

CLT建築物の設計ガイドブック

この冊子は、はじめて、CLTを使った建築に取り組む設計者のために作成されました。
・CLTの特徴は？
・CLTはどこでつくっているの？
・CLTの製造サイズは？
・CLTの特徴を活かした使い方は？
・実際にどういう建物が建っているの？
・施工のために設計者は何を配慮しておけばよいの？
・もっと詳しいことはどこに問い合わせればよいの？
・設計を進める上でおすすめの図書は？
などの疑問に答えています。

CLT建築物の
設計ガイドブック

愛媛県CLT普及協議会


AMITEC


株式会社オーシカ

はじめに

新たな木質部材として注目されているCLTは、平成28年の建築基準法関連告示の制定により、CLTの基準強度や設計手法が定められ、比較的容易に設計が可能となりました。

その後も、順次、法整備は進み、建築物の設計・施工等の実務者のためのマニュアルや手引き書も発刊されるなど、CLT建築物の建設は着実に進められてきています。

一方、本県では、平成30年にCLT生産が開始されたほか、全国各地でCLT生産拠点の整備が進められ、木材の需要拡大を目指したCLTパネルの供給体制が構築されています。

CLTは、これまでの木質部材では出来なかった片持ちによる跳ね出し構造や、大版パネルの特性を生かした構造的・意匠的・施工的に魅力的な建築物の建設も可能にするなど、これまでの常識を覆す大きな可能性を秘めた建築部材です。

しかしながら、“はじめて”設計する方々からは、CLTという新しい建築部材に興味はあるものの、CLTパネルの規格や強度などの情報が分かり難いとか、建築物へのCLTの利用方法についてまだまだ不明な点が多く、使うことに二の足を踏んでしまうという残念なお話を聞くこともありました。

このため、本書では、本県のCLT工場の紹介に加え、CLTらしい使い方を全国の建築事例を参考に分かりやすく解説することで、建築物の計画、設計、施工等に携わる様々な方々に、CLTをより理解して頂くためのハンドブックとしての利用を念頭に作成しました。

本書が、設計等の実務者や行政関係者の方々に広く活用され、CLT建築物の建設促進に向けた一翼となれることを願っています。

愛媛県CLT普及協議会

目次

1. CLT とは ——— 8

2. CLT の製造・加工 ——— 10

3. CLT の使い方 ——— 16

4. CLT パネル工法［ルート 1］による設計 ——— 26

5. 国内の CLT 建築事例 ——— 32

- 津野町森林組合 [2F建て] [事務所] [その他建築物] ——— 34
- （株）シンコール社屋 [2F建て] [事務所・展示場] [その他建築物] ——— 38
- 内子高校部室 [2F建て] [学校] [その他建築物] ——— 42
- いわき CLT 復興公営住宅 [3F建て] [共同住宅] [イ準耐火建築物（1時間）] ——— 46
- ST 柳町 I [3F建て] [事務所・店舗] [イ準耐火建築物（45 分）] ——— 50
- 高知県森連会館 [2F建て] [事務所] [イ準耐火建築物（45 分）] ——— 54
- すくも商銀信用組合本店 [2F建て] [銀行] [その他建築物] ——— 58
- （株）カネシロ社屋 [3F建て] [事務所] [その他建築物] ——— 62
- 兵庫県林業会館 [5F建て] [事務所] [耐火建築物] ——— 66
- 大牟田の整骨院併用住宅 [平屋] [併用住宅] [その他建築物] ——— 70
- 木テラス [平屋] [トイレ] [その他建築物] ——— 74

6. 施工上の配慮点 ——— 76

7. CLT を見せながら使う ～防耐火設計～ ——— 78

8. CLT の参考図書 ——— 81

1 CLTとは

CLT(直交集成板)

CLTとは、Cross Laminated Timber(クロス・ラミネイティッド・ティンバー)の略称です。ひき板(ラミナ)を横に並べた後、その繊維方向が直交するように積層接着した木質材料です。1990年代中頃よりオーストリアを中心に発展し、日本では2010年頃から検討や設計が始まりました。2013年にはCLTのJAS制定、2016年にはCLTの基準強度やCLTパネル工法の建築基準法関連告示が施行され、製材(無垢材)・集成材・LVL(単板積層材)と同じように、構造設計ができるようになりました。

国内では、スギ、ヒノキ、カラマツ等を使ったCLTが、8工場(P14参照)で製造されており、地域の木材事情や必要強度に応じた樹種によるCLTを用いた建物が全国各地に建設されています。



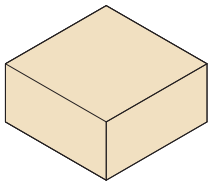
3層3プライ・厚さ90㎜のスギのCLT

集成材やLVLとの違い

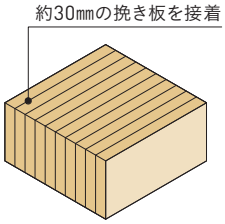
構造躯体に使う木質材料は、CLTの他にも、製材・集成材・LVL等があります。スギやヒノキを使う場合に、どの木質材料を選択するのかは、柱・梁の線材(製材、集成材、LVL)で使うか、壁・床・屋根の面材(CLT、集成材、LVL)で使うか、また、地域の木材供給体制、木質材料の製造工場の有無などが影響します。

CLTの特徴は、①最大寸法 幅3m×長さ12mの大版パネルが製造できること、②板の層を直交に重ねるため二方向への跳ね出しがしやすいこと、③パネルの厚さを利用してくり抜いたり、積層した木口の意匠が特徴的であることなどがあげられます。

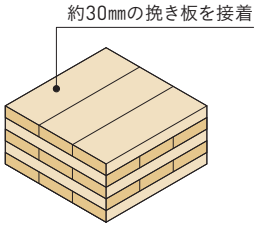
CLTの登場により、従来、線材が得意であった集成材やLVLも、面材が製造されはじめているので、それらの木質材料の特徴を知り、適材適所に使い分ける合理的な設計をすることが重要といえます。



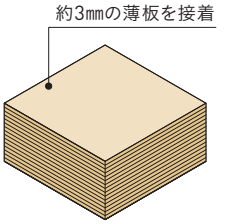
[製材]



[集成材]
日本集成材工業協同組合
http://www.syuseizai.com



[CLT(直交集成板)]
日本CLT協会
http://clta.jp



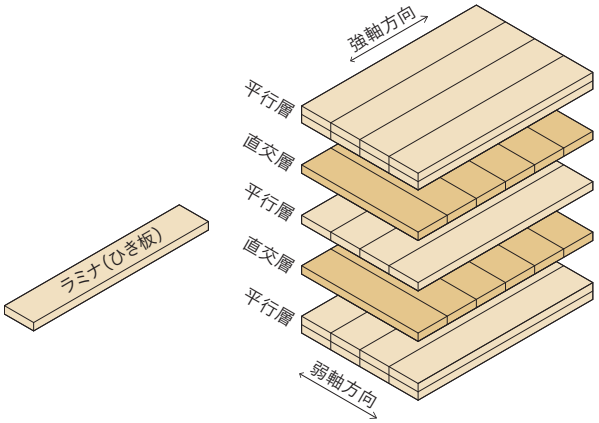
[LVL(単層積層材)]
全国LVL協会
http://www.lvl.ne.jp

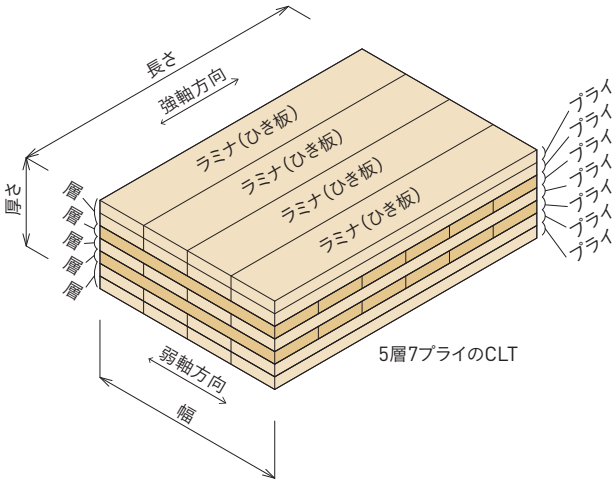
CLTの製造寸法を活かした設計をする

CLTの製造では、まず、大きな板(マザーボードと呼ぶ)をつくり、それを必要な寸法に切断していきます。そのため、このマザーボードの歩留まりを向上させること、すなわち端材を減らすことが、CLTのコスト制御につながる第一歩といえます。

このマザーボードの寸法は製造工場ごとに異なり、幅1m×長さ4m～幅3m×長さ12mです。設計の早い段階で、最大寸法と最小寸法を確認してから、マザーボードの寸法を意識した、モジュール設計・階高設計を行うとよいでしょう。

なお、CLTを大きな寸法のまま使用する際は、運搬方法(幅2.5mを超えると特殊車両による運搬となることがある)や施工方法(幅3m×長さ12m×厚210㎜のCLT重量は3トンを超える)を、設計時に施工者やCLT製造者と協議しておくとよいでしょう。





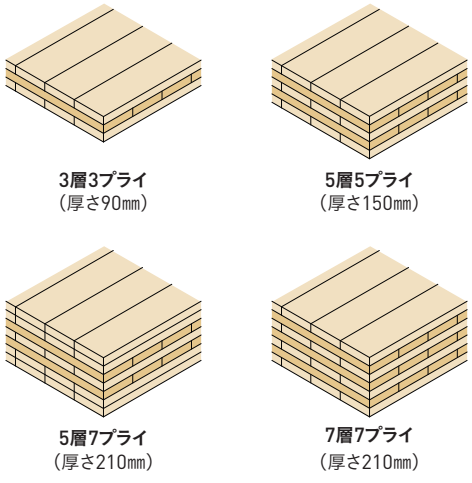
CLTパネルを二方向へ跳ね出す

CLTは、同一面内に強軸と弱軸を持った材料であり、基準強度も両方について定められています。そのため、バルコニーや庇は二方向への跳ね出しが可能です。

二方向に跳ね出す場合には、跳ね出し寸法以上の控えが必要になるため、使用するCLTのマザーボードの幅や長さを意識しておくことが重要です。たとえば、強軸方向に2m、弱軸方向に1m跳ね出す場合は、最低でも、幅2m×長さ4mは必要となります。

CLTパネルをくり抜く・木口を見せる

CLTは厚さ90㎜(3層3プライ)、150㎜(5層5プライ)、210㎜(5層7プライ、7層7プライ)がもっとも一般的な寸法です。この厚さを活かして、CLTの表面に文字を彫ったり、CLTを○や□にくり抜くことが可能です。CLTの木口は、ラミナの積層面となり、直交層ごとに見た目が異なるので、その木口を意匠的に見せることでCLT特有の表情をつくり出すことも可能です。



3層3プライ
(厚さ90㎜)

5層5プライ
(厚さ150㎜)

5層7プライ
(厚さ210㎜)

7層7プライ
(厚さ210㎜)

2 CLTの製造・加工

製造・加工の流れ　～(株)サイプレス・スナダヤの例～

CLTは、まず丸太を挽き板(ラミナ)に製材し、ラミナの含水率が15%以下になるように乾燥します。その後、ラミナの選別・加工を経て、所定の大きさ・厚さに、積層・接着・プレスし、製品(マザーボードと呼ばれる大きな板)が完成します。CLTはこのマザーボード(最大寸法はP14の製造工場ごとに異なる)から、必要な大きさに切断した後、接合金物や設備配管用の切り欠き加工を行います。

また、一般的なトラックやトレーラーで輸送できるCLTの最大サイズは、幅2.5m×長さ12mです。それ以上の寸法の場合には、特殊車両による運搬になり、通行できる道路の制限や運搬時間帯の指定など、運搬上の制約が生じる可能性があります。

基本設計前に、CLT工場の視察や事前打ち合わせを行うことで、大版のCLTの魅力を最大限活かした設計を、より進めやすくなります。

1



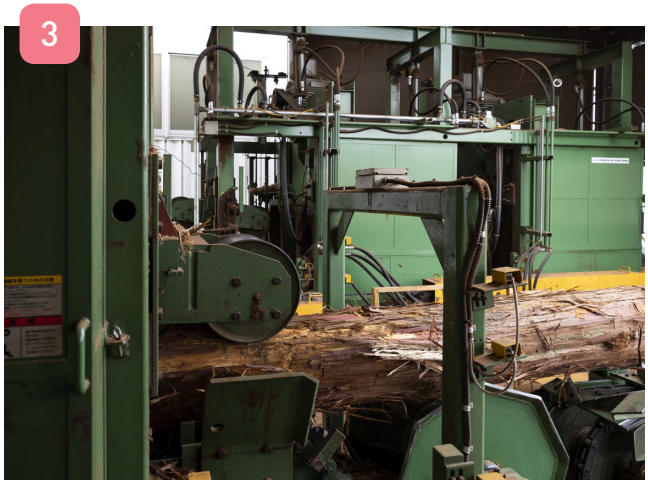
丸太の荷受け

2



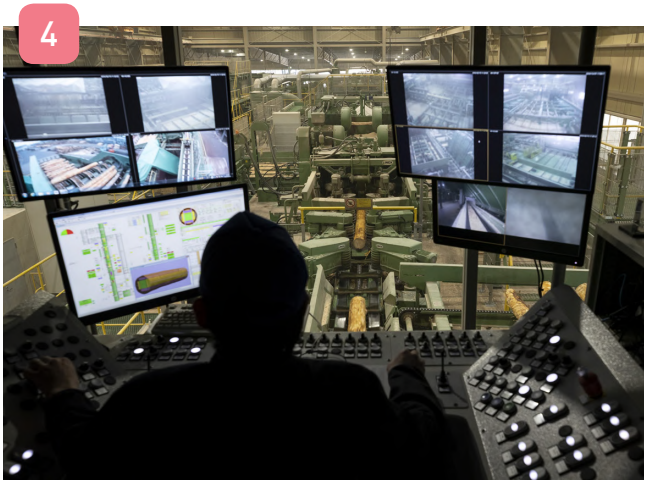
丸太置き場に一時貯蓄

3



丸太の皮むき

4



丸太をラミナに製材

5



ラミナの桟積み

6



ラミナの天然乾燥

7



ラミナの人工乾燥(含水率15%以下)

8



ラミナの含水率測定(全ラミナ)

9



ラミナのヤング係数測定・選別(全ラミナ)

10



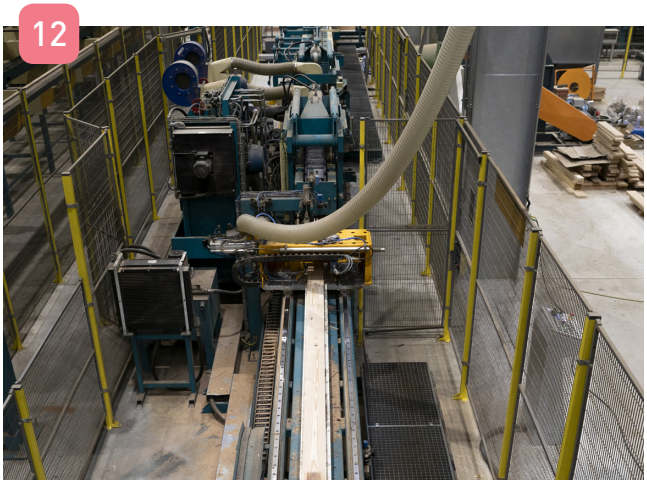
ラミナ材面の目視選別[オプション作業]

11



ラミナ端部のフィンガー加工

12



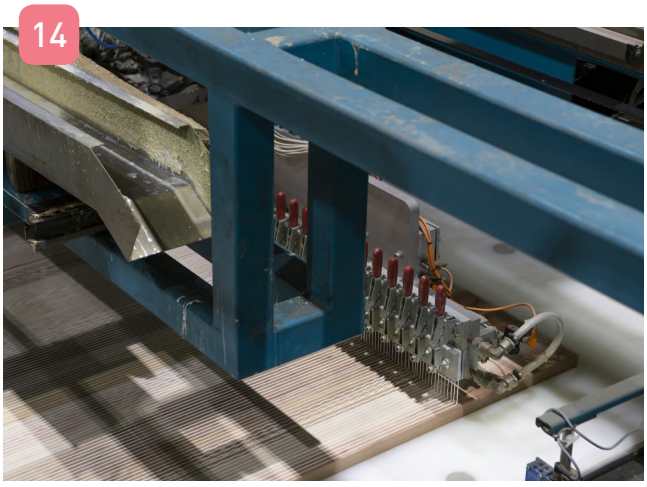
ラミナの縦継ぎ（フィンガージョイント）

13



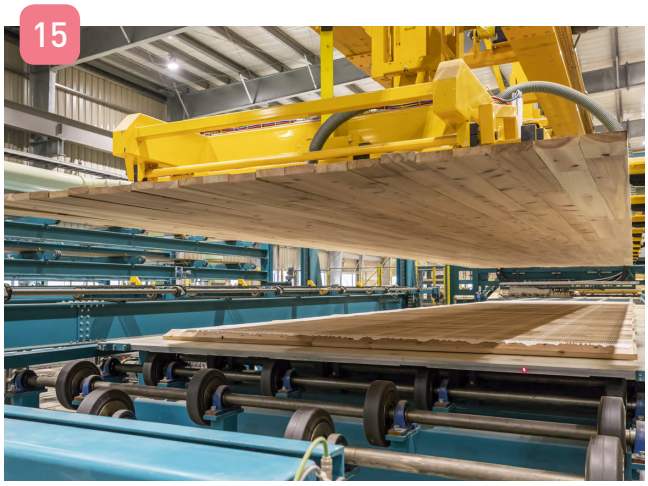
ラミナの仕上げ削り（厚さ30㎜）

14



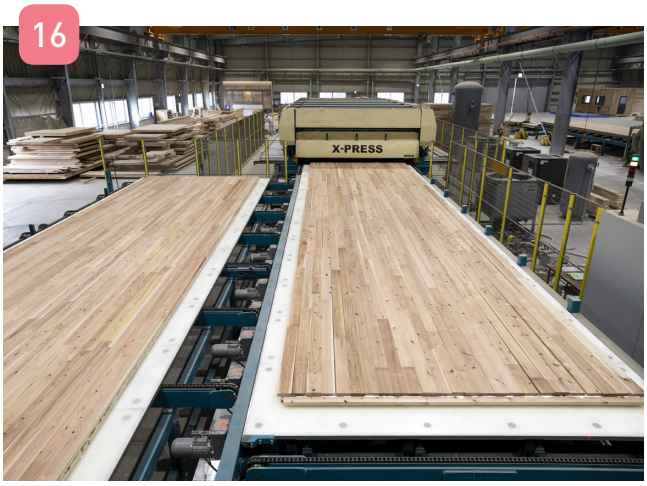
敷き並べたラミナへの接着剤塗布

15



ラミナを積層（3層・5層・7層・9層）しCLTパネル化

16



CLTをプレス（接着剤硬化）

17



スギCLTのマザーボード（幅3m×長さ12m）

18



ヒノキCLTのマザーボード（幅3m×長さ12m）

19



CLT表面のサンダー仕上げ［オプション作業］

20



CLTの専用加工機による切断・加工

21



CLTパネルのクレーンによるトラックへの積み込み

22

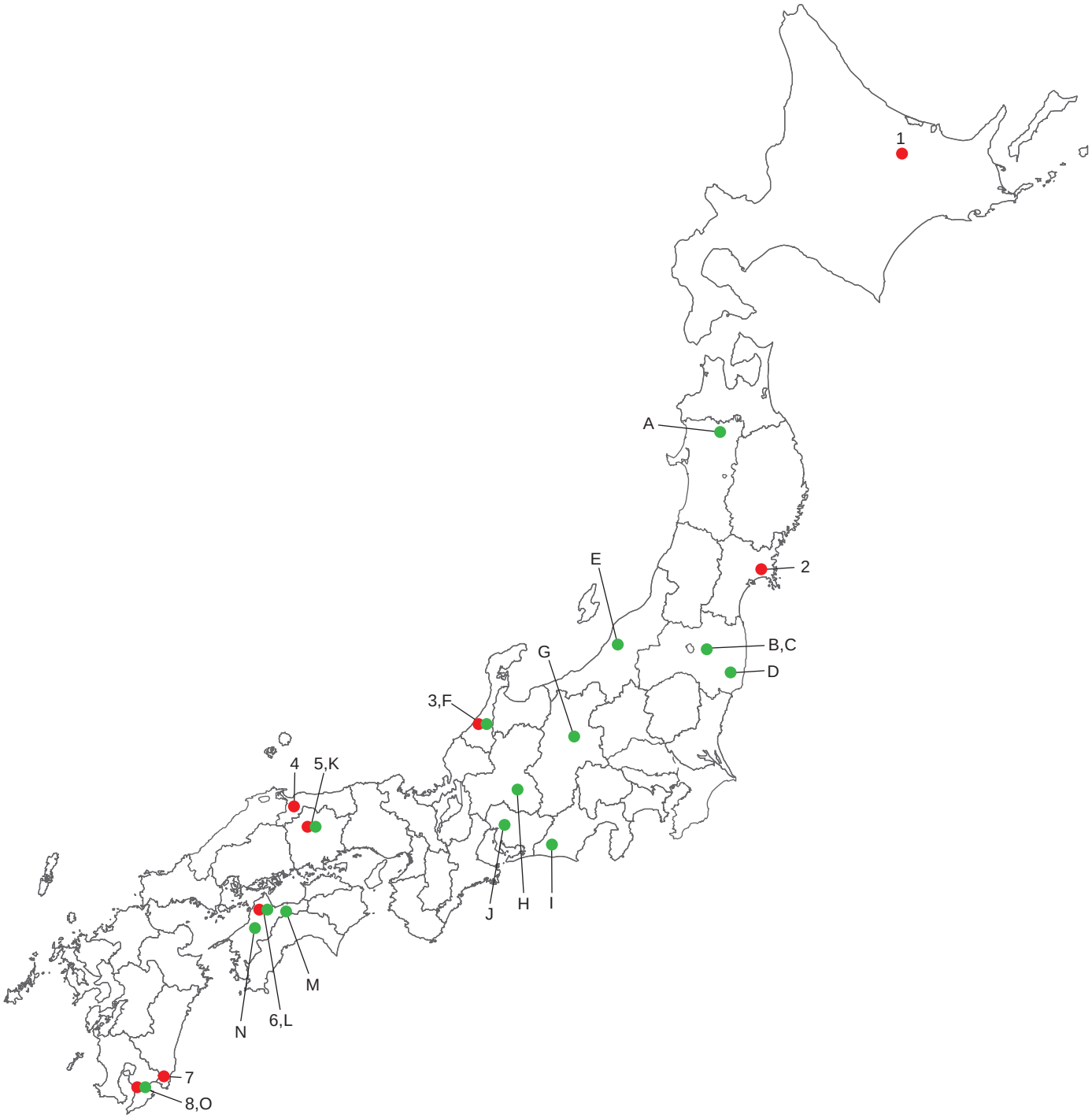


CLTパネルの出荷

全国のCLT製造工場・加工工場

国内のCLT製造工場は8社、CLT加工工場は15社あります。CLTは、大版のマザーボードを製造して、その後、所定のサイズに切断し、接合金物や設備配管用の孔開け等の加工を工場で行います。設計の初期段階で、マザーボードの製造寸法や近隣の加工工場の加工可能寸法等を考慮した設計やCLTの割付が重要です。

CLTのコストを制御するために、切断後の残材が少なく、輸送コストが必要以上にかからないCLTの使い方を設計者と施工者で検討しましょう。



CLT 製造工場一覧

	社名(所在地)	接着剤		幅はぎ接着	樹種※3	製造サイズ		製造外対応			問合せ先 TEL
		種類※1	使用環境※2			厚さ※4(㎜)	最大(m)	設計	加工	施工	
1	オホーツクウッドピア(北海道北見市)	イソ	B、C	有	カラマツ	60～210	1×3.65	-	○	-	0157-67-2323
2	西北プライウッド(宮城県石巻市)	イソ／レゾ	B、C／A	有	スギ	45～450(36～450)	1.2×8.35	-	-	-	0225-95-5181
3	中東(石川県能美市)	レゾ	A	無	スギ	90～270	1.25×6.2	○	○	○	0761-58-0100
4	鳥取CLT(旧レングス)(鳥取県西伯郡)	イソ	C	有	スギ	36	1×2	-	-	-	0859-39-6888
5	銘建工業(岡山県真庭市)	イソ	B	無	スギ、ヒノキ＆スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ	90～270(60～330)	3×12	○	○	○	0867-42-3660
		レゾ	A	無	スギ、ヒノキ	90～270	3×12、2.7×6				
6	サイプレス・スナダヤ(愛媛県西条市)※5	イソ	B	無	スギ、ヒノキ	90～270(60～350)	3×12 2.2×5	-	○	-	0898-72-2421
7	ウッドエナジー(宮崎県日南市)	イソ	C	有	スギ	90～270(36～270)	0.98×4	-	-	-	0987-68-1038
8	山佐木材(鹿児島県肝属郡)	イソ／レゾ	B／A	有	スギ ヒノキ＆スギ	90～270(36～450)	2×4	○	○	○	0994-31-4141

日本CLT協会ホームページ(http://clta.jp/wp-content/uploads/2019/02/a296c706494b642469690192771f3972.pdf)を参考に愛媛県CLT普及協議会が作成しました。
※1…「イソ」は「水性高分子イソシアネート系樹脂」、「レゾ」は「レゾルシノール・フェノール樹脂」　**※2**…使用環境はJAS(日本農林規格)での使用環境A～C
※3…「ヒノキ＆スギ」は外層「ヒノキ」、内層「スギ」の構成のもの　**※4**…( )外は標準サイズ、( )内は対応可能サイズ
※5…2019年中に、種類：レゾ、使用環境：A、樹種：ヒノキ＆スギを追加予定

CLT加工工場一覧

	社名(所在地)	加工機械(メーカー)	加工サイズ		使用CAD	加工外対応		問合せ先 TEL
			厚さ(㎜)	最大(m)		製造	設計	
A	秋田グルーラム(秋田県大館市)	Ultra(ユニチーム)	250	3×18	CAD WORK	-	-	024-945-1393
B	オノツカ(福島県郡山市)	K2i(フンデガー)	300	1.25×10	hsbcad	-	-	024-945-1393
		PBA(フンデガー)	300	3×12	hsbcad			
C	藤寿産業(福島県郡山市)	Ultra(ユニチーム)	270	3×15	CAD WORK	-	-	024-944-7550
		Extra(ユニチーム)	400	3×12				
D	ダイテック(福島県いわき市)	K2i(フンデガー)	300	1.25×14	hsbcad	-	-	0246-83-2525
		PBA(フンデガー)	300	3×12	hsbcad			
E	志田材木店(新潟県長岡市)	Ultra(ユニチーム)	300	3×16	CAD WORK	-	-	0258-24-0511
		K2(フンデガー)	300	0.6×12.5	hsbcad			
F	中東(石川県能美市)	K2i(フンデガー)	300	1.25×14	hsbcad	○	○	0761-58-0100
G	齋藤木材工業(長野県小県郡)	NGW(平安C)	360	4×18	Autocad互換CAD、ネットイーグルXF-15	-	○	0268-68-3811
H	翠豊(岐阜県加茂郡)	CLT用NC加工機(平安C)	300	2.5×12	M-draf／JWW	-	○	0574-73-1458
I	スカイ(静岡県磐田市)	Ultra(ユニチーム)	300	3×14	TOAアルティメット	-	○	0539-63-5500
		OIKOS(SCM)	300	1.2×9				
J	ヒノキブン(愛知県名古屋市)	Ultra(ユニチーム)	300	3×14	CAD WORK	-	-	052-521-8554
K	銘建工業(岡山県真庭市)	Ultra(ユニチーム)	270	2.7×15	CAD WORK／ネットイーグルXF-15	○	○	0867-42-3660
		Extra(ユニチーム)	300	3×12	CAD WORK			
L	サイプレス・スナダヤ(愛媛県西条市)	Techno Wall(エセットレ)	270	3×12	CAD WORK	○	-	0898-72-2421
M	三王ハウジング(愛媛県新居浜市)	Accord(SCM)	105	1.3×5	Maestro CNC	-	-	0897-46-1511
		OIKOS(SCM)	300	1.2×12	CAD WORK／TOA アルティメット			
		K3i(フンデガー)	300	0.6×12	hsbcad			
N	(株)サカワ(愛媛県東温市)	K2i(フンデガー)	300	1.25×12	hsbcad	-	○(構造)	089-966-5566
O	山佐木材(鹿児島県肝属郡)	Extra_mix(ユニチーム)	300	3.5×13.5	CAD WORK	○	○	0994-31-4141
		K2(フンデガー)	180	0.6×11	hsbcad			

日本CLT協会ホームページ(http://clta.jp/wp-content/uploads/2018/04/CLT-Processing-Company20180413.pdf)を参考に愛媛県CLT普及協議会が作成しました。
※平安C＝平安コーポレーション

3 CLTの使い方

構造性能

CLTは、木質系厚板面材であることが特徴であり、構造部材としては、主に壁・床に用いられます。厚い壁は水平力(地震、風)だけでなく柱の代わりに鉛直荷重も支えることが可能であり、厚い床は梁型の凹凸がないフラットな天井が可能です。柱梁の配置を気にしないでよいため、詳細な検討を行えば、さまざまな平面形状、スキップフロアなどにも対応することができます。水平力に対しては面材の壁が抵抗することになりますが、構造計画は、無開口壁で強度を確保し、垂れ壁・腰壁などの小壁、接合具で靭性能を確保することになります。また、構造用合板、筋かいなどのこれまでの木質系耐力壁とは特性が大きく異なりますので、他工法と併用する場合には詳細な検討が必要になります。壁が主要な構造となるため、閉鎖的な空間になりがちですが、ランダムに配置可能な開口部や、柱梁の軸組と併用することで開放的な空間も実現可能です。



2015年に防災科学研究所の3次元振動台“E-ディフェンス”で実施された5階建と3階建の建物の振動台実験。阪神淡路大震災の観測波よりも大きな加力を入力し、変形量や破損部位を調べ、倒壊しないことが確認されています。

防耐火性能

CLTなどの木材厚板は、火災時に表面に炭化層(断熱層)を形成しながら、毎分約1㎜の速度でゆっくりとCLT内部へ燃え進むことが、多くの加熱実験から確認されています。この性質を利用すれば、想定した加熱時間後のCLTの残存断面が計算できます。このように、火災時に燃える部分(燃えしろ層)を予め見込んだ断面設計をし、火災時に建物が一定時間、倒壊しないようにすることを、“燃えしろ設計”と呼びます。

建築基準法では、準耐火構造の壁、床、屋根、柱、梁に、燃えしろ寸法が位置づけられています。すなわち、3階建て以下の共同住宅や学校、事務所、2階建て以下の店舗、保育園などで準耐火建築物とするときに、CLTを燃えしろ設計すれば、木材表面を現しにした設計が可能です。ただし、厚いCLTであっても、木材表面に着火はするため、内装制限がかかる用途・規模の場合は、P78~80のような対応が必要です。

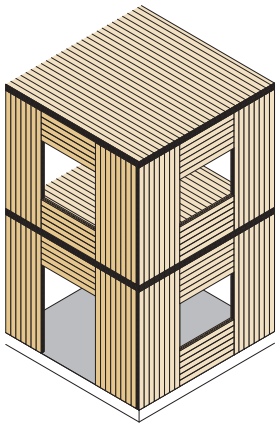


日本住宅・木材技術センターの耐火炉で実施された、CLT現し壁の準耐火構造加熱実験。木材が毎分約1㎜の速度でゆっくり燃え進むことを利用して、厚さ90㎜のCLT壁が1時間以上燃え抜けないことが確認されています。

工法

①CLTパネル工法　パネル工法

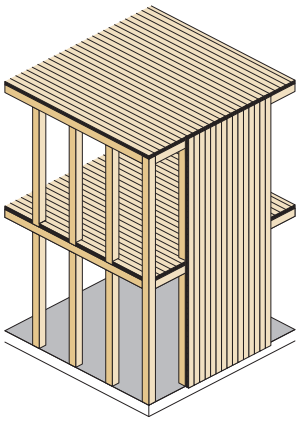
CLTパネル工法は、水平力と鉛直力の両方を負担する壁としてCLTを用いることができます。構造設計に関する技術基準は平28国交告第611号にCLTパネル工法として規定されています。使用するパネルの大きさと接合方法によって、開口のない無開口壁パネルを用いる小幅パネル架構、開口部を含むパネルを用いる大版パネル架構があり、大版パネル架構は開口部周辺の破壊、接合具の配置の違いによって2種類の構成方法に分けられます。



CLTパネル工法

②軸組工法＋CLTパネル　軸組＋CLT

柱梁の木造軸組工法に、水平力のみを負担する壁、または鉛直力のみを負担する壁、床版としてCLTを用いることができます。構造計算ルートは、従来の木造軸組工法と同様です。構造計算に令46条第2項の規定を適用する場合は、昭62建告第1898号による使用可能材料にCLTが含まれていないので、床版に用いるCLTが横架材の役割を兼ねること、及び壁に用いるCLTが柱を兼ねることはできず、令第46条第4項に規定する壁量計算を行う場合に限って可能です。

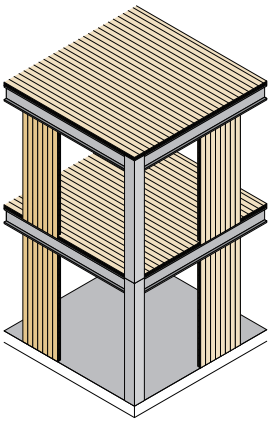


軸組工法+CLTパネル

③混構造　混構造

立面混構造として下層をRC造あるいは鉄骨造とし上層にCLTを用いることができます。逆に、CLTを下層に用いて、上層を木造軸組工法、鉄骨造などにすることもできます。上下方向の立面混構造の場合には、各層毎にそれぞれの設計法を適用することになります。

また、RC造や鉄骨造等の床、壁等としてCLTを用いることも可能です。ただし、同一層に異なる構造形式を併用する場合には、高度な設計法が要求されます。



鉄骨造+CLT　混構造

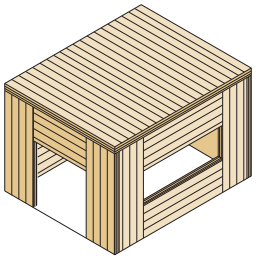
CLTパネルの特長を活かす使い方

パネル工法　箱をつくる

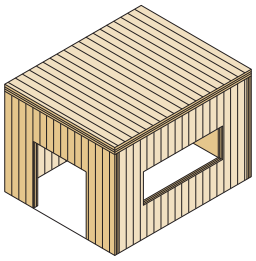
CLTパネル工法の基本は、面材を使って壁、床(屋根)の箱をつくることです。

壁は、壁量計算と同様に単位長さの壁を配置し、その壁の上下左右の四隅に、地震時の引張力に抵抗する接合金物を設置するとともに、壁ー床にせん断力を伝達する接合金物を設置して構成することになります。壁は、構成するパネルの大きさ、開口の有無で性能が変わります。最も単純な構成は小幅パネルの無開口壁で耐力を確保することができますが、剛性が高い面材であるため変形能力(靭性)は接合金物で確保することになります。必ずしも垂れ壁、腰壁を設置する必要はありませんが、設置すれば、耐力の向上、変形能力の向上に貢献させることができます。大版パネル架構①は、地震時のせん断力で開口上下が破壊して最終的には小幅パネルのように働くことを想定しています。大版パネル架構②は、開口周辺が壊れないことを前提にしているため接合金物を少なくすることができ、施工効率を向上させることができます。

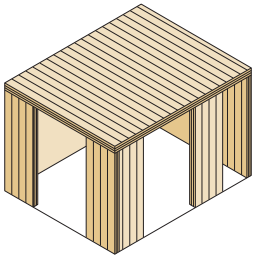
床は、CLT版のみで架け渡すことができますが、スパンが大きくなると小梁などを配置してスパンを分割する必要がでてきます。床パネル同士は、水平構面としての機能を確保するために金物などで接合する必要があります。



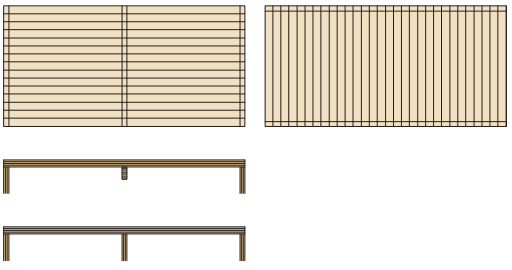
小幅パネル



大版パネル



垂れ壁、腰壁をなくすことも可能



小梁付の床　　短辺一方向の床

小幅パネルと大版パネルでは、垂れ壁・腰壁の表層ラミナの向きが異なります。床パネルも壁・梁に囲まれた短辺方向が表層ラミナの方向になるのが基本です。



垂れ壁と腰壁をなくした真庭市役所前バス待合所

パネル工法　壁を配置する

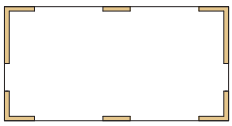
CLTパネル工法では壁式構造のため、壁は水平力（地震、風）だけでなく鉛直荷重も支持する柱と同様の機能ももつことになります。このため、床、屋根の鉛直支持材としての配置にも注意を払う必要があります。高耐力のCLTパネルを採用することによって壁の量を減らすことができますが、減らしすぎると床を支えるための壁を別に配置しなければならなくなる場合があるので注意が必要です。ただし、鉛直荷重の支持は壁だけでなく、補助的に柱を利用することもできます。

壁の配置は、壁量計算と同様に平面的な偏心に注意する必要があります。さらに、多層建物では、上下階の壁配置にも注意が必要です。特に、梁を設けない場合には、床を介して上下階の壁端部の圧縮、引張力を伝達することは困難であるため、壁位置を合わせる必要があります。

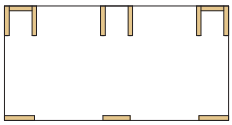
CLTの箱は、直交座標系の整形のきれいな箱だけでなく、さまざまな長さ、形状の壁、平面的に斜め方向の壁などと組み合わせて変化に富んだ空間をつくることもできます。斜め方向の壁は、X方向、Y方向に角度変換して評価をすることができますが、有効になる角度には制限があります。また、偏心時の建物全体のねじれ剛性の確保にも注意を払う必要があります。



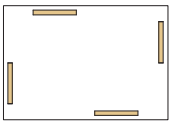
袖壁を並べて配置した高知県森連会館



外周に壁を配置する



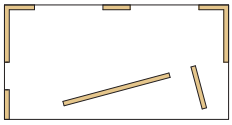
袖壁を並べて配置する



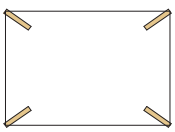
隅をはずして配置する



偏心を許容して配置する



斜めの壁を配置する



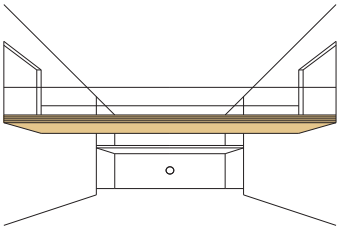
ねじれを考慮して配置する

壁量計算と同様に四隅に壁を配置するのが基本ですが、偏心、ねじれに対する詳細な検討をすれば、壁の配置は自由度を増していきます。

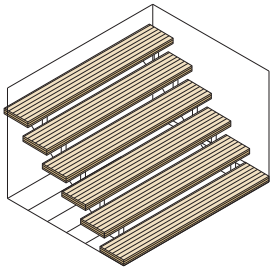
パネル工法　床、屋根をかける

CLTの厚板は、それだけで単独で床版とすることができます。壁の面材で単純に支持できる床は、柱梁の線材で支持する軸組構造と異なり本棚のように、支持高さを自由に設定することができます。階段状の床、スキップフロアなどで空間に変化をつけることができます。また、梁型があらわれないCLT版のブリッジ、キャンチレバーの床や庇は、CLTの象徴的な構造形式のひとつです。CLT床は強軸方向を利用した2辺単純支持が標準的ですが、直交積層の特徴を生かして、直角２辺支持、出隅部の2方向跳ね出しなど、異方性の高い木質材料では実現しにくい架構形式も実現可能になります。

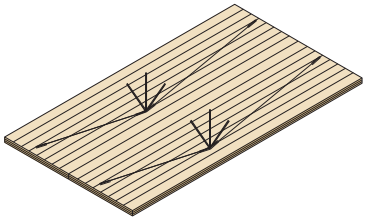
しかし、スギの5層7プライ(210㎜厚)CLT版の単純支持で実現可能な床スパンは4〜5m程度になります。これより大きなスパンが必要な場合には、小梁を配置して細かく区切ることでCLTのスパンを小さくすることで対応するほか、平行弦トラスやストレストスキン梁など木質組立材の梁で補助することも可能です。また、CLT版を上弦材として下弦材に丸鋼を配置した張弦梁、折り紙の原理を利用した折版構造など厚板面材の特徴を生かした架構システムを利用することもできます。



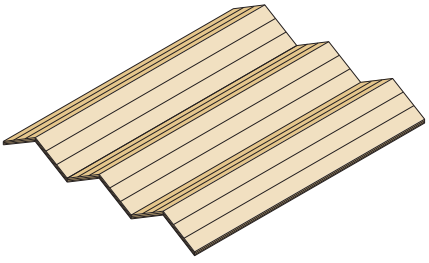
2辺支持の板によるブリッジ



階段状の床



張弦梁による屋根



折版構造の屋根



張弦梁による屋根を用いた高知県立林業大学校

一方向版、二方向版、フラットスラブ、折版構造など厚板の特性を生かした構造システムが実現可能です。

パネル工法　くりかえす

CLTパネル工法の長所としては、乾式工法で施工期間を短縮することによる経済性向上があげられます。集合住宅や宿泊施設、サービス付き高齢者向け住宅など同規模の空間が集合してできる建築では、特にこのCLTの長所を生かすことができます。使用するCLTパネルの設計においては、最終的な建物の姿だけでなく、部材製造、加工、運搬、施工方法(重機計画)と合わせて計画する必要があります。

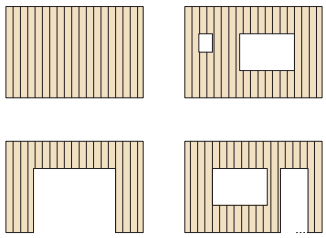
繰り返し使用される壁パネルは、小幅パネルを用いて施工枚数を増やしても平面の自由度をひろげるか、大版パネルを用いて、施工枚数を減らす代わりに開口の自由度で空間の表現をするかを選択することになります。

くりかえしは、壁パネル単位だけでなく、壁・床で構成された箱単位のくりかえしで考えることもできます。単に箱を均質に直交座標系で並べるだけでなく、平面的に角度を持たせて配置したり、上下でずらしながら積み重ねたりして特徴的な形状の建物とすることもできます。

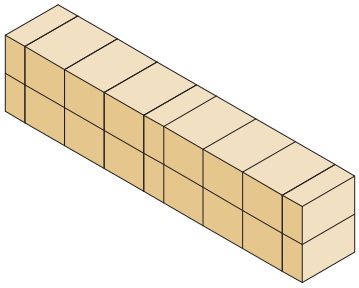
ボルト接合など金物による機械式接合を用いれば、組立が容易であるとともに解体も容易になり、仮設建築などでくりかえし使用することもできます。



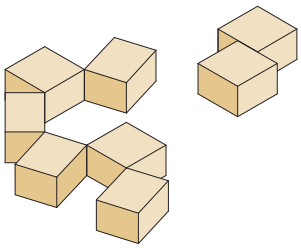
大きさの異なる箱を並べたいわきCLT復興公営住宅



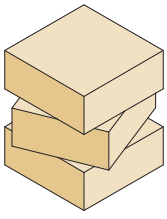
基本パネルを設定する



大きさの異なる箱を並べる



いろいろな向きに箱を並べる



箱をずらしながら重ねる

マザーボードの大きさを考慮した基本パネルでつくった箱を平面、立体的にくりかえし並べることにより生産効率、施工効率を向上させることができます。

パネル工法　コアをつくる

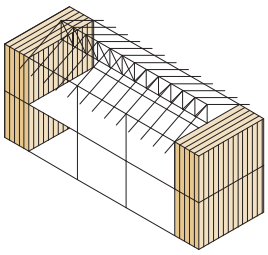
CLTパネル工法は、壁が主構造であるため壁が多くなり閉鎖的な空間になりがちです。一方、多数の人が集まる大規模建築では、開放的な大空間が必要となります。こうした要求に対する平面計画としては、倉庫や水廻り、階段など比較的壁を配置しやすい空間を平面的に集約して構造コアとして配置し、そのコアとコアを結ぶ形で大空間の架構を形成することで解決することができます。

大空間の架構は、CLTを用いた架構だけでなく、大断面集成材や住宅用製材のトラスやアーチなどこれまで培われてきた木質構造の架構技術でも生み出すことが可能です。こうした建物は、これまでRC造の耐震コア＋木造の平面混構造として計画されてきましたが、CLTの登場により、CLT耐震コア＋木造軸組という木質系混構造として計画が可能になりました。

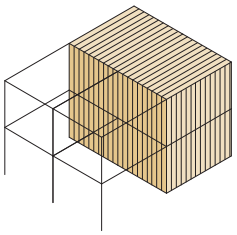
このコアは、耐震要素としてだけでなく防耐火対策としても有用になります。大規模木造建築では、耐火性能の高い部分によって、一定面積で区画することで他の部分の防耐火の仕様を軽減することが可能になります。このため、平面計画においては、空間構成だけでなく、構造計画、防耐火計画と合わせて検討することで、CLTの特徴を生かした建築を実現することが可能になります。



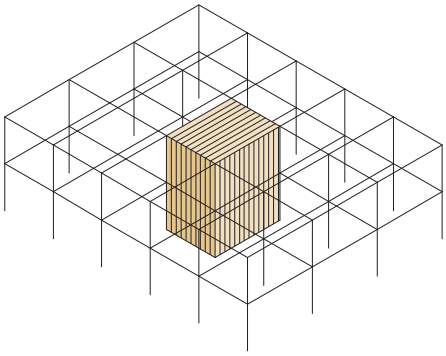
両サイドコア型で設計された窪津漁業協同組合事務所



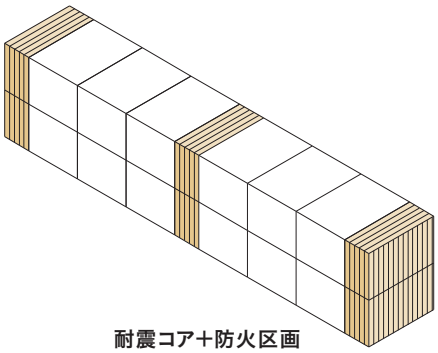
両サイドコア型　偏心小



片サイドコア型　偏心大



センターコア型



耐震コア＋防火区画

コア部分に、階段室・水廻り・倉庫など比較的開口が少なくてもよい用途を集めて耐震要素とすれば、その他の部分を開放的につくることができます。

軸組＋CLT　構造用合板のかわりに使う

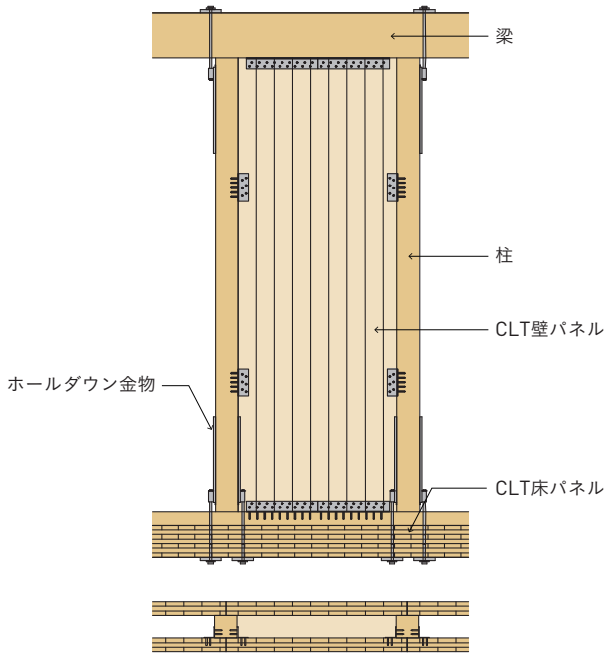
CLT壁は、構造用合板と同様に軸組工法の耐力壁として用いることもできます。ただし、CLTの壁倍率は定められていないため壁量計算のなかで使用することはできず、基本的には許容応力度等計算によって設計をすることになります。CLTは、合板より大きな板が製造可能なため、これまでの木造の910㎜モジュー ルだけでなく、1000㎜、1200㎜といった大きいモ ジュールで設計することも可能になります。

CLT壁は、大壁、真壁ともに使用可能ですが、大壁の場合には合板に比べて板厚が厚いため、長ビスや背面からL型金物などでビス接合し、真壁の場合には、CLTパネル工法と同様の金物接合、長ビスの斜め打ちなどで接合することになります。長ビスの斜め打ちは、比較的簡易な施工方法ですが、周辺軸組に割裂を生じさせる可能性があるため、ビスの選択、配置、施工方法に注意が必要になります。また、住宅用流通製材を用いた軸組の場合には、高強度の耐力壁は周辺の軸組を破壊しやすくなってしまうため、短期許容せん断力14kN/m程度に抑えて使用するのが普通です。

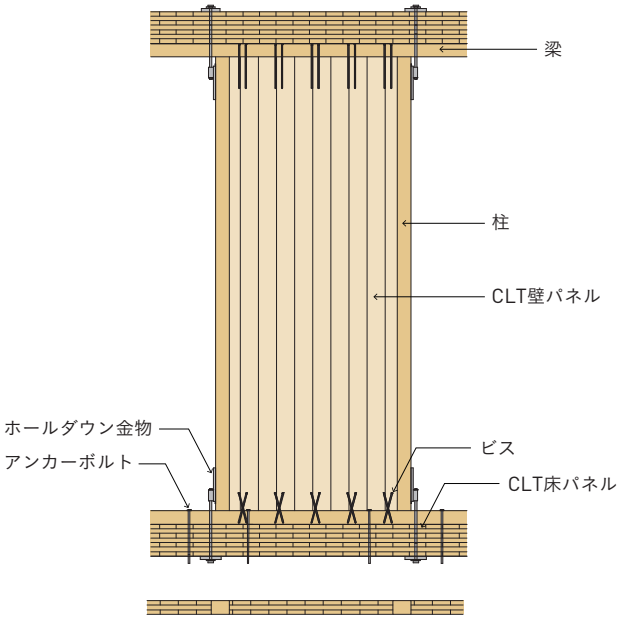
また、厚いCLT版の大壁は、柱、梁を木材で被覆することになり、準耐火構造の燃えしろとして利用することも可能であり、防耐火性能の向上にも役立ちます。



CLTを構造用合板のように使用した高知県森連会館



大壁の場合には、柱・梁の軸組が見えないCLTパネル 工法と同様の姿になります。また、柱・梁の燃えしろとして評価することも可能になります。



真壁で上下横架材のみと接合する場合には、柱とCLTの間を電気配線など設備空間として使用することもできます。

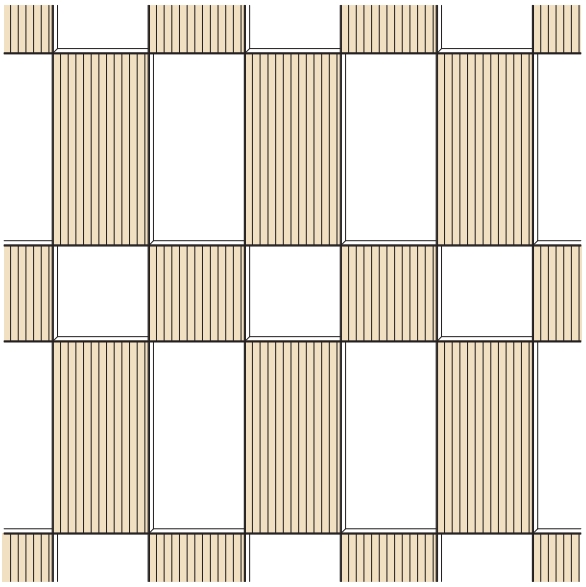
混構造　鉄骨造につかう

木造と同じ軸組工法である鉄骨造においてもCLTを壁、床に使用することができます。これまでの鉄骨造では、床にはデッキプレート＋コンクリートスラブ、ALC版＋水平ブレースなどが用いられ、壁はALC版＋ブレースなどが用いられてきました。この床、壁の面材をCLTで置き換えることが可能になります。CLTでは周辺部材との接合方法を工夫すれば、面内せん断耐力が確保できるため床では水平構面として水平ブレースを省略することができます。壁に用いる場合には、仕上材としてはもちろん、耐震壁として使用することも可能になります。耐震壁として用いる場合には、CLTと周辺鉄骨部材との接合に工夫が必要になります。水平力によって生じる圧縮力をCLT、引張力を金物が抵抗するシステムや、CLTを枠内に固定して圧縮ブレースのように効かせたパネルシステムなどがあります。

また、木造軸組工法に高耐力のCLT壁を設置した場合、境界梁となるCLT周辺の梁には大きな曲げモーメント、せん断力が発生することになります。この応力に対して、ある程度は大断面集成材など木質系材料で対処することが可能ですが、壁の性能がさらに向上してくると木質梁ではなく鉄骨梁を配置した方が効率的な場合もあります。

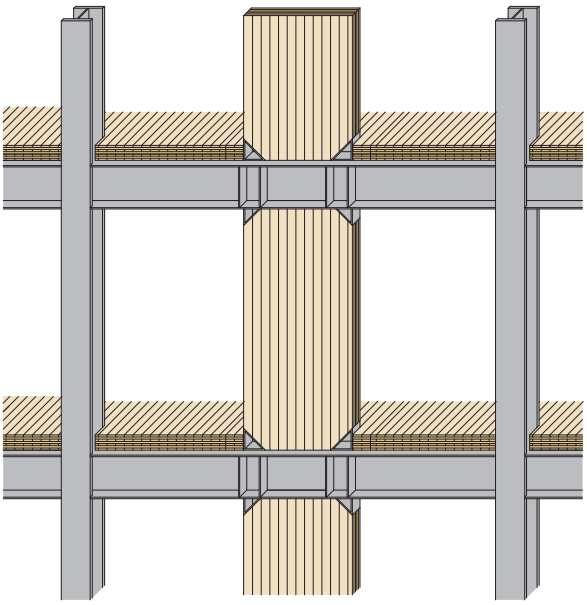


鉄骨造にCLTを用いた兵庫県林業会館



鉄骨枠＋CLTの千鳥格子耐震壁

CLTをFBなどの鉄骨枠に挿入し、圧縮筋かいのように効かせることで耐震性と開放性を両立する壁をつくることができます。



鉄骨フレーム＋CLT耐震壁、CLT床

鉄骨造フレームの耐震壁として主にせん断力を負担するCLT壁とCLT床。耐震要素としてのCLT壁は、接合方法を工夫することにより現しの壁とすることもできます。

その他　CLTならではの形・加工

これまでの木造建築では、柱梁の線材を用いた軸組工法の部材接合は、線材と線材の接合として継手仕口が改良されてきましたが、厚板面材のCLTは、面材と面材の接合とこれまでの接合と異なります。面材同士の稜線で角度をとりながら接合したり、面材のコーナー部を利用して接合したり、面材の辺の途中で角度を変えながら嵌合接合したりすることになります。納めかたも３次元の角度処理、嵌合接合などコンピュータ制御の加工システムと合わせた木組接合、金物接合などを用いることができます。面材同士の接合では、部材のかちまけなども表現の特徴となります。面材を強調したデザインは、伝統木造建築でも見られ、卯之町の重伝建地区では、面で構成された垂直の防火壁、水平の軒、庇が街並みの特徴になっています。

厚板のCLTでは、厚さ方向の加工技術もデザインの特徴にすることができます。単に配線・配管用の溝を掘るだけでなく、3次元加工の曲面は装飾的な模様を刻むことができるほか、照明器具や家具の組み込みなども可能になります。



卯之町の重伝建地区の町並み



嵌合接合によるオブジェ



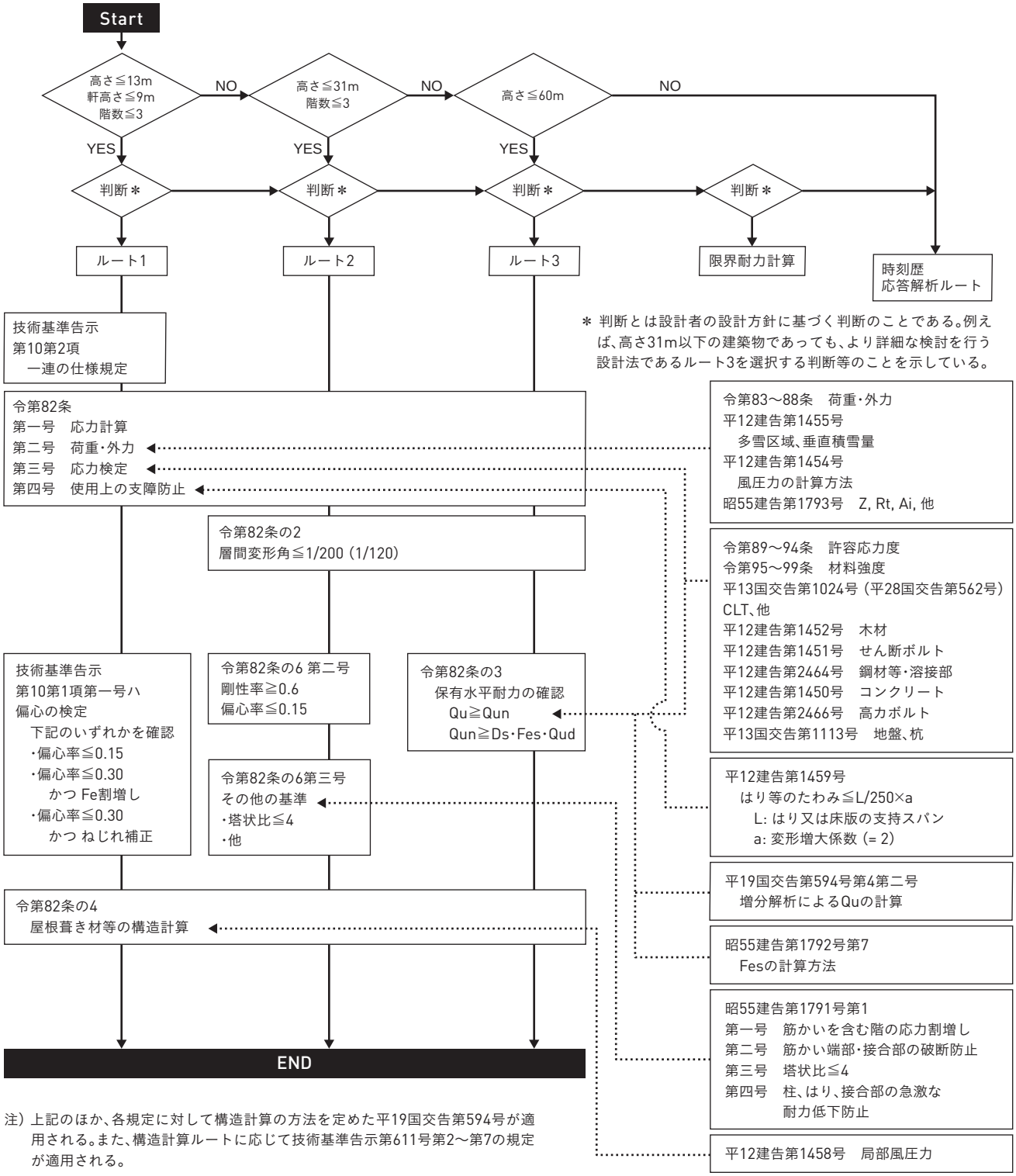
斜め加工による折版構造の家具



3次元曲面加工された家具

4 CLTパネル工法[ルート1]による設計

建築物の構造計算ルートは以下のような流れになります。CLTを壁に使って鉛直荷重と水平荷重の両方を負担するCLTパネル工法では、ルート1によれば、電卓等を利用した簡単な計算でも設計することが可能です。そこで、この比較的簡易な設計法[ルート1]を用いたCLTパネル工法で設計を進めるための要点をまとめました。

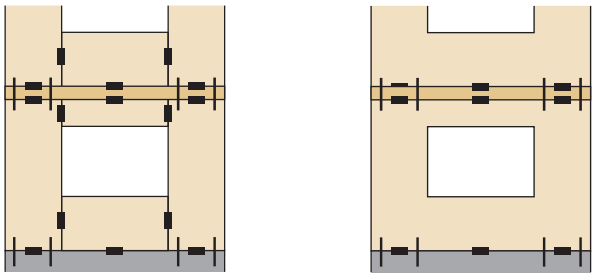


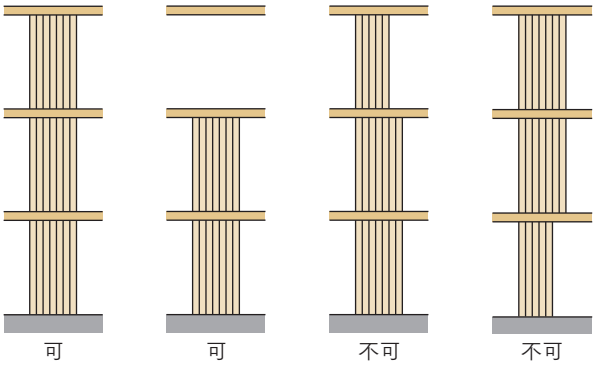
注）上記のほか、各規定に対して構造計算の方法を定めた平19国交告第594号が適用される。また、構造計算ルートに応じて技術基準告示第611号第2～第7の規定が適用される。

簡易な設計法[ルート1]でできること

CLTパネル工法[ルート1]は、3階建て以下(軒高9m以下、高さ13m以下)の矩形の建物に適した設計法といえます。現状の法令によると、次のような設計制限がありますが、設計の初期段階から、これをクリアするよう配慮して設計を進めれば簡易な設計となります。

(1)壁の構成は小幅パネル架構または大版パネル架構①のいずれかとする(右上図)
(2)耐力壁の直下には同幅・同厚以上の耐力壁を配置する(右下図)
(3)垂れ壁・腰壁パネルの両端は耐力壁に接する
(4)耐力壁の幅は90㎝以上2m以下
(5)開口部の幅は90㎝以上4m以下
(6)垂れ壁・腰壁の高さは50㎝以上
(7)壁パネルに用いるCLTの強度等級はS60-3層3プライ、Mx60-5層5プライまたは同等以上の耐力





耐力壁の配置の可否



榛名神社 奉納額収蔵庫　設計:エムロード環境造形研究所



三東工業社 信楽本店　設計:加藤淳一建築設計事務所



岡山市錦認定こども園　設計:(株)丹羽建築設計事務所



ホワイトロジング共同住宅施設　設計:須山建設(株)一級建築士事務所

CLTパネル工法[ルート1]における必要壁長さとスパンの目安

これまでに、CLTパネル工法[ルート1]で設計された事例の多い、事務所や共同住宅について、1階における単位床面積あたりの耐力壁の必要長さと、屋根・床スパンの目安をまとめました。基本設計時に、建物規模により決まる耐力壁の必要長さと、CLTの規格による屋根と床のスパンを考慮して設計を進めましょう。なお、スパン表の値よりもスパンを飛ばしたい場合は梁を設けることも可能です。CLTの規格欄のS60-3-3は、強度等級ー構成(層)ー構成(プライ)を示します。

また、スパン表の作成において、たわみ制限は屋根スパンの1/200または2㎝以下、床スパンの1/300または2㎝以下とし、クリープ増大係数は共に2として検討しました(CLTの比重は0.45とし、表中の固定荷重はCLTの自重を差し引いた値としました)。

なお、本表はCLTが同一等級構成Sの場合を示しています。異等級構成Mxについては、銘建工業のホームページ(http://www.meikenkogyo.com/product/2018_11_1_15_47_53/html5.html#page=79)を参照ください。

CLTパネル工法　構造計算ルート1の1階における床面積あたりの必要壁長さの目安

用途	事務所			共同住宅			仮定荷重(単位：N/㎡)
階数	平屋	2階建て	3階建て	平屋	2階建て	3階建て	屋根：1200(900N/㎡で仮定し、軒の出等考慮)
壁パネル厚さ(㎜)	150	150	150	90	150	150	壁(床面積あたり)：事務所　1500 共同住宅　1400(2階、3階建て)、900(平屋) ＊最上階は　上記荷重の1/2
水平荷重(kN/㎡)	0.39	1.11	1.83	0.33	0.98	1.7	
階高さ(m)	3.6			3.0			床：固定荷重　1300 積載荷重　事務所　800、共同住宅　600
許容水平耐力(kN/m)	12.5	12.5	8.3	15.0	15.0	10.0	
必要壁量(㎝/㎡)	3.1	8.9	22.0	2.2	6.5	17.0	

CLTの強度(強軸方向)と構造用集成材(対象異等級構成)・構造用製材の基準強度の比較 (単位：N/㎟)

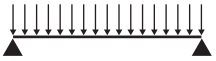
種類	強度規格	圧縮 Fc	引張 Ft	曲げ　Fb	
				積層方向	幅方向
CLT	S60-3-3	10.80	8.00	12.68	10.80
	S60-5-5	9.72	7.20	10.42	9.72
	S60-7-7	9.26	6.86	9.36	9.26
	S60-5-7	11.57	8.57	12.16	11.57
	S90-3-3	13.80	10.25	16.20	13.80
	S90-5-5	12.42	9.23	13.32	12.42
	S90-7-7	11.83	8.79	11.96	11.83
	S90-5-7	14.79	10.98	15.54	14.79

※CLTは等級区分機によるラミナ仕様

種類	強度規格	圧縮 Fc	引張 Ft	曲げ　Fb	
				積層方向	幅方向
構造用集成材	E65-F225	16.7	14.6	22.5	15.0
	E95-F270	21.7	18.9	27.0	20.4
構造用製材	F70スギ	23.4	17.4	29.4	
	E90ヒノキ	24.6	18.6	30.6	

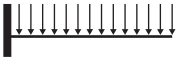
樹種	せん断　Fs		
	CLT	構造用集成材	構造用製材
スギ	0.9	2.7	1.8
ヒノキ	1.2	3.6	2.1

CLTを屋根に使用する時のスパン表(単純梁)



CLTの規格	厚さ(㎜)	荷重(N/㎡)		最大スパン(m)
		固定荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	500	405	4.0
		1000	405	3.5
S90-3-3		500	405	4.5
		1000	405	4.0
S60-3-4	120	500	540	4.4
		1000	540	3.9
S90-3-4		500	540	4.9
		1000	540	4.4
S60-5-5	150	500	675	5.3
		1000	675	4.8
S90-5-5		500	675	5.9
		1000	675	5.4

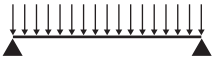
CLTを屋根に使用する時のスパン表(片持ち梁)



CLTの規格	厚さ(㎜)	方向	荷重(N/㎡)		最大スパン(m)
			固定荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	強軸	500	405	1.9
			1000	405	1.6
		弱軸	500	405	0.65
			1000	405	0.55
S90-3-3	90	強軸	500	405	2.2
			1000	405	1.8
		弱軸	500	405	0.75
			1000	405	0.65
S60-3-4	120	強軸	500	540	2.1
			1000	540	1.8
		弱軸	500	540	1.25
			1000	540	1.1
S90-3-4	120	強軸	500	540	2.4
			1000	540	2.1
		弱軸	500	540	1.4
			1000	540	1.2
S60-5-5	150	強軸	500	675	2.7
			1000	675	2.4
		弱軸	500	675	1.75
			1000	675	1.55
S90-5-5	150	強軸	500	675	3.1
			1000	675	2.7
		弱軸	500	675	2.0
			1000	675	1.8

CLTを床に使用する時のスパン表(単純梁)

住宅



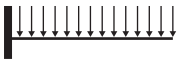
CLTの規格	厚さ(㎜)	荷重(N/㎡)			最大スパン(m)
		固定荷重	積載荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	900	1800	405	2.2
S90-3-3					2.6
S60-5-5	150			675	3.5
S90-5-5					4.0
S60-5-7	210			945	5.0
S90-5-7					5.8

事務所

CLTの規格	厚さ(㎜)	荷重(N/㎡)			最大スパン(m)
		固定荷重	積載荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	900	2900	405	2.0
S90-3-3					2.3
S60-5-5	150			675	3.1
S90-5-5					3.6
S60-5-7	210			945	4.7
S90-5-7					5.3

CLTを床に使用する時のスパン表(片持ち梁)

住宅



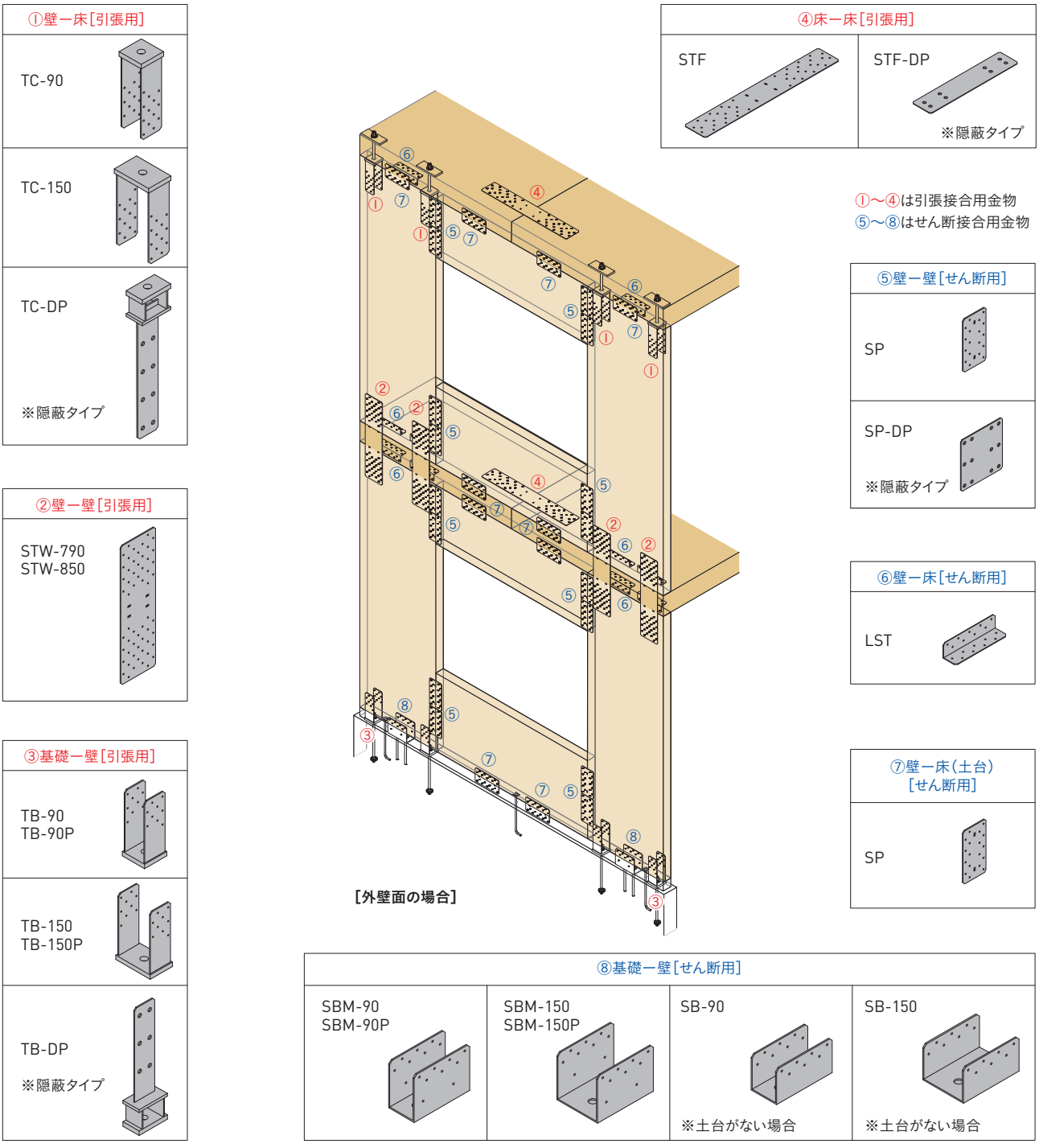
CLTの規格	厚さ(㎜)	荷重(N/㎡)			最大スパン(m)
		固定荷重	積載荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	900	1800	405	1.0
S90-3-3					1.2
S60-5-5	150			675	1.5
S90-5-5					1.8
S60-5-7	210			945	2.2
S90-5-7					2.6

事務所

CLTの規格	厚さ(㎜)	荷重(N/㎡)			最大スパン(m)
		固定荷重	積載荷重	CLT自重	
S60-3-3	90	900	2900	405	0.9
S90-3-3					1.0
S60-5-5	150			675	1.4
S90-5-5					1.6
S60-5-7	210			945	2.0
S90-5-7					2.4

接合金物の選択

CLTパネルの接合金物には、引張接合用とせん断接合用があります。ここでは、構造計算ルート1に対応した接合金物の一例を示します。なお、詳細は日本住宅・木材技術センターのホームページ(https://www.howtec.or.jp/publics/index/134/（χマーク表示金物の種類と耐力性能一覧表))を参照下さい。



構造計算ルート1に対応した接合金物（χマーク表示金物）の使用事例

構造計算ルート1に対応した引張接合部の強度性能

接合部位	接合部の種類	要求性能		許容耐力	金物事例
壁パネルー基礎	U型の鋼材その他これらに類するもの	金物ーCLTの終局耐力 Pu	86kN以上	51kN以上	TB-90 TB-150 ③
		ボルトの規格	M16(ABR490)		
		引張応力に対して有効な部分の長さ	400㎜以上		
	引きボルト	座金ーCLTの終局耐力 Pu	86kN以上	51kN以上	角座金W 19
		ボルトの規格	M16(ABR490)		
		引張応力に対して有効な部分の長さ	400㎜以上		
下階壁パネルー 上階壁パネル	U型の鋼材その他これらに類するもの	金物ーCLTの終局耐力 Pu	135kN以上	79.6kN以上	TC-90 TC-150 ①
		ボルトの規格	M20(ABR490)		
		引張応力に対して有効な部分の長さ	200㎜以上		
	引きボルト	座金ーCLTの終局耐力 Pu	135kN以上	79.6kN以上	角座金W 19
		ボルトの規格	M20(ABR490)		
		引張応力に対して有効な部分の長さ	200㎜以上		
	形状の指定なし	金物ーCLTの終局耐力 Pu	135kN以上	79.6kN以上	STW-790 STW-850 ②
		δu	20㎜以上		
		伸び率	10%以上		
		接合部全体の許容力 Pa	79.6kN以上		
床パネルー床パネル	形状の指定なし	接合部全体の許容力 Pa	52kN以上／箇所		STF ④
床パネルー横架材					ー

構造計算ルート1に対応したせん断接合部の強度性能

接合部位	接合部の種類	要求性能		金物事例
壁パネルー垂れ壁・腰壁パネル	形状の指定なし	接合部全体の許容力 Pa	52kN以上／箇所	SP 2個使用 ⑤⑦
壁パネルー基礎又は土台	形状の指定なし	接合部全体の許容力 Pa	47kN以上／箇所	SB-90、SB-150 SBM-90、SBM-150 ⑧
壁パネルー床パネル、 小屋組又は屋根パネル	形状の指定なし	接合部全体の許容力 Pa	54kN以上／箇所	LST 2個使用 ⑥
床パネル相互、壁パネル 相互のせん断接合	形状の指定なし	接合部全体の許容力 Pa	54kN以上／箇所	構造用合板t=27、スギ全層、特類2級、 積層数9



せん断接合用金物(左)と引張接合用金物(中央)



CLTパネルの施工。金物が現しとなるため塗装されている

5 国内のCLT建築事例

2014年3月に日本におけるCLT建築の一棟目となる“おおとよ製材社員寮”が、高知県に完成して以降、100棟を超える建築が竣工しています。

その中から、前述の「3.CLTの使い方」において整理した、CLTならではの特徴を活かした建築事例を紹介します。大きなCLTを床や壁にそのまま使ったり、一枚のCLTに屋根と壁の両機能を持たせて、部材数を減らし施工期間を短縮したものや、CLTの高い耐震性能を最大限活用して開放的な空間を実現したものなど様々です。

CLTを壁・床・屋根に使った「CLTパネル工法」、木造軸組工法の壁・床・屋根に構造用合板のように耐震要素として使う「軸組工法＋CLTパネル」、鉄骨造や鉄筋コンクリート造の床・耐震壁に使う「混構造」に分類して、建物用途や、構造設計ルート、防耐火要件の異なる合計11物件の建築事例を選択しています。

ここで紹介する以外にも様々な建築事例が日本CLT協会ホームページ（http://clta.jp/case/）に掲載されていますので、そちらも併せて参照ください。

CLTパネル工法［ルート1］



（株）シンコール社屋　P38

CLTパネル工法［ルート1以外］



大牟田の整骨院併用住宅　P70

軸組工法＋CLTパネル



高知県森連会館　P54

混構造



兵庫県林業会館　P66

ページ	建物名 構造・防耐火・規模・用途	工法 CLT利用部分 最大CLT寸法(㎜)	パネル工法					軸組工法＋CLT	混構造
			箱をつくる [P18]	壁を配置する [P19]	床屋根をかける [P20]	くりかえす [P21]	コアをつくる [P22]	構造用合板の代替え [P23]	鉄構造につかう [P24]
P34	**津野町森林組合** 構造：ルート1 防耐火：その他建築物 [2F建て][事務所]	CLTパネル工法 壁・床・屋根 厚150×2,960×11,280		○	○	○	○		
P38	**(株)シンコール社屋** 構造：ルート1 防耐火：その他建築物 [2F建て][事務所・展示場]	CLTパネル工法 壁・床・屋根 厚210×2,000×8,000	○	○	○		○		
P42	**内子高校部室** 構造：ルート1 防耐火：その他建築物 [2F建て][学校]	CLTパネル工法 壁・床・屋根・階段 厚150×2,300×7,000	○		○	○			
P46	**いわきCLT復興公営住宅** 構造：ルート3 防耐火：イ準耐火建築物(1時間) [3F建て][共同住宅]	CLTパネル工法 壁・床・屋根 厚210×1,700×6,800	○		○	○			
P50	**ST柳町Ⅰ** 構造：限界耐力計算 防耐火：イ準耐火建築物(45分) [3F建て][事務所・店舗]	CLTパネル工法 壁・床・屋根・階段 厚90×2,100×4,540		○	○				
P54	**高知県森連会館** 構造：ルート1 防耐火：イ準耐火建築物(45分) [2F建て][事務所]	軸組工法＋CLTパネル 壁・床・屋根・階段 厚180×1,820×6,000		○※	○※	○※		○	
P58	**すくも商銀信用組合本店** 構造：ルート1 防耐火：その他建築物 [2F建て][銀行]	軸組工法＋CLTパネル 壁・床 厚210×1,900×12,000		○※	○※	○※	○※	○	
P62	**(株)カネシロ社屋** 構造：ルート1 防耐火：その他建築物 [3F建て][事務所]	軸組工法＋CLTパネル 壁・床・階段 厚150×2,100×6,000			○※	○※※		○	
P66	**兵庫県林業会館** 構造：ルート3 防耐火：耐火建築物 [5F建て][事務所]	鉄構造＋CLTパネル 壁・床 厚150×2,400×5,000		○※	○※				○
P70	**大牟田の整骨院併用住宅** 構造：ルート2 防耐火：その他建築物 [平屋建て][一戸建て住戸付診療所]	CLTパネル工法 屋根 厚90×1,800×5,857	○	○	○	○			
P74	**木テラス** 構造：ルート2 防耐火：その他建築物 [平屋建て][トイレ]	CLTパネル工法 壁・屋根 厚120×3,000×12,000		○	○				

※　木造軸組工法や鉄骨造において、大きなCLTの床・屋根や耐震壁を効果的に使った建物
※※木造軸組工法において、大きなCLTの床を使って、各階をずらして積んだ建物

津野町森林組合



CLTパネル工法[ルート1]によるセットバックを活かしたシンプルな建物形状

ルート1 **CLTパネル工法**

2F建て | 事務所 | その他建築物

壁を配置する [P19] | 床屋根をかける [P20] | くりかえす [P21] | コアをつくる [P22]

比較的簡易な設計法[ルート1]を採用したCLTパネル工法の事務所です。建物の形状を単純な矩形にして、建物の両サイドのコアに耐震壁を集めることで、事務室・会議室に壁が出ない計画となっています。CLT床、屋根だけでは、あまりスパンが飛ばないため、ヒノキ製材のトラスと組み合わせて、約7.2mの無柱空間が実現されています。

また、本事例における延べ面積1㎡あたりのCLT使用量は約0.42㎥と、一般的な木造軸組工法の建物の0.15～0.2㎥と比較すると約2～3倍となります。そのため、CLTのマザーボード(幅3m×長さ12m)の寸法を考慮したモジュール設計により、歩留まりを向上させてCLTパネルのコスト制御がはかられています。

CLTパネル工法[ルート1]により、法令上、設計可能な要素を最大限取り入れた建築と言えます。

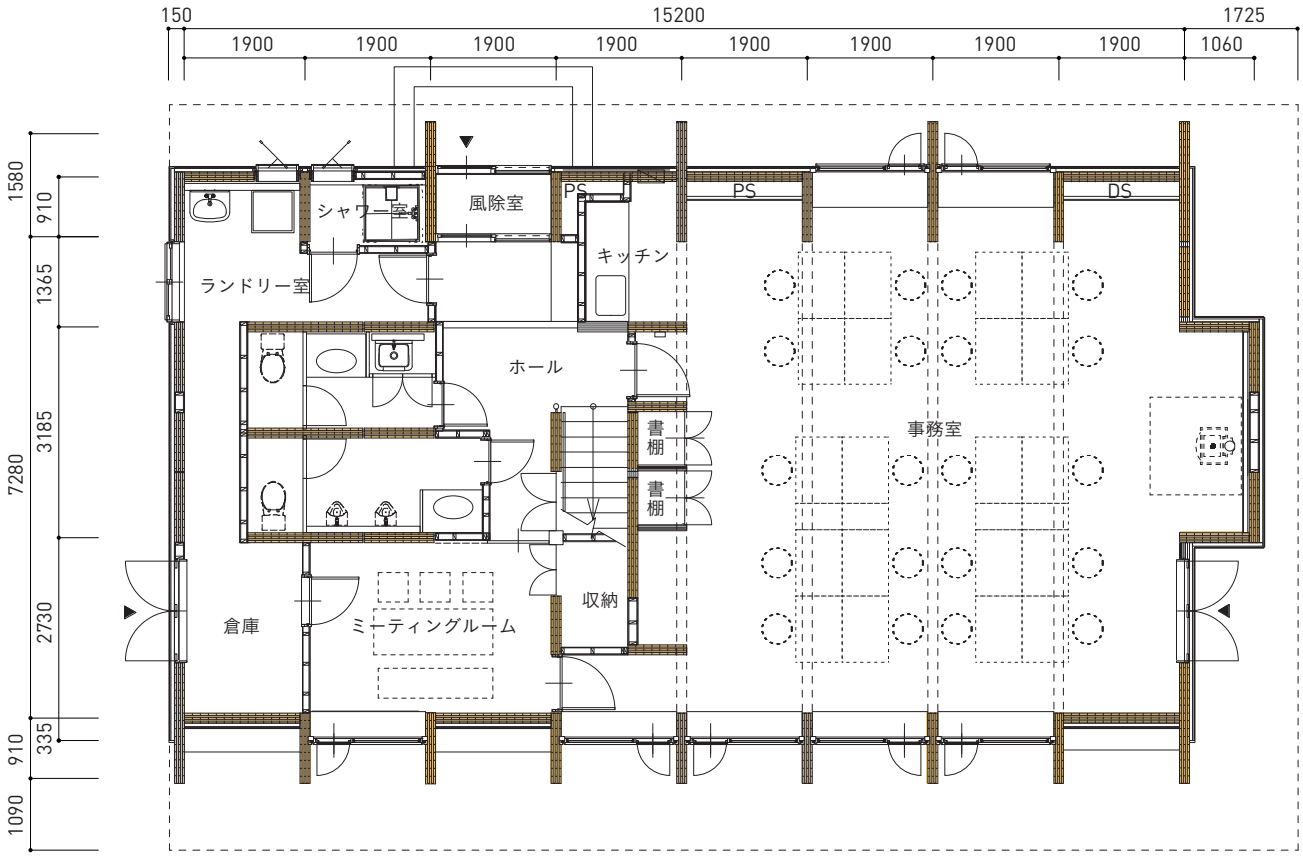
所在地	：	高知県高岡郡津野町
用途	：	事務所
竣工	：	2019年2月
工期	：	約4ヶ月
建築面積	：	156.16㎡
延べ床面積	：	235.28㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	ルート1
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	98.4㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根
最大CLTサイズ	：	150×2,960×11,280㎜
意匠設計	：	CROSS建築設計事務所
構造設計	：	山本構造設計事務所
設備設計	：	進設備設計
施工	：	(株)中成



スギCLTを下弦材・ヒノキ製材を上弦材に使ったトラス構造で約7.2mスパンとした2階の会議室

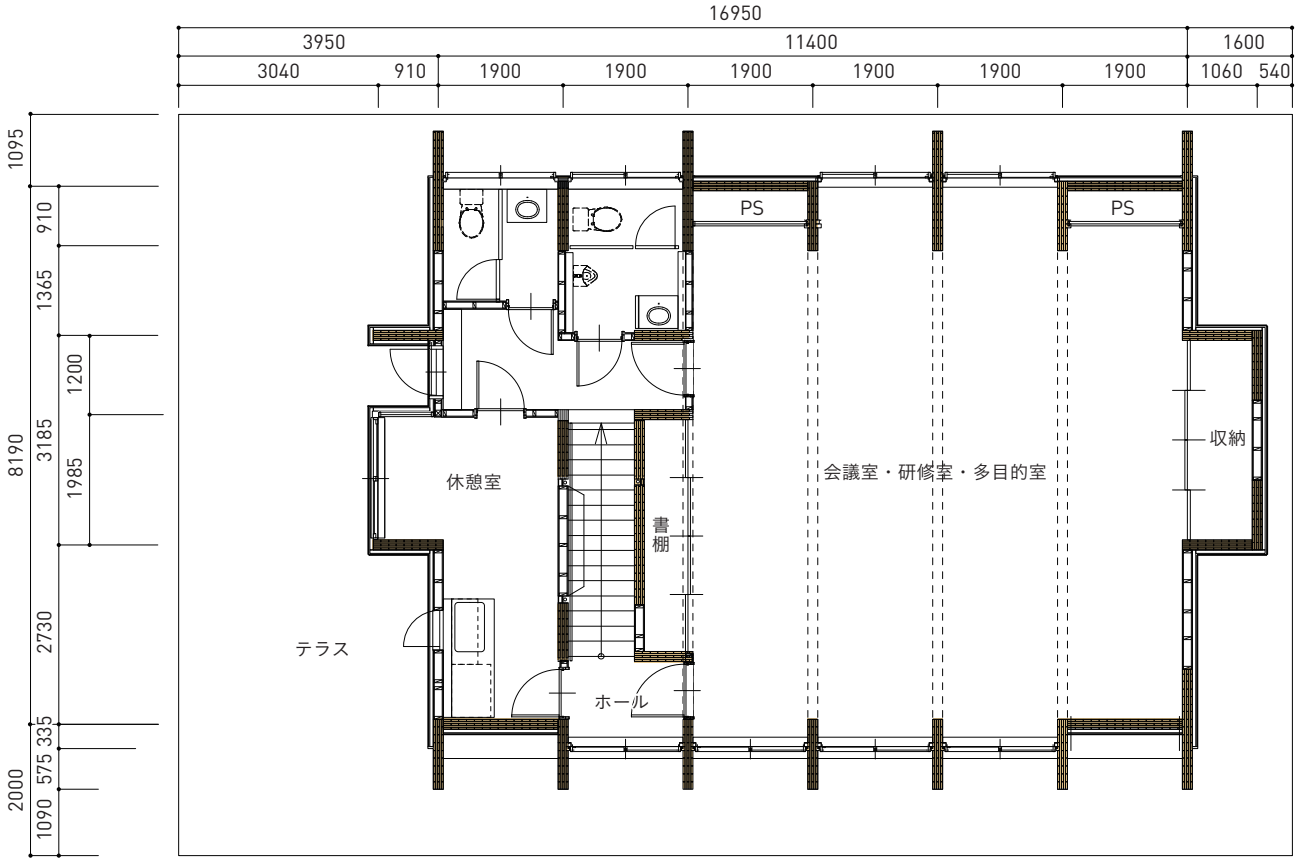


ヒノキCLTを上弦材・ヒノキ製材を下弦材に使ったトラス構造で約7.2mスパンとした1階の事務室



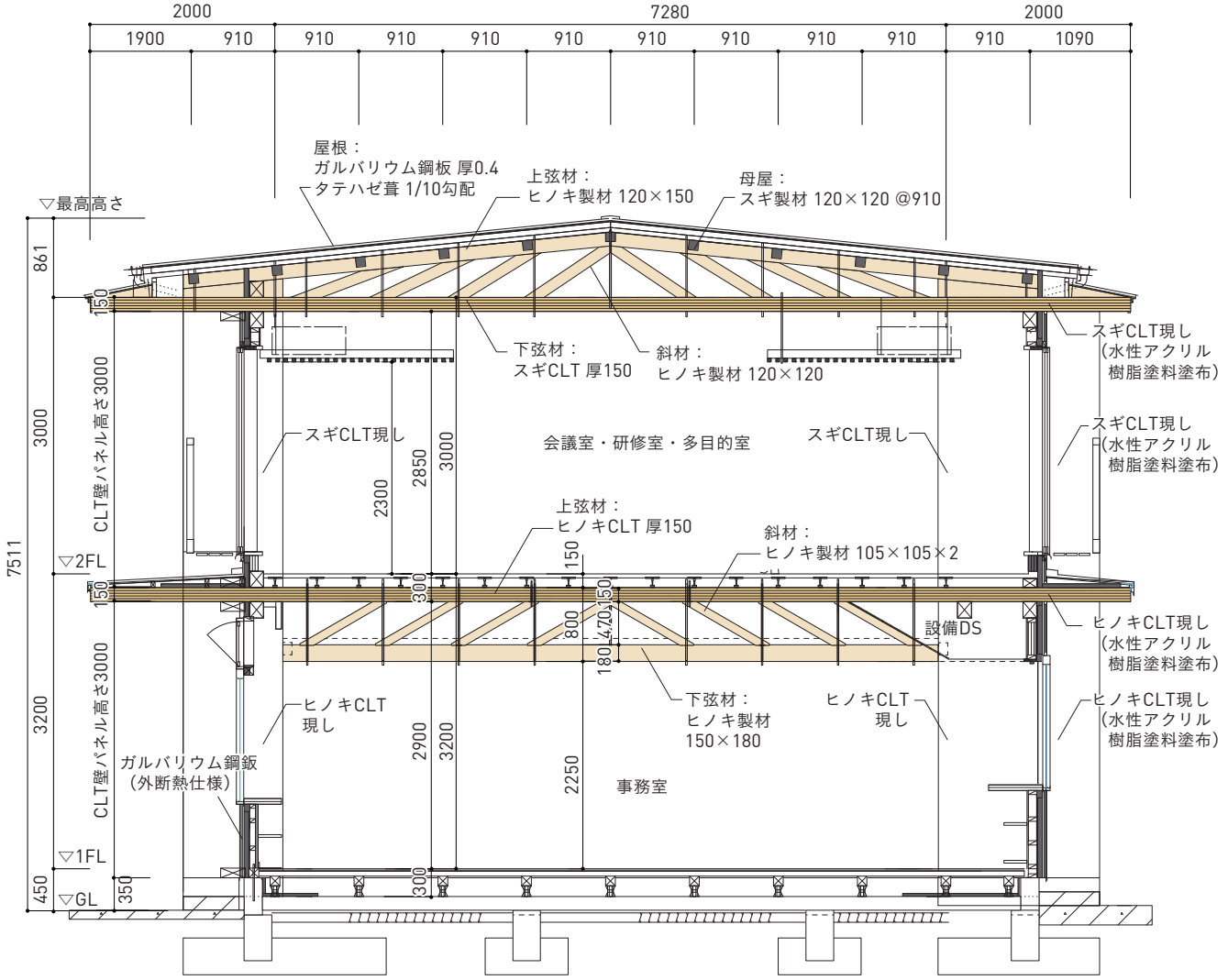
2階平面図

No scale



1階平面図

No scale



断面図
S=1/75



ヒノキCLT壁パネルの建て方



ヒノキCLT床パネルの施工

（株）シンコール社屋



CLTパネル工法[ルート1]に適したシンプルな外観

ルート1　CLTパネル工法

2F建て　事務所・展示場　その他建築物

CLTパネル工法[ルート1]による2階建て事務所兼展示場です。パネル工法が得意なシンプルな箱をつくり、両サイドに水平力を負担するコアとして壁が多くてもよい室が配置されています。その結果、中央部分の事務所や吹抜は、壁のない開放的な空間になっています。CLTパネルだけでは、床・屋根のスパンを大きく飛ばすことは難しいため、必要な部分に木製梁やスチールの張弦梁を設けて、大きな天井面を構成しています。

また、2階建て、延べ面積1,000㎡以下の事務所のため、防火壁の必要ない、その他建築物で設計可能であり、内装制限はかからず、壁・天井のCLTが現しで使われています。

CLTパネル工法の特徴である、箱をつくる、壁を配置する、コアをつくるなどを上手に盛り込んだお手本となる建物と言えます。

箱をつくる [P18]　壁を配置する [P19]　床屋根をかける [P20]　コアをつくる [P22]

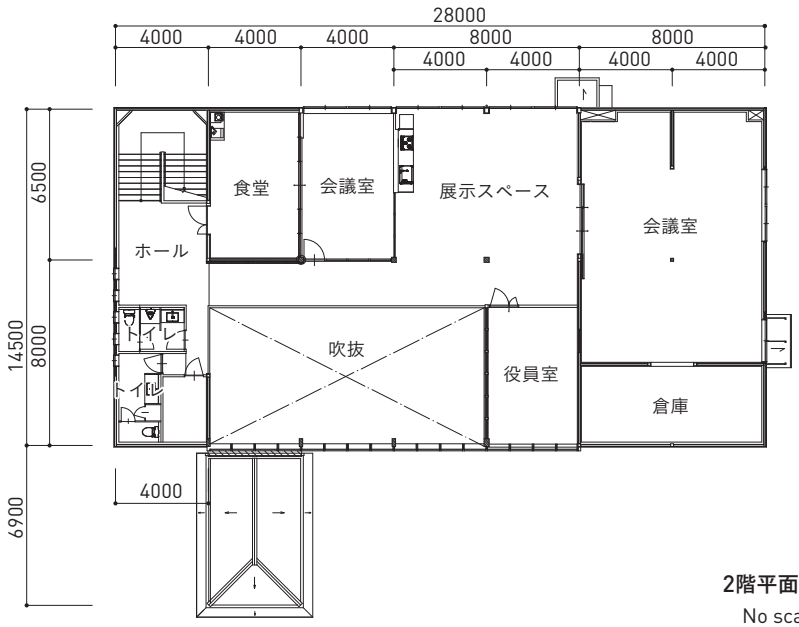
所在地	：	香川県高松市
用途	：	事務所兼展示場
竣工	：	2018年5月
工期	：	約6ヶ月
建築面積	：	438.41㎡
延べ床面積	：	746．37㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	ルート1
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	187.4㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根
最大CLTサイズ	：	210×2,000×8,000㎜
意匠設計	：	島田治男建築設計事務所
構造設計	：	ティ・ティ・アール
設備設計	：	（有）中設備設計
施工	：	（株）菅組



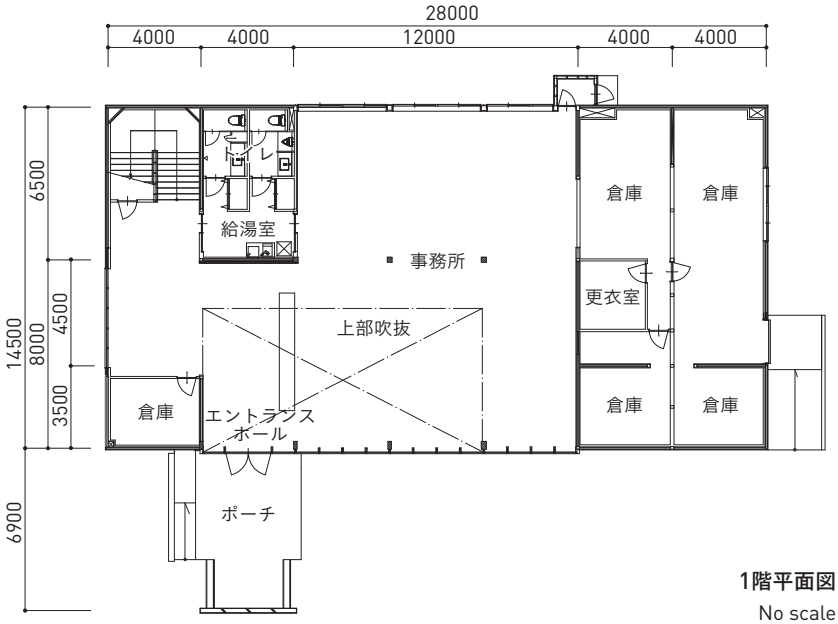
雨がかりの少ない軒裏をCLT現しとしたポーチ



CLT屋根パネルとスチールの張弦梁で8mのスパンを確保した事務所



2階平面図
No scale



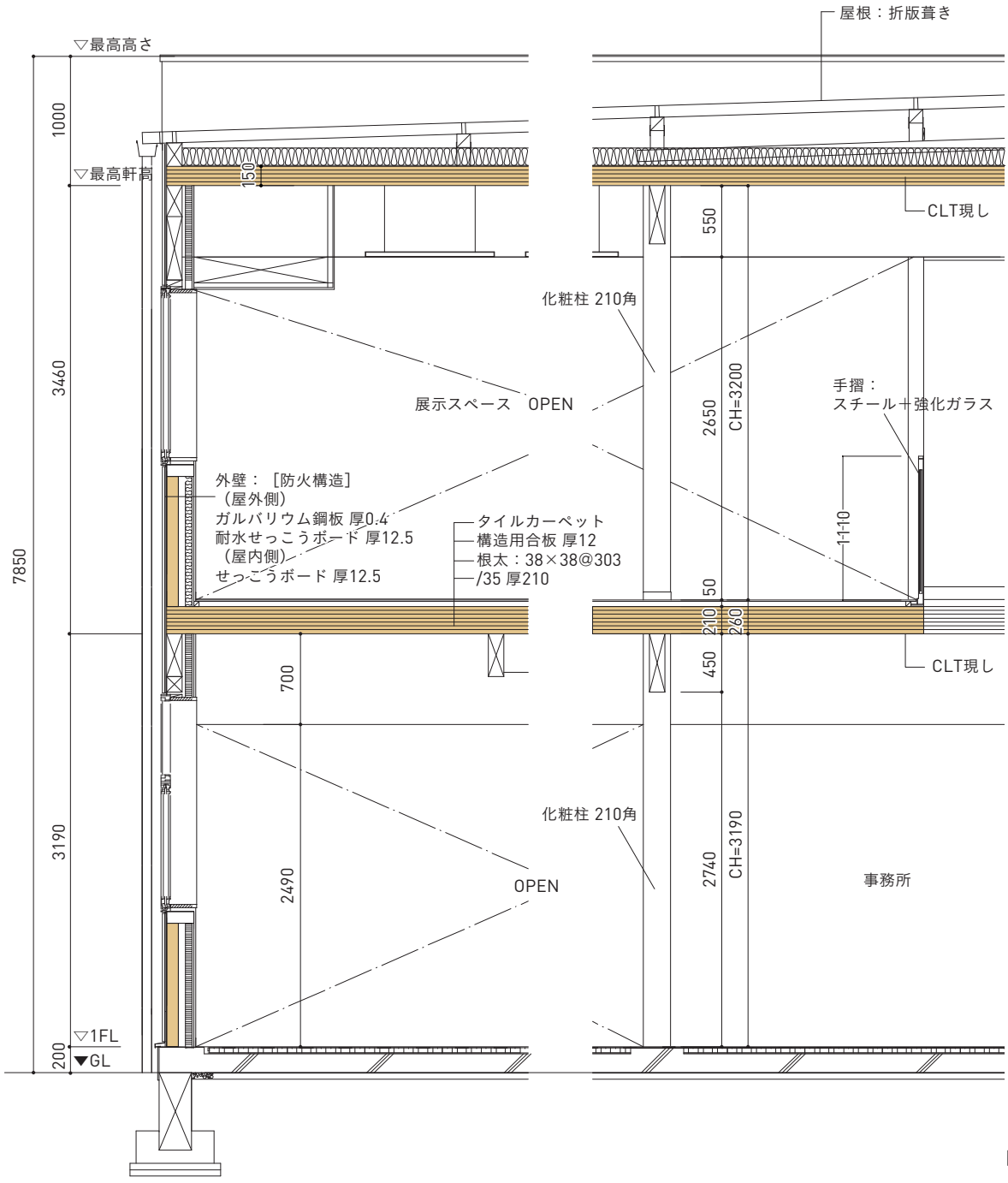
1階平面図
No scale



CLT屋根パネルの施工



CLT屋根パネルとスチールの張弦梁の施工


屋根：折版葺き
▽最高高さ
▽最高軒高
1000
3460
3190
200
7850
150
700
2490
550
2650
CH=3200
1110
50
210
260
450
2740
CH=3190
CLT現し
CLT現し
化粧柱 210角
化粧柱 210角
展示スペース　OPEN
OPEN
手摺：
スチール＋強化ガラス
外壁：［防火構造］
（屋外側）
ガルバリウム鋼板 厚0.4
耐水せっこうボード 厚12.5
（屋内側）
せっこうボード 厚12.5
タイルカーペット
構造用合板 厚12
根太：38×38@303
/35 厚210
事務所
▽1FL
▼GL

断面詳細図
S=1/50

内子高校部室



CLTパネル工法[ルート1]に適したくりかえしの立面

ルート1　CLTパネル工法

2F建て　学校　その他建築物

箱をつくる [P18]　床屋根をかける [P20]　くりかえす [P21]

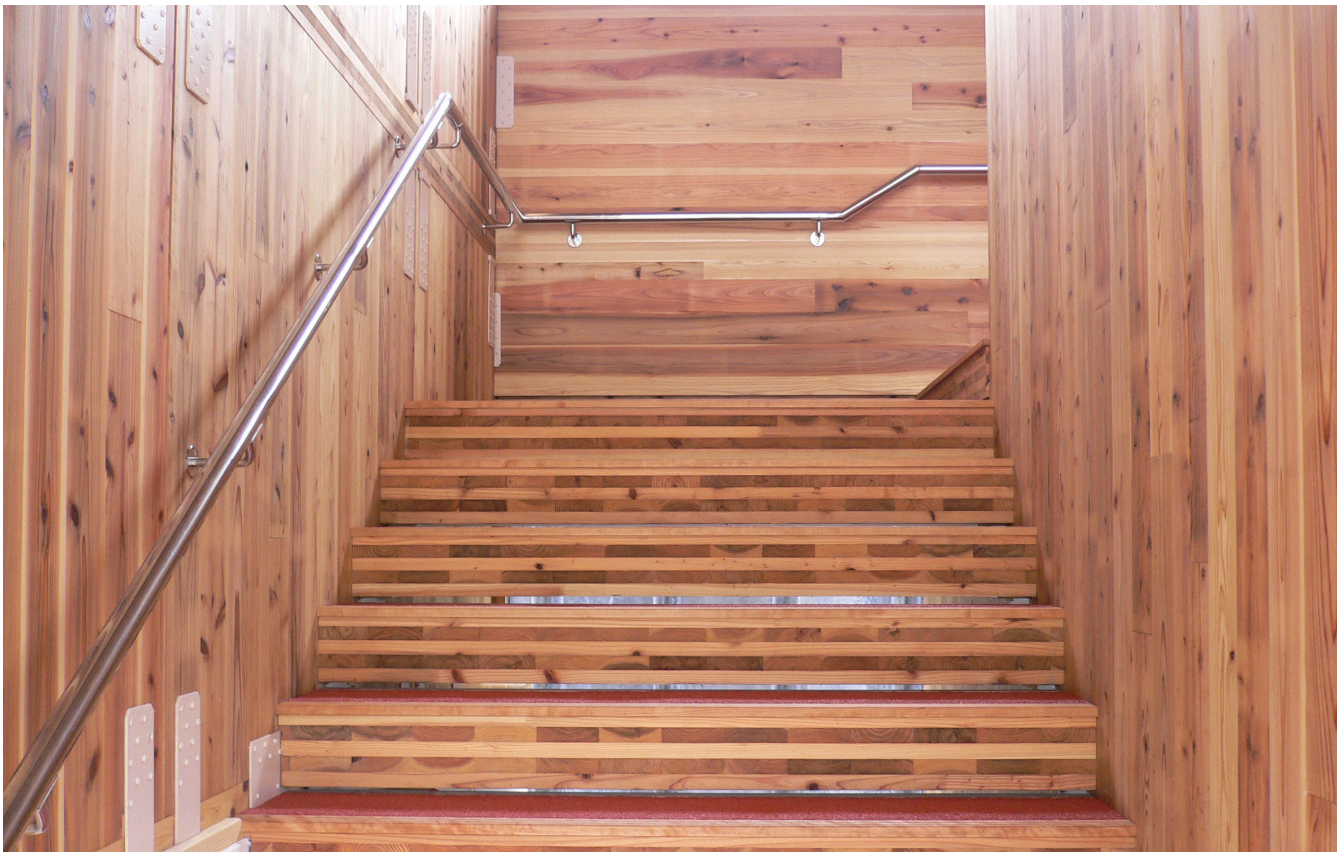
CLTパネル工法[ルート1]による2階建ての高校部室です。平面計画は、厚さ150㎜のスギCLTを用いて飛ばせる床スパンを意識したグリット(4,600㎜×4,700㎜)が繰り返されており、外部廊下はCLT床を本体から持ち出し、先端を柱と梁で受けています。

ルート1の設計に適したχ(クロス)マーク金物を木質色にあわせて塗装して現しで設置することで、壁・床・屋根・階段のCLT躯体とそれらを固定する金物が明快に表現されています。

また、実験的に部室の壁や屋根には断熱材を入れずに、厚さ150㎜のスギCLTで構成された室内の温湿度測定が継続的に行われています。

2階建ての学校建築は基本的に内装制限がかからないため、壁・天井のCLTを現しで設計しやすい建物と言えます。

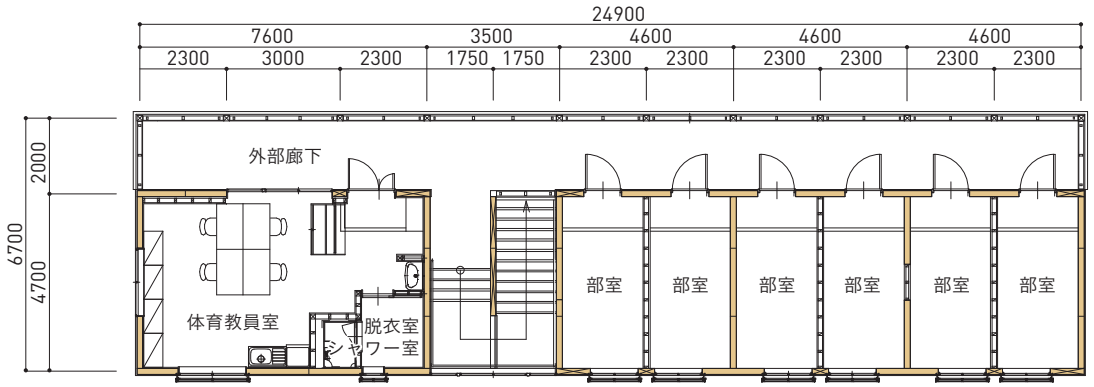
所在地	：	愛媛県内子町
用途	：	高校部室
竣工	：	2017年1月
工期	：	約6ヶ月
建築面積	：	166.83㎡
延べ床面積	：	283.86㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	ルート1
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	85.1㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根・階段
最大CLTサイズ	：	壁：150×1,650×2,550㎜ 床：150×2,300×7,000㎜
意匠設計	：	(株)連合企画設計
構造設計	：	きいぷらん
設備設計	：	(株)連合企画設計
施工	：	(株)山本建設



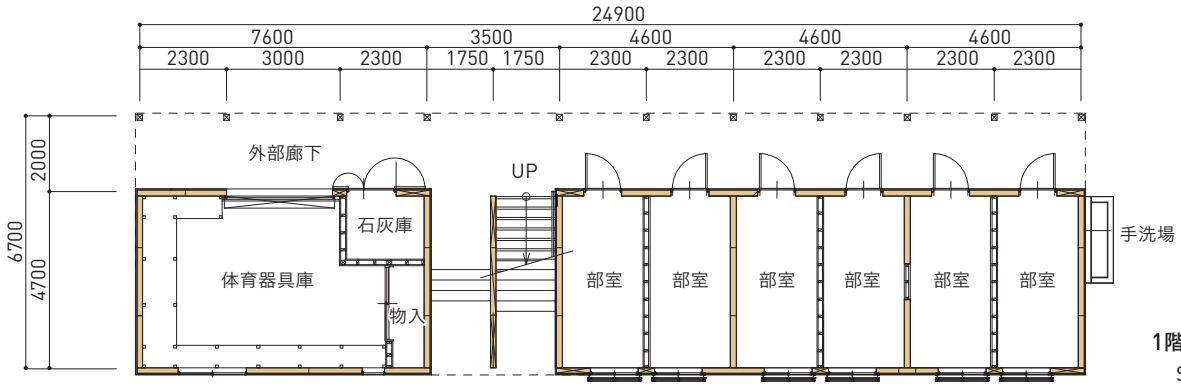
スギCLTを現しにした階段室



壁と天井のCLTを現しにした2階外廊下



2階平面図
S=1/200



1階平面図
S=1/200



1階垂れ壁パネルの施工状況



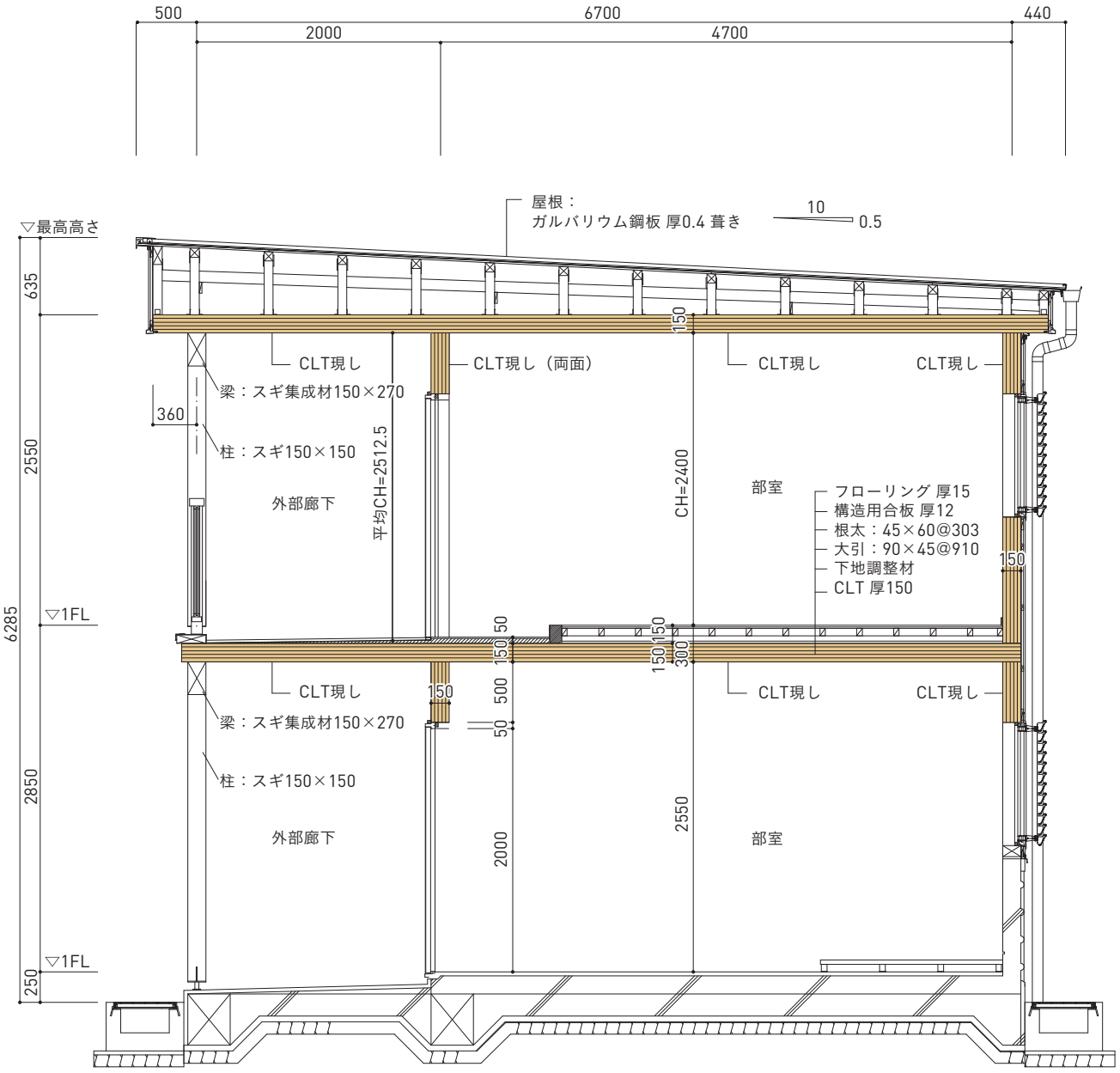
4,600㎜×4,700㎜グリッドを繰り返した平面計画



2階床パネルの施工状況。中央は階段室



2階壁パネルの施工状況。床には養生シートを敷設



断面詳細図

No scale

いわきCLT復興公営住宅



大版CLTパネルが得意とする箱形の建物形態と繰り返しの立面計画

ルート3　CLTパネル工法

3F建て　共同住宅　イ準耐火建築物（1時間）

箱をつくる［P18］　床屋根をかける［P20］　くりかえす［P21］

CLTパネル工法では国内最大級の3階建て共同住宅です。単純な平面・断面とし、大版のCLTパネルの長所を活かして、施工の効率化を目指した建物です。公営住宅としての性能を確保しながら、全住戸内の床の段差をなくして、バリアフリーとするなど、高齢者仕様（ユニバーサルデザイン）対応可能な計画がされています。

バルコニーは、床のCLTパネルを1.6m跳ね出し、軒裏、外壁を燃えしろ設計（1時間準耐火構造）して、雨がかりのほぼない部分について、CLT現し仕上げとなっています。

また、住戸間の界壁には、片面をCLT現しとしながら、日本CLT協会が国土交通大臣認定を取得した界壁仕様を用い、遮音・防耐火・耐震・デザイン（CLT現し）等の複合性能をCLTパネルで実現されています。

CLTパネル工法が得意な「くりかえす（P21）」のお手本の建物と言えます。

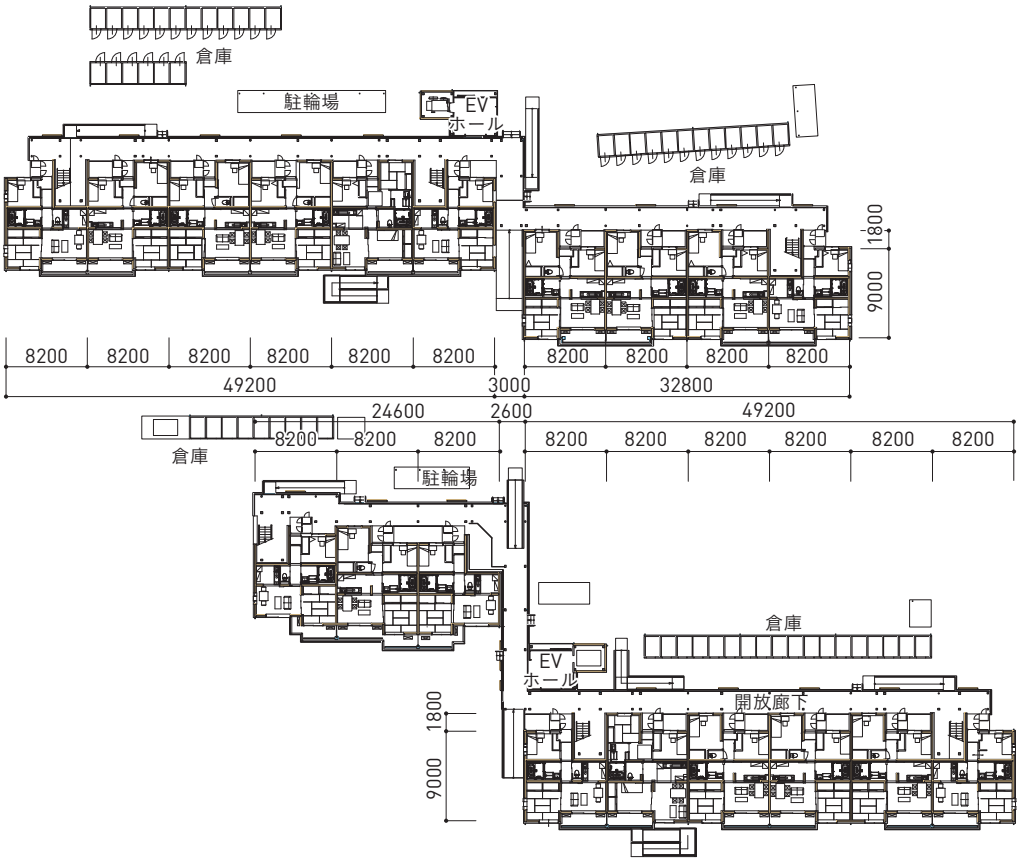
所在地	：	福島県いわき市
用途	：	共同住宅（買取型復興公営住宅）
竣工	：	2017年2月
工期	：	約5.5ヶ月
建築面積	：	2,400.26㎡
延べ床面積	：	1号棟 2,486.81㎡、2号棟 2,194.14㎡
工法	：	CLTパネル工法（共用部鉄骨造）
構造	：	ルート3
防耐火	：	イ準耐火建築物
使用したCLT	：	1,955㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根
最大CLTサイズ	：	210×1,700×6,800㎜
意匠設計	：	（株）白井設計、（株）邑建築事務所 （総合監修：芝浦工業大学 青島啓太）
構造設計	：	（株）日本システム設計
設備設計	：	（株）白井設計、（株）邑建築事務所＋（有）いわき設備設計事務所
施工	：	会津土建、渡辺組、菅野建設、山木工業特定工事共同企業体



準耐火構造の燃えしろ設計により現しとしたCLT壁。躯体と仕上げを兼ねる



CLTの壁とベンチによるコミュニティ空間



1F平面図
No scale



CLT壁パネルの建て込み状況。風が強い日はパネルが煽られることがあるので注意



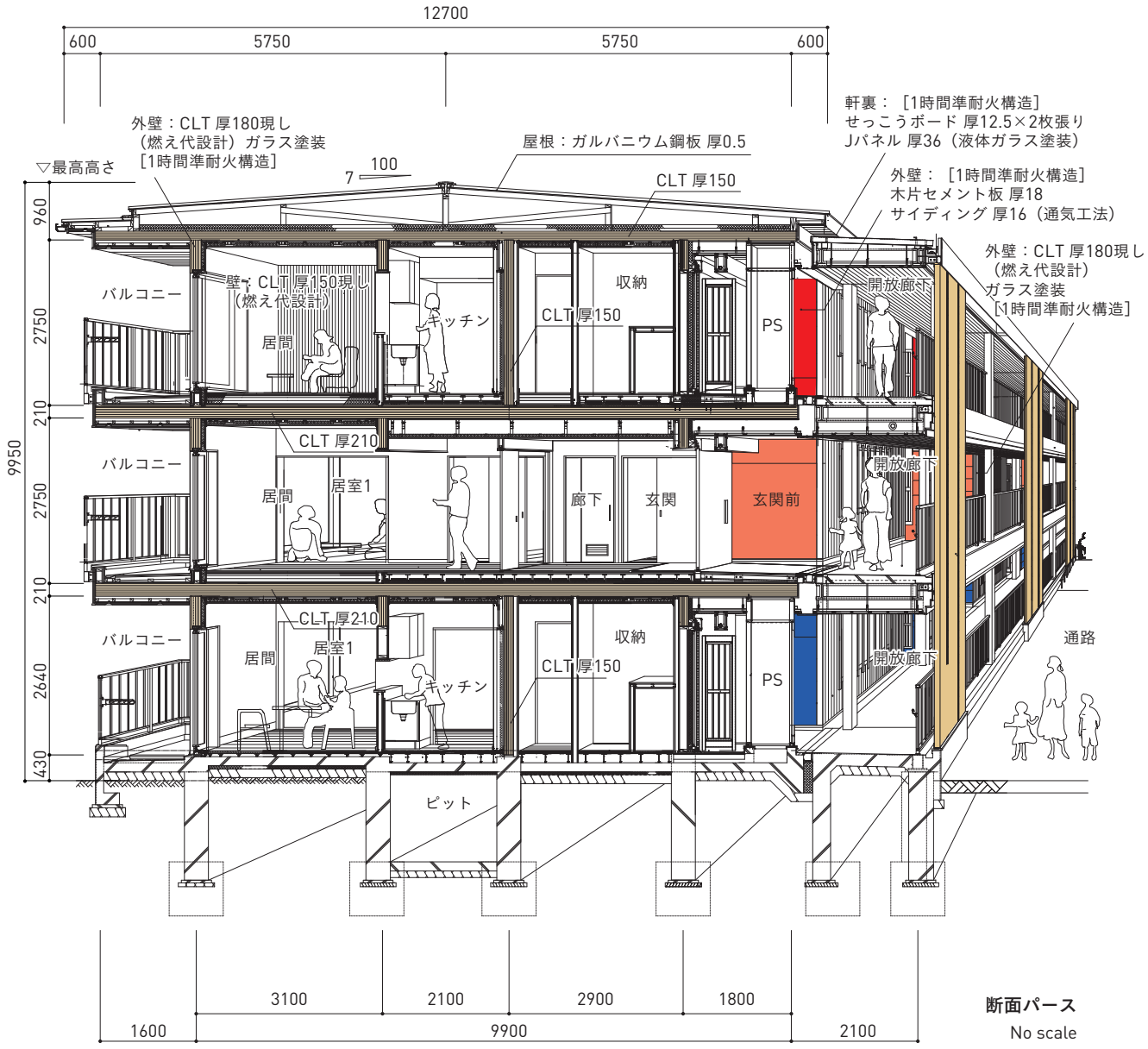
CLTパネルの荷下ろし状況。建て込む順番に配慮して積み込み順を考える



接合金物が取り付いた様子。CLT現し部分と被覆部分を考えて金物を取り付ける



クレーン設置スペース、CLTパネルの仮置きスペースがあると施工しやすい



断面パース
No scale

ST柳町 I


高知市の市街地（準防火地域）に建つ準耐火建築物

限界耐力計算 ②CLTパネル工法

3F建て　事務所・店舗　イ準耐火建築物（45分）

壁を配置する［P19］　床屋根をかける［P20］

高知市内の準防火地域に建つ3階建ての飲食店＋事務所ビルです。建物の最高高さを13m以下、最高の軒高さを9m以下におさえ、CLTパネル工法に軸組工法を組み合わせてイ準耐火構造建築物（45分）で設計されています。壁は厚さ150㎜のスギCLTを用い、燃えしろ設計（燃えしろ寸法45㎜）することで、CLTの室内側が現しになっています。

この現しのCLT壁は、鉛直荷重と地震力に抵抗するために上下に金物が必要となりますが、隠蔽型の接合金物を用いることで、室内側への金物の露出やCLTへの座掘り加工が少なくなっています。また、CLT壁と軸組壁を併用することで、設備配管等は軸組壁に集中させて、CLTに設備開口等の加工をなくして、設備計画がしやすく考えられています。

狭小地におけるCLTを使った準耐火建築物として、お手本となる建築と言えます。

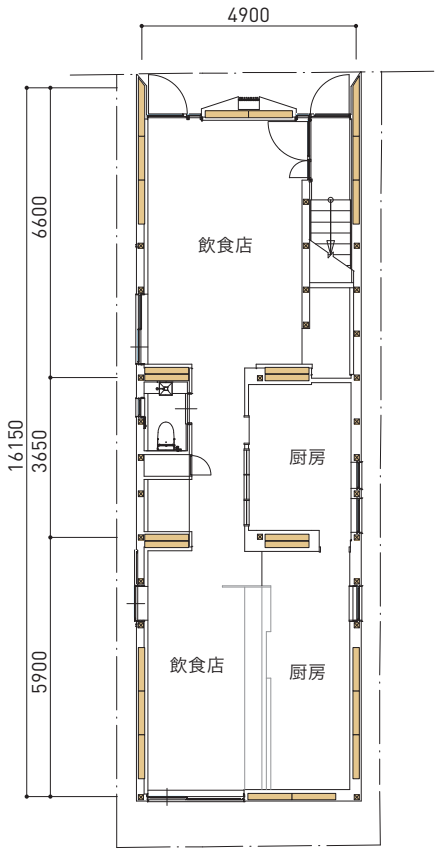
所在地	：	高知県高知市
用途	：	1階：飲食店　2〜3階：事務所
竣工	：	2017年6月
工期	：	約5ヶ月
建築面積	：	81.09㎡
延べ床面積	：	243.91㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	限界耐力計算
防耐火	：	イ準耐火建築物
使用したCLT	：	47.38㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根・階段
最大CLTサイズ	：	壁：150×1,000×3,000㎜ 床：90×2,100×4,540㎜
意匠設計	：	（有）建築設計群 無垢
構造設計	：	桜設計集団一級建築士事務所
設備設計	：	（有）進設備設計事務所
施工	：	大旺新洋（株）



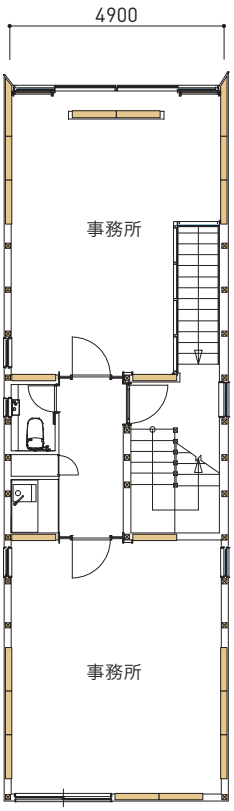
燃えしろ設計したCLT壁を現しにした1階飲食店



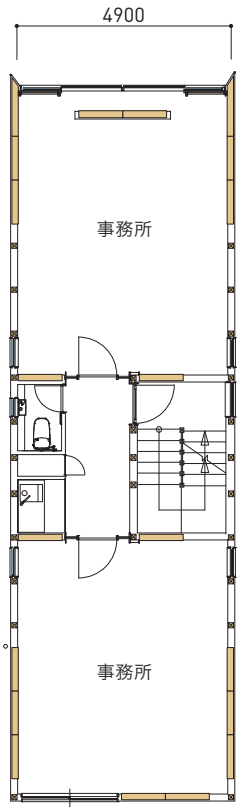
CLT床はせっこうボードで被覆して準耐火構造としている



1階平面図



2階平面図



3階平面図

No scale



基礎の接合金物の設置状況



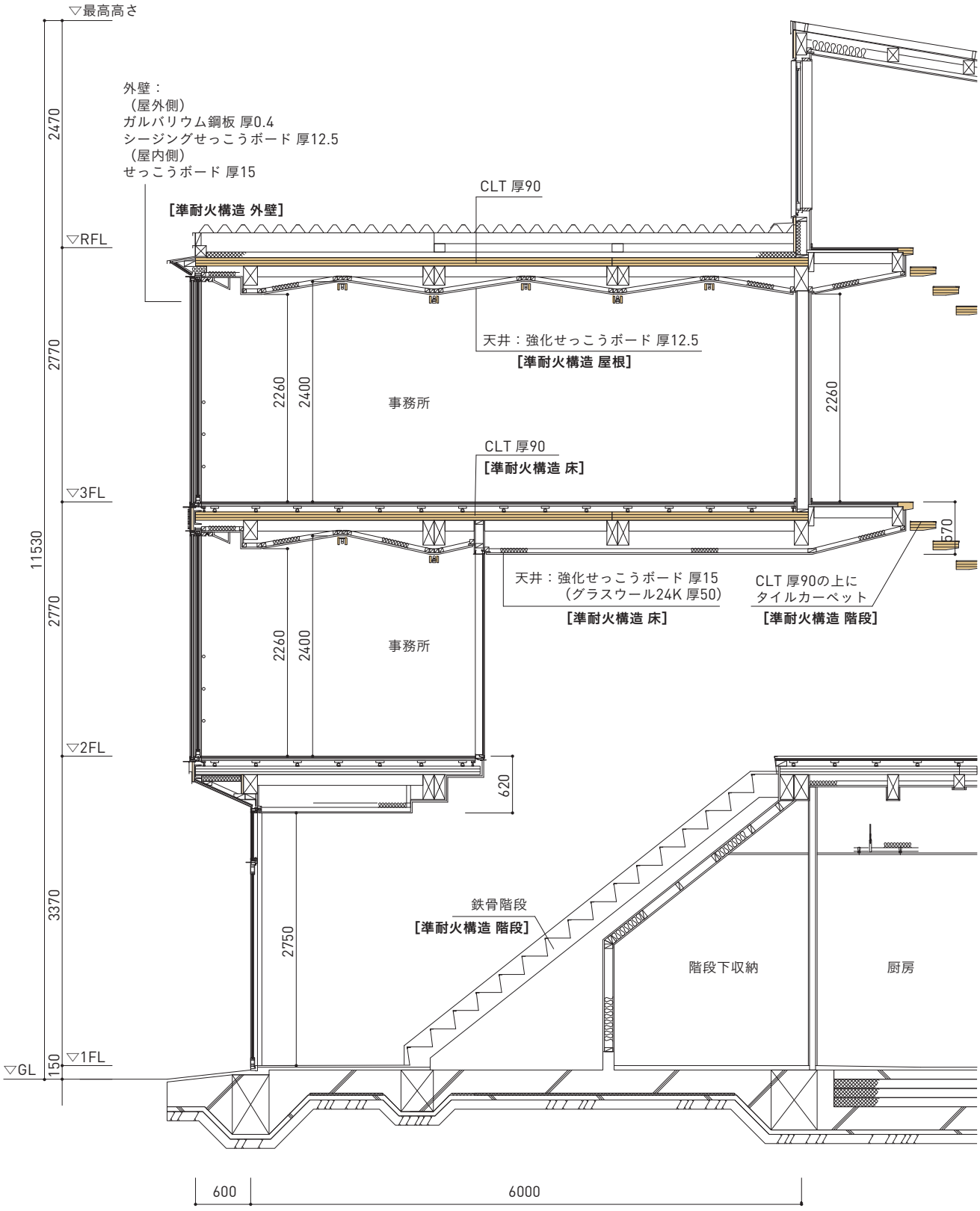
パネル建て込み状況



CLT壁と軸組壁による構造フレーム



壁頂部接合金物


▽最高高さ
外壁：
（屋外側）
ガルバリウム鋼板 厚0.4
シージングせっこうボード 厚12.5
（屋内側）
せっこうボード 厚15
[準耐火構造 外壁]
CLT 厚90
▽RFL
天井：強化せっこうボード 厚12.5
[準耐火構造 屋根]
2260
2400
事務所
2260
CLT 厚90
[準耐火構造 床]
▽3FL
570
天井：強化せっこうボード 厚15
（グラスウール24K 厚50）
[準耐火構造 床]
CLT 厚90の上に
タイルカーペット
[準耐火構造 階段]
2260
2400
事務所
▽2FL
620
鉄骨階段
[準耐火構造 階段]
2750
階段下収納
厨房
▽GL
150
▽1FL
11530
2470
2770
2770
3370
600
6000

断面詳細図
S=1/60

高知県森連会館



二方向への跳ね出しをした軒裏のCLTが特徴的な外観

ルート1　軸組工法＋CLTパネル

2F建て　事務所　イ準耐火建築物（45分）

壁を配置する［P19］　床屋根をかける［P20］　くりかえす［P21］　構造用合板の代替え［P23］

木造軸組工法の柱・梁にCLTパネルの耐震壁・床・屋根を用いた2階建て事務所です。

CLTという新しい材料と工法を普及させていく第一歩として、この建築の役割は「ふつう」であることが大切と考えて設計されています。その結果、その後に続く、多くの木造軸組工法＋CLTパネルのお手本となり、プロトタイプとなっています。

延べ面積1,000㎡を超える2階建て事務所のため、その他建築物での設計が可能ですが、防火壁を回避するため、イ準耐火建築物として設計がされています。規模的に建物全体に内装制限がかかりますが、居室において、天井を準不燃材料とすれば壁は木材とできるH12建告第1439号を用いること、あわせて、壁の燃焼試験を行い、準耐火構造の大臣認定を取得することで、CLTの壁を現しで使用することが可能になっています。CLTパネルの持つ耐震性、防耐火性、仕上材という3つの特徴を活かした計画が上手にされています。

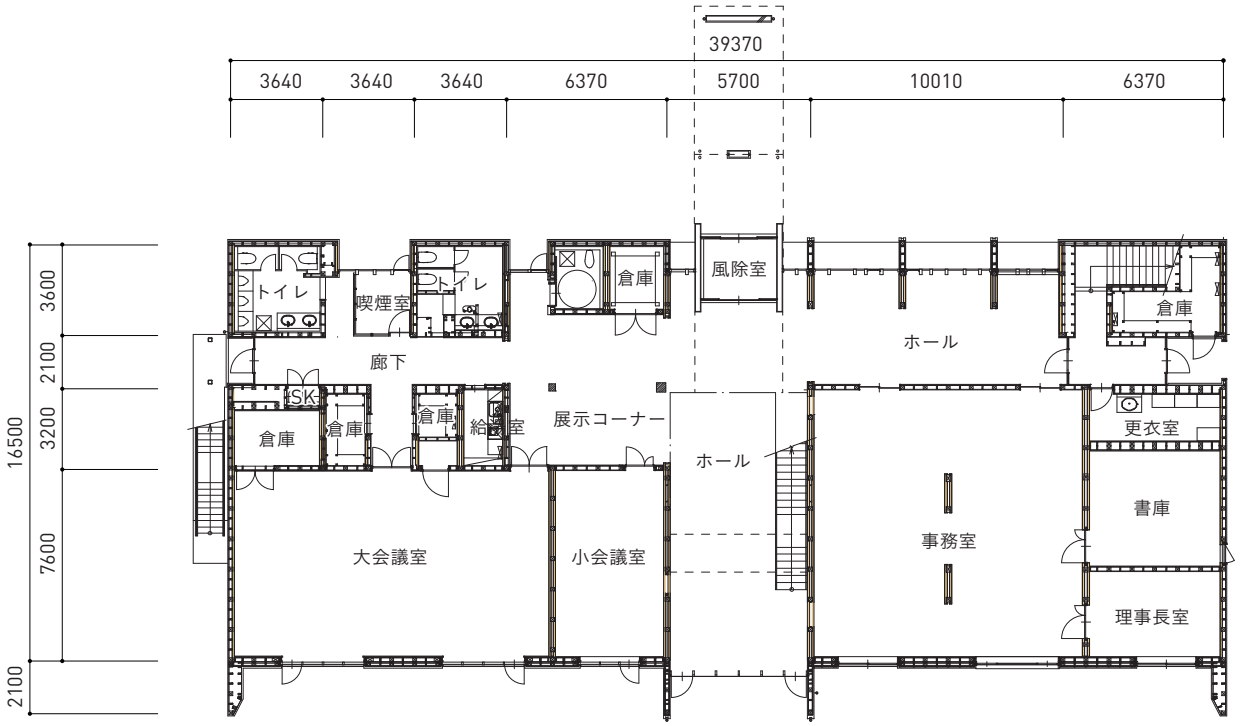
所在地	：	高知県南国市
用途	：	事務所
竣工	：	2016年３月
工期	：	約8ヶ月
建築面積	：	759.54㎡
延べ床面積	：	1209.73㎡
工法	：	木造軸組工法＋CLTパネル
構造	：	ルート1
防耐火	：	イ準耐火建築物（45分）
使用したCLT	：	315.90㎥
CLT利用部分	：	壁・床・屋根・階段
最大CLTサイズ	：	180×1,820×6,000㎜
意匠設計	：	ふつう合班（鈴江章宏建築設計事務所、界設計室、〇ケンチクジムショ）
構造設計	：	HF設計
設備設計	：	（株）シグマ設備設計室
施工	：	（株）岸之上工務店



CLT特有の積層した木口を効果的に見せたホール



天井を準不燃材料とし壁をCLT現しとして内装制限に対応(H12建設省告示第1439号)



1階平面図
No scale



1階CLT壁の吊り込み



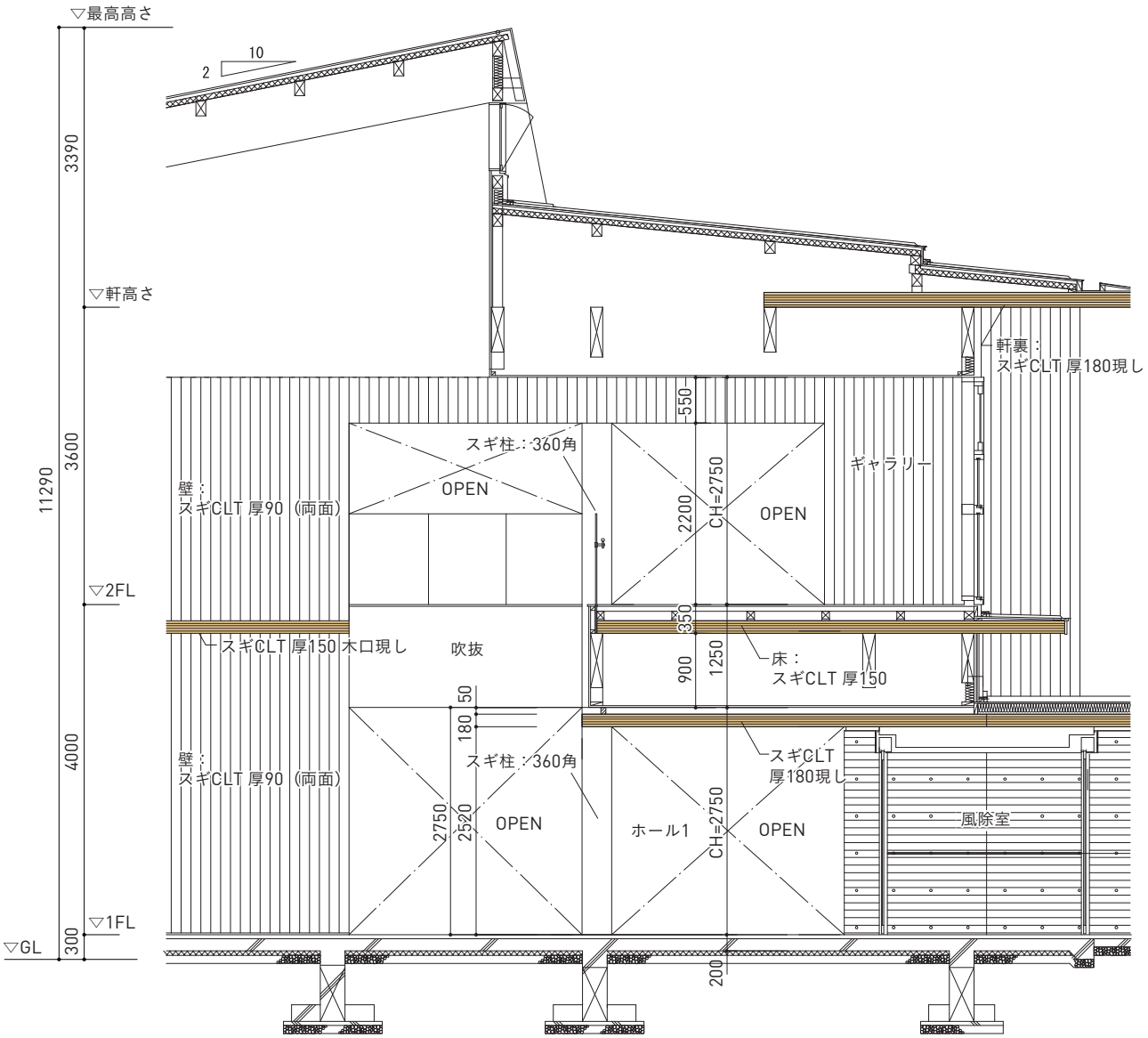
1階CLT壁の取付け



大きく跳ね出した大版CLT屋根パネルの吊り込み



CLT屋根上での束・母屋の建て方作業


▽最高高さ
▽軒高さ
▽2FL
▽1FL
▽GL
11290
3390
3600
4000
300
10
2
軒裏：
スギCLT 厚180現し
550
スギ柱：360角
OPEN
壁：
スギCLT 厚90（両面）
2200
CH=2750
OPEN
ギャラリー
350
スギCLT 厚150 木口現し
吹抜
900
1250
床：
スギCLT 厚150
50
180
スギ柱：360角
壁：
スギCLT 厚90（両面）
スギCLT
厚180現し
2750
2520
OPEN
ホール1
CH=2750
OPEN
風除室
200

断面図
No scale

すくも商銀信用組合本店



全国的にも珍しい木造の銀行の外観

ルート1 **軸組工法＋CLTパネル**

2F建て　銀行　その他建築物

CLTパネルを主要構造部に使用した国内最初の銀行です。2階建て、延べ面積1,000㎡以下のため内装制限がかからず、大断面集成材の柱・梁の軸組に対して、2階床と耐震壁にCLTパネルが現しで使われています。

CLTの耐震壁はビス1本あたりのせん断性能を求めるための加力実験を行い、ビスの仕様やピッチを決定し、構造用合板のように、大壁仕様の面材として使用されています。両サイドのコア部に耐震要素を集中することで、中央部のロビー・営業室の大開口が可能となっています。

また、2階床は、厚さ210㎜×幅1,900㎜×長さ12,000㎜のCLTパネルとM27鋼棒の張弦梁構造で、梁のない11.4mスパンの無柱空間が実現されています。施工も1枚あたり約12分と、CLTの大版の特徴を最大限に引き出した計画となっています。

壁を配置する [P19]　床屋根をかける [P20]　くりかえす [P21]　コアをつくる [P22]　構造用合板の代替え [P23]

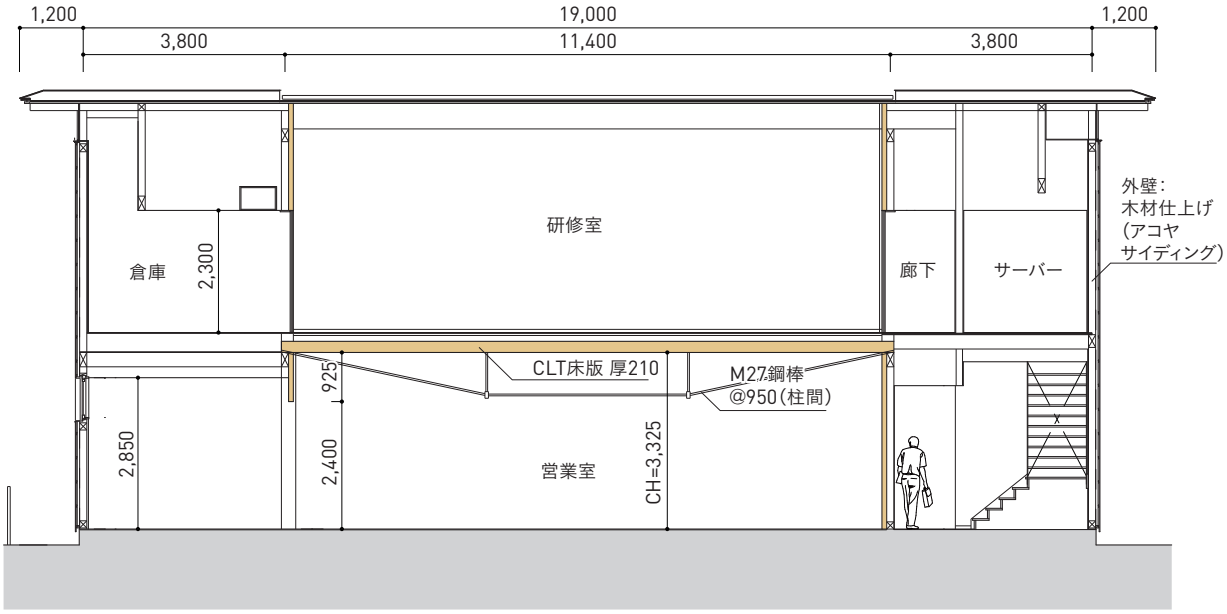
所在地	：	高知県宿毛市
用途	：	銀行
竣工	：	2017年7月
工期	：	約5ヶ月
建築面積	：	581.17㎡
延べ床面積	：	804.83㎡
工法	：	木造軸組工法＋CLTパネル
構造	：	ルート1
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	43㎥
CLT利用部分	：	壁・床
最大CLTサイズ	：	210×1,900×12,000㎜(スギ)
意匠設計	：	(有)艸建築工房
構造設計	：	山本構造設計事務所
設備設計	：	(株)アルティ設備設計
施工	：	(株)山幸建設



CLTと大断面集成材により11.4mの無柱空間を実現した営業室とロビー



無柱空間のロビーと窓の外の奥行4.4mの車寄せをロビーからのぞむ



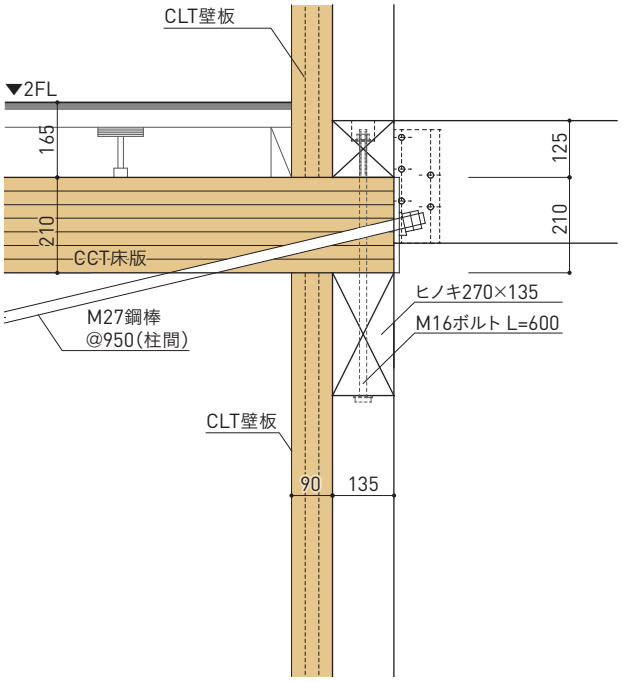
断面図
No scale



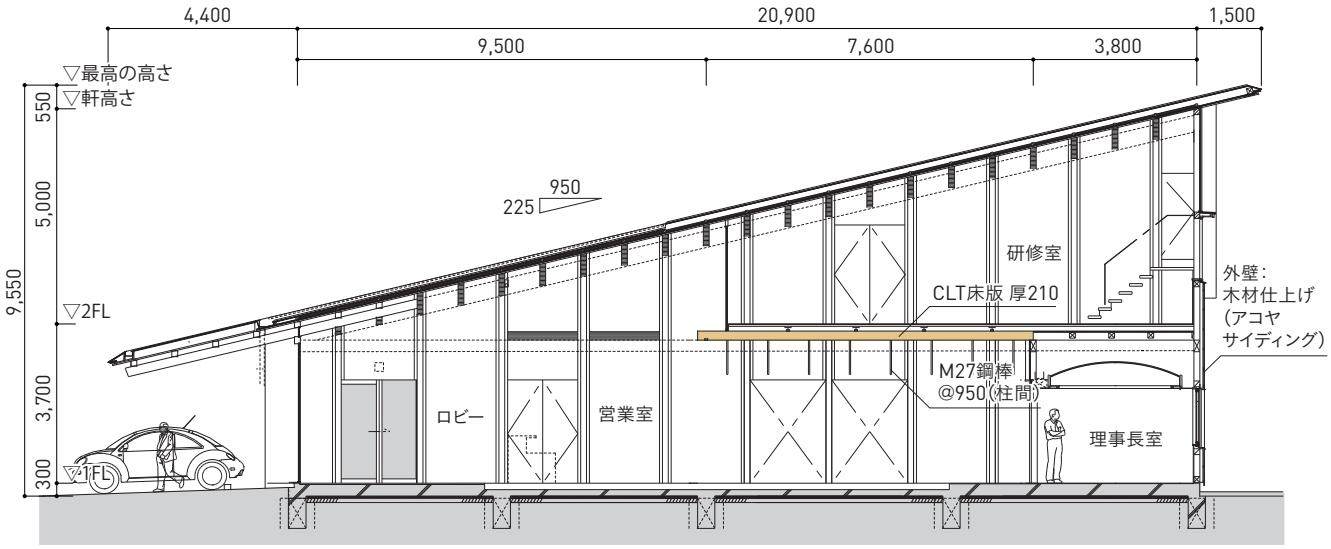
長さ12mのCLTパネルの吊り込み。強風時の施工には注意が必要



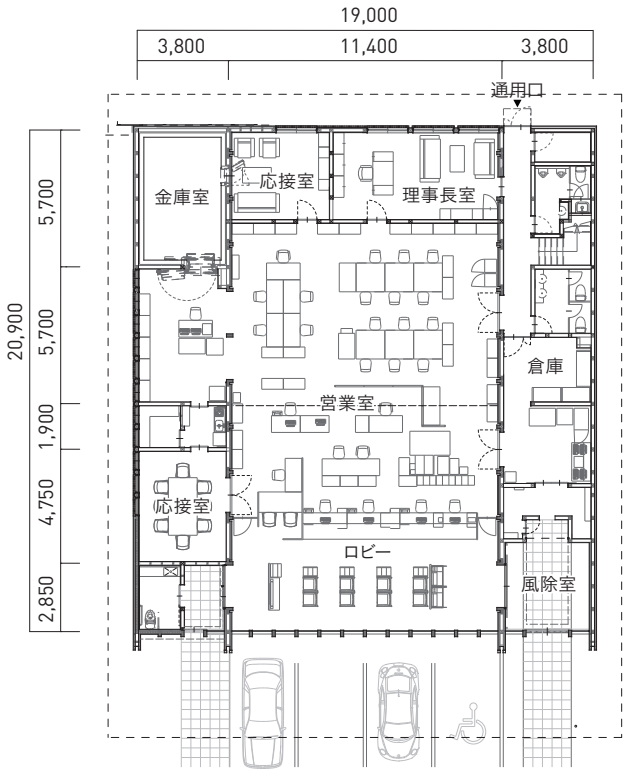
厚さ210㎜のCLT床板とM27鋼棒の張弦梁で11.4mスパンを実現



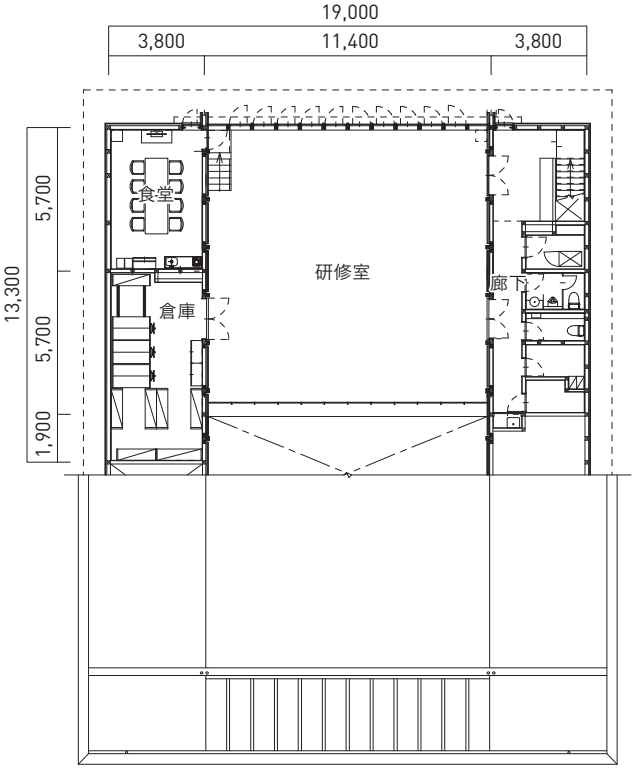
CLT床壁接合部詳細
No scale



断面図
No scale



1階平面図
No scale



2階平面図
No scale

（株）カネシロ社屋



CLT床の特徴を活かして1階と2～3階を15度ずらして配置した外観

ルート1　軸組工法＋CLTパネル

3F建て　事務所　その他建築物

床屋根をかける［P20］　くりかえす［P21］　構造用合板の代替え［P23］

軸組工法＋CLTパネルによる3階建て事務所です。敷地が防火地域・準防火地域以外のため、その他建築物での設計が可能となります。

2階床構面に大きなCLTと鉄骨の逆梁を組み合わせることで、天井面に梁が出てこない最大約10mスパンの執務空間が実現されています。2階床をCLTのプラットフォームとすることで、1階と2～3階が15度の角度に振られており、CLTの特徴である「ずらして積む」手法が効果的に用いられています。

また、竪穴区画が必要ない3層吹抜けの階段のささら壁と段板にも、厚さ150㎜（5層5プライ）のCLTが使われており、CLTの特徴的な木口が積極的に表現されています。EVシャフトの外装材には、耐久性の性能検証を兼ねてヒノキ材で製作したCLTが用いられており、経過観察が行われています。

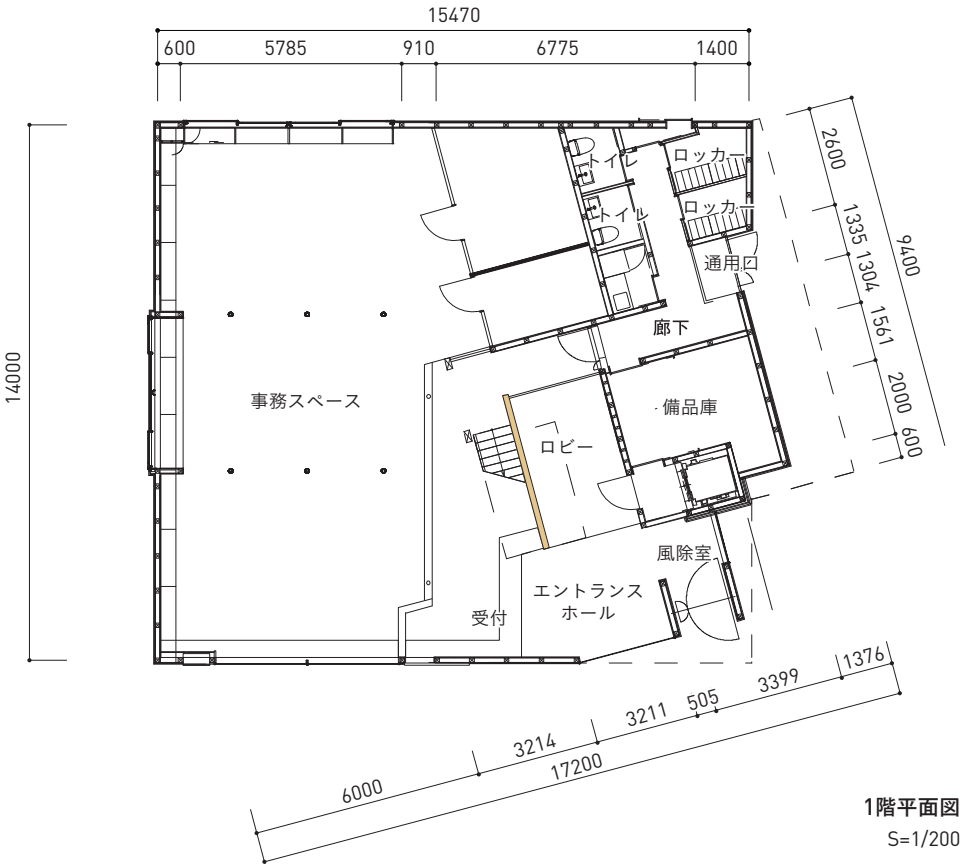
所在地	：	愛媛県松山市
用途	：	事務所
竣工	：	2016年6月
工期	：	約6ヵ月
建築面積	：	225.85㎡
延べ床面積	：	497.91㎡
工法	：	軸組工法＋CLTパネル
構造	：	ルート1
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	43.9㎥
CLT利用部分	：	床・階段、エレベータシャフト壁
最大CLTサイズ	：	床：150×2,100×6,000㎜（スギ） 壁：90×2,100×6,000㎜（ヒノキ）
意匠設計	：	鍋野友哉アトリエ
構造設計	：	福山弘構造デザイン
設備設計	：	環境エンジニアリング
施工	：	新日本建設（株）



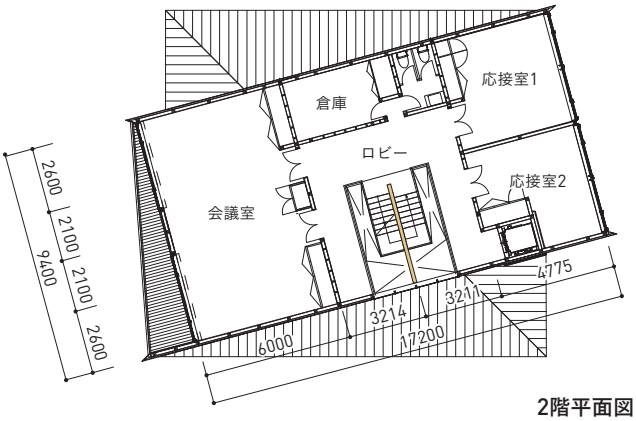
天井面に梁の出ない約10mスパンの執務空間



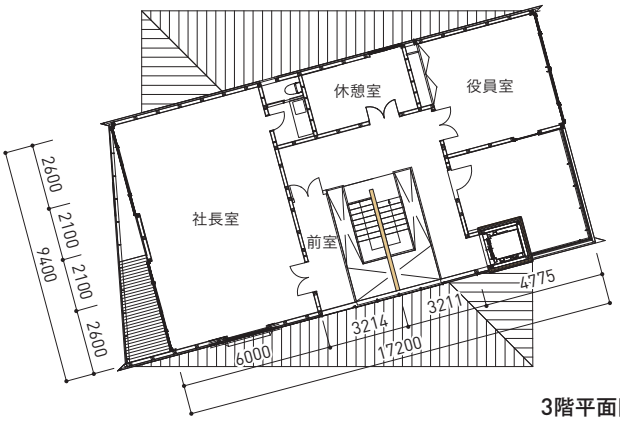
ラミナが直交方向に積層されたCLTの木口を積極的に表現した内部階段



1階平面図
S=1/200



2階平面図
S=1/200



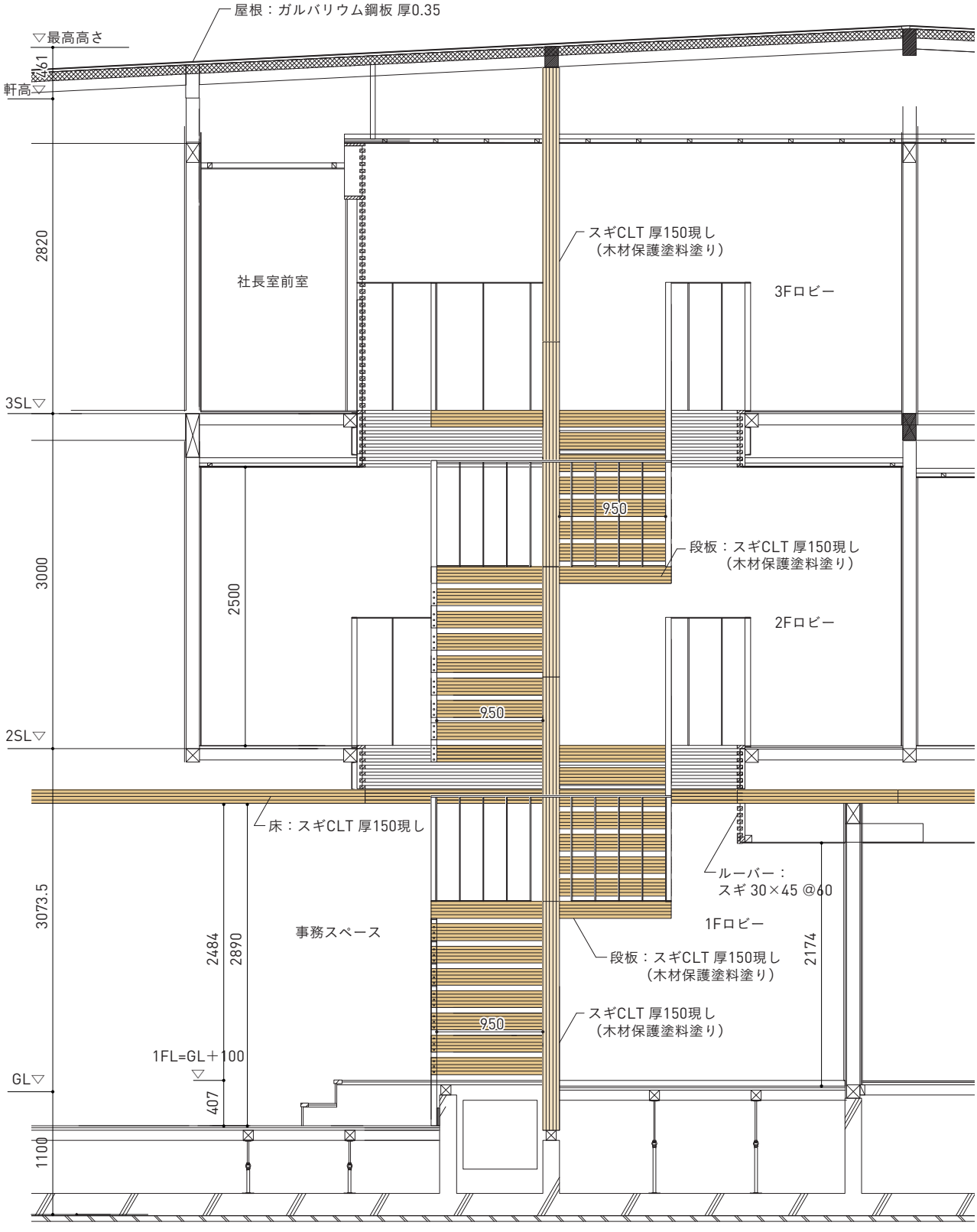
3階平面図
S=1/200



CLTを敷設するためのコンパネのステージ



鉄骨梁の設置完了。この後コンパネステージは撤去された


屋根：ガルバリウム鋼板 厚0.35
▽最高高さ
261
軒高▽
2820
社長室前室
スギCLT 厚150現し
（木材保護塗料塗り）
3Fロビー
3SL▽
3000
2500
950
段板：スギCLT 厚150現し
（木材保護塗料塗り）
2Fロビー
950
2SL▽
床：スギCLT 厚150現し
ルーバー：
スギ 30×45 @60
3073.5
事務スペース
1Fロビー
2484
2890
段板：スギCLT 厚150現し
（木材保護塗料塗り）
2174
950
スギCLT 厚150現し
（木材保護塗料塗り）
1FL=GL＋100
▽
GL▽
407
1100

断面図
No scale

兵庫県林業会館



ガラスサッシ越しに見える千鳥配置されたCLTが耐震壁として機能する

ルート3　混構造

5F建て　事務所　耐火建築物

壁を配置する［P19］　床屋根をかける［P20］　鉄構造につかう［P24］

鉄骨造の床版と耐震壁にCLTパネルを用いた5階建て事務所ビルです。防火地域に建設されているため、耐火建築物となりますが、2時間耐火構造が求められる1階を鉄筋コンクリート造、1時間耐火構造が求められる2〜5階をCLT＋鉄骨造としています。

2階以上の鉄骨柱・梁は、一般的な鉄骨造で使われるけい酸カルシウム板等、床のCLTは強化せっこうボードの重ね張り（H12建設省告示第1399号に例示された木造の耐火構造の仕様）で耐火被覆されています。

一方、CLTの耐震壁は、水平力しか受けない設計となっており、火災時に燃焼・焼失しても、鉄骨造の柱・梁に有害な温度上昇が生じないことが加熱実験で確認されています。また、従来の鉄骨造の水平・鉛直ブレース等の役割を、床のCLTと、耐震壁のCLTが担っており、部材数の少ない合理的な納まりとなっています。中高層の鉄骨造にCLTを合理的・効果的に使うお手本となる建物といえます。

所在地	：	兵庫県神戸市
用途	：	事務所
竣工	：	2019年1月
工期	：	約10.5ヶ月
建築面積	：	310.49㎡
延べ床面積	：	1567.10㎡
工法	：	混構造（CLT＋S、RC）
構造	：	ルート3
防耐火	：	耐火建築物
使用したCLT	：	213㎥
CLT利用部分	：	壁・床
最大CLTサイズ	：	150×2,400×5,000㎜
意匠設計	：	（株）竹中工務店
構造設計	：	（株）竹中工務店
設備設計	：	（株）竹中工務店
施工	：	竹中工務店・大和ハウス特定建設工事共同企業体

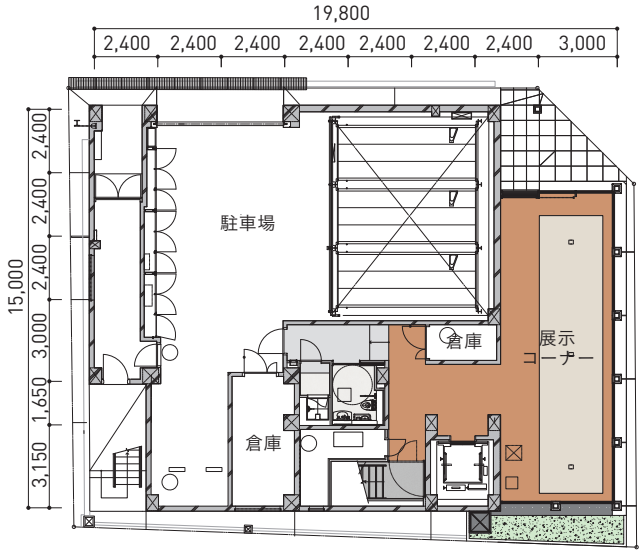


鉄筋コンクリート造のエントランスにはCLTのマザーボード(幅2.4m×長さ10.5m)が展示されている



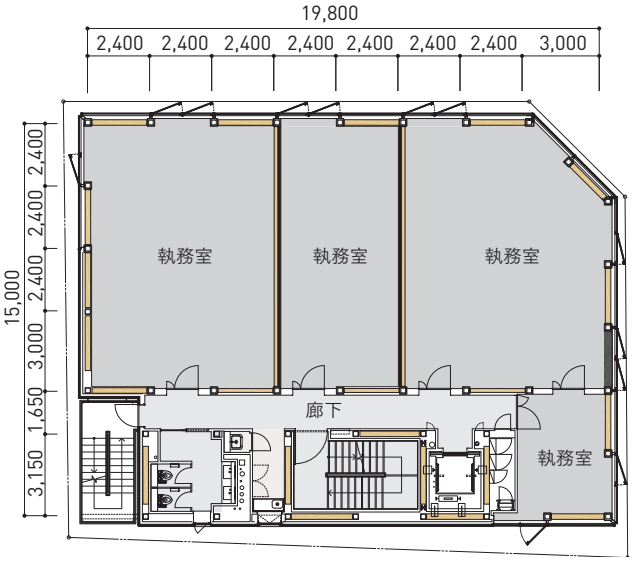


執務スペースは、天井を準不燃材料とする内装制限対応(H12建設省告示第1439号)により壁のCLTを現しにしている



1階平面図

No scale

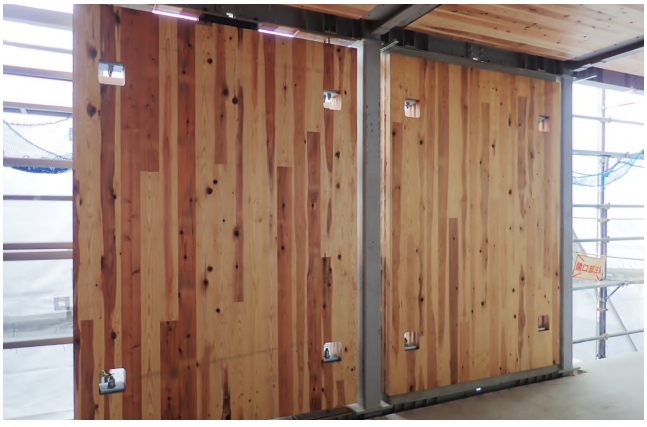


基準階平面図

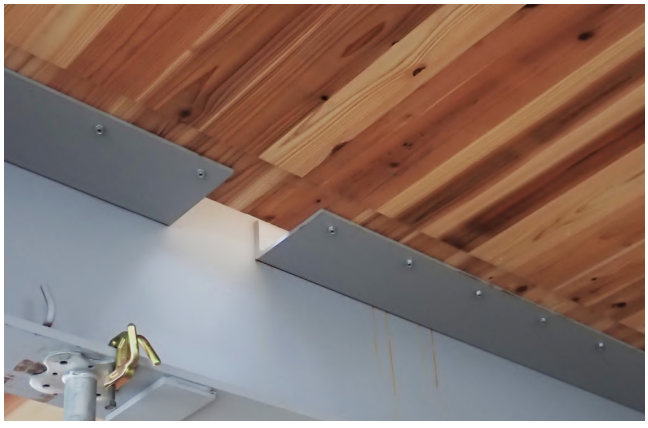
No scale



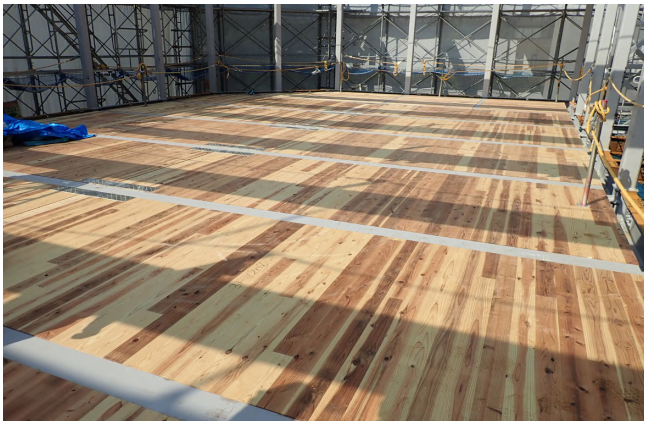
鉄骨の柱と梁に対して壁CLTパネルの建て込み作業



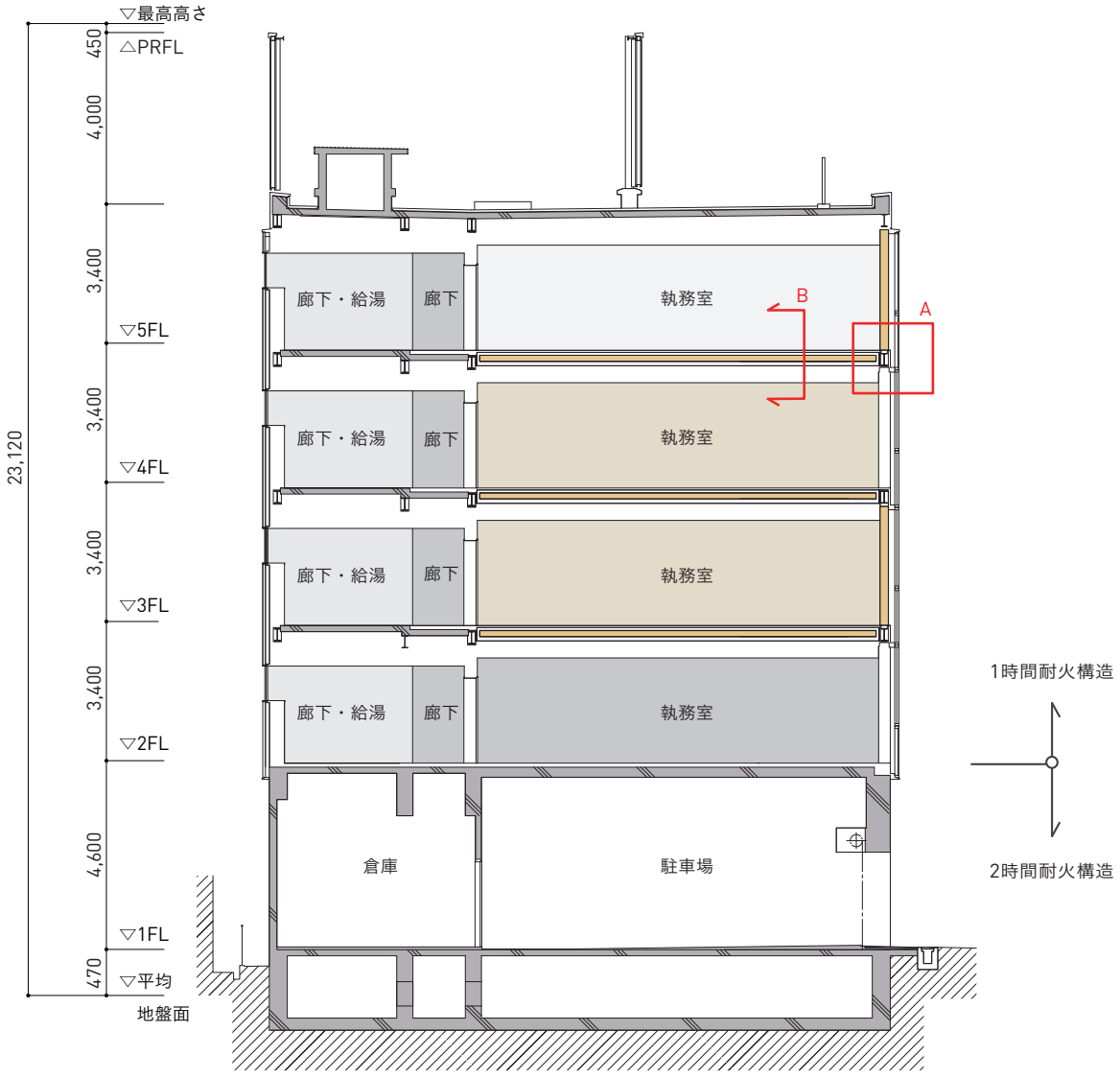
鉄骨の梁に対して壁CLTパネルを引きボルト等で接合



梁に床CLTパネルを取り付けて下方からビス留め

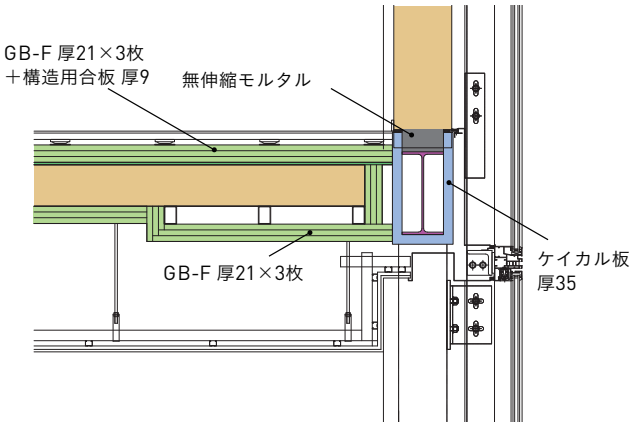


梁間に床CLTパネルを落とし込んで設置

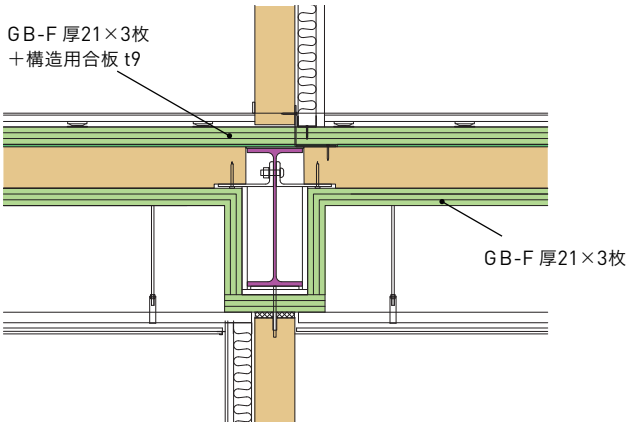


断面図

No scale



CLT床壁接合部詳細 A



CLT床壁接合部詳細 B

大牟田の整骨院併用住宅



CLTパネルが屋根と外壁を兼ねる外観

ルート2　CLTパネル工法

平屋　併用住宅　その他建築物

箱をつくる [P18]　壁を配置する [P19]　床屋根をかける [P20]　くりかえす [P21]

CLTパネルが外壁と屋根を兼ねる合理的な架構の平屋の建物です。厚さ90㎜のCLTパネルに、構造・断熱・気密・仕上げの性能を持たせて、下地や断熱材などの二次部材を極力省略した構法となっています。

2枚のCLTパネルからなる合掌ユニットを構成して、梁間方向はこのユニットの面トラスの構造として、また、桁行方向は水平力に対して面内曲げせん断力を受ける独立耐震壁として耐震設計されています。形状がもたらす構造的安定性により、接合部に求められる性能は軽減されて、ビスによる簡便な接合となっています。また、この合掌ユニットは独立したものとして構造設計を行うことにより、ユニットを平面的に繋げたり、ずらしたりできるという、意匠的にも構造的にも自由度の高いシステムであり、CLTパネル工法が得意な「くりかえす(P21)」のお手本の建物と言えます。

所在地	：	福岡県大牟田市
用途	：	一戸建て住戸付診療所
竣工	：	2017年3月
工期	：	約4.5ヶ月
建築面積	：	109㎡
延べ床面積	：	109㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	ルート2
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	23.35㎥
CLT利用部分	：	屋根
最大CLTサイズ	：	90×1,800×5,857㎜
意匠・設備設計	：	鹿児島大学　鷹野敦
構造設計	：	福山弘構造デザイン
施工	：	(株)MANIX　リィラボ



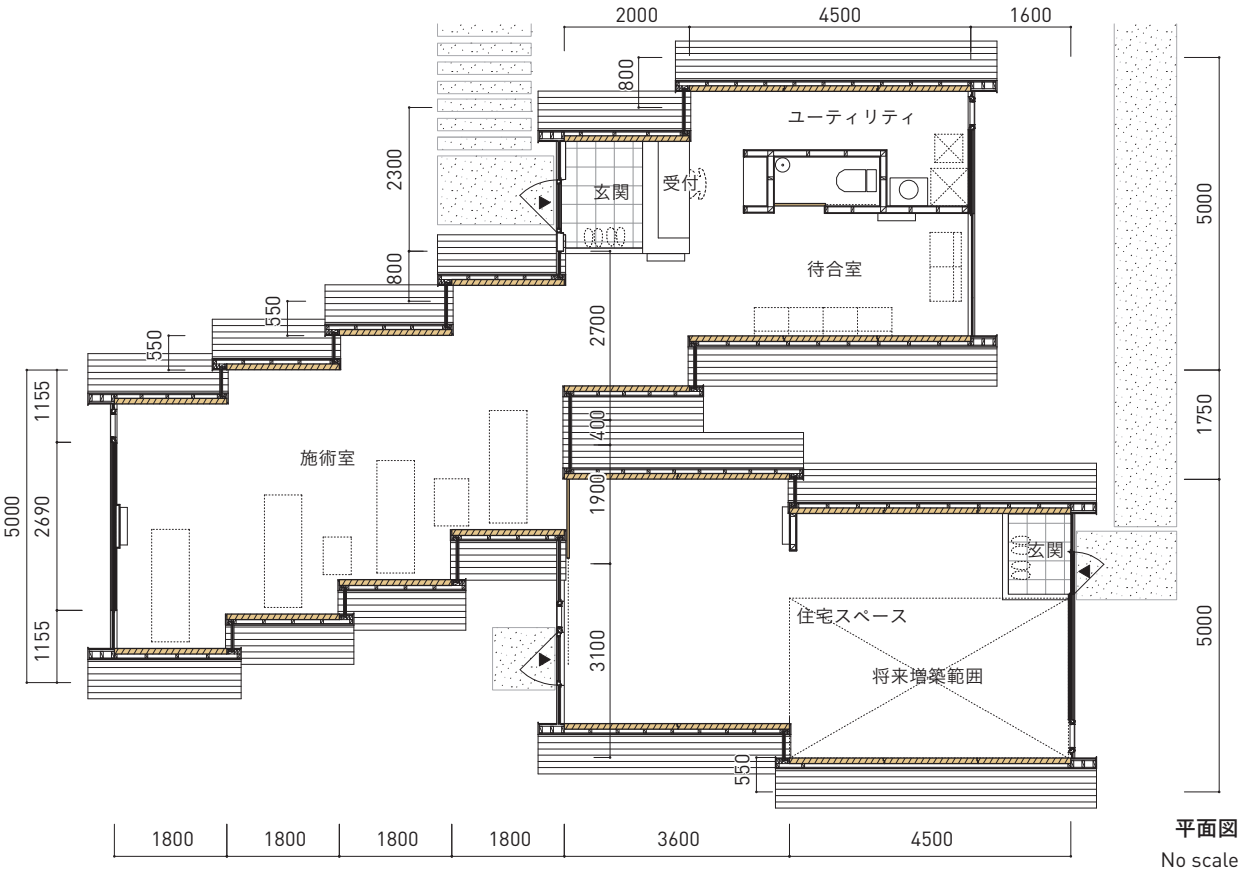
CLTの合掌ユニットをずらしながら配置する



ユニットをずらして生じた隙間から光を取り入れる



CLTの合掌ユニットが折り重なる内部空間



平面図
No scale



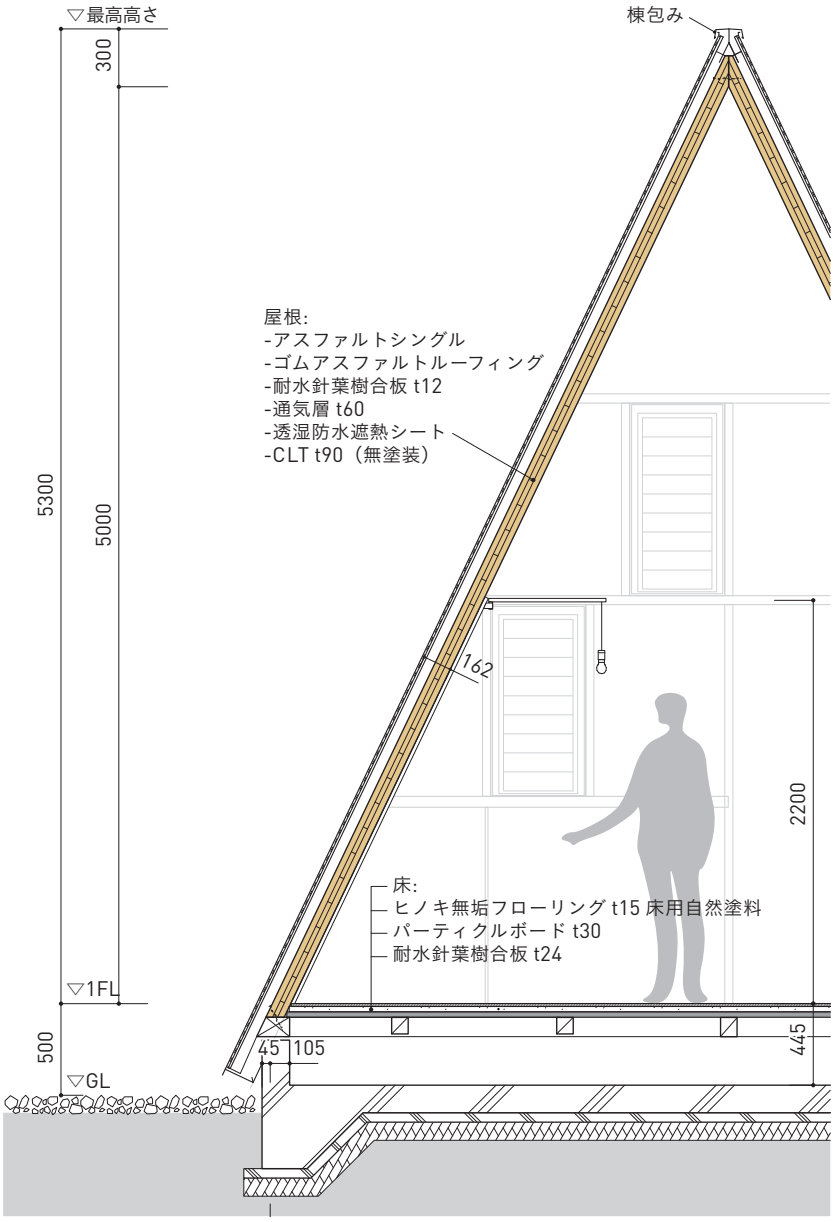
支保工でCLTパネルを支えながら建て方



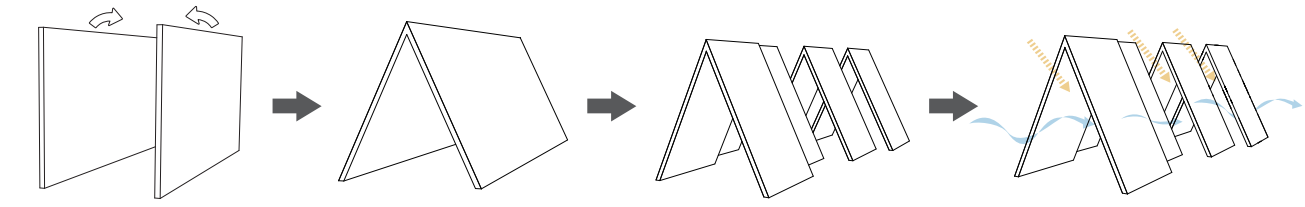
端部が実加工されたCLT屋根パネル



外壁兼屋根のCLTパネルの施工は約1.5日で終了



矩計図
No scale



2枚のCLTパネルを立て掛ける　安定した面トラス構造ユニット　ユニットをずらしながら配置　CLTが折り重なる内部空間

架構システム

木テラス



JR久世駅前の公衆トイレ・休憩施設・サイクリングステーションを兼ねた建物

ルート2　CLTパネル工法

平屋　トイレ　その他建築物

壁を配置する［P19］　床屋根をかける［P20］

大きなパネルを精度よく製作できるCLTの特徴を活かし、できるだけ少ない「3枚の壁」で、できるだけ大きい「3枚の屋根版（CLTの最大製造寸法 幅3,000×長さ12,000㎜）」を支えるシンプルで合理的な構造となっています。部材数を抑えたおかげで、現場での建て方は半日で完了しています。

CLTならではの2方向跳ね出しや、大スパンなど、それぞれの応力に合わせた構成の3層の屋根パネル（5層5プライ 厚さ120㎜×3層など）が有効に機能しています。壁に開けた孔は、全体架構を有限要素法で立体解析することで、CLTらしい厚みを見せた設計が実現されています。

また、外壁のCLTは雨がかりがあるため、現しにはせずに、その表面に交換可能なCLTと同材を仕上げとして張り、将来のメンテナンスにも配慮した納まりとなっています。

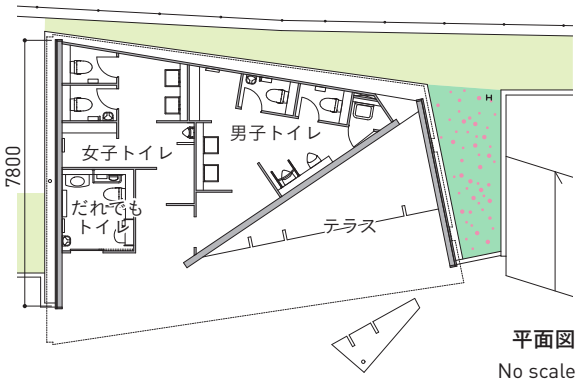
所在地	：	岡山県真庭市
用途	：	トイレ・休憩施設・サイクリングステーション
竣工	：	2017年3月
工期	：	約4ヶ月
建築面積	：	69.8㎡
延べ床面積	：	69.8㎡
工法	：	CLTパネル工法
構造	：	ルート2
防耐火	：	その他建築物
使用したCLT	：	51.9㎥
CLT利用部分	：	壁・屋根
最大CLTサイズ	：	120×3,000×12,000㎜
意匠設計	：	(株)ofa
構造設計	：	(有)桃李舎
設備設計	：	長谷川設備計画
施工	：	(株)松岡建設



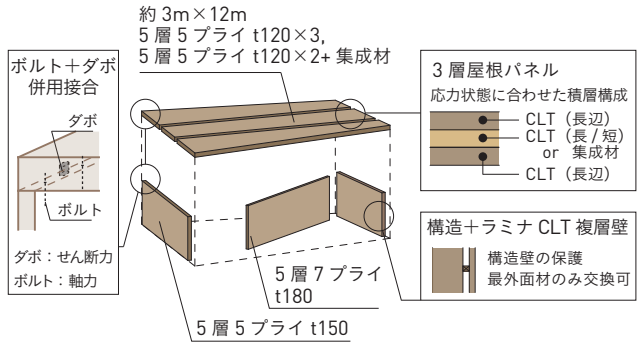
壁に開けた孔は有限要素法で立体解析し構造安全性を確認している



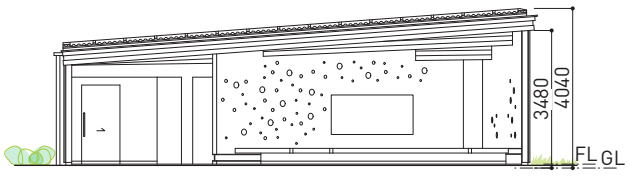
屋根CLTのスリットから採光した明るい男子トイレ



平面図
No scale



架構のイメージ。3枚の壁と3枚の屋根で構成されている



南立面図
No scale



部材数を抑えたおかげで現場での建て方は半日で終了した

6 施工上の配慮点

①建築地の敷地条件と搬入条件を設計前に確認

CLTは大きな面を構成できる材料のため、できるだけ大きいまま使いたいところですが、幅3m×長さ12m×厚210㎜のCLTでは、その重量は3トンを超えます。せっかく1枚で製造しても、吊れない・運べないとならないように、事前に、計画している敷地の大きさ、クレーンの設置場所、CLT製造工場から敷地までの道路状況の確認を行いましょう。場合によっては、運搬や施工ができるCLTパネルの大きさに制限が出ることもあります。

また、幅が2.5mを超えるCLTパネルを運搬する場合、「特殊車両通行許可」が必要となり、許可が下りるまでに、数ヶ月を要することもあります。ただし、少ない枚数の幅広材を運搬する場合には、斜めに積んで運搬する方法もありますので、早めに施工者と打合せをして計画を進めましょう。



クレーンを使うため作業スペースが必要

②基礎に設けるアンカーボルトの精度に注意

CLTパネルを壁として利用する場合には、基礎に設けるアンカーボルトや金物の精度を確保することがもっとも重要となります。例えば、幅1mの壁パネル1枚に対して、アンカーボルトや金物が、両端に1本ずつ、中央に2本必要となると、約250㎜ピッチでボルトや金物が並びます。基礎の鉄筋との取り合いを見ながら、アンカーボルトや金物の位置を高い精度で確保するのはなかなか骨が折れることです。

CLTパネルは工場で加工するため、その精度を高く保つことができます。基礎に設けるアンカーボルトや金物は現場でセットするため、施工時にどれだけ慎重に作業を行うかがポイントとなります。

施工が早いと言われているCLT工法において、この1階壁パネルの取り付けが、時間が読めない工程になりやすいので、事前にアンカーフレーム設置やアンカー位置確認の工程を見込むなどの対策が必要です。



複数の金物へのCLTパネルの建て込み状況

③CLTパネルは現場では容易に加工できない

CLTパネル工法では、CLTは建物の鉛直力を支持するため、どこにでも好きに配線・配管等の設備用の開口を設けてよいわけではありません。また、仮に、構造計算上、設けてよい部分であっても、厚さ90㎜以上の木材に現場で穴を開けるのは容易ではありません。そのため、CLTパネルの加工は、現場搬入前にCLT加工工場において、プレカット機により、すべて終わらせるのが基本です。製造前に設備用の孔開け加工や端部加工形状を決定する必要がある、プレキャストコンクリートと同じと考えるとわかりやすいと思います。

通常の木造建築物よりも、設備用の開口寸法や位置を決定する時期が早くなるので、予め設備配管が必要となりそうな位置を見込んで構造計算をしたり、PSやEPSなどを設けておくと、着工後スムーズな対応が可能になります。



設備配管用の開口や金物用の加工は加工工場でプレカットする

④CLTパネルの伸縮や反りに注意

CLTは寸法安定性に優れた材料ですが、寸法変化が全くないわけではありません。運搬時・現場での保管時・建て方時の温湿度変化や水濡れにより伸縮したり、反ったりします。

そのため、CLTパネルが連続する壁の場合、CLTの伸縮を考えて、部材同士のクリアランスを1～2㎜設けておくことが一般的です。ただ、施工時はこのクリアランスが必要となりますが、この生じた隙間によって、気密性や防耐火性が低下しないよう配慮も必要です。

また、3層3プライ（厚さ90㎜）、3層4プライ（厚さ120㎜）などの比較的薄いCLTパネルでは、温湿度変化により反ることがあります。隣り合うCLTパネル同士で不陸がでないように、CLTに雇いザネを設けたり、裏面からビス留め金物を施工するなど、相対的な反りを矯正する措置が有効となります。



CLTパネルが連続する際は目地幅や不陸を調整しながら建て込む

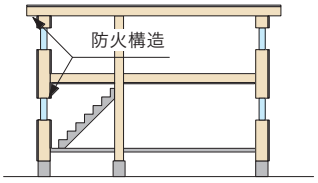
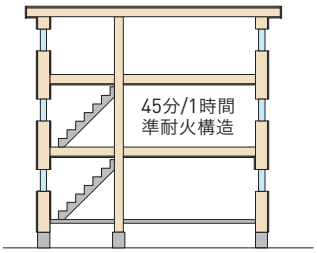
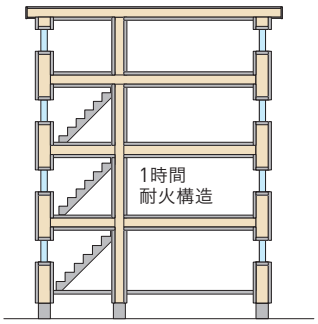
7 CLTを見せながら使う～防耐火設計～

建築基準法の防耐火制限

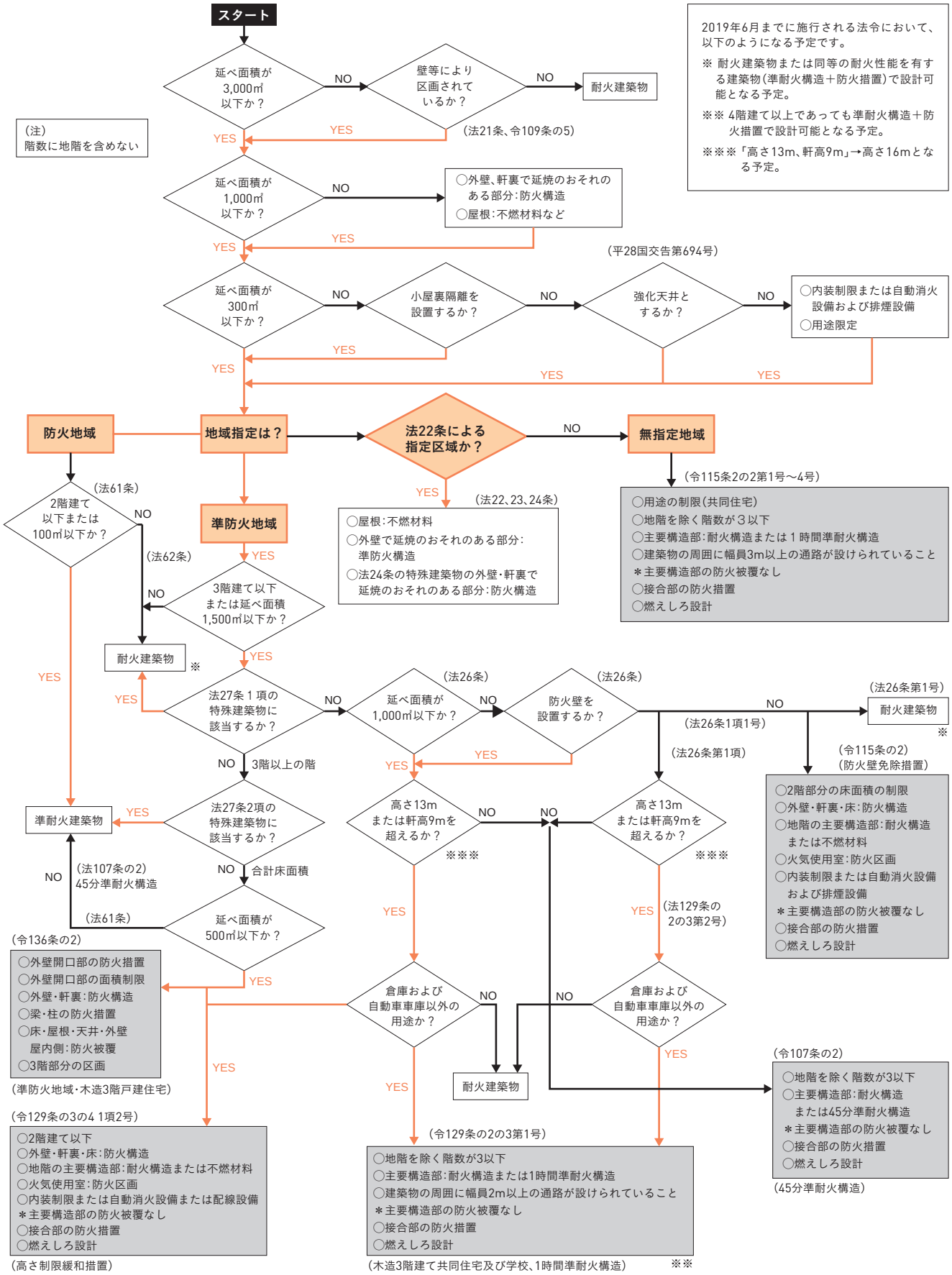
CLTを見せながら現しで使う場合に、関連する法令が2つあります。ひとつは、壁、床などを防火構造・準耐火構造等とする「防耐火構造制限」、もうひとつが、壁・床の仕上げに不燃性能を求める「内装制限」です。

日本CLT協会が国土交通大臣認定を取得した室内側CLT現しの防火構造外壁や、燃えしろ設計した準耐火構造の壁や床・屋根を使用すれば、CLTを見せながら、その他建築物(防火構造)や準耐火建築物が設計可能となります。

これに加えて、内装制限に適合する必要があります。内装制限は内装の燃え広がりにより、建物利用者が避難困難にならないことを目標にしています。木材が厚くても、表面への着火は抑制できないので、CLTにしただけでは内装制限の規制に対応することはできません。ただし、居室に内装制限(壁・天井：難燃材料)がかかる場合でも、天井をせっこうボード等の準不燃材料とすれば、壁はCLT現しとする手法がH12建設省告示第1439号に位置づけられています。

		その他建築物	準耐火建築物(45分、1時間)	耐火建築物
概念図		 外壁・軒裏：防火構造 (延焼のおそれのある部分に限る)	 壁・床・屋根・階段：準耐火構造 (屋根・階段は30分)	 壁・床・屋根・階段：耐火構造 (屋根・階段は30分) ※図は4階建ての場合を示す
特徴		延焼のおそれのある部分の外壁・軒裏を防火構造として一定時間の燃え抜け抑制性能を持たせた建物	建物全体を準耐火構造として、一定時間(45分または1時間)の倒壊抑制・燃え抜け抑制性能を持たせた建物	建物全体を耐火構造として、鉄筋コンクリート造と同様の倒壊防止・燃え抜け防止性能を持たせた建物
階数・用途		主に2階建以下(事務所、学校、住宅等)	主に3階建以下 (事務所、学校、共同住宅、住宅等)	階数及び用途制限なし (階数により耐火時間が異なる)
建築地の防火地域規制		防火地域以外 (地域により規模・階数の制限あり)	どこでも可 (地域により規模・階数の制限あり)	どこでも可
CLT現し※	構造躯体	○	○	×
	耐震壁	○	○	○
	簡易間仕切り壁	○	○	○
内装制限(法35条の2)の一例		2階建て延べ面積1,000㎡超の建物 延べ面積200㎡超の保育園・福祉施設・店舗　など	2階建て延べ面積1,000㎡超の建物 3階建て延べ面積500㎡超の建物 2階部分の面積300㎡超の保育園・福祉施設・店舗　など	2階建て延べ面積1,000㎡超の建物 3階建て延べ面積500㎡超の建物
		居室：壁及び天井を難燃材料(H12建設省告示第1439号により天井を準不燃材料とすれば壁をCLT現しにできる)とする 通路・階段等：壁及び天井を準不燃材料とする ※住宅の最上階以外の火気使用室・住宅以外の火気使用室等：壁及び天井を準不燃材料とする		

防耐火設計フロー

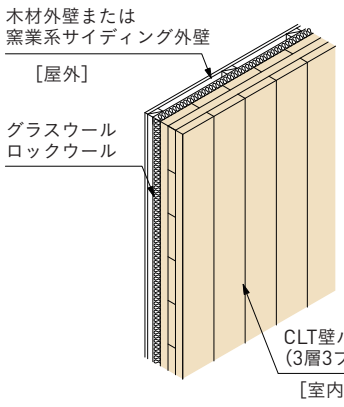

スタート
延べ面積が3,000㎡以下か？
NO
壁等により区画されているか？
NO
耐火建築物
YES
YES
(法21条、令109条の5)
(注)
階数に地階を含めない
2019年6月までに施行される法令において、以下のようになる予定です。
※ 耐火建築物または同等の耐火性能を有する建築物(準耐火構造＋防火措置)で設計可能となる予定。
※※ 4階建て以上であっても準耐火構造＋防火措置で設計可能となる予定。
※※※「高さ13m、軒高9m」→高さ16mとなる予定。
延べ面積が1,000㎡以下か？
NO
○外壁、軒裏で延焼のおそれのある部分:防火構造
○屋根:不燃材料など
YES
YES
(平28国交告第694号)
延べ面積が300㎡以下か？
NO
小屋裏隔離を設置するか？
NO
強化天井とするか？
NO
○内装制限または自動消火設備および排煙設備
○用途限定
YES
YES
YES
防火地域
地域指定は？
法22条による指定区域か？
NO
無指定地域
(令115条2の2第1号～4号)
○用途の制限(共同住宅)
○地階を除く階数が３以下
○主要構造部:耐火構造または１時間準耐火構造
○建築物の周囲に幅員3m以上の通路が設けられていること
＊主要構造部の防火被覆なし
○接合部の防火措置
○燃えしろ設計
YES
(法22、23、24条)
○屋根:不燃材料
○外壁で延焼のおそれのある部分:準防火構造
○法24条の特殊建築物の外壁・軒裏で延焼のおそれのある部分:防火構造
(法61条)
2階建て以下または100㎡以下か？
NO
(法62条)
準防火地域
YES
3階建て以下または延べ面積1,500㎡以下か？
NO
YES
耐火建築物
※
YES
YES
法27条１項の特殊建築物に該当するか？
NO
延べ面積が1,000㎡以下か？
(法26条)
NO
防火壁を設置するか？
(法26条)
NO
(法26条第1号)
耐火建築物
※
(法26条1項1号)
(法26条第1項)
(令115条の2)
(防火壁免除措置)
○2階部分の床面積の制限
○外壁・軒裏・床:防火構造
○地階の主要構造部:耐火構造または不燃材料
○火気使用室:防火区画
○内装制限または自動消火設備および排煙設備
＊主要構造部の防火被覆なし
○接合部の防火措置
○燃えしろ設計
NO
3階以上の階
YES
YES
準耐火建築物
YES
法27条2項の特殊建築物に該当するか？
高さ13mまたは軒高9mを超えるか？
NO
NO
高さ13mまたは軒高9mを超えるか？
※※※
※※※
NO
(法107条の2)
45分準耐火構造
NO
合計床面積
(法61条)
延べ面積が500㎡以下か？
YES
YES
(法129条の2の3第2号)
(令136条の2)
○外壁開口部の防火措置
○外壁開口部の面積制限
○外壁・軒裏:防火構造
○梁・柱の防火措置
○床・屋根・天井・外壁屋内側:防火被覆
○3階部分の区画
(準防火地域・木造3階戸建住宅)
倉庫および自動車車庫以外の用途か？
NO
倉庫および自動車車庫以外の用途か？
NO
YES
YES
YES
YES
(令107条の2)
○地階を除く階数が3以下
○主要構造部:耐火構造または45分準耐火構造
＊主要構造部の防火被覆なし
○接合部の防火措置
○燃えしろ設計
(45分準耐火構造)
耐火建築物
(令129条の3の4 1項2号)
○2階建て以下
○外壁・軒裏・床:防火構造
○地階の主要構造部:耐火構造または不燃材料
○火気使用室:防火区画
○内装制限または自動消火設備または配線設備
＊主要構造部の防火被覆なし
○接合部の防火措置
○燃えしろ設計
(高さ制限緩和措置)
(令129条の2の3第1号)
○地階を除く階数が3以下
○主要構造部:耐火構造または1時間準耐火構造
○建築物の周囲に幅員2m以上の通路が設けられていること
＊主要構造部の防火被覆なし
○接合部の防火措置
○燃えしろ設計
(木造3階建て共同住宅及び学校、1時間準耐火構造)
※※

防耐火構造の仕様の一例

CLTを壁・床・屋根に使用した際の防火構造・準耐火構造・耐火構造の対応方法の一例は以下のとおりです。

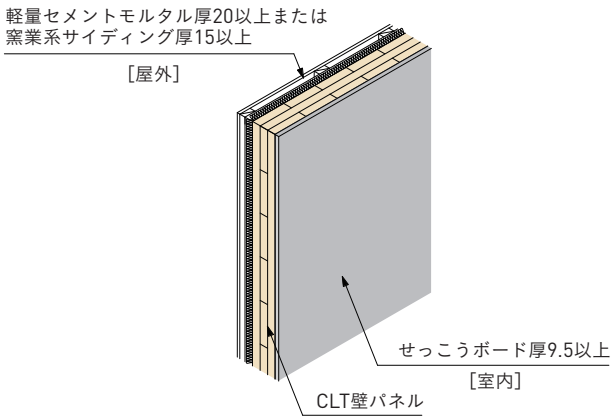
防火構造　外壁

(一社)日本CLT協会が国土交通大臣認定取得した仕様



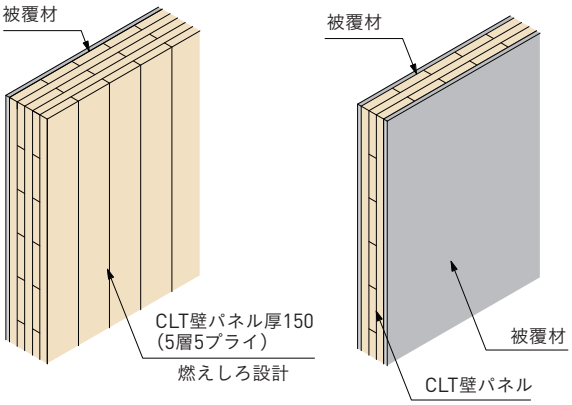
※詳細は(一社)日本CLT協会へ問い合わせください

H12建設省告示第1359号



準耐火構造　外壁(45分)・間仕切壁(45分)・床(45分)・屋根(30分)　　H12建設省告示第1358号

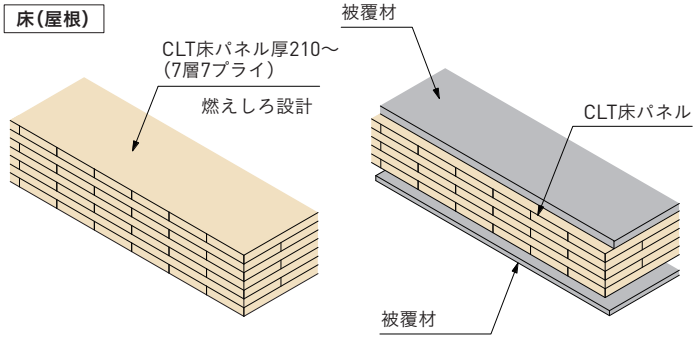
壁



[燃えしろ設計をする場合]
- □燃えしろ45㎜(水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤で製造したCLTの場合)
- □燃えしろ35㎜(レゾルシノール・フェノール樹脂接着剤で製造したCLTの場合)

[防火被覆をする場合]
- ・外壁屋外側被覆材
  - □軽量セメントモルタル厚20㎜以上
- ・外壁室内側被覆材・間仕切壁被覆材
  - □せっこうボード厚15㎜以上
  - □せっこうボード厚12㎜+9㎜以上重ね張り(順不同)

床(屋根)



[燃えしろ設計をする場合]
- □燃えしろ45㎜(水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤で製造したCLTの場合)【屋根30㎜】
- □燃えしろ35㎜(レゾルシノール・フェノール樹脂接着剤で製造したCLTの場合)【屋根25㎜】

[防火被覆をする場合]
- ・床上面被覆材
  - □木材総厚30㎜
- 【屋根下面被覆材】
  - □強化せっこうボード厚12.5㎜以上
- ・床下面被覆材
  - □強化せっこうボード厚15㎜以上
  - □強化せっこうボード厚12.5㎜以上
    (グラスウール(かさ比重0.24以上)厚50㎜以上等充填)

準耐火構造　外壁(1時間)・間仕切壁(1時間)・床(1時間)　　H27国土交通省告示第253号

耐火構造　外壁(1時間)・間仕切壁(1時間)・床(1時間)・屋根(30分)　　H12建設省告示第1399号

※上記2仕様(1時間準耐火構造、1時間耐火構造)についてもCLTで設計可能です。該当する告示を参照してください。

8 CLTの参考図書

本ガイドブックと共に、参考になる図書を(一社)日本CLT協会、(公財)日本住宅・木材技術センターが発刊しています。施主、実務者(設計者・施工者)向けにそれぞれ作成されていますのでご利用下さい。

はじめるCLT建築(高知・岡山CLTマップ付き)



施主、実務者(初心者)向けに作成されたA4サイズ全8ページのリーフレットです。高知県と岡山県のCLT建築マップもセットになっています。下記からデータをダウンロード可能です。

発行：一般社団法人日本CLT協会

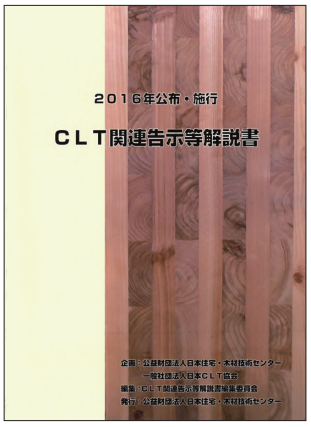
CLTの利用イメージ2016



実務者(初心者)向けに作成されたA4変形サイズ全80ページの冊子です。CLTの説明と、国内外のCLT建築の事例などが掲載されています。
下記からデータをダウンロード可能です。

発行：秋田県緑の産業振興協議会

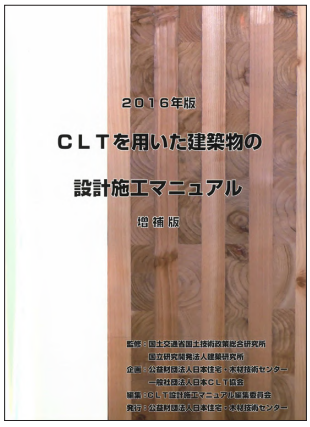
CLT関連告示等解説書



実務者向けに作成された、平成28年制定のCLT関連告示の解説書です。CLTの材料、構造、防耐火に関する告示が詳しく解説されています。設計を始める際に、CLT関連の法令をまとめて学ぶのに適した書籍です。

発行：公益財団法人
日本住宅・木材技術センター
(定価：3,704円＋税)

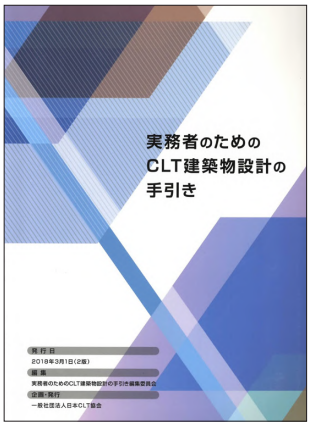
CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル



実務者向けに作成された、CLTを用いた建物を設計・施工する際に必要な情報をまとめたマニュアルです。工法計画、構造設計、耐久性設計、防耐火設計、施工に分けて、それぞれ具体的な手法が紹介されています。実施設計時、施工時に手元に置いておきたい書籍です。

発行：公益財団法人
日本住宅・木材技術センター
(定価：5,556円＋税)

実務者のためのCLT建築物設計の手引き



実務者向けに作成された、CLTで実施設計、施工を進めていく上で役に立つ情報や、ヒントがまとめられた手引きです。法令上必要な構造性能、防耐火性能だけでなく、遮音性能や気密性能、雨仕舞いなど、CLT特有の気になる部分の設計・施工手法の一例が具体的に紹介されています。

発行：一般社団法人日本CLT協会
(定価：10,000円＋税)

「軸組＋CLT」事例集(2018年版)



実務者向けに作成された、木造軸組工法の柱・梁に対して、厚物構造用合板のようにCLTパネルを耐震壁や床に使った建物の事例集です。面内せん断耐力実験の結果や、CLTパネルと軸組の取合い部のイラストなど、具体的に紹介されています。

発行：一般社団法人日本CLT協会

お問い合わせ先

■ CLT全般、CLTのカットサンプル販売

一般社団法人 日本CLT協会
〒103-0004　東京都中央区東日本橋2-15-5 2階
TEL 03-5825-4774
FAX 03-5825-4775
Mail info@clta.jp
URL http://clta.jp

■ CLT関連マニュアル、調査報告

公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
〒136-0075　東京都江東区新砂3-4-2
TEL 03-5653-7662
FAX 03-5653-7582
URL http://www.howtec.or.jp

執筆・図表作成

全体	安井昇・加來千紘(桜設計集団)
P16～25	腰原幹雄(東京大学生産技術研究所)
P26～P31	原田浩司(木構造振興(株))

資料提供

P9	(一社)日本CLT協会
P15	(一社)日本CLT協会
P26	(一社)日本CLT協会
P30	(公財)日本住宅・木材技術センター
P34～37	CROSS建築設計事務所
P38～41	島田治男建築設計事務所
P42～45	(株)連合企画設計
P46～49	青島啓太・(株)白井設計 ふくしまCLT木造建築研究会(木あみ)
P50～53	(有)建築設計群 無垢
P54～57	ふつう合班
P58～61	(有)艸建築工房
P62～65	鍋野友哉アトリエ
P66～69	(株)竹中工務店
P70～73	鹿児島大学 鷹野敦
P74～75	(株)ofa
P76～77	銘建工業(株)

写真提供・写真撮影

表紙	川辺明伸
P4	川辺明伸
P8	(一社)日本CLT協会
P10～13	(株)サイプレス・スナダヤ(工程1,5,10,17,18,21,22) 川辺明伸(工程2,3,4,6,7,8,9,11,12,13,15,16,19,20) 八坂麻里子(工程14)
P16	上：腰原幹雄 下：桜設計集団
P18～20	腰原幹雄
P21	ナカサアンドパートナーズ
P22	建築舎KIT
P23～24	桜設計集団
P25	腰原幹雄
P27	左上：(株)エムロード環境造形研究所 右上：杉野圭・加藤淳一建築事務所 左下：田中園子・(株)丹羽建築設計事務所 右下：須山建設(株)
P31	(株)連合企画設計
P34-37	CROSS建築設計事務所
P38-39	三崎利博(P32にも使用)
P40	島田治男建築設計事務所
P42	(株)山本建設
P43～44	(株)連合企画設計
P46～47	ナカサアンドパートナーズ
P48	ふくしまCLT木造建築研究会(木あみ)
P50～51	川辺明伸
P52	右下以外：(有)建築設計群 無垢 右下：大旺新洋(株)
P54～56	ふつう合班(P32にも使用)
P58～60	(有)艸建築工房
P62～63	國貞誠
P64	鍋野友哉アトリエ
P66～68	(株)竹中工務店(P32にも使用)
P70～71	針金洋介(P32にも使用)
P72	鹿児島大学鷹野敦
P74	鈴木研一
P75	上：鈴木研一 下：(株)ofa
P76	上：桜設計集団 下：(有)建築設計群 無垢
P77	上：桜設計集団 下：銘建工業(株)

CLT 建築物の設計ガイドブック

発 行 日 ：2019 年 3 月

制　　作：桜設計集団一級建築士事務所
制作協力：Branch

発　　行：愛媛県 CLT 普及協議会
〒 790-0003　愛媛県松山市三番町 4 丁目 4-1
愛媛県林業会館 3 階（愛媛県木材協会内）
TEL：089-948-8973　http://ehimeclt.com/

本冊子の問い合わせ先：
愛媛県農林水産部森林局　林業政策課　木材流通戦略係
〒 790-8570　愛媛県松山市一番町 4 丁目 4 番地 2
TEL：089-912-2589

※本冊子の制作にあたり、一般社団法人日本 CLT 協会、公益財団法人日本住宅・木材技術センター、各建物の設計者及び関係者の皆さま、株式会社サイプレス・スナダヤ、銘建工業株式会社の方々に多大なる協力をいただきました。記して感謝の意を表します。



CLTの接着工程。(株)サイプレス・スナダヤ工場