

2.1 SAI GROUP HOLDINGS(株)

事業名		『CLT CELL UNIT』によるCLT建築の普及拡大事業		
実施者(担当者)		SAI GROUP HOLDINGS 株式会社		
建築物の概要	用途	共同住宅(耐火建築物仕様)		
	建設地	佐賀県唐津市肥前町湯野浦 227-59		
	構造・工法	構造種別: 木造 構造形式: CLTパネル工法 (ユニット工法)		
	階数	3		
	高さ(m)	10.68		
	軒高(m)	9.52		
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	-		
	建築面積(m <sup>2</sup> )	308.5		
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	708		
	階別面積	1階	240	
	2階	234		
	3階	234		
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、天井	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )		加工前製品量: 115.7727 m <sup>3</sup> 建築物使用量: 104.7456 m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	120 mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ	
		強度区分	JAS 強度等級: S60-5-5 A 種構成	
	床パネル	寸法	-	
		ラミナ構成	-	
		強度区分	-	
	天井パネル(施工用)	寸法	60mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
強度区分		JAS 強度等級: Mx60-3-3 A 種構成		
	樹種	スギ		
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)		蟻蟻、梁: 欧州赤松集成材、床下地: 構造用合板、壁下地	
	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		130.96 m <sup>3</sup> (つなぎ梁、柱 37.9651 m <sup>3</sup> 、床・天井下地材 28.6548 m <sup>3</sup> 、床合板 46.9930 m <sup>3</sup> 、壁下地材 17.36 m <sup>3</sup> )	
仕上	主な外部仕上	屋根	シート防水	
		外壁	木軸の上、窯業系サイディング仕上	
		開口部	アルミサッシ(木造用) + 二層複層ガラス(Low-E、中空層幅 5 mm)	
	主な内部仕上	界壁	木軸の上、強化 Pb t25+21	
		間仕切り壁	木軸の上、Pb t12.5クロス貼	
		床	強化 Pb t21×2、合板 t12の上フローリング貼 t12	
	天井	強化 Pb t25+21、木組の上 Pbt9.5クロス貼		
構造	構造計算ルート	ルート3		
	接合方法	架台とCLT: 鋼板挿入ドリフトピン接合、CLT相互: 蟻蟻接合 Cell相互: ボルト接合		
	最大スパン	ユニット長辺 5.85 m、ユニット間距離 3.65 m		
	問題点・課題とその解決策	CLT厚 t120mm 5層5プライでの接合部の構造性能把握のため、ドリフトピン接合部の要素試験及び鉄骨接合部材を用いた曲げ試験等を実施、その結果を用いて3次元フレーム解析を行った。複雑な計算となりがちルート3において、ユニット1個あたりの構造性能の足し合わせによる簡易な設計方法の成立性を確認。		
防耐火	防火上の地域区分	その他(都市計画区域外)		
	耐火建築物等の要件	一時間準耐火建築物(木造3階建て共同住宅※避難等一定条件あり)		
	本建築物の防耐火仕様	耐火建築物(条例・ホテル等他用途への展開に配慮)		
	問題点・課題とその解決策	被覆荷重の増加などにより、ユニットの高耐力化が求められる。ユニット間、およびユニットとその他の部分との防火被覆の取り合い部等において、建築物内部に炎の侵入を有効に防止する構造を設置する必要があるため、現場作業が増加する。工期短縮化とのバランスも鑑み、今後の課題として引き続き検討要。CLTを用いた工法による、耐火(準耐火・防火)の大臣認定が少なく、告示頼りの状況にある。業界を含めた大臣認定品の開発が進み、より手軽にCLTを使用できる社会になることを期待する。		
温熱	建築物省エネ法の該当有無		省エネ適判対象(住宅部分及び非住宅部分の床面積が300m <sup>2</sup> 以上)	
	温熱環境確保に関する課題と解決策		外断熱工法により対応、外皮計算及び一次エネルギー計算については未実施	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	ポリスチレンフォーム ・ 100 mm	
外壁		発泡ウレタン ・ 30 mm		
床		硬質ウレタンフォーム ・ 50 mm		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		上下間の遮音対策として遮音シート t12を実施するも、重量音にて30 d B程度の騒音が発現。剛性を高める、新たな遮音性能のある材料を実施など遮音性能の向上に課題あり。	
	建て方における課題と解決策		基礎の精度とユニット製作精度の相違に対して、親子フィラーを架台に設置することで、組立精度誤差を含めて、吸収する。	
	給排水・電気配線設置上の工夫		各ユニットの製作精度の違い 接合部金物にガイドピンを設置	
	劣化対策		嵩上げ材の実施により配管、配線クリアランスを確保。	
			液体ガラス塗装など各種仕上げ材を供試・検証中	
工程	設計期間	2023年3月～10月: 個別または一般評定取得、及び建築確認許可(概略計画予定)		
	施工期間	2023年11月～2024年2月: 建設工事(概略計画予定)		
		CLT躯体施工期間	予定工期: 2023年11月初旬(約 2 週間) (※短工期実証の予定)	
	竣工(予定)年月日	2024年3月(概略予定)		
体制	発注者	SAI GROUP HOLDINGS 株式会社		
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	株式会社 Cadisと風建築工房(※3層アパート検討/SAI Design Architect(株))		
	構造設計者	株式会社 日本システム設計		
	施工者	未定		
	CLT供給者	銘建工業 株式会社		
	ラミナ供給者	銘建工業(株)製: おおとよ製材(株)、(株)くまもと製材		

実証事業名：『CLT CELL UNIT』による CLT 建築の普及拡大事業  
建築主等、協議会運営者：SAI GROUP HOLDINGS 株式会社

### 1. 実証した建築物の概要

用途	3層集合住宅（CLT CELL UNIT 工法による汎用設計）		
建設地	佐賀県唐津市肥前町湯野浦 227-59		
構造・工法	構造種別：木造 構造形式：CLT パネル工法（CCU 工法）		
階数	3		
高さ（m）	10.68	軒高（m）	9.52
敷地面積（㎡）		建築面積（㎡）	308.5
階別面積	1階	240	延べ面積（㎡） 708
	2階	234	
	3階	234	
CLT 採用部位	壁、天井、（場合によっては、一部床）		
CLT 使用量（m <sup>3</sup> ）	加工前製品量 115.7727 m <sup>3</sup> 、加工後建築物使用量 104.7456 m <sup>3</sup>		
CLT を除く木材使用量（m <sup>3</sup> ）	130.96 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/5層 5 プライ/JAS 強度等級 S60-3-3/スギ	
	床（場合による）	（例：60mm 厚/3層 3 プライ/JAS 強度等級 S60-3-3/スギ）	
	天井パネル	60mm 厚/3層 3 プライ/JAS 強度等級 S60-3-3/スギ	
設計期間	2023年3月～2023年10月（約8ヶ月）個別 or 一般評定取得、建築確認許可（概略計画予定）		
施工期間	2023年11月～2024年2月（3層アパート予定）		
CLT 躯体施工期間	予定工期：2023年11月初旬（約2週間：短工期実証予定）		
竣工（予定）年月日	2024年3月（概略予定）		

### 2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT 建築物をユニット化することで、工場生産による建築物の品質向上、施工省力化・工期短縮等によるコストメリットが得られる。昨年度までにユニット構造体（CCU）を用いた新工法開発に取り組み、2層建てモデル棟の設計および建築を実施することで、本工法の可能性を実証した。

今年度は低コスト化・安定供給に向けて製造企業と連携して、CCU の規格化・標準化を進めるとともに、将来的にオープン工法（オープンプロダクト）化を目指す CCU 工法の普及に向け、施工者・設計者の支援体制整備と、多層化や多用途化に対応可能なバリエーション/ラインアップの拡充を行い普及拡大に寄与することを目的とする。

本事業で実証する CLT ユニットは、木質感のある構造躯体として汎用化することを目指し、加工や組立に特殊な技術や設備を要さないことを前提条件として開発を進めている。

協議会では、下記の1～6を課題として取り組みを実施した。

#### 【課題設定】

1. 製造者との連携による CCU の規格化・標準化、低コスト化検討。
2. CCU 工法に取り組む施工者向けの支援ツールの整備。
3. 構造設計ルート3が求められる架構であるが、設計者の手間を削減できる簡易な構造設計手法の構築。
4. 多層化への対応に向けた三階建て以上の建築物が成立する CCU の開発と設計実証、性能試験。
5. 店舗等の用途拡大に向けた仕様追加検討。
6. ユニット配置パターンの拡充検討。

### 3. 協議会構成員

- 【協議会運営者】SAI GROUP HOLDINGS(株)：恵美須 健也、鈴木 成和、池田 浩二
- 【協議会運営サポート】(株)ミヨシ産業：高野 肇之
- 【CCU 事業サポート】(株)滋賀原木：熊川 三興
- 【建築主】SAI GROUP HOLDINGS(株)：恵美須 健也
- 【設計】(株)SAI Design Architect：三池 剛士  
(株)キャデイスと風建築工房：田中 康裕、Habitecture.LLC：野田 竜一郎
- 【構造設計】(株)日本システム設計：三宅 辰哉、酒井 賢、櫻井 郁子、田中 信司、渡邊 拓史
- 【施工】(株)采建築社：野村 直樹、魏 葦（製造技術）
- 【CLT 供給】銘建工業（株）：三嶋 幸三、嵯峨山 正治、高橋 正明、  
(株)鳥取CLT：岩坂 将、井口 皓介
- 【構造実験】(一財)建材試験センター 西日本試験所：早崎 洋一  
(株)カナイグループ（開発試験センター）：中村 正芳（※外部協力）
- 【助言指導】北九州市立大学：藤田 慎之輔 准教授
- 【開発協力】YKK AP (株)：中島 啓介、城東テクノ(株)：溝口 陽一

### 4. 課題解決の方法と実施工程

- ・製造企業との連携により、CLT 材料からの効率的な板取り、歩留り向上を検討すると共に、ロット・在庫・生産管理等の検討を行った。
- ・CCU のパーツ加工、組立、ユニット設置、躯体施工などを標準マニュアル化すると共に、CCU 躯体に実際に触れながら取り扱い要領や施工要領などを学べるモックアップ体験施設の整備を行った。
- ・構造設計ルート 3 が求められる壁幅の架構に対して、1 台 1 台の CCU 構造性能を予め規定して、1 つの建築物の設計では、それらを足し合わせることで評価可能な簡易構造設計方法を構築すべく検討を進めた。次年度以降に、この設計法による一般評定の取得を目指す。
- ・CCU の高耐力・高剛性化を目的として、構造解析等の机上検討、及び構造試験等により検討を行い、3 階建て建築物の設計を行った。
- ・店舗対応等にて求められる土間仕様の対応や設備配管の取り回しなどを考慮したユニット構成や CCU 利用の躯体構造などの仕様検討を行い、具体化した。
- ・CCU の離隔配置に加えて、ユニットの隣接配置も可能とするための構造検討を行った。

#### <協議会の開催>

- 令和 4 年 8 月 26 日：第 1 回開催、概要計画と問題点洗い出し（8/30、生産・品質会議 1）
- 令和 4 年 9 月 29 日：第 2 回開催、実行計画と実施内容の確認  
(9/30、生産・品質会議 2)  
(10/3、設計検討分科会①、 10/6、設計検討分科会②)  
(10/14、ラインアップ拡大、低コスト化検討会①)  
(10/24、設計検討分科会③)  
(10/31、生産・品質会議 3)
- 令和 4 年 11 月 4 日：第 3 回開催、試験計画と CCU 躯体トレーニングモデル施設計画  
(予定地変更の計画など)
- 令和 4 年 11 月 18 日：第 4 回開催、ラインアップ拡大、低コスト化検討会②（木質化等）  
(11/22、3 層施工実験に関する打合せ)  
(11/17、11/28、要素実験対応（@山口）（@埼玉）)  
(12/1、3 層施工実験に関する打合せ、現場対応検討会)
- 令和 4 年 12 月 22 日：第 5 回開催、全体進捗、3 層建て実験実施計画、  
CCU 事業における生産運用対応構築について  
(12/5、12/14、12/15、ラインアップ拡大、低コスト化検討会③）（木質化、改良対応など）  
(12/15、生産・品質会議 4)
- 令和 5 年 1 月 27 日：第 6 回開催、実証事業の取り纏め検討など  
(1/24、生産・品質会議 5)
- 令和 5 年 2 月：第 7 回開催、総括と次年度展開計画など  
(※2/1～18：事業実施の成果まとめ/集約対応)

## <設計>

令和4年8月～10月：基本設計、CCU 躯体構成の検討、3層建て設計検討・構造検討

令和4年9月～10月：要素実験計画・準備、3層施工実験計画・検討

令和4年11月～令和5年1月：要素実験（CLT 部材、鉄鋼部材、締結構造部）

令和4年10月～12月：3層組立・施工実験計画・検討、準備

令和5年1月：3層組立・施工実験

令和4年12月～令和5年2月：3層建て設計、RC 造及び CLT パネル工法他の工法と比較検討

## <施工>

参考：次年度以降の実施計画（今年度の事業対象外）

（※次年度以降の建築実証については、別途検討・調整中）

### [設計]

令和5年3月～9月：個別または一般評定の取得、及び建築確認許可（予定）

### [施工]

令和5年10月～令和6年1月：建設工事（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、下記の成果が得られた。

（※各種実施・検討の参照資料は、添付資料一覧表から参照ください。）

### 1. 製造者との連携による CCU の規格化・標準化、低コスト化検討。

『CLT CELL UNIT』（＝CCU と略称）による CLT 建築物の事業化および普及の為に、CLT 製造・加工企業と連携協力して、生産・品質会議を定例開催し、下記を実施した。

✓ユニットのラインアップ規格の整理。

✓計画管理生産に向けた製造管理・品質管理構築の為に CCU 製造フロー整備。

✓品質管理要領やチェックシートを含めたマニュアル整備。

また、CCU 躯体を低コスト化するための躯体構成の検討および要素開発を進め、配置パターン検討を行い、コストダウンの可能性を示した。あわせて構造設計・検討の簡素化を図るべく架構の自動設計システムの開発について検討を行った。

さらに、CCU 躯体モデルの展示・保管／トレーニング施設を立上げて、見て触ってやってみる施設としての運用面での機能性確認も含めて、低コスト化 CCU の試作実験モデルによるトレーニング実験を実施検討・推進することで、その設備環境を整えている。

### 2. CCU 工法に取り組む施工者向けの支援ツールの整備。

CCU 事業化に際し、CCU のオープン工法（オープンプロダクト）化を推進する上で、CCU コミュニティへの参画者支援のために、下記を実施した。

✓CCU 工法を事業参画者（利用者、設計者、施工者など）に幅広く理解してもらい、活用できるようにするための各種支援ツールの整備。

✓CCU の規格・ラインアップ等の技術情報を共有利用可能とするためのデータベース化。

✓CCU 事業構築・運用開始の為に規格・事業・製品管理フローの運用システム化の検討。

✓CCU コミュニティへの参画企業で、CCU 躯体モデルによる概算計画シミュレーションを可能とするシステムツール構築の検討。

今後、課題項目 1. で実施した製造企業側と連携により、CCU 個体毎の運用管理データベース構築に向けて、フィードバックと改善点の洗い出しを行い、洗練化を行っていく。

### 3. 構造設計ルート 3 が求められる架構であるが、設計者の手間を削減できる簡易な構造設計手法の構築。

耐震設計において建物全体の増分解析を実施することなく、安全性を確認できる簡易な方法を構築するために、以下の検討を行った。

✓CCU の 1 ユニットの性能の足し合わせにより、建物全体の安全性が確認できる設計法の検討。

✓実証プラン（3層建て汎用設計）において成立することの検証。

#### 4. 多層化への対応に向けた三階建て以上の建築物が成立する CCU の開発と設計実証、性能試験。

CCU を 3 階建て以上の建築物に対応可能とするために、下記の検討を行った。

- ✓加工や組立に特殊な技術や設備を要さない既往の CCU 構成を踏まえた上で、3 階建てに必要な構造性能を確保するためのユニットの高耐力・高剛性化の検討。
- ✓汎用型 3 階建て共同住宅の設計実証の実施。ここで、将来は 4 階建て以上とすることを見据えて、耐火建築物の仕様として設計実施した。また、設備配管を考慮して、上下連層ユニット間に嵩上げ締結用パーツを追加。
- ✓上記設計に必要な補強構造変更に対応する接合部・部材構成についての要素実験。
- ✓要素実験の試験結果に基づくルート 3 による構造計算の実施。
- ✓製造企業連携による、高耐力化した CCU を供試体とした 3 層ユニット組立・施工実験。その際、将来的な耐火建築物要求条件も見越した各種検証を実施して、CCU 工法による多層化の可能性を示し、今後の課題を抽出した。
- ✓高耐力 CCU を用いた 3 層建てアパートの実証に関する概略検討。
- ✓設計実証および上記施工実験の結果に基づく、高耐力 CCU 工法と他工法とのコスト比較検討。

#### 5. 店舗等の用途拡大に向けた仕様追加検討。

CCU 工法の用途を拡大して、ラインアップ拡張に繋げるべく、下記の検討を行った。

- ✓倉庫や店舗で求められる土間対応の部材構成についての検討。
- ✓老健施設を例とした比較的大空間が求められる場合の検討。
- ✓宿泊施設を例とした大規模 2 層建築物に対応する CCU モデルの検討。

#### 6. ユニット配置パターンの拡充検討。

現在の CCU は同一方向・離隔配置を想定しているが、事業展開拡大の為には、異なる配置パターンに対するニーズが想定されるため、拡充の検討を行った。

- ✓配置パターンのバリエーションについての意匠的検討。
- ✓課題項目 1. で準備したトレーニング施設を利用した低コスト化 CCU の配置パターン拡充に関する検証モデル実験を計画。
- ✓隣接配置時のユニット間接合部材についての構造検討。課題項目 4. の 3 層ユニット組立・施工実験の計画にあたり、設備配管スペース確保用の嵩上げ締結用パーツを兼用する案を採用した。

#### 6. 本実証により得られた成果

CCU 工法による製造企業と連携した規格・標準化及びラインアップ拡張開発を進めて、CCU 事業化による普及拡大を推進し、CLT 建築のコスト低減実現の可能性を示した。

さらに、CCU の高耐力化による多層化建築への展開可能性を示すと同時に、2 層以下の建築物での更なる低コスト化 CCU 工法の実現が期待される。

#### 7. 建築物の平面図・立面図・写真等



# 「CLT CELL UNIT」による CLT建築の普及拡大事業 成果報告書

令和 5年 2月 20日



**SAI GROUP HOLDINGS株式会社**

# 目次

---

1. 背景と実証事業の目的	……	2
2. 実証事業の設定課題	……	3
3. 事業実施体制	……	4
4. CCUの規格化・標準化	……	5
5. 低コスト化CCU開発	……	15
6. 高耐力CCUの開発	……	21
7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討	……	52
8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発	……	64
9. まとめ	……	67

# 1. 背景と実証事業の目的

---

## 事業の目的

「CLT CELL UNIT」（以後CCUと略称）とは、国産CLT材を日本古来の伝統技術である「蝶蟻」（商標登録「チキロック」）で接合した木製箱型ユニットであり、従来のCLT締結用の規格金物部品を使用せず、木質ユニット構成を実現するものである。このCCU（公称サイズ：幅2.3m×長さ4.6m、高さ3m）を基本構成として、自由に組み合わせて建築可能とする新しい工法の構造体である。

既存の「CLTパネル工法」とは異なり、可能な限り金物部品をなくし、最小のCLT壁量として低コスト化を図り、「空間を持つ柱」／構造躯体として成立させたものである。

このCCU構造躯体により、建築物をユニット化して、工場生産による品質向上、施工省力化・工期短縮等によるコストメリットが得られる。

昨年度までにCCUを用いた新しい開発に取り組み、2階建てモデル棟（CCU\_01モデル）の開発設計及び建築実証を行って、本CCU工法の可能性を実証した。

今年度は、低コスト化・安定供給に向けて、製造企業と連携してCCUの規格化・標準化を進めるとともに、CCU事業化構想としてオープンプロダクトとした。

オープン工法化を目指すCCU工法の普及拡大に向けて、施工者・設計者への支援体制整備と、多層化や多用進化に対応可能なバリエーション拡大を行う。

## 2. 実証事業の設定課題

---

### 実証事業の設定課題

- i. 製造企業との連携によるCCUの規格化・標準化・低コスト化の検討
- ii. CCU工法に取り組む施工者向けの支援ツールの開発・整備
- iii. 構造設計ルート3が求められる架構について、設計者の手間を削減できる簡易な構造設計手法の開発
- iv. CCU多層化対応に向けた3階建て以上の建築物が成立する高耐力CCU開発と設計実証及び性能実験検証
- v. 店舗等の用途拡大に向けた仕様追加検討・拡張開発
- vi. ユニット配置パターンの拡充検討・開発

### 3. 事業実施体制

#### 実施体制（協議会構成）

本事業実施のプロジェクト実施体制を以下に示す。

	組織名	備考
協議会運営	SAI GROUP HOLDINGS（株）	プロジェクトマネジメント
運営サポート	（株）ミヨシ産業 （株）滋賀原木 代表取締役 熊川三興 （CCU事業サポート）	
建築主	SAI GROUP HOLDINGS（株）	
設計	（株）SAI DESIGN ARCHITECT （株）キャデイスと風建築工房	
	Habitecture.LLC	法規対応
構造設計	（株）日本システム設計	ルート3 評定開発
	（株）DN-Archi	ルート2 開発
CLT供給	銘建工業（株） （株）鳥取CLT	主として、高耐力CCU 主として、標準CCU
製造・加工	（株）ミヨシ産業 （株）采建築社 銘建工業（株）	
施工	（株）采建築社 銘建工業（株）	
構造実験	（一財）建材試験センター	西日本試験所
	（株）カナイグループ	開発試験センター
助言指導	北九州市立大学 環境工学部（藤田准教授）	
開発協力	YKK AP（株） 城東テクノ（株） 日本ゲッツナー（株）	

## 4. CCUの規格化・標準化

### CCUラインアップ

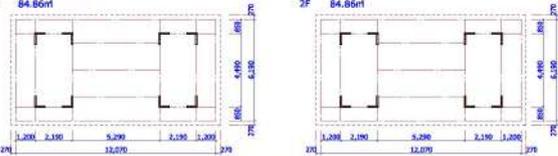
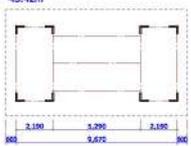
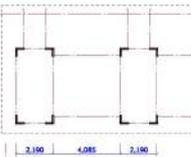
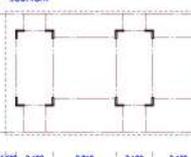
CCU事業において、製造企業と連携（アライアンス）協力をして、CCUラインアップの整理を行い、規格化・標準化を進めた。添付I-3にCCU建設可能ラインアップ、添付I-4に2022年度配置限定一般評定モデルを示す。

2020プラン評定（ルート3）	2層建てモデル CCU_01	
	平屋建てモデル HANAREGA（3タイプ）	
2022配置限定一般評定（ルート3）	Underシリーズ <sup>4</sup> （全13タイプ） （平屋建て/2層建て）	
その他	ルート2	平屋建てモデル Open Frame
	ルート1	平屋建てモデル（木造申請） 単Cell他

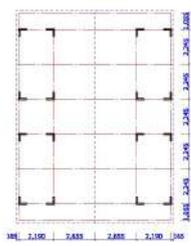
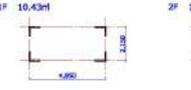
2022開発モデル	高耐力CCUモデル	多層化推進
	低コスト化CCU（木質化）モデル	低層（2層以下）木質化推進

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-3

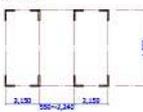
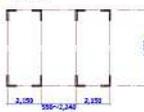
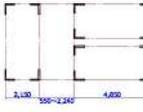
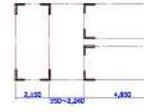
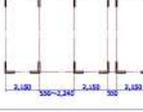
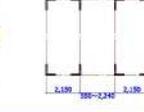
2022 CCU建設可能ラインナップ 1							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
名称	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	構造計算	
木造申請型 柱を付加 Cell上部は 木軸組	Under50 木造申請型 →2020 木造申請型→ 50㎡未満で木造軸組構法で申請 Cellの奥の内に90°柱を8本付加 Cell上部に軸組のみ形成する	1	1~4	L4580, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	 平屋建て50㎡以内 フリープラン Cell上で軸組のみ構成	ルート1 木造軸組	構造計算	
プラン決定型 2020 Cell上部に 梁台を設け	CCU_01 →2020 2階建てプラン決定→ CLT CELL UNIT工法の特長を満す 700系Cellの最大支持距離 規程に付加部分も構成	2	4	L4580, W2280, 木部H3030 H3850 (2階) 壁幅; 700系 (610-610)	延べ面積 169.72㎡ 1F 84.86㎡ 2F 84.86㎡ 	ルート3 評定書添付	基礎設計 事務所・住居等 外壁・屋根等	
HANAREGA →2020平屋建てプラン決定→ 500系Cellを使用した平屋モデル 2 Cell→3 Cellを使用する種類 CL 400間隔スラブの最大長さ	平屋における蓄心	1	2	L4580, W2280, 木部H3030	1F 43.42㎡ 	ルート3 評定書添付	基礎設計 事務所・住居等 外壁・屋根等	
				L4580, W2280, 木部H3030	1F 69.78㎡ 			
				L4580, W2280, 木部H3030	1F 100.48㎡ 			

## 添付I-3

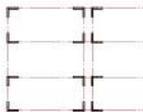
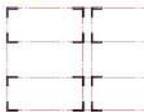
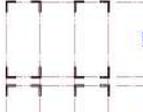
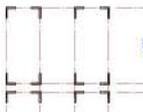
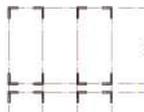
2022 CCU建設可能ラインナップ 2							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
名称	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	構造計算	
ルート2申請型 Cell上部に 梁台を設け 木製トラスで Cellを設け	Open Frame →2021平屋建てルート2申請型→ 4Cellを使用した大空間 水平梁を用いた木製トラス構造	1	4	L4580, W2280, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	1F 129.22㎡ 	ルート2	構造計算書提出 基礎設計 外壁・屋根等	
一般評定型 規定 2022 Cell上部は CLTスラブで設け	Underシリーズ →2022 13タイプの新定一般評定→ 1~8Cellを使用した13タイプ 規格はS50系を標準としながら縦横 最小間隔550mm 自由間隔550mm→2240mmx1210mmまで	1	1	L4580, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	1F 9.65㎡ 	平屋建て10㎡以下 増築など増築を要しない用途にも使用可能 屋上での人の利用が想定される場合は上部梁台を要する	不審(付属建物) ルート3	構造計算書提出 評定書添付
				L4540, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 10.43㎡ 			
				L4540, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500) 700系 (610-610)	延べ面積 20.86㎡ 1F 10.43㎡ 2F 10.43㎡ 			
	2 Cell 平屋 Around30	1	2	L4540, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 31.72㎡ 	ルート3	評定書添付	

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-3

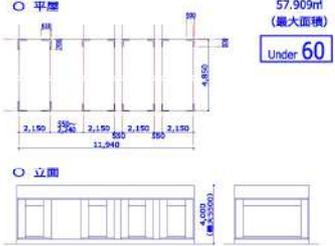
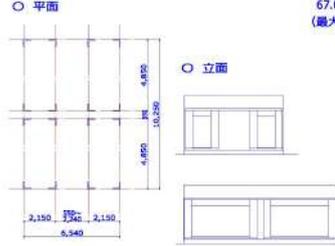
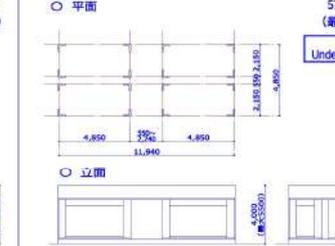
2022 CCU建設可能ラインナップ 3							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
品名	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	審査計画	
一般評定型 標準 2022 Cell上部は CLTスラブで接続	2 Cell 2階建て	2	4	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 63.44㎡ 1F 31.72㎡  2F 31.72㎡ 	ルート4	評定書添付	
	3 Cell 平層 Under50	1	3	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 44.81㎡  <small>屋上で人の利用が想定される場合は上部突出部を設置する</small>	ルート3	評定書添付	
	3 Cell 2階建て	2	6	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 89.63㎡ 1F 44.81㎡  2F 44.81㎡ 	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 平層 Under60	1	6	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 57.91㎡  <small>屋上で人の利用が想定される場合は上部突出部を設置する</small>	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 2階建て	2	8	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 115.82㎡ 1F 57.91㎡  2F 57.91㎡ 	ルート3	評定書添付	

## 添付I-3

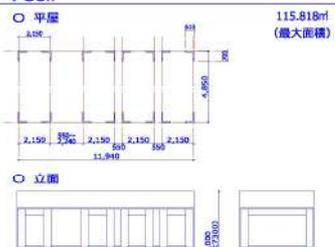
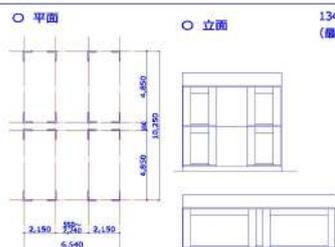
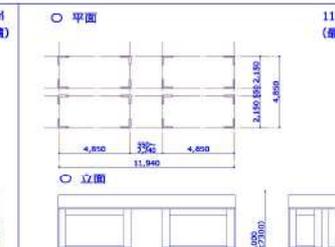
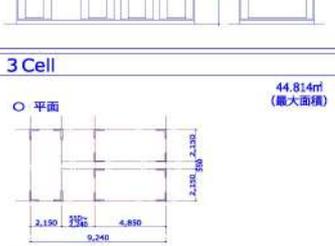
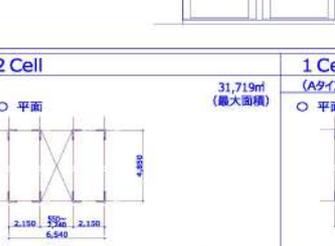
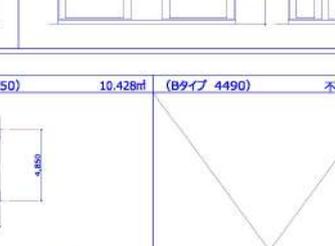
2022 CCU建設可能ラインナップ 4							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
品名	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	審査計画	
一般評定型 標準 2022 Cell上部は CLTスラブで接続	4 Cell 平層 Under70	1	4	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 67.04㎡  <small>屋上で人の利用が想定される場合は上部突出部を設置する</small>	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 2階建て	2	8	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 63.44㎡ 1F 67.04㎡  1F 67.04㎡ 	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 平層 Under70	1	4	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	延べ面積 63.44㎡ 1F 67.04㎡  <small>屋上で人の利用が想定される場合は上部突出部を設置する</small>	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 2階建て	2	8	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 134.06㎡ 1F 67.04㎡  2F 67.04㎡ 	ルート3	評定書添付	

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 1						
<b>限定一般評定</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ CCU2022モデルは限定されたCell配置のパターンで建築の構造が成立させた一般評定モデル</li> <li>○ Cellの配置のパターンは5つ その他単体での利用や単Cellを2層積みすることが可能</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 構造計算は評定により既計算されているが、確認申請はルート3</li> <li>○ 平屋建ては5つの配置パターン、2階建ては平屋のCell配置をそれぞれ2階とすることができる</li> <li>○ 各配置パターンの総階距離が、240mm（窓タ）の倍率は550mm～2,240mmの範囲に設定することができる</li> <li>○ Cellの配置された構面内に外壁を配置するなど、建物の床面積を変更することができる</li> <li>○ Cellの配置された構面以外、外壁を配置し床面積の拡張を行う場合は、別途開発設計を請負うことが可能</li> </ul>				
<b>Cellの配置パターン (平屋)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平屋では2種類の壁構のCellを使用することができる</li> <li>○ 500系 ; 窓付が500mmの小窓開口を大きくすることが可能なタイプ</li> <li>○ 700系 ; P1/P2ピン窓とした高強度タイプ</li> <li>○ 平屋では500系のCellと700系のCellを混在させることができる</li> </ul>						
平屋	<b>4 Cell</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平屋</li> </ul>  <p>57.909㎡ (最大面積) Under 60</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>67.035㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>57.909㎡ (最大面積) Under 60</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>44.814㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>31.719㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>10.428㎡ (Aタイプ 4850) / 9.654㎡ (Bタイプ 4490)</p>	
	CCU 2022 限定的一般評定概要 2740×4840×12830 (2748) 4タイプ 重量590系					
	2022 限定的一般評定型 Cell配置の規格 (平屋) 1/200 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211					

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 2						
<b>Cellの配置パターン (2階建て)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2階建て建築では6種類の配置パターンが可能</li> <li>○ 全て700系の高強度型Cellを使用する</li> <li>○ 700系Cell ; 窓幅が610mm (見付610-700) , P1/P2ピン窓とした高強度タイプ</li> </ul>						
2階建	<b>4 Cell</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平屋</li> </ul>  <p>115.818㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>134.070㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>115.815㎡ (最大面積)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>44.814㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>31.719㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 平面</li> <li>○ 立面</li> </ul>  <p>10.428㎡ (Aタイプ 4850) / 不可 (Bタイプ 4490)</p>	
	CCU 2022 限定的一般評定概要 2740×4840×13830 (2748) 4タイプ 重量630系					
	2022 限定的一般評定型 Cell配置の規格 (2階建て) 1/200 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211					

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 3

### CLT CELL UNIT工法 (2022限定一般評定の積層構成)

- CellどうしはCLTスラブで接続します
- 基礎は地盤調査の上、個別に構造設計を行ってください。

#### 平屋 (屋上利用がない場合)

- 屋根スラブ**
  - 標準使用は t150 (S90-3-3)
  - 構造上必要な場合は t100 を使用することができる
  - スラブは Cell 上部に専用のビスを専用のピッチで留付け
  - スラブどうしはスプライン継ぎの上等接着剤で接合
- 1階用Cell**
  - 屋根スラブを付設する (標準)
  - Cell どうしは t150 の CLT スラブで接続
  - スラブの継ぎはスプライン継ぎを使用
- 基礎**
  - 実台下引げ地盤地耐力
  - 事例: ベタ基礎 (フラット型)
  - 基礎は地盤定数内において設定は自由
  - 積層ごとに地盤調査の上で構造設計を行う事
  - Cell の張り出しは地中定数を考慮する事
  - 積層のアンカーを Cell につき2本取付設置の事
  - 積層の釣り合わせ、Cell 12本前後取付設置などの積層を推奨

CCU 2022 限定的一般評定概要 2740 x 4940 x H2630 (2740) Aタイプ 量産500系 2022 限定的一般評定型 各部材の構成 1/200 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211

### 平屋 (屋上利用がある場合)

- 屋根スラブ**
  - 標準使用は t150 (S90-3-3)
  - 構造上必要な場合は t100 を使用することができる
  - スラブは Cell 上部に専用のビスを専用のピッチで留付け
  - スラブどうしはスプライン継ぎの上等接着剤で接合
- 屋上利用架台**
  - 専用の部分を用いる
  - 固定は埋込み型 (Cell 埋込み) 固定 (Cell 埋込み)
  - 立脚部上には t150 のビスを専用のピッチで留付け
  - 固定は埋込み型 (Cell 埋込み) 固定 (Cell 埋込み)
- 1階用Cell**
  - 屋根スラブを付設する (標準)
  - Cell どうしは t150 の CLT スラブで接続
  - スラブの継ぎはスプライン継ぎを使用
- 基礎**
  - 実台下引げ地盤地耐力
  - 事例: ベタ基礎 (立上り型, t150-270)
  - 基礎は地盤定数内において設定は自由
  - 積層ごとに地盤調査の上で構造設計を行う事
  - Cell の張り出しは地中定数を考慮する事
  - 積層のアンカーを Cell につき2本取付設置の事
  - 積層の釣り合わせ、Cell 12本前後取付設置などの積層を推奨

CCU 2022 限定的一般評定概要 2740 x 4940 x H2630 (2740) Aタイプ 量産500系 2022 限定的一般評定型 各部材の構成 1/200 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 4

### 2階建て

※2階建てでの屋上利用は不可

- 屋根スラブ**
  - 標準使用は t150 (S90-3-3)
  - 構造上必要な場合は t100 を使用することができる
  - スラブは Cell 上部に専用のビスを専用のピッチで留付け
  - スラブどうしはスプライン継ぎの上等接着剤で接合
- 2階用Cell**
  - 屋根スラブを付設する (標準)
  - Cell どうしは t150 の CLT スラブで接続
  - スラブの継ぎはスプライン継ぎを使用
- 基礎**
  - 実台下引げ地盤地耐力
  - 事例: ベタ基礎 (立上り型, t150-270)
  - 基礎は地盤定数内において設定は自由
  - 積層ごとに地盤調査の上で構造設計を行う事
  - Cell の張り出しは地中定数を考慮する事
  - 積層のアンカーを Cell につき2本取付設置の事
  - 積層の釣り合わせ、Cell 12本前後取付設置などの積層を推奨

### CLT CELL UNIT工法

#### 屋根スラブの大きさと設置位置

- 直張工法; 屋根スラブはCellの外周より30mm大きく設置
- パネル外壁工法; 屋根スラブはCellの外周に合わせて設置

#### 屋根スラブの開口が可能な範囲

- Cellの外周より350mmの範囲は開口不可
- X軸、Y軸共に45%以上の開口を設けることはできない
- 開口長さ/X軸スラブ長さ  $\geq 65/100$
- 開口長さ/Y軸スラブ長さ  $\geq 35/100$
- 各軸とも最大開口長さ (和) とする
- 開口間の長さが500未満の場合
- 開口長さの和が基準を満たす事

#### とスラブの張り出し可能範囲

- 確実に張り出し650の範囲まで屋根スラブを延長することができる (t90)
- t150のスラブを用いる場合は、1,000mmの範囲まで屋根スラブを延長することができる

#### 屋根スラブの接続

- Cellとスラブは木ダボを用いて位置合わせを行う事ができる
- ダボは各スラブ板につき4カ所まで
- CLT材の端部より180mmの範囲内には設けることができない
- 位置合わせを行った上で所定のビスで固定する

CCU 2022 限定的一般評定概要 2740 x 4940 x H2630 (2740) Aタイプ 量産500系 2022 限定的一般評定型 各部材の構成 1/200 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 5		新規格Cell (220128)	
限定的一般評定	Aタイプ (500系柱幅) 標準型Cell Aタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell		

### Cellの規格

Aタイプ (500系柱幅) 標準型Cell

Cell サイズ 2,150×4,850 (芯々) ×h2,630 (木部)

St込み高さ 1 Fユニット; 2,749

2 Fユニット; -

平面図 S=1:50

立面図 S=1:50

### 規格概要

- Cellの壁幅は見付500mm (410-500/5Pin) を標準とする (500系Cell/平層のみ使用可)
  - 2階建てや屋上利用などでCell強度が必要な場合は高強度型Cellを用いることとする
  - 高強度型Cellは700系と呼称し、壁幅は610mmとする (610-610/9Pin)
- Cellの天板は無しを標準とする
  - Cell上部にはCLTスラブ 190 (水平積層) 又は床得度台を設置する (建築物としての水平剛性の確保)
  - Cell上部が梁台の場合、建築物の外側に面する部分は耐風圧も設置の事 (2階建ての1 Fユニット又は平層の屋上利用がある場合)
  - Cell上部がCLTスラブの場合、建築物の外側に面する部分は360mm以上のCLT190を張す
  - Cellの天板にCLTを張る場合はCLT190を張り込み、ひっかけ金物留めとする
  - 上記金物は梁柱と垂れ壁の上面、天板の当該箇所を削り取す
  - Cellの天井を木組などにより予め製作する場合は耐風圧、配線配管開口に面する事
- 床版はCLT190長辺ラミナ方向の1枚張を標準とする
  - 1階に使用するCellは床スラブを軸組み、CLT36への変更が可能 (発注時に確認の事)
  - 1階のCellは床版をCLT36、構造用合板24とする事ができる
  - 床版をCLT36、構造用合板24とする場合、下地を木軸組とすることができ、(専用梁台への変更を要する)
- 垂れ壁にはφ120までの開口を各垂れ壁に1箇所限り、所定の範囲内に設けることができる。
- 垂れ壁にφ120~φ160の開口が必要な場合は垂れ壁高さを640mmに変更する
- 上記の場合開口最大径は160mm 各Cellにつき1箇所までとする
- 配線用の開口は高さ20mmまでとし、柱上部に60mmの区間設けることができる
- 最上階のCell上部にはCLT 9 0 をスラブとして各Cellを連結、接合する

CCU 2022	限定的一般評定概要	2240×4940×h2630 (2740) Aタイプ 壁幅500系	2022 限定的一般評定型 Cell 規格仕様 -1	1/50	A-	SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211
----------	-----------	------------------------------------	----------------------------	------	----	------------------------------

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 6		新規格Cell (220128)	
限定的一般評定	Bタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell		

### Cellの規格

Aタイプ (700系柱幅) 標準型Cell

Cell サイズ 2,150×4,850 (芯々) ×h2,630 (木部)

St込み高さ 1 Fユニット; 2,749

2 Fユニット; 2,736

平面図 S=1:50

立面図 S=1:50

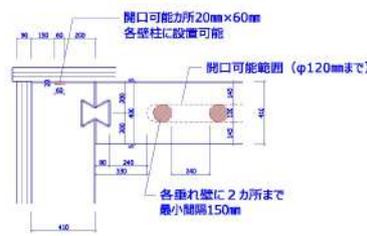
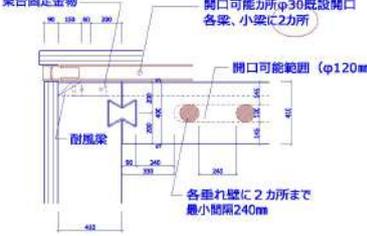
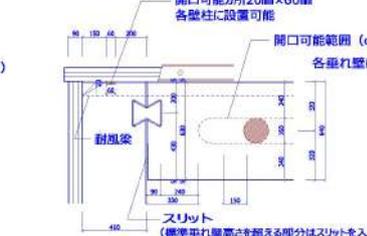
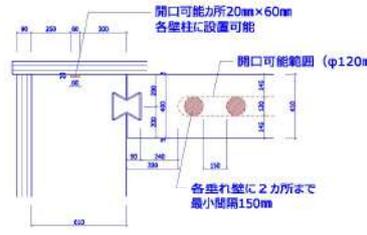
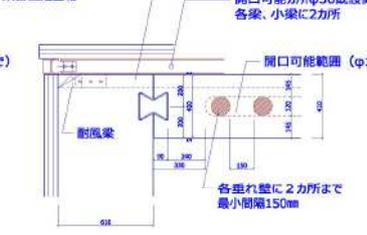
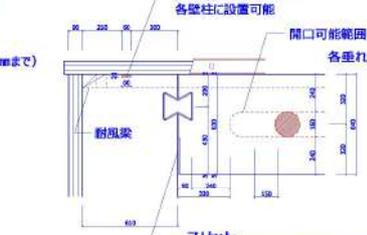
### 規格概要

- Cellの壁幅は見付700mm (610-610/9Pin) を高強度型とする (700系Cell/平層、2階建て双方使用可)
  - 2階建てや屋上利用などでCell強度が必要な場合は高強度型Cellを用いることとする
  - 高強度型Cellは700系と呼称し、壁幅は610mmとする (610-610/9Pin)
- Cellの天板は無しを標準とする
  - Cell上部にはCLTスラブ 190 (水平積層) 又は床得度台を設置する (建築物としての水平剛性の確保)
  - Cell上部が梁台の場合、建築物の外側に面する部分は耐風圧も設置の事 (2階建ての1 Fユニット又は平層の屋上利用がある場合)
  - Cell上部がCLTスラブの場合、建築物の外側に面する部分は360mm以上のCLT190を張す
  - Cellの天板にCLTを張る場合はCLT190を張り込み、ひっかけ金物留めとする
  - 上記金物は梁柱と垂れ壁の上面、天板の当該箇所を削り取す
  - Cellの天井を木組などにより予め製作する場合は耐風圧、配線配管開口に面する事
- 床版はCLT190長辺ラミナ方向の1枚張を標準とする
  - 1階に使用するCellは床スラブを軸組み、CLT36への変更が可能 (発注時に確認の事)
  - 1階のCellは床版をCLT36、構造用合板24とする事ができる
  - 床版をCLT36、構造用合板24とする場合、下地を木軸組とすることができ、(専用梁台への変更を要する)
- 垂れ壁にはφ120までの開口を各垂れ壁に1箇所限り、所定の範囲内に設けることができる。
- 垂れ壁にφ120~φ160の開口が必要な場合は垂れ壁高さを640mmに変更する
- 上記の場合開口最大径は160mm 各Cellにつき1箇所までとする
- 配線用の開口は高さ20mmまでとし、柱上部に60mmの区間設けることができる
- 最上階のCell上部にはCLT 9 0 をスラブとして各Cellを連結、接合する

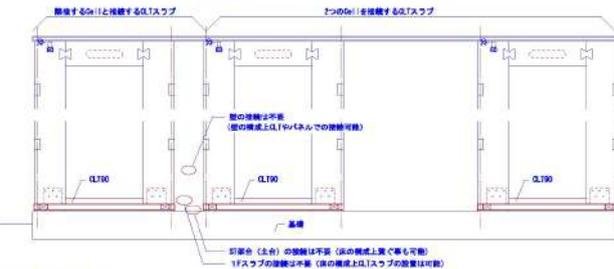
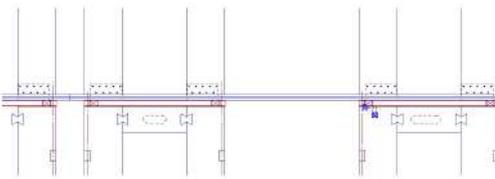
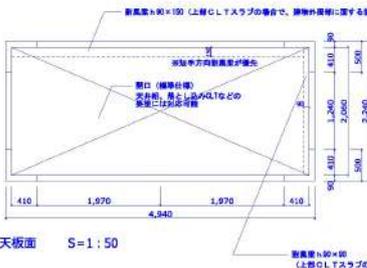
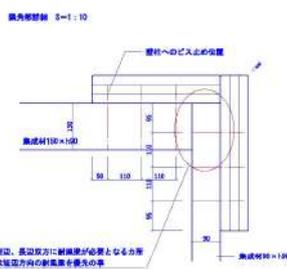
CCU 2022	限定的一般評定概要	2240×4940×h2630 (2740) Aタイプ 壁幅700系	2022 限定的一般評定型 Cell 規格仕様 -1	1/50	A-	SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211
----------	-----------	------------------------------------	----------------------------	------	----	------------------------------

# 4. CCUの規格化・標準化

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 7					
限定的一般評定		Aタイプ (500系柱幅) 標準型Cell	標準型Cell		共通
		Bタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell			
<b>Cellの規格</b>					
□ Aタイプ (500系柱幅) 標準型Cell					
開口可能場所 S=1:20 屋根スラブの場合 (上部にCLTスラブt90が設置される場合)		開口可能場所 S=1:20 St架台設置の場合 (屋上利用の場合) (2階用Cellが設置される場合は壁幅610mm)		φ120~φ160の開口箇所 S=1:20 上部材共通 (上部がCLTスラブ、St架台の場合、共通) 長辺方向、短辺方向共通	
 <p>開口可能所20mm×60mm 各壁柱に設置可能</p> <p>開口可能範囲 (φ120mmまで)</p> <p>各垂れ壁に2カ所まで 最小間隔150mm</p>		 <p>開口可能所φ30既設開口 各梁、小梁に2カ所</p> <p>開口可能範囲 (φ120mmまで)</p> <p>各垂れ壁に2カ所まで 最小間隔240mm</p>		 <p>開口可能所20mm×60mm 各壁柱に設置可能</p> <p>開口可能範囲 (φ160mmまで) 各垂れ壁に1カ所のみ</p> <p>スリット (標準垂れ壁間を越える部分はスリットを入れ切り履す)</p>	
□ Bタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell					
開口可能場所 S=1:20 屋根スラブの場合 (上部にCLTスラブt90が設置される場合)		開口可能場所 S=1:20 St架台設置の場合 (屋上利用の場合) (2階用Cellが設置される場合は壁幅610mm)		φ120~φ160の開口箇所 S=1:20 上部材共通 (上部がCLTスラブ、St架台の場合、共通) 長辺方向、短辺方向共通	
 <p>開口可能所20mm×60mm 各壁柱に設置可能</p> <p>開口可能範囲 (φ120mmまで)</p> <p>各垂れ壁に2カ所まで 最小間隔150mm</p>		 <p>開口可能所φ30既設開口 各梁、小梁に2カ所</p> <p>開口可能範囲 (φ120mmまで)</p> <p>各垂れ壁に2カ所まで 最小間隔150mm</p>		 <p>開口可能所20mm×60mm 各壁柱に設置可能</p> <p>開口可能範囲 (φ120mmまで) 各垂れ壁に1カ所のみ</p> <p>スリット (標準垂れ壁間を越える部分はスリットを入れ切り履す)</p>	
CCU 2022	限定的一般評定	2240×4940×h2630 (2740) Aタイプ 壁幅500系	2022 限定的一般評定型	Cell 規格仕様 -2	1/2 0 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211

## 添付I-4

2022 限定的一般評定 概要書 8					
<b>Cellの連結</b>					
□ 屋根スラブの接続 (屋上を使用しない場合)		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 屋上階でのCell間の接続はCLTスラブ (t90) により行います</li> <li>○ 屋上階でのCell間の接続はCLTスラブにより行います</li> <li>○ CLTスラブの継ぎ目や開口位置には規定があります</li> <li>○ 壁や土台 (ST) の接続は自由に行ってください</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 上下階の接続                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 上下階のCellの接続は専用金物により行うこと</li> <li>○ 屋上階のSt架台との接続も同様に専用金物により行うこと</li> </ul> </li> <li>□ 2階床レベルのCell間の接続                     <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2階床スラブでCell間の接続はCLTスラブ (t90) により行う (梁材は不要)</li> <li>○ 2階Cellどうしの接続は不要となります</li> </ul> </li> <li>□ St架台とCLTスラブとの繋結はボルトまたは専用ビスで行います</li> </ul>	
 <p>異なるCellと接続するCLTスラブ</p> <p>2つのCellと接続するCLTスラブ</p> <p>壁の接続は不要 (壁の構成上t90スラブでの接続可能)</p> <p>可動金 (L形) の接続は不要 (別の構成上裏で取付可能)</p> <p>1Fスラブの接続は不要 (別の構成上1Fスラブの設置は可能)</p>					
□ 基礎との接続		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 基礎とCellとの繋結は所定のアンカーにより固定します。</li> <li>○ 固定場所は各Cell4カ所、親子フイーを使用します。</li> <li>○ St架台下のStPL (t19mm/10枚) は必ず直接基礎に接地させて下さい。</li> <li>○ 振動防止のため基礎とSt架台は鋼製束などにより数カ所接続することを推奨します</li> </ul>			
<b>耐風梁の設置</b> (Cell上部にSt架台を設置する場合のみ)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cell上部にSt架台を設置する場合は建物外周部に耐風梁が必要です。</li> <li>○ 耐風梁のサイズは以下                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・短辺方向 ; 集成材90×90 (おしゅうあかまつ)</li> <li>・長辺方向 ; 集成材150×h90 (おしゅうあかまつ)</li> </ul> </li> <li>○ 耐風梁は短辺優先で所定のピッチで専用ビスで設置のこと</li> </ul>		 <p>耐風梁h90×90 (L形CLTスラブの場合、鋼製束に設置する使用)</p> <p>短辺方向耐風梁設置が優先</p> <p>開口 (縦向き) 又は横、垂直方向のT形との繋結には注意</p> <p>天板面 S=1:50</p> <p>耐風梁h90×90 (L形CLTスラブの場合、鋼製束に設置する使用)</p>		 <p>壁材へのビスの位置</p> <p>集成材150×h90</p> <p>短辺、長辺双方に耐風梁が必要となる場合は短辺方向の耐風梁を優先する</p> <p>集成材90×90</p>	
CCU 2022	限定的一般評定	2240×4940×h2630 (2740) Aタイプ 壁幅500系	2022 限定的一般評定型	Cell 規格仕様 -2	1/5 0 A- SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211

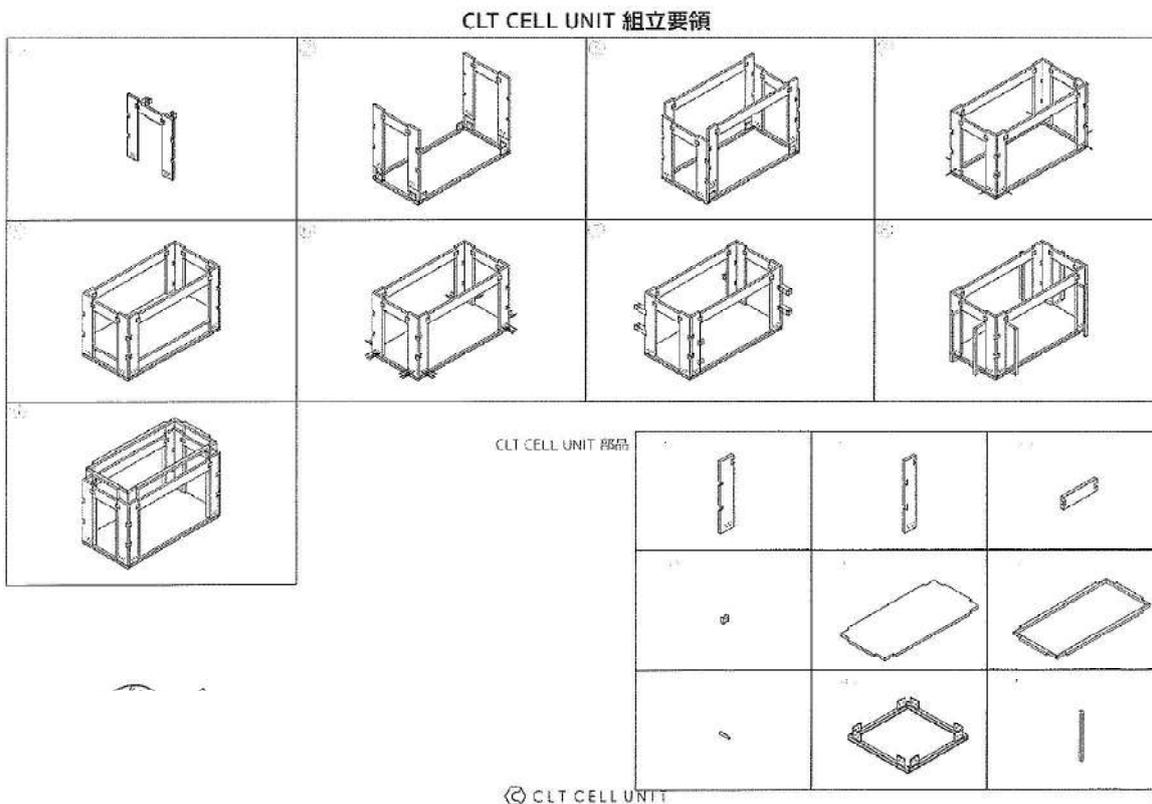
# 4. CCUの規格化・標準化

## CCU製造・加工・検査工程フロー

CCUは10種類のパーツで構成されるため、製造は量産化を想定して、各パーツごとに製造管理、品質管理が行われ、出荷単位ではCLTのロット管理に合わせてCCU単位で出荷管理されていくことが想定される。

添付I-14にCCU製造・加工・検査工程フローを示す

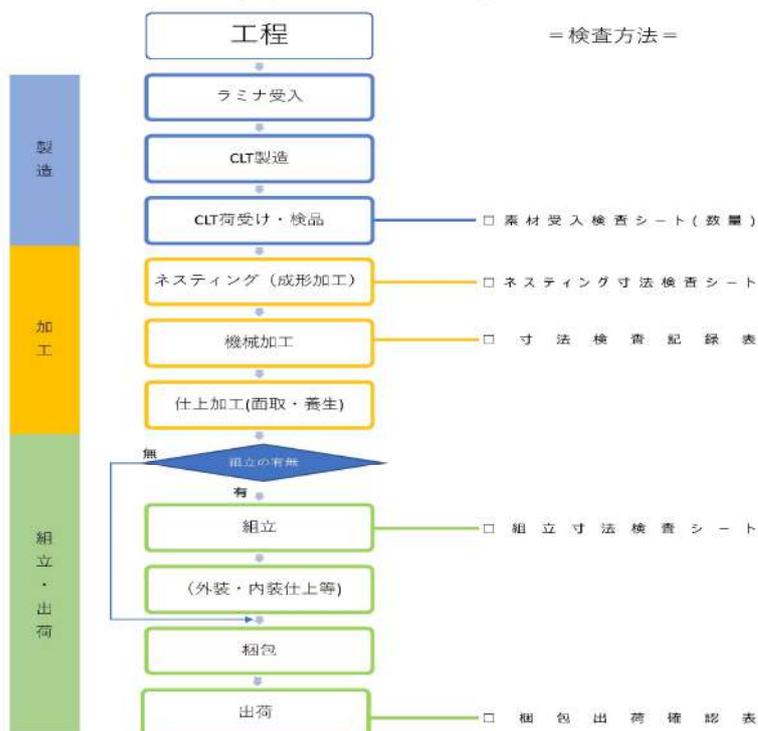
### 『CLT CELL UNIT』の組立要領



51

添付I-14

### CELL UNIT 製造・加工工程

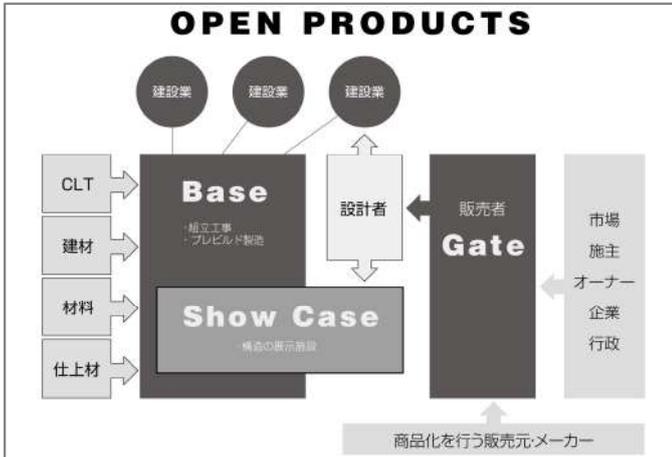


## 4. CCUの規格化・標準化

### オーブンプロダクトに向けた支援ツールの開発・整備

CCUをオーブンプロダクトとして幅広く普及拡大展開を目指す中で、想定する事業構想から各地区のBASE拠点でのCCU生産計画/在庫管理を行い、これをCCU事業全体で統括的に管理するシステムとデータベースを構築するべく、各支援ツールの開発・整備を推進中である。

#### <支援ツール開発>



ソフト面	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CCU事業形態と仕組みの共有化</li> <li>• CCU規格のラインアップと技術情報の共有化</li> <li>• CCU事業運用/製品管理フローシステム構築</li> <li>• CCUによる概算FS*プランシミュレーションシステム構築</li> <li>• CCU実施事例に関する情報の共有化</li> </ul> <p>*Feasibility Study</p>
ハード面	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CCU躯体モデル展示/トレーニング施設整備 (CCUの実技講習など)</li> </ul>

### ソフト面 / システム化の仕組み構築

- CCU事業形態と仕組みの共有化  
CCU躯体モデル紹介と目指す事業形態や仕組みについての情報共有とCCUコミュニティ拡大に向けて、オーブンプロダクトとしてオープン工法化のために、広く共有するコミュニティサイトの構築を目指す。
- CCU規格ラインアップと技術情報共有化  
CCUラインアップとCCUに関する技術情報をCCUコミュニティで共有活用・利用可能として、多方面へのオープンイノベーションを促進するべくCCUプラットフォーム化を推進し、広く活用可能とする。
- CCU事業運用 / 製品管理フローシステム構築  
CCUコミュニティ拡大/普及拡大とともにCCU規格ラインアップを同様な管理体系のもと、多くの企業間で連携運用を可能として、CCU単位での製造・品質・出荷・用途利用などの運用管理を可能として、循環資材としての管理可能性の実現を目指す。
- CCUによる概算FSプランシミュレーションシステム構築  
CCUコミュニティに集うCCU利用者が、簡易にCCU活用の概算計画シミュレーションが可能となるシステムを構築する。
- CCU実施事例に関する情報の共有化  
CCU利用の建築物/非建築物の具体的な実施事例をコミュニティ内で活用可能としてCCU商品に関してもライセンス/ロイヤリティ等の管理システムの元、相互利用ができる仕組みとして、これらの情報についても更新情報含めて共有化する仕組みを構築していく。

## 4. CCUの規格化・標準化

### ハード面/CCU躯体モデル展示/トレーニング施設

CCU事業の規格・標準化を推進して、低コスト化につなげるべく、CCU躯体モデルに対するトレーニング支援施設（CCUの実技講習など）の整備を進めて、ここでのトレーニング実験モデル棟の検討・計画を進めた。

CCU事業の普及拡大のためにも、CCU工法におけるユニットを実際に組立・施工や連結など、各種実技講習トレーニングを可能とするものである。

#### 添付I-23 CCU躯体モデル展示・保管/トレーニング支援施設

2023年2月15日  
CCU-SGH & SAI



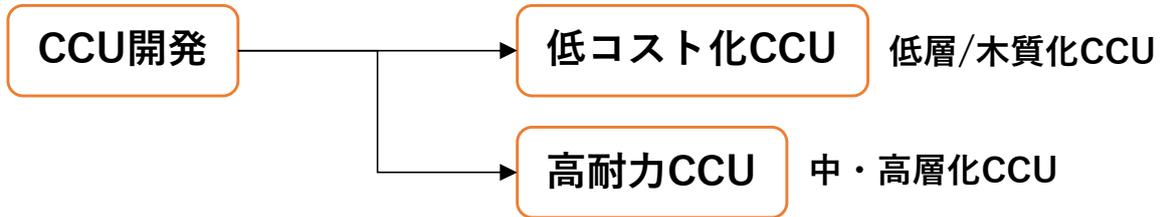
#### ユニット台車



# 5. 低コスト化CCU開発

## CCU開発の方向性

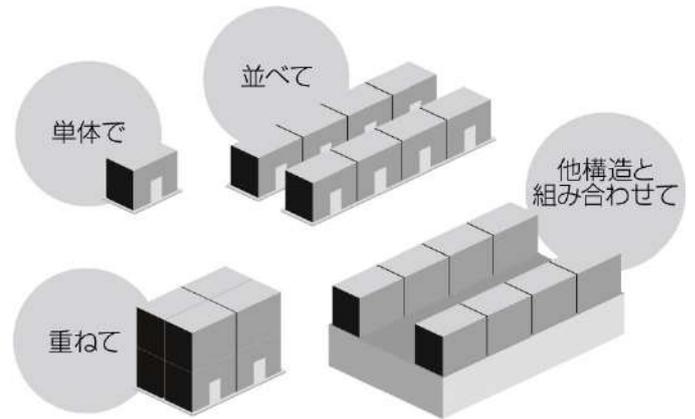
2020年度のCLT実証事業プロジェクトにて実施した2020プラン評定型の2階建てモデル（CCU\_01）での設計実証/建築実証（自社内実施）の結果から、CCU開発と工法開発において、それぞれ大きく2つの方向性が示された。



### <開発ステップと方向性>



### <CCUの使い方・組み合わせ方>



### <CCU工法の2つの方向性について>

	i) 離隔配置	ii) 隣接配置
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CCU離隔距離を大きく配置、自由度を高める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CCU離隔距離を小さく配置。工期を縮める。</li> </ul>
配置イメージ	<p>Cell間既存工法と同じ現場工事</p>	<p>Cell内外を工場でプレビルド</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• プレビルド率を高める Cell 配置</li> <li>• 現場近所での製造</li> </ul> <p>材料: 躯体 CLT 分取材 電材 下素材 仕上材 設備機器</p> <p>建材店 → プレビルド工場 → 現場工事</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現場工事主体。</li> <li>• ユニット台数を抑えてコスト圧縮可能。</li> <li>• RC壁式工法より広い無柱空間が可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• プレビルド割合を最大70%程度まで可能。</li> <li>• 圧倒的な現場工期短縮。（従来の約3分の1に短縮）</li> <li>• 経費低減と回転率向上によるコスト低減（実証中）</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存木造と同程度の施工期間。（RC施工よりも短工期）</li> <li>• 既存木造より高コスト予想。（さらなるコスト低減）</li> <li>• 高耐力CCU開発/設計自由度の拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ユニット供給体制の整備と確立。</li> <li>• 時間当たりの利益率向上と実証・確認。</li> </ul>

# 5. 低コスト化CCU開発

## CCU工法の低コスト化

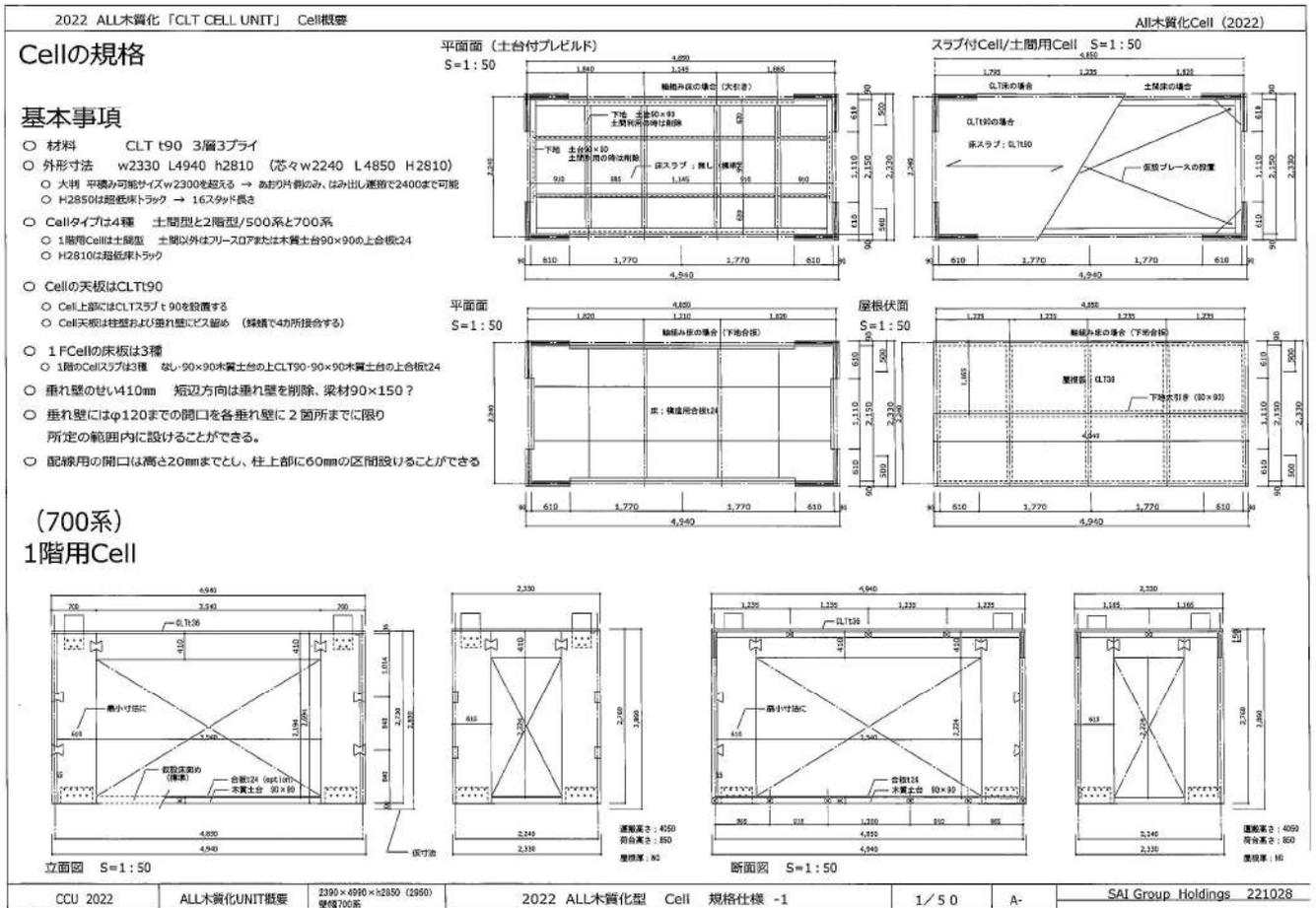
低層向け（主として2層以下）の範囲でのCCU工法のさらなる低コスト化開発において、下記の項目を推進した。

添付I-9 低コスト化CCUユニット検討計画図 及び 添付I-10 低コスト化CCUの配置運用範囲の検討計画を示す。

### 1) 鉄骨使用量の軽減（※ALL木質化を目指す）

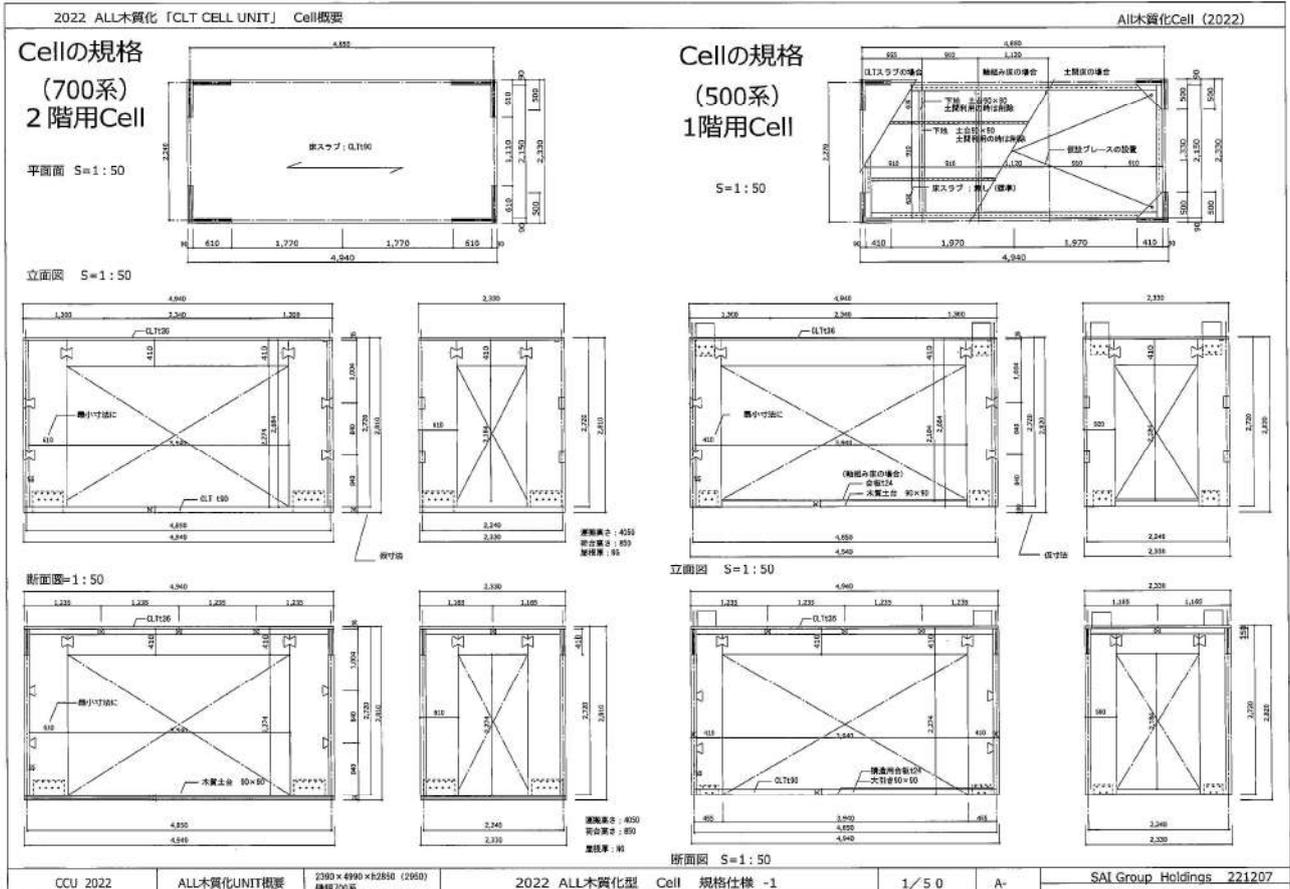
- 鉄骨架台の使用量減少
- 鉄骨梁の木梁化

### 添付I-9

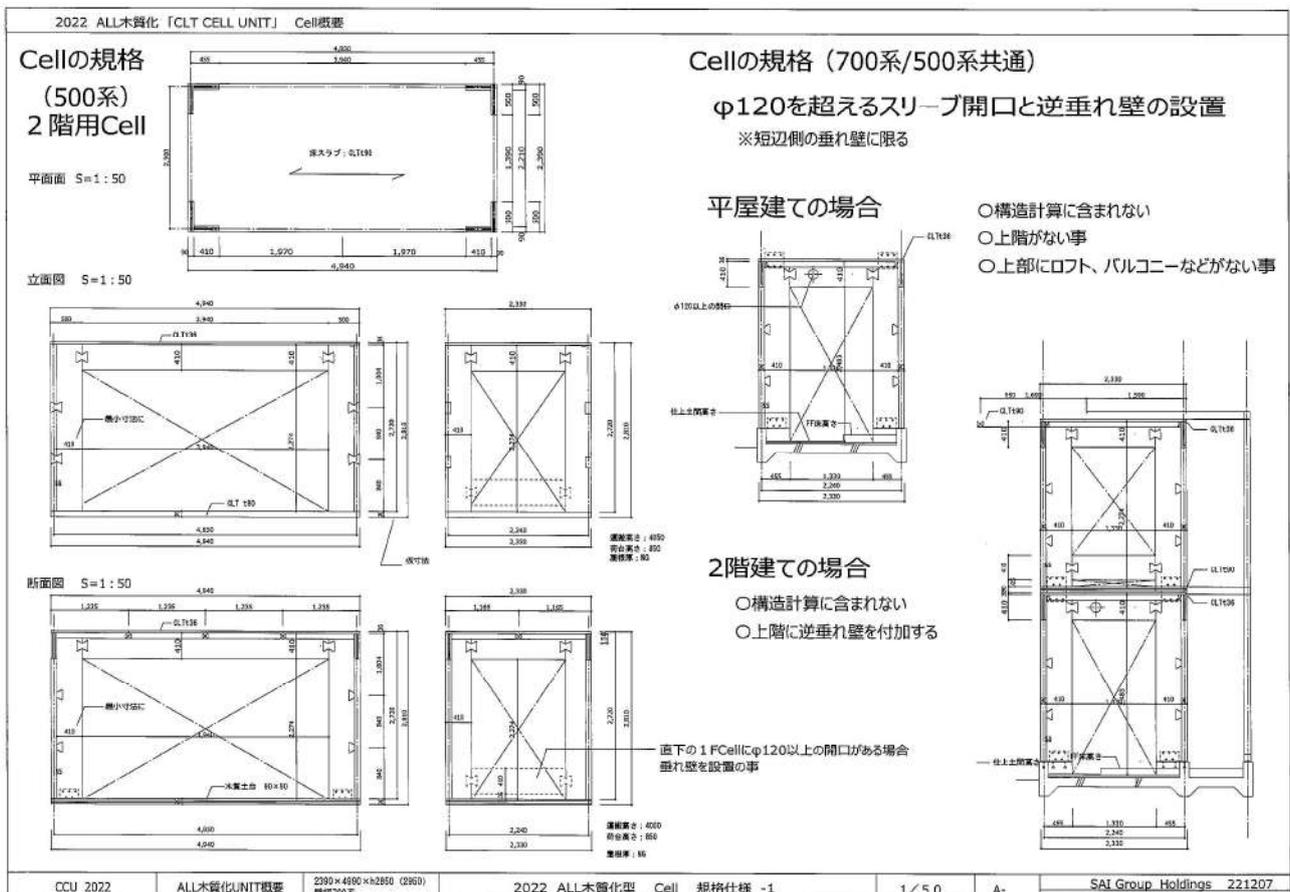


# 5. 低コスト化CCU開発

## 添付I-9



## 添付I-9



# 5. 低コスト化CCU開発

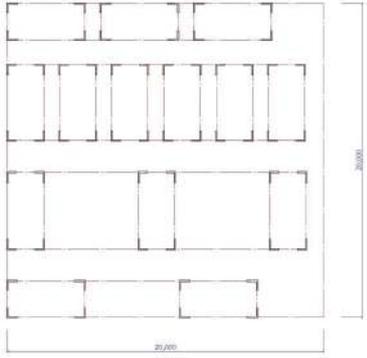
## 添付I-10

2022 ALL木質化「CLT CELL UNIT」 Cell概要
ALL木質化Cell (2022)

### Cellの配置

○ Cell間の距離距離はメーターピッチとする  
縦横共に、1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6mの6種

○ 20m四方に配置可能なものとする (Cell通り芯)

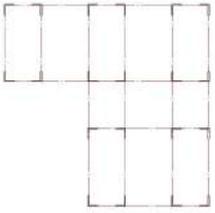


20,000  
20,000

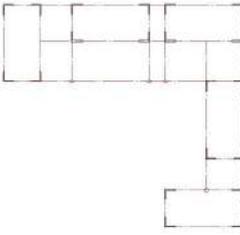


○ Cellの配置は整列配置と直行配置の2種

**整列配置**  
Cellの方向を同じくして、通り芯上に配置



**直行配置**  
Cellの方向を同じくして、通り芯上に配置



○ 以下を選択することができる

用途	住居	事務所	店舗	1F2F区分		
仕様	一般	準耐火		要検討		
Cell柱	500系	700系	定型外			
階層	1	2	ロフト	壁上		
階高	1 m (910)	2 m (1910)	3 m (2910)	4 m (3910)	5 m (4910)	6 m (5910)
耐震等級	1倍	1.25倍	1.5倍			
地震係数	0.7 (標準)	0.8	0.9	1.0	1.2 (標準)	
張り出し	600mm	1350mm	柱付面積			
屋根	陸屋根	7寸勾配?				
積雪	50cm	多雪	×		屋根勾配	
外壁荷重	a	b	c			

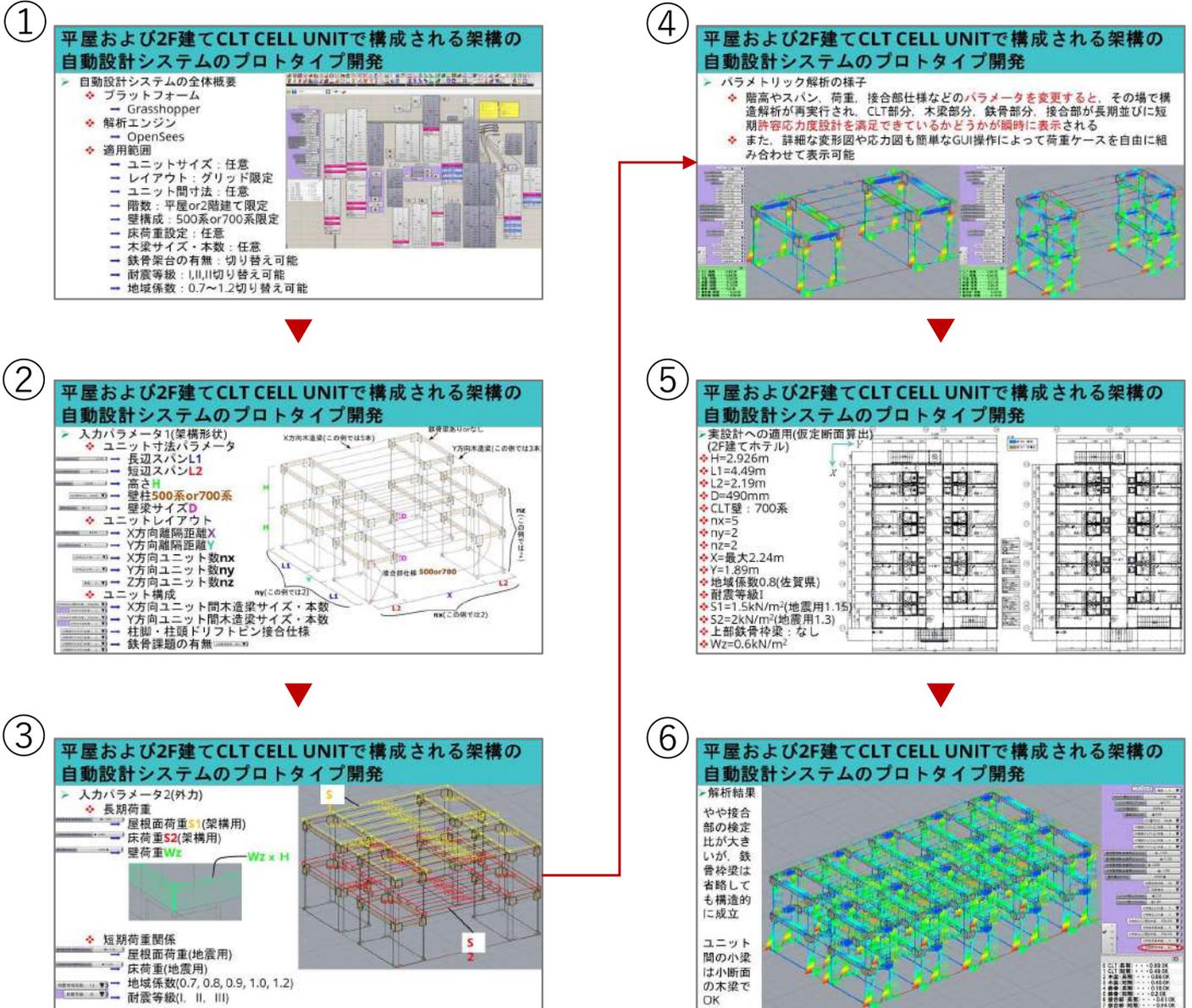
CCU 2022
ALL木質化UNIT概要
2390×4990×12850 (2950)  
壁厚150系
2022 ALL木質化型 Cell 規格仕様 -1
1/200
A-
SAI Group Holdings 221125

# 5. 低コスト化CCU開発

## 2) CCU躯体構造設計システム

### 自動化/一次検討 (簡易化)

CCU事業の立ち上げにおける市場投入のための起動力向上と構造検討 (設計) の効率化の観点及びCCU開発と併行してCCU適用・拡張性の維持・向上のための柔軟性向上対応の面から、現状の開発ステージにおけるルート2設計対応ベースでの構造設計のシステム化開発を進め、プロトタイプ開発を行った。



# 5. 低コスト化CCU開発

## 低コスト化CCUコスト比較検討

前述の各種検討に基づき、低コスト化CCUによるトレーニングも兼ねた実験モデル棟の実施計画を推進中である。これを想定して、低コスト化CCU工法による2階建て住宅を想定したときの、他工法とのコスト比較評価の検討を行った。

CCU工法の低コスト化開発においては、木質化を進めることで構造躯体のコスト低減効果から、在来木造にせまるコストレベルが期待され、現場の施工性向上、工期短縮の効果から、更なるコスト低減が見込まれる。

### 添付I-24

CLT CELL UNIT All木質化Cellを使用した住宅 コスト比較表

			CCU工法	All木質CCU	木造	RC造	単位 (円)
建築工事	基礎工事	CCU工法では、べた基礎の採用可能	1,000,000 べた基礎	1,000,000 べた基礎	1,000,000 べた基礎	3,600,000	
	仮設工事	離隔部での数量増加 工期の削減効果	840,000 工期30%削減	600,000 工期50%削減	1,200,000	1,560,000 工期30%増加	
	躯体工事	生産方法やSt部でのコストダウン検討	6,400,000 今回結果	5,200,000 目標価格	3,300,000 一般m単価	16,000,000 市場調査価格	
	鋼製建具	CCU工法では木造用サッシ使用	1,200,000 木造用	1,200,000 木造用	1,200,000 木造用	1,600,000 ビル用	
	外部工事	木下地の必要箇所	4,100,000	4,100,000	4,100,000	3,000,000	
		壁、屋根、断熱	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	
	内部工事	天井、床仕上、木建、設え、家具	7,260,000 20万円/坪	7,260,000	7,260,000	7,260,000	
設備工事	住設、衛生器具	同一	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	
	電気工事	同一	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	
	給排水工事	離隔部のPS効果	800,000	800,000	800,000	800,000	
材工原価小計			27,800,000	26,360,000	25,060,000	40,020,000	
施工管理費		4,448,000	2,108,800	4,009,600	6,403,200		
設計監理費		444,800	147,616	400,960	640,320		
工期		4か月	3か月	5か月	6か月		
合計			32,692,800	28,616,416	29,470,560	47,063,520	
m単価			297,207	260,149	267,914	427,850	
坪単価			990,691	867,164	893,047	1,426,167	
			140 施工床 110 m 床面積 33 坪				
前提条件	背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>昨今の戦争、ウクライナ、為替の変動による建設材料価格の高騰の影響は大きい。</li> <li>これに伴い、現場技術者の人件費の高騰は、人材の不足や市況併せて更なる高騰の可能性も考えられる。</li> <li>RC造では、坪単価180万/坪程度までの実績データが存在する模様。</li> </ul>					
	CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>現行のCLT CELL UNIT工法では、坪単価100万円以下の見込みとなっていたが、昨今の物価高騰の影響を受ける状況有り。</li> </ul>					
	All木質化CCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>St梁等の削除などにより、1 Cellあたり約30~40%のコストダウンを目標とする。</li> <li>高耐力CCUの3層組立・施工実験から得た知見から、低コスト化の仕様計画を再見直し、追加検討中。</li> <li>量産による生産規模拡大と量産効果を想定し考慮する。</li> <li>社内での各種試作モデル実験棟などの実績から、工期50%削減、管理経費を時間利益率で50%とした。</li> </ul>					
考察	木造	<ul style="list-style-type: none"> <li>昨今の建設価格は、社会背景と共に断熱性能など高性能化が進むことが想定され、未だ高騰する状況にあるものと推定される。</li> </ul>					
結論	考察	<ul style="list-style-type: none"> <li>CLT建築のコスト比較対象としては、支那としての市場社会での利用想定環境からは、木造軸組建築と想定される。</li> <li>現行のCCU工法は木造軸組と比較した場合、躯体コストが約2倍程度となり割高である。</li> <li>All木質化Cellにした場合でも、低コスト化の為に、工期短縮が必要である。</li> </ul>					

# 6. 高耐力CCUの開発

## 高耐力CCU開発

CCU開発における2つの方向性に対して、CCU工法による多層化（3層以上）を目指した高耐力CCU開発を推進するべく、下記項目を実施した。

### 1)高耐力CCUユニット開発

- 蝶蟻（チキロック）型（R8、R25）
- メタルプレート型（金物接合型）

要素実験を踏まえて、CCUタイプのラインアップを拡張して、高強度化するべく、試作・検討を行った。

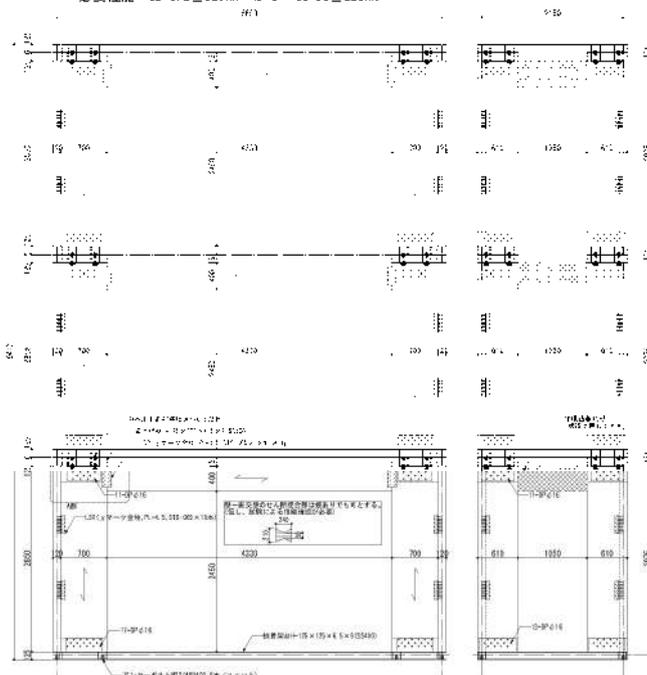
### 添付IV-0

#### 高耐力CCU ユニット仕様(案)

2022.09.29 株式会社ロボシステム設計

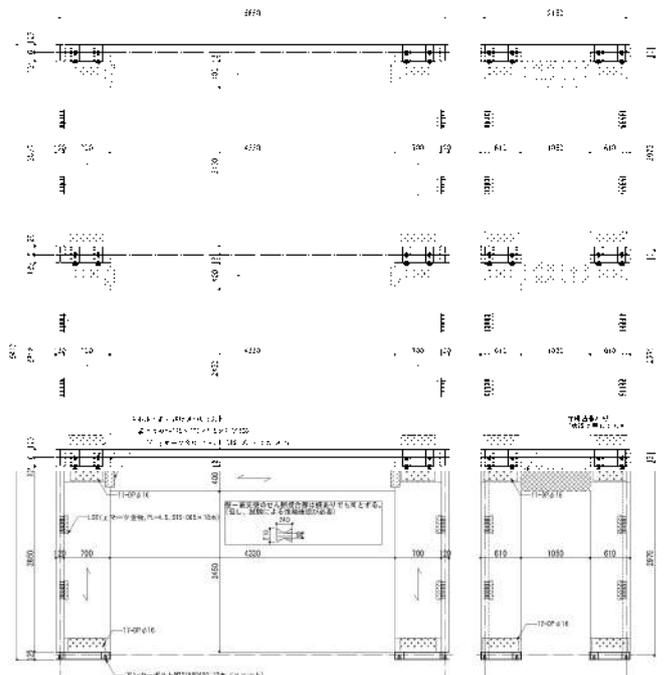
以下を満足するユニット仕様(案)とする

- 地震用均し荷重：1F・2F・3F=5kN/m<sup>2</sup>・5kN/m<sup>2</sup>・3kN/m<sup>2</sup>
- 負担可能面積：25m<sup>2</sup>/ユニット
- 負担可能重量：5kN/m<sup>2</sup>×5kN/m<sup>2</sup>×25m<sup>2</sup>=325kN
- 必要性能：Ga・0.2≧325kN かつ Q<sub>1.0</sub>≧325kN



**基本仕様**  
ユニット面積 5.85m×2.15m=12.58m<sup>2</sup>

基本仕様



**土間仕様**  
ユニット面積 5.85m×2.15m=12.58m<sup>2</sup>

土間仕様

## 6. 高耐力CCUの開発

添付委IV-23 (写真2)

高耐力CCU ユニット加工・組立・要素実験 (1/2)

2023年2月17日  
CCU (SGH & SAI & 銘建 & ミヨシ)



高耐力CCU 蝶蟻 R8  
(SAI 開発品) 1



高耐力CCU 蝶蟻 R8  
(SAI 開発品) 2



高耐力CCU 蝶蟻 R25  
(銘建試作品) 1



高耐力CCU 蝶蟻 R25  
(銘建試作品) 2



高耐力CCU 蝶蟻 R8  
(ミヨシ試作品) 1



高耐力CCU 蝶蟻 R8  
(ミヨシ試作品) 2

添付委IV-23 (写真2)

高耐力CCU ユニット加工・組立・要素実験 (2/2)

2023年2月17日  
CCU (SGH & SAI & 銘建 & ミヨシ)



高耐力CCU 蝶蟻加工 比較1  
(銘建試作2、ミヨシ試作) R25



高耐力CCU 蝶蟻加工 比較2  
(銘建試作、ミヨシ試作、SAI開発) R25/R8



高耐力CCU 蝶蟻加工 比較3  
(SAI開発、ミヨシ試作、銘建試作) R25/R8



高耐力CCU アリ加工  
(SAI開発) R8



高耐力CCU 蝶蟻勘合  
(SAI開発/ミヨシ加工) R8



高耐力CCU 蝶蟻部組立 要素試作実験  
(SAI開発/ミヨシ加工) R8

## 6. 高耐力CCUの開発

### 2)高耐力CCUによる3層共同住宅/汎用設計・実証

- 意匠設計
- 構造設計
- 耐火建築物・準耐火建築物・その他の検討

#### 【実証概要】

本設計実証では、将来の4階層を見据え、厚さ120mmの5層5プライのCLTを使用した高耐力CCUを開発し、汎用型3階建て共同住宅を耐火建築物の仕様とした。意匠については、強化石膏ボード二重貼りの耐火被覆を施すことで、4階建て以上の建築も可能としている。

また、ユニットを組み合わせた汎用型の共同住宅として、計画では1戸に3ユニット使用した50㎡程度の室を提供する。

今計画では、ロビー、エレベーター、階段室などの共用部を建物中央に在来工法にて配置し、両側に3ユニットで構成された室を2戸ずつ配置している。

汎用型の共同住宅であるので、中央部にコアを配置することで、実証では、2戸ずつの対称となっているが、例えば、左右に4戸、2戸などのバリエーションが可能となる計画としている。

構造設計・検討では、3階建てに必要な構造性能を確保するために、2021年開発済みの2階建て（CCU=01）モデル仕様から高強度化を行っている。

変更点を以下に挙げる。

- CLTパネル : 厚さ 90mm S60-3-3 → 厚さ 120mm S60-5-5
- 鉄骨架台 : H-100×100×6×8 → H-125×125×6.5×9
- CLT壁パネル脚部・頭部接合部に用いる鋼板挿入ドリフトピン接合の本数を増加
- アンカーボルト : M20 (ABR490) → M22 (ABR490)
- 上下ユニット間 接合ボルト : 1-M22 (強度区分6.4以上) → 2-M24 (強度区分6.4以上)

また、耐火被覆により建物重量の増加が見込まれること及びコスト面から床組みをCLT床版から在来軸組み床に変更し、軽量化を図った。

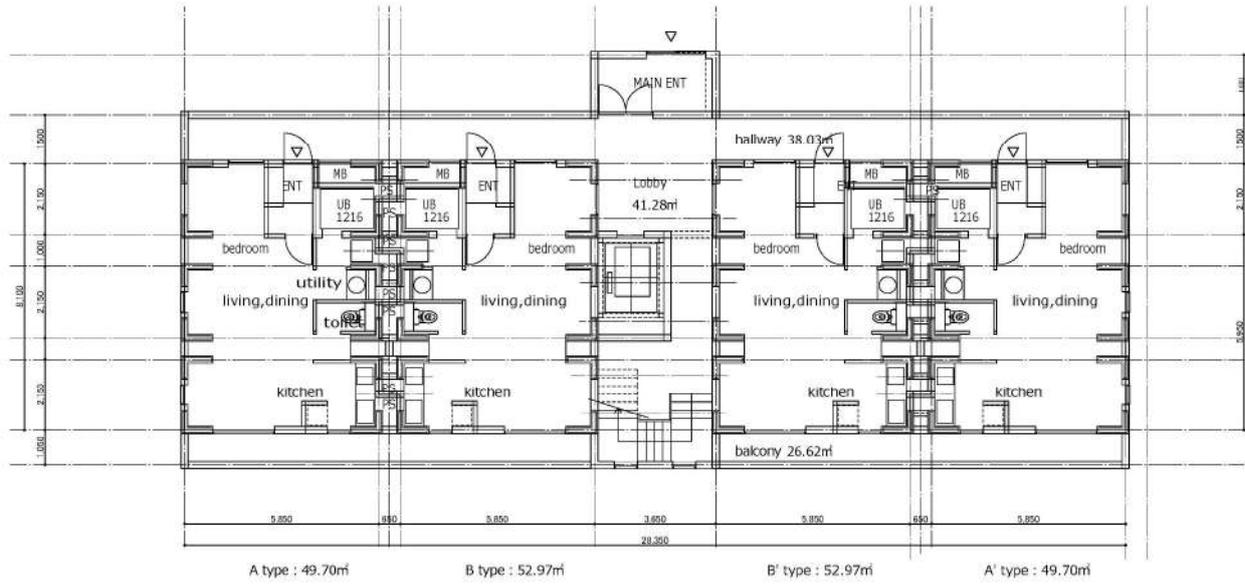
その他、キャンチバルコニー対応・設備配管などのスペース確保・現場でのCCU設置の施工性向上を目的として、上下ユニット間の接合部材（H-125×125×6.5×9）を新設し、躯体に組み込んだ。

構造設計方法としては、複雑な計算となりがちなルート3設計において、ユニット単体の構造性能の足し合わせにより、建物全体の構造安全性が確認できる簡易な構造設計方法を構築し検証した。

1 Cellあたりの支持可能な床面積を割り出すことで、基本設計時の設計簡易性を求めた。

今回は、1 Cellあたり25㎡程度の支持可能床面積を設定した。鉄筋コンクリート造に比べて、一部工種がプレビルドも可能となるCCUの工法では、工期短縮と共にカーボンニュートラルな社会に対して、貢献可能な工法であると考えている。

# 6. 高耐力CCUの開発

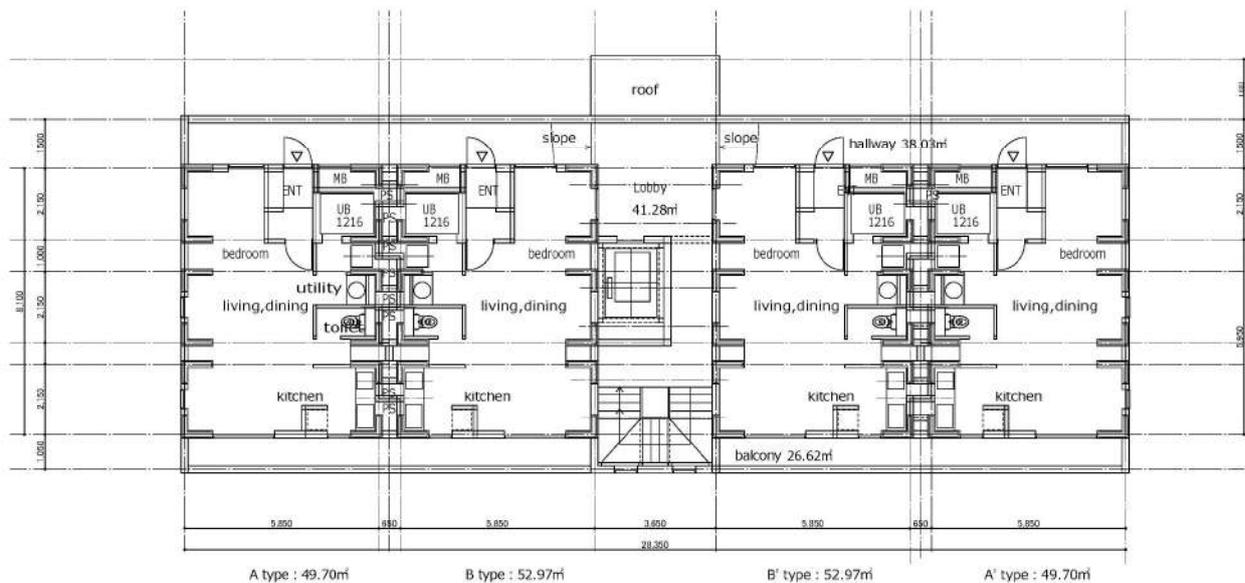


1階平面図 1:100

中央コア案

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



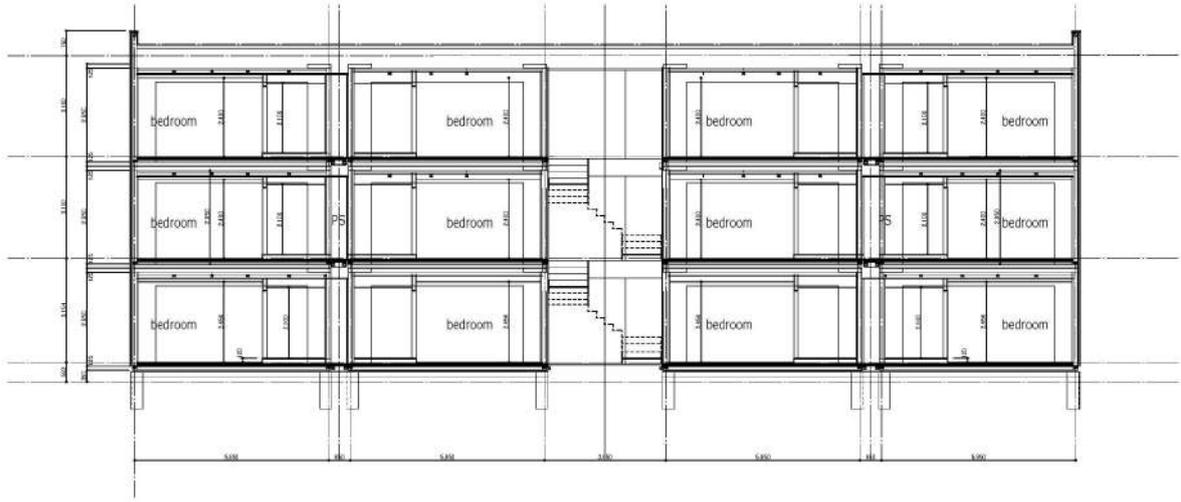
2,3階平面図 1:100

中央コア案

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅

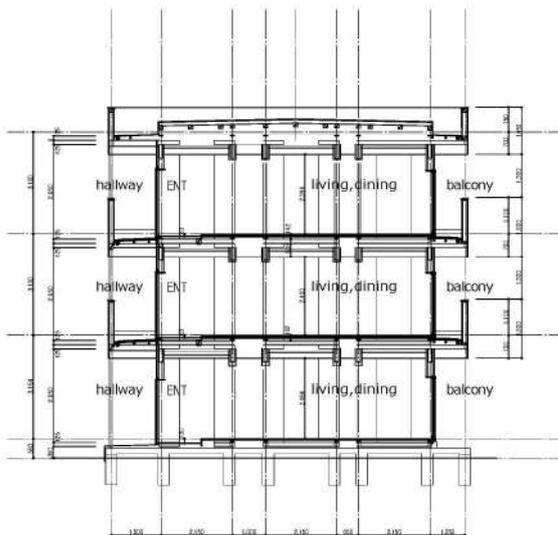
# 6. 高耐力CCUの開発



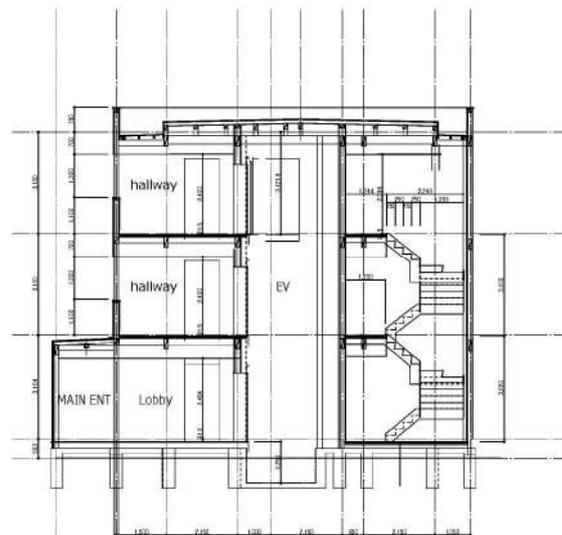
断面図1 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



断面図2 1:100

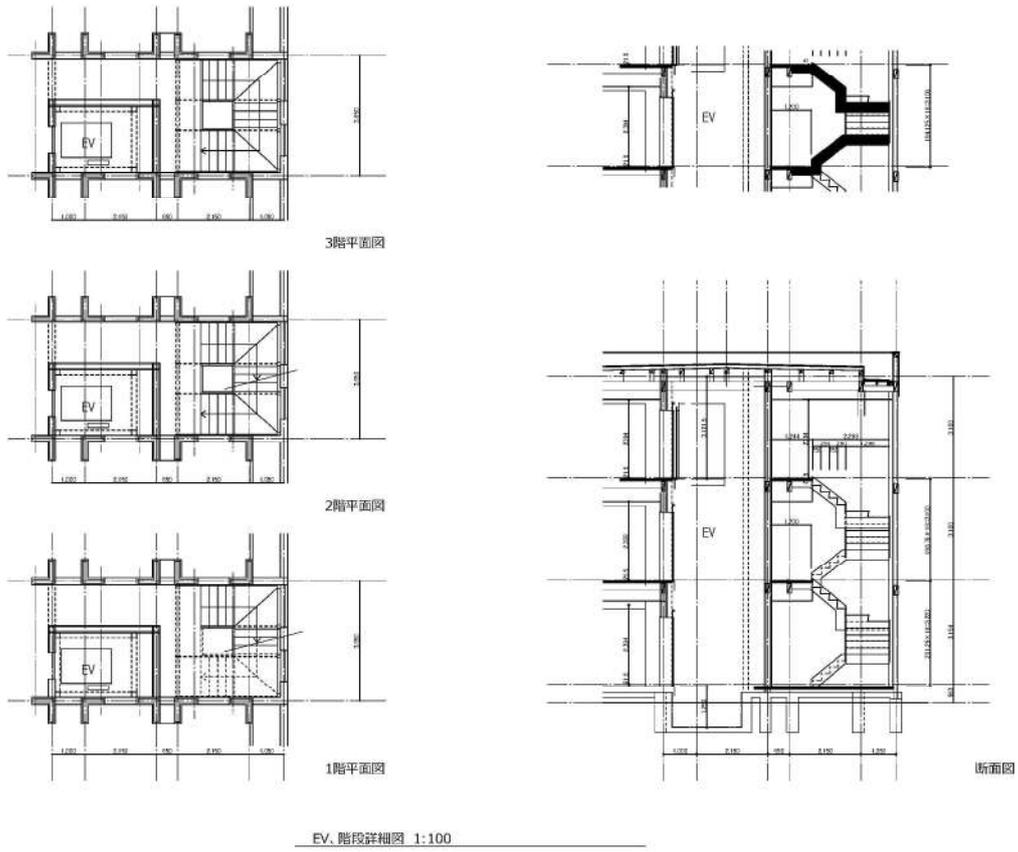


断面図3 1:100

Cadis+Kaze architects

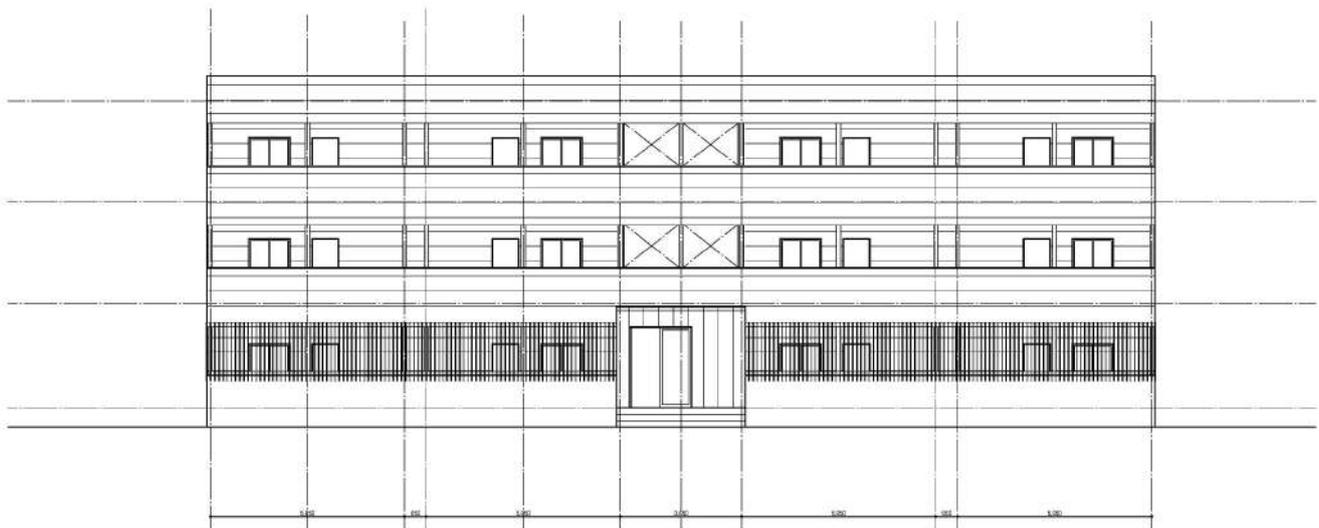
CCU3F 共同住宅

# 6. 高耐力CCUの開発



Cadis+Kaze architects

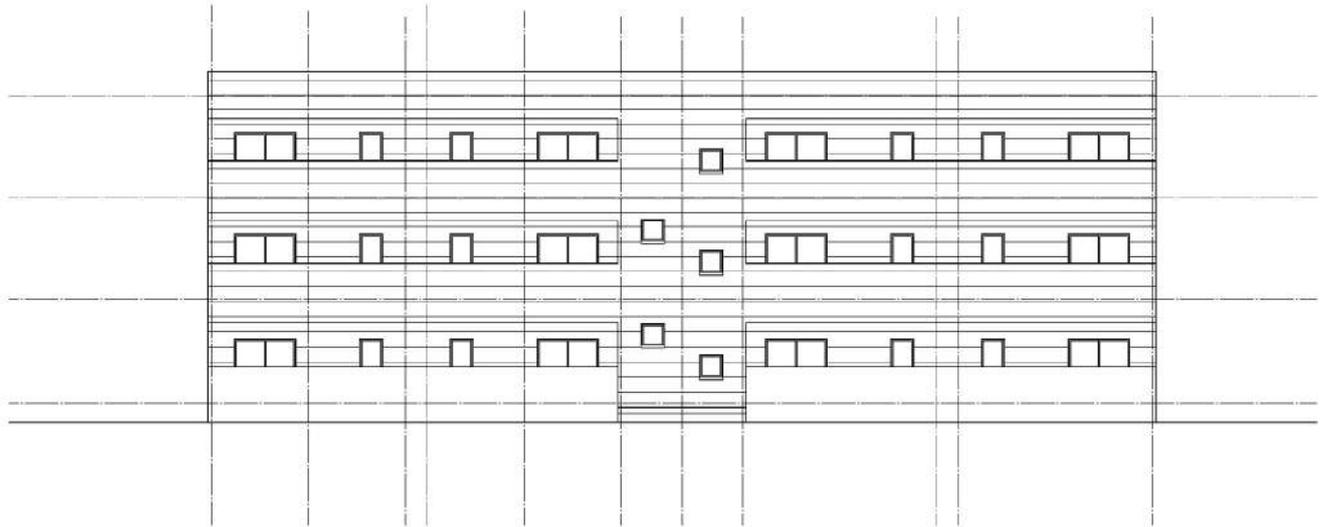
CCU3F 共同住宅



Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅

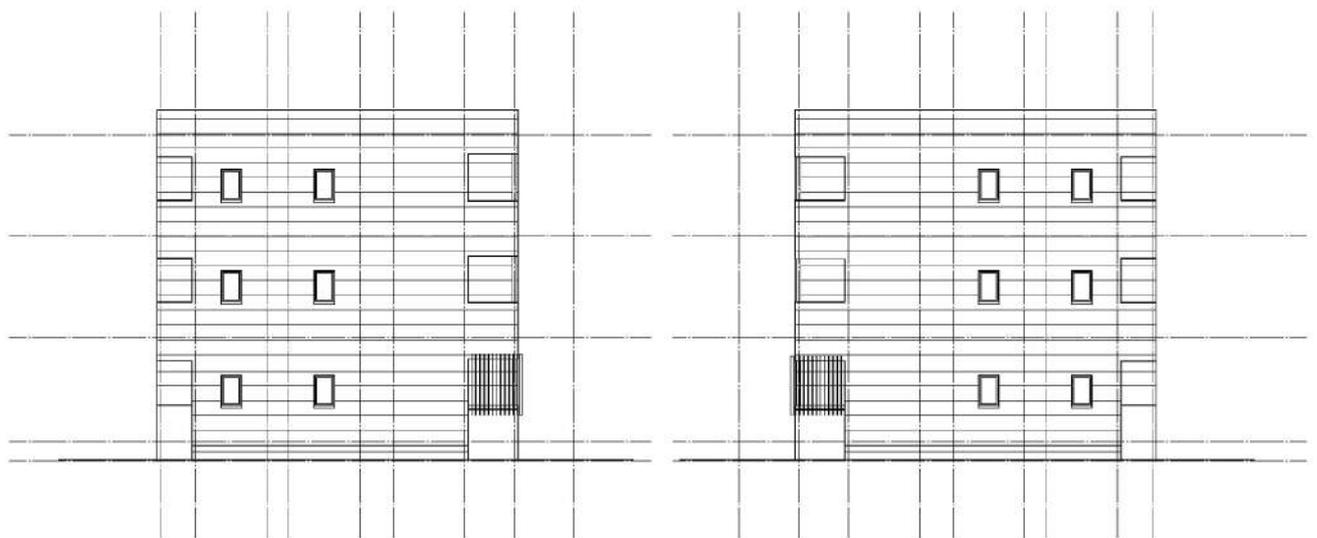
## 6. 高耐力CCUの開発



南側立面図 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



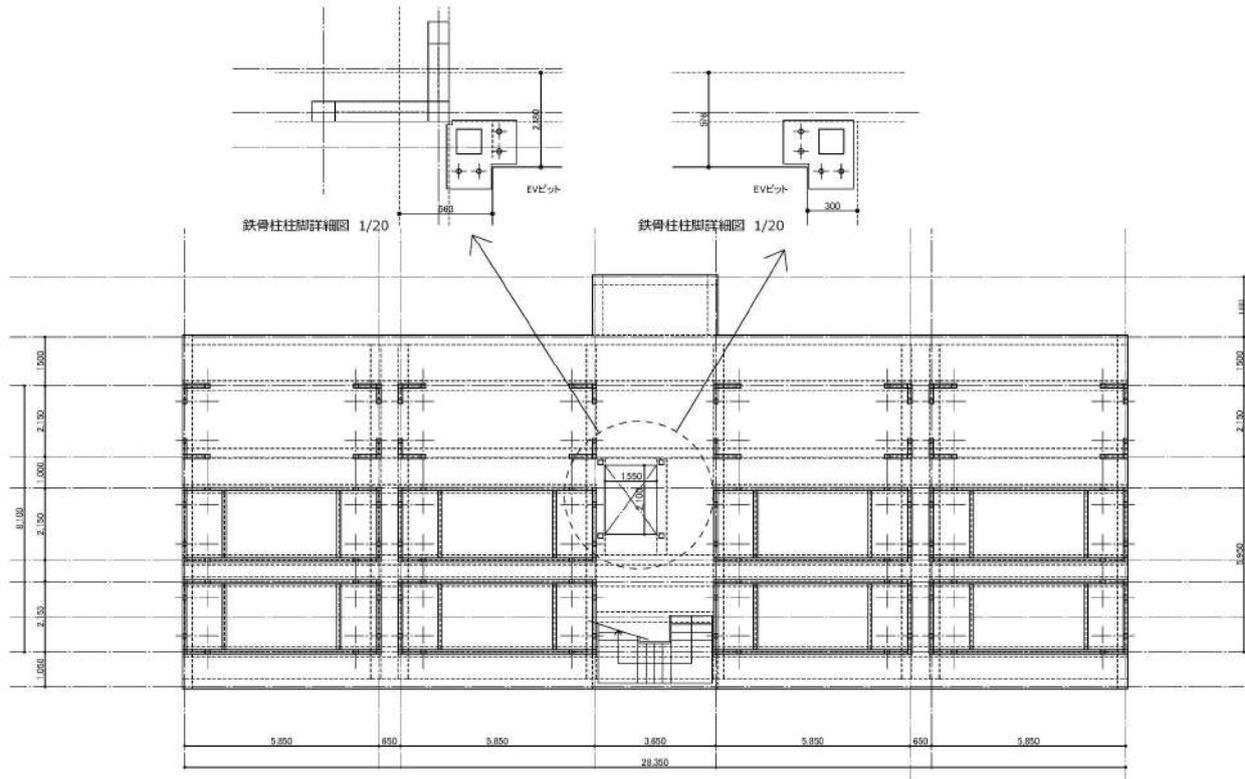
西側立面図 1:100

東側立面図 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅

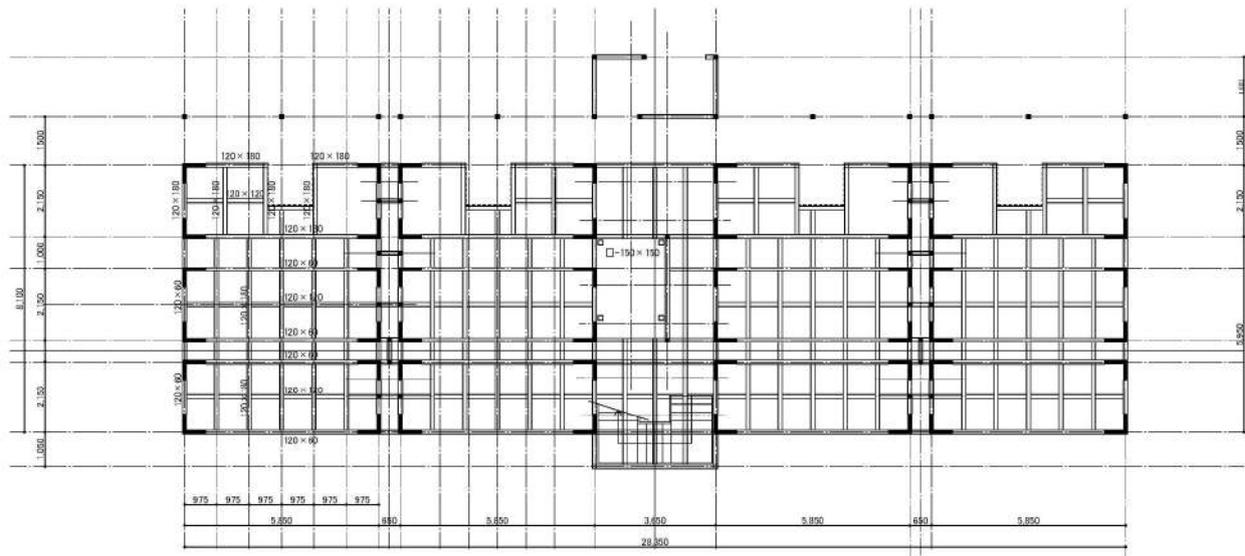
# 6. 高耐力CCUの開発



基礎・鉄骨十台伏図 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



1階床伏図 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



## 6. 高耐力CCUの開発

### 3) 3階建てモデルプランの構造設計

#### 目次

1. 建築物の概要	
1.1 一般事項	1-1
1.2 建築物概要	1-1
2. 構造設計概要	
2.1 構造の概要	2-1
2.2 設計ルート及び法適合チェックリスト	2-4
2.3 設計クライテリア	2-5
2.4 構造計算の概要	2-6
2.5 基本ユニット法における設計方法	2-8
2.6 準拠資料	2-11
3. 使用構造材料	
3.1 CLTパネル	3-1
3.2 集成材、製材	3-1
3.3 鋼材	3-1
3.4 接合具	3-2
3.5 コンクリート、鉄筋	3-2
3.6 材料定数及び材料強度	3-3
3.7 許容応力度等	3-5
4. 伏図と軸組図	4-1
5. 荷重・外力計算	
5.1 固定荷重	5-1
5.2 積雪荷重	5-4
5.3 積載荷重	5-4
5.4 設計荷重	5-4
5.5 風荷重	5-5
5.6 地震荷重	5-8
5.7 荷重の組み合わせ	5-10
6. 応力計算	
6.1 解析モデル概要	6-1
6.2 使用材料の弾性係数、接合部性能の設定	6-7
6.3 層の荷重変位関係と短期検定用層間変形	6-15
6.4 応力図	6-16

## 6. 高耐力CCUの開発

---

7. 断面計算	
7.1 設計クライテリア	7-1
7.2 鉛直構面CLTパネルの検定	7-2
7.3 接合部パネの検定	7-2
7.4 鉄骨架台の検定	7-8
7.5 最大検定比一覧	7-7
8. 層間変形角の確認	8-1
9. 剛性率及び偏心率	
9.1 剛性率	9-1
9.2 偏心率	9-2
10. 保有水平耐力の確認	
10.1 設計方針	10-1
10.2 構造特性係数 $D_s$ の設定	10-1
10.3 層せん断力-層間変形関係図	10-2
10.4 保有水平耐力の確認	10-3
10.5 基本ユニットの終局変形角時応力	10-4
10.6 基本ユニットの終局変形角時検定	10-9
11. 構造検討書	
11.1 接合部要素試験の特性値	11-1
11.2 設計用解析モデルの妥当性の検証	11-10
11.3 各接合部の設計用特性値	11-17
12. 試験報告書	12-1

## 6. 高耐力CCUの開発

### 1. 建築物の概要

#### 1.1 一般事項

建築物の名称	3階建モデルプラン
建設場所	佐賀県唐津市肥前町湯野浦 227-59
用途	共同住宅

#### 1.2 建築物概要

建築面積	308.5m <sup>2</sup>
延べ面積	延べ面積：708m <sup>2</sup> 1階床面積：240m <sup>2</sup> 2階床面積：234m <sup>2</sup> 3階床面積：234m <sup>2</sup>
階数	地上3階 地下なし 塔屋なし
高さ関係	軒の高さ：9.52m 建築物の高さ：10.68m 基礎底深さ：GL-0.55m
各階階高	1階階高：3.100m 2階階高：3.100m 3階階高：2.975m
構造種別	上部構造 平成28年国土交通省告示第611号によるCLTパネル工法 下部構造 鉄筋コンクリート造基礎

## 6. 高耐力CCUの開発

### 2. 構造計画概要

#### 2.1 構造の概要

- ①本建築物は、3階建であり、構造形式は平28国交告第611号に準じたCLTパネル工法である。
- ②上部架構は、先行して離し置いたCLTパネル工法によるユニット（CLT CELL UNIT と称し、以降CCUと表記する）を鉛直構面とする。
- ③各階床及び屋根レベルでは、CCU間あるいはCCU周囲に軸組工法による床組を設け、平面を構成する。  
なお、一部、軸組工法による床組を鉛直支持するための両端ピン柱を設ける。

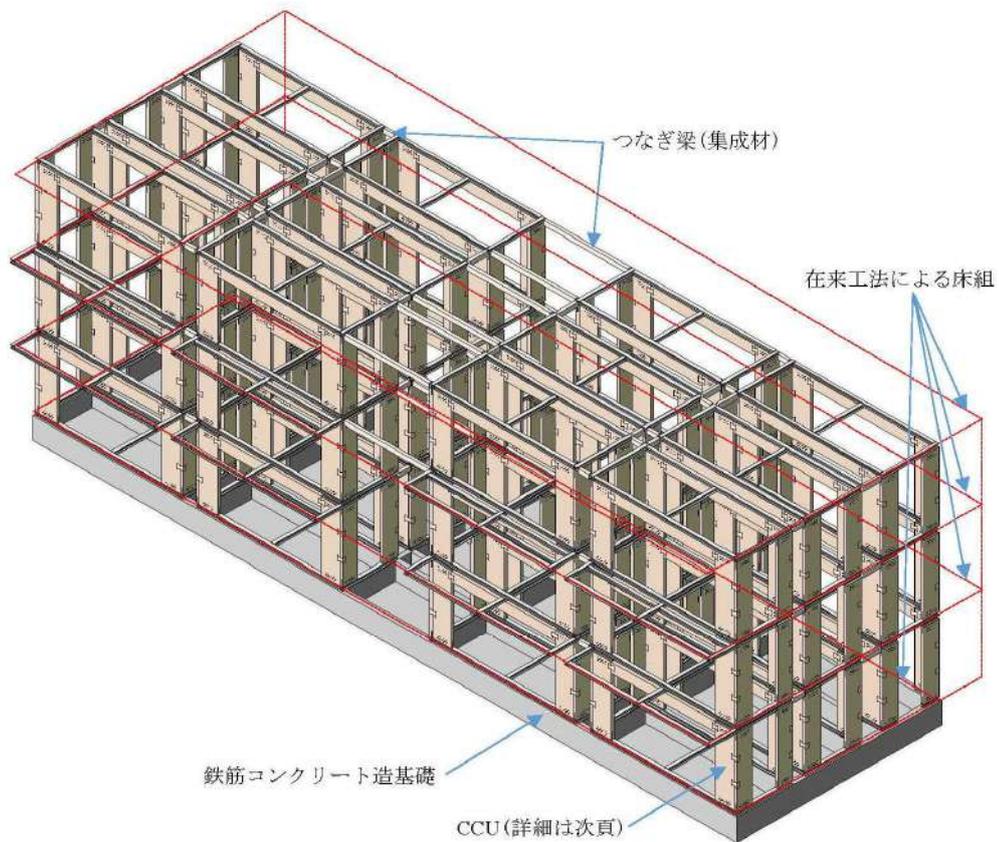
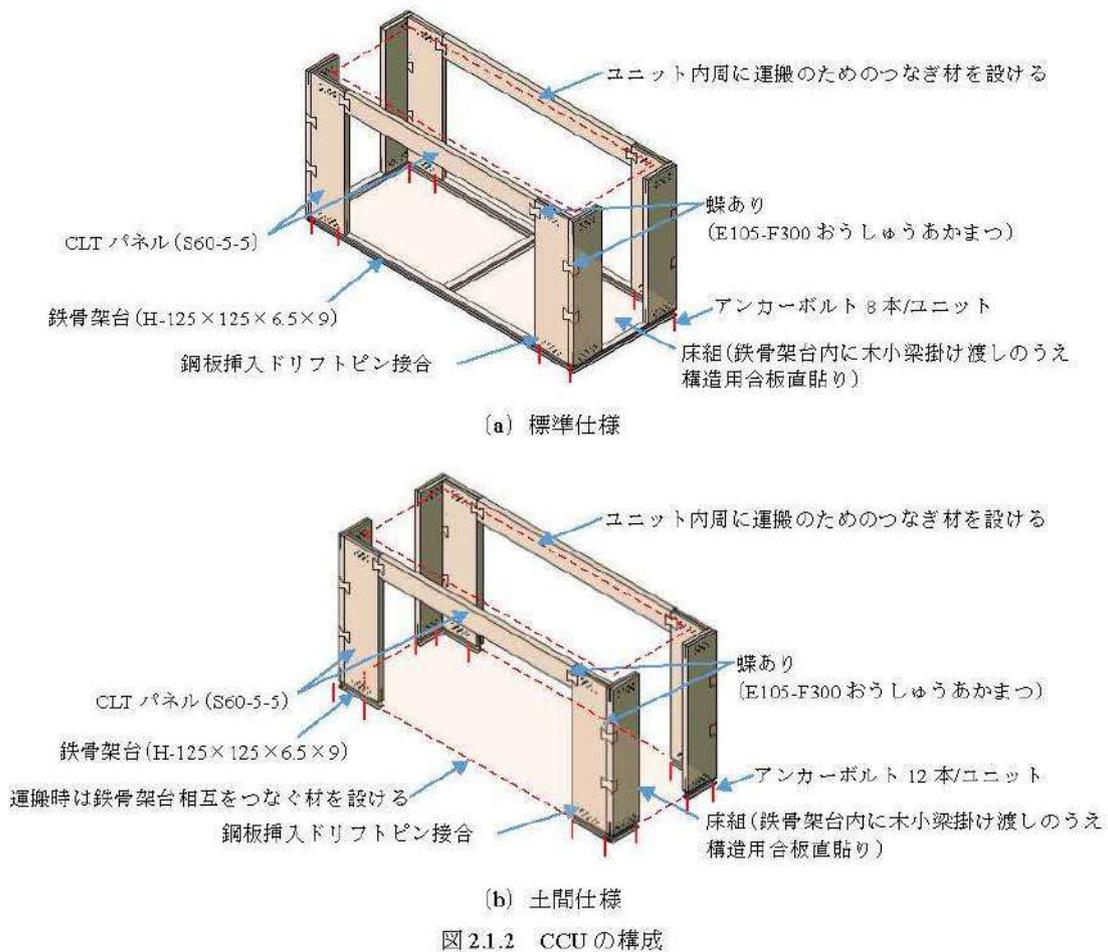


図 2.1.1 建物全体の構成

## 6. 高耐力CCUの開発

- ④CCUの構成は次の通りである。なお、CCUには標準仕様と土間仕様があり土間仕様は1階にのみ用いる。
- ・CLT壁パネルとCLT垂れ壁パネルによる構面の下に鉄骨架台を設けて構成する。
  - ・CLT壁パネルの外層ラミナ方向は鉛直方向とし、CLT垂れ壁パネルの外層ラミナ方向は水平方向とする。
  - ・CLT壁パネルとCLT垂れ壁パネル、並びにCLT壁パネル相互は、集成材から切り出した雇実で接合する。
  - ・雇実にはテーパを有し、せん断抵抗に加え引張抵抗する形状となっており、「蝶あり」と称する。
  - ・鉄骨架台とCLT壁パネルは、鋼板挿入ドリフトピン接合する。鋼板は鉄骨架台に溶接する。
  - ・鉄骨架台は基礎にアンカーボルト8本で接合する。アンカーボルトは現場で施工する。土間仕様の場合は、鉄骨架台はCLT壁パネル直下のみ設け、基礎にアンカーボルト12本で接合する。
  - ・CLT壁パネル頭部には、上階のCCUあるいは鉄骨架台を緊結するための鋼板挿入ドリフトピン金物を配する。
  - ・CCU内の床は、鉄骨架台上に設けた扁平土台、並びに鉄骨架台内に鋼板挿入ドリフトピン接合して掛け渡した木小梁に、構造用合板を直貼りして構成する。



## 6. 高耐力CCUの開発

⑤2階以上のCCUは下階のCCUの直上に次のように緊結する。

- ・CLT壁パネル頭部の鋼板挿入ドリフトピン金物に、鉄骨かさ上げ材を中ボルト接合する。
- ・鉄骨かさ上げ材の上部に上記④で示した標準仕様のCCUと同様の構成のCCUを積み上げる。
- ・積み上げたCCUの鉄骨架台を鉄骨かさ上げ材に中ボルト接合する。

⑥最上階のCCUの直上には、曲げ戻し用の鉄骨架台を次のように緊結する。

- ・CLT壁パネル頭部の鋼板挿入ドリフトピン金物に、鉄骨架台を中ボルト接合する。

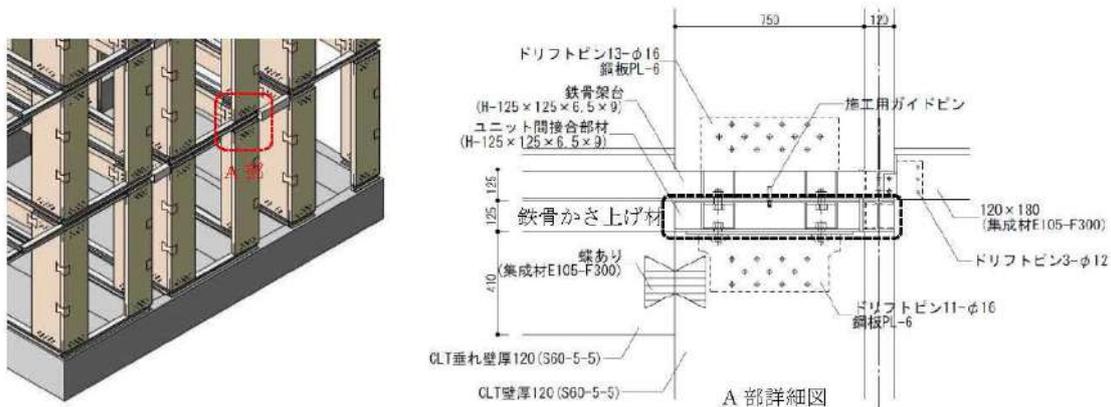


図 2.1.3 上下階のCCUの接合概要

⑦CCU内に設けた床以外の床組の構成は次の通りである。

- ・CCU間に設ける床組にあつては、先行して離し置いたCCUの鉄骨架台間に、木小梁を渡し掛けて構成する。
- ・CCU外に設ける床組のうち片持ちとしない部分にあつては、床組の外通りに鉛直支持用の柱・梁による木造軸組を設け、当該軸組とCCUの鉄骨架台間に、木小梁を渡し掛けて構成する。
- ・CCU外に設ける床組のうち片持ちとする部分にあつては、鉄骨かさ上げ材を持出し梁として持出し、持出し梁間に木小梁を渡し掛けて構成する。
- ・上記のように渡し掛けた木小梁と鉄骨架台上の扁平土台に構造用合板を直貼りする。

⑧最上階の屋根組は、上記⑦の床組と同様の要領で最上階の鉄骨架台内外に木小梁を設け、木小梁と鉄骨架台上の扁平土台に構造用合板を直貼りして構成する。

# 6. 高耐力CCUの開発

## 2.2 設計ルート及び法適用チェックリスト

本建築物の構造計算ルートは、平 28 国交告第 611 号第八に準拠した CLT パネル工法による保有水平耐力計算(ルート 3)とする。表 2.2.1 に同ルートにおける法適用チェックリストを示す。

表 2.2.1 法適用チェックリスト

番号など	指定の概要	X方向	Y方向	備考
品質基準告示(平13建告第1446号(最終改正:平28国交告第561号))	CLTを構造材として用いる場合には、JASまたは認定に適合すること	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	JASに規定されるもの
許容応力度・材料強度告示(平13国交告第1024号(最終改正:平28国交告第562号))		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
第一第十九号イ(3)	(認定でない場合)ラミナ厚 12~36mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ラミナ厚24mm
第一第十九号イ(4)	CLTの厚・長さ 96cm以上	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	最小は垂れ壁パネルにおける幅40cm
第三第九号ハ	長期基準強度(面外曲げ)は、軸載3-3、3-4、5-5、5-7、帯載3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第三第九号ニ	長期基準強度(面外せん断)は、軸載3-3、3-4、5-5、5-7、帯載3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
CLTパネル工法告示(平28国交告第611号)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
第二 材料 一	JAS品又は認定品のCLT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	JASに規定されるものを想定
第二 材料 二	ラミナ厚 24mm~36mm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ラミナ厚24mm
第二 材料 三	柱梁に用いる集成材その他の木材は昭62建告第1898号に適合	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	柱:同一等級集成材・E105F35・おうしゅうあかまつ 梁:対称異等級集成材・E105F30・おうしゅうあかまつ 扁平土台:構造用製材・甲種2級・すき
第二 材料 三	接合部に使用する材料は品質が確保されたものであること	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	品質が確保されたものを想定
第三 土台 一	土台基礎緊結	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	鉄骨梁による土台を用いる
第四 床版 一	床版は有効に壁、柱、はりにより力を伝えること	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	鉄骨梁を介して壁、垂れ壁と接合
第四 床版 二	床パネルの外層ラミナ方向は当該床パネルの長辺・短辺方向と平行	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第四 床版 二イ	形状が矩形で開口部等なし	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第四 床版 二ロ	形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第四 床版 二ハ	形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第四 床版 三	床パネルを平行する2つの耐力壁、はりで有効に支持	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	床及び屋根にCLTは用いないため該当しない
第五 壁等 二	壁パネルの外層ラミナ方向は当該壁パネルの長辺・短辺方向と平行	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	壁パネルの長辺方向と平行
第五 壁等 三	耐力壁は小縦・大縦①、大縦②のいずれか	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	小縦に該当
第五 壁等 三イ(3)	無開口壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	鉄骨梁を介して接合(2階壁パネル上部はCLT屋根パネルに緊結)
第五 壁等 三ロ(3)	壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	該当しない
第五 壁等 三ハ(2)	壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	該当しない
第六 小屋組等	第四第一号~第三号に適合	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	屋根根(小屋組)としている
第七 防露措置等 一	防水紙	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	JAS15に則る仕様
第七 防露措置等 二	有効な防露・防露措置	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	JIS K 1571に適合する表面処理用木材保存剤
第七 防露措置等 三	土に接する部分や地面から30cm以内の外周の壁は原則RC造	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	GLからCLT壁下端までの寸法は300mm以上
第七 防露措置等 四	金物に有効なさび止め	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	鉄骨梁上端部等鋼材に防錆塗料を塗布し、鋼材に腐食防止剤を塗布
第八 ルート3 一	Dsを次号に読み替え	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二	イ~ハに適合:表の数値 それ以外:0.75以上 特別な調査研究でOK	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	特別な調査及び研究としてDsを単分解析結果に基づいて計算
第八 ルート3 二イ	耐力壁は小縦・大縦①・大縦②のいずれか、抽壁無しOK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ロ	無開口壁パネル等の長さ 96cm以上	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ハ	垂れ壁パネル等・腰壁パネル等の長さ 70cm~400cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ニ	引張接合部	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	(1) 最下階の壁パネル下部 変形4cm以上、伸び10%以上	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	特別な調査及び研究によるため適用しない。
	(2) (1)以外の部分 変形2cm以上、伸び10%以上	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ホ	垂れ壁パネル・垂れ壁部分の脱落防止措置	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ヘ	床版・屋根版脱落防止措置(耐力壁の上に壁パネルを設けない場合)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
第八 ルート3 二ト	二(1)以外の部分が降伏しない	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## 6. 高耐力CCUの開発

### 2.3 設計クライテリア

表 2.3.1 に設計クライテリアを示す。

表 2.3.1 設計クライテリア

部位等		長期荷重時	短期荷重時	保有水平耐力時
上部 構造	層	—	層間変形角 1/150rad 以下 <sup>※1</sup>	$Q_u/Q_{un} > 1.00$
	CLT パネル	長期許容以下	短期許容以下	基準強度以下
	鉄骨 <sup>※2</sup>	長期許容以下	短期許容以下	—
	接合部	長期許容以下	短期許容以下	終局変形以下
下部 構造	基礎梁	実証対象外	実証対象外	実証対象外
	基礎スラブ	実証対象外	実証対象外	実証対象外

※1: 地震力による構造耐力上主要な部分の変形によって建築物の部分に著しい損傷が生ずるおそれのないことの検討については、別途適切に確認する。

※2: 使用する鉄骨材の幅厚比ランクは FA とし、鋼種は SS400 とする。

また、使用上の支障がないことに対する設計クライテリアについては、表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 使用上の支障がないことに対する設計クライテリア

荷重状態		部位	たわみ制限	変形増大係数
長期(L)	常時	床組構成部材	スパンの 1/250 以下	木部材 2.0 鉄部材 1.0
		屋根組構成部材	スパンの 1/200 以下	木部材 2.0 鉄部材 1.0
中短期(MS)	積雪時	屋根組構成部材	スパンの 1/150 以下	1.0

## 6. 高耐力CCUの開発

### 2.4 構造計算の概要

- ①応力・変形計算は次のように行う。なお、本構法において水平荷重時に層せん断力を負担するのは CLT ユニットのみである。
- ・原則として、CLT ユニットは建物に存在するそれぞれの基本ユニットごとに荷重増分解析を行い、層せん断力ー層間変形関係を足し合せて建物全体の層せん断力ー層間変形関係を作成し設計する(基本ユニット法と称す)。詳細は 2.5 節「基本ユニット法の設計方法」に示す。なお、建物に存在するすべての基本ユニットを 1 つの解析モデル上で作成し、荷重増分解析を行い、建物全体の層せん断力ー層間変形関係を作成し設計することもできる。図 2.4.1 に建物全体と基本ユニット(例)を示す。

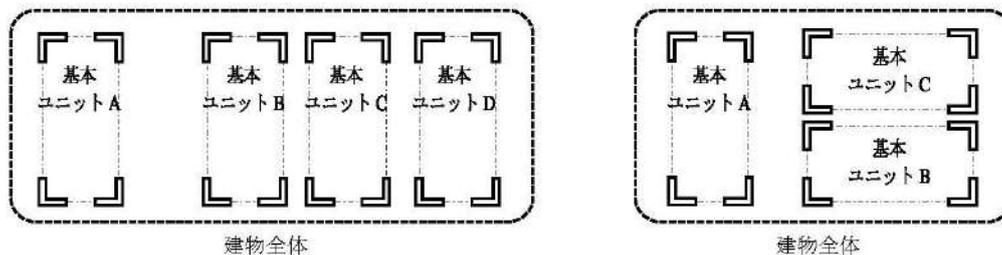


図 2.4.1 建物全体と基本ユニット(例)

- ・3次元フレーム解析は、X・Y方向ともに、 $A_i$ 分布に基づく水平力を作用させた荷重増分解析とする。
- ・3次元フレーム解析に必要な蝶あり接合部及び鋼板挿入ドリフトピン接合部の荷重変位関係は、接合部実験を行い、その結果から評価する。
- ・ユニット以外の部材は、別途単純梁等に置換して応力計算する(3次元フレーム解析には含まない)。

②断面計算は次のように行う。

- ・母材・接合部の許容耐力は、各部材の許容応力度に基づく。
- ・接合部実験を行った接合部の許容耐力については、実験結果を踏まえて評価する。

③保有水平耐力の確認は次のように行う。

- ・施行令第 82 条の 3 に従い、保有水平耐力 $Q_u$ が必要保有水平耐力 $Q_{un}$ を上回っていることを確認する。
- ・必要保有水平耐力 $Q_{un}$ は下式により計算する。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud} \quad (2.41)$$

- ここで、 $D_s$  : 構造特性係数(後述の式(3.1.4)により算出する)  
 $F_{es}$  : 形状係数(昭 55 建告第 1792 号第 7 に従い算出する)  
 $Q_{ud}$  : 地震力によって各階に生じる水平力

- ・ $Q_u$ と $D_s$ は、ユニット部の荷重増分解析結果から求める。
- ・ $Q_u$ と $D_s$ を求めるうえでの設計クライテリアを表 3.1.1 に示す。荷重増分解析において何れかの部位が次のクライテリアに達した際の層間変形角を「終局変形角」とする。 $Q_u$ は終局変形角時の層せん断力とする。

## 6. 高耐力CCUの開発

表 2.4.1 終局変形角の設定に対する設計クライテリア

部位等		保有水平耐力時
上部構造	層	層間変形角 1/20rad 以下*
	CLT パネル	基準強度以下
	接合部	終局変形以下

\* 既往のユニット単体(1層)のせん断試験における最大変形角より設定。

・ $D_s$ は終局変形角までの荷重変位関係に基づき、「2016年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」(以下、CLT マニュアル)に準拠して以下の手順で算出する。

a) 荷重増分解析による各層の層せん断力-層間変形関係をもとに、限界耐力計算告示(平 12 建告第 1457 号)第 3 を準用して等価一自由度系の加速度 $A$ -代表変位 $\Delta$ 関係を求める。加速度 $A$ 及び代表変位 $\Delta$ は下式に計算する。

$$A = Q_b \cdot \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{(\sum m_i \cdot d_i)^2} \quad (2.4.2)$$

$$\Delta = \frac{\sum m_i \cdot d_i^2}{\sum m_i \cdot d_i} \quad (2.4.3)$$

ここで、 $Q_b$  : 1 階の層せん断力  
 $m_i$  :  $i$ 階の質量  
 $d_i$  :  $i$ 階の基礎からの水平変位

d) 等価一自由度系の $A - \Delta$ 関係から、それに対応するエネルギー的に等価な完全弾性バイリニア関係から計算される塑性率 $\mu$ から構造特性係数 $D_s$ を算出する。ただし、 $D_s \geq 0.4$ とする。また、 $D_s$ は少数第 3 位の値を繰り上げた値とする

$$D_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (2.4.4)$$

・ $F_{ss}$ は、剛性率に応じた  $F_s$  と偏心率に応じた  $F_e$  を昭 55 建告第 1792 号第 7 に従い計算する。その際、偏心率はユニット部の荷重増分解析より求まる各鉛直構面の弾性剛性と、その配置に基づき計算する。



## 6. 高耐力CCUの開発

- ⑥ 各基本ユニットの弾性剛性から建物全体の剛心を算出する。建物の重心と剛心から振れ補正係数 $\alpha$ を求める。 $\alpha$ の算出方法は第9章「剛性率及び偏心率」に示す。
- ⑦ 各基本ユニットの層せん断力 $q$ －層間変形関係 $d$ において、 $\delta_{Ei} \times \alpha$ に達するステップ $ST_{Ei}$ を求める。
- 平家の場合の基本ユニットの短期地震時検定ステップ  $= ST_{E1}$
- 2階建ての場合の基本ユニットの短期地震時検定ステップ  $= \max(ST_{E1}, ST_{E2})$

### 2.5.3 短期風圧時の検定ステップの特定方法

短期風圧時のそれぞれの基本ユニットの検定ステップの特定方法は以下の通りである。

- ⑤ 建物全体の層せん断力 $Q$ －層間変形 $\delta$ 関係において、各階の層せん断力 $Q$ がいずれも風圧層せん断力 $Q_{wi}$ を上回るときの各層の層間変形 $\delta_{wi}$ を求める。
- ⑥ 各基本ユニットの弾性剛性から建物全体の剛心を算出する。建物の重心と剛心から振れ補正係数 $\alpha$ を求める。
- ⑦ 各基本ユニットの層せん断力 $q$ －層間変形 $d$ 関係において、 $\delta_{wi} \times \alpha$ に達するステップ $ST_{wi}$ を求める。
- 平家の場合の基本ユニットの短期風圧時検定ステップ  $= ST_{w1}$
- 2階建ての場合の基本ユニットの短期風圧時検定ステップ  $= \max(ST_{w1}, ST_{w2})$

### 2.5.4 保有水平耐力時( $D_s$ 算定時)の検定ステップの特定方法

保有水平耐力時( $D_s$ 算定時)のそれぞれの基本ユニットの検定ステップの特定方法は以下の通りである。

- ⑧ すべての基本ユニットにおいて、以下を満たすステップの各層の層間変形 $d_u$ を求める。
- ・いずれかの層の層間変形角が  $1/20\text{rad}$  以下
  - ・CLT 母材が基準強度以下
  - ・接合部が終局変形以下
- ⑨ ⑤で求めた $\delta_{Ei}$ または $\delta_{wi}$ から、剛性率に応じた数値 $F_g$ を求める。⑥で求めた剛心・重心から偏心率に応じた数値 $F_e$ を求める。形状係数 $F_{gs} = F_g \times F_e$ により求める。 $F_g$ 及び $F_e$ の算出方法は第9章「剛性率及び偏心率」に示す。
- ⑩ 建物全体の層せん断力 $Q$ －層間変形 $\delta$ 関係において、 $d_u$ に達するステップの層せん断力を保有水平耐力 $Q_u$ とする。また、そのステップを終局変形とし、前述の式(2.4.2)～式(2.4.4)を用いて構造特性係数 $D_s$ を計算する。保有水平耐力 $Q_u$ が式(2.4.1)で計算した必要保有水平耐力 $Q_{um}$ 以上であることを確認する。

図 2.5.2 に基本ユニットの検討フロー図を示す。

## 6. 高耐力CCUの開発

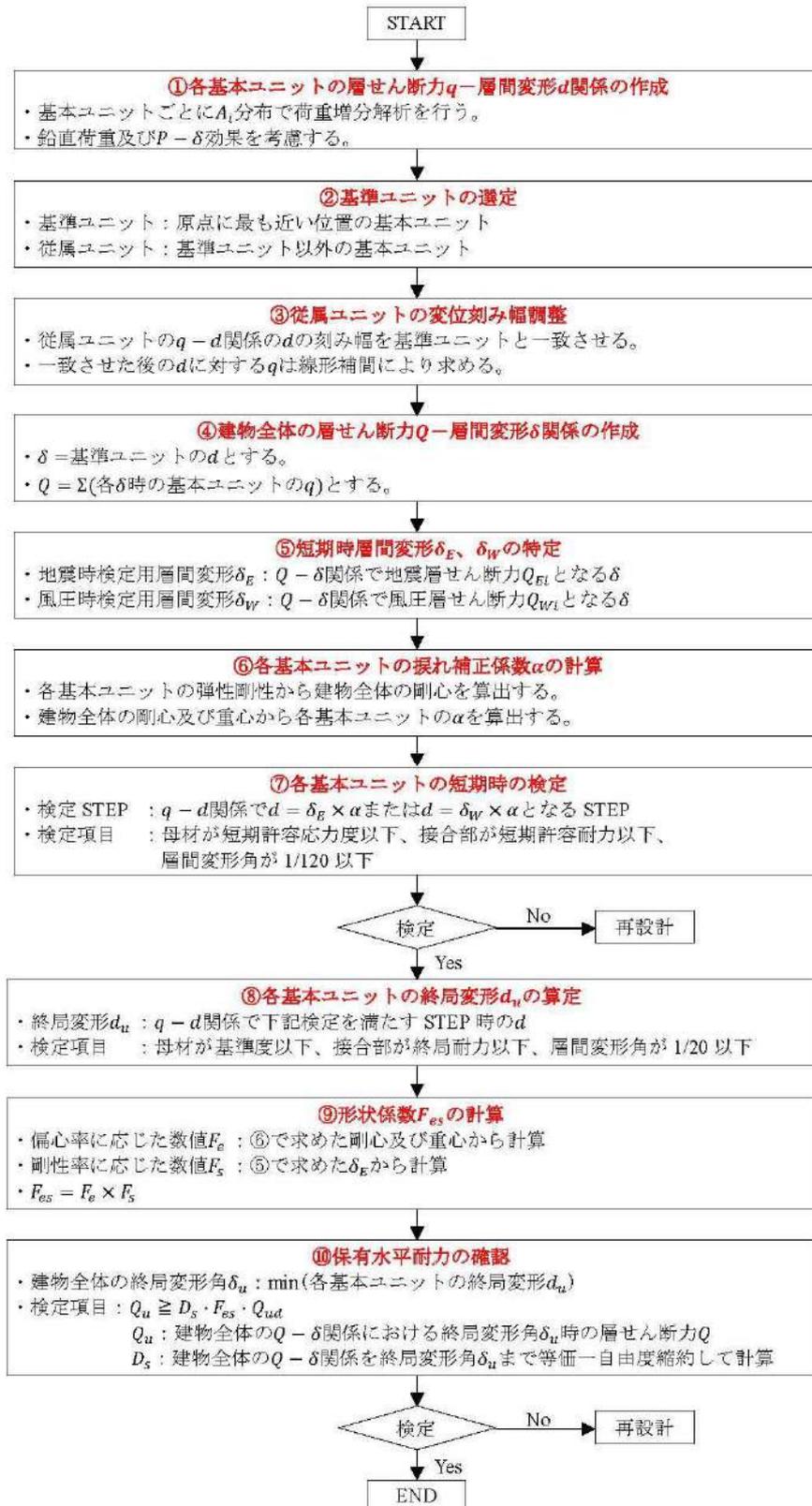


図 2.5.2 基本ユニット法検討フロー図

## 6. 高耐力CCUの開発

---

### 2.6 準拠資料

#### 2.6.1 基準法関連

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 構造規定関係告示および通達
- ・ 2015年版建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所監修）

#### 2.6.2 日本建築学会関連

- ・ 建築物荷重指針・同解説 2015年版（日本建築学会）
- ・ 木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法— 2006年版（日本建築学会）

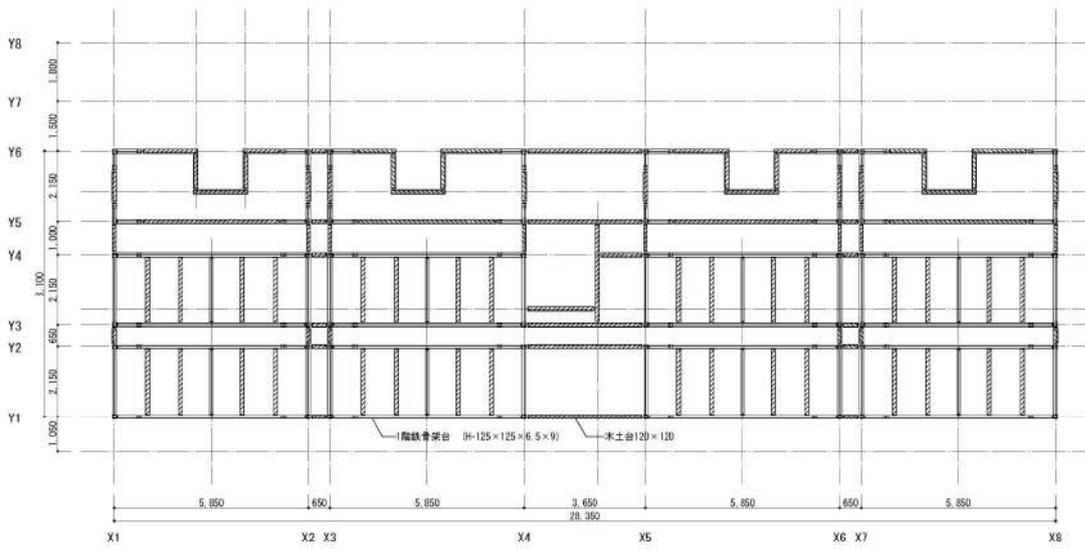
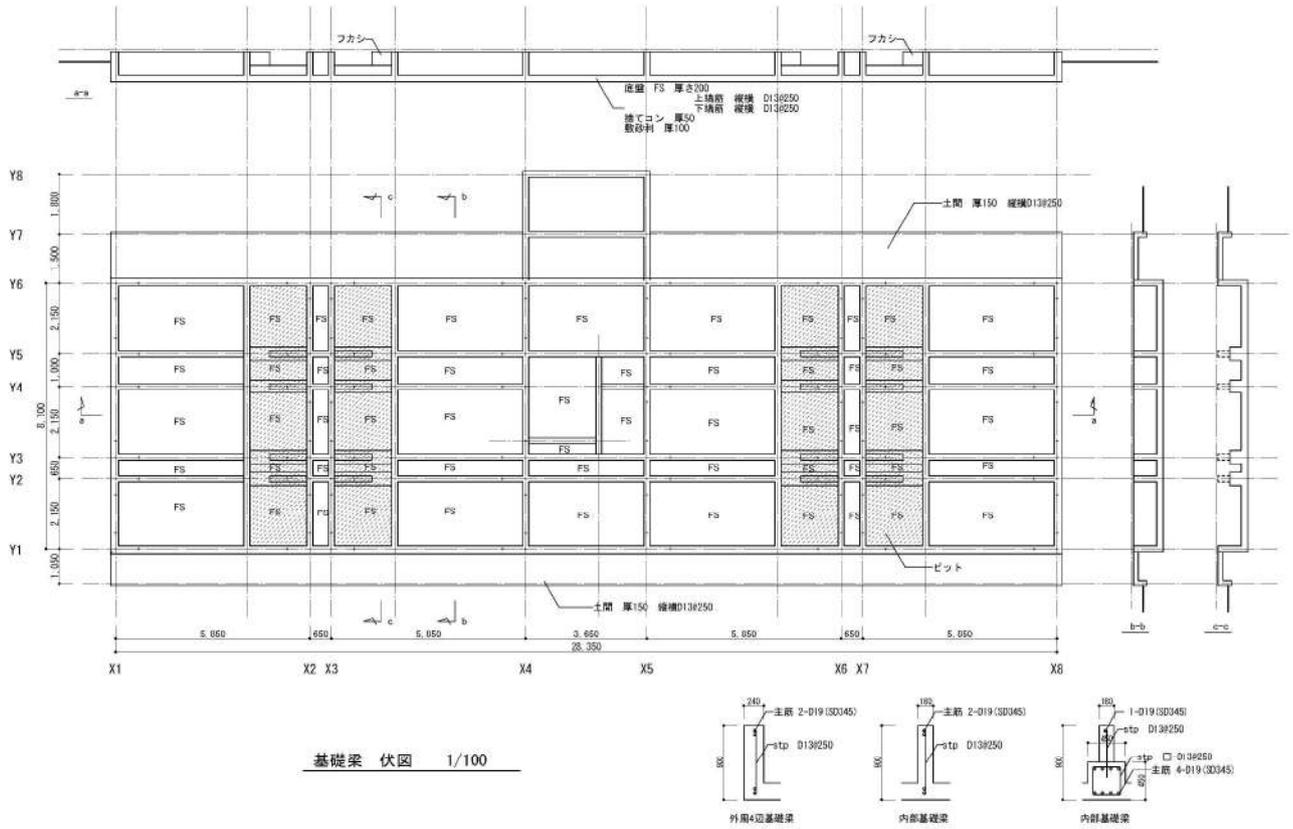
#### 2.6.3 その他

- ・ 2016年公布・施行 CLT 関連告示等解説書（日本住宅・木材技術センター 第一版）
- ・ 2016年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 2021年構造・材料増補版（日本住宅・木材技術センター 第一版）
- ・ 木造軸組工法住宅の許容応力度設計 2008年版（日本住宅・木材技術センター 第四版）

# 6. 高耐力CCUの開発

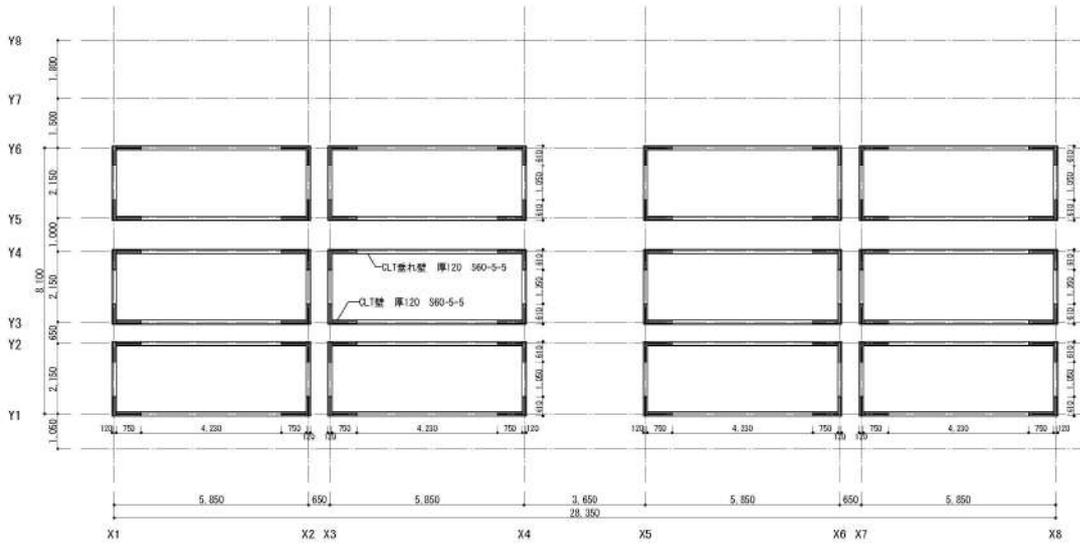
## 4. 伏図及び軸組図

次頁以降に伏図、軸組図、部分詳細図、及び鉄骨部品図を示す。



- 【断面リスト】
- ・1階鉄骨梁台: H-125×125×6.5×9
  - ・木土台: 120×120

# 6. 高耐力CCUの開発

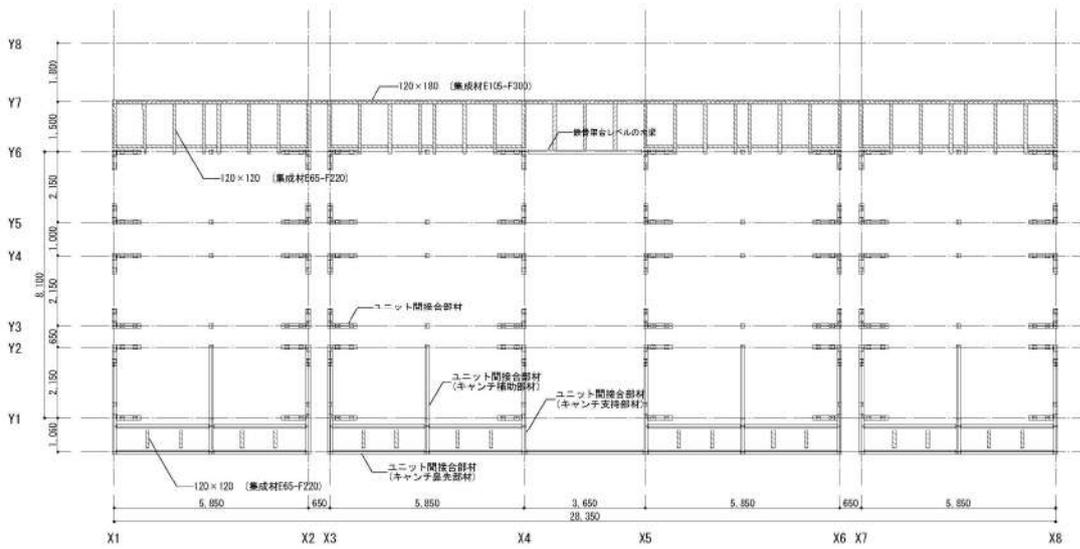


《断面リスト》

壁	:CLT厚120 S60-5-5
重れ壁	:CLT厚120 S60-5-5

1階～3階 壁・垂れ壁伏図 1/100

4-4



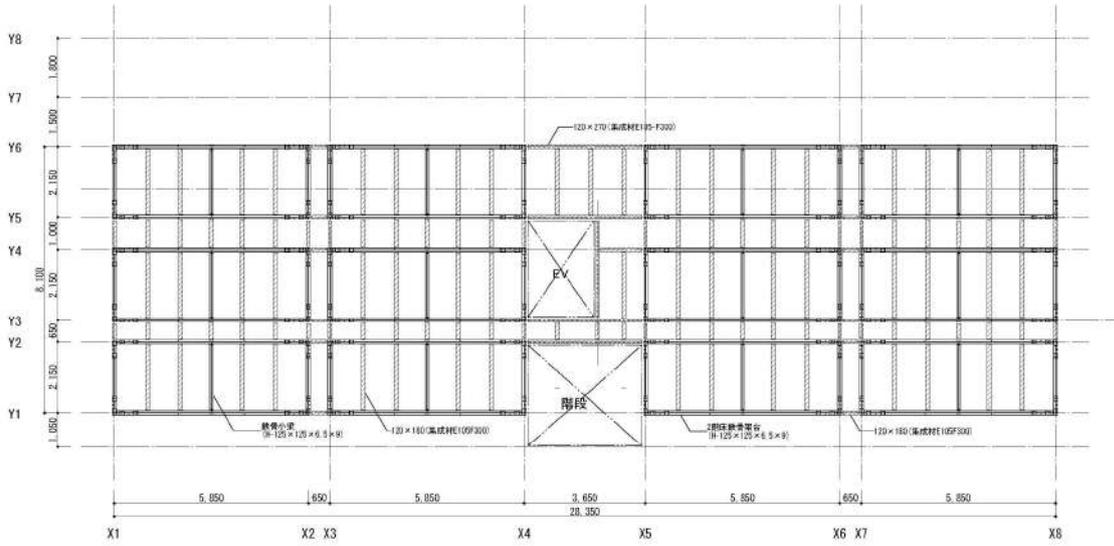
《断面リスト》

ユニット間接合部材	:H-125×125×6.5×9
木梁	:120×120 集成材E105-F300
木梁	:120×150 集成材E105-F300

1・2階ユニット間、2・3階ユニット間 接合部材伏図 1/100

4-5

# 6. 高耐力CCUの開発

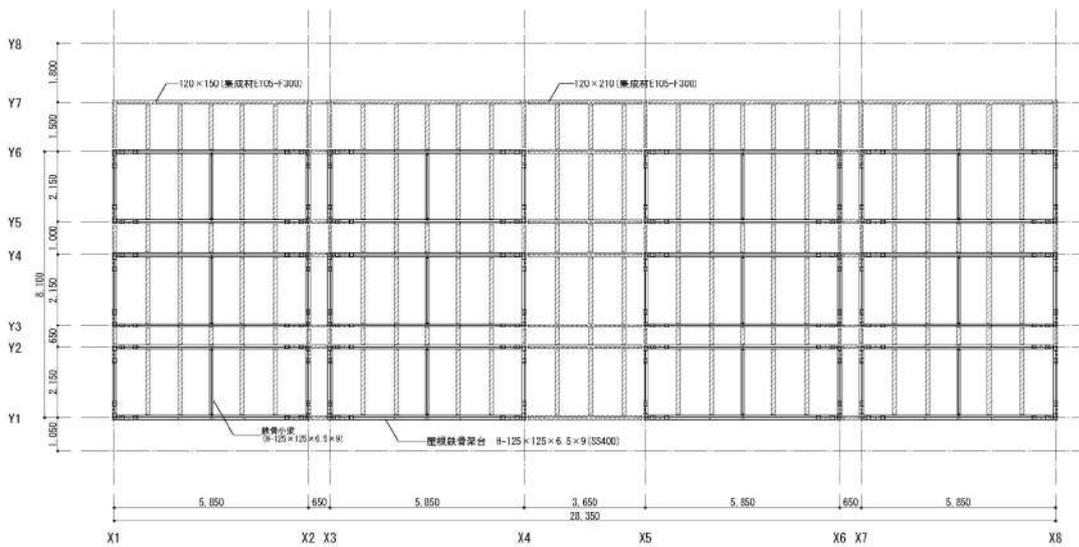


2階・3階床 鉄骨架台伏図 1/100

- 《断面リスト》
- ・鉄骨架台: H-125 × 125 × 6.5 × 9
  - ・鉄骨小梁: H-125 × 125 × 6.5 × 9
  - ・木梁: 120 × 180 集成材 E105-F300
  - ・木梁: 120 × 270 集成材 E105-F300

※水平構面  
 ・水平構面は合板(板厚24mm)にて確保する  
 ・合板相互は釘打ちした根太を介し面内せん断力を有効に伝達できるものとする

4-6



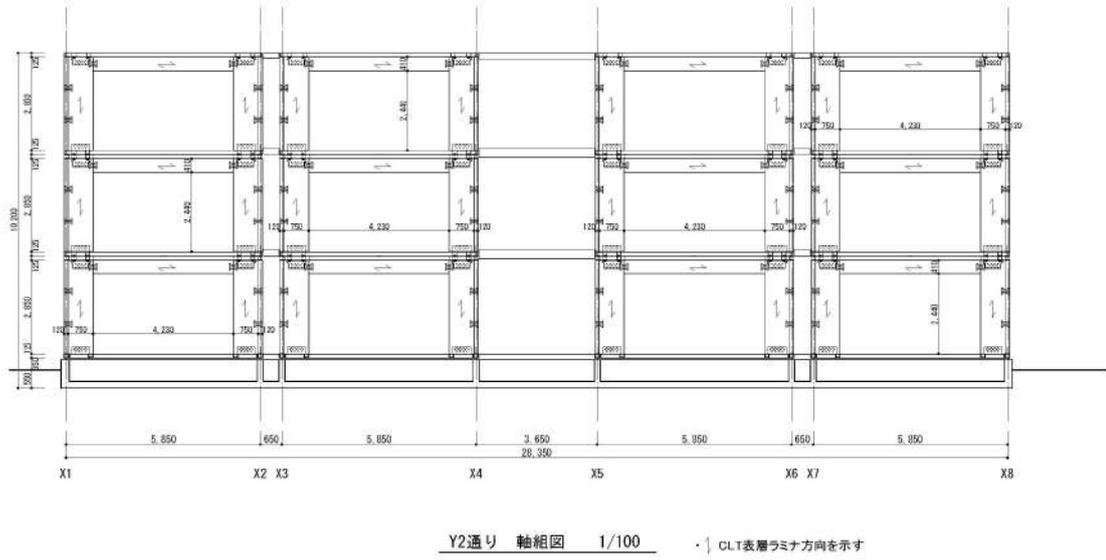
屋根鉄骨架台伏図 1/100

- 《断面リスト》
- ・鉄骨架台: H-125 × 125 × 6.5 × 9
  - ・鉄骨小梁: H-125 × 125 × 6.5 × 9
  - ・木梁: 120 × 150 集成材 E105-F300
  - ・木梁: 120 × 210 集成材 E105-F300

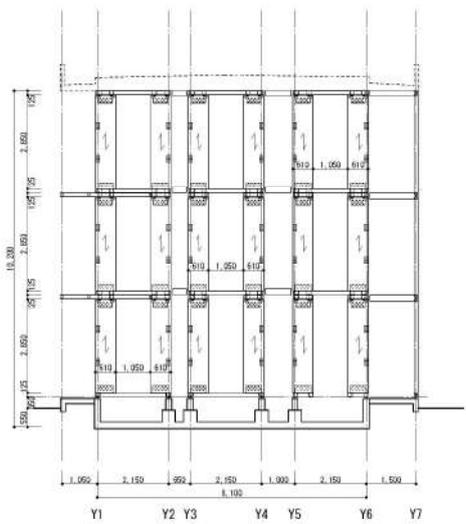
※水平構面  
 ・水平構面は合板(板厚24mm)にて確保する  
 ・合板相互は釘打ちした根太を介し、面内せん断力を有効に伝達できるものとする

4-7

## 6. 高耐力CCUの開発



4-8



4-9

# 6. 高耐力CCUの開発

## 4) 構造検討

### 要素実験検証

高耐力CCUの構造強度構成要素について、要素実験を実施して構造検討を行った。

- ・ 蝶蟻（チキロック）型（R8、R25）
- ・ メタルプレート型（金物接合型）
- ・ 柱壁の柱脚部構造（鋼板挿入プレート+ドリフトピン）
- ・ 上下ユニット連結拡張パーツ構造（設備配管スペース確保用嵩上げパーツ）

### 添付IV-00 高耐力CCU～接合部要素実験 実施計画概要

高耐力CCU 接合部試験

2022.11.04 株式会社日本システム設計

試験場：(株)カナナイ・(株)カナナイグループ開発試験センター及び建材試験センター西日本試験所

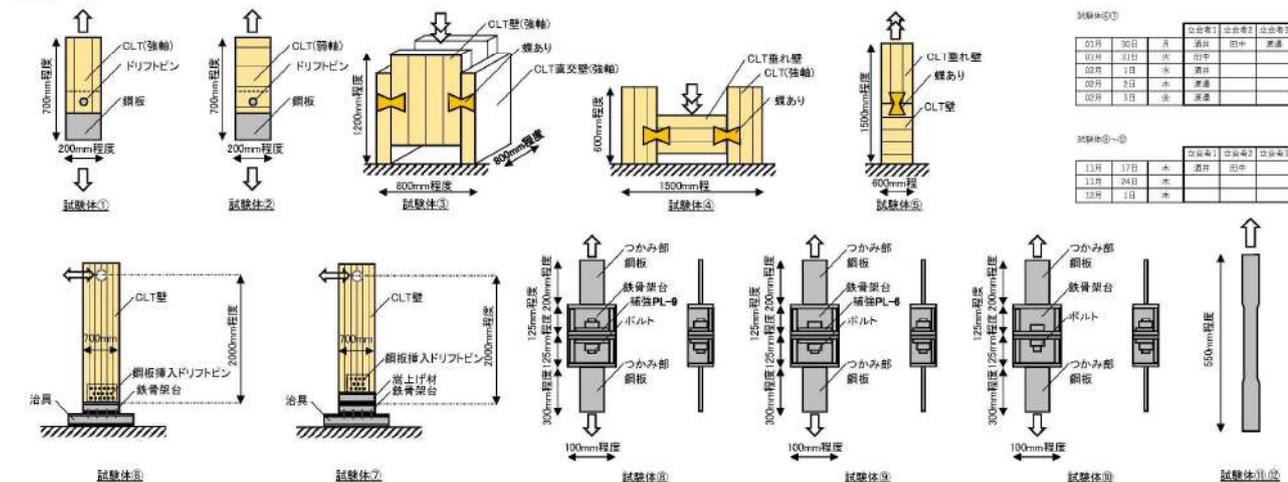
No.	接合部	部材組合せ	引抜き	試験方法	試験体数	予型最大荷重	試験目的	実施スケジュール														
								11月	12月	1月	7日	14日	21日	28日	5日	12日	19日	26日	3日	9日	16日	23日
①	鋼板挿入ドリフトピン接合部(単体)	鋼板-DP-CLT壁(強軸)	引抜	引抜	6	68kN	剛性・耐力評価															
②	鋼板挿入ドリフトピン接合部(単体)	鋼板-DP-CLT壁(弱軸)	引抜	引抜	6	68kN	剛性・耐力評価															
③	壁-直交梁ありせん影接合部	CLT壁-壁あり-CLT直交梁	せん影	一方向繰返し	7	160kN	剛性・耐力評価															
④	壁-垂れ梁ありせん影接合部	CLT壁-壁あり-CLT垂れ梁	せん影	一方向繰返し	7	120kN	剛性・耐力評価															
⑤	壁-垂れ梁あり引継ぎ接合部	CLT壁-壁あり-CLT垂れ梁	引継ぎ	一方向繰返し	7	50kN	剛性・耐力評価															
⑥	窓間鋼板挿入ドリフトピン接合部	CLT壁(強軸)-DP-鉄骨梁台	曲げ	正負交番繰返し	3	50kN	解析モデルの妥当性確認															
⑦	窓間鋼板挿入ドリフトピン接合部	CLT壁(強軸)-DP-嵩上げ材	曲げ	正負交番繰返し	3	50kN	解析モデルの妥当性確認															
⑧	1階梁部接合部	アンカーボルト-鉄骨梁台(補強PL-9)	引抜	引抜	2	350kN	剛性・耐力評価															
⑨	壁脚部接合部	嵩上げ材-鉄骨梁台(補強PL-6)	引抜	引抜	2	350kN	剛性・耐力評価															
⑩	壁脚部接合部	嵩上げ材-鉄骨梁台(補強無し)	引抜	引抜	2	350kN	剛性・耐力評価															
⑪	鋼材 部材試験	PL-6	引抜	引抜	3	100kN	部材試験															
⑫	鋼材 部材試験	PL-9	引抜	引抜	3	150kN	部材試験															

※壁ありR8タイプ6体、R25タイプ1体。試験実施状況に応じて、R8タイプの試験体数は25体とする。

#### 【共通事項】

- ・ CLTパネルは、強度等級S60-S5、厚さ120mmとする。
- ・ 壁ありは、対称異種接合構成材E105-F300(オウシュウアカマツ)、厚さ120mmとする。
- ・ 鉄骨梁台は、H-125×125×6.5×9(SS400)とする。
- ・ 嵩上げ鉄骨は、H-125×125×6.5×9(SS400)とする。

#### 【試験イメージ】



#### 【試験立会】

試験体①-⑦	立会者1	立会者2	立会者3
11月 28日 月	森井	田中	
11月 29日 火	森井	田中	
11月 30日 水	森井	田中	

#### 【試験体⑧⑨】

試験体⑧⑨	立会者1	立会者2	立会者3
01月 30日 月	森井	田中	渡邊
01月 31日 火	森井	田中	
02月 1日 水	森井	田中	
02月 2日 木	森井	田中	
02月 3日 金	森井	田中	

#### 【試験体⑩-⑫】

試験体⑩-⑫	立会者1	立会者2	立会者3
11月 17日 木	森井	田中	
11月 24日 木	森井	田中	
12月 1日 木	森井	田中	

# 6. 高耐力CCUの開発

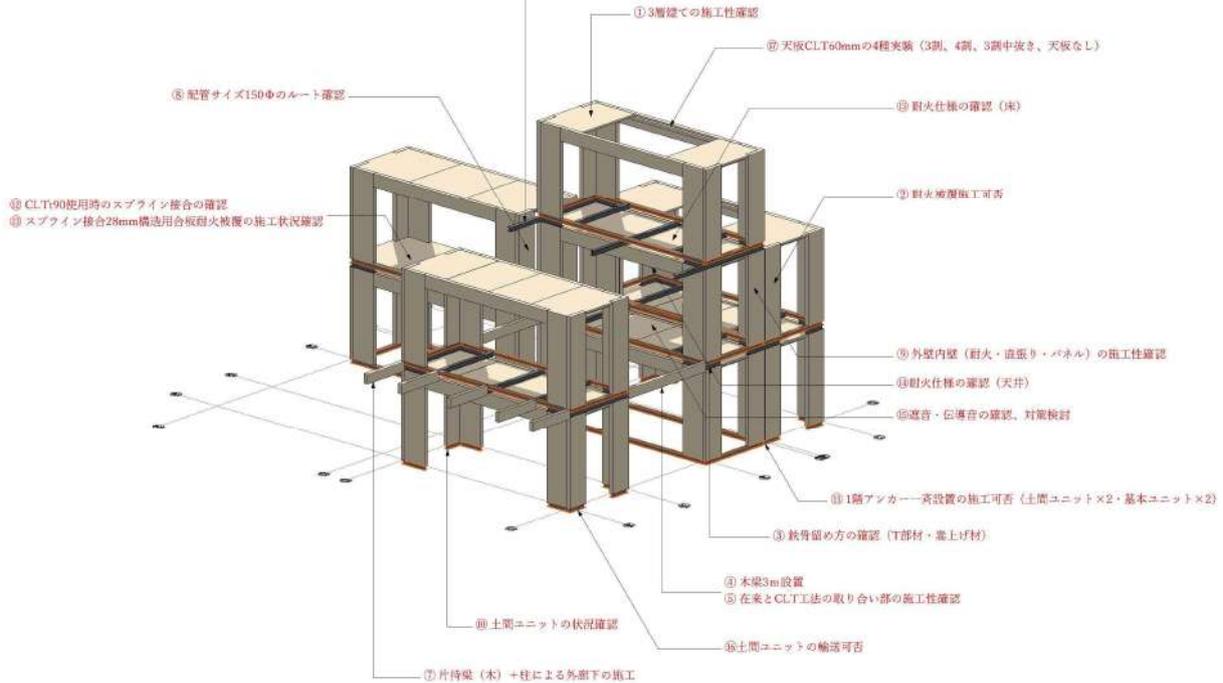
## 5) 高耐力CCUによる3層組立・施工実験検証

### 3層組立・施工実験

4層以上で要求される耐火建築物での条件も考慮の上、各検証項目に対する確認を行い、CCUの高耐力化／高強度化による多層化建築物への適用可能性を示し、今後の課題抽出を行った。

また、RC造や既存のCLTパネル工法に対し、比較検討を行って、CCU工法による特徴とその優位性を示した。

### 添付IV-3 高耐力CCU 3層組立・施工実験の計画と検証項目の概要



高耐力CCUによる3層建て施工実験の計画 (検証項目の概要) 2022.11.02.

### 添付IV-22 (写真1)

### 高耐力CCU 3層組立・施工実験 (3/3)

2023年2月17日  
CCU (SGH & SAI & 銘建)



3層施工実験モデル棟1 (北東面)

3層施工実験モデル棟2 (北西面)

3層施工実験モデル棟3 (南面)



3層施工実験モデル棟4 (全景)

3層施工実験モデル棟5 (協会メンバー集合)

3層施工実験モデル棟6 (CCU事業協力)

## 6. 高耐力CCUの開発

添付IV-22 (写真1)

高耐力CCU 3層組立・施工実験 (1/3)

2023年2月17日  
CCU (SGH & SAI & 銘建)



高耐力CCU組立1  
(長辺側の門型組立)



高耐力CCU組立2  
(門型吊り上げ)



高耐力CCU組立3  
(門型設置)



高耐力CCU組立4  
(短辺側繋ぎ)



高耐力CCU組立5  
(天井版設置)



高耐力CCU組立6  
(ユニット完成)

添付IV-22 (写真1)

高耐力CCU 3層組立・施工実験 (2/3)

2023年2月17日  
CCU (SGH & SAI & 銘建)



高耐力CCU  
(天井版合わせ)



高耐力CCU  
(天井版取付)



高耐力CCU  
(完成 蝶錠R8タイプ)

# 6. 高耐力CCUの開発

## 6) 高耐力CCUによる3層建物のコスト比較検討

CLT CELL UNIT 高耐力型Cellを使用した共同住宅 コスト比較表

単位 (円)

			耐火建築物 CCU工法	準耐火建築物 改良CCU工法	準耐火建築物 CLTパネル工法	耐火建築物 RC造
			708 m <sup>2</sup>	708 m <sup>2</sup>	640 m <sup>2</sup>	
共通仮設		工事費の8%	16,734,800	16,538,400	16,966,880	18,531,200
地盤	杭工事	地耐力30kNを想定 木質造では杭工事が不要	0	0	0	12,000,000 価格×本数
建築工事	基礎、土工	CCU工法では、べた基礎の採用可能	3,000,000 べた基礎	3,000,000 べた基礎	3,000,000	2,000,000
	直接仮設工事	避難部での数量増加 工期の削減効果	4,000,000 工期50%削減	5,600,000 工期70%削減	6,400,000 工期20%削減	8,000,000
	躯体工事	生産方法やSt部での低コスト化検討	57,855,000 今回結果	53,000,000 目標価格	43,820,000 ※1	80,700,000 市場調査価格
	鋼製建具	CCU工法では木造用サッシ使用	9,230,000 木造用	9,230,000 木造用	9,230,000	14,320,000 ビル用+ガラス
	耐火被覆	CCUは数量増加 3層共同住宅は準耐火仕様	25,000,000 耐火仕様	15,000,000 準耐火仕様	25,223,000 ※2	0 なし
	外部工事	木下地の必要箇所  外部金物（水切、笠木、ルーバー）	25,500,000 壁、屋根、断熱 4,900,000	25,500,000 壁、屋根、断熱 4,900,000	20,576,000 ※3 4,900,000	10,700,000 壁、屋根、断熱 3,520,000
	内部工事	天井、床仕上、木建、設え、家具 下地は耐火被覆に含む	21,100,000	21,100,000	29,537,000 ※4	14,000,000 ルーバー-他 費未-下張
設備工事	住設	同一	6,000,000	6,000,000	6,000,000	6,000,000
	電気工事	20,000円/m	14,000,000	14,000,000	14,000,000	14,000,000
	給排水工事	50,000円/m	35,000,000	35,000,000	35,000,000	35,000,000
	空調設備	200,000円/戸	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000
	昇降機設備		1,200,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
<b>材工原価小計</b>		<b>225,919,800</b>	<b>223,268,400</b>	<b>229,052,880</b>	<b>233,171,200</b>	
施工管理費	材工原価の3割相当と仮定	67,775,940	41,862,825	68,715,864	69,951,360	
設計監理費	10%	6,777,594	2,930,398 ※5 設計監理費の10%	6,871,586	6,995,136	
工期		6か月	5か月	7か月	8か月	
<b>合計</b>		<b>300,473,334</b>	<b>268,061,623</b>	<b>304,640,330</b>	<b>310,117,696</b>	
m <sup>2</sup> 単価		424,397	378,618	430,283	438,019	
坪単価		1,402,966	1,251,630	1,422,423	1,447,998	
床面積		708 m <sup>2</sup>	708 m <sup>2</sup>	708 m <sup>2</sup>	708 m <sup>2</sup>	
坪		214 坪	214 坪	214 坪	214 坪	
前提条件	背景	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昨今の戦争、ウクライナ、為替の変動による建設材料価格の高騰の影響は大きい。</li> <li>・これに伴い、現場技術者の人件費の高騰は、人材の不足も併せて更なる高騰可能性も考えられる。</li> <li>・RC造では、坪単価180万円/坪程度までの実績データが存在する模様。</li> </ul>				
	CLTパネル工法	・設計丁度による実績データから、現在の市場価格に合わせて調整。（緑色）				
	CCU工法	・3層施工実績結果から算定。仕様を耐火建築物としているため高値となる。				
	改良CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・準耐火建築物として、再計算実施。</li> <li>・3層相立・施工実務結果から、展開検討のベスト低減案による仕様変更を含む</li> <li>・数量による生産規模拡大と数量効果を想定し考慮する。</li> </ul>				
留意条件	※1	・CLTパネル工法の概算値の参考物件は、640m <sup>2</sup> 。資材価格変動などを合わせて調整した概算単価				
	※2	・実績値より、CLT以外の下地費用を含む。				
	※3	・CCU工法は避難部分の外壁下地が含まれる。				
	※4	・実績値。設計仕様から仕様と異なる。				
	※5	・時間利益率をゼロとした場合の概算。工期短縮による効果を表す。				
考察	CLTパネル工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐火被覆を有する躯体価格は、RC造を超えるが、建物重量の軽化により基礎や杭の効率化による効果が期待できる。</li> <li>・RC造とは倒壊リスクが低く、工期は短く、利益率の向上につながると思われる。</li> </ul>				
	CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐火建築物仕様としているため、耐火被覆費が増大している。</li> <li>・CLT使用量は削減されたものの、St部材が多く、JST増加の一要因となっている。</li> <li>・50%程度のフレキシブルによる工期削減効果があるが、時間利益率は向上し得ると考えられる。</li> <li>・3層実験や実務実績などの検討結果から各種改善案が提示され、更なるコスト削減に向けた改良CCU工法（低コストCCU）の検討実施。</li> </ul>				
	改良CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・準耐火建築物として、改めて算定実施。</li> <li>・生産効率化や、S部分の手間の削減、現場での仕様などを考慮。</li> <li>・普及後を想定し、時間利益率を一定とした場合は、間接経費などの施工管理費の削減が期待される。</li> </ul>				
まとめ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・各種実験や検討結果から、改善案が提示され、今後の開発促進による更なるコスト削減効果が期待される結果となった。</li> <li>・工期短縮を含む検討していくことで、ユニット化による効率化や建設コスト削減が期待できる。</li> <li>・業界による生産規模拡大と数量効果を想定し、そのことによるコスト削減も期待される。CCU工法による実績積み重ねと参画企業によるCCUコミュニティ拡大が必要である。</li> <li>・多くの参画者により、真のオープンラボラトリーとして、様々な技術更新や共同開発などによる展開促進などを可能とする事業環境と、それぞれの更新情報共有、活用できるCCUコミュニティ構築の形成・充実が急務である。</li> </ul>				

## 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

---

### 目次

1. 簡易設計法の概要	
1.1 概要	1-1
1.2 耐震設計フロー	1-2
1.3 本資料での検証内容	1-3
2. 簡易設計法による検定	2-1
3. まとめ	3-1

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

## 1. 簡易設計法の概要

### 1.1 概要

別資料「3階建てモデルプランの構造設計」では、基本ユニット（平面的に同位置に建物階数分積上げられたCCU群を指し、本モデルプランは、3個1組×12組の基本ユニットで構成される）を対象とした詳細な荷重増分解モデルを用いて構造設計を行った。その手法は、仕様・荷重条件ごとに基本ユニットを詳細に解析し、その解析結果から得られる荷重変位関係を、基本ユニット数分だけ同一変位時で加算することにより、基本ユニットの集合である建物全体の荷重変位関係を求めて構造設計するものである。ただし、同手法では仕様・荷重条件ごとの基本ユニットの詳細な荷重増分解を行うことが必要であり、そのモデル化は複雑である。本構法を用いた個別の棟ごとの構造計算において、その棟内の基本ユニットの仕様・荷重条件に合わせて都度、複雑なモデル化を伴う荷重増分解を要することは、本構法の普及を困難にする恐れがある。

上記のような複雑なモデル化を伴う荷重増分解を要するのは、主として耐震設計に対してである。このような耐震設計上の課題を解決するため、ここでは、次のように、個別の棟ごとの耐震設計負荷を軽減する簡易設計法の構築可能性を検討する。

- ①あらかじめ想定される多種多様な基本ユニットの仕様・荷重条件下での詳細な荷重増分解を、パラメトリックに実施しておく
- ②上記解析結果を、耐震設計に必要な水平性能に関する幾つかの数値情報（以降、水平性能係数という）として取りまとめてデータベース化しておく
- ③個別の棟ごとの構造計算では、棟内の基本ユニットの仕様・荷重条件に応じた水平性能係数をデータベースから引用し、それら係数の四則演算程度で、耐震設計する。

次節では、以上の流れを具体的に取りまとめた耐震設計フローを示す。

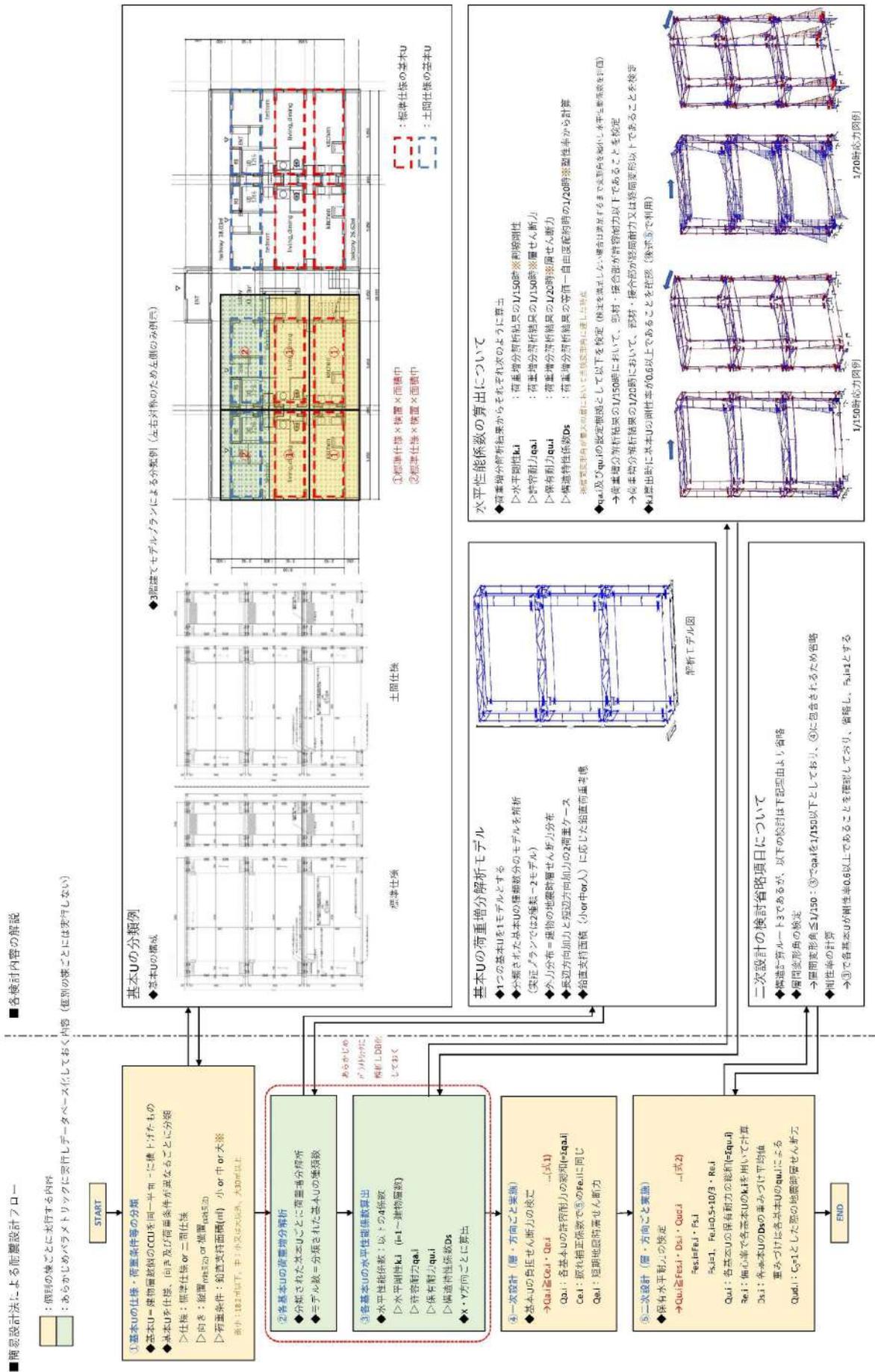
なお、上記の考え方は、木造で一般的な壁量計算に類似する側面を持つ。即ち、土塗り壁、筋交い、面材張など、多種多様な仕様の水平抵抗要素をあらかじめ実験しておき、それを壁倍率という数値情報として取りまとめて、個別の棟に対しては壁量計算（＝四則演算）するという耐震設計のあり方に共通する。

### 1.2 簡易設計法による耐震設計フロー

次頁に示す。

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

(簡易設計法による耐震設計フロー)



# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

## 1.3 本資料での検証内容

次章以降では、3階建てモデルプランに対して前頁フローに示した手続きを実行する。そこで得られた簡易設計法による検定比と、別資料「3階建てモデルプランの構造設計」において得られている検定比を比較し、その耐震設計に関する精度を確認する。これにより一定の精度が確認できれば、少なくとも本3階建てモデルプランに用いた基本ユニットの仕様・荷重条件下において、「詳細解析→水平性能係数化→四則演算」という一連の流れが成立することとなり、簡易設計法の可能性を確かめることができるものとする。

## 2. 簡易設計による検定

ここでは、第1.2節「簡易設計法による耐震設計フロー」に従い、3階建てモデルプランに対して簡易設計を実行する。

### ①基本Uの仕様・荷重条件等の分類

図2.1に、基本Uの仕様・向き・荷重条件の分類を示す。3階建てモデルプランでは、基本Uを以下の2種に分類する。

- ・標準×横置×面積中
- ・土間×横置×面積中

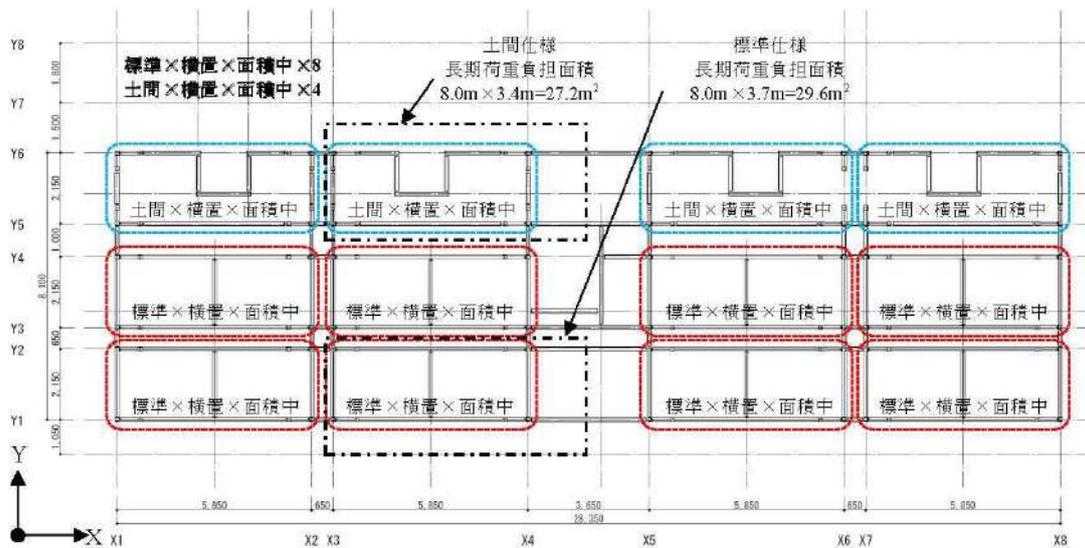


図 2.1 基本Uの仕様・向き・荷重条件の分類

### ②各基本Uの荷重増分解析

図2.2及び図2.3に標準仕様・土間仕様の解析モデルを示す。解析プログラムはSNAPver.8(株式会社構造システム)を用いる。標準仕様は1階鉄骨架台が四周に配置されており、アンカーボルトは8本/ユニットである。土間仕様は1階鉄骨架台が1階壁パネル直下のみ配置されており、アンカーボルトは12本/ユニットである。2階レベル以上の部材構成は標準仕様、土間仕様ともに共通である。

長期荷重をさせた状態で、2階床レベル、3階床レベル、及びR階鉄骨架台レベルに水平力を作用させた荷重増分解析を行う。水平力分布は $A_L$ 分布に基づく。各階の長期荷重負担面積は、図2.1に示す面積を用いる。長期荷重は各階レベルの鉄骨架台に均し荷重で入力する。標準仕様と土間仕様の鉄骨架台に均し荷重を表2.1に示す。なお、各基本Uの荷重増分解析において $P-\delta$ 効果を考慮する。 $P-\delta$ 効果を考慮する際の各階の重量は、各層の地震用鉛直荷重を用いる。

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

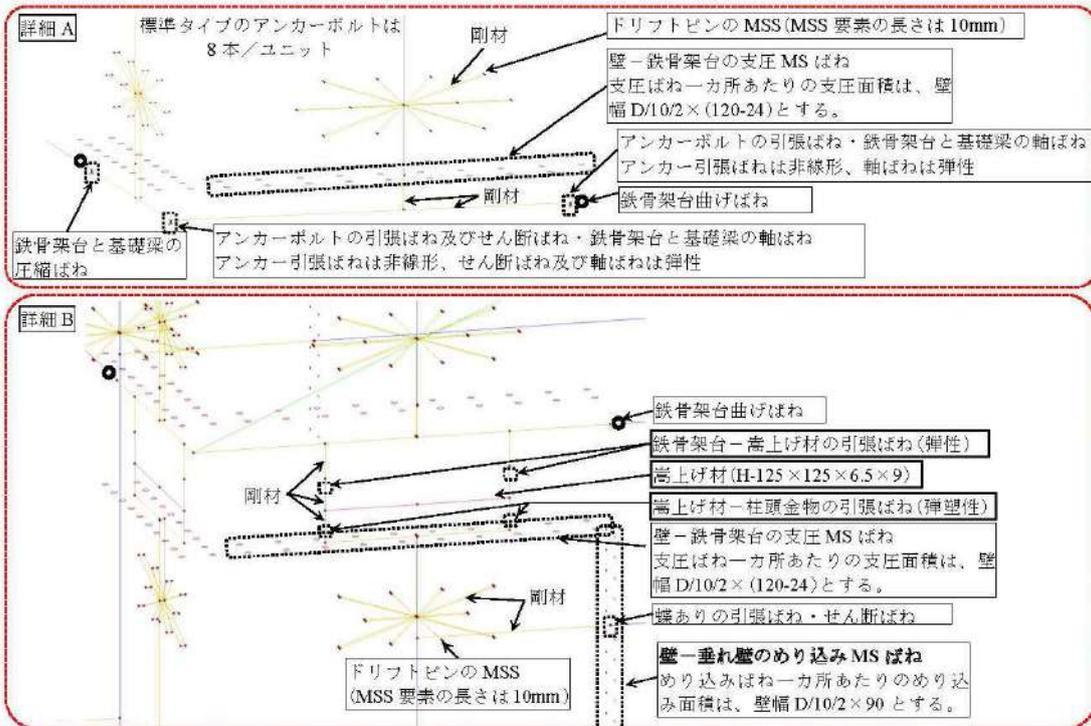
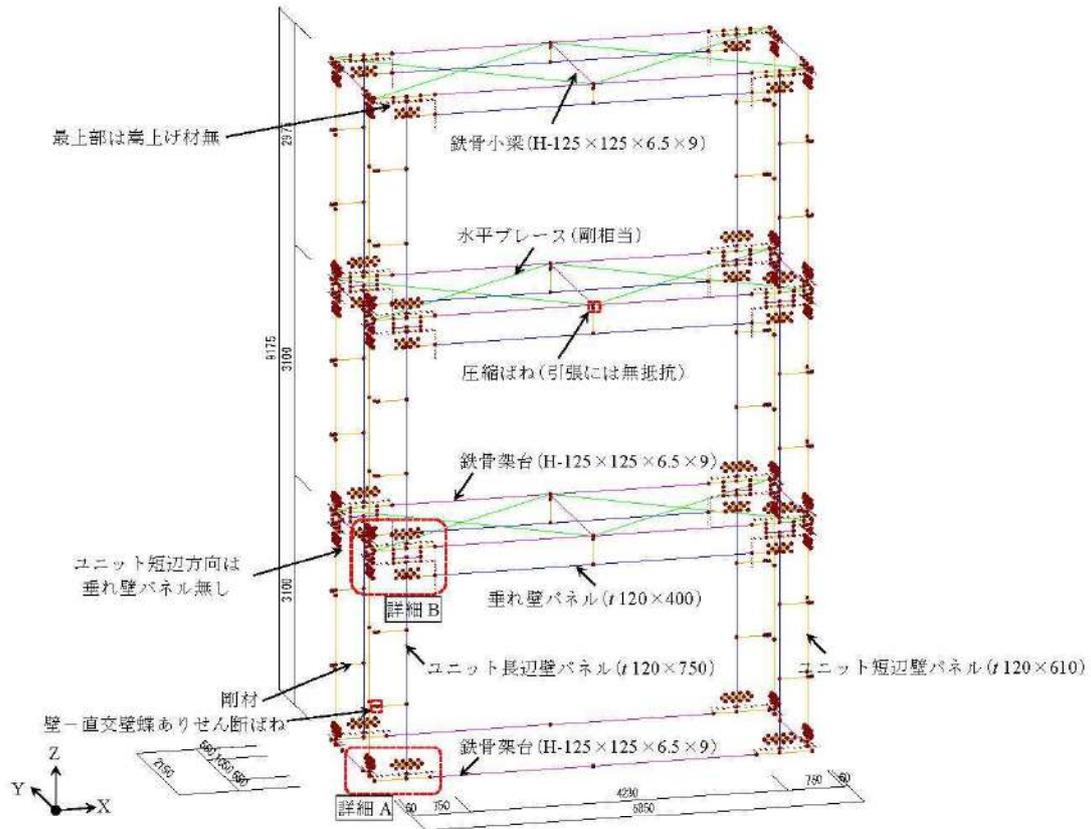


図 2.2 解析モデル(標準仕様)

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

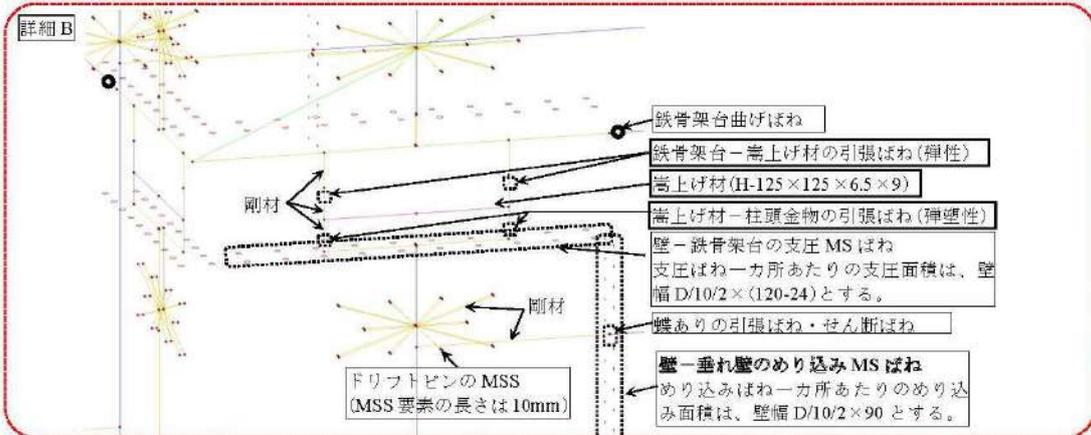
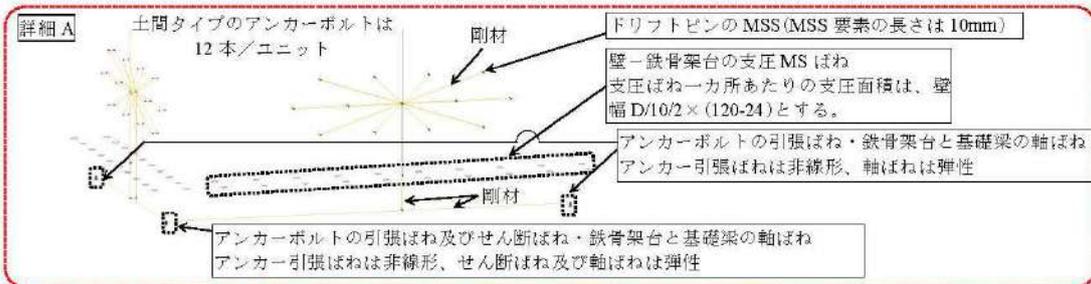
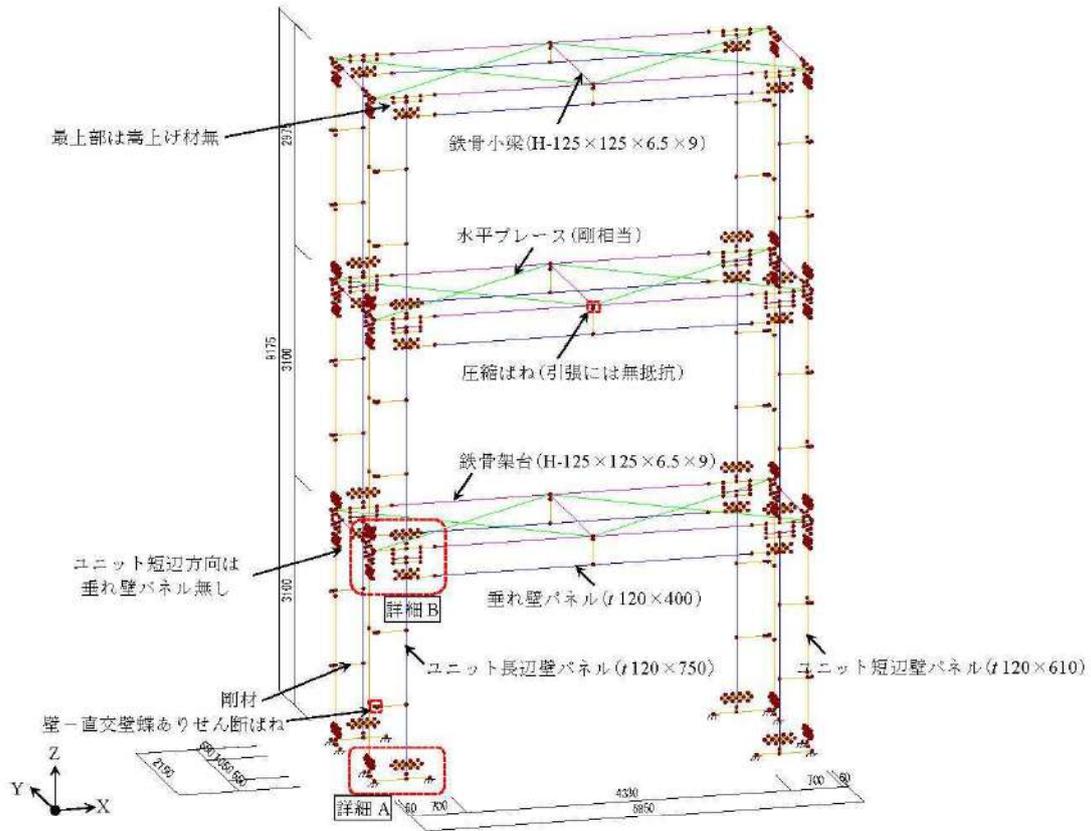


図 2.3 解析モデル(土間仕様)

## 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

表 2.1 標準仕様と土間仕様の鉄骨架台に均し荷重(長期荷重)

(a) 標準仕様(地震用)

層	$W/A$ [kN/m <sup>2</sup> ]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m <sup>2</sup> ]	地震用鉛直荷重 [kN]	鉄骨架台長さ [m]	鉄骨架台等分布荷重 [kN/m]
3	3.27	8.000	3.700	29.6	96.7	16	<b>6.04</b>
2	4.61	8.000	3.700	29.6	136.4	16	<b>8.53</b>
1	4.62	8.000	3.700	29.6	136.6	16	<b>8.54</b>

(b) 土間仕様(地震用)

層	$W/A$ [kN/m <sup>2</sup> ]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m <sup>2</sup> ]	地震用鉛直荷重 [kN]	鉄骨架台長さ [m]	鉄骨架台等分布荷重 [kN/m]
3	3.27	8.000	3.400	27.2	88.9	16	<b>5.55</b>
2	4.61	8.000	3.400	27.2	125.4	16	<b>7.83</b>
1	4.62	8.000	3.400	27.2	125.5	16	<b>7.85</b>

(c) 標準仕様(架構用)

層	$W/A$ [kN/m <sup>2</sup> ]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m <sup>2</sup> ]	架構用鉛直荷重 [kN]	鉄骨架台長さ [m]	鉄骨架台等分布荷重 [kN/m]
3	3.27	8.000	3.4	27.2	88.9	16	<b>5.55</b>
2	5.31	8.000	3.4	27.2	144.4	16	<b>9.02</b>
1	5.30	8.000	3.4	27.2	144.2	16	<b>9.01</b>

(d) 土間仕様(架構用)

層	$W/A$ [kN/m <sup>2</sup> ]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m <sup>2</sup> ]	架構用鉛直荷重 [kN]	鉄骨架台長さ [m]	鉄骨架台等分布荷重 [kN/m]
3	3.27	8.000	3.700	29.6	96.7	16	<b>6.04</b>
2	5.31	8.000	3.700	29.6	157.1	16	<b>9.82</b>
1	5.30	8.000	3.700	29.6	156.9	16	<b>9.81</b>

### ③各基本 U の水平性能係数算出

表 2.2 に②で実施した荷重増分解析により求めた各基本 U の水平性能係数を示す。また、図 2.3 に各基本 U の  $Q-R$  関係及び  $\delta/A-\Delta$  関係を示す。

表 2.2 各基本 U の水平性能係数

仕様	向き	荷重条件	方向	階	水平剛性 $k_i$ [kN/mm]	許容耐力 $q_{ai}$ [kN]	保有水平耐力 $q_{ui}$ [kN]	構造特性係数 $D_s$	数量
標準	横置	面積中	X (ユニット長辺)	3	1.80	28.0	77.2	0.53	8
				2	2.62	52.7	145.4	0.53	
				1	4.71	70.2	193.4	0.53	
			Y (ユニット短辺)	3	2.74	36.0	71.2	0.50	
				2	3.31	67.9	134.1	0.50	
				1	4.45	90.3	178.4	0.50	
土間	横置	面積中	X (ユニット長辺)	3	1.84	28.5	82.0	0.55	4
				2	2.67	53.7	154.0	0.55	
				1	4.79	71.4	205.0	0.55	
			Y (ユニット短辺)	3	2.71	34.7	62.0	0.43	
				2	3.29	65.3	116.8	0.43	
				1	4.27	86.9	155.3	0.43	

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

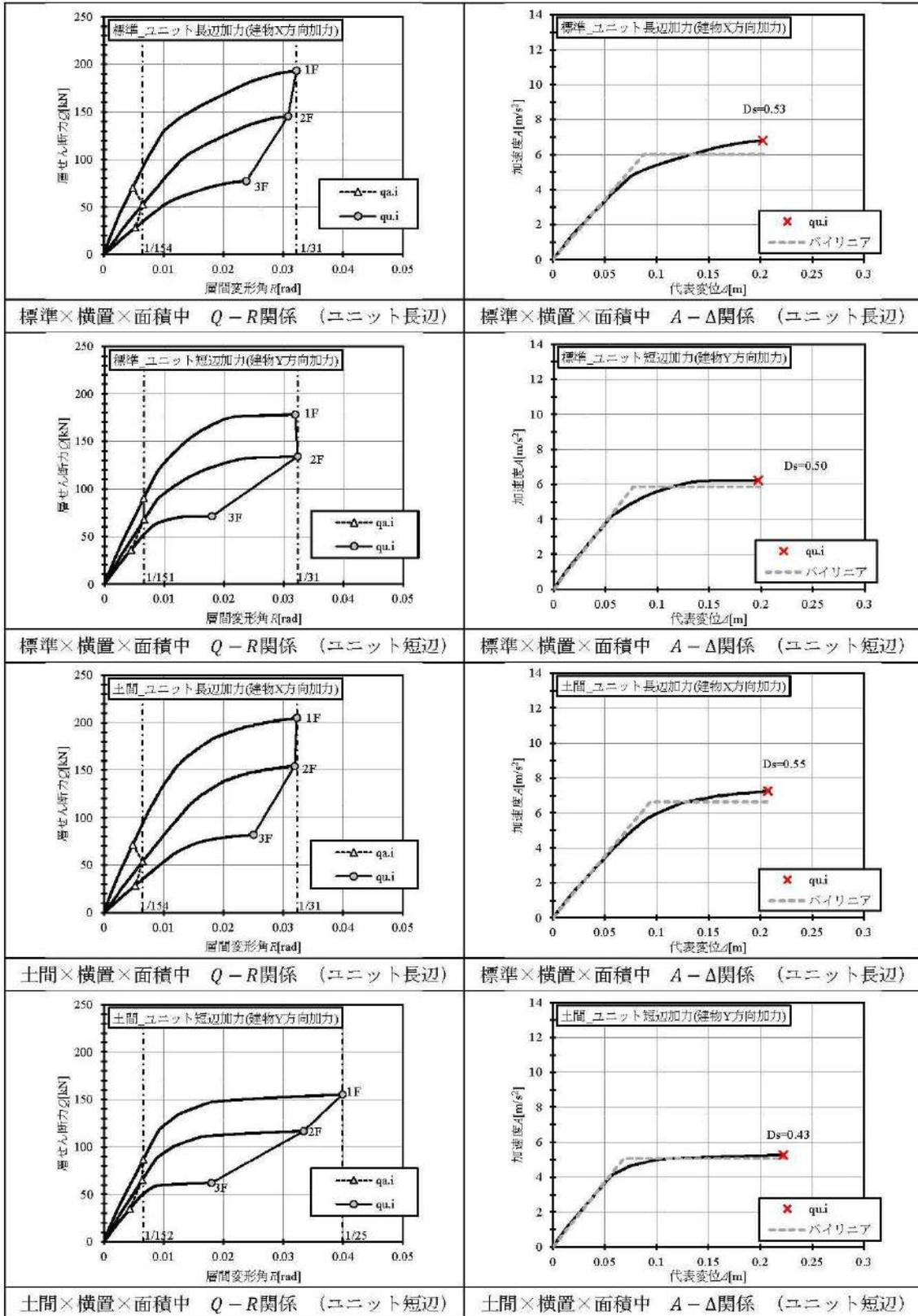


図 2.4 各基本 U の Q-R 関係及び A-Δ 関係

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

表 2.3 に各基本 U の剛性率の検定結果を示す。剛性率は、各基本 U の許容耐力 $q_{a,i}$ 時の層間変位より求める。下表より、剛性率に関する割増係数 $F_{s,i} = 1.0$ であることを確認した。

表 2.3 各基本 U の剛性率の検定結果

(a) 標準×横置×面積中 (ユニット長辺)

層	層間変位 [mm]	$r_{st}$	avg.( $r_{st}$ )	$R_{st}$	判定
3	15.6	191	184	1.04	OK
2	20.2	154		0.83	OK
1	14.9	208		1.13	OK

(b) 標準×横置×面積中 (ユニット長辺)

層	層間変位 [mm]	$r_{st}$	avg.( $r_{st}$ )	$R_{st}$	判定
3	13.2	226	177	1.28	OK
2	20.5	151		0.86	OK
1	20.3	153		0.87	OK

(c) 標準×横置×面積中 (ユニット長辺)

層	層間変位 [mm]	$r_{st}$	avg.( $r_{st}$ )	$R_{st}$	判定
3	15.5	192	185	1.04	OK
2	20.1	154		0.83	OK
1	14.9	208		1.13	OK

(d) 標準×横置×面積中 (ユニット長辺)

層	層間変位 [mm]	$r_{st}$	avg.( $r_{st}$ )	$R_{st}$	判定
3	12.8	232	180	1.29	OK
2	19.8	156		0.87	OK
1	20.4	152		0.84	OK

表 2.4 に偏心率及び偏心率に関する割増係数 $F_{e,i}$ の算定結果を示す。下表より偏心率 $\leq 0.15$ 、偏心率に関する割増係数 $F_{e,i} = 1.0$ であることを確認した。

表 2.4 偏心率及び剛性率に関する割増係数 $F_{e,i}$ の算定結果

1階

ユニット仕様	剛性[kN/mm]	
	x(長辺)	y(短辺)
標準・地震・面積中	4.71	4.45
土間・地震・面積中	4.79	4.27

重心	$x_c = 14173$ mm
	$y_c = 4941$ mm

ユニット仕様	ユニット位置	距離 $r$ [mm]	$K_{st}$ [kN/mm]	$K_{st} \times r$ [kN]	$K_{st} \times (x_c, y_c)^2$ [kN·mm]
標準・地震・面積中	x1y1	2925	4.45	13018	563282448
標準・地震・面積中	x1y2	2925	4.45	13018	563282448
標準・地震・面積中	x1y3	2925	4.27	12478	538897334
標準・地震・面積中	x2y1	9425	4.45	41947	1004172660
標準・地震・面積中	x2y2	9425	4.45	41947	1004172660
標準・地震・面積中	x2y3	9425	4.27	40206	962487920
標準・地震・面積中	x3y1	18925	4.45	84228	1004172660
標準・地震・面積中	x3y2	18925	4.45	84228	1004172660
標準・地震・面積中	x3y3	18925	4.27	80732	962487920
標準・地震・面積中	x4y1	25425	4.45	113157	563282448
標準・地震・面積中	x4y2	25425	4.45	113157	563282448
標準・地震・面積中	x4y3	25425	4.27	108460	538897334
sum			52.67	746576	3927095908

$x_c = 14173$  mm

ユニット	ユニット位置	距離 $r$ [mm]	$K_{st}$ [kN/mm]	$K_{st} \times r$ [kN]	$K_{st} \times (x_c, y_c)^2$ [kN·mm]
標準・地震・面積中	x1y1	2125	4.71	10018	37361589
標準・地震・面積中	x1y2	4925	4.71	23212	1137
標準・地震・面積中	x1y3	7725	4.79	37018	37361589
標準・地震・面積中	x2y1	2125	4.71	10018	37361589
標準・地震・面積中	x2y2	4925	4.71	23212	1137
標準・地震・面積中	x2y3	7725	4.79	37018	37361589
標準・地震・面積中	x3y1	2125	4.71	10018	37361589
標準・地震・面積中	x3y2	4925	4.71	23212	1137
標準・地震・面積中	x3y3	7725	4.79	37018	37361589
標準・地震・面積中	x4y1	2125	4.71	10018	37361589
標準・地震・面積中	x4y2	4925	4.71	23212	1137
標準・地震・面積中	x4y3	7725	4.79	37018	37361589
sum			56.87	280960	298063704

$y_c = 4941$  mm

ねじり剛性 $K_{st}$	4225159618 [kN·mm]
x方向の弾力半径 $r_{ox}$	8019 [mm]
y方向の弾力半径 $r_{oy}$	8957 [mm]
x方向の偏心距離 $e_x$	3 [mm]
y方向の偏心距離 $e_y$	460 [mm]
x方向の偏心率 $\beta_{ex}$	0.05
y方向の偏心率 $\beta_{ey}$	0.01
x方向の $\beta_{ex}$	1.00
y方向の $\beta_{ey}$	1.00

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

表 2.4 偏心率及び剛性率に関する割増係数 $R_{e,d}$ の算定結果(続き)

2階

ユニット仕様	剛性[kN/mm]	
	x(長辺)	y(短辺)
中央階梁面中	2.62	3.31
土間階梁面中	2.67	3.29

重心	$\bar{x}_G = 14173$ mm
	$\bar{y}_G = 5343$ mm

ユニット仕様	ユニット位置	距離x [mm]	$K_{yx}$ [kN/mm]	$K_{yx} \times x$ [kN]	$K_{yx} \times (x_1 - x_2)^2$ [kN・mm]
中央階梁面中	x1y1	2925	3.31	9688	419205708
中央階梁面中	x1y2	2925	3.31	9688	419205708
中央階梁面中	x1y3	2925	3.29	9632	416778335
中央階梁面中	x2y1	9425	3.31	31218	74732474
中央階梁面中	x2y2	9425	3.31	31218	74732474
中央階梁面中	x2y3	9425	3.29	31027	74293317
中央階梁面中	x3y1	18925	3.31	62884	74732474
中央階梁面中	x3y2	18925	3.31	62884	74732474
中央階梁面中	x3y3	18925	3.29	62320	74293317
中央階梁面中	x4y1	25425	3.31	84214	419205708
中央階梁面中	x4y2	25425	3.31	84214	419205708
中央階梁面中	x4y3	25425	3.29	83725	416778335
土間階梁面中	sum		39.67	562321	2957890022

$\bar{x}_G = 14175$  mm

ユニット	ユニット位置	距離y [mm]	$K_{xy}$ [kN/mm]	$K_{xy} \times y$ [kN]	$K_{xy} \times (y_1 - y_2)^2$ [kN・mm]
中央階梁面中	x1y1	2125	2.62	5561	20746299
中央階梁面中	x1y2	4925	2.62	12809	631
土間階梁面中	x1y3	7725	2.67	20638	20713930
中央階梁面中	x2y1	2125	2.62	5561	20746299
中央階梁面中	x2y2	4925	2.62	12809	631
土間階梁面中	x2y3	7725	2.67	20638	20713930
中央階梁面中	x3y1	2125	2.62	5561	20746299
中央階梁面中	x3y2	4925	2.62	12809	631
土間階梁面中	x3y3	7725	2.67	20638	20713930
中央階梁面中	x4y1	2125	2.62	5561	20746299
中央階梁面中	x4y2	4925	2.62	12809	631
土間階梁面中	x4y3	7725	2.67	20638	20713930
土間階梁面中	sum		31.62	156356	165843442

$\bar{y}_G = 4344$  mm

ねじり剛性 $E_{\rho}$	3123733474 [kN・mm]
x方向の慣性半径 $r_{Gx}$	9319 [mm]
y方向の慣性半径 $r_{Gy}$	8874 [mm]
x方向の偏心率 $e_x$	3 [mm]
y方向の偏心率 $e_y$	399 [mm]
x方向の偏心率 $R_{e,x}$	0.04
y方向の偏心率 $R_{e,y}$	0.08
x方向の $R_{e,d}$	1.08
y方向の $R_{e,d}$	1.08

3階

ユニット仕様	剛性[kN/mm]	
	x(長辺)	y(短辺)
中央階梁面中	1.80	2.74
土間階梁面中	1.84	2.71

重心	$\bar{x}_G = 14172$ mm
	$\bar{y}_G = 5319$ mm

ユニット仕様	ユニット位置	距離x [mm]	$K_{yx}$ [kN/mm]	$K_{yx} \times x$ [kN]	$K_{yx} \times (x_1 - x_2)^2$ [kN・mm]
中央階梁面中	x1y1	2925	2.74	8001	346199163
中央階梁面中	x1y2	2925	2.74	8001	346199163
土間階梁面中	x1y3	2925	2.71	7922	342797816
中央階梁面中	x2y1	9425	2.74	25781	61717488
中央階梁面中	x2y2	9425	2.74	25781	61717488
土間階梁面中	x2y3	9425	2.71	25528	61111117
中央階梁面中	x3y1	18925	2.74	51767	61717488
中央階梁面中	x3y2	18925	2.74	51767	61717488
土間階梁面中	x3y3	18925	2.71	51259	61111117
中央階梁面中	x4y1	25425	2.74	69548	346199163
中央階梁面中	x4y2	25425	2.74	69548	346199163
土間階梁面中	x4y3	25425	2.71	68864	342797816
土間階梁面中	sum		32.72	463768	2435484641

$\bar{x}_G = 14175$  mm

ユニット	ユニット位置	距離y [mm]	$K_{xy}$ [kN/mm]	$K_{xy} \times y$ [kN]	$K_{xy} \times (y_1 - y_2)^2$ [kN・mm]
中央階梁面中	x1y1	2125	1.80	3824	14265336
中央階梁面中	x1y2	4925	1.80	8843	434
土間階梁面中	x1y3	7725	1.84	14204	14255992
中央階梁面中	x2y1	2125	1.80	3824	14265336
中央階梁面中	x2y2	4925	1.80	8843	434
土間階梁面中	x2y3	7725	1.84	14204	14255992
中央階梁面中	x3y1	2125	1.80	3824	14265336
中央階梁面中	x3y2	4925	1.80	8843	434
土間階梁面中	x3y3	7725	1.84	14204	14255992
中央階梁面中	x4y1	2125	1.80	3824	14265336
中央階梁面中	x4y2	4925	1.80	8843	434
土間階梁面中	x4y3	7725	1.84	14204	14255992
土間階梁面中	sum		21.25	107563	114087048

$\bar{y}_G = 4345$  mm

ねじり剛性 $E_{\rho}$	2553571489 [kN・mm]
x方向の慣性半径 $r_{Gx}$	10835 [mm]
y方向の慣性半径 $r_{Gy}$	8835 [mm]
x方向の偏心率 $e_x$	3 [mm]
y方向の偏心率 $e_y$	373 [mm]
x方向の偏心率 $R_{e,x}$	0.03
y方向の偏心率 $R_{e,y}$	0.08
x方向の $R_{e,d}$	1.08
y方向の $R_{e,d}$	1.08

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

## ④一次設計

表 2.3 に地震力を示す。

表 2.3 地震力

階	$W_i$ [kN]	$\Sigma W_i$ [kN]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$W_i/A$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [-]	$G_i$ [-]	$Q_{ei}$ [kN]	$P_{ei}$ [kN]	$P_{ei}/P_{e1}$ [-]
3	986.4	986.4	301.9	3.27	0.26	1.54	0.31	303.5	303.5	1.61
2	1391.4	2377.8	301.9	4.61	0.63	1.20	0.24	571.6	268.1	1.42
1	1423.8	3801.6	308.5	4.62	1.00	1.00	0.20	760.3	188.7	1.00

$W_i$ : 各層重量、 $A$ : 床面積、 $\alpha_i$ :  $i$  階重量と 1 階重量の比、 $A_i$ : 層せん断力分布係数、 $G_i$ : 地震層せん断力係数、 $Q_{ei}$ : 層せん断力、 $P_{ei}$ : 水平力

$H$ [cm]	$C_D$ [-]	$Z$ [-]	$T_c$ [s]	$T$ [s]	$R_t$ [-]
1002.00	0.200	1.000	0.600	0.301	1.000

表 2.4 に基本 U の負担せん断力の検定結果を示す。下表より、一次設計を満足することを確認した。

表 2.4 基本 U の負担せん断力の検定結果

### (a) 建物 X 方向

階	$C_{ei}$ [-]	$Q_{ei}$ [kN]	標準-横置-面積中		土間-横置-面積中		$\Sigma q_{ai}$ [kN]	検定比 $C_{ei} \times Q_{ei} / \Sigma q_{ai}$	判定
			$q_{ai}$ [kN]	数量	$q_{ai}$ [kN]	数量			
3	1.00	303.5	28.0	× 8	28.5	× 4	338.1	0.90	OK
2	1.00	571.6	52.7	× 8	53.7	× 4	636.8	0.90	OK
1	1.00	760.3	70.2	× 8	71.4	× 4	846.9	0.90	OK

### (b) 建物 Y 方向

階	$C_{ei}$ [-]	$Q_{ei}$ [kN]	標準-横置-面積中		土間-横置-面積中		$\Sigma q_{ai}$ [kN]	検定比 $C_{ei} \times Q_{ei} / \Sigma q_{ai}$	判定
			$q_{ai}$ [kN]	数量	$q_{ai}$ [kN]	数量			
3	1.00	303.5	36.0	× 8	34.7	× 4	427.1	0.71	OK
2	1.00	571.6	67.9	× 8	65.3	× 4	804.4	0.71	OK
1	1.00	760.3	90.3	× 8	86.9	× 4	1069.8	0.71	OK

$C_{ei}$ : 振れ補正係数 (=  $F_{ei}$ )、 $Q_{ei}$ : 短期地震時層せん断力、 $q_{ai}$ : 基本 U の許容耐力、 $\Sigma q_{ai}$ : 基本 U の許容耐力の総和

# 7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

## ⑤二次設計

表 2.5 に保有水平耐力の検定を示す。下表より、二次設計を満足することを確認した。

表 2.5 保有水平耐力の検定

(a) 建物 X 方向

階	$F_{es,i}$	標準-横置-面積中 $D_s$	標準-横置-面積中 $D_s$	重みづけ平均 $D_{s,i}$	$W_i$ [kN]	$\Sigma W_i$ [kN]	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [-]	$C_i$ [-]	$Q_{ud,i}$ [kN]	$F_{es,i} \cdot D_{s,i} \cdot Q_{ud,i}$ [kN]
3	1.00	0.53	0.55	0.54	986.37	986.4	0.26	1.54	1.54	1517.6	814.9
2	1.00	0.53	0.55	0.54	1391.44	2377.8	0.63	1.20	1.20	2858.1	1534.6
1	1.00	0.53	0.55	0.54	1423.77	3801.6	1.00	1.00	1.00	3801.6	2041.2

階	標準-横置-面積中		+	土間-横置-面積中		=	$\Sigma q_{u,i}$ [kN]	充足率		判定
	$q_{u,i}$ [kN]	数量		$q_{u,i}$ [kN]	数量			$\Sigma q_{u,i} / F_{es,i} \cdot D_{s,i} \cdot Q_{ud,i}$		
3	77.2	× 8	+	82.0	× 4	=	945.8	1.16	OK	
2	145.4	× 8	+	154.0	× 4	=	1779.5	1.16	OK	
1	193.4	× 8	+	205.0	× 4	=	2367.5	1.16	OK	

(b) 建物 Y 方向

階	$F_{es,i}$	標準-横置-面積中 $D_s$	標準-横置-面積中 $D_s$	重みづけ平均 $D_{s,i}$	$W_i$ [kN]	$\Sigma W_i$ [kN]	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [-]	$C_i$ [-]	$Q_{ud,i}$ [kN]	$F_{es,i} \cdot D_{s,i} \cdot Q_{ud,i}$ [kN]
3	1.00	0.44	0.43	0.44	986.37	986.37	0.26	1.54	1.54	1517.6	663.2
2	1.00	0.44	0.43	0.44	1391.44	2377.81	0.63	1.20	1.20	2858.1	1248.9
1	1.00	0.44	0.43	0.44	1423.77	3801.58	1.00	1.00	1.00	3801.6	1661.2

階	標準-横置-面積中		+	土間-横置-面積中		=	$\Sigma q_{u,i}$ [kN]	充足率		判定
	$q_{u,i}$ [kN]	数量		$q_{u,i}$ [kN]	数量			$\Sigma q_{u,i} / F_{es,i} \cdot D_{s,i} \cdot Q_{ud,i}$		
3	71.8	× 8	+	62.0	× 4	=	822.3	1.13	OK	
2	135.2	× 8	+	116.8	× 4	=	1548.5	1.13	OK	
1	179.8	× 8	+	155.3	× 4	=	2059.5	1.13	OK	

$F_{es,i}$ : 剛性率及び偏心率に関する割増係数、 $D_s$ : 各基本 U の構造特性係数、 $D_{s,i}$ : 各基本 U の  $D_s$  の重みづけ平均値(重みづけは各基本 U の  $q_{u,i}$  による)、 $W_i$ : 各層重量、 $\alpha_i$ : i 階重量と 1 階重量の比、 $A_i$ : 層せん断力分布係数、 $C_i$ : 地震層せん断力係数、 $Q_{ud,i}$ :  $C_0 = 1.0$  とした際の地震時層せん断力

簡易設計法による耐震設計フローは以上である。

### 3. まとめ

別資料「3 階建てモデルプランの構造設計」における、保有水平耐力の検定結果を下表に示す。下表の保有水平耐力は、仕様・荷重条件ごとに基本ユニットを詳細に解析し、その解析結果から得られる荷重変位関係を、基本ユニット数分だけ同一変位時で加算することにより、基本ユニットの集合である建物全体の荷重変位関係を求めて算定している(ここでは基本 U 法と称す)。

保有水平耐力の検定比について、前頁の簡易設計法と基本 U 法を比較すると、建物 X 方向・Y 方向ともに同程度の値となっている。したがって、今回の 3 階建てモデルプランにおいて、簡易設計法の精度を確認することができたと言える。今後は、様々な基本 U の仕様・荷重条件等の組合せで検討し、簡易設計法の精度検証を行っていく予定である。

表 3.1 必要保有水平耐力と保有水平耐力の比較表(基本 U 法の場合)

(a) 建物 X 方向

層	$W_i$ kN	$\Sigma W_i$ kN	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [-]	$C_0$ [-]	$D_s$ [-]	$F_{es}$ [-]	$Q_{uni}$ [kN]	$Q_u$ [kN]	$Q_{ui}/Q_{uni}$ [-]
3	986.37	100.58	0.26	1.54	1.54	0.54	1.00	819.51	943.44	1.15
2	1391.44	141.89	0.63	1.20	1.20	0.54	1.00	1543.37	1779.49	1.15
1	1423.77	145.18	1.00	1.00	1.00	0.54	1.00	2052.85	2367.48	1.15

(b) 建物 Y 方向

層	$W_i$ kN	$\Sigma W_i$ kN	$\alpha_i$ [-]	$A_i$ [-]	$C_0$ [-]	$D_s$ [-]	$F_{es}$ [-]	$Q_{uni}$ [kN]	$Q_u$ [kN]	$Q_{ui}/Q_{uni}$ [-]
3	986.37	100.58	0.26	1.54	1.54	0.49	1.00	743.63	817.82	1.10
2	1391.44	141.89	0.63	1.20	1.20	0.49	1.00	1400.47	1538.93	1.10
1	1423.77	145.18	1.00	1.00	1.00	0.49	1.00	1862.78	2039.23	1.09

## 8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発

---

### CCU工法による用途拡大とラインアップの拡張

CCU工法による普及拡大のために、ラインアップ拡張して用途拡大を図るべく下記検討を行った。

- 1) 倉庫や店舗で求められる土間対応の構造と部材構成についての検討
- 2) 老建施設を例とした比較的大空間が求められる場合のCCUによる構成検討
- 3) 宿泊施設を例とした大規模2層建築物に対応するCCUモデルの検討

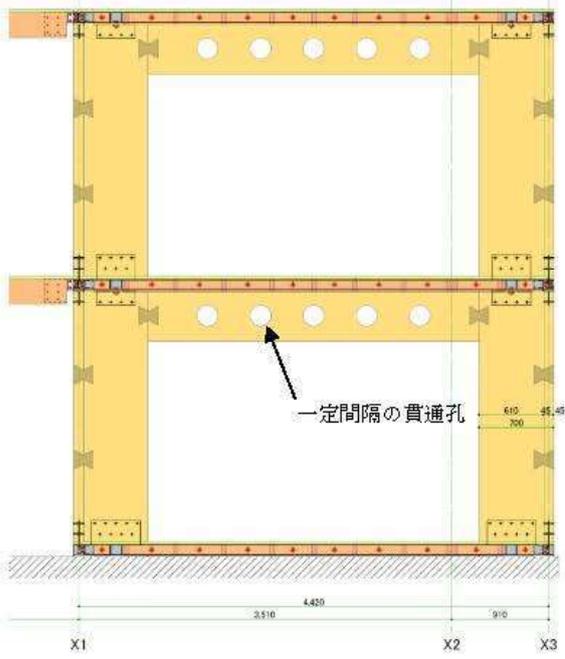
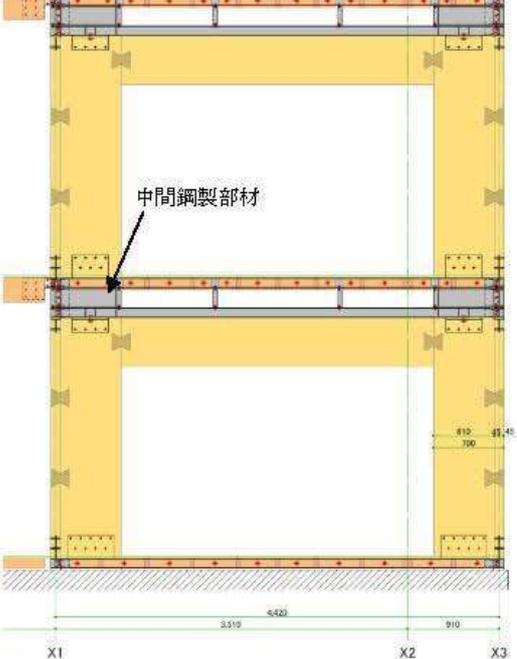
現CCUでは、同一方向、離隔配置が基本となっているが、更なる普及拡大／事業拡大のためには、適用性向上が必要と考えられ、異なる配置パターンに対応するニーズも想定されることから、拡充の検討を行った。

- a. 配置パターンバリエーション検討
  - b. トレーニング支援施設を利用した低コストCCU配置パターン拡充に関する検証モデル実験の実施計画・検討
- a. 隣接配置時のユニット間接合部材の構造検討
  - b. 設備配管スペース確保用の嵩上げ締結用パーツ構造の具体化

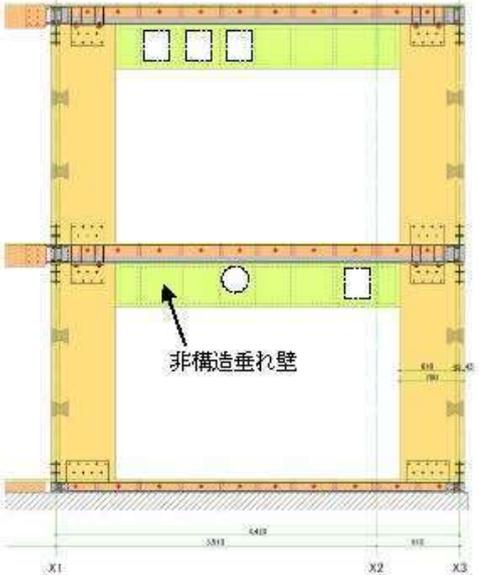
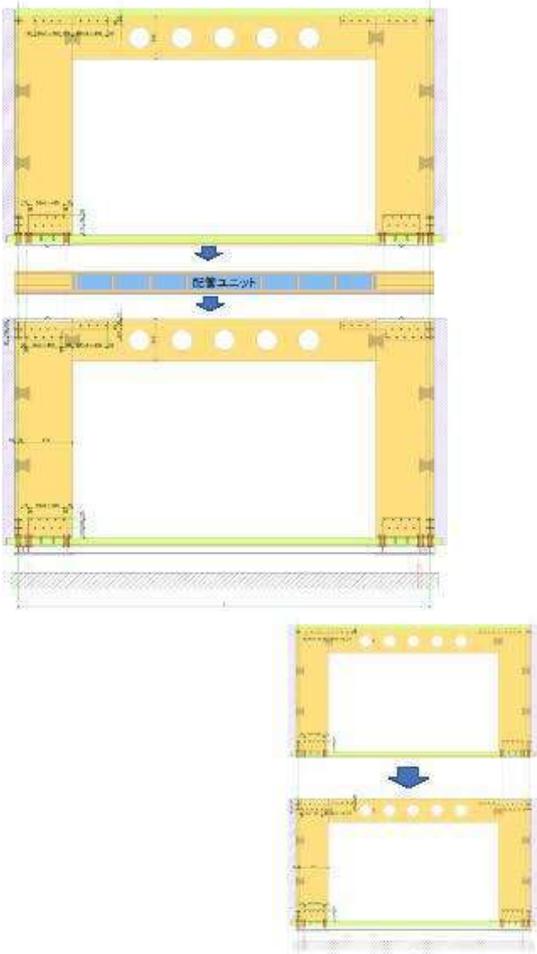
## 8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発

### ■設備配管に配慮したユニット構成の検討

【設備スペース確保案の検討例】

検討例の概要	概略図
<p>案1</p> <p>設備配管貫通用のスリーブ孔が一定間隔で配置された垂れ壁部材の設定</p>	 <p>一定間隔の貫通孔</p>
<p>案2</p> <p>CLT 壁位置の上下ユニット間に中間鋼製部材を配置し、設備スペースを確保</p>	 <p>中間鋼製部材</p>

## 8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発

<p>案3 垂れ壁を非構造部材の在来軸組で構成し必要に応じ自由に設備配管貫通孔を設ける。垂れ壁が担っていた構造性能は鉄骨架台の断面を大きくし確保</p>	
<p>案4 設備スペース確保を目的とした木製配管ユニットを設定、必要に応じ上下ユニット間に挟み込む。上下ユニットは配管ユニットが無くても接合可能。</p>	

## 9. まとめ

---

本実証事業において、CCU工法によるCCUコミュニティ立ち上げと共に、事業拡大／普及拡大を目指して製造企業（（株）ミヨシ産業、（株）鳥取CLT、銘建工業（株））と連携し、CCU規格化・標準化と共に、ラインアップ拡張開発を推進した。

そして、CLT建築のCCU工法によるコスト低減実現の可能性を示した。

さらに、CCUの高耐力化による多層化建築への適用可能性を示すと同時に、2層以下の建築物での更なる低コスト化CCU工法の実現に向けて開発推進し、CCU事業の普及拡大を目指す。