

2. 1 1 (株)響建設

2. 1 1. 1 建築物の仕様一覧

事業名	(仮)南国市集合住宅新築工事の建築実証		
実施者(担当者)	株式会社響建設(丁野 敏明・宮田 直樹)		
建築物の概要	用途	集合住宅	
	建設地	高知県南国市	
	構造・工法	CLTパネル工法	
	階数	2	
	高さ(m)	6.95	
	軒高(m)	6.2	
	敷地面積(㎡)	1115.65 A棟:546.22(乙2345-1) B棟:569.43(乙2344)	
	建築面積(㎡)	453.9 A棟:244.95 B棟:208.95	
	延べ面積(㎡)	755.48 A棟:429.62 B棟:325.86	
	階別面積(㎡)	1階	373.96 A棟:211.03 B棟:162.93
2階		381.52 A棟:218.59 B棟:162.93	
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床	
	CLT使用量(㎡)	加工前製品量107.7㎡、建築物使用量104.2㎡	
	壁パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	S60A相当
	床パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	S60A相当
	屋根パネル	寸法	-
		ラミナ構成	-
強度区分		-	
木材	主な使用部位(CLT以外の構造材)	柱:欧州赤松 梁:欧州赤松	
	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	19.843㎡	
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	金属サテイング [®] t15、窯業系サテイング [®] t16、杉板貼t15
		開口部	アルミサッシ+二層複層硝子(Low-E、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅10mm、12mm)
	主な内部仕上	界壁	GB-R t12.5 2重貼り+LGS40*45+GW24k t50 GB-R t12.5+胴縁15*45+CLT
		間仕切り壁	GB-R t12.5+LGS65
天井	捨貼合板t9+フロン合板t12+ビニル床タイルt3+CLT		
構造	構造計算ルート	ルート2	
	接合方法	プレート+ビス接合	
	最大スパン	7.2m	
	問題点・課題とその解決策	本物件では敷地までの進入道路が狭小であるため、輸送及び揚重条件によりCLTパネルサイズが制限された。そこで、CLT小幅パネル壁の壁-壁間をせん断金物で接合することで大版壁とみなした(以下小幅パネル大版化壁)	
耐火	防火上の地域区分	指定なし	
	耐火建築物等の要件	無	
	本建築物の耐火仕様	その他	
温熱	問題点・課題とその解決策	2階建てのメゾネットタイプの長屋扱いなので、特に考慮する問題点はない	
	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	CLTパネル構造の断熱性を活かそうと、ZEH-Mを目指しBELSの認定も受けることができた	
	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(0.020W/m ² ・k)・50mm
外壁		フェノールフォーム断熱材1種2号CI(0.020W/m ² ・k)・35mm	
床		押出法ポリスチレンフォーム断熱材1種bC(0.036W/m ² ・k)・50mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	メゾネットタイプのため、遮音性対策は未実施	
	建て方における課題と解決策	モルタル天端のレベル精度を高めるにはレベリングの方が有利 過去の大版パネルと比較しても大版化パネルの歩掛も遜色なかった 却ってサイズが小さい分1枚建てるに必要な人数が3人から1人に削減でき、安全な作業性も良かった	
	給排水・電気配線設置上の工夫	設計をBIM(3次元)で行い配管、配線ルートや貫通部を決め、構造体の加工をしているので、現場で施工する段階ではスムーズに進む	
	劣化対策	CLT壁パネルの上下面に小口シール塗装を施し、下部の基礎コンクリートに接する部分に防湿フィルムを敷いて建てた	
工程	設計期間	2025年1月~8月(8ヵ月)	
	施工期間	CLT躯体施工期間	2025年10月下旬~12月上旬(1ヵ月)
		竣工(予定)年月日	2026年4月30日
体制	発注者	(株)響建設	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	基本・実施設計(有)開建築設計事務所	
	構造設計者	中村建築構造設計合同会社	
	施工者	(株)響建設	
	CLT供給者	銘建工業(株)	
ラミナ供給者	㈱高知おとよ製材(高知県産材)		

2. 1 1. 2 実証事業の概要

実証事業名：(仮)南国市集合住宅新築工事の建築実証

建築主等／協議会運営者：(株)響建設／(株)響建設

1. 実証した建築物の概要

用途	集合住宅		
建設地	高知県南国市		
構造・工法	CLT 工法		
階数	2		
高さ (m)	6.95	軒高 (m)	6.2
敷地面積 (m ²)	1115.65	建築面積 (m ²)	453.9
階別面積 (m ²)	1 階	373.96	延べ面積 (m ²) 755.48
	2 階	381.52	
	—	—	
CLT 採用部位	壁、床		
CLT 使用量 (m ³)	加工前製品量 107.7 m ³ 、加工後建築物使用量 104.2 m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)	19.843 m ³		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)	
	壁	90mm 厚/3 層 3 プライ/S60A 相当/スギ	
	床	90mm 厚/3 層 3 プライ/S60A 相当/スギ	
	屋根	—	
設計期間	2025 年 1 月～8 月 (8 ヶ月)		
施工期間	2025 年 9 月～2026 年 4 月 (8 ヶ月)		
CLT 躯体施工期間	2025 年 10 月下旬～12 月上旬 (1 ヶ月)		
竣工 (予定) 年月日	2026 年 4 月 30 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

当案件の南国市は県都高知市の東に位置し住宅需要が高く、空き家となった敷地を活用し集合住宅を建設する計画

大豊町の経験を活かし、郊外環境に適した 2 階建てメゾネットタイプを採用し、CLT パネル工法のコストダウンを検証、一般的な建築費用での実現可能性を探る。

CLT パネル工法で建築した 6 棟は外皮性能 Ua 値が 0.4 を切る高い断熱性能を有しており、ZEH・M の可能性を検証する。

高知県は全国で 1, 2 番の太陽光の日射量が多い地域で、太陽光発電システムの活用には有利な地域

- ・敷地への進入道路の幅員が狭く、これまでのような CLT 大版パネルの搬入が困難
- ・過去の CLT3.6m モジュール標準化工法 (CLT36MS) による集合住宅は大版パネルで施工したが、厚みが 90mm の壁では反りが出て石膏ボード張等で支障が出た

- ・ CLT パネル工法と RC 造の温熱環境を温湿度計データで比較して検証
- ・ モジュール単位でのコスト単価を検証し、3 階建て、4 階建てとのコストを比較
- ・ 省エネ適判により外皮性能が確認でき、太陽光発電設置や ZEH-M の可能性

3. 協議会構成員

(施工) (株)響建設：代表取締役社長 丁野敏明・宮田直樹（協議会運営者）

(設計) (有)開築設計事務所：一級建築士 開達也

(構造設計) 中村建築構造設計：中村康一

(原木供給) 高知県森林組合連合会：浜田義寛

(材料/ラミナ) 高知おおとよ製材(株)：遠藤幸夫

(材料/CLT 等) 銘建工業(株)：三嶋幸三・坂野亜季・永松裕介・大坪祐介・和田央

(金物供給) タカヤマ金属工業(株)：玉岡富彦

4. 課題解決の方法と実施工程

- ・ CLT36MS による 2 階建て集合住宅で狭い進入路に対応するため、幅 1800 程度の小幅パネルをプレートビス止めで接合した耐力壁の大版化による検証と、標準パネルに向けての検証
- ・ 仕口加工や施工の合理化を目指すための引きボルトやインサート型の金物ではなくプレート+ビス接合による検証
- ・ CLT パネル工法と RC 造の温熱環境を温湿度計データで比較して検証
- ・ モジュール単位でのコスト単価を算出し、3 階建て、4 階建てとのコストを比較
- ・ ZEH-M 或いは準じる性能を検証

<協議会の開催>

2025 年 5 月：第 1 回開催 着工前協議

6 月：第 2 回開催 搬入ルートの検討、CLT パネル構造の設計、標準化の検討

7 月：第 3 回開催 確認申請前協議

8 月：第 4 回開催 確認申請前・着工前協議、CLT パネル工法の施工について

9 月：第 5 回開催 建築工事準備及び現場着工について

10 月：第 6 回開催 進捗状況確認、構造見学会計画、BELS 申請

11 月：第 7 回開催 工事改善点確認、構造見学会準備

12 月：第 8 回開催 工事改善点確認

2026 年 1 月：第 9 回開催 実証事業報告書の準備状況

2 月：第 10 回開催 成果報告書等確認

<設計>

2025 年 6 月：実施設計

7 月：構造設計

8 月：建築確認申請

<施工>

2025 年 8 月：着工前準備

9月：着工、基礎工事

10月～11月：木工事

12月：外装工事

2026年1月～2月：内装工事

3月～4月：設備工事・外構工事

5. 得られた実証データ等の詳細

- ・小幅パネルをプレート+ビス止めで接合した耐力壁の大版化により施工性について、大版パネルより必要作業人数が4人から2人に削減、専用天秤が不要、取り回しが容易
コストダウンについて小幅パネル大判化壁「10t平積み」1.5割減、「4t平積み」1割減
- ・プレート+ビス接合によるトータル加工時間6割減 工場金物取付時間は現場より1割減
- ・CLTパネル工法とRC造の温湿度計による室内温熱環境の比較データ
夏期(6～9月)において、CLTがRCより平均で室温0.7～0.8℃ 湿度5～6%低い
日内変動幅はCLTがRCより1℃ 湿度5～6%低く、CLTが外気の影響を受けにくい
冬季(12～1月)において、CLTがRCより平均で室温1.2～1.4℃ 湿度7～8%高い
日内変動幅はCLTがRCより1.5～1.6℃ 湿度5～6%低い
結果、CLTは室温が高く保たれ、日内の温度変化も小さい
- ・モジュール単位での3階建て、4階建て、2階建てのコスト比較データ
2～3階建て ES(玄関・水回り)単価：350万円～370万円 DK単価：310万円～330万円 L・R単価：270万円～280万円
4階建て ES単価：400万円 DK単価：360万円 L・R単価：310万円となり、
2～3階建ての約10%高となった

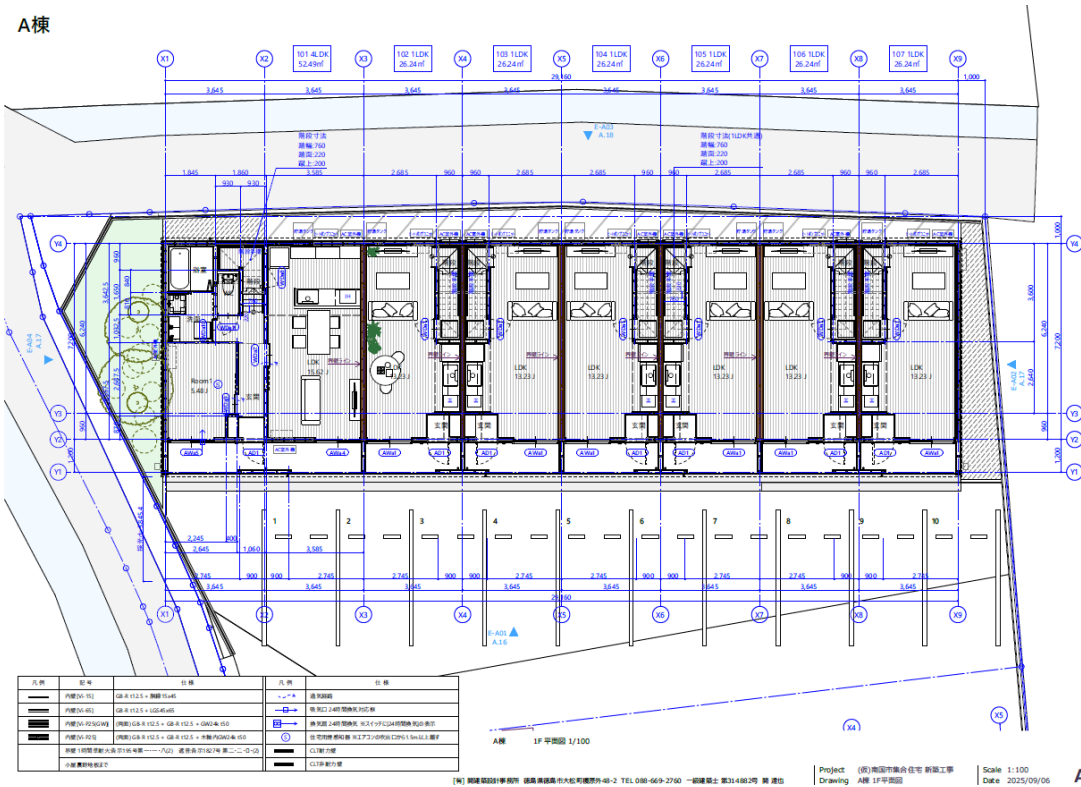
6. 本実証により得られた成果

- ・CLT36MSが、あらゆる階層の集合住宅に応用できる実証
- ・CLTパネル工法及びプレート+ビス接合による効率化とコストダウン
- ・CLTパネル工法がRC造と比較して、快適な室内の温熱環境及び消費エネルギー削減に繋がる工法の実証
- ・モジュール単位での3階建て、4階建て、2階建てのコスト比較データにより、集合住宅でのコスト算出の合理化

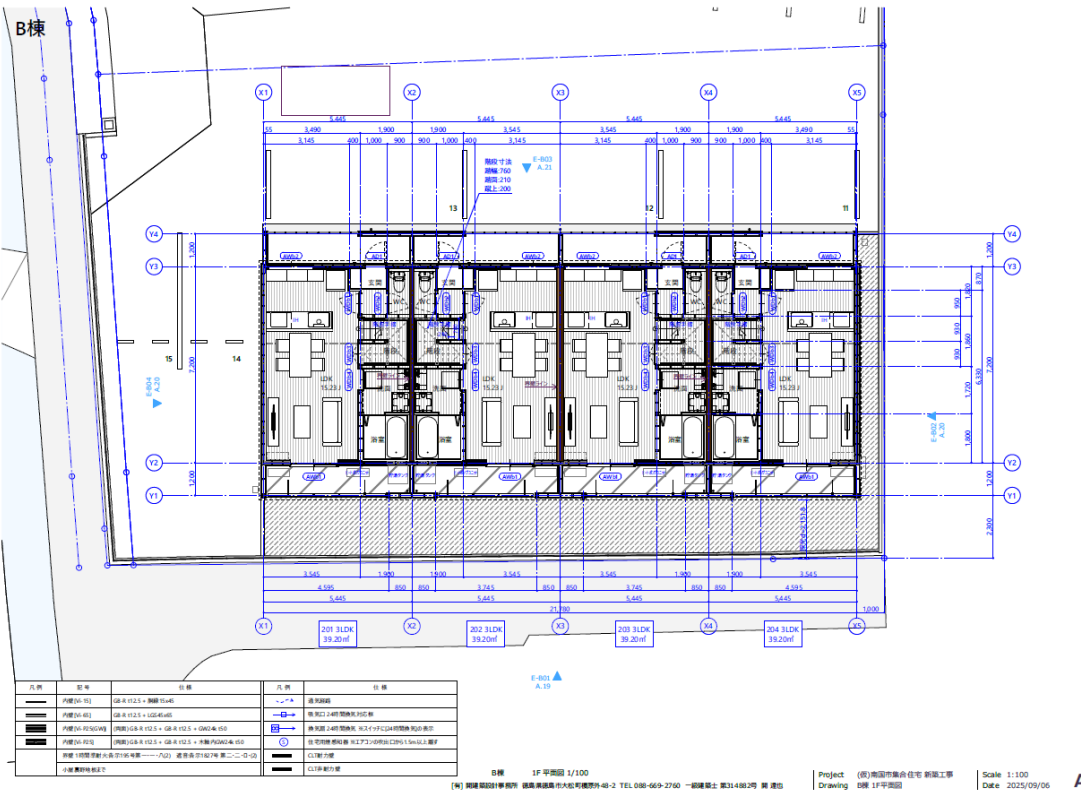
7. 建築物の平面図・立面図・写真等



A棟



A.10



A.12

2. 1 1. 3 成果物

1) 設定した課題

- ・敷地への進入道路の幅員が狭く、これまでのような CLT 大版パネルの搬入が困難
小幅パネルをプレート+ビス止めで接合した耐力壁の大版化による施工性とコストダウンの検証
- ・仕口加工や施工の合理化を目指すための引きボルトやインサート型の金物ではなく、
プレート+ビス接合による検証
- ・CLT パネル工法と RC 造の温熱環境を温湿度計データで比較して検証
- ・モジュール単位でのコスト単価を検証し、3 階建て、4 階建てとのコストを比較
- ・省エネ適判により外皮性能が確認でき、太陽光発電設置や ZEH-M の可能性

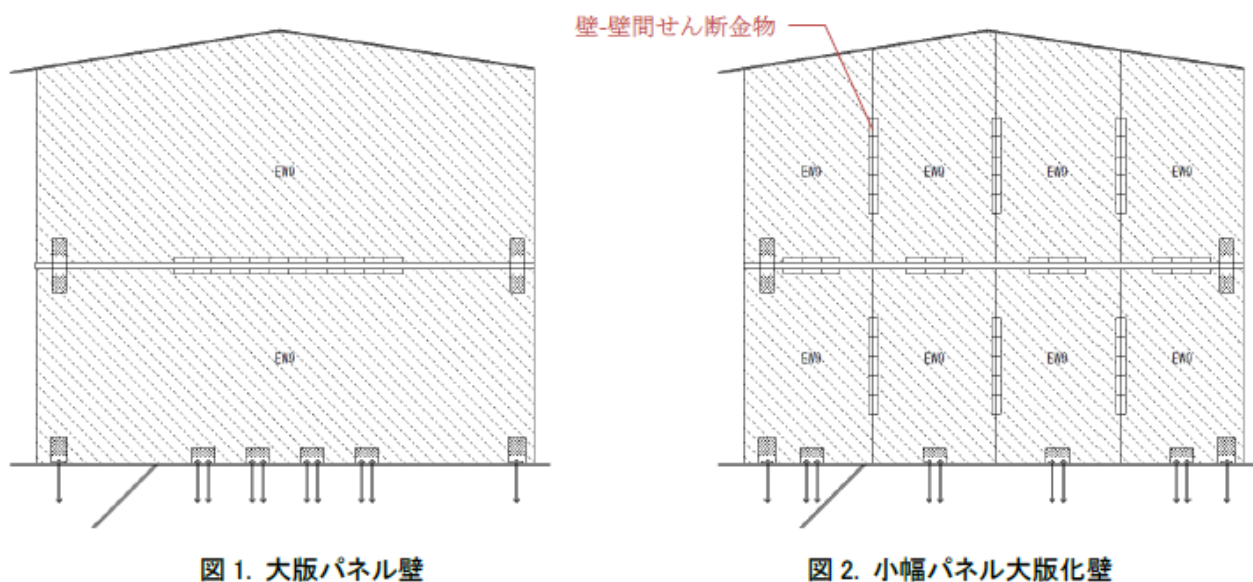
2) 小幅パネル大版化壁のコスト検証

2)-1 目的

これまで私たちが取り組んできた朝倉集合住宅から大豊町集合住宅までの過去 4 物件では、合理的な構造部材配置や製造効率の観点から積極的に CLT 大版パネル（以下大版パネル壁、図 1）を採用してきた。

本物件では輸送及び揚重条件により CLT パネルサイズが制限されたため、CLT 小幅パネル壁の壁-壁間をせん断金物で接合することで大版壁とみなした（以下小幅パネル大版化壁、図 2）。

そこで、小幅パネル大版化壁の有用性を確認するため、大版パネル壁と小幅パネル大版化壁について、各条件下での材料費及び輸送費、施工のコスト比較検証を行う。



2)-2 検証方法

本検証では図 3 のように小幅パネル大版化壁が 5 通り×2 層分存在する南国市集合住宅 A 棟での検証を行う。図 3 の赤線部分が大版パネル壁と小幅パネル大版化壁の場合での①材料費、②輸送費、③施工費の比較を行い、トータルコストを算出する。表 1 に比較対象の壁仕様を示す。

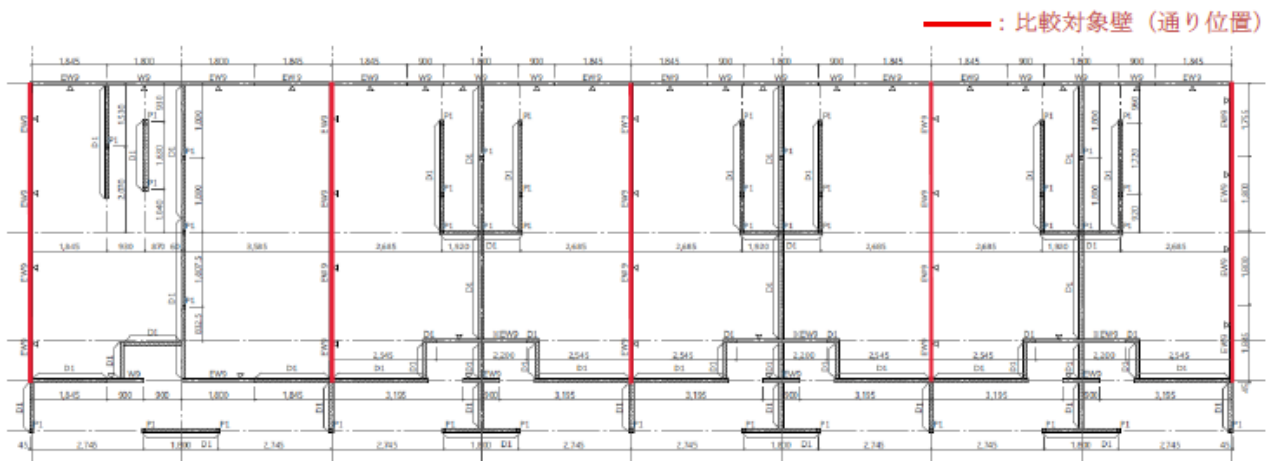
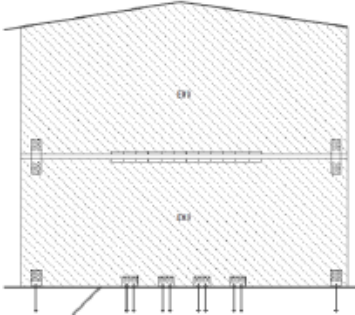
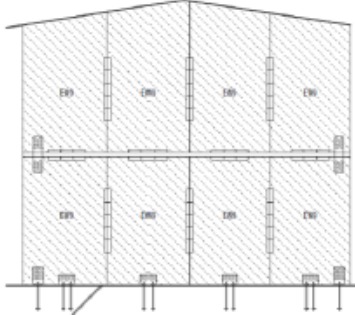


図 3. 比較対象壁位置(1層分)

表 1. 比較対象の壁仕様

		大版パネル壁	小幅パネル大版化壁
			
通り数		5通り/層 × 2層 = 10通り	
1枚あたりのパネルサイズ		(幅×長さ) 7,200mm×2,850mm	(幅×長さ) 1,800mm×2,850mm
パネル枚数		1枚/通り × 10通り = 10枚	4枚/通り × 10通り = 40枚
CLT 材積 パネル厚 90mm		1.8468m ³ /1枚 × 10枚 = 18.468m ³	0.4617m ³ /1枚 × 40枚 = 18.468m ³
接合金物数	壁脚壁頭引張	壁脚：製作金物 2個、中間階：STW-790 2個	
	壁脚壁頭せん断	壁脚：製作金物 4個、中間階：LST 24個	
	壁-壁せん断	なし	5個×3箇所 = 15個/通り 15個/通り × 10通り = 150個
輸送制限		10tトラック 斜め積み	なし

2)-3 比較結果

① 材料費

- ・ CLT パネル材料費+加工費：材積が同じであるため、コスト差なし
- ・ 金物費：大版パネル壁に対して小幅パネル大版化壁が壁-壁せん断金物 150 個増
その他金物は同じ個数であるため、コスト差なし

上記の条件で金物費の比較を表2に示す。

表2. 材料（金物）費比較

	大版パネル壁	小幅パネル大版化壁
壁脚壁頭 引張	1通り¥43,140（1,2階分）× 5通り = ¥215,700	
壁脚壁頭 せん断	1通り¥92,520（1,2階分）× 5通り = ¥462,600	
壁-壁 せん断	なし	1通り¥54,300（1,2階分）× 5通り = ¥271,500
壁金物合計	¥678,300	¥949,800 (4割増)

材料費のうち金物費について大版パネル壁と比較すると、小幅パネル大版化壁は4割増(+¥271,500)となった。

② 輸送費

- ・大版パネル壁：「10t 斜め積み」となり、斜め架台があるため帰り便も費用が発生する。
 - ・小幅パネル大版化壁：10tトラック搬入可としたとき「10t 平積み」、
4tトラックのみ搬入可としたとき「4t 平積み」の2パターンが想定できる。
- 上記3パターンの輸送条件での比較を行った結果を表3に示す。

表3. 輸送費比較

	大版パネル壁	小幅パネル大版化壁	
		10t 平積み	4t 平積み
積載方法	10t 斜め積み	10t 平積み	4t 平積み
輸送費 / 台	¥193,000	¥97,000	¥71,000
材積 / 台	5.54 m ³ ※壁3枚積載想定	10.33 m ³	6.20 m ³
輸送費/材積	¥35,000	¥10,000	¥12,000
材積	18.47 m ³		
合計	¥646,450	¥184,700 (7割減)	¥221,640 (6.5割減)

大版パネル壁を基準として比較すると輸送費の増減の割合は以下の通りとなった。

小幅パネル大版化壁「10t 平積み」： 7割減 (-¥461,750)

小幅パネル大版化壁「4t 平積み」：6.5割減 (-¥424,810)

③ 施工

図3に示す1通分の壁ごとの施工時間を計測した。計測対象は大版パネル壁については「いの町集合住宅」、小幅パネル大版化壁については「南国市集合住宅A棟」とし、CLTパネルにスリングを取り

付ける作業から CLT パネル設置完了まで（本締めを除く）の時間を現場カメラにて測定した。また、施工性については現場へのヒアリングを行った。施工比較結果を表 4 に示す。

表 4. 施工比較

	大版パネル壁	小幅パネル大版化壁
通り数	5 通り/層 × 2 層 = 10 通り	
通りあたりの施工時間	10 分	30 分
合計施工時間	10 分 × 10 通り = 100 分	30 分 × 10 通り = 300 分
通りあたりの必要作業人数	4 人	2 人
吊り治具	専用天秤	汎用吊り治具（クランプ等）
施工性	取り回しが容易ではないことや CLT パネルの反りの影響を受けることにより 小幅パネルより施工難易度が上がる	取り回しが容易で安全に施工が出来るかつ 2 人で作業を進められるメリットがある

施工時間を比較すると小幅パネル大版化壁の方が時間を多く要しているが、最低作業人数が大版パネル壁では 4 人必要に対し、小幅パネル大版化壁では 2 人での作業が可能である。これは最少人数で回す現場では大きな利点である。また、大版パネル壁では吊り込み時のパネル破損防止のため専用天秤が必要になることに対し、小幅パネル大版化壁では汎用吊り治具を使用することが出来る。

2)-4 トータルコスト比較結果

大版パネル壁と小幅パネル大版化壁の場合での材料費+輸送費のトータルコスト及び施工性について、比較を行った結果を表 5 に示す。

表 5. トータルコスト及び施工性比較

	大版パネル壁	小幅パネル大版化壁	
積載方法	10t 斜め積み	10t 平積み	4t 平積み
材料（金物）費	¥678,300	¥949,800	
輸送費	¥646,450	¥184,700	¥221,640
合計	¥1,324,750	¥1,134,500 (1.5 割減)	¥1,171,440 (1 割減)
施工性	合計施工時間が短い 吊り治具として専用天秤が必要 施工難易度が上がる	必要作業人数 2 人 取り回しが容易	

大版パネル壁を基準として比較すると材料費+輸送費のトータルコストの増減の割合は以下の通りとなった。

小幅パネル大版化壁「10t 平積み」: 1.5 割減 (-¥190,250)

小幅パネル大版化壁「4t 平積み」: 1 割減 (-¥153,310)

また、施工性については表 5 に示す通り、大版パネル壁では合計施工時間が短くなるが施工難易度は

高い。一方で小幅パネル大版化壁であれば少人数で作業が出来るかつパネルサイズが小さいことで取り回しが容易であることがメリットとして挙げられる。

2)-5 まとめ

本検証では南国市集合住宅 A 棟に対し、大版パネル壁と小幅パネル大版化壁のトータルコスト比較を行った。物件規模によって金額の差は異なるが、小幅パネル大版化壁の有用性を確認することが出来た。

3) プレートビス留め仕様 工場加工時間の検証

3)-1 目的

これまで取り組んできた CLT パネル工法集合住宅では、CLT 耐力壁の接合部仕様として一般的な引きボルト接合や鋼板挿入ドリフトピン接合等のインサート仕様を採用してきた (図 4)。CLT パネル工法建築物の工期短縮を最終目標とし、本物件では可能な限り CLT 壁に対する仕口加工を無くし工場での材料加工時間の短縮できるプレートビス留め仕様 (図 5) を採用した。

そこで、従来のインサート仕様とプレートビス留め仕様の加工時間の比較を行い、プレートビス留め仕様での加工時間短縮効果を検証する。また、工期短縮のため工場での金物取付による現場作業時間の効率化についても検証を行う。

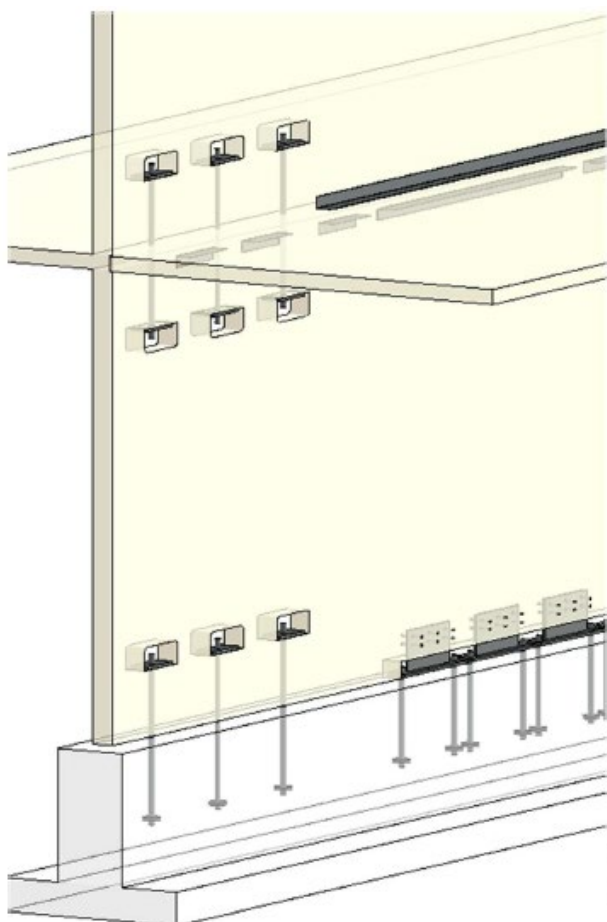


図 4. CLT 壁接合部 インサート仕様

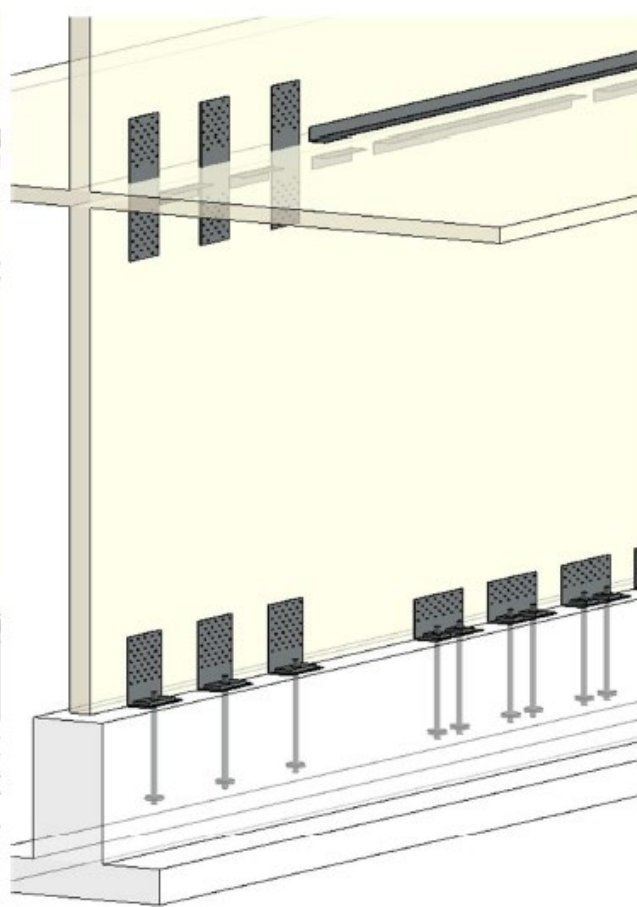


図 5. CLT 壁接合部 プレートビス留め仕様

3)-2 加工時間比較検証

3)-2-1 検証方法

本検証では表 6 に示すインサート仕様及びプレートビス留め仕様の 4 層分の CLT 壁における材積当たりの加工時間を算出し比較する。加工時間の算出方法は①機械加工、②手加工でわけて算出し、トータル時間として比較を行う。

①機械加工：接合部ごとに CAM (加工機用プログラム作成ソフトウェア) から算出した概算時間を機械加工時間とする。ただし、CAM から算出した時間は材料設置、刃物の付け替え、端材除去の時間を含まず、CLT 壁の仕口加工をしている時間のみを機械加工時間としての算出範囲とする。

②手加工：インサート仕様は「いの町集合住宅」、プレートビス留め仕様は「南国市集合住宅 A 棟」での実際の工場手加工時間集計結果を参考とする。手加工の内容は機械加工で完結していない部分の追加加工、バリ取り、面取り、金物名や通り符号等の墨付け、材料反転作業、加工図確認、材料寸法確認が含まれる。

各接合部の加工内容及び機械加工時間を表 7 に示す。

表 6. 比較対象の壁仕様

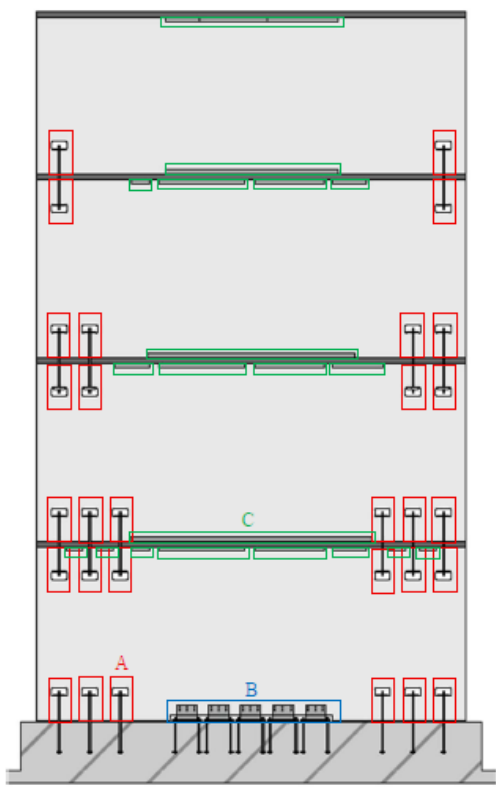
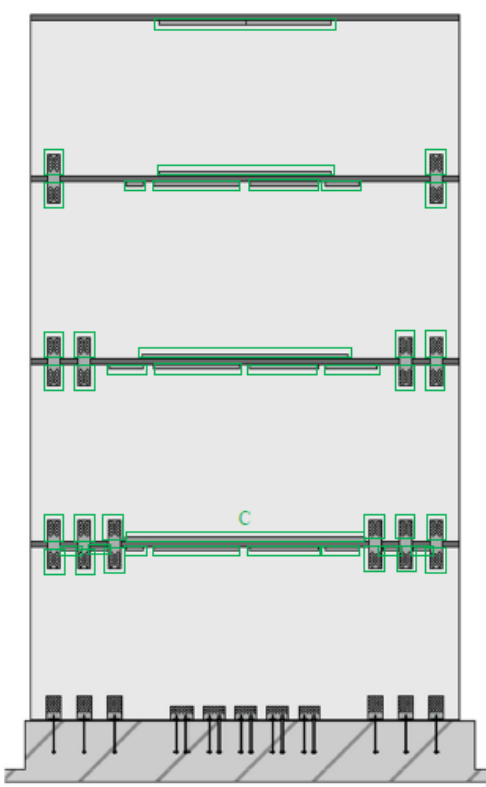
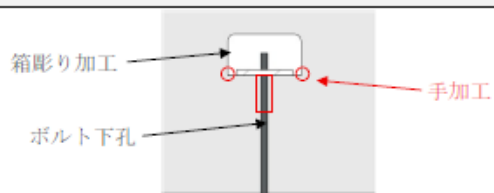
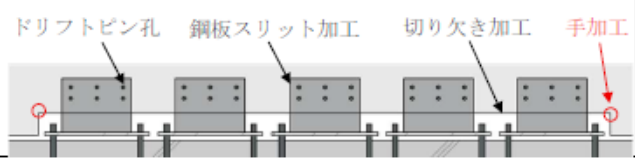
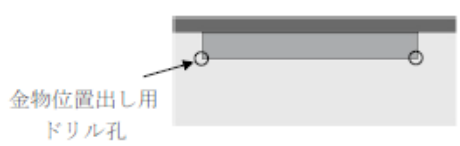
	CLT 壁接合部 インサート仕様	CLT 壁接合部 プレートビス留め仕様
加工箇所凡例		
CLT 壁材積	7.45 m ³	
加工箇所数	A：引きボルト接合 30 箇所 B：鋼板挿入ドリフトピン接合（壁脚せん断） 1 箇所 C：鋼板添え板ビス接合 18 箇所	A：引きボルト接合 なし B：鋼板挿入ドリフトピン接合（壁脚せん断） なし C：鋼板添え板ビス接合 42 箇所 ※壁脚金物は加工なし

表 7. 各接合部の加工内容及び機械加工時間

接合部形状	機械加工時間	手加工内容
<p>A: 引きボルト 接合</p>  <p>箱彫り加工 ボルト下孔</p>	5分	ボルト下孔延長 箱彫り部分角取り 箱彫り部分バリ取り
<p>B: 鋼板挿入 ドリフトピン接合 (壁脚せん断)</p>  <p>ドリフトピン孔 鋼板スリット加工 切り欠き加工 手加工</p>	18分	切り欠き部分角取り 箱彫り部分バリ取り
<p>C: 鋼板添え板 ビス接合</p>  <p>金物位置出し用 ドリル孔</p>	1分30秒	なし

3)-2-2 比較結果

① 機械加工

表 8 に CLT 壁接合部ごとの機械加工時間を示す。

インサート仕様と比較するとプレートビス留め仕様の機械加工時間は7割短縮となった。これはプレートビス留め仕様の場合、インサート仕様の際に一番時間を要していた「A: 引きボルト接合」が「C: 鋼板添え板ビス接合」に置き換えられたことが大きく影響している。

ただし、本物件では南国市集合住宅の建方時の判断に準じて、壁脚金物は現場のアンカーボルトに先に取り付け、CLT 壁へのビス留めは現場合わせて行うため、壁脚金物の「C: 鋼板添え板ビス接合」をなしとした。

表 8. 機械加工時間

	CLT 壁接合部 インサート仕様	CLT 壁接合部 プレートビス留め仕様
A: 引きボルト 接合	30箇所 × 5分 = 160分	なし
B: 鋼板挿入 ドリフトピン接合 (壁脚せん断)	1箇所 × 18分 = 18分	なし
C: 鋼板添え板 ビス接合	18箇所 × 1分30秒 = 27分	42箇所 × 1分30秒 = 63分
合計時間 / m ²	0.46 h/m ²	0.14 h/m ² (7割減)

② 手加工

手加工時間集計結果を表9に示す。

手加工時間において2つの仕様での異なる加工内容は機械加工で完結していない部分の追加加工「引きボルトの下孔延長、箱彫り部分角取り、切り欠き部分角取り」となり、これらの追加加工が生じないプレートビス留め仕様ではインサート仕様に比較すると6割の加工時間が短縮した。

表9. 手加工時間

	CLT 壁接合部 インサート仕様 (参考：いの町集合住宅 集計結果)	CLT 壁接合部 プレートビス留め仕様 (参考：南国市集合住宅 A 棟 集計結果)
合計時間 / m ²	1.63 h/m ²	0.64 h/m ² (6割減)

トータル加工時間

①機械加工及び②手加工の合計加工時間を表10に示す。

CLT 壁接合部をインサート仕様からプレートビス留め仕様とした場合、機械加工及び手加工ともにそれぞれ6～7割の加工時間が短縮し、トータル時間についても6割の短縮となった。

表10. トータル加工時間

	CLT 壁接合部 インサート仕様 (参考：いの町集合住宅 集計結果)	CLT 壁接合部 プレートビス留め仕様 (参考：南国市集合住宅 A 棟 集計結果)
機械加工 合計時間 / m ²	0.46 h/m ²	0.14 h/m ²
手加工 合計時間 / m ²	1.63 h/m ²	0.64 h/m ²
合計時間 / m ²	2.09 h/m ²	0.78 h/m ² (6割減)

3)-3 金物取付時間比較検証

表6のCLT壁接合部プレートビス留め仕様において、金物を現場取付した場合と工場取付した場合の作業時間について比較検証を行った。ここで、中間階の引張金物については工場取付した場合に現場での揚重しづらさや積載効率を考慮すると現場取付のみとなるため、比較対象からは除外する。

①～④の各金物に使用するビスはいずれもSTS・C65で統一されており、ビス1本あたりの打ち込み時間は同一と仮定して評価を行った。比較結果を表11に示す。

表 11. 金物取付時間

	現場取付時間	工場取付時間
①引張金物（1階 壁脚）	430 秒×6 ヶ=2,580 秒	410 秒×6 ヶ=2,460 秒
②せん断金物（1階 壁頭）	300 秒×5 ヶ=1,500 秒	280 秒×5 ヶ=1,400 秒
③引張金物（中間階 壁頭-壁脚）	施工及び積載効率を考慮し現場取付とする。	
④せん断金物（中間階 壁頭-壁脚）	200 秒×60 ヶ=12,000 秒	180 秒×60 ヶ=10,800 秒
合計時間	16,080 秒	14,660 秒
合計時間 / m ²	0.60 h / m ²	0.55 / m ²  (1 割減)
現場作業性	<ul style="list-style-type: none"> ・高所や上向き作業での金物位置調整が必要 ・金物の荷運びが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・工場取付により金物位置が固定されているため、金物位置調整が不要

工場取付の場合の金物取付時間は、現場取付と比較して 1 割の削減となった。これは、取付環境の違いによる作業時間の差が主な要因と考えられる。

3)-4 まとめ

加工時間について、CLT 壁接合部をインサート仕様からプレートビス留め仕様とした場合、6 割の短縮となることが確認できた。また、工場での金物取付を行うことで現場での金物取付作業時間が 1 割短縮となり、工場での金物取付による現場作業時間短縮の有効性を示した。

4) RC 造と CLT パネル工法の温熱環境を温湿度データで比較検証

リーヴァかもべ(RC 築 29 年)、インヒルズ朝倉 (CLT 築 2 年)、X-ino (CLT 築 1 年) のリビングと洗面脱衣所に温湿度計を設置し、温度・湿度の比較検証を行った。

結果を表 12~17 (資料 1) に示す。

※データは 10 分ごとに計測、グラフでは 1 日ごとの平均値を集計

期間：2025/6/1~2026/1/31

青：RC かもべ 黄：CLT 朝倉 ピンク：CLT X-ino

表 12. 温度°C リビング (10°C~32°C)

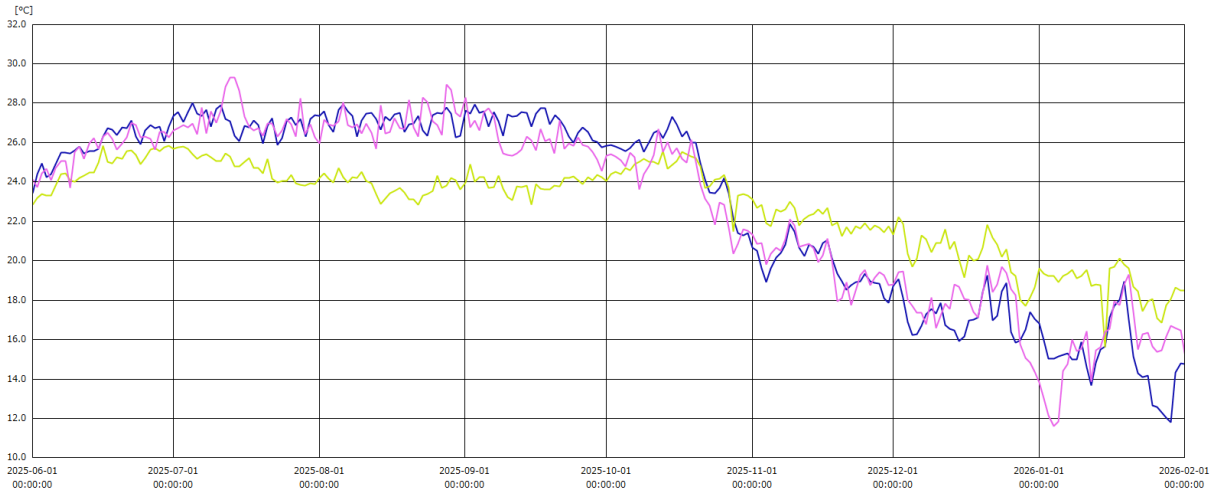


表 13. 温度°C 脱衣所 (10°C~32°C)

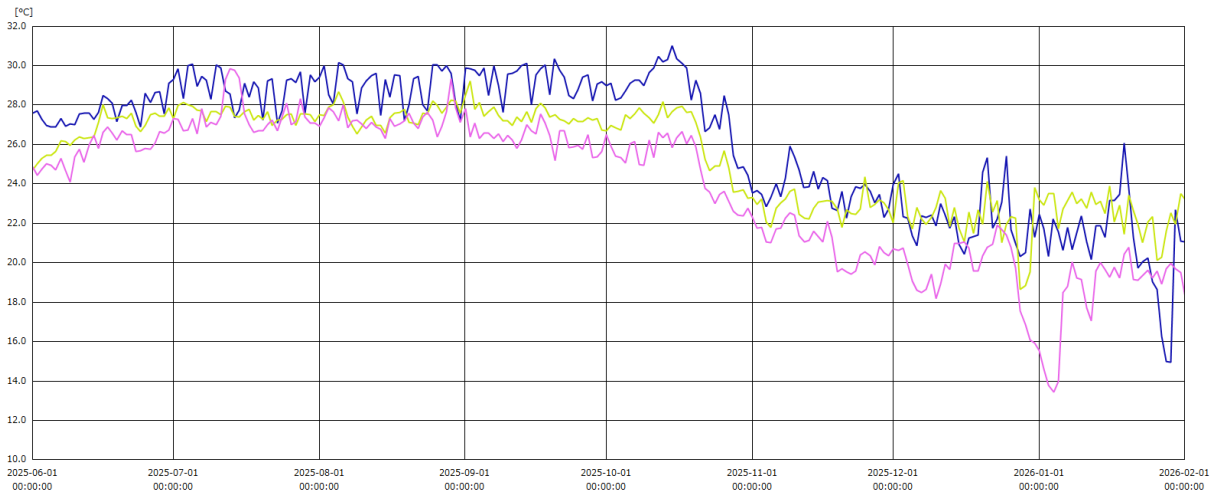


表 14. 湿度% リビング (0%~100%)

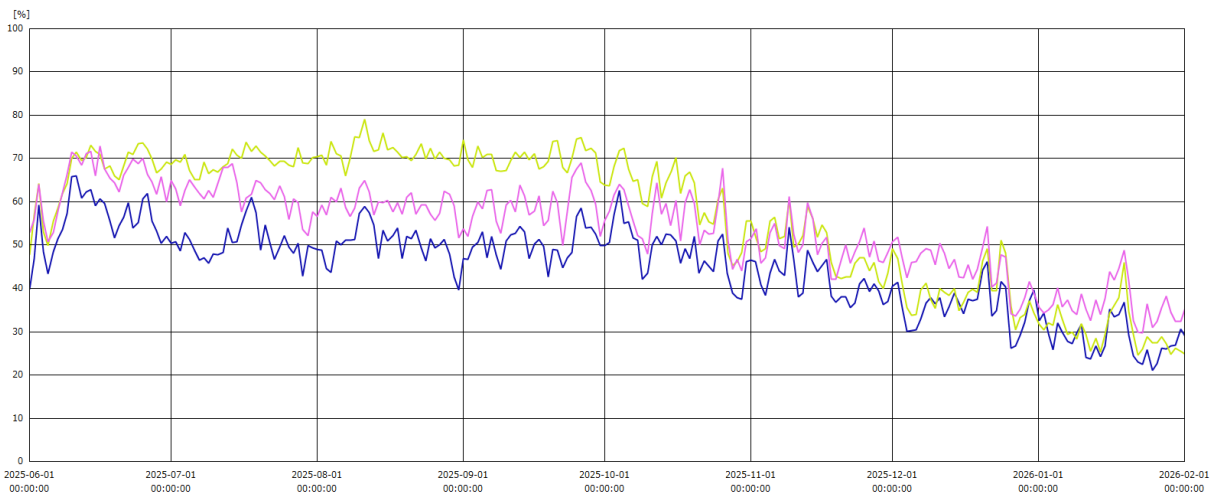


表 15. 湿度% 脱衣所 (0%~100%)

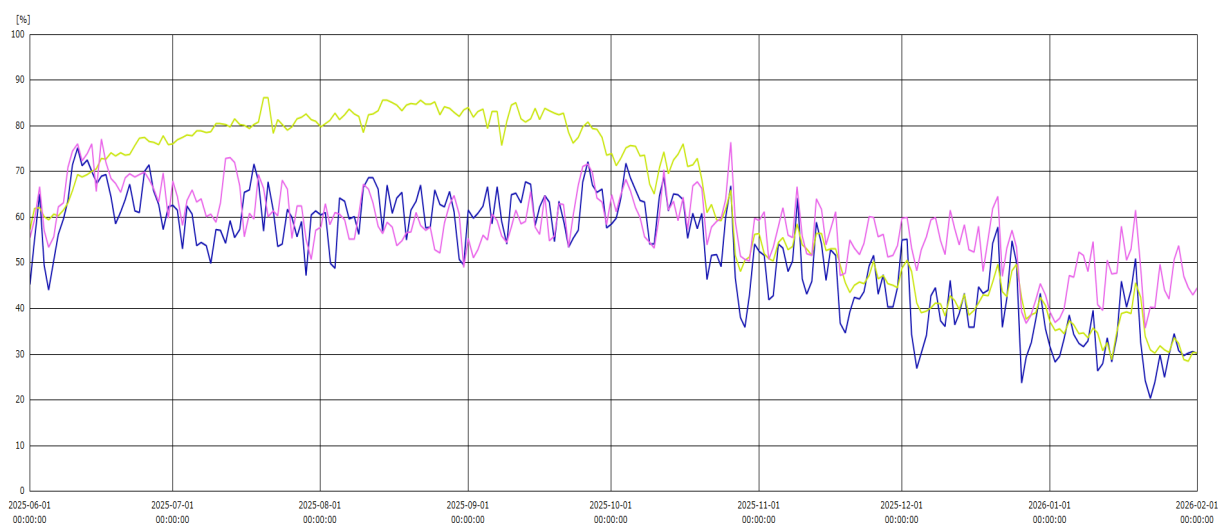


表 16. 夏期 (6月~9月) 実測結果

構造	物件	部屋	平均温度	平均湿度
RC	鴨部	リビング	27.8°C	63%
		脱衣所	28.6°C	71%
CLT	朝倉	リビング	27.1°C	58%
		脱衣所	27.9°C	66%
	いの	リビング	27.0°C	57%
		脱衣所	27.8°C	65%

構造	部屋	日内変動幅	
		温度	湿度
RC	リビング	3.2°C	18%
	脱衣所	3.8°C	25%
CLT	リビング	2.2°C	13%
	脱衣所	2.8°C	19%

表 17. 冬期 (12月~1月) 実測結果

構造	物件	部屋	平均温度	平均湿度
RC	鴨部	リビング	16.9°C	38%
		脱衣所	14.8°C	42%
CLT	朝倉	リビング	18.1°C	45%
		脱衣所	16.6°C	49%
	いの	リビング	18.3°C	46%
		脱衣所	16.8°C	50%

構造	部屋	日内変動幅	
		温度	湿度
RC	リビング	4.0°C	16%
	脱衣所	4.8°C	20%
CLT	リビング	2.5°C	11%
	脱衣所	3.2°C	14%

夏期 (6~9月) の実測結果から、CLT 住宅は RC 住宅に比べて室温・湿度ともに平均値が低く、かつ日内変動が小さいことが確認された。特にリビングでは、外気の影響を受けにくく、室内環境が安定する傾向が見られる。

一方、脱衣所では入浴や扉開閉といった生活行動の影響が大きく、構造性能ではなく空間用途による

差が数値として表れている。

冬期（12月～1月）の実測結果では、CLT住宅はRC住宅に比べて室温が高く保たれ、日内の温度変動が小さいことが確認された。

湿度についても、RC住宅では過乾燥傾向が見られる一方、CLT住宅では45～50%程度を維持しており、調湿性能の効果が数値として表れている。特に脱衣所においては、冬期に構造性能の差が顕在化する結果となった。

5) モジュール単位でのコスト比較

過去に36MSで施工したCLT集合住宅と本物件の建物概要、コスト・施工坪単価・1ユニット当り単価、単価比をまとめた比較表を表18（資料2）に示す。

表 18. CLT 集合住宅比較

工事名	朝倉集合住宅3F・12戸			秦南集合住宅3F・6戸			（仮）大聖町集合住宅			（仮）いの町集合住宅4F・12戸			（仮）南国市大塚集合住宅		
	見積額(税抜)	施工坪単価	1ユニット当り単価	見積額(税抜)	施工坪単価	1ユニット当り単価	見積額(税抜)	施工坪単価	1ユニット当り単価	見積額(税抜)	施工坪単価	1ユニット当り単価	見積額(税抜)	施工坪単価	1ユニット当り単価
竣工日	2024/3/16			2024/3/25			2025/3/23			2025/3/28			予定 2026/4/30		
工事場所	高知市朝倉			高知市秦南町			長岡郡大聖町			香川郡いの町			南国市大塚		
述べ床面積(坪)	244.05			114.21			136.85			227.36			228.53		
施工面積(坪)	268.55			127.85			161.93			287.31			266.72		
室面積(坪)	207.06			93.63			124.15			219.54			221.89		
共有面積(坪)	61.50			34.22			37.79			67.77			44.82		
間取り及び戸数	1LDK-9戸、3LDK-3戸			1LDK-6戸			1DK-4戸、1LDK-2戸、2LDK-2戸			1LDK-8戸、3LDK-4戸			1LDK-6戸、4LDK-1戸、3LDK-4戸 間口3600、5400メゾネット		
全戸数	12			6			8			12			11		
間取りプランユニット(1.0、0.75)	54			24			30			56			56		
室面積	1LDK50.57m ² 、3LDK76.49m ²			1LDK50.57m ²			1DK38.88m ² 、2LDK51.84m ² 、2LDK64.8m ²			1LDK51.84m ² 、3LDK77.76m ²			1LDK53.56m ² 、4LDK107.13m ² 、3LDK80.44m ²		
階数	3			3			2			4			2		
CLT使用箇所	床t=120 壁t=90、90×2			床t=120、壁t=90、90×2			床t=90 壁t=90			床t=90 壁t=90、90×2			床t=90 壁t=90		
設計	開建築設計事務所			開建築設計事務所			開建築設計事務所			開建築設計事務所			開建築設計事務所		
共通仮設工事 計	5,340,000	19,885	98,889	3,415,000	26,712	142,292	5,275,113	32,576	175,837	8,760,301	30,490	156,434	5,653,000	21,195	100,946
建築主体工事 計	173,313,000	645,365	3,209,500	100,267,000	784,282	4,177,792	99,435,378	614,059	3,314,513	211,251,237	735,261	3,772,344	153,069,000	573,901	2,733,375
標準工事 計	190,171,000	708,139	3,521,685	108,854,000	851,449	4,535,583	113,329,491	699,862	3,777,650	232,944,038	810,763	4,159,715	173,180,000	649,303	3,092,500
付帯設備工事	1,661,000	6,185	30,759	1,074,000	8,401	44,750	6,919,000	42,728	230,633	5,921,000	20,608	105,732	8,290,000	31,082	148,036
オプション設備工事 計	10,156,000	37,818	188,074	5,416,000	42,364	225,667	6,743,000	41,641	224,767	13,025,600	45,336	232,600	15,295,000	57,345	273,125
直接工事 計	201,988,000	752,142	3,740,519	115,344,000	902,213	4,806,000	126,991,491	784,231	4,233,050	251,890,638	876,707	4,498,047	196,765,000	737,730	3,513,661
経費	19,012,000	70,795	352,074	8,656,000	67,707	360,667	6,678,509	41,243	222,617	16,309,362	56,765	291,239	29,035,000	108,861	518,482
経費 計	19,012,000	70,795	352,074	8,656,000	67,707	360,667	6,678,509	41,243	222,617	16,309,362	56,765	291,239	29,035,000	108,861	518,482
合計	221,000,000	822,937	4,092,593	124,000,000	969,920	5,166,667	133,670,000	825,474	4,455,667	268,200,000	933,472	4,789,286	225,800,000	846,591	4,032,143
消費税	22,100,000	82,294	409,259	12,400,000	96,992	516,667	13,367,000	82,547	445,567	26,820,000	93,347	478,929	22,580,000	84,659	403,214
総合計	243,100,000	905,230	4,501,852	136,400,000	1,066,912	5,683,333	147,037,000	908,021	4,901,233	295,020,000	1,026,819	5,463,333	248,380,000	931,250	4,435,357
経費率	9.41%			7.50%			5.26%		6.47%			6.47%		14.76%	
延床面積坪単価	905,560			1,085,730			976,777			1,179,648			988,042		
合計	221,000,000	822,937	4,092,593	124,000,000	969,920	5,166,667	133,670,000	825,474	4,455,667	268,200,000	933,472	4,789,286	225,800,000	846,591	4,032,143
ES(玄関・水回り)単価	3,520,996			4,121,441			3,622,310			3,980,883			3,716,517		
DK単価	3,283,480			3,820,429			3,092,631			3,635,887			3,168,786		
L単価	2,686,635			3,274,485			2,751,284			3,115,278			2,659,842		
R単価	2,686,635			3,274,485			2,751,284			3,115,278			2,659,842		
ES・DK・L・R 合計	162,252,759			86,945,042			92,237,506			191,090,146			166,172,966		
共有面積部・屋外(共有部)給排水設備+兼分経費	45,817,973			30,077,915			27,052,006			56,936,504			34,127,408		
付帯設備+オプション工事+兼分経費	12,929,268			6,977,043			14,380,487			20,173,350			27,065,245		

工事名	朝倉集合住宅3F・12戸			秦南集合住宅3F・6戸			（仮）大聖町集合住宅			（仮）いの町集合住宅4F・12戸			（仮）南国市大塚集合住宅 メゾネット 2F・1LDK6戸、4LDK1戸、3LDK4戸		
	コスト	建築費割合	施工坪単価	コスト	建築費割合	施工坪単価	コスト	建築費割合	施工坪単価	コスト	建築費割合	施工坪単価	コスト	建築費割合	施工坪単価
建築総コスト(按分経費込・消費税法抜き)	221,000,000	100.0%	822,938	124,000,000	100.0%	969,987	133,670,000	100.0%	825,480	268,200,000	100.0%	933,486	225,800,000	100.0%	846,581
室面積部分コスト	162,252,759	73.4%	604,181	86,945,042	70.1%	680,055	92,237,506	69.0%	589,613	191,090,146	71.2%	665,101	164,607,347	72.9%	617,154
共有部分コスト	45,653,855	20.7%	170,001	29,884,407	24.1%	233,746	27,052,006	20.2%	167,060	56,482,796	21.1%	196,592	34,127,408	15.1%	127,952
付帯設備+オプション設備	12,929,268	5.9%	48,145	6,977,043	5.6%	54,572	14,380,487	10.8%	88,807	20,173,350	7.5%	70,215	27,065,245	12.0%	101,474
建築総工事費(付帯+オプション工事費)	208,070,732		774,798	117,022,957		915,314	119,289,513		796,678	248,028,650		883,272	198,734,785		745,106
		対L、R比			対L、R比						対L、R比			対L、R比	対L、R比
ES(玄関・水回り)単価	3,520,996	131.1%	4,121,441	125.9%	3,622,310	131.7%	3,980,883	127.8%	3,716,517	139.7%	3,168,786	119.1%	3,168,786	119.1%	113.1%
DK単価	3,283,480	122.2%	3,820,429	116.7%	3,092,631	112.4%	3,635,887	116.7%	3,168,786	119.1%	3,168,786	119.1%	3,168,786	119.1%	110.7%
L、R単価	2,686,635	100.0%	3,274,485	100.0%	2,751,284	100.0%	3,115,278	100.0%	3,115,278	100.0%	3,115,278	100.0%	2,659,842	100.0%	116.0%

- ・2～3 階建て
ES（玄関・水回り）単価：350 万円～370 万円
DK 単価：310 万円～330 万円
L・R 単価：270 万円～280 万円
- ・4 階建て
ES（玄関・水回り）単価：400 万円
DK 単価：360 万円
L・R 単価：310 万円

本物件のモジュール単位のコスト単価は、過去の2～3階建てと比較しても同等のコストに納まった。また、4階建ての単価は2～3階建ての約10%高となった。

6) 太陽光発電設置や ZEH-M の可能性

南国市集合住宅（青、オール電化・おひさまエコキュート設置、太陽光発電設置）と一般的な木造の電気・ガス（緑）の年間使用料や各種料金、差額（赤）、年間余剰電力量と売電金額（紫）のシミュレーション結果を表 19（資料 3）に示す。

表 19. 電気・ガス代シミュレーション結果

(仮)南国市集合住宅【ZEH-Mシミュレーション】オール電化		4LDK	3LDK	1LDK	全戸合計
世帯人数想定(人)		4	4	2	
戸数		1	4	6	11
室面積(m2)		104.98	78.4	52.48	733.46
ZEH-M・オール電化・おひさまエコキュート	太陽光システム設置(kW)/戸	5.52	4.14	2.76	38.64
	年間発電量(kW)/戸	7,273	5,455	3,637	50,915
一般的な木造・電気・ガス	年間電力使用量(kW)/戸	5,232	4,632	2,628	39,528
	年間ガス使用量(m ³)/戸	516	408	168	3,156
ZEH-M・オール電化・おひさまエコキュート	年間電力使用量(kW)/戸	3,586	3,156	2,623	31,948
	年間自家消費電力量/戸	1,837	1,247	1,003	12,843
一般的な木造	電気代/戸・月	16,262	14,223	7,697	119,336
	電気代/戸・年	195,149	170,681	92,370	1,432,093
	ガス代/戸・月	9,335	8,279	5,018	72,559
	ガス代/戸・年	112,018	99,353	60,215	870,720
	電気・ガス代/戸・月	25,597	22,502	12,715	191,895
	電気・ガス代/戸・年	307,167	270,034	152,585	2,302,813
ZEH-M・オール電化・おひさまエコキュート・太陽光自家消費	電気代/戸・月	10,040	8,830	7,340	89,400
	電気代/戸・年	120,400	106,000	88,100	1,073,000
ZEH-M(電気代) -木造(電気+ガス代)	電気・ガス代/戸・月	-15,557	-13,672	-5,375	-102,495
	電気・ガス代/戸・年	-186,767	-164,034	-64,485	-1,229,813
年間余剰電力量		5,436	4,208	2,634	38,072
年間余剰電気売電金額(最初の4年間)「24円/kW(税込み)」		130,464	100,992	63,216	913,728
年間余剰電気売電金額(5年目以降)/戸「8.3円/kW(税込み)」		45,119	34,926	21,862	315,998

南国集合住宅の電気代と一般的な木造の電気・ガス代との差額が、1LDKで5,375円/月、3LDKで13,672円/月、4LDKで15,557円/月の結果となり、4LDKにおいて最初の4年間は売電金額が消費金額を上回る結果となった。

また、A棟・B棟それぞれBELS申請を行い、両棟共にZEH-Mを満たす評価を頂いた。(資料4)

Ua値は両棟共にGX志向型適合、一次エネ削減率はA棟未達成(31%)、B棟35%以上削減(GX志向型)となった。

【A棟】



【B棟】



