

2.2 (有) タマディックホールディングス／(株) 坂茂建築設計

事業名		事務所ビル新築工事の建築設計実証	
実施者（担当者）		有限会社タマディックホールディングス／株式会社坂茂建築設計	
建築物の概要	用途		事務所
	建設地		愛知県名古屋市中区丸の内2丁目
	構造・工法		RC造 CLTパネル工法(柱型・床として) RC+CLT合成構造
	階数		地下1階 地上8階
	高さ (m)		32.9
	軒高 (m)		29.64
	敷地面積 (㎡)		637.47
	建築面積 (㎡)		496.79
	延べ面積 (㎡)		4247.96
	階別面積	地階	465.9
		1階	485.35
		2階	496.27
		3階	483.74
		4階	496.27
		5階	496.27
		6階	496.27
		7階	496.27
		8階	322.74
		塔屋階	8.88
CLTの仕様	CLT採用部位		合成柱(耐力壁として)、床
	CLT使用量 (㎡)		建築物使用量 536.89㎡
	壁パネル	寸法	90mm厚 / 150mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ / 5層5プライ
		強度区分	S60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	120mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ
		強度区分	S60A相当
		樹種	スギ
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)		CLT以外の木構造体は無し
	木材使用量 (㎡) ※構造材、羽柄材、下地材、		44㎡ (準不燃処理杉板 / 8Fフローリング・天井羽目板)
仕上	主な外部仕上	屋根	塩化ビニル樹脂系シート防水(t=2.0)
		外壁	押出アルミスパンドル板(t=1.2)
		開口部	鋼製カーテンウォール+複層ガラス (Low-E、中空層幅12mm)
	主な内部仕上	界壁	(PB21+12.5+LGS (GW) +PB21+12.5) +不燃メラミン化粧板
		間仕切り壁	(PB21+12.5+LGS (GW) +PB21+12.6) +不燃メラミン化粧板
		床	タイルカーペット+乾式二重床パネル+鋼製束
		天井	CLT+準不燃処理杉板(t12)
構造	構造計算ルート		時刻歴応答解析 (性能評価+大臣認定ルート)
	接合方法		GIR接合
	最大スパン		7.2m
	問題点・課題とその解決策		CLTは型枠として利用し、同時に仕上げ材にもなるためコンクリート打設時には養生等に特別な配慮が必要
耐火	防火上の地域区分		防火地域
	耐火建築物等の要件		有
	本建築物の耐火仕様		耐火構造
	問題点・課題とその解決策		耐火要件の無い耐力壁にCLTを利用
温熱	建築物省エネ法の該当有無		該当あり 規制対象
	温熱環境確保に関する課題と解決策		特になし
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根 (又は天井)	耐火断熱サンドイッチパネルt35 + ロックウール吹付50mm
		外壁	金属断熱サンドイッチパネル t75
		床	断熱ペフシート t5
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		RCスラブによる遮音性能確保
	建て方における課題と解決策		ユニット化し、建て方を行う想定。現しのため、精度を求める
	給排水・電気配線設置上の工夫		電気配線はスラブ内もしくは床下転がし
	劣化対策		養生・外部現し箇所はガラス質塗装
工程	設計期間		2019年7月～2020年2月 (8ヵ月)
	施工期間		2020年3月～2021年11月 (21ヵ月) ※予定
	CLT躯体施工期間		2021年2月上旬～7月中旬 (6ヵ月) ※予定
	竣工 (予定) 年月日		2021年11月 ※予定
体制	発注者		タマディックホールディングス
	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)		坂茂建築設計
	構造設計者		飯島建築事務所
	施工者		未定
	CLT供給者		未定
	ラミナ供給者		未定

実証事業名：事務所ビル新築工事の建築設計実証

建築主等／協議会運営者：（有）タマディックホールディングス／（株）坂茂建築設計

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所		
建設地		愛知県県名古屋市中丸の内		
構造・工法		CLT パネル工法（床・柱型として）		
階数		地下 1 階 地上 8 階		
高さ（m）		32.9	軒高（m）	29.64
敷地面積（㎡）		637.47	建築面積（㎡）	496.79
階別面積	地下 1 階	465.9	延べ面積（㎡）	4247.96
	1 階	485.35		
	2 階、4～7 階	496.27		
	3 階	483.74		
	8 階	322.74		
	塔屋階	8.88		
CLT 採用部位		壁(柱型)、床		
CLT 使用量（m³）		建築物使用量 536.89 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		44 m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	90mm 厚/3 層 3 プライ/S60A 相当/スギ		
	壁	150mm 厚/5 層 5 プライ/S60A 相当/スギ		
	床	120mm 厚/3 層 4 プライ/S60A 相当/スギ		
設計期間		2019 年 7 月～2020 年 2 月（8 ヶ月）		
施工期間		2020 年 3 月～2021 年 11 月（21 ヶ月）※予定		
CLT 躯体施工期間		2021 年 2 月上旬～7 月中旬（6 カ月）※予定		
竣工（予定）年月日		2021 年 11 月 ※予定		

2. 実証事業の目的と設定した課題

事務所ビルにおいて、これまでに前例のない、RC と CLT の合成構造（柱型、床）の架構形式を実現することを目的とした。開発のため、その効果（剛性、耐力）を実験的、解析的に把握し、部材構成および接合部のディテールの解決を含めた構造性能評価方法の確立を課題とした。

3. 協議会構成員

(設計) 坂茂建築設計：坂 茂 菅井啓太 渡部玲士 (進行管理) 佐々木真海

(構造設計) 滋賀県立大学陶器浩一研究室：陶器浩一、高橋俊也 構造建築研究所：高橋俊也、
飯島設計事務所：金子慶一

(施工) 株式会社 翠豊：今井潔志 今井隆介

4. 課題解決の方法と実施工程

建築計画は坂茂建築設計が、構造設計および合成部材の断面設計は陶器浩一を中心とした構造設計チームが、部材制作は翠豊にて行った。

実験のために製作するモックアップの製作手順や納まり等について、設計・施工の観点から協議会を通して問題点を整理し、細かく検証することでディテールを決定した。設計内容を反映したモックアップを実験体とした各種柱型 - 床仕口部の架構試験を行い、構造性能の検証をした。

<協議会の開催>

2019 年 7 月 9 日：第 1 回開催、問題点洗い出し

7 月 19 日：第 2 回開催、取り合い等の詳細検討 実験内容確認

8 月 5 日：第 3 回開催 第 2 回課題の進捗・実験内容確認・実験機関協議

8 月 28 日：第 4 回開催 評定機関協議、実験内容の要点整理

9 月 10 日：第 5 回開催 実験内容確認 製作図・仕様確認

9 月 23 日：第 6 回開催 実験内容 製作図・仕様確認 実験機関協議内容反映

10 月 2 日：第 7 回開催 実験内容・スケジュール確認 製作図・仕様最終確認

10 月 15 日：第 8 回開催 試験体製作状況確認

10 月 21 日～31 日：第 9 回 実験期間中に開催、状況確認・考察

2020 年 1 月 24 日：第 10 回開催、実証事業の取りまとめ・考察

<設計>

2019 年 7 月～：実施設計・構造設計

2019 年 10 月～：性能評価 / 12 月：大臣認定 2020 年 3 月：建築確認申請予定

<施工> (実験体 (検証用モックアップ) 工事)

2019 年 8 月後半～：製作図開始及び 詳細確認

2019 年 9 月中旬：CLT 製作開始

2019 年 10 月～：実験用治具 (鋼材) 製作

2019 年 10 月 21 日～：実験機関へ搬入後、組み立て。10 月 31 日：実験終了

(本工事の予定：2020 年 3 月中旬着工)

<性能確認>

2019 年 10 月：合成柱 CLT 架構 構造試験 (面内剛性試験合計 6 体)

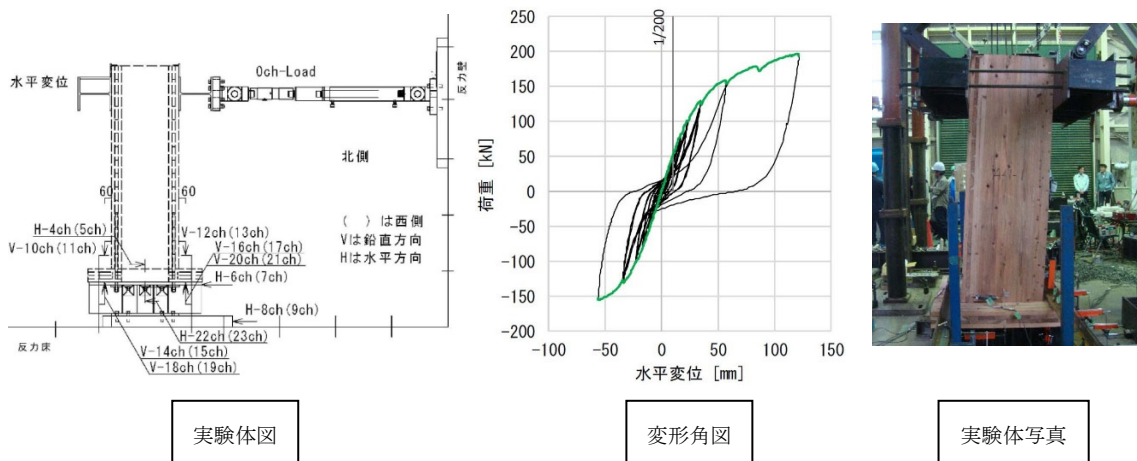
5. 得られた実証データ等の詳細

接合部、接合金物の仕様選定

柱型（口の字型）を形成する CLT 同士の接合にはパネリード S を選定、柱型と CLT 床及び RC（実験上は鉄骨架台）との接合は異形棒鋼 D22 をエポキシ樹脂接着剤で硬化させる GIR 接合とした。（材料それぞれに既往の実験等により性能値が与えられていることで今回の合成構造を定量的に評価できる点、実際の製作・建て方時において信頼性が高く施工性が高い点を主な選定理由とした）

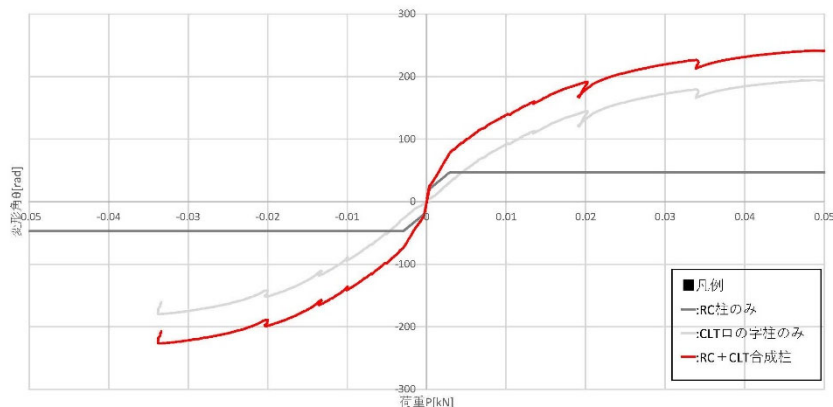
性能確認試験結果による構造特性値の取得

採用する CLT の厚み・柱型形状毎に水平加力試験を行い、特に採用箇所の多い断面形状についてばらつきを見るために 3 体の試験体とした。その結果、変形角 1/30 に至るまで大きな破壊性状が見られず、優れた構造性能があることが確認できた。



合成 CLT 柱の効果の検証

口の字型の CLT 柱型を組み合わせることにより、一般的な配筋の RC 断面のみの設計に対して耐力と剛性が大幅に増大する性能が確認できた。



合成骨格曲線図 (赤字が合成効果を示す)

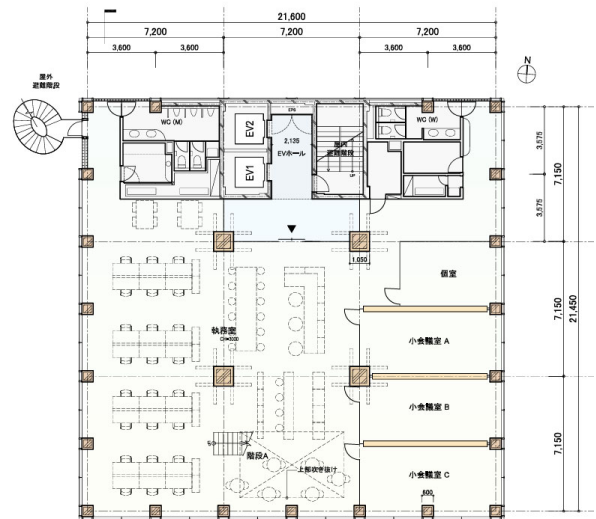
6. 本実証により得られた成果

構造性能（剛性、耐力）を適材適所の部材組み合わせの考え方によって RC+木構造とし、耐火性能は RC で負担させる考え方には前例もなく、大規模施設の木質化を進めるための一案となることを期待している。耐火要求の無い場合や、CLT 材をこれまで採用されているパネル材としての利用に対して変則的な利用を検討する場合にも、本事業で得られた結果は活用することができると考える。

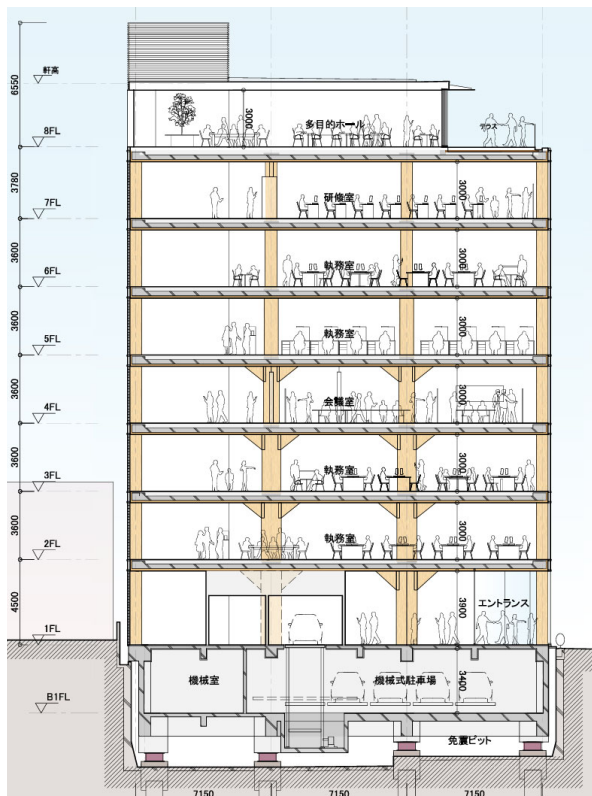
7. 建築物の平面図・立面図・写真等



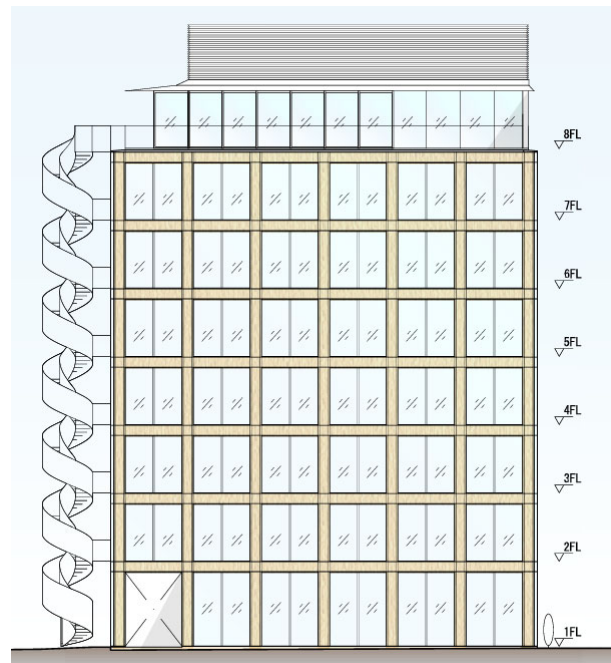
イメージ図



基準階平面図



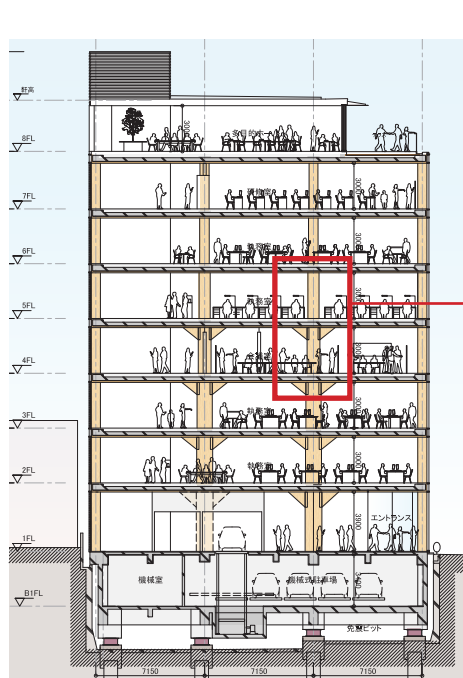
断面図



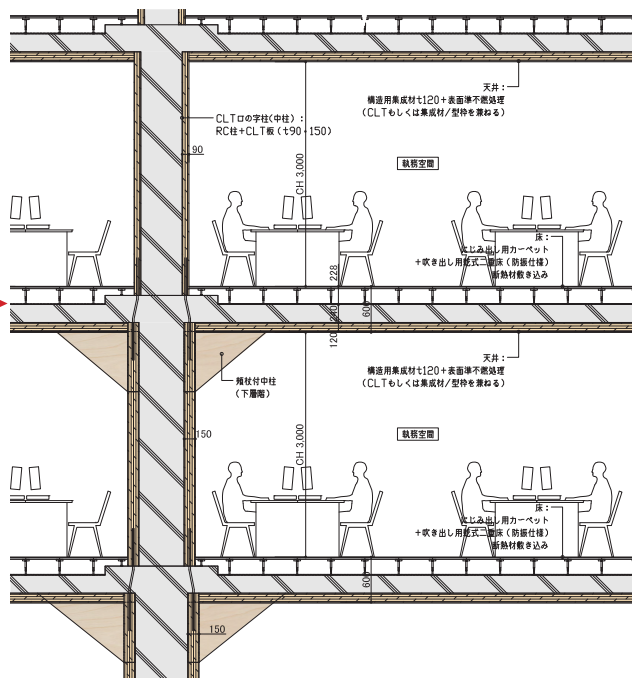
南立面図

8. 成果物

8-1. CLT 合成構造・CLT 口の字柱 構造概要

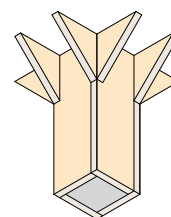
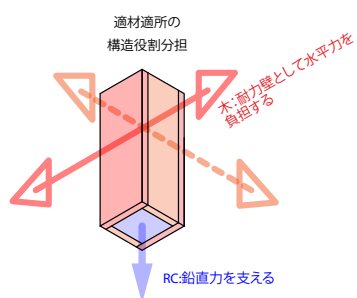


全体断面図

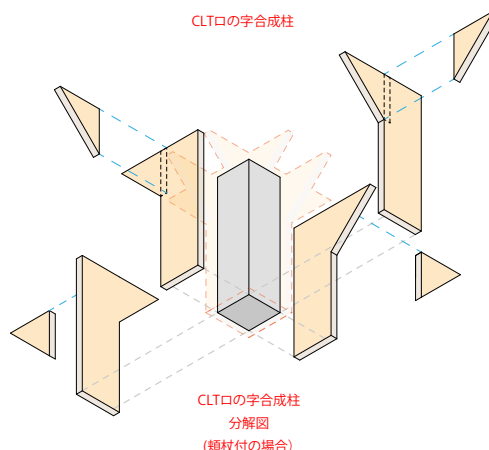


口の字柱を示す断面詳細図

耐火構造が要求される規模となる本計画では、適材適所の部材組み合わせの考え方により、RC と木材（CLT）を組み合わせることで全体の架構を計画している。CLT+RC の合成構造となる柱型は、CLT 板を組み合わせる口の字型断面とし、コンクリートを打設して、RC を内蔵したハイブリッド断面としている。



CLT口の字合成柱

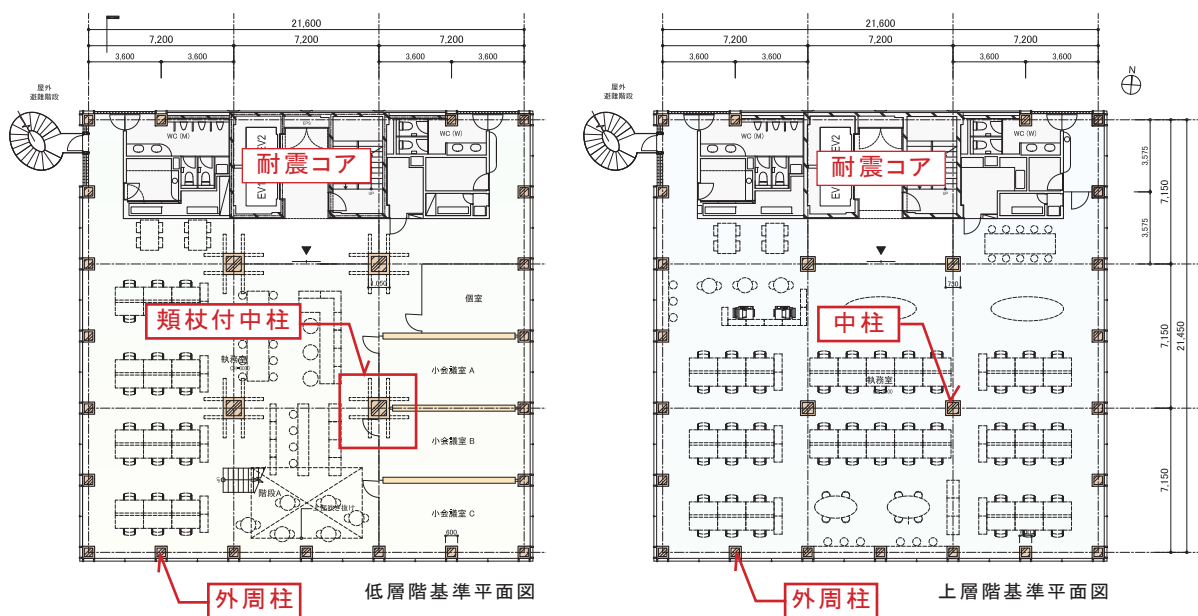


CLT口の字合成柱
分解図
(増設付の場合)

口の字型柱の構成を決定する主な要因として：

- ・ CLT 原版からの効率的な材取りと構成する各部材の統一性
- ・ 耐震要素として構造的に方向性のない仕口
- ・ CLT 同士・CLT と RC を接合する場合におけるそれぞれに適した方法

等を挙げ、あまり特殊な手法にならないように最適解と考えられる取り扱いを採用した。



全体を構成するロの字型柱の位置を上図にて示す。代表的な部位を抽出して、合計6体の試験体を製作して水平加力試験を行った。

8-2. 試験体の詳細

試験体の一覧

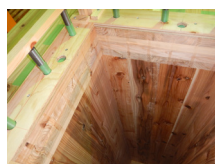
	試験体名称	柱外径	試験体数	備考
外周柱（柱頭） 上層階中柱相当	A-1 試験体	600mm×600mm	3 体	A-2 試験体の床有り
外周柱（柱脚） 上層階中柱相当	A-2 試験体	600mm×600mm	1 体	A-1 試験体の床無し
頬杖付中柱 （柱頭）	B-1 試験体	1100mm×1100mm	1 体	B-2 試験体の床有り
頬杖付中柱 （柱脚）	B-2 試験体	1100mm×1100mm	1 体	B-1 試験体の床無し

実施試験の試験体の一覧と計画上の該当箇所をここに示す。各試験体は工場にて、ロの字型にパネリードSにて組み、異形鉄筋（GIR）をエポキシ樹脂にて固定の上、試験場にて架台・反力床等に固定して実施している。

試験体の
製作状況



A-1 試験体



GIR 接合



パネリード接合



エポキシ樹脂充填

試験体に使用した各CLT部材、及び接合部の詳細を下記に示す。

表 2.1 構成部材の仕様

項目	構成部材の仕様
柱材 (CLT)	直交集成板の日本農林規格 (JAS3079) 品名： 同一等級構成直交集成板 強度等級： A-1, A-2 試験体 S60-3-3 B-1, B-2 試験体 S60-5-5 種別： A 種構成 接着性能：使用環境 A 樹種：内外層 スギ 厚さ：90mm (S60-3-3) 150mm (S60-5-5) 断面寸法：2.2 節の試験体図による
床材 (CLT)	直交集成板の日本農林規格 (JAS3079) 品名： 同一等級構成直交集成板 強度等級： A-1 試験体 S60-3-4 B-1 試験体 S60-3-4 種別： A 種構成 接着性能：使用環境 A 樹種：内外層 スギ 厚さ：120mm (S60-3-4) 断面寸法：2.2 節の試験体図による
方杖 (CLT)	直交集成板の日本農林規格 (JAS3079) 品名： 同一等級構成直交集成板 強度等級： B-1 試験体 S60-5-5 種別： A 種構成 接着性能：使用環境 A 樹種：内外層 スギ 厚さ：150mm (S60-5-5) 断面寸法：2.2 節の試験体図による

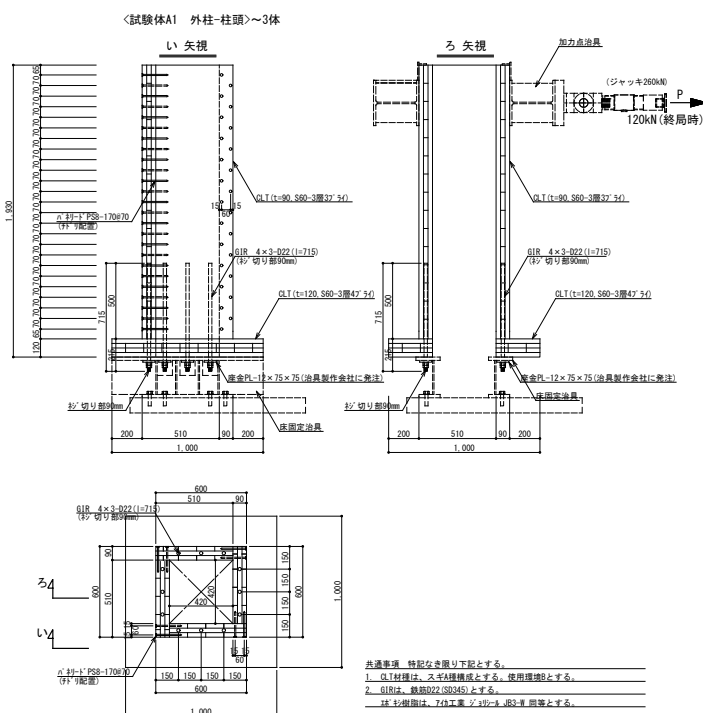
表 2.2(1) 接合具等の仕様

項目	接合具と緊結仕様
柱材と柱材の接合具と緊結仕様	名称：パネリード S (PS8-170, 260) 販売製造：シネジック株式会社 材質：炭素鋼 JIS G 3507-2:2005 冷間圧造用炭素鋼-第 2 部-線 SWCH22A 相当 形状：A-1, A-2 試験体 全長 170mm ネジ部長さ 70.0mm ネジ外径 8.0mm 頭部径 18.0mm B-1, B-2 試験体 全長 260mm ネジ部長さ 100.0mm ネジ外径 8.0mm 頭部径 18.0mm 表面処理：クロメート JIS H 8610:1999 電気亜鉛めっき (等級 3 級相当) JIS H 8625:1993 電気亜鉛めっき及び電気カドミウム及びめっき上のクロメート皮膜 (等級 2 級相当) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照
柱材と床材 (架台) の接合具と緊結仕様	【柱の部分】 日本産業規格 JIS G 3112:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼 種類：異形棒鋼 SD345 呼び名：D22 寸法：接着部分 (床を除く) の長さ A-1, A-2, B-1, B-2 試験体 500mm 棒鋼の長さ A-1, B-1 715mm A-2, B-2 595mm ネジきり：M20-90mm 表面処理：なし 挿入孔：直径 28mm 深さ 500mm *挿入孔に接合具を挿入し接着剤にて棒鋼周囲を固化して拘束 接着剤：エポキシ樹脂接着剤 ヒルティ HIT-RE 500 V3 接着材注入後の養生方法：(環境) 気乾状況下 (養生時間) 24 時間 (5℃以上) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照 【床の部分】 日本産業規格 JIS G 3112:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼 種類：異形棒鋼 SD345 呼び名：D22 寸法：接着部分の長さ A-1, B-1 試験体 120mm 棒鋼の長さ A-1, B-1 715mm A-2, B-2 595mm ネジきり：M20-90mm 表面処理：なし 挿入孔：直径 28mm 深さ 120mm *挿入孔に接合具を挿入し接着剤にて棒鋼周囲を固化して拘束 接着剤：エポキシ樹脂接着剤 ヒルティ HIT-RE 500 V3 接着材注入後の養生方法：(環境) 気乾状況下 (養生時間) 24 時間 (5℃以上) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照

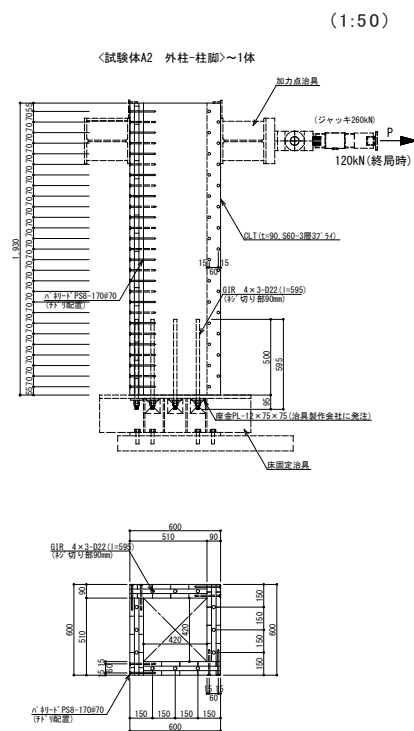
表 2.2(2) 接合具等の仕様

項目	接合具と緊結仕様
柱と方杖と床を貫通接合する接合具 (斜め) と緊結仕様	日本産業規格 JIS G 3112:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼 種類：異形棒鋼 SD345 呼び名：D22 寸法：接着部分の長さ (柱) 500mm 柱厚さ部分は柱厚 150mm を斜めに貫通 (方杖) 500mm (床側) 床厚 120mm を斜めに貫通 棒鋼の長さ 2081mm, 1899mm ネジきり：M20-130mm 表面処理：なし 挿入孔：(柱) 直径 28mm 深さ 500mm (方杖) 直径 28mm 深さ 500mm (床) 直径 28mm 貫通 *挿入孔に接合具を挿入し接着剤にて棒鋼周囲を固化して拘束 接着剤：エポキシ樹脂接着剤 ヒルティ HIT-RE 500 V3 接着材注入後の養生方法：(環境) 気乾状況下 (養生時間) 24 時間 (5℃以上) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照
方杖と柱材の接合具 (水平) と緊結仕様	日本産業規格 JIS G 3112:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼 種類：異形棒鋼 SD345 呼び名：D22 寸法：接着部分の長さ 365mm (柱厚さ部分 150mm) 棒鋼の長さ 365mm 表面処理：なし 挿入孔：(柱) 直径 28mm 深さ 150mm (方杖) 直径 28mm 深さ 215mm *挿入孔に接合具を挿入し接着剤にて棒鋼周囲を固化して拘束 接着剤：エポキシ樹脂接着剤 ヒルティ HIT-RE 500 V3 接着材注入後の養生方法：(環境) 気乾状況下 (養生時間) 24 時間 (5℃以上) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照
方杖と床材 (架台) の接合具と緊結仕様	日本産業規格 JIS G 3112:2010 鉄筋コンクリート用棒鋼 種類：異形棒鋼 SD345 呼び名：D22 寸法：接着部分の長さ 700mm (方杖部分 500mm) 棒鋼の長さ 830mm ネジきり：M20-130mm 表面処理：なし 挿入孔：(方杖) 直径 28mm 深さ 500mm (床) 直径 28mm *挿入孔に接合具を挿入し接着剤にて棒鋼周囲を固化して拘束 接着剤：エポキシ樹脂接着剤 ヒルティ HIT-RE 500 V3 接着材注入後の養生方法：(環境) 気乾状況下 (養生時間) 24 時間 (5℃以上) 本数、接合方法：2.2 節の試験体図参照

試験体図及び試験写真を下記に示す。



A-1 試験体図



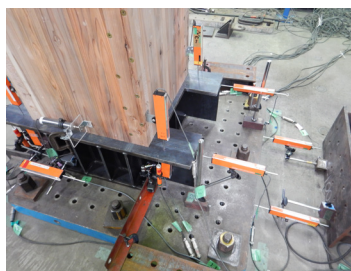
A-2 試験体図



A-1 試験体実験写真



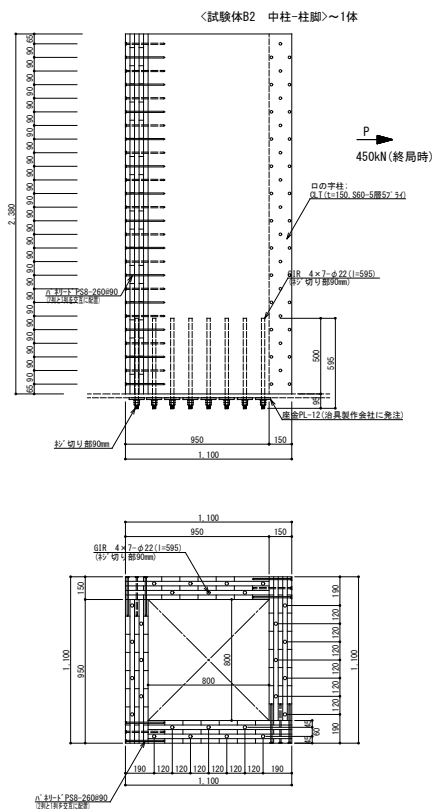
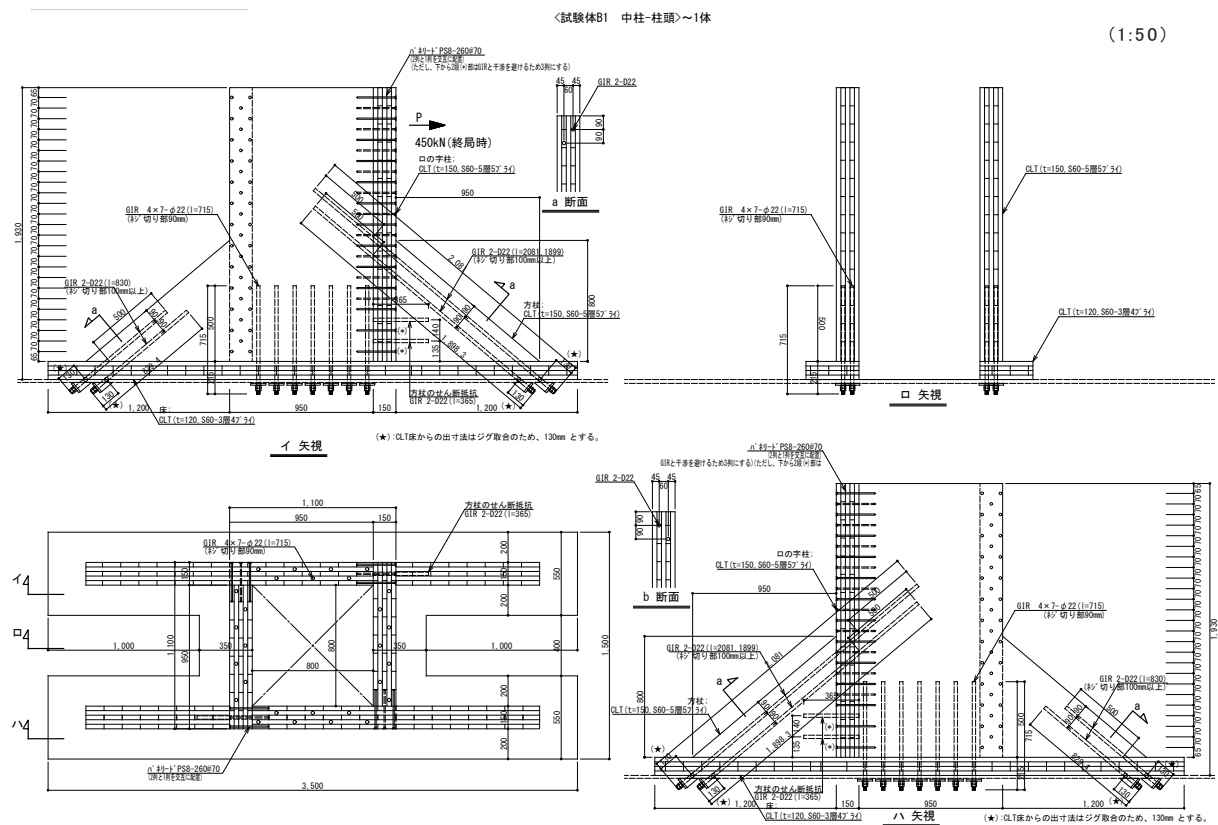
A-2試験体実験写真



A-2 計測機器



A-1 架台接續部分



B-1 試験体実験写真



実験後に B-1・B-2 試験体を重ねて
柱型を一体として確認した様子

8-3. 試験内容・結果

はじめに試験方法の詳細を以下に示す。

表 3.1 試験方法の詳細

項目	詳細
加力方法	無載荷式の水平加力試験
制御方法	(1) 加力方法は正負交番繰り返し加力とし、見かけのせん断変形角が、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30 に繰り返しを行い、1/15rad までの変形を目指す。 (2) 同一変形段階で3回の繰り返しを行い、1/30 においては1回の加力を繰り返す。

試験により得られた各試験体の骨格曲線を以下に示す。

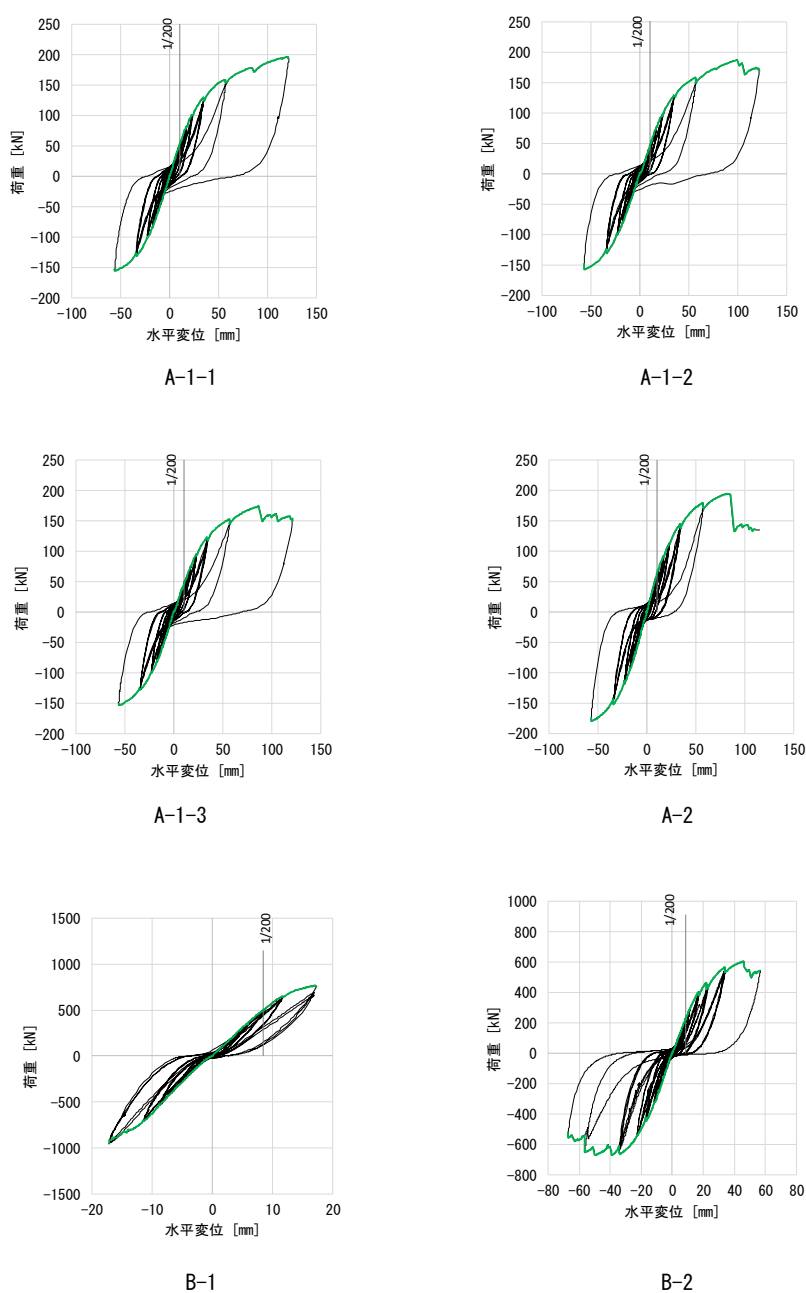


図 4.7 荷重—水平変位の骨格曲線

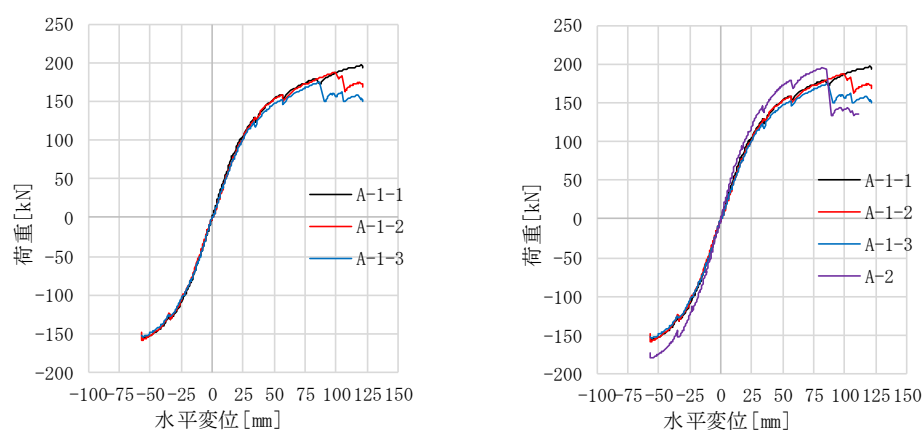


図 4.8 荷重－水平変位の骨格曲線（A-1、A-2 試験体）

上図がA-1試験体・A-1及びA-2試験体の結果を重ねたもので、下記表がA-1試験体3体分の最大耐力及び剛性を示している。表から確認できるように3体のばらつきも少ないことが確認できた。またA-1とA-2試験体の違いは床用CLTを介して架台に固定されている点であり、最終破壊状況としても、ロの字柱型とCLT床へのめり込みによって差があることが確認できた。

表 4.4 A-1 試験体の最大の荷重とばらつき [kN]

	最大の荷重	
	正側	負側
A-1-1	196.7	155.9
A-1-2	188.0	157.4
A-1-3	174.5	153.3
平均値	186.4	155.5
標準偏差	9.1	1.7
変動係数 Cv	0.05	0.01
k	0.471	
ばらつき係数	0.98	0.99
平均値×ばらつき係数	182.0	154.7

*k は信頼水準 75%における 50%下側許容限界値を求めるための係数

*ばらつき係数は、 $1-C_v \cdot k$ で算出した値

表 4.6 A-1 試験体の等価剛性 [kN/mm]

	1/450rad		1/300rad		1/200rad	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側
A-1-1	4.9	5.5	5.3	5.4	5.3	5.2
A-1-2	3.5	4.5	4.1	4.9	4.4	4.9
A-1-3	4.0	5.1	4.5	5.2	4.7	5.2
平均値	4.1	5.0	4.6	5.2	4.8	5.1
標準偏差	0.6	0.4	0.5	0.2	0.4	0.1
変動係数	0.14	0.08	0.11	0.04	0.08	0.03
k	0.471					
ばらつき係数	0.93	0.96	0.95	0.98	0.96	0.99

*等価剛性はそれぞれの変形角の時の荷重をその時の水平変位で除した値

*k は信頼水準 75%における 50%下側許容限界値を求めるための係数

*ばらつき係数は、 $1-C_v \cdot k$ で算出した値

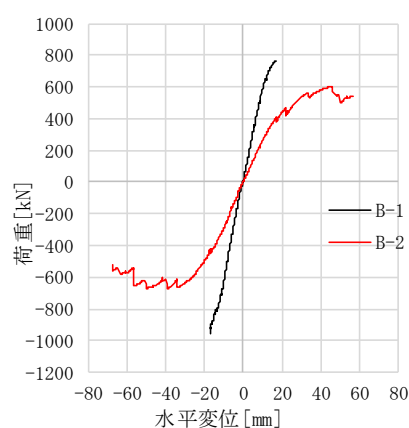


図 4.9 荷重－水平変位の骨格曲線（B-1、B-2 試験体）

上図がB-1試験体・B-2試験体の結果を重ねたもの、下記表A-2試験体を含めた最大耐力及び剛性を示している。外形・CLT厚みは同じ2つのB試験体の結果の差は、A-1・A-2と同じように床CLTを介している点以外に、大きくは頬杖の効果による耐力の差であると言える。頬杖付のB-1の試験体は水平変位が20mm程度で想定荷重を超えて加力治具・ジャッキ性能の限界となり試験を終了させた。

表 4.5 A-2、B-1、B-2 試験体の最大の荷重 [kN]

	最大の荷重	
	正側	負側
A-2	194.4	179.7
B-1	766.3	954.3
B-2	604.6	671.8

表 4.7 A-2、B-1、B-2 試験体の等価剛性 [kN/mm]

	1/450rad		1/300rad		1/200rad	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側
A-2	6.3	5.4	6.5	5.6	6.2	6.0
B-1	60.9	53.4	61.5	58.0	59.5	60.6
B-2	24.8	27.5	26.3	27.4	26.7	29.9

*等価剛性はそれぞれの変形角の時の荷重をその時の水平変位で除した値



A-1 実験終了時



A-1 脚部
浮きと GIR 接合部分での割れ



GIR 接合部分での割れ



B-1 頬杖（脚部）での変形前に
加力部で CLT のめり込みが進んだ

8-4. 試験結果考察

① CLT口の字柱試験結果のまとめ

試験結果について、表8-4.1として以下にまとめる。

表 8-4.1 各試験体の最大変形角、剛性、崩壊型

試験体	最大変形角	剛性(実験値)	崩壊型
A-1-1	1/15	5.15	GIR降伏
A-1-2	1/15	4.36	引張GIR破断
A-1-3	1/15	4.71	引張GIR破断
A-2	1/18	5.23	引張GIR破断
B-1	1/83	55.99	柱頭部支圧
B-2	1/30	23.20	引張GIR破断

※剛性(実験値)は1/200,1/300,1/450の正負の平均としている。

・概ね大きな変形能力を有している。崩壊形は、引張側GIRの鉄筋降伏、または破断であった。B-1試験体については、柱頭部治具による支圧が過大となり、試験体が加力できなくなったため、1/83で実験が終了しているが、最大耐力はこれよりかなり大きいと考えられる。

・本計画建物で想定する変形領域層間変形角1/200以下（基礎免震構造を採用）では、概ね弾性挙動を示している。

・同一試験体（A-1-1,A-1-2,A-1-3）の剛性のばらつきは20%以内と小さい。

・A試験体の柱頭、柱脚では変形角1/200以下において剛性に大きな差はない。一方、B試験体は、方杖の有無により剛性が大きく異なり、方杖がある場合は2.4倍の剛性がある。

② 解析による検証

試験体を再現したモデル（図8-4.2）によりFEM解析を行い、試験結果との比較検証を行った。図8-4.3は実験値と計算値の荷重-変形角関係を合わせてプロットしたものである。解析により得られる剛性は、比較的精度よく再現できており、実験値と計算値の誤差は20%程度となった。

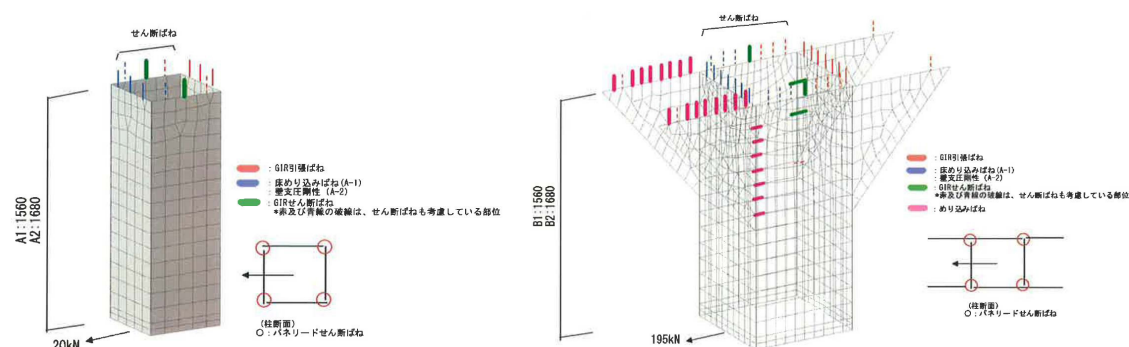


図 8-4.2 試験体の試験体の解析モデル

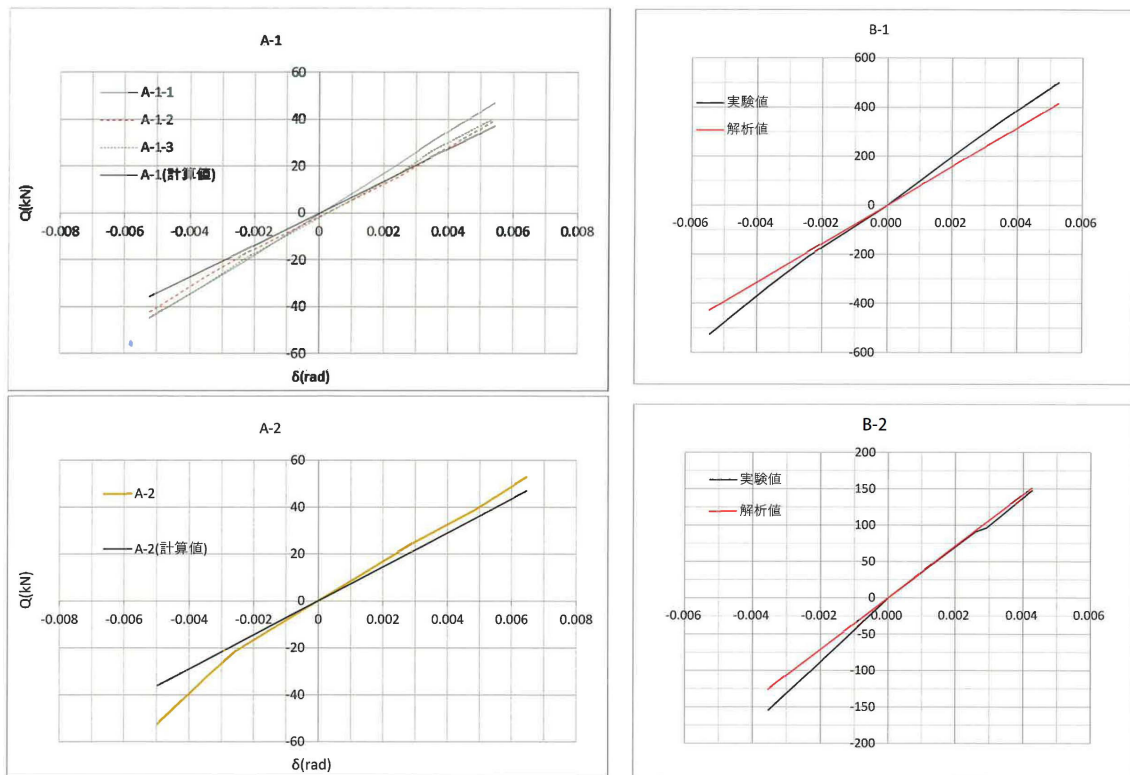


図 8-4.3 剛性の比較

③ CLT口の字柱を組み合わせることによる効果

本建物の設計にあたり、CLT口の字柱による剛性増大率、および、CLT口の字柱とRC柱との応力分担をFEM解析により検証した。

図8-4.4の解析モデルにより、単体のRC柱とした場合と、CLT口の字柱+同位置にRC柱を配置した場合を比較して算出した。その結果、CLT口の字柱を組み合わせること、RC柱の剛性は、中柱で1.099～1.150倍、外周柱で1.129倍、RC柱の耐力は中柱で1.35～1.49倍、外周柱で1.41倍となった。

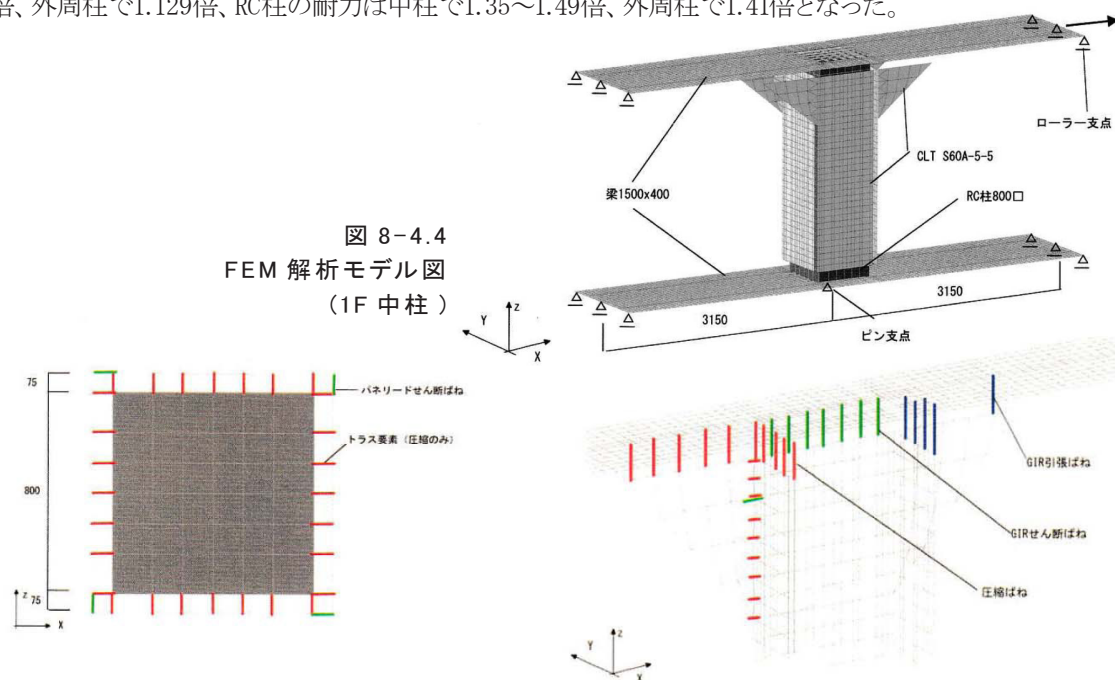


図 8-4.4
FEM 解析モデル図
(1F 中柱)

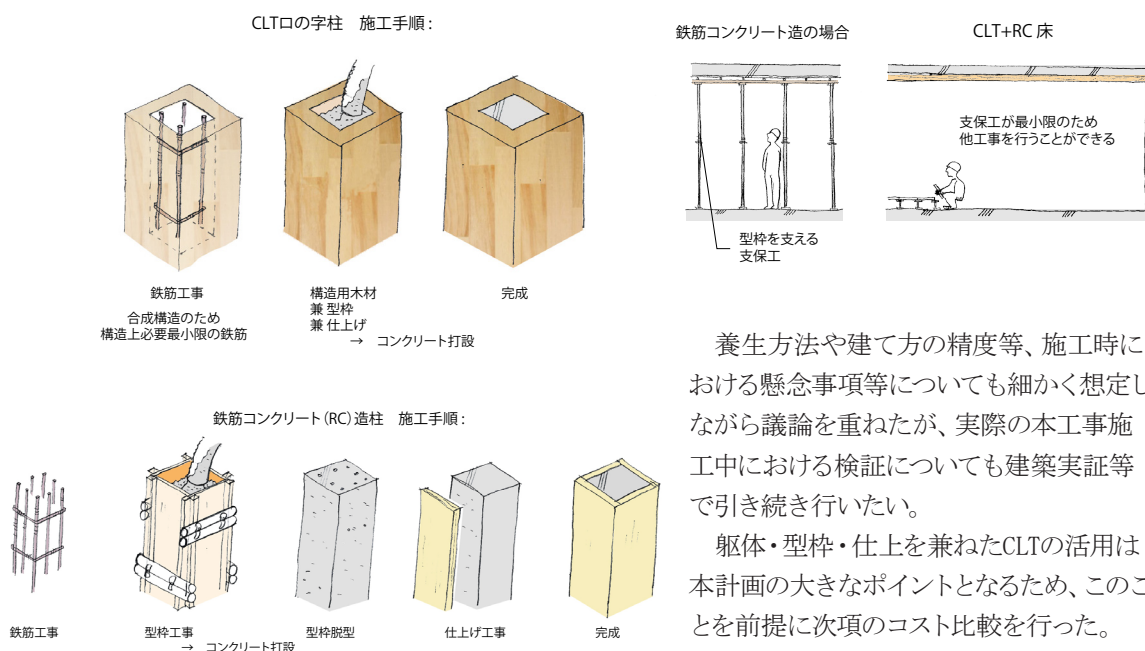
8-5. その他事項 とコスト比較、まとめ

① 床構造について

本計画では、各層の床をCLT板の上にコンクリートを打設する、RC+CLT構造としている。柱型と床CLT部分の接合方法等の検討をし、実験体の製作に反映した。床板単体としての構造性能実験等は実施していないが、常時はRC断面で床を支え、RC+CLTの合成構造とする事で床の振動やたわみを抑え、強度、剛性、遮音性の高い床構造として計画している。

② 型枠・仕上げとしてのCLT

本計画では全ての（柱型・床）CLTを型枠として利用して、コンクリート打設後にそのまま内部仕上げとなる大きな利点と考えている。



③ コスト比較

前述の通り、躯体のみの工事費では本計画の特性を把握しにくいので、躯体工事・仕上工事の概算工事費を算出した。これに対して、上部躯体を一般的なRC造及びS造とした場合それぞれとの比較を行った。算出の前提として、本計画自体もRC造である点、また計画上地階があり、どの構造種の場合でも地階含めた地下躯体はRC造としている点を挙げておく。RC造・S造における内装仕上げは、本計画で得られる木質空間と同等になるものを想定して算出した。また、各構造種の想定工期による工事費への影響までは具体的に算出できないため、それぞれにおける上部躯体の建て方から仕上げまで含めた工期を想定した。躯体の建て方に要する施工期間はS造が最も短くなることが予測できるものの、RC造に対して本計画は約2カ月の短縮が可能になると考えている。

次に示す表のように、本計画の躯体+仕上工事の概算工事費はRC造に対して㎡単価の差額が約+11.6千円で4%程度の増、S造に対しては地下等の前提条件の影響もあり、㎡単価の差額が約-2.3千円で1%程度減となった。工事費のみの比較の場合S造がRC造を上回っているが、想定工期がRC造の約半分となるため、工事費総額ではS造が下回る可能性が高い。このように工期も考慮に入れて3種の構造を比較した場合には、それぞれに費用面での大きな差は生じないと考えられる。

工事費の比較

工事費(躯体+仕上) (税抜・千円)		本計画 (A)	CLTを使用せず、 一般RC造同等とし た場合 (B)	CLTを使用せず、 一般S造同等とし た場合 (C)	増減額 (A)-(B)	増減額 (A)-(C)	備考
基礎工事	土工事	26,500	26,500	26,500	0	0	本計画がRC造のため、 上部躯体を： 一般RC造とした場合： 重量増 S造とした場合： 重量減 として基礎工事への 影響を想定して算出。
	基礎工事	112,000	119,000	100,800	△ 7,000	11,200	
	杭工事	52,000	52,000	42,000	0	10,000	
	免震工事	69,400	69,400	69,400	0	0	
基礎工事計(E)		259,900	266,900	238,700	△ 7,000	21,200	
上部躯体工事	仮設工事	50,050	72,800	58,240	△ 22,750	△ 8,190	CLT床の型枠利用に よる支保工等の減
	コンクリート工事	61,750	114,000	35,000	△ 52,250	26,750	コンクリート・鉄筋・型枠 S造はデッキプレート+RC スラブ分
	木工事	312,000	0	0	312,000	312,000	CLT躯体工事
	鉄骨工事	0	0	180,900	0	△ 180,900	上部躯体S造の場合 670t+耐火被覆
	防水工事	7,100	7,100	7,100	0	0	
	屋根工事	7,740	7,740	7,740	0	0	本計画では外皮が ほぼガラスカーテン ウォールのため、 構造種による差は 無いものとした。
	断熱工事	20,280	20,280	20,280	0	0	
	外装工事	445,000	445,000	445,000	0	0	
	内装工事	204,750	385,500	385,500	△ 180,750	△ 180,750	本計画ではCLTが内 部仕上となる。
上部躯体工事計(F)		1,108,670	1,052,420	1,139,760	56,250	△ 31,090	
合計(E)+(F)		1,368,570	1,319,320	1,378,460	49,250	△ 9,890	※土留等の工事は除外 ※8階部分や屋外階段等 の鉄骨は除外
延べ面積あたり工事単価(千円/㎡)		322.2	310.6	324.5	11.6	△ 2.3	

上部躯体建て方+内装仕上げ工期の想定

9ヵ月

11ヵ月

5.5ヵ月

96%

101%



内観イメージ(中間階)

今回の実証事業では、建物が密集する都市における本計画のような中高層建築物においても、架構としての木材利用を実現するために、CLTを積極的に活用し、特殊な加工をすることなく、木材に包み込まれるようなあたたかな室内空間をつくること、他工種に対して費用面でも大きな差がない形で実現できる、そのための工法の設計を実証できたと考えている。

以上。