

## 5.1 (株) CFホーム／(株) ハルタ建築設計事務所

事業名	株式会社CFホーム新社屋新築工事の外断熱工法実証	
実施者（担当者）	株式会社CFホーム(株式会社ハルタ建築設計事務所)	
建築物の概要	用途	事務所
	建設地	神奈川県川崎市宮前区東有馬3丁目2535番地3
	構造・工法	CLTパネル工法
	階数	3
	高さ (m)	9.929
	軒高 (m)	8.775
	敷地面積 (m <sup>2</sup> )	169.08
	建築面積 (m <sup>2</sup> )	83.92
	延べ面積 (m <sup>2</sup> )	231.03
	階別面積	1階 71.49 2階 79.77 3階 79.77
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床、屋根
	CLT使用量 (m <sup>3</sup> )	加工前122.827m <sup>3</sup> 加工後108.345m <sup>3</sup>
	壁パネル	寸法 90mm厚、150mm厚 ラミナ構成 3層3プライ、5層5プライ 強度区分 S90A、S60A相当 樹種 トドマツ、スギ
		寸法 210mm厚 ラミナ構成 7層7プライ 強度区分 S90A、S60A相当 樹種 トドマツ、スギ
		寸法 210mm厚 ラミナ構成 7層7プライ 強度区分 S60A相当 樹種 スギ
		主な使用部位 (CLT以外の構造材)
		梁:オウシュウアカマツ集成材、土台:ヒノキ製材、母屋・東:スギ製材
		木材使用量 (m <sup>3</sup> ) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする 10m <sup>3</sup>
		主な外部仕上
		屋根 カルバリウム鋼板(t=0.4)立て彫葺き 外壁 ロックホールt150+左官仕上げ ロックホール充填外張り断熱t150+通気隙縫t16+板張りt17
仕上		開口部 木製複層ガラスLowE4+Ar16+耐熱結晶4 樹脂製トリフローラスLowE4+Ar10+耐熱結晶4+Ar10+LowE4
主な内部仕上	界壁 強化PB15×2+木軸 間仕切り壁 強化PB15×2+木軸	
	床 システムフロア+PBt20+合板t12の上無垢フローリング材 t15	
	天井 CLT表し	
構造	構造計算ルート	ルート1
	接合方法	引きボルト、せん断金物(U字金物、D32)、ビス接合
	最大スパン	5.5m
	問題点・課題とその解決策	D32使用のため高い建て方精度が必要。 ビスによる壁パネル仮止め等で精度を確保した。
防耐火	防火上の地域区分	準防火地域
	耐火建築物等の要件	準耐火建築物
	本建築物の防耐火仕様	準耐火建築物
	問題点・課題とその解決策	表し仕上げとするため燃え代設計を実施
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	CLTジョイント部の気密性を確保するため、気密テープ取付 ロックホール断熱を用い、温熱環境を整備。 熱橋部を極力排除した。
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根 (又は天井) ロックホール(熱伝導率0.041W/m・K)300mm
		外壁 ロックホール(熱伝導率0.041W/m・K)150mm
		床 ポリスチレンフォームXPS(熱伝導率0.034W/m・K)50mm
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	特になし
	建て方における課題と解決策	基礎上の気密パッキン施工の幅に規格サイズがなく、一部2列に配置した。
	給排水・電気配線設置上の工夫	設計のタイミングで打ち合わせを行い、極力現場コア抜きがないよう工夫した。
	劣化対策	雨天時のブルーシート、防水紙は早期に対応した。
工程	設計期間	2022年5月～10月 (6ヵ月)
	施工期間	2022年11月～2023年2月 (4ヵ月)
	CLT躯体施工期間	2023年1月上旬～中旬 (9日間)
	竣工(予定)年月日	2023年5月31日
体制	発注者	株式会社CFホーム
	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)	株式会社ハルタ建築設計事務所
	構造設計者	銘建工業株式会社、株式会社 Nico Lab
	施工者	サンキホーム株式会社
	CLT供給者	銘建工業株式会社
	ラミナ供給者	高知おおとよ製材株式会社 (高知県産材) 株式会社くまもと製材 (熊本県産材)

実証事業名：株式会社 CF ホーム新社屋新築工事の外断熱工法実証  
 建築主等／協議会運営者：株式会社 CF ホーム／株式会社ハルタ建築設計事務所

## 1. 実証した建築物の概要

用途	事務所		
建設地	神奈川県川崎市		
構造・工法	CLT 工法		
階数	3		
高さ (m)	9.929	軒高 (m)	8.775
敷地面積 (m <sup>2</sup> )	169.08	建築面積 (m <sup>2</sup> )	83.92
階別面積	1 階 2 階 3 階	71.49 79.77 79.77	延べ面積 (m <sup>2</sup> ) 231.03
CLT 採用部位	壁、床、屋根		
CLT 使用量 (m <sup>3</sup> )	加工前 122.827 m <sup>3</sup> 加工後 108.345 m <sup>3</sup>		
CLT を除く木材使用 (m <sup>3</sup> )	10 m <sup>3</sup>		
CLT の仕様	(部位) 壁 壁 床 屋根	寸法/ラミナ構成/強度区分/樹種 90mm/3 層 3 プライ/S90A/トドマツ、スギ 150mm/5 層 5 プライ/S60A 相当/スギ 210mm/7 層 7 プライ/S90A、S60A 相当/トドマツ、スギ 210mm/7 層 7 プライ/S90A、S60A 相当/スギ	
設計期間	2022 年 5 月～10 月 (6 カ月)		
施工期間	2022 年 11 月～2023 年 2 月 (4 カ月)		
竣工（予定）年月日	2023 年 5 月 31 日		

## 2. 実証事業の目的と設定した課題

- (1) CLT 工法にデンマーク製ロックウールを用いる際の施工効率や施工方法の検討
- (2) 温熱性能を十分に確保するための具体的な工法や検証方法の検討
- (3) 防露性能を十分に確保するための具体的な工法や検証法の検討
- (4) 同規模 RC 造との建築時、運用時のコスト比較検討

### 3. 事業実施体制構成員

(設計及び協議会運営者) ハルタ建築設計事務所  
(構造設計) 銘建工業株式会社  
(施工) サンキホーム株式会社  
(CLT パネル供給及び施工) 銘建工業  
(断熱材供給) Scandinavian Housing 株式会社  
(温熱結露アドバイザー) 住環境  $\alpha$  研究所 栗原潤一

### 4. 課題解決の方法と実施工程

(1) CLT パネル割りの寸法割り付けとロックウール断熱材の規格寸法を比較し、施工効率、施工精度、メンテナンスが行いやすい設計や施工方法を検討する。

(2) 壁面や屋根面の外断熱による温熱性能、気密性能、防露性能シミュレーションを行い施工方法を検討する。また気密測定や壁内に隠蔽した結露測定器を用い、実測データの測定を行う。

#### <協議会の開催>

令和4年6月6日、問題点洗い出し（設計、構造オンラインにて）  
令和4年7月20日 第1回開催（設計、構造、断熱工事、外装工事オンラインにて）  
令和4年8月22日：第2回開催、確認申請前協議（設計、構造、施工、窓工事）  
令和4年9月29日：第3回開催、施工方法の確認（設計、構造、施工）  
令和4年11月15日第4回開催 基礎アンカーボルトの打ち合わせ（設計、構造、施工）  
令和5年1月30日：見学会、現地調査の開催

#### <設計>

令和4年5月：実施設計  
6月：構造設計  
8月：建築確認申請  
9月：建築確認申請（質疑対応）  
11月7日：確認済取得

#### <施工>

令和4年11月15日：工事請負契約  
11月21日：基礎着工  
12月5日、15日：コンクリート打設  
令和5年1月：木工事（CLT 建込）、断熱材工事  
2月：サッシ取付、外装工事  
3月：内装工事設備工事

#### <性能確認>

令和5年2月：温熱気密結露測

### 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) 施工方法の確立

今回施工を行うにあたり、壁を下記の断面構成とした。



壁断面構成図（1F）

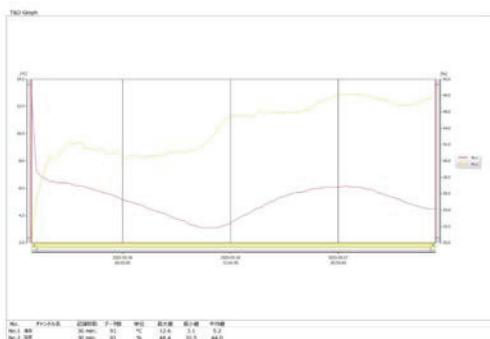
壁断面構成図（2-3F）

1階壁は、通常木造軸組み工法で採用している要領で、CLTパネルに直接断熱材を接着剤を用いて接着。ジベルビスを455mmピッチで補強を行った。通常の軸組工法では、柱、間柱を狙ってビスを貫入させる必要があったが、CLTパネルのどこにでも打つことができ、この工法により断熱の胴縁を必要とせず、熱要部分も発生しない。

また、メッシュを伏せ込み直接左官を行うことができるため、施工効率がよく、CLT工法にたいして新たな意匠性を示すことができた。

2、3階壁は、断熱層を2層とした。1層目を横胴縁、2層目を縦胴縁としてそれぞれ断熱材を充填した。断熱材にはビスや接着剤は用いず、透湿防水シートで覆った。

このような施工を行うことで、断熱欠損部分を胴縁同士の支点のみとし、極力断熱性能を高めた。



壁内推移（赤：温度　黄色：湿度）



外気推移（赤：温度　黄色：湿度）

壁内の温度変化は約±2.5°、湿度変化は約±9%で、グラフは緩やかな曲線を描いていることが観測できた。（計測初めの30分を除く）

反対に外部の温度変化は約±6.5°、湿度変化は±25%で、断熱壁内と比較すると振れ幅も大きく、短時間で速く変化している事が観測できた。（計測初めの30分を除く）

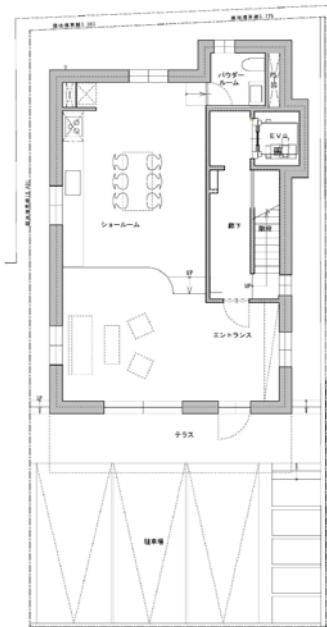
上記の結果から、外気温度の影響は小さく、断熱性能、調湿性能は適切に機能しており、現状の環境下では少なくとも壁内結露などは発生しないと考えられる。今後は運用時においても同様の試験を継続的に行う事を多くの情報が確認できる。

## 6. 本実証により得られた成果

CLT工法に対してロックウール断熱材を用いる新しい取り組みだったが、施工方法を確立することができた。

温熱環境の実測データを採取することができた。また、今後も継続的に観測することができるため、CLTの実測データを提供できる。

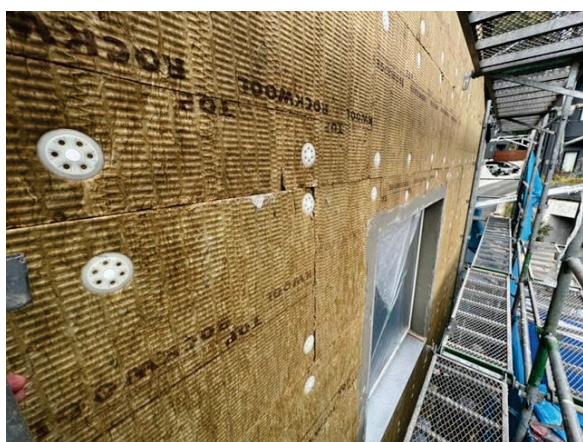
## 7. 建築物の平面図・立面図・写真等



1階平面図（CLT+外断熱の体感スペース）



断面パース



1階断熱施工写真



2階断熱施工写真

## 成果物

### 目次

- 1 計画概要
- 2 事業のコンセプト
- 3 建築計画
- 4 建物の特色
- 5 構造計画
- 6 実証内容

## 1 計画概要

神奈川県川崎市宮前区にある 16m の市道に面する市街地に位置する、3階建ての自社ビルの計画である。

内閣府による CLT を用いた建築物の一覧（都道府県別）(R4.7.31現在) によると、川崎市で CLT パネルを構造に用いた初めての事例となる。

2 階、3 階を事務所用途、1 階を CLT 工法と断熱材を用いた空間を体感できる場所として運用予定。

用途 事務所

建物高さ 9.929m

階数 3 階

建築面積 169.08m<sup>2</sup>

延床面積 231.03m<sup>2</sup>

用途地域 第一種住居地域 準防火地域 景観計画区域、宅地造成法規制区域、等

諸条件により準耐火建築物に適合する必要があるため、壁や屋根を燃え代設計を行う事で対応を行った。また、北側隣地には第一種低層住居専用地域が横断しており、日影規制を回避するため建物高さを 10m 以下とする計画となっている。



付近見取図



着工前現地写真

## 2 事業コンセプト

以下に3つの事業コンセプトと対応する計画方針を示す。

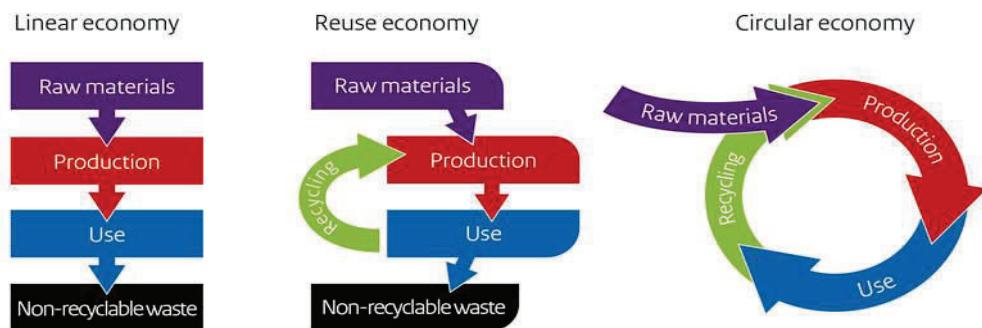
### ① 脱炭素社会の実現にむけた、CLTを使ったサステイナブルな建築の提案

CLTを用いるのみならず、建築時や運用時、解体時まで環境負荷の低減を意識した建築工法、施工方法を実現する。

⇒100%天然の岩石から作られる建材で、製造過程での環境負荷が少なく、豊富にある資源が原料の断熱材であるデンマーク製ロックウールを用いる。

その他の建材や設備機器も含めて、建築コストだけでなく、運用コスト、解体移築コストなどを低減する工夫を行い、循環型経済（社会）への新たな取り組みを提案する。

### From a linear to a circular economy



オランダ政府 *From a linear to a circular economy*より引用

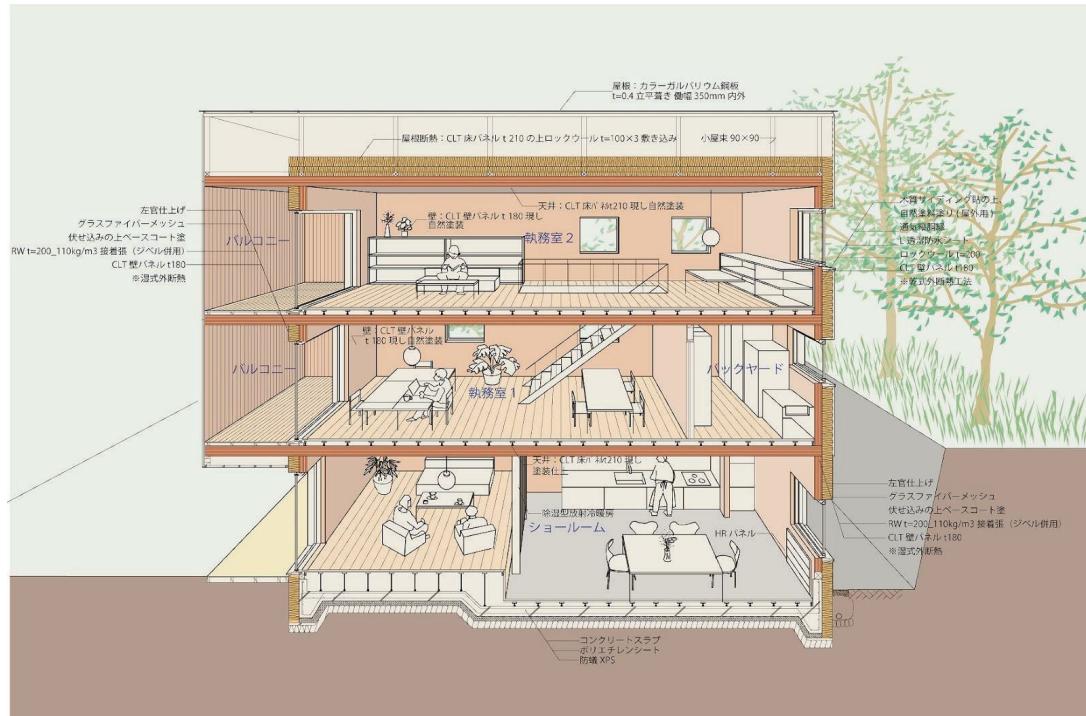
- ② 運用時の温度、湿度を実測データとして抽出し、CLTの特性を示す。  
 ⇒CLT工法と上記ロックワールを組み合わせた際の、運用時におけるエネルギー消費や壁内温度、湿度変化を継続して実測データを取得し、CLTや断熱材の経年変化を確認する。
- ③ 利用者の健康や快適な労働環境を実現する。  
 ⇒自然環境への負荷低減だけではなく、利用者への負荷を低減し、快適な執務空間を提供する。

### 3 建築計画

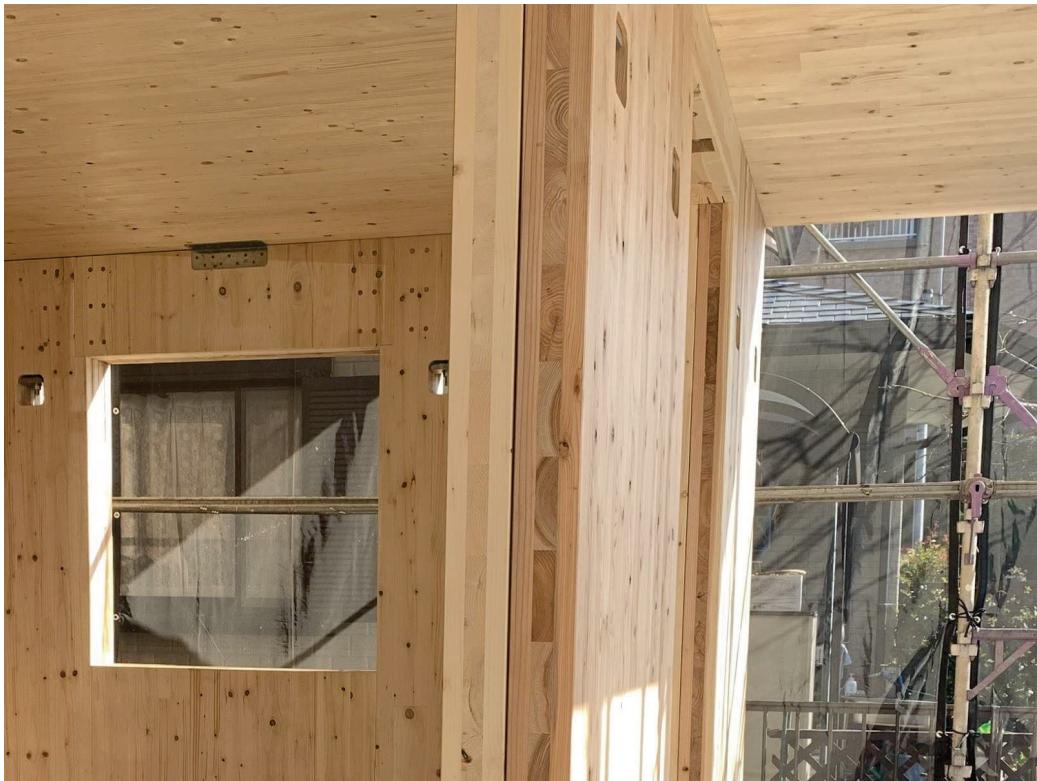
市街地にたつ3階の事務所ビル

1階は建物の体感スペースとしても活用を行うことで、数値だけでなく、今まで経験することができなかつたCLTの良さを感じられる計画とした。  
 意匠上の理由だけでなく、日本各地の木材利用を促進するため、下記のとおり木材を使い分けを行った。

部位	樹種	産地
1階床 1階天井（一部）	トドマツ	北海道
2～3階壁、2～3階天井	スギ	奈良、岡山
外装材	屋久島地杉	鹿児島



断面パース（基本設計時）



1階壁断面写真 左：トドマツ 右：スギ

#### 4 建物の特色

CLTのみならず、建物として環境負荷を低減させるため、下記項目について計画している。

##### ① 100%天然資源であるロックウール断熱材

北欧諸国で多く用いられるロックウールは、100%天然の岩石から作られる建材で、製造過程での環境負荷が少なく、豊富にある資源が原料の断熱材です。

ヨーロッパで最も厳しい安全基準を満たし再利用できるため、持続可能な未来都市のビジョンに貢献できる建材として注目されています。

日本の住宅瑕疵担保保険制度に認定されて以降、多くの住宅に用いられています。2022年秋には日本初の工場が計画され、日本において今後さらなる普及が予想されます。

##### 耐火性

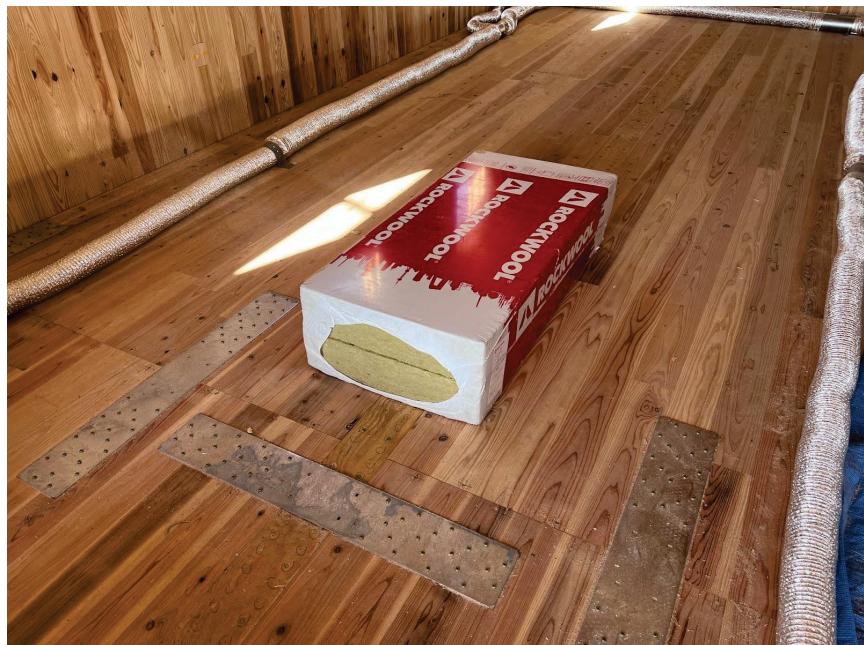
欧洲規格EN13501-1 規格の非燃焼性試験に合格し1000°Cまで耐えうる耐火性を持つ。

##### 防水性と透湿性

防水性の高さと、水分を排出し乾燥する透湿性の高さから、外断熱として一般的な乾式工法のみならず、湿式工法が確立されています。

##### 熱伝導率

熱伝導率0.041 W/mK



ロックウール 600mm×1200mm×150mm (2枚pack)

## ② 热伝導率の低い樹脂枠トリプルガラス、木枠Low-E複層ガラスを採用

建物からの熱損失を低減しエネルギー効率を高めるため、热伝導率の低い樹脂枠トリプルガラスと、木枠Low-E複層ガラスを採用した。

採用したガラスのUa値の一部を示す。

枠材	Ua値(w/m <sup>2</sup> · K)	ガラス種類
樹脂	1.25	LowE4+Ar10+耐熱結晶4+Ar10+LowE4
木 (ヒバ)	1.34	LowE4+Ar16+耐熱結晶4

また、単にCLT及び窓が経年変化により気密性能が低下する可能性も考慮し、窓4方に膨張式気密テープを施す。

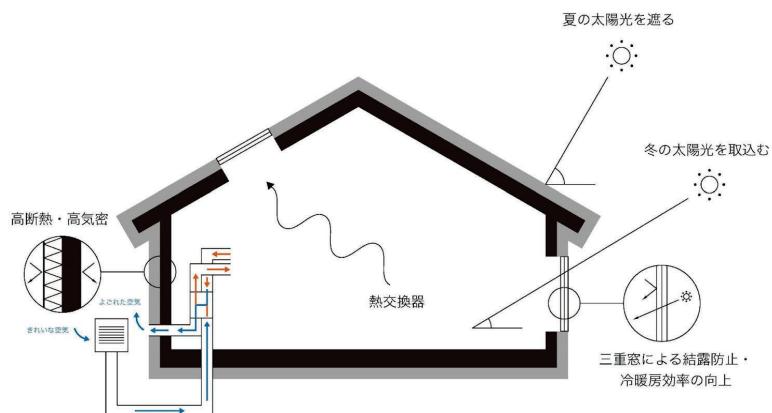


窓の施工写真

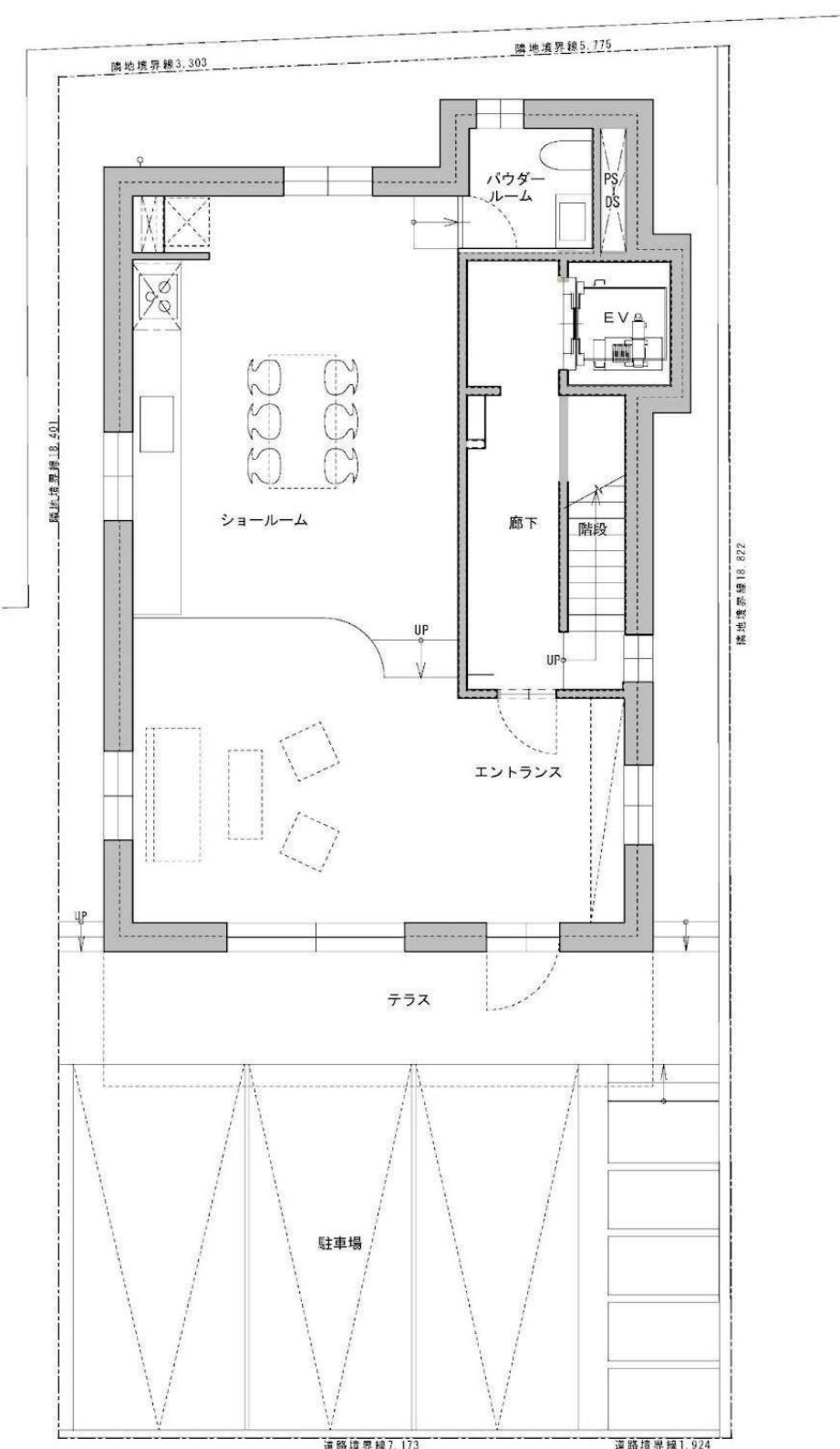
### ③ 空調換気システム

上記建材を使用することで、温熱環境の安定性や気密性能を確保し、第一種換気システムによよって、熱損失を低減しつつ、常に清潔な空気設計を行う。

また、極力冷暖房を使わざ利用できる施設とするが、補助空調として除湿型放射冷暖房も設け、温熱環境の微調整を行う計画とした。



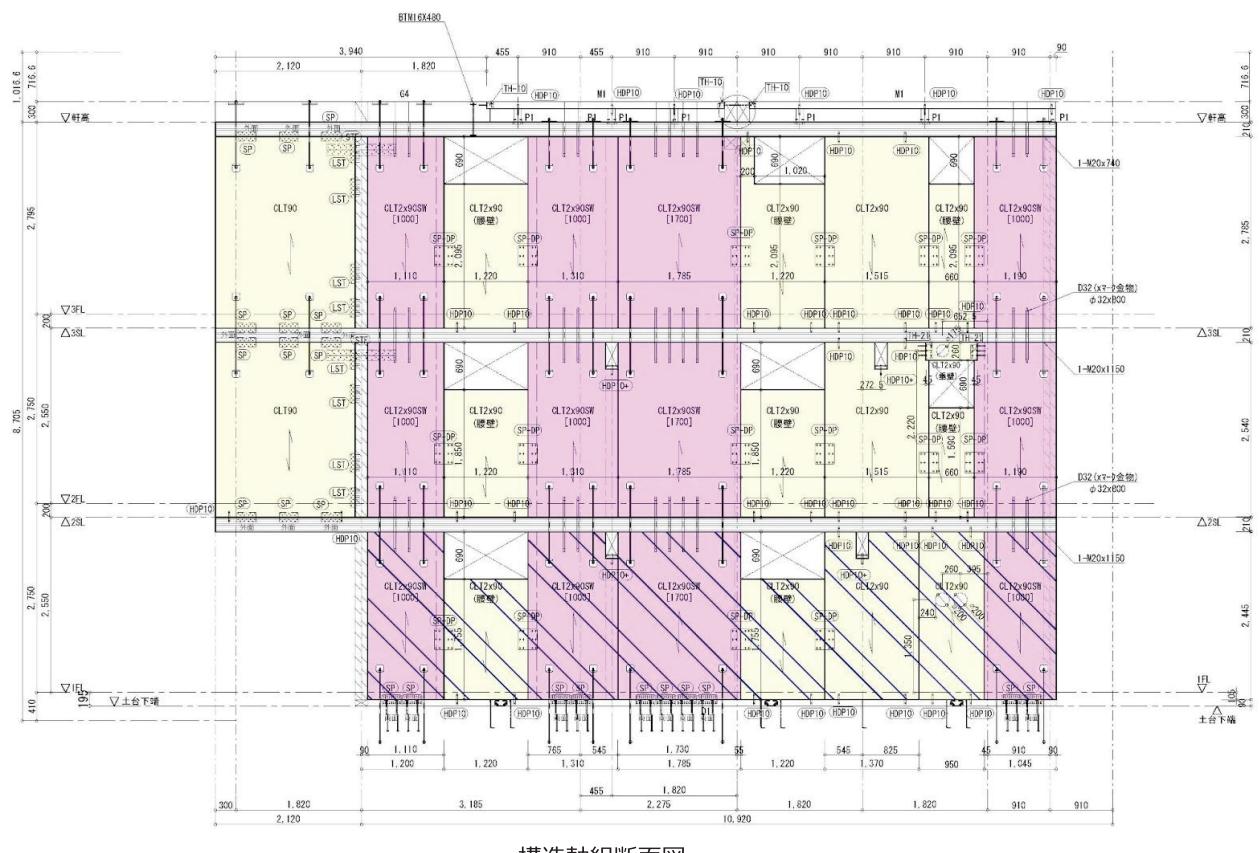
建物エネルギー循環のイメージ



1階平面図 (CLT + 断熱の体感スペース)

5 構造計画

壁、床、屋根全てCLTで構成したシンプルなパネル構成で、構造計算はルート1とした。接合方法は、内部の意匠性を考慮し、引きボルト、せん断金物を採用している。接道に向かって約2mを跳ねだしスラブを計画しCLTならではの意匠性を実現した。



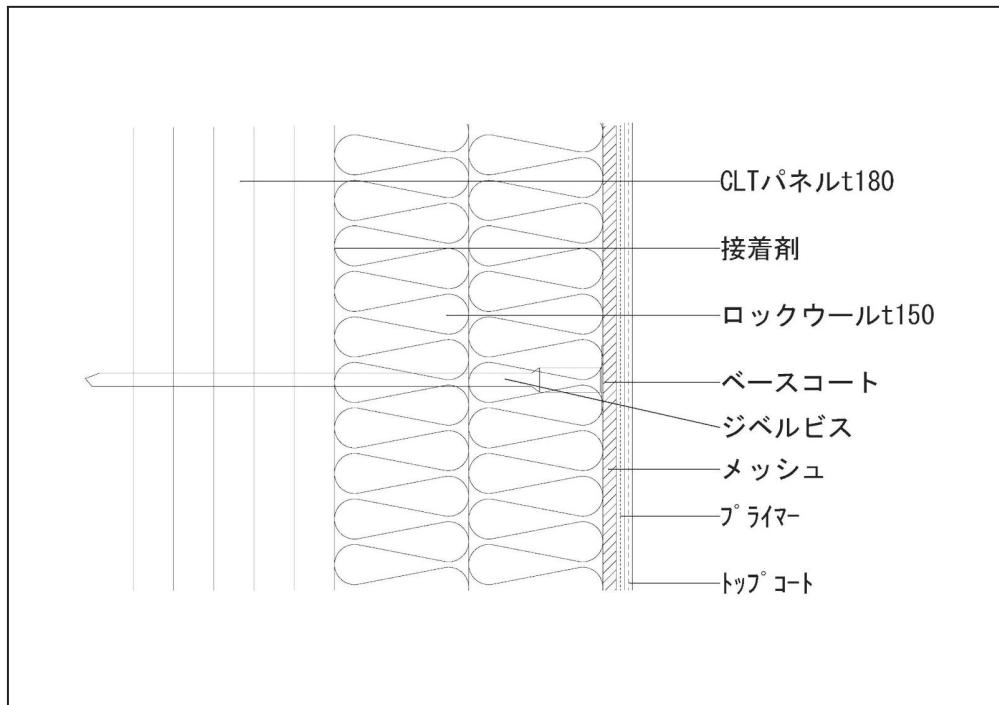


銘建工業岡山工場での製品検査（上 2 枚：壁パネル90mm下 2 枚床:パネル210mm）

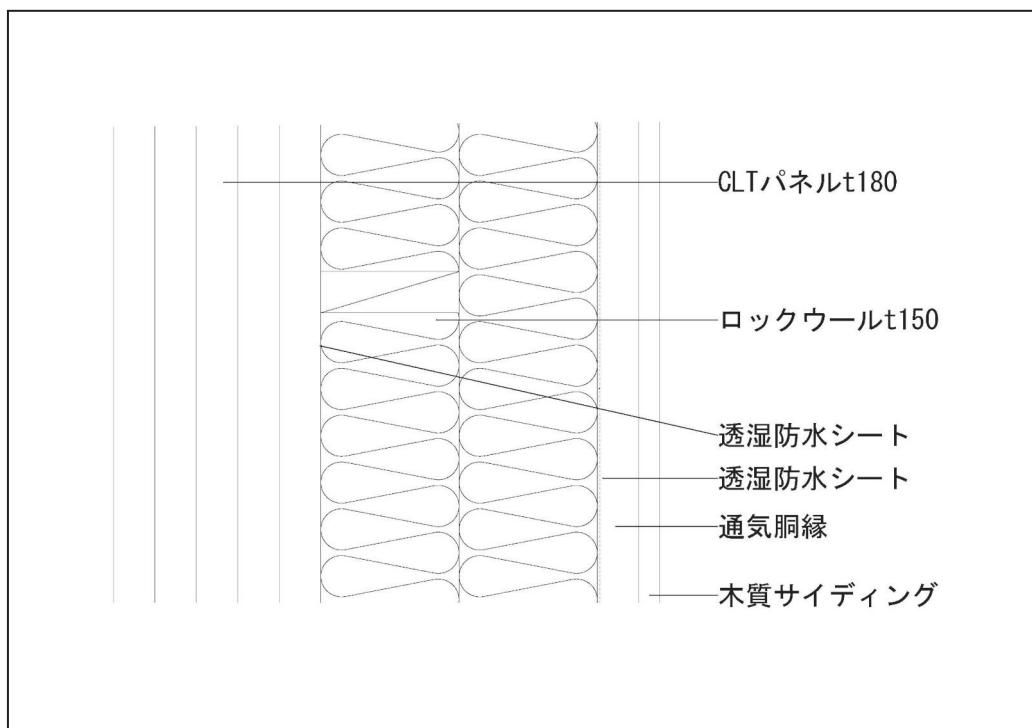
## 6 実証内容

### ① 外断熱施工方法の検証

今回施工を行うにあたり、壁を下記の断面構成とした。



壁断面構成図（1F）



壁断面構成図（2-3F）



1階壁施工写真



2～3階壁施工写真

## 施工結果

1階壁は、通常木造軸組み工法で採用している要領で、CLTパネルに直接断熱材を接着剤を用いて接着。ジベルビスを455mmピッチで補強を行った。通常の軸組工法では、柱、間柱を狙ってビスを貫入させる必要があったが、CLTパネルのどこにでも打つことができ、この工法により断熱の胴縁を必要とせず、熱要部分も発生しない。

また、メッシュを伏せ込み直接左官を行うことができるため、施工効率がよく、CLT工法にたいして新たな意匠性を示すことができた。

2、3階壁は、断熱層を2層とした。1層目を横胴縁、2層目を縦胴縁としてそれぞれ断熱材を充填した。断熱材にはビスや接着剤は用いず、透湿防水シートで覆った。このような施工を行うことで、断熱欠損部分を胴縁同士の支点のみとし、極力断熱性能を高めた。

## ② 溫熱環境の実測

### 実測方法

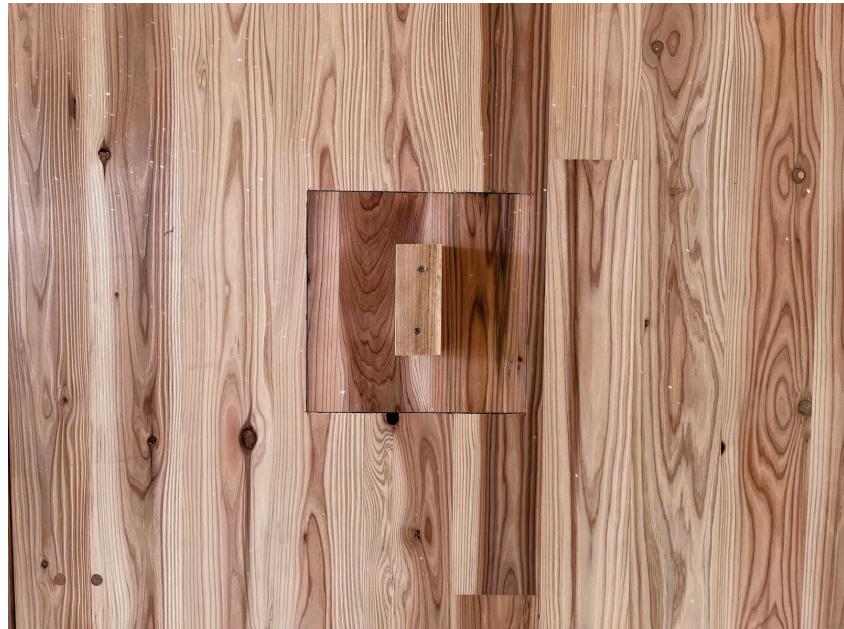
CLTの非耐力壁に300mm角の開口を設け、温度湿度のデータロガーを設置する。

その後300mm角の点検蓋で塞ぐ。

外気、室内、壁内（CLTと断熱材の内部）における温度、湿度の時間的変化を継続的に計測を行う。



データロガー設置写真（断熱施工前）



点検口（内部から点検が可能）

## 計測結果

2023年2月15日～17日の3日間のうち、30分間隔で継続して計測を行った。計測器には温度湿度データロガーおんどとり（株式会社T&D）を用いた。本製品は本来無線(Bluetooth)にてリアルタイムで監視が可能だが、現在工事中につき、計測後USBにてログを抽出した。竣工後は継続的にデータを監視を行う。

計測箇所は断熱とCLTの壁内と外部との比較を行った。計測日時点では空調設備などが設置されていないため、竣工後は、外気、壁内、内部の比較を継続的に行う。

次ページにて以下計測データを示す。

## 計測データに対する考察

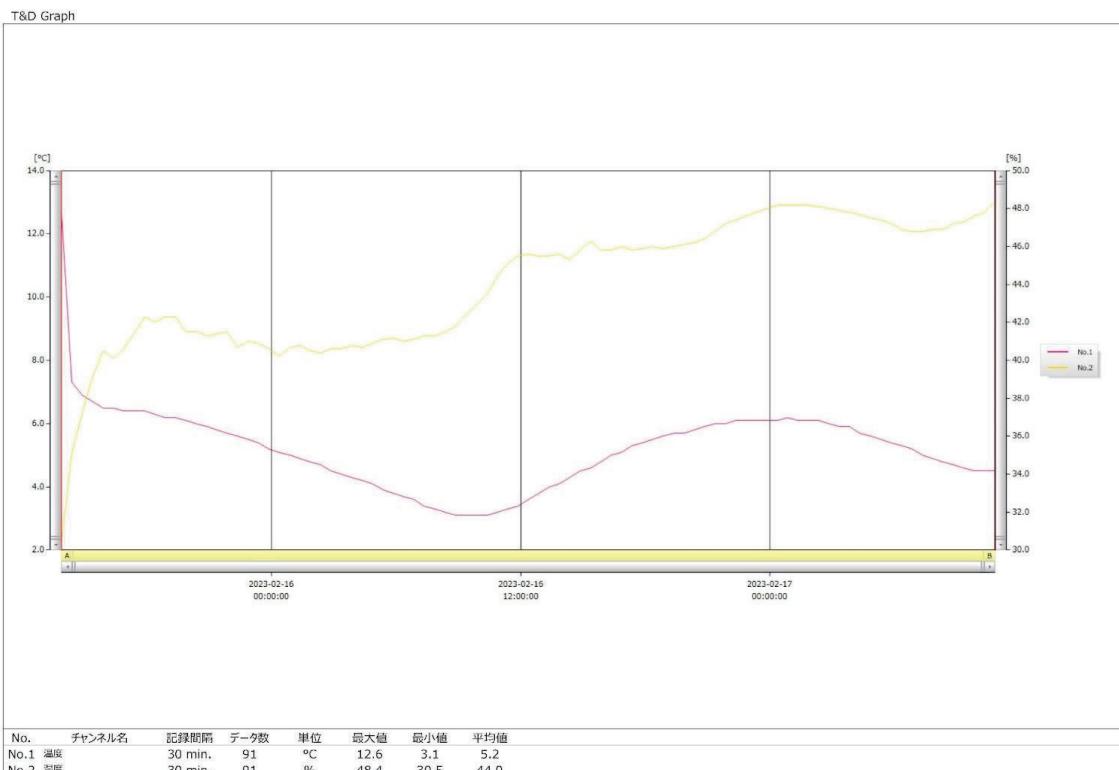
壁内の温度変化は約±2.5°、湿度変化は約±9%で、グラフは緩やかな曲線を描いていることが観測できた。（計測初めの30分を除く）

反対に外部の温度変化は約±6.5°、湿度変化は±25%で、断熱壁内と比較すると振れ幅も大きく、短時間で速く変化している事が観測できた。（計測初めの30分を除く）

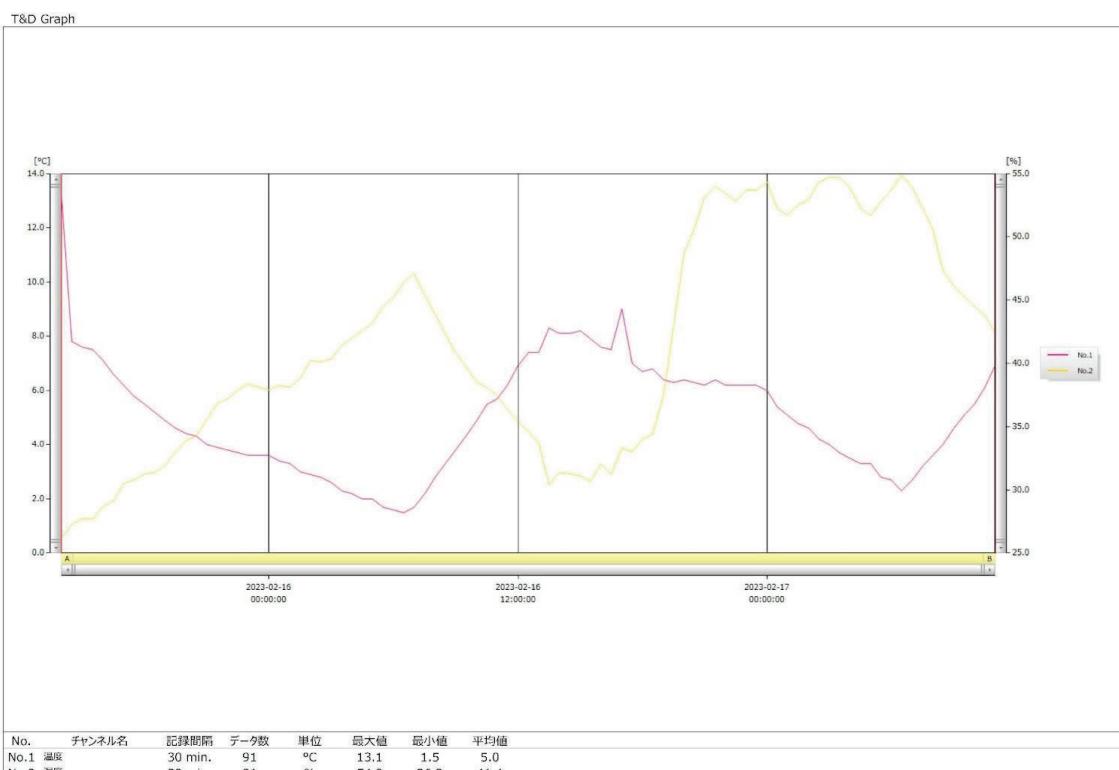
顕著だったのが、16日18:00から数時間で湿度は+20%も変化しているにも関わらず、壁内湿度は+2%と微増だった。

上記の結果から、断熱性能、調湿性能は適切に機能しており、現状の環境下では少なくとも壁内結露などは発生しないと考えられる。

今後は運用時においても同様の試験を継続的に行う事を多くの情報が確認できる。



壁内推移（赤：温度 黄色：湿度）



外気推移（赤：温度 黄色：湿度）