

2.2 (株)茶玻璃 / (有)E.P.A環境変換装置建築研究所

事業名		H-PROJECT		
実施者(担当者)		株式会社茶玻璃 (有限会社E. P. A環境変換装置建築研究所)		
建築物の概要	用途	アトリエ・ギャラリー		
	建設地	愛媛県松山市道後湯月町3-4		
	構造・工法	CLTボックススラブを用いた木造軸組構法		
	階数	1		
	高さ (m)	4.17		
	軒高 (m)	3.64		
	敷地面積 (m ²)	845.88		
	建築面積 (m ²)	196.02		
	延べ面積 (m ²)	159.52		
	階別面積	1階	159.52	
CLTの仕様	CLT採用部位		CLTボックススラブの上弦材、下弦材	
	CLT使用量 (m ³)		加工前製品量27.63m ³ 、建築物使用量24.86m ³	
	ボックススラブ 上弦材	寸法	90mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	S60A-3-3	
		樹種	杉	
	ボックススラブ 下弦材	寸法	60mm厚	
		ラミナ構成	3層3プライ	
		強度区分	Mx90A-3-3	
		樹種	杉・桧HB	
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)	柱：欧州赤松集成材 梁：欧州赤松集成材		
	木材使用量 (m ³) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする	25.59m ³		
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.4) 立てハゼ葺き	
		外壁	焼杉板 t=10張り	
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス・木製建具+二層複層ガラス	
	主な内部仕上	界壁	(PB9.5+木軸 (GW24K100mm) +PB9.5)	
		間仕切り壁	(PB9.5+木軸 (GW24K100mm) +PB9.5)	
		床	コンクリート研ぎ出し仕上げ	
天井	CLT表し			
構造	構造計算ルート	ルート1		
	接合方法	ビス接合+アゴ掛け金物+ホゾ金物+GIR金物		
	最大スパン	8.3m		
	問題点・課題とその解決策	ボックススラブを構成する桁梁同士を緊結する必要がある、ハーフユニットを工場製作し、現場に搬入。桁梁同士を現場で緊結し、上弦材のCLTを現場で固定することで、解決した。		
防耐火	防火上の地域区分	準防火地域		
	耐火建築物等の要件	無		
	本建築物の防耐火仕様	延焼のおそれのある部分の外壁=防火構造		
	問題点・課題とその解決策	防火構造の外壁の部分を焼杉で計画、表面仕上げに任意の木材を張る構成で大臣認定を取得しているダイライトを下時に使用。		
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	屋根の断熱に関して、小屋裏の通気とボックススラブの空気層で断熱。		
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根 (又は天井)		
		外壁	グラスウール ・ 100mm	
床				
施工	遮音性確保に関する課題と解決策			
	特になし。			
	建て方における課題と解決策			
	ボックススラブの施工精度を上げるために、高さ調整座金付きのGIR金物を提案。			
工程	給排水・電気配線設置上の工夫			
	劣化対策			
	設計期間	令和年7月～令和3年9月		
	施工期間	令和3年9月28日～令和3年12月27日 (3ヵ月)		
体制	CLT躯体施工期間			
	令和3年11月22日～11月24日 (3日間)			
	竣工(予定)年月日	令和3年12月27日		
	発注者	株式会社 茶玻璃		
体制	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)	EPA環境変換装置建築研究所		
	構造設計者	多田脩二構造設計事務所		
	施工者	株式会社 一宮工務店松山支店		
	CLT供給者	銘建工業株式会社		
	ラミナ供給者	愛媛県森林組合連合会 (銘建工業手配)		

実証事業名：H-PROJECT

建築主等／協議会運営者：株式会社茶玻璃

／有限会社 E.P.A 環境変換装置建築研究所

1. 実証した建築物概要

用途	アトリエ・ギャラリー			
建設地	愛媛県松山市			
構造・工法	CLT ボックススラブを用いた木造軸組構法			
階数	1			
高さ (m)	4.17	軒高 (m)	3.64	
敷地面積 (㎡)	845.88	建築面積 (㎡)	196.02	
階別面積	1階	159.52	延べ面積 (㎡)	159.52
CLT 採用部位	CLT ボックススラブの上弦材、下弦材			
CLT 使用量 (m ³)	加工前製品量 27.63 m ³ 、加工後建築物使用量 24.86 m ³			
CLT を除く木材使用量 (m ³)	21.01m ³			
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	屋根 (上弦材)	90mm 厚/3 層 3 プライ/S60A-3-3/スギ		
	屋根 (下弦材)	60mm 厚/3 層 3 プライ/Mx90A-3-3/ヒノキ+スギ+ヒノキ HB		
設計期間	2021 年 7 月～9 月 (3 カ月)			
施工期間	2021 年 9 月～2021 年 12 月 (3 ヶ月)			
CLT 躯体施工期間	2021 年 11 月 22 日～24 日 3 日間)			
竣工 (予定) 年月日	2021 年 12 月 27 日			

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT を現しで使用した空間において、ロングスパンの空間を計画する場合、CLT のスラブを梁等で受ける工法が考えられるが、施工性を考慮した場合、CLT のメリットである工期短縮が実現できない。また、意匠性の観点からも梁を設ける場合設備等の納まりを考慮し天井を張るケースが多く、木質の現し空間が実現できない。

目的:本事業では、ストレススキン効果を採用したCLTボックス型スラブ用いてロングスパンを構築する。工場でボックス型のスラブを製作し、工期短縮の実現及び、事前に設備配管等をCLTボックス内部に設置することで、さらなる工期短縮と意匠性を重視した、CLT空間の現し空間を試みる。現状では部材性能実証のデータが無く、耐力、剛性の評価検討の実験を行う。今回得られた仕様はロングスパンを必要とされる建築にも流用可能であり、汎用性・普及性が高い。また、CLT建築物の普及課題となっているコストについても現場での施工性、内部足場の設置及び現し空間での内装材の軽減を検証することで、工事予算の削減の可能性があると期待できる。

課題

- (1) ボックス型スラブの部材性能実証、耐力、剛性の評価検討の実験
- (2) ボックス型スラブの工場での組立方法、設備配管等設置に関する手順。
- (3) 現場への輸送に関して、積載パネルの枚数、設置工程と輸送バランス。
- (4) 現場での組立方法および設備配管等の調整・接続。
- (5) 工期短縮のための接続方法の検証、接続部の納まり等を議論、汎用性、低コストを検討。
- (6) CLT現し空間においての内装材の軽減に関するコストの比較検証に関して。
- (7) 建築費に関しては同規模のRC工法との比較検討。

3. 協議会構成員

(設計) 有) E.P.A 環境変換装置建築研究所設計: 武松幸治 (進行管理) 米司康
吉田岳、大庭志保

(構造設計) 株) 多田修二構造設計事務所: 多田修二、廣幡啓祐

(施工) 株) 一宮工務店松山市店: 矢野忠、小川隆志、松田謙太

(原木供給) 愛媛県森林組合連合会:

(材料) 銘建工業: 三嶋幸三

(試験) 愛媛県農林水産研究所 林業研究センター: 玉置教司

4. 課題解決の方法と実施工程

(1) ボックス型スラブの部材性能実証、耐力、剛性の評価検討の実験に関して。
ボックス型スラブの部材性能実証のデータ取得のために、載荷実験を実施。

仕様形状:CLT×集成材床スラブ

試験体 No1:ビスのみ@200,

試験体 No2:接着剤のみ、

試験体 No3:接着剤+ビス@200

試験対数:3 体

試験方法:中央集中3点荷重方式の載荷実験。



実験風景

(2) ボックス型スラブの工場での組立方法、設備配管等設置に関する手順に関して。
工場でのボックス型スラブの組み立てに関しては、ハーフユニットでの組立とした、理由としては、構造的にボックス型スラブを構成する桁梁同士を緊結する必要があるため。
工場では、下弦材の CLT と両側の桁梁との組立をビス打ちの作業性を考え、作業台座を作り、桁梁の上に下弦材を乗せ、接着剤を併用し、上からビスを打ち込む方法で組み立てた。接着剤硬化後、上下を反転し保管した。



工場でのボックス型スラブの組み立風景

設備配管に関しては、計画規模縮小もあり、電気系の配線のみとなったため現場対応とした。

(3) 現場への輸送に関して、積載パネルの枚数、設置スピードと輸送バランスに関して。合計11枚のボックススラブを設置する計画であったので、1日での施工を推奨したが、積載高さの問題で、2台の輸送車両が必要となり、待機場所の確保が出来ないこと、担当する施工業社が初めての施工のため、予定通り設置ができない可能などの懸念事項があり、2日に渡る、輸送計画および設置作業を計画した。(結果的には短時間で設置作業は完了し、時間が余ってしまった)



現場搬入風景、全面道路が狭いため、搬入車両のサイズから CLT のサイズ(長さ)を算出し、計画されている。

(4) 現場での組立方法および設備配管等の調整・接続に関して。
CLT ボックススラブ設置前に、耐力壁等の設置を行なった。扁平柱に関しては、コンクリート基礎に関して、先打ちのアンカーボルトを設置し、ボルトで固定したベースプレートに既成金物の GIR を溶接固定とし、GIR 金物にレベル調整用のプレートを装着することで、レベル調整等の施工性を考慮した仕様とした。



GIR レベル調整用のプレート付き金物(プレートを回転させレベル調整を行う)



レベル調整プレートでレベル調整後、偏平柱を設置

- ボックススラブの両端部には大梁材が緊結されるが、その大梁に関しては先に、扁平柱の柱頭と大梁を GIR で緊結し、両側の大梁の間に工場で製作したハーフユニットを落とし込むような組立計画とした。両端部の大梁材とボックススラブの桁梁に関しては、桁梁の小口に工場でアゴ掛金物をドリフトピン接合し、大梁とは4本のボルトで緊結した。ハーフユニット設置後、桁梁どうしをビスで接合し、その後、上弦材の CLT を接着剤とビスの併用で設置し、現場にてボックススラブを構築している。ボックススラブ設置後、電気の配管位置を墨出し、ボックススラブを貫通し、配線を設置した。



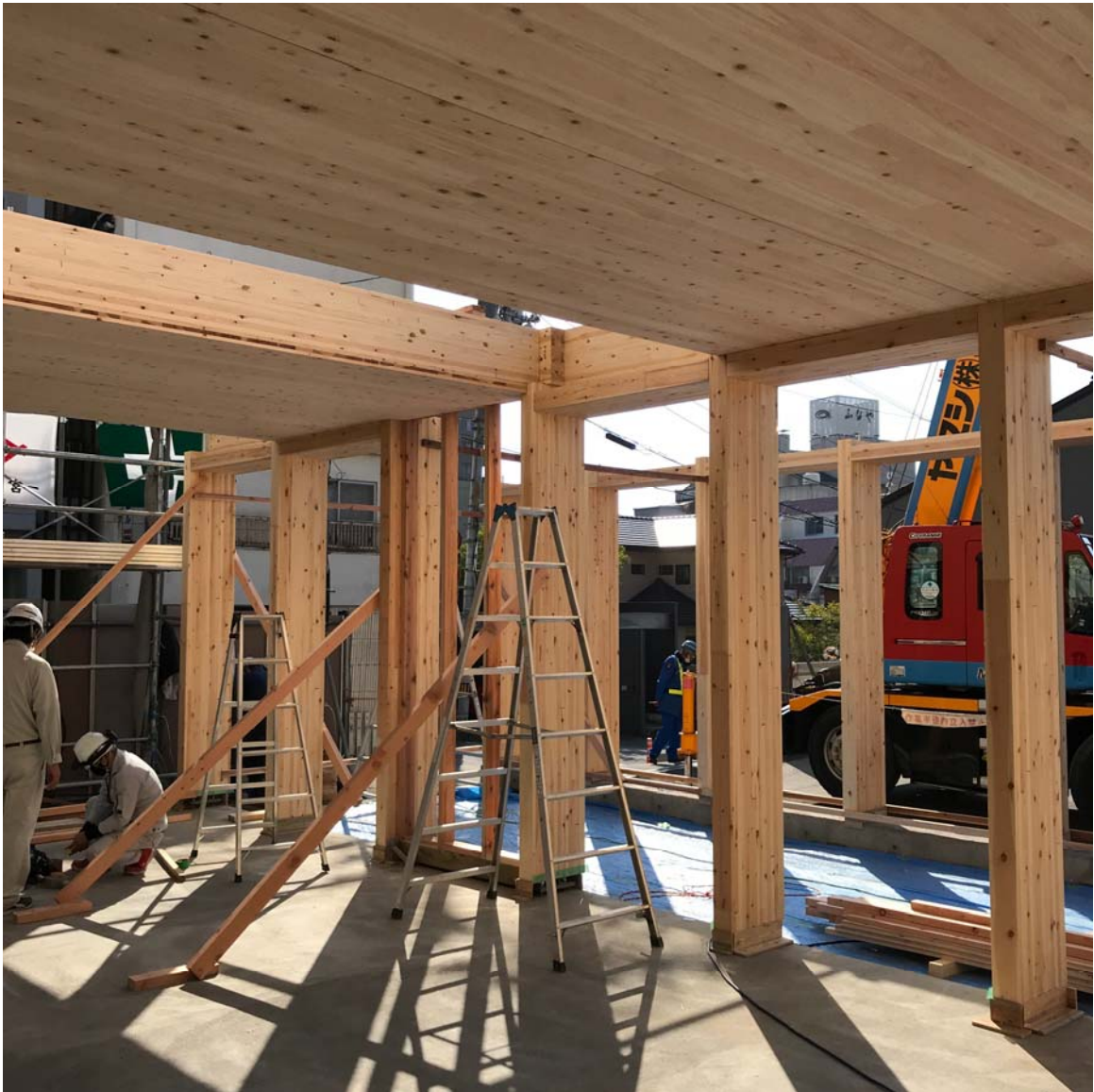
扁平柱の柱頭と大梁を GIR で緊結



偏平柱を結ぶ偏平梁、意匠及び施工性を考慮し偏平梁を設置。



CLT ハーフユニット設置前に、耐力壁等の設置を行った。



CLT の設置時の施工性を考慮し偏平梁の上にハーフユニットを設置、ハーフユニットを構成する桁梁は偏平柱の柱頭に載せられている。支保工を使用せずにスラブの施工を行っている。



ハーフユニットを構成する桁梁の小口面にアゴ掛金物を設置。(工場施工)



大梁とは、ハーフユニットの桁梁に設置しているアゴ掛金物に対して4本のボルトで緊結。



ハーフユニット設置後、桁梁どうしをビスで接合。



上弦材を現場で設置後、スプラインを設置し、接着剤とビスの併用で固定。
現場にてボックススラブを構築。

(5) 工期短縮のための接続方法の検証、接続部の納まり等を議論、汎用性、低コストを検討に関して。

基本的にコストを考慮し、接続部は既製品の金物での計画とした。CLT ボックススラブの下弦材は意匠性を重視されるために、設置時の施工精度が要求される、CLT ボックスが載る柱・壁のレベルの精度を出すために、既製品のGIRを改良し、レベル調整金物を追加した仕様とした。その他、短期間での施工性能を上げるために、ボルト接合及びドリフトピンでの接合を種に計画した。

(6) CLT 現し空間においての内装材の軽減に関するコストの比較検証に関して。

今回の計画では天井面の CLT の構造材を現し(桧)で計画している、通常であれば、天井を構成する、軽量鉄骨の下地材、石膏ボード等及びその仕上げ材(塗装)が必要になり、施工のための内部足場も必要になるが、そのコストの軽減が考えられる。RC 工法での天井を施工した場合のコストを算出し、天井を施工する場合、約90万円の増額が確認出来た。



桧材を用いた CLT、梁のないシンプルな空間が実現できている。

(7) 建築費に関しては同規模のRC工法との比較検討。

比較検討内容:同規模の躯体を建設した場合のRCの構造体を計画し、比較検討をおこなった。

実証したCLT建築物と他工法のコスト比較

項目	木造		鉄筋コンクリート造	
構造	CLTボックススラブを用いた木造軸組構法		壁式構造	
規模	平屋建て		平屋建て	
延べ面積	159.52m ²	48.25坪	159.52m ²	48.25坪
工程(躯体)	基礎工事-先打ちアンカーボルト+レベル調整プレート付GIR設置-扁平集成材柱、軸組柱設置-受梁設置-集成材大梁設置-工場製作のボックススラブハーフユニットを設置-ボックススラブ上弦材CLT90mmを設置-ボックススラブを現場で構築-ボックススラブをスプラインで繋結		基礎工事-柱・壁配筋-柱・壁型枠-支保工を使用し屋根スラブ型枠設置-スラブ配筋-スラブ・柱・壁コンクリート打設-養生(4-5日)-柱・壁型枠脱型-逆梁の配筋-逆梁の型枠設置-コンクリート打設-養生-逆梁の型枠脱型-コンクリート養生試験の4週強度を確認後、支保工の撤去、スラブ型枠の脱型	
比較内容	躯体工事完了まで		躯体工事完了まで	
工事費	項目	/円		/円
	共通仮設工事	2,200,200	工期全体	3,800,200 工期全体
	直接仮設工事	885,954	工期全体	885,954 工期全体
	地業	0		1,420,000 地盤改良工事
	土工事	1,167,520		1,200,520
	コンクリート工事	1,119,360		2,299,530
	型枠工事	497,200		4,295,100
	鉄筋工事	610,660		1,838,400
	構造用集成材 一般製材 加工費	5,405,647		-
	CLT材料費・加工費	5,873,072		-
	養生塗装費	409,000		-
	接合金物費	2,791,400		-
	運搬費・建方費等	3,525,281		-
	木構造耐力壁	1,011,500		-
	合計	25,496,794		15,739,704
m ² あたり単価	159,834	円/m ²	98,669	円/m ²
坪あたり単価	528,431	円/坪	326,211	円/坪
基礎工事完了から躯体工事終了までの工期	3日		45日 養生期間含む	
躯体寸法比較	柱	120×450集成材		150×450コンクリート打ち放し
	梁	105×360・上弦材90mm下弦材60mm計510mm		250×900逆梁・天井屋根スラブ150mm
イメージ図				
	CLTを上弦材と下弦材に用いたボックススラブを使用することにより、木造によるロングスパンの構成が可能となった。CLT工場ですべて下弦材と集成材を接合したハーフユニットを製作しておくことで、大幅な工期短縮が図れた。木材の価格高騰の影響を受け、構造材のコストが高んだ。		扁平柱を壁と見立てたコンクリート壁式構造での比較検討。躯体重量が重くなる事による地盤改良工事が必要となる。躯体工事について、型枠存置期間が必要となり、躯体工期がかかってしまう。この工期の長さの違いは、共通仮設費にも影響する。躯体の状況を工場監視できない事により、現場監視にもコストがかかると予想する。	
総括				

<協議会の開催>

令和2年9月:第1回開催、問題点洗い出し

令和2年10月:第2回開催、着工前確認

令和2年11月:第3回開催、CLT 製作進捗確認

令和2年12月:第4回開催、CLT 工事改善点確認

令和2年12月:第5回開催、実証事業の取りまとめ検討・工期短縮のための接続方法の検証、接合部の納まり等を議論、汎用性、低コスト性を検討。

令和3年6月:計画遅延の理由書を提出

令和3年7月:規模縮小に伴う計画変更の概要書を提出

令和3年7月:第6回開催、事業規模の確認

令和3年8月:第7回開催、実施設計完了報告および工事予算に関して。規模縮小の検討開始、CLT 現し空間においての内装材の軽減に関するコストの比較検証。建築費に関してはどう規模のRC工法との比較検討。

令和3年9月:第8回開催、工事着工に伴う、実施図面の説明。

令和3年10月:第9回開催、定例会議毎週木曜日に開催。

令和3年11月:第10回開催、定例会議毎週木曜日に開催。

12月3日 CLT 実証事業現地調査

令和3年12月:第11回開催、定例会議設計事務所検査、(建築確認工事完了検査等)

令和3年12月:第12回開催、引渡しに関する、最終確認。

令和3年12月:第13回開催、施工状況を確認

令和3年12月:第14回開催、施工状況の最終確認。

令和3年12月:第15回開催、工事完了、引渡し。令和4年1月:第16回開催、竣工見学会開催1月21日

<設計>

令和3年7~8月:実施設計

令和3年8月:構造設計

令和3年9月:建築確認申請

<施工>

令和3年9月:工事契約

令和3年9月:着工、基礎工事

令和3年11月:木工事予定令和3年11月15日木工事建て方開始

令和3年11月:外装工事 令和3年11月:内装工事

令和3年12月:設備工事

<性能確認>

令和 3 年 11 月 : 曲げ試験、仕様形状: CLT×集成材床スラブ No1,ビスのみ@200, No2,接着剤のみ、No3,接着剤+ビス@200 試験対数、3 体: 試験方法: 中央集中3点荷重方式の曲げ試験。

5. 得られた実証データ等の詳細

5-1 構造実験による実証 ボック型スラブの荷重実験 (課題 (1))

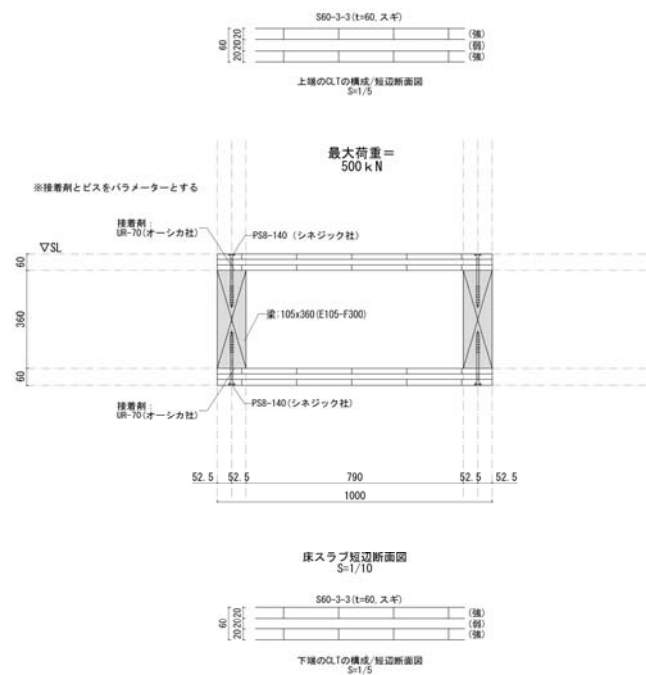
5-2 試験体概要

全長=8000mm, 幅 1000 mm

荷重スパン L=7000mm (両端に 500 mm跳ね出し)

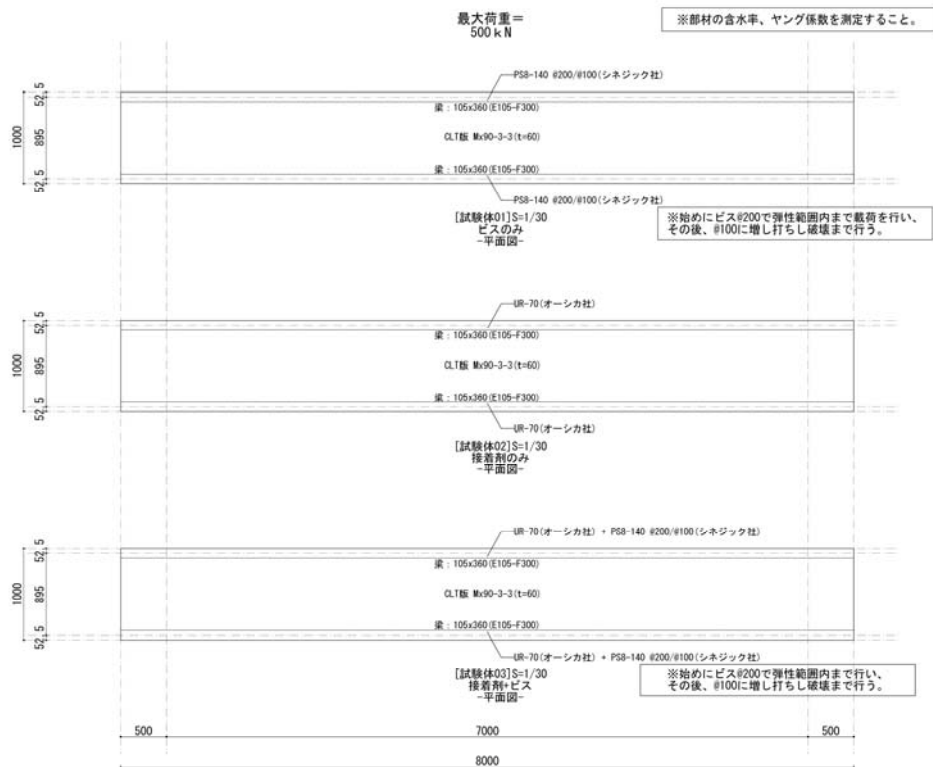
梁 : 105x360(E105-F300)

上下 CLT : Mx90 3-3(t=60)



E-02

試験体断面図



E-03

試験体平面図



試験体

5-3. 実験結果

各試験体の実験結果を記す。

【試験体 01 (EX01)】

ビス接合（接着剤無し）

破壊状況：梁の曲げ破壊



最大（破壊）荷重 $P_{max}=243.23\text{kN}$

最大変位 $\delta_{max}=88.49\text{mm}$

【試験体 02 (EX02)】

接着剤接合 (※ビス接合無し)

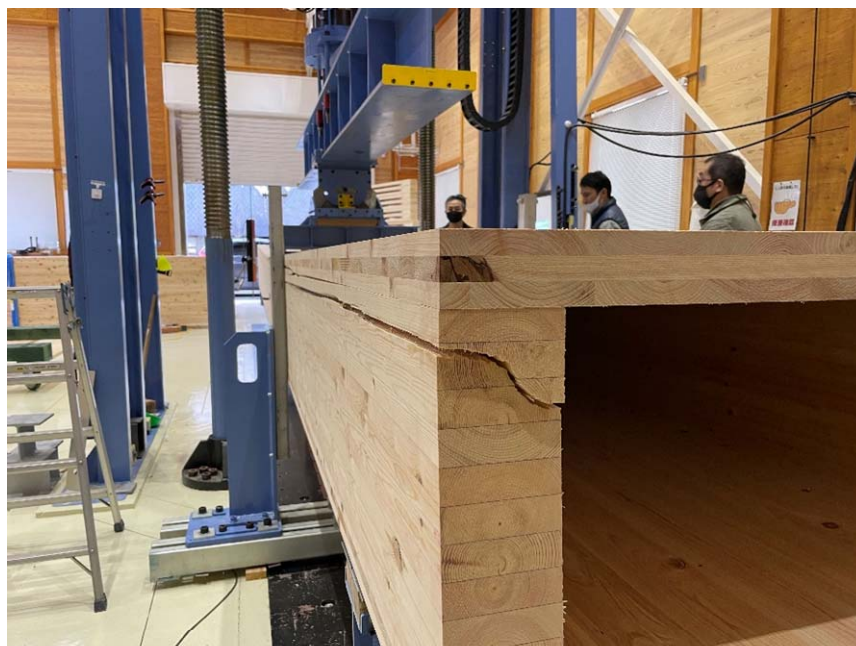
破壊状況：CLT 下端の曲げにより面内引張破壊 (先行破壊部)



破壊状況：曲げにより CLT 上端の層内割裂
(※梁と CLT の接着面ではなく、CLT の層内)



破壊状況：梁の層内割裂 (梁にも割裂がみられた)



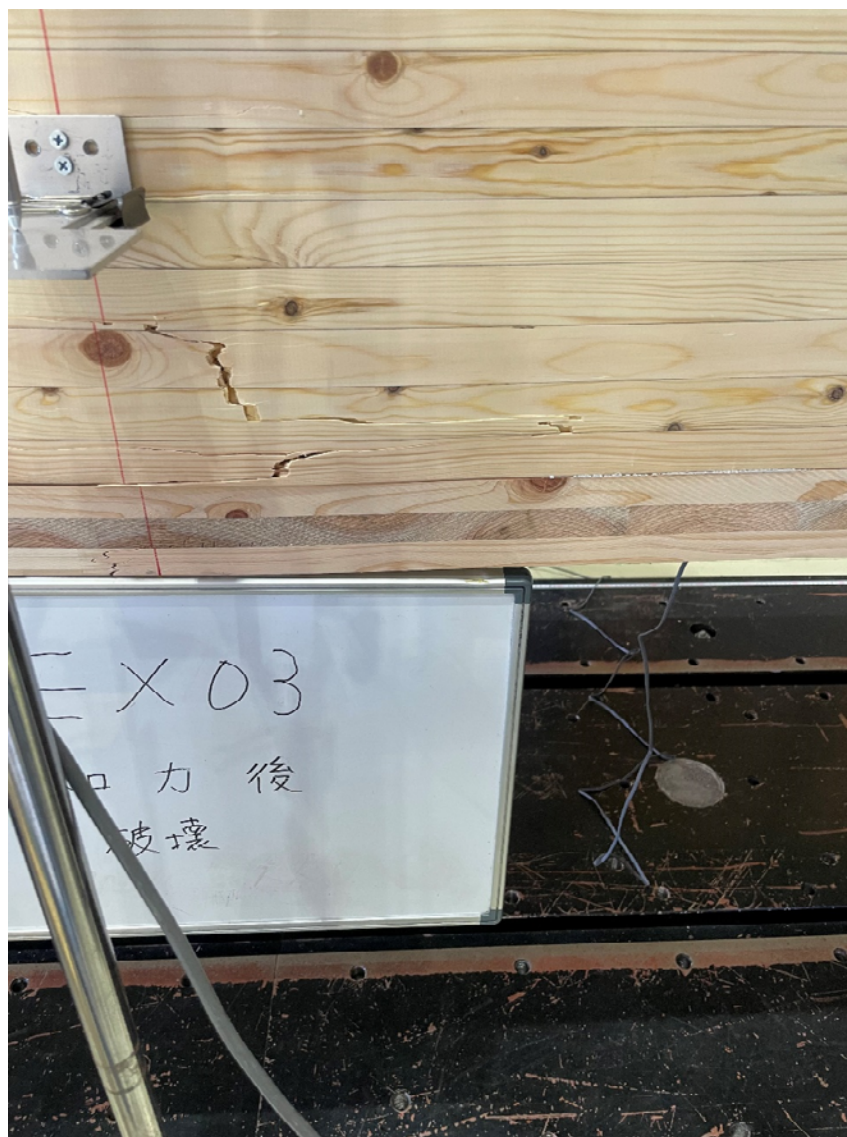
最大（破壊）荷重 $P_{max}=351.8\text{kN}$

最大変位 $\delta_{max}=55.29\text{mm}$

【試験体 03 (EX03)】

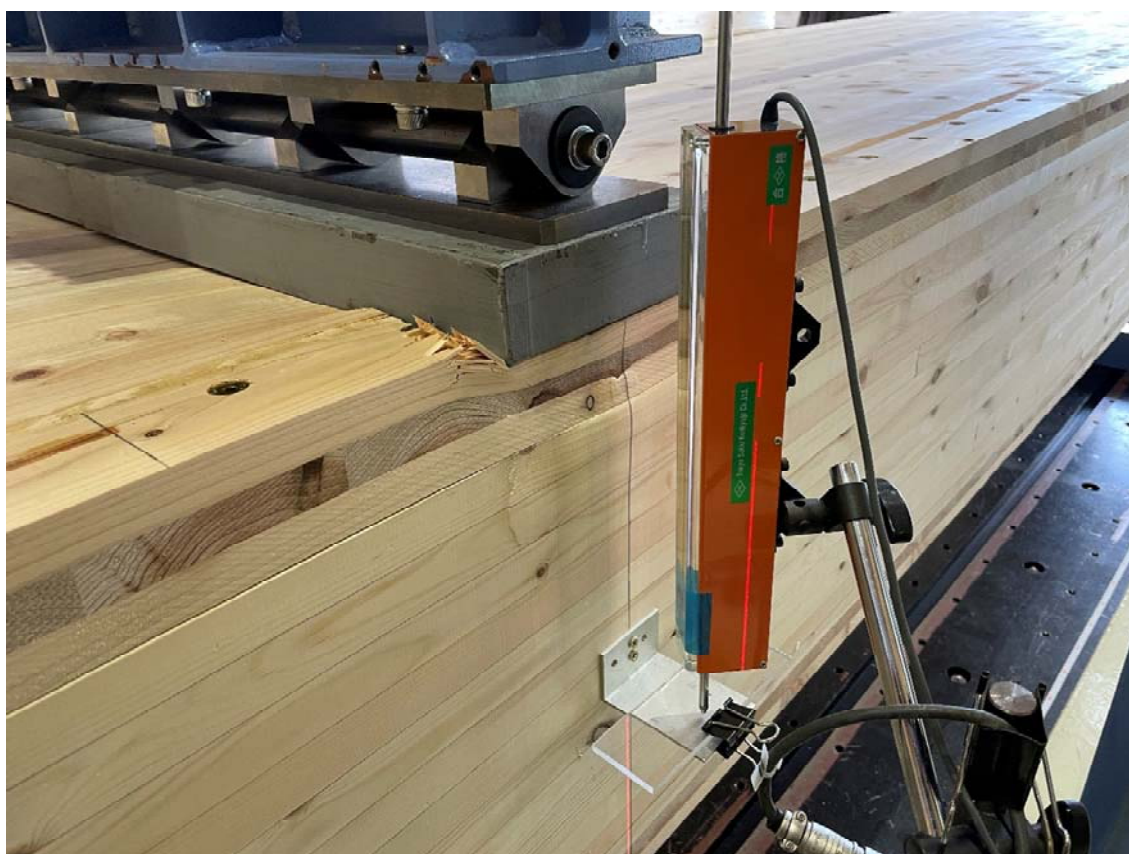
接着剤+ビス接合

破壊状況：曲げにより CLT 下端の割裂、梁の曲げ破壊



破壊状況：加力の上端 CLT へのめり込み

(試験体の破壊まで達しなかった。治具が 500 kN までで中断した)



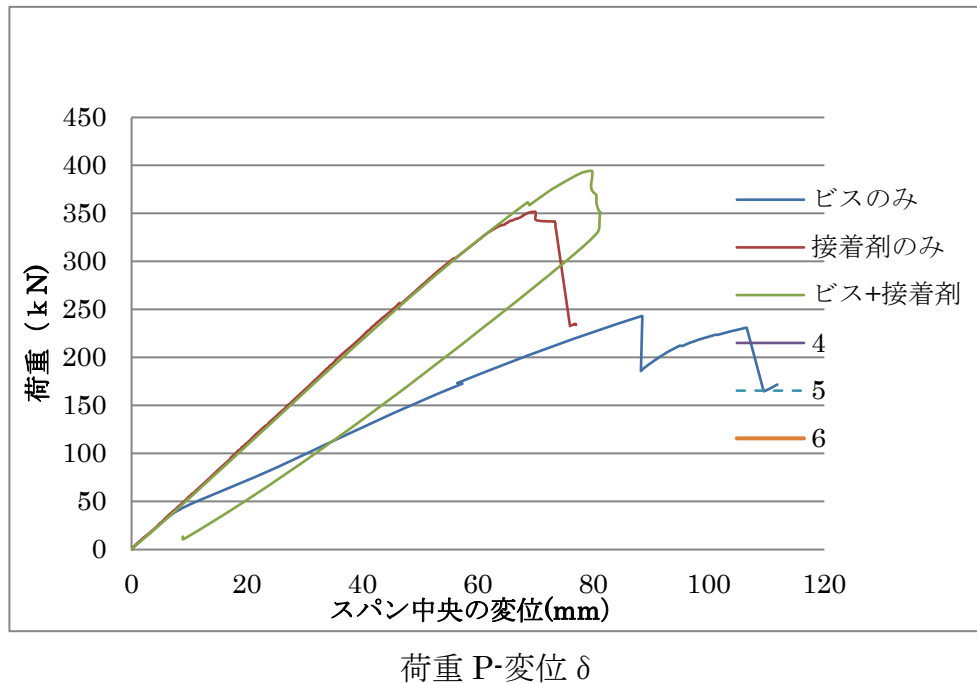
最大（破壊）荷重 $P_{max}=394.4\text{kN}$

※治具、試験機の許容耐力を考慮し破断まで達していない

最大変位 $\delta_{max}=79.36\text{mm}$

5-4. 実験結果のまとめ

各試験体の荷重 P-変位 δ を記す。



荷重 P-変位 δ より、強度と剛性はビス+接着剤 > 接着剤 > ビスのみの順で高い結果となった。ビス+接着剤と接着剤のみとでは、剛性に変わりはないが最大荷重がビス+接着剤の方が大きい結果となった。これらと比べビスのみでは、剛性と耐力が低い結果であった。

本建物に採用したビス+接着剤が一番高い剛性と耐力であった。

5-5. 今後の展開

実験で CLT ボックススラブの各特性値や破壊性状を得られた。

本実験と同じ構成（CLT、梁の断面・強度・等級）で人が歩行しない屋根ではスパン 11mほど飛ばすことが可能である。

また 2F 床（人が載る住宅や集合住宅）ではスパン 9.5m程度である。

梁せいや CLT の厚さを大きくすることにより、12mやそれ以上の大スパンに適用可能である。

5-6. H-PROJECT の構造計画

スパン約 8.4mの屋根に対して、梁の上下面に CLT を接着剤とビスにより接合したボックス（箱型）スラブを採用した。このような構成・接合によりストレススキン効果と呼ばれる断面性能の向上が見込め、小さな梁で大きなスパンを飛ばすことが可能になる。

地震力や風による水平力に対しては、構造用合板を用いた耐力壁を適材適所に配置した。開口の多いファサード側の耐力壁は構造用合板両面張りで釘ピッチ@75mm以内の高耐力壁を採用した。

5-7. 結果

ストレススキン効果を活用した CLT ボックススラブの実験を行い、各特性値や破壊性状を把握した。今後の設計に応用可能な知見を得られた。

6. 本実証により得られた成果

大判の製作が可能な CLT パネルの特徴を生かし、ストレススキン効果と呼ばれる断面性能の向上を見込み、薄肉の CLT パネルを上弦材及び下弦材に使用し集成材の桁梁と組み合わせボックス形状に組み立てることで、小さな梁で大きなスパンを飛ばすことが可能になり、大空間を構築できる成果が得られた。

また、各接合部に関しても既製品の金物を使用することで、コスト面、加工面、施工面に関しても成果が得られた。加工のスピード、建て方のスピードにもこの方法の場合、通常の CLT パネル工法とは違い、大きな空間を短期間で施工出来るため、さらなる工期短縮が実証できた。本計画は約3ヶ月で工事を完了できている。ボックススラブ自体の施工期間は約2日であり、搬入などを調整できれば、1日での施工は可能であった。

・施工短縮の計画として、支保工などの仮設材を使用せずに建て方ができるように意匠面、施工面を考慮し構造材を計画したことで、現場での作業も効率よくできている。また、国内ではあまり普及していないが、弊社 E.P.A が通常使用している、欧州で使用されている吊り込み金物を使用し、吊り込み作業の効率化を図っている。CLT のビス打ち作業に関しては、ビスを打つ箇所を事前に工場でマーキングするなど、現場でのビス打ちの打ち損じが無いように計画した。また、ビス打ち後、目視での確認を行い、マーカーでのチェック確認を行った。CLT の施工の際には、CLT の設置レベルの精度が求められるが、今回は弊社 E.P.A が通常使用している、レベル調整座金付きの GIR 金物を改良し、今回の計画にあった金物を提供することで、精度のある建て方を実現できている。また、施工を進めていく中での課題として建具のスケジュール監理がある、過去に CLT で計画した案件で、CLT の建て方は短期間にスムーズに施工されたが、建具の製作及び取り付けスケジュールが遅れたために、工期が通常工期に戻るがあった。その検証として、本計画では、外部建具に関しては、鋼製建具（スチール建具・アルミ建具）及び木製建具を併用し、工程への影響の検証を行なった。CLT の特色である、短期工期に関して、建具の取り付け時期に関しては、大きく工期を左右するのではないか、CLT 建築にとって、最も適切な建具はどれなのかを立証する目的である。

・CLT の建て方が短期間に施工されても、引き続き建具及びガラスが設置出来なければ、内装工事、外装工事が継続して施工できない。今回の実証事業では、鋼製建具と、木製建具に関して、どのように工期に影響するかを検証できた。木製建具に関しては、建て方含め、大工仕事の作業の延長上で施工できるディテールとし、作業を止めることなく、施工が可能であった。鋼製建具に関しては、アルミ建具とスチール建具に別れるが、アルミ建具に関しては、納期も短く、事前の段取りで対応可能であったが、スチール建具に関しては、CLT の下弦材との納まりや、木軸との納まり、又取り付け強度を担保するための固定方法などの検証に

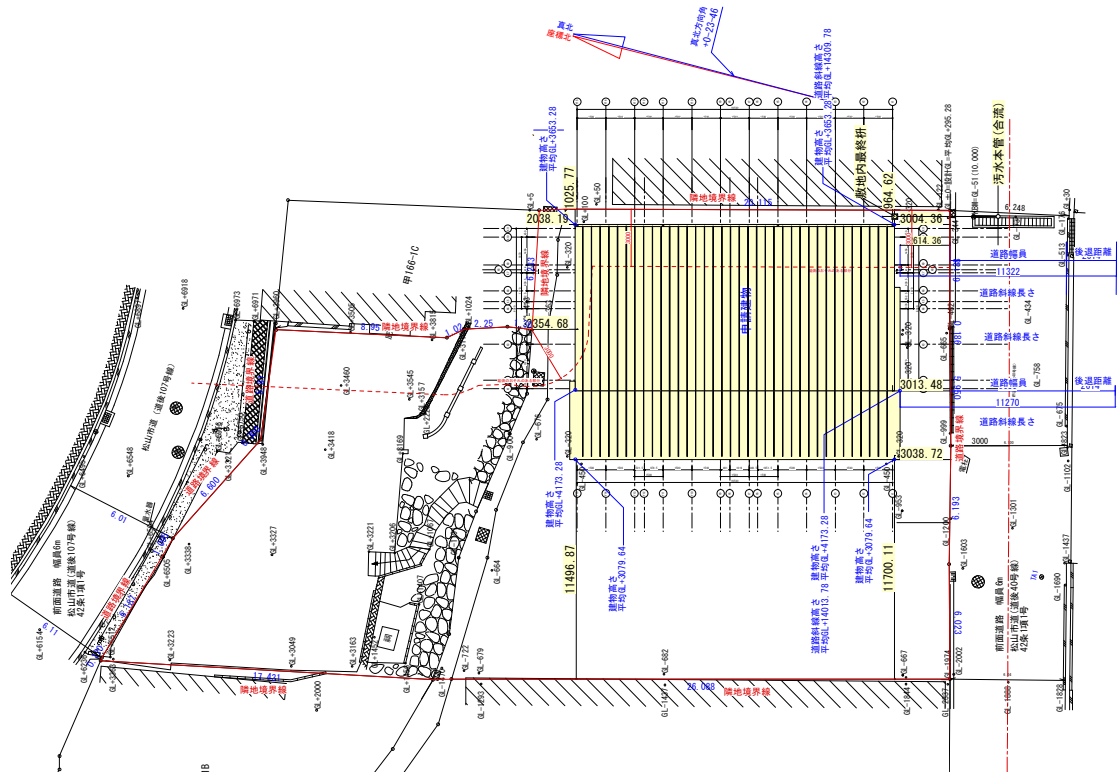
時間を有し、短期工期内での検討に支障をきたすことになった。木製建具に関しては、工程の流れの中で、対応出来ているが、アルミ建具、スチール建具に関しては、加工、納品、取り付けの時間を待っていると、外壁及び内壁工事が手待ち状態になる恐れがあったために、今回の計画では、窓周りを残しながら、外壁及び内壁工事を行い、工期内に収まるように調整を行った。

今後の対応として、CLT を使用した建築物の場合、工期短縮の視点では、大工仕事の作業の延長上で継続して施工が出来る木製建具が望ましいが、基準法上の開口部の基準等を考慮した場合、配置計画や防火地域にもよるが、全てを木製建具で検討することは難しい。鋼製建具に関しては、着工時より施工図の製作、加工の段取りを行い、建て方時に並行して設置できるディテールとし、建て方完了後にすぐに内装、外装工事に入れることが望ましいとの結論に至った。

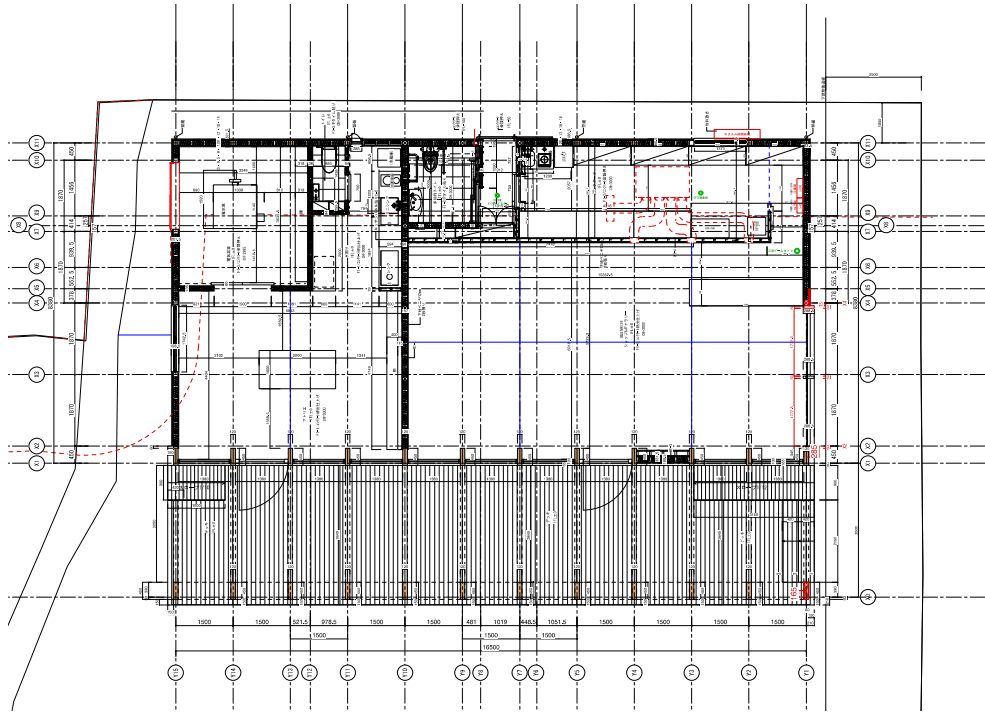
・今後の波及効果としては、同様の条件の建築物では強度データを構造設計に使用可能であり。実験によりえられたデータにより、部材構成、接続部の検討を重ねることで、事務所ビルや多目的ホールなどの大空間が必要とされる建築に応用可能であり、同様の用途の建築物に波及的効果を期待できる。

ただし、波及効果に向けての大きな課題は、2つあり、一つはコストに関してである。工期が短縮できても、その期間がコストに反映されてない。理由としては、施工業者が CLT を使用している計画に対しての経験がなく、設計側が、提示する施工期間に関して、施工業者がその内容で工程を組むことに責任が取れず、どうしても工期短縮が余裕のある工期になってしまい、また、施工に関わる人工に関しても、余裕のある工期で人工計算を行うため、コストに反映されない状況である。そして、もう一つは、CLT の生産体制に対してである、大判を製作できる CLT の工場が限定されているために、建設現場によっては、輸送費が高額になっている。また、計画地の地域産材を使用したい場合なども、CLT を構成するラミナの輸送などに関してもコストがかかっており、地産地消の提案も計画の場所と CLT 工場の位置関係を検証し提案しないとコスト高になる可能性がある。

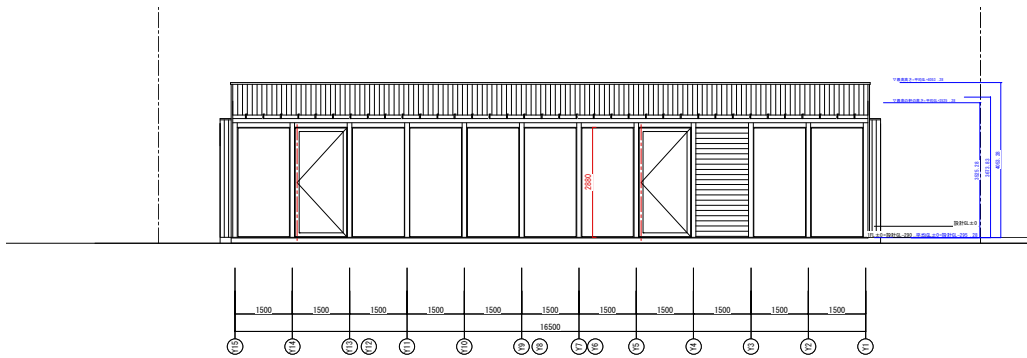
7. 建築物の平面図・立面図・写真等



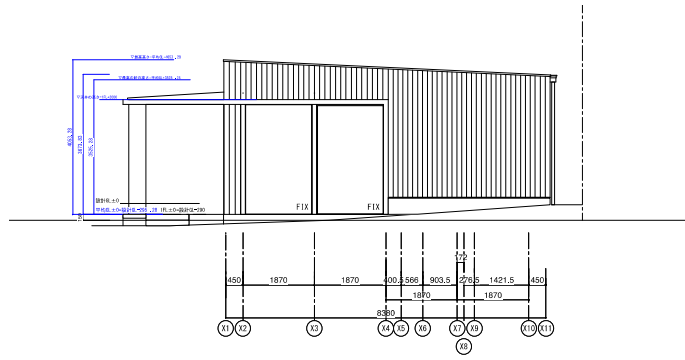
配置図



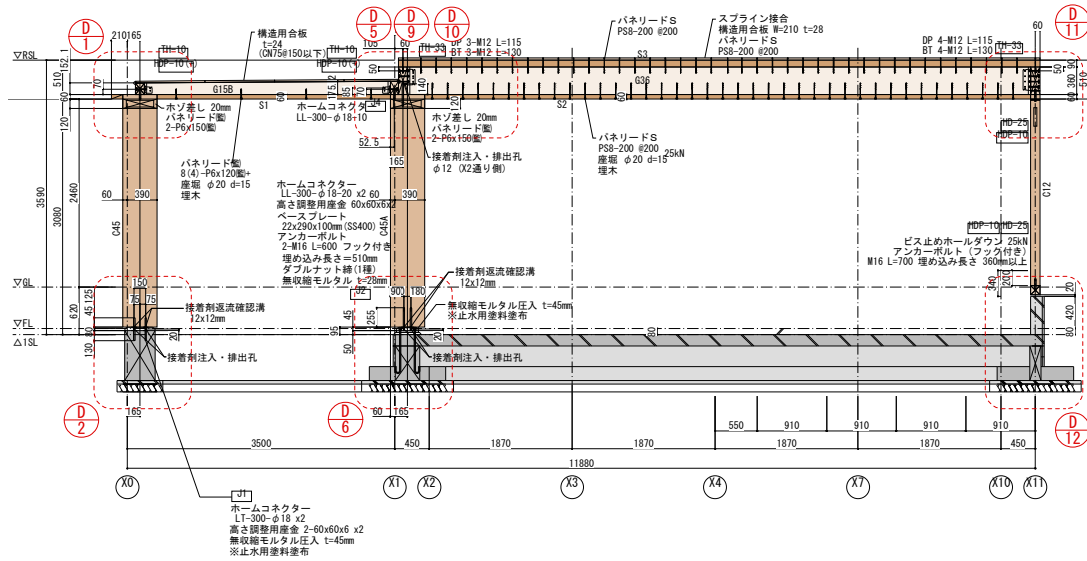
平面图



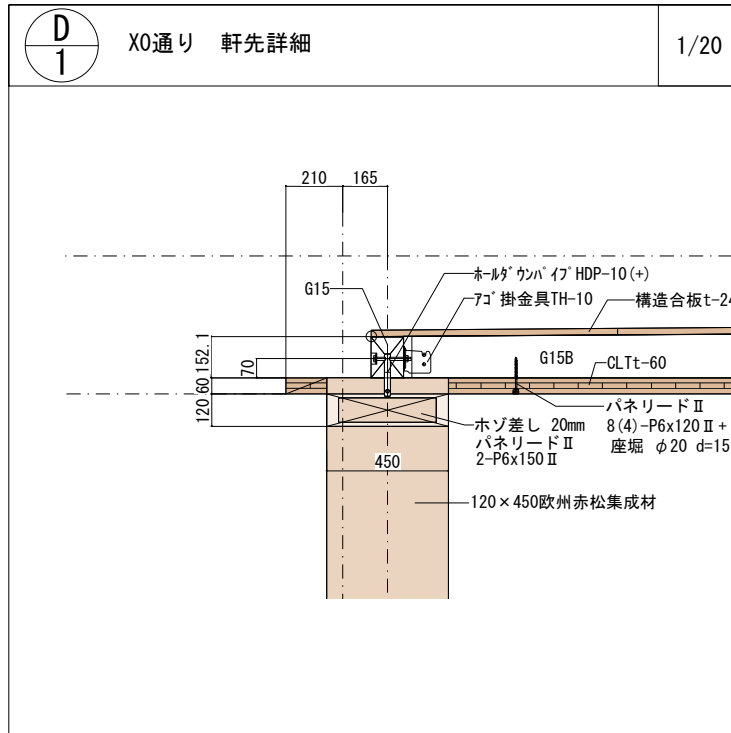
西側立面图



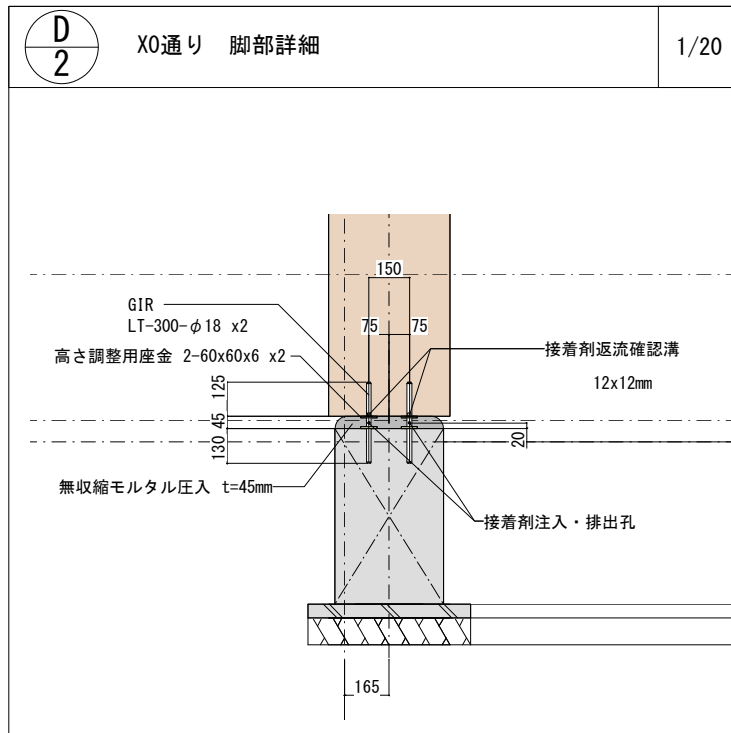
南側立面図



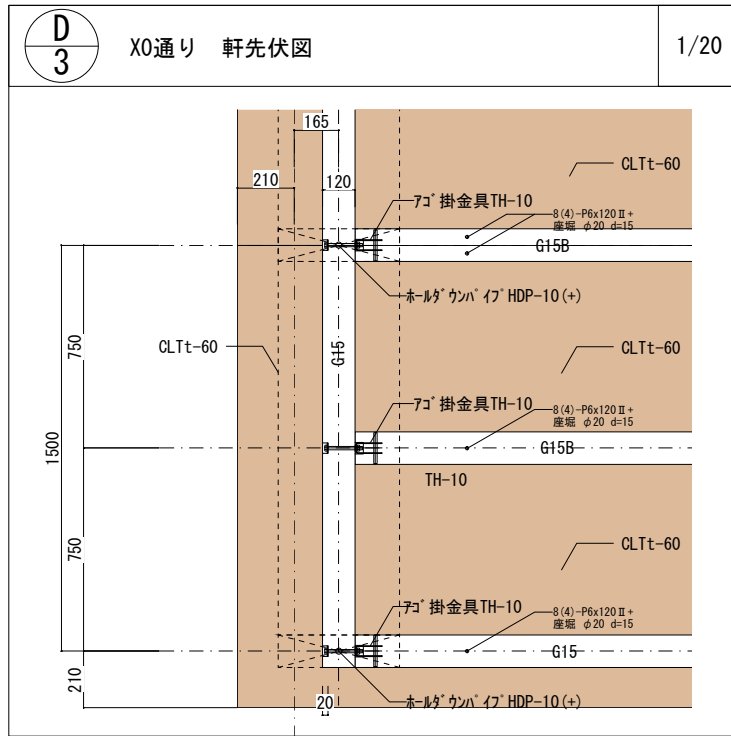
断面図 (詳細図キープラン)



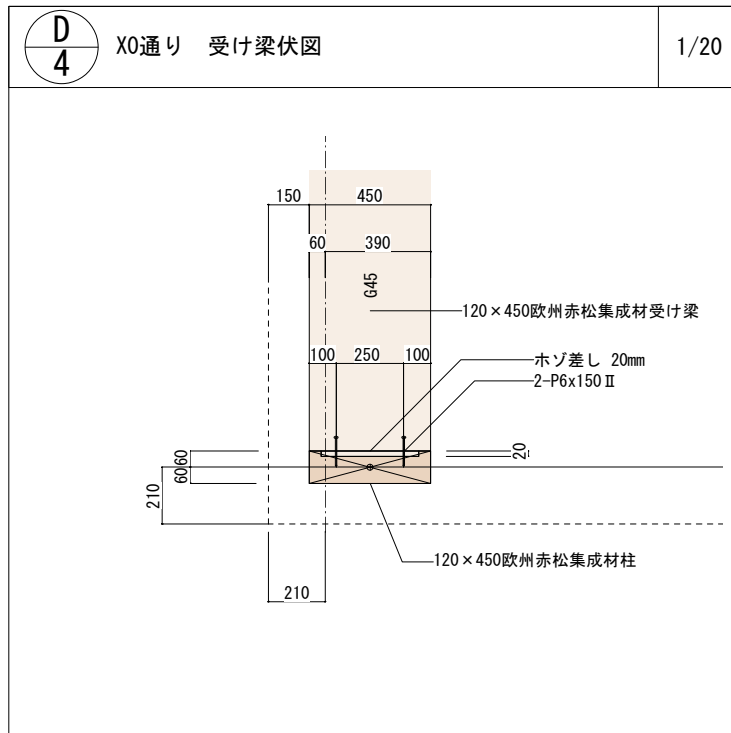
底部分と偏平柱の接続、CLTt-60 を受梁に載せ施工。



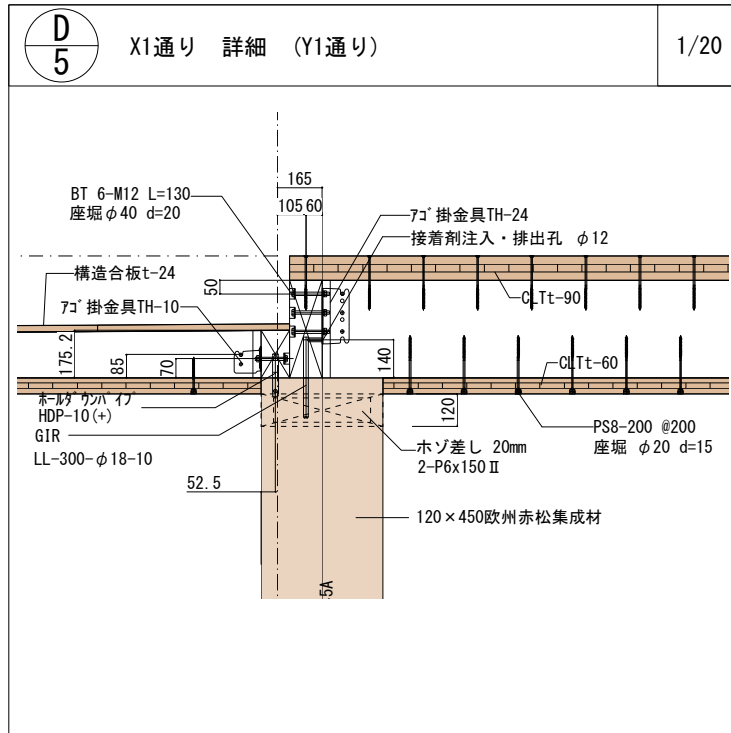
高さ調整用座金付き GIR (ホームコネクター) を提案、レベル調整の施工精度が上がっている。



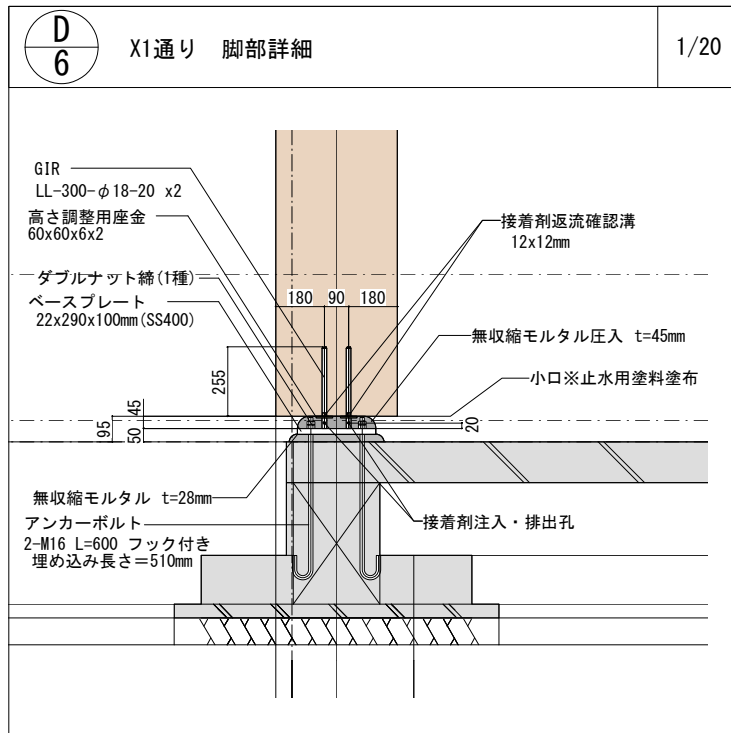
大梁(G15)に対して、庇の CLTt-60 を載せている。



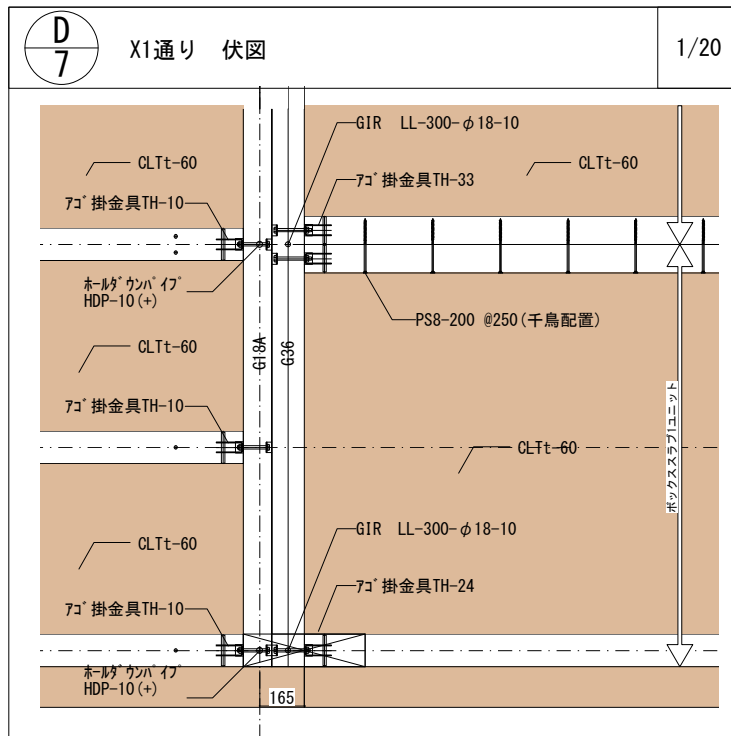
CLT スラブ仮置き用の受け梁、偏平柱に対してホゾ加工で差込固定。



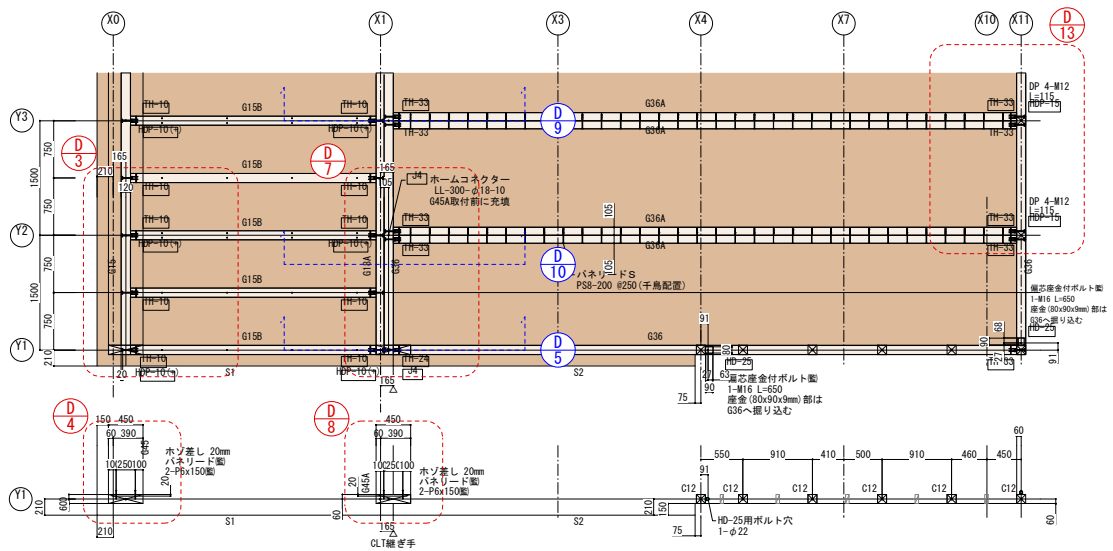
偏平柱に対して大梁を GIR で固定、アゴ掛金具を使用し緊結。



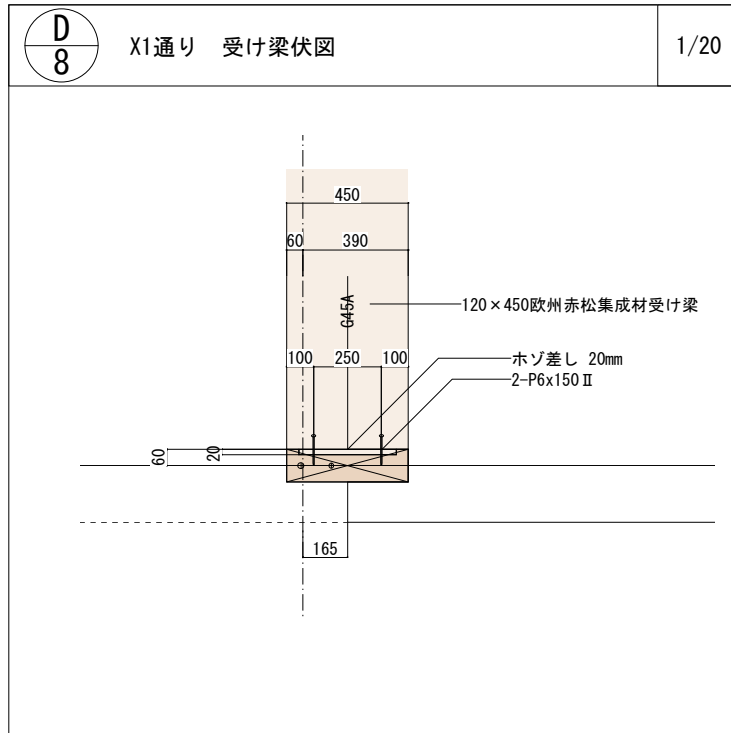
高さ調整用座金付き GIR (ホームコネクター) を提案、ベースプレートに高さ調整金物付き GIR を溶接施工精度が上がっている。



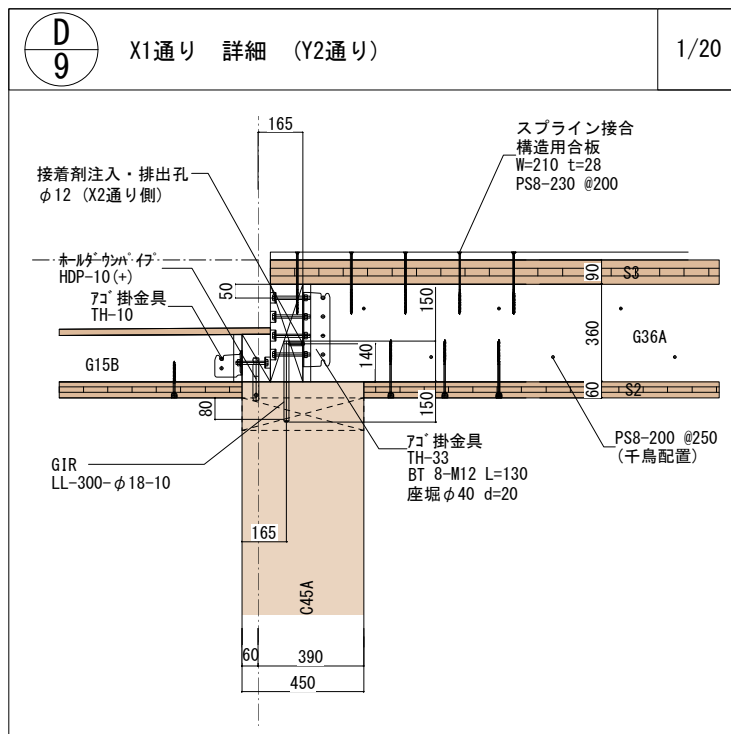
ハーフユニットの桁梁にアゴ掛金物を工場で装着、大梁 G36 に対して 4 本のボルトで緊結



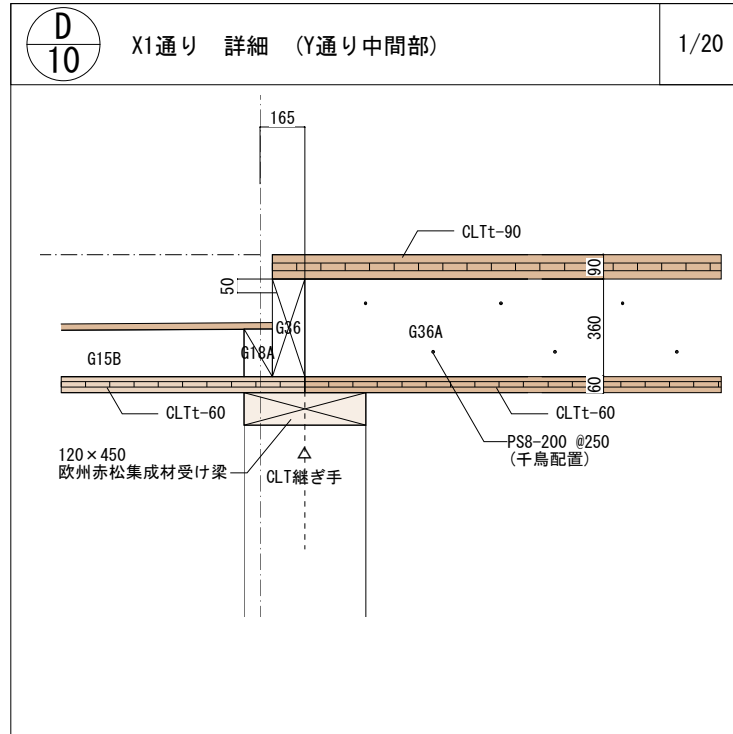
伏せ図、詳細図キープラン



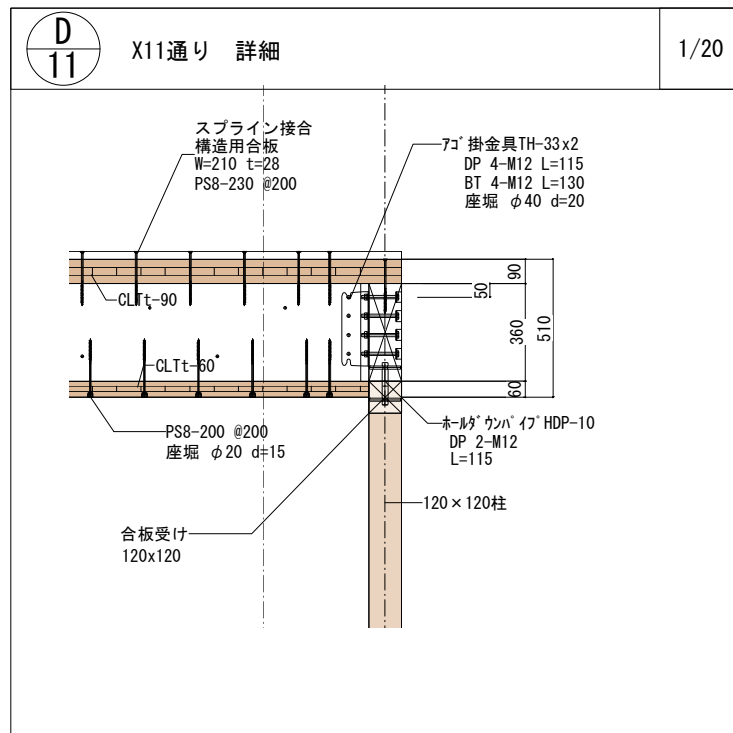
CLT ハーフユニット仮置き用の受け梁、偏平柱に対してホゾ加工で差込固定。



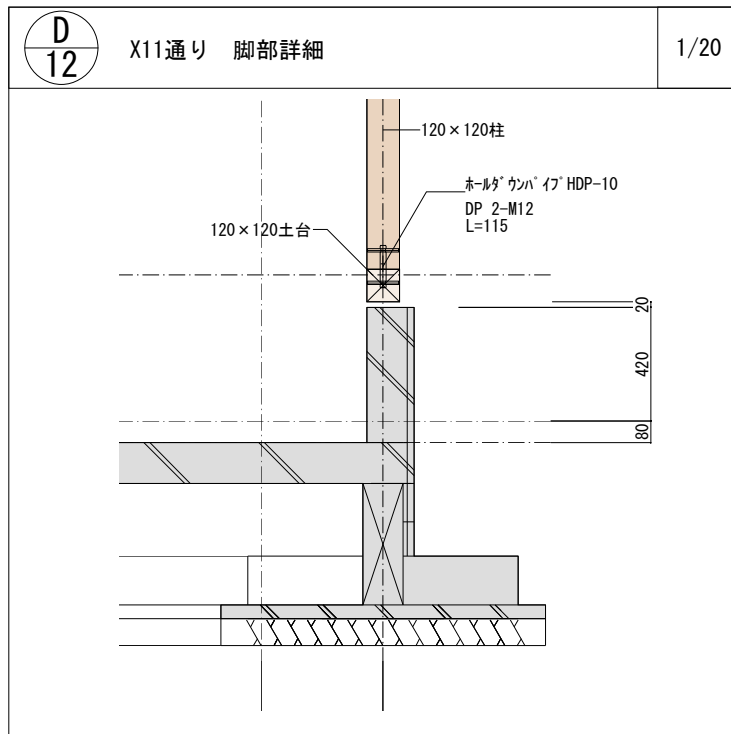
ハーフユニットの桁梁にアゴ掛金物を工場で装着、大梁 G36 に対して 4 本のボルトで緊結。
 ハーフユニット固定後、上弦材 CLTt-90 を接着剤とビスで緊結。



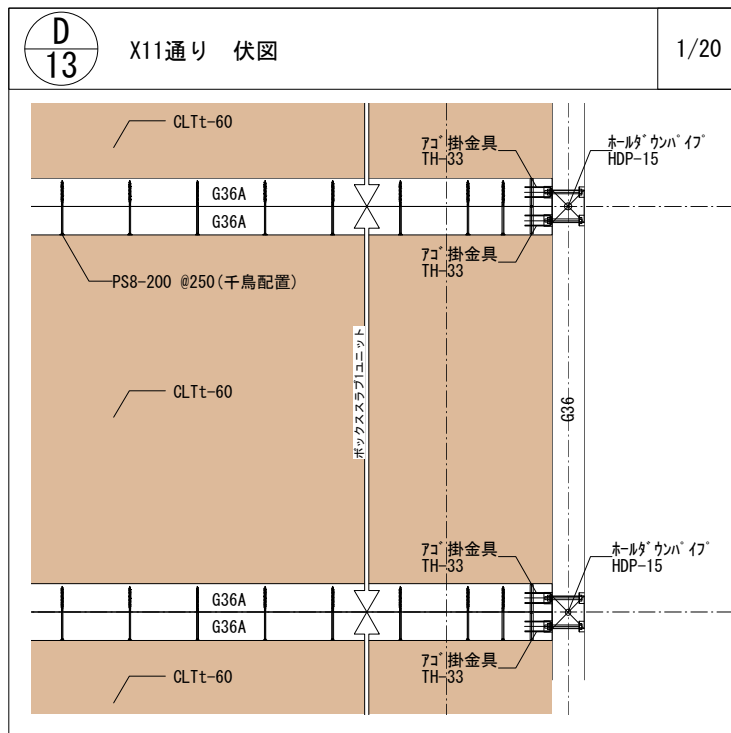
受け梁とボックススラブとの関係、施工性と意匠性を考慮し、受け梁を配置。



在来軸組との固定部分、既製品の金物を使用し、コストダウンを検討。



在来軸組との固定部分、既製品の金物を使用し、コストダウンを検討。



ハーフユニットの桁梁同士は千鳥配置でビス固定。



竣工写真（駐車場側より偏平柱の列柱を見る）



竣工写真（道路側よりギャラリー側を見る）



竣工写真（偏平柱越しに内部空間を見る）



竣工写真（ショップギャラリー内部空間、天井はボックススラブの下弦材を現し仕上げで見せている。）



竣工写真（アトリエ内部空間、天井はボックススラブの下弦材を現し仕上げで見せている。テーブルの天板も CLT を使用。）