

2.14 オリオン建設(株)／(有)ビルディングランドスケープ

事業名		(仮称)木造中層共同住宅・オフィス「都島プロジェクト」新築工事の設計・性能実証	
実施者(担当者)		オリオン建設株式会社(有限会社ビルディングランドスケープ)	
建築物の概要	用途	共同住宅・事務所・店舗	
	建設地	大阪府大阪市都島区	
	構造・工法	1-3階：鉄骨造+4-8階：耐震ブレース及びCLT耐震壁付き木造軸組工法	
	階数	8	
	高さ(m)	28.78	
	軒高(m)	27.65	
	敷地面積(㎡)	647.83	
	建築面積(㎡)	394.24	
	延べ面積(㎡)	2235.42(容積対象延べ床面積：1900.17)	
	階別面積	1階	348.06
		2階	371.24
		3階	361.65
		4階	302.62
		5階、6階	280.15
		7階	241.56
		8階	50.63
CLTの仕様	CLT採用部位		耐震壁、床
	CLT使用量(㎡)		加工前製品量70.44㎡、建築物使用量64.04㎡
	壁パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	S60A相当
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60A相当
		樹種	スギ
	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LVL、梁：カラマツLVL
	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		280㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	改質アスファルト系シート防水
		外壁	ALC37mm(木造部)
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス(Low-E)
	主な内部仕上	界壁	(PB21×2+木軸(GW24K25-50mm))+PB21×2)両面
		間仕切り壁	PB12,5mm両面、一部片面CLT耐震壁現し
		床	FL12+PB12.5t+遮音シート8t+パーディクルボード20×2
構造	天井		天井下地+PB12.5×2
	構造計算ルート		許容応力度等計算(ルート2)
	接合方法		鋼板挿入型ドリフトピン接合+引きボルト接合
	最大スパン		6.5m
耐火	防火上の地域区分		防火地域・準防火地域
	耐火建築物等の要件		有
	本建築物の耐火仕様		1-4階：2時間耐火構造、5-8階：1時間耐火構造
	問題点・課題とその解決策		防火地域のため耐火建築物としている
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		躯体の外に取り付ける外壁パネルの中に断熱材を充填している
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	硬質ウレタンフォーム2種2号・80mm
		外壁	グラスウール16K・90mm等
施工	床		グラスウール24K・50mm等
	遮音性確保に関する課題と解決策		CLT床のみでは遮音性の確保が難しいため、二重床と独立天井を設ける
	建て方における課題と解決策		CLT耐震壁が先に設置される部分の外壁はパネル化して外側から施工予定
	給排水・電気配線設置上の工夫劣化対策		耐力梁や床の耐火層には配管を通さず、二重床、二重天井内で設置
工程	設計期間		2021年8月～2022年2月(7ヵ月)
	施工期間		2022年3月～2023年3月(12ヵ月)
	CLT躯体施工期間		2022年9月～11月(予定)
	竣工(予定)年月日		2023年3月10日
体制	発注者		オリオン建設株式会社
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		有限会社ビルディングランドスケープ
	構造設計者		株式会社u'plan/構造・防耐火アドバイザー：株式会社シェルター
	施工者		オリオン建設株式会社・株式会社新宅工務店特定建設工事共同体
	CLT供給者		株式会社シェルター
		ラミナ供給者	未定

実証事業名：(仮称)木造中層共同住宅・オフィス「都島プロジェクト」新築工事の設計・性能実証

建築主等／協議会運営者：オリオン建設（株）／（有）ビルディングランドスケープ

1. 実証した建築物の概要

用途		共同住宅・事務所・店舗		
建設地		大阪府大阪市都島区片町		
構造・工法		1-3 階：鉄骨造、4-8 階：ブレース及び CLT 耐震壁付木造軸組工法		
階数		8		
高さ（m）		28.78	軒高（m）	27.65
敷地面積（㎡）		647.83	建築面積（㎡）	394.24
階別面積	1 階	348.06	延べ面積（㎡）	2235.24 うち容積対象延べ面積：1900.17
	2 階	371.24		
	3 階	361.65		
	4 階	302.62		
	5 階、6 階	280.15		
	7 階	241.56		
	8 階	50.63		
CLT 採用部位		壁(耐震壁)、床		
CLT 使用量（m³）		加工前製品量 70.44 m³、加工後建築物使用量 64.04 m³		
CLT を除く木材使用量（m³）		280 m³		
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/S60 相当/スギ		
	床	150mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60 相当/スギ		
	屋根	－		
設計期間		2021 年 8 月～2022 年 2 月（7 カ月）		
施工期間		2022 年 3 月～2023 年 3 月（12 ヶ月/予定）		
CLT 躯体施工期間		2022 年 9 月～11 月（8 週間）		
竣工（予定）年月日		2023 年 3 月 10 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

地上 8 階建ての事務所兼共同住宅の計画で、上層 5 層を木造で設計し、そのうち上層 3 層を CLT 耐震壁(一部ブレース構造)付き軸組み工法で設計しているが、現状では木造の柱・梁及び床板と CLT 耐震壁を組み合わせた接合部の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必要がある。さらに木造に関して告示がなく事例が少ない 2 時間耐火構

造の防耐火上の納まり検討の他、中大規模木造における共同住宅に必要な床・界壁の遮音性の検証、外壁、開口部の断熱性能についての検討、バルコニー、屋上等防水性を含めた耐久性の検証を行う必要がある。また実証建築物の建築費は、同規模の S 造建物と比較し検証する。今回得られた設計仕様はまだ知見が少ない中大規模木造の共同住宅用途等において、同規模の建築を設計する際にも技術的に流用可能であり、汎用性・普及性が高いと考える。

今回実証事業で設定した課題は、以下である。

- (1)CLT 耐震壁と構造部材との接合金物設計のための構造性能実証による構造特性値の検証及び軸組架構に CLT パネルを挿入した場合の構造モデルの考案
- (2) CLT 耐震壁と梁の接合部分の金物周りの耐火被覆納まり、1 時間耐火・2 時間耐火の防耐火上の納まりの設計検証
- (3)共同住宅において CLT 床板を使用する際の床・界壁の遮音性の設計検証
- (4)バルコニー及び屋上等屋外に面する部分の防水性、耐久性の設計検証
- (5)断熱性能、防耐火性を考慮した外壁・開口部の設計検証
- (6)CLT 耐震壁付き(一部ブレース構造)木造軸組工法における S 造とのコスト比較検討

3. 協議会構成員

- (設計) (有)ビルディングランドスケープ：山代悟、西澤高男、久松慶子、中村朋世
(進行管理、協議会運営者)
- (構造設計) (株)U'plan：別府弘、尾崎光、上野顕司
- (構造・防耐火アドバイス、構造試験体計画、材料供給)(株)シェルター：安達広幸、伊藤克彦、篠宮雄大、齋藤拓実
- (施工/見積作成) オリオン建設(株)：樋上雅一、樋上泰央
- (試験) ハウスプラス確認検査(株)

4. 課題解決の方法と実施工程

- ・ CLT 耐震壁の接合部の検証→予備実験にて単位ドリフトピンの接合部の耐力を取得後、計画に用いる接合部の仕様にて構造実験を実施し、接合部剛性と耐力データを取得し、構造設計検証を行なった。
- ・ 1 時間耐火・2 時間耐火の防耐火上の納まりの設計検証→各仕様について詳細図を作成し納まりを検証。
- ・ 床・界壁等の遮音性の設計検証→CLT 床、壁などを含めた既存の遮音実験データや床メーカーや専門家の意見を参考に仕様を決定した。
- ・ 防水性、耐久性の設計検証→中大規模木造に適した防水仕様などを防水メーカー等に相談し、仕様を決定した。
- ・ 断熱性能、防耐火性を考慮した外壁・開口部の設計検証→省エネ性能について部分的に事前シミュレーションを行い、断熱材、外壁材の断熱性能等の仕様を決定した。

＜協議会の開催＞

2021 年 9 月：第 1 回開催、問題点洗い出し、構造実験仕様検討

10 月：第 2 回開催、構造実験仕様確認、防耐火上の納まり検討、床等の遮音性の設計検証、断熱性能に関する検証、開口部性能の検証についての確認

11 月：第 3 回開催、構造本実験報告・構造仕様確認、建物全体のボリューム検討、床構成についての検討、床まわり防耐火納まり検証、バルコニー納まり検討

2022 年 1 月：第 4 回開催、設計検証中間報告

2 月：第 5 回開催、実証事業のまとめ

＜設計＞

2021 年 8 月～2022 年 2 月：実施設計

8 月～2022 年 2 月：構造設計

＜性能確認＞

2021 年 10 月 13-15 日 プレ実験 3 種 6 体

11 月 15-19 日 本実験

①CLT 面内強軸方向 7 体

②CLT 面内弱軸方向 7 体

③LVL 繊維直交方向 7 体

④LVL めり込み実験 6+6 体

5. 得られた実証データ等の詳細

(1)CLT 耐震壁と梁の接合部の構造特性値(実験報告書)、接合部仕様

(2)CLT 耐震壁及び 1 時間及び 2 時間耐火木造の部材同士の防耐火上の取り合い設計仕様

(3)共同住宅における床等の遮音性を考慮した設計仕様

(4)バルコニー等防水を含む耐久性を考慮した設計仕様

(5)断熱性能を考慮した外壁、開口部の設計仕様

(6)S 造と本事業建物を比べた際のコスト比較資料

6. 本実証により得られた成果

木造の梁と CLT 耐震壁の接合部の仕様についての構造性能検証を行い、CLT 弱軸方向、強軸方向等部材部分での引っ張り・圧縮耐力及びせん断力の構造特性値が取得出来た。

ドリフトピンの長さを CLT 厚より短くし、ラミナが 5 層 5 プライの場合は表面の繊維方向を水平にした方が大きな接合部耐力を確保できることが確認でき、本物件のように連層 CLT パネル耐震壁となる場合、下階ではせん断力より引張力が大きいため、表面の繊維方向を水平にする方が合理的であることが分かった。

防耐火上弱点となる金物周辺の被覆の検討、低コスト性、施工性を念頭に接合部仕様を検討し、他物件でも CLT 耐震壁を使った建築物を設計する際に仕様を応用できるように構造特性値(実験データ)を取得した。また、CLT 耐震壁及び 1 時間耐火及び 2 時間耐火木造のそ

それぞれの認定仕様同士の耐火被覆の納まりの検証の他、中大規模木造の際に弱点となる共同住宅の床、界壁の遮音性を考慮した設計仕様、断熱性能を考慮した外壁、バルコニーや屋上等防水仕様を含む耐久性検討など建物全体を構成する仕様について各々性能、施工性、コスト性も考慮した設計仕様を検討することで、今後同様の CLT を活用した中大規模木造建築への多角的な技術や成果を広く普及することが期待できる。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



南側バルコニーより大阪城が望める外観イメージ



1. 建築・設計概要

CLT 耐震壁を取り入れた上層 5 層を木造化した 8 階建ての共同住宅・事務所の計画。

防火地域（一部準防火地域）に建つ地上 8 階建ての共同住宅と事務所等の複合建築物の計画で、8 階のうち下層の 1-3 階を鉄骨造、上層の 4-8 階を木造の立面混構造にて設計。

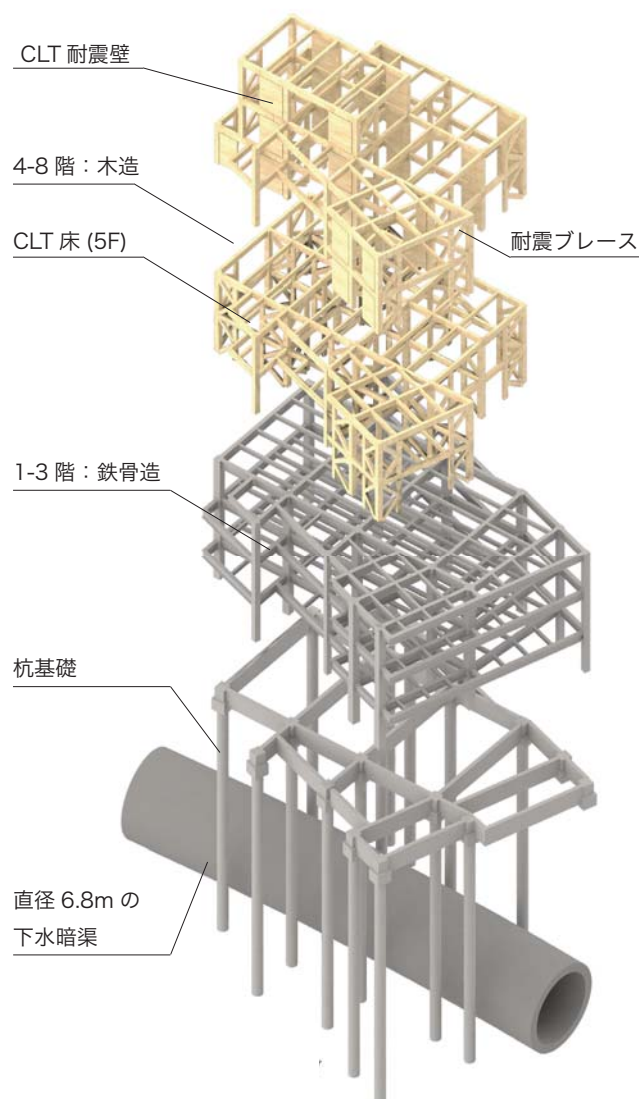
明治 35 年に木材店として創業し、その後建設会社となった自社ビルの建て替え計画。敷地は大阪城の北外堀、寝屋川に面していてランドマークとなりうる立地である。

防火地域内に建つ建物の要件により耐火建築物となるため、1-4 階は 2 時間耐火構造、5-8 階は 1 時間耐火構造にて計画。木造部分では 4 階のみ 2 時間耐火構造、5-8 階は 1 時間耐火構造となっている。

2. 構造概要

構造計画については、下層の 1-3 階を鉄骨造、上層の 4-8 階を木造の立面混構造として計画。木造部は木造軸組構造に耐震要素としてブレース、上層階の長手方向には厚み 150 mm の CLT を耐震壁として採用し（一部ブレース）、接合部については本実証事業において構造実験を行って構造特性値の取得をして設計している。

また、敷地の特殊要件として敷地内を南北に横断する形で地下に直径約 6.8m の下水管暗渠が埋設しており、その部分を避けて杭を打つ必要があるため、構造の荷重負担を出来るだけ減らすため上層部は RC 造と比べて荷重が軽い木造が有利であることも木造を採用した理由となっている。



設計段階の構造コンセプトイメージモデル

3. 実証事業内容

今回実証事業で設定した課題は、以下の項目である。

1. CLT 耐震壁と構造部材との接合金物設計のための構造性能実証による構造特性値の検証及び軸組架構に CLT パネルを挿入した場合の構造モデルの考案
2. CLT 耐震壁と梁の接合部分の金物周りの耐火被覆及び 1 時間耐火・2 時間耐火の防耐火上の納まりの設計検証
3. 共同住宅において CLT 床板を使用する際の床・界壁の遮音性の設計検証
4. バルコニー及び屋上等屋外に面する部分の防水性、耐久性の設計検証
5. 断熱性能、防耐火性を考慮した外壁・開口部の設計検証
6. CLT 耐震壁付き (一部ブレース構造) 木造軸組工法における S 造とのコスト比較検討

上記 1 の構造特性値の検証等については、木造部をルート 2 で設計するが、現状では CLT パネルと鋼板プレートの接合部データが不足している。また CLT パネルが現しとなるため、熱橋を考慮して、ピン部分は込栓にて仕上げる予定である。そのため、ピンは CLT 厚 150 mm より 35 mm 短い 115 mm としている。CLT 厚より短いドリフトピン接合が耐力に与える影響を確認するためのデータが不足しているため、構造実験により性能確認を行なった。

また、木造軸組みに軸組を負担しない耐震壁として CLT パネルを挿入する場合の適切な構造モデル化についての知見も不足しているため下記の設計及び性能実証を行なった。

- (1) CLT パネルにおける鋼板挿入型ドリフトピン接合の仕様選定、および構造特性値の取得
- (2) CLT パネルを表しとする場合の適切な CLT パネル設置方向
- (3) 木造軸組に CLT パネルを挿入した場合の適切な構造モデルの考案

4. 得られた実証データ等の詳細・設計検証内容

4-1. CLT 耐震壁の接合部の構造性能実証：

(1) CLT パネルにおける鋼板挿入型ドリフトピン接合の仕様選定、および構造特性値の取得

CLT パネルの仕様は、内部のラミナ強度を均一なものとするため、JAS 同一構成直交集成板 S60 5 層 5 プライ A 種構成を選定し、一般的な仕様として樹種は杉で、幅はぎ接着ないものとした。厚みは 150mm である。鋼板及びドリフトピンの材質は SS400 で、鋼板厚は 6mm、ドリフトピンの径は $\phi 16$ である。

今回実験によって得られた構造特性値は以下のとおりである。

- ・ CLT 接合部 面内強軸方向 (ドリフトピン $\phi 16 \times 10$ 本)
短期基準接合耐力：136.8kN、初期剛性：113.21kN/mm
- ・ CLT 接合部 面内弱軸方向 (ドリフトピン $\phi 16 \times 10$ 本)
短期基準接合耐力：192.4kN、初期剛性：110.88kN/mm

また、今回 CLT は LVL の軸組の中に配置するようになるため、周囲の LVL の接合部特性値も併せて取得した。LVL の仕様は、JAS 構造用単板積層材 E120-F385 55V-47H、樹種はカラマツとした。厚みは 210mm である。鋼板及びドリフトピンの材質は SS400 で、鋼板厚は 9mm、ドリフトピンの径は $\phi 20$ である。

- ・ LVL 接合部 繊維直交方向 (ドリフトピン $\phi 20 \times 2$ 本)
短期基準接合耐力：61.9kN
- ・ LVL 接合部 材端部めりこみ強さ
めり込み強さ 平均値 12.90N/mm²、めり込み剛性 平均値 2.15 N/mm³
- ・ LVL 接合部 材中間部めりこみ強さ
めり込み強さ 平均値 13.92N/mm²、めり込み剛性 平均値 4.03 N/mm³

以上の結果が得られた。

(2) CLT パネルを表しとする場合の適切な CLT パネル設置方向

ドリフトピンの長さを CLT 厚より短くし、ラミナが 5 層 5 プライの場合は表面の繊維方向を水平にした方が大きな接合部耐力を確保できることが確認できた。

これはドリフトピンの長さが短いことにより実質的には接合部は 3 層 3 プライと同様の挙動を示すものと考えられることが分かった。本物件のように連層 CLT パネル耐震壁となる場合、下階ではせん断力より引張力が大きいため、表面の繊維方向を水平にする方が合理的であることが分かった。

(3) 木造軸組みに CLT パネルを挿入した場合の適切な構造モデルの考案

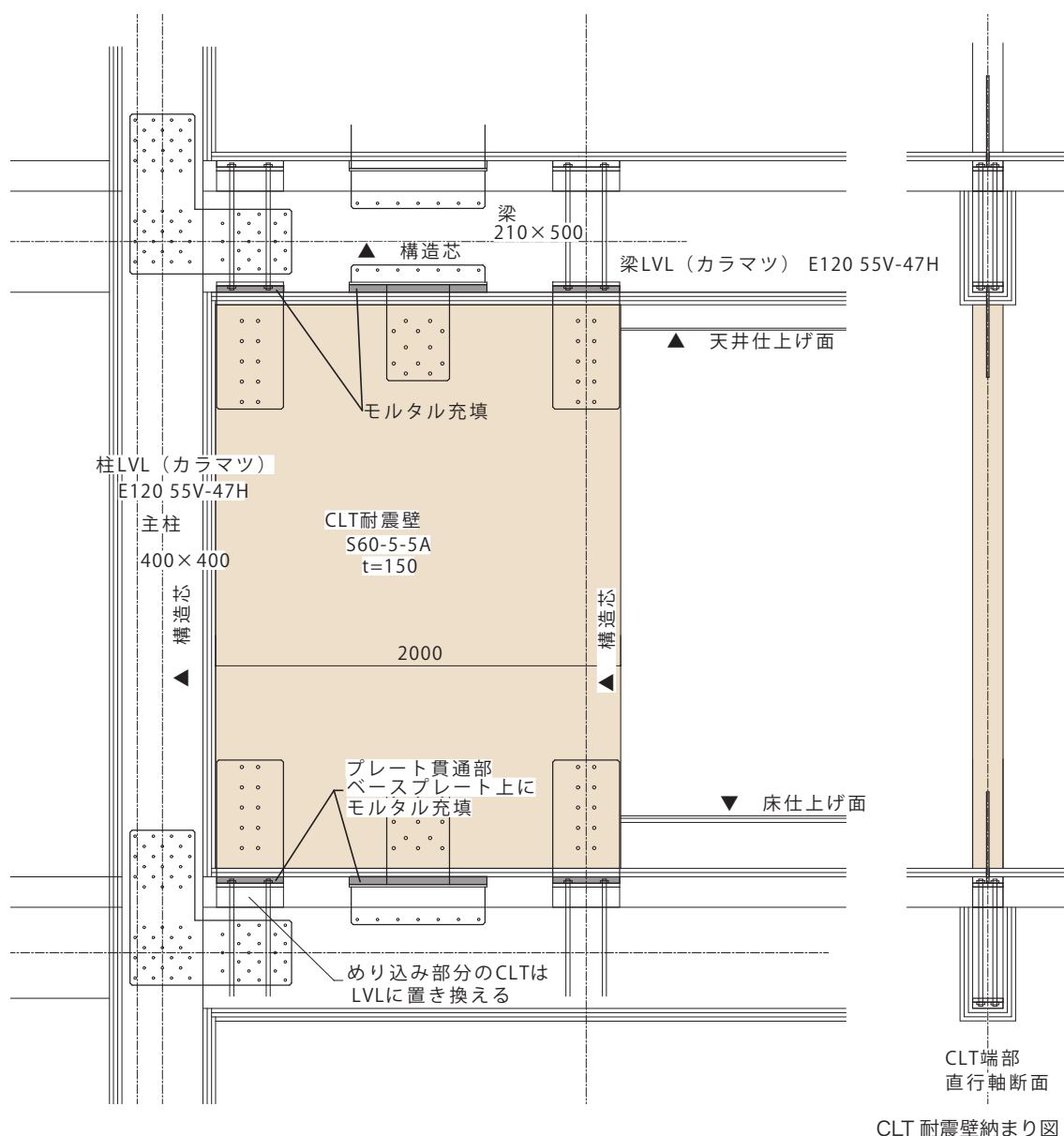
CLT パネル工法のモデルを参考にモデル化を行った。エレメント置換に似た形状とし、構造材をそのまま素直に線材置換することで周辺部材にブレースと同様の応力を発生するこ

とが可能となった。CLT パネルはH型の線材とし、上辺と下辺を剛体としてモデル化した。その端部に引張・圧縮バネをそれぞれ設置し、中心にせん断ばねを設置した。

CLT 耐震壁は接合部の剛性で決まってしまうため、今回はそのあたりを担保するために、柱・梁のフレームにも考慮して半剛接とした DP を増やしてアップしている。半剛接にすることで CLT 耐震壁のみに頼ることはない設計としてより安全性を考慮した設計とした。

4-2-1.CLT 耐震壁の設計 (金物周りの耐火被覆納まりの設計検証)

構造実証の試験結果を使い、全体の構造モデルに入れて CLT 耐震壁の設計を行なった。金物周りの耐火被覆納まりの設計検証として、熱橋の影響を考慮し、被覆の裏の梁を一部切り欠いてモルタル詰め込んで対策している。



4-2-2. 1時間耐火・2時間耐火の防耐火上の納まりの設計検証

防耐火上の納まりは前項目にある、1時間及び2時間耐火の柱、梁と現しにしているCLT耐震壁、耐震ブレース部分との被覆や金物からの熱橋を考慮して設計を行なった。その他CLT床他木造部の床は設備配管を考慮し、梁や床の耐火層には原則貫通しないように梁下の独立天井及び二重床内にて配管する用に工夫している。そうすることで、設備更新の際も耐火層を触らずに容易にメンテナンス、更新できるような納まりとした。その他非耐力壁の1時間耐火構造の外壁については、柱、梁との耐火被覆の取り合いの納まりなどを検証した。

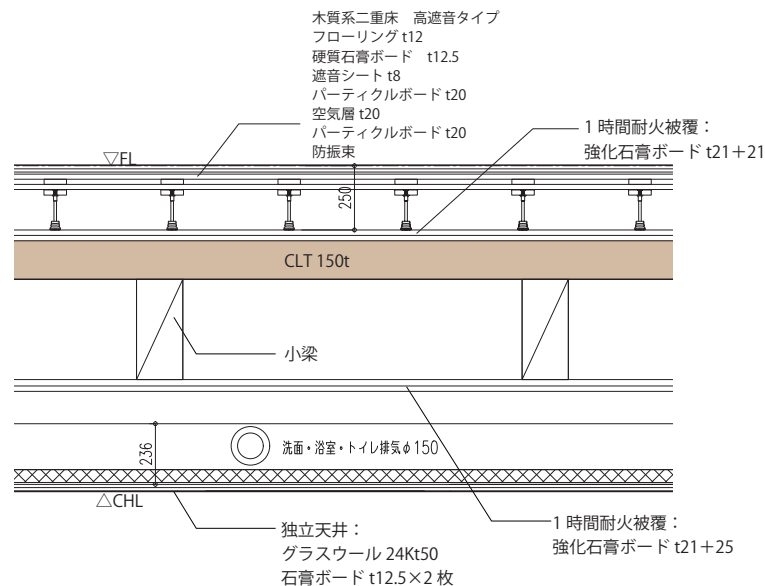
4-3. 共同住宅においてCLT床板を使用する際の床・界壁の遮音性の設計検証

共同住宅という用途上、事務用途等と比較してより遮音性に対するの考慮が必要になる。RC造と比較して重量の小さい木造では、上下階の遮音（特に重量床衝撃音遮断性能）を確保するために対策を講じる必要がある。本事業では、既存の木造共同住宅の事例を踏まえLH-60～65を目標値として設計。

・実験値を基にした遮音性能推定値

「令和2年林野庁補助事業 CLT床遮音性能向上の研究開発 事業報告書」の結果を基に、床版である150mm厚CLTに対し耐火被覆（1時間）、乾式二重床、独立根太天井を設け、LH-62の重量床衝撃音遮断性能の確保を目標とした。

主な居室部分（リビング、主寝室等）の床は、上部は木質系二重床（高遮音タイプ）の置き床とし、下部は独立天井にして遮音性を高めている。



床断面構成イメージ

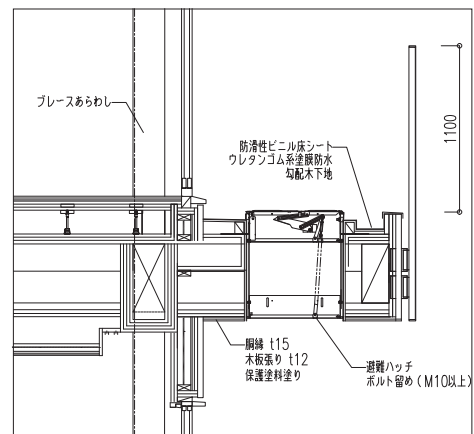
4-4. バルコニー及び屋上等屋外に面する部分の防水性、耐久性の設計検証

本計画では歩行可能な屋上、バルコニーなど水平面が多く存在するため、構造躯体を保護するための防水措置が重要となる。

屋上部については、中大規模木造用に開発された火を使わずに電熱溶融システムを使って施工できる改質アスファルト系シート防水を採用した。屋上菜園部分については屋上防水層の上に耐根層を設け、その上に軽量土壌を設ける形とした。

屋上等に設置する設備基礎が必要な箇所においては RC 置き基礎により防水層を貫通しないよう配慮して設計し、屋上部の手すりについても同様にコンクリート基礎を設けて防水層を貫通しないよう配慮した設計した。

また各階バルコニーに取り付ける手すりについては雨仕舞いを考慮し、上部に取り付けるのではなく、側面に取り付ける計画とした。



バルコニー部納まり検討図

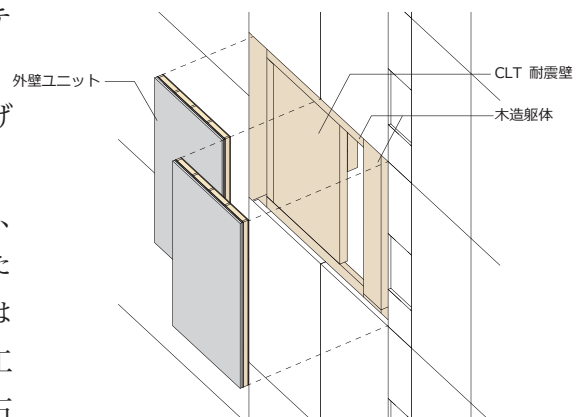
4-5. 断熱性能、防耐火性を考慮した外壁・開口部の設計検証

今回木造部分の外壁については、鉄骨造の ALC の取り付けのように躯体の外側にカーテンウォール的に留めつける計画としている。

外壁仕上げは木造に対応した ALC37mm仕上げの 1 時間耐火構造の壁を採用している。

今回外壁を施工する際に、先に木造の軸組、CLT 耐震壁、ブレースが先にできているため、柱及び CLT 耐震壁の設置部分においては内側から外壁の耐火被覆の石膏ボードを施工するのが不可のため予め断熱材や室内側の石膏ボードも含めた外壁パネルをつくり、現場で外側から施工して仕上げの ALC37mm等割れやすいため現場にて施工することを検討した。

開口部については、ビル用のアルミサッシと一部住宅用アルミサッシを採用し、取り付けは基本ビス止めとし、溶接を使わずに施工できる方法を検討した。



外壁ユニット取り付けイメージ

4-6.CLT 耐震壁付き (一部ブレース構造) 木造軸組工法における S 造とのコスト比較検討

項目	本事業					鉄骨造(参考)			
構造	1-3階：鉄骨造 4-8階：ブレース及びCLT耐震壁付木造軸組工法					1-8階：鉄骨造			
規模	8階					8階			
延べ面積(うち容積対象)	2235.24㎡(1900.07㎡)					2235.24㎡(1900.07㎡)			
工事費	項目	構造	数量	金額(千円)	備考	項目	数量	金額(千円)	備考
	基礎工事	基礎工事		24,600		基礎工事		28,000	
	上部構造躯体工事	材料費	鉄骨部	210t	37,200	柱・梁・デッキ床	材料費	430t	78,000
			木造部	360m ³	84,300	柱・梁・CLT・ブレース等			
		加工費	鉄骨部	210t	14,600	柱・梁・デッキ床	加工費	430t	30,000
			木造部	360m ³	34,800	柱・梁・CLT・ブレース等			
		その他材料費	鉄骨部		2,300	錆止め塗装等	その他材料費		4,200
			木造部		87,500	接合部金物等			
		建て方費	鉄骨部		5,600		建て方費		10,080
			木造部		27,300				
		輸送費	鉄骨部		1,100		輸送費		2,300
			木造部		8,000				
	計			327,300				152,580	

注：構造躯体のみ、諸経費、外壁、内装は含まない

(考察)

本実証事業の方が倍近い金額になっているが、S 造は純粋なラーメン構造に比べ、木造は軸組構造＋ CLT 耐震壁、ブレースがついてくるため躯体の量も増えている。また昨今のウッドショックの影響で、木材の材料高騰のため単価が高くなっている他、今回接合部に利用している金物の金額も上乘せされてコストが上がる要因になっていると考えられる。工期については、上層を木造にすることで、S 造と比べ工期は短縮されると思われる。

5. まとめ

本事業では耐火条件を満たしつつ外観を損なわない接合部のデータを取得することができた。接合部データを用いることで、軸組工法 CLT 耐震壁を適切にモデル化し、構造計算を行うことができた。実験に際しては現地調査の際に委員の先生方より「CLT 耐震壁を挿入したフレームの柱梁接合部に回転剛性を持たせることでより安全な建築物とすることが出来る」とご助言を頂いたことで、大地震時に耐力壁が損傷してもフレームが靱性を確保する設計とすることができた。

CLT 耐震壁を室内側に現しとした設計とするため、木造耐火建築物でもデザイン性を兼ねた耐震壁として CLT パネルを利用することが可能できる性能や納まり等を検証し、同様の CLT を活用した中大規模木造建築へ活用されることが期待できる。今後の改善点として、今回のドリフトピンを使った金物の設計では多くの金属プレートを使用しコスト増にもつながるため、接合部については今後改良の余地があると思われる。

CLT 部分を含めた木造部の設計においては、防耐火設計については様々な先導事例や法規などが整備され設計しやすくなっていると感じるが、その他の外壁や開口部など建築を構成する部材については中大規模木造に特化された製品が少ないため、今後の様々な製品の開発に期待したい。また今回の事業の施工を通して CLT を活用した中大規模木造の施工の効率化などにも取り組んでいきたいと考える。

性能実証事業（構造）_試験結果報告書（抜粋版）

- 1、CLT 接合部試験 面内強軸方向
- 2、CLT 接合部試験 面内弱軸方向



試験結果は以下のとおりであることを証明する。
令和4年1月14日

受付日：令和3年11月12日
受付番号：HP21-KT113

接合部性能試験成績証



東京都港区海老塚1-1
ニューピア竹芝ビル17階
ハウスプラス確認検査株式会社
代表取締役社長 坂根 義夫

1. 試験名称	CLT接合部試験 面内強軸方向
2. 試験依頼者	オリオン建設株式会社 〒534-0025 大阪府大阪市都島区片町1丁目4-12
3. 目的	CLTパネル工法における接合部の面内強軸方向加力に対する短期基準接合耐力、終局耐力、終局変位及び初期剛性を評価する。
4. 試験内容	CLTパネルー鋼製プレート接合部のアンカー型引張圧縮試験 試験方法B:接合部の部分を評価するための試験 準拠する試験方法・評価方法は「2016年版CLTを用いた建築物の設計施工マニユアル*」による。 *(公財)日本住宅・木材技術センター発行 第10章 CLTパネル工法における接合部試験・評価方法
5. 試験体仕様	<u>1) 接合金物</u> 「CLT用接合金物」 材 質: SS400 (JIS G 3101) 寸 法: (外形)300mm×484mm×550mm パネル接合プレート;t=9mm、接合具用孔10-φ16.4mm ベースプレート;t=19mm、反力固定用孔10-φ21mm 補強プレート;t=6mm 表面処理: なし 溶接方法: 隅肉溶接(詳細は報告書図3.2の通り) <u>2) 接合具</u> 「ドリフトピン φ16-I15L」10本 材 質: SS400 (JIS G 3101) 寸 法: φ16mm L=115mm 先端10mm絞りφ10mm 表面処理: なし <u>3) パネル材</u> 材 名: JAS同一等級構成直交集成板 S60 5層5プライ A種構成 幅はぎ接着なし 樹 種: スギ 寸 法: 150mm×580mm×1,200mm*1 全乾密度: 0.34~0.39(g/cm ³) 含 水 率: 9.2~10.2% *1 詳細形状、寸法はCLT接合部性能試験報告書 図3.1に示す
6. 試験条件等	試験体は、鋼製架台加力芯の位置に加力治具を設置した。 加力点はCLTパネル材上部に23-φ16mmドリフトピン接合の上、M20高力ボルト8本を介して引張圧縮方向に加力した。
7. 試験結果	短期基準接合耐力 136.8 kN 終局耐力(5%下限値) 168.1 kN 終局変位(平均値) 11.34 mm 初期剛性(平均値) 113.21 kN/mm (詳細についてはCLT接合部性能試験報告書に示す)
8. 試験場所	ハウスプラス確認検査株式会社 横浜第二試験所:神奈川県横浜市鶴見区矢向1-1-1 10番
9. 試験実施日	令和3年11月15日
10. 試験実施担当者	ハウスプラス確認検査株式会社 評定部 阪口 明弘 千葉 博 工藤 健

この接合部性能試験成績証を転載するときは、必ず全文を記載してください。

4. 試験方法

1) 試験方法	図 4.1 に試験方法を示す。
2) 試験体設置方法	試験体は、鋼製架台加力芯の位置に加力治具を設置した。
3) 変位の測定方法	CLT パネル材下部と鋼製プレートの相対変位を試験体両面で計測し、試験結果に用いた。
4) 加力方法	加力点は CLT パネル材上部に 23-φ16mm ドリフトピン接合の上、M20 高力ボルト 8 本を介して引張圧縮方向に加力した。加力手順は以下の通り。
手順 1 :	1 体目は予備試験として単調引張方向加力とし、この結果から「5.2 完全弾塑性モデルによる降伏耐力及び終局耐力等の求め方」に従い、降伏耐力 P_y および降伏変位 δ_y を求める。単調試験の結果表 4.1 のサイクルで加力を実施した。
手順 2 :	残りの試験体は本試験として正負交番繰返し加力を実施した。繰返し履歴は変位制御とし、降伏変位 δ_y の固定数列方式 (δ_y の (1/4) *1、1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍) にて繰返し加力を行った。
手順 3 :	加力は、最大荷重に達した後、最大荷重の 80%に低下するまで、または接合部の相対変位が 30mm 以上に達するまで加力を行った。

*1 依頼者の要望による追加サイクル

表4.1 加力サイクル

固定数列	$1/4 \delta_y$	$1/2 \delta_y$	δ_y	$2 \delta_y$	$4 \delta_y$	$6 \delta_y$	$8 \delta_y$	$12 \delta_y$	$16 \delta_y$
履歴変位 [mm]	0.37	0.75	1.49	2.98	5.96	8.94	11.92	17.88	23.84

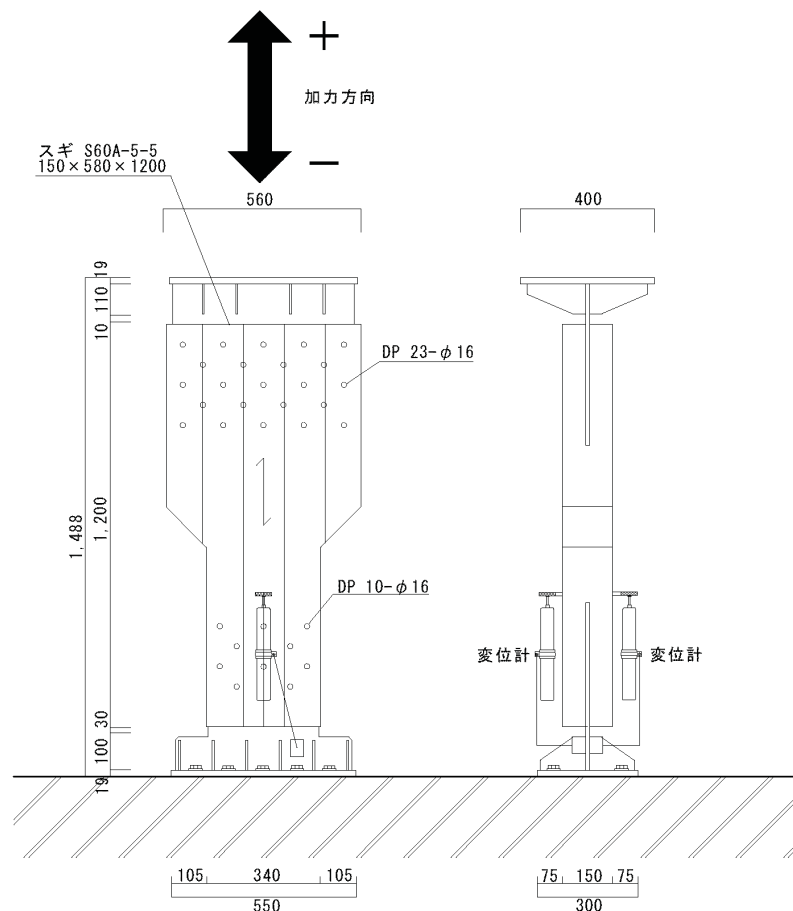


図 4.1 試験方法図 (単位:mm)

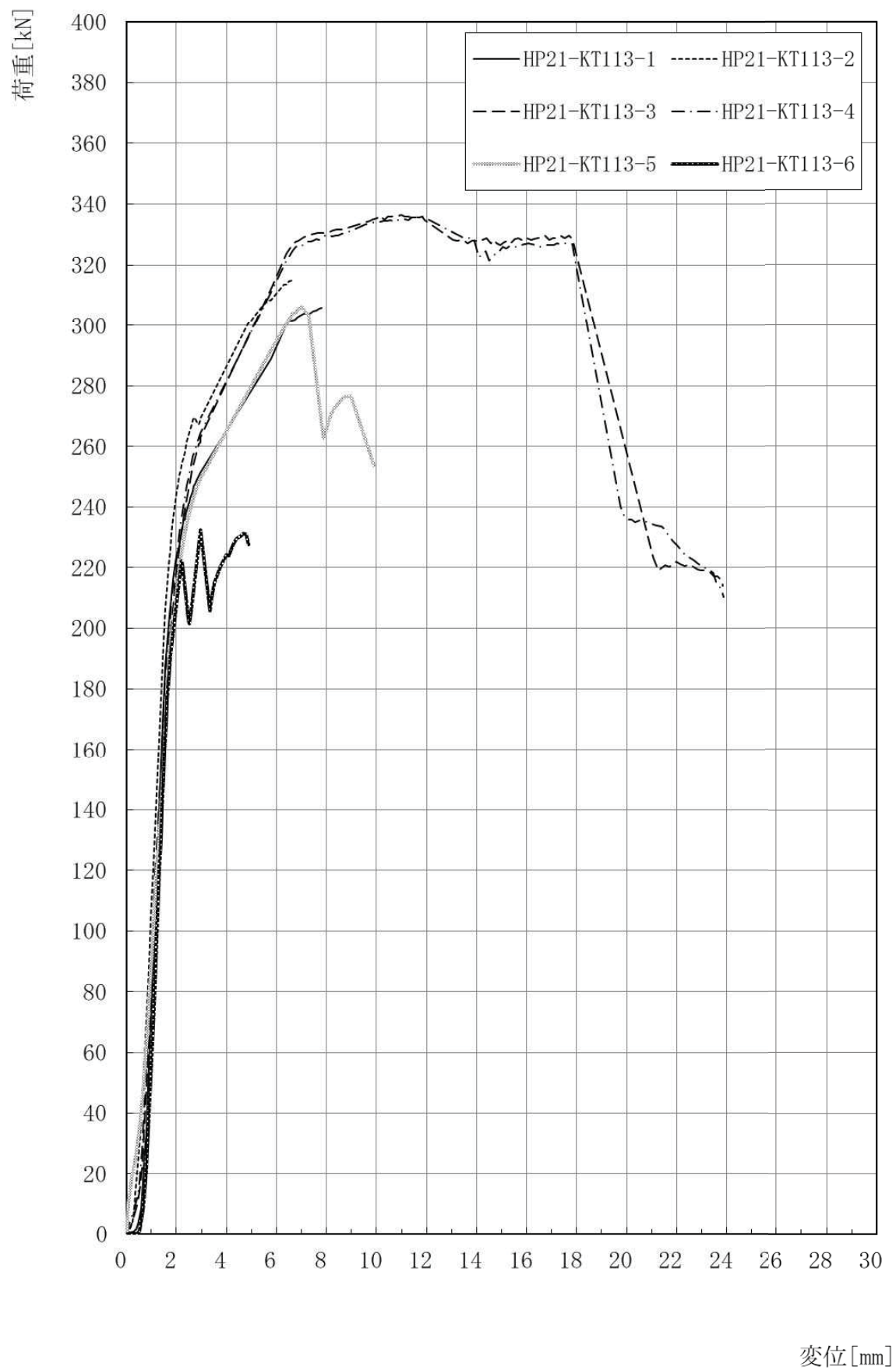


図 6.7 荷重-変位包絡曲線一覧

表 6.1 構造特性値一覧（バイリニア）

HP21-KT113									
項目	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	平均	標準偏差	
降 伏 耐 力 : P_y [kN]	210.46	227.48	220.66	219.65	218.24	174.58	211.84	19.05	
降 伏 変 位 : δ_y [mm]	1.80	1.76	2.03	1.94	2.11	1.62	1.88	0.18	
最 大 荷 重 : P_{max} [kN]	305.73	314.91	336.33	335.82	306.01	232.49	305.22	38.18	
最大荷重時変位 : $\delta_{P_{max}}$ [mm]	7.81	6.64	11.01	11.86	7.01	2.98	7.88	3.22	
終 局 耐 力 : P_u [kN]	267.49	281.92	315.61	315.39	273.45	200.27	275.68	42.35	
終 局 変 位 : δ_u [mm]	7.81	6.64	19.66	19.13	9.89	4.89	11.34	6.45	
初 期 剛 性 : K [kN/mm]	116.92	129.25	108.70	113.22	103.43	107.76	113.21	9.13	
降 伏 点 変 位 : δ_v [mm]	2.29	2.18	2.90	2.79	2.64	1.86	2.44	0.40	
塑 性 率 : μ	3.41	3.05	6.78	6.86	3.75	2.63	4.41	1.90	
構 造 特 性 係 数 : D_s	0.41	0.44	0.28	0.28	0.39	0.48	0.38	0.08	
包 絡 面 積 : s [kN・mm]	1782.66	1563.98	5747.70	5592.88	2343.59	792.77	2970.60	2150.09	
$\delta_{2/3P_{max}}$ [mm]	1.71	1.60	2.07	2.00	1.91	1.50	1.80	0.23	
0.1 P_{max} [kN]	30.57	31.49	33.63	33.58	30.60	23.25	30.52	3.82	
$\delta_{0.1P_{max}}$ [mm]	0.76	0.54	0.72	0.66	0.47	0.81	0.66	0.13	
0.4 P_{max} [kN]	122.29	125.96	134.53	134.33	122.40	93.00	122.08	15.27	
$\delta_{0.4P_{max}}$ [mm]	1.24	1.11	1.35	1.25	1.24	1.19	1.23	0.08	
0.9 P_{max} [kN]	275.16	283.42	302.70	302.24	275.41	209.24	274.70	34.36	
$\delta_{0.9P_{max}}$ [mm]	4.76	3.84	5.24	5.25	4.70	2.01	4.30	1.23	

(2) 代表的な終局時の状況を写真 6.1～写真 6.4 に示す。

A photograph of a metal plate with several circular holes. The plate is labeled 'HP21-KT113 No. 1'.		A close-up photograph of a circular hole in a metal plate, showing some internal structure.	
写真6.1 代表的な破壊性状① (No. 1)		写真6.2 代表的な破壊性状② (No. 3)	
接合金物	ドリフトピンの微細なめり込み	接合金物	ドリフトピンのめり込み
A photograph showing a cross-section of a CLT (Cross-Laminated Timber) panel with a visible crack along the lamination layers.		A photograph showing a series of green, cylindrical drift pins arranged in a row, some of which are bent or broken.	
写真6.3 代表的な破壊性状③ (No. 2)		写真6.4 代表的な破壊性状④ (No. 4)	
CLT材	ラミナ層に沿った割れ	ドリフトピン	変形・破断

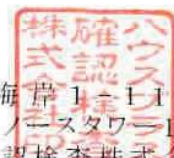
この接合部性能試験報告書を転載するときは、必ず全文を記載してください。



試験結果は以下のとおりであることを証明する。
令和4年1月14日

受付日：令和3年11月12日
受付番号：HP21-KT114

接合部性能試験成績証



東京都港区海岸1-1-1
ニューピア竹芝ビル17階
ハウスプラス確認検査株式会社
代表取締役社長 坂 旗 義夫

1. 試験名称	CLT接合部試験 面内弱軸方向
2. 試験依頼者	オリオン建設株式会社 〒534-0025 大阪府大阪市都島区片町1丁目4-12
3. 目的	CLTパネル工法における接合部の面内弱軸方向加力に対する短期基準接合耐力、終局耐力、終局変位及び初期剛性を評価する。
4. 試験内容	CLTパネルー鋼製プレート接合部のアンカー型引張圧縮試験 試験方法B:接合部の部分を評価するための試験 準拠する試験方法・評価方法は「2016年版CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル*」による。 *(公財)日本住宅・木材技術センター発行 第10章 CLTパネル工法における接合部試験・評価方法
5. 試験体仕様	<u>1) 接合金物</u> 「CLT用接合金物」 材 質: SS400 (JIS G 3101) 寸 法: (外形)300mm×550mm×684mm パネル接合プレート;t=9mm、接合具用孔10-φ16.4mm ベースプレート;t=19mm、反力固定用孔10-φ21mm 補強プレート;t=6mm 表面処理: なし 溶接方法: 隅肉溶接(詳細は報告書図3.2の通り) <u>2) 接合具</u> 「ドリフトピン φ16-115L」10本 材 質: SS400 (JIS G 3101) 寸 法: φ16mm L=115mm 先端10mm絞りφ10mm 表面処理: なし <u>3) パネル材</u> 材 名: JAS同一等級構成直交集成板 S60 5層5プライ A種構成 幅はぎ接着なし 樹 種: スギ 寸 法: 150mm×580mm×1,200mm ^{*1} 全乾密度: 0.34~0.41(g/cm ³) 含 水 率: 9.4~11.6% ^{*1} 詳細形状、寸法はCLT接合部性能試験報告書 図3.1に示す
6. 試験条件等	試験体は、鋼製架台加力芯の位置に加力治具を設置した。 加力点はCLTパネル材上部に23-φ16mmドリフトピン接合の上、M20高力ボルト8本を介して引張圧縮方向に加力した。
7. 試験結果	短期基準接合耐力 192.4 kN 終局耐力(5%下限値) 283.2 kN 終局変位(平均値) 15.65 mm 初期剛性(平均値) 110.88 kN/mm (詳細についてはCLT接合部性能試験報告書に示す)
8. 試験場所	ハウスプラス確認検査株式会社 横浜第二試験所: 神奈川県横浜市鶴見区矢向1-1-1 10番
9. 試験実施日	令和3年11月16日
10. 試験実施担当者	ハウスプラス確認検査株式会社 評定部 阪口 明弘 千葉 博 工藤 健

この接合部性能試験成績証を転載するときは、必ず全文を記載してください。

4. 試験方法

1) 試験方法	図 4.1 に試験方法を示す。
2) 試験体設置方法	試験体は、鋼製架台加力芯の位置に加力治具を設置した。
3) 変位の測定方法	CLT パネル材下部と鋼製プレートとの相対変位を試験体両面で計測し、試験結果に用いた。
4) 加力方法	加力点は CLT パネル材上部に 23-φ16mm ドリフトピン接合の上、M20 高力ボルト 8 本を介して引張圧縮方向に加力した。加力手順は以下の通り。
手順 1 :	1 体目は予備試験として単調引張方向加力とし、この結果から「5.2 完全弾塑性モデルによる降伏耐力及び終局耐力等の求め方」に従い、降伏耐力 P_y および降伏変位 δ_y を求める。単調試験の結果表 4.1 のサイクルで加力を実施した。
手順 2 :	残りの試験体は本試験として正負交番繰返し加力を実施した。繰返し履歴は変位制御とし、降伏変位 δ_y の固定数列方式 (δ_y の (1/4) *1、1/2、1、2、4、6、8、12、16 倍) にて繰返し加力を行った。
手順 3 :	加力は、最大荷重に達した後、最大荷重の 80%に低下するまで、または接合部の相対変位が 30mm 以上に達するまで加力を行った。

*1 依頼者の要望による追加サイクル

表4.1 加力サイクル

固定数列	$1/4 \delta_y$	$1/2 \delta_y$	δ_y	$2 \delta_y$	$4 \delta_y$	$6 \delta_y$	$8 \delta_y$	$12 \delta_y$	$16 \delta_y$
履歴変位 [mm]	0.50	1.01	2.01	4.02	8.04	12.06	16.08	24.12	-

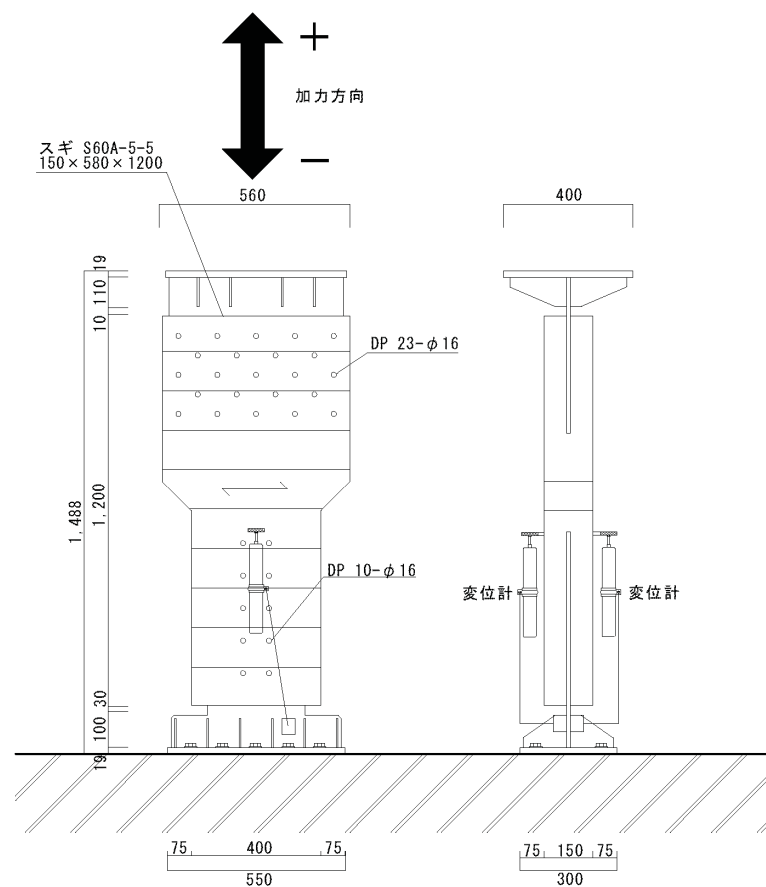


図 4.1 試験方法図 (単位:mm)



図 6.7 荷重-変位包絡曲線一覧

表 6.1 構造特性値一覧（バイリニア）

HP21-KT114									
項目	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	平均	標準偏差	
降 伏 耐 力 : P_y [kN]	208.42	239.69	227.43	233.00	228.08	240.18	229.46	11.67	
降 伏 変 位 : δ_y [mm]	2.05	2.33	2.16	2.06	1.83	2.04	2.08	0.16	
最 大 荷 重 : P_{max} [kN]	337.37	337.21	323.96	332.71	344.82	335.22	335.22	6.84	
最 大 荷 重 時 変 位 : $\delta_{P_{max}}$ [mm]	7.98	8.00	8.04	8.05	8.04	8.04	8.02	0.03	
終 局 耐 力 : P_u [kN]	313.57	316.55	303.39	311.87	325.30	316.68	314.56	7.17	
終 局 変 位 : δ_u [mm]	16.27	16.03	16.82	16.46	12.06	16.24	15.65	1.78	
初 期 剛 性 : K [kN/mm]	101.66	102.87	105.29	113.10	124.63	117.73	110.88	9.18	
降 伏 点 変 位 : δ_v [mm]	3.08	3.08	2.88	2.75	2.61	2.69	2.85	0.20	
塑 性 率 : μ	5.28	5.20	5.84	5.99	4.62	6.04	5.50	0.56	
構 造 特 性 係 数 : D_s	0.32	0.33	0.31	0.30	0.35	0.30	0.32	0.02	
包 絡 面 積 : s [kN・mm]	4619.45	4586.37	4664.61	4702.51	3498.21	4718.14	4464.88	476.15	
$\delta_{2/3P_{max}}$ [mm]	2.19	2.18	2.05	1.95	1.85	1.90	2.02	0.14	
$0.1P_{max}$ [kN]	33.74	33.72	32.40	33.27	34.48	33.52	33.52	0.68	
$\delta_{0.1P_{max}}$ [mm]	1.00	0.64	0.70	0.66	0.38	0.49	0.64	0.21	
$0.4P_{max}$ [kN]	134.95	134.88	129.58	133.08	137.93	134.09	134.08	2.74	
$\delta_{0.4P_{max}}$ [mm]	1.52	1.46	1.40	1.31	1.05	1.20	1.32	0.18	
$0.9P_{max}$ [kN]	303.63	303.49	291.56	299.44	310.34	301.70	301.69	6.16	
$\delta_{0.9P_{max}}$ [mm]	3.83	4.60	4.21	3.69	4.08	3.97	4.06	0.32	

(2) 代表的な終局時の状況を写真 6.1～写真 6.4 に示す。

A close-up photograph of a metal plate with four circular holes. A central bolt is visible, and there is some handwritten text 'Pmax 337.37 kN' in the upper left corner.	A photograph showing a metal plate with a vertical slot cut through it, revealing the internal structure and the bolt passing through.
写真 6.1 代表的な破壊性状① (No. 1)	写真 6.2 代表的な破壊性状② (No. 2)
接合金物 : ドリフトビンのめり込み	接合金物 : ドリフトビンのめり込み : 変形
A photograph of a large, rectangular concrete block with a visible vertical crack running down its center.	A photograph showing several green, cylindrical objects (drift pins) arranged in a row, some of which appear to be broken or deformed.
写真 6.3 代表的な破壊性状③ (No. 3)	写真 6.4 代表的な破壊性状④ (No. 4)
CLT材 : 繊維に沿った割れ	ドリフトビン : 変形・破断

この接合部性能試験報告書を転載するときは、必ず全文を記載してください。