２.１０　エス・バイ・エル・カバヤ（株）

１．建築物の仕様一覧

事業名			カバヤホーム倉敷事務所の新築工事
実施者（担当者）			エス・バイ・エル・カバヤ株式会社（担当者：守谷和弘）
建築物の概要	用途		事務所
	建設地		岡山県倉敷市西中新田32-35
	構造・工法		木造軸組工法＋CLT壁（耐力壁）
	階数		3
	高さ（m）		11.8
	軒高（m）		10.75
	敷地面積（㎡）		1,813.06
	建築面積（㎡）		520.95
	延べ面積（㎡）		736.12
	階別面積	１階	237.12
		２階	287
		３階	212
ＣＬＴの仕様	ＣＬＴ採用部位		壁、床、小屋、意匠（屋内外天井）
	ＣＬＴ使用量（㎥）		加工後建築物使用量139.80
	壁パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A
		樹種	スギ
	屋根パネル	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60A
		樹種	スギ
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板竪ハゼ葺
		外壁	タイル(ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ下地接着工法)・窯業系サイディング(@16mm)
		開口部	アルミサッシ（Low-Eﾍﾟｱｶﾞﾗｽ）
	主な内部仕上	界壁	該当なし
		間仕切り壁	ビニールクロス
		床	ｶｰﾍﾟｯﾄ(t=6.5)+ﾌｸﾋﾞCPR+CLT(t=90)、CF(t=2.5)+ﾗﾜﾝ合板(t=12)+CPR+CLT(t=90)
		天井	ビニールクロス
構造	構造計算ルート		ルート2
	接合方法		金物（ストローグNode.HSML）
	最大スパン		6m
	問題点・課題とその解決策		在来軸組工法とCLT床構面材、CLT壁鉛直材併用となる為、入念な建て方順打合せを要する。またCLT材の運搬から納材に関しても再三打合せを行った。
防耐火	防火上の地域区分		法22条該当地域
	耐火建築物等の要件		該当無
	本建築物の防耐火仕様		60分準耐火
	問題点・課題とその解決策		CLT壁鉛直材を内部で化粧現し仕上としている為、壁・天井内での60分準耐火被覆施工を要す。先行してPB貼工事が必要。
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		床重量衝撃音がLH-65と等級3レベルとなった。今後、床天井構成の検討を要す。
	建て方における課題と解決策		運搬車両への荷積み、納材、施工順序を入念に打合せしたことによりスムーズになった。
	劣化対策		保護塗装に自然塗料（植物油）を使用した。
工程	設計期間		平成28年5月～11月
	施工期間		平成28年8月～平成29年2月
		ＣＬＴ躯体施工期間	平成28年10月上旬～下旬（約3週間）
	竣工（予定）年月日		平成29年2月15日
体制	発注者		エス・バイ・エル・カバヤ株式会社
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		エス・バイ・エル・カバヤ株式会社
	構造設計者		株式会社倉敷構造設計室
	施工者		株式会社サンオリエント
	ＣＬＴ供給者		銘建工業株式会社
	ラミナ供給者		中国林業株式会社

H27 年補正、H28 年 CLT 活用建築物等実証事業成果報告書

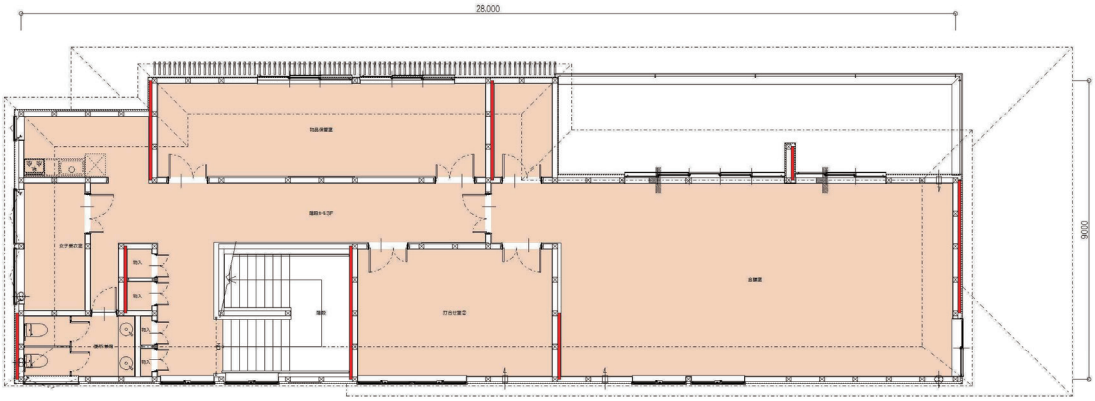
**実証事業の概要

事業名：カバヤホーム倉敷事務所新築工事の建築実証
実施者：エス・バイ・エル・カバヤ株式会社

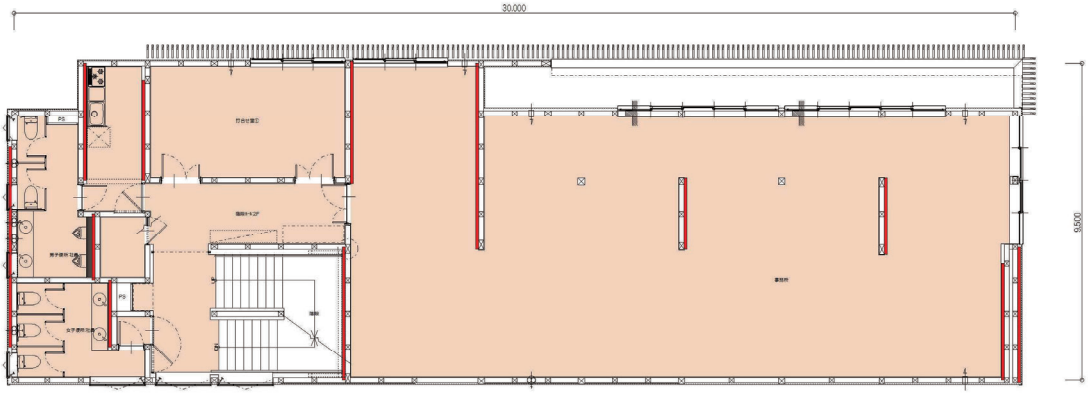
**建築物の概要

用途：事務所（ショールーム）
建設地：岡山県倉敷市西中新田 32-35
用途地域：都市計画区域内　市街化区域　第一種住居地域
防火地域：法 22 条地域
構造種別：木造軸組工法 地上 3 階建（梁間方向：CLT 耐力壁(Mx60A-3-3 t=90)、桁行方向：厚板合板耐力壁、筋違い）
建築面積：530.95 ㎡　延床面積：736.12 ㎡(1F:237.12 ㎡・2F:287.00 ㎡・3F:212.00 ㎡)
建物高さ：11.80m　軒高：10.75m
その他：軒高9mを超えるため、施行令 129 条の 2 の 3 技術的基準により 60 分準耐火構造とする。CLT(t=90)を用いた水平構面を用いる。（(公財)日本住宅・木材技術センター 工法性能認証 CLT 床板 90 NSK2a2 工法 平成 28 年 2 月22日）
工期：設計期間 H28.5 月～11 月　施工期間 H28.8.1～H29.2.15

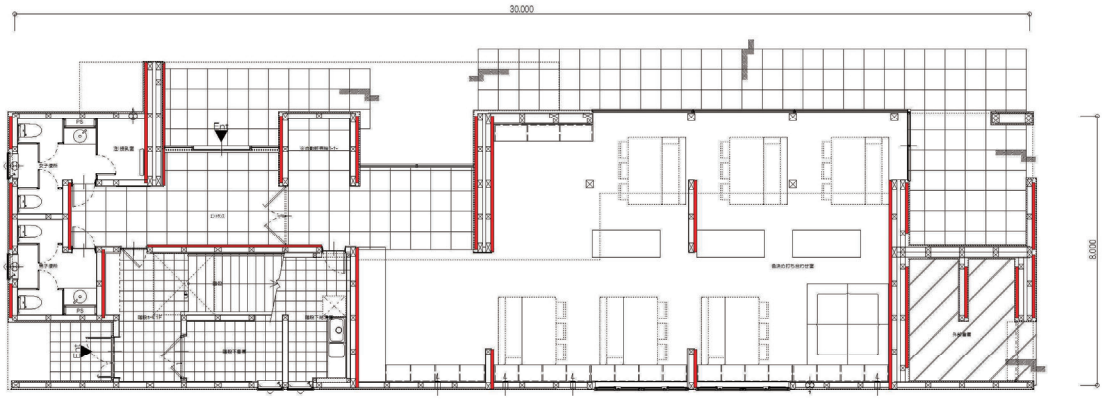
※平面図の壁の赤色は鉛直方向 CLT 使用箇所を示す。2・3F 床のベージュ色は水平構面 CLT 使用箇所を示す。



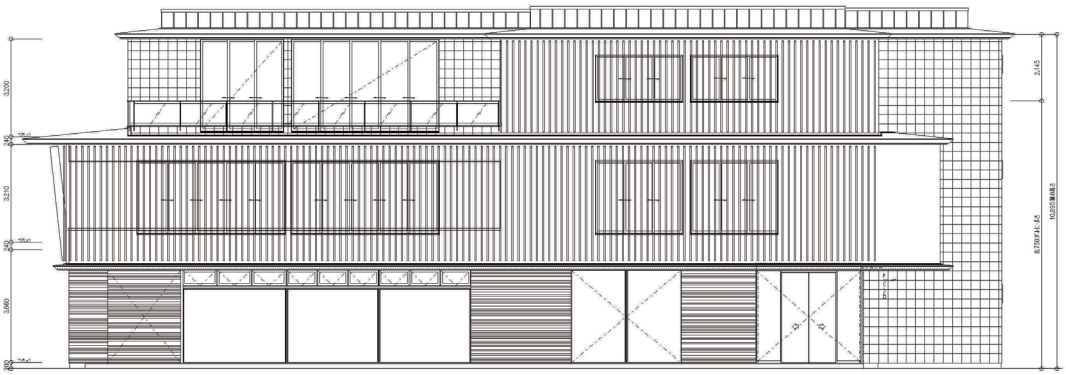
３階　平面詳細図



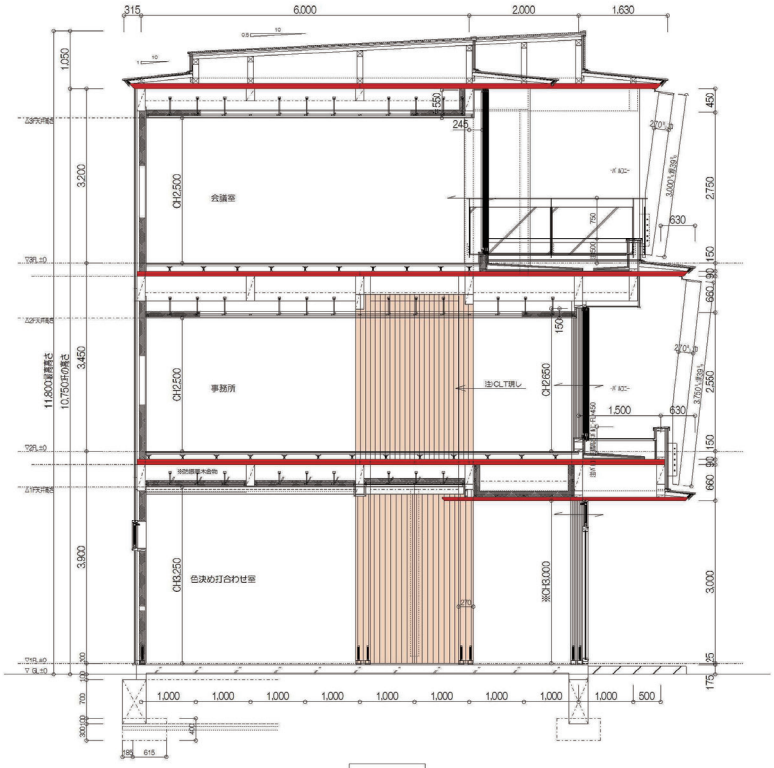
２階　平面詳細図



1 階　平 面 詳 細 図



北 側　立 面 図



矩 計 図

※矩計図の赤色は床、天井の CLT を示す。1F 天井部は造作用化粧 CLT(t=60mm)を示す。

**実施体制

意匠設計：エス・バイ・エル・カバヤ株式会社

構造設計：株式会社 倉敷構造設計室

施工：株式会社サンオリエント

CLT 供給：銘建工業株式会社

**実証内容＜構造＞

1. 平成 28 年 3月に CLT に関する関係法令が告示化されたことを受け、H27 年度 岡山県森林整備加速化・林業再生事業で実施された「CLT を用いた耐力壁の面内せん断試験」（参考文献１）の評価を用いて建築実証を行う。数種類の面内せん断試験が実施された仕様のうち、短期耐力、靱性、施工性、意匠性より判断し、タッピンねじ L180（図 1 Ｚマーク STS6.5）を用いた CLT大壁仕様（図 2）を採用する。また、軸組の柱梁については、試験で使用した樹種、強度等級と同等以上とし、60 分準耐火構造に適用される告示第 1380 号による燃えしろ設計を行う。CLT 耐力壁は水平力のみ負担する要素のため、意匠的に必要な部分については現しとする。

2. タッピンねじを用いた CLT大壁仕様の面内せん断試験の結果より、短期基準せん断耐力は 20.23kN/m と評価されている。建築実証仕様と試験仕様では高さ方向の寸法が異なっているため、横架材天端間の距離による低減と低減係数を考慮し、最も高さ寸法の大きい 1 階部分に合わせて、短期基準せん断耐力を 13.72kN/m（低減率 0.679）として構造設計を行う。CLT 耐力壁と、他の耐力壁仕様のせん断剛性差による影響を考慮し、梁間方向は CLT 耐力壁のみで水平力を負担し、必要部分の CLT 耐力壁を現しとする。桁行方向は計画により被覆壁が必要になるため、告示仕様や合板認定仕様の耐力壁を用いてコストへの影響も考慮した計画とする。

3. 建築実証で採用する CLT大壁仕様の耐力壁は、参考文献 2（p342~）に示されている面材張り大壁の詳細設計法（以下 詳細設計法）と同様の応力伝達となるため、CLT の面内せん断剛性（参考文献 3）と、接合具（タッピンねじ L 180 STS6.5）の要素実験結果（参考文献 4）を用いて詳細設計法を用いた確認を行う。要素実験、鉛直構面せん断試験共、ねじの引き抜け・曲げ降伏、CLT面材・軸材のめり込みなどの靱性の高いモードとなっており、詳細設計法の適用範囲にも適合している。

4. 実施にあたって、CLT 耐力壁端部が土台や横架材で欠き込みが生じる部分もあるため、n 本＝柱芯間、横架材天端間寸法/ビス間隔（150ｍｍ）+1 本以上のビス本数を中立軸位置を基準に確保する。また、CLT自重により、ビスに常時荷重が生じることを回避するため、CLT の材下端に回転変形を極力妨げない中立軸位置に CLT自重受けを別途設けることで対応する(写真 a)。自重受けを設けることで、CLT大壁の位置出しが確実になり、せん断抵抗に重要となるビスの施工性を高めることが可能となる。

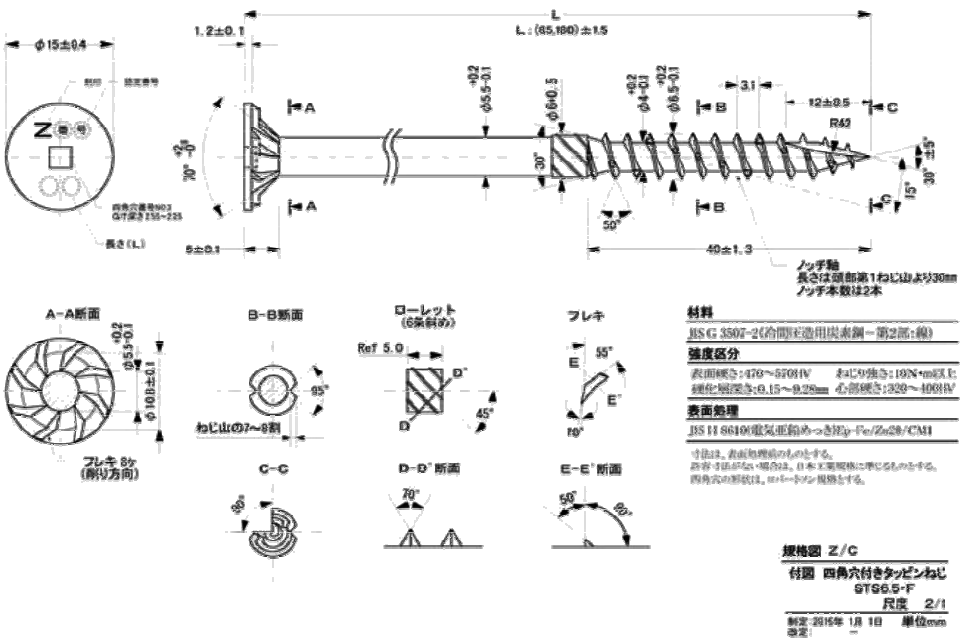


図 1 タッピンねじ STS6.5 L180（Ｚマーク）

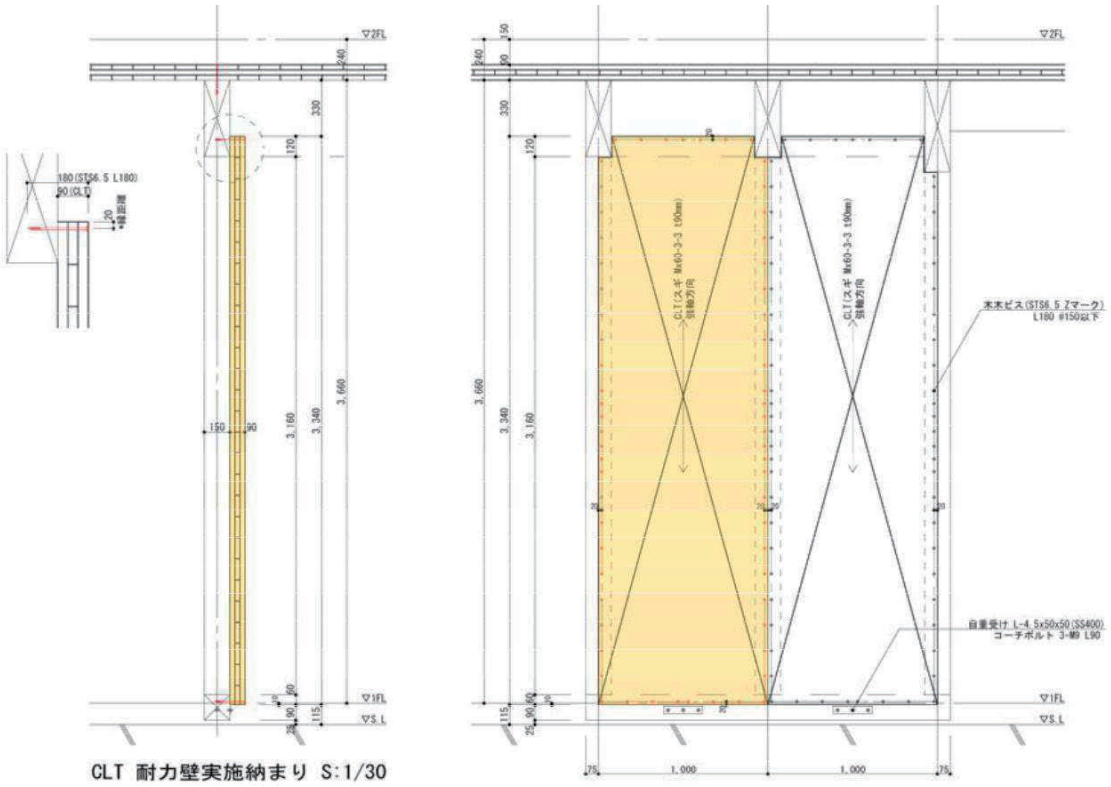


図 2 CLT大壁仕様 耐力壁（建築実証内容）

■考察

建築実証で採用するタッピンねじを用いた CLT大壁仕様に対して、H27 年度岡山県森林整備加速化・林業再生事業で実施された「CLT を用いた耐力壁の面内せん断試験」の仕様に合わせ、詳細設計法を実施した内容と試験結果を比較すると、どちらも Ds で耐力が決まり、短期基準せん断耐力は同等の結果になることが確認できる。（タッピンねじの要素実験結果に対して、詳細設計法では低減係数 0.9 を考慮した数値を用いている）軸材の影響も考えられるが、試験では柱脚固定式のため、柱脚接合部の変形を含んだ見かけの変形角（1/120rad）で評価しており、詳細設計法では真のせん断変形角（1/150rad）で評価する内容のため、試験を真のせん断変形角で評価すれば剛性も詳細設計法に近づくと思われる。

上記と合わせて、建築実証で最も階高寸法の大きな 1 階部分の CLT 耐力壁仕様に対しても詳細設計法を行い、高さ寸法が大きくなることによる耐力、剛性に与える影響の有無を確認すると、高さの低い試験仕様と同等の耐力となった。現段階では周辺部材・接合部への安全性を考慮し、短期基準せん断耐力に対して高さに応じた低減を考慮する設計とする。周辺接合部、軸材の影響を含めた検証を行うことで、詳細設計法を用いて設計を行うことが可能であることが確認できた。

参考文献

1：H27 年度岡山県森林整備加速化・林業再生事業「CLT 等新製品・新技術を用いた建築物の実証実験」

（CLT 耐力壁の面内せん断性能試験報告書）*該当箇所抜粋した頁を添付

2：木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2008 年版）第 4 章 （財）日本住宅・木材技術センター

3：2016 年公布・施行 CLT 関連告示等解説書 （財）日本住宅・木材技術センター

付録 参考 3 2.2 面内方向の弾性係数 500N/mm²

4:（財）日本住宅・木材技術センター工法性能認証 CLT 床板 90 NSK2a2 平成 28 年 2月22日

タッピンねじ（STS6.5 L 180）要素実験*該当箇所抜粋した頁を添付

■成果物

*詳細設計法 適用結果 CLT大壁 試験仕様（参考文献 1：O-03）の詳細設計法内容＋試験結果との比較

CLT大壁 建築実証仕様の詳細設計法

1． 目的

ＣＬＴを在来軸組工法の耐力壁に使用する場合において、様々な仕様における CLT 耐力壁の面内せん断性能を確認する。

2． 試験体の仕様

試験体一覧を表 2.1 に示す。試験は、許容せん断耐力 10kN～30kN（壁倍率換算 5 倍～15 倍）を想定した耐力壁仕様について合計 5 種類の耐力壁試験を実施する。各試験体の仕様については、図 2.1～2.12、試験体写真を図 2.13～2.24 に示す。比較対象として、CLT 乗せ掛け床（図 2.13）を記載する。

表 2.1 試験体一覧

No.	試験体名	構面寸法	タイプ	接合具	CLT 仕様	試験体数
1	S-01	1,000×3,000	真壁	フラットPL	3 層 3P t=90	1
2	S-02	1,000×3,000	真壁	フラットPL×2	3 層 3P t=90	1
3	S-05	1,000×3,000	真壁	斜めビス	3 層 3P t=90	1
4	O-01	1,000×3,000	大壁	直交ビス	3 層 3P t=90	1
5	O-02	1,000×3,000	大壁	ホールダウン	3 層 3P t=90	1
6	O-03	1,000×2,700	大壁	直交ビス	3 層 3P t=90	1
7	S-03	1,000×2,700	真壁	フラットPL	3 層 3P t=90	1
8	S-03+	1,000×2,700	真壁	フラットPL×2	3 層 3P t=90	1
9	S-04	1,000×2,700	真壁	鋼製ダボ	3 層 3P t=90	1
10	T-01	1,000×2,700	壁柱	タイロッド	5 層 5P t=150	1
11	落とし込み 150	1,000×2,000	床	木ダボ	5 層 5P t=150	1
12	落とし込み 90	1,000×2,000	床	木ダボ	3 層 3P t=90	1
13	乗せ掛け 90	4,000×3,000	床	直交ビス	3 層 3P t=90	3

CLT の仕様を表 2.2、柱梁の仕様を表 2.3、接合金物の仕様を表 2.4 に示す。

表 2.2 CLT の仕様

樹種	構成	強度等級	試験体 No.
スギ	3 層 3 プライ	Mx60A	S-01、S-02、S-03、S-03+、S-05、O-01、O-02、O-03、落とし込み 90、乗せ掛け 90
	5 層 5 プライ		T-01、落とし込み 150

表 2.3 柱梁の仕様

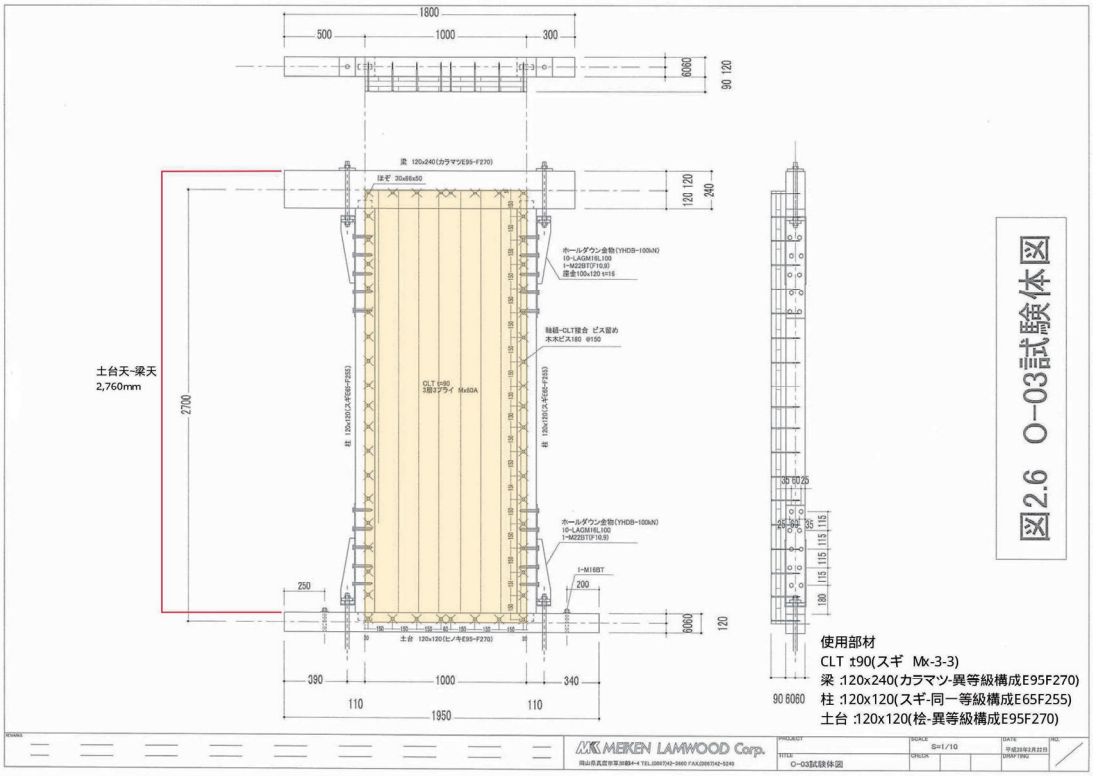
No.	試験体名	土台 樹種・強度等級	土台 寸法	柱 樹種・強度等級	柱 寸法	梁 樹種・強度等級	梁 寸法
1	S-01	スギ集成材 E65-F255	105×105	スギ集成材 E65-F255	105×105	スギ集成材 E65-F225	105×180
2	S-02						
3	S-05						
4	O-01						
5	O-02						
6	O-03	ヒノキ集成材 E95-F270	120×120		120×120	カラマツ集成材 E95-F270	120×240
7	S-03						
8	S-03+						
9	S-04						
10	T-01					ヒノキ集成材 E95-F270	150×420
11	落とし込み150					スギ集成材 E65-F225	150×150
12	落とし込み90						
13	乗せ掛け90					スギ集成材 E65-F225	105×150

（単位：mm）

表 2.4 接合金物仕様

名称	使用する試験体名	材質・規格	備考
フラットPL	S-01、S-02、S-03、S-03+	SS400	
STS-C65	S-01、S-02、S-03、S-03+	Z-マーク	
木ネジビス180	S-05、O-03、落とし込み150、落とし込み90	Z-マーク	STS6.5
KITビス	O-01	メーカー仕様	東日本PF
高耐力ホールダウン	O-02	60kN用	カネシン
鋼製ダボφ50	S-04、T-01	SS400	
M24タイロッド	T-01	SNR490B	
ラグスクリューボルトφ25	T-01	S45C	MK仕様
タイロッド留付け金物	T-01	SS400	

参考文献１（抜粋 No.01~02）



参考文献１（抜粋 No.03）

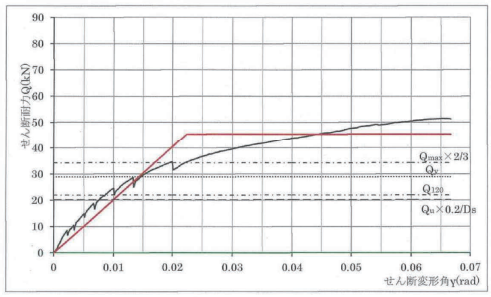


図 5.19 O-03 包絡線・完全弾塑性モデル

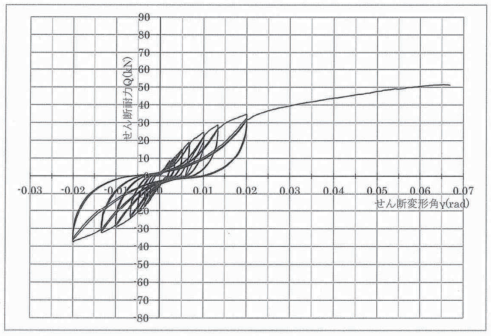


図 5.6 O-03 荷重変形曲線

表 2.2 完全弾塑性モデルによる評価結果と短期基準せん断力

	S-01	S-02	S-05	O-01	O-02	O-03	S-03	S-03+	S-04	T-01	落150	落90
ΔK(kN/rad/m)	1135	1786	958	1083	768	2028	2939	3073	4625	3309	7943	8874
ΔQy(kN/m)	19.03	20.67	20.18	13.26	46.17	28.93	26.05	37.29	43.66	47.82	56.40	48.29
ΔQu(kN/m)	29.91	31.29	31.52	20.59	45.24	45.45	47.38	64.39	72.01	51.71	71.08	71.90
ΔQmax(kN/m)	34.17	35.42	33.62	22.23	39.61	51.46	55.30	73.82	78.65	57.69	78.41	78.09
ΔQ1/600(kN/m)	3.39	5.03	1.83	3.70	2.16	6.74	9.28	12.32	15.09	3.67	19.13	18.05
ΔQ1/450(kN/m)	4.55	3.73	2.52	3.76	3.16	8.38	11.43	12.99	17.21	4.78	24.20	24.52
ΔQ1/300(kN/m)	5.33	4.57	3.78	4.42	3.93	10.08	16.10	18.52	22.40	7.36	31.64	32.61
ΔQ1/200(kN/m)	7.30	8.06	5.85	6.61	5.52	14.79	19.39	22.30	29.21	11.44	44.00	45.41
ΔQ1/150(kN/m)	9.82	11.63	7.52	8.47	6.69	17.8	22.01	28.02	32.59	16.01	50.31	54.53
ΔQ1/120(kN/m)	11.20	16.86	9.06	10.28	8.09	21.97	24.80	31.07	40.15	23.99	60.19	69.09
ΔQ1/100(kN/m)	13.52	16.66	10.03	11.19	9.43	22.92	28.25	29.82	45.24	31.42	63.57	78.07
ΔQ1/75(kN/m)	16.79	22.40	13.23	13.37	11.51	26.99	33.09	35.09	53.41	44.78	68.40	73.61
ΔQ1/50(kN/m)	21.44	25.92	19.17	16.10	16.44	31.93	43.19	49.29	65.86	50.08	76.42	76.18
ΔQ1/30(kN/m)	26.60	30.53	27.33	20.07	28.33	41.35		66.05	75.66	51.79		73.88
γy(rad)	0.017	0.012	0.021	0.012	0.046	0.014	0.009	0.012	0.009	0.015	0.007	0.005
γv(rad)	0.026	0.018	0.033	0.019	0.059	0.022	0.016	0.021	0.016	0.016	0.009	0.008
γu(rad)	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.033	0.045	0.043	0.067	0.024	0.033
γQmax(rad)	0.067	0.047	0.055	0.054	0.061	0.065	0.032	0.045	0.042	0.067	0.024	0.010
μ	2.53	3.81	2.03	3.51	1.13	2.98	2.06	2.15	2.79	4.27	2.66	4.11
Ds	0.50	0.39	0.57	0.41	0.89	0.45	0.57	0.55	0.47	0.36	0.48	0.37
ΔQy(kN/m)	19.03	20.67	20.18	13.26	-	28.93	26.05	37.29	43.66	47.82	56.40	48.29
ΔQmax×2/3(kN/m)	22.78	23.61	22.41	14.82	26.41	34.31	36.87	49.21	52.43	38.46	52.27	52.06
ΔQu×0.2/Ds(kN/m)	12.06	16.10	11.04	10.11	10.19	20.23	16.75	23.39	30.83	28.39	29.56	38.66
ΔQ1/120(kN/m)	11.20	16.86	9.06	10.28	8.09	21.97	24.80	31.07	40.15	23.99	60.19	69.09
ΔQ0(kN/m)	11.20	16.10	9.06	10.11	8.09	20.23	16.75	23.39	30.83	23.99	29.56	38.66

K:剛性 ΔQy:降伏耐力 ΔQu:終局耐力 ΔQmax:最大耐力
ΔQ1/600:1/600rad時の耐力 ΔQ1/450:1/450rad時の耐力
ΔQ1/300:1/300rad時の耐力 ΔQ1/200:1/200rad時の耐力
ΔQ1/150:1/150rad時の耐力 ΔQ1/120:1/120rad時の耐力
ΔQ1/100:1/100rad時の耐力 ΔQ1/75:1/75rad時の耐力
ΔQ1/50:1/50rad時の耐力 ΔQ1/30:1/30rad時の耐力
γy:降伏変形角 γv:降伏点変形角
γu:終局変形角 γQmax:最大耐力時の変形角
μ:塑性率 Ds:構造特性係数
ΔQ0:短期基準せん断耐力

実験は1体のばらつきを考慮していない値

H27 岡山県森林整備加速化・林業再生事業
(CLT等新製品・新技術を用いた建築物の実証実験)報告書より抜粋

参考文献１（抜粋 No.04~05）※以上、参考文献１

3. 試験方法

加力は、繰り返しなしの一方向単調加力とする。

荷重測定及び変位測定は、図 3.1 に示す位置に設置した荷重計及び変位計を用いて計測する。

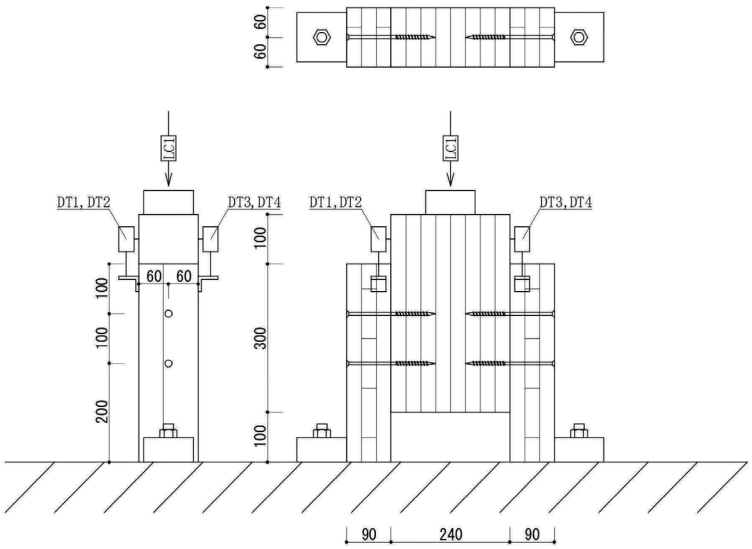


図 3.1　試験方法

参考文献 4 （抜粋 No.01）

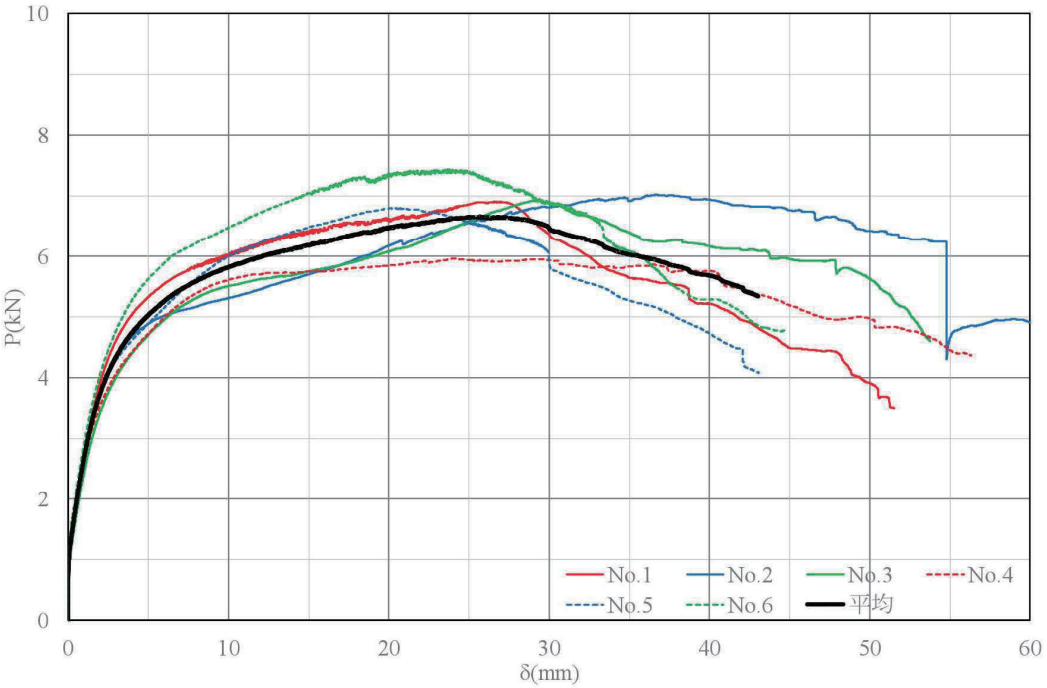


図 5.7　P－δ 関係の比較 *1本当たりの性能値

参考文献 4 （抜粋 No.02）

表 5.1　完全弾塑性モデルによる評価結果と短期基準せん断力

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	平均値	CV	50%下限値	5%下限値(参考値)
K(kN/mm)	1.73	1.41	1.14	1.97	1.84	1.75	1.64	0.172	1.50	-
P_y(kN)	4.31	4.36	4.35	3.32	3.81	4.50	4.11	0.101	3.90	3.10
P_{max}(kN)	6.90	7.02	6.92	5.96	6.80	7.43	6.84	0.065	6.70	5.80
P_u(kN)	6.25	6.35	6.14	5.55	6.14	6.83	6.21	0.061	6.00	5.30
P_{1mm}(kN)	2.79	2.70	2.45	2.63	2.71	2.93	2.70	-	-	-
P_{2mm}(kN)	3.92	3.76	3.43	3.55	3.76	4.06	3.75	-	-	-
P_{3mm}(kN)	4.62	4.32	4.02	4.07	4.29	4.78	4.35	-	-	-
P_{4mm}(kN)	5.04	4.68	4.41	4.43	4.62	5.28	4.74	-	-	-
P_{5mm}(kN)	5.33	4.89	4.71	4.73	4.89	5.63	5.03	-	-	-
P_{10mm}(kN)	6.04	5.31	5.51	5.61	6.00	6.48	5.82	-	-	-
P_{15mm}(kN)	6.39	5.70	5.75	5.74	6.48	7.04	6.18	-	-	-
P_{20mm}(kN)	6.60	6.17	6.08	5.85	6.79	7.31	6.47	-	-	-
δ_y(mm)	2.49	3.09	3.83	1.69	2.07	2.57	2.62	-	-	-
δ_v(mm)	3.61	4.50	5.40	2.82	3.33	3.90	3.93	0.213-	3.60-	-
δ_{Pmax}(mm)	26.62	36.69	29.25	24.02	20.47	23.84	26.82	-	-	-
δ_u(mm)	38.11	54.79	50.42	52.51	33.70	36.01	44.26	0.192-	-	24.38-
μ	10.54	12.17	9.33	18.63	10.12	9.24	11.67	-	-	-
D_s	0.22	0.21	0.24	0.17	0.23	0.24	0.22	-	-	-
P_y(kN)	4.31	4.36	4.35	3.32	3.81	4.50	4.11	0.101	3.90	3.10
P_{max}×2/3(kN)	4.60	4.68	4.62	3.97	4.53	4.96	4.56	0.065	4.40	3.80
P_0(kN)	-	-	-	-	-	-	-	-	3.90	3.10

K:剛性　P_y:降伏耐力　P_{max}:最大耐力　P_u:終局耐力
P_{1mm}:変位1mm時の耐力　P_{2mm}:変位2mm時の耐力　P_{3mm}:変位3mm時の耐力　P_{4mm}:変位4mm時の耐力　P_{5mm}:変位5mm時の耐力
P_{10mm}:変位10mm時の耐力　P_{15mm}:変位15mm時の耐力　P_{20mm}:変位20mm時の耐力
δ_y:降伏変位　δ_v:降伏点変位　δ_{Pmax}:最大耐力時の変位　δ_u:終局変位　μ:塑性率　D_s:構造特性係数　P_0:短期基準せん断耐力　CV:変動係数(標準偏差/平均値)
50%下限値:信頼水準75%における50%下限許容限界値[平均値×(1-CV×0.297)]
5%下限値:信頼水準75%における95%下限許容限界値[平均値×(1-CV×2.336)]

参考文献４（抜粋 No.03）※以上、参考文献４

※　H27年度岡山県森林整備加速化事業で実施した壁実験仕様（O-03）の検証

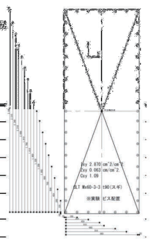
面材張り耐力要素の詳細設計

準拠図書：（財）日本住宅・木材技術センター　木造軸組工法住宅の許容応力度設計　p331 -

使用する木木ビス(L180)の要素実験では、終局までビスの破断やパンチングアウトも生じることな
く、ビスの曲げ降伏。CLT・[illegible]ができている。[illegible]
[illegible]
[illegible]として実施する。
*木木ビスは住木センター Z/C/X マーク品　STS6.5に準ずる。

[illegible]

面材樹種		杉(CLT)	※Mx60-3-3(JAS)
面材厚	t	90	mm
短辺方向　面材寸法	B	1000	mm
長辺方向　面材寸法	H	2700	mm
面材固定接合具		木木ビスL180	※住木センター Z/C/Xマーク品 STS6.5
接合具ピッチ@	q	150	mm以下



配列諸定数算出内容

条件

直交集成材せん断弾性係数

G_B = 50.00 kN/cm²　：CLT関連告示等解説書　付録より

工法性能認証 NSK2a2(H28/2/22)

面材の釘配列定数			接合具性能値			：銘建工業㈱　要素実験評価より
I_{xy}	2.87	cm²/cm²	k	13.25	kN/cm	：⊿Pv / δv
Z_{xy}	0.063	cm/cm²	δ_v	0.36	cm	：50%下限値
C_{xy}	1.09	割増係数	δ_u	2.19	cm	：5%下限値（2.43）ｘα（0.9）
面材面積A_w	27,000	cm²	⊿P_v	4.77	kN	：5%下限値（5.3）ｘα（0.9）

面材張り大壁の詳細設計に基づく、許容せん断耐力

鉛直構面単位長さ(m) あたりの 許容せん断耐力⊿Q（kN/m）

採用⊿Q= 20.9 **kN/m**　：Q/B

鉛直構面のせん断剛性K（kN/rad）

K= *3,506* **kN/rad**　：Ko/H

CLT大壁 建築実証仕様の詳細設計法（抜粋 No.01~02）

検討内容

面材幅Bに対する　短期許容せん断耐力

Q= ①Py	**My/H**	**29.9**	kN
②1/150rad時	**Ko/150/H**	**23.4**	kN
③靭性	**0.2√（2μ-1）×Mu/H**	**20.9**	kN

min（①②③）
∴ **20.9** kN
決定因子：0.2√（2μ-1）×Mu

（1）　面材張り大壁の降伏モーメント My (kN・cm)

My= **8,071** kN・cm　：A_w・⊿My　0.0085 rad
Py= 29.9 kN　：My/H

単位面積あたりの降伏モーメント　⊿My= 0.299 kN・cm/cm²　：Z_{xy}×⊿P_y

（2）　面材張り大壁の回転剛性　Ko (kN・cm/rad)

Ko= **946,536** kN・cm/rad　：A_w・⊿Ko

単位面積あたりの回転剛性　⊿Ko= 35.06 kN・cm/rad・cm²　：1/(1/I_{xy}・k + 1/G_B・t)

（2）-2　変形角1/150（rad）時のモーメント

Ko/150= **6,310** kN・cm　：Ko/150

（3）　面材張り大壁の終局モーメント　Mu (kN・cm)

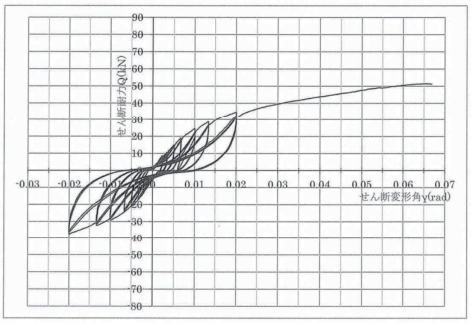
Mu= **8,762** kN・cm　：A_w・⊿Mu　49.000 rad
Pu= 32.5 kN　：Mu/H

単位面積あたりの終局モーメント　⊿Mu= 0.325 kN・cm/cm²　：C_{xy}×⊿My

・靭性率μ
μ= **5.70**　：(δ_u・G_B・t+δ_v・I_{xy}・k) / (δ_v (G_B・t+I_{xy}・k))
Ds= 0.31

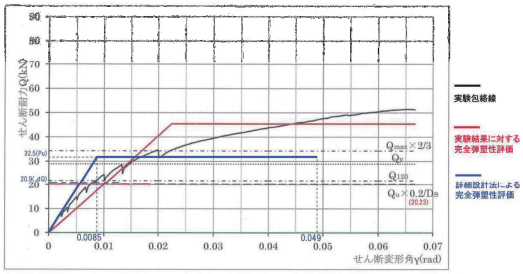
（3）-2　0.2√（2μ-1）・Mu

2√(2μ-1)*Mu= **5,650** kN・cm



O-03 荷重変形曲線

H27 岡山県森林整備加速化 林業再生事業
（CLT等新製品・新技術を用いた建築物の実証実験）報告書より抜粋



O-03 包絡線・完全弾塑性モデル

H27 岡山県森林整備加速化・林業再生事業
（CLT等新製品・新技術を用いた建築物の実証実験） 報告書より抜粋

項目	⊿K(kN/rad/m)	γv(rad)	γu(rad)	⊿Qu(kN)	⊿Qy(kN/m)	⊿Qux0.2/Ds(kN/m)
実験結果	2028	0.0220	0.067	45.45	28.93	20.23
詳細設計	3506	0.0085	0.049	32.50	29.90	20.90

短期許容耐力決定要因

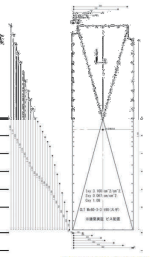
CLT大壁 建築実証仕様の詳細設計法（抜粋 No.03~04）

※ 建築実証仕様（高さ、ビス配置）に対する検証

面材張り耐力要素の詳細設計

準拠図書： （財）日本住宅・木材技術センター 木造軸組工法住宅の許容応力度設計 p331 -

使用する木木ビス(L180)の要素実験では、終局までビスの破断やパンチングアウトも生じることな く、ビスの抜け等は、CLT・鋼材の変形に伴う柔軟性を期待できない。同材料を用いるが、 区間のねじれ剛性で変形追従するため、繊維直角方向に生じる引張応力に対する検討は 省略可能として対応する。
※木木ビスは住木センター Z/C/Xマーク品 STS6.5とする。



配列諸定数算出内容

条件

面材樹種		杉(CLT)	※Mx60-3-3(JAS)
面材厚	t	90	mm
短辺方向 面材寸法	B	1000	mm
長辺方向 面材寸法	H	3340	mm
面材固定接合具		※住木センター Z/C/Xマーク品 木木ビスL180	
接合具ピッチ@	q	150	mm以下

条件

直交集成材せん断弾性係数

G_B = 50.00 kN/cm² ：CLT関連告示等解説書 付録より

工法性能認証 NSK2a2(H28/2/22)

面材の釘配列定数			接合具性能値			
I_{xy}	3.16	cm²/cm²	k	13.25	kN/cm	：⊿Pv / δv
Z_{xy}	0.067	cm/cm²	δ_v	0.36	cm	：50%下限値
C_{xy}	1.08	割増係数	δ_u	2.19	cm	：5%下限値（2.43） x α（0.9）
面材面積A_w	33,400	cm²	⊿P_v	4.77	kN	：5%下限値（5.3） x α（0.9）

面材張り大壁の詳細設計に基づく、許容せん断耐力

鉛直構面単位長さ(m) あたりの 許容せん断耐力⊿Q（kN/m）

採用⊿Q= 22.2 **kN/m** ：Q/B

*試験仕様の⊿Q=20.9kNに対してビス本数が増えたことにより、高さによる低減が、Zxyの増加と相殺されている。

鉛直構面のせん断剛性K（kN/rad）

K= 3,831 **kN/rad** ：Ko/H

検討内容

面材幅Bに対する 短期許容せん断耐力

Q= ①Py	My/H	32.0	kN	min （①②③）
②1/150rad時	Ko/150/H	25.5	kN	∴ 22.2 kN
③靭性	0.2√（2μ-1）×Mu/H	22.2	kN	決定因子： 0.2√（2μ-1）×Mu

(1) 面材張り大壁の降伏モーメント My (kN·cm)

My= 10,674 kN·cm ：A_w·⊿My 0.0083 rad

Py= 32.0 kN ：My/H

単位面積あたりの降伏モーメント ⊿My= 0.320 kN·cm/cm² ：Z_{xy}×⊿P_y

(2) 面材張り大壁の回転剛性 Ko (kN·cm/rad)

Ko= 1,279,415 kN·cm/rad ：A_w·⊿Ko

単位面積あたりの回転剛性 ⊿Ko= 38.31 kN·cm/rad·cm² ：1/(1/I_{xy}·k + 1/G_B·t)

(2) -2 変形角1/150（rad）時のモーメント

Ko/150= 8,529 kN·cm ：Ko/150

(3) 面材張り大壁の終局モーメント Mu (kN·cm)

Mu= 11,528 kN·cm ：A_w·⊿Mu 0.047 rad

Pu= 34.5 kN ：Mu/H

単位面積あたりの終局モーメント ⊿Mu= 0.345 kN·cm/cm² ：C_{xy}×⊿My

・靭性率μ

μ= 5.66 ：(δ_u·G_B·t+δ_v·I_{xy}·k) / (δ_v（G_B·t+I_{xy}·k）)

Ds= 0.31

(3) -2 0.2√（2μ-1）·Mu

2√(2μ-1)*Mu= 7,408 kN·cm

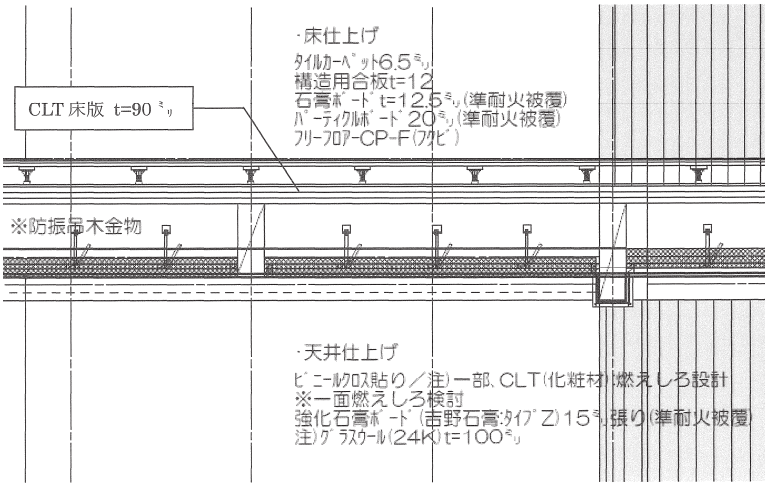
CLT大壁 建築実証仕様の詳細設計法（抜粋 No.05）※以上、詳細設計法

**実証内容＜遮音＞

カバヤホーム倉敷事務所新築工事（本物件）とカバヤホーム倉敷北展示場（現：カバヤホーム倉敷 CLT 展示場、H27 年度岡山県森林整備加速化・林業再生事業）による床衝撃音遮断性能実験測定値の比較による考察。

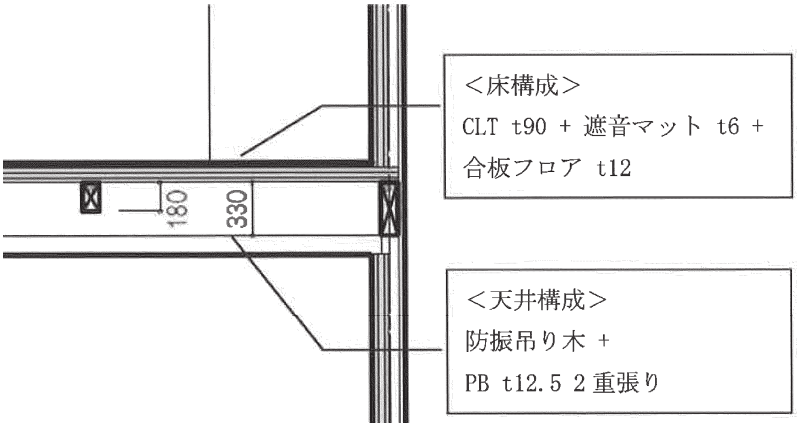
■カバヤホーム倉敷事務所床構成：乾式二重床構造

1~2 階床断面構成



■カバヤホーム倉敷北店展示場（現：カバヤホーム倉敷 CLT 展示場）床構成：合板フロア直貼り構造

1~2 階床断面構成



■考察

・合板フロア直貼り構造（カバヤホーム倉敷北店展示場）

床構成は CLT の床構面の上へ遮音マット t=6mm＋合板フロア t=12mm を直貼り施工とした。

音響測定の結果、軽量床衝撃音 LL-65、重量床衝撃音 LH-80 という結果となった。直貼り施工の為、壁・床の取り合い部分でサウンドブリッジが起きたと考えられる。

・乾式二重床構造（カバヤホーム倉敷事務所）

床構成は CLT 床構面の上へ防振ゴム付き支持脚＋パーティクルボード t=20mm＋プラスターボード t=12.5mm＋構造用合板 t=12mm＋タイルカーペット t=6.5mm（60 分準耐火仕様）を施工した。音響測定の結果、軽量床衝撃音 LL-45（2~3F：LL-65）、重量床衝撃音 LH-65（2~3F：LH-70）との結果を得た。

防振ゴム付き支持脚による振動減衰効果が有効に働いたこと、さらに軽量床衝撃音に関しては仕上げ材の効果もあり測定値には改善が見られた。しかしながら、日本建築学会の遮音性能基準において重量床衝撃音は等級 3(1~2F のみ)の結果となった。次期物件である弊社福山支店（事務所・3F 建・CLT パネル工法）の建築工事において更なる改善に努めることとする。

■成果物

カバヤホーム倉敷事務所及びカバヤホーム倉敷北店展示場での音響測定結果報告書

3-4. 測定結果

(1)　2 階　事務所　⇒　1 階　色決め打ち合わせ室

	凡例	オクターブ帯域中心周波数(Hz) 63	125	250	500	1k	2k	遮音等級
軽量衝撃音	●—	61.4	60.1	51.9	37.1	*31.4*	*26.7*	$L_{i,r,L}$−45
重量衝撃音	○—	87.3	71.9	62.9	54.8	52.8	53.1	$L_{i,Fmax,r,H(1)}$−65
暗騒音	……	43.3	33.3	28.9	27.3	30.7	25.3	−

※__部は遮音等級決定周波数を示す。

※測定周波数は、標準重量衝撃源は 63～500Hz、標準軽量衝撃源は 125～2000Hz のオクターブバンド帯域であり、他は参考値として記載する。

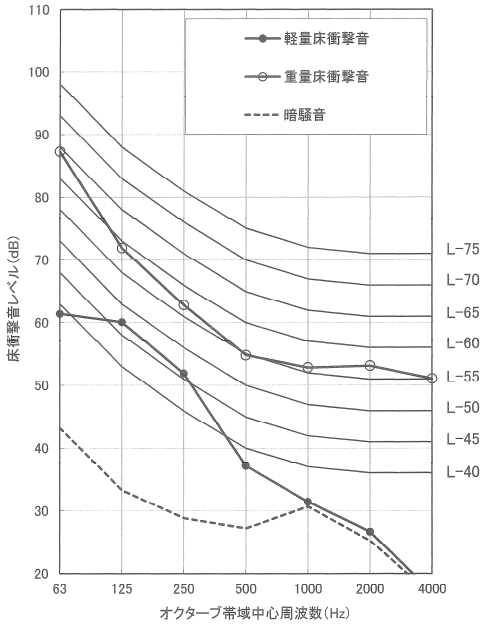
※斜字体部分は、暗騒音との差が 6dB より小さいため参考値として記載。

(5)　2 階　洋室　⇒　1 階和室【竣工後】

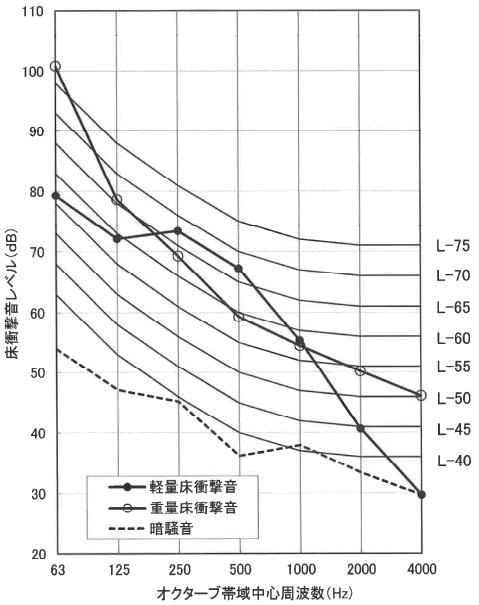
	凡例	オクターブ帯域中心周波数(Hz) 63	125	250	500	1k	2k	遮音等級
軽量衝撃	●—	79.3	72.1	73.4	67.2	55.3	40.7	$L_{i,r,L}$−65
重量衝撃	○—	100.8	78.6	69.3	59.3	54.5	50.2	$L_{i,Fmax,r,H(1)}$−80
暗騒音	……	54.0	47.2	45.2	36.2	38.0	33.4	−

※__部は遮音等級決定周波数を示す。

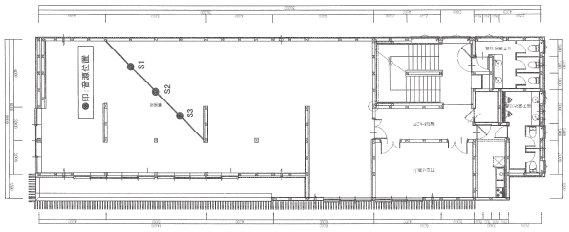
※測定周波数は、標準重量衝撃源は 63～500Hz、標準軽量衝撃源は 125～2000Hz のオクターブバンド帯域であり、他は参考値として記載する。



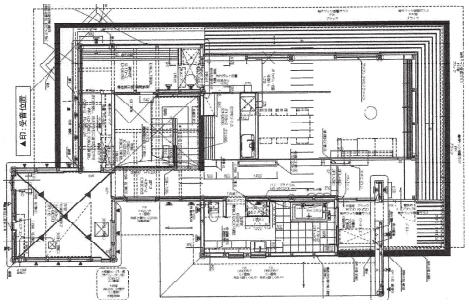
カバヤホーム倉敷事務所試験データ



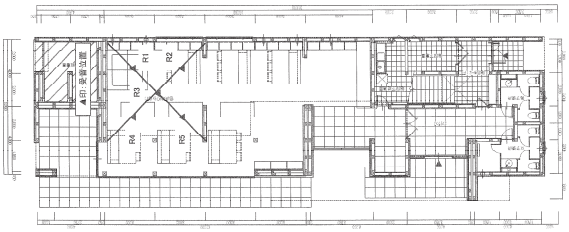
カバヤホーム倉敷北店展示場試験データ
（現：カバヤホーム倉敷 CLT 展示場）

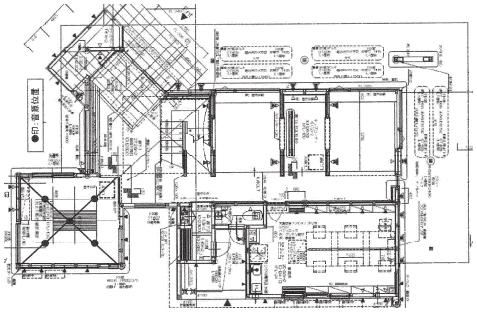


カバヤホーム倉敷事務所 2F 音源位置



カバヤホーム倉敷北店展示場 2F 音源位置





ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所 1F 受音位置　　ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場 1F 受音位置

以上、音響測定試験（抜粋）

**実証内容＜温熱環境＞

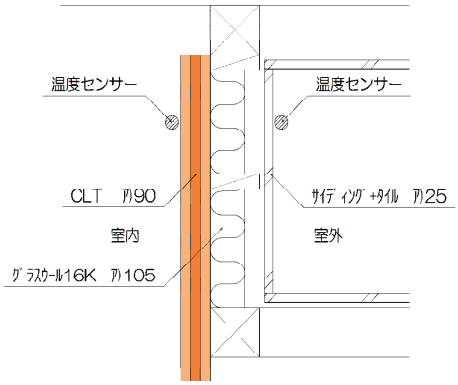
カバヤホーム倉敷事務所（本物件）と昨年、本物件から北東へ直線距離で 4km 程離れた倉敷市黒崎に建築したカバヤホーム倉敷北店展示場（現名称：カバヤホーム倉敷 CLT 展示場　以下、展示場と表記）で温熱環境に係る測定を行い比較する。

展示場建築にあたり、木造軸組工法に CLT を床・壁として使用する建築物において、床下・屋内・屋外の温湿度を環境変化に係る含水率や実使用環境における材料の断熱性能等の影響を確認し、設計へのフィードバックを図ることを目的としていた。そうした経緯もあり、本物件においても展示場と同じような測定を一部で実施し、差異を比較検討することで今後の参考データとすることにした。

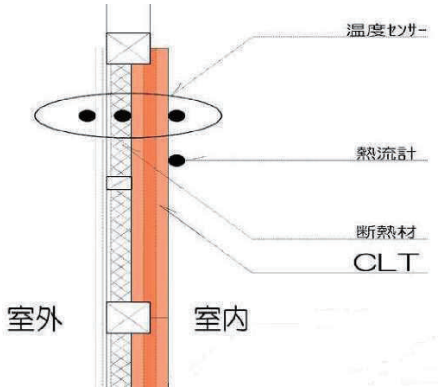
■壁構成

ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所　：　CLT(t=90)＋グラスウール 16K(t=105)＋サイディング(t=16･通気工法)＋タイル

ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場：CLT(t=90)＋押出ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝﾌｫｰﾑⅢ種(t=55)＋構造用合板(t=9)＋ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ(t=16･通気工法)

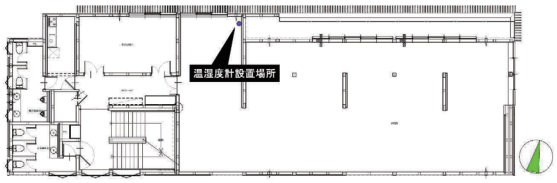


ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所：壁構成略図

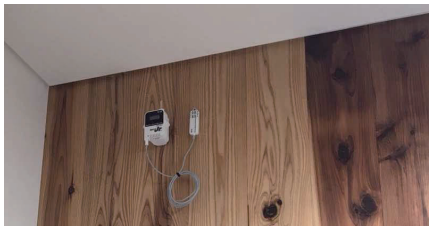


ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場：壁構成略図

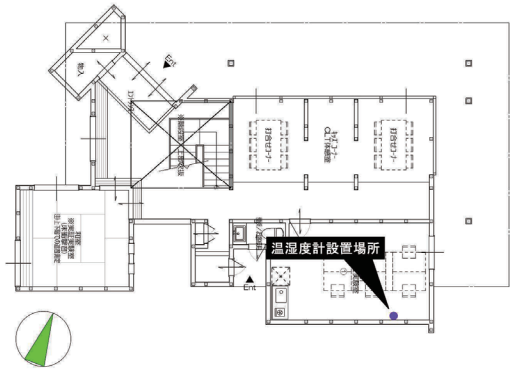
■設置場所・設置状況



ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所 2F：設置場所



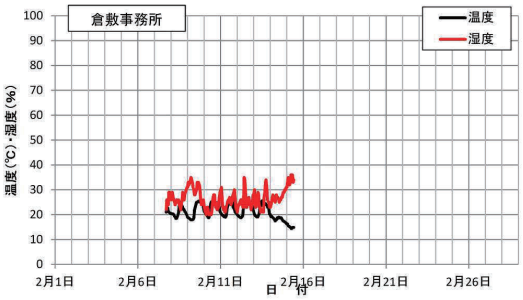
ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所：設置状況(室内)



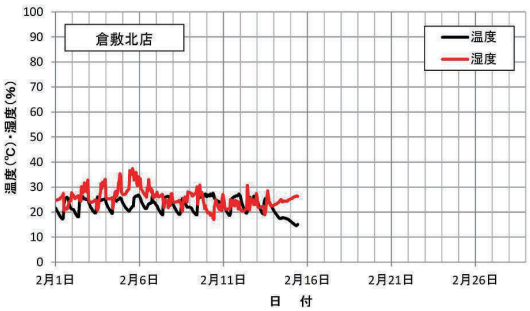
ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場：設置状況(室内)

ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場 1F：設置場所
設置機器：おんどとり Jr.　RTR-507L　㈱T&D 製　※本物件、展示場共通

■温湿度グラフ（室内　2017 年 2 月）



ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷事務所
機器設置：2017/2/7(PM)～計測開始



ｶﾊﾞﾔﾎｰﾑ倉敷北店展示場

■考察

本来であれば、長期間にわたりデータ収集を行い、比較検討をすることが望ましいのだが、本物件の完成・竣工が予定工期よりも大幅に遅延し 2 月 15 日をもって竣工となった為、温熱環境計測機器の設置が 2 月 7 日までずれ込んだ。その為、少量のデータによる比較を余儀なくされた。今後、データ収集を継続する予定である。

本物件と展示場では周辺の屋外環境について、どちらも倉敷市中心部から程よく離れた都市郊外の住宅が立ち並ぶ地域で日照・気温・湿度等大きな差異は無いものと考えられる。

設置場所はどちらの建物も、外壁面に面した屋内側壁の CLT が現しで露出した面の天井面から 200mm 下がった位置を計測点とした。左右の壁からの離隔距離については、空調設備機器の影響等も考慮した結果、本物件と展示場で同一条件とすることは不可能であった。

先にも述べたように、データとして調査日数が少なすぎる関係上、差異について比較検討することが困難である為、竣工後、カバヤホーム倉敷事務所で職務を行っている弊社社員から住環境（職場温熱環境）について聞き取り調査を実施した。聞き取りをした社員は、ほぼ同面積規模の重量鉄骨造 2~3F 建ての弊社本社や支社等から異動した者を対象とした。その結果、社員の主観的な感想ではあるものの、「空調の設定温度を抑え気味でも快適だ」や「冬場の暖房でも乾燥しづらい」などの意見が得られた。またネガティブ要素についての意見は得られず、比較的好意的な意見が散見される結果となった。今後、空調の負荷なども調査しながら引き続きデータ収集につとめたいと考えている。

■写真（上棟～完成まで）

上棟の様子
レッカー×2 台

CLT 吊り込み状況
軸組の為、
横架材間に下ろす必要有

1F 柱脚金物
唐松集成平角柱

上棟後
横架材：唐松集成材

CLT 壁鉛直材
設置の為の自重受金物
(写真 a)

CLT 壁鉛直材設置用
補助金物との取合部
加工状況

柱脚金物設置の為、
水平構面 CLT へ先行加工

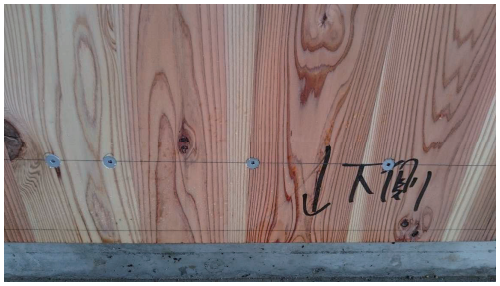
2F 床水平構面 CLT へ
柱脚金物取付用先行加工

上棟後
水平構面 CLT
横架材等施工状況

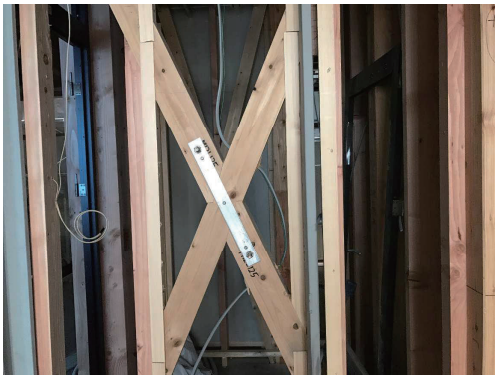
60 分準耐火による被覆施工
※CLT 鉛直材化粧現し

60 分準耐火用 PB
先行施工状況

左写真の 60 分準耐火用 PB
の反対側納まり



木木ビス（タッピンねじ）施工状況


スジカイ施工状況

60 分準耐火被覆施工状況

2F 乾式二重床施工状況

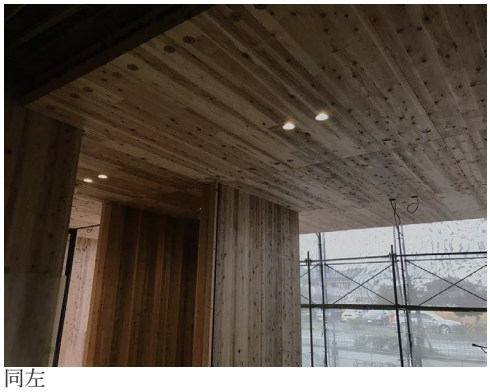
1F 天井用 t=60mm 造作用化粧 CLT パネル

造作用化粧 CLT パネル吊りボルト

造作用化粧 CLT パネル施工状況（屋内）

同左（屋外）

造作用化粧 CLT パネル施工完了

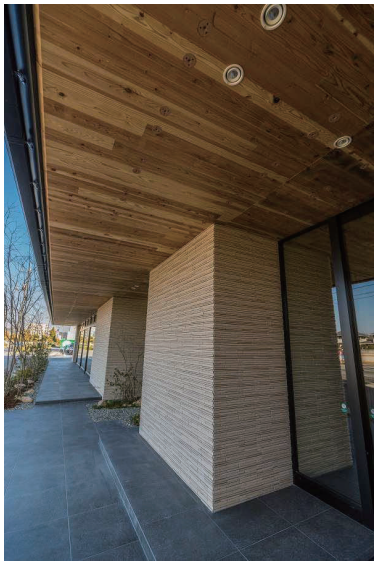

同左

乾式二重床を利用した電気配線

軒先 CLT 納まり状況

完成状況（エントランス）

完成状況（1F ショールーム）


完成状況（屋外）

完成状況（外観）
外装には木製格子をはじめ木材現し仕上げを多用した

**まとめ

本件、カバヤホーム倉敷事務所は木造軸組工法へ CLT 耐力壁と床構面へ CLT 導入した建築実証である。
CLT の設置を検討するなかで、限られた敷地条件においていかにスムーズに上棟作業を行うかが問題となった。加工場（プレカット工場）から現場へ納材の際、運搬車両への荷積みから検討し、壁 CLT・床 CLT ごとに荷下ろし、仮置きと設置順序を十分検討して現場納材を行った。

事務所用途であり、また 3 階建てということもあり、防火条件として 60 分準耐火構造の義務が生じた。CLT を現しで利用する際「燃えしろ設計」を行うが、壁内への防耐火被覆が伴う。作業工程において、在来軸組工法とは異なり、早い段階での石膏ボード張り工事が一部必要となった。

1 階の CLT 壁は、床仕上げ材との取り合いを考え、CLT 壁脚部の接合部（柱脚金物）を 1 階フロアレベルよりも下に設定し、仕上げ工事完了時に表に現れない納まりとした。（1F のみ。2、3F 床は乾式二重床構成）
また、天井仕上げ（ビニールクロス貼り）と壁面化粧現し CLT 取り合い部、及び壁仕上げ（ビニールクロス貼り）と壁面化粧現し CLT 取り合い部は共に CLT 側に底目地加工を施すことで CLT 加工精度や反り等の問題を極力表に現れないようにした。

今後、CLT を多用することにより、様々な問題が発生すると考えられるが、一般的な在来軸組の施工知識・技術を有するものであれば、入念な打ち合わせにより対処することができると考えている。

以上