

## 2.4 (株)大林組

事業名	新梅田寮建設工事		
実施者(担当者)	株式会社大林組(株式会社大林組東北支店一級建築士事務所)		
建築物の概要	用途	寄宿舍	
	建設地	宮城県仙台市青葉区梅田寮1-25	
	構造・工法	CLTユニット工法、CLTパネル工法、木造軸組工法他	
	階数	3	
	高さ(m)	11.93	
	軒高(m)	9.87	
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	2528.04	
	建築面積(m <sup>2</sup> )	1,418.14	
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	3,677.47	
	階別面積	1階 2階 3階	1,305.77 1,316.79 1,058.58
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床、屋根	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )	建築物使用量 730m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	120、150、210mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ、5層5プライ、5層7プライ
		強度区分	S60
		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	S60
		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		S60	
樹種		スギ	
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)	屋根(小屋組) : スギ 耐震壁(2階) : 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	屋根(小屋組) : 35m <sup>3</sup> 、耐震壁(2階) 95m <sup>3</sup>	
仕上	主な外部仕上	屋根	金属屋根
		外壁	金属サイディング
		開口部	アルミサッシ+複層ガラス他
	主な内部仕上	界壁(ユニットジョイント部)	片面CLT現し(片面GB-R12.5+9.5、GW24K50)
		界壁(ユニット中間部)	片面CLT現し(片面GB-F21+GB-RH9.5、GW24K50)
		床	タイルカーペット+浮床(コンクリート80+GW96K25×2)+CLT
天井	CLT+GB-R12.5×2、GW24K100(独立天井)		
構造	構造計算ルート	ルート3	
	接合方法	GIR接合、ビス接合、モルタル接合、あられ組+木栓	
	最大スパン	3m	
防耐火	問題点・課題とその解決策	工期短縮、高品質化、振動騒音低減を期待できるユニット工法	
	防火上の地域区分	準防火地域	
	耐火建築物等の要件	準耐火建築物	
	本建築物の防耐火仕様	1時間準耐火	
問題点・課題とその解決策	耐火建築物を免除するため、「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について(通知)」(昭和26年3月6日住防発第14号)を適用し、延べ面積1500m <sup>2</sup> 以下/棟の準耐火建築物としている		
温熱	建築物省エネ法の該当有無	該当あり: 届け出対象	
	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)	GW24K ・ 100mm
		外壁	フェノールフォーム断熱材 ・ 50mm
床		ウレタン系現場発泡断熱材他 ・ 30mm他	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	CLTユニット工法は回り込み音の影響が大きく予測困難であるため、実大遮音試験体により遮音試験を行った	
	建て方における課題と解決策	施工時の雨対策・防塵対策として、工場で保護塗料塗布	
	給排水・電気配線設置上の工夫	特になし	
	劣化対策	1階はRC造、外装は金属サイディング等で木材を被覆、外壁及び屋根は外断熱	
工程	設計期間	基本設計: ~2021年10月 実施設計: 2021年11月~2022年3月(5ヵ月)	
	施工期間	2022年3月下旬~2023年3月下旬(12ヵ月)	
		CLT躯体施工期間	2022年8月下旬~9月下旬(1ヵ月)
	竣工(予定)年月日	2023/3/下旬	
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)	株式会社大林組東北支店一級建築士事務所	
	構造設計者	株式会社大林組東北支店一級建築士事務所	
	施工者	株式会社大林組東北支店	
	CLT供給者	藤寿産業株式会社	
ラミナ供給者	未定		

実証事業名：新梅田寮建設工事

建築主等／協議会運営者：株式会社大林組／株式会社大林組東北支店一級建築士事務所

## 1. 実証した建築物の概要

用途		寄宿舍		
建設地		宮城県仙台市		
構造・工法		R C造、木造、一部S造		
階数		3		
高さ (m)		11.93	軒高 (m)	9.87
敷地面積 (m <sup>2</sup> )		2,528.04	建築面積 (m <sup>2</sup> )	1,418.13
階別面積	1階	1,305.77	延べ面積 (m <sup>2</sup> )	3,677.47
	2階	1,316.79		
	3階	1,058.58		
CLT採用部位		壁、床、屋根		
CLT使用量 (m <sup>3</sup> )		加工前製品量 790 m <sup>3</sup> 、加工後建築物使用量 730 m <sup>3</sup>		
CLTを除く木材使用量 (m <sup>3</sup> )		130 m <sup>3</sup>		
CLTの仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	120mm厚/3層4プライ/S60/スギ 150mm厚/5層5プライ/S60/スギ 210mm厚/5層7プライ/S60/スギ		
	床	150mm厚/5層5プライ/S60/スギ		
	屋根	150mm厚/5層5プライ/S60/スギ		
設計期間		2021年11月～2022年2月(4ヵ月)		
施工期間		2022年3月～2023年3月(12ヵ月)		
CLT躯体施工期間		2022年8月下旬～9月下旬(1ヵ月)		
竣工(予定)年月日		2023年3月31日		

## 2. 実証事業の目的と設定した課題

### (1) CLTユニットを構成する接合部他、各所仕様およびディテールの設計実証

①目的：工期短縮、高品質化、振動騒音低減を期待できるユニット工法を実現するために、ユニットを構成する接合部他各所仕様やディテールの検証を行う。

②課題：ユニットを構成する上階床(屋根)と壁の接合部、ユニット間の接合部、ユニットと他部材の接合部の、コストや施工性を考慮した仕様とディテールの検証

### (2) CLTユニット工法における遮音床・壁の仕様および遮音性能の性能実証

①目的：回り込み音の影響が大きく予測困難なユニット工法における遮音床・壁の仕様および遮音性能の検証を行う。

②課題：床衝撃音遮断性能、空気音遮断性能の把握

### (3) 工法の違いによる工期、コスト等の比較

本事業で実証するCLTユニット工法を用いた建築物と、CLTパネル工法を用いる場合の建築物について、工期、コスト等を比較する。

## 3. 協議会構成員

(設計・構造設計) 株式会社大林組東北支店一級建築士事務所

(施工) 株式会社大林組東北支店、(技術検証) 株式会社大林組技術研究所

(材料加工、施工) 藤寿産業株式会社

## 4. 課題解決の方法と実施工程

(1) CLTユニット工法を有する木造とRC造のハイブリッド構造3階建て準耐火建築物の計画を取りまとめ、実大試験体にて各所仕様やディテールの検証を行った。

(2) 遮音床・壁の仕様、試験条件を取りまとめ、実大試験体による遮音性能の確認を行った。

<協議会の開催> 2021年10月、11月、2022年2月開催

<設計> 2021年10月～2022年2月：実施設計

2022年2月～3月：建築確認申請

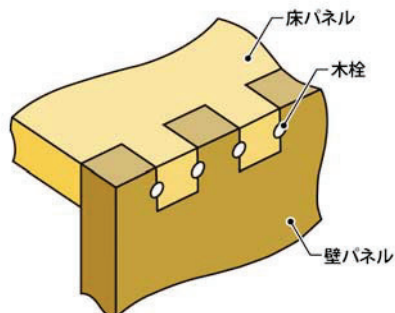
<性能確認> 2021年10月～2022年2月：遮音試験

## 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ユニット工法を構成する接合部他、各所仕様およびディテールの設計実証

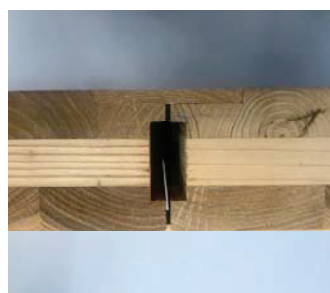
ユニットは、壁と天井を工場組立したものとし、大きさは運搬の条件で決定した。梁間方向の施工誤差は現場組立部分を設けることで、桁行方向の施工誤差はユニット間のすき間寸法で調整する。ユニット間の戸境壁は、施工性、遮音性のため2枚配置される。工場組立部分の壁と天井の接合部は、特許出願中の改良あられ組工法(あられ組+木栓)としている。現場組立部分は、GIR接合、モルタル接合、スプライン接合をとり、施工上、意匠上の配慮をしている。構造性能上は、小幅パネルとすることで隣接壁との一体化が不要、あられ組、及びGIR接合により合理的な構造計画となる。



[あられ組+木栓概念図]



[壁頂部 GIR 接合部鉄筋]



[壁モルタル接合部]

## (2) CLTユニット工法における遮音床・壁の仕様および遮音性能の性能実証

本施設の遮音性能は、ビジネスホテル相当仕様とし、床衝撃音は重量で Lr-60、軽量で Lr-50、壁・床の空気音の遮音性能は Dr-40 を目標値に設定した。床の仕様は、CLTt150+湿式浮床+タイルカーペット仕上げとし、下室の天井を防振吊りとした。壁は、同一ユニット内の界壁は CLTt150+石膏ボード独立壁、別ユニット間は CLTt120+空気層 t20+CLTt120+石膏ボード独立壁とし、室内の3面の壁はCLT現しとした。実大試験体での実測検証の結果、床衝撃音と空気音の遮音性能とも目標値が得られ、重量床衝撃音は目標値より1ランク良い Lr-55 の性能が得られた。

分譲集合住宅相当仕様では、床衝撃音は重量で Lr-55、軽量で Lr-45、壁の遮音性能は Dr-50 を目標値に設定した。床は寮仕様同様、湿式浮床を基準とした仕様の他、コンクリート100mmをCLT床に増打ち+二重床仕上げとする仕様も検証した。壁は、同一ユニット内の界壁はCLT壁の両側に石膏ボード独立壁、別ユニット間は本施設仕様よりも空気層・ボード厚を大きくした石膏ボード独立壁とした。床衝撃音は湿式浮床仕様では目標値が得られたが、コンクリート増打ち仕様では重量・軽量とも目標値より1~2ランク低い性能であった。空気音の遮音性能は、床・壁とも目標性能より1~2ランク低い性能であり、CLT現し壁からの側路伝搬音の影響が大きく、目標性能を得るにはCLT現し壁を石膏ボード独立壁で覆う必要があると考えられる。

## (3) 工法の違いによる工期、コスト等の比較検討

本事業で実証したCLTユニット工法を用いた建築物と、CLTパネル工法を用いる場合の建築物の工期、コスト等を比較した。

工期について、ユニット工法は工場にてユニット化されるため、現場での建て方・接合に必要となる作業員数を少なく抑えることが可能となり、かつ建て方日数もパネル工法に対し、1ヶ月強程度短縮することができる。結果として全体工期もパネル工法14.25ヶ月に対し、13.0ヶ月と1ヶ月強の短縮が可能となる。

コストについて、ユニット工法は工場組立費、輸送費が増えるが、現場建て方費（労務費+建て方重機費ほか）や全体工期短縮による共通仮設費および経費の圧縮により、その効果は小さいが圧縮が可能となる。

その他、施工面では、以下の効果が期待される。

- ・工場組立のため高品質化が期待できる。
- ・少ない作業員数で施工可能なため、労務不足が懸念される今後の建設業界に対応可能な工法として期待できる。
- ・現場での接合作業が減るため、工事中近隣への振動騒音等の低減が可能である。



#### (4) ワンモデルBIMの活用

設計情報を1つのモデルに統合するワンモデルによるBIMを活用した。求積やCLT数量算出の自動化による効率化を図った。今後の施工においてもBIMを一貫利用することで、業務プロセス全体の最適化を目指す。

#### 6. 本実証により得られた成果

- ・遮音試験により、安価で汎用性のある浮床でビジネスホテルに求められる程度の遮音性能が確保できていることを確認した。
- ・ユニット工法により、短工期化と高品質化を実現できる。
- ・本事業で得られたCLTユニット工法の設計及び遮音制御技術に関する知見は、集合住宅、ホテル等他の用途にも活用することができる。

#### 7. 建築物の平面図・立面図・写真等



[断面構成]



[外観パース]



[4T 車両でのユニット運搬状況]



[遮音試験体施工状況]



[2階平面図 S=1/600]

# 1. 設計概要

## (1) プロジェクト概要

本施設は、持続可能な社会と木材利用拡大を目指す、木造とRC造のハイブリッド構造3階建て準耐火建築物の社員寮である。木造の2・3階寮室はCLTユニット工法を採用し、短工期化、高品質化、遮音制御技術を実現する。また、ZEH、WELL認証の取得を目指し、寮生の健康と快適性を高め、癒しの空間を創造することをコンセプトとした施設である。



[断面構成]



[外観パース]

- ・ 計画地 : 宮城県仙台市青葉区梅田町一丁目
- ・ 敷地面積 : 2,528.04 m<sup>2</sup>
- ・ 延べ面積 : 3,677.47 m<sup>2</sup>
- ・ 規模 : 地上3階建
- ・ 構造 : 1階RC造(一部S造)、2・3階木造
- ・ 用途 : 寄宿舎
- ・ 工期 : 2022年3月～2023年3月



[建物概要]

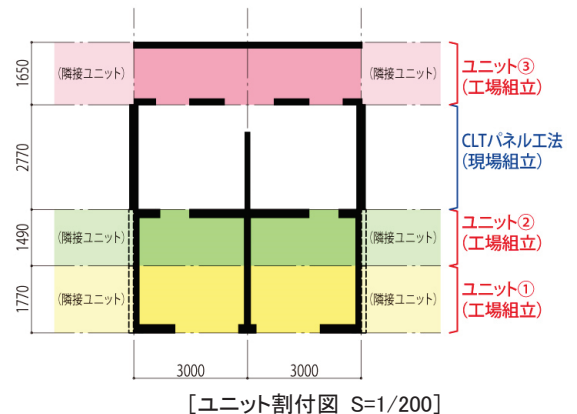
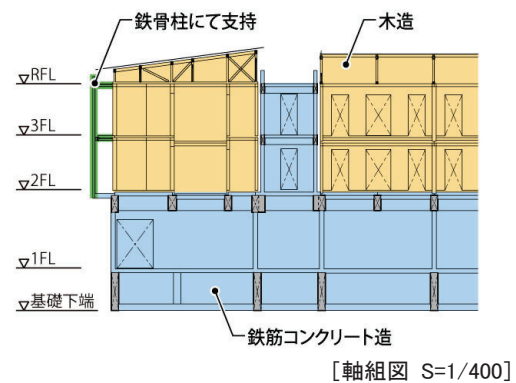
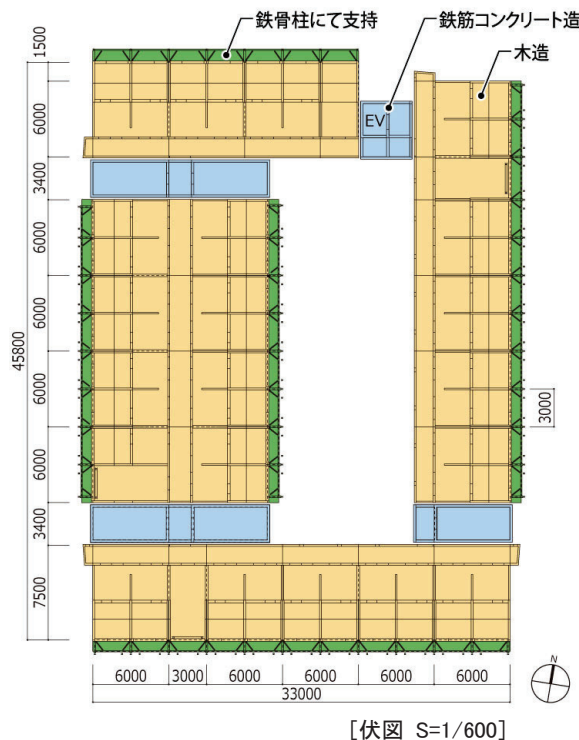


[2階平面図 S=1/600]

(2) 構造概要

- ・構造種別は鉄筋コンクリート造と木造の混構造である。1階は口の字形状で一体の鉄筋コンクリート造、2～3階は木造4棟、鉄筋コンクリート造4棟が独立して配置。
- ・架構形式は各階、X（東西）・Y（南北）両方向とも壁式構造。
- ・木造部分はCLTパネル工法（壁：CLT、一部集成材、床、屋根：CLT）とし、木造部分の屋根仕上げは、CLT屋根パネルの上に小屋組みとする。
- ・CLTパネル工法部分は、壁と上階床（あるいは屋根）のパネルを工場で先組によるユニットとして製作し、現場建方の効率化を図る。
- ・各接合部は、施工性、意匠性、防火性能、構造性能を考慮して決定。（下表参照）

規模	階数	地上3階	
	スパン	X方向（東西方向）：3m×11スパン（南棟） Y方向（南北方向）：7.5m+3.4m+3m×8スパン+3.4m+7.5m 計12スパン（南棟～西棟～北棟）	
	高さ	（木造部） 最高高さ：地盤面+11.93m（地盤面=T.P.+42.24m） 最高軒高：地盤面+9.87m 階高：1階 4.13m（RC造）、2階 2.89m、3階 2.70m	
基礎	基礎形式	直接基礎	
木造部分	架構	壁式構造（CLTパネル工法）	
	主要部材	壁	CLT t210～t120、集成材 t210
		床、屋根	CLT t150
	木材種別	CLT スギ 同一等級構成 S60 集成材 カラマツ 同一等級構成 E95-F315	
接合方法	壁天井接合部：あられ組+木栓、ユニット間の壁鉛直接合部：GIR、壁の水平接合部：モルタル接合、床の水平接合部：スプライン接合		



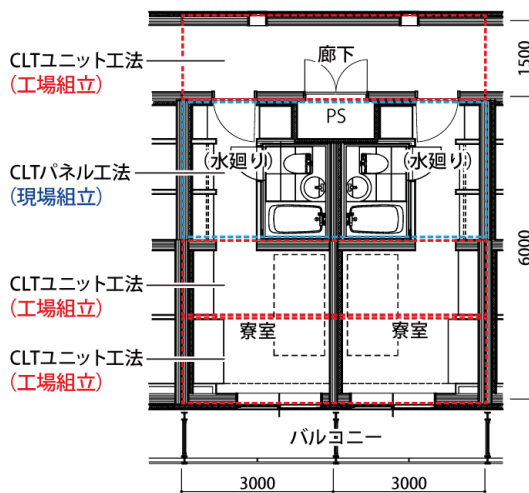


## 2. CLTユニット工法を構成する接合部他、各所仕様およびディテールの設計実証

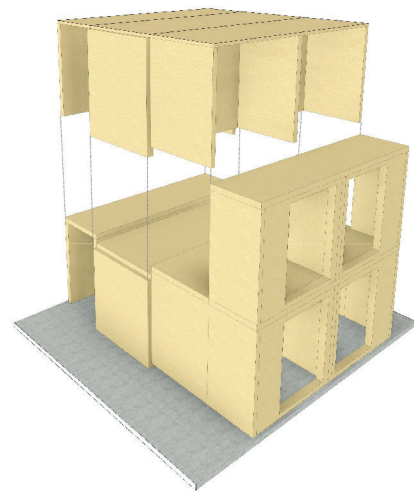
### (1) ユニット工法の概要

計画地は4T車両規制の道路に面することから、1ユニットは4T車両で運搬可能な幅、高さ、長さ、重量とした。ユニット形状は、2つの寮室を輪切りに分割し、壁と天井を工場組立とする門型ユニットとした。寮室は2ユニット、廊下は1ユニットで構成し、寮室水廻りはパネル工法で床を下げ、配管スペースを確保することでバリアフリーに対応した。

ユニット工法による短工期化、高品質化を実現するとともに、今後、集合住宅、ホテル等他用途への適用も目指す。また現場での省力化は今後の建設従事者の減少に対応できるとともに、周辺環境に及ぼす工事中の振動騒音等の低減に期待できる。



[寮室平面図 S=1/150]



[ユニット工法概念図]



[4T 車両でのユニット運搬状況]



[遮音試験体施工状況]

### (2) 設計実証の概要

隣接ユニット間との寮室間の戸境は、建て方の容易性、遮音性能確保のため、壁が2枚ずつ配置される。すき間を20mm空けておくことにより、桁行方向の施工誤差を吸収する。隣接ユニット間の一体化は、ユニット上部に配置する幅広の大引による。また、ユニット間に現場組立部分を配置することで梁間方向の施工誤差を吸収する。

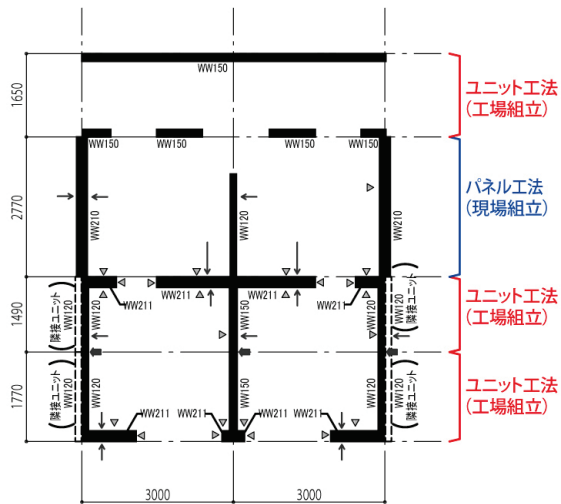
工場組立による壁と上階床の接合部は、特許出願中の改良あられ組工法（あられ組＋木栓）としている。壁と上階床のそれぞれを欠き込んであられ組として組み合わせ、接合部に木栓を打ち込むもので、わずかにすき間を空けて組立作業を容易にしつつ、木栓によりガタのない架構とする工法である。

ユニットの現場建て方による接合部は、各部の構造性能、防火性能、遮音性能を確保しつつ、施工性、及び意匠性に配慮し、壁の鉛直方向には GIR 接合、壁の水平方向にはモルタル接合、上階床の水平方向にはスプライン接合とする。

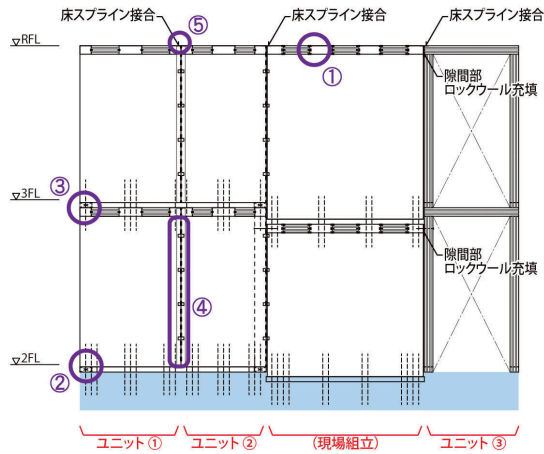
### (3) 各接合部詳細

No.	部位	接合工法	接合部の考え方
①	壁～床 壁～屋根	改良あられ組	(構造性能) ・床鉛直荷重：組合せ部により伝達 ・床面に発生する地震力：木栓により伝達 ・木栓により緩み防止 (意匠上の配慮) ・金物が表面に現れない
②	壁～壁 (RC 躯体) (鉛直方向)	GIR 接合 (鉄筋、ボルト)	(構造性能) ・引張力を伝達する部分は、改良あられ組において壁勝ちとしているため、上下の壁が直接接続され、応力伝達がスムーズ (施工性への配慮) ・グラウト材充填作業前でも隣接ユニット建方が可能であり施工性に問題なし (意匠上の配慮) ・金物が表面に現れない
③	壁～壁 (水平方向)	モルタル接合	(構造性能) ・壁を小幅パネルとし、隣接壁とは接続していないモデルで解析しているため、構造耐力上は接続不要 (防火性能) ・壁小口に溝を掘りモルタル充填することで炎が隣接室に達しない (遮炎性) (遮音性能) ・モルタル充填、及び表面に合板を配置することで遮音性能に寄与 (施工性への配慮) ・構造耐力上の接続を行わないため仕様簡素化 (意匠上の配慮) ・金物が表面に現れない
④	床～床	スプライン接合	(構造性能) ・地震時の床面内せん断力を伝達する





[ユニット構成平面図 S=1/150]



[ユニット構成断面図]



[ユニット②施工試験時写真]

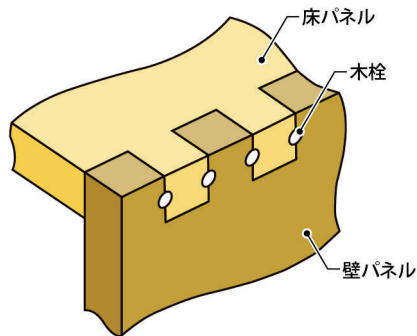


[ユニット①施工試験時写真]

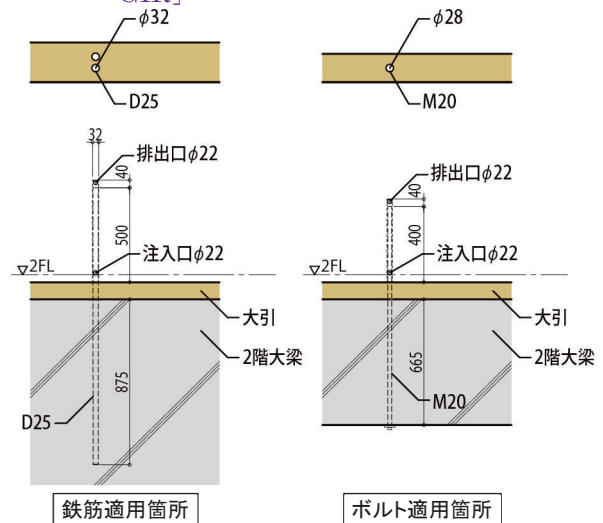


[ユニット下部施工試験時写真]

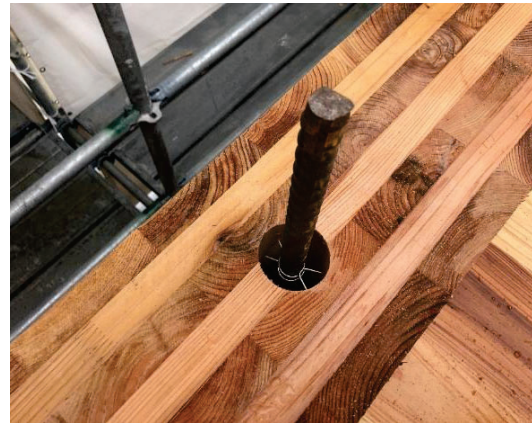
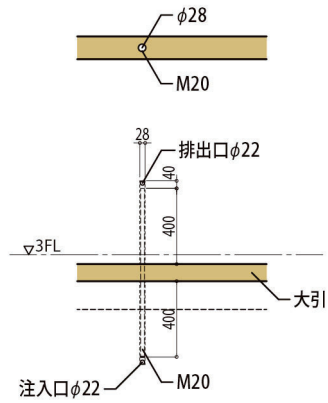
- ① 天井 (床) ~ 壁 (工場製作、ユニット製作) 「改良あられ組」



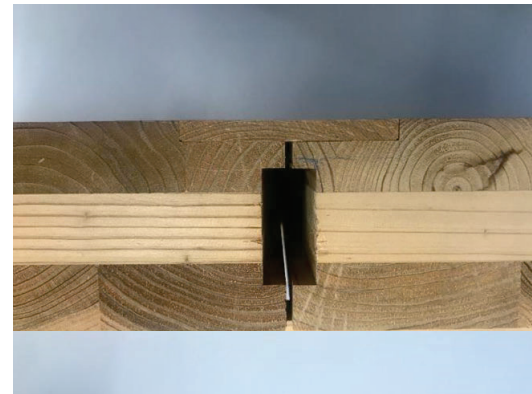
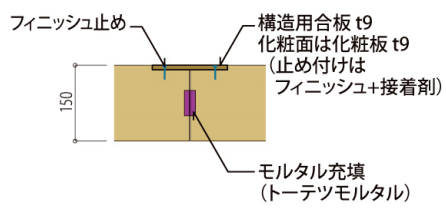
- ② 鉄筋コンクリート造躯体 ~ 木造壁パネル (鉛直方向) 「GIR」



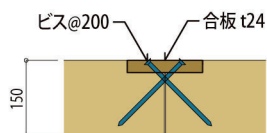
③ 木造壁パネル～木造壁パネル（鉛直方向）  
「GIR」



④ 木造壁パネル～木造壁パネル（水平方向）  
「モルタル接合」



⑤ 木造天井パネル～木造天井パネル  
「スプライン接合」



### 3. CLTユニット工法における遮音床・壁の仕様および遮音性能の性能実証報告

#### (1) 目的

柱・梁がないCLTユニット工法では、CLTパネルからの側路伝搬音が床衝撃音・空気音遮断性能に影響を与え、実験室における床・壁単体の性能よりも低下することが予想されるが、現状ではどの程度性能低下が生じるのかを予測することは困難である。

このため、本施設計画においては、側路伝搬音の影響を含んだ建物としての遮音性能を把握することを目的として、実大試験体における遮音性能試験を実施した。

試験を実施するにあたり、表3.1に示す床衝撃音・空気音遮断性能目標値を用途別に設定し、事前検討により遮音仕様を決定した。

表 3.1 床衝撃音・空気音遮断性能に関する目標値(空室時)

想定用途	空気音遮断性能 隣室・上下間	床衝撃音遮断性能	
		重量	軽量
寮 ホテル(ビジネス) ～本施設に適用	Dr-40 ※建築学会3級	Lr-60 ※建築学会3級	Lr-50 ※建築学会2級
分譲集合住宅 ホテル(シティ) ～将来展開仕様	Dr-50 ※建築学会1級	Lr-55 ※建築学会2級	Lr-45 ※建築学会1級

#### 【参考資料 建築物の遮音性能に関する適用等級と適用等級の意味】

室間平均音圧レベル差に関する適用等級

建築物	室用途	部位	適用等級			
			特級	1級	2級	3級
集合住宅	居室	隣戸間界壁	D-55	D-50	D-45	D-40
		界床				
ホテル	客室	客室間界壁	D-55	D-50	D-45	D-40
		界床				
事務所	業務上プライバシーを要求される室	室間仕切壁 隣戸間界壁	D-50	D-45	D-40	D-35
学校	普通教室	室間仕切壁	D-45	D-40	D-35	D-30
病院	病室(個室)	〃	D-50	D-45	D-40	D-35

床衝撃音レベルに関する適用等級

建築物	室用途	部位	衝撃源	適用等級			
				特級	1級	2級	3級
集合住宅	居室	隣戸間界床	重量衝撃源	L-45	L-50	L-55	L-60
			軽量衝撃源				L-65*
ホテル	客室	客室間界床	重量衝撃源	L-45	L-50	L-55	L-60
			軽量衝撃源				L-60
学校	普通教室	教室間界床	重量衝撃源	L-50	L-55	L-60	L-65
			軽量衝撃源				L-65

\*木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する

適用等級の意味

適用等級	遮音性能の水準	性能水準の説明
特級	遮音性能上とくにすぐれている	特別に高い性能が要求された場合の性能水準
1級	遮音性能上すぐれている	建築学会が推奨する好ましい性能水準
2級	遮音性能上標準的である	一般的な性能水準
3級	遮音性能上やや劣る	やむを得ない場合に許容される性能水準

(「建築物の遮音性能基準と設計指針」日本建築学会編より)

(2) .試験概要

【試験体】

実大試験体の1F平面図を図3.2.1、断面図を図3.2.2~3.2.3に示す。

2室×2フロアの4室を2室ユニットで構成し、別ユニット間ジョイント部の界壁の遮音性能を検証するため、1室ユニット×2フロア分を2室ユニットの横に配置した。なお、1室ユニット部は、居室部分のみを再現した。

ユニットは居室部と廊下部に用い、水回り部は現地でパネルを建込んだ。1Fは土間コンクリート上に設置した。

CLTパネルは、樹種はスギ・強度区分S60で、天井(床)・屋根は150mm厚(5層5プライ)、壁は120・150・210mm(3層4プライ、5層5プライ、5層7プライ)とした(図3.2.6)。1FCLT壁パネルと土間コンクリート間、1F・2Fの壁パネル間はGIR接合とし、無収縮モルタルを充填した(図3.2.7)。

居室部のユニットは、壁はコッターを設け片面をスプライン接合として無収縮モルタルを充填した(図3.2.8)。居室部の床パネルについては、スプライン接合とした。

屋根仕上は金属屋根、外壁仕上は金属サイディングとした。

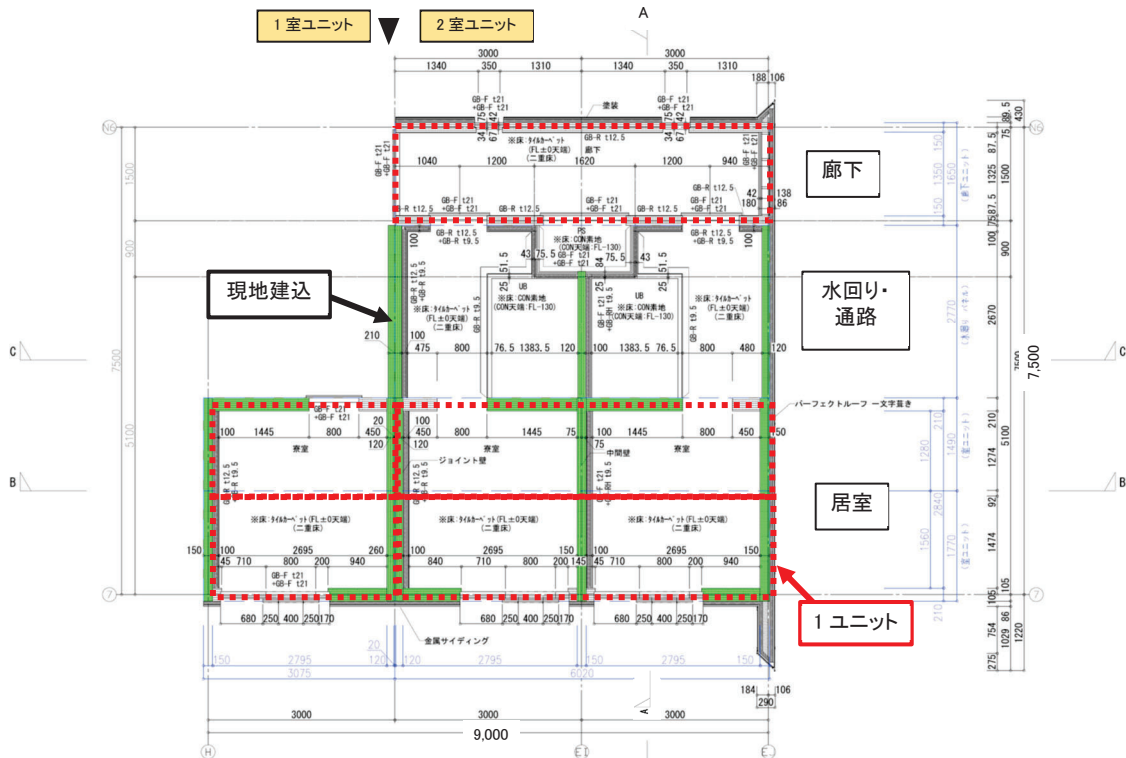
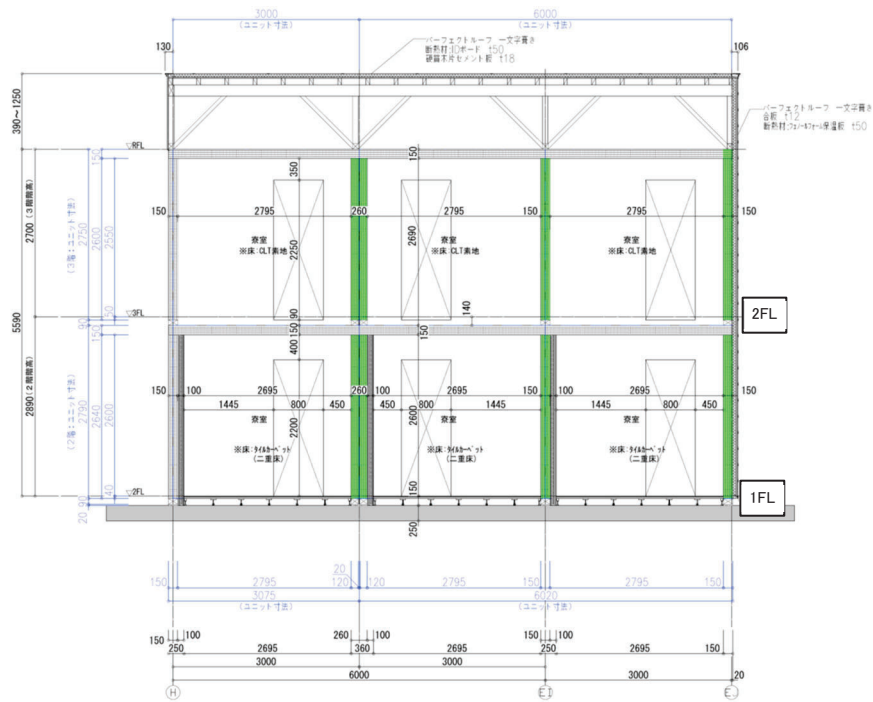


図 3.2.1 実大試験体平面図(1F)





B-B 断面図

図 3.2.2 実大試験体 B-B 断面図

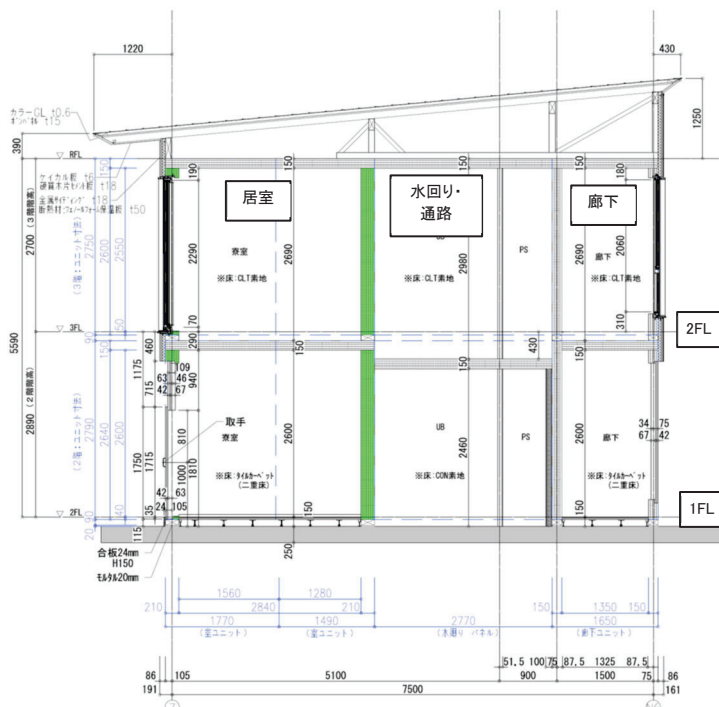


図 3.2.3 実大試験体 A-A 断面図

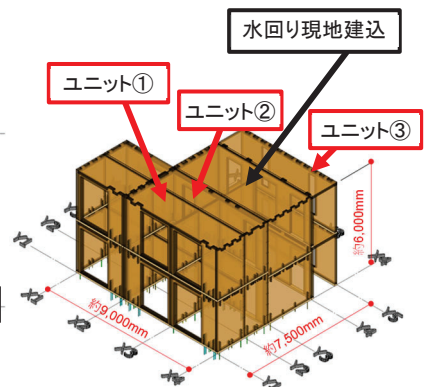


図 3.2.4 CLT ユニットの構成



図 3.2.5 CLT ユニット(ユニット①)



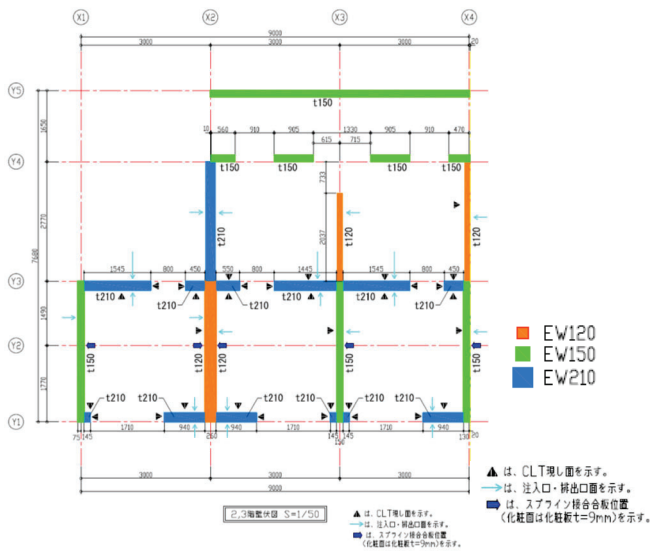


図 3.2.6 壁伏図

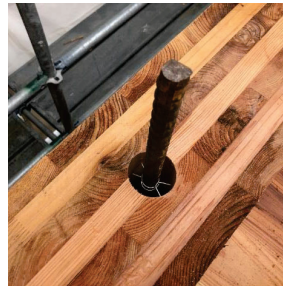
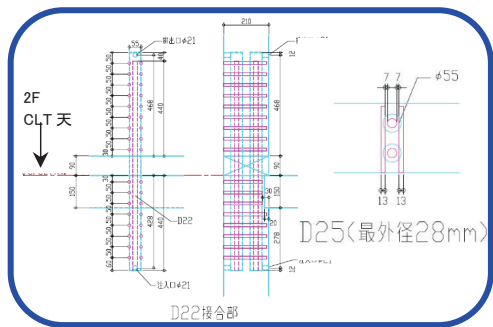
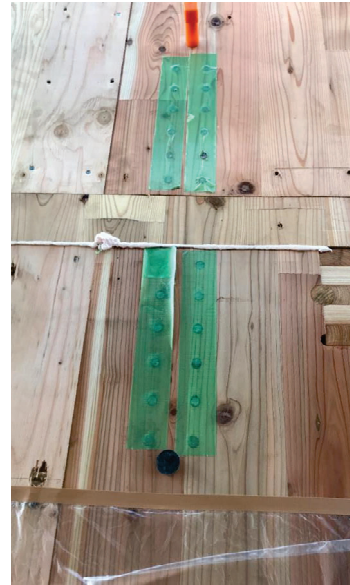
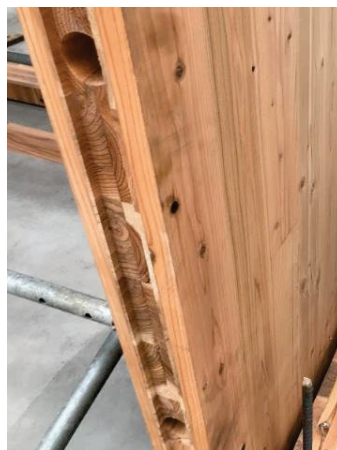
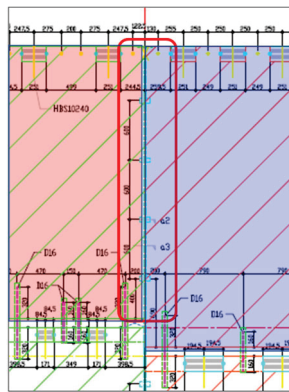


図 3.2.7 上下ユニット間の GIR 接合



コッター部



スプライン接合  
(接着剤+フィニッシュ留)

図 3.2.8 壁パネル接合詳細(コッターに無収縮モルタル充填+片面スプライン接合)

【試験体概要】

①本施設仕様、②集合住宅・直貼り仕様、③集合住宅・二重床仕様、での遮音対策仕様を表 3.1、図 3.2.9～3.2.13 に示す。①・②の湿式浮床は、PS 以外の室内全面と廊下に施工した。②・③の集合住宅仕様については、主に B 室を対象として施工・検証測定を行った。入口扉は 2F-A 室のみ設置し、その他の室は強化石膏ボード t21\*2 枚貼りで塞いだ。バルコニー側サッシは 2F-A・B 室に施工し、その他の室は強化石膏ボード t21\*2 枚貼りで塞いだ。ユニットバスは 2F-A 室に施工し、その他の室はユニットバス部を石膏ボード t9.5 の片面張り壁で区画した。

表 3.1 遮音対策仕様一覧

	①本施設仕様	②集合住宅 直貼り仕様	③集合住宅 二重床仕様
空気音 目標値	Dr-40	Dr-50	Dr-50
床衝撃音 目標値	Lr-60(重量) Lr-50(軽量)	Lr-55(重量) Lr-50(軽量)	同左
2F 床	タイルカーペット t6.5+ 湿式浮床(押えコンクリート t80+GW96kt25*2) CLTt150	同左(タイルカーペットt6.5 又は 防音フローリング(Δ LL( I )-3・ LL-50 相当)	二重床フローリング コンクリート t100 直打 CLTt150 (B 室内全面に施工)
1F 床	二重床(タイルカーペット t6.5)	同左(タイルカーペット又は フローリング)	同左(フローリング)
1F 天井	石膏ボード t12.5*2 仕上げ寸法 200mm (GW24k-t100) 壁支持・中間防振吊り	石膏ボード t15*2 仕上げ寸法 200mm (GW24k-t100) 壁支持・中間防振吊り	同左
2F 天井	石膏ボード t12.5*2 仕上げ寸法 150mm (GW24k-t100)	同左	同左
壁 ユニット中間壁	CLTt150+ 片面独立壁(強化石膏ボード t21+硬質石膏ボード t9.5) 仕上げ寸法 100mm (GW24k-t50)	CLTt150+ 両面独立壁(強化石膏ボード t21+硬質石膏ボード t9.5) 仕上げ寸法 100mm (GW24k-t50)	同左
壁 ユニットジョイント間	CLTt120+ 空気層 20mm + CLTt120 片面独立壁(石膏ボード t9.5+ 12.5) 仕上げ寸法 100mm (GW24k-t50)	CLTt120+ 空気層 20mm + CLTt120 片面独立壁(強化石膏ボード t21+硬質石膏ボード t9.5) 仕上げ寸法 150mm (GW24k-t50)	同左
壁 妻側外壁	A 室:CLTt150 現し C 室:CLTt150+ 片面独立壁(石膏ボード t9.5+ 12.5) 仕上げ寸法 100mm (GW24k-t50)(C 室)	同左	同左

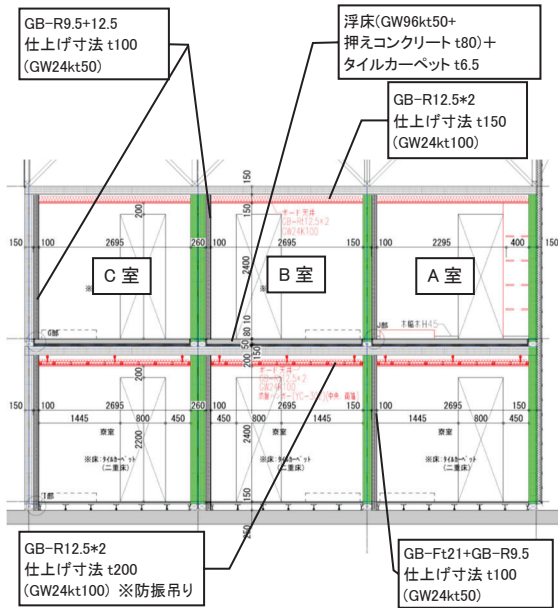


図 3.2.9 本施設仕様(湿式浮床)

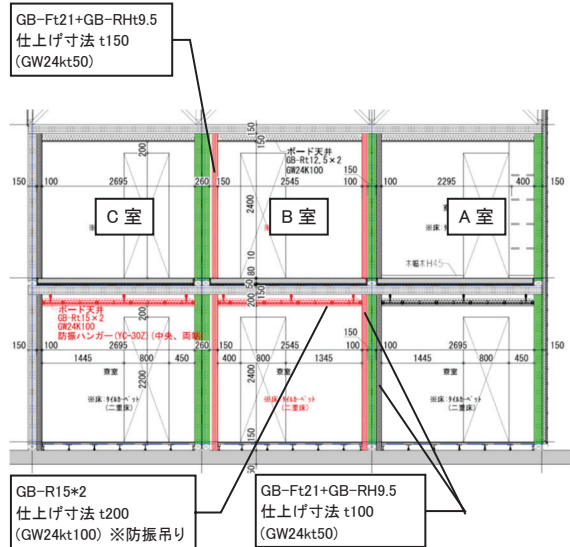


図 3.2.10 集合住宅・直貼り仕様(湿式浮床)

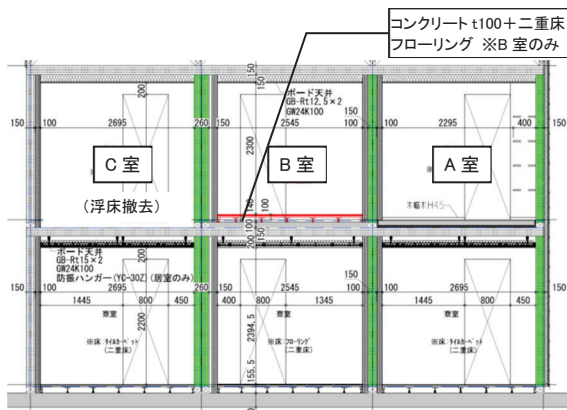


図 3.2.11 集合住宅・二重床仕様

※壁・天井は集合住宅・直貼り仕様と同一。

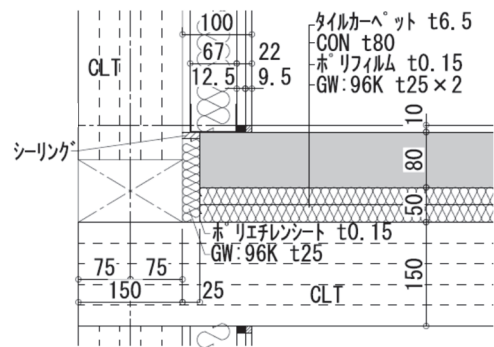


図 3.2.12 湿式浮床仕様詳細

※押さえコンクリートはポリオレフィン系繊維補強コンクリート(メッシュ筋なし)

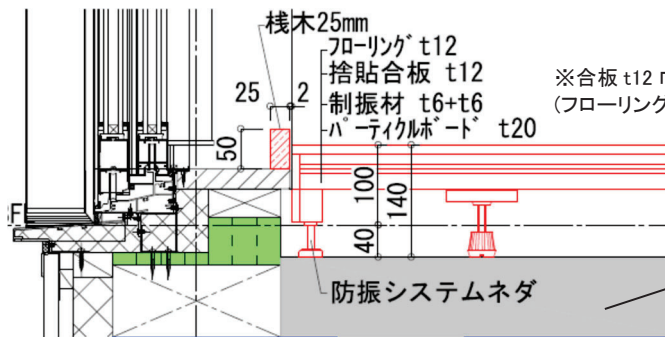


図 3.2.13 集合住宅・二重床仕様詳細(サッシ掃き出し部取合)

※合板t12 巾木あり  
(フローリングとの隙間 2mm)

コンクリートt100(CLT 上に 8φ-90mm のビスを 500mm ピッチで打ちコンクリート 100mm を打設。コンクリートはポリオレフィン系繊維補強コンクリート(メッシュ筋なし。)



## 【測定概要】

### 測定項目

- ①床衝撃音遮断性能(重量・軽量)
- ②空気音遮断性能(上下・隣室間)
- ③受音室内振動加速度レベル分布
- ④CLT床・湿式浮床の振動特性

### 測定時状況

条件0：2F内装施工前・1F天井以外の内装施工済

条件1：条件0+2F湿式浮床施工後

条件2：本施設仕様内装施工後

条件3：集合住宅・直貼り仕様内装施工後(カーペット・フローリング)

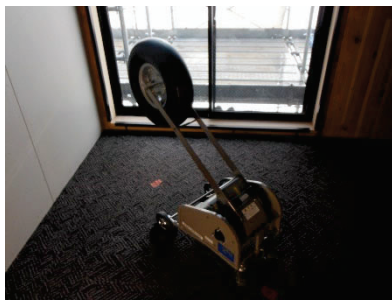
条件4：集合住宅・二重床仕様内装施工後

### 測定日

2021/10/8～2022/2/10

### 測定者

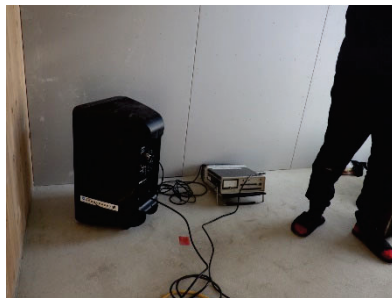
大林組技術研究所都市環境技術研究部、一般財団法人山形県理化学分析センター



重量衝撃源(タイヤ)



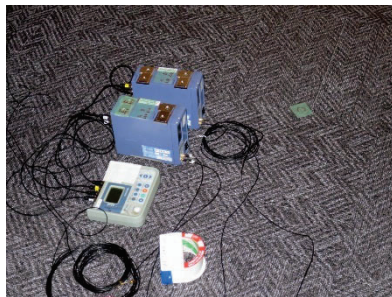
軽量衝撃源(タッピングマシン)



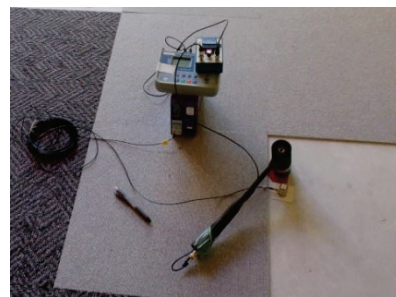
空気音音源装置(スピーカー・雑音発生器)



受音室内騒音計



天井・壁面振動測定機器



インパルスハンマーと振動測定機器

図 3.2.14 測定状況写真

### (3) 試験結果

各内装条件での床衝撃音・空気音遮断性能測定結果の一覧を表 3.3.1 に示す。また、床衝撃音レベル周波数特性を図 3.3.1、室間音圧レベル差周波数特性を図 3.3.2～3.3.3 に示す。

・条件 0 では、Lr 値は重量で Lr-75、軽量で Lr-95 である。Dr 値は、上下で Dr-25～30、2F 隣室間で Dr-25 (ユニット内)・Dr-35 (別ユニット間)、片面ボード独立壁のある 1F 隣室間で Dr-35 (ユニット内)・Dr-40 (別ユニット間) である。

・湿式浮床を施工した条件 1 では、Lr 値は重量で Lr-60、軽量で Lr-55～60 である。湿式浮床の効果は、重量の 63Hz 帯域で 16dB であり、Lr 値は 3 ランク向上している。Dr 値は、上下で Dr-35、2F 隣室間で Dr-30 (ユニット内)・Dr-35 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-35 (ユニット内)・Dr-40 (別ユニット間) である。

・本施設仕様の内装を施工した条件 2 では、Lr 値は重量で Lr-55、軽量で Lr-45～50 であり、目標値を満足する結果である。Dr 値は、上下で Dr-40、2F 隣室間では、Dr-40 (ユニット内)・Dr-45 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-45 (ユニット内)・Dr-45 (別ユニット間) で、目標値を満足する結果である。隣室間の Dr 値は、同一ユニット内よりもジョイントを介した別ユニット間の方が大きく、また 2F よりも 1F の方が大きい。上下室間と 2F 同一ユニット内の隣室間では、Dr 値の決定周波数は 500Hz～2kHz である。

受音室内にベッドマットを設置した測定も別途行ったが、マットによる吸音効果は重量床衝撃音ではなく、軽量の L 数で 3、Dr 数に対しては 1～3 であった。

・集合住宅・直貼り仕様・カーペット仕上げの条件 3-1 では、Lr 値は重量で Lr-55、軽量で Lr-45 である。また、防音フローリング仕上げの条件 3-2 では軽量は Lr-45 であり、Lr 値については、条件 3-1、3-2 とも目標値を満足する結果である。

条件 3-1 での Dr 値は、上下で Dr-40、2F 隣室間で Dr-45 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-50 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間) である。防音フローリング仕上げの場合も同様の結果であるが、上下の Dr 値は Dr-45 である。目標値は、1F 隣室間と 2F の別ユニット間の隣室間では満足するが、上下室間と 2F 同一ユニット内隣室間では目標値より 1～2 ランク低い性能である。

・集合住宅・二重床仕様の内装を施工した条件 4 では、Lr 値は重量で Lr-60、軽量で Lr-55 であり、重量・軽量とも目標値より 1～2 ランク低い性能である。

Dr 値は、上下で Dr-45、2F 隣室間で Dr-45 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-50 (ユニット内) である。目標値は、2F の別ユニット間の隣室間では満足するが、上下室間と 2F 同一ユニット内隣室間では目標値より 1 ランク低い性能である。



表 3.3.1 測定結果一覧

仕様			本施設仕様			集合住宅・直貼り仕様		集合住宅・ 二重床仕様
			条件 0	条件 1	条件 2	条件 3-1	条件 3-2	条件 4
内装仕様	2F 床		CLT 素面	浮床(カ)	浮床(カ)	浮床(カ)	浮床(フ) (B 室)	直 CON 二重床(フ) (B 室)
	独立壁(2F)		-	-	片面	両面	両面	両面
	独立壁(1F)		片面	片面	片面	両面	両面	両面
	1F・2F 天井		-	-	GB-R12.5*2	GB-R15*2	GB-R15*2	GB-R15*2
床衝撃音	重 量	A	Lr	75 (76)	60 (60)	55 (57)	-	-
		B		75 (75)	60 (59)	55 (55)	55 (55)	-
	軽 量	A	Lr	95 (97)	60 (59)	45 (46)	-	-
		B		95 (97)	55 (56)	50 (49)	45 (45)	45 (44)
空気音 (上下)	A	Dr	30 (28)	35 (35)	40 (38)	-	-	
	B		25 (27)	35 (37)	40 (40)	40 (42)	45 (45)	
空気音 (隣室)	2F	A→B	Dr	25 (24)	30 (29)	40 (39)	45 (46)	45 (46)
		C→B		35 (35)	35 (34)	45 (43)	50 (49)	50 (49)
	1F	A→B	Dr	35 (36)	35 (37)	45 (44)	50 (49)	50 (49)
		C→B		40 (42)	40 (42)	45 (46)	50 (51)	50 (51)

※1) 数値は Lr 値・Dr 値でカッコ内は 1dB ピッチで評価した場合の L 数・D 数を示す。網掛け部は目標値を満足する値。

※2) 表中の(カ)(フ)はカーペット仕上げ・フローリング仕上げを示す。

※3) 条件 1 では、軽量床衝撃音のみ加振位置にタイルカーペットを置き測定。

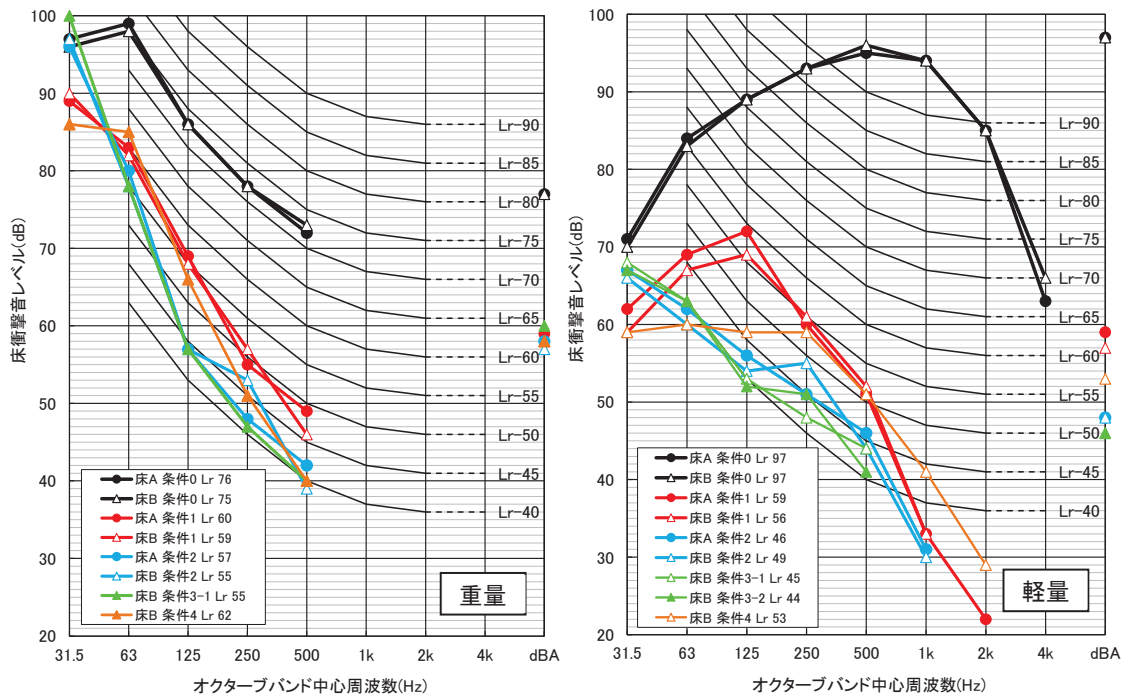


図 3.3.1 床衝撃音レベル測定結果(凡例はL数で表記)

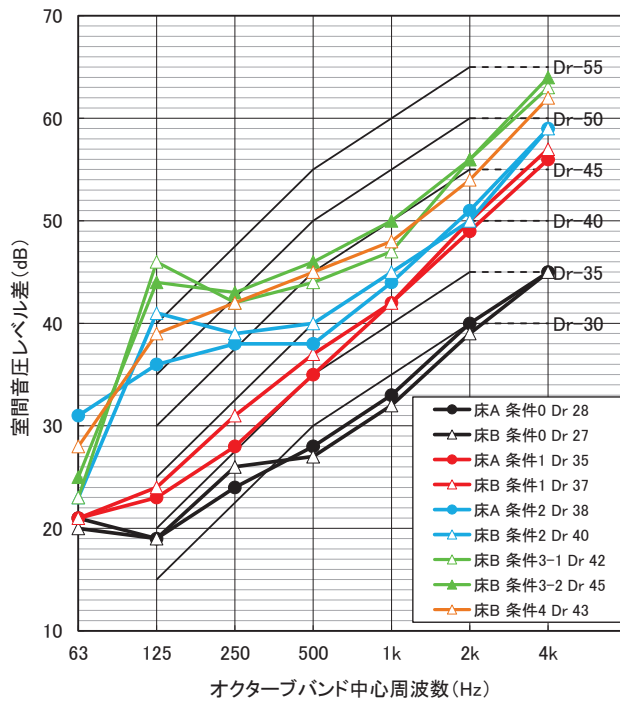


図 3.3.2 上下室間音圧レベル差測定結果 (凡例は D 数で表記)

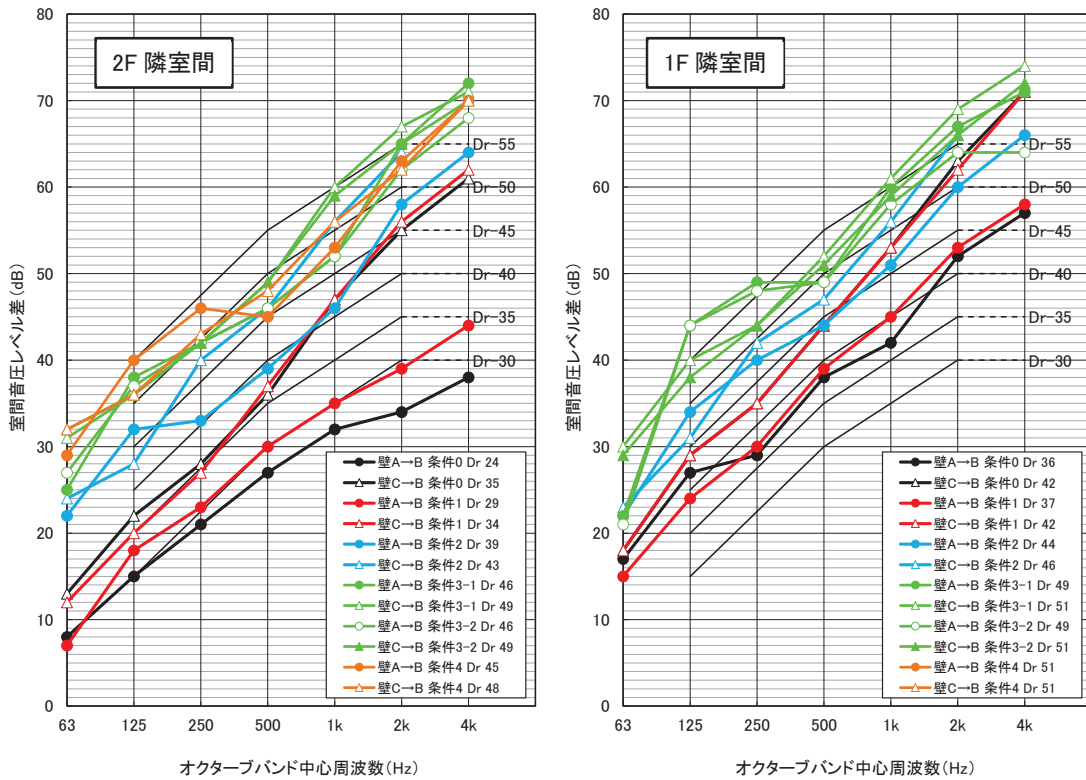


図 3.3.3 隣室間音圧レベル差測定結果 (凡例は D 数で表記)

条件2のB室での上下室間音圧レベル差と2FA室→B室の隣室間音圧レベル差測定時に、受音室内の壁・天井各面で振動加速度レベルを測定した結果を図3.3.4～3.3.5に示す。なお、各面とも測定は2点で行い、2点のエネルギー平均値を示している。

- 上下室間音圧レベル差測定時には、500Hz以上ではUB側CLT面と戸境CLT面の方が天井ボード面よりも発生振動が大きく、周波数が高くなるとその傾向がより顕著となり、1kHzでの差は約15～20dBである。

上下室間のDr値は500Hz～2kHzが決定周波数であるが、振動測定結果から、CLT現し面の側路伝搬音の影響が大きいといえる。

- 2F隣室間音圧レベル差測定時には、250Hz以上では戸境CLT面の振動が最も大きく、周波数が高くなるとUB側CLT面も他の面よりも大きくなっている。隣室間のDr値も500Hz～2kHzが決定周波数であり、上下室間同様、CLT現し面の側路伝搬音がDr値に影響を与えていると考えられる。

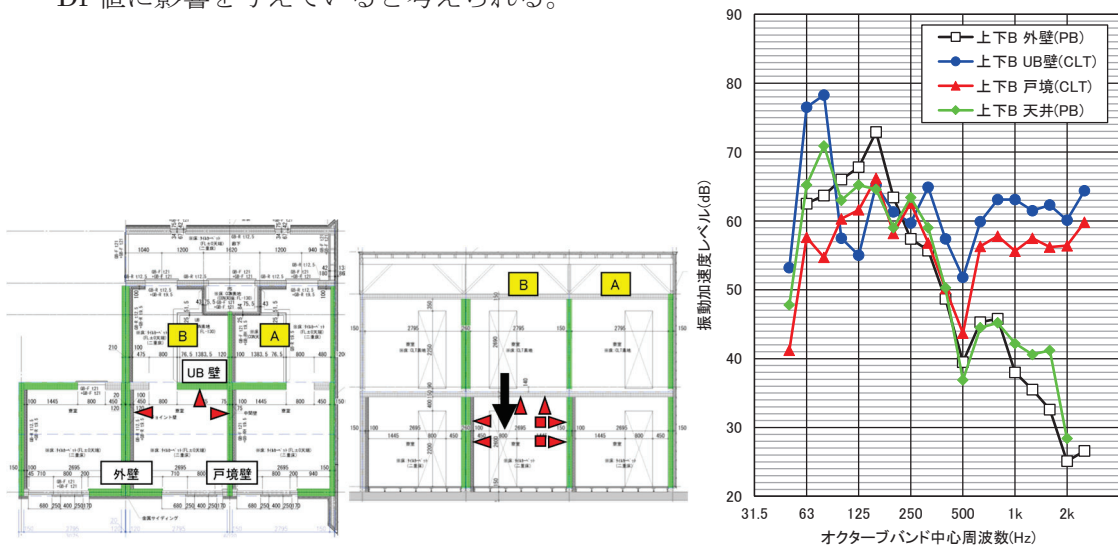


図 3.3.4 B室上下室間音圧レベル差測定時の振動測定位置と振動測定結果

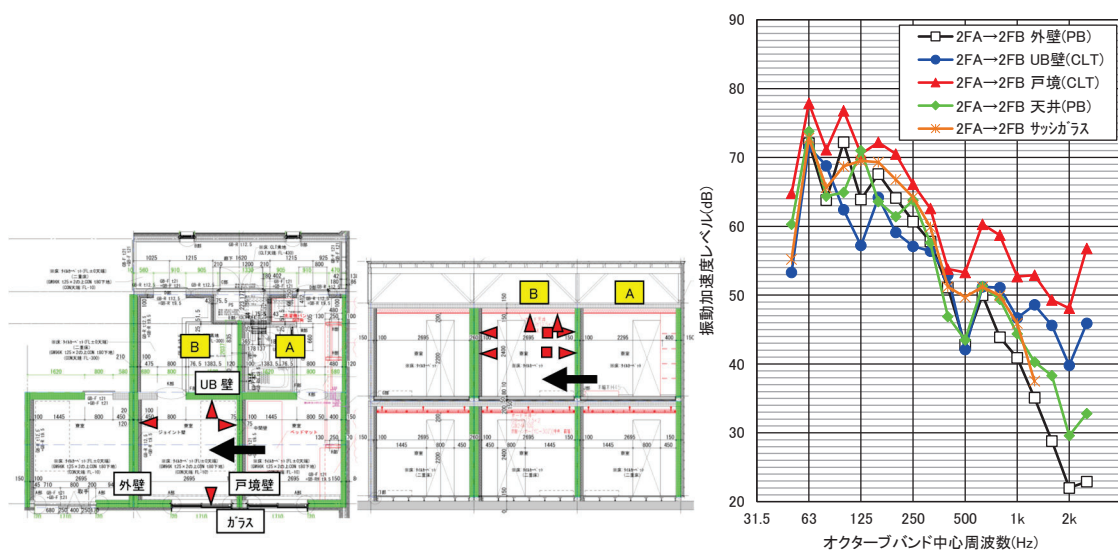


図 3.3.5 2FA室→B室間音圧レベル差測定時の振動測定位置と振動測定結果

条件0での2FCLT床素面と条件1での2F湿式浮床面での駆動点インピーダンスレベル測定結果を図3.3.7~3.3.8に示す。

- CLT床面での1次固有振動数は、A室・B室では43Hzで、C室では45Hzと若干高くなっている。A室とB室の対称な位置での測定結果は、ほぼ同様の周波数特性である。C室は1次固有振動数での落ち込みがA・B室よりやや大きく、1室ユニットであることで2室ユニットのA・B室よりも振動の逸散効果による減衰が小さいためと考えられる。
- 湿式浮床の固有振動数は各室とも22Hz付近に見られ、周波数が高くなると共振・半共振の山谷が現れる特性となっている。

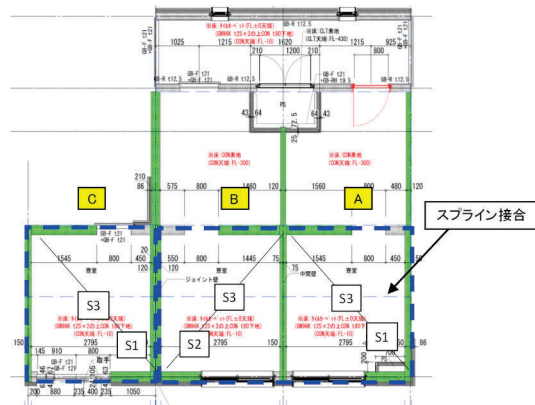


図 3.3.6 2F 床面での駆動点インピーダンスレベル測定位置

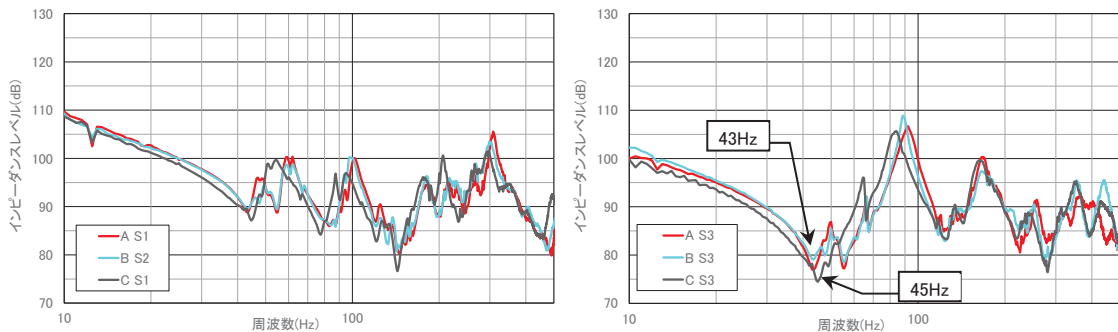


図 3.3.7 2F 各室 CLT 床面の駆動点インピーダンスレベル測定結果(条件0)

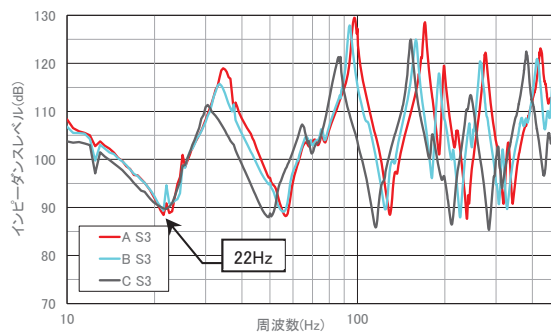


図 3.3.8 2F 湿式浮床面の駆動点インピーダンスレベル測定結果(条件1)

#### (4) まとめ・今後の課題

##### 【本施設仕様の床衝撃音・空気音遮断性能測定結果】

- ・本施設仕様の内装を施工した場合、Lr 値は重量で Lr-55、軽量で Lr-45～50 であり、目標値を満足する結果であった。湿式浮床の効果は、重量に対して 63Hz 帯域で 16dB と大きな効果が得られた。
- ・Dr 値は上下室間で Dr-40 であり、目標値を満足する仕様であった。
- ・2F 隣室間では、Dr-40 (ユニット内)・Dr-45 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-45 (ユニット内)・Dr-45 (別ユニット間) であった。
- ・本施設では備品としてベッド等の家具が設置される予定であり、家具が設置された場合には吸音効果により、Dr-40～Dr-45 の性能になると予想される。
- ・隣室間の Dr 値は、同一ユニット内よりも、ジョイントを介した別ユニット間の方が高い性能であった。これは、別ユニット間の場合には、側路伝搬音の影響が小さくなるためと考えられる。

##### 【集合住宅・直貼り仕様の床衝撃音・空気音遮断性能測定結果】

- ・集合住宅・直貼り仕様のタイルカーペット仕上げでは、Lr 値は重量で Lr-55、軽量で Lr-45 であった。また、直貼り防音フローリング仕上げでは、軽量は Lr-45 であり、Lr 値については床仕上げに関わらず、目標値を満足する結果であった。
- ・Dr 値は、上下室間で Dr-40、2F 隣室間で Dr-45 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-50 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間) であった。目標値は、1F 隣室間と 2F の別ユニット間の隣室間では満足するが、上下室間と 2F 同一ユニット内隣室間では目標値より 1～2 ランク低い性能であった。上下・隣室間とも、250Hz～1kHz 帯域の性能が低下する周波数特性で、主な原因は CLT 現し面からの側路伝搬音の影響であり、より性能を上げるには、CLT 壁面を内装材で覆う等の対策が必要である。

##### 【集合住宅・二重床仕様の床衝撃音・空気音遮断性能測定結果】

- ・集合住宅・二重床仕様では、Lr 値は重量で Lr-60、軽量で Lr-55 であり、重量・軽量とも目標値より 1～2 ランク低い性能であった。今回の床仕様は CLTt150+コンクリート 100mm であったが、より性能を上げるには、CLT・コンクリートを厚くし、また軽量床衝撃音対策も併用する必要がある。
- ・Dr 値は、上下室間で Dr-45、2F 隣室間で Dr-45～50 (ユニット内)・Dr-50 (別ユニット間)、1F 隣室間で Dr-50 (ユニット内) であった。集合住宅・直貼り仕様と同様に、CLT 現し面からの側路伝搬音の影響が大きく、より性能を上げるには、CLT 壁面を内装材で覆う等の対策が必要である。



#### 4. 工法の違いによる工期、コスト等の比較検討

(1) 本事業で実証したCLTユニット工法を用いた建築物と、CLTパネル工法を用いる場合の建築物の工期、コスト等に関する比較を以下に示す。

項目	木造			木造			
構造	CLTパネル工法			CLTユニット工法			
規模	1F RC造、2F3F 木造			1F RC造、2F3F 木造			
延べ面積 (m2)	3,360			3,360			
イメージ写真							
工程	RC躯体工事 (基礎、1F) -大引き-CLT壁-CLT床-接合部固定 -内外装仕上工事			RC躯体工事 (基礎、1F) -大引き-CLTユニット-接合部固定 -内外装仕上工事			
比較内容	CLT建て方から内外装仕上工事前まで			CLT建て方から内外装仕上工事前まで			
工事費	建築工事	項目	数量	金額 (千円)	項目	数量	金額 (千円)
		躯体工事	1式	431,900,000	躯体工事	1式	431,900,000
		CLT材料費	810m3	80,170,000	CLT材料費	810m3	80,170,000
		CLT工場加工費	810m3	10,440,000	CLT工場加工費	810m3	10,440,000
		CLT工場組立費	0m3	0	CLT工場組立費	810m3	5,560,000
		CLT養生塗装費	810m3	4,960,000	CLT養生塗装費	810m3	4,960,000
		CLT現場接合費	1式	9,300,000	CLT現場接合費	1式	6,900,000
		CLT施工図	1式	5,110,000	CLT施工図	1式	5,110,000
		CLT輸送費	810m3	8,240,000	CLT輸送費	810m3	12,690,000
		接合金物	1式	5,110,000	接合金物	1式	5,110,000
		小屋組み	1式	4,920,000	小屋組み	1式	4,920,000
		CLT建て方費	1式	10,800,000	CLT建て方費	1式	6,000,000
		GIRアンカー接合費	1式	50,240,000	GIRアンカー接合費	1式	50,240,000
		木造軸組工事仮設費	1式	7,400,000	木造軸組工事仮設費	1式	7,400,000
内外装仕上工事	内外装仕上工事	1式	452,300,000	内外装仕上工事	1式	452,300,000	
設備工事	設備工事	1式	497,300,000	設備工事	1式	497,300,000	
その他 (他工事)	その他 (他工事)	1式	253,700,000	その他 (他工事)	1式	247,700,000	
合計	合計	1式	1,831,890,000	合計	1式	1,828,700,000	
		m2あたり単価	545,205	m2あたり単価	544,256		
工期	14.25カ月			13カ月			
CLT建て方工期	2.25カ月			1カ月			

工期について、ユニット工法は工場にてユニット化されるため、現場での建て方・接合に必要な作業員数を少なく抑えることが可能となり、かつ建て方日数もパネル工法に対し、1ヶ月強程度短縮することができる。結果として全体工期もパネル工法14.25ヶ月に対し、13.0ヶ月と1ヶ月強の短縮が可能となる。

コストについて、ユニット工法は工場組立費、輸送費が増えるが、現場建て方費（労務費＋建て方重機費ほか）や全体工期短縮による共通仮設費および経費の圧縮により、その効果は小さいが圧縮が可能となる。

その他、施工面では、以下の効果が期待される。

- ・工場組立のため高品質化が期待できる。
- ・少ない作業員数で施工可能なため、労務不足が懸念される今後の建設業界に対し、対応可能な工法として期待できる。
- ・現場での接合作業が減るため、工事中近隣への振動騒音等の低減が可能である。

## 5. ワンモデルBIMの活用

設計情報を1つのモデルに統合するワンモデルによるBIMを活用し、求積やCLT数量算出の自動化による効率化を図った。今後の施工においてもBIMを一貫利用することで、業務プロセス全体の最適化を図る。