

## 2. 2 (株)SAKURA/ライフデザイン・カバヤ(株)

### 2. 2. 1 建築物の仕様一覧

事業名	(仮称)鮎政様本店テナントビル新築工事の建築実証		
実施者(担当者)	(株)SAKURA/ライフデザイン・カバヤ(株)(難波 和也)		
建築物の概要	用途	物品販売業を営む店舗、事務所、飲食店	
	建設地	埼玉県さいたま市	
	構造・工法	鉄骨造(付加制振 → 有孔CLT制振壁)	
	階数	地上9階	
	高さ(m)	32.363	
	軒高(m)	29.463	
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	137.80	
	建築面積(m <sup>2</sup> )	112.34	
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	894.23	
	階別面積(m <sup>2</sup> )	1階 2階 3～8階 9階	109.00 109.45 98.86(各階) 82.62
CLTの仕様	CLT採用部位	壁	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )	加工前製品量25.4387m <sup>3</sup> 、加工後建築物使用量20.0132m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	210mm厚(表面加工あり)
		ラミナ構成	5層7プライ
		強度区分	S90A
	床パネル	寸法	-
		ラミナ構成	-
		強度区分	-
	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)	有孔CLT制振壁 頭部接合金物目隠しパネル:ヒノキ	
	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	0.6944m <sup>3</sup>	
仕上	主な外部仕上	屋根	アスファルト露出防水(水勾配1/100)
		外壁	アルミキャストフレームt=30、ALC板t=100、御影石割り肌仕上げt=35(下地押出成形セメント板t=60)
		開口部	アルミサッシ(防火設備)+複層ガラス(延焼線部分は網入りガラスとの複層)
	主な内部仕上	界壁	-
		間仕切り壁	LGS下地の上スチールパネルt=1.6、LGS下地石膏ボードt=12.5の上ビニルクロス、LGS下地石膏ボードt=12.5素地仕上げ
床	モルタル下地の上御影石t=25、コンクリート金ゴテ仕上げ、タイルカーペットt=7		
天井	LGS下地の上スチールパネルt=1.6、直天井(一部梁型:石こうボードt=12.5素地仕上げ) LGS+石こうボードt=9.5下地の上岩綿吸音板t=12		
構造	構造計算ルート	ルート3	
	接合方法	HTB + 鋼板挿入ドリフトピン接合	
	最大スパン	6.890m	
防火	防火上の地域区分	準防火地域	
	耐火建築物等の要件	有	
	本建築物の耐火仕様	1階～5階:2時間耐火、6階～9階:1時間耐火	
問題点・課題とその解決策	CLT壁パネルを水平力のみ(構造耐力上主要な部分)を負担する付加耐震要素として利用し、耐火被覆をせず現しとさせた。(主要構造部に該当しないため耐火被覆不要。)		
温熱	建築物省エネ法の該当有無	該当あり:規制対象	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	特になし	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井) 外壁 床	押出法ポリスチレンフォーム保温板t=25 硬質ウレタンフォーム吹付t=20 押出法ポリスチレンフォーム保温板t=25(1階床スラブ)
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	現場ヤードの制約および鉄骨建方後の内部施工による取付手順が課題となったが、事前施工計画の徹底と現場状況に応じた施工調整により、安全かつ円滑に施工した。	
	給排水・電気配線設置上の工夫	特になし	
工程	劣化対策	特になし	
	設計期間	2024年4月～2025年7月(約16ヵ月)	
	施工期間	2025年8月～2026年6月(約11ヵ月)	
CLT躯体施工期間	・CLT搬入作業期間:2026年2月13日～14日、15日～16日(計4日間) ・CLT取り付け作業期間:2026年2月14日～19日(計6日間)		
竣工(予定)年月日	2026年6月30日		
体制	発注者	株式会社SAKURA	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	株式会社LAD	
	構造設計者	株式会社構造計画研究所	
	施工者	株式会社Rays Product	
	CLT供給者	銘建工業株式会社	
ラミナ供給者	銘建工業株式会社		

## 2. 2. 2 実証事業の概要

実証事業名：(仮称)鮎政様本店テナントビル新築工事の建築実証

建築主等／協議会運営者：株式会社 SAKURA／ライフデザイン・カバヤ株式会社

### 1. 実証した建築物の概要

用途	物品販売業を営む店舗、事務所、飲食店		
建設地	埼玉県さいたま市		
構造・工法	鉄骨造(付加制振 → 有孔 CLT 制振壁)		
階数	地上 9 階		
高さ (m)	32.363	軒高 (m)	29.463
敷地面積 (m <sup>2</sup> )	137.80	建築面積 (m <sup>2</sup> )	112.34
階別面積 (m <sup>2</sup> )	1 階	109.00	延べ面積 (m <sup>2</sup> ) 894.23
	2 階	109.45	
	3～8 階	98.86(各階)	
	9 階	82.62	
CLT 採用部位	壁		
CLT 使用量 (m <sup>3</sup> )	加工前製品量 25.4387 m <sup>3</sup> 、加工後建築物使用量 20.0132 m <sup>3</sup>		
CLT を除く木材使用量 (m <sup>3</sup> )	0.6944 m <sup>3</sup>		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)	
	壁	210mm 厚(表面加工あり) / 5 層 7 プライ / S90A / ヒノキ	
	床	—	
	屋根	—	
設計期間	2024 年 4 月～2025 年 7 月(約 16 ヶ月)		
施工期間	2025 年 8 月～2026 年 6 月(約 11 ヶ月)		
CLT 躯体施工期間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CLT 搬入作業期間 2026 年 2 月 13 日～14 日、15 日～16 日(計 4 日間)</li> <li>・ CLT 取り付け作業期間 2026 年 2 月 14 日～19 日(計 6 日間)</li> </ul>		
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

鉄骨造に CLT 壁を現しで活用し耐震性能の向上を図る提案は、構造合理性と意匠性を両立し得る有効な手法である。一方で、総合的な費用対効果や施工手順の整理が十分ではなく、実建物への展開にあたっては技術的裏付けが求められている。また、意匠性を伴う有孔 CLT の加工については、品質の均一性や生産性の確保が課題である。

そこで本プロジェクトでは、実建物を対象に有孔 CLT 制振壁の構造性能、施工性、コストおよび環境性能を総合的に検証するとともに、取付時期や工程計画の整理、機械加工による製造合理化の可能性を検討し、鉄骨造への CLT 壁活用の実用化に向けた技術的整理を行うことを目的とした。

### 3. 協議会構成員

【事業統括(協議会運営者)】 ライフデザイン・カバヤ(株) - 難波 和也、守谷 和弘、  
平田 拓也、竹内 幸生、  
朝賀 幸彦、友廣 陽一、  
坂本 結理、永田 創一

【意匠設計・監理】(株)LAD - 高山 禎章、今山 貴之

【構造設計・監理】(株)構造計画研究所 - 篠原 昌寿、荒幡 俊勝

【施工】(株)Rays Product - 船山 賢次、(株)AMAZE - 藤田 貴大

【材料】BX カネシン(株) - 榎田 剛、銘建工業(株) - 西本 将晴

### 4. 課題解決の方法と実施工程

本プロジェクトでは、設定した各課題に対し、設計段階から施工・比較検証までを一連のプロセスとして整理し、実建物を通じて検証を行った。

まず、構造計画において有孔 CLT 制振壁の仕様およびダンパー性能を設定し、応答解析により耐震性能を確認した。次に、施工性の検証として、CLT 壁の取付時期や工程計画を設計者・施工者間で事前に整理し、狭小敷地条件下における施工手順および留意点を実施工を通じて確認した。

また、意匠性を保持した有孔 CLT の加工については、機械加工工程の整理および加工精度の検証を行い、品質確保と生産性向上の可能性を検討した。さらに、純鉄骨造モデルを設定し、躯体数量の算出、建築工事費の比較および CO<sub>2</sub>排出量の算定を行い、構造性能・コスト・環境性能を総合的に評価した。

#### <協議会の開催>

・令和7年6月25日：第1回開催

全体スケジュール確認、確認申請進捗確認、CLT 活用実証事業の実証内容の確認

・令和7年7月24日：第2回開催

工事スケジュール確認、確認申請進捗確認、材料発注時期・承認時期の確認

・令和7年10月21日：第3回開催

工事スケジュール確認、工事進捗確認、CLT・接合金物の加工図チェック状況の確認

・令和7年11月11日：第4回開催

工事スケジュール確認、工事進捗確認、CLT 取付工事区分の確認

- ・令和7年11月26日：第5回開催  
CLT 建方工事スケジュール確認、CLT 取付方法摺合せ、必要工事用機械器具の確認、仮設状況の確認
- ・令和7年12月19日：第6回開催  
CLT 搬入・建方工事スケジュール確認、ラフター・トラック等設置場所現地確認、CLT 建物内取り込み方法・設置方法検討
- ・令和8年2月14日：第7回開催  
CLT 取り付け作業効率改善検討

#### <施工>

- 令和7年6月：確認申請指摘対応完了・本受付済・消防同意審査
- 令和7年7月：総合工程表修正作業、材料発注時期・承認時期の再確認
- 令和7年7月22日付：工事請負契約締結
- 令和7年7月31日付：建築確認 確認済証交付
- 令和7年8月：CLT マザーボード製造発注、現場事務所開設
- 令和7年9月：CLT 加工図・接合金物製作図・製作要領書のチェック・修正
- 令和7年10月：CLT 加工図・接合金物製作図・製作要領書の承認図を受領、各部材加工開始
- 令和7年11月：CLT 加工、基礎工事着手、鉄骨製作着手
- 令和7年12月：CLT 加工、鉄骨建方工事実施
- 令和8年1月：フラットデッキ設置、スラブ配筋工事実施
- 令和8年2月：スラブコンクリート打設、CLT 制振壁現場搬入・取り付け工事実施

## 5. 得られた実証データ等の詳細

本実証により、コスト、環境性能および施工性に関する検証データを確認できた。

コスト比較では、「鉄骨造+CLT 付加制振壁」の建築工事費総額は約 425,600,000 円、「純鉄骨造」モデルは 387,000,000 円となり、差額は約 38,600,000 円であった。この差額には、有孔加工や表面溝加工等の意匠性向上に係る加工費が含まれている。一方で、建物の軽量化に伴い杭工事費および鉄骨工事費の低減効果が確認され、構造合理化によるコスト縮減の可能性も示された。

環境面では、A1～A5 相当の CO<sub>2</sub> 排出量を算定した結果、排出量合計は「鉄骨造+CLT 付加制振壁」が 543.5t-CO<sub>2</sub>、「純鉄骨造」が 541.6t-CO<sub>2</sub> であり、CLT の炭素固定量 17.1t-CO<sub>2</sub> を考慮した実質排出量は 526.4t-CO<sub>2</sub> となり、純鉄骨造比で 15.2t-CO<sub>2</sub> (約 3%の削減)となった。

施工面では、CLT 壁を鉄骨建方後の内部工程で取り付ける計画とし、狭小敷地条件下での搬入計画、工程調整および施工上の留意点を整理した。また、有孔 CLT の機械加工に関しては、加工精度、加工時間および工程上のボトルネックに関するデータを確認できた。

## 6. 本実証により得られた成果

本実証により、有孔 CLT 制振壁を鉄骨造へ採用する際の構造計画手法、施工手順および加工合理化の可能性を実建物レベルで整理することができた。

構造面では、付加制振による応答低減効果を確認し、意匠性を保持した開口付き CLT 壁と耐震性能を両立し得る設計条件を明確化した。施工面では、取付時期および工程計画の整理により、狭小敷地条件下における施工上の留意点を把握した。加工面では、機械加工による品質確保および生産性向上に向けた課題を明確化した。

また、純鉄骨造との比較により、コスト増加要因を定量的に整理するとともに、炭素固定量を含めた実質排出量の低減効果を確認し、構造性能・経済性・環境性能を横断的に評価する資料を整理した。

## 7. 建築物の平面図・立面図・写真等



図 7-1 外観イメージパース



図 7-2 有孔 CLT 制振壁 取付状況



図 7-3 有孔 CLT 制振壁 設置状況

## 2. 2. 3 成果物

### 1) プロジェクト概要

#### 1. 1) 実証概要

近年、非住宅分野を中心に CLT の活用は着実に広がりを見せており、特に鉄骨造建築物においては、耐震要素として CLT 壁を併用する事例が増加しつつある。鉄骨造は構造計画の自由度が高い一方で、耐震要素の配置が意匠計画やファサードデザインに与える影響が大きく、建築計画上の制約となるケースも少なくない。

このような背景のもと、本プロジェクトでは鉄骨造ラーメン構造を基本としつつ、耐震性能の向上と意匠性の両立を図る手法として、有孔 CLT 制振壁を建物外周部に配置する計画とした。CLT 壁に開口および表面溝加工を施すことで、耐震要素を単なる構造部材としてではなく、建築デザインの一部として積極的に活用することを目指している。

一方で、鉄骨造への CLT 壁の適用事例は一定数存在するものの、意匠性を加味した CLT 壁を用いた事例は依然として少なく、特に製造・加工、施工段階における知見は十分に整理・蓄積されていないのが現状である。

#### 1. 2) 建物概要

建物概要を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 建物概要

工事名称	(仮称) 鮎政様本店テナントビル新築工事	
計画地	埼玉県さいたま市大宮区	
用途	物品販売業を営む店舗、事務所、飲食店	
工事種別	新築工事	
規模	敷地面積	137.80 m <sup>2</sup>
	階数 / 最高高さ	地上 9 階 / 32.363m
	建築面積 / 延べ面積	112.34 m <sup>2</sup> / 894.23 m <sup>2</sup>
構造概要	構造種別	鉄骨造(付加制振 → 有孔 CLT 制振壁)
	基礎形式	杭基礎(鋼管杭)
	構造計算ルート	ルート 3
CLT の仕様	利用箇所	壁(付加制振 → 有孔 CLT 制振壁を配置)
	厚さ / 樹種	210mm 厚(表面加工あり) / ヒノキ
	強度等級 / ラミナ構成	S90A / 5 層 7 プライ
設計期間	2024 年 4 月～2025 年 7 月(約 16 ヶ月)	
施工期間	2025 年 8 月～2026 年 6 月(約 11 ヶ月)	
CLT 躯体施工期間	CLT 搬入作業期間	2026 年 2 月 13 日～14 日、15 日～16 日(計 4 日間)
	CLT 取り付け作業期間	2026 年 2 月 14 日～19 日(計 6 日間)



図 1.2-1 外観イメージパース

### 1. 3) 設計実証から建築実証への展開

本プロジェクトに先立ち実施した前年度の設計実証においては、有孔 CLT 制振壁の構造性能について、要素試験および実大壁試験、解析的検討を通じて確認を行い、鉄骨造建築物に付加制振要素として適用可能であることを示した。これにより、開口形状や表面加工を有する CLT 壁においても、所要の耐力および変形性能を確保できる見通しを得ている。

しかしながら、設計段階で成立したディテールであっても、実際の製造・加工および現場施工においては、加工精度、部材寸法管理、鉄骨との取り合い、建て方手順など、設計段階では顕在化しにくい課題が生じる可能性がある。特に本プロジェクトのように、開口形状が複雑で、かつ表面溝加工を施した CLT パネルを用いる場合、従来の CLT 施工とは異なる対応が求められる。

そのため、本プロジェクトでは設計実証で得られた成果を実際の建築工事に適用し、施工段階における課題および対応策を整理・記録することを重要な目的の一つとした。



図 1.3-1 設計実証時 実大壁試験



図 1.3-2 有孔 CLT 制振壁 取付工事

## 2) 構造概要

### 2. 1) 構造計画

本建物は都市部の狭小地に計画された 9 階建てのテナントビルである。中規模規模の鉄骨造建築では、耐震要素を配置できる位置が限定されることが多く、ファサード計画に影響を及ぼす場合がある。そこで、前章に示した設計実証の成果を踏まえ、図 2.1-1~2 に示す耐震性能と開口デザインを両立する有孔 CLT 制振壁を採用した。

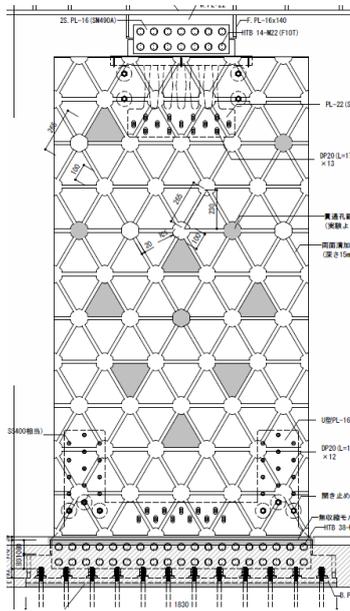


図 2.1-1 有孔 CLT 制振壁 詳細図(1 階)

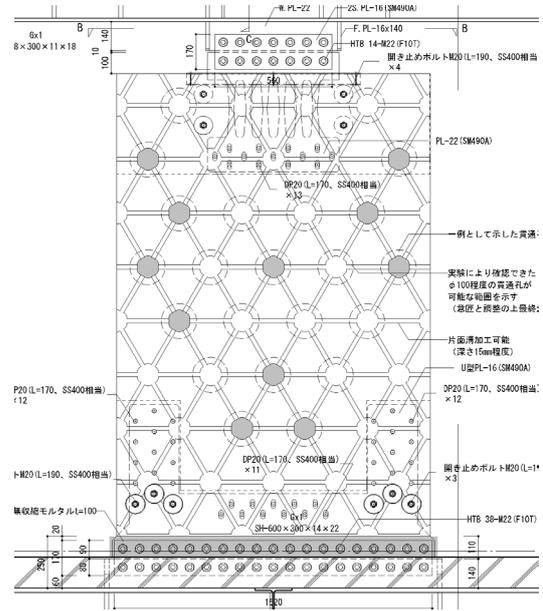


図 2.1-2 有孔 CLT 制振壁 詳細図(2 階~7 階)



図 2.1-3 構造パース(北西側)



図 2.1-4 構造パース(南東側)

本制振壁には、鋼材の履歴特性を活かした鋼材ダンパー(図 2.1-6)を組み込み、建物のエネルギー吸収性能を高めるとともに、CLT パネルに作用する最大水平荷重を一定範囲内に制御する計画とした。これにより、開口可能範囲の概略的な設計ルールを設定し、意匠計画上の自由度向上を図っている。

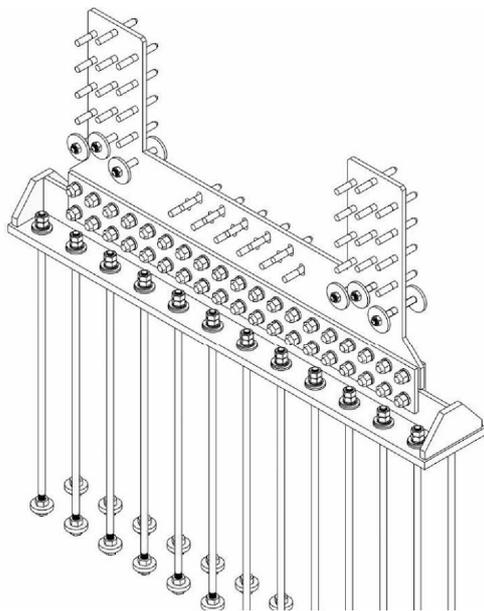


図 2.1-5 有孔 CLT 制振壁 脚部金物図

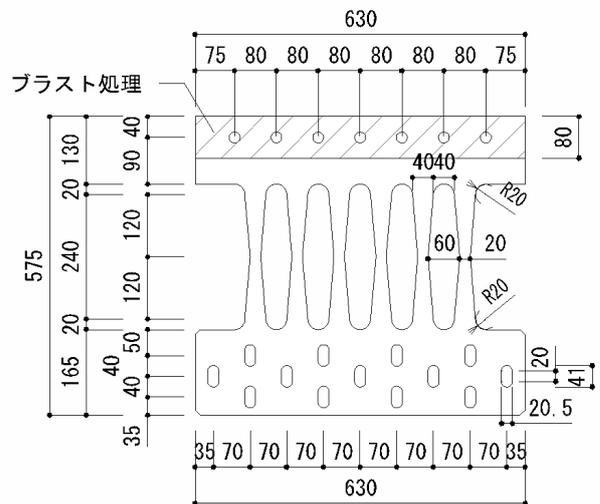


図 2.1-6 有孔 CLT 制振壁 頭部ダンパー金物図

構造形式は鉄骨ラーメン構造とし、有孔 CLT 制振壁を付加制振要素として位置付け、構造計算ルート 3 により設計を行った。



図 2.1-7 性能確認した有孔 CLT 制振壁

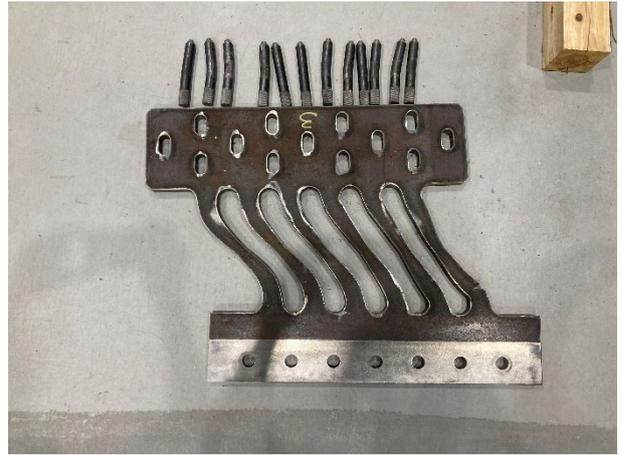


図 2.1-8 性能確認したダンパー金物

ダンパーの降伏荷重の目標値は、既往の設計事例を参考に、建物重量に対して概ね 5~15%を目安として設定した。そのうえで、図 2.1-9~14 に示す建物への配置可能枚数を踏まえて逆算し、1 基あたり約 200kN とした。

予備応答解析の結果、ダンパーを設置しない主体構造のみの場合と比較して、平均で約 20%の応答低減効果を確認した。さらに、日本建築構造技術者協会 (JSCA) による中層鉄骨造建築物の性能メニューを参考とし、付加制振の導入により、基準級から上級 (L2 地震時の応答層間変形角 1/75rad 程度) への耐震性能向上を目標として構造計画を行った。

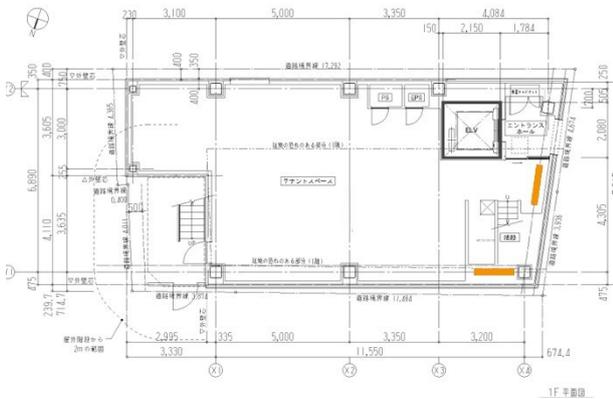


図 2.1-9 有孔 CLT 制振壁 配置図(1 階)

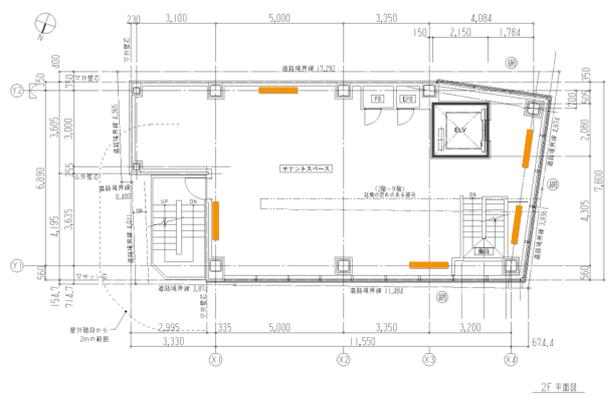


図 2.1-10 有孔 CLT 制振壁 配置図(2 階)

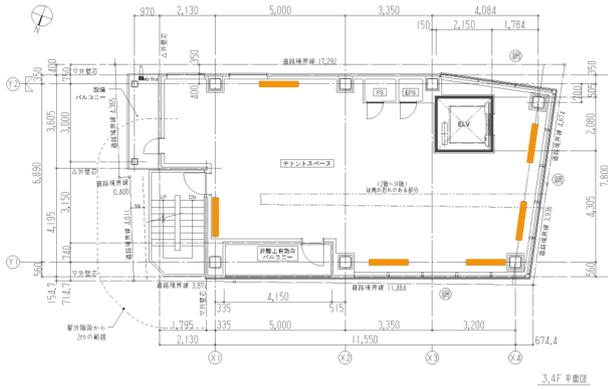


図 2.1-11 有孔 CLT 制振壁 配置図(3 階～4 階)

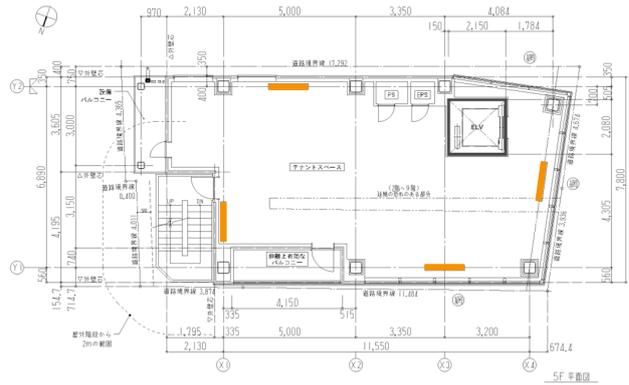


図 2.1-12 有孔 CLT 制振壁 配置図(5 階)

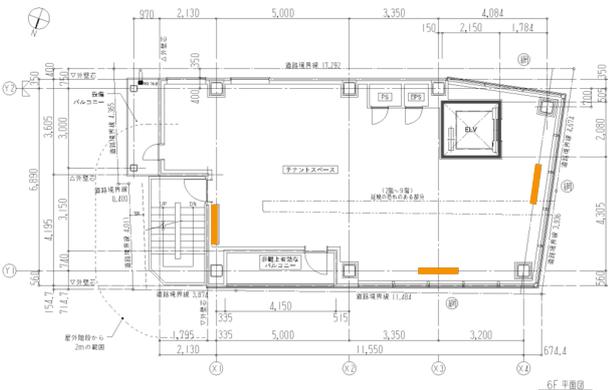


図 2.1-13 有孔 CLT 制振壁 配置図(6 階)

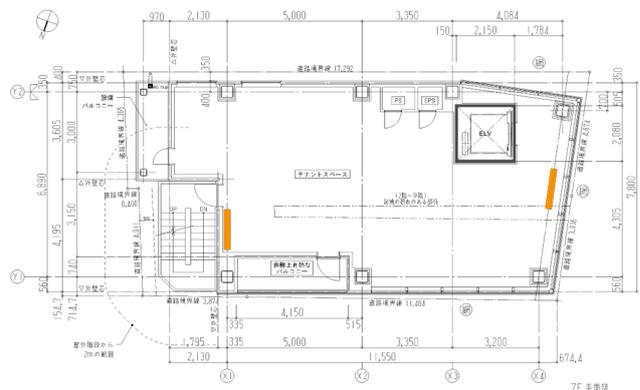


図 2.1-14 有孔 CLT 制振壁 配置図(7 階)

### 3) コスト・環境性能

#### 3. 1) コスト・環境性能の比較検証

以上の構造計画および応答解析結果を踏まえ、本構造手法の実用性を総合的に検証するため、経済性および環境性能の比較検討を行った。本事業で採用した「鉄骨造+CLT 付加制振壁」と同等の保有水平耐力を有する「純鉄骨造」モデルを設定し、躯体数量、建築工事費および環境性能について比較を行った。

図 3.1-1 に示す通り、純鉄骨造と比較して CLT 制振壁を組み込むことで柱部材断面のスリム化が可能となっている。また、CLT は鋼材やコンクリートと比較して軽量であるため、建物総重量は約 152kN 低減した。これにより、基礎に作用する長期荷重の低減にも寄与している。

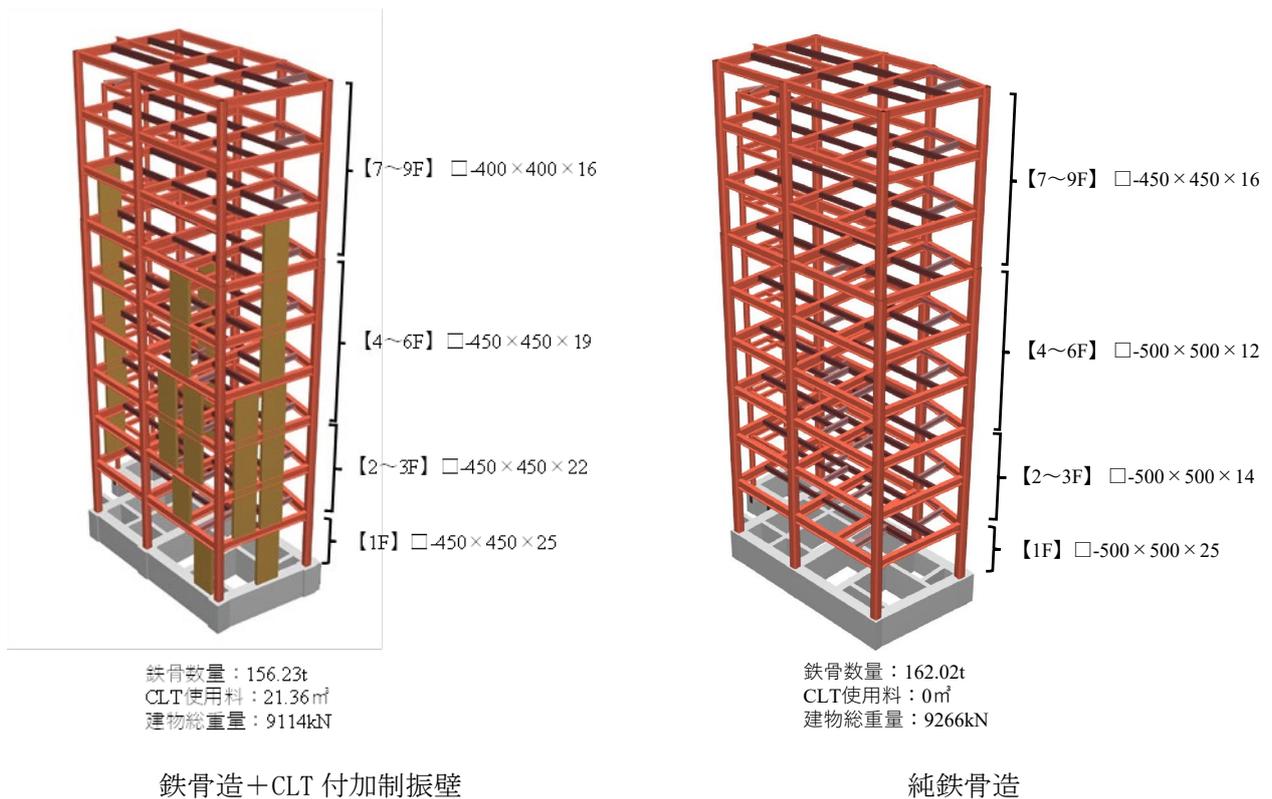


図 3. 1-1 比較検討用モデル

表 3. 1-1 に示すコスト比較の結果、「鉄骨造+CLT 付加制振壁」は、軽量化に伴い杭工事費および鉄骨工事費を低減できているものの、CLT 工事費が加算されることにより、「純鉄骨造」と比較して建築工事費総額で約 3,850 万円の増加となった。この増分には、耐震性能の確保に加え、有開口加工および表面溝加工等、意匠性向上に係る加工費約 1,250 万円が含まれている。すなわち、本提案は構造性能の向上と意匠的付加価値の創出を同時に実現するものである。

表 3. 1-1 コスト比較表

	工種	S+CLT モデル(A)	純 S 造モデル(B)	差分(A-B)
基礎工事	杭工事	41,000,000	41,681,912	-681,912
	土工事	19,290,000	19,290,000	-
上部躯体工事	鉄骨工事	100,550,000	101,997,500	-1,447,500
	CLT 工事	40,700,000	0	40,700,000
共通躯体工事	コンクリート工事	11,060,000	11,060,000	-
	型枠工事	9,700,000	9,700,000	-
	鉄筋工事	10,600,000	10,600,000	-
その他工事	直接仮設・仕上げ等	192,700,000	192,700,000	-
<b>合計</b>	<b>建築工事費総計</b>	<b>425,600,000</b>	<b>387,029,412</b>	<b>38,570,588</b>

環境性能の比較を表 3. 1-2 に示す。文献 1) に準拠し、資材の製造から建設段階まで(A1～A5 相当)の CO<sub>2</sub> 排出量を算定した。また、木材の炭素固定量を考慮し、実質的な環境負荷を評価している。その結果、「鉄骨造+CLT 付加制振壁」は「純鉄骨造」と比較して実質排出量を 15. 2t-CO<sub>2</sub> (約 3%)削減する結果となった。

参考文献 1)

WINLEI SHWEYEE、五十田博、中川 貴文、篠原 昌寿：日本の木造建築の工法別での建設時に発生する二酸化炭素排出量に関する分析，日本建築学会学術梗概集 2343-2344, 2025. 07

表 3. 1-2 環境性能の比較

	排出原単位	S + CLT (A)	純 S 造 (B)	差分 (A-B)
鉄骨排出量	1. 7kg-CO <sub>2</sub> /kg	265. 6 t- CO <sub>2</sub>	275. 4 t- CO <sub>2</sub>	-9. 8 t- CO <sub>2</sub>
CLT 排出量	1. 1kg-CO <sub>2</sub> /kg	11. 7 t- CO <sub>2</sub>	0 t- CO <sub>2</sub>	11. 7 t- CO <sub>2</sub>
コンクリート排出量	311. 2kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	67. 7 t- CO <sub>2</sub>	67. 7 t- CO <sub>2</sub>	0 t- CO <sub>2</sub>
鉄筋排出量	0. 9 kg-CO <sub>2</sub> /kg	198. 5 t- CO <sub>2</sub>	198. 5 t- CO <sub>2</sub>	0 t- CO <sub>2</sub>
①排出量合計	-	543. 5 t- CO <sub>2</sub>	541. 6 t- CO <sub>2</sub>	1. 9 t- CO <sub>2</sub>
②CLT 炭素固定量	0. 92t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	-17. 1 t- CO <sub>2</sub>	0 t- CO <sub>2</sub>	-17. 1 t- CO <sub>2</sub>
<b>実質排出量 (①+②)</b>	-	<b>526. 4 t- CO<sub>2</sub></b>	<b>541. 6 t- CO<sub>2</sub></b>	<b>-15. 2 t- CO<sub>2</sub></b>

以上より、イニシャルコストは「鉄骨造+CLT 付加制振壁」が上回るものの、構造性能の向上、意匠性の付加価値および環境負荷低減を同時に実現可能な構造手法であることを確認した。

構造性能およびコスト検証により、本プロジェクトにおける有孔 CLT 制振壁は、耐震性能の向上および経済性の観点から一定の合理性を有することを確認できたが、設計および解析上成立する構造システムであっても、実際の製造・加工および現場施工において同様に成立するとは限らない。特に本プロジェクトのように、開口形状や表面溝加工を施した意匠性の高い CLT パネルを鉄骨造建築物に適用する場合、部材精度、搬入計画、取り合い調整、施工手順など、設計段階では顕在化しにくい課題が想定される。

そのため、製造・加工および施工段階を重要な実証項目として、検証を実施する。

#### 4) 施工検証の位置づけと目的

##### 4. 1) 本施工検証の目的

本施工検証は、前章までに示した構造性能および経済性の検証結果を踏まえ、本構造システムの実施工段階における成立性を確認することを目的とする。本施工実証の主な目的を以下に示す。

- ・意匠性を加味した有孔 CLT 制振壁について、製造・加工段階および現場施工段階で生じる課題を抽出すること
- ・鉄骨造建築物に有孔 CLT 制振壁を適用する際の施工手順、精度管理、取り合い調整に関する実践的な知見を整理すること
- ・設計段階で想定したディテールが、実施工においてどのように具現化されたかを検証し、今後の設計・施工にフィードバック可能な事項を明確にすること
- ・デザイン性と構造性能を両立した CLT 活用手法について、今後の普及に資する施工上の留意点を示すこと

これらの検証を通じて、本プロジェクトで得られた知見を、同種の建築物における CLT 活用の参考事例として位置付けることを目指している。

本章以降では、まず CLT パネルの製造・加工段階において生じた課題および対応内容について整理し、次に現場施工における取付作業や調整事項、施工上の工夫について述べる。最後に、施工検証全体を通じて得られた知見を整理し、総合的な評価を行う。

#### 5) CLT 製造・加工段階における課題と対応

##### 5. 1) CLT パネルの製造および加工体制

本プロジェクトで使用した CLT パネルの製造は岡山県内にて行った。製造後の CLT パネルは、開口加工および表面の溝加工を行うため、福島県内の加工工場へ搬送し、2 工場に分けて加工を実施した。

加工工場を 2 箇所に分けた理由は、本プロジェクトで採用した有孔 CLT 制振壁が、複数の開口形状および表面ライン加工を有しており、1 枚あたりの加工時間が極めて長時間に及ぶためである。

機械加工時間は 1 枚あたり約 9～10 時間を要し、実質的に丸一日を要する工程となった。さらに、機械加工後には溝部周辺のバリ取りや微細な欠けの補修等の手加工工程が発生し、これに半日程度を要した。加えて、パネルの局所的な補修作業や接合金物の取付作業も含めると、1 枚あたりの製作期間は概ね 2 日～3 日を要する体制となった。

このように、本件の有孔 CLT 制振壁は、通常の CLT パネルと比較して大幅に製作工程が長期化する仕様であった。



図 5. 1-1 有孔 CLT 制振壁 加工後状況

### 5. 2) 加工時間に関する課題

加工時間が長時間化した主な要因として、開口部および溝加工部における欠けや割れの発生を防止するため、加工速度を抑制した慎重な加工が必要であった点が挙げられる。

特に溝加工部については、加工速度を上げた場合、溝端部に欠けが生じる可能性があることが想定されたため、品質確保を優先し、加工条件を低速・高精度重視に設定した。

結果として加工時間は増加したが、欠陥の発生は抑制され、品質を確保することができた。



図 5. 2-1 有孔 CLT 制振壁 機械加工状況



図 5. 2-2 有孔 CLT 制振壁 金物取付状況

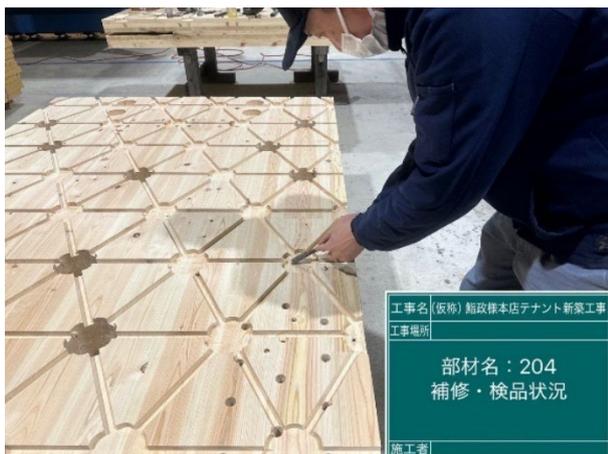


図 5.2-3 有孔 CLT 制振壁 手加工状況



図 5.2-4 有孔 CLT 制振壁 補修状況

### 5. 3) 加工工場の選定に関する課題

当初、CLT パネルの製造を行った岡山県内の工場加工まで一貫して行うことも検討した。しかし、同工場ではパネルの反転を真空吸着(バキューム)方式で行っており、パネル全面が平滑であることが反転条件となっている。

溝加工を施した場合、溝部から空気が抜けて吸着保持が困難となり、パネルの反転作業ができないため、両面加工への対応が不可能であることが判明した。

### 5. 4) 加工方法の工夫と対応

前項の課題を踏まえ、福島県内の加工工場にて加工を行うこととした。当該工場では、CLT パネルを作業台にビス固定する方式を採用しており、真空吸着に依存せずにパネルの反転が可能である。

具体的には、製材段階でパネル外周部に加工代を設け、その加工代部分にビス止めを行って固定し、穴開け加工および溝加工を実施する。加工完了後に加工代部分を切削除去することで、最終形状とする手法を採用した。

この方法により、設計で要求された両面溝加工を確実に実現することが可能となった。

## 6) 現場施工における課題と工夫

### 6. 1) 施工工程計画の検討と制約条件

本プロジェクトにおける有孔 CLT 制振壁の施工は、鉄骨建方完了後、かつ各階スラブコンクリート打設後に実施する計画とした。当初は鉄骨建方と同時に有孔 CLT 制振壁を取り付ける工程も検討したが、敷地条件および周辺環境の制約により、同時施工は困難であると判断した。

本建物は市街地の極めて狭小な敷地に計画されており、工事期間中において建方用重機を敷地内に配置することができない。このため、ラフタークレーンおよび搬入トラックは歩道上に設置する必要があった。加えて、前面道路は交通量の多い片側一車線道路であり、日中における片側通行止めの道路使用許可が得られず、夜間のみ道路使用が可能であるという制約があった。

しかしながら、夜間工事を前提とした場合、施工効率や近隣環境への影響を考慮すると現実的ではない。そのため、本工事では日中作業を前提とし、鉄骨建方と有孔 CLT 制振壁の取付工程を分離する施工計画を採用した。

また、スラブコンクリート打設後に施工を行うこととしたため、有孔 CLT 制振壁脚部には事前に箱抜きを設け、設置および接合金物のボルト締結作業が可能となるよう計画した。

しかしながら、箱抜き部には重ね継手の鉄筋定着長さとして 500mm 以上の確保が必要であったことに加え、ボルト締め作業および工具操作に必要な作業空間も確保する必要があった。その結果、箱抜き寸法は約 1m 程度となり、想定より大きな開口となった。

この大規模な箱抜きにより、取付位置直前まで台車によるパネル搬送が困難となるなど、新たな施工上の課題が生じることとなった。

## 6. 2) 搬入および仮置き計画に関する課題

有孔 CLT 制振壁の搬入および取付においては、搬入と取付を同時に行う「車上渡し」による施工が困難であった。これは、歩道上に設置するラフタークレーンのサイズに制約があり、13t クラスのラフタークレーンしか使用できなかったためである。

13t ラフタークレーンはブーム長が短く、作業半径が限定されることから、建物外周部、特に隣地境界線側に配置された CLT 制振壁については、外部から直接取り付け位置へアプローチすることができなかった。さらに、建物外周部には外部足場が設置されており、足場がクレーンの作業動線を阻害する要因もなった。

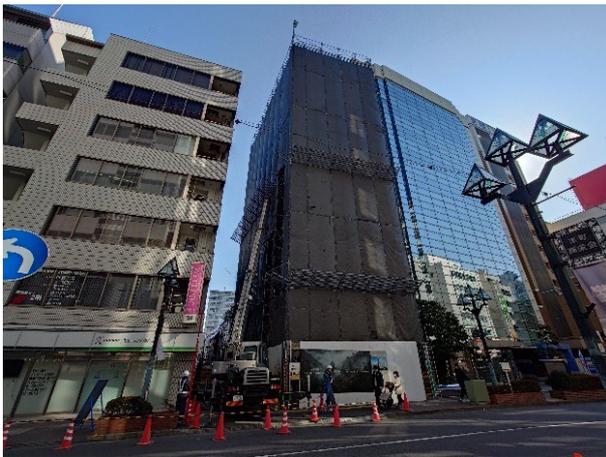


図 6.2-1 敷地周辺状況



図 6.2-2 敷地周辺状況

これらの条件を踏まえ、有孔 CLT 制振壁は一旦各階建物内部へ搬入し、取り付け箇所近傍に仮置きした後、内部作業によって取付を行う施工計画とした。

狭小敷地、重機制限、道路使用制限といった厳しい条件下での実施であったが、事前に詳細な搬入動線計画および揚重計画を立案していたことにより、搬入作業は概ね計画通りに実施することができた。



図 6.2-3 有孔 CLT 制振壁 荷揚げ



図 6.2-4 有孔 CLT 制振壁 建物内部取込

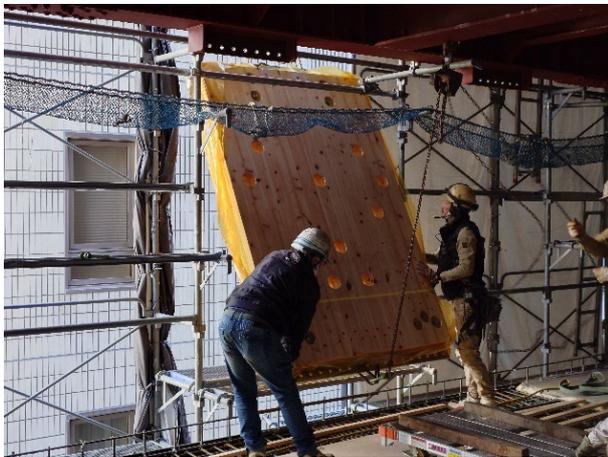


図 6.2-5 有孔 CLT 制振壁 建物内部取込



図 6.2-6 有孔 CLT 制振壁 仮置き

### 6. 3) 取付方法および施工手順の工夫

有孔 CLT 制振壁の取付手順は、以下のような方法を採用した。

まず、取り付け箇所近傍に仮置きされた有孔 CLT 制振壁をハンドリフト(キャッチパレットトラック)を使用し台車に載せ、取付位置付近まで移動させる。次に、鉄骨梁に設置した電動チェーンブロックを用いて、有孔 CLT 制振壁に取り付けたスリングベルトや吊り治具により立て起こしを行う。

立て起こし時には、有孔 CLT 制振壁脚部にハンドリフト(キャッチパレットトラック)を使用し、鉄骨梁に溶接された取付用ガセットプレートの位置まで水平方向にスライドさせる。脚部接合金物について全数ボルトの仮締めを行った後、頭部接合金物の仮締めを行い、有孔 CLT 制振壁の仮固定を完了させる。その後、下げ振りにより建入れ精度の確認を行い、精度確認後にハイテンションボルトの本締めを実施し、取付完了とした。

立て起こし作業は、初期段階においては吊り治具の調整や作業員間の合図確認に時間を要したが、施工が進むにつれて手順が標準化され、作業員の習熟も進んだ結果、立て起こし作業時間は短縮された。後半では安定した施工時間での建て込みが可能となった。

内部揚重による施工であったが、電動チェーンブロック等の工具により、安全かつ確実な建て込みが可

能であることを確認した。



図 6.3-1 有孔 CLT 制振壁 取付状況

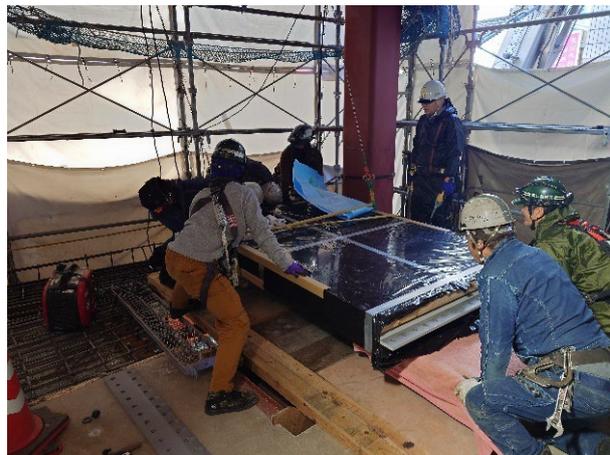


図 6.3-2 有孔 CLT 制振壁 取付状況



図 6.3-3 有孔 CLT 制振壁 取付状況



図 6.3-4 有孔 CLT 制振壁 取付状況

なお、スラブコンクリート打設後施工としたことに伴い、脚部に設けた箱抜き寸法が大きくなったことも、取付時の施工性に影響を与えた。箱抜き部が大きいことから、パネルを取付位置直前まで台車で搬送することができず、コンパネ等による仮設養生を行いながら慎重に搬送する必要があった。

この搬送作業には通常以上の労力と時間を要したが、事前に作業手順を整理し、安全対策を徹底することで事故なく施工を進めることができた。



図 6.3-5 箱抜き箇所



図 6.3-6 箱抜き箇所養生

#### 6. 4) 施工精度および接合部施工に関する課題

有孔 CLT 制振壁の取付においては、鉄骨梁フランジに溶接された取付用ガセットプレートの施工精度が、施工性に大きく影響することが確認された。ガセットプレートの頭部および脚部位置に施工誤差が生じた場合、有孔 CLT 制振壁の立て起こしおよび位置調整が困難となり、施工レベルでの調整負担が増大する。



図 6.4-1 取付用ガセットプレート(脚部)



図 6.4-2 取付用ガセットプレート(頭部)

また、有孔 CLT 制振壁の取付において、特に施工負担が大きかったのはハイテンションボルトの本締め作業である。

本プロジェクトでは、接合部に 1 枚あたり多数のハイテンションボルトを使用している。さらに、脚部接合部周辺にはスラブの配筋が存在しており、電動工具等の機械が十分に挿入できない。

そのため、ボルト締結については手締めで対応せざるを得ず、本締め作業のみで CLT1 枚あたり 1 時間以上を要する結果となった。



図 6.4-3 HTB 締付状況(脚部作業スペース)



図 6.4-4 HTB 締付状況(頭部作業スペース)

本プロジェクトを通じて、CLT 制振壁の施工性を高めるためには、接合金物の仕様や許容誤差の設定について、今後さらなる検討が必要であることが明らかとなった。

これらは、工程計画上は大きな時間的負担となる要素であり、施工性を高めるためには、接合金物の仕様施工スペースの確保等について、今後さらなる検討が必要であることが明らかとなった。

## 7) 施工検証を通じて得られた知見

### 7. 1) 製造・加工段階に関する検証結果

本プロジェクトを通じて、意匠性を加味した有孔 CLT 制振壁の製造・加工には、通常の CLT パネルと比較して多大な時間と緻密な工程管理を要することが明らかとなった。

特に、

- ・機械加工に約 9～10 時間／枚
- ・手加工仕上げに半日／枚
- ・補修および金物取付を含め 2～3 日／枚

を要することが確認され、意匠性と品質を両立するためには長期にわたる製作期間を確保する必要があることが示された。

また、加工工場におけるパネル反転方法の違いが加工可能範囲を左右することが確認され、真空吸着方式では溝加工済みパネルの反転が困難である一方、ビス固定方式では両面加工が可能であることが明らかとなった。

このことから、表面切削加工など意匠性を重視した CLT 活用においては、設計初期段階から加工設備条件を踏まえた製作計画を立案することが極めて重要であるという知見を得た。

### 7. 2) 施工計画および工程計画に関する検証結果

本プロジェクトは市街地の狭小敷地に計画された建築物であり、施工計画の立案において多くの制約条件が存在した。特に、重機配置が敷地内で完結できず、歩道や道路を使用した施工を前提とせざるを得なかった点が、有孔 CLT 制振壁の取付工程に大きな影響を与えた。

このような条件下では、鉄骨建方と有孔 CLT 制振壁の取付を同時に行うことが困難であり、工程を分離する判断が有効であることが確認された。また、搬入と取付を同時に行う車上渡しができない場合には、建物内部への仮置き計画を含めた施工計画をあらかじめ検討しておく必要がある。

これらの点から、狭小敷地における鉄骨造への CLT 採用においては、設計段階から施工計画を含めた総合的な検討を行うことが、円滑な施工につながる事が明らかとなった。

### 7. 3) 取付方法および施工性に関する検証結果

有孔 CLT 制振壁の取付においては、外部からのクレーン作業が困難な条件下でも、建物内部からの取付手順を工夫することで対応可能であることを確認した。電動チェンブロック、ハンドリフト等を併用することで、狭小空間においても安全かつ確実な取付が可能となる。

また、初回施工時には慎重な確認作業を要したが、手順の明確化および作業員間の連携向上により、立て起こし時間は短縮され、安定した施工が可能となった。

一方で、鉄骨梁に溶接された取付用ガセットプレートの位置精度が、施工性に大きく影響することが明らかとなった。ガセットプレートの位置ずれは、有孔 CLT 制振壁の立て起こしや位置調整を困難にし、施工負担の増大につながる。

接合部のハイテンションボルト本締め作業については、本プロジェクトの構造上仕様が施工時間に直接影響を与えることが明確となった。

- ・ボルト本数の多さ
- ・配筋との干渉
- ・機械締めが困難な作業環境

といった要因により、ボルト本締めだけで CLT1 枚あたり 1 時間以上を要する状況が確認された。

この結果から、今後同様のディテールを採用する場合には、設計段階から施工性を考慮した検討を行うことが、施工合理化に直結することが示唆された。

### 7. 4) 施工時間および習熟効果に関する整理

本施工検証では、有効 CLT 制振壁の取付作業について、狭小敷地および内部施工という条件を踏まえた施工計画上の検証を行った。初期段階では作業手順の確認や調整に一定の時間を要することが想定されるが、施工手順の標準化および作業員の習熟により、作業効率は向上するものと考えられる。

このことから、意匠性を加味した有効 CLT 制振壁の施工においては、初期段階での試行的な施工時間を考慮した工程計画を立案し、施工経験の蓄積によって効率化を図ることが有効であるという知見が得られた。

### 7. 5) 今後の CLT 活用に向けた示唆

本施工検証を通じて、鉄骨造建築物における意匠性を加味した CLT 制振壁の適用は、製造・加工・施工の各段階において一定の課題はあるものの、適切な計画と工夫により十分に実現可能であることが確認

された。

特に、設計・製造・施工が連携し、各段階での制約条件を共有したうえで計画を進めることが、CLT 活用の可能性を広げる上で重要である。本検証で得られた知見は、今後同様の条件下で CLT を活用する際の参考となるものであり、意匠性と構造性能を両立した CLT 建築の普及に資するものと考えられる。

## 8) 総括

### 8. 1) 本実証事業の成果の整理

本実証事業では、鉄骨造建築物において、有孔および表面加工を施した CLT 制振壁を適用し、構造性能、コスト、施工性の各観点から総合的な検証を行った。

構造面においては、前年度実施した設計実証の段階で鋼材ダンパーを組み合わせた有孔 CLT 制振壁について、要素試験および実大壁試験、解析的検討を通じて、その耐力および変形性能を確認し、鉄骨造ラーメン構造に付加制振要素として適用可能であることを示した。また、開口や表面加工を有する CLT 壁であっても、適切な設計により所要の構造性能を確保できることを明らかにした。

コスト面においては、純鉄骨造との比較を通じて、有孔 CLT 制振壁は通常の CLT 壁と比較して一定のコスト増が生じるものの、意匠的自由度の向上や応答低減効果、環境負荷低減といった付加価値を考慮すれば、合理的な選択肢となり得ることを整理した。

### 8. 2) 施工検証を通じて得られた意義

施工面においては、製造・加工・現場施工の各段階で生じる課題を整理し、それぞれに対する対応策を検証した。特に、意匠性を重視した有孔 CLT 制振壁は、加工時間の長時間化や設備条件による制約、狭小敷地における施工計画上の制約など、従来の CLT 施工とは異なる課題が存在することが明らかとなった。

一方で、加工工場の選定や加工方法の工夫、内部施工を前提とした取付手順の検討などにより、これらの課題は適切に対応可能であることを確認した。本施工検証で整理した知見は、今後同様の条件下で CLT を活用する際の実践的な参考情報となるものである。

### 8. 3) 設計・施工連携の重要性

本実証事業を通じて、意匠性と構造性能を両立した CLT 活用を実現するためには、設計段階から製造・加工・施工を見据えた計画を立案し、関係者間で情報を共有することが極めて重要であることが明らかとなった。

特に、有孔 CLT 制振壁のような新しいディテールを採用する場合には、設計段階で成立している内容であっても、施工段階で新たな課題が顕在化する可能性がある。そのため、設計と施工が連携し、相互にフィードバックを行いながら計画を進めることが、CLT 活用の可能性を広げる上で重要である。

### 8. 4) 今後の展望と本実証事業の位置づけ

鉄骨造への CLT 壁の適用は、今後さらなる普及が見込まれる分野である。一方で、意匠性を積極的に取り入れた CLT 活用については、依然として市場における事例や知見の蓄積が十分とは言えない。

本実証事業は、構造性能、コスト、施工性の各側面から、有孔 CLT 制振壁の実用性を総合的に検証した点に意義がある。本事業で得られた成果および知見は、今後の CLT 建築における設計・施工の指針の一つとして活用されることが期待される。

