

2.11 (個人) / 大東建託株式会社

事業名	阪井康友様共同住宅新築工事計画の建築実証	
実施者 (担当者)	個人 (大東建託株式会社)	
建築物の概要	用途	共同住宅
	建設地	千葉県船橋市
	構造・工法	CLTパネル工法
	階数	4
	高さ (m)	13.44
	軒高 (m)	13.16
	敷地面積 (m ²)	124.25
	建築面積 (m ²)	81.54
	延べ面積 (m ²)	299.12
	階別面積	1階 74.78 2階 74.78 3階 74.78 4階 74.78
CLTの仕様	CLT採用部位	壁
	CLT使用量 (m ³)	加工前製品量93.3m ³ 、建築物使用量80.7m ³
	壁パネル	寸法 ラミナ構成 強度区分 樹種
		150mm厚 5層5プライ Mx60 スギ
	床パネル	寸法 ラミナ構成 強度区分 樹種
		無し 無し 無し 無し
	屋根パネル	寸法 ラミナ構成 強度区分 樹種
		無し 無し 無し 無し
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)	梁:オウシュウアカマツ／カラマツ集成材
	木材使用量 (m ³) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする	43.3m ³
仕上	主な外部仕上	屋根 塩化ビニル樹脂シート防水 外壁 (繊維混入セメント板2重張 (厚15) +通気金具 (厚15) +) 窯業系防火サイディング (厚16)
		開口部 アルミ樹脂複合サッシ
	主な内部仕上	界壁 (PB21mm×2+木下地50mm (GW24K50mm) 片面+CLT+PB21mm×2+) クロス貼り
		間仕切り壁 両面 PB12.5mm+12.5mm
		床 防振フローリング9.3mm
	天井 クロス貼り	
構造	構造計算ルート	ルート3
	接合方法	ドリフトピン接合、ボルト接合
	最大スパン	4.6m
	問題点・課題とその解決策	職人不足に悩まされている現場に対し、現場施工を簡素化し、専門職に頼らない工法を確立するために、内蔵型接合部及びアンカーフレームの採用した。また耐火被覆材の工場パネル化とすることで現場作業削減を行う。
	防火上の地域区分	準防火地域
耐火	耐火建築物等の要件	無
	本建築物の耐火仕様	1時間耐火
	問題点・課題とその解決策	作業スペースの無い狭小地での施工。現場施工の省力化を図り、工場パネル化が出来るCLTの耐火建築物として設計した。
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	基礎とCLTパネルとの接合部に熱橋が出来ないよう基礎外断熱とした。CLTパネルの断熱性と熱容量を生かし外壁はCLTを最大限利用してグラスウール等の繊維系断熱材は無して極力壁厚を薄くなるように配慮した。
	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 24K 100mm
		外壁 無し (中空壁はグラスウール10K 150mm)
		床 1階床 スタイロフォーム 30mm
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	無し
	建て方における課題と解決策	構造と同様
	給排水・電気配線設置上の工夫	CLTパネル製造段階からの設備開口位置を指定し工場にて加工
	劣化対策	無し
工程	設計期間	2021年8月～11月 (5ヵ月)
	施工期間	2021年11月～2021年6月 (8ヵ月)
	CLT躯体施工期間	2022年1月中旬～1月下旬 (2週間)
	竣工 (予定) 年月日	2022年6月30日
体制	発注者	阪井康友
	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)	大東建託株式会社 船橋支店 一級建築士事務所
	構造設計者	大東建託株式会社 一級建築士事務所
	施工者	大東建託株式会社
	C LT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 (岡山県産材)

実証事業名：阪井康友様共同住宅新築工事計画の建築実証

建築主等／協議会運営者：(個人)／大東建託株式会社

1. 実証した建築物の概要

用途	共同住宅					
建設地	千葉県船橋市宮本					
構造・工法	CLT パネル工法					
階数	4					
高さ (m)	13.44	軒高 (m)	13.16			
敷地面積 (m ²)	124.25	建築面積 (m ²)	81.54			
階別面積	1階	74.78	延べ面積 (m ²)	299.12		
	2階	74.78				
	3階	74.78				
	4階	74.78				
CLT 採用部位	壁					
CLT 使用量 (m ³)	加工前製品量 93.3 m ³ 、加工後建築物使用量 80.7 m ³					
CLT を除く木材使用量 (m ³)	43.3 m ³					
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)				
	壁	150mm 厚/5層 5 プライ/Mx60A /スギ				
	床	-				
	屋根	-				
設計期間	2021年7月～11月 (4カ月)					
施工期間	2021年11月～2022年6月 (8カ月)					
CLT 車体施工期間	2021年1月中旬～下旬 (2週間)					
竣工（予定）年月日	2022年6月30日					

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLTパネル工法は3階建て以下の実績が近年増加しているが、4階建て以上となると耐火木造の条件も重なり、実例が少ない。今回の実証事業はCLTパネル工法の普及を高めるために、比較的CLTパネル工法に適していると考えられる用途の共同住宅の4階建て建築物に対する普及型工法の実証と考えている。

建設現場における職人不足や高齢化といった課題に対して、現場施工を極力省力化し、高度な専門技術の要らない工法を確立することを目的とする。また、工法提案に加えてコストにおいては同規模のRC造との比較算出、環境面においてはCO₂排出量の算出を行い、これらの結果から本実証事業がCLTパネル工法の課題の明確化及び解決の一助となると考えている。

本実証事業で設定した課題は次のとおりである。

【課題】耐火C L Tパネル工法における現場省力化と精度向上を追求した工法の確立

- (1) 内蔵型接合部金物の採用
- (2) アンカーフレームの採用
- (3) 耐火被覆材の工場パネル化の採用
- (4) 都市部建設地に対する輸送計画
- (5) R C造とのコスト比較検証
- (6) CO₂排出量の算出

3. 協議会構成員

- (構造設計) 大東建託株式会社：南部佳央、佐野俊次、渡邊祐介
- (施工管理) 大東建託株式会社：山口敏明、小野坂寿美
- (品質管理) 大東建託株式会社：加藤富美夫、末廣英章、田口頼信、大橋正典、上島賢大
- (原木供給) 銘建工業株式会社：車田慎介
- (材料) 銘建工業株式会社：車田慎介
- (金物) 株式会社ストローグ：大倉憲峰
- (運送業) 株式会社三協：中島進一
- (耐火被覆) ニチハ株式会社：上田宗司

4. 課題解決の方法と実施工工程

C L Tパネルの仕様については自社で開発した内蔵型接合部金物を採用し、工場での取り付けを主たる作業として、現場での省力化と品質向上を図った。同様に耐火被覆材の施工についても、一部工場での取り付けを行い、現場省力化と品質向上を図った。建て方工事に影響が大きい1階壁脚部のアンカーボルト施工には独自に考案したアンカーフレームを採用し、精度向上による建て方作業の省力化を図った。また、コストについてはR C造との比較検討資料を作成し、CO₂排出量についても算出資料を作成した。

<協議会の開催>

- 2021年 10月：第1回開催、問題点洗い出し、工程進捗確認
- 11月：第2回開催、倉庫での被覆材取付における事前協議
- 12月：第3回開催、C L Tパネルの製作状況確認
- 12月：第4回開催、C L Tパネル製品検査確認
- 2022年 1月：第5回開催、検証項目の現場確認
- 2月：第6回開催、実証事業の取りまとめ検討

<設計>

- 2021年 10月：実施設計、構造設計
- 11月：建築確認申請

<施工>

2021年 8月：工事契約

11～12月：着工、基礎工事

2022年 1～2月：建方工事、耐火被覆工事

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) 内蔵型接合部金物の採用

内蔵型金物を採用し、工場での先行取り付けを実施することで現場施工量の省力化により14日間で建方工事を完了した。また、作業環境の良い工場内の取り付けにより品質向上も図ることができた。

(2) アンカーフレームの採用

基礎工事時のアンカーフレームの採用で高いアンカーボルト精度を確保することができた。そのため、CLTパネルの建て入れ精度への影響は全くなく、予定の建方工程で進捗することができた。

(3) 耐火被覆材の工場パネル化の採用

一部の耐火被覆材を工場（中継ヤード）で先行取り付けし、CLTとパネル化することで、現場作業量を大幅に削減することができた。また、作業環境の良い工場内の取り付けにより品質向上も図ることができた。

(4) 都市部建設地に対する輸送計画

設計段階から製造工場と建設地のルートを考慮し、パネルサイズを設定し、輸送計画を立てた。中継ヤードを設定し、パネル工場から中継ヤードを経由し現場へ配達することで、合理的な輸送を実現し、14%のコスト削減をすることができた。

(5) コスト比較検証

基礎～躯体上棟（耐火被覆含む）までの今回のCLTパネル工法と本建物をRC造で設計した場合を比較した結果では、CLTパネル工法のコストが55%高いという結果であった。CLT普及についての解決しなければならない課題である。

(6) CO₂排出量の算出

今回建物で使用される資材のCO₂排出量を算出した。また、今回採用した輸送計画によるCO₂排出量の削減効果の算出、および、CLTを含む使用木材全体による炭素貯蔵効果の算出を行った。

6. 本実証により得られた成果

本実証により耐火木造のCLTパネル工法として、普及型の一つの仕様および施工方法を示すことができたと考える。コストの課題は残るが、今回実証した現場省力化および品質向上への提案は、同様のCLT共同住宅等の建築に活用できるものと考える。また、工場での先行作業や今回輸送計画はコスト縮減につながるものとして活用できると考える。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



建方完成後の内部写真

1 構造概要

1. 1 構造計画

本建物は、CLTパネル工法の4階建て共同住宅である。

構造は、壁にCLTを採用し、床は梁（集成材）+床合板による床組み採用した。（図1）

CLTは、厚み150mm（5層5プライ）のスギ材を使用し、梁はCLT壁と同一幅（集成材 樹種：オウシュウアカマツ、カラマツ）として計画した。接合部は、内蔵型接合部金物を採用した。（表1）

構造計算ルートはルート3とし構造設計を行った。

表1 主な使用材料一覧

部位	構成材料	仕様
壁	CLT	Mx60、5層5プライ、厚さ150mm スギ
大梁	集成材	E105-F300 オウシュウアカマツ／カラマツ
小梁	集成材	E105-F300 オウシュウアカマツ
床／屋根	構造用合板	構造用合板、2級、厚さ28mm／24mm



図1 CLT 軸体イメージ

2 実証事業内容

2. 1 内蔵型接合部金物の採用

建設現場における職人不足や高齢化といった課題に対して、現場施工を極力省力化し、高度な専門技術の要らない工法を確立することを目的とする。工場取付が可能な接合金物により、可能な限り現場での作業を減らし、工場での取付という品質精度の向上を図った。

1) 内蔵型接合部金物の仕様

接合金物は、引張用金物と引張/圧縮用金物とせん断用金物の3つを使用している。引張用接合金物は、C L T 壁パネルに埋め込んだパイプシャフトによるドリフトピン接合とした。引張/圧縮用接合金物は、C L T 壁パネルに埋め込んだラグスクリューボルトを専用金物を介し、ボルト接合とした。せん断用接合金物はダボ方式の伝達機構でドリフトピン接合とした。(図2)

これらの内蔵型接合金物を用いることで、高い強度及び変形性能を確保できる4階建てのC L T パネル工法を実現した。

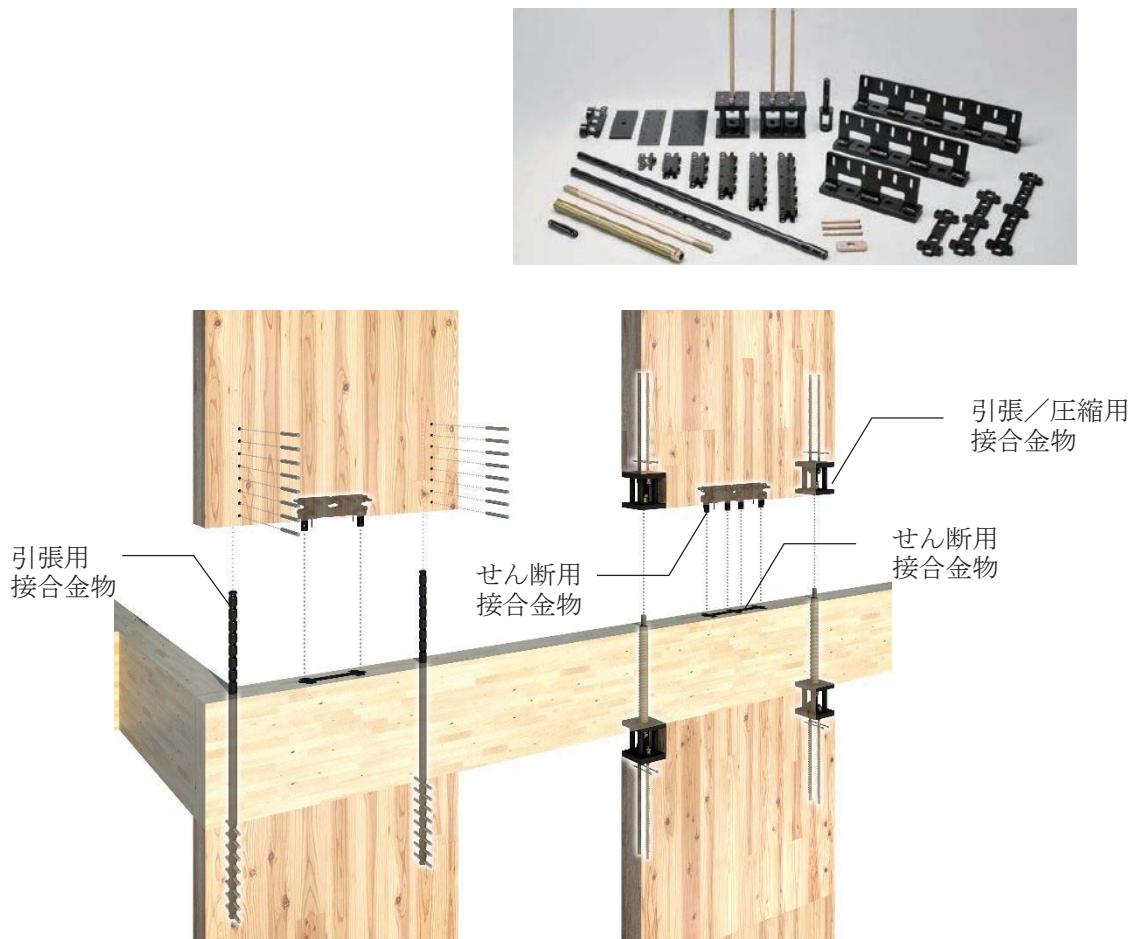


図2 内蔵型接合部金物の詳細

2) 施工

① C L T 壁の建方

【1階】

基礎工事完了後、1階壁脚部のせん断用接合金物を先行取付し、C L T 壁パネルの建方を行う。C L T 壁パネルは、パネル工場にて、せん断用接合金物の座掘り及び引張用接合金物が取付けられた状態で現場に搬送される。建方時は、C L T 壁パネルの引張用接合金物とアンカーボルト、またせん断用接合金物がそれぞれ取り付くように注意を払いながら施工を行う（写真1）。C L T 壁パネル設置後、せん断用接合金物に対してドリフトピンの打込み、引張用接合金物のアンカーボルトのボルト締めを行う。（写真2）



写真1 1階壁建方



写真2 ポルト締め

【2～R階】

C L T 壁パネル・大梁は、パネル工場にてせん断用接合金物を取付を行う。引張用接合金物のパイプシャフト（写真3）、引張/圧縮用接合金物の引張ボルト（写真4）は、現場にて取付を行い、建方後ドリフトピン・ボルト締めを行う。

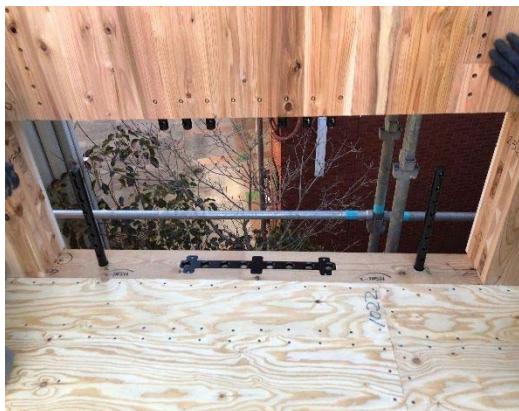


写真3 引張用接合金物



写真4 引張/圧縮用接合金物

② 大梁・小梁の建方

大梁・小梁は、パネル工場にて接合金物の取付を行う。CLT壁パネルの建方完了後、大梁→小梁の順に施工を行う。



写真5 大梁・小梁の建方

③ 床受け材・床合板施工

床受け材を設置後、床の合板施工を行う。



写真6 床受け材・床合板の施工

3) 考察

下記サイクルで1フロアあたり約3日で施工を行い、合計12日間で上棟、建てれ入れ精度やボルトチェック等あわせて合計14日間で躯体建て方を完了した。また、人工においては1フロアあたり12人工となり、計画とおりの結果となった。現場作業はドリフトピンおよびボルト接合が主であり、工場取付精度の効果も含めて現場省力化に繋がったと考えている。

【1フロア当たりの施工 約3日間】

1日目 CLT壁パネル	建方 合計14日（調整2日含む）
2日目 大梁・小梁	→ 人工 1フロアあたり：12人工
3日目 床受け材・床合板	合計：48人工

2. 2 アンカーフレームの採用

本建物のC LT壁パネルの基礎定着方法は土台を介さず、基礎梁コンクリートに配置されたアンカーボルトとC LTパネルの接合コネクタが直接接合されるシステムである。接合コネクタには、アンカーボルトの位置に合わせて、アジャスト対応可能な機能があるものの、その適用範囲に限度がある。適用範囲外のアンカー位置の対応については、「パネルの再製作」や「アンカーボルトの再施工」という方法をとる必要があり、工期、コスト共に大きな影響が生じる。そのため、アンカーセットについては専用のアンカーフレーム（図3）を構築し、そのシステムによってアンカーセットを施工することで精度確保に努めた。

下記に設置フローを示す。

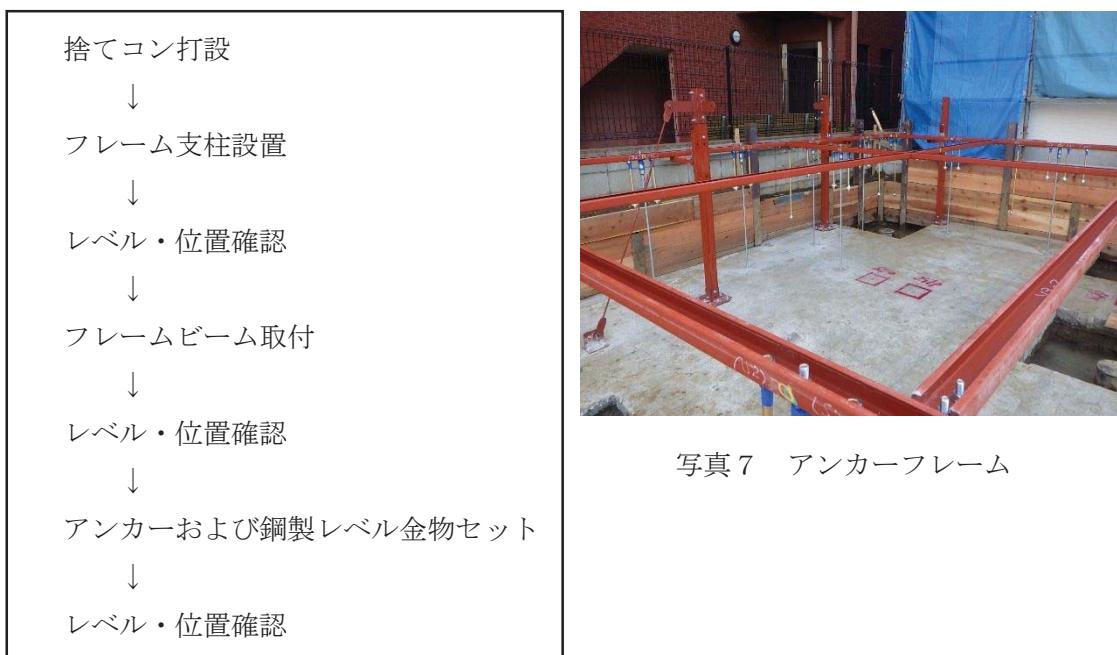


写真7 アンカーフレーム

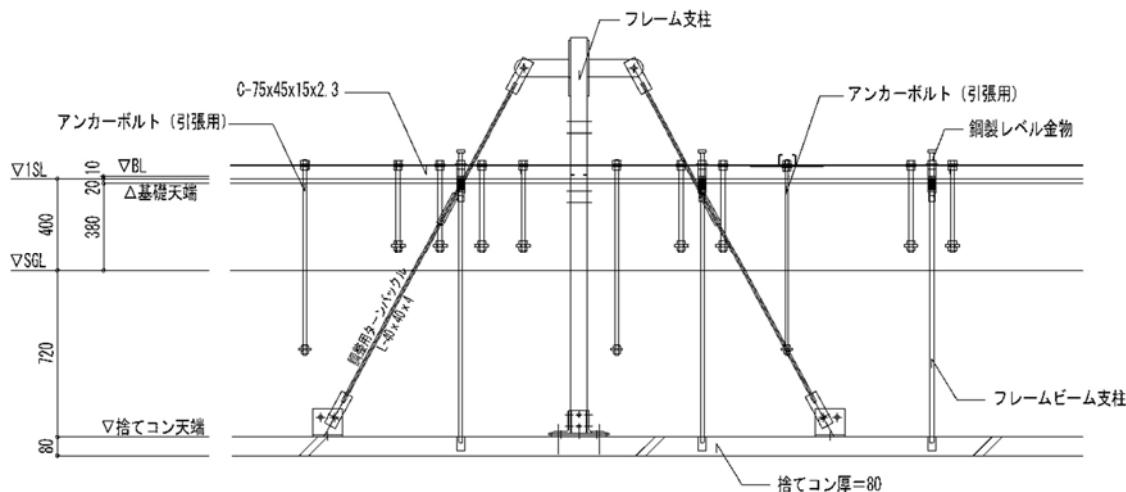


図3 アンカーフレーム図

1) アンカーフレームの構築

捨てコン打設後、フレーム支柱を施工した。支柱の固定を建て方プレースと共に仮設アンカーにて緊結した。(写真8) 支柱のレベルがアンカーセットのレベルの基となるため、レベル及び位置を確認し、建て方プレースで調整後、確定した。フレームビーム取付においてはビーム芯=アンカーボルト芯としており、位置の確認に注意をしながら、全ての基礎梁の通りに設置した(写真9)。



写真8 フレーム支柱



写真9 フレームビーム

2) アンカーボルトのセット

アンカーフレームに設置する部材は①C L Tパネル用又は柱用アンカーボルト、②鋼製レベル金物の2種類である。C L Tパネル1枚につき2~6本のアンカーボルトの設置が必要であるため、本現場においてはアンカーボルト総本数(M16,M20) 計149本となっている。

アンカーボルトの留め付けはフレームビームの孔に上下ナットで宙吊りする方法で固定をする。鋼製レベル金物の固定もアンカーボルトと同様の固定方法となる。鋼製レベル金物の設置が完了した後、再度、レベル及び位置確認を行い、設定完了となる。(写真10)



写真10 アンカーボルト

3) CLT 接合部金物とアンカーボルトの接合

アンカーフレームを設置後、基礎及びスラブ配筋を行いコンクリートを打設した。コンクリート打設後、フレームビームを撤去し、1階CLT壁パネル脚部のせん断金物を設置した（写真1-2）。



写真1-1 コンクリート打設後



写真1-2 せん断金物

4) 考察

コンクリート打設後のアンカーボルトのずれを表2に記載する。アンカーフレームを採用したこと、高いアンカーボルト精度を確保することができた。また、アンカーボルト精度はその後のCLTパネルの建て入れ精度に影響してくるが、支障なく建て方施工を完了している。このようなアンカーフレームは精度向上に効果的であるが、仮設材としてはコストが掛ることが課題としてあげられる。しかし、アンカーボルト精度が悪くなった場合、CLTパネルの再製作や工期遅延など予定していないコストが発生する可能性が高い、また、建物の安全性についても非常に重要な部分であるため、このようなシステムを活用し、所定のアンカーボルト精度を確保することは有効であると考える。

表2 アンカーボルトのずれの測定結果

	鉛直方向	水平方向
管理値	+2mm 以内	±10mm 以内
測定値（最大値）	+2mm	±3mm

2. 3 耐火被覆材の工場パネル化の採用

本物件は建物の場外に作業可能なスペースが小さいため、現場へのC L T搬入前に先行して耐火被覆材を施工し、パネル化したC L Tパネルを搬入する方法を採用した。

1) 耐火被覆材の仕様

耐火被覆の仕様は、屋外側は個別防火認定を取得したパルプ纖維混入セメント板（厚み15 mm）の二重張り、屋内側はせっこうボードの二重張りとしている。（図4、図5）これは、建方時の雨等による被覆の品質低下を避けるため、屋外側はせっこうボードではなくパルプ纖維混入セメント板を使用している。



図4 認定書



図5 耐火外壁仕様

2) 耐火被覆材の工場パネル化

耐火被覆材の取付は、工場（中継ヤード）にて行った。施工方法として、パルプ纖維混入セメント板は2重張りで目地同士をずらす必要があるため、1枚目はC L Tパネルサイズに合わせて全面に、2枚目はパネルより一回り小さく施工した。その後、現場へ輸送し、2枚目の目地同士をずらした箇所に対して耐火被覆を施工する。（写真13～写真16）



写真13 耐火被覆取付（工場）



写真14 C L Tパネル化



写真15 建方後の外壁状況



写真16 内部耐火被覆状況

3) 考察

一部の耐火被覆材を工場（中継ヤード）で先行取り付けし、CLTとパネル化することで、現場作業量を大幅に削減できた。また、工場内での取り付けのため、施工体勢や外部環境に左右されず、品質の良い耐火被覆工事が可能となった。これらは現場の工期短縮にもつながっている。

今回のパネル化をすべて現場作業で行った場合、重いパルプ纖維混入セメント板を4階まで上げるために荷揚げを含めて1日辺り3～4人の作業員が必要となる。しかし、先行施工の場合は最低1人で作業を完結できるため、現場での省施工化を実現でき、本物件では38人工の削減効果があるという結果となった。（表3）

表3 先行被覆と現場での被覆工事の人工

	A 工場にて先行施工した場合	B 現場にて施工した場合	差 (B - A)
施工人工	12 人工	50 人工	38 人工

2. 4 都市部建設地に対する輸送計画

1) CLT壁パネルサイズの設定

本物件は、設計段階から製造工場と建設地のルートを考慮し、CLT壁パネルの幅の長さを1,500mm以下と設定した。また、建方順にCLT壁パネルを荷台に積み上げることで、効率の良い建方を実施することが可能となった。

【荷台標準寸法】

4t トラック（ショートボディ）：長さ4,350mm、幅2,000mm

2t トラック（ショートボディ）：長さ3,100mm、幅1,600mm

2) 都市部輸送効率向上策

本物件のCLTは岡山県真庭市の銘建工業㈱で製造したパネルを使用した。岡山県からの長距離輸送時は10t以上の大型車を利用することで輸送効率を向上した。しかし、本物件は狭小地で道路幅員も狭いため、工場（中継ヤード）にて、積み替えを行い小型車での輸送を実施する事とした。（図6、表4）

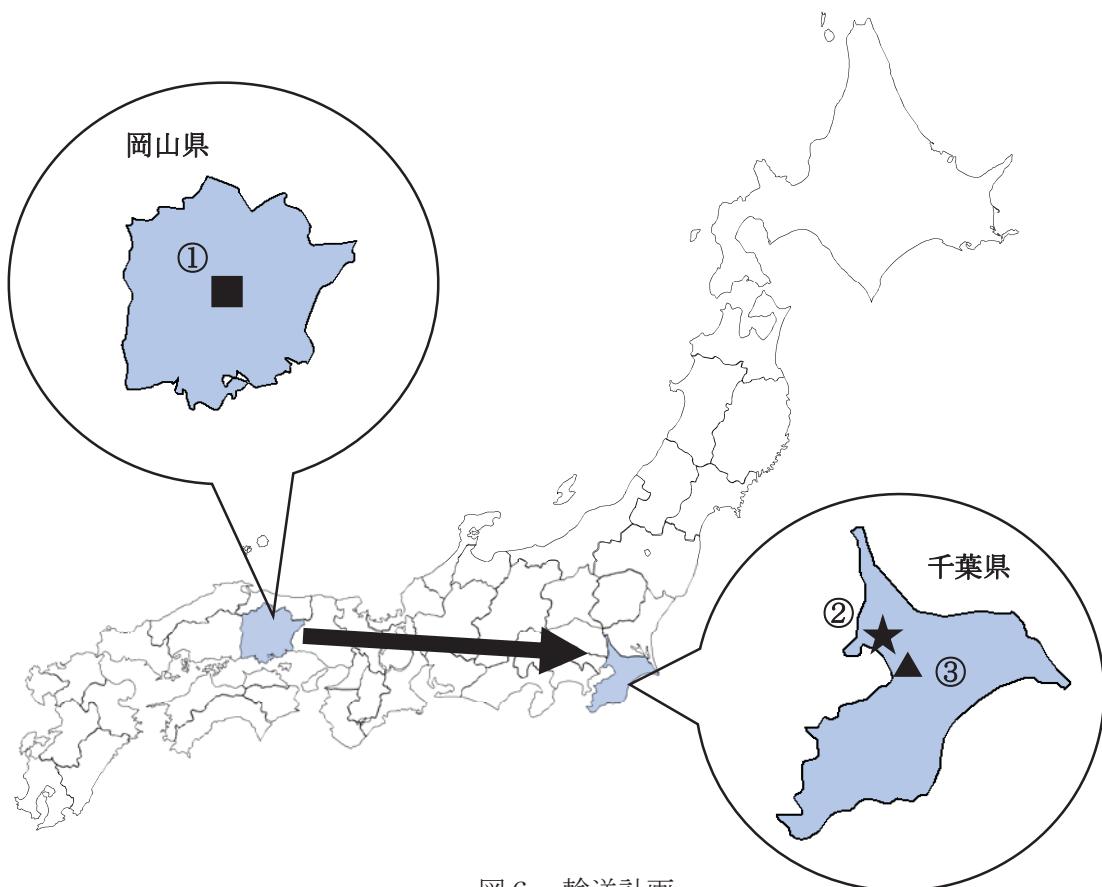


図6 輸送計画

表4 輸送状況

① 銘建工業（岡山県）	② 中継ヤード（船橋市）	③ 現場（船橋市）
CLTパネル工場	CLT搬入(10t車) 耐火被覆施工 積替え搬出(2t、4t車)	CLT搬入 (2t、4t車)
		
		

3) 考察

道路幅員の狭い都市部建設地（狭小地）に対して、中継ヤードを設定し、パネル工場から中継ヤードを経由し現場へ配達することで、合理的な輸送を実現する可能性がある。今回の場合はCLT工場から直接現場に輸送する場合と比較して輸送コストを14%削減することができている。（表5）

表5 輸送台数と輸送コスト

■①CLT工場⇒③現場

岡山⇒船橋現場	2t車	33台	輸送コスト 100%
	4t車	7台	



■①CLT工場⇒②中継ヤード⇒③現場

岡山⇒中継ヤード	10t車	7台	輸送コスト 86% (14%削減)
	4t車	8台	
中継ヤード⇒現場	2t車	33台	
	4t車	7台	

本計画では、建設地と中継ヤードが近接していたことで、輸送コストの削減を実現できる。ただし、中継ヤードと建設地の距離が離れるほど輸送コストのメリットはなくなると考えられ、各建設地に対しての中継ヤードの設定が今後の課題となる。

2. 5 RC造とのコスト比較検証

今回建物をRC造とした場合の建物を想定し、工期とコストの比較を行った。

1) 工期比較

CLTパネル工法とRC工法の全体工期を下記に示す。本物件は6月竣工予定で、3月以降の工程は現時点（2022年2月）からの予定とし、同規模のRC造と比較した結果である。（表6）

表6 全体工期の比較

■ CLTパネル工法

	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
杭工事	→										
基礎工事			→								
CLT建方工事			→								
先行被覆工事			→								
耐火被覆工事			→								
内装工事					→						
外壁・防水工事			→	→							
設備工事		→				→					
外構工事						→					
検査期間							-----	→			

■ RC造

	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
杭工事	→										
基礎工事			→								
軸体工事			→		→						
断熱・内装工事							→				
左官・タイル工事						→		→			
塗装・防水工事							→				
設備工事			→				→				
外構工事								→	→		
検査期間										→	

CLTパネル工法とRC造を比較した結果、今回規模の場合、2.5ヶ月の工程短縮を図ることができるを考える。当然、軸体における乾式工法と湿式工法の違いが大きく影響している。また、耐火木造の場合、耐火被覆工事の時間がかかると考えられるが、先行被覆工事の実施により、現場で耐火被覆を施工するのに対し、工期短縮が可能となる。また、耐火被覆作業完了後の内装工事がRC工法と比較して工程が少なくなるため、これも全体工期の短縮に繋がっていると考えられる。

2) コスト比較

C L Tパネル工法とR C工法のコスト比較を実施した。以下にその結果を示す。

表 7 コスト比較

RCとの工事費比較 4階建 延床：299.12 m ²	R C (躯体+断熱+壁P B完了)	C L T (耐火被覆完了)	差額 (CLT-WRC)
仮設工事	3,602,000	1,522,000	-2,080,000
土工事	832,000	315,000	-517,000
鉄筋工事	12,226,000	1,652,000	-10,574,000
コンクリート工事	7,105,000	1,446,000	-5,659,000
型枠工事	12,336,000	1,318,000	-11,018,000
木工事	0	44,018,000	44,018,000
被覆・ボード工事	2,551,000	9,758,000	7,207,000
工事費合計	38,652,000	60,029,000	21,377,000

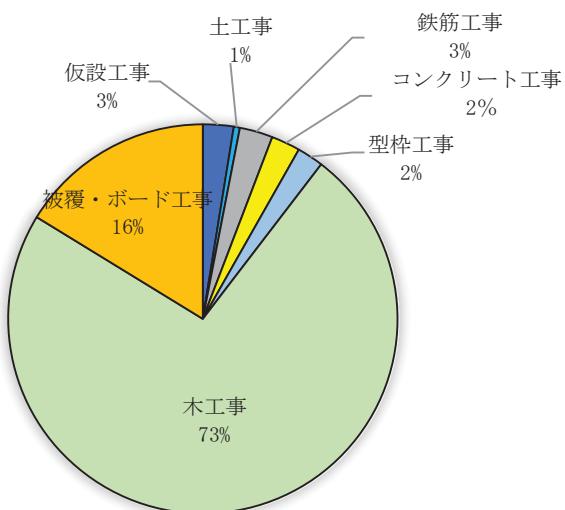


図 7 C L T建物のコスト内訳

C L T パネル工法においては、「躯体工事および耐火被覆工事」まで、同規模の R C 工法は、「躯体工事および断熱・壁ボード工事」までを内外仕上げ工事前の同条件と設定し、コストを比較した結果、C L T パネル工法のコストが約 2,138 万（24 万／坪）ほど高い結果となった。これは 55 % アップに相当し、耐火木造の躯体工事までとした場合、R C 造の方が有利という結果となった。また、C L T パネル工法の費用構成をみると、耐火被覆工事が 16 % を占めている結果となった。

【考察】

今回実証ではコストについては課題が残った。今回、考慮に入れていないが、R C 造と比較する場合、C L T 建物は建物重量が軽減できるため、杭等の地盤補強に対してメリットがある。コスト面の観点でみると、その重量メリットと今回結果をあわせた総合的な判断が必要となる。

今回の 4 階建て規模の C L T パネル工法の普及に対しては、耐火被覆含めた躯体工事費の差分に対してコスト縮減策を検討していく必要がある。C L T の材料コスト、利用部位、使用量、接合方法、施工方法など様々な面での検討が必要であり、設計者、施工者、材料供給者がワンチームとなってコスト縮減策を提案していく必要があると考える。

2. 6 CO₂排出量の算定

2) 輸送効率化によるCO₂削減量の算定

本建物の建設資材の輸送効率化施策によるCO₂削減効果を算定するため、輸送車両の燃料消費量から従来輸送方法（パネル工場から現場へ直接輸送）との比較を行った。

【評価方法】

各輸送方法での運送距離、車両台数から燃料消費量を算定し、燃料の使用に関する排出係数（環境省「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」）を使用し、CO₂排出量を算定した。（表8）

【評価結果】

本件建物では輸送効率化により、パネル工場から直接現場に輸送した場合と比べ
2480 kg-CO₂の減効果が生まれることが分かった。

<算定式>

算定式 : a. 車両燃費 × 輸送距離 × 使用車両台数 = 合計燃料消費量 (L)
b. a × 排出係数 (軽油 2.58 kg-CO ₂ /L) = CO ₂ 排出量 (kg-CO ₂)

※参照：環境省 温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度

表8 輸送にかかるCO₂排出量

①パネル工場⇒③現場

車両	合計使用燃料量 (L)	CO ₂ 排出量(kg-CO ₂)
4t	690	1,780
2t	2,277	5,875
合計	2,967	7,655

①パネル工場⇒②中継ヤード⇒③現場

車両	合計使用燃料量 (L)	CO ₂ 排出量(kg-CO ₂)
10t	1,196	3,085
4t	788	2,032
2t	22	58
合計	2,006	5,175

3) C L Tによる炭素貯蔵効果の算定

本建物に係るCO₂排出について定量的な評価を行うため、木材使用に係る炭素貯蔵効果の算定を行った。

【木材使用に係る炭素貯蔵効果の算定】

森林は吸収した炭素を貯蔵していることから、建築物等での木材利用は、地球温暖化対策に貢献できる取り組みとして推進が期待されている。本件建物が貯蔵する炭素量（CO₂換算）を算定した。

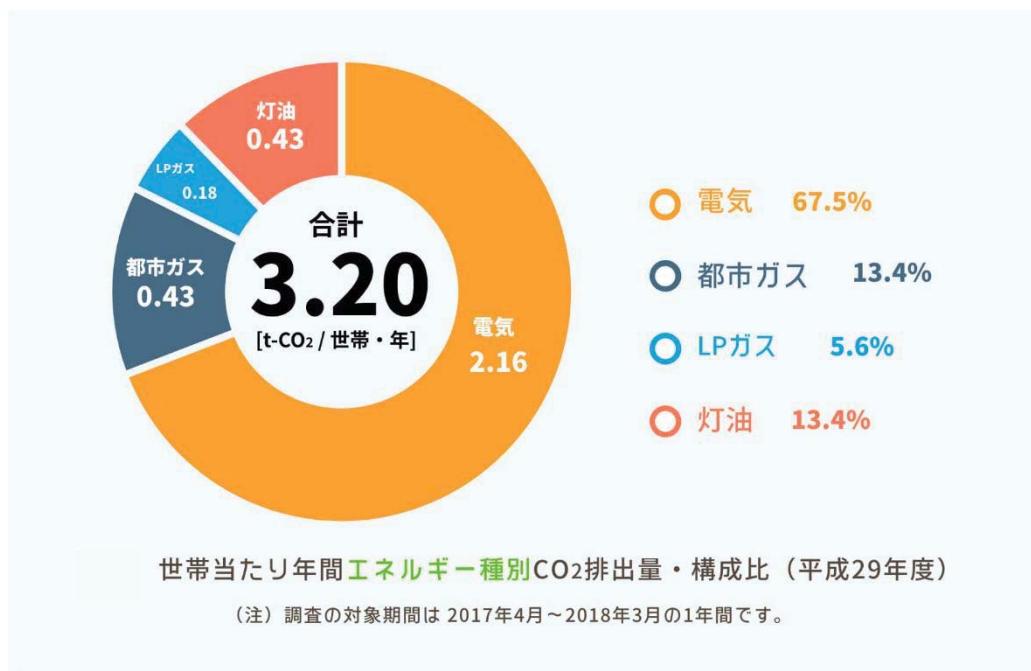
【評価方法】

林野庁「建築物に利用した木材の炭素貯蔵量の表示ガイドライン」（令和3年10月1日付け3林政産第85号林野庁長官通知）炭素貯蔵量計算シートを用いて算定

【評価結果】

本件建物では、C L Tを含め124m³の木材を使用し、84t-CO₂の炭素貯蔵効果を得られることが分かった。これは、26世帯分の年間CO₂排出量に値する。

- ・世帯当たりのCO₂排出：3.2t-CO₂/世帯・年
- ・参照：家庭部門のCO₂排出実態統計調査



引用：環境省 <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/kateico2tokei/index.html>

<算定結果>

工法	CLT 利用量	国産材の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)	木材全体 利用量	木材全体の 炭素貯蔵量 (CO ₂ 換算)
CLT	81 m ³	49t-CO ₂	124 m ³	84t-CO ₂
RC	0 m ³	0t-CO ₂	0 m ³	0t-CO ₂

<内訳>

部材、製品名等	建築物に利用した木材 の量 [単位:m ³]	建築物に利用した炭素貯蔵 量[単位:t-CO ₂]
CLT (壁・雑壁他)	81	49
集成材 (柱・大梁)	19	15
集成材 (小梁)	8	6
集成材 (甲乙梁)	4	2
構造用合板 (屋根・床合板)	13	13
合計	124	84

2) 考察

本物件における輸送施策は、CO₂削減が期待できることが確認できた。

炭素貯蔵効果については、同規模のRC造との比較想定をすると、RC造における躯体での炭素貯蔵効果は期待できない。以上のことからRC造と比較し、CO₂排出量を84t-CO₂削減することができた。