

11.1 昭和飛行都市開発（株）／（株）フェニックスホーム

事業名		仮称）昭和の森テニスセンター クラブハウス 新築工事の建築実証	
実施者（担当者）		昭和飛行都市開発株式会社(株式会社フェニックスホーム)	
建築物の概要	用途		スポーツ施設（クラブハウス）
	建設地		東京都昭島市田中町字後小欠576番8の一部、拝島町字代官山4008番1の一部、4016番5の一部
	構造・工法		木造丸太組構法
	階数		1
	高さ（m）		5
	軒高（m）		3.25
	敷地面積（㎡）		564.93
	建築面積（㎡）		185.42
	延べ面積（㎡）		176.8
	階別面積	1 階	176.8
2 階		—	
3 階		—	
C L T の仕様	C L T採用部位		壁
	C L T使用量（㎡）		加工前製品量31.5㎡、建築物使用量27.4㎡
	壁パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	—
		ラミナ構成	—
		強度区分	—
		樹種	—
	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）		柱：米松集成 梁：米松集成
	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		11㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板葺
		外壁	CLT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、日射遮蔽型、中空層幅16mm）
	主な内部仕上	界壁	無
		間仕切り壁	クロス＋PB12.5＋2×4スタッド
		床	CF＋合板t12＋バークティルボードt15＋置き床
構造	天井		木天井下地＋PB9＋クロス
	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		8m
耐火火	問題点・課題とその解決策		建設地での仮置き場所の確保が必要、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、使用する順番で梱包をまとめる等の対応の検討が課題
	防火上の地域区分		準防火地域
	耐火建築物等の要件		無
	本建築物の防耐火仕様		30分防火構造
温熱	問題点・課題とその解決策		特に無し
	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		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
	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		無	
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		ダボを丸鋼材とすることでプレカットにより予め加工した穴に差し込む形とすることで、施工手間を軽減
	給排水・電気配線設置上の工夫		ログ材の電気配線用の穴はプレカットにより予め加工を行う置き床施工とすることで、床下に給排水管を施工
	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		2022年8月～9月（2ヵ月）
	施工期間		2022年9月～2023年3月（7ヵ月）
	C L T躯体施工期間		2022年12月（1ヵ月）
体制	竣工（予定）年月日		2023年3月31日
	発注者		昭和飛行機都市開発株式会社
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		基本設計：株式会社フェニックスホーム一級建築士事務所 実施設計：一級建築士事務所 株式会社アールシーコア B E S S 多摩営業
	構造設計者		有限会社レン構造設計事務所
	施工者		株式会社アールシーコア
	C L 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：仮称）昭和の森テニスセンター クラブハウス 新築工事の建築実証
 建築主等／協議会運営者：昭和飛行機都市開発株式会社／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		スポーツ施設（クラブハウス）		
建設地		東京都昭島市		
構造・工法		木造（丸太組構法）		
階数		1		
高さ（m）		5.000	軒高（m）	3.250
敷地面積（㎡）		564.93	建築面積（㎡）	185.42
階別面積 （㎡）	1 階	176.80	延べ面積（㎡）	176.80
	2 階	—		
	3 階	—		
CLT 採用部位		壁		
CLT 使用量（㎡）		加工前製品量 31.5㎡、加工後建築物使用量 27.4㎡		
CLT を除く木材使用量（㎡）		11.0㎡		
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/ Mx60A/相当/スギ		
	床	—		
	屋根	—		
設計期間		2022 年 8 月～9 月（2 ヲ月）		
施工期間		2022 年 9 月～2023 年 3 月（7 ヲ月）		
CLT 軀体施工期間		2022 年 12 月（1 ヲ月）		
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 を丸太材として使用したログハウスは、木材の収縮を抑えてセトリングしない特徴を持つことから、セトリングのための開口部周りのスペースを設ける必要が無く、従来のログハウスと比べ高い気密性の確保が可能であり、断熱・遮熱性能に優れた構造を有すると考えられた。また、気密を確保することにより、高い遮音効果が期待される。ログハウスでは、界壁構造のための間仕切り壁は通常ボードによるふかし壁等とする必要があるが、これはログハウスの特徴的な丸太材の壁をボードで覆い隠す必要があった。本実証事業では丸太材表し壁の遮音構造についての検討を行い、界壁の遮音性能の認定取得を目指すことで、ログ表しでの界壁としての利用を可能とし、ふかし壁のための工事を削減できることから、コスト・工期の縮減が可能となる。共同住宅への利用が可能となり、今後の CLT ログハウスの需要が見込まれる。

今回実証事業で設定した課題を以下に示す。

- (1) CLT ログハウスにおける施工コストや工期の縮減効果について、RC 造との比較検討
- (2) CLT の材料コストの縮減方法を検討
- (3) 界壁の遮音構造を検討し、界壁遮音性能試験を実施

3. 協議会構成員

- (設計) 一級建築士事務所 株式会社アールシーコア B E S S 多摩営業所 : 龍 恭一
- (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、松下 大紀
- (構造設計) 有限会社 レン構造設計事務所 : 二連木 清
- (施工) 株式会社アールシーコア : 河内 直彦
- (CLT 供給) 株式会社サイプレス・スナダヤ : 砂田 雄太郎
- (プレカット) 株式会社ダイテック : 倉持 秀一
- (監修) 一般社団法人 木のいえ一番協会 : 池田 均

4. 課題解決の方法と実施工程

丸太組構法では、界壁構造には石膏ボードによるふかし壁が一般的であるが、実証事業では CLT ログを使用した界壁遮音性能の認定を目指した。丸太組では木自体を壁材として使用するため、壁の質量が大きく、高い防音性を期待できると考えられた。また、中・高域の音に対しては隙間対策が必要であるが、ノンセトリング仕様であるため気密性が高く、遮音にも有効だと考えられた。丸太材の垂直方向の重なり部分やノッチ部分(丸太材の交差部分)、丸太材の水平方向の継ぎ手部分、開口部との取り合い等に生じる僅かな隙間への対策が必要であり、遮音性確保のための遮音構造の検討を行う。

<協議会の開催>

- 2022 年 10 月 : 第 1 回協議会、着工前確認、検討事項の確認、遮音構造検討
- 11 月 : 第 2 回協議会、施工コスト・工期検討、遮音構造試験体検討
- 12 月 : 第 3 回協議会、木工事進捗確認、工事改善点等確認、遮音性能予備試験
- 2023 年 1 月 : 第 4 回協議会、施工コスト・工期検討、遮音性能予備試験結果報告
- 2 月 : 第 5 回協議会、実証事業の取りまとめ検討、遮音性能試験結果報告

<設計>

- 2022 年 8 月 : 実施設計
- 8 月 : 構造設計
- 9 月 8 日 : 建築確認済証交付

<施工>

2022 年 8 月：工事契約

9 月：着工、仮設工事

10 月～11 月中旬：基礎工事

12 月上旬～中旬：木工事（建て方）

12 月下旬～令和 5 年 1 月：木工事

1 月：屋根工事、塗装工事

2 月：内装工事

2023 年 2 月～4 月中旬：設備工事

4 月：外構工事

<性能確認>

2022 年 12 月 19 日～21 日：界壁の遮音性能予備試験（CLT ログ H400）

2023 年 2 月 6 日～10 日：界壁の遮音性能試験（CLT ログ H400）

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）性能実証による界壁遮音性能試験

界壁の遮音試験体は CLT150mm と CLT90mm の二重壁構造とし、間に空気層（GW24K を充填）を設けた。試験は 2 回実施し、1 回目は予備試験として基準となるデータの取得を行い課題・改良点の抽出、2 回目の本試験で界壁遮音性能認定のための評価を行った。

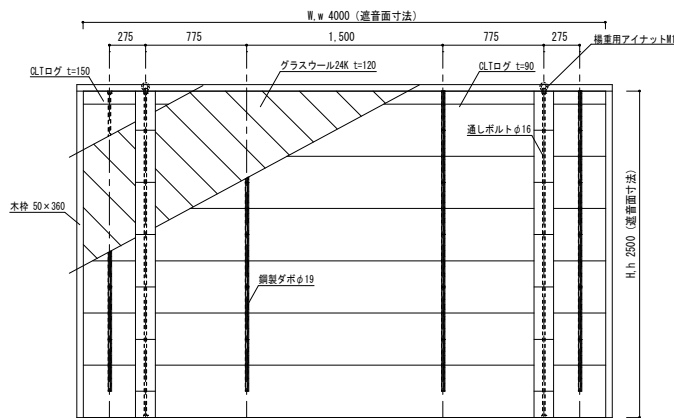


図 5.1 試験体図（本試験）



図 5.2 試験体写真（本試験）

（2）CLT ログハウスの建築実証による施工性の検討

CLT ログの組上げでは、CLT パネルの製品安定性とプレカットの加工精度の高さから反りやねじれが少なく、ノッチ部（丸太組の交差部）の作業を容易に行うことができ、施工性が向上し、ログ一段の高さを従来の丸太組と比べ、倍程度あることで施工段数が半分となり短期間での組上げ完了したことで、工期短縮となった。

6. 本実証により得られた成果

CLT をログ材として使用する丸太組構法は、セトリングによる壁高さが変化することのないノンセトリング構造とすることで、従来の丸太組構法におけるセトリング納まりの施工の煩雑さを解消することにより、工期の短縮、施工コストの削減を行った。ノンセトリング構造は、セトリングをしないことからメンテナンス手間を軽減し、建設後の維持管理費用を抑えることが可能であると考えられる。

本実証事業では、性能実証として CLT ログ材を使用した界壁遮音性能の認定を目指し実験を行った。従来は石膏ボードによるふかし壁で施工していた界壁構造を、CLT ログ表しのまま遮音壁として施工可能とすることを目指してきたが、試験の結果、基準を僅かに下回ったため認定取得には至らなかった。今後は、この試験結果を元に再度、遮音構造の検討を行い、ログハウスの特徴であるログ材表しでの界壁構造を実現することを目指していきたい。これにより、界壁構造が必要な共同住宅への利用や、会議室やスタジオ、シアタールームなど、外部への音漏れを防ぐ必要のある室への利用を可能にするなど、幅広く応用が可能であると考えられる。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等

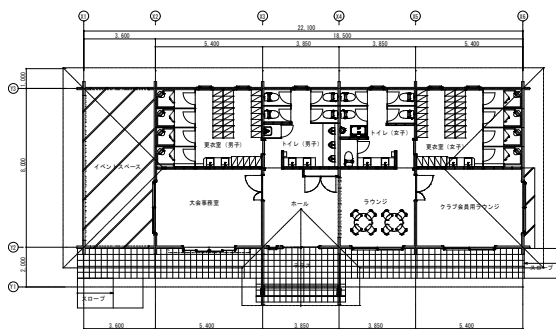


図 7.1 平面図

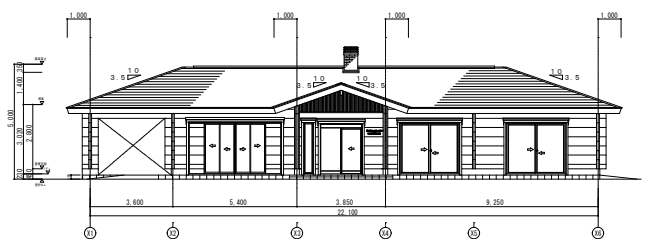


図 7.2 立面図



(外観)



(内観)

図 7.3 パース図

令和 3・4 年度 CLT 活用建築物等実証事業
実証事業名：仮称) 昭和の森テニスセンター
クラブハウス 新築工事の建築実証

成果物

令和 5 年 2 月

株式会社フェニックスホーム

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
 - 2.2 構造計画
3. 界壁遮音性能試験
 - 3.1 実験計画
 - 3.2 試験概要
 - 3.3 界壁構造の事前検討
 - 3.4 予備試験
 - 3.5 本試験
 - 3.6 遮音試験を終えて
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
5. 他工法との比較検討
 - 5.1 コスト比較結果概要
 - 5.2 木工事と躯体工事の比較
 - 5.3 CLT ログの製造過程のコスト縮減
 - 5.4 今後の見通し
6. 総括

1. 実証事業概要

1.1 事業の背景

CLT を丸太材として使用したログハウス（以下、CLT ログハウス）は、木材の収縮を抑えてセトリングしない特徴を持っている。これによりセトリングのための開口部周りにスペースを設ける必要が無く、従来のログハウスと比べ高い気密性の確保が可能であると考えられ、気密を確保することにより高い遮音効果が期待される。

従来、ログハウスにおいては、界壁構造のための間仕切り壁は通常ボードによるふかし壁等とする必要があった。しかしながら、これはログハウスの特徴的な丸太材の壁をボードで覆い隠す形となっていた。

本実証事業では丸太材表し壁の遮音構造についての検討を行い、界壁の遮音性能の認定取得を目指すことで、ログ表しでの界壁としての利用を可能とする。また、ふかし壁のための工事を削減できることから、コスト・工期の縮減が可能となると考えられる。

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、界壁の遮音性能の認定取得を目指すことで、今後の共同住宅等の建物への利用を検討し、CLT ログハウスの需要拡大を目指すものとする。

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 界壁遮音性能試験

2. 設計概要

2.1 意匠計画

(1) 建築コンセプト

昭島市で商業施設を展開する昭和飛行機株式会社のテニスセンターは、公式試合が行われる歴史あるテニスセンターである。このテニスセンターのクラブハウス新築計画にあたり、これまでは鉄骨造で店舗展開をしておりましたが、新たな建築材料である CLT を採用することで、SDGs の目標に向けた建築物となり、特に高い CO2 排出量の低減(木材が CO2 を固定する)がされることで、環境に配慮した施設づくりを目指した。

また、木材 (CLT) を採用するにあたり、丸太組構法で設計することによって、表面材のまま利用でき、高い耐震性能と防火性能を満たすことも、CLT で建築することの利点となった。

(2) 建築概要

建物は丸太組構法による平屋建ての構造で、用途はスポーツ施設 (テニスクラブ) のクラブハウスである。延床面積は 176.80 m²、建築面積は 185.42 m²。

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

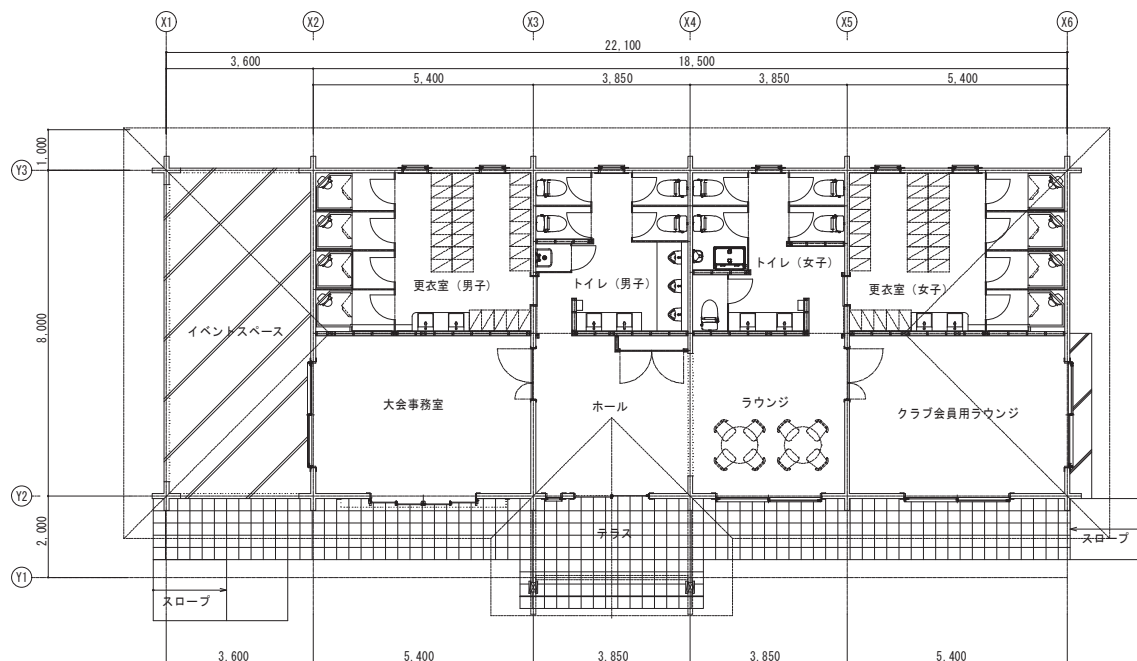


(ホール・ラウンジ)

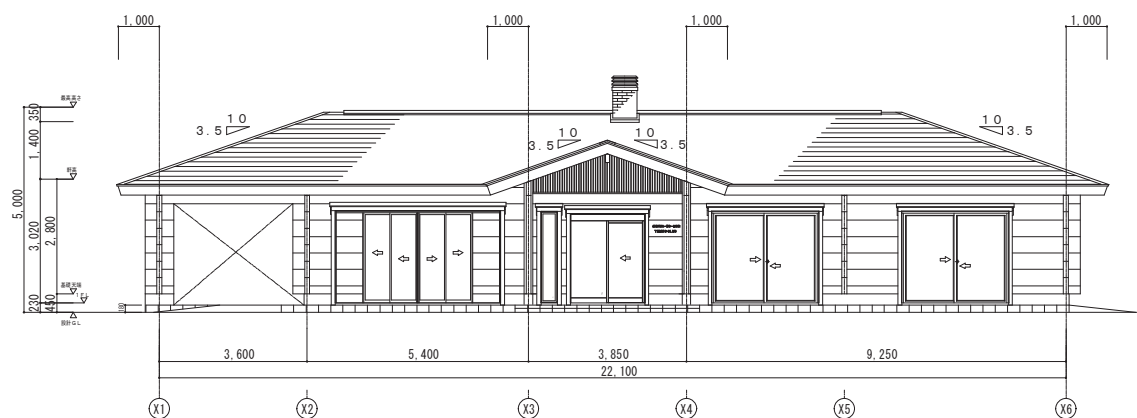


(トイレ)

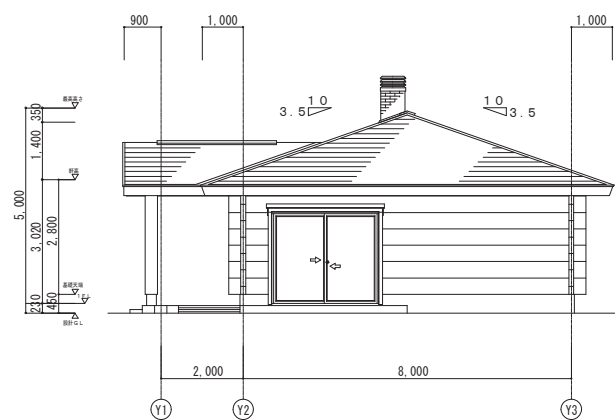
図 2-2 内観パース



(平面図)



南面



東面

(立面図)

図 2-3 平面図・立面図

(3) CLT 使用箇所

CLT 材は外壁及び間仕切り壁のログ材に 120mm 厚のスギの CLT を使用した。使用箇所を図 2-4 に示す。

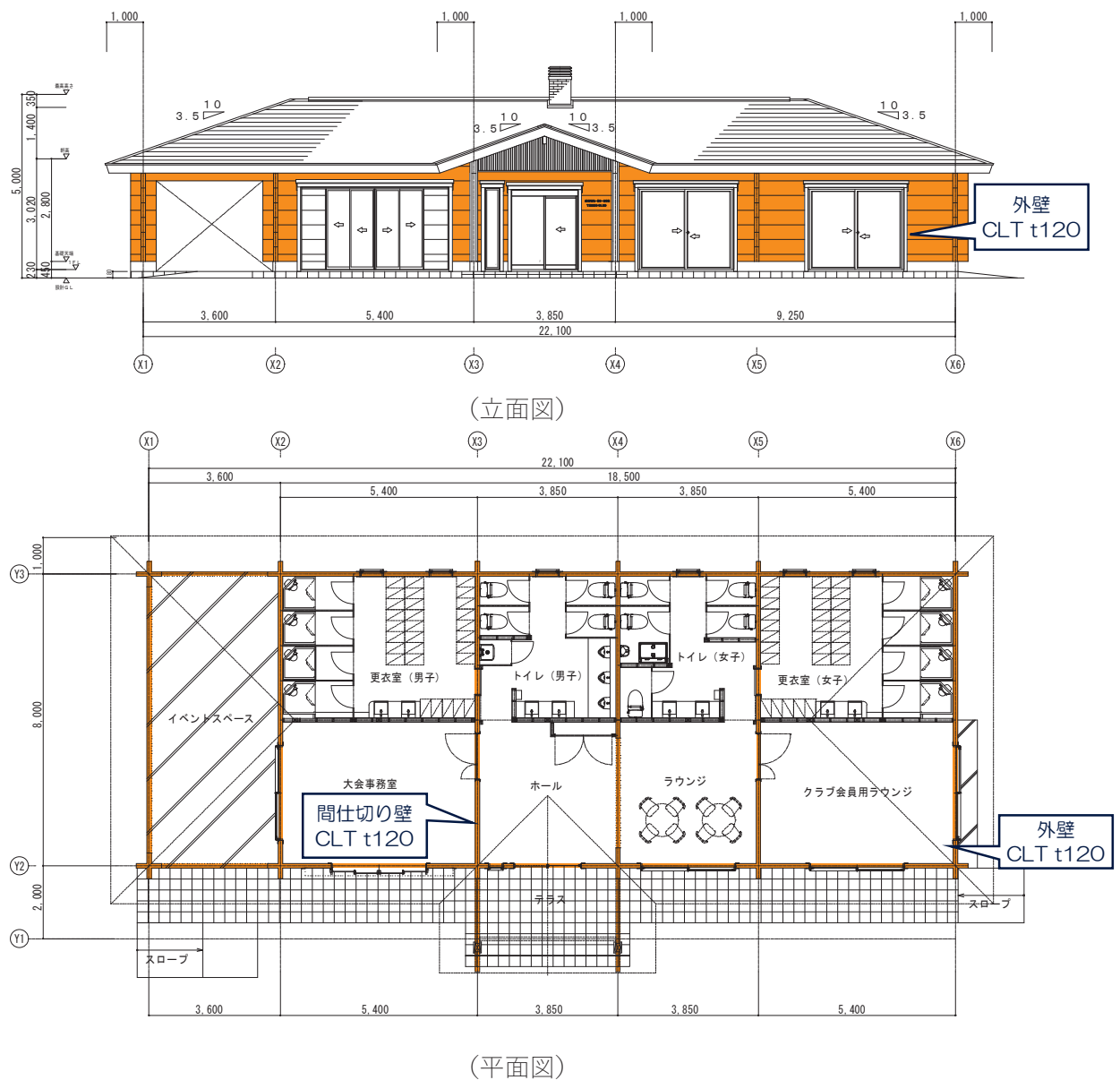


図 2-4 CLT 使用箇所

2.2 構造計画

建物の構造は丸太組構法による平屋建ての構造とする。

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2-4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2-5）を参照し、設計を行った。

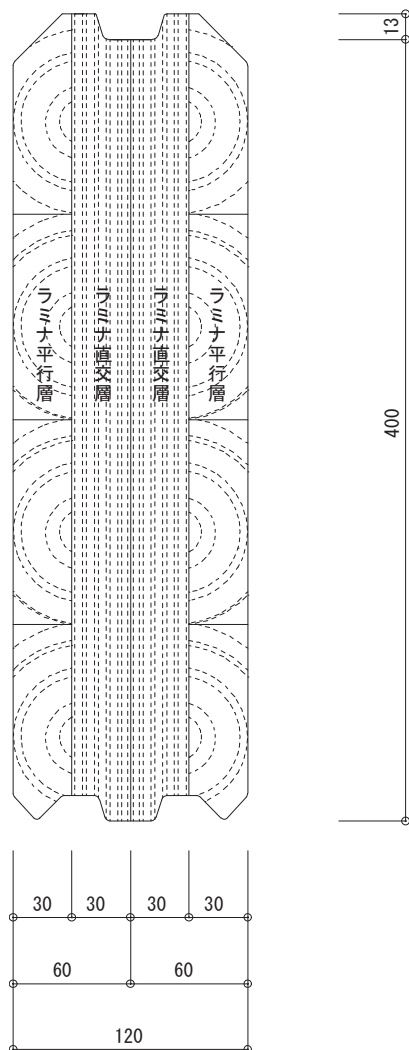


図 2-5 使用するログ断面図

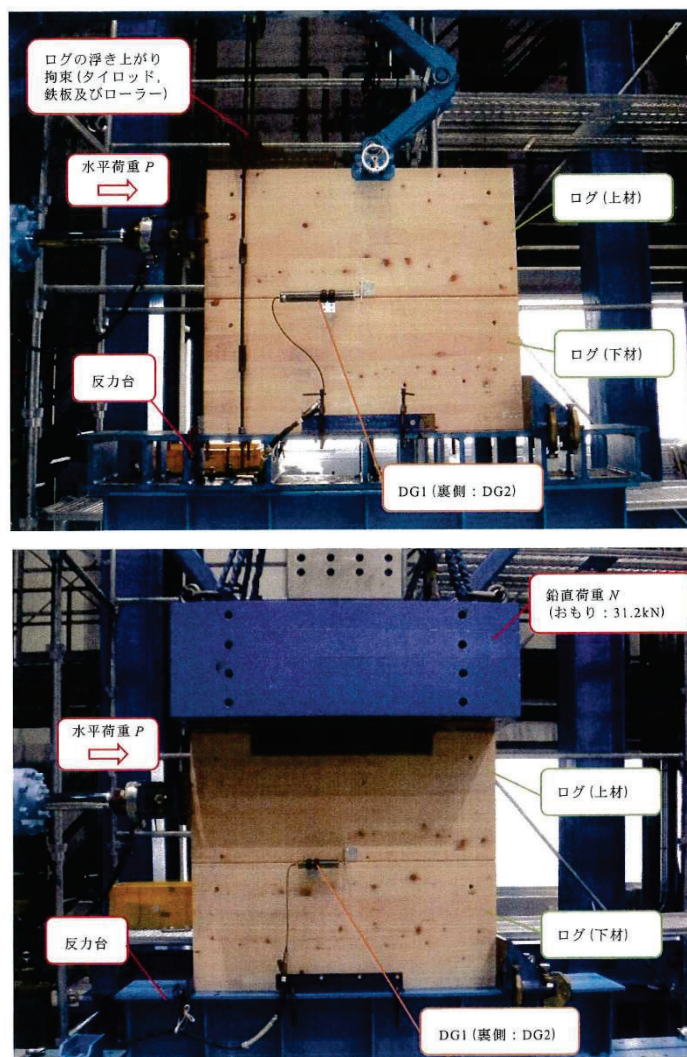


図 2-6 ダボのせん断試験（参考、既往の試験※より）
※だば接合部せん断試験、静止摩擦係数算出試験（H31 年実施）

3. 界壁遮音性能試験

3.1 実験計画

界壁の遮音構造とは、建物内の異なる部屋や階の間に設置される壁の構造で、外部からの騒音を遮断するために設けられる。遮音性の高い材料を使用し、界壁内に断熱材を設置し、気密性を高め、また、壁自体の厚みを増やすことで、建物内部に伝わる騒音を減らすように遮音壁の設計を行う。

これまで、丸太組構法では界壁構造のために石膏ボードによる被覆が必要であり、丸太組の特徴である木の現わし利用による壁（ログ壁）を生かすことができなかった。

本実証では、CLT ログ壁による遮音壁の構造の検討を行い、界壁の遮音性能認定取得を目指し、ログ壁現わしでの遮音壁としての利用を検討する。

遮音試験は2回を計画し、1回目を予備試験、2回目を本試験とする。予備試験は試験体のサイズを抑えた形の W1,000mm×H2,000mm とし、本試験前の遮音壁の構造検討のため実施する。

3.2 試験概要

CLT ログ壁における界壁の遮音性能評価の予備試験及び本試験は以下の通り。一般財団法人日本建築総合試験所にて実施した。

表 3-1 予備試験概要

試験日	令和4年12月19日（試験体設置） 令和4年12月20日（遮音試験、試験体取外し） 令和4年12月21日（試験体搬出）
試験場所	一般財団法人 日本建築総合試験所 試験研究センター 建材部 環境試験室
試験体	W1,350mm×H2,500mm
試験体製作	株式会社東亜理科 大阪工場

表 3-2 本試験概要

試験日	令和5年2月6日（試験体製作） 令和5年2月7日～8日（試験体取付、遮音性能試験） 令和5年2月10日（試験体解体、搬出）
試験場所	一般財団法人 日本建築総合試験所 試験研究センター 建材部 環境試験室
試験体	W4,000mm×H2,500mm
試験体製作	株式会社東亜理科 大阪工場

3.3 界壁構造の事前検討

CLT 材は、通常の木材に比べて密度が高く、振動が少ないため遮音性能に優れていると考えられたことから、当初は遮音構造を CLT 壁単体で検討を行っていた。しかし、事前の検討において、一般社団法人日本 CLT 協会が実施している遮音試験の結果を参照したところ、CLT 単体では厚さ 150mm でも遮音性能を満たさないことが分かった。このため、CLT 表しでの遮音構造では CLT150mm+空気層+CLT90mm の二重壁構造とすることが必要であることが分かった。

まずは、予備試験で CLT パネル工法による既往の試験結果から基準を満たしている遮音構造を丸太組構法の壁に当てはめて、データの取得を行うこととした。

検討した壁構造のイメージを図 3-1、設定したログ断面を図 3-2 に示す。

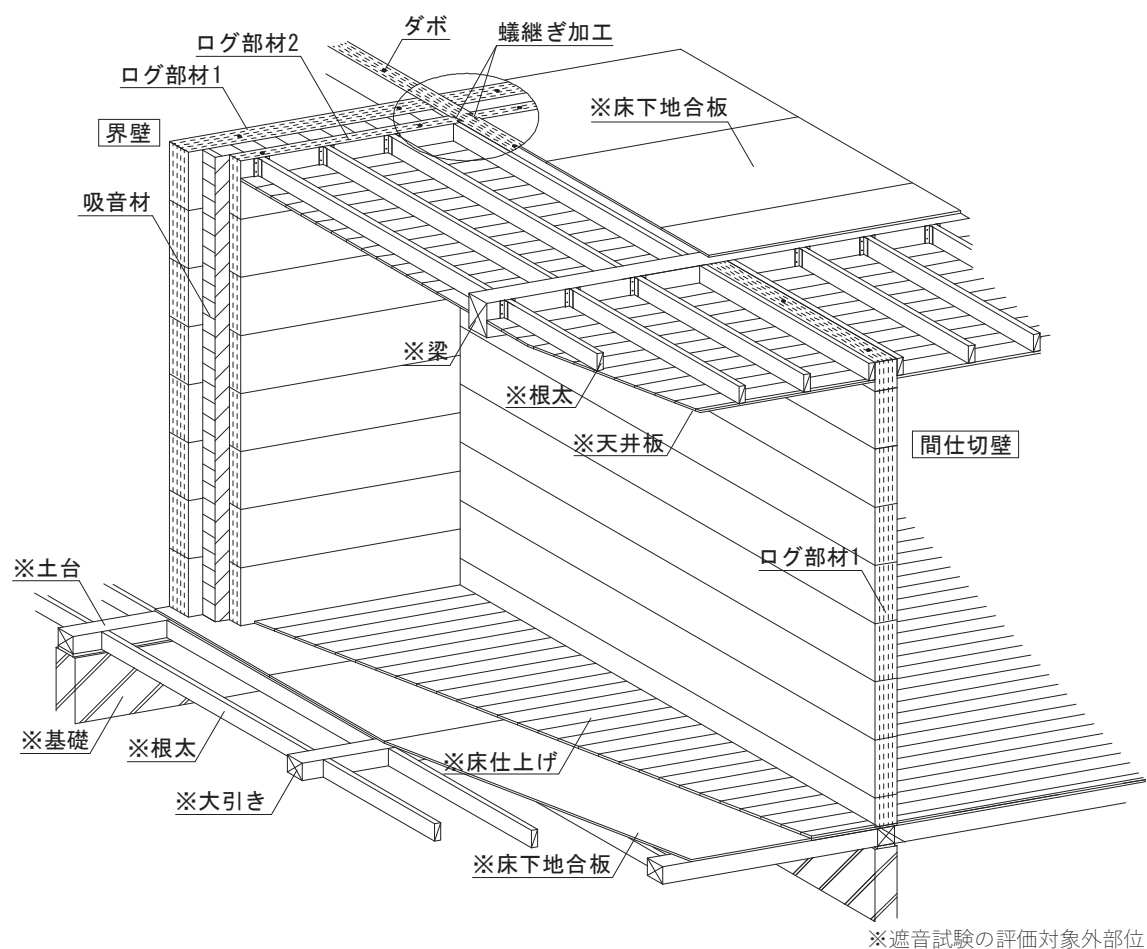


図 3-1 二重壁構造のイメージ図

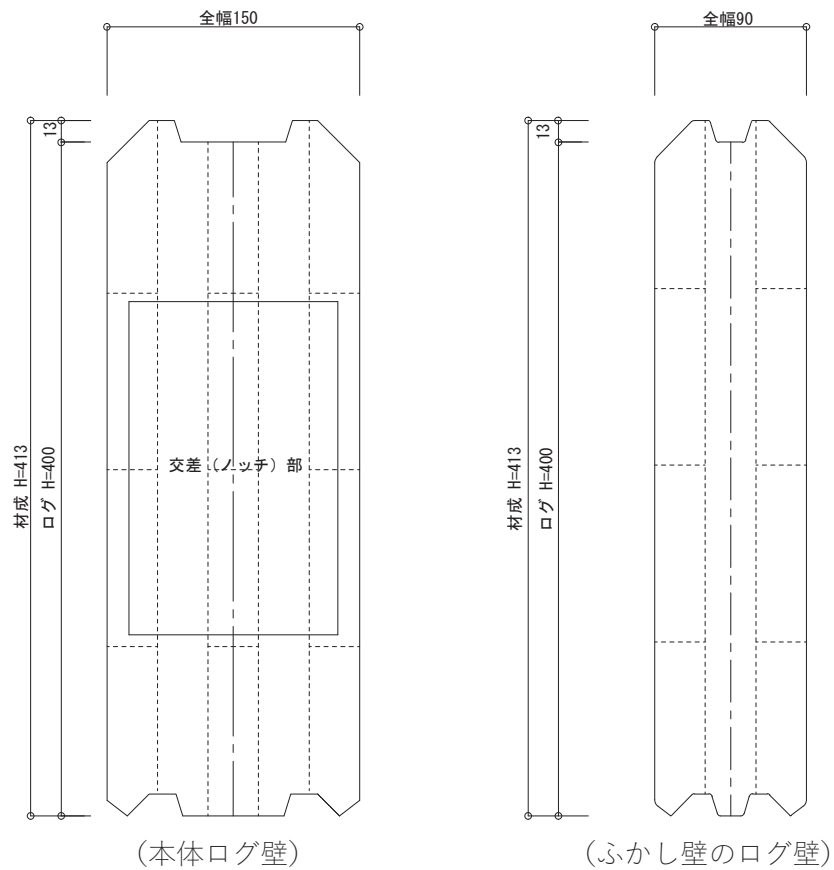


図 3-2 ログ断面形状

3.4 予備試験

(1) 試験体製作

試験体は株式会社東亜理科 大阪工場にて製作を行った。試験体図を図 3-3、試験体製作の様子を写真 3-1 に示す。

(2) 試験台へ設置

試験体の試験台への設置状況を以下に示す。



写真 3-2 試験体の設置



(受音側)



(音源側)

写真 3-3 試験台設置完了後

(3) 計測機器、音源装置の設置

計測機器、音源装置の設置状況を以下に示す。



(受音側)



(音源側)

写真 3-4 計測機器、音源装置の設置状況



写真 3-5 マイクロフォン

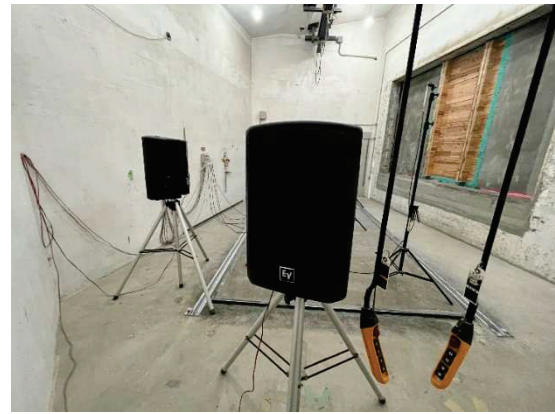


写真 3-6 スピーカー

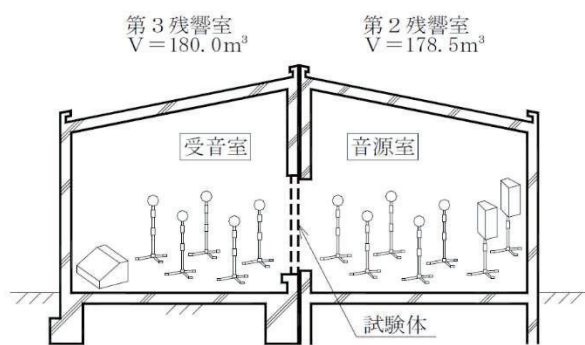


図 3-4 試験室断面図

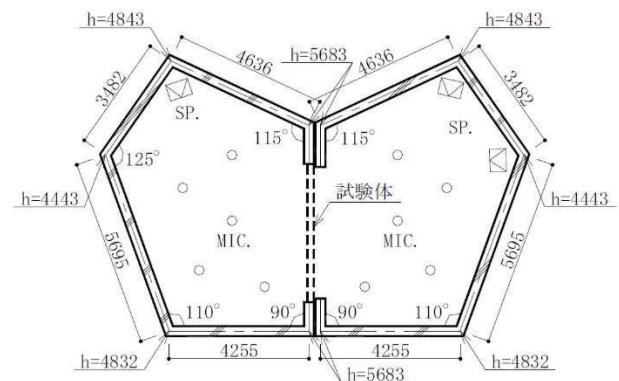


図 3-5 試験室 平面図

(4) 試験概況

試験結果を図 3-6 に示す。

Rr-40 等級に対し、オクターブ換算値で、250Hz 帯で 0.5dB、500Hz 帯と 1000Hz 帯で 1dB 程基準を下回る結果となった。

同構造による CLT パネル工法においては基準を満たしていたが、丸太組構法特有の直交壁が存在するため、交差部分の僅かな隙間から音が漏れることや空気層の絶縁が出来ていないことが影響していると考えられた。

本試験に向けた対策として、交差部に 2mm のクリアを設けていたが、間仕切り壁（内部壁）での使用を検討していたから防水テープの施工を省略する形としていたことで、気密が取れていない可能性があったことから、防水テープ（EPDM）を施工することで気密の確保を行う。また、交差部壁の空気層が絶縁できていない箇所については、構造上、縁を切ることが難しいため、空気層の厚みを増やすことで全体的な遮音性能を上げることで検討をした。

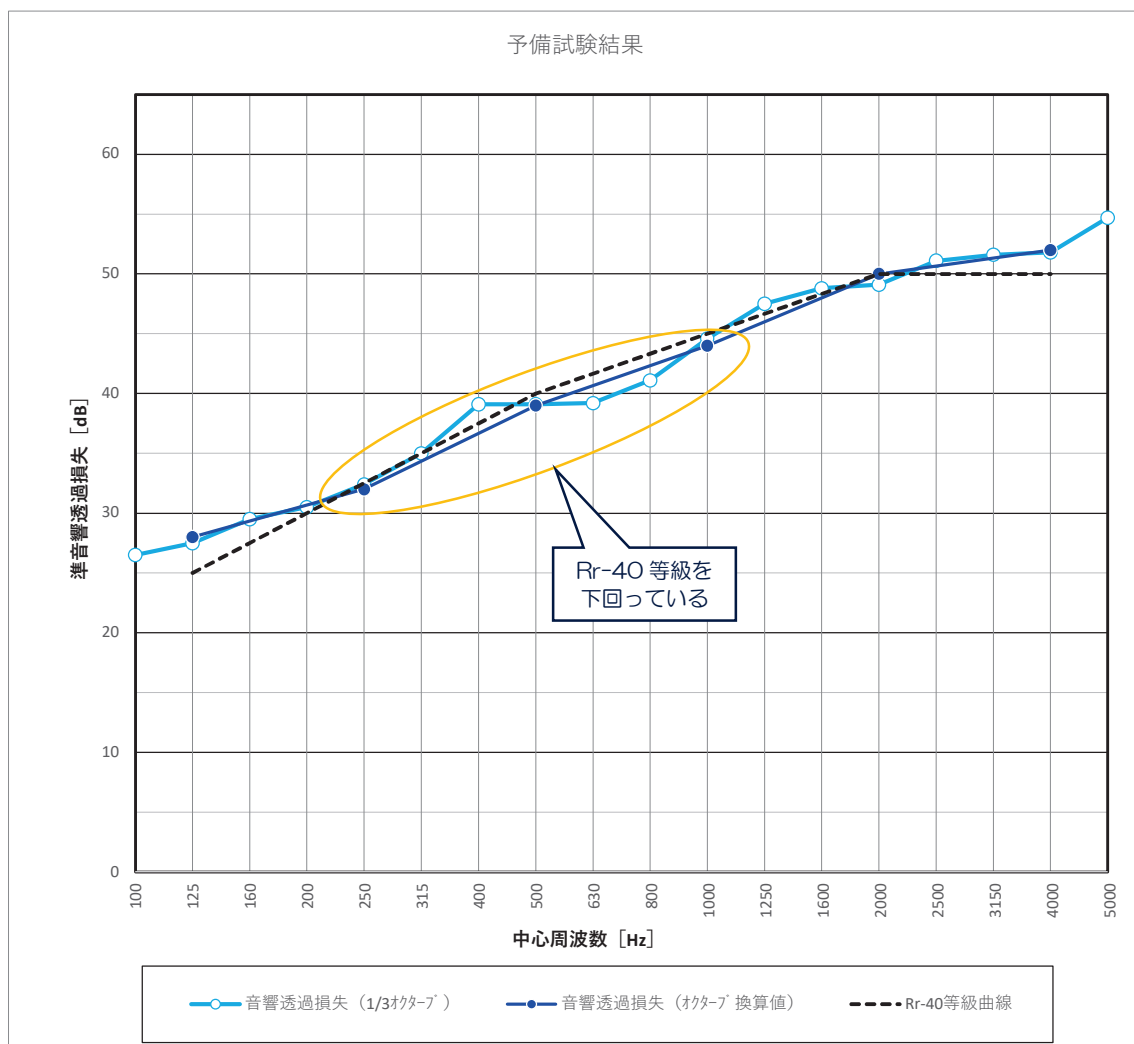


図 3-6 遮音試験結果

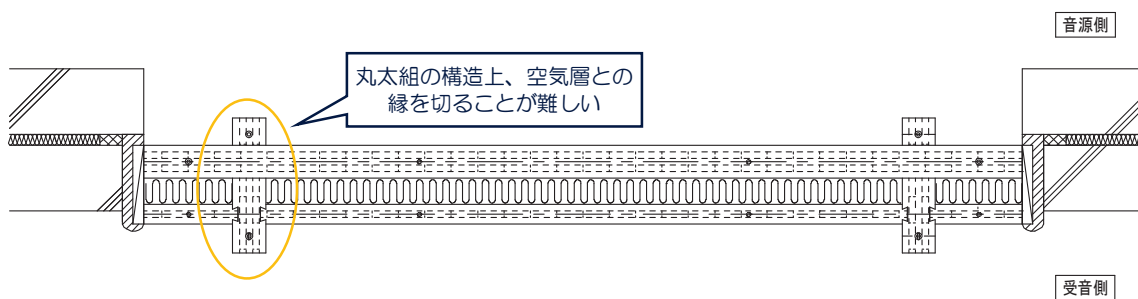


図 3-7 二重壁と交差部壁の取合い

3.5 本試験

(1) 試験体図

本試験では、予備試験の結果を踏まえて、交差部に防水テープの施工を行い（図 3-7 参照）、また、空気層を 100mm から 120mm に厚みを増やす（図 3-8 参照）ことで、遮音性能の向上を図った。試験体は予備試験同様に株式会社東亜理科 大阪工場にて製作を行った。試験体図を図 3-8、試験体製作の様子を写真 3-7 に示す。

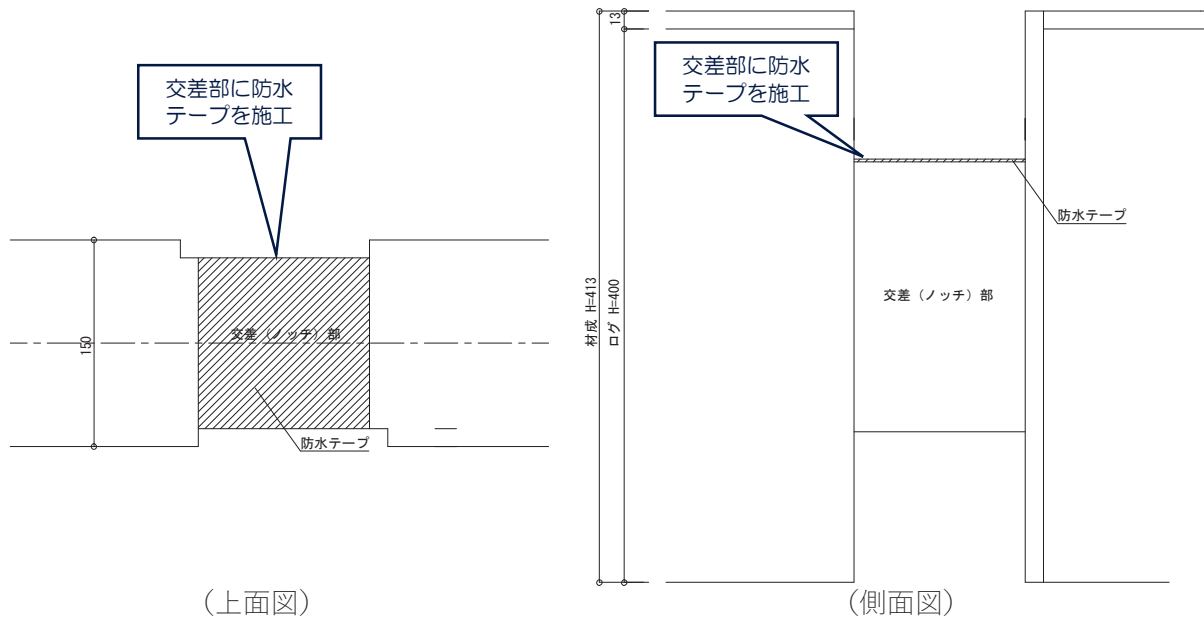


図 3-8 交差部上面の防水テープ施工

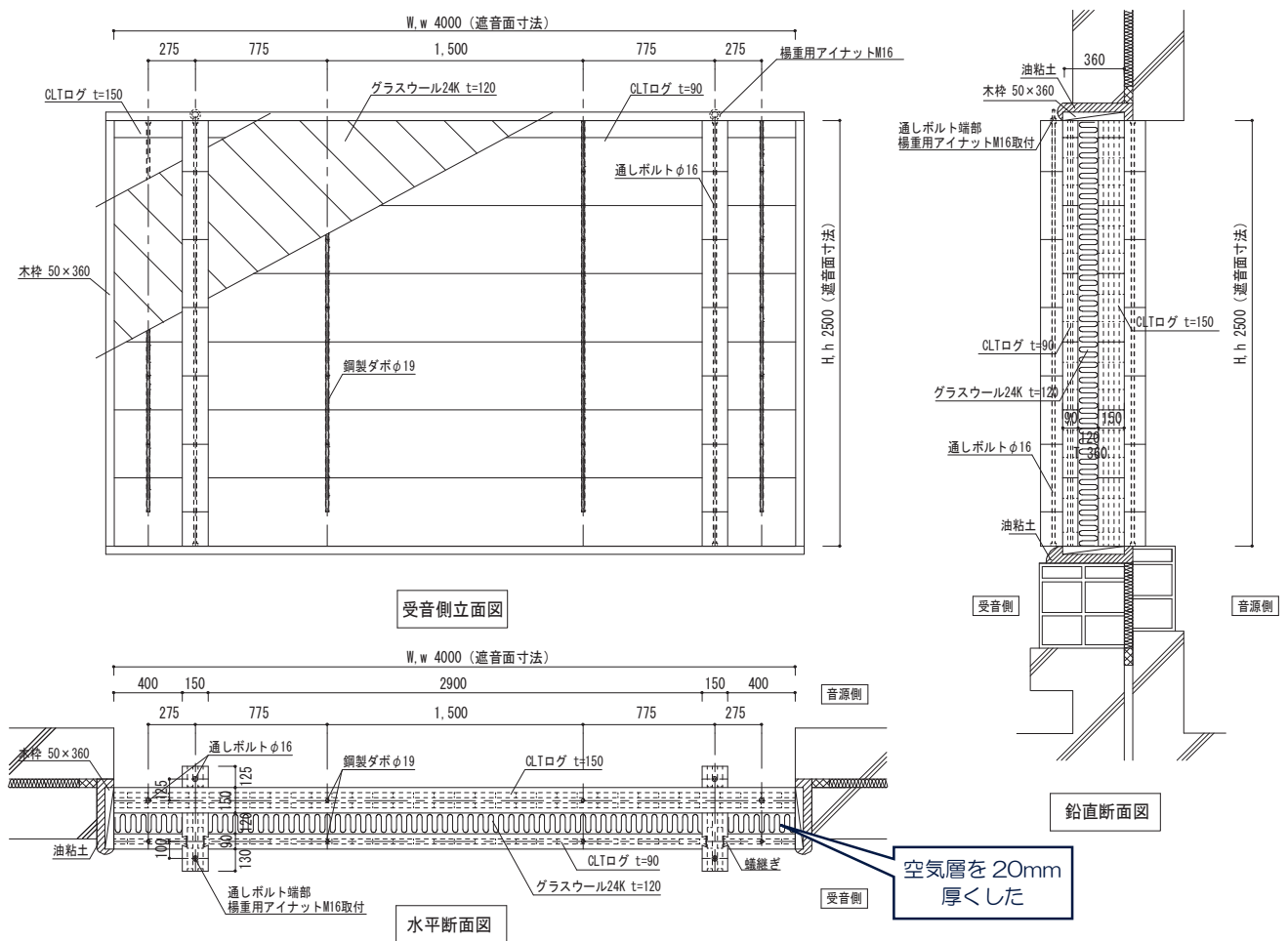


図 3-9 試験体図 (本試験)



写真 3-7 試験体写真

(2) 試験台へ設置

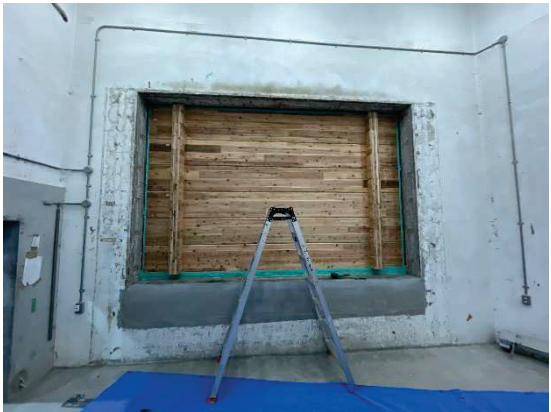
試験体の試験台への設置状況を以下に示す。試験台との取り合い部に隙間が発生すると性能が低下することから念入りに粘土詰めを行った。



写真 3-8 試験体の設置



(受音側)



(音源側)

写真 3-9 試験台設置完了後

(3) 計測機器、音源装置の設置

計測機器、音源装置の設置状況は予備試験時と同様のため割愛する。

(4) 試験概況

試験結果を図 3-10 に示す。

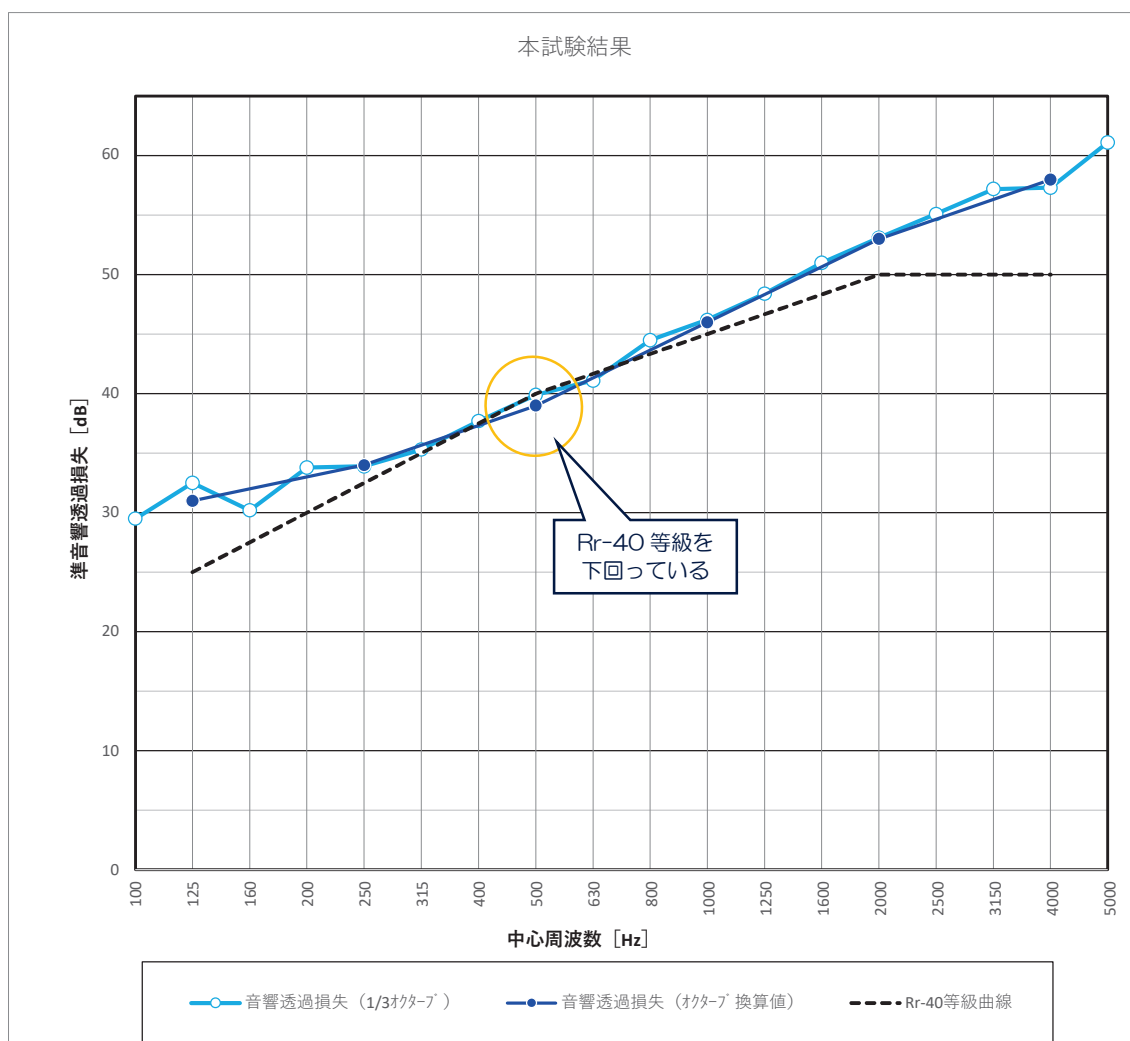


図 3-10 遮音試験結果

試験結果はオクターブ換算値で 500Hz 帯が基準を 1db (0.5db) 下回った形となり、Rr-40 等級の基準をクリアすることができなかった。

予備試験時に不足していた 1,000Hz 帯は改善され基準を満たす形となり、2,000Hz 帯、4,000Hz 帯の高域及び 125z 帯、250Hz 帯の低域についても性能は向上している。防水テープの施工によって高周波の音漏れの対策ができ、低周波に関しては空気層の厚みを上げたことによる効果及び受音側壁の共振周波数が低音側にシフトし、性能が向上したものと考えられる。

しかしながら、500Hz 帯の中域に関しては予備試験時からほとんど改善は見られない形となった。同構造による CLT パネル工法では基準を満たしていることから、やはり丸太組構法の遮音壁の構造では二重壁を空気層により絶縁できないことが原因ではないかと考えられる。具体的な要因はいくつもの事象が相互に連動しているため解明は難しいが、交差部の壁を通じて音源側の壁で受けた音を受音側の壁に伝播して、壁が振動することによって発生している音の影響が大きいものと想定される。

3.6 遮音試験を終えて

今回、遮音試験を行い目標としていた界壁遮音性能の認定取得は叶わない結果となった。二重壁部分と交差部分の壁の音の伝播のし難い接合方法を検討、空気層の厚さを変えることで共振する周波数帯を変化させ 500Hz 帯の性能向上を図る、丸太組壁の樹種を密度の高いものに変更する等々、今回の結果を踏まえて改善すべき点がいくつか挙げられる。

今後は引き続き遮音壁構造の検討を行い、界壁の遮音認定取得を目指し、実物件への採用を検討していきたい。

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 パネルをログハウス用部材に加工して使用する。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り、大型施設建築に有利である。

今回、CLT ログ部材は、建設地進入路の関係から大型トラックで運搬する必要があり、最大長さを 10m 程度となるよう加工し、トラック数台に分けての搬入となった。

このように丸太組構法では部材の長さを変更することが可能であり、建設地の条件によって適切な長さを設定して、輸送・搬入をスムーズに行うことが可能である。

また、丸太材（CLT）製造時にその長さをあらかじめ設定することで、効率の良い原版の長さで製作することができることから、材料のロスを抑えることが可能で、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

本実証事業の建築物は、延べ床面積 148 m²（約 44.8 坪）の平屋建ての構造で、木材使用量が多く（丸太材のみで約 32 m³）、建設地での仮置き場所の確保が必要であり、また、部材長さも 10m 程度となることから、梱包をばらして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となる。

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、作業を行うに当たっては、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、使用する順番で梱包をまとめる等の対応の検討が課題となってくる。



図 4-1 使用材積



写真 4-2 搬入時の荷姿

4.3 施工状況レポート

ログ組上げでは、CLT パネルの製品安定性とログハウス用部材への加工精度の高さから反りやねじれが少なく、ノッチ部（丸太組の交差部分）の作業を容易に行うことができ、施工性向上につながった。また、ログ高さが従来の丸太組構法と比べて倍程度あることから、段数が半分となることで作業効率も格段に上がる結果となった。

せん断耐力を負担するダボは鋼製丸棒材を使用することで、施工性が高く、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 工場出荷検査



写真 4-5 ダボ施工時の様子

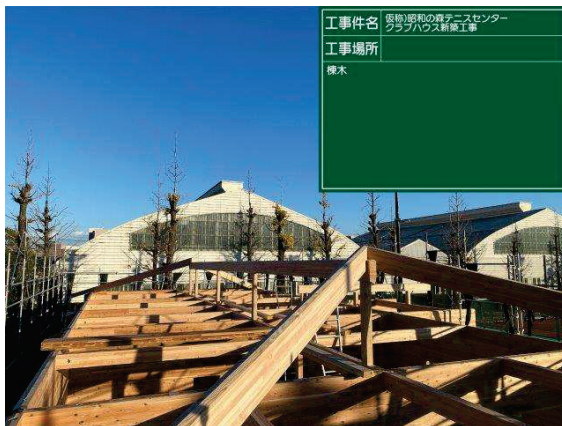


CLT ログ壁の施工完了時の状況を以下に示す。加工精度の高さにより当初計画よりも組上げ工程を短縮することができた。

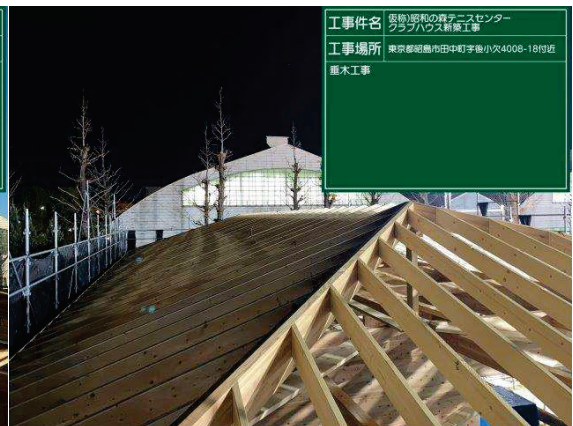


写真 4-6 CLT ログ壁の施工完了

小屋組みは JAS 規格の集成材で棟木・母屋を構成し、垂木には JAS 規格のツーバイ材を使用した。



母屋・棟木



垂木

写真 4-7 小屋組み



写真 4-8 上棟後

5. 他工法との比較検討

5.1 コスト比較結果概要

当検討においては RC 造と従来の丸太組造との比較を当初検討していたが、従来の丸太組造との比較では大きな差が見られないことから、概算で S 造との比較を行う形とした。

同規模の RC 造におけるコスト比較を表 5-1 に示す。



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）		RC 造との金額差	
		CLT ログハウス	RC 造	差額（円）	比率（％）
1	地盤改良工事	0	5,228,000	-5,228,000	
2	仮設工事	1,436,000	1,436,000	0	100
3	基礎工事	2,927,000	—		
4	木工事	5,227,000	2,543,000	2,684,000	206
5	部材費	25,809,000	—		
6	金物工事	547,000	—		
7	RC 躯体工事	—	51,800,000		
8	塗装工事	1,102,000	2,341,000	-1,239,000	47
9	屋根・板金工事	2,189,000	1,693,000	496,000	129
10	建具工事	3,533,000	3,957,000	-424,000	89
11	その他	9,950,000	8,457,000	1,493,000	118
1～11 総合計		52,720,000	77,455,000	-24,735,000	68
3～7 躯体合計		35,946,000	61,007,000	-25,061,000	59

本体工事費の比較では、CLT ログハウスが 5,272 万円に対して、RC 造は 7,745 万円と、RC 造の 68% で建築が可能であった。

躯体重量の差（丸太組と比較し RC は 5 倍程度）が地盤改良費に反映され、構造躯体比較では RC 造の 59% で施工できる算定となった。このように平屋建ての小規模建築物では、RC 造との価格差は明確な差が出てくるものと考えられる。

5.2 木工事と躯体工事の比較

RC 造とのコスト比較では、躯体工事費 5,180 万円に対して、木部材費 2,580 万円と CLT ログハウスの 50% 程度となった。

なお、S 造との詳細なコスト検証は行っていないが、概算での比較では鉄骨躯体＋サイディングの費用で CLT ログハウスの 123% 程度となることから、S 造とのコスト比較でも CLT ログハウスが有利となった。

5.3 CLT ログの製造過程のコスト縮減

CLT 原版を高さ方向 45cm 程度に切り分けて、成型用 4 軸モルダーに通すとログ材の成型が完了する。ログ材としての CLT 材の利用は、製造過程でも省力化が可能で、加工ロスも少ない製品であり、CLT ログハウスの躯体価格の引き下げに寄与している。



写真 5-1 CLT の原版加工機



写真 5-2 CLT ログ加工機

5.4 今後の見通し

CLT ログハウスのコスト比較では、RC 造の 68%（S 造との概算比較では 81%）で施工可能であることが検証された。また、工事工程においても施工期間の短縮が見込まれることから、仮設費や工事管理費などの削減が期待できる。

規模によってはコストが逆転する可能性もあるが、4 階建て以下の規模においては木造建築がコストパフォーマンスに優れていることが分かり、また、森林資源の活用と環境負荷の少なさから、今後、より多くの低層大規模建築物に CLT を使用した木造（丸太組構法）を採用し、より一層の木材利用が進んでいくことが期待される。

6. 総括

2000 年代に入ってから、「地球温暖化」や「温室効果ガス」、「脱炭素化」など、地球環境が抱える問題に関する報道が非常に増え、世界中が問題解決に向けて具体的に取組まなければならない状況になりつつある。

日本でも、SDGs キャンペーンの普及など、各分野において様々な取り組みが行われているが、その中の一つとして「木材利用促進法」の制定がある。この法律は、森林資源の有効活用を促進し、森林を持続的に管理することを目的とし、木材の需要拡大に向けた施策が進められ、木材利用の促進が図られている。木材を利用することで CO2 の削減効果を生み出すことが期待されている。しかし、まだエンドユーザーへはあまり認知されておらず、その重要性について理解している人は多くはない。

木材を利用することは、環境問題に寄与することが可能である。木材を積極的に利用することで、森林が循環して森が活性化し、森林が成長過程で多くの CO2 を吸収することが可能であり、地球温暖化防止に繋がると言われている。また、他の建材と比べてライフサイクル CO2 の排出量が少なく、建設時に必要なエネルギー量を削減できるため、再生可能資源であるという点からも、SDGs の観点からも効果的であるとされている。

また、本実証事業における CLT ログハウスでは、以下のメリットも考えられる。

- ・他の構造材よりも比強度が高く、耐震性が高い。
- ・木材による調湿作用があり、外気温との室内温度変化が緩やかで快適な空間創出が可能。
- ・耐火性に優れており、準耐火建築物の設計もが可能。
- ・断熱性能が高く、省エネルギーな建物となる。
- ・木材の自然な風合いを生かしたデザイン性にも優れる。
- ・木の香りには鎮静作用があり、リラックス効果や集中力アップの効果も期待。
- ・色あせやツヤなどの経年変化は、建物への愛着感を高める。 等

木材を利用することで環境負荷を抑えながらも、建材として使用するメリットが豊富である。CLT ログハウスは、建築物に求められる耐震性や省エネルギー性、環境性能などに対応した新しい建築スタイルの 1 つとして確立し、費用対効果が高く、環境にやさしい建物であることを、より多くの人々に周知することによって、より一層の木造化に取り組んでいきたい。

最後に、今回建設を快諾いただいた施主をはじめ、ご指導いただいた委員の先生方に心から感謝いたします。また、実証実験で検討の機会をいただきましたことについても、深く感謝しております。