

平成 29 年度 林野庁委託事業

都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及委託事業

C L T 設計者・施工者育成

事業報告書

平成 30 年 3 月

一般社団法人 日本 C L T 協会

目 次

1. 事業概要	1
1. 1 事業名	1
1. 2 事業目的	1
1. 3 実施概要	1
2. CLT 設計施工者向け講習会の検討	2
2. 1 目的と実施内容	2
2. 2 委員及び講師候補者名簿	3
2. 3 全国展開に向けた講習会テキスト案の作成	4
2. 3. 1 対象者	4
2. 3. 2 ゴール	4
2. 3. 3 講義の時間数	4
2. 3. 5 講習で扱う範囲	4
2. 3. 6 テキストの構成・編集方針	4
2. 3. 7 演習	4
2. 3. 8 修了証	5
2. 4 講師候補者の養成	6
2. 4. 1 講師候補者の選定	6
2. 4. 2 講師の養成	6
2. 5 講師候補者による試行的講習会の開催	8
2. 5. 1 「CLT 設計施工者向け講習会」概要	8
2. 5. 2 アンケート結果	8
2. 6 今後の課題	11
3. 建築関連雑誌への掲載	13
4. CLT アイディアコンテスト 2017「設計部門」の開催	14
4. 1 目的	14
4. 2 募集内容	14
4. 2. 1 募集作品	14
4. 2. 2 審査基準	14
4. 2. 3 審査委員	15
4. 2. 4 募集規定	15
4. 2. 5 表彰	16
4. 3 審査および結果	16
4. 3. 1 審査経過について	16
4. 3. 2 各受賞作品について	17
4. 4 表彰式	23

4. 5	冊子やホームページでの作品の公表	24
4. 6	まとめ.....	25
5.	「平成 28・29 年度実施 CLT 関連林野庁委託事業成果報告会」の開催.....	26
5. 1	開催日時および概要.....	26
5. 2	プログラム	26
5. 3	参加者数及びアンケート結果	27
6.	CLT 特別アドバイザー、CLT 広報大使の活用.....	30

巻末 : 参考資料「CLT 設計施工者向け講習会」資料案

1. 事業概要

1. 1 事業名

平成 29 年度 林野庁「都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及委託事業（CLT 設計者・施工者育成）」

1. 2 事業目的

CLT の需要拡大を進める手段として、設計者や施工者に対し、一般的知識と合わせてこれまでの経験から得られた実践的ノウハウの伝達が重要である。加えて、これまでに開催されたイベントや講習会は東京や主要都市が中心であり、地方を拠点とする設計・施工者は参加が困難であったため、全国に展開する講習会が望まれていた。しかし、講師となる学識経験者や CLT を用いたことのある実務経験者は少ない。そのため、本事業は、CLT の需要拡大に必要な設計・施工者を養成するため、CLT を一般的な建築部材として幅広くかつ合理的に利用できるよう実践的なノウハウを広める講習会の全国展開に向けて、体系・内容の検討及び試行的な講習会の開催、これらの実施結果に基づく課題抽出や改善点のとりまとめを行うことを目的とした。また、併せて、設計・施工者の養成が CLT の実需に効果的に結び付くよう、必要な普及・啓発活動を行い、CLT の実需の創出を図ることとした。

1. 3 実施概要

(1) CLT 設計・施工者向け講習会の検討

CLT を活用する際の実践的なノウハウについてまとめたテキストを検討・作成した。また今後に予定する全国での講習会に向けて、講師となる人材を養成し、試行的な講習会を行った。テキストおよび講師育成、講習会については、学識経験者や有識者、建築関連団体関係者、実務設計者・施工者等からなる「CLT 設計・施工者の育成検討」委員会および作業部会（WG）を設置し検討を行った。委員会では、実践的かつ普及効果の見込める講習会とするため、講習の対象、時期、手法について整理して取りまとめた。WG では、テキスト及び講師養成の内容を検討した。

(2) 建築関連雑誌への掲載

建築業界の専門誌を通じて CLT の普及状況や取り組み事例、建築基準法の CLT に関連する告示の改正見込みなどについて情報発信した。また掲載紙面を抜き刷りした冊子を作成した。

(3) 「CLT アイディアコンテスト 2017（設計部門）」の開催

当協会主催で実施し、今回で 3 回目となる「CLT アイディアコンテスト 2017」に新たに設計部門を設けて実施した。また、応募された作品は冊子に取りまとめて配布した。

(4) 「平成 28・29 年度実施 CLT 関連林野庁委託事業成果報告会」の開催

平成 28・29 年度に実施された CLT に関する林野庁委託事業のうち 17 事業についての成果報告会を開催した。

(5) CLT 特別アドバイザー、CLT 広報大使の活用

CLT アイディアコンテスト 2017 設計部門において、CLT 特別アドバイザーは表彰式でのビデオメッセージ、CLT 広報大使は司会として参加した。また、広報大使には展示会での普及活動にも参加した。

なお、各取り組みにおける詳細は以降の章に示す。

2. CLT 設計施工者向け講習会の検討

2. 1 目的と実施内容

本事業では CLT の需要拡大に必要な設計・施工者を育成するために、全国展開に向けた講習会テキスト案の作成、講師候補者の養成、講師候補者による試行的講習会の開催を実施した。

2. 2 委員及び講師候補者名簿

平成 29 年度 林野庁「都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及委託」事業

CLT 設計・施工者の育成 委員会 委員名簿

(順不同)

委員長	有馬 孝禮	東京大学 名誉教授
委員	木村 行道	(公社) 日本建築士会連合会 常務理事
	菊池 良一	(公社) 日本建築家協会 参与
	金子 弘	(公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事
	永田 顕聖	(一社) 木を活かす建築推進協議会 事務局長
行政 協力 事務局	林野庁林政部木材産業課	
	(株) ドット・コーポレーション	
	(一社) 日本 CLT 協会	

CLT 設計・施工者の育成 作業部会 (WG) 委員名簿

(順不同)

作業部会長	青木 謙治	東京大学 准教授
委員	山辺 豊彦	(有) 山辺構造設計事務所 所長
	宮崎 淳	(株) 日本設計 技術管理部 シニアマネージャー
	渡邊 須美樹	(株) 木構研 代表
	鈴木 秀治	特定非営利活動法人 建築技術支援協会
	中越 隆道	中越建築設計事務所
行政 協力 事務局	林野庁林政部木材産業課	
	(株) ドット・コーポレーション	
	(一社) 日本 CLT 協会	

CLT 設計・施工者の育成 講師候補者 名簿

※ () 内は担当、順不同

木村 光行	木村建造 (株) 代表取締役	(施工)
塩崎 征男	山佐木材 (株) 常務取締役	(設計、施工)
田中 宏明	銘建工業 (株) 木質構造事業部長	(製造)
渡邊 須美樹	(株) 木構堂 代表取締役	(構造)
三宅 辰哉	(株) 日本システム設計 代表取締役	(構造)
中越 隆道	中越建築設計事務所	(基準)
有賀 康治	(一社) 日本 CLT 協会 業務推進部次長	(概要、性能)
栗原 潤一	(株) ミサワホーム総合研究所 副所長	(性能)
大倉 靖彦	(株) アルセッド建築研究所 副所長	(設計)

2. 3 全国展開に向けた講習会テキスト案の作成

委員会での議論を踏まえて WG で具体の検討を進め、全国展開に向けた講習会のテキストとして「CLT 工法建築物の設計研修資料」案を、以下の内容で作成した。

2. 3. 1 対象者

CLT の設計の経験がないが、CLT の設計に取り組んでみようと考えている意匠の設計者を想定し、これまでに木造を設計したことのない設計者も対象とする。

2. 3. 2 ゴール

講習修了後には以下の 1～3 のステップをクリアできている。

(ステップ 1)

- ・ CLT 工法建築物の基本設計のためのスケッチが描ける
→平面図、断面図、立面図、パネル割り付け案が描ける

(ステップ 2)

- ・ CLT パネル工法建築物の外装、内装の仕様が決定できる
→仕様書案、内観・外観パースが作成できる

(ステップ 3)

- ・ 設備機器との取り扱いなど、設計のネックとなる部分がわかる
→設備図のチェックができる
- ・ CLT の発注、設計管理のツボがわかる
→発注書、見積書のチェック、設計監理ができる

2. 3. 3 講義の時間数

2 日間で 10 時間程度とする。

2. 3. 5 講習で扱う範囲

CLT パネル工法のルート 1 について扱い、日ルート 2、ルート 3、混構造についてはテキストには含めず、ルート 1 についてまず理解してもらえる内容とする。

2. 3. 6 テキストの構成・編集方針

告示の順を追った構成とするのではなく、意匠設計者が建物全体イメージをつかみやすい構成とする。また、裸木造（耐火・準耐火建築物以外の建築物）のテキストと、別途同じ構成で、準耐火で必要となる部分についてのテキストの 2 つを作成する（今年度の講習は裸木造のみ）。テキストは既存の資料の再構成を基本とし、必要に応じて文章や資料の追加作成を行う。テキストに加えて、「データ集」と「参考資料」も講習会で配布し、一覧によりどの参考資料のどこを見ればよいのかわかるようにする。

2. 3. 7 演習

講習会には、演習も含めるが、講習会時は講師がポイントについて説明し、課題を持ち帰り後日提

出とする。敷地やプランは自由に設定してもらい、平面図、立面図、壁・床・屋根パネル図（割り付けと金物の位置を明記）の作成を演習課題とする。

2. 3. 8 修了証

演習課題の提出者には、修了証を送付し、CLT 協会 HP にて修了者の紹介をする。

表 1 「CLT 工法建築物の設計研修資料」案の構成

No.		項目		各部の設計と設備計画	No.		項目	
躯体部分					各部設計（外部）			
		CLT を用いた建築物に対する理解			19		CLT パネル工法の耐久設計の必要性	
1		本講習会で対象とする CLT を用いた建築物			20		CLT パネル工法の耐久設計のクライテリア	
2		CLT を用いた建築物と CLT パネル工法			21		CLT パネル工法の耐久設計の具体的対応	
3		ルート 1 パネル工法の架構上の特徴－ 1 構成要素			22		耐久性を考慮した各部設計 外壁	
4		ルート 1 パネル工法の架構上の特徴－ 2 壁パネル割り			23		耐久性を考慮した各部設計 土台	
		使用できる CLT 等についての理解			24		耐久性を考慮した各部設計 接合部まわり（防露対策）	
5		ルート 1 パネル工法で使用できる CLT の仕様			25		耐久性を考慮した各部設計 その他	
6		法規上定められている C L T の仕様（基準強度）			26		各部詳細	
7		法規上定められている C L T の仕様（告示第 611 号）					各部設計（外部）部門における共通の参考資料	
8		使用できるその他の木質材料（法規上）					各部設計（内部）	
9		建築物に使用する CLT パネルの寸法の制約			27		遮音設計の必要性	
10		入手できる CLT の仕様（CLT パネル工法用の工場生産実態）			28		各部詳細 床仕上げ・天井仕上げ	
		ルート 1 パネル工法の設計手法（躯体部分）			29		各部詳細 界壁の仕上げ	
11		壁に関する設計ルール			30		内装制限	
12		床に関する設計ルール						

	13	CLT 床パネルのスパンの目安			各部設計（内部）部門における共通の参考資料
	14	屋根に関する設計ルール		設備計画	
	15	1 回の基礎まわりに関する設計ルール		31	給排水設備騒音への対策
	ルート 1 パネル工法の接合部（躯体部分）			32	CLT 現し仕上げの場合の電気配線方法
	16	「ルート 1 パネル工法」で求められる接合部の性能と x マーク金物	施工への理解	施工への理解	
	17	各部の接合ルール		33	発注・施工図チェックのための CLT パネル加工についての理解
	18	接合金物の選択に当たっての注意点		34	設計・監理に必要な施工についての理解
		材料・構造部門における共通の参考資料			

なお、テキストの全文は巻末の参考資料に示す。

2. 4 講師候補者の養成

2. 4. 1 講師候補者の選定

設計や施工に関する経験が豊富で、CLT について理解が深い実務者を講師候補者に選定した。

2. 4. 2 講師の養成

CLT 協会が企画協力（主催：JTB コーポレートセールス）をおこなった「高知・岡山 CLT 視察ツアー」に講師候補者に参加してもらった。ツアーでは CLT の製造工場や、利用建築物、建設現場の見学、CLT をテーマにしたシンポジウムへの参加がプログラムであった。CLT 利用建築物の視察ではそれぞれの建築物の設計者からの説明を受け、質疑応答も行うことで、講師候補者には CLT に対する理解をより深めてもらった。

視察ツアーの概要を以下に記す。

日 程 : 2017 年 11 月 29 日（水）～11 月 30 日（木） 1 泊 2 日

主な視察先 : 高知県高知市、岡山県真庭市

参 加 者 : 30 名（内 講師候補者 4 名）

参加費用 : 32,000 円（税込）

企画実施 : （株）JTB コーポレートサービス

企画協力 : （一社）日本 CLT 協会

表 2 高知・岡山 CLT 視察ツアー 工程表

日次	月日(曜)	行 程	宿泊施設	食事
1	11/29 (水)	岡山駅西口 5:50集合 もしくは 高知空港 到着ロビー 9:00集合 (高知県自治会館 9:30集合でも可) 岡山駅「西口」 ―― 高知空港 ―― 高知県自治会館 ―― 高知市内CLT商業ビル ―― 6:00 9:00 9:40 10:20 10:30 10:50 ― 林業大学校 ―― 市内にて各自昼食 ―― 高知県森林組合連合会館 ―― 真庭市内ホテル 11:35 12:25 12:50 13:50 14:00 15:00 18:00頃着	真庭シティホテル サンライズ	朝:× 昼:× 夕:×
2	11/30 (木)	ホテルにてCLT客室視察 ―― CLT工場・バイオマス発電所 ―― 木テラス ―― 市内にて各自昼食 ―― 9:00 9:25 9:45 10:45 11:00 11:20 11:30 12:20 (建設現場) ― CLTセミナー・北房こども園小学校 ―― 岡山空港 ―― 岡山駅 13:00 16:10 17:30 18:15		朝:○ 昼:× 夕:×

記入例: ―― バス



写真 1～6

視察の様子（左上から右下の順に、柳町 ST-I、高知県立林業大学校、高知県森林組合連合会館、
銘建工業 CLT 工場、北房こども園小学校、北房こども園小学校・体育館）

また、講師候補者には第 2 回の WG に参加してもらい、当講習会への理解を深め、また、講習内容への提言をいただいた。

2. 5 講師候補者による試行的講習会の開催

作成したテキスト案を基にした講習会の全国展開に向けて、準備段階といえる試行的な講習会「CLT 設計・施工者向け講習会」を 2 日間にわたり実施した。講師候補者である大倉 靖彦（株）アルセッド建築研究所）、木村 光行（木村建造（株））、塩崎 征男（山佐木材（株））の 3 名を講師とし、参加者は一般に広く募集するとともに、講師候補者も参加した。また講習会終了後に参加者を対象としたアンケートを行い。回答・意見をまとめた。今後はテキストをブラッシュアップし、講習会に備えることとする。

2. 5. 1 「CLT 設計施工者向け講習会」概要

日 程 : 2018 年 2 月 27 日（火）10:30～17:00、28 日（水）09:30～17:00（2 日間）

場 所 : （一社）日本 CLT 協会 会議室

参加人数 : 19 人（内 講師候補者 3 人）

講 師 : （株）アルセッド建築研究所 大倉 靖彦（設計）
木村建造（株） 木村 光行（施工）
山佐木材（株） 塩崎 征男（設計・施工）

費 用 : 無料

その他 : （公社）日本建築士会連合会 CPD 情報提供制度対象講習会

表 3 CLT 設計施工者向け講習会 講義内容

	2018 年 2 月 27 日（火）	2018 年 2 月 28 日（水）
講習時間	10:30～17:00（昼休憩 12:30～13:30）	09:30～17:00（昼休憩 12:30～13:30）
プログラム （予定）	(1) CLT 建築物に対する理解 (2) 使用できる CLT についての理解 (3) 設計手法（躯体部分）	(4) 各部設計（外部） (5) 各部設計（内部） (6) 設備部分との取り扱い (7) 施工への理解 (8) CLT パネル工法建築物を設計する上での ポイント (9) 演習問題説明 (10) アンケート

2. 5. 2 アンケート結果

（1）本講習会を受講した理由

- | | |
|----------------------|---|
| a) CLTを使った手物の設計予定がある | 2 |
| b) 設計の予定はないが今後設計したい | 8 |
| c) 設計をするつもりはないが勉強のため | 3 |
| d) その他 | 1 |

(2) 本講習会をどうやって知りましたか？

- | | | |
|------------------------|----|-------------|
| a) インターネット | 10 | (CLT 協会 HP) |
| b) 口コミ | 2 | |
| c) CLT 協会メールマガジン (メール) | 2 | |

(3) CLT に関連してどのような情報や講習会・イベントがあるとよいですか？ (複数回答可)

- | | |
|-------------|--------------------------|
| a) 構造に関する情報 | 9 |
| b) 意匠に関する情報 | 7 |
| c) 海外情報 | 1 |
| d) 見学会 | 13 |
| e) その他 | 3(ルート2・3の講習会、施工、耐久性について) |

(4) 回答者について

年齢 20代:1 / 30代:2 / 40代:3 / 50代:6 / 60代:2

性別 男性:13 / 女性:1

普段の業務(複数回答あり)

- | | |
|---------|---|
| a) 意匠設計 | 8 |
| b) 構造設計 | 3 |
| c) CAD | 0 |
| d) 施工 | 5 |
| e) その他 | 1 |

設計されている方の場合、

設計経験年数

- | | |
|------------|---|
| a) 1～5 年 | 3 |
| b) 5～10 年 | 0 |
| c) 11～20 年 | 3 |
| d) 21～30 年 | 3 |
| e) 31 年～ | 2 |

今回の講習会について、

(5) 全体構成はいかがでしたか？

- | | |
|-----------|---|
| a) 大変良かった | 5 |
| b) よかった | 9 |

- c) あまり良くなかった 0
- d) よくなかった 0

(6) 全体の講習時間はいかがでしたか？

- a) ちょうどよかった 10
- b) 短かった 0
- c) 少し短かった 1
- d) 少し長かった 2
- e) 長かった 1

(7) それぞれの内容についていかがでしたか？

		理解しやすかった	まあ理解できた	わからないところがあった	わかりにくかった
(1)	CLT 建築物に対する理解	7	7		
(2)	使用できる CLT についての理解	6	7	2	
(3)	設計手法(躯体部分)	5	5	2	
(4)	各部設計(外部)	7	5		
(5)	各部設計(内部)	6	6		
(6)	設備部分との取り合い	4	8		
(7)	施工への理解	5	7		
(8)	演習問題説明	3	5	3	

(8) (7) で「わからないところがあった」、「わかりにくかった」とお答えになった方は、どのあたりをそう感じましたか？

(2) 使用できる CLT についての理解

- ・ 部材等級について（めり込み対策時の対応など）
- ・ パネル製造サイズによる設計の計画
- ・ CLT 基準強度の詳細は省いてよいと思う。初めての人には理解できない

(3) 設計手法（躯体部分）

- ・ 基準を読み上げているためイメージができない
- ・ オーバーハングの考え方
- ・ 壁を配置する場合の概算長さの目安がわかる資料が欲しい（具体的に何 m 必要か不明）

(5) 各部設計（内部）

- ・ 小屋裏の通気確保の方法が不明確な詳細図や、小屋裏の通気を止める恐れのある防水の図面が気になった

(7) 施工への理解

- ・ 施工についてのスライドは工程の順番に説明してもらえるとよい。話の流れが欲しい

(9) その他

- ・ 具体的なコスト単価把握
- ・ 防火関係の納まりや仕様をもう少し聞きたかった
- ・ ポイントをまとめて資料作りをしてほしい

2. 6 今後の課題

委員会での議論では今後に向けた課題や意見として以下が挙げられた。次年度以降に整理し、よりよい講習会となるように進めていく必要がある。

(1) 講習内容

- ・ CLT パネル工法だけでなく、構造の基本的なことを講習に含めるかどうか（少なくとも資料を紹介するようにするか）
- ・ 普段構造設計をしている設計者でも CLT の設計は難しいとの意見がある（CLT の告示解説書や設計施工マニュアルの講習会でのアンケート結果）
- ・ ルート 1 の位置づけが理解されないといけない。知らない人は何でこんなに面倒なのかと感じてしまう（本当はルート 2 から入る方がわかりやすいのではないか）
- ・ 意匠設計者が対象であるなら、まず CLT を使った建物の魅力を伝える内容を最初の部分に入れてやる気になってもらうことが大切ではないか
- ・ 構造設計者ではない設計者でも CLT の場合はパネルの割り付けや金物の配置ができるようになってもらう前提の講習にすべき
- ・ CLT の設計はややこしい、一度設計したがもうこりこり、という声も聞こえてくる。そうならないよう、CLT の設計をした人がスターになっていくようにしていかなければいけない
- ・ ルート 1 についての講習だが、ルート 2 や 3 にも進みたいと考えてもらえるようなテキストとしてほしい

(2) 講習対象者

- ・ 「意匠設計者」を対象としているが、もう少し
- ・ 普段やっている設計の「用途」と「規模」により設計と言っても内容が全く違ってくる、住宅のみを設計している設計者は対象者から外した方がよいのではないか。住宅のみを設計している人には、この部分は事前に勉強しておいた上で参加してください、という形とするか
- ・

(3) テキスト

- ・ 既存の資料を利用しているが、著作権についてクリアにすることが必要
- ・ 大版パネルか小版パネルのどちらを選択するかについて、それぞれについて紹介をするが、テキストでどちらを推奨するかは明記しない方がよい（設計者に自ら判断してもらう形とする）

- ・ 「断熱」について、独立した項目としてもよいのではないか
- (4) 講習会
- ・ 受講者からの質問をしてもらう時間をこまめに入れた方がよい
- (5) 演習
- ・ 演習はすべき。講習内容を理解してもらえたかがはっきりわかる。壁量計算の講習をする際も演習を入れているが、課題を提出してもらおうとわかってなかったということが多い
- (6) アンケート
- ・ アンケート項目に「受講してみて、今後 CLT の設計をやりたいか」「どの部分に CLT を使いたいか」を追加すべき
- (7) 講習会の規模
- ・ 少人数制がいいというのは、今回実施したアンケートでもわかる。全国各地で開催する際も 10～15 人程度の受講者想定がよい
 - ・ 少人数でやることで講師とのつながりができることが実は一番大事
 - ・ 木を活かす建築推進協議会でも、設計者の育成の講習会を実施してきたが、各地で 1 泊 2 日の講習を 3 回のセットで行った。受講後には実際に手がけている設計の相談を講師や受講者が一緒になって考えたり、自由参加で懇親会をするとほとんどの受講者が参加したりする。設計者同士のつながりができ、前向きに取り組むきっかけになる
- (8) その他
- ・ 講習会を各地で継続でやっていき、そこから新たな講師が生まれていくようにしていくようなスタンスで続けてほしい

3. 建築関連雑誌への掲載

日経アーキテクチュア（2018年3月8日号）にCLTの特集記事のおよび、日経XTECH SpecialのWeb記事として掲載した。また、抜き刷りを作成し、広く一般に配布することとしている。

各地で勢いを増すCLT建築 施策や基準も普及を後押し

CLT（直交集成板）の一般的な設計法などを定めた告示の公布・施行からまもなく2年。各地でCLTの特性を引き出した新しい建築が次々と打ち出されている。CLT建築の急増と並行して、供給体制や国の施策、基準の整備もより充実してきた。

2017年3月末まで計95件に留まっていたCLTを用いた建物が今、急速に増え始めている。18年度にかけて、さらに100件程度の建設が見込まれている。

大きな弾みとなったのが、2016年3月31日と4月1日の両日にわたる告示の公布・施行だ。一般的な設計法が告示化されたことで、CLT/パネル工法については大臣認定を取得しなくても建てられるようになった。次いで17年9月にツーバイフォー工法に関する技術基準の告示も改正されるなど、身近な建材に向けてCLTは普及と進化している。

供給体制の整備も進む。17年4月までに全国8工場が整備されており、さらにこの春からは新しい大型工場も稼働する予定だ。

CLTの特性を生かして
多様な木造が生まれている

単に容積が増えているだけではない。むしろ、このところのCLT建築で目を引くのは、その変われ方だ。

以前は、バス停のような規模な施設や、仮設建築物などが試行的につくられるケースが少なかった。それに対して最近では、低層から中層までの各種用途の建物で、CLTを主要構造材に用いる事例が増えている。興味深いのは、CLTの特性を生かしたプランニングや構造システムを、それぞれの建物に応じて生み出している点だ。

年度内に層構成を追加
適切な運用に技術者育成も

活発にCLTの活用を、さらに推進する動きもある。その1つが、CLTの基準強度の拡充だ。これまで、長期耐震に対する許容応力度計算において、CLTの基準強度は限定されていた。積層方向かつ縦横方向のCLTで基準強度が定められていたのは、5層5プライと5層7プライの2つだった。そこに新たに、3層3プライ、3層4プライが加わる。

また、積層方向かつ縦横方向では、これまで3層3プライと3層4プライ、7層7プライの3つだったところに、5層5プライ、5層7プライの2つが追加される。これらの新たな基準強度は、既にパブリックコメントを結んでおり、17年度内の公布・施行が期待されている。

これまで、国は、先駆的なCLT建築物への設計・建築費、建築の指導や助言をする専門家派遣、設計・施工者向けの講習会などへの支援に取り組んできたが、これらに加え、18年度予算では、CLTの調査費支援を盛り込むなど、多様な施策を用意している。

日本CLT協会も、構造設計者に向けた講習会や構造設計相談会の開設、実務者向けの手引きの発行などを進めて、CLT普及を後押ししていく。このほかにもCLTを巡っては今後も各方面で活発な展開が続く。

事例1 鉄骨造と同等のコストで大幅に工期短縮

KFC堺百舌鳥店（大阪府堺市北区）

世界展開するファストフードチェーン店のロードサイド型店舗。従来の鉄骨造店舗で主流の鉄骨造と、工期やコストなどを比較検討した。建物は平屋で、壁と屋根、柱にCLTを用いている。壁と屋根の取り合いは「繋ぎ」とし、壁・柱に接合部で鋼材の梁を接合した。在来工法に比べて工期が短縮されている。一部のCLTは店内で加工している。基礎から下地までの工事を比較検討したところ、工費は一般的な鉄骨ラーメンの14日に對してCLT工法は4日、コストはほぼ同等という結果だった。

※建築：東武建設、設計：東武建設設計事務所、施工：東武建設（大阪府堺市北区）CLT材は、東武建設設計事務所が、東武建設（大阪府堺市北区）から購入している。CLT材の加工は、東武建設設計事務所が、東武建設（大阪府堺市北区）から購入している。CLT材の加工は、東武建設設計事務所が、東武建設（大阪府堺市北区）から購入している。

事例2 民間の自己資金で国内初のCLT戸建て分譲

倉敷市平田CLT分譲住宅（岡山県倉敷市）

2017年度、CLTを使った戸建住宅の戸建て分譲住宅が完成した。早くからCLTの活用に取り組み、実績を蓄えているライオンデザイン・カンパニーが、公的な補助金などを利用せず、自己資金で建設した。建物は、壁・床・屋根をCLT/パネルで構成した2階建て。玄関上部やバルコニーを大きく張り出すなど、個性の高いCLTの特性を生かしたプランニングや意匠を実現している。将来の販売を前向きに、現在は同社のモデルハウスとして利用している。

※建築：東武建設、設計：ライオンデザイン・カンパニー、施工：東武建設（岡山県倉敷市）CLT材は、東武建設設計事務所が、東武建設（岡山県倉敷市）から購入している。CLT材の加工は、東武建設設計事務所が、東武建設（岡山県倉敷市）から購入している。

事例3 大版CLTと張弦梁で開放的な大空間

すくも商銀信用組合（高知県高知市）

国内初の大版CLTを主要構造材に用いた銀行。片流れの大屋根に覆われた建物は、軸組工法とCLTを組み合わせた木造2階建て。壁と2階床にCLTを用いている。2階の床は、大版のCLT/パネルと張弦梁を組み合わせて11.4mの大スパンを実現。建物前面の開口部にシャッターを設けないことで消滅窓効果を図る。木材の架構・仕上りともに美しい。従来の銀行のイメージとは異なる木質空間で、地域密着型の企業活動を展開する。

※建築：すくも商銀信用組合、設計：すくも商銀信用組合、施工：すくも商銀信用組合（高知県高知市）CLT材は、東武建設設計事務所が、東武建設（高知県高知市）から購入している。CLT材の加工は、東武建設設計事務所が、東武建設（高知県高知市）から購入している。

図1 掲載紙面

日経XTECH Special

各地で勢いを増すCLT建築 施策や基準も普及を後押し

CLT（直交集成板）の一般的な設計法などを定めた告示の公布・施行からまもなく2年。各地でCLTの特性を引き出した新しい建築が次々と打ち出されている。CLT建築の急増と並行して、供給体制や国の施策、基準の整備もより充実してきた。

CLTの特性を生かして
多様な木造が生まれている

年度内に層構成を追加
適切な運用に技術者育成も

事例1：KFC堺百舌鳥店（大阪府堺市北区）

事例2：倉敷市平田CLT分譲住宅（岡山県倉敷市）

事例3：すくも商銀信用組合（高知県高知市）

図2 Web掲載面

4. CLT アイディアコンテスト 2017「設計部門」の開催

4. 1 目的

CLT はその構造特性から、これまで木材があまり使われてこなかった非住宅や中・大規模建築物などに用いられることにより、林業及び木材産業の成長産業化による地方の持続的な産業育成と雇用確保を通して、地方創生の実現に寄与するものとして関心が高まっている。また、木材が持つ断熱性・調湿性による建築物の省エネ・省 CO2 化など、人や環境に優しい都市づくりの面でも効果が期待されている。しかし、実現するためには構造性能のみならず、耐久性や防火性、遮音性、温熱環境など様々な検討が必要であり、それらに準拠する技術的根拠や規準の整備が十分ではなく、至難である。

そこで、当協会で開催し、3 回目を数える「CLT アイディアコンテスト 2017」に新たに「設計部門」を設け、CLT の様々な利用方法の可能性を見出し、これを普及・活用促進する機会となるよう CLT を使用した未来の風景を幅広い視点から、中層マンションをテーマにしたアイディアコンテストを実施した。

4. 2 募集内容

(以下、募集内容より抜粋)

4. 2. 1 募集作品

CLT の普及が進むヨーロッパなどでは、CLT を採用することで中・大規模建築などこれまでになかった木造建築物が多数建てられるようになった。普及を目指す日本でも中・大規模建築への CLT の適用は、これから目指していく大きなテーマである。

今回はその中でも「中層マンション」に対する提案を募集した。中層マンションをテーマとする理由は、(比較的小さな空間で構成されるため) 壁の多い構造であり CLT に向いていると考えられること、これまで木造のマーケットとして捉えられてこなかった新たな分野であることが挙げられる。RC 造等からのただの置き換えでなく、新たな価値を生み出すような提案を募集した。

4. 2. 2 審査基準

本コンテストの趣旨を踏まえ、以下の項目を審査基準とした。

- ① 技術的課題に対する具体的かつ効果的な提案が含まれているもの
- ② CLT が使われている理由が明確であるもの
- ③ CLT の利用について普及効果があるもの
- ④ 林業・林産業の振興に資するもの
- ⑤ CLT を使用した工法の新たな技術開発に資するもの

4. 2. 3 審査委員

審査員≡委員は三井所清典 芝浦工業大学名誉教授を委員長とし、都市計画、構造・工法、防耐火、環境・省エネ等、建築に精通する学識経験者および実務経験者他で構成した。以下に審査委員を記す。

審査委員長	三井所 清典	芝浦工業大学 名誉教授
審査委員	坂本 雄三	東京大学 名誉教授
	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
	安井 昇	桜設計集団一級建築士事務所 代表
	河合 誠	(一社) 日本 CLT 協会 専務理事

4. 2. 4 募集規定

(1) 応募資格

- ・設計の実務経験者、建築を学ぶ学生（大学生、大学院生、専門学校生など）
- ・年齢不問。CLT 設計の実績の有無は不問
- ・複数名によるチームでの参加も可能（企業としての参加も可能）

(2) 課題： CLT を使った中層マンション（6 階建て）

6 階建てのマンションの設計のためには、構造、意匠、設備、性能（防耐火、遮音、温熱、施工など）上、様々な解決すべき課題がある。これらの課題に対する提案を含んだ内容とすること。鉄筋コンクリートや鉄骨、CLT 以外の木質材料など、他の材料・工法と組み合わせて CLT を部分的に利用する提案でも対象とした。設計は現行の建築基準法や CLT 関連告示等に則った範囲のものでも、告示の範囲を超えた大臣認定取得を想定した提案でも可能とした。

応募者は、日本国内における実在する場所を任意に設定し、提案の中ではランドスケープと合わせて表現することとした。

(3) 募集期間

2017 年 10 月 26 日（木）～2018 年 1 月 22 日（月）必着（HP 上で受付）

(4) 応募方法

作品は A2（420×594mm）横使い 2 枚以内とし、PDF データ応募を受け付けた。

(応募データ)

- ・図面、パース、ドローイング、CG、模型写真など表現方法や書式は自由
- ・文字の大きさは 14 ポイント以上
- ・データ容量は最大 20MB まで
- ・文字データはフォント埋め込みすること

(応募点数)

- ・応募者 1 名もしくは 1 グループにつき 1 点

(応募上の注意)

- ・応募作品の中には、個人・団体等を特定する記載はしないこと
- ・応募データには作品以外のものが一緒に入らないように、また、天地が逆にならないよう応募すること

4. 2. 5 表彰

優秀賞： 3点（農林水産大臣賞／国土交通大臣賞／環境大臣賞 各1点ずつ）

副賞： CLT10 m³ もしくは 海外 CLT 視察ツアーご招待 もしくは 賞金 50 万円

なお、応募作品については、日本 CLT 協会がおこなう広告、出版物、ホームページ、イベントの展示などに使用することとした。

4. 3 審査および結果

4. 3. 1 審査経過について

合計で 46 作品の応募があり、審査ではまず各審査員が応募作品を確認した後に候補作品を 5 点ずつの投票を行った。その後、審査委員が各作品の感想を述べつつ、評価できる点や懸念する部分について協議した。議論が尽くされた時点で優秀賞 3 点の決定を行った。議論の段階で最終的に候補に残っていた 4 作品についても、優れた提案であったため、協議の上「CLT 協会賞」を追加し、授与することとした。受賞作品は以下の表の通りである。

なお、本コンテストの結果や提案作品は日本 CLT 協会のホームページでの公開、冊子を作成して配布するなど周知を行った。

表 4 CLT アイディアコンテスト 2017 設計部門 受賞作品／受賞者

賞		タイトル	チーム名	所属	代表者
優秀賞	農林水産大臣賞	無機質から有機質へ	CLTEC (シーエルテック)	(株)竹中工務店 東京本店 設計部	梅野 圭介
	国土交通大臣賞	RCLT構造の集合住宅	(株)日建ハウジングシステム lid研究所		豊田 郁美
	環境大臣賞	呼吸するマンション	(株)日建ハウジングシステム lid研究所		古山 明義
特別賞	CLT協会賞	ミニマルスケルトン+CLT	清水建設(株) 設計本部		齋藤 宏一
		CLTの森に棲む 都市の住まいにもっと木の楽しさを	大成建設設計本部 現代木造ワーキンググループ	大成建設(株) 一級建築士事務所	関山 泰忠
		まちの小径（こみち）	RWF	(株)竹中工務店	川原村 真幸
		グランドウッド品川	大林組 中高層木造チーム	(株)大林組 設計部	貞弘 雅晴

4. 3. 2 各受賞作品について

【優秀賞 農林水産大臣賞】 無機質から有機質へ

CLTEC (㈱竹中工務店 東京本店 設計部) 梅野圭介、花井厚周、飯田智裕、田口裕子、島田潤



どの審査員からも票が入った唯一の作品で、様々な要素技術の組み合わせや、CLTの素材に新たな性能を付加していくことによって、課題を解決していく将来に向けた提案であることが評価された。混構造ではなく純木造の提案で、セルロース保水材をCLTに組み込むことで耐火性を持たせるアイデアなど、新たな木質材料が今後も開発可能なことを示唆しており、農林水産大臣賞の受賞となった。

審査委員からは、「CLTは積層材のため、中に設備配管を組み込んだり機能層を入れられることが本来あるべきで、それと構造を両立できるかはこれからの一番の課題であり、提案を積極的に評価したい」、「課題に対して技術的な提案がなされ、かつ、バランスの取れた内容であり、将来実現を期待できる」とのコメントがあった。

【優秀賞 国土交通大臣賞】 RCLT の集合住宅

㈱日建ハウジングシステム lid 研究所 豊田郁美、渋谷篤、阿久津勝



本造の中核層集合住宅が普及していく理由はいくつ挙げられる。
床・壁の造作の問題。火災に対する事業ではないマイナスイメージなど、日本人が本質的に木が好きであるのにも関わらず普及へのハードルとなっている。
この計画は RC と CLT の長所を組み合わせたハイブリッド構造である「RCLT」構造による集合住宅の提案である。
RC と CLT をハイブリッド化することで、現在の法規でも防火区画をクリアし、あらゆる場所で建築可能な集合住宅の実現を目標としている。
可能な限り工場生産で部材を制作することで、熟練工が半減する中、現場での作業を減らしながら高い精度を保った集合住宅を作ることが出来るようになる。

Reinforced-Concrete
Cross-Laminated-Timber



現在ある技術や工法を組み合わせ、混構造で適材適所に CLT を使うアイデアであり、RC と CLT を組み合わせた建築のシステム、構造の明確な提案であることから国交大臣賞の受賞となった。床は CLT と RC のハイブリッド構造床とすることで、階層間の防火区画を形成させ、遮音性に配慮もされていた。CLT はコンクリート打設時の型枠としても利用することで施工性にも寄与させている点も評価された。

審査委員からは、「RCの十字柱が現場打ちのRCで湿式でなくプレキャスト化していくのであれば、CLT と組み合わせでこれまでにないタイプとなる」、「CLT を耐震要素としても活用してもよさそうで、このスタディーを発展させれば比較的すぐに実現できそうだ」とのコメントがあった。

【優秀賞 環境大臣賞】 呼吸するマンション

㈱日建ハウジングシステム lid 研究所 古山明義、小森真一、松本究



CLTの構造体の間に風を通すことで作品名の通り「呼吸するマンション」となっており、ダブルスキンの考え方を取り入れた環境建築的な観点から評価された提案で、集合住宅には今までにないアイデアであることが、環境大臣賞受賞の決め手となった。防耐火面では、床と天井が2重になっており、その空間に耐火被覆することで、燃えぬけない仕様としている発想が評価された。

審査委員からは、「通常のマンション設計では階高をできるだけ抑えることを重視するが、2重構造の床として積極的にスペースを作っていき、そこに新たな機能を付加していく考えで、経済性だけにとらわれない提案として評価したい」とのコメントがあった。

[CLT 協会賞] ミニマルスケルトン+CLT

清水建設㈱ 設計本部 齋藤宏一、広瀬景一、貞広修、田中初太郎、南口真一、南博之、山下美帆、和田真美、高橋啓、田中広夢、斎藤直樹、野村義明、寺島美土里

ミニマルスケルトン + CLT

introduction

CLT を利用した中層マンションを実現するために、CLT の利点を最大限に活かしたシステム「ミニマルスケルトン+CLT」を提案します。本システムは CLT を活用するだけでなく、高い施工性・居住性・更新性を持つことで環境問題や建設費が抱える人手不足の問題の解決にも繋がります。共通化・軽量化・標準化により、設計・施工・更新の各フェーズにおける効率化などの展開も可能であり、CLT の活用にとどまらず、これからの建築のひたひたの方向性を示すものと考えています。

schematic



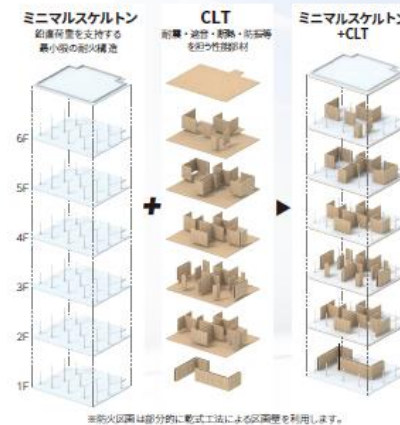
同業会以後、都市住宅の多様化の発展の中で、商業市街地における木造建築は大きく増進されてきました。計画地の適地にあたり、本計画では CLT の普及促進において今後人口の回復が進むことが予測される都市・東京都中央区八丁堀の小規模な敷地を適地としました。

部材の小型軽量化とユニット化により、狭小敷地における更新も可能なシステムである本提案は、構造性能の更新・変更も持ち、将来の耐震性能の更新にも対応することが可能です。都市における仮設住宅のストックアップとして、居住性能と施工性を高めた集合住宅の建設を可能としています。

value

1. 造りやすい 標準化した様々な性能を持つ軽量の CLT が設計の単純化、工期の短縮、施工性の向上を実現します。
2. 暮らしやすい 柱が細く梁型がでないことで開放感のある空間となり、さらに CLT により遮音・断熱性能の高い居住空間が可能になります。
3. 更新しやすい ミニマルスケルトンはそのまま残し、CLT を更新することで将来の性能向上や変更に対応することができます。

concept



ミニマルスケルトン+CLT は鉛直荷重を支える最小限の耐火部材で構成された「ミニマルスケルトン」と断熱・遮音・耐火・防湿等を担う部材（以後、性能部材）としての CLT を明確に分離して組み合わせたハイブリッドシステムです。ミニマルスケルトンは耐火性能を有し、床荷重を支える耐力上最小限の厚みのフラットスラブと、鉛直荷重のみを支え、耐火性能を有した鋼管組柱により、簡易的な居住空間を提供する構造です。性能部材としての CLT は水平力に抵抗する CLT 前壁壁と遮音・断熱・耐火性能をもつ CLT 合成床で構成されています。CLT 部材が先に設置する設計思想により、ベースとなるスケルトン部分に損傷が及ばないこと考え、CLT を性能部材として効率的に使用することで、建物全体を軽量化し、ミニマルスケルトンを実現しています。



CLT を耐震要素として、また、RC の型枠材、断熱材、遮音材としての機能も持たせており、鉛直力は耐火性の高い材で支え、水平力は木材が受ける提案で、すぐにでも実現できそうだと評価された。

「CLT 協会賞」 CLTの森に棲む 都市の住まいにもっと木の楽しさを

大成建設 設計本部 現代木造ワーキンググループ(大成建設㈱ 一級建築士事務所) 関山泰忠、松尾浩樹、清水悟、土谷睦、牟田万里奈、出口亮、島村高平、梅森浩、坂口裕美、川崎賢哉、買手正浩、野島僚子、山崎信宏、田澤孝祐、丹下幸太



CLTの森に棲む-コンセプト-

住まいの原点
 寝た住居は木をもたせ掛け合い作られた。傾斜した面に包まれた空間は、住まいの原点とも言える。

森の中にあるような木に包まれた住まい
 大判CLTパネルをもたせ掛けて空間をつくる。木の温もりや香りに包まれ、傾斜した木肌の壁に包れらる。地と共に色が通くなり風合いが壁に響き渡る。楽しそうに壁を渡る子供たち。そんな森の中にあるようなワクワクする楽しさを感じてほしい。

木の持つ魅力と楽しさにあふれたCLTの森は、木に包まれた新たな住まいの原点となる。

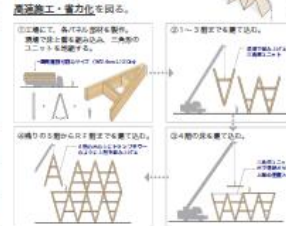
01. CLT 大判立体フレーム-構造形式の考え方-

鉄ではなく面としての大判CLTを立体トラス状に組むことで合理的な構造体を形成し、従来の構造では得られない開放性と自由度を生み出す。

	一般的なCLT構造	CLT 立体トラス構造
構造形式	2次元平面構造(梁・柱の構造)	3次元空間構造(トラス構造)
内装	壁が垂直・水平となり、直線的な空間となる。	壁が傾斜(垂直・水平)となり、空間が広がる。
外装	多くの縦貫フレームと横貫フレームにより、直線的な空間となる。	大判CLTパネルをトラス状に組むことで、空間が広がる。
構造	壁に垂直なスラムをつくる。	傾斜した大判CLTパネルをトラス状に組むことで、空間が広がる。

02. トランプタワーのように作る-製作-施工方法-

部材は連続関係内において可能な限り大きなサイズとして工場にて製作。現場では組立・接合を主とすることで、高効率・省力化を図る。



03. CLTと鋼材のハイブリッドによる耐火構造-法的要件への対応-

今回の提案では「CLT+鋼材ハイブリッド耐火構造」を採用。外装に耐火被覆としてのCLTを施すことで、耐火性能と構造合理性を持ちながらCLTを適しとして扱うことが可能にした。



鉄骨造の木材被覆という考え方は今後技術としてあり得るもので、CLTはCLTだけで勝負しようとなりがちだが、この作品のように他材料との組み合わせもどんどんやっていけるようになればいいと評価された。

【CLT 協会賞】 まちの小径（こみち）

RWF（榊竹中工務店 大阪本店 設計 7 部門） 川原村真幸、藤原健太、林晃士



まちの小径 一木材の素材感と自然の樹によるぬくもりある生活一

新公園より見る

01. CONCEPT - 公園のような居場所 -

CLT の特性を生かし、ハコ型住戸を積み上げた集合住宅の計画である。
システムユニット化したハコ型住戸（※2ページ図システム図参照）は、「抜け」＝「まちの小径」を作ることができる。
「小径」は最やらのにぎわいを敷地内に取り込み、様々な生活スタイルや将来の変化に対応することができる。

木材の素材感と、「まちの小径」で取り込む自然と、周のぬくもり溢れる公園のような居場所をまちに創出する。



提案：「まちの小径」で公園を拡張する。
付加価値を与え CLT の普及を促す。

02. SITE - 都市と自然の接点 -

新公園（大阪市中央区）と本町通りに隣接した敷地。豊かな公園の一方、少し離れると自然を感じることができない。

03. PROGRAM - 周辺土地の価値の向上 -

公園が拡張されたような「まちの小径」を創出することで、周辺画に隣接する敷地は公園に面する土地のような新たな価値を獲得する。それは当敷地だけでなく、周辺土地の価値が向上することにつながる。それらの価値により、施工法を利用した集合住宅が増え、林業の活性化につながることを期待する。

（②普及効果、③林業の振興）



「まちの小径」が周辺にも広がってゆく



本町通りより見る

公園のような居場所を集合住宅に取り入れる提案で、全部箱で埋まっているのではなく屋外をうまく立体的に取り込んでおり、居住スペース以外のスペースを推奨する視点が評価された。

【CLT 協会賞】 グランドウッド品川

大林組 中高層木造チーム（大林組 設計本部） 貞弘雅晴、山中昌之、榎本浩之、田村純太郎



1 層の箱を積み重ねるのではなく、本棚のようにずらして 2 層分と 1 層分を組み合わせることで住戸割りをした提案で、1 スパンごとに床の高さをずらしていけるのは CLT であればこそ容易にできると評価された。審査委員からの留意事項として、耐火性について、耐震壁であっても外壁は燃えぬけてはならないため、その点の整理が必要との指摘があった。

4. 4 表彰式

表彰式は 2018 年 2 月 26 日に開催し、審査委員長による講評、表彰状の授与、優秀賞受賞者による作品のプレゼンテーションの他、CLT 特別アドバイザーの隈研吾氏によるビデオメッセージの放映などをおこなった。当日の司会は 2017 年度ミス日本緑の女神で CLT 広報大使の野中葵さんが務めた。

開催日時 2018 年 2 月 26 日 14:00～15:00

開催場所 都市センターホテル 中宴会場 601（東京都千代田区平河町 2-4-1）

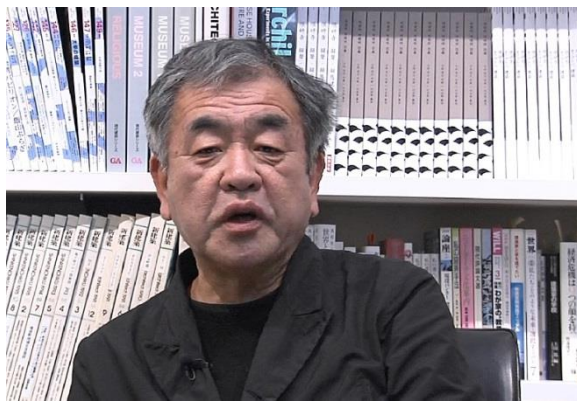


写真 7 ～ 12

表彰式の様子（左上から右下の順に、司会の CLT 広報大使・ミス日本みどりの女神 2017・野中葵さん、CLT 特別アドバイザー・隈研吾氏からのビデオメッセージ、審査委員長・三井所清典氏による講評、大臣賞受賞者による作品の紹介、審査委員長と大臣賞・特別賞受賞者による記念撮影、会場の様子）

4. 5 冊子やホームページでの作品の公表

受賞作品と応募作品をまとめた冊子を作成した。冊子は応募者への配布や、イベント等での配布をすることにより、本コンテストの認知向上や CLT への理解を高めることに役立てることとしている。

また、ホームページでも結果を公表した。

CLT

[新しい木]で未来をつくる
CROSS LAMINATED TIMBER
IDEA CONTEST

設計部門 テーマ:6階建て中層マンション
募集期間:2018年1月22日まで

アイデアコンテスト 2017



設計部門 結果発表

図3 ホームページでの結果発表

4. 6 まとめ

審査終了後には、審査委員に応募者の公表を行なったが、ゼネコンや大手設計会社などの参加が多く、木造のコンペとは思えない顔ぶれと、審査員一同も驚かされるものだった。木造に対する視線や、CLTに注目している人たちがこれまでと変わってきていることを感じさせられる応募者の傾向といえた。本コンテストがきっかけとなって多くの方々がCLTという材料に触れて、新たなアイデアをあたため、実務に展開されることまた、応募のあった提案を公開することで、新たな発想につながることを期待される。

5. 「平成 28・29 年度実施 CLT 関連林野庁委託事業成果報告会」の開催

林野庁委託事業において、平成 28・29 年度に取り組まれた CLT 関連事業の成果を共有し、取り組み状況などの情報を発信する場として計 11 事業体、17 事業による報告会を実施した。

5. 1 開催日時および概要

日 時： 2018 年 3 月 5 日（月）10:00-16:00（昼休憩有）

場 所： 全国町村議員会館 2 階大会議室

参加者： 150 名

主 催： （一社）日本 CLT 協会

参加資格なし、参加費無料

5. 2 プログラム

時間		内容	事業名	発表社・団体等
10:00～10:05	5分	開催挨拶		
10:05～10:20	15分	事業報告01	中大規模木造の普及促進に関する情報発信	(株)日経ビービー
10:20～10:35	15分	事業報告02	設計・施工者向け講習会とアイデアコンテスト2017 設計部門	(一社)日本CLT協会
10:35～10:50	15分	事業報告03	CLTの防蟻・防蟻処理基準	(公財)日本住宅・木材技術センター
10:50～11:05	15分	事業報告04	CLT遮音性能確認ならびに「マニュアル」作成	NPO法人建築技術支援協会
11:05～11:20	15分	事業報告05	CLTパネル工法における住宅省エネ基準対応(寒冷地)のための検討	(一社)日本CLT協会
11:20～11:40	20分	事業報告06	環境性能(結露、気密、事故的水掛り)及び高耐力接合部の開発・研究	木構造振興(株)
11:40～11:50	10分	事業報告07	高耐力の水平荷重を負担できるCLTと横架材で構成する構法の開発	木構造振興(株)
11:50～12:50	60分	昼食休憩		
12:50～13:05	15分	事業報告08	CLT普及に向けた企画支援等の取り組み	(一社)日本CLT協会
13:05～13:20	15分	事業報告09	平成28年度CLT強度データ収集の概要	国立研究開発法人 森林総合研究所
13:20～13:35	15分	事業報告10	平成29年度CLTデータ収集事業の概要	国立研究開発法人 森林総合研究所
13:35～13:50	15分	事業報告11	CLTの性能データ収集・分析事業の実施内容概要	国立研究開発法人 森林総合研究所
13:50～14:05	15分	事業報告12	CLT等接合部データ収集(FJで接合されたCLTの性能確認等)	山佐木材(株)
14:05～14:20	15分	事業報告13	CLTを活用したツーバイフォー工法の新展開	(一社)日本ツーバイフォー建築協会
14:20～14:40	20分	休憩		
14:40～14:55	15分	事業報告14	木質耐火部材開発(鉄骨接合部・貫通孔の性能確認)	山佐木材(株)
14:55～15:10	15分	事業報告15	CLT等の木質材料を用いたRC造耐震補強壁の開発	(株)ドット・コーポレーション
15:10～15:25	15分	事業報告16	CLTを免震架台として使用するCLT中高層建築物の開発	スターツCAM(株)
15:25～15:40	15分	事業報告17	中層建築物を対象とした高耐力接合方法の開発およびCLT現し利用・燃えしろ設計に対応した低層建築物を対象とした接合方法の開発	(株)日本システム設計
15:40～15:45	5分	閉会挨拶		



写真 1 3 報告会の様子

5. 3 参加者数及びアンケート結果

本報告会参加者に対し実施したアンケートの回答を以下に記す。

(1) 全体構成・内容について

- | | |
|--------------|----|
| a) 大変良かった | 23 |
| b) 良かった | 48 |
| c) あまり良くなかった | 3 |
| d) よくなかった | 0 |

(2) 参考になった、又は今後も継続してほしい事業報告

- | | |
|---|----|
| 01 中大規模木造の普及促進に関する情報発信((株)日経ビーピー) | 19 |
| 02 設計・施工者向け講習会とアイデアコンテスト 2017 設計部門((一社)日本 CLT 協会) | 27 |
| 03 CLT の防腐・謀議処理基準((公財)日本住宅・木材技術センター) | 34 |
| 04 CLT の遮音性能確認ならびに「マニュアル」作成(NPO 法人建築技術支援協会) | 35 |
| 05 CLT パネル工法における住宅省エネ基準対応(寒冷地)のための検討((一社)日本 CLT 協会) | 28 |
| 06 環境性能(結露、気密、事故的水掛かり)及び高耐力接合部の開発・研究(木構造振興(株)) | 28 |
| 07 高耐力の水平荷重を負担できる CLT と横架材で構成する構法の開発(木構造振興(株)) | 26 |
| 08 CLT 普及に向けた企画支援等の取り組み((一社)日本 CLT 協会) | 22 |
| 09 平成 28 年度 CLT 強度データ収集の概要(国立研究開発法人 森林総合研究所) | 31 |
| 10 平成 29 年度 CLT データ収集事業の概要(国立研究開発法人 森林総合研究所) | 29 |
| 11 CLT の性能データ収集・分析事業の実施内容概要(国立研究開発法人 森林総合研究所) | 30 |
| 12 CLT 等接合部データ収集(FJ で接合された CLT の性能確認等)(山佐木材(株)) | 25 |
| 13 CLT を活用したツーバイフォー工法の新展開((一社)日本ツーバイフォー建築協会) | 33 |
| 14 木質耐火部材開発(鉄骨接合部・貫通孔の性能確認)(山佐木材(株)) | 28 |
| 15 CLT 等の木質材料を用いた RC 造耐震補強壁の開発((株)ドット・コーポレーション) | 32 |
| 16 CLT を免震架台として使用する CLT 中高層建築物の開発(スターツ CAM(株)) | 19 |
| 17 中層建築物を対象とした高耐力接合方法の開発および CLT 現し利用・燃えしろ設計に
対応した低層建築物を対象とした接合方法の開発((株)日本システム設計) | 30 |

(3) 本報告会についてのご意見・ご感想 ()内は同様の意見の数

全体内容について

- ・ 勉強になった (2)
- ・ 既存の建築物の増改築に CLT を使用した事例を紹介してもらいたい
- ・ 建築構造分野に限らず、省エネ性能、空調設備面での評価も検討、報告してほしい
- ・ CLT に関して細かい点まで性能を知ることができてよかった
- ・ 市場ニーズから協会運営、技術開発状況等、CLT 事業に関わる内容を包括的に聞けて、産業の広がりを実感できた
- ・ かなり高密度の報告会、ありがとうございます
- ・ CLT の企画段階からの設計支援が受けられること知ることができた。活用したい
- ・ CLT が想像以上に様々な方面へ展開されていることがわかってよかった

個別の内容について

- ・ 05、06、07 に関してはデータが見づらく、結論もあいまいでよくわからない。成果として報告するならもっとはっきり内容を公開してほしい
- ・ 06 について、重要な諸元がスライドのみで残念だった
- ・ 2X4 の床下の壁・梁配置が不明。「2 つの平行な梁又は壁」に支えられていなくても OK か？
- ・ 2X4 での取り組みに関してもっと詳しく話を聞きたかった
- ・ 16 について、架台として使用する前に CLT 2 枚重ねの力学的な検証が必要と感じる。建物重量が免震支承に確実に伝わるのか？ 板の上下により伝わりにくい方向ができてしまうのでは？
- ・ 17 について、挿入後半の形状が不明で判断できなかった

構成・時間について

- ・ 発表時間が短かった (5)
- ・ 質疑応答の時間を取ってほしい (3)
- ・ 2 日間に分けて、報告の時間を長くしてほしい
- ・ CLT の可能性と現状の検討状況についてわかりやすく整理されていて大変参考になった
- ・ 今後も様々な面での研究活動と報告会を続けてほしい
- ・ 各分野の実績をコンパクトに聞く事ができ、具体的な調査内容を網羅的に把握できた
- ・ 多くの成果・課題について触れることができる機会となり、非常にありがたい。15 分だけではもったいない内容も多いが、密度の高い価値のある会だと思う

資料について

- ・ 資料を HP からダウンロードできるようにしてほしい (6)
- ・ 印刷はカラーとしてほしい (4)
- ・ 実験資料は試験体図と試験結果（グラフを含め）の配布（スライド資料）があった方がよい（理解ができない）

その他

- ・ 林野庁による報告会なのか、CLT 協会による報告会なのか、位置付けがよくわからない。報告会の開催自体はとてもよい

(4) CLT に関連しての情報や講習会・イベント要望

a) 構造	46
b) 意匠	21
c) 施工	45
d) 防耐火	27
e) 温熱性能	25
f) 接合金物	29
g) 海外情報	21
h) 現場見学会	45
i) 工場見学会	24
j) その他	7 (他工法との差別化が図れるような評価、設計者による実例紹介、コスト)

年齢	20 代: 2	／	30 代: 8	／	40 代: 14	／	50 代: 17	／	60 代: 3
	70 代: 3	／	80 代: 2						
性別	男: 75	／	女: 4						

業種

a) 建設	25
b) メーカー	18
c) 建築	11
d) 行政	4
e) 木材	4
f) 住宅メーカー	3
g) 研究	3
h) 団体	3
i) 流通	2
j) その他	3

6. CLT 特別アドバイザー、CLT 広報大使の活用

5章で紹介したとおり、「CLT アイディアコンテスト 2017 設計部門」において、CLT 特別アドバイザーの隈研吾氏には、受賞作品を確認していただき、ビデオメッセージとしてコメントをしていただいた。CLT 広報大使の野中葵さんには、表彰式での司会を務めていただいた。

また、CLT 普及のための取り組みとして野中葵さんには 2017 年 10 月 27～30 日にポートメッセなごや（愛知県名古屋市）にて開催された「日本木工機械展／ウッドエコテック 2017」において、CLT の展示ブースにてパンフレットの配布や来場者への CLT の説明などをしていただいた。

WOOD WONDERLAND ～第2展示館の併催イベント～

特別展示

機械が変える木材産業
木材加工機械および木材関連団体の活動内容の紹介パネル、製品サンプルや機械実機を展示します。

WOODコレクション2017名古屋
地域材（愛知県産材、長野県産材、岐阜県産材）を活用した、建具、家具、小物など、様々な魅力的な木材製品を展示します。

自動車コーナー
数々の賞を受賞したトヨタ「SETSUBA」など、国内の木製自動車3台が展示します。

建具・家具・建材コーナー
国内の有名メーカーによる建具、家具、建材等の展示を行います。

ドローン展示コーナー
最先端のドローンの展示と、ドローンの体験会を開催します。（無料：10歳以上）

CLT
CLTの構造物をもとに見て触って体験してもらうため、ウェルカムゲートCLTオブジェ「モクロス」と、東京大学五月祭にて設置されたCLTオブジェを展示します。

産学官連携「木材の科学と技術の最前線」
全国の大学、公設研究機関が木材に関する研究成果や教育活動などを紹介します。

ECO展21
持続可能な学生協理による建築作品を展示します。

その他
*ギター展示
*学生作品展示コーナー
*会場一帯コンペ作品展示
*木工機械の歴史パネル展示 他

木育・体験イベント

木育キャラバン
10/27（金）～30（月） 10:00～17:00
東京おもちゃ美術館から、約300種類の良質で美しい木のおもちゃがやってきます。対象：幼児、小学生

木製道具コーナー
木のすべり台などの木製遊具で遊べます。

子ども将棋大会・プロ棋士による指導対局
10/28（土） 10:00～16:00
対象：小学生（指導対局は大人も参加可能）

DIY小学生工作教室
10/28（土）・10/29（日） 10:00～12:00、14:00～16:00
様々な形の木片を組み合わせて自由工作を行います。

木エワークショップ
対象：中学生以上（材料費は有料）

ペン作り教室
世界に一つだけの木製オリジナルペンを作ろう！大人のホビーを体験ください。対象：大人（材料費は有料）

大運路
大きな運路のアトラクションです。親子で楽しんでください。

ゴム鉄砲作り&射的あそび
新ひばりゴム鉄砲作り体験（無料）、遠射ができる本物そっくりな木製のゴム鉄砲の販売もあります。

*口紅の配布がないイベントは、全館展示に限り、*予約方法は、各展示館のサイト参照

オープンステージ

「一五一会」ギター教室
10/28（土）11:00～11:40
（※）ヤリギターが初心者でも楽しめるギター「一五一会」の指導をします。

自衛隊将棋対決
10/28（土）12:00～12:40
プロ棋士が指導して、女流棋士と対決します。

木づかいセミナー「木を知り、木を楽しむ」
10/28（土）13:30～15:30
東京大学名誉教授 谷田良光氏による基礎講座とパネルディスカッション 主催：活木活木（いしき）森ネットワーク

「ディジュリッド」のライブパフォーマンス&演奏体験
10/29（日）13:30～15:00
世界最古の音楽と知られているオーストラリアの「ディジュリッド」、ユーカリの木から採集した歴史や構造などをユニークな音響パフォーマンスを交えて紹介し、演奏体験も行います。

*その他プログラムは、各展示館のサイトに公開

会場へのアクセス

会場へのアクセス

会場：ポートメッセなごや（会場）

会場へのアクセス

会場：ポートメッセなごや（会場）

図 4 日本木工機械展／ウッドエコテック 2017 パンフレット



写真 1 4

巻末：参考資料「CLT 設計施工者向け講習会」資料案
(次ページより講習会資料本文)

1. 本講習会の対象となる CLT を用いた建築物

1. 本講習会の対象となるのは、CLT を用いた建築物のうち、
CLT パネル工法のうち、ルート 1 で構造設計が可能で、防耐火上は「その他の建築物」であるもの。
2. ルート 1 で構造計算が可能な CLT パネル工法とは、以下のようなもの
- ①規模： 高さ 13m 以下、軒高 9m 以下、階数 3 階以下（地階は除く）
 - ②壁（耐力壁 鉛直力・水平力の両方を負担）に使用する CLT：
 - 強度等級 同一等級構成 S60 3 層 3 プライ（厚さ 90 mm） 又は、
 - 強度等級 異等級構成 Mx60 5 層 5 プライ（厚さ 150 mm） で、
 - 共に、ラミナ厚さ 24 mm 以上 36 mm 以下のもの
 - ③CLT の接合部について、引張金物およびせん断金物の性能等の規定あり。
これに該当する接合金物は既製品として入手可能。
- 混構造（1 階が RC 造など）の場合は、ルート 2 の計算が必要となる。
3. 便宜上、本講習会で対象とする CLT を用いた建築物を、「ルート 1 パネル工法」とする。

- ・ CLT パネル工法の定義は、2 に示す。
- ・ 「ルート 1 パネル工法」で利用できる CLT については、5、6、7 に示す。
- ・ 「ルート 1 パネル工法」で利用できる引張金物、パネル相互の接合金物の性能については、平 28 国交告示第 611 号第十第 2 項 第七号と第八号に規定がある。
第七号→耐力壁に設ける引張金物の性能、第八号→パネルの相互間の接合部のせん断性能
具体的な接合部については 16～18 に示す。
- ・ この他の、「ルート 1 パネル工法」の設計のルールについては 11～15 に示す。
- ・ 木造建築物は、現在、防耐火上の規定がない「その他の建築物」の他、「準耐火建築物」、「耐火建築物」が実現できる方法がそろってきている。それぞれの防耐火性能に応じて、建築可能な建築物の用途、規模は異なるので、別冊の「木造建築のすすめ」にて確認のこと。
- ・ 「ルート 1 パネル工法」を含む CLT を用いた建築物においては、現在のところ「準耐火建築物」、「1 時間耐火建築物」まで実現可能。ただし、本資料については「その他の建築物」を対象とし、「準耐火建築物」については別資料で示す。
- ・ 地階（鉄筋コンクリート造）がある建築物は、混構造となり、ルート 2 の構造計算が求められるため、「ルート 1 パネル工法」とはならない。

データ

01-1. 用語：パネル名称

CLT を用いた建築物を構成するパネルの呼称についてはマニュアルや資料毎に異なる。本資料では、「実務者のための CLT 建築設計の手引き」の用語に準じて説明を行う。

01-2. 用語：パネル名称（告示／CLT マニュアルを用いた設計施工マニュアル）

壁パネルの呼称については、告示で用いられているものと、「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」で用いられているものとは、一部異なるため、参考にその内容を示す。

参考資料

01-1. 木造建築物の構造計算ルート

01-2. CLT パネル工法建築物の構造計算ルート

01-3. 木造建築のすすめ（木を活かす建築推進協議会発行）→別冊

2. CLT を用いた建築物と CLT パネル工法

1. CLT を用いた建築物には、多彩なものがあるが、大きくは **CLT を用いた壁の役割**によって、以下の2つに分けられる。

① CLT パネル工法

CLT パネル工法は平 28 国交告示第 611 号の冒頭に定義されている用語で、CLT を用いた建築物のうち、CLT 壁に水平力および鉛直力を負担させる工法を指す。

② CLT を用いた建築物のうち CLT パネル工法以外のもの

①以外の CLT を用いた建築物を指す。

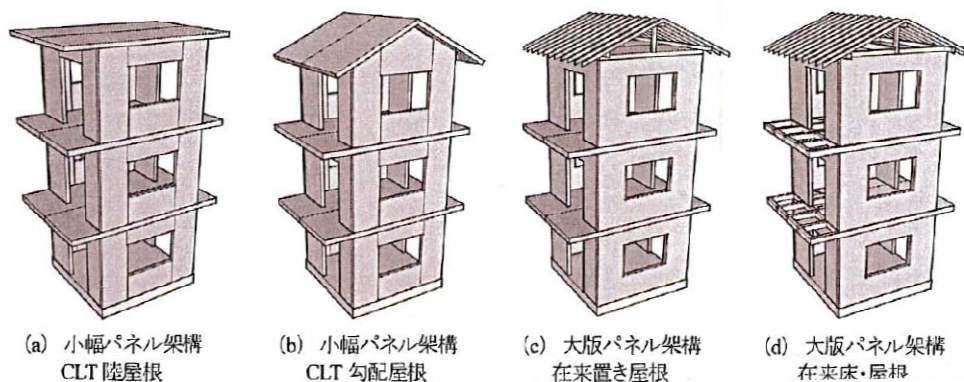
具体的には、水平力だけを負担する CLT 壁パネルを用いた建築物（通常は軸組構法）や、鉛直力や水平力を負担する壁には CLT を用いていない建築物については、②に該当する。

①、②ともに床、屋根は、CLT を用いる他、軸材に合板等の面材を用いたものも許容される。

②は、通常、軸組構法や枠組壁工法に該当するものとなり、それぞれのルールに従って設計を行う。

2. 本講習会で対象とする「ルート 1 パネル工法」は、上で示し①CLT パネル工法に含まれる。

・ CLT パネル工法の概念図を以下に示す。



図：CLT パネル工法の概念図（小版パネル架構で在来床・屋根の図は下にはないが、それも可）

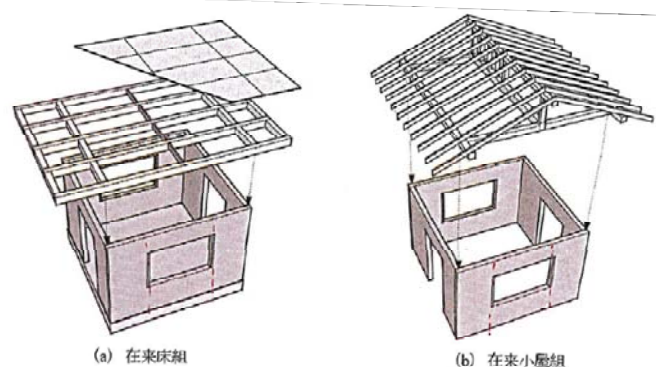


図 1.3.1-4 在来工法による水平構面

図：CLT パネル工法の床・屋根は CLT パネル以外でも可

・ 本講習会では、床・屋根も CLT パネルで構成するパターンを中心に解説する。

3. ルート1パネル工法の架構上の特徴－1

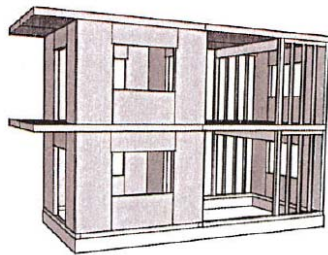
1. CLT パネル工法のうち、ルート1で設計できる架構とするには、以下の2つのルールを守る必要がある。

① 鉛直構面（壁）で、水平力を負担するものは CLT パネルのみ

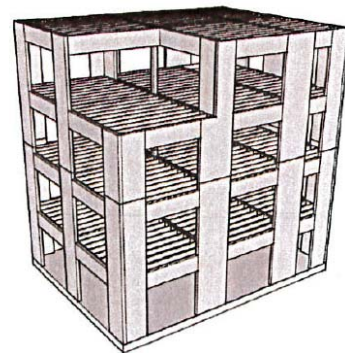
水平力を負担する他の要素（柱梁フレームや面材耐力壁や筋かい）の併用は認められない。

水平力を負担しない柱梁フレームや壁は設けることができる。これらが鉛直力を負担することも許容される。

② 鉛直構面と水平構面との関係は、水平構面勝ちとする（最下階を除く）



面材耐力壁の併用は×



鉛直構面勝ちの架構は×

図：ルート1パネル工法とならない建築物の例

- ・ 2に示したルールを逸脱するもの、つまり CLT パネル以外の水平力を負担する壁や柱梁フレームなどを設ける場合や、鉛直構面勝ちとする場合には、ルート3以上の計算を行うことが求められる。
- ・ 以下に、CLT パネル工法において設けることができる耐力要素（部材種類）と構造設計ルートを示す。

表 1.3.1-1 構面・架構の構成方法と構造計算ルートの概略的關係

構面種類	部材種類	ルート1	ルート2	ルート3※		限界耐力計算
				仕様 Ds	計算 Ds	
鉛直構面	CLT パネル(小幅、大版)	○	○	○	○	○
	在来壁 (水平力負担なし)	○	○	○	○	○
	在来壁 (水平力負担あり)	×	×	▲	○	○
	柱梁フレーム (水平力負担なし)	○	○	○	○	○
	柱梁フレーム (水平力負担あり)	×	×	▲	○	○
水平構面	CLT 床パネル	○	○	○	○	○
	在来床組	○	○	○	○	○
	在来小屋組	○	○	○	○	○
相互関係	水平構面勝ち	○	○	○	○	○
	鉛直構面勝ち	×	×	▲	○	○

○: 適用可、×: 適用不可、▲: 本書では適用不可

※ 仕様 Ds: D_s の値を技術基準告示第八第二号表中の値(0.40～0.55)とする場合。

計算 Ds: D_s = 0.75 または増分解析結果に基づいて値を設定する場合。

4. ルート1パネル工法の架構上の特徴－2

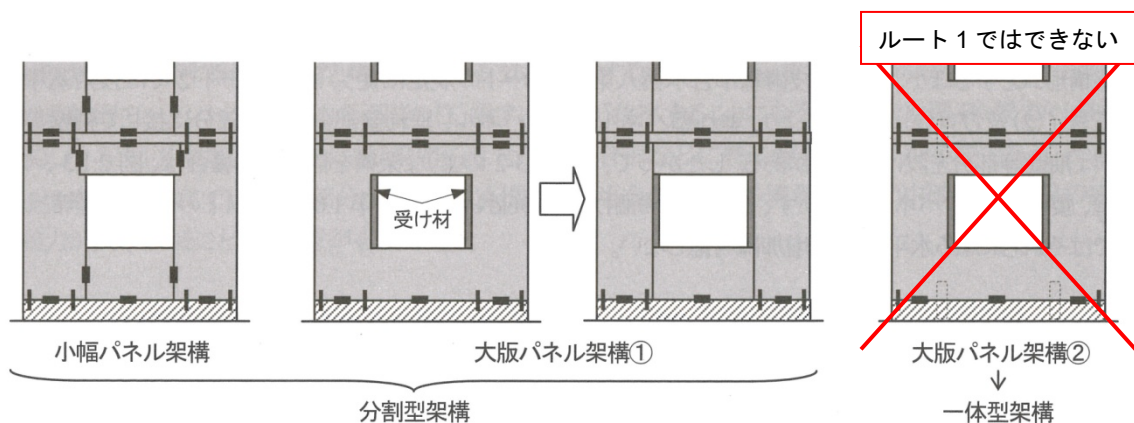
1. CLT パネル工法では、鉛直構面（壁）の構成の種類として以下の3つがある。

小幅パネル架構	－分割型架構	ルート1で計算可能
大版パネル架構①	－分割型架構	ルート1で計算可能
大版パネル架構②	－一体型架構	ルート1での計算不可

大版パネル架構①は大版パネル架構②と異なり、地震力・風圧力による変形に伴って開口隅部を起点とする鉛直方向亀裂が生じ、亀裂後は小幅パネル架構と同様の部材構成になることが前提となっており、構造計算も小幅パネル架構と同様に行う。

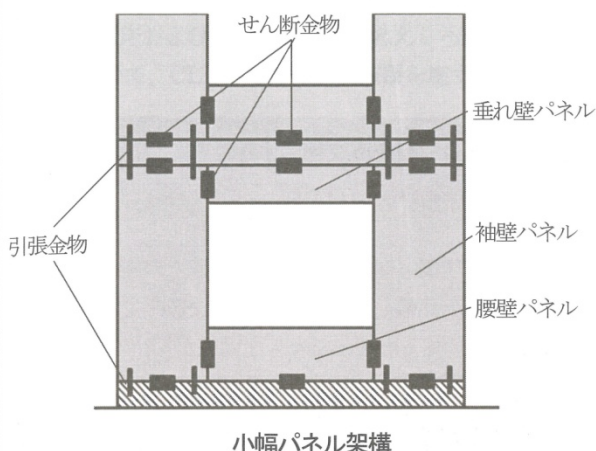
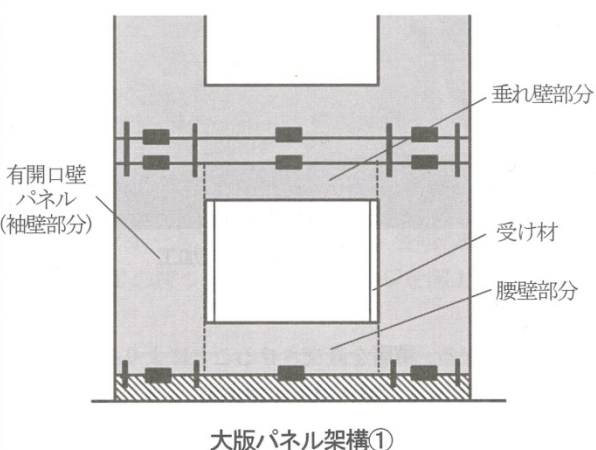
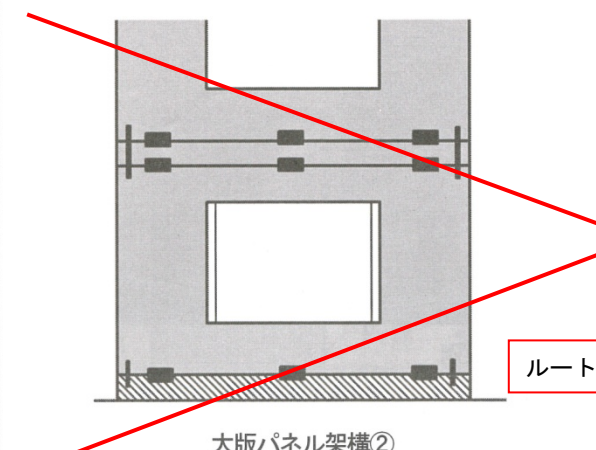
小幅パネル架構と大版パネル架構①の2つを分割型架構と称し、ルート1での計算が可能である。

一方、大版パネル架構②は、地震力・風圧力による変形に伴って開口隅部を起点とする鉛直方向亀裂を許容しない架構で、一体型架構と呼ばれる。この架構とする場合は、ルート1では計算できない。



- 各架構の考え方に沿って、引張金物や脱落防止の受材の設置などが必要となる。その概念図を以下に示す。

表 1-2-2 CLT パネルを用いた架構形式

架構形式	架構形式の特徴
	<分割型架構（靱性型）> 1. 有開口パネルを用いず無開口壁パネルのみを用いる。 2. 垂れ壁パネル、腰壁パネルを用いる場合は、それらの両端に袖壁パネルを設け、垂れ壁パネル、腰壁パネル端部に生ずるせん断耐力に対して有効に緊結する。 3. 袖壁パネル四隅に生じる引張力に対して引張金物の設置が必要となる。
	<分割型架構（靱性型）> 1. 有開口パネルと独立無開口パネル（開口を含まない袖壁パネル）により鉛直構面を構成する。 2. 袖壁部分四隅に生じる引張力に対して引張金物の設置が必要となる。 3. 脱落防止のため、垂壁の端部に欠き込みまたは受け材を設ける。
	<一体型架構（強度型）> 1. 鉛直構面の構成方法は、大版パネル架構①の1と同様とする。 2. 終局時に地震力・風圧力による水平変形に伴って開口隅部を起点とする鉛直方向亀裂を許容しない設計である。 3. 大版パネル四隅以外は、金物設置は不要である。 ルート1ではできない

※上図で用いているパネルの名称については、告示の用語（データ 01-2）を用いていることに注意

5. ルート1パネル工法で使用できる CLT の仕様

1. 「ルート1パネル工法」で使用できる CLT の仕様は、JAS、各種の建築関連告示、使用できる接合部のバリエーション、現在のメーカーの製造状況などを加味すると、以下の通りとなる。

壁（耐力壁）に用いるパネル

強度等級	異等級構成	Mx60	3 層 3 プライ	厚さ 90 mm	スギ
強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 5 プライ	厚さ 150 mm	スギ

床・屋根に用いるパネル

強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 5 プライ	厚さ 150 mm	スギ
強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 7 プライ	厚さ 210 mm	スギ

ラミナの厚さは、全て 30 mm が標準

2. 使用できる CLT は、日本農林規格（JAS）、基準強度の有無、平 28 国交告示第 611 号での規定によって決まっており、それらを踏まえた上で、入手できるもの（製造されているもの）に限定される。順次解説する。

【日本農林規格の概要】

- CLT を理解するために必要な用語および CLT の日本農林規格の概要について、**参考資料**に示す。
- 以下は、機械等級区分でラミナの等級を区分している製品について示す。（このほか、MSR 区分、目視等級区分がある。）

CLT の日本農林規格では、CLT を構成するラミナについては、

ラミナの厚さ（12 mm 以上 50 mm 以下）、
ラミナの等級（M30、M60、M90、M120 の 4 種類）、
ラミナに使える樹種（E1～E5 の樹種群で区分されている）

等を定めており、製品となる CLTについては、

製造可能な CLT の構成（3 層 3 プライから 9 層 9 プライまでの 6 種類（3-3/3-4/5-5/5-7/7-7/9-9））

製品（CLT）の厚さ（36 mm 以上 500 mm 以下）

製品（CLT）の強度等級（S30、60、90、120、Mx60、90、120 の 7 種類）

各強度等級の CLT に用いるラミナの品質や構成

等が定められている。

- CLT の強度等級では、全てのラミナの品質（樹種、等級、欠点等）および厚さが同じものを同一等級構成（S）、同一でないが中心軸に対して対称に同じ品質（樹種、等級、欠点等）および厚さのラミナが配置されているものを異等級構成（Mx）と呼ぶ。

同一等級構成では S30、S60、S90、S120 の 4 種類、異等級構成では Mx60、Mx90、Mx120 の 3

種類があり、それぞれ使用できるラミナの樹種群と強度等級が決められている。(S30 は M30 のラミナを使用、S60 と Mx60 では M60 のラミナを使用・・・となる。)

- 例えば、同一等級構成 S30 の CLT では、樹種群が E5 で等級が M30 のラミナを用いることができる。(ラミナの区分が機械等級区分ではなく MSR 区分で行われる場合は樹種群は E3、E4、E5 が可能)

異等級構成 Mx60 の CLT では、最外層のラミナは樹種群は E3、E4、E5 で等級が M60 のものを用いることとなり、内層用のラミナは樹種群を問わず等級が M30 以上のラミナを用いることとなる。

(ラミナの区分が機械等級区分ではなく MSR 区分で行われる場合は、最外層の樹種群も問わない。)

- 以上のように、異等級構成 (Mx) では、最外層ラミナと内層用ラミナとの品質を分けることが許容されているため、最外層ラミナをヒノキ、内層用ラミナをスギとするような異樹種構成も可能となる。

表 ラミナの樹種群

樹種群	樹種名
E1	ダフリカカラムツ、サザンパイン、ベイマツ及びウエスタンラーチ
E2	ヒノキ、ヒバ、カラムツ、アカマツ、クロマツおよびベイヒ
E3	ツガ、アラスカイエローシダー、ラジアタパイン及びベイツガ
E4	モミ、トドマツ、エゾマツ、ベイモミ、スプルース、ロジポールパイン、ベニマツ、ポンデローサパイン、プシュウアカマツ及びジャックパイン
E5	スギ、ベイヒ及びホホワイトサイプレスパイン

データ

05-1. CLT を理解するために必要な用語 ((JAS 上の用語))

この資料の中で、特に以下の用語を理解しておくことが必要。

直交集成板：CTL は法律上は直交集成板と呼ばれる。

ラミナ、プライ、層

強軸方向、弱軸方向

異等級構成 (Mx)、同一等級構成 (S)

使用環境 A、B、C

参考資料

05-1. CLT の日本農林規格の概要

05-2. CLT の製造

CLT 製造工場にて、どのような過程で CLT が製造されるかの概略を示す。地域材利用の場合など、どの工程から設計者や発注者がかかわる必要があるかを理解するために必要。

6. 建築関連法規上で定められている CLT の仕様（基準強度他）

1. CLT の基準強度

- ・ 日本農林規格（JAS）に適合する CLT の種類は極めて多いが、CLT を「構造耐力上主要な部分」に用いる場合は、平 13 国交告示第 1024 号にて基準強度が規定されていることが必要となる。
- ・ CLT は面材で様々な方向から力を受けることが想定されていること、異方性を持つ木材を原料としていることから、軸材で用いられる製材や集成材等と異なり、以下に示すように基準強度の種類が多い。

種類と方向	建物になった場合の荷重例
圧縮 F_c 弱軸・強軸	ex. 壁パネルにかかる鉛直荷重
引張 F_t 弱軸・強軸	ex. 水平力による壁パネルの浮き上がり
積層方向（面外）曲げ F_b 強軸・弱軸	ex. 床パネル等にかかる鉛直荷重
幅方向（面内）曲げ F_b 弱軸・強軸	ex. 垂れ壁パネル等にかかる鉛直荷重
積層方向（面外）せん断 F_s 弱軸・強軸	ex. 面外曲げ時の断面層に発生するせん断
幅方向（面内）せん断 F_s 弱軸・強軸	ex. 水平力による壁パネルに発生するせん断
めりこみ F_{cv}	最外層に使用する樹種で決定（通常の木材と同じ）

2. 基準強度を算出できる CLT の等級

- ・ 平 13 国交告示第 1024 号では、ラミナの等級毎の性能値を用いて CLT の基準強度を計算で算出する方法を示しているが、そこで示されているラミナの等級は M30、M60、M90、M120 のうち、M30 と M60 のみである。したがって、現状では、M90 以上のラミナを用いても M60 の値を用いることになる。つまり、CLT の基準強度は CLT の等級が S30、S60、Mx60 の 3 種類のみ計算可能となる。

3. 壁で使用できる CLT は、上の条件のうち、基準強度の計算が可能なラミナを用いた、必要な性能が確保できるものとなるため、

層構成＝全種類 OK

かつ

基準強度を計算できる CLT の等級 S30、S60、Mx60

となる。

4. 床・屋根で用いることができる CLT の層構成

- ・ 1. の表内で赤字となっている基準強度は床等で鉛直荷重を受けた場合（面外の長期荷重）に対するものだが、長期許容応力度を算出する際には、平 13 国交告示第 1024 号にて、以下に示す CLT の層構成のみが基準強度を利用することを許容されている。

強軸の曲げ・せん断→ 5 層 5 プライ、5 層 7 プライ

弱軸の曲げ・せん断→ 3 層 3 プライ、3 層 4 プライ、7 層 7 プライ

層構成	強軸断面	弱軸断面	備考
3 層 3 プライ			弱軸は中央のラミナだけで評価
3 層 4 プライ			弱軸は中央のラミナ 2 枚だけで評価
5 層 5 プライ			強軸の DOL 試験データ有
5 層 7 プライ			強軸の DOL 試験データ有
7 層 7 プライ			5 層 5 プライの強軸と同じ評価となる
9 層 9 プライ			

5. 床・屋根で使用できる CLT は、上の条件のうち、長期許容応力度を算出するための基準強度が計算できるもので、基準強度の計算が可能なラミナを用いた、必要な性能が確保できるものとなるため、層構成＝5 層 5 プライ、5 層 7 プライが OK

かつ

基準強度を計算できる CLT の等級＝S30、S60、Mx60

となる。

ただし、実際には、S30、S60 ではヤング係数が足りないことがほとんどのため Mx60 となる。

- ・ CLT に作用する外力とその際に発生する応力、方向に関する呼称について、データを用いて確認すること。
- ・ 基準強度の計算においては、高い性能のラミナ（M90 や M120）を用いても、現在のところ、M60

と同じ性能とするしかない。したがって、性能向上をめざして高い性能のラミナを使用することは現実的で無い。その結果、現状では、M30 や M60 のラミナを生産しやすいスギが選択され、製造される CLT の等級は S30、S60、Mx60 となることが多い。ただし、美観目的で最外層をヒノキとし、結果、CLT としては Mx90 となる製品は存在する。(ただし計算上は Mx60 となる。)



写真：最外層がヒノキ、内層がスギの CLT

- ・ 基準強度の計算が可能なラミナや、長期許容応力度の算出が可能な CLT の仕様について、上のような制限がかかっている理由は、製品の DOL (Duration of Load：継続荷重による破壊試験) の結果が得られており計算式の妥当性および長期使用上の性能が確認できている CLT のみを対象としていることが挙げられる。
今後、実験データが整備されることで、対象が広がっていくことが期待されている。
- ・ **弾性係数（曲げヤング、せん断弾性係数）**については、他の木質材料と同様に告示等では示されていないが、「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」にラミナのデータとその構成から算出する方法が示されている。弾性係数については、JAS で製造可能な CLT 全てについて、算出することができる。
したがって、M90 や M120 のラミナを最外層に使用し Mx90 や Mx120 の CLT を製造した場合、基準強度は Mx60 の数値となるが、弾性係数は実際に利用したラミナの品質に合わせて計算することは可能である。
- ・ 弾性係数も基準強度と同じ種類存在するが、幅方向（面内）のせん断については、弱軸・強軸が同じ値となる。
- ・ 基準強度が計算できる CLT (S30、S60、Mx60) について、基準強度と弾性係数の計算結果をデータに示す。
- ・ CLT の許容応力度、材料強度については、参考資料を確認のこと。平 13 国交告示第 1024 号に示さ

れている CLT の許容応力度では、各ラミナの厚さが 12 mm以上 36 mm以下と規定されており、JAS の規定（12 mm以上 50 mm以下）よりしぼりこまれている。

データ

- 06-1. CLT パネルに作用する外力の方向と発生する応力
- 06-2. CLT に発生する応力の方向の種類
- 06-3. CLT の基準強度（S30、S60、Mx60）の計算結果
- 06-4. CLT の弾性係数（S30、S60、Mx60）の計算結果

参考資料

- 06-1. CLT の許容応力度と材料強度

7. 建築関連法規上で定められている CLT の仕様（告示第 611 号）

1. 「ルート 1 パネル工法」で使用できる CLT については、平 28 国交告示第 611 号にも以下のような規定がある。

- ・ ラミナ厚が 24 mm 以上 36 mm 以下の CLT

告示第 1024 号の許容応力度の規定（12 mm 以上 36 mm 以下）よりしぼりこまれている。

- ・ 耐力壁として設ける壁パネルには、 強度等級 同一等級構成 S60 3 層 3 プライの CLT
強度等級 異等級構成 Mx60 5 層 5 プライの CLT

ただし、これらと同等以上の耐力を有することが確認できる場合は用いても良いことが告示解説書に示されているので、結果、基準強度が計算できる仕様限定して、以下の 4 種類となる。しかし、CLT の製造の実態（ラミナの調達等）を考慮すると、Mx60 とすることが現実的である。

強度等級	同一等級構成	S60	3 層 3 プライ	厚さ 90 mm	スギ	★
強度等級	同一等級構成	S60	5 層 5 プライ	厚さ 150 mm	スギ	
強度等級	異等級構成	Mx60	3 層 3 プライ	厚さ 90 mm	スギ	
強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 5 プライ	厚さ 150 mm	スギ	★

2. 床・屋根については、6 に述べた基準強度等から、

強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 5 プライ	厚さ 150 mm	スギ
もしくは					
強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 7 プライ	厚さ 210 mm	スギ

3. 日本国内で生産されているラミナは、集成材と同じ厚さ 30 mm が主流であることから、厚さも自動的に決定する。

3 層 3 プライ = 90 mm

5 層 5 プライ = 150 mm

5 層 7 プライ = 210 mm

ルート 1 パネル工法で使用可能な接合金物は、厚さ 90 mm および 150 mm を対象に開発されている。

4. 樹種については、M30 や M60 のラミナが生産しやすく、蓄積量も多いスギが圧倒的に多い。

ただし、地域材利用や、美観を考慮する場合は、ヒノキやカラマツとする例もある。

- ・ 6、7 で示した理由（日本農林規格（JAS）、基準強度の有無、平 28 国交告示第 611 号での規定）を重ね合わせると、5 でも示した通りとなる。
- ・ 樹種についてスギ以外を利用する場合は、コストにも影響するので、その意図を明確にすることが必要となる。

8. 使用できるその他の木質材料

1. 「ルート1 パネル工法」では、以下のような構造耐力上主要な部分を設けることができる。

- ・ 水平力を負担せず、鉛直力のみを負担する柱・梁フレーム
- ・ 横架材＋面材、小屋組＋面材で構成される床や屋根

こういった部分の柱及び横架材には、昭 62 建告第 1898 号に規定される木質材料を使用する必要がある。

具体的には、構造用集成材（化粧ばり含む）、構造用単板積層材、含水率 15%以下の JAS に適合する製材等である。

以上は、一般の木造の規定と同じである。

「ルート1 パネル工法」の構造耐力上主要な部分に用いることができる木質材料（CLT を除く）は、以下の通り。

- ①集成材の日本農林規格に規定する構造用集成材または化粧ばり構造用集成材
- ②単板積層材の日本農林規格に規定する構造用単板積層材
- ③平 13 国交告第 1024 号第三第三号の規定に野と付き、国土交通大臣が基準強度の数値を指定した集成材
- ④製材の日本農林規格第 5 条に規定する目視等級区分製材又は同第 6 条に規定する機械等級区分構造用製材のうち、含水率が 15%以下（次のイ又はロに掲げる接合部としたものにあっては、当該接合の種類に応じてそれぞれ次のイ又はロに定める数値以下）のもの
 - イ 径 24mm の込み栓を用いた接合又はこれと同等以上に乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない構造の接合 30%
 - ロ 乾燥割れにより耐力が低下するおそれの少ない接合（イに掲げる接合を除く） 24%
- ⑤平 12 建告第 1452 号第六の規定に基づき、国土交通大臣が基準強度の数値を指定した木材のうち、含水率が 15%以下（4 のイ又はロに掲げる接合とした場合にあっては、当該接合の種類に応じてそれぞれ④のイ又はロに定める数値以下）のもの
- ⑥平 12 建告第 1452 号第七の規定に基づき、国土交通大臣が基準強度の数値を指定した木材のうち、含水率が 15%以下（乾燥割れによる耐力が低下するおそれの少ない構造の接合とした場合にあっては 20%以下）のもの

9. 建築に使用する CLT パネルの寸法の制約

1. CLT は、工場により製造寸法が異なるが、多くの場合は製造した CLT の原板（マザーボード）から、注文に応じた寸法を切り出して加工する。この工程を成形加工と呼ぶが、これは製作要領書と施工図に従って行われる。

2. 成形加工された CLT パネルは、仕口加工等が施された後、加工場から工事現場まで搬送され、工事現場では重機を用いて組み立てられる。したがって、現場に運びこまれる CLT パネルの寸法には、おのずとプロジェクト毎に制限がかかる。

設計段階においては、搬送、現場での組立工程を想定して、パネルの大きさの制限を決定する必要がある。

また、壁の CLT パネルは、階高間で継ぐことは許容されていないため、最低でも階高の寸法を持つパネルが必要となる。

3. CLT パネルの大きさの制限に関する ①建築物の階高、②主なトラックの荷台サイズ について、以下に示す。

輸送コストの面では、大型トラックで積載可能な幅 2.1m 以下、長さ 9m 以下にすると有利になる。

①建築物の階高

建築用途	一般的な階高
集合住宅	2800～3000 mm
オフィスビル	4500～4700 mm

②輸送可能な CLT パネルサイズと主なトラックの荷台サイズ（m）

	CLT 最大幅	CLT 最大長さ	荷台の幅	荷台の長さ
幅広トレーラー	3.0	12.0	—	—
トレーラー	2.2	12.0	—	—
大型（10t、15t）	2.1	9	2.35～2.39	6.1～10.0
中型（4t 程度（3t 以上））	—	—	2.13～2.365	4.35～9.44
小型 2t 程度	—	—	1.615～2.085	3.15～5.50

以上の寸法の制限は、パネル割り、床・屋根のスパンの制限と直結するため、設計の初期段階で確認しておく必要がある。

10. 入手できる CLT の仕様（マザーボード）

現在、国内の CLT を製造している会社は 8 社（2018 年 1 月現在）存在するが、製造している CLT の等級、樹種、寸法などが異なる。

これまで述べてきたように、CLT の等級や寸法は、設計内容に直結するので、設計着手時には、どのメーカーに製造を依頼するのかを決定する必要がある。

CLT パネルの仕様や納期によっては、複数の工場に分けて発注するということもあり得る。

データに、現在の国内の CLT 製造メーカーと、製造可能な CLT の等級、寸法等の一覧を示す。

データ

10-01. CLT 製造メーカー毎の製造可能な CLT リスト

1.1. 壁に関する設計ルール

1. 架構と種類の選択

- ・ 壁の設計ルールでは、まずは、耐力壁をどのように配置するかのルールを守る必要がある。耐力壁の配置ルールは架構の種類（小幅パネル架構、大版パネル架構①）によって異なる。
- ・ 小幅パネル架構と大版パネル架構①の耐力壁配置のルールを踏まえた上で、設計を行う建築物の用途や設計条件等を加味し、適切な架構を選択して設計に着手すること。
- ・ 小幅パネル架構と大版パネル架構①の違いを次に示す。

2. 小幅パネル架構と大版パネル架構①の違い

① 使用する CLT パネルのマザーボードの大きさが異なる

水平力を負担する耐力壁となる部分の長さの規定（0.9m以上）があるため、垂れ壁・腰壁が一体となる大版パネル架構①では必要となるマザーボードの幅が（0.9m＋開口部の幅）もしくは、（0.9m×2＋開口部の幅）となり、調達できる工場が限定されてくる。

② パネルの接合部数が異なる

大版パネル架構①では、垂れ壁、腰壁の接合が必要無いため、接合金物の数が少なくなるため、金物のコスト面では有利。

この他、細かいルールが異なる部分があるため、それらを認識した上で、架構を選択すること。

3. 非耐力壁の仕様を決定する

- ・ 非耐力壁は、CLT パネルとする方法と、間柱＋面材（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）とする方法がある。それぞれ、メリット・デメリットがあるため、それらを考慮した上で、仕様を選択する必要がある。

次ページより、架構の種類毎に耐力壁の配置ルールおよび非耐力壁の仕様の選択について示す。

小幅パネル架構

（１）耐力壁の配置

- ・小壁パネル架構の説明に用いる用語（告示で用いているものと同じ）

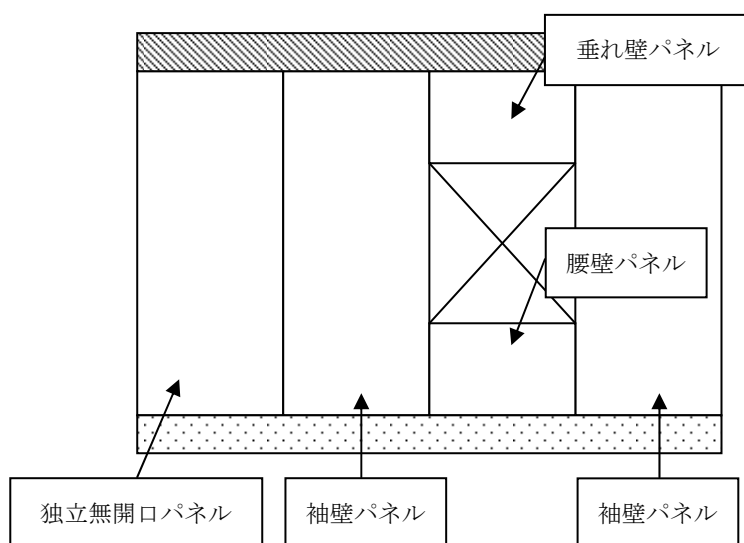
耐力壁として設ける無開口パネルー独立無開口パネル

ー袖壁パネル

ー垂れ壁パネル

ー腰壁パネル

※袖壁パネルと独立無開口パネルを合わせて、袖壁パネル等とする



- ・耐力壁として設ける無開口パネルの種類と、接合部についての規定を示す。接合部の詳細については、16、17に示す。

小幅パネル架構での耐力壁の種類	耐力壁が負担する力	床パネル等とのせん断接合部	上下四隅の引張接合部	壁パネル相互間のせん断接合部
袖壁パネル	鉛直力のみを負担	○	—	—
独立無開口パネル	鉛直力と水平力を負担	○	○	○
垂れ壁パネル 腰壁パネル	水平力を負担	○	—	独立無開口パネルは関係無

壁パネル相互間とは、袖壁パネルと垂れ壁パネル、袖壁パネルと腰壁パネルのことを示す。

CLTを用いた非耐力壁（袖壁、垂れ壁、腰壁を含む）の場合には、上のような接合部の規定は無い。

- ・水平力を負担する袖壁パネル等は、釣り合いよく配置すること。（偏心率）
- ・鉛直力のみを負担する柱・梁フレームは設置することができる。
- ・2階以上の袖壁パネル等は、下階のそれと同じ位置で、幅が同じ寸法、かつ、厚さが同寸法以下とする。

鉛直力のみ負担する柱・梁フレームを設ける場合は、このルールを守った上で設ける。

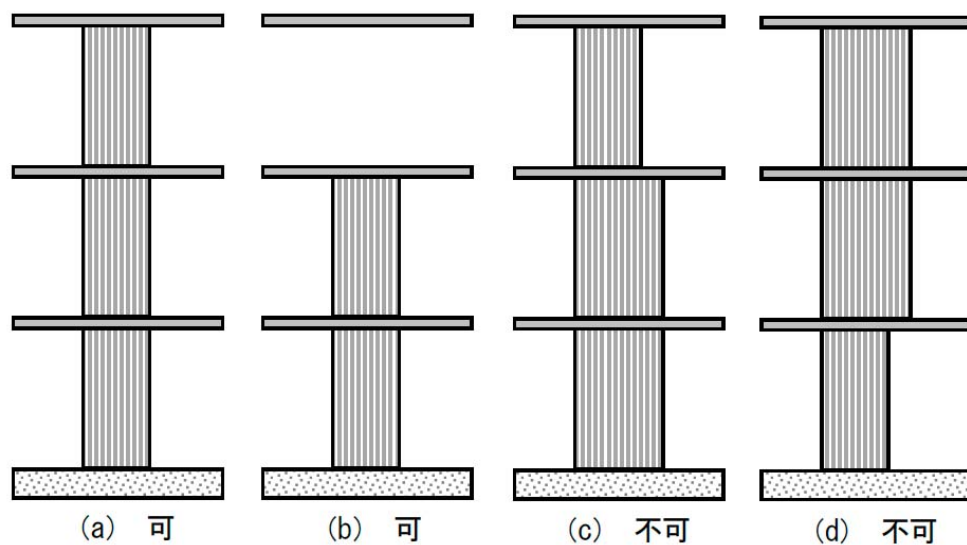


図 2.2.10-1 上下階の耐力壁配置

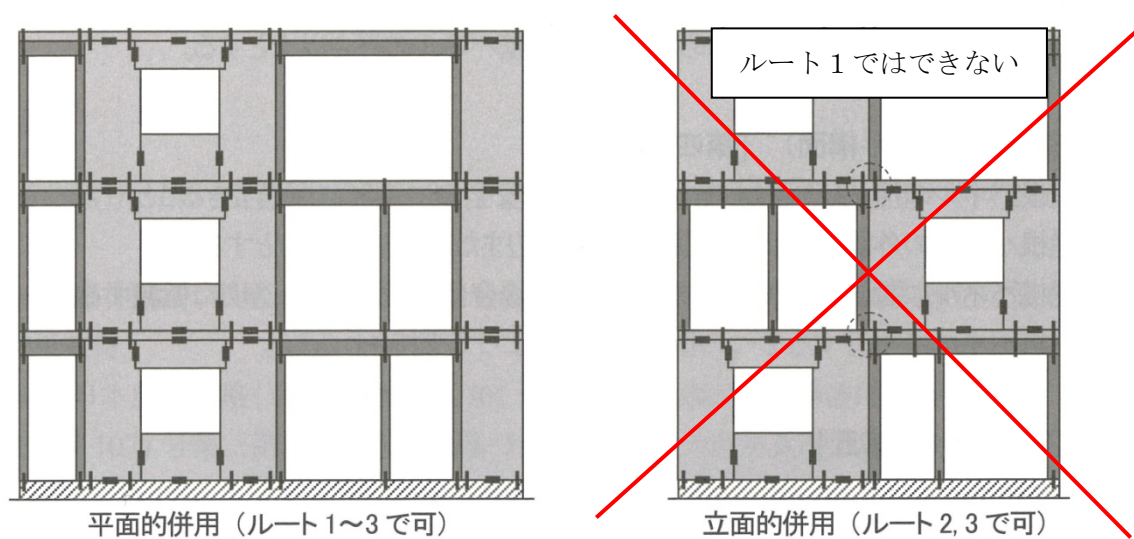
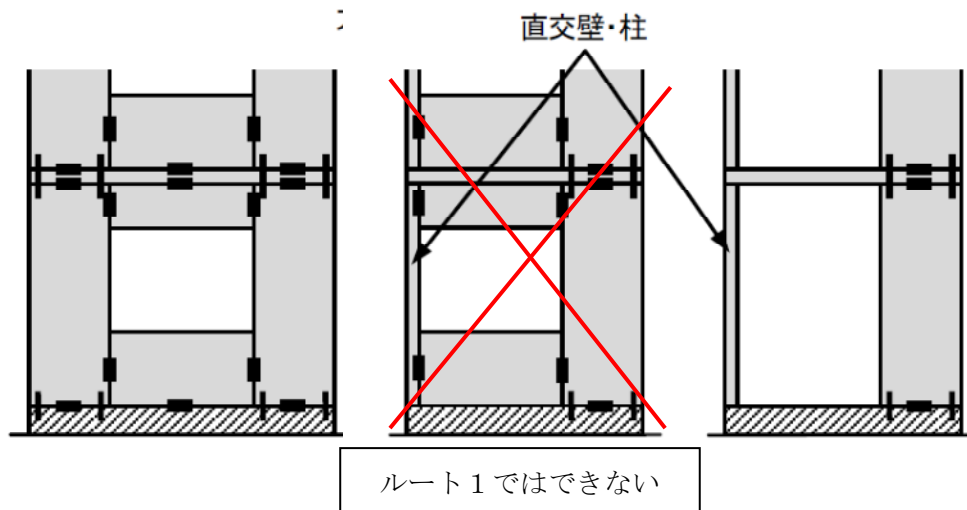


図 2.1.3-5 柱梁フレームの併用例

- ・垂れ壁パネル・腰壁パネルの両側には、袖壁パネルを設ける必要がある。よって、建物隅部には、垂れ壁パネル・腰壁パネルは配置できない。

この部分に開口部を設けて垂れ壁、腰壁が必要となる場合には、間柱＋面材の造作壁で対応する。



- ・ 袖壁パネル等は、幅 0.9m以上、2.0m以下とし、同一階においてもなるべく同じ寸法の幅とする。

袖壁パネル等の寸法については、幅が 0.9m以下の場合は水平力がかかった場合に回転が生じ足下の引き抜き力が大きくなるため、水平力を負担する耐力壁としてカウントできない。一方で、幅が 2mを超える場合は水平力に対する建築物の靱性を低下させる可能性があるので用いないこととなっている。このように、幅によって性能が異なることから、袖壁パネル等については、なるべく同等の幅のものを配置することが望ましい。

設計上、幅が 0.9m以下となる壁については、CLT を用いた非耐力壁（耐力壁に求められる接合部を設置しない）とするか、間柱＋面材の非耐力壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）とする。

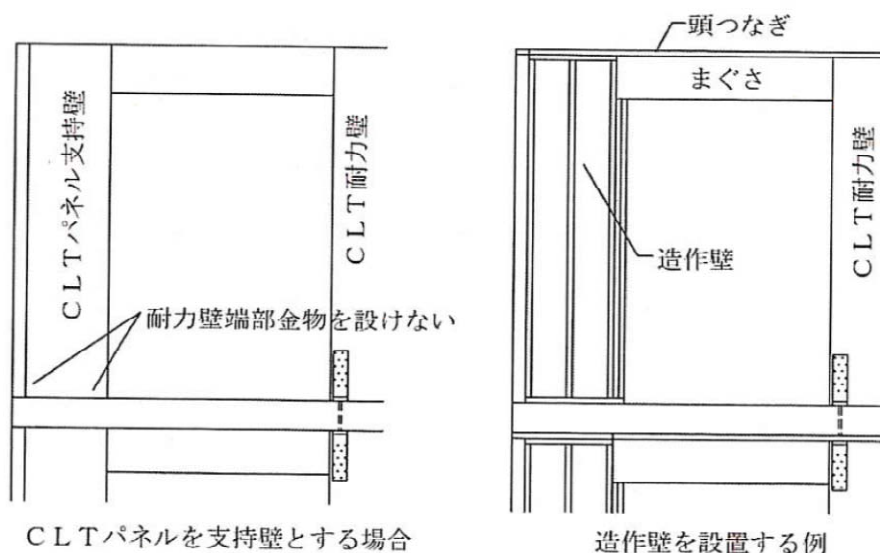
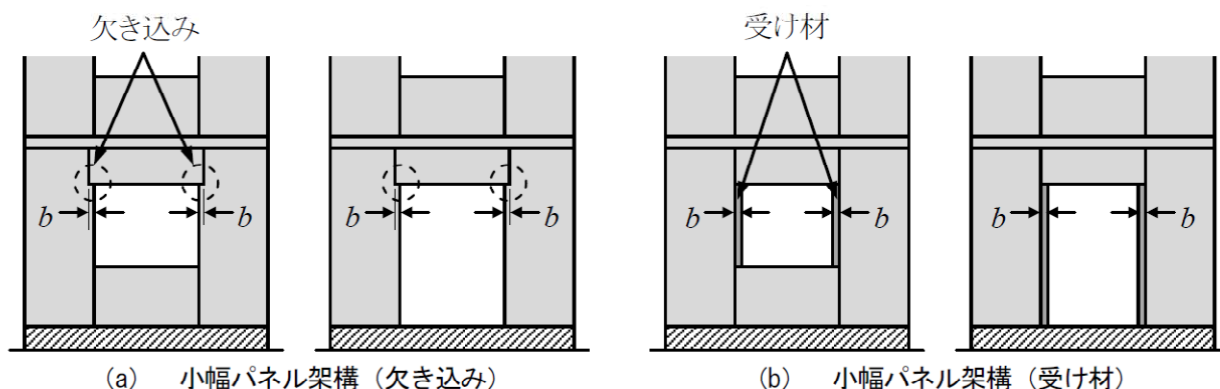


図 1-3-4 90 cm以下の壁の施工例

- ・ 垂れ壁パネル・腰壁パネルは、幅 0.9m以上、4.0m以下、高さ 0.5m以上とする。

- ・垂れ壁パネルを設ける場合には、脱落防止のために、両隣に配置される袖壁パネルに幅が 45 mm以上の欠き込みを設け、又は、受材（厚さが垂れ壁パネルと同寸法以上で幅が 45 mm以上のもの）を設ける。



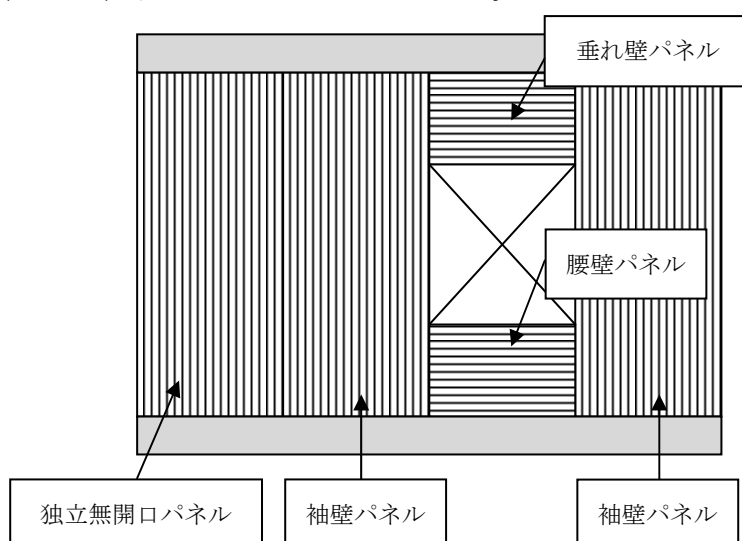
- ・水平力を負担する耐力壁にはどんな小さい穴や欠き込みや溝も設けてはいけない。（ただし、引きボルト接合の座金・ナットを設置する目的で設ける穴、垂れ壁の脱落防止のための欠き込みを除く。）

- ・鉛直力のみを負担する袖壁パネル等には、24 cm角以下の穴は開けることができる。

鉛直力のみを負担する袖壁パネル等では、穴をあけてもそれが 24 cm角以下であれば低減を行うことで鉛直力を負担する耐力壁とすることが可能である。ただし、コストや設計時の手間、将来の改修の自由度を考慮すると、鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルの代わりに、鉛直力を負担することが可能な柱・梁フレーム等とするという選択肢もあり得る。

穴を開けた CLT 壁パネルの剛性・耐力の低減の方法は、データに示す。

- ・耐力壁の外層ラミナ方向は、袖壁パネル等は鉛直方向、垂れ壁パネル・腰壁パネルは水平方向とする必要があり、かつ、矩形であることが求められる。



耐力壁となる CLT の形状は矩形であることが原則であり、矩形でないパネルとした場合は「特別な調査又は研究」によってその構造安全性について別途検討が必要になる。したがって、勾配屋根の妻壁などでどうしても矩形とならない部分以外では、なるべく矩形とすると計算が必要無い。

矩形以外の壁パネルの場合の検討方法は 14 に示す。

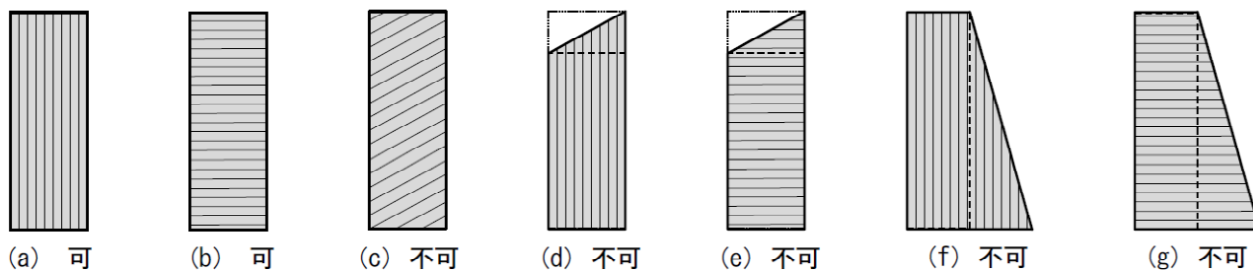


図 2.2.5-3 壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

(d)から (g)は不可となっているが、「特別な調査又は研究」による検討方法が示されている

（2）小幅パネル架構の設計のコツ

1) 耐力壁として設ける無開口パネルは最小限とする。

耐力壁として設ける無開口パネルには、接合部の配置ルール等が有り、CLT そのもののコストに加え金物のコストがかかってくる。これは、特に水平力を負担する無開口パネルでより顕著である。このことから、耐力壁として設ける無開口パネルは最小限とすることがコストの上でも、また、2)に示す設備開口や将来のリノベーション等の自由度を確保する上でも有利となる。

加えて、鉛直力のみを負担する柱・梁フレーム等の設置が可能であることから、水平力を負担する無開口パネルを最小限とし、柱・梁フレームと併用する設計とすることで、上に示した効果をより高めることができる。

2) 耐力壁として設ける無開口パネルには設備開口は設けない。

（1）に示した耐力壁の配置ルールでは、設備開口等は、水平力を負担する耐力壁では設けられず、鉛直力のみを負担する袖壁パネル等には設けられるが、構造設計の際に低減が必要ななどのルールが存在する。これらに対応するには設計の手間がかかる上、設計時の設備開口の変更のたびに構造計算の修正が必要となることから、耐力壁として設ける無開口パネルには、設備開口等を設けないことを原則とすることを推奨する。

3) 非耐力壁の仕様については、建物用途や設計コンセプトに合わせた仕様とする。

もちろん、併用も可能であるので、原則として、間柱+面材の非耐力壁とし、デザイン上 CLT のあらかわしとしたい部分のみを CLT とするという方法もある。非耐力壁部分に用いる CLT でも大版パネル架構①で用いる有開口パネルのような形状を用いることは自由である。

非耐力壁を CLT とする場合	
メ リ ツ ト	・ 躯体の工事が、CLT の建て方で完了する。 ・ 非耐力壁部分を CLT のあらかわしとすることができ、比較的自由に設けることができる。（耐力壁となる部分は接合部などがあるため、あらかわしとするのに一定の工夫が必要となる。）
デ メ リ ツ ト	・ CLT の使用量が多くなり、コスト的に不利。 ・ 非耐力壁部分に設備開口を設ける工夫を行っても、CLT の穴開け加工などが必要であり、工程上早い段階で決定する必要がある、変更が難しい。 ・ 将来のリノベーションでのプラン変更、設備ルートの変更で CLT の撤去や穴開けが必要となった場合に工事が大がかりになる。 ・ 間仕切り壁に遮音性能などが求められる場合に、選択肢が少ない。 ・ 全ての壁が CLT となり逃げを設けるのが難しいため、建て方時の精度に対する要求が高くなる。（基礎に埋め込まれる金物の施工精度等によって、建て方時に CLT の建て込みに時間がかかる場合もある。）
非耐力壁を間柱+面材とする場合	

メ リ ッ ト	・ CLT の使用量を低減させることができ、コスト上有利。 ・ 非耐力壁部分に設ける設備開口を自由に設けることができ、変更も容易。 ・ 将来のリノベーションでのプラン変更、設備ルートの変更などがやりやすい。 ・ 間仕切り壁に遮音性能等が求められる場合に、多くの面材料、工法から選択することができる。 ・ CLT である耐力壁部分が適度に分散されていることから、CLT の建て方時に逃げが確保でき、施工精度に対する要求がそれほど厳しく無い。
デ メ リ ッ ト	・ 躯体工事が CLT の建て方では完了せず、その後非耐力壁を施工する工程が必要となる。 ・ CLT のあらわしとなる部分が接合部等が存在する耐力壁部分のみとなり、自由に設けることができない。

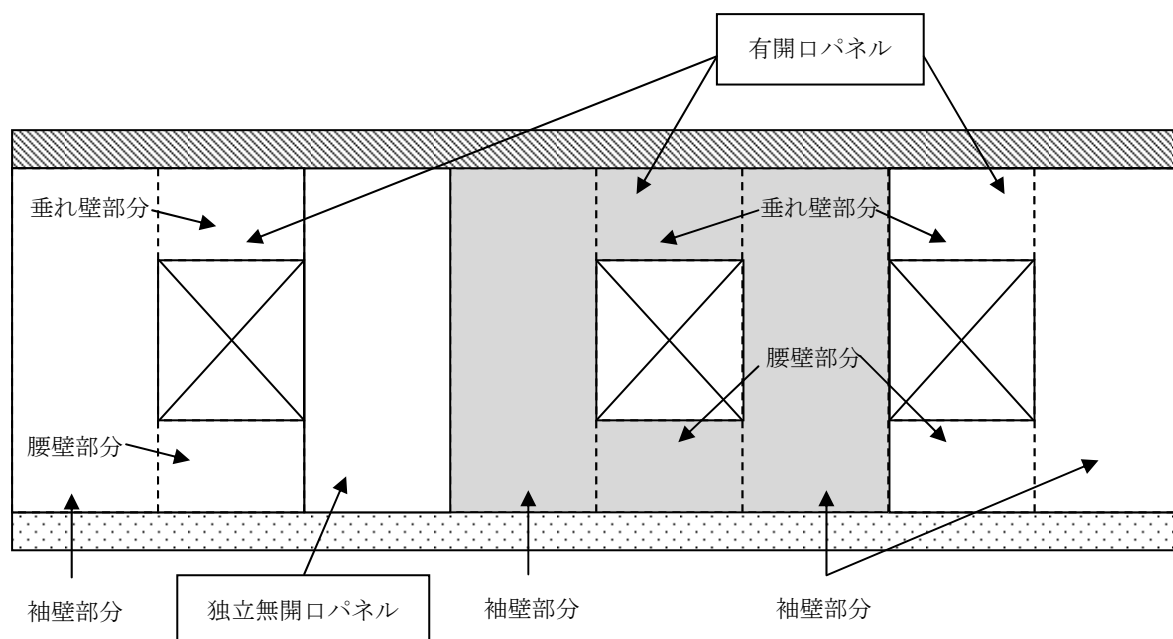
大版パネルパネル架構 ①

（１）耐力壁の配置

- 大版パネル架構①の説明に用いる用語（告示で用いているものと同じ）

耐力壁として設ける無開口パネルー独立無開口パネル
 耐力壁として設ける有開口パネル —（袖壁部分）
 —（垂れ壁部分）
 —（腰壁部分）

独立有開口パネルと有開口パネルの袖壁部分のことを無開口パネル等とする。



- 耐力壁として設ける独立無開口パネルと有開口パネルの種類と、接合部についての規定を示す。接合部の詳細については、16、17に示す。

大版パネル加工①での耐力壁の種類	耐力壁が負担する力	床パネル等とのせん断接合部	上下四隅の引張接合部	壁パネル相互間のせん断接合部
独立無開口パネル	鉛直力のみを負担	○	—	○
有開口パネル袖壁部分	鉛直力と水平力を負担	○	○	
有開口パネル垂れ壁部分 有開口パネル腰壁部分	水平力を負担	○	—	

壁パネル相互間とは、無開口パネル等と有開口部分の垂れ壁部分、腰壁部分のことを示す。

CLTを用いた非耐力壁（袖壁、垂れ壁、腰壁を含む）の場合には、上のような接合部の規定は無い。

- 水平力を負担する無開口パネル等は、釣り合いよく配置すること。（偏心率）

- ・鉛直力のみを負担する柱・梁フレームは設置することができる。
- ・2階以上の無開口パネル等は、下階のそれと同じ位置で、幅が同じ寸法、かつ、厚さが同寸法以下とする。したがって、有開口パネルを上下階に連続して配置する場合には、袖壁部分を同位置かつ同寸法とする必要があるので、有開口パネルの幅が同じで、かつ、開口部の位置と寸法も同じパネルとする必要がある。

鉛直力のみ負担する柱・梁フレームを設ける場合は、このルールを守った上で設ける。

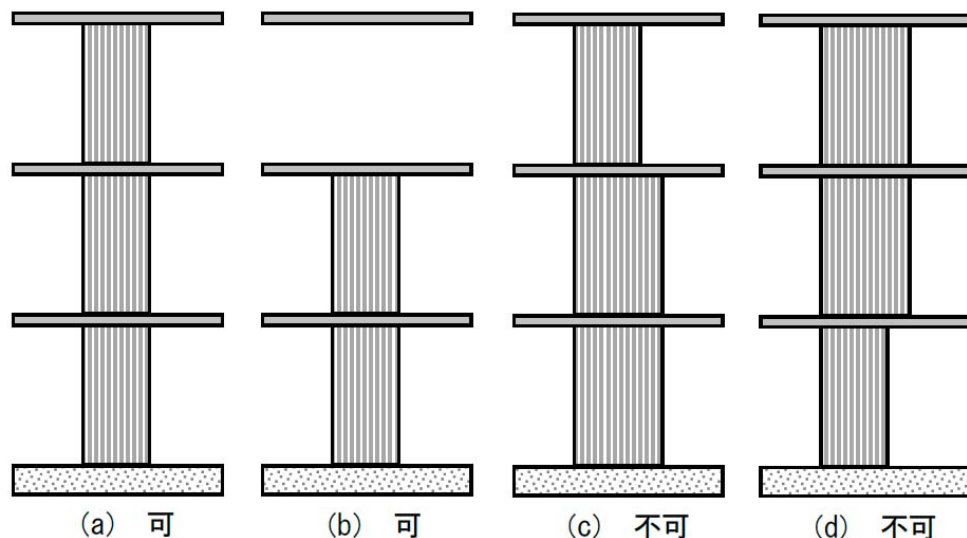


図 2.2.10-1 上下階の耐力壁配置

独立無開口パネルでの説明の図となっている

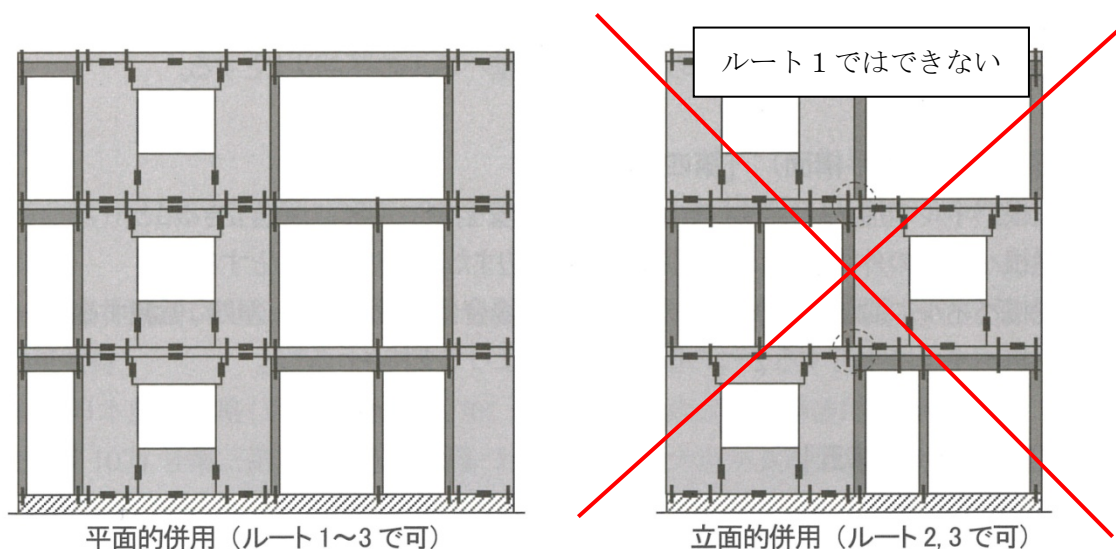


図 2.1.3-5 柱梁フレームの併用例

小幅パネル架構の図になっているが、大版パネル架構①の有開口パネルでも同様

- ・有開口パネルで袖壁部分を片方しか設けないパネルも許容されるが、この場合、垂れ壁部分、腰壁部分の隣には無開口パネル等を設ける必要がある。よって、建物隅部には、有開口パネルの垂れ壁部分、腰壁部分を設置できない。

この部分に開口部を設けて垂れ壁、腰壁が必要となる場合には、間柱＋面材の造作壁で対応する。

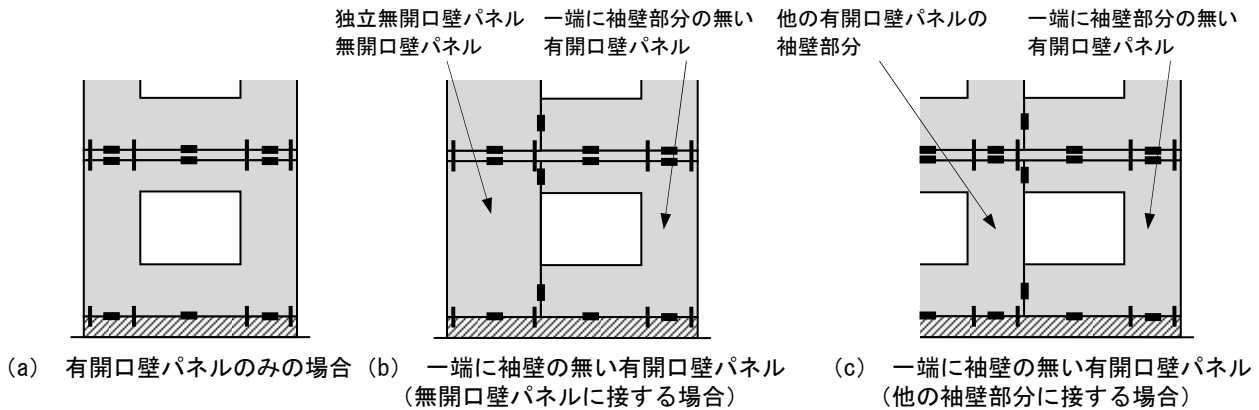


図 2.2.5-6 大版パネル架構①の条件

- ・無開口パネル等は、幅 0.9m 以上、2.0m 以下とし、同一階においてもなるべく同じ寸法の幅とする。

耐力壁となる無開口パネル等の寸法については、幅が 0.9m 以下の場合には水平力がかかった場合に回転が生じ足下の引き抜き力が大きくなるため、水平力を負担する耐力壁としてカウントできない。一方で、幅が 2m を超える場合は水平力に対する建築物の靱性を低下させる可能性があるため用いないこととなっている。このように、幅によって性能が異なることから、無開口パネル等については、なるべく同等の幅のものを配置することが望ましい。

設計上、幅が 0.9m 以下となる壁については、CLT を用いた非耐力壁（耐力壁に求められる接合部を設置しない）とするか、間柱＋面材の非耐力壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）とする。

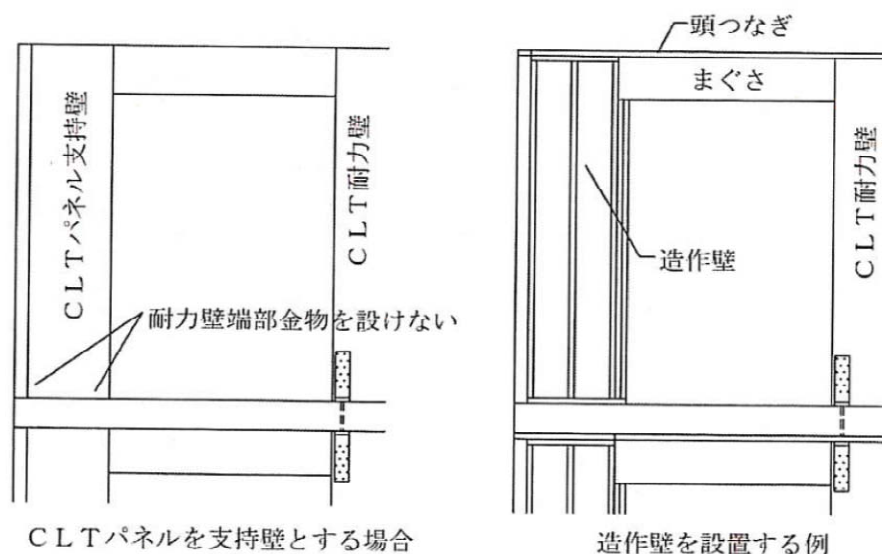


図1-3-4 90 cm以下の壁の施工例

- ・有開口パネルの垂れ壁部分、腰壁部分は、幅 0.9m以上、4.0m以下、高さ 0.5m以上とする。
- ・有開口パネルの垂れ壁部分を設ける場合には、脱落防止のために、両隣に配置される無開口パネル等に受材（厚さが垂れ壁パネルと同寸法以上で幅が 45 mm以上のもの）を設ける。

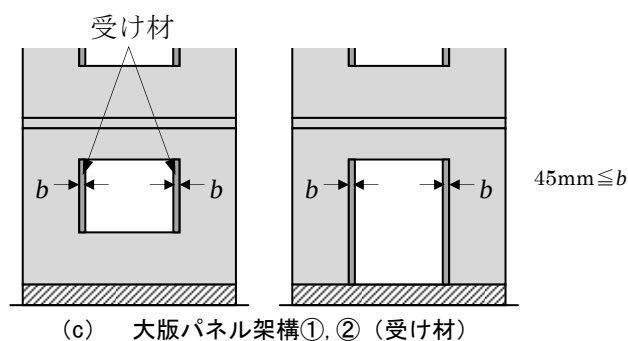


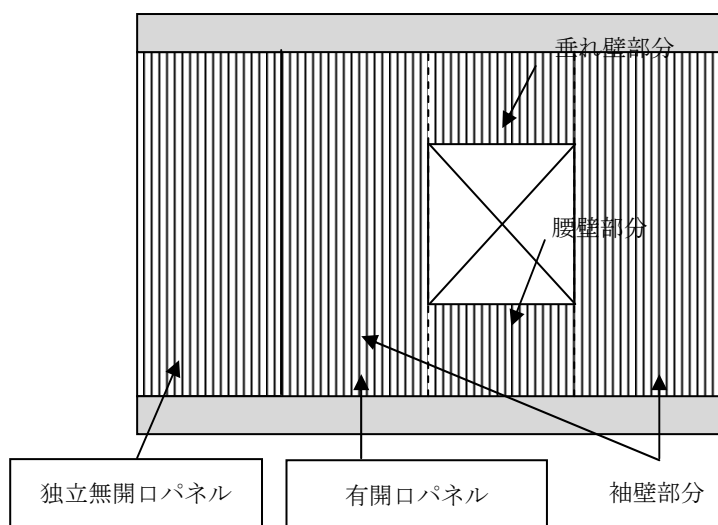
図2.2.8-3 垂れ壁の脱落防止

- ・水平力を負担する耐力壁にはどんな小さい穴や欠き込みや溝も設けてはいけない。（ただし、引きボルト接合の座金・ナットを設置する目的で設ける穴、垂れ壁の脱落防止のための欠き込みを除く。）
- ・鉛直力のみを負担する無開口パネル等には、24 cm角以下の穴は開けることができる。

鉛直力のみを負担する無開口パネル等には、穴をあけてもそれが 24 cm角以下であれば低減を行うことで鉛直力を負担する耐力壁とすることが可能である。ただし、コストや設計時の手間、将来の改修の自由度を考慮すると、鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルの代わりに、鉛直力を負担することが可能な柱・梁フレーム等とするという選択肢もあり得る。

穴を開けた CLT 壁パネルの剛性・耐力の低減の方法は、データに示す。

- ・耐力壁の外層ラミナ方向は、鉛直方向とする必要があり、かつ、矩形であることが求められる。



耐力壁となる CLT の形状は矩形であることが前提であり、矩形でないパネルとした場合は「特別な調査又は研究」によってその構造安全性について別途検討が必要になる。したがって、勾配屋根の妻壁などでどうしても矩形とまらない部分以外では、なるべく矩形とすることが賢明である。

矩形以外の壁パネルの場合の検討方法は 14 に示す。

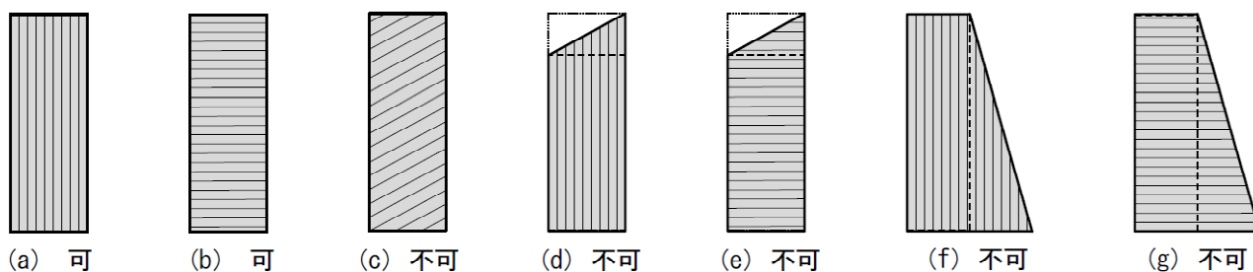


図 2.2.5-3 壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

(d)から (g)は不可となっているが、「特別な調査又は研究」による検討方法が示されている

（２）大版パネル架構の設計のコツ

1) 建築物の用途等が、大版パネル架構に向いているかどうかを確認する

（１）で示した耐力壁の配置ルールでは、有開口パネルの幅寸法が、袖壁部分が片側の場合で 1.8m（袖壁 0.9m＋垂れ壁・腰壁部分 0.9m）以上、両側の場合で 2.7m（袖壁 0.9m×2、垂れ壁・腰壁部分 0.9m）以上となる。

CLT パネルは高さ方向に継ぐことは認められていないので長辺は高さ方向に、短辺を幅方向とする必要があるが、日本で製造できる CLT パネルの寸法は現状のところ、短辺方向が最大 3m である。したがって、開口を最も大きくとった有開口パネルでは、袖壁部分が片側として 0.9m、開口（垂れ壁・腰壁部分）が 2.1m、袖壁部分が両側として 1.8m、開口（垂れ壁・腰壁）が 1.2m となる。

以上の、開口部分の寸法は建築物の用途に大きく影響を受けるため、この限界内で設計できる用途の場合に大版パネル架構①を選択することになる。（もちろん、非耐力壁部分には自由に開口部を設けることはできる。）小幅パネル工法と比べて、有開口パネルの垂れ壁部分、腰壁部分と袖壁部分の接合部が必要無いので、ポツ窓形式の建築物とする場合は、接合金物の低減が図れ、コスト的に有利となる。

2) 耐力壁として設ける独立無開口パネル・有開口パネルは最小限とする。

耐力壁として設ける独立無開口パネル・有開口パネルには接合部の配置ルール等が有り、CLT そのもののコストに加え金物のコストがかかってくる。このことから、耐力壁として設ける独立無開口パネル、有開口パネルは最小限とすることがコストの上でも、また、3)に示す設備開口や将来のリノベーション等の自由度を確保する上でも有利となる。

加えて、鉛直力のみを負担する柱・梁フレーム等の設置が可能であることから、水平力を負担する耐力壁を最小限とし、柱・梁フレームと併用する設計とすることで、上に示した効果をより高めることができる。

3) 耐力壁として設ける独立無開口パネル・有開口パネルには設備開口は設けない。

（１）に示した耐力壁の配置ルールでは、設備開口等は、水平力を負担する独立無開口パネル・有開口パネルでは設けられず、鉛直力のみを負担する無開口パネル等には設けられるが、構造設計の際に低減が必要などのルールが存在する。これらに対応するには設計の手間がかかる上、設計時の設備開口の変更のたびに構造計算の修正が必要となることから、耐力壁として設ける独立無開口パネル・有開口パネルには、設備開口等を設けないことを原則とすることを推奨する。

4) 非耐力壁の仕様については、建物用途や設計コンセプトに合わせた仕様とする。

非耐力壁は、CLT パネルとする方法と、間柱＋面材（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）とする方法がある。それぞれ、メリット・デメリットがあるため、それらを考慮した上で、仕様を選択する必要がある。

もちろん、併用も可能であるので、原則として、間柱＋面材の非耐力壁とし、デザイン上 CLT のあらわしとしたい部分のみを CLT とするという方法もある。非耐力壁部分に用いる CLT では小幅モデル架構で用いる垂れ壁パネルや袖壁パネルのような形状を用いることは自由である。ただし、脱落など

が生じないように接合する必要がある。

非耐力壁を CLT とする場合	
メ リ ッ ト	・ 躯体の工事が、CLT の建て方で完了する。 ・ 非耐力壁部分を CLT のあらわしとすることができ、比較的自由に設けることができる。（耐力壁となる部分は接合部などがあるため、あらわしとするのに一定の工夫が必要となる。）
デ メ リ ッ ト	・ CLT の使用量が多くなり、コスト的に不利。 ・ 非耐力壁部分に設備開口を設ける工夫を行っても、CLT の穴開け加工などが必要であり、工程上早い段階で決定し、変更が難しい。 ・ 将来のリノベーションでのプラン変更、設備ルートの変更で CLT の撤去や穴開けが必要となった場合に工事が大がかりになる。 ・ 間仕切り壁に遮音性能などが求められる場合に、選択肢が少ない。 ・ 全ての壁が CLT となり逃げを設けるのが難しいため、建て方時の精度に対する要求が高くなる。（基礎に埋め込まれる金物の施工精度等によって、建て方時に CLT の建て込みに時間がかかる場合もある。）
非耐力壁を間柱＋面材とする場合	
メ リ ッ ト	・ CLT の使用量を低減させることができ、コスト上有利。 ・ 非耐力壁部分に設ける設備開口が自由に設けることができ、変更も容易。 ・ 将来のリノベーションでのプラン変更、設備ルートの変更などがやりやすい。 ・ 間仕切り壁に遮音性能等が求められる場合に、多くの面材料、工法から選択することができる。 ・ CLT である耐力壁部分が適度に分散されていることから、CLT の建て方時に逃げが確保でき、施工精度に対する要求がそれほど厳しく無い。
デ メ リ ッ ト	・ 躯体工事が CLT の建て方では完了せず、その後非耐力壁を施工する工程が必要となる。 ・ CLT のあらわしとなる部分が接合部等が存在する耐力壁部分のみとなり、自由に設けることができない。

以上の配置の原則を守り、コストに配慮した設計を行うと CLT 壁を現しとする部分が限られることとなるが、デザイン上の効果も考慮しつつ耐力壁および非耐力壁の CLT を配置し、アクセントとして表現することが有効と言える。



写真：部分的な耐力壁を現しとした設計例（高知の商業ビル）



写真：現しとした CLT 壁パネルに棚を設置した例（高知の商業ビル）

データ

11-1. 小開口を有する CLT パネルの剛性・強度

1 2. 2階以上の床に関する設計ルール

1. 床に関する設計ルールの原則

- ① 最下階の床を除いて、床勝ちとする。
- ② 床は、CLT 床パネル または 横架材+面材 で構成することが許されている。ただし、16で示す様に、耐力壁と床とはせん断金物で接合する必要がある、それを容易に実現するには、CLT 床パネルとなる。
- ③ CLT 床パネルとする場合は、平行する2つの壁または梁によって支持する。
1方向片持ちとする設計は可能だが、2方向片持ちの設計は行わない。
- ④ 吹き抜け等を設ける場合でその吹き抜けが外壁に接する場合は梁などを設け、CLT 床パネルと梁とを適切に接合する。

2. CLT 床パネルの仕様のルール

- ① 床を CLT 床パネルとする場合は、以下の2種類のうちいずれかとする。
強度等級 異等級構成 Mx60 5層5プライ 厚さ150mm スギ
強度等級 異等級構成 Mx60 5層7プライ 厚さ210mm スギ
- ② CLT 床パネルは、当該パネルの最外層のラミナの方向が短辺方向または長辺方向に平行であり、かつ、矩形でなければいけない。
- ③ CLT 床パネルには、原則穴を開けない。
- ④ CLT 床パネルは、長さ、幅ともに0.36m以上とする。

3. 横架材+面材仕様のルール

軸材+面材で構成する軸組構法の床面・屋根面とする場合には、下階の壁パネルの上に載る梁の幅は壁パネル厚さと同寸以上とし、それらの梁の間に小梁・根太を設け、その上に面材を釘で打ち付ける。

1. 床に関する設計ルールの原則

- ① 「ルート1 パネル工法」では、床勝ちであることが規定されている。
- ② 床の仕様については限定されていおらず、横架材+面材の仕様も許容されているが、実際の接合金物の選択やその納まりを考慮すると CLT 床パネルとすることになる。
- ③ CLT 床パネルは、当然ながら、梁もしくは CLT 壁パネルにて2方向が支持される。片持ちは1方向のものは許容される。
隣り合う CLT 床パネルのたわみ量が異なると性能上に問題が生じる可能性があるため、たわみ量を同じになるように設計するか、床を支持している部材（梁、CLT 壁パネル）を床パネルの厚さ寸法程度延長するなどの工夫が必要となる。（下図の※）

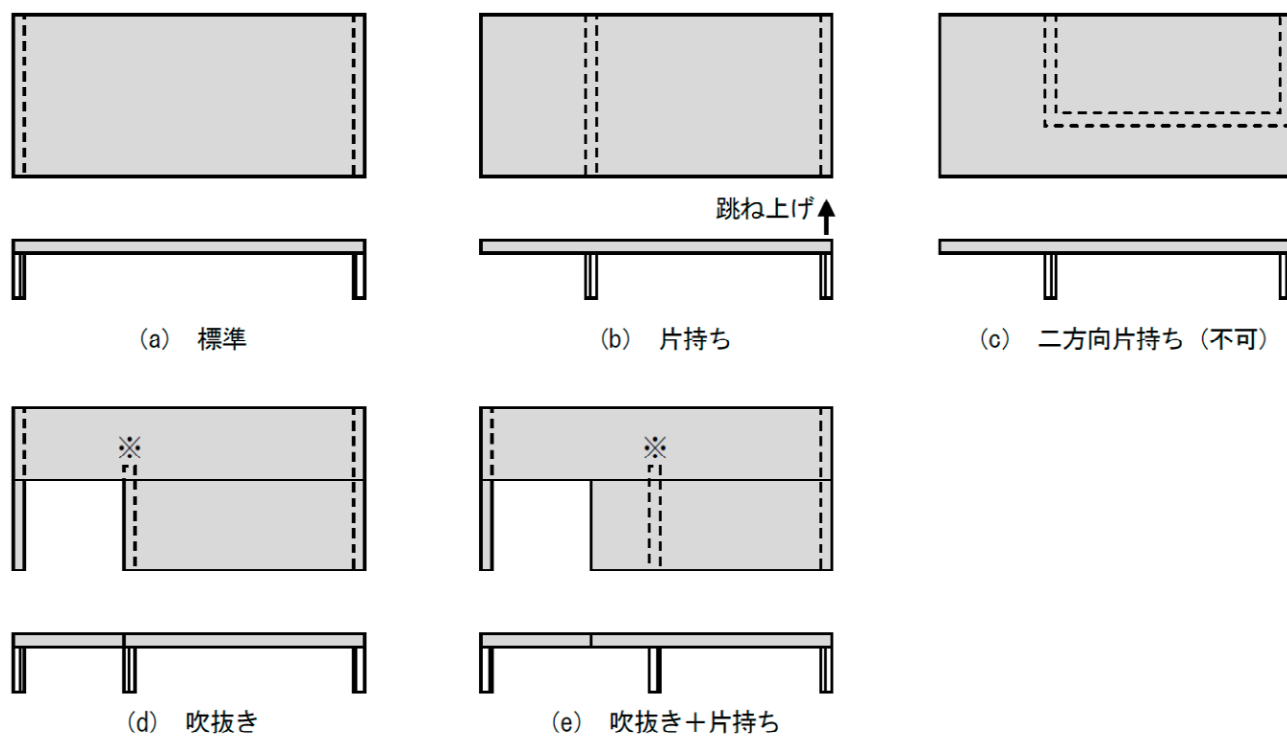


図 2.2.4-3 床パネルの支持方法

④床には、水平力によって生じる力を耐力壁等に伝えることができる剛性・耐力を有することが求められるため、吹き抜け等は風圧力等に対して耐えるように耐風梁を入れるなど配慮が必要。また、CLT床パネルの場合は特に、床パネルと梁との接合に配慮すること。

接合部の詳細については、16、17に示す。

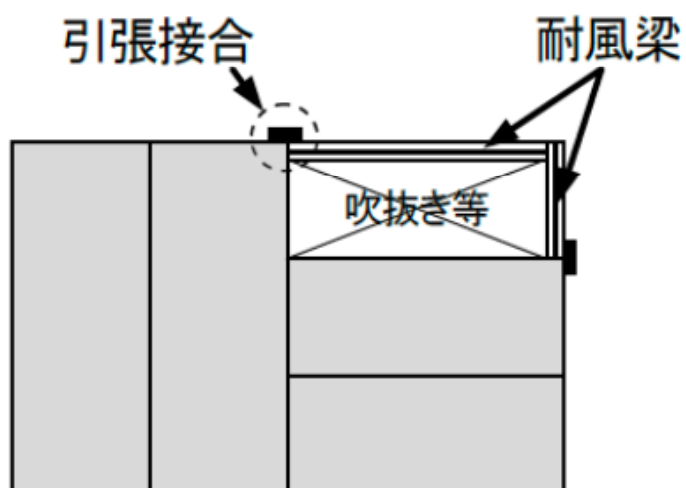


図 2.2.4-5 耐風梁の配置例



写真 2.2.4-2 耐風梁-床パネル間引張接合部の例

2. CLT 床パネルの仕様のルール

①CLT 床パネルに用いる CLT には長期許容応力度が与えられてる仕様に限定される。詳しくは **6** を参照のこと。

②CLT 床パネルについても、CLT 壁パネルと同様、形状は矩形であることが前提である。

③に示すように、穴を開けることは原則禁止となる。

ただし、穴の位置や大きさに応じて剛性・耐力を低減して設計を行う場合においては対応可能である。低減の方法については、**11** のデータに示した「小開口を有する CLT パネルの剛性・強度」を参照のこと。

また、下図のような矩形で無いパネルを用いる場合も、矩形のパネルを斜めに切り欠いたものとし、その切り欠き部分を開口部等とみなして「小開口を有する CLT パネルの剛性・強度」のルールで設計することは可能である。このとき、下図の θ が 30 度以下のものについては、外層ラミナ方向と平行な矩形部分を有効矩形とし設計を行うことも可能である。

いずれにしろ、穴を開ける、矩形でない床パネルを設けることはなるべく避け、必要が生じる場合には構造設計者に早めに相談することが必要となる。

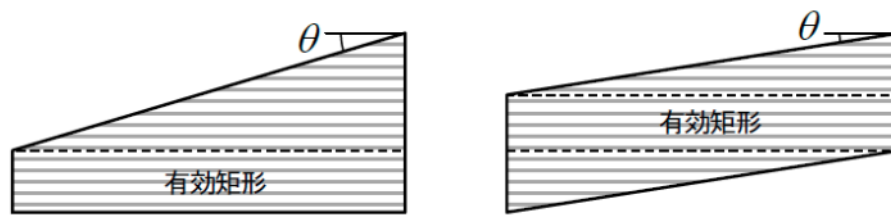


図 2.2.4-2 第二号の規定に適合しない床パネル

④CLT 床パネルの幅、長さの寸法制限（36 cm以上）については、平 13 国交告第 1024 号により規定されている。床のパネル割りの際には、注意が必要である。

1 3. CLT 床パネルのスパンの目安

CLT 壁パネルや柱・梁フレーム（水平力を負担しない）によって支持される CLT 床パネルのスパンを決定する際には、以下の点に配慮する。

1. 使用できる CLT の仕様は限定されているので、それに合わせた設計を行う。
2. スパンの決定には、たわみ量と歩行振動に対する配慮が必要。

「ルート1 パネル工法」の床に使用できる CLT パネルは5～7で述べた様に仕様が決まっている。したがって、曲げに関する性能も限定されていることから、飛ばせるスパンも限定される。

限定されている CLT パネルに対するスパン表をデータに示す。こちらはあくまで目安であるため、詳細は構造設計者と相談のこと。

木造は、他の構造と比較して、遮音や歩行振動についての問題が生じやすいことが知られているが、CLT パネル工法の建築物も同様である。CLT 床パネルのスパンは、特に歩行振動に大きく影響し、遮音とは異なり他の工夫でそれを低減することは難しい。

以下に、歩行振動に配慮した場合のスパンの「気になり具合」別の値、および、「気になり具合」の評価尺度について示す。また、これらの根拠となる解析内容については参考資料に示す。

仕様	用途	目標とする気になり具合評価		
		⑥	⑤	④
5 層 5 プライ (スギ)	住居	4. 0 m	4. 5 m	5. 5 m
	事務所	4. 5 m	5. 0 m	6. 0 m
5 層 7 プライ (スギ)	住居	3. 5 m	4. 0 m	5. 0 m
	事務所	4. 0 m	4. 5 m	5. 5 m

※CLT 床パネル 幅 2.0m、桁構法の CLT 床版枚数 5 枚として解析

	気になり具合評価尺度	VLT (25ms.60dB)	
		住居	事務所
判断範疇	①非常に気になる	-	-
	②・・・・・・・・	-	-
	③かなり気になる	-	-
	④・・・・・・・・	85dB	87dB
	⑤やや気になる	82dB	84dB
	⑥・・・・・・・・	79dB	91dB
	⑦全く気にならない	-	-

設計上での対策としては、以下のようなことも有効である。

- イ）頻繁に歩行する部屋と静寂を要する部屋とを近接させない。
＝加振源と受振体の距離をできるだけ多く取ること、距離による減衰を図る。
- ロ）間仕切り壁（壁倍率1以下の壁、後付の天井もしくは床下までのパーティション含む）を設け、床版の固有振動数を変える工夫をする。
＝間取り計画によって左右される使用時動線の位置や長さが歩行振動に影響する。
- ハ）設計上、スパンの中央を通る歩行の動線や、多くの動線が重複している歩行者が多い部分を設けると、大きな振動の要因となるため避ける。
- ニ）食器棚など、微振動でがたつく什器・備品を壁際に設置すると、床の動変形に伴う微少傾斜による接触音が発生し、体感では感じられないレベルの歩行振動でも、聴覚を介し振動を認知することがあるので注意が必要。

データ

13-1. CLT 床パネル スパン表

参考資料

13-1. 歩行振動についての解説・解析データ

1.4. 屋根に関する設計ルール

1. 屋根については、以下に示すような構成が考えられる。

- ① CLT 屋根パネルで屋根を構成し、CLT 壁パネルでそれらを支持する。(a)(b)
- ② 軸材と面材にて屋根を構成する。(c)
- ③ CLT パネルで水平構面を構成（CLT 天井パネル）し、その上に小屋組を構成する。

その際の小屋組は、軸材と面材にて構成されるもの、(d)

CLT 妻壁パネル等と CLT 屋根パネルで構成されるもの、(e)

CLT 妻壁パネル等と軸材+面材で構成されるもの、(f)

が考えられる。

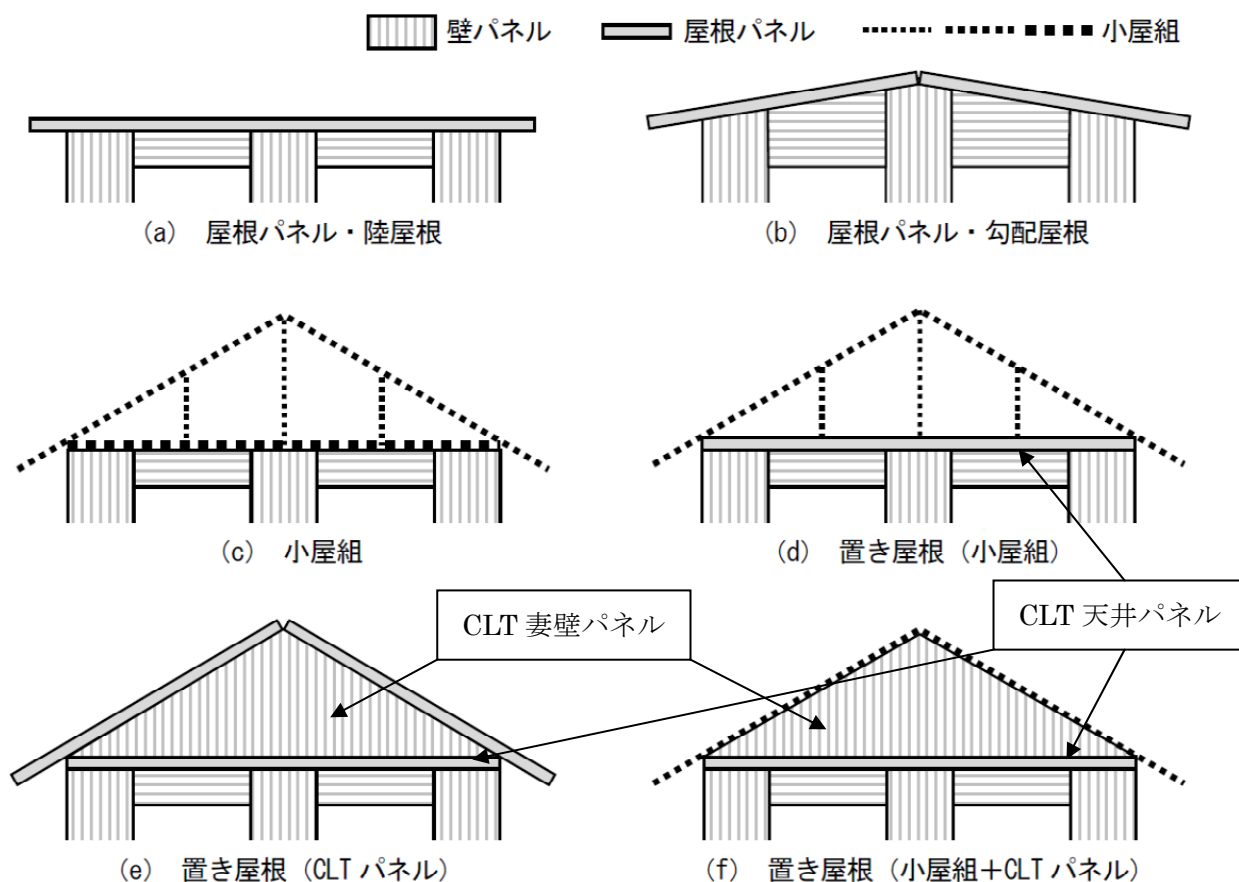


図 2.2.6-1 小屋組等の構成方法

2. 屋根面・小屋組を構成する CLT の仕様

CLT 屋根パネル、CLT 天井パネルは、「12. 床に関する設計ルール」に示したのと同様の仕様とする。
耐力壁となる CLT 妻壁パネルや小屋裏の耐力壁に用いられる CLT は、「11. 壁に関する設計ルール」に示したのと同様の仕様とする。

上図の（b）のパターンで CLT 壁パネルが平行四辺形となる場合は、構造設計上有効とされる部分についてのルールがある。

「ルート1 パネル工法」の屋根の工法には様々なパターンがある。

上図に示した a、b、c については、水平力によって生じる力に対して屋根構面自体が有効に抵抗し、かつ、それらの力を耐力壁等の他部材に有効に伝達できる剛性・耐力が必要である。

d、e、f については、CLT パネルによる水平構面（CLT 天井パネル）の上に小屋組を載せることになるので、小屋組部分については建築物に作用する水平力を負担しない部分に該当するので、小屋組にのみ作用する鉛直荷重・水平力等に対して安全であるように設計すれば良い。

CLT 屋根パネル、CLT 天井パネルは、床と同じようにその仕様が限定される。また、耐力壁となる CLT 妻壁パネルや小屋裏の耐力壁として CLT を用いる場合は、壁と同じようにその仕様が限定される。

矩形とならない妻壁や小屋裏の耐力壁に用いられる CLT については、構造設計上、カウントして良い部分が以下に示すように限定されるので、注意が必要である。

下図の d、e の壁パネルは、圧縮座屈の検定および面外の応力・変形の計算・検定では図中点線で示す外接矩形とみなし、面内の応力・変形の計算・検定では図中破線で示す内接矩形部分あるいはそれより小さな矩形部分のみを有効とするなど、安全側に矩形を置換することができる場合は、特別な調査又は研究に該当するものとして、当該パネルを使用することができるものとする。g の壁パネルについては、図中破線で示す内接矩形部分のみで当該パネルに作用する面内力・面外力に抵抗できる場合も同様とする。

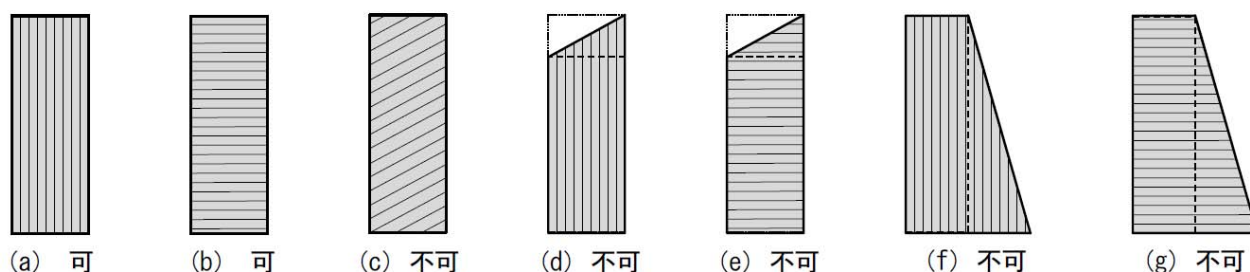


図 2.2.5-3 壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

そのほか、下図のような勾配屋根の妻壁部分を含む鉛直構面について、鉛直面内力および水平面外力に対しては、a の破線より下の部分を有効とし、当該鉛直構面の水平耐力性能の計算では b の破線より下の部分を有効とする場合なども特別な調査又は研究に該当するものとする。

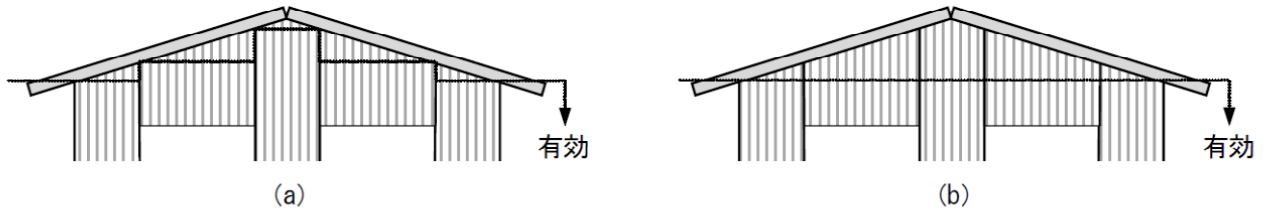


図 2.2.5-4 妻壁部分の壁パネルの第一号・第二号への適合条件

1 5. 基礎および1階床周りに関する設計ルール

1. 土台について

- ・土台は設けても設けなくても良い
- ・土台を設ける場合、土台は基礎に緊結すること（アンカーボルトが必要）
- ・土台を設ける場合、土台の幅は、土台の上に設ける耐力壁となる CLT 壁パネルの厚さと同寸以上の寸法としなければならない。
ただし下図で、壁心が基礎梁心とずれる②は、3 階建てを超える建築物等で壁パネルの軸力が大きい場合は、偏心軸力による基礎梁の捩りに対する検討が必要となるため、特に意図がある場合を除き避けた方が無難である。

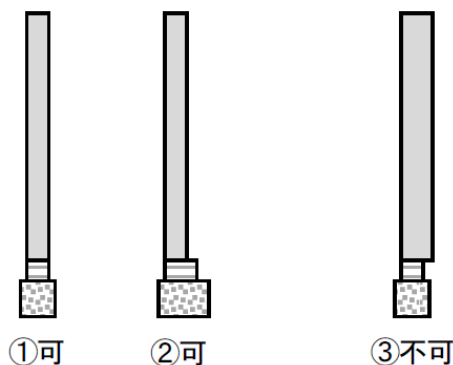


図 2. 2. 3-2 土台の幅と壁パネル厚さの関係

2. 1 階床について

- ・1 階床は、CLT 床パネルとしても、軸材＋面材としてもよい。加えて、壁パネルとの関係を床勝ちとしても良い。
- ・告示では、「最下階の床版は、水平力によって生ずる力を構造耐力上有効に土台又は基礎に伝えることができる剛性及び耐力を有する構造としなければならない。ただし、建築物に作用する水平力を負担しない部分については、この限りではない。」とある。
このため、ただし書きに該当する床束や大引き等に支えられた床であれば「建築物に作用する水平力を負担しない部分」に該当するめ、特に接合部の検証を行う必要は無い。これ以外の、床勝ちとする CLT 床パネルとする場合には、生じる水平力を土台→基礎へ伝えるための金物などを設ける必要がある。

3. 耐力壁と基礎、土台、1 階床との接合 →詳細は 1 6 へ

- ・引張金物：耐力壁となる最下階の CLT 壁パネル（垂れ壁・腰壁パネルを除く）は、下 2 箇所基礎又はこれに類する部分に構造耐力上有効に緊結しなければならない。
- ・せん断金物：耐力壁となる CLT 壁パネルは、基礎又は土台と緊結（せん断 47kN/箇所）する必要がある。

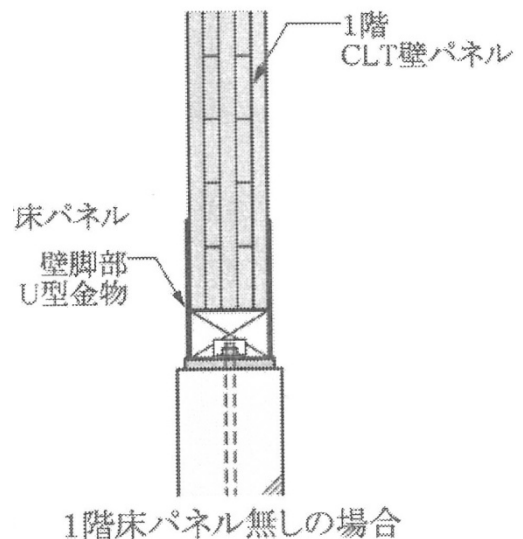
・1 階の足下周りは、告示で求められている耐力壁と基礎や土台との接合の他、土台を設ける場合にあってはアンカーボルト、CLT 床パネルを床勝ちとして設ける場合にはそこかで発生する水平力に対する金物などの設置が必要となるので、納まり等を詳細に検討する必要がある。（下表）

・耐久性などを考慮すると、防腐・防蟻材を注入処理できる土台を設けることができる仕様とすることが望ましい。

また、CLT 床パネル勝ちとする仕様は、CLT の耐久性上の弱点となる小口面が外壁側に位置し、腐朽・蟻害が床板に生じた場合の補修も困難なため、採用に当たっては配慮が必要である。

【土台有りの独立床（建築物に作用する水平力を負担しない）の例】

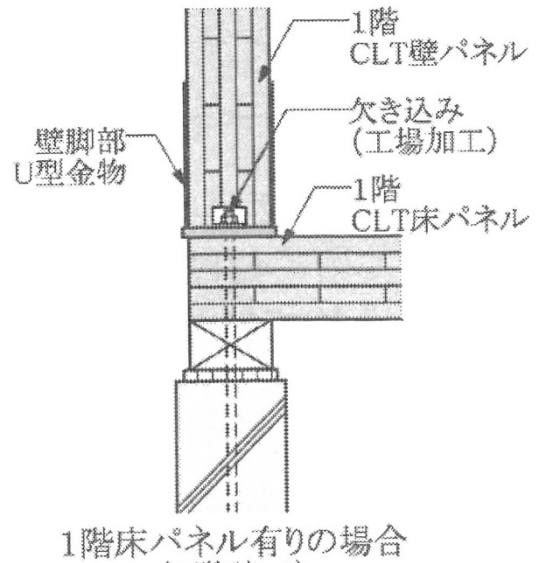
- ・ 防腐・防蟻材を注入処理できる土台を設けることができる
- ・ 床の仕様は問わない。CLT 床パネルでも軸組+面材でも良い（ただし、コスト面を考慮すると CLT 床パネルを選択する可能性は低い）。床は束等で独立して設け、CLT 壁パネルに側根太を設けて掛け渡しても良いが、束を直近に建てるなど力が伝わらないようにする。
- ・ 引張金物：CLT 壁パネルは土台を挟んで直接基礎と緊結する。
せん断金物：CLT 壁パネルは基礎又は土台に緊結する。
土台に緊結する場合には、土台と基礎の接合部にも配慮する。
- ・ 土台はアンカーボルトで基礎と緊結する。



【土台有りの1階床勝ち（CLT パネル床）の例】

- ・ 防腐・防蟻材を注入処理できる土台を設けることができる。
- ・ CLT の耐久性上の弱点となる小口面が外壁側に位置し、腐朽・蟻害が床板に生じた場合の補修も困難なため、より配慮が必要。

- ・ 引張金物：CLT 壁パネルは土台と CLT 床パネルを挟んで直接基礎と緊結する。
せん断金物：CLT 壁パネルは基礎又は土台に緊結する。土台に緊結する場合には、土台と基礎の接合部にも配慮する。
- ・ 土台はアンカーボルトで基礎と緊結する。
- ・ 1 階床に作用するせん断力については、別途、床→土台→基礎に伝えるための接合部を設ける必要がある。



16. 「ルート1 パネル工法」で求められる接合部の性能と x マーク金物

- ① 「ルート1 パネル工法」では、耐力壁および床等の水平構面となる CLT パネルに設ける接合部の性能と位置が告示で決められている。
- ② 「ルート1 パネル工法」で使用する接合部は、告示に示された性能がある接合部であれば使用可能であるが、適合するものを規格化した x (クロス) マーク金物がある。

CLT パネル工法では、CLT 壁パネル・床パネルが鉛直力及び水平力を負担する。そのため、CLT パネルの接合部位毎に性能と仕様が告示に定められている。下表では、接合部位毎に、告示に示されている許容耐力と、具体的な接合部の種類を示す。

下表内に示されている「U 形の鋼材その他これに類するもの」とは、金物形状に関係なくボルトを直列に連結することができ、適切に力を伝えられることができる機構であることを意味している。

表 9.3-1 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	該当告示	接合部の種類				許容耐力Pa(kN)
		告示	金物本体	接合具 (金物1個当たりの必要本数)	ボルト(規格の種類)	
壁パネルー基礎	第十第2項第七号イ(1)	U形の鋼材その他これに類するもの	TB-90、TB-150 ^{※1}	STS・C65 ^{※1} (18)	ABR490-M16(JISB1220)	51 kN以上 ①
	第十第2項第七号イ(2)	引きボルト	角座金W19 ^{※1}	—		51 kN以上 ②
下階壁パネルー上階壁パネル	第十第2項第七号ロ(1)	U形の鋼材その他これに類するもの	TC-90、TC-150 ^{※1}	STS・C65 ^{※1} (26)	両ねじボルトセット M20(x マーク) ^{※1}	79.6 kN以上 ③
	第十第2項第七号ロ(2)	引きボルト	角座金W19 ^{※1}	—		79.6 kN以上 ③
	第十第2項第七号ロ(3)	形状の指定なし	STW-790、STW-850 ^{※1}	STS・C65 ^{※1} (29×2)	—	79.6 kN以上 ④
床パネルー床パネル	第十第2項第八号	形状の指定なし	STF ^{※1}	STS・C65 ^{※1} (20×2)	—	52 kN/箇所 ⑥
横架材ー横架材			—	—	—	

※1: x マーク表示金物。付録DVDに図面が収録。
燃えしろ設計の場合はSTS・HC90に代えることができる。

表 9.3-2 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	該当告示	接合部の種類				許容耐力Pa(kN)
		告示	金物本体等	接合具 (金物1個当たりの必要本数)	ボルト(規格の種類)	
壁パネルー垂れ壁パネル	第十第2項第八号	形状の指定なし	SP ^{※1} 2個使用	STS・C65 ^{※1} (9×2)	—	52 kN/箇所 ⑦
壁パネルー基礎、又は土台	第十第2項第九号イ	形状の指定なし	SB-90、SB-150、SBM-90、SBM-150 ^{※1}	STS・C65 ^{※1} (18)	アンカーボルト M16(x マーク) ^{※1}	47 kN/m ⑧
壁パネルー床パネル、小屋組又は屋根パネル	第十第2項第九号ロ	形状の指定なし	LST ^{※1} 2個使用	STS・C65 ^{※1} (9×2)	—	54 kN/m ⑨
床パネル相互、壁パネル相互のせん断接合	—	—	構造用合板t=27、スギ全層、特類2級、積層数9、板面の品質C-D	STS6.5・F-85 ^{※1} (2列×必要本数)	—	2.2 kN/対

※1: x マーク表示金物。付録DVDに図面が収録。
燃えしろ設計の場合はSTS・HC90に代えることができる。

A10

これら告示に定められている接合部の性能に適合している金物として規格化されたものに x マーク（クロスマーク）金物がある。上表の欄外に示す丸数字は、x マーク金物の姿図を示した下図に示している丸数字とリンクしている。

x マーク金物とは何かについては、**参考資料**を確認のこと。

x マークは「ルート1 パネル工法」で使用可能な壁パネルが厚さ 90 mm か 150 mm に合わせて規格化されている。

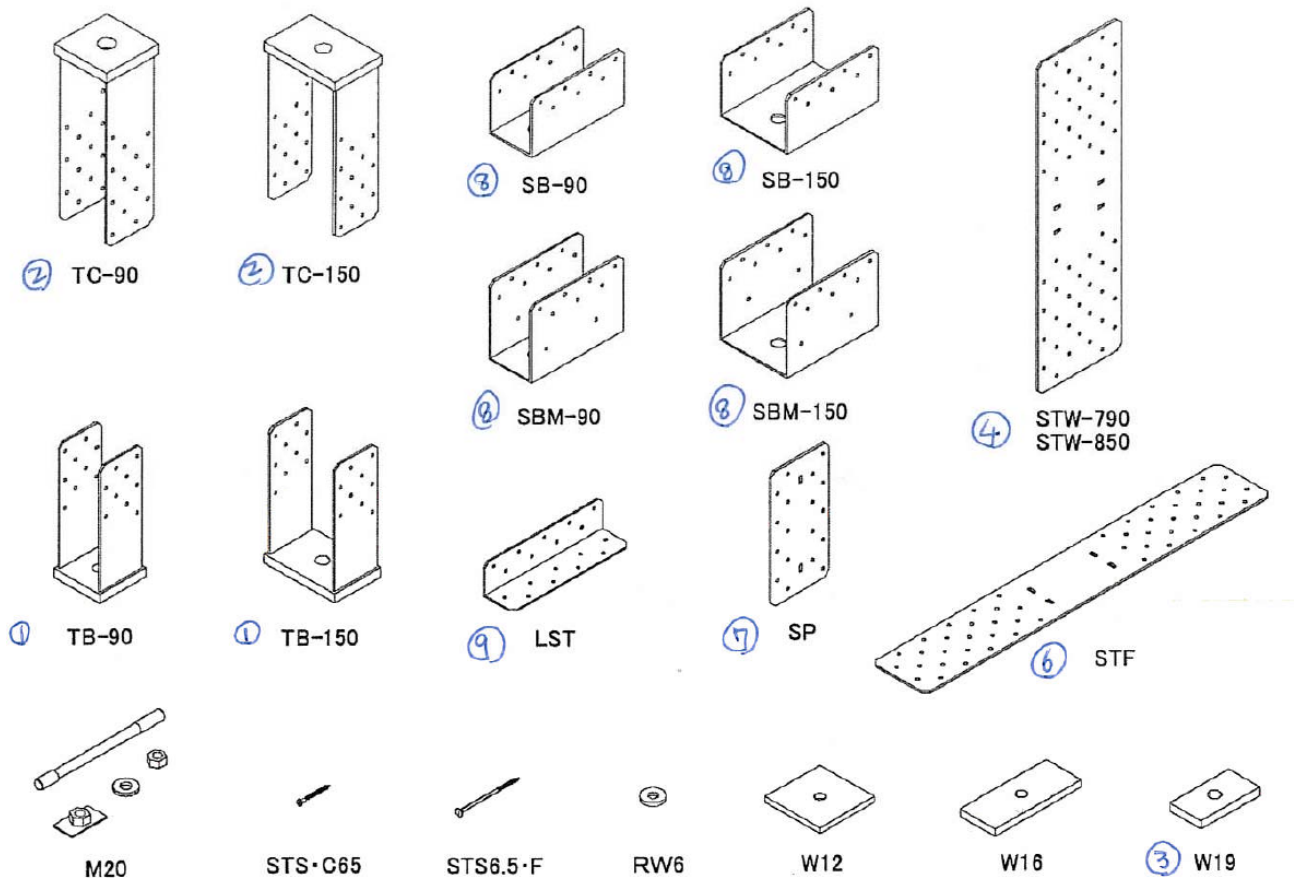


図 5-5-1 x マーク表示金物の種類

各接合部の納まりと構造データについては、**データ**に示す。青字の丸数字は、上表、上図に付されているものとリンクしている。

これらの金物の配置の概念図を次ページに示す。

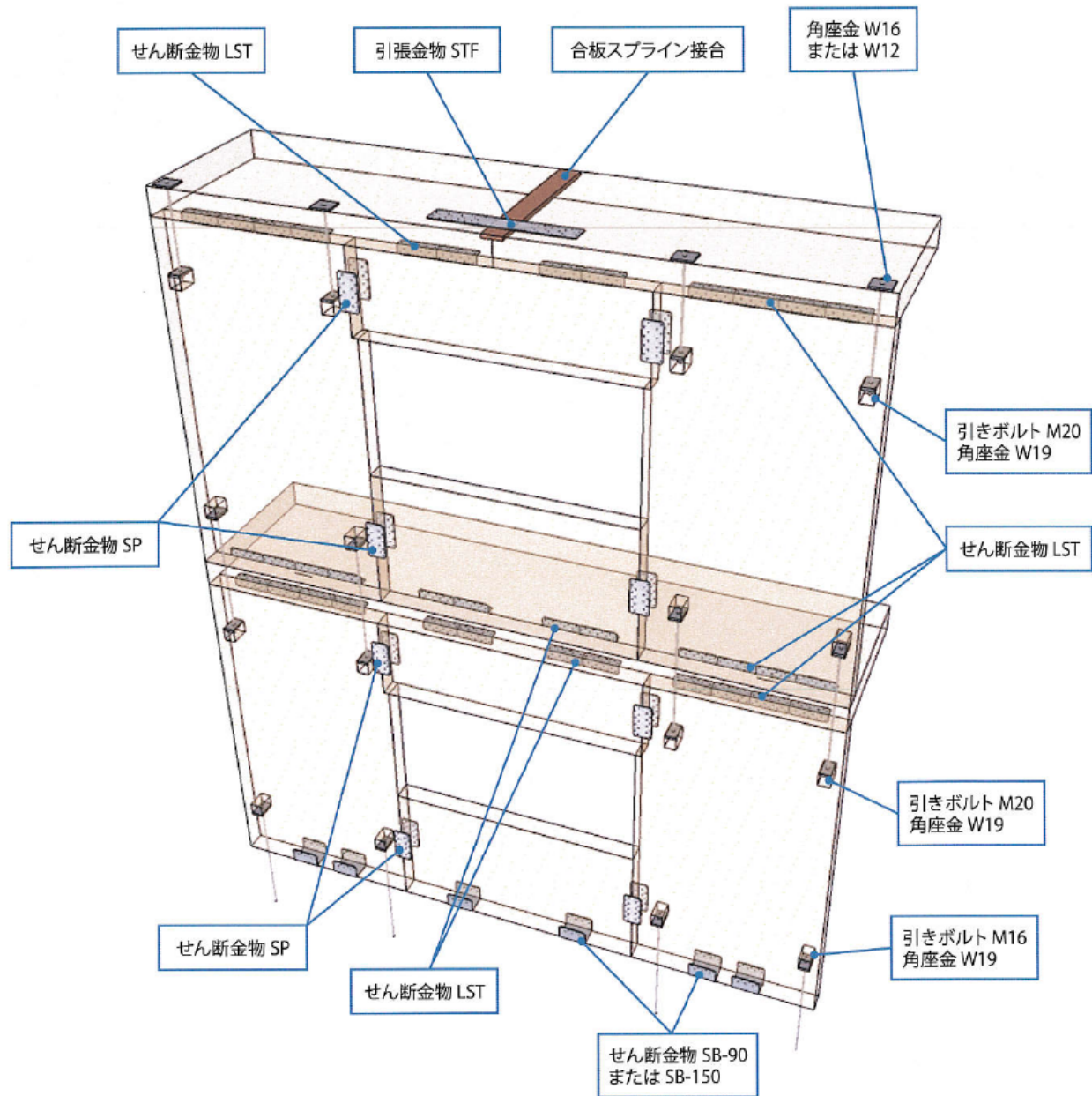


図5-3 引きボルト形式の接合方法(外壁)

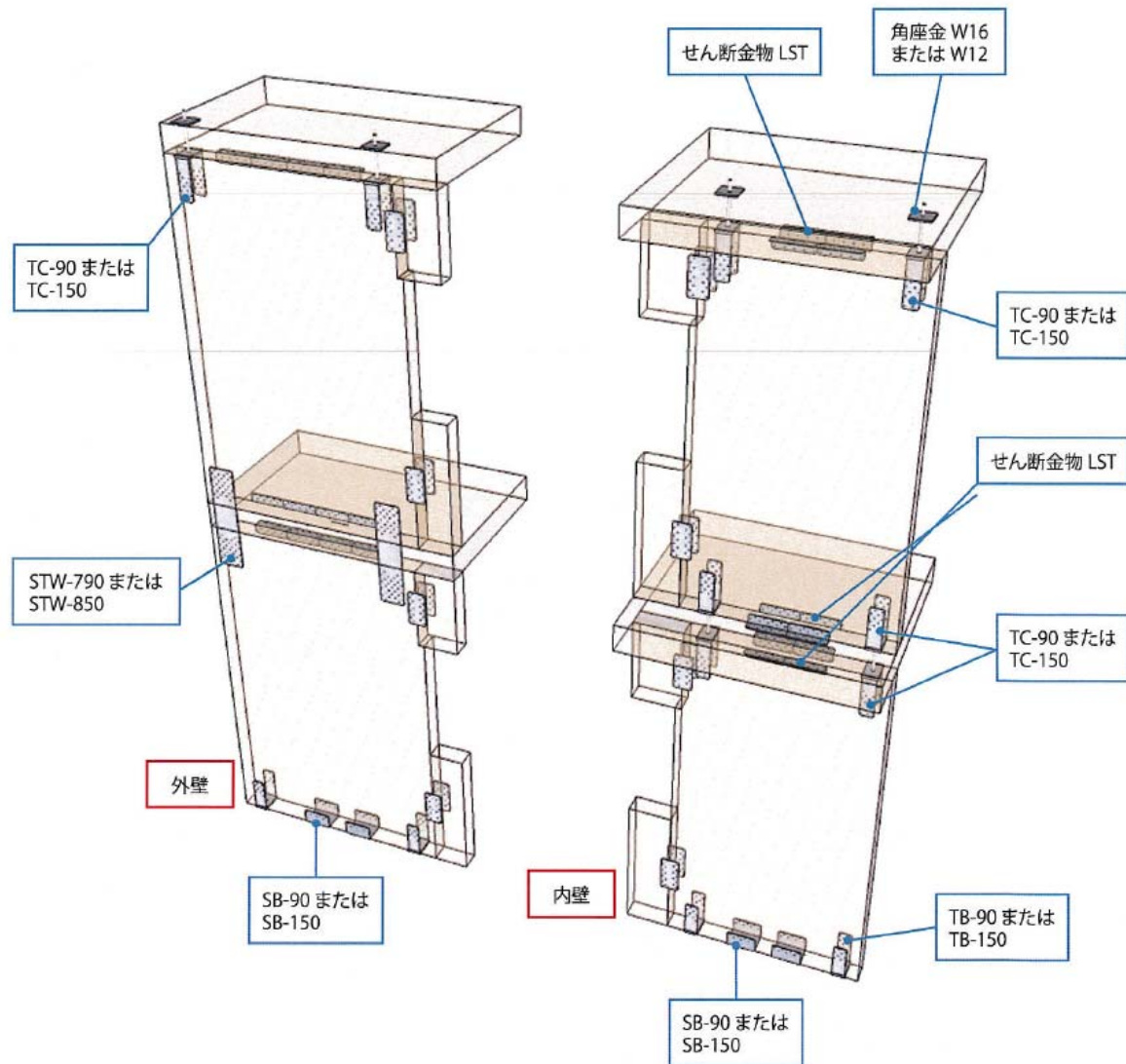


図5-4 ピス打ち銅板+ボルト形式の接合方法(外壁・内壁)

本資料作成時には、x マーク金物は、引きボルトを除き CLT パネル表面に露出する形状のものだけであるが、現在、埋め込むタイプで露出しないものも検討されている。

また、x マーク金物以外であっても、実験データが存在し、その性能が告示に定められているものを担保できる場合は、ルート 1 の構造計算においても使用することができる。その場合には、CLT パネル工法の構造設計の考え方を十分に理解した上で、実験データを読み解ける構造設計者と共同で設計を進めることが不可欠である。

データ

16-1. x マーク（クロスマーク）金物の納まり図と構造データ

参考資料

16-1. x マーク 金物とは

16-2. CLT パネル工法の接合部の考え方

17. 各部の接合ルール

1. 告示で耐力壁または床等の水平構面に求められている接合部の位置は、以下の通りである。

(要求性能、具体的な金物性能、形状、必要個数については 1.6 を参照のこと。)

下表で「壁パネル」と表記しているものは、以下を指す。パネルの定義は 1.1 を参照のこと。

小幅パネル架構の小幅パネル等

大版パネル架構の独立無開口パネル等

また、「壁パネル」において、鉛直力のみを負担するものについては、●に示す引張金物は必要無い。

	接合箇所と要求性能	接合方法
壁 パ ネ ル	壁パネルと 基礎又はこれらに類する部分 86kN	●壁パネル隅部 2 カ所で引張金物
	上階壁パネルと 下階壁パネル 135kN	●壁パネル隅部 2 カ所で、床を介して引張金物
	壁パネルと 小屋組又は屋根パネル (天井パネル含む) 135kN	●壁パネル隅部 2 カ所で引張金物
	壁パネルと 基礎又は土台 47kN/m 床パネル 54kN/m 小屋組又は屋根パネル (天井パネル含む) 54kN/m	○1m 以下のピッチでせん断金物
垂 れ 壁 ・ 腰 壁	垂れ壁パネル・腰壁パネルと 壁パネル 52kN	垂れ壁・腰壁 左右各 1 カ所で、せん断金物
	垂れ壁パネル・腰壁パネルと 基礎又は土台 47kN/m 床パネル 54kN/m 小屋組又は屋根パネル 54kN/m	○1m 以下のピッチでせん断金物
床 パ ネ ル 等	床パネル等 (水平構面全て) と 床パネル等 (水平構面全て) 52kN 耐力壁線上にある梁 52kN	床パネルの継目と耐力壁線の交差部部で、 1 カ所でせん断金物
	耐力壁線上にある梁と 耐力壁線上にある梁 52kN	耐力壁線上の梁の交差部部で、 1 カ所でせん断金物
	床パネル等 (水平構面全て) と 床パネル等 (水平構面全て)	接している部分全体にわたって、実等で接合

2. 1. 以外の接合部

① 性能が明確になっている長ビスなどで、構造上必要なピッチを確保して留め付ける。

- ② 面材のズレ防止や気密性能および防火性能の確保のために、パネル同士の継ぎ目には雇い実などを用いる。

1. 告示で求められている接合部

①耐力壁となる CLT 壁パネル等の接合ルール

以下に、CLT 壁パネルおよび床パネルとの接合金物の配置の概念図を示す。

垂れ壁パネルについては、1 1 で述べた通り、脱落防止のための受け材もしくは切り欠きを設ける必要がある。

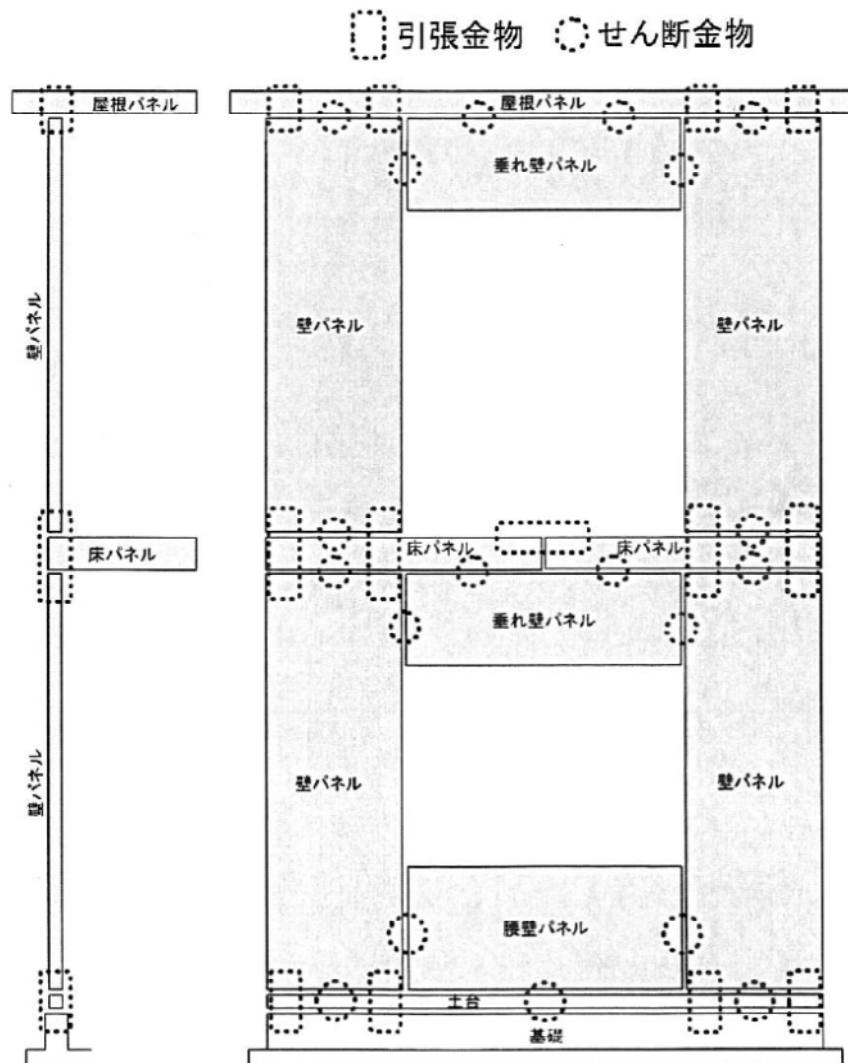


図 5-1-1 基本的な CLT パネル工法の構成例と接合金物の配置

②1 階の CLT 壁パネルの基礎との接合ルール

CLT パネル工法では、土台を設けても設けなくても良い。ただし、「ルート1 パネル工法」では、最下階の壁パネルでは、引張金物は基礎又はこれらに類する部分に緊結することが求められているため、土台を介して接合することになる。土台には、別途アンカーボルトが必要となることは、1 5 に示した通りである。

引張金物を基礎ではなく土台と緊結する場合（下図の b）は、ルート 3 以上の構造設計を行う場合に認められている。

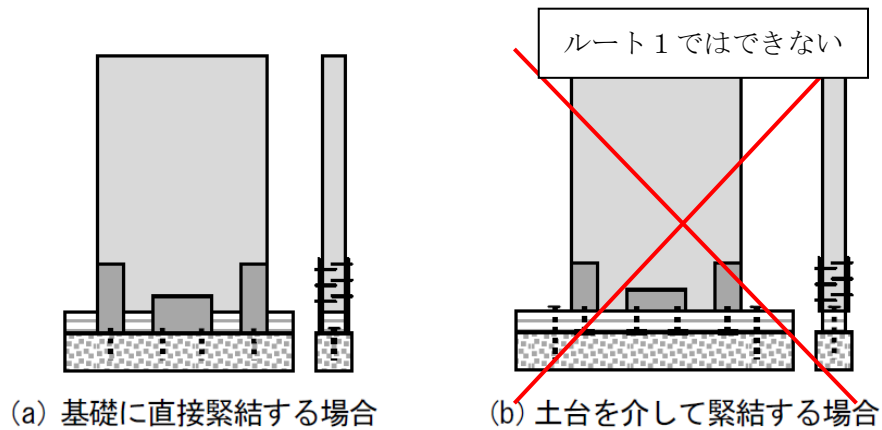


図 2.2.3-1 壁パネルと基礎等との緊結方法

具体的な納まりとしては、下図のようになる。

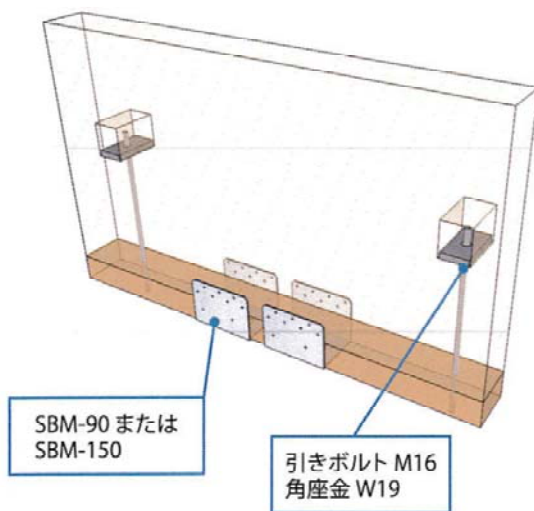


図5-5 引きボルト形式(土台あり)

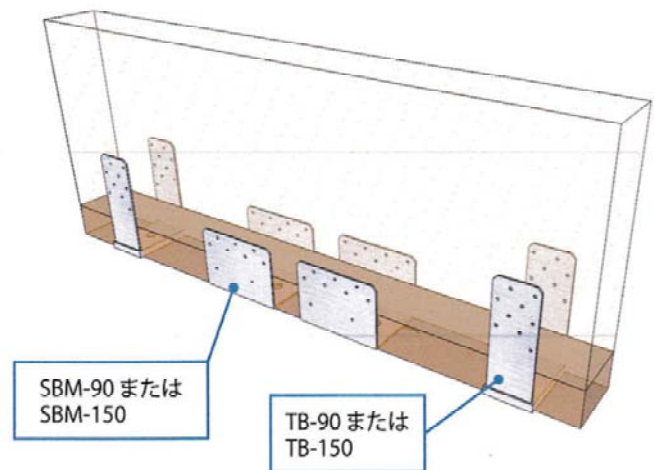
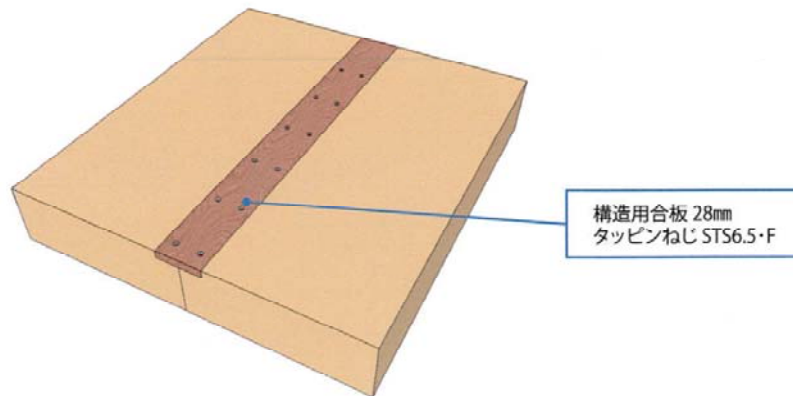


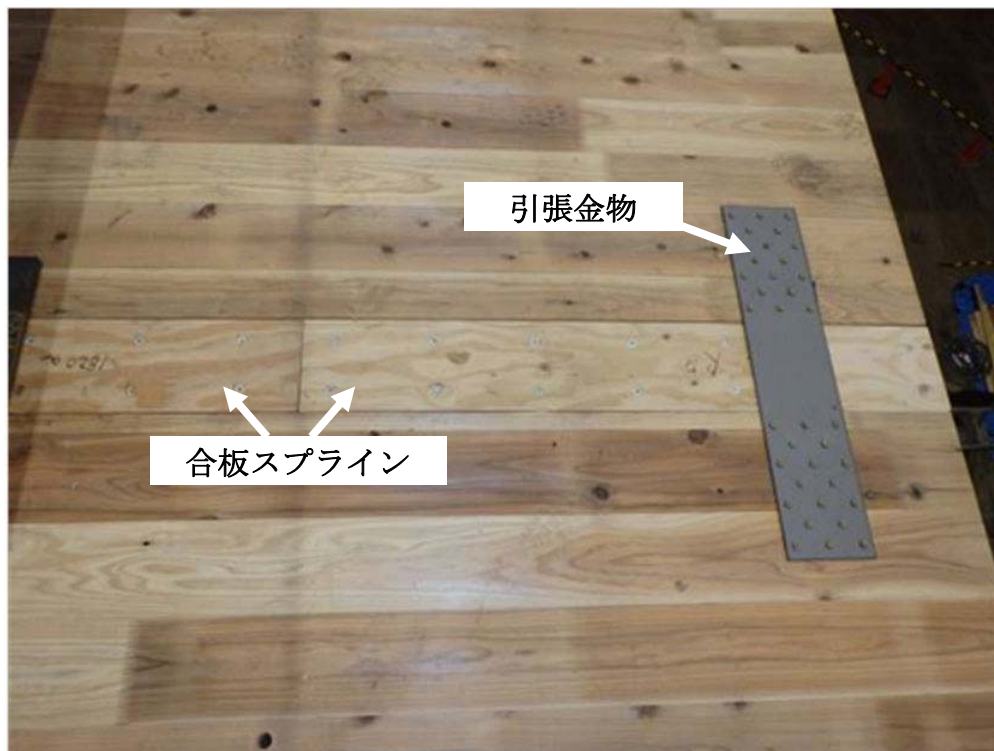
図5-6 ビス打ち鋼板+ボルト形式(土台あり)

③CLT 床パネル同士の接合ルール

CLT 床パネル相互間の接合部においても、面内のせん断応力と引張応力に耐えうる接合が求められる。これに対応する仕様としては、せん断接合部としてビス打ち合板スプラインが、引張接合部としてビス打ち鋼板（STF）が用いられる。



引張接合部の設置位置は、他の木造建築物と同様に、建物平面外周部に設ける他、頭つなぎとしての性能を確保するために、下図に示すように床パネル相互が接合する線と耐力壁線が交差する部分、すなわち耐力壁線上あるいはその近傍に設ける必要がある。



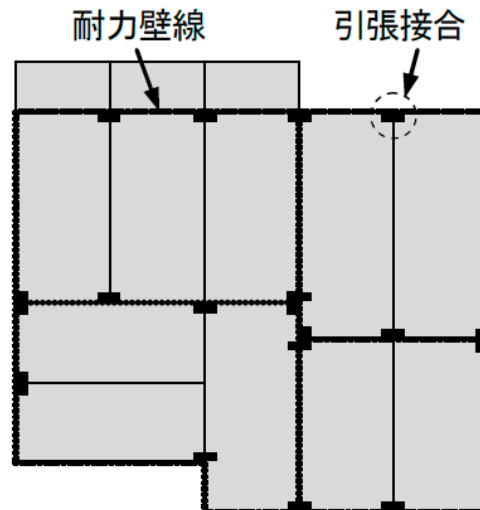


図 2. 2. 4-4 引張接合部の配置例

2. 1. 以外の接合部

非耐力壁に CLT パネルを用いる場合は、1. に示した接合部は必要無いが、性能が明確になっている長ビスなどで、構造上必要なピッチを確保して留め付けることが必要である。また、面材のズレ防止や気密性の確保のために、壁パネル同士の継ぎ目には雇い実などを用いることが望ましい。

具体的な納まりや仕様については、データ参照のこと。

データ

17-1. 告示で規定されている接合部以外の接合部の納まり図

1 8. 接合金物の選択にあたっての注意点

1. CLT 壁パネルを現しとする場合

現段階の x マーク金物では、CLT 壁パネルを現しとする場合に、CLT 壁パネル（垂れ壁パネル・腰壁パネル含む）の接合具が室内に露出する。

露出しないようにするためには、CLT 現しとする部分には垂れ壁・腰壁を設けない、CLT 壁パネルの上下の接合部は天井、2 重床、幅木で隠蔽するなどの設計上の工夫が必要になる。

2. 接合部の耐久性への配慮

接合部の金物については、腐食の恐れのある部分や常時湿潤状態となるおそれのある部分に用いるものについては防錆処理が必要である。

防錆処理については、以下に示す使用環境に応じた処理が示されており、x マーク金物では使用環境 2 の対応が取られている。

使用環境 1 室内のような乾燥した環境で使用

使用環境 2 直接雨に暴露されていない屋外環境又は多湿な室内環境での使用

使用環境 3 直接雨に曝される屋外環境での使用

使用環境 3 に該当する建築物の設計においては、それに応じた対応が必要となる。

また、公共建築木造工事標準仕様書に規定されている防錆措置は使用環境 2 となっているが、x マーク金物以外の接合具を用いる場合には、それに対応している旨を示す必要がある。

1. CLT 壁パネルを現しとする場合

今後、x マーク金物では、露出しないタイプの接合部も開発される予定だが、施工上の精度が厳しく要求されたり、地組が必要であるなど、それぞれ施工上の特徴があることが想定される。接合部の選択に当たっては、設計時においても、施工条件などを考慮することが必要となるので注意が必要である。

2. 接合部の耐久性への配慮

接合部の耐久性への配慮が必要となる常時湿潤状態となるおそれのある部分には、コンクリート・石材に接する部分、外気あるいは床下部に暴露して用いられる部分、浴室周りをはじめとする水掛かり部分、屋根軒先や外壁開口周り、さらには結露を生じやすい壁内部分等、かなり多くの箇所が該当する。また、敷地が海浜に近い地区、道路沿いなどの特殊な劣化要因がある場所の場合は、特別な注意が必要である。

CLT パネル工法としては、平 28 国交告示第 611 号に防腐措置等について明記されており、その中で接合部の腐食防止について措置を講ずる必要性が示されている。

x マーク金物の認証を行っている（公財）日本住宅・木材技術センターでは、使用環境別に防錆処理の規定を設けている。上に述べた様に x マーク金物は使用環境 2 の対応となっている。

公共建築木造工事標準仕様書に規定されている防錆措置は、使用環境 2 となっているが、x マーク金物以外の接合具を用いる場合には、それに対応している旨を示す必要がある。その場合には、接合金物

製作図、加工図、表面処理及び工場の品質管理体制等の書類を整備し、監督職員に説明及び資料の提出をしなければならない。

表 5-6-1 接合金物に対する使用環境と防せい防食処理

種類	使用環境 1	使用環境 2	使用環境 3
	室内のような乾燥した環境での使用	直接雨に暴露されない屋外環境又は多湿な屋内環境での使用	直接雨に曝される屋外環境での使用
L 形金物	・JIS H8610(電気亜鉛めっき) Ep・Fe/Zn5/CM2 ・その他、同等以上の処理	・JIS G3302(溶融亜鉛めっき 鋼板及び鋼帯)Z27 NC ・その他、同等以上の処理	・JIS H8641(溶融亜鉛めっき) HDZ35 ・JIS G3302(溶融亜鉛めっき 鋼板及び鋼帯)Z35 NC ・JIS H8610(電気亜鉛めっき) Ep・Fe/Zn25/CM2 ・その他、同等以上の処理
引張金物 せん断金物 帯金物		・JIS H8610(電気亜鉛めっき) Ep・Fe/Zn20/CM1 ・その他、同等以上の処理	
四角穴付き タッピンねじ 角座金、丸座金		・JIS H8610(電気亜鉛めっき) Ep・Fe/Zn8/CM2 ・その他、同等以上の処理	
両ねじボルト 六角ナット			

B25

材料・構造部門における共通の参考資料

1. 構造計算ルートと仕様規定の適用関係
2. CLT パネル工法の構造計算フロー（ルート 1 ～ 3）とルート 1 での実施内容

19. CLT パネル工法の耐久設計の必要性

CLT パネル工法の耐久設計の考え方は、他の木造と原則同じで、
木材腐朽菌とシロアリによる木造躯体の生物劣化を防止するための対策が必要である。

生物劣化への対策としては、以下の3本立てで考える必要がある。

- ① 設計上の工夫により、水分の浸入防止、排出の容易性に配慮する。
- ② 木造躯体そのものの防腐・防蟻性を高める。
- ③ 腐朽・蟻害およびその前の雨水の浸入の発見を容易にする設計上の工夫および維持管理計画を用意（解説）直交集成板は6材面のうち4材面に木材の木口面が現れる。製材等は2材面となる。

CLT パネル工法においては、以下の様な理由より、他の木造よりも高い耐久性への配慮が必要である。

- ・ パネルの一部に腐朽・蟻害が生じた場合に、部分的に切り取っての補修は認められない。また、パネルの交換も非常に困難な架構である。
- ・ CLT パネルは、集成材や製材等の軸系の木質材料とは異なり、水分が作用した場合に弱点となる木材（ラミナ）の木口がパネルの四面に露出している。（集成材・製材は2面）
- ・ CLT の防腐・防蟻処理は、現在のところ木材保存処理剤を表面塗布・吹きつけする方法しかなく、加圧注入や浸漬などが可能な製材・集成材と比較して不利な状況である。

腐朽・蟻害といった生物劣化は、計画地の気候条件や敷地条件に大きく影響を受けることから、それを理解した上で、対策を講じる必要がある。海外や寒冷地での納まりをそのまま利用することには、高いリスクを伴う。

木材は、その細胞の構成から、木口面から水分を吸収しやすい特徴があり、腐朽に対する弱点となりやすい。一般の木造住宅でも、木材保存処理剤の塗布・吹きつけについては、木口面や切り欠き加工部分（木口が露出する）に入念に行うように求められる。CLT パネルでは、下図のように、ラミナの木口が4面に露出することになり、より配慮が必要と考えられている。

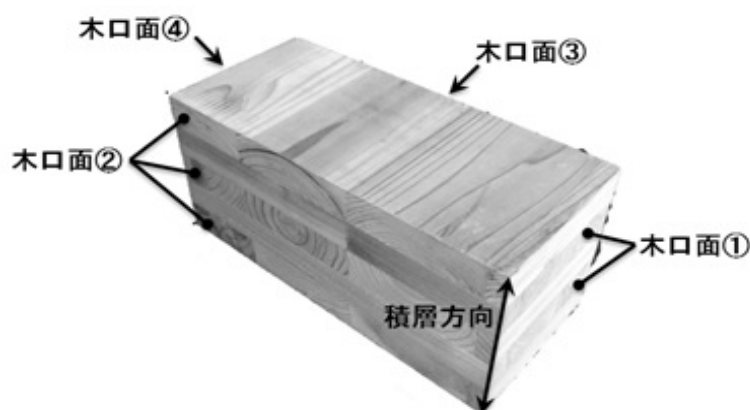


図 3-2-1 CLT パネルの構成

構造用製材では、JAS 規格で心材の耐久性が高い樹種が規定されている。しかし、CLT の JAS 規格にはそのような規定はなく、かつ、心材のみを使用する CLT というのも現実には製造が困難である。また、注入処理を行ったラミナを用いた CLT 等についても、現在のところ規格化・製造は行われていない。したがって、現段階では木材保存処理剤を表面塗布、吹きつけを行うことが選択肢となる。

木材保存処理剤については、（公財）日本木材保存協会が認定する表面処理用木材防腐・防蟻剤、（公社）日本しろあり対策協会が認定する予防駆除剤などから適切なものを選択する必要がある。

参考資料

19-1. 木材の耐久性（樹種・保存処理・AQ 認証）について

20. CLT パネル工法の耐久設計のクライテリア

1. 一般の木造に関するクライテリア

従来の木造建築物についての耐久設計のクライテリアとしては、以下の様なものが存在する。

- ① 建築基準法レベル
- ② 品確法の性能表示制度 劣化対策等級3レベル
- ③ 木造計画・設計基準及び同資料（平成23年）50～60年を目安として使用する建築物
- ④ 木造計画・設計基準及び同資料（平成23年）50～60年を超えて使用する建築物

②は住宅を対象、③、④は国が建設する公共建築物の基準となっているが、おおよそ、②と③が同等の仕様となっている。

2. 告示第611号の規定

CLT パネル工法としては、平28国交告示第611号に防腐措置等についての規定がある。その概略を以下に示す。ただし、これらは、上に述べた①の基準法レベルの内容となっているため、設計においては最低条件と考えるべきである。

- ・ 土台及び CLT 壁パネル（耐力壁）が基礎と接する面の下地には、防水紙を敷く、ねこ土台とする等の対応が必要。
- ・ 地面から1m以内の構造耐力上主要な部分（床版の屋外に面しない部分を除く）への有効な防腐措置、必要に応じてシロアリに対する措置が必要。
- ・ 地面から30cm以内の外周部は鉄筋コンクリート造若しくは鉄骨造とする等の対応が必要。

CLT パネル工法については、19で示したような特徴があるため、②品確法の性能表示制度 劣化対策等級3レベル以上のクライテリアをめざした設計が必要となる。

1. 一般の木造に対するクライテリア

一般的な木造で求められている耐久性に対する措置として、「木造計画・設計基準及び同資料」（国土交通省大臣官房官庁営繕部 平成23年5月10日国営整第20号）の該当部分を参考資料に示す。

CLT そのものの防腐・防蟻性能の付与など、現段階では対応できない部分もあるが、その他の考え方についてはこちらを参考に設計を進めることが望ましい。

2. 告示第611号の規定

平28国交告示第611号の防腐措置等で求められているのは、最低限の措置であることに注意が必要である。

地面から1m以内の構造耐力上主要な部分には防腐措置と、必要に応じてシロアリ等への対応が求められるが、外壁については防水紙を設けることや通気工法の採用、内壁については床下の措置（ベタ基礎または防湿コンクリートなどの打設、防湿フィルムの施工等）が行われていれば、防腐措置を行ったものと同等と見なすとされている。実際の設計では、シロアリ等への対応も必須とし、あわせて木材保

存処理剤（防腐・防蟻対応）の塗布（あらわしとする室内側を除く。）も行う等の対応が望ましい。

参考資料

20-1. 「木造計画・設計基準及び同資料」（平成 23 年）耐久性

20-2. 平 28 国交告示第 611 号 第七 防腐措置等 告示の逐条解説

2 1. CLT パネル工法の耐久設計の具体的対応

1 9 で示した 3 つの対策について、具体的な内容を示す。

1. 設計上の工夫により、水分の浸入防止、排出の容易性に配慮する。

構造躯体に水分（湿気）を浸入させない対策

- ・ 建物各部の雨水に対する防水措置を講ずる。
- ・ 基礎・床組みを高くして雨水の跳ね返りや地面からの水分の作用を低減する。
- ・ 十分な軒の出を確保して壁等に作用する雨水の量を低減する。
- ・ 霧除け庇を設けて開口部に作用する雨水の量を低減する。
- ・ 床下の地面に対する防湿措置を講じる。
- ・ コンクリートと木部の接触部においてコンクリートから木部に水分を浸透させない。
- ・ 金物などにおいて結露を生じさせない。

浸入した水分（湿気）を排出させる対策

- ・ 外壁通気工法を採用する。
- ・ 十分な床下・小屋裏換気を確保する。
- ・ 陸屋根やバルコニー床などにおける防水層と躯体の間の脱気を確保する。

2. 木造躯体そのものの防腐・防蟻性を高める。

前に述べたとおり、現在のところ CLT に対しては木材保存処理剤を塗布・吹きつけすることしか対策が無いが、以下のような点に配慮が必要。

- ・ 塗布する木材保存処理剤を適切に選び、塗布する量・部位（加工部分など）に配慮する。
- ・ CLT 以外の木造躯体を構成する木質材料についても、高い耐久性を持つ材料を選択する。

3. 蟻害・腐朽だけでなく、その前の雨水の浸入や高湿度環境となった場合の早期発見が可能なように、設計上の工夫にて点検しやすさを確保し、また、点検時期など示した計画書の作成が求められる。

- ・ 必要と思われる点検が可能なように、点検口（床下、天井裏等）などを確保する。
- ・ 点検時期・点検箇所などを具体的に示した年間を通しての定期点検計画書、台風や地震後に行う臨時点検計画書を作成し、適切に運用する。

維持管理計画については、国土交通省官庁営繕部の「建築保全業務共通仕様書」などを参考とし、建築物の特性に合わせて定めることが必要である。

参考資料に、構造主体を主とした CLT の劣化につながる主要部分の点検方法等について示す。

参考資料

- 21-1. 耐久性を確保するための具体的対策
- 21-2. 参考図書：建築保全業務共通仕様書 平成 25 年
- 21-3. CLT パネル工法の点検方法・維持保全

2.2. 耐久性能を考慮した各部設計 外壁

CLT パネル工法で望ましい外壁部分の仕様を以下に示す。

1. 外壁の仕様

- ・ モルタル仕上げの場合
湿式通気工法二層下地もしくは突起付改質アスファルトフェルト下地を採用する。
- ・ サイディング仕上げの場合
外壁通気工法を採用する。
- ・ 防火構造が求められる場合には、以下の仕様とする。
告示仕様（モルタル・窯業系サイディング等－内装必要）
認定仕様（窯業系サイディング、外装木材仕上げ－CLT 現し）

2. 外壁の省エネ仕様

- ・ CLT パネル工法では、内部結露の観点から外張り断熱工法が望ましい。
- ・ 外張り断熱工法における内部結露対策としては、「通気層の設置」および「防水層に透湿性の高い透湿防水シート（JISA6111）等の使用」が望ましい。

3. 木部の防腐・防蟻

外壁の CLT 壁パネル、軸組、枠組その他これに類する部分（木質の下地を含み、室内側に露出した部分を除く）のうち、周囲の地面から高さ 1m 以内の部分に使用する木材は、以下のいずれかとする。なお、北海道又は青森県に立地する場合においては、防腐措置のみで防蟻処理を省略することができる。

- ・ 構造用製材規格等の耐久性区分 D1 に該当する樹種の心材を用いたものとする。
- ・ 木材保存処理剤を塗布、吹きつけ、浸漬、加圧注入したものとする。（CLT については、現状は塗布・吹きつけのいずれかとなる。）

1. 外壁の仕様

外壁の仕様の決定には、デザイン・美観、耐久性能、防・耐火性能、省エネ性能などを総合的に判断する必要がある。

ここでは、耐久性能、省エネ性能を確保し、防火構造とする場合について示した。防火構造とする場合には、告示仕様では内装側に CLT を現しとすることはできない。CLT 現しとしたい場合には、準耐火構造の燃えしろ設計の仕様を利用することが考えられるが、オーバースペックとなるため CLT 協会にて防火構造の認定仕様を用意した。

詳細の仕様は、**データ**を参照のこと。

2. 外壁の省エネ仕様

省エネ性能を確保し、かつ、内部結露を防止するためには、外張り断熱とすることが望ましい。

表面結露については、無断熱の場合でも CLT 厚さ 90 mm の壁パネルであれば、寒冷地でかつ隅部でなければ生じる可能性は低い。また、所定の省エネ性能を確保するために外張り断熱工法とするならば、寒冷地であっても表面結露が生じる恐れは無いと言える。

これらのシミュレーション結果については、24の参考資料1を参照のこと。

省エネ設計を行う際の CLT の物性値はデータに示す。

省エネ設計においては、気密性の確保が重要であるが、CLT パネルは気密材として扱える。ただし、CLT パネルの突きつけ部、取り付け部などの納まりや施工には注意を要する。また、CLT パネル工法においては、全ての外壁面を CLT とせず、軸材と面材の組み合わせの壁（水平力を負担しない壁）と併用する場合も多いと想定され、この部分の CLT 壁パネルとの取り付けにも注意が必要である。

気密の確保についての注意点は参考資料に示す。

3. 木部の防腐・防蟻

構造用製材規格等の耐久性区分 D1 に該当する樹種を以下に示す。

②構造用製材規格等の耐久性区分D₁に該当するもの及びヒノキ等に該当するものの一覧

JASの区分	耐久性区分D ₁ に区分されるもの(※はヒノキ等に該当するもの)				
イ. 針葉樹の構造用製材	・ヒノキ※ ・ベイヒ※	・ヒバ※ ・ベイスギ※	・スギ ・ベイマツ	・カラマツ ・ダフリカカラマツ	・ベイヒバ※ ・サイプレス ^ハ イン
ロ. 枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材	・ダグラスファー ・タマラック ・スギ	・ウェスタンラーチ ・カラマツ ・タイワンヒノキ※	・ダフリカカラマツ ・ヒバ※ ・ウェスタンレッドシーダー※	・ハシフィックコーストイエローシーダー ・ヒノキ※	
ハ. 広葉樹製材	・ケヤキ※ ・セラングンバツ ・ジャラ	・クリ※ ・アピトン	・クヌギ ・ケンパス	・ミズナラ ・イペ	・カプール ・ボンゴシ

（全国官報販売共同組合：住宅性能表示制度 1 設計住宅性能評価マニュアル（新築住宅）2016、監修国土交通省住宅局住宅生産課、編集一般財団法人日本建築センター、第 1 版、P.118、2016）

木材保存処理剤については、（公財）日本木材保存協会が認定する表面処理用木材防腐・防蟻剤、（公社）日本しろあり対策協会が認定する予防駆除剤などから適切なものを選択する必要がある。詳細については、19の参考資料1および20のデータ2を参照のこと。

通常、木材保存処理剤は防腐、防蟻の両方の性能を持つものが製品化されている。そのため、北海道、青森で防蟻のみ省略することができるとあるが、木材保存処理を行う場合には省略することは無いと言える。

データ

22-1. 外壁仕上げ 一般（モルタル・サイディング）

22-2. 外壁 防火構造 告示仕様

22-3 外壁 防火構造 告示仕様バリエーション（モルタル・窯業系サイディングー内装必要）

22-4. 外壁 防火構造 認定仕様（窯業系サイディング、外装木材仕上げーCLT 現し）

22-5. 省エネ設計のための CLT の物性値

参考資料

22-1. 気密性能確保のための留意点

2 3. 耐久性能を考慮した各部設計 土台

CLT パネル工法の基礎周りの仕様は以下に示す。

1. 基礎周りの納まり（土台を設ける場合、設けない場合にかかわらず）

- ・ 基礎と接する部分にはパッキンを設置し、ねこ土台とする。
- ・ 外壁の下端に水切りを設ける。

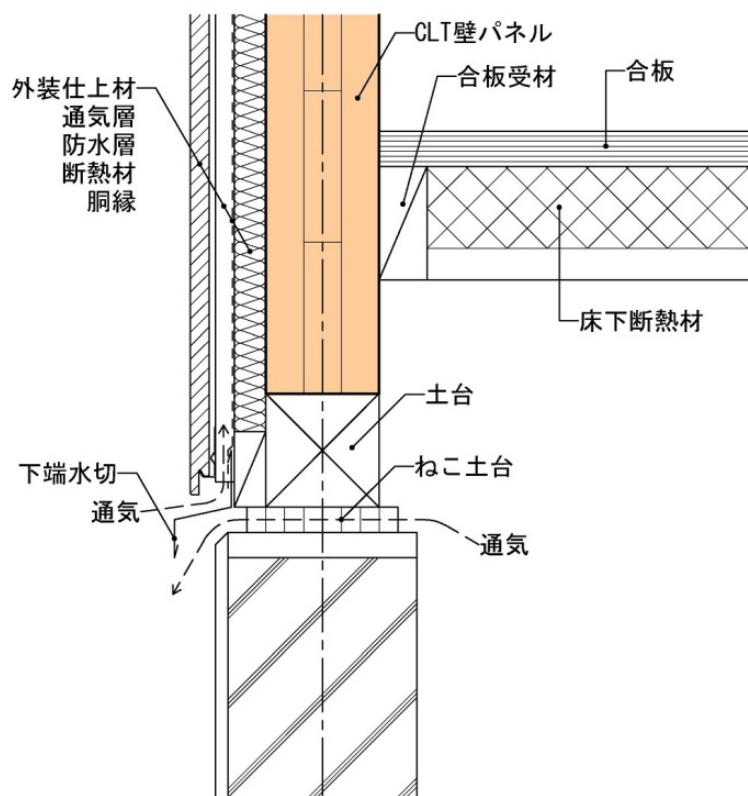


図 3-2-2 土台を設ける場合の納まり例（土台を設ける場合）

2. 土台の防腐・防蟻（土台を設ける場合）

土台に使用する材料は以下のいずれかとする。ただし、後者がより高い性能を持つことを理解し、適切に選択すること。

- ・ 構造用製材規格等のヒノキ等に該当する樹種の心材を用いたものとする。
- ・ 製材の JAS 規格又は枠組壁工法構造用製材の JAS 規格の保存処理のうち、K3 以上の規格に適合する製材、もしくは（公財）日本住宅・木材技術センターの「優良木質建材認証（AQ 認証）」の 2 種以上の保存処理を行った製材、構造用集成材又は単板積層材を用いる。

1 5 でも述べたが、CLT パネル工法では土台は設けても設けなくても良い。しかし、土台は、防腐・

防蟻剤を注入した製材や集成材を用いることができることから、土台を設けた方が耐久性の面では優れていると考えられる。

告示第 611 号では土台または CLT が鉄筋コンクリート等の基礎と接する部分には、防水紙を敷くか、パッキンなどを敷きねこ土台とすることが求められている。防水紙を敷く場合には、鉛直荷重による圧力や経年劣化によって防水紙に穴があく恐れもあるため、ねこ土台仕様を推奨する。

構造用製材規格等の D1 樹種のうち、ヒノキ等に該当する樹種を以下に示す。下表の※印のもの。

②構造用製材規格等の耐久性区分 D₁ に該当するもの及びヒノキ等に該当するものの一覧

JAS の区分	耐久性区分 D ₁ に区分されるもの(※はヒノキ等に該当するもの)				
イ. 針葉樹の構造用製材	・ヒノキ※ ・ベヒ※	・ヒバ※ ・ベイスギ※	・スギ ・ベイマツ	・カラマツ ・ダフリカカラマツ	・ベヒバ※ ・サイプレスハイン
ロ. 枠組壁工法構造用製材及び枠組壁工法構造用たて継ぎ材	・ダグラスファー ・タマラック ・スギ	・ウェスタンラーチ ・カラマツ ・タイワンヒノキ※	・ダフリカカラマツ ・ヒバ※ ・ウェスタンレッドシーダー※	・ハシフィックコーストイエローシーダー ・ヒノキ※	
ハ. 広葉樹製材	・ケヤキ※ ・セランガンバツ ・ジャラ	・クリ※ ・アピトン	・クヌギ ・ケンパス	・ミズナラ ・イペ	・カプール ・ボンゴシ

（全国官報販売共同組合：住宅性能表示制度 1 設計住宅性能評価マニュアル（新築住宅）2016、監修国土交通省住宅局住宅生産課、編集一般財団法人日本建築センター、第 1 版、P.118、2016）

樹種による規定よりも保存処理による規定が高い性能を示す仕様であることから、「木材計画・設計規準及び同資料（平成 23 年）」では、建物を 50～60 年を超えて使用する場合には、樹種による規定は除外されている。

性能表示制度では、北海道、青森では K3 ではなく K2 で良いこととなっているが、CLT パネル工法の場合は、より高い性能を確保することが望ましいため、K3 を推奨する。

2 4. 耐久性能を考慮した各部設計 接合部まわり

CLT パネル工法の接合部まわりの仕様は以下に示す。

- ・ 使用環境に適した腐食対策、防さび対策がされている接合部を使用する。（18を参照）
- ・ ヒートブリッジを引き起こす形状、位置の接合金物には断熱材で覆う、防湿層を設けるなどの対策を行う。

「ルート1 パネル工法」では、U 字型金物やプレート型金物などが多数用いられる。これらのうち、熱橋（ヒートブリッジ）を引き起こす可能性のある接合部には、結露対策を行う必要がある。ただし、一般的な建築物の用途であれば、通常の省エネ対策を行っていれば、問題となることは少ないと考えられる。

結露対策としては、断熱材で覆う、防湿層を設けるなどの対策がある。必要な断熱量や防湿層の範囲は建物の立地や部材の納まり、建物の用途などにより変化するため、結露が発生する恐れがあると判断される場合には、シミュレーション等で確認する必要がある。

以下に、熱橋の恐れの高い U 字型金物でシミュレーションした結果から得られた、地域に応じた断熱性能の目安を示す。結果は、上に示した通り、一般的な建築物の用途であれば、通常の省エネ対策を行っていれば、問題となることは少ないと考えられる。

表 3-3-10 外気温（地域）に応じた断熱性能の目安

1, 2 地域（主に北海道）	断熱材 R=1.00 以上（ λ 0.02 の断熱材で 20mm 以上）
3 地域（北東北など）	断熱材 R=0.75 以上（ λ 0.02 の断熱材で 15mm 以上）
4, 5, 6 地域（南東北、北関東など）	断熱材 R=0.50 以上（ λ 0.02 の断熱材で 10mm 以上）
7, 8 地域（東京など）	無断熱でも結露発生危険性は低いですが、室内湿度管理が不十分な場合に備えて、断熱材 R が 0.5 以上（ λ 0.02 断熱材で 10mm 以上）とすることが望ましい。

シミュレーション内容については、**参考資料**に示す。

参考資料

24-1. 防露対策（表面結露・金属部のヒートブリッジ・内部結露）

2 5. 耐久性能を考慮した各部設計 その他

CLT パネル工法で、その他、耐久性に考慮した設計とする必要のある部分・仕様を以下に示す。
（一般の木造と共通）

1. 水分を多用する部屋に対する措置

- ・ 浴室について、JISA1446（住宅用浴室ユニット）又は JISA4416（住宅複合サニタリーユニット）が使用できる場合は、ユニット製品を使用する。
- ・ 防水上、有効な下地及び仕上げを施す。

2. 地盤、床下に対する措置

- ・ 防湿のため、床下全面に厚さ 0.15mm 以上のポリエチレンフィルム等を敷きつめる。
- ・ 防湿のため、地盤を次のうちいずれかにより覆う
 - イ. 鉄筋コンクリート造のベタ基礎
 - ロ. 布基礎と鉄筋により一体となって一様に打設したコンクリート（厚さ 100mm 以上）

3. 小屋裏、屋根に対する措置

- ・ 屋根断熱工法により、小屋裏が室内と同等の温熱環境にある場合を除き、小屋裏には、次のいずれかの換気口を設置する。
 - イ. 小屋裏の壁のうち、屋外に面するものに換気上有効な位置に 2 以上の換気口が設けられ、かつ、換気口の有効面積の天井面積に対する割合が 1/300 以上
 - ロ. 軒裏に換気上有効な位置に 2 以上の換気口が設けられ、かつ、換気口の有効面積の天井面積に対する割合が 1/250 以上
 - ハ. 軒裏又は小屋裏の壁のうち屋外に面するものに給気口が設けられ、小屋裏の壁で屋外に面するものに換気上有効な位置に排気口が給気口と垂直距離 900mm 以上離して設けられ、かつ、給気口及び排気口の有効面積の天井面積に対する割合がそれぞれ 1/900 以上
 - ニ. 軒裏又は小屋裏の壁の内屋外に面するものに給気口が設けられ、小屋裏の頂部に排気筒その他の機具を用いて排気口が設けられ、かつ、給気口の有効面積の天井面積に対する割合が 1/900 以上であり、排気口の有効面積の天井面積に対する割合が 1/1600 以上

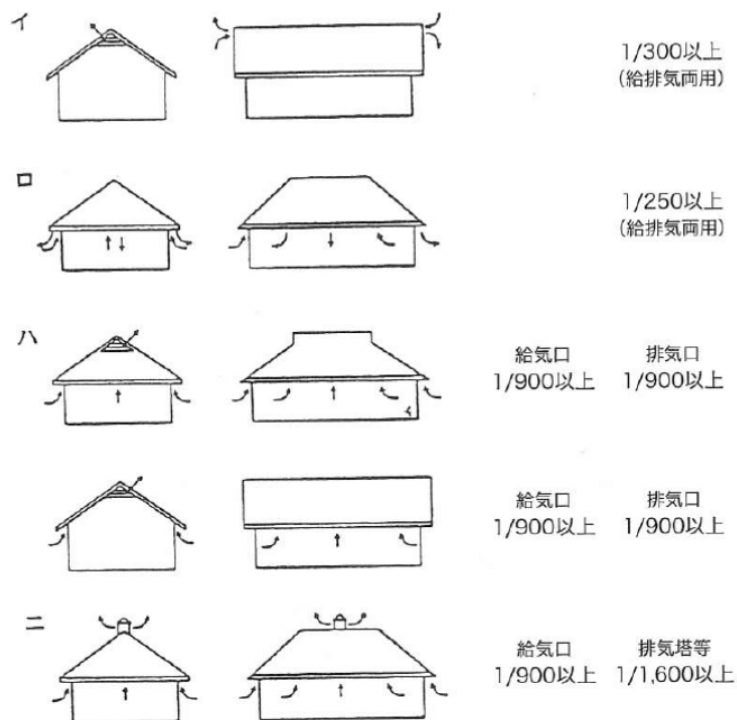


図3-15 小屋裏換気口の種類

（工学図書株式会社：住宅性能表示制度 日本住宅性能表示基準・評価方法基準 2016、監修国土交通省住宅局住宅生産課、国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所、編集一般財団法人日本建築センター、第1版、P.211、2016）

- ・ 室内側の温かく湿った空気は建物の上方に流れ込みやすい。そのため、小屋裏や屋根面で結露しないように、省エネ設計の際には、以下に示す通り、特に防露に配慮する。

イ．屋根断熱の場合は、断熱材に室内側に防湿層を設け、外部側に十分な寸法の通気層を設ける。（屋根は外壁よりも条件が厳しいため、透湿抵抗比、通気層の寸法は、外壁よりも大きなものが必要。）

ロ．天井断熱の場合は、上に示した小屋裏換気を確保し、断熱材に室内側に防湿層を設ける。

4. とい

- ・ 縦どいは、外壁面より外側の位置に設置する。
- ・ 縦どいの管径は、予想される降雨量に対して余裕をもって設定する。

26. 各部詳細

CLT パネル工法における各部詳細および納まりについての解説を**参考資料**に示す。
原則、他の木造建築と同様の内容となっている。

参考資料

- 26-1. 各部詳細：勾配屋根
- 26-2. 各部詳細：陸屋根・バルコニー
- 26-3. 各部詳細：パラペット・手すり壁
- 26-4. 各部詳細：軒天－防火構造（準耐火構造含む）
- 26-5. 各部詳細：外壁開口部
- 26-6. 各部詳細：外壁設備開口部

各部設計（外部）部門における共通の参考資料

1. 戸建住宅の矩計図・各部詳細図
2. 戸建住宅の断熱仕様例

27. 遮音設計の必要性

一般的に木造は、鉄筋コンクリート造などと比較して遮音性能は低いとされているが、CLT パネル工法も同様の特徴がある。

したがって、戸建住宅を除く不特定多数が利用する規模の大きな建築物の設計においては、遮音性能に対する配慮は不可欠となる。

遮音性能として求められるのは、①界床に対する足音や物の落下音の伝わりにくさ（床衝撃音）

②界壁に対する話し声等の伝わりにくさ（空気伝搬音（空気音））

③外壁に対する外部騒音の伝わりにくさ（空気伝搬音（空気音））

が主たるものとなるが、③については他の構造と同様に、遮音性能の高い開口部材を選択することなので、対応が可能である。

CLT パネル工法で問題となるのは、①と②となる。

①界床に対する足音や物の落下音の伝わりにくさ（床衝撃音）

床衝撃音には、重量床衝撃音と軽量床衝撃音があり、共にその性能には床構造と仕上げ構造（床および天井）が影響することが知られている。CLT パネル工法では、床構造は CLT 床パネルか集成材等の横架材に木質面材を用いた工法となるので、二重床や天井の仕様でこれらの低減を試みることとなる。具体的な仕様については 28 に示す。

②界壁に対する話し声等の伝わりにくさ（空気伝搬音（空気音））

空気伝搬音については、界壁の仕様、内部開口の仕様でこれらを低減することは可能である。具体的な仕様については 29 に示す。

床、天井、壁の仕様により、遮音性能を高めることは可能であるが、高い性能を求める場合は、その分仕様は複雑になりコスト高に繋がる。各部仕様で対応することだけでなく、建物用途に合わせた性能を適切に設定し、動線や利用時間帯を考慮した計画上の工夫で対応できることも多いと思われるので、設計においては、その点を重視して進める必要がある。

参考資料

27-1. 木造における遮音設計の基本

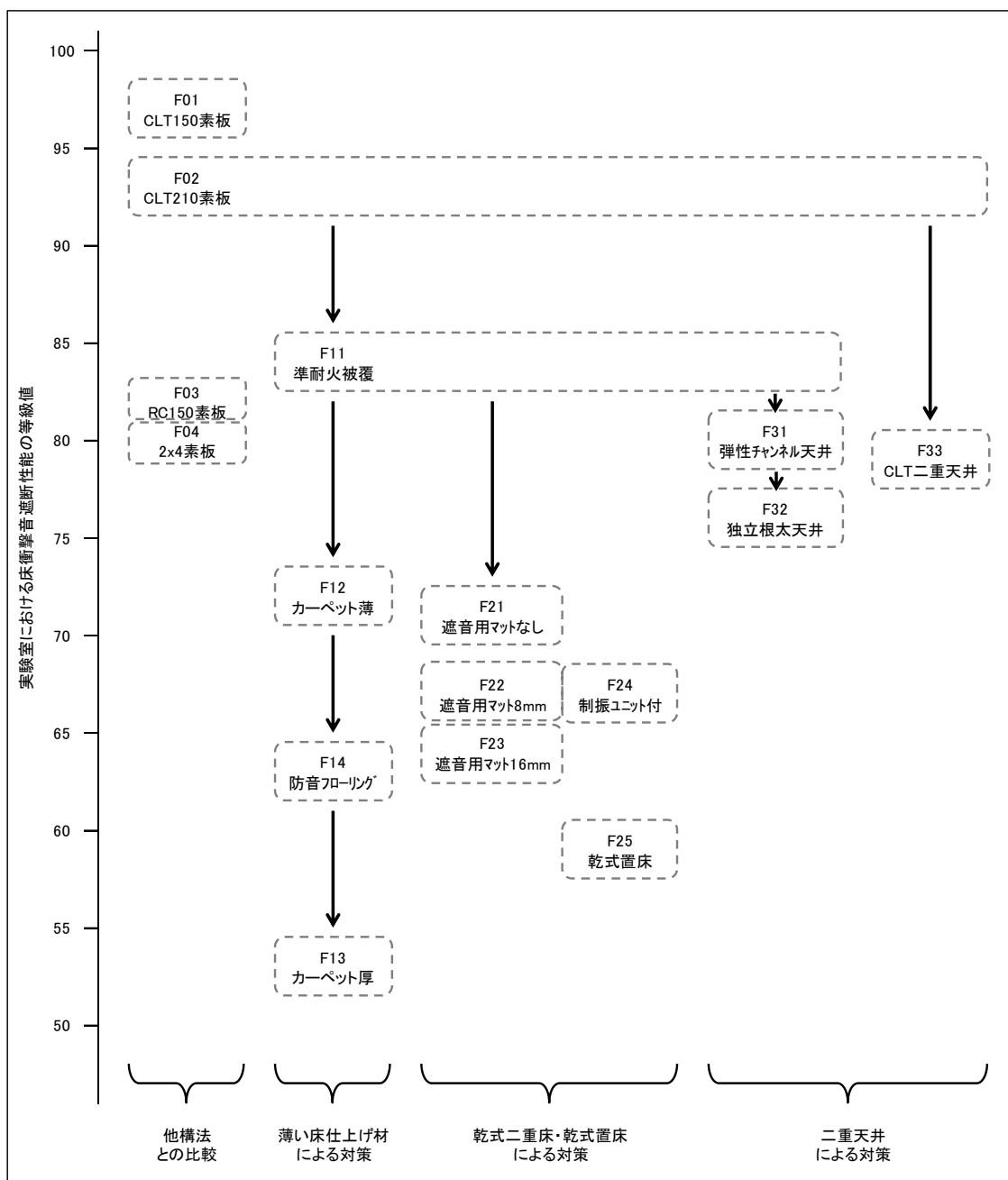
28. 各部詳細 床仕上げ・天井仕上げ

CLT パネル工法において、床衝撃音を低減する方法としては、床仕上げ、天井仕上げを遮音性能の高いものとすることが挙げられる。

以下に、床仕上げ、天井仕上げがどの程度影響を及ぼすかを示した実験結果を示す。

1. 軽量床衝撃音

表 3-4-2-1 床版の軽量床衝撃音遮断性能に関する実験室実験の結果一覧表

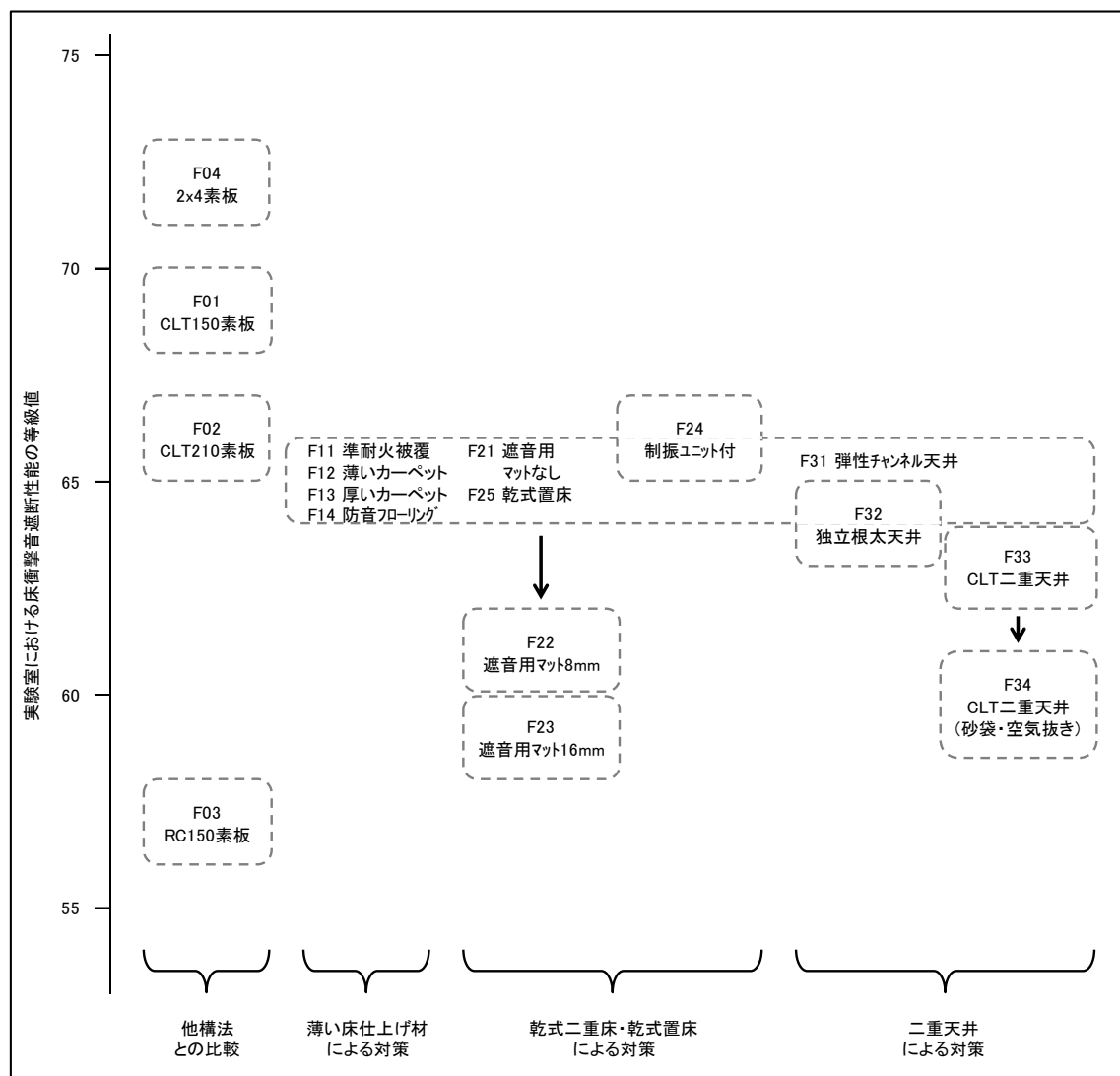


注) 上表の左側に示した床衝撃音遮断性能の数値（遮音等級を 1dB 単位で算出した値）は、あくまでも実験室での今回の実験結果による値であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があるので、十分な

注意が必要である。

2. 重量床衝撃音

表 3-4-2-2 床版の重量床衝撃音遮断性能に関する実験室実験の結果一覧表



注) 上表の左側に示した床衝撃音遮断性能の数値（遮音等級を 1dB 単位で算出した値）は、あくまでも実験室での今回の実験結果による値であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があるので、充分な注意が必要である。

*F11 準耐火被覆 = CLT パネルの上に、石こうボード $t=12.5\text{ mm}$ + 構造用合板 $t=12\text{ mm}$

実験の詳細、各仕上げの詳細についてはデータに示す。

厚いカーペットや、防音フローリングは遮音効果があるが、室用途によっては、それらの仕上げとすることができない場合もある。その場合に、同等以上の遮音性能を確保したい場合には乾式二重床を採

用することも想定される。

ただし、乾式二重床は、施工によっては期待した遮音性能が確保できなかったり、床鳴りが生じたりする場合もあるので注意を要する。施工上の注意点については、**参考資料**に示す。

データ

28-1. CLT を用いた床版の床衝撃音遮断性能（床仕上げ・天井仕上げの影響）

参考資料

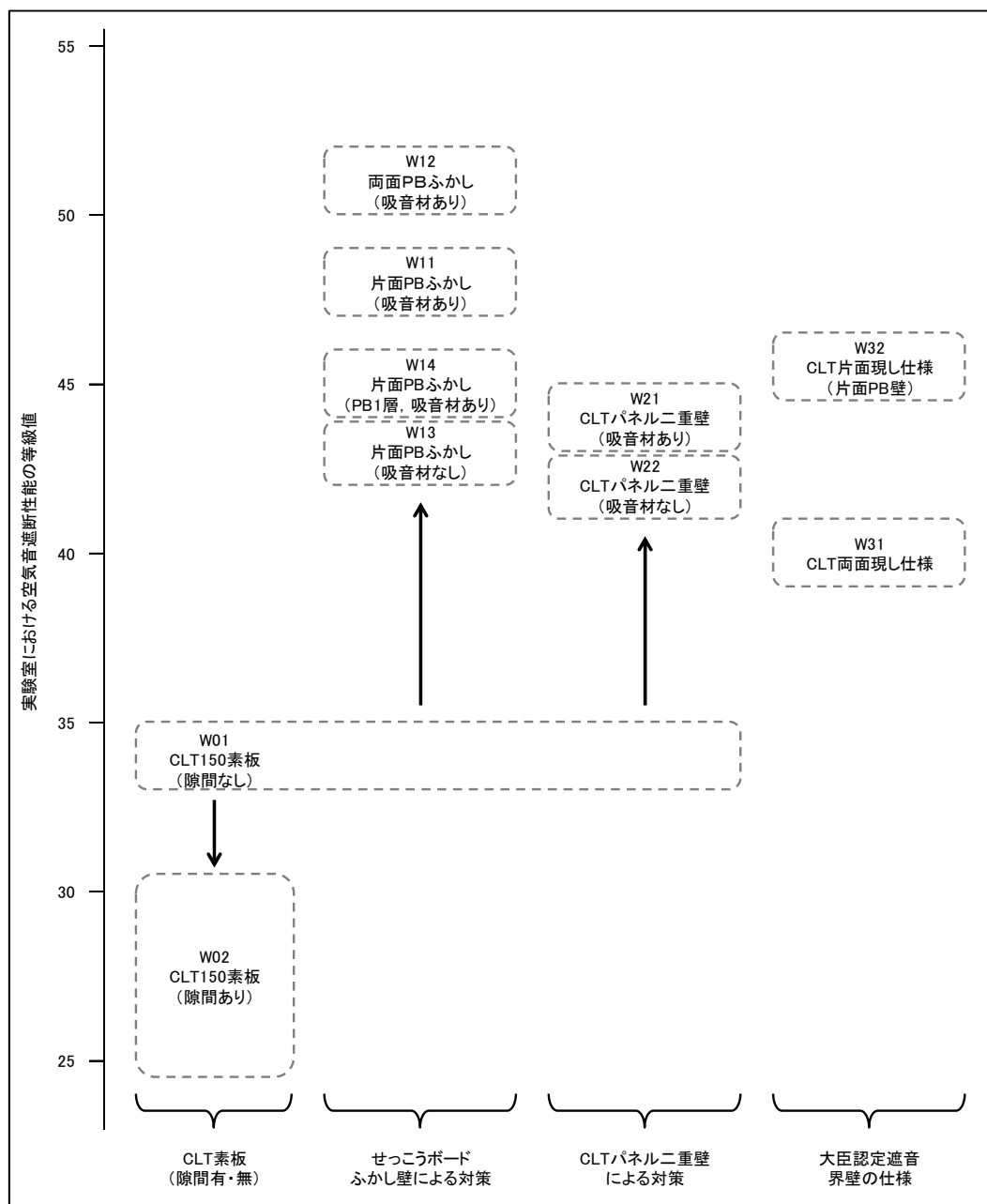
28-1. 二重床における施工上の注意点

29. 各部詳細 界壁の仕上げ

CLT パネル工法において、壁の空気伝搬音を低減する方法としては、壁仕上げを遮音性能の高いものとする事が挙げられる。

以下、CLT パネルを用いた壁（界壁）の仕様によって、空気伝搬音（空気音）を低減する性能がどの程度異なるのかの実験結果を示した。

表 3-4-3-1 CLT パネル壁の空気音遮断性能に関する実験室実験の結果一覧表



注) 上表の左側に示した空気音遮断性能の数値（遮音等級を 1dB 単位で算出した値）は、あくまでも実験室での今回の実験結果による値であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があるため、十分な注意が必要である。

実験の詳細、各仕上げの詳細については**データ**に示す。

建築基準法第 30 条では、長屋又は共同住宅の各戸の界壁に対して遮音性能を求めているが、CLT パネル工法で CLT 素板の界壁では、その性能を確保することはできない。性能を確保するためには、昭 45 国交告示第 1827 号第 2 号による仕様（石こうボード 12.5 mm+9.5 mm のふかし壁を両側に設け、中空部にグラスウール等の吸音材を挿入する：**データの W12**）とするか、CLT を現しで使用したい場合には日本 CLT 協会が取得している大臣認定遮音界壁（片面現し：**データの W31**、両面現し：**データの W32** の 2 種）とすることで対応が可能である。

具体的な仕様およびその性能については、**データ**および**参考資料**を参考のこと。

界壁の遮音性能を高めるためには、石こうボードのふかし壁を設ける仕様が主となるが、その際にわずかな隙間も弱点となり性能が低下する。そのため、仕樣的には問題はなくとも、施工によっては期待した遮音性能が確保できないことも想定される。材料の選択や施工についての注意点は**参考資料**に示す。

データ

29-1. CLT を用いた壁の空気音遮断性能（界壁仕様の影響）

参考資料

29-1. 界壁における石こうボードの施工上の注意点

30. 内装制限

CLT パネルを用いた壁、床、屋根面などを現しとしたい場合に注意が必要なのは内装制限である。

内装制限については、建物用途、建物の防耐火上の性能、室用途によって細かく規定され、非常に複雑になっている。

木造や内装木質化を実現するために、様々な緩和の方法が用意されているが、それらは一般の RC 造や S 造の設計を行っている設計者にはあまり知られていない。

CLT パネル工法における内装制限の概要を**参考資料**に示す。

また、内装制限がある建物・室についての内装木質化の手法について詳細を検討する際には、**参考資料**（参考図書）に示す内装木質化ハンドブックが有用である。

参考資料

30-1. 内装制限の概要

30-2. 参考図書：内装木質化ハンドブック

各部設計（内部）部門における共通の参考資料

1. 集合住宅における界壁・二重床の例

3 1. 設備機器等の騒音への対応

CLT パネル工法は、躯体の剛性が高いため、一般の木造建築物と比較して、固体伝搬音が伝わりやすい。そのため衛生設備、躯体調設備による騒音への配慮が必要となる。

計画上での設備機器および配管位置と静寂さが必要とされる室の位置への配慮の他、設備機器そのものにも消音対策を施すなどの対応が必要となる。

設備設計の担当者に CLT パネル工法の特徴を伝え、設備機器の仕様の選択および設計を適切に行う必要がある。

考えられる配慮は以下の通り。

【衛生設備について】

- ・ 給排水管の振動による発生音を抑えるために、給排水管の屈曲部等を少なくするなどの配慮を行う。
- ・ 空気伝搬音に対しては、配管そのものに遮音材を巻いた仕様を選択する、もしくは、パイプシャフトの遮音性能を向上させる等の対応を行う。
- ・ 配管の支持部、躯体の貫通部に緩衝材などを設け、躯体と振動的に絶縁する。

【空調設備について】

- ・ 空調機器の機械音の伝搬を防止するために、ダクトに消音設備（スプリッター型消音器、消音チャンバー等）を設ける。
- ・ 遮音区画を貫通するダクトによるクロストーク現象を防止するために、遮音ダクトや消音チャンバーを設ける。

考えられる配慮についての詳細は**参考資料**に示す。

参考資料

31-1. 設備機器等への騒音への対応

3 2. CLT 現し仕上げの場合の電気配線の方法

CLT パネル工法では、壁、床、天井を CLT 現しとすることが可能である。

(当然ながら、防・耐火性能、内装制限、遮音性能等に対応した上でのことである。)

内装を CLT 現し仕上げとする場合には、電気配線等をどう納めるかが課題となる。

壁、床、天井のどれを、また、それらのうちどの程度の部分を現しとするかで配線方法は異なってくる。

現しとする面の組み合わせを以下に示す。また、その際の具体的例を参考資料に示してあるものは右欄に示す。その他の組み合わせは、資料のある 1、6、7 を参考とすること。

ただし、実際の設計では、床を現しとすることは、ほとんど無いと考えられる。

	壁	床	天井	参考資料
1	一部／4 面現し	—	—	一部・推奨 資料有
2	一部／4 面現し	一部／全面現し	—	
3	—	一部／全面現し	—	
4	—	一部／全面現し	一部／全面現し	
5	—	—	一部／全面現し	
6	一部／全面現し	—	一部／全面現し	資料有
7	一部／全面現し	一部／全面現し	一部／全面現し	資料有

壁を現しとする場合には、

① 躯体の CLT 壁パネルに溝加工を行う

ただし、水平力を負担する CLT 壁パネルには溝加工はできないので注意が必要。

この場合、3 層 3 プライ、5 層 5 プライの耐力壁となる CLT 壁パネルで、仕上げのラミナを追加で張った CLT として、そこに溝を掘るなどの工夫は可能。(JAS 上でも認められている)

② 露出配線とする もしくは カバーを施工する

といった方法がある。室用途や配線の状況によってどの方法を採用するかを判断することとなる。これらについても、参考資料に示す。

参考資料

32-1. CLT パネル工法の電気配線

3.3. 発注・施工図チェックのための CLT パネルの加工についての理解

CLT パネル工法では、原板（マザーボード）注文に応じた寸法を切り出すが、この工程を成形加工と呼び、これは製作要領書と施工図に従って行われることは既に 9 で述べた。

ここでは、成形加工に加え、仕口加工等、CLT の加工についての情報を示す。

1. 成型加工の寸法許容差

成型加工の寸法許容差は JAS にて定められているが、これよりも精度高く加工を発注することもあり得る。

加工を請け負う企業は独自に寸法許容差を設定しているか、もしくは、発注者からの寸法指示に基づいて加工しているが、成型加工時の材料収縮が小さいことから、加工時では幅・長さともに $\pm 1 \text{ mm}$ の精度が確保できることが多い。在庫期間や養生方法によって加工後にばらつきが出ることもあるが、施工時の寸法許容差を考えても、加工時の許容差 $\pm 1 \text{ mm}$ とするのが望ましい。

2. 仕口加工

仕口加工は工作図に従って主に加工機で行う。加工は、大きく分けて 4 加工（成型／穴開け／箱掘り・シャクリ／スリット）に分類されるが、それぞれ加工メーカーや加工機の種類によって限界となる深さや大きさ、精度があるので、確認が必要である。

3. 接合金物部分の加工

接合金物部分の加工は、施工精度や組み立て時の手間に大きな影響を与えるため重要である。ボルト等で穴開けする際の公称軸径に対する穴開け径は、以下が標準となる。

表 2-3-5 接合部の孔あけ径

接合具	公称軸径 d に対する孔あけ径
普通ボルト	M16 未満： $d + 1.0 \text{ mm}$
	M16 以上： $d + 2.0 \text{ mm}$
引きボルト	$d + 5 \sim 10 \text{ mm}$
ラグスクリュー ボルト	M16 未満： $d \times 0.5 \sim 0.6 \text{ mm}$
	M16 以上： $d \pm 0 \text{ mm}$ （胴部孔：孔深さの 40%） $d \times 0.6 \sim 0.7 \text{ mm}$ （ネジ部先孔：孔深さの 60%） ただし、ボルト長さが 150mm 以下の場合ネジ部先孔のみ
ドリフトピン	$d \pm 0 \text{ mm}$

またボルトの穴開け加工精度については、以下が標準となる。

表 2-3-6 ボルト孔あけ加工精度

項 目	許容誤差
孔の芯ずれ	普通ボルト、ドリフトピン：±1 mm ラグスクリューボルト：±1 mm
孔の間隔ずれ	普通ボルト、ドリフトピン：±2 mm ラグスクリューボルト：±2 mm
孔のくい違い (1つの孔を2方向よりあける場合)	2 mm 以内

※ 上記によらない場合は、現場で支障がない程度とする。

4. 養生塗装

加工が終了した CLT パネルは、運搬や現場作業中での足跡、手垢・雨などの汚れ付着や防水のための養生塗装を行う。

養生塗装の種類や必要な箇所は、設計によって異なるため、的確に判断する必要がある。

参考資料

33-1. CLT パネル加工についての理解

33-2. CLT パネル加工の手順

3 4. 設計・監理に必要な施工についての理解

CLT パネル工法は、まだ実績の少ない工法であることから、施工およびその工程・工期等についての情報が共有されていない。

そこで、設計・監理を行う上で不可欠な施工全体の流れについて**参考資料**に示す。

CLT パネル工法の設計に着手するには、最低でも以下の点をクリアすることを確認する必要がある。

1. そのプロジェクトの敷地条件が CLT パネルの組み立てが可能かの確認（建て方計画）
敷地に余裕がなく CLT パネルの組み立てが不可能な場合には、他の工法や他工法との併用工法等を検討することも必要になる。
2. 輸送・搬入・組み立てが可能 CLT パネルの寸法等の確認
CLT パネルの輸送トラックの限界や、敷地に設置できる重機の限界で利用できる CLT パネルの大きさが決定する。
3. 2を踏まえた上での設計においての接合部も含めた工期・コストの確認
CLT パネルを小割にすると輸送面ではコスト削減になるが、接合金物が多くなりコストアップ要因になるなど、トレードオフの関係になる要素も多いため慎重に検討する必要がある。
また、CLT パネルの仕様だけでなく、CLT の製造、加工をどこに発注するかで工期や輸送費も大きく異なるので、設計着手時の確認は不可欠である。特に、地域材を利用するといった要望がある場合には、CLT パネルの製造に時間がかかるため、余裕を持った計画とすることが求められる。

CLT パネル工法の計画段階の確認ポイントおよび組み立て時の様子について、**参考資料**に示す。

参考資料

34-1. CLT パネル工法の施工

34-2. CLT パネル工法の計画に当たっての確認ポイントと施工の流れ