

令和4年 林野庁補助事業
建築用木材供給・利用強化対策のうち
CLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業

CLT を活用した先駆的な建築物の建設等支援事業 報告書

令和6年3月

木構造振興株式会社
公益財団法人日本住宅・木材技術センター

令和4年度 CLT を活用した建築物等実証事業検討委員会

(敬称略、五十音順)

委員長：	河合 直人	工学院大学建築学部建築学科 教授
委員：	青木 謙治	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授
	赤嶺 嘉彦	(国研) 建築研究所環境研究グループ 主任研究員
	石川 敦子	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所 木材改質研究領域 領域長
	鈴木 淳一	(国研) 建築研究所防火研究グループ 主任研究員
	中島 史郎	宇都宮大学地域デザイン科学部建築都市デザイン学科 教授
	山辺 豊彦	(有) 山辺構造設計事務所 代表取締役
協力委員：	河合 誠	(一社) 日本 CLT 協会 顧問
行政：	土居 隆行	林野庁木材産業課木材製品技術室 室長
	日向 潔美	林野庁木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	福島 純	林野庁木材産業課木材製品技術室 住宅資材技術専門官
	今井 翔	林野庁木材産業課木材製品技術室 木材技術担当専門職
事務局：	金子 弘	(公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事兼研究技術部長
	清水 俊二	(公財) 日本住宅・木材技術センター 首席研究員
	鈴木 圭	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	高橋 秀樹	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	板橋 雄一	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	緒方 舞	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	渡部 宥太	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	平原 章雄	木構造振興(株) 常務取締役

令和5年度 CLT を活用した建築物等実証事業検討委員会

(敬称略、五十音順)

委員長：	河合 直人	工学院大学建築学部建築学科 教授
委員：	青木 謙治	東京大学大学院 農学生命科学研究科 准教授
	赤嶺 嘉彦	国土交通省 国土技術政策総合研究所 住宅研究部 建築環境研究室 主任研究官
	石川 敦子	(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所 木材改質研究領域 領域長
	鈴木 淳一	(国研) 建築研究所防火研究グループ 主任研究員
	中島 史郎	宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科 教授
	山辺 豊彦	(有) 山辺構造設計事務所 代表取締役
協力委員：	河合 誠	(一社) 日本 CLT 協会 顧問
行政：	土居 隆行	林野庁木材産業課木材製品技術室 室長
	福島 純	林野庁木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	巻田 和丈	林野庁木材産業課木材製品技術室 木材専門官
	増井 僚	林野庁木材産業課木材製品技術室 木材技術担当専門職
事務局：	金子 弘	(公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事兼研究技術部長
	清水 俊二	(公財) 日本住宅・木材技術センター 首席研究員
	鈴木 圭	(公財) 日本住宅・木材技術センター 研究主幹
	板橋 雄一	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	渡部 宥太	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	石部 魁斗	(公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任
	平原 章雄	木構造振興(株) 常務取締役

令和4年度 CLT 接合部データ集作成部会

(敬称略)

主 査：河合 直人 工学院大学建築学部建築学科 教授

※「CLT 活用建築物等実証事業検討委員会」委員長

委 員：福山 弘 Hafnium Architects 代表

協力委員：中越 隆道 (一社) 日本 CLT 協会 開発技術部 構造設計相談室担当

事務局：金子 弘 (公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事兼研究技術部長

鈴木 圭 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

高橋 秀樹 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

渡部 宥太 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

令和5年度 CLT 接合部データ集作成部会

(敬称略)

主 査：河合 直人 工学院大学建築学部建築学科 教授

※「CLT 活用建築物等実証事業検討委員会」委員長

委 員：福山 弘 Hafnium Architects 代表

協力委員：中越 隆道 (一社) 日本 CLT 協会 開発技術部 構造設計相談室担当

事務局：金子 弘 (公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事兼研究技術部長

鈴木 圭 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主幹

板橋 雄一 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

渡部 宥太 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

石部 魁斗 (公財) 日本住宅・木材技術センター 技術主任

令和4年度 CLT を活用した先駆的な建築物の建設等支援事業 報告書
目次

第1章 事業の概要

1.1	事業の概要	1
1.2	公募の概要	1
1.3	各実証事業の概要と事業の実施	4
1.3.1	各実証事業の概要	4
1.3.2	現地調査	8
1.3.3	専門家派遣	16
1.3.4	各実証事業の講評とまとめ	16
1.4	成果の普及	18
1.4.1	成果報告会	18
1.4.2	展示会への出展	19
1.4.3	成果報告の構成について	20

第2章 成果報告

2.1	SAI GROUP HOLDINGS(株)	23
2.1.1	建築物の仕様一覧	23
2.1.2	実証事業の概要	24
2.1.3	成果物等	28
	・背景と実証事業の目的	30
	・実証事業の設定課題	31
	・事業実施体制	32
	・CCUの規格化・標準化	33
	・低コスト化CCU開発	43
	・高耐力CCUの開発	49
	・3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討	80
	・CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発	92
	・まとめ	95
2.2	個人/studioKOIVU 一級建築士事務所	97
2.2.1	建築物の仕様一覧	97
2.2.2	実証事業の概要	98
2.2.3	成果物等	102
	・CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策検討	105
	・規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討	109
	・工場施工型CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策検討	110
	・工場施工型CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認、課題の抽出と解決策検討	113
	・都心の木造まちづくりに対する認知度の向上や普及啓発に向けた課題抽出と解決策検討	115
2.3	銘建工業(株)	117
2.3.1	建築物の仕様一覧	117
2.3.2	実証事業の概要	118
2.3.3	成果物等	122
	・調査概要	123
	・CLTの生産性向上と生産コスト評価	123
	・CLTの低コスト化による低炭素化への貢献度調査(株式会社環境管理センター)	129
	・未利用材CLTの製造および低コスト化	137

	・まとめ	139
2.4	(株)ウエストフードプランニング／島田治男建築設計事務所	141
2.4.1	建築物の仕様一覧	141
2.4.2	実証事業の概要	142
2.4.3	成果物等	146
	・設計方針の概要	146
	・設計施工とコスト管理のまとめ	146
	・従業員、施設利用者の居住環境のアンケート調査及び電気使用量の継続的なデータ収集	150
	・行政との連携と材料供給体制の構築のまとめ	151
	・サッシと CLT の納まり、CLT 屋根の接合部の最適納まりの検討過程	154
	・まとめ	158
2.5	(有)ポルト企画／ライフデザイン・カバヤ(株)	159
2.5.1	建築物の仕様一覧	159
2.5.2	実証事業の概要	160
2.5.3	成果物等	164
	・意匠計画：“街と人をつなぐ”施設づくり	164
	・構造計画	165
2.6	(株)ゆうき／(株)UENOArchitects 一級建築士事務所	185
2.6.1	建築物の仕様一覧	185
2.6.2	実証事業の概要	186
2.6.3	成果物等	190
	・設計概要	192
	・施工、搬入レポート	199
	・現場写真	202
	・納まり図面	205
	・CLT 壁の接合部の仕様及び構造実験結果報告	206
	・ルート 1 とした場合の比較資料/RC 造とのコスト比較	211
	・構造解析モデルおよび計算方法	214
2.7	学校法人尾崎学園 つくし幼稚園／ライフデザイン・カバヤ(株)	217
2.7.1	建築物の仕様一覧	217
2.7.2	実証事業の概要	218
2.7.3	成果物等	222
	・意匠図	222
	・CLT 逆 T 字型スラブ施工報告	226
	・加工図	229

1. 事業の概要

1. 1 事業の概要

木材の需要拡大及びそれによる林業の成長産業化を図るためには、木造率が低位な都市部における木材利用を進めるとともに、充実した森林資源、特に大径材を活かして木材の付加価値を高めていくための取組を実施する必要があります。このため、木質建築資材の需要拡大に結びつく取組、大径化した原木等を活かした利用の拡大、顔の見える木材の普及・啓発、強度又は耐火性に優れた建築用木材の技術開発・普及等の取組が重要です。さらに、今般の木材不足・価格高騰（いわゆるウッドショック）へ緊急的に対応するため、住宅等の建築に当たって調達が困難になった資材を設計・施工上の工夫等を通じて代替となる木材製品へ転換する取組が重要となっている。

そこで本事業では、CLT を活用した普及性や先駆性が高い建築物等の設計・建築等の実証についての提案を募り、その過程により、新たな発想等を引き出すとともに、普及のための課題点やその解決方法を明らかにし、具体的な需要につなげることを目的としている。

木構造振興（株）（以下、「木構振」という。）と（公財）日本住宅・木材技術センター（以下、「住木センター」という。）は、募集要領に基づき共同で CLT を活用した建築物の設計・建築等の事業（以下、「実証事業」という。）を募集し、実証性の高い優れた提案を選定した。実証事業の実施に当たっては、別に定める CLT を活用した先駆的な建築物の建設等支援事業助成金交付規程によりその経費の 3/10 または 1/2 を上限に助成を行った。また、実証事業進行における課題解決のために設置する協議会について、運営費の定額を助成した。事業の進行に当たっては、有識者により構成された「CLT を活用した建築物等実証事業検討委員会（以下、検討委員会という。）」を設置し、事業の進行方法、応募された実証事業の審査、現地調査、事業取りまとめ等に関して意見を得た。

1. 2 公募の概要

公募に当たっては、都道府県木材関係部局、住宅関係部局、木材試験研究機関、木材・木造住宅関係団体等を通じて募集案内を行うとともに、住木センターホームページ等を通じて募集を行った。公募の内容は以下のとおり。

（1）公募する実証事業の内容

①CLT を活用した建築物の設計・建築又は部材の性能の実証、②街づくり（隣接・近接箇所に複数の CLT 建築物等を設計・建築）の実証、③CLT 製造企業との連携構築のためのモデル的な取組（CLT の低コストな安定供給に向けた実証）等を対象とした。

また、CLT 建築物等の設計・建築への BIM 活用を促進するため、④BIM を活用した実証等も対象とした。

提案する実証事業は、①、②、④については次の（1）及び（3）～（7）の全て、③については次の（2）～（7）の全ての要件にそれぞれ該当することが必要。ただし、建築物の主要用途が一戸建ての住宅の場合にあっては、公募に参加できない。

1) CLT を活用した普及性や先駆性が高い建築物を建築もしくは設計するもの。なお、次

の項目についても該当範囲内とした。

ア. CLT を部分的に利用するもの。

イ. 工作物等を建築するもの。

2) CLT パネルの生産や施工の効率化に向け、製造企業や設計・施工者等との連携により標準的なモデル建築物の検討や部材の寸法等の標準化・規格化等を行い、当該建築物の建築もしくは設計等を通じて CLT の低コストな安定供給に向けたモデル的な取組の実証を行うもの。なお、建築物の設計や建築に至る前段階の取組については、その後の建築が確実に行われることを前提に、そのみを単独で対象とした。

3) 実証する内容を、協議会によって検討するもの。

本事業でいう「協議会」とは、提案する建築物等の建築に向けて、コスト縮減や普及といった課題の解決に取り組むために必要な関係者が集まる場のことを指す。協議会の形態は、必ずしも法人格を有する団体、法人格のない団体（いわゆる任意団体）である必要はない。

4) 実証する内容が明確であり、かつ RC 造など他構造とのコスト比較が行われるもの。

5) 提案した実証事業を、令和6年2月20日までに完了できるもの。

実証する範囲が終了していれば、令和6年2月20日までに建築物が竣工する必要はない。

6) 資金計画が明確になっているもの。

7) 実証を行う用地の確保が見込まれているもの。

(2) 応募資格者

応募者は、建築主等と協議会運営者の連名とする。建築主等と協議会運営者が同じ場合は単独とした。

1) 建築主等

建築主等とは、提案する建築物等の建築費等を支出する者とする。実証事業内容が建築物の建築に至らないものは、提案内容を主体的に実施する者であって事業経費を負担する者とした。

2) 協議会運営者

提案事業の進行管理を行うなど協議会を取りまとめる者とした。ただし、事業実施に係る経理能力および事務処理能力を有し、助成費の受入が可能なことを要件とした。

例) 実証事業の取りまとめ担当者の所属する企業、経理規程を有する任意団体

(3) 公募する実証事業の種類

公募する実証事業は(1)の要件を満たし、種類は次のいずれか(組み合わせても可)とした。ただし、提案する建築物と、RC造などの他工法と工事費、工期などを比較し、CLTの利点や課題点などを明らかにする資料を作成する((1)2)における建築物の設計や建築に至る前段階の取組を単独で行う場合には、この限りではない。)。なお、実証しようとする内容のみを助成対象とし、提案する実証事業に係る助成率の上限を3/10とした。

1) 建築物の建築実証

例) CLT を構造部材として利用した建築物を建築することにより、コスト縮減や施工方法等を検討・確認するもの。

2) 建築物の設計実証

例) CLT を構造部材として利用する建築物について、コスト縮減や施工方法の課題等を踏まえて、設計するもの。

3) 部材の性能実証等

例) CLT を利用した建築物を設計するために必要な構造、防耐火、遮音、断熱、耐久性等の性能試験を行うもの。

4) CLT の低コストな安定供給に向けた実証 (以下、低コスト化事業)

例) 標準的なモデル建築物の検討や部材の寸法等の標準化・規格化等を行い、実物件での実証を通じて、設計・施工上の課題の整理や標準化によるコスト縮減効果の評価等を行うもの。

(4) 助成率の特例

(3) の提案であって、検討委員会の審査結果を踏まえ、木構振および住木センターが以下のいずれかに該当すると認めたものは、提案する実証事業に係る助成率の上限を 1/2 とした。

7. 提案建築物が中層以上 (概ね 4 階以上) または中大規模建築物 (概ね延べ床面積 1,000 m² 以上) である場合。ただし、CLT を構造部材として利用または他の構造部材と併用するものに限る。

4. その他、コスト縮減や施工方法の課題の解決に向けて、特に優れた技術的工夫が見られるなど、検討委員会の審査結果を踏まえ、木構振および住木センターが該当すると認めたもの。

(5) 協議会運営費

実証事業を実施する上で必要となる、協議会の運営費として、定額を助成する。助成額は 85 万円を上限とした。

(6) 事業規模

本事業規模は助成額 (国庫補助金額) として全体で約 313,000,000 円程度。

(7) 公募期間

【1次募集】

令和 4 年 5 月 30 日 (月) ~ 令和 4 年 6 月 27 日 (月) 13 時
提出書類は令和 4 年 3 月 29 日 (火) 13 時までに必着。

【2次募集】

令和4年7月29日（金）～令和4年9月2日（金）13時
提出書類は令和4年9月2日（金）13時まで必着。

【3次募集】

令和4年9月13日（火）～令和4年10月11日（火）13時
提出書類は令和4年10月11日（火）13時まで必着。

【追加募集】

令和5年5月22日（月）～令和5年6月12日（月）13時
提出書類は令和5年6月12日（火）13時まで必着。

1. 3 各実証事業の概要と事業の実施

1. 3. 1 各実証事業の概要

実施した7件の実証事業の概要は表1.3.1のとおりである。今年度建築したものが4件、設計等までを対象としたものが1件、低コスト化事業が3件であった。低コスト化事業の中でも（2）については、本事業内で建築まで行っている。CLT建築物においては建築基準法告示仕様のCLTパネル工法を始め、施工の実績が増えてきている。また、CLTを用いた建築物等の低コスト化を見据えた実証事業を行った。

CLT建築とRC造や鉄骨造等、既存の他工法とのコスト比較については、平成29年度より引き続き、今年度も必須検討課題であった。併せて従来どおり、設計・建築過程での種々の課題解決の検討・提案を行った。これら各実施者の検討内容はCLT建築を考えている他の実施者への参考資料となり、新たなCLT建築につながることを期待している。

各実証事業でのCLTの使い方と、実証により得られた成果の概略を以下に記す。

（1）SAI GROUP HOLDINGS(株)

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すことが出来た。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工法の実現可能性を示すことが出来た。

（2）（個人）／studio KOIVU 一級建築士事務所

本事業で、都市部でCLTを用いたオフィスビルの標準モデルとしての仕様や実例を得ることが出来た。また、CLTの低コストな安定供給につなげることを目的として、CLT工場の閑散期に量産できる工場施工型のCLT耐力壁製品の開発を行った。さらに、名古屋のターミナル駅近郊に位置するこの建物に外装木ルーバーを設計し、木造建築群を計画するウッドシティー構想の第一弾として本建物の建築を行った。

（3）銘建工業(株)

本事業で、原木の強度測定により歩留まりが約 10%改善し、製品単価では 5%ほど（5 千円程）下げられる可能性があることが分かった。また、CLT の生産性向上に伴って、製材から CLT 製造に至るまでの炭素消費量は 7%程度削減できることが分かった。

未利用材 CLT については、曲がりや反り、および欠点を有するラミナを使用しても問題なく製造できた。不適合材等で未利用材 CLT を製造した場合、原材料あたりの製品価格が上がり、将来的には CLT の JAS 製品の価格が下げられる可能性があることが分かった。

（４）（株）ウエストフードプランニング／島田治男建築設計事務所

本事業で得られた建設コストのデータは、他物件で計画する際に活用することが可能である。また RC 造と CLT パネル工法のそれぞれの構造のメリットである部分を、最大限に利用し地域の魅力となる建築物を建築することができた。コストだけではなく、魅力的な空間や繋がりを持てる場を設けることで、地域社会における役割を担い新たな情報を発信していく事に繋がっていく。またコスト比較を明確に示したことで、まだ CLT 建築物を設計、施工したことのない方への足掛かりとなり、香川県における行政との連携、集材に関わる情報など、他物件においても同様の工法、内容が提案が可能であることが分かった。

（５）（有）ポルト企画／ライフデザイン・カバヤ（株）

中層テナントビルでコア部分に耐力壁を集約する計画の場合に、圧縮ストラットに期待することで CLT 耐震壁の接合部を一部省略しつつ高耐力を発揮させることができた。現状では非木造で計画されているコア集約型プランの様々な用途の建築物で、本事業の CLT 耐震壁部分の考え方を適用できることを示せた。

（６）（株）ゆうき／（株）UENOA architects 一級建築士事務所

CLT 造の RC 造に対するコストメリットは、基礎工事、杭工事、上部躯体の工期。また、内装仕上げを兼用しているためコストメリットが大きい。

せん断試験において最大耐力の平均値はやや弱軸方向が大きな値。剛性はやや強軸方向が大きい。これらの差はドリフトピンに対する支点位置の違いが影響すると考えられる。本実証事業においては、耐力壁が十分配置されていることによって、接合部に応力が集中しなかったことから、接合金物のコストはルート 3 にしても 1 割程度の増加であった。ルート 1 とした場合もルート 3 とした場合もコスト面では大きな変化がないと言える。解析方法について、複雑な形態の建物に対し、部材・接合部を線形バネとし、弾性状態の解析とすることで負荷を減らすことができることがわかった。

（７）学校法人尾崎学園 つくし幼稚園／ライフデザイン・カバヤ（株）

木質感あふれる空間、4.1m の高い天井高、10m×7.28m の無柱空間、構造を分離した余剰空間、建て方工期 6 日の短工期が実現できた。幼児施設のみならず小規模大空間を必要とする建築用途や大規模施設の部分増築棟などに対し、本事業は極めて汎用性の高いモデルの実証となった。

採用した逆 T 字型スラブは構造構法的実用性が実証できた一方で、外装仕上げ、設備工事などでの設計上の課題が明確になった。

事業の実施に当たっては、別途規定した「CLT建築実証支援事業のうちCLT建築実証事業 助成金交付規程」「CLTを活用した先駆的な建築物の建設等支援事業 実施手続き」に沿って行った。各実証事業は助成金交付申請書の承認日から実施し、令和6年2月20日までに終了した。

表1.3.1
令和4年度 CLT活用建築物等実証事業 採択事業一覧

番号 (都道府県順)	応募者名 (建築主等)	応募者名 (協議会運営者)	応募事業名	実証の種類	CLTの主な使用方法	実証する内容	RC造、S造等他工法との比較にかかる提案	建設地	建築物概要	得られた成果概要	担当者氏名
1	SAI GROUP HOLDINGS株式会社 代表取締役 恵美須 健也	SAI GROUP HOLDINGS株式会社 代表取締役 恵美須 健也	『CLT CELL UNIT』によるCLT建築の普及拡大事業	低コスト	構造体	木造建築物の品質向上、施工方法単純化・工期短縮等によるコスト削減を企図し、昨年度までに、ユニット構造体『CLT CELL UNIT』(=CCUと略称)を用いた新工法開発に取り組み、二階建てモデル棟の設計実証および建築を実施した。今年度は、本工法によるCLTの低コスト化・安定供給に向けてCCUを規格化・標準化を進めるとともに、工法の普及に向けて、多層化や用途拡大、簡易な設計法の構築等の実証を行う。	製造者と連携して、CCUを規格化・標準化することにより、将来的に、量産・ストック(在庫)を前提とした価格設定が可能となる見込みである。また、現場での工期が短いため、CCUの供給をうけた施工者は同じ人員で多数の物件に対応可能となり、施工者不足による受注機会損失を減らす効果が期待できる。これらの効果を考慮の上で、RC造、S造による同規模建築物とのコスト及び工期比較を実施する。	佐賀県唐津市	用途:3階建て建築物(長屋) 構造:CLTパネル工法(ユニット工法) 階数:3階建て 延べ面積:335.325㎡ 工事種別:新築 竣工予定:令和5年12月	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すことが出来た。さらに、CCUの高耐久化による多層化建築への展開可能性を示すと同時に、2層以下の建築物でより更なる低コスト化CCU工法の実現可能性を示すことが出来た。	SAI GROUP HOLDINGS(株) 池田 浩二
2	(個人)	studio KOIVU一級建築士事務所 代表 坂口 友希夫	ウッドシティーを実現する都心木造CLTオフィスの建築によるCLTの低コストな安定供給に向けた実証	低コスト	構造体、部位・部品(非耐力壁)	都市部において、工場施工型の高耐力CLT壁+120幅ベースの軸組を用いた都心木造オフィスの標準的なモデルを建設し、CLTの低コストな安定供給について実証する。また、昨年度までの実証事業で開発した工法を用いることで、現場手間や誤差を軽減し、施工期間の短縮とコスト削減について実証する。さらに、同じエリアに木造建築を複数棟建てる計画(ウッドシティー)により、木造の街づくりについても実証する。	本事業で実証する建築物と同程度の建物をS造で建築した場合について、総コスト・工期・人工等で比較し、施工工程・手法、工場施工によるコスト削減等の課題を検討する。また、工場施工型高耐力CLT壁と規格化された木軸組によって、都心木造オフィスの標準モデルによって、他工法と遜色のない価格が実現可能となる。	愛知県名古屋	用途:事務所 構造:木造 階数:3階建て 延べ面積:98.55㎡ 工事種別:新築 竣工予定:令和5年3月	本事業で、都市部でCLTを用いたオフィスの標準モデルとしての仕様や実例を得ることが出来た。また、CLTの低コストな安定供給につながることを目的として、CLT工場の閑散期に量産できる工場施工型のCLT耐力壁製品の開発を行った。さらに、名古屋のターミナル駅近郊に位置するこの建物に外装ルーバーを設計し、木造建築群を計画するウッドシティー構想の第一弾として本建物の建築を行ったこと。	studio KOIVU一級建築士事務所 坂口 友希夫
3	銘建工業株式会社 代表取締役社長 中島浩一郎	銘建工業株式会社 代表取締役社長 中島浩一郎	大規模な建築物を想定した大量生産、大量輸送に対するCLTパネル生産の低コスト化等実証事業	低コスト	構造体 部位・部品(具体的に記載:床、壁、間仕切り、敷板)	大規模な大型建築物を想定した原木~CLT生産に於ける各サプライチェーンの検証を行う。原木確保:サンプリング試験体から目視・打撃調査等を実施し、選別出荷を行いコストと工程を検証する。輸送効率:選別出荷の有無による輸送効率の影響を比較検証する。ラミナ歩留:選別出荷丸丸からラミナを製材し適正ラミナ出現率の影響を比較検証する。CLT生産性:選別ラミナを用いて実際のCLT生産を行い、製造歩留への影響を比較検証する。低炭素化への貢献度:上記内容から、一連の作業に係る炭素消費の比較検証を実施。	他工法と比較してCLT工法は施工面積当たりのコストが高価と言われるが、CLT工法は材料費の占める割合が高い。そこで原木からCLT製造に於けるサプライチェーンを見直し、一般的なCLTの製造とコスト・工程等を比較し、製造における課題を分析すると共にCLTの低コストな安定供給に向けた提案を行う。又、不適合材よりCLTを製造し、未活用材を有効利用した新たな市場の開発を目的とした提案も行う。	大阪府	用途:展示館 構造:木造 階数:未定 延べ面積:未定 工事種別:新築 竣工予定:未定	本事業で、原木の強度測定により歩留まりが約10%改善し、製品単価では5%ほど(5千円程)下げられる可能性があることが分かった。また、CLTの生産性向上に伴って、製材からCLT製造に至るまでの炭素消費量は7%程度削減できることが分かった。未利用材CLTについては、曲がりや反り、および欠点を有するラミナを使用しても問題ない製造工程で、不適合材等未利用材CLTを製造した場合、原材料あたりの製品価格が上がり、将来的にはCLTのJAS製品の価格が下げられる可能性があることが分かった。	銘建工業株式会社 木質構造事業部 宮竹 晴
4	株式会社ウエスト ブランドプランニング 代表取締役 小西 啓介	島田治男建築設計事務所 島田治男	WFP本社工場新築工事の建築実証	建築、設計	構造体	海に面した敷地で、1階RCとすることで地域の津波等の防災拠点の役割を担い、2階構造体(屋根壁)にCLTパネルを使用し、地域材を用いた木質空間を囲まれたオフィス空間とコアリングスペースの空間を提案します。CLTの持つ魅力の発信と普及に努め、汎用性、普及性が高い工場とオフィスの組み合わせで、他の事業者の手引きとなるコスト管理と施工計画を実証し、作業環境や電気使用量の継続的な調査を行う。	他工法での類似の用途・規模の建築物の施工実績が豊富であり、本事業で実証するCLTを用いた建築物とRC造で建築した場合について、総コスト、工期、人工等を比較するとともに、本事業における材料調達、施工工程・手法等の課題を分析することが可能である。また、他工法と遜色のない価格の実現のために、工期と建物荷重を改善することで解決が可能と考えている。	香川県坂出市	用途:工場 構造:混構造 1階RC2階木造(CLT) 階数:2階建て 延べ面積:601.20㎡ 工事種別:新築 竣工予定:令和5年2月	本事業で得られた建設コストのデータは、他物件で計画する際に活用することが可能である。またRC造とCLTパネル工法のそれぞれの構造のメリットである部分を、最大限に利用し地域の魅力となる建築物を建築することができた。コストだけでなく、魅力的な空間や賑がりを持つ場を設けることで、地域社会においての役割を担い新たな情報を発信している事に繋がっていく。またコスト比較を明確に示したことで、またCLT建築物を設計、施工したことのない方への足掛かりとなり、香川県においての行政と連携、集材に関わる情報など、他物件においても同様の工法、内容が提案が可能であることが分かった。	島田治男建築設計事務所 島田治男
5	有限会社 ボルト 企画 代表取締役 大 河内 一利	ライフデザイン・カバヤ(株) 代表取締役 野津 基弘	(仮称)大宮区大門町テナントビル5階建てプロジェクト新築工事の設計実証	設計、性能	構造体	CLT中層建築の規格化・標準化を視野に入れ、共用部のコアを活用したBOX型の耐力壁により、CLTの高耐力化および設計の汎用化を行う構法を提案した。これを本施設に採用するが、現状ではBOX型耐力壁の接合部データが不足しており、実験により構造特性値を確認する。協議会において、接合部の最適納まり等を議論し、汎用性、低コスト化の検討を行う。	他工法と遜色のない価格を実現するために、工期および人工をベースにした生産性改善が必要と考えている。他工法での類似建築物の施工実績をもとに、本事業で実証するCLTを用いた建築物と総コスト、工期、人工等を比較する。また、本事業における材料調達、施工工程・手法等の課題を分析する。実証建築物の建築費は、同規模のRC造建物と比較し、CLT使用メリット、コスト削減に寄与する工事内容について検証する。	埼玉県さいたま市	用途:店舗兼事務所 構造:CLTパネル工法+S造+RC造 階数:5 延べ面積:1092.75㎡ 工事種別:新築 竣工予定:令和7年3月31日予定	中層テナントビルでコア部分に耐力壁を集約する計画の場合に、圧縮スラットに期待することでCLT耐震壁の接合部を一部省略しつつ高耐力を発揮させることができた。現状では非木造で計画されているコア集約型プランの様々な用途の建築物で、本事業のCLT耐震壁部分の考え方を適用できることを示せた。	ライフデザイン・カバヤ(株) F事業部 技術課 守谷 和弘
6	株式会社ゆうき 小田 耕二	株式会社ゆうき architects一級建築士事務所 堀越 ふみ江	株式会社ゆうき新社屋新築工事の建築、性能実証	建築、性能	構造体	本計画は壁・腰壁・垂壁にヒノキCLTを用いたCLT+パネル工法を用いた2階建ての社屋である。一般的なCLT+パネル工法の建物はルート1で設計されるが、制約が多いため閉鎖的に自由度の低い建物となりやすい。CLT+パネル工法のルート3として設計することで、自由な形式でより多様な空間を持った構造の事例となることを目指す。また、CLTを現た場合の意匠性を考慮したCLTの納まりを提案し、その構造的な特性について検証する。	本事業で実証する木造建築とRC造で建築した場合のトータルコスト、軟弱地盤における基礎のコスト、設計上の留意点、意匠的メリット、工期を比較する。	埼玉県久喜市	用途:事務所 構造:CLTパネル工法 階数:2 延べ面積:754.97㎡ 工事種別:新築 竣工予定:令和6年6月30日	CLT造のRC造に対するコストメリットは、基礎工事、杭工事、上部躯体の工期。また、内装仕上げを兼用しているためコストメリットが大きい。剛性はやや強軸方向が大きい。これらの差はドリフトピンに対する支点位置の違いが影響すると考えられる。本実証事業においては、耐力壁が十分配分されていることにより、接合部に応力が集中しなかったことから、接合部金物のコストはルート3にしても1割程度の増加であった。ルートとした場合もルート3とした場合もコスト面では大きな変化がないと言える。解析方法について、複雑な形態の建物に対し、部材・接合部を線形パネとし、弾性状態の解析とすることで負荷を減らすことができるとわかった。	株式会社 UENOA architects一級建築士事務所 堀越 ふみ江
7	学校法人尾崎学園 つくし幼稚園 理事長 尾崎 勝	ライフデザイン・カバヤ(株) 代表取締役 野津 基弘	平塚つくし幼稚園増築project	建築、設計	構造体	幼稚園施設認定こども園への移行に伴い新たに給食棟を構築することになり、給食室と幼児の食事室兼遊び場として高い天井高と木の香りがする広い空間確保のためCLT工法を採用し壁天井を並列して利用することになった。前述を実現するための構造計画 において、約9m×10mの大空間を天井に梁が出ない逆T字型スラブ及び、高い天井高確保のため軒高4.8mの平屋として部分的に別構造の余剰空間を設ける外郭構造を設計、建築実証する。	幼稚園施設本体がRC造2階建てとなっており、先ずはCLT建築との居住性の違いについて職員、幼児の日常を通して検証をたい。また圧倒的にRC造が多い幼児施設において、コンパクトな増築部から木造化する一つのモデルとなるプロジェクトであると考える。	神奈川県平塚市	用途:幼稚園 構造:CLTパネル工法 階数:1 延べ面積:143.23㎡ 工事種別:増築 竣工予定:令和6年2月末日	木質感あふれる空間、4.1mの高い天井高、10m×7.28mの無柱空間、構造を分離した余剰空間、建て方工期6日の短工期が実現できた。幼児施設のみならず小規模大空間を必要とする建築用途や大規模施設の部分増築などに対し、本事業は極めて汎用性の高いモデルの実証となった。採用した逆T字型スラブは構造構法の実用性が実証できた一方で、外装仕上げ、設備工事などで設計上の課題が明確になった。	ライフデザイン・カバヤ(株) 開発部研究開発課 藤本 和典

1. 3. 2 現地調査

各実証事業について、建設地や性能試験場所において検討委員会委員および事務局が現地調査を行った。委員所見について表 1.3.2 の No. 1～7 に示す。

(1) SAI GROUP HOLDINGS(株)

番号 (都道府県順)	1
実施者	SAI GROUP HOLDINGS(株)
協議会運営者	SAI GROUP HOLDINGS(株)
事業名	『CLT CELL UNIT』によるCLT建築の普及拡大事業
実証の種類	低コスト
建設地	佐賀県唐津市
現地調査	
時期	令和4年12月21日(水)
内容	現地調査
場所	建築現場
調査担当委員	鈴木淳一、山辺豊彦
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	<p>単位ユニット(下図)を構造躯体とした「CLT CELL UNIT」を平面的にも立面的にも配置することで多様化する建物や可変性に対応しようとする試みである。 接合部は低層の場合は木製の「蝶蟻」を採用している。</p> <p>CLTパネルを蝶蟻により接合するとともに、可搬性を考慮したプレファブユニットすることにより、建設現場での短工期を目指したものである。運搬車両や道路幅により制約が大きい日本においても、住宅等のプレファブ工法自体は珍しくはないが、ブラットフォームとして、鋼梁と床CLTパネルを用いることで、比較的自由的な空間構成を確保できるように工夫がなされている点は、ユニットの特長といえる。 低層の小規模建築物に対しては、CLTを現しとすることも可能であるので、建設コストの低減等を含めて、CLTの利用拡大のための一つの解となり得ると考えられる。 内装の仕上材により、建築物の印象が大きく変わることから、CLTパネルを荒鷲とせず、化粧板を用いた場合には、他のプレファブ工法とどのような違いを打ち出せるかが、普及のためのキーポイントとなりそうである。 外壁を後退させてガラスファサードとする手法は、外壁に対する防火上の要求を回避する方法として、多くの建築物で採用されているが、延焼防止上は悪手である。市街地等での建設を考える場合は、噴出火炎による加害・被害の両面を十分に配慮しておく必要がある。</p>
成果報告書に記載 を希望する内容ま たは今後検討を希 望する内容等	<p>単位ユニットを単体、並列配置、積層配置、自由配置させるなど、配置計画のバリエーションによって多様な建築に対応させることが可能となり、本事業者もモデル建物を建設し紹介する準備が整いつつある。 構造の特性に書かれているが、CELLの約4倍の面積を負担可能となっている事を目安として示すのは良いと思います。 積層した場合や平面的に自由に吹抜けが多い場合等に対応する場合や、その他などの注意点など、特に工務店に説明する場合、建方、施工手順、品質確保に対する説明を十分に。</p> <p>燃えしろ設計は、荷重を支持できる部分が十分に残存することを前提としている。最外層の強度に大きく依存するCLTパネルは、直交層が荷重支持に期待できないため、同一等級構成の集成材パネルやLVLパネルと比較して、燃えしろ設計には不向きな材料である。150mm程度の厚さのCLTパネルで中層建築物などを目指す場合には、片面を防火被覆することを前提とし、準耐火構造により実現できる範囲に対して適用を進めることが推奨される。これは、火災発生後の再利用性などを確保する点でも重要となる。</p> <p>耐火構造における防火被覆の施工上の困難性は、CLTパネルに限らず存在するが、他工法では既に一般普及している。風道・配管等の納まりや天井高の取り方や被覆の方法等を工夫し、効率的な施工方法を考案して、普及に進めていただきたい。</p>
その他	<p>建設業界は職人不足に対する課題から現場での作業を極力減らすことは必然だと思います。 このユニット化により工場でのプレビルドによってこの対策の一助になると思います。 設備計画の施工もプレビルド出来ると良いと思います。</p>

(2) (個人) /studioKOIVU 一級建築士事務所

番号 (都道府県順)	2
実施者	(個人) /studioKOIVU一級建築士事務所
協議会運営者	studioKOIVU一級建築士事務所
事業名	ウッドシティーを実現する都心木造CLTオフィスの建築によるCLTの低コストな安定供給に向けた実証
実証の種類	低コスト
建設地	愛知県名古屋
現地調査	
時期	令和5年1月19日(木)
内容	現地調査
場所	建築現場
調査担当委員	河合誠
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	<p>当物件は、金山駅から徒歩5分でJR・名鉄の列車から見える立地にある。用途は貸事務所で既に建築構造事務所がテナントとして決まっており オフィス兼モデルハウスの使われ方をする。提案内容は軸組の中に真壁的にCLTを用い 施工の省力化を図るべく柱とCLTをプレカット工場にて接合し一体としたパネルを建て起こす工法としている。建て方は足場を利用した簡易な走行クレーンを用いて狭小地での施工を行っている。柱桁等の軸材とCLTパネルの接合は、①柱の縦溝にCLTの一部をはめ込み接着ビス止め②CLTと柱をアングル金物でビス止め③柱に埋め込んだGIRが鑄造されたボックス金物を介して基礎および上階パネルに接合されている。この接合方法で水平せん断耐力が壁一枚当たり30KN(壁倍率換算で15倍)の性能を実験で確認されている。</p> <p>このように 軸組+CLT 狭小地での施工方法 立地を生かした建築用途 と幅広い提案を行っている。</p> <p>水平構面にプレースを一部用いているができればすべて木で設計できるよう検討していただきたい。さらに将来のリユースを考え接着剤を用いた接合部の対策及び分解方法なども研究していただきたい。</p>
成果報告書に記載 を希望する内容ま たは今後検討を希 望する内容等	<p>構造見学会では100名の見学者があったと聞いているが 見学者の反応について成果報告書に記載していただきたい。</p> <p>また今後の検討として壁パネルの合理化ないし耐力向上を検討して この方式でどの程度の規模及び階数が可能かシミュレーションを行い設計ルールの確立を行っていただきたい。</p>
その他	<p>この建築は口準耐で設計されているが 外周耐火構造と内部の木構造部の取り合いについて構造面・防耐火面で齟齬をきたさないガイドラインが必要である。</p>

(3) 銘建工業(株)

番号 (都道府県順)	3
実施者	銘建工業(株)
協議会運営者	銘建工業(株)
事業名	大規模な建築物を想定した大量生産、大量輸送に対するCLTパネル生産の低コスト化等実証事業
実証の種類	低コスト
建設地	-
現地調査	
時期	令和5年9月7日(木)
内容	工場視察
場所	銘建工業本社及びCLT工場
調査担当委員	青木 謙治
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	<p>銘建工業に限らず、日本国内で生産するCLTはJASの製造基準に従って構造利用を目的に製造されるため、ラミナの品質基準が厳しいのが現状である。そのため、国産材丸太からラミナを生産した場合には品質基準を満たさないラミナが一定の割合で出現し、それらの転用先が無いことが全体的なコストの上昇に結びついている側面もある。今回の銘建工業の取り組みは、このCLT製造におけるサプライチェーンを見直すとともに、不適合材としてはねられるラミナを有効利用する道筋を検討するものである。視察においては、ラミナの集積地において丸みを帯びたラミナが混じっている状況を見せていただいた。今後は、それらの出現割合を調べるとともに、この不適合材を用いて製造したnon-JAS品のCLTの用途を検討することであった。CLTの製造コスト削減は実需者にとっても非常にメリットが大きく、構造材以外での利用であれば、不適合ラミナでも十分活用することは可能である。将来的なJAS改正(造作用CLTの品目を作るなど?)も見据え、今回の取り組みが将来的な国産材の有効利用につながることを期待したい。</p>
成果報告書に記載 を希望する内容 または今後検討を希 望する内容等	<p>使用するラミナの品質に関する情報をきちんと整理して記載しておいていただきたい。原木の量に対して製造したラミナの量、その中での丸みのあるラミナの割合、ヤング係数の分布、密度の分布など、計測したデータを基本情報としてきちんと整理しておく、そのあとの用途検討などにも利用できるデータベースになるとと思われる。</p>
その他	

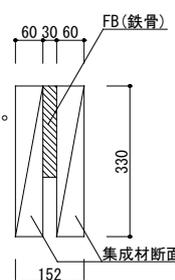
(4) (株)ウエストフードプランニング/島田治男建築設計事務所

番号 (都道府県順)	4
実施者	(株)ウエストフードプランニング/島田治男建築設計事務所
協議会運営者	島田治男建築設計事務所
事業名	WFP本社工場新築工事の建築実証
実証の種類	建築、設計
建設地	香川県坂出市
現地調査	
時期	令和5年10月11日(水)
内容	現地調査
場所	建築現場
調査担当委員	石川 敦子
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	1階は製麺工場でRCとし、2階はオフィスで屋根と壁にCLTを使用して建設中でした。海に面した敷地で、地域の防災拠点の役割も担うとのこと。道路から見上げると2階の木材が目に入り、オフィス内からは壁や屋根のCLTと海が同時に見渡せ、立地条件と建物の目的を勘案しつつ、木の良さを活かす工夫がされているように見受けられました。劣化が懸念される部分には表面に薄板を貼るとのことで、劣化にも配慮されていると思います。
成果報告書に記載 を希望する内容ま たは今後検討を希 望する内容等	CLTの接合部の納まりなど、今回抽出された課題について記載して頂けるとよいと思います。また今後、居住環境に関するアンケートや電気使用量データの結果が出ましたらお示しいただけるとよいと思います。
その他	

(5) (有)ポルト企画/ライフデザイン・カバヤ(株)

番号 (都道府県順)	5
実施者	(有)ポルト企画/ライフデザイン・カバヤ(株)
協議会運営者	ライフデザイン・カバヤ(株)
事業名	(仮称)大宮区大門町テナントビル5階建てプロジェクト新築工事の設計実証
実証の種類	設計、性能
建設地	埼玉県さいたま市
現地調査	
時期	令和6年1月31日(水)
内容	協議会参加
場所	オンライン会議
調査担当委員	石川敦子
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	5階建てテナントビルの設計実証で、現地調査は協議会に参加する形で、構造に関する検討状況について詳細な説明がありました。当初の計画からの変更点がいくつか見受けられたので、変更点を整理し、参画している学識経験者の意見等を勘案して進めて頂ければと思います。当初計画していたCLT材による環境配慮ルーバーは、ガラスの内側にCLTを設置する形に変更されたとのことでした。これにより、雨等の直接の影響は無くなりましたが、時間とともに割れが目立ってくる場合があるので留意して頂ければと思います。
成果報告書に記載 を希望する内容ま たは今後検討を希 望する内容等	事業を進める中で抽出された課題等(特に計画変更に至った要因等)があれば、記載して頂ければと思います。
その他	

(6) (株)ゆうき/(株)UENOArchitects 一級建築士事務所

番号 (都道府県順)	6
実施者	(株)ゆうき/(株)UENOArchitects一級建築士事務所
協議会運営者	(株)UENOArchitects一級建築士事務所
事業名	株式会社ゆうき新社屋新築工事の建築、性能実証
実証の種類	建築、性能
建設地	埼玉県久喜市
現地調査	
時期	令和6年2月7日(水)
内容	現地調査
場所	建築現場
調査担当委員	山辺豊彦、河合誠
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	<p>当建物の設計主旨は、「渦」であり3つの流れ(人・農・働)が渦状に関係し合い、そのまま形態を表現している。間取りを決定する壁はRC部分と大多数の壁がCLTで構成され敷地高低差をそのまま建築空間に取り入れている。壁配置はグリッド上にはなく2層分の高さを持った壁もあり高さの違う壁どうしを屋根版と梁が結合させている。技術的にはレベルの違う壁を設計通りの高さ・位置に設置するために調整機能を持った金物が採用され かつすべて現わしの為にドリフトピン接合としている。床根太および垂木は集成材の2枚合わせでスパンの飛ぶ部分は中央にフラットバーを入れて強度・剛性を高めている。施工手順は建物を8ブロックに分けて一ブロックが固まれば次のブロックに進むように計画されている。</p> <p>この建物はすべての面でかなり難易度が高く特に構造計画及び構造解析には今までにない苦勞が感じられた。部材加工についても同様であったと推察される。</p> <p>このような難易度の高い建築は新しい技術を生み出し次の物件に生かされることを期待する。</p> <p>平面計画、立面計画共に自由度の高い変化に富んだ計画となっている。平面は全体的に「渦」のような形式となっており、レベルの異なる壁頂部間はジョイストで結ぶ形状となっている。</p> <p>ヒノキCLTパネル工法 2層建ての社屋のため、2層分高さの大版CLTパネルを使用し、壁パネル勝ちの納まりとなっている。</p> <p>構造計画は、不整形な形状のため3次元立体モデルとして扱う。</p>
成果報告書に記載 を希望する内容 または今後検討を希 望する内容等	<p>ジョイストは、右図のように複合梁で中央鉄骨(30x200)と両サイド集成材(60x330)2材となっている。</p> <p>構造設計はルート3で立体解析は接合部にバネを考慮しているとのこと。</p> <p>接合部は意匠性に配慮し、CLTパネル内に納める工夫をしている。</p> <p>2層分の高さのCLT壁パネルのため、壁勝ちの納まりとするため、施工時の建方の施工手順の検討結果を示して欲しい。(仮設計画等含む)</p> <p>かなり高いレベルが要求される 設計から施工に至る意思決定プロセスを記載いただきたい。</p> <p>また計画段階で妥協した内容があればそれも記載いただきたい。</p> 
その他	<p>審査機関(BCJ)との打合せで、ルート3保有耐力の算出予定だったが、実験データ不足で$D_s=0.7$位として、その程度まで許容応力を確認しているとのこと。</p> <p>地盤の状況からくる交通振動を確認し、対策が必要であれば講じていただきたい。</p>

(7) 学校法人尾崎学園つくし幼稚園/ライフデザイン・カバヤ(株)

番号 (都道府県順)	7
実施者	学校法人尾崎学園つくし幼稚園/ライフデザイン・カバヤ(株)
協議会運営者	ライフデザイン・カバヤ(株)
事業名	平塚つくし幼稚園増築project
実証の種類	建築、設計
建設地	神奈川県平塚市
現地調査	
時期	令和6年1月9日(火)
内容	現地調査
場所	建築現場
調査担当委員	青木謙治
委員所見	
調査内容に対する 所見・指導事項	<p>幼稚園の増築部分(給食用の厨房+食事エリア)を、CLTを活用した構造としている。屋根構面が長尺のCLTと集成材の逆梁によって構成されており、室内側からはフラットなCLTの現わしの天井が見えるようになっている。これは利用者側からは室内空間が広く見えて好評だろう。逆梁の屋根についてはこれまでに2、3の実施例があるらしく、ノウハウが蓄積されつつあるとのこと。ただし、CLTと集成材梁が嵌合接合で鉛直方向にも水平方向にもせん断抵抗するような複雑なプレカット加工をしているようで、この部分の加工手間(及びそのコスト)が建設費に響くのではないかという懸念を持った。より簡便な施工方法で同等の性能が得られる構法への転換などが今後の課題になるかもしれない。また、耐力壁にもCLTを採用し、壁端上下部分の金物接合で上下横架材に緊結し、この数少ないCLT壁のみで水平力に抵抗可能な構造とのことであった(平屋だったので地震力自体が小さいため)。室内側に化粧用のラミナを追加で張り合わせた化粧用CLT?ともいえるものを採用しており、天井面と合わせて木材の優れた美粧性を前面に出した計画だと感じた。工事は竣工時期に合わせて最終の仕上げ段階に入っており、概ね計画通りに進捗しているようである。</p>
成果報告書に記載 を希望する内容ま たは今後検討を希 望する内容等	<p>屋根部分が既に仕上げまで施工完了しており構造詳細が見られなかったため、施工途中の写真などで材料の取り合いや接合詳細、あるいは配管工事や仕上げを施工している状況などを詳しく写真付きで紹介して頂きたい。CLT壁の施工写真も同様に接合詳細や施工過程を詳細に記録して頂きたい。</p>
その他	特になし。

1. 3. 3 専門家派遣

実証事業の実施にあたって実施者または担当者は、コスト縮減や普及といった課題の解決に取り組むために必要な関係者が集まる場を設け、技術的内容について専門家の意見を聴く場合に限り、専門家（以下「専門家委員」という。）の指導を住木センターに要望することができるものとした。なお、本年度の派遣実績としては3件であった。

1. 3. 4 各実証事業の講評とまとめ

本年度実施した7件について、検討委員会で講評を行った。委員から出された意見等を以下に記す。

(1) SAI GROUP HOLDINGS(株)

- ・CLT CELL UNITはトラックに積めるような立体形になっており、平面や立面的に繋げていけるように規格されている。
- ・工場にてプレビルドをし、今後の職人不足の一つの解決策として新たな仕組みづくりがなされている。システムとしての設計が進められている。
- ・垂れ壁が多く出てきているので、配管類をどうするのか、階段室が小さいなどの課題を今後解決し、普及に繋げていっていただきたい。

(2) (個人) /studio KOIVU 一級建築士事務所

- ・CLT 壁パネルと柱を予め工場にて一体化し、建方時に搬入し取り付けるという施工の合理化を図った事例である。
- ・金山駅付近の賑やかな場所に建てられており、ウッドシティの第一弾として広告塔になるような建築物となっている。
- ・CLT 耐力壁の更なる合理化を期待したい。

(3) 銘建工業(株)

- ・CLTはラミナが選別され品質良く生産している現状があるため、歩留まりが低い傾向にある。全体のコストを下げるためには、今回の実証事業にあるような丸みを帯びているものだったり、曲がりがあるようなものなども使えるようにすると、全体のコストを下げることに繋がる。そういったことを実際に試作してみてどういう結果になるのか分析しており、材料の生産コストが今後下がることを期待する。

(4) (株)ウエストフードプランニング/島田治男建築設計事務所

- ・夜になると内部の光が外に漏れ、木造らしい雰囲気や道路側から見ることで、通行人に木の温かみが伝わり、CLTの普及に繋がる建物である。
- ・現しになっている部分で雨がかりがあるが、バルコニーの防水処理など配慮されていた。
- ・屋根勾配が大きいので、2階の水平構面は水平ブレースでスラストに対処している。

(5) (有)ポルト企画／ライフデザイン・カバヤ(株)

- ・当初の計画では環境配慮型ルーバーを用いて、外部に CLT を使うというようなことだったが、CLT の外部現しは取りやめガラスの内側に CLT を配置するようになっていた。仕様変更などの経緯が報告書にはまとめてあり参考となる。
- ・鉄骨梁が引張に期待しなくてよく、圧縮ブレース的な使い方になっているため、強度の高い引張接合部は不要になったと思われる。目標性能全体の中で荷重変形グラフをみると CLT 耐力壁の占める割合が高いため、効果的に CLT が使用できている。

(6) (株)ゆうき／(株)UENO architects 一級建築士事務所

- ・CLT 壁を渦状に配置していき変化に富んだ建築が計画されていた。施工がスムーズに行えるように、渦状の CLT 壁パネルを通して建てたのち、各部の収まりを計画していったと説明があった。構造設計に関しても、立体解析を行ったり、集成材と鉄骨の複合梁を用いたり非常に難易度が高い案件で、実際に建築できたことが普及に繋がる。
- ・ルート 3 での設計だが、保有耐力を算出することが実験データが不足していたりと困難なだったため、Ds の値を 0.75 と仮定し弾性域にとどまっていることを審査機関に説明し許可が下りた。
- ・これほど難易度の高いものに挑戦し、建築まで成功させたのは、意匠設計をされた方の指導力があってこそだと現地調査をした際に感じた。

(7) 学校法人尾崎学園 つくし幼稚園／ライフデザイン・カバヤ(株)

- ・スプライン接合のような、加工が複雑でコストが掛かる接合は避けるため、CLT 同士を箆合させるような横方向の接合を試みた取り組みである。
- ・建て方の工期も 6 日間と短く、全体として設計の合理化、コスト的にも有利になっている。

1. 4 成果の普及

1. 4. 1 成果報告会

実施事業の成果は下記の成果報告会において報告した。本年度は提案事業が多いことから、2日間の開催とした。成果報告会では、「CLT建築物事例集2022」、「CLT建築物事例集2023」を配布するとともに、学識関係者と本年度の実施者を交えたパネルディスカッションを開催し、本事業の成果の普及に努めた。開催概要は(1)(2)の通り。

(1) 令和4年度 成果報告会タイトル：一低コストで普及性の高いCLT建築を目指して一

開催日：令和5年3月6日(月) 13:00~16:20

令和5年3月7日(火) 13:00~16:10

会場：木材会館(東京都江東区新木場1-18-8)

報告形式：会場参加+WEBを用いたオンライン報告会

定員：100名(対面)+1000名(WEB)(※各日)

(2) 令和5年度 成果報告会タイトル：一地域から広がる、CLT建築を目指して一

開催日：令和6年3月4日(月) 13:00~16:30

令和6年3月5日(火) 13:00~16:30

会場：東京大学弥生講堂 一条ホール(東京都文京区弥生1-1-1)

報告形式：会場参加+WEBを用いたオンライン報告会

定員：100名(対面)+1000名(WEB)(※各日)

CLTを活用した建築物等実証事業(食料・福祉・医療)成果報告会
公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 講演会 合同開催
- 地域から広がる、CLT建築を目指して -



CLT(交叉集成材)は木造建築の可能性を広げるものとして期待されています。令和3年3月には国から「CLTの普及に向けた新ロードマップ」として、令和7年度までの5年間のCLT普及方針が示され、CLTの一層の需要拡大の取組が図られています。こうした中、研究機関や民間事業者においては国等の支援も活用しながら様々な取組が進められ、CLTを活用した建築物は令和3年度に1,000件を超える見込みです。当センターでは平成26年度から林野庁補助事業「CLTを活用した建築物等実証事業」において、CLTの実用化に向けた取組を進めており、本成果報告会では、令和5年度における実証事業の成果を広く報告することにより、CLTの一層の普及推進を図ります。

日時 令和6年3月4日(水) 13:00~16:30
令和6年3月5日(木) 13:00~16:30
(各回とも12:30開場 両日共)

会場 東京大学弥生講堂一条ホール
東京都港区弥生1-1-1 東京大学弥生校舎

定員 企業 参加費 100名 WEB 参加費 1,000名
※WEB参加費はインターネット経由(登録)で参加できるが、登録完了後1週間以内に入場券を印刷して持参する必要があります。
※会場:WEB参加費は、印刷券を印刷し、印刷券を1枚1,000円から発行させていただきます。

参加費 企業参加費 印刷券 WEB 共に無料

説明資料 印刷券 開催当日、受付で配布いたします。 WEB参加費 開催日の前日までに、説明資料をメールにてお送りいたします。

お申し込み 受付開始 令和6年2月2日(月)より
以下のURL QRコードからお申し込みください。
<https://forms.gle/poFCywjAdVQ3pOxQ>



プログラム

令和6年3月4日(水) 13:00 ~ 16:30

13:00 開会 主催者 実業家等

13:10 1 山の事業の集約化実証事業の設計・建築実証 株式会社建設院(内閣府大臣官舎設計事務所設計事務所)
2 株式会社ゆうき 新築実証事業の建築、内装実証 株式会社ゆうき株式会社/ENDA architect 一般建築士事務所
3 株式会社CLTプロダクト 設計実証 株式会社CLTプロダクト/株式会社CLTプロダクト/株式会社CLTプロダクト
4 株式会社CLT実証事業 プロジェクト 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
5 株式会社 株式会社CLT実証事業 プロジェクト 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
6 株式会社CLT実証事業 プロジェクト 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
7 株式会社CLT実証事業 プロジェクト 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
8 株式会社CLT実証事業 プロジェクト 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業

14:30 休憩(10分)

14:40 1 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
2 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
3 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
4 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
5 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
6 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
7 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業
8 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業

16:30 閉会

令和6年3月5日(木) 13:00 ~ 16:30

13:00 開会

13:10 1 CLTによるスリット屋根をもつ複層リッジ実証建築物の設計・建築実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
2 BIM-CAD-CAM連携によるCLTの加工実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
3 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
4 CLTによるスリット屋根をもつ複層リッジ実証建築物の建築実証 株式会社CLT実証事業
5 複層リッジ実証建築物の建築実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
6 CLTによるスリット屋根をもつ複層リッジ実証建築物の建築実証 株式会社CLT実証事業
7 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業
8 株式会社CLT実証事業の建築実証 株式会社CLT実証事業/株式会社CLT実証事業

14:40 休憩(10分)

14:50 パネルディスカッション(90分) - 地域から広がる、CLT建築を目指して -
コーディネーター 内閣府大臣官舎設計事務所 建築 内閣府
本島 隆夫 株式会社CLT実証事業 建築 株式会社CLT実証事業
石川 隆子 株式会社CLT実証事業 建築 株式会社CLT実証事業
堀 幸一 株式会社CLT実証事業 建築 株式会社CLT実証事業

16:30 閉会

お申し込み 受付開始 令和6年2月2日(月)より
以下のURL QRコードからお申し込みください。
<https://forms.gle/poFCywjAdVQ3pOxQ>

お問い合わせ: CLTを活用した建築物等実証事業成果報告会事務局(株式会社ワン・プロデューサー)
mail clt@wan-produce.jp

1. 4. 2 展示会への出展

これまでの実証事業の成果や、CLTを用いた建築物等の普及のため、展示会へ出展し、「CLT建築事例集」や「CLT活用建築物等実証事業パンフレット」等を来場された方に配布し、普及に努めた。出展した展示会は以下のとおり。

展示会タイトル：非住宅 木造建築フェア 2022

開催日：令和4年6月16日(木)～6月17日(金)

会場：東京ビッグサイト(東京都江東区有明3-11-1)

展示会タイトル：建材EXPO(大阪)

開催日：令和4年9月28日(水)～9月30日(金)

会場：インテックス大阪(大阪府大阪市住之江区南港北1-5-102)

展示会タイトル：建材EXPO(東京)

開催日：令和4年12月5日(月)～12月7日(水)

会場：東京ビッグサイト(東京都江東区有明3-11-1)



1. 4. 3 成果報告の構成について

次項より、各実施者において作成した成果報告を掲載する。成果報告は表 1.4.2 の構成から成る。

表 1.4.1 成果報告の構成

項目	内 容		様 式
1	建築物の仕様一覧	建築物の概要、CLT 等の仕様、仕上、構造、防耐火、施工、工程、体制について記載。	指定様式 1 ページ(表 1.4.2)
2	実証事業の概要	事業で取り組んだ建築物の概要、実施体制、実証方法、成果等を簡潔にまとめたもの。	指定様式 4 ページ(成果報告会配布資料と同じ)
3	成果物	試験結果、設計図面、設計手引き、施工レポート 等、それぞれの事業で取り組むこととしたものの具体例。	任意様式

表 1.4.2

事業名			
実施者（担当者）			
建築物の概要	用途		
	建設地		
	構造・工法		
	階数		
	高さ（m）		
	軒高（m）		
	敷地面積（㎡）		
	建築面積（㎡）		
	延べ面積（㎡）		
	階別面積	1階 2階 3階	
CLTの仕様	CLT採用部位		
	CLT使用量（m ³ ）		
	壁パネル	寸法	
		ラミナ構成	
		強度区分	
		樹種	
	床パネル	寸法	
		ラミナ構成	
		強度区分	
		樹種	
	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）		
	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		
仕上	主な外部仕上	屋根	
		外壁	
		開口部	
	主な内部仕上	界壁	
		間仕切り壁	
		床	
	天井		
構造	構造計算ルート		
	接合方法		
	最大スパン		
	問題点・課題とその解決策		
防火	防火上の地域区分		
	耐火建築物等の要件		
	本建築物の防火仕様		
	問題点・課題とその解決策		
温熱	建築物省エネ法の該当有無		
	温熱環境確保に関する課題と解決策		
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	
		外壁	
床			
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		
	建て方における課題と解決策		
	給排水・電気配線設置上の工夫		
	劣化対策		
工程	設計期間		
	施工期間		
		CLT躯体施工期間	
	竣工（予定）年月日		
体制	発注者		
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		
	構造設計者		
	施工者		
	CLT供給者 ラミナ供給者		

2 成果報告

2. 1 SAI GROUP HOLDINGS(株)

2. 1. 1 建築物の仕様一覧

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		
	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 ²)	-		
	建築面積(m ²)	308.5		
	延べ面積(m ²)	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 ³)	加工前製品量: 115.7727 m ³ 建築物使用量: 104.7456 m ³		
	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	樹種	スギ	
		寸法	-	
		ラミナ構成	-	
	天井パネル(施工用)	強度区分	-	
		樹種	-	
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 ³) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする	130.96 m ³ (つなぎ梁、柱 37.9651 m ³ 、床・天井下地材 28.6548 m ³ 、 床合板 46.9930 m ³ 、壁下地材 17.36 m ³)		
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 Pb t9.5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なルート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。		
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、ユニットの高耐久化が求められる。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 ² 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30dB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	CLT躯体施工期間	2023年11月～2024年2月: 建設工事(概略計画予定)	
			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			

2. 1. 2 実証事業の概要

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		
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 ³ ）	加工前製品量 115.7727 m ³ 、加工後建築物使用量 104.7456 m ³		
CLT を除く木材使用量（m ³ ）	130.96 m ³		
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	未定		

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（オープンプログラクト）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、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	……	30
2. 実証事業の設定課題	……	31
3. 事業実施体制	……	32
4. CCUの規格化・標準化	……	33
5. 低コスト化CCU開発	……	43
6. 高耐力CCUの開発	……	49
7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討	……	80
8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発	……	92
9. まとめ	……	95

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

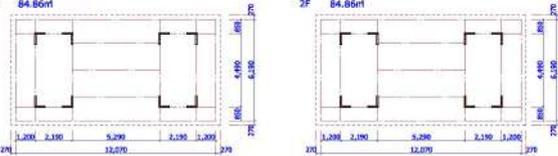
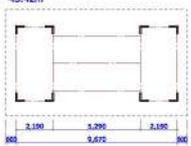
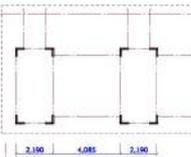
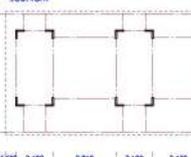
CCU事業において、製造企業と連携（アライアンス）協力をして、CCUラインアップの整理を行い、規格化・標準化を進めた。添付I-3にCCU建設可能ラインアップ、添付I-4に2022年度配置限定一般評定モデルを示す。

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 ⁴ （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

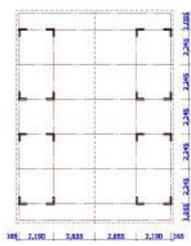
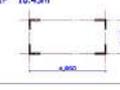
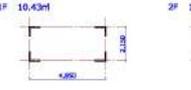
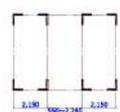
2022開発モデル	高耐力CCUモデル	多層化推進
	低コスト化CCU（木質化）モデル	低層（2層以下）木質化推進

4. CCUの規格化・標準化

添付I-3

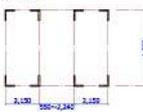
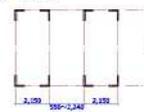
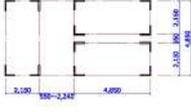
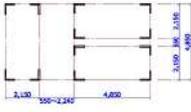
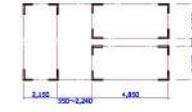
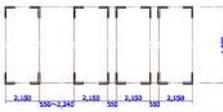
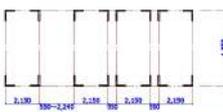
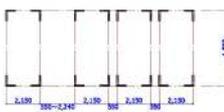
2022 CCU建設可能ラインナップ 1							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
種別	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	構造計算	
木造申請型 柱を付加 Cell上部は 木軸組	Under50 木造申請型 →2020 木造申請型→ 50㎡未満で木造軸組構法で申請 Cellの奥の内に90°柱を8本付加 Cell上部に軸組のみ形成する	1	1~4	L4580, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	 平屋建て50㎡以内 フリープラン Cell上で軸組のみ構成	ルート1 木造軸組	構造計算	
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 周部に付加部分で構成	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 490間隔スラブの最大長さ	平屋における傷心	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

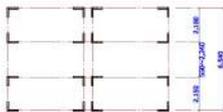
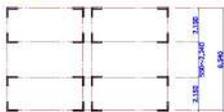
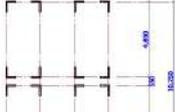
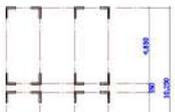
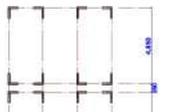
2022 CCU建設可能ラインナップ 2							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
種別	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	申請ルート	構造計算	
ルート2申請型 Cell上部に 梁台を設け 木製トラスで Cellを設け	Open Frame →2021平屋建てルート2申請型→ 4Cellを使用した大空間 水平梁を用いた木製トラス構造	1	4	L4580, W2280, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	1F 129.22㎡ 	ルート2	構造計算書提出 基礎設計 外壁・屋根等	
一般評定型 規定 2022 Cell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 壁幅は500系を標準としながら縦横 最小間隔550mm 自由間隔550mm→2240mmまで12形式あり	1	1	L4580, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500)	1F 9.65㎡ 	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 2層 Ten×2	2	2	L4540, W2240, 木部H2630 壁幅; 500系 (410-500) 700系 (610-610)		ルート3	評定書添付	
	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

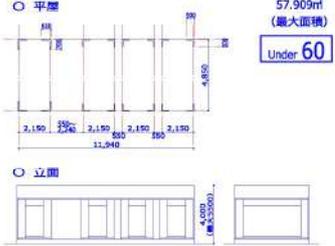
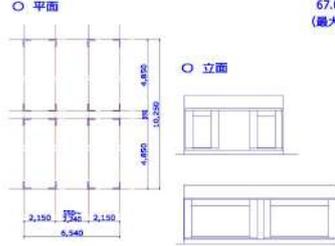
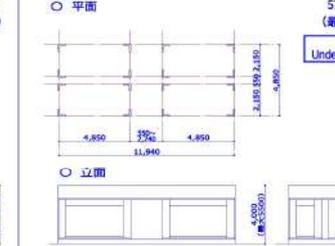
2022 CCU建設可能ラインナップ 3							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
品名	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	中核ルート	構造計算	
一般評定型 標準 2022 Cell上部は CLTスラブで接続	2 Cell 2階建て	2	4	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 63.44㎡ 1F 31.72㎡  2F 31.72㎡ 	ルート4	評定書添付	
	3 Cell 平層 Under50	1	3	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 44.81㎡ 	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㎡ 	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

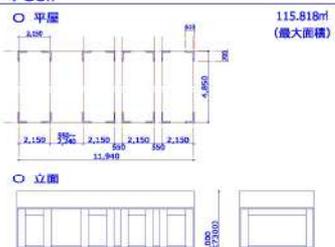
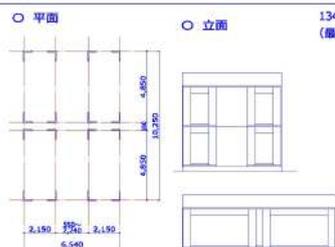
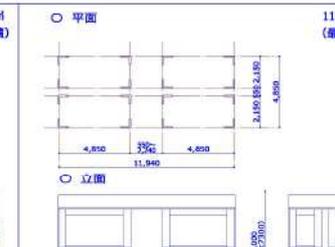
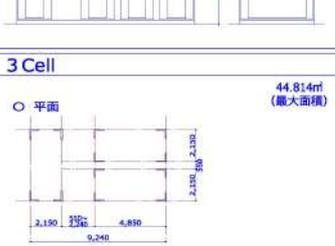
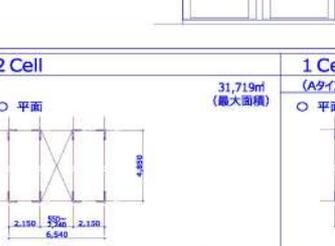
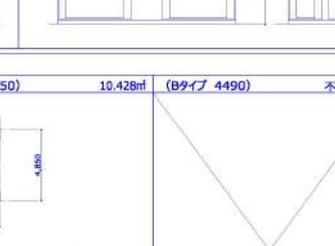
2022 CCU建設可能ラインナップ 4							2022年12月 SAI GROUP HOLDINGS(株)	
品名	名称/解説	階数	Cell数	Cellタイプ / モデル名	プラン	中核ルート	構造計算	
一般評定型 標準 2022 Cell上部は CLTスラブで接続	4 Cell 平層 Under70	1	4	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 500系 (410-500) 700系 (610-610)	1F 67.04㎡ 	ルート3	評定書添付	
	4 Cell 2階建て	2	8	L4940, W2240, 木部H2630 壁幅: 700系 (610-610)	延べ面積 63.44㎡ 1F 67.04㎡  2F 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㎡ 	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						
限定一般評定 <ul style="list-style-type: none"> ○ 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 ○ 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 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 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 ○ 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 ○ 各配置パターン間の総間隔が2,240mm（芯々）の間隔は550mm～2,240mmの間で任意に設定することができる ○ 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 ○ Cellの配置された構面以外に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 				
Cellの配置パターン（平屋） <ul style="list-style-type: none"> ○ 平屋では2種類の壁構のCellを使用することができる ○ 500系： 厚みが50mmの小口開口を大きくすることが可能なタイプ ○ 700系： P/Fピンを9枚とした高強度タイプ ○ 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 						
平屋	4 Cell <ul style="list-style-type: none"> ○ 平屋  <p>57.909㎡ (最大面積) Under 60</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>67.035㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>57.909㎡ (最大面積) Under 60</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>44.814㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>31.719㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <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						
Cellの配置パターン（2階建て） <ul style="list-style-type: none"> ○ 2階建て建築では6種類の配置パターンが可能 ○ 全て700系の高強度型Cellを使用する ○ 700系Cell： 壁幅610mm（見付610～700）、P/Fピンを9枚とした高強度タイプ 						
2階建	4 Cell <ul style="list-style-type: none"> ○ 平屋  <p>115.818㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>134.070㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>115.815㎡ (最大面積)</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>44.814㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <p>31.719㎡ (最大面積)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○ 平面 ○ 立面  <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**
 - 屋根スラブ取付金を使用 (標準)
 - Cell どうしは t150 CLT スラブで接続
 - スラブの継ぎはスプライン継ぎを行う
- 基礎**
 - 実台下引げ土留地盤断面
 - 事例: ベタ基礎 (フラット型)
 - 基礎は地盤定内において設定は自由
 - 隣接ごとに地盤調査の上構造設計を行う事
 - Cell の張り出しは地中埋定を要する事
 - 既定のアンカー(多軸Cell)につきは地中埋定の事
 - 基礎の検討のため、Cell 12角前後に基礎調査などの地味を推奨

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
 - 既定は t150 (S90・3・3) 固定 (各Cell 12角)
 - 12角以上固定は t150 により地中埋定を要する
 - 既定は t150 (S90・3・3) または専用のビスで固定
- 1階用Cell**
 - 屋根スラブ取付金を使用
 - Cell どうしは t150 CLT スラブで接続
 - スラブの継ぎはスプライン継ぎを行う
 - 既定のアンカー(多軸Cell)につきは地中埋定の事
 - 基礎の検討のため、Cell 12角前後に基礎調査などの地味を推奨
- 基礎**
 - 実台下引げ土留地盤断面
 - 事例: ベタ基礎 (立上り型, t150・270)
 - 基礎は地盤定内において設定は自由
 - 隣接ごとに地盤調査の上構造設計を行う事
 - Cell の張り出しは地中埋定を要する事
 - 既定のアンカー(多軸Cell)につきは地中埋定の事
 - 基礎の検討のため、Cell 12角前後に基礎調査などの地味を推奨

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

CLT CELL UNIT工法

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**
 - 屋根スラブ取付金を使用 (標準)
 - Cell どうしは t150 CLT スラブで接続
 - スラブの継ぎはスプライン継ぎを行う
- 基礎**
 - 実台下引げ土留地盤断面
 - 事例: ベタ基礎 (立上り型, t150・270)
 - 基礎は地盤定内において設定は自由
 - 隣接ごとに地盤調査の上構造設計を行う事
 - Cell の張り出しは地中埋定を要する事
 - 既定のアンカー(多軸Cell)につきは地中埋定の事
 - 基礎の検討のため、Cell 12角前後に基礎調査などの地味を推奨

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 $\geq 35/100$

とスラブの張り出し可能範囲

- 確実とも張り出し650mm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

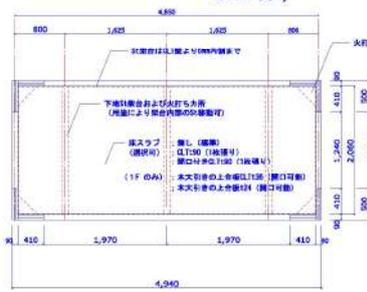
4. CCUの規格化・標準化

添付I-4

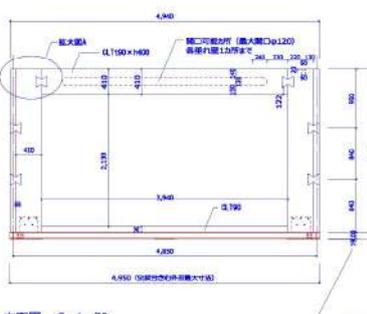
2022 限定的一般評定 概要書 5		新規格Cell (220128)	
限定的一般評定	Aタイプ (500系柱幅) 標準型Cell Aタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell		

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 (水平構架) 又は床得度台を設置する (建物としての水平剛性の確保)
 - Cell上部が梁台の場合、建物の外周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、建物の外周に面する部分は360mm以上のCLT190を設す
 - Cellの天板にCLTを設する場合はCLT190を蒸し込み、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
- 床版はCLT190長辺ラミナ方向の1枚置を標準とする
 - 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る。 (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CLT90をスラブとして各Cellを連結、接合する

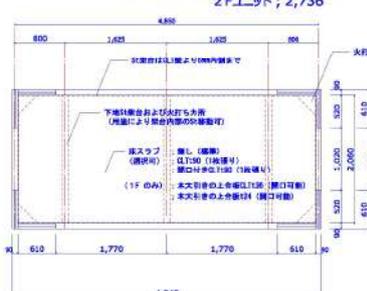
CCU 2022	限定的一般評定概要	2240×4840×h2630 (2740) Aタイプ 壁幅500系	2022 限定的一般評定型 Cell 規格仕様 -1	1/50	A-	SAI GROUP HOLDINGS(株) 230211
----------	-----------	------------------------------------	----------------------------	------	----	------------------------------

添付I-4

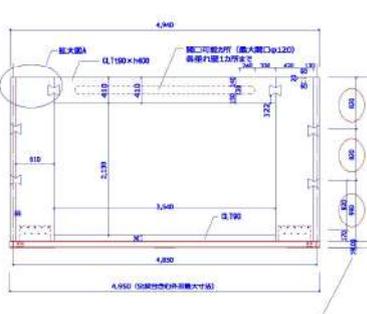
2022 限定的一般評定 概要書 6		新規格Cell (220128)	
限定的一般評定	Bタイプ (700系柱幅) 高強度型Cell		

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 (水平構架) 又は床得度台を設置する (建物としての水平剛性の確保)
 - Cell上部が梁台の場合、建物の外周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、建物の外周に面する部分は360mm以上のCLT190を設す
 - Cellの天板にCLTを設する場合はCLT190を蒸し込み、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
- 床版はCLT190長辺ラミナ方向の1枚置を標準とする
 - 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る。 (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CLT90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	2240×4840×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	共通	
		B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					
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	
□ 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	
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					
Cellの連結					
<input type="checkbox"/> 屋根スラブの接続 (屋上を使用しない場合)		<input type="checkbox"/> 上下階の接続		<input type="checkbox"/> 2階床レベルのCell間の接続	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 屋上階でのCell間の接続はCLTスラブ (t90) により行います ○ 屋上階でのCell間の接続はCLTスラブにより行います ○ CLTスラブの継ぎ目や開口位置には規定があります ○ 壁や土台 (ST) の接続は自由に行ってください 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 上下階のCellの接続は専用金物により行うこと ○ 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 ○ 2階床レベルのCell間の接続 <ul style="list-style-type: none"> ○ 2階床スラブでCell間の接続はCLTスラブ (t90) により行う (素材は不要) ○ 2階Cellどうしの接続は不要となります ○ 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 			
<input type="checkbox"/> 基礎との接続		<input type="checkbox"/> 基礎との接続		<input type="checkbox"/> 基礎との接続	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 基礎とCellとの繋結は所定のアンカーにより固定します。 ○ 固定場所は各Cell4カ所、親子フイラーを使用します。 ○ 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。 ○ 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 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 基礎とCellとの繋結は所定のアンカーにより固定します。 ○ 固定場所は各Cell4カ所、親子フイラーを使用します。 ○ 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。 ○ 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 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 基礎とCellとの繋結は所定のアンカーにより固定します。 ○ 固定場所は各Cell4カ所、親子フイラーを使用します。 ○ 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。 ○ 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 	
耐風梁の設置 (Cell上部にSt架台を設置する場合のみ)					
<ul style="list-style-type: none"> ○ 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。 ○ 耐風梁のサイズは以下 <ul style="list-style-type: none"> ・短辺方向 ; 集成材90×90 (おしゅうあかまつ) ・長辺方向 ; 集成材150×h90 (おしゅうあかまつ) ○ 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 					
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

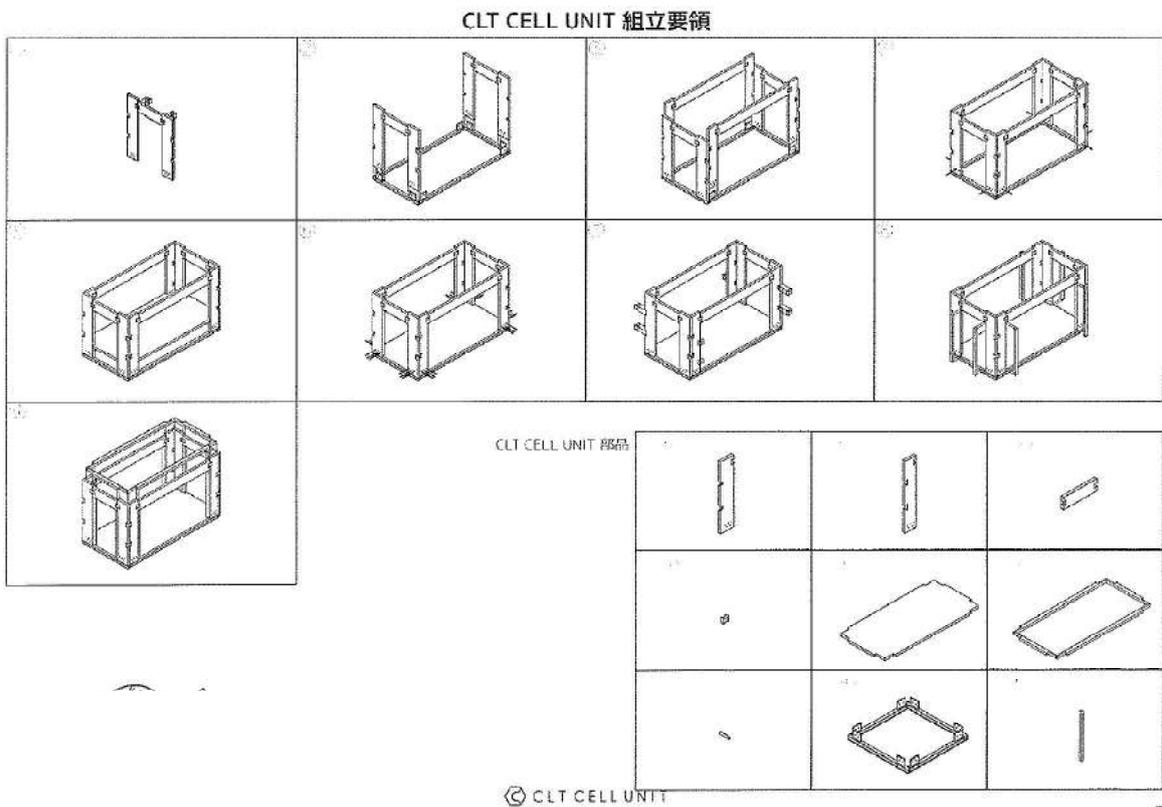
4. CCUの規格化・標準化

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

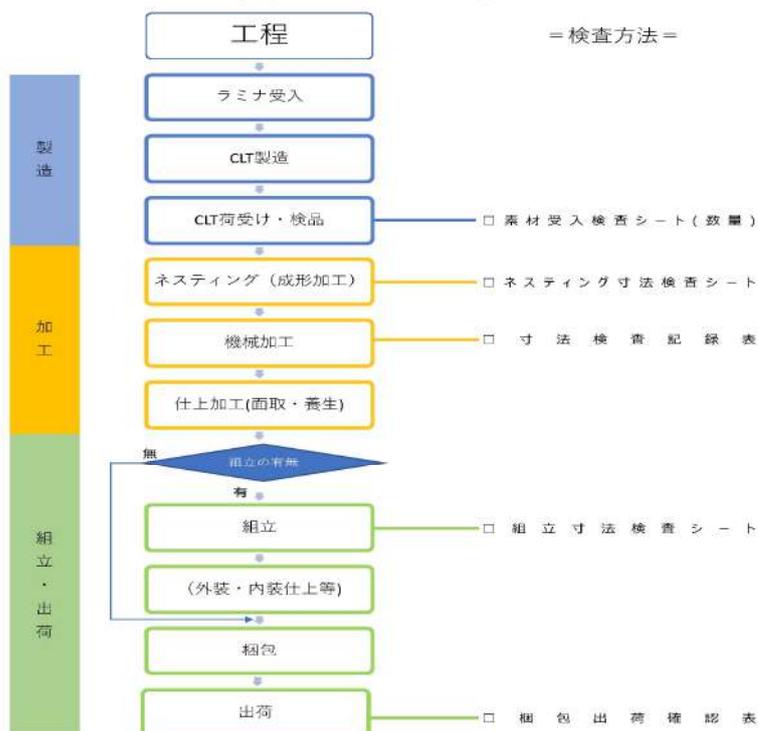
『CLT CELL UNIT』の組立要領



51

添付I-14

CELL UNIT 製造・加工工程

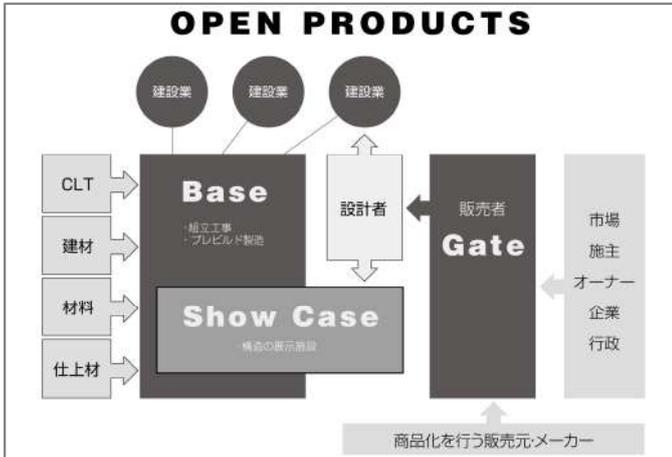


4. CCUの規格化・標準化

オープンプロダクトに向けた支援ツールの開発・整備

CCUをオープ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"> • CCU事業形態と仕組みの共有化 • CCU規格のラインアップと技術情報の共有化 • CCU事業運用/製品管理フローシステム構築 • 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実施事例に関する情報の共有化 <p>*Feasibility Study</p>
ハード面	<ul style="list-style-type: none"> • 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)

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、オープ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



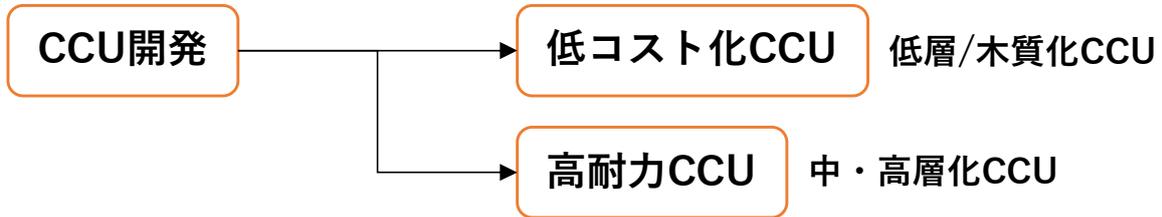
ユニット台車



5. 低コスト化CCU開発

CCU開発の方向性

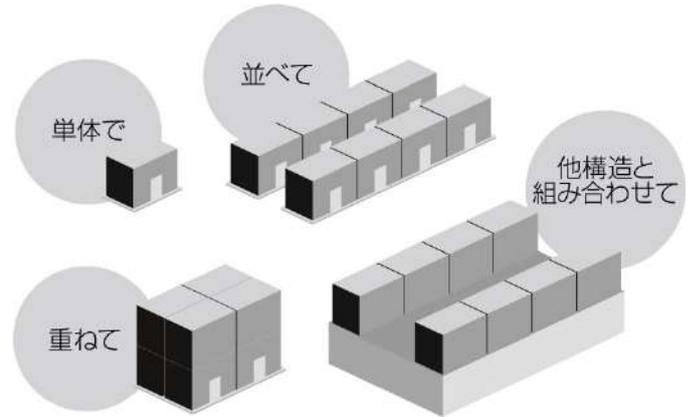
2020年度のCLT実証事業プロジェクトにて実施した2020プラン評定型の2階建てモデル（CCU_01）での設計実証/建築実証（自社内実施）の結果から、CCU開発と工法開発において、それぞれ大きく2つの方向性が示された。



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

5. 低コスト化CCU開発

CCU工法の低コスト化

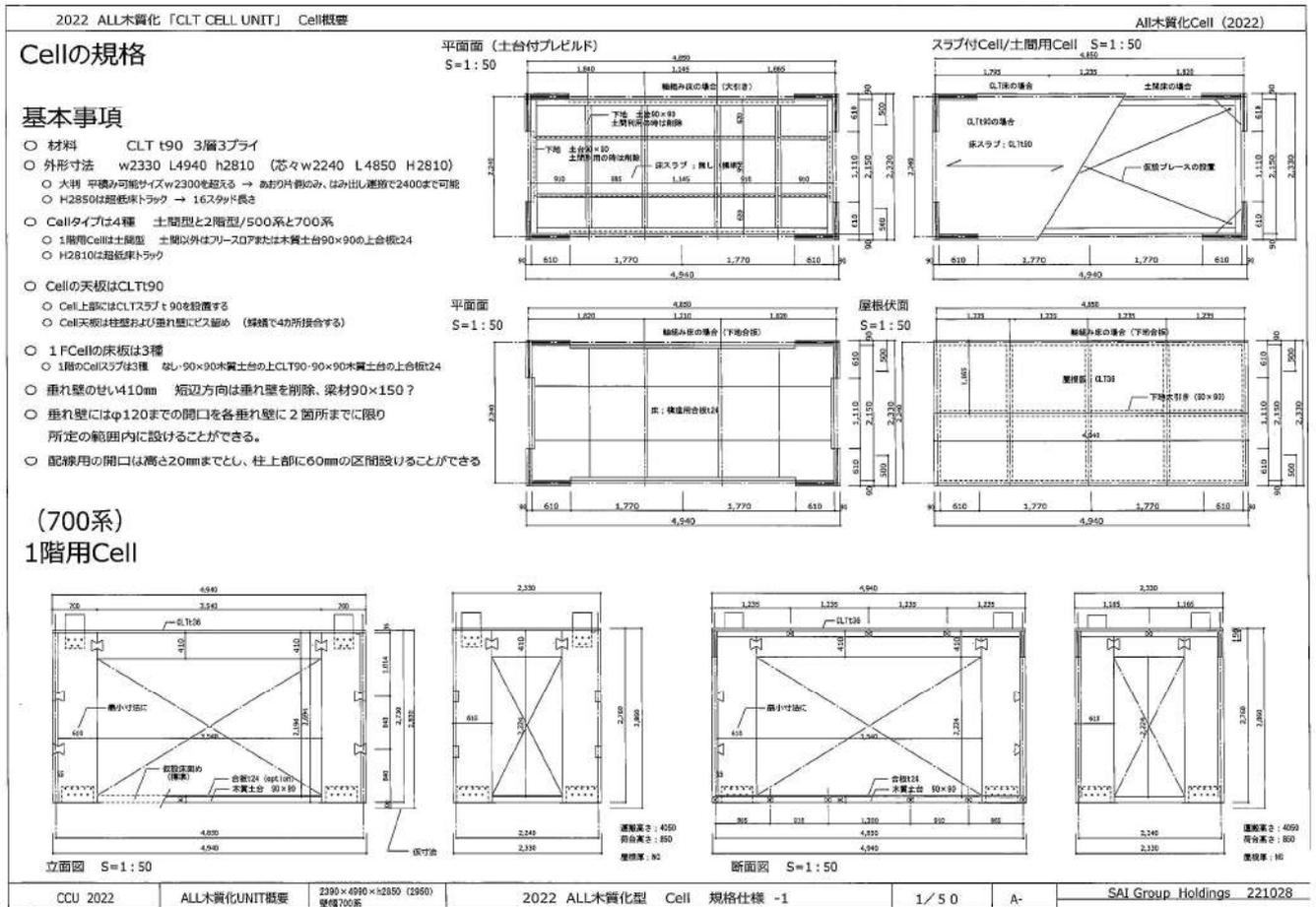
低層向け（主として2層以下）の範囲でのCCU工法のさらなる低コスト化開発において、下記の項目を推進した。

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）

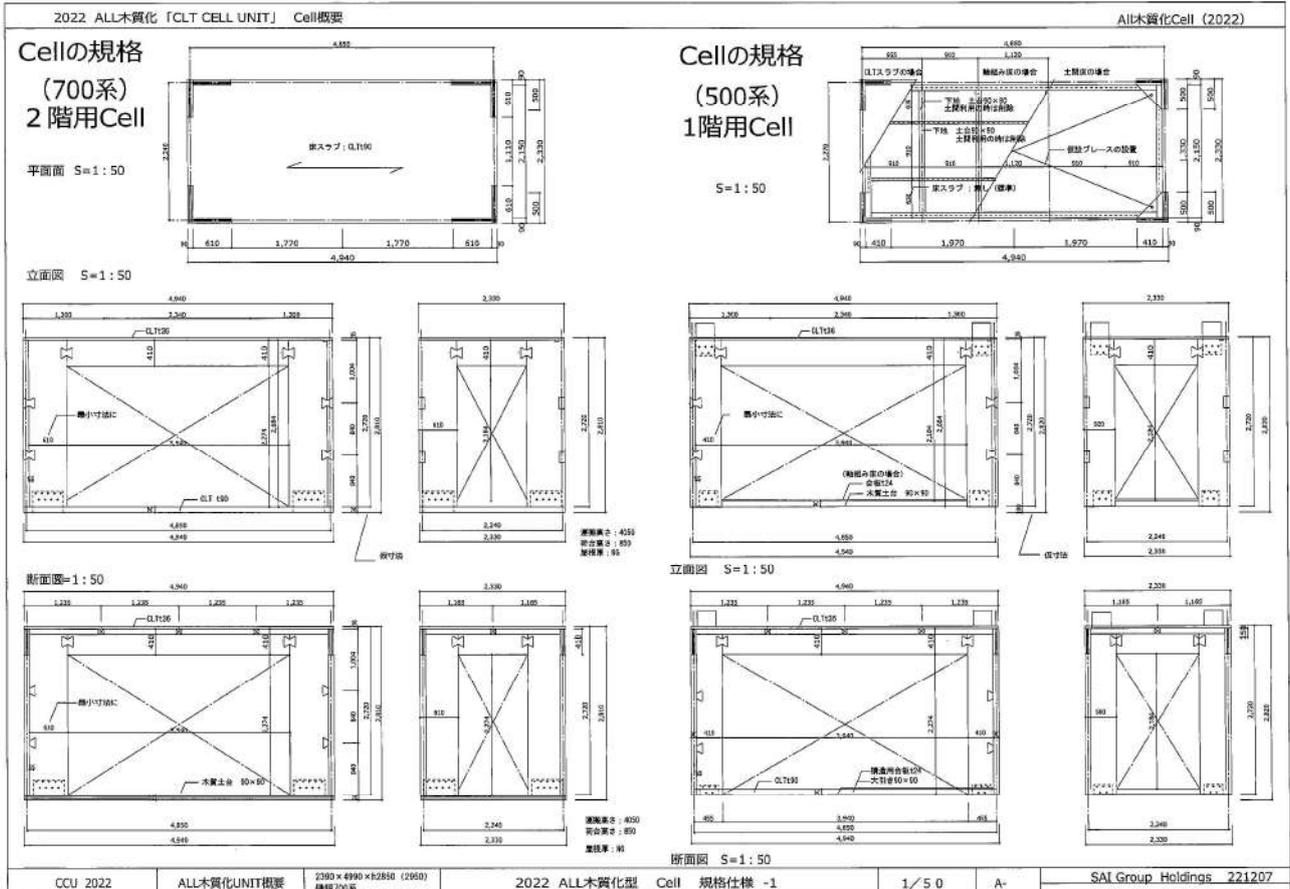
- 鉄骨架台の使用量減少
- 鉄骨梁の木梁化

添付I-9

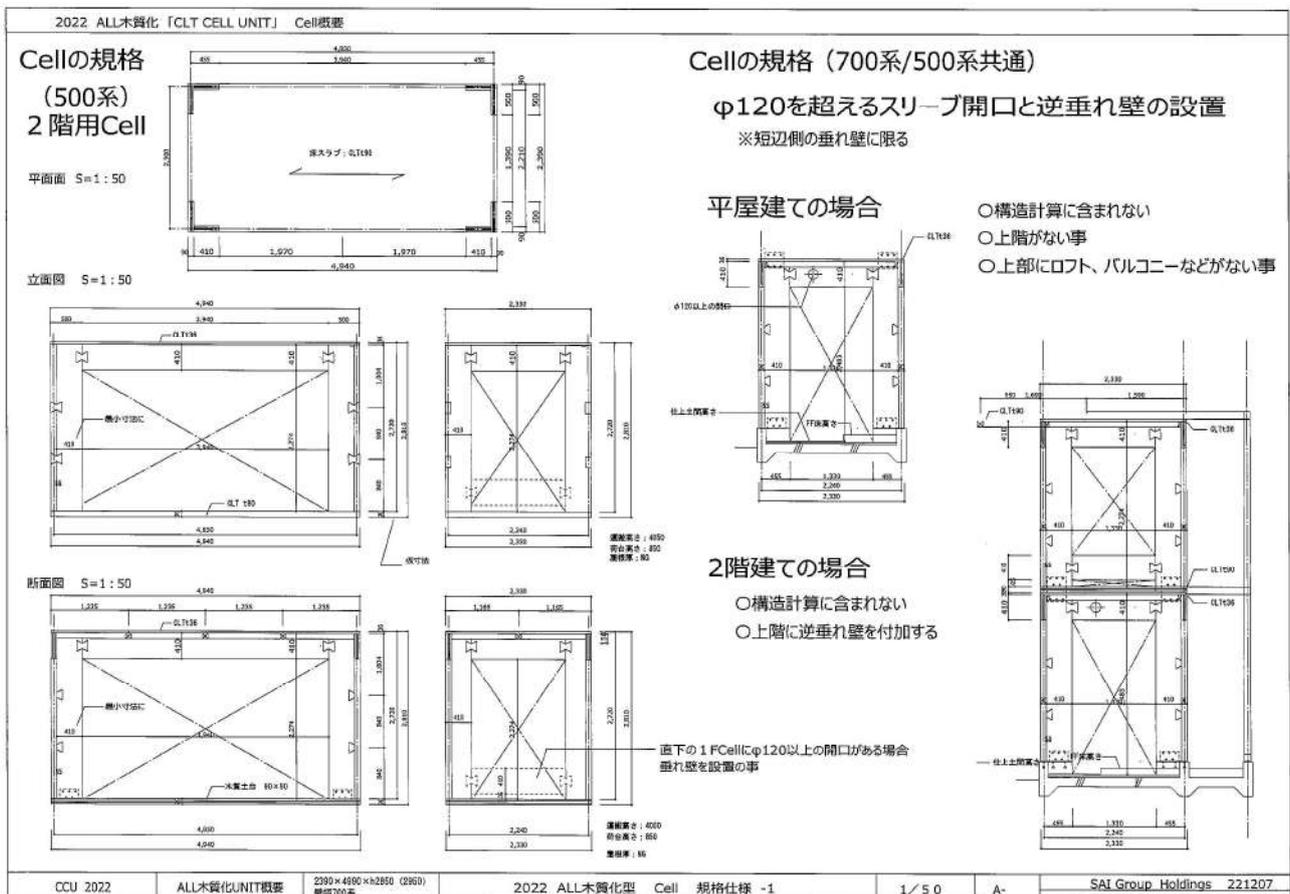


5. 低コスト化CCU開発

添付I-9



添付I-9



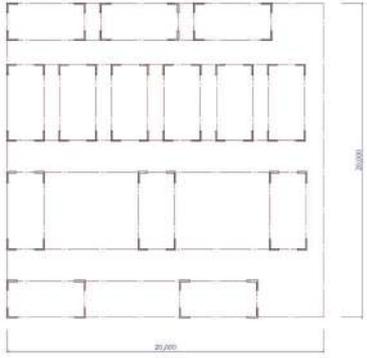
5. 低コスト化CCU開発

添付I-10

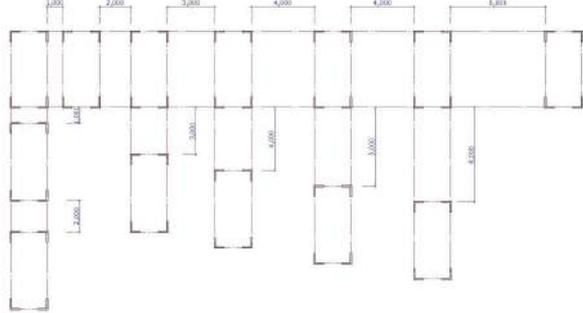
2022 ALL木質化「CLT CELL UNIT」 Cell概要
ALL木質化Cell (2022)

Cellの配置

○ 20m四方に配置可能なものとする (Cell通り芯)

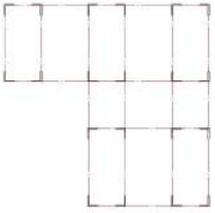


○ Cell間の距離距離はメーターピッチとする
縦横共に、1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6mの6種

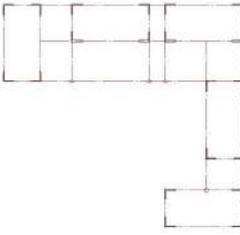


○ Cellの配置は整列配置と直行配置の2種

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	屋上		
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 (99%)	0.8	0.9	1.0	1.2 (99%)	
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			

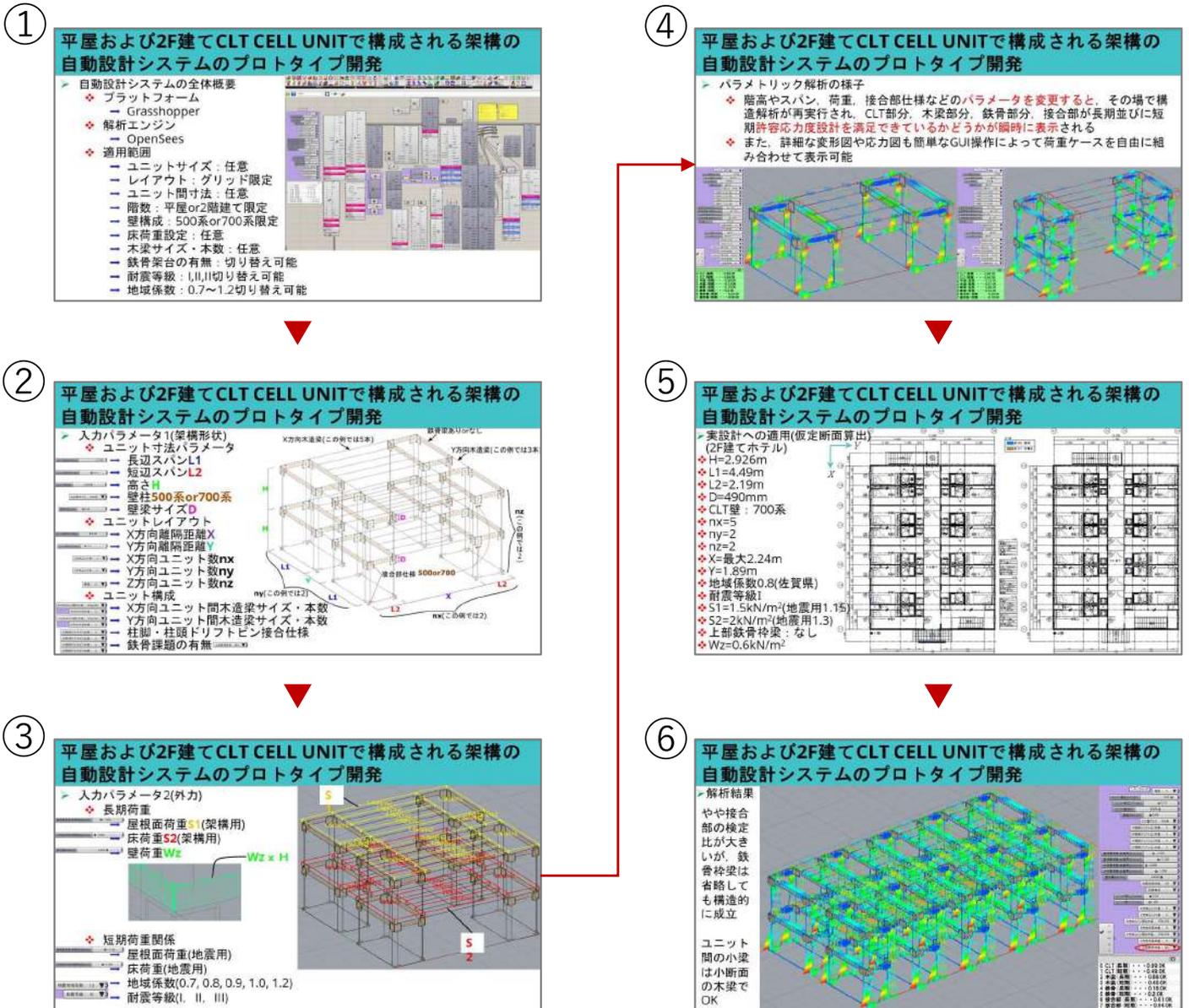
CCU 2022
ALL木質化UNIT概要
2930×4990×12850 (2950) 壁厚150系
2022 ALL木質化型 Cell 規格仕様 -1
1/200
A-
SAI Group Holdings 221125

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

単位 (円)

		CCU工法	All木質CCU	木造	RC造	
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 壁、屋根、断熱	4,100,000 壁、屋根、断熱	4,100,000 壁、屋根、断熱	4,100,000 壁、屋根、断熱	3,000,000 壁、屋根、断熱
		変化なし (防水、意匠、金物) 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/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	140 施工床 110 m 床面積 33 坪	140 施工床 110 m 床面積 33 坪	140 施工床 110 m 床面積 33 坪	
前提条件	背景	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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の可能性も考えられる。 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。 				
	CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> 現行のCLT CELL UNIT工法では、坪単価100万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。 				
	All木質化CCU	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 量産による生産規模拡大と量産効果を想定し考慮する。 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。 				
考察	木造	<ul style="list-style-type: none"> 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。 				
結論	考察	<ul style="list-style-type: none"> 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、木造軸組み建築と想定される。 現行のCCU工法は木造軸組みと比較した場合、躯体コストが約2倍程度となり割高である。 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。 				

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。

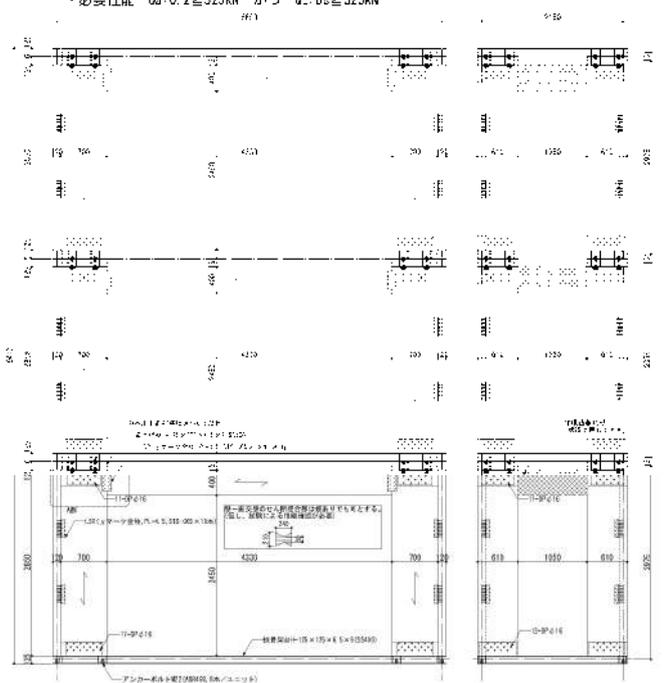
添付IV-0

高耐力CCU ユニット仕様(案)

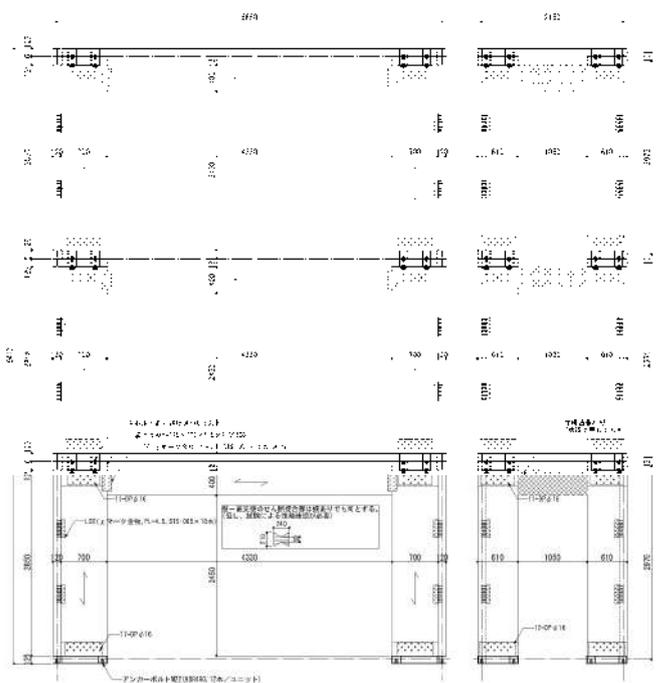
2022.09.29 株式会社ロボシステム設計

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/m²・5kN/m²・3kN/m²
- 負担可能面積：25m²/ユニット
- 負担可能重量：5kN/m²×5kN/m²×25m²=325kN
- 必要性能：Ga・0.2≧325kN かつ Q_{1.0}≧325kN



基本仕様
ユニット面積 5.85m×2.15m=12.58m²



土間仕様
ユニット面積 5.85m×2.15m=12.58m²

基本仕様

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 (強化区分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。

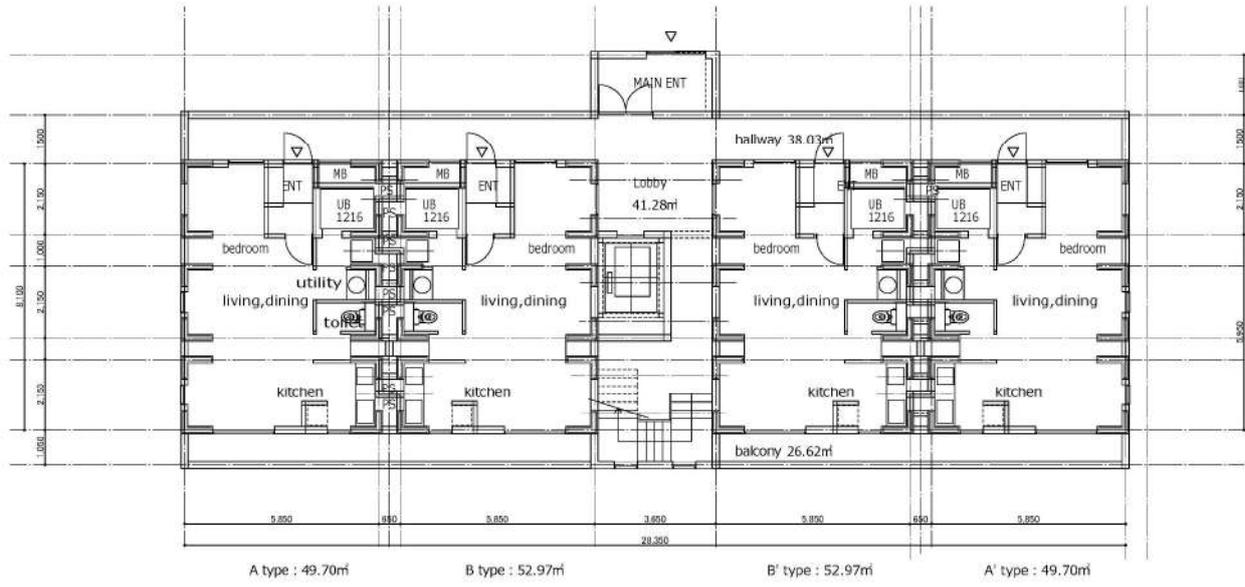
その他、キャンチバルコニー対応・設備配管などのスペース確保・現場でのCCU設置の施工性向上を目的として、上下ユニット間の接合部材（H-125×125×6.5×9）を新設し、躯体に組み込んだ。

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。

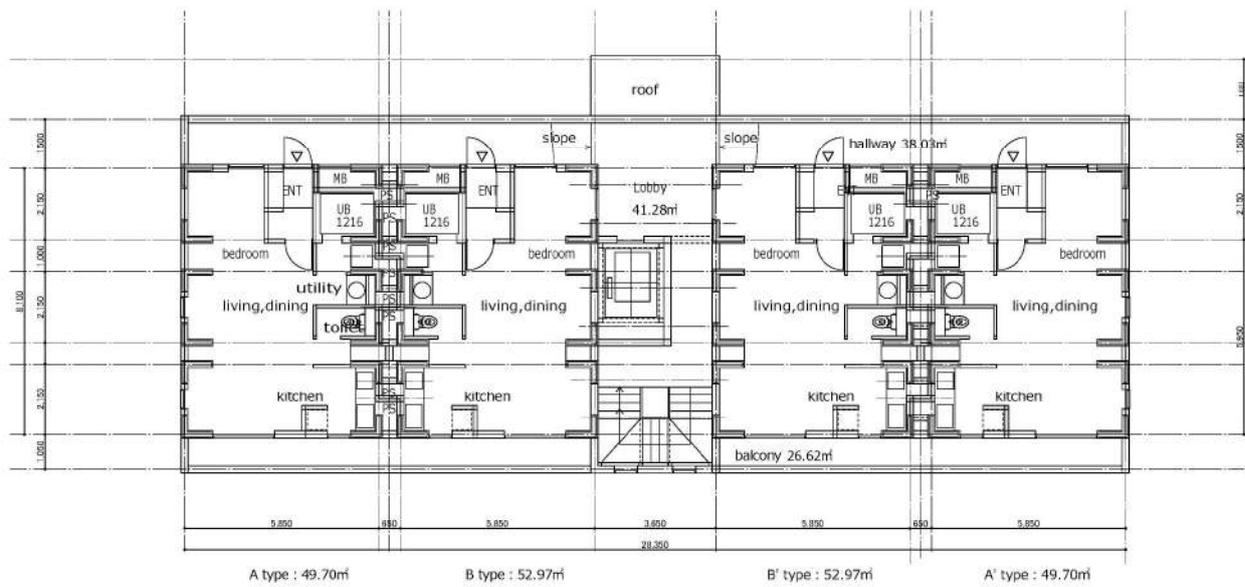
今回は、1 Cellあたり25㎡程度の支持可能床面積を設定した。鉄筋コンクリート造に比べて、一部工種がプレビルドも可能となるCCUの工法では、工期短縮と共にカーボンニュートラルな社会に対して、貢献可能な工法であると考えている。

6. 高耐力CCUの開発



Cadis+Kaze architects

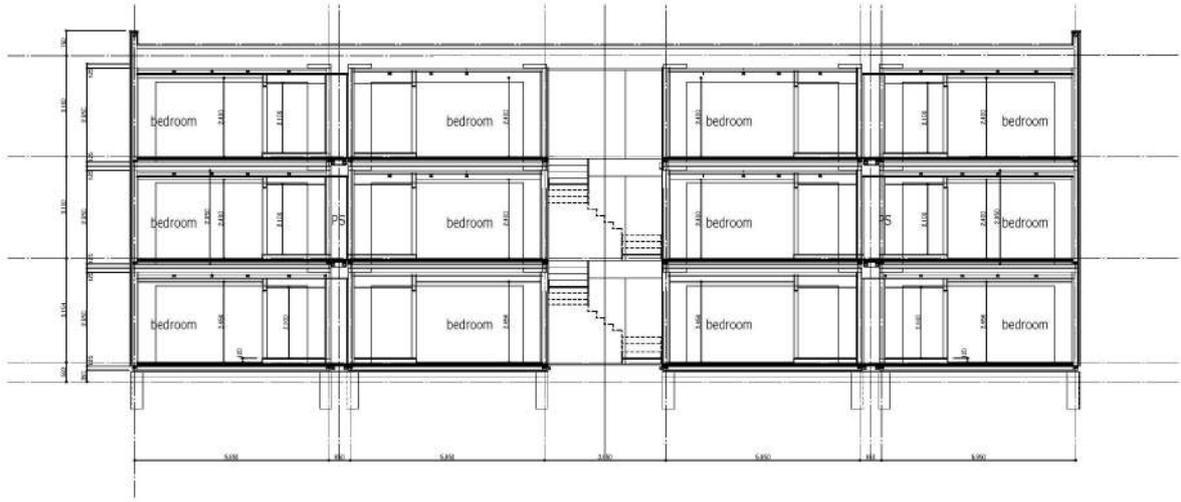
CCU3F 共同住宅



Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅

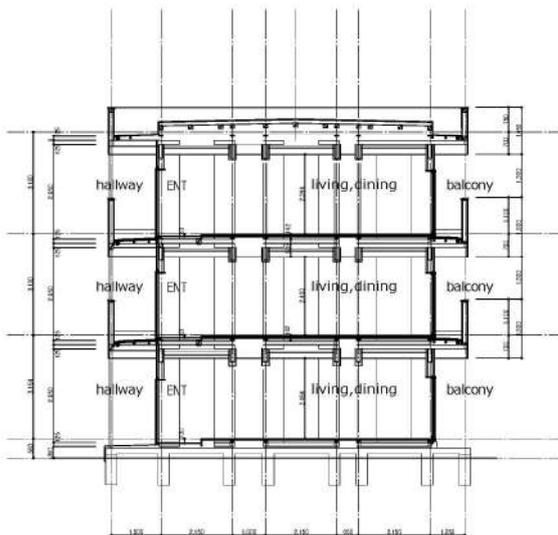
6. 高耐力CCUの開発



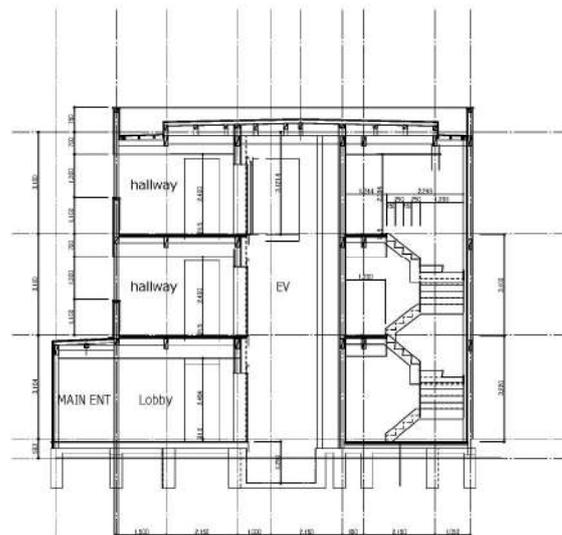
断面図1 1:100

Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅



断面図2 1:100

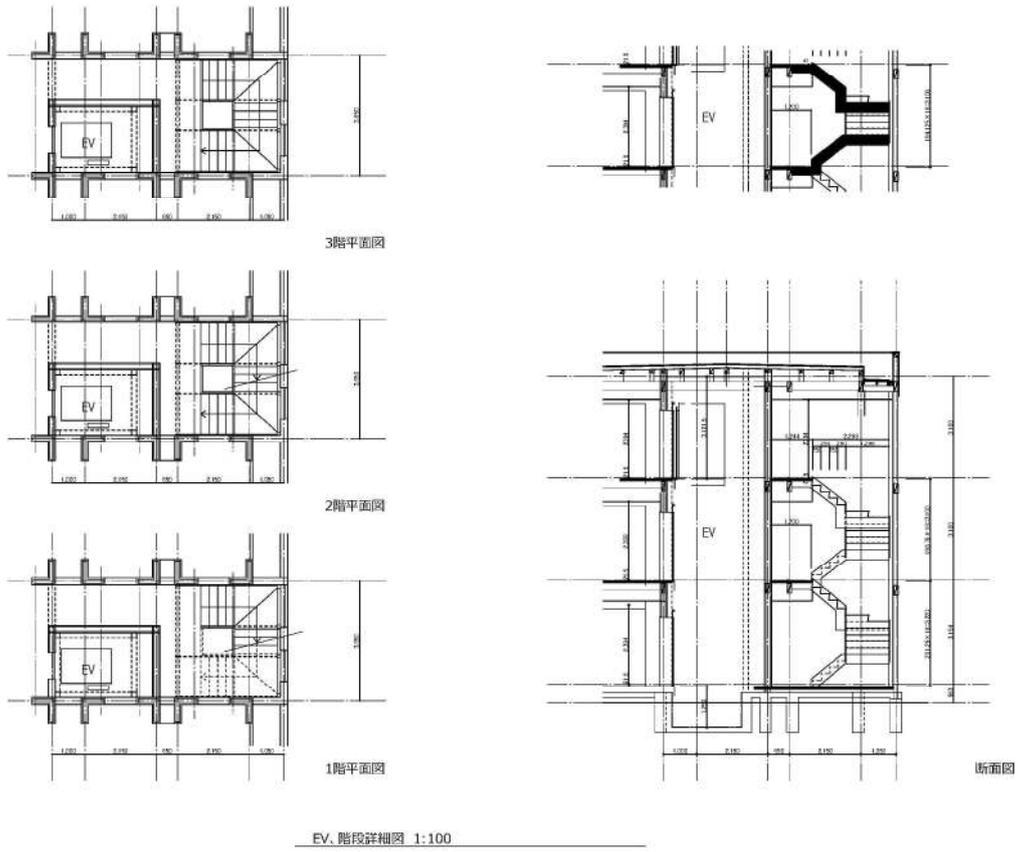


断面図3 1:100

Cadis+Kaze architects

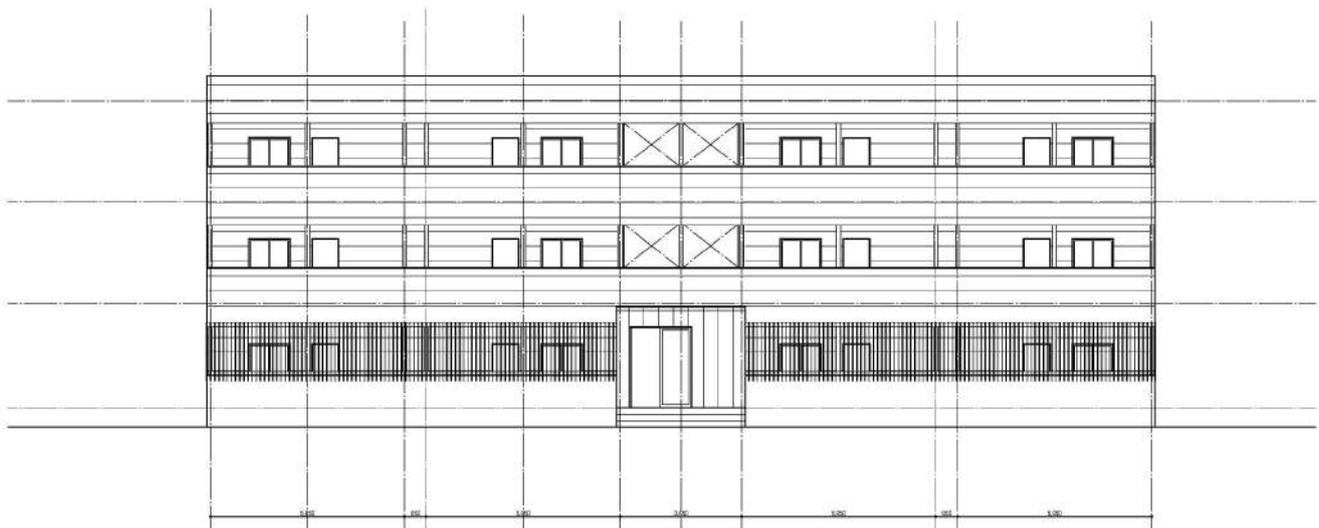
CCU3F 共同住宅

6. 高耐力CCUの開発



Cadis+Kaze architects

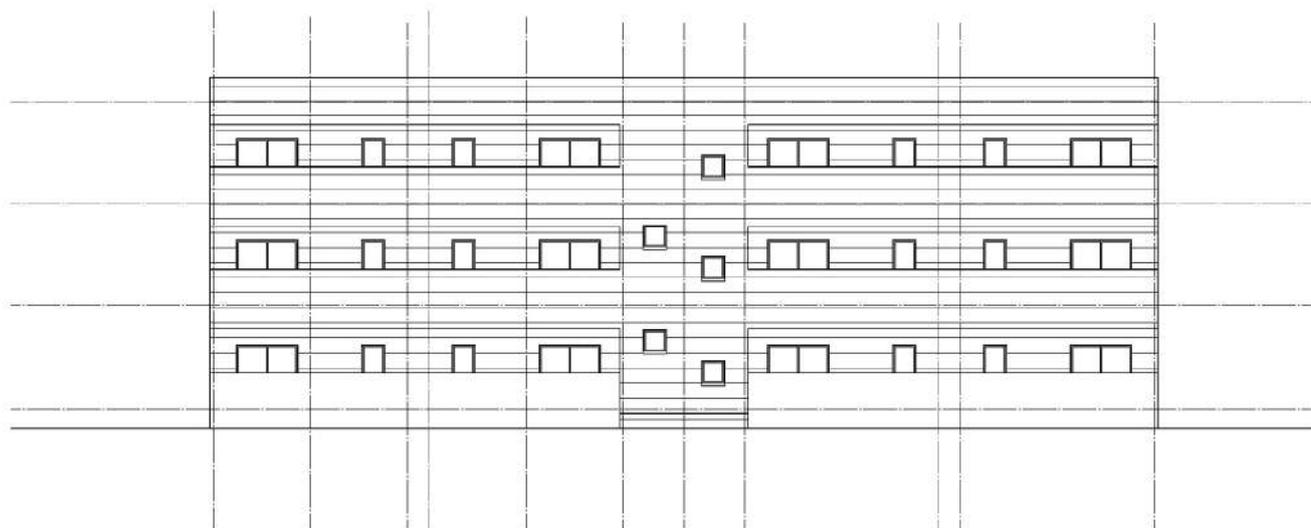
CCU3F 共同住宅



Cadis+Kaze architects

CCU3F 共同住宅

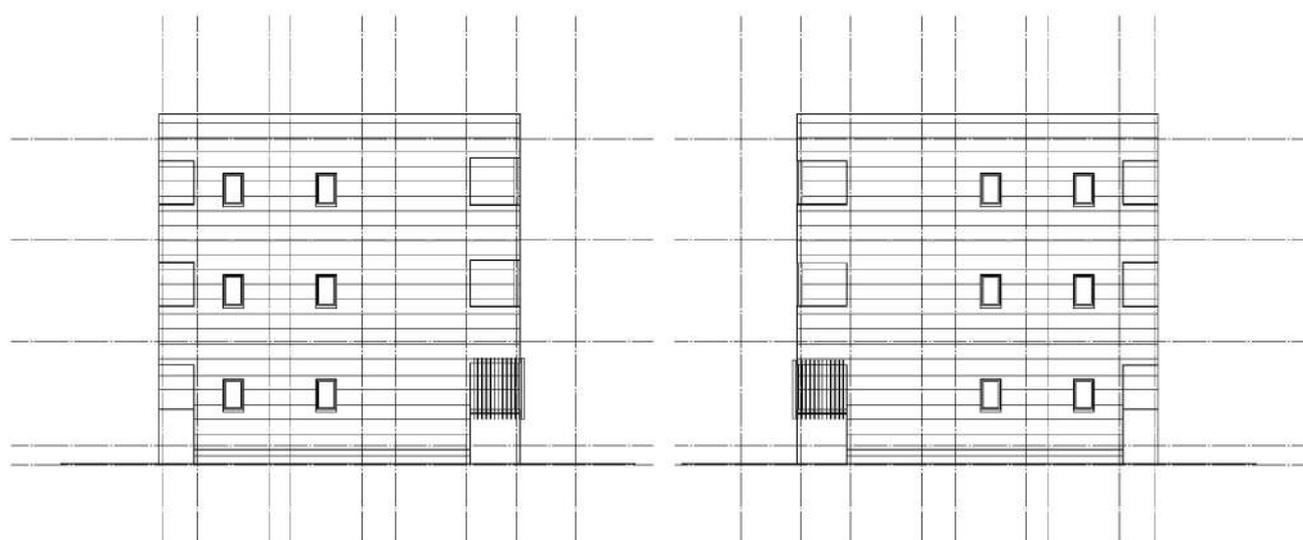
6. 高耐力CCUの開発



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

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 ²
延べ面積	延べ面積：708m ² 1階床面積：240m ² 2階床面積：234m ² 3階床面積：234m ²
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階建てであり、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。

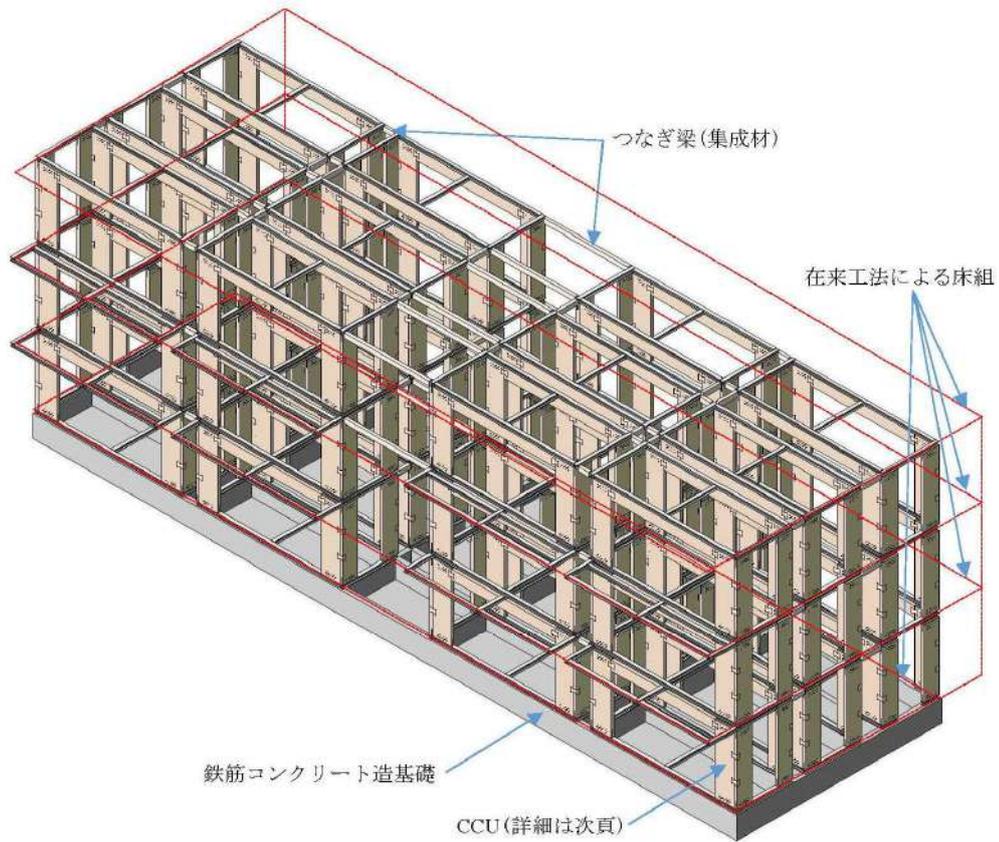
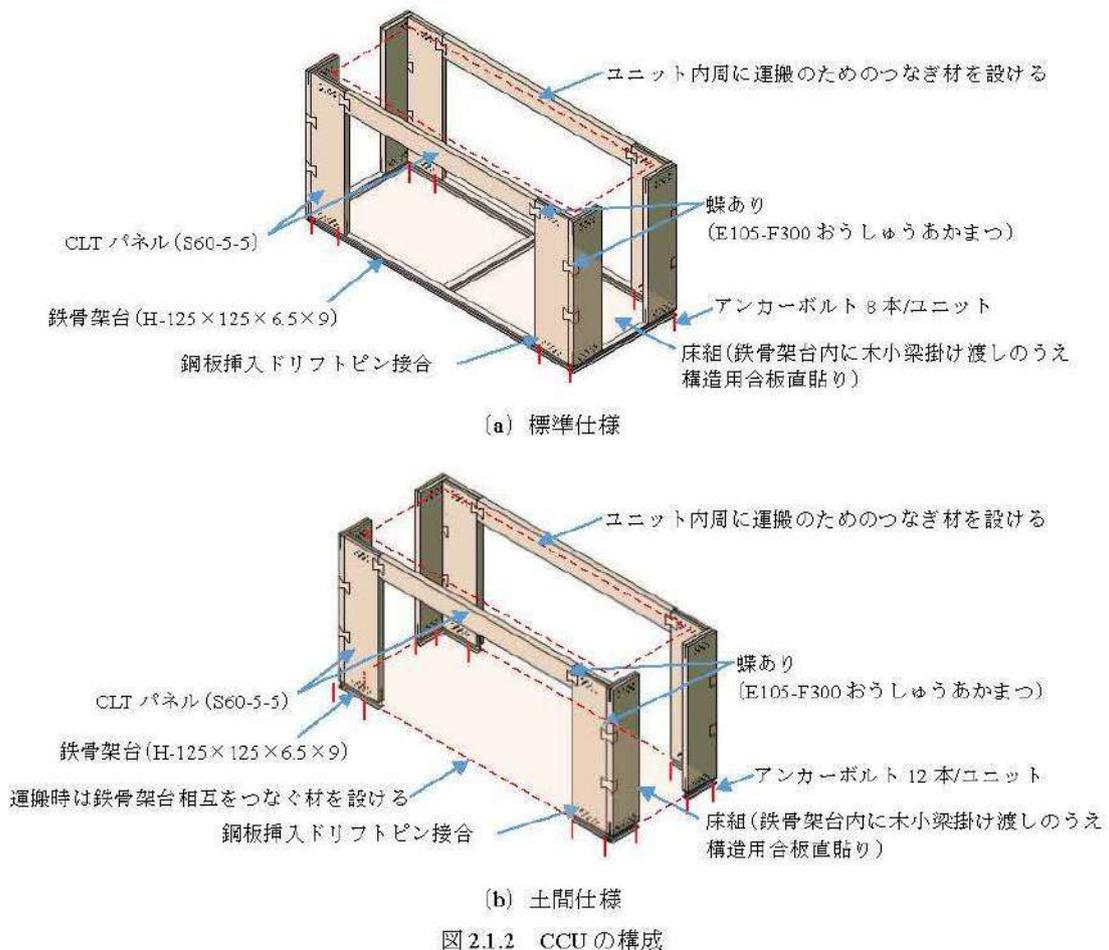


図 2.1.1 建物全体の構成

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

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の幅・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、等級3-3、3-4、5-5、5-7、等級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、等級3-3、3-4、5-5、5-7、等級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	土台基礎繋結	<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	床版は有効な壁、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繋結	<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屋根パネルに繋結)
第五 壁等 三ロ(3)	壁パネル上下部は床版等と有効に繋結	<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繋結	<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処理を施す
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・懸壁パネル等の長さ 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(耐力壁端上に壁パネルを被けない場合)	<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 ^{※1}	$Q_u/Q_{un} > 1.00$
	CLT パネル	長期許容以下	短期許容以下	基準強度以下
	鉄骨 ^{※2}	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。

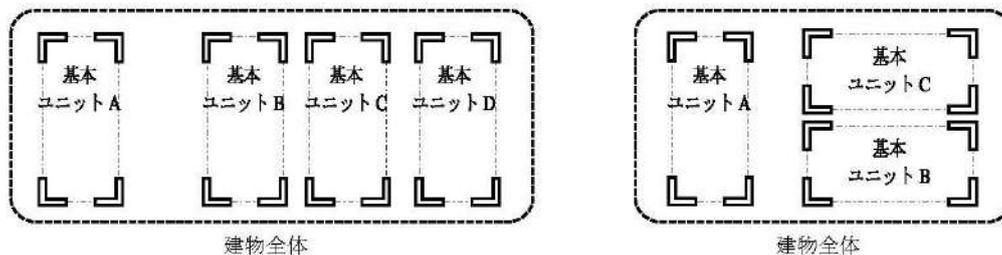


図 2.4.1 建物全体と基本ユニット(例)

- ・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 Δ 関係を求める。加速度 A 及び代表変位 Δ 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 μ 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

2.5 基本ユニット法における設計方法

2.5.1 建物全体の層せん断力-層間変形関係の作成

ここでは、基本ユニットが2つ以上存在する建物の場合の建物全体の層せん断力-層間変形関係の作成方法及び検定STEPの特定方法を示す。図2.5.1にCLTユニットの配置と基本ユニットを示す。基本ユニットとは、1階ユニット+2階ユニット+3階ユニットを指す。

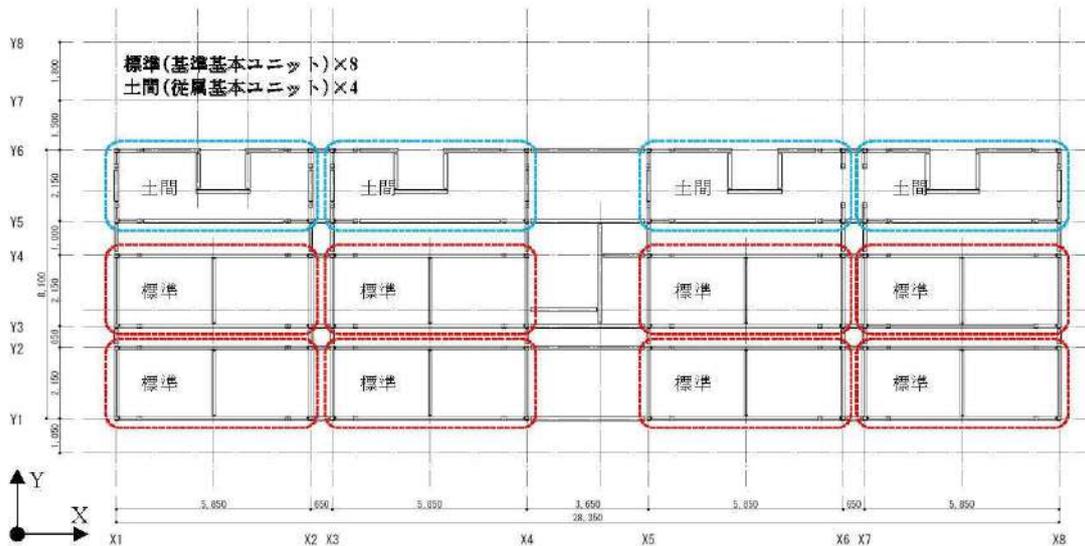


図 2.5.1 基本ユニットの名称

建物全体の層せん断力-層間変形関係の作成手順は以下の通りである。

- ① それぞれの基本ユニットにおいて A_i 分布による荷重増分解析を行い、層せん断力 q -層間変形 d 関係を作成する。なお、長期時の鉛直荷重を与えた状態で荷重増分解析を行う。また、層せん断力 q -層間変形 d 関係関係を作成する際は $P-\Delta$ 効果を考慮する。
- ② 基準基本ユニットの層間変形 d を建物全体の層間変形 δ とする。基準基本ユニット以外の基本ユニットを従属基本ユニットと称す。基準ユニットは、図2.5.1に示すように、建物の原点(平面左下)に最も近い位置の基本ユニットとする。建物全体の変位の刻みは基準基本ユニットの層間変形の刻みに合わせる。本建物では、標準仕様を基準基本ユニット、土間仕様を従属基本ユニットとする。
- ③ 従属基本ユニットについて、基準基本ユニットの各階の層間変形の刻みステップでの層せん断力を求める。その層せん断力は、従属基本ユニットの層せん断力-層間変形関係から線形補間により求める。
- ④ 基準基本ユニットと従属基本ユニットの同一層間変形における層せん断力を足し合わせる。足し合わせた層せん断力を建物全体の層せん断力 Q とする。②で求めた層間変形 δ より、建物全体の層せん断力-層間変形関係を作成する。

2.5.2 短期地震時の検定ステップの特定方法

短期地震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 δ 関係において、各階の層せん断力 Q_i がいずれも地震層せん断力 Q_{Ei} を上回るときの各階の層間変形 δ_{Ei} を求める。

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 α を求める。 α 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 δ 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 δ_{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 α 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 δ_{Ei} または δ_{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 δ 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

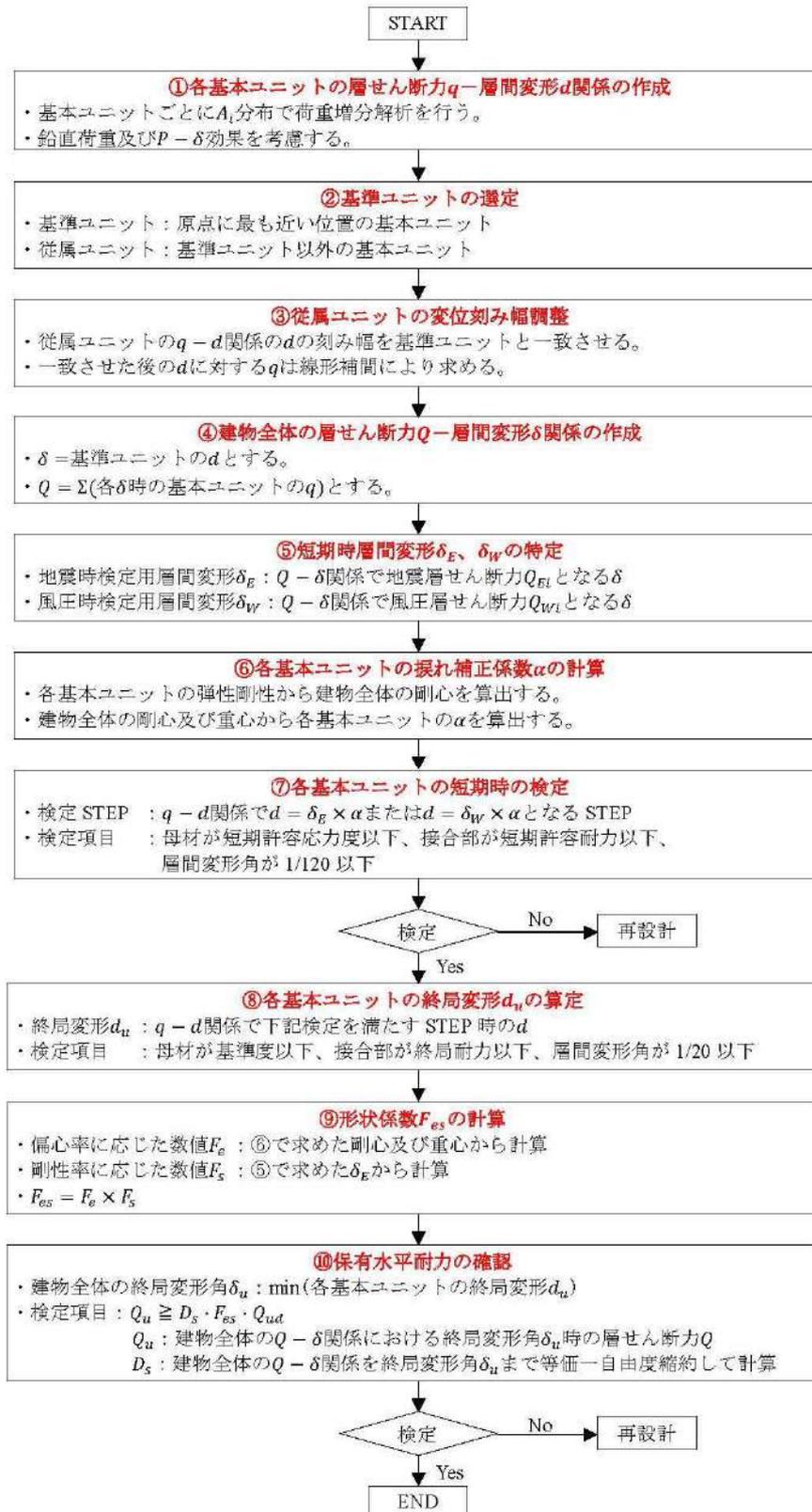


図 2.5.2 基本ユニット法検討フロー図

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）

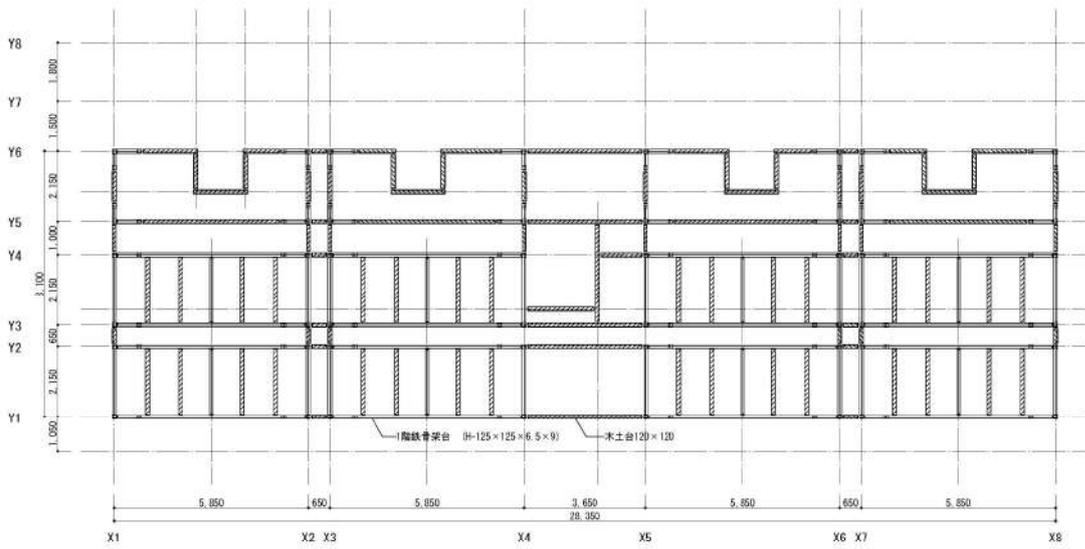
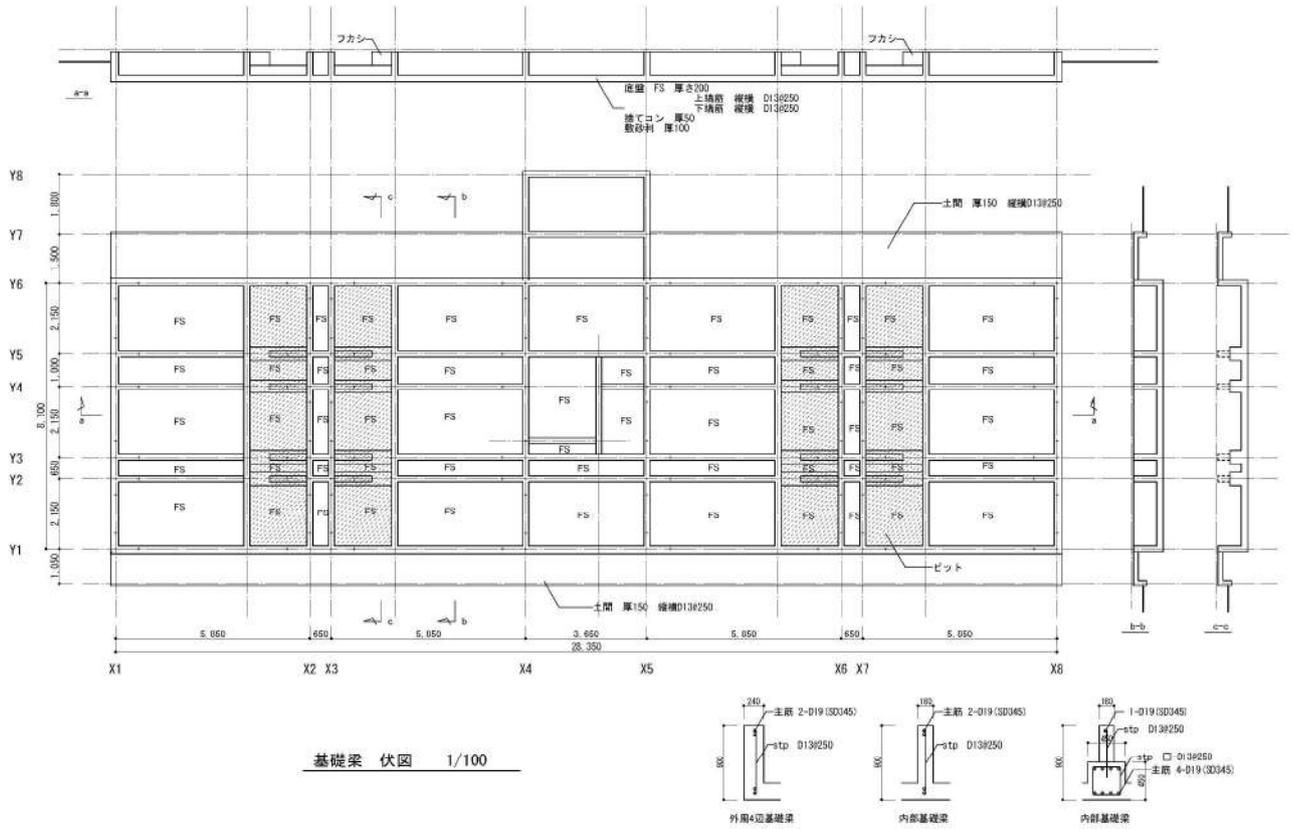
2.6.3 その他

- ・ 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

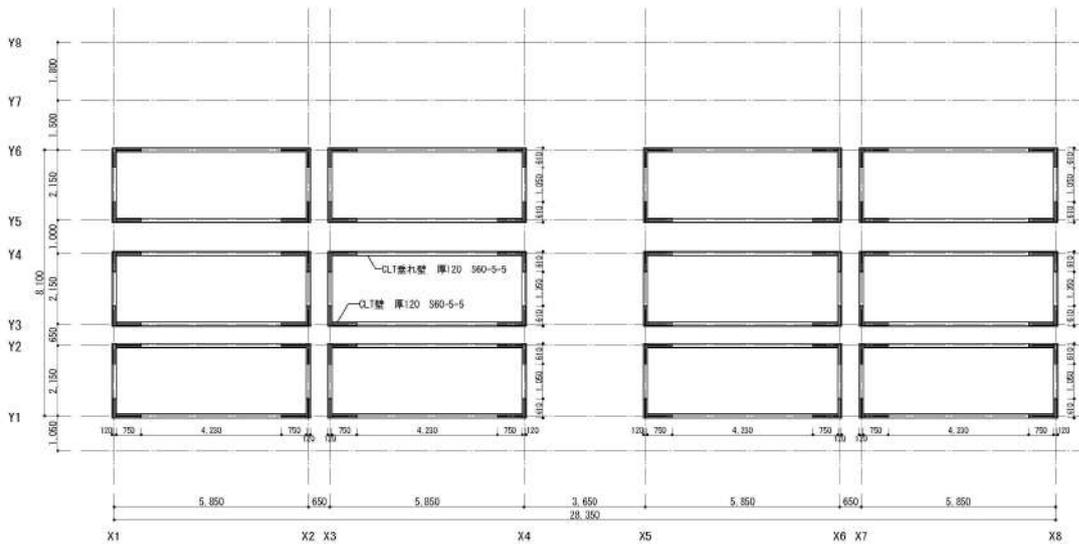
4. 伏図及び軸組図

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

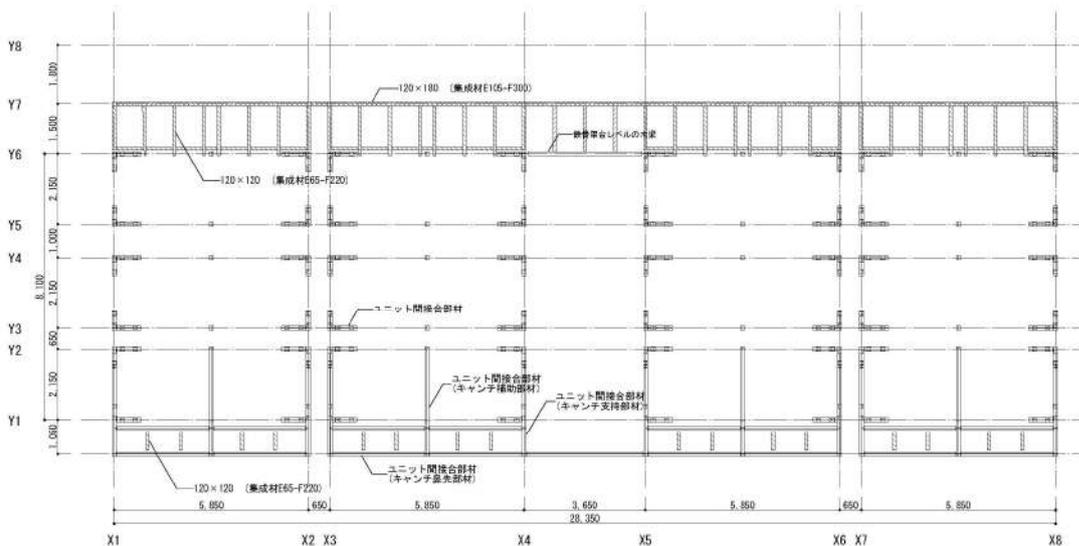


《断面リスト》

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



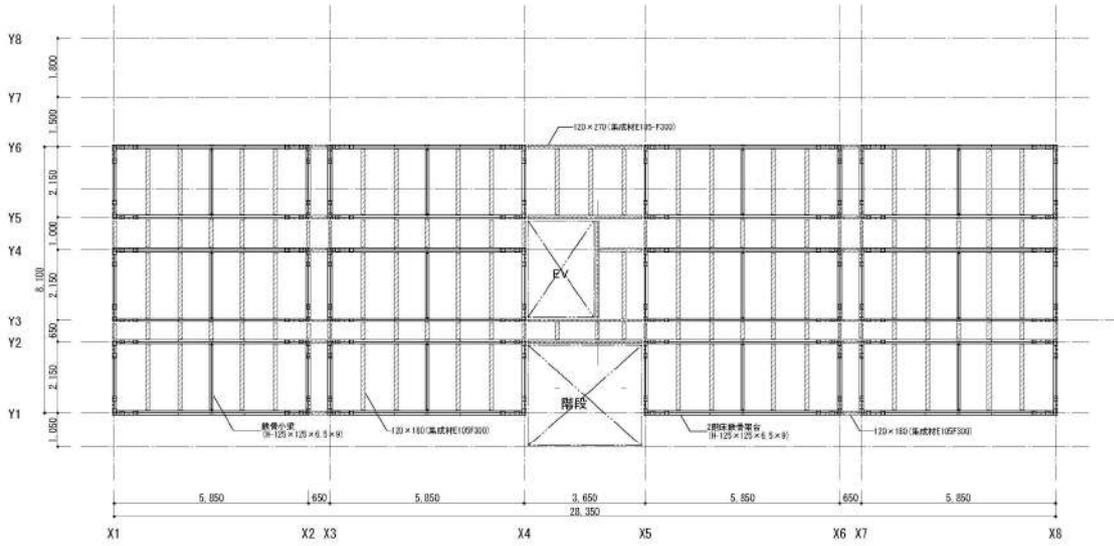
1・2階ユニット間、2・3階ユニット間 接合部材伏図 1/100

《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

4-5

6. 高耐力CCUの開発

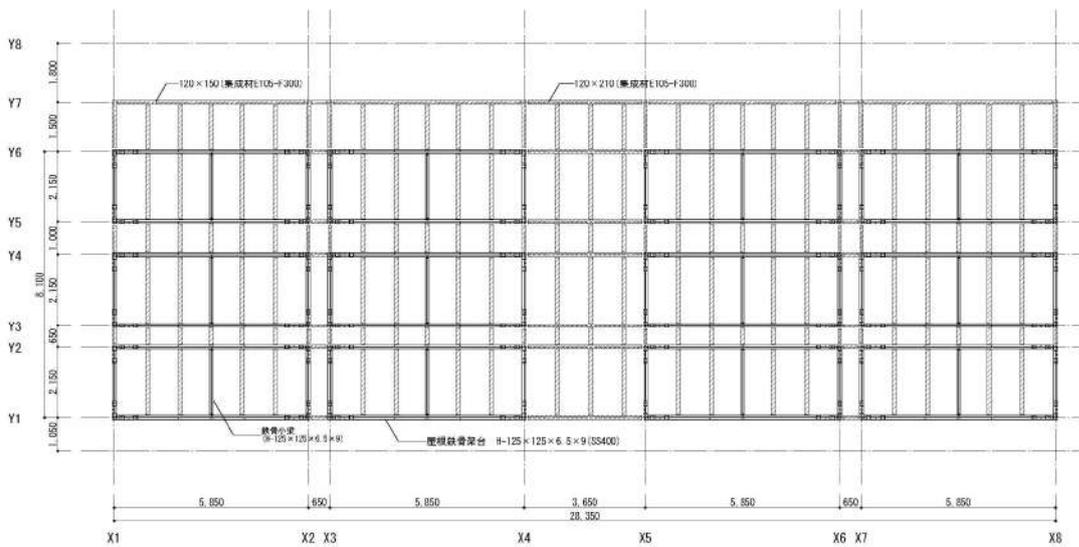


2階・3階床 鉄骨架台伏図 1/100

- 《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



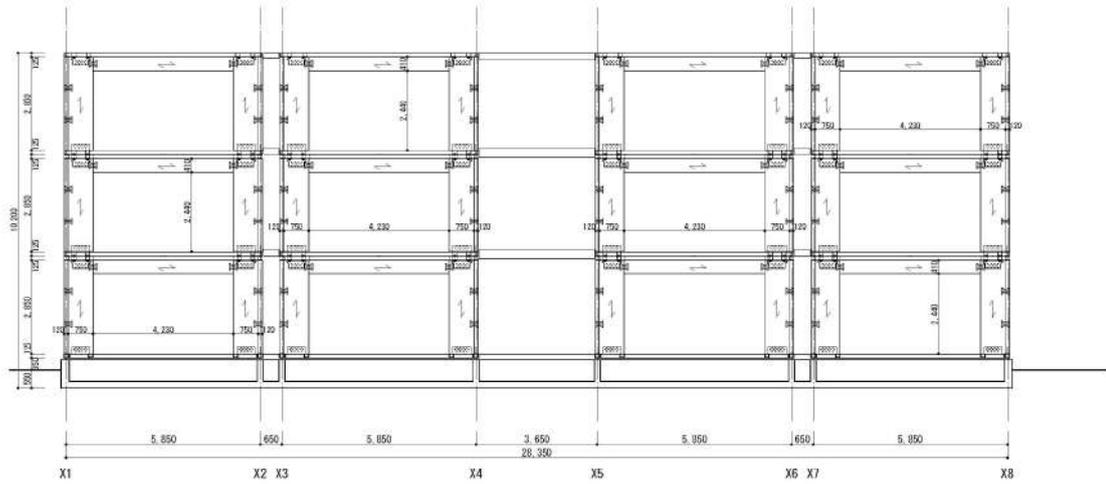
屋根鉄骨架台伏図 1/100

- 《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

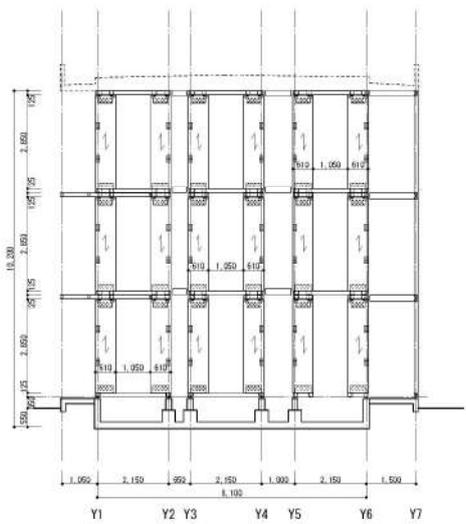
4-7

6. 高耐力CCUの開発



Y2通り 軸組図 1/100 CLT表層ラミナ方向を示す

4-8



X3通り 軸組図 1/100 CLT表層ラミナ方向を示す

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

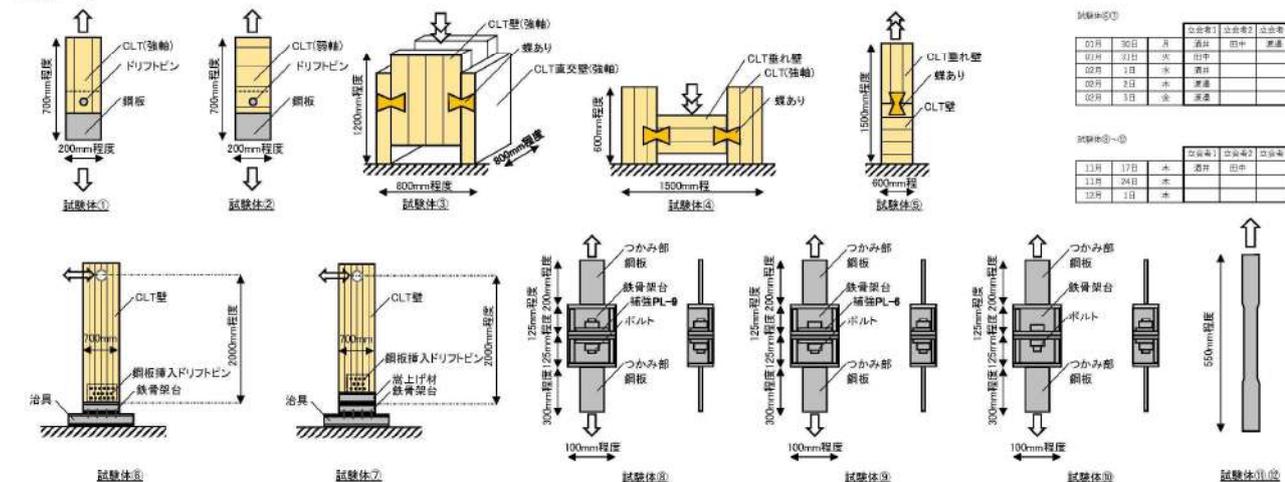
No.	接合部	部材組合せ	引抜き力	試験方法	試験体数	予型最大荷重	試験目的	実施スケジュール														
								11月	12月	1月	7日	14日	21日	28日	5日	12日	19日	26日	2日	9日	16日	23日
①	鋼板挿入ドリフトピン接合部(単体)	鋼板-DP-CLT壁(強軸)	引抜	引抜	6	68kN	剛性・耐力評価															
②	鋼板挿入ドリフトピン接合部(単体)	鋼板-DP-CLT壁(弱軸)	引抜	引抜	6	68kN	剛性・耐力評価															
③	壁-直交壁ありせん影接合部	CLT壁-壁あり-CLT直交壁	せん影	一方向繰返し	7	160kN	剛性・耐力評価															
④	壁-垂れ壁ありせん影接合部	CLT壁-壁あり-CLT垂れ壁	せん影	一方向繰返し	7	120kN	剛性・耐力評価															
⑤	壁-垂れ壁あり引張接合部	CLT壁-壁あり-CLT垂れ壁	引張	一方向繰返し	7	50kN	剛性・耐力評価															
⑥	壁脚部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	壁脚部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階壁脚部接合部	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	引張	引張	3	100kN	部材試験															
⑫	鋼材 部材試験	PL-9	引張	引張	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、対称異種接合部構成材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】



【社団法人】

試験体①-⑤	立寄者1	立寄者2	立寄者3
11月 28日 月	吉井	田中	
11月 29日 火	吉井	田中	
11月 30日 水	吉井	田中	

【社団法人】

試験体⑥-⑦	立寄者1	立寄者2	立寄者3
01月 30日 月	吉井	田中	渡邊
01月 31日 火	吉井	田中	
02月 1日 水	吉井	田中	
02月 2日 木	吉井	田中	
02月 3日 金	吉井	田中	

【社団法人】

試験体⑧-⑩	立寄者1	立寄者2	立寄者3
11月 17日 木	吉井	田中	
11月 24日 木	吉井	田中	
12月 1日 木	吉井	田中	

6. 高耐力CCUの開発

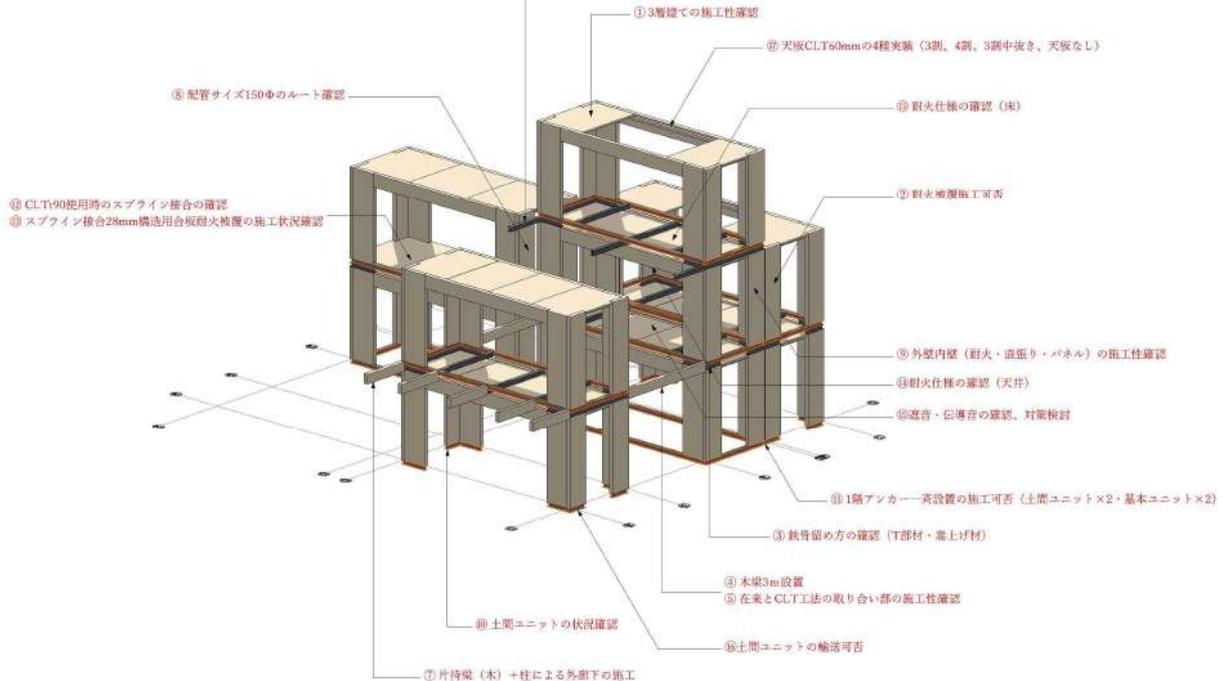
5) 高耐力CCUによる3層組立・施工実験検証

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
（協議会メンバー集合）

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 ²	708 m ²	640 m ²	
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Sd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
材工原価小計		225,919,800	223,268,400	229,052,880	233,171,200	
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	
合計		300,473,334	268,061,623	304,640,330	310,117,696	
m ² 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 ²	708 m ²	708 m ²	708 m ²	
坪		214 坪	214 坪	214 坪	214 坪	
前提条件	背景	<ul style="list-style-type: none"> ・昨今の戦争、ウクライナ、為替の変動による建築材料価格の高騰の影響は大きい。 ・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。 ・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。 				
	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"> ・準耐火建築物として、再計算実施。 ・3層相立・施工実勢結果から、展開検討のベスト低減案による仕様変更を含む ・量産による生産規模拡大と量産効果を想定し考案する。 				
留意条件	※1	・CLTパネル工法の概算値の参考物件は、640m ² 。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"> ・耐火被覆を有する躯体価格は、RC造を超えるが、建物重量の差により基礎や杭の効率化による効果が期待できる。 ・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。 				
	CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・CLT使用量は削減されたものの、Sd部材が多く、コスト増加の一要因となっている。 ・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。 ・3層実験や実勢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。 				
	改良CCU工法	<ul style="list-style-type: none"> ・準耐火建築物として、改めて算定実施。 ・生産効率化や、Sd部分の手間の削減、現場での仕様などを考慮。 ・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。 				
まとめ		<ul style="list-style-type: none"> ・各種実験や検討結果から、改善課題項目が抽出され、今後の開発推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。 ・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。 ・量産による生産規模拡大と量産効果を想定し、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。 ・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加速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。 				

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。

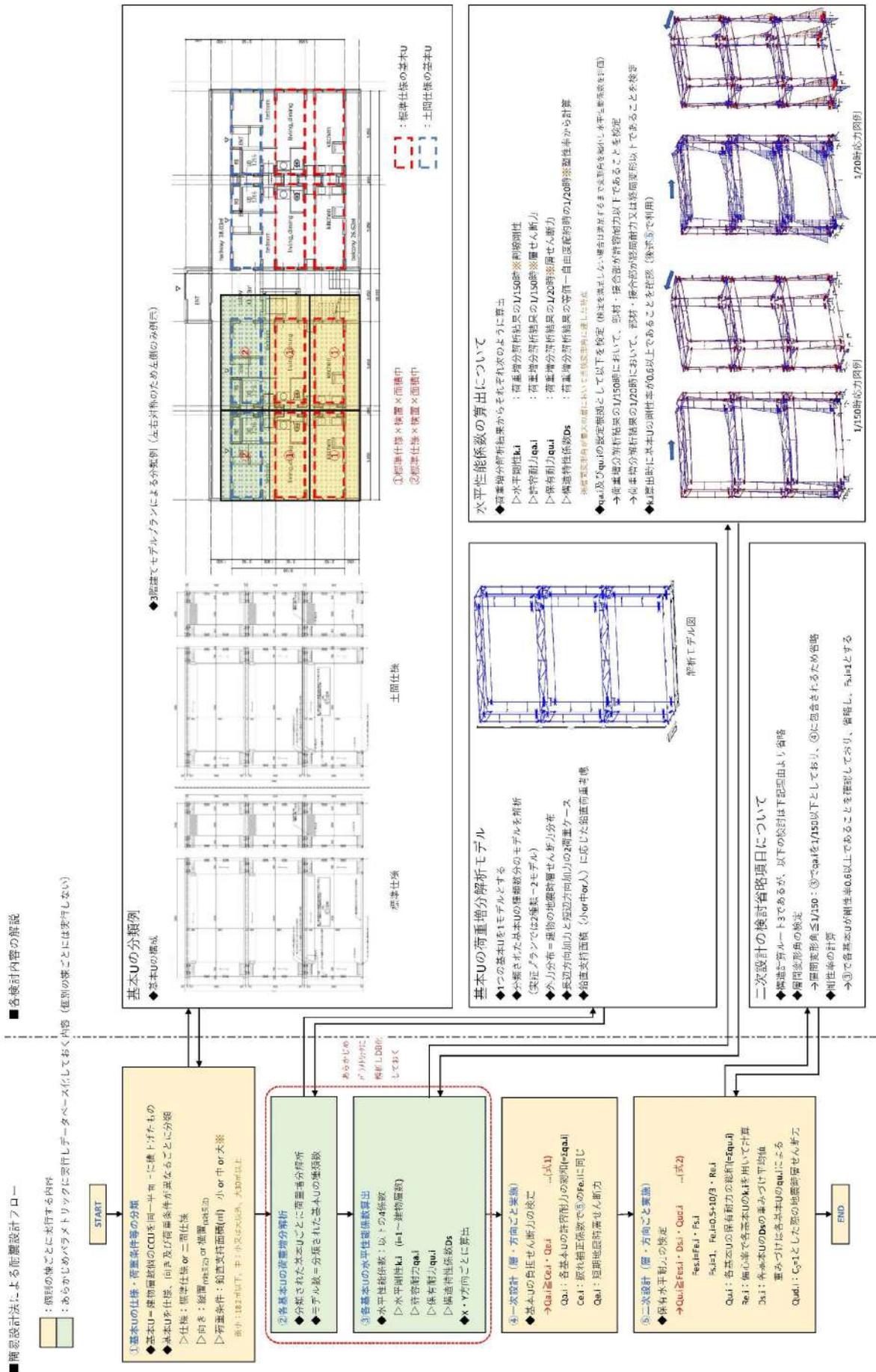
なお、上記の考え方は、木造で一般的な壁量計算に類似する側面を持つ。即ち、土塗り壁、筋交い、面材張など、多種多様な仕様の水平抵抗要素をあらかじめ実験しておき、それを壁倍率という数値情報として取りまとめて、個別の棟に対しては壁量計算（＝四則演算）するという耐震設計のあり方に共通する。

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

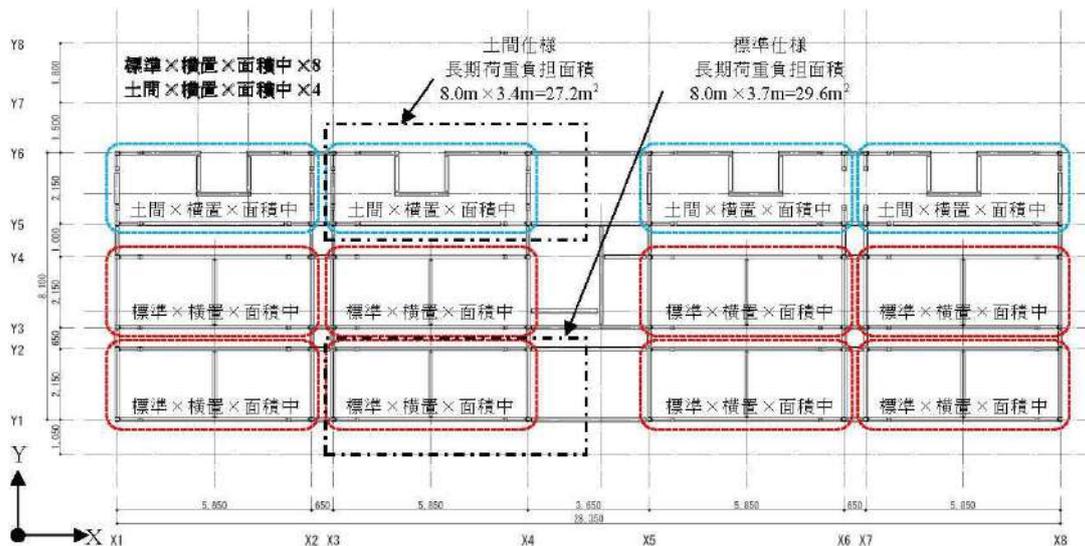


図 2.1 基本Uの仕様・向き・荷重条件の分類

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

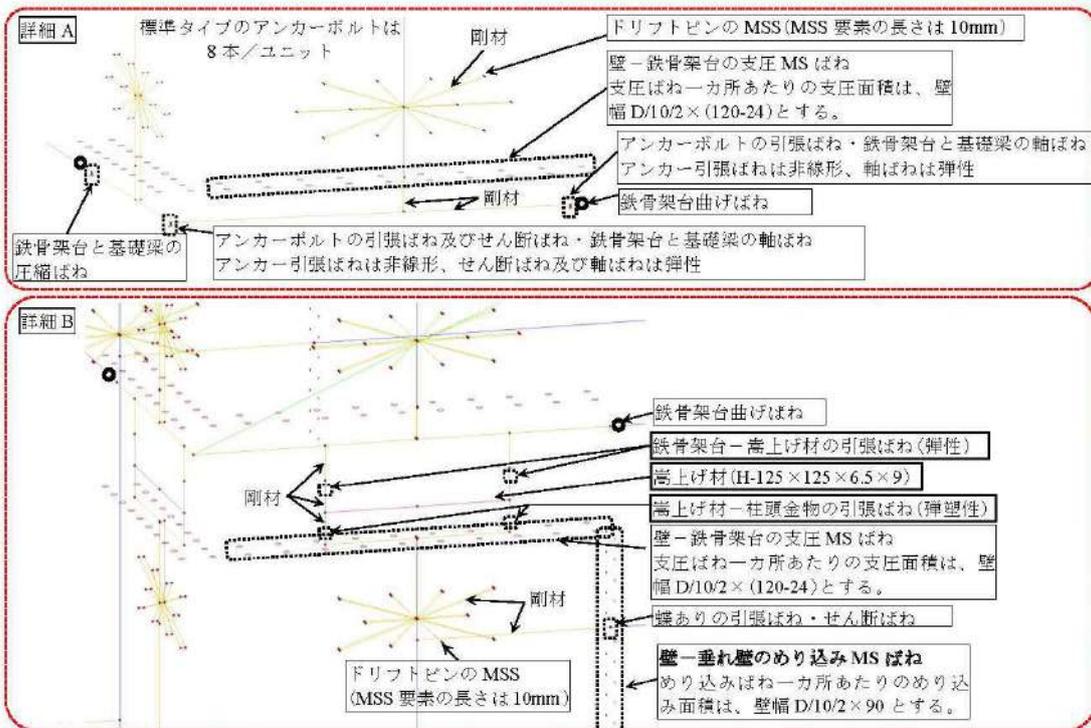
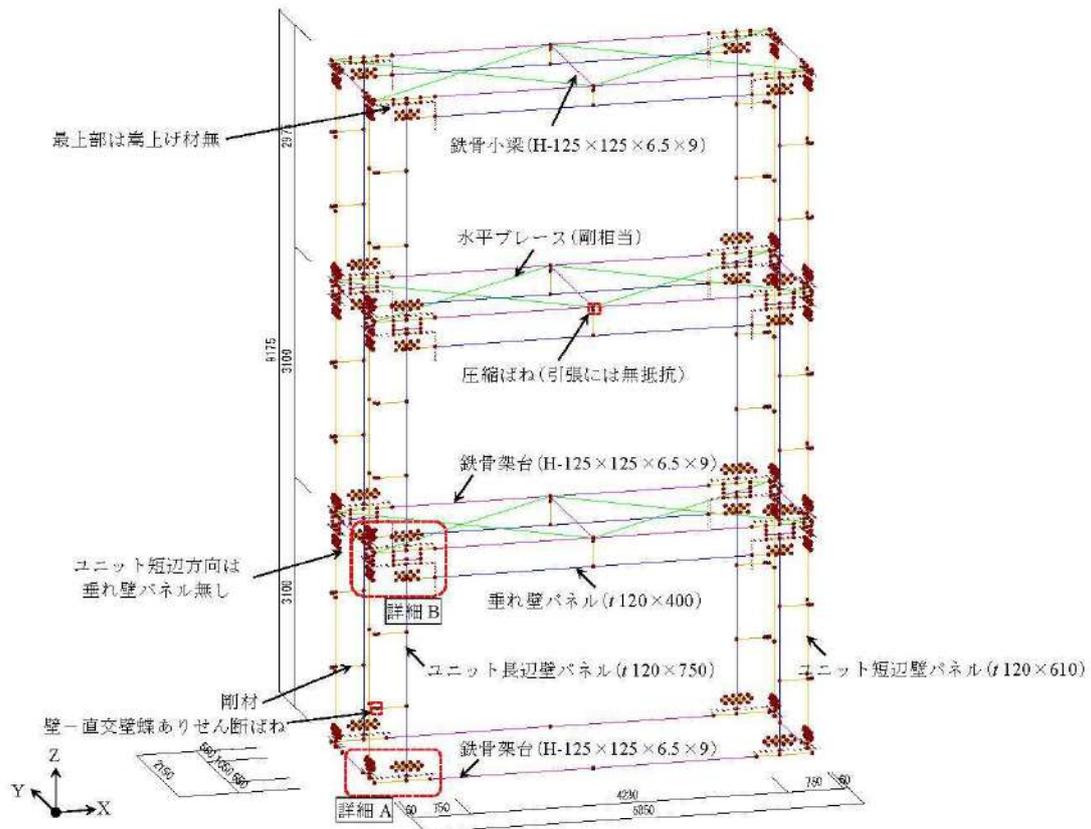


図 2.2 解析モデル(標準仕様)

7. 3階建てモデルプランによる簡易設計法の検討

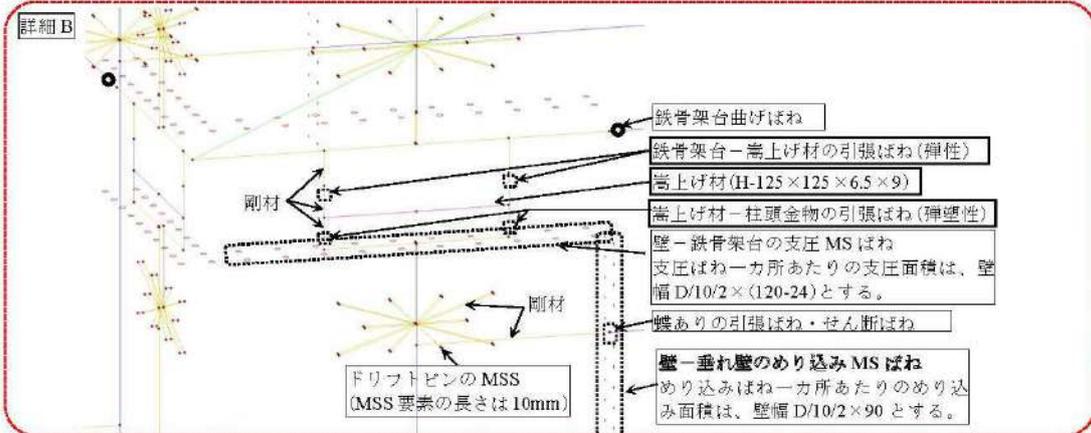
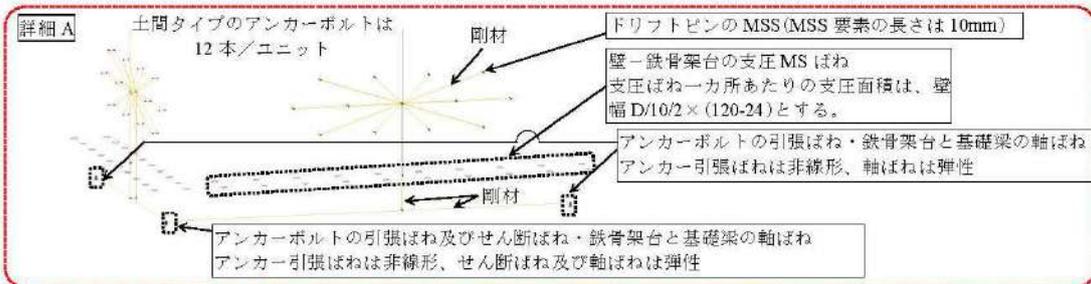
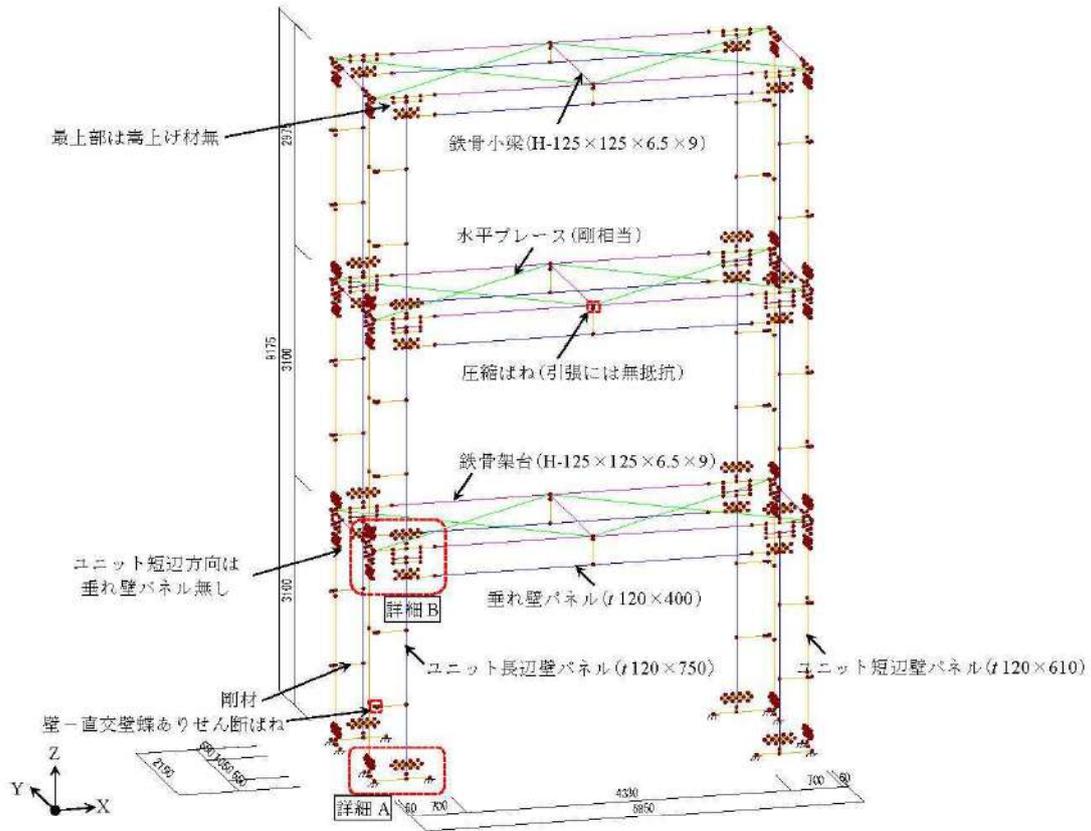


図 2.3 解析モデル(土間仕様)

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 ²]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m ²]	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	6.04
2	4.61	8.000	3.700	29.6	136.4	16	8.53
1	4.62	8.000	3.700	29.6	136.6	16	8.54

(b) 土間仕様(地震用)

層	W/A [kN/m ²]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m ²]	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	5.55
2	4.61	8.000	3.400	27.2	125.4	16	7.83
1	4.62	8.000	3.400	27.2	125.5	16	7.85

(c) 標準仕様(架構用)

層	W/A [kN/m ²]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m ²]	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	5.55
2	5.31	8.000	3.4	27.2	144.4	16	9.02
1	5.30	8.000	3.4	27.2	144.2	16	9.01

(d) 土間仕様(架構用)

層	W/A [kN/m ²]	幅 [m]	奥行き [m]	負担面積 [m ²]	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	6.04
2	5.31	8.000	3.700	29.6	157.1	16	9.82
1	5.30	8.000	3.700	29.6	156.9	16	9.81

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

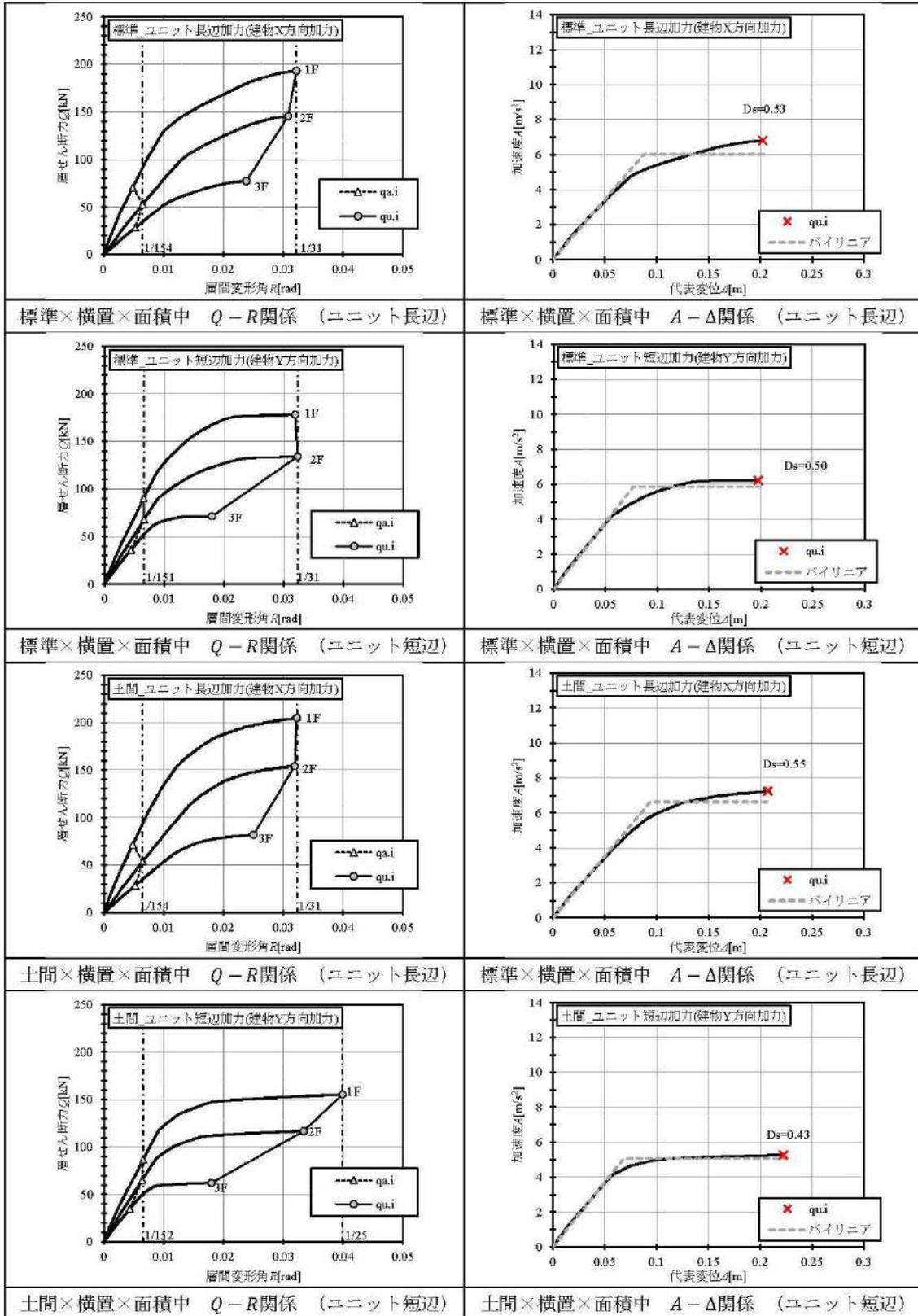


図 2.4 各基本 U の Q-R 関係及び A-Δ 関係

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 ≤ 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

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

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]	$K_{st} \times (x, y, z)^2$ [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	100417266
標準・地震・面積中	x2y2	9425	4.45	41947	100417266
標準・地震・面積中	x2y3	9425	4.27	40206	96247792
標準・地震・面積中	x3y1	18925	4.45	84228	100417266
標準・地震・面積中	x3y2	18925	4.45	84228	100417266
標準・地震・面積中	x3y3	18925	4.27	80732	96247792
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

$xX_c =$	14175mm
----------	---------

ユニット	ユニット位置	距離 y [mm]	K_{st} [kN/mm]	$K_{st} \times y$ [kN]	$K_{st} \times (y, z, \varphi)^2$ [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	280968	298063704

$yY_c =$	4941mm
----------	--------

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	$e_x X_c = 14173$ mm
	$e_y Y_c = 5343$ 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	416770335
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	416770335
土間階梁面中	sum		39.67	562321	2957890022

$e_x X_c = 14175$ 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
中央階梁面中	x1y3	7725	2.67	20630	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
中央階梁面中	x2y3	7725	2.67	20630	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
中央階梁面中	x3y3	7725	2.67	20630	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
中央階梁面中	x4y3	7725	2.67	20630	20713930
土間階梁面中	sum		31.62	156356	165843442

$e_y Y_c = 4344$ mm

ねじり剛性 E_{ρ}	3123733474 [kN・mm]
x方向の慣性半径 r_{px}	9319 [mm]
y方向の慣性半径 r_{py}	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 $R_{e,y}$	0.00
x方向の $R_{e,x}$	1.00
y方向の $R_{e,y}$	1.00

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	$e_x X_c = 14972$ mm
	$e_y Y_c = 5319$ 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
中央階梁面中	x1y3	2925	2.71	7922	342797816
中央階梁面中	x2y1	9425	2.74	25781	61717480
中央階梁面中	x2y2	9425	2.74	25781	61717480
中央階梁面中	x2y3	9425	2.71	25528	61111117
中央階梁面中	x3y1	18925	2.74	51767	61717480
中央階梁面中	x3y2	18925	2.74	51767	61717480
中央階梁面中	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
中央階梁面中	x4y3	25425	2.71	68964	342797816
土間階梁面中	sum		32.72	463769	2435484641

$e_x X_c = 14175$ 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
中央階梁面中	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
中央階梁面中	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
中央階梁面中	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
中央階梁面中	x4y3	7725	1.84	14204	14255992
土間階梁面中	sum		21.25	107563	114087048

$e_y Y_c = 4995$ mm

ねじり剛性 E_{ρ}	2553571489 [kN・mm]
x方向の慣性半径 r_{px}	10835 [mm]
y方向の慣性半径 r_{py}	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 $R_{e,y}$	0.00
x方向の $R_{e,x}$	1.00
y方向の $R_{e,y}$	1.00

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]	ΣW_i [kN]	A [m ²]	W_i/A [kN/m ²]	α_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、 α_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		Σq_{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		Σq_{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、 Σq_{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]	ΣW_i [kN]	α_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]	ΣW_i [kN]	α_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、 α_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	ΣW_i kN	α_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	ΣW_i kN	α_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

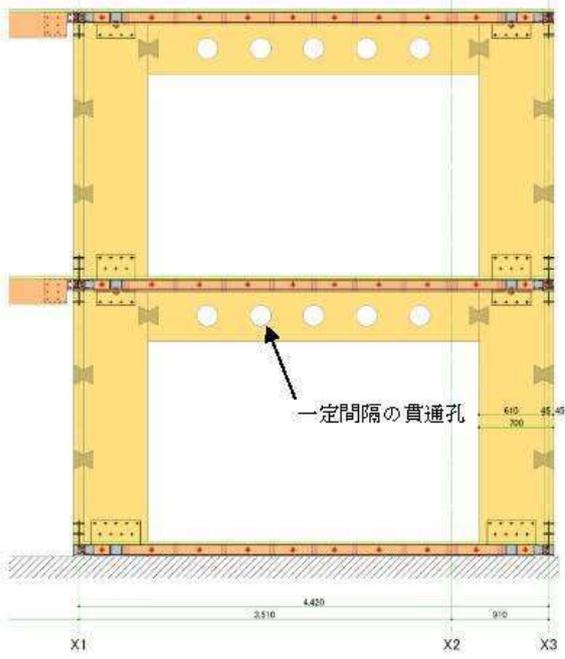
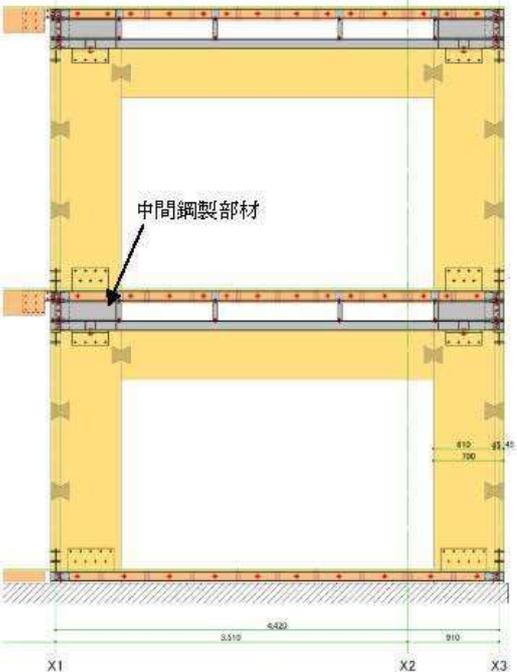
現CCUでは、同一方向、離隔配置が基本となっているが、更なる普及拡大／事業拡大のためには、適用性向上が必要と考えられ、異なる配置パターンに対応するニーズも想定されることから、拡充の検討を行った。

- 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

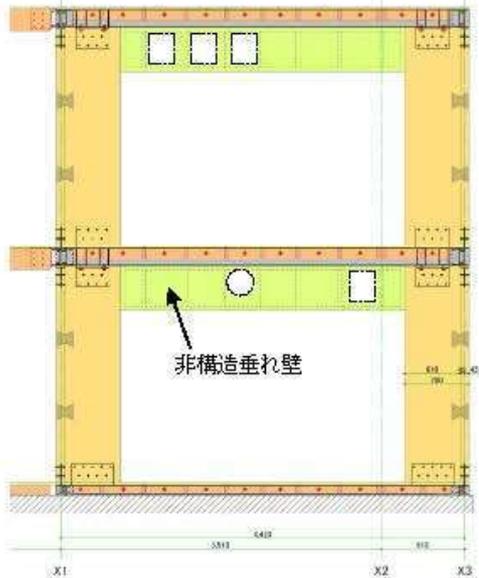
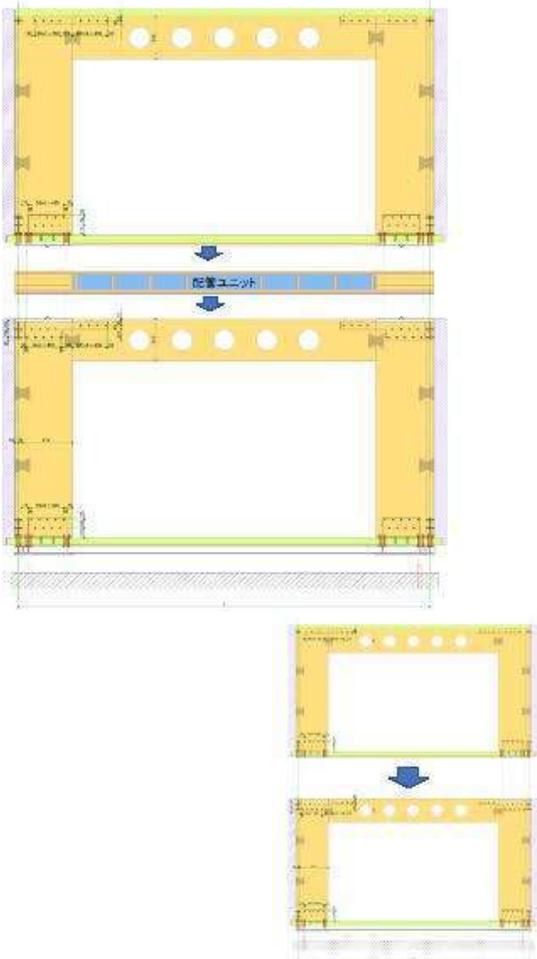
8. CCUの用途拡大とラインアップ拡張開発

■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 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 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。

2. 2 個人／studioKOIVU 一級建築士事務所

2. 2. 1 建築物の仕様一覧

事業名	ウッドシティーを実現する都心木造CLTオフィスの建築によるCLTの低コストな安定供給に向けた実証		
実施者（担当者）	個人（studio KOIVU一級建築士事務所）		
建築物の概要	用途	事務所	
	建設地	愛知県名古屋市中	
	構造・工法	木造軸組工法+CLT耐力壁	
	階数	3	
	高さ（m）	9.85	
	軒高（m）	9.07	
	敷地面積（㎡）	44.71	
	建築面積（㎡）	33.31	
	延べ面積（㎡）	99.96	
	階別面積	1階	33.32
	2階	33.32	
	3階	33.32	
CLTの仕様	CLT採用部位	耐力壁	
	CLT使用量（㎡）	加工前製品量4.11㎡、建築物使用量3.39㎡	
	壁パネル	寸法	60mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A-3-3
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	該当なし
		ラミナ構成	該当なし
		強度区分	該当なし
		樹種	該当なし
	屋根パネル	寸法	該当なし
		ラミナ構成	該当なし
強度区分		該当なし	
樹種		該当なし	
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（㎡）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする	33.08	
仕上	主な外部仕上	屋根	耐摩が ^ル ハ ^リ ウム鋼板(t=0.35) 堅平葺き
		外壁	耐摩が ^ル ハ ^リ ウム鋼板(t=0.35) 角波葺き+石膏ボード(t=12.5) 下地
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス（Low-E、断熱ガス、網入型板ガラス、中空層幅8mm）
	主な内部仕上	界壁	該当なし
		間仕切り壁	片面CLT耐力壁現し（片面PB12.5mm）/その他（両面PB12.5mm）
		床	杉FL15+構造用合板15
	天井	PB12.5+木製野縁下地	
構造	構造計算ルート	ルート2	
	接合方法	金物接合（既成金物、一部製作金物）	
	最大スパン	7.5m	
	問題点・課題とその解決策	狭小地かつ敷地が変形しており構造計画が不利であったが、開発した工場施工型CLT耐力壁を用いることで、要求される構造性能を満足させた。耐力壁は工場施工の為、工期短縮にもメリットがあった。	
防火	防火上の地域区分	準防火地域	
	耐火建築物等の要件	無	
	本建築物の防火仕様	その他建築物	
	問題点・課題とその解決策	準防火木三を活用して建築をしている。	
温熱	建築物省エネ法の該当有無	該当なし	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	柱頭と柱脚金物に断熱材充填ができないため、断熱シートを施工。	
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	硬質ポリスチレンフォーム t=25
		外壁	現場発泡ウレタン吹付 t=25
床		ポリスチレンフォーム（土間下） t=30	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	乾式の床組のため上下階の遮音性向上の配慮が今後の課題である。	
	建て方における課題と解決策	工場施工型CLT耐力壁パネルの施工にはプレカット精度が不可欠。	
	給排水・電気配線設置上の工夫	外周面のCLT耐力壁にはスリーブが抜けなため位置を工夫した。	
工程	劣化対策	室内の木現し仕上には自然系の塗料を塗布する計画とした。	
	設計期間	2022年4月～9月（6ヵ月）	
	施工期間	2023年11月～2023年4月（6ヵ月）	
		CLT躯体施工期間	2023年12月中旬（1週間）
	竣工（予定）年月日	2023年4月30日	
体制	発注者	個人	
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）	基本設計：studioKOIVU一級建築士事務所、実施設計：（株）三四五建築研	
	構造設計者	（株）三四五建築研究所	
	施工者	（株）ザイソウハウス	
	CLT供給者	銘建工業（株）	
	ラミナ供給者	岡山県産材供給会社	

2. 2. 2 実証事業の概要

実証事業名：ウッドシティーを実現する都心木造 CLT オフィスの建築による CLT の低コストな安定供給に向けた実証

建築主等／協議会運営者：（個人）／studio KOIVU 一級建築士事務所

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所		
建設地		愛知県名古屋市		
構造・工法		木造軸組工法+CLT 壁（耐力壁）		
階数		3		
高さ（m）		9.85	軒高（m）	9.07
敷地面積（㎡）		44.71	建築面積（㎡）	33.31
階別面積	1 階	33.32	延べ面積（㎡）	99.96
	2 階	33.32		
	3 階	33.32		
CLT 採用部位		耐力壁		
CLT 使用量（m ³ ）		加工前製品量 4.11 m ³ 、建築物使用量 3.39 m ³		
CLT を除く木材使用量（m ³ ）		15.5218 m ³ （構造部材） 6.2514 m ³ （構造用合板）		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	60mm 厚 / 3 層 3 プライ / Mx60A-3-3 / スギ		
	床	採用無し		
	屋根	採用無し		
設計期間		2022 年 4 月～2022 年 9 月（6 ヶ月）		
施工期間		2022 年 11 月～2023 年 4 月（6 ヶ月）* 予定		
CLT 躯体施工期間		2022 年 12 月中旬（約 1 週間）		
竣工年月日		2023 年 4 月 30 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT の普及には、A) 都心型木造ビルの標準モデルの実現、B) CLT のコストを下げる仕組みの構築（工場施工型 CLT 耐力壁製品）、C) 木造まちづくりによる CLT に対する需要の創出が不可欠である。A)については、規格サイズの 120 角・幅の柱梁及び CLT を用いた標準的な木造ビルのモデルを実現することで、住宅から中大規模木造まで、様々な人が取り組みやすい木造ビルの仕様を提示することを目的とする。B)については、CLT 工場の閑散期に量産することができる CLT 耐力壁製品の開発により、CLT の生産量と供給量を増やすことで CLT の低コストな安定供給に資する仕組みを構築することを目的とする。C) については、都心における木造の建築群から形成されるウッドシティー構想の実現により、木造まち

づくりによる認知度の向上と木造に対する需要の創出が期待できる。

3. 協議会構成員

(協議会運営者) studioKOIVU 一級建築士事務所 坂口友希夫、塩原拓

(意匠設計) (株) 三四五建築研究所 吉田康之、水谷涼

studioKOIVU 一級建築士事務所 坂口友希夫、塩原拓

(構造設計) (株) 三四五建築研究所 清水人美

(施工) (株) ザイソウハウス 伊藤卓、鬼頭康博、高濱康宜

(原木供給・材料) 銘建工業 (株) 車田慎介/ 材惣木材 (株) 鈴木興太郎

(金物) (株) スクリムテックジャパン 河野泰之/ (有) ライン工業 瀧本実/

日之出水道機器 (株) 吉村武、渋谷敬一郎

(試験・実験協力) 富山県木材研究所 若島嘉朗/ 椋山大学 清水秀丸/ 日福大学 坂口大史

4. 課題解決の方法と実施工程

設定した課題)

A-1) CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策の検討

A-2) 規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討

B-1) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策の検討

B-2) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認、課題抽出と解決策の検討

C-1) 都心の木造まちづくりに対する認知度向上や普及啓発への課題抽出と解決策の検討
解決方法と実施工程)

A-1)について、studioKOIVU が仕様の確定と普及に向けた課題と解決策を整理する。A-2)について、studioKOIVU が加工時のコスト縮減及び他工法とコスト比較を行う。B-1)について、銘建工業とスクリムテックジャパンが製品量産時の課題と解決策を整理する。B-2)について、studioKOIVU、銘建工業が施工手順における課題抽出と解決策を整理する。C-1)について、studioKOIVU が木造まちづくりの普及に向けた課題抽出と解決策を整理する。

<協議会の開催>

2022年10月 第1回：工事着手に関する問題点洗い出し

11月 第2回：着工前の確認、工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作工程確認

11月 第3回：木工事の進捗確認、工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作

12月 第4回：建て方の進捗確認、工場施工型 CLT 耐力壁パネルの施工

2023年1月 第5回：木工事及び建て方における改善点等確認

2月 第6回：実証事業の取りまとめと検討

<施工>

2022年11月：工事着手、基礎工事

12月：建て方、工場施工型 CLT 耐力壁パネルの施工

2023年1月：屋根工事、外装工事、木工事

2月：設備工事、金属工事、左官工事、内装工事、塗装工事

3月：建具工事を経て4月中に竣工予定

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。

A-1) CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策検討

本建物の設計を通じて、工場施工型 CLT 耐力壁パネルを用いた都心のオフィスビルの標準モデルの仕様を得られた。本建物は狭小地かつ変形した敷地という不利な条件下で設計された建物であり、都心の狭小地におけるモデルとしての事例を示すことができた。

A-2) 規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討

本建物では、規格サイズの 120 角・幅の柱梁を用いることで、一般に流通している材での建築を可能とし、コスト縮減を図った。また、S 造で建築した際との比較では、構造躯体費用及び手間費の差が金額差につながり、S 造のコストの方が高い結果となった。

B-1) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策検討

開発した工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作工程における課題抽出を行った。今後、誰でも工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作が可能ないようにマニュアルの作成と製作過程の様子を動画でまとめ、将来的な普及につながる仕組みづくりを行った。

B-2) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認、課題抽出と解決策検討

開発した工場施工型 CLT 耐力壁パネルの建て方工程に立ち合い、課題抽出を行った。耐力壁を工場で事前に施工することで、工期短縮を図った。また、耐力壁の接合はボルト接合とすることで、S 造の建て方を行っている業者が新規参入しやすいよう工夫した。

C-1) 都心の木造まちづくりに対する認知度の向上や普及啓発に向けた課題抽出と解決策検討

本建物と近接して 2 つの中層木造建築を連動させ、木造による街づくりの具体的な取り組みを計画し、近隣一帯の木造化や今後の中層木造建築の普及モデルとなるような木造建築群を計画する一連のプロジェクトを「ウッドシティー」として構想した。本建物はその第一弾であり、建物を目にする人達がひと目で木を感じ、これらが連なることで魅力的な街並みが形成されるように、県産材を利用した木ルーバーによる外観を設計した。

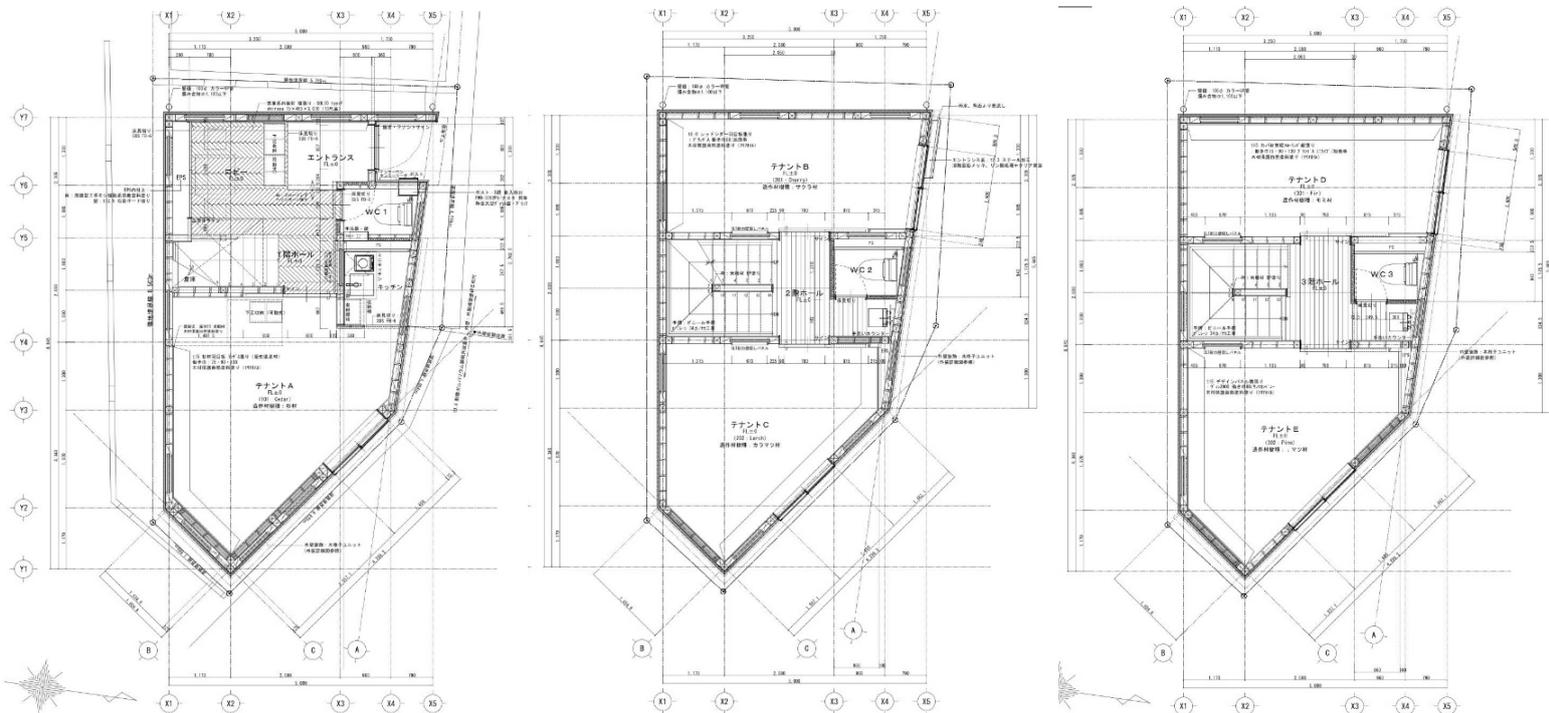
6. 本実証により得られた成果

本事業では、都市部で CLT を用いたオフィスビルの標準モデルとしての仕様や実例が得られた。また、CLT の低コストな安定供給につなげることを目的として、CLT 工場の閑散期に量産できる工場施工型の CLT 耐力壁製品の開発を行った。さらに、木造建築群を計画するウッドシティー構想の第一弾として本建物の建築を行った。名古屋のターミナル駅近郊

に位置するこの建物を目にする人が木を感じられるような外装木ルーバーを設計した。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等

○設計したオフィス図面



1階平面図

2階平面図

3階平面図

○工場施工型 CLT 耐力壁パネル



図1 工場施工型 CLT 耐力壁パネル製作工程



図2 工場施工型 CLT 耐力壁パネル施工工程

○ウッドシティー



図3 外装木ルーバーユニット



図4 外観イメージパース

令和4年度 CLT活用建築物等実証事業

ウッドシティーを実現する都心木造 CLT オフィスの建築による
CLT の低コストな安定供給に向けた実証

成果報告書

1. 実証した建築物の概要

本実証事業で計画した建物は以下の通りである。

用途	事務所		
建設地	愛知県名古屋市		
構造・工法	木造軸組工法+CLT壁（耐力壁）		
階数	3		
高さ（m）	9.85	軒高（m）	9.07
敷地面積（㎡）	44.71	建築面積（㎡）	33.31
階別面積	1階	33.32	延べ面積（㎡） 99.96
	2階	33.32	
	3階	33.32	
CLT採用部位	耐力壁		
CLT使用量（m ³ ）	加工前製品量 4.11 m ³ ，建築物使用量 3.39 m ³		
CLTを除く木材使用量（m ³ ）	15.5218 m ³ （構造部材） 6.2514 m ³ （構造用合板）		
CLTの仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）	
	壁	60mm厚 / 3層3プライ / Mx60A-3-3 / スギ	
	床	採用無し	
	屋根	採用無し	
設計期間	2022年4月～2022年9月（6ヵ月）		
施工期間	2023年11月～2023年4月（6ヵ月）*予定		
CLT躯体施工期間	2022年12月中旬（約1週間）		
竣工年月日	2023年4月30日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLTの普及には、A) 都心型木造ビルの標準モデルの実現、B) CLTのコストを下げる仕組みの構築（工場施工型CLT耐力壁パネル製品）、C) 木造まちづくりによるCLTに対する需要の創出が不可欠である。A)については、規格サイズの120角・幅の柱梁及びCLTを用いた標準的な木造ビルのモデルを実現することで、住宅から中大規模木造まで誰でも取り組みやすい木造ビルの仕様を提示することを目的とする。B)については、CLT工場の閑散期に量産することができるCLT耐力壁製品の開発により、CLTの生産量と供給量を増やすことでCLTの低コストな安定供給に資する仕組みを構築することを目的とする。C)については、都心におけるウッドシティー構想の実現により、木造まちづくりによる認知度の向上と木造に対する需要の創出が期待できる。

3. 協議会構成員

（協議会運営者）studioKOIVU 一級建築士事務所 坂口友希夫，塩原拓

（意匠設計）（株）三四五建築研究所 吉田康之，水谷涼 /

studioKOIVU 一級建築士事務所 坂口友希夫，塩原拓

（構造設計）（株）三四五建築研究所 清水人美

（施工）（株）ザイソウハウス 伊藤卓，鬼頭康博，高濱康宜

(原木供給・材料) 銘建工業 (株) 車田慎介/ 材惣木材 (株) 鈴木興太郎
(金物) (株) スクリムテックジャパン 河野泰之/ (有) ライン工業 瀧本実/
日之出水道機器 (株) 吉村武, 渋田敬一郎
(試験・実験協力) 富山県木材研究所 若島嘉朗/ 椋山大学 清水秀丸/ 日福大学 坂口大史

4. 課題解決の方法と実施工程

設定した課題)

- A-1) CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策検討
- A-2) 規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討
- B-1) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策検討
- B-2) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認, 課題の抽出と解決策検討
- C-1) 都心の木造まちづくりに対する認知度の向上や普及啓発に向けた課題抽出と解決策検討

解決方法と実施工程)

A-1)について, studioKOIVU が仕様の確定と普及に向けた課題と解決策を整理する。A-2)について, studioKOIVU が加工時のコスト縮減及び他工法とコスト比較を行う。B-1)について, 銘建工業とスクリムテックジャパンが製品量産時の課題と解決策を整理する。B-2)について, studioKOIVU, 銘建工業が施工手順における課題抽出と解決策を整理する。C-1)について, studioKOIVU が木造まちづくりの普及に向けた課題抽出と解決策を整理する。

<協議会の開催>

2022年10月 第1回: 工事着手に関しての問題点洗い出し

- 11月 第2回: 着工前の確認, 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作工程確認
- 11月 第3回: 木工事の進捗確認, 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの製作
- 12月 第4回: 建て方の進捗確認, 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの施工
- 1月 第5回: 木工事及び建て方における改善点等確認
- 2月 第6回: 実証事業の取りまとめ検討

<施工>

2022年11月: 工事着手, 基礎工事

- 12月: 建て方, 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの施工
- 1月: 屋根工事, 外装工事, 木工事
- 2月: 設備工事, 金属工事, 左官工事
- 3月: 建具工事, 内装工事, 塗装工事
- 4月: 建物完成予定

5. 課題とテーマ

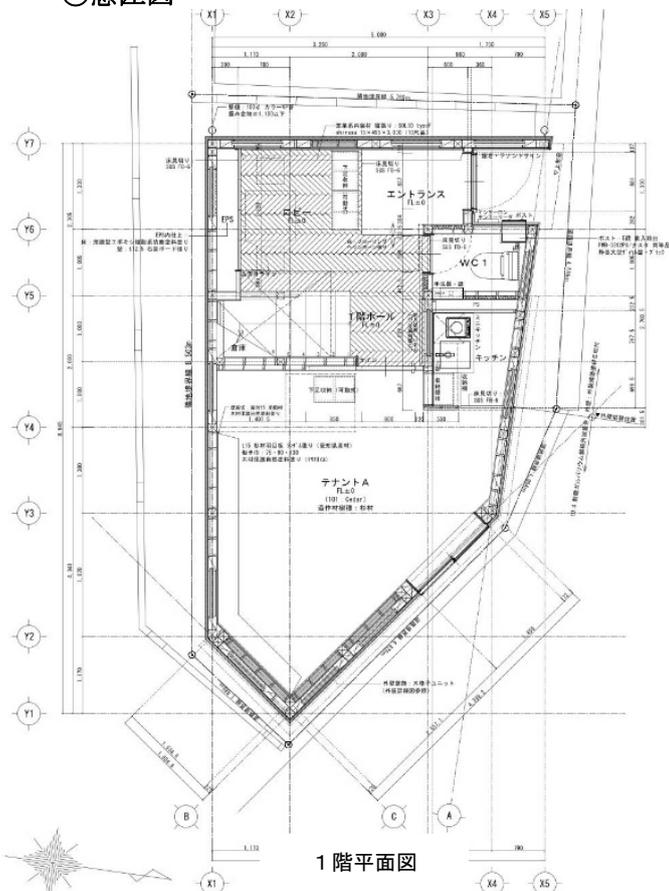
- A-1) CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策検討
- A-2) 規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討
- B-1) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策検討
- B-2) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認, 課題の抽出と解決策検討
- C-1) 都心の木造まちづくりに対する認知度の向上や普及啓発に向けた課題抽出と解決策検討

6. テーマ毎の成果物

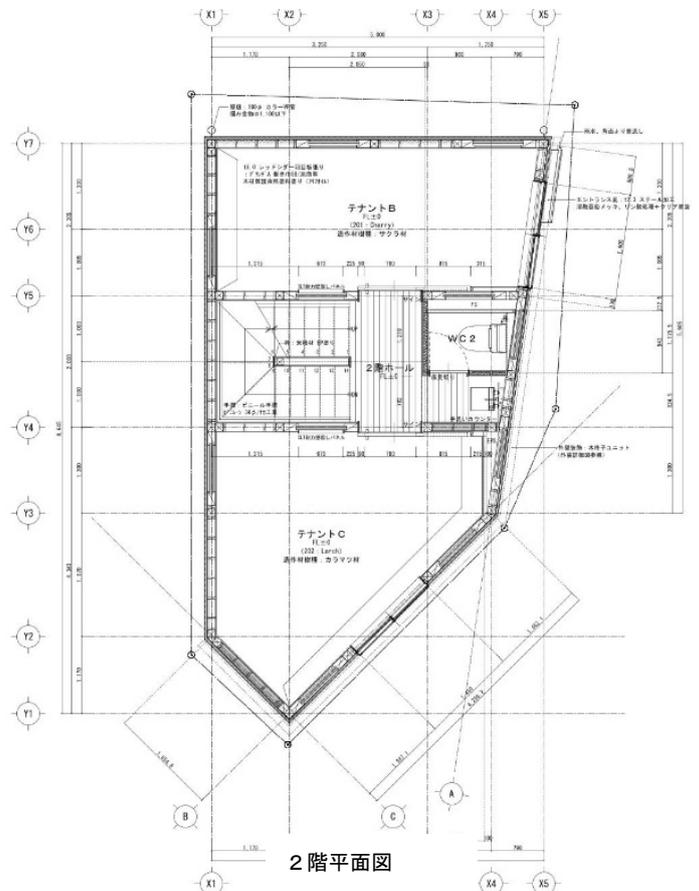
A-1) CLT オフィスビルの標準モデルの仕様確定と普及に向けた課題抽出と解決策検討

本事業で計画した建物の設計図面を成果物として下記に示す。

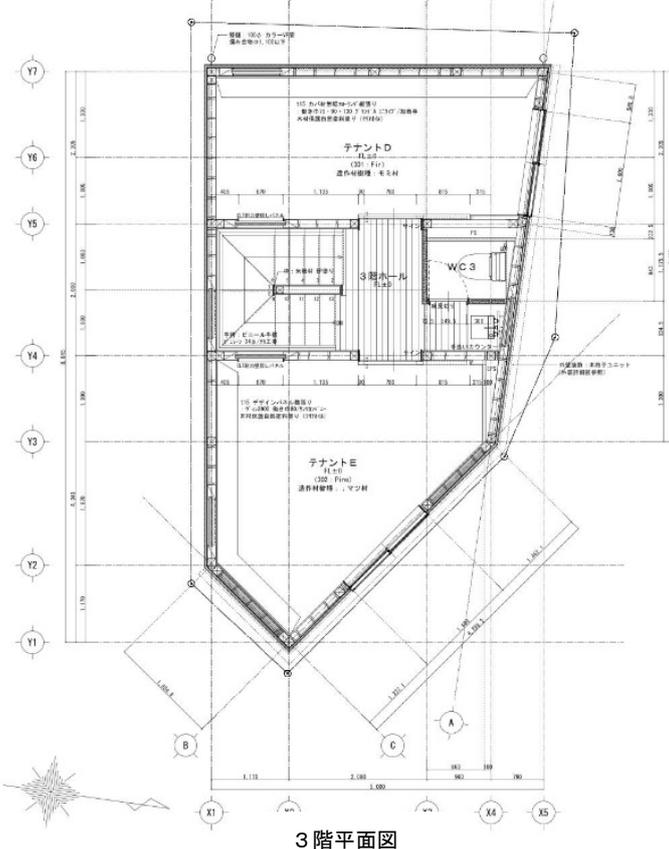
○意匠図



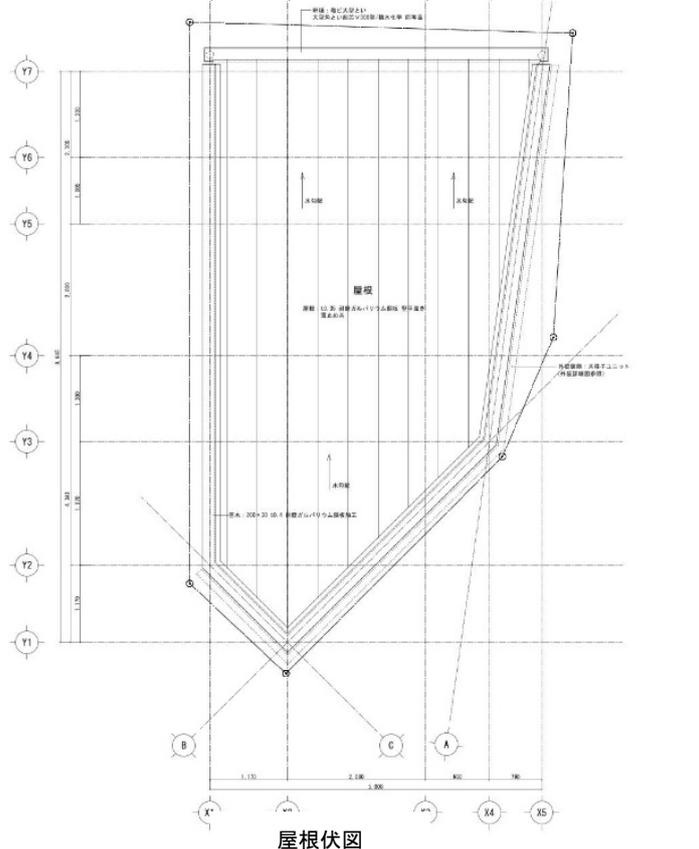
1階平面図



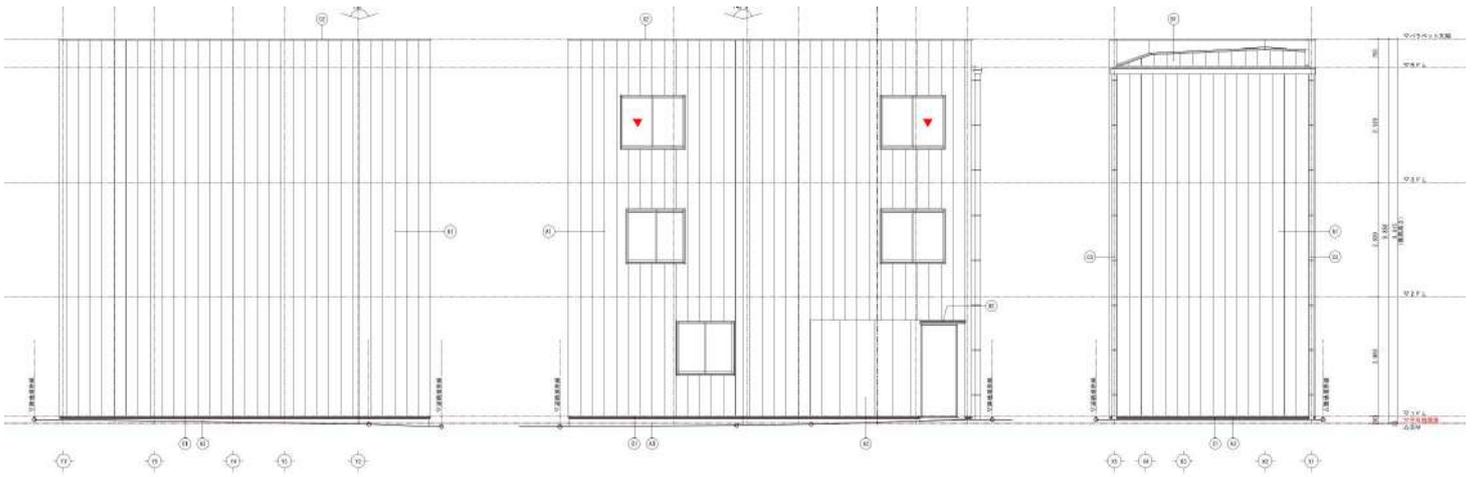
2階平面図



3階平面図



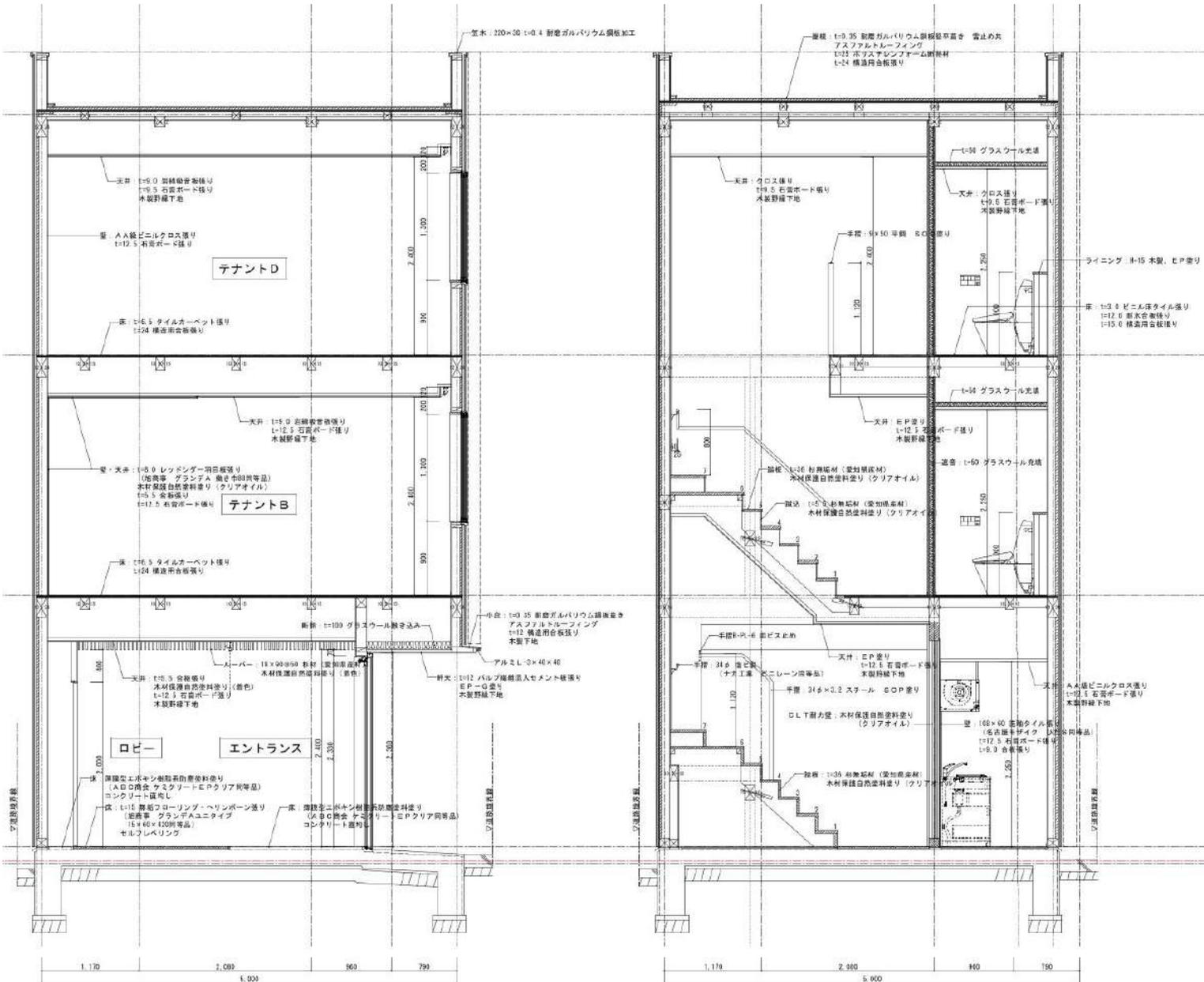
屋根伏図



南側立面図

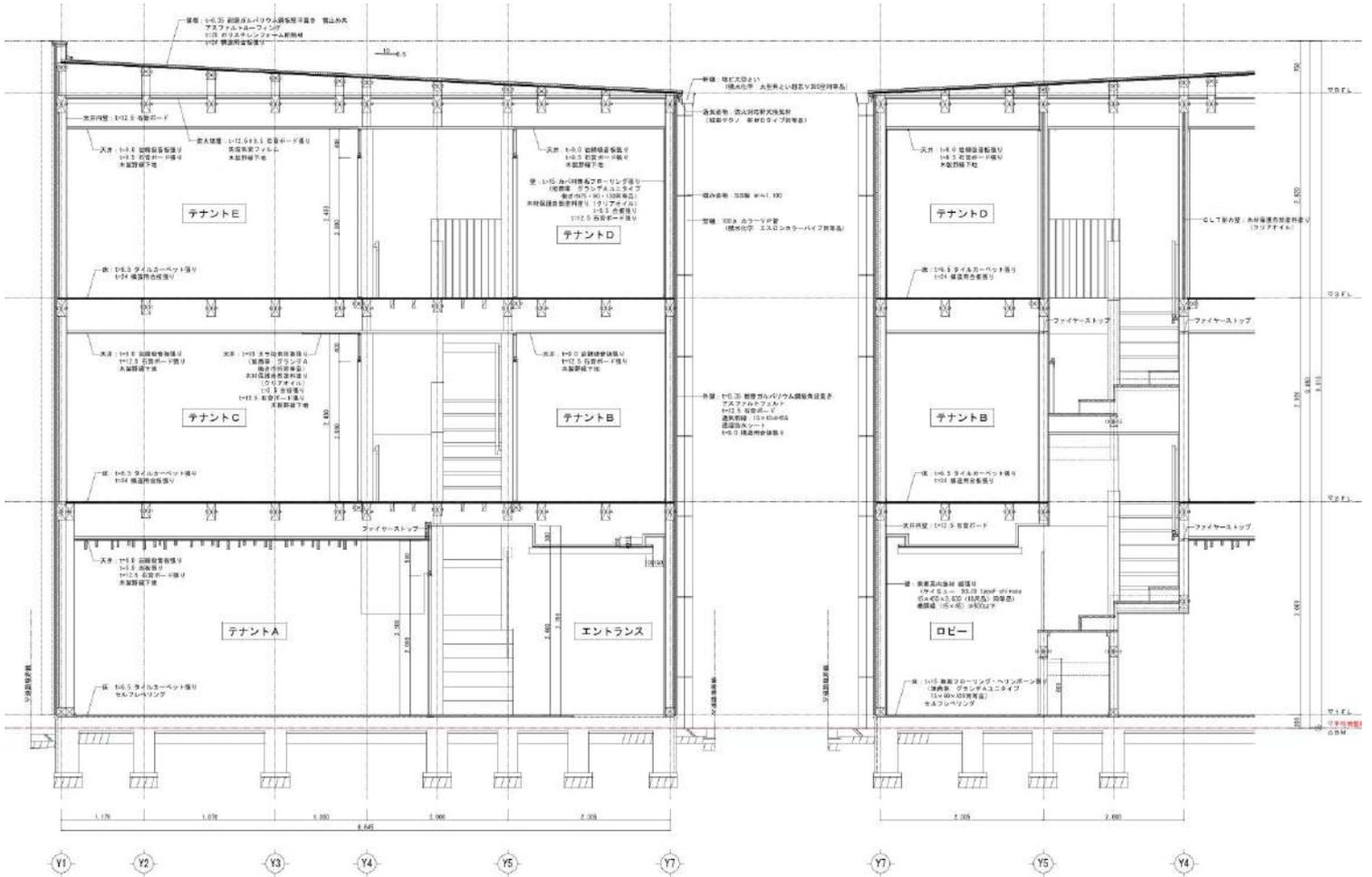
北側立面図

西側立面図



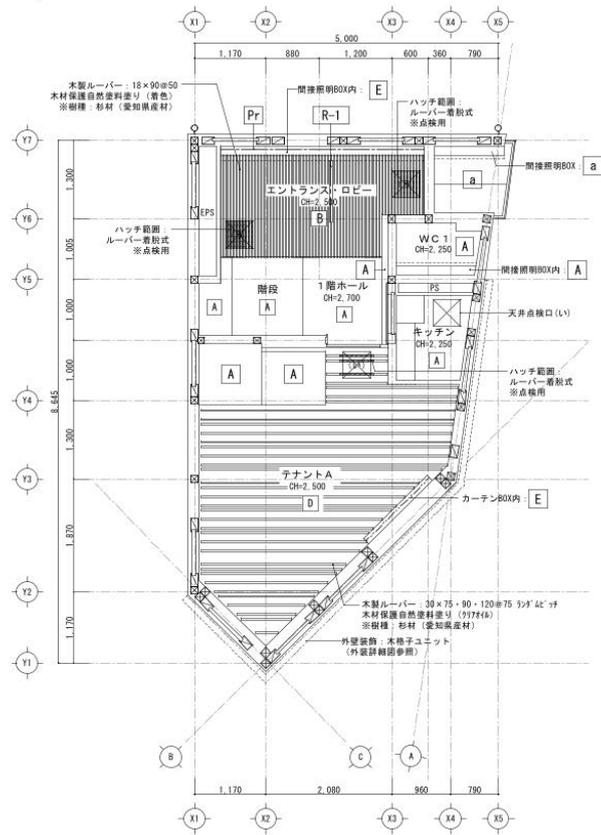
矩計図(1)

矩計図(2)

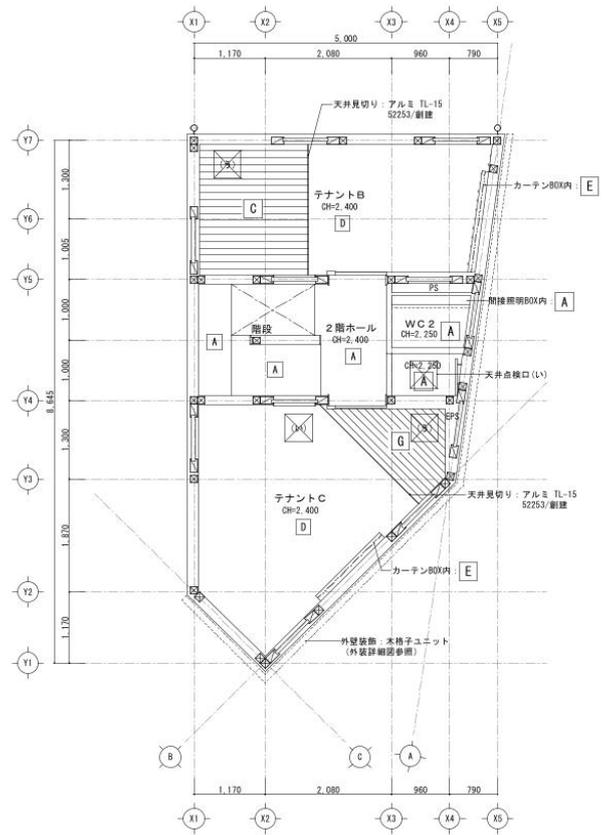


矩計図 (3)

矩計図 (4)

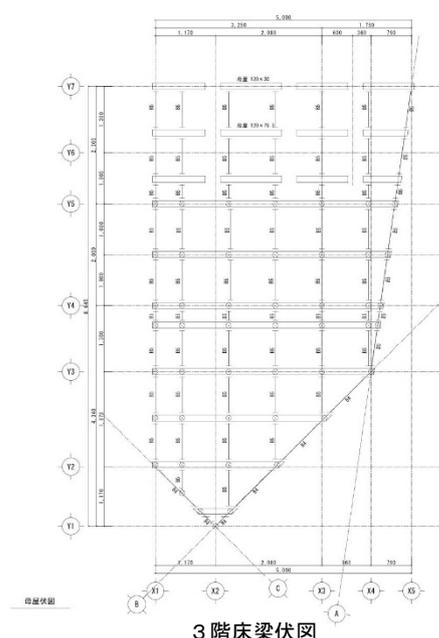
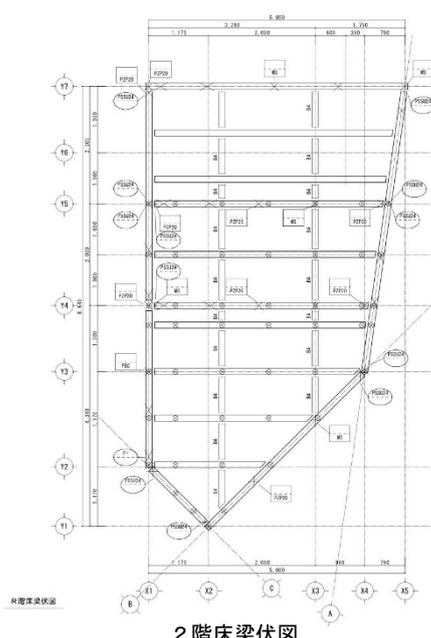
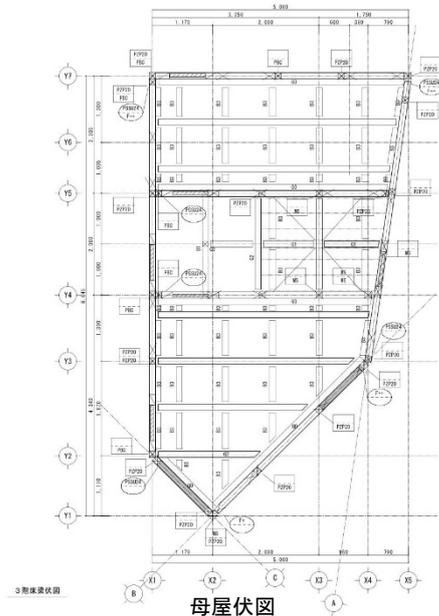
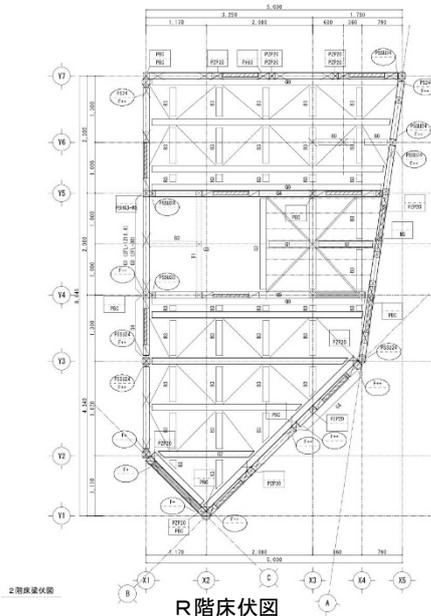
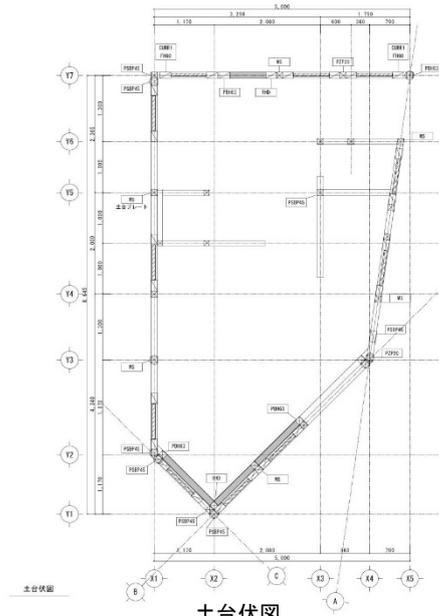
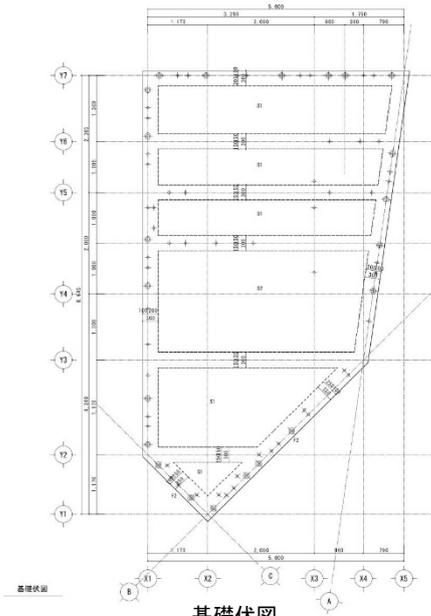


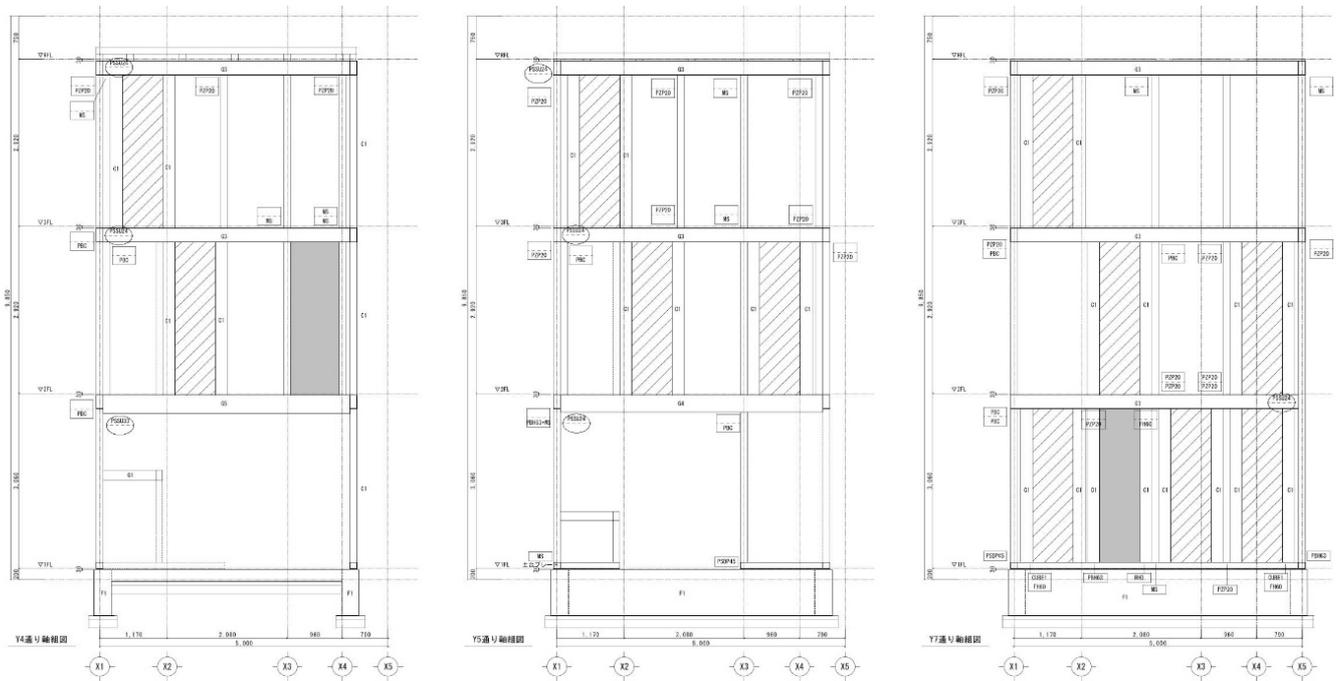
1階天井伏図



2階天井伏図

○構造図

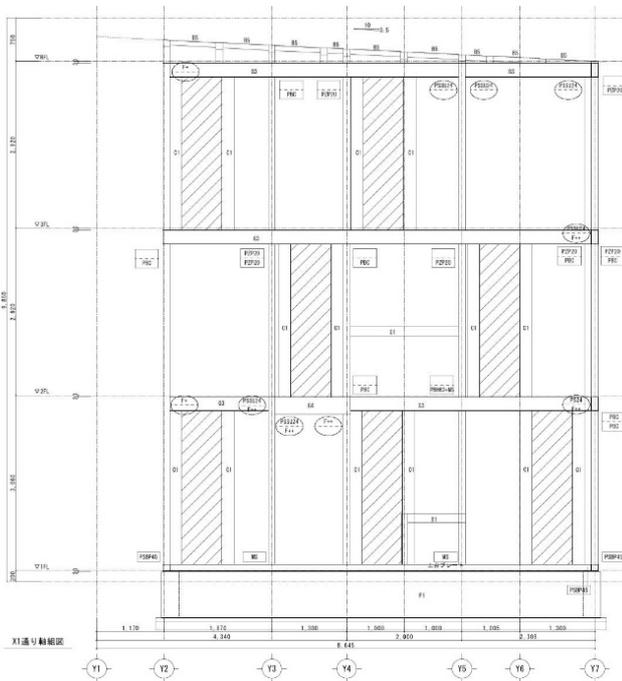




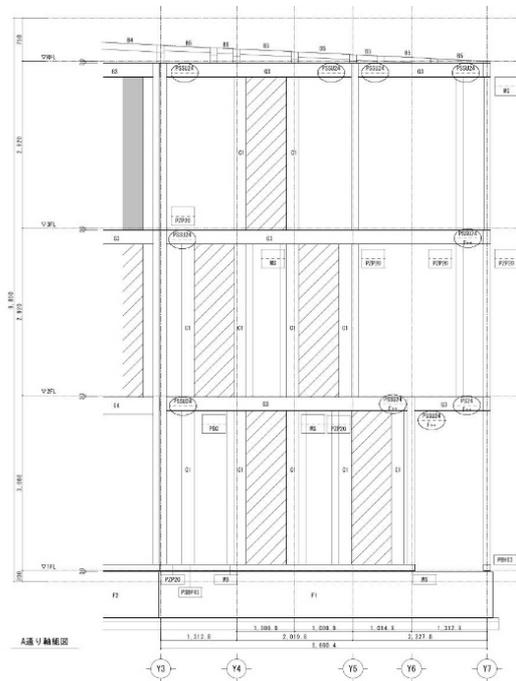
Y4通り軸組図

Y5通り軸組図

Y7通り軸組図



X1通り軸組図



A通り軸組図

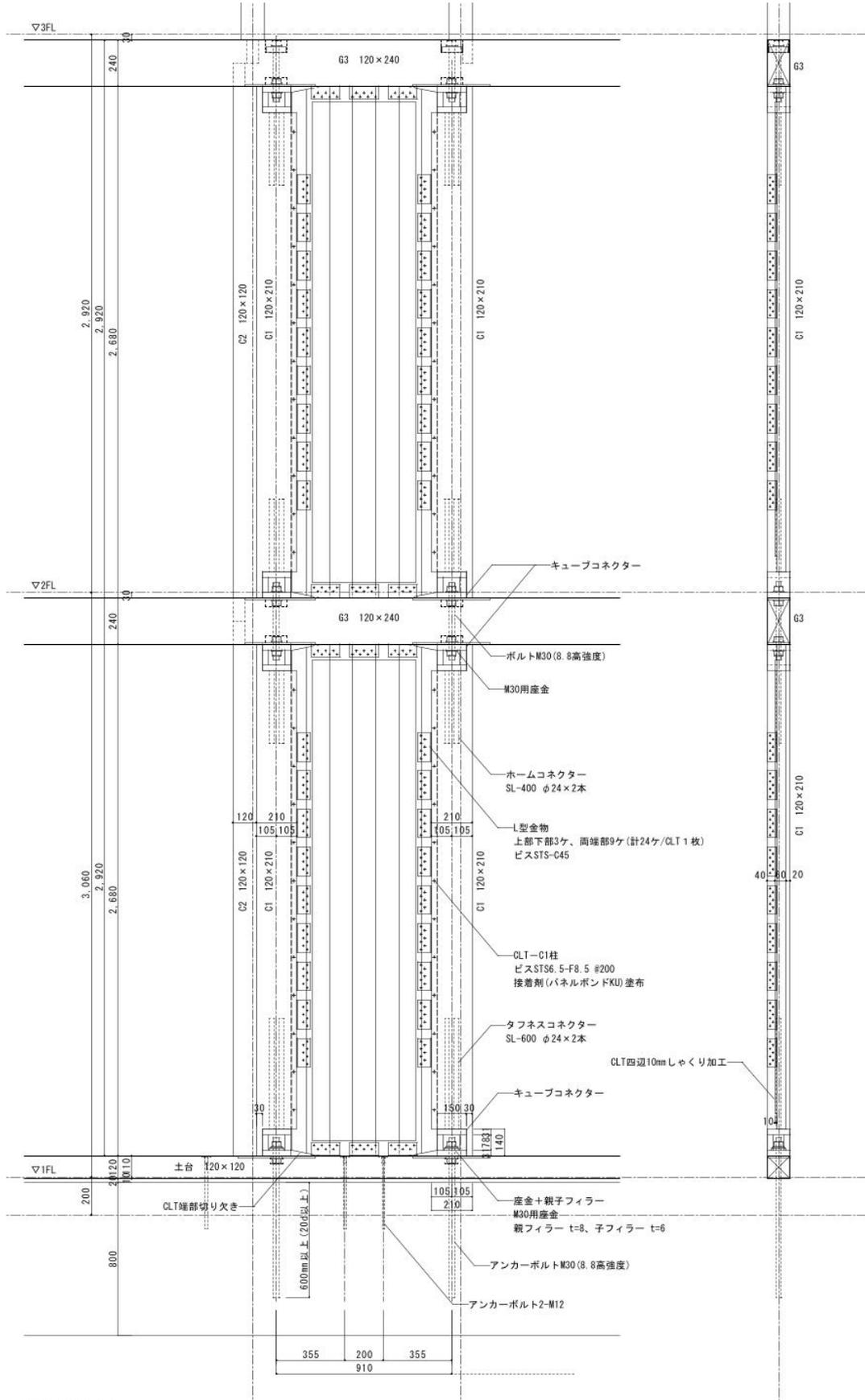
A-2) 規格化サイズの柱梁使用によるコスト縮減及び他工法とのコスト比較の検討

本建物では、規格サイズの120角・幅の柱梁及びCLTを用いることで、一般に流通している材での建築を可能とし、コストの縮減を図った。また、木造とS造での金額比較（報告様式5参照）では、特に差が大きい項目は構造躯体と地盤改良の費用であった。木造とS造の構造躯体費用の比較では、鉄骨躯体費用及び手間費が金額差につながり、S造の方が高い結果となった。地盤改良費用では、木造建物は軽量であるため、杭工事が必要でない場合も多く、地盤の状況によって簡易な表層改良や柱状改良で対応可能な場合、S造と比べてコストダウンが可能となる。さらに木造は部材も軽量であるため、建て方で使用するクレーンも小規模なもので対応可能というメリットがあり、手間賃やクレーンのレンタル費用も低く抑えることができる。基礎に関しても、一定の金額差がみられた。これは、木造とS造の引抜力の違いから、木造ではS造に比べて基礎を軽量化できることが多く、結果としてコストダウンに繋がった。特に、今回の建物の様に、工場施工型の耐力壁を使うなど、工期短縮や手間の削減に対する工夫を行うことで、工期短縮によるコストダウンにつなげることができる。

B-1) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの量産時の生産工程における課題抽出と解決策検討

本事業にて開発した工場施工型 CLT 耐力壁パネル図面を成果物として下記に示す。

○工場施工型 CLT 耐力壁パネル図面



工場施工型 CLT 耐力壁パネル詳細図

都心の狭小地など不利な条件下でも使用可能な高強度の耐力壁であり、CLT 工場の閑散期に量産できる工場施工型の CLT 耐力壁製品を開発した。この製品は、CLT の生産量と供給量を増やし、CLT の低コストな安定供給につなげることを目的として本製品の開発を行った。

本製品は規格材の柱梁（120 角・幅）をベースとしており、全国どこのプレカット工場でも加工が可能となっている。また、ベースが 120 角のため住宅を扱うメーカーでの採用も可能であり、今後の普及が見込まれる中大規模木造まで幅広い用途で採用が可能であり、今後様々な建物での採用が期待される。また、金物一体型の高耐力壁パネルとすることで、生産工程の標準化と規格化を図り、安定供給とコスト縮減につなげることが可能となる。

本建物は、工場施工型 CLT 耐力壁パネルを採用した新工法として、都心の狭小地で木造を実現する狭小地型純木造ビルのロールモデルとして位置づけた。木造建築の中でも、3～5階建の非住宅木造の建築実績は少なく、不利な条件下で設計された本建物の実例により今後の展望が期待できる。

図 1 は、工場施工型 CLT 耐力壁パネルを構成する部材一覧である。部材の選定は、将来的な普及性をもたせるために一般的に入手可能な部材を中心に行った。構成部材は下記に示すとおりである。

- ・ CLT パネル：60mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A-3-3 /スギ
- ・ 柱：オウシュウアカマツ集成材 E105-F300 210×120
- ・ 柱頭金物：ホームコネクター-SL-400φ24,
キューブコネクター+接着剤
- ・ 柱脚金物：タフネスコネクター-SL-600φ20,
キューブコネクター+接着剤
- ・ L 字金物：左右端 9 ケ+上下各 3 ケ(計 24 ケ/CLT 1 枚),
ビスは STS-C45
- ・ CLT と柱の接合：ビス STS6.5-F8.5 @200+接着剤
- ・ 接着剤：パネルボンド KU

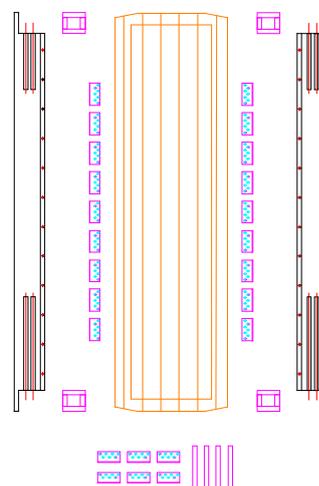


図 1 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの部品図

①柱と CLT の接合工程

図 2 は、柱への接着剤塗布工程の写真である。CLT パネルを挟み込むように両端に配置される柱にはスリットが入っており、このスリット部分に接着剤を塗布する。接着剤の塗布後、図 3 のように CLT パネルをスリットに差し込む。CLT パネルは四隅をしゃくすることで柱のスリット幅と等しい厚みとしている。CLT パネルを柱に差し込む際は、CLT パネルがキューブコネクターに突き当たるまで差し込み、その後、柱の長手方向にずれがないように位置の調整を行う。



図 2 柱への接着剤塗布工程



図 3 柱と CLT の接着後の様子

図4は、柱と CLT パネルの接合工程の写真である。柱の位置調整後、接着剤に圧をかけるため柱から CLT パネルにかけてビスを打ち込む。このビスの打ち込みは、柱と CLT パネルの圧着のために行うものであり、接着剤による柱と CLT パネルの接合により耐力壁の初期剛性を確保している。

図5は、L 字金物による柱と CLT パネルの接合工程の写真である。L 字金物は、両端の柱へ各 9 ヶの計 18 枚をビスで打ち込み固定をする。なお、ビスの打ち込みは CLT パネルに対してと柱に対して行う必要があり、ボルト本数も多いことから作業に時間を要する。そのため、この工程以降は、各柱にそれぞれ人数を配置し、同時にビスの打ち込みを行うことでパネル製作時間を短縮することが可能となる。また、建て方工程後にも CLT パネルの上下に接する土台・梁に対し、上下各 3 ヶの計 6 枚の L 字金物へのビスの打ち込み工程が必要である。この L 字金物により柱と CLT パネルを固定することで、耐力壁に靱性能をもたせる計画としている。



図4 柱と CLT のビス接合工程



図5 柱と CLT の L 字金物での接合工程

②柱頭・柱脚金物の接合工程

図6は、柱頭・柱脚金物と柱の接合工程の写真である。柱には事前にボルト状の中空式金物を差し込む孔が設けられており、その孔にボルト状の金物を差し込む。ボルト状の金物と柱の接合は、接着剤を注入する GIR 工法を用いて固定する。従来の GIR 接合は剛性をもたせることが主な目的であったが、今回柱脚に用いるタフネスコネクターは靱性能をもち合わせた GIR 接合が可能のため、パネルの欠点となる接合部に対して靱性能をもたせることができる。

次に GIR 工法の工程を説明する。まず、ボルト状の中空式金物の内部に接着剤を注入していき、金物の先端まで接着剤を到達させる。ボルト状の金物の内部に接着剤の充填が完了すると、図7のように柱の側面に設けた孔から接着剤があふれ出る仕組みとなっている。図7のように接着剤があふれることで、柱の孔への接着剤の充填を確認することができる。各柱には上下各 2 本の計 4 本、耐力壁一枚あたり 8 本の GIR 接合箇所があり、それぞれの箇所でのこの工程を行う。接着剤の充填後、あふれ出た接着剤は布などできれいにふき取り、接着剤の固化が完了すると工場施工型 CLT 耐力壁パネルの完成となる。この耐力壁は積層して保管や運搬が可能のため、保管する際の場所は最小限で済み、トラックでの輸送時は積層して積み込むことで一枚あたりの輸送コスト削減が可能となる。



図6 柱頭・柱脚金物とパネルとの接合工程



図7 接着剤の充填工程

B-2) 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの現場施工手順の確認，課題の抽出と解決策検討

工場施工型 CLT 耐力壁パネルの施工は，クレーンで耐力壁を現場に吊り込み，配置後にボルトを手で締めるといった簡易な方法であるため，誰もが作業可能となっている。現代の建設現場において，建て方はクレーンを用いて行うことが一般的であり，クレーンを用いた建設現場であれば導入が可能なことから様々な現場での採用が期待される。また，接合部の納まりは S 造と同じくボルト接合であることから，これまで S 造の建て方を生業としていた業者が，新規に木造業界へ参入するきっかけになるような，新規に取り組みやすい耐力壁となっている。接合部においても，施工誤差の吸収がしやすいように親子フィラーを採用し，従来の木造での耐力壁施工に比べ手間の軽減ができ，結果として建て方工期の短縮とそれに伴う人件費の削減による建築総コストの削減が可能となる。

① 工場施工型 CLT 耐力壁パネルの配置→柱脚金物の仮締め→本締め

図 8 は，工場施工型 CLT 耐力壁パネルの配置工程の写真である。まず，工場施工型 CLT 耐力壁パネルをアンカーボルト位置に合うようにクレーンで吊り込む。柱脚の接合部は，アンカーボルトの施工誤差を吸収することができるように，図 9 のように親子フィラーを用いる。図 10 は，配置した耐力壁の仮締め工程の写真である。アンカーボルトと柱脚金物の接合は，S 造と同じくボルト接合となっており，簡易な施工方法であることから誰でも施工が可能である。また，柱脚・柱頭のキューブコネクターは四方に穴が開いているため，表からも裏からも施工が可能となっている。

図 10 は，ボルトの本締め工程の写真である。本締めはめがねレンチを用いて固定を行う。



図 8 耐力壁配置



図 9 親子フィラー



図 10 仮締め



図 11 本締め

② 柱頭金物と梁の接合，上階への耐力壁設置

図 12 は，工場施工型 CLT 耐力壁パネル柱頭へのボルト取り付け工程写真である。柱頭金物と梁の接合は柱脚同様にボルトを用いて行う。図 13 のように，CLT 耐力壁の上部に取りつく梁へは事前にボルトを貫通させるための孔をあけておき，梁貫通したボルトはナットで梁と固定する。梁に取りつく耐力壁が多い場合，梁貫通させるボルト数が多くなるため高いプレカット精度が要求される。



図 12 柱頭へのボルト取り付け



図 13 梁の配置

③上階における工場施工型 CLT 耐力壁の施工

図 1 4 は、上階への工場施工型 CLT 耐力壁パネルの配置工程の写真である。1 階の建て方完了後、上階においても同様の工程を行なっていく。図 1 5 は耐力壁の仮締め工程の写真である。開発した耐力壁の接合部は簡易に施工することが可能となっているため、建物の規模が変わっても施工性が変わらないことが特徴である。建物の上階のような、足元が狭い状況下にあっても、スムーズな作業が可能なることから、狭小地の物件など足場の狭い現場での採用でのメリットがある。



図 1 4 上階での耐力壁配置



図 1 5 上階での耐力壁固定

④工場施工型 CLT 耐力壁パネルの設置完了後の最終工程

図 1 6 は、工場施工型 CLT 耐力壁パネルと土台・梁の L 字金物を用いた固定工程の写真である。工場施工時に耐力壁の両端の柱と CLT パネルは L 字金物で固定を行うが、上下各 3 ケの計 6 枚の L 字金物の取り付けは現場で行う。この工程は大工が行うことが可能であり、上階で建て方を行なっている間に下階から金物の取り付けを行うことで工期の短縮を図ることが可能である。

図 2 2 は全工程を経て施工完了した工場施工型 CLT 耐力壁パネルの姿である。



図 1 6 L 字金物での耐力壁と梁の固定工程



図 1 7 工場施工型 CLT 耐力壁パネル
設置完了写真

断熱処理について

図 1 8 は、工場施工型 CLT 耐力壁パネルへの断熱材吹付け後の写真である。本建物では、断熱材は吹付けを採用した。耐力壁部分の CLT 厚は 60mm であることから、CLT パネル面に断熱材の吹き付け代が残り、この部分に断熱材を吹いていく。また、柱頭・柱脚のキューブコネクターは内部に断熱材を充填し、充填後に上からシート系の断熱材を貼ることで熱橋の処理を行なっている。



図 1 8 断熱際の吹き付け後



図 1 9 柱頭・柱脚金物の断熱処理

C-1) 都心の木造まちづくりに対する認知度の向上や普及啓発に向けた課題抽出と解決策検討

本事業による木造オフィスと近接して2つの中層木造建築を連動させ、木造による街づくりの具体的な取り組みを計画し、近隣一帯の緑化や今後の中層木造建築の普及モデルとなるような木造建築群を計画する一連のプロジェクトを「ウッドシティー」として構想している(図20~22)。

今年度の事業として、ウッドシティー構想の第一弾となる木造オフィスを、本事業において開発した工場施工型 CLT 耐力壁パネルを用いて建築を行った。

本敷地は愛知県名古屋市を中心部に位置し、図20の敷地図で示す通り、名古屋市のターミナル駅の一つである金山駅から徒歩2分の立地条件となっている。また、JR東海道本線の線路沿線に敷地が位置していることから、毎日通勤や通学で電車を使う約10万人の人達の目につく建物となる。そこで、本建物もひと目で木造ということがわかるよう、外装には地元愛知県産材を用いた木ルーバーを纏わせ、木が外部に表出した建物外観とした。これら、木が外部に表出した建築物が一定のかたまりとして連なることで、都心における木造によるまち並み形成を行い、周辺の建築物の持ち主が所有建物の建て替え時に自発的に木を選択するような、住民が主体となるような木造街並みづくりを目指す。



図20 ウッドシティー構想周辺敷地状況



図21 コンセプト図兼周辺敷地鳥瞰図



図22 外観イメージパース

図23は、本建物の外観で用いる地元愛知県産の杉材に外部保護塗料を塗布した外装ルーバーユニットのパターンである。外装ルーバーの耐久性の向上のために、木材に自然保護塗料塗布する前にエッジとなる部分の面取りを行い、エッジ部にも十分に塗料が含浸し長期的に耐久性が保たれるように処理をした。また、外装ルーバーはそれぞれをパネルユニット化し、将来的の塗り替えや取り換えにも対応できるなどメンテナンス性が良くなるように工夫した。

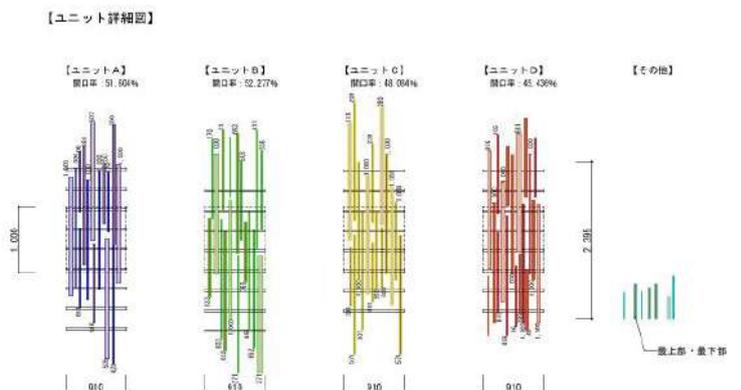


図23 外装ルーバーユニットのパターン

外装ルーバーのパネルユニットは図24の通り、事前に台の上に1:1スケールの下図を作成し、そこへ材を並べ、組み立ては工場で行う。そのため、現場搬入前の事前組み立てが可能であり、現場での作業は、各ルーバーを建物の外壁に固定をただけとなり、メンテナンス時の着脱も含めて簡易に施工が可能な仕様とデザインになっている。

図25は、外装ルーバーの詳細図である。パネルは主に4パターンで構成されており、それらを螺旋状に組み合わせることで、ユニット化したパネルであるものの、外観から木がランダムに貼られているように工夫をした。ユニット内でもルーバー材の断面を変えることで、近くで見た時も奥行きを感じられるよう工夫した。

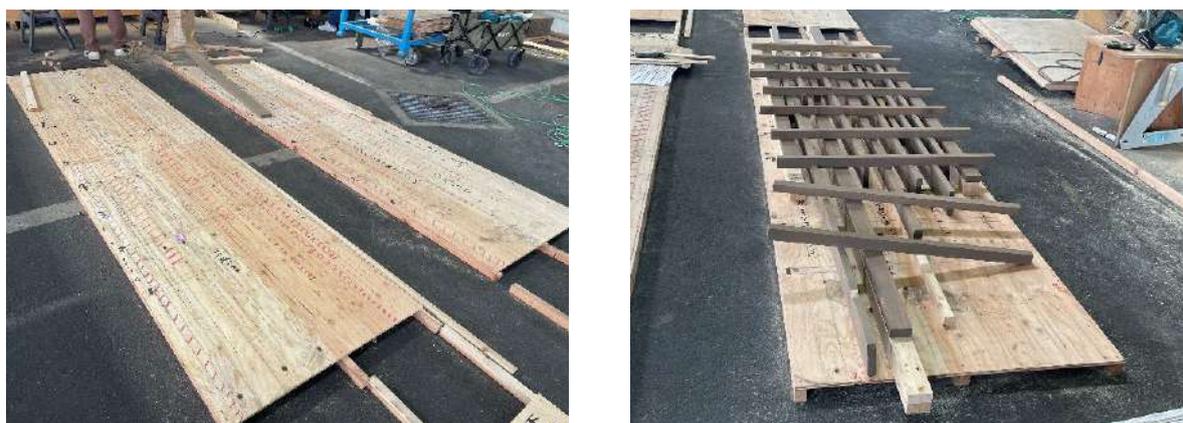


図24 外装木ルーバーユニット

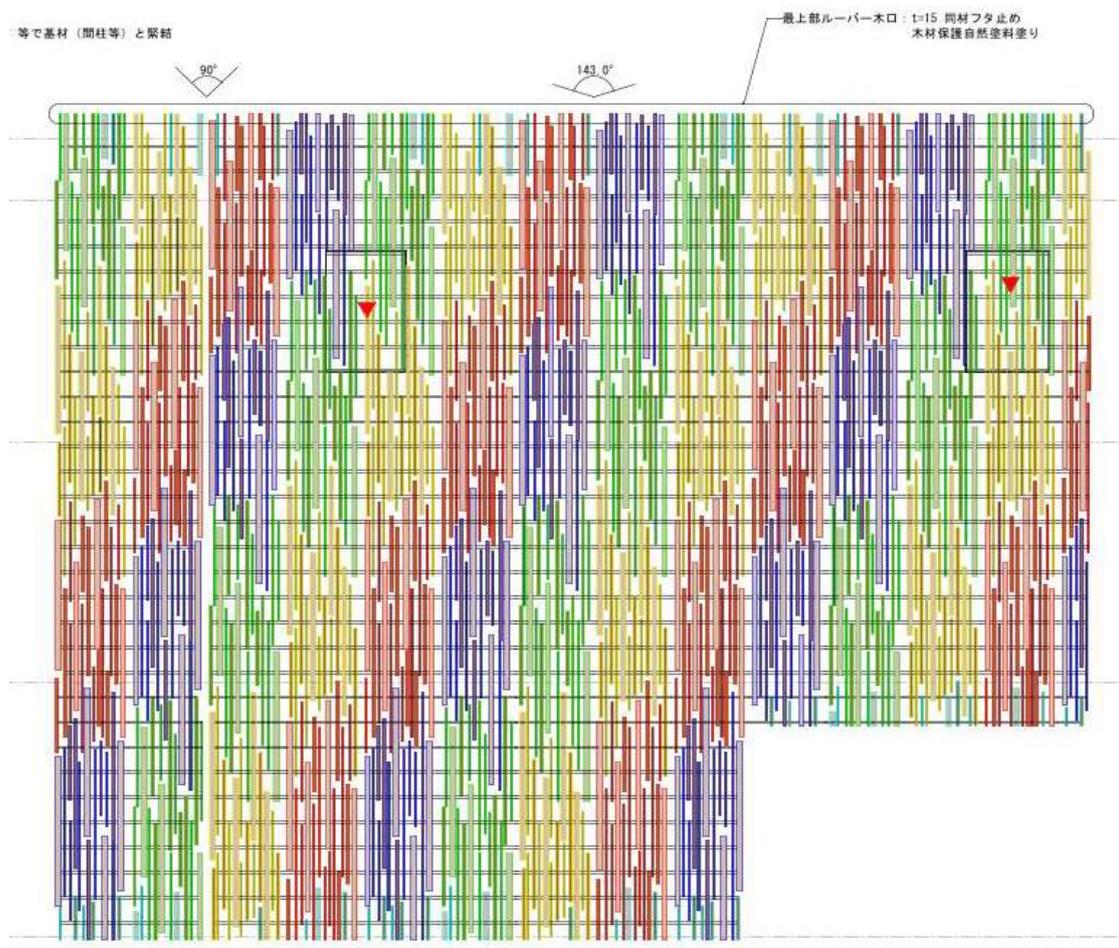


図25 外装木ルーバーの詳細図面

2. 3 銘建工業(株)

2. 3. 1 建築物の仕様一覧

事業名		大規模な建築物を想定した大量生産、大量輸送に対するCLTパネル生産の低コスト化等実証事業		
実施者(担当者)		銘建工業株式会社		
建築物の概要	用途	—		
	建設地	—		
	構造・工法	—		
	階数	—		
	高さ(m)	—		
	軒高(m)	—		
	敷地面積(m ²)	—		
	建築面積(m ²)	—		
	延べ面積(m ²)	—		
	階別面積	1階	—	
2階		—		
3階		—		
CLTの仕様	CLT採用部位		—	
	CLT使用量(m ³)		加工前製品量 1106.5402 m ³	
	JAS製品	寸法	90mm厚, 120mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ, 3層3プライ+1プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
	nonJAS製品	寸法	90mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	強度なし	
		樹種	スギ	
	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)		—	
	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		—	
仕上	主な外部仕上	屋根	—	
		外壁	—	
		開口部	—	
	主な内部仕上	界壁	—	
		間仕切り壁	—	
		床	—	
	天井	—		
構造	構造計算ルート		—	
	接合方法		—	
	最大スパン		—	
	問題点・課題とその解決策		—	
耐火	防火上の地域区分		—	
	耐火建築物等の要件		—	
	本建築物の耐火仕様		—	
	問題点・課題とその解決策		—	
温熱	建築物省エネ法の該当有無		—	
	温熱環境確保に関する課題と解決策		—	
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	—	
		外壁	—	
床		—		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		—	
	建て方における課題と解決策		—	
	給排水・電気配線設置上の工夫		—	
	劣化対策		—	
工程	設計期間		—	
	施工期間		—	
	CLT躯体施工期間		—	
	竣工(予定)年月日		—	
体制	発注者		銘建工業株式会社	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		—	
	構造設計者		—	
	施工者		—	
	CLT供給者		銘建工業株式会社	
	ラミナ供給者		株式会社くまもと製材	

2. 3. 2 実証事業の概要

実証事業名：大規模な建築物を想定した大量生産、大量輸送に対する CLT パネル生産の低コスト化等実証事業

建築主等／協議会運営者：銘建工業（株）

1. 実証した建築物の概要

用途	該当せず（以下「－」と表記）		
建設地	－		
構造・工法	－		
階数	－		
高さ（m）	－	軒高（m）	－
敷地面積（㎡）	－	建築面積（㎡）	－
階別面積	1階	－	延べ面積（㎡） －
	2階	－	
	3階	－	
CLT 採用部位	－		
CLT 使用量（m ³ ）	加工前製品量 1106.5402 m ³		
CLT を除く木材使用量（m ³ ）	－		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）	
	JAS 製品	90mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60A 相当/スギ 120mm 厚/3 層 3 プライ+1 プライ/Mx60A 相当/スギ	
	nonJAS 製品	90mm 厚/3 層 3 プライ/強度なし/スギ	
設計期間	－		
施工期間	－		
CLT 躯体施工期間	－		
竣工（予定）年月日	－		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT 工法普及の課題として、CLT 工法は他工法と比較して施工面積当たりのコストが高価な事が一因となっている。大規模イベント等に於いて、CLT を活用した建築物を建築する計画があり、本実証事業では大量の CLT を製造・供給するに当たって、CLT の低コスト・安定供給に向けた実証を目的とした。又、今回の実証事業により発生した不適合材より CLT を製造し、未活用材を有効利用した新たな市場の開発も同様に目的とした。設定した課題は以下の通りである。

(1) CLT の生産性向上と生産コスト評価

・原木確保

サンプリング試験体から打撃調査を実施し、不適合原木比率の割り出し、未選別出荷の一般材と比較した場合とのコスト、及び集材における掛かり増し工程を比較検討する。

・輸送効率

上記選別出荷の有無による輸送効率のコストへの影響を比較検証する。

・ラミナ歩留/CLT 生産性

選別出荷丸太からラミナを製材し、選別の有無による適正ラミナ出現率の比較検討、及び選別有無による CLT 製造歩留とコストへの影響を比較検証する。

(2) 低炭素化への貢献度

上記内容から、一連の作業に係る炭素消費の比較検証を実施。

(3) 不適合材の活用

不適合ラミナと選別により不適合となった原木より製材したラミナを使用して、CLT を製造し、未活用材 CLT の用途開発とチップ等に使用される場合との価格差について比較検討する。

3. 協議会構成員

(グラントデザイン)	: 銘建工業(株) (協議会運営者)
(調査)	: 熊本県森林組合連合会、(株)環境管理センター、銘建工業 (株)
(原木供給)	: 熊本県森林組合連合会
(製材)	: (株)くまもと製材
(CLT 製造)	: 銘建工業 (株) CLT 工場

4. 課題解決の方法と実施工程

(1) CLT の生産性向上と生産コスト評価

市場から仕入れた原木を用いて、簡易測定型強度測定器にてより分けた E70 以上、E70 未満、強度測定を行わない無選別の 3 グループから CLT を製造した。製造工程の各段階においての歩留まりをグループごとに比較することで強度測定による生産性の向上を検証した。得られた結果を基に、製造費に置き換えた費用効果を求め、また強度測定に掛かった工数と見比べることで、原木の強度選別による生産コストの評価を行った。

(2) 低炭素化への貢献度

製材から CLT 製造に至るまでの炭素消費量を調査し、得られた消費量を基に強度選別効果による CLT の生産性の向上に伴う炭素消費量削減効果を検証した。

(3) 不適合材の活用

CLT の JAS 製品に適さなかった材料(不適合材)、および製材時に生じた丸みつきの側板(未利用材)を用いて、JAS 規格範囲外の CLT を製造した (以下、未利用材 CLT)。合わせて木材チップに利用される場合との価格差について検証した。

<協議会の開催>

2022年 9月 : 第1回開催、問題点洗い出し
10月 : 第2回開催、確認作業
12月 : 第3回を開催、各段階での進捗確認
2023年 1月 : 第4回開催、各段階での進捗確認

<性能確認>

2023年 2月～5月 : 原木強度測定及び仕分け
5月～10月 : 製材
6月～10月 : ラミナの輸送 (熊本～岡山)
8月～12月 : CLT 製造
8月 : (株)くまもと製材における製造時の電力使用量・炭素消費量調査
12月 : データ取りまとめ

5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

(1) CLT の生産性向上と生産コスト評価

本事業で、原木の強度測定により歩留まりが約10%改善し、製品単価では5%ほど(5千円程)下げられる可能性があることが分かった。課題としては、個別性が高いこと、強度測定方法の省力化が必要であること、CLT に適さない原木の扱いは未検討であること、管理上の作業性を考慮することがあげられた。

(2) 低炭素化への貢献度

原木の強度測定による CLT の生産性向上に伴って、製材から CLT 製造に至るまでの炭素消費量は7%程度削減できることが分かった。

(3) 不適合材の活用

未利用材 CLT については、曲がりや反り、および欠点を有するラミナを使用しても問題なく製造できた。不適合材等で未利用材 CLT を製造した場合、原材料あたりの製品価格が上がり、将来的には CLT の JAS 製品の価格が下げられる可能性があることが分かった。

6. 本実証により得られた成果

本成果は、大規模イベントや建築物の計画の際に、CLT の材料調達段階からコストを検討する場合の参考となる。CLT の普及と低コスト化につながるように、今後も企業努力を怠ることなく、取り組む所存である。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



写真 1. 原木の強度測定及び仕分けの様子



写真 2. 製造した未利用材 CLT

2. 3. 3 成果物

大規模な建築物を想定した大量生産、大量輸送に対する
CLT パネル生産の低コスト化等実証事業

成果報告

銘建工業株式会社

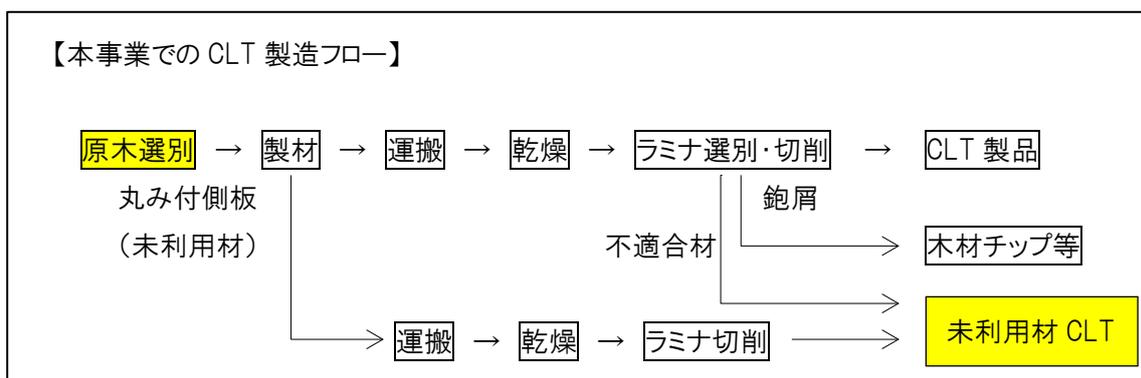
1. 調査概要

本事業では、CLT の生産性向上及び低コスト化を目的とし、原木段階での強度選別による CLT 製品の生産性向上を検証した。

合わせて、生産性の向上によるコスト削減効果および製造時における温室効果ガス(GHG)排出量削減効果を検証した。

また、CLT の製造に至るまでに生じた、CLT 製品には適合しない材(以下、不適合材)を使用して未利用材 CLT を製造し、新たな市場の開発に向けて検討を行った。

本事業で実施した CLT 製造フローを下記に記す。



2. CLT の生産性向上と生産コスト評価

2-(1) 調査対象及びグループ

本事業の調査対象として、3 つのグループを設定し比較した。使用した原木および、設定したグループ、製造した CLT の強度等を下記にまとめる。

樹種： スギ

丸太原木寸法： 末口口径 24 上

丸太原木産地： 球磨地域周辺 宮崎県(5 割)、熊本県(3 割)、鹿児島県(2 割)

強度測定方法： 簡易型構造用集成材・原木強度測定機((株)エーティーエー社製 HG-2020sp)による縦振動法

対象グループ： 【E70 以上】

上記測定による曲げヤング係数が 5.9GPa 以上の原木と、原木から製材された材

【E70 未満】

上記測定による曲げヤング係数が 5.9GPa 未満の原木と、原木から製材された材

【無選別】

強度測定を伴わない原木と、原木から製材された材

CLT 用ラミナ： M60A(同一等級構成(S60)、異等級構成(Mx60)の外層に使用できるラミナ)

M30B(異等級構成(Mx60)の内層に使用できるラミナ)

CLT の強度： 異等級構成 Mx60、同一等級構成 S60(試算のみ)

(Mx60-3-3)

M60A
M30B
M60A

(S60)

M60A
M60A
M60A

図 2-1. 異等級構成(Mx60-3-3)と CLT の同一等級構成(S60)の構成例



写真 2-1. 原木の強度測定及び仕分けの様子

2-(2) 原木段階での強度選別による CLT 製品の生産性向上の検証

原木の強度選別を行った結果、宮崎県、熊本県、鹿児島県にて集材した原木の内、82%が E70 以上、18%が E70 未満であった。

表 2-1. 原木の強度測定本数と E70 以上の出現率

	仕分数(本)	E70 以上の出現率
宮崎県	2,151	82.6%
熊本県	966	80.4%
鹿児島県	839	82.2%
合計	3,956	82.0%

強度選別した原木から製材した GRN ラミナは CLT 工場へ移送した。ラミナは CLT 工場にて乾燥させたのち、目視選別・強度測定によって M60A、M30B、不適合材に仕分けた。また、無選別材と合わせて各グループのラミナの歩留まりを算出した。

CLT 工場へ納材されたラミナの内、CLT 製品に使用可能な材料の直行率(M60A 及び M30B の出現率)は、E70 以上で 88.0%、無選別材で 79.7%となり、8.3 ポイント向上した。M60A の出現率は、E70 以上で 84.6%、無選別材平均で 73.3%となり、11.3 ポイント向上した。E70 以上では不適合材の出現率が低く、全グループの不適合材の多くは曲がりや反りに該当した。

CLT 製品 1m³ を製造するために必要な GRN ラミナ原材料は、CLT の構成によって異なるため、異等級構成と同一等級構成の場合で必要量を算出した。強度はスギで主に生産される Mx60、S60 を対象とした。異等級構成の内、外層比率が最も高い構成は 3 層 3 プライ(外層比率 66%)である。本実証で得られた M60A の出現率はいずれも外層の構成比率以上の数値であったため、異等級構成に使用するラミナは直行率で算出し、M60A の構成比が 100%である同一等級構成については M60A の出現率を基に算出した。

算出の結果、CLT 製品 1m³ を製造するために必要な原材料について、無選別材と比較して E70 以上は異等級構成で約 10%削減できた。同様に同一等級構成では約 13%削減できた。

表 2-2. 乾燥ラミナを CLT 製品用ラミナへ仕分けた時の出現率

	仕分数 (枚)	CLT 製品用 M60A(枚)	CLT 製品用 M30B(枚)	不適合材 (枚)	M60A 出現率	M30B 出現率	直行率※ (M60A,30B)	不適合材 出現率
E70 以上	19,322	16,344	658	2,320	84.6%	3.4%	88.0%	12.0%
E70 未満	4,533	3,169	287	1,077	69.9%	6.3%	76.2%	23.8%
無選別	70,560	51,714	4,536	14,310	73.3%	6.4%	79.7%	20.3%
合計	94,415	71,227	5,481	17,707	75.4%	5.8%	81.2%	18.8%

・※直行率：欠点除去などを不要とし、そのまま CLT 製品に使用できるラミナの割合、M60A と M30B が該当する
 ・不適合材の内容：曲がり・反り(8 割)、高含水率(1 割)、その他割れ、欠け、腐れ、入り皮、虫食い(1 割)

表 2-3. 製造した CLT の明細

強度構成	厚さ	幅	長さ	枚数	総材積
Mx60-3-3	90mm	2.6m、2.9m、	8m、10m、12m	279	731m ³
Mx60-3-3+1※	120mm	2.9m	10m、12m	53	207m ³

・※ Mx60-3-3+1:3 層 3 プライ構成の外側に 1 層を増し貼りした構成
 ・接着剤は使用環境 B を使用

表 2-4. CLT 製品 1m³ を製造するために必要な原材料

【異等級構成 Mx60-3-3 (M60A 構成比 66%)】

	直行率	GRN 材歩留 [※]	GRN 材換算(m ³)	原木歩留	原木換算(m ³)
E70 以上	88.0%	65.5%	1.5267	42.2%	3.6178
E70 未満	76.2%	57.7%	1.7331		4.1069
無選別	79.7%	59.3%	1.6863		3.9960

【同一等級構成 S60-3-3 (M60A 構成比 100%)】

	M60A 出現率	GRN 材歩留 [※]	GRN 材換算(m ³)	原木歩留	原木換算(m ³)
E70 以上	84.6%	62.9%	1.5898	42.2%	3.7673
E70 未満	69.9%	52.0%	1.9231		4.5561
無選別	73.3%	54.5%	1.8349		4.3481

・※GRN 材歩留:(CLT 製造歩留 0.744)×異等級構成:(直行率)、又は同一等級構成:(M60A の出現率)
 ・原木からの歩留まりは、グループ間で差が見られなかったため、くもと製材の年間実績の数値を用いて算出

2-(3) 生産コスト評価

原木段階での強度測定による歩留まりの改善の結果を基に、掛かり増し工数およびコストを評価した。掛かり増し工数としては、原木の強度測定並びに仕分け作業の工程の追加がある。削減工数としては、製材から輸送、乾燥、CLT 製造に至るすべての工程における歩留まり改善による生産効率の向上を指標として評価した。

【掛かり増し工数】：原木の強度測定、仕分け作業

原木の仕分け作業は、簡易型構造用製材・原木強度測定器 HG-200sp(エーティーエ社製)を用いて熊本県森林組合連合会により実施した。本測定器は、見かけの比重をあらかじめ設定することで、木口の打撃により感知した周波数から強度を測定し結果が表示されるため、簡易に、敏速に多くの原木強度が測定仕分けできる。また測定したデータは記録し保存することができる。原木がはい積みの状態でも測定が可能だが、3~5 段目より下に位置する原木の測定結果に誤差が生じる可能性があったため、本調査ではりん木の上に広げた状態で測定し仕分けを行った。作業は 4 名 1 組として、フォークリフト操作 1 名、測定器操作 1 名、移動補助 2 名で行った。

測定の掛かり増し工数について、上記体制により 8 時間作業で 545 本測定でき、1 本あたりの掛かり増し費用は 220 円ほどであった。材積に換算した費用は長さ 3m の原木で 945 円/m³、4m で 678 円/m³ ほどであった。なおフォークリフト重機費、測定器費用、土場の使用料等の諸経費は含めていない。

表 2-5. 強度測定に係る作業工数と費用

	4名1日8h あたりの 測定本数・m3	4名1日8h あたりの工賃	掛かり増し 費用	CLT 製品 1m3 当たり	
				原木歩留 ^{※2}	作業費 ^{※3}
実測本数	545本	120,000円 (30千円/ 人)	220円/本	27.6%	-
原木材積 ^{※1} 長さ・3mの場合	127m3		945円/m3		3,424円/m3
原木材積 ^{※1} 長さ・4mの場合	177m3		678円/m3		2,457円/m3

・4 人工/日:フォークリフト操作 1名、測定器操作 1名、移動補助 2名

・※1 原木材積は本調査にて測定した 1本あたりの平均材積に実測本数をかけて算出

3m材:強度選別を行った原木(E70以上およびE70未満) 1本あたりの平均材積 0.2330m3

4m材:無選別材 1本あたりの平均材積 0.3242m3

なお実際に測定した原木は 3mであるが、長さにより測定効率が変わらないと仮定して、4mの場合を算出。

・※2 CLT 製品 1m3 当たりの原木歩留:(CLT 製造歩留 0.744)×(E70以上の原木から得られたラミナの直行率 0.880)×(原木歩留 0.422)で計算

・※3 CLT 製品 1m3 当たりの作業費:(掛かり増し費用)/(CLT 製品 1m3 当たりの原木歩留)で計算

【削減工数】 : 生産効率の向上によるコスト削減

前述の検証により、スギ原木の強度選別を行ったことにより、CLT 製品1m3 を製造するために必要な GRN ラミナ原材料は、異等級構成(Mx60)で 10%、同一等級構成(S60)で 13%削減できた。

CLT の製造コストにおける原材料費の割合を 80%とし、CLT の製品単価を 110 千円(銘建工業の場合、2023 年時)とした場合では、製品単価における材料費価格は 88 千円となる。単純に材料費が 1 割減(約▲9 千円)となる場合、製品単価は 101 千円となる。現状は同一等級構成と異等級構成の製品単価に差はないが、仮に、同一等級構成のみの大量生産時には、よりコスト削減効果が見込める。

一方で、仕分けることにより材料が少量多種となれば管理手間がかかりコスト削減効果は薄くなるため、大量に扱うことによりコストを最小限に抑える工夫が必要である。

【評価】

一連の結果により、スギ原木段階で E70 以上の強度仕分けを行い、E70 以上の原木から製造されたラミナを用いて Mx60 または S60 の CLT を製造した場合、掛かり増し工数から削減工数を引くと製品単価では 5%ほど(5 千円程)下げられる可能性があることが分かった。

表 2-6. 原木の強度測定による生産効率の向上に伴う CLT 製品 1m³ 当たりのコスト比較

	掛かり増し費用	削減費用	強度測定による効果
原木長さ・3m の場合	3,424 円/m ³	8,800 円/m ³	▲5,376 円/m ³
原木長さ・4m の場合	2,457 円/m ³		▲6,343 円/m ³
3m,4m の平均	2,941 円/m ³		▲5,859 円/m ³

また、本調査の課題としては以下の点で留意が必要である

○調査対象の個別性

本調査は 1 事例であって、産地や集材された原木により結果が大きく異なる可能性が高い

○E70 未満の原木の扱い

本調査では原木を購入後に測定し、下位の強度の原木に対しても調査を行ったが、購入前の原木にて強度仕分けを行い、E70 以上の原木のみを仕入れることができれば最も効果的である。そのためには材料供給側の理解が必要である。また、差別化により E70 以上の原木価格が上昇してしまうと、コスト削減効果は薄まる。

○原木の強度測定手間

本調査では人手による測定であったが、製材ラインに強度測定を組み込んだ場合、さらなる効率化が見込める。

3. CLT の低コスト化による低炭素化への貢献度調査（株式会社環境管理センター）

CLT の低コスト化の検討とあわせて、CLT 製造の条件を変更した場合における温室効果ガス(GHG) 排出量の変化を把握するため、各条件のライフサイクル GHG 排出量を算定した。

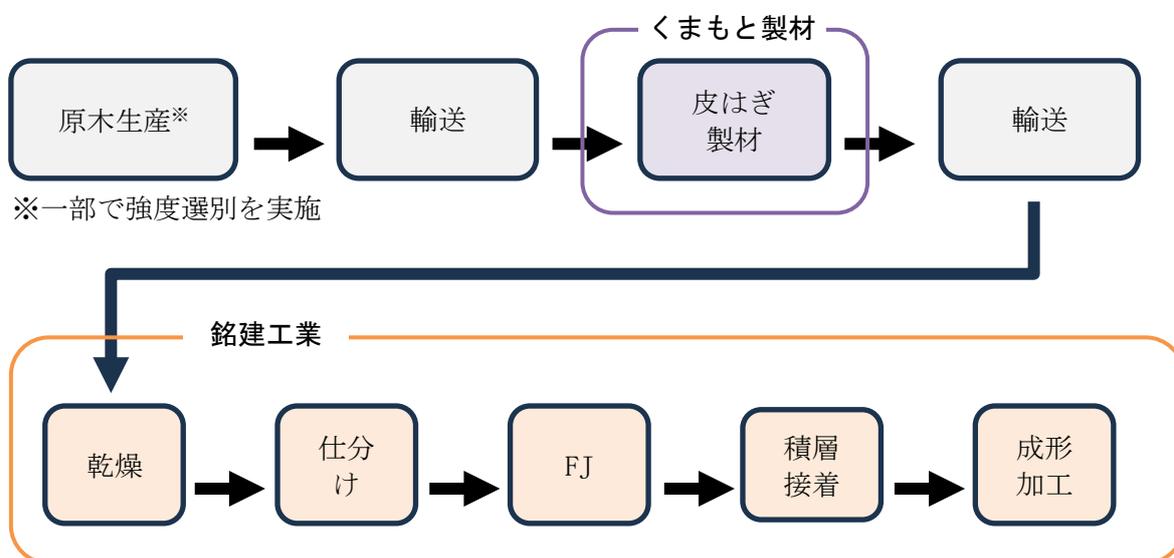
3-(1) 算定方法

①算定対象範囲

算定対象範囲のフローを図 3-1 に示す。

算定対象範囲は、原木生産から CLT-マザーボード(MB)の製造までの範囲とした。

CLT-MB の製造に使用する原木の一部は、原木の状態強度測定を行い、強度区分を選別して製造に使用することで、製造時の歩留まり向上を図った。



※一部で強度選別を実施

図 3-1. 算定範囲のフロー

②算定条件

算定条件を表 3-1 に示す。

算定は、「E70 以上 Mx60-3-3」、「無選別 Mx60-3-3」、「E70 以上 S60」、「無選別 S60」の 4条件について行った。比較対象は、原木の段階で強度選別をした場合の GHG 排出量の差を確認するため、「E70 以上 Mx60-3-3」と「無選別 Mx60-3-3」との比較、「E70 以上 S60」と「無選別 S60」との比較を行うこととした。

表 3-1. 算定条件

条件	条件詳細	比較
1. E70 以上 Mx60-3-3	原木の強度選別で E70 以上の原木を使用し、Mx60-3-3 の CLT を製造した場合	●
2. 無選別 Mx60-3-3	強度選別を行っていない原木を使用し、Mx60-3-3 の CLT を製造した場合	●
3. E70 以上 S60	原木の強度選別で E70 以上の原木を使用し、S60 の CLT を製造した場合	□
4. 無選別 S60	強度選別を行っていない原木を使用し、S60 の CLT を製造した場合	□

備考)比較欄に●又は□を記載したものとを比較対象とした。

③機能単位

今回の試験条件においては、強度選別の有無により製造する CLT の強度等には影響はないため、算定の機能単位は、CLT-MB 1m³ 当たりとした。

3-(2) 活動量及び原単位の設定

①各試験条件における歩留まりの差

今回の試験では、原木の段階で強度選別を行うことにより、ラミナ製材後の直行率(欠点除去などを不要とし、そのまま CLT 製品に使用できるラミナの割合。M60A と M30B のラミナが該当する。)が向上することが期待された。また、同一等級構成の S60 を製造する場合は、原木の強度選別を行うことにより M60A ラミナの出現率が向上し、歩留まりが向上することが期待された。

各試験条件における歩留まりの差を表 3-2 に示す。

Mx60-3-3 の CLT-MB の製造においては、E70 以上のものを選別した場合と無選別の場合では、選別した場合に直行率が 8%程度向上した。

S60 の CLT-MB の製造においては、E70 以上のものを選別した場合と無選別の場合では、選別した場合に M60A のラミナの出現率が 11%程度向上した。

表 3-2. 各試験条件における歩留まりの差

種別	項目	原木	GRN ラミナ	M60A 出現	直行	KD ラミナ	FJ・ 積層 接着 ・成形	CLT- MB
E70 以上 Mx60-3-3	CLT-MB1m3 当たり材積(m3)	3.62	1.53	-	1.34	1.17	1.04	1.00
	歩留まり	-	42.2%*	-	88.0%	86.8%	88.7%	96.6%
無選別 Mx60-3-3	CLT-MB1m3 当たり材積(m3)	4.00	1.69	-	1.34	1.17	1.04	1.00
	歩留まり	-	42.2%*	-	79.7%	86.8%	88.7%	96.6%
E70 以上 S60	CLT-MB1m3 当たり材積(m3)	3.77	1.59	1.34	-	1.17	1.04	1.00
	歩留まり	-	42.2%*	84.6%	-	86.8%	88.7%	96.6%
無選別 S60	CLT-MB1m3 当たり材積(m3)	4.35	1.83	1.34	-	1.17	1.04	1.00
	歩留まり	-	42.2%*	73.3%	-	86.8%	88.7%	96.6%

備考) 歩留まりは四捨五入して示している。

※原木→GRN ラミナの歩留まりは、本試験の期間が短期間であったことから、過去に取得した年間データの 42.2%を使用した。

その他の歩留まりは、本試験期間中に把握したデータから算出した。

②活動量の設定

それぞれの算定条件における活動量を表 3-3～表 3-6 に示す。

表 3-3. E70 以上 Mx60-3-3 条件の活動量 (CLT-MB 1m3 製造当たり)

段階	項目	活動量	単位	備考
原木生産	原木	3.62	m ³	すぎ原木
輸送①	輸送(トレーラー)	262.37	tkm	生産地・原木市場→ くまもと製材
	輸送(15tトラック)	32.39	tkm	100km 圏内から集材
製材	電力	104.3	kWh	※1、※2
	軽油	2.2	L	フォークリフト等、※1
	梱包材料	0.05	kg	※1
輸送②	輸送(15tトラック)	629.74	tkm	くまもと製材→銘建工業 640km
CLT 製造	軽油	0.5	L	場内輸送、※3
	電力(乾燥)	39.01	kWh	※3
	蒸気(乾燥)	854.70	Kg	※3
	電力(その他工程)	56.08	kWh	※3
	積層用接着剤	5.99	kg	※3
	FJ用接着剤	0.75	kg	※3

備考) 活動量は四捨五入して示している。

※1 くまもと製材はラミナ以外の製品の製造も行っているため、エネルギーや資材の活動量は、年間使用量を製造製品の経済価値(売上)の割合で配分して算出した。

※2 年間使用電力量から乾燥に使用する電力量(推計)を差し引いて算出した。

※3 CLT 製造に関する活動量は、実際の電力使用量等を CLT 生産量で除して求めた既存データを使用した。

表 3-4. 無選別 Mx60-3-3 条件の活動量 (CLT-MB 1m3 製造当たり)

段階	項目	活動量	単位	備考
原木生産	原木	4.00	m ³	すぎ原木
輸送①	輸送(トレーラー)	289.69	tkm	生産地・原木市場→ くまもと製材
	輸送(15tトラック)	35.76	tkm	100km 圏内から集材
製材	電力	115.2	kWh	※1、※2
	軽油	2.4	L	フォークリフト等、※1
	梱包材料	0.06	kg	※1
輸送②	輸送(15tトラック)	695.32	tkm	くまもと製材→銘建工業 640km
CLT 製造	軽油	0.5	L	場内輸送、※3
	電力(乾燥)	39.01	kWh	※3
	蒸気(乾燥)	854.70	Kg	※3
	電力(その他工程)	56.08	kWh	※3
	積層用接着剤	5.99	kg	※3
	FJ用接着剤	0.75	kg	※3

備考)活動量は四捨五入して示している。

※1 くまもと製材はラミナ以外の製品の製造も行っているため、エネルギーや資材の活動量は、年間使用量を製造製品の経済価値(売上)の割合で配分して算出した。

※2 年間使用電力量から乾燥に使用する電力量(推計)を差し引いて算出した。

※3 CLT 製造に関する活動量は、実際の電力使用量等を CLT 生産量で除して求めた既存データを使用した。

表 3-5. E70 以上 S60 条件の活動量 (CLT-MB 1m3 製造当たり)

段階	項目	活動量	単位	備考
原木生産	原木	3.77	m ³	すぎ原木
輸送①	輸送(トレーラー)	272.91	tkm	生産地・原木市場→ くまもと製材
	輸送(15tトラック)	33.69	tkm	100km 圏内から集材
製材	電力	108.5	kWh	※1、※2
	軽油	2.3	L	フォークリフト等、※1
	梱包材料	0.05	kg	※1
輸送②	輸送(15tトラック)	655.05	tkm	くまもと製材→銘建工業 640km
CLT 製造	軽油	0.5	L	場内輸送、※3
	電力(乾燥)	39.01	kWh	※3
	蒸気(乾燥)	854.70	Kg	※3
	電力(その他工程)	56.08	kWh	※3
	積層用接着剤	5.99	kg	※3
	FJ用接着剤	0.75	kg	※3

備考)活動量は四捨五入して示している。

※1 くまもと製材はラミナ以外の製品の製造も行っているため、エネルギーや資材の活動量は、年間使用量を製造製品の経済価値(売上)の割合で配分して算出した。

※2 年間使用電力量から乾燥に使用する電力量(推計)を差し引いて算出した。

※3 CLT 製造に関する活動量は、実際の電力使用量等を CLT 生産量で除して求めた既存データを使用した。

表 3-6. 無選別 S60 条件の活動量 (CLT-MB 1m3 製造当たり)

段階	項目	活動量	単位	備考
原木生産	原木	4.35	m ³	すぎ原木
輸送①	輸送(トレーラー)	314.99	tkm	生産地・原木市場→ くまもと製材
	輸送(15tトラック)	38.89	tkm	100km 圏内から集材
製材	電力	125.3	kWh	※1、※2
	軽油	2.7	L	フォークリフト等、※1
	梱包材料	0.06	kg	※1
輸送②	輸送(15tトラック)	756.03	tkm	くまもと製材→銘建工業 640km
CLT 製造	軽油	0.5	L	場内輸送、※3
	電力(乾燥)	39.01	kWh	※3
	蒸気(乾燥)	854.70	Kg	※3
	電力(その他工程)	56.08	kWh	※3
	積層用接着剤	5.99	kg	※3
	FJ用接着剤	0.75	kg	※3

備考)活動量は四捨五入して示している。

※1 くまもと製材はラミナ以外の製品の製造も行っているため、エネルギーや資材の活動量は、年間使用量を製造製品の経済価値(売上)の割合で配分して算出した。

※2 年間使用電力量から乾燥に使用する電力量(推計)を差し引いて算出した。

※3 CLT 製造に関する活動量は、実際の電力使用量等を CLT 生産量で除して求めた既存データを使用した。

③ 原単位の設定

それぞれの算定条件における GHG 排出量の原単位を表 3-7 に示す。原単位は、既存文献及びイベントリデータベース IDEA(v3.1)に基づき設定した。

表 3-7. 算定に用いた原単位

段階	項目	IDEA 製品コード	IDEA 製品名
原木 生産	原木	すぎ原木 Katsuyuki Nakano, Naoki Shibahara, Toshifumi Nakai, Keisuke Shintani, Hiroataka Komata, Masahiro Iwaoka, Nobuaki Hattori: Greenhouse gas emissions from round wood production in Japan, Journal of Cleaner Production, 170, 1654-1664, 1 January 2018	
製材	電力	331131018pJPN	電力,日本平均,2018 年度
	軽油	171115801pJPN	軽油の燃焼エネルギー
	梱包材料	182111000pJPN	包装用軟質プラスチックフィルム (厚さ 0.2mm 未満で軟質のもの)
輸送	輸送(トレーラー)	441111254pJPN	トラック輸送サービス,20トン車,積載率_平均
	輸送 15tトラック	441111244pJPN	トラック輸送サービス,15トン車,積載率_平均
CLT 製造	軽油	171115801pJPN	軽油の燃焼エネルギー
	電力(乾燥)	331131018pJPN	電力,日本平均,2018 年度
	蒸気(乾燥)	120000801pJPN	廃木材の燃焼エネルギー
	電力(その他工程)	331131018pJPN	電力,日本平均,2018 年度
	積層用接着剤	169412204pJPN	水性高分子イソシアネート接着剤
	FJ用接着剤	169412204pJPN	水性高分子イソシアネート接着剤

3-(3) 算定結果

各算定条件の算定結果を表 3-8 及び図 3-2 に示す。また、算定結果の詳細を表 3-9 に示す。

CLT-MB 1m³ あたりの GHG 排出量は、原木の時点で選別を行い、E70 以上の原木を使用した場合の方が無選別より低い結果となった。

Mx60-3-3 の構成の CLT を製造する場合は無選別に比べて 7.4%減少し、S60 の構成の CLT を製造する場合は無選別に比べて 10.7%減少した。

GHG 排出量の削減の主な要因は、原木を選別することで直行率又は M60A ラミナの出現率が向上し歩留まりが改善することで、原木生産や製材、輸送に伴う GHG 排出量が減少したことによる。なお、CLT 製造に伴う GHG 排出量については、工場での工程はいずれの算定条件も同じであることから、全て同じ排出量を見込んでいる。

表 3-8. 各算定条件の算定結果

単位:kg-CO₂e/m³-CLT-MB

種別	原木生産	輸送① (生産地→ 製材所)	製材	輸送② (製材所→ CLT 工場)	CLT 製造	合計
E70 以上 Mx60-3-3	78.54	30.96	65.81	78.12	75.39	328.82
無選別 Mx60-3-3	86.72	34.19	72.66	86.25	75.39	355.22
E70 以上 S60	81.70	32.21	68.46	81.25	75.39	339.01
無選別 S60	94.29	37.17	79.01	93.78	75.39	379.65

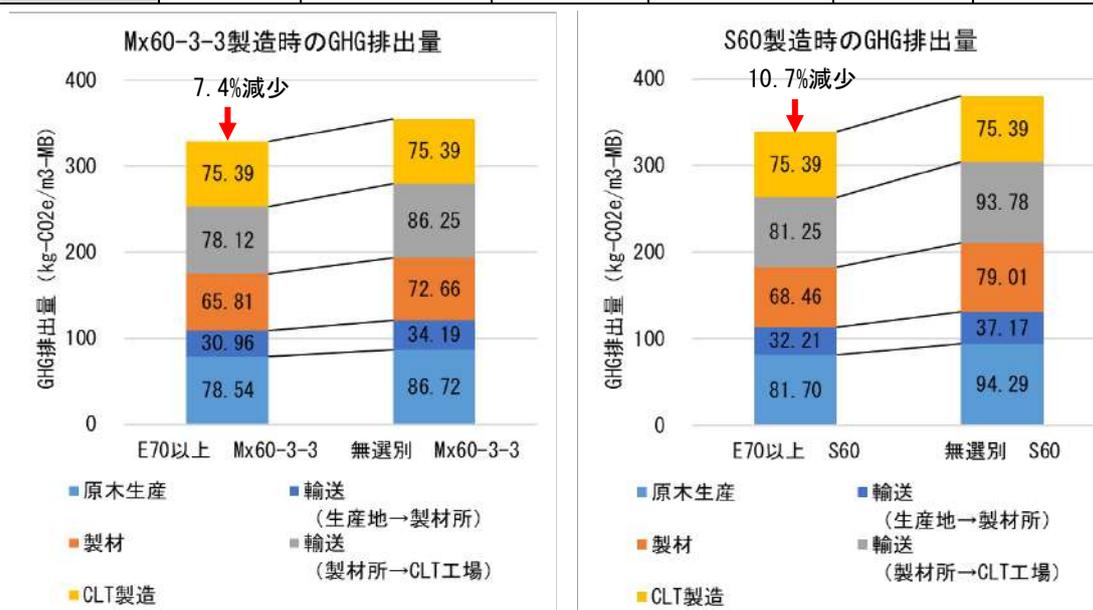


図 3-2. 各算定条件の算定結果

GHG 排出量が大きい工程は、製材所から CLT 工場への輸送と原木生産が同程度であり、次いで製材の電力の順に大きい結果となった。

表 3-9. 算定結果の詳細

単位:kg-CO2e/m3-CLT-MB

工程		項目	E70以上 Mx60-3-3	無選別 Mx60-3-3	E70以上 S60	無選別 S60
原木生産		原木	78.54	86.72	81.70	94.29
輸送①	輸送 (生産地→製材所)	輸送 (トレーラー)	26.94	29.75	28.03	32.35
	輸送 (生産地→製材所)	輸送 (15tトラック)	4.02	4.44	4.18	4.82
製材	製材・加工	電力 (製材工場棟)	59.01	65.16	61.38	70.84
		軽油 (リフト等)	6.63	7.32	6.90	7.96
		梱包材料	0.17	0.19	0.17	0.20
輸送②	輸送 (製材所→CLT工場)	輸送 (15tトラック)	78.12	86.25	81.25	93.78
CLT製造	CLT製造 (場内輸送)	軽油	1.50	1.50	1.50	1.50
		電力	22.07	22.07	22.07	22.07
	乾燥	蒸気	9.84	9.84	9.84	9.84
		電力	31.72	31.72	31.72	31.72
	CLT製造 (仕分け、FJ、積層接着、成形加工)	積層用接着剤	9.12	9.12	9.12	9.12
FJ用接着剤		1.15	1.15	1.15	1.15	

4. 未利用材 CLT の製造および低コスト化

4-(1) 不適合材等の CLT への利用

本事業での一連の検証にて、製材時に生じた丸み付きの側板(以下、未利用材)および不適合材を用いて CLT(以下、未利用材 CLT)を製造した。不適合材や未利用材を利用することで、原木からの歩留まりが上がり、木材チップと比較してより付加価値のある製品を生み出すことができる。それらを全体的に評価することで JAS 製品 CLT の低価格化につながる可能性を検証した。

4-(2) 未利用材 CLT の製造

未利用材 CLT には、側面の丸みが大きく、積層面の接着面積が極端に少ない材料を除き、材幅に対して接着面積の 2 分の 1 以上を保持しているラミナを用いた。その他の欠点(曲がり・反り、高含水率、割れ、欠け、虫食い、腐れ等)を持つラミナについては、製造ライン上での問題がなかったため、欠点除去等を行わずに使用した。



写真 4-1. 土木用 CLT

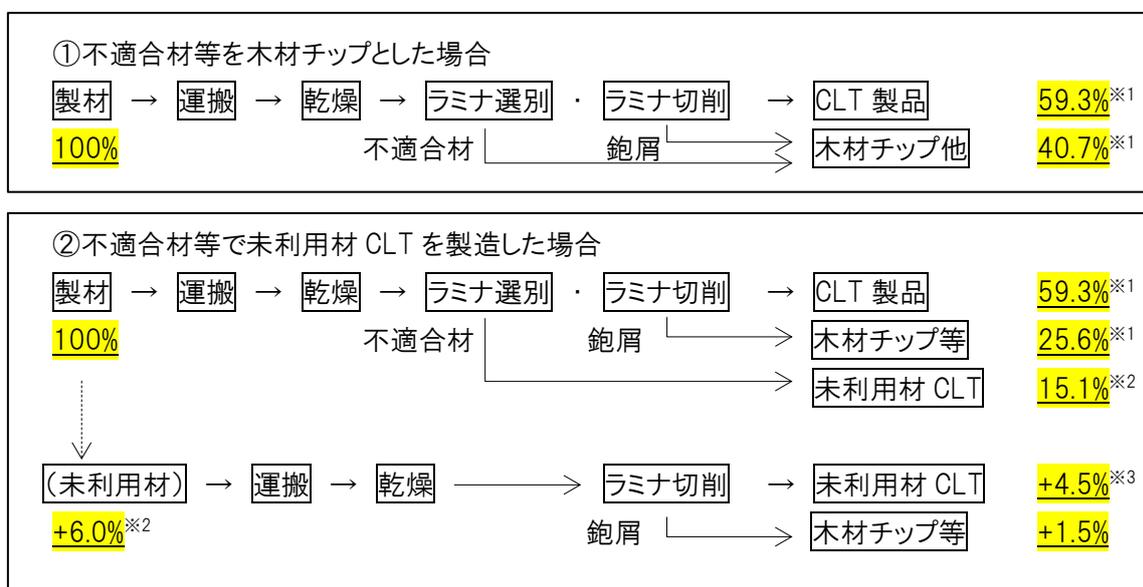
本事業にて製造した未利用材 CLT の特徴を以下にまとめる。

- ・nonJAS 製品
- ・不適合材及び未利用材を用いて製造
- ・強度等級なし
- ・目地に隙間(曲がり、欠けによる影響)、材面には節、虫食い、腐れ、割れ・欠け、丸み等を含む
- ・接着性能、強度等の性能は未検証
- ・補修、特に美観を目的としたものは行わない

4-(3) 未利用材 CLT を活用した低コスト化

一連の検証で得られたデータを基に、①不適合材等を木材チップとした場合、②不適合材等で未利用材 CLT を製造した場合の 2 パターンに分けて、得られる製品の量的割合を算出した。なお CLT 製品の量的割合は無選別材の異等級構成を製造した場合で計算した。

以下に製材からの製造フローと製品の量的割合を示す。①の場合、CLT 製品用に製材された GRN ラミナを 100%とした時、CLT 製品となる量的割合は 59.3%であり、残りの 40.7%は木材チップ等に加工すると仮定した。②の場合、不適合材から未利用材 CLT に使用された量的割合は 15.1%であった。また、CLT 製品用の GRN ラミナを 100%得る際に、6.0%の未利用材が生じた。未利用材については原材料の追加要素とし、その結果的、②では CLT 製品が 59.3%、未利用材 CLT が 19.6%、木材チップ等 27.1%が得られたと仮定した。



- ・※1 CLT 製品の量的割合は無選別材の異等級構成の場合で計算
- ・※2 木材チップ等の量的割合は、不適合材の出現率(0.188)に製造歩留まり(0.744)をかけて算出
- ・※3 未利用材から生じる未利用材 CLT の量的割合は、未利用材(0.059)に製造歩留まり(0.744)をかけて算出
- ・材料の乾燥収縮の影響は考慮せず、試算上は木材チップ等に含めた

続いて同量の GRN ラミナから得られる木材チップ及び未利用材 CLT について試算した。

木材チップ価格は、「農林水産省木材価格統計調査 2023 年 12 月」にて報告された 15,300 円/t を m3 単価に換算して用いた(5,814 円/m3)。未利用材 CLT はまだ市場が確立されていないことから、仮に 30,000 円/m3 として試算した。

試算の結果、①不適合材等を木材チップで利用した場合には、木材チップ価格として GRN ラミナ 1m3 あたり 67,596 円が得られた。一方で②不適合材等で未利用材 CLT を製造した場合、木材チップ価格と未利用材 CLT 価格を合わせて 72,686 円となり、①と比較して m3 あたり 5,090 円、率にして 107.5%に価格が上昇した。上昇した価格は将来的に製品価格へ反映することが可能である。また材料はより低質なものとなるため、材料価格をさらに下げられる可能性が残る。ただし、本試算では製造経費等を考慮していない。また未利用材 CLT の安定した需要が見込めることが条件である。

表 4-1. GRN ラミナ 1m3 より得られる製品価格

製品の種類		①不適合材等を 木材チップで利用	②不適合材等で 未利用材 CLT を製造※
CLT 製品	量的割合	59.3%	59.3%
	価格	65,230 円	65,230 円
木材チップ	量的割合	40.7%	27.1%
	価格	2,366 円	1,576 円
未利用材 CLT	量的割合	—	19.6%
	価格	—	5,880 円
価格合計		67,596 円	72,686 円
①と②の対比		100%	107.5%

・ CLT 製品単価：110 千円/m3、木材チップ単価：5.8 千円/m3、未利用材 CLT 単価：30 千円/m3 で試算

・ ※ ②については、GRN ラミナ 1m3 より得られる未利用材を含めた数値で試算

5. まとめ

本事業において、

- 強度選別を行った原木にて CLT を製造した場合、材料であるラミナの歩留まりが 10%程向上し、5%ほどコストが下がる
- 上記の場合、製造時の GHG 排出量削減効果は生産性の向上により 7.4%削減できる
- 不適合材等で未利用材 CLT 製造した場合、原材料 1m3 あたりの製品価格が上がり、将来的には CLT の JAS 製品の価格が下げられる

可能性があることが分かった。本事業の結果が CLT の普及と低コスト化につながるように、今後も企業努力を怠ることなく取り組む所存である。

以上

2. 4 (株)ウエストフードプランニング/島田治男建築設計事務所

2. 4. 1 建築物の仕様一覧

事業名	WFP本社工場新築工事の建築実証		
実施者(担当者)	株式会社ウエストフードプランニング(島田治男建築設計事務所)		
建築物の概要	用途	工場(製麺工場、事務所)	
	建設地	香川県坂出市	
	構造・工法	鉄筋コンクリート造一部木造(CLT)	
	階数	2	
	高さ(m)	9.815	
	軒高(m)	7.5	
	敷地面積(m ²)	998.32	
	建築面積(m ²)	407.93	
	延べ面積(m ²)	647.56	
階別面積	1階	404.03	
	2階	243.53	
	3階	—	
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、屋根	
	CLT使用量(m ³)	加工前製品量98.278m ³ 、建築物使用量91.137m ³	
	壁パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	—
		ラミナ構成	—
		強度区分	—
		樹種	—
	屋根パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
強度区分		Mx60A相当	
樹種		スギ、ヒノキ	
木材	主な使用部位(CLT以外の構造材)	柱、梁:スギ集成	
	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	21.656m ³	
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.4)立て板葺き
		外壁	外部CLT部:ガルバリウム鋼板(t=0.4)立て板葺き+透湿防水シートt0.17+耐水PBt12.5
		開口部	ビル用アルミサッシ(複層Low-E)
	主な内部仕上	界壁	—
		間仕切り壁	木下地+両面PB12.5+不燃クロス
構造	構造計算ルート	ルート1	
	接合方法	せん断金物、ボルト、ビス、アンカーボルト	
	最大スパン	10m	
	問題点・課題とその解決策	スパンが大きい為、集成材の梁せいが大きにならない様に、鉄骨柱や丸鋼ブレースにより解決した。	
防耐火	防火上の地域区分	その他地域(法22条地域)	
	耐火建築物等の要件	特に無し	
	本建築物の防耐火仕様	屋根不燃材料で葺く、延焼ラインにかかる部分は防火構造	
	問題点・課題とその解決策	特に無し	
温熱	建築物省エネ法の該当有無	適合義務	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	スタイロエースを使用し断熱性能を向上させた	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	スタイロエースⅡ ・ 35mm
		外壁	スタイロエースⅡ ・ 35mm
床		スタイロエースⅡ ・ 35mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	特に無し	
	建て方における課題と解決策	アンカー精度を確保する為FBでの固定を行った	
	給排水・電気配線設置上の工夫 劣化対策	基本設計の段階からルート、配線ルートを検討して、実施に落とし込んだ 外部CLT現しの部分の劣化を防ぐため、化粧貼りや保護塗料の塗布を行った	
工程	設計期間	2022年8月~2023年3月(8ヵ月)	
	施工期間	CLT躯体施工期間	2023年4月~2024年1月(10ヵ月)
		竣工(予定)年月日	2023年9月中旬~下旬(2.5週間)
体制	発注者	株式会社ウエストフードプランニング	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	島田治男建築設計事務所	
	構造設計者	株式会社倉敷構造設計室	
	施工者	富士建設株式会社	
	CLT供給者	銘建工業株式会社	
	ラミナ供給者	有限会社かがわ木材加工センター	

2. 4. 2 実証事業の概要

実証事業名：WFP 本社工場新築工事の建築実証

建築主等／協議会運営者：株式会社ウエストフードプランニング／島田治男建築設計事務所

1. 実証した建築物の概要

用途	工場(製麺工場)、事務所			
建設地	香川県坂出市			
構造・工法	1階RC、2階CLTパネル工法			
階数	2			
高さ (m)	9.815	軒高 (m)	7.50	
敷地面積 (㎡)	988.32	建築面積 (㎡)	407.93	
階別面積	1階	404.03	延べ面積 (㎡)	647.56
	2階	243.53		
CLT採用部位	壁、屋根			
CLT使用量 (m ³)	加工前製品量 98.278 m ³ 、加工後建築物使用量 91.137 m ³			
CLTを除く木材使用量 (m ³)	21.656 m ³			
CLTの仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	150mm厚/5層5プライ/Mx60A相当/スギ		
	床	-		
	屋根	150mm厚/5層5プライ/Mx60A相当/スギ、スギヒノキ HB/Mx90A相当/		
設計期間	2022年8月～2023年3月(8ヵ月)			
施工期間	2023年4月～2024年1月(10ヵ月)			
CLT躯体施工期間	2023年9月中旬～下旬(2.5週間)			
竣工年月日	2024年1月24日			

2. 実証事業の目的と設定した課題

汎用性、普及性の高い工場とオフィスの組み合わせにおいて、居住環境の調査や継続的な電気使用量の調査を行い、手本となる設計施工計画の手引きとコスト管理を取りまとめることで、CLTの普及と魅力の発信を目的とする。

3. 協議会構成員

(協議会運営者、意匠設計) 島田治男建築設計事務所:島田治男

(構造設計) 株式会社倉敷構造設計室:木村誠司

(施工) 富士建設株式会社:真鍋 有紀子

(原木供給) 有限会社かがわ木材加工センター:赤松孝明

(材料) 銘建工業株式会社:三嶋幸三

4. 課題解決の方法と実施工程

- (1)CLT 工事、とそれに付随する工事のコストを表にまとめて、他構造との比較を行う。
- (2)汎用性の高い工場、オフィスの組み合わせにおいて、地域社会との繋がりを持てる用途をいかに組み込むか。電気使用量の継続的なデータ収集と従業員や施設利用者への居住環境に関するアンケート調査を行う。
- (3)行政との連携と材料供給体制の構築を計画当初より行う。
- (4)サッシと CLT の納まり、CLT 屋根の接合部の最適納まりの検討過程を図面にて提出。

<協議会の開催>

- | | | |
|--------|------|----------------------------|
| 2022 年 | 10 月 | : 第 1 回開催、問題点洗い出し |
| | 10 月 | : 第 2 回開催、着工前確認 |
| 2023 年 | 6 月 | : 第 3 回開催、木工事進捗確認 |
| | 7 月 | : 第 4 回開催、工事改善点等確認 |
| | 8 月 | : 第 5 回開催、CLT 製作状況の確認、工場見学 |
| | 11 月 | : 第 6 回開催、実証事業の取りまとめ検討 |

<設計>

- | | | |
|--------|----------------|-----------------------|
| 2022 年 | 8 月～2023 年 3 月 | : 実施設計 |
| | 8 月～2023 年 3 月 | : 構造設計 |
| 2023 年 | 3 月～4 月 | : 建築確認申請 |
| 2023 年 | 4 月～5 月 | : 計画変更建築確認申請(杭工事への変更) |

<施工>

- | | | |
|--------|----------|---------------|
| 2023 年 | 3 月 | : 工事契約 |
| | 3 月～ 7 月 | : 着工、基礎工事 |
| | 7 月～ 8 月 | : 1 階 RC 躯体工事 |
| | 9 月～11 月 | : 木工事、設備工事 |
| | 11 月 | : 外装工事、設備工事 |
| | 12 月 | : 内装工事、設備工事 |
| 2024 年 | 1 月 | : 外構工事、設備工事 |

5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

- (1) CLT 工事単体で掛る費用は坪単価約 38 万円となった。それに付随して掛る工事費用は約 11 万円となった。基礎工事を除く CLT+付随する坪単価としては約 49 万円となり、建物全体における坪単価の割合からすると約 30%程度のウエイトとなった。他物件において鉄骨造の基礎を除く躯体に関わる割合は約 15%程度であり、今回の CLT 工事部分の躯体費用の割合が際立つ結果となった。

基礎工事、意匠性がコストには連動してくるが、単純な材料のみのコスト比較においては

高価な材料であるという。

建て方について工期短縮が図れるのがメリットだが、本事業においては 1 週間程度鉄骨造と比較して工期の短縮となった。その為工期短縮によるコスト削減率は小さいと言える結果となった。

(2) 本事業においては、他物件においても汎用できる提案であり、工場に併設している簡易的な事務所ではなく、利用者の働く環境を考え、CLT の木質空間を生かした構造計画とした。一般的な工場とオフィスでの組み合わせでは自社の商品や魅力を地域や近隣に発信するのが難しいのが現状だが、CLT の魅力的な木質空間と事業主の商品であるうどんやビールを試飲できる場としてパブリックなスペースを設けた。パブリックスペースにおいては、地域の人も従業員も利用しやすい配置とし、計画敷地のロケーションを生かし 2 階へ設けた。オープンはまだだが、近隣からの注目も高く多くの利用者が期待できる。

本物件は継続的に電気使用料、施設利用者へのアンケートを実施していく。

任意にはなるが、来場される方へのアンケートと従業員への継続的なアンケートを実施し、長期利用する方と一時利用する方とでの比較をしていく予定である。

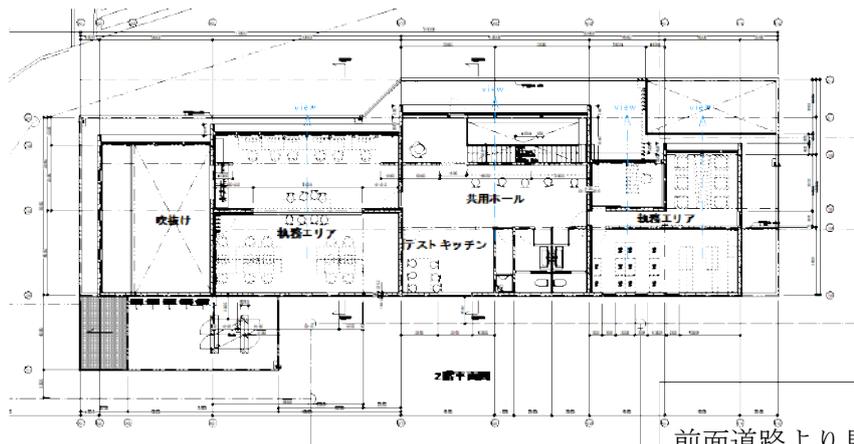
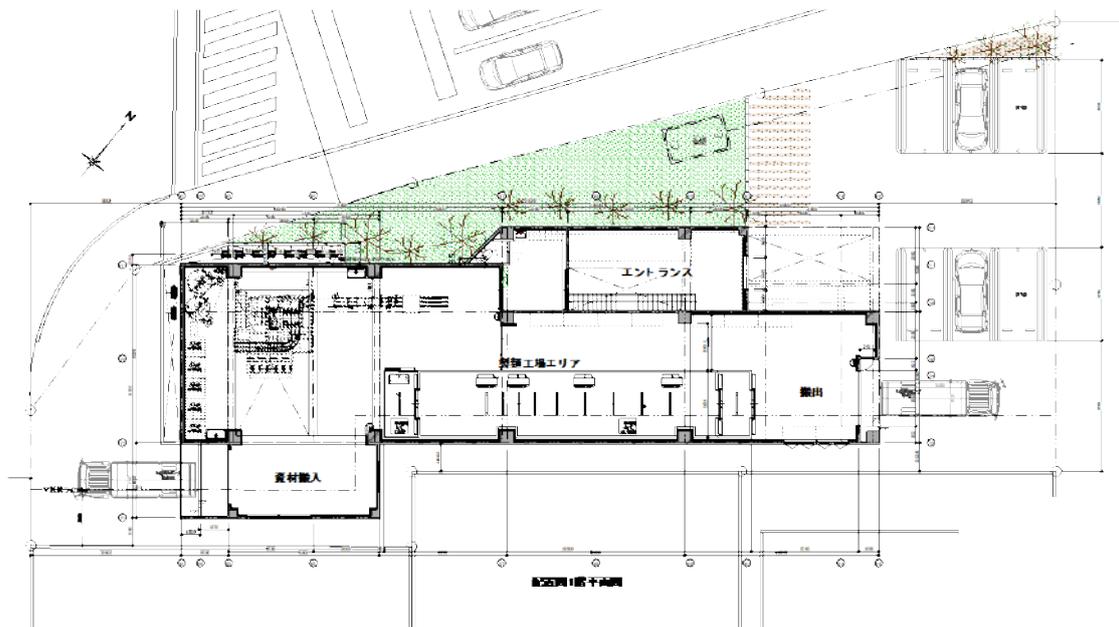
(3) 行政との連携と材料供給体制の構築においては、森林・林業政策課(香川県)に協議会への参加をお願いし、県内における森林資源の情報などをダイレクトに入手することができた。本県においては、中・大規模建築を木造で設計する設計者がいない事により、地域材の需要が少ないかつ、地域材の流通サイクルが未熟なため、大量の発注があっても対応ができないことによって、悪循環になってしまっている。その為、県内で全て木材を集材するのは難しく、四国 4 県も視野に入れて集材状況等を確認しておくことが大切である。

(4) 本事業は内部の CLT 天井、袖壁を外部空間へ少し伸ばし、通りすぎる人へのアイキャッチとなるファサードとし、開口部を出来るだけ大きく設け、内外共に木質空間が見える意匠にした。ビル用サッシと CLT の納まりについては外部からの見え方、止水性、どの様に固定するかを含めサッシメーカー、施工会社と入念に打合せを行い決定した。

6. 本実証により得られた成果

本事業で得られた建設コストのデータは、他物件で計画する際に活用することができる。RC 造と CLT パネル工法のそれぞれの構造のメリットである部分を、最大限に利用し地域の魅力となる建築物を建築することができた。また、コストだけではなく、魅力的な空間や繋がりを持てる場を設けることで、地域社会における役割を担い新たな情報を発信していく事に繋がっていく。またコスト比較を明確にし、まだ CLT 建築物を設計、施工したことのない方への足掛かりとなり、香川県における行政との連携、集材に関わる情報など、他物件においても同様の工法、内容が提案できると考える。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



前面道路より見た外観写真



□2. 4. 3 成果物

設計方針の概要

本計画はウエストフードプランニングの本社・工場で、工場らしくない工場とワクワクする事務所を提案して欲しいとの要望を受け始めました。ウエストフードプランニングは香川県を拠点とし全国、世界に年間200万人の来客がある「こだわり麺や」を展開するセルフスタイルの讃岐うどんを提供するうどん店です。

計画敷地は準工業地域で住宅や工場が混在する場所です。北側前面道路幅員が25mありその奥には瀬戸内海そして瀬戸大橋を望むことができます。

1階は製麺設備を設置する大きな空間が必要とされる為、RCにて計画。2階には事務所機能とテストキッチンを設け、内部から外への方向性を明確にし、また、どのエリアにおいても瀬戸内海を感じることができるよう考え、南北方向へ10m、6m、4mスパンの門型のフレームを各エリアの用途に組み合わせ配置し、CLTならではの大スパンの空間としました。事務所へアクセスするにはコンクリートの無機質な空間から階段を上がると一気にCLTの大空間と木造ならではの温かみのある空間に包まれ異なる躯体、素材を利用しワクワクさせるアプローチとしました。

また地域との繋がりを築く為、2階の一部を開放できるスペースとし、テストキッチンを設け自社の商品開発、試食できる場と、コンパクトな敷地でも、魅せるべき方向性を明確にすることにより広さより広がりのある空間を提案できました。前面道路から見ると、コンクリートの箱の上にCLTの門型フレームが載っており、通りすぎる人の「なんの建物だろう」といった声が頂ける様な、地域との繋がりのきっかけとなる建物になれば良いと思います。

1, 設計施工とコスト管理のまとめ

計画敷地のボーリング調査の結果によると地盤があまり良くない為、当初杭工事にて計画していたが、杭の納期が間に合わない為、柱状改良にて再検討し着工しましたが、ボーリングでは出てこなかった地中の転石が多くなり柱状改良では施工できず当初の杭工事へ再度変更しての施工となった。

設計においてはCLTの構造的な魅力であるスパンの飛んだ空間構成と、区画等を除きCLTの現しの壁をどの様に配置するかを構造設計と協議しながら決定した。

現場においては、1階RCの梁からの立ち上がり筋の精度を確保するのが難しく、アンカーセットを±2.5mm以内に納めるのは非常に労力と時間を要した。

結果コストに影響してくることとなるので積算時点でCLTの工事内容、工程、職方との協議を綿密にしておくことが重要である。

CLT工事単体で掛る費用は坪単価約38万円となった。それに付随して掛る工事費用は約11万円/坪となった。基礎工事を除くCLT+付随する坪単価としては約49万円となりました。建物全体においての坪単価の割合からすると約15%程度のウエイトとなりました。他物件においての鉄骨構造の基礎を除く躯体に関わる割合としては約15%となりさほど差は出ませんでした。

建築工事全体内訳

A	共通仮設工事		1.0	式		9,151,450	
B	建築主体工事		1.0	式		189,625,891	
C	付帯設備工事(電気、設備)		1.0	式		28,414,149	
E	諸経費		1.0	式		9,918,929	
	A+B+C+E 合計					237,110,419	
	延面積:約647㎡/195坪	237,110,419	/	195	=	1,215,951	
	CLT工事坪単価	36,387,500	/	195	=	186,603	全体坪単価に対する割合 15.34%

CLT工事内訳

記号	名 称	摘 要	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
	CLT工事						
	構造用集成材材料費	欧州赤松 E105-F300他 21.053m3	1.0	式	3,767,600	3,767,600	
	スプライン合板	針葉樹 特類2級C-D 他 0.603m3	1.0	式	74,100	74,100	
	加工費(集成材+一般製材)	製品仕口加工まで 21.656m3	1.0	式	1,447,500	1,447,500	
	CLT製造原版材料費	スギ Mx60A-5-5 他 98.278m3	1.0	式	12,258,600	12,258,600	
	CLT成形加工費	成形・小割カット加工まで	1.0	式	516,000	516,000	
	CLT仕口加工費	製品仕口加工まで 91.137m3	1.0	式	3,417,000	3,417,000	
	CLT現し材面補修費	木粉エポキシ樹脂充填(節径15mm以上)	1.0	式	638,000	638,000	
	養生塗装費	玄々化学:もくぬへる工場内1回塗り	1.0	式	1,094,000	1,094,000	
	接合金物費		1.0	式	4,325,450	4,325,450	
	輸送費(車上渡し)	20t幅広トレーラー搬入可能条件	1.0	式	681,000	681,000	
	製造管理費	打合せ・管理費等費含む	1.0	式	3,010,000	3,010,000	
	その他	施工図・加工図製作費	1.0	式	950,750	950,750	
							次ページへ続く

赤:CLT材料費 青:CLTを除く構造材 緑:CLT、構造材に付随する工事

CLT工事内訳

記号	名 称	摘 要	数 量	単 位	単 価	金 額	備 考
	アンカーボルト	M20-L900	62.0	本	3,500	217,000	
	アンカーボルト	M22-L600	108.0	本	4,000	432,000	
	建方費		1.0	式	3,000,000	3,000,000	
	揚重費	25t	1.0	式	1,200,000	1,200,000	
1	CLT材料費					17,997,700	
2	CLTに付随する其他工事	割合:CLT:0.77 割合:一般構造:0.23	0.77		13,174,700	10,144,519	
	1+2 合計					28,142,219	
	2階CLT部分面積:約243㎡/74坪					380,300	CLTのみ坪単価
	延面積:約647㎡/195坪					144,319	全体に対する坪単価
2	CLTに付随する構造躯体木工事					5,215,100	
3	CLTに付随する其他工事	割合:CLT:0.77 割合:一般構造:0.23	0.23		13,174,700	3,030,181	
	2+3 合計					8,245,281	
	2階CLT部分面積:約243㎡/74坪					111,423	CLTのみ坪単価
	延面積:約647㎡/195坪					42,283	全体に対する坪単価

赤:CLT材料費 青:CLTを除く構造材 緑:CLT、構造材に付随する工事

他物件鉄骨建築工事全体内訳(3階S造)

	S造テナントビル						
A	共通仮設工事		1.0	式		2,128,000	
B	建築主体工事		1.0	式		76,556,915	うち本体鉄骨工事 15,618,870
C	付帯設備工事(電気、設備)		1.0	式		13,739,750	
E	諸経費		1.0	式		11,098,942	
	A+B+C+E 合計					103,523,607	
	延面積:約429㎡/130坪					796,335	
	鉄骨工事坪単価					120,145	全体坪単価に対する割合 15.08%

基礎工事、意匠性もコストには連動してくるが、単純な材料のみのコスト比較においては高価な材料ではあるが、意匠性や機能も魅力的な素材と感じる。

基礎工事においては、他物件の経験もある為、その際の施工方法や写真を参考にすることでスムーズな施工、アンカーセットが可能だった。

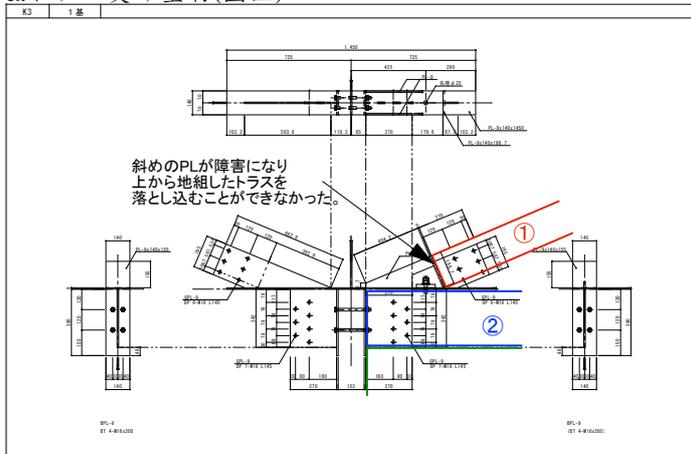
建て方のみの工期に関しては短縮できるが、鉄骨造と比較した場合だと規模にもよるが、今回の比較した物件においては1週間程度鉄骨造の建て方が遅い程度であった。その為工期短縮によるコスト削減は少ないと言える結果となりました。

単純な材料としての比較では鉄骨造とはコスト面で大きな差が出てしまうが、CLTの場合だと、構造躯体兼仕上げで利用できるメリットや、断熱材としての役割なども考えると単純な躯体コスト材料としての比較だけでは難しいと思いました。

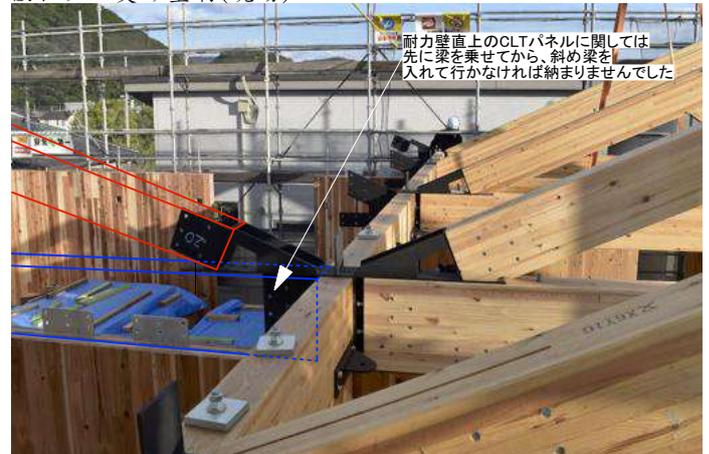
CLTの見せ方、使い方を考えCLTのメリットを最大限生かせるには経験が必要になってくる材料ではないかと思いました。

また、本計画ではトラスを受ける金物があり、そこで想定していた日数より5日程度建て方が延びる結果となりました。CLTの搬入計画、建て方計画は行っていたが、トラスを先に落とし込んでしまうと、壁のアンカーセットが出来ないなど、一度入れたトラスを一度バラすなどの後戻りが出た為である。次回からの製作においては、建て方手順も含めてより詳細な金物の設計を行いたい。

a.トラス受け金物(図面)



b.トラス受け金物(現場)



c.①②を地組したトラス落とし込み(一般部分)



d.アンカーセット状況



2. 従業員、施設利用者の居住環境のアンケート調査及び電気使用量の継続的なデータ収集

本物件においては、他物件においても汎用できる提案であり、工場に併設している簡易的な事務所ではなく、利用者の働く環境を考え、CLTの木質空間を生かした構造計画とした。一般的な工場とオフィスでの組み合わせでは自社の商品や魅力を地域や近隣に発信するのが難しいのが現状だが、CLTの魅力的な木質空間と事業主の商品であるうどんやビールを試飲できる場としてパブリックなスペースを設けた。

パブリックスペースにおいては、地域の人も社内の人も利用しやすい配置とし、計画敷地のロケーションを生かし2階へ設けた。オープンはまだだが、近隣からの注目も高く多くの利用者が期待できる。施設来場者には任意にはなるが、アンケートを実施します。

アンケート内容は以下となります。

従業員へのアンケートも実施し、今後の改修やこれから計画するたの物件へフィードバックできればと思います。

利用者様アンケート	勤務者アンケート																																														
<p>この度はご来場いただき誠にありがとうございました。 よろしければ下記アンケートにご協力ください。</p> <p>■お客様情報 R 年 月</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">性別</td> <td><input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性</td> </tr> <tr> <td>年齢</td> <td><input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上</td> </tr> <tr> <td>お住まいの地方</td> <td><input type="checkbox"/> 北海道 <input type="checkbox"/> 東北 <input type="checkbox"/> 関東 <input type="checkbox"/> 中部 <input type="checkbox"/> 近畿 <input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> 四国 <input type="checkbox"/> 九州 <input type="checkbox"/> 海外</td> </tr> </table> <p>■イベントについて</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">ご来場になったきっかけ</td> <td><input type="checkbox"/> ホームページ <input type="checkbox"/> テレビ <input type="checkbox"/> カフェとして <input type="checkbox"/> 雑誌・チラシ <input type="checkbox"/> CLTを見た <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 仕事 <input type="checkbox"/> その他 () ※複数回答可</td> </tr> <tr> <td>建物材料(CLT)の説明</td> <td>CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。</td> </tr> <tr> <td>施設を利用した感想</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>企業と繋がる切っ掛けとなったか</td> <td>繋がることができた <input type="checkbox"/> 知ることができた <input type="checkbox"/> 切っ掛けにはなると思った <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>リラックスできましたか</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>勤務先のオフィスとの比較</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>CLTの建物を利用したことがある</td> <td><input type="checkbox"/> 初めて <input type="checkbox"/> 2回目 <input type="checkbox"/> 3回目 <input type="checkbox"/> それ以上</td> </tr> <tr> <td>会場までの主な交通手段</td> <td><input type="checkbox"/> 徒歩 <input type="checkbox"/> 自転車 <input type="checkbox"/> 電車 <input type="checkbox"/> 車 <input type="checkbox"/> バス</td> </tr> <tr> <td>友人や知人にも教えてあげたい</td> <td>積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない</td> </tr> </table> <p>その他、ご意見ご要望、改善点などご感想などお聞かせください(使い心地、気に入った点、気になる点)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <p>ご協力ありがとうございました。</p>	性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性	年齢	<input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上	お住まいの地方	<input type="checkbox"/> 北海道 <input type="checkbox"/> 東北 <input type="checkbox"/> 関東 <input type="checkbox"/> 中部 <input type="checkbox"/> 近畿 <input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> 四国 <input type="checkbox"/> 九州 <input type="checkbox"/> 海外	ご来場になったきっかけ	<input type="checkbox"/> ホームページ <input type="checkbox"/> テレビ <input type="checkbox"/> カフェとして <input type="checkbox"/> 雑誌・チラシ <input type="checkbox"/> CLTを見た <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 仕事 <input type="checkbox"/> その他 () ※複数回答可	建物材料(CLT)の説明	CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。	施設を利用した感想	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	企業と繋がる切っ掛けとなったか	繋がることができた <input type="checkbox"/> 知ることができた <input type="checkbox"/> 切っ掛けにはなると思った <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/>	リラックスできましたか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	勤務先のオフィスとの比較	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	CLTの建物を利用したことがある	<input type="checkbox"/> 初めて <input type="checkbox"/> 2回目 <input type="checkbox"/> 3回目 <input type="checkbox"/> それ以上	会場までの主な交通手段	<input type="checkbox"/> 徒歩 <input type="checkbox"/> 自転車 <input type="checkbox"/> 電車 <input type="checkbox"/> 車 <input type="checkbox"/> バス	友人や知人にも教えてあげたい	積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない	<p>定期的に下記アンケートにご協力ください。</p> <p>■利用者情報 R 年 月</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">性別</td> <td><input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性</td> </tr> <tr> <td>年齢</td> <td><input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上</td> </tr> </table> <p>■イベントについて</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">建物材料(CLT)の説明</td> <td>CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。</td> </tr> <tr> <td>来場される方の反応はどうか</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>施設を利用した感想</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>温熱環境は良いか</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>リラックスし作業できるか</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>前勤務先のオフィスとの比較</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>木質空間のオフィスは魅力的か</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>生産性は向上したか</td> <td>良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪</td> </tr> <tr> <td>友人や知人にも教えてあげたい</td> <td>積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない</td> </tr> </table> <p>その他、ご意見ご要望、改善点などご感想などお聞かせください(使い心地、気に入った点、気になる点)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <p>ご協力ありがとうございました。</p>	性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性	年齢	<input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上	建物材料(CLT)の説明	CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。	来場される方の反応はどうか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	施設を利用した感想	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	温熱環境は良いか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	リラックスし作業できるか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	前勤務先のオフィスとの比較	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	木質空間のオフィスは魅力的か	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	生産性は向上したか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪	友人や知人にも教えてあげたい	積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない
性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性																																														
年齢	<input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上																																														
お住まいの地方	<input type="checkbox"/> 北海道 <input type="checkbox"/> 東北 <input type="checkbox"/> 関東 <input type="checkbox"/> 中部 <input type="checkbox"/> 近畿 <input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> 四国 <input type="checkbox"/> 九州 <input type="checkbox"/> 海外																																														
ご来場になったきっかけ	<input type="checkbox"/> ホームページ <input type="checkbox"/> テレビ <input type="checkbox"/> カフェとして <input type="checkbox"/> 雑誌・チラシ <input type="checkbox"/> CLTを見た <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 知人 <input type="checkbox"/> 仕事 <input type="checkbox"/> その他 () ※複数回答可																																														
建物材料(CLT)の説明	CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。																																														
施設を利用した感想	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
企業と繋がる切っ掛けとなったか	繋がることができた <input type="checkbox"/> 知ることができた <input type="checkbox"/> 切っ掛けにはなると思った <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/>																																														
リラックスできましたか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
勤務先のオフィスとの比較	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
CLTの建物を利用したことがある	<input type="checkbox"/> 初めて <input type="checkbox"/> 2回目 <input type="checkbox"/> 3回目 <input type="checkbox"/> それ以上																																														
会場までの主な交通手段	<input type="checkbox"/> 徒歩 <input type="checkbox"/> 自転車 <input type="checkbox"/> 電車 <input type="checkbox"/> 車 <input type="checkbox"/> バス																																														
友人や知人にも教えてあげたい	積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない																																														
性別	<input type="checkbox"/> 男性 <input type="checkbox"/> 女性																																														
年齢	<input type="checkbox"/> 10代 <input type="checkbox"/> 20代 <input type="checkbox"/> 30代 <input type="checkbox"/> 40代 <input type="checkbox"/> 50代 <input type="checkbox"/> 60歳以上																																														
建物材料(CLT)の説明	CLTとはCross Laminated Timber (JASでは直交集成板)の略称で、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料です。厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具などにも使用されています。																																														
来場される方の反応はどうか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
施設を利用した感想	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
温熱環境は良いか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
リラックスし作業できるか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
前勤務先のオフィスとの比較	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
木質空間のオフィスは魅力的か	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
生産性は向上したか	良 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 悪																																														
友人や知人にも教えてあげたい	積極的に勧める <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 勧めない																																														

e.ホールイメージ1



f.ホールイメージ2



本物件においては、断熱計画はCLTパネル(t150)だけではなく、スタイロを屋根、壁の中に納めている為、屋根に関する平均熱貫流率は $0.49\text{W/m}^2\text{K}$ 、壁に関する平均熱貫流率は $0.58\text{W/m}^2\text{K}$ となり、ZEH基準の外皮平均熱貫流率 UA値 $0.60\text{W/m}^2\text{K}$ 以下となるように設計してる。かつサッシについても複層ガラスLow-eを使用しており、断熱遮熱共に配慮した計画となっております。その為電気使用量に関しても既存のオフィスよりも電気使用量が抑えられるのではないかと考えます。

g.屋根断熱施工風景



h.壁断熱施工風景



3, 行政との連携と材料供給体制の構築のまとめ

行政との連携と材料供給体制の構築においては、森林・林業政策課(香川県)に協議会への参加をお願いし、県内における森林資源の情報などをダイレクトの入手することができた。

しかし、香川県内の森林資源が豊富ではない為必要な量が多ければ多い程事前に森林組合、製材所への事前の相談が重要になってくる為、今回の協議会は他の物件での参考になると考える。香川県のみでの木材の供給を考えるのではなく、四国全体で供給を考えていく事が大切である。

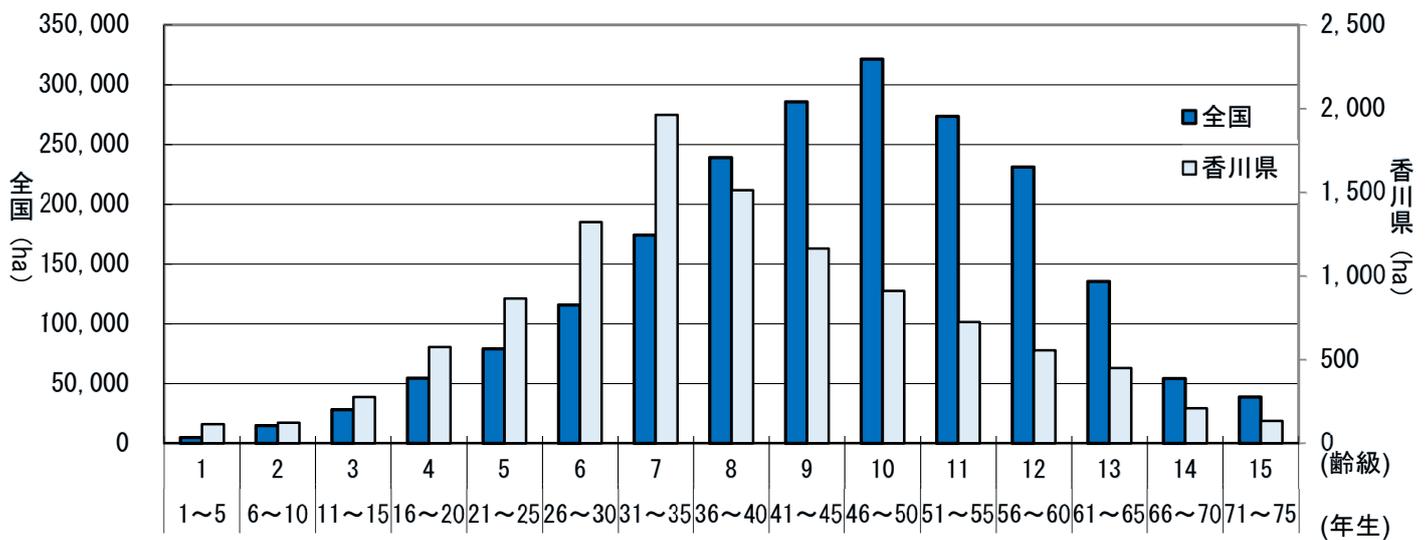
香川県の森林面積のうち国有林が占める割合は 9.4%、民有林の占める割合は 90.6%であり、全国に比べて民有林の割合が高くなっている。また、香川県の森林率は 46.6%で、全国の森林率 67.2%よりも低く、森林の占める割合が低いことが伺える。民有林の人工林における樹種別構成を面積割合で見ると、スギが人工林全体の 8.8%、ヒノキが 62.7%、その他針葉樹（マツ等）が 21.3%を占めており、全国と比較してもヒノキの割合が高くなっている。

また、本県の民有林については、人工林が約4分の1を占め、その6割以上を占めるヒノキ林が、木造住宅の柱材などとして利用できる時期を迎えていることから、間伐材の搬出を促進するとともに、林業の担い手の育成・確保や様々な用途での木材利用の促進を図る必要がある。

ヒノキ林齢級別面積（人工林）

民有林の人工林におけるヒノキ林齢級別面積をみると、全国に比べてピークの齢級が3齢級ほど若くなっている。

ヒノキ林齢級別面積（民有林）



普及する上で、香川県内で地域材を製材できる会社が4社しかないことも大きな課題となる。

香川県は桧、杉の値段が高いのでコスト面で使用する場所、見せ方を念入りに検討することが重要。CLTに用いいるラミナの原木供給のサイズは一種類の為小径の材料が使い易いことが今後のCLT普及においてはポイントとなり、ラミナ供給のサイズのバリエーションを増やす事により、A材、B材の利用できる幅が広がり更なる需要供給が生まれるのではないかと思う。

協議会においては、施主、施工会社含め地域の森林状況、製材状況、CLTの加工など一貫して、建築物が出来るまでの過程を一緒に確認しながら、また協議しながら進めて行くことで、今後の他物件

での流用や、建物を使う上で愛着や来場者への説明などより一層深く説明できるのではないかと思います。

全ての場所に森林割合として多いヒノキを使うのではなく、見せ場となるホールや執務室の一部にヒノキを使用することで、県産材の発信やコストコントロールを行いました。

構造見学会においては林業政策課の構造見学会、学生への構造見学会、一般企業への構造見学会の3回行いCLT建築物の説明や意義などを設計者、施主より説明を行い、県内において更なる普及に努めた。

i. 林業政策課含めての協議会



j. 製材現場の確認



k. 伐採状況の確認



木材の流れ

l. CLT製造状況の確認



m. 建て方、CLTヒノキHBの確認



n. 構造見学会開催(学生達)



o.構造見学会開催1(県主催(地域の工務店、設計者など))



p.構造見学会開催1(香川県内様々な企業)



q.構造見学会開催2(県主催(地域の工務店、設計者など))



r.構造見学会開催2(香川県内様々な企業)



材料調達から建て方まで、すべての工程において施主と共に確認を行い、本協議会のみならず県内の様々な企業の方や学生達に知って頂けることができ、CLT製品だけではなく、山から現場までの過程を知って頂ける貴重な機会になりました。

4. サッシとCLTの納まり、CLT屋根の接合部の最適納まりの検討過程

本物件においては内部からも、外部からもCLTを現して使用することで近隣、通りすぎる人へのアイキャッチとなる為、開口部を出来るだけ大きく設け、内外共にCLTが見える意匠にしました。ビル用サッシとCLTの納まりについては外部からの見え方、止水性、どの様に固定するかを含めサッシメーカー、施工会社と入念に打合せを行い決定していきました。

サッシ方立てを構造である150角の柱のピッチに合わせて配置しました。また、サッシを固定する際のアングルピースを内部から見えない位置にて固定を行い、極力方立てや固定金物を内部から見えない様にすることで、内部からの意匠的な見え方をスッキリさせ、よりCLTの明快な大屋根が強調される様に検討を行いました。

s.フロントサッシの排煙窓調整

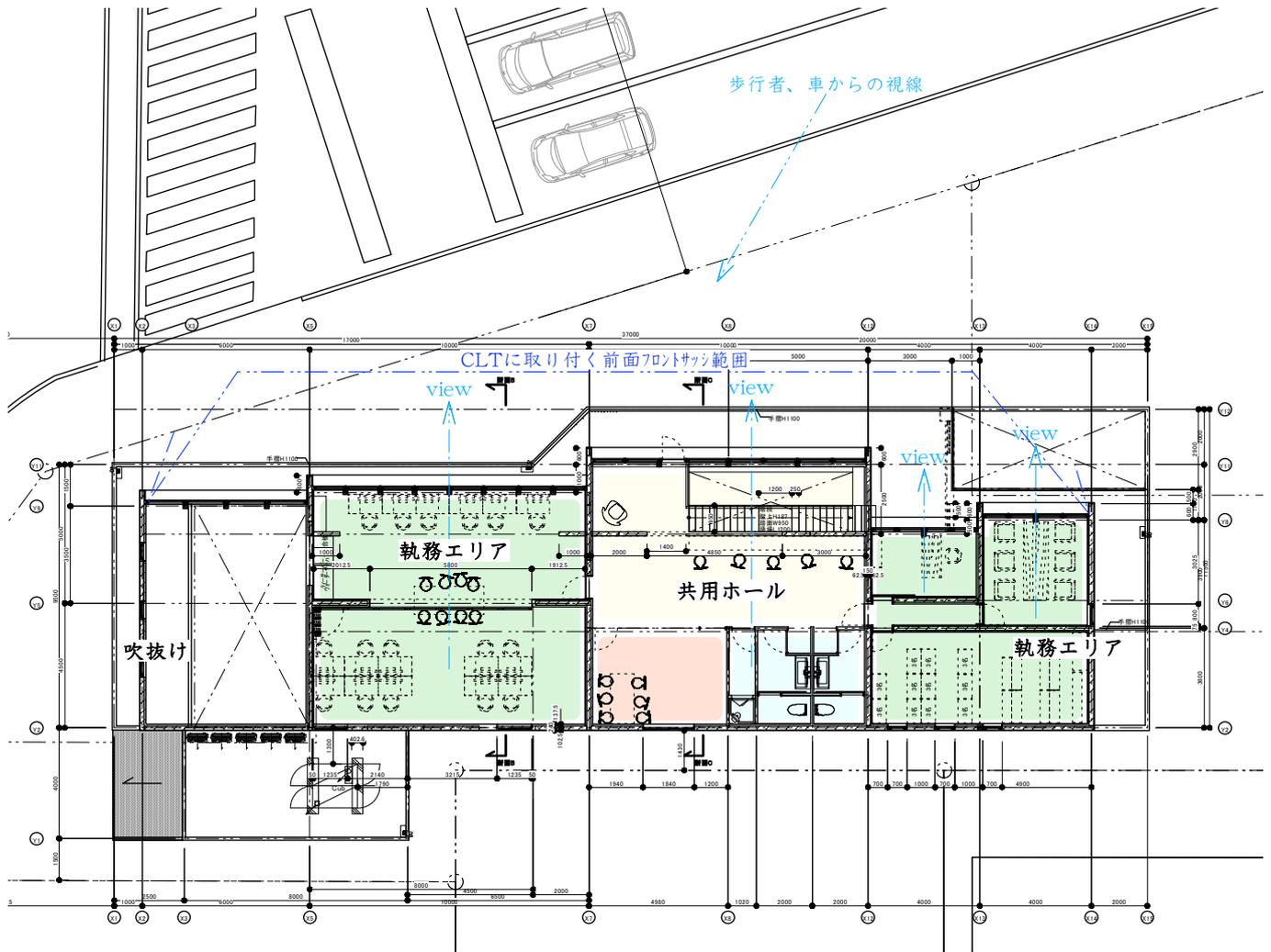


構造躯体の柱梁に方立てを隠している

t.構造見学会開催2(香川県内様々な企業)



構造躯体の柱梁に方立てを隠している



2階平面図

梁や柱の外部側にアンクルピースを取り付けているので、ガラスが入った後の調整や排煙オペレーターの調整などは大変やりづらい状況ではあったが問題なく納まりました。

u.北面歩行者からの目線



RCのエントランスとCLTの家形の屋根が見える

w.北川前面道路より



v.北西面歩行者からの目線



RCの上に家形が乗っており、サッシ面が強調されている

無機質なコンクリートの上部にCLT建築物が乗っており、CLTならではのシンプルな構造計画とコンクリートのシンプルな組み合わせで通りすぎる人たちの目を引き、明快な組み合わせとすることでサッシ面が強調される。北側道路面は全面、天井をCLT現しにしているのので、夜には灯りに照らされCLTの行燈の様に見えます。内部の構造である、柱と合わせることで、よりCLTの家形のフレームが浮き出てくる様にデザインしました。企業としての看板にもなり、CLTを知って頂ける機会も増え普及に繋がっていくと期待している。

5.まとめ

今回の検証により、今後他の設計者がより取り組み易い様にコスト的な観点と中大規模物件におけるCLTの製造における材料の調達方法や、どの様に県と協議をしていくかなど、より多角的な観点から実証が行えたのではないかと思います。また、今後のアンケートの結果により更にCLT建築物が他構造と同じ土俵に上がって採用されやすくするなど、結果をフィードバックできれば良いと思います。

コストにおいては他構造と比べると割高にはなるが、構造材としてだけでなく、意匠的な見え方の魅力や環境に配慮していること、断熱材としてなど様々な付加価値がCLTにはあると思いました。

また、トラスを受ける金物においては今後、施工性や建て方手順などより入念に検討して行くことで手戻りを少なくし、スムーズな上棟ができると思いました。

CLTを構造材料としてだけでなく、サステイナブルな循環型社会を目指して行く上で、環境や地域を考え、地域社会と繋がる建築物を建築して行くことで、普及が促進していくのではないかと思います。

x.2階スラブで地組し、トラスを立て込む



y.製作金物へトラスを落とし込み



z.香川県産ヒノキを使用したホールのトラスとCLT

2. 5 (有)ポルト企画／ライフデザイン・カバヤ(株)

2. 5. 1 建築物の仕様一覧

事業名		(仮称)大宮区大門町テナントビル5階建てプロジェクト新築工事の設計実証		
実施者(担当者)		有限会社ポルト企画(ライフデザイン・カバヤ株式会社)		
建築物の概要	用途	店舗		
	建設地	埼玉県さいたま市		
	構造・工法	鉄骨造 ※CLT壁パネルによる耐震壁利用		
	階数	5		
	高さ(m)	26.325m		
	軒高(m)	25.875m		
	敷地面積(m ²)	338.95m ²		
	建築面積(m ²)	222.23m ²		
	延べ面積(m ²)	1,171.48m ²		
	階別面積	1階	198.00m ²	
2階～5階		各243.00m ²		
CLTの仕様	CLT採用部位		耐震壁	
	CLT使用量(m ³)		予定使用量82.93m ³	
	壁パネル	寸法	210mm厚、270mm厚	
		ラミナ構成	9層9プライ、5層7プライ	
		強度区分	S90A相当	
		樹種	ヒノキ	
	床パネル	寸法	—	
		ラミナ構成	—	
		強度区分	—	
		樹種	—	
	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(CL T以外の構造材)		柱：カラマツ耐火集成材	
	木材使用量(m ³)※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CL T以外とする		9.02m ³	
仕上	主な外部仕上	屋根	アスファルト防水	
		外壁	押出成形セメント板(厚60)	
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス(Low-E、断熱ガス、日射遮蔽、中空層幅12mm)	
	主な内部仕上	界壁※防火壁	強化PB21×2+LGS下地	
		間仕切り壁	—	
		床	普通コンクリート・デッキプレート造床+乾式2重床+ビニルタイル	
構造	天井	システム天井ボード岩綿吸音板		
	構造計算ルート	ルート3		
	接合方法	鋼板挿入ドリフトピン形式		
	最大スパン	8.50m		
問題点・課題とその解決策		課題・中層テナントビルを対象としたCL T利用方法の検討及び他工法との比較。 ・CL Tのせん断性能を活かした耐震壁構面の性能把握、接合金物の仕様選定。 解決策・CL Tパネルの周囲を鉄骨フレームで拘束。 ・CL Tパネルの圧縮ストラット効果、軸接合部を省略し高耐力を引出す。		
防火	防火上の地域区分		準防火地域	
	耐火建築物等の要件		有	
	本建築物の耐火仕様		2時間耐火：1階、1時間耐火：2～5階	
	問題点・課題とその解決策		特に無し	
温熱	建築物省エネ法の該当有無		有	
	温熱環境確保に関する課題と解決策		CL T壁パネル頭、脚部の接合部における熱橋処理として無収縮モルタルを充填施工	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	グラスウールボード：50mm	
		外壁	高性能グラスウール：90mm	
床		押出法ポリスチレンフォーム：30mm		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		岩綿吸音板仕上げとすることで、音の反響を抑え、静かな環境を保つよう検討中。	
	建て方における課題と解決策		鉄骨躯体工事時にCL T壁パネルがスムーズに設置出来るようポルト接合として検討。	
	給排水・電気配線設置上の工夫		—	
	劣化対策		—	
工程	設計期間	2024年1月～2024年4月(3カ月予定)		
	施工期間	2024年8月～2025年7月(12カ月予定)		
		CL T躯体施工期間	2024年10月下旬～(1カ月予定)	
	竣工(予定)年月日	2025年7月		
体制	発注者	有限会社ポルト企画 代表取締役 大河内 一利		
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	基本、実施設計：ライフデザイン・カバヤ株式会社		
	構造設計者	基本、実施設計：株式会社構造計画研究所		
	施工者	近藤建設株式会社		
	CL T供給者	銘建工業株式会社(予定)		
ラミナ供給者	中国林業株式会社(予定)			

2. 5. 2 実証事業の概要

実証事業名：(仮称)大宮区大門町テナントビル5階建てプロジェクト新築工事の設計実証
 建築主等/協議会運営者：(有)ポルト企画/ライフデザイン・カバヤ株式会社

1. 実証した建築物の概要

用途		店舗		
建設地		埼玉県さいたま市		
構造・工法		鉄骨造 ※CLT 壁パネルによる付加耐震壁利用		
階数		5		
高さ (m)		26.325	軒高 (m)	25.875
敷地面積 (m ²)		338.95	建築面積 (m ²)	222.23
階別面積	1階	198.00	延べ面積 (m ²)	1,171.48
	2階～5階	243.00		
	—	—		
CLT 採用部位		耐震壁		
CLT 使用量 (m ³)		建築物使用量 82.93m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)		9.02m ³		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	210 mm厚、270 mm厚/ 7層7プライ、5層7プライ/ S90A相当/ヒノキ		
	床	—		
	屋根	—		
設計期間		2024年1月～2024年4月 (3ヵ月予定)		
施工期間		2024年8月～2025年7月 (12ヵ月予定)		
CLT 躯体施工期間		2024年10月下旬～ (1ヵ月予定)		
竣工 (予定) 年月日		2025年7月		

2. 実証事業の目的と設定した課題

中層規模のテナントビルを計画しており、コア部に耐力壁を集約するため高耐力の CLT 壁が必要となる。CLT 耐震壁の周囲を鉄骨造のフレームで拘束することで、CLT パネルのせん断性能を最大限に発揮できる見込みがあるが、接合部の仕様や変形性能についてのデータが不足しており、解析的検討により構造特性値を確認する必要がある。今回実証する構法は、共用部を集約したコア型配置プランの中層建物に流用可能であり、汎用性・普及性が高い。

3. 協議会構成員

(設計) ライフデザイン・カバヤ株式会社：守谷和弘(協議会運営者)、平田拓也、竹内幸生、
難波和也、藤本和典、小宮秀則、市村直也
(構造方針統括監理) 京都大学：五十田博、広島大学：森拓郎、株式会社ティックス：辻拓也
(構造設計) 株式会社構造計画研究所：篠原昌寿、野田卓見、ユジェルメラル、金弘宗、
荒幡俊勝
(施工) 近藤建設株式会社：安川愛真、吉田卓生
(原木供給・材料) 銘建工業株式会社：田中宏明、車田慎介、西本将晴
(金物) BX カネシン株式会社：榎田剛、中村益久

4. 課題解決の方法と実施工程

本施設の与条件を整理し、壁配置および接合部の目標性能を整理する。協議会において、接合部の最適納まり等を議論し、汎用性、低コスト化の検討を行う。構造設計が中心となり接合部仕様、試験条件をとりまとめ、構造性能確認のための実験を行う。

<協議会の開催>

令和5年9月20日：第1回開催、問題点洗い出し
令和5年10月26日：第2回開催、実施設計前確認
令和6年1月31日：第3回開催、実施設計後確認
令和6年2月6日：第4回開催、構造・環境・評定打合

<設計>

令和5年11月中旬：設計契約
令和5年11月上旬：実施設計
令和5年11月：構造設計
令和6年2月：実証事業報告書まとめ

<性能確認>

令和6年5月：試験を断念し、工法評定取得へ変更

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。

圧縮ストラットに期待した CLT 耐震壁の構造特性値の取得

本建物では CLT をコアの耐震壁として利用するため、両側の近接した位置に鉄骨柱が存在する。よって本設計では圧縮ストラットを積極的に活用する方針とした。圧縮ストラットに期待した CLT 耐震壁の性能については、詳細モデルを用いた解析的検討を行っており、軸接合部を省略した仕様でも、終局時の CLT パネルのせん断応力度 τ_u が約 1.9N/mm^2 程度となる性能が確認できた。よって、本設計では CLT 耐震壁の軸接合部を省略し、せん断接合部のみを配置する。

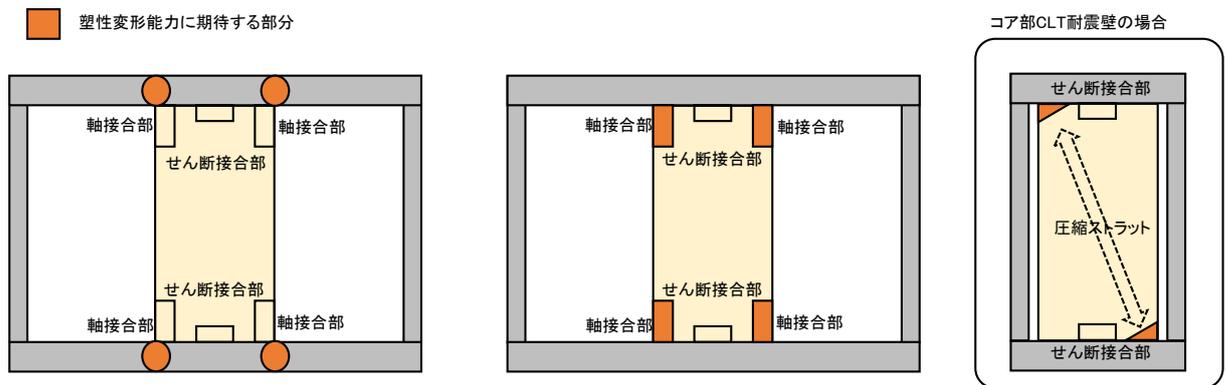


図 CLT 耐震壁の崩壊形

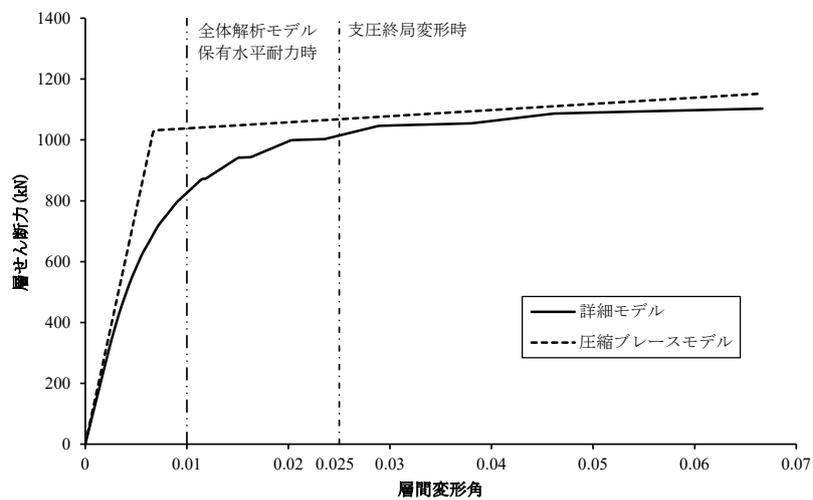
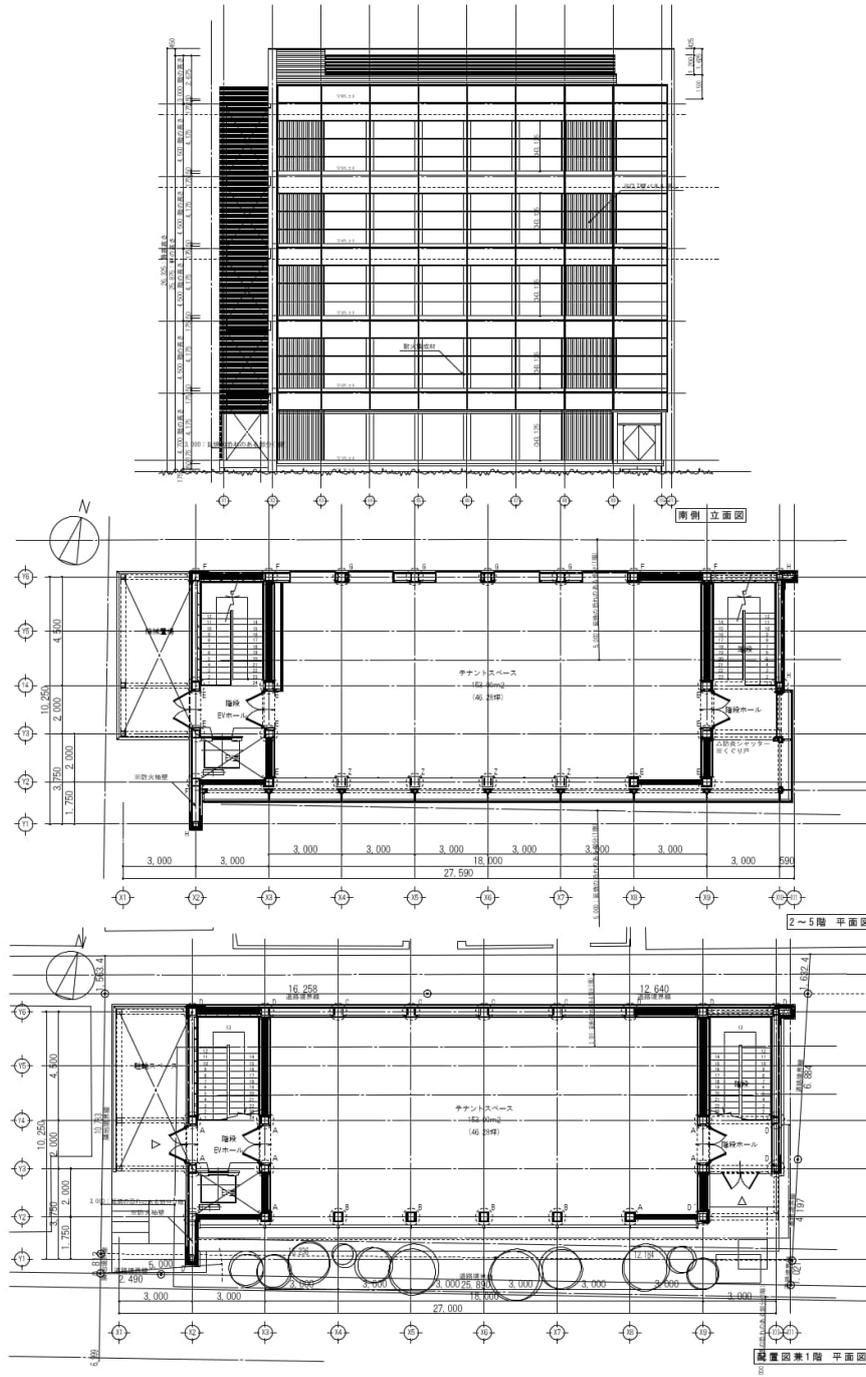


図 CLT 耐震壁の荷重変形角関係

6. 本実証により得られた成果

中層テナントビルでコア部分に耐力壁を集約する計画の場合に、圧縮ストラットに期待することで CLT 耐震壁の接合部を一部省略しつつ高耐力を発揮させることができた。現状では非木造で計画されているコア集約型プランの様々な用途の建築物で、本事業の CLT 耐震壁部分の考え方を適用でき、成果を広く普及できる。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



2. 5. 3 成果物

1. 意匠計画：“街と人をつなぐ” 施設づくり

本プロジェクト計画地近隣において大きな再開発事業が開始します。

※都市再生緊急整備地域(大宮駅周辺地域)における都市の再生、土地の合理的かつ健全な高度利用と都市機能の更新を図るため、都市再生特別地区を決定。

◆決定理由

本地区は、都市再生緊急整備地域の整備方針を踏まえた都市再生の取組(大規模・高規格のオフィス整備、ウォーカブルな歩行者環境の整備、防災機能の強化・環境負荷低減への対応)によって、本地区及び大宮駅周辺における都市の再生とともに、土地の合理的かつ健全な高度利用と都市機能の更新を図るため、都市再生特別地区の都市計画の決定を行うものです。

※さいたま市 HP より

1. 0. 基本方針

さいたま市が推進する「グリーンインフラの形成」や「ウォーカブルなまちづくり」に期待されます。そこで近接する施設の役割として行き来することが楽しくなるような緑豊かな空間のある施設づくりを実現します。

1. 1. 視界に飛び込む“構造美を備えた CLT パネル ”

本プロジェクトにおいて構造要素と意匠要素の意味を持つ CLT パネルがファサードにアクセントを与えると共に街の空間を明るくします。

1. 2. ファサード(南側)に広がる緑地を備えた“ 濡縁 ” が心地よい空間をつくる

街なかにかこそ必要な気軽に腰を下ろせる空間を持つことで魅力的な歩けるまちづくりに繋がります。

1. 3. “ 成長する建築 ”

自然や木材を扱う事はその後の成長を管理する事を指します。施設内外で自然を感じる建築を目指します。



※完成イメージ図

2. 構造計画

2.1. 基本方針

本建物は各階に異なる事業者が入る 5 階建てのテナントビルである。テナントスペースの収益性を考慮すると、ひとまとまりの開放的な空間を中央に配置することが望ましく、耐震壁をコア内へ集約する計画とした。また各階テナント間の遮音性等に配慮し、スラブは RC スラブを採用する計画である。よって本建物の重量は純木造で計画される場合よりもかなり大きく、コア部の耐力壁には高耐力が求められる。また本建物で構造利用できる単位面積あたりの壁量は約 $5\text{cm}/\text{m}^2$ である。一般的な鉄骨造と同様の床仕様で単位面積あたり $10\text{kN}/\text{m}^2$ の地震用重量を想定すると、中地震時に本建物の 1 階の壁に求められる性能は約 $200\text{kN}/\text{m}$ (壁倍率 100 倍相当) である。

本建物のように複数の事業者が入居するテナントビルで同規模のものは、現状では多くが非木造で計画されており、木材利用普及のターゲットとして潜在的な需要が見込まれる。これらの建物に対して、事業主の収益性や利用者の利便性を損なうことなく、木材利用によって付加価値を高めることができれば、普及性の高い計画となる。本プロジェクトでは基本計画時に合理的な木材利用の形式についてスタディを行った。次ページの表に A 案～E 案のスタディ結果を示す。

A 案は純 S ブレース構造案であり、木材利用を計画する上でベンチマークとなる一般的な工法である。B 案は S 造のブレースを CLT 耐震壁に置き換えた案で、CLT 壁の現しが可能である。建物利用者に対して、視覚的に木材利用の価値を訴求できる。C 案はコア部分を RC 造と CLT パネル工法の立面混構造とし、コア以外の部分を鉄骨造で計画した案である。CLT 耐力壁に耐火性能が要求されるため、本案では CLT 耐力壁を石膏ボードで被覆する計画である。D 案はコア部分を RC 造とし、コア以外の部分を耐火集成材で木造とする平面混構造案である。耐火部材を採用することで、テナントスペースの柱梁を現すことが可能である。E 案は D 案の耐火集成材を S 造に置き換えた案であり、木材利用はない。それぞれの案について、コア部の必要性能、概算部材断面、概算工事費、概算工期を算出し比較した。

木材利用が含まれる B・C・D 案のうち、概算工事費だけに注目すると B 案が最も合理的であることが分かる。C 案は CLT 耐力壁が鉛直荷重も負担する分、B 案よりも厚い CLT 壁で抵抗する必要があり CLT の数量が多くなる傾向がある。鉄骨柱を削減できるメリットはあるが、トータルで C 案の方が工事費は高くなっている。D 案は耐火集成材の単価・数量が大きいことや湿式工事の比率が大きいことが工事費を押し上げており、B・C・D 案の中では最も高い結果になった。また木部材現しの観点で、C 案の CLT 壁は石膏ボードで被覆されるため、視覚的な付加価値の訴求が難しくなる。D 案は耐火集成材によりテナントスペースの大部分を現し可能であるが、空間イメージとマッチしたテナントに限定される懸念もある。

以上を踏まえ、本プロジェクトでは B 案を採用し、南面ファサードに限定した木質化と CLT 耐震壁現しを計画した。本計画の木材利用による建物価値の向上を定量的に評価することは難しいが、少なくとも A 案の純 S 造に対して工事費用の増加は最小限に抑えなければならない。そのためには CLT 耐震壁の性能を最大限に活かす必要がある。

◆大宮区大門町テナントビル5階建て計画～架構形式スタディ

	A案			B案			C案			D案			E案		
イメージ図															
階	コア	テナントスペース	床	コア	テナントスペース	床	コア	テナントスペース	床	コア	テナントスペース	床	コア	テナントスペース	床
3F(2F)~ RC(SF) 1時間耐火	S造ブレース	S柱+S梁	RCスラブ	S2プレーム+ CLT耐震壁	S柱+S梁	RCスラブ	CLT壁+S梁 剛節架構	S柱+S梁 剛節架構	RCスラブ	RC耐震壁	木柱+木梁 (1h耐火)	RCスラブ	RC耐震壁	S柱+S梁	RCスラブ
2F(1F) 2時間耐火	S造ブレース	S柱+S梁	RCスラブ	S2プレーム+ CLT耐震壁	S柱+S梁	RCスラブ	RC耐震壁	S柱+S梁	RCスラブ	RC耐震壁	木柱+木梁 (2h耐火)	RCスラブ	RC耐震壁	S柱+S梁	RCスラブ
意匠計画	テナントスペース 壁、天井:ポト仕上げ コア 壁:躯体現し ファサード 木質ルーバー(非耐震要素)			テナントスペース 壁、天井:ポト仕上げ コア 壁:ポト仕上げ ファサード 木質ルーバー(非耐震要素)			テナントスペース 壁、天井:ポト仕上げ コア 壁:ポト仕上げ ファサード 木質ルーバー(非耐震要素)			テナントスペース 壁、天井:ポト仕上げ コア 壁:ポト仕上げ ファサード 木質ルーバー(非耐震要素)			テナントスペース 壁、天井:ポト仕上げ コア 壁:ポト仕上げ ファサード 木質ルーバー(非耐震要素)		
構造計画	構造種別:S造 設計ルーフ:ルーフ3 構造特性係数(1~5階) X方向 Ds=0.35 (筋交IAB, 柱梁FA) Y方向 Ds=0.35 (筋交IAB, 柱梁FA) 耐震性能目標(変形制限) 大地震時:層間変形角1/100rad			構造種別:S造 設計ルーフ:ルーフ3 構造特性係数(1~5階) X方向 Ds=0.5 (筋交IAB, 柱梁FA) Y方向 Ds=0.5 (筋交IAB, 柱梁FA) 耐震性能目標(変形制限) 大地震時:層間変形角1/100rad			構造種別:RC+CLT+S 設計ルーフ:ルーフ3 構造特性係数(1~5階) X方向 Ds=0.4 (小幅パネル架構) Y方向 Ds=0.4 (小幅パネル架構) 耐震性能目標(変形制限) 大地震時:層間変形角1/50rad			構造種別:平面混構造(RC+木軸) 設計ルーフ:ルーフ3 構造特性係数(1~5階) X方向 Ds=0.4~0.55(耐力壁WA、柱梁FA) Y方向 Ds=0.4~0.55(耐力壁WA、柱梁FA) 耐震性能目標(変形制限) 大地震時:層間変形角1/200rad			構造種別:平面混構造(RC+S) 設計ルーフ:ルーフ3 構造特性係数(1~5階) X方向 Ds=0.4~0.55(耐力壁WA、柱梁FA) Y方向 Ds=0.4~0.55(耐力壁WA、柱梁FA) 耐震性能目標(変形制限) 大地震時:層間変形角1/200rad		
コアの概算	ブレース概算 ・X方向 Sブレース架構1スパン(3m) 短期負担水平力:540kN 短期負担軸力:982kN 断面:2-[150*75*6.5*10			CLTBOXコア概算 ・X方向(コアのみの場合) CLTコア:H/L=6.0、tb=0.64N/mm ² 壁倍率:87倍相当 四周DPφ20 断面:2-[150*75*6.5*10			CLTBOXコア概算 ・X方向(コアのみの場合) CLTコア:H/L=6.0、tb=0.64N/mm ² 壁倍率:87倍相当 CLTコア:H/L=2.0、tb=0.27N/mm ² 壁倍率:37倍相当			RC壁量・柱量 ・X方向 Σ2.5αAw+Σ0.7αAc>=0.75ZWAI 検定比:1.03 ・Y方向 Σ2.5αAw+Σ0.7αAc>=0.75ZWAI 検定比:0.50			RC壁量・柱量 ・X方向 Σ2.5αAw+Σ0.7αAc>=0.75ZWAI 検定比:1.03 ・Y方向 Σ2.5αAw+Σ0.7αAc>=0.75ZWAI 検定比:0.50		
代表部材断面	SF柱:300角 S梁:500せい Sブレース:2-[150*75*6.5*10			CLT壁:270mm厚 S柱:300角(剛節未検討) S梁:500せい(剛節未検討)			RC柱:600角 RC壁:300mm厚 木柱:420角(荷重支持部)、木梁:1200せい			RC柱:600角 RC壁:300mm厚 S柱:300角、S梁:500せい					
工期	10ヶ月			10ヶ月			10.5ヶ月			12.5ヶ月			12.5ヶ月		
躯体木材 使用量 (Co2固定量※1)	躯体:0m ³ (Co2:0t-Co2)			躯体:132.30m ³ 以上 (Co2:80.2t-Co2)			躯体:149.85m ³ 以上 (Co2:90.8t-Co2)			躯体:198.04m ³ 以上 (Co2:120.0t-Co2)			躯体:0m ³ (Co2:0t-Co2)		
建築主体工事	654,306,086円			716,389,469円※地盤補強杭費除く			728,767,168円※地盤補強杭費除く			809,545,136円※地盤補強杭費除く			※対費外 0万円		
助成金	0万円			※設備を除く建築費による			※設備を除く建築費による			※未定			0万円		
総合評価	△			◎			○			△			△		

※1「建築物に利用した木材に係る炭素貯蔵量の表示に関するガイドライン」による。スギの密度で算出。

S造にCLT耐震壁を組み込んだ鉄骨架構の構造性能については、基準法整備促進事業¹⁾にて検討が進められており、構造特性係数 D_s は終局時のCLT負担割合 β_u に応じて下表のように提案されている。本建物ではCLT耐震壁の性能を最大限に発揮させる方針とするため、目標 D_s は β_u の最も高い場合の $D_s=0.5$ を参考に設定した。また、全体として合理的な設計が可能になる場合は、 β_u を下げて D_s を下げる方向性も視野に入れて検討する。



		柱及びはりの部材群としての種別				
		A	B	C	D	
CLT耐力壁	$0 < \beta_u \leq 0.3$ の場合	0.30	0.35	0.40	0.45	←0.05割増し
	$0.3 < \beta_u \leq 0.7$ の場合	0.40	0.40	0.45	0.55	←0.10割増し
	$\beta_u > 0.7$ の場合	0.50	0.50	0.55	0.65	←0.15割増し

目標性能

各階の地震力算定用重量を単位面積あたり 10kN/m^2 と想定すると、本建物の ΣW_i は概算で 12250kN となる。上記の $D_s=0.5$ を採用して1階の必要保有水平耐力 Q_{un} を算定すると、以下のようになり、これが2次設計時の必要性能である。

検討条件

階数	5	
各階床面積	245.00	[m^2]
階高	4.50	[m]
R階	10	[kN/m^2]
一般階	10	[kN/m^2]

H[m]	22.5
α	1
T[s]	0.675
Tc[s]	0.6
Rt	0.99688
Z	1
C_0	0.2

第二種地盤

地震力算定用重量

階	A	Wi/A	Wi	Σw_i
	[m^2]	[kN/m^2]	[kN]	[kN]
5F	245.00	10.00	2450.00	2450.00
4F	245.00	10.00	2450.00	4900.00
3F	245.00	10.00	2450.00	7350.00
2F	245.00	10.00	2450.00	9800.00
1F	245.00	10.00	2450.00	12250.00

2次設計時に必要な1層耐力

$$Q_{un} = D_s \times Q_{ud} = 0.5 \times 12250 = 6125\text{kN}$$

次に上記の必要性能のうち何%をCLT耐震壁に負担させられるかを検討する。本建物ではCLT耐震壁を現しとするため、長期荷重は全てS造フレームが負担できるようにしなければならない。よって建物全体の水平抵抗要素を①ラーメンフレーム、②CLT耐力壁の2つに分けると、②を最大化させるための①の最小性能は長期荷重で決定する。①の最小性能を確認するため、CLT耐震壁を除いたフレームで長期荷重に対する最小断面を決定し、保有水平耐力を確認するとX方向で $Q_{u-s}=2300\text{kN}$ 、Y方向で $Q_{u-s}=1350\text{kN}$ であった。よって、CLT耐震壁の目標性能は全体の必要性能から①の性能を差し引いて算出すると、X方向で $Q_{u-clt}=3825\text{kN}$ 、Y方向で $Q_{u-clt}=4775\text{kN}$ になり、 β_u は最大で0.78程度となる。

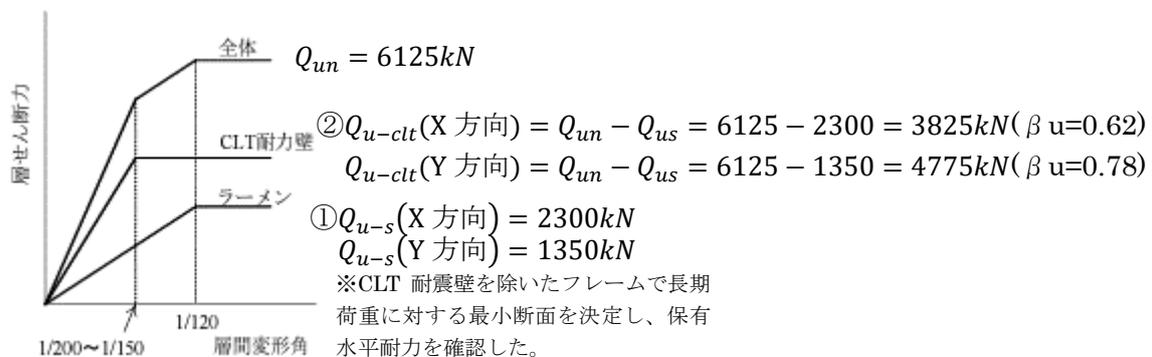


図 2.1.1 本建物の目標性能

¹ <https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/content/001608652.pdf>

CLT 耐震壁の目標性能を平均せん断応力度で整理すると下図のようになる。耐震壁の総長さ ΣL_w は X 方向で 12.0m、Y 方向で 13.0m である。終局時の平均せん断応力度 τ_u は CLT パネルの厚さによって 1.1~2.5N/mm² 程度、壁パネルのアスペクト比は概ね 1.33~2.0 程度の範囲である。文献²に鉄骨床梁を併用した CLT パネル耐力壁の終局せん断応力度について既往事例が整理されており、本建物の目標性能は実現可能な範囲であると判断した。

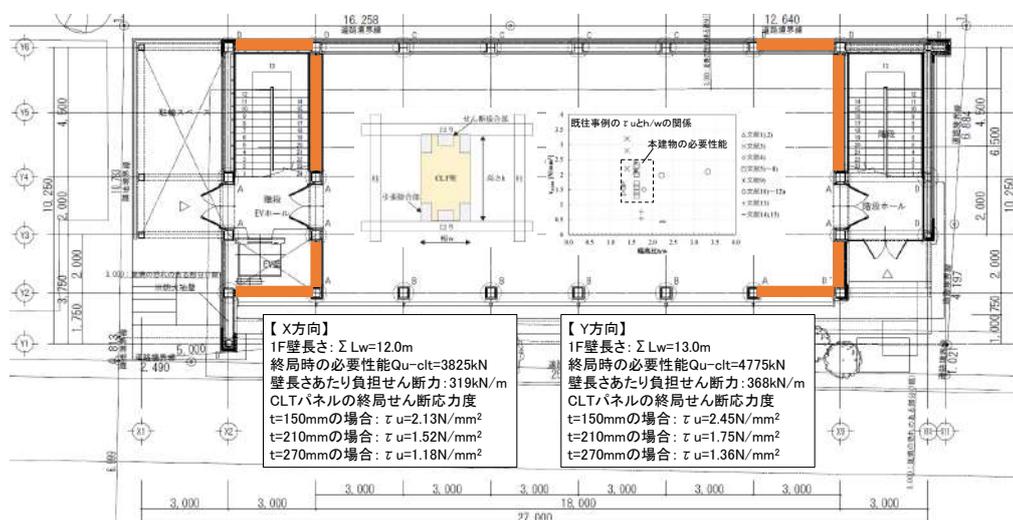


図 2.1.2 CLT 耐震壁の終局せん断応力度 τ_u

CLT 耐震壁を組み入れた鉄骨フレームの崩壊形は様々なパターンが考えられる。柱スパンに対して幅の小さい壁を入れる場合、鉄骨梁の曲げヒンジや軸接合部の降伏を先行させることも考えられるが、本建物では CLT をコアの耐震壁として利用するため、両側の近接した位置に鉄骨柱が存在する。よって本設計では圧縮ストラットを積極的に活用する方針とした。期待した CLT 耐震壁の性能については、2.4 節で詳細モデルを用いた解析的検討を行っており、軸接合部を省略した仕様でも、終局時の CLT パネルのせん断応力度 τ_u が約 1.9N/mm² 程度となる性能が確認できた。よって、本設計では CLT 耐震壁の軸接合部を省略し、せん断接合部のみを配置する。

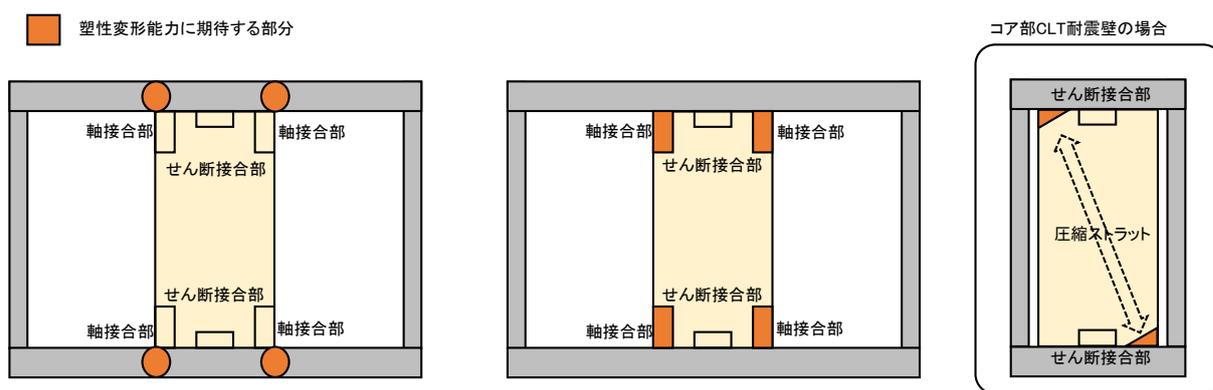


図 2.1.3 CLT 耐震壁の崩壊形

² https://clta.jp/wp-content/uploads/2022/04/R2ho_tekkotuyukabariwoheiyoushitaCLTtairyokuheki.pdf

下図に CLT 耐震壁の接合部詳細図を示す。CLT せん断接合部は鋼板挿入ドリフトピン形式を採用し、CLT 端部の支圧降伏による最大せん断耐力を上回るようにドリフトピンの本数を決定する。また挿入鋼板及びドリフトピンは工場でプレセットして現場に搬入し、鉄骨梁のガセットプレートと挿入鋼板を高力ボルトを用いて現場で接合する。

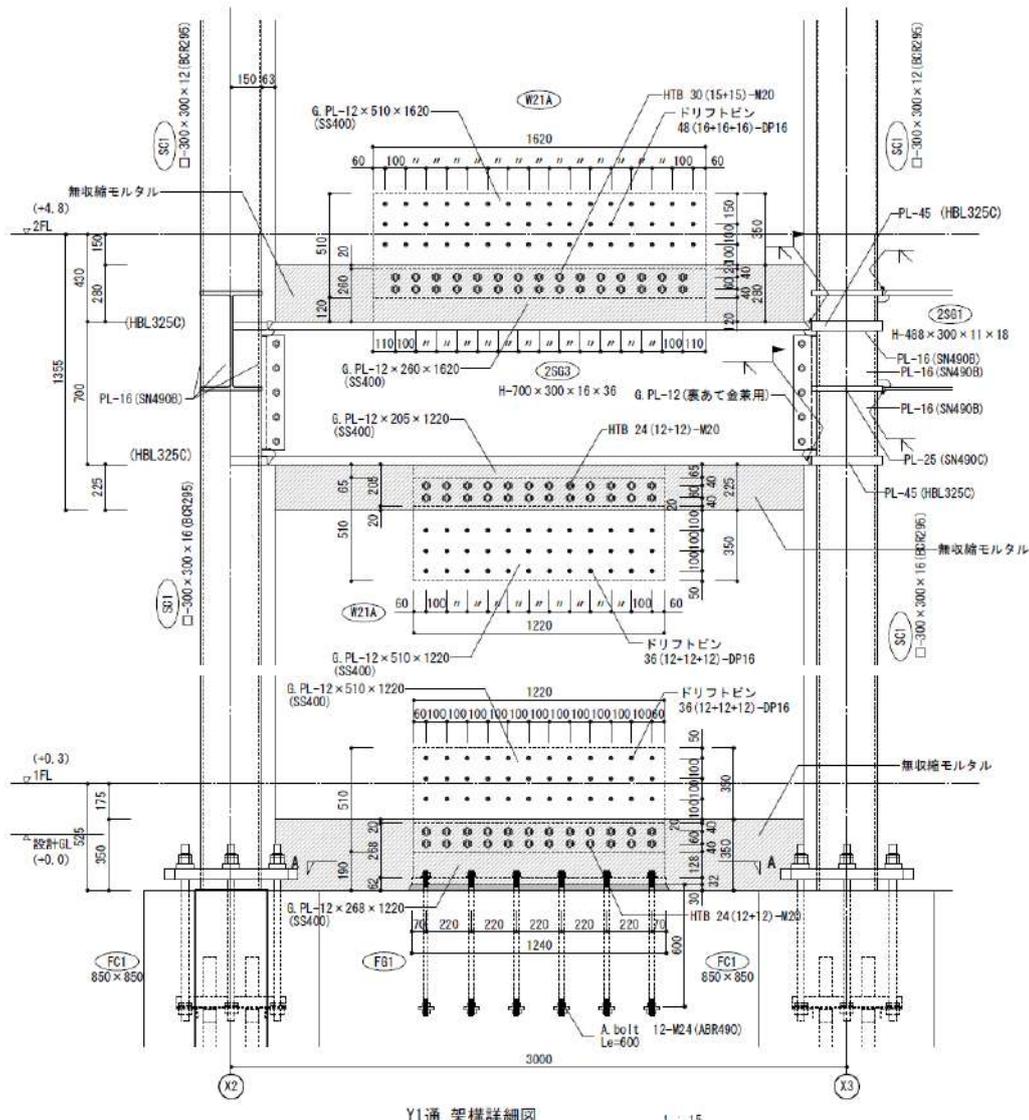


図 2.1.4 CLT 耐震壁の接合部詳細図

2.2. 構造設計方針

(1) 構造種別、架構形式

構造種別： S 造

架構形式： X 方向：S 造ラーメン構造+CLT 耐震壁

Y 方向：S 造ラーメン構造+CLT 耐震壁

(2) 重要度係数

1.00 とする

(3) 計算ルート、適判の要否

① 計算ルート

X 方向： ルート 3 ルート 2 ルート 1

Y 方向： ルート 3 ルート 2 ルート 1

② 建築基準法第 20 条の区分

第 1 号 第 2 号 第 3 号 第 4 号

③ 建築基準法施行令第 81 条の区分

第 1 項各号に掲げる規準に従った構造計算（大臣認定ルート）

第 2 項第 1 号イに掲げる構造計算（保有水平耐力計算）

第 2 項第 1 号ロに掲げる構造計算（限界耐力計算）

第 2 項第 2 号イに掲げる構造計算（ルート 2）

第 3 項に掲げる構造計算（ルート 1）

平成 28 年国土交通省告示第 611 号第八に掲げる構造計算

（CLT パネル工法による保有水平耐力計算）

① 特定構造計算規準の該当

特定構造計算規準に該当 する しない

② 構造計算適合性判定の要否

構造計算適合性判定が 必要 不要

2.3. 全体解析モデル概要

- ・ 構造計算プログラムは SuperBuild/SS7(ユニオンシステム)を使用する。
- ・ 一時設計の弾性解析モデルと保有水平耐力時の荷重増分解析は、同じモデルを使用する。
- ・ 一貫構造計算に入力した建物の階高は、意匠階高を入力し、意匠上の FL より梁天端レベルまでのレベル差を考慮して入力をしている。
- ・ CLT 耐震壁は、既往の文献を参考に、水平方向加力に対して CLT の隅角部をつなぐ斜め圧縮力によるストラット効果を期待した等価な X 形状の圧縮ブレースによりモデル化する。

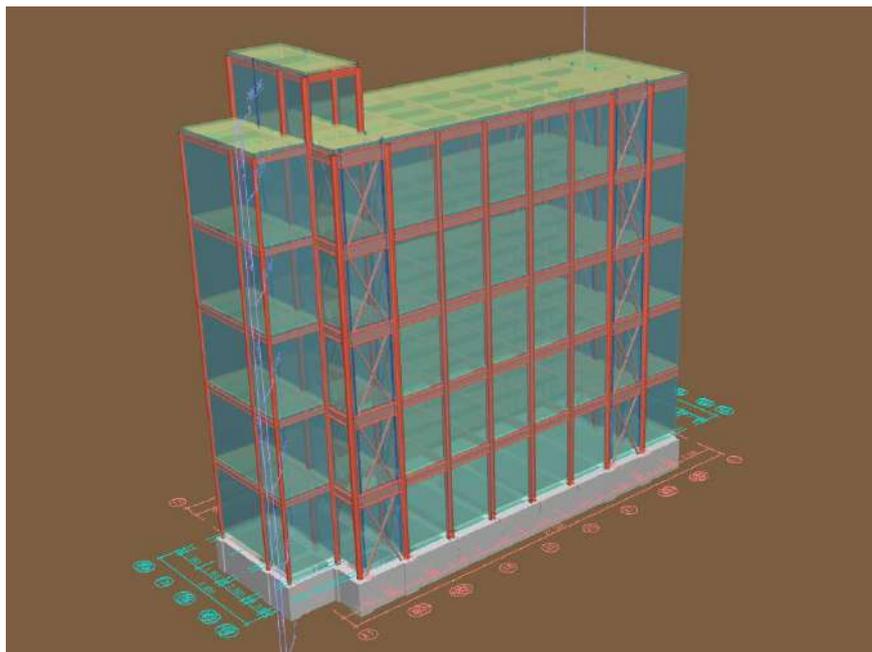


図 2.3.1 解析モデル図 (全体)

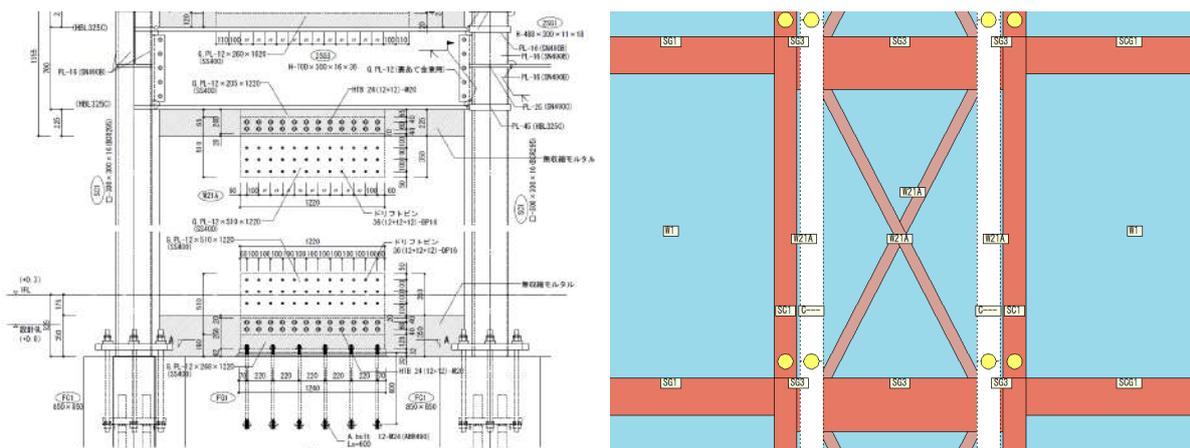


図 2.3.1 解析モデル図 (CLT 耐震壁)

2.4. CLT 耐震壁の設計

2.4.1. CLT 耐震壁の設計概要・目的

本設計では一貫構造計算プログラムで入力可能な解析モデルとして「圧縮ブレースモデル」を採用する。そのため既往文献を題材にして解析モデルの妥当性を確認する。

「圧縮ブレースモデル」の検証および CLT 耐震壁の設計は下記のフローで行う。X 方向の CLT 耐震壁（高さ:3662mm、幅:2574mm）を対象として、詳細モデルとの比較を行い精度を検証する。詳細は次項以降に示す。また、解析プログラムは MIDAS/iGen を用いる。

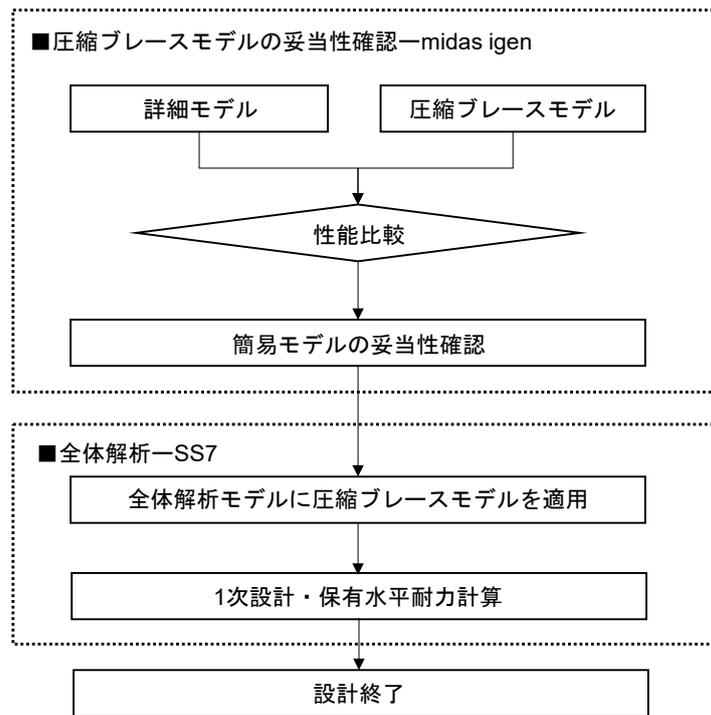


図 2.4.1.1 設計フロー

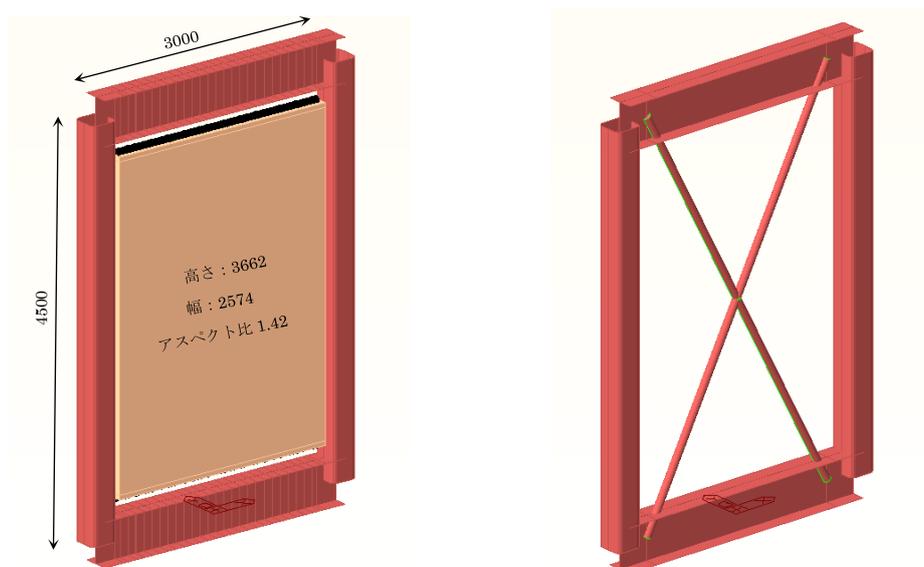


図 2.4.1.2 解析モデル（左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル）

2.4.2. CLT 耐震壁のモデル化（詳細モデル）

解析モデルを以下に示す。CLT 耐震壁のモデル化は、CLT 設計施工マニュアルに準拠したエレメント置換モデルとし、上下の鉄骨梁との接合部部分には 100mm に分割した圧縮専用バネ ($K_e=15.6\text{N/mm}^2$) を配置し、支圧強度で降伏するバイリニアモデルとした。

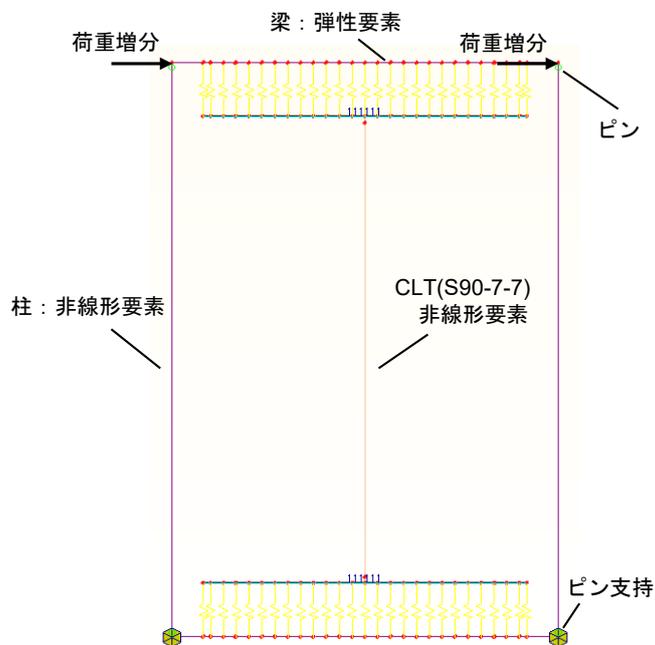


図 2.4.2.1 詳細モデル構成

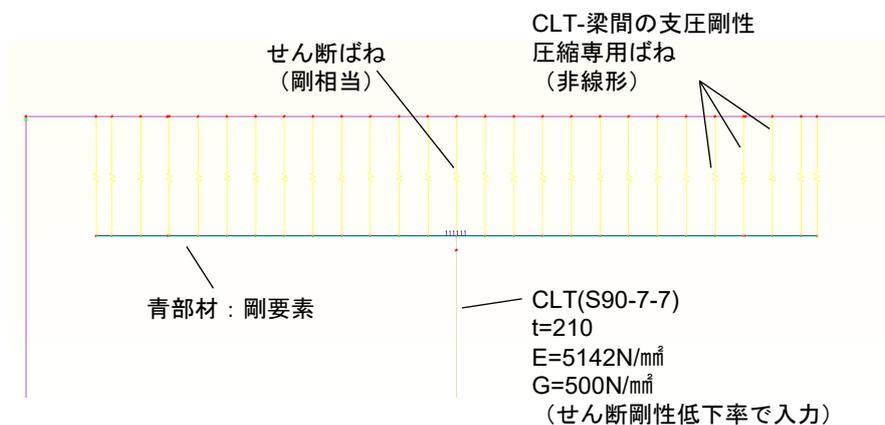


図 2.4.2.2 詳細モデル構成

2.4.3. CLT 耐震壁のモデル化（圧縮ブレースモデル）

CLT 耐震壁の圧縮ブレースモデルは、既往文献¹⁾を参考に、水平方向加力に対して CLT の隅角部をつなぐ斜め圧縮力によるストラット効果を期待した等価な X 形状の圧縮ブレースとする。

下図に水平剛性算定モデルを示す。幅 L (mm)、内法高さ H (mm)、厚さ t (mm)、ヤング係数 E (N/mm^2)、支圧剛性 k_c (N/mm^3)の CLT パネルの上下が剛体で拘束されているとき、水平力 Q により CLT パネルに θ_R の微小な回転、 ΔH の軸変形が生じ、幅 x の範囲に支圧力が三角形分布で生じているものとする。圧縮ストラットによる支圧剛性、軸剛性による回転水平剛性 K_R 、CLT パネルのせん断剛性 K_s ($=G \cdot t \cdot L/H$)、せん断接合部の水平剛性 K_J とすると、それらの直列バネとしている。

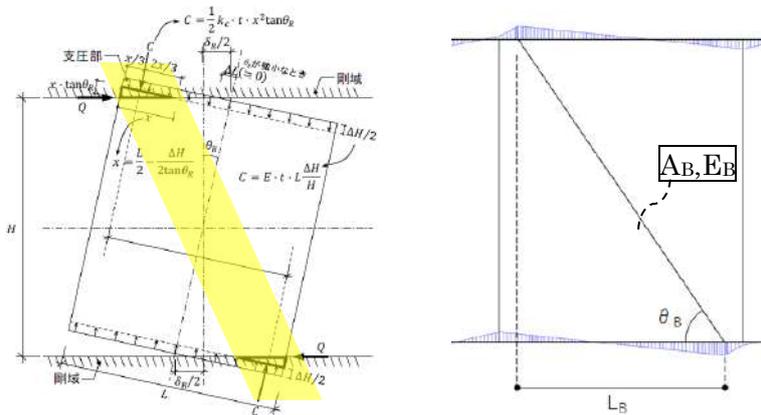


図 2.4.3.1 圧縮ストラットに期待した等価圧縮ブレースモデル

本設計では CLT 耐震壁と上下の鉄骨梁との境界部は摩擦による水平力伝達にも期待するため、せん断接合部の水平剛性 K_J は無視できるものとして十分に高い値を入れて評価する。また、支圧剛性 k_c およびせん断弾性係数 G は文献²⁾に準拠し $k_c=15.6(N/mm^3)$ 、 $G=500(N/mm^2)$ とした。

既往の文献を参考に算出した CLT 耐震壁の圧縮ブレースモデルの諸元を下表に示す。構造階高の異なる 1F とその他 2~5F、壁の幅の異なる X 方向 (W21A,B) と Y 方向 (W30A と W30B の 2 種) 別に性能を算定する。いずれの要素も圧縮専用トラス要素でモデル化し、CLT パネル工法の設計と同様に、終局強度 (支圧耐力) でバイリニアに折れる非線形性能とする。

表 2.4.3.1 CLT 耐震壁の圧縮ブレースモデルの諸元

	CLT壁の諸元														支圧降伏時水平耐力														
	高さ		幅		等級	ヤング係数	せん断弾性係数	面内		面内せん断強度	支圧剛性	せん断接合部剛性	回転水平剛性	パネル全体の水平剛性	パネル全体の水平剛性(実数)	置換ブレース配置幅	ヤング係数	有効面積	置換ブレース軸剛性	ブレース降伏時			支圧降伏時の層間変位			パネルのせん断耐力	短期許容せん断力	許容せん断力	等価F値
	H	L	t	E				G	Fb											Fc	Fs	kc	KJ	x	KR				
W21A,B	2F~5F	3662	2574	210	"S90A-7.7"	5142	500	11.82	11.82	3.6	15.6	10000	723.0	133.6	47.1	15.2	2316.6	205000	5549.4	491.1	2239.9	1794.6	1025.2	21.8	5/841	1945.9	265.5	7126.0	269.1
	1F	3947	2574	210	"S90A-7.7"	5142	500	11.82	11.82	3.6	15.6	10000	706.5	110.4	41.9	15.2	2316.6	205000	8430.9	746.1	2439.8	1753.7	934.4	22.3	1/177	1945.9	242.0	7680.6	192.9
W30A	2F~5F	3662	1574	300	"S90A-5.5"	5400	500	12.42	12.42	2.59	15.6	10000	448.7	44.8	26.3	15.2	1416.6	205000	6710.1	971.0	1938.3	1671.9	582.0	22.1	5/827	1223.0	246.5	2845.4	192.6
	1F	3662	1574	300	"S90A-7.7"	5400	500	12.42	12.42	2.59	15.6	10000	448.7	44.8	26.3	15.2	1416.6	205000	12242.8	1771.7	2368.5	1671.9	582.0	22.1	5/827	1223.0	246.5	4478.6	129.0
W30B	2F~5F	3662	2037	300	"S90A-5.5"	5400	500	12.42	12.42	2.59	15.6	10000	580.7	97.1	44.5	15.2	1833.3	205000	7405.2	828.1	2583.7	2163.6	974.8	21.9	1/167	1582.7	319.0	2845.4	232.8
	1F	3662	2037	300	"S90A-7.7"	5400	500	12.42	12.42	2.59	15.6	10000	580.7	97.1	44.5	15.2	1833.3	205000	13129.0	1468.1	3127.1	2163.6	974.8	21.9	1/167	1582.7	319.0	5796.0	158.8

参考文献

- 1) 福本晃治、五十田博：CLT を鉄骨造の耐震要素として用いたハイブリッド構造の接合部における支圧力の伝達に関する検討、日本建築学会構造系論文集 第 86 巻 第 788 号、1440-1451、2021.10
- 2) 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

2.4.4. 解析モデルの妥当性確認

以上 2 種類のモデルの荷重変形角関係を以下に示す。圧縮ブレースモデルは、詳細モデルと剛性及び終局耐力が概ね等価であることが確認できる。また、支圧の終局変形を 30mm と設定した場合、CLT 耐震壁構面の終局変形角は詳細モデルより 1/40rad であることが確認出来た。

以降に、1/200rad 時および 1/50rad 時の変形図、曲げヒンジ図、曲げモーメント図、軸力図、せん断力図を以下に示す。

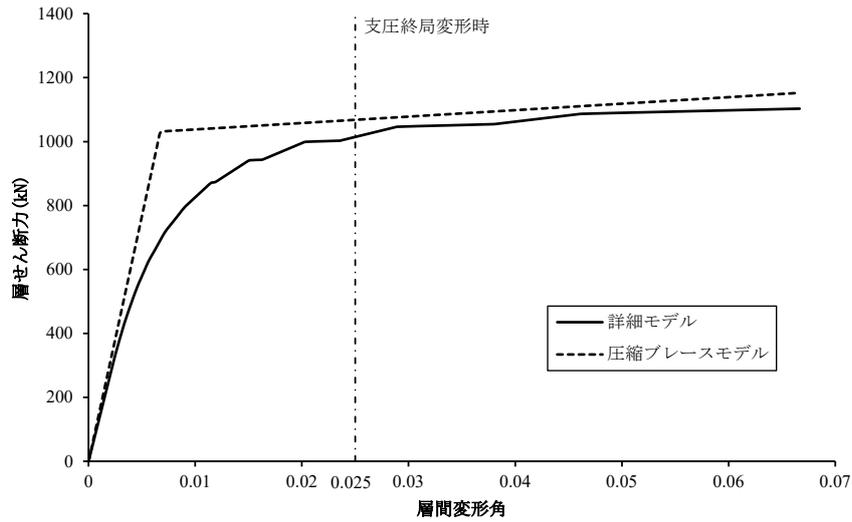


図 2.4.4.1 詳細モデルと圧縮ブレースモデルの荷重変形角関係

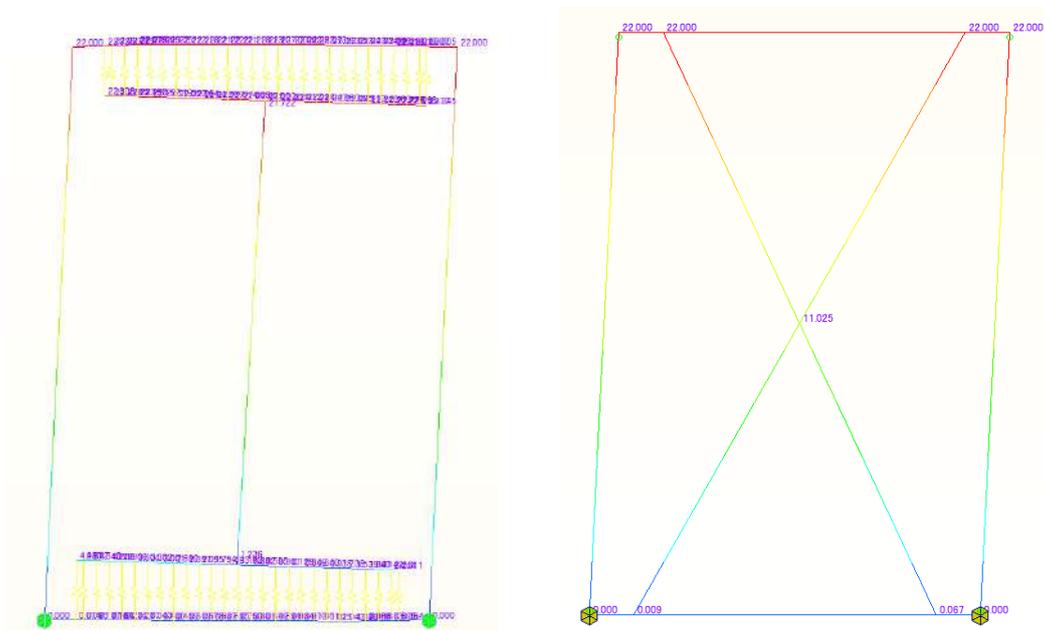


図 2.4.4.2 1/200rad 時の変形図
(左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル)

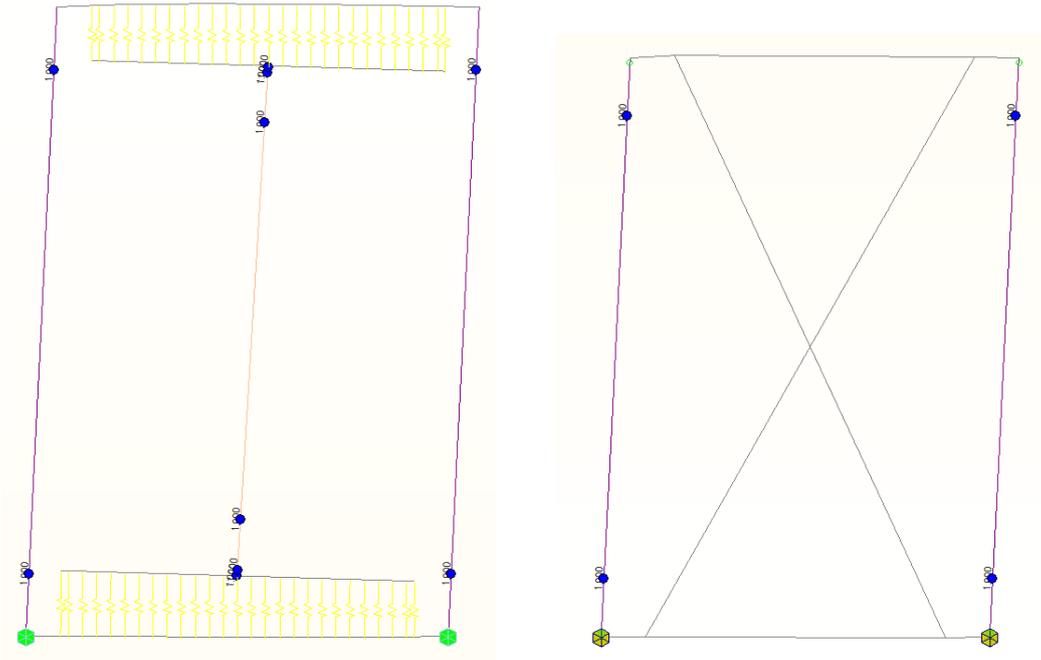


図 2.4.4.3 1/200rad 時の曲げヒンジ図
(左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル)

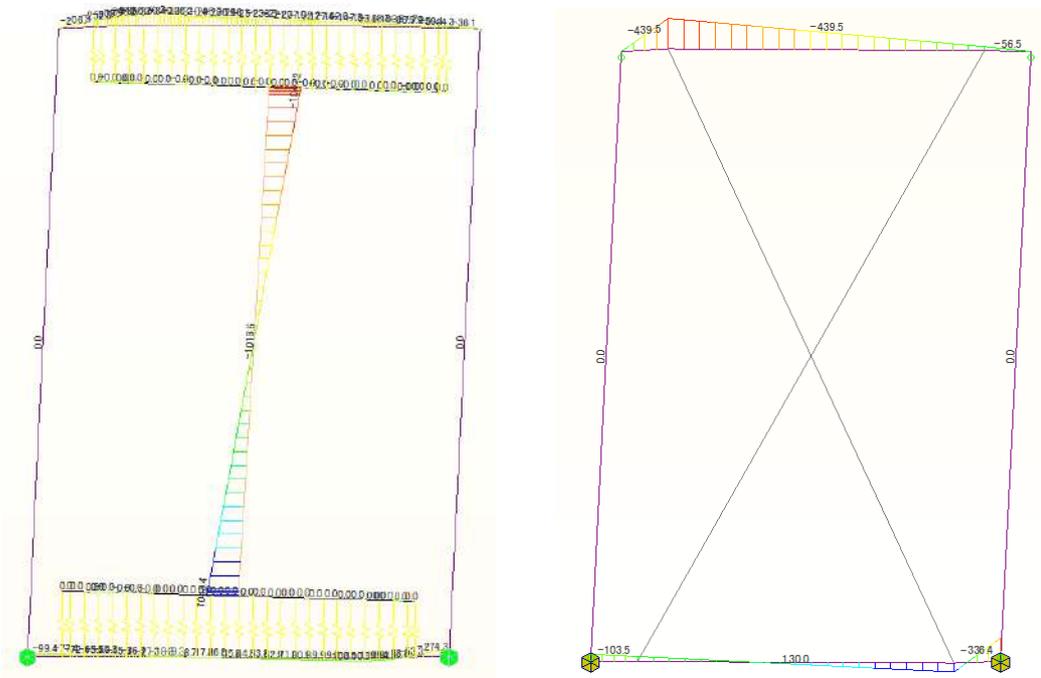


図 2.4.4.4 1/200rad 時の曲げモーメント図 単位：kN・m
(左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル)

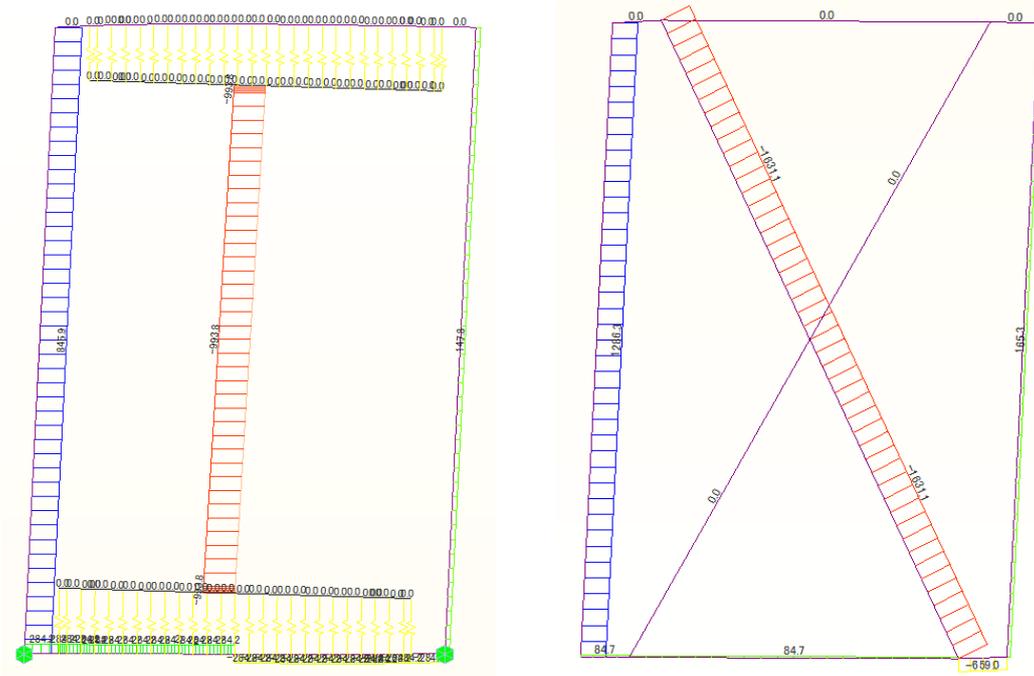


図 2.4.4.5 1/200rad 時の軸力図 単位 : kN
(左 : 詳細モデル、右 : 圧縮ブレースモデル)

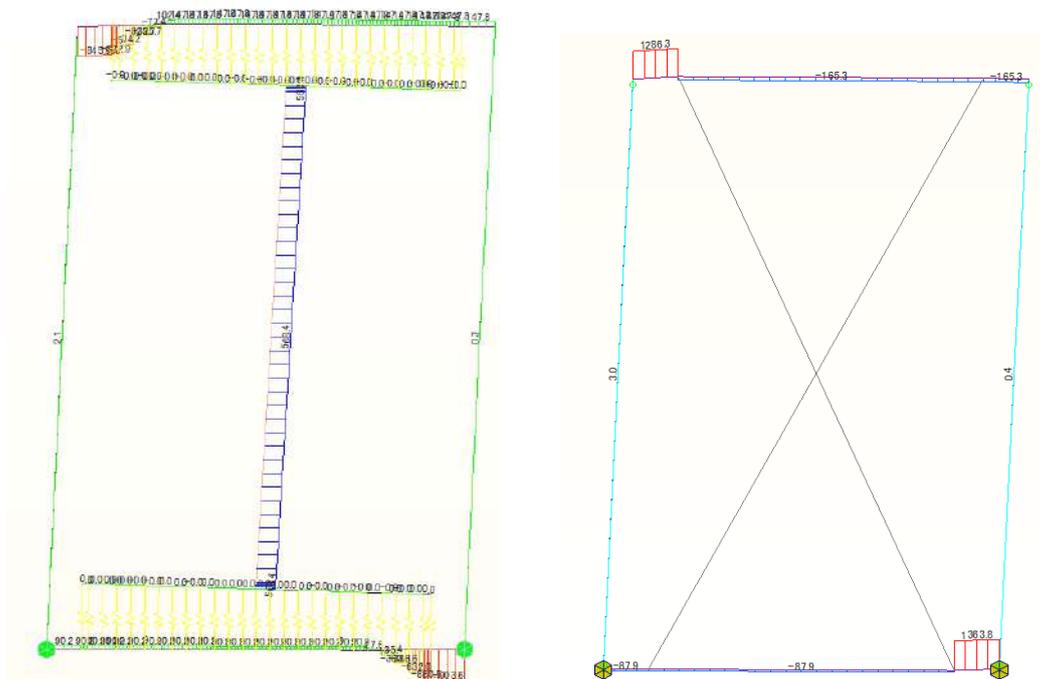


図 2.4.4.6 1/200rad 時のせん断力図 単位 : kN
(左 : 詳細モデル、右 : 圧縮ブレースモデル)

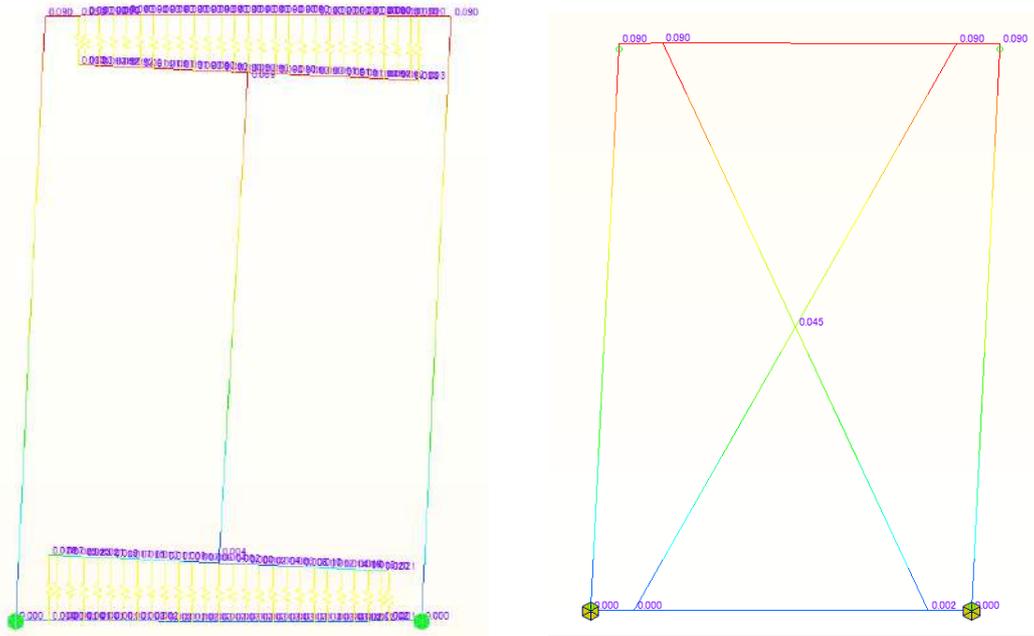


図 2.4.4.7 1/50rad 時の変形図
(左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル)

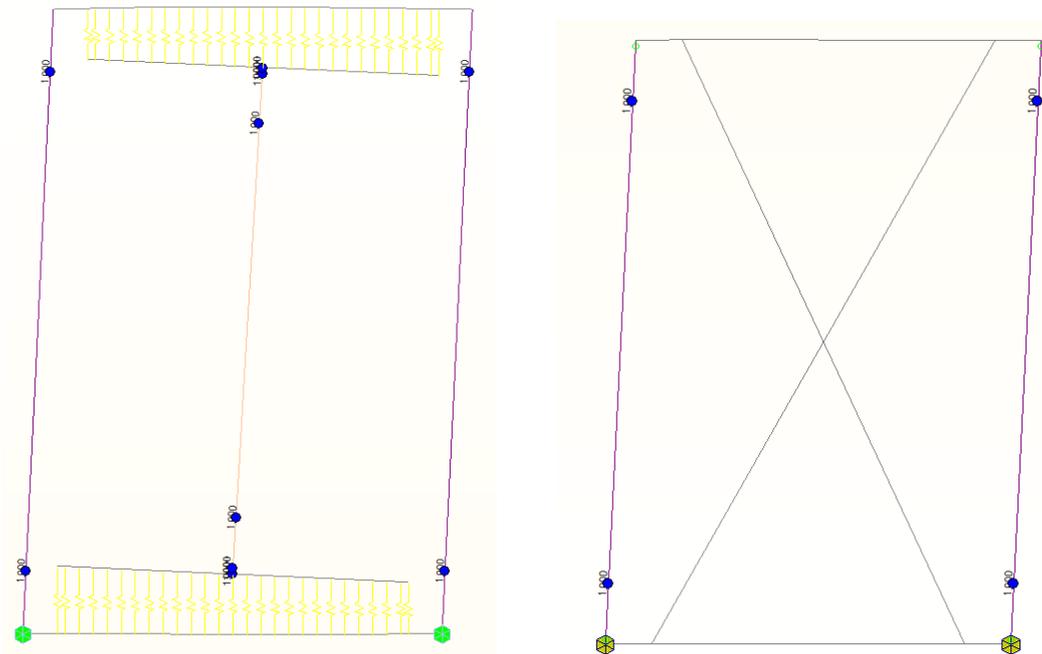


図 2.4.4.8 1/50rad 時の曲げヒンジ図
(左：詳細モデル、右：圧縮ブレースモデル)

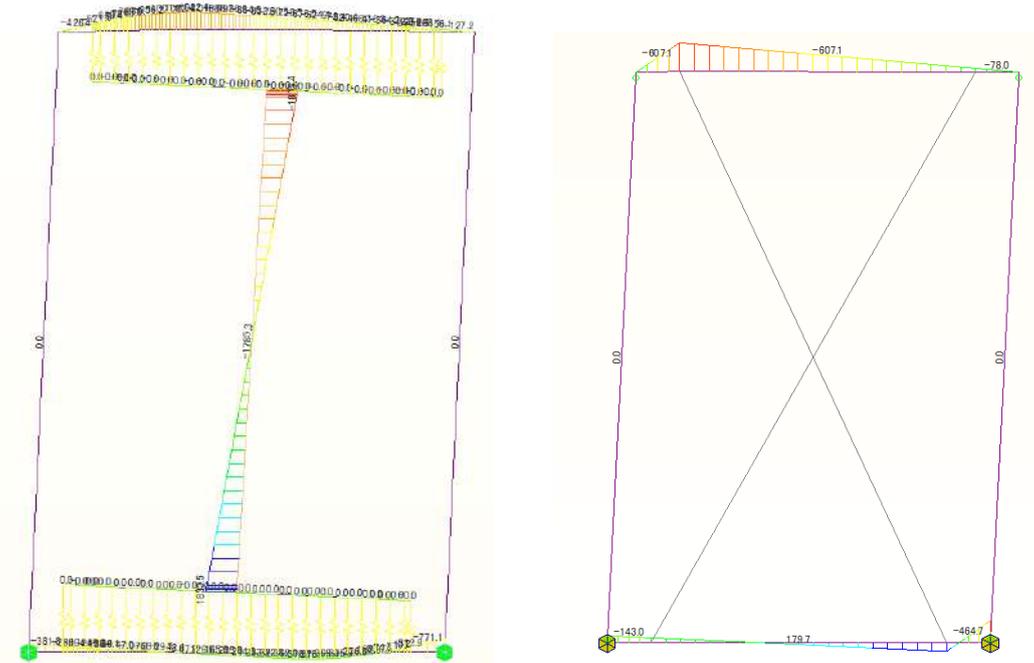


図 2.4.4.9 1/50rad 時の曲げモーメント図 単位 : kN・m
(左 : 詳細モデル、右 : 圧縮ブレースモデル)

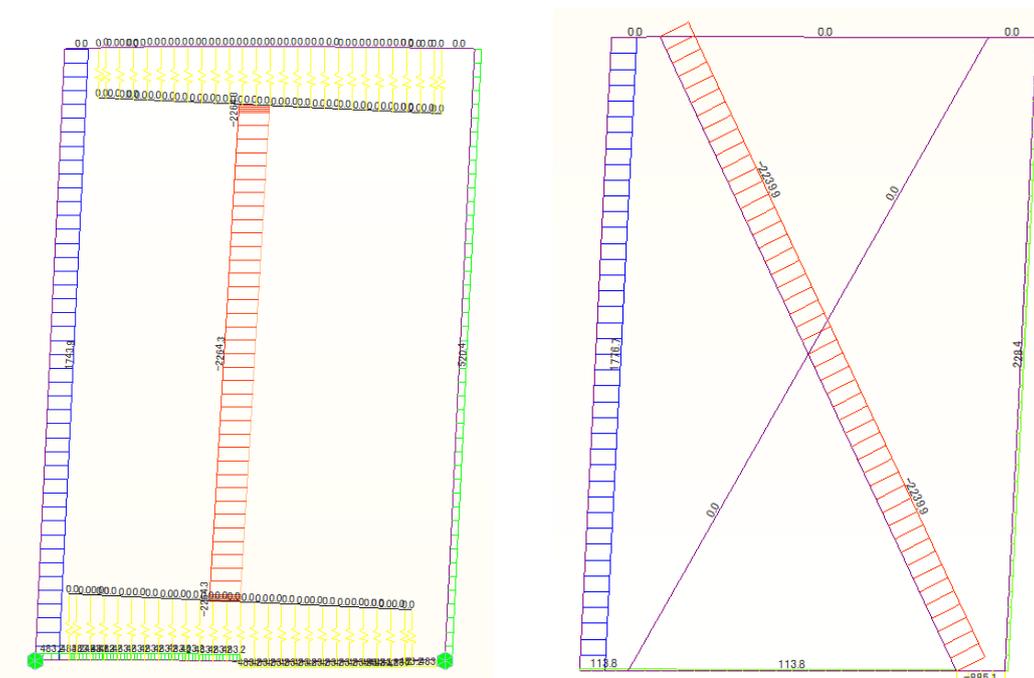


図 2.4.4.10 1/50rad 時の軸力図 単位 : kN
(左 : 詳細モデル、右 : 圧縮ブレースモデル)

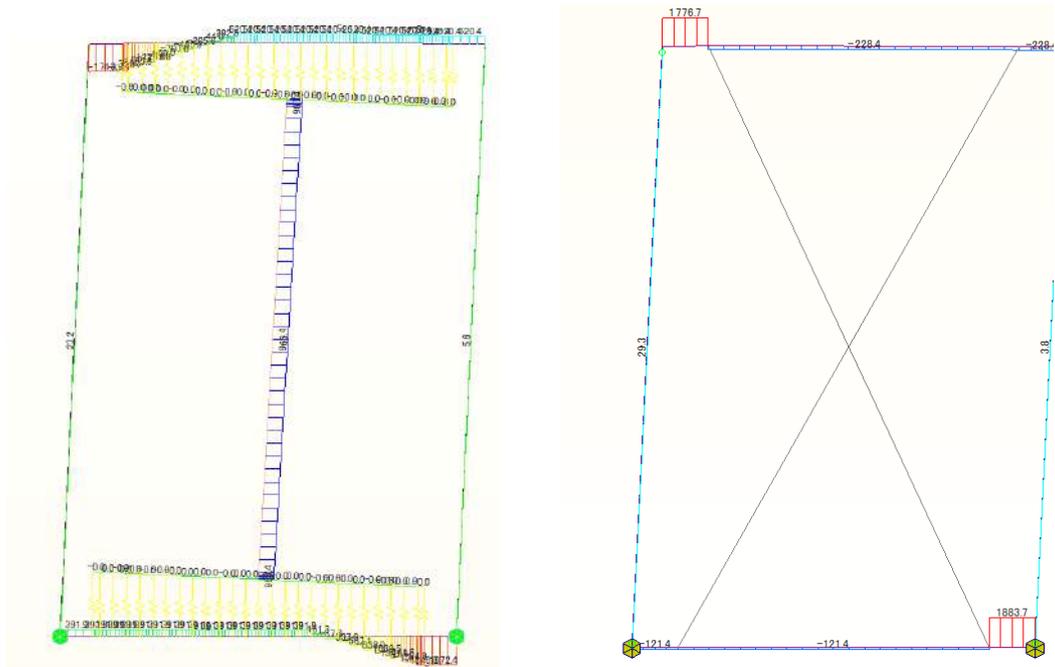


図 2.4.4.11 1/50rad 時のせん断力図 単位 : kN
 (左 : 詳細モデル、右 : 圧縮ブレースモデル)

2.5. 一貫構造計算プログラムによる設計

2.3 で述べた全体解析モデルに対して、2.4.3 で求めた圧縮ブレースモデルを適用して、1次設計および保有水平耐力の検討を行った。なお CLT 上部の鉄骨梁は、破壊形式等を踏まえて妥当性検討時の梁成から変更している。また、保有水平耐力時のクライテリアは層間変形角 1/100 とした。

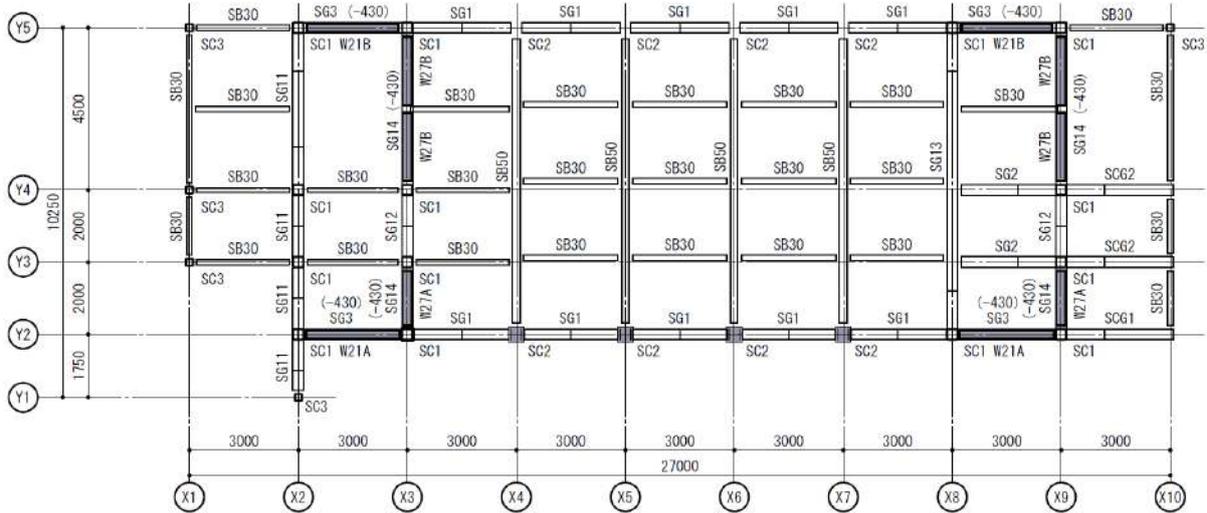


図 2.5.1 2階伏図（見上げ図）

柱断面リスト：結果3

		SC3	SC1	SC2
PHF 階	符号名		SC1	
	断面			
	鉄骨 X		□-300*300*12*30 BCR295	
5F 階 ~ 2F 階	符号名	SC3, SC3, SC3, SC3	SC1, SC1, SC1, SC1	SC2, SC2, SC2, SC2
	断面			
	鉄骨 X	□-200*200*9*22.5 BCR295	□-300*300*12*30 BCR295	H-300*300*10*15*13 SN490B
1F 階	符号名	SC3	SC1	SC2
	断面			
	鉄骨 X	□-200*200*9*22.5 BCR295	□-300*300*16*40 BCR295	H-300*300*10*15*13 SN490B

図 2.5.2 柱断面リスト

大梁断面リスト：結果1 (1/3)

		SB30	SB50	SG1	SG2	SG3
		全断面	全断面	全断面	全断面	全断面
PHRFL 層	符号名	PHRSB30				
	断面	I				
	鉄骨	H-300*150*6.5*9*13 SS400				
RFL 層 ~ 2FL 層	符号名	SB30, SB30, SB30, SB30, SB30	SB50, SB50, SB50, SB50, SB50	SG1, SG1, SG1, SG1, SG1	SG2, SG2, SG2, SG2, SG2	SG3, SG3, SG3, SG3, SG3
	断面	I	I	I	I	I
	鉄骨	H-300*150*6.5*9*13 SS400	H-500*200*10*16*13 SS400	H-488*300*11*18*13 SN490B	H-488*300*11*18*13 SN490B	SH-700*300*16*36*18 SN490B

大梁断面リスト：結果1 (2/3)

		SG11	SG12	SG13	SG14	SCG1
		全断面	全断面	全断面	全断面	全断面
PHRFL 層	符号名					
	断面					
	鉄骨					
RFL 層 ~ 2FL 層	符号名	SG11, SG11, SG11, SG11, SG11	SG12, SG12, SG12, SG12, SG12	SG13, SG13, SG13, SG13, SG13	SG14, SG14, SG14, SG14, SG14	SCG1, SCG1, SCG1, SCG1, SCG1
	断面	I	I	I	I	I
	鉄骨	H-488*300*11*18*13 SN490B	H-700*300*13*24*18 SN490B	H-488*300*11*18*13 SN490B	SH-900*300*19*36*18 SN490B	H-488*300*11*18*13 SN490B

大梁断面リスト：結果1 (3/3)

		SCG2
		全断面
PHRFL 層	符号名	
	断面	
	鉄骨	
RFL 層 ~ 2FL 層	符号名	SCG2, SCG2, SCG2, SCG2, SCG2
	断面	I
	鉄骨	H-488*300*11*18*13 SN490B

図 2.5.3 大梁断面リスト

図.2.5.4 に短期検定比図を示す。鉄骨部材および CLT 耐震壁の短期検定値が 1 以内であることを確認した。また 1 次設計時の層間変形角は、X 方向で 1/300 程度、Y 方向で 1/320 程度であった。

また、2 次設計時は層間変形角 1/100 で保有水平耐力が決定しており、2.1 で述べた通り $D_s=0.5$ とした場合、 Q_u/Q_{un} は X 方向で 1.14、Y 方向で 1.16 となった。図.2.5.7 に CLT 耐震壁の荷重変形角関係と保有水平耐力時の変形角をプロットした。保有水平耐力時に CLT 耐震壁の変形角は 1/100rad であり、終局変形角 1/40rad まで十分に余裕があることが確認できた。

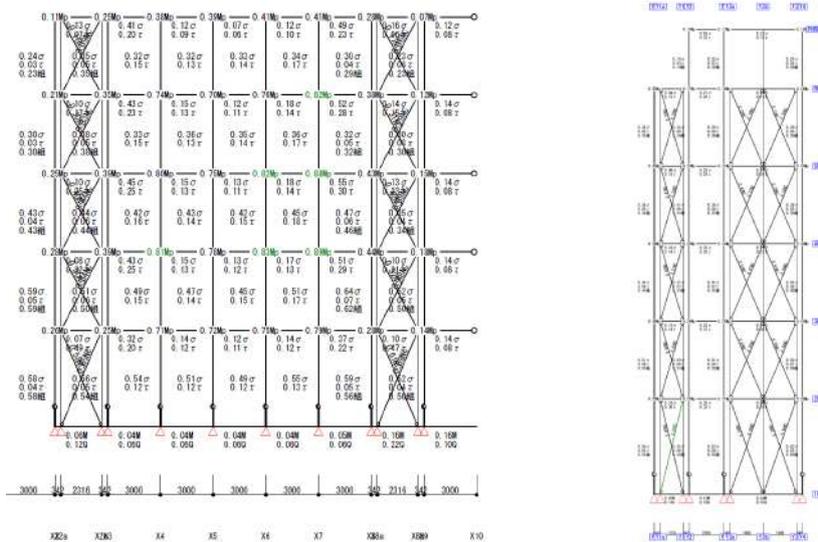


図 2.5.4 短期検定図 (左 : Y2 通り、右 : X3 通り)

構造特性係数 : 結果1 <X方向正加力>

階	主体構造	柱・梁群 Q kN	種別	ブレース群 Q kN	種別	Q(合計) kN	βu	D_s	備考
5F	S	1914.9	B	1233.4	A	3148.3	0.392	0.50*	
4F	S	2412.9	B	2575.9	A	4988.8	0.517	0.50*	
3F	S	2725.2	B	3666.5	A	6391.7	0.574	0.50*	
2F	S	3604.5	B	3823.9	A	7428.3	0.515	0.50*	
1F	S	4484.3	A	3653.9	A	8138.2	0.449	0.50*	

構造特性係数 : 結果1 <X方向負加力>

階	主体構造	柱・梁群 Q kN	種別	ブレース群 Q kN	種別	Q(合計) kN	βu	D_s	備考
5F	S	1832.1	B	1275.7	A	3107.7	0.411	0.50*	
4F	S	2466.1	B	2458.5	A	4924.5	0.500	0.50*	
3F	S	2504.1	B	3805.3	A	6309.3	0.604	0.50*	
2F	S	3508.8	B	3823.9	A	7332.6	0.522	0.50*	
1F	S	4379.5	A	3653.9	A	8033.3	0.455	0.50*	

構造特性係数 : 結果1 <Y方向正加力>

階	主体構造	柱・梁群 Q kN	種別	ブレース群 Q kN	種別	Q(合計) kN	βu	D_s	備考
5F	S	1256.9	A	1925.8	A	3182.7	0.606	0.50*	
4F	S	1800.2	A	3243.2	A	5043.3	0.644	0.50*	
3F	S	2008.4	A	4453.2	A	6461.5	0.690	0.50*	
2F	S	2652.1	A	4857.4	A	7509.5	0.647	0.50*	
1F	S	4093.6	A	4133.5	A	8227.1	0.503	0.50*	

構造特性係数 : 結果1 <Y方向負加力>

階	主体構造	柱・梁群 Q kN	種別	ブレース群 Q kN	種別	Q(合計) kN	βu	D_s	備考
5F	S	1188.6	A	1931.5	A	3120.0	0.620	0.50*	
4F	S	1739.1	A	3205.0	A	4944.0	0.649	0.50*	
3F	S	2137.1	A	4197.3	A	6334.3	0.663	0.50*	
2F	S	2504.3	A	4857.4	A	7361.7	0.660	0.50*	
1F	S	3931.7	A	4133.5	A	8065.2	0.513	0.50*	

図 2.5.5 構造特性係数

必要保有水平耐力比較表 : 結果1 <X方向正加力>

階	主体構造	D_s	F_e	F_s	F_{es}	Q_{ud} kN	Q_{un} kN	Q_u kN	Q_u/Q_{un}	判定	層間変形角	備考
5F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	4649.6	2324.8	2925.9	1.14	OK	1/147	
4F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	7367.8	3683.9	4298.6	1.14	OK	1/118	
3F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	4719.8	5392.1	1.14	OK	1/107	
2F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	5485.3	6266.6	1.14	OK	1/100	
1F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	12019.0	6009.5	6866.4	1.14	OK	1/104	

必要保有水平耐力比較表 : 結果1 <X方向負加力>

階	主体構造	D_s	F_e	F_s	F_{es}	Q_{ud} kN	Q_{un} kN	Q_u kN	Q_u/Q_{un}	判定	層間変形角	備考
5F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	4649.6	2324.8	2698.8	1.15	OK	1/145	
4F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	7367.8	3683.9	4248.0	1.15	OK	1/117	
3F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	4719.8	5442.5	1.15	OK	1/107	
2F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	5485.3	6222.2	1.15	OK	1/103	
1F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	12019.0	6009.5	6929.2	1.15	OK	1/105	

必要保有水平耐力比較表 : 結果1 <Y方向正加力>

階	主体構造	D_s	F_e	F_s	F_{es}	Q_{ud} kN	Q_{un} kN	Q_u kN	Q_u/Q_{un}	判定	層間変形角	備考
5F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	4649.6	2324.8	2698.8	1.16	OK	1/123	
4F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	7367.8	3683.9	4276.6	1.16	OK	1/167	
3F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	9429.6	4719.8	5429.2	1.16	OK	1/149	
2F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	5485.3	6387.8	1.16	OK	1/133	
1F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	12019.0	6009.5	6974.4	1.16	OK	1/122	

必要保有水平耐力比較表 : 結果1 <Y方向負加力>

階	主体構造	D_s	F_e	F_s	F_{es}	Q_{ud} kN	Q_{un} kN	Q_u kN	Q_u/Q_{un}	判定	層間変形角	備考
5F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	4649.6	2324.8	2698.8	1.16	OK	1/123	
4F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	7367.8	3683.9	4275.5	1.16	OK	1/142	
3F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	9429.6	4719.8	5477.8	1.16	OK	1/130	
2F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	10970.6	5485.3	6396.2	1.16	OK	1/118	
1F	S	0.50*	1,000	1,000	1,000	12019.0	6009.5	6974.6	1.16	OK	1/107	

図 2.5.6 必要保有水平耐力比較表

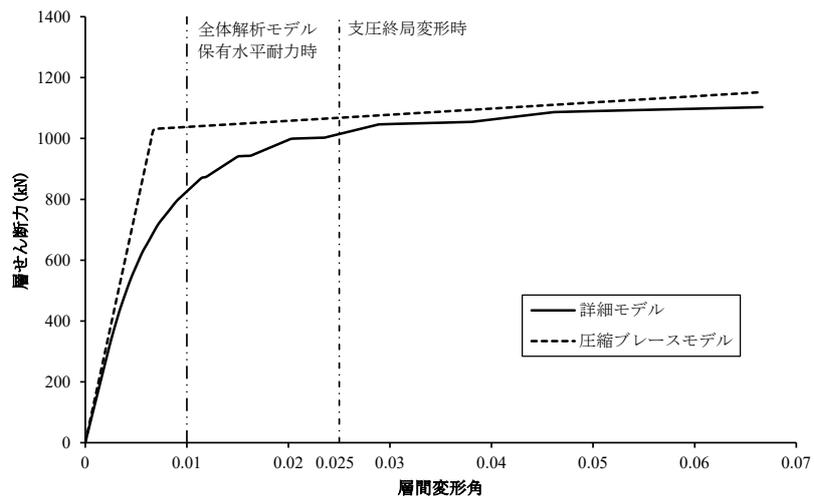


図 2.5.7 CLT 耐震壁の荷重変形角関係

2. 6 (株)ゆうき/(株)UENOArchitects 一級建築士事務所

2. 6. 1 建築物の仕様一覧

事業名	株式会社ゆうき新社屋新築工事		
実施者(担当者)	株式会社ゆうき(株式会社 UENO architects 一級建築士事務所)		
建築物の概要	用途	事務所	
	建設地	埼玉県久喜市	
	構造・工法	CLTパネル工法+木造軸組工法	
	階数	2	
	高さ(m)	8.8025	
	軒高(m)	6.7525	
	敷地面積(m ²)	1236.84	
	建築面積(m ²)	482.13	
	延べ面積(m ²)	740.26	
	階別面積	1階 2階 3階	480.9 259.37 -
CLTの仕様	CLT採用部位	壁	
	CLT使用量(m ³)	加工前製品量125m ³ 、建築物使用量113.68m ³	
	壁パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx90相当
		樹種	ヒノキ
	床パネル	寸法	-
		ラミナ構成	-
		強度区分	-
		樹種	-
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: スギ製材、梁: ベイマツ集成材等、複合梁: カラマツ集成材+スギ製材	
	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	214.48m ³	
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.5) 堅ハゼ葺き
		外壁	ガルバリウム鋼板(t=0.5)
		開口部	Low-E複層ガラス(アルミ)
	主な内部仕上	界壁	-
		間仕切り壁	CLT現し、一部片面CLT現し+片面PB12.5mm
		床	モルタルt50、構造用合板t24+ALCt75+パーティクルボードt20+捨貼合板t12+ロールカーペットt10
天井	合板受け60×60+木毛セメント板t16、母屋□75+アカマツ小巾板t12		
構造	構造計算ルート	ルート3	
	接合方法	Xマーク金物、引張・せん断用柱脚金物(ドリフトピン使用)	
	最大スパン	約12m	
	問題点・課題とその解決策	壁パネルの形状や取り合いが告示仕様とならないため、ルート3による構造計算とした。保有水平耐力計算は建物形状が複雑なため、Ds=0.75とした必要保有水平耐力時の外力に対して、弾性設計の応力に対し、各接合部が終局強度以下であることを確認する方法とした。2層にわたるCLT壁は通し壁となるため、建方時の安定性が課題であった。パネル間に設ける床梁や屋根梁は60mm以下の幅の集成材を2つ並べ、隙間を設けた複合梁としているが、CLTパネルとの接合は大入れとし、ビス留めする接合とした。建方時に部材を鉛直方向に配置できないという問題があったが、CLT側の欠込みを大きくすることで回転しながら配置した。	
耐火	防火上の地域区分	22条地域	
	耐火建築物等の要件	無	
	本建築物の耐火仕様	無	
	問題点・課題とその解決策	外壁、屋根を不燃材とした	
温熱	建築物省エネ法の該当有無	規制対象	
	温熱環境確保に関する課題と解決策	室内側CLTを現しで用いるため外断熱とした	
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	高性能グラスウール24K 75mm
		外壁	押出法ポリスチレンフォーム 1種b 40mm
床		押出法ポリスチレンフォーム 1種b 30mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	2F床にALCを採用することで性能の向上を図った	
	建て方における課題と解決策	積車の搬入経路の確認(十分な道路幅員や回転広場の確保)	
	給排水・電気配線設置上の工夫	CLTの穴開けが難儀なため、配管を局所的に配置した	
	劣化対策	外部と接する箇所はCLTを板金にて覆った	
工程	設計期間	2021年9月～2023年8月(2年)	
	施工期間	2023年8月～2024年6月(11ヵ月)	
		CLT躯体施工期間	2024年1月中旬～2月中旬(約1ヶ月)
	竣工(予定)年月日	2024年6月下旬	
体制	発注者	株式会社ゆうき	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	株式会社 UENO architects 一級建築士事務所	
	構造設計者	株式会社坂田涼太郎構造設計事務所	
	施工者	八光建設株式会社	
	CLT供給者	株式会社サイプレス・スナダヤ	
	ラミナ供給者	-	

2. 6. 2 実証事業の成果概要

実証事業名：株式会社ゆうき新社屋新築工事の建築、性能実証

建築主等／協議会運営者：株式会社ゆうき／株式会社 UENOA architects 一級建築士事務所

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所		
建設地		埼玉県久喜市		
構造・工法		CLT パネル工法+木造軸組工法		
階数		2		
高さ (m)		8.8025	軒高 (m)	6.7525
敷地面積 (m ²)		1236.84	建築面積 (m ²)	482.13
階別面積	1階	480.90	延べ面積 (m ²)	740.26
	2階	259.37		
	3階	-		
CLT 採用部位		壁		
CLT 使用量 (m ³)		加工前製品量 125m ³ 、加工後建築物使用量 113.68m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)		214.48m ³		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	150mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60/ヒノキ		
	床	-		
	屋根	-		
設計期間		2021 年 9 月～2023 年 8 月 (2 年)		
施工期間		2023 年 8 月～2024 年 6 月 (11 ヶ月)		
CLT 躯体施工期間		2023 年 1 月中旬～2 月中旬 (約 1 ヶ月)		
竣工 (予定) 年月日		2024 年 6 月下旬		

2. 実証事業の目的と設定した課題

主体構造は壁・腰壁・垂壁にヒノキ CLT を用いた CLT パネル工法 2 階建てである。壁や腰壁・垂壁の梁要素には大判 CLT を使用し、床組は製材の梁、集成材に必要な応じて鋼材を組合せた複合梁と構造用合板を用いる。これまでの CLT のパネル工法において、強度上の理由から壁は鉛直方向が強軸、梁要素は水平方向が強軸として配置されるのが通常であったが、それぞれの CLT 外層ラミナの方向が切り替わり、目地も強調されることから、CLT が一様な面として見えなくなると言う意匠上の問題があった。

本計画では、CLT 壁同士を繋ぐ垂壁・腰壁は意匠性を考慮して、壁と同様の外層ラミナを鉛直方向とした弱軸使いの断面とすることや、連層壁を用いて横目地をできるだけ現わさないことなどの工夫を行い、可能な限り一様な壁面として見せることを目指した。また、スキ

ップフロアや自由な開口部配置などを設けることで、これまでの CLT パネル工法にありがちだった、部材配置に制約が多く、グリッドにのるような整形配置で、自由度の低い画一的なプランから解放される空間に取り組んだ。一方、この空間を実現するために、一部 CLT パネルの取り合い等が CLT 告示のルート 1 の仕様から外れることとなる。本実証計画では、耐震計算ルートは難易度の高いルート 3 を適用することで、自由なプランニングかつ開放的な空間を実現した事例を示すことで、今後の CLT 構造の普及を図ることを目的とする。

課題

- ①構造実験による壁 CLT 部材の接合部性能の把握・改善
- ②CLT 壁面勝ちに対しての床組との納まり、工期短縮につながる施工方法の検討
- ③CLT 現しに対しての意匠性に配慮した接合部の納まり
- ④本事業建物をルート 1 で設計した場合のコスト・計算方法・接合部の違いを検証する
- ⑤当該建築を RC 造で置換した際のコスト比較、施工メリットの把握

3. 協議会構成員

(設計) 株式会社 UENOA architects 一級建築士事務所：堀越ふみ江 (協議会運営者)
齊藤彬人

(構造設計) 株式会社坂田涼太郎構造設計事務所：坂田涼太郎

(施工) 八光建設株式会社：橋本正博、山村裕之

(材料制作) 株式会社サイプレス・スナダヤ：砂田和之

(材料加工) 株式会社オノツカ：小野塚真規

(金物/試験) 株式会社ストローク：大倉義邦

4. 課題解決の方法と実施工程

- ①接合具を見せない CLT パネルの接合部は、鋼板挿入型のドリフトピン接合とした。本建物においては、強軸-強軸及び弱軸-強軸方向の組合せがある。ドリフトピン単体及び同じドリフトピンの本数による接合部に対し、各組合せに対する実験を行いその構造性能の検証・比較を行った。
- ②先行して CLT 壁による建方が行われた後、床組みを配置することを考慮し、効率的な床組み接合方法及び施工方法を協議会構成員と協議し立案した。
- ③CLT 現しに対して意匠性に配慮した性能、接合方法を調査し、本物件に適した金物、接合方法の立案を行った。
- ④本事業建物をルート 1 とルート 3 で設計した場合のコスト・計算方法・接合部を具体的に提示し、比較を行った。
- ⑤RC 造で置換した際のコストを具体的に提示し比較、施工メリットの把握を行なった。

【協議会の開催】

令和 5 年

- 9 月：基礎工事、木工事検討事項確認
- 10 月：基礎工事進捗確認（配筋検査）・木工事検討事項確認
- 11 月：CLT 性能試験実施・木工事検討事項確認
- 12 月：木加工工場確認・金物検討事項確認

令和 6 年

- 1 月：木工事現場確認・検討事項確認
- 2 月：木工事現場確認・サッシ/屋根工事検討事項確認

【施工】

令和 5 年

- 8 月：工事契約
- 9 月：工事着工
- 9～10 月：土工事
- 10～11 月：鉄筋工事、型枠工事
- 11～12 月：鉄筋工事、型枠工事
- 12～1 月：型枠工事

令和 6 年

- 1～2 月：木工事
- 2 月：木工事、屋根工事
実証内容終了

【設計】

令和 5 年

- 8 月：実施設計終了
- 8 月：構造設計終了
- 8 月：建築確認申請

【性能】

令和 5 年

- 11 月：接合部せん断試験 2 条件各 8 体 合計 16 体

5. 得られた実証データ等の詳細

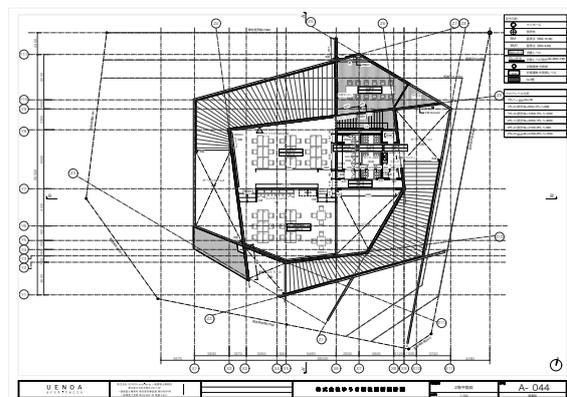
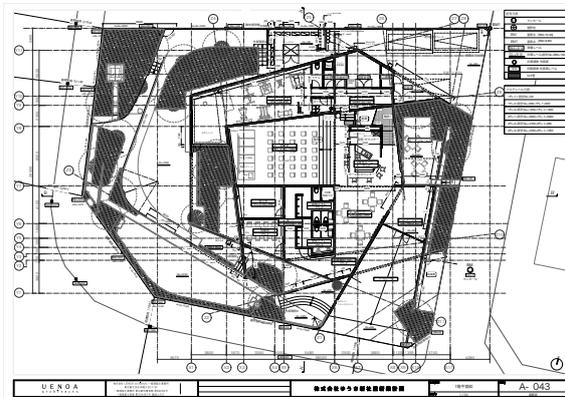
設定した課題において次の結果が得られた。

- (1) 施工、搬入レポート
- (2) 現場写真
- (3) 納まり図面
- (4) CLT 壁の接合部の仕様及び構造実験結果報告書
- (5) ルート 1 とした場合の比較資料
- (6) 構造解析モデルおよび計算方法

6. 本実証により得られた成果

- CLT 造は RC 造を採用した場合よりも軽量なため、基礎工事、杭工事に対してのコストメリットが大きい。
- CLT 造の場合、基礎工事完了前に CLT パネル・木加工を発注することで基礎工事完了後、即座に上部躯体工事(建て方)を行える。この結果 RC 造と比べると上部躯体工事において工期短縮が可能である。
- CLT 造と内部仕上げ材を考慮した RC 造とのコストを比較すると、CLT パネルが内装仕上げを兼用しているため、工事費は CLT 造が安くなる。
- せん断試験において最大耐力の平均値はやや弱軸方向が大きな値となった。剛性はやや強軸方向が大きくなった。これらの差は繊維方向との接触面積の差、各層における繊維方向ラミナの剛性・耐力の違い、繊維方向面を支点と考えた場合のドリフトピンに対する支点位置の違いが影響すると考えられる。
- 本件においては、耐力壁が十分配置されていることによって、接合部に応力が集中しなかったことから、接合金物のコストはルート3にしても1割程度の増加であった。ルート1とした場合もルート3とした場合もコスト面では大きな変化がないと言える。
- 解析方法について、本件のような複雑な形態の建物に対し、部材・接合部を線形パネとし、弾性状態の解析とすることで負荷を減らすことができる。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



2. 6. 3 成果物

実証事業名:株式会社ゆうき新社屋新築工事の建築、性能実証

建築主等/協議会運営者株式会社ゆうき/株式会社 UENOA architects 一級建築士事務所

成果物

目次

01.設計概要	p.3~p.9
02.施工、搬入レポート	p.10~p.12
03.現場写真	p.13~p.15
04.納まり図面	p.16
05.CLT 壁の接合部の仕様及び構造実験結果報告	p.17~P.21
06.ルート 1 とした場合の比較資料/RC 造とのコスト比較	p.22~P.24
07.構造解析モデルおよび計算方法	p.25~P.26

01.設計概要

■「小さな公共」をうみ出すオフィス建築

本計画は埼玉県久喜市で有機野菜の販売等を行う企業の新社屋計画である。地域において日常的な食のハブや、災害時の防災拠点となることを意図し、厨房設備、備蓄倉庫に加えて、敷地内には水田や畑を設けている。災害時のマチの避難所としての認知度を高めるため日頃から地域住民と食について学び、敷地内で農産物を栽培、収穫、調理し食す、という「小さな循環」の創造を目指す。本計画は社屋でありながら一時避難所として機能する半公共的な役割を持った施設である。

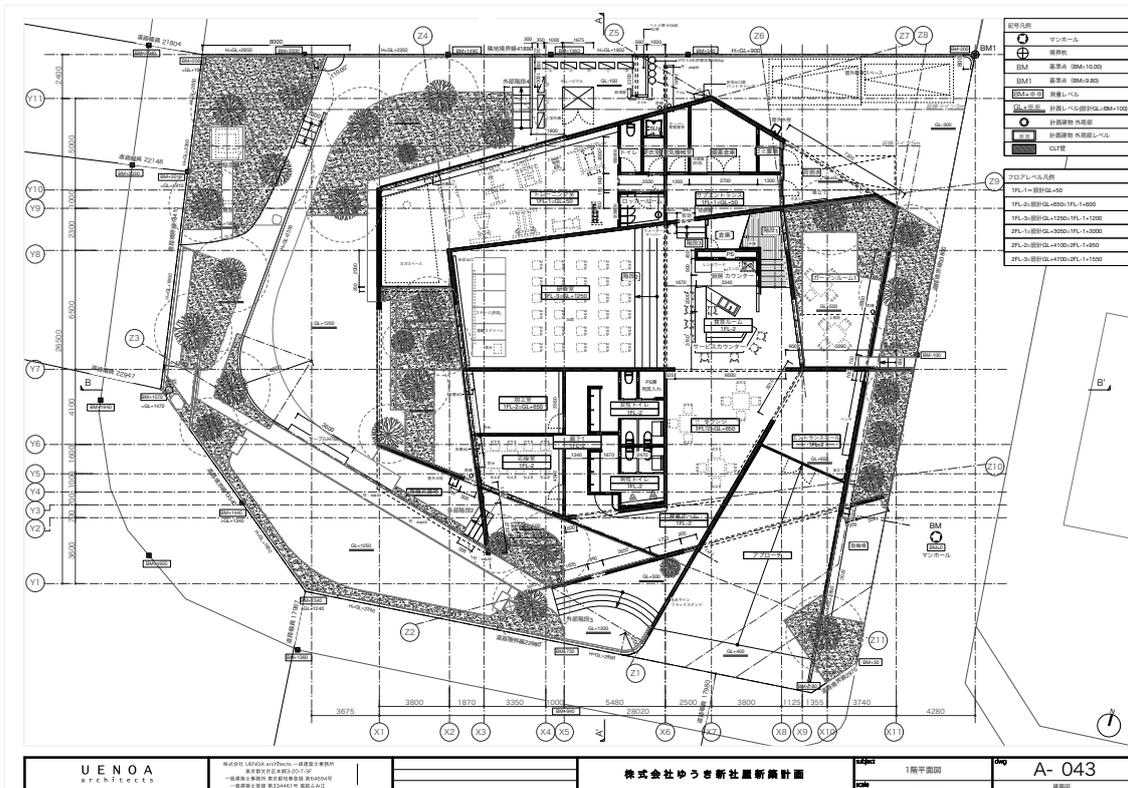
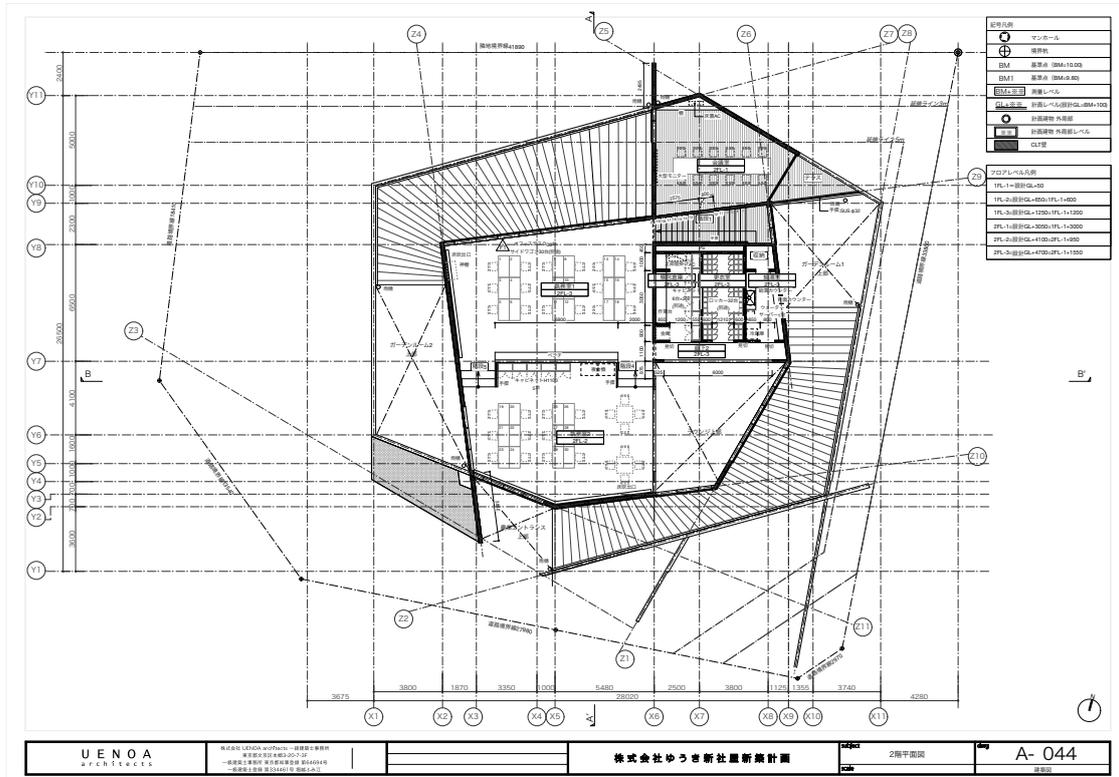
■人・農・働を緩やかに結ぶCLT壁

地域との緊密な関係を持った社屋を実現するため、従来の複層・整形されたオフィス形式ではなく、多様な関係性をゆるやかに繋ぐ形態を模索し、全体を巻き取る『渦』のような形式とした。敷地内に巡る3本の帯であるCLT壁が不正形な線を描きながら互いに交わりあい、いくつもの領域を柔らかく分節する。帯によって得られた領域は、畑・水田・果樹・井戸・備蓄庫・執務室・食堂・ラウンジとなり、それぞれがゆるやかな結びつきを持った全体として社屋という場を作り上げている。帯という形式に対しCLTを採用した。

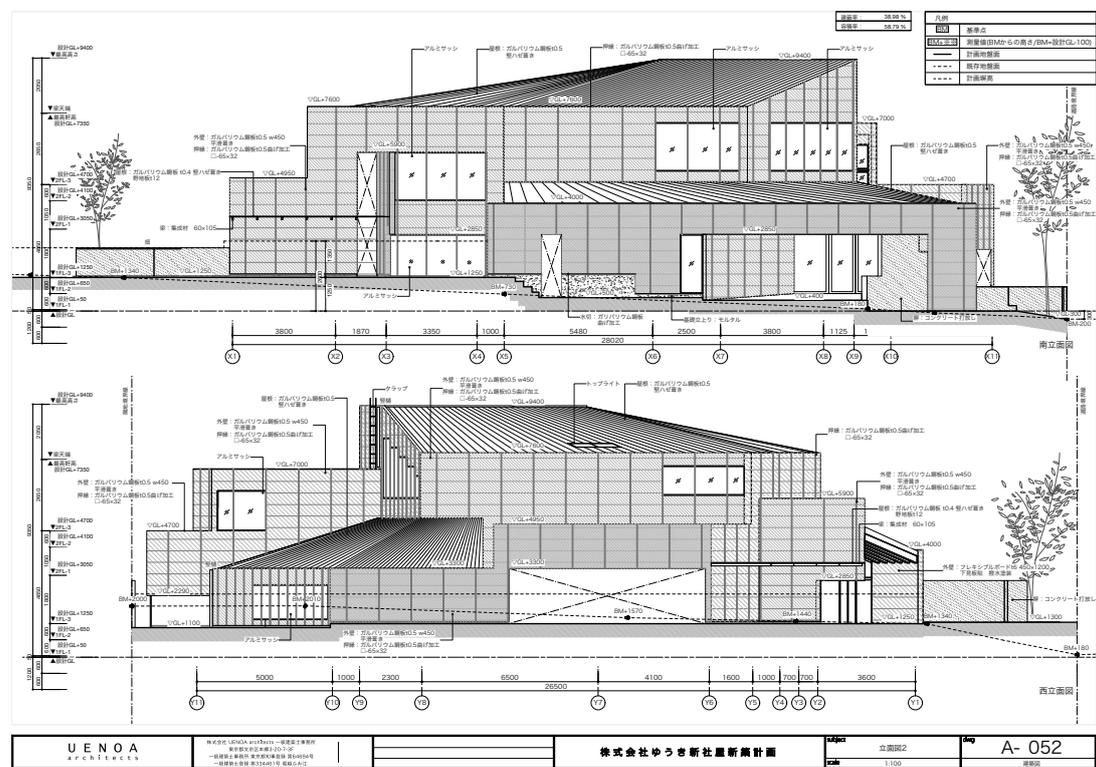
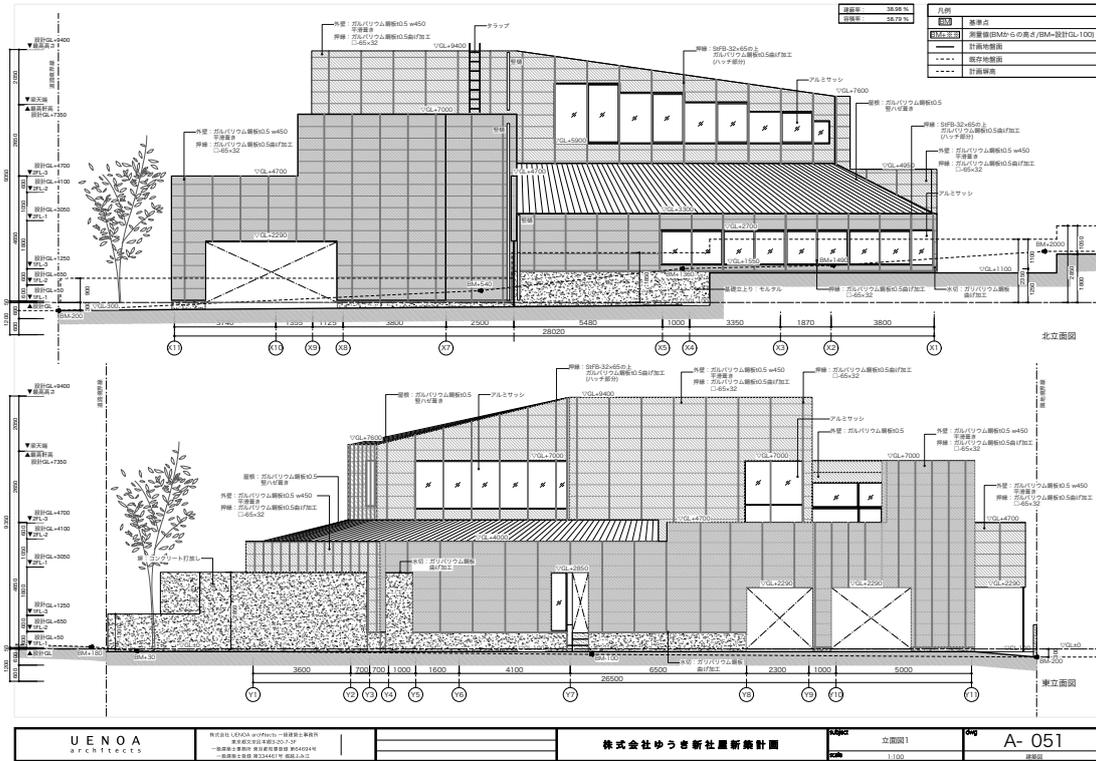
■自由度の高いCLTパネル工法の取組み

主体構造は壁・腰壁・垂壁にヒノキCLTを用いたCLTパネル工法2階建てである。壁や腰壁・垂壁の梁要素には大判CLTを使用し、床組は製材の梁、集成材に必要に応じて鋼材を組合せた複合梁と構造用合板を用いる。これまでのCLTのパネル工法において、強度上の理由から壁は鉛直方向が強軸、梁要素は水平方向が強軸として配置されるのが通常であったが、それぞれのCLT外層ラミナの方向が切り替わり、目地も強調されることから、CLTが一様な面として見えなくなると言う意匠上の問題があった。本計画では、CLT壁同士を繋ぐ垂壁・腰壁は意匠性を考慮して、壁と同様の外層ラミナを鉛直方向とした弱軸使いの断面とすることや、連層壁を用いて横目地をできるだけ現わさないことなどの工夫を行い、可能な限り一様な壁面として見せることを目指した。また、スキップフロアや自由な開口部配置などを設けることで、これまでのCLTパネル工法にありがちだった、部材配置に制約が多く、グリッドにのるような整形配置で、自由度の低い画一的なプランから解放される空間に取り組んだ。一方、この空間を実現するために、一部CLTパネルの取り合い等がCLT告示のルート1の仕様から外れることとなる。本実証計画では、耐震計算ルートは難易度の高いルート3を適用することで、自由なプランニングかつ開放的な空間を実現した事例を示すことで、今後のCLT構造の普及を図ることに取り組んだ。

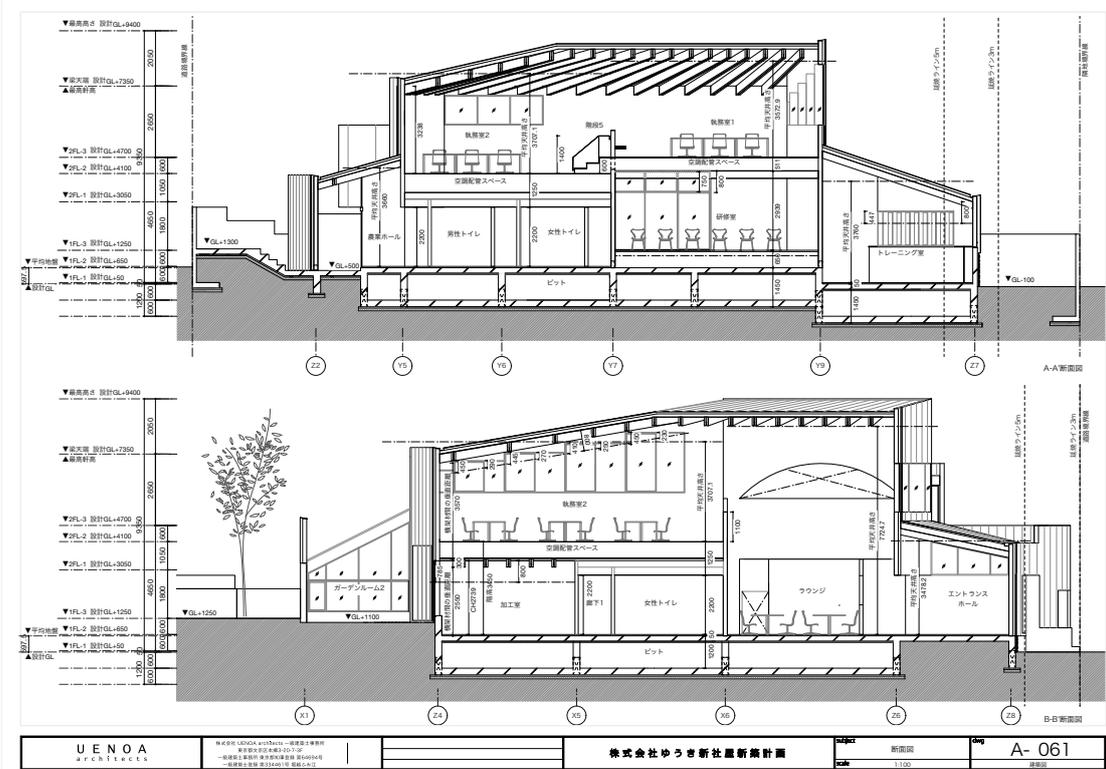
■平面図



■立面図



断面図



■構造計画

【上部架構】

- ・本建物は地上2階建て木造の事務所である。構造形式は、鉛直荷重・水平荷重はCLT耐力壁で負担するヒノキCLTMx60-5-5を使用したCLTパネル構造である。部分的に在来木造部分も存在するものの、鉛直荷重のみ負担し、水平荷重は負担しない。
- ・鉛直構面はCLT壁とCLT梁（垂壁・腰壁）で構成される。いずれも、最外層ラミナは鉛直方向に設けた仕様となる。この仕様はCLT壁については一般的であるが、CLT梁は弱軸方向の配置となり、強軸方向で設置した場合に対して断面性能は耐力が1/2、剛性が1/3程度となる。
- ・CLT壁は床に対して壁勝ちとし、上下に壁がある部分は2連層の壁パネルを使用している。壁パネルの最大幅は3m、最大長は8.8mである。
- ・CLTパネルの引張及びせん断力が生ずる接合部にはクロスマーク金物の他、鋼板挿入ドリフトピン接合による金物を用いた。
- ・現しとなる床梁や屋根梁は中央に30mm程度の隙間を設けた60幅のカラマツ集成材のダブル材としている。特に約8mスパンの床梁及び約12mスパンの屋根梁には間にt32mmの平鋼を挟み込んだ複合梁とすることで、経年によるクリープ変形を抑えている。
- ・床、屋根は、構造用合板をネダゼロビスで梁に打ち付けることで、床倍率5倍の水平構面としている。

【基礎及び地業】

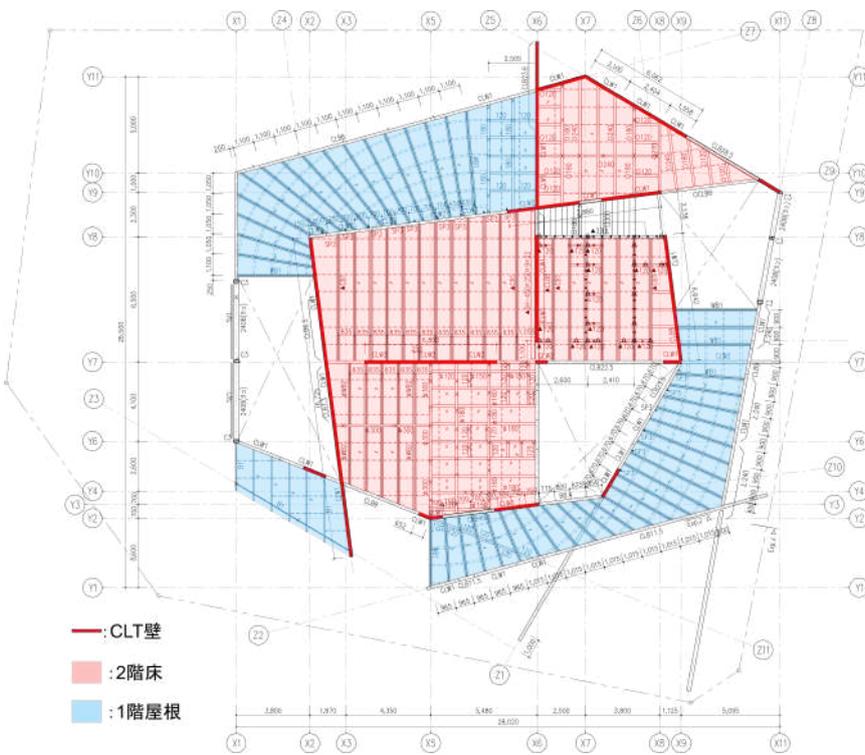
地盤は表層より軟弱地盤（埋土層、シルト層）があり、GL-8m付近にN値が8~26程度の細砂層、その下部にはN値が0~1の軟弱なシルト層がGL-35mまで続き、N値50を超える細砂層という構成になっている。本建物の基礎形式はN値が比較的高いGL-8m付近の細砂層を支持層とした深層混合柱状改良を行った上、直接基礎(べた基礎)とした。

ここで細砂層下部の軟弱シルト層の圧密沈下試験結果から圧密降伏応力 P_c は有効土被り厚に対し 40kN/m^2 程度の過圧密であることが確認された。本建物をCLT構造を採用することで、加算される接地圧は約 30kN/m^2 程度となる。根切りによる排土荷重を 15kN/m^2 程度考慮すれば、基礎底面以深の地盤に付加される圧力は 15kN/m^2 程度となるため、軟弱シルト層は圧密沈下に至らない。一方、構造形式を壁式鉄筋コンクリート造とした場合、接地圧は $50\sim 60\text{kN/m}^2$ となるため、GL-35m以深に存在する細砂層を支持層とした杭基礎になると考えられる。

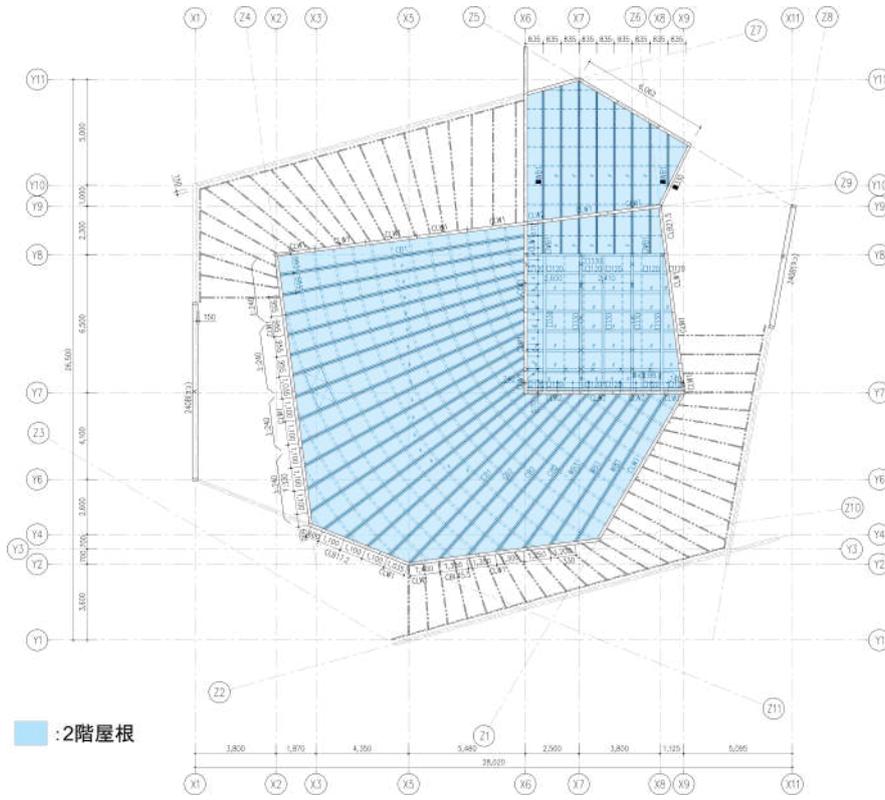
■1階伏図



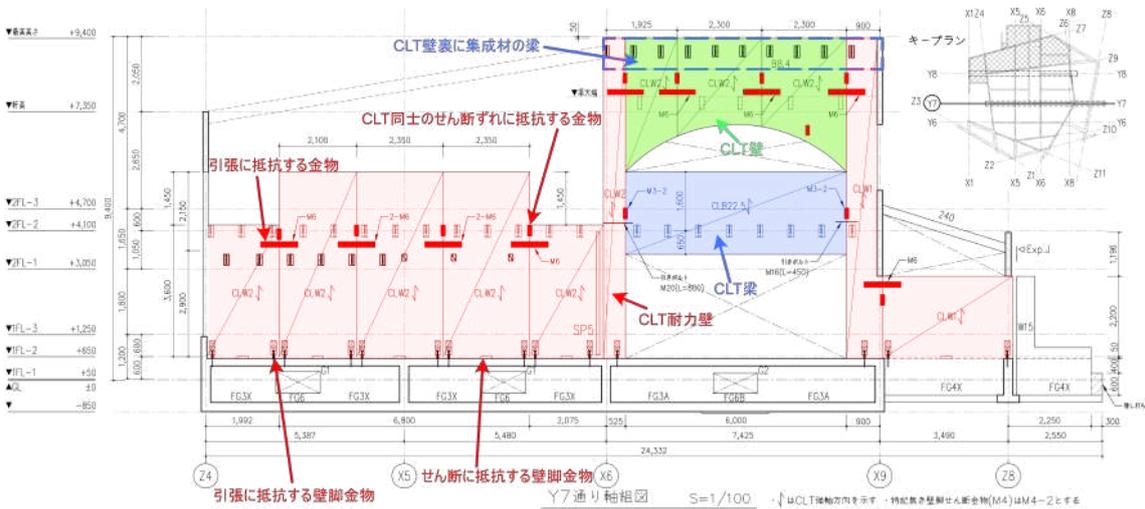
■1階屋根・2階伏図



■屋根伏図



■軸組図



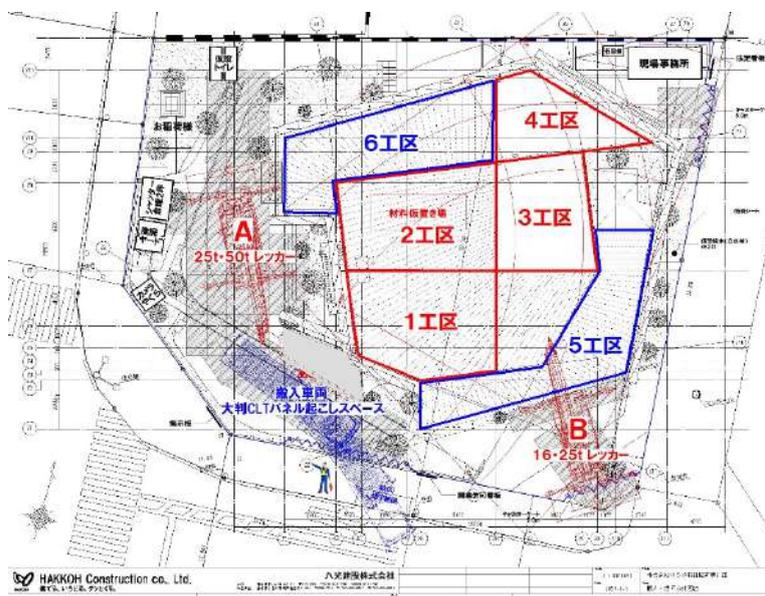
02.搬入、施工レポート

■搬入レポート

敷地内の大型車両による搬入経路を確保するため、支障が出る部分の基礎工事については事前に構造設計と相談の上、対象の部分を後から施工とすることで大型車両の搬入経路を確保した。

建方については、1階部分を6工区、2階部分を2工区の計8工区に分けることで、限られた敷地内で効率的、効果的に搬入・建方を実施できる計画とした。また1工区から順に工区ごとに搬入・建方を行い、対象工区の建方が完了後に次の工区を『材料置き場』並びに『大判 CLT パネルを起こすスペース』として有効利用できるように工夫した。

CLT の建方は、敷地西側（A 地点）と南東側（B 地点）にレッカーを配置する計画とし、25t レッカーをベースとして、状況に応じてレッカーを2台配置することで大判パネルと横架材を同時に効率良く、かつ安全に組み立てられるように留意した。また4工区の大判 CLT パネルの建方については、A 地点に50t レッカーをスポットで配置することで対応した。



【搬入・建て方計画】



【敷地内搬入経路】



【CLT パネル搬入状況】

CLT 工法は、加工工場にて窓やドアなどの開口部の加工や必要部分の穴あけなどの加工を行い、パネルにして建築現場に搬入するため、現場での負担を減らすことが可能である。一方、プレカット図の確認段階にて関係各所との綿密な打ち合わせ検討を必要とすることは留意すべき点である。

本計画では、難易度の高いルート 3 を適用することで自由なプランニングで開放的な空間を実現しており、また 2 層分の大判 CLT パネルを採用しているため一度の吊り込みで大きな壁を構成することが可能であるが、建方時の大判 CLT パネルをどのようにして安全に自立させながら建方を進めていくかが、建方計画時の最大のポイントであった。

軸組がある部分は軸組部分をコアとしてパネルを建込み、軸組がない部分は CLT パネルに横架材を入れるところまでを 1 セットとして安全性と施工性を確保しながら建方を進める計画とした。軸組部がピン工法となっていることで建方順の自由度も高くなっている。



【1F 軸組+CLT パネル】



【1F CLT パネル+横架材】

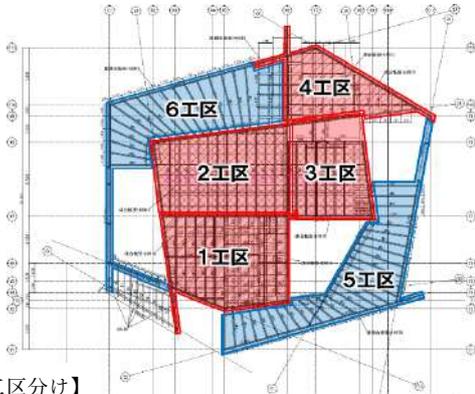


【2F CLT パネル+横架材】

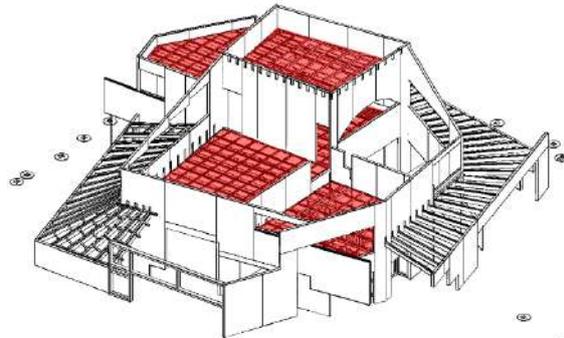


【2F CLT パネル+横架材】

また建物として自立できるブロック単位で工区分けをした上で全8工区として、2階の床がある部分を先に進めることで、大判 CLT パネルの固定と限られた敷地内で材料置き場やパネル起こしのスペースを確保しながらの建方を実現した。



【1F工区分け】



【軸組(床)先行部分】



【CLT 建方状況】



【軸組(床)先行部分】

CLT 工法では、CLT 現しとして内装仕上げ材を兼ねることで、従来の木造と比較して、仕上げ工事の工程を削減することが可能である。本計画では、構造面と仕上げ面で CLT を使い分け、できるだけきれいな材を仕上げ面とした。これらの要因を含めトータルで見ただけの場合に、施工性が向上し、全体工期の短縮を図ることが可能となっている。



【CLT 現し (仕上げ面)】



【CLT 構造面】

03.現場写真

■現場写真

仮設工事



【仮囲い状況】



【仮囲い状況】

土工事

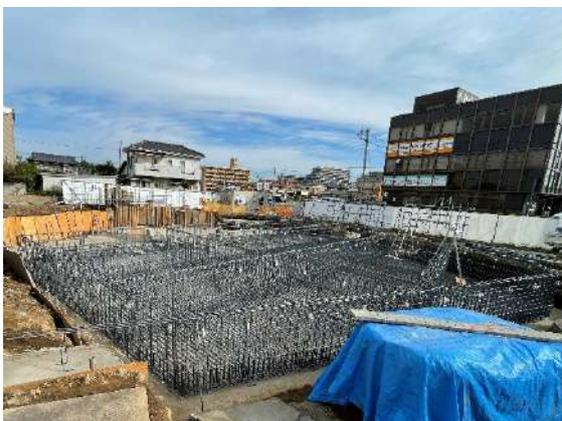


【掘削状況】



【掘削状況】

鉄筋工事



【基礎配筋状況】



【基礎配筋状況】

型枠工事

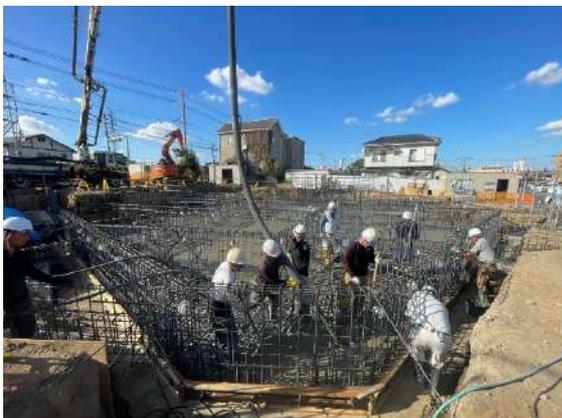


【基礎型枠建況】

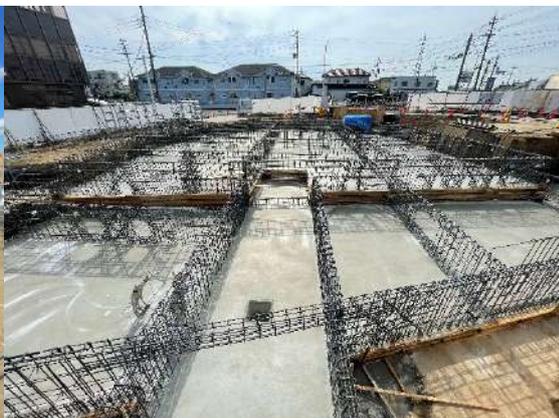


【スラブ型枠状況】

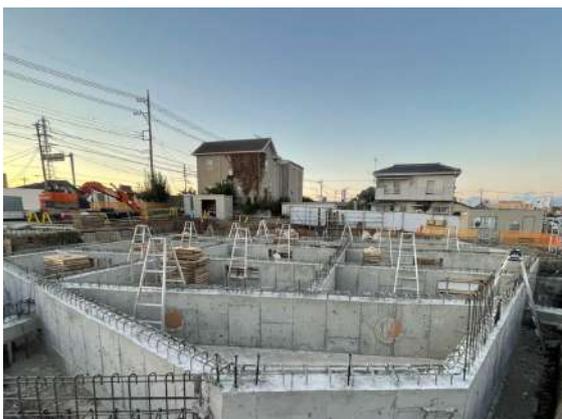
コンクリート工事



【耐圧盤コンクリート打設状況】



【耐圧盤コンクリート打設完了】



【基礎コンクリート打設状況】



【スラブコンクリート打設完了】

木工事



【加工工場 CLT 保管状況】



【CLT 製品検査】



【CLT 搬入状況】



【建方状況①】



【建方状況②】

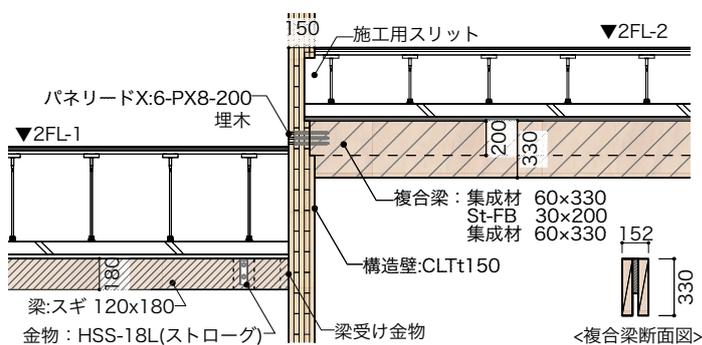


【建方状況③】

04.納まり図

■床組と CLT 壁の納まり

CLT パネル工法を使用した一般的な建物は、床スラブが壁面に対して勝る納まりが多い。本社屋の計画では、2層分の高さ要する大判 CLT パネルを使用し、壁面が勝る納まりとする。具体的には CLT パネルを欠き込み、集成材複合梁を引っ掛けるようにして構成していく。これにより各層ごとの施工を行う場合より、短期かつ、少ない部材数での施工を実現可能とした。またパネリードを打ち込んだ部分に関しては、埋木処理を行い木の意匠性を損なわぬよう対処した。

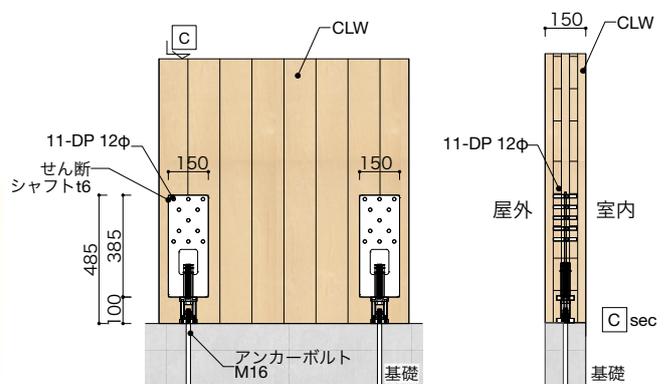


■意匠性を考慮した納まりと対処

内部空間は CLT パネルを構造現しとし、仕上げ材としても利用することで木質感に富んだ内部空間を実現する。木質感を損なわぬよう CLT が仕上げになる部分では加工穴等が見えてこない美観に配慮した内部隠蔽型の納まりとする。

具体的には、金物を CLT に内蔵しドリフトピンで固定する。基礎から出たアンカーボルトと金物の接合を行う。

ドリフトピン挿入用の穴を開けた際には、埋木処理を行い木の意匠性を損なわぬよう対処した。また可能な限り室内側の人の目に触れる面に対してドリフトピンの穴を開けることを避けることで意匠性を維持することに努めた。



05.CLT壁の接合部の仕様及び構造実験結果報告

■試験の目的と考察

本計画では CLT パネルは 5 層 5 プライであり、壁も垂壁も全て外層ラミナを上下方向になるように配置している。外壁など片面が隠れる接合部にはクロスマーク金物などの外付け金物を使用しているが、内壁で CLT の両面が現しになる部分については、鋼板を挿入し、ドリフトピンで接合する方法を採用する。鋼板挿入型接合部は、CLT 面内の強軸・弱軸方向の 2 通りの接合となる。壁脚部やパネル上下など、水平面同士の接合金物には面内の弱軸方向にせん断力がはたらく。また、垂壁と壁との鉛直面同士の接合金物には面内の強軸方向にせん断力がはたらく。CLT は積層するラミナが直交するため、ラミナの繊維方向とドリフトピンの接触面積が大きく影響する。弱軸方向は繊維方向のラミナ $t_{30 \times 2} = 60\text{mm}$ 、強軸方向は $t_{14} + t_{30} + t_{14} = 58\text{mm}$ と、両方向における繊維方向の接触面積は同等であるため、方向によって剛性・耐力は大きくは変わらないことが予想された。

そこで、接合部の強軸・弱軸方向のせん断耐力及び剛性を確認するために、1 面せん断試験による接合部性能の把握を行ったところ、最大耐力の平均値は弱軸方向 216kN、強軸方向 203kN とやや弱軸方向が大きな値となった。剛性は弱軸方向 44.2kN/mm、強軸方向 50.1kN/mm とやや強軸方向が大きくなった。これらの差は繊維方向との接触面積の差、各層における繊維方向ラミナの剛性・耐力の違い、繊維方向面を支点と考えた場合のドリフトピンに対する支点位置の違いが影響すると考えられる。

■試験体仕様及び試験方法

強軸/弱軸方向それぞれの共通事項

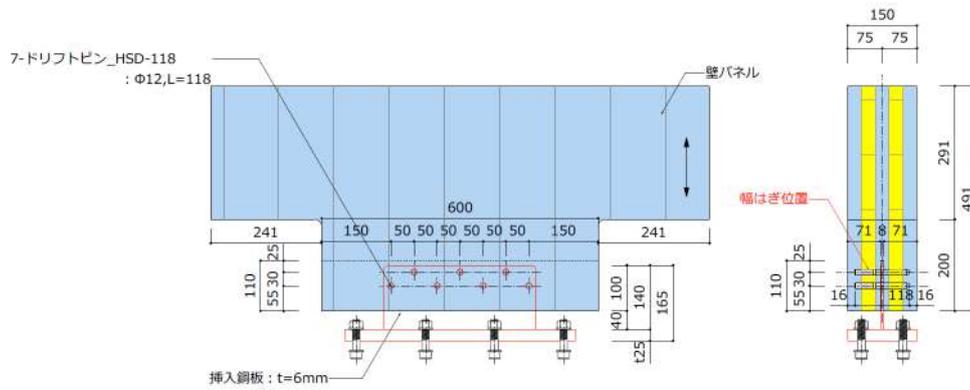
- ・試験体数：1体(降伏変位 δ_y 算出用) 試験体No.0
6 体(繰り返し加力試験) 試験体 No.1~6
- ・試験体仕様

	樹種	等級	構成	寸法[mm]			接着	
				厚さ	ラミナ		接着剤	幅はぎ接着
					厚さ	幅		
CLT	ヒノキ	Mx90 (異等級構成)	5層5PLY	150	30	122	水性高分子 イソシアネート系樹脂接着剤	無

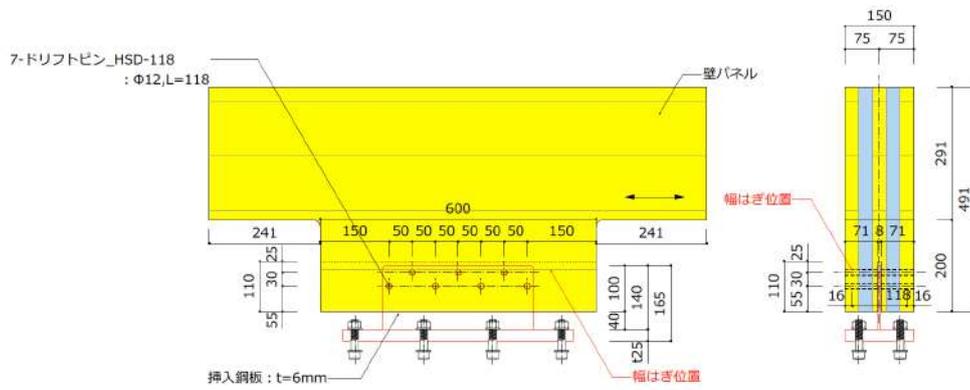
(2)

	品名	仕様	材質	数量
コネクタ	せん断受けコネクタ	—	SS400(JIS G 3101)	1
	ドリフトピン(HSD-118)	Φ12、L=118mm	SWRM8 (JIS G 3505)	7

・試験体



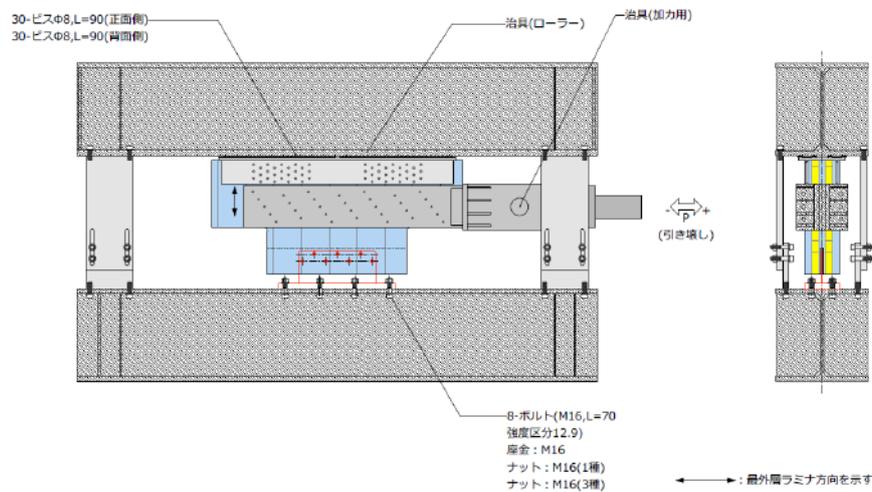
図*:弱軸方向試験体図



図*:強軸方向試験体図

・試験方法

試験は引き始め、引き終わりの正負交番加力で、試験体の浮き上がりを防止するため、試験体上部に鋼材をビス止めし、上面に治具ローラーを配した。



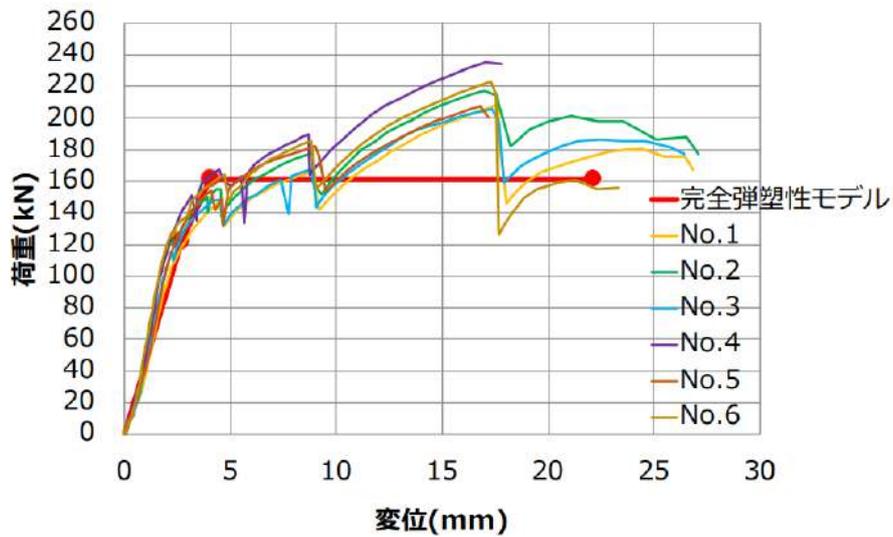
図*:試験方法

・加力方法

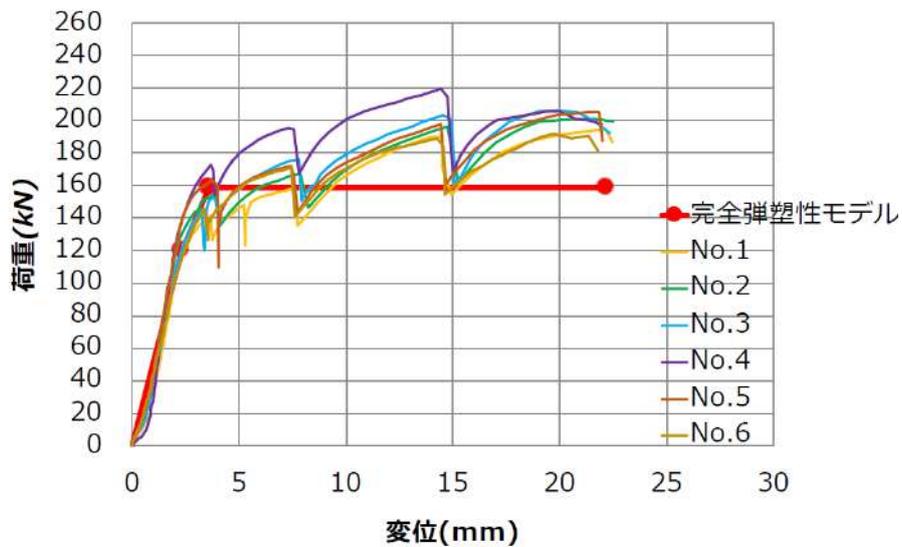
予備試験1体を単調加力で破壊後、降伏変位 δ_y を求め、 δ_y の1/2、1、2、4、6、8、12、16倍で各1回の正負の繰り返し加力を行う。なお、 δ_y が得られない場合は、最大荷重時変位 δ_{max} の1/10、1/5、3/10、2/5、1/2、3/5、7/10,1の順で繰り返し加力を行う。繰り返した後、引きで破壊まで負荷する。本試験体数は弱軸方向・強軸方向それぞれ6体とし、その結果を基に評価を行った。

■試験結果

【荷重-変位関係及び骨格曲線】



図：荷重-変位関係及び骨格曲線（弱軸方向試験体）



図：荷重-変位関係及び骨格曲線（強軸方向試験体）

【特性値及び破壊状況】 表：特性値（弱軸方向）

		P _{max}	2/3P _{max}	P _y	P _u	Δ _{max}	Δ _y	Δ _v	Δ _u	μ	K	
		最大荷重	最大荷重 ×2/3	降伏耐力	終局耐力	最大荷重時 の変位	降伏変位	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角	終局変位	塑性率 (Δ _u /Δ _v)	剛性	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	—	[kN/mm]	
No.	1	208	139	130	172	17.6	3.23	4.26	26.8	6.3	40.2	
	2	217	145	134	187	17.0	2.88	4.01	27.1	6.7	46.5	
	3	206	137	130	175	17.3	2.91	3.92	26.4	6.7	44.8	
	4	235	157	146	197	17.1	2.96	3.99	17.8	4.5	49.3	
	5	207	138	142	179	16.8	3.17	4.01	17.2	4.3	44.7	
	6	223	149	141	188	17.3	3.02	4.05	17.6	4.3	44.7	
平均値 (Ave)		—	216	144	137	183	17	3.03	4.04	22.1	5.5	45.1
標準偏差 (sd)		—	11.4	7.6	6.6	9.4	0.3	0.1	0.1	5.1	1.2	3.0
変動係数 (cv)		—	0.053	0.053	0.048	0.051	0.016	0.046	0.029	0.230	0.226	0.066
ばらつき係数			0.876	0.876	0.887	0.880	0.995	0.986	0.991	0.932	0.933	0.980
95%下限値 (k= 2.336)		= Ave · (1-k · cv)	189	126	122	161	—	—	—	—	—	—
50%下限値 (k= 0.297)		= Ave · (1-k · cv)	—	—	—	—	17.1	3.0	4.0	20.6	5.1	44.2
P ₀ 短期基準耐力		2/3P _{max} , P _y の各下限値の最小値	—	122	—	—	—	—	—	—	—	—



写真：接合部破壊状況（弱軸方向）

表：特性値（強軸方向）

	No.	P _{m ax}	2/3P _{m ax}	P _y	P _u	δ _{m ax}	δ _y	δ _v	δ _u	μ	K	
		最大荷重	最大荷重 ×2/3	降伏耐力	終局耐力	最大荷重時 の変位	降伏変位	完全弾塑性 モデルの降 伏点変形角	終局変位	塑性率 (δ _u /δ _v)	剛性	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	—	[kN/mm]	
	1	195	130	129	170	22.2	2.81	3.70	22.5	6.1	45.9	
	2	201	134	141	178	20.7	2.79	3.51	22.5	6.4	50.6	
	3	206	138	139	184	19.9	2.98	3.94	22.3	5.7	46.7	
	4	220	146	154	195	14.5	2.77	3.50	22.0	6.3	55.6	
	5	205	137	151	180	21.8	2.77	3.29	22.0	6.7	54.6	
	6	192	128	137	173	19.8	3.04	3.83	21.8	5.7	54.6	
	平均値 (Ave)	—	203	135	142	180	20	2.86	3.63	22.2	6.1	51.3
	標準偏差 (sd)	—	9.9	6.6	9.3	8.9	2.8	0.1	0.2	0.3	0.4	4.3
	変動係数 (cv)	—	0.049	0.049	0.066	0.049	0.141	0.042	0.066	0.013	0.065	0.083
	ばらつき係数	—	0.886	0.886	0.847	0.884	0.958	0.988	0.981	0.996	0.981	0.975
	95%下限値 (k=2.336)	= Ave · (1-k · cv)	180	120.0	120.2	159	—	—	—	—	—	—
	50%下限値 (k=0.297)	= Ave · (1-k · cv)	—	—	—	—	19.0	2.8	3.6	22.1	6.0	50.1
	P _o 短期基準耐力	2/3P _{m ax} , P _y の各下限値の最小値	—	120.0	120	—	—	—	—	—	—	—



写真：接合部破壊状況（弱軸方向）

06.ルート 1 とした場合の比較資料/RC 造とのコスト比較

■ルート 1 とルート 3 の比較

CLT パネル工法は接合部モデルにルート 1 で設計されることが多いが、通常の在来軸組工法や大断面集成材と組合わせた場合の木造に比べ、部材配置に制約が多くある。このような理由により、CLT パネルはグリッドにのるような整形配置となり易く、自由度の低い画一的な建物になり易い。自由度の高い計画とすると、保有水平耐力計算が必要となり、難易度の高いルート 3 を採用する必要があることから、一般的に採用事例が少ない。本項ではルート 1 とした場合を想定し下記の観点からコスト・計算方法・接合部の観点から比較検証を行う。

本建物の CLT 壁は、外壁となる部分や間仕切り壁となる部分のうち、CLT 面を意匠上現す部分に配置している。意匠計画として配置した結果、既にルート 1 の必要壁量を十分上回る事から、本建物は計算ルートによる CLT の材積に対する影響はない。

採用した保有水平耐力計算では、告示の条件にもとづき構造特性係数 $D_s=0.75$ とした必要保有水平耐力相当の外力に対して弾性設計を行っている。形状特性係数 F_{es} を考慮すると、ルート 3 の設計応力は、ルート 1 の 4 倍程度となり、これらの外力に対して、ルート 1 は許容応力度設計、ルート 3 は終局強度設計としている。接合部の終局強度は短期許容時の強度の 1.5 倍程度であるため、ルート 3 で必要な接合金物の量は単純計算すると $4/1.5=2.67$ 倍程度必要であるが、使用した引張・せん断の金物はルート 1 の告示仕様のタイプで概ね満足しており、接合金物のコストはルート 3 にしても 1 割程度の増加であった。これは耐力壁が十分配置されていることによって、接合部に応力が集中しなかったことによる。

本建物においては、ルート 1 とした場合もルート 3 とした場合もコスト面では大きな変化がないといえる。一方、ルート 1 の壁量規定を下回る架構では、CLT の材積が減るとともに、接合部の必要耐力が求められるため、異なる結果となるだろう。

■RC 造とのコスト比較

構造部材の重量及び納期・仕上げ材の有無について、木造にコストメリットがあると予測し、本事業建物を RC 造で置換設計したもので建設事業費の比較検討を行う。

具体的には以下の方法で検証する。

- ①構造部材の重量：重量低減による基礎躯体の簡素化。
軟弱地盤における地業工事の比較。
- ②構造部材の工期：RC 造と CLT 造による工期を比較。
- ③仕上げ材の有無：CLT 造と内部仕上げ材を考慮した RC 造の躯体金額の比較。

躯体工事費(構造躯体まで) (税抜・千円)		実証事業の建築物 (C)	CLT使用部位をRC 造に変更した場合 (D)	経費増減額 (C)-(D)	経費増減の特記
基礎工事	土工事	8,400	8,800	△ 400	
	杭工事	12,700	99,000	△ 86,300	
	型枠工事	16,100	16,900	△ 800	
	鉄筋工事	13,100	17,000	△ 3,900	
	コンクリート工事	10,300	13,400	△ 3,100	
基礎工事計(E)		60,600	155,100	△ 94,500	

- ① 構造部材の重量：CLT 造は RC 造を採用した場合よりも軽量なため、基礎や地中梁を比較的小さくすることが可能である。
また、重量の関係から RC 造を採用した場合の杭工事費よりも安価なものになる。

1か月	2か月	3か月	4か月	5か月	6か月	7か月	8か月	9か月	10か月
CLT壁の場合									
準備工	柱状 改良	土工事	基礎配筋・型枠・コンクリート	立上り	足場	木工事	屋根・外装工事 造作工事	仕上げ工事	
RC造へ変更した場合									
準備工	鋼管 杭工事	土工事	基礎配筋・型枠・コンクリート	足場	壁コンクリート	木工事	屋根・外装工事 造作工事	仕上げ工事	

- ② 構造部材の工期：RC 造とした場合、上部躯体の RC 壁を施工後に木工事となり、上物の躯体工期が増加する。また、RC 造とした場合、重量増加に伴い鋼管杭が採用されるため、杭製作日数に加え、杭施工日数が増加する。
以上の2点から、実質的に工期が1ヶ月程度伸びる結果となっている。
従って、CLT 造は RC 造に比べ工期短縮が見込めると言えます。この結果 RC 造と比べると上部躯体工事において工期の短縮が可能である。
- ③ 仕上げ材の有無：CLT 造と内部仕上げ材を考慮した RC 造の躯体金額の比較。CLT パネルが内装仕上げを兼用しているため、躯体以外の工事費は CLT 造が安くなると考えられる。また、仕上げ工事の工期短縮が可能であることからコスト軽減を期待することができる。

07.構造解析モデルおよび計算方法

■CLTパネル工法の保有水平耐力計算方法

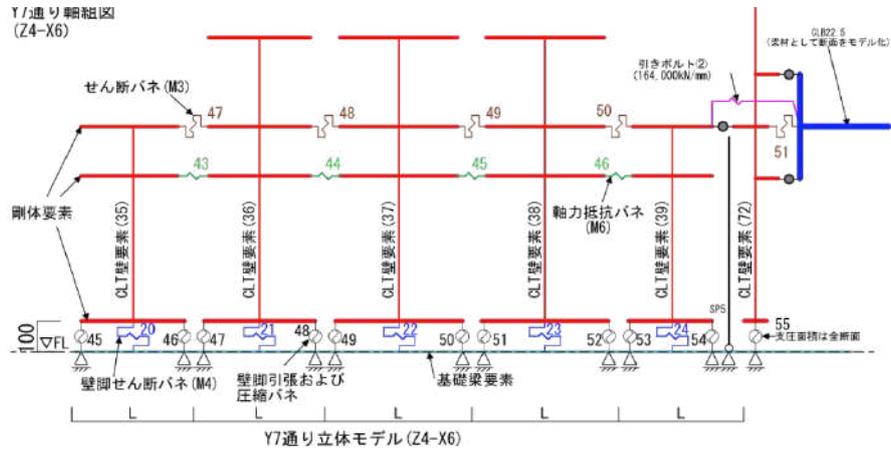
本建物が採用した耐震計算ルート3では保有水平耐力計算が必要となる。通常、保有水平耐力計算は、増分解析を行い、部材あるいは接合部が降伏したのち終局状態に達した崩壊メカニズム時を保有水平耐力として、必要保有水平耐力を上回る事を確認する。比較的整形な建物であれば、柱脚や垂壁端部にヒンジができる崩壊メカニズムを形成しやすいが、本建物の場合、2連層パネルの壁や垂壁配置レベルが一定でないなど架構形態が複雑であること、またCLT壁量が十分ある強度型の建物であることから、接合部の復元力特性を考慮したバネを設けて増分解析し崩壊メカニズムを求める手法は適さないと考えた。

従って、保有水平耐力計算は必要保有水平耐力を外力とした時に、架構は弾性状態と想定して設計する方針とした。CLTパネル工法でルート3とする場合、構造特性係数は0.75となり、必要保有水平耐力は一般の建物の倍程度となるが、本建物のCLT壁は断面も大きく、十分な壁量があるため、CLT部材に生ずる応力は短期許容応力度以内となる。一方、構造用合板を使用した床や屋根の水平構面やCLT接合部に生じる応力は短期許容応力以下では収まらないため、それぞれの試験値の最大耐力以下であることを確認した。

■構造解析モデル

構造解析モデルはCLTをエレメント置換し、柱脚・接合金物に位置する箇所に線形バネを設けたモデルによって行った。軸力が生ずる部分において、引張側は金物の引張剛性、圧縮側はCLTの圧縮剛性となるバネを配置した。構造解析を行うにあたり、壁のモデル化は板要素モデル、エレメント置換モデル、ブレース置換モデルを用いることが考えられる。ブレース置換モデルは中間高さに節点がある場合、ブレースを細かく配置する必要がある、煩雑なモデルとなる。本建物のように節点が一定ではない場合、エレメント置換モデルが適していると考えられる。エレメント置換モデルが板要素モデルと同じ性状を示すことを比較確認し、壁エレメント置換を採用した。水平構面はブレース置換によりモデル化をしている。

このような複雑な形態の建物は、部材・接合部の量が非常に多く、単純なモデルとなりづらい。さらに、それぞれに塑性化を考慮した復元力特性を与えて、増分解析を行うことはモデルデータ容量が膨大となり、解析自体が現実的ではなくなる。部材・接合部を線形バネとし、弾性状態の解析とすることで負荷を減らすことができるため、今回のケースにおいては有効であるといえる。



- ・ CLT壁要素: 各CLT壁と等断面の150(壁厚) × L(各壁の水平長さ)の断面を解析モデル上で設定
- ・ 剛体要素: CLT壁要素に応力を伝達させる梁要素, CLT壁要素より剛な材とするため一律 $E=100,000$ [N/mm²], 断面(A)= $150 \times 1,000$ [mm²]とする
- ・ ϕ 壁脚引張および圧縮パネ: 引張専用パネ (M1金物の剛性) およびCLT壁の有効支圧面積 ($150 \times L/4$) からなる圧縮専用パネ (支圧剛性 (15.6 N/mm²) × 有効支圧面積)
- ・ --- CLT壁内せん断パネ: CLT壁同士を接合するせん断パネ (M3 or M5金物の剛性)
- ・ --- 壁脚せん断パネ: CLT壁と基礎梁を接合するせん断パネ (M4金物の剛性)
- ・ --- CLT壁内軸力抵抗パネ: CLT壁同士を接合する軸力抵抗パネ (M6金物の剛性)
- ・ \bullet CLT壁内圧縮パネ: 地震時に圧縮応力を伝達させる圧縮専用パネ

図: 解析モデル(鉛直構面)

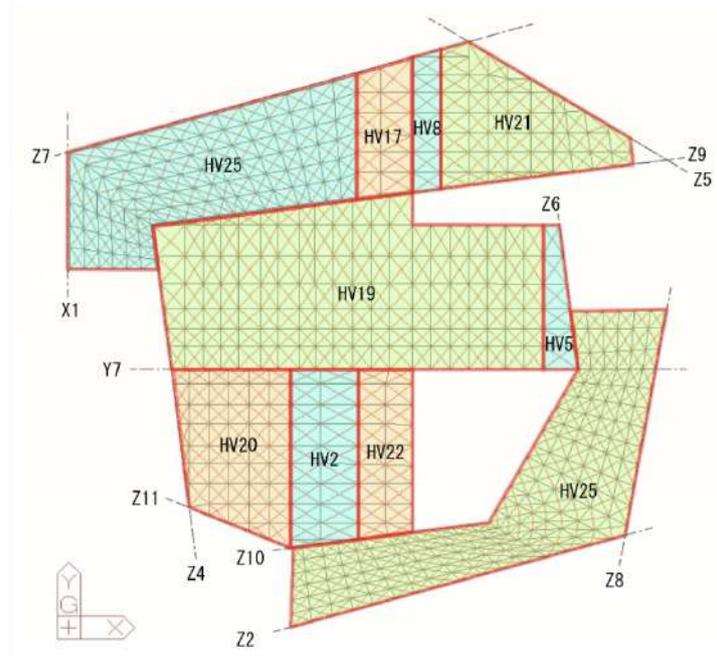


図: 解析モデル(水平構面)

2. 7 学校法人尾崎学園 つくし幼稚園／ライフデザイン・カバヤ(株)

2. 7. 1 建築物の仕様一覧

事業名		平塚つくし幼稚園増築project		
実施者(担当者)		学校法人尾崎学園 つくし幼稚園(ライフデザイン・カバヤ株式会社)		
建築物の概要	用途	幼稚園		
	建設地	神奈川県平塚市		
	構造・工法	CLTパネル工法		
	階数	1		
	高さ(m)	5.34		
	軒高(m)	4.85		
	敷地面積(m ²)	3933.98		
	建築面積(m ²)	159.49		
	延べ面積(m ²)	165.44		
	階別面積	1階	165.44	
	2階	-		
	3階	-		
CLTの仕様	CLT採用部位	壁、屋根、階段		
	CLT使用量(m ³)	加工前製品量31.46m ³ 、建築物使用量28.42m ³		
	壁パネル	寸法	120mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ	
		強度区分	S60A	
	階段段板	寸法	120mm厚	
		ラミナ構成	3層4プライ	
		強度区分	Mx60A	
	屋根パネル	寸法	150mm厚、90mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ、3層3プライ	
強度区分		S60A		
	樹種	スギ		
木材	主な使用部位(CLT以外の構造材)	柱：欧州アカマツ 梁：欧州アカマツ集成材		
	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	9.86m ³		
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.4)立て付け葺き	
		外壁	モルタル(厚17)+硬質木片セメント板(厚18)下地	
	主な内部仕上	開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス(Low-E、断熱ガス、日射遮蔽型、中空層幅10mm)	
		界壁	(PB12.5×2+木軸(GW24K50mm))+PB12.5×2 両面+CLT	
		間仕切り壁	片面CLT現し(片面PB12.5mm+9.5mm)	
床	杉FL15+耐水合板12+モルタル金鍍52.5+防水シート+GW64k(50)+PB12.5×2			
天井	CLT+PB12.5×2+木天井下地+PB9.5			
構造	構造計算ルート	ルート2		
	接合方法	せん断金物+引張金物 ドリフトピン接合		
	最大スパン	7.28m		
	問題点・課題とその解決策	大スパンでフラットなCLT表し天井の実現のために、逆T字型CLTスラブを採用したが、現場搬入までに非常に労力を費やした。逆T字型梁とCLTスラブの接合加工をもっと簡素化する必要がある。また、CLT天井現しの場合、断熱施工、電気配線や設備配管等設備工事について十分配慮した設計が必要。野地板設置後は暗渠となりメンテナンスも不可。		
防耐火	防火上の地域区分	法22条地域		
	耐火建築物等の要件	無		
	本建築物の防耐火仕様	45分準耐火構造		
	問題点・課題とその解決策	逆T字型CLTスラブを表し天井にするため、もえしろ設計の必要があり、梁、スラブともに断面が大きくなった。被覆することは簡単だがもえしろ設計によって木の風合いを活かす設計ができた。		
温熱	建築物省エネ法の該当有無	該当なし		
	温熱環境確保に関する課題と解決策	逆T字型CLTスラブの上面で小屋組み工事の前に電気配線工事、設備工事、断熱施工する必要がある、天候をみて同時並行で施工した。		
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	Kグラスウール 高性能16K ・ 90+90mm	
		外壁	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 ・ 30mm	
		床	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 1種 ・ 50mm	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策	単独の増築棟のため特になし		
	建て方における課題と解決策	CLT耐力壁及びCLTスラブを表し仕上げとしたが、殆どすべてのCLTにラミナ乾燥時のリンギの跡が残っている。製造メーカーとも協議するも最適な解決策は無。表し仕上げでも若干塗装する方法程度。		
	給排水・電気配線設置上の工夫	CLTの場合は設計段階で給排水、電気配線工事の配慮が必要。先行穴あけなどでクリアした。		
	劣化対策	内装の構造部材表し仕上げは劣化対策の一つ。外装仕上げがある場合は通気層を設け、防蟻防蟻処理を施す。		
工程	設計期間	2023年4月～9月(6カ月)		
	施工期間	2023年10月～2024年2月(5ヵ月)		
		CLT躯体施工期間	2023年12月11日～12月16日(6日間)	
	竣工(予定)年月日	2024/2/末		
体制	発注者	学校法人尾崎学園 つくし幼稚園		
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)	基本設計：株式会社エー・ディーアンドシー1級建築士事務所 実施設計：株式会社ジャクエツ1級建築士事務所		
	構造設計者	日本CLT技術研究所 1級建築士事務所		
	施工者	株式会社エー・ディーアンドシー(木工事) 株式会社 谷沢工務店		
	CLT供給者	銘建工業株式会社		
	ラミナ供給者	銘建工業株式会社		

2. 7. 2 実証事業の概要

実証事業名：平塚つくし幼稚園増築 project

建築主等／協議会運営者：学校法人尾崎学園 つくし幼稚園／ライフデザイン・カバヤ（株）

1. 実証した建築物の概要

用途	幼稚園		
建設地	神奈川県平塚市		
構造・工法	CLT パネル工法		
階数	1		
高さ (m)	5.34	軒高 (m)	4.85
敷地面積 (m ²)	3933.98	建築面積 (m ²)	159.49
階別面積	1階	165.44	延べ面積 (m ²) 165.44
	2階	—	
	3階	—	
CLT 採用部位	壁、階段、屋根		
CLT 使用量 (m ³)	加工前製品量 31.46 m ³ 、加工後建築物使用量 28.42 m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)	9.86 m ³		
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/S60A/スギ	
	階段	120 mm厚/3 層 4 プライ/Mx60A/スギ	
	屋根	150mm 厚/5 層 5 プライ、90 mm厚 3 層 3 プライ/S60A/スギ	
設計期間	2023 年 4 月～9 月 (6 カ月)		
施工期間	2023 年 10 月～2024 年 2 月 (5 ヶ月)		
CLT 躯体施工期間	2023 年 12 月 11 日～12 月 16 日 (6 日)		
竣工年月日	2024 年 2 月 29 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

目的：認定こども園に給食の提供が義務化され、子育て支援強化の中、幼児施設の中には給食施設を増築する機会が増えると考えられ、職員や子供に優しい CLT 建築でのコンパクトな増築モデルは汎用性が高く普及拡大に貢献すると思われる。天井高の高い平屋建て建築が容易にできるのも CLT 建築の特徴であり、特に当案件にある外郭構造を大きく広い空間構成とし、子供用トイレや収納など細かな構成部位は将来的にも可変性のある別構造とする考え方はその汎用性をさらに高くする実証事例となる。

課題：・梁の無い CLT 現し仕上げの天井を構成するための逆 T 字型スラブの設計及び施工
・ CLT 建築となる外郭構造と余剰空間を構成する在来軸組工法の取合設計と施工
・ S 造 2 階建ての既存建物と平屋増築部の CLT 建築との居住性の比較検証

・S造で増築した場合のコスト比較及び工期の比較

3. 協議会構成員

- (設計) ㈱ジャクエツ：青柳大祐 ㈱aD&C：森田宗弘
(構造設計) ライフデザイン・カバヤ㈱：竹内幸生
(施工) ㈱ジャクエツ：田中信一 ㈱谷沢工務店：中村浩
(材料) 銘建工業：西本将晴
(構造金物) BX カネシン㈱：中村益久
(積算) ライフデザイン・カバヤ㈱：小宮秀則
(検証) ㈱a D & C：宇野俊彦、ライフデザイン・カバヤ㈱：藤本和典(協議会運営者)

4. 課題解決の方法と実施工程

- ①逆T型スラブの梁とCLTの接合方法の検討、及び燃えしろ設計
- ②逆T型スラブとCLT耐力壁との接合方法の検討
- ③別構造とする余剰空間の構造設計と外郭構造との取合い設計
- ④職員を対象とするアンケート等の実施。

<協議会の開催>

令和5年9月4日：第1回開催、CLT納期確認及びスケジュール策定、構造検討事項の確認

令和5年9月25日：第2回開催、建築確認等の進捗確認、CLT納期確認

令和5年10月30日：第3回開催、部材納品の進捗確認、今後のスケジュール調整

令和5年12月22日：第4回開催、スケジュール及び進捗確認、建て方確認事項の整理

※現場/webのハイブリッド方式

令和6年1月9日：第5回開催、建て方等検証、実証事業の取りまとめ

※現場/webのハイブリッド方式の開催

<設計>

令和5年7月：実施設計

令和5年7月：構造設計

令和5年8月：建築確認申請

令和5年9月22日：建築確認済証交付

<施工>

令和5年9月：工事契約

令和5年10月：着工、基礎工事

令和5年12月：木工事

令和6年1月：外装工事、開口部工事

令和6年2月：内装工事

5. 得られた実証データ等の詳細

- ・逆 T 字型スラブの加工の最適クリアランスは 2 mm
- ・軒高 5m 程度の平屋建ては CLT 工法で容易に設計可能で多様に空間利用ができる
- ・建て方 6 日間の速さは RC 造のみならず S 造と比較しても圧倒的な強みになる

※既存 S 造との居住性比較については事業期間後に実証予定

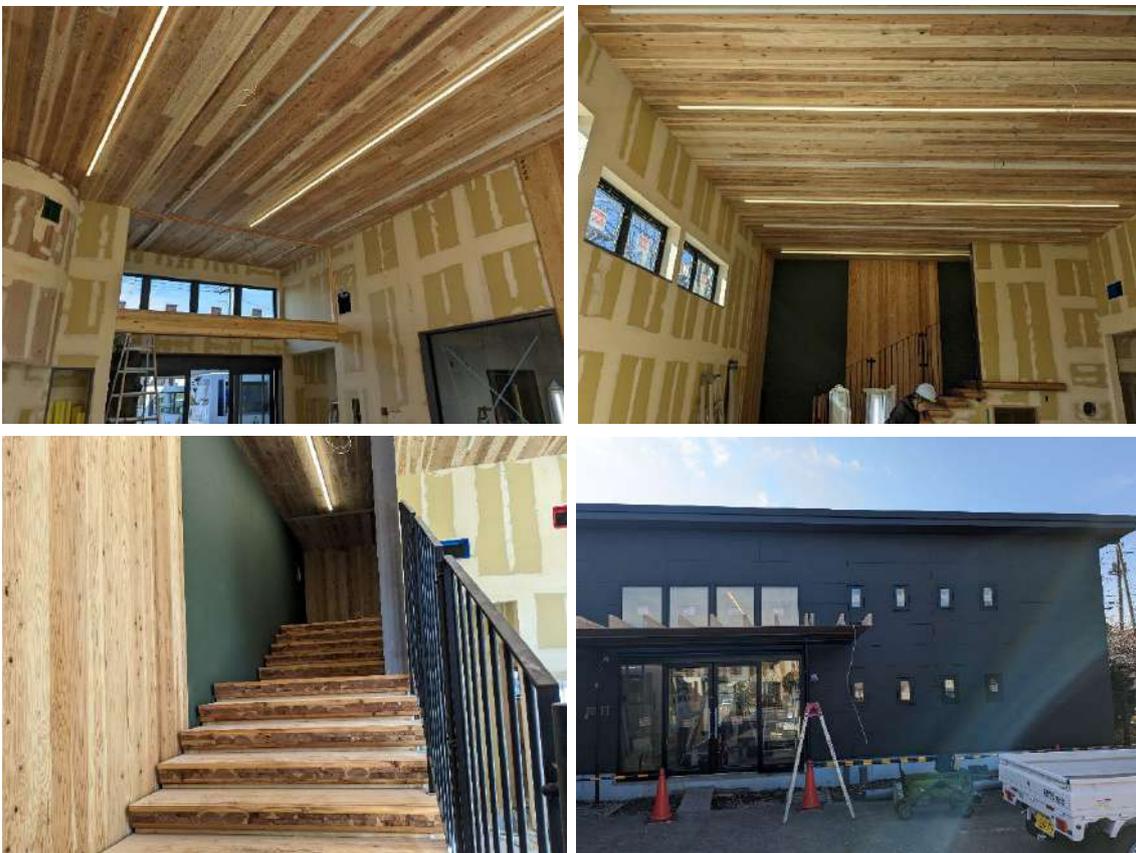
6. 本実証により得られた成果

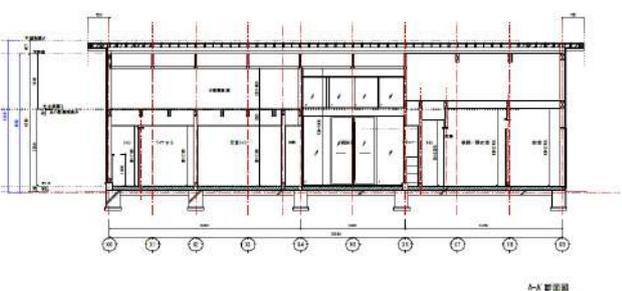
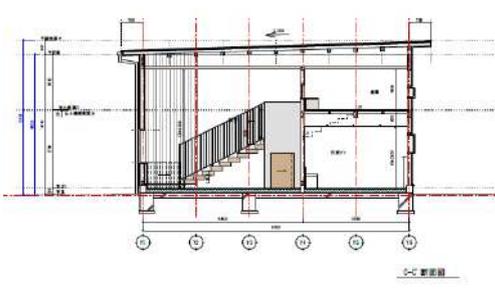
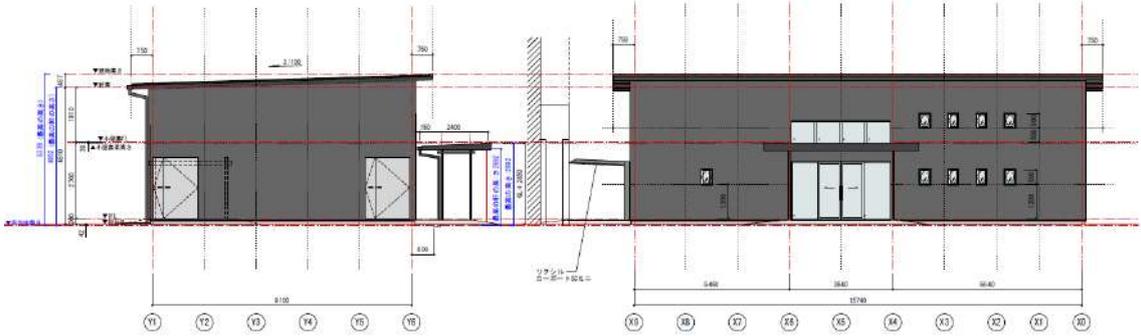
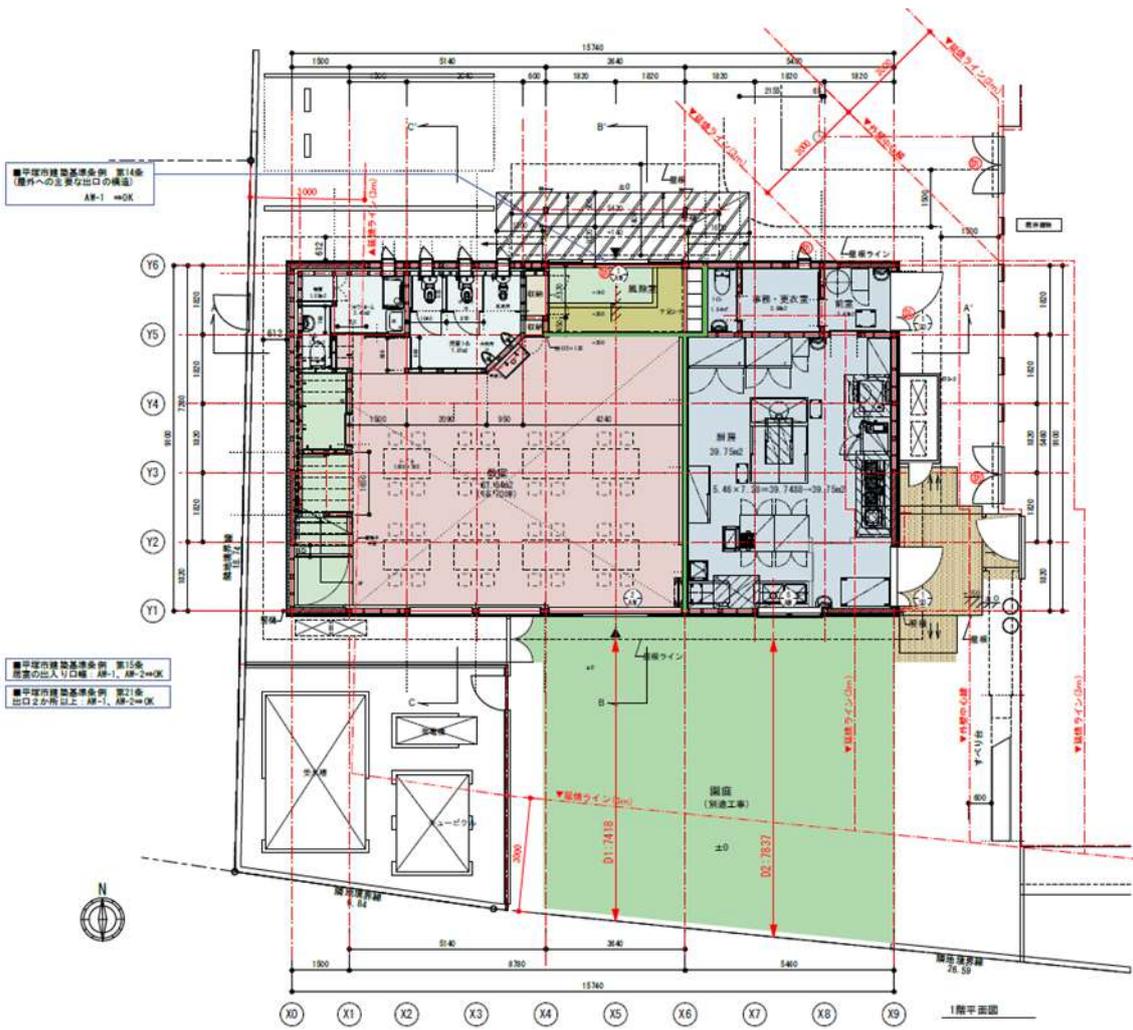
本事業の大きな狙いは認定こども園移行に伴う幼児施設の給食用増築棟に CLT 工法+逆 T 字型スラブの採用で他工法と比較した優位性を実証することで、木質感あふれる空間、4.1m の高い天井高、10m×7.28m の無柱空間、構造を分離した余剰空間、建て方工期 6 日の短工期が実現できた。

幼児施設のみならず小規模大空間を必要とする建築用途や大規模施設の部分増築棟などに対し、当事業は極めて汎用性の高いモデルの実証である。

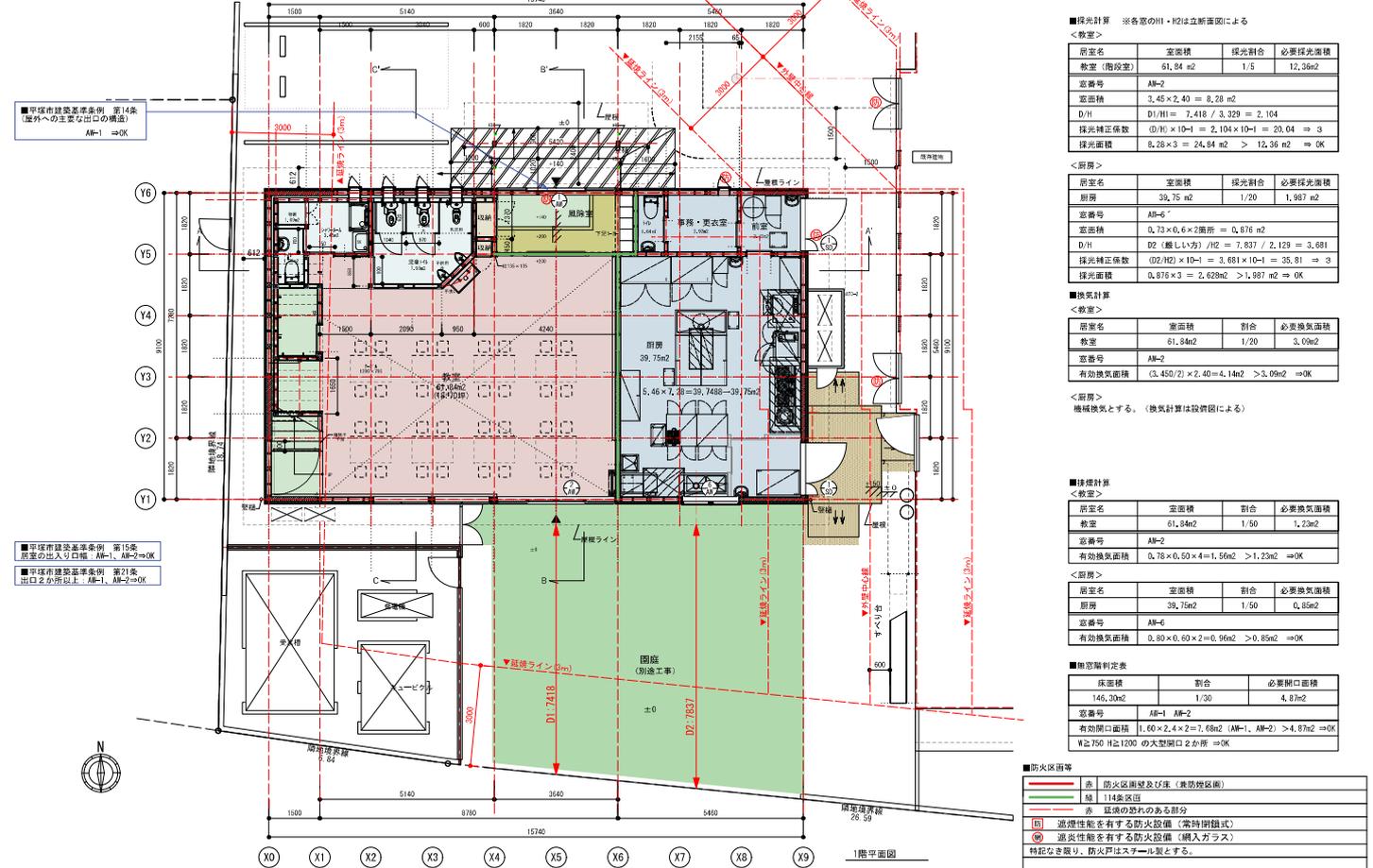
この度採用した逆 T 字型スラブは構造構法的実用性が実証できた一方で、外装仕上げ、設備工事などでの設計上の課題が明確になり、今後の建築計画に生かすことができるようになった。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等





2. 7. 3 成果物



■採光計算 ※各窓のH・Lは2倍断面による

<教室>

居室名	室面積	採光割合	必要採光面積
教室 (階段室)	61.84 m ²	1/5	12.36m ²
窓番号	AM-2		
窓面積	3.45×2.40 = 8.28 m ²		
D/H	D1/H1 = 7.418 / 3.329 = 2.164		
採光補正係数	(D/H) × 10-1 = 2.104 × 10-1 = 20.04 ⇒ 3		
採光面積	8.28 × 3 = 24.84 m ² > 12.36 m ² ⇒ OK		

<厨房>

居室名	室面積	採光割合	必要採光面積
厨房	39.75 m ²	1/20	1.987 m ²
窓番号	AM-6		
窓面積	0.73×0.6×2箇所 = 0.876 m ²		
D/H	D2 (縦しき方) / H2 = 7.837 / 2.129 = 3.681		
採光補正係数	(D2/H2) × 10-1 = 3.681 × 10-1 = 35.81 ⇒ 3		
採光面積	0.876 × 3 = 2.628m ² > 1.987 m ² ⇒ OK		

■換気計算

<教室>

居室名	室面積	割合	必要換気面積
教室	61.84m ²	1/20	3.09m ²
窓番号	AM-2		
有効換気面積	(3.45/2) × 2.40 = 4.14m ² > 3.09m ² ⇒ OK		

<厨房>

換気換気とする。(換気計算は設計図による)

■緑化計算

<教室>

居室名	室面積	割合	必要換気面積
教室	61.84m ²	1/50	1.23m ²
窓番号	AM-2		
有効換気面積	0.78×0.53×4 = 1.56m ² > 1.23m ² ⇒ OK		

<厨房>

居室名	室面積	割合	必要換気面積
厨房	39.75m ²	1/50	0.85m ²
窓番号	AM-6		
有効換気面積	0.80×0.63×2 = 0.96m ² > 0.85m ² ⇒ OK		

■断熱判定表

床面積	割合	必要開口面積
146.30m ²	1/30	4.87m ²
窓番号	AM-1 AM-2	
有効開口面積	1.60×2.4×2 = 7.68m ² (AM-1, AM-2) > 4.87m ² ⇒ OK	
W≧750 H≧1200 の大型開口2か所 ⇒ OK		

■防火区画等

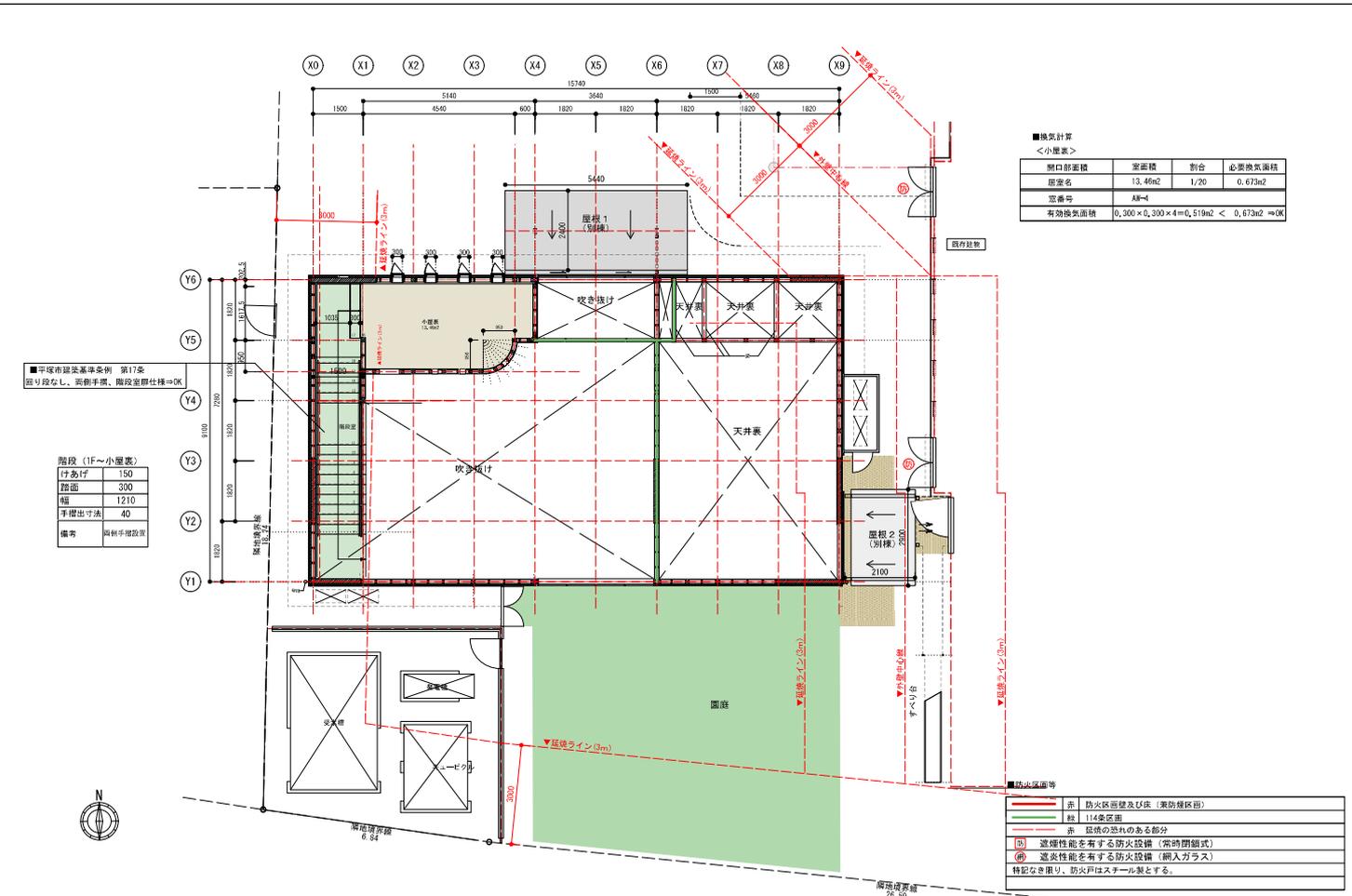
- 赤 防火区画壁及び床 (兼防煙区画)
- 緑 114条区画
- 赤 柱間の遮りのある部分
- (B) 遮煙性能を有する防火設備 (常時閉鎖式)
- (H) 遮炎性能を有する防火設備 (網入ガラス)

特記なき限り、防火戸はスチール製とする。

JAKUETS 株式会社 ジャクエツ 〒108-0074 東京都港区赤坂4-22-4 TEL: (03) 5780-1100 FAX: (03) 5780-1101

株式会社 エー・ディー・アンド・シー 一級建築士事務所 〒115-0061 東京都豊田区北山10-4 TEL: (03) 5315-3519 FAX: (03) 5315-4235

株式会社 ジャクエツ 1階平面図 DATE: 2023.12.04 SCALE: 1/100 A-9



■換気計算 <小居室>

開口部面積	室面積	割合	必要換気面積
13.46m ²	13.46m ²	1/20	0.673m ²
窓番号	AM-1		
有効換気面積	0.300×0.300×4 = 0.51m ² < 0.673m ² ⇒ OK		

■防火区画等

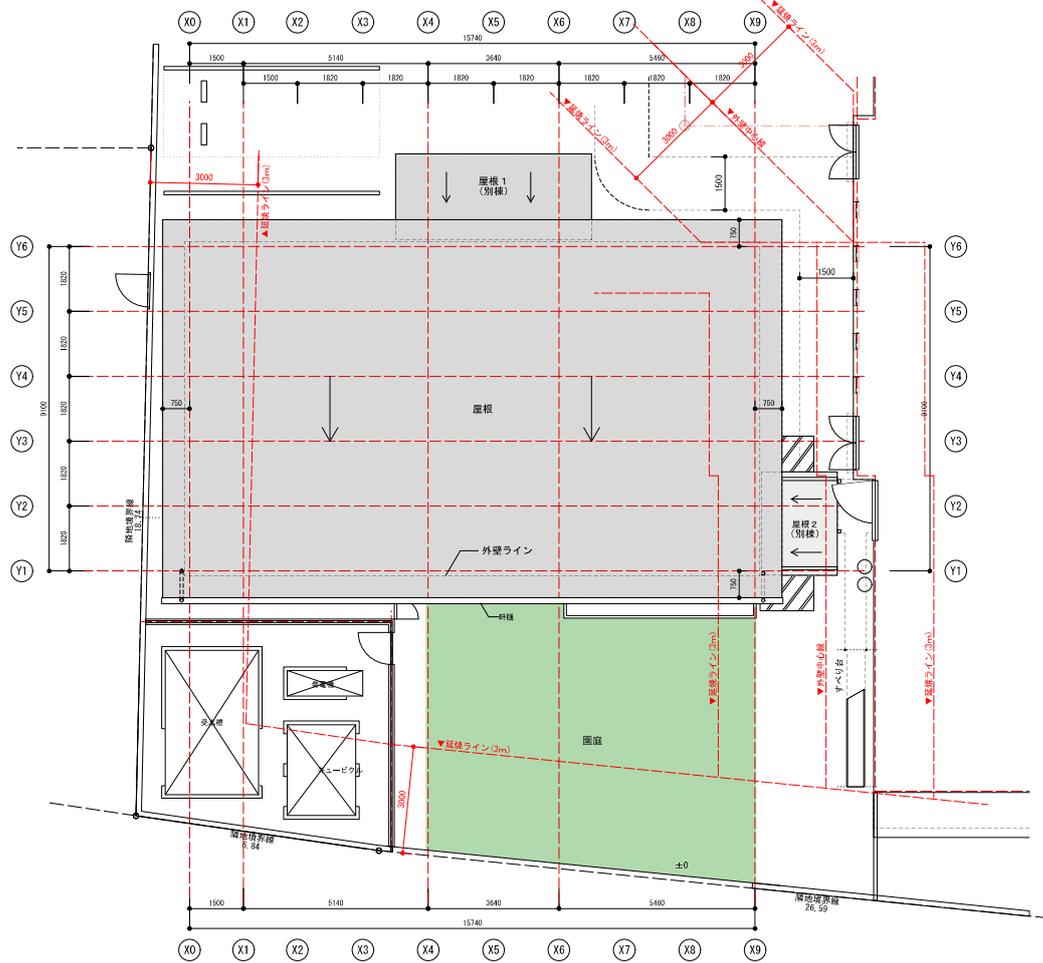
- 赤 防火区画壁及び床 (兼防煙区画)
- 緑 114条区画
- 赤 柱間の遮りのある部分
- (B) 遮煙性能を有する防火設備 (常時閉鎖式)
- (H) 遮炎性能を有する防火設備 (網入ガラス)

特記なき限り、防火戸はスチール製とする。

JAKUETS 株式会社 ジャクエツ 〒108-0074 東京都港区赤坂4-22-4 TEL: (03) 5780-1100 FAX: (03) 5780-1101

株式会社 エー・ディー・アンド・シー 一級建築士事務所 〒115-0061 東京都豊田区北山10-4 TEL: (03) 5315-3519 FAX: (03) 5315-4235

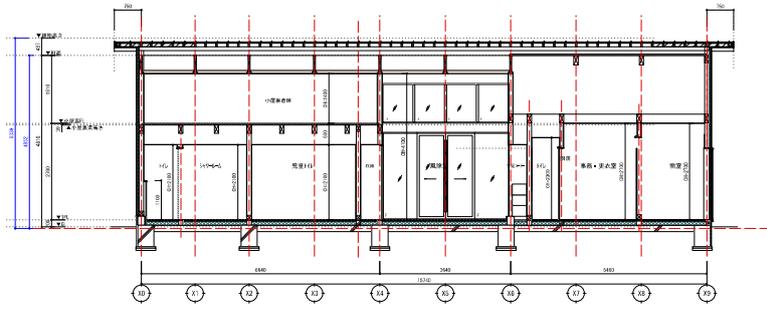
株式会社 ジャクエツ 小居室平面図 DATE: 2023.12.04 SCALE: 1/100 A-10



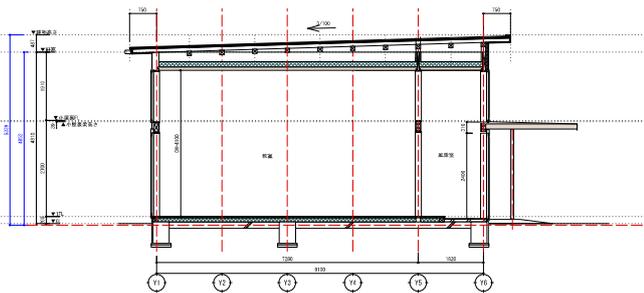
JAKUETS	株式会社 ジャクエツ 〒110-0014 東京都港区高輪4-27-4 TEL (03) 5789-1100 FAX (03) 5789-1101 一級建築士事務所 東京都庁 第 4419号 二級建築士 東京都庁 第 31377号	design and construction alandco,inc.	株式会社 エー・ディー・アンド・シー 一級建築士事務所 〒115-0061 東京都目黒区北山1-4-4 TEL (03) 5315-3119 FAX (03) 5315-4236 一級建築士事務所 東京都庁 第 4411号 二級建築士 東京都庁 第 31378号	ROOM	TITLE	DATE	NO.
					つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	2023.12.04	A-11
				TYPE OF DRAWING	SCALE		
				座席伏図	1/100		



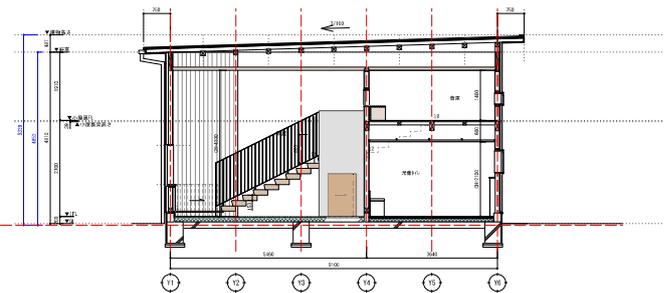
JAKUETS	株式会社 ジャクエツ 〒110-0014 東京都港区高輪4-27-4 TEL (03) 5789-1100 FAX (03) 5789-1101 一級建築士事務所 東京都庁 第 4419号 二級建築士 東京都庁 第 31377号	design and construction alandco,inc.	株式会社 エー・ディー・アンド・シー 一級建築士事務所 〒115-0061 東京都目黒区北山1-4-4 TEL (03) 5315-3119 FAX (03) 5315-4236 一級建築士事務所 東京都庁 第 4411号 二級建築士 東京都庁 第 31378号	ROOM	TITLE	DATE	NO.
					つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	2023.11.30	A-14
				TYPE OF DRAWING	SCALE		
				立面図	1/100		



A-A' 断面図

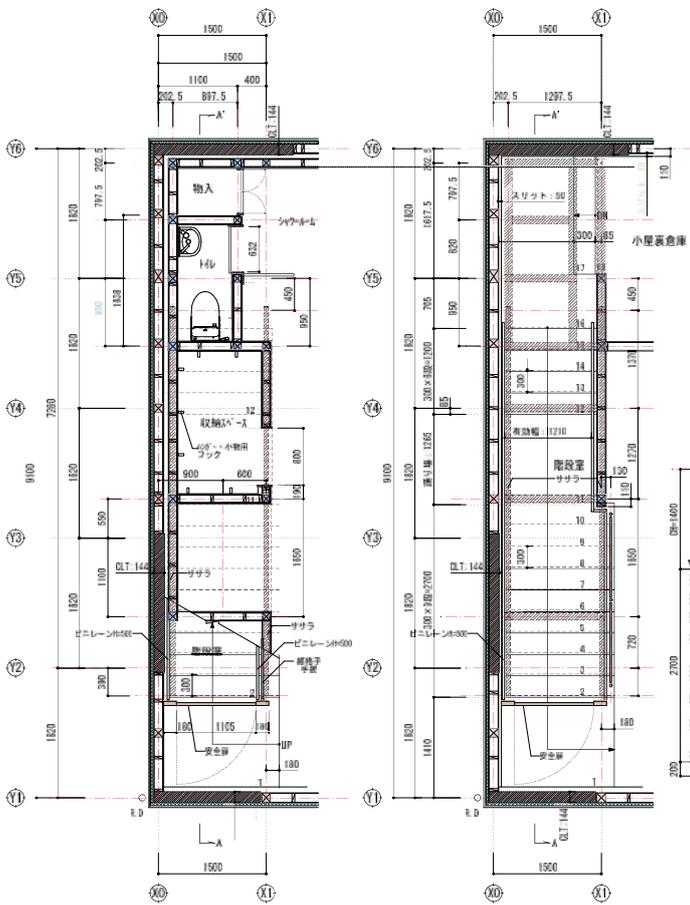


B-B' 断面図

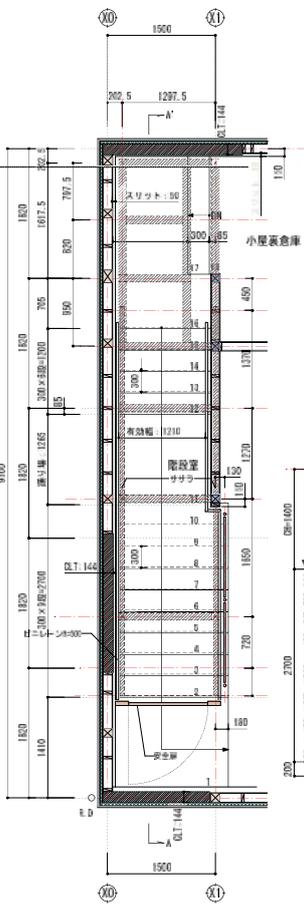


C-C' 断面図

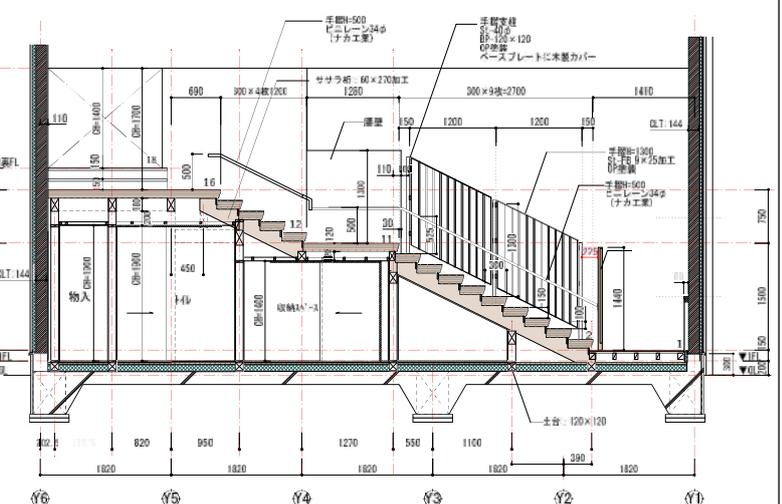
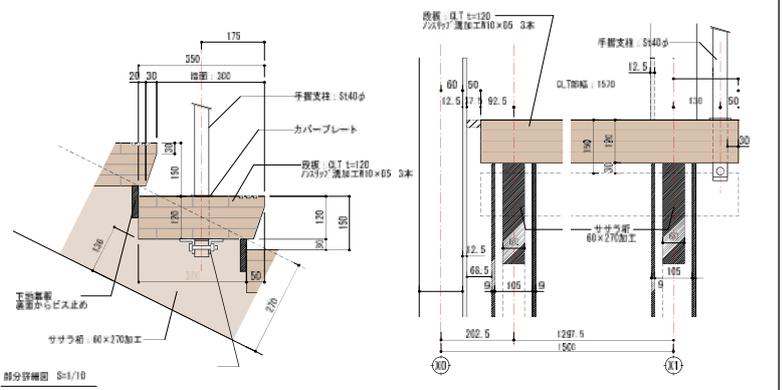
JAKUETS 株式会社 ジャクエツ 〒110-0014 東京都千代田区千代田4-2-4 TEL:03(5789)1100 FAX:03(5789)1101 一般建築士事務所 東京都知事 第 48815号 一般建築士 梶野 大祐 第 32515号	design and construction a land co.,inc. 〒110-0014 東京都千代田区千代田4-2-4 TEL:03(5789)1100 FAX:03(5789)1101 一般建築士事務所 東京都知事 第 48118号 一般建築士 梶野 大祐 第 32515号	株式会社エー・ディー・アンド・シー 一般建築士事務所 〒110-0001 東京都千代田区北千代田1-4 TEL:03(5315)2019 FAX:03(5315)2316	図面 No. 断面図 1	図名 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	日付 2023.06.10	頁数 A-15
			図面 No. 断面図 1	図名 断面図 1	日付 1/100	図名 A-15



1階平面図 S=1/50

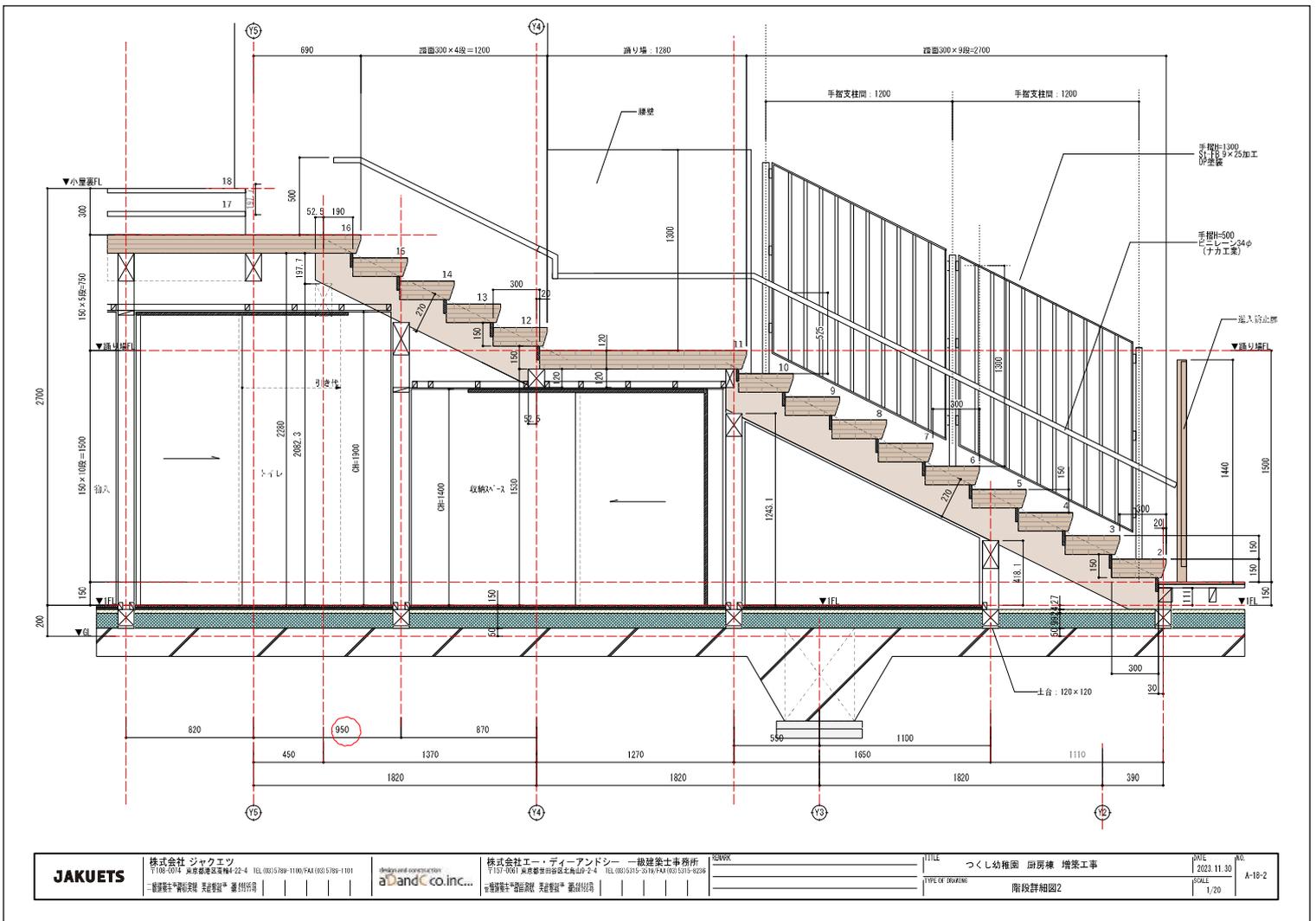


小屋裏平面図 S=1/50



A-A' 断面図 S=1/50

JAKUETS 株式会社 ジャクエツ 〒110-0014 東京都千代田区千代田4-2-4 TEL:03(5789)1100 FAX:03(5789)1101 一般建築士事務所 東京都知事 第 48815号 一般建築士 梶野 大祐 第 32515号	design and construction a land co.,inc. 〒110-0014 東京都千代田区千代田4-2-4 TEL:03(5789)1100 FAX:03(5789)1101 一般建築士事務所 東京都知事 第 48118号 一般建築士 梶野 大祐 第 32515号	株式会社エー・ディー・アンド・シー 一般建築士事務所 〒110-0001 東京都千代田区北千代田1-4 TEL:03(5315)2019 FAX:03(5315)2316	図面 No. 階段詳細図	図名 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	日付 2023.11.30	頁数 A-18
			図面 No. 階段詳細図	図名 階段詳細図	日付 1/50, 1/10	図名 A-18



CLT逆T字型スラブ施工報告

平塚つくし幼稚園増築project

令和5年12月11日～13日

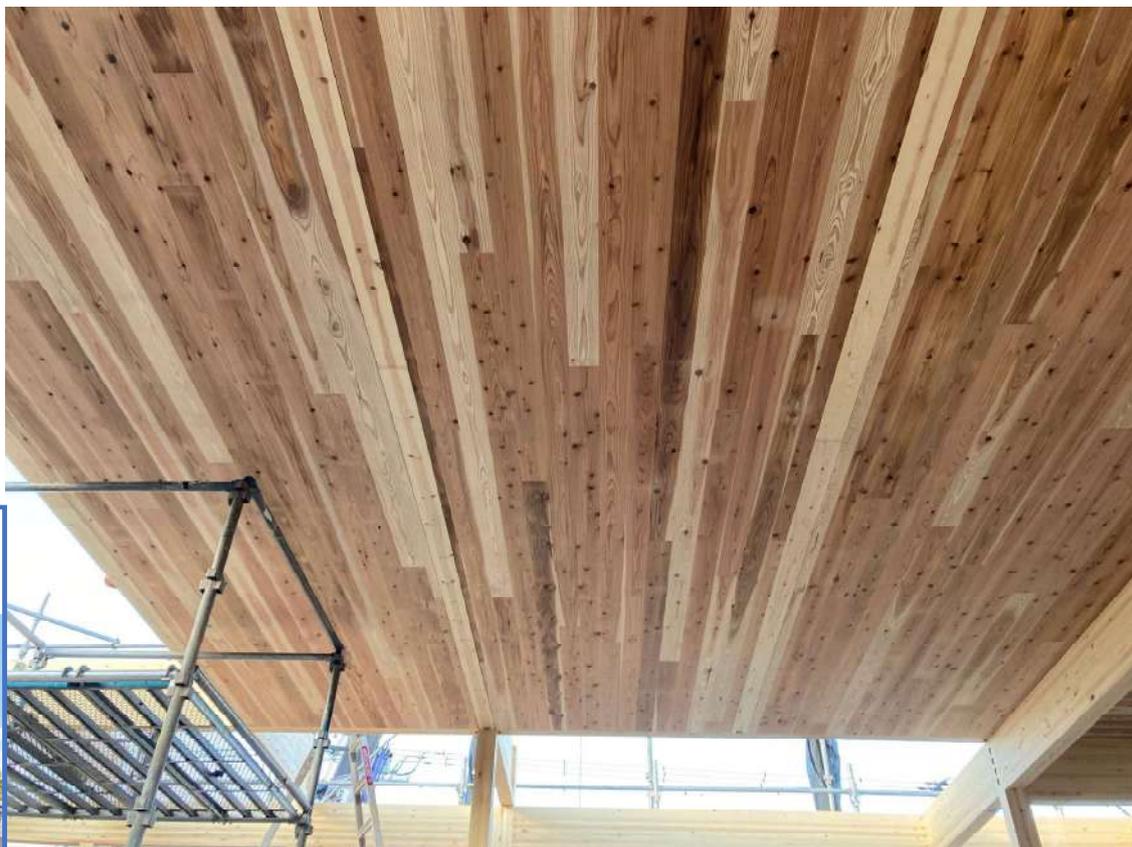
ライフデザイン・カバヤ

■ 目的

- ① CLT表し天井の梁無大空間(右図)を創る
- ② 過去事例を踏まえ施工性を改善する

■ 実施事項

- ① 逆T字型スラブの採用
- ② 施工性の改善

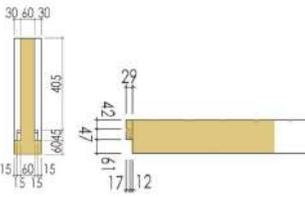


【過去事例】
ライフデザイン・カバヤ
津山支店 屋根に採用

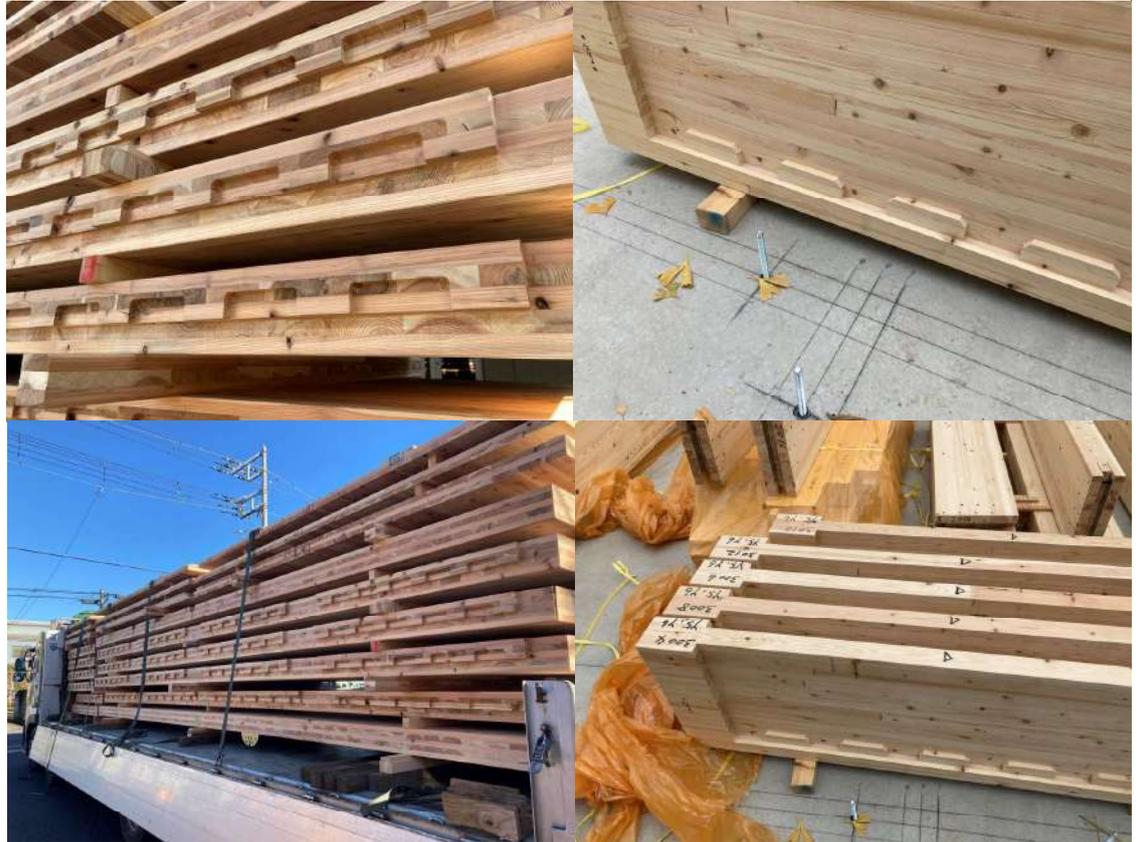


■ 構法の概要

- 床スラブを受けることができるように集成梁をG逆T字型に加工
- 集成梁の逆T字部分にかかるようにスラブを加工
- 梁/スラブのせん断耐力の補完のため勘合するようコッター加工



集成梁とCLTスラブの加工断面



1. 逆T字型集成梁の設置



2. CLTスラブの設置



3. CLTスラブと集成梁の固定

- 特殊加工梁の転び止め兼束受けの小梁を設置
- CLTスラブは外周を@150で長ビス固定



■ 施工検証結果

- ① 施工性を重点的に検討し加工図を作成できたので施工性はよかった
- ② 野地施工すると暗渠になり、雨仕舞までに電気工事、断熱工事をする必要があり工程的に大変だった

■ 今後の課題

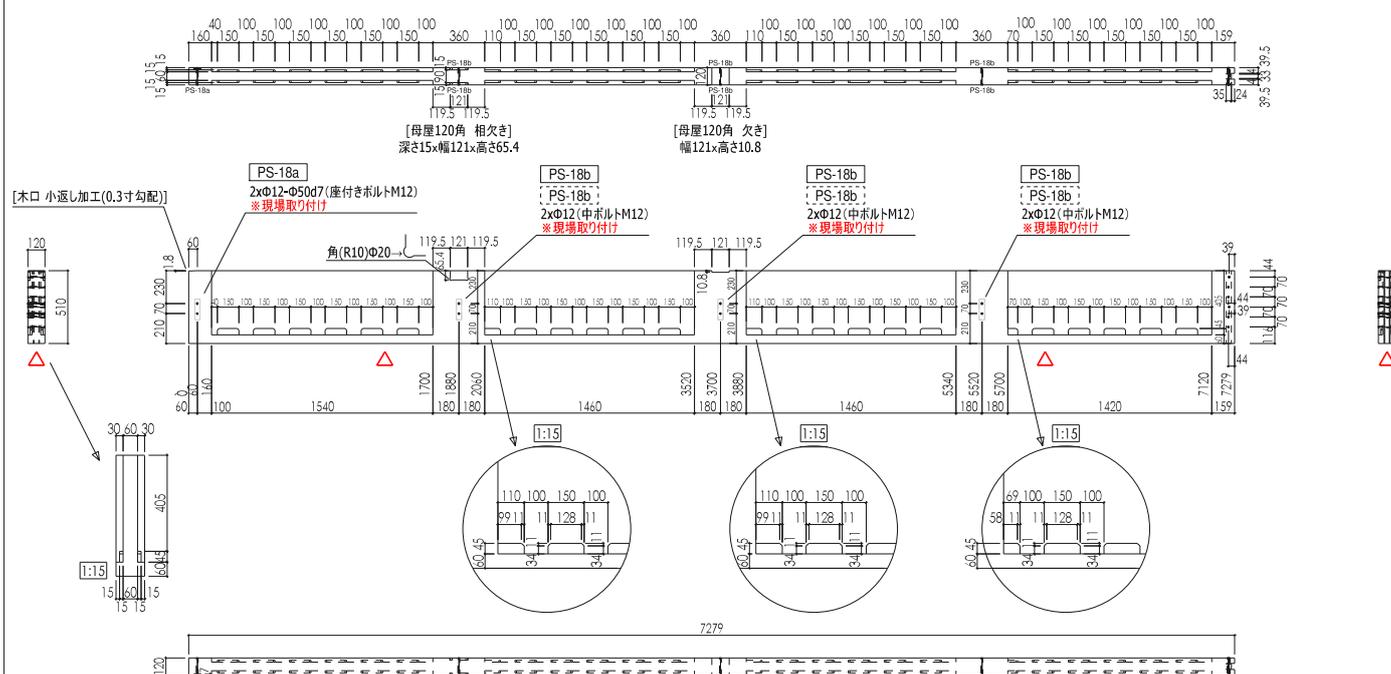
- ① コッター加工(接合部)が複雑すぎて加工の生産性が悪い
⇒**接合部の簡素化**
- ② 屋根施工後は野地とCLTスラブ間が暗渠になってしまいメンテナンスができない
⇒**電気、断熱の後施工**



B51	1	510mm	x120mm	x 7279mm	相番 3003
小屋 梁	X1	-	Y1,Y5		

工区: なし

化粧面: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す)



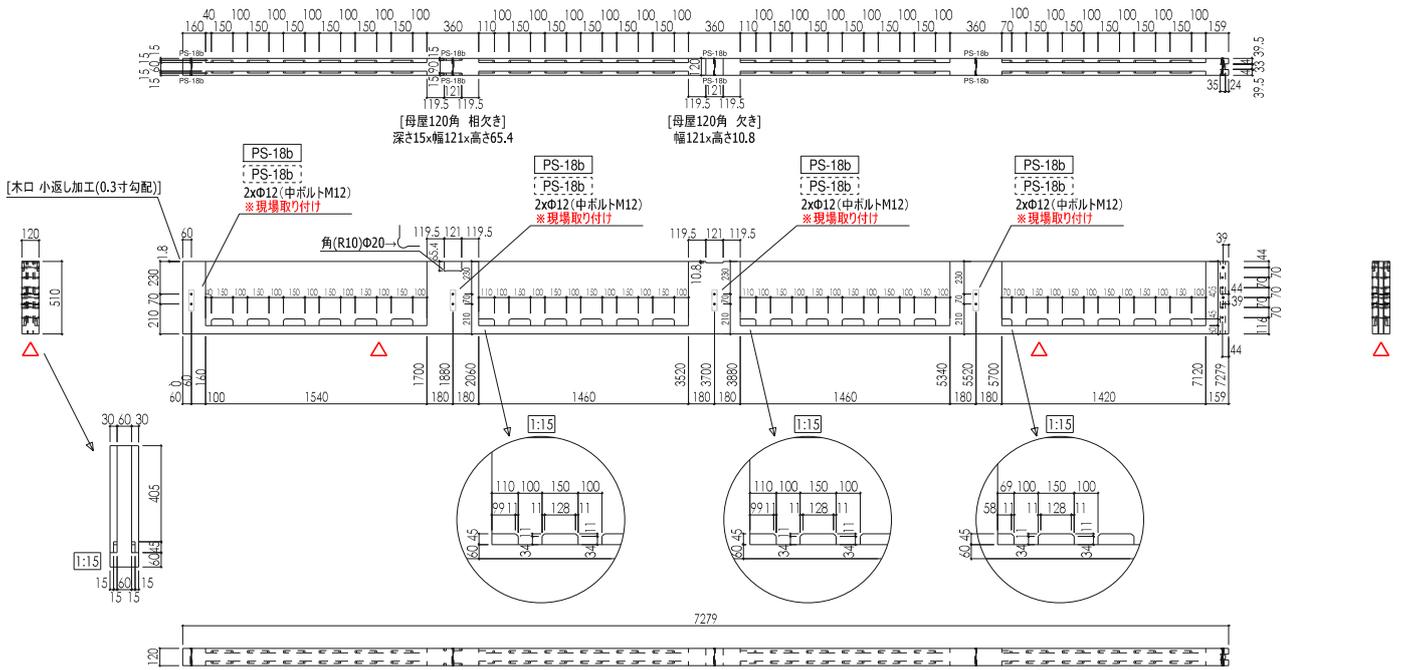
※下面化粧、角の面取り有り

加工データ 105

B51	3	510mm	x120mm	x 7279mm	X2 - Y1,Y5	相番 3005
小屋 梁					X3 - Y1,Y5	3007
					X5 - Y1,Y5	3011

工区: なし

化粧面: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す)



※下面化粧、角の面取り有り

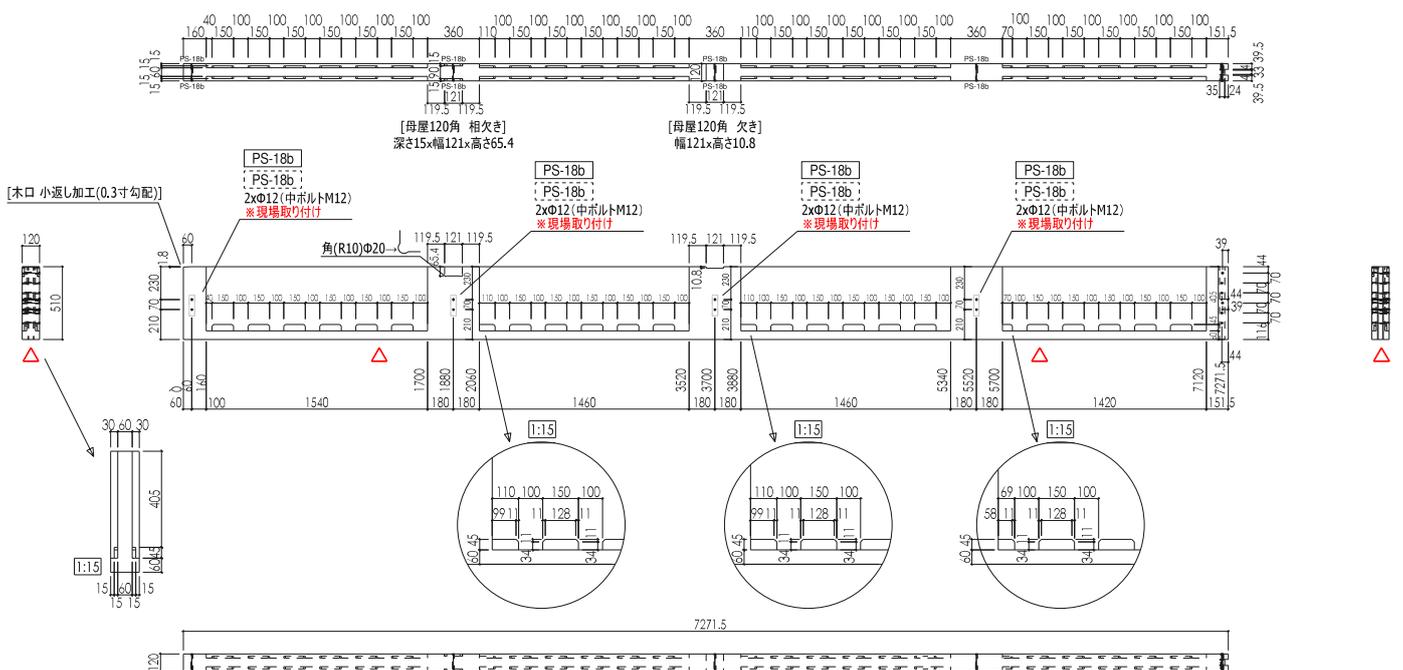
加工データ 104

2023.09.05	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:25	※全等図、※全等加工 HASEMAN
------------	-----------------	------	-----------------------

B51	1	510mm	x120mm	x 7271.5mm	X4 - Y1,Y5	相番 3009
小屋 梁						

工区: なし

化粧面: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す)



※下面化粧、角の面取り有り

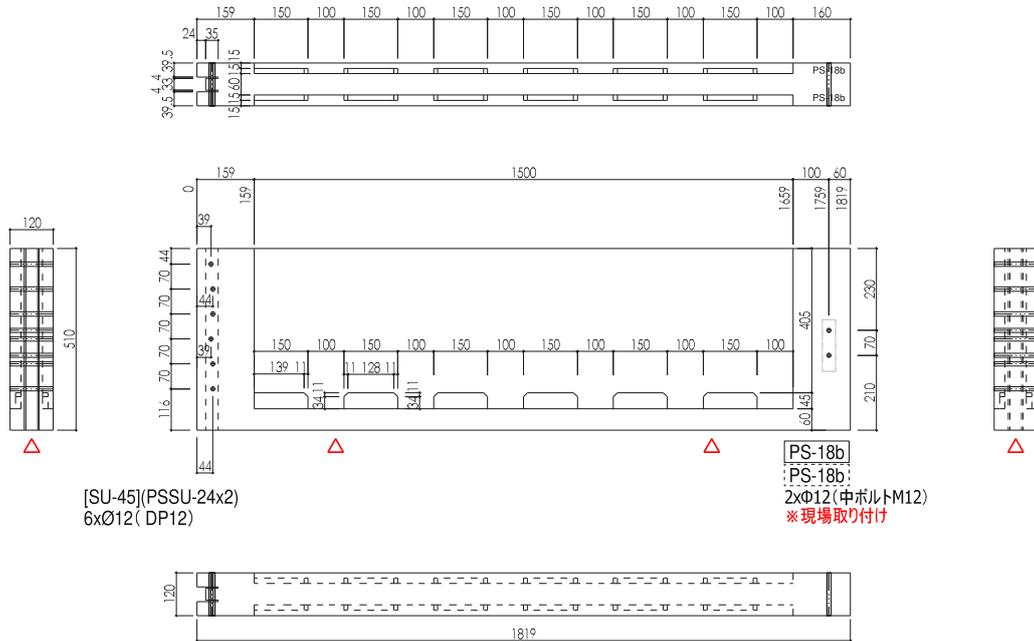
加工データ 103

2023.09.05	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:25	※全等図、※全等加工 HASEMAN
------------	-----------------	------	-----------------------

B51	4	510mm	x120mm	x 1819mm	X1 - Y5,Y6	相番	3004
小屋 梁					X2 - Y5,Y6		3006
					X3 - Y5,Y6		3008
					X5 - Y5,Y6		3012

工区: なし

化粧面: 下面化粧 (▽ は化粧面を示す)



※ 下面化粧、角の面取り有り

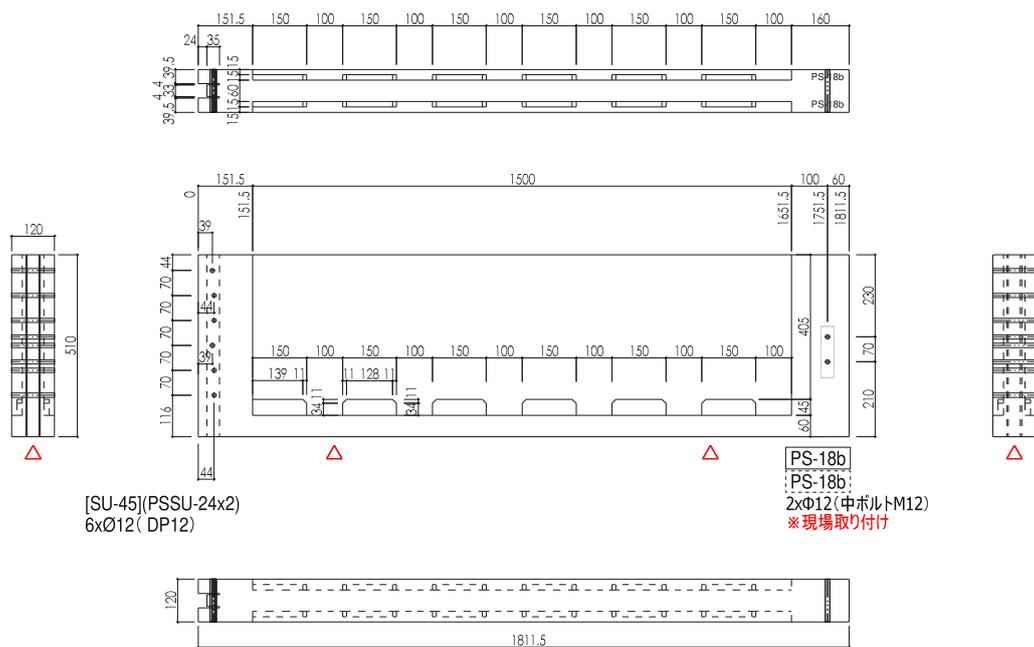
加工データ **107**

2023.09.05	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:10	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

B51	1	510mm	x120mm	x 1811.5mm		相番	3010
小屋 梁	X4				- Y5,Y6		

工区: なし

化粧面: 下面化粧 (▽ は化粧面を示す)



※ 下面化粧、角の面取り有り

加工データ **106**

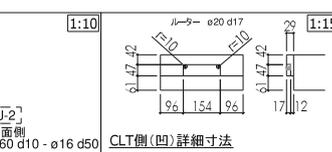
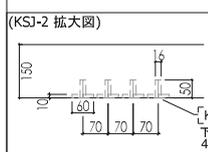
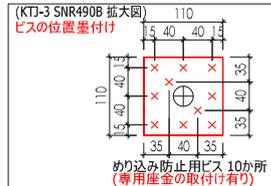
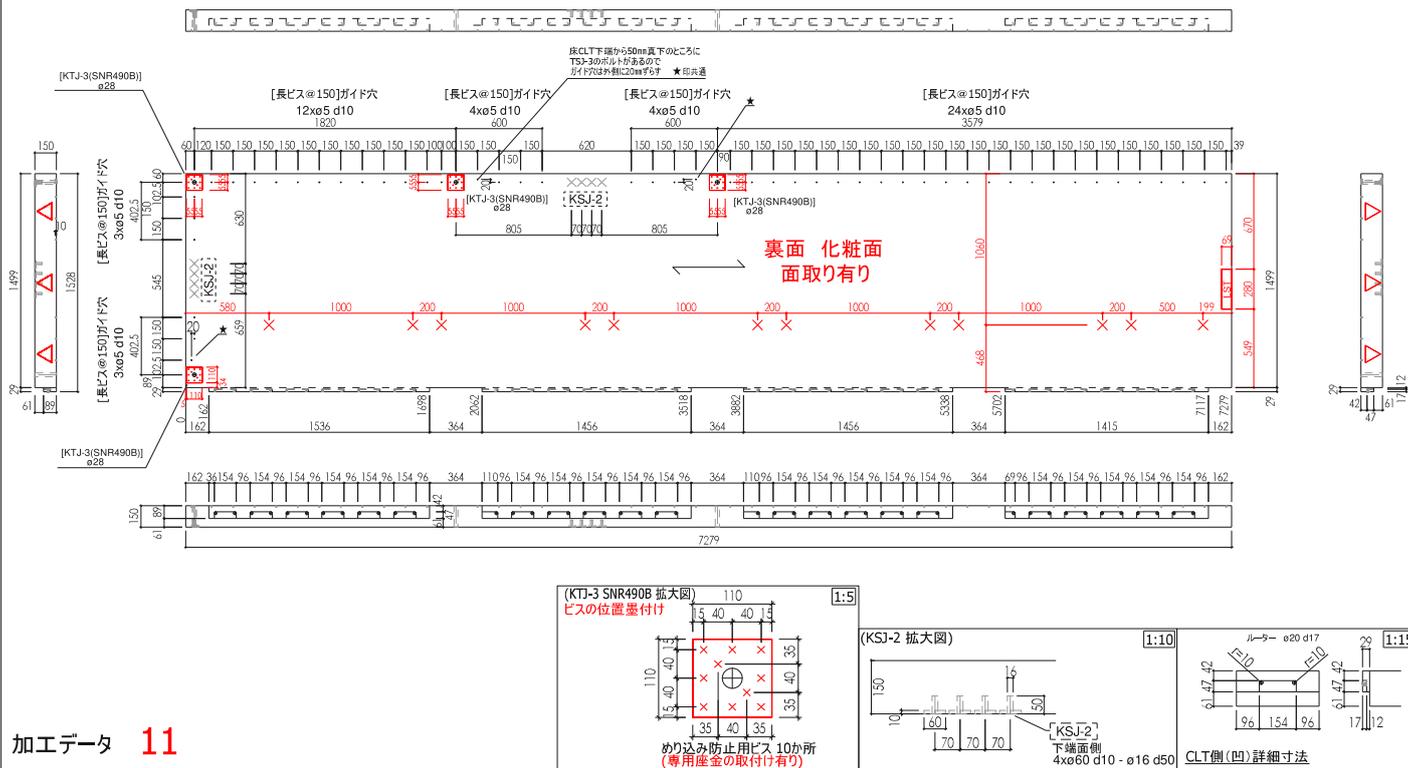
2023.09.05	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:10	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1528mm	x 7279mm
2F CLT床	X0,X1	- Y1,Y5		

相番 4001

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))

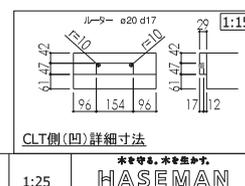
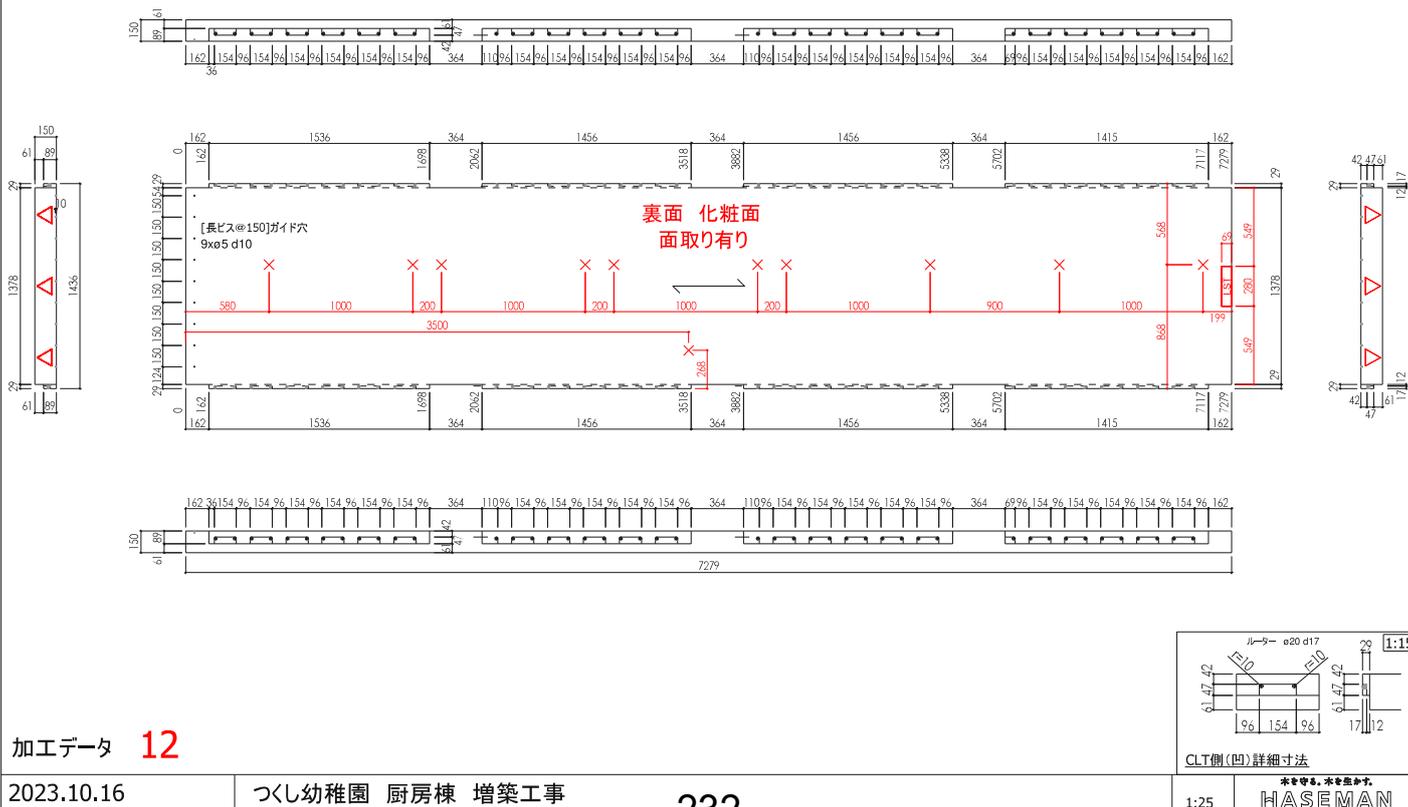


yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1436mm	x 7279mm
2F CLT床	X1,X2	- Y1,Y5		

相番 4003

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))

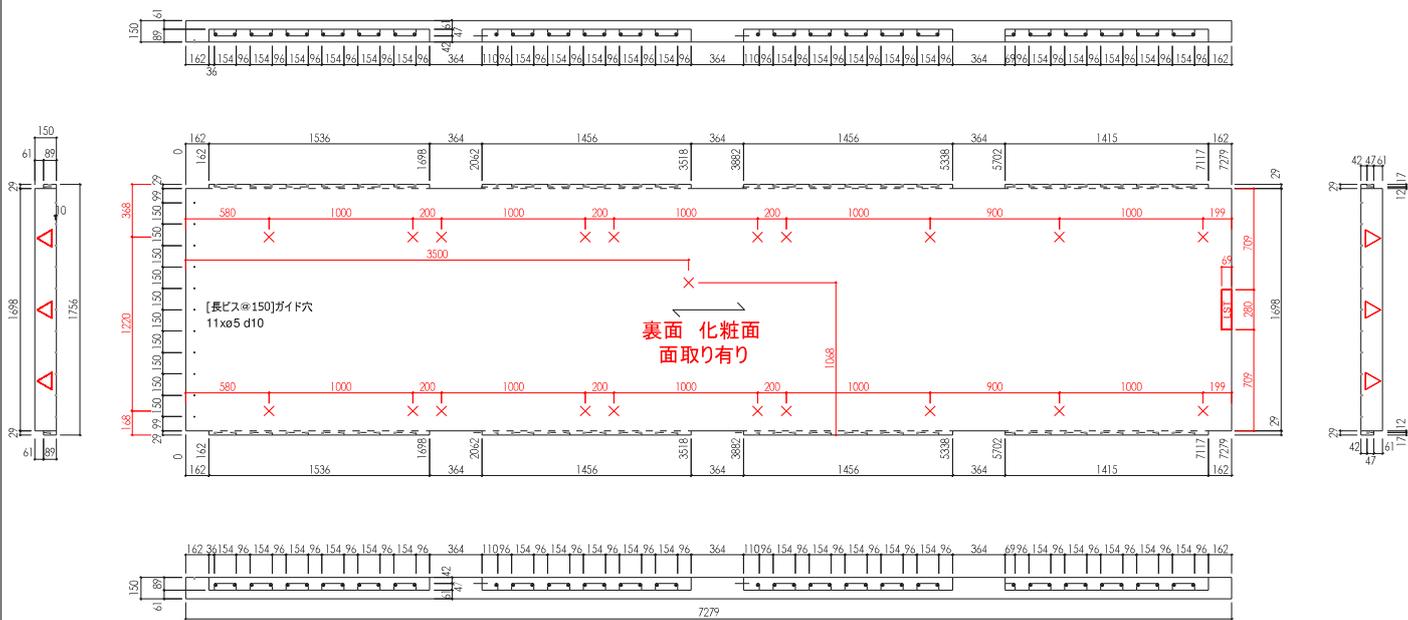


yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 7279mm
2F CLT床	X2,X3	- Y1,Y5		

相番 4005

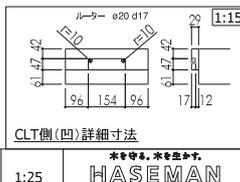
工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 13

2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事

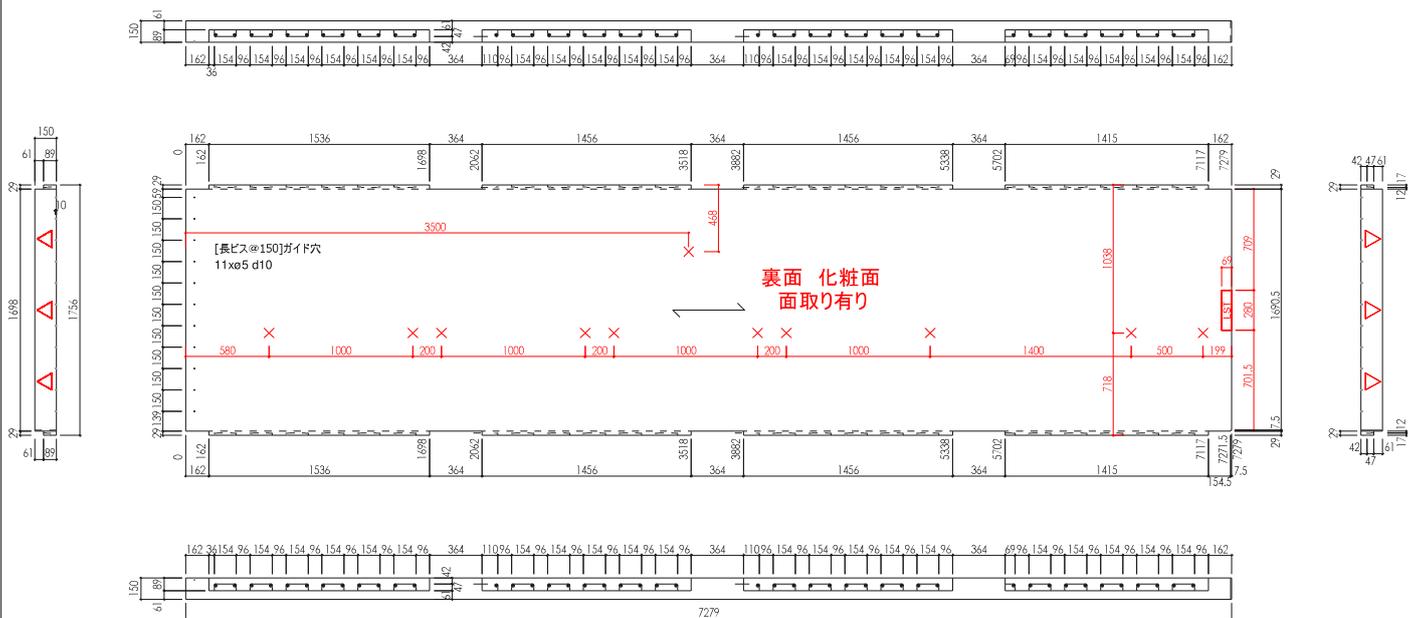


yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 7279mm
2F CLT床	X3,X4	- Y1,Y5		

相番 4007

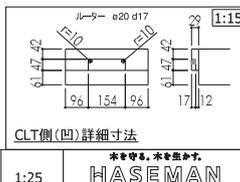
工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 14

2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事

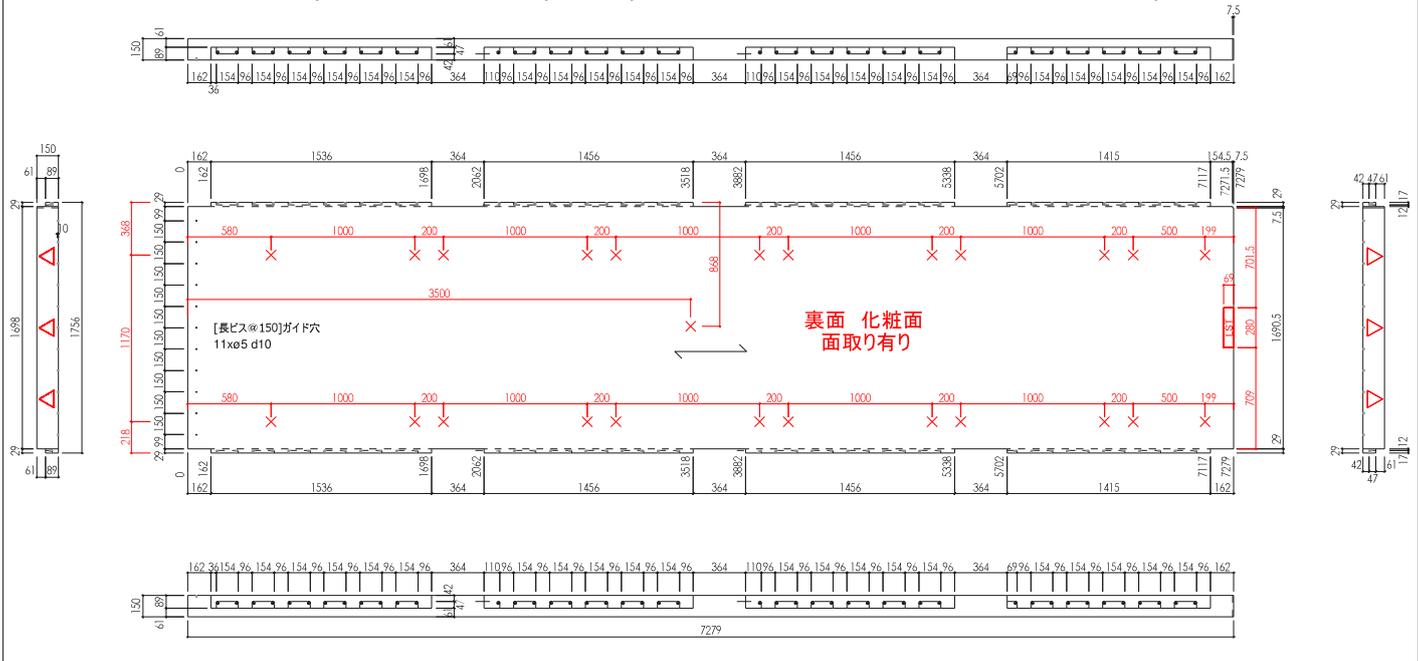


yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 7279mm
2F CLT床	X4,X5	- Y1,Y5		

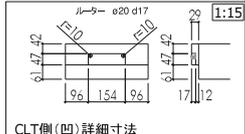
相番 4009

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 15



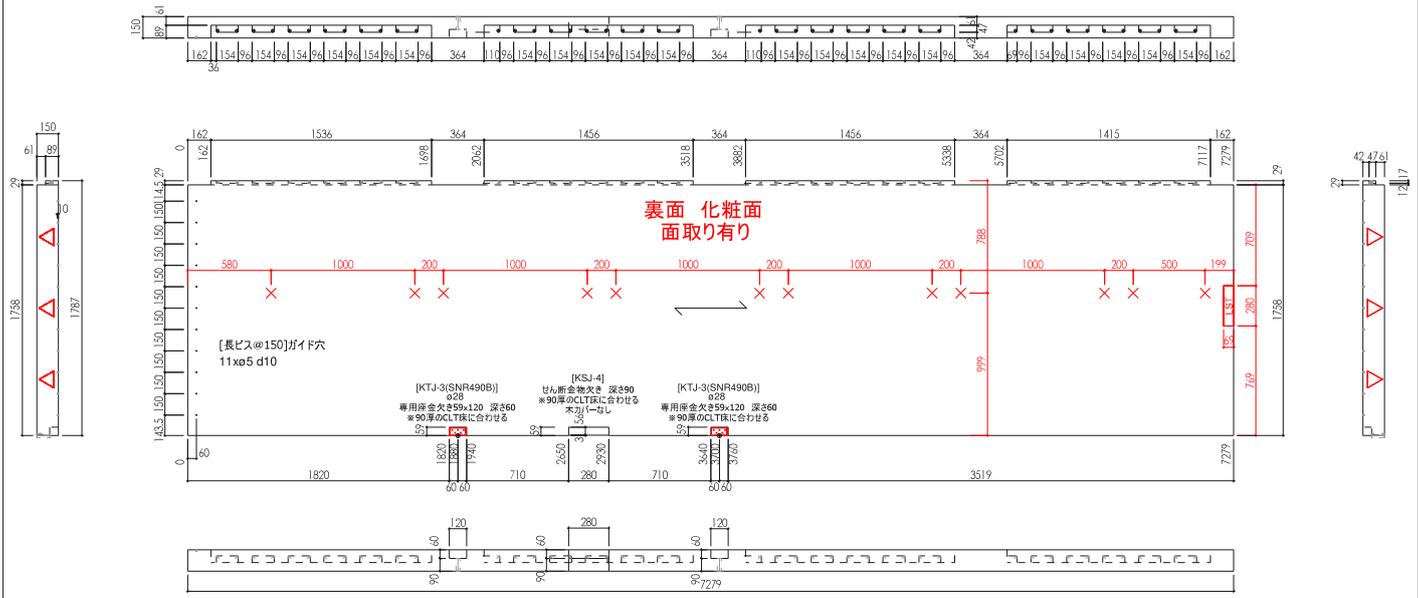
2023.10.16	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:25	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1787mm	x 7279mm
2F CLT床	X5,X6	- Y1,Y5		

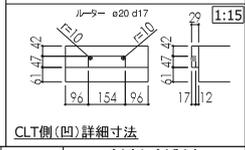
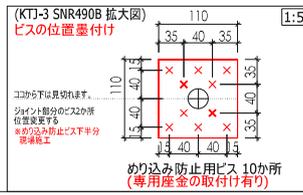
相番 4011

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 16



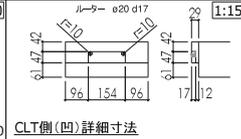
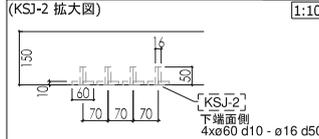
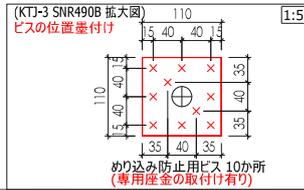
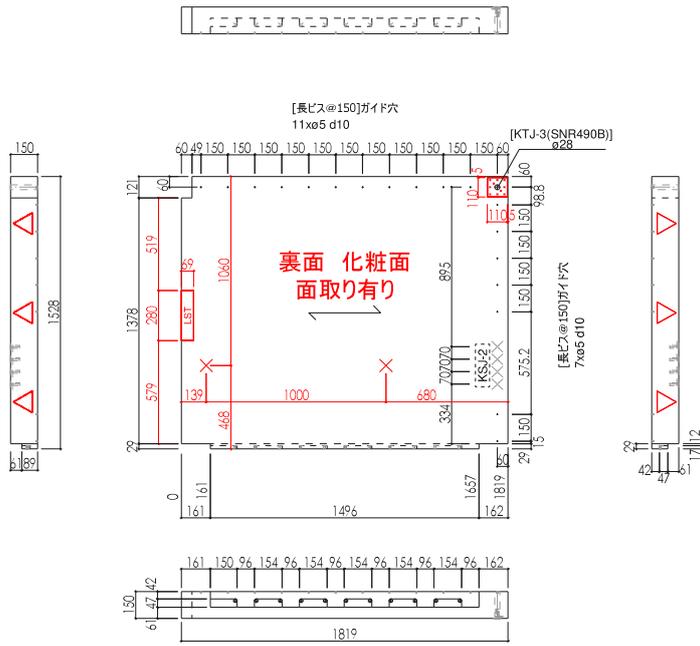
2023.10.16	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:25	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1528mm	x 1819mm
2F CLT床	X0,X1	- Y5,Y6		

相番 4002

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 21

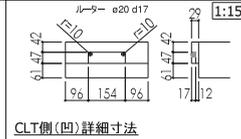
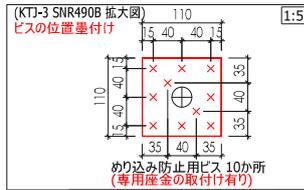
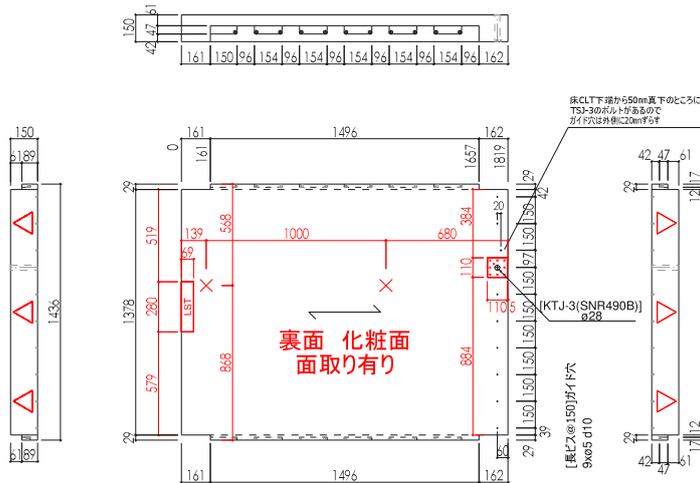
2023.10.16	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:20	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1436mm	x 1819mm
2F CLT床	X1,X2	- Y5,Y6		

相番 4004

工区: なし

化粧面: 1G: 下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 22

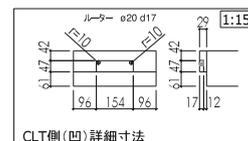
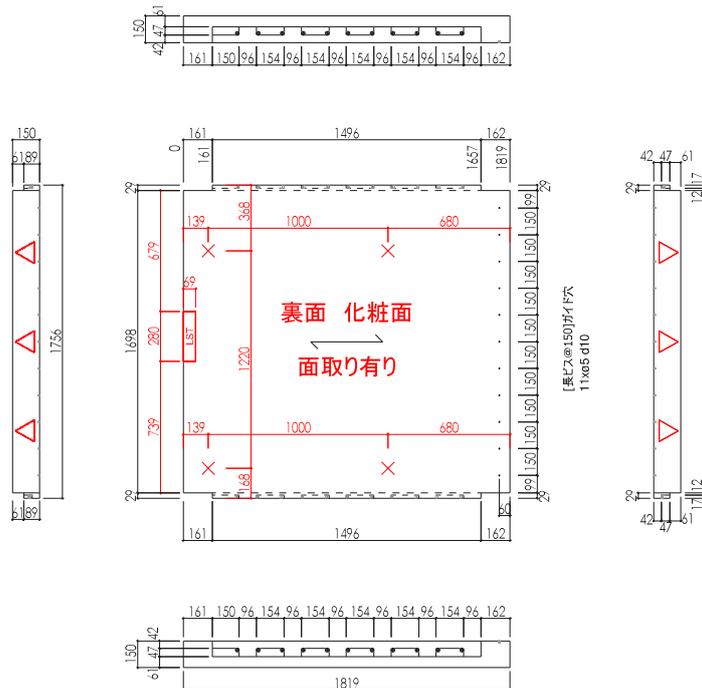
2023.10.16	つくし幼稚園 厨房棟 増築工事	1:20	HASEMAN
------------	-----------------	------	---------

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 1819mm
2F CLT床	X2,X3	- Y5,Y6		

相番 4006

工区: なし

化粧面: 1G:下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 23

2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事

CLT側(凹)詳細寸法

※寸法は、本番図から
HASEMAN

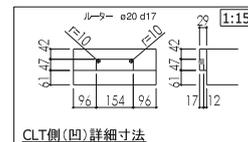
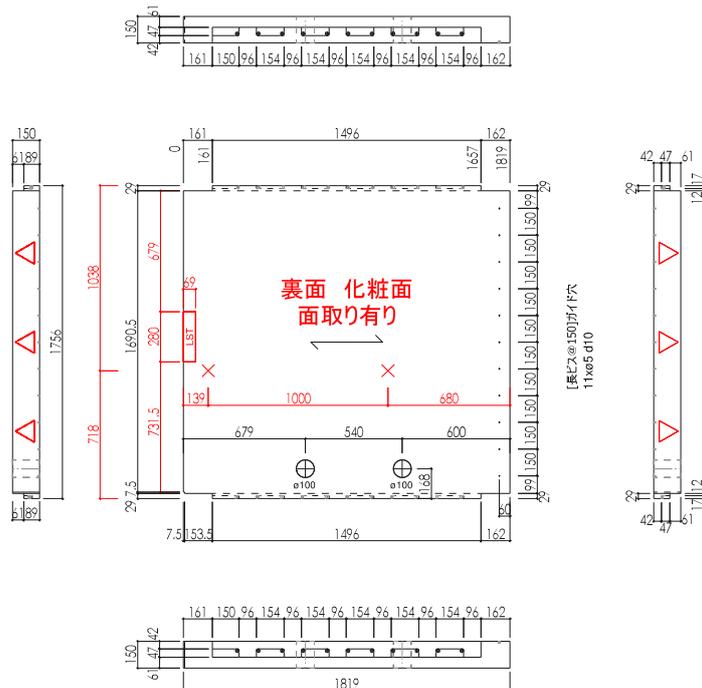
1:20

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 1819mm
2F CLT床	X3,X4	- Y5,Y6		

相番 4008

工区: なし

化粧面: 1G:下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 24

2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事

236

CLT側(凹)詳細寸法

※寸法は、本番図から
HASEMAN

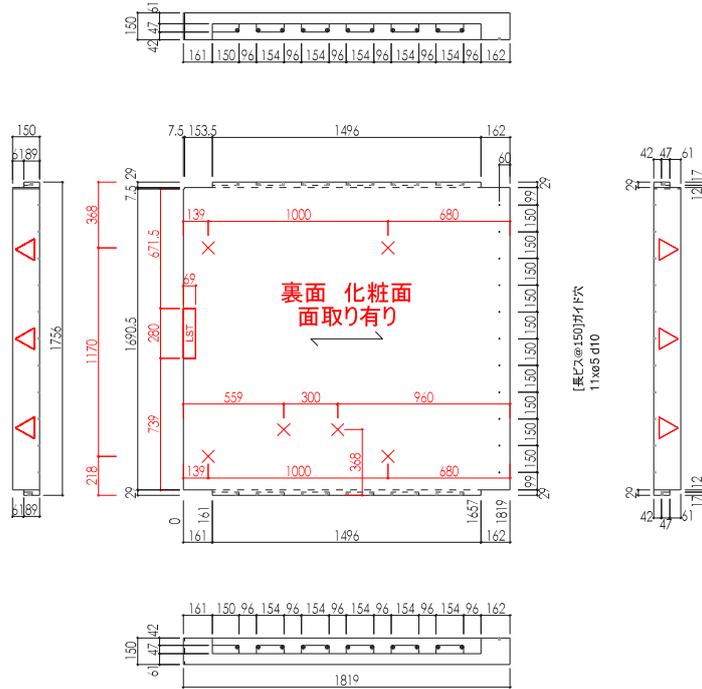
1:20

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1756mm	x 1819mm
2F CLT床	X4,X5	- Y5,Y6		

相番 4010

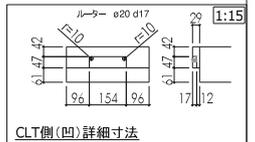
工区: なし

化粧面: 1G:下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))



加工データ 25

2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事



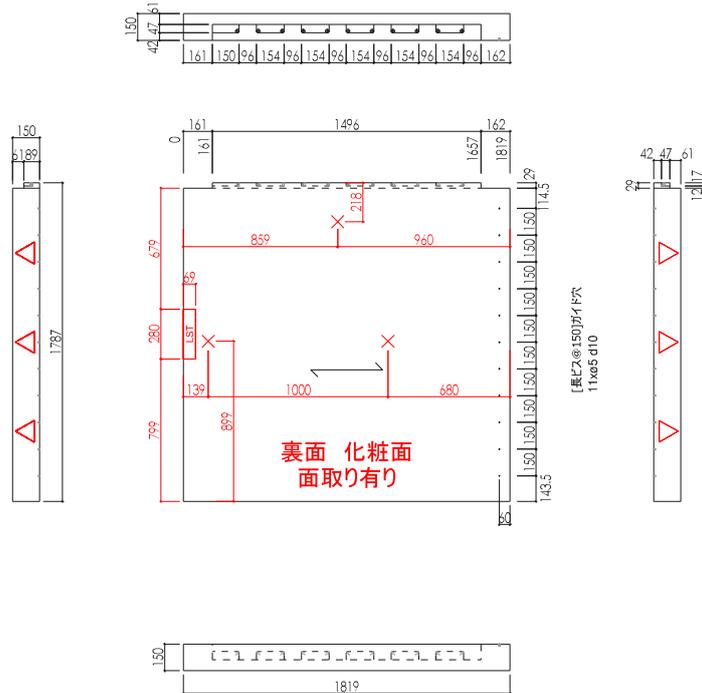
1:20 HASEMAN

yps615(S60-5-5)	1	150mm	x1787mm	x 1819mm
2F CLT床	X5,X6	- Y5,Y6		

相番 4012

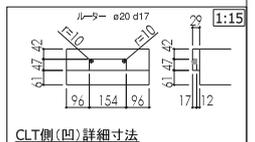
工区: なし

化粧面: 1G:下面化粧 (△は化粧面向きを示す) (×印はΦ20穴墨付け位置を示す(穴開けは現場対応))

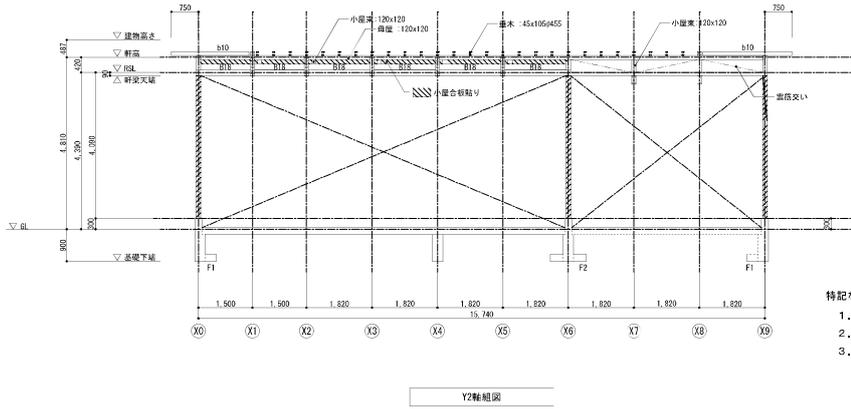
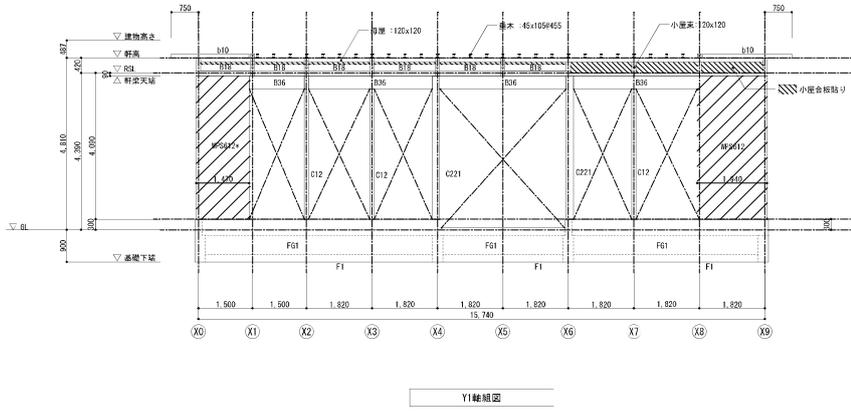


加工データ 26

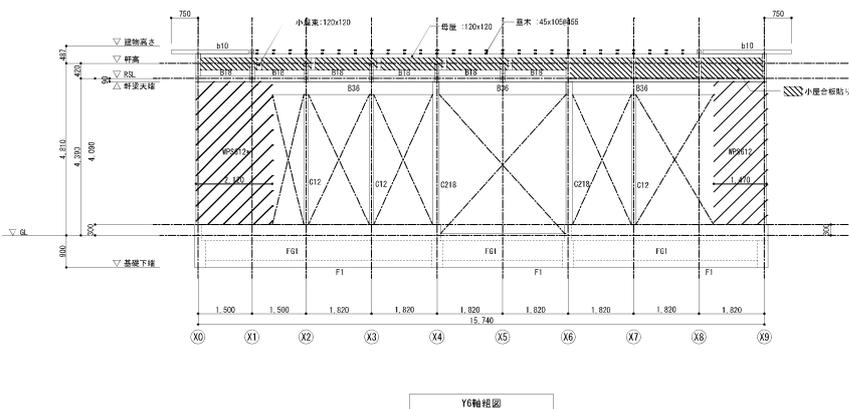
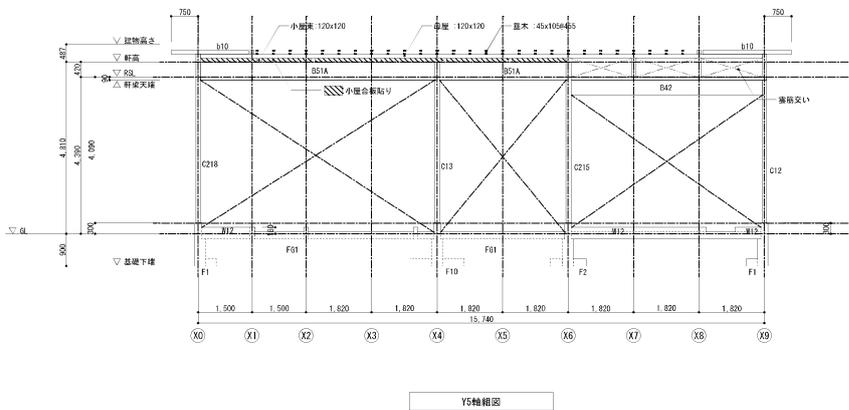
2023.10.16 つくし幼稚園 厨房棟 増築工事



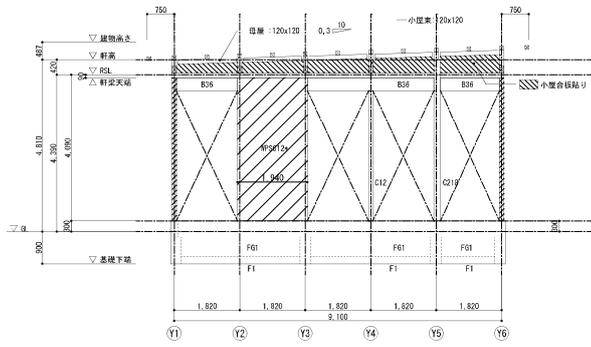
1:20 HASEMAN



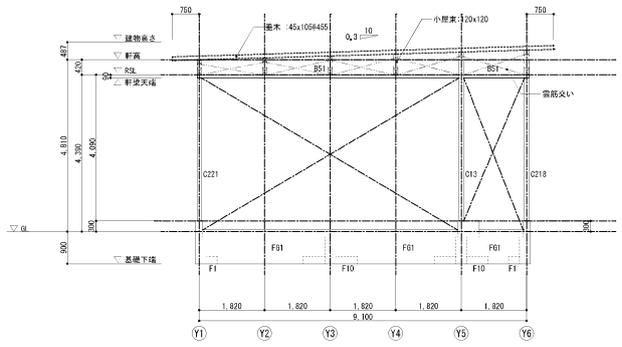
- 特記なき限り下記による。
1. 壁パネルの強軸方向(外層ラミナの繊維方向)は、鉛直方向とする。
 2. RC立上り壁は、W20とする。
 3. 木造柱の有効細長比
 - C12 : 120 x 120 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C215 : 120 x 150 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C218 : 120 x 180 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C221 : 120 x 210 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C13 : 135 x 135 $\lambda = 102.64 < 150$



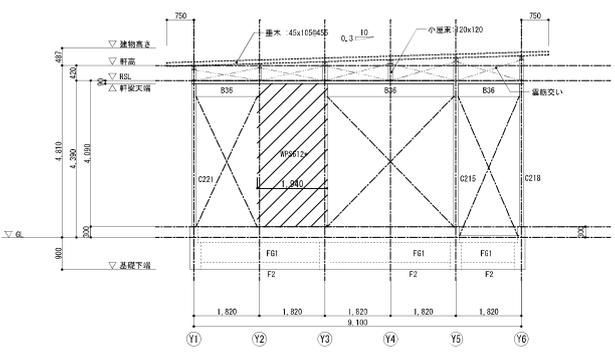
- 特記なき限り下記による。
1. 壁パネルの強軸方向(外層ラミナの繊維方向)は、鉛直方向とする。
 2. RC立上り壁は、W20とする。
 3. 木造柱の有効細長比
 - C12 : 120 x 120 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C215 : 120 x 150 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C218 : 120 x 180 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C221 : 120 x 210 $\lambda = 115.47 < 150$
 - C13 : 135 x 135 $\lambda = 102.64 < 150$



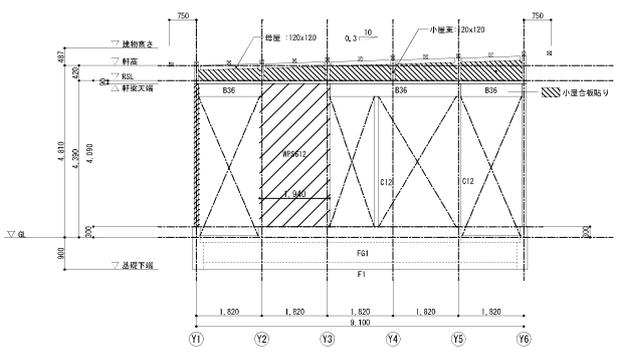
X0軸組図



X4軸組図



X6軸組図



X9軸組図

特記なき限り下記による。

1. 壁パネルの強軸方向(外層ラミナの繊維方向)は、鉛直方向とする。
2. R C立上がり壁は、W20とする。
3. 木連柱の有効細長比
 C12 : 120 x 120 $\lambda = 115, 47 < 150$
 C215 : 120 x 150 $\lambda = 115, 47 < 150$
 C218 : 120 x 180 $\lambda = 115, 47 < 150$
 C221 : 120 x 210 $\lambda = 115, 47 < 150$
 C13 : 135 x 135 $\lambda = 102, 64 < 150$

JAKUETS 株式会社 ジャクエツ 〒119-0074 東京都荒川区西日暮里4-22-4 TEL (03) 5789-1100 FAX (03) 5789-1101 一級建築士事務所 東京都庁 第 189 号 建築師登録: 藤井 豊彦 大塚 健治 藤井 昌彦	株式会社 エー・ディー・アンド・シー 一級建築士事務所 〒115-0051 東京都港区南青山1-6-2-4 TEL (03) 5315-3519 FAX (03) 5315-4238 一級建築士事務所 東京都庁 第 441 号 建築師登録: 藤井 昌彦 大塚 健彦 藤井 昌彦	1/200 1/200	つくし物産 株式会社 建築事務所 〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1 TEL 03-5561-1111 FAX 03-5561-1112	1/200 1/200	1/100 1/100
		2023.04.14 2024.	2024.	1/100	1/100