りの白をベースに海のオホーツクブルー・アイヌの藍染め・サーモンピンクをアクセントカラーに使用）

「⑤OWP」は、国内初の非住宅 CLT 建築物であり、大型 CLT パネルを採用する初めての案件でもあった。横長のシルエットを持つ計画となったため CLT 構造の屋根にさらに在来工法の垂木を張り出して 2 段の軒裏で水平ラインを強調した外観デザインとした。内部においても初めて CLT 構造を全面的に現すことと、内部階段・間仕切壁・カウンターなど造作まで CLT パネルでつくることにした。またキャンティ居室部分を設けコーナー開口を実現するなどの試みも行っている。

今後 CLT 建築でしか実現出来ないような斬新かつ魅力的なデザインとするには、耐力壁配置の自由度の向上、まぐさパネルの省略など、構造的な検討をさらに行う必要がある。

表 2.2.1.3　構造躯体の概要

部位・種類		建築物	
		①～④	⑤
土台		なし	あり
CLT パネル	樹種	すぎ	からまつ
	形状	小幅パネル	鉛直：小幅パネル，大型パネル 水平：小幅パネル
	ラミナ構成	鉛直：5 層 5ply（150mm 厚） 水平：5 層 6ply（180mm 厚）	鉛直：5 層 5ply（150mm 厚） 水平：7 層 7ply（210mm 厚）
	等級	Mx60A 相当	小幅パネル：Mx90A 相当 大型パネル：S90A 相当
接合部	壁パネル脚部･頭部引張	引きボルト(1-M24)［写真 1］	鋼板ビス打ち＋ボルト(1-M20)［写真 3］
	壁パネル脚部･頭部せん断	鋼板ビス打ち［写真 1］	鋼板ビス打ち［写真 4，脚部］
	まぐさパネル端引張	引きボルト(2-M16)［写真 1］	—
	まぐさパネル端せん断	鋼板ビス打ち［写真 1］	—
	床･屋根パネル間引張	鋼板ビス打ち［写真 2］	鋼板ビス打ち［写真 2］
	床･屋根パネル間せん断	合板スプライン［写真 2］	合板スプライン［写真 2］

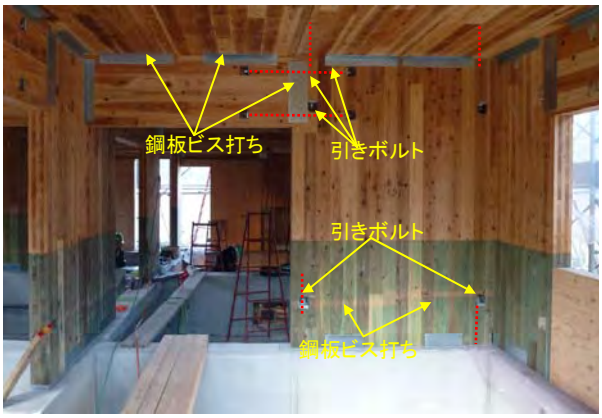


写真 1

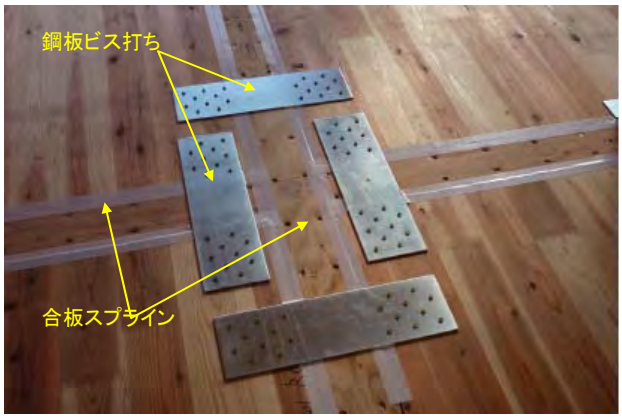


写真 2

写真 3

写真 4

４）防火・耐火

防火・耐火構造に関して、現時点においては、CLT 構造を対象とした大臣認定材料がないため、国土交通省の告示仕様を使う必要があり、準耐火構造までは対応可能である。今後、中高層建築物への対応を可能とするために、より高い耐火性能の一般化・法制化が望まれる。

５）温熱性能

「①おおとよ」では壁 CLT パネル建込み時にジョイント部気密パッキン材を同時施工することがうまくいかず、気密性を上げることが出来なかったという反省を踏まえて、②～⑤については全て壁 CLT パネル工事完了後に外部側よりパネルジョイント部に気密テープを貼ることとした。施工中の予備気密試験においてはかなり良好な結果を得ることが出来た。

断熱仕様について、「②春日」及び「③勝山」では、「①おおとよ」と同様に壁 CLT パネルの断熱性能を考慮して断熱材の厚さを決め、内張り断熱としたが、「④湯川」では寒冷地であることを考慮して、A 棟（外張り断熱）・B 棟（内張り断熱）共に壁 CLT パネルの断熱性能を考慮せずに断熱材のみの性能で基準を満足できるように断熱材の厚さを設定した。「⑤OWP」では、外装材と断熱材を兼ねた外張り断熱工法を採用することとし、その材料の最大厚にて I 地域の基準を満足するために、CLT の断熱性能を考慮して熱貫流率の計算を行った。

６）遮音性能

「①おおとよ」では床の重量を上げて遮音性能を確保することを意図して、モルタル等による湿式工法としたが、床振動の下階への絶縁がうまく処理できなかったという反省を踏まえて、「②春日」、「③勝山」、「④湯川」では、大建工業の 2 種類の乾式遮音工法（「DAD スペース工法」・「オトユカベース N 工法」）を採用し、床と壁を完全に絶縁することにより、遮音性能と共に振動音伝播の低減を図った。「⑤OWP」について、1 階は休憩室、2 階は会議室であるため常時使用・同時使用が少ないこと、また、CLT 構法への理解促進のために CLT パネルを現しで用いるというコンセプトが事業主から提示されたことを考慮して、遮音対策は施さないこととした。

７）設備

設備に関しては、計画段階で構造設計と打合せをして、ダクト・配管・配線などのルートを確保しておけば基本的には問題はないが、施工時の設備ルートの変更等には対応が困難となるケースが多い。特に天井面の設備ルートは在来の工法と違いまぐさパネルがあるため迂回するなどの必要がある。計画段階ですべての設備貫通孔を特定しておく必要があることはプレキャストコンクリート造等と同様であるが、設備貫通孔の大きさや位置に関する標準仕様がないので、構造設計において FEM モデルに貫通孔を設けるなどの方法で個別に成否を検定する必要がある。

８）施工

「①おおとよ」の構造仕様を引き継いで、基礎と壁 CLT パネルの接合を引きボルトとした「②春日」、「③勝山」、「④湯川」においては、「①おおとよ」と同様にアンカーセットに高い精度が要求され、施工者はアンカー固定に苦労をしていた。「⑤OWP」では 1 階壁脚の引張接合を鋼板ビス打ち＋アンカーボルトとしているので、この問題は緩和されるものと考えられる。上部躯体の建方は、①～④のいずれの案件においても予想以上にスムーズであり、1 棟当たり 1.5 日程度で完了した。ただし、敷地内に十分なスペースがあって、壁 CLT パネルの地組が可能であったことが大きく寄与していると考えられる。今後、そのようなスペースが確保できない敷地条件にも対応可能とするために、工場での先行地組と運送方法について検討する必要がある。

また、「①おおとよ」を含め「②春日」、「③勝山」、「④湯川」では CLT パネルの接合金物が部分的

に数ミリ程度 CLT パネル表面より突出するために、設計段階で不陸調整材を設定してはいるものの、この施工にかなり手間をとられるので、金物が CLT パネル表面から突出しないようにして欲しいとの指摘が多く寄せられた。

建具・外装材等の建材に関しては、3 階建て以下の場合は、在来木造住宅用の製品を流用できるが、部材発注の段階で規格品の寸法詰めなどが生じないように、在来工法の規格寸法を意識して設計する必要がある。

9）CLT 建築物の普及促進に向けて

以上の設計・施工経験に基づく考察から、CLT 建築物の普及促進に向けた課題をまとめると次のようになる。

■構造設計法・技術基準の整備

最も重要な課題は、構造設計期間短縮のために、一般的他構造建築物と同様の構造設計法・技術基準を整備することである。本課題については、国交省補助事業「CLT を用いた木造建築基準の高度化推進事業」を始めとする事業においてすでに取り組まれている。このなかで、臥梁の追加によりまぐさパネルの省略を可能とする構法などのバリエーションの拡充が行われれば、デザインの多様化や設備配管・配線への対応力向上が期待できる。

■接合部の改良・バリエーション拡充・標準化

接合部について下記の課題が指摘できる。

・ 引きボルト接合部、鋼板ビス打ち接合部の標準化と構造性能評価方法の整備
・ 鋼板ビス打ち接合部について、鋼板・ビス頭の突出を避けるために CLT パネルを切り欠く場合の構造性能評価方法の整備
・ その他、ラグスクリューボルト、鋼板挿入ドリフトピン、グルードインロッド等の接合部バリエーションの拡充と標準化

■設備貫通孔の標準化

設備貫通に対する柔軟な対応を可能とするために、壁 CLT パネル、まぐさ CLT パネル等に設ける設備貫通孔の大きさ・位置に応じたそれらパネルの耐力評価方法の整備が望まれる。

■斬新かつ魅力的なデザインの展開と蓄積

ここで対象とした 5 つの建築物はいずれも、設計に必要な情報と設計期間の制約により、単純な箱形の形状としたが、CLT 建築物の普及促進のためには、CLT 建築物でしか実現できない斬新かつ魅力的なデザインを提示して社会的認知を得ることが一つの有効な方法と思われる。そのような建築物を実現するためには、上述の構造設計法・技術基準の枠組にとらわれずに、時刻歴応答解析ルートを前提として自由な発想による一品設計を行う必要があり、設計期間も複数年に設定する必要があると考えられる。この取り組みは、構造設計法・技術基準の整備と無関係あるいは相反するものではなく、上述の社会的認知の獲得の他に、構造設計法・技術基準が到達すべき中長期的な目標を与えるという効果が期待できる。

■CLT パネル生産体制拡充・コストダウン

前述のように、現時点では設計過程のかなり早い段階で CLT パネルの仕様と形状を固定する必要があり、設計検討期間を圧迫する要因となっている。また、CLT パネルの単価は集成材より高いことが CLT 建築の普及を阻害する一要因となっている。今後、CLT パネル生産体制拡充とコス

トダウンの実現が望まれる。

■防火・耐火仕様の拡充と標準化

現時点でも告示仕様により準耐火構造までは対応可能であるが、今後、中高層建築物に対応するために、より上位の耐火構造の仕様設定と標準化が望まれる。

■断熱仕様・遮音仕様の拡充と標準化

現在は、ここで紹介した 5 物件をはじめとする実物件において、海外の先行事例や他構法における仕様を参考にして試行的にいくつかの断熱仕様・遮音仕様が設定されており、今後、これらの実物件における性能測定などを踏まえた、CLT 建築物における断熱仕様・遮音仕様の標準化が望まれる。

■中高層化に向けた外装建材の開発

4 階以上になると住宅用部材（サッシ・サイディング等）が使えなくなるため、ビル用建材を流用するなど納まりの検討及び建材メーカーに対して中高層木造用建材の開発を働きかけることなどが必要と思われる。

（2）CLT プラットフォーム軸組構造の可能性と都市型住宅への展望
－くりばやし整骨院の設計を通して－

鍋野友哉アトリエ／TMYA 主宰　鍋野友哉

1）建築

整骨院を営む夫婦の仕事場兼住居としての併用住宅の設計依頼からはじまった。現場は神奈川県藤沢市の藤沢橋から大通りに面した場所にあり、ここに新たに新築を行う計画である。敷地は南側に 16m道路（片側二車線歩道付）が接道し、西側には 4m 道路が接しているという場所である（図 2.2.2.1）。

ここで求められた建築プログラムは、1 階に整骨院、2 階に住居部分、外部になるべく来店用の駐車場を確保することである。また、1 階の整骨院はなるべく無柱の一室空間で天井高もある程度確保するということであった。

本敷地が準防火地域内ということと建築コスト上の制約から規模・構造は木質構造 2 階建て（＋屋階）の方向で進めることとなった。また、建築の形状は建設敷地が 100 ㎡程度であること、および駐車場台数を確保しつつ 2 階の住居面積を確保することから床跳ね出し形式とする案にまとまった。

図 2.2.2.1 敷地写真（二項道路拡幅前）

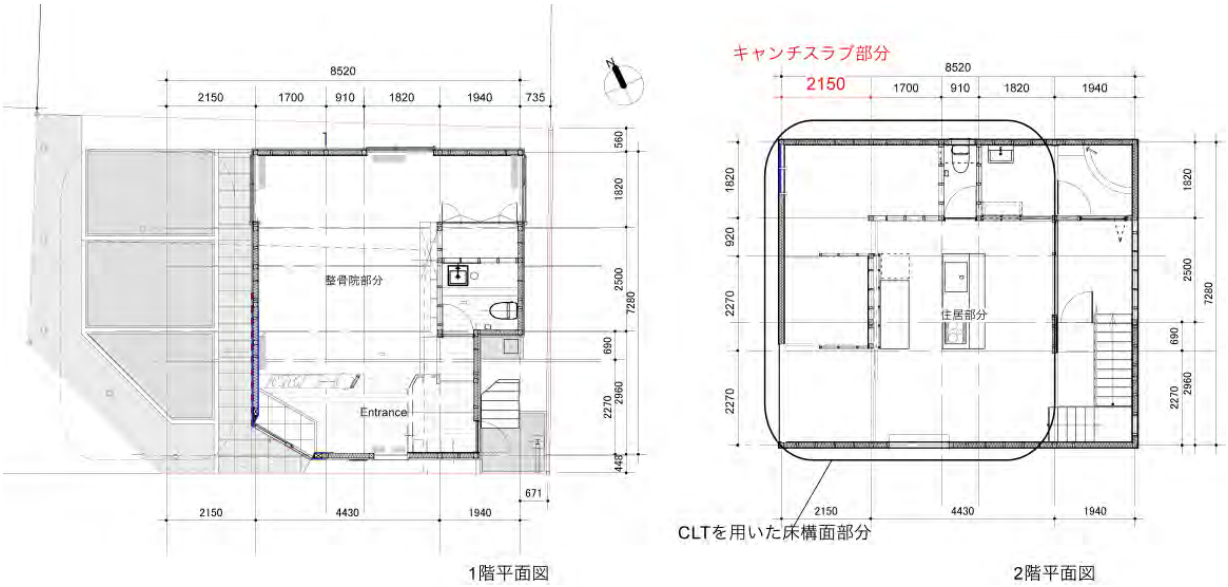


図 2.2.2.2　各階平面図

この床跳ね出し形式を意匠･構造的にもどのように成立させるかという検討は、プランや断面検討と同時進行的に行ったが、大別すると二つの構法的な方針があった。ひとつは集成材の梁又はツーバイ材等を架けてつくる軸組構法とする。もう一つは CLT や厚物合板、または集成材等を敷

き並べてマッシブホルツ床スラブとする構法である。

軸組のみで構成するメリットは、既存の技術や工法で対応可能であることが最も大きかったが、今回の要求スパンを満たそうとすると、通常流通している材のサイズを超え、また梁のせいも大きくなってしまう。従って天井高を確保しつつスパンを支持するとなると階高が上がってしまい、無理のある設計となってしまう。

一方、床スラブをマッシブホルツで構成する場合、構法的には非常に明快となる。床をシンプルに構成しつつ階高を抑えることが可能となり、かつその材料特性上、大スパンや床持ち出しが可能となる。そこで大スパン＋床持ち出し形式とする本件に非常に適した構法であるため、今回CLTを用いた床スラブによる構法とした。

図 2.2.2.3 軸組模型

その構成は、1 階柱頭部の頭つなぎ梁の上に CLT が乗り、その CLT プラットフォームの上に 2 階の土台（地伏梁）が乗って次の層が構成されるという形式を取っている（図 2.2.2.3）。これは純粋な軸組工法に CLT を合板の代わりとして納めるという形式とは異なり、層構成の考え方においては枠組壁工法に代表されるプラットフォーム構法やいわゆる CLT 構法として一般的に想定されるものに近い。つまり上階からの力を一旦全て CLT プラットフォームで処理し、それが 1 階の梁に改めて流れるというものである。

また、今回のCLTプラットフォームは30mm×5プライの150mm厚のCLTで、長さ5,900mmおよび950mm・巾2,000mmがそれぞれ2枚、長さ5,900mmおよび950mm・巾1,780mmがそれぞれ2枚の合計8枚のCLT間の木口に、面外接合用に大型の全ねじスクリューを斜め打ちした幅方向のチドリ継とした（図2.2.2.4）。日本においては長さ6mが現在製作可能限界であるが、特に非住宅系の構造要素として用いるにはスパン方向にやや不十分である。しかし、このスクリューによって継いでいく構法を用いると比較的簡易に大スパンが構成でき、原理的には無梁のまま床板を無限に延長可能である。

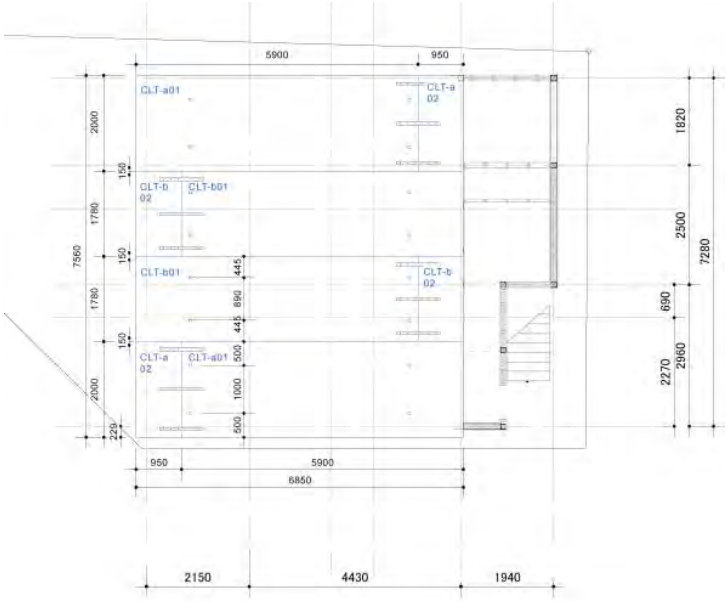


図 2.2.2.4 CLT 配置図

一方、CLTプラットフォームの建方時に、材料上や施工上の寸法誤差によって、施工精度への影響が出ることが懸念されたが、これは西および南の2方向に跳ね出す設計とし、意匠的、構造的にもなるべくCLTへの溝掘りや穴開け等の加工は極力避けることで、現場において工法的に逃げが

効くデザインとした。また軒裏および1階天井はCLTを現しとすることで、CLT板の持つ荒々しくも力強い表情を意匠的にも活用して表現することを目指した。

CLT を床スラブとして使用する際のデメリットとしてその音響特性があると考えられる。その原因は CLT で大スパンの床を構成する場合、特に振動を起こしやすいことにあると考えられる。くりばやし整骨院の事例では 1 階と 2 階の用途が店舗と住居と異なるため、特に上下階間遮音性能が求められた。今回は 2 階床を設備配管スペースを兼ねた乾式二重床とすることで、CLT 版に対する加振点位置を分散することで振動を抑え、この問題の解決を図った。なお、本施工における遮音性能については現地にて今後音響性能の測定を行ってもらう予定である。

２）施工

実際の施工現場においては未知な部分が多かったため、綿密に施工計画および CLT 搬入計画についての検討を行った。

その結果、建て方の手順は、

【工程 1】1 階部分の軸組を行い、垂直水平の精度出しを行う（1 日目）。

【工程 2】CLT スラブのプラットフォームを敷設し、その上に地伏梁を並べて 2 階および屋根の建て方を行う（2 日目）。

という 2 日間の工程で行う計画とした。

都市型の小規模建築現場では当てはまる場合が多いと思われるが、本敷地には一時的に CLT を荷受けするためのスペースの確保が難しかった。そこで、【工程 2】においては(a)搬入されるトラックの車上において継手のビス施工を行い、(b)工場にて加工した穴にアイボルトを通しラフターで建て込む（図 2.2.2.5）、(c)CLT と工程 1 で組んだ軸組をビス接合する（図 2.2.2.6）、という施工計画とした。この施工手順では CLT の搬入と施工が同時となってしまい、時間的に余裕がない。そこで搬入計画やその経路についてもいつも以上の検討が必要であった。

図 2.2.2.5　工程 2（a)-(b)車上での作業風景

図 2.2.2.6　工程 2（c)軸組への接合作業

具体的には CLT の製作現場から建設現場までの輸送についてであるが、長距離輸送となると短くてもほぼ一週間前に搬送日程を決定しなければならない。現地への仮置きが不可能な状況であることを考えると、天候に左右される現場作業として、一週間前に決定するのはリスクが大きく現実的でない。もし無理に仮置きを行う計画としてもラフターを二度借りる必要があり、非効率的である。そこで、今回はナイス(株)に搬送について協力を頂き、いったん相模原市場に長距離便で運び込み、そこから現地へ中型トレーラで搬入するという搬入計画を立ててこの問題の解決を図った。

図 2.2.2.7　地伏梁敷設作業

３）まとめ

CLT は比較的大きな部材であるため、取り回しが難しいことや、温熱環境性能などのデメリットが考えられるが、今回の設計および施工を通じて、CLT プラットフォーム軸組工法は、これらをカバーしながら日本においても十分にその素材が持つメリットを活かす方法の一つであることを示すことができた。また、今回得られた知見･経験に基けば、都市型専用や併用住宅、小～中規模オフィス等においても CLT を用いたさらなる展開の可能性があるだろうという実感を得た。

一方、今後の普及にあたっては、より使いやすいように普及啓発運動を行い、また敷地の問題や工程および材料の流通といった諸問題等について、利用･流通環境の整備が必要だと思われる。

最後に本建築は本稿執筆段階ではまだ施工中であるため、完成した姿をお見せすることが出来ないことが残念であるが、興味がある方は是非見学にお越し頂けると幸いです。

（３）CLT パネルを活用した新たな木造建築の試み

有限会社E.P.A.環境変換装置建築研究所　武松　幸治

この計画は、佐賀県武雄市在住の陶芸作家、葉山有樹氏の工房の計画である。敷地は、都市計画区域外に位置し、パーライトの採石場跡地に建設されている。この敷地から臨む風景には、県立自然公園に指定され九州百名山の一つでもある黒髪山が位置し、乳待坊の岩山（写真2.2.3.1）を借景に配置計画がなされている。

施設は、445.55㎡の工房棟と289.46㎡の作業棟の2棟で構成されており、採石場の崖の形状に合わせて計画された。全長91mの平屋の建物には、崖の形状を利用して作られた98mのコンクリート製のスロープでアプローチする（図2.2.3.1、図2.2.3.2、写真2.2.3.2）。

写真2.2.3.1　黒髪山　乳待坊の岩山

写真2.2.3.2　アプローチから見た風景

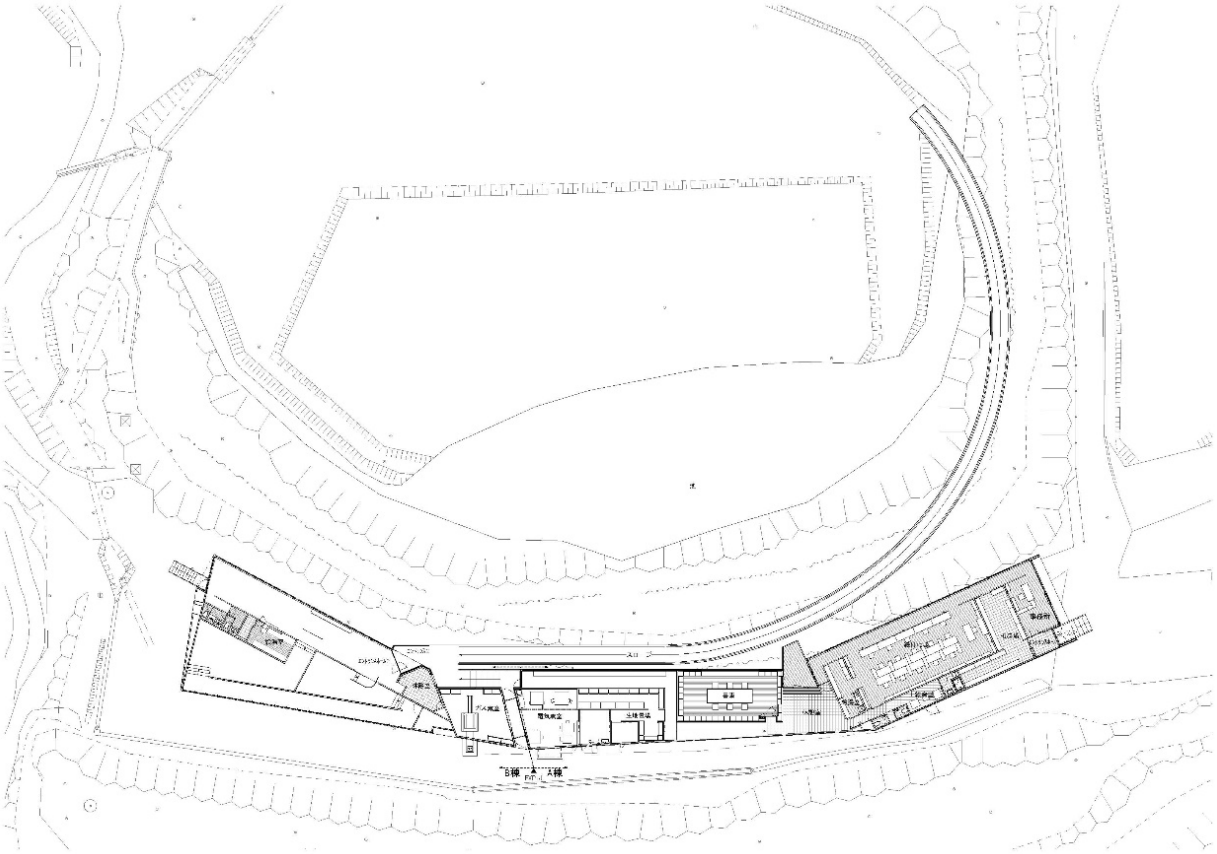


図2.2.3.1　平面図

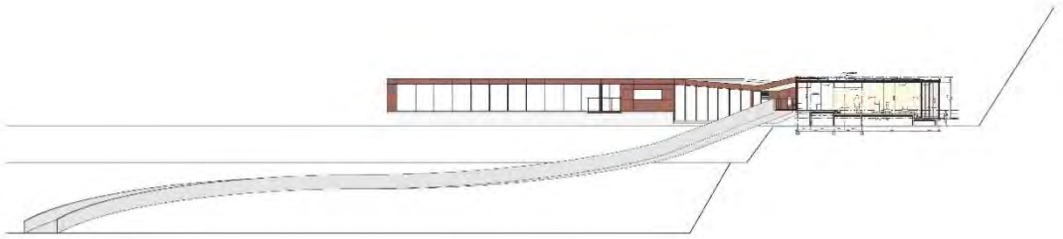


図 2.2.3.2　断面図

施設の基礎及び床は鉄筋コンクリートで計画されており、崖条例により基礎の計画可能な範囲が限られているために、必要最低限の基礎を設け、片持ちスラブにより建物が基礎部分より迫り出す形態で床面積を確保している（写真 2.2.3.3)。壁及び屋根部分は、木構造とし､欧州材の CLT と在来工法で構成されている(写真 2.2.3.4)。壁量が十分な今回の計画では、水平力に関しては、CLT を除く一般的な在来工法による構造用合板によって XY 方向とも必要壁量を満たす計画とし､屋根材及び鉛直支持材の一部に CLT を使用している。今回の計画は 4 号建築物であり、法令上構造計算は要求されていないが､CLT を構成している欧州部材は国土交通省より平成 12 年建設省告示第 1452 号の規定に基づき基準強度が指定されており、この値を用いて今回の計画の床や柱などの鉛直支持部材としての CLT の安全性を、許容応力度計算により確認している。今回使用した CLT の断面サイズは、壁は 95mm、屋根材は 137mm を採用している。CLT の接合はアンカー部分においてはホームコネクターにより施工精度及び耐力を確保しており（写真 2.2.3.5)、屋根との接合部分にはラグスクリューを使用している。

写真2.2.3.3
持ち出しのスラブ。崖の限られた場所にしか基礎を計画できない。

写真2.2.3.4　在来工法の壁とCLTの構成

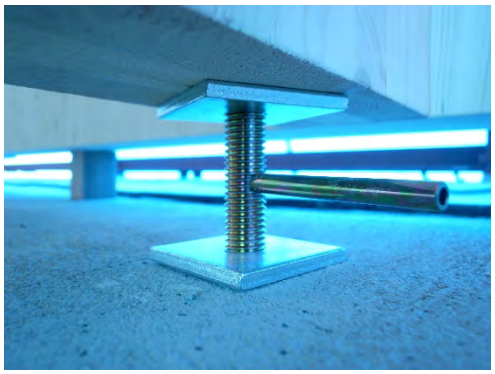


写真2.2.3.5　ホームコネクター
上下の座金でレベルを調整している。

CLTに関して、弊社では2009年より国内での使用の検討をはじめており、当初は横浜で計画していた環境配慮型の商業施設で採用を計画していたが、国交省との協議の中では、大臣認定の方法しか可能性が見つからず、使用検討にかなりのコストがかかることから断念をした。その後、現

在に至るまでは、今回のような区域及び4号建築での使用検討を続けてきており、今回の計画に至っている。

CLTはコンクリートに変わる素材として注目を浴びているが、我々もその考えでこの素材に興味を持った。弊社が計画してきたコンクリート造の建物は、通常のラーメン構造ではなく、柱梁の形状を極力見せない、壁構造や扁平の柱梁の形状を使った計画が多く、フラットスラブ等を併用し、極力躯体の状態で空間が成立し、内装材に関しても最小限に抑えることにより、コストの調整及び工期の短縮を試みてきた。

また、空間の利用形態が、柱梁を見せる形態より平面計画の自由度が増すためにこの設計手法をとって来た。

CLTはその設計手法の形態をそのまま継続出来る素材であり、計画のやり方によっては、コストの軽減、環境配慮，新たな建築材の生産の雇用を生むことから興味を持った素材である。

弊社が現在行っている計画においては、ほぼ100％の状況でCLTを採用しており、今後の需要拡大の手助けになれればと考えている。

CLT を採用することのメリットは、やはりある種の設計手法を使えば、今までの木造建築にはない計画の試みが出来るということである。工期の短縮、現しで使うことによる内装工事の軽減及びコストの軽減、そしてなにより林業の活性化の一翼を担うことも考えられるが、それよりは、CLT を使う計画が増えることにより、建築環境そして都市環境を変えることができ、新たな景観を生むことに繋がり、都市環境のモチベーションを上げることに繋がることが重要ではないかとも考えている。

ただし、使い方を間違えば、そのメリットを発揮出来ないことになる恐れもある。

やはり木質を現しでの使用が望ましく、そのためには仕上げ材としての開発の意識が必要だと考える。今回使用した欧州材のCLTは、仕上げに使う部分（visible）とそうでない部分（non・visible）の仕様の指定を行い，部屋の用途などにより仕上げの指定を行った（写真2.2.3.6～2.2.3.8）。

構造体と仕上げ材が共存している素材はコンクリートの打ち放し工法などが挙げられるが、CLTも同じ性質をもっており、仕上げ材にCLTの構造体が隠された場合、他の構造体自身との比較になり，価格面では勝ち目がないことになることは間違いないであろう。

木質を現しで使用することにより、空間のイノベーションが可能になり、CLTのメリットが発揮出来ると考えている。

写真2.2.3.6
完成後の内観
現しで施工されたCLTの壁と天井

木材の使用量を増やすうえでは今まで使われなかった箇所に CLT 使用することも考えるべきではあるが、やはり日本人の感覚としては、木質は見えるべきではないかと考えたい。海外のように、仕上げ材を全て隠してしまったり、ペンキを塗ったりと言う方向性に関しては、否定はしないが、日本人の気質には反しており、そこは死守すべきではないだろうか。

写真2.2.3.7　完成後の工房の風景
内部の什器は国産ヒノキのJパネルを使用している。

写真2.2.3.8　完成後の作業棟の内観
黒髪山を取り込むような開放的な立面計画を実現している。

今回CLTを使い苦労した点は、計画を進めるうえでやはり国内に情報が乏しかったことであろう。我々が2009年より何度となく、欧州のスタッフと打合せを重ねてはプロジェクトの実現の可能性の検討を重ね、その経験をふまえ、日本でCLTを計画する場合の情報を整理出来てきた。

最初に直面した問題は輸送の問題である。今回は40フィートのコンテナを使用し輸送している（写真2.2.3.9）。このサイズを使用すると幅2.25M、長さ11M程度のサイズのCLTを輸送することが可能になり、CLTのメリットである大判での構成が可能になり、梁等を使用しない構造計画が可能になり、工期の短縮にも繋がる。

写真2.2.3.9
切り出された部材がコンテナに積み込まれる。

最初にCLTの使用を検討した計画では、敷地に入る最後の道を40フィートのトレーラーが曲がることが出来ず、20フィートコンテナに納まるサイズで計画を変更し検討したが、6m程度のパネルの構成では、CLTを使った構造的なメリットが発揮で出来ず、計画を断念した。今回の計画では40フィートコンテナを4台使用し、伊万里港から搬入した（写真2.2.3.10）。伊万里港から敷地が近いことと、敷地が広いこともあり、40フィートコンテナの移動も問題なく、CLTの取り出しは場内で行い、小運搬で各設置場所に移動させている（写真2.2.3.11）。

写真2.2.3.10
コンテナが現場に到着。部材は組み立て順に積み込まれている。

写真2.2.3.11
場内小運搬で部材を移動させている。

写真2.2.3.12
部材は所定の組み立て場所に配置されている。

写真2.2.3.13
壁材の組み立てを終え、屋根材の取り付け開始。

写真2.2.3.14
建て方終了時の空間。開放的な構成が特徴的である。

写真2.2.3.15
工場検品作業。マザーボードから切り出された部材（KLH社）

輸送以外の苦労した点は、やはり施工体制に対する指導であろう、今回は、欧州の工場でのCLTの生産の段階で、工事をお願いする工務店の方と担当者に立ち会いをお願いし、欧州での製品検査と実際にCLTを使用した施設の見学及び工事現場の見学を実施した（写真2.2.3.15）。欧州のCLTの環境を体感して頂くことで、よりスムーズに現場での監理が出来たのではないかと考える。その他苦労した点がないと言えば嘘になるが、問題を解決しながらの計画であり、苦労と言うより新たな素材を目の前に、楽しい設計の時間を経験出来たと考えたい。

今後、国内でCLTを普及して行くうえで、総合的な計画が必要と考えられる。現状では林野庁から提出されたロードマップに従って着実に計画が進められているが、生産側の意向が強く、実際に使用する計画に関しては民間からの需要を待っている感じのように見受けられる．また我々のような設計側からの意見としては、現在国内で開発されているCLTは、我々が欲しいCLTにはなってない状況で、実際に我々が現在計画しているプロジェクトも、国内の現在の段階で、生産可能なCLTのサイズでは計画が成り立たない問題もあり、我々自身が素材の開発から進めて行かないと実現が遅れることも想定される。

先にも述べているが、CLTのメリットを考えた場合、大判での供給が出来る生産環境の整備が急がれる。需要先に関しても、民間での需要も環境意識が強いオピニオンリーダー的な企業が参画して頂ければ良いのだが、何処も様子を見ている状態のようだ。

マンションデベロッパーの需要も考えられるが、賃貸マンションに関してはまだ需要がありそうだが、分譲マンション等の計画において、木造構造の需要は見込めないと言う意見も聞かれ、木造建築に対する、消費者側の意識の改革も必要ではないかと考える。

このような状況の中、民間の需要を待っていても、市場が生まれるまでは、5年から10年はかかると考える。その状況を乗り越えるために、その時間の5年から10年間は各地方自治体や国がそれぞれの地域で、年間2万m^3程度の施設の計画を立案し、供給先を補償することで、CLTの普及に拍車をかけるスタートが切れるのではないかと考える。

ただし、行政が行う施設の立案に関しても、CLTを使った計画にイノベーション感がないと、民間もCLTの魅力に気付かないまま時間が過ぎて行く恐れがあり、計画立案される施設のデザイン性は重要である。

またCLTの生産の拠点作りも重要で、計画現場に短時間で供給出来る視点や、ラミナの生産拠点から集まりやすい環境等も考え、CLTを生産出来る拠点を国内で数カ所作り供給体制の整備も急がれると考える。工法に関しても様々な検討がなされているが、やはりCLTの現しでの計画の可能性を追求しないとイノベーションは達成出来ないと考える。

CLTを構成する材質、耐火性能、防火性能、などを考えた場合、CLTを構成するラミナの素材開発が重要になり、異種材での構成や強度及び意匠性を考えたハイブリットのCLTの開発が必要ではないかと考えている。

欧州ではこの数年で生産量も上がり、新たな市場も見えてきているが、欧州のレベルを超える環境を、総合的な観点から築いて行くことを期待したい。

（4）CLT 住宅の施工報告及びおおとよとの比較と今後の課題

銘建工業株式会社大断面事業部工事課　車田慎介

1）あれから一年経って

2014 年 12 月、岡山県真庭市でクロス・ラミネイティド・ティンバー（以下 CLT）を用いた木造 3 階建共同住宅の建方が、3 棟連続して行われました。日本初 CLT 住宅である高知おおとよ製材社員寮の建方から約 1 年が経ち、どのような変化をしているのか、今回は真庭で建設した 2 棟・勝山共同住宅の施工報告と、高知おおとよ製材社員寮との比較、また浮かび上がってきた課題についてご報告致します。

2）建物概要

勝山共同住宅の建物概要となります。本物件は敷地内に 1 棟ではなく、2 棟が隣り合わせとなっています。構造上 2 棟はほぼ同じ建物です。

(1)工事名称　CLT 勝山共同住宅建築工事
(2)工事場所　岡山県真庭市勝山字中須 1884-19
(3)発 注 者　真庭木材事業協同組合
(4)設計監理　株式会社日本システム設計
(5)施工管理　梶岡建設株式会社
(6)構造概要　木造　3 階建
(7)敷地面積　1360.55 ㎡
(8)延床面積　543.13 ㎡
(9)CLT 使用数量　220 ㎥※　294 ピース
※実寸加工寸法による㎥数

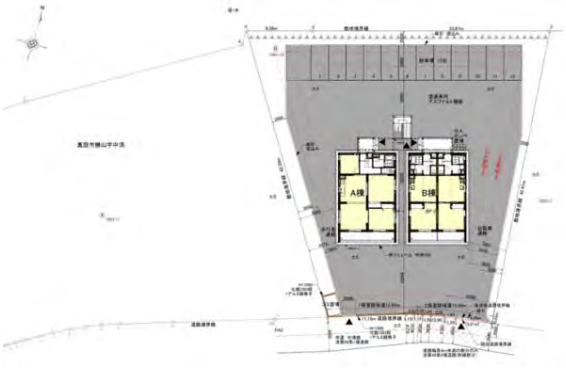


図 2.2.4.1　配置図

昨年施工した高知おおとよ製材社員寮とほぼ平面グリッドが同じ住宅を 2 棟建設する物件です。平面プランはほぼ同じですが、パネルの架構形式が大きく変わっております。1 枚のパネル幅が以前より大きくなっている構成で、雑壁類は CLT ではなく在来間柱組みになっていることで、CLT パネルの㎥数は大差ないものの、ピース数が少なくなっており、パネル工法の醍醐味が出てきています。接合形式は以前と全く同じ引張り応力・曲げ応力に対しては、M24・M16 の引きボルトで接合し、せん断応力に対しては、ビス留めのコ型金物・L 型金物で接合した形式です。

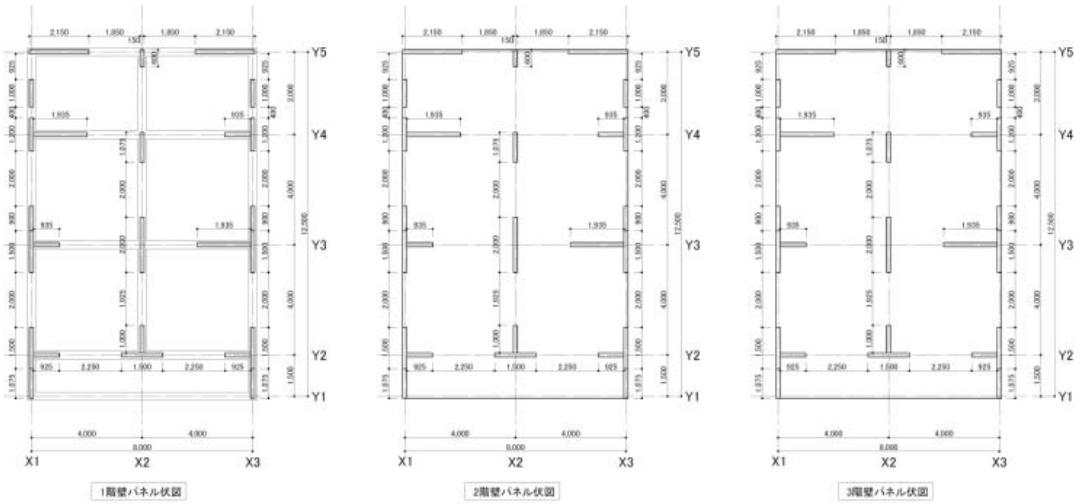


図 2.2.4.2　壁パネル伏図

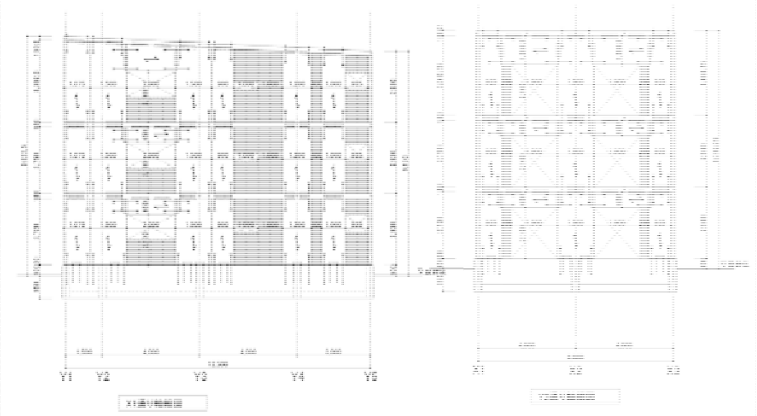


図 2.2.4.3　主要軸組図

３）建方計画

建方計画について説明します。前回のおおとよ同様、引きボルト接合にて壁 CLT とまぐさ CLT が接合されているものについては、先に壁 CLT を単品で架設後まぐさ CLT を架設しようとすると壁 CLT を大きくずらさなければ、ボルトが孔に納まりませんので、全数建方前に現場で地組みをし、一括架設することとしました。工場での地組みが一番効率的ですが、地組み後の CLT が大型トラックで運べるサイズを超えてしまいますので、今回は現場地組みとしています。ただし、床 CLT に関しましては、建方時必要なタイミングで工場から搬送し、車上から直接架設としました。建方は建方作業の日を 1 日でも短縮できるよう配慮し、25t ラフター2 台を使用し、ボルトの本締めやビス仕舞い等は建方後に施工する計画で工程を作成しました。

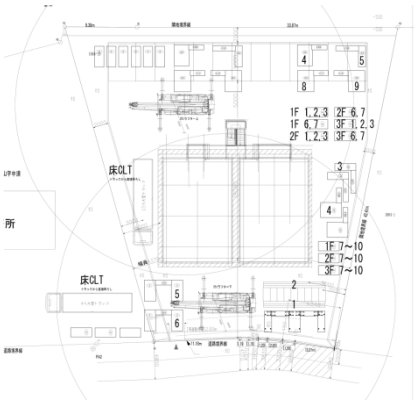


図 2.2.4.4　建方計画図

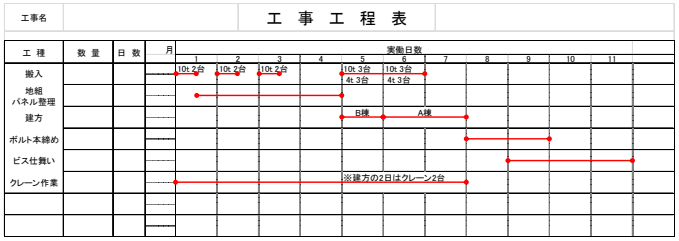


図 2.2.4.5　建方工程表

現場への搬入計画は下記の通りです。

1 日目　10 t トラック　2 台（壁パネル）
2 日目　10 t トラック　2 台（壁パネル）
3 日目　10 t トラック　2 台（壁パネル）
☆5 日目　10 t トラック　3 台（床・屋根パネル）
　　4 t トラック　3 台（床・屋根パネル）
☆6 日目　10 t トラック　3 台（床・屋根パネル）
　　4 t トラック　3 台（床・屋根パネル）

☆：建方日を示す。

仮設計画については、外部足場を屋根 CLT よりも上まで上がるように建方前に施工し、内部は

1 階部分では基礎が深いため棚足場、2 階以降は脚立での作業としました。床 CLT 施工時には親綱を外部足場間に渡し、安全設備としています。建方順序は単純に、1 階の壁から施工し、2 階の床、2 階の壁と繰り返し上に上がっていくよう計画することで作業性の向上を狙いました。

４）建方状況

建方計画に順じ、地組みから開始します。地組みは建方の 4 日前から開始して、建方計画図通りの並び方・建方順序通りの積上げ方となるよう配置していきます。地組み段階で取付けられる金物は極力取り付けて、ビス仕舞い時の手間を少しでも減らします。

建方については、2 台のラフターを使用しての作業となるので各ラフターの作業半径・パネルを吊る順番に注意し、建方計画通り進めていきました。これを繰り返し最終的には、2 棟の内の 1 棟は 1 日で建方作業を終了することが出来ました。建方終了後はボルトの本締めを優先し、ビス仕舞いを行い、全ての作業が終了しました。

写真 2.2.4.1　E 型地組み状況

写真 2.2.4.2　L 型地組み状況

写真 2.2.4.3　CLT 積み重ね状況

写真 2.2.4.4　壁 CLT 架設状況

写真 2.2.4.5　床 CLT 架設状況

写真 2.2.4.6　ビス仕舞い状況

５）おおとよとの比較

今回は高知おおとよ製材社員寮よりも 1 棟当たりの地組み・建方共に時間を短縮することが出来ましたが、具体的にどこが改善されたかを検証していきます。まずは、前回の建方を踏まえた課題として掲げていたものが下記に記載する項目です。

(1)アンカーボルトの施工精度
(2)CLT の引きボルト孔加工精度
(3)CLT 間のクリア寸法
(4)綿密な建方計画
(5)CLT をどこまで地組み、1 枚にまとめるかの検討。
(6)建て入れ調整への配慮
(7)まぐさ CLT 等の位置が現場ですぐに合わせられるような工夫。（例：当たり面にツラ墨をうっておく）
(8)建方時の架設資材の選定

(1)と(2)については引き続き高い精度を要しましたが、アンカーフレームや加工治具の改良といったもので対応することが出来ました。ただ、これらは今後普及するに当たっては許容値や孔径の検討が必要かと思われます。(3)については、今回は CLT を連続して並べる架構が壁・床共に少なかったため、1mm のクリアで対応しました。クリア寸法は、これから桁行方向に長い建物などが出てきた時は今回と同じでは難しい可能性がありますので、建方実績を積み重ね今後検証が必要かと思われます。(4)(5)に関しては前述の通りです。今回大きく改善された内容としては、(6)～(8)です。建て入れ調整については、前回レバーブロックとスリングを使用した調整を行いましたが、非常に時間を要してしまい、スムーズさを欠いてしまった原因の一つでした。そこで今回は「パイプサポート」という資材を使用しました。これは、端部がビス止めで固定出来るようになっており、固定後パイプを回すことによってパネルを引っ張ったり、押したりすることが出来ます。在来軸組工法の仮筋違いに似たイメージです。数を準備すれば 1 回の建方で取り外しを繰り返さなくても良く、端部がビス止めなので施工も容易です。

写真 2.2.4.7　パイプサポート（端部金物はビス止め仕様）

次に直交する CLT を架設する時、正規の位置・高さがどこなのか分からない問題がありましたが、これらは工場での加工段階でツラ墨や受け材を施すことにより施工性を向上させています。細かいことですが、十分な施工短縮へ繋がっています。最後に架設資材の選定については、アイ

ボルトを CLT の箱彫り加工部に取付けて建方することで、フックをアイボルトにかけるだけで済むため、スリングをかける手間等が省略されます。ただし、架設後のアイボルトを取り外す必要があるため、引き続き改良の余地があります。

写真 2.2.4.8
直交する CLT がくる部分にツラ墨と受け材

写真 2.2.4.9　アイボルト

最後に CLT パネルについて、ピース数や寸法に関しての比較です。CLT の厚みや最大寸法、床・屋根 CLT のピース数等はほぼ同じで大きな変化はありません。大きく異なる所は、単品の CLT 枚数が大幅に減っていることです。雑壁が CLT から在来工法の間柱等になっていること、パネルを大板にしていることで枚数が減っています。単純に楊重回数が減ることにより架設に余裕が生まれ、建方工程短縮に直結していることが分かります。今後 CLT 建築物を計画する際にも建物全体のピース数を減らすことは重要な検討事項となりそうです。

項目	高知おおとよ	勝山共同住宅(B棟)
CLT㎥数	120	110
壁CLT	5層5プライ　t=150	
壁CLT最大寸法	2,000x3,300	2,150x2,750
床・屋根CLT	5層6プライ　t=180	
床・屋根CLT最大寸法	2,075x5,575	
壁CLTピース数(単品)	69	27
壁CLTピース数(地組)	24	30
床・屋根CLTピース数	32	36
CLT合計ピース数	125	93
接合形式	引きボルト、ビス止めせん断金物	

図 2.2.4.6　CLT ピース数や寸法の比較

６）今後の課題

以上のように前回の経験を踏まえ改善することで、前回よりも合理化することができ、工期短縮にもつながりました。しかし、これから普及させるためには課題はまだありそうです。建方は大幅に短縮をしていますが、地組みは相変わらず時間がかかりますし、建方後もビス仕舞い等が残り完了するまでに時間を要します。以下、大きな課題をまとめますと、

(1) 地組みを短縮又は現場以外での場所で地組みが出来るような仕組み作り
(2) ビスやボルトを締め付ける工具の開発
(3) 地組み後の CLT でも運搬できる輸送方法の検証
(4) 吊治具の改良
(5) 地組みをする必要のない接合部の開発
(6) 小割パネルをなるべく減らす工夫
(7) アンカーボルト精度の許容値

他にも細かい課題があると思いますが、大きな伸び代を含んでいる項目はこれらではないかと思います。まだまだ始まったばかりの CLT です。これからも改善を重ね、一つ一つ課題をクリアすることによって、広く周知される建材になることは間違いないと信じています。

（5）鋼構造オフィスビル床の CLT 化施工性確認実験について

山佐木材株式会社　村田　忠

1）はじめに

当社は新たな木材利用の分野として CLT パネルの鋼構造建築物への床利用に取り組んでいる。ここでは、その実現に向けて実際に鉄骨フレームのモックアップを作成し、その上に CLT パネルを敷き並べるまでの施工性について、実施工でどの程度効率的に工事が行われるか、あるいは、施工するに当たってどの程度の精度管理を行えば良いか等を明らかにするため、施工性の確認実験を行った結果を報告する。

2）モックアップ概要

（ア）鉄骨フレームの形状

平面形状：　10,800mm×7,200mm
基礎形状：　独立基礎、露出柱脚
柱材　　：　冷間成形角型鋼管柱とし、断面寸法は、□-400×400×16×16
大梁材　：　H 形断面とし、断面寸法は、H-600×200×11×17
小梁材　：　H 形断面とし、断面寸法は、H-300×150×6.5×9

鉄骨フレーム柱、梁には、所々に形式の異なる接合箇所（写真 2.2.5.2:ブラケットタイプ、写真 2.2.5.3：ノンブラケットタイプ、写真 2.2.5.4：現場溶接タイプ）を設け、スタッドの配列においても 1 列方式、2 列方式を混在させた。図 2.2.5.1 に鉄骨フレーム平面詳細及び CLT パネルの割り当てを示す。

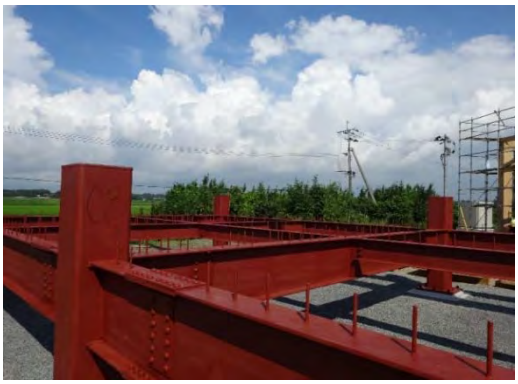


写真 2.2.5.1　フレーム全景

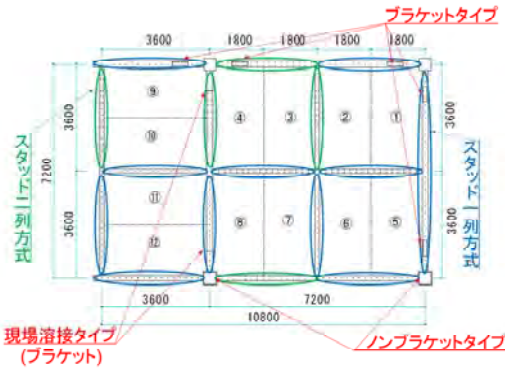


図 2.2.5.1　平面詳細図

写真 2.2.5.2
ブラケットタイプ

写真 2.2.5.3
ノンブラケットタイプ

写真 2.2.5.4
現場溶接タイプ

（イ）CLT の加工

床に使用した CLT パネルの寸法は、約 3.6m×1.8m、厚さは 210mm(7 層 7 プライ)である。

3.6m グリッド内に 2 枚並べ、そのパネル同士の接合部分はビス接合を想定した。

CLT の加工について代表的なものを図 2.2.5.2 に示す。測定項目を表 2.2.5.1 に示す。CLT パネルに施した加工は、スタッド用の穴加工、吊り上げ用の穴、鉄骨接合部分、柱と接触する部分の切り欠き等である。

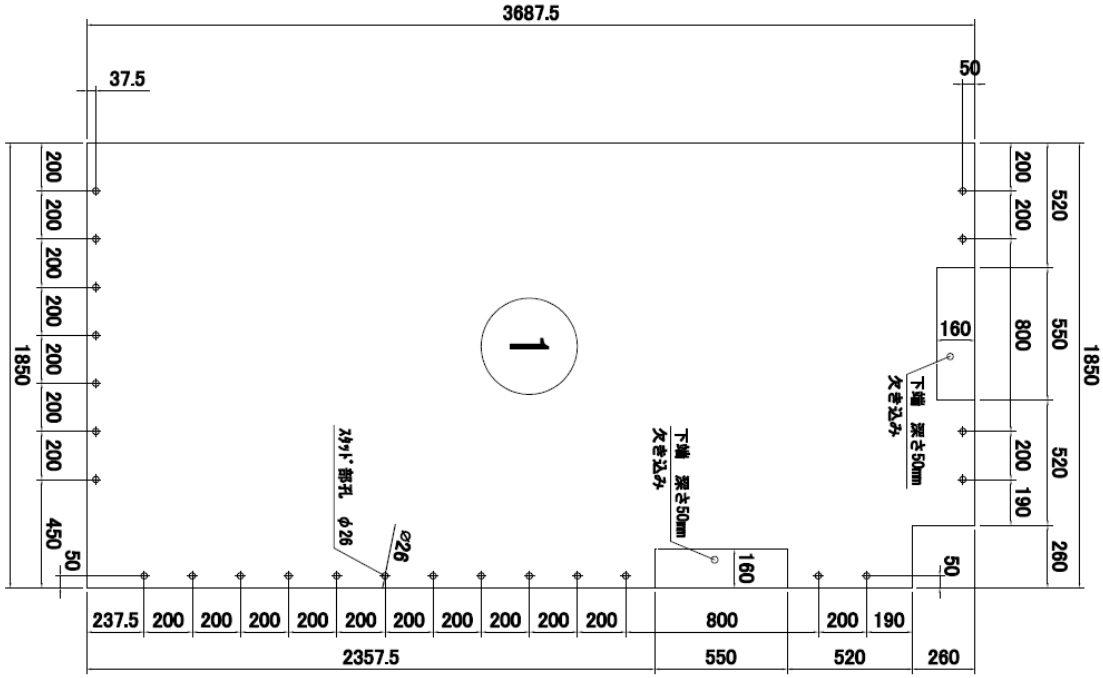


図 2.2.5.2　CLT パネル加工図

３）調査項目

表 2.2.5.1 に CLT パネルの床施工にあたって計測した項目を示す。

表 2.2.5.1　計測項目

チェック項目	計測に使用した道具
①鉄骨の精度(柱、梁)	水準器
②木床の精度(厚さ)	ノギス
③木床の精度(幅、長さ)	メジャー
④木床の含水率(内部、外部)	含水率計
⑤木床の設置時間	ストップウォッチ
⑥クロスビス取付け時間	ストップウォッチ
⑦木床と梁の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑧木床と木床の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑨木床と柱の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑩木床と木床の段差	アルミ板(0.5mm)、金定規
⑪木床の傾き	水準器

4）計測結果

床パネルと柱との隙間について計測した結果を表 2.2.5.2 に示す。測定位置を図 2.2.5.3 に示す。設計時寸法は、パネルと柱の間は溶接逃げを考慮して 10 ミリの隙間をみている。

表 2.2.5.2　パネルと柱間の隙間の計測結果

8月26日									
部位	計測値(mm)								
	a	b	c	d	e	f	g	R	L
J1	8.0	8.0	6.0	8.0					27.0
J2	6.0	6.0	10.0	12.0					28.0
J3	6.0	6.0	9.0	10.0	10.0	13.0	14.0	35.0	35.0
J4	10.0	10.0	12.0	9.0	6.0	10.0	9.0	32.0	32.0

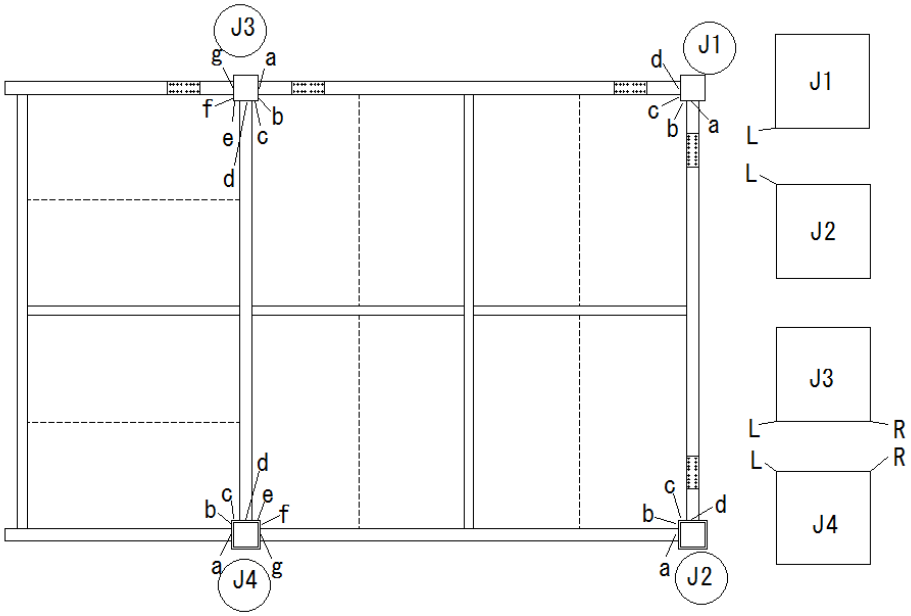


図 2.2.5.3　床パネルと柱の隙間の測定位置

写真 2.2.5.5　X 方向及び Y 方向

写真 2.2.5.6　斜め方向

写真 2.2.5.7　吊り具装着

写真 2.2.5.8　クレーン運搬

写真 2.2.5.9　吊り下げ時

写真 2.2.5.10　微調整

写真 2.2.5.11　隙間計測状況

写真 2.2.5.12　傾き計測状況

5）まとめ

実施工を進めるにあたっての精度管理については、

・床パネルの間隔（4㎜以下）
・床の傾き（3.5/1000 以下）
・床の段差（3.5㎜以下）
・床パネルと鉄骨梁のすきま（3㎜以下）
・床パネルと鉄骨柱のすきま（10㎜以下）

の基準を定めた。これらの値は、実施工が進められる中で、さらに精緻に見直されることが望ま

れるが、品確法等で定められた値と比較しても、遜色のない程度に納まっているものと判断できる。

以下に恥を承知で本実験での感想を羅列する。

①本実験時のパネルは手加工で行ったため、パネル厚さ 210 ㎜を切断する場合には上下方向から鋸を入れる必要があり、鋸の逃げや切削面に若干のずれが生じるなど JAS 規格は満足するレベルであるが精度としては不十分な部分があった。とくに敷き詰めていく場合には、パネルの直角度はしっかり出すべきであり、コストの観点からも機械加工を前提とすべき点である。200 ㎜ピッチ程度の連続したスタッドボルトにパネルを並べる作業については、通常の木材加工精度であればとくに問題にはならないことが確認できた。

②工場加工に際しては、大判パネルを反転する必要があるため天井クレーンなどの設備がないと取り回しが大変である。

③今回は施工実験途中に 2 回の降雨に見まわれた。CLT の含水率は雨天後 2 日間程度で元の含水率に戻ることなどが確認できた点は収穫であるが、パネルの変形につながる水濡れは極力さけたほうが望ましい。防水（撥水）対策を講じる必要がある。

④床パネルの敷き込みにあたって、スタッドボルトの入る位置に穴加工がないという事態があった、建設現場における再加工の手間などを考えるとミスのないよう検品をしっかりと行う体制が必要である。これらは工程の遅延に直結する問題なので、工期短縮に期待のかかる CLT パネルの利活用だけに十分に注意したい。

⑤設置作業を分析したところ、時間を要する主な作業は、吊り治具の脱着、設置後の微調整である。今後は、吊り治具の開発、簡易な位置決めの方法などを検討する必要がある。

⑥パネル設置後の微調整に平均約 5 分／枚ほど要した。

⑦全ネジビスの打ち込みは、2 本 1 組あたり約 90 秒／人（インパクトドライバー使用）かかった。

６）謝辞

本報告は、「平成 25 年度補正　林野庁委託事業　CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データ等の収集・分析）」において実施したものの一部である。本実験に際し、ご協力を頂きました福岡大学工学部建築学科稲田達夫先生、倉富先生はじめ研究室の皆様に深謝いたします。

第３章　ＣＬＴ強度データ等収集状況調査

ここでは、「CLT 強度データ収集等連絡会議」での議論等を参考に、国や地方公共団体等における取り組み状況について記す。

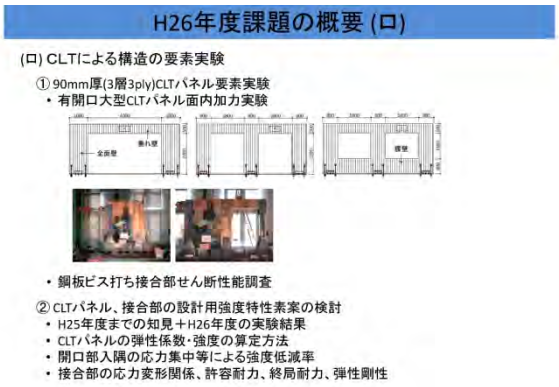
３．１　設計法確立のための検討・実大実験の実施

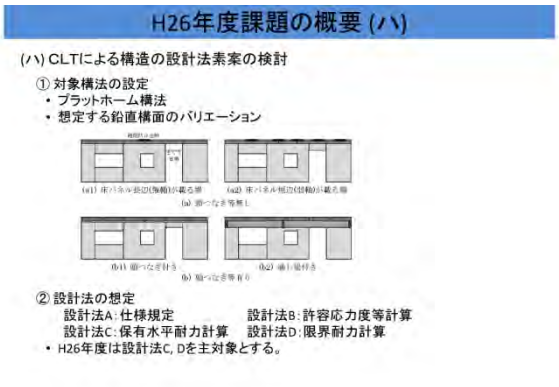
平成 22 年度補正予算による国土交通省補助事業より、CLT による壁式工法の構造設計法を確立することを目的とし、株式会社日本システム設計を事業主体として、実大実験や要素試験、解析的検討が実施されてきた。平成 26 年度も、日本システム設計、(一社) 日本 CLT 協会及び (一社) 木を活かす建築推進協議会を事業主体とし、「CLT を用いた木造建築基準の高度化推進事業」として引き続き実施されている。

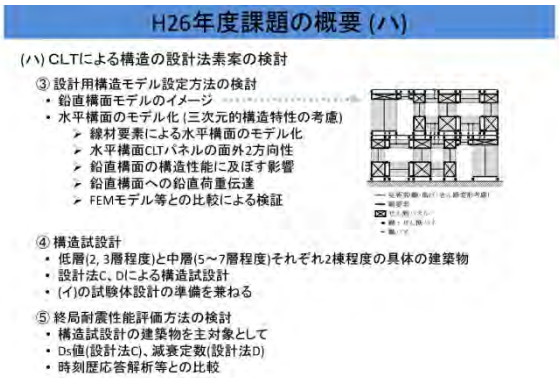
平成 26 年度の事業概要を、CLT 強度データ収集等連絡会議資料（三宅委員作成）により示す。平成 26 年度事業では、地震動に対する CLT 構造の終局挙動を含めた応答性状の確認と、数値解析モデルの精度検証を目的とし、2 月に、5 階建試験体（A 棟）と 3 階建試験体（B 棟）の震動台実験が実施された。A 棟は小幅パネル組み合わせて鉛直構面を構成し、壁引張接合部を引きボルト接合とした試験体、B 棟は大型の CLT パネルをくり抜いて加工したパネルにより鉛直構面を構成し、壁引張り接合部を鋼板ビス打ち接合部とした試験体である。

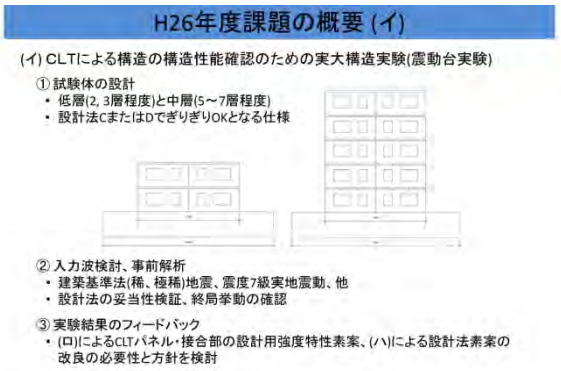
なお、平成 25 年度までの事業報告書は、日本システム設計のホームページに掲載されている。

■事業概要（CLT 強度データ収集等連絡会議資料）









このほか、構造設計に関係する検討としては、CLT の壁に設備工事配管のための貫通孔をあける場合の耐力への影響を確認する検討が、平成 25 年度補正林野庁委託事業において実施されている。ハウステンボススマートホテルのプロジェクトにおいても、あらかじめ貫通孔をあけて構造実験を行うことで、時刻歴応答解析を行う場合でも貫通孔があけられるよう配慮されている。

３．２　ＣＬＴの接合部検討事業

CLT 建築物の接合方法として、一般的な接合部の試験を行い、広く活用できるようにし、仕様が特定しやすいものについては定式化を行う等を目的として、平成 23 年度より、木構造振興株式会社により実施されている。これまで以下のような試験が実施されてきた。なお、以下については、特記なき場合は林野庁補助事業により実施されている。

・振動台実験（国土交通省補助事業）のための引きボルト接合部（引張）、GIR 接合部（引張）、ビス接合部（せん断）の試験（H23）
・引きボルト接合部の計算式のための積層面の接着力試験、めり込み・圧縮試験、ビス 1 本あたりの試験（H24）
・引きボルト接合部の幅はぎ位置の影響、幅はぎ接着の影響を確認する実験（H24）
・せん断金物（ビス接合）が引張接合部に与える影響を確認するための実験（H24）
・引きボルト接合部の材料品質の影響を確認するための試験（H25）
・引きボルト接合部の縁距離・端距離の影響を確認するための試験（H25 国土交通省補助事業）
・LSB 接合部（外径 19mm）における引き抜き性能と縁距離・端距離、埋め込み深さ等の影響を確認するための試験（H25）
・ビス接合を用いた床パネル相互のせん断性能を確認するための試験の実施（H25）
・LSB 接合部（外径 29.6mm）における引き抜き性能と縁距離・端距離、埋め込み深さ等の影響

を確認するための試験、箱型金物を含む接合部全体の試験（H25 補正）
・鋼板添え板ビス接合を用いた壁脚部・壁頭部の引張性能、パネル相互の引張性能とせん断性能、壁パネルと柱材及び壁パネルと横架材のせん断性能を確認するための試験（H25 補正）
・2×4 の床に CLT を用いた場合の接合部試験（H25 補正、事業主体は日本 CLT 協会）
・引きボルト接合部の降伏耐力の係数を求めるための試験（H26）
・引きボルト接合部の縁距離・端距離の影響を確認するための試験（H25 国土交通省補助事業からの継続）（H26）

また、CLT を使った実証的建築物の実現のためにいくつかの接合部試験が行われている。北海道立総合研究機構林産試験場では、協同組合オホーツクウッドピアのセミナーハウスの設計に必要なデータ整備のために、道産カラマツを使ったビス要素試験、U 形引張金物試験、U 型せん断金物試験、帯型金物試験、L 型せん断金物試験、L 型せん断金物の面外試験、及びスプライン接合部試験を実施している。平成 26 年度 CLT 等新たな製品・技術活用建築物実証事業で採択された「くりばやし整骨院」のプロジェクトでは、CLT を軸組工法の床に用いるため、CLT-下部軸組及び上部軸組-CLT のビス接合部の一面せん断試験、CLT 間接合部（床同士の接合部）の面内せん断試験・面外せん断試験を、東日本パワーファスニング株式会社にて実施している。

このほか、CLT 接合部についての研究は大学等でも実施されており（例えば、LSB（宮崎県木材利用技術センター・京都大学）、鋼板挿入ドリフトピン接合（京都大学）など）、建築学会大会等で発表されている。

３．３　枠組壁工法建築物の床に使用するための技術開発

枠組壁工法建築物の床に CLT を使用するための技術開発は、日本 CLT 協会が、林野庁補助事業（H25 補正）により実施している。具体的には、以下のような内容を実施している。
・ビス、くぎを使った床の接合部試験（床－床、壁枠組（上階）－床、壁枠組（下階）－床）
・遮音性能試験（重量床衝撃音、軽量床衝撃音、透過損失の測定）
・CLT 床板の歩行振動による居住性能評価試験
・スパン表や設計ルール等の作成

３．４　木造軸組工法の耐力壁や床に使用するための技術開発

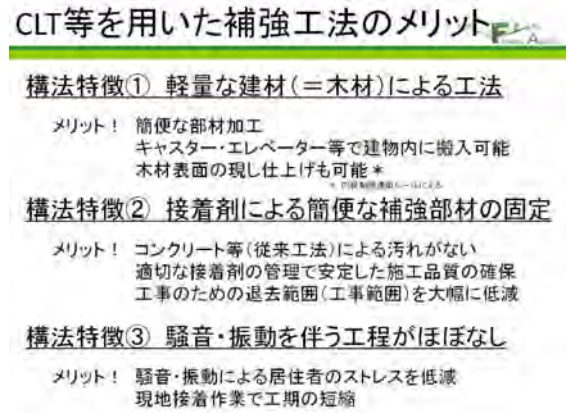
木造軸組工法の建築物に CLT を使用するための技術開発は、CLT を使用した実証的建築物の実現のためにいくつかの実験が行われている。

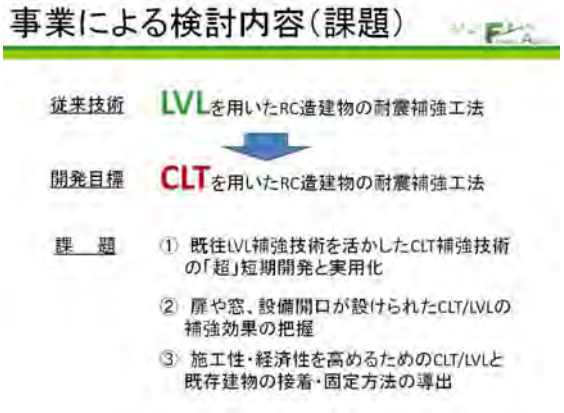
高知県 CLT 建築推進協議会では、高知県森林組合連合会事務所のプロジェクトで、木造軸組工法の壁及び床・屋根に CLT を用い、令 46 条 2 項ルートにより構造安全性を確認するため、150 角スギ製材の柱及び 150×300 のスギ集成材の梁で構成される軸組に、スギ CLT（Mx60-3-3・A 種構成）をラミナ 1 層分 30mm 切り欠き、はめ込んだ耐力壁を想定した構面実験を実施している。また、平成 26 年度 CLT 等新たな製品・技術活用建築物実証事業で採択された、株式会社長谷萬の鉄骨造の倉庫内（ただし設置）に木造軸組と CLT の床・壁・天井による事務室を設けるプロジェクトにおいても、構面試験が実施されている。

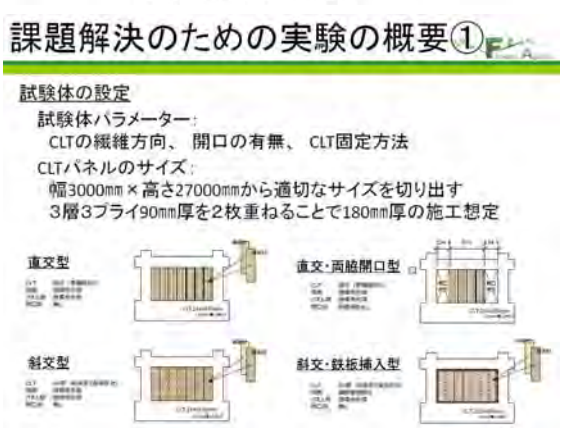
床に使用するための技術開発としては、前述のとおり、「くりばやし整骨院」のプロジェクトで、CLT を軸組工法の床に用いるためにビス接合部の試験を実施し、構造設計に用いている。また、集成材で構成した床組の上に厚さ 135mm の CLT パネルを集成材で構成した床組の上に載せてビス留めした水平構面の面内せん断試験が、平成 24 年度林野庁補助事業　木材利用技術整備等支援事業の中で、森林総合研究所により実施され、結果は『木材工業　Vol.68 No.11』において報告されている。

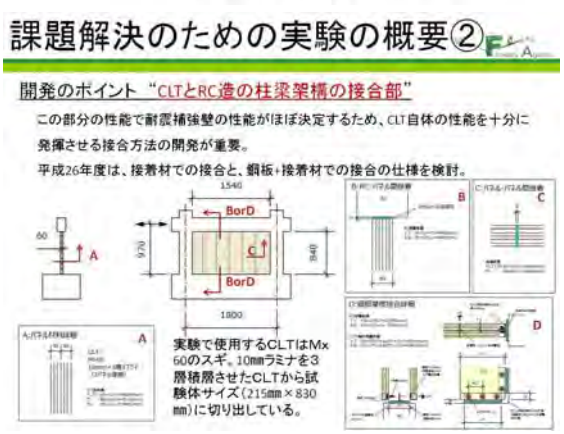
３．５　ＲＣ造建築物の耐震補強用耐力壁として使用するための技術開発

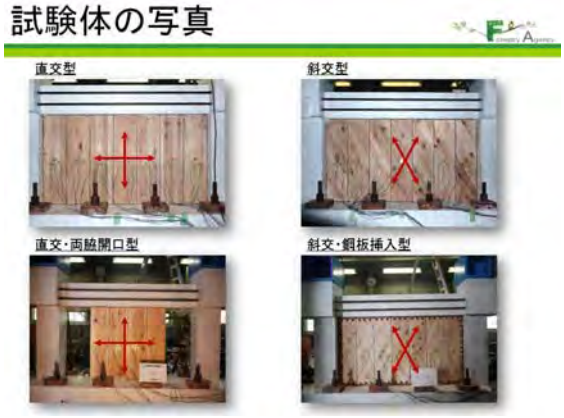
RC 造建築物の耐震補強に CLT を耐震壁として使用するための技術開発は、株式会社ドット・コーポレーションが、林野庁補助事業（H25 補正）により実施している。事業概要を CLT 強度データ収集等連絡会議資料（林野庁作成）により示す。











３．６　Ｓ造建築物の床に使用するための技術開発

超高層鉄骨造建築物の床として CLT を使用するための技術開発は、山佐木材株式会社が、林野庁補助事業（H25 補正、H26）により実施している。具体的には、以下のような内容を実施している。

・構造実験
　①木床と鉄骨梁の接合部の押し抜きせん断実験と曲げ載荷実験
　②木床と木床の接合部の押し抜きせん断実験と曲げ載荷実験
　③木壁と鉄骨梁の接合部の押し抜きせん断実験と、CLT パネルを架台とした制震装置の性能確認実験
・2 時間耐火性能を実現するための技術開発
　①小型炉による予備加熱試験（被覆タイプ、燃えどまりタイプ）
　②小型炉による追加予備加熱試験（被覆タイプ、燃えどまりタイプ）
　③大型炉を用いた予備加熱試験（被覆タイプ）
　④大型炉を用いた載荷加熱試験
・施工性の確認試験
・試設計、構造設計図、標準仕様書の作成

３．７　準耐火構造を実現するための技術開発

CLT による壁式工法の準耐火構造を実現するための技術開発は、平成 26 年度建築基準整備促進事業の中で、「CLT の燃えしろ設計法に関する検討」として実施されている。具体的には、以下のような実験を実施し、平成 27 年度中に告示化が予定されている CLT の燃えしろ設計法に関する基準案を作成することとなっている。

・CLT 単体の加熱実験（床状）（ラミナ厚、接着剤の影響把握）
・CLT 単体の載荷加熱実験（壁状）（燃えしろ寸法の検討）
・CLT パネルの接合部、区画貫通部の実験
・CLT 床の非損傷性に関する実験

また、平成 25 年度補正林野庁委託事業においても、木造軸組に CLT を現わしで壁、床・屋根に用いる場合の準耐火構造を実現するための技術開発が実施されている。具体的には、以下のような実験を実施している。なお、本事業は、上述の基準整備促進事業と連携して実施されている。

・CLT 単体（縦目地部を含む）の加熱実験（非耐力壁）
・CLT の区画貫通部の加熱実験（耐火二層管[外管繊維モルタル、内管塩ビ管の二層構造]、鉄管、塩ビ管、コンセントボックス、電線等）（非耐力壁）

・CLT の壁-床-壁取り合い部の加熱実験（防振材入り、接合金物入り）（非耐力壁）
・CLT の壁-軒下取り合い部の加熱実験（非耐力壁）

このほか、高知県 CLT 建築推進協議会では、高知県森林組合連合会事務所のプロジェクトで、延べ面積が 1,000 ㎡を超え、準耐火建築物にすることが要求されるため、1 時間準耐火構造外壁及び間仕切壁の大臣認定を取得するための性能評価試験を受け、合格している。

３．８　耐火構造を検討するための技術開発

３．６に記述したとおり、超高層鉄骨造建築物の床として CLT を使用するための技術開発の中で、2 時間耐火性能を実現するための技術開発が実施され、ケイ酸カルシウム 75mm（25mm×3 枚）、強化せっこうボード 75mm（15mm×5 枚）などで 2 時間耐火の性能をクリアできることが実験により確認されている。

３．９　ＣＬＴの耐久性に係る検討

CLT の耐久性については、平成 25 年度補正林野庁委託事業において、日本木材防腐工業組合が事業主体となり、国産スギ材を用いた CLT 建築物の耐久設計に不可欠な各種基礎データの収集が実施されている。具体的な事業内容は表 3.1 のとおりである。

表 3.1　耐久性検討事業実施内容

事業項目	目的	事業内容
①CLT の保存処理方法及び接着耐久性能、変形特性	各種加圧注入処理薬剤による CLT ラミナの接着性能及び各ラミナへの薬剤浸潤度を明らかにする	・各種加圧注入処理薬剤の CLT ラミナの接着性能試験（剥離試験、ブロックせん断試験） ・接着性能試験後のラミナ浸潤度などの測定
②各種使用環境下における CLT の耐久性能	各種保存処理 CLT の耐久性能、変形特性を明らかにする	・ラミナ処理 CLT の耐久性試験 ・製品処理 CLT の寸法安定性の確認、注入性の確認、耐久性試験
③防露設計、資材管理のための CLT の熱湿気特性、吸放湿特性	保存処理 CLT の熱湿気特性を明らかにする	・製品処理 CLT の熱湿気特性に係る各種試験（熱伝導率、比熱等の測定）
	各種 CLT の吸放湿特性を明らかにする	・ラミナ処理 CLT の吸放湿特性試験 ・防腐処理 CLT 壁体の暴露試験

３．１０　ＣＬＴの遮音性能に係る検討

CLT の遮音性能に係る実験は、平成 24 年度林野庁補助事業　木材利用技術整備等支援事業において、日本 CLT 協会が事業主体となり、「木造の建築設計に求められる地域材による CLT の品質と仕様及び部材の仕様、構造モデルの検討と実証実験」の中で実施されている。具体的には、スギ CLT の床衝撃音遮断性能に対する床仕様及び天井仕様の影響を実験室での比較試験により検討し、その結果をもとに、実大試作棟で床衝撃音の測定（タッピングマシンによる軽量床衝撃音レベル、バングマシンによる重量床衝撃音レベル、ゴムボールによる重量床衝撃音レベル）及び室内音圧レベル差の測定を実施している。結果は日本 CLT 協会のホームページで公開されている。

また、３．３に記述したとおり、枠組壁工法建築物の床に使用するための技術開発の中でも遮音性能試験が実施されている。床衝撃音の測定（タッピングマシンによる軽量床衝撃音レベル、タイヤによる重量床衝撃音レベル、ゴムボールによる重量床衝撃音レベル）及び音響透過損失の測定を実施し、CLT の厚さや床仕様及び天井仕様による影響を確認している。

表3.2 福島県湯川CLT共同住宅 試験に関わる仕様 （高知おおとよ製材社員寮との比較）

棟	階	床		天井	外壁 （外部に面する壁）	界壁 （世帯間を区切る壁）	試験のねらい			
							短期試験		長期試験	
		仕上	下地				①床衝撃音試験	②外壁・界壁の透過損失	③温湿度・含水率測定	④クリープ試験
大豊	3階 単身ﾀｲﾌﾟ ×2	① 杉無垢フローリングt=15	① モルタル（湿式）	吊木+木天井下地+GW +石膏ボード+仕上材	外→内 ﾓﾙﾀﾙ+胴縁+防水ｼｰﾄ+ｾﾒﾝﾄ板+胴縁+透湿防水ｼｰﾄ+CLT+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ 気密テープなし 最外部はﾓﾙﾀﾙ(湿式)	表面→内部→表面 石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+CLT+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2 気密テープなし	試験済み ※CLT床パネルとCLT壁との接合を引きボルトで貫通、振動がうまく壁に伝わらず、床だけが振動して階下に伝わる →真庭3棟では床を独立させて音の減衰をねらう	試験済み ※CLT部なしでも防音・耐火の基準を満たすように設計しているため、防音面でも過剰な設計となっており、ｺｽﾄ高。 →真庭3棟では石膏ﾎﾞｰﾄﾞの枚数を減らしたり、設置位置を変えたり、気密テープを用いることで防音性能基準を満たした上で低コスト化を目指す。	気密度試験済み ※振動第台実験と同じ仕様を求められたため、パネル間に気密パッキンを入れていない。 2・3階のﾃﾞｰﾀは得られたが、1Fは床にガラリを設け、基礎と一体で通気しているため、ガラリから通気が抜け、更にﾊﾟﾈﾙ間から通気が抜け測定できなかった。 温湿度試験未実施	未実施 →真庭3棟では、実際に人が生活する状態で複数箇所のデータを得ることで、説得力を得ることができる。そのため真庭3棟では真庭市、木協のファミリー、単身共に2階・3階でデータを測定する。
	2階 単身ﾀｲﾌﾟ ×2	① 杉無垢フローリングt=15	② ALC（軽量気泡ｺﾝｸﾘｰﾄ）	① 吊木+木天井下地 +石膏ボード+仕上材						
	1階	① 杉無垢フローリングt=15	在来床組	① 吊木+木天井下地 +石膏ボード+仕上材						
湯川 A棟	2階	遮音フローリング（傷防止）	耐水合板t=12 防音床下地（DADスペースLS） 耐水合板t=5.5（捨て貼り）	ビニールクロス 石膏ボードt=9.5 木天井下地	① ビニールクロス 石膏ボードt=12.5 LGS自立壁下地W=50 防湿フィルム CLT壁パネルt=150 ロックウール断熱材(ボード)t=100 透湿防水シート 通気胴縁下地 サイディング	なし	湯川では、遮音フローリング・防音下地等、おおとよと仕様を変えて音の減衰をねらい、かつ、A・B棟仕様を変えて衝撃音を検証する。	外壁の防音は、おおとよと仕様を変え、かつ、A・B棟の断熱仕様を変えて、透過測定を行う。	【おおとよとの相違点】 おおとよでは、温湿度・CLT含水率の継続計測未実施	おおとよでは、クリープ試験未実施。
	1階	遮音フローリング（傷防止）	耐水合板t=12（捨て貼り） 構造用合板t=24 木床組 ネオマフォームt=45	ビニールクロス 石膏ボードt=12.5×2 GW16Kt=50 木天井下地 防振吊り木	① ビニールクロス 石膏ボードt=12.5 LGS自立壁下地W=50 防湿フィルム CLT壁パネルt=150 ロックウール断熱材(ボード)t=100 透湿防水シート 通気胴縁下地 サイディング	なし	2階の床で生じる従量衝撃音、及び軽量衝撃音に対する2階床の遮音性能を試験によって検証する。（2箇所で実施） 【提案する試験】 ③-③ バングマシーンによる重量衝撃音試験 ②-2 タッピングマシーンによる軽量衝撃音試験 【試験のねらい】 当該工法が、性能表示基準における「8音環境に関すること」で「8-③重量衝撃音対策」及び「8-2軽量衝撃音対策」のどの等級に相当するかを検証する。	外壁及び界壁の透過損失性能を試験によって確認する。 【提案する試験】 ④-1 外壁の透過損失測定 ④-④ 階床の透過損失測定 ※界壁が無いので界床で代用し、参考値とする。 【試験のねらい】 当該工法が、性能表示基準における「8音環境に関すること」で「8-3透過損失等級（界壁）」及び「8-4透過損失等級（外壁開口部）」のどの等級に相当するかを検証する。	床下や小屋裏、外壁内部の温湿度変化を3年間にわたって継続的に記録する。 【提案する試験】 ①-1 床下の温湿度測定 →A棟のみ1点。クリープ測定位置近傍 ①-2 小屋裏の温湿度測定 →A棟のみ1点。クリープ測定位置近傍 ①-3 アンカーボルト付近の温湿度測定 →A・B棟各1点。 ①-① CLT表面の温度測定 →A・B棟各1点。 ①-5 CLTの含水率測定 →A・B棟各1点。 【試験のねらい】 密閉又は半密閉の空間内部の温湿度変化を記録し、CLT材の劣化につながるような現象が生じないかを検証する。また、含水率を継続的に計測し、劣化につながる現象の有無や、吸放湿性能の有無を確認する。	変位計による屋根パネル及び床パネルのクリープ量測定を3年間行う。 【提案する試験】 ②-1 屋根パネルのクリープ量 →A棟のみ2点 ②-2 2階床パネルのクリープ量 →A棟のみ2点 【試験のねらい】 長期使用下における静的ひずみを計測し、クリープ量を評価する。また、その中の含水率変化による影響も評価する。
湯川 B棟	2階	遮音フローリング（傷防止）	耐水合板t=12 アスファルトマットt=12 耐水合板t=12 防音床下地（オトユカベースN）t=40 ポリスチレンフォームt=70 （寸法調整用） 耐水合板t=5.5（不陸調整用）	ビニールクロス 石膏ボードt=9.5 木天井下地 防湿フィルム MSシート セルローズファイバー 60K、t=180吹込	② ビニールクロス 石膏ボードt=12.5 防湿フィルムt=0.1 MSシート セルローズファイバー60K、t=100吹込み 自立木軸下地W=90 CLT壁パネルt=150 透湿防水シート（CLT面） 通気胴縁下地 サイディング	なし				
	1階	遮音フローリング（傷防止）	耐水合板t=12（捨て貼り） 構造用合板t=24 木床組 ネオマフォームt=45	ビニールクロス 石膏ボードt=12.5×2 木天井下地 防振吊り木 防湿フィルム MSシート セルローズファイバー 60K、t=60吹込み	② ビニールクロス 石膏ボードt=12.5 防湿フィルムt=0.1 MSシート セルローズファイバー60K、t=100吹込み 自立木軸下地W=90 CLT壁パネルt=150 透湿防水シート（CLT面） 通気胴縁下地 サイディング	なし				

騒音計

騒音計

重量床衝撃音発生器
(バングマシン)

雑音発生器

温湿度センサー

軽量床衝撃音発生器
（タッピングマシン）

長期木材含水率計

高精度接触式デジタル変位計

表3.3 真庭市・木協CLT住宅 試験に関わる仕様 （高知おおとよ製材社員寮との比較）

		部位	床		天井	外壁 （外部に面する壁）	界壁 （世帯間を区切る壁）	試験のねらい			
								短期試験		長期試験	
			仕上	下地				床衝撃音試験	外壁・界壁の透過損失	気密度・温湿度試験	クリープ試験
大豊		3階 単身ﾀｲﾌﾟ×2	① 杉無垢フローリングt=15	① モルタル（湿式）	吊木+木天井下地+GW +石膏ボード+仕上材	外→内 ﾓﾙﾀﾙ+胴縁+防水ｼｰﾄ+ｾﾒﾝﾄ板+胴縁+透湿防水ｼｰﾄ+CLT+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ 気密テープなし 最外部はﾓﾙﾀﾙ(湿式)	表面→内部→表面 石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+CLT+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+木下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2 気密テープなし	試験済み ※CLT床パネルとCLT壁との接合を引きボルトで貫通、振動がうまく壁に伝わらず、床だけが振動して階下に伝わる →真庭3棟では床を独立させて音の減衰をねらう	試験済み ※CLT部なしでも防音・耐火の基準を満たすように設計しているため、防音面でも過剰な設計となっており、ｺｽﾄ高。 →真庭3棟では石膏ﾎﾞｰﾄﾞの枚数を減らしたり、設置位置を変えたり、気密テープを用いることで防音性能基準を満たした上で低コスト化を目指す。	気密度試験済み ※振動第台実験と同じ仕様を求められたため、パネル間に気密パッキンを入れていない。 2・3階のﾃﾞｰﾀは得られたが、1Fは床にガラリを設け、基礎と一体で通気しているため、ガラリから通気が抜け、更にﾊﾟﾈﾙ間から通気が抜け測定できなかった。 温湿度試験未実施	未実施 →真庭3棟では、実際に人が生活する状態で複数箇所のデータを得ることで、説得力を得ることができる。そのため真庭3棟では真庭市、木協のファミリー、単身共に2階・3階でデータを測定する。
		2階 単身ﾀｲﾌﾟ×2	① 杉無垢フローリングt=15	② ALC（軽量気泡ｺﾝｸﾘｰﾄ）	① 吊木+木天井下地 +石膏ボード+仕上材						
		1階	① 杉無垢フローリングt=15	在来床組	① 吊木+木天井下地 +石膏ボード+仕上材						
真庭市		3階	② 遮音フローリング	③ DADユカ（置き床） ※防振際根太を仕様	吊木+LGS天井下地+GW +石膏ボード+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ	外→内 ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ+胴縁+防水ｼｰﾄ+ｾﾒﾝﾄ板+耐水合板+透湿防水ｼｰﾄ+CLT+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+LGS下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ 気密テープを使用 最外部は金属系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	界壁なし	仕上②×下地③×天井② （パターン1）	外壁で1回測定	木部間および基礎との接合部全てに気密テープを使用。 各階で気密度を計測する。 1F床下2点と屋外1点で温湿度をシーズン毎に測定する。 2F・3F床下各2箇所にセンサーを設置し含水率を測定する。	床下３点で測定
		2階	② 遮音フローリング	④ オトユカベースN（浮き床）	②LGS天井下地+GW+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ			仕上②×下地④×天井② （パターン2）			床下３点で測定
		1階	一般フローリング	在来床組	②LGS天井下地+GW+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ						
木協	A ファミリー	3階	① 杉無垢フローリングt=15	③ DADユカ（置き床） ※防振際根太を仕様	吊木+LGS天井下地+GW +石膏ボード+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ	外→内 ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ+胴縁+防水ｼｰﾄ+ｾﾒﾝﾄ板+耐水合板+透湿防水ｼｰﾄ+CL+LGS下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2 気密テープを使用 最外部は窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	表面→内部→表面 石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2+LGS下地GW+CLT+LGS下地GW+石膏ﾎﾞｰﾄﾞ×2 接合部に気密テープを使用 ※おおとよより石膏ボードが4枚少ない	仕上①×下地③×天井② （パターン3）	外壁で1回測定	木部間および基礎との接合部全てに気密テープを使用。 各階で気密度を計測する。 1F床下3点、室内4点と屋外1点で温湿度をシーズン毎に測定する。 2F・3F床下各2箇所にセンサーを設置し含水率を測定する。	床下３点で測定
		2階	① 杉無垢フローリングt=15	④ オトユカベースN（浮き床）	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ			仕上①×下地④×天井② （パターン4）			床下３点で測定
		1階	① 杉無垢フローリングt=15	在来床組	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ						
	B 単身 床面積1/2	3階東	① 杉無垢フローリングt=15	③ DADユカ（置き床） ※防振際根太を仕様	吊木+LGS天井下地+GW +石膏ボード+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ		1フロアを界壁で区切る店舗使用等を想定し、おおとよ仕様（2階・3階）との比較を行う。	仕上①×下地③×天井② ×界壁あり（床面積1/2） （パターン3）	外壁で1回測定 界壁で1回測定	木部間および基礎との接合部全てに気密テープを使用。 東西どちらかで各階の気密度を計測する。 東西どちらかの1F床下3点、屋内4点と屋外1点で温湿度をシーズン毎に測定する。 2F東西・3F東西の床下各2箇所にセンサーを設置し含水率を測定する。	
		3階西	② 遮音フローリング	③ DADユカ（置き床） ※防振際根太を仕様	吊木+LGS天井下地+GW +石膏ボード+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ			仕上②×下地③×天井② ×界壁あり（床面積1/2） （パターン1）			床下３点で測定
		2階東	① 杉無垢フローリングt=15	④ オトユカベースN（浮き床）	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ			仕上①×下地④×天井② ×界壁あり（床面積1/2） （パターン4）			
		2階西	② 遮音フローリング	④ オトユカベースN（浮き床）	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ			仕上②×下地④×天井② ×界壁あり（床面積1/2） （パターン2）			床下３点で測定
		1階東	① 杉無垢フローリングt=15	在来床組	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ						
		1階西	① 杉無垢フローリングt=15	在来床組	② 防振吊木+LGS天井下地+石膏ボード×2+ﾋﾞﾆﾙｸﾛｽ						

３．７で記述した、平成 25 年度補正林野庁委託事業における CLT を現わしで壁、床・屋根に用いる場合の準耐火構造を実現するための技術開発においても、準耐火構造の性能を持つ仕様の間仕切り壁を対象に音響実験を実施している。

このほか、建築物の遮音性能の測定が、CLT を使った実証的建築物において実施されている。福島県湯川村 CLT 共同住宅、岡山県真庭市営住宅及び真庭木材事業協同組合 CLT 共同住宅のプロジェクトにおいて竣工後に測定が実施され、平成 26 年 3 月に竣工した高知おおとよ製材社員寮との比較検討が行われることとなっている。福島県湯川村 CLT 共同住宅における仕様と試験項目を表 3.2 に、岡山県真庭市営住宅及び真庭木材事業協同組合 CLT 共同住宅における仕様と試験項目を表 3.3 に示す。他にも、くりばやし整骨院のプロジェクトにおいても、竣工後に床遮音性能が測定されることとなっている。

３．１１　ＣＬＴの温熱環境性能に係る検討

CLT の温熱環境性能に係る実験は、３．７で記述した、平成 25 年度補正林野庁委託事業における CLT を現わしで壁、床・屋根に用いる場合の準耐火構造を実現するための技術開発において、準耐火構造の性能を持たせる仕様を検討するにあたり、温熱環境性能にも配慮した仕様とするために、断熱試験、比熱試験、熱伝導率試験、及び結露試験が実施されている。

また、遮音性能と同様、実建物の温熱環境性能の測定が、CLT を使った実証的建築物において実施されている。福島県湯川村 CLT 共同住宅における仕様と試験項目を表 3.2 に、岡山県真庭市営住宅及び真庭木材事業協同組合 CLT 共同住宅における仕様と試験項目を表 3.3 に示す。

第４章　海外情報収集と生産体制調査

４．１　業務の概要

（１）業務の目的

１）スギの供給体制に関する課題調査

スギの原木供給体制・ラミナ供給体制について、全国的な課題及び、参考となるような事例の整理を実施する。

２）海外事例・製品調査

国内における既存の調査を分析して論点を整理し、本格調査の準備を行なう。

（２）業務の成果

１）スギの供給体制に関する課題調査

日本国内において、製材工場は大型化する傾向にあり、原木消費量で 10 万 m^3 を上回る工場が 13 社ある。また、全 141 社の上位トップ 30 社で原木消費量の 56.4%を占めている。

この内ラミナを生産しているのは、67 社であり、原木消費量の合計は 88 万 m^3 となっている。この内トップ 20 社で原木消費量の 82.7%を占め、より少数の工場に生産が集中している。地理的にもラミナの生産キャパシティは偏っており、東北、九州、北海道でほとんどが生産されている。ただし、高知県の池川木材工場が CLT 向けのラミナ工場を新設すると発表されており、今後そのような動きが加速する可能性もある。

大型製材工場の原木調達事例の分析からは、川上側の働きかけの強化（市場等との流通コーディネーター的組織との連携強化や、自社有林や自社伐採組織の保有)、原木の一括集荷などにより原木の確保をより確実なものにする動きが目立つことが分かった。

今後は CLT 普及のために、日本における板挽き工場の新たなビジネスモデル（製材機械や乾燥方法の選択、端材のバイオマス利用のあり方）の研究も必要である。

２）海外事例・製品調査

国内外で実施された既往調査の分析から、規制の状況やインセンティブ、パネルの生産体制やビジネスモデル、今後の発展の方向性などの項目については、一定以上の知見が蓄積されていることが分かった。

今後は、①建築生産システムの調査、②グリーンビルディング評価制度の国際動向と日本に与える影響、③戸建て住宅への CLT の適応可能性（北米・北欧)、アジア・オセアニア圏の市場性調査などが必要であるとした。

４．２　スギの供給体制に関する課題調査

（１）国産材ラミナの生産状況

2013 年 11 月発行の木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 に整理されている国内の主要国産材製材工場 141 社のデータをもとに整理を行った。

１）主要国産材製材工場 141 社の概要

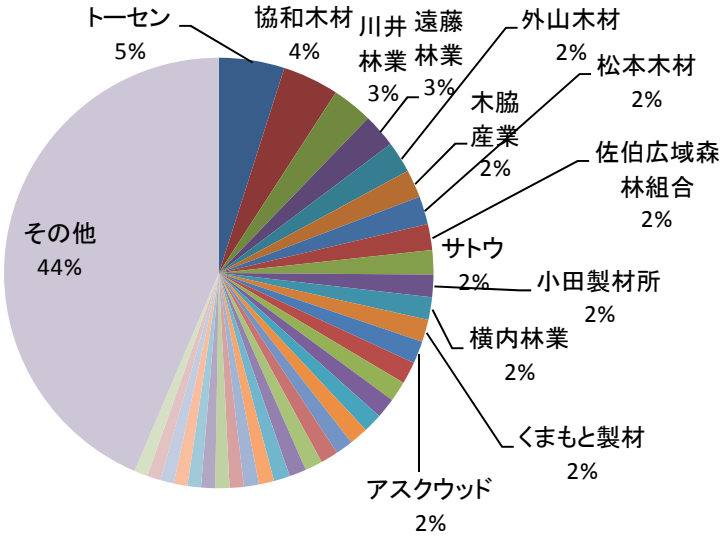
主要国産材製材工場の原木消費量は 141 社合計で 590 万㎥である。下記のトップ 30（33 社）の原木消費量合計は 333 万㎥であり、全体の 56.4%を占める。

図表 1　2013 年　国産材製材ランキング　トップ 30

	事業者名	所在地	年間原木消費量（㎥）
1	トーセン	栃木県	290,000
2	協和木材	東京都	250,000
3	川井林業	岩手県	180,000
4	遠藤林業	福島県	150,000
5	外山木材	宮崎県	140,000
6	木脇産業	宮崎県	125,000
7	松本木材	福岡県	124,000
8	佐伯広域森林組合	大分県	115,700
9	サトウ	北海道	108,000
10	小田製材所	大分県	100,000
10	横内林業	北海道	100,000
10	くまもと製材	熊本県	100,000
10	アスクウッド	秋田県	100,000
14	双日北海道与志本	北海道	98,000
15	吉田産業	宮崎県	90,000
15	兵庫木材センター	兵庫県	90,000
17	玉名製材	熊本県	84,233
18	久万広域森林組合	愛媛県	83,000
19	庄司製材所	山形県	78,000
19	持永木材	宮崎県	78,000
21	木村産業	岩手県	77,000
22	西九州木材事業協同組合	佐賀県	75,000
23	佐藤製材所	大分県	72,000
24	湧別林産	北海道	67,000
25	大林産業	山口県	66,842
26	八幡浜官材協同組合	愛媛県	63,000
27	オムニス林産協同組合	北海道	62,500
28	耳川広域森林組合	宮崎県	62,124
29	二宮木材	栃木県	60,000
29	ネクスト	大分県	60,000
29	菊地木材	愛媛県	60,000
29	院庄林業	岡山県	60,000
29	東部産業	福岡県	60,000

出所）木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 より作成

図表 2　2013 年　主要国産材製材の原木使用量の割合



出所）木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 より作成

製材工場の主要な立地場所としては、トーセンや協和木材が位置する北関東、外山木材や木脇産業が位置する東九州などに多い。これらに加えて、岐阜県郡上市にて稼働を予定している長良川木材事業協同組合（中国木材をはじめ 7 社・団体で構成）や中国木材の日向工場（宮崎県日向市）など新規で大規模の製材工場の稼働が予定されている。

２）主要国産材製材工場のラミナの生産状況

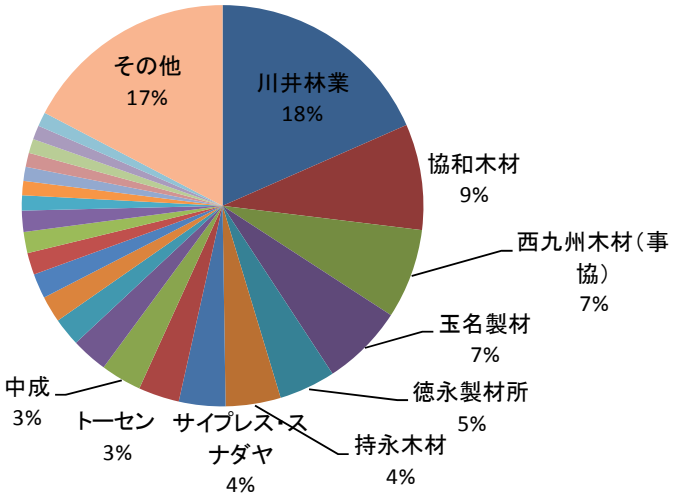
141 社のうち、約半数の 67 社がラミナを製品として製造・出荷しており、ラミナ向けの原木消費量の合計は 88 万㎥となっている。下記のトップ 20（23 社）で 73 万㎥の原木消費量があり、全体の 82.7%を占める。

図表 3　2013 年　国産材ラミナ製材ランキング　トップ 20

	事業者名	所在地	年間原木消費量（㎥）
1	有限会社川井林業	岩手県	162,000
2	協和木材株式会社	東京都	75,000
3	西九州木材事業協同組合	佐賀県	63,750
4	玉名製材株式会社	熊本県	58,121
5	株式会社徳永製材所	岡山県	40,000
6	持永木材株式会社	宮崎県	39,000
7	株式会社サイプレス・スナダヤ	愛媛県	33,000
8	株式会社トーセン	栃木県	29,000
9	株式会社中成	高知県	29,000
10	美幌町森林組合	北海道	25,850
11	株式会社上小木材	長野県	20,000
12	江与味製材株式会社	岡山県	18,700
13	宮の郷木材事業協同組合	茨城県	17,610
14	中国木材株式会社	広島県	15,601
15	十勝広域森林組合	北海道	15,000
16	当麻町森林組合	北海道	14,950
17	株式会社サトウ	北海道	10,800
18	株式会社湧別林産	北海道	10,050
19	日高中部森林組合	北海道	10,000
19	協同組合リッチヒル遠野	岩手県	10,000
19	秋田製材協同組合	秋田県	10,000
19	株式会社くまもと製材	熊本県	10,000
19	山佐木材株式会社	鹿児島県	10,000

出所）木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 より作成

図表 4　2013 年　主要国産材製材のラミナ用原木使用量の割合



出所）木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 より作成

ラミナ製材の状況は地域的に偏在している。

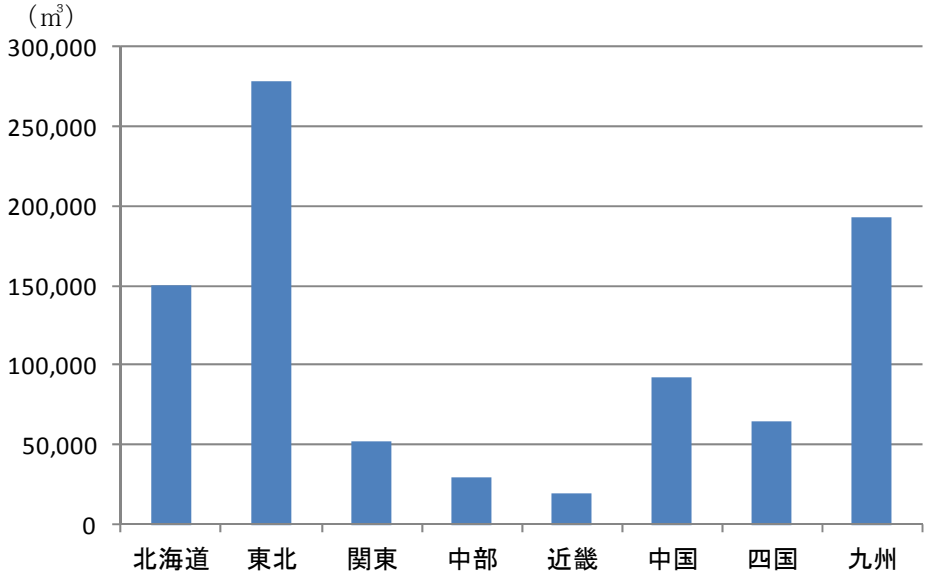
東北地方に川井林業、協和木材[1]、九州地方には西九州木材事業協同組合、玉名製材といった大規模にラミナを製材する工場が立地しており、2 地域の原木使用量が大きくなっている。

ただし、川井林業は集成材工場であるウッティかわい、西九州木材事業協同組合は中国木材伊万里工場に向けてラミナを出荷しており、他の需要に対応する余力が多いとはいえない。他の工場も特定の出荷先を有している場合が多いため、年間の原木消費量の見方には注意が必要である。

次いで、1 工場当たり 1 万㎥規模の原木消費を行っている工場が集まる北海道が続いている。

また、東北地方、九州地方の樹種はスギが主であり、北海道はカラマツが主となっている。

図表 5　地域別の国産材ラミナ製材の年間原木使用量



出所）木材建材ウイクリーNo. 1944 及び No. 1945 より作成

CLT に関連したラミナ製造の動きとしては、高知県の池川木材工業が 2016 年の春を目途に CLT 向けのラミナ工場を新設することを明らかにしている[2]。

原木消費量は現状の 1 万 5 千㎥から稼働後 3 年目に 3 万㎥、5 年目に 5 万㎥まで増産する予定であり、当初は現在も生産している住宅資材やすのこを増産しながら、CLT 需要の拡大に合わせて、CLT 向けのラミナを製造する予定である。

このように、CLT 向けのラミナの供給を視野に入れた設備投資の計画も見られ始めている。

[1] 協和木材株式会社の本社所在地は東京都であるが、福島県に主要工場があるため、地域別の状況については東北地方に合算した。

[2] 2015 年 2 月 11 日付「日刊木材新聞」等の情報による。

（２）大型製材工場の国産材ラミナの原木調達事例

ラミナ製材の上位の事業者であり、単独大規模工場である協和木材株式会社、西九州木材事業協同組合と、複数の製材工場をネットワーキングして事業を展開している株式会社トーセンの 3 つの原木調達の状況を事例として整理する。

タイプ	事業者名	概要
単独大規模型	協和木材（株）	・同社山林部による立木購入や施業集約化の働きかけにより、原木を確保。 ・原木伐採は「協栄会」という請負組織にて実施。
	西日本木材事業(協)	・伊万里木材市場から原木を確保。 ・伊万里木材市場は九州一円から原木を集荷。自社有林の確保や森林整備事業への参入により原木を確保。
ネットワーク型	（株）トーセン	・栃木県、群馬県、茨城県、福島県、新潟県に複数の直営工場・連携工場を持つことで広域で原木を集荷。 ・A～C 材まで一括で買い取る渋川県産材センター、那珂川工場では、材の一括集荷による原木集荷力を向上。 ・山林の買い取り事業を進めるとともに、山林経営委託事業を計画中。

１）協和木材株式会社

協和木材は、製品の品質管理を徹底することで、一拠点での規模拡大を行い、低コスト化を図っている。

2012 年より集成材工場を立ち上げて、国産材ラミナを利用した集成材事業に本格的に参入している。そして、2016 年度中の操業を目指して山形県新庄市での集成材工場の建設を予定している。

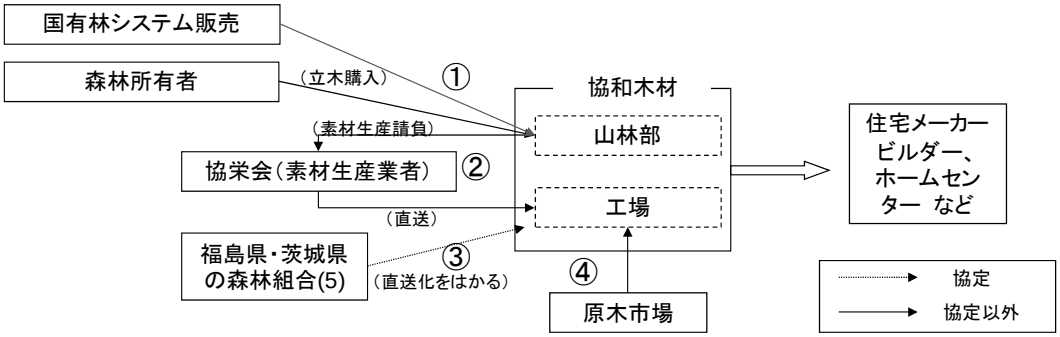
（ア）立木買い及び施業集約化の働きかけ

原木の安定確保に関しては、同社の山林部が原木の立木購入を行うとともに施業集約化の働きかけも行っている。施業集約化の働きかけは 10ha 以上の所有者を核として、周辺の所有者に働きかけている。

立木購入した原木は「協栄会」という素材生産業者の一人親方を集めた任意組織への請負生産を行い、工場へと直送している。素材生産業者を組織化することで、立木購入から素材生産までをスムーズに行うことが出来ている。

また、周辺の森林組合からの直送の取り組みも強化している。

図表 6　協和木材株式会社の原木供給体制



①:協和木材山林部が森林所有者から立木購入。10ha以上の所有者を核として施業の集約化の働きかけも実施。同様にシステム販売からも購入。
②:協和木材専属の下請け素材生産業者である協栄会に立木購入した山林の素材請負生産を行っている。工場へは直送。
③:近隣の森林組合から原木の直送体制の構築を図っている。
④:原木市場より調達

工場の概要
【製品】構造材　羽柄材・小割材　集成材
【原木の規格】
【原木消費量】約24万㎥/年

（出所）各種資料よりMURC作成

２）西九州木材事業協同組合[3]

西九州木材事業協同組合は伊万里木材コンビナートの中で、伊万里木材市場よりラミナ用の丸太を仕入れ、製材したスギラミナを中国木材株式会社伊万里事業所に販売している。

中国木材ではスギラミナを用いて、集成材を製造して大手住宅メーカー等に販売している。

（ア）伊万里木材市場による原木集荷

原木集荷機能を担う伊万里木材市場は、西九州木材事業協同組合以外にも協定にて原木供給[4]を行い、平成 25 年の原木取扱量は九州一円を原木集荷範囲として約 35 万㎥に達している。また、伊万里木材市場の本社以外の福岡営業所、大分営業所、南九州営業所、糸島営業所においても原木集荷拠点を有している。

（イ）自社有林の確保及び森林整備事業への参入

伊万里原木市場では、自社有林を購入することで立木在庫を確保し、協定先の需要者等のニーズに対応している。自主有林の購入や自社有林の伐採は、各営業所単位で行っており、実際の伐採は、素材生産業者を専属化、直営班化することで対応している。

また、森林所有者からの立木購入を円滑に行うために、立木購入時に協定を結び、植林・5 年間の下刈り・森林国営保険の加入を森林所有者の負担なしで行った後、造林地を森林所有者に返還するという「Tomorrow Green Project」[5]と呼ばれる森林整備事業を行っている。

このように、西九州木材事業組合の原木供給の担い手である伊万里木材市場は、自社有林の確保や立木買いつけの強化により原木の安定供給を行うとともに、原木確保のため森林整備事業も実施している。

このように自社有林の確保や森林整備事業に参入できるのは、伊万里原木市場が多種多様な需要先への販路があり、山にある様々な資源を有効に活用出来る体制にあることが挙げられる。

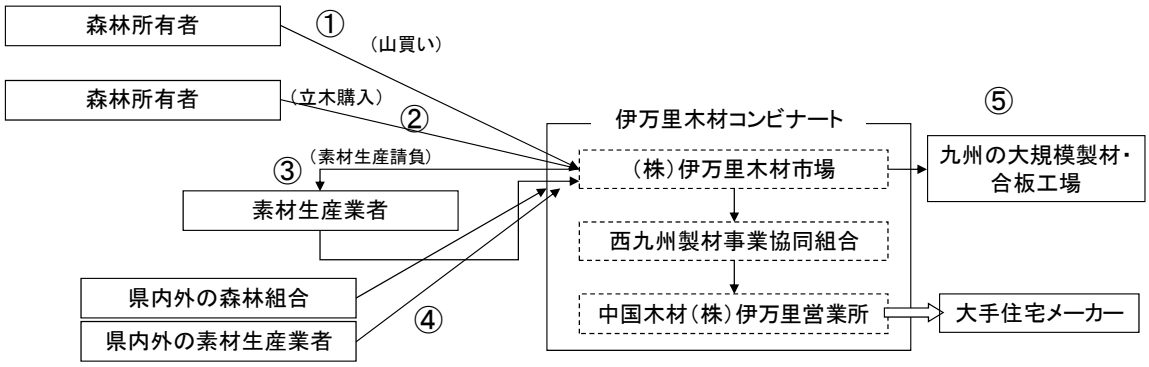
---

[3] 参考文献）「原木の安定供給に向けた広域連携のあり方の検討」実施報告書（平成 24 年 3 月　NPO 活木活木（いきいき）森ネットワーク）

[4]西九州木材事業協同組合の他に熊本・宮崎・大分の大規模製材工場・合板工場との協定取引を行っている。

[5] http://www.imarimokuzai.co.jp/shinriseibi/index.html

図表７　西九州製材事業協同組合の原木供給体制



①:自社有林として立木在庫を確保
②:森林所有者から立木購入。同時に森林整備事業も展開
③:各営業所単位で専属化、直営化した素材生産業者に生産請負
④:県内外の森林組合・素材生産業者から原木市場へ（北部九州が中心）
⑤:伊万里木材市場で取り扱う原木は市売りの他に九州各地へと直送

工場の概要
【製品】集成材用ラミナ
中国木材（株）へ出荷
【【原木消費量】約75,000㎥/年

（出所）各種資料よりMURC作成

３）株式会社トーセン

株式会社トーセンは、栃木県、群馬県、茨城県、福島県、新潟県の５県に20の直営・連携工場を有しており、「母船式木流システム[6]」と言われる製材工場同士の連携システム・ネットワークを通じて、低コストで高品質な製材品を供給している。

県北木材協同組合（栃木県那須塩原市）、新潟県北部木材加工協同組合（村上市）の２拠点で集成材を生産しており、同工場内だけではなく他の連携工場から輸送されてきたラミナを使用している。

主なラミナの供給先は、主に本社工場（栃木県矢板市）、那珂川工場（同県那珂川町）、温海森林組合（山形県鶴岡市）、群馬県森連渋川県産材センター（渋川市）となっている。

トーセンにおける原木集荷の特徴は下記のように整理することが出来る。

（ア）直営・連携工場による原木集荷

トーセンは、栃木県、群馬県、茨城県、福島県、新潟県の山裾に直営・連携工場を配置することで、流通コストを抑えた形での原木集荷が可能となっている。

これにより、高い原木価格による買い取りが可能となり、原木集荷能力の競争力を高めている。

（イ）A～C（またはD）材までの一括集荷

渋川県産材センターでは、３メートル材の一括買い取りを実施している。A材、B材、C材の定額での買い取りにより、C材を中心に多くの原木が集まっている。

買い取りが定額となったため、森林組合などが施業提案を行う際にコスト試算がしやすくなったこと、３メートルに一律で造材するため、造材技術がいらず現場での仕分けの手間も少なくなることなどの要因により、効率的に原木が集まるようになってきている。

また、那珂川工場でも、バイオマス発電の稼働に向けてD材も含めた原木の受け入れを行っており、仕分けを必要としない一括での受け入れが原木集荷能力の向上に繋がっている。

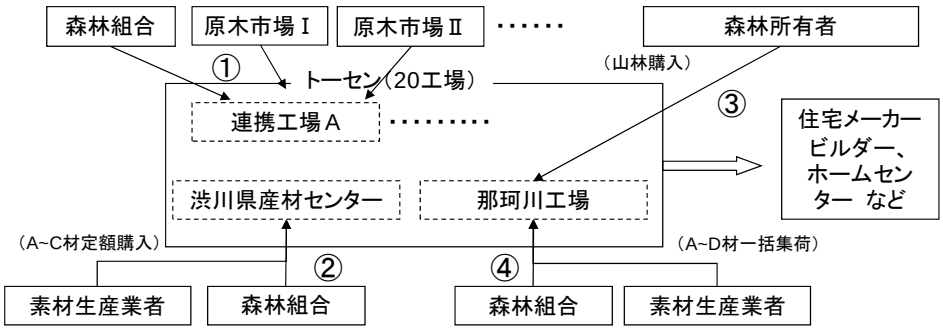
6 http://www.tohsen.net/jigyo_bosen.html

（ウ）自社有林の確保及び森林整備事業への参入

同社は、自社有林 約 270ha を有しているとともに、山林活用ドットコム[7]というサイトを立ち上げ、自社有林の拡大に向けて山林所有者への働きかけを行っている。

山林の売買を考える森林所有者にとって、有用な情報を提供することで、自社への販売を考えるきっかけを作るような内容となっている。山林購入はバイオマス発電事業を予定している那珂川工場の周辺 50 ㎞圏を中心に実施しているということであり、今後は山林経営委託サービスの展開も予定しているという。

図表 8　株式会社トーセンの原木供給体制



①:連携工場ごとに原木市場、森林組合、素材生産業者などから調達・直送。
②:A～C材の定額買い取りにより、周辺の森林組合・素材生産業者を中心に集荷。
③:周辺の森林所有者からの山林購入を促進。
④:A～D材を一括集荷。

工場の概要
【製品】構造材　羽柄材・小割材　集成材
【原木の規格】
【原木消費量】約30万㎥/年

（出所）各種資料よりMURC作成

7 http://sanrin-katsuyo.com/

（３）大型製材工場の国産材ラミナの原木調達の特徴と課題

国産材ラミナを製材している大型製材工場の事例から見える原木調達の特徴は下記の 2 点である。

１）川上側への働きかけの強化

協和木材株式会社、西九州木材事業協同組合、株式会社トーセンの 3 つの事例に共通している点は、立木買い、自社有林の確保や森林整備事業へと参入することで、山側への働きかけを強めて、原木を確保しようという動きである。

素材生産は、森林所有者の都合や素材生産業者・森林組合の状況、天候等に左右され、安定的に原木を調達することが難しくなっている。そこで、多くの製材工場が立木の状態での原木の確保に向かっていると考えられる。

２）原木の一括集荷

株式会社トーセンでは､A 材からバイオマス用材まで様々な原木を集荷する体制を整えており、これにより素材生産側が原木を仕分けの手間なしに出荷できるようになったことで、トーセンの原木の集荷力が高まっている。

また、西九州木材事業協同組合の原木集荷を担っている伊万里木材市場も、様々な需要先に対する販路を持つことで、幅広い品質の原木を受け入れることが出来るようになっている。

このように、一括で原木を受け入れる体制をとることで、原木の集荷量を確保している。

３）川上側への進出における課題

先に述べたように、大型製材工場は、原木調達能力の強化に向けて川上側への働きかけを強めているが、その動きは容易ではない。

森林所有者の森林面積の保有面積は小規模分散となっており、大規模な立木買いや社有林の確保を行っていくためには、事業者の地域での信頼性獲得や地道な交渉が求められる。また、地域により森林の保有の状況や森林に対する考え方なども異なるため、地域の実情に即した川上側への働きかけを行うように留意する必要がある。

（４）今後の課題：日本における板挽き製材の経営モデルの研究

欧米の製材工場は板挽きが中心であったが、日本は柱等の角ものが中心であった。しかし、CLT も含めた集成材需要の増加と、人工林資源の成熟が進み材が大径化する中で、板挽き製材が日本で多く産まれる可能性もある。CLT 普及のために、こうした工場における、製材機械や乾燥方法の選択、端材のバイオマス利用のあり方などを検討し、新たなビジネスモデルを示すことは価値があると思われる。

４．３　海外事例・製品調査

本章では、国内における既存の調査を分析して論点を整理し、本格調査の準備を行なう。

（1）既存調査報告書のレビュー

1）和文文献

（ア）日本木造住宅産業協会調査

一般社団法人日本木造住宅産業協会は、2013 年 10 月に、オーストリアおよびスイスを訪問し、「オーストリア・スイス中大規模木造建築物視察報告書」と題するレポートを公表している[8]。高層木造建築の視察、大学研究者へのヒアリング等を実施している。同調査では、以下の項目を成果として挙げている。

- 建築用途や規模
- 建築方法の特徴
- ディテール（納まり、金物等）
- 工期
- コスト
- その他

（イ）高知県調査

高知県では、2014 年度に「CLT 事業化調査等委託業務」を、三菱 UFJ リサーチ＆コンサルティング株式会社に委託し、県内での CLT パネル工場の建設に必要となる市場調査等を実施している。また、あわせて海外調査も実施し、法令等の整備及び、海外における工場の実態調査も実施している。

高知県の許可を得て、以下に調査で得られた知見の概要を示す。

①規制の状況

・現在のところ、欧州単位で共通の CLT パネルの法規制はない。メーカーは、欧州統一の European Technical Assessment (ETA)による型式認証を取得することで、欧州における製品販売が可能である。また、長年にわたり CLT の共通規格である【prEN 16351】が議論されており、2015 年中に策定される見込みである。

・CLT の材料に関する法規制として、2010 年より米国とカナダ共通の ANSI/APA PRG 320 規格が検討され、2011 年に策定された。CLT パネルに関する法規制としては、カナダではこの ANSI 規格を基にして CSA 086（日本の木質構造設計規準に相当）が 2014 年に策定された。また、建築に関しては 2015 年には NBCC(National Buildings code of Canada) に、CSA 086 が盛り込まれる予定である 。米国においてもカナダ同様 2015 年には CLT の規格が、米国の国際建築基準法 International Building Code (IBC)に盛込まれる予定である。

②CLT 建築推進のインセンティブ

・欧州では、木質バイオマスの導入や、パッシブハウスを対象とした補助金制度はあるものの、国レベルにおける木造建築を対象にした補助金プログラムは見当たらない。

・唯一、ミュンヘン市が CO_2 固定量にしたがったボーナス（補助金）が支給される制度を持っているが、木材 1kg あたり 30 ユーロセント程度であり、例えば 22 戸の集合住宅の場合、補助の対象となる木材使用量は 420m^3 であり、約 61,740 ユーロ（830 万円）程度に留まる。

---

[8] www.mokujukyo.or.jp/upfiles/20140124093049.pdf

・政府主催の建築設計競技（コンペ形式）は積極的に行われており、受賞作には賞金が授与されている。
・その他には、業界団体によるプロモーション活動やセミナーなどが積極的に開催されている。

③CLT パネルの生産体制
・全世界における CLT 生産量の約 95%が中欧で生産されている。
・オーストリアの工場の規模が大きく、年間のパネル生産量が 30,000m^3を超える工場が多いが、ドイツやイタリアでは数 1,000 m^3程度の工場も多い。
・欧州では、使用するラミナの規格はバラバラであるが、低質のものが使われている。
・接着剤は、PUR（1 液性および 2 液性）と、MUF を使用している工場が多い。
・CLT メーカー間での価格競争に入っており、工場では効率化を図るために、全自動化が進められている。

④CLT パネルメーカーのビジネスモデル
・製材及び集成材工場から発展した工場が多い。
・欧州の CLT パネル工場では、ほとんどが注文生産。
・CLT パネルとしての販売では利益率は高くないと見られ、今後は機能パネルやユニット化を行うことで利潤の追求が行われると予測されている。
・建築構造計算を行なうなどの支援を行うとともに、フィンランドの Wood-City プロジェクトのように大規模開発プロジェクトに参入する事例が見られる。

⑤今後の発展の方向性
・生産性の向上および資源の有効利用（短尺ラミナによるパネル生産等）。
・CLT の梁および柱材としての利用（グラーツ工科大学で研究中）。
・CLT の機能パネル化・ユニット化。
・その他の木質積層パネルとの競争（釘や木ダボを使用した木質積層パネル）。

２）英文文献
CLT パネルはヨーロッパ特にドイツ語圏で発展してきたが、近年はカナダやニュージーランド等でも注目され、CLT 建築の建設やパネル工場整備の動きがある。ドイツ語圏の文献と違い、英語で書かれているため、日本人にとっても有用であるため、主要なものを紹介する。

（ア）カナダ
カナダでは、FP Innovations という官民連携の研究機関が CLT の課題に積極的に取り組み、様々なレポートを発表している。そのうち、主要なものを下記に紹介する。

■CLT Handobook（https://fpinnovations.ca/Pages/CltForm.aspx）
：CLT に関する技術的な資料集。製造、構造設計、地震耐力、接合、圧縮、振動、音響、環境性能、運送など各テーマについての、詳細な資料となっている。

■The Value Proposition for Cross-Laminated Timber
（http://www.fpac.ca/publications/Value-CLT-2011%20NABC%20anaylisfinal.pdf）
：北米におけるマーケットのポテンシャルを調査。投資額や製造コストについても、欧州の事例を参考に試算している。

■Cross-laminated timber ： a primer
(https://fpinnovations.ca/Extranet/Pages/AssetDetails.aspx?item=/Extranet/Assets/ResearchReportsWP/2804.pdf)
：CLT についての初歩的なハンドブック。

（イ）ニュージーランド
ニュージーランドでは、独立行政法人であるが、国の林産物の研究所がニュージーランドにおける CLT の可能性を調査した以下のレポートを公表している。

■Cross Laminated Timber Potential in New Zealand
(http://www.scionresearch.com/__data/assets/pdf_file/0020/42167/CLT-potential-NZ.pdf)
：ニュージーランドにおける CLT のマーケットのポテンシャルや、パネル工場の設備投資額や製造コストの試算。

（２）今後の調査課題
１）テーマ別の調査
（ア）建築生産システムの調査
世界的に CLT が評価されている点として、現場での工期の短さや熟練工が不要であることなどが挙げられている。したがって、ただ単に CLT パネルを生産するのではなく、建築需要側と協同で、施工性を高めるためのロジスティックを含めた建築生産システムを構築する必要がある。この点において、欧州等の CLT 先進国においてどのような工夫が行われているかを把握するとともに、日本の既存の建築生産システムへの融合について検討する。

（イ）グリーンビルディング評価制度の国際動向と日本に与える影響への調査
国際的には、幾つかの「グリーンビルディング評価制度」により、建築物の環境性能の評価が行われている。アメリカを中心とした LEED 制度の中では、エネルギー効率等だけではなく、資材の LCA 等も評価されるようになっており、このような文脈の中で木材の利用が推進される可能性がある。日本での動向だけではなく、環太平洋諸国など輸出先として想定されるような国々における動向も合わせて把握したい。

（ウ）戸建て住宅への CLT の適応可能性の調査
CLT の発祥地であるドイツ語圏諸国は、伝統的にレンガ造・石造の建築物が大多数を占めてきた。他方、北米や北欧などでは、住宅や低層の建築物を中心に木造建築が多い。このような国々においては、既存の木造建築に CLT が部材として使われていく可能性がある。日本では、依然として戸建て住宅の市場規模は大きく、この中で CLT を使っていくことも非常に重要である。そのため、北米や北欧などの実態把握から、日本における戸建て住宅への CLT の適応可能性の調査を行なうことは有効であると思われる。

（エ）アジア圏の調査
経済成長を続け、持続的な発展に舵を切ることを求められているアジア諸国では、シンガポールや台湾の都市部を中心に CLT を使った建築が実現化しつつある。また、中国でも建築規範（建築規準）の改訂が行われ、CLT の使用が認められていく可能性が高い。しかし、これらの情報は断片的であり、総括的な調査の実施が求められる。

２）その他の課題

（ア）国際的なネットワークへの参加

CLT を含む中高層の木造建築は、世界的な盛り上がりを見せており、様々な研究やプロジェクトが進められ、最先端の知識が蓄積されつつある。国際会議への参加・発表、国際的な研究プロジェクトの参加を通じて、国際的なネットワークの一員として活動し、最先端の知見を共有できるようにするべきである。

（イ）既存レポート等のデータベース化と公表

今回紹介したレポート以外にも、国内で行われている関連する様々な試験研究の結果等が存在する。しかし、これらの結果は、実施団体のホームページで公開されていても、インターネット上で散逸している状態であり、日本 CLT 協会のホームページで相互リンクを貼るなどして、データベース化することが望ましい。

第５章　ＣＬＴ需要動向に関するアンケート調査と結果分析

５．１　業務の概要

（１）業務の目的

日本 CLT 協会の会員企業を対象とし、メールベースでアンケート調査を実施し、分析を実施する。

（２）業務の成果

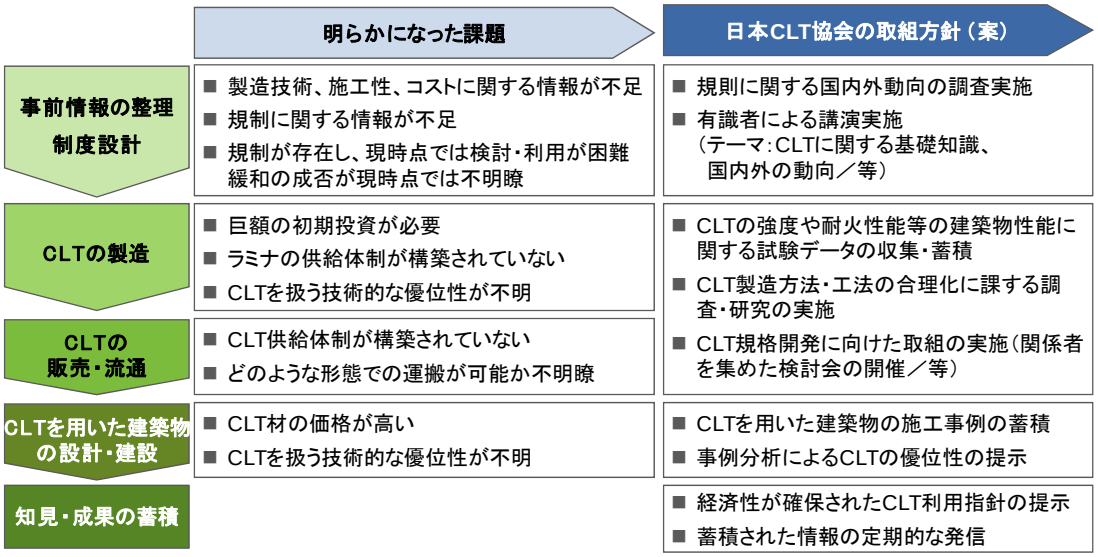
アンケート調査の結果、CLT に関する顧客からの相談等を受けている会員企業がすでに 30%あり、自社における取組の基本方針を定めている企業も 24%あることが分かった。そのため、現状認識（知識）についても、「ある程度知っている」との回答が多く、「施工性」について、「あまり知らない」との回答割合が多かった。

建築材としてのポテンシャルは、「床スラブ・天井」や「構造／非構造の壁材」としての活用を想定する会員企業が多かった。既存部材との代替可能性については、「コンクリート床スラブ」との回答が多かった。利用活用可能な建物については、集合住宅が多かったが、他工法との混交利用の中で、より中層・高層建築への期待が高まっていた。

CLT 普及の課題としては、「経済性が確保できるかが不明」、「(CLT を用いた物件の例、CLT 製造の例が少なく）製造技術や施工性、コストに関する情報が不足している」との回答が多かった。

最後に CLT 協会への要望を踏まえて、普及のための明らかになった課題と日本 CLT 協会の対処方針の案を提示した。今後も、定期的にこのようなアンケートを実施したり、自治体等に対象を広げるなどして、関係者の認識やニーズを探っていくことは、CLT の普及戦略を検討する上で有効であると思われる。

図表 1　調査により明らかになった課題、及び日本 CLT 協会による取組方針（案）



５．２　実施結果

（1）調査の背景及び目的、調査方法

１）調査の背景及び目的

CLT については、中高層の木造建築に向けてその利用が期待されているところであるが、製造及び設計・建築について国内の事例や知見・経験を有する事業者が現状では少なく、わが国での CLT 利用の普及・拡大、そのための基準や制度の整備に向けて、情報収集や検討実施が求められているところである。

こうした中、本調査では、CLT の利用に関心を有する事業者の動向や考えを把握することにより、CLT 需要のポテンシャル、CLT 利用の普及・拡大に向けた課題や事業者のニーズを把握し、行政機関及び事業者、日本 CLT 協会等が今後取り組むべき事項を整理することを目的に、調査を実施した。

２）調査方法

日本 CLT 協会に入会している正会員に対しアンケート調査を実施した。アンケートは、正会員のうち 1 種（建設）及び 2 種（設計）と、3 種（製造）、4 種（商社・流通）、5 種（コンサルタント・エージェント）に対し別々に実施した。アンケートは両種が協会正会員に送付され、各者が該当する会員区分のアンケートを選択して回答する形とした。

調査実施スケジュールは図表 2 の通りであった。アンケートはメール送付により発送・回収した。主な調査項目は図表 3 の通りであった。1～2 種正会員向けアンケートと 3～5 種正会員向けアンケートは、主な調査項目や設問は一致しているが、一部選択肢等について、業種に合わせて変更した。なお、本章の最後に、アンケート調査票を添付した。

図表 2　調査スケジュール

日程	実施内容
2014 年 10 月～11 月	調査方針の決定、調査項目の検討、アンケート設計
2014 年 12 月 9～22 日	アンケート実施
2015 年 1 月～2 月	アンケート結果の分析、とりまとめ

図表 3　アンケートの主な調査項目

主な調査項目	
CLT に対する現状認識	・ CLT の製造方法、材料特性、施工性、適する用途、関連法規の整備状況等に関する理解
回答者の事業の現状	・ 自社で取扱のある部材／建築物 ・ CLT に関する受注や相談の有無 ・ CLT の活用方針の有無
想定し得る CLT の利用方法	・ CLT の活用を想定し得る建築物の種類（階層、用途／等） ・ 想定し得る CLT の部材用途、既存部材の代替イメージ
CLT 利用にあたっての課題	・ CLT 利用にあたって考えうる課題 ・ 上記課題の原因
日本 CLT 協会への期待・要望	・ 日本 CLT 協会への入会理由 ・ 日本 CLT 協会への期待・要望 ・ 日本 CLT 協会からの情報提供ニーズ
回答者の属性	・ 事業者名、所在地、業種、回答者の情報

３）アンケート結果の分析に係る留意点

アンケートは、日本 CLT 協会における会員区分（1～2 種、3～5 種）別に実施した。回答者には、2 種のアンケートのうち、自身が該当する会員区分のものを選択して回答いただいた。ただし、1 事業者が部材の製造から建築まで関連する複数の事業を実施している場合があるため、アンケートの中では別途、各者の属性を把握した。よって、アンケートの実施区分（会員区分）とアンケート中で把握した属性区分には、図表 4 の通りの相違が生じていることに留意する必要がある。

この区分の相違を考慮し、以下の方針に従ってアンケートの分析を実施した。

- 2 種類のアンケートで共通する設問・選択肢に関しては、「属性区分」に基づき回答結果を分析した。
  - ※ この際、1 事業者が複数の属性を選択している場合があるため、回答数が 回答者数を超える（複数の属性を選択した回答者の回答が、重複してカウントされる）場合があることに留意。
- 2 種のアンケートで設問や選択肢が異なる項目については、「アンケート実施区分（会員区分）」に基づき回答結果を分析した。
- 区分ごとの差が見られなかった項目については、区分を行わずに回答結果を分析した。

図表 4　アンケートの実施区分、及びアンケート中で把握した属性区分の相違

アンケートの実施区分（会員区分）	アンケート中で把握した属性区分
1 種：建設 2 種：設計	製造 販売・流通
3 種：製造 4 種：商社・流通 5 種：コンサルタント・エージェント	設計 建築 その他

（2）基本情報

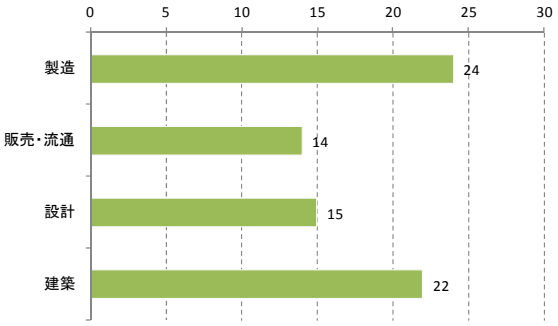
1）回答者の属性

回答のあった 50 事業者の属性を、製造、販売・流通、設計、建築の 4 つに区分すると、それぞれ以下の通りとなった。なお、1 事業者が複数の属性を有している場合があるため、4 区分の合計は 50 を超えている。とくに、製造と販売・流通の両方、設計と建設の両方を手掛ける事業者等が複数見られた。

図表 5　回答者の属性

属性ごとの回答数（n ＝ 50、複数回答）

【横軸は回答数】



事業者ごとの回答数（n ＝ 50）

属性		回答数
属性が1つの回答者	製造	17
	販売・流通	4
	設計	2
	建築	9
属性を複数持つ回答者	製造＋販売・流通	4
	設計＋建築	7
	販売・流通＋設計＋建築	4
	全て（製造＋販売・流通＋設計＋建築）	1
	その他の組み合わせ	2
計		50

2）回収率

アンケートは、発送日（2014 年 12 月 9 日）時点の日本 CLT 協会の全正会員 121 団体へ送付した。このうち 50 団体からの回答が得られ、回収率は 41.3%であった[1]。

3）回答者の現状

（ア）取扱いのある材、もしくは建築物

「製造、販売・流通」分野の事業者が取り扱っている製品が木材か非木材か、あるいはその両方かについては、図表 6 の通りの結果となった。CLT に一定の関心を有し日本 CLT 協会に所属し本アンケートに回答した回答者は、木材を扱っている事業者が多かった。非木材のみと回答した事業者についても、木造建築用の接合金物、補強金物を扱っている事業者等であった。また、回答者が取り扱っている部材としては、図表 7 のようなものがあった。建築用木材の取扱が多く、またその種類や用途は多様であった。

図表 6　「製造、販売・流通」事業者が取り扱っている製品の木材／非木材の別（n ＝ 26）

取扱い製品	回答数
木材のみ	12
非木材のみ	3
木材及び非木材	6
不明、無回答	5

[1]複数の会員区分に登録している団体もおり、また対象者には 2 種のアンケートを送付して回答するアンケートを選択いただいたため、2 種類のアンケートそれぞれの回収率は評価できない。

図表 7　「製造、販売・流通」事業者が取り扱っている主な部材

木材	・　建材（製材、集成材、合板、エンジニアリングウッド） ※ 用途は構造材、下地材、造作材等、多様 ・　木ビス ・　木質チップ
非木材	・　窯業建材、金属建材 ・　木造用補強金物、接合金物 ・　住宅設備機器（システムキッチン、ユニットバス等） ・　土木・建築用資材、産業用資材

また、上記の部材が使用されている建築物、もしくは「設計、建築」分野の事業者が取り扱っている施設の種類については、図表 8 の通りとなった。

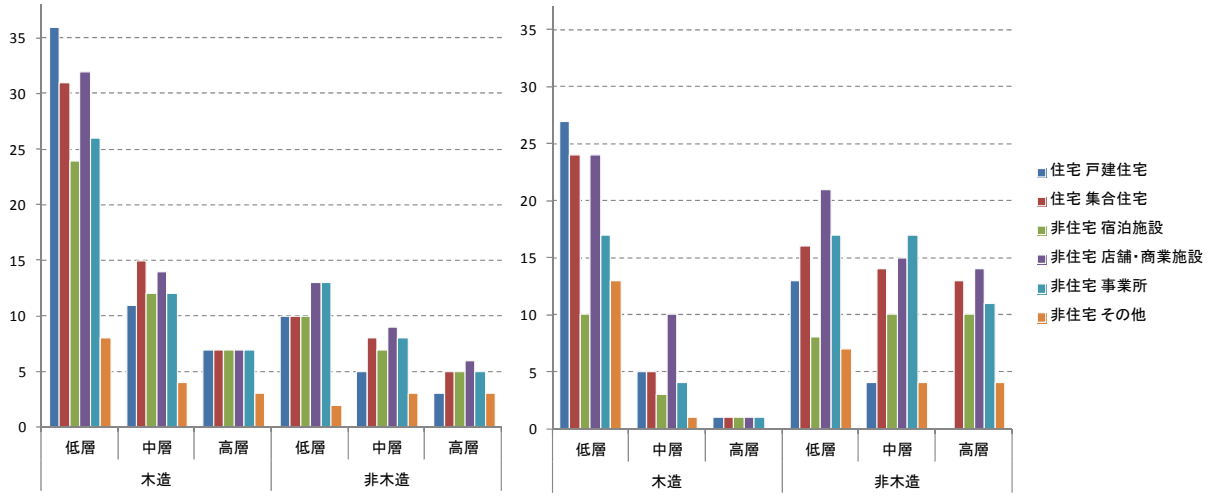
「製造、販売・流通」分野については、木造・低層の建築物での部材の取扱いが多かった。木造・非木造ともに、低層・中層・高層の順に取扱いが多く、また、非木造に比べ木造の取扱が多い結果となった。これは、図表 6 に示した通り、対象となる事業者が木材を主に取り扱っている事業者であったことが要因と考えられる。

一方、「設計、建築」分野については、低層・中層・高層の順に取扱が多い点は「製造、販売・流通」と同様であったが、中層・高層については木造よりも非木造の方が取扱いが多いという結果であった。これは、中層以上（4 階建て以上）を木造のみで建築することが技術的及び法制度的に困難であることが要因と考えられる。

図表 8　取扱いのある建築物

分類 1：製造、販売・流通（n = 38）　【縦軸は回答数】

分類 2：設計、建築（n = 37）　【縦軸は回答数】



（注）低層：1～3 階建て、中層：4～5 階建て、高層：6 階建て以上

（注）複数業種の属性を持つ企業があるため、回答に重複がある点に留意

（３）CLT 利用の取組の現状

１）CLT に対する現状認識

CLT に対する現状認識として、製造方法、材料特性、施工性、適する用途、日本における CLT 関連法規の整備状況及び予定の 5 点について、どの程度知っているかを調査した。

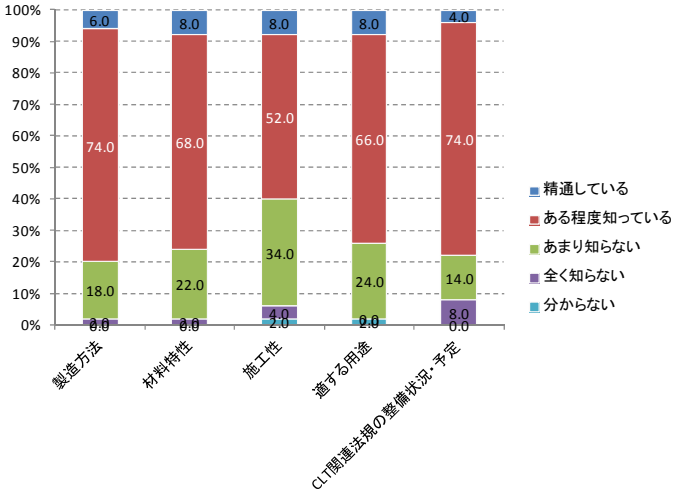
上記 5 点に関する認識は、いずれも「ある程度知っている」が過半数を占め、次いで「あまり知らない」という結果になった。なお、施工性に関する認識が他に比べやや低い結果となった（図表 9）。

業種の分類ごとに結果を比較すると、「設計、建築」分野の方が、「製造、販売・流通」分野よりも認識がやや高い結果となった（図表 10）。

さらに、他に比べやや認識の低かった施工性について、業種ごとにその認識を比較したところ、「設計」分野ではやや認識が高い結果となった（図表 11）。

図表 9　CLT に対する現状認識（全調査結果、n ＝ 50）

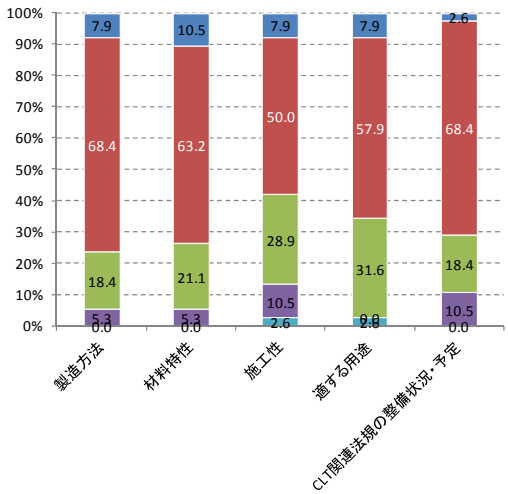
【縦軸は回答割合（%）】



図表 10　CLT に対する現状認識（属性区分ごと）

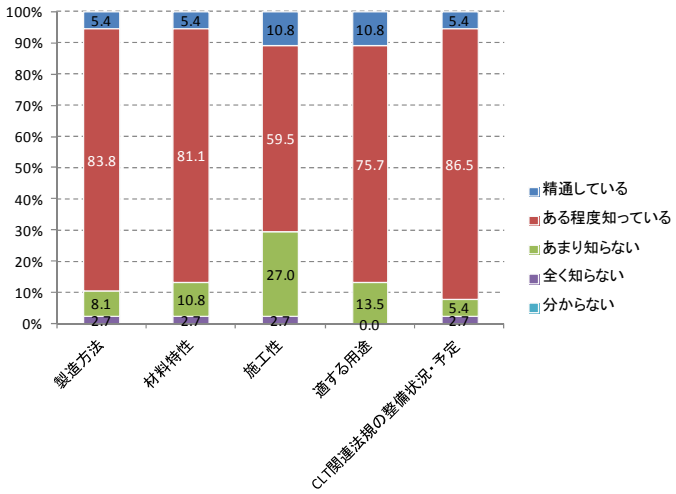
分類 1：製造、販売・流通（n ＝ 38）

【縦軸は回答割合（%）】



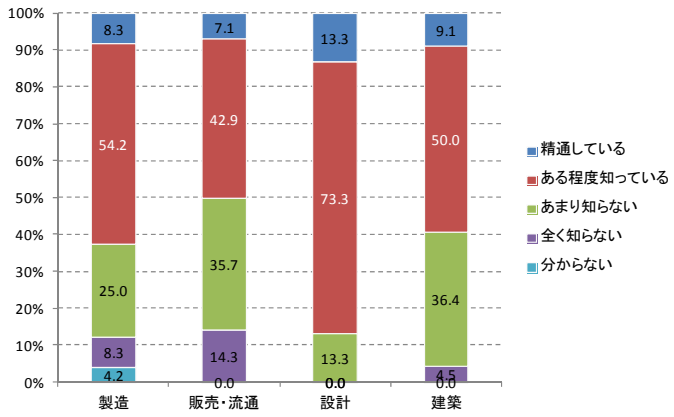
分類 2：設計、建築（n ＝ 37）

【縦軸は回答割合（%）】



図表 11　施工性に対する認識（属性区分ごと）

【縦軸は回答割合（%）】



２）CLT に関する具体的な受注案件や顧客からの相談

現状で CLT に関し具体的な受注案件や顧客からの相談がどの程度あるかについては、図表 12 の通りとなった。回答者の 7 割は受注や相談を受けるに至っていないとの結果であった。一方で、具体的な注文や引き合いがあるという回答も見られた。

図表 12　CLT に関する顧客からの相談や受注の現状（n = 50）

CLT に関する相談や受注の状況	回答数	具体例（【 】内は事業者の属性）
具体的な注文がある	4	・ 社員寮の CLT での建築に向けた材の提供 【製造】 ・ 住宅、及び工場内・倉庫内事務所の建設 【建設】
具体的な案件の引き合いがある	2	・ 老人福祉施設の建設 【販売・流通、設計、建設】
CLT に関する相談がある	9	・ CLT の基本情報に関する問い合わせ 【建設】 ・ 設計・企画段階での相談、建物の木造・木質化に伴う相談、公共施設での使用に関する相談 【製造】 ・ 試験材の提供依頼 【製造】
特になし	35	―

３）自社における CLT の検討状況

CLT 活用に向けて基本的な方針を定めているか否かについては、50 社のうち 12 社（24%）が「定めている」と回答した。それらの企業が定めている基本方針は、図表 13 の通りであった。

図表 13　CLT に関する基本方針

属性区分				基本方針の概要
製造	販売・流通	設計	建築	
○	○			CLT 工法への耐久性確保の仕様化に関与していく
	○			低層＆高層住宅事業での活用を目指す
		○		構造用の床パネル・壁パネルの使用の可能性を探りたい
			○	時刻歴応答解析を行うような特殊な建築を模索するとともに、現状の軸組工法に面材耐力の部材として使用することで、CLT の需要を増やす
	○	○	○	枠組壁工法の床構造へ CLT の導入を検討する
			○	超高層集合住宅・オフィスビル及び低層集合住宅における使用用途、RC 構造との融合化を検討する
		○	○	ロードマップに合わせた行程での CLT を用いた新しい建物の開発を進めていきたい
			○	木造でできる集合住宅（マンションタイプ）の企画、木造注文住宅の CLT 版の開発を目指す
	○	○	○	社内全部門（グループ会社含む）での定期的な情報共有及び実案件の可能性について検討する
○	○			これまでの木材加工製品開発の経緯と同様に CLT が次世代の木材商品となると考え、国内での CLT の普及の一助となるように活動する
○				製造を見据えた加工ならびに販売の実施、CLT の PR 計画策定、設備導入の検討を行う
○				自県内での普及を目指す

（4）CLT 利用のポテンシャル

CLT 材が今後幅広く使用可能になると想定した際に、どのようなポテンシャルを有していると事業者が考えているかについて、把握した。

1）建築材としてのポテンシャル

CLT を建築材として活用する際の想定し得る部材用途については、図表 14（1）に示す通り、床スラブ・天井や構造／非構造の壁材としての活用を想定する事業者が多く、梁・桁としての活用を想定する事業者は比較的少ない結果となった。また、「その他」の回答の中には屋根の下地材や、家具材といった意見があった。

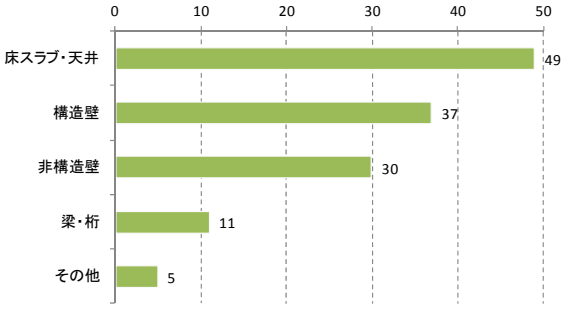
CLT が既存部材のうち何を代替可能かについては、図表 14（2）に示す通り、コンクリート床スラブとの回答が 80%以上の回答者から得られた。また、ALC パネルや構造用合板、2×4 パネルを代替可能との回答も、50%前後の回答者から得られた。非木材の建材の代替も、木材の従来の建築用材からの転換も可能と考えられていることが明らかになった。

なお、こうした回答について、属性ごとの差は見られなかった。

図表 14　想定しうる建築材としての CLT 利用（n = 50、複数回答）

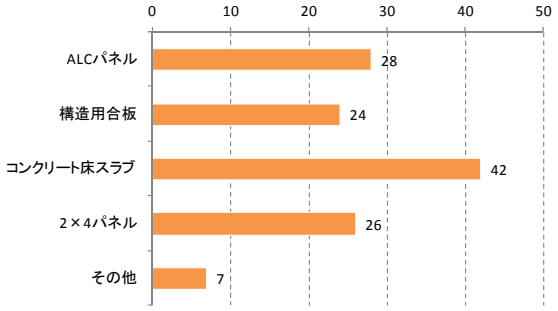
(1)　想定しうる CLT の部材

【横軸は回答数】



(2)　想定しうる CLT の既存部材の代替イメージ

【横軸は回答数】



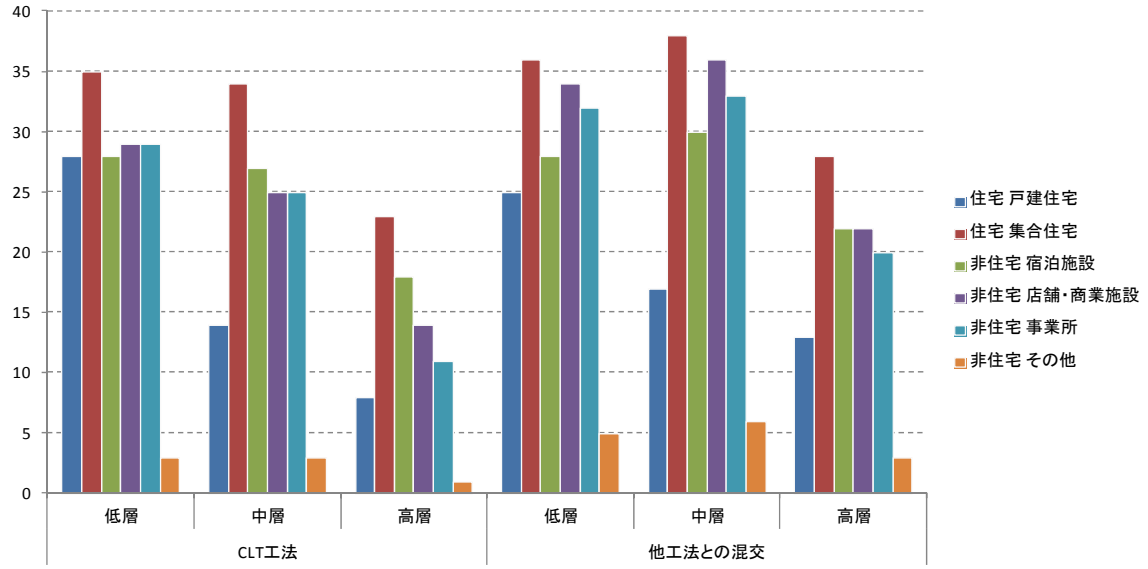
２）CLT により拡大する木造・木質化建築物のポテンシャル

CLT を活用可能な建築物については、図表 15 の結果が得られた。属性の違いによる回答の差は見られなかった。CLT 工法では、建築物の種類を問わず、低層の建築物への期待が大きく、次いで中層、高層となった。とくに集合住宅への CLT 工法の活用に対する期待が大きい結果となった（図表 15（2））。また、CLT と他工法の混交では、より中層、高層建築への期待が高くなる傾向が見られた（図表 15（3））。

図表 15　想定しうる CLT の利用方法（n ＝ 50、複数回答）

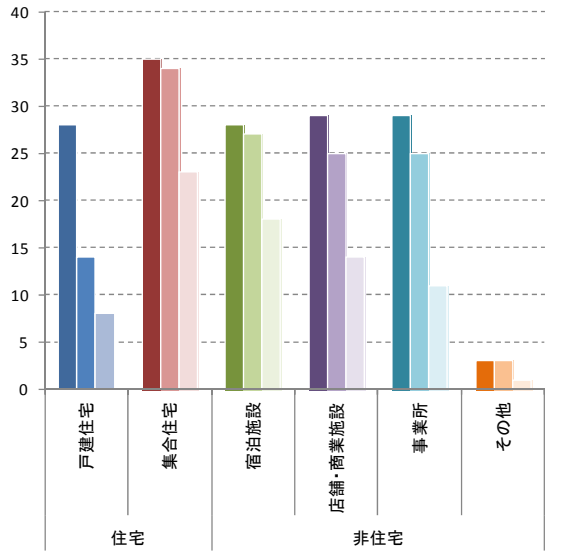
（1）想定し得る CLT の利用方法（CLT 工法及び他工法との混交）

【縦軸は回答数】



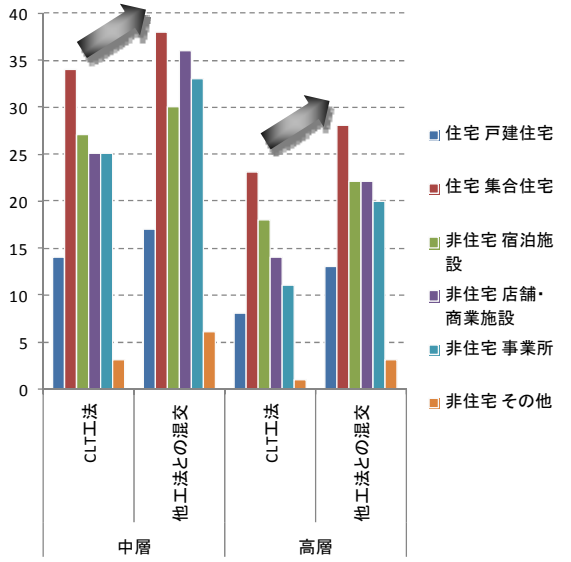
（2）CLT 工法の階層別ポテンシャル

【縦軸は回答数】



（3）中層・高層の工法別比較

【縦軸は回答数】

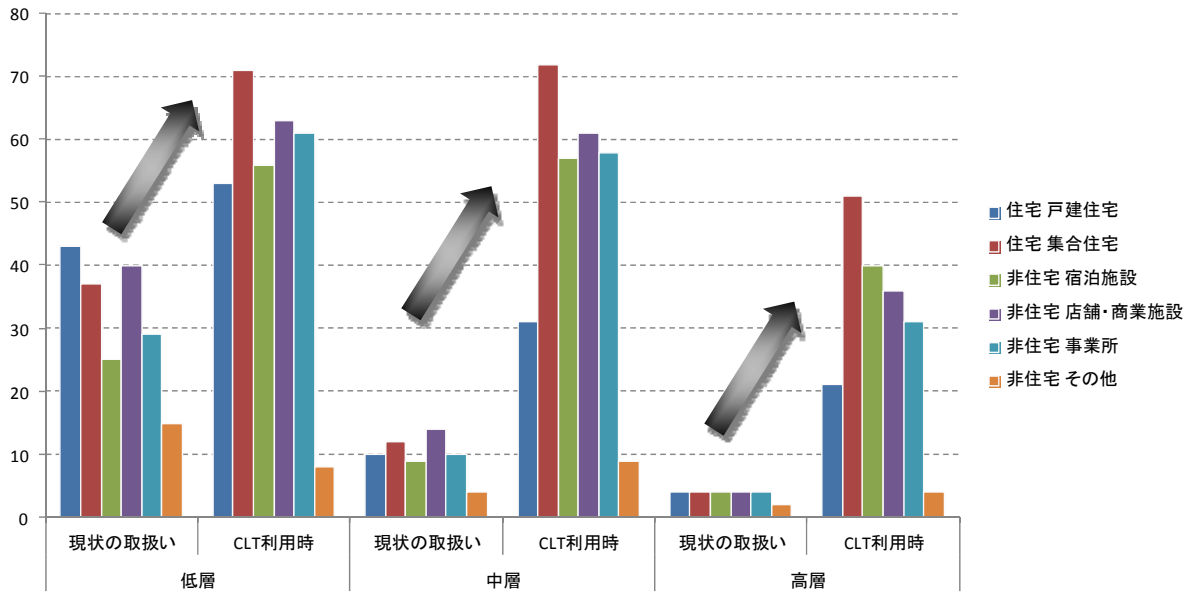


（注）各建築物とも、左（濃色）が低層、中央が中層、右（淡色）が高層

従来の木造建築と比較した CLT の導入による木造・木質化建築の拡大については、図表 16 の通り拡大ポテンシャルが示された。回答者の「現状の木造建築の取扱い」に対する回答と、「CLT を活用した際に想定される建築物（CLT 工法、及び他工法との混交）」を比較したところ、CLT の導入により木造・木質化建築物への期待は大きく拡大するという結果が得られた。とくに、従来の木造工法では技術的・法的に対応の難しい中層・高層建築において、CLT 導入による期待が大きいことが明らかになった。

図表 16　木材利用の拡大ポテンシャル見込み（n = 50、複数回答）

【縦軸は回答数】



（注）現状の取扱い：現状取扱いのある建築物のうち、「木造」の回答数
CLT 利用時：想定しうる CLT の利用方法のうち、「CLT 工法」と「他工法との混交」の合計

（5）CLT 普及への課題

（4）において CLT の導入による木造・木質化建築物の拡大ポテンシャルが明らかになった一方で、その導入に向けては複数の課題がある。関連事業者がどのような課題を認識し、またその原因をどう考えているかについて、把握した（図表 17）。

CLT 協会 1～2 種正会員向けと 3～5 種正会員向けで異なる課題の選択肢を設けてアンケートを実施したが、いずれにおいても、経済性が確保できるかが不明という課題に対する認識が最も高かった。また、これに次いで、「CLT を扱う技術的な優位性が不明」、「規則が存在し、現時点では利用が困難」、「（原料ラミナ、及び）CLT の供給体制が構築されていない」といった課題が半数程度の事業者に認識されていた。加えて、3～5 種正会員へのアンケートでは、「巨額の初期投資が必要」との課題も認識されており、CLT 製造設備導入のために必要な費用に対する懸念が明らかとなった。

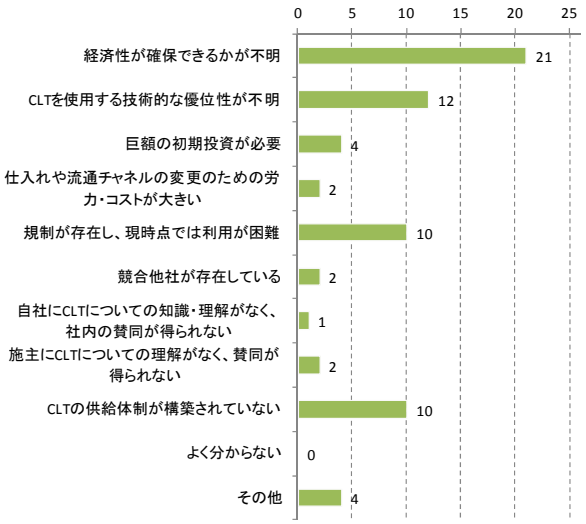
また、こうした課題の原因については、1～5 種共通して、（CLT を用いた物件の例、CLT 製造の例が少なく）製造技術や施工性、コストに関する情報が不足しているという、事例や情報の不足に関する回答が多かった。次いで、「規制緩和の成否が現時点では不明瞭」、「海外と日本の建築における規制や考え方の違いが整理されていない」といった、CLT を取り扱う上での規制・制度が整っていないことが問題と考えられていることが明らかになった。また、1～2 種正会員向けアンケートでは CLT 材の価格が高いことが原因として挙げられており、CLT 利用の経済性確保が不明という課題認識を裏付けていた。

図表 17　CLT 普及へ向けた課題及びその原因

（1）分類 A：日本 CLT 協会 1～2 種正会員向けアンケートの回答（n ＝ 24、複数回答）

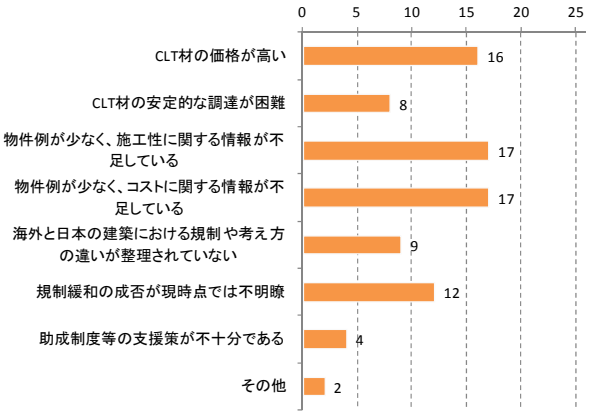
①CLT 利用にあたっての課題

【横軸は回答数】



②左記の課題の原因

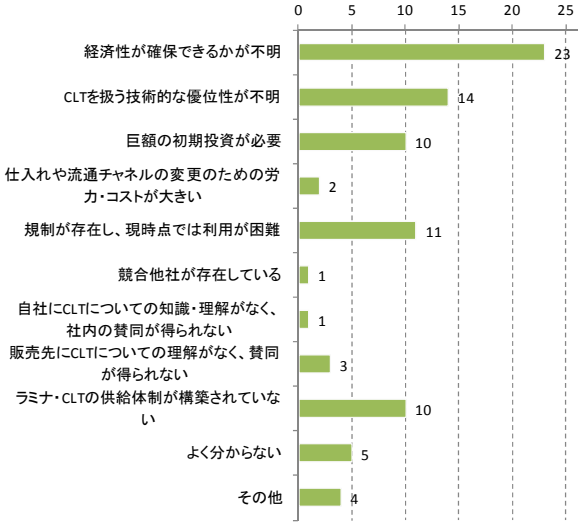
【横軸は回答数】



（2）分類 B：日本 CLT 協会 3～5 種正会員向けアンケートの回答（n ＝ 26、複数回答）

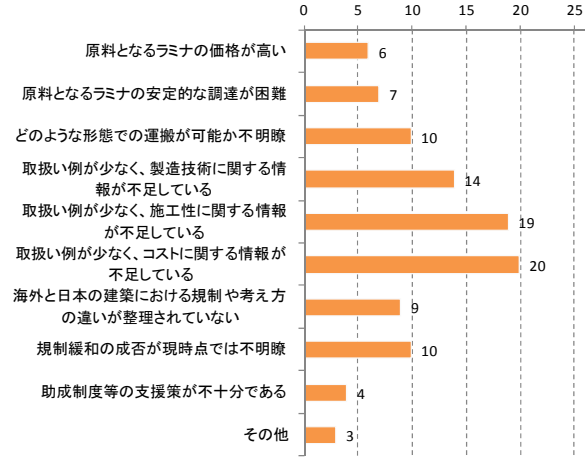
①CLT 利用にあたっての課題

【横軸は回答数】



②左記の課題の原因

【横軸は回答数】

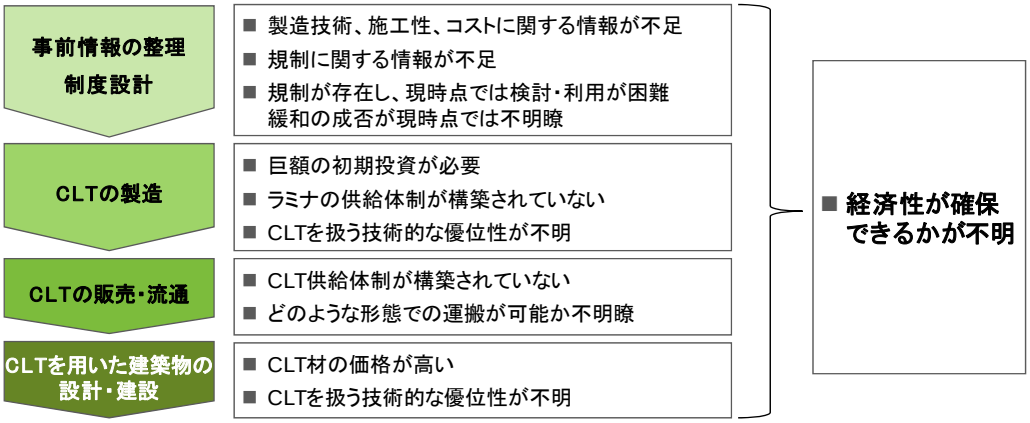


（注）1～2 種：建設、設計

3～5 種：製造、商社・流通、コンサルタント・エージェント

また、回答の多かった課題やその原因を CLT 利用に向けた行程ごとにまとめると、以下のような結果となった。こうした課題に対処していくことが、今後の CLT の需要拡大に向けて重要であると考えられる。

図表 18　CLT 利用に向けた行程ごとの主な課題及び原因等



（6）その他

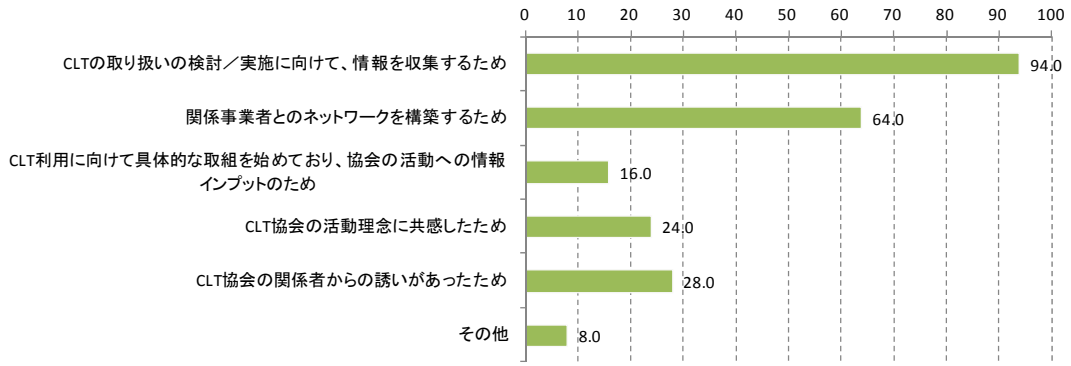
1）CLT 協会への期待・要望

アンケート調査においては、CLT に関する今後の需要動向に加えて、会員に対して日本 CLT 協会への期待・要望等の意見も収集した。こうした意見は、先に整理した CLT 利用に向けた課題やその原因への対処のために日本 CLT 協会が今後実施していくべき取組を示唆するものとも言える。なお、期待・要望について、属性ごとの有意な差は見られなかった。

日本 CLT 協会への入会理由としては、CLT 取扱いの検討／実施に向けての情報収集、及び「関係事業者とのネットワーク構築」が多かった（図表 19）。CLT の利用に向けて製造技術、施工性、コストといった情報が不足していることを課題として認識している事業者が、こうした情報を求めて入会しているものと考えられる。

図表 19　日本 CLT 協会への入会理由（n = 50、複数回答）

【横軸は回答割合（%）】

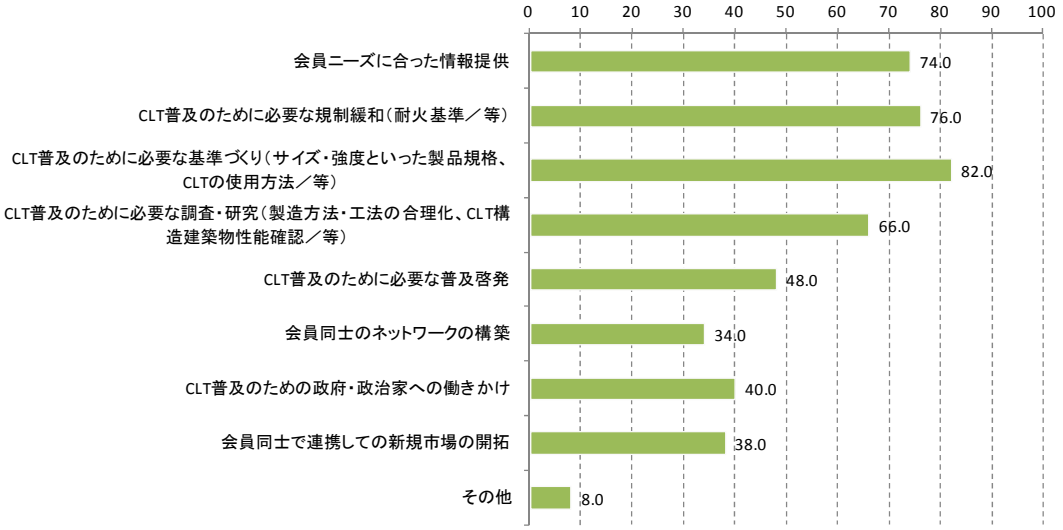


日本 CLT 協会への期待・要望としては、CLT 普及のために必要な基準づくり（サイズ・強度といった製品規格、CLT の使用方法／等）が最も多く、回答事業者が 80%を超えた（図表 20）。また、「CLT 普及のために必要な規制緩和（耐火基準／等）」や、「CLT 普及のために必要な調査・研究（製造方法・工法の合理化、CLT 構造建築物性能確認／等）」への期待・要望も多く、専門機関として調査・研究や情報の蓄積を行う役割、そして業界関係者が集まり蓄積された知見を踏まえ

て CLT 利用に向けた基準・制度を構築していく役割が求められていると考えられた。さらに、図表 19 に示した通り、情報収集を目的として入会した会員が多いことから、当然ながら「会員ニーズに合った情報提供」へのニーズも高い結果となった。

図表 20　日本 CLT 協会への期待・要望（n = 50、複数回答）

【横軸は回答割合（%）】

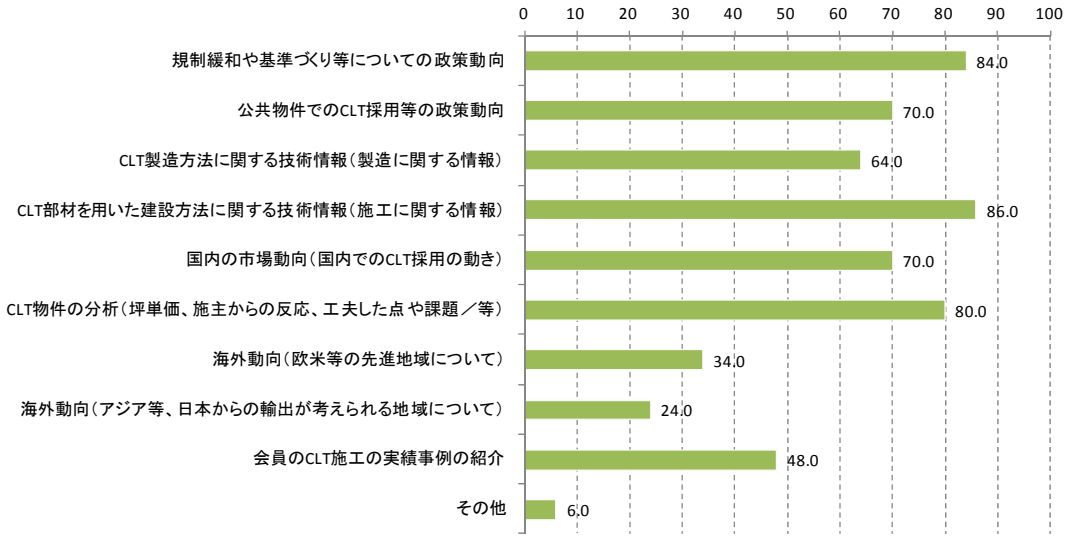


具体的にどういった情報の提供が求められているかについては、多様な情報ニーズが示される結果となった（図表 21）。上位 3 つは、「CLT 部材を用いた建設方法に関する技術情報（施工に関する情報）」、「規制緩和や基準づくり等についての政策動向」、「CLT 物件の分析（坪単価、施主からの反応、工夫した点や課題／等）」となった。

さらに、セミナーの開催ニーズについては、上記に挙がった規制緩和動向やコストに関する情報提供に加え、CLT を用いた工事の事例紹介や、有識者による講演といった内容への要望があった。頻度については、年に 2 回～4 回程度が望ましいとの意見があった。ニュースレターの発行については、内容や頻度について満足しているとの意見が得られた。

図表 21　日本 CLT 協会に提供してもらいたい情報（n = 50、複数回答）

【横軸は回答割合（%）】



（7）まとめ

1）CLT への期待と普及に向けた課題への対処方針

アンケート調査の結果より、事業者は CLT による木造・木質化建築の中層・高層への拡大に対し期待を抱いていることが示された。一方で、CLT 普及に向けた課題は多く、今後こうした課題に対処していく必要性が明らかになった。

図表 22　調査により明らかになった課題、及び日本 CLT 協会による取組方針（案）

	明らかになった課題	日本CLT協会の取組方針（案）
事前情報の整理 制度設計	■ 製造技術、施工性、コストに関する情報が不足 ■ 規制に関する情報が不足 ■ 規制が存在し、現時点では検討・利用が困難 緩和の成否が現時点では不明瞭	■ 規則に関する国内外動向の調査実施 ■ 有識者による講演実施 （テーマ:CLTに関する基礎知識、 国内外の動向／等）
CLTの製造	■ 巨額の初期投資が必要 ■ ラミナの供給体制が構築されていない ■ CLTを扱う技術的な優位性が不明	■ CLTの強度や耐火性能等の建築物性能に関する試験データの収集・蓄積 ■ CLT製造方法・工法の合理化に課する調査・研究の実施 ■ CLT規格開発に向けた取組の実施（関係者を集めた検討会の開催／等）
CLTの 販売・流通	■ CLT供給体制が構築されていない ■ どのような形態での運搬が可能か不明瞭	
CLTを用いた建築物の設計・建設	■ CLT材の価格が高い ■ CLTを扱う技術的な優位性が不明	■ CLTを用いた建築物の施工事例の蓄積 ■ 事例分析によるCLTの優位性の提示
知見・成果の蓄積		■ 経済性が確保されたCLT利用指針の提示 ■ 蓄積された情報の定期的な発信

2）アンケート調査結果の活用に向けて

本調査は、日本 CLT 協会の会員事業者の意見を収集するのに有効であった。今回のアンケート調査を将来的にも活用していくためには、定期的にアンケート調査を繰り返す等によりデータを蓄積していくことが重要であると考えられる。案として、以下の取組が考えうる。

- <u>同様のアンケートを数年に１度実施する</u>：
  同様の対象に対してアンケート調査を繰り返すことで、時間の経過に伴う CLT 業界の変化及びこれに伴う事業者のニーズの変化を把握し、適切な協会運営に反映させることが可能。
- <u>他の関係者を対象としたアンケート調査を実施する</u>：
  今回のアンケート調査は CLT を扱う建築・木材産業関連の事業者を対象としたが、地域として CLT 普及検討を促すために自治体の意向を把握するアンケートを実施する等により、他の関係者のニーズを把握することが可能。

５．３　参考資料

（１）１・２種正会員向けアンケート調査票

1種･2種正会員向け

1．貴社／貴事業所の CLT に対する現状認識についてお尋ねします

1.1 CLT の現状認識について、以下にお示しする情報を参考に、当てはまるものに○をつけて下さい。

（各項目について、当てはまるもの1つに○）

		精通している	ある程度知っている	あまり知らない	全く知らない	分からない
(1)	製造方法について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(2)	材料特性について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(3)	施工性について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(4)	適する用途について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(5)	日本における CLT 関連法規の整備状況及び予定について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.

以下の参考情報をご存じの場合に「2. ある程度知っている」に該当すると想定の上、ご回答ください。

（参考情報）CLT とは

- 製造方法：
  CLT は、ひき板を並べた層を、板の方向が層ごとに直交するように重ねて接着した大判のパネル（木質構造用材料）です。

- 材料特性：
  CLT は、寸法安定性が高く、厚みのある製品であることから、高い断熱・遮音・耐火性を持ちます。
- 施工性：
  プレハブ化や、接合具のシンプルさ等による、施工性の早さが特徴です。RC 造等と比べた場合の軽量性も長所の１つです。

- 適する用途：
  壁材や床材としての利用が期待されています。海外では、戸建て住宅や低層集合住宅はもちろん、中高層ビルでの CLT の利用も増えています。
- 日本における CLT 関連法規の整備状況及び予定：
  CLT の本格的な普及に向けて建築基準の整備が進められる予定です。林野庁及び国土交通省が発表した「CLT の普及に向けたロードマップ」によると、平成 27 年度を目途に燃えしろ設計に関する告示、平成 28 年度を目途に基準強度及び一般的な設計法の告示が出る予定となっています。

（出所）一般社団法人 日本 CLT 協会 ウェブサイト http://clta.jp/clt/
林野庁 国土交通省「CLT の普及に向けたロードマップ」 http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/mokusan/pdf/141111-01.pdf

- 2 -

1種・2種正会員向け

2．貴社／貴事業所の設計・建築関連事業の状況についてお尋ねします

2.1 取り扱いのある木造・非木造建築物について、当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

		住宅		非住宅			その他
		戸建住宅	集合住宅	宿泊施設	店舗・商業施設	事業所	
低層	木造						
	非木造						
中層	木造						
	非木造						
高層	木造						
	非木造						

※ 低層：1～3 階建て、中層：4～5 階建て、高層：6 階建て以上

「その他」に○をつけた方にお聞きします。具体的にどのような建築物か、ご記入下さい。

2.2 貴社／貴事業所におけるCLTについての状況をお聞きします。

(1) CLTについて、具体的な受注案件や顧客からの相談がありますか。

（当てはまるもの1つに○）

【　】1. 具体的な受注案件がある　→（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】2. 具体的な案件の引き合いがある →（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】3. CLTに関する相談がある　→（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】4. 特になし

(2) CLTの活用方針について、貴社／貴事業体において何らかの検討が行われていますか。

（当てはまるもの1つに○）

【　】1. CLT活用への基本的な方針を定めている　→　（3）へお進みください

【　】2. CLT活用への基本的な方針を定めていない　→　次のページの設問にお進みください

(3) （2）で「1. CLT活用への基本的な方針を定めている」に○をつけた方にお聞きします。具体的な方針の内容について、概要をご記入ください。

1種・2種正会員向け

3．想定しうる CLT の利用方法についてお尋ねします

※ あくまで想定として、考えうるものについて幅広くお答えください。

3.1 どのような建築物に CLT を利用できそうとお考えですか。当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

		住宅		非住宅			その他
		戸建住宅	集合住宅	宿泊施設	店舗・商業施設	事業所	
低層	CLT 工法						
	他工法との混交						
中層	CLT 工法						
	他工法との混交						
高層	CLT 工法						
	他工法との混交						

※ 低層：1～3 階建て、中層：4～5 階建て、高層：6 階建て以上

※ 高層については、木造建築に必要な規制緩和等が実施された想定でお答え下さい。

～ イメージ写真 ～

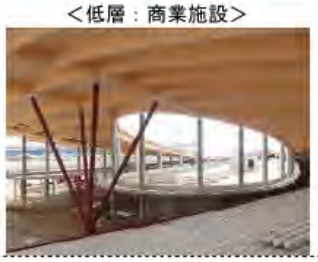
＜低層：戸建住宅＞

＜中層：集合住宅＞

＜高層：集合住宅＞

＜低層：宿泊施設＞

＜低層：商業施設＞



＜低層：事業所＞

1種･2種正会員向け

3.2 3.1で選んだ建築物のうち、他工法にCLTを混交する場合、どういった箇所にCLTを利用できそうとお考えですか。

(1) 想定しうるCLTの部材について、当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

【　】1. 床スラブ・天井
【　】2. 構造壁
【　】3. 非構造壁
【　】4. 梁・桁
【　】5. その他　(具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿)

(2) 想定しうるCLTによる既存部材の代替イメージについて、当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

【　】1. ALCパネルの代替
【　】2. 構造用合板の代替
【　】3. コンクリート床スラブの代替
【　】4. 2×4パネルの代替
【　】5. その他　(具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿)

1 種･2 種正会員向け

4．CLT の利用にあたっての課題について、お尋ねします

4.1 **貴社／貴事業所での CLT の利用にあたり、どのような課題があるとお考えですか。**
当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 経済性が確保できるかが不明
【　】2. CLTを使用する技術的な優位性が不明
【　】3. 巨額の初期投資が必要
【　】4. 仕入れや流通チャネルの変更のための労力・コストが大きい
【　】5. 規制が存在し、現時点では利用が困難
【　】6. 競合他社が存在している
【　】7. 自社にCLTについての知識・理解がなく、社内の賛同が得られない
【　】8. 施主にCLTについての理解がなく、賛同が得られない
【　】9. CLTの供給体制が構築されていない
【　】10. よく分からない
【　】11. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

4.2 **4.1 で回答いただいた課題の原因はどのようなものだとお考えですか。**
当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. CLT材の価格が高い
【　】2. CLT材の安定的な調達が困難
【　】3. 物件例が少なく、施工性に関する情報が不足している
【　】4. 物件例が少なく、コストに関する情報が不足している
【　】5. 海外と日本の建築における規制や考え方の違いが整理されていない
【　】6. 規制緩和の成否が現時点では不明瞭
【　】7. 助成制度等の支援策が不十分である
【　】8. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

1 種･2 種正会員向け

5．日本 CLT 協会への期待・要望について、お尋ねします

5.1 日本 CLT 協会への入会理由として、当てはまるものに〇をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. CLTの取り扱いの検討／実施に向けて、情報を収集するため
【　】2. 関係事業者とのネットワークを構築するため
【　】3. CLT利用に向けて具体的な取組を始めており、協会の活動への情報インプットのため
【　】4. CLT協会の活動理念に共感したため
【　】5.CLT協会の関係者からの誘いがあったため
【　】6. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

5.2 日本 CLT 協会への期待・要望として、当てはまるものに〇をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 会員ニーズに合った情報提供
【　】2. CLT普及のために必要な規制緩和（耐火基準／等）
【　】3. CLT普及のために必要な基準づくり（サイズ・強度といった製品規格、CLTの使用方法／等）
【　】4. CLT普及のために必要な調査・研究（製造方法・工法の合理化、CLT構造建築物の性能確認／等）
【　】5. CLT普及のために必要な普及啓発
【　】6. 会員同士のネットワークの構築
【　】7. CLT普及のための政府・政治家への働きかけ
【　】8. 会員同士で連携しての新規市場の開発
【　】9. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

5.3 日本 CLT 協会に提供してもらいたい情報として、当てはまるものに〇をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 規制緩和や基準づくり等についての政策動向
【　】2. 公共物件でのCLT採用等の政策動向
【　】3. CLT製造方法に関する技術情報（製造に関する情報）
【　】4. CLT部材を用いた建設方法に関する技術情報（施工に関する情報）
【　】5. 国内の市場動向（国内でのCLT採用の動き）
【　】6. CLT物件の分析（坪単価、施主からの反応、工夫した点や課題／等）
【　】7. 海外動向（欧米等の先進地域について）
【　】8. 海外動向（アジア等、日本からの輸出が考えられる地域について）
【　】9. 会員のCLT施工の実績事例の紹介
【　】10. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

1種・2種正会員向け

5.4 セミナーやニュースレターについての要望について、ご意見をご記入ください。

(1) セミナーの開催要望について、ご意見をご記入ください。

（開催時期・頻度、内容／等）

(2) ニュースレターの内容について、改善要望等がありましたら、ご意見をご記入ください。

ご回答事業所・ご回答者プロフィールについてご記入下さい

＊ご回答内容を確認するためにご連絡を差し上げる場合があります。個人情報の取扱い（本票1頁）について、ご同意の上、アンケートご回答者欄にご記入下さい。

会社名 / 事業所名		
所在地		
業種（○をつけて下さい）		【　】製造　【　】販売・流通　【　】設計　【　】建設 【　】その他（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）
アンケートご回答者	ご所属	
	お名前	
	電　話	
	E-mail	

～調査はここまでで終了です。ご協力、誠にありがとうございました。～

（2）3～5 種正会員向けアンケート調査票

3 種･4 種･5 種正会員向け

1．貴社／貴事業所の CLT に対する現状認識についてお尋ねします

1.1 CLT の現状認識について、以下にお示しする情報を参考に、当てはまるものに○をつけて下さい。

（各項目について、当てはまるもの1つに○）

		精通している	ある程度知っている	あまり知らない	全く知らない	分からない
(1)	製造方法について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(2)	材料特性について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(3)	施工性について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(4)	適する用途について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.
(5)	日本における CLT 関連法規の整備状況及び予定について	【　】1.	【　】2.	【　】3.	【　】4.	【　】5.

以下の参考情報をご存じの場合に「2. ある程度知っている」に該当すると想定の上、ご回答ください。

（参考情報）CLT とは

- 製造方法：
  CLT は、ひき板を並べた層を、板の方向が層ごとに直交するように重ねて接着した大判のパネル（木質構造用材料）です。
- 材料特性：
  CLT は、寸法安定性が高く、厚みのある製品であることから、高い断熱・遮音・耐火性を持ちます。
- 施工性：
  プレハブ化や、接合具のシンプルさ等による、施工性の早さが特徴です。RC 造等と比べた場合の軽量性も長所の 1 つです。
- 適する用途：
  壁材や床材としての利用が期待されています。海外では、戸建て住宅や低層集合住宅はもちろん、中高層ビルでの CLT の利用も増えています。
- 日本における CLT 関連法規の整備状況及び予定：
  CLT の本格的な普及に向けて建築基準の整備が進められる予定です。林野庁及び国土交通省が発表した「CLT の普及に向けたロードマップ」によると、平成 27 年度を目途に燃えしろ設計に関する告示、平成 28 年度を目途に基準強度及び一般的な設計法の告示が出る予定となっています。

（出所）一般社団法人 日本 CLT 協会 ウェブサイト http://clta.jp/clt/
林野庁 国土交通省「CLT の普及に向けたロードマップ」 http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/mokusan/pdf/141111-01.pdf

- 2 -

3種・4種・5種正会員向け

2．貴社／貴事業所の設計・建築関連事業の状況についてお尋ねします

2.1 取り扱っている部材のラインナップ（主な製造品目、取扱品目）をご記入ください。

2.2 取り扱っている部材の用途について、当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

		住宅		非住宅			その他
		戸建住宅	集合住宅	宿泊施設	店舗・商業施設	事業所	
低層	木造						
	非木造						
中層	木造						
	非木造						
高層	木造						
	非木造						

※ 低層：1～3階建て、中層：4～5階建て、高層：6階建て以上

「その他」に○をつけた方にお聞きします。具体的にどのような建築物か、ご記入下さい。

2.3 貴社／貴事業所におけるCLTについての状況をお聞きします。

(1) CLTについて、具体的な受注案件や顧客からの相談がありますか。

（当てはまるもの1つに○）

【　】1. 具体的な受注案件がある　→（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】2. 具体的な案件の引き合いがある →（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】3. CLTに関する相談がある　→（○の場合、詳細：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

【　】4. 特になし

(2) CLTについて、貴社／貴事業体において何らかの検討が行われていますか。

（当てはまるもの1つに○）

【　】1. CLT活用への基本的な方針を定めている　→　（3）へお進みください

【　】2. CLT活用への基本的な方針を定めていない　→　次のページの設問にお進みください

(3) （2）で「1. CLT活用への基本的な方針を定めている」に○をつけた方にお聞きします。具体的な方針の内容について、概要をご記入ください。

3種・4種・5種正会員向け

3．想定しうる CLT の利用方法についてお尋ねします

※ あくまで想定として、考えうるものについて幅広くお答えください。

3.1 どのような建築物に CLT を利用できそうとお考えですか。当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

		住宅		非住宅			その他
		戸建住宅	集合住宅	宿泊施設	店舗・商業施設	事業所	
低層	CLT 工法						
	他工法との混交						
中層	CLT 工法						
	他工法との混交						
高層	CLT 工法						
	他工法との混交						

※ 低層：1～3 階建て、中層：4～5 階建て、高層：6 階建て以上

※ 高層については、木造建築に必要な規制緩和等が実施された想定でお答え下さい。

～ イメージ写真 ～

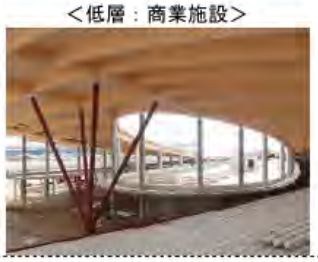
＜低層：戸建住宅＞

＜中層：集合住宅＞

＜高層：集合住宅＞

＜低層：宿泊施設＞

＜低層：商業施設＞



＜低層：事業所＞

3種・4種・5種正会員向け

3.2 3.1で選んだ建築物のうち、他工法にCLTを混交する場合、どういった箇所にCLTを利用できそうとお考えですか。

(1) 想定しうるCLTの部材について、当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

【　】1. 床スラブ・天井
【　】2. 構造壁
【　】3. 非構造壁
【　】4. 梁・桁
【　】5. その他　(具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿)

(2) 想定しうるCLTによる既存部材の代替イメージについて、当てはまるものに○をつけて下さい。(複数回答可)

【　】1. ALCパネルの代替
【　】2. 構造用合板の代替
【　】3. コンクリート床スラブの代替
【　】4. 2×4パネルの代替
【　】5. その他　(具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿)

3種･4種･5種正会員向け

4．CLT の利用にあたっての課題について、お尋ねします

4.1 貴社／貴事業所での CLT の利用にあたり、どのような課題があるとお考えですか。
当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 経済性が確保できるかが不明
【　】2. CLTを扱う技術的な優位性が不明
【　】3. 巨額の初期投資が必要
【　】4. 仕入れや流通チャネルの変更のための労力・コストが大きい
【　】5. 規制が存在し、現時点では利用が困難
【　】6. 競合他社が存在している
【　】7. 自社にCLTについての知識・理解がなく、社内の賛同が得られない
【　】8. 販売先にCLTについての理解がなく、賛同が得られない
【　】9.ラミナ・CLTの供給体制が構築されていない
【　】10. よく分からない
【　】11. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

4.2 4.1 で回答いただいた課題の原因はどのようなものだとお考えですか。
当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 原料となるラミナの価格が高い
【　】2. 原料となるラミナの安定的な調達が困難
【　】3. どのような形態での運搬が可能か不明瞭
【　】4. 取扱い例が少なく、製造技術に関する情報が不足している
【　】5. 取扱い例が少なく、施工性に関する情報が不足している
【　】6. 取扱い例が少なく、コストに関する情報が不足している
【　】7. 海外と日本の建築における規制や考え方の違いが整理されていない
【　】8. 規制緩和の成否が現時点では不明瞭
【　】9. 助成制度等の支援策が不十分である
【　】10. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

3種･4種･5種正会員向け

5．日本 CLT 協会への期待・要望について、お尋ねします

5.1 日本 CLT 協会への入会理由として、当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. CLTの取り扱いの検討／実施に向けて、情報を収集するため
【　】2. 関係事業者とのネットワークを構築するため
【　】3. CLT利用に向けて具体的な取組を始めており、協会の活動への情報インプットのため
【　】4. CLT協会の活動理念に共感したため
【　】5.CLT協会の関係者からの誘いがあったため
【　】6. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

5.2 日本 CLT 協会への期待・要望として、当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 会員ニーズに合った情報提供
【　】2. CLT普及のために必要な規制緩和（耐火基準／等）
【　】3. CLT普及のために必要な基準づくり（サイズ・強度といった製品規格、CLTの使用方法／等）
【　】4. CLT普及のために必要な調査・研究（製造方法・工法の合理化、CLT構造建築物の性能確認／等）
【　】5. CLT普及のために必要な普及啓発
【　】6. 会員同士のネットワークの構築
【　】7.CLT普及のための政府・政治家への働きかけ
【　】8.会員同士で連携しての新規市場の開発
【　】9. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

5.3 日本 CLT 協会に提供してもらいたい情報として、当てはまるものに○をつけて下さい。（複数回答可）

【　】1. 規制緩和や基準づくり等についての政策動向
【　】2. 公共物件でのCLT採用等の政策動向
【　】3. CLT製造方法に関する技術情報（製造に関する情報）
【　】4. CLT部材を用いた建設方法に関する技術情報（施工に関する情報）
【　】5. 国内の市場動向（国内でのCLT採用の動き）
【　】6. CLT物件の分析（坪単価、施主からの反応、工夫した点や課題／等）
【　】7. 海外動向（欧米等の先進地域について）
【　】8. 海外動向（アジア等、日本からの輸出が考えられる地域について）
【　】9.会員のCLT施工の実績事例の紹介
【　】10. その他　（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）

3種･4種･5種正会員向け

5.4 セミナーやニュースレターについての要望について、ご意見をご記入ください。

(1) セミナーの開催要望について、ご意見をご記入ください。

（開催時期・頻度、内容／等）

(2) ニュースレターの内容について、改善要望等がありましたら、ご意見をご記入ください。

ご回答事業所・ご回答者プロフィールについてご記入下さい

＊ご回答内容を確認するためにご連絡を差し上げる場合があります。個人情報の取扱い（本票1頁）について、ご同意の上、アンケートご回答者欄にご記入下さい。

会社名 / 事業所名		
所在地		
業種（○をつけて下さい）		【　】製造　【　】販売・流通　【　】設計　【　】建設 【　】その他（具体的に：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿）
アンケートご回答者	ご所属	
	お名前	
	電　話	
	E-mail	

～調査はここまでで終了です。ご協力、誠にありがとうございました。～

第６章　ＣＬＴの早期普及に向けて

ここでは、委員会で挙げられた意見や、**第２章**から**第５章**までの調査結果を踏まえて、建築面や製造・流通面から求められる CLT の仕様と活用できる建築物、CLT の特徴について、及び、CLT の早期普及に向けた課題について考察する。

６．１　製造・流通面から求められるＣＬＴの仕様について

４．１スギの供給体制に関する課題調査では、国産材ラミナ製材の現状は、プレーヤーが限られており、その多くが特定の出荷先に向けてラミナを出荷しているため、新たな需要に対応する余力が多いとは言えないことが分かった。このような中、CLT 用のラミナのサイズについては、既にマーケットのある集成材用のラミナと規格を統一することが最も効率的であり主流になっていくことと思われる。ただし、ラミナの幅については、欧州では幅広のものになっていく傾向にあり、流動的な面もある。我が国でも原木供給側の効率やどれくらいのサイズが出せるかの状況を勘案して決める必要があると思われるが、**第３章**で述べたように各種のデータ収集が急ピッチで行われている現状においては、早急に検討すべき課題である。

また、２．１の国内における事例調査の対象とした建築物について、CLT パネルの加工歩留まりを調査した結果、小幅パネルで構成する建築物については概ね妥当な数値であったが、開口部をくり抜く大判のパネルを使用する建築物については低い値であることが分かった。これは、開口部をくり抜いているためだけでなく、工場の製造長さが限定されていることが原因と考えられ、CLT 構造部分のコスト削減のためには、建築物に使うサイズと製造長さとの合理化を図る必要があると思われる。

流通面の課題としては、CLT は比較的大きな部材であるため、敷地の状況によっては輸送や搬入時に課題があることがこれまでも指摘されていたが、**第２章**の事例調査の対象としたくりばやし整骨院のプロジェクトにおいては、都市部の小規模建築現場で、現地への仮置きが不可能な状況であったため、中間に仮置き場所を確保するという工夫が示された。こうした経験を蓄積し開示していくことは施工性を高めていくうえで有益と思われる。

６．２　建築面から求められるＣＬＴの仕様と活用できる建築物について

第５章の CLT の需要動向に関するアンケート調査からは、CLT を建築材として活用する際の部材用途については、床スラブや天井としての活用を想定する事業者が最も多いことが分かった。床に CLT を使うための技術開発については、既にいくつかの事業で検討が進められている。一方で、委員会では、CLT の面内せん断性能の高さを生かし、壁柱のように用いることへの期待も寄せられた。これについても検討が進められ、27 年度も継続して検討していくことが予定されている。床や壁での利用は大版の面材である CLT を生かした使い方であるが、２．２の設計者からの課題報告では、CLT を現しで使用することがより望ましく、そのためには仕上げ材としての開発の意識が必要という意見も寄せられた。

CLT を活用する建築物の用途については、**第５章**のアンケート調査では、共同住宅を挙げる声が最も多かった。これは、表 6.1 に示す通り、先行している事例の中では共同住宅が多いため、イメージがしやすかったためもあると思われる。現時点で、CLT を活用できる建築物として考えられるものを表 6.2 に示す。

構造設計法や技術基準を整備するうえでは、仕様をある程度限定する必要はあるだろうが、一方で、自由な発想で設計された建築物の実例が増えていくことが期待される。

表 6.1　CLT を使った実証的建築物の用途別件数

用途	工法上の分類		うち着工又は竣工済み
	CLT 工法	部分的利用	
事務所※	1	5	1
共同住宅（寮含む）	4	0	4
宿泊施設	1	0	0
医療施設	0	1	0
研修施設※	3	0	2
住宅（併用住宅）	0	1	1
店舗	0	1	1
工房	0	1	1
仮設建築物	3	1	4
その他	2	0	2

※既存工場内への設置を含む

表 6.2　CLT を活用できる建築物の例

１．CLT 工法
（１）小規模建築物
・戸建て住宅
・店舗
（２）中大規模建築物（小スパン）
・共同住宅
・高齢者福祉施設
２．部分的利用（枠組壁工法の床、木造軸組工法の耐力壁・床、RC 造の耐力壁・床、S 造の床・耐力壁・制震壁）
（１）小規模建築物
・戸建て住宅
・店舗
（２）中大規模建築物（大スパン）
・学校
・事務所
・店舗
３．仮設建築物

６．３　ＣＬＴの特徴

第５章の CLT の需要動向に関するアンケート調査からは、CLT について、「経済性が確保できるかが不明」、「製造技術や施工性、コストに関する情報が不足している」など、CLT については現状ではまだ多くの課題があると事業者が感じていることが現れている。ただし、これについては、悪い情報ばかりが出回っていることも要因となっているように思われるため、CLT のメリットをもっと発信していく必要がある。

CLT のメリット・デメリットを表 6.3 に示す。このうち、メリットについて、その根拠となるデータを揃え、発注者や設計者にアピールできるような資料を整えていくことが、CLT の普及に繋がると思われる。例えば、「厚みがあり、木材による蓄熱性が期待できる」という点については、CLT の熱物性値や CLT を使用した建築物の温湿度等を測定し、他工法と比較して優位性が示せれ

ば、断熱材等に頼らずに快適な室内環境を実現できることをアピールできる。「施工がシンプルで少なくとも建て方工期が短縮化」については工期のデータを示すこと、また、コスト情報を蓄積し、CLT にコストが掛かっていたとしても、CLT を使ったことにより他の工費が安くなっているというようなことを示すことができれば、経済性に対する情報が不足しているという声にも応えることが可能となる。

表 6.3　CLT のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
材料特性	・剛性が高い（木部ではなく接合部で破断） ・方向性がない ・寸法安定性がある	・直交層の影響がある（ローリングシア破壊の可能性等） ・強度は樹種・層構成により異なり、スパンがそれほど飛ばせない可能性がある
設計	・厚みがあり、木材による蓄熱性が期待できる	
調達・施工	・木であり軽いため基礎の簡素化が可能 ・施工がシンプルで少なくとも建て方工期が短縮化	・現時点では CLT 加工工場が不足している ・現時点では価格が高い ・断熱材等が現場施工となり、全体工期が短縮できるかはやや疑問が残る
林業	・B 材の需要拡大	

６．４　ＣＬＴの早期普及にむけた課題について

CLT の早期普及に向けて実施していく必要があると思われる項目について表 6.4 に示す。CLT が木造の様々な工法の中で、集成材等の他部材と同様、普通に構造計算をして使用できる部材や工法の選択肢の一つとして位置づけられるようにするために必要な技術開発を行っていくとともに、施工のノウハウが蓄積され、また、CLT でしか実現できないような斬新かつ魅力的な建築物の実例が増えていくよう支援していくことが必要である。

表6.4 CLT普及のための整理表 （案）

分野			H26年度までに実施していること	今後
構造	CLT工法	材料	・基準強度・許容応力度告示制定に向けて材料の強度データを収集。 （H25補正、H26当初：（独）森林総合研究所）	・H28年度に基準強度・許容応力度告示制定に向けて強度データ収集。 ・告示制定後、必要に応じて追加データ収集。 （H27当初予算：未定）
		設計方法	・設計法確立のため検討・実大実験を実施。 （H26国交省事業）	・H28年度に一般的な設計法告示制定に向けて検討・実大実験を実施。 （H27国交省事業）
		接合部	・一般的な設計法確立に資するため、GIR(H23年度)、LSB接合、鋼板添え板ビス接合、引きボルト接合について技術的知見を収集 （木構造振興（株））	・実大実験を踏まえ、必要に応じて追加データ収集。 （H27当初予算：未定）
	部分的利用	枠組壁工法	・床に使用するための技術開発 （H25補正（一社）日本CLT協会）	・必要に応じて追加検討 ・開口部の設計ルールと性能確認
		木造軸組	・壁倍率認定取得に資するCLT耐力壁の技術開発 （H26補助実証事業（日本住宅木材技術センター）：群馬県館林市、（株）長谷萬） ・許容応力度計算（令46条2項ルート）で耐力壁に使用するための技術開発 （H25補正森林整備加速化・林業再生基金（実証事業）：高知県南国市、高知県森林組合連合会）	・限界耐力計算ルートで、耐力壁に使用するための技術開発 （H26補正：木構造振興（株））
		大断面構造	―	・大断面構造の耐力壁および水平構面に使用するための接合方法とせん断耐力の技術開発
		丸太組構法	―	・丸太組構法に使用するための技術開発
		S造	・床に使用するための技術開発 （H25補正、H26当初：山佐木材（株））	・床に使用するための追加的技術開発 ・CLTを使用した制震壁の技術開発 ・耐力壁に使用するための技術開発
		RC造	・耐震補強用耐力壁として使用するための技術開発 （H25補正：（株）ドットコーポレーション）	・耐震補強用耐力壁として使用するための追加的技術開発 ・耐力壁に使用するための技術開発 ・床に使用するための技術開発
防耐火		防火構造	―	・防火構造の技術開発
		準耐火構造	・燃えしろ設計告示制定のための検討・実大実験を実施。 （国交省事業） ・非耐力壁、接合部、貫通部等の防火的処理の検討・実験の実施 （H25補正：木構造振興（株））	―
		耐火構造	・2時間耐火床構造（被覆型）の技術開発 （H26当初：山佐木材（株））	・2時間耐火床構造の追加的技術開発（被覆型） ・2時間耐火壁構造の技術開発（被覆型、燃え止まり型） ・1時間耐火床構造の技術開発（被覆型） ・1時間耐火壁構造の技術開発（燃え止まり型）
		防火構造	―	・仕様決定と性能確認
		省令準耐火	―	・仕様決定と性能確認
遮音等		床遮音・衝撃音	・遮音性に係るデータ収集と対策措置の検討・実験 （H25補正：（一社）日本CLT協会）	・遮音性に係るデータ収集と対策措置の検討・実験
		床振動	・遮音性に係るデータ収集と対策措置の検討・実験 （H25補正：（一社）日本CLT協会）	・遮音性に係るデータ収集と対策措置の検討・実験
		界壁	―	・遮音性能のある界壁の技術開発
耐久性		結露	・いくつかの事業で既に一定の知見を収集 H25補正森林整備加速化・林業再生基金（実証事業）での実設計物件、防耐火の検討事業で一部納まりの検討 ・CLTに貫通孔を設ける場合の検討 （H25補正：CLT建築推進協議会）	・結露対策の確立（室内表面・金物部分）
		防水		・防水処理方法の確立
		断熱		・標準断熱仕様の確立
		ディティール		・詳細な納まりの確立
		LCA	―	・実設計データの蓄積方法および解体方法の検討
PR				・CLTの持つ断熱性能、CLTを採用することによる工期短縮など、CLTによるメリットを裏付けるデータの収集
				・「CLT利用提案募集」等により、CLTの特長を生かす魅力的なデザインによる建築物の設計・施工への支援

６．５　添付資料

平成 25 年度補正及び平成 26 年度に実施された林野庁事業の概要を示す。

表 6.5　2014 年林野庁 CLT 関連事業一覧表

メニュー			事業主体	事業内容
H25年度補正 CLT等新製品・新技術利用促進事業	CLT等実用化促進	強度データ等の収集・分析	（独）森林総合研究所	CLTの短期許容応力度の把握に必要なデータ収集（建研と連携）
		長期挙動データ等の収集・分析	（独）森林総合研究所	CLTの長期許容応力度の把握に必要な強度データ収集（建研と連携）
		接合部データ等の収集・分析	木構造振興（株）	CLT建築物の接合部について、パネルの表面に金物が露出しない接合形式として、LSBやビス止金物の接合性能の検証
			（一社）日本CLT協会	枠組壁工法建築物の床にCLTを使用するための工法の検討
			（株）ドットコーポレーション	RC造建築物の耐震補強にCLTやLVLといった木質材料を耐震壁として使用する工法の開発
			山佐木材（株）	超高層S造建築物の床にCLTを使用するための接合方法等の検討・開発
	耐火性能把握事業		木構造振興（株）	CLTを使用した木材現しの壁の実用化に向けて、準耐火構造(非耐力壁等)の検討(基整促と連携)、断熱性・耐久性(結露)・遮音性の把握
	耐久性等把握事業		CLT建築推進協議会	CLTに設備工事配管のための貫通孔を空ける場合の遮音性等の影響や対応方法の検討
			日本木材防腐工業組合	CLT建築物に予想される外壁・内壁・水回り部分等の劣化対策を使用部位毎に検討
H26年度当初 CLT等新たな製品・技術の開発促進事業	中高層建築物等に係る技術開発等の促進	CLT普及戦略の作成	（公財）日本住宅・木材技術センター （一社）日本CLT協会	CLTの普及に向けて、CLT関連の事業の情報共有、事例調査等を実施
		CLT強度データの収集	（独）森林総合研究所	CLT強度データの収集（曲げ、せん断、圧縮、引っ張）等
		CLT長期挙動データの収集	（独）森林総合研究所	CLTの長期荷重によるクリープ性能等についてのデータを収集
		CLT等接合部データの収集	木構造振興（株）	CLTの引きボルト接合部のデータ収集
		耐火部材開発	山佐木材（株）	2時間耐火性能を有する床構造の開発

CLT実用化促進（強度データ等の収集・分析）

事業実施主体：森林総合研究所
CLT等新製品・新技術利用促進事業事業　41,650千円

事業目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、その実用化が急務となっている。平成25年12月には「直交集成板の日本農林規格（JAS規格）」が制定され、現在、構造材として一般的に用いるための建築基準の整備に向けた強度データ等の収集が進められている。本事業ではJAS規格に示される製造条件の範囲内で製造されるCLTについて、各種強度試験を行ってデータ収集・分析を行うものとする。

実施体制

中核機関
（独）森林総合研究所
参画機関
（地独）北海道立総合研究機構
林産試験場
日本CLT協会
再委託先
（独）建築研究所
広島県立総合技術研究所
林業技術センター
秋田県立大学木材高度加工研究所
（公社）日本木材加工技術協会

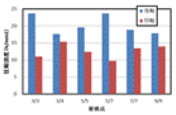
実施項目

①ラミナ構成等が強度性能に与える影響の解明
（ア）面外曲げ性能、（イ）面外せん断性能、（ウ）面内曲げ性能、（エ）圧縮性能、（オ）引張り性能、（カ）面内せん断性能
②　寸法が強度性能に与える影響の解明
③　ひき板の性能とラミナの性能の関係性の評価

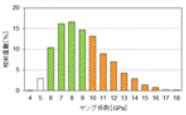
実施内容・成果

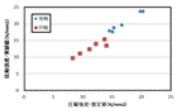
①スギを用いてJAS規格に規定される強度等級Mx60についてラミナ構成3層3プライ、3層4プライ、5層5プライ、5層7プライ、7層7プライ、9層9プライの試験体を製造し上記(ア)から(カ)の強度試験を実施し、ラミナ構成がこれらの強度性能に与える影響を解明した。また、各種強度をラミナ強度から推定する手法について検証した。
②Mx60-5-5について幅150、300、600、1200、2400mmの試験体を製造して面外曲げ、面外せん断及び引張り強度試験を行い、試験体幅がこれらの強度性能に与える影響を寸法調整係数として求めた。
③ひき板の曲げヤング係数分布のデータ蓄積を図るとともに、ひき板の等級内材質変動幅とラミナの性能との関係を曲げ、圧縮、引張り試験等を行って把握し、等級区分の効果を明らかにした。

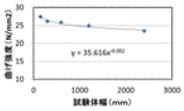
写真・図等

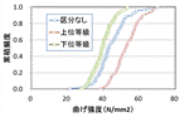

① 層構成の影響の解明

2.4m幅パネルの曲げ試験実施


③等級区分


① 推定手法の検証


②曲げ強度への幅影響係数


③ラミナ強度の制御

今後の展開

本事業の成果を踏まえ、**Mx60**以外の強度等級の強度データの蓄積を図る

CLT実用化促進（強度データ等の収集・分析）

事業実施主体：森林総合研究所
CLT等新製品・新技術利用促進事業事業　79,922千円

事業目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、その実用化が急務となっている。平成25年12月には「直交集成板の日本農林規格（JAS規格）」が制定され、現在、構造材として一般的に用いるための建築基準の整備に向けた強度データ等の収集が進められている。本事業ではJAS規格に示される製造条件の範囲内で製造されるCLTについて、各種強度試験を行ってデータ収集・分析を行うものとする。

実施体制

中核機関
（独）森林総合研究所
参画機関
（地独）北海道立総合研究機構
林産試験場
日本CLT協会
（公社）日本木材加工技術協会
再委託先
（独）建築研究所
広島県立総合技術研究所
林業技術センター
秋田県立大学木材高度加工研究所
愛媛県農林水産研究所
林業研究センター

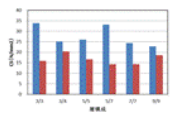
実施項目

①ラミナ構成等が強度性能に与える影響の解明
（ア）面外曲げ性能、（イ）面外せん断性能、（ウ）面内曲げ性能、（エ）圧縮性能、（オ）引張り性能、（カ）面内せん断性能
②　寸法が強度性能に与える影響の解明
③　樹種が強度性能に与える影響の解明

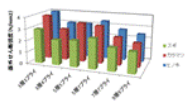
実施内容・成果

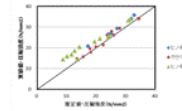
①外層にヒノキ、内層にスギを用いてJAS規格に規定されるラミナ構成3層3プライ、3層4プライ、5層5プライ、5層7プライ、7層7プライ、9層9プライの試験体を製造し上記(ア)から(カ)の強度試験を実施し、ラミナ構成がこれらの強度性能に与える影響を解明した。また、各種強度をラミナ強度から推定する手法について検証した。
②5層5プライについて幅150、300、600、1200、2400mmの試験体を製造して面外曲げと引張り強度試験を行い、試験体幅がこれらの強度性能に与える影響を寸法調整係数として求めた。
③外層と内層をヒノキのみ、あるいはカラマツのみで構成した試験体を製造し、（ア）（イ）（エ）の強度試験を実施、これらの性能に樹種が与える影響について明らかにした。

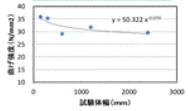
写真・図等

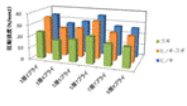

① 層構成の影響の解明

2.4m幅パネルの曲げ試験実施


③樹種の影響


① 推定手法の検証


②曲げ強度への幅影響係数


③樹種の影響

今後の展開

本事業の成果を踏まえ、強度推定手法の精度向上を行う。

CLT実用化促進（長期挙動データ等の収集・分析）

事業実施主体：森林総合研究所
CLT等新製品・新技術利用促進事業事業　80,558千円

事業目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、その実用化が急務となっている。平成25年12月には「直交集成板の日本農林規格（JAS規格）」が制定され、現在、構造材として一般的に用いるための建築基準の整備に向けた強度データ等の収集が進められている。強度データとしては、基準強度と併せて、床設計等に不可欠である長期挙動のデータを蓄積することが必要である。このため本事業では、CLTの長期挙動データ収集・分析を行うものとする。

実施項目

①CLTの長期変形挙動に関する測定方法の妥当性の検討
②CLTの長期挙動データの収集
　ア）長期挙動データ導出のための荷重水準の決定
　イ）長期挙動データの収集
③収集した長期挙動データの解析
　ア）曲げ荷重下における長期挙動の解析
　イ）CLTの製造因子が長期挙動に与える影響の分析

実施体制

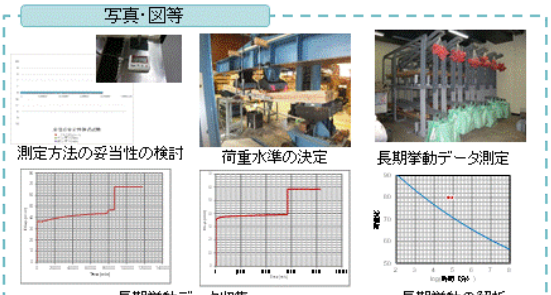
中核機関
　（独）森林総合研究所
参画機関
　（地独）北海道立総合研究機構林産試験場
　日本CLT協会
　（公社）日本木材加工技術協会
再委託先
　広島県立総合技術研究所林業技術センター
　（独）建築研究所

実施内容・成果

①CLTの長期挙動の測定方法等について、測定結果に影響を与える因子を特定し、CLTの長期挙動に関する測定条方法の妥当性を検討した。
②ア）静的曲げ試験の結果を踏まえて作用させるべき荷重水準を決定した。
イ）スギ等国産針葉樹を用いたCLT試験体2体以上に対して、①の結果を踏まえた測定方法によって②ア）の結果を踏まえた荷重水準を作用させる実験を行い、荷重継続時間と変形量の関係を測定・記録した。
③ア）②イ）により得られたデータより、曲げ荷重下における長期挙動を定量的に表現する数値を導出した。
イ）③ア）により求めたCLTの長期挙動の指標となる数値に、CLTの断面構成等の製造因子が与える影響について分析し、今後のCLTの製造方法にフィードバックする方法について検討した。

進行管理委員会を設置し、本提案の円滑な進行に資した。

写真・図等



今後の展開

本事業の成果を踏まえ、今後**CLT**の長期挙動データの蓄積を図る

CLT長期挙動データの収集

事業実施主体：森林総合研究所
CLT等新たな製品・技術の開発促進事業　54,992千円

事業目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、その実用化に向けた取組が進められており、平成25年12月には品質等の基準を定めた「直交集成板の日本農林規格（JAS規格）」が制定されたところである。
しかしながら、CLTを構造材として利用するには、基準強度データと併せて、床設計等に不可欠である長期挙動のデータを蓄積することが必要であることから、本事業では、CLTの長期挙動データ収集・分析を行うものとする。

実施項目

①CLTの長期変形挙動に関する測定方法の妥当性の検討
②CLTの長期挙動データの収集
　ア）長期挙動データ導出のための荷重水準の決定
　イ）長期挙動データの収集
③収集した長期挙動データの解析
　ア）曲げ荷重下における長期挙動の解析
　イ）製造因子が長期挙動に与える影響の分析

実施体制

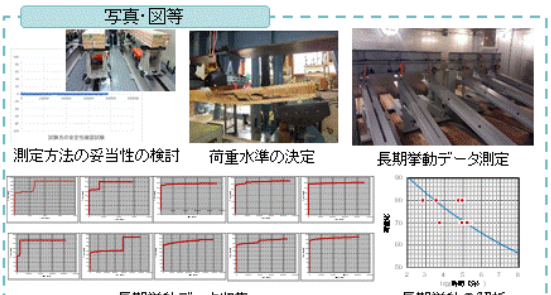
中核機関
　（独）森林総合研究所
参画機関
　（地独）北海道立総合研究機構林産試験場
　日本CLT協会
　（公社）日本木材加工技術協会
再委託先
　広島県立総合技術研究所林業技術センター
　（独）建築研究所

実施内容・成果

①CLTの長期変形挙動の測定方法について、測定結果に影響を与える因子を特定し、CLT長期挙動に関する測定方法の妥当性を検討した。
②ア）静的曲げ試験の結果を踏まえて作用させるべき荷重水準を決定した。
イ）スギ等国産針葉樹を用いたCLT試験体10体以上に対して、①の結果を踏まえた測定方法によって②ア）の結果を踏まえた荷重水準を作用させる実験を行い、荷重継続時間と変形量の関係を測定・記録した。
③ア）②イ）により得られたデータより、曲げ荷重下における長期挙動を定量的に表現する数値を導出した。
イ）③ア）により求めたCLTの長期挙動の指標となる数値に、CLTの断面構成等の製造因子が与える影響について分析し、今後のCLTの製造方法にフィードバックする方法について検討した。

進行管理委員会を設置し、本提案の円滑な進行に資した。

写真・図等



今後の展開

本事業の成果を踏まえ、今後**CLT**の長期挙動データの蓄積を図る

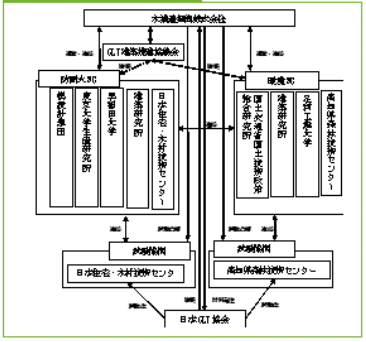
中層の公共木造建築物へのCLT普及促進のための　壁を対象とした準耐火性能・断熱性能・耐久性能・遮音性能に関する研究

事業実施主体：木構造振興株式会社
CLT等新製品・新技術利用促進事業
耐火部材の開発　37,180千円

事業目的

準耐火性能を有するCLTで構成する木材現しの壁の実用化を鑑み、壁炉による加熱試験により準耐火性能を損なわない接合法、貫通口対策等の設計情報を整理すると同時に、外壁に使う場合の断熱性能および耐久性能、界壁の遮音性能にも着目して設計者が必要とする基本データを整理し、CLTの利用を促すことを本事業の目的とする。

実施体制



実施項目

1，壁の準耐火性能を損なわない実施設計に活用できる設計ディテールを整理するための、接合部や貫通口周り等の遮炎性・遮熱性を確認するための壁炉による加熱試験

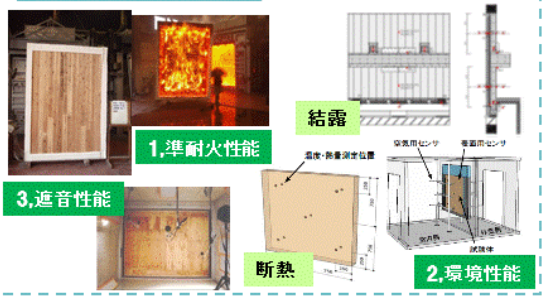
2，3層3プライ、厚み90mmのCLT、および5層5プライ、厚み150のCLTの熱貫流率の測定、および高知県内で計画が進んでいる寄宿舎の1階床部分と2階の床―壁の取り合い部を対象にした、結露の有無を確認する試験。

3，共同住宅の界壁を対象にした、音の透過損失測定試験

実施内容・成果

1，壁炉による非載荷での加熱試験を行い、準耐火性能を損なわない下記の実施設計に活用できる設計ディテールを整理。
a，軸組工法とCLTを組み合わせる場合の接合部の遮炎性、遮熱性
b，軸組とCLTの取り合い部分の遮炎性・遮熱性
c，パネル工法の壁―床の層間部の遮炎性・遮熱性
d，壁―軒の遮炎性・遮熱性
e，設備配管に必要な貫通口周りの遮炎性
2，3層3プライで厚み90mmと5層5プライで厚み150のCLT、各6体の熱貫流率測定試験を実施。また1階床部分と2階の床―壁の取り合い部を想定し、二槽式の環境試験装置により結露発生の有無を確認。
3，5層5プライで150mm厚のCLT＋石膏ボード等　により、共同十楽の界壁を想定して音響の透過損失試験を実施。

写真・図等



今後の展開

壁の準耐火性能および断熱性能に関するデータはある程度整理できたが、耐久性に関与する結露対策および遮音性能については基本データの取得に留まっている。特に耐久性に関するディテールの整理は、本事業成果をきっかけに実証試験等を実施し、具現化することが強く望まれる。

鋼構造オフィスビル床のCLT化研究

事業実施主体：山佐木材(株)
CLT実用化促進（接合部データの収集・分析）事業
40,000千円

事業目的

従来補強コンクリート構造（RC造）で造られていた非住宅建物（特に超高層鋼構造オフィスビル等）の床の構造体にCLTを使用することにより、国産材の新たな市場分野を開拓し、国産材の使用量を飛躍的に増大させる。

実施体制

事業実施主体
　山佐木材株式会社

「鋼構造オフィスビル床のCLT化」委員会
（超高層ビルに木材を使用する研究会）
・試験
　福岡大学、鹿児島大学、法政大学、大分大学

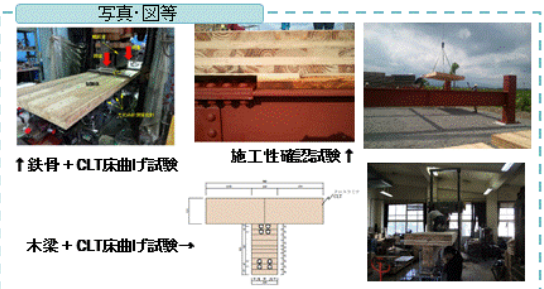
実施項目

①木床と梁の接合方法　木床と木床の接合方法
②木床荷重をS造大梁に伝達する為の木製小梁の性能、接合方法等の検討
③工期短縮、ローコスト化を目指した合理的施工方法の検討
④木床のモデル建物について、構造設計を行い、構造計算書、構造設計図の作成方法を解説した。

実施内容・成果

・木床と鉄骨梁の接合については、スタッド押し抜き試験結果によれば、スタッドとエポキシ樹脂を介した木床と鉄骨梁の接合は、剛性・強度ともに安定した性能を有していることが確認された。
・スラブにCLTを用いて全ネジビスにより梁に接合する場合の接合面のせん断加力実験を行い、有効な打ち込み角度を明らかにした。その方法を用いた場合にCLTスラブにより発揮される梁のたわみの抑制効果を数値計算により明らかにした。
・木床付き鉄骨梁の曲げ実験結果によれば、鉄骨梁単体試験体に対し、CLT床を接合した試験体については、スタッド1本方式、スタッド2本方式ともに、充分の耐力・剛性の上昇が確認され、合成梁としての機能が発揮されていることが確認された。

写真・図等



今後の展開

床をCLTにすることにより、新たに検討を要する項目としては、床開口に関する事項や、剛床の成立の可否の検討があげられる。
今後さらに、建設コストに関する検討、建設工期の短縮に関する検討、天井等のつり下げ方等に関する検討、2時間耐火の実現、遮音性に関する検討など実用化に向けた課題を整理していく必要がある。

CLTパネルを用いた低層建築物の接合部データ等の収集・分析事業

事業実施主体：木構造振興(株)
CLT等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進事業　19,473.3千円

事業目的

CLT建築物が建てられる地域の気候風土や建築物の用途を考えていくと、構造・防火的な要件の他にも遮音性能、温熱環境への配慮などの建築物としての基本的な要件を満たしていくことが重要である。
現状のCLTパネル構法としての建築物の普及を考えると低層建築物にも目を向ける必要があるため、低層建築物向けの接合部を中心に検討を進めた。

実施体制

・事業実施主体：木構造振興（株）
（企画、開発）
事業の統括、実施計画、仕様の検討、試験計画・試験体作成、データ整理、纏め

・部材製作：銘建工業
CLT部材の製造・加工

・接合金物製作：木造住宅接合金物協会

・試験実施：日本工業大学、（公財）日本住宅・木材技術センター

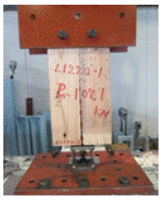
実施項目

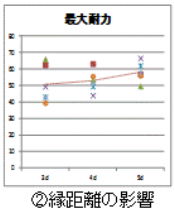
① LSB接合部(LSB+箱型金物)試験
LSB本体が露出しないため、温熱環境、結露対策として有効と思われるLSB接合部について、接合部の引張試験を実施。また、要素試験としてLSBのみの単体試験を実施。縁距離の違い、繊維方向の違い等を検証する。
② ビス金物接合部試験
現しで使用することはまずないので、遮音性に配慮し、海外で実績のある発泡ポリウレタンを床と壁に挟んだ接合部についての試験を行う。
今後、結露試験等を行うにあたってベースとなる接合方法の提案と実験データを取得する。

実施内容・成果

① LSB金物接合部について、強度性能の基礎的なデータが得られた。
② LSB単体試験により、縁距離、貫入長さ、繊維方向の違いによる影響が確認できた。
③ ビス金物について、強度性能の基礎的なデータが得られた。
④ 遮音のための発泡ポリウレタンを床に敷いた場合の強度性能の
低下率が確認できた。
⑤ ビス金物の本体金物の形状による特性の違いが確認できた。

写真・図等


①LSB接合部試験



②縁距離の影響

③ビス金物試験

④遮音のための発泡ポリウレタンを使った接合部試験

今後の課題・展開

・別事業における結露試験にて、基礎と壁を接合し、せん断力を伝えるU型金物が結露することが分かったため、再設計し、結露しにくいものを開発する必要がある。

CLT等の木質材料を用いたRC造耐震補強壁の開発

事業実施主体：(株)ドット・コーポレーション
平成26年度林野庁委託事業　42,700千円

事業目的

・RC造建築物の既存の耐震補強構法は、工事期間が長い、騒音が発生する等の問題点がある。
・一方、木質材料(CLT・LVL)を用いた耐震補強構法では、工期や施工性など優位性があると考えられる。
・しかし、現段階では、補強効果、工期、施工性などは机上計算、見込であり、設計情報も限られている。
・上記を踏まえ、CLT等を用いた耐震補強壁構法の実用化に向けた基本性状の把握を行う。

実施体制

・事業実施主体
（マネージメント・全体とりまとめ）
(株)ドット・コーポレーション
・実用化に向けての検証実施
（試験体作成、施工実験、LVL関連実験）
(株)竹中工務店
・実用化に向けての技術指導
（技術指導、CLT関連実験）
京都大学生存圏研究所

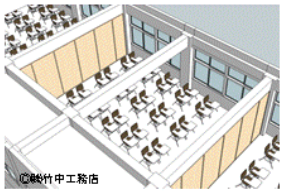
以上、3者の共同研究で実施。

実施項目

① 接合部の性能把握：CLT等の耐震補強壁と周辺柱・梁架構との接合方法の検討と実験を通じてその構造性能を把握。
② 開口部等がある場合の耐震補強壁の性能把握：実建物への適応の際には、開口部等の有無・形状およびスパン等のパターンが存在するが、それらの場合の性能を実験を通じて性能を把握。
③ 設計を行うためのデータ(材料および各部の要素)を実験等より収集。
④ 施工法の検討と施工実験：試験体製作時に施工実験を実施し、施工時のフロー、課題を整理。

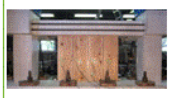
実施内容・成果

1. CLTの無開口仕様では、接着構法および接着・ボルト接合の2仕様および繊維方向が異なる2仕様について実験し、共に実用に耐えうる性能があることが確認できた。最大補強耐力は、壁長さが同じ場合、接合部の接着面積に比例することが確認できた。
2. 方立てタイプおよび大スパン仕様(CLT・LVL)では、無開口仕様と比較して、単位長さあたりの性能がやや低下する傾向であった。
3. 全ての仕様(CLT・LVL／開口・方立て・袖壁・無開口／標準スパン・ロングスパン)で最大補強耐力時の木質パネルのせん断応力度は、材料強度以下となっていた。つまり、接合部分の性能を向上させることによってより高い性能の耐震補強壁を開発できることが示唆された。
4. 現在提案している設計式と実験値との比較では、全ての仕様において実験値が高くなり、設計式が安全側であることが確認できた。
5. 施工実験を通じ、接合部が接着のみの場合の仕様について、施工フローを確立することができた。

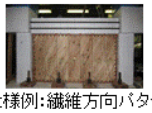


工法イメージ

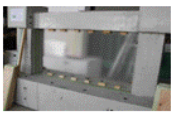
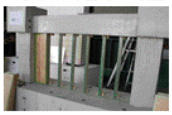
※試験体は全て1/3模型



仕様例：開口パターン


仕様例：繊維方向パターン

施工実験→

今後の課題・展開

・今後はさらに、仕様によって異なる耐力発現機構の違いを確認し、要素実験を積み重ね、設計式を立案し、設計耐力を確定する必要がある。
・木質材料(CLT・LVL)の性能を無駄なく活かすための接合部の改良・開発を行うことでより高い性能の補強壁が実現可能である。

鋼構造オフィスビル床のCLT化研究（耐火部材開発）

事業実施主体：山佐木材(株)　　事業費 20,000千円
CLT等新たな製品・技術の開発促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進（耐火部材開発）

事業目的

従来補強コンクリート構造（RC造）で造られていた非住宅建物（特に超高層鋼構造オフィスビル等）の床の構造体にCLTを使用することにより、国産材の新たな市場分野を開拓し、国産材の使用量を飛躍的に増大させる。

実施体制

事業実施主体
　山佐木材株式会社

「鋼構造オフィスビル床のCLT化」委員会
（超高層ビルに木材を使用する研究会）
・試験実施者
　福岡大学、（一財）建材試験センター
　（独法）森林総合研究所

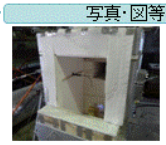
実施項目

①中高層以上の建物に要求される2時間の耐火性能をCLTに持たせる為の検討
②小型加熱炉により、経済的、かつ軽量な被覆材の選定の為の加熱試験の実施
③鉄骨接合部における温度状況、その熱がCLTに与える影響の確認
④小型加熱炉により確認した被覆材を用いての水平炉における載荷加熱試験を実施し性能評価における2時間耐火性能を有することの確認

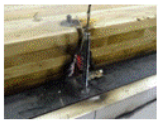
実施内容・成果

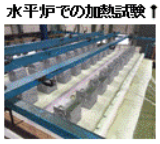
・小型加熱炉試験結果より設定した最外層には珪酸カルシウム板15mm その内側に強化石膏ボード15mm×3層 計60mmとした被覆材での、水平炉での非載荷加熱試験を実施し2時間耐火性能を有することを確認した。
・反面、鉄骨部材に2時間の耐火被覆を施した場合でも、鋼材温度は400℃を超え、接合部からCLTに熱が伝わることにより炭化、着火してしまう。
　本研究の今後の最大の検討課題は鉄骨部との接合にあることを確認した。
・耐火被覆材の仕様として床の遮音性能やビスの保持力を考慮し、ALCの採用を提案し、2度目の水平炉による加熱試験で性能を確認した。
・2度目の水平炉による加熱試験では、性能評価と同様の試験方法（上面の被覆、載荷）により、前述 珪酸カルシウム板+強化石膏ボードとALC+強化石膏ボードの2仕様で行った結果、2仕様とも2時間耐火性能を有することが確認できた。

写真・図等


↑小型試験炉での要素試験

水平炉での加熱試験↑


↑鋼材からの熱の影響


載荷加熱試験にて
2時間耐火性能の確認→

今後の展開

CLT床を耐火構造として利用する為には、鉄骨との接合が重要であり、性能評価の判定には含まれないが、接合部にも2時間耐火性能が要求される。
さらに、CLTを採用する最大の理由である「軽さ」の追求⇒被覆材のさらなる検証。また「施工の速さ」の確立のための組立・施工方法の検討により、全体としての施工コストの低減を目指すことが、必要である。

CLTパネルを用いた引きボルト接合部のデータ等の収集・分析事業報告書

事業実施主体：木構造振興㈱
CLT等新製品・新技術利用促進事業のうち中高層建築物等に係る技術開発等の促進（CLT等接合部データの収集事業　30,007千円

事業目的

直交集成板（CLT）は、我が国でも国産材の新しい利用法として期待が高く、その実用化に向けた取組が進められており、平成25年12月には品質等の基準を定めた「直交集成板の日本農林規格（JAS規格）」が制定されたところである。しかしながら、CLTを構造材料として利用するには、地震等の外力などに耐えうる接合方法を開発することが不可欠である。
このため本事業では、接合部を設計するための設計式等を整備して一般的な仕様とすることを目的として、引きボルト実験のデータを収集・分析を行う。

実施体制

・事業実施主体
（企画、開発）
　木構造振興㈱

・部材製作
　銘建工業

・諮問機関
　CLT接合部委員会

・試験実施
（公財）日本住宅・木材技術センター
（一財）建材試験センター西日本試験所

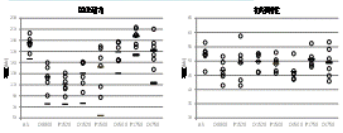
実施項目

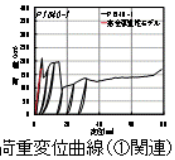
①　端距離（パネルに接しているボルトの長さ）や縁距離（ボルトと垂直方向の、座金からパネルの縁までの距離）の違いが引きボルト接合部の耐力に与える影響の検証を行う。
②　これまでの知見から得られた引きボルト接合部の降伏耐力の推定式について、座金の幅やボルトの本数を変えれば係数が変化することが予想されるため、この検証を行う。

実施内容・成果

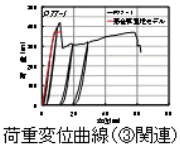
①　縁距離、端距離の違いによる影響を実験的に確認することができた。結果として縁距離、端距離の長さに比例して強度性能も大きくなることが分かった。
②　縁距離、端距離の違いに加え、繊維方向による違い（強軸方向加力、弱軸方向加力）や、幅はぎ位置とせん断面となる位置の関係によって強度性能が大きく変わることが分かった。
　繊維の向きについては、弱軸方向加力の方が靭性が高く、強軸方向加力の方が剛性が高く靭性が低いという結果になった。幅はぎ位置については、幅はぎ位置とせん断面が一致することによりかなり強度性能が低下することが分かった。
③　CLTパネルの厚みやボルト本数に違いによる降伏耐力の影響については、厚くなるほど降伏耐力が向上することが分かった。
　これにより、厚みやボルト本数の違いによっても推定式によって強度性能が算出可能となった。

写真・図等


試験体仕様の違いが強度性能に与える影響


荷重変位曲線（①関連）

実験の様子


荷重変位曲線（③関連）

今後の課題・展開

・引きボルトの座面を再現した圧縮・めり込み試験が必要。
・国土交通省事業におけるCLT設計法のベースプランとして当該接合部が採用される予定。

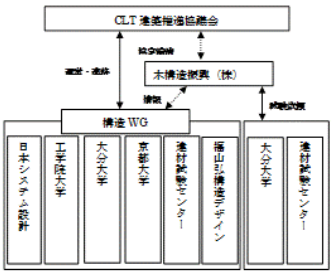
CLTで構成する壁を対象とした貫通孔の構造への影響調査

事業実施主体:CLT建築推進協議会
CLT等新製品・新技術利用促進事業　○○○○千円

事業目的

CLTを利用した壁に貫通孔が必要な場合を想定し、水平力が生じた際の貫通孔の構造への影響を実験等を実施してデータ収集と分析を行い、建築物の安全性を確保するための設計手法を提案することを本事業の目的とした。

実施体制



実施項目

本事業では下記の2種類の試験を実施し、設計に必要な情報整理と分析を行うことにした。

a，小試験体を作成し、水平せん断試験を実施し、貫通孔の影響による耐力低下の状況や破壊モードを整理する。

b，貫通開口がある実大サイズの試験体を作成し、水平構面試験を行い、変形性能、降伏耐力、最大荷重、破壊モード等の整理を行う。

尚、本事業で対象とするCLTは、3層3プライ（厚み90mm）、5層5プライ（厚み150mm）で、樹種はスギ、強度区分はM×60を採用している。

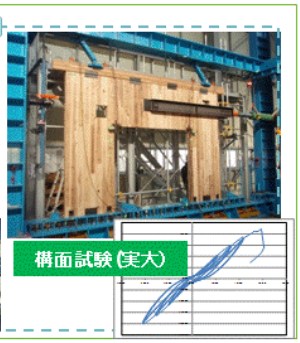
実施内容・成果

本事業により得られた成果事項を下記に示す。

a，貫通孔の影響による破壊形態とその時の耐力の推定が可能である。
b，フィンガー・ジョイントの影響が顕著に見られることから、CLTの生産工程を鑑みたフィンガー・ジョイントの強度性能を再確認する必要がある
c，窓開口入隅部と貫通孔の距離が、耐力に大きく影響する。
d，門型フレームでは、壁脚部の回転剛性を高くすると、貫通孔まわりの破壊より、壁脚部の耐力が支配的になり、貫通孔の影響を低減できる。
e，許容応力度設計法等でCLTを活用する場合、貫通孔まわりについては、部材応力を正確に算出できれば、局部の部材照査を行って安全性を確認するができる。
f，部材局部の応力の精査にあたっては、妥当な解析モデルの設定が重要になる。
g，上記の構造解析手法が確立できれば、ヒンジ法等を採用することにより、フレームが終局に至るまで追跡することができる。

写真・図等

要素試験


構面試験（実大）

今後の展開

本事業において、CLTの各部に生じている応力が正確に追跡できれば、壁に設けた貫通孔の影響を考慮した設計が可能であることが確認できた。一方でCLTを壁材として利用する場合、正確に応力の分布を算出するための妥当な解析手法を確立させることが重要で、今後の研究が俟たれる。

床板としてCLTを使用する枠組壁工法の開発

事業実施主体:一般社団法人　日本CLT協会
CLT等新製品・新技術利用促進事業　4382千円

事業目的

CLT はパネル形状で高い剛性を持つ材料で、欧州では異種構造にCLT 床パネルを組み合わせることで工期短縮の効果が得られている。枠組壁工法の水平構面である床版にCLT パネルを使用することは、施工を合理化する有効な手法と考えられるが、現時点では、枠組壁工法技術基準告示（平13 国交告第1540号）ではCLT が定義されていないため、今後の基準化に有効な根拠となる各種データを本事業提案で整備する。

実施体制

・事業実施主体
日本CLT協会

・部材製作
銘建工業

・床振動性能検証
東京工業大学 横山研究室
森林総合研究所

・性能評価試験
日本建築総合試験所
建材試験センター

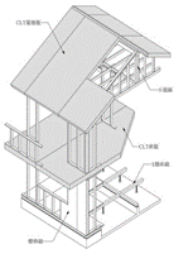
実施項目

ア「床版としてCLTを使用する枠組壁工法建築物」に関する構造設計法の調査
イ 床構造: CLT 床版相互の接合部、建築物としての振動や遮音の評価、仕様開発
ウ 接合部: 耐力壁－CLT 床版接合部の開発、CLT 床版の支持方法等の評価
エ 構造体: 実大モデルでの荷重伝達性能の評価
このうち、接合部の耐力試験と荷重伝達性能に関しては、別事業での解析数値を用いて構造安全性について検討する。また、振動・遮音性能については、CLT床特有の性状を示す可能性があり、他構造との比較をするため試験室での試験を行う。

実施内容・成果

ア　床板としてCLTを使用する枠組壁工法の構造設計法は存在していない。海外文献についても調査したが構造設計法は確認できなかった。そのため今回のガイドラインが唯一の設計法となる。
イ　・ スプライン接合と長ビスによるCLT相互の直接接合とした接合方法別のせん断耐力試験を行い、様々な仕様での特性値を得た。
・　厚さ及びスパンを変えた仕様で床振動について実大の床歩行振動試験で振動特性測定を行い、CLT床の特性値を得た。
・床遮音については15仕様の軽量／重量床衝撃音、透過損失について実験室試験を行い、RC、枠組壁工法との比較も含めて結果を示した。
ウ　・枠組壁工法の壁とCLT床版の接合部については、せん断耐力が要求される為に接合具はビスを主体にせん断耐力試験を行った。
・CLT床版の支持方法について、床版の配置ルール、設計スパン、床版の穴あけ、床開口周りの補強について試算を行い配置規準を作成した。
エ　水平構面の剛性については既往の実大試験データを統一的に評価できる様に解析した。その他設計例として各部構造の構造計算を行った。

写真・図等


床版及び屋根版としてCLTを使用した枠組壁工法建築物

床歩行振動試験

せん断耐力試験

今後の展開

本事業の総まとめとして構造設計ガイドライン（案）および同解説を作成した。材料の基準強度等が今後明確になった時点で、一部の修正を行った上でガイドラインを完成させる必要がある。この機会に床遮音性能、歩行振動に対してさらなる改良が加えられることにより実用化に近い仕様設定が可能となり、床版の配置ルールや床開口部の補強方法についても、さらに検討を加える必要がある。

CLT等新製品・新技術利用促進事業のうち耐久性等品質向上事業

事業実施主体：日本木材防腐工業組合
平成25年度林野庁補正委託事業　CLT等新製品・新技術利用促進事業のうち耐久性等品質向上　事業費21,945千円

事業目的

最近JAS化されたCLTの耐久性については、現在充分な知見がない。
中高層建築等に使用されるCLTは外壁、内壁、窓の開口部、水回り部分など様々な部位で使用されるが、使用される部位毎に劣化条件も異なる。
そこで、CLTを使用した中高層建築物の予想される劣化の検討・各種実験を行い、その劣化とその対策に関する基本的な技術資料を整備することを目的としている。

実施項目

実施項目
① ラミナ処理CLTの水平せん断性能試験
② ラミナ処理CLT防腐・防蟻性能試験
③ 製品処理CLTの防腐・防蟻性能試験
④ ラミナ処理CLTの接着性能試験
⑤ 保存処理CLTの熱湿気特性試験
⑥ 各種CLTの吸水特性試験
⑦ 平成26年10月7日に中間報告会を実施
⑧ 平成27年2月5日に成果報告会を実施

※保存処理は全て加圧注入薬剤処理

実施体制

●事業実施主体
日本木材防腐工業組合

●本事業の技術開発
中島正夫（関東学院大学教授）
宮武敦（森林総合研究所）
桃原郁夫（森林総合研究）
石山央樹（中部大学）
銘建工業（CLT製品の製造）
（株）ザイエンス・AACの保存処理
兼松日産農林（株）AZNの保存処理
（株）オーシカ、アイカ工業（株）
・接着性能試験
（一財）建材試験センター

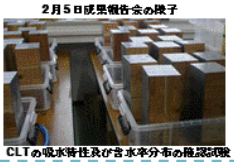
実施内容・成果

① ラミナ処理CLTの水平せん断性能試験
3層3プライではたわみ振動法で測定した曲げヤング等は無処理物に対し1割程度低下が見られた。5層5プライは変化が見られなかった。
② ラミナ処理CLT防腐・防蟻性能試験
インサイジングを施した後AAC、AZNを加圧注入する事で内部まで処理できた。
③ 製品処理CLT防腐・防蟻性能
CLT表面に位置するラミナであっても浸潤度・吸収量がJASを満足しないものがあった。この試験でラミナ処理が適していることが推測出来た。 また、適切に加圧処理して構成したCLTはJAS規格が要求している規格に適した。
④ ラミナ処理CLTの接着性能
レゾ接着剤は各種剥離試験、ブロックせん断試験に対し概ね良好な結果。
イソシアネートは無処理では良好であったが、インサイジング処理したラミナに薬剤注入したものは、若干の剥離が認められた。
⑤ 保存処理CLTの熱湿気特性試験
熱伝導率、比熱、透湿率、透湿抵抗、平衡含水率などの特性を把握した。
⑥ 各種CLTの吸水特性、吸水、横ハギ部の含水率分布の違いは見られなかった。

写真・図等

2月5日成果報告会の様子

保存処理したCLTの薬剤浸潤の確認


CLTの吸水特性及び含水率分布の確認試験

実際の壁を想定した暴露試験

今後の展開

建物の耐久性は10数年経過した後に重要性が顕著化してくる性能である。本事業では国産材CLTについてどの様にすれば充分な耐久性を確保出来るか、保存処理の他にCLTの耐久設計、防露設計に不可欠な基本的物性等を検討・整備したが、実物を想定した耐久性確認試験等について、継続検証が必要である。