

2. 5 カサイホールディングス(株)／(株)西崎組

2. 5. 1 建築物の仕様一覧

事業名		K 社社員寮新築工事の建築・設計実証		
実施者（担当者）		カサイホールディングス（株）／（株）西崎組（西崎暢仁）		
建築物の概要	用途	共同住宅		
	建設地	香川県小豆郡土庄町		
	構造・工法	木造軸組工法＋CLT床・屋根		
	階数	2		
	高さ（m）	8.159		
	軒高（m）	7.893		
	敷地面積（㎡）	1014.39		
	建築面積（㎡）	404.65		
	延べ面積（㎡）	567.12		
階別面積（㎡）	1 階	270.92		
	2 階	296.2		
	3 階	－		
C L T の仕様	C L T 採用部位	床、屋根		
	C L T 使用量（㎡）	加工前製品量66.16m3、加工後建築物使用量60.02 m3		
	壁パネル	寸法	－	
		ラミナ構成	－	
		強度区分	－	
		樹種	－	
	床パネル	寸法	60mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
屋根パネル	寸法	90mm厚		
	ラミナ構成	3層3プライ		
	強度区分	Mx60A相当		
	樹種	スギ		
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）	柱：スギ 梁：カラマツ集成材		
	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	80.4㎡		
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板（t=0.4）立てハゼ葺き	
		外壁	構造用合板t9.0mm＋タイベック＋通気胴縁t18mm＋焼杉t15mm	
		開口部	アルミサッシ＋二層複層ガラス（Low-E、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅10mm）	
	主な内部仕上	界壁	（PB12.5mm×2＋木軸（GW24K100mm）＋PB12.5×2）両面＋ビニルクロス	
		間仕切り壁	PB12.5mm＋ビニルクロス	
		床	CLTt60mm＋合板t12＋PB9.5mm＋遮音シート＋遮音ブラ束＋下地合板t15mm＋フローリングt12mm	
構造	天井	CLTt90mm＋PB12.5mm×2＋ビニルクロス		
	構造計算ルート	建築基準法施行令第81条第3項に掲げる構造計算 ルート1		
	接合方法	ビス接合		
	最大スパン	3.64m		
防耐火	問題点・課題とその解決策	CLT床パネルおよび屋根パネルの跳ね出し距離1600への構造架構計画とたわみの検証。跳ね出しへの対応として跳ね出し方向にラミナ向きを回転させる。また、たわみは実台試験体を製作して想定外の荷重をかけて長期の荷重を測定し、たわみの推移をデータ化する。		
	防火上の地域区分	その他地域		
	耐火建築物等の要件	無		
	本建築物の防耐火仕様	無		
温熱	問題点・課題とその解決策	排煙緩和とするため床壁を準耐火構造200㎡以内で区画する		
	建築物省エネ法の該当有無	規制対象		
	温熱環境確保に関する課題と解決策	CLTパネル同士の接合部における隙間の処理として隠しダボを施工し隙間や目違いをなくす		
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	フェノールフォーム断熱材 1種2号CⅡ ・ 100mm	
外壁		グラスウール断熱材 ・ 24 k 100mm		
床		フェノールフォーム断熱材 1種2号CⅡ ・ 30mm		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	ガルバリウム鋼板屋根による金属音対策としてインシュレーションボード施工		
	建て方における課題と解決策	複雑な屋根形状への職人理解のため3Dビューワーを作成して確認しながら遂行		
	給排水・電気配線設置上の工夫	天井はCLT直貼りなので配線等はあらかじめ通気胴縁の間から照明位置に配線を抜いておく		
工程	劣化対策	強撥水性木材保護塗料（S-100）を雨掛かりとなる範囲に塗布する		
	設計期間	2025年6月～12月（7カ月）		
	施工期間	2026年1月～6月（6ヵ月）		
		C L T 躯体施工期間	2026年2月上旬～中旬（1週間）	
体制	竣工（予定）年月日	2026年6月26日		
	発注者	カサイホールディングス株式会社		
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）	株式会社西崎組一級建築士事務所		
	構造設計者	住友林業アーキテクノ株式会社		
体制	施工者	株式会社西崎組		
	C L T 供給者	銘建工業株式会社		
	ラミナ供給者	岡山県産		

2. 5. 2 実証事業概要

実証事業名： K社社員寮新築工事の建築・設計実証

建築主等／協議会運営者：カサイホールディングス（株）／（株）西崎組

1. 実証した建築物の概要

用途		共同住宅		
建設地		香川県小豆郡土庄町		
構造・工法		木造軸組工法+CLT 床・屋根		
階数		2		
高さ（m）		7.78	軒高（m）	7.51
敷地面積（㎡）		1,014.39	建築面積（㎡）	402.35
階別面積 （㎡）	1 階	270.92	延べ面積（㎡）	566.73 施工面積 758.24
	2 階	295.81		
CLT 採用部位		床、屋根		
CLT 使用量（m³）		加工前製品量 66.16 m³、加工後建築物使用量 60.02 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		80.40 m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁			
	床	60mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A/相当/スギ		
	屋根	90mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ		
設計期間		2025 年 6 月～2026 年 2 月（9 カ月）（基本＋実施設計）		
施工期間		2025 年 12 月～2026 年 6 月（7.0 ヵ月）		
CLT 躯体施工期間		2026 年 2 月中旬～下旬（2 週間）		
竣工（予定）年月日		2026 年 6 月 30 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

- (1) 薄型 CLT を活用した空間性、デザイン性、意匠性の追求した建物の設計と実現
- (2) 薄型 CLT を活用し、跳出し屋根の機能性と施工性の工夫、他工法でのコスト、工期比較
- (3) 薄型 CLT の跳出し屋根の今後の普及性を鑑みた性能実証実験と木造在来工法屋根とのコスト比較

3. 協議会構成員

（設計）（株）西崎組一級建築士事務所：西崎 暢仁（進行管理）

（構造設計）住友林業アーキテクノ（株）：山和 藍

（設備設計）井口電気工事：楠義昭 丸島ハウジングサービス 高橋秀年

(施工) 株式会社西崎組：西崎博史 平井智典
(材料) 銘建工業 (株)：高橋政明 大島蒼太 (株) OPS：安藤毅 大野政治
(木質・塗装アドバイザー) 住友林業：廣田裕之
(試験) 愛媛県農林水産研究所 林業研究センター：玉置 教司

4. 課題解決の方法と実施工程

- (1) 薄型 CLT を活用し、眼下に広がる海を感じる空間性やデザイン性を盛り込んだ意匠設計は西崎組が中心となり全体を統括する。床と屋根に薄型 CLT を採用し合理的な構造計画となるよう住友林業アーキテクノが設計を行った。設計段階から木質アドバイザーとして銘建工業、住友林業に参画して頂き、機能性やシンプルな架構になるよう助言をもらった。
- (2) 跳出し屋根の庇鼻の不陸防止を考えた隠しダボによる計画、屋根通気の給気穴のプレカット化、木質現しになる範囲の木材保護塗料の効果などを具現化することで、他工法とのコスト比較および工期比較を通して施工性の検証を行う。
- (3) 跳出し屋根の庇鼻の不陸防止を考えた隠しダボの効果を西崎組が中心となり設計仕様、試験条件をとりまとめ、隠しダボの剪断強度性能効果は愛媛県農林水産研究所林業研究センターが行う予定。また 1500mm 庇持ち出し部分の上記接合仕様の長期クリープ試験のモックアップは西崎組加工場で製作し現在計測中。また CLT 同士の接合部のせん断破壊試験を 2 条件 4 体、クリープ試験は 1 条件 1 体で行う。今回の実施設計条件に留意しながら最適条件を決定した。CLT のコスト増の要因、コスト縮減の方策について、下地受け材の無い片持ち庇や床・屋根のみに CLT パネルを採用する工法が一般木造在来工法と比べ、コスト比較検討した。

<協議会の開催>	2025 年	9 月：第 1 回開催、問題点洗い出し
		10 月：第 2 回開催、木工事進捗確認
		12 月：第 3 回開催、着工前確認
	2026 年	1 月：第 4 回開催、建て方最終調整
		2 月：第 5 回開催、実証事業の取りまとめ検討
<設計>	2025 年	8 月：構造計算開始、実施設計開始
		9 月：建築確認申請図書作成開始
		9 月：建築確認申請提出、宅地造成規制法許可申請提出
		12 月：確認申請交付
<施工>	2025 年	11 月：工事請負契約
		11 月：造成工事着手
		12 月：工事着手
	2026 年	1～2 月：基礎工事
		2～3 月：建て方開始
		3 月：外装工事

4月：内装工事

6月：竣工

＜性能確認＞ 2026年4月：CLTパネル接合部せん断試験、2条件4体
 2026年2月：持ち出し底のクリープ試験 1条件1体

5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

(1) シンプルな架構で開放的な居室空間の実現と雁行配置によるプライバシー性を向上させた社員寮の設計が行えた。雁行平面ゆえに構造計算上耐震壁配置が有効に配置でき、一般矩形平面より耐震壁数が2～3割程度削減できた。特に2Fは3～4割程度の削減効果があった。当初CLT（シンパネル60t）を2F床、屋根に使用予定であったが、屋根底持ち出し長さ1500の為、CLT90tとし、シンプルなデザインが実現できた。

(2) 庇鼻の隠しダボ、屋根通気用給気穴のプレカット化により施工性向上が得られた。

建て方時に隠しダボがあることで、CLT吊りこみ、セット時にダボのセットがそのまま軒先の不陸防止となり、結果実働2日で屋根CLTセットができた。在来工法の屋根であれば実働7日は必要となる。施工精度も担保でき、CLT現し軒天と在来工法との比較では、10日以上工期短縮となった。通気方法も工場先行穴あけによる既製品組み合わせですっきりとした屋根通気が確保できた。軒天にはS-100の塗装を活用することで木目を生かし、対候性・脱色防止・防蟻対策のなり木質感を表現できた。RC工法との工期比較とコスト比較検証から、3.5か月の工期短縮、12%の躯体工事費削減ができた。

(3) 1500mm底のクリープ性能と接合部、接合金物の仕様の実証

隠しダボありなしの試供体によるせん断破壊試験数値結果による破壊荷重の比較ではダボあり、なしでの耐力の差はなかった。壁倍率は変形角から算定した1/150rad Pから7.9との結果であり、現在壁倍率の上限は告示仕様では5.0倍であり、CLTの高倍率仕様（専用金物・高密度ビス）：5.0倍から考えると壁、屋根に活用できる工法と確認できた。大臣認定を取得すれば7.0倍を視野にできる工法である。

クリープの実大試験は現在実施中であるが、4000N/m²の荷重に対し初期沈下量17.79mm、でスタートしたが、92.75日経過時点で15.85mm、で初期沈下量と比較すると約2.0mmクリープ沈下した結果となっている。測定日ごとの変位量は大きくて2.0mm～0mm、ほとんどが0.5mm～0.05mmの範囲の微小な変位量であった。クリープ予測のできるデータです。

6. 本実証により得られた成果

本事業設計実証で得られた薄型CLTを活用した建築計画についてはデザイン性、空間性ともに自由度の高いかつ開放的な空間を実現できると確信した。共同住宅であったが、住宅や小中規模事務所などの用途にも活用でき、今後の普及性にもつながる。また、建築実証で

は建設場所である小豆島という離島の中で短工期、コスト削減に寄与できたことは建設業の抱える職人不足や物価高騰などに対する一つの改善案でもある。。そして、性能実証では薄型 CLT の実績はあるが、大きな跳ね出し屋根などのデザイン性に富んだ物件の竣工後のモニタリングや経年劣化などを数値化したデータがなく、事業主、設計者、施工者にとって不安事由の一つであった。本事業から正確なデータがとれ、その数値を元に、荷重と跳ね出し距離の設計段階での検討が可能となり、今後の CLT の発展に寄与できると期待している。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



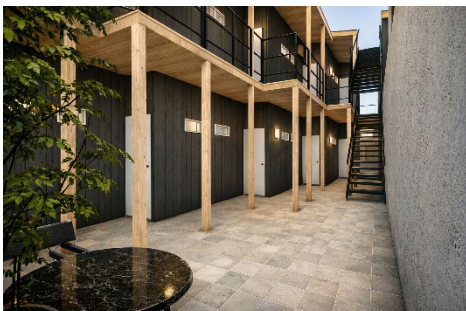
完成外観パース



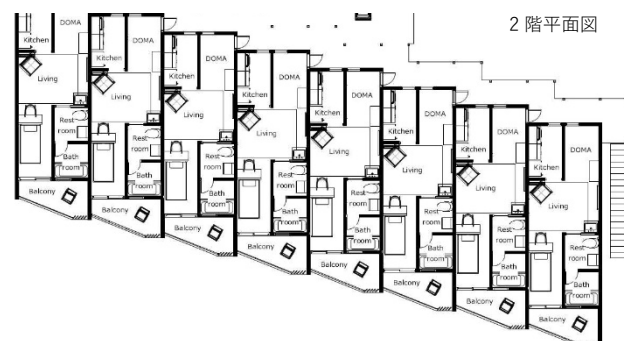
完成外観パース



2 階平面図



パティオから見る



1 階平面図

2. 5. 3 成果物

1. プロジェクト概要

(1) 背景と計画地

本施設は小豆島の北西部にある大型リゾートホテル内に建つ社員寮である。2025 年 5 月末にホテルのオーナーから連絡を受け、2026 年 6 月末までに社員寮を建ててほしいということだった。設計から竣工まで 1 年という短い工期の中で実現できるかは当初は不安であったが、引き受けることにした。オーナーから受けた設計条件は 16 戸という具体的な条件以外はなかったが、「一流のホテルマンは、一流の場所に生活しているからこそ、一流のホスピタリティをお客様に提供できると私は常に思っています」という言葉に私は深く感銘を覚え、必ず満足いく建物を実現したいと思った。

一方で小豆島は瀬戸内海で 2 番目に大きな島だが、橋では繋がっておらず人口減少が続いている。夏は暑く、冬は瀬戸内海で最高峰を有する山から吹き下ろす冷たい風により寒く、厳しい労働環境のなか、建設業従事者も減り続け、高齢化も進んでいる。自然環境、地理的環境、社会的環境いずれにおいても厳しいこの島で CLT の美しい木質の利点を活用し、快適で都市を木質化する建築のプロトタイプを実現し、建築の普及性、施工性、コスト面の実験を通じて実証することを目的とした。

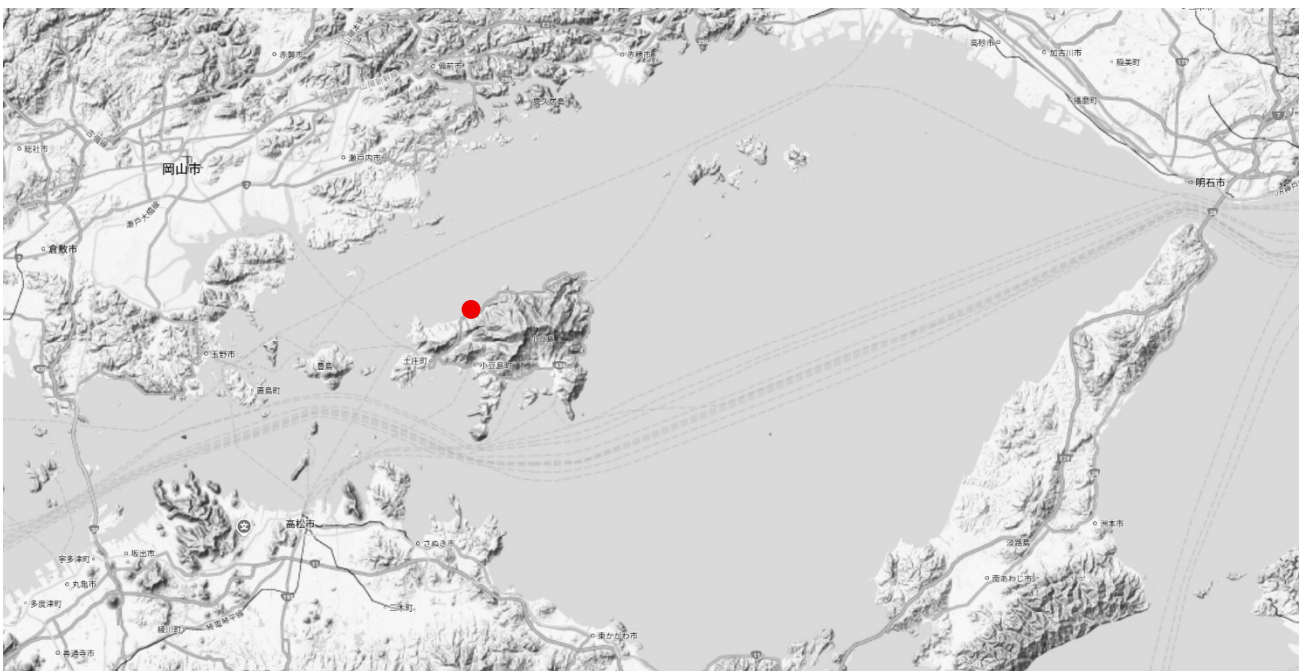


図 1.1-1 広域地図

計画地の特徴は 3 つある。1 つ目にホテル利用者からの視認性が高く、建物の妻側がファサードになる。2 つ目に北西側を開くと絶景が享受できる。3 つ目は既にある既存社員寮との関係性を図る。この 3 つの特徴を生かした建物計画とした。敷地南東は 3 m を超える法面になっており、敷地の高低差を生かした計画も重要となってくる。また駐車場との間には高圧電線も架かり施工計画上不利な敷地であった。



図 1.1-2 計画地



図 1.1-3 北西に広がる絶景

(2) 建築計画

事業者からの 16 戸という設計条件を遵守し、全ての住戸が北西に広がる瀬戸内海を眺められるように北西に向かって開くような雁行した配置計画とした。1 層 8 戸の 2 階建てとし、2 階の北東側にはコミュニケーションラウンジを計画し、既存社員寮の方も利用できるちょうど中心に配置した。敷地は北側道路から 2m の法面となっており、さらに南東側は 3m を超える法面となっているため、法面の一部を切土してコンクリート擁壁を配置した。そのコンクリート擁壁の上部に新たに盛土を形成した地盤にコミュニケーションラウンジをⅡ期工事で建設し、Ⅰ期工事の共同住宅と最終的にはつながる建築計画とした。

敷地計画概要

主要用途：共同住宅（社員寮）

敷地面積：1,014.39 m²

建築面積：404.65 m²（施工床面積：759.38 m²）

延床面積：567.12 m²

地域地区：都市計画区域外、防火地域指定なし、宅地造成等工事規制地区

建物高さ：8.159m/7.893m（軒高）



図 1.2-1 建物全景アクソメ

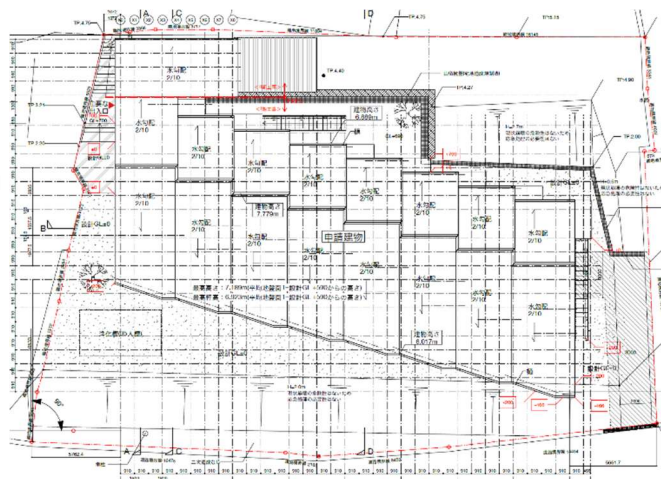
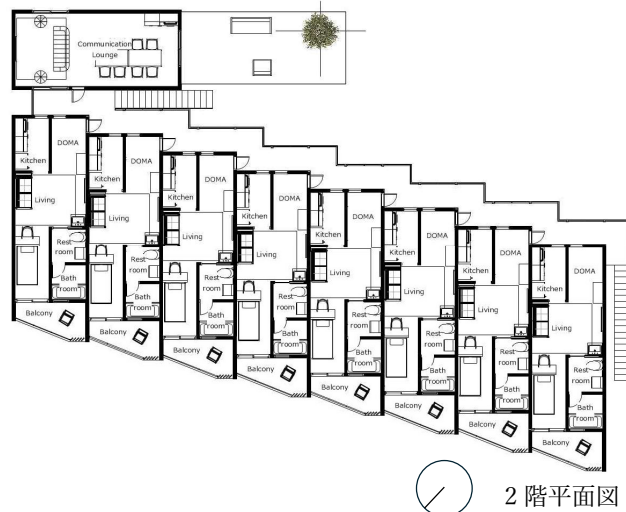


図 1.2-2 配置図



1階平面図



2階平面図

図 1.2-3 各階平面図

各階の住戸は半間ずらしながら全体として雁行した平面計画としている。各住戸との界壁はバルコニーまで延長させることで、北西に開放されながらも隣同士の気配を感じさせない特別感のあるバルコニーとなっている。また、半間ずらすことで西日を遮蔽する袖壁の効果も期待できる。

各フロア 8 戸を配置するため、1 住戸の間口は 2 間の幅しか確保できず、奥行きのある住戸計画とした。ホテルの従業員が帰宅する時間は夕方から夜中になることもある。そのため、リビングを海側に配置することが一般的な間取りだが、少しでも絶景の美しさに触れてほしいという想いから寝室と浴室を海側に配置した。浴室には座った時に目線となるように窓を設け、サンセットの海を見ながらくつろげるようにした。また、バルコニーも一つの空間と捉え、豊かな広さを確保した。



図 1.2-4 間口 2 間の空間

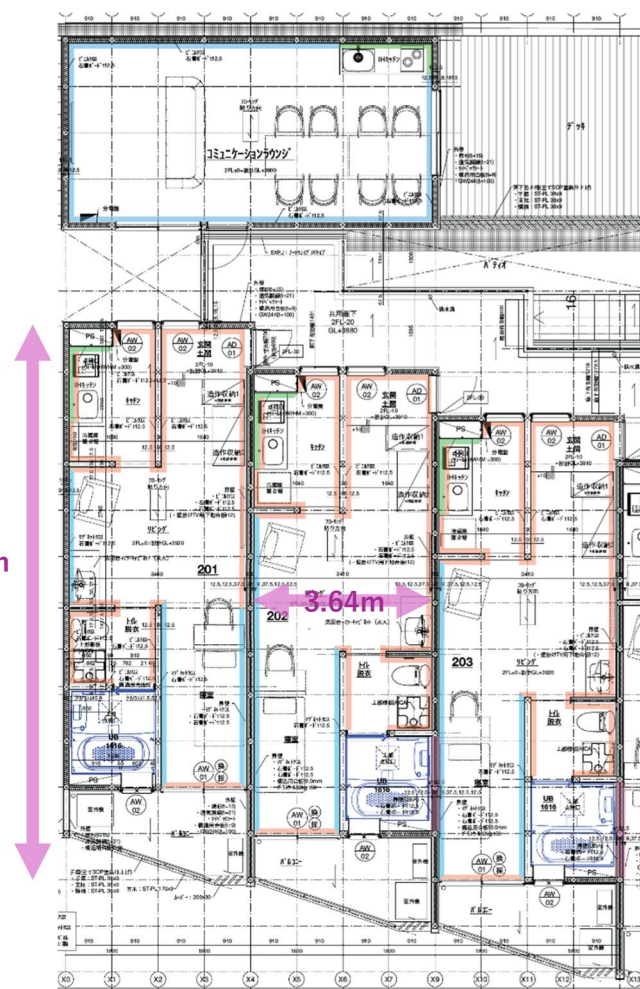


図 1.2-5 住戸詳細図

(3) 構造計画

本計画の架構形式は柱梁は一般的な木造在来軸組工法による金物工法を採用した。採用事由として職人の負担を減らしプレカットによる工期短縮を図るのが目的である。また、2階床には薄型 CLTt60mm を活用し、屋根には CLTt90mm を活用した。CLT パネルは大判での利用にはメリットがあるが、垂直構面の利用は基礎の精度や設計の難易度が上がるため水平構面での耐力を負担せることとした。Ⅰ期工事とⅡ期工事には EXP.J を設けて縁を切ることで高低差のある山留擁壁による構造計算が比較的容易になる。また、設計施工の工期短縮が最優先のため、2階については小屋組み架構をせず斜梁による屋根架構の結果、勾配屋根を利用した勾配天井となり、開放的な空間が実現できた。

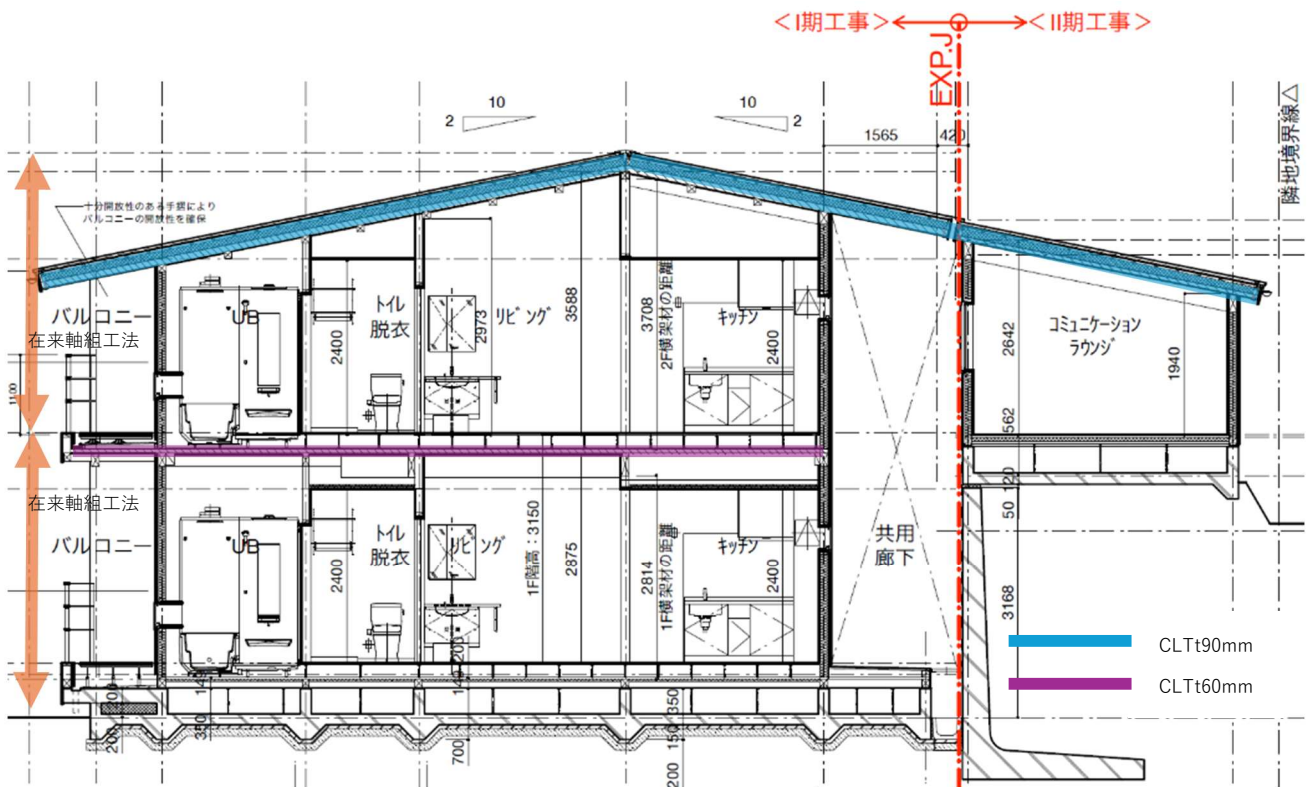


図 1.3-1 断面図

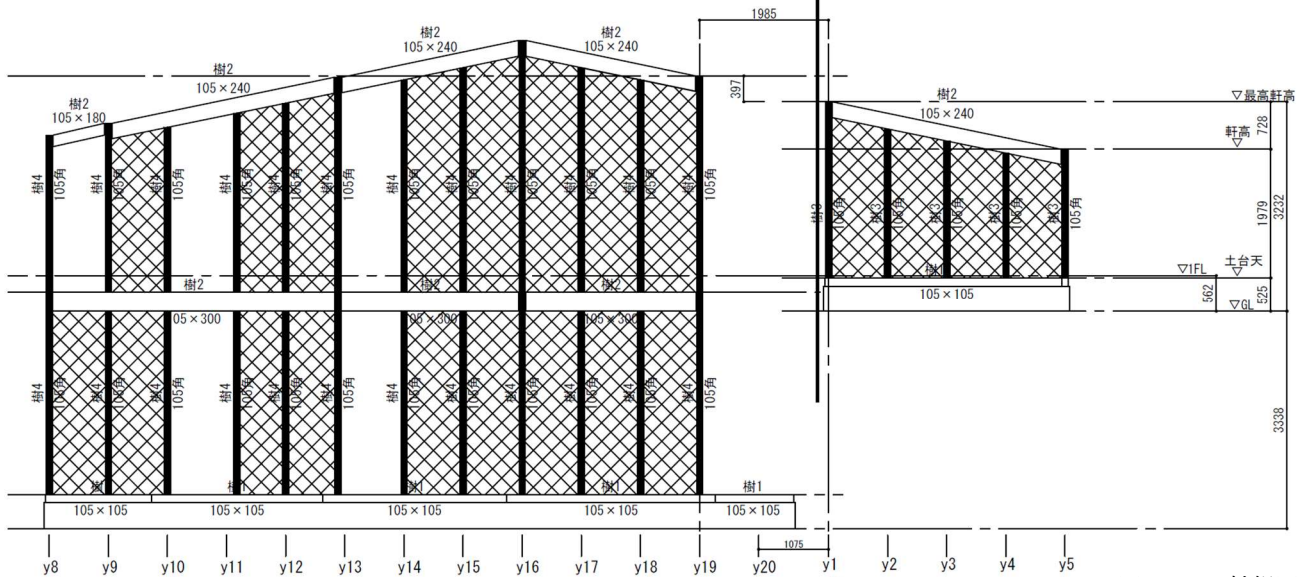


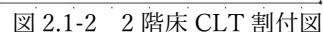
図 1.3-2 軸組図

(1) 薄型 CLT を活用した空間設計

本計画では設計実証実験を行うことで薄型 CLT の可能性を引出し、今後、様々な建築に寄与できる建築プロトタイプ的设计を行うことを目的としている。デザイン性に富み、シンプルな架構で空間を創り出せたら建築の自由度にもつながる一方で、無駄な部材を必要とせず言わば、模型のような施工方法で構築できる建築が実現できれば工期短縮にもつながり、コストも削減できると考えてこのパネルを使用することとした。このパネルは商品である。この商品の特徴は厚さ 60mm で最小だが、強軸方向を利用すれば 1m 以上の跳



CLT の特性の一つがラミナ方向は強軸であることから、支点からの跳ね出しが必要な場所や荷重の架かる場所などはラミナ方向を変えて使うことが効果的である。本計画の場合、2 階床の大半は梁方向に対して垂直方向に配置することで、3.64m のスパンに対して十分な面強度が確保され、小梁の使用が最小限



で設置可能となった。しかし、バルコニーは矩形でなくバランスの悪い形状なうえに、エコキュートや室外機などの設置スペースなため、先端ほどたわみが大きくなる。そのため、ラミナ方向を梁方向に対して平行に向けることで解決することができた。また、この不整形なバルコニーのスラブが加工された1枚のCLパネルでプレカットできたことは施工的にも効果的であった。

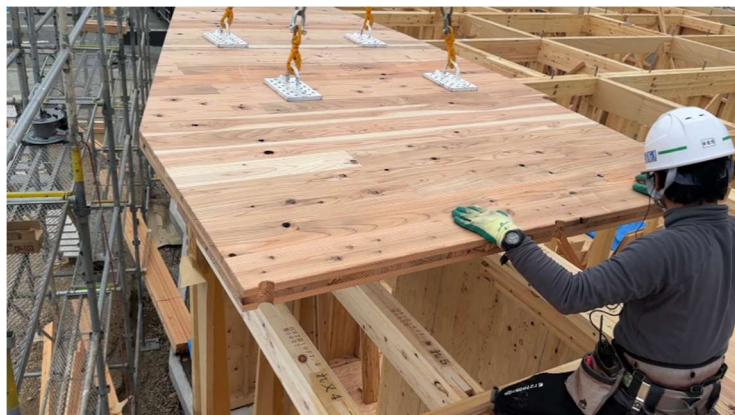


図 2.1-3 2 階バルコニースラブ施工

・面応力の高さを生かした空間

屋根における CLT の割付は 2 階床と比較して荷重が小さいので、梁方向に対して全て平行にラミナ方向を向けた割付とした。そのため、最大サイズ 910mm×4550mm のパネルでの割付も可能となった。一般的な木造建築の屋根の跳ね出しは 300mm とされる。それ以上の跳ね出しは垂木や場合によっては柱・梁も必要となってくるが、本計画ではバルコニーの大屋根は垂木がなく最大 1820mm、共用廊下の大屋根は垂木も柱もなく 1500mm の跳ね出しを実現することができた。大屋根は 2 寸勾配であり、そのまま室内からは勾配天井とした。2 階床 CLT はバルコニーまでをフラットとし、浮き床にすることで設備の配管配線ルートとしてメンテナンスも容易な計画とした。

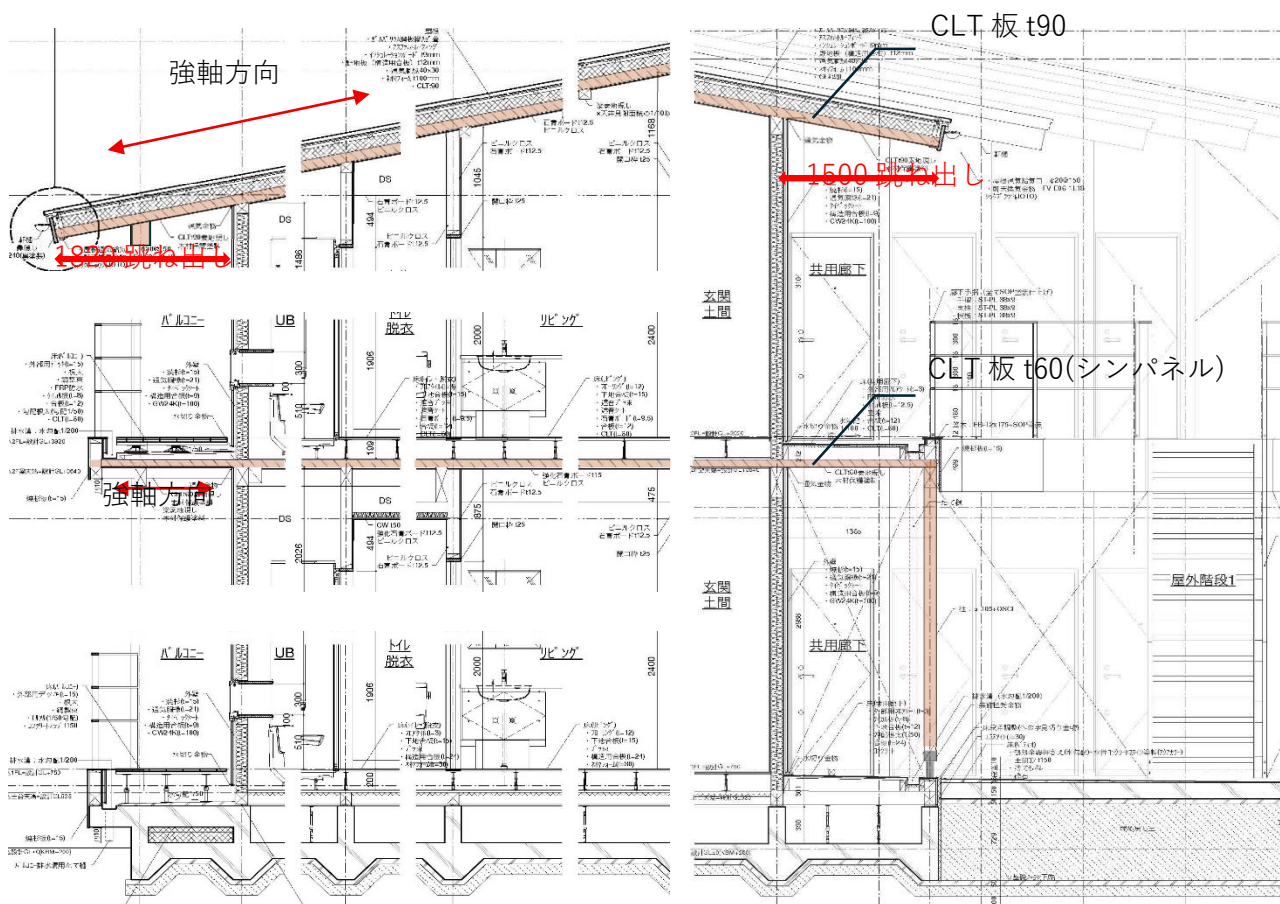


図 2.1-4 矩計図



図 2.1-5 2 階バルコニー施工写真



図 2.1-6 2 階共有廊下施工写真

この地区は都市計画区域外かつ共同住宅の 2 階床面積 300 ㎡以下であればその他建築物扱いに該当するため外部の屋根に関しては耐火構造としなくてよい。共用廊下およびバルコニーの大屋根は CLT 現しとし、美しい木質が内外ともに創出するデザインとした。黒い焼杉に覆われた外観からは軒天の木質が良いコントラストとなり高級感を惹きたたせてくれる。また、社員寮で生活する従業員にとって、生活の一部に天然木の創出が少しでも心の癒しに寄与できると期待している。



図 2.1-7 南東側施工写真

(2) 薄型 CLT を活用した遮音性

CLT のデメリットの一つとして木質のポーラス状態が遮音と吸音を低下させることが分かっている。それがゆえに、遮音を必要とされる用途の建築や室には不適とされてきた。本計画の用途は社員寮という共同住宅なため、プライバシーが要求される。また 2 階建てのため上下階の音の伝達も考慮しなければならない課題である。まず、2 階床からは重量音と軽量音がある・重量音の対策として効果的なのは空気層を作り、床への振動を伝わらないようにすることである。本計画では、CLT パネルから束材で二重床を仕上げとして、200mm の浮き床工法としている。さらに、束材は振動を伝わりにくくするゴムを挟んだ遮音束を採用し、束と CLT の間にはさらなる伝達を少なくするため、遮音シートを張って対策を講じている。そして、本計画は床と壁によって 200 m²ごとに準耐火構造とすることで内装制限緩和を受けている。CLT パネルの裏には強化石膏ボード t15mm を直貼りし、さらに表には合板と石膏ボードを貼ることで準耐火構造の告示仕様としている。床の軽量音として効果的なのは床の質量を増すことだとされている。木厚 60mm の上下に石膏ボードを挟むことで質量は増し、軽量音対策にも寄与できると考えている。そして、屋根の遮音対策については、屋根仕上材であるガルバリウム鋼板に落ちる雨音が要因となる。軽量音であるため、質量を増すことが効果的だが、断熱材としてネオマフォーム t100mm の外断熱工法を採用したうえに、コルク材であるインシュレーションボードを野地板に張ることで大きな対策になることが期待できる。薄型 CLT の普及性を考えた場合、遮音や吸音をネガティブな要因と捉えず、一般的な納まりや材料を考慮することで十分な対策がとれることを知ってもらいたい。

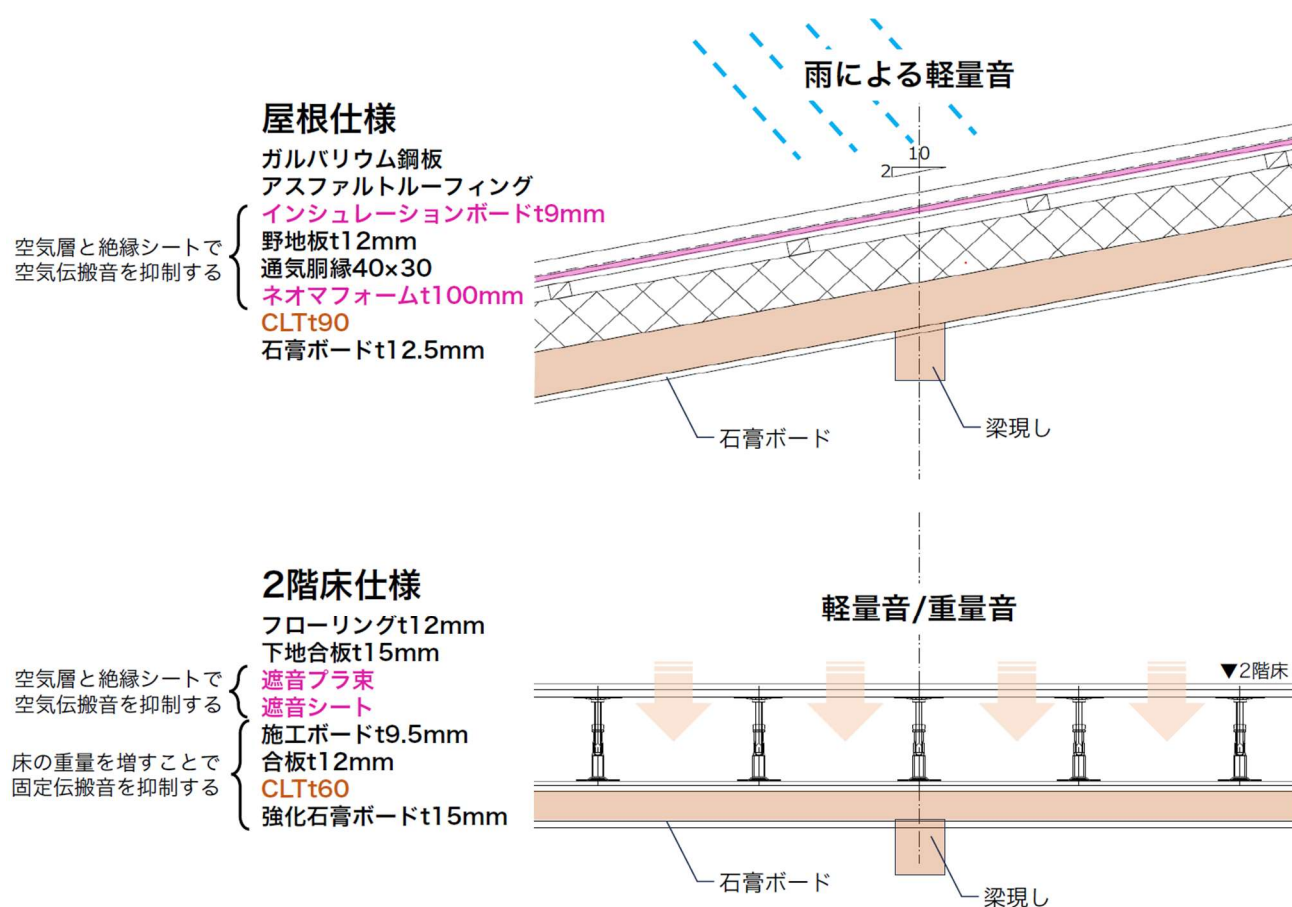


図 2.2-1 2 階床と大屋根の遮音対策

(3) 薄型 CLT を活用した合理性

薄型 CLT を採用することで、無理をせず特殊な形状でも空間を実現できることは前述したが、そのパネルを使用することで、どれほど合理的かを検証した。一般的に木造建築の下地材として使用する合板の規格は 910×1820 である。2 階床に関しては合板 245 枚に対して 64 枚に削減でき、屋根に関しては合板 282 枚に対して 128 枚に削減できた。部材数の減少はビスの本数かつ施工期間も大幅に削減でき、本計画では 2 階床施工期間は実働 1.5 日で完了し、屋根については実働 2 日で完成した。建て方開始から屋根仕舞いまでこの規模の建築で実働 15 日間で完成したことは大きなメリットではないかと考えている

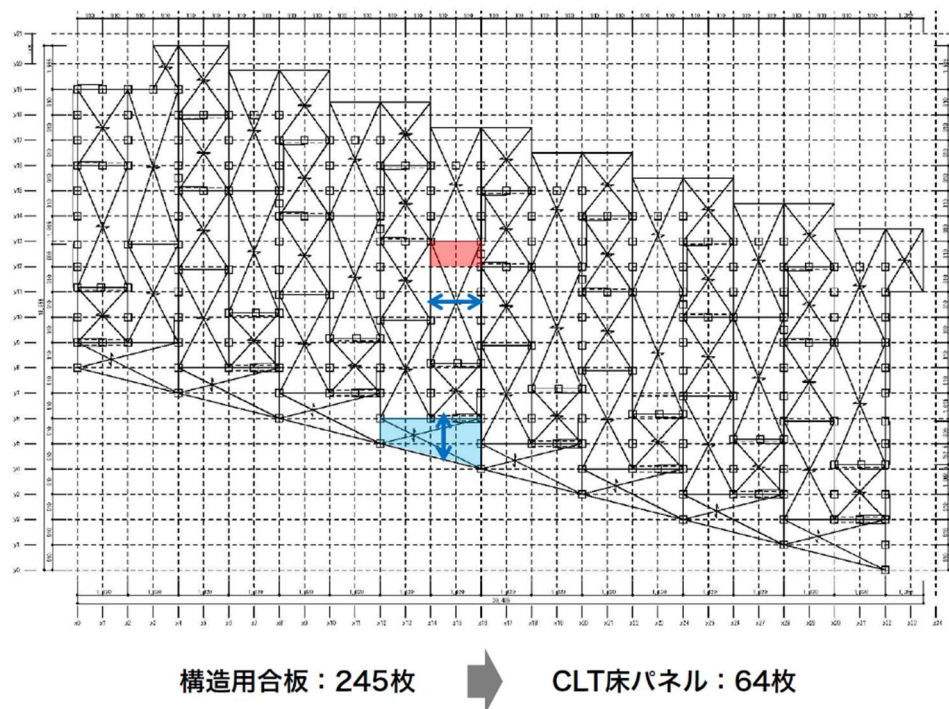


図 2.3-1 2 階床 CLT 割付図

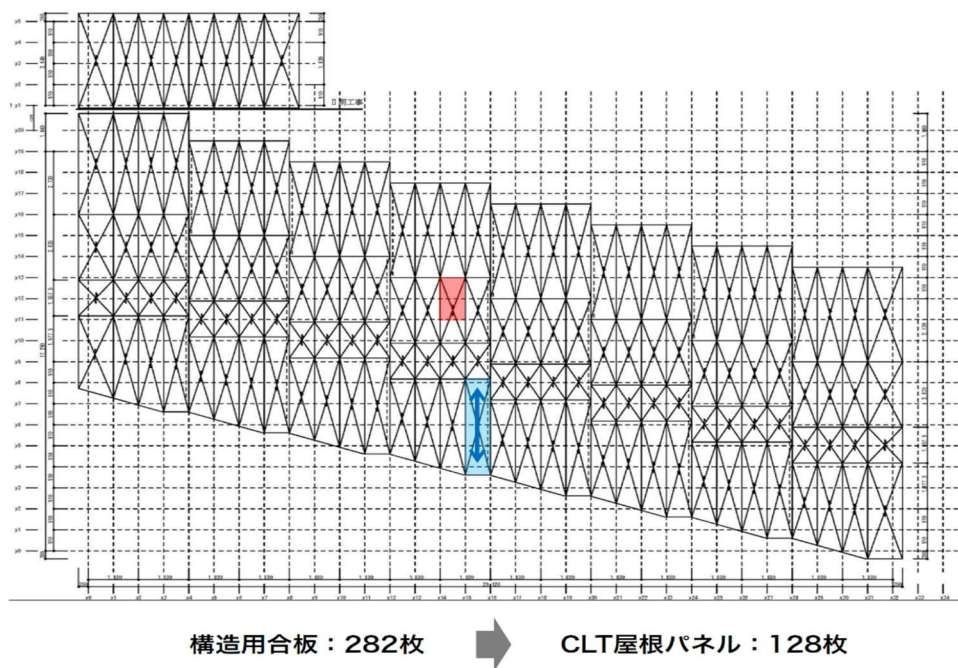


図 2.3-2 屋根 CLT 割付図

3. 建築実証報告

(1) 薄型 CLT を活用した品質確保

大判の CLT パネルであっても、パネル同士の接合部は発生する。CLT パネルと小屋組みとの固定は専用のビス固定するのが一般的である。CLT パネル同士の接合部の下部に梁がある場合はパネル上部からビスを梁まで打つことで強度が担保される。しかしながら、下部に梁がない場合は、パネル同士を接続しなければならない。

(図 3.1-1 水色部) 一般的なパネル同士の接合はパネルに予め 15mm 程度の切り欠きを行い、厚さ 15mm のスプライン合板を敷いて上部から専用のビスで固定をすることで強度が担保できるとされている。しかしながら、施工誤差や木材の乾燥収縮、長期のたわみ変動など木材は生きているがゆえに起こりうる現象がある。本計画のように CLT を表しでデザインするような建物においてパネル同士の目違いやアバレは性能的にも意匠的にも品質が優れているとはいえない。そこで、本計画では実験的に、パネルの小口に予め $\phi 15\text{mm}$ の下穴を空け、パネル施工時にドリフトピンを穴に挿入してパネル同士を接続させる工法にした。この対応により、目違いや木材同士のアバレを防止できるほか、施工時の墨の代わりにも代用できると期待できると考えている。

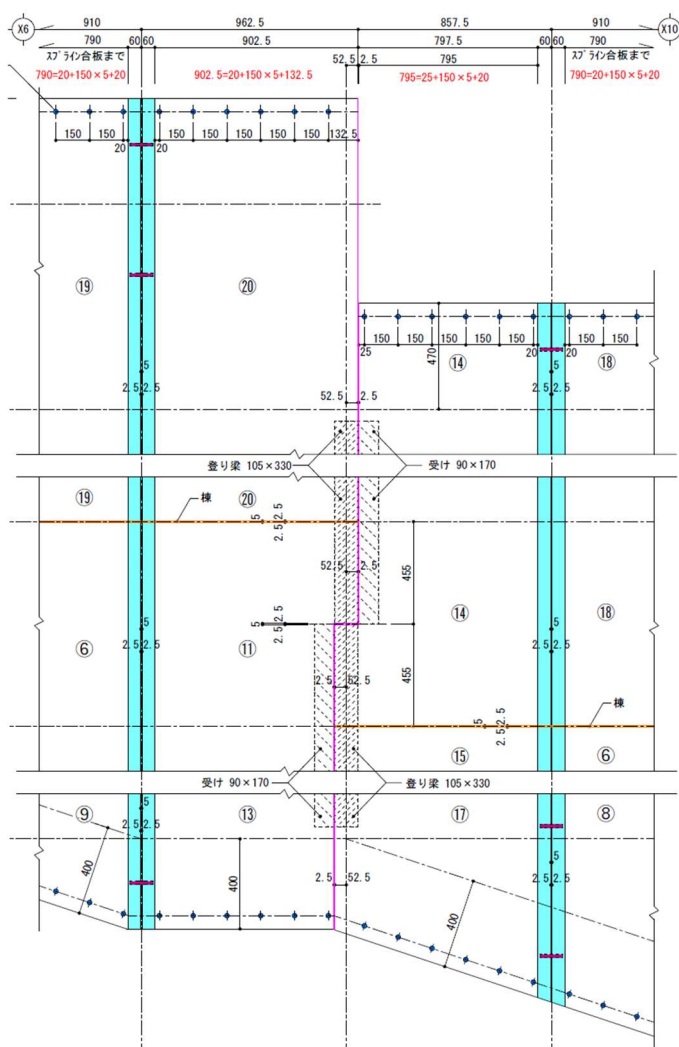
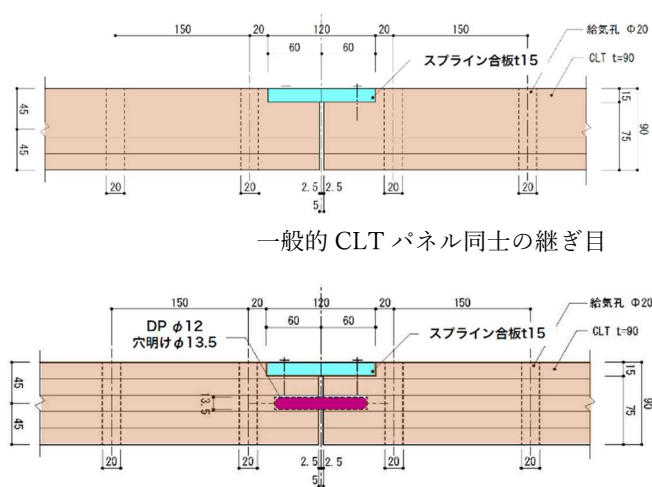


図 3.1-1 屋根 CLT 接合部詳細



ドリフトピンによる CLT パネル同士の継ぎ目

図 3.1-2 CLT パネル同士の接合部

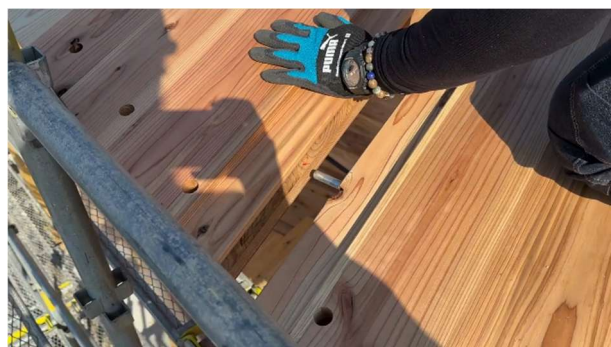


図 3.1-3 ドリフトピンの施工状況

・屋外木部現し部の耐久性

本計画では CLT パネルや柱梁など屋外での現し部には木材保護塗料により耐久性を担保している。使用した木材保護塗料は住友林業が開発したシリコン系強撥水型塗料 S-100 と呼ばれる塗料である。この塗料の特徴はいくつかあるが、一点目として、世の中に流通している木材保護塗料の大半は含浸型系塗料に対してこの塗料は撥水系塗料である。もう一点の特徴としては、撥水型は木目を生かした状態で塗布できるという点が優れているということである。

2024 年 9 月から S-100 の対候性を確認するため暴露試験を行っている。S-100 とその他有名木材保護塗料を同じ試供体に塗布し、屋根の掛かっている屋外に放置し、紫外線や雨水が直接かかる劣悪な環境で 2026 年 2 月時点で 1 年半経過した状態を確認した。

図 3.1-5 のように目視で確認できるくらい S-100 以外の塗料は色あせ、水分を含んだ影響でカビの発生まで見受けられる。まだ 1 年半だが、このまま観察した場合木材の劣化が進み、朽ちていくことが想定される。しかしながら、S-100 は多少色落ちが見受けられるものの、木材の状態は良好であり、表面は乾燥した状態が続いているように見える。この状態で数年経過しても色あせは進むかもしれないが木材の劣化は出ないであろうと予想できる。万が一塗料の劣化が進んだ場合、S-100 は上塗り、タッチアップを施工しても色むらや浮きなどが出ない商品であるので比較的容易にメンテナンスできるのも特徴の一つである。

CLT のような積層されて接着しているいわゆる合板の木材は含浸系塗料より撥水系塗料のほうが水分を表面で浮かすことができ、効果的であると考察できる。



図 3.1-4

シリコン系強撥水性塗料 S-100

2024.9.16



2026.2.16



1年半

図 3.1-5 木材保護塗料による暴露試験

2026.2.16



図 3.1-6 暴露試験開始時の木材状況

- ・CLT パネル現しによる屋根通気の納まり

給気孔φ20@150

图 3.2-4 屋檐通气施工状况

・3Dモデルビューワーによる施工確認

本計画は雁行平面計画で架構の読み取りが複雑なうえに、梁と CLT 屋根パネルとの接合部に留意点があるなど図面や製作図では理解しづらい箇所がある。まして、職人さんにおいては今回初めて CLT 施工に従事した方もいるなか、施工当初に確認しながら柱梁など間違えないように確認と理解を深めて進める必要があった。そこで、プレカット加工図作成の際に軸組の全てを網羅した 3D モデルを製作し、それを専用のアプリで閲覧できるビューワーに展開した。このアプリを職長や棟梁以外の大工さん、屋根工事を請け負う板金屋さんにも携帯にインストールしてもらい、迷った場合や納まり方を確認する際に現場で確認できるようにした。この小さな工夫が職人さんの理解に大きな貢献を果たし、手戻りや間違いなどを防止し、初めての CLT 施工でもスムーズに建て方を遂行できた。今後、このような複雑なデザインや納まりなど技術を利用して、設計と施工が一体となってプロジェクトを進める仕事が増えていくことを考えるとよいアイデアであったかと考えている。

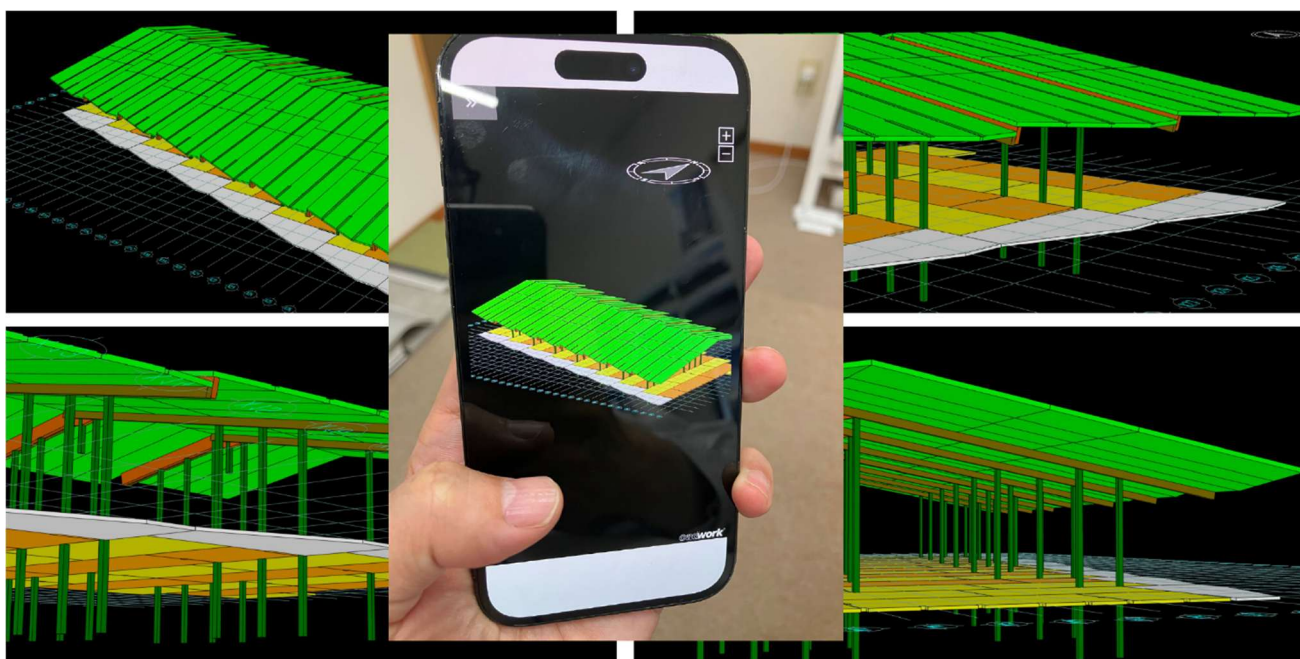


図 3.2-5 3D モデルによる架構



図 3.2-6 建て方完了状況

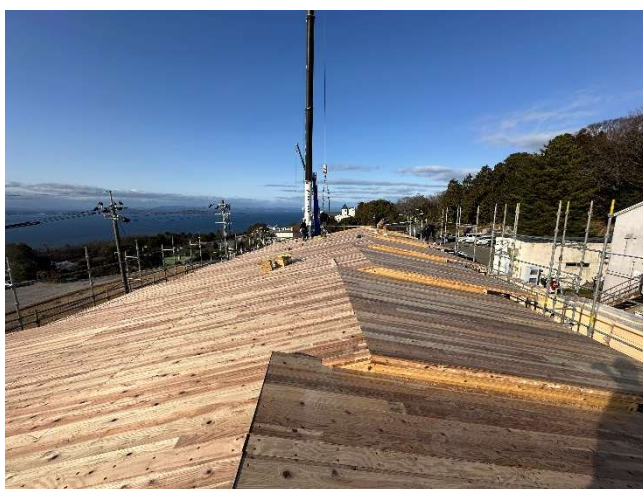


図 3.2-7 屋根施工完了状況

(3) RC 造との工程比較検証

・施工状況報告



図 3.3-1 基礎施工完了



図 3.3-5 屋根 CLT 施工状況



図 3.3-2 1 階建て完了



図 3.3-6 外壁下地施工状況



図 3.3-3 2 階床 CLT 施工完了



図 3.3-7 焼杉施工状況



図 3.3-4 2 階建て完了



図 3.3-8 焼杉施工完了

・RC 造との工程比較

本計画は共同住宅であり遮音性能に効果的である RC 造とした場合の工期比較を行った。結論からすると RC 造と比較した場合 3.5 カ月の工期短縮が図れた。主な要因として 3 つある。1 つ目は上部構造を木造とすることで大幅な荷重軽減になり、杭および地盤改良が不要となったこと。2 つ目として各層ごとの躯体工事の工期短縮が図れたこと。各層ごとには型枠、配筋、返し型枠、打設、養生、脱型という RC 造特有の工種が多いことが起因している。そして 3 つ目として内装工事の現しによる工期短縮である。RC 造は断熱性の確保、防水、軽天下地など内装に伴う工事が多くなることが起因している。特に今回のような離島ではどうしても海上輸送などの工期も含めると長くなってしまうのである。木造でさらに前述したように大判での使用は一般的な合板を使用する木造建築とも比較して大幅な工期短縮になることは明らかである。反省点もある。CLT は加工に時間を有することだ。発注から納材まで約 3 カ月を要していて、確認申請がおりないとメーカーとしては発注をかけられないとなると、柱梁などのプレカットの建て方が終了しても CLT が納材されず時間にロスが生じてしまった。その間は先行して耐力壁などの施工を行い、無駄な時間をしないよう心掛けることである。

木造軸組在来工法+CLT工法

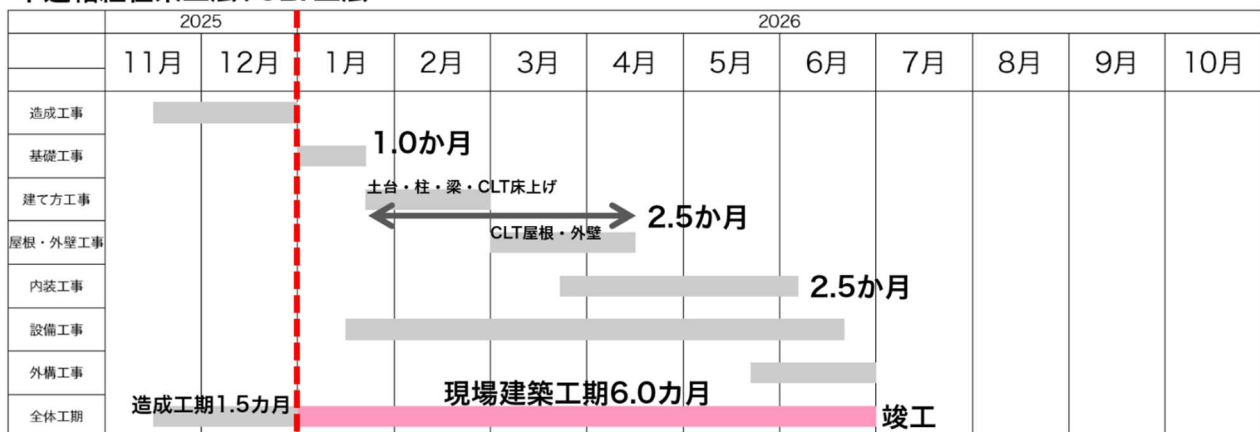


図 3.3-1 木造軸組在来工法+CLT 工法の工期

RC造

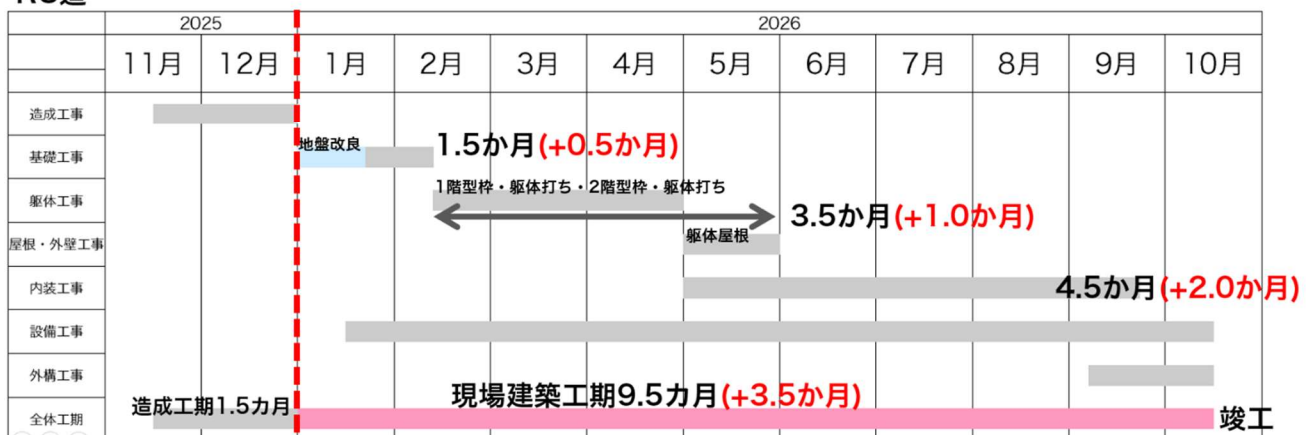


図 3.3-2 RC 造の工期

(4) その他工法とのコスト比較検証

・RC造とのコスト比較

項目	木造				RC造				
構造	在来木造金物工法+CLT(2F床65t・屋根パネル90t)				壁構造				
規模	2F建て				2F建て				
延べ面積	566㎡（施工面積 758㎡）				566㎡（施工面積 758㎡）				
イメージ写真									
工程	基礎工事(RC)→1F(土台、柱、梁は在来木造工法+耐震壁+床上げ)→2F床CLT65t→2F(柱、梁、耐震壁)→屋根CLT90t 施工				地盤改良 → 基礎工事(RC)→土間コン → 1FRC壁式躯体 → 2FRC壁式躯体 → 養生型枠バラシ				
比較内容	基礎工事～ 外壁・屋根仕上げと内部床、壁、天井地下PBまで				基礎工事～ 外壁・屋根仕上げと内部床、壁、天井地下PBまで				
工事費	基礎RC躯体工事	項目	数量	金額(千円)	備考	項目	数量	金額(千円)	備考
		躯体工事（地盤強化なし）	1 式	19,504	掘削+基礎+土間	RC躯体工事（地盤改良あり）	1 式	26,420	地盤補強+掘削+基礎+土間
	2F分上部木造躯体工事	CLT材料費	70 ㎡	8,051	集成材	型枠費	3,161 ㎡	20,544	材工
		CLT加工費	63.5 ㎡	12,871	集成材	鉄筋費	55 t	10,138	材工
		在来材料費	85.8 ㎡	15,650	土台・柱・梁・小屋組	コンクリート費（打設・ポンプ共）	553 ㎡	20,160	材工+圧送+左官
		在来加工費	85.8 ㎡	4,250	土台・柱・梁・小屋組				
		建て方費 大工手間	149.3 ㎡	3,035	70tラフター共	荷揚げ費	130 t	1,170	組立・解体
		輸送費 PC+CLT	15 台	2,520	加工品・運搬	航走費・宿泊費	1 式	3,500	資材・職人・ポンプ車
		その他 金物費	1 式	1,950	接合金物他	その他			
		屋外鉄骨階段	2 基	2,300	独立構造				
	仕上げ工事	屋根仕上げ+樋	421 ㎡	6,500	断熱下地+板金屋根	屋根仕上げ+樋	421 ㎡	7,700	下地+断熱+板金屋根
		外壁仕上げ	621 ㎡	5,900	焼き杉板15t	外壁仕上げ	621 ㎡	2,174	打ち放し+保護塗装
		内床仕上げ	675 ㎡	5,980	アクセスフロア	内床仕上げ	675 ㎡	5,980	アクセスフロア
		内壁仕上げ	2140 ㎡	6,550	CLT現し+一部PB	内壁仕上げ	2140 ㎡	4,630	PB(GL工法)
		天井仕上げ	260 ㎡	2,250	CLT現し+一部軽天	天井仕上げ	260 ㎡	4,714	軽天+PB
		外部建具	1 式	4,320	アルミ木製	外部建具	1 式	8,480	アルミビル用
		合計		101,631		合計		115,610	
		㎡あたり単価（円）		134,077	施工面積当たり	㎡あたり単価（円）		152,520	施工面積当たり
	工期	躯体工期 基礎25日+1F、2F構造体完了55日 =80 日				躯体工期 地盤強化5日+基礎35日+2F躯体80日+養生バラシ30日 =150 日			
	総括	敷地と眺望の関係で、平面計画は雁木形状が最適と考え、実施設計時には、コストと工期と施工精度の関係で、柱・梁は在来木造金物工法と2F床に65tCLTパネル、屋根は90tCLTパネルを採用した。昨年の同様の工法で施工経験があり、在来PCとCLTの加工は、別の業者のため、情報共有を図り、スムーズな加工ができた。只CLTの製作期間がタイトであったため、2F床と屋根に分けて現地納品した。在来建て方からCLT納品にタイムラグがあり、耐震壁等を先行して建て方を防止したため、予定通りの施工日数となり、建て完了とRC造の躯体打ち上げ完了との差は2.5ヶ月になる				支持地盤の関係で、RCの場合浅層地盤改良(H1.5M)必要となり、雁木形状の平面のため、型枠、鉄筋の施工単価も割高になる。コンクリートも島内のため高松等の都市部の単価より3割高めである。工事業者・資材(型枠材工、鉄筋材料、コンクリートポンプ車)も島内調達にはできない事情がある。職人不足の中、生産性を考えると極力工場でファブリケートできるものはアウトソーシングできる様、設計するのがトータルコストを抑える事になる。躯体費の比較では、木造より14%高くなる結果である。工期短縮による諸経費の減額を考慮すると、約15%の差がでる予想である			

図 3.4-1 木造と RC 造のコスト比較

前述した RC 造との工期比較に合わせてコスト比較も検証した。RC 造では設備機器や配管ルートなど二次的起因があり正確なコスト比較ができないため、今回は設備工事費を除いた建築工事費のみで比較検証を行った。詳細な内容は表を確認してもらいたいが、結論として 12% の削減に至った。主な要因としては先程の工期比較で述べた 3 つの起因による人工代と材料費が大きな要因であった。コンクリート造のような現場作業が多くなることは職人不足なか、最大限プレファブリケート化するのが得策である。よって CLT のような木造は適していると考ええる。

・純在来木造との工期・コスト比較

では、同じ木造建築で一般的な純木造在来工法と建て方までの工期、コスト比較した場合はどうだろうか。こちらは結論からすると、工期は 80% 短縮できるが、コストについては純木造在来工法のほうが躯体仕上げ代は 8~10% 程度安くなることが分かった。CLT 造とする場合はトータルの判断と地域による情勢も踏まえて判断する必要がある。小豆島のような職人不足で島外からの応援を頼まざるをえない状況のなかで、工期の 80% 短縮は人工代を大幅に抑える要因となり、結果的に躯体仕上げ材で 10% 高くなってもトータルコストは同じか若干安くなるかもしれない。ほかにも、意匠性や雨じまいなどの止水性能、遮音断熱などの内部性能、そして、作業安全性など多くのメリットが CLT 造にはあることを考えると本計画は施主要望による短工期、優れた意匠性を優先するプロジェクトにおいて、最善の工法なのではと考えている。

建物規模・構造		(2床・屋根CLT+在来木造)の木構造	
	1F W 床施工面積	360.15 m ²	延べ施工面積 758.23m ²
	2F W 床施工面積 CLT	398.08 m ²	
	屋根 施工面積 CLT	346.21	
	CLT面積	744.29 m ²	
①工期比較 (現地実働)	(日)	(日)	備考
(仕上げ着手可能日)	在来木造工法 (金物工法)	在来木造 (金物工法) + CLT 案	
土台+1F+柱・梁	3	3	5人体制
2F 在来 or CLT	10	2	5人体制
2F 柱・梁	3	2	5人体制
屋根 在来 or CLT	12	2	5人体制
屋根 断熱下地野地合板まで	8	3	5人体制
軒天 仕舞い	11	1	軽天+塗装
	31	6	25 短縮
②工費比較	(千円)	(千円)	備考
②-1、2F 躯体費	在来木造工法 (金物工法)	在来木造 (金物工法) + CLT 案	
CLT 費用		20,922 (CLT 原板 70.05m ³ 、加工板 63.55m ³ 在来 85.8m ³)	2F、屋根
在来木造費 1F、2F 柱・梁	19,900	19,900	材料+加工+金物 85.8m ³
屋根底受け梁材・合板	9,850	0	梁、大引、根太、母屋、垂木、合板 (水平剛性の強化が必要) 運搬
同上 PC	2,850	0	
軒天下地+化粧費	1,353	0	82m ² 鼻隠し/破風化粧費共
大工施工費	4,340	840	
	38,293	41,662	3,369 高価
③意匠性等			
すっきり感	×	◎	軒先厚みをスリム化と軒が深く、雨や日照のコントロールができる
雨仕舞い	△	○	パネル枚数減で継ぎ手激減
遮音・断熱作業施工性	○	○	仕様が同じ
作業安全性	△	◎	落下防止となる

躯体と仕上げて考えると、在来木造の方が、トータルでは、8%~10%ほど安価となるが、意匠、工事施工性を考慮すると CLT 使用の場合は同等の効果があると考え

図 3.4-2 純木造在来軸組工法とのコスト比較

4. 性能実証報告

(1) セン断破壊試験

今回の建物で持ち出し底部分の CLT パネルの接合部下部が梁に緊結されていない部分があり、CLT パネルどうしの接合は一般的なスプライン合板 120×15 を介してビス止めとする方法を採用した。ただ屋根底部分であり、底鼻の水平性を確保するには、スプライン合板のみでは不安があり、パネルジョイント小口の 2 箇所既成ドラフトピン 12Φ×155 を埋め込み、水平ラインの確保を期待した。今回の試験は構造上底部分の水平剛性確保の必要はないが、このような梁、柱フレームに CLT 面材を張り合わせた構造の性能確認試験です。試験方法は日本住宅・木材技術センター 2017 年版の 4 章「試験方法と評価方法」の 4.3「鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断耐力を算定するための試験」に準じて行った。設置方法はタイロッド式である。試験は愛媛県林業研究センターのせん断破壊試験機で行った。試験体は、ダボなし 1 体と隠しダボあり 3 体で行った。製作仕様は下記に示す。

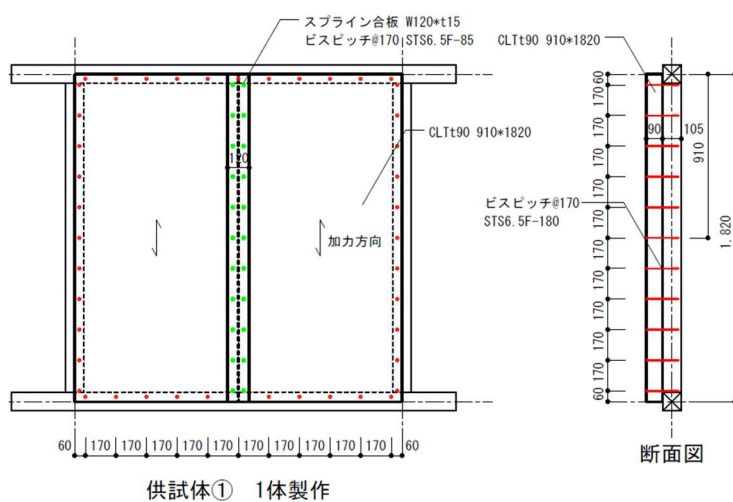
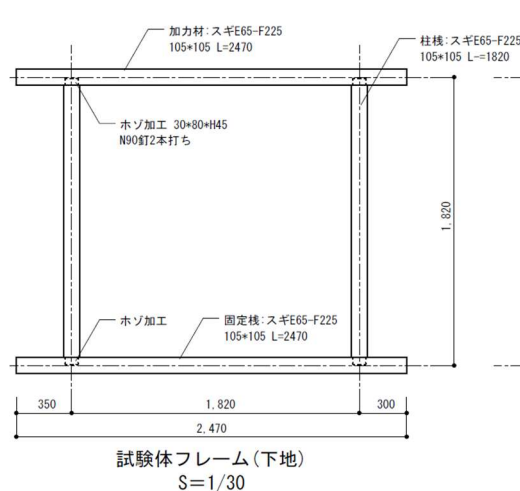
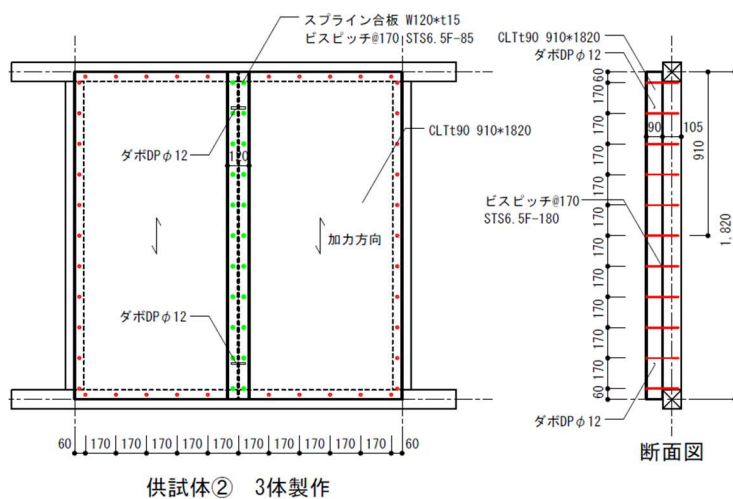


図 4.1-1

愛媛県林業研究センターせん断破壊試験機



供試体② 3体製作

図 4.1-2 供試体の製作仕様

- 試験体使用材料・機器

CLT材 90t スギ Mx60A-3-3 水性高分子-イソシアネート系接着剤(室内用) 以上銘建工業



スプライン合板 15t 針葉樹特類 2級 C-D ドラフトピン タツミ DP-145 12Φ
フレーム(柱・梁・土台材 杉集成材) 以上オークラ PC

成績書

8農研林第12-1号

山県小豆郡土庄町淵崎甲1338-2
株式会社西崎組
代表取締役 西崎 博史

分析(試験・鑑定・測定・検査)の内容
供試品: スギCLT木造構面
形状: CLT幅1,820mm×高さ1,820mm
試験体数: 4体
試験方法: 面内せん断試験
木造軸組工法住宅の許容応力度設計2017年版(財団法人日本住宅・木材技術センター)の4章「試験方法と評価方法」の4.3「鉛直構面及び水平構面の剛性と許容せん断耐力を算定するための試験」に準じて行った。
試験体の設置方法: タイロッド式

(成績)
供試品として依頼のあったものの成績は以下のとおりでした。

試験体	最大荷重 Pmax (kN)	a 降伏耐力 Py (kN)	b P _{0.2} 2f (2σ _μ -1) (kN)	c 最大荷重の2/3 2/3Pmax (kN)	d 1/150rad時の耐力 1/150rad P (kN)	壁倍率	決定 項目	備考
No1	61.09	35.61	30.70	40.73	28.26	7.92	d	ダボ無し

試験体	最大荷重 Pmax (kN)	a 降伏耐力 Py (kN)	b P _{0.2} 2f (2σ _μ -1) (kN)	c 最大荷重の2/3 2/3Pmax (kN)	d 1/150rad時の耐力 1/150rad P (kN)	壁倍率	決定 項目	備考
No2	64.00	34.98	30.467	42.67	27.84			ダボ有り
No3	58.37	32.74	26.56	38.91	27.49			ダボ有り
No4	71.41	39.15	32.55	47.60	29.9			ダボ有り
平均		35.623	29.859	43.06	28.41			
標準偏差		3.25	3.04	4.36	1.3			
変動係数		0.091	0.102	0.101	0.046			
ばらつき係数		0.957	0.952	0.952	0.978			
基準耐力		34.09	28.43	40.99	27.79			
壁倍率		9.56	7.97	11.49	7.79	7.79	d	

部材	サイズ (mm)	材質	体積 (m ³)	No.1 ダボ無し 密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	No.2 ダボ有り 密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	No.3 ダボ有り 密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	No.4 ダボ有り 密度 (kg/m ³)	含水率 (%)
桁材	105×105×1202	スギ集成材	0.013	406	11.5	424	11.4	421	11.0	455	11.1
柱材1	105×105×1202	スギ集成材	0.013	461	11.6	458	12.3	467	10.6	428	13.0
柱材2	105×105×1202	スギ集成材	0.013	456	11.5	423	11.3	457	12.0	459	13.1
土台	105×105×1202	スギ集成材	0.013	431	11.5	385	11.3	432	11.6	545	10.6
床材	1820×910×90	スギ	0.148	422	10.7	405	10.9	401	9.7	426	10.6

この成績は、令和8年2月24日 本研究所に依頼された供試品について行った試験の結果である。

令和8年4月 日

愛媛県農林水産研究所長

面内せん断試験の結果は、左記表に示す通りダボありとダボなしの比較では耐力強度の相違は見られない内容であった。壁倍率は変形角から算定した1/150rad Pから7.9との結果であり、現在壁倍率の上限は告示仕様では5.0倍であり、CLTの高倍率仕様(専用金物・高密度ビス):5.0倍から考えると壁、屋根に活用できる工法である。大臣認定を取得すれば7.0倍を視野にできる方法である。

塑性域での破壊状況は、取り付けビスの変形(写真参照)と下地フレームの割れ(写真参照)であり、フレーム補強すれば、さらに倍率アップの可能性は期待できる。3供試体にばらつきがあるのは木材特有のフレーム強度の差であり、試験体の数を増やせばおのずと均一化すると思う。隠しダボ部分の状況は、杉材の削孔径のダボによる圧縮変形は楕円状に変形したが、ダボの変形は見られなかった。(写真参照)ビスの変形(写真参照)や、隠しダボの面材のずれが見られた。

図 4.1-3 面内せん断試験結果



図 4.1-4 隠しダボ破壊状況写真



図 4.1-5 ビスの変形写真



図 4.1-6 せん断試験破壊時状況写真

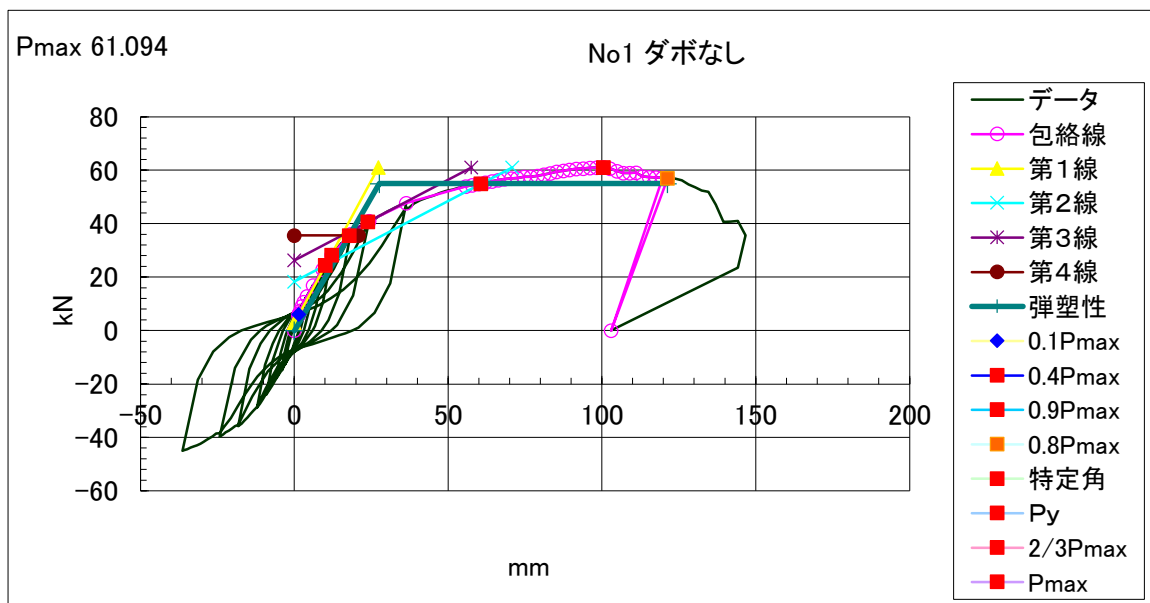


図 4.1-7 隠しダボなし荷重履歴曲線

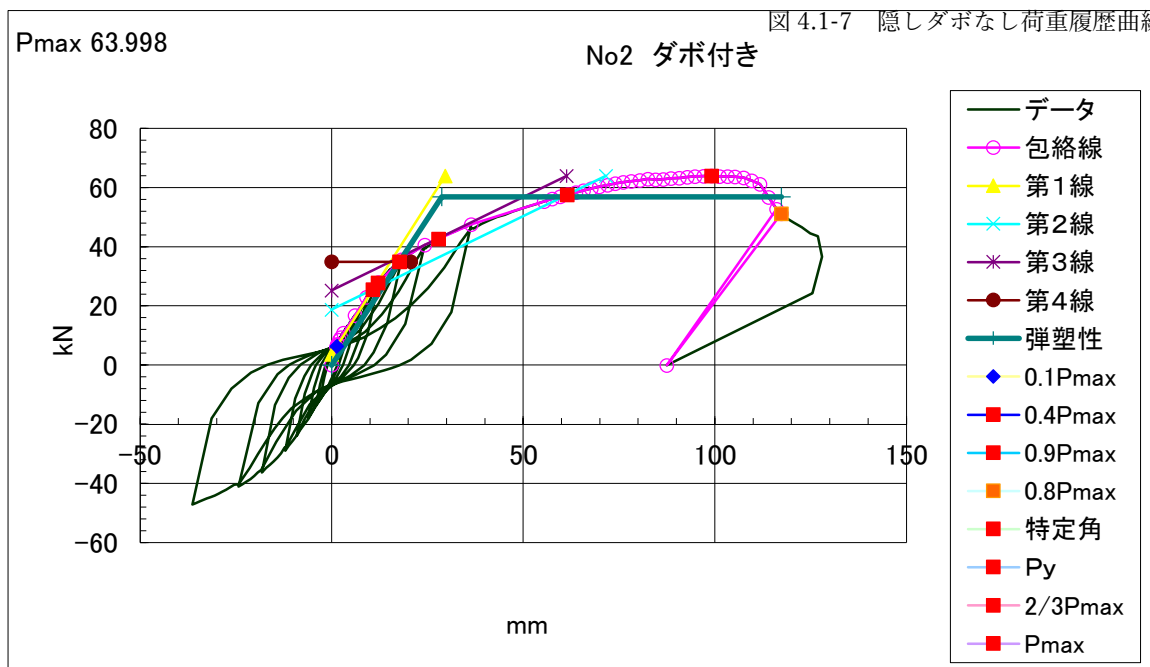


図 4.1-8 ダボあり荷重履歴曲線 (供試体①)

特定角 $1/150\text{radP}$ (変位 12.1mm) の耐力が P_y 、 $2/3P_{\text{max}}$ 、 P_{max} より小さいので倍率算定の根拠となっている。

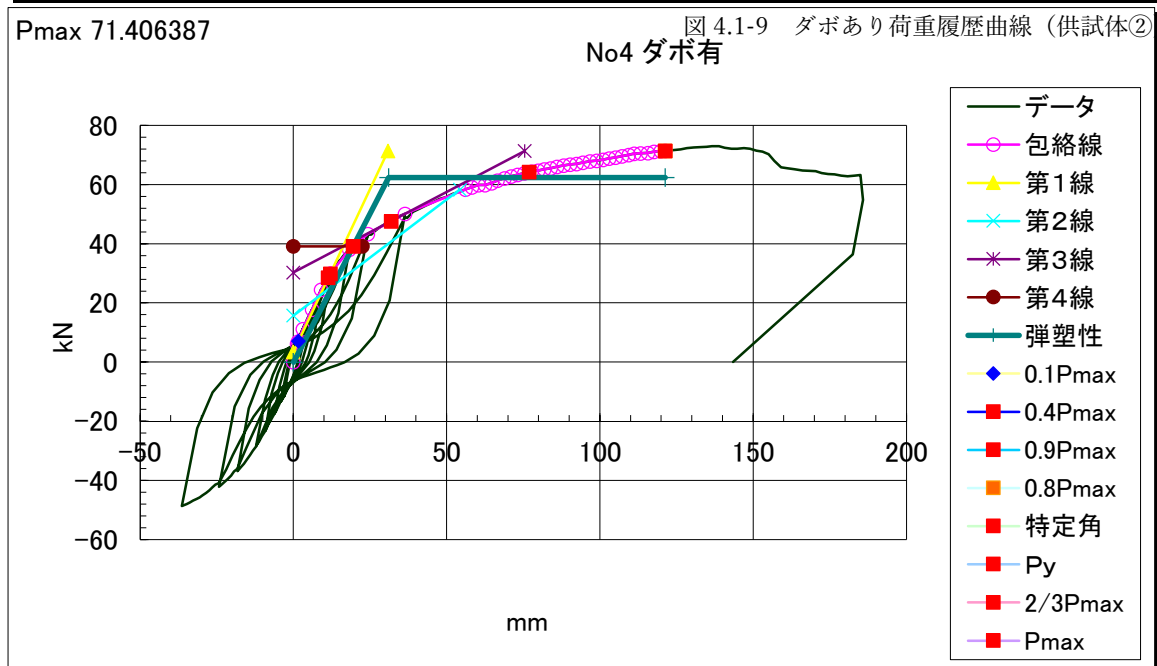
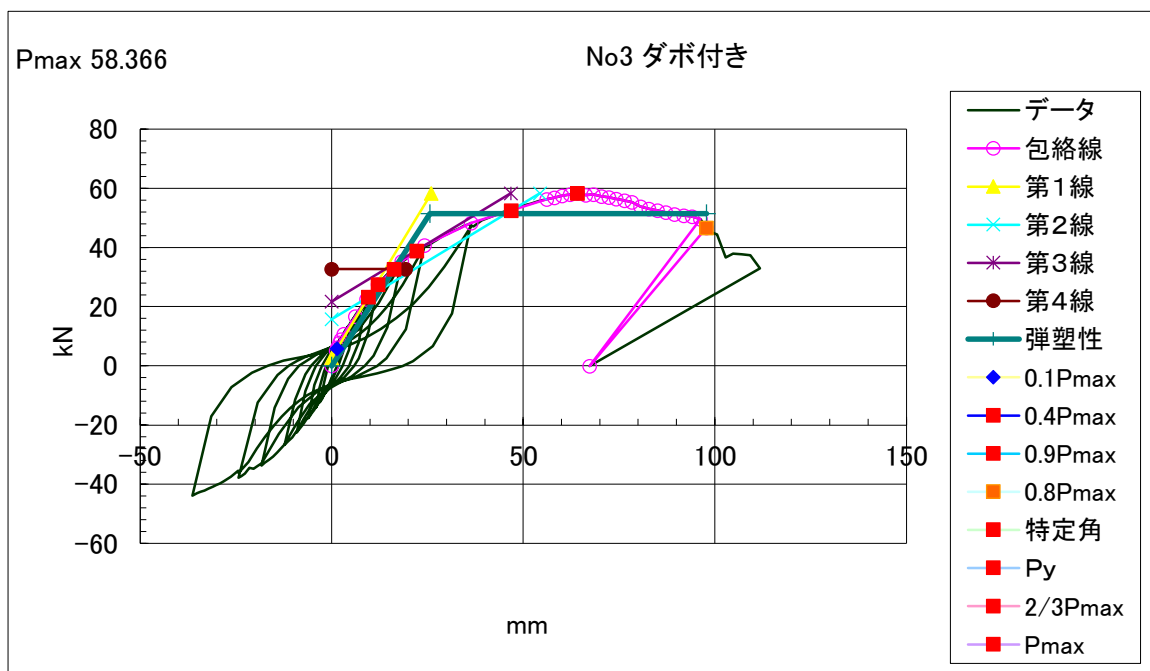


図 4.1-10 ダボあり荷重履歴曲線 (供試体③)

(2) セン断破壊試験結果に対する考察

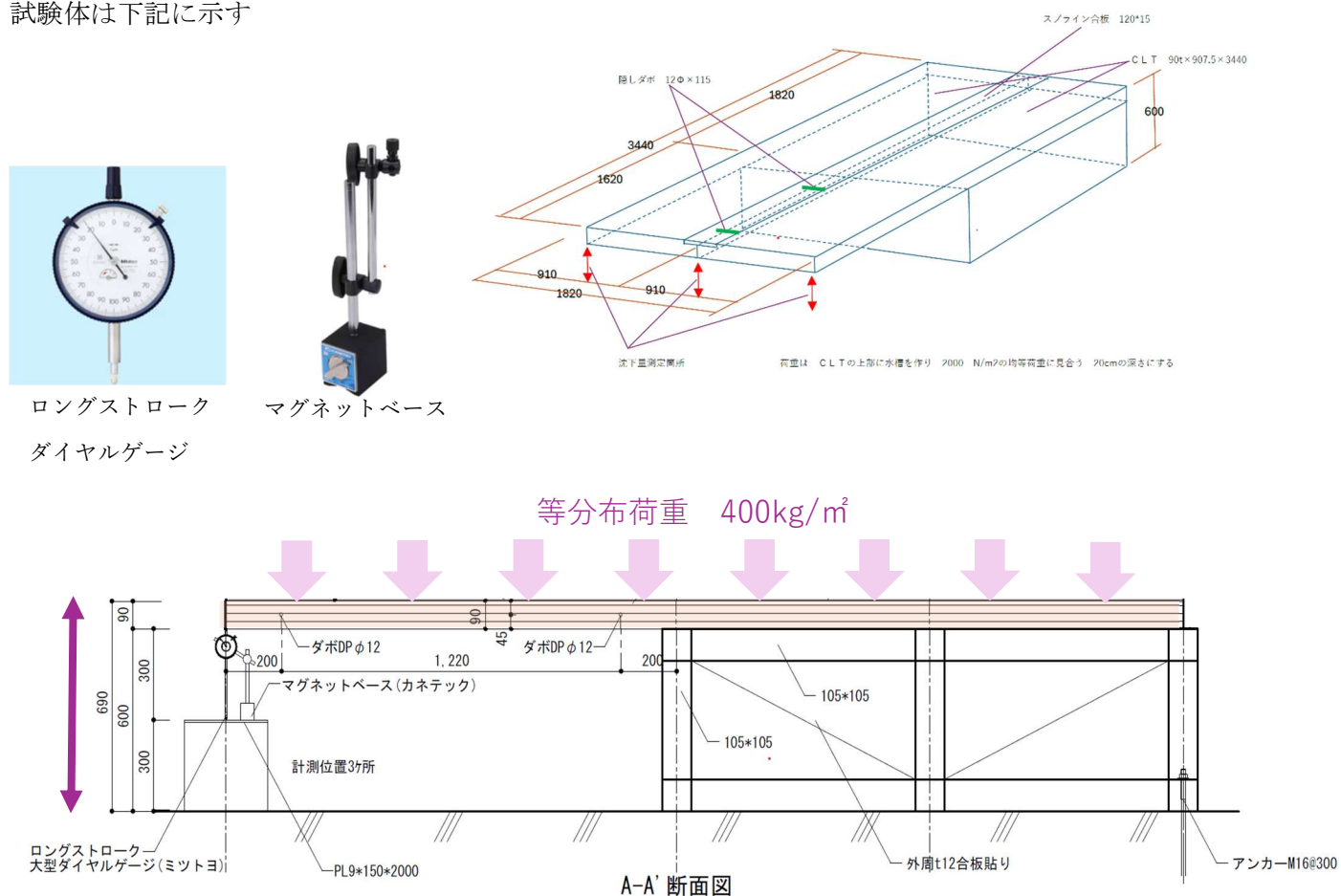
スプライン合板による試験体仕様は、取り付けビス STS6.5F-85 @200 以下を@170 に取り付け、フレームとCLT面材の取り付けビス STS6.5F-180 @200 以下を@170 で固定したものを使ったのでビスの固定度は高くなっている。またフレームサイズはW1820×H1820で、壁耐力を考える場合は高さが低いので、倍率が高く出る傾向にあるが、5倍は担保できていると考えられるので、CLTパネル継ぎ手に梁、柱のないフレームでも、最大5倍耐力が確保できることがわかった。破壊形状から見るとビスの変形によるフレーム土台への押し込み、せん断破壊による終息であり、フレームの強度強化により更なる

倍率向上が期待できる。

(3) クリープ実大試験

今回の建物の2F廊下の屋根が梁・桁フレームのないCLT3層90tの片持ち底を採用した。持ち出しサイズは強軸方向1600mmである。CLT素材は木材であり長期的な荷重状態での軒先沈下量（クリープ沈下）を検証した資料がなく、今後の設計展開を考えるとその指標となるエビデンスを実大実験で獲得しようとするものである。長期期間に亘るため、今回は92日間の計測の結果について報告する。

試験体は下記に示す



実荷重には、設計耐荷重の2倍の荷重を20kgの砂袋を使って載荷する



図 4.3-2 実大実験状況写真

試験体使用材料・機器

CLT材 90t スギ Mx60A-3-3 水性高分子-イソシアネート系接着剤(室内用) 以上銘建工業
スプライン合板 15 t 針葉樹 特類 2 級 C-D ドラフトピン タツミ DP-145 12Φ
計測器 (株) ミスミ製

(4) 試験方法

計画図のように、弊社資材倉庫の室内の一角に建屋を模した架台上に 今回計画したW910 の CLT 90 t パネルの 2 枚接合部をスプライン合板 W120mm×15 t をビス STS6.5-F85 で@170 にて固定 片持ち1600のパネルの先端と梁から200mm入った位置に隠しダボDP-145 12Φを設置した盤上に 20kg/袋の砂袋を 68 袋均等荷重となるよう積み重ねて、暦日沈下量をストラーク 50mm の大型ダイヤルゲージで先端部分の沈下記録をとる（測定精度 1/100mm） 最低1年間の記録を取りその後の沈下性状に

同一性が見られた時点で計測中止とする 負担荷重は今後の設計に生かせるよう建築基準法施工令 85 条の床計算用積載荷重を上回る 4000N/m2 とした。

・準備計算

測定開始日の初期荷重による推定沈下量を計算し、以後の測定に備える計測に備え、別添の測定フォーマットを準備した 計測中に必要に応じ順次計測項目も増やしていく予定 測定箇所は先端の両端と継ぎ手中央位置とした。

・計測開始

2026、3、3の午後から、鼻先に3箇所セットしたダイヤルゲージをリセットした後、300kg、600kg、900kg、1200kg、1360kgの5段階で荷重をかけて計測したところ、4023.67N/m2（20kg 砂袋 68 袋分）の時点の初期沈下量が準備計算 17.33mm に対し実測値 17.79mm となり、ほぼ同額値となった。

CLT クリープ試験 基礎データ

使用CLT 日本農林規格 Mx-60-3-3

樹種 E5（スギ）
目視等級区分ラミナ 1等

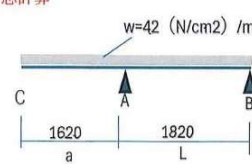
性能値	曲げヤング係数	$E = 7.0 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 7.0 \times 10^5 \text{ N/cm}^2$
	曲げ強度	$f_b = 33 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 33 \times 10^2 \text{ N/cm}^2$
	引張強度	$f_t = 20 \text{ N/mm}^2 \rightarrow 20 \times 10^2 \text{ N/cm}^2$

断面性能	断面係数	$Z = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 9.0^2}{6} = 1350 \text{ cm}^3$
	2次断面係数	$Z = \frac{bh^3}{12} = \frac{100 \times 9.0^3}{12} = 6075 \text{ cm}^4$

荷重	屋根 長期たわみ用	
	固定荷重	- 屋根仕上げ（ガルバ鋼板（下地共） 2寸勾配 $300 \times \cos 113^\circ = 327 \text{ N/m}^2$ ① - CLT自重 杉90 t $405 \times \cos 113^\circ = 442 \text{ N/m}^2$ ②
		$\Sigma (①+②) = 769 \text{ N/m}^2 \rightarrow 800 \text{ N/m}^2$ ③
	積載荷重（非歩行用）	$1000 \text{ N/m}^2 \times \cos 113^\circ = 1092 \text{ N/m}^2$ ④ $\rightarrow 1892 \text{ N/m}^2$ $W = (20 \text{ N/cm}^2) / \text{m} \leftarrow 2000 \text{ N/m}^2$ ⑤

実荷重 実荷重には、2倍の荷重を25kgのセメント袋を使って載荷する
 1段 5袋×8列×25kg/袋=1,000kg 40袋+40袋+25袋=105袋
 105袋積みとすると2,625kg 単位面積当たりに換算すると2625/ (3.44×1.82) =419.2kg/m2
 419.2kg/m2 →4,108 N/m2 （構造計算荷重の2倍）

予想計算



$$MA = \frac{w \cdot a^2}{2} = \frac{42 \times 162^2}{2} = 551124 \text{ N} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma = \frac{MA}{Z} = \frac{551124}{1350} = 408.24 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma = 408.24 < 3,300 (=f_b) \quad \text{OK}$$

$$\delta = \frac{w \cdot a^4}{8EI} + \frac{w \cdot L \cdot a}{24EI} (4a^2 - L^2)$$

$$= \frac{42 \times 162^4}{8 \times 7.0 \times 10^5 \times 6075} + \frac{42 \times 182 \times 162}{24 \times 7.0 \times 10^5 \times 6075} (4 \times 162^2 - 182^2)$$

$$= 0.85031 + 0.88462 = 1.733 \text{ cm} \quad (\text{初期荷重時予想沈下量})$$

4000 N/m2の場合 (1/93.5) → (1/187) 2000 N/m2の場合

図 4.4-1 初期荷重時予想机上計算

	天気	日付け	温度℃ 湿度% 木材乾燥度%	測定時間	① mm	② mm	③ mm	④ mm	備考
1	曇り	令和8年3月3日		14時18分 誤差mm	0.00	0.00	0.00		無密着時
2	曇り	令和8年3月3日		誤差mm	3.37	3.66	3.23		300kg → 887N/m2
3	曇り	令和8年3月3日		誤差mm	6.75	7.90	7.11		600kg → 1,775N/m2
4	曇り	令和8年3月3日		誤差mm	10.21	11.89	10.76		900kg → 2,663N/m2
5	曇り	令和8年3月3日		誤差mm	13.22	15.75	14.59		1200kg → 3,550N/m2
6	曇り	令和8年3月3日		誤差mm	15.05	17.79	16.61		1360kg → 4,024N/m2
7	晴	令和8年3月4日		8時30分 誤差mm	16.24	19.17	18.03		スタート 18h後 0.75日
8	晴	令和8年3月5日		8時32分 誤差mm	16.48	19.50	18.33		スタートから 1.75日
9	晴	令和8年3月6日		8時33分 誤差mm	16.38	19.45	18.25		スタートから 2.75日
10	晴	令和8年3月7日		8時27分 誤差mm	16.11	19.19	17.96		スタートから 3.75日
11	曇り	令和8年3月8日		8時30分 誤差mm	16.27	19.36	18.15		スタートから 4.75日
12	晴	令和8年3月9日		8時40分 誤差mm	16.32	19.42	18.21		スタートから 5.75日
13	晴	令和8年3月11日		8時28分 誤差mm	16.60	19.64	18.56		スタートから 7.75日
14	曇り	令和8年3月13日		8時24分 誤差mm	16.46	19.50	18.41		スタートから 9.75日
15	晴	令和8年3月16日		8時31分 誤差mm	16.35	19.32	18.24		スタートから 12.75日
16	晴	令和8年3月18日		8時35分 誤差mm	16.45	19.22	18.15		スタートから 14.75日
17	晴	令和8年3月20日		9時04分 誤差mm	15.60	19.10	17.39		スタートから 16.75日
18	曇り	令和8年3月23日	19.2 10.6	8時33分 誤差mm	15.23	18.12	16.96		スタートから 19.75日
19	雨	令和8年3月25日	17.5 9.0	8時34分 誤差mm	15.48	18.28	17.18		スタートから 21.75日
20	晴	令和8年3月27日	24.0 10.8	8時36分 誤差mm	14.94	17.71	16.53		スタートから 23.75日
21	晴	令和8年3月30日	19.9 10.7	9時58分 誤差mm	14.64	17.33	16.11		スタートから 26.75日
22	雨	令和8年4月1日	17.6 10.9	9時37分 誤差mm	15.09	17.59	16.50		スタートから 28.75日
23	晴	令和8年4月3日	18.3 10.9	9時36分 誤差mm	14.96	17.27	16.05		スタートから 30.75日
24	晴	令和8年4月6日	20.3 11.1	8時54分 誤差mm	14.40	16.85	15.63		スタートから 33.75日
25	晴	令和8年4月8日	17.0 68.0 9.0	8時23分 誤差mm	15.24	17.76	16.61		スタートから 35.75日
26	雨	令和8年4月10日	21.2 88 10.9	8時39分 誤差mm	14.22	16.76	15.54		スタートから 37.75日
27	曇り	令和8年4月13日	19.4 58 10.1	8時40分 誤差mm	15.17	17.47	16.40		スタートから 40.75日
28	曇り	令和8年4月15日	22.0 74 11.2	8時29分 誤差mm	14.78	16.95	15.38		スタートから 42.75日
29	晴	令和8年4月17日	20.4 62 10.3	8時41分 誤差mm	14.7	16.96	15.81		スタートから 44.75日
30	曇り	令和8年4月20日	21.9 65 10.8	8時53分 誤差mm	14.56	16.94	15.17		スタートから 47.75日
31	曇り	令和8年4月22日	18.6 50 8.5	8時40分 誤差mm	15.57	17.77	16.57		スタートから 49.75日
32	曇り	令和8年4月24日	21.6 76 11.4	8時32分 誤差mm	15.7	17.84	16.71		スタートから 51.75日
33	晴	令和8年4月27日	21.5 78 11.7	9時51分 誤差mm	13.8	16.09	15.49		スタートから 54.75日
34	晴	令和8年5月1日	20.6 80 11.9	8時47分 誤差mm	14.93	16.34	14.44		スタートから 58.75日
35	曇り	令和8年5月4日	19.2 61 11.5	9時45分 誤差mm	15.01	16.99	15.63		スタートから 61.75日
36	曇り	令和8年5月8日	22.8 76 11.2	8時41分 誤差mm	13.95	15.93	14.74		スタートから 65.75日
37	晴	令和8年5月11日	21.5 58 9.5	8時47分 誤差mm	15.55	17.64	16.56		スタートから 68.75日
38	晴	令和8年5月13日	24.3 70 10.6	8時32分 誤差mm	15.50	17.60	15.59		スタートから 70.75日
39	晴	令和8年5月15日	24.7 66 10.2	8時18分 誤差mm	15.24	17.28	16.17		スタートから 72.75日
40	晴	令和8年5月18日	24.2 52 8.9	8時34分 誤差mm	15.88	18.99	17.11		スタートから 75.75日
41	曇り	令和8年5月20日	25.1 66 10.5	8時32分 誤差mm	15.79	17.92	16.24		スタートから 78.75日
42	晴	令和8年5月22日	25.8 68 12.1	8時28分 誤差mm	15.78	17.92	15.78		スタートから 80.75日
43	晴	令和8年5月25日	24.3 66 11.2	8時33分 誤差mm	14.24	16.28	15.01		スタートから 83.75日
44	雨	令和8年5月27日	24.3 78 11.1	8時25分 誤差mm	14.31	16.27	15.35		スタートから 85.75日
45	晴	令和8年5月29日	25.1 70 12.3	11時06分 誤差mm	13.54	15.55	14.34		日中 雨
46	晴	令和8年6月1日	25.8 64 10.5	8時35分 誤差mm	15.22	17.18	15.96		スタートから 90.75日
47	晴	令和8年6月3日	23.7 80 12.5	8時23分 誤差mm	13.78	15.85	14.4		夜間 降雨 6/2夜半台風
48				誤差mm	-1.44	-1.33	-1.56		朝より晴

図 4.4-2 クリープ試験実証データ

・測定結果

上段黒字太字は当日測定値 下段の数字は前回測定値との差額値 単位は 1/100mm

ゲージを上向きに設置しているため、赤字表示は、沈下、青字はリバウンドした数値を表現している。

測定項目は当日の天候・時間に加え、途中から室温と CLT の乾燥度、そして室内の湿度の項目を追加した。さらに後日天候の変化状態を記載した。 左記の表が直近までの測定結果です。測定番号 6 の数値が初期沈下量 15.05mm、17.79mm、16.61mm でスタートしたが、92.75 日経過した 2026.6.3 の計測値は 13.78mm、15.85mm、14.40mm の結果で初期沈下量と比較すると約 2.0mm クリープ沈下した結果となっている。

測定日ごとの変位量は 2.0mm～0mm ほとんどが 0.5mm～0.05mm の範囲の微小な変位量であった。

(5) クリープ試験実証の考察

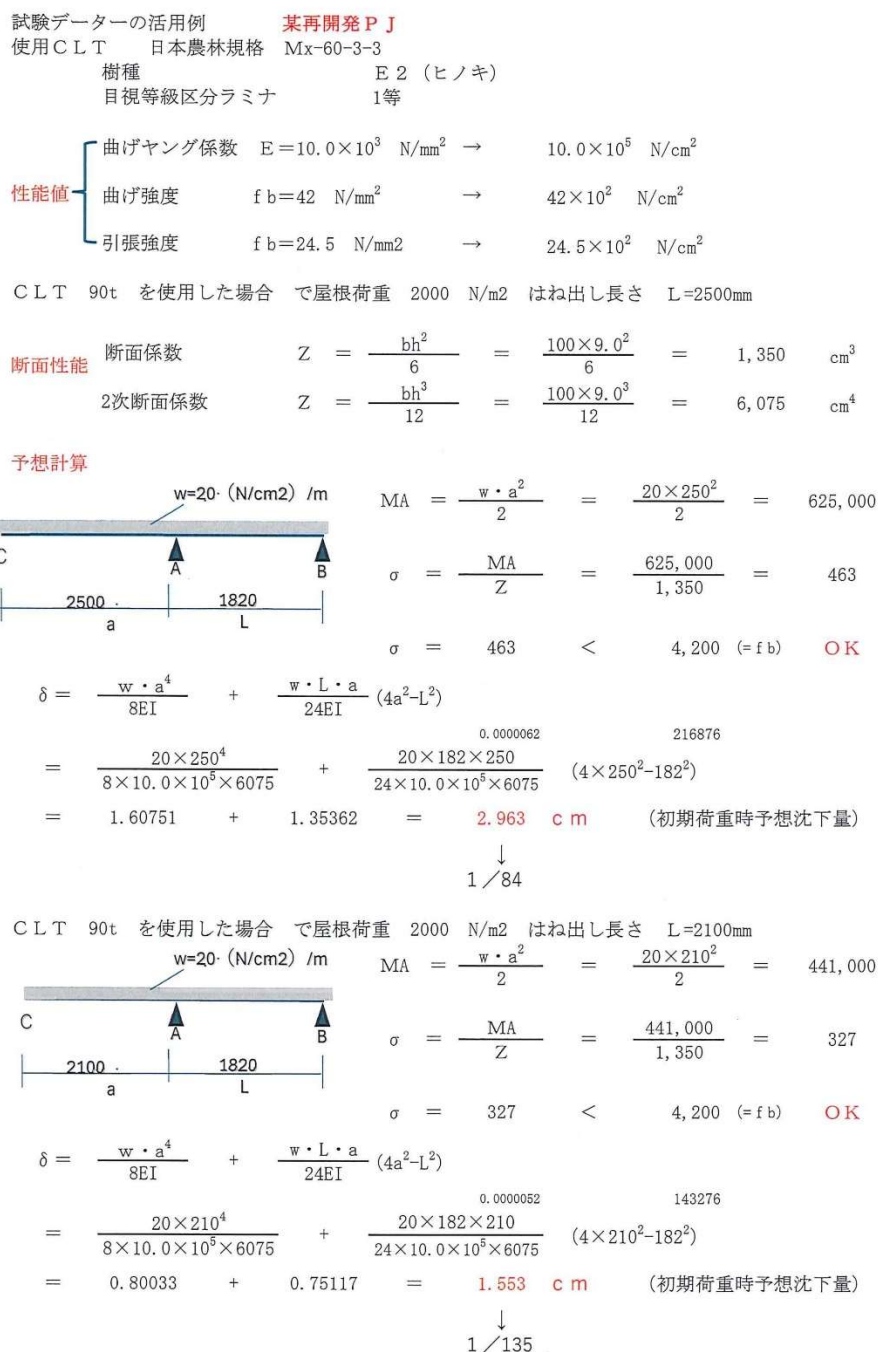
CLT の素材としての木材の特徴として、クリープ対策検討は避けて通れない課題であり今回の実証目的もそこにある。

最終実証の報告でないので、推定の域を出ないが屋内実大試験であるため屋外環境との差異がでる可能性や季節環境による変化も想定されるかもしれません。ただ測定値のリバウンドは想定外の結果でした。今の時点ではその原因を特定、考察するにはデータが少なく最終報告を待つ必要がある。天候、湿度、CLT の乾燥度との関連性を分析してもその原因を特定できていないのが現状です。ただリバウンドは事実であり、法令で定める積載荷重に対しての初期沈下量前後の数値は設計上考慮すべき CLT の変形量ととらえることができると思われる。

今回の 4000N/m² での沈下量を 申請建物の底床積載荷重を 2000N/m² として換算すると たわみ量は 1/187 となり、設計上も軒先変形・沈下による屋根仕上げ材等に支障はないものと判断できる。

(6) 実証結果の設計現場での汎用性

クリープ検証の結果を活用することで、今後の設計意匠・構造上で安全性を担保できると考える一例として、ヒノキの CLT90t を使って最大どの程度、底を出せるかを検討した例を示す。



L = 2500mm の底の出とした場合 23.63mm の初期沈下量で 1/84 となり不安が残るので、2100mm に短くして再検討すると 15.53mm の沈下量であり 1/135 は許容できるものと判断できる。

このように、CLT 材の厚み、素材、使用箇所、建物用途等を勘案して、設計上に生かすことができる。最終報告でさらに詳細な検討ができると思われるので CLT 活用の一助になることを願っている。

図 4.4-3 実証結果に基づく跳ね出し計算

5. まとめと今後の展望

本計画は 758 m² と小さな建築ですが、ふんだんな木材利用により 109t の炭素貯蔵量であることが分かりました。109 t の炭素貯蔵量は杉 173 本分の CO₂ 蓄積量、一人当たりの 49 年分の CO₂ 排出量を補う量の価値と思えば決して小さな数値ではないかと考えている。

建物名（住所）に利用した木材に係る炭素貯蔵量（CO₂換算）

延べ床面積	国産材 利用量	国産材の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)	木材全体 利用量	木材全体の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)
758 m ²	127 m ³	87 t-CO ₂	156 m ³	109 t-CO ₂

この表示は、林野庁「建築物に利用した木材の炭素貯蔵量の表示ガイドライン」（令和 3 年10月 1 日付け 3 林政産第85号林野庁長官通知）に準拠し、この建築物に利用した木材が貯蔵している炭素（CO₂換算）の量を示すものです。
木材は、森林が吸収した炭素を貯蔵しており、木材を建築物等に利用していくことは、「都市等における第2の森林づくり」としてカーボンニュートラルへの貢献が期待されています。

この計画では、絶景を享受できる開放的な空間、設計から完成まで 1 年という問題、普及性の高いプロトタイプの建築という 3 つの課題を実証事業により解決することを試みました。

デザイン性の高い雁行という複雑な形ではありますが、住戸の反復を繰り返すことは施工的にも構造的にも解決の糸口を見つけやすいと感じました。まさに CLT のような大版な特質材料はその糸口になったのではないかと思います。また、性能実証において、木造の跳ね出しスラブのデータが世の中にはいまだ存在しないことを実大試験によって検証することで今後の木造建築の大きな設計の裏付けデータになると考えている。日々たわみによる変動が起きていて、木は完成してからも生きているという事実が改めて考えさせられた。

一方で、小豆島は橋の繋がっていない離島であり、建設従事者の経験不足、職人不足、高齢化、など今後さらに加速していき、今後このような効率化した施工システムが必要となってきます。

まさに建設業界の課題の縮図であるこの島で実現できたことは薄型 CLT パネルの普及性に期待が持てるものだと感じました。今後、性能実証は 1 年続けて結論を導き出し、薄型 CLT をより改良し、さらに魅力的な建築となるよう励んでいきたい。都市を木質化でき魅力的な街づくりになるよう努めていきたいと考えている。実証実験に関して、多くの企業、団体様からの助言、アドバイスをいただき、無事竣工できましたこと改めてこの場をお借りしてお礼を申し上げたいと思います。