

2. 7 (個人) / (株) 響建設

2. 7. 1 建築物の仕様一覧

事業名	(仮)朝倉集合住宅新築工事の建築実証		
実施者(担当者)	個人(株式会社響建設)		
建築物の概要	用途	共同住宅	
	建設地	高知県高知市朝倉	
	構造・工法	木造・CLTパネル工法	
	階数	3	
	高さ(m)	10.165	
	軒高(m)	9.35	
	敷地面積(m ²)	912.35	
	建築面積(m ²)	269.94	
	延べ面積(m ²)	806.77	
	階別面積	1階	269.94
	2階	269.94	
	3階	266.89	
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、床	
	CLT使用量(m ³)	加工前製品量178.731m ³ 、建築物使用量166.924m ³	
	壁パネル	寸法	90mm、90mm×2厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	S60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ
		強度区分	Mx90A相当
		樹種	スギ・ヒノキHB
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：欧州赤松集成材 梁：欧州赤松集成材	
	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	88.8987m ³	
仕上	主な外部仕上	屋根	GL(ｶﾞﾙﾊﾞﾘウム)鋼板t=0.4立平葺き
		外壁	GL鋼板t=0.5F型スﾊﾞﾝﾄﾞﾚﾙ縦貼、鋼板ｼｲﾃﾞｨﾝｸﾞt=15、ｼｲﾃﾞｨﾝｸﾞt=16+硬質木片セメント板t=18下地
		開口部	ｱﾙﾐｯｼｬﾝ+二層複層ｶﾞﾗｽ(Low-E、断熱ｶﾞｽ、日射遮蔽型、中空層幅12mm) 一部防火設備
	主な内部仕上	界壁	(強化PBt15+PBt12.5+LGS40*45(GW24Kt50mm)) 両面+CLT
		間仕切り壁	両面PBt12.5 LGSt65
		床	構造用合板12+ALCt36+ﾌﾘｰﾌﾟﾛｯﾌﾟ+ﾊﾞｰﾚｯﾄﾞt20+制振材t8+ﾗﾝﾄﾞ合板t12+ﾋﾞｰﾙ床ﾀｲﾙt3
	天井	強化PB12.5×2+GW16kt100+LGS天井下地 一部ｼｲﾃﾞｨﾝｸﾞ設置	
構造	構造計算ルート	ﾙｰﾄ2	
	接合方法	引きﾎﾙﾄﾞ接合・鋼板挿入ﾄﾞﾘﾌﾄﾞﾝ接合	
	最大スパン	3.6m	
	問題点・課題とその解決策	<ul style="list-style-type: none"> 床の遮音対策としてALCの上にﾌﾘｰﾌﾟﾛｯﾌﾟのｺｰﾑ付脚の接点に集中荷重が掛かるため、捨て合板の施工が必要 CLT壁の外壁側に取付用のﾌﾞﾚｯﾄﾞの厚みが出るため、壁内部用に変更 床遮音性能テストの結果が(LL-55,60 LH-60)となり、まだ電気設備等の開口が仕上がっていない状態でのテストのため、完全に仕上がった状態では、ある程度の効果が望めそう。当初の計画にはなかったが2室にﾌﾙﾋﾞ化学工業(株)のｼｲﾃﾞｨﾝｸﾞを設置し、遮音テストでその効果を比較検討したが、これも仕上がった状態でテストすれば効果が検証できそう。 外断熱工法を採用しUa値0.32 BEI0.82という結果となり、引き続き同じ工法を採用 BIMワークフローの実証について 	
防火	防火上の地域区分	指定なし	
	耐火建築物等の要件	無	
	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	外壁に耐火ボードを貼るのにCLT取付ﾌﾞﾚｯﾄﾞの厚みの処理に壁内部用に変更	
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	屋根・外壁とも性能の高い外断熱を採用した	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	A種ﾌｪｰﾙﾌｫｰﾑ保温板1種2号(0.020W/m・k)・50mm
		外壁	A種ﾌｪｰﾙﾌｫｰﾑ保温板1種2号(0.020W/m・k)・35mm
床		押出法ﾎﾟﾘｽﾃﾚﾝﾌｫｰﾑ保温板1種bc(0.036W/m・k)・50mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	床CLTはRCｽﾗﾌﾞより遮音性が劣るのでALC+ﾌﾘｰﾌﾟﾛｯﾌﾟ+制振材で対策 更に今回は試行としてｼｲﾃﾞｨﾝｸﾞの効果を検証	
	建て方における課題と解決策	CLTの運搬車両・経路・搬入方法と現場内へのストック、建て方ﾚｯｶｰの施工計画の準備を十分行う	
	給排水・電気配線設置上の工夫	・設計時からBIMで設備配管をモデル化し、配管ルートとCLTパネルスリーブ位置を検討した。工場加工時にスリーブ加工をすることで、作業効率を上げることが出来た。	
	劣化対策	外壁・屋根を通気工法とし軒天と屋根棟に換気部材を使用	
工程	設計期間	2022年5月～7月(3ヵ月) 確認申請審査期間	
	施工期間	2023年8月～2024年2月(6ヵ月)	
		CLT躯体施工期間	2023年10月中旬～11月中旬(1ヵ月)
	竣工(予定)年月日	2023/2/29	
体制	発注者	中岡 義智	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	基本・実施設計 (有)開建築設計事務所	
	構造設計者	中村建築構造設計合同会社	
	施工者	(株)響建設	
	CLT供給者	銘建工業(株)	
	ラミナ供給者	高知おとよ製材(高知県産材)	

2. 7. 2 実証事業の概要

実証事業名：(仮)朝倉集合住宅新築工事の建築実証

建築主等／協議会運営者：個人／(株)響建設

1. 実証した建築物の概要

用途	共同住宅			
建設地	高知県高知市			
構造・工法	CLT パネル工法			
階数	3			
高さ (m)	10.165	軒高 (m)	9.350	
敷地面積 (㎡)	912.37	建築面積 (㎡)	296.94	
階別面積	1階	266.94	延べ面積 (㎡)	806.77
	2階	266.94		
	3階	266.89		
CLT 採用部位	壁、床			
CLT 使用量 (m ³)	加工前製品量 178.731m ³ 、加工後建築物使用量 166.924m ³			
CLT を除く木材使用量 (m ³)	88.8987m ³			
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	90mm、90mm×2厚/3層3プライ/S60A相当/スギ		
	床	120mm厚/3層4プライ/Mx90A/相当/スギ		
	屋根			
設計期間	2022年5月～7月(3ヵ月) 確認申請審査期間			
施工期間	2023年8月～2024年2月(6ヵ月)			
CLT 躯体施工期間	2023年10月中旬～11月中旬(1ヵ月)			
竣工年月日	2024年3月11日			

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT 集合住宅の普及を目指すには、低コスト化が必要である。その方法として標準化を模索し、3.6m角モジュール標準プランによる、設計・施工の効率化についての検証を行う。また CLT の課題である遮音性能の実証実験を行い、居住性を高める検証をし、CLT による集合住宅の可能性を広げたい。

2022年度に検証した「BIM と CLT 加工データ連携」は、ミスを減らし、作業効率を上げることが確認出来た。この連携を広めるには「BIM-CLT 加工データ連携マニュアル」作成が CLT 製作の DX 化を進めることとなる。秦南町集合住宅と同じ標準モデルでプランを展開し、敷地条件と戸数・延床面積の違いによる施工工程・手法の課題やコストの検証及び仕様を変えた遮音性能の比較検討を行う。

以下が、検討課題である。

1. 3.6m角モジュール標準プランによる設計・施工の効率化について検証
2. 断熱・遮音性能検証 (2件の3.6m角モジュール標準プランで比較)
3. BIM ワークフロー「BIM-CLT 加工データ連携マニュアル」作成

3. 協議会構成員

- (施工) 榊響建設：代表取締役社長 丁野敏明、宮田直樹（協議会運営者）
(設計) (有)開建築設計事務所：一級建築士 開達也
(構造設計) 中村建築構造設計：中村康一
(原木供給) 高知県森林組合連合会：浜田 義寛
(材料/ラミナ) 高知おおとよ製材：遠藤 幸夫
(材料/CLT 等) 銘建工業株式会社：三嶋 幸三
(金物供給) タカヤマ金属工業株式会社：玉岡 富彦
(試験) フクビ化学工業(株)

4. 課題解決の方法と実施工程

(1)3.6m角モジュール標準プランによる設計・施工の効率化について検証

過去の CLT[®] 補工法と比較しても構造設計でパネルの大型化、床梁の軽減、材積の軽減、施工工程の軽減が図れた。

(2)断熱・遮音性能検証（2 件の 3.6m角モジュール標準プランで比較）

断熱性能の検証ではUa 値が引き続き高い性能を示した。既存の RC 造と CLT[®] 補造にクラウド[®] 温湿度計をセットしてデータを取って見たが、居住しているため正確に比較する結果にならなかった。

遮音性能テストは CLT 構造の状態、内装仕上げ後、サイレント[®] ドロップの施工有無で比較したデータを収集した。

(3)BIM ワークフロー「BIM-CLT 加工データ連携マニュアル」を作成した。

<協議会の開催>

令和 5 年 5 月 30 日：第 1 回開催、問題点洗い出し

6 月 26 日：第 2 回開催、確認申請について、CLT アンカーボルトセット用治具金物確認

7 月 20～21 日：第 3 回開催、BIM 連携・整合性チェック整理、BIM 活用に向けた講習

8 月 7 日：第 4 回開催、BIM データと CADWORK の連携、施工事前打合せ

8 月 19 日：第 5 回開催、CLT パネル加工図、現場組立用の打合せ

9 月 28 日：第 6 回開催、木工事進捗確認、アンカーボルト施工方法等工事改善点確認

10 月 17 日：第 7 回開催、住設打合せ、CLT 搬入注意事項、動画撮影内容確認

11 月 21 日：第 8 回開催 工事進捗状況確認、建て方状況確認、視察

11 月 25 日：第 9 回開催 構造見学会

12 月 22 日：第 10 回開催、実証事業等取りまとめ検討

<設計>

令和 5 年 4 月 21 日：確認申請用図面打合せ

5 月 30 日：設計内容確認打合せ

7 月 26 日：確認申請審査済み

<施工>

令和 5 年 5 月：工事契約

7 月～9 月：着工、基礎工事

10 月～11 月：CLT 工事

11 月～12 月：外装工事

12 月～1 月：内装工事

2 月：設備工事、外構工事

1月～2月：設備工事

<性能確認>

令和5年11月28日：CLT 躯体段階で遮音性能試験

令和6年2月13日；遮音性能試験

令和6年3月15日；遮音性能試験実施予定

5. 得られた実証データ等の詳細

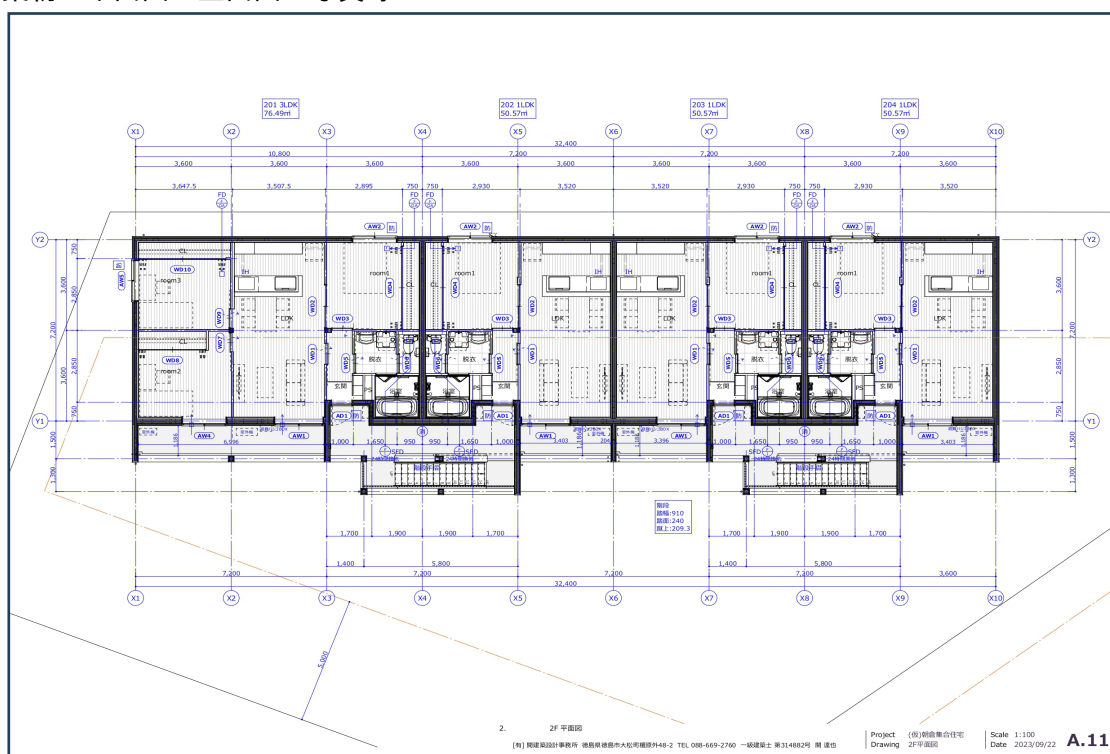
設定した課題において次の結果が得られた。

- CLT パネル工法における構造体のコスト縮減及び標準化の提案
3.6mモジュールプランの平面計画による CLT 使用数量が削減されたことによりコストの縮減が計れた。
- 外断熱工法で設計し省エネ法による計算結果の数値が以下になった。Ua 値=0.32 BEI=0.82
- CLT パネル工法に適した BIM ワークフローの検討について意匠・構造・設備を BIM モデル化し、3D で共有しながら設計を進め、CLT 数量の集計と、加工までの連携を見据えた BIM ワークフローを検証
ARCHICAD (BIM) →cadwork (木加工データ作成用 3DCAD) 連携について 中間ファイル IFC を使った連携の検証と、3D モデルによるチェック方法を検証
- 標準型プランでのモジュールごとのコスト算出を試作した資料
- 既存の工法と比べた CLT 工法のコスト縮減比較資料

6. 本実証により得られた成果

CLT の断熱遮音の資料を、汎用性低コスト性を念頭に試験検討し、その過程を取りまとめることにより、他の事業者が同様の検討を行う上で参考となる。また、BIM を活用し、設計と施工とファブの連携と効率化を図ることでトータルコストの削減が期待できる。CLT パネル工法を BIM による設計施工は、これからの時代に向けての新しいワークフローとして提案する。標準型プランにより CLT 部材使用量の縮減が図れ、過去の例と比較することによりプラン提案の応用力を高める。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



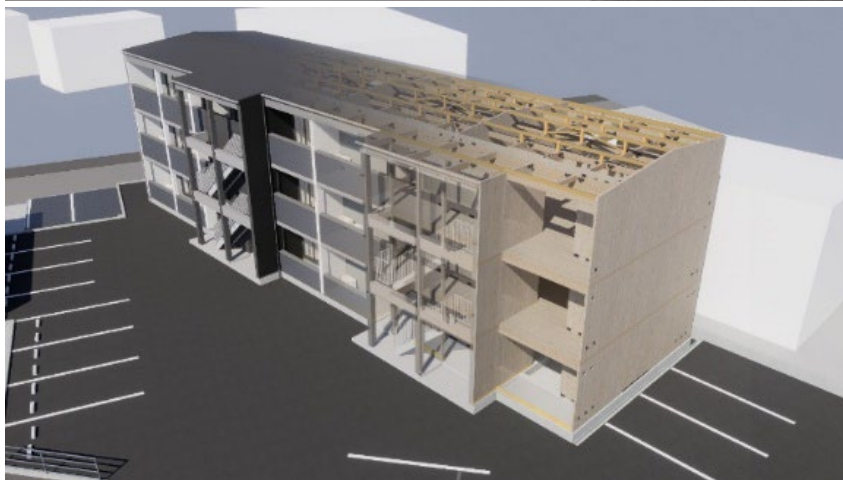


F-07 断面仕様

名称 外壁仕様表 (A) 外壁仕様表 (B) 外壁仕様表 (C) 外壁仕様表 (D) 外壁仕様表 (E) 外壁仕様表 (F)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)	名称 窓枠仕様表 (A) 窓枠仕様表 (B) 窓枠仕様表 (C) 窓枠仕様表 (D) 窓枠仕様表 (E)
--	---	---	---	---	---	---

(注) 詳細設計要領書 建築計画書(大形)表紙外付19-2 TEL: 088-669-2780 一級建築士 飯田信雄 製 図 表

Project (有限) 株式会社
 Drawing 住宅計画
 Scale 1:100
 Date 2023/03/22 **A.17**



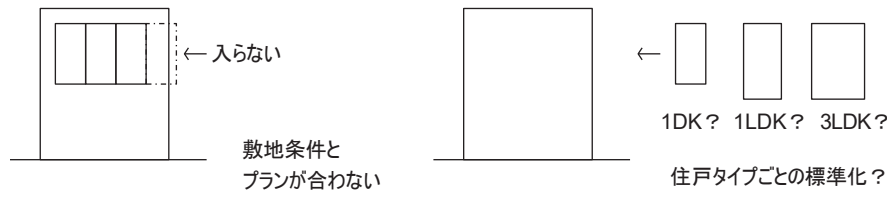
2. 7. 3 成果物

1. CLT集合住宅普及に向けて

CLT集合住宅の普及を目指すには、低コスト化が必要である。その方法として標準化を模索し、3.6m角モジュール標準プランによる、設計・施工の効率化についての検証を行う。

1.1 標準化プラン模索

これまで標準化された住戸プランの模索を続けてきたが、敷地の条件や、周辺からのニーズに合わせた住戸タイプは多様であり、様々な条件に対応できる標準化プランは難しい。



そこで、住戸を標準化するのではなく、標準化されたブロックをモジュール化し、モジュールの組み合わせで、様々なプランに対応できる標準モジュールを考案した。

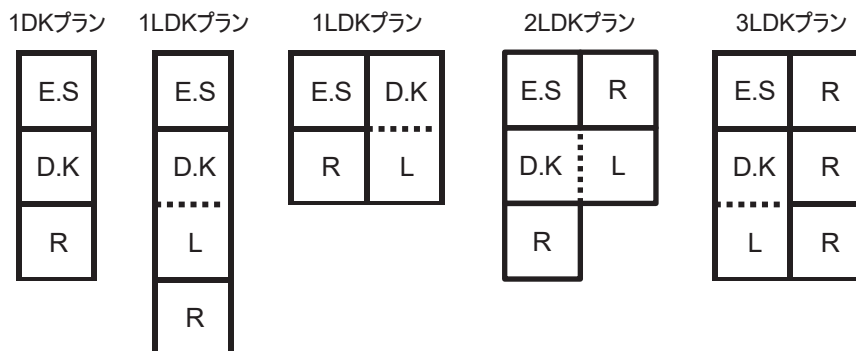
1.2 3.6m角モジュール標準プラン

3.6m角を基準としたD.K(ダイニング・キッチン)、L(リビング)、R(個室)、E.S(玄関・水回り)をブロック化したモジュールを標準化し、モジュールの組み合わせによって様々な展開が可能な標準プランである。

3.6m角で標準化されたモジュール

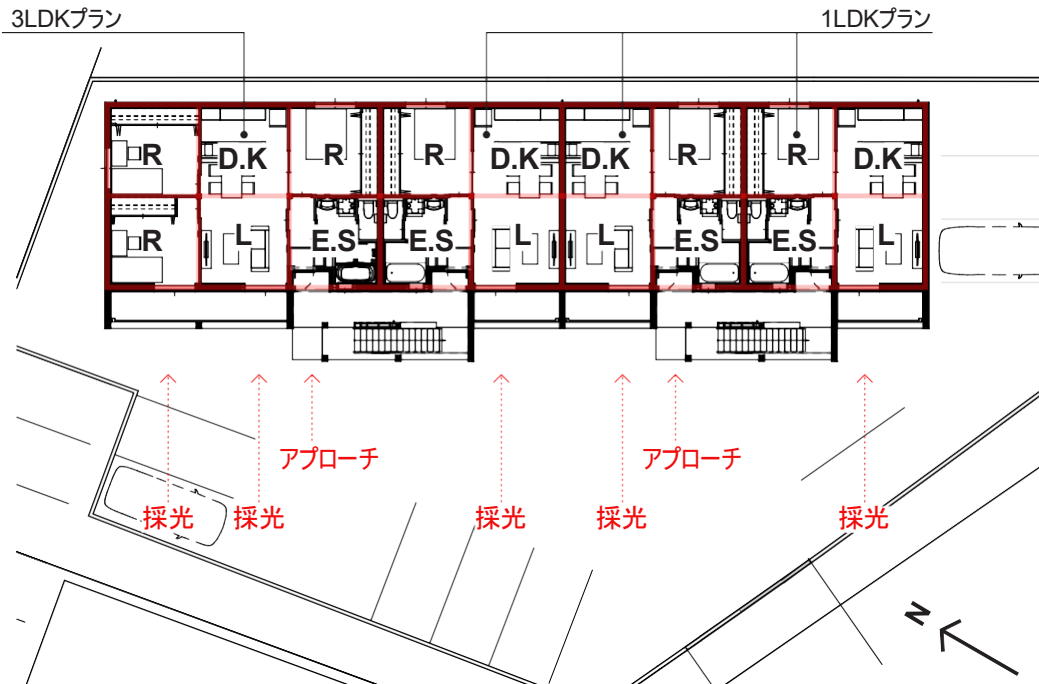


モジュールの組み合わせで様々な住戸タイプへの対応が可能



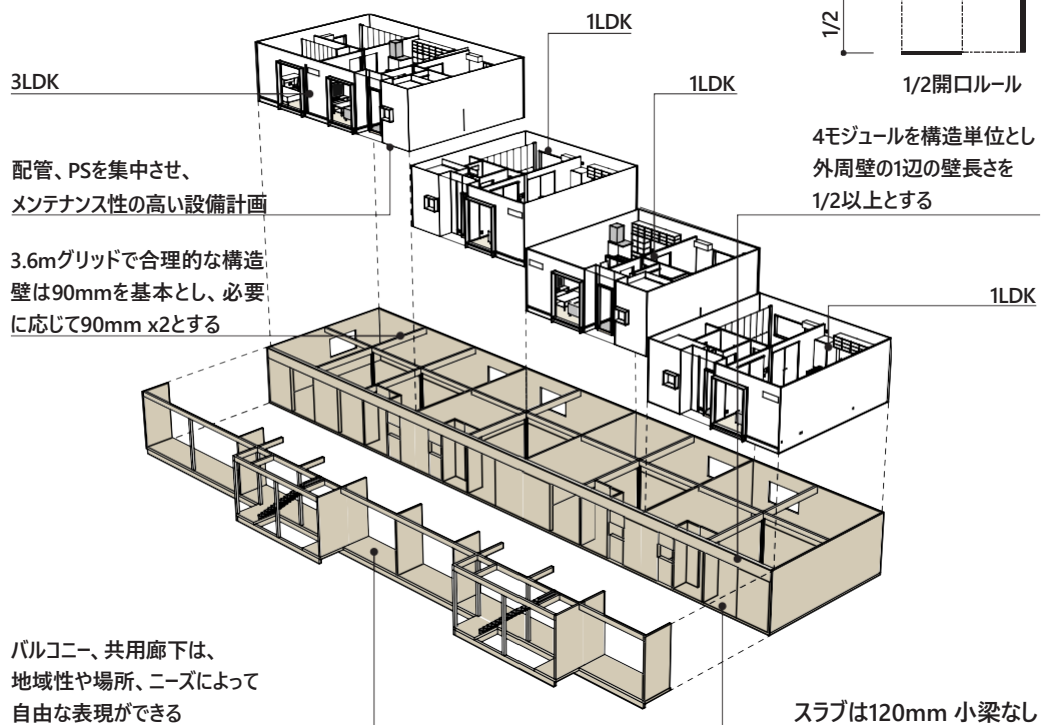
1.3 朝倉集合住宅平面プラン

一般的に難しい南側からのアプローチが条件となった敷地に、南側階段室型で対応し、1LDKと3LDKの混合プランを、3.6mモジュールの組み合わせで構成させた。



1.4 朝倉集合住宅ダイアグラム

- 3.6mグリッドで合理的な構造
- 4モジュールを構造単位とし、外周壁の1辺の壁長さを1/2以上とするルールを設定
- 壁は90mmを基本とし、必要に応じて90mm x2とする
- スラブは120mm 小梁なし
- 配管、PSを集中させ、メンテナンス性の高い設備計画



1.5 モジュール単価概算システム構築

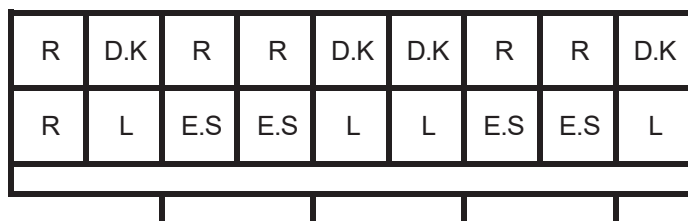
各モジュールごとの単価を設定し、モジュールを数えれば概算コストができるシステムを構築することで、計画初期にコストシミュレーションができる。

$$\boxed{\text{E.S}} \times N + \boxed{\text{D.K}} \times N + \boxed{\text{L}} \times N + \boxed{\text{R}} \times N + \text{共用部} = \text{¥} \bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc$$

概算システムを構築するため、2件の3.6モジュールプランのコストを比較しながら検証する。

工事名	朝倉			秦南			施工坪単価 秦南/朝倉
	コスト	建築費割合	施工坪単価	コスト	建築費割合	施工坪単価	
施工面積(坪)			268.55			127.85	
建築総コスト(経費込・消費税抜き)	221,000,000	100.0%	822,938	124,000,000	100.0%	969,887	117.9%
室面積部分コスト	162,202,000	73.4%	603,992	87,053,000	70.2%	680,899	112.7%
共有部分コスト	45,520,000	20.6%	169,503	29,807,000	24.0%	233,140	137.5%
付帯設備・オプション設備	13,279,000	6.0%	49,447	7,140,000	5.8%	55,847	112.9%
		対L、R比			対L、R比		対L、R比 秦南/朝倉
E.S(玄関・水回り)単価	3,531,000	132.0%		4,129,000	126.5%		116.9%
DK単価	3,289,000	123.0%		3,821,000	117.1%		116.2%
L、R単価	2,674,000	100.0%		3,263,000	100.0%		122.0%

朝倉集合住宅 3.6m角モジュールプラン

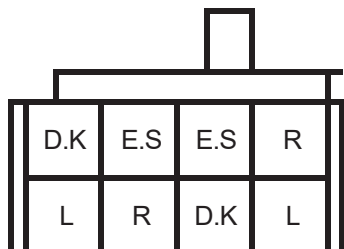


モジュール面積
3.6x3.6=12.96㎡
X 3F
モジュール数 54
12.96 x 54 = 699.84㎡

$$\boxed{\text{E.S}} \times 12 + \boxed{\text{D.K}} \times 12 + \boxed{\text{L}} \times 12 + \boxed{\text{R}} \times 18 + \text{共用部} + \text{付帯オプション} = \text{¥}220,859,000$$

3,531,000 3,289,000 2,674,000 2,674,000 45,520,000 13,279,000

秦南集合住宅 3.6m角モジュールプラン



モジュール面積
3.6x3.6=12.96㎡
モジュール数 24
12.96 x 24 = 311.04㎡

$$\boxed{\text{E.S}} \times 6 + \boxed{\text{D.K}} \times 6 + \boxed{\text{L}} \times 6 + \boxed{\text{R}} \times 6 + \text{共用部} + \text{付帯オプション} = \text{¥}123,803,000$$

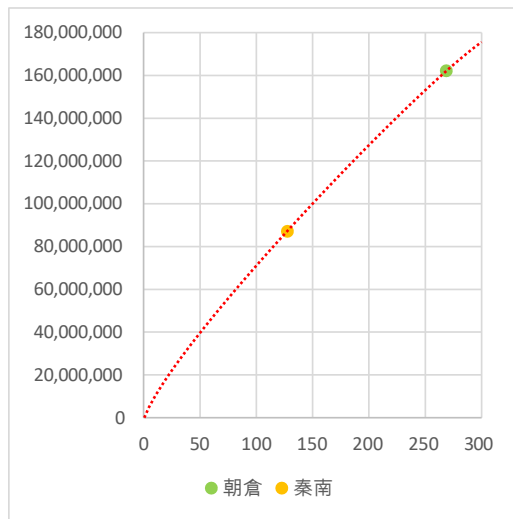
4,129,000 3,821,000 3,263,000 3,263,000 29,807,000 7,140,000

2件のコスト比較検証を行った結果、モジュール単価に大きな開きが出た。

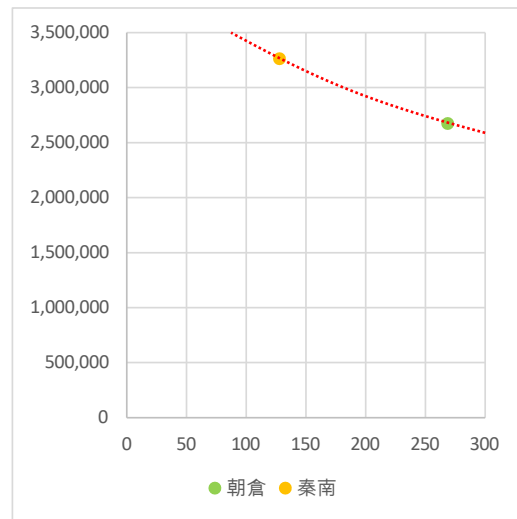
当然だが、規模や施工条件での違いが現れた。

	施工面積	階数	敷地	施工条件
朝倉集合住宅	890.88 m ² 268.55 坪	3	912.35 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地が比較的広い ・敷地内にヤード ・コンパクトな共用部
秦南集合住宅	424.08 m ² 127.85 坪	3	294.49 m ²	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地が狭い ・別敷地にヤード ・住戸数が少ない

施工面積 - 総工事費 グラフ



施工面積 - モジュール(L・R)単価 グラフ



2件の「施工面積-総工事費」「施工面積-モジュール(L・R)単価」グラフから、工事費とモジュール単価を予測する。他にも施工条件等の係数を設定するなど、実績を積み重ねることで、精度を上げていきたい。

$$\left(\boxed{E.S} \times N + \boxed{D.K} \times N + \boxed{L} \times N + \boxed{R} \times N \right) \times \text{係数} + \text{共用部} + \text{付帯オプション} = \text{¥} \bigcirc \bigcirc \bigcirc$$

1.6 集合住宅コスト比較

CLT集合住宅材積集計	床面積 (m ²)	施工面積 (m ²)	CLT(加工後) (m ³)	CLT/床面積 (m ³ /m ²)	CLT/施工面積 (m ³ /m ²)	CLT原版 (m ³)	備考
リーヴァかもベII	636.41	703.92	114.232	0.1795	0.1623	119.167	3階建、床合板
Maison de Marino	611.95	667.36	109.864	0.1795	0.1646	118.772	2階建、床CLT
朝倉集合住宅(3.6M)	683.3	805.37	166.924	0.2443	0.2073	178.731	3階建、床CLT
秦南集合住宅(3.6M)	308.98	376.89	86.571	0.2802	0.2297	93.289	3階建、床CLT
リーヴァかもベII	636.41	703.92	114.232	0.1795	0.1623	119.167	3階建、床合板
同上2、3F床 (t=120)		458.40	55.008				床CLTに換算
上記 計	636.41	703.92	169.240	0.2659	0.2404		床CLT換算後集計

上表は、過去のCLT集合住宅から、コスト比較を検証する集計表である。ただし、最近の木材価格の高騰から、材積からの検証としている。ここでは、比較的規模に近い「リーヴァかもベII」と「朝倉集合住宅(3.6M)」を比較する。「リーヴァかもベII」は床が合板だったため、CLTに換算した場合とする。

施工面積に対するCLT使用量は、「リーヴァかもベII」が0.2404、「朝倉集合住宅(3.6M)」が0.2073と、約15%軽減され、3.6m角モジュールプラン(3.6M)の合理性が現れている。

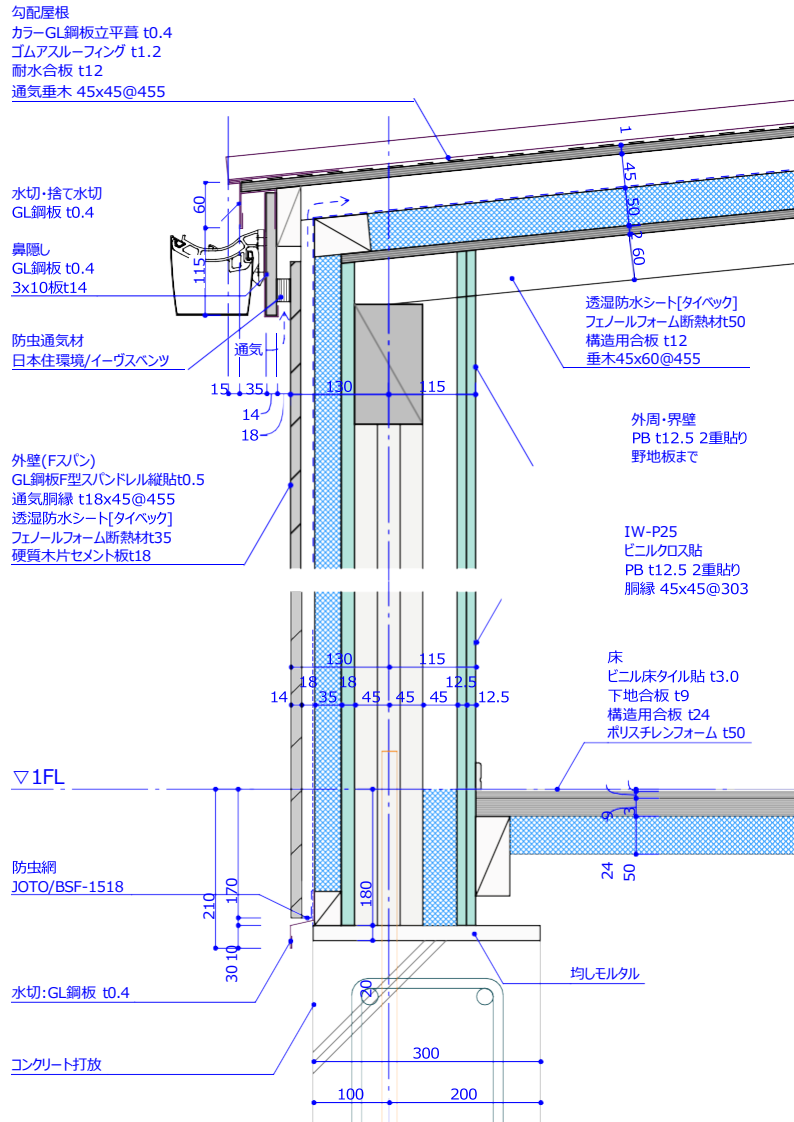
2. 住環境を高める

住環境を高めるCLTに最適な工法の検証として、「外断熱による断熱性能の検証」と「フリーフロア+ALC+石膏ボードによる床遮音性能の検証」を行った。

2.1 外断熱による断熱性能の検証

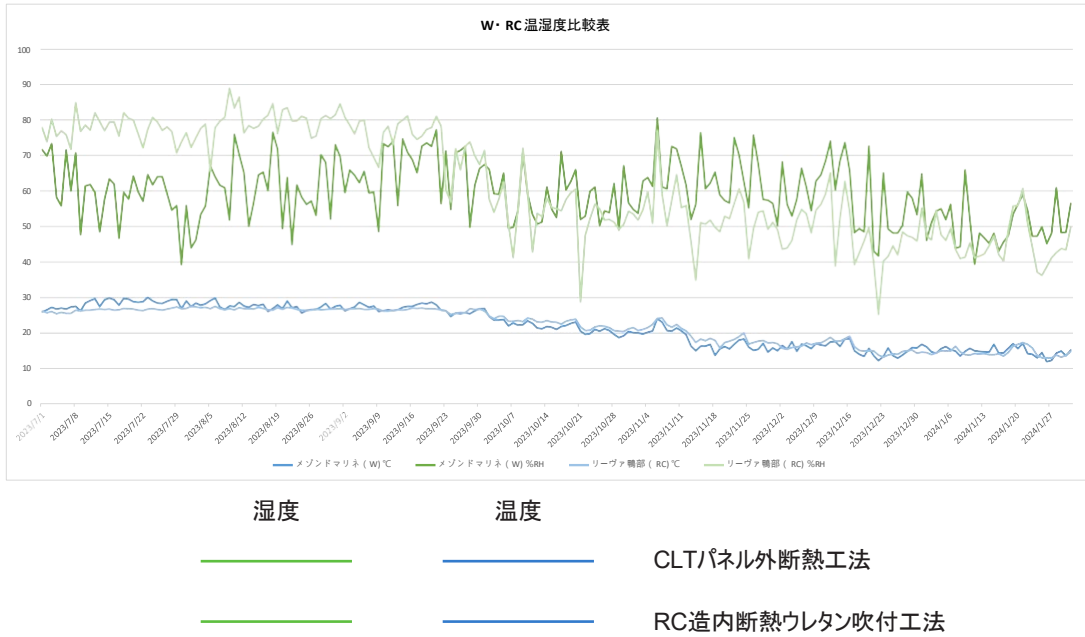
CLTパネル工法の断熱工法として、外断熱との相性の良さを感じている。

フェノールフォームを基本として、屋根を外断熱と合わせて通気工法にしている。



部位	仕様	W/m ² ·K	mm	m2k/w
屋根(外断熱)	A種フェノールフォーム保温板1種2号	0.020	50	2.5
外壁(外断熱)	A種フェノールフォーム保温板1種2号	0.020	35	1.8
床	押出法ポリスチレンフォーム断熱材1種bC	0.036	50	1.38
断熱補強	A種フェノールフォーム保温板1種2号	0.020	20	1.0
駆体	CLTパネル	0.10	90	0.9
駆体	CLTパネル	0.10	180	1.8

湿熱環境調査として、過去物件集合住宅のRC造とCLTパネル外断熱工法の比較を下図に示す。



湿度に関しては、CLTパネル外断熱工法は1年を通して一定を保ち、木材の吸放湿作用が見て取れる。温度に関しては、計測場所が玄関だったことと、住まい方によってデータにばらつきがあり、正確な断熱性能を表したデータとは言い難い。調査方法を含めた検証が必要である。

建築物エネルギー消費性能基準

外皮性能（建築物エネルギー消費性能基準）

外皮基準適合戸数	12戸	
基準値	$U_k=0.87$	$\eta_{AC}=2.7$
設計値（最大値）	$U_k=0.32$	$\eta_{AC}=1.5$

住宅部分の一次エネルギー消費量（建築物エネルギー消費性能基準）

	設計一次エネルギー消費量 [GJ/年]	基準一次エネルギー消費量 [GJ/年]	設計一次エネルギー消費量 (その他除く) [GJ/年]	基準一次エネルギー消費量 (その他除く) [GJ/年]	BEI
住戸部分	509.1	583.5	330.7	404.8	0.82
共用部分	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	509.1	583.5	330.7	404.8	0.82

単位住戸の情報（建築物エネルギー消費性能基準）

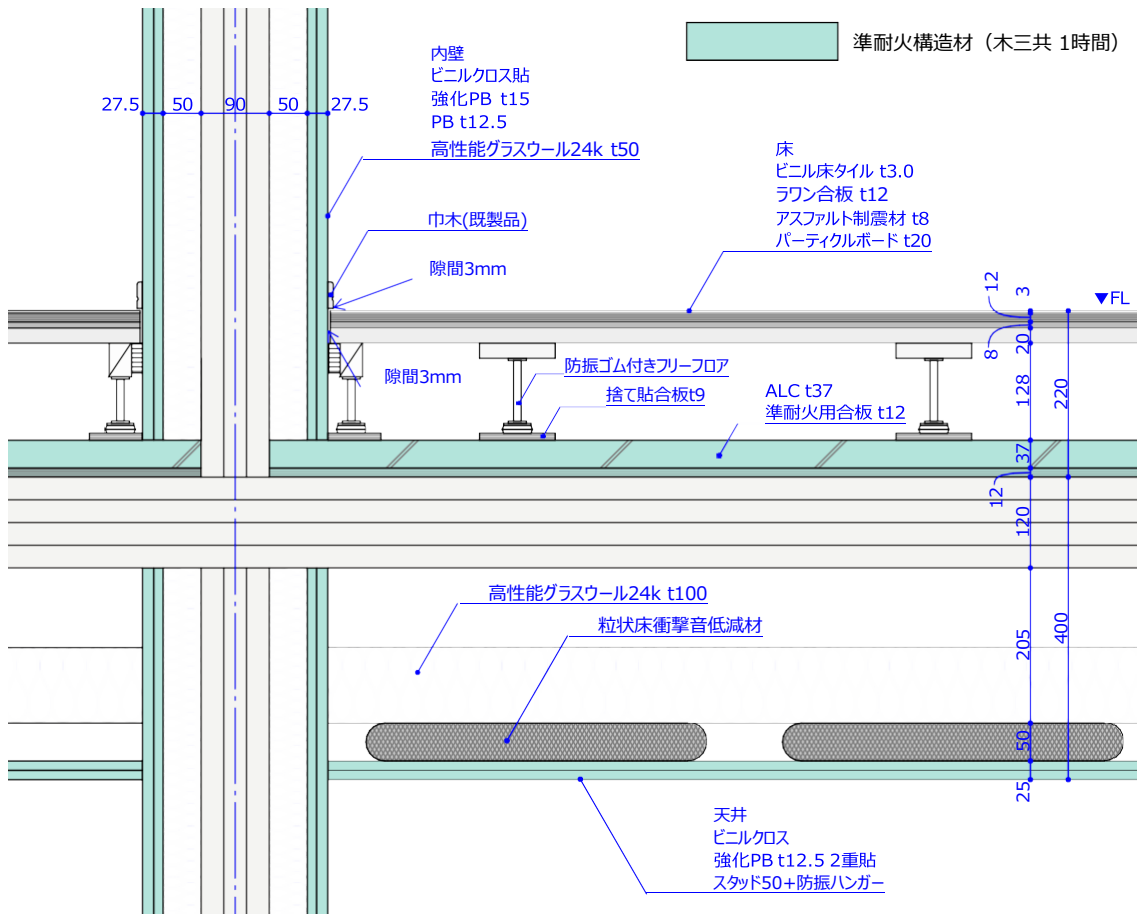
No	住戸の番号	住宅タイプの名称	住戸の存する階	床面積の合計 [m ²]	外皮性能			一次エネルギー消費性能				BEI
					外皮平均熱 貫流率 (U_k) [W/(m ² ・K)]	冷房期の 平均日射熱 取得率 (η_{AC}) [-]	判定	設計一次 エネルギー 消費量 [GJ/年]	基準一次 エネルギー 消費量 [GJ/年]	設計一次 エネルギー 消費量 (その他除く) [GJ/年]	基準一次 エネルギー 消費量 (その他除く) [GJ/年]	
1	101	101	1	76.49	0.32	1.1	達成	52.0	58.2	34.4	40.6	0.85
2	102	102	1	50.57	0.27	0.9	達成	39.3	45.4	25.4	31.4	0.81
3	103	103	1	50.57	0.27	0.9	達成	39.3	45.4	25.4	31.4	0.81
4	104	104	1	50.57	0.31	0.9	達成	39.5	45.4	25.6	31.4	0.82
5	201	201	2	76.49	0.22	1.1	達成	51.3	58.2	33.7	40.6	0.84
6	202	202	2	50.57	0.18	0.9	達成	38.6	45.4	24.6	31.4	0.79
7	203	203	2	50.57	0.18	0.9	達成	38.6	45.4	24.6	31.4	0.79
8	204	204	2	50.57	0.21	0.9	達成	38.8	45.4	24.8	31.4	0.79
9	301	301	3	76.49	0.31	1.5	達成	52.8	58.2	35.2	40.7	0.87
10	302	302	3	50.57	0.26	1.2	達成	39.6	45.5	25.6	31.5	0.82
11	303	303	3	50.57	0.26	1.2	達成	39.6	45.5	25.6	31.5	0.82
12	304	304	3	50.57	0.29	1.2	達成	39.7	45.5	25.8	31.5	0.82

以下参考（建築物エネルギー消費性能基準）

	住戸の番号	住戸の存する階	床面積の合計 [m ²]	外皮平均熱 貫流率 (U_k) [W/(m ² ・K)]	冷房期の 平均日射熱 取得率 (η_{AC}) [-]	設計一次 エネルギー 消費量 [GJ/年]	基準一次 エネルギー 消費量 [GJ/年]	BEI
BEI代表住戸	302	3	50.57	0.26	1.2	39.6	45.5	0.82
BEI最大住戸	301	3	76.49	0.31	1.5	52.8	58.2	0.87

2.1 床遮音性能の検証

床遮音仕様として、床CLTパネルの上に、ALC+防振ゴム付きフリーフロア+アスファルト制震材、天井に強化石膏ボード2重貼+グラスウール16k+スタッド50+防振ハンガーを基本仕様とし、粒状床衝撃音低減材の効果を実証実験を行った。



部位	仕様
床	アスファルト制震材 t8
	防振ゴム付きフリーフロア
	ALC t37
天井	強化石膏ボード t12.5 2重貼
	高性能グラスウール24k t100
	スタッド50 + 防振ハンガー
	粒状床衝撃音低減材 実証事業比較検証
界壁	強化石膏ボード t15 + 石膏ボード t12.5
	高性能グラスウール 16k t50



集合住宅において、上階からの音対策は、入居率に大きく影響する。一般に重量衝撃音は、上階からの振動が床→CLT床パネル→釣りボルト→下階の天井と伝わる。粒状床衝撃音低減材は、上階からの振動を天井材に伝わる前に、粒状材の衝突・摩擦により吸収し、音を低減する。

遮音試験結果

1. 測定概要

- (1) 測定依頼名 : (株)響建設
(2) 測定日時 : 令和6年2月13日
(3) 測定物件名 : CLT実物件 朝倉集合住宅
(4) 測定物件住所 : 高知県高知市鴨部844-20
(5) 測定対象室 : 音源室 : 301号実・302号室・303号室・201号室

サイレントドロップあり

音源室 : 301号室 303号室

受音室 : 201号室 203号室

サイレントドロップなし

音源室 : 201号室 302号室

受音室 : 101号室 202号室

- (6) 測定方法 : JIS1418(建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法)に準拠
(7) 判定方法 : JIS1419(建築物の遮音等級)による
(8) 測定機器 : イ. 騒音計(積分型普通騒音計NA-28)
ロ. バングマシン(重量床衝撃音発生器FI-02)
ハ. タッピングマシン(軽量床衝撃音FI-01)



イ.騒音計[NA-28]



ロ.バングマシン



ハ.タッピングマシン

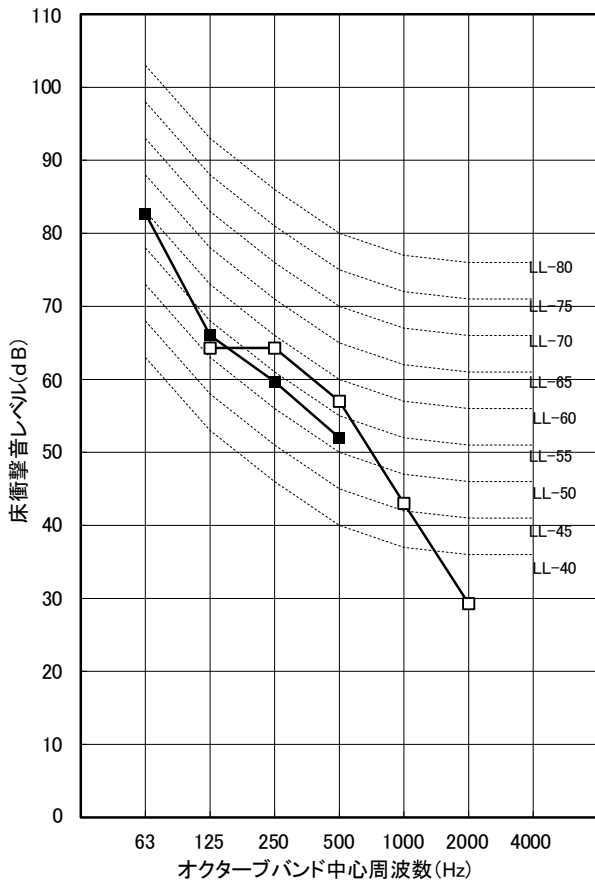
2. 測定結果 (別紙の通り)

3. 測定者 フクビ化学工業株式会社
福井県福井市三十八社町33-66 〒918-8585
TEL (0776)38-8062

床衝撃音測定結果

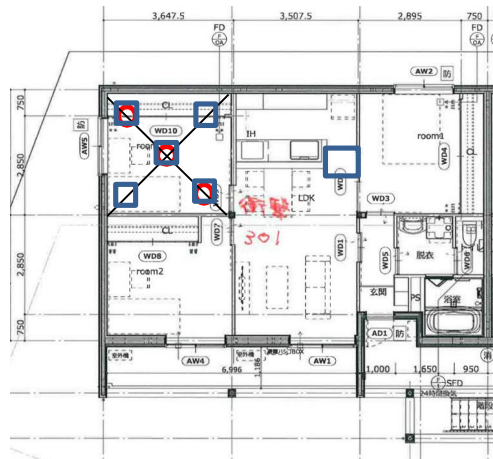
No. 1

測定日	令和6年2月13日	床衝撃音レベル (dB)		
		中心周波数 (Hz)	軽量衝撃 (LL)	重量衝撃 (LH)
測定物件名	CLT実物件 朝倉集合住宅			
所在地	高知県高知市鴨部844-20	63		82.7
音源室	3階301号室LD部	125	64.3	66.0
受音室	2階201号室LD部	250	64.3	59.7
床構造概要	構造躯体：CLT スラブ：CLT素面120mm厚 床構造：合板12mm厚 天井構造：天井懐380mm・天井高さ2300mm グラスウール16k 100mm厚 せっこうボード 12.5mm厚×2枚 サイレントドロップ 約1.6~1.8個/m ²	500	57.0	52.0
		1000	43.0	
		2000	29.3	
		4000		
		L数	58	60
		L値	60	60



□ 軽量床衝撃音 ■ 重量床衝撃音

音源室 3階301号室LD部
受音室 2階201号室LD部

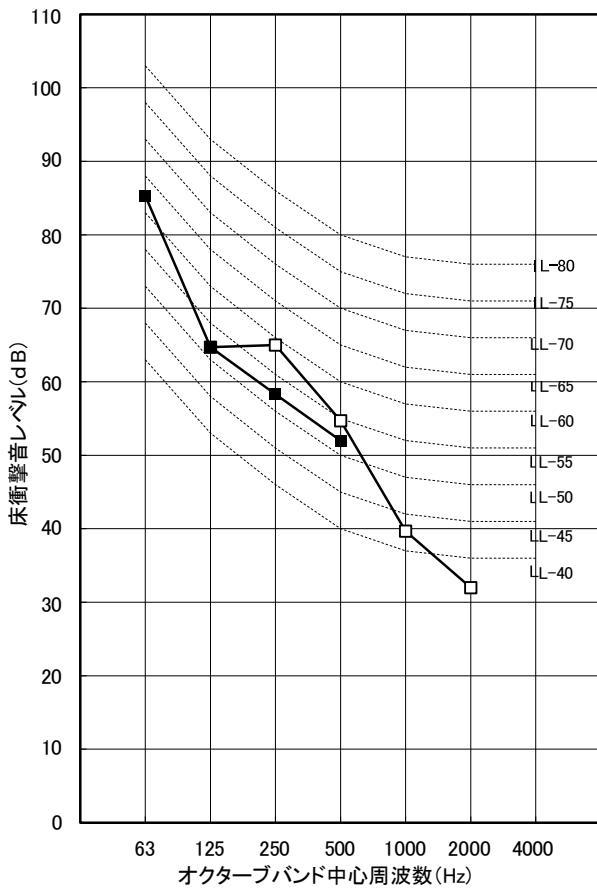


○ : 音源位置 □ : 受音位置

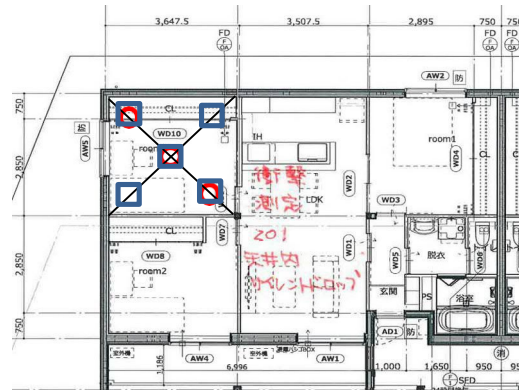
床衝撃音測定結果

No. 2

測定日	令和6年2月13日	床衝撃音レベル (dB)		
		中心周波数 (Hz)	軽量衝撃 (LL)	重量衝撃 (LH)
測定物件名	CLT実物件 朝倉集合住宅	63	/	85.3
所在地	高知県高知市鴨部844-20	125	64.7	64.7
音源室	2階201号室LD部	250	65.0	58.3
受音室	1階101号室LD部	500	54.7	52.0
床構造概要	構造躯体：CLT スラブ：CLT素面120mm厚 床構造：合板12mm厚 天井構造：天井懐380mm・天井高さ2300mm グラスウール16k 100mm厚 せっこうボード 12.5mm厚×2枚	1000	39.7	/
		2000	32.0	/
		4000	/	/
		L数	59	62
		L値	60	65



音源室 2階201号室LD部
受音室 1階101号室LD部



○ : 音源位置 □ : 受音位置

□-軽量床衝撃音 ■-重量床衝撃音

床衝撃音測定試験結果
〔測定結果〕

NO.	住戸タイプ		軽量床衝撃音	重量床衝撃音
			L値 (L数)	L値 (L数)
1	音源室	3階301号室LD部	LL-60 (58)	LH-60 (60)
	サイレントドロップあり			
	受音室	2階201号室LD部		
2	音源室	2階201号室LD部	LL-60 (59)	LH-65 (62)
	サイレントドロップなし			
	受音室	1階101号室LD部		
3	音源室	3階303号室LD部	LL-55 (55)	LH-60 (59)
	サイレントドロップあり			
	受音室	2階203号室LD部		
4	音源室	3階302号室LD部	LL-55 (53)	LH-60 (59)
	サイレントドロップなし			
	受音室	2階202号室LD部		

L値：日本工業規格（JIS）が定めた床の遮音性能を表す指標。L数をもとに算定する。

L数：現場で実測された数値

4. 考察

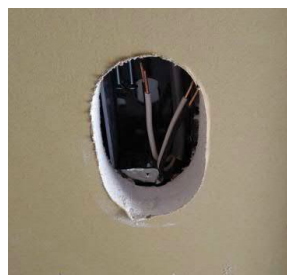
試験結果よりNO.1&3（サイレントドロップあり）とNO.2&4（サイレントドロップなし）を比較した時に遮音性に関しては重量床衝撃音においては大きな差は見られなかった。軽量床衝撃音においては遮音性能1ランク（※人が音の大きさを感じるレベル）の差が見られ

サイレントドロップが効果を発揮する重量床衝撃音についてはNO.2がLH-65、それ以外（NO.1・3・4）がLH-60という結果となった。L数を比較すると最大で約3dB違うものの、人の聴感が変わる程度（※）ではなく、測定誤差の範囲内といえると思われる。（※5dB程度で人の聴感が変わるとされている）

主に試験時に玄関や配線の穴などから音が伝わりやすい状況であり、本来であれば天井のせっこうボードへ伝わる振動が、そのまま下の階へ伝わってしまったと考えられる。



天井配線部の穴



壁配線部の穴

3. BIM-CLT連携マニュアル

BIMでモデリングしたCLT構造モデルを、CLT工場と連携することで合理化を図る取り組みを続けてきた。その成果をオープンにし、CLT建築のDX化を進める一助として、「BIM-CLT連携マニュアル Ver1.0」を作成した。ここではその一部を掲載する。「完全版」は、下記URLと、右のQRコードから見る事が出来る。
http://hari-architects.sakura.ne.jp/dl/BIM-CLT_manual_v1.0.pdf



1. はじめに

なぜBIM-CLT連携が必要なのか？

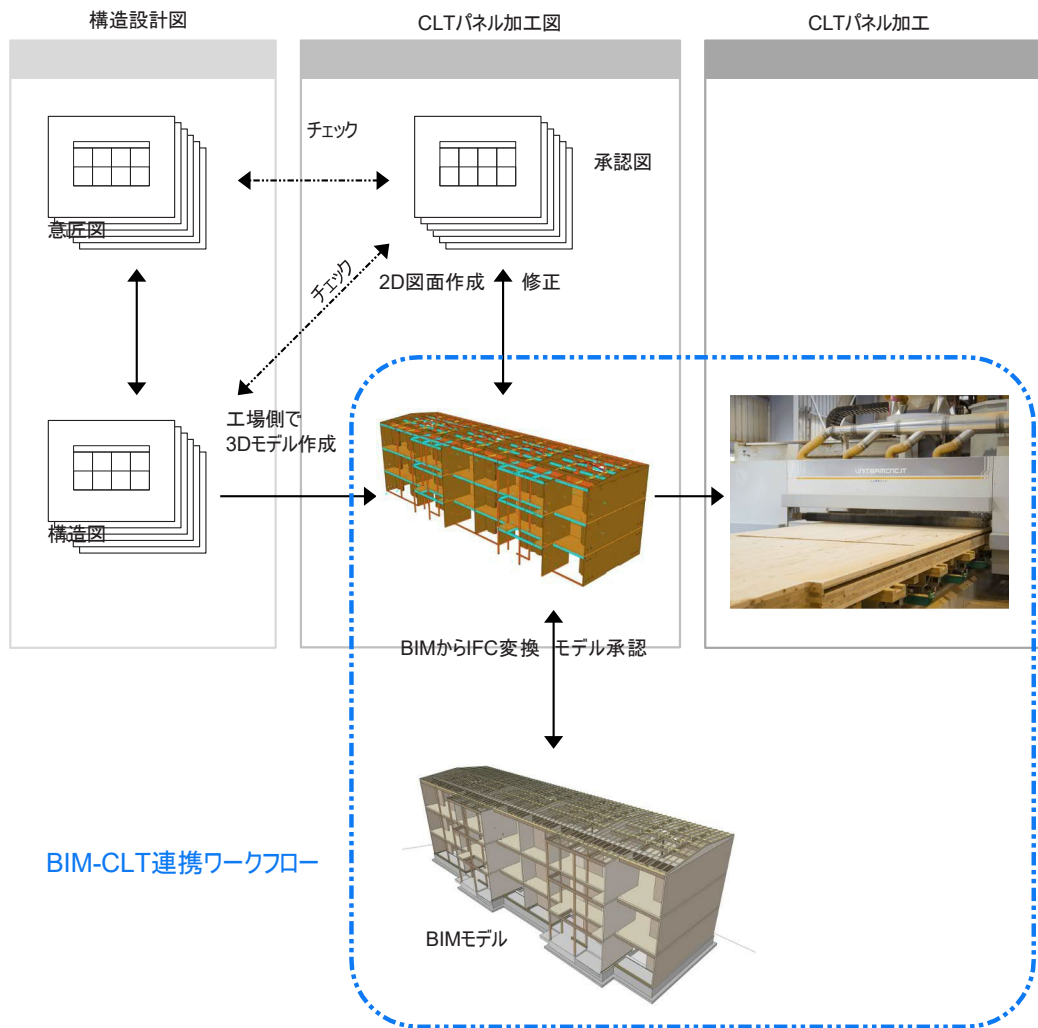
今、CLT加工のワークフローは、設計者が書いた2D図面を元に、工場側の3DCADでモデリングをし、そのモデルを再び2D図面化を行い、設計者や施工者と打ち合わせを行い、修正があった場合は、3Dモデルと2D図面を修正、それを繰り返す、最終的に3DCADから加工機へと出力する流れで、効率的とはかけ離れたワークフローになっています。

最近では設計環境もBIM化が進み、設計段階でCLTの3Dモデルを作成しているケースが増えていると思います。

この設計で作成した3Dモデルを活かすことで、CLT加工のワークフローを合理化し、ミスを減らすことで、コストの削減につなげることができます。

このマニュアルでは、設計をArchicad、工場がCADWORKSの環境で、2D図面を省き、3Dモデルのみで連携を行うワークフローをまとめたものです。

2D図面ワークフロー



4. IFC変換

BIM-CLT連携ワークフローは、Archicadで作成したモデルを、IFC (Industry Foundation Classes)に変換して、CADWORKと連携を行います。

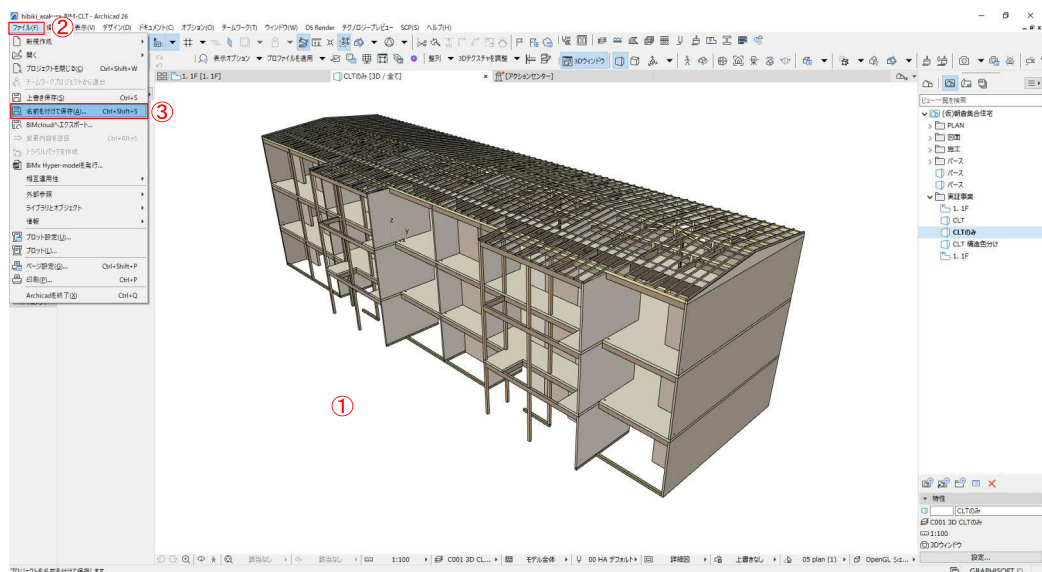
IFCは、主に建設業界におけるOPEN BIMを基本としたモデルベースの相互運用を分野間で実現できるように最適化されたオープンなファイル形式です。

IFC形式を使用すると、モデル作成に使用されたアプリケーションに関係なく、3D要素および関連する形状以外のデータを効率的にインポート/エクスポートできます。

4.1 IFCエクスポート

IFCエクスポートの方法はいくつかあるが、次の手順が簡単なので順を追って説明をします。

- ① 出力したいCLTモデルを表示
- ② メニュー「ファイル」
- ③ 「名前をつけて保存」



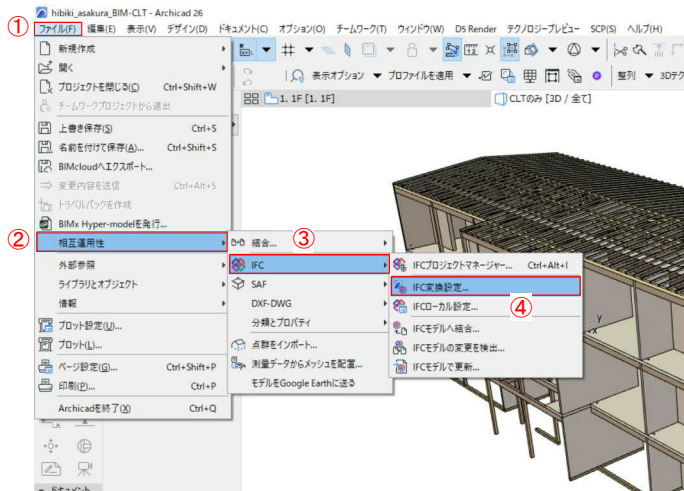
- ④ 「ファイルの種類」を「IFCファイル」に
- ⑤ 「エクスポート」を「表示要素(全てのフロア)」に
- ⑥ 「変換設定」を「一般的なエクスポート」
- ⑦ ファイル名をつける
- ⑧ 「保存」をクリック



4.2 IFC変換設定

変換設定「一般的なエクスポート」で問題なければ、そのまま工場側に渡してもいい。

しかし、環境によっては設定を変更することで連携をスムーズにしたり、入力した情報をエクスポートすることが出来ます。



- ① メニュー「ファイル」
- ② 「相互運用性」
- ③ 「IFC」
- ④ 「IFC変換設定」

ここから様々な設定を行うことが出来ます

i. タイプマッピング

Archicadの「分類」を自社用に設定している場合は注意が必要です。

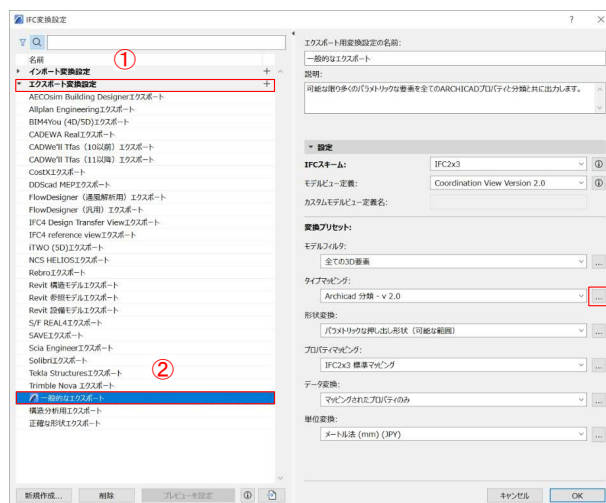
モデルをIFC形式でエクスポートすると、その全ての要素にIFCタイプが割り当てられます。

IFCエクスポート用タイプをマッピングでは、以下の2つの方法を使用できます。

- ・要素タイプによる
- ・分類別

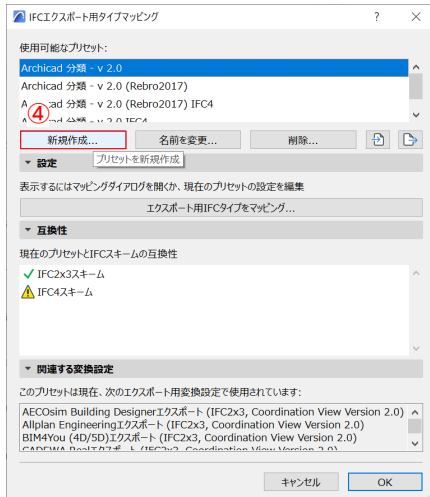
デフォルトのIFC変換設定は、分類によって、壁や床などの要素タイプをマッピング(割当)しているため、例えば壁ツールで作成したモデルに、分類を「梁」に割り当てた場合、オブジェクトとして出力されます。オブジェクトになったモデルは、編集ができなくなります。

ここでは、分類に関わらず、要素タイプをマッピングさせるIFC変換設定を紹介します。



- ① 「エクスポート変換設定」
- ② 「一般的なエクスポート」を選択
- ③ 「タイプマッピング」の横ミートボールメニューをクリック

「IFCエクスポート用タイプマッピング」



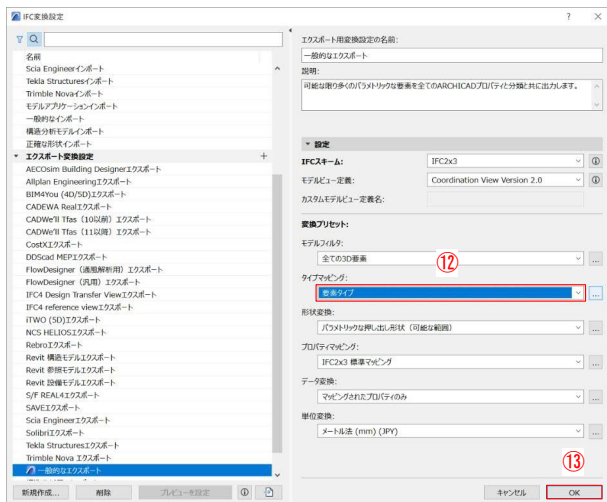
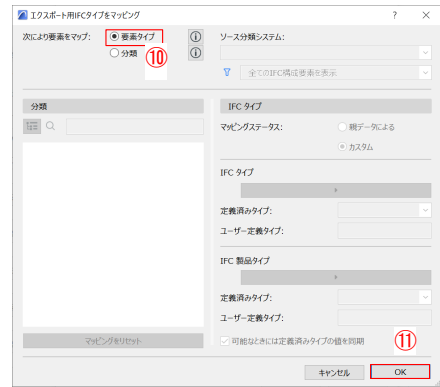
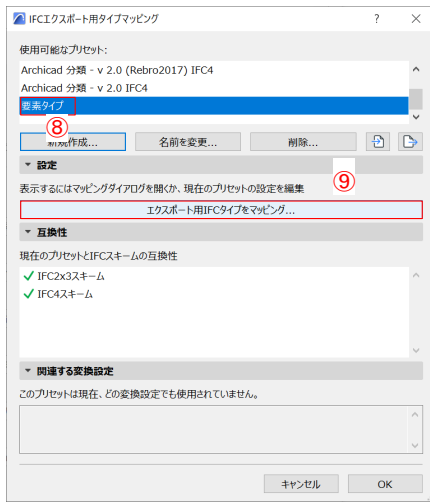
- ④ プリセットを新規作成をクリック
「新規プリセット」が出てきます。



- ⑤ 「新規作成」を選択
⑥ 名前を「要素タイプ」とする

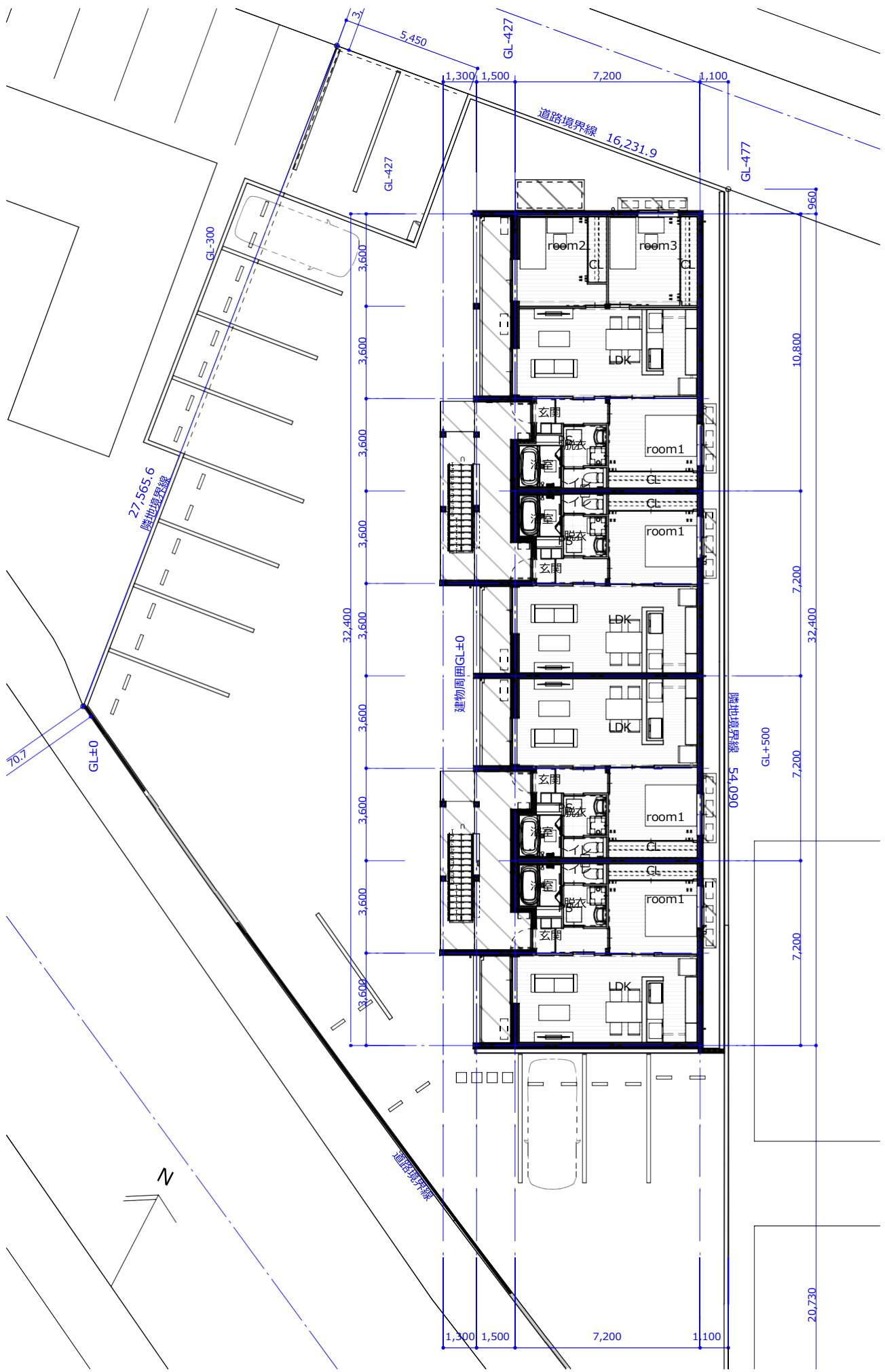


- ⑦ 「OK」をクリック
⑧ プリセットに要素タイプが追加されました
⑨ 「エクスポート用IFCタイプをマッピング」をクリック

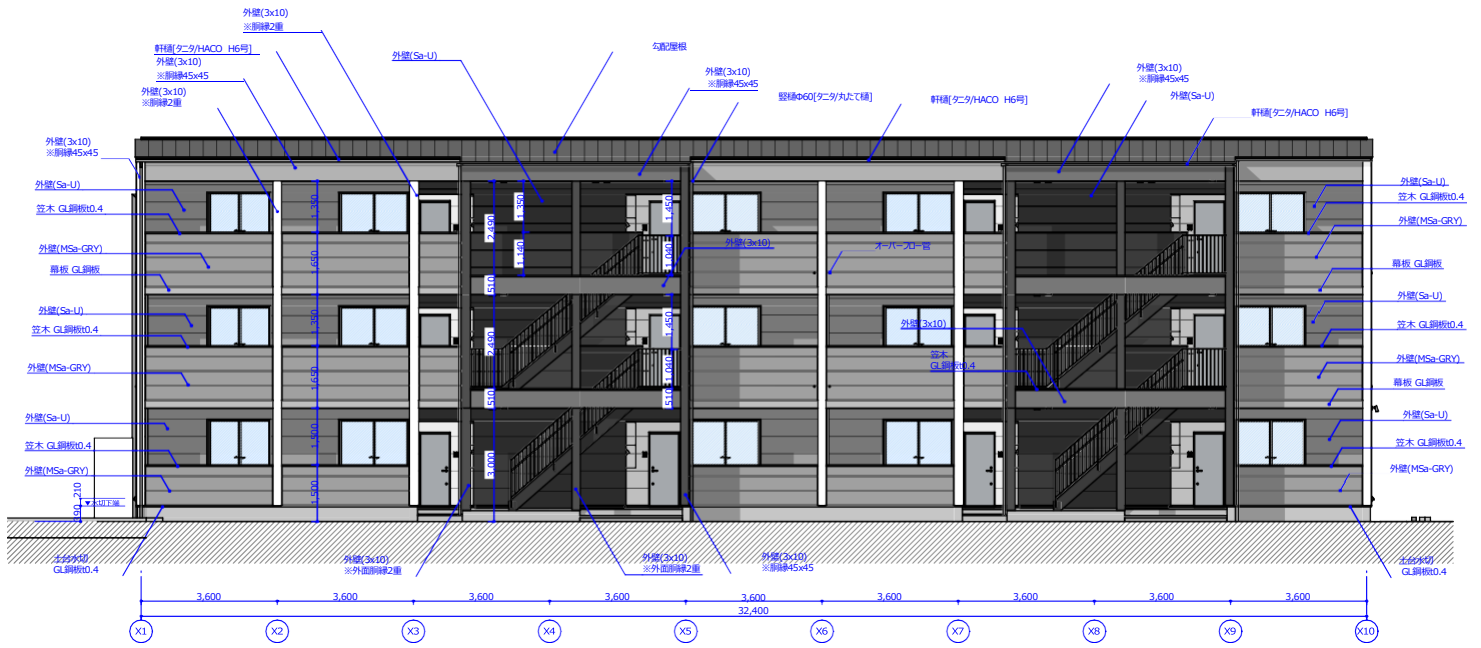


- ⑩ 「次により要素をマップ」を「要素タイプ」を選択
⑪ 「OK」をクリック
⑫ 「タイプマッピング」を作成した「要素タイプ」を選択
⑬ 「OK」をクリック

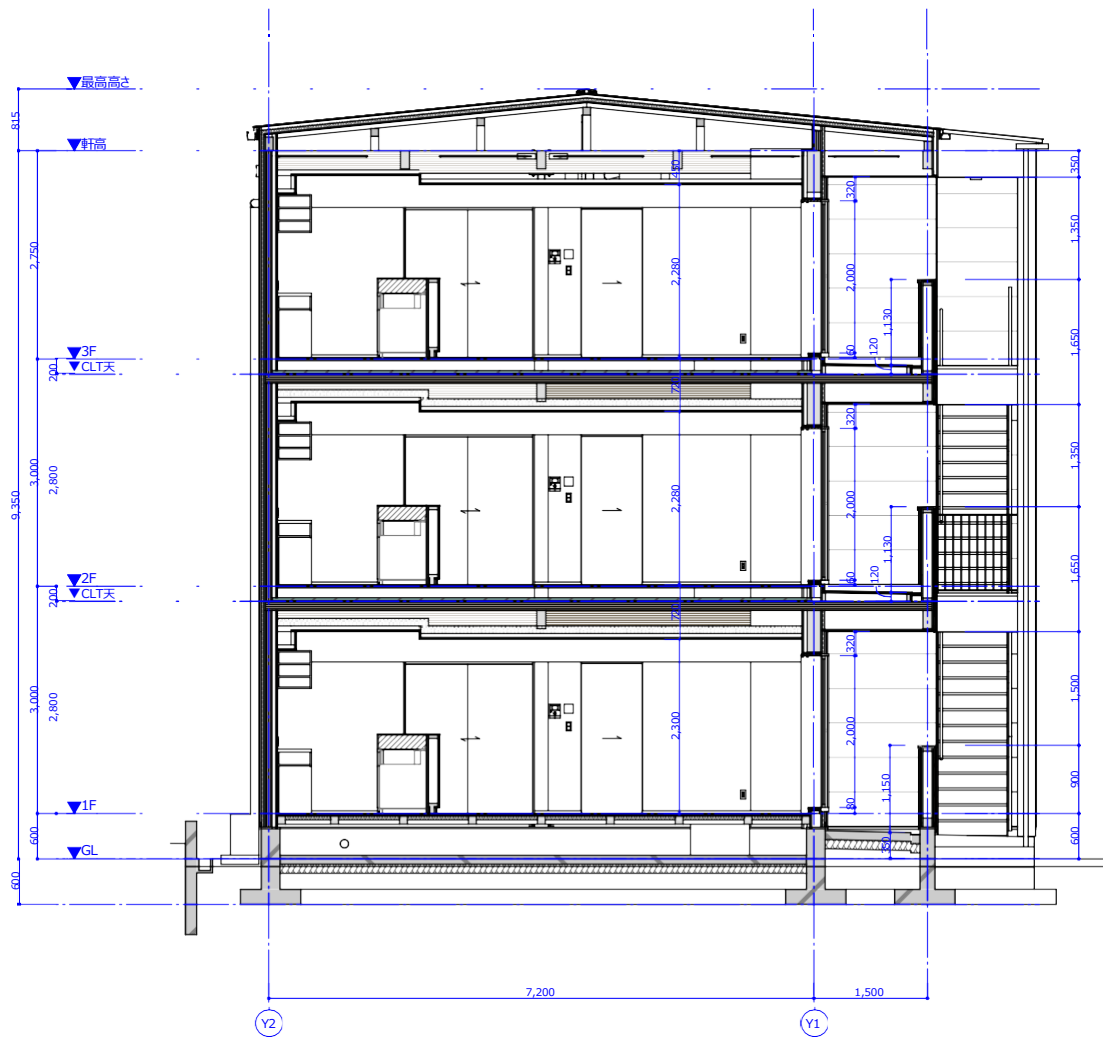
この設定を行うと、壁ツールでモデリングしたモデルは、IFCタイプが「IfcWall」となり、受け手側のBIMソフトでも「壁」の要素タイプとして引き継いでくれる。



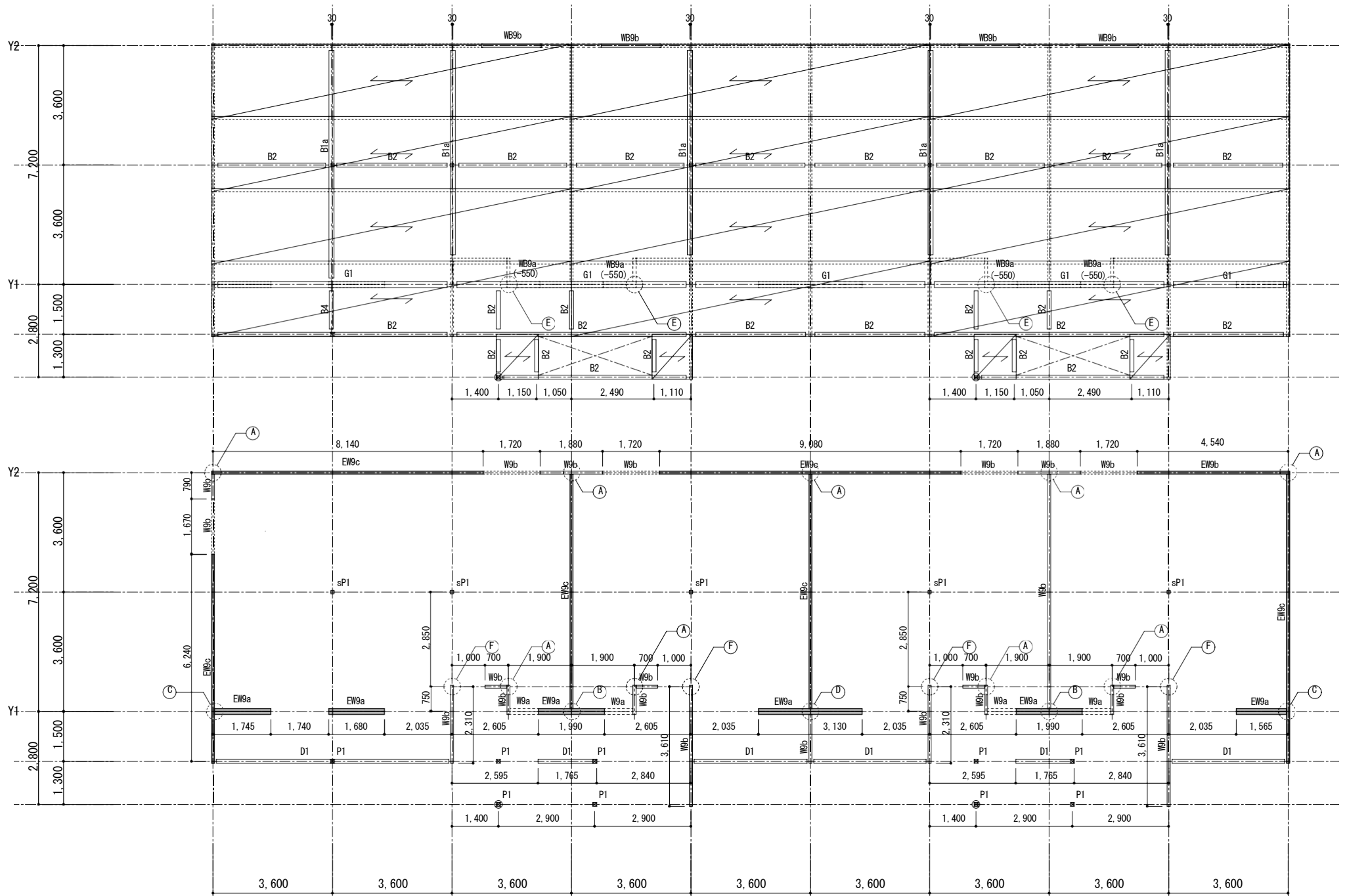
1F 平面图

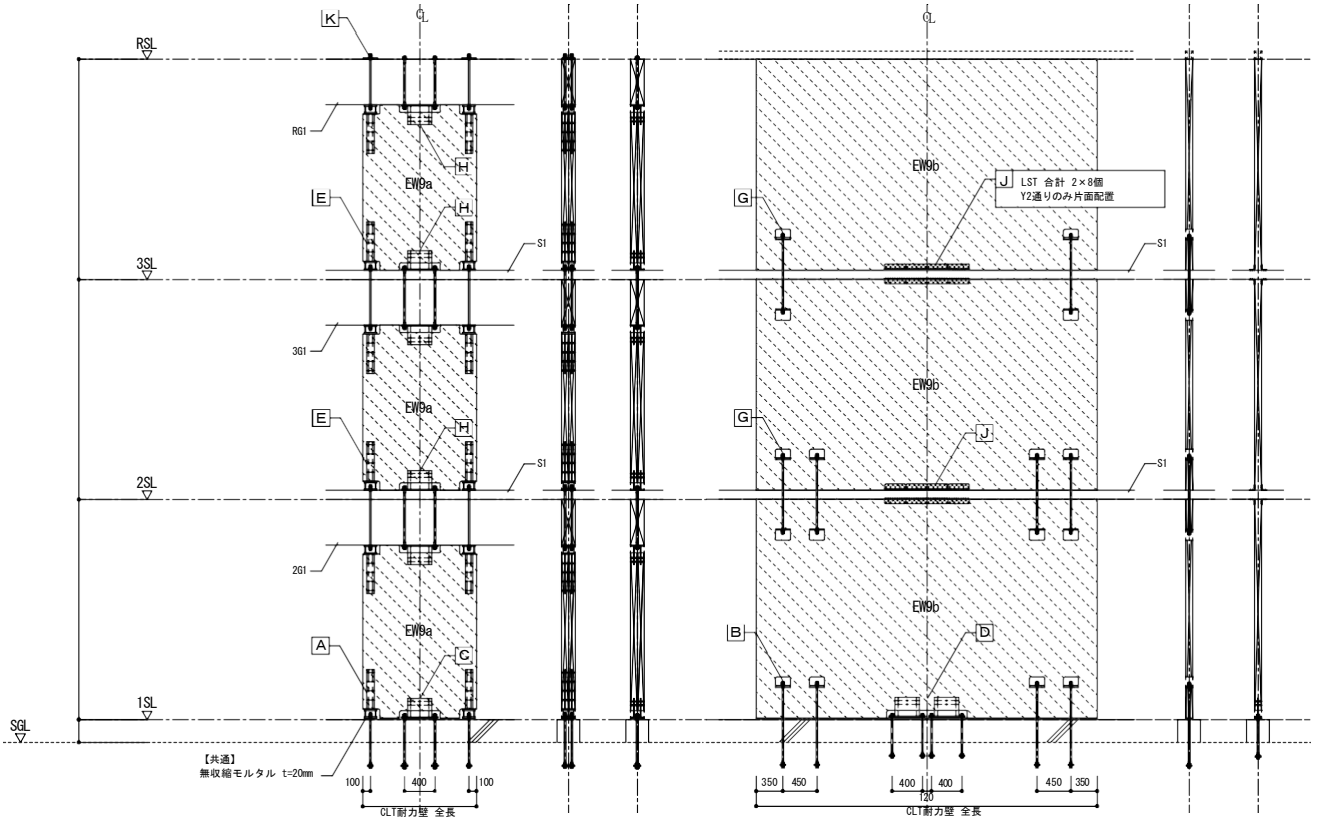


E-02 南立面図



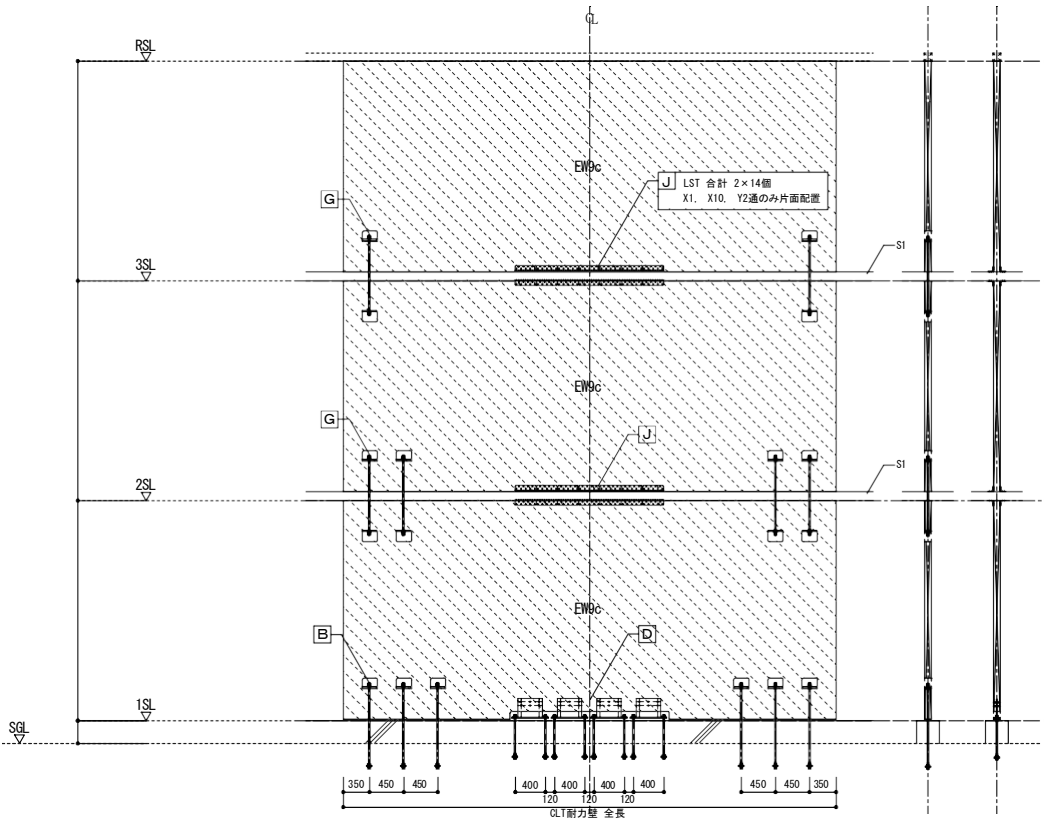
S-02 断面図





< EW9a 耐力壁 金物キーププラン図 >

< EW9b 耐力壁 金物キーププラン図 >



< EW9c 耐力壁 金物キーププラン図 >

