

2.9 (個人) / (株) フェニックスホーム

事業名	スマート&スロー砂払計画の建築実証		
実施者(担当者)	個人(株式会社フェニックスホーム)		
建築物の概要	用途	共同住宅(長屋5戸)	
	建設地	長野県飯田市砂払町3丁目921-4	
	構造・工法	木造(丸太組構法)	
	階数	2	
	高さ(m)	8.895	
	軒高(m)	6.295	
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	390	
	建築面積(m <sup>2</sup> )	191.6	
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	329.38	
	階別面積	1階	178.68
	2階	150.7	
	3階	—	
CLTの仕様	CLT採用部位	ログ壁、床(2階)	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )	加工前製品量90.00m <sup>3</sup> 、建築物使用量76.56m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ
		強度区分	S90A相当
		樹種	ヒノキ
	床パネル	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
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(CL T以外の構造材)	柱:赤松集成材 梁:赤松集成材	
	木材使用量(m <sup>3</sup> ) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CL T以外とする	91m <sup>3</sup>	
仕上	主な外部仕上	屋根	コロニアル葺き
		外壁	CL Tログ120×400
		開口部	アル樹脂複合サッシ+二層複層ガラス(Low-E、乾燥空気、日射取得型、中空層幅16mm)
	主な内部仕上	界壁	パイン無垢板 <sup>ハ</sup> 12+ (PB12.5×2+ガラスウール <sup>t</sup> 50) +CL T <sup>ロ</sup> + (PB12.5×2+ガラスウール <sup>t</sup> 50) +パイン無垢板 <sup>ハ</sup> 12
		間仕切り壁	パイン無垢板 <sup>ハ</sup> 12+2×4スタッド
		床	(1F床) パイン無垢フローリング <sup>t</sup> 20+合板 <sup>t</sup> 12+押出法ポリスチレンフォーム <sup>t</sup> 40 (2F床) パイン無垢フローリング <sup>t</sup> 20+CL T <sup>ハ</sup> 90
天井	木天井下地+パイン無垢板 <sup>ハ</sup> 12		
構造	構造計算ルート	許容応力度計算	
	接合方法	鋼製ダボ、通しボルト	
	最大スパン	8.0m	
	問題点・課題とその解決策	CL Tログによる遮音構造の認定が無いため、界壁は告示の構造による。ログ表しでの界壁構造の認定取得が望まれる。	
防耐火	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	
	問題点・課題とその解決策	無	
温熱	建築物省エネ法の該当有無	届け出対象	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	ノンセトリング構造のためセトリングスペース設ける必要がなく気密性の確保が可能で、断熱・遮熱効果が期待できる。	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	グラスウール断熱材 ・ 100mm
		外壁	(ログ壁) 無し (妻壁) グラスウール断熱材 ・ 89mm
床		押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 ・ 40mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	ノンセトリング構造とすることで、セトリングスペース設ける必要がなく気密性の確保が可能で、遮音効果が期待できる	
	建て方における課題と解決策	実上の各段ごとに貼り付けする防水テープを工場施工とすることで建方効率が15%程度アップ。	
	給排水・電気配線設置上の工夫	床下配管の維持管理の点から床下クリアランスを600mm以上確保。電気配線のログ壁内敷設は、壁内の取り出し穴を工場加工とし作業効率化。	
	劣化対策	木表しの外部ログ壁、軒天は高対候性塗料にて塗装実施	
工程	設計期間	令和3年11月~12月(2ヵ月)	
	施工期間	令和4年1月~8月(8ヵ月)	
		CL T躯体施工期間	令和4年2月上旬~4月下旬(2ヵ月)
	竣工(予定)年月日	2022年8月31日	
体制	発注者	個人	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	基本設計・実施設計:株式会社フェニックスホーム一級建築士事務所	
	構造設計者	有限会社レン構造設計事務所	
	施工者	株式会社フェニックスホーム	
	CL T供給者	株式会社サイプレス・スナダヤ	
	ラミナ供給者	株式会社サイプレス・スナダヤ	

実証事業名：スマート&スロー砂払計画の建築実証

建築主等／協議会運営者：（個人）／株式会社フェニックスホーム

## 1. 実証した建築物の概要

用途	共同住宅（長屋5戸）		
建設地	長野県飯田市		
構造・工法	木造（丸太組構法）		
階数	2		
高さ（m）	8.895	軒高（m）	6.295
敷地面積（㎡）	390.00	建築面積（㎡）	191.60
階別面積 （㎡）	1階	178.68	延べ面積（㎡） 329.38
	2階	150.70	
	3階	—	
CLT採用部位	壁、床（2階）		
CLT使用量（m <sup>3</sup> ）	加工前製品量 90.00m <sup>3</sup> 、加工後建築物使用量 76.56m <sup>3</sup>		
CLTを除く木材使用量（m <sup>3</sup> ）	91m <sup>3</sup>		
CLTの仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）	
	壁	120mm厚/3層4プライ/S90A相当/ヒノキ	
	床	90mm厚/3層3プライ/Mx60A/相当/スギ	
	屋根	—	
設計期間	2021年11月～12月（2ヵ月）		
施工期間	2022年1月～8月（8ヵ月）		
CLT躯体施工期間	2022年2月上旬～4月下旬（2ヵ月）		
竣工（予定）年月日	2022年8月31日		

## 2. 実証事業の目的と設定した課題

CLTを丸太組構法のログ材に使用し、ログハウス特有のセトリング（木材の収縮による壁高さの減少）の抑制を図ることで、間仕切り壁内や開口まわりのセトリングを考慮したスペースを設ける等の施工手間を解消する。

従来のログ材に比べて2倍程度の高さを持ったCLTログ材（400mm）とすることによって施工効率の向上を図り、また、CLTを小割のパネルとすることによって、大判使用の際に発生していた開口部等でのロス率を低減し、材料コストの削減を目指した。

S造や従来の丸太組構法で施工した場合のケースと比較して、施工コストや工期の縮減効果について検討を行う。

また、外部現わし利用におけるCLTログの防火性能の実証実験を合わせて行い、60分の準耐火構造の認定取得を目指し、中規模の木造建築物へのCLTログ利用の可能性を検討する。

今回実証事業で設定した課題を以下に示す。

- (1) CLT ログを使用した丸太組構法における施工コストや工期の縮減、他工法（S 造や従来の丸太組構法）との比較検討
- (2) CLT の材料コストの縮減方法検討
- (3) 防火性能の実証実験による準耐火構造の認定取得のための構造検討

### 3. 協議会構成員

(設計) 株式会社フェニックスホーム一級建築士事務所：松下 勝久（協議会運営者）、菅野 真裕（担当者）

(構造設計) 有限会社レン構造設計事務所：二連木 清

(施工) 株式会社フェニックスホーム：松下 勝久（協議会運営者）、松下 大紀

(材料) 株式会社ダイテック：倉持 秀一

(資料整理・検討) 株式会社綜建築研究所：五十嵐 賢博

(監修) 一般社団法人木のいえ一番協会：池田 均

(委員長) 国立研究開発法人建築研究所：槌本 敬大（木質構造、木質構造用材料）

(委員) 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所：宮武 敦（材料強度）

(委員) 桜設計集団一級建築士事務所：安井 昇（防火）

### 4. 課題解決の方法と実施工程

CLT 外部現わし利用による、高さ 400mm の小割パネルを積み重ねた形の丸太組構法の構造で、60 分準耐火構造の防火燃焼試験を公益財団法人日本住宅・木材技術センターで行った。60 分燃焼後にも有効にダボが作用できる構造について既往の燃焼試験のデータ等を元に協議会で検討し、防火試験体の製作を行った。

CLT のコスト増の要因、コスト縮減の方策について、S 造及び、従来のログ材を使用した丸太組造、本実証事業における CLT ログによる丸太組造の工法を比較し、比較検討資料を作成した。

<検討委員会・ワーキングの開催>

2021 年 12 月：第 1 回ワーキング、構造、施工性、防火試験、他構法とのコスト比較の検討における課題の抽出

2022 年 1 月：第 1 回検討委員会、防火試験体の検討、他構法とのコスト比較方法の検討

2 月：第 2 回検討委員会、防火試験結果報告、他構法とのコスト比較

4 月：第 3 回検討委員会、現地視察（構造見学会）

7 月：第 4 回検討委員会、実証事業の取りまとめ検討

<設計>

2021年11月：実施設計

12月：構造設計

2022年1月：建築確認申請

<施工>

2021年11月：工事契約

2022年1月：着工、基礎工事

2～4月：木工事（建て方）

5～7月：木工事

6～7月：内装工事

7～8月：設備工事

<性能確認>

2022年2月：防火燃焼試験

6月：大臣認定取得（準耐火構造 60分（耐力壁外壁））

## 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）防火燃焼試験

防火試験体のダボは鋼製の丸棒材を使用した。ダボは千鳥状に中心から15mmずつ偏芯した形で2本入れ、60分燃焼後に非加熱側のダボが（ログ材の燃焼によって）消失しないような配置とした。

実験の結果、炭化速度は0.8mm/分程度であり、事前の机上での検討結果と同程度で、燃焼によって非加熱面のダボが露出すること無く、ダボが有効に作用していることが確認できた。燃焼試験は合格し、令和4年6月に60分準耐火構造（耐力壁外壁）の大臣認定を取得することができた。

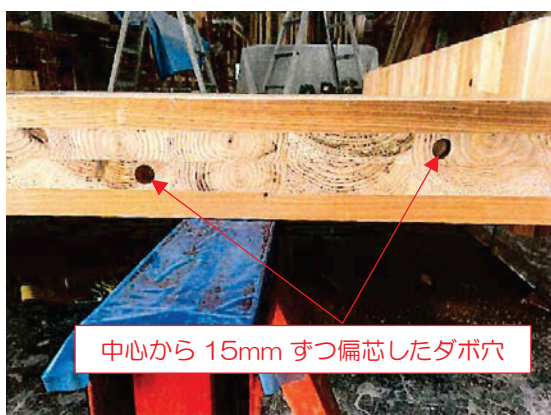


図 5.1 千鳥状に偏芯したダボ穴



図 5.2 燃焼試験後のダボの様子



## (2) CLT ログハウスにおけるコスト縮減の検討

CLT ログハウスでは CLT を小割のパネル（ログ材）とすることで、CLT 原版からの切り出しの際のロス率を低減することが可能であり、材料コスト削減に寄与できた。また、ログ材の 1 段の高さを 400mm に設定し、従来のログ材の 2 倍程度の高さとすることで施工効率の向上を図り、工期を短縮したことにより施工コストを削減した。

## 6. 本実証により得られた成果

CLT を利用したログ材は、丸太組構法による建築物の用途問わず幅広く利用可能であり、本実証事業で得た知見は広く活用する事が出来る。実証実験により取得した 60 分の準耐火構造により、中規模の木造建築物への CLT ログの利用の可能性が広がった。

さらに今回の知見を活かして今後、3 階建て以上の建築への利用のため 75 分の防火認定の取得、そして、界壁の遮音性能認定取得を目指し、広い用途の建物でのさらなる木質化を進めていきたい。

## 7. 建築物の平面図・立面図・写真等

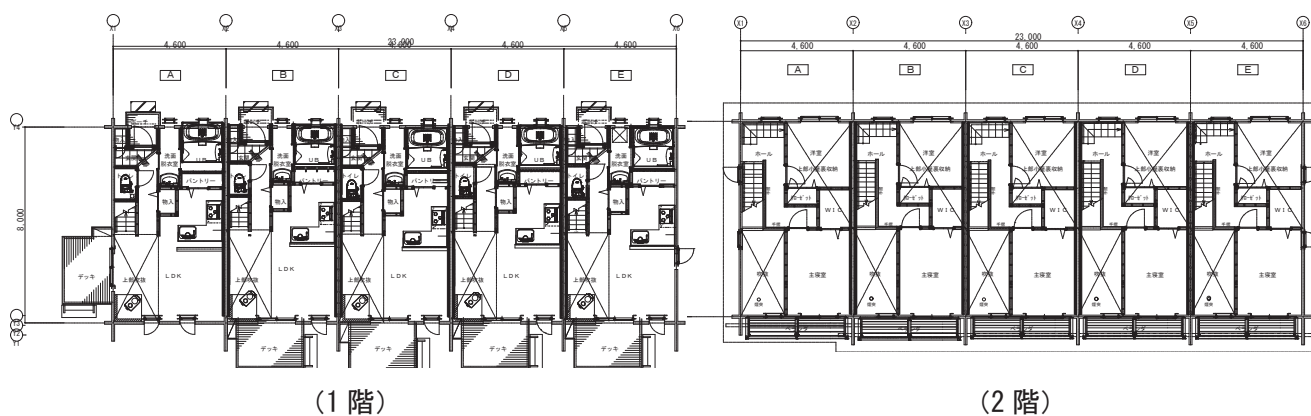


図 7.1 平面図



(外観)



(内観)

図 7.2 パース図

令和3年度 CLT 活用建築物等実証事業

実証事業名：スマート&スロー砂払計画の建築実証

成果物

令和4年7月

株式会社フェニックスホーム

(丸太組構法普及促進協議会)

## 目次

1. 実証事業概要
  - 1.1 事業の背景
  - 1.2 事業の検討項目
2. 設計概要
  - 2.1 意匠計画
    - (1) 建築コンセプト
    - (2) 建築概要
    - (3) CLT 使用箇所
  - 2.2 構造計画
3. 防火燃焼実験
  - 3.1 実験計画
  - 3.2 防火試験体
  - 3.3 燃焼実験
    - (1) 試験概況
    - (2) 試験結果
  - 3.4 防火認定
4. 施工状況レポート
  - 4.1 CLT ログの搬入
  - 4.2 資材保管と組立て
  - 4.3 施工状況レポート
  - 4.4 現地にて構造見学会実施
5. 他工法との比較検討
  - 5.1 コスト比較結果概要
  - 5.2 木工事と鉄骨工事の比較
  - 5.3 基礎工事・地盤補強工事の比較
  - 5.4 従来のログハウスとの比較
  - 5.5 今後の見通し
6. 総括

## 1. 実証事業概要

### 1.1 事業の背景

ログハウスは国産材、輸入材を使用して、年間 800 戸程度 (100 m<sup>2</sup>以上のログハウスを対象) 建築されている。木材使用量が在来軸組工法と比較し、約 2.6 倍の材積を使用しており、森林資源の有効活用と CO<sub>2</sub> の放出量削減を担っている。

丸太組構法の建物を増やしていくことで、より多くの木材利用が期待され、また、住宅にとどまらず中規模の建築物を木造化とすることでさらなる活性化にもつながる。

そこで注目しているのが、直行集成板 (Cross Laminated Timber) を使用したログハウスである (以下、CLT ログハウス)。

CLT は従来の木材に比べ高い強度と安定した品質の特徴を持っているが、現状では供給体制やコストの点で課題があり他の材料に比べて優位性が低い。大判の CLT では開口部等で 25% 程度のロス (端材) が発生しているが、CLT ログハウスでは 40 cm 程度の小割の CLT パネルをログ材とすることにより、このロス率を 2~3% 程度に圧縮することができると考えられ、材料コスト削減に寄与する。

また、CLT ログハウスはログ材の繊維が縦方向に存在することから、ログハウスの大きな負担となっていたセトリング現象 (木材の収縮による壁高さの減少) を解消することが可能である。これまで、セトリングのために設けていた気密性の犠牲となっていたスペース (セトリングスペース) が不要となる等、セトリング納まりの施工の煩雑さを解消し、工期の短縮や施工コスト削減を図る等のメリットが考えられる。

本実証事業では CLT ログハウスの普及に向けて、CLT ログハウスの建築実証を行うとともに、燃焼試験を行い 60 分の準耐火構造の認定取得を目指し、中規模の木造建築物への CLT ログハウスの利用の可能性を検証する。

### 1.2 事業の検討項目

実証事業の検討項目として以下を上げ、委員会で検討を行った。

- ① CLT ログ壁の特性の検証
- ② 施工性・搬入性の検証
- ③ 他構法と比べた施工費用の検証、比較
- ④ 防火性能試験

## 2. 設計概要

### 2.1 意匠計画

#### (1) 建築コンセプト

飯田市の自然豊かな環境の中で、天然素材の無垢の木で作られた共同住宅を計画。全戸に家庭菜園を設け本格的な野菜作りが楽しめる。省エネ性能に優れた建物仕様と各戸が個別に発電した電力が使用可能なソーラーシステムを設置する。また、薪ストーブも採用し飯田市の寒い冬も CO2 を排出しない\*暖房機器として環境負荷に貢献する。共用部分には、EV 車の充電も可能とした充電設備を設け、オーナー側で用意する EV 車のレンタルも行なう予定である（ゼロエネルギーミッション）。自然共生とエネルギー投入量を最小限に抑えた建物とする。

※薪の燃焼時に CO2 が排出されるが、これは薪として成長するまでの間に木の中に蓄えられた CO2 とほぼ同じ量であり、結果として大気中の CO2 の量は増えていないという考えによる。（カーボン・ニュートラル）

#### (2) 建築概要

建物は丸太組構法による 2 階建ての構造で、メゾネット形式の 5 戸の共同住宅（長屋）である。床面積は 1 階 178.68 m<sup>2</sup>、2 階が 150.70 m<sup>2</sup>、延床面積 329.38 m<sup>2</sup>。

図 2-1 に外観パース、図 2-2 に内観パース、図 2-3 に平面図及び立面図を示す。



図 2-1 外観パース

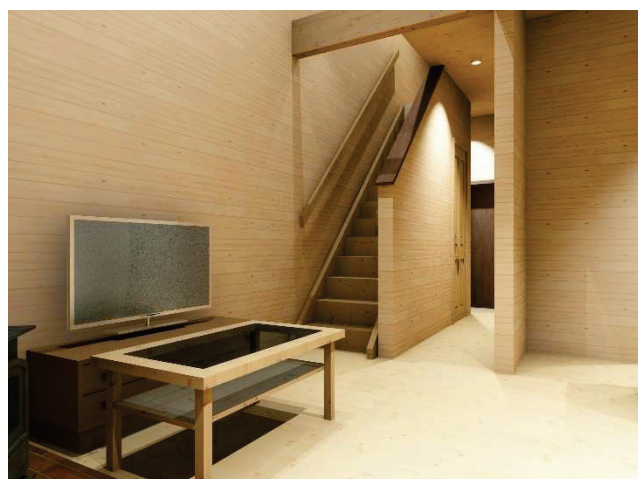
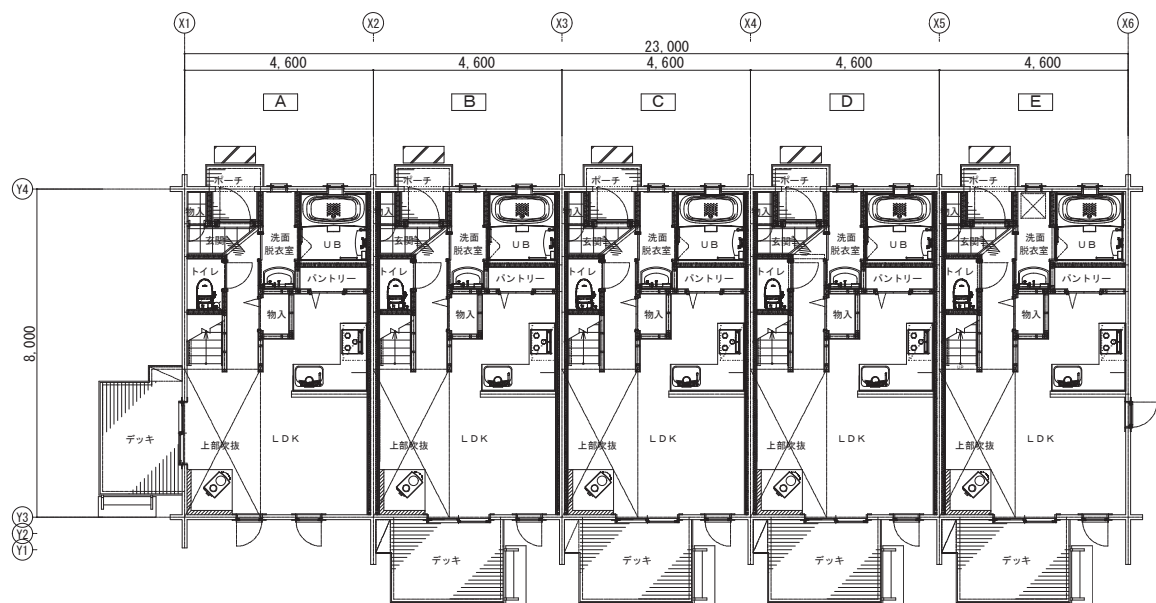
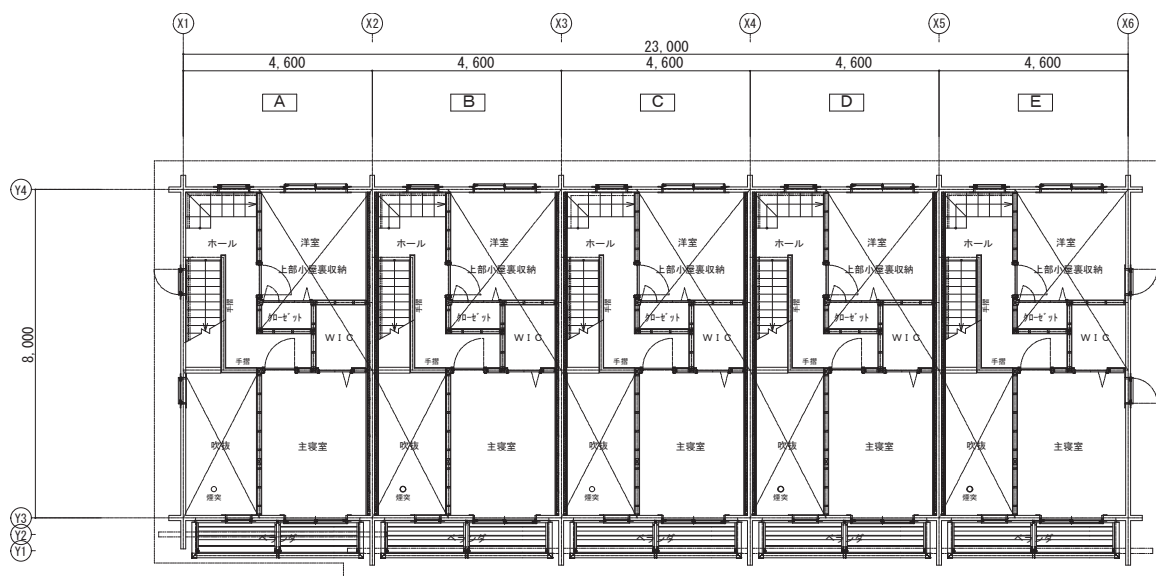


図 2-2 内観パース

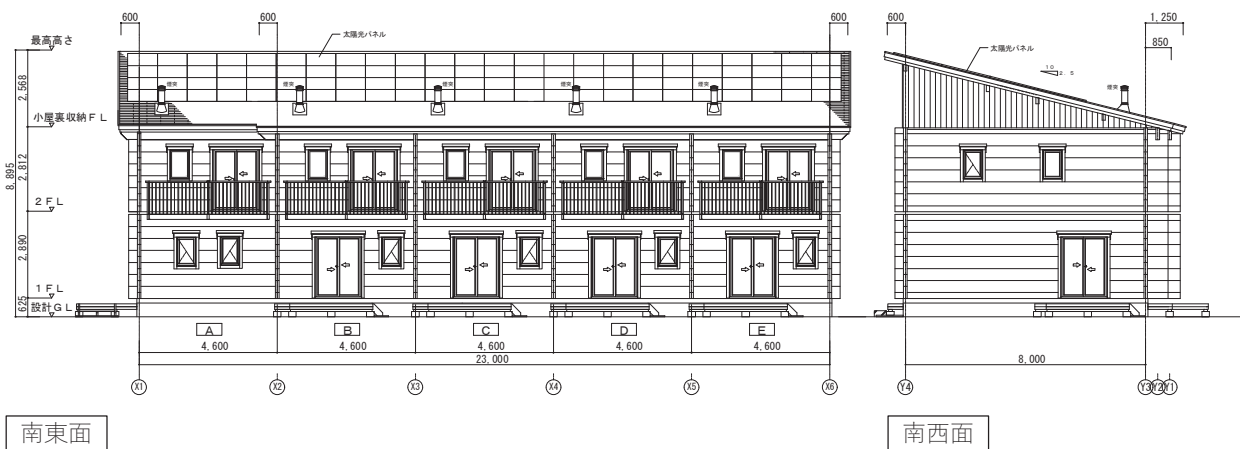




(1階平面図)



(2階平面図)



南東面

南西面

(立面図)

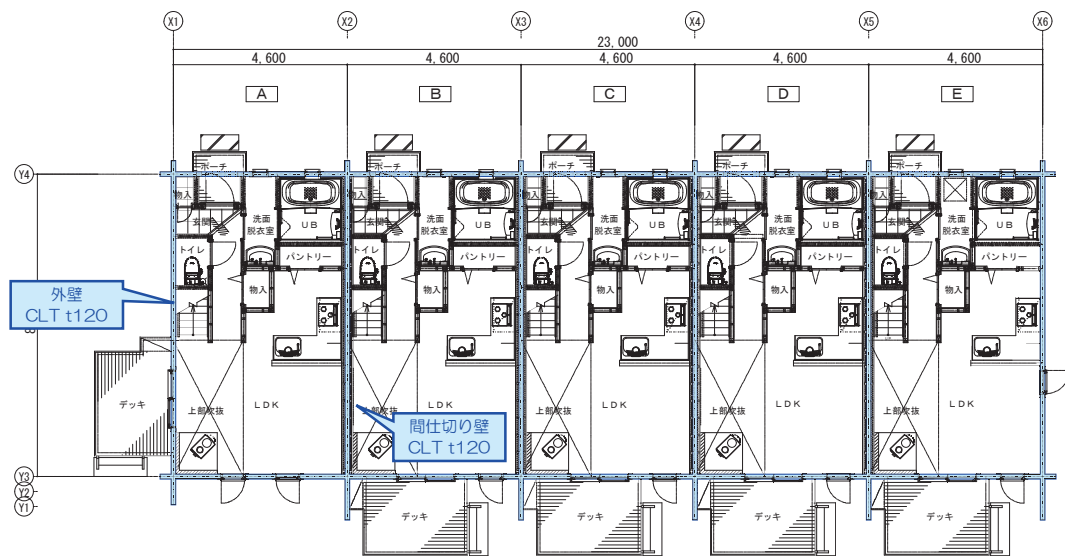
図 2-3 平面図・立面図

(3) CLT 使用箇所

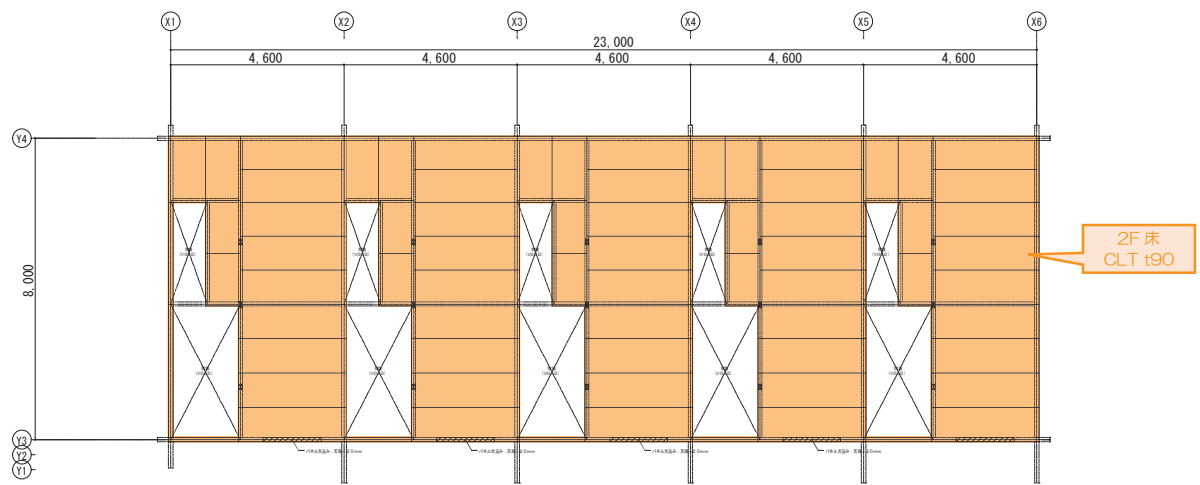
CLT 材は外壁及び各戸との間仕切り壁のログ材に 120mm 厚のヒノキの CLT、2 階床パネルに 90mm 厚のヒノキの CLT、2 階床パネルに 90mm 厚の杉の CLT をそれぞれ使用した。使用箇所を図 2-4 に示す。



(立面図)



(1 階平面図)



(2 階床パネル図)

図 2-4 CLT 使用箇所

## 2.2 構造計画

建物の構造は丸太組構法による総ログ仕様の2階建てとする。

ログ材は繊維に対して平行方向が外壁・内壁側、中心部の2層が縦方向となる30mm×4層で120mm厚の3層4プライのCLT材を使用する。ログ材の断面図を図2-5に示す。

CLT材を丸太材として使用した建築においても、従来の丸太組構法と同様に国土交通省告示第411号に基づき設計を行い、許容応力度計算で構造の安全性の確認をする。

ダボは鋼製の丸棒を使用し、ダボのせん断強度並びにCLTへのめり込み強度は、既往の試験結果(図2-6)を参照し、設計を行った。

2階床組はCLT版を使用し、銘建工業株式会社の大員認定工法(CLT床板90)とする。

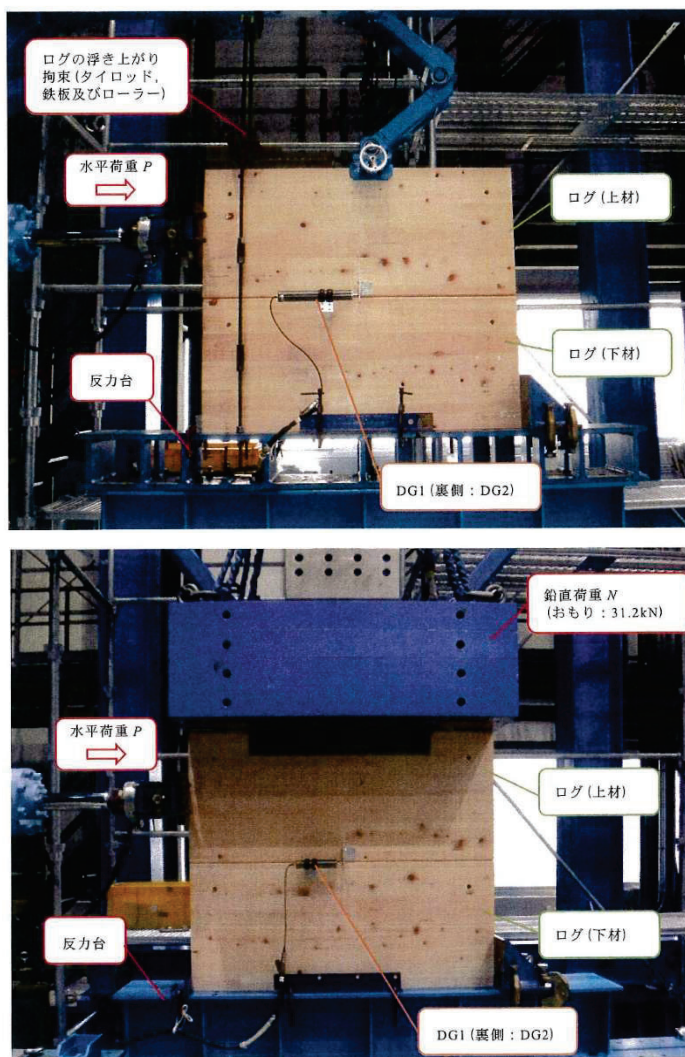
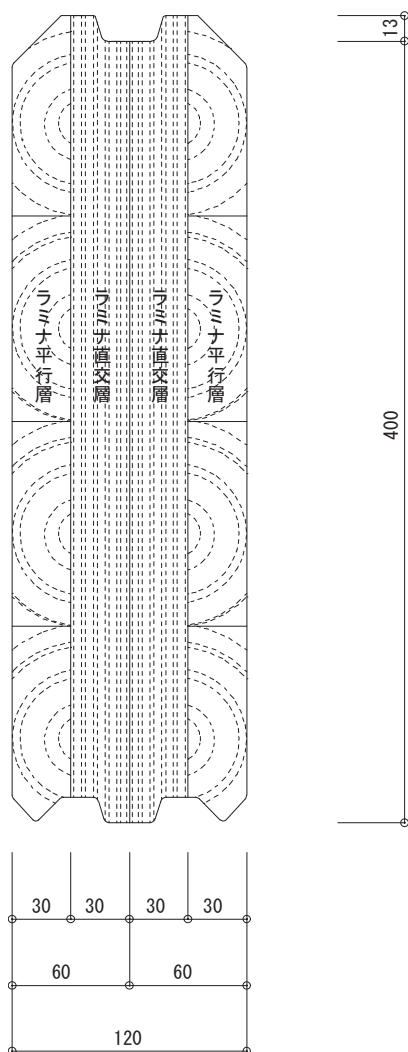


図2-5 使用するログ断面図

図2-6 ダボのせん断試験(参考、既往の試験<sup>※</sup>より)  
<sup>※</sup>だば接合部せん断試験、静止摩擦係数算出試験(H31年実施)

### 3. 防火燃焼実験

#### 3.1 実験計画

CLT ログの防火性能試験では 45 分までの認定を取得しているが、本実験では 60 分を目指す計画である。

過去の CLT ログの燃焼実験では 45 分で 25~40mm が燃焼していたことから、木ダボを使用した場合、60 分の燃焼では中心部に打った 45mm 角の木ダボが燃えて焼失する可能性が考えられた。このため、本実験では、鋼製ダボを使用し、千鳥状に配置する方法で検討を行い、60mm 燃焼後にも非加熱側のダボが残る形で、座屈を抑えることができると期待した。

#### 3.2 防火試験体

試験体のダボ配置は検討の結果、中心から 15mm ずつ偏芯した形で 2 本入れ、60mm 燃焼した場合にも、非加熱側のダボが残ることで有効に作用するよう設定した。ダボ配置を図 3-1 に示す。

防水に対しては通常、ログとログの重なる部分に防水テープを入れているが、CLT の製品安定性に期待し、防水テープは無しゼロタッチの形とする。ノッチの部分は図 3-2 に示すように交差部に防水テープを巻く形とする。

防火試験体図を図 3-3 に示す。

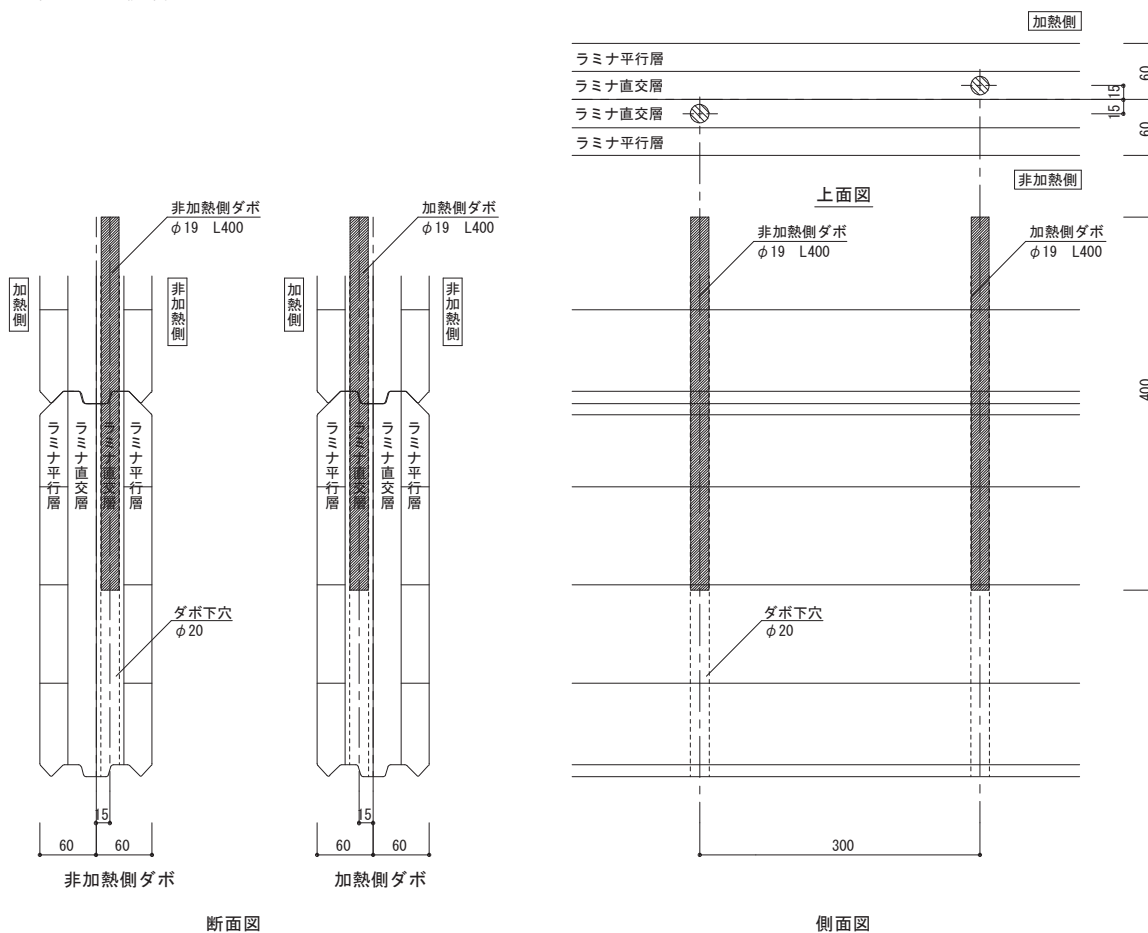


図 3-1 ダボの配置





写真 3-1 偏芯させたダボ配置

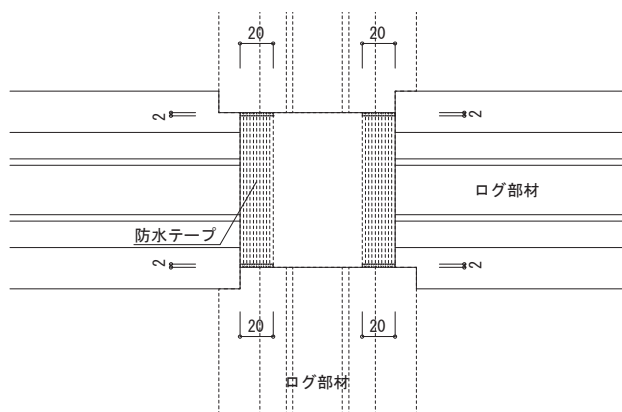
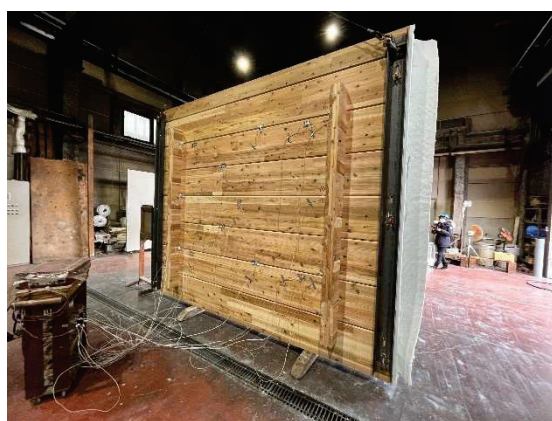


図 3-2 ノッチ部分の防水テープ



(加熱側)



(非加熱側)

写真 3-2 防火試験体





### 3.3 燃焼実験

#### (1) 試験概況

準耐火構造 60 分の防火試験を公益財団法人日本住宅・木材技術センターにて、令和 4 年 2 月 10 日及び 2 月 14 日に実施した。

燃焼試験開始後、表面が炭化するまでの間に水蒸気（煙）が多く出始め、炭化が進んだ 10 分程度で 1 度煙が納まった。開始から 20 分後に炉内温度が 800 度を超え、30 分程度から再び水蒸気の一部の木材から発生したが、表面の温度上昇は見られなかった。そして、40 分後に 1 層目の剥離が急速に始め、2 層目の炭化が始まることで、最終 60 分まで 2 層目の剥離がないまま試験終了となったが、試験炉から外して鎮火するまで 15 分程度燃焼していた段階で 2 層目の剥離を部分的に確認した。

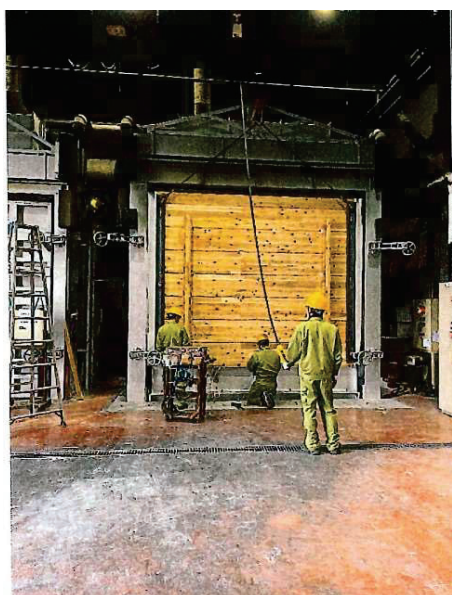


写真 3-3 試験体を炉に設置



写真 3-4 試験開始 27 分後の様子



写真 3-5 試験開始 40 分後の様子

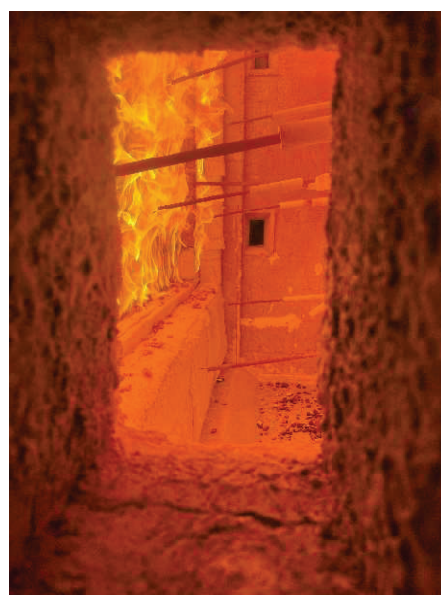


写真 3-6 40 分後の炉内の様子



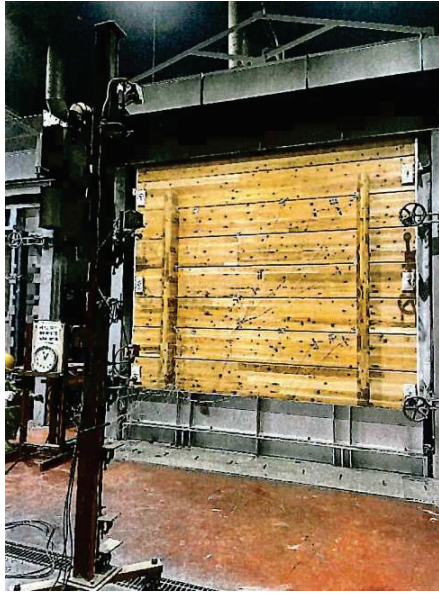


写真 3-7 試験終了時の非加熱面の様子

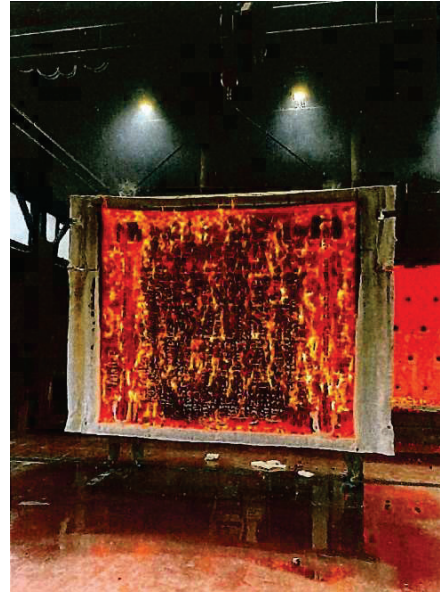


写真 3-8 試験終了時の加熱面の様子

試験体鎮火後、試験体を確認した結果、加熱面のダボは完全に露出していることが確認できた（写真 3-9）が、非加熱面側のダボは露出しておらず、表面の炭化層を剥がしてダボを確認した（写真 3-10）。

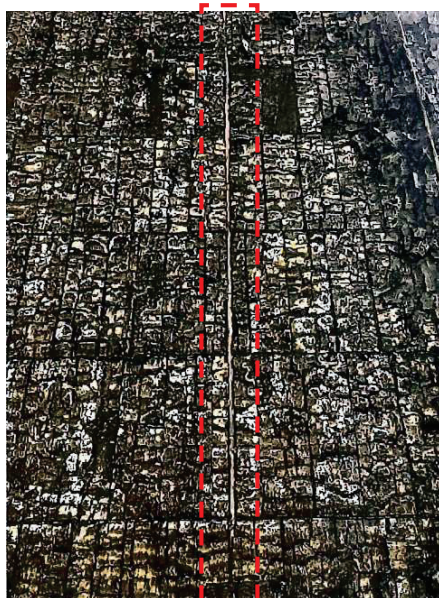


写真 3-9 加熱面のダボ

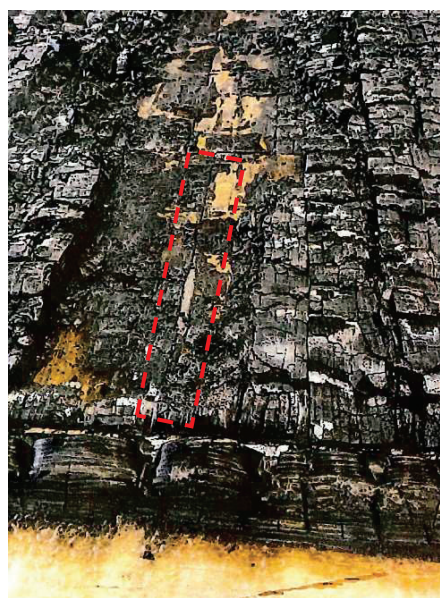


写真 3-10 非加熱面のダボ

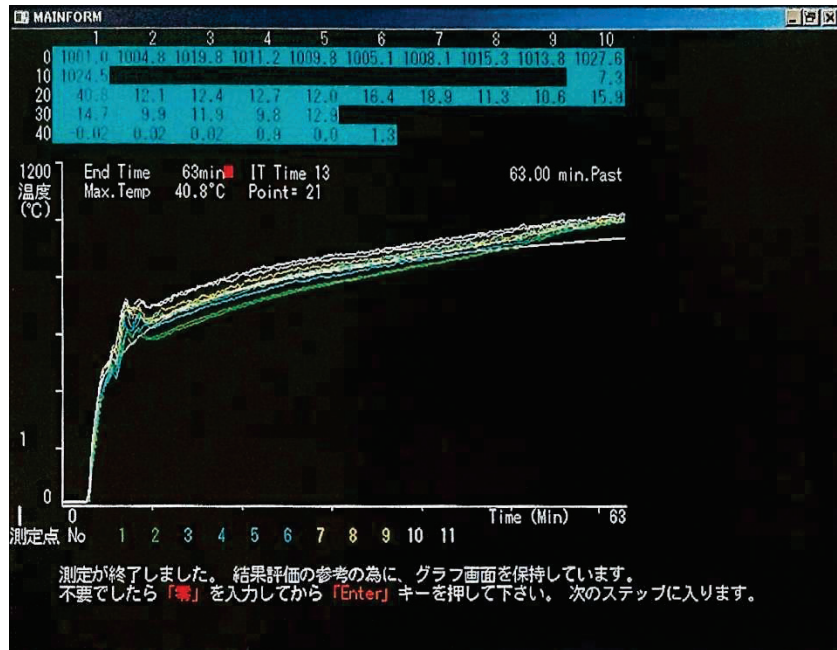


図 3-4 試験終了までの各測定点における温度状況

## (2) 試験結果

事前の机上検討では、炭化速度を 0.75mm/分で検討を行っていたが、試験結果では 0.8mm/分程度であり、概ね予測通りの結果であった。非加熱面のダボは試験終了後に確認したところ燃焼によって露出してしまうようなことはなく、千鳥状に偏心させたダボ配置が有効に作用していることが確認できた。CLT は製品安定性が高く、2 回の燃焼実験で結果は大きく変らなかった。

## 3.4 防火認定

燃焼試験は合格し、令和 4 年 6 月に 60 分準耐火構造（耐力壁外壁）の大臣認定を取得することができた（図 3-5）。

今回の実験では、杉材の CLT を使用し検討を行ったが、より密度の高いヒノキ材の CLT の使用を検討すれば、75 分の防火性能が期待できると考えられる。CLT ログハウスのさらなる可能性に期待し、今後 75 分の準耐火構造の認定の取得を視野に入れ検討を行っていく。

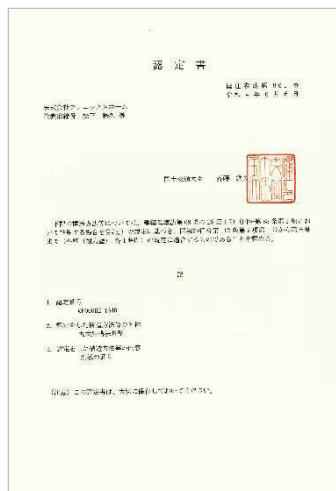


図 3-5 60 分防火認定書



## 4. 施工状況レポート

### 4.1 CLT ログの搬入

本建築実証では 120mm×400mm の小割にした CLT ログパネルを使用する。CLT パネル大判利用では最大 12m までの長さのものが製作可能である。

過去の CLT ログの建築現場では、住宅街等での建築でトレーラーが入れないことが多く、8～10m 程度の長さにて運搬を行っていたケースがあったが、本建設地の飯田市砂払町では、前面道路も広くトレーラーでの運搬・搬入が可能であったことから、最大の 12m で加工を行うこととした。

このように建設地の条件によって、最大長さを検討することで、CLT ログ製造時に効率の良い、原版サイズ作成することで、ロス率を抑えることが可能であり、その結果コストの削減にもつながる。



写真 4-1 資材搬入状況

### 4.2 資材保管と組立て

本実証事業の共同住宅は、延べ床面積 329.380 m<sup>2</sup> (約 100 坪) の 2 階建て総ログ (2 階までログ積み) で、その木材使用量も多く、建設地での仮置き場所の確保が必要となる。

また、長さも 12m 以上となることから、梱包をばらし、次に積み上げるログ材を探し、それを広げていく作業では、広大なスペースが必要であった。

市街地での建築時においては、仮置きできるスペースの確保が難しいことから、作業を行うにあたって各梱包の積み重なり順を組上げに合わせた配置とすることや、使用する順番で梱包をまとめる等の対応の検討が必要であることが課題である。





写真 4-2 搬入時の資材量（4回に分けて納品した際の1回分の量）

#### 4.3 施工状況レポート

ログ組上げでは、加工の精度の高さ、材料の安定性から反りやねじれが少なく、入りづらいノッチ部分（丸太組の交差部分）の作業も容易に施工を行うことができた。また、ログ段数がこれまでのログハウスの1/2以下であることから施工性も高く、作業効率が格段に上がった。

せん断耐力を負担するダボは鋼製丸棒材を使用した。施工性が良く、通常使用しているラグスクリューに比べて安価に入手できることから、全体のコスト削減にも寄与できたと考える。



写真 4-3 ノッチ部の精度が高く隙間がない



写真 4-4 長手方向は、あり継ぎ

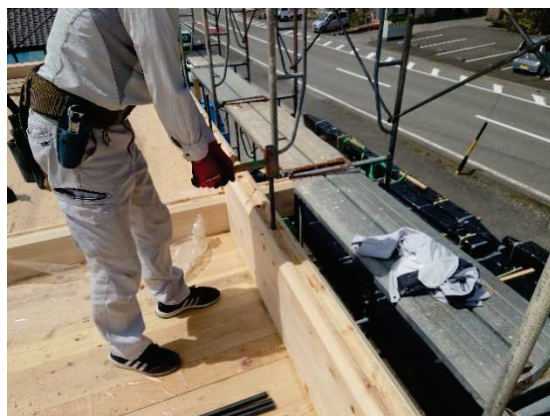


写真 4-5 ダボ施工時の様子

2階床組は、大梁に CLT 床パネルを敷き込む工法（CLT 床板 90）を採用した。  
床パネルを敷き込むことで作業ステージとし、2階壁パネル組上げ時の足場として使用し  
仮設足場の設置が不要であった。



写真 4-6 2階床組み



写真 4-7 CLT ログ壁の施工完了（2階まで）





写真 4-8 上棟時

#### 4.4 現地にて構造見学会実施

2階床パネル施工完了時に現地にて構造見学会（委員会）を開催し、現場でのディスカッションを行った。



写真 4-9 構造見学会の様子



写真 4-10 2階床パネル施工完了時

## 5. 他工法との比較検討

### 5.1 コスト比較結果概要

本検討では当初 RC 造との比較を検討していたが、実証建物は RC 造としては小規模であり、同規模の 2 階建て共同住宅として一番普及している S 造との比較が望ましいと考え、CLT ログハウスとのコスト比較は S 造で行うこととした。

同規模の他工法（S 造及び従来の丸太組構法）におけるコスト比較を実施した。表 5-1 にコスト比較を示す。



図 5-1 比較対象建物

表 5-1 他工法とのコスト比較

工事項目		金額（原価、円）			S 造との金額差	
		CLT ログハウス	S 造	従来の ログハウス	差額	比率
1	地盤改良工事	0	5,000,000	0	-5,000,000	
2	仮設工事	842,000	842,000	842,000	0	1.00
3	基礎工事	6,600,000	17,977,000	6,600,000	-11,377,000	0.37
4	木工事	8,218,000	5,752,600	8,768,000	2,465,400	1.43
5	部材費	35,260,000	—	28,980,000	3,526,000	
6	金物工事	420,000	—	610,000	420,000	
7	鉄骨工事	—	17,800,000	—	-17,800,000	
8	塗装工事	1,123,000	300,000	1,123,000	823,000	3.74
9	屋根・板金工事	4,452,000	4,452,000	4,452,000	0	1.00
10	外壁工事	—	2,042,000	—	-2,042,000	
11	建具工事	2,800,000	4,760,000	2,800,000	-1,960,000	0.59
12	その他	7,200,000	8,480,000	7,200,000	-1,280,000	0.85
1～12 総合計		66,915,000	67,405,600	61,375,000	-490,600	0.99
3～7 躯体合計		50,498,000	41,529,600	44,958,000	8,968,400	1.22

本体工事費の比較では、CLT ログハウスが 6,691 万円に対して、S 造は 6,740 万円と、差はあまり見られない結果となった。

これにより、従来 S 造で建築することの多い宿舎やアパート等の共同住宅においては、コスト的には CLT ログハウスへの置き換えが可能であることが分かった。

CLT ログハウスは、CLT パネルの材料費が占める割合が多く、17 万円/㎡から CLT 業界の目指している 8 万円/㎡になれば、CLT ログは 1,500 万円程度引き下げとなり、S 造に比べて安価となる。

## 5.2 木工事と鉄骨工事の比較

S 造とのコスト比較では、鉄骨工事費 1,780 万円に対して、木部材費 3,526 万円と CLT ログハウスが 2 倍近い価格となった。これは、CLT 原版価格が 17 万円/㎡、加工費が 14 万円/㎡の計 31 万円/㎡となることからコストが嵩んでいる。これは加工の標準化、CLT 価格の引下げが行われることで、解消されるものと考えられる。

一方では、杉 CLT パネルの無節（節が小さく少ない）の商品化も進んでおり、これを採用することで、桧 CLT パネルと比べコスト削減が期待できる。



写真 5-1 杉 CLT の無節

現在、商品化を検討中の杉 CLT パネルの無節。死に節や抜け節の多い杉 CLT は、外部現わし利用の際に防水対策上、水だまりができやすいため、その処理に過大な時間を要していた。木肌の美しさと節のない仕上がりで内外現わし利用として使用ができる。



### 5.3 基礎工事・地盤補強工事の比較

今回、建築実証を行った CLT ログハウスの基礎設計用軸力は 1,539.7kN で、布基礎での長期許容地耐力度  $f_e=30.00\text{kN/m}^2$  で検討を行った。

S 造の場合でこの検討を行うと基礎設計用軸力は 2,309.55kN となり、布基礎での長期許容地耐力度  $f_e=50.00\text{kN/m}^2$  必要となった。基礎の設置面積も小さくなり、補強工事が必要となることから、地盤補強工事の費用として、500 万円程度が S 造では必要となった。

また、基礎部分でも CLT ログハウスの 660 万円に対して、S 造は 3 倍の約 1,800 万円のコストがかかる結果となった。

### 5.4 従来のログハウスとの比較

従来のログハウスと CLT ログハウスを比較すると、CLT ログハウスは 1 段で積める高さが従来の倍程度あることから、施工手間を軽減することができ、建て方工事の期間短縮を図ることにより、木工事費が 55 万円程度引き下げ、反対に CLT ログハウスは材料コストが増となり部材費が 628 万円増えることから、結果として CLT ログハウスは従来のログハウスに比べて 554 万円高くなる結果となった。

### 5.5 今後の見通し

CLT ログハウスと S 造でのコスト比較は、いずれも総額（原価）で 6,700 万円程度と差が見られなかった。しかしながら、CLT 原版の価格引き下げや樹種の変更、そして加工の標準化によって、CLT 部材費が 1,500 万円引き下げれば 5,200 万円程度までは引き下げが可能と考えられ、S 造に対し 22.4% の価格差が生まれる。また、工事工程においても施工期間の短縮が計れることから、仮設費、工事管理費などの圧縮も期待ができる。

## 6. 総括

「木材の利用の促進に関する法律」が施行され、木造の建築物への転換が進んでいる。木材を使うことは森林とつながっている。日本は国土の約 3 分の 2 を森林が占める世界でも有数の森林国であり、その森林の約 4 割は人が木を植えて育てた人工林である。現在、戦後に植林された多くの人工林が本格的な利用時期を迎えており、その資源量は年々増加しているが、木材の利用は十分に進んでいないのが現状である。

木材を使用するということは、「伐る、使う、植える、育てる」という人工林のサイクルの一部であり、森林の本来持っている CO<sub>2</sub> 吸収や災害の発生を抑制するといった機能を発揮させるために重要であり、未来へつなげるサステナブルな人工林のサイクルが保たれる。

木は光合成により大気中の CO<sub>2</sub> を吸収し、酸素を放出させながら炭素を蓄えて成長していく。その木を利用することによって、CO<sub>2</sub> を放出することなく蓄え続けることが可能であり、伐採した跡地に植林することで CO<sub>2</sub> を吸収して成長するといった森林のサイクルが保たれ、地球温暖化の防止にもつながる。この優れた木の建築資材をログハウス（丸太組構法）として建築することで、従来の木造建築の約 2.6 倍の豊富な木材利用が可能であり、CO<sub>2</sub> 削減により貢献することが可能である。

CLT ログハウスは、CLT のもつ製品安定性、加工性、強度、JAS 認定品である点等を生かした優れた工法であるが、ログハウスの現状は、木造戸建て住宅の約 0.2% とまだまだ少ない工法ではある。

今回の実証実験で 60 分の防火認定を取得したことにより、内外木現わし利用の可能性が広がり、さらに今回の知見を活かして今後、3 階建て以上の建築への利用のため 75 分の防火認定の取得、そして、界壁の遮音性能認定取得を目指し、広い用途の建物でのさらなる木質化を進めていきたい。また、本建物は施主の意向によって建設後に、飯田市と信州大学と連携して温熱データ等の取得を検討している。

多くの建物でこの CLT ログハウスの工法が採用されるよう広くデータの公開を行い、環境に優しいサステナブルな建築工法として普及促進を図っていきたい。

最後に、今回、建設を快諾頂いた施主をはじめ、ご指導いただきました委員の先生方に御礼を申し上げるとともに、実証実験で検討の機会を頂いたことに感謝いたします。