

13.1 (株) エンゼルフォレストリゾート

事業名		CLT (LVL) 材を利用したヴィラ型宿泊施設新築工事の建築実証	
実施者 (担当者)		株式会社エンゼルフォレストリゾート	
建築物の概要	用途	ホテル (簡易宿所営業) 6棟	
	建設地	静岡県伊豆市上白岩字石上2071番1175他	
	構造・工法	木造軸組工法+CLT屋根	
	階数	1階	
	高さ (m)	5.53	
	軒高 (m)	3.18	
	敷地面積 (㎡)	3,349.86 (6棟合計)	
	建築面積 (㎡)	63.14 (1棟)	316.38 (6棟合計)
	延べ面積 (㎡)	54.65 (1棟)	316.38 (6棟合計)
	階別面積	1階	54.65 (1棟)
CLTの仕様	CLT採用部位		屋根
	CLT使用量 (㎡)		加工前製品量6.7㎡、建築物使用量5.6㎡ (1棟) 加工前製品量40.2㎡、建築物使用量33.6㎡ (6棟)
	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	120mm厚
		ラミナ構成	3層4プライ
		強度区分	Mx60-3-4
		樹種	スギ
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)		柱: スプルー集成材 梁: オウシュウアカマツ集成材
	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		12.14 (1棟) 72.84 (6棟)
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板一文字葺き+アスファルトルーフィング+断熱材 (押し出し)
		外壁	杉材+通気胴縁+透湿防水シート
		開口部	アルミサッシ (複層ガラスSBQ5+A8+FL5)
	主な内部仕上	界壁	ビニルクロス+PB12.5mm
		間仕切り壁	ビニルクロス+PB12.5mm
		床	フローリング12mm+構造用合板24mm
		天井	CLT現し 一部杉材
構造	構造計算ルート		四号建築物
	接合方法		ホールダウン金物+パネリード
	最大スパン		3.5m
	問題点・課題とその解決策		軸組工法にCLT屋根を載せる形態を選択したため、CLTどおしの接合を前提としたCLT専用の接合方法が採用できない。 軸組の柱に設けたホールダウン金物をCLT屋根面にダイレクトに接続すること、梁とCLT版との接続に構造ビス (パネリード) を用いることで今回の形状を実現した。
防耐火	防火上の地域区分		法22条区域
	耐火建築物等の要件		無
	本建築物の防耐火仕様		20分準耐火 (延焼ラインにかかる範囲)
	問題点・課題とその解決策		延焼ラインをなるべく避けた配置計画としている
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		なし
	主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ)	屋根 (又は天井)	押出法ポリスチレンフォーム断熱材30 熱伝導率0.036W (m・K)
		外壁	グラスウール断熱材 16K 熱伝導率0.037W (m・K)
		床	押出法ポリスチレンフォーム断熱材45 熱伝導率0.036W (m・K)
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		屋根面 (非歩行) のみへの採用につき、課題なしと判断
	建て方における課題と解決策		軸組工法にCLT屋根を載せるというシンプルな構成だが、建て方時にCLT屋根が斜めとなっており、軸組は屋根を設置するまで自立できるようにする必要があった。軸組が建て方時に自立するための材を最低限追加することで解決できた。
	給排水・電気配線設置上の工夫		CLT仕上げ面への配線露出不可のため、配線経路の工夫
	劣化対策		土台にヒノキJAS製材品を使用
	設計期間		2022年3月～2022年8月 (5ヵ月)
工程	施工期間		2022年11月～2023年4月 (5.5ヵ月)
	CLT躯体施工期間		2022年12月～2023年1月 (1ヵ月)
	竣工 (予定) 年月日		2023年4月15日
体制	発注者		株式会社エンゼルフォレストリゾート
	設計者 (複数の場合はそれぞれ役割を記載)		株式会社キャンパス
	構造設計者		株式会社ANDO Imagineering
	施工者		ファーストウッド株式会社
	CLT供給者		株式会社サイプレス・スナダヤ
	ラミナ供給者		株式会社サイプレス・スナダヤ

実証事業名：CLT（LVL）材を利用したヴィラ型宿泊施設新築工事の建築実証

建築主等、協議会運営者：株式会社エンゼルフォレストリゾート

1. 実証した建築物の概要

用途		ホテル（簡易宿所営業）6 棟		
建設地		静岡県伊豆市上白岩字石上 2071 番 1175 他		
構造・工法		木造軸組工法＋CLT 屋根		
階数		1 階		
高さ（m）		5.53	軒高（m）	3.18
敷地面積（㎡）		3,349.86	建築面積（㎡）	316.38
階別面積	1 階	316.38	延べ面積（㎡）	316.38
	2 階	-----		
	3 階	-----		
CLT 採用部位		屋根		
CLT 使用量（m³）		加工前製品量 6.7 m³、建築物使用量 5.6 m³（1 棟） 加工前製品量 40.2 m³、建築物使用量 33.6 m³（6 棟）		
CLT を除く木材使用量（m³）		72.84 m³		
CLT の仕様	（部位）	（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）		
	壁	-----		
	床	-----		
	屋根	120mm 厚/3 層 4 プライ/Mx60-3-4/スギ		
設計期間		2022 年 3 月～2022 年 8 月（5 カ月）		
施工期間		2022 年 11 月～2023 年 4 月（5.5 ヶ月）		
CLT 躯体施工期間		2022 年 12 月～2023 年 1 月（1 か月）		
竣工（予定）年月日		2023 年 4 月 15 日		

2. 実証事業の目的と設定した課題

戸建てや別荘などの 4 号建築における汎用性の高い CLT の実証事例が少なく、今後供給量を増やすための施工方法について検証する。具体的に設定した課題は以下である。

- ・費用対効果を上げるために一部軸組を採用しており、軸組部と CLT の接続方法検証
- ・屋根傾斜面の CLT 接続（重機の効果的な運用方法）手順の検証
- ・屋根面 CLT 化による、在来工法（母屋・垂木・野地組）との作業歩留まり比較
- ・1 棟建設時と、複数棟建設時の材料効率の確認、施工（建て方）時間の比較。在来工法との比較

3. 協議会構成員

(事業主)	株式会社エンゼルフォレストリゾート
(設計)	株式会社キャンプサイト
(構造設計)	株式会社 ANDO Imagineering Group
(施工)	ファーストウッド株式会社

4. 課題解決の方法と実施工程

接合方法に関しては、シネジック株式会社にて実施した実物サンプルによる接合強度の確認試験結果データをもとに、構造設計担当である(株)ANDO Imagineering Group にて構造設計を行った。

一部 CLT 工法の建築を行い、飯田グループホールディングスにおける在来工法の建築実績から材料費比較、施工性の比較（現場作業による手間測定）、内装仕上げの有無による工期及び費用比較を行った。施工性の確認に関しては、現場での作業人数、施工時間を測定した。

<設計>	令和4年	7月： 実施設計
		8月： 構造設計
<施工>	令和4年	10月： 工事契約
		12月： 着工、基礎工事
	令和5年	1月～2月： 木工事・外装工事
		2月～3月： 内装工事
<施工性確認>	令和5年	1月： 構造躯体組み上げ施工性検証
		2月： 仕上げ工事施工人工算定
		及び材料費用に関する検証
		2月： 仕上がり面の検証 (CLT 表し面の仕上げ状況確認)

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。

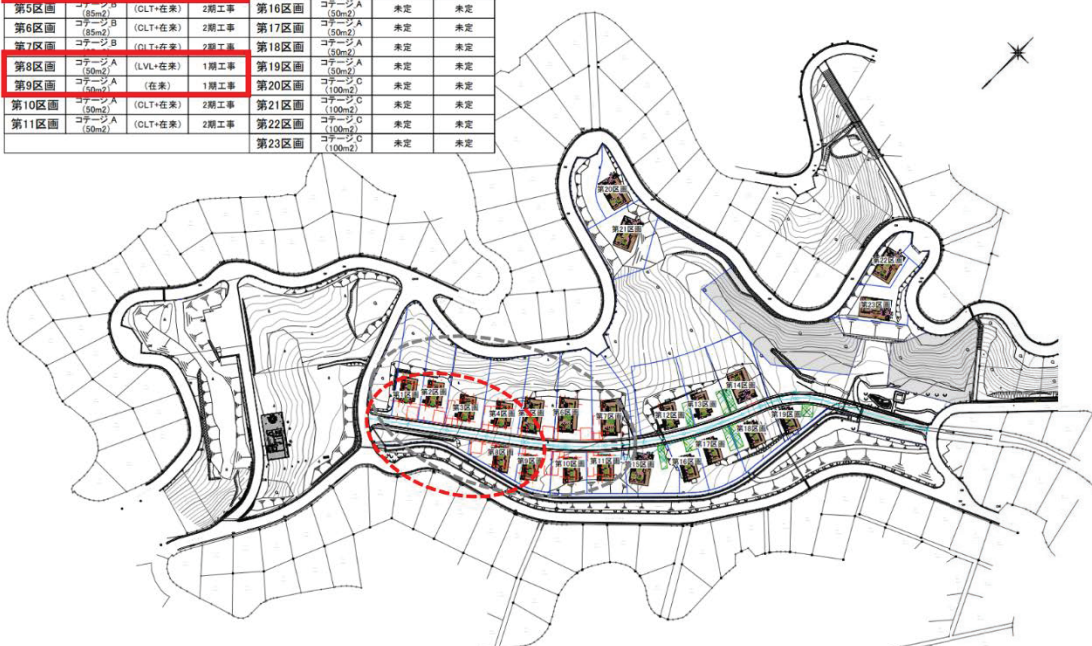
- ・設計に用いた部材の特性値、
および CLT 接合部の最適納まりの検討過程
- ・施工・搬入レポート
 - ・構造部材の運搬
 - ・施工計画（基礎工事・楊重・建方・CLT 設置の改善策）
- ・S 造・在来工法と比べた CLT 工法のコスト縮減比較資料
- ・CLT と在来軸組の効果的な接続方法
- ・CLT1 棟と複数棟での材料・運搬・労務費のロス率の比較

6. 本実証により得られた成果

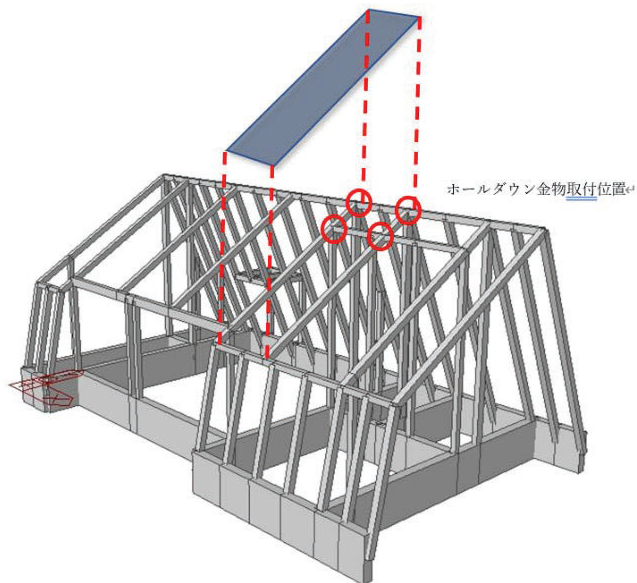
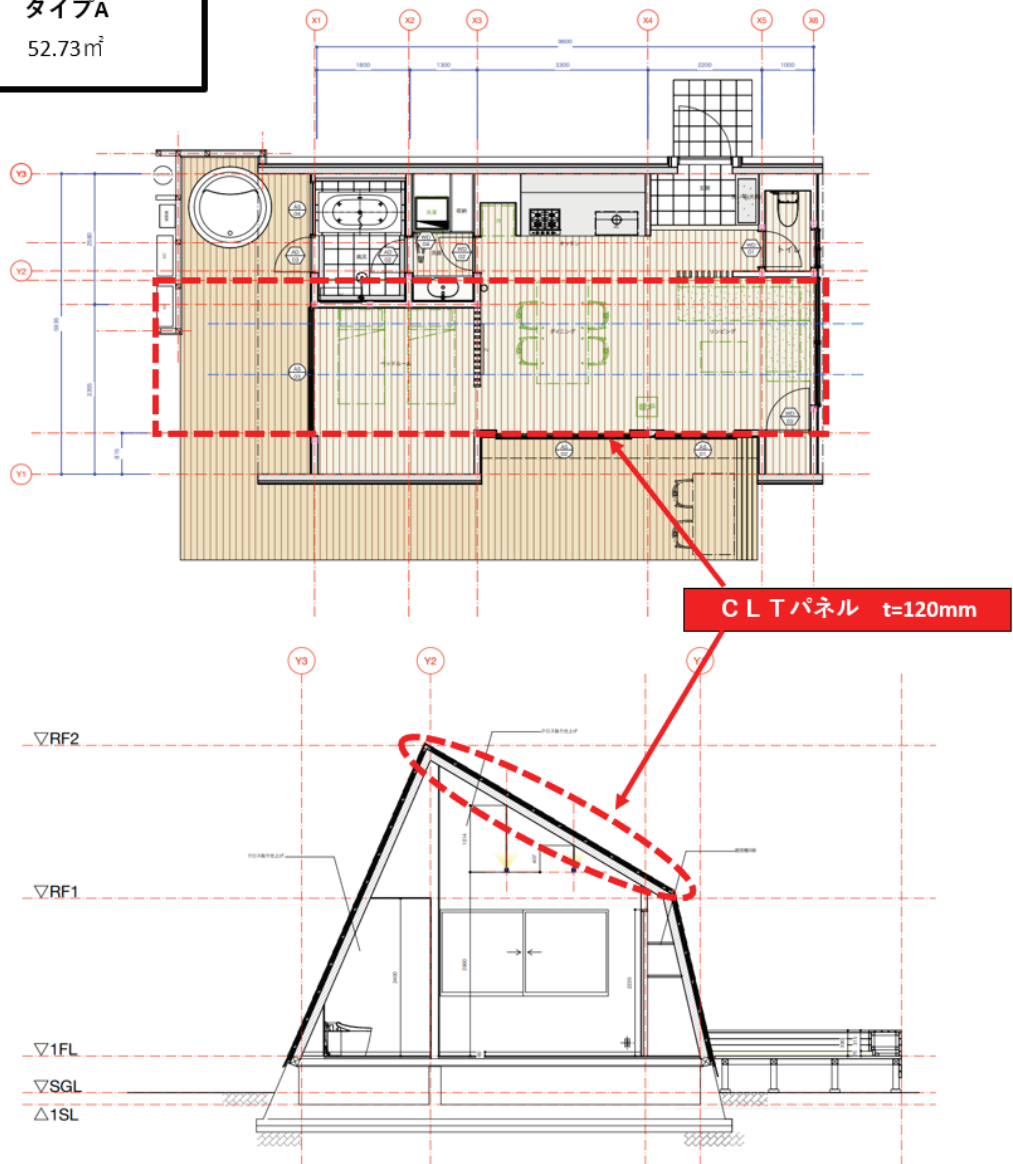
本事業で得られた工法の検討ならびに施工データは、今後の一般住宅等の建設において CLT を利用する際の事業計画（費用・スケジュール）の算定根拠になり、一般住宅等の施工時における在来工法との接合方法・楊重計画・仮設計画における指標になるものと思慮する。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等

区画	種類	構造	工期	区画	種類	構造	工期
第1区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	1期工事	第12区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第2区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	1期工事	第13区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第3区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	1期工事	第14区画	コテージ C (100m ²)	未定	未定
第4区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	1期工事	第15区画	コテージ B (85m ²)	未定	未定
第5区画	コテージ B (85m ²)	(CLT+在来)	2期工事	第16区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第6区画	コテージ B (85m ²)	(CLT+在来)	2期工事	第17区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第7区画	コテージ B (85m ²)	(CLT+在来)	2期工事	第18区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第8区画	コテージ A (50m ²)	(LVL+在来)	1期工事	第19区画	コテージ A (50m ²)	未定	未定
第9区画	コテージ A (50m ²)	(在来)	1期工事	第20区画	コテージ C (100m ²)	未定	未定
第10区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	2期工事	第21区画	コテージ C (100m ²)	未定	未定
第11区画	コテージ A (50m ²)	(CLT+在来)	2期工事	第22区画	コテージ C (100m ²)	未定	未定
				第23区画	コテージ C (100m ²)	未定	未定



タイプA
52.73㎡



1. 設計に用いた部材の特性値、および CLT 接合部の最適納まりの検討過程

1-1 本建物において、CLT 版は在来軸組工法の屋根躯体として部分利用をしている。

CLT 版は、厚さ 120mm (3 層 4 プライ)、スギ Mx60 (JAS) を採用した。

ラミナの厚さは 30mm で 4 層重ねており、外側から M60A/M30A/M30A/M60A である。

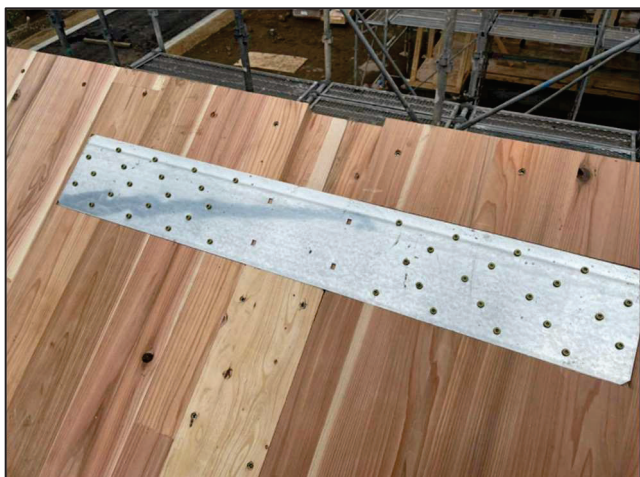
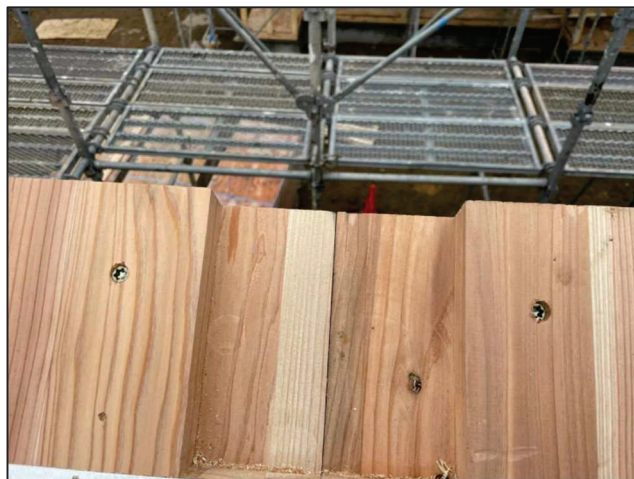
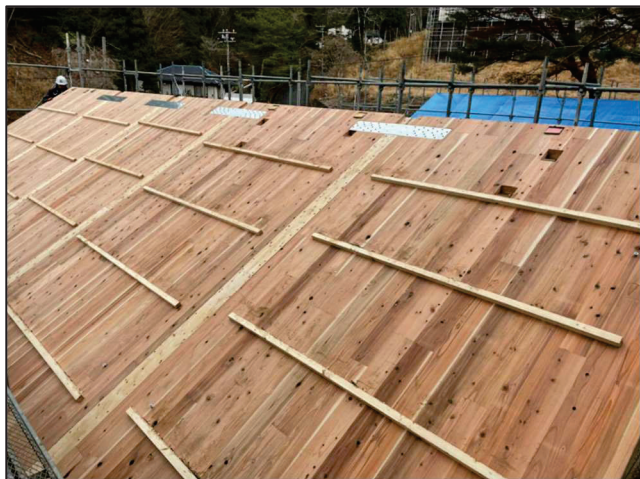
屋根版は両端ピン支持の単純梁として設計を行っており、ヤング係数 $E=6000[\text{MPa}]$ は強軸方向の M60A のみ考慮して、曲げ剛性 EI が等価となるようにヤング係数 E を低減させた値 $E'=5250[\text{MPa}]$ で変形の検討を行っている。

1-2 CLT 版同士の継ぎ目の接合部は、計画当初ハーフラップジョイントの採用を考えていたが、CLT 製造側との協議において、製造時に版を反転させて加工する必要がない「面材スプライン接合」の加工合理性が高いことが分かり、これを採用した。

面材スプライン接合部には中大規模木造建築の構造用ビスを採用、試験成績書をもとに必要な本数を算定した。

1-3 CLT 版の幅は通常のトラックで搬入可能な幅 2.4m 以下とし、屋根面積に対して最小の枚数で運べる様に計画した。

CLT ジョイント状況



2-1-1. 基礎構造部

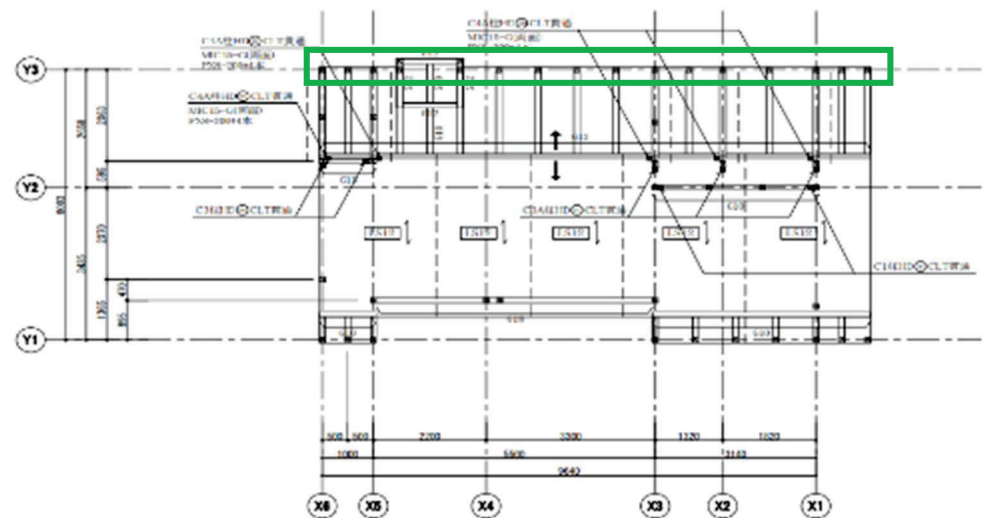
Figure 1 is a detailed plan view of the building layout. It shows a rectangular footprint with a grid of columns labeled X1 to X6 and rows labeled Y1 to Y3. The dimensions are as follows:

- Horizontal Dimensions (Columns):**
 - X6 to X5: 500m
 - X5 to X4: 2200m
 - X4 to X3: 3300m
 - X3 to X2: 1320m
 - X2 to X1: 1820m
 - X1 to right edge: 500m
 - Total Width:** 9640m
- Vertical Dimensions (Rows):**
 - Y3 to Y2: 2658m
 - Y2 to Y1: 2679m
 - Y1 to bottom edge: 756m
 - Total Depth:** 6093m

The layout includes various rooms, corridors, and structural elements. Key features include:

- Rooms:** Labeled with numbers (e.g., 1046, 1066, 1078, 1088, 1098, 1108, 1118, 1128, 1138, 1148, 1158, 1168, 1178, 1188, 1198, 1208, 1218, 1228, 1238, 1248, 1258, 1268, 1278, 1288, 1298, 1308, 1318, 1328, 1338, 1348, 1358, 1368, 1378, 1388, 1398, 1408, 1418, 1428, 1438, 1448, 1458, 1468, 1478, 1488, 1498, 1508, 1518, 1528, 1538, 1548, 1558, 1568, 1578, 1588, 1598, 1608, 1618, 1628, 1638, 1648, 1658, 1668, 1678, 1688, 1698, 1708, 1718, 1728, 1738, 1748, 1758, 1768, 1778, 1788, 1798, 1808, 1818, 1828, 1838, 1848, 1858, 1868, 1878, 1888, 1898, 1908, 1918, 1928, 1938, 1948, 1958, 1968, 1978, 1988, 1998, 2008, 2018, 2028, 2038, 2048, 2058, 2068, 2078, 2088, 2098, 2108, 2118, 2128, 2138, 2148, 2158, 2168, 2178, 2188, 2198, 2208, 2218, 2228, 2238, 2248, 2258, 2268, 2278, 2288, 2298, 2308, 2318, 2328, 2338, 2348, 2358, 2368, 2378, 2388, 2398, 2408, 2418, 2428, 2438, 2448, 2458, 2468, 2478, 2488, 2498, 2508, 2518, 2528, 2538, 2548, 2558, 2568, 2578, 2588, 2598, 2608, 2618, 2628, 2638, 2648, 2658, 2668, 2678, 2688, 2698, 2708, 2718, 2728, 2738, 2748, 2758, 2768, 2778, 2788, 2798, 2808, 2818, 2828, 2838, 2848, 2858, 2868, 2878, 2888, 2898, 2908, 2918, 2928, 2938, 2948, 2958, 2968, 2978, 2988, 2998, 3008, 3018, 3028, 3038, 3048, 3058, 3068, 3078, 3088, 3098, 3108, 3118, 3128, 3138, 3148, 3158, 3168, 3178, 3188, 3198, 3208, 3218, 3228, 3238, 3248, 3258, 3268, 3278, 3288, 3298, 3308, 3318, 3328, 3338, 3348, 3358, 3368, 3378, 3388, 3398, 3408, 3418, 3428, 3438, 3448, 3458, 3468, 3478, 3488, 3498, 3508, 3518, 3528, 3538, 3548, 3558, 3568, 3578, 3588, 3598, 3608, 3618, 3628, 3638, 3648, 3658, 3668, 3678, 3688, 3698, 3708, 3718, 3728, 3738, 3748, 3758, 3768, 3778, 3788, 3798, 3808, 3818, 3828, 3838, 3848, 3858, 3868, 3878, 3888, 3898, 3908, 3918, 3928, 3938, 3948, 3958, 3968, 3978, 3988, 3998, 4008, 4018, 4028, 4038, 4048, 4058, 4068, 4078, 4088, 4098, 4108, 4118, 4128, 4138, 4148, 4158, 4168, 4178, 4188, 4198, 4208, 4218, 4228, 4238, 4248, 4258, 4268, 4278, 4288, 4298, 4308, 4318, 4328, 4338, 4348, 4358, 4368, 4378, 4388, 4398, 4408, 4418, 4428, 4438, 4448, 4458, 4468, 4478, 4488, 4498, 4508, 4518, 4528, 4538, 4548, 4558, 4568, 4578, 4588, 4598, 4608, 4618, 4628, 4638, 4648, 4658, 4668, 4678, 4688, 4698, 4708, 4718, 4728, 4738, 4748, 4758, 4768, 4778, 4788, 4798, 4808, 4818, 4828, 4838, 4848, 4858, 4868, 4878, 4888, 4898, 4908, 4918, 4928, 4938, 4948, 4958, 4968, 4978, 4988, 4998, 5008, 5018, 5028, 5038, 5048, 5058, 5068, 5078, 5088, 5098, 5108, 5118, 5128, 5138, 5148, 5158, 5168, 5178, 5188, 5198, 5208, 5218, 5228, 5238, 5248, 5258, 5268, 5278, 5288, 5298, 5308, 5318, 5328, 5338, 5348, 5358, 5368, 5378, 5388, 5398, 5408, 5418, 5428, 5438, 5448, 5458, 5468, 5478, 5488, 5498, 5508, 5518, 5528, 5538, 5548, 5558, 5568, 5578, 5588, 5598, 5608, 5618, 5628, 5638, 5648, 5658, 5668, 5678, 5688, 5698, 5708, 5718, 5728, 5738, 5748, 5758, 5768, 5778, 5788, 5798, 5808, 5818, 5828, 5838, 5848, 5858, 5868, 5878, 5888, 5898, 5908, 5918, 5928, 5938, 5948, 5958, 5968, 5978, 5988, 5998, 6008, 6018, 6028, 6038, 6048, 6058, 6068, 6078, 6088, 6098, 6108, 6118, 6128, 6138, 6148, 6158, 6168, 6178, 6188, 6198, 6208, 6218, 6228, 6238, 6248, 6258, 6268, 6278, 6288, 6298, 6308, 6318, 6328, 6338, 6348, 6358, 6368, 6378, 6388, 6398, 6408, 6418, 6428, 6438, 6448, 6458, 6468, 6478, 6488, 6498, 6508, 6518, 6528, 6538, 6548, 6558, 6568, 6578, 6588, 6598, 6608, 6618, 6628, 6638, 6648, 6658, 6668, 6678, 6688, 6698, 6708, 6718, 6728, 6738, 6748, 6758, 6768, 6778, 6788, 6798, 6808, 6818, 6828, 6838, 6848, 6858, 6868, 6878, 6888, 6898, 6908, 6918, 6928, 6938, 6948, 6958, 6968, 6978, 6988, 6998, 7008, 7018, 7028, 7038, 7048, 7058, 7068, 7078, 7088, 7098, 7108, 7118, 7128, 7138, 7

2-1-2. 木造躯体部



【在来構法部分】

部位	樹種		構成	強度	サイズ	備考
土台	ヒノキ	JAS 構造用製材	甲種構造材	----	120×120	グリーン枠内
土台	ヒノキ	JAS 構造用製材	甲種構造材	----	105×105	その他部分
大引き	ヒノキ	JAS 構造用製材	甲種構造材	----	105×105	
柱	オウシュウアカマツ	JAS 構造用集成材（小断面）	同一等級構成	E95-F315	120×120	グリーン枠内
柱	オウシュウアカマツ スブルース	JAS 構造用集成材（小断面）	同一等級構成	E95-F315	105×105	その他部分
柱	スブルース	JAS 構造用集成材（中断面）	対象異同級構成	E105-F300	105×150	その他部分
梁・桁	オウシュウアカマツ スブルース	JAS 構造用集成材（中断面）	対象異同級構成	E105-F300	105×※	

【CLT パネル】

樹種		スギ	
ラミナ	等級	外層	M60A
		内層	M30A
	ラミナ厚	30mm	
	ラミナ幅	114～134mm	
構成		1 層目・4 層目 外層用ラミナを使用 長辺方向に繊維平行に配置	
		2 層目・3 層目 内装用ラミナを使用 1 層目・4 層目と直工になるように配置	
接着剤	縦継ぎ	メラミン樹脂接着剤（JAS 認定取得に基づく接着剤）	
	横はぎ	保持的にウレタン系接着剤を塗布	
	積層部	JIS K6806 に規定する水性高分子イソシアネート系接着剤 1 種 1 号	



2-2. 施工計画

2-2-1. 構造部材の運搬

当現場は山林内の別荘地内に位置しており、現場が別荘地という性質上、搬入経路に関しては、既築建物の少ない経路を通行することが必須であり、その場合、曲がりくねった幅員の狭い道路を通行する必要がある、大型搬入車両の使用が出来なかった。（最大 8t 車まで）

CLT は、製造地（愛媛県・岡山県）より東京（江東区）・静岡の集積地へ大型車で搬入。

集積地にて 8t 車へ積み替えを行い伊豆市の現場へ搬入した。

建築現場内には多数の車両駐車が困難であったが、別荘分譲地入り口付近に車両待機が可能な空地があり、1～2 台ずつを待機所から現場まで誘導し、別荘地内での事故防止、又、生活環境への配慮を行う事が出来た。



2-2-2. 基礎工事

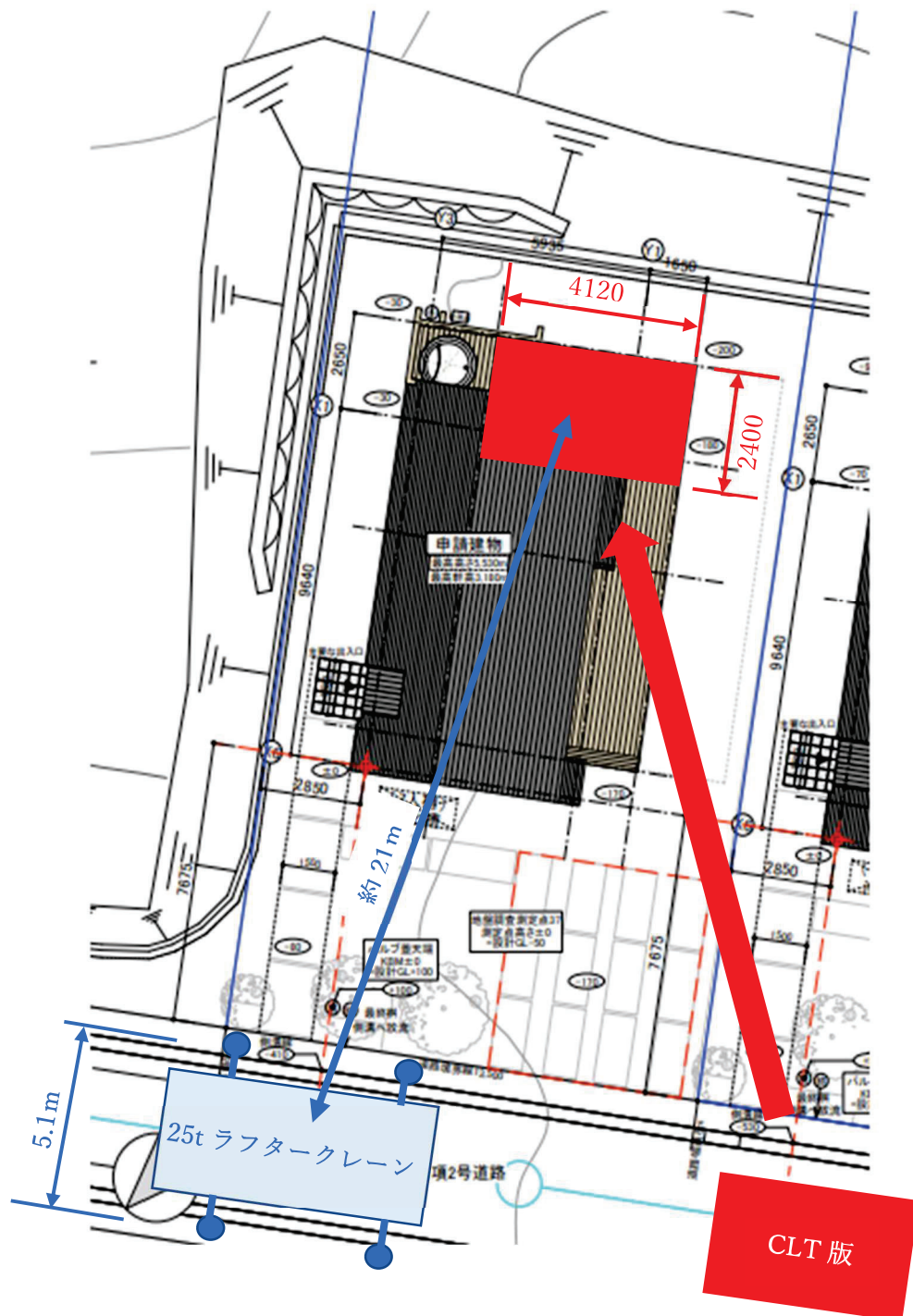
本物件は屋根構造の一部に CLT を用いた建築物であるが、基礎の考え方としては一般的な在来構法と変わりなく施工ができるように構造の検討を行った。

(CLT を用いた構造による特別な施工・構造を採用せず、施工性及びコスト面での優位性を図った)



2-2-3. 楊重

CLT 版 1 枚の最大寸法は 2,400 mm×4,120 mm 厚さ 120 mm であり、重量は約 600 kg となる。

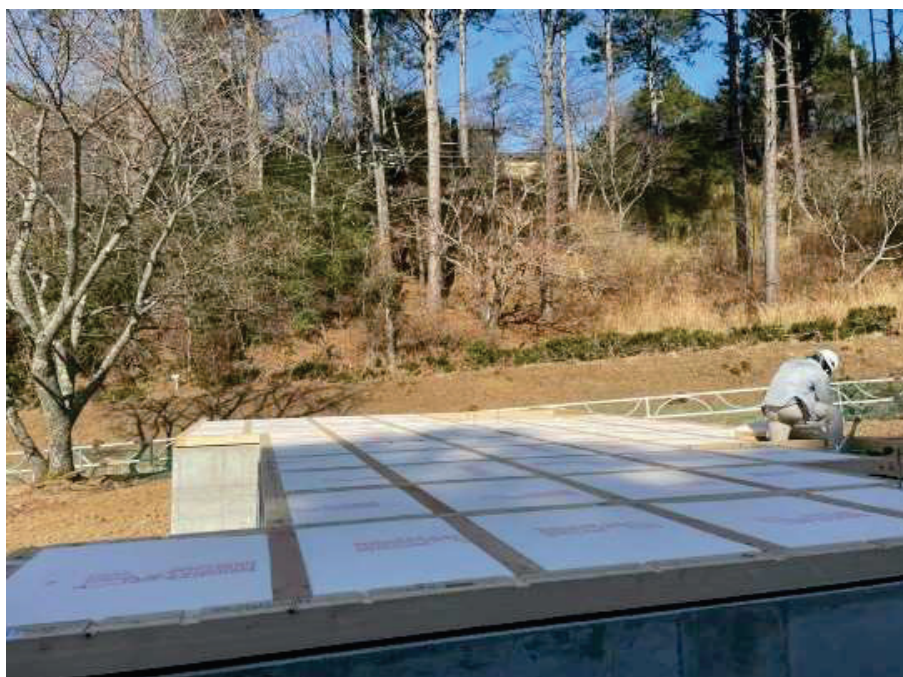


作業半径 21m アウトリガ中間張出 (5.1m) 30.5m ブーム 吊下げ荷重⇒1,200 kg まで
 CLT 版最大 (最奥部) 重量≒600 kg $600+250$ (フック重量) = 850 kg < 1,200 kg ∴OK

2-2-4. 建方
土台施工



床組（断熱材設置・床下地合板設置）

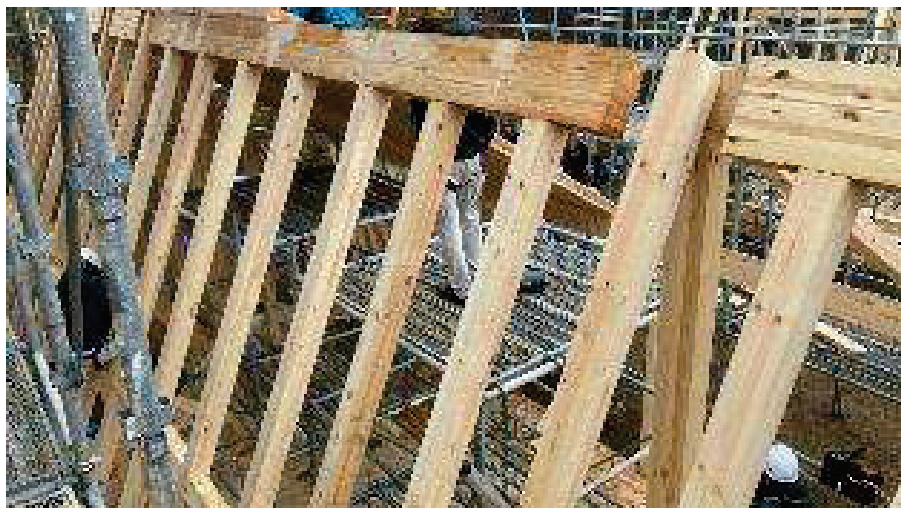




柱建て



横架材設置



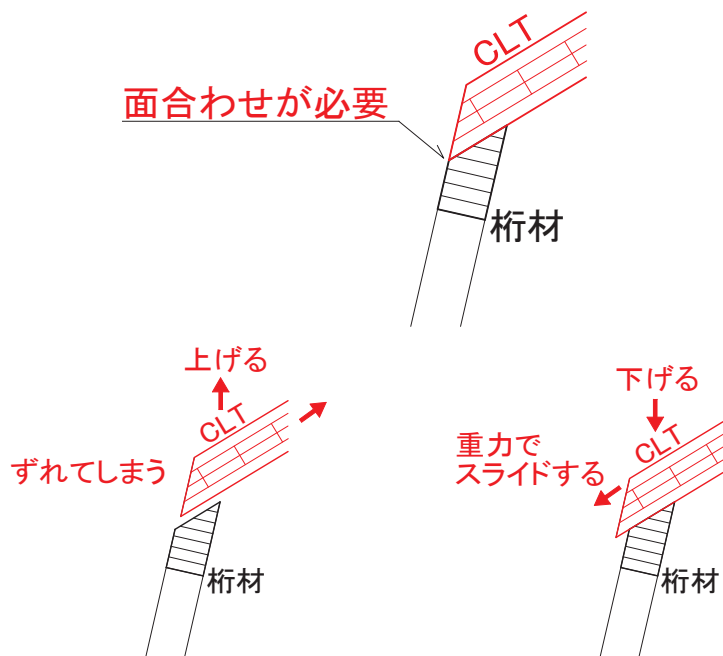
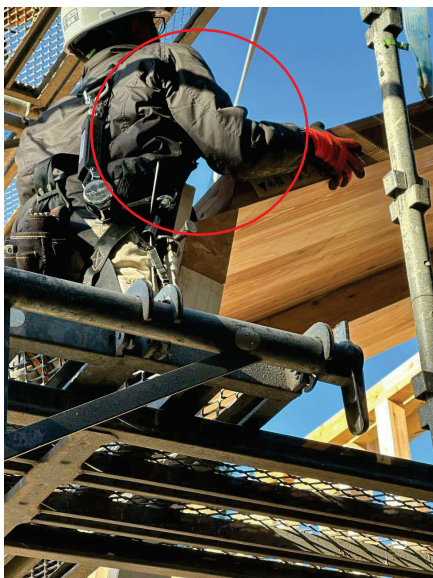
ここまでの組み立て手順は在来工法と同様の作業

CLT 構造体設置



クレーン巻下げでの設置を可能とするためスリングバンドの長さを調整し屋根勾配との角度を合わせることとした。

設置する位置合わせに関しては、棟木（上部）と桁材（下部）の面を合わせる必要があり、改良点として挙げられる。



設置一枚目に関しては、特に位置決めが重要かつ困難な部位となる。

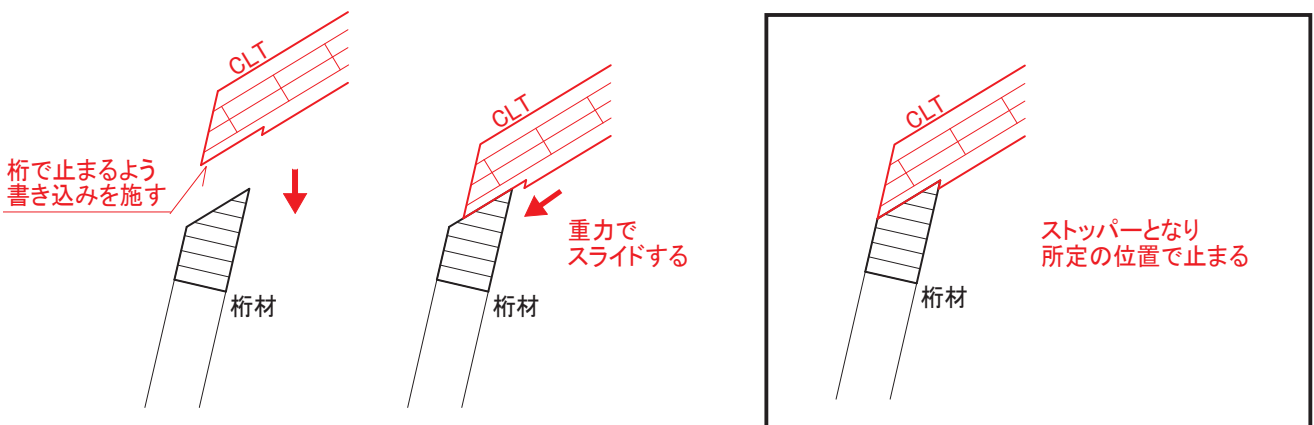
重力による部材のスライドもあり、所定の位置からずれてしまう為、位置決め方法が今後の課題と思われる。



固定するためには、基準となる物（動かない物）と、部材が止まるような基準（嵌合するような加工が理想）が必要となるのではないかという施工結果となった。

2-2-5. CLT 設置の改善策

① CLT に溝加工を施し、ストッパーの機能を付加する

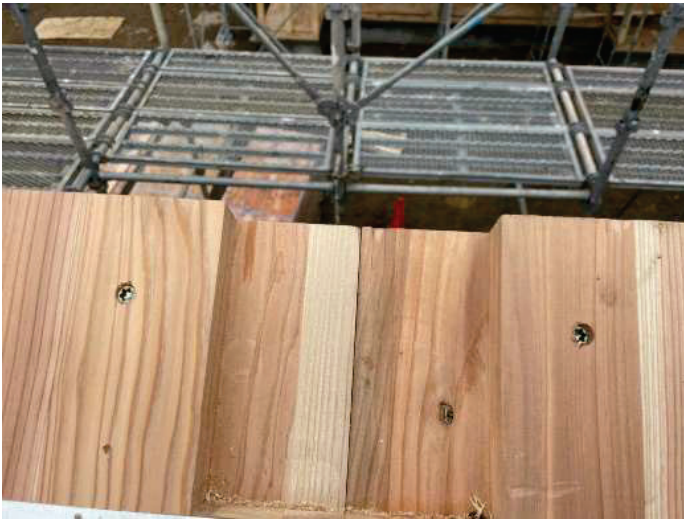


【課題点】

今回採用したスプライン接合の場合、上面にスプライン接続の為の切り欠きが必要となる。

又、軸組との接続のための（座付）ホールダウン金物を納めるための加工も上面に必要となる。

下面にストッパーとなる溝加工を行う為には、CLT 版を反転させ加工する必要があり、反転の為加工機の動作が必要となり、加工費の上昇に繋がってしまう。（両面加工には時間かかる）

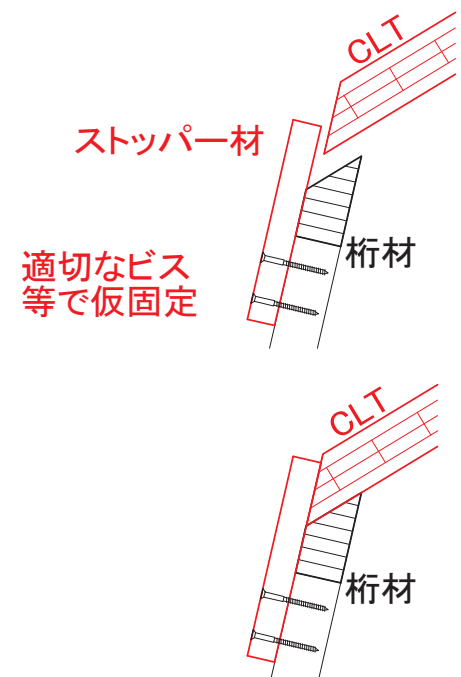


スプライン接合



座付ホールダウン金物

② 桁にストッパー用の治具を仮で設置する



桁に CLT の重量を支えることが可能な木材を取付け
ストッパーとすることで、桁面よりも出ることなく、
所定の位置に設置する事

3. S 造・在来工法と比べた CLT 工法のコスト縮減比較

木造在来工法、鉄骨造と、一部 CLT 材を利用した今回の工法による建築費と作業時間/日数を比較した。

結果、木造在来工法と比較して、建築費はほぼ変わらないが、工期を 83 日から 79 日へ 4.8%の短縮ができた。鉄骨造と比較しても、建築費は 25,286 千円から 21,412 千円に 8.5%の圧縮。工期は、82 日から 79 日へ 3.7%の短縮ができる見込みとなる。

規模			平屋建て		
面積			52.73m2[15.95坪]		
分類			机上試算	実績	机上試算
工法			W[木造在来工法]造	W[木造一部CLT]造	S[鉄骨]造
工事費	材工：準備工事		800,000	800,000	800,000
	材工：基礎工事		2,200,000	2,200,000	3,460,000
	木工事	材料：軸組材	1,980,000	1,700,000	0
		材料：構造用面材	1,010,000	675,000	0
		運賃：上記2項目	185,000	185,000	0
		材料：CLT	0	1,005,000	0
		運賃：CLT	0	90,000	0
		材料：接合金物	290,000	330,000	0
		工事：建方費用	470,000	525,000	340,000
		材料：現場造作用資材	960,000	585,000	630,000
		工事：造作費用	1,400,000	1,110,000	880,000
		木工事 計		6,295,000	6,205,000
	鉄骨工事	材料：鉄骨費用	0	0	3,690,000
		材料：諸金物(ボルト他)	0	0	265,000
		工事：建方工事（試験費含む）	0	0	335,000
		鉄骨工事 計		0	0
	その他	材工：屋根板金	1,400,000	1,400,000	2,250,000
		材工：内装	550,000	550,000	875,000
		材工：外部建具	910,000	910,000	2,245,000
		材工：外壁	510,000	510,000	510,000
		材工：内部建具	250,000	250,000	250,000
		材工：タイル左官	300,000	300,000	300,000
		材工：電気設備	850,000	850,000	850,000
		材工：空調	560,000	560,000	560,000
		材工：給排水	480,000	480,000	480,000
		材工：設備	1,190,000	1,190,000	1,190,000
		材工：外構	1,320,000	1,320,000	1,320,000
		その他 計		8,320,000	8,320,000
	工事費計		17,615,000	17,525,000	21,230,000
現場管理費		4,098,250	3,887,000	4,056,000	
合計		21,713,250	21,412,000	25,286,000	
単価	m2あたり		411,782	406,069	479,537
	坪あたり		1,361,332	1,342,445	1,585,329
工期	基礎工事		25日	25日	25日
	建方工事		2日	3日	1日
	木部造作工事		33日	28日	33日
	仕上げ工事		23日	23日	23日
	延べ日数		83日	79日	82日

※ 金額は税抜き

※ 工期は実働日数（日曜祝日は休み）

4. CLT と在来軸組の効果的な接続方法

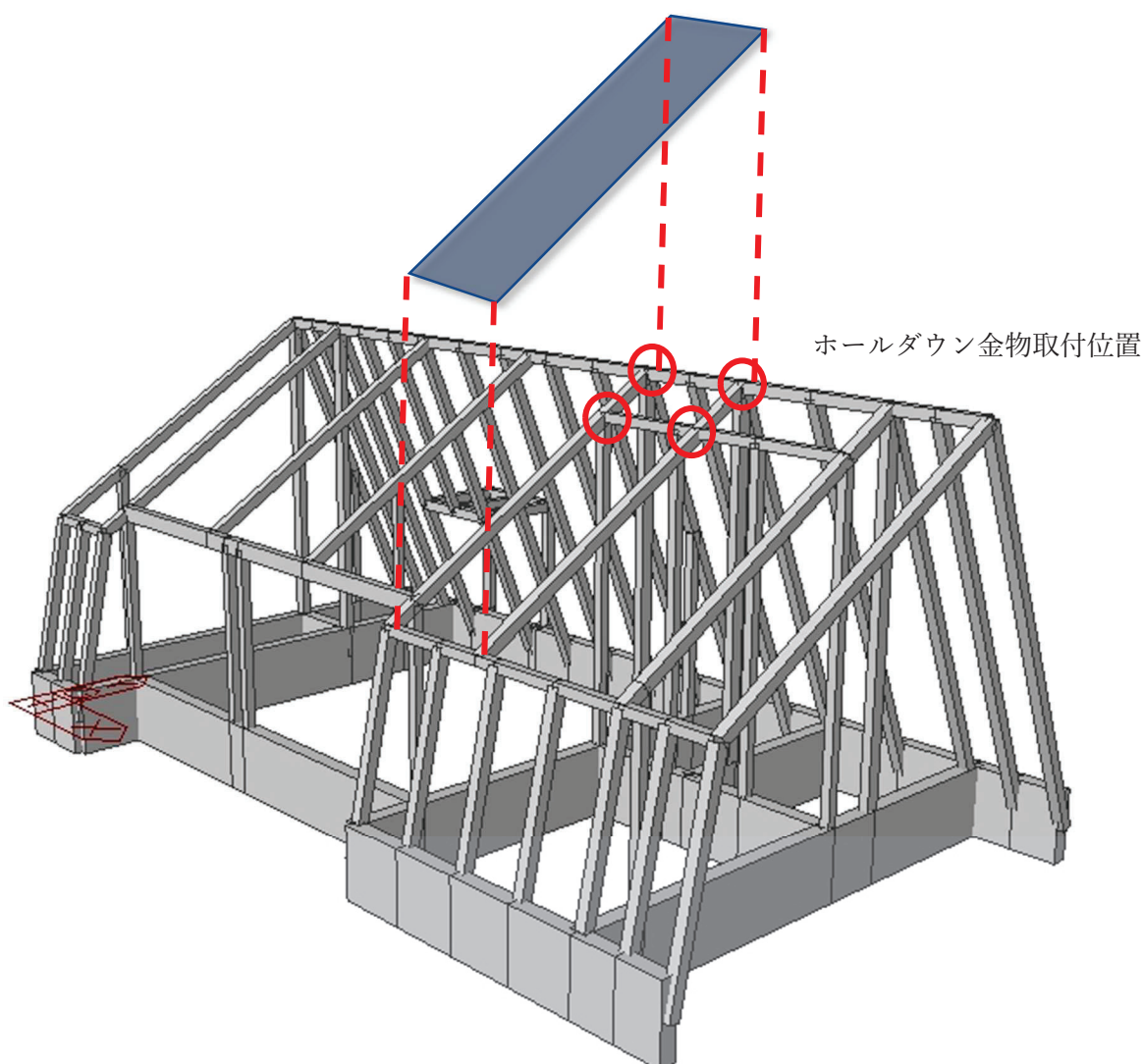
本建物は施工者と協議し、コストメリットが大きい大スパン部分の屋根のみ CLT を採用し、耐震要素は軸組工法で確保、ハイブリッドとすることでトータルコストに配慮した計画とした。

耐震要素と CLT 屋根版との応力伝達としては、中大規模木造建築の構造用ビスにより軸組の梁と CLT 屋根版を接続することで、せん断力を伝達させる接合としている。

本接合部の設計に当たり、試験成績書とカタログ値をもとに必要本数を算定した。

柱に発生する引抜力については、軸組柱のホールダウン金物を CLT 屋根版まで貫通させることで、引張応力の伝達を直接行える接続方法を採用した。

CLT 版を屋根に用いることで、屋根面に梁がなく、必要な軸組構面（耐力壁）を CLT 屋根下に配置することで最小限の部材要素で成立させた。接続方法として、軸組みの柱に設けたホールダウン金物を CLT 屋根面にダイレクトに接続し、梁と CLT 版はパネリードで接続することで、鉛直面に CLT を用いず、屋根のみを CLT で実現できるハイブリッドな接続方法で今回の形状を実現することができた。一般的な CLT 壁で鉛直面を構成すると、CLT 専用の金物を壁の足元と頂部に用いる必要があるが、本件の軸組構面は在来工法とすることで、一般的な住宅建築レベルの金物の採用が可能となり、特殊な工法を用いずに成立させることができた。



5. CLT 1 棟と複数棟での材料・運搬・労務費のロス率の比較

5-1. 材料

躯体部分は工場加工のため、原則、現場での切り無駄等は発生しない。

工場においても、歩留りを考慮した仕入れを行っているため、1 棟現場でも複数棟現場でも差異はなかった。

材料加工費においては、1 棟で 6.7 m³ の CLT を使用し、加工費用は 346,000 円であり、6 棟建設においては 1 棟あたり 306,000 円に削減できたことから、約 11.5% のコスト削減がなされた。

5-2. 配送

対象地は大型車両が乗り入れでいないため、小運搬になった。(2-2-1. 構造部材の運搬参照。) 大型車両が乗り入れできる現場であれば、2 棟分と 1 台で配送するなどロス削減の可能性はあるが、小運搬をおこなう現場においては、1 棟現場でも複数棟現場でも差異はなかった。CLT に運搬効率化を享受するためには現場の接道条件や運搬経路などの条件が大きく作用する。

5-3. 労務費

1 棟でも複数棟でも土台敷きと建て方で 2 日必要だった。土台敷きは 4 人工/棟で 1 棟と複数棟に差異はなかった。

建て方は必要人工に差異があった。1 棟目は 11 人工/棟だったが、6 棟目は 7 人工/棟で建て方が完了した。短期間に同じメンバーで連続上棟することで練度が上がったことが要因である。木造在来工法になれている作業員にとって、CLT 材の重量が施工上での問題点となったが、複数棟の一体施工により施工性は改善することが実証された。

