

## 2.1 第一生命保険(株)・(株)東邦銀行 / 清水建設(株)

事業名	(仮称) 東邦銀行・第一生命共同ビル新築工事の設計実証		
実施者(担当者)	第一生命保険株式会社・株式会社東邦銀行(清水建設株式会社)		
建築物の概要	用途	事務所・銀行の支店	
	建設地	栃木県宇都宮市	
	構造・工法	鉄筋コンクリート造・木造	
	階数	4	
	高さ(m)	20.45	
	軒高(m)	16.1	
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	2056.91	
	建築面積(m <sup>2</sup> )	634.7	
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	2447.73	
	階別面積	1階	596.85
	2階	608.35	
	3階	608.35	
	4階	608.35	
	PH階	25.83	
CLTの仕様	CLT採用部位	天井(床版)	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )	加工前製品量138.52m <sup>3</sup> 、建築物使用量119.55m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	-
		ラミナ構成	-
		強度区分	-
		樹種	-
	床パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Sx60A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(CLT以外の構造材)	柱:カラマツ集成材 梁:カラマツ集成材	
	木材使用量(m <sup>3</sup> ) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする	155.1m <sup>3</sup>	
仕上	主な外部仕上	屋根	コンクリート金鍍仕上 水勾配1/50
		外壁	コンクリート打放し補修 内外装薄塗材E
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス(Low-E、断熱ガス、日射取得型、中空層幅12mm)
	主な内部仕上	界壁	LGS下地石膏ボードの上EP塗装
		間仕切り壁	LGS下地石膏ボードの上EP塗装
		床	タイルカーペット(t=6mm)
		天井	CLT150mm
構造	構造計算ルート	ルート3(確認申請+構造適合性判定)	
	接合方法	ラグスクリュー(CLT)、HTB+鋼板挿入型DP接合(集成材柱梁)	
	最大スパン	10m(木質部分 集成材梁)	
	問題点・課題とその解決策	木質オフィスの床振動、重量床衝撃音に対する性状に関してまだ知見は少ない。本計画では、CLT型枠を採用することで、スラブ剛性を増大し、両問題の改善を図った。	
耐火	防火上の地域区分	防火地域	
	耐火建築物等の要件	有	
	本建築物の耐火仕様	1時間耐火	
温熱	問題点・課題とその解決策		耐火集成材 柱・梁仕口部の処理+乾式工法にて被覆
	建築物省エネ法の該当有無		規制対象
	温熱環境確保に関する課題と解決策		R階スラブをCLT150mm+RCスラブ+硬質ウレタンフォーム t=30としている。
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	硬質ウレタンフォーム 保温板 1種 ・ 30mm
外壁		発泡ウレタン吹付 1種 ・ 30mm	
床		硬質ウレタンフォーム 保温板 1種 ・ 50mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		-
	建て方における課題と解決策		CLT床版-耐火集成材取り合い部の隙間処理
	給排水・電気配線設置上の工夫		CLT掘り込み加工によるレースウェイの設置
	劣化対策		ビニル養生と高耐候塗装の併用
工程	設計期間	2020年10月~8月下旬(9ヵ月)	
	施工期間	CLT躯体施工期間	2021年9月~2022年9月(13ヵ月)
			2022年1月中旬~4月中旬(3ヵ月間)
	竣工(予定)年月日	2022年9月30日	
体制	発注者	第一生命保険株式会社・株式会社東邦銀行	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	清水建設株式会社一級建築士事務所	
	構造設計者	清水建設株式会社一級建築士事務所	
	施工者	清水建設株式会社	
	CLT供給者	株式会社サイプレス・スナダヤ	
	ラミナ供給者	藤寿産業株式会社(福島県産材)	

実証事業名：(仮称) 東邦銀行・第一生命共同ビル新築工事の設計実証

建築主等／協議会運営者：第一生命保険株式会社・株式会社東邦銀行／清水建設株式会社

## 1. 実証した建築物の概要

用途	事務所・銀行の支店			
建設地	栃木県宇都宮市泉町			
構造・工法	鉄筋コンクリート造・木造			
階数	4			
高さ (m)	20.45	軒高 (m)	16.1	
敷地面積 (㎡)	2056.91	建築面積 (㎡)	634.7	
階別面積	1階	596.85	延べ面積 (㎡)	2447.73
	2階	608.35		
	3階	608.35		
	4階	608.35		
	PH階	25.83		
CLT採用部位	天井(床版)			
CLT使用量 (m <sup>3</sup> )	加工前製品量 138.52 m <sup>3</sup> 、建築物使用量 119.55 m <sup>3</sup>			
CLTを除く木材使用量 (m <sup>3</sup> )	155.1 m <sup>3</sup>			
CLTの仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	-		
	床	(150mm厚/5層5プライ/Sx60A相当/スギ)		
	屋根	-		
設計期間	2020年10月～8月下旬(11ヵ月)			
施工期間	2021年9月～2022年9月(13ヵ月)			
CLT躯体施工期間	2022年1月中旬～4月中旬(3ヵ月間)			
竣工(予定)年月日	2022年9月30日			

## 2. 実証事業の目的と設定した課題

(仮称) 東邦銀行・第一生命共同ビル新築工事において、ESG投資や健康経営に寄与する、木架構とCLT表しの天井による木そのものに囲まれたオフィス空間の実現を目的とする。

今回実証事業で設定した課題は以下である。

- (1) 仮設計画を勘案したCLT床版と耐火集成材の柱・梁との取合い
- (2) CLT・RC合成床による歩行振動・重量床衝撃音の軽減
- (3) CLTパネルによる室内温熱環境の検証



## 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) CLT パネルと RC スラブとの一体化による歩行振動及び重量床衝撃音の軽減効果を実証した。歩行振動は、CLT パネルを考慮することによって床振動性状が改善し、評価点においてクライテリアの V-70 を満足していることを確認した。重量床衝撃音については、各周波数領域において床衝撃音レベルが大きく改善していることを確認した。

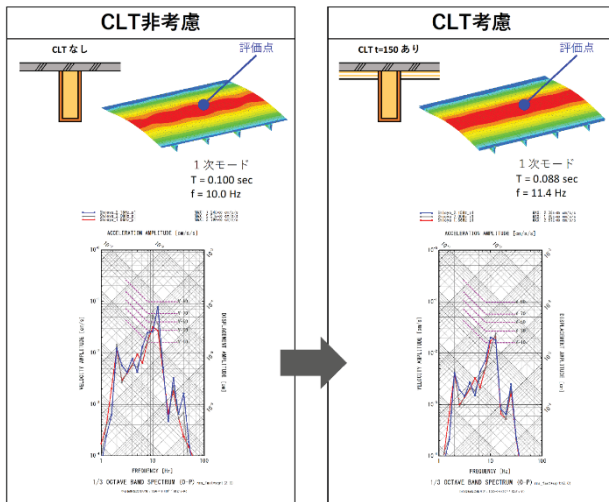


図 5-1.床振動の軽減効果

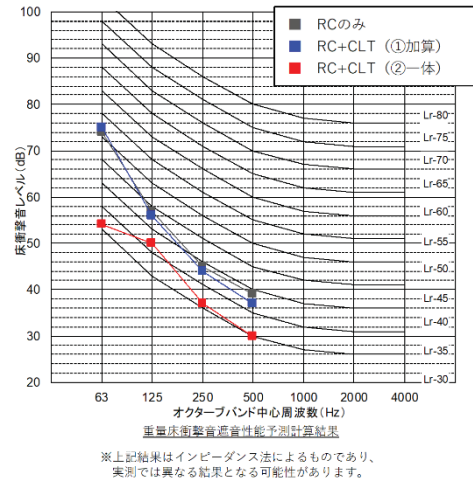


図 5-2.重量床衝撃音の軽減効果

- (2) CLT パネルの断熱性能による室内温熱環境への影響を検証した。

冬季暖房時室温設定を 22°C とし、天井面以外の 5 面 22°C 一定条件のもと、上階非空調室の室を 16°C とした場合、天井の表面温度の違いによる代表点での平均放射温度 (MRT) をシュミレーションした。天井面・机上面ともに CLT パネルを適用することによる室内温熱環境の安定を確認した。

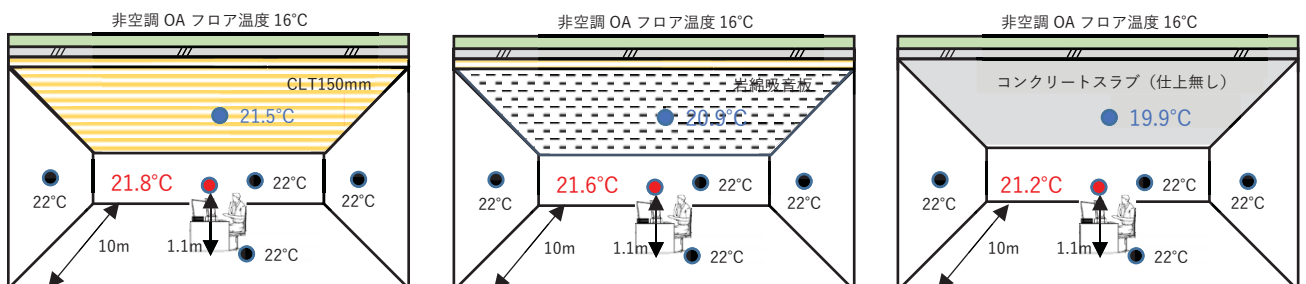


図 5-3.天井の表面温度の違いによる代表点での平均放射温度

## 6. 本実証により得られた成果

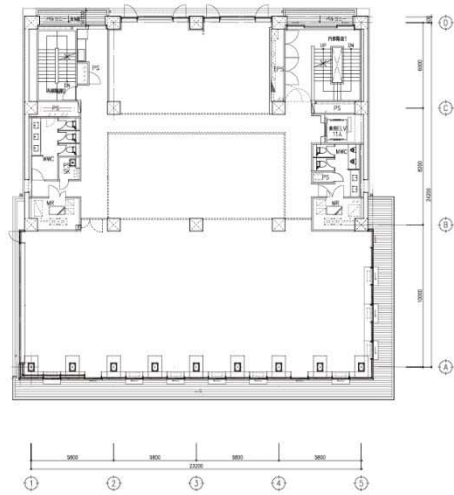
本計画は、CLT パネルの複合的な利点に着目し、特に事務所での歩行振動抑制・重量床衝撃音の軽減・室内環境の軽減について実証した。

RC 造と木造の平面混構造に CLT パネルを組み込んだ本計画での実証は、木材使用による ESG 投資や SDGs への貢献が特に期待される中規模都市型木造オフィス・商業店舗にも適用可能であり、汎用性・普及性が高いと考える。

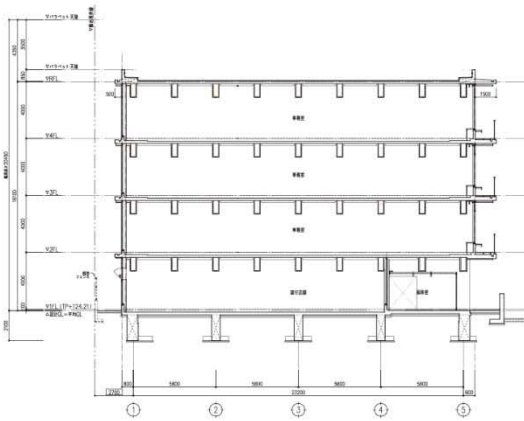
## 7. 建築物の平面図・立面図・写真等



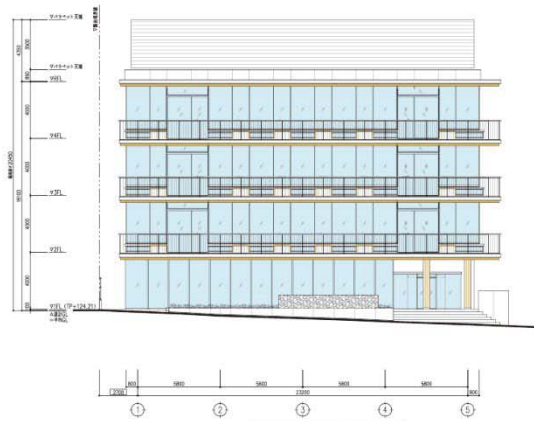
外観イメージ



基準階平面図



断面図



立面図

## 8. 成果品

### 目次

- 8-1. 計画概要
- 8-2. 事業コンセプト
- 8-3. 建築計画
- 8-4. 構造計画
- 8-5. 実証内容について
  - 8-5-1 仮設計画を勘案した CLT 床版と耐火集成材の柱・梁との取合い
  - 8-5-2 CLT・RC合成床による歩行振動・重量床衝撃音の軽減
  - 8-5-3 断熱性能向上による室内環境の検証
  - 8-5-4 避難安全検証法ルートBによる内装制限の緩和
  - 8-5-5 事務所用途に応じた可変性のある設備配管・配線計画
  - 8-5-6 型枠仕上兼用によるコスト圧縮効果

## 8-1 計画概要

宇都宮市中心市街地を横断する国道 119 号線（通称 大通り）に面する、既存第一生命栃木支社ビル建替え及び東邦銀行 旧支店敷地の一体開発である。

1 階を銀行店舗、2 階～4 階を第一生命保険の事務所とする計画である。

## 8-2 事業コンセプト

以下に 3 つの事業コンセプトと、対応する計画方針を示す。

- ① 生命保険業界・銀行業界初の中層木造オフィスの実現  
→清水建設の独自技術である 1 時間耐火認定を取得した耐火構造部材である「スリム耐火ウッド®」、RC と CLT による合成床板とである「ハイウッドスラブ®」を採用する。

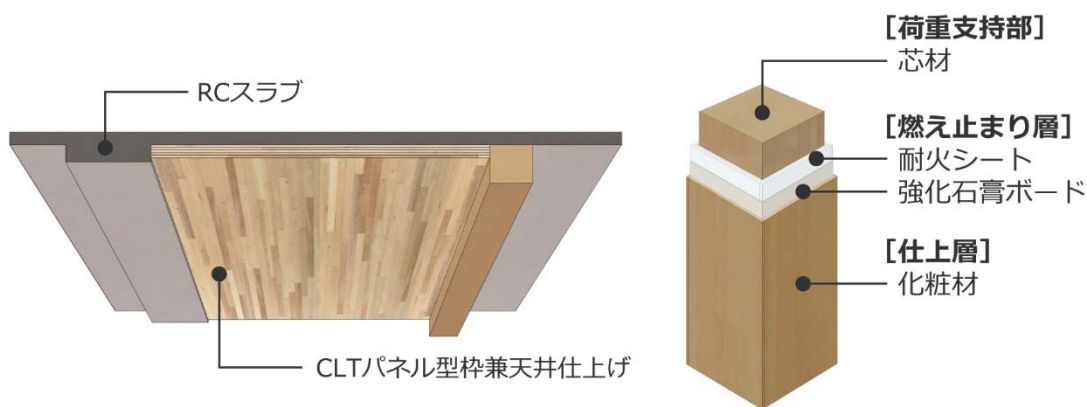


図 8-2. RC・CLT 合成床板、耐火集成材概要図

- ② 地産木材利用による地方創生・地域活性化への貢献  
→柱梁の芯材を、福島県産のカラマツ材、造作材・CLT 床版・バルコニー軒裏を、栃木県産のスギ材とする。  
木材使用量は 約 274 m<sup>3</sup>（CLT パネルとして 119.55 m<sup>3</sup>使用）、二酸化炭素固定量としては 約 177 t の効果がある。
- ③ 施設利用者の QOL 向上・健康経営への寄与  
→バルコニーと自然通風を活かした風通しのよさと木そのものに包まれた空間により、利用者の QOL（※）向上を目指す。

（※）“Quality Of Life”の略。物理的な豊かさだけでなく、精神面を含めた豊かさを意味します。

### 8-3 建築計画

大通り沿いに、大部屋空間（1階では銀行店舗ロビー・2～4階では事務室）を配置し、耐火集成材の柱・梁による架構と CLT 床版による木そのものに包まれた空間とする。街に対しては、木のあたたかみを表出し景観形成に寄与することを意図した。



図 8-3-1 外観パース

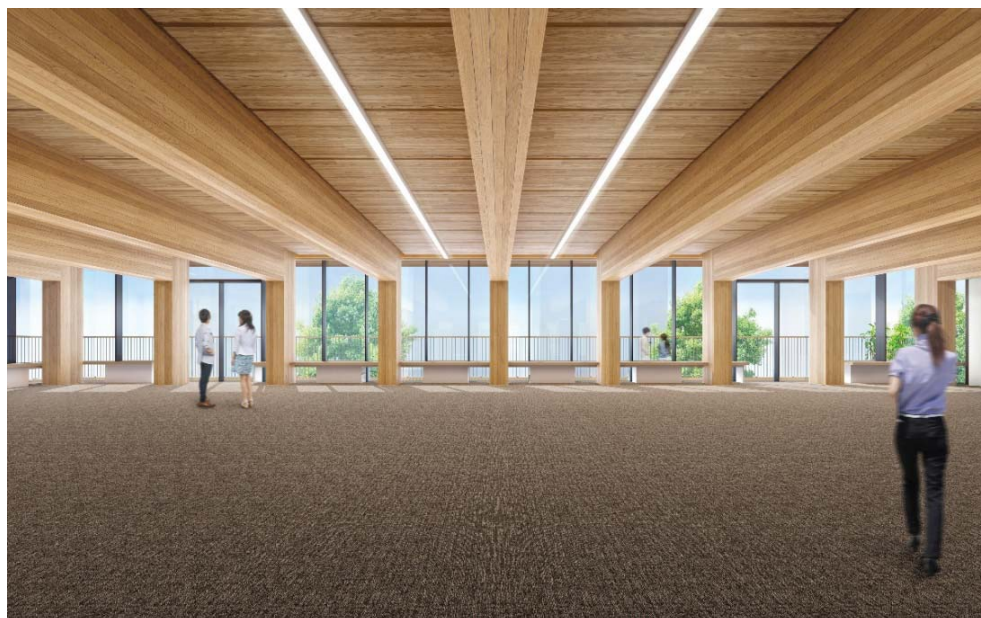


図 8-3-2 内観パース



## 8-4 構造計画

B通りを境界に南側を木質構造、北側を耐震壁付きラーメン架構によるRC造とする。北側の鉄筋コンクリート部分に地震力を負担させ、南側の耐火集成材柱・梁は鉛直荷重を負担する構成とする。

木質構造部を地震力から解放することで、簡易な接合部とした。L型フレームが連続する軽快な木質空間を実現するとともに、施工性を向上した。

10メートルのロングスパンの木質梁でありながら居住性を確保する課題に対して、RCスラブとの木質合成梁、CLTパネルとRCスラブとの一体化に取り組んだ。

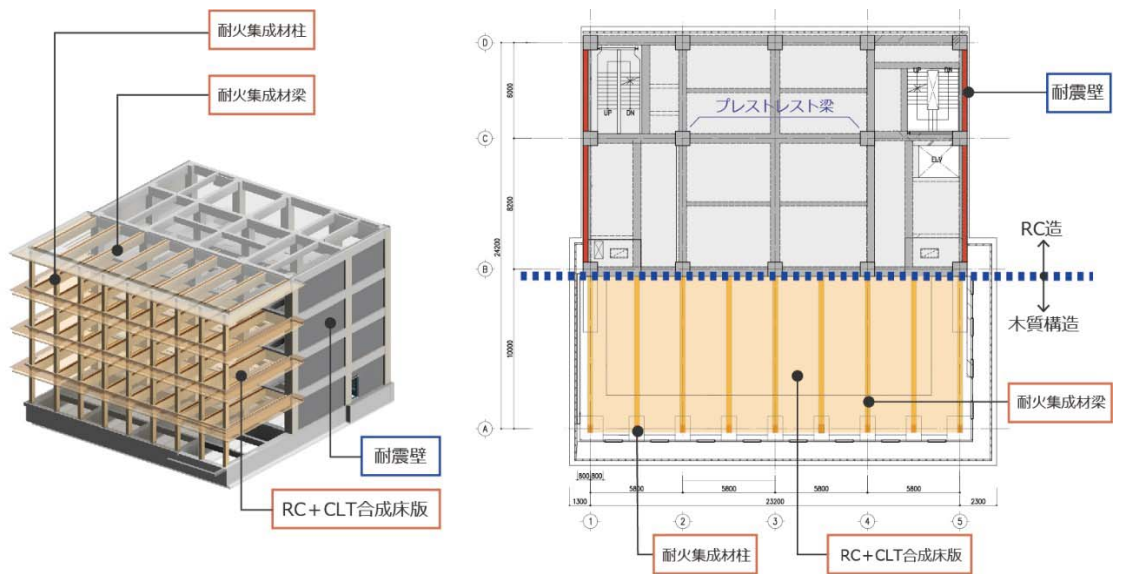


図 8- 4-1 構造架構図

(1)主な使用材料  
木材

表 8-4-1 構造用集成材

材料	規格	樹種	等級	使用部位	備考
構造用集成材	JAS	カラマツ	E95-F315	柱	同一等級構成 集成材
構造用集成材	JAS	カラマツ	E105-F300	梁	対称異等級構成 集成材
CLT	JAS	スギ	S60A	床 (型枠)	5層5プライ 厚さ 150mm

表 8-4-2 鉄筋種別および使用部材

材料	採用規格等	使用部位	備考
アンカーボルト	ABR400	柱梁接合部	
鋼板	SS400	柱梁接合部	
ラグスクリュー	Zマーク表示金物	柱梁接合部 梁スラブ接合部	
ドリフトピン	SS400	柱梁接合部	

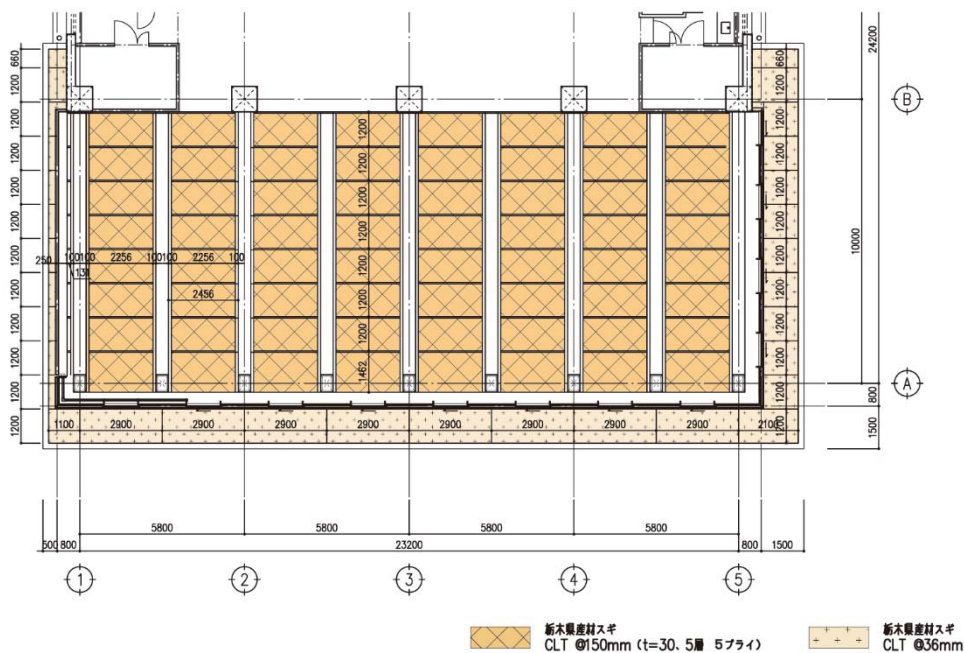


図 8-4-2.CLT 床版割付図

## 8-5 実証内容について

### 8-5-1 仮設計画を勘案した CLT 床版と耐火集成材の柱・梁との取合い

本計画の躯体施工は、北側の鉄筋コンクリート造部分を先行し、工場製作の耐火集成材及びCLT床版を建込む手順とした。

先行する鉄筋コンクリート造部分との調整代を確保するために、木梁端部および木柱柱頭は、鋼板挿入型ドリフトピン接合によりガセットプレートを部材端に仕込み、部材同士はダブルシアのハイテンションボルト接合とする形式とした。

鋼板挿入型ドリフトピン接合とした場合と比べて、現場での接合を容易にし、先行建方をするRC造部分との調整代を確保する。

鉄骨造の一般的な納まりである、ハイテンションボルト接合・アンカーボルト接合とすることで、施工性の向上とともに、鉄骨業者でも対応可能し、労務改善を図る。

耐火集成材梁間に設置するCLT床版の端部には、幅50mm・深さ60mmの掘り込みを設けた。CLTパネル間の目違いや施工精度の吸収代とするとともに、設備配管用のスペースとしても利用する。

耐火集成材とCLT床版の取合いについては、耐火構造形成の為 耐火集成材勝ちの納まりとしており、打設時の養生・仮設計画については 建設実証にて引き続き検討する。

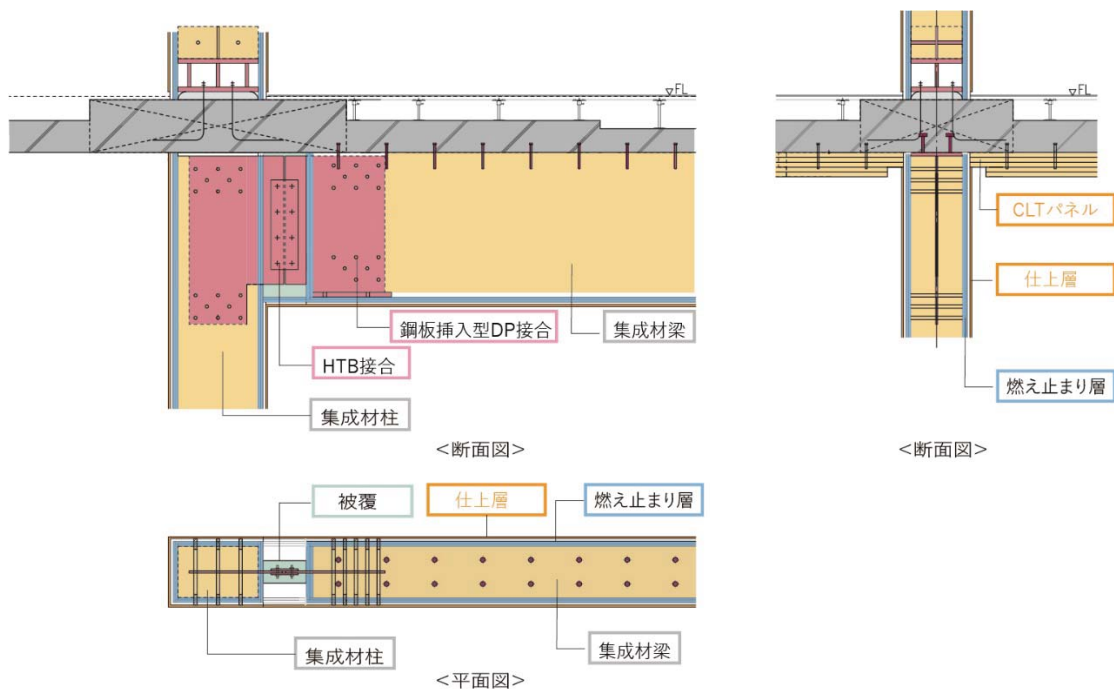
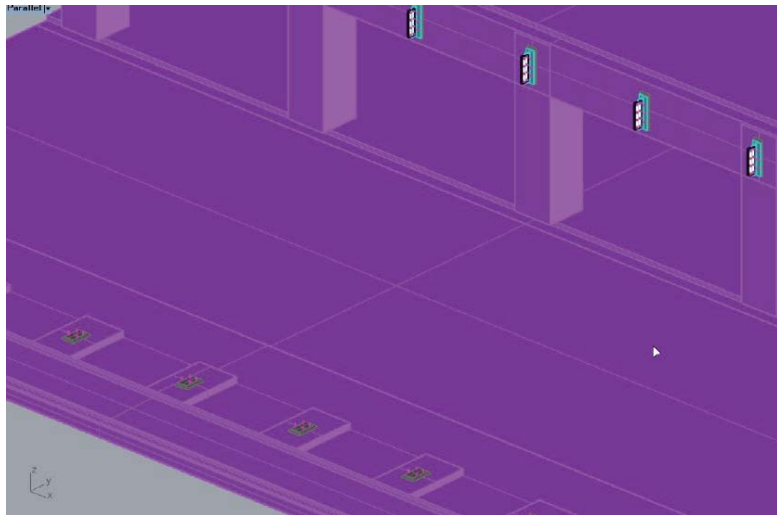
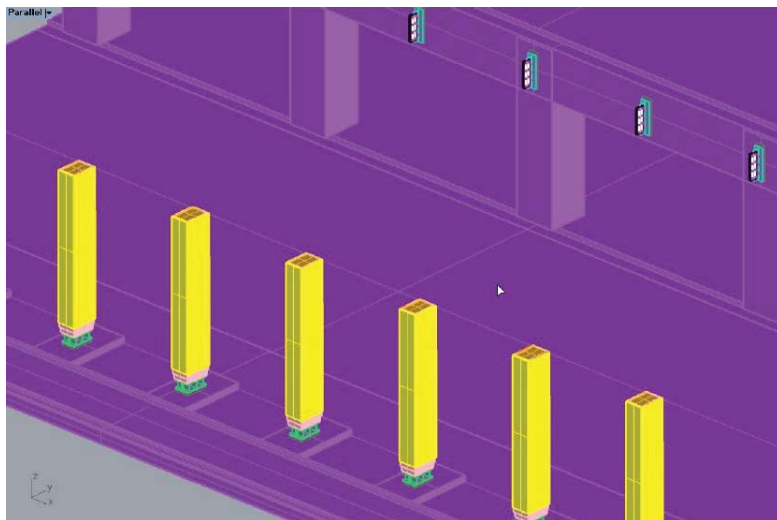


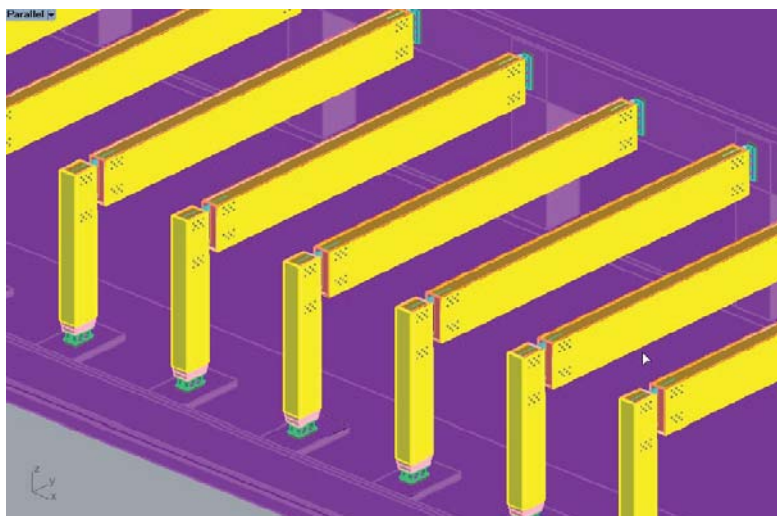
図 8-5-1-1.耐火集成材 柱・梁概要図



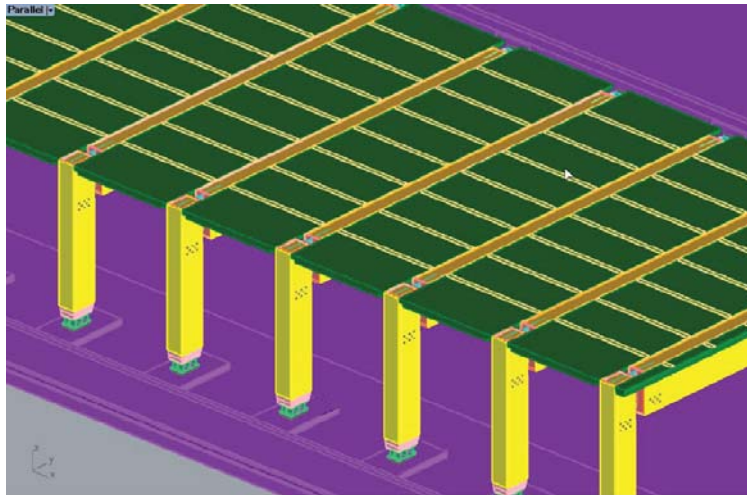
A.RC 部施工  
(柱脚部・梁仕口部アンカーボルト埋込み)



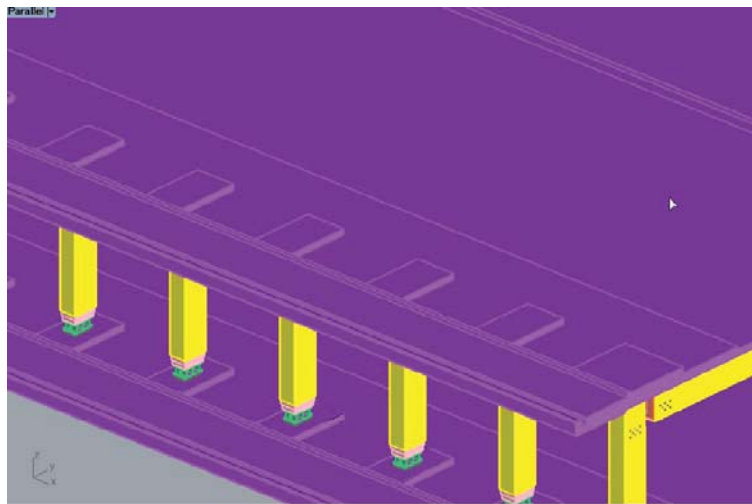
B.木柱建方 P



C.木梁建方



D.CLT 床版敷込



E.RC床打設

図 8-5-1-2. 木質架構部施工フロー

### 8-5-2 CLT・RC合成床による歩行振動・重量床衝撃音の軽減

耐火集成材梁は、既往の研究<sup>12)</sup>を参考にRCスラブとの木質合成梁として設計した。集成材天端にラグスクリューを設置し、RCスラブとの合成梁とすることで、剛性および耐力割増効果を見込んでいる。

CLT型枠は天端にラグスクリュー（φ12 L=150）を300ピッチ程度に設置しRCスラブと緊結した。ラグスクリューは鉛直荷重に対してCLTパネルの脱落に抵抗するとともに、RCスラブとのシアキーとして働くことを意図した。これにより、CLTパネルとの合成効果によるRCスラブの剛性向上を図り、歩行振動・重量床衝撃音の抑制に寄与させることとした。

次頁以降では、歩行振動・重量床衝撃音について、解析等による評価を示す。

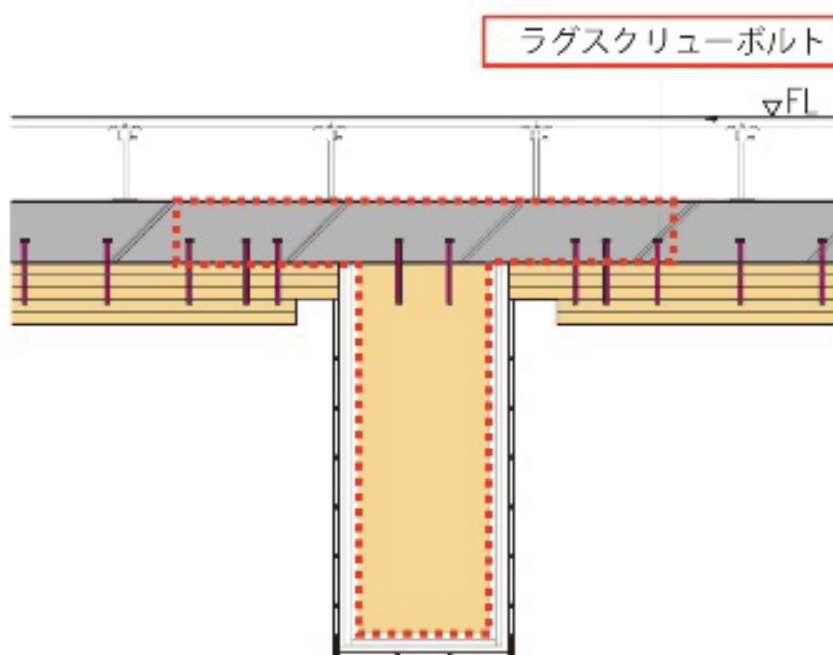


図 8-5-2-1.耐火集成材梁・CLT 概要図

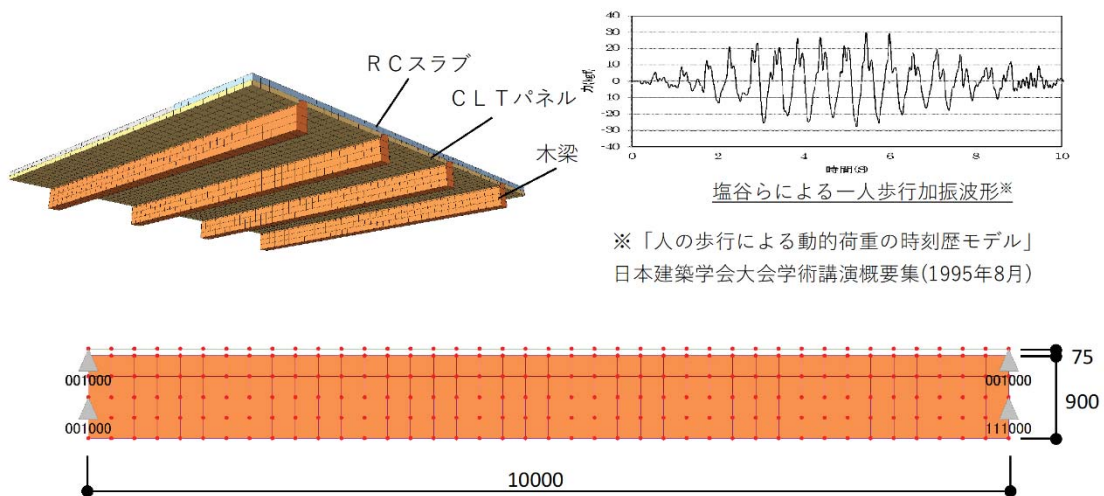
### 【歩行振動の抑制】

本建物の事務室部分の居住性能を確保する為、その設計性能目標を日本建築学会「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説(2004)」に基づき、事務室において満足することが望ましいとされている居住性能 V-70 (二人歩行) を満足することとする。

上記居住性能について、以下に示す解析によるシミュレーションにより確認する。

#### シミュレーション概要

- ・ 解析方法 : 有限要素法(減衰定数 1.0%)
- ・ モデル化の範囲 : 事務室階の 1 フロア全体
- ・ 想定荷重 : 固定荷重と積載荷重(地震用)の合計
- ・ 振動解析の方法 : 歩行荷重波形を加振した弾性時刻歴応答解析
- ・ 歩行加振波形 : 下図に示す一人歩行加振波形の 1.5 倍を入力波とする
- ・ 歩行加振位置 : 解析モデルを用いた固有値解析結果に基づき設定
- ・ 評価方法 : 評価位置の 1/3 オクターブバンドスペクトルが右図の性能評価曲線の V-70 以下に収まることを確認する(加振位置と評価位置は同一位置とする)



※「人の歩行による動的荷重の時刻歴モデル」  
日本建築学会大会学術講演概要集(1995年8月)

図 8-5-2-2. 振動解析モデル

### 【検証内容】

振動解析を実施し、CLT の考慮/非考慮による床振動性状への影響を検証する。  
建設実証にて、施工後の振動測定を実施する。

### 【床振動解析結果】

CLT と RC スラブは一体化して挙動するものとして仮定する。  
固有値解析結果に基づく 1 次モード図および固有振動数を示す。  
また、1/3 オクターブバンド分析結果を下図に示す。CLT を考慮することによって床振動性状が改善し、評価点においてクライテリアの V-70 を満足していることを確認した。

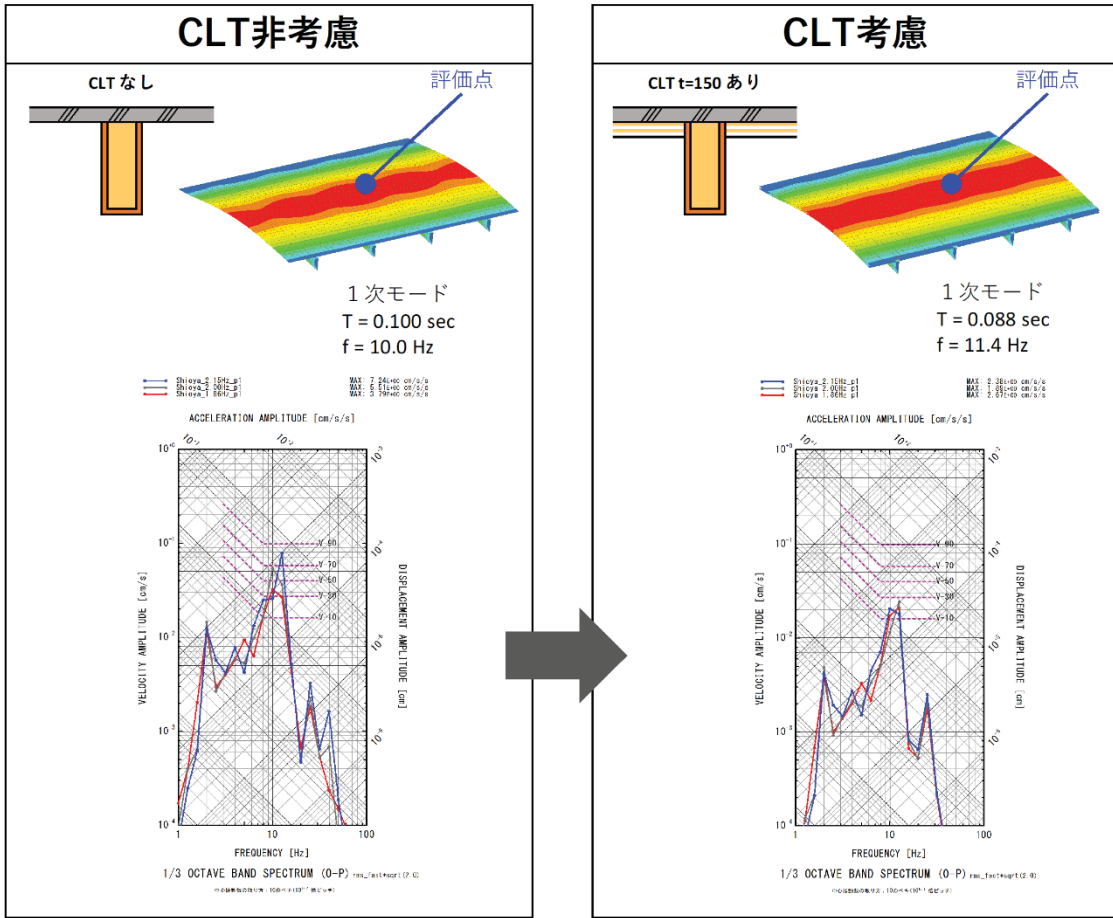


図 8-5-2-3. 振動解析結果



### 【重量床衝撃音の抑制】

RC スラブに CLT パネルを付加したことによる、重量床衝撃音に対する遮音性能の向上効果について明らかにする。

### 【検証内容】

#### ・インピーダンス法による事前検証

スラブを支持するのはロングスパンの耐火木梁であり、スラブ四辺の固定度が寄与する遮音性能に対して、どの程度の影響があるか検証する。

建設実証にて、施工後の振動測定を実施する。

### 検証概要

- ・ 検討方法 : インピーダンス法 (学会式)
- ・ 床スラブ支持 : 木梁は小梁による支持として評価
- ・ 床スラブ条件 : RC スラブと CLT パネルを等価な単板スラブとして評価
  - ・ RC スラブ  $t=150$  ( $F_c=30$ )
  - ・ CLT パネル  $t=150$  (S60A-5-5)

### 等価単板スラブへの換算方法

等価単板スラブへの換算では、①RC スラブと CLT パネルの曲げ剛性を単純に加算すると仮定した場合、①RC スラブと CLT パネルが緊結され一体に動くと仮定した場合の 2 通りで検証した。①の方法は、文献 1) に示される均質単板スラブに増し打ちした場合に基づいて算定した。②の方法は、①の方法において RC スラブと CLT パネルが一体とした場合の断面二次モーメントを用いて算定した。

予測計算結果をみると、①加算による評価の場合、RC スラブ単独の場合とほぼ同一の結果となることがわかった。一方、②一体とする評価の場合、各周波数領域において床衝撃音レベルが大きく改善していることがわかる。

実際の合成床板は、RC スラブと CLT スラブをラグスクリューによって緊結するため、①と②の中間に位置するような遮音性能を有すると考えられる。

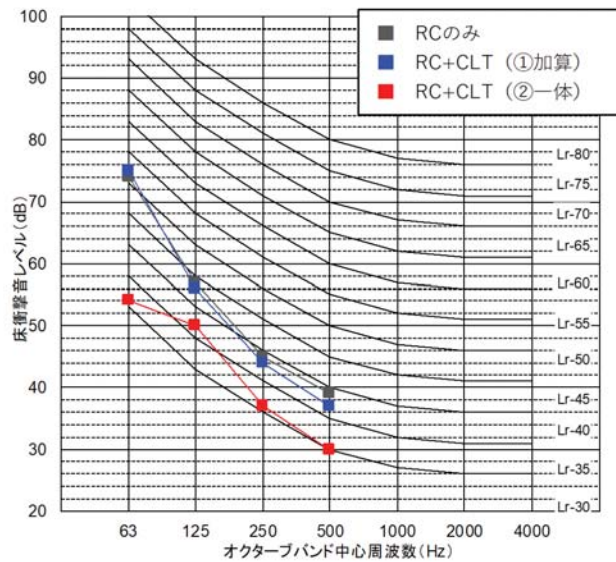
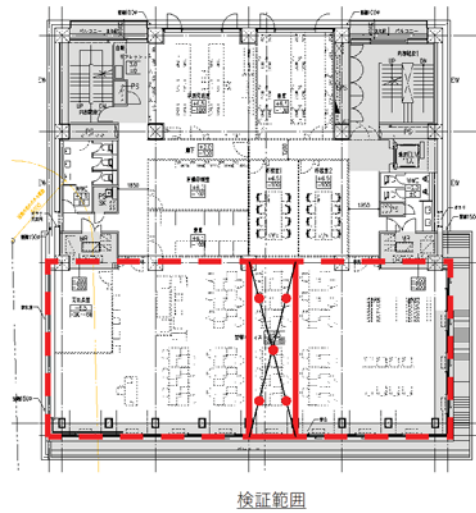


図 8-5-2-4. 重量床衝撃音遮音性能予測結果

[参考文献]

- 1) 畔柳 歩 他：鉛直荷重を受ける集成材梁-RC 床版合成梁に関する実験的研究 集成材梁と RC 床版の一体効果を考慮した合理的部材設計手法の構築 その 1、日本建築学会構造系論文集 第 79 巻 第 697 号, 393-400, 2014. 3
- 2) 蒲池 健 他：集成材梁-RC 床版合成梁設計法の提案と実験による検証 集成材梁と RC 床版の一体効果を考慮した合理的部材設計手法の構築 その 2、日本建築学会構造系論文集 第 79 巻 第 702 号, 1147-1156, 2014. 8

### 8-5-3 断熱性能向上による室内環境の検証

#### 【検証目的】

熱伝導率が  $0.12\text{W/mK}$  である CLT パネルを RC スラブに付加することによる、室内温熱環境向上効果を確認する。

#### 【検証内容】

上階が非空調の際の室内温熱環境シミュレーションを、3種類の仕上（RC スラブ+CLT パネル・RC スラブ表し・RC スラブ+軽量鉄骨下地 岩綿吸音板）で実施し、天井の CLT パネルによる保温性を天井の表面温度の違いによる代表点での平均放射温度（MRT）にて確認する。

#### 【検証結果】

冬季暖房時室温設定を  $22^\circ\text{C}$  とし、天井面以外の 5 面  $22^\circ\text{C}$  一定条件のもと、上階非空調室の室を  $16^\circ\text{C}$  とした場合、天井の表面温度の違いによる代表点での平均放射温度（MRT）を計算した。

RC スラブ+CLT パネル	天井部	$21.5^\circ\text{C}$	机上	$21.8^\circ\text{C}$
RC スラブ+軽量鉄骨下地 岩綿吸音板	天井部	$20.9^\circ\text{C}$	机上	$21.6^\circ\text{C}$
RC スラブ	天井部	$19.9^\circ\text{C}$	机上	$21.2^\circ\text{C}$

室内温熱環境が安定していることを確認した。

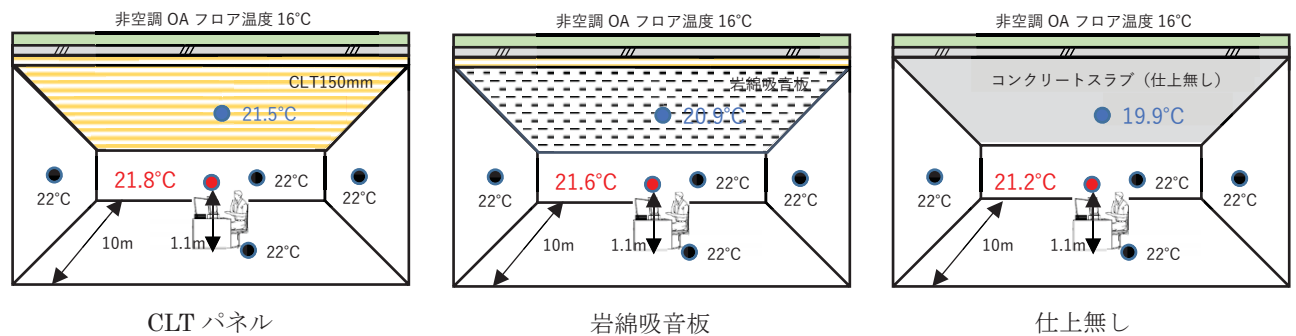


図 8-5-3 天井の表面温度の違いによる代表点での平均放射温度

#### 8-5-4 避難安全検証法ルートB適用による内装制限の緩和

##### 【検証目的】

CLT床版下3.5メートル、梁下2.7メートルの高天井による蓄煙効果を活用し、木架構部の内装制限を緩和する。

##### 【検証内容】

竣工引き渡し後も手続きが比較的簡便な避難安全検証法ルートBを活用する。  
階避難安全検証・居室避難安全検証により、内装制限・排煙設備の緩和を検討した。

##### 【検証結果】

木架構部高天井部による蓄煙効果により各階ともに、階煙降下時間に対して階避難時間が短く抑えられており内装制限の緩和が可能とした。

### 8-5-5 事務所用途に応じた可変性のある設備配管・配線計画

#### 【検証目的】

木架構を魅せるオフィス空間・店舗空間における設備計画の検討。

#### 【検証内容】

視環境シュミレーションにより、事務所・店舗に要求される照度確保と梁型表しの木架構空間を映えさせる照明計画の両立を比較検討する。

照明計画の検討と並行して、将来増設を対応した防災・防犯設備等の設置・配線・配管計画を行う。

#### 【検証結果】

ライン照明を 2900 mm ピッチの梁型中央に配置し、必要照度 750LX を確保した。  
配線用のレースウェーをライン照明上部に設置、ライン照明と直交方向に約 2400mm ピッチに防災・防犯器具設置用のレースウェーを設置し、将来増設に対応する計画とした。

照明計画	A案：ペンダント(上下配光)	B案：配線ダクト天井照明	C案：梁型配線照明	D案：直交天井照明
概要	・木調レベルに合わせて、ペンダントライトを吊下げ、上下配光ペンダントライトを採用し、木天井を明るく照らす	・配線ダクトを600mm以下天井に取り付け、直交型ベースライトを埋め込み、光漏れを抑制してアクセント照明効果を出す。木天井を明るく照らす	・天井空間に配線ダクトを取り付け、直交型ベースライトを埋め込み、必要照度を確保することと併せて天井空間に、防災・防犯器具設置用のレースウェーを設置し、木天井を明るく照らす	・梁と直交方向に配線ダクトを取り付け、直交型ベースライトを埋め込み、必要照度を確保することと併せて天井空間に、防災・防犯器具設置用のレースウェーを設置し、木天井を明るく照らす
照明取付イメージ				
空間照度分布				

図 8-5-5-1. 執務室 視環境シュミレーション

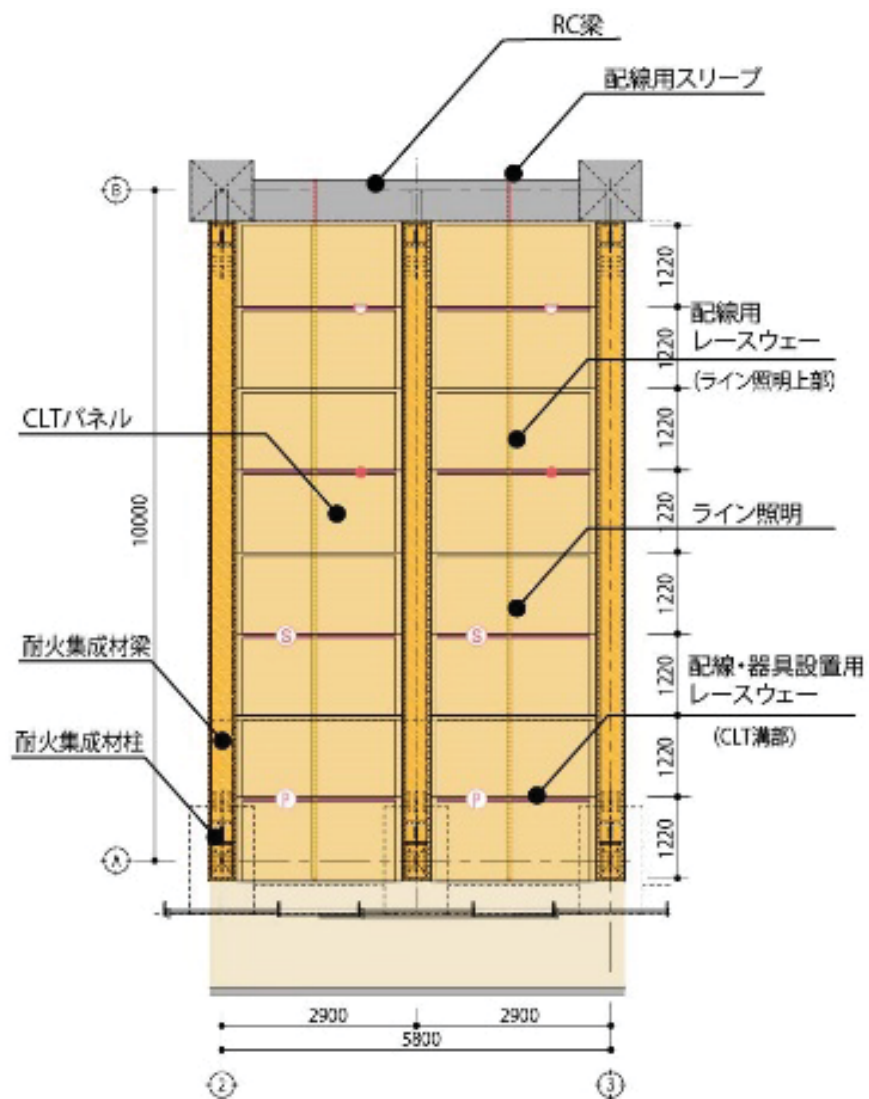


図 8-5-5-2. 執務室 天井伏図

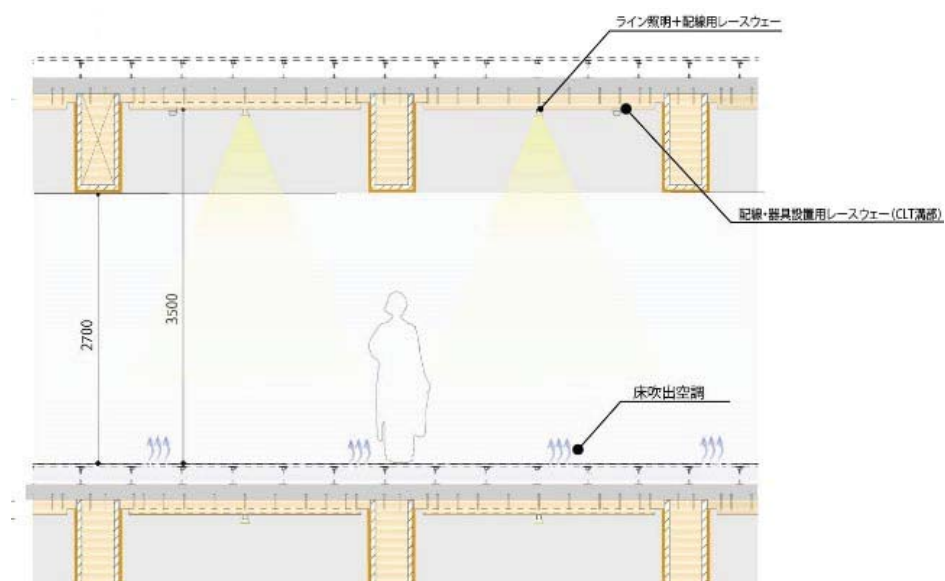


図 8-5-5-3. 執務室 断面図

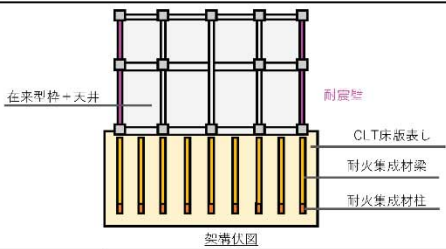
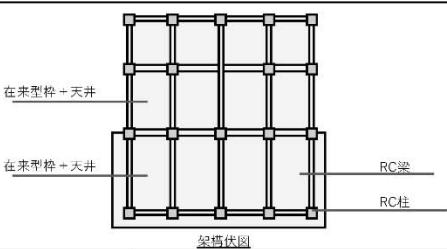
### 8-5-6 型枠仕上兼用によるコスト圧縮効果

下表に実証事業の建築物と CLT 及び耐火集成材を RC 造に変更した場合のコストを比較した。

仮設工事は、梁との取合い部で耐火構造形成の為、耐火集成材勝ちの納まりとする必要があり、CLT 設置のための仮設材が生じるため圧縮効果がなかった。

内装仕上は、コスト圧縮効果がある。

CLT パネルに配管スペース等を設置しているため、将来の増設等運用後の対応を容易にしている。

		RC (耐震壁付きラーメン架構) + W造		RC造 (ラーメン架構)	
概要					
躯体	RC全体 数量比率	1	69,822千円	1.04	72,614千円
	耐火柱梁	柱・梁：36本	112,088千円	—	0千円
仕上	型枠	在来	29,656千円	在来	30,842千円
		CLT	39,948千円	CLT	0千円
	大井下地 + 仕上	在来天井	5,000千円	在来天井	10,000千円
RC造との コスト比較		+143,058千円		± 0	