

2.1 (株)大林組

事業名		(仮称) OYプロジェクト計画		
実施者 (担当者)		株式会社大林組		
建築物の概要	用途	研修所		
	建設地	神奈川県横浜市弁天通2丁目		
	構造・工法	木造軸組工法+CLT壁(耐力壁)+CLT床		
	階数	地上11階・地下1階		
	高さ(m)	44.1		
	軒高(m)	42.14		
	敷地面積(m ²)	563.28		
	建築面積(m ²)	397.58		
	延べ面積(m ²)	3507.46		
	階別面積	地下1階	322.87	
		1階	382.94	
		2階	307.34	
		3階	337.71	
4階		359.19		
5階		336.95		
6階		336.95		
7階		313.32		
8階		325.13		
9階		359.19		
10階		83.81		
11階	42.06			
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床、屋根		
	CLT使用量(m ³)	建築物使用量650m ³		
	壁パネル	寸法	150mm+150mm厚/150mm+90mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ+5層5プライ / 5層5プライ+3層3プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
	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相当	
樹種		スギ		
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)	柱/梁:カラマツ/スギLVL		
	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	構造材:1100m ³ 、柱/梁燃え代層:150m ³ 、その他仕上材:100m ³		
仕上	主な外部仕上	屋根	CLTt150+胴縁+木毛セメント板t25+塗膜防水	
		外壁	CLTt150+150(90)+胴縁+木毛セメント板t25+金属葺	
		開口部	ダブルスキンカーテンウォール (Low-E複層ガラス:インナーサッシ) アルミサッシ (Low-E複層ガラス)	
	主な内部仕上	界壁	LGS+PB2枚貼り	
		間仕切り壁	LGS+PB2枚貼り	
		床	CLTt150+鋼製上床t300+フローリング (一部遮音層付加)	
天井	鋼製下地+合板+木羽目板張り			
構造	構造計算ルート	時刻歴応答解析 (性能評価+大臣認定ルート)		
	接合方法	CLT耐震壁:鋼板挿入ドリフトピン接合、CLT床:ビス接合		
	最大スパン	大梁:6.9m、小梁:10.2m、CLT床:3.9m		
	問題点・課題とその解決策	・CLT耐震壁の効果を十分に発揮させるためにはCLT耐震壁とラーメン架構の最大耐力が発揮する変形角を同程度とする必要がある。そこでCLT耐震壁のジョイントは緩みを持たせたディテールとしラーメン架構に耐震梁を追加することで、両者の最大耐力時の層間変形角をほぼ1/150として架構全体の剛性および耐力を確保した。		
		・CLT床の面内せん断力移行機構が不明確であった。そこでCLT床とLVL梁を留めるビス(パネリド)のせん断試験を新たに行い、必要剛性および耐力を満足するビス配置とした。		
防火	防火上の地域区分	防火地域		
	耐火建築物等の要件	あり		
	本建築物の耐火仕様	2時間耐火 (一部柱/梁に3時間耐火仕様を採用)		
	問題点・課題とその解決策	中高層耐火純木造における避難安全検証法ルートC (大臣認定) の採用		
温熱	建築物省エネ法の該当有無	届け出対象		
	温熱環境確保に関する課題と解決策	断熱性能の高い木造躯体 (LVL柱/LVL梁/CLT耐力壁) で内外区画を形成		
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根 (又は天井)	CLT面にはなし	
		外壁	CLT面にはなし	
床		CLT面にはなし		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	Lr-55を実現する乾式CLT遮音床の開発		
	建て方における課題と解決策	実大施工試験により躯体精度や施工クリアランスの検証を行った		
	給排水・電気配線設置上の工夫	縦シャフトは堅穴区画を形成しCLT耐火床へのスリーブを極力要しない計画とした		
	劣化対策	燃え止まり石膏ボード面には極力雨が掛からない施工計画とする		
工程	設計期間	2019年4月~9月 (6ヵ月)		
	施工期間	2019年9月~2020年1月 (4.5ヵ月)		
		CLT躯体施工期間	2021年5月中旬~10月中旬 (5ヵ月)	
	竣工 (予定) 年月日	2022年3月15日		
体制	発注者	株式会社大林組		
	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)	株式会社大林組		
	構造設計者	株式会社大林組		
	施工者	株式会社大林組		
	CLT供給者	未定		
ラミナ供給者	未定			

実証事業名：(仮称) OYプロジェクト計画

建築主等／協議会運営者：株式会社大林組

1. 実証した建築物の概要

用途		研修所		
建設地		神奈川県横浜市		
構造・工法		木造軸組工法+CLT 壁（耐力壁）+CLT 床		
階数		地上 1 1 階・地下 1 階		
高さ (m)		44.1	軒高 (m)	42.14
敷地面積 (㎡)		563.28	建築面積 (㎡)	397.58
階別面積	地下 1 階	322.87	延べ面積 (㎡)	3507.46
	1 階	382.94		
	2 階	307.34		
	3 階	337.71		
	4 階	359.19		
	5 階	336.95		
	6 階	336.95		
	7 階	313.32		
	8 階	325.13		
	9 階	359.19		
	10 階	83.81		
11 階	42.06			
CLT 採用部位		壁、床、屋根		
CLT 使用量 (m ³)		建築物使用量 650 m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)		構造材：1100 m ³ 、柱/梁燃え代層：150 m ³ 、その他仕上材：100 m ³		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	150mm+150(90)mm 厚/5(3)層 5(3)プライ/Mx60A 相当/スギ		
	床	150mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60A/相当/スギ		
設計期間		2019 年 7 月～2020 年 3 月 (8 ヶ月)		
施工期間		2020 年 3 月～2022 年 3 月 (24 ヶ月)		
CLT 躯体施工期間		2021 年 5 月中旬～10 月中旬		
竣工 (予定) 年月日		2022 年 3 月 15 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

① CLT 耐力壁、CLT 床を有する 11 階建て耐火純木造ビルにおける設計実証

【目的】構造設計、施工性の観点より、耐火木構造部材である柱梁と CLT 床の取り合いや CLT 耐力壁のディテールの見極め、検証を行う。

【課題】CLT 耐力壁、CLT 床まわりの各所ディテール設計と施工性の検証

② 乾式 CLT 遮音床の性能実証

【目的】床乾式での CLT 床の遮音性能は、従来、質量や吸音材の付加で確保していたが、付加質量材や吸音材は高価な為、重量衝撃音に対する遮音性能を向上させる安価な仕様・技術の開発を目指す。

【課題】検証する乾式 CLT 床仕様での重量衝撃音性能値の把握
CLT 遮音床のコスト／重量の検証

3. 協議会構成員

(設計・構造設計・施工) 株式会社大林組

(技術検証)：大林組技術研究所・株式会社シェルター

4. 課題解決の方法と実施工程

- ① CLT 耐力壁、CLT 床を有する 11 階建て耐火純木造ビルの計画を取り纏め、大臣認定(構造評定／構造時刻歴応答解析)を取得した。また、シェルターにより BIM を活用して実大架構モックアップを製作し、施工試験にて各所設計ディテールでの施工性の検証を行った。
- ② 予備試験とコスト検証を行い、遮音仕様案をとりまとめ、日本建築総合試験所における本試験により性能確認を行った。

<協議会の開催>

2019 年 7 月・9 月・10 月・11 月・12 月、2020 年 1 月に協議会開催

<設計>

2019 年 7 月~2020 年 3 月：実施設計

2020 年 1 月：実大架構モックアップ施工試験

2020 年 3 月：建築確認申請

<性能確認>

2019 年 11 月：CLT 床遮音性能確認予備試験(大林組技術研究所)

2020 年 2 月：CLT 床遮音性能確認試験(日本建築総合試験所)

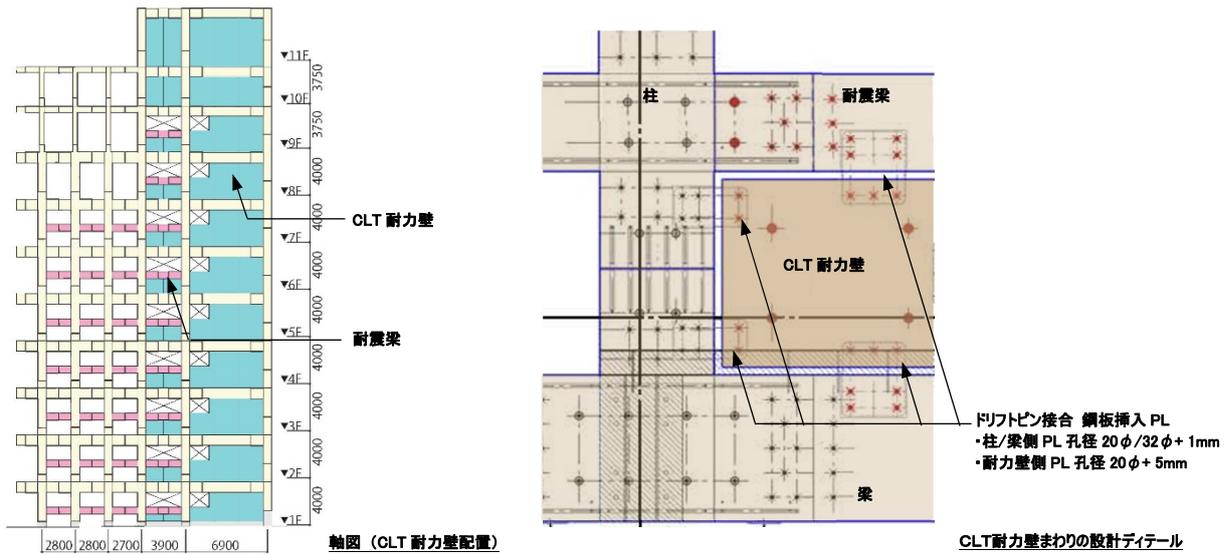
5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

① CLT 耐力壁、CLT 床を有する 11 階建て耐火純木造ビルにおける設計実証

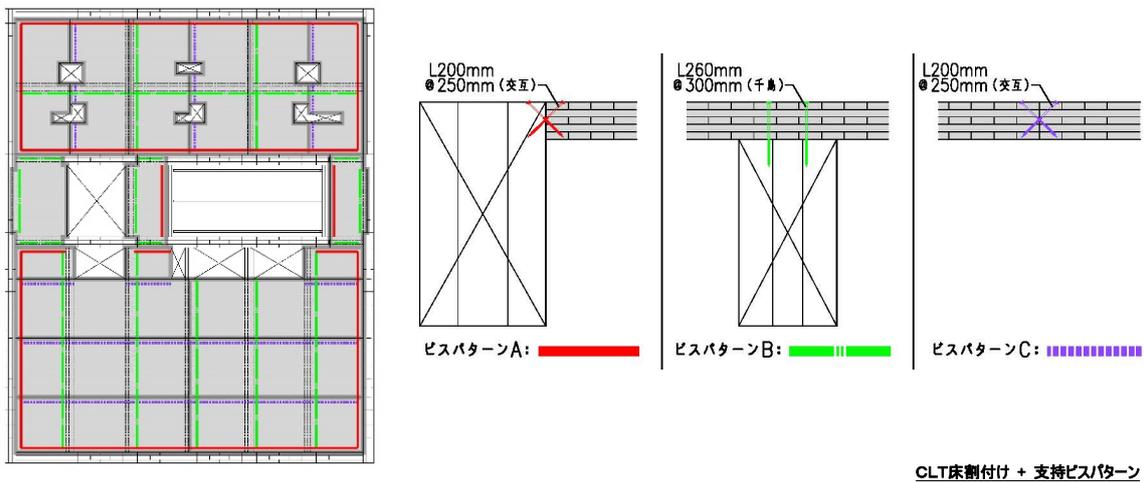
<CLT 耐力壁まわりの設計ディテール>

CLT 耐力壁の効果を十分に発揮させるためには CLT 耐力壁とラーメン架構の最大耐力が発揮する変形角を同程度とする必要があるが、CLT 耐力壁のジョイントは緩みを持たせたディテールとしラーメン架構に耐震梁を追加することで、両者の最大耐力時の層間変形角をほぼ 1/150 として架構全体の剛性および耐力を確保した。



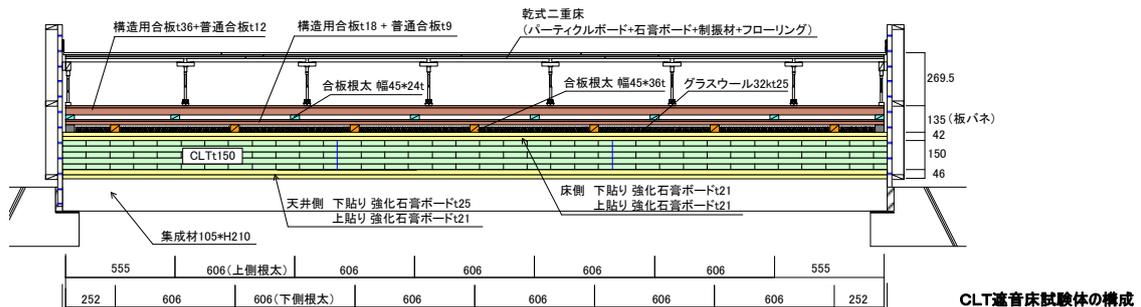
<CLT 床まわりの設計ディテール>

CLT 床の面内せん断力移行機構が不明確であったが、CLT 床と LVL 梁を留めるビスの一面せん断試験を新たに行い、必要剛性および耐力を満足するビス配置とした。



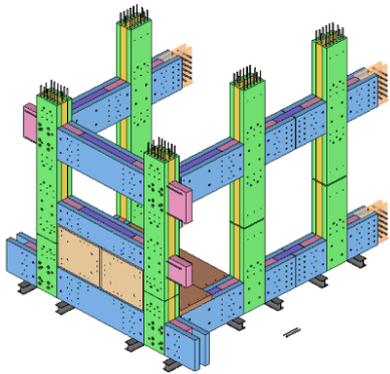
② 乾式 CLT 遮音床の性能実証

根太床の上に更に根太床を重ね、下側の根太床合板が板バネとして作用して床衝撃時に CLT 板へ伝わる振動を低減する乾式の床仕上げ構造を CLT 床板上に施工し、重量床衝撃音に対する性能検証を行った。1 時間耐火仕様の 150mm 厚 CLT で $L_{i,Fmax,r,H(1)}-65$ に対して、板バネ床と乾式二重床を施工することにより、天井がなく軽量の床構造 (208kg/m²) でも $L_{i,Fmax,r,H(1)}-55$ の性能が得られ、且つ床上の歩行振動性能も良好であることを確認した。

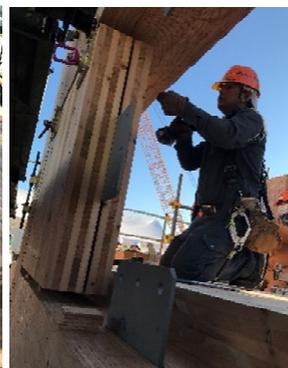


6. 本実証により得られた成果

- ・実大架構モックアップ試験体の製作においては、BIM (revit) モデルと CAM の連携及び加工精度の確認を行うとともに、施工試験により、階高を抑えるために大梁と天端を合わせた CLT 床の施工性や適正クリアランス(2mm)、柱/梁に挿入された鋼板の両側から CLT で挟み込んでドリフトピン接合する CLT 耐力壁の施工性や適正ドリフトピン孔寸法(+5mm)を確認した。
- ・床衝撃音試験により、高価な付加質量材や吸音材に頼らない、軽量で安価で汎用性のある乾式CLT床で、ホテルに求められる程度の遮音性能が確保できることを確認した。
- ・本事業で得られた設計及び施工性に関する知見は、今後計画が増えると考えられる中高層木造ビルにも活用することができる。



実大架構試験体 BIM モデル



実大架構モックアップ施工試験状況

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



平面アクソメ



外観パース

① 設計概要

1-1. プロジェクト概要

本施設は、持続可能な社会、木材利用拡大を目指す日本初の高層純木造耐火建築物である。世界的にも類を見ない構造部材（柱・梁・床・壁）をすべてを木材とすることで、木材利用量・炭素固定量を拡大させ高層純木造耐火建築物の様々な技術開発に取り組み、調達、施工方法を検証、確立する。また、木質化された空間デザイン、自然を取り込む技術によって、利用者の健康と快適性を高め、ZEB Ready、WELL 認証、および LEED 認証の取得を目指し、自由闊達なコミュニケーションの誘発により、新たなイノベーションや企業文化を生み出すことをコンセプトとした次世代型研修施設である。



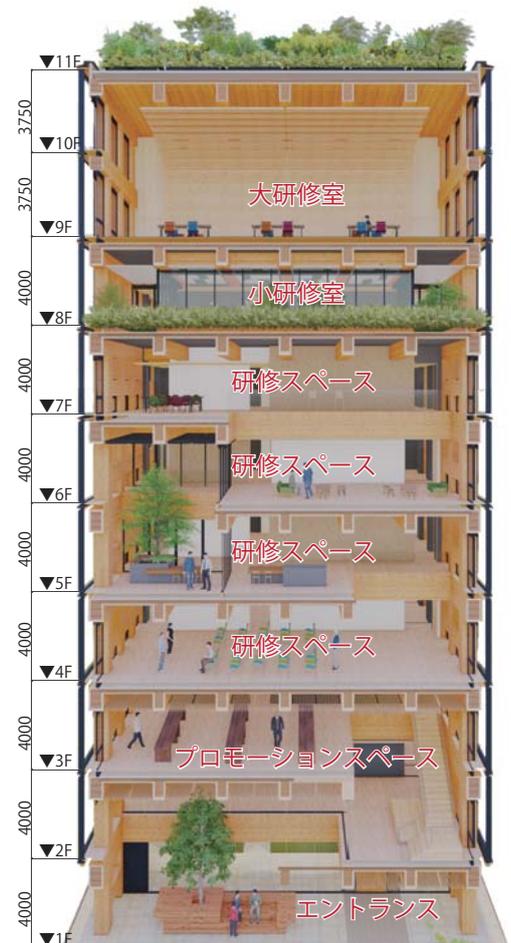
【外観パース】

- 計画地：横浜市中区弁天通二丁目
- 敷地面積：563 m²
- 延べ面積：3,507 m²
- 規模：地下1階
地上11階建
- 構造：地上木造
地下RC造
(地下1階柱頭免震)
- 用途：研修室/宿泊室
- 工期：2020年3月～(24か月)

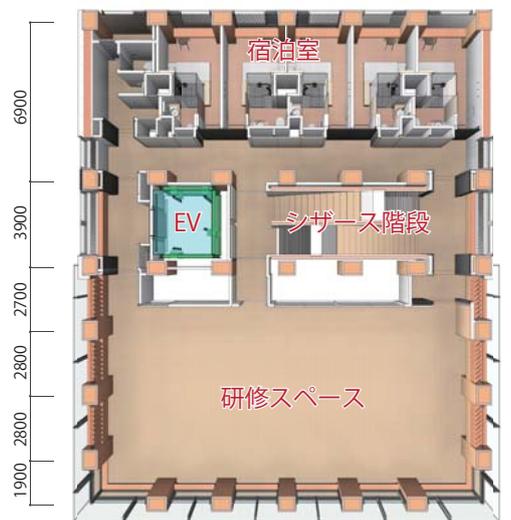
【建築概要】



▼計画地



【断面構成】



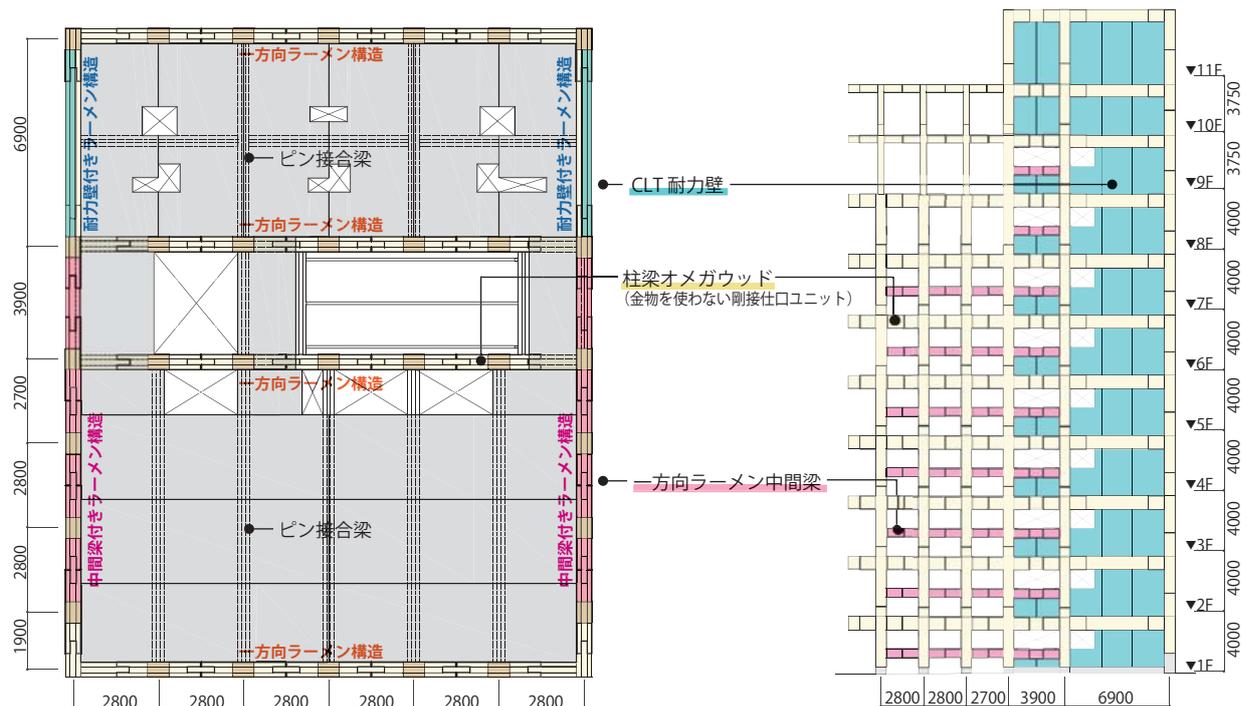
【平面構成】

1-2. 構造計画

■構造概要

- ・構造種別は1階床・梁を鉄筋コンクリート造とし、1階柱より上部を木造とする。
- ・柱、大梁断面はLVL（オメガウッド）、耐力壁と床はCLTで構成した純木造とする。
- ・架構形式はX方向ラーメン架構、Y方向耐震要素付きラーメン架構とし、Y方向のラーメン架構には、耐震要素として各階中間階レベルの剛接梁（耐震梁）及びCLT耐力壁設ける。
- ・純木造とすることにより、建物重量の軽量化が図れ、新設杭が不要となった。
- ・当該敷地は狭小な為、免震クリアランスを450mmとした変形制御型免震構造を採用する。
- ・免震周期が建物重量に左右されず、RC造等一般的な建物と比べて軽量な木造建物に適した、「振り子の原理」による球面すべり支承を免震材料として採用した。
- ・積層ゴム系の免震材料と比較してコンパクトな材料を用いることで基礎底を浅くし、既存建物の基礎スラブ上に新築建物を計画する。

規 模	階数	地上11階、地下1階、塔屋1階	
	スパン	桁行方向：2.8m×6スパン 梁間方向：1.9m, 2.8m×2スパン, 2.7m, 3.9m, 6.9m, 計6スパン	
	高さ	建物高さ 地盤面+44.1m（地盤面=T.P.+ 3.177m） 基礎底深さ 1FL -6.3m、一部、1FL -3.3m 基準階階高 4.0m	
基礎	基礎形式	直接基礎	
上部構造	架構	X方向 木造 純ラーメン構造 Y方向 木造 耐力壁付きラーメン架構・耐震梁	
	主要部材	柱	LVL, B×D= 500×700 他
		梁	LVL, B×D= 500×900 他
		壁	CLT, t150+150(90)
床形式	CLT, t150		
木材種別	集成材 E120（小梁） LVL 60E, 90E, 120E（柱、梁） CLT Mx60（耐震壁、床）		

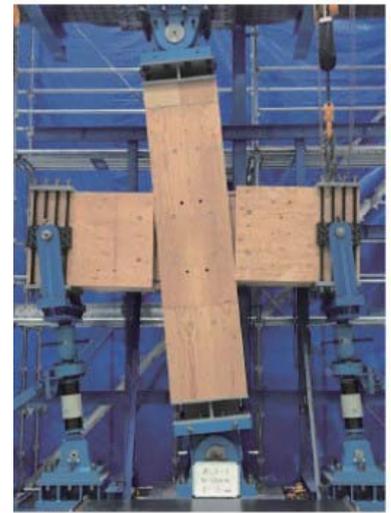
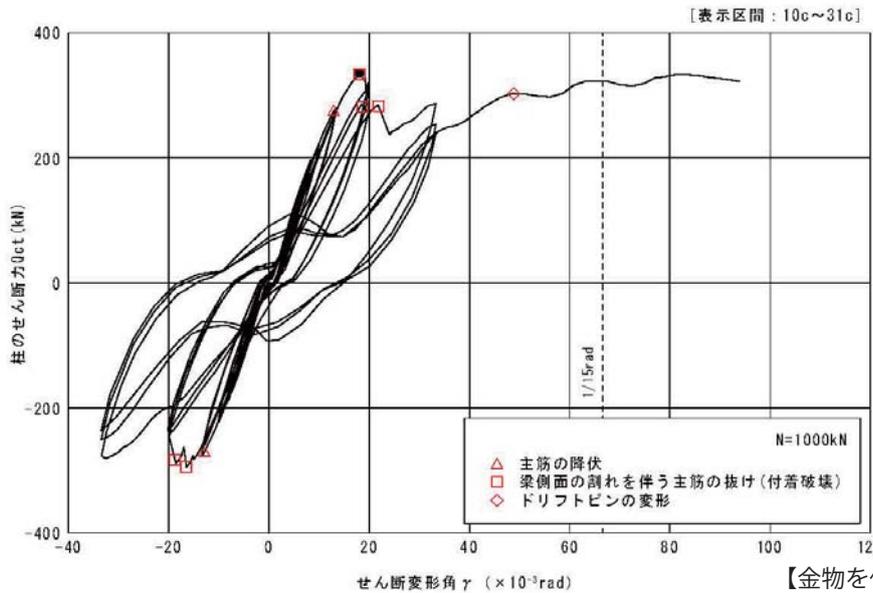


【伏図】

【軸図】

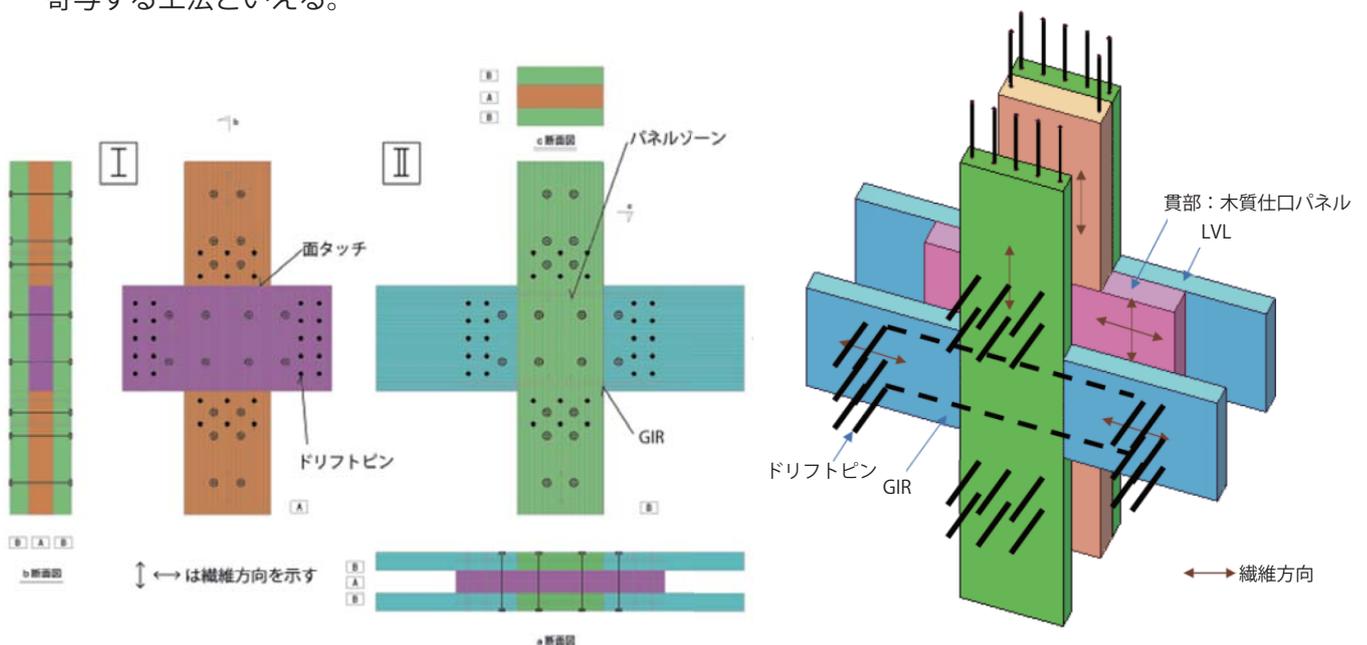
■金物を使わない剛接仕口ユニット

純木造で11階を計画するにあたり、柱梁接合部の高剛性化・高耐力化が必要となる。従来の接合では鋼板や形鋼を用いた接合法が用いられてきたが、初期すべりやガタの影響が大きかった。その為、LVLと木質仕口パネルを組み合わせた柱梁接合部（金物を使わない剛接仕口ユニット）を開発し採用した。また、免震構造と併用することにより、地震時応答は弾性範囲内におさめる設計となっている。



【金物を使わない剛接仕口ユニット試験結果】

金物を使わない剛接仕口ユニットは、梁通し部（Ⅰ）と柱通し部（Ⅱ）の2通りの部材で構成され、（Ⅰ）の貫状である木質仕口パネルは、繊維方向を50%柱と同じ方向とすることで、梁の上下方向へのめり込み強度を向上させて柱軸力を伝達し、さらに梁の曲げによる支圧を柱へと伝達させる。（Ⅱ）は柱・梁ともに繊維方向と材軸方向は一致しており、柱に梁をGIR工法により接合し、曲げモーメントを伝達させる機構とした。（Ⅰ）と（Ⅱ）を綴り材によって一体化した十字型接合部は、工場精度良く製作され、十字型接合部同士の接合は、曲げ応力の小さい階高の中央およびスパン中央部で行う。また、あらかじめ工場でユニット製作し建方を行うことが可能であり、施工性の向上に寄与する工法といえる。



【金物を使わない剛接仕口ユニットの構成】

1-3. 各所耐火設計

① 柱/梁：オメガウッド（耐火）

・燃え代+燃え止まり型

- FP060CN-0677
- FP120CN-0599-1
- FP180CN-0702
- FP060BN-0384-1
- FP060BN-0420
- FP120BN-0385-1
- FP120BN-0392-1
- FP180BN-0477

・外部に面する1階柱には日本初の3時間耐火仕様を採用

② 床：CLT

・メンブレン型

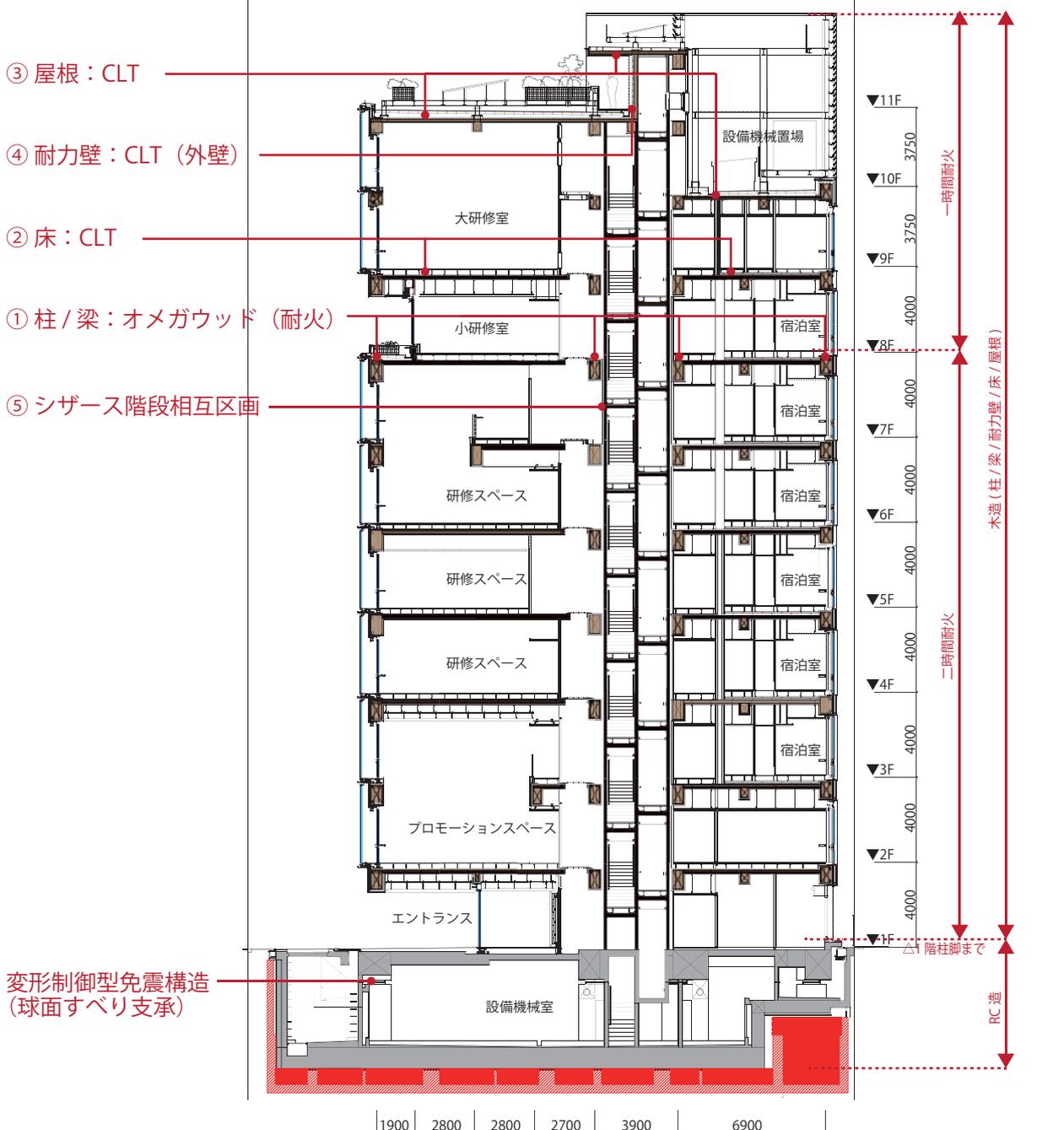
- 告示（一時間耐火）
- FP120FL-0141

・宿泊室には本事業で新たに開発した板ばね構造遮音床システムを採用

③ 屋根：CLT

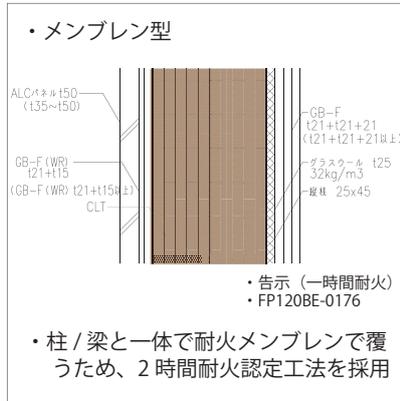
・メンブレン型

- 告示（一時間耐火）

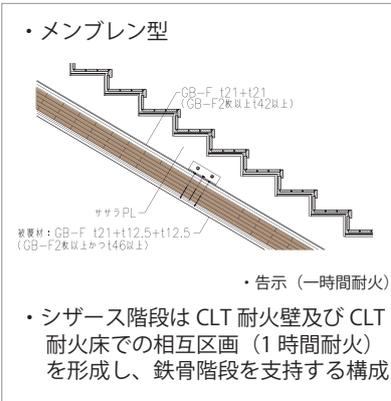


【Y断面図：1/300】

④ CLT 耐力壁 (外壁)



⑤ シザース階段相互区画



⑥ その他 耐火取り合い

- ・シェルター監修の下、「木質耐火部材を用いた木造耐火建築物設計マニュアル」(一般社団法人日本木造耐火建築協会発行)に則り、各所耐火取り合いを整理
- ・各所耐火メンブレンを貫通する支持ビス / ボルトは M8 以下のコーチボルトにて設計
- ・避難安全検証法により、縦穴区画 / 内装制限 / 排煙設備を免除

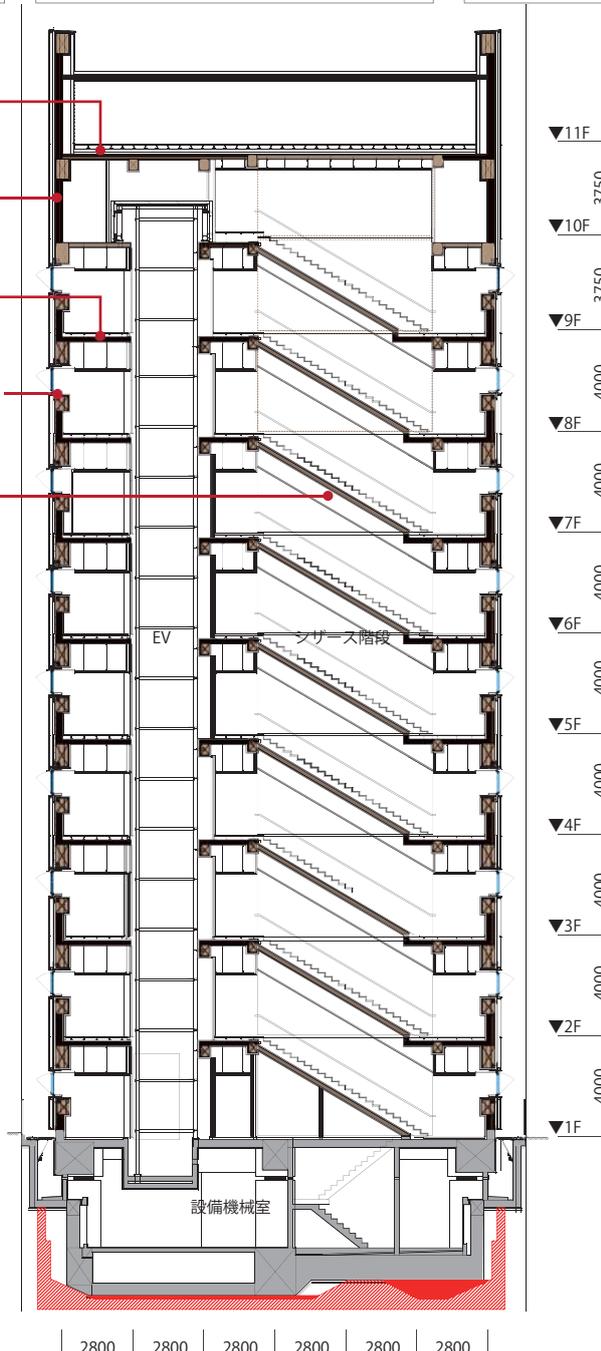
③ 屋根 : CLT

④ 耐力壁 : CLT (外壁)

② 床 : CLT

① 柱 / 梁 : オメガウッド (耐火)
※中間耐震梁も同様

⑤ シザース階段相互区画



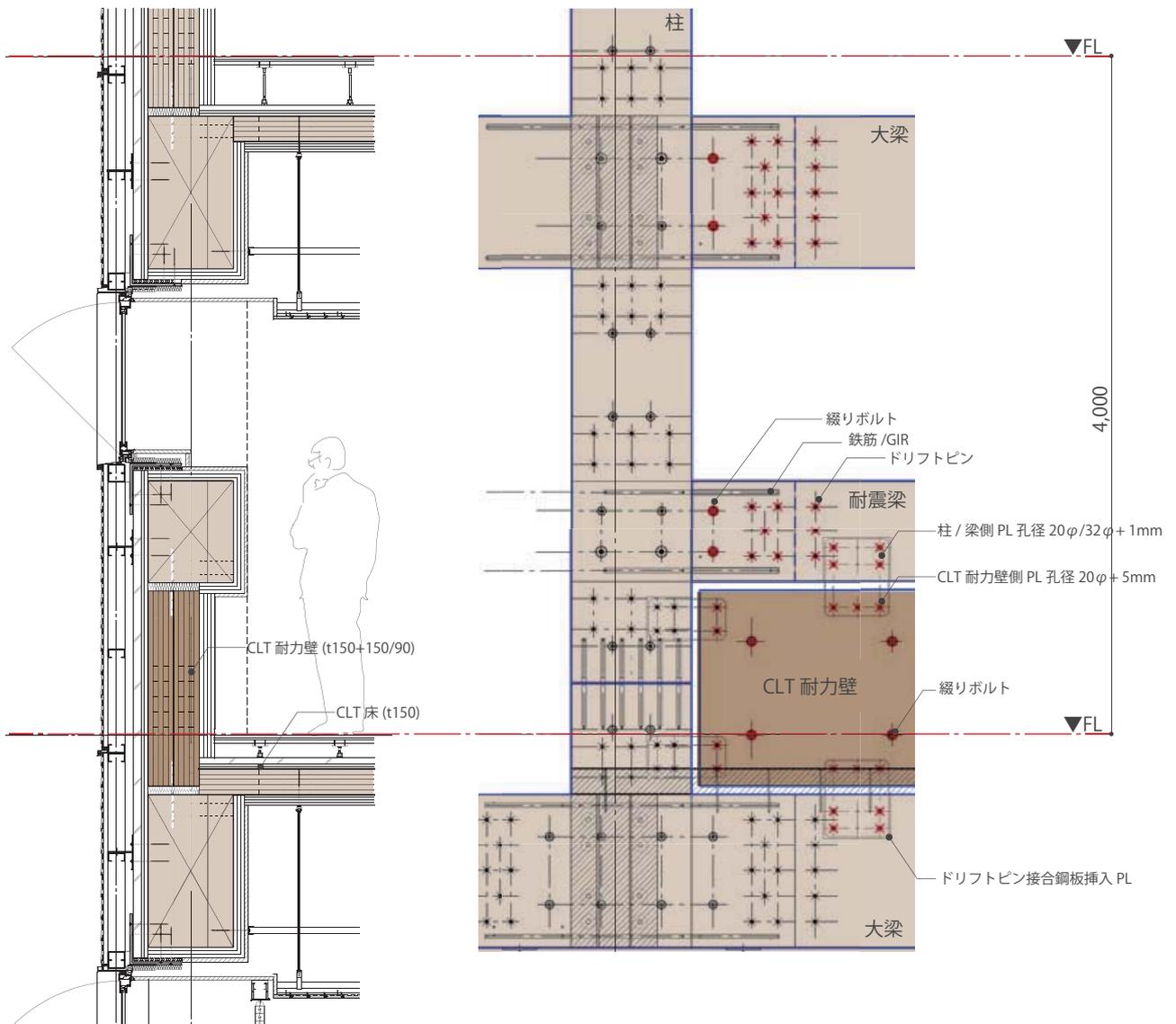
【X 断面図 : 1/300】

② CLT 耐力壁 及び CLT 床の設計ディテール

2-1. CLT 耐力壁の設計上のポイント

- ・延焼のおそれのある範囲内の外壁に求められる耐火性能を確保するだけでなく、柱 / 梁と一体でメンブレンで覆うため、2 時間耐火 CLT 耐力壁の認定工法を採用した。
- ・Y 方向ラーメン架構内に CLT 耐震壁を挿入することで架構の剛性と耐力を高め、地震荷重、風荷重に抵抗する。CLT 耐力壁の効果を十分に発揮させるためには CLT 耐力壁とラーメン架構の最大耐力が発揮する変形角を同程度とし、ラーメン架構と CLT 耐力壁にバランスよく荷重を負担させる必要があるが、CLT 耐力壁の荷重負担を抑制することが必要となった。そこで、CLT 耐力壁側の挿入鋼板プレートのドリフトピン孔を大きめに設定 (※1) するなど、CLT 耐力壁のジョイントに緩みを持たせたディテールとし、ラーメン架構には耐震梁を追加することで、両者の最大耐力時の層間変形角をほぼ 1/150 として架構全体の剛性および耐力を確保した。

※1) CLT 耐力壁側の挿入鋼板プレートのドリフトピン孔：ドリフトピン径 + 5.0mm



【断面詳細図 1/20】

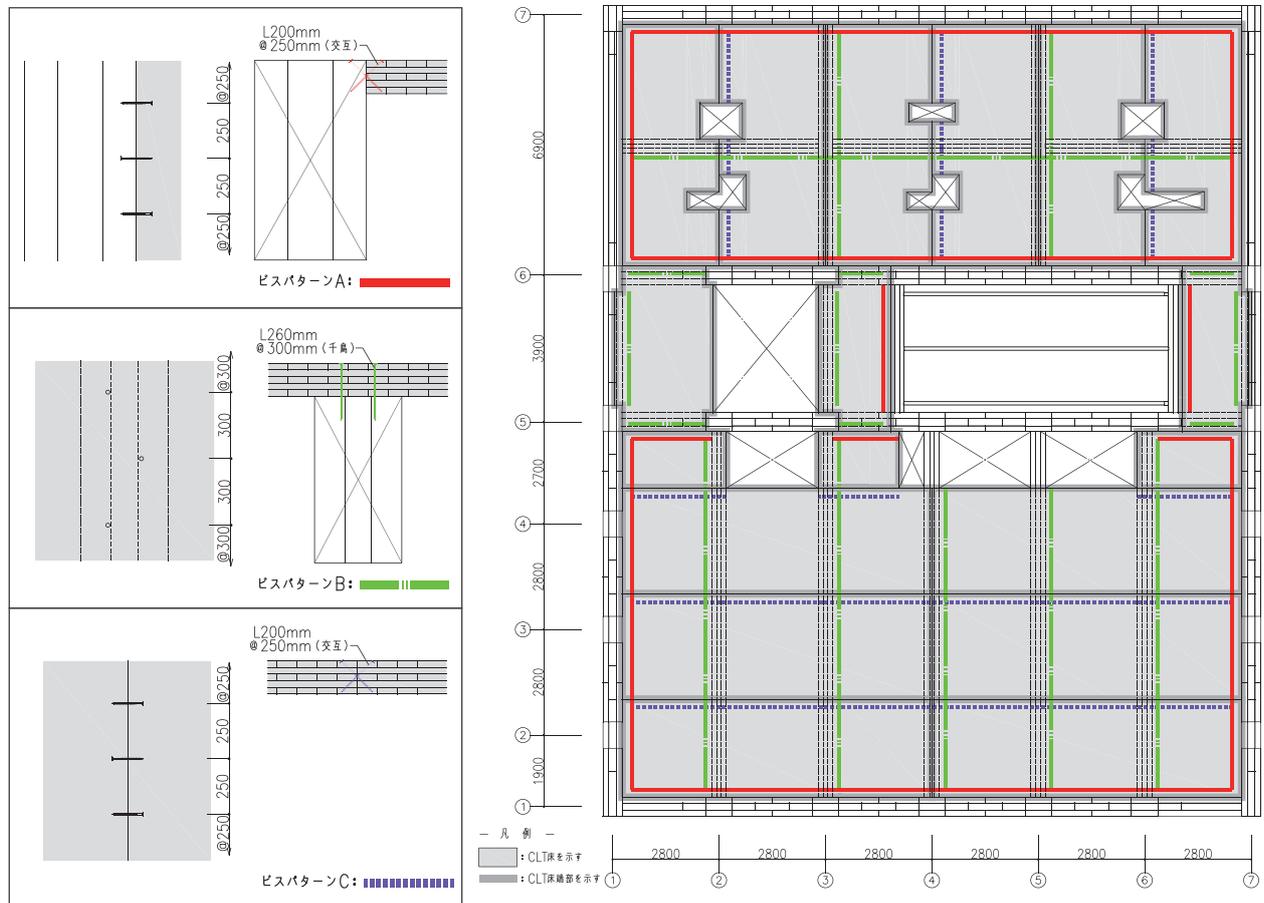
【木架構製作図 1/20】

2-2. CLT床の設計上のポイント

- ・ 階高を抑えるため、大梁天端とCLT床天端を合わせる計画とした。
- ・ 製作 / 輸送可能サイズを考慮しつつ、2.8mスパンを生かした極力大判でのCLT床割付けとした。
- ・ CLT床の面内せん断力移行機構が不明確であったため、CLT床とLVL梁を留めるビス（パネリード）のせん断試験を新たに行い、移行せん断力の伝達が可能であることを確認し、剛床仮定のもと構造計算を行い、必要剛性および耐力を満足するビス配置とした。

1.	件名	一面せん断試験	7. 試験方法
2.	試験概要	<p>目的：PX8-200をCLTとLVLに施工した際のせん断強度を測定する。 試験体：図1.11に示す。</p> <p>1. 接合部位：主材 - 側材</p> <p>2. ねじ 名称：PX8-200 【SIP-PF-S15(7)】 寸法：ねじ径8.0mm、長さ200mm</p> <p>3. 材料 主材：スギCLT、Mx60-5-5(5層5プライ)、150×300mm、長さ300mm 側材：カマツLVL、120E-385F、150×350mm、長さ350mm</p> <p>4. 試験体数：6体</p>	<p>一面せん断試験：主材から側材に対し下図のように角度を付けてねじを施工し、主材上端部を下方に加圧することで強度を測定する。このときの加力速度は5mm/minとする。</p>
3.	試験実施場所	宮城県富谷市成田1-5-9 シネジック株式会社	
4.	試験実施日	2019年10月7日	
5.	使用試験機	インストロン社製 ネジ式万能試験機 5985型	
6.	試験担当者	R&D推進室 石森 一樹	

【ビス一面せん断試験概要】



【CLT床割付け / ビスパターン 1/200】

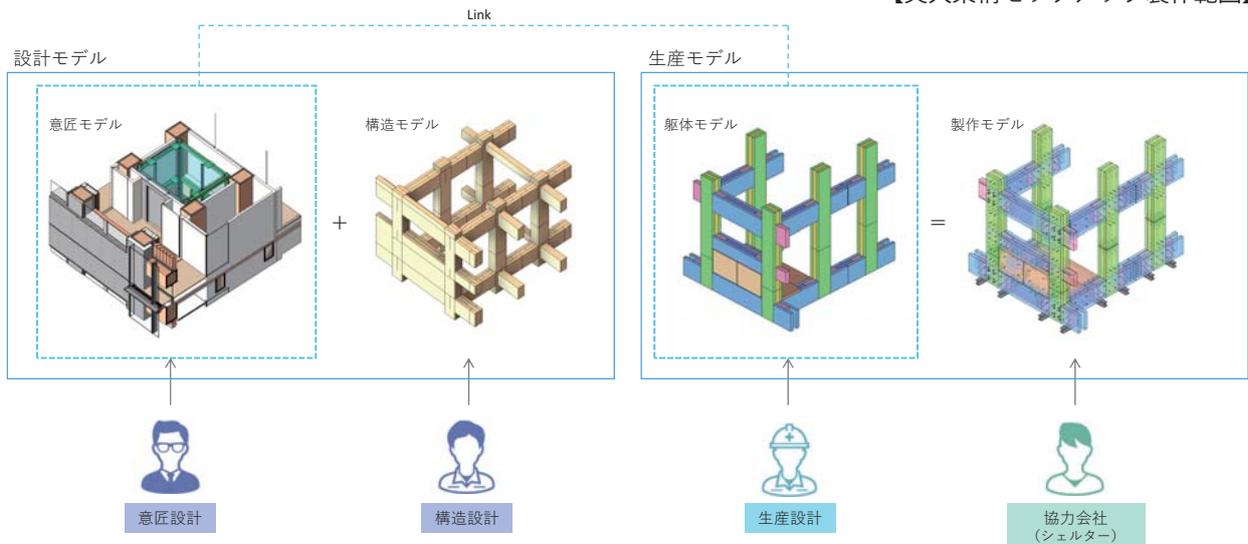
③ 実大架構モックアップ施工試験報告

3-1. 試験概要

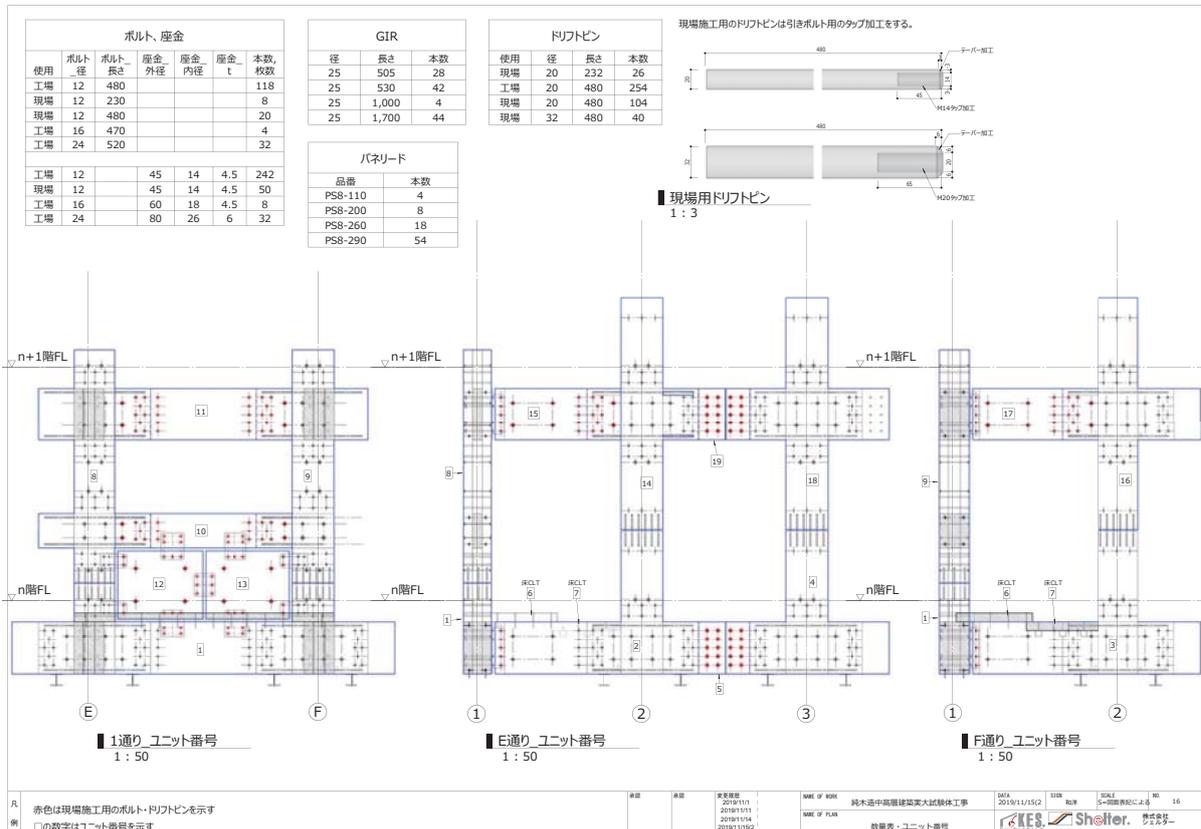
- ・試験場所：大林組 東日本ロボティクスセンター
- ・試験時期：2020年1月16日～1月29日
- ・試験体：①-③通／E-F通の1フロア分の木架構
- ・施工：株式会社シェルター
- ・製品製作：株式会社翠豊
- ・設計 BIM モデル→施工 BIM モデル→製作 BIM モデルへとデータ連携し木部材の製作を行った。



【実大架構モックアップ製作範囲】



【BIM モデル連携イメージ】



【実大架構モックアップ製作図】

3-2. 試験で得られた知見

- ・実大架構モックアップ試験体の製作においては、BIM (revit) モデルとCAMの連携及び加工精度の確認を行うとともに、施工試験により、階高を抑えるために大梁と天端を合わせたCLT床の施工性や適正クリアランス(2mm)、柱/梁に挿入された鋼板の両側からCLTで挟み込んでドリフトピン接合するCLT耐力壁の施工性や適正ドリフトピン孔寸法(+5mm)を確認した。
- ・CLT耐力壁やCLT床は重量が軽く、小さなクレーンでの同時揚重やクレーンを使わない取付け作業など、生産性向上という面での可能性を確認した。



CLT床の吊込み



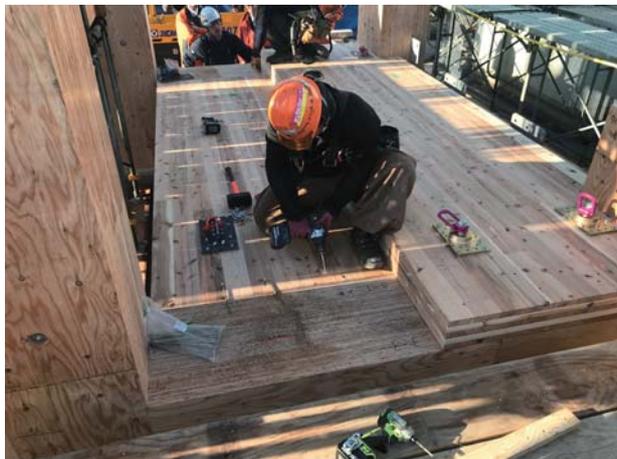
実大架構モックアップ全景



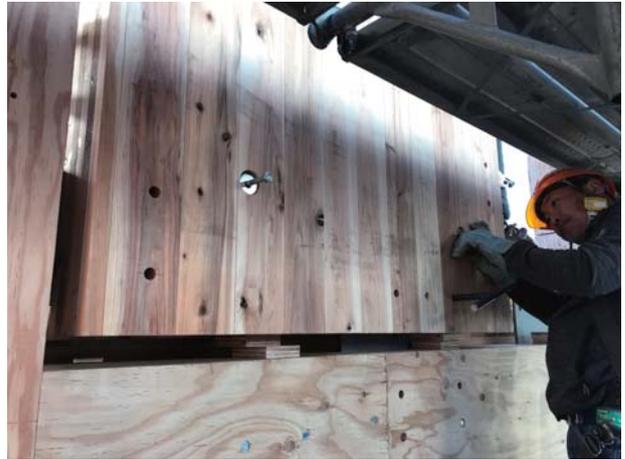
CLT床の仮設受け材



CLT耐力壁の建込み



CLT床の留め付け



CLT耐力壁のドリフトピン打ち込み

④ 乾式 CLT 遮音床の性能実証報告

4-1. 乾式 CLT 遮音床の構成と特徴

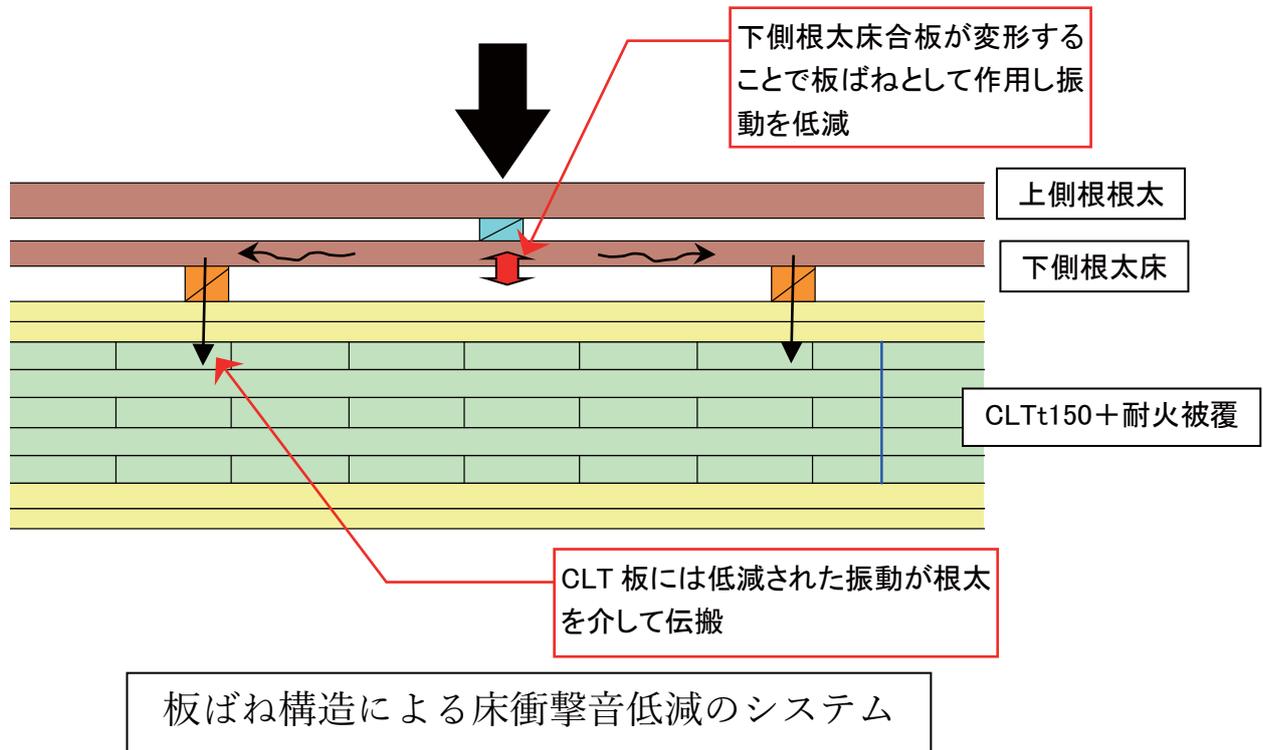
CLT 床はコンクリートスラブに比べ軽量なため、特に重量床衝撃音遮断性能の確保が課題となる。重量床衝撃音遮断性能を高めるには、通常重量を大きくする対策が用いられるが、工期・建物重量への影響が大きい。

このため、下図に示すような木製の根太床を 2 段重ねた、板ばね床工法を CLT 板上に設置することとした。

板ばね床工法は、下側根太間の中央部に上側の根太を配置することで、床上を加振した際に下側根太床合板が変形し板ばねとして作用して CLT 板へ伝わる振動を低減する工法である。板ばねの固有振動数は、重量床衝撃音の主要な周波数となる 63Hz 帯域に対して効果があり、且つ歩行振動性能を確保するため 20～25Hz となるよう、根太ピッチと合板の厚さを調整している。また、根太高さは 63Hz 帯域で空気層の共振による衝撃音の増幅が生じないように、40mm 未満として共振周波数をより高い周波数としている。

集合住宅や宿泊施設への適用を想定し、1 時間耐火仕様の CLT 板 t150+板ばね床+床仕上げ用の乾式遮音二重床の床構成で、目標性能を重量は Lr-55、軽量は Lr-50 と設定した。

本工法の乾式 CLT 遮音床では、CLT 板は厚さ 150mm で天井を用いないため、床上・天井に遮音対策を施した従来の床断面よりも薄くすることが可能である。また、軽量・安価な材料で構成しているため、建物重量減による構造計画の合理化・コストダウンとともに、乾式による高い施工性と工期の短縮が実現できる。



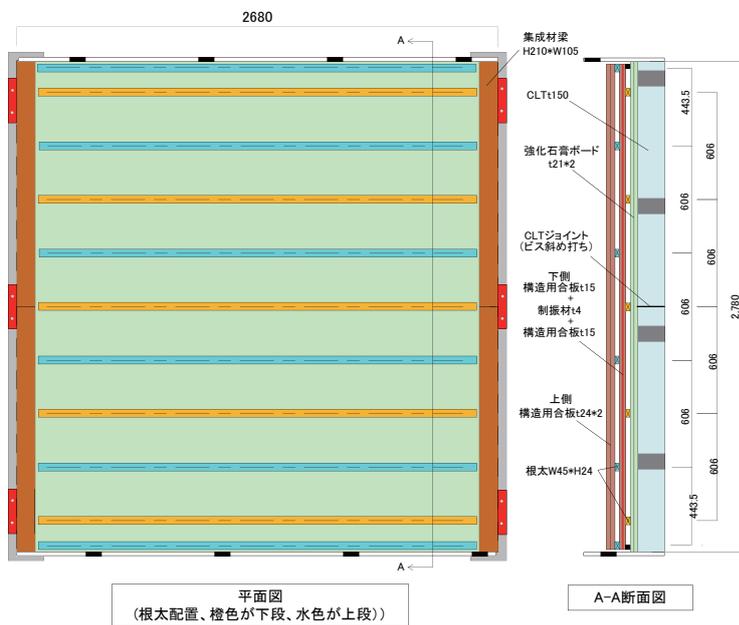
4-2. CLT 遮音床性能実証予備試験

■ 目的

CLT パネル上に板ばね床を施工し、JIS で規定される重量・軽量の標準衝撃源で加振し、板ばね床による CLT 板への振動低減効果を確認することを目的とした。

■ 試験概要

- ・ 2680mm×1390mm の CLTt150*2 枚をビスで接合し、2 辺を集成材梁で支持した。CLT 上には 1 時間耐火を想定して強化石膏ボード t21 を 2 枚貼りとした。
- ・ 板ばね床の根太間隔は 606mm とし、上側・下側根太床合板の厚さ・構成と制振材やグラスウールの有無をパラメータにした試験体数種類を対象とした。
- ・ インパルスハンマーによる板ばね床の固有振動数測定と、バングマシン・タッピングマシン加振時の板ばね床施工による CLT 裏面での振動低減量の測定を実施した。



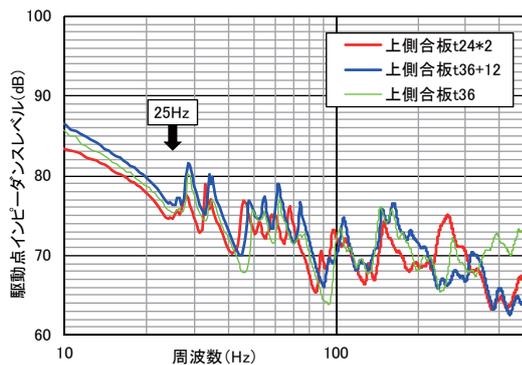
【下側根太床施工状況】



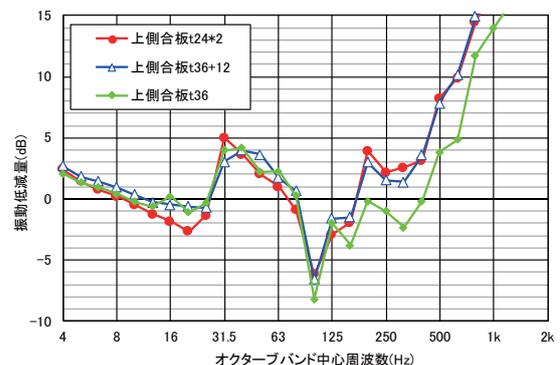
【バングマシン加振状況】

■ 試験結果

- ・ 板ばね床の固有振動数は各仕様とも約 25Hz であり、根太床合板は上側・下側とも 2 枚貼りとする方が振動低減性能、歩行振動性能とも良い結果であった。
- ・ 125Hz 前後で板ばねや空気層の共振による振動の増幅があり、グラスウールや制振材の併用により増幅を抑えられる傾向が得られた。



【板ばね床上振動特性】



【バングマシン加振時の板ばねによる振動低減量】

4-3. CLT 遮音床性能実証本試験

■目的

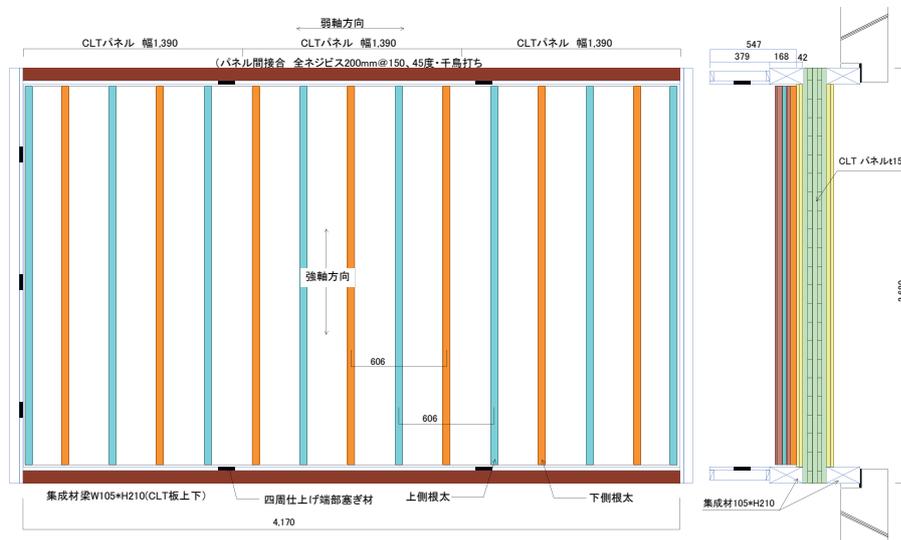
実大試験体により、CLT 板 t150+板ばね床+床仕上げ用の乾式遮音二重床による床構造の重量・軽量床衝撃音遮断性能を把握することを目的とした。

■試験概要

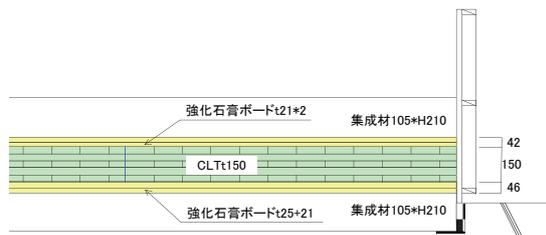
・日本建築総合試験所における上下残響室間の開口部に、幅 1,390mm×長さ 2,680mm の CLT 板を 3 枚ビス接合して設置した。実プロジェクトに近い拘束条件となるよう、2 辺を集成材梁により支持した。CLT 板上下には強化石膏ボードを 2 枚貼りし、その上に 3 種類の板ばね + 二重床の仕上げを施工した。

・床上をバングマシンとタッピングマシンで加振した際の床衝撃音レベルを測定し、JIS1) による評価方法を準用して L 値の評価を行った。なお、軽量床衝撃音遮断性能については、規準化床衝撃音レベル 1) により評価を行った。

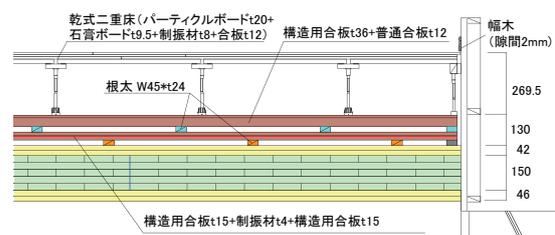
※JIS A 1419-2:2000「建築物及び建築部材の遮音性能の評価方法 - 第 2 部：床衝撃音遮断性能」



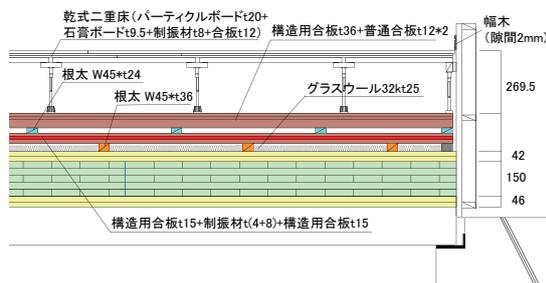
【試験体概要図】



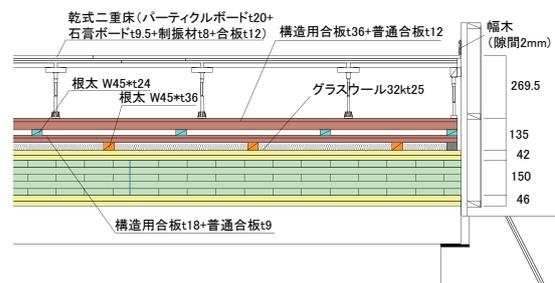
【試験体 1：CLT+ ボード】



【試験体 2：板ばね仕様 1】



【試験体 3：板ばね仕様 2】



【試験体 4：板ばね仕様 3】



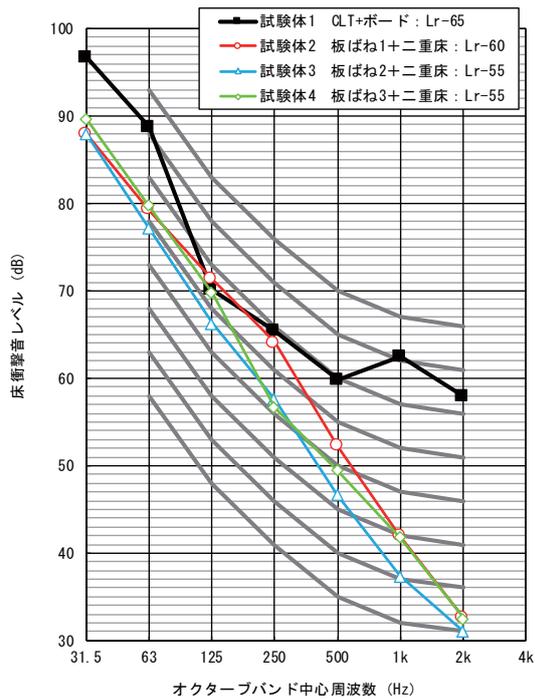
■試験結果

・重量床衝撃音

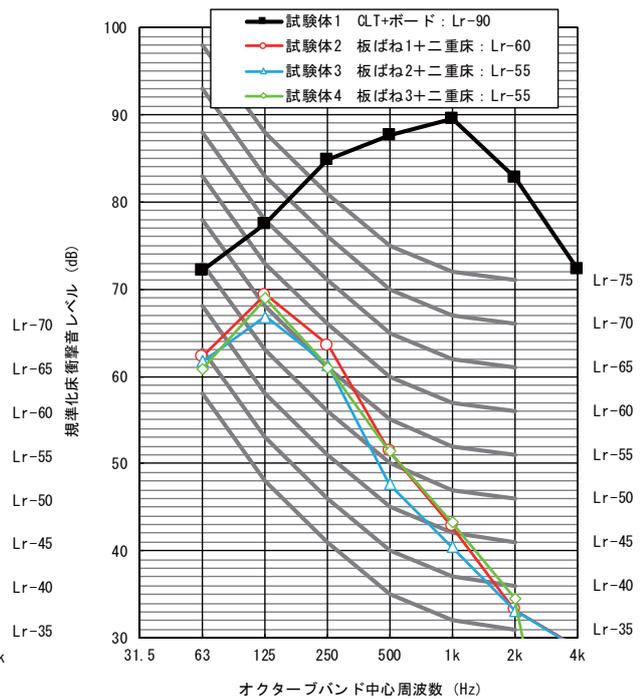
CLT+ ボードの試験体 1 で Lr-65 に対して、試験体 2・3 で 2 ランク性能が向上し、目標値の Lr-55 を満足する結果が得られた。63Hz 帯域での低減量は、試験体 2 で 11dB、試験体 3 で 9dB である。

・軽量床衝撃音

試験体 1 で Lr-60、試験体 2・3 で Lr-55 であった。L 値の決定周波数は 125Hz 帯域、又は 250Hz 帯域である。



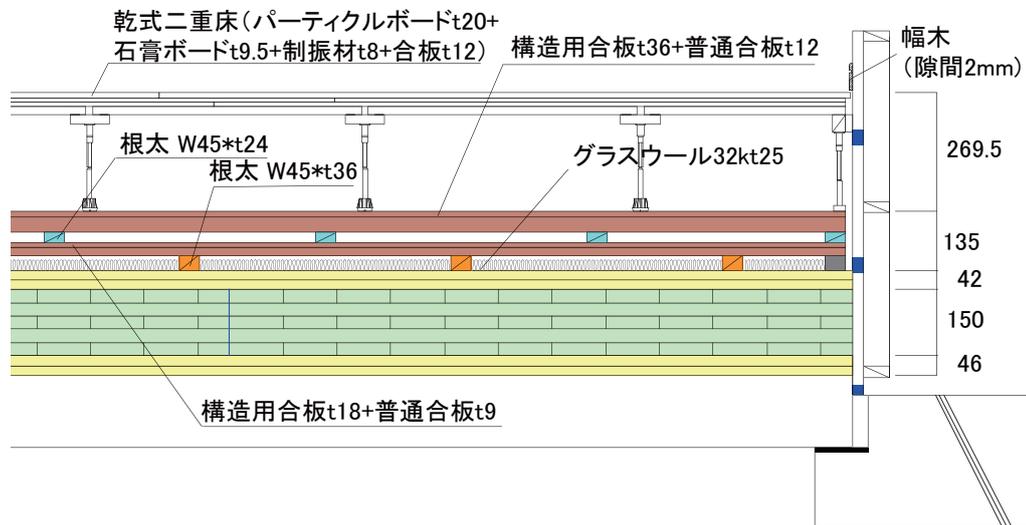
【重量床衝撃音レベル測定結果】



【軽量床衝撃音レベル測定結果】

4-4. CLT 遮音床のコスト / 重量の検証

CLT 遮音床性能実証本試験における試験体 4（1 時間耐火仕様 CLTt150+ 板ばね 3+二重床）のコストと重量を以下に示す。



■コスト：58,000 円 /m²

(CLTt150+ 耐火被覆：37,000 円、板ばね + 乾式二重床：21,000 円)

■重量：208kg/m²

(CLTt150+ 耐火被覆：123kg/m²、板ばね + 乾式二重床：85kg/m²)

4-5. まとめ・今後の課題

CLT 床板上に乾式の板ばね床と二重床を用いた床構造を上下残響室間の開口部に施工し、重量・軽量床衝撃音の性能検証を実施した。

重量に対しては、1 時間耐火仕様の 150mm 厚 CLT で Lr-65 に対して、板バネ床と乾式二重床を施工することにより、天井がなく軽量の床構造でも Lr-55 の目標性能が得られ、且つ床上の歩行振動性能も良好であることを確認した。一方軽量は、制振材とグラスウールを併用した試験体でも Lr-55 であり、目標性能より 1 ランク低い性能となった

今後の課題としては、軽量床衝撃音の性能向上、CLT 板の振動特性に応じて最適な板ばね仕様を決定できるような解析による性能評価方法の確立、実建物における性能検証、が挙げられる。

⑤ 木質部材で構成する CLT 耐火床の検討報告

5-1. 実証事業の目的と課題

既存の CLT 床耐火構造（石膏ボード等を用いたメンブレン工法）では、石膏ボードによる重量増や、施工時の雨掛かり養生・対策等に課題が想定された。これらの課題を解決する方策として、柱・梁部材で開発実績のある 3 層構造による燃え止まり型の耐火木造工法を応用し、CLT 床（構造体）の表面に燃え止まり層と燃え代層を設け、さらに燃え止まり層の主構成を木質材料とすることによって、軽量化および施工時の降雨対策の省力化に有効な工法の開発を目指した。

燃え止まり層に適用する木質材料（難燃処理木材）の調査・検討を行った結果、インサイジング等の加工を要しないことで経済合理性を確保すること、且つ既存工法および既存特許よりも少ない薬剤含浸量（70kg/m³）とすることを見据え、比較的低い温度から吸熱反応を示す難燃処理木材単体での燃え止まり性能の確認実験を計画した。

5-2. 本実証により得られた知見

薬剤含浸量を少なく抑えた難燃処理木材の製作にあたり、インサイジング等の加工をせずに既存の製造装置（減圧加圧チャンバー）を用いる条件にて、杉材を主対象として薬剤原液を希釈した条件での含浸を試みたが、本手法では含浸量の多寡（ばらつき）を安定的に制御することは技術的に困難であることが明らかとなった。

上記の難燃処理木材製造に係わる試行錯誤に時間を要した結果、難燃処理木材単体での燃え止まり性能の確認実験については未実施となった。