2. 11 ライフデザイン・カバヤ (株)

1. 建築物の仕様一覧

1.	建築物の仕様ー		福儿士氏变数子 事			
事業名 ライフデザイン・カバヤ(株)福山支店新築工事 実施者(担当者) ライフデザイン・カバヤ株式会社						
夫师		ライフデザイン・カバヤ株式				
	用途		事務所			
	建設地		広島県福山市			
	構造・工法		CLTパネル工法+鉄骨併用			
建	階数		3			
	高さ (m)		13. 8			
	軒高(m)		12. 675			
	敷地面積(㎡) 建筑五穂(㎡)		996. 57			
7777	建築面積(㎡) 延べ面積(㎡)		361. 5 786. 91			
	ルベ 田 槓 (m) 1 階		277. 5			
	階別面積	2階	308.5			
	日かり四小貝	3階	200. 91			
	13階 CLT採用部位		壁、床			
	CLT使用量 (m³)		加工前製品量333.66㎡、建築物使用量298.82㎡			
	寸法		150mm厚、210mm厚、270mm厚			
	壁ハイル	ラミナ構成	5層5プライ、7層7プライ、9層9プライ			
С		強度区分	S60A相当			
L		樹種	スギ			
T		寸法	150mm厚			
の	床パネル	ラミナ構成	5層5プライ			
仕		強度区分	Mx60A相当			
様		樹種	スギ			
		寸法	_			
	屋根パネル	ラミナ構成	_			
	産版バイル	強度区分	_			
		樹種	_			
木材	主な使用部位(CLT以外の構造材)		該当なし			
	木材使用量(m³)※構造材、羽柄材、下地材、		16. 4㎡(羽柄材等)			
	仕上材等とし、(LI以外とする				
		屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.4)立てハゼ葺き			
		外壁	窯業系サイディング(厚16)、アセチル化処理木材、タイル			
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス(Low-E、日射遮蔽型、中空層幅 12mm)			
仕		界壁	該当なし			
上	主た内部仕上	間仕切り壁	片面CLT現し(片面PB15mm)、LGS+両面PB15mm+クロス			
		床	7ロアタイル@2.3mm+耐水合板9+PB12.5mm+パーチ20mm			
	天井		LGS天井下地+PB15+ビニールクロス			
	構造計算ルート		ルート3			
	接合方法		H型鋼+引きボルト、スタッド、せん断金物(ドリフトピン)			
構	最大スパン		12m			
造	問題点・課題とその解決策		アンカーボルト精度確保と鉄骨併用構造の場合の水平構面用CLT			
			の接合方法の検討が必要。			
	防火上の地域区分		法22条			
防						
耐	耐火建築物等の		無			
火			1時間準耐火			
	問題点・課題とその解決策		建物高さ、軒高さの関係で1時間準耐火となった。			
	建築物省エネ法の該当有無		届け出対象			
	温熱環境確保に関する課題と解決策		外断熱構法を採用した。			
温		屋根(又は天井)	グラスウール(16K) t=105mm (天井)			
熱	(断熱材の種		7 7 7 1 (2 7)			
		外壁	ロックウール(36K) t=45mm (外断熱)			
		床	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種 65mm			
	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 会能が、電気配線設置との工夫		敷地が狭い場合、近隣にストックヤードの確保が必須			
工	給排水・電気配線設置上の工夫 グル対策		特に無し			
	劣化対策		該当なし			
工程	設計期間 施工期間		H28. 10月~H29. 10月(13カ月)			
			H29.10月~H30.4月予定(7ヵ月)			
	CLT躯体施工期間 竣工(予定)年月日		H30.1月下旬~2月27日(4週間) 亚成30年4月30日予定			
-	竣工(予定)年月日 発注者		平成30年4月30日予定			
	光圧有 設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		ライフデザイン・カバヤ株式会社 ライフデザイン・カバヤ株式会社			
	政計有(複数の場合はてれてれた割を記載) 構造設計者		フィフテザイン・ガハヤ株式会社 株式会社構造計画研究所			
	施工者		株式会社博宣計画研究所			
	CLT供給者		郵建工業株式会社 銘建工業株式会社			
	ラミナ供給者		超建工業株式会社			
	ノトノ匠相当		<u> </u>			

実証事業名: ライフデザイン・カバヤ(株)福山支店新築工事の建築実証 実施者/協議会運営者または担当者:ライフデザイン・カバヤ株式会社/同左

1. 実証した建築物の概要

用途		事務所			
建設地		広島県福山市			
構造・工法		CLT パネル構法+鉄骨併用			
階数		3			
高さ (m)		13.8	軒高 (m)	12. 6	
敷地面積(m²)		996. 57	建築面積(m²)	361.5	
	1階	277. 50	延べ面積(m²)	786. 91	
階別面積 (m²)	2階	308. 50			
(111)	3階	200. 91			
CLT 採用部位		床、壁			
CLT 使用量(m^3)	加工前:333.6 m³、加工後:298.8 m³			
CLT を除く木	材使用量(m³)	16. 4 m³			
	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)			
 CLT の仕様	壁	t=150mm(5-5)、t=210mm(7-7)、t=270mm(9-9)/S60/杉			
CLI VALAX	床	t=150mm(5-5)/Mx60A/杉			
	屋根	_			
設計期間		H28年10月~H29年10月(13か月)			
施工期間		H29年10月~H30年4月 (6.5か月)			
CLT 躯体施工	期間	H30 年 1 月末~2 月末 (5 週間)			
竣工 (予定)	年月日	H30 年 4 月下旬			

2. 実証事業の目的と設定した課題

事務所施設をCLTパネル+鉄骨梁(ルート3)で設計し、大きくキャンチレバーをとった意匠設計としている。しかし、現状のCLTを床に使用した場合の持ち出しでは材料強度を考えると厚みが増しコストを考えると汎用性には乏しいと考える。そこで、CLTパネルをキャンチレバー部の垂直方向に使用することにより、建物としての設計・施工性を検証し、コスト縮減を図る事により汎用性・普及性を高める。

CLT パネル+鉄骨梁 (ルート3) の採用により、CLT の使用量とコストバランスを検討する。 さらに、CLT+鉄骨梁を併用した高剛性複合 CLT パネルによる、自由度の高い設計と施工方 法を検討する。

3. 実証事業の実施体制(または協議会構成員)

(設計) ライフデザイン・カバヤ(株): 友竹・平田(協議会運営者)

(構造設計) 構造計画研究所:篠原・細見

(施工・材料) 銘建工業㈱:田中・車田

(金物) BX カネシン(株): 中村

4. 課題解決の方法と実施工程

キャンチレバー部は、構造計画研究所が中心となり設計・施工仕様のとりまとめを行った。 CLT パネル工法のコスト縮減については、銘建工業と構造計画研究所でCLT パネルの大判・ 小割等の割付検討・決定を行った。また、CLT 告示仕様(ルート3)を用い、鉄骨梁との併 用を行うことによりコスト縮減を目指した。

CLT と鉄骨梁の接合部の納まり等については BX カネシン及び銘建工業を中心として協議会 4 社にて検討を行った。

CLT パネルと鉄骨との取り合い部分に関する不具合を回避するため、CLT/鉄骨の工事区分を検討した。

<協議会の開催>

H29 年 11 月 8 日: 第 1 回開催、上棟前確認 H29 年 12 月 5 日: 第 2 回開催、問題点協議

H30年2月19日:第3回開催、実証事業の取りまとめ

<設計>

H29 年 6 月~10 月: 実施設計 H29 年 3 月~10 月: 構造設計

H29 年 8 月 11 日:建築確認申請提出 ※適合性判定あり

H29 年 10 月 18 日:確認済証交付

<施工>

H29年10月:工事契約

H29年10月下旬:着工、基礎補強(杭)工事

H29年11月末:基礎工事

H30年1月末~平成30年2月末:CLT工事

H30年1月末~平成30年2月末:鉄骨工事

H30年2月末:構造完成 H30年4月末:竣工予定

5. 得られた実証データ等の詳細

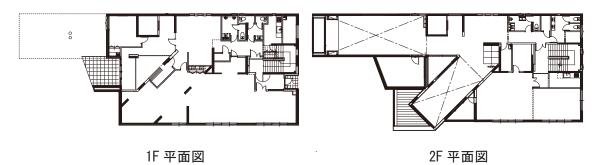
- ・鉛直構面は CLT 壁柱パネル+鉄骨梁を用いることで、従来垂壁や床に期待していた壁の 転倒を抑制する効果(曲げ戻し効果)を高剛性、高耐力な鉄骨に期待することができた。それ により CLT パネルの垂壁等に比べ梁成も抑えながらも高耐力を得られた、かつ鉄骨梁勝ち 架構を採用することで斜め方向の壁配置やフレキシブルな壁線配置等、自由な空間を創出 することができた。
- ・鉄骨梁と CLT 壁柱パネルとの接合部は引張力に対しては壁パネルの上下四隅に引きボルトを用い、鉄骨梁フランジと接合させる方式とし施工性とコストを考慮した。せん断力に対しては壁パネルの上下梁に取り付けたプレートにドリフトピンを打設するドリフトピン仕様とした。本仕様により、従来のU型、L型金物よりも単位長さあたりにおいて高耐力が発揮されることを理論式により確認しせん断金物の個数を削減することができた。一方で壁の位置決め、ピンの打設が難しいため、中央のドリフトピン部には先孔及び先行ピンを設け、位置決めが容易にできるようにすることで施工性に配慮した。
- ・水平構面においても十分な耐力を確保するため CLT パネルを用いた。

CLT 床パネルと鉄骨梁との取り合い部については、CLT 床パネルに先孔を設け梁上にあらかじめ設けていたスタッドにはめ込みエポキシ樹脂を充填させることで一体化を図る形式とした。梁上への床の配置としては壁がある部分もあるため、鉄骨梁からあご受けをだし、受け PL 上にスタッドを配置した。上記仕様では床受け PL 上のスタッドは工場での取付としたため精度が高く、現場での床 CLT パネルの設置は非常にスムーズにおこなうことができた。その後のエポキシ充填の作業については、スタッドの本数が非常に多く充填に結構な手間と時間が必要で、また寒冷時期の作業になる為、エポキシ樹脂の完全硬化まで結構な日数が必要となり、その間は他の作業がある程度制限される等の問題があった。さらには建物外観の意匠実現の為やむを得ないことではあるが、鉄骨梁を追加したことによるコスト、エポキシ施工のコストが大きく工事原価に影響することとなったのは今後の課題である。

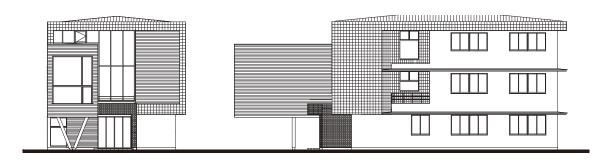
6. 本実証により得られた成果

本事業では鉄骨梁勝ち+CLT 壁柱架構という新しい構造形式を採用し、その設計法、施工性を検証した。それにより自由なプランニングと開放的な空間の創出を行うことができた。 通常の CLT パネル構法では壁 CLT の直上には床 CLT が床勝ちで施工され、床 CLT の上に上階の壁 CLT が設置されることになるが、本建物では壁 CLT の上に H 鋼を施工し、H 鋼のフランジを延長して床受けプレートとしスタッドを設けて床 CLT パネルをエポキシで固定した。 木工事の大工職と鉄骨工事の鳶職がお互いに作業区分や手順について綿密な打ち合わせを重ね、連携することでスムーズな建て方作業を進めることが可能となった。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等



33,000



西面立面図



2月20日現在

南面立面図



2月21日現在

平成 28 年度補正 CLT 建築物等実証事業実績報告書

■実証事業の概要

事業名:ライフデザイン・カバヤ㈱福山支店の建築実証(建て方完了まで)

実施者・協議会運営者:ライフデザイン・カバヤ株式会社

協議会構成員:材料/施工…銘建工業㈱、構造設計…(㈱構造計画研究所、金物…BX カネシン㈱

■建築物の概要

用途:事務所(ショールーム)

建築地:広島県福山市南蔵王町6丁目5-1

用途地域:都市計画区域内 市街化区域 準工業地域 (建蔽率 60%/容積率 200%)

防火地域:法22条地域

構造種別: CLT パネル構法+鉄骨併用3階建

壁 CLT: t=150mm・5 層 5 プライ・S60A・杉

t=210mm・7 層 7 プライ・S60A・杉

t=270mm・9 層 9 プライ・S60A・杉

床 CLT: t=150mm・5 層 5 プライ・Mx60A・杉

鉄骨: SS400···H-194×150

SN400···H-400×200、H-450×200、SH-450×250 *SH:外法一定H型鋼(JIS G3136)

STKN400・・・○-244.5(KT ブレース)

敷地面積:996.57 m² 建築面積:361.5 m²

延床面積:786.91 m² (1F:277.5 m²、2F:308.5 m²、3F:200.91 m²)

建物高さ:13.8m 軒高:12.675m

その他: 軒高 9m を超える為、施行令 129 条の 2 の 3 技術基準により 60 分準耐火構造とする。

工期:設計期間 · · · 平成 28 年 10 月~平成 29 年 10 月

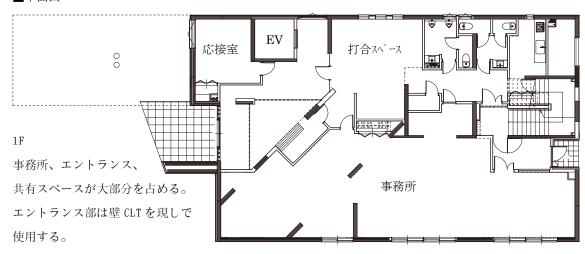
工事期間 · · · 平成 29 年 10 月~平成 30 年 4 月末予定

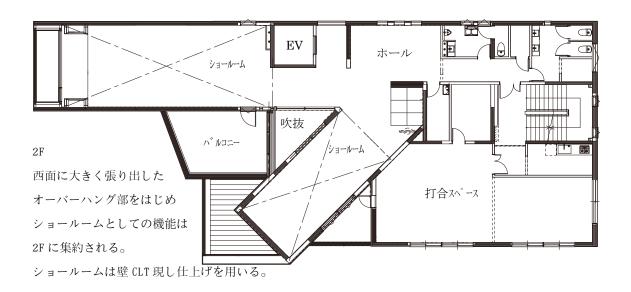
うち CLT/鉄骨躯体施工期間・・・平成 30 年 1 月 26 日~2 月 27 日

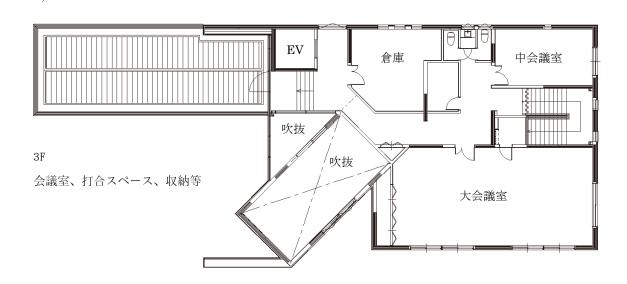


完成イメージ CG

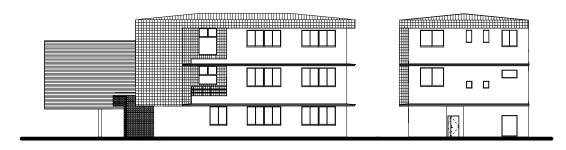
平面図

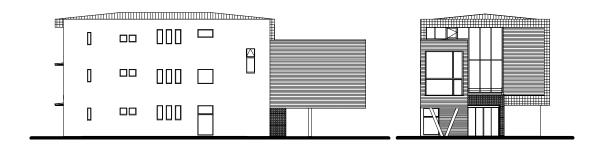


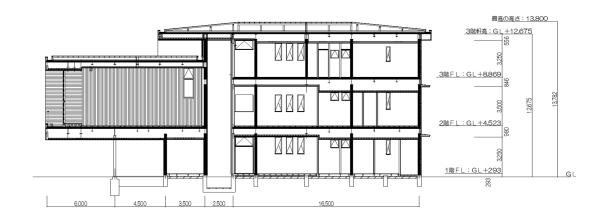




■立面図/断面図







■意匠設計について

弊社では現在までに純粋な『CLTパネル構法』以外に『木造軸組構法+CLT構法』や『水平構面部分利用』などを試みており、今後の需要拡大を見据え『CLTパネル構法+鉄骨造』をこの度採用することとした。CLTが持つ遮音性・断熱性の特性を生かしていくには集合住宅は当然需要が期待でき、立地条件等で駐車場確保のためピロティが必要となる案件なども想定できるため、鉄骨造を利用した自由度の高い建築を目指した。

概要としては、1階:事務所+打合せスペース、2階:商談スペース、3階:会議室+倉庫の構成となり、 各階天井高を 3m以上とし、また 1 階エントランスホールに 3 階までの吹抜を設けるなどゆとりを持たせた設計計画としている。

仕上げに関しては、木造1時間準耐火・内装制限等に適用させるがため、CLTという木質構造であるイメージを損なうことのないように、内外装に木材を可能な限り採用し、一般的なRC造や鉄骨造とは異なる意匠が得られるよう努めた。

■構造計画

鉛直構面は CLT 壁柱パネル+鉄骨梁を用いることで、従来垂壁や床に期待していた壁の転倒を抑制する効果 (曲げ戻し効果)を高剛性、高耐力な鉄骨に期待することができた。それにより CLT パネルの垂壁等に比べ 梁成も抑えながらも高耐力を得られた、かつ鉄骨梁勝ち架構を採用することで斜め方向の壁配置やフレキシブルな壁線配置等、自由な空間を創出することができた。

本架構の検討にあたり CLT 壁柱部での床勝ち案も検討した。しかし CLT 床パネル勝ちの場合 CLT 壁柱との「めり込み」により変形が大きなってしまうため、曲げ戻し効果と併せて鉄骨梁と CLT 壁柱との「支圧」により変形を抑えられる鉄骨梁勝ち架構とした。

上記鉄骨梁の曲げ戻し効果により、壁の配置については意匠上の要望に沿うかたちでフレキシブルに配置し以下壁厚及び梁幅により調整を行った。X 方向は壁線上に壁が揃っており、主に Y1、Y4、Y8 通りの 3 構面で抵抗させる。主な壁パネルは S60-5-5(t=150mm)とし、梁は $H-450\times200\times9\times14$ (SN400)を用いている。一部 CLT 躯体現しとするため片面 60mm の燃え代を見込んだ燃えしろ設計を行った。

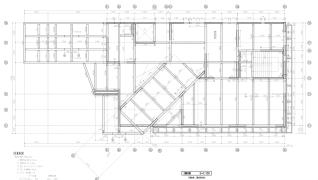
Y 方向は、プラン上、壁量が極端に少なく、壁線が揃っていないため、主な壁パネルは S60-7-7 (t=210mm) とし、梁は H-450×250×9×16(SN400)を用いている。一部 CLT 躯体現しとするため片面 60mm の燃え代を 見込んだ燃えしろ設計を行った。

斜め壁は幅が小さく(1~1.2m)かつ 2-3 階部分は約 7m の吹き抜けとなっているため、Y 方向同様に主な壁パネルは S60-7-7 (t=210mm)とし、一部 $1\sim3$ 階までを現しとするため、S60-9-9 (t=270mm)を用いている。梁は $H-450\times250\times9\times16$ (SN400)を用いる。

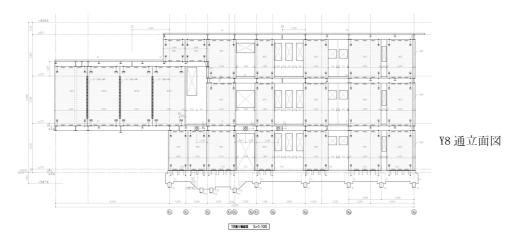
構造計算はルート 3 を採用し保有水平耐力を算出することにより、大地震時の構造安全性を確認した。終 局時の降伏形としては、CLT パネルは弾性域に留め上下端部の引きボルト(ABR)の引張降伏が先行する靭性 のある降伏形とした。

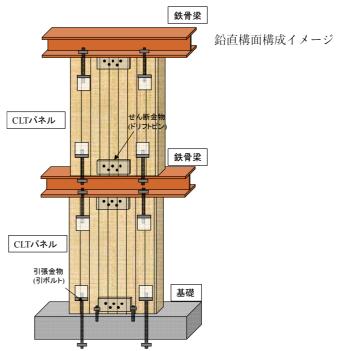
部材ハイブリットではあるが、CLT パネル脚部の引きボルトを伸ばすことにより靭性を確保しているため、2015年版建築物の構造関係技術基準解説書の部材ごとに構造が異なる場合を参照し、平28国交告第611号第八に照らし合わせ、CLT パネルのDs値を用いた。

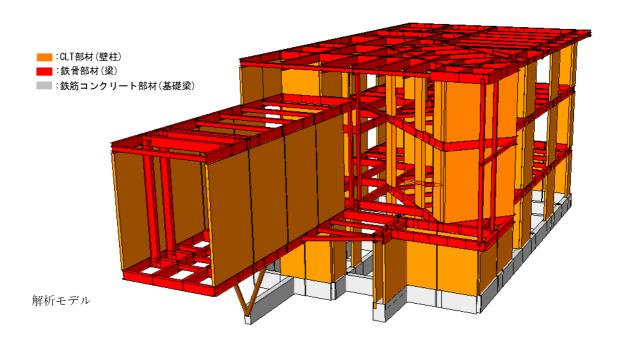
本構造種別の場合平 28 国交告第 611 号第八第二号の仕様規定は適用できないため、DS 値は 0.75 以上もしくは計算 DS となる。本設計では X 方向は耐力壁が多くかつ壁線も揃っているため 0.75 を Y 方向は壁量が少なく壁線も揃っていないため、靭性による効果を考慮した計算 DS 値とした。



2階伏図

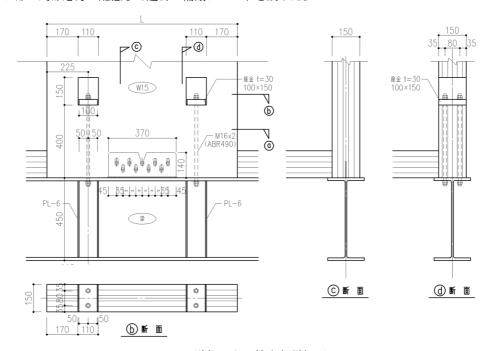




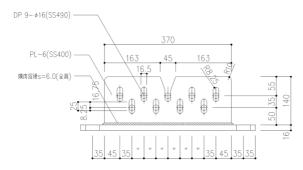


鉄骨梁と CLT 壁柱パネルとの接合部は引張力に対しては壁パネルの上下四隅に引きボルトを用い、鉄骨梁フランジと接合させる方式とし施工性を考慮した。せん断力に対しては壁パネルの上下梁に取り付けたプレートにドリフトピンを打設するドリフトピン仕様とした。本仕様により、従来のU型、L型金物よりも単位長さあたりにおいて高耐力が発揮されることを理論式により確認しせん断金物の個数を削減することができた。一方で壁の位置決め、ピンの打設が難しいため、中央のドリフトピン部には先孔、CLTパネルには先行ピンを打ち位置決めができるようにすることで施工性に配慮した。

本接合形式(引張り、せん断)はCLTパネル工法の仕様に準拠し引きボルト及びせん断金物が必要なことから鉄骨梁との納まりより本形状が決まった。検討の際には引きボルトのナット締めのため、主要な部分は引きボルトをCLT壁柱パネルの厚さ方向に2本用いるなどして十分なクリアランスを設けた。また鉄骨梁フランジ部の局部応力に配慮して適切に補剛プレートを設けた。



CLT 壁柱パネル接合部詳細図



せん断金物詳細図 (参考)

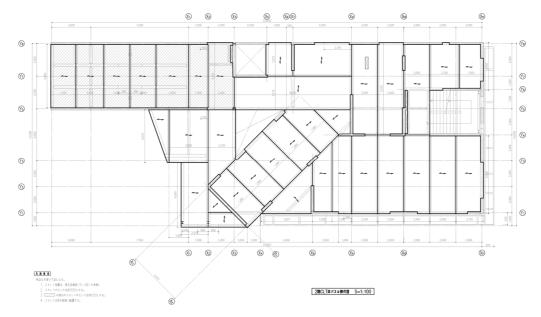


せん断金物(基礎-壁)写真

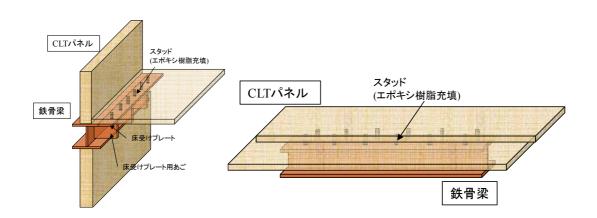
水平構面においても十分な耐力を確保するため CLT パネルを用いた。

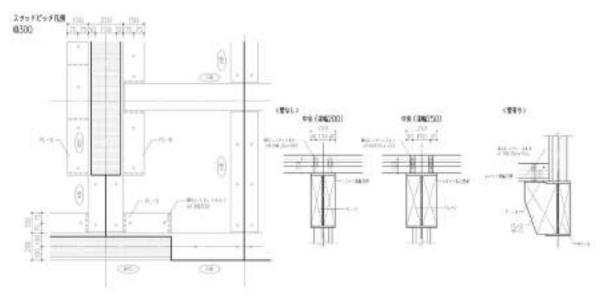
CLT 床パネルと鉄骨梁との取り合い部については、床のレベル(下端)を鉄骨梁の天端に設定し、CLT 床パネルに先孔を設け梁上にあらかじめ設けていたスタッドにはめ込みエポキシ樹脂を充填させることで一体化を図る形式とした。梁上への床の配置としては壁がある部分もあるため、鉄骨梁からあご受けをだし、受けプレート上にスタッドを配置した。既往実験により耐力が評価されている点を踏まえ、今後の普及に向けた施工性検討に重きをおいて採用にいたった。

検討段階では CLT 床のレベル(下端)を鉄骨梁の天端に合わせる案と下端に合わせる案を考えた。後者の場合、床受けが CLT 壁柱パネルのない鉄骨梁部分、小梁部にも必要となり、部材数が多くなるため前者を採用し、主要鉄骨梁、小梁の上部にスタッドを設ける形式とした。また鉄骨梁と床の接合方法については、本形式以外にスタッドと CLT 床パネル先穴との隙間を蓋付きキャップを用いて埋めて一体化させ応力伝達する方法が提案され強度試験、施工実験が行われていた。しかし、施工上、今回採用したエポキシ樹脂充填よりもさらにスタッドと先穴とのクリアランスの精度が求められるため、本方法を採用した。



CLT 床割付図





鉄骨梁と CLT 床パネル接合部詳細



現場写真

ダイナミックなキャンチレバーの部分(長さ約10.5m(ブレース位置から6m) 高さ約6m)は小幅のCLTパネルを並べパネル同士はSP金物(Xマーク)で接続し、上下の鉄骨梁と一体的に(鉄骨:フランジ CLTパネル:ウェブ)作用させることで耐力を発揮する構造とした。はね出し端部から6mの位置に設置した鉄骨ブレースは鉛直荷重を支えると共にキャンチレバー部の水平力を負担する役割を担っている。

また CLT パネル+鉄骨梁から構成されるはね出し部の 2 面だけでは Y 方向加力に対する面外剛性が小さいため、先端部に鉄骨柱を設けることで面外の変形を抑えた。

今回は各鉛直構面及び鋼管ブレースで抵抗する架構としたが、今後 CLT 壁、床パネルをボックスカルバートとして立体的に効かせる架構等、更なる合理化かつ CLT を活かした設計が可能であると考える。

□構造計画に関する考察

本設計では鉄骨梁勝ち+CLT 壁柱架構という新しい構造形式を採用し、その設計法、施工性を検証した。それにより自由なプランニングと開放的な空間の創出を行うことができた。

施工

ここからは施工(基礎着工~構造建て方完了まで)時に生じた問題点やその解決方法、また今後の課題等 について記載する。

□基礎工事

基礎補強杭工事の完了した 12 月初旬に掘方に着手し、基礎着工となった。そこから基礎工事の完了まで年末年始の休暇を含んで約 5 週間の工程であった。



何度かのCLT構法での施工を経験してはいるものの、今回も問題となったのは『±2mm』と規定されたアンカーボルトの施工精度であった。



各種、治具等を製作し精度確保に努めたものの、 一部 CLT パネル施工時にアンカーボルトの台直し が必要になるような精度の確保されていない施工 の物が存在した。

この問題は従前からの課題で、アンカーボルトの埋め込み精度が確保されているのといないのでは、 1Fの CLTパネルの施工スピードに大きな差が生じることとなる。レッカー車でCLTパネルを吊り上げて建込を行うが、精度が確保されていない場合、建込作業を中断し、アンカー台直しをした後、再度建



込作業を行う必要がある。建物の大きさに依存するが、本物件の場合でも感覚的に数日間の工期の遅れに繋がることとなった。

今後の対策としては、大幅なコストアップになるものの、鋼材プレートで土台を作成し厳重に管理された工場(鉄工所)でアンカーをプレートに取り付けた物を現場へ搬入する等の方法が考えられる。また、アンカーボルトを現場施工する場合でも、現場での精度管理のやり易さを考慮し、アンカーボルト間寸法などの数



値を「まるめる」ことも有効である。つまり、L:2,000mmの幅にアンカーを3本設置すると仮定して、

- \leftarrow 0367mm \rightarrow | \leftarrow 0633mm \rightarrow | \leftarrow 0633mm \rightarrow | \leftarrow 0367mm \rightarrow =2,000mm であるとしたら、
- \leftarrow @350mm \rightarrow | \leftarrow @650mm \rightarrow | \leftarrow @650mm \rightarrow | \leftarrow @350mm \rightarrow =2,000mm にした方がチェックがし易く、間違えも起きにくくなり結果として精度も確保されるのではないかと考えるので、構造設計者と連携していきたい。

□建て方工事

基礎工事完了後、H30.1.26 に CLT パネルが搬入され 建て方工事に着手した。構造の金物仕舞完了が H30.2.27で、建て方工事は約1か月の工程となった。





天端レベルを無収縮モルタルで厳重に確保した基礎に直接 CLT パネルを設置する為、基礎に接する CLT パネルの木口には粘着性の防水シートを貼りつけした。これにより木口からの水分の吸収を止めている。

また、レベル管理、垂直出しの観点から考慮すると、 基礎パッキン敷き込みが理想ではあるが、CLT パネル 構法では既製品に適当なものが存在しないのが現状で ある。メーカーにはぜひ対応商品の開発をお願いした い。 CLT パネル構法では、建て方順について周到な計画をすることが建て方作業をスムーズに運ぶ鍵となる。本現場は西側が交通量の多い国道に面しており、敷地面積も大きく無い為、1km ほど離れたところに広いストックヤードを設け、必要な部材を順次現場へ搬入するという段取りとした。



1F壁 CLTパネル搬入状況

敷地条件を勘案し構造計画研究所及び銘建工業と相 談の上、小幅パネル架構(分割型)を採用した為、基 礎区画内に荷下ろしが可能となった。結果的にスムー ズな上棟作業につながった。



1F壁 CLT パネル設置状況

引張力は引きボルトで、せん断力はドリフトピン納まりのオリジナル金物で負担した。基礎工事の所でも触れたが、スムーズな壁 CLT パネル建込は、アンカーボルトの設置精度に大きく左右される。



1F壁 CLT パネル設置完了

引きボルトとオリジナルせん断金物の施工状況を示す。 せん断金物はドリフトピン納めで CLT 現し仕上げにも 対応できる形状となっている。 壁 CLT パネルの設置後は、本建物の最大の特徴である H 型鋼の設置となる。あらかじめ工場にて床 CLT 受け 用のフランジ延長、スタッド及びせん断プレーが取り付けられた H 型鋼を壁 CLT パネル頭部へ設置していく。 木工事の大工と鉄骨工事の鳶の連携を十分に確認した上で作業することでスムーズな設置作業が可能となった。本建物では建て方工事を 1 社に依頼することでこの問題を解決した。



鉄骨の設置状況

フランジに溶接されたせん断プレートは CLT 側に あらかじめ挿入されている先行ドリフトピンで位置 決めがされる。この仕組みにより鉄骨梁の設置作業は 非常にスムーズに進めることができた。



床 CLT パネル設置状況

H 型鋼の設置に約3日費やした後、床 CLT パネルの敷設作業へ移行した。H 型鋼のフランジを延長した受けプレート上にスタッドを@150mm、@300mm で溶接したものに差し込んで敷設する。



床 CLT パネルのスタッド差し込み状況

H型鋼へのスタッド取付、CLTパネルの穿孔共に工場での加工となる為、精度が高く2・3・R階の床、壁共CLTパネルの設置作業は1F壁CLTパネル設置時と比較してスピーディに進行した。

床 CLT パネル (スタッド差し込み用孔)

本建物では水平構面を床 CLT パネルに負担させる設計 となっている為、H型鋼と床 CLT パネルを緊結する必 要があり、今回はスタッドを差し込んだ孔にエポキシ を充填することで固定する。



エポキシ充填作業状況

使用したエポキシは㈱オーシカの 2 液性「オーシカタ イン TE-243L2」。

冬季の作業となる為、硬化までの時間が結構必要になり、作業効率が良くない。さらにスタッド本数が合計4,993 本もある為、多大な労力を要した。



エポキシ充填後の状況

場所によっては、下階に漏れてしまう所があり、再充 填を余儀なくされた。

結果として、今後、H型鋼と床 CLT パネルの複合で床を構成する場合にエポキシで CLT パネルを固定する方法はお勧めできない。折角 H型鋼があるのだから、メタルブレースで水平構面を確保し、もっと簡便な方法で床 CLT パネルを留めつけする方法のほうがお勧めである。建築コスト的な面から考えても、エポキシの価格が高価である上に、水平構面を担保させない CLT なら、構造設計者の判断にはなるが、本建物の t=150mmよりも薄いものの採用が可能になる可能性がありコストメリットが大きい。





□施工に関する考察

基礎工事に関しては、鉄骨混構造となったことで基礎梁の成が多少大きくなり、基礎コストの増加がみられたが、現場的な問題はいつものアンカー精度のみであった。

また CLT の現場搬入から日曜日を除きのべ 27 日間で構造建て方完了となった。人工数は、のべ約 300 人工。レッカー27 台。昨年、岡山市内で弊社が請負・建築した延床約 1,000 ㎡の社員寮(CLT パネル構法)は約 3 週間で CLT 工事を完了したが、非常に広い敷地と大版架構でレッカー2 台/日という施工体制であった。そのことを考えると延床約 780 ㎡の小幅パネル架構、レッカー1 台/日、初めての CLT+鉄骨混構造としては悪くない工程での進捗であったように思う。構造建て方完了までに生じた問題は前項までに記載をしたので、今後の CLT 建築に生かしたい。

また、CLT パネル構法は壁パネルの建込時に CLT を並列に並べ、隣同士の CLT パネルを緊結することは施工上基本的にはおこなわれない。建て方後、CLT パネル同士の並列部分に小さな隙間があること(下写真) は散見されることであり、特に問題視していなかった。夏季は CLT パネルの膨張により隙間無く密着するかもしれないが、寒冷時期に収縮して隙間が生じるのは温熱環境的に問題がある。昨今の建築物高断熱化の流れからも無視できない課題であると考える。



現場写真:壁 CLT 隙間

■まとめ

当初は鉄骨を併用せずオール CLT 構法を予定していたが、木質耐力壁と CLT 床勝ち架構による木材同士 の『めり込み』と『曲げ戻し』から必要となる CLT パネルの垂れ壁の肥大化が懸念事項と上がっていた事が今回の『CLT 構法+鉄骨造』を取り組むきっかけのひとつとなった。

鉄骨造を併用したことで当然プランの自由度は大幅に向上し、天井懐の確保も容易になり、また接合部主要箇所をボルト+ナットやドリフトピンが使用できるなど、施工精度と工期の安定が実現できた。しかしながら、今回は非常に優れた加工技術をもった鉄骨業者と経験豊富な職人に助けられたのはまぎれもない事実であり、今後は経験による技術の向上も必要ではあるが、よりシンプルな架構や施工方法を確立し、さらなる CLT 普及への道標としなければならないと考える。

また、建築コストに関しても CLT パネル構法に鉄骨を併用することで CLT 使用量をある程度抑制し材料コストの縮減を目指した。本建物では、特徴的なオーバーハング等の意匠計画の実現の為の鉄骨併用工法を採用となった為か、結果的には「鋼材のコスト」>「減った CLT のコスト」となり、圧倒的なコスト増加につながった。ただ、鉄骨メンバーや床 CLT の架構等の課題も見つかったので、これからもハイブリッド構法の可能性をも模索していくつもりである。

以上