

6.1 前川建設株式会社

事業名		前川建設CLT建築モデル型店舗新築工事の建築実証	
実施者（担当者）		前川建設株式会社	
建築物の概要	用途		事務所併用飲食店
	建設地		兵庫県加古川市加古川町木村191番6の一部
	構造・工法		木造軸組工法＋CLT壁（耐力壁）
	階数		2
	高さ（m）		7.694
	軒高（m）		6.4
	敷地面積（㎡）		107.92
	建築面積（㎡）		43.64
	延べ面積（㎡）		82.82
	階別面積		1階
2階			41.41
3階			－
C L T の仕様	C L T採用部位		壁、床
	C L T使用量（㎡）		使用材積16.5㎡
	壁パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60A
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	210mm厚
		ラミナ構成	5層7プライ
		強度区分	S60A
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	－
		ラミナ構成	－
		強度区分	－
		樹種	－
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		土台：桧　小屋組：米松
	木材使用量（㎡）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		12.162㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板（t=0.38）平葺き
		外壁	ガルバリウム鋼板（t=0.38）＋通気胴縁18　下地
		開口部	アルミ樹脂複合サッシ＋トリプルガラス
	主な内部仕上	界壁	－
		間仕切り壁	CLT現し、PB12.5mm＋木軸
		床	無垢FL15＋耐水合板28
		天井	CLT現し
構造	構造計算ルート		ルート2
	接合方法		告示611号の要求性能を満たした引張及びせん断金物を用いた接合部
	最大スパン		4.545m
	問題点・課題とその解決策		意匠、設備設計要求による構造配慮 ※CLT材の強軸、弱軸方向や梁桁の設置指示による考慮 ※設備等配管によるCLT壁パネル位置の検討
防耐火	防火上の地域区分		法22条区域
	耐火建築物等の要件		無
	本建築物の防耐火仕様		無
	問題点・課題とその解決策		延焼のおそれのある範囲のため、外壁及び屋根を不燃材とした
温熱	建築物省エネ法の該当有無		該当なし
	温熱環境確保に関する課題と解決策		－
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	セルロースファイバー・240mm
		外壁	セルロースファイバー・120mm＋フェノールフォーム・45mm
床		押出法ポリスチレンフォーム　B種3種・50mm（外周のみ折り返し100mm）	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		－
	建て方における課題と解決策		－
	給排水・電気配線設置上の工夫		－
	劣化対策		－
工程	設計期間		－
	施工期間		－
	C L T 躯体施工期間		－
竣工（予定）年月日		2023/3/10予定	
体制	発注者		前川建設株式会社
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		設計：一級建築士事務前川建設株式会社、設計監修：伊礼智設計室
	構造設計者		ライフデザインカバヤ株式会社
	施工者		前川建設株式会社
	C L T 供給者		銘建工業株式会社
ラミナ供給者		－	

実証事業名：前川建設 CLT 建築モデル型店舗新築工事の建築実証

建築主等、協議会運営者：前川建設株式会社

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所併用飲食店		
建設地		兵庫県加古川市加古川町		
構造・工法		木造軸組工法＋CLT 壁（耐力壁）		
階数		2		
高さ（m）		7.694	軒高（m）	6.4
敷地面積（㎡）		107.92	建築面積（㎡）	43.64
階別面積	1 階	41.41	延べ面積（㎡）	82.82
	2 階	41.41		
	3 階			
CLT 採用部位		壁、床		
CLT 使用量（m³）		使用材積 16.5 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		12.2m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	120mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60A 相当/スギ		
	床	210mm 厚/5 層 7 プライ/Sx60A/相当/スギ		
設計期間		2022 年 4 月～10 月（7 カ月）		
施工期間		2022 年 11 月～2023 年 3 月（5 ヶ月）		
CLT 躯体施工期間		2022 年 12 月 23 日～24 日（2 日間）		
竣工（予定）年月日		2023 年 3 月 31 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT 構造の建築において、地域の地場産業である木製建具や大工の手による家具あるいは CLT を使った椅子などの木製造家具や照明を販売する店舗として運営し、CLT 建築の良さを周知する地域に開かれたモデル型店舗施設として活用することで、地域における CLT 建築普及の核とする。

また、設計に関しては、木造建築に精通した伊礼智氏に監修を依頼し、CLT 建築の意匠面でのメリットについて検討をすすめながら実施設計を進めることで、CLT 建築の外観内観におけるデザイン手法の一つを確立するとともに、CLT 建築の体感的な良さを PR する。

さらに、性能面においても、CLT 建築の断熱性・気密性について CLT 壁部分とそうでない部分での性能差や接続部分の気密方法等に着目し、施工方法における具体的な解決策を

踏まえて実施設計を行うことで、CLT 建築の施工技術の向上に貢献する。

- ・ CLT 建築と RC 造、S 造、木造のコストの検証を行う

- ・ CLT 建築が持つ意匠上のメリットを活かした設計について、構造やコスト、断熱性といった側面も踏まえた考察を行い、店舗利用者へのアンケート等も含め一つのモデルケースとして検証を行う

- ・ 建築の断熱性・気密性の大幅な向上が求められている実情において、CLT の断熱性・気密性のあり方に着目し、Ua 値 0.46、C 値 0.5 以下を目指した実施設計を行う。

3. 協議会構成員

(設計) 一級建築士事務所 前川建設株式会社：前川 桂恵三 (協議会運営者)

(設計監修) 伊礼智設計室：伊礼智、多田彩美

(構造設計) ライフデザインカバヤ(株)：守谷和弘

(施工) 前川建設株式会社：(主担当) 長野真丈、(副) 佐伯唯、安藤公雄

(原木供給) 銘建工業(株)：西本将晴

(金物・材料) ライフデザインカバヤ(株)：守谷和弘

(気密測定) 日本住環境株式会社：西山大亮

4. 課題解決の方法と実施工程

設計については伊礼智設計室の監修のもと、一級建築士事務所前川建設株式会社が実施設計と考察を行うとともに、CLT 建築の意匠上のメリットについて考察をまとめていく。また、本 CLT 建築利用者へのアンケートについても前川建設株式会社が実施し、集計と考察を行う。

断熱性・気密性について、伊礼智設計室が設計監修のもと、一級建築士事務所前川建設株式会社が施工方法や性能の確保について工夫し、実施設計を行っていく。BELS 申請を通じて断熱性能を明確にするとともに、工事の進捗に合わせて、CLT 工法の気密処理の方法と効果が明確に分かるよう 3 回の気密測定を行い、CLT 建築の断熱性・気密性の性能を検証していく。

CLT のコスト増の要因、コスト縮減の方策について、構造躯体の部材調達費用や施工費用、工期による施工管理経費、を中心に他工法 (RC 造、鉄骨造、木造) と比較し、比較検討資料を作成する。

<協議会の開催>

令和 4 年

5 月：意匠基本設計の確定、構造設計、実施設計における課題洗い出し

6 月：第 1 回開催、構造設計、実施設計における確認

7 月：第 2 回開催、構造設計、実施設計における確認

8 月：第 3 回開催、第 4 回開催、構造設計、実施設計における確認

9月：第5回開催、第6回開催、設計最終確認、着工前確認

10月：第7回開催、設計最終確認、着工前確認

11月：第8回開催、着工、

12月：第9回開催、木工事進捗確認 外装工事

1月：第10回開催、木工事進捗確認 外装工事の確認

2月：第11回開催、実証事業の取りまとめ検討

<設計>

令和4年6月 実施設計

6月 構造設計についての準備を開始

実施図面整備完了、構造計算開始

7月 構造計算結果による修正、仕上、断熱などの詳細の修正

8月 仕様、構造計算の調整、建築確認申請準備

9月 仕様、構造計算の調整、建築確認申請準備

10月 仕様、構造計算の調整完了次第、建築確認申請

11月 確認申請調整、着工直前準備

12月 確認申請済証 発行

<施工>

令和4年11月 基礎工事準備 工事準備

令和4年12月 基礎工事 上棟(12/23~24)

令和5年1月 木工事・外装工事

令和5年2月 木工事・外装工事・内装工事・設備工事仕上げ

<性能確認>

令和5年2月：気密測定・改善事項確認

5. 得られた実証データ等の詳細

施工管理および CLT 搬入に関するレポート・既存の工法と比べた CLT 工法のコスト縮減比較資料

CLT の意匠的メリットを考察した設計手法に関するレポート

CLT の断熱性、気密性について考察した仕様、納まり、施工に関するレポート

6. 本実証により得られた成果

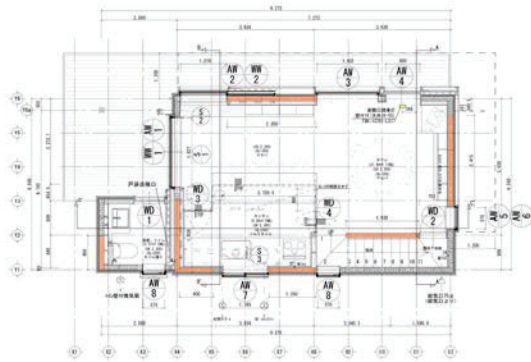
様々な工法での建築経験のある建築主が CLT 工法のモデル型建築を地域に開かれた店舗として建築することで、地域における CLT 工法の建築を周知するとともに、木造建築に精通し著名な伊礼智氏の設計監修による CLT 建築の美しさや居心地の良さを体感できる施設として、多くの訪問者が期待できる施設の建築を実施することができた。そうした建築における CLT の意匠的メリットを考察した設計手法や施工管理、断熱性、気密性、コスト縮減に関するレポートをまとめ、同様の用途や事務所建築をはじめとする様々な建築の参考

にすることができた。

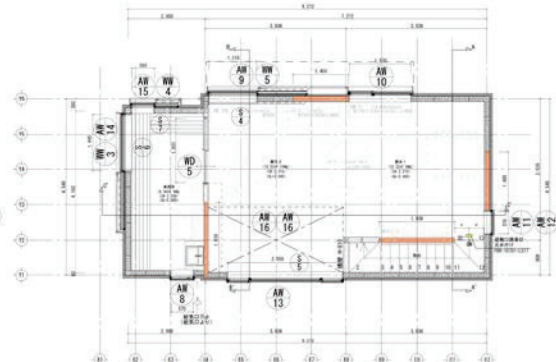
7. 建築物の平面図・立面図・写真等

建築面積：73.70 m²

延床面積：96.83 m²



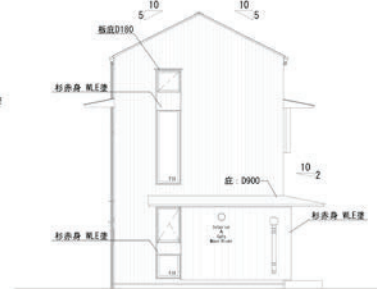
1F 平面図



2F 平面図



北立面図

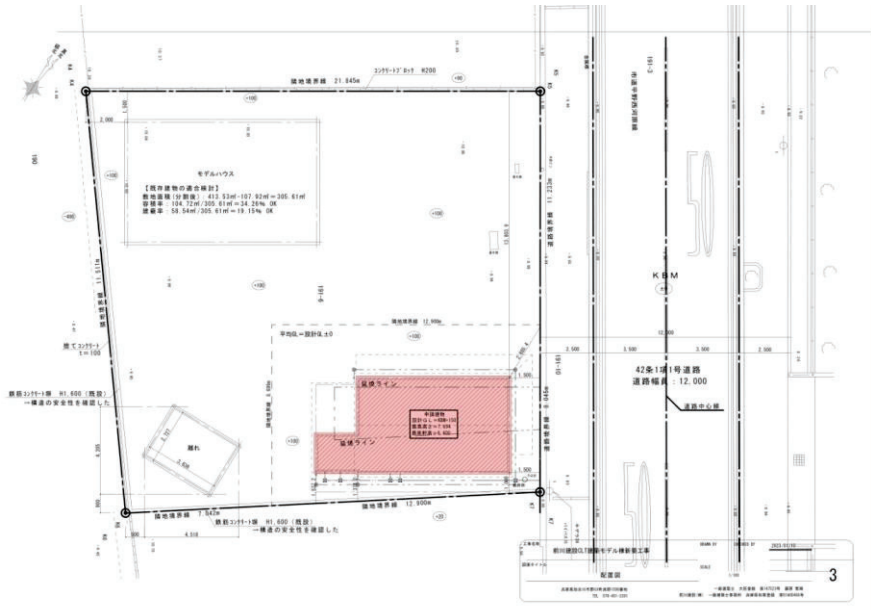


東立面図



計画概要

事務所併用飲食店としてのCLT建築モデルは地場産業である木製建具やCLTを使用した椅子などの木製家具、照明を販売する店舗として運営し、CLT建築の良さを周知するモデル型店舗施設として活用することで、地域におけるCLT建築普及を目的とし、計画した。



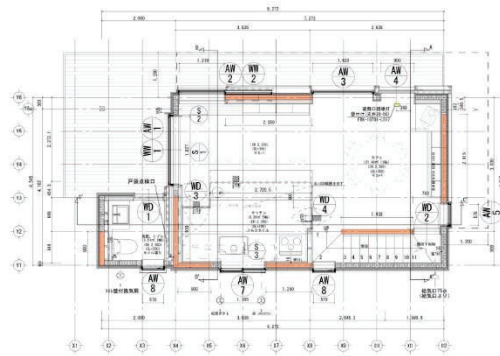
施工レポート

【施工計画】

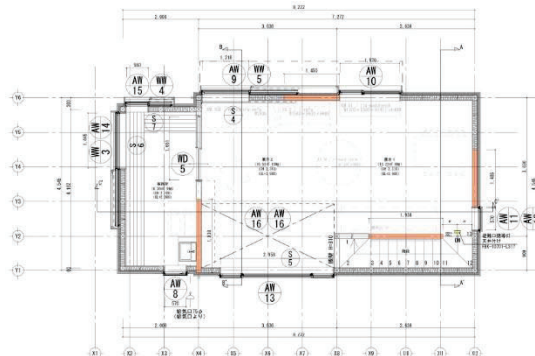
長短方向及び床（2F、小屋裏床版）にCLTパネルを用いる計画とすることで、無駄な梁を無くし、施工性や意匠面またコストについても今後の住宅建築に活かせるように検証できる様にした。

CLTパネルに外壁下地モイスTM、透湿防水シート、外断熱ネオマフォーム(t45ミリ)、ガルバリウム鋼板として外壁面を仕上げ、室内側は外壁間仕切間にセルロースファイバー吹付(120ミリ)を施し、断熱性能も兼ね備えた外壁に施工した。

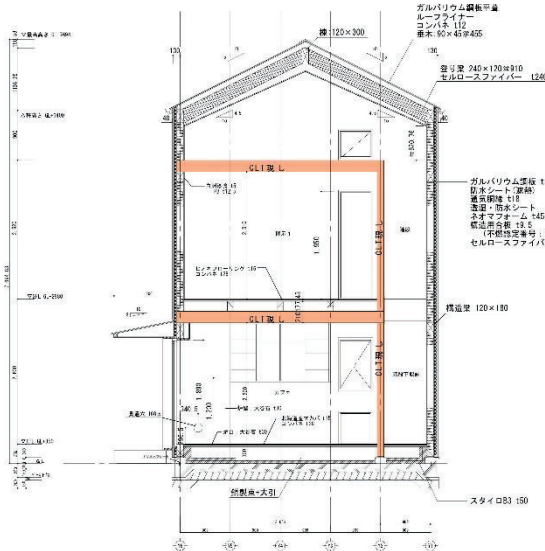
また、屋根については、重量及びコストを検討した結果、CLTパネルは採用せずに在来小屋組工法にガルバリウム鋼板を採用した。断熱についてもセルロースファイバー吹付(240ミリ)を施工した。



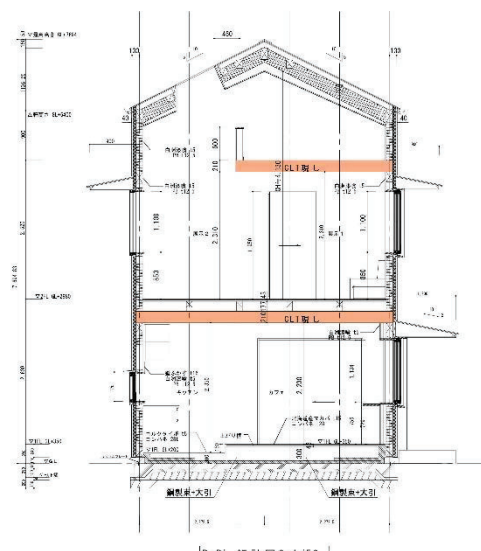
1F 平面図



2F 平面図



A-A' 断面図 S:1/50

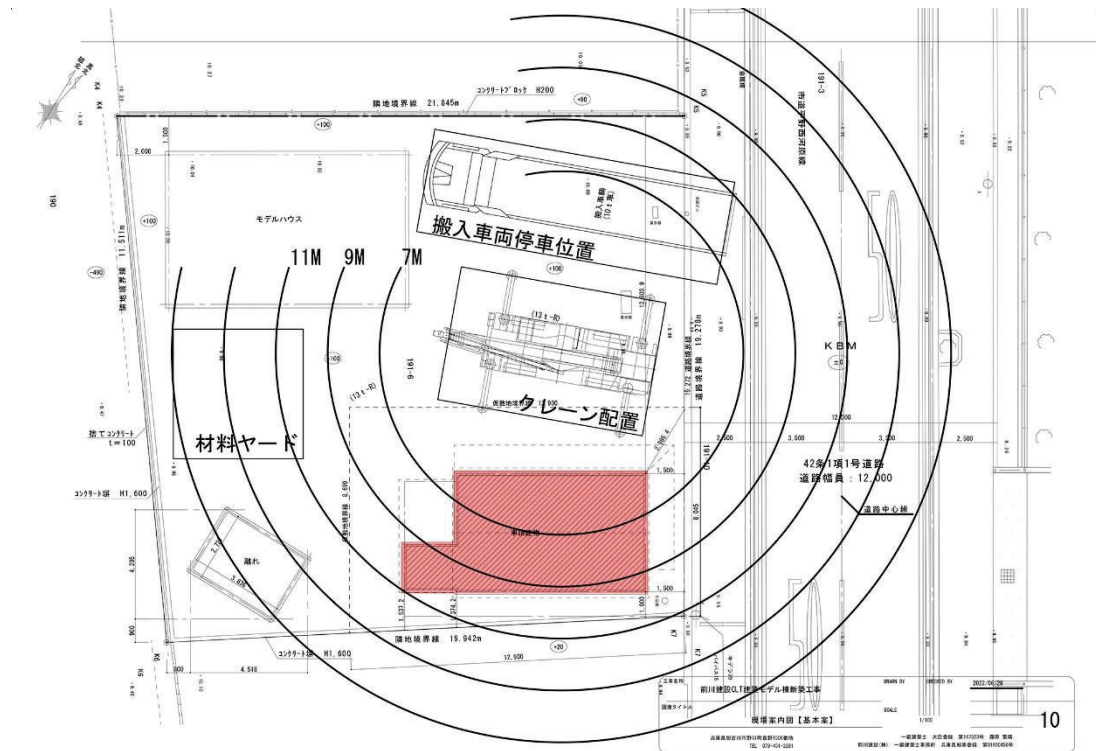


B-B' 断面図 S:1/50

【搬入計画】

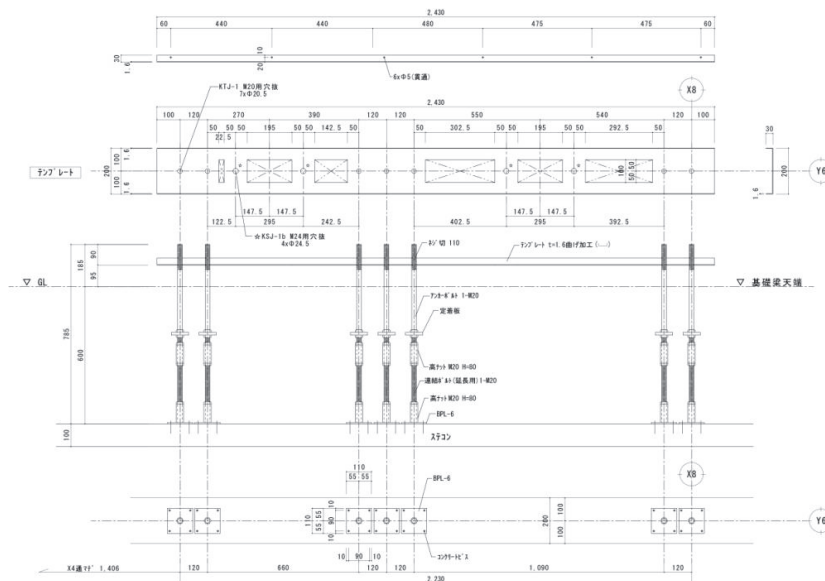
CLT建方時、敷地スペースに限りがあるため16tレッカー1台で計画した。

限られたスペースと幹線道路に隣接していることもあり、資材トラックが入れるスペースを確保し、10tトラック2台の荷受材は積荷順番も決め先に使用する資材が上になるよう計画を立て、全て仮置きとし施工の効率化を図った。



今回の建て方で最も重要な基礎と CLT パネルとの接合に着目し、最重要のアンカーセットに関して検証を行った。深梁及び立上り基礎の高さがなく、基礎打設前のセットとなるため打込み前にトランシットにより墨出しを行いアンカーをセットし、柱脚金物アンカーボルトがコンクリート打設時にずれないように治具プレートを製作し型枠に固定した。

アンカー詳細図 1/30





型枠解体後、せん断金物の取付はアンカー精度のおかげでスムーズに設置が可能となった。



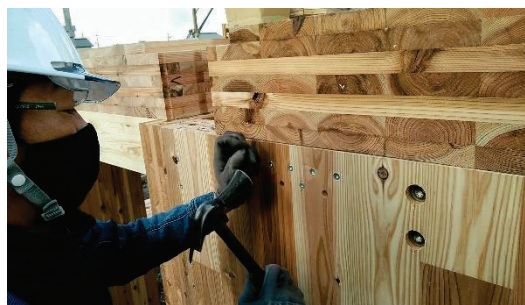
CLT プレカット材に明記してある位置に建て方開始。CLT 柱脚穴に対し、ズレなく設置が完了。



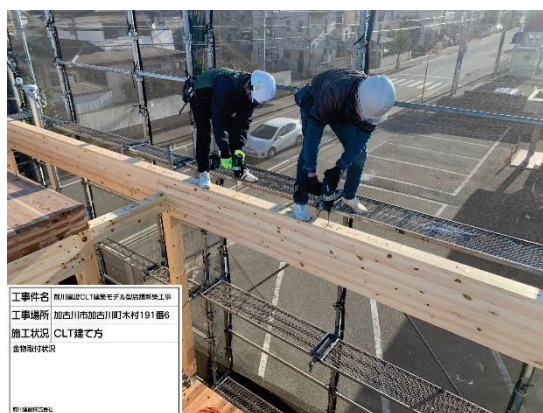
2 階床板設置、1F 壁パネルにビスにて固定、固定ピンにて接合

注：床板は天井の化粧材としても採用しており吊金物にての荷揚げを行った。

1 階部分建て方完了



2 階部分建て方開始、高さ調整梁をビスにて連結

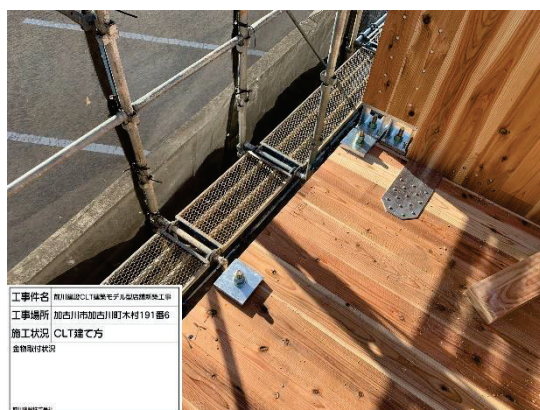


2 階部分建て方完了

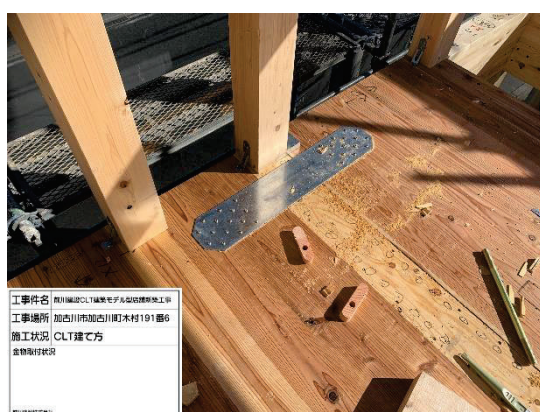


CLT 組付け連結金物を固定

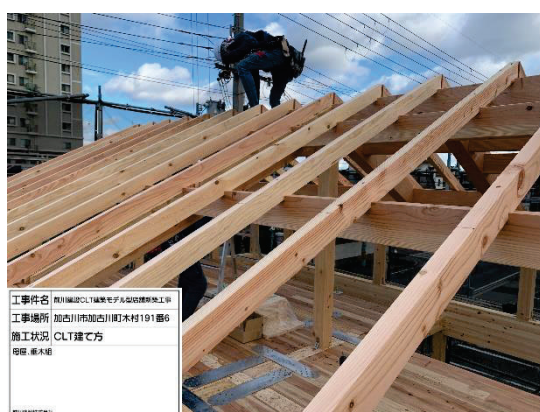




母屋組開始、既存 CLT にスリムヘビーにて固定



屋根垂木掛け、タルキックにて固定



建て方完了



施工の合理化

今回の CLT 建て前で検討していたアンカーセットにおいて精密な施工を行えたことで CLT 組付けが問題なく進み予定していた日程よりかなりの工期短縮ができた。また事前に協力業者との密な打合せにより皆が知識を理解できたことで、少人数での施工が可能となった。

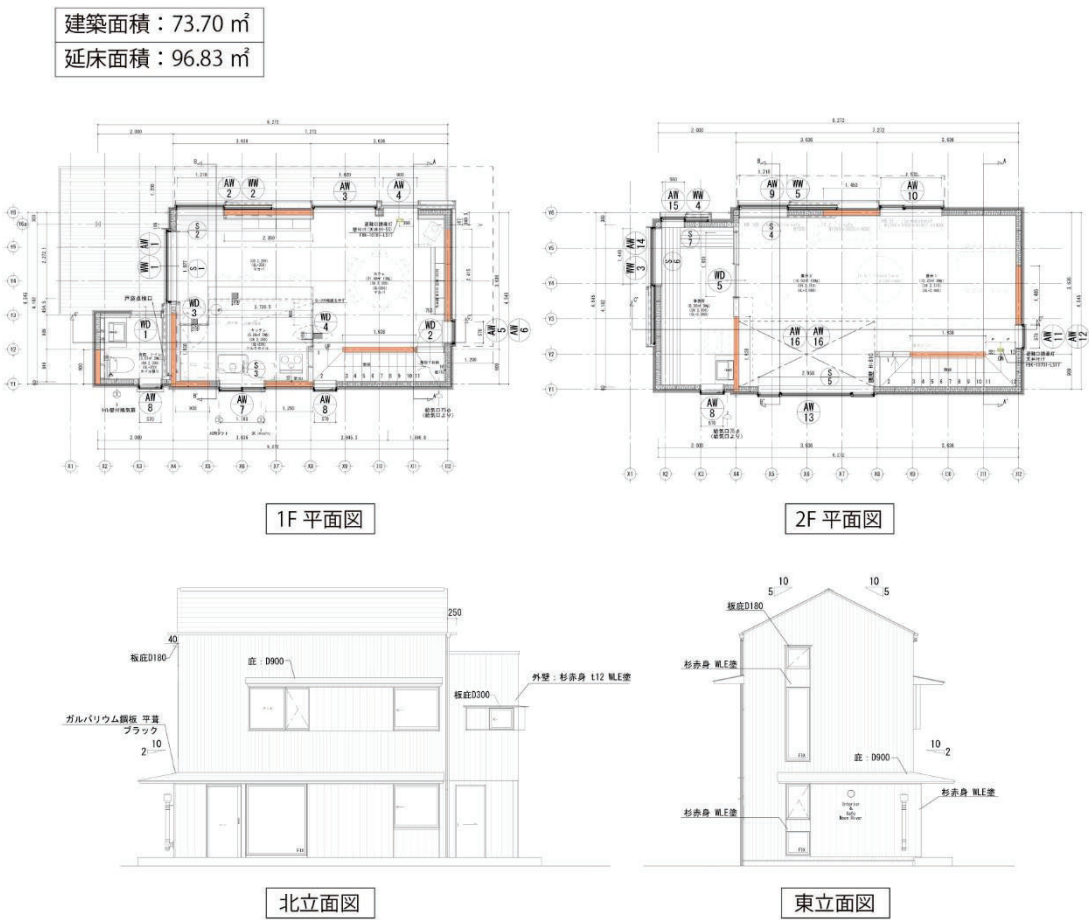
CLT は工場で加工を行いパネルにして建築現場に搬入するため現場での施工負担を減らすことができた。また CLT が仕上げ材を兼ねることで、従来の木造工法と比較して部材数が減り、大幅に工程を削減する事も可能だと感じた。

これからも多数の建物を建設していく上で、CLT の活用は今後建築業界に大きな影響を与えるものだとは今回の施工を通じて認識した。

建築コストの比較

今回、当社モデルハウスとして CLT パネル工法により 2 階建て+ロフトによる CLT 建築モデル型店舗の建築コストより、2 階建て RC 造 2 階建て S 造の計画案コストより、構造別比較を行った。

【対象建物図面】



【仕上げ表】

区 分		CLT 造	RC 造	S 造
外 部	屋根	CLT パネル下地の上在来木 軸下地金属屋根	コンクリート下地の上金属屋根	鉄骨下地の上金属屋根
	壁	ガルバリウム鋼板	ガルバリウム鋼板	ガルバリウム鋼板
内 部	床	床組みフローリング貼り	OA フロア塩ビタイル貼り	OA フロア塩ビタイル貼り
	壁	CLT 下地の上左官塗り	石膏ボード貼の上左官塗り	石膏ボード貼の上左官塗り
	天井	CLT パネル保護塗料塗り	石膏ボード貼の上杉板貼り	石膏ボード貼の上杉板貼り

【構造別設定条件】

- ・仮設工事では、同等な建物形状として想定しコスト差は無いものとした。
- ・CLT造の基礎工事は地盤改良、RC造、S造には既成杭を想定した。
- ・CLT造の仕様及び内部空間を、RC造、S造にも同等として想定した。
- ・CLT造の外壁仕上げを、RC造、S造にも同等として想定した。
- ・CLT造の内装仕上げを同等とし、RC造、S造にも壁左官塗、天井杉板貼りを想定した。
- ・CLT造の断熱工法と同等仕様として、RC造、S造にも同等として想定した。

【コスト比較の設定条件】

- ・建築コストは直接工事費を構造別に比較した。
- ・基本的に建築コストは刊行物等公表資料記載の単価及び歩掛りから算定し、CLTや非公表の単価はヒアリング等により設定した。
- ・CLT造の数量は具体事例の数値を基に再設定した数値を採用し、RC造やS造は新たに数量を算定した。

【建築コスト比較表（建築面積より算出）】

区 分	CLT 造		RC 造		S 造	
	金額	比率	金額	比率	金額	比率
仮設工事	3,900/㎡	100%	3,900/㎡	100%	3,900/㎡	100%
基礎工事	36,000/㎡	100%	100,800/㎡	280%	95,400/㎡	265%
躯体工事	182,000/㎡	100%	111,000/㎡	61%	107,000/㎡	59%
躯体以外	155,000/㎡	100%	186,000/㎡	120%	191,000/㎡	123%
合計	376,900/㎡	100%	401,700/㎡	107%	397,300/㎡	105%

【結果概要】

- ・今回の建築コスト事例分析では、構造別の直接工事費は概ね同額となった。
- ・CLT造は軽量なため、地業は地盤改良で安全性を確保でき、基礎や地中梁を比較的小さくできるが、RC造やS造の場合には杭施工が必要で、基礎工事費が高くなった。
- ・躯体工事費はCLT象が最も高く、RC造やS造はCLT造の60%程度となった。
- ・CLTパネルが内装仕上げ兼用しているため、躯体以外の工事費はCLT造が最も安く、RC造やS造は20%程度高くなった。
- ・CLT造は建物の軽量化やパネル素地をそのまま仕上げに使用できる場合にメリットが発揮される。（今回、特に天井仕上げとなる。）

気密性について

建築の気密性の向上が求められている実情において

今回の CLT 実証事業については C 値=0.5 cm³以下を目標とした。

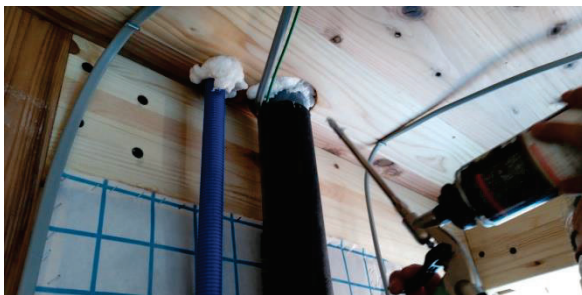
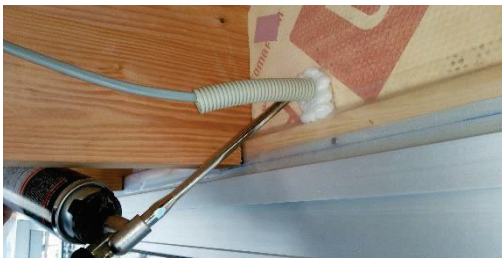
【気密検査の計画】

〈実施済〉断熱工事終了時（実施日：2023 年 2 月 17 日）

気密検査を行い、問題点の原因究明と対策を行う事で、目標値を目指す事とした。

【事前対策】

- ・ 内部基礎断熱部のスタイロフォームジョイント部：気密テープ張り
- ・ CD 管外壁貫通部：ウレタンフォーム充填
- ・ CD 管先端開口部：気密テープにより密閉
- ・ 配管/配線部：ウレタン吹込み
- ・ サッシ廻り：気密テープ張り、シーリング、ウレタンフォーム充填 等



これに加え

- ・ 基礎部と CLT 壁パネルの取り合い部：気密テープ張り



・CLT 造と木造の取り合い部：外断熱（ネオマフォーム）のジョイント箇所をずらしての気密テープ張り

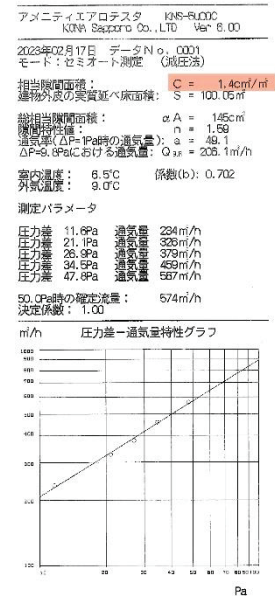


以上を行った。

【第一回気密検査】

実施日：2023 年 2 月 17 日

結果：C 値=1.4 cm²



【問題箇所と今後の対策】

(流出箇所) ボルト・ジョイント金物

(対策工事) ウレタンフォームの充填またはシーリング



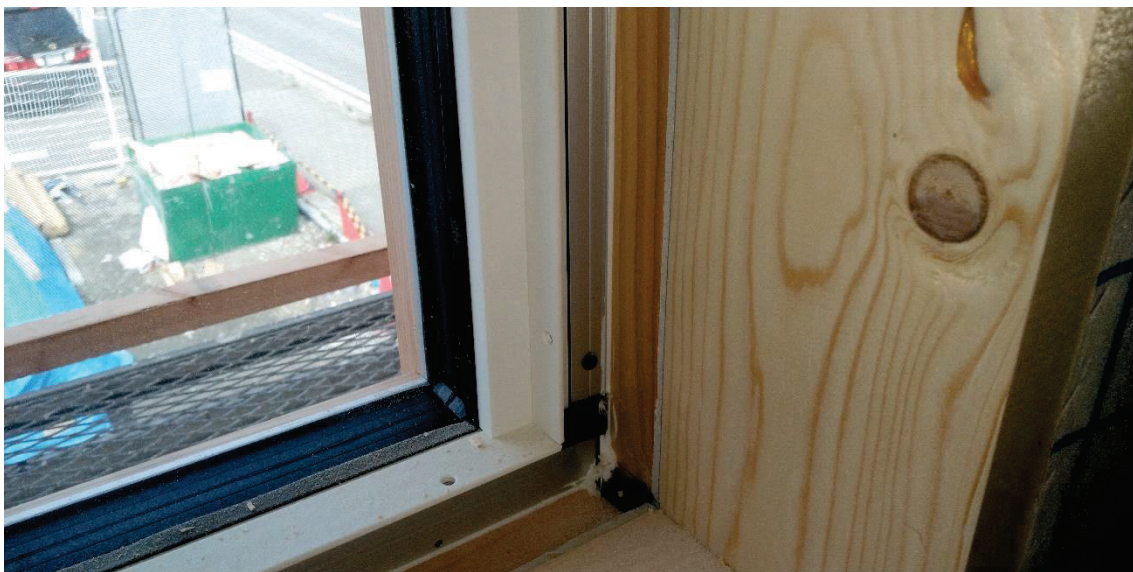
(流出箇所) 外部に面している小屋裏パネルと木造部梁のジョイント部

(対策工事) シーリング



(流出箇所) サッシ廻り

(対策工事) 額縁取付後ウレタンフォーム充填



以上により今後の気密性向上を図る。

断熱性について

建築の断熱性の向上が求められている実情において

今回の CLT 実証事業については U_a 値=0.46 以下を目標とした。

【断熱材】

屋根：セルロースファイバー充填(t240 mm)

外壁：外張り断熱 ネオマフォーム(t45 mm)

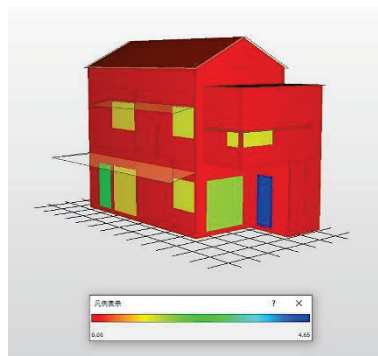
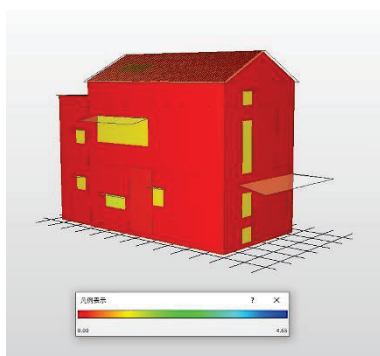
内壁：セルロースファイバー充填(t120 mm)

基礎：スタイロフォーム B 3 (t50 mm) 立上り：スタイロフォーム B 3 (t100 mm)

【外皮性能】

計算結果： U_a 値=0.33 目標値を達成

外皮性能計算表				
物件名		前川建設CLT建築モデル型店舗新築工事		
地域区分		6		
住宅の種類				
◆断熱等性能等級判定				
外皮平均熱貫流率 (UA) [W/㎡K]	基準値		設計値	等級
	等級7	0.26	0.33	6
	等級6	0.46		
	等級5	0.60		
等級4	0.87			
冷房期の平均日射熱取得率 (η AC)	等級7	2.8	2.0	
	等級6	2.8		
	等級5	2.8		
	等級4	2.8		
◆一次エネルギー消費量算定条件				
外皮面積[㎡]		244.78		
暖房期の平均日射熱取得率 (η AH)		1.3		
＜計算方法＞				
部位の熱貫流率		簡略計算法(面積比率)		
基礎等の熱貫流率		土間床等外周部と基礎壁を一体として評価（詳細法）		
窓の取得日射熱補正係数		定数		
計算基準年度		令和4年（Ver3.3）基準		



意匠について

木造建築に精通した伊礼智氏監修のもと、CLT パネルの持つ美しい木目や本物の木質感を

表現する為、現し箇所を厳選。在来軸組部との取合や内装材、造作家具、照明に至るまで、様々な CLT の持つ魅力を最大限引き出せる設計を行った。



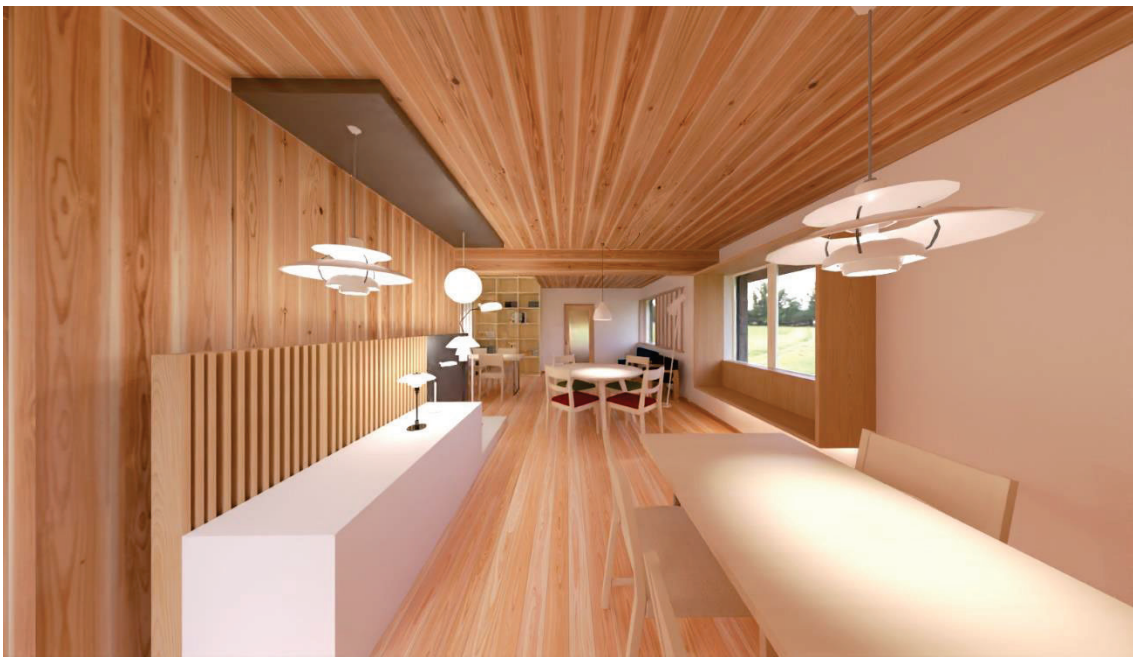
1F カフェスペース（東側）



1F カフェスペース（南側）



2F 家具展示スペース



2F 照明展示スペース