

2. 9 瑞穂建設(株)／ライフデザイン・カバヤ(株)

2. 9. 1 建築物の仕様一覧

事業名		瑞穂建設社屋新築計画の建築実証	
実施者（担当者）		瑞穂建設(株)/ライフデザイン・カバヤ(株)	
建築物の概要	用途		事務所
	建設地		群馬県渋川市
	構造・工法		CLTパネル工法（LC-core構法）
	階数		2
	高さ（m）		8.954
	軒高（m）		7.851
	敷地面積（㎡）		6,777.71
	建築面積（㎡）		541.74
	延べ面積（㎡）		800.19
	階別面積（㎡）		1階
		2階	271.19
		3階	-
C L T の仕様	C L T 採用部位		壁、床、屋根
	C L T 使用量（㎡）		加工前製品量176.09㎡、建築物使用量162.82㎡
	壁パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	S60A/Mx90A相当
		樹種	スギ/スギ・ヒノキHB
	床パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
強度区分		Mx60A/S90A相当	
樹種		スギ/ヒノキ	
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		柱・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		122.60㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板葺き
		外壁	窯業系サイディング 屋内側PB12.5貼
		開口部	アルミサッシ＋二層複層ガラス（Low-E、遮蔽A12）
	主な内部仕上	界壁	-
		間仕切り壁	ビニルクロス貼 PB12.5mm下地、一部CLTパネル現し
		床	タイルカーペット、Pタイル、無垢フローリング t=15 長尺塩ビシート、タイル貼
	天井	ビニルクロス貼 PB9.5mm下地	
構造	構造計算ルート		ルート2
	接合方法		金物接合
	最大スパン		12.0m
防耐火	問題点・課題とその解決策		
	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		その他
温熱	問題点・課題とその解決策		-
	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		-
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	吹付断熱
外壁		吹付断熱	
床		ポリスチレンフォーム	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		T型スラブを採用することにより遮音性能を向上させる
	建て方における課題と解決策		大版パネルの運搬・楊重計画、ビス施工
	給排水・電気配線設置上の工夫		-
	劣化対策		-
工程	設計期間		2023年8月～2024年3月（8ヵ月）
	施工期間		2024年10月～2025年5月（8ヵ月）
	C L T 躯体施工期間		2024年11月26日～12月3日（7日間）
体制	竣工（予定）年月日		2025年5月20日
	発注者		瑞穂建設株式会社
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		基本設計：ライフデザイン・カバヤ㈱、 実施設計：テクトン建築設計事務所
	構造設計者		ライフデザイン・カバヤ㈱
	施工者		瑞穂建設株式会社
	C L T 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. 9. 2 実証事業概要

実証事業名：瑞穂建設社屋新築計画の建築実証

建築主等／協議会運営者：瑞穂建設株式会社／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		事務所		
建設地		群馬県渋川市		
構造・工法		CLT 工法（LC-core 構法）		
階数		2		
高さ（m）		8.954	軒高（m）	7.851
敷地面積（㎡）		6,777.71	建築面積（㎡）	541.74
階別面積 （㎡）	1 階	529.00	延べ面積（㎡）	800.19
	2 階	271.19		
CLT 採用部位		壁、床		
CLT 使用量（m³）		加工前製品量 176.09 m³、加工後建築物使用量 162.82 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		122.60 m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	120mm 厚/5 層 5 プライ/S60A/スギ, Mx90A/スギ・ヒノキ HB		
	床	150mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60A/スギ, S90A/ヒノキ		
設計期間		2023 年 8 月～2024 年 3 月（8 カ月）		
施工期間		2024 年 10 月～2025 年 5 月（8 ヶ月）予定		
CLT 躯体施工期間		2024 年 11 月 26 日～12 月 3 日（7 日間）		
竣工（予定）年月日		2025 年 5 月 20 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

大版パネルを活用した CLT 建築の加工、金物、運搬、施工などの各要素に関して、コストを基軸としたメリットや課題点を抽出することで、本構法の優位性を明らかにする。

2 階床において T 型スラブでの遮音性能を検証し、CLT 床パネルにおける遮音性能向上の工法を明らかにする。

建築中に構造見学会を行い、建築関係者だけでなく地域へ情報発信する。また来場者にアンケート調査を実施し、結果を集計することで、CLT についての関心度や期待度、要望等を確認する。

CLT 建築の施工性やコスト感、性能、満足度などを明らかにすることで、今後の CLT 建築の設計・施工者が増え、CLT 対しての関心が高まることで普及に繋がると考える。

今回実証事業で設定した課題は以下である。

- (1) 大版の CLT パネルを用いた場合の輸送や施工に関わるコストについての検証
- (2) 鉄骨造とのコスト比較検証
- (3) T 型スラブを用いた CLT 床スラブの上下階の遮音性及び施工性の検証
- (4) CLT に関する意識調査を行うための構造見学会におけるアンケート調査手法の検討

3. 協議会構成員

- (設計) テクトン建築設計事務所：須田隆博
- (構造設計) ライフデザイン・カバヤ株式会社：竹内幸生、朝賀幸彦
- (施工) 瑞穂建設株式会社：篠原玄洋
- (材料) 銘建工業株式会社：西本将晴

4. 課題解決の方法と実施工程

大版の CLT パネルを用いた CLT パネル工法について、加工費・金物費・運搬費・施工費などのコスト及びそれぞれの期間を明らかにし、施工状況写真などを施工レポートとして取り纏める。メリットや問題点、課題の抽出を行うことで、今後の CLT 建築の効率化につなげていく。また T 型スラブについては、床スラブと梁を一体化させ剛性を高めた床スラブに対する遮音性能の効果を、遮音測定を行うことで確認しデータを蓄積する。

構造見学会においては、地域の建築関係者へ向けて WEB や SNS などを通じて告知を行い、改善を行いながら数回見学会を開催する。告知方法やアンケート項目などを協議会で検討する。

<協議会の開催>

- 令和 6 年 9 月：第 1 回開催、問題点洗い出し、着工準備
- 10 月：第 2 回開催、施工計画、納材・建方計画の確認
- 11 月：第 3 回開催、建て方工事、木工事進捗確認
- 12 月：第 4 回開催、工事改善点等確認、構造見学会
- 令和 7 年 1 月：第 5 回開催、実証事業の取りまとめ検討

<施工>

- 令和 6 年 9 月：着工
- 10～11 月：基礎工事
- 11 月～12 月：木工事、構造見学会
- 令和 7 年 1 月：外装工事
- 2 月：内装工事、遮音測定

<性能確認>

- 令和 7 年 2 月：上下階遮音測定(躯体施工時)
- 5 月：上下階遮音測定予定(内装工事完了後)

5. 得られた実証データ等の詳細

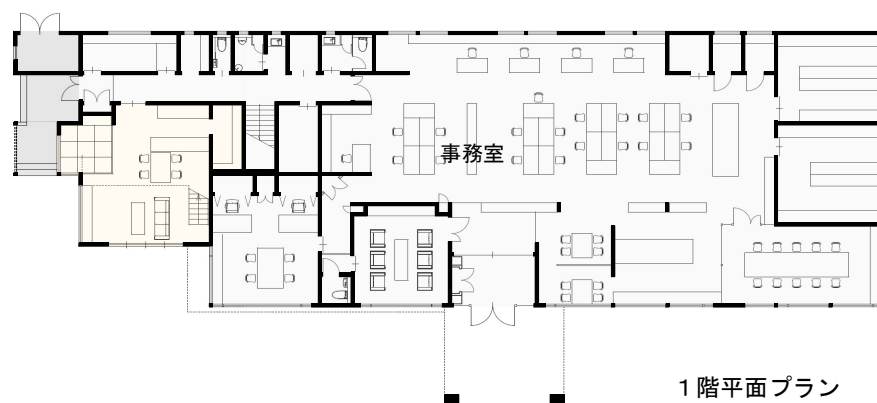
設定した課題において次の結果が得られた。

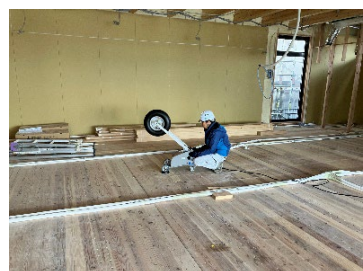
- (1) 大版パネルの使用する場合は、敷地や接道条件、運搬建物規模の確認が重要であるが、部材数を減らすことでコストメリットが見いだせることが確認できた。
- (2) 今回 CLT で建築したものと鉄骨造と比較した結果、大きなコスト差はなく工期や木質化のメリットを考慮すると、今後の普及に繋がることが期待できる。
- (3) 床パネルの剛性を高めることで、遮音にある程度の効果がある可能性が確認できた。
- (4) 行政、設計事務所、施工会社などへ告知を行い構造見学会を行った結果、CLT 建築に対しての興味や期待度が高いことが確認できた。

6. 本実証により得られた成果

本事業で得られたコスト比較資料やアンケート資料のデータを用いることで今後の CLT 建築の普及に活用できるという十分な手ごたえを感じることができた。CLT パネル工法のパネルサイズを工夫してコスト縮減したことにより、今後の事例でも同様の工法で合理的・経済的な CLT 建築が可能となると思われる。

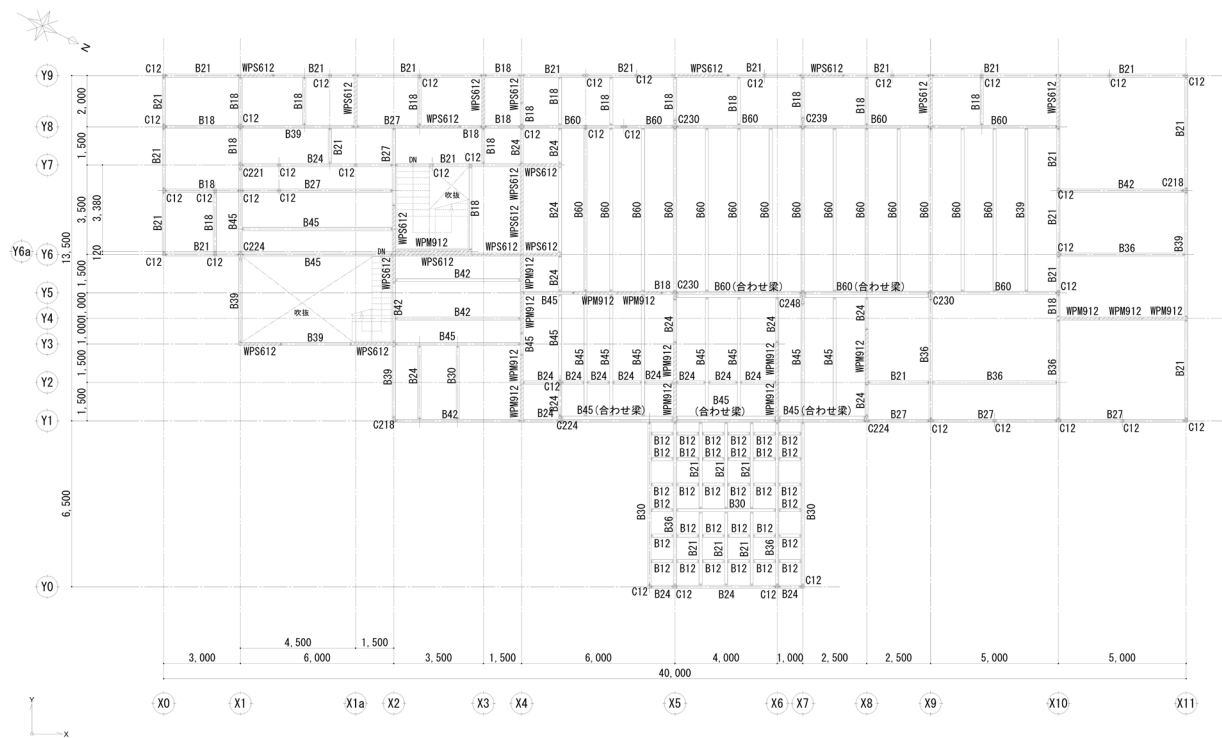
7. 建築物の平面図・写真等



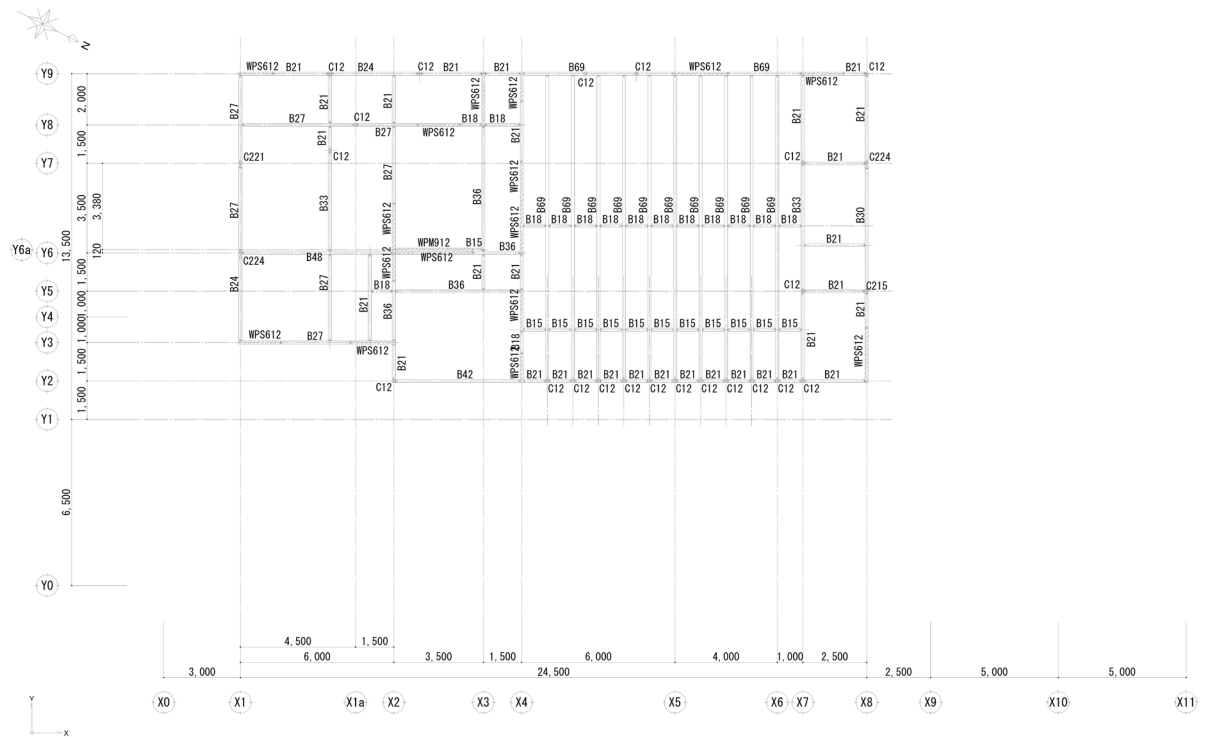


2. 9. 3 成果物

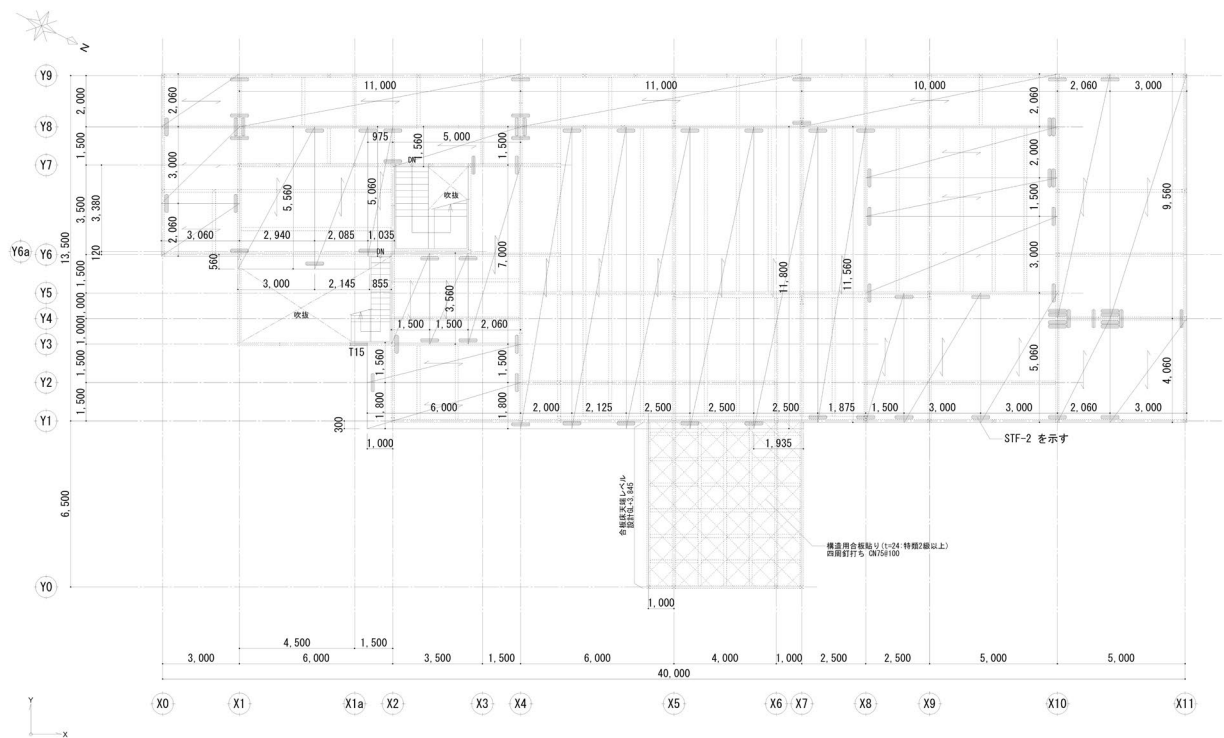
1) 構造図



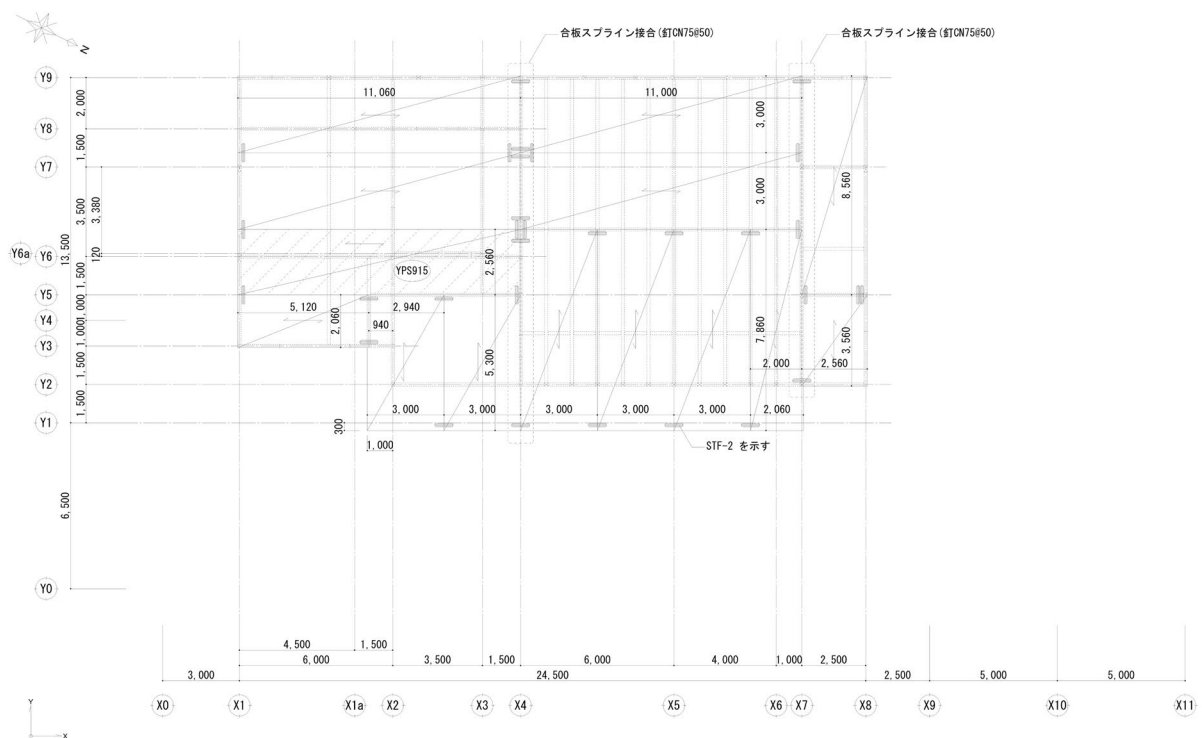
1 階柱壁・2 階梁伏図



2 階柱壁・R 階梁伏図



2階床パネル割付図



R階床パネル割付図

2) 大版パネルを用いた場合のメリット・デメリットの検証

瑞穂建設株式会社新社屋の平面計画において、2 階に 12m×11mの無柱空間となる大会議室があることから 12mの大断面集成材の梁を現場へ運搬するためにはトレーラーでの運搬が必須となった。敷地が広く施工や運搬の面で条件が良いことから、コストや施工面でのメリットがあると考え、CLT パネルも大判パネルを採用する設計を行った。【令和 5 年度募集 CLT 活用建築物等実証事業】

今回の令和 6 年度募集 CLT 活用建築物等実証事業においては、一般的な 10 t 車運搬を考慮した場合のパネルサイズで設計・施工したものとの比較を行うことを実証事業のテーマの 1 つとした。

今回の設計図をもとに 10 t 車運搬が可能となる W2.2m×L9.0m 以内となるように床パネルを分割した構造図を作成した。大版パネルの場合はパネル数が 45 枚であるが、10 t 車運搬を考慮した場合は 74 枚となった。材料費及び加工費については、部材数を減らすことで製造や加工の回数が減ることとなりコストが削減できた。運搬費については、幅広の特車トレーラーを使用した場合の運搬費が高額なため、10 t 車運搬よりコストがかかるという結果となった。金物費においても部材数が減ると接合部の金物等が減少することになり、金物・ビス・施工手間などコストが削減できる結果となった。施工においても部材数の減少に伴い、楊重回数や金物取付等に時間が削減でき、結果として人工数も抑えられることになった。上記をまとめた概算のコスト比較の結果を表 2-1 に、運搬車両の概要を図 2-1 に示す。

表 2-1 比較結果

	大版パネルの設計	10 t 車限定の設計	差額(円):大版-10 t	考察
床パネル最大サイズ	3.0m × 11.0m 国内製造最大サイズ : 3.0m × 12.0m	2.0m × 7.8m 10 t 平ボディ : W2.2m × L9.0m		今回の設計図から 10t車運搬用にパネルを分割
材積 : CLTm3数	121.5	121.5		床パネルの材積は変更なし
床パネル部材数	2F:31+RF:14 合計45	2F:46+RF:28 合計74		
材料費		材料費2割UP 製造回数1.5倍	-600,000	部材数を減らすことで マザーボードの製造枚数が減少する
加工費		ビス数増による	-1,500,000	ビス数を減らすことで加工手間が減少する
輸送費	トレーラー3、大型3 トレーラー3、大型5	大型8 大型12	825,000	トレーラー(特車:幅広)での運搬があるため、 大版パネルの方が輸送費が高い
金物費			-200,000	接合部が減ることでのSTF及び合板スプラインの 数量が減少する
施工	7日	9日	-300,000	ビス数を減らすことで 施工時間が短縮され人工数が減少する
合計			-1,775,000	

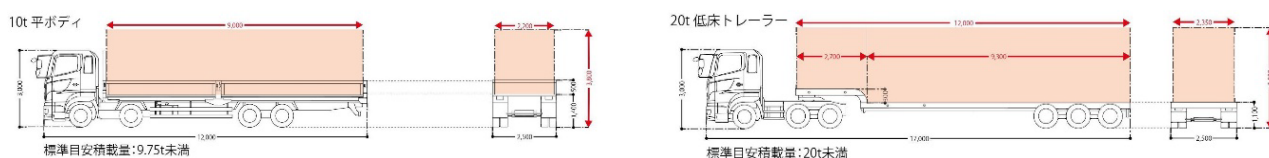


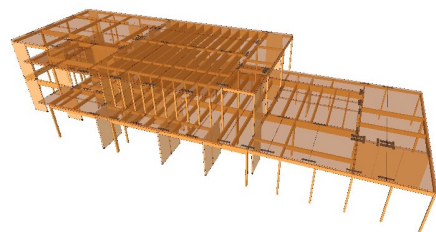
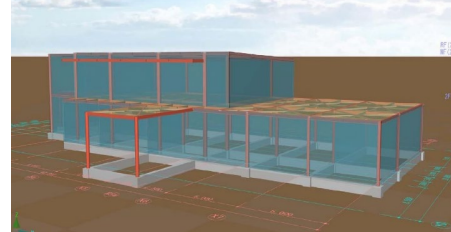
図 2-1 運搬車両

3) 他構法(鉄骨造)とのコスト比較

今回建築した建物の平面及び立面計画をもとに鉄骨造での概算構造設計を行った。基礎及び鉄骨工事

に関して今回施工に携わって頂いた施工会社の皆さまに見積を依頼し、コスト比較検討を行った。比較表を表3-1に示す。結果として、若干鉄骨造の方が低コストとなったが、大きなコスト差はなく工期や木質化のメリットを考慮すると、大きな差がないことが確認できた。

表3-1 コスト比較表

項目	木造					鉄骨造				
構造	CLTパネル工法					ラーメン構造				
規模	2階建て					2階建て				
延べ面積	800.19㎡					800.19㎡				
イメージ写真										
工程	基礎金物（せん断金物）－1階壁パネルおよび軸材設置－2階床パネル据付－2階壁パネルおよび軸材設置－R階床パネル据付－束建て－屋根下地					柱・梁材建て込み－母屋・胴縁－屋根・外壁下地－デッキプレート敷設－ワイヤーメッシュ敷込－デッキコン打設				
比較内容	屋根・外壁下地材完了まで					屋根・外壁下地材完了まで				
工事費	基礎工事	項目	数量	金額（円）	備考	項目	数量	金額（円）	備考	
		土・地業工事	400 m3	3,500,000	数量は掘削数量	土・地業工事	1020 m3	8,000,000	数量は掘削数量	
		鉄筋工事	25 t	5,600,000		鉄筋工事	24 t	7,500,000		
		型枠工事	250 m2	1,500,000	外周＋立上り	型枠工事	630 m2	3,400,000	両面＋立上り	
	上部躯体工事	コンクリート工事	495 m3	10,500,000	捨CON・基礎・土間・立上りCON【べた基礎】	コンクリート工事	366 m3	10,800,000	捨CON・基礎・土間・立上り・デッキCON	
		躯体工事：材料費	800 m2	54,000,000	CLT・構造材・羽柄材	躯体工事：材料費	800 m2	40,000,000	アンカー・鉄骨母屋・胴縁	
		躯体工事：建方費	800 m2	5,130,000		躯体工事：建方費	800 m2	3,000,000		
		躯体工事：運搬費	800 m2	7,500,000		躯体工事：運搬費	800 m2	1,000,000		
		合計		87,730,000		合計		73,700,000		
	㎡あたり単価			109,636 (33,164/坪)	㎡あたり単価			92,103 (27,861/坪)		
工期（上部躯体）	10日					20日				
総括	基礎工事においては、べた基礎を採用したため掘削や型枠の数量が少ないが、ハンチ部分のコンクリート数量が多くなった。 躯体工事においては、CLT等の構造材及び運搬費が大きな割合を占める結果となった。 今後のCLTの普及に伴いコストダウンが図れることを期待する。					基礎工事においては、柱脚部分のベースが大きくなる計画となった為、掘削量が大きくなったが、コンクリート量はデッキコンクリートを含めてもCLTと比べて少くなる結果となった。 【躯体工事】 躯体材料費はCLTと比較して安価となる結果となった。 また、県内鉄骨工場に依頼したので、運搬費が安くなる結果となった。今後の鋼材価格の上昇により差が小さくなる可能性がある。				

4）遮音床の検討

4-1. 検討方針

- ・2階会議室下部床梁と同部 CLT 床板との接合ビスピッチを増やすことで、T 型重ね梁とし、スパンの大きな床を支持する梁及び床の振動性能を向上させる計画とする。
- ・梁の剛性増大効果を合理的に行う為、CLT 床板配置を図 4-1 のように梁と平行方向を強軸として配置する。T 型重ね梁のイメージ図を図 4-2 に示す。
- ・T 型重ね梁の剛性増大割合 C_{ul} 及び重ね梁接合部に作用するせん断力 Q は下式により算出する。

$$\delta_c = \frac{5wL^4}{384\Sigma EI} \times \frac{1}{C_{ul}}$$

$$C_{ul} = \frac{1}{1 - \left[1 - \frac{48}{5\lambda^2 L^2} + \frac{384}{5\lambda^4 L^4} \right] K + \frac{384K}{5\lambda^4 L^4 \cosh \lambda L/2}}$$

C_{ul} : 各梁材の曲げ剛性の総和に対する等分布荷重を受ける組立梁剛性の増大率
 L : スパン(mm)
 w : 床荷重(N/mm)

$$\lambda = \sqrt{\frac{GH}{K\Sigma EI}}$$

$$G = \Gamma H$$

$$\Gamma = \left(\Sigma \frac{s_i}{k_i} \right)^{-1}$$

H : 上下フランジ材の芯-芯高さ(mm)
 s_i : 接合具ピッチ(mm)
 k_i : 接合具 k MPオールスクリュー1本あたり1162N/mm2とする。

$$K = \frac{1}{1 + \frac{1 + EA_{fc}/EA_{ft}}{H^2 EA_{fc}} \Sigma EI}$$

EA_{ft} : 引張り側フランジ(本件ではCLT)の曲げヤング係数×断面積
採用CLT S60-5-5 面外強軸 $E_{ft} = 4752\text{N/mm}^2$
有効断面積 A_{ft} 梁ピッチ1250として、 $A_{ft} = 150\text{mm} \times 1250\text{mm} = 187500\text{mm}^2$
 EA_{fc} : 圧縮側フランジの曲げヤング係数×断面積
梁材ヤング係数 $E_{fc} = 10500\text{N/mm}^2$

梁両端接合具に作用するせん断力 Q は下式による

$$Q = \frac{sK \left(\frac{L}{2} - \frac{\tanh \lambda L/2}{\lambda} \right)}{H} w$$

接合具せん断耐力 J_f sは下表より、 $3.7 \times 1.1/2 = 2.04\text{kN/本}$ とする。

接合部名称	短期許容せん断耐力		
	MPAS-160	MPAS-240	MPAS-300
CLT床-CLT壁接合① ※取付図参照	2.9kN		
CLT床-CLT壁接合② ※取付図参照	2.6kN		
CLT床-集成梁接合	3.7kN		
集成梁-集成梁接合	2.3kN		

カネシンHPより抜粋 MPオールスクリュービス1本当たりの耐力性能

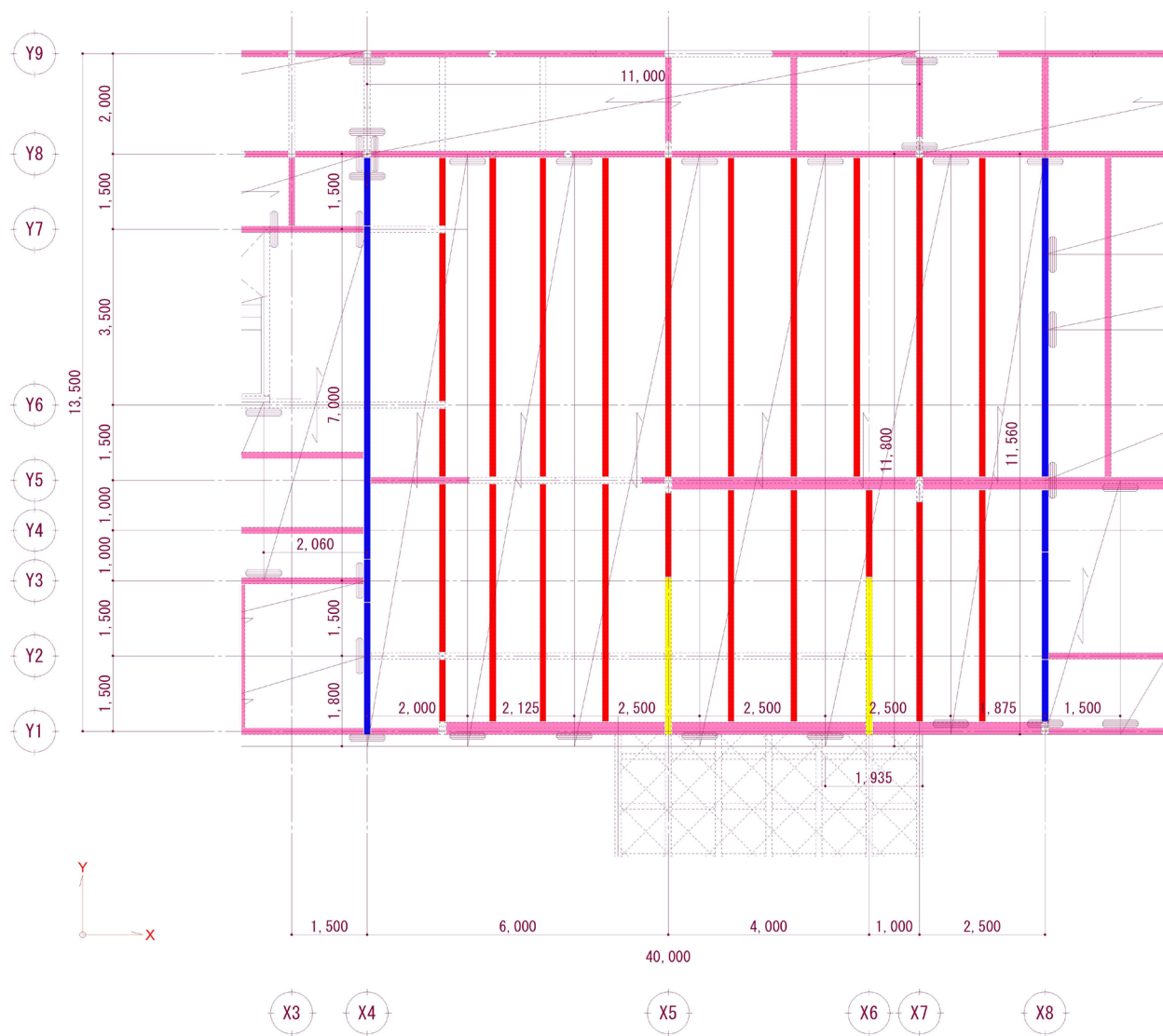
表 4-1 計算結果

□ C_{ul} , Q の算出

		単独梁	ビス2本打ち 100ピッチ
L	mm	6500	6500
w	N/mm	2.25	2.25
B_{ft}	mm	120	120
D_{ft}	mm	600	600
A_{ft}	mm ²	7.20E+04	7.20E+04
E_{ft}	N/mm ²	10500	10500
I_{ft}	mm ⁴	2.16E+09	2.16E+09
D_{fc}	mm		150
B_{fc}	mm		1250
A_{fc}	mm ²		1.88E+05
E_{fc}	N/mm ²		4752
I_{fc}	mm ⁴		3.52E+08
H	mm		375
ΣEI	N/mm ²	2.27E+13	2.44E+13
k (ビス剛性)	N/mm		2.32E+03
s (ビス@)	mm		100
Γ	N/mm ²		23.24
G	N/rad		8.70E+03
K	-		0.70
λ	mm ⁻¹		4.40E-04
C_{ul}	-		1.46
Q	kN		0.51
δ_c	mm	2.31	1.47
変形角	-	1/2819	1/4432

上記計算式により、ビス 2 本打ち 100 ピッチを施工することで剛性が 1.46 倍に高められるという値が算出された。この結果をもとに建方後ビス打ち施工を行い、遮音測定を行うこととする。

4-2. 施工



2階床パネル割付図

MPオールスクリー L=240 @100 タプル	MPオールスクリー L=240 @100(内)、@500(外)
MPオールスクリー L=240 @100 タプル 150 120 ：CLT壁パネル部分は 施工できる範囲でビス打ち	MPオールスクリー L=240 @500(外) MPオールスクリー L=240 @100(内) 150 120

MPオールスクリュー L=240 @500(梁上部)：一般部

図 4-3 長ビス施工範囲

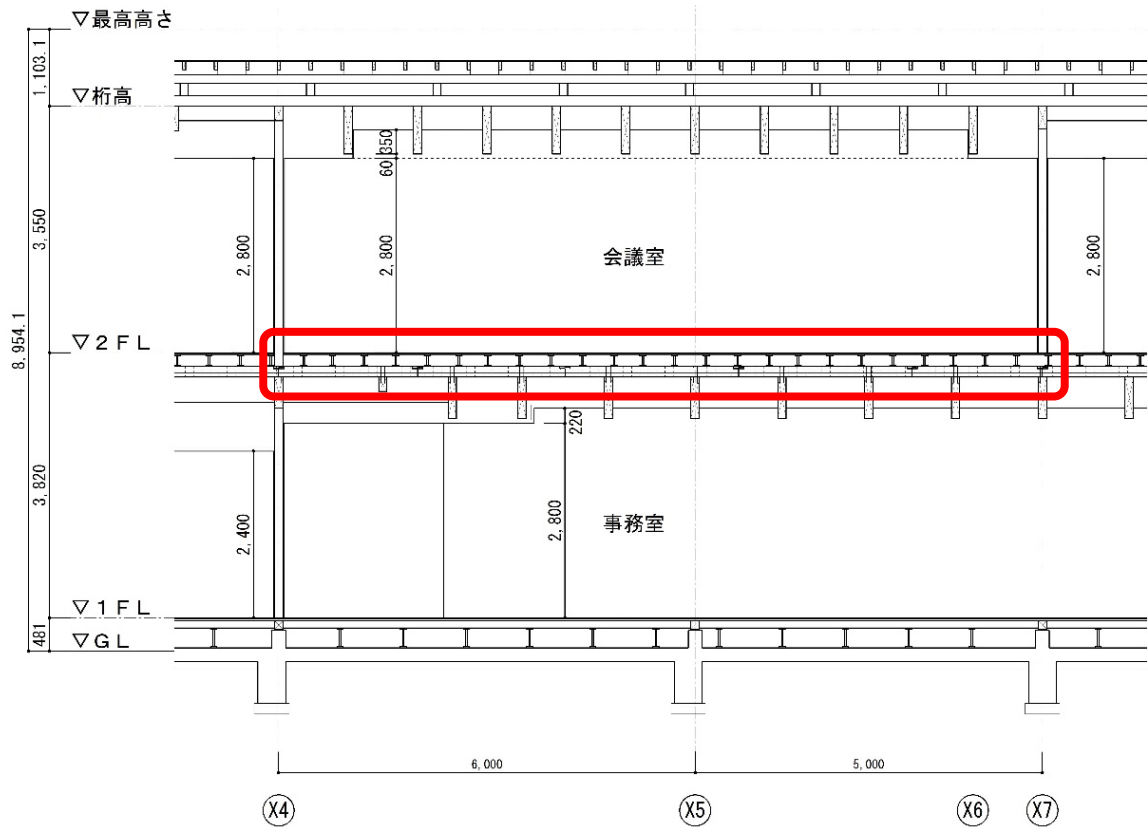


図 4-4 断面図(長ビス施工箇所)

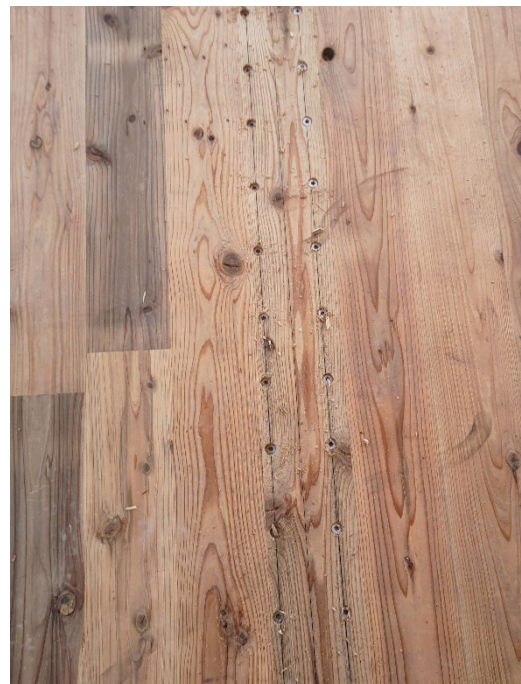


写真 4-1 長ビス施工状況

会議室床梁の X4～X8 通り、Y1～Y8 通りにおいて図 4-3、4-4 に示すようにビス打ちを行った。施工状況を写真 4-1 に示す。建物全体で約 3700 本のビス打ちの施工を行った。当初施工期間がどのくらいかかるか心配されたが、熟練した施工班の協力もあり想定内の工期で問題なく施工できた。

4-3. 床衝撃音遮断性能試験（軽量、重量）

1. 概要

軽量及び重量床衝撃音レベルを測定し、床衝撃音レベル等級を求める。

2. 測定方法

測定は JIS A 1418-1:2000「建築物の床衝撃音性能の測定方法

第1部：標準軽量床衝撃源による方法」及び、JIS A 1418-2:2000

「建築物の床衝撃音性能の測定方法 第2部：標準重量床衝撃源による方法」に準じて行う。

3. 評価方法

床衝撃音測定結果の表示は、JIS A 1419-2:2000「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法-第2部：床衝撃音遮断性能」により行う。

評価は、日本建築学会「建築物の遮音性能基準」の「床衝撃音レベル差に関する建物、室用途別適用等級」を参照する。

4. 測定機器

機器名称	形式	メーカー
分析器付き精密騒音計	NA-28	リオン(株)
タッピングマシン（軽量衝撃源）	FI-01	リオン(株)
バングマシン（重量衝撃源①）	FI-02	リオン(株)
インパクトボール(重量衝撃源②)	YI-01	リオン(株)

5. 測定日時（予定）

- (1) 2025年2月7日（金） 11:00～12:00 床素版状態(仕上施工前)
- (2) 竣工後 実施予定

6. 測定対象室

2階 会議室(5打点) ⇒ 1階 事務室(5受音点)



写真 4-2 測定状況

4-4. 測定結果

図 4-5 に音源及び受信の位置を示す。各測点において重量衝撃音(バンクマシン、インパクトボール)、軽量衝撃音(タッピングマシン)を用いて加振し、対応する受信室の測定において騒音計で測定した。

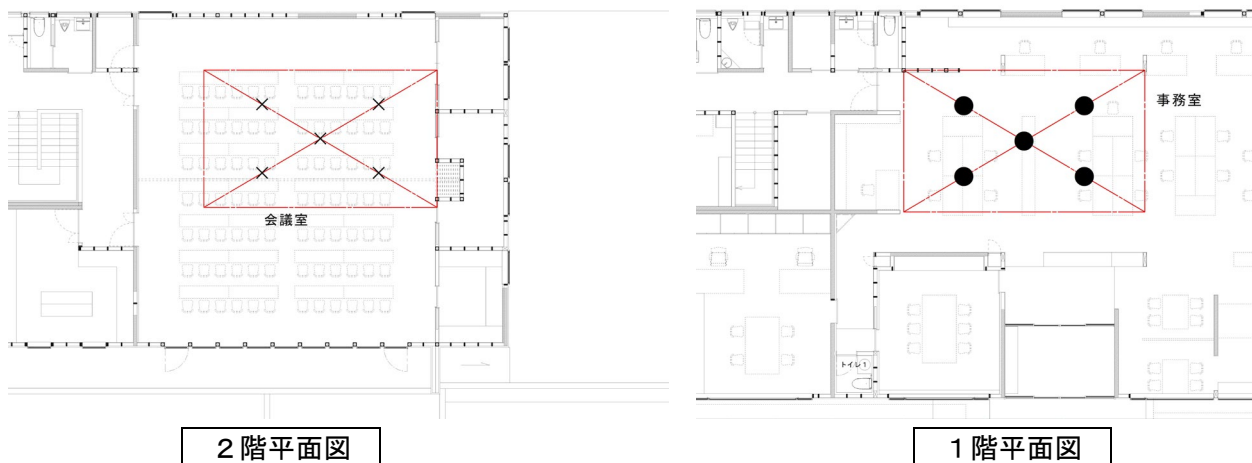


図 4-5 測定対象室の音源室の打撃点(×印)、受信室の打撃点(●印)

今回測定した結果との比較として、150 厚と 210 厚の CLT 素版のデータを用いた。データは CLT 協会の遮音解説マニュアル(令和 6 年 11 月)を引用した。部材断面の内容を図 4-6 に示す。

CLT t=150 素版 5層5プライ(スギ) ※スプライン接合	CLT t=210 素版 5層7プライ(スギ) ※スプライン接合	CLT t=150 素版 5層5プライ(スギ) ※スプライン接合
平成25年度林野庁委託事業 床版としてCLTを使用する枠組壁工法の開発 発行年月：2015年3月 元の試験体記号：② 【残響室】	平成25年度林野庁委託事業 床版としてCLTを使用する枠組壁工法の開発 発行年月：2015年3月 元の試験体記号：④ 【残響室】	瑞穂建設(株)新社屋

参考資料：【CLT 建築物】遮音解説マニュアル 令和 6 年 11 月 一般社団法人 日本 CLT 協会

図 4-6 各データの断面詳細図

各測定結果の性能比較及び周波数ごとの床衝撃音レベルを図 4-7～4-9 に示す。

実験室と実物件現場では諸条件が異なるため単純に直接比較はできないが、軽量衝撃音は各周波数において 210 厚の CLT よりも今回の測定結果の方が 5～10dB 程度高い遮音性能がある結果となった。また、重量衝撃音は 210 厚の CLT と同等以上の遮音性能がある結果となった。

ビス施工における施工手間やコストがかかったものの、今回施工した方法を用いることで、遮音に対してある程度の効果がある可能性が確認できた。今後仕上げ工事が完了した後に改めて同様の測定を行い、当建築の遮音性能のデータを確認し報告する。

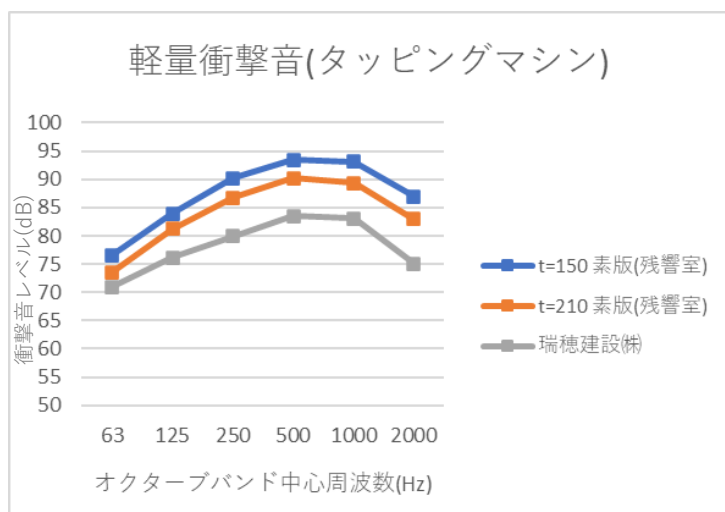


図 4-7 軽量衝撃音(タッピングマシン)の性能比較

		t=150 素版 (残響室)	t=210 素版 (残響室)	瑞穂建設 (株)
d B (A)				
中心周波数 (Hz)	63	76.6	73.6	71.0
	125	83.9	81.2	76.1
	250	90.2	86.7	80.0
	500	93.4	90.2	83.5
	1000	93.1	89.3	83.1
	2000	87	83	75.1
評価値	Lr 数	97	93	86
	Lr 等級	95	95	85

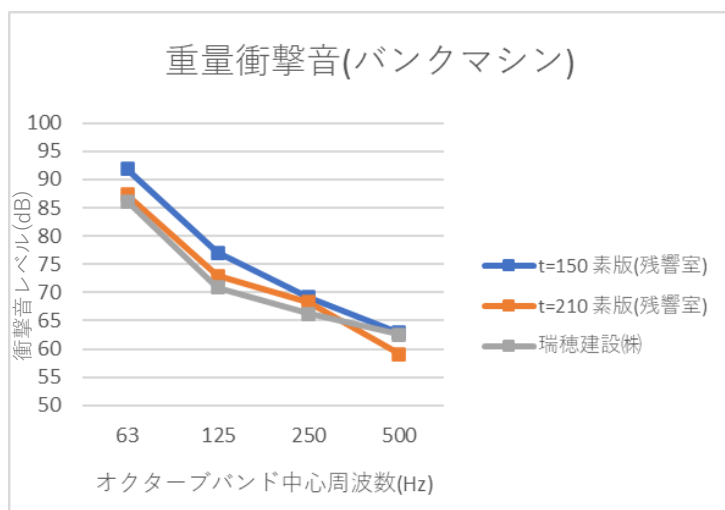


図 4-8 重量衝撃音(バンクマシン)の性能比較

		t=150 素版 (残響室)	t=210 素版 (残響室)	瑞穂建設 (株)
d B (A)				
中心周波数 (Hz)	63	91.8	87.3	86.1
	125	77	72.9	70.9
	250	69.1	68.3	66.2
	500	62.9	59.1	62.6
評価値	Lr 数	68	66	63
	Lr 等級	70	65	65

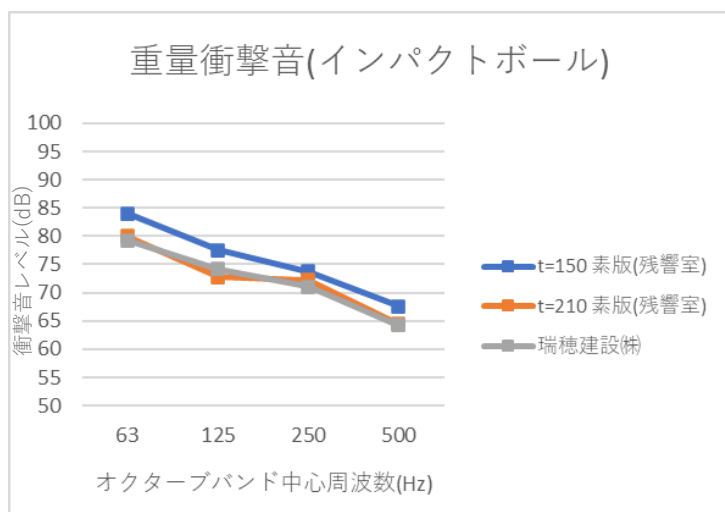


図 4-9 重量衝撃音(インパクトボール)の性能比較

		t=150 素版 (残響室)	t=210 素版 (残響室)	瑞穂建設 (株)
d B (A)				
中心周波数 (Hz)	63	84	80	79.3
	125	77.5	72.8	74.2
	250	73.7	72.2	71.0
	500	67.6	64.4	64.2
評価値	Lr 数	68	67	65
	Lr 等級	70	65	65

5) 施工レポート

5-1 製造、運搬計画

岡山県真庭市の銘建工業(株)にて CLT のマザーボード作成、各部材の成型加工までを行った。運搬効率を考慮し、詳細加工・金物取付は現場に近い長谷川萬治商店館林事業所にて行った。一部 3.0m幅の材料の加工に関しては、加工機械の関係上福島県いわき市の(株)ダイテック工場にて加工を行った。

各部材においては詳細な加工図を作成し、事前に納まり等を検討し工場で金物を取付けた。現場で必要な金物類は、事前に現場に搬入する計画とした。運搬計画の概要を図 5-1 に示す。

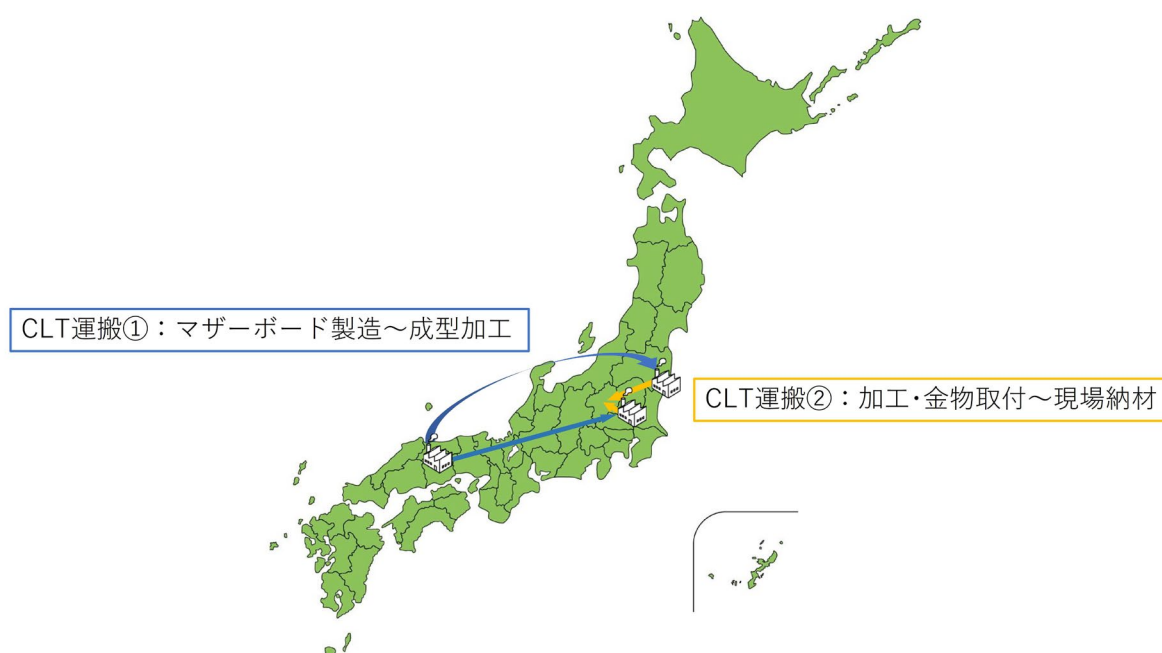


図 5-1 運搬計画の概要

部材の寸法や数量を確認しながらトラックごとに荷姿図を作成した。大型トレーラーの荷姿図を図 5-2 に示す。現場での施工順や積載効率を考慮し部材の積載順を決定した。

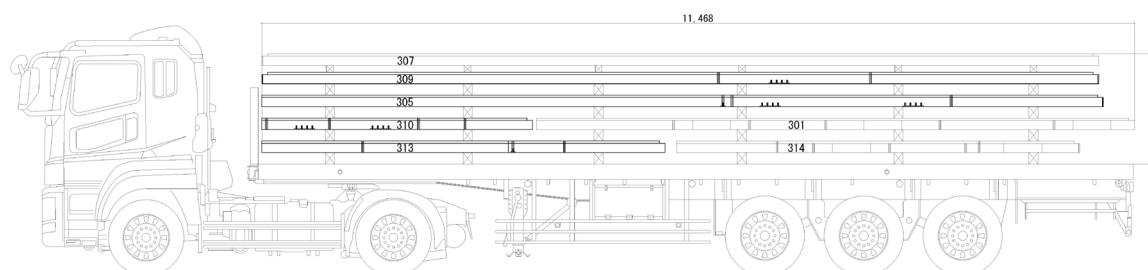
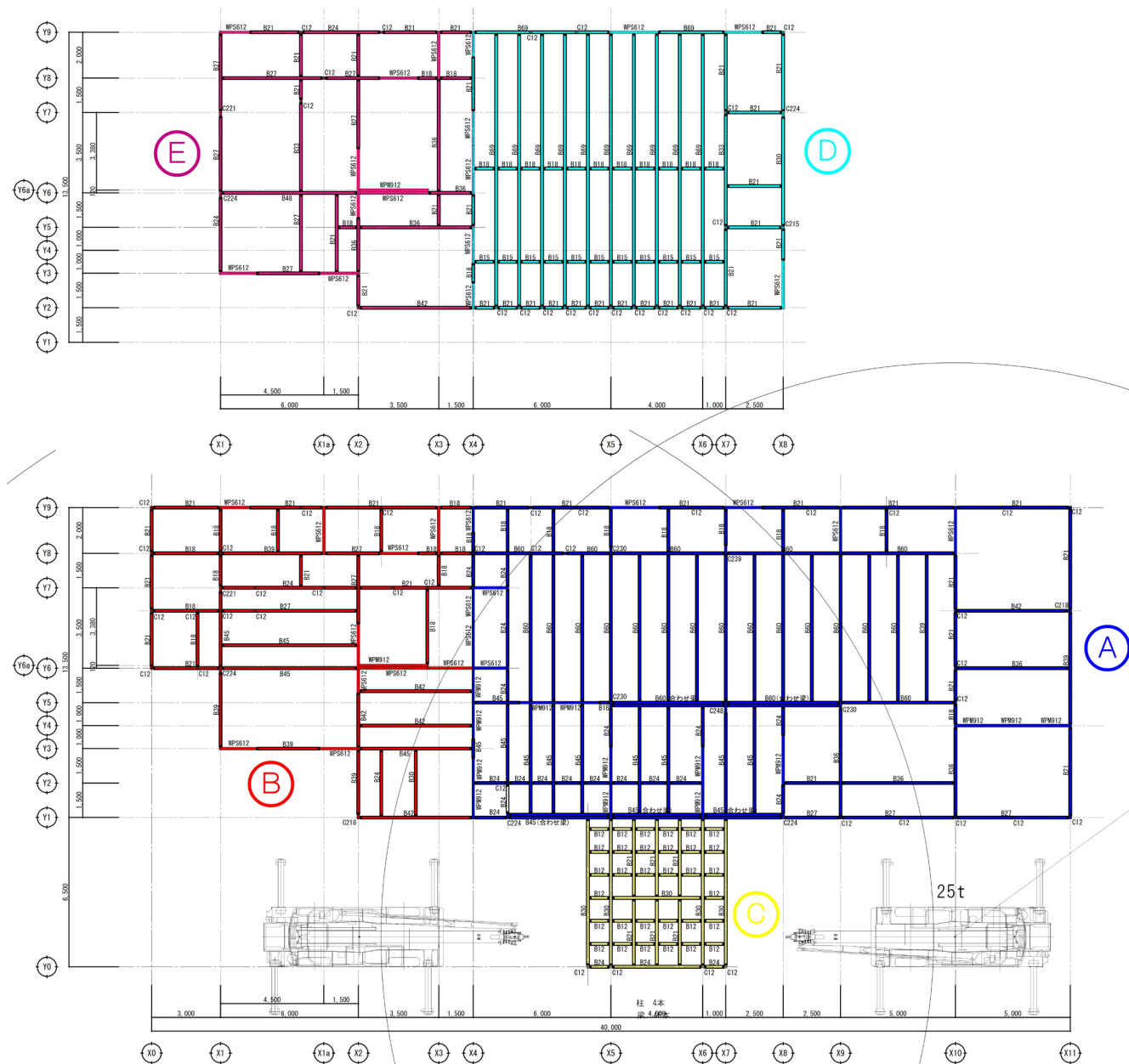


図 5-2 大型トレーラー荷姿図

5-2 施工計画

施工の工区を図 5-3 に示す 5 工区に分け、それぞれの工区ごとに施工順序を決定し納材車両の積込計画を行った。部材の製作段階から工区分けを決定したため、製作順序が明確となり加工期間に多少のゆとりを確保することができた。建方作業員は CLT 建方施工の経験豊富な人材に依頼することができたため、事前検討を十分に行うことができた。

現場作業は、クレーンを常時 2 台設置する想定とし、建て方作業員も 2 班で作業を進めるように計画した。部材の寸法や重量を考慮し、クレーンの能力及び配置を決定した。次項の表 5-3 に建方工程を示す。結果として当初計画した工程とほぼ同様のスケジュールで施工することができた。



5-3 建て方

建方前日に事前に材料を搬入し、1～2 日目を A・B・C 工区(1 階部分)の CLT 壁パネル・柱・梁、3～4 日目を同工区の 2 階 CLT 床パネル、4～5 日目を D・E 工区(2 階部分)の CLT 壁パネル・柱・梁、6～7 日目を R 階 CLT 床パネルの据え付けという流れで施工を行った。事前搬入を含め 8 日間で R 階スラブまでの施工を完了することができた。建て方工程を表 5-1 に示す。

表 5-1 実施工程表

工区	事前搬入 11/25(月)	1日目 11/26(火)	2日目 11/27(水)	3日目 11/28(木)	4日目 11/29(金)	5日目 11/30(土)	6日目 12/2(月)	7日目 12/3(火)
材料搬入	A,B,C工区 CLT壁パネル：33枚 柱：49本 梁：174本 土台・大引・床合板		A,B工区 CLT床パネル：31枚		D,E工区 CLT壁パネル：17枚 柱：25本 梁：86本		D,E工区 CLT床パネル：14枚	
搬入車両	構造材：10 t 車4台 羽柄材：10 t 車 2 台		特車 1 台(大版パネル) トレーラー 1 台 10 t 車 2 台		トレーラー 1 台 10 t 車 2 台		特車 2 台(大版パネル) 10 t 車 1 台	
揚重設備	25 t ラフター 1 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台	25 t ラフター 2 台
A		柱・CLT壁パネル建込・梁材架設		CLT床パネル敷込、金物・合板スプライン				遮音用ビス打ち
B		柱・CLT壁パネル建込・梁材架設		CLT床パネル敷込、金物・合板スプライン				
C			柱建込・梁材架設・合板張					
D					柱・CLT壁パネル建込・梁材架設		CLT床パネル敷込、金物・合板スプライン	
E					柱・CLT壁パネル建込・梁材架設		CLT床パネル敷込、金物・合板スプライン	
作業人員	4名	7名	7名	7名	7名	7名	7名	7名

5-3-1 事前搬入

事前搬入は A～C 工区(1 階部分)の CLT 壁パネル、柱及び梁材を建て方前日に現場搬入した。各部材は施工箇所の近くに施工順を考慮しながら仮置きした。基礎に取り付くせん断金物も事前に設置し、基準墨に合わせて位置及びレベルの確認を行った。建物外周部の先行足場や内部足場についても事前に施工者と協議の上現場搬入した。



写真 5-1 材料搬入・材料仮置き状況

5-3-2 1階柱、壁、2階梁施工

1階 CLT 壁パネルの建て込みは 25 t ラフターを 2 台使用し、作業員は 2 班に分かれて建方作業を行った。まず壁及び柱の建て込みを行い、基準墨に合わせて水平・鉛直精度を確認しながら、順次梁をかけて部材を接続した。部材の金物はほぼ工場で取付をしているので、現場での施工はボルト締め及びドリフトピン打ちのみとなる。壁の建て込みは、接合部のボルト用穴を利用してアイボルトで吊りこんだ。



写真 5-2 1階壁・柱・梁 建込状況

5-3-3 2階床施工

2階 CLT 床パネルは最大サイズが W2.5m×L11.8m であったこともあり特車トレーラーでの現場搬入となった。前面道路からの進入路や敷地が広がったこともあり、問題なく現場搬入や荷下ろしができた。床パネルの敷設には天端からビス止めする治具を使用した。大版パネルの敷設作業については特に問題なく施工ができことから、施工においてはパネルサイズの影響は小さいことが確認できた。

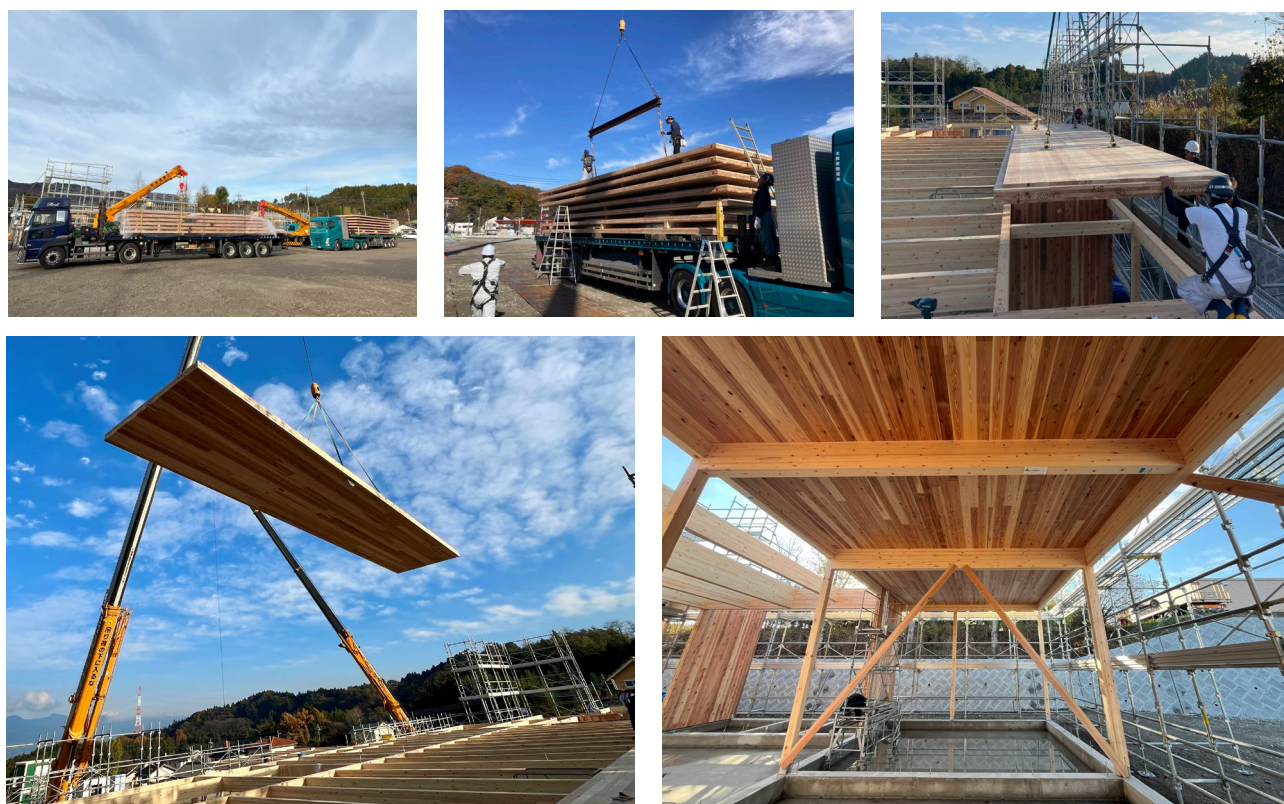


写真 5-3 2階床パネル搬入・敷設状況

5-3-4 2階柱、壁、R階梁施工

2階床パネルの敷設が完了した後に、2階部分の躯体組立作業を開始した。1階部分と同様に壁パネル及び柱の建て込みを行い、梁材を架設した。長さ12mの大断面集成梁を架設する際には部材のたわみに配慮し鋼材の天秤を使用した。前工程の若干の遅れがあったが、部材数が少なかったこともあり想定していた工期内で施工することができた。



写真 5-4 2階壁・柱・梁 建込状況

5-3-5 R階床施工

2階部分の柱及び梁の鉛直精度の確認を行い、R階床パネルの敷設作業を開始した。2階と同様に大版パネルの搬入があった為、トレーラーを用いての材料搬入となった。

床パネルの敷設が完了した後に、合板スプラインやプレートの施工、引張用アンカーボルトのダブルナット締め、遮音対策用の長ビス打ちなど全ての工事を予定通りに施工完了することができた。

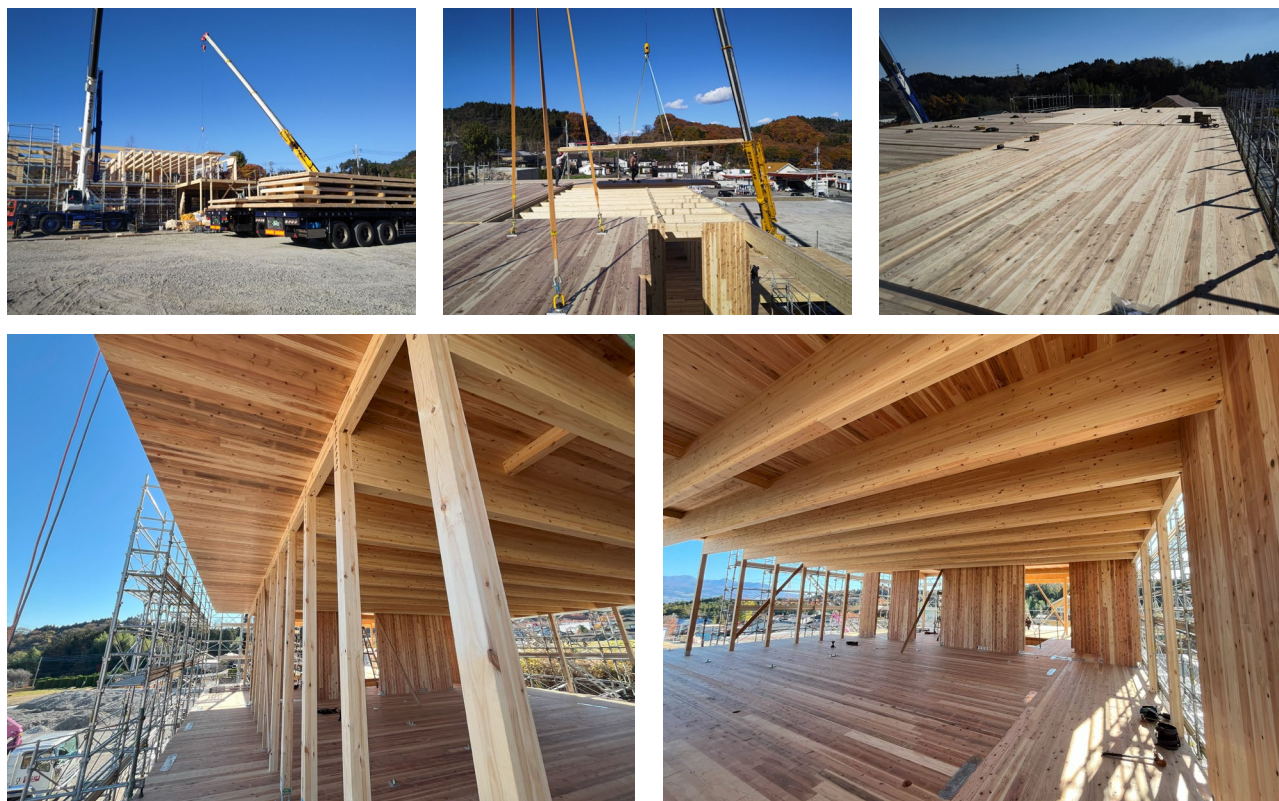


写真 5-5 R階床パネル搬入・敷設状況

6) 構造見学会

実施場所：群馬県渋川市渋川

実施日時：2024年12月18日(水)～20日(金)

1部：11:00～12:00、2部：14:00～15:00 計6回

運営：瑞穂建設株式会社、日本 CLT 技術研究所

6-1. 告知について

工事着工前の全体工程表より基礎工事・建て方工事の日程を確認し、構造見学会の時期を実施の約3か月前におおよそ決定し、告知の方法や告知先の選定を行った。

2024年9月から10月にかけて告知用パンフレット及び申し込みフォームの作成を行った。告知用パンフレットを図1に示す。

見学会の案内は、群馬県建築士会・建築士事務所協会・群馬県の木材関係団体へパンフレットを配布した。また、日本 CLT 協会の HP や日本 CLT 技術研究所、SNS、プレスリリース等により全国へ案内を行った。



図 6-1 構造見学会告知用パンフレット

6-2. 構造見学会の日時及び実施体制

構造見学会は CLT 工法 (LC-core 構法) の構造躯体を来場者に直接見て頂くことを目的とし、躯体工事及び屋根工事完了後のタイミングに決めた。概ね予定通りに工事が進行し、一部内外部の木工事を進めていたが、結果として当構法を理解して頂く最善のタイミングで見学会を行うことができた。

建築主であり施工者である瑞穂建設株式会社からは代表取締役社長の篠原氏を筆頭に常時6名のスタッフが見学会の進行を行った。また、構造設計・施工に携わる日本 CLT 技術研究所のスタッフも常時4名参加、銘建工業(株)からもご参加いただき、来場者に CLT や LC-core 構法などについて説明を行った。会場には建方動画を常時投影するなど、施工時の状況も分かるような工夫も行った。見学会の写真を写真 6-1 から写真 6-3 に示す。



写真 6-1 社長挨拶・概要説明



写真 6-2 施工動画投影



写真 6-3 見学及び質疑対応

6-3. 見学会の結果

来場者は3日間を通して、54組136名であった。来場者の種別内訳を表6-1に示す。

建築士会及び建築士事務所協会への告知を行ったため、群馬県内の設計事務所・コンサル会社・建設会社からの来場者が多くなった。また、群馬県内の行政への告知を行ったことから庁内の情報共有により多数の行政関係者の来場があった。その他CLT協会やSNSにより県外の方の来場があった。

申し込みフォームに記載のあった見学会を知ったきっかけを表6-2に記す。来場者種別と比較して、申し込みフォームに記載のある見学会を知った理由は、建築士会・建築士事務所協会も多くあったが、開催者である瑞穂建設(株)の紹介が最も多い結果となった。社長や工事担当者を中心に積極的に参加して頂いたことが結果につながったと考える。

表 6-1 来場者種別集計表

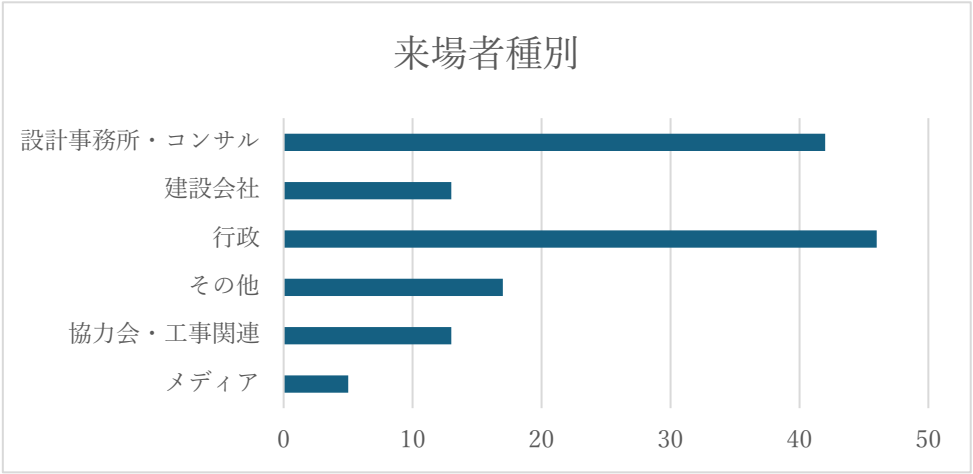
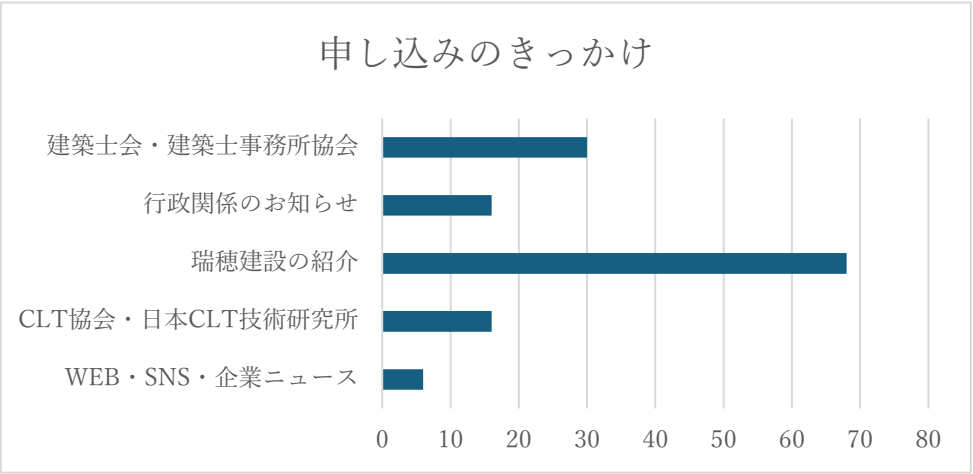
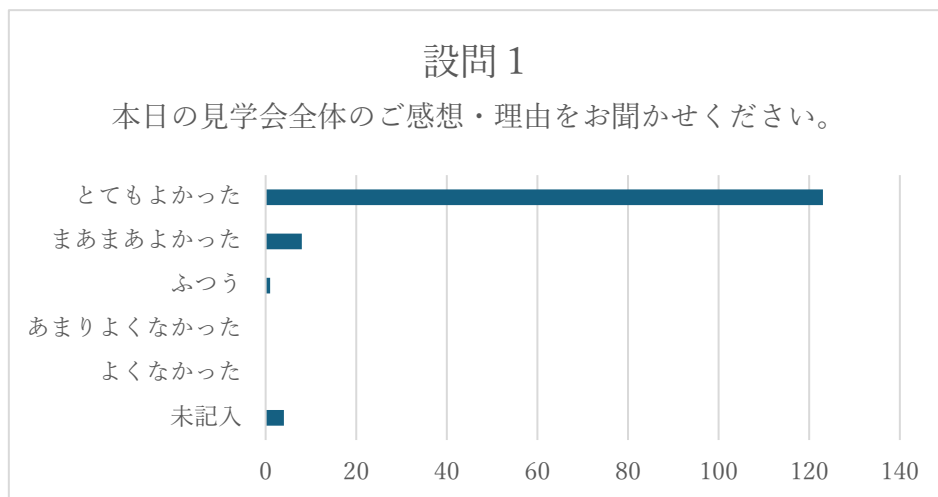


表 6-2 申し込みのきっかけ 集計表



設問 1 では、構造見学会の満足度を調査するとともに、自由記載欄に感想や意見を集めた。設問 1 の結果を表 6-3 に示す。

表 6-3 設問 1 集計結果

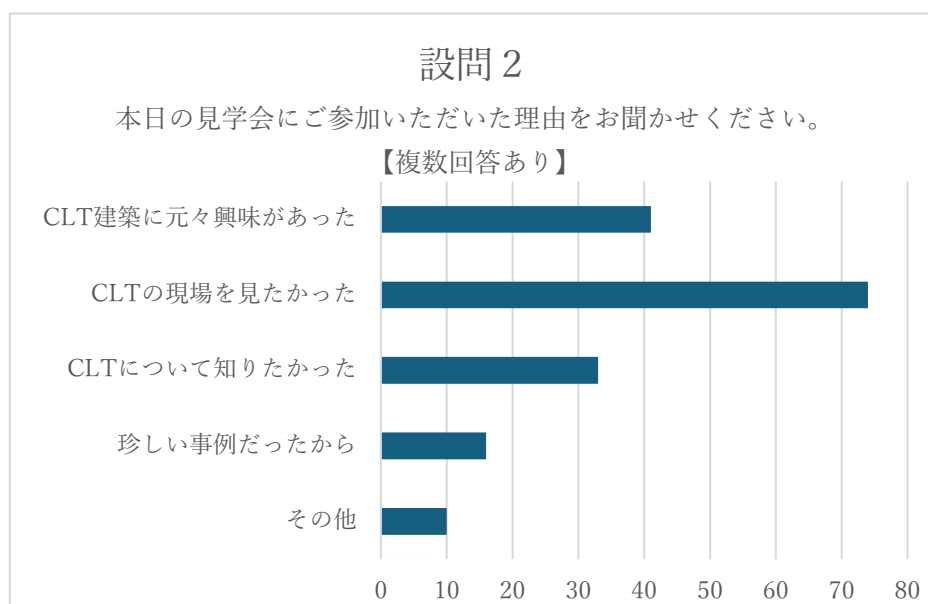


来場者の 96%以上の方に満足して頂ける結果となった。

自由記載欄の内容から、CLT の構造見学会に参加するのは初めてという来場者も多くあり、今回のような構造見学会への関心が高いことがうかがえた。CLT や LC-core 構法についても実際に体験したことに満足して頂いた意見が多数あった。

設問 2 では、構造見学会に参加した理由について調査を行った。設問 2 の結果を表 6-4 に示す。設計関係の来場者は CLT 建築について興味はあったが、実際に構造を見たことはない方が多く見られた。

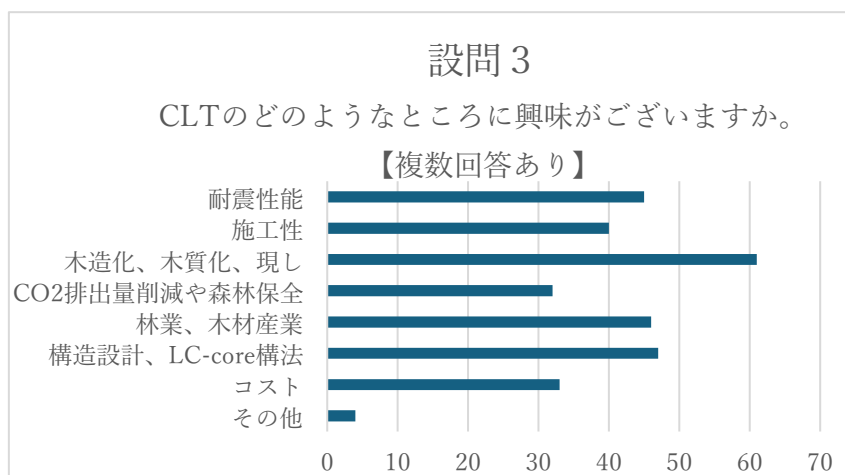
表 6-4 設問 2 集計結果



設問 3 では、CLT の興味を持った内容について調査を行った。設問 3 の結果を表 6-5 に示す。

近年の木造化・木質化に対する興味が最も多く、続いて耐震性能、林業・木材産業、構造設計・LC-core 構法が多い結果となった。回答者の多くが複数の項目に回答しており、記載したどの項目に対しても興味があることがうかがえた。

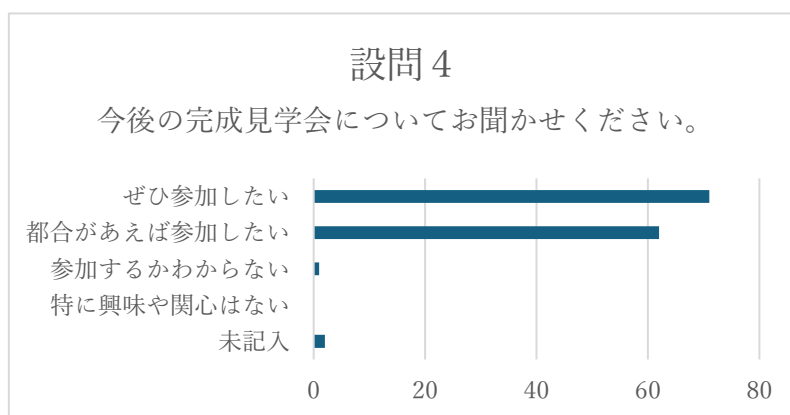
表 6-5 設問 3 集計結果



設問 4 では、今後の完成見学会に対する興味について調査を行った。設問 4 の結果を表 6-6 に示す。

ほぼ全員が完成見学会に参加を希望する結果となった。完成した社屋に対しての期待度の高さが確認できた。

表 6-6 設問 4 集計結果



6-4. アンケートまとめ

来場した設計・コンサル関係の方々からは、「CLT 構法を体験して頂く良い機会になった」、「今後自身の設計にも取り入れたい」などの意見もいただき、CLT 建築の普及に繋がるのが期待できると感じた。施工会社の方からは、施工性や金物についての質問が多くあり、同様に CLT 建築に対する興味が多くあることが確認できた。行政関係の方々においては、群馬県産材の活用や群馬県内の大型木材工場の誘致など、将来の群馬県内の木材産業の活性化に対して、当建築への期待度が伺えた。その他、CLT 建築に非常に興味をもって頂いた方から、自身でも CLT 建築を建築したいというお声も頂くことができた。今後もこのような構造見学会や完成見学会などを継続的に実施し、多くの方々に CLT 構法を体験して頂ける機会を設けたいと考える。

