

平成 30 年度 林野庁補助事業
C L T 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業

C L T 建築物等の設計者等育成
事業報告書

平成 31 年 3 月

一般社団法人 日本 C L T 協会

公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

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 建築物の設計者向け講習会の開催	2
2. 1 目的と実施内容	2
2. 2 委員名簿	3
2. 3 講習会の検討および実施	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. 4 講習で扱う範囲	4
2. 3. 5 テキストの構成・編集方針	4
2. 3. 6 演習	6
2. 3. 7 修了者	6
2. 4 講師	6
2. 4. 1 講師の選定	6
2. 4. 2 講師一覧	6
2. 5 講習会の開催	7
2. 5. 1 「CLT 設計者向け講習会」概要	7
2. 5. 2 講習会の様子	8
2. 5. 3 見学会の様子	9
2. 6 アンケート結果	12
2. 6. 1 回答状況	12
2. 6. 2 回答内容	12
2. 7 今後の課題	14
3. CLT アイディアコンテスト 2018 の開催	16
3. 1 目的	16
3. 2 募集部門	16
3. 3 設計部門の募集内容	18
3. 3. 1 募集作品	18
3. 3. 2 審査基準	18
3. 3. 3 審査委員	18
3. 3. 4 募集規定	18
3. 3. 5 表彰	19

3. 4	設計部門の審査および結果.....	20
3. 4. 1	審査会について	20
3. 4. 2	各受賞作品について.....	21
3. 5	アイデア部門の募集内容.....	27
3. 5. 1	募集作品	27
3. 5. 2	審査委員	27
3. 5. 3	募集規定	27
3. 5. 4	表彰	28
3. 6	アイデア部門の審査および結果.....	28
3. 6. 1	審査会について	28
3. 6. 2	各受賞作品について.....	29
3. 7	表彰式.....	32
3. 8	冊子やホームページでの作品の公表	33
3. 9	まとめ.....	33
4.	「平成 30 年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会」の開催.....	34
4. 1	開催日時および概要.....	34
4. 2	プログラム	34
5. 3	参加者数及びアンケート結果	35
5.	CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル等の整備.....	38
5. 1	目的	38
5. 2	実施内容	38
5. 3	実施体制	39

巻末資料 : 「CLT 設計者向け講習会」テキスト

1. 事業概要

1. 1 事業名

平成 30 年度 林野庁「CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業のうち CLT 建築物等の設計者等育成」

1. 2 事業目的

CLT を用いた建築物の竣工件数は増加傾向にあるが、今後一層の CLT の需要拡大を進めるためには、設計者等の実務者数を増やすことが重要である。しかしながら、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での開催が中心であり、地方都市を拠点とする設計等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。そのため、本事業は CLT の需要拡大に必要な設計等を育成し、CLT という新たな木質建築部材への理解と、受講者が CLT パネル工法を用いて設計ができるようになるための講習会を行うことを目的とした。また、設計者等の育成が CLT の実需に効果的に結びつくよう、併せて必要な普及・啓発活動も行った。

1. 3 実施概要

(1) CLT 建築物の設計者向け講習会の開催

全国 7 会場にて、2 日間で CLT パネル工法ルート 1 を学ぶ講習会を開催。可能な限り CLT 建築物の見学会も組み込んだ講習会とした。また長崎県からの要請で、2 日間の講習を 1 日にまとめた講習会も実施した。

(2) CLT アイディアコンテストの実施

当協会主催で CLT アイディアコンテストを年 1 回開催し、平成 30 年度で 4 回目の開催となった。このコンテストに設計部門を設け作品を募集し、CLT への関心を高めた。募集した作品から、有識者を中心とする審査員により授賞作品（農林水産大臣賞等）を決定し、表彰式を執り行った。

(3) 設計施工マニュアル等の整備

「2016 年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」等について、告示改正等の最新の技術的知見の反映を図った。

(4) 「平成 30 年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会」の開催

平成 30 年度に実施された CLT に関する林野庁委託・補助事業のうち 13 事業についての成果報告会を開催した。

なお、各取り組みにおける詳細は以降の章に示す。

2. CLT 建築物の設計者向け講習会の開催

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等を育成するために、2 日間の講習会を全国 7 会場、1 日の講習会を 1 会場で実施した。講習会の内容検討や会場・講師等の選定にあたっては、委員会とワーキンググループを設け、有識者および実務者の意見を得ながら進めた。

2. 2 委員名簿

平成 30 年度林野庁「CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業のうち CLT 建築物等の設計者等育成」

CLT 設計者育成 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
	菊地 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	林野庁林政部木材産業課	
協力	(株) ドット・コーポレーション	
事務局	(一社) 日本 CLT 協会	

CLT 設計者育成 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	(特非) 建築技術支援協会
	中越 隆道	中越建築設計事務所
行政	林野庁林政部木材産業課	
協力	(株) ドット・コーポレーション	
事務局	(一社) 日本 CLT 協会	

2. 3 講習会の検討および実施

委員会での議論を踏まえて WG で具体の検討を進め、講習会テキスト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

CLT パネル工法ルート 1 の設計方法を理解する。

2. 3. 3 講義の時間数

2 日間で 10 時間程度とする。

2. 3. 4 講習で扱う範囲

CLT パネル工法のルート 1 について扱う。巻末資料として準耐火構造まで含めたテキストを用意し、意欲のある方には次の設計ステップを示している。

2. 3. 5 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、意匠設計者が設計イメージをつかみやすい構成とした。また、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。さらに、テキストに加えて実際の設計の際に確認が必要な数値を集めた「データ集」と、より細かな情報等を入れ、踏み込んだ理解につながる「参考資料」も講習会で配布し、講習会後にも設計の際に手元で役立つ資料となるよう作成した。

表 1 講習会テキストの構成

概要と構造	No.	項目	各部設計と設備計画	No.	項目
		CLT を用いた建築物に対する理解			各部設計（外部）
	1	本講習会で対象とする CLT を用いた建築物		19	CLT パネル工法の耐久設計の必要性
	2	CLT を用いた建築物と CLT パネル工法と「ルート 1 パネル工法」		20	CLT パネル工法の耐久設計のクライテリア
	3	「ルート 1 パネル工法」の架構上の特徴－1 構成要素		21	CLT パネル工法の耐久設計の具体的対応
	4	「ルート 1 パネル工法」の架構上の特徴－2 壁パネル割り		22	耐久性能を考慮した各部設計 外壁
		使用できる CLT 等についての理解		23	耐久性能を考慮した各部設計 土台

5	「ルート1パネル工法」で利用できるCLTの仕様（JAS）		24	耐久性能を考慮した各部設計 接合部まわり（防露対策）	
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）		25	耐久性能を考慮した各部設計 その他（水を多用する部屋／地盤・床下／小屋裏・屋根／とい部分）	
7	建築関連法規上で定められているCLTの仕様（「ルート1パネル工法」）		26	各部詳細	
8	使用できるその他の木質材料（法規上）			各部設計（外部）部門における共通の参考資料	
9	運搬・施工時の条件によるCLTパネルの寸法の制約		各部設計（内部）		
10	入手できるCLTの仕様（CLTの生産状況）		27	遮音設計の必要性	
「ルート1パネル工法」の設計手法（躯体部分）			28	各部詳細 床仕上げ・天井仕上げ	
11	壁に関する設計ルール		29	各部詳細 界壁の仕上げ	
12	床に関する設計ルール		30	内装制限	
13	CLT床パネルのスパンの目安（歩行振動）			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	基礎および1階床まわりに関する設計ルール		31	給排水設備等の騒音への対応	
「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の方法	
16	「ルート1パネル工法」で求められる接合部の性能とχ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パネルの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. 3. 6 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。提出された課題はすべて事務局で確認し、修正が必要な点等をチェックして返却することで、受講者の理解のフォローアップを図った。

2. 3. 7 修了者

演習課題を提出し、かつ希望した者については、CLT 協会 HP にて修了者の紹介をしている。
修了者紹介ページ (<http://clta.jp/workshop-graduates/>)

2. 4 講師

2. 4. 1 講師の選定

委員会および WG にて検討のうえ講師候補を選出し、それぞれの講師の都合等を鑑みて、各会場で講師を依頼した。

2. 4. 2 講師一覧

実際に担当した講師は次の表の通りである。

表 2 講師一覧（敬称略、（ ）内は所属）

会場名	講師① 担当：構造と概要	講師② 担当：各部設計と 設備計画	講師③ 担当：施工への理解	講師④ 担当：CLT 建築物の 遮音マニュアル
北海道会場	鳥羽展彰 （銘建工業）	事務局 （日本 CLT 協会）	車田慎介 （銘建工業）	事務局 （日本 CLT 協会）
宮城会場	中越隆道 （中越建築設計）	加納英範 （建築技術支援協会）	木村光行 （木村建造）	守時秀明 （住友林業）
東京会場	塩崎征男 （山佐木材）	大倉靖彦 （アルセッド 建築研究所）	木村光行 （木村建造）	河野友弘 （大和ハウス工業）
兵庫会場	渡邊須美樹 （木構研）	中越隆道 （中越建築設計）	車田慎介 （銘建工業）	笠井祐輔 （日本建築総合試験所）
奈良会場	鳥羽展彰 （銘建工業）	大倉靖彦 （アルセッド 建築研究所）	車田慎介 （銘建工業）	笠井祐輔 （日本建築総合試験所）

岡山会場	鳥羽展彰 (銘建工業)	加納英範 (建築技術支援協会)	車田慎介 (銘建工業)	森則理 (大建工業)
福岡会場	鳥羽展彰 (銘建工業)	栗原潤一 (ミサホーム総合研究所)	木村光行 (木村建造)	江川隼太 (レオパレス21)
長崎会場	事務局 (日本 CLT 協会)			

※長崎会場のみ1日開催のため、他会場とはプログラムが異なる。

2. 5 講習会の開催

2. 5. 1 「CLT 設計者向け講習会」概要

講習会の開催地は、全国各地をカバーし、地方在住の設計者等でも参加しやすくなるよう割り振った。また、CLT 実物件の見学時間を設け、座学と併せることでより理解が深まるような構成とした。ただし、東京会場は近隣に見学できる物件がなく、北海道会場は見学予定物件の建設工期に変更が生じたため、座学のみとなった。さらに、「CLT 建築物の遮音設計マニュアル」が本事業とは別の事業で作成されていたため、本講習会の中で同マニュアルの周知・解説の時間を設けた。

その他講習会の概要は以下の通りである。

CLT 設計者向け講習会 概要

開催回数：8回（2日間×7回、1日×1回）

開催期間：2018年10月～2019年2月

開催会場：会場名の後の（）内は開催日である。

- ①北海道会場（12/6～7）：TKP 札幌ビジネスセンター（札幌市中央区北3条西3-1-44）
- ②宮城会場（11/13～14）：東北大学 CLT モデル施設実証棟（仙台市青葉区荒巻字青葉6-6）
- ③東京会場（10/4～5）：日本 CLT 協会（中央区東日本橋2-15-5）
- ④奈良会場（11/6～7）：ぷろぼの福祉ビル（奈良市大宮町3-5-14）
- ⑤兵庫会場（11/8～9）：吉野石膏 神戸研修センター（神戸市中央区港島南町1-6-3）
- ⑥岡山会場（12/18～19）：天満屋倉敷店 6階会議室（倉敷市阿知1-7-1）
- ⑦福岡会場（11/26～27）：（1日目）八重洲博多ビル（福岡市博多区博多駅東2-18-30）
（2日目）大匠建設 井上ビル（筑紫郡那珂川町恵子1-47）
- ⑧長崎会場（2/21）：長崎県建設技術センター（大村市池田2-1311-3）

定員：20名

受講料：無料

その他：CPD 制度対象

2. 5. 2 講習会の様子

各会場での講習会の様子を記す。



写真1 林野庁の挨拶（東京会場）



写真2 大倉講師の説明（東京会場）



写真3 木村講師の説明（東京会場）



写真4 演習課題の説明（東京会場）



写真5 渡邊講師の説明（兵庫会場）



写真6 笠井講師の説明（兵庫会場）



写真 7 加納講師の説明（岡山会場）



写真 8 森講師の説明（岡山会場）



写真 9 車田講師の説明（岡山会場）



写真 10 河合講師の説明（長崎会場）

2. 5. 3 見学会の様子

各会場での見学会の様子を記す。



写真 11 ぷろぼの福祉ビル外観（奈良会場）



写真 12 耐力壁として一部現し（奈良会場）



写真 1 3 1 階食堂の机も CLT (奈良会場)



写真 1 4 施主の山内理事長からの話
(奈良会場)



写真 1 5 吉野石膏神戸研修センター (CLT 建築物ではない) 外観 (兵庫会場)

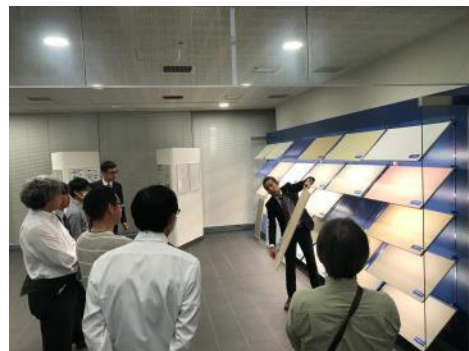


写真 1 6 ボード類の説明 (兵庫会場)



写真 1 7 遮音性能の説明 (兵庫会場)

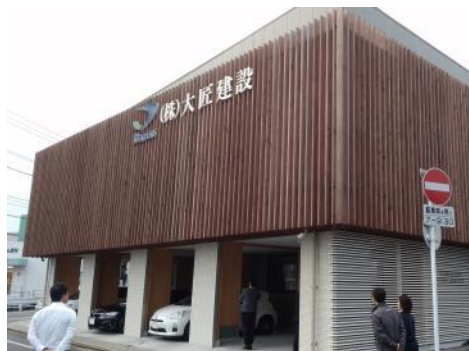


写真 1 8 大匠建設外観 (福岡会場)



写真 19 建物概要の説明（福岡会場）



写真 20 建物内観（福岡会場）



写真 21 カバヤホーム倉敷 CLT 店外観
（岡山会場）



写真 22 軒天現しによる外装利用
（岡山会場）

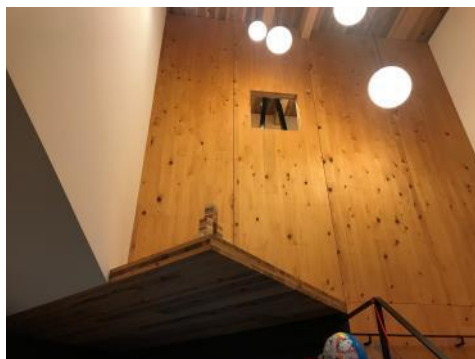


写真 23 木造軸組の壁・床・天井に利用
（岡山会場）

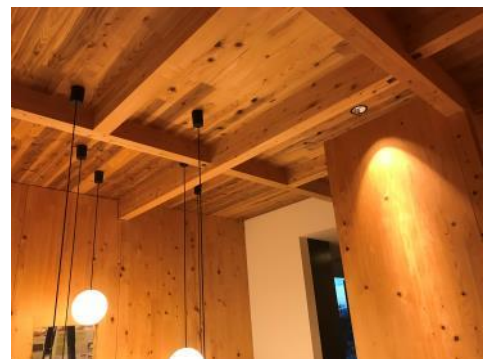


写真 24 ヒノキ壁とスギ天井
（岡山会場）

2. 6 アンケート結果

2. 6. 1 回答状況

各会場の参加者数とアンケート回答者数は、次の表の通りである。

表3 講習会参加者数とアンケート回答者数

	東京	奈良	兵庫	宮城	福岡	北海道	岡山	長崎	計	回答率
参加者数	12	8	8	18	14	14	18	34	126	87.3%
回答者数	12	7	8	16	12	14	14	27	110	

2. 6. 2 回答内容

アンケートの集計結果を以下に記す。

(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 27
- b) 設計の予定はないが今後設計したい 52
- c) 設計をするつもりはないが勉強のため 25
- d) その他 6

(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 48 (CLT 協会 HP、CPD 制度検索等)
- b) CLT 協会メールマガジン 11
- c) その他 45 (知人の紹介、社内会回覧、都道府県 CLT 団体、都道府県建築士会、自治体)

(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 77
- b) 意匠に関する情報 60
- c) 海外情報 12
- d) 見学会 62
- e) その他 10

(4) 回答者について

年齢 20～30 代:36 / 40～50 代:46 / 60 代以上:23

性別 男性:91 / 女性:16

普段の業務(複数回答あり)

- | | |
|---------|-----------------|
| a) 意匠設計 | 56 |
| b) 構造設計 | 27 |
| c) その他 | 32 (施工、発注者、行政等) |

設計されている方の場合、

(5) 設計経験年数

- | | |
|------------|----|
| a) 1～10 年 | 25 |
| b) 11～20 年 | 19 |
| c) 21 年～ | 40 |

(6) 普段設計している建物 (複数回答可)

- | | |
|------------|----|
| a) 在来木造 | 60 |
| b) 2×4 | 7 |
| c) 中・大規模木造 | 19 |
| d) S 造 | 52 |
| e) RC 造 | 54 |

今回の講習会について、

(7) 全体構成はいかがでしたか？

- | | |
|--------------|----|
| a) 大変良かった | 30 |
| b) よかった | 72 |
| c) あまり良くなかった | 1 |
| d) よくなかった | 1 |

(8) 全体の講習時間はいかがでしたか？

- | | |
|-------------|----|
| a) ちょうどよかった | 66 |
| b) 短かった | 2 |
| c) 少し短かった | 3 |
| d) 少し長かった | 29 |
| e) 長かった | 3 |

(9) 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	わからない所があった	わかりにくかった
(1)	CLT 建築物に対する理解	43	52	8	2
(2)	使用できる CLT についての理解	35	58	10	2
(3)	設計手法（躯体部分）	24	56	22	2
(4)	各部設計（外部）	26	60	17	1
(5)	各部設計（内部）	25	62	16	1
(6)	設備部分との取り合い	21	56	24	2
(7)	遮音マニュアル	18	47	10	3
(8)	施工への理解	39	51	8	0
(9)	演習問題説明	13	42	14	4

(10) (9) 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？

- ・ 用語と記号の関係をすぐに理解できないので、異等級と M x などは併記してあるとよい。
- ・ 木造の知識がなので、言葉が難しかった。
- ・ 遮音は専門性が高い。
- ・ 強軸と弱軸、床（屋根）の張る方向と耐力壁の位置関係について、注意点などもう少し説明が欲しかった。
- ・ 演習問題など構造の専門でないと分かり辛いところがあり、構造屋と一緒に受ければよかった。

(11) 本講習会についてのご意見・ご感想を自由にお書きください

- ・ CLT への理解が深まり、とても有意義な 2 日間だった
- ・ CLT 普及のために戸建てに取り組んでいきたい。
- ・ ルート 2、3 の講習会も開いてほしい。
- ・ 3 つの資料を行き来するので、全体の流れが分かりにくい。テキスト独自の内容か告示の内容か、もう少し整理を。
- ・ 設計から施工に至るまで共有するところが多かった。将来性が高い建築だと思った。

2. 7 今後の課題

上記アンケートをふまえて委員会・WG にて議論したところ、以下の点が今後の課題として挙げた。

- (1) 講習時間・・・今後の開催については、1 日で完結する内容とするのが望ましい。
- ・ 多忙な設計者を 2 日間拘束するのは、参加を検討するうえでマイナスに働く。

- ・ 講習会の初日には参加していたが、2 日目は業務の都合で欠席もしくは代理出席する場面も、いくつかの会場で見受けられた。
 - ・ アンケート結果からも、講習時間が「長い」と感じている方が一定数存在する。
- (2) 演習課題・・・抜本的に見直す。
- ・ 課題の提出率がよくない。
 - ・ そもそも課題を提出できる経験等のない意匠設計者以外の業種の参加者が一定数存在する。
 - ・ 業務が多忙であることを理由に課題提出を辞退する受講者が一定数存在する。
- (3) テキスト・・・構成の見直し。
- ・ 3 部構成のテキストを行き来しながらの説明方法に混乱する受講者がいる。
 - ・ 仮に来年度は 1 日の講習を実施する場合には、テキストの見直しが必要である。
 - ・ 講習会の説明用にはコンパクトなテキストにして、その他詳細資料を別冊に設ければよいのではないか。
- (4) 開催地・・・実効性のある場所の選定。
- ・ 地方の大都市が必ずしも、集客がうまくいっているわけではない。
 - ・ 地方都市によっては CLT 普及団体を立ち上げ熱心に活動している。そういった地域とうまく連携を取りながら、講習会を開催できればよい。

3. CLT アイディアコンテスト 2018 の開催

3. 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、4 回目を数える「CLT アイディアコンテスト 2018」に「アイディア部門」と昨年に続き「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募集するアイディアコンテストを実施した。

3. 2 募集部門

今回募集した部門は下記の 2 部門である。

- (1) 設計部門・・・設計実務者や建築系学生を対象に、テーマを設けて建築アイディアを募集。
- (2) アイディア部門・・・用途やテーマ、応募条件を設けず、幅広い方から自由なアイディアを募集。



アイデアコンテスト2018

【趣旨】新しい木の建築材料として開発されたヨーロッパ発のCLT（クロス・ラミネイティッド・ティンバー）は、日本でも、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、関心が高まっています。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材料です。当協会では、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2部門で募集します。

応募・作品締切日 2018年10月31日(水)まで

設計部門	アイデア部門
5階建て以下の事務所建築	CLTを使用した自由なアイデアを募集
審査委員 (略不詳)	審査委員 (略不詳)
審査委員長 三井所 清典 (芝浦工業大学 名誉教授)	審査委員 浅井 慎平 (写真家) 涌井 史郎 (漫画家) 金田 充弘 (東京藝術大学 准教授)
審査委員 板本 雄三 (東京大学 名誉教授) 藤原 幹雄 (東京大学生産技術研究所 教授) 安井 昇 (概設計集団 一級建築士事務所 代表) 原田 真宏 (芝浦工業大学 教授)	賞 ● 最優秀賞：1点 ● 審査委員賞：3点
賞 ● 農林水産大臣賞：1点・国土交通大臣賞：1点・環境大臣賞：1点 副賞：CLT10㎡ or 海外CLT視察ツアーご招待 or 賞金50万円 ● 学生賞 (日本CLT協会賞)：1点程度	
CLTアイデアコンテスト2018の詳細は	CLTコンテスト
	http://clt-contest.jp

一般社団法人
日本CLT協会

主催／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 2F TEL:03-5825-4774 <http://clta.jp/>
事務局／株式会社 建報社 <http://www.kenchiku.co.jp>

図1 コンテストのポスター

3. 3 設計部門の募集内容

(以下、募集内容より抜粋)

3. 3. 1 募集作品

テーマは「5階建て以下の事務所建築」です。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・大規模建築などのこれまでにない木造建築物が多数建てられるようになっていきます。CLTの普及を目指す日本においても、中・大規模建築へのCLTの適用は、これから目指していくべき大きなテーマです。

今回はその中でも「5階建て以下の事務所建築」にたいする提案を募集する理由は、広く需要がある建物であり、全国的に波及効果も大きいからです。また、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も大きな理由です。RC造等からのただの置き換えではなく、新たな価値を生み出すような提案を募集します。

3. 3. 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

3. 3. 3 審査委員

審査委員は三井所清典 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等で構成した。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
	原田 真宏	芝浦工業大学 教授

3. 3. 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）テーマ： ５階建て以下の事務所建築

５階建て以下の事務所建築の設計のためには、構造、意匠、設備、性能（防耐火、遮音、温熱、施工など）上、解決すべき様々な課題があります。これらの課題にたいする提案を含んだ内容としてください。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・工法と組み合わせる CLT を部分的に利用する提案も幅広く受け付けます。

設計は告示の範囲のものでも、告示の範囲を超えた大臣認定取得を想定した提案でも、どちらでも構いません。なお建築基準法上の、耐火構造等とすべき木造建築物の対象の見直し（高さ 13m・軒高 9m 超 → 高さ 16m 超・階数 4 以上）についても、本コンテストでは法令の改正に先立ち、適用を認めます。また事務所以外の用途の区画または階を設けることも可能ですが、建物全体の主要用途としては事務所としてください。

提案にあたっては、実在する任意の場所を設定してください。日本国内であればどの地域であっても構いません。ただし、どのような街のどのような場所かということも表現してください。

（３）募集期間

2018 年 8 月～2018 年 10 月末（専用 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ました。

（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

3. 3. 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）

副賞として、CLT10 m³ または 海外 CLT 視察ツアーご招待 もしくは 賞金 50 万円

学生賞： 1 点程度

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ができる。

3. 4 設計部門の審査および結果

3. 4. 1 審査会について

合計で 39 者の事前登録があり、そのうち 13 の応募作品につき、審査会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 1 作品についても、優れた提案であったため、協議のうえ「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 アイデアコンテスト 2018 設計部門 受賞作品／受賞者

賞		作品タイトル	チーム名	所属	代表者
優秀賞	農林水産大臣賞	New Standard for Wooden Architecture	(株)三井ホームデザイン研究所 施設設計部		川中 彰平
	国土交通大臣賞	SOHO-SHIN IMAMIYA	好川拓建築設計事務所		好川 拓
	環境大臣賞	CLT-Vault	Kraft Architects		中村 篤史
特別賞	CLT 協会賞	Cubic Shell CLT	(株)大林組 中高 層木造チーム	(株)大林組	熊谷 由章
学生賞	CLT 協会賞	CROSS OFFICE	ミカケン	西日本工業大 学院	吉田 茜
		光差す木洞オフィス	東京大学大学院		中安 祥太

3. 4. 2 各受賞作品について

【優秀賞 農林水産大臣賞】 New Standard for Wooden Architecture

(株)三井ホームデザイン研究所 施設設計部 川中彰平、大芝宗一郎、高橋健熙



さまざまな材料を組み合わせ CLT とツーバイフォーをつなぐものとして、NLT(Nail Laminated Timber)を取り入れた作品。今後発展していくアイデアとして評価され農林水産大臣賞の受賞となった。

審査委員からは「これまで何年かやってきて大きなものや工夫を凝らしたのも全国に事例が出てきている。今後展開を図っていくときに、ツーバイフォーと CLT の提案はよい」「平行弦トラスを設備、配管のスペースとしているのは、アメリカのツーバイフォーでは多くて日本では少ない。これからこういうことも考えてほしい」等のコメントがあった。

[優秀賞 国土交通大臣賞] SOHO SHIN-IMAMIYA

好川拓建築設計事務所 好川拓

SOHO SHIN-IMAMIYA [コワーキングスペースを併設した事務所ビル]

1/2



建築の構造材としてCLTを考えた場合、価格的に鉄筋コンクリートとの比較になるだろう。性能的な面では、これまでの様々な取り組みで大規模木造の耐火火の技術は確立しつつあるが、多くのケースで耐火性能が必要となり、そのままでは一般のエンドユーザーがイメージする木のイメージを永遠でありながら確保できないということが起きる。また材料特性としてコンクリートに比べ比重が軽い。そのためCLTはコンクリートと比べて断熱については有利だが遮音については不利だと見える。

施工を考えた時、コンクリートは躯体の工後に鉄筋、型枠、コンクリートの3工程が必要だが、CLTの場合は基礎部分を除き木工事のみで計画できる上、基本的にプレファブリケーションとなるため躯体工程はかなり短縮できる。また工事で発生する騒音も抑えられる。

今回「5階建て以下の事務所建築」をテーマだが、建築に当たっての条件が「日本国内の実在する場所を設定する」ことだけなので、先に述べた材料や工法の特徴を比較してCLTにとってよりアドバンテージの濃い条件を設定した。

①木造3階、1500m²以下の準耐火建築物
燃えしる設計によって木の燃しが可能となる。居室の内部制断については天井を不燃材とすることで壁については免除として計画した。

②コワーキングスペースを併設したSOHO

上記の条件を満たすためには準耐火地域である必要がある。消防職員に依頼のある敷地で魅力的なところを探した結果、大阪市、JR・南海「新今宮駅」前の敷地（現在は駐車場）を設定した。敷地の隣には2022年に大手ホテルチェーンが開業を予定している。敷地から程近い通天閣も敷地の敷地面積から一旦は消えてしまったのだが近年インバウンド客先に集まっている。これまでのイメージを刷新する新しい気風が感じられる場所に若い起業家などが集まるSOHOやコワーキングスペースを計画したい。新しい気風が新しい木の空間から生まれる、というイメージがいまのCLTにとって大切。

③CLTに固執しないVCLTを認めない
準耐火地域での準耐火建築物となるため500m²での防火区画が必要になる。ワンフロア500m²として各階の層間での防火区画をすることにしたが、外壁と防火区画取り合い部分での準耐火処理を避けるため、床を鉄筋コンクリートスラブとした消火設備とし防火区画と延焼防止の壁を構成することにした。壁、柱、梁までを構造体として210ミリ厚（燃えしる片断45ミリ）、スラブ用の板として90ミリ厚のCLTを考えている。工学的にはフルCLTと比較すると劣勢に見えるが、コンクリートの3工程と比較すると施工上有利な点は多い。またスラブの質量が増えるため遮音性能的に質点としての付加価値は上がると思っている。



敷地面図 S : 1/5000

シンプルなデザインの中に、どんな建物でも CLT にするのではなく、現行の準耐火でできる法規のなかで CLT の特長を生かした敷地と条件を設定した作品で、今後に普及していく可能性がある形式と評価され、国土交通大臣賞の受賞となった。

審査委員からは「パネルをきちっと構造体として使って現実的で、評価できる」「圧縮側で CLT を使っていて、引っ張りが勝つスラブの方をコンクリートにし、底部分で延焼を防ぐ。その考えが簡明にデザインに出ている」等のコメントがあった。

【優秀賞 環境大臣賞】 CLT - Vault

Kraft Architects 中村篤史、佐藤ひらり



CLT-Vault

カタランヴォールトから着想を得た、
低ライズの木造ヴォールト空間の提案



■catalan vault から着想を得たCLTでつくる新しい空間
規格化され、品質が管理され、材料に指向性が少ない材料であるCLTの新しい
活用の方法として、catalan vault から着想を得た新しいCLTのヴォール
ト空間【CLT-Vault】を提案します。CLT-Vaultを用いるこ
とで柱のない開放的な一室空間が計画でき、中規模事務所ビルの新しいプロ
トタイプとなるような計画を提案します。



構造



断熱

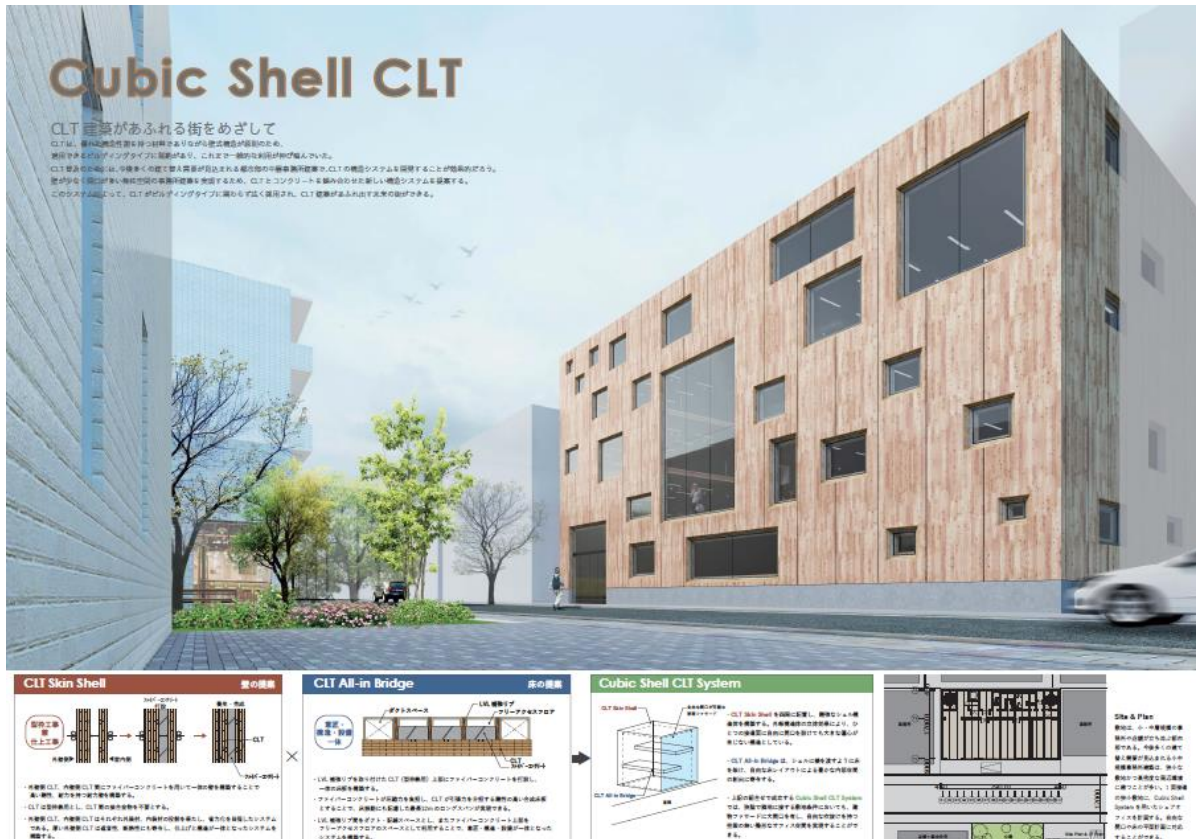
各層スライスのCLT: Catalan Vault (CLT-Vault)

応募作品中、構造的な提案をした数少ない案で、空間のデザインの曲面をつくるために CLT の圧縮でなめらかな曲面をつくり、アーチ状の鉄骨の間の空間を設備で使用。その CLT を曲面で使用するアイデアと省エネルギーや空調への工夫が評価され、環境大臣賞の受賞となった。

審査委員からは「遮音、断熱、調湿を最大限活かし環境大臣賞にふさわしい」、「構造的に合理性を持ちながら、三層のデザインが大胆に出てくるのも面白い」等のコメントがあった。

【特別賞 CLT 協会賞】 Cubic Shell CLT

㈱大林組 中高層木造チーム 熊谷由章、山中昌之、榎本浩之、貞弘雅晴、野口梯子、高山峻、太田真理、溝呂木健



3階建ての応募作品が多い中、5階建てに挑戦した作品。CLTの好きなところを割り抜けるという素材感を活かしたデザイン的な面白さが評価された。

[学生賞 CLT 協会賞] CROSS OFFICE

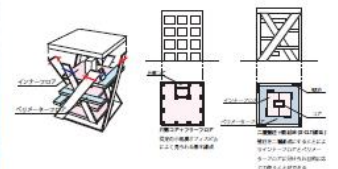
西日本工業大学大学院 ミカケン 吉田茜、水田悠介、池上拓臣、中村大輔、真子幸輝



X-CLT 構法が創り出す新しい空間と働き方

従来のオフィスの特徴と課題

これまで小規模オフィスビルは、片側コアとフリーフロアという基本構成が一般的にとられてきた。そのシンプルな構成はオフィスの様々な空間単位に柔軟に対応できると考えられてきた。一方で建築が中包する空間を1つの抽象的なフロアに還元することは、例えば、窓辺と中央の差異や天井高の差異が生み出す本質的な空間の多様性がもたらす可能性をスポイルしてきたと考ええる。AI等の情報技術の発展がもたらす新しい今日、オフィスは効率的な軌跡空間から創発的な環境へと生まれ変わる必要がある。こうしたオフィスに求められる新しい空間像を存分に引き出す構法として強度の安定性、寸法の任意性という、CLTの特性を活かしたX-CLT構法を提案する。



ペリメーターフロアとインナーフロア

X-CLT構法は、外周を二重に取り囲む剛性壁によって構成される。二重の壁柱が反対方向を向くことで相互に支え合い高い安定性をもたらす。壁柱の間に生まれるペリメーターフロアは建物外部に広がる環境を積極的に取り込む多様なコミュニケーションスペースであると同時に、オフィスの環境を制御する環境調整空間でもある。ペリメーターフロアの周辺に守られたインナーフロアはペリメーターフロアと連動したスキップフロア構成をとり、まとまった軌跡空間を生み出すと同時に空間が相互に影響し合う創発的な環境をもたらす。

まちに開かれたオフィス

このX-CLT構法により作られたペリメーターゾーンは新しい働き方を作るだけでなく外部空間との多様なつながりを創り出す。下階のオープンな空間はオフィスで働く人と外部の人が環状に接点を持つことができ、上階では街の風景や行き交う人々を心地よく眺めることができる。オフィスとまちが相互に交換することで、クリエイティブな街角が生まれる。

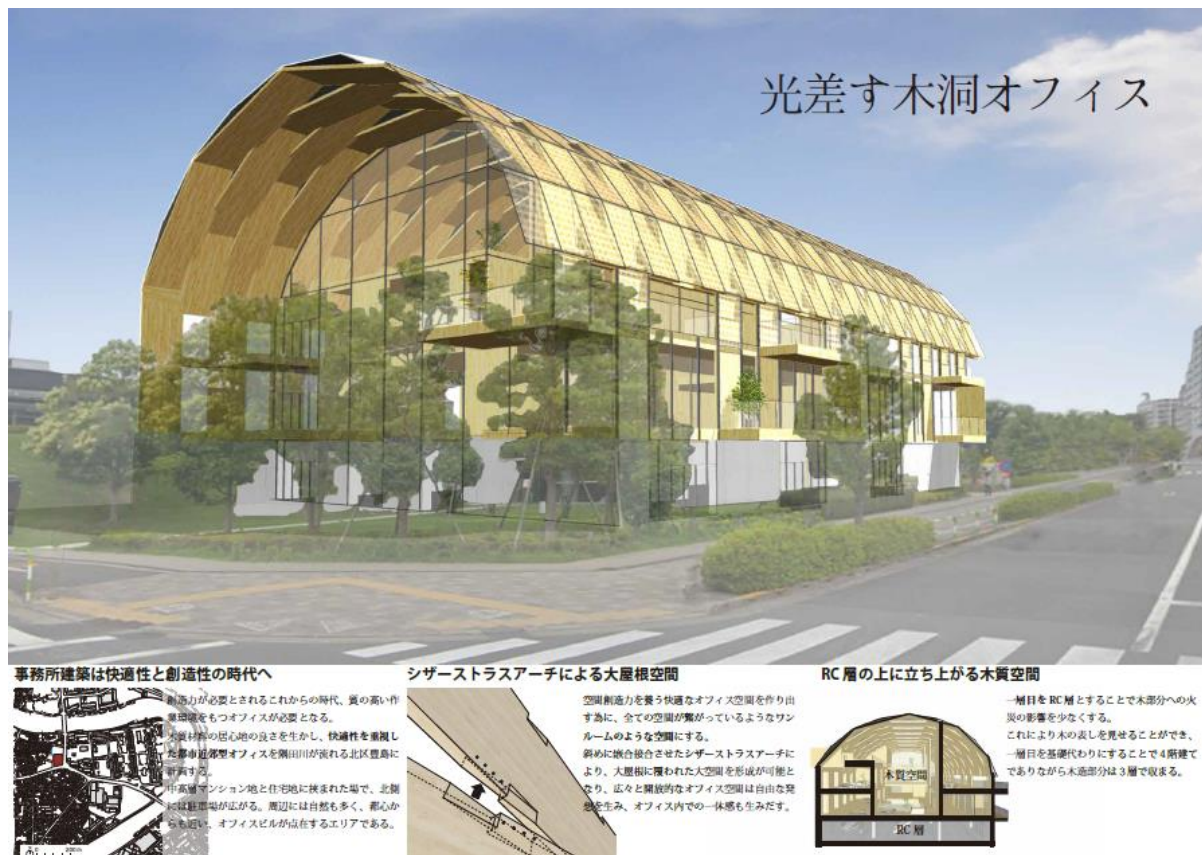
建設地：北九州市小倉北区

西小倉駅から徒歩2分、小倉駅から徒歩15分の位置にあり、たくさんの人が行き交う場所にある。
ここにまちに開いたオフィスを設けることにより、先述のペリメーターゾーンで人々の交流が生まれ、一つのオフィスが人々の交流の拠点になる。



オフィスの皆で使う気持ちのよい場所がダブルグリッドを使用することで、柔らかい木でも疑似的なスタンスがとれ、剛的な接合ができるのではと解釈され、そのデザイン性が評価された。右上がり
と左上がりのパネルと床の交差点がもう少しあってもいいのではとの指摘もあった。

[学生賞 CLT 協会賞] 光差す木洞オフィス
 東京大学大学院 中安祥太



5 階建て以下の事務所建築の案で、消防設備と避難安全面が評価された。また 1F が RC で提案するという点も学生とは思えない優れた現実性のある作品だと評価された。

3. 5 アイディア部門の募集内容

(以下、募集内容より抜粋)

3. 5. 1 募集作品

CLT による未来の風景を A3 用紙 1 枚に描いてください。作品には、必ず魅力的なタイトルと説明文をつけてください。表現方法は、絵、3D パース、風景写真、模型写真、コラージュ、実物大サンプルの写真など、ビジュアルで示せるものであれば何でも結構です。

3. 5. 2 審査委員

審査委員は、浅井慎平氏と涌井史郎氏が 2015 年当初から当部門の審査委員をつとめており、本年度は構造エンジニアである金田充弘氏にもつとめていただいた。

審査委員	浅井 慎平	写真家
	涌井 史郎	造園家
	金田 充弘	東京芸術大学 准教授

3. 5. 3 募集規定

(1) 応募資格

- ・制限なし

(2) 募集期間

2018 年 8 月～2018 年 10 月末（専用 HP 上で受付）

(3) 応募方法

作品は A3 用紙 1 枚とし、PDF もしくは JPG 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
- ・JPG の場合、解像度は 350dpi
- ・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

3. 5. 4 表彰

優秀賞：1点。副賞として、旅行券10万円分

審査員賞：2点。副賞として、下記のいずれか1つ。

- ・ハウステンボス「変なホテル」ペア宿泊券＋旅行券（3万円分）
- ・造作用 CLT パネル（36×910×1820mm、加工応相談）1枚
- ・CLT 関連商品

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ができる。

3. 6 アイディア部門の審査および結果

3. 6. 1 審査会について

合計で56者の事前登録があり、そのうち25の応募作品につき、審査会ではまず各審査員が応募作品を確認した。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1点を決定した。さらに、各審査員が1点ずつ審査員賞を決定した（3点の審査員賞うち1点は最優秀賞と重複）。

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5 CLT アイディアコンテスト2018 アイディア部門 受賞作品／受賞者

賞	作品タイトル	チーム名	所属	代表者
優秀賞	CLTP	近畿大学		河本 俊登
審査委員賞	“Break” Water	東北大学大学院		堀内 雄太
	タテヨコ	sketch	日本大学	細井 大佑

3. 6. 2 各受賞作品について

【優秀賞】 CLTP
近畿大学 河本俊登

CLTP (CROSS LAMINATED TIMBER PASSAGE)

コンセプト

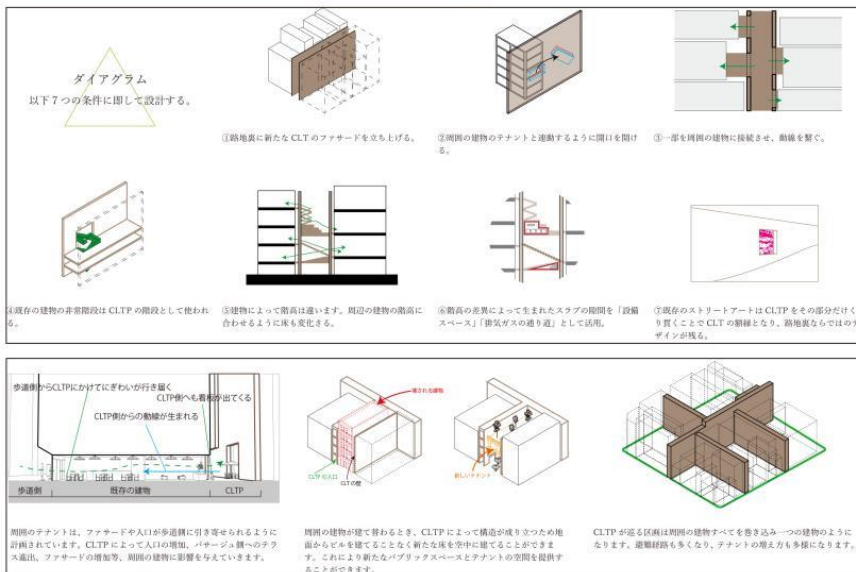
「繁華街の路地裏」を CLT を使ってリノベーションします。

「繁華街の路地裏」それは従業員の裏動線として使われ、鉄やコンクリートによる冷たい表情や室外機による空気の汚染により悪とも呼べる空間で誰も通れません。しかし細い道、奥行きのある道、隠れた道という興味をそそる道でもあるのではないのでしょうか。

路地裏のファサードを木材にすることで快適な歩行空間、CLT のパサージュにします。狭い幅員の中でも自立させるため CLT を使います。自立する CLT のパサージュは路地裏とその周囲の建物に影響を与え、オリジナルのパサージュが生まれます。

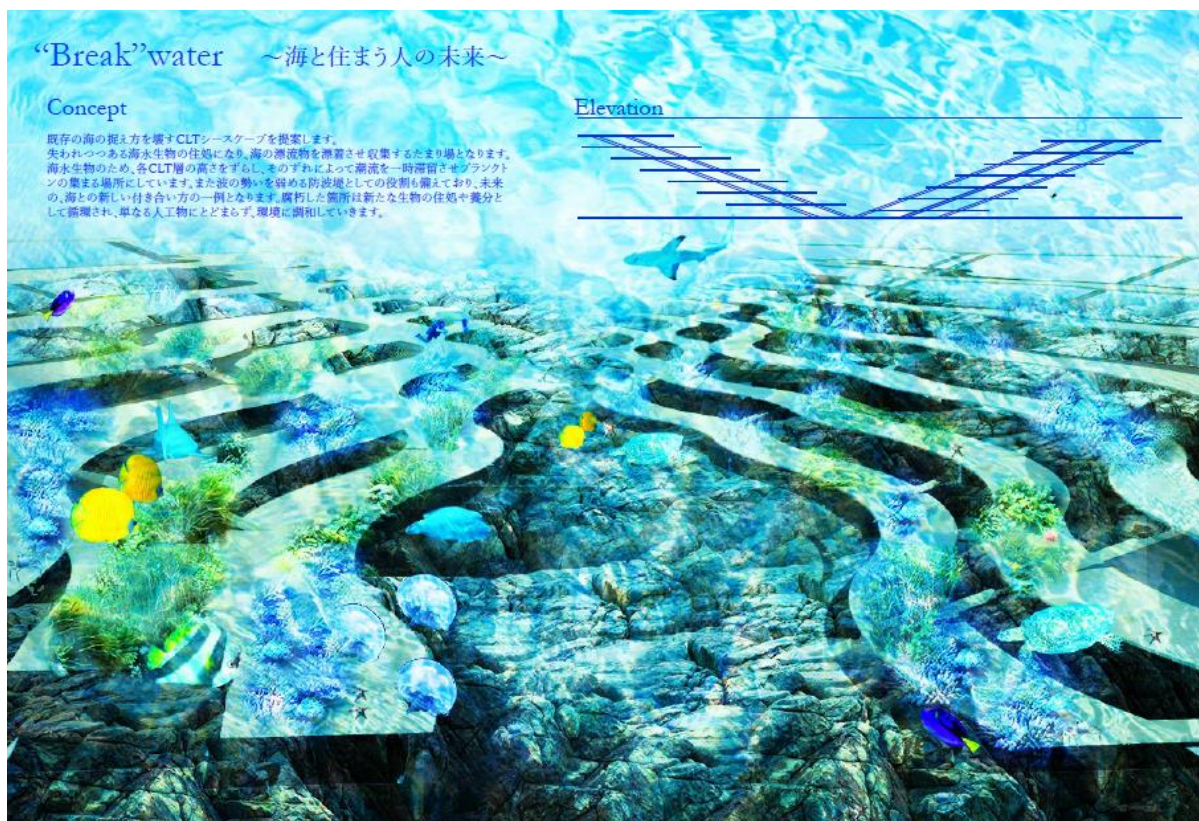
パサージュ

19 世紀パリで大流行したパサージュ。既存の建物に歩行者専用の道を通しガラのアーケードに囲まれた商店街です。パサージュは歩行者にとって快適な場所として好まれました。



[審査委員賞] “Break” Water

東北大学大学院 堀内雄太



[審査委員賞] タテヨコ

日本大学 sketch 細井大佑、鈴木航大



i. コンセプト

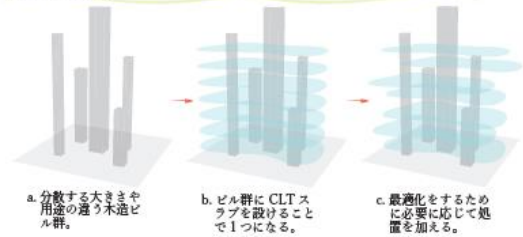
日本のみならず、世界中で高層マンションの需要は高まり、今後益々拡大していくと思われる。

高層化が進むにつれて、人々は地上を離れ、ヨコの移動がなくなり、タテを行き来する生活に疑問を感じなくなってしまう。

本来あるべき、ヨコへの移動を高層ビルにて提案。積層する大きな CLT スラブは温もりをもたらし、生活に自然と馴染む。それは庭となり、広場となり、街にもなりうる。

人々は新たな生活を模索し、生活に新たな活路を見いだす。

ii. プロセス



3. 7 表彰式

表彰式は2019年3月4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等をおこなった。当日の司会は2019年度ミス日本みどりの女神の藤本麗華さんが務めた。

開催日時 2019年3月4日 10:30～11:45

開催場所 すまい・るホール（東京都文京区後楽 1-4-10 住宅金融支援機構本店 1 階）



写真25～30

表彰式の様子（左上から右下の順に、司会のミス日本みどりの女神 2018・藤本麗華さん、来賓の農林水産大臣政務官・高野光二郎氏の祝辞、設計部門審査委員長・三井所清典氏による講評、農林水産大臣賞受賞者による受賞作品の紹介、設計部門受賞者の写真、アイデア部門受賞者の写真）

3. 8 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。



図2 ホームページでの結果発表

3. 9 まとめ

設計部門の応募者は、昨年度と比べ幅広い層からの応募があり、CLT 利用の裾野の広がりを感じさせるものだった。また、作品の質自体も非常に現実性の高いものとなっており、CLT の使い方が正しく理解されているのがうかがえた。

アイデア部門については、すべて大学生が受賞しており、若い感性が CLT の新たな未来を拓いていく頼もしさがみられた。一方で、現実可能性は高いものの CLT である必然性が低いものや、CLT 自体の特性を正しく認識されていない作品もあった。引き続き一般の方に向けた CLT の普及活動を、本コンテストを通して実施していくことが重要である。

4. 「平成 30 年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会」の開催

林野庁委託・補助事業において、平成 30 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 13 事業についての報告を実施した。

4. 1 開催日時および概要

日 時： 2019 年 3 月 4 日（月）11:55-16:35（昼休憩有）

場 所： すまい・るホール （東京都文京区後楽 1-4-10 住宅金融支援機構本店 1 階）

主 催： （一社）日本 CLT 協会

参加資格なし、参加費無料

4. 2 プログラム

時間	内容	事業名	事業主体
10:30 ~ 11:45	75分	《CLT アイディアコンテスト 2018 表彰式》 <u>設計部門</u> テーマ「5階建て以下の事務所建築」※大臣賞受賞者による、作品紹介あり！ <u>アイデア部門</u> 自由な使い方を提案	
11:45 ~ 11:55	10分	（入替準備）	
11:55 ~ 12:00	5分	開会挨拶	
12:00 ~ 12:15	15分	事業報告01 デベロッパー等のCLT活用普及	（特非）建築技術支援協会
12:15 ~ 12:30	15分	事業報告02 小開口付パネルの計算合理化案の開発	（一社）日本CLT協会
12:30 ~ 13:30	60分	昼食休憩	
13:30 ~ 13:45	15分	事業報告03 CLT建築物の設計施工マニュアルの整備、設計者向け講習会	（一社）日本CLT協会
13:45 ~ 14:00	15分	事業報告04 CLTパネル工法における架構方法の合理化と構造モデルの簡略化	（株）日本システム設計
14:00 ~ 14:15	15分	事業報告05 CLTパネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化に向けたデータ収集	（公財）日本住宅・木材技術センター
14:15 ~ 14:30	15分	事業報告06 CLTの基準強度設定等に向けた強度データ収集	（国研）森林研究・整備機構
14:30 ~ 14:45	15分	事業報告07 中層大規模木造建築物の構造設計者向けデータベースの整備	（株）ドット・コーポレーション
14:45 ~ 15:00	15分	事業報告08 CLTを用いた建築物の企画から設計に至る段階への技術的支援	（一社）日本CLT協会
15:00 ~ 15:15	15分	休憩	
15:15 ~ 15:30	15分	事業報告09 木造軸組工法による中層大規模木造建築物の構造設計指針の作成	（公財）日本住宅・木材技術センター
15:30 ~ 15:45	15分	事業報告10 CLTを含む中大規模木造建築物の設計・施工者育成推進セミナー	（株）日経BP
15:45 ~ 16:00	15分	事業報告11 燃えしろ設計を考慮した軸組併用型CLTパネル工法の開発	木構造振興（株）
16:00 ~ 16:15	15分	事業報告12 鉄骨造・床CLTの建物に関する新たな接合・耐火被覆方法の開発	山佐木材（株）
16:15 ~ 16:30	15分	事業報告13 鉄骨フレームとCLT耐震壁を組み合わせた標準納まりと設計法の開発	（株）ドット・コーポレーション
16:30 ~ 16:35	5分	閉会挨拶	

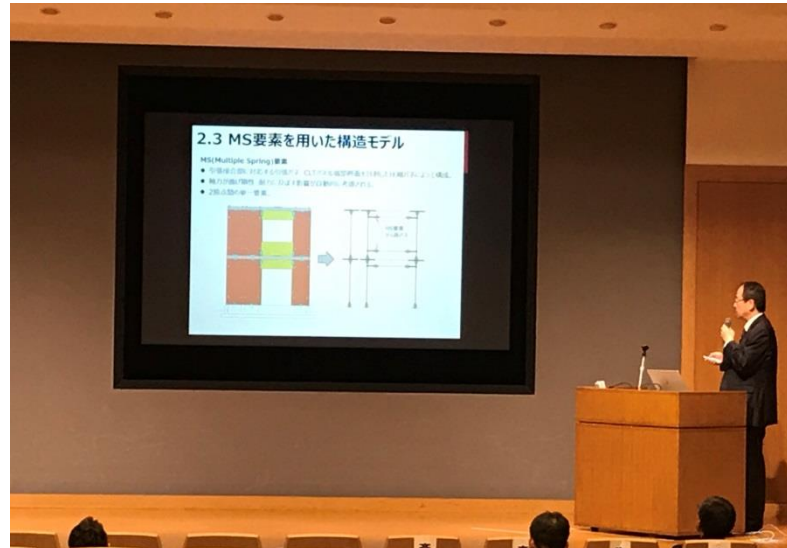


写真 3 1 報告会の様子

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	11
b) 良かった	29
c) あまり良くなかった	1
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 デベロッパー(開発者)等のためのCLT講習会((特非) 建築技術支援協会)	7
02 有開口耐力壁の開発((一社)日本 CLT 協会)	8
03 CLT 建築物の設計施工マニュアルの整備、設計者向け講習会((一社)日本 CLT 協会)	11
04 CLT パネル工法における架構方法の合理化と構造モデルの簡略化((株)日本システム設計)	20
05 CLT パネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化((株)日本システム設計)	22
06 CLT の基準強度設定等に向けた強度データ収集((国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所)	19
07 CLT 建築物等の設計者等育成((株)ドット・コーポレーション)	25
08 CLT を活用した建築物の企画・設計支援((一社)日本 CLT 協会)	16
09 木造軸組工法による中大規模木造建築物の構造設計指針の作成(東京大学大学院)	16
10 中大規模木造の普及促進に関する情報発信(日経 BP 社)	12
11 燃えしろ設計を考慮した軸組併用型 CLT パネル工法の開発(木構造振興(株))	15
12 鉄骨造建築の床への CLT の利用(工法の改善)(山佐木材(株))	28
13 鉄骨フレームと CLT 耐震壁を組み合わせた標準納まりと設計法の開発(京都大学)	25

(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

- ・ 大変良い報告会でした
- ・ スクリーンをもう少し大きなものにして欲しい。
- ・ 今後の CLT 設計に関します重要な情報、試験結果、等が把握でき大変参考となりました。CLT の活用方法へのアイデアにもつながると存じます。
- ・ CLT に対して様々な研究がなされていることが分かり、勉強になった。より多くの人に知ってもらうため、今回の報告会を紹介するポスターや広告類を各大学に配ることも 1 つの方法であるように感じた。
- ・ 床の開口についても実験してほしい。(防水のルーフトレンの穴など)
- ・ 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

構成・時間について

- ・ 事業報告 1 件 15 分で多く聞けて良かった。
- ・ 1 ～ 1.5 時間に 1 回のペースで休憩があると良かった。
- ・ 例年、この時期に開催されているが、4 月以降に開催した方が、出席者は増えるのでは？ 東京だけの開催では、地方の CLT 建築が進まないのでは？

資料について

- ・ 資料はカラーが望ましい。
- ・ 実験等の手元資料とスライド資料の差が大きい。(手元資料にないスライドが画面で多い)
- ・ 紹介パワポ以外の資料の配布(データ等)がほしかった。

その他

- ・ 実建物の見学会、施工中見学会等実施して頂きたいです。
- ・ 防耐火のセミナーでの事例公開、都市中大規模木造でのメリットのアピール(コストを含め)

(4) CLT に関連しての情報や講習会・イベント要望

a) 構造	24
b) 意匠	14
c) 施工	19
d) 防耐火	22
e) 温熱性能	12
f) 接合金物	20
g) 海外情報	12
h) 現場見学会	19
i) 工場見学会	8
j) その他	2 (遮音、コスト)

年齢 20代: 4 / 30代: 1 / 40代: 13 / 50代: 13 /
60代以上: 10
性別 男: 39 / 女: 3

5. CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル等の整備

5. 1 目的

「2016 年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」（以下、「設計施工マニュアル」という。）及び「2016 年公布・施行 CLT 関連告示等解説書」（以下、「告示解説書」という。）（以下、設計施工マニュアルと告示解説書を合わせて「設計施工マニュアル等」という。）については、最新の技術的知見を反映し、整備していく必要がある。

このため、平成 30 年 3 月公布・施行の耐火構造等に関する告示の改正や平成 30 年 12 月公布の CLT の基準強度の拡充に関する告示の改正、CLT パネル工法の構造計算手法の拡充・合理化に関する最新の技術的知見を反映し、設計施工マニュアル等を整備していくことを目的とする。

5. 2 実施内容

（1）CLT パネル工法の構造計算手法の拡充・合理化に関する最新の技術的知見の反映のための検討

CLT パネル工法の構造設計法に関して、平成 30 年度に林野庁事業として以下の 2 つの事業が実施された。

①CLT パネル工法における架構方法の合理化と構造モデルの簡略化検討（平成 30 年度林業成長産業化総合対策補助事業 CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着事業）

②CLT パネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化検討（平成 30 年度 CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着委託事業（国による開発））

①の事業では、設計用構造モデルの簡略化を図るため、MS（Multiple Spring）要素の適用を主眼として、具体的な構造モデル構成方法の検討と、いくつかの構造実験を踏まえた妥当性検証が行われた。②の事業では、ルート 1 関係規定の拡充・合理化、架構形式（梁勝ち架構）、解析モデル簡略化及び材料等の項目について検討が実施された。

本事業では、設計施工マニュアル等へ反映する観点から、これらの事業について実施内容や事業成果、残課題について検討を行い、設計施工マニュアルの記載内容の修正や説明の追記の方針について検討した。詳細は報告書としてまとめ、付録 CD-ROM に収録している。

（2）CLT の基準強度の拡充（強度区分の追加）に関する改正告示の反映

平成 30 年 12 月 12 日に特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件の一部を改正する件（平成 30 年国土交通省告示第 1324 号）が公布され、平成 31 年 3 月 12 日に施行された。この改正で、新たな樹種や等級区分に応じた基準強度が追加された。

また、平成 30 年 4 月 20 日から平成 30 年 5 月 19 日にかけて、「直交集成板の日本農林規格の一部改正案」についてパブリックコメントが実施された。

本事業では、これらの改正告示及び改正告示案について告示解説書及び設計施工マニュアルに反映した改訂原稿案を作成した。改訂原稿案は付録 CD-ROM に収録している。

（3）耐火構造及び準耐火構造に関する改正告示の反映

平成 30 年 3 月 22 日に耐火構造の構造方法を定める件の一部を改正する件（平成 30 年国土交通省告示第 472 号）及び準耐火構造の構造方法を定める件の一部を改正する件（平成 30 年国土

交通省告示第 473 号) が公布・施行され、木造の柱、はり、床、屋根及び階段の耐火構造の例示仕様が追加された。

本事業では、これらの改正告示について告示解説書及び設計施工マニュアルに反映した改訂原稿案を作成した。改訂原稿案は付録 CD-ROM に収録している。

(4) 成果物の構成

付録 CD-ROM に収録した成果物は以下のとおりである。

- ①CLT パネル工法の構造設計法に関する平成 30 年度林野庁事業成果の CLT 設計施工マニュアルへの反映に向けた検討報告書
- ②CLT 関連告示等解説書 第 4 章 直交集成板の許容応力度・材料強度の解説 改訂原稿案
- ③CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 第Ⅱ部第 2 章 材料・耐久性 改訂原稿案
- ④CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 第Ⅳ部第 1 章 材料 改訂原稿案
- ⑤CLT 関連告示等解説書 第 6 章 防耐火設計に係る構造方法の解説 改訂原稿案
- ⑥CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 第Ⅱ部第 3 章 防火 改訂原稿案
- ⑦CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 第Ⅴ部 防耐火設計 改訂原稿案

5. 3 実施体制

本事業は、平成 29 年度の CLT 設計施工マニュアル編集委員会の委員を中心とする委員会を設置して実施した。また、委員会の下に、構造、材料・耐久性及び防耐火の 3 つの小委員会を設け、具体的な検討や改訂原稿案の作成等を行った。次頁に委員会名簿を示す。

CLT設計施工マニュアル編集委員会 名簿

(順不同、敬称略)

委員長	坂本 功	東京大学名誉教授
	有馬 孝禮	東京大学名誉教授
委員	松留 慎一郎	職業能力開発総合大学校名誉教授
	安村 基	静岡大学名誉教授
	河合 直人	工学院大学 建築学部建築学科 教授
	五十田 博	京大大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授
	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 教授
	中島 史郎	宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科 教授
	山辺 豊彦	(有)山辺構造設計事務所 代表取締役
	三宅 辰哉	(株)日本システム設計 代表取締役
	大村 和香子	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材改質研究領域 領域長
	宮武 敦	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 複合材料研究領域 集成加工担当チーム長
	槌本 敬大	(国研)建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
	福山 洋	国土技術政策総合研究所 建築研究部長
	成瀬 友宏	国土技術政策総合研究所 建築研究部 防火基準研究室長
	貞広 修	(一社)日本建築構造技術者協会
	木林 長仁	(一社)日本建築構造技術者協会
	大熊 久理子	日本建築行政会議
	金岡 宏幸	日本建築行政会議
	佐久間 浩一	日本建築行政会議
	向井 昭義	(公財)日本住宅・木材技術センター 参与兼試験研究所長
	飯島 敏夫	(公財)日本住宅・木材技術センター 理事兼認証部長
行政	齋藤 健一	林野庁木材産業課 木材製品技術室長
	猪島 明久	林野庁木材産業課 課長補佐
	古藤 信義	農林水産省食料産業局食品製造課基準認証室 課長補佐
	深井 敦夫	国土交通省住宅局建築指導課 建築物防災対策室長
	山口 義敬	国土交通省住宅局建築指導課 企画専門官
	青木 亮	国土交通省住宅局建築指導課 課長補佐
	成田 潤也	国土交通省住宅局住宅生産課 木造住宅振興室長
	恵崎 孝之	国土交通省住宅局住宅生産課 木造住宅振興室 企画専門官
	山田 剛	国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室 企画専門官
	吉原 洋	国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課木材利用推進室 課長補佐
事務局	坂部 芳平	(一社)日本 CLT 協会 専務理事
	中越 隆道	(一社)日本 CLT 協会
	天沼 千亜希	(一社)日本 CLT 協会
	金子 弘	(公財)日本住宅・木材技術センター 専務理事
	鈴木 圭	(公財)日本住宅・木材技術センター
	沖本 千枝	(公財)日本住宅・木材技術センター

CLT設計施工マニュアル編集委員会

構造設計小委員会 名簿

(順不同、敬称略)

主査	河合 直人	工学院大学 建築学部建築学科 教授
委員	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 准教授
	三宅 辰哉	(株)日本システム設計 代表取締役
	槌本 敬大	(国研)建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
	荒木 康弘	国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官
	貞広 修	(一社)日本建築構造技術者協会
	鈴木 圭	木構造振興(株) 主任研究員
事務局	(一社)日本CLT協会	
	(公財)日本住宅・木材技術センター	

材料・耐久性設計小委員会 名簿

(順不同、敬称略)

主査	中島 史郎	宇都宮大学 地域デザイン科学部 建築都市デザイン学科 教授
委員	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏構造機能分野 准教授
	槌本 敬大	(国研)建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
	大村 和香子	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材改質研究領域 領域長
	宮武 敦	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 複合材料研究領域 集成加工担当チーム長
	中島 昌一	(国研)建築研究所 構造研究グループ 研究員
事務局	(一社)日本CLT協会	
	(公財)日本住宅・木材技術センター	

防火設計小委員会 名簿

(順不同、敬称略)

主査	成瀬 友宏	国土技術政策総合研究所 建築研究部 防火基準研究室長
委員	安井 昇	桜設計集団一級建築士事務所 代表
	野秋 政希	(国研)建築研究所 防火研究グループ 研究員
	鈴木 淳一	国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官
	山田 誠	(公財)日本住宅・木材技術センター 特別研究員
事務局	(一社)日本CLT協会	
	(公財)日本住宅・木材技術センター	

巻末資料：資料「CLT 設計者向け講習会」テキスト

CLT 設計者向け講習会テキスト

ールート 1 で構造設計が可能な CLT パネル工法ー

2018 年 8 月

(第 1 版 2 刷)

その他の建築物(耐火建築物・準耐火建築物以外の建築物) ルート1パネル工法

紫文字のものは、配付資料に含まれていません

項目番号	テキスト項目	data	参考資料
CLTを用いた建築物に対する理解			
1	本講習会で対象とするCLTを用いた建築物	1.用語：パネル名称 2.用語：パネル名称(告示／マニュアル)	1.木造建築物の構造計算ルート 2.CLTPパネル工法建築物の構造計算ルート 3.参考図書：木造建築のすすめ
2	CLTを用いた建築物とCLTPパネル工法と「ルート1パネル工法」		
3	「ルート1パネル工法」の架構上の特徴－1 構成要素		
4	「ルート1パネル工法」の架構上の特徴－2 壁パネル割り		
使用できるCLT等についての理解			
5	「ルート1パネル工法」で使用できるCLTの仕様(JAS)	1.CLTを理解するために必要な用語(JAS上の用語)	1.CLTの日本農林規格(JAS)の概要 2.CLTの製造
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に作用する外力の方向と発生する応力 2.CLTに発生する応力の方向の種類 3.CLTの基準強度の計算結果(S30、S60、Mx60) 4.CLTの弾性係数の計算結果(S30、S60、Mx60)	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(ルート1パネル工法)		
8	使用できるその他の木質材料(法規上)		
9	運搬・施工時の条件によるCLTPパネルの寸法の制約		
10	入手できるCLTの仕様(CLTPの生産状況)	1.CLT製造メーカー毎の製造可能なCLTリスト	
ルート1パネル工法の設計手法(躯体部分)			
11	壁に関する設計ルール	1.小開口を有するCLTPパネルの剛性・強度	
12	床に関する設計ルール		
13	CLTP床パネルのスパンの目安(歩行振動)		1.歩行振動についての解説・解析データ
14	屋根に関する設計ルール		
15	基礎および1階床まわりに関する設計ルール		
ルート1パネル工法の接合部(躯体部分)			
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.xマーク金物の納まり図と構造データ	1.xマーク金物とは 2.CLTPパネル工法の接合部の考え方 3.xマーク金物の認証取得者(メーカー)一覧
17	各部の接合ルール	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	
18	接合金物の選択に当たっての注意点		
材料・構造部門における共通の参考資料			
2.CLTPパネル工法の構造計算フロー(ルート1～3)とルート1の実施内容			
各部設計(外部)			
19	CLTPパネル工法の耐久設計の必要性		1.木材の耐久性(樹種・保存処理・AQ認証)について
20	CLTPパネル工法の耐久設計のクライテリア		1.「木造計画設計基準及び関係技術資料」平成27年版 2.平28国交告示第611号 第七 防蟻措置等 告示の逐条解説
21	CLTPパネル工法の耐久設計の具体的対応		1.耐久性を確保するための具体的対策 2.参考図書：建築保全業務共通仕様書 平成25年 3.CLTPパネル工法の点検方法・維持保全
22	耐久性能を考慮した各部設計 外壁	1.外壁仕上げ 一般(モルタル・サイディング) 2.外壁 防火構造 告示仕様 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等内装必要) 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—CLT現し) 5.省エネ設計のためのCLTの物性値	1.気密性能確保のための留意点
23	耐久性能を考慮した各部設計 土台		
24	耐久性能を考慮した各部設計 接合部まわり(防露対策)		1.1. 防露対策(表面結露・金属部のヒートブリッジ・内部結露)
25	耐久性能を考慮した各部設計 その他 水を多用する部屋／地盤・床下／小屋裏・屋根／とい部分		
26	各部詳細		1.各部詳細：勾配屋根 2.各部詳細：陸屋根・バルコニー 3.各部詳細：パラペット・手すり壁 4.各部詳細：軒天・防火構造 5.各部詳細：外壁開口部 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.戸建住宅の短計図・各部詳細図 2.戸建住宅の断熱仕様例			
各部設計(内部)			
27	遮音設計の必要性		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	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)	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	1.CLTを用いた壁の空気音遮断性能(界壁仕様の影響)	1. 界壁における石膏ボードの施工上の注意点
30	内装制限		1.内装制限の概要 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			
設備計画			
31	給排水設備等の騒音への対応		1.設備機器等の騒音への対応
32	CLT現し仕上げの場合の電気配線の方法		1.CLT現し仕上げの場合の電気配線の方法
施工への理解			
33	発注・施工図チェックのためのCLTPパネルの加工についての理解		1.CLTPパネル加工についての理解 2. CLTPパネル加工の手順
34	設計・監理に必要な施工についての理解		1.CLTPパネル工法の施工の 2.CLTP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

準耐火構造による準耐火建築物 ルート1CLTパネル工法

項目番号	テキスト項目	data	参考資料
CLTを用いた建築物に対する理解			
1	「ルート1パネル工法」による準耐火建築物		1.建築物に求められる防耐火性能 2.参考図書:木造建築のすすめ★
2	準耐火構造の告示仕様(防火被覆仕様・燃えしろ設計)		1.外壁・間仕切壁(耐力壁・非耐力壁)の耐火構造の告示仕様
使用できるCLT等についての理解			
3	準耐火構造の場合に仕様できるCLT等の種類	1.CLT製造メーカー毎の製造可能なCLTリスト★	1.燃えしろ設計が可能となる木質材料
ルート1パネル工法の設計手法(躯体部分)			
4	燃えしろ設計の概略		1.燃えしろ設計の概略 2.CLTによる遮熱性・遮炎性の確保
5	対象部位と燃えしろ想定面		1.燃えしろ設計の対象となる部分
6	燃えしろ寸法		1.CLTの残存断面の強度等の算出方法
ルート1パネル工法の接合部(躯体部分)			
7	接合部の耐火性能		1.接合部の耐火性能
各部設計(外部)			
8	準耐火構造の各部設計(外部－外壁)	1.外壁(耐力壁・非耐力壁)の準耐火構造の告示仕様 2.外壁の準耐火構造仕様のバリエーション 3.準耐火構造の外壁に取り付け開口部分の納まり	
9	準耐火構造の各部設計(外部－屋根)	1.屋根の準耐火構造の告示仕様 2.屋根の準耐火構造仕様のバリエーション 3.準耐火構造の屋根に取り付け開口部分(トップライト)の納まり 4.準耐火構造の天井に取り付け開口部分(点検口)の納まり	
10	準耐火構造の各部設計(外部－軒裏)	1.軒裏の準耐火構造の告示仕様 2.軒裏の準耐火構造仕様のバリエーション	
11	準耐火構造のバルコニー		1.バルコニー等の考え方
各部設計(内部)			
12	準耐火構造の各部設計(内部－間仕切壁)	1.間仕切壁(耐力壁・非耐力壁)の準耐火構造の告示仕様 2.間仕切壁の準耐火構造仕様のバリエーション 3.界壁認定仕様・準耐火構造仕様の大匠認定	
13	準耐火構造の各部設計(内部－床)	1.床の準耐火構造の告示仕様 2.床の準耐火構造仕様のバリエーション 3.床の開口部(防火区画を構成しない床)の考え方	
14	準耐火構造の各部設計(内部－階段)	1.階段の準耐火構造のバリエーション	
15	燃えしろ設計と防火被覆部分の取り合い(内部－壁)	1.燃えしろと防火被覆の取り合い(壁)	
16	燃えしろ設計した各部の表面仕上げの注意点(内装・外装共通)	1.燃えしろ設計した各部の表面仕上げ(内装・外装共通)	
設備計画			
17	準耐火構造部分の設備貫通部の仕様	1.準耐火構造の設備配管等の貫通部	
18	準耐火構造部分のスイッチボックスの仕様	1.準耐火構造のスイッチボックス等の仕様	

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 パネル工法で、 → 定義は2で示す
 - ルート1で構造計算が可能で、 → 詳細は下に示す
 - 防耐火上は「その他の建築物」であるもの。 → 準耐火・耐火建築物でないもの
2. ルート1で構造計算が可能な CLT パネル工法（その他の建築物）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）、床、屋根に使用する CLT が以下のもの

表 1：各部位に使用される CLT の仕様

CLT の仕様	床	壁	屋根・天井
Mx60 3層3プライ 厚さ 90 mm スギ		○	○
Mx60 3層4プライ 厚さ 120 mm スギ			○
Mx60 5層5プライ 厚さ 150 mm スギ	○	○	○
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

- 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で求められる計算内容が必要となる。
これらのうち、一定の条件に適合するものは、確認申請においてルート1の建築物として扱われる。

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。

- ・ 「ルート1パネル工法」の壁、床、屋根で利用できる 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、別途「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」、「耐火建築物（1 時間）」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」については別の講義で示す。
- ・ 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（実務者のための CLT 建築設計の手引き）

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。本テキストでは、原則として「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 を用いた建築物の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。本テキストでも、告示の内容を解説する場合には、こちらの用語を用いて説明を行う。

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 パネル工法と「ルート 1 パネル工法」

1. CLT を用いた建築物には、様々なものがあるが、**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 を用いた建築物

床、壁、天井、屋根などの部分に CLT を用いた木造もしくは木造と他構造との混構造の建築物を全てを指す。

② CLT パネル工法

①CLT を用いた建築物のうち、平 28 国交告示第 611 号の冒頭に定義されている CLT 壁に水平力および鉛直力を負担させる工法を指す。

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）などは、①に該当する。これらは、軸組工法なら軸組工法の構造計算方法、枠組壁工法なら枠組壁工法の構造計算方法にて設計を行う。

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



- ・ ②CLT パネル工法の概念図を以下に示す。
- ・ 床、屋根の仕様は、CLT を用いる他、梁等の軸組に合板等の面材を用いたものも想定される。ただし、「ルート 1 パネル工法」の場合は、納まり等から床等の水平構面は CLT を用いたものに限定される。詳細は 3 を参照のこと。

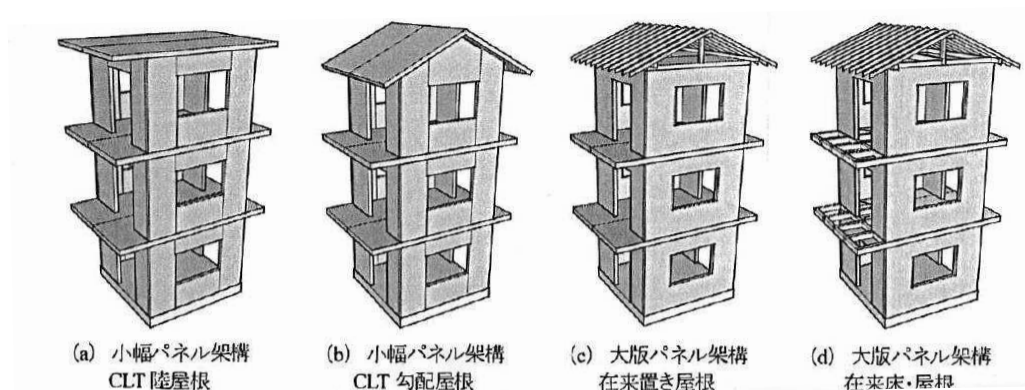


図 1 : CLT パネル工法の概念図

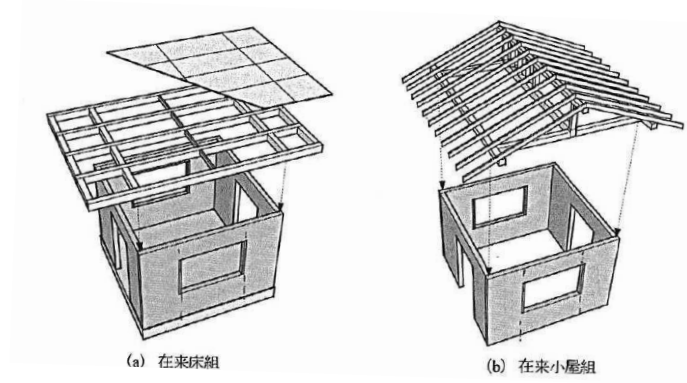


図 2 : CLT パネル工法の床・屋根は CLT 以外でも可

3. 「ルート1パネル工法」の架構上の特徴－1 構成要素

1. CLT パネル工法のうち、ルート1で設計できる架構（ルート1パネル工法）とするには、以下の様な仕様とする必要がある。

- 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（面材耐力壁、筋かい、水平力を負担する柱梁フレーム）の併用は認められない。
水平力を負担せず、鉛直力のみを負担する柱梁フレームや壁は設けることができる。
- ② 2階以上の床は CLT を用いたものとし、鉛直構面と水平構面との関係は、水平構面勝ちとする。梁を設けることは可能。
1階の床は、土間床とするか、耐力壁に力がかからない独立した軸組+合板等の面材とした床とする。
- ③ 屋根は CLT を用いた水平構面を構成し、それを屋根面（陸屋根）とするか、水平構面となる天井パネルの上に小屋組をその上に設けるかの架構となる。

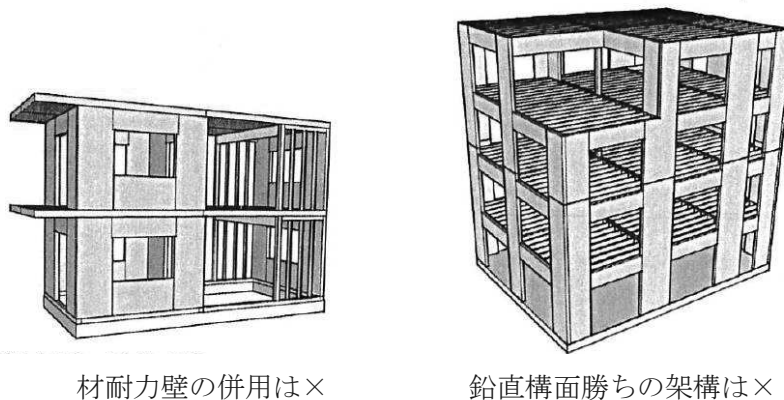


図1：「ルート1パネル工法」とならない建築物の例

- ・ 表1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。
- ・ 水平力を負担する CLT 壁以外に、水平力を負担する壁（軸組+面材の壁や筋かい等）が設けられているもの（併用されているもの）は、ルート3以上の計算を行うことが求められる。
- ・ 2階以上の床については、軸組+合板等とする在来床も告示上は許容されているが、ルート1に求められている耐力壁の接合部等の納まりを考慮すると CLT の床とすることが必要となる。（12、16、17、18を参照）
- ・ 1階の床については、コンクリートの土間床 もしくは 耐力壁等に力がかからない独立した軸組+合板等の面材とした床とすることとなる。CLT 床とすることも可能だが、コスト面等を考慮すると現実的な仕様ではない。

1 階床がこのような仕様となるのは、ルート 1 の計算方法の検討を行う際に、1 階床を構造モデルの対象外としたことが影響している。1 階の床を、2 階以上の床と同じように CLT を用いた水平構面勝ちとする場合には、別途モデル化を行ってルート 3 以上の構造計算を行う必要がある。

・ 屋根（最上面の水平構面）については、CLT を用いる耐力壁との接合方法が告示上規定されており、また、それらの接合部が屋根面に勾配がある場合には利用が難しいことから、現実的には床と同じ CLT を用いた水平の面を構成する必要がある。その面を屋根面（陸屋根）とするか、その上に、別途、勾配屋根を構成するための小屋組を設けるかが選択肢となる。（14 を参照）

表 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 D_s	計算 D_s	
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 D_s : 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 D_s : $D_s = 0.75$ 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 壁パネル割り

1. CLT パネル工法では、耐力壁（鉛直構面）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。

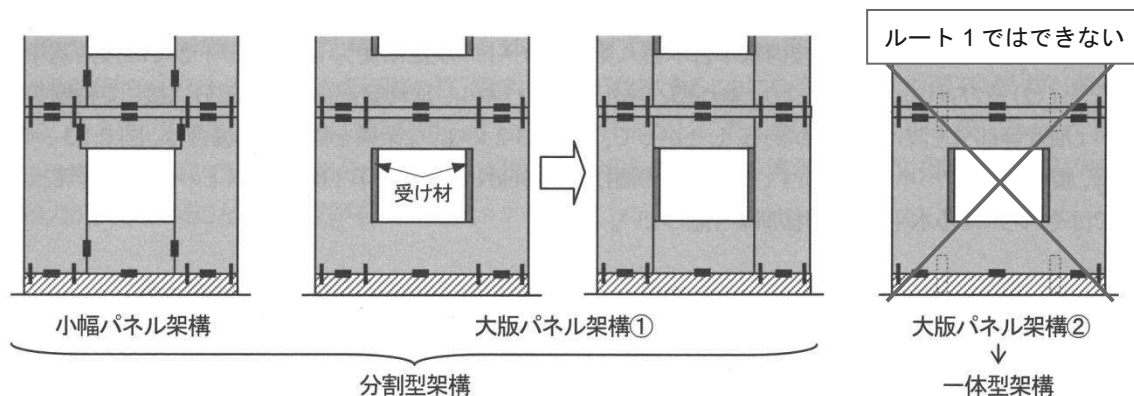
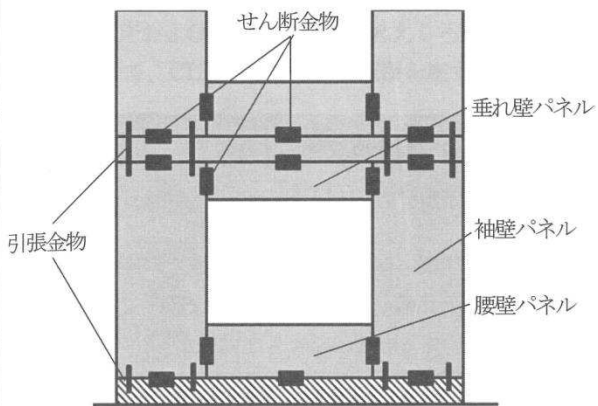
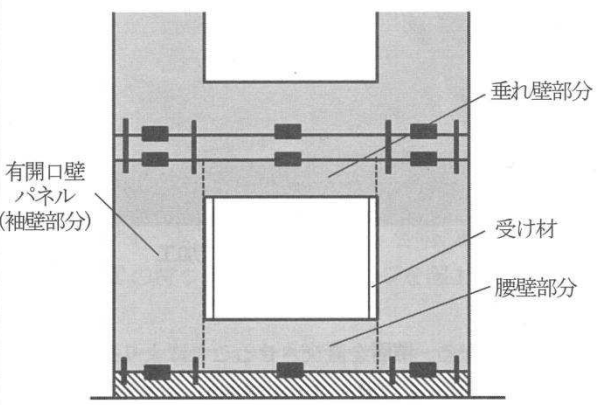
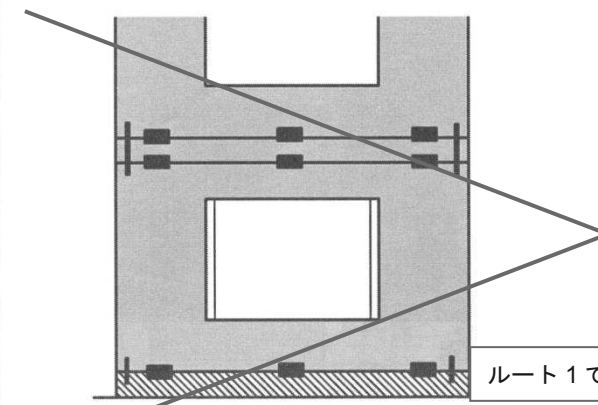


図1：本設計法における架構形式の分類

- 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。その概念図を次ページに示す。

表 1 : CLT パネル工法の架構形式

架構形式	架構形式の特徴
 小版パネル架構	＜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。
 大版パネル架構①	＜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。
 大版パネル架構②	＜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。

※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（JAS）

1. 「ルート1パネル工法」で使用できる CLT の仕様は、以下をクリアーする必要がある。
 - ① 直交集成板の日本農林規格（JAS）

→材料の規格（以下の解説を参照）
 - ② 建築基準法関連告示 H13 国交告示第 1024 号

→基準強度、許容応力度（6）を参照）
 - ③ 建築基準法関連告示 H28 国交告示第 611 号

→CLT パネル工法で用いることのできる材料（7）を参照）
2. 1に加えて、実際に使用できる CLT は、現在のメーカーの製造状況や告示で定められている接合部の仕様等を考慮して決定される。結果、「ルート1パネル工法」で燃えしろ設計を行わない建築物に用いられる CLT の仕様は以下のようになる。

表 1：各部位に使用される CLT の仕様

CLT の仕様	床	壁	屋根・天井
Mx60 3層3プライ 厚さ 90 mm スギ		○	○
Mx60 3層4プライ 厚さ 120 mm スギ			○
Mx60 5層5プライ 厚さ 150 mm スギ	○	○	○
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

1 の①～③に示す規定、実際のメーカーでの製造状況について、6～10で順次解説する。

CLT という材料を理解するためには、日本農林規格（JAS）の概要を理解しておく必要がある。JAS にて定義されている用語は、そのまま建築基準法関連の告示等で用いられており、正しく理解しておく必要がある。

【直交集成板の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直交集成板の日本農林規格の概要について参考資料 05-1 に示す。（CTL は法律上は直交集成板と呼ばれる。）

以下は、それらの抜粋を示す。ここでは特記無き限り、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。）

以下の抜粋を理解するには、下表の用語を知る必要がある。データ 05-1 で確認のこと。

ラミナ、プライ、層、強軸方向、弱軸方向

1. CLT を構成するラミナは以下の通り。
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)

表 2 : ラミナの樹種群

樹種群	樹種名
E1	ダフリカカラマツ、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、カラマツ、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

2. 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。

3. 異等級構成 (Mx) と同一等級構成 (S)

CLT の強度等級には、以下の 2 種類がある。

同一等級構成 (S) : 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で、
S30、S60、S90、S120 の 4 種類の等級がある

異等級構成 (Mx) : 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で、Mx60、Mx90、Mx120 の 3 種類の等級がある。

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)

4. 異等級構成 (Mx) のラミナの構成例

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おり、そのルールが示されている。

例えば、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。)

したがって、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。

5. 使用環境 A、B、C

接着材が用いられている木質材料である CLT と集成材は、その使用環境によって接着材の劣化状況が異なることから、使用環境を以下の通り区分し表示することとしている。

使用環境 A：直交集成板の含水率が長期継続的に又は断続的に 19%を超える環境、直接外気にさらされる環境、太陽熱等により長期間断続的に高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について高度な性能が要求される使用環境

使用環境 B：直交集成板の含水率が時々 19%を超える環境、太陽熱などにより時々高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境

使用環境 C：直交集成板の含水率が時々 19%を超える環境、太陽熱などにより時々高温になる環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境

- ・ 日本で製造されている CLT に用いられる接着剤と使用環境との関係を下表に示す。

表 3：使用環境と接着材の種類

接着剤の種類	使用環境 A	使用環境 B	使用環境 C
レゾシノール樹脂	○	○	○
レゾシノール・フェノール樹脂	○	○	○
水性高分子イソシアネート系樹脂	×	△	○

水性高分子イソシアネートでは、使用環境 B の同等性能評価を受けたものが存在するため△としている。告示では「フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂、レゾルシノール・フェノール樹脂」とあるが、フェノール樹脂は CLT には用いられておらず LVL で用いられている。

- ・ 設計時には、使用する CLT が直接外気にさらされるのか、燃えしろ設計を行うのかによって、使用環境を選択する必要がある。(燃えしろ設計については準耐火 3 を参照)

6. A 種構成、B 種構成

CLT を構成するラミナのヤング係数について、上限値を定めないものを A 種構成、上限値を定めるものを B 種構成と呼ぶ。ただし、実際には、B 種構成のラミナにて CLT を製造することは困難であり、A 種構成の製品であることが前提となっている。

データ

05-1. CLT を理解するために必要な用語（JAS 上の用語）

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 は面材と軸材を兼ねたような使い方をするので、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。

表 1：CLT の基準強度の種類と方向

加わる力の種類と方向	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 種類のみ基準強度が計算可能であると言える。

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（規定なし）

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

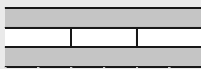
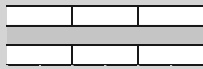
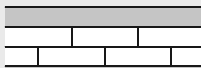
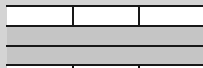
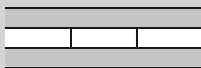
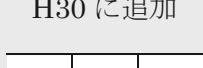
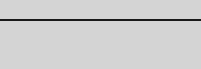
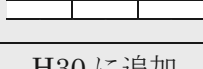
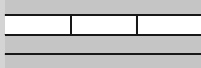
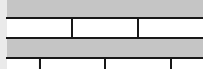
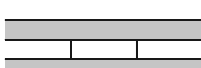
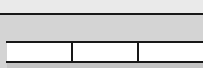
- ・ 基準強度をもとに許容応力度を算出する。
- ・ ただし、1. の表内でアンダーラインがある積層方向（面外）の曲げおよびせん断の基準強度

(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)については、長期許容応力度を算出する際に、以下に示す CLT の層構成のみが基準強度を利用することが許されている(平 13 国交告示第 1024 号)。

強軸の曲げ・せん断→ 3 層 3 プライ、3 層 4 プライ、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、5 層 5 プライ、5 層 7 プライ、7 層 7 プライ

表 2：積層方向(面外)の曲げおよびせん断の長期許容応力度が算出できる CLT
(網かけ部分)

層構成	強軸断面	弱軸断面	備考
3 層 3 プライ	H30 に追加 		弱軸は中央のラミナだけで評価
3 層 4 プライ	H30 に追加 		弱軸は中央のラミナ 2 枚だけで評価
5 層 5 プライ		H30 に追加 	強軸の DOL 試験データ有 弱軸は、3 層 3 プライの強軸と同じ評価となる
5 層 7 プライ		H30 に追加 	強軸の DOL 試験データ有 弱軸は、3 層 3 プライの強軸と同じ評価となる
7 層 7 プライ			弱軸は、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、積層方向(面外)の曲げおよびせん断の長期許容応力度を算出するために基準強度を利用することが許されている層構成で、基準強度の計算が可能なラミナ(M30、M60)を用いたもの、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

※3 層 3 プライ、3 層 4 プライは弱軸・強軸とも、7 層 7 プライについては弱軸で長期許容応力度を算出可能だが、性能面から実際には CLT パネル工法に使われることは少ない。

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。

6. 床・屋根の設計には弾性係数（曲げヤング、せん断弾性係数）が必要である。これらは、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。

- ・ 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 06-1、06-2 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、JAS の規格上は Mx90 となる CLT は存在する。（ただし、基準強度は 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には、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 06-3、06-4 に示す。
- ・ CLT の許容応力度、材料強度については、**参考資料 06-1**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（ルート 1 パネル工法）

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	
強度等級	同一等級構成	S60	5 層 5 プライ	
強度等級	異等級構成	Mx60	3 層 3 プライ	★
強度等級	異等級構成	Mx60	5 層 5 プライ	★

2. 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。

3. 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では、ヒノキやカラマツとする例もある。

5～7 までの条件を足し合わせると、「ルート 1 パネル工法」で燃えしろ設計を行わない建築物に用いる CLT は以下の表 1 の仕様が一般的となる。

表 1：各部位に使用される CLT の仕様

CLT の仕様	床	壁	屋根・天井
Mx60 3 層 3 プライ 厚さ 90 mm スギ		○	○
Mx60 3 層 4 プライ 厚さ 120 mm スギ			○
Mx60 5 層 5 プライ 厚さ 150 mm スギ	○	○	○
Mx60 5 層 7 プライ 厚さ 210 mm スギ	○		○

- ・ 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（法規上）

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
- ・ CLT パネル床や CLT パネル屋根を支える横架材

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もとづき、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. 運搬・施工時の条件による 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。輸送時の車の幅が 2.5m、長さ 12m を超えると、特殊車両通行許可申請が必要となり、申請から 3 ヶ月程度要するなど、スケジュールにも影響を及ぼす。（梱包や養生を加味すると、幅は 2.25m までとなる。）

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	—	—
セミトレーラー			2.35～2.50	12
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（CLT の生産状況）

現在、国内の CLT を製造している会社は 8 社（2018 年 8 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 10-1 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

10-1. 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

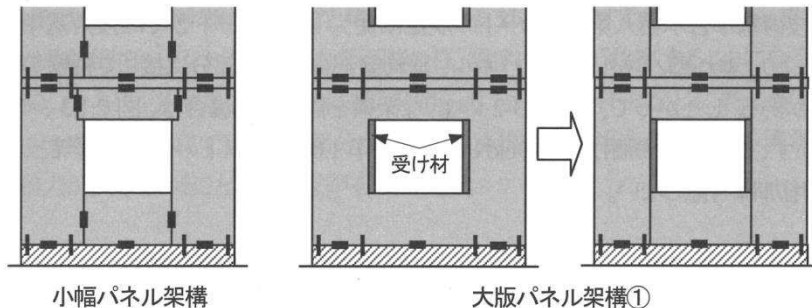
1. 架構と種類の選択

- 壁については、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）によって若干異なる。
- 小幅パネル架構 と 大版パネル架構① の耐力壁の配置のルールを踏まえた上で、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。

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寸法が異なるので製造できる工場が異なる。

小幅パネル架構 と 大版パネル架構① では、必要な CLT の大きさが異なる。10で示した様に、工場によって製造できる CLT の大きさが異なるので、それを踏まえた上で設計に着手する必要がある。



寸法の目安：水平力を負担する壁となる部分の長さの規定（0.9m以上）があるため、垂れ壁部分・腰壁部分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（袖壁部分が片側のみ：0.9m＋開口部の幅）もしくは、（袖壁部分が両側：0.9m×2＋開口部の幅）となる。

- ② パネルの接合部に必要な金物数が異なる。

大版パネル架構① では、垂れ壁、腰壁の接合が不要で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。

3. 水平力を負担しない壁の仕様を決定する

- 水平力を負担しない壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）は、CLT とする方法と、軸材＋面材とする方法がある。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水平力を負担しない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

- ・ 小幅パネル架構の説明に用いるパネル名称（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壁パネル

- －独立無開口壁パネル
- －袖壁パネル
- －垂れ壁パネル
- －腰壁パネル

※袖壁パネルと独立無開口壁パネルを合わせて、袖壁パネル等とする。

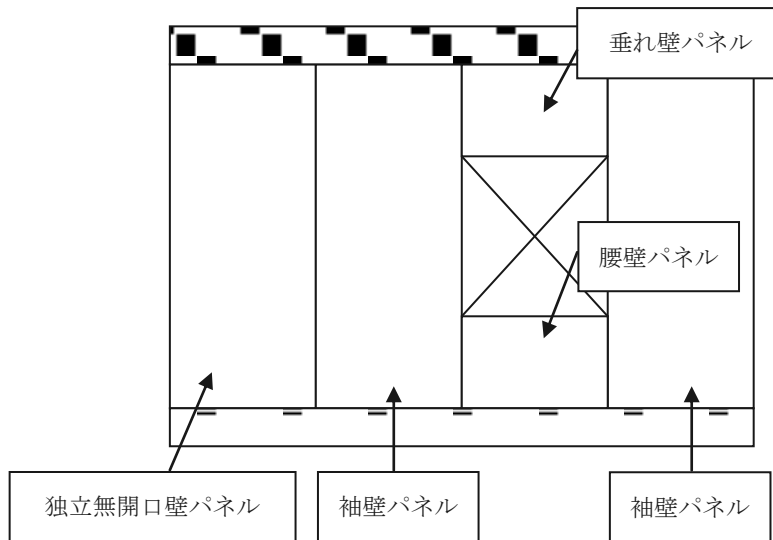


図 1－1：小幅パネル架構でのパネル名称

- ・ 各パネルと、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。

表 1：小幅パネル架構での各パネル間の接合部についての規定の有無

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 独立無開口壁パネル	鉛直力と水平力を負担	○	○	独立無開口壁パネルは関係無
垂れ壁パネル 腰壁パネル	水平力を負担	○	－	

壁パネル相互間とは、袖壁パネルー垂れ壁パネル、袖壁パネルー腰壁パネルのことを示す。

CLT を用いた水平力を負担しない壁（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。

- ・ 水平力を負担する壁は、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・梁フレーム等（集成材や CLT で構成）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。

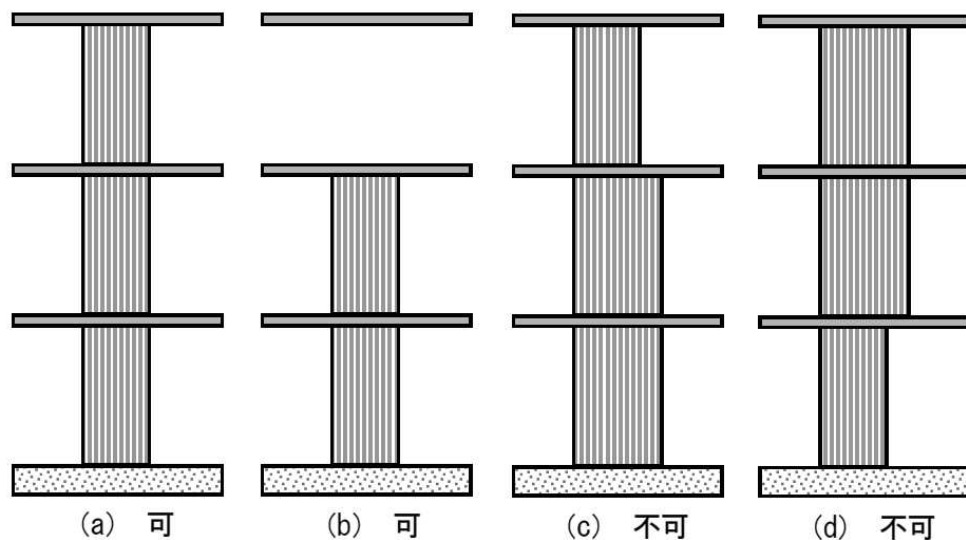


図 1－2：上下階の耐力壁配置

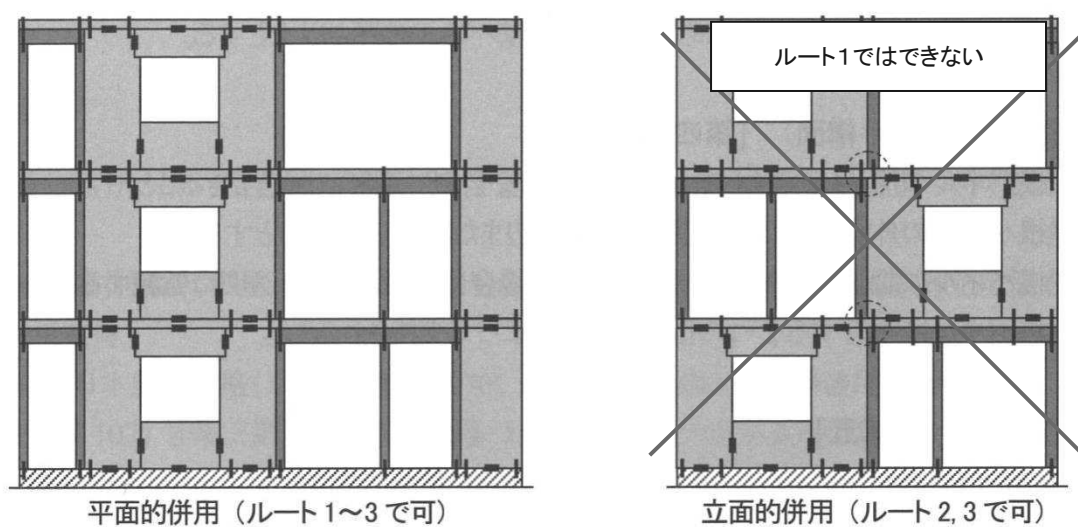


図 1－3：柱梁フレームの併用例

- ・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。

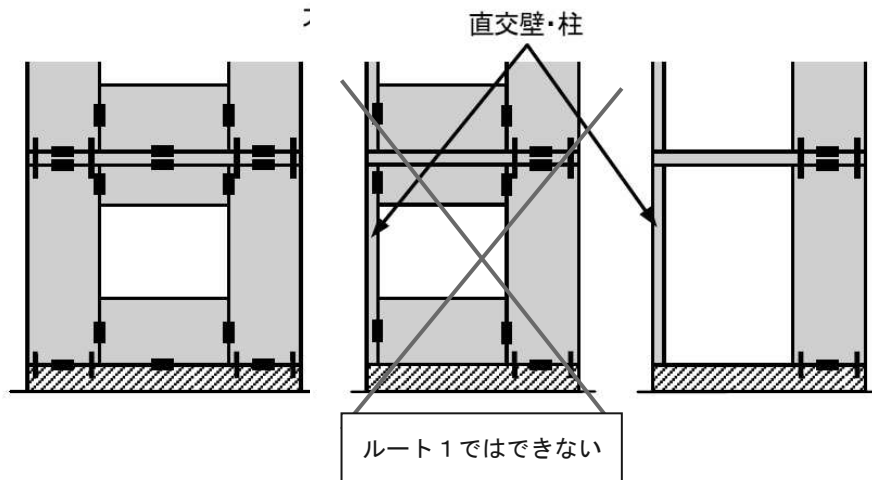


図1-4：建物隅部でのパネル配置例

- ・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も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以下となる場合は、水平力を負担しない壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）として水平力を負担する壁に求められる接合部を設置しない CLT とするか、軸材+面材とする必要がある。

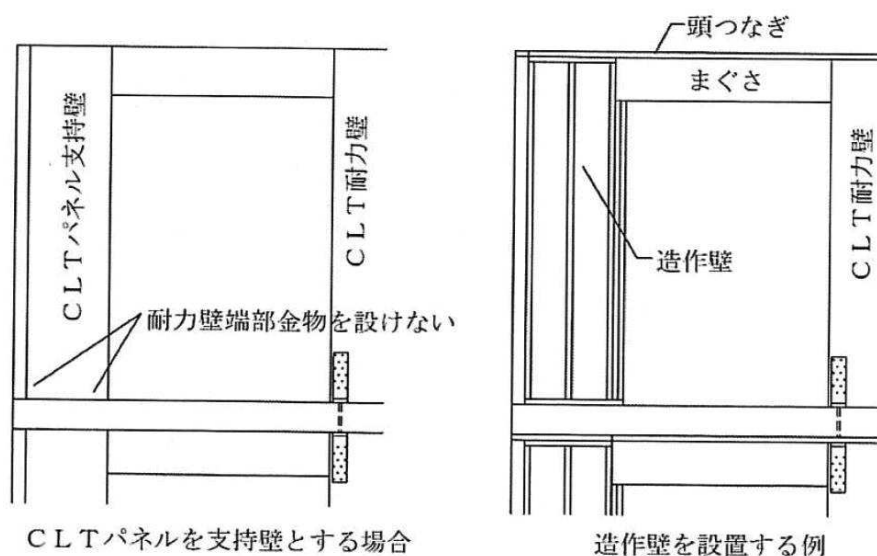


図1-5：幅 0.9m以下の壁の施工例

- ・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。

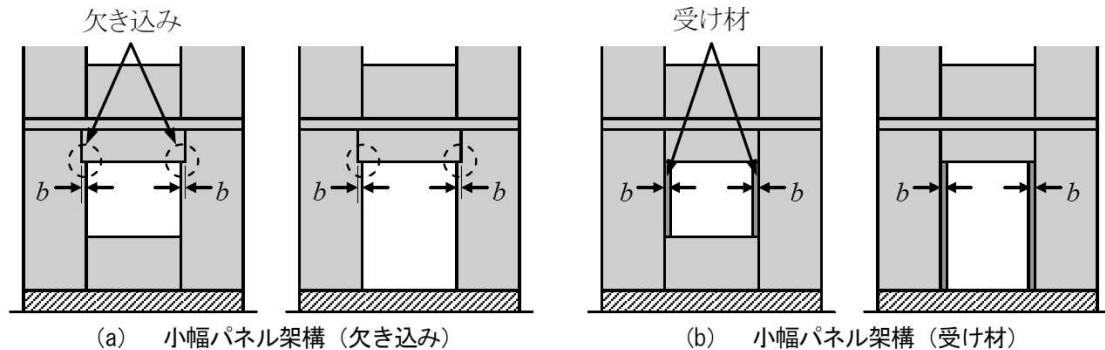


図 1－6：垂れ壁パネルの脱落防止対応

- ・水平力を負担する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（水平力を負担しない）CLT 壁パネルには、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 CLT 壁パネルでは、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壁とすることが可能である。穴を開けた CLT の剛性・耐力の低減の方法は、データ 11-1 に示す。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・梁フレーム等を配置することが合理的な場合が多い。
- ・耐力壁に用いる CLT の外層ラミナの方角は、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。

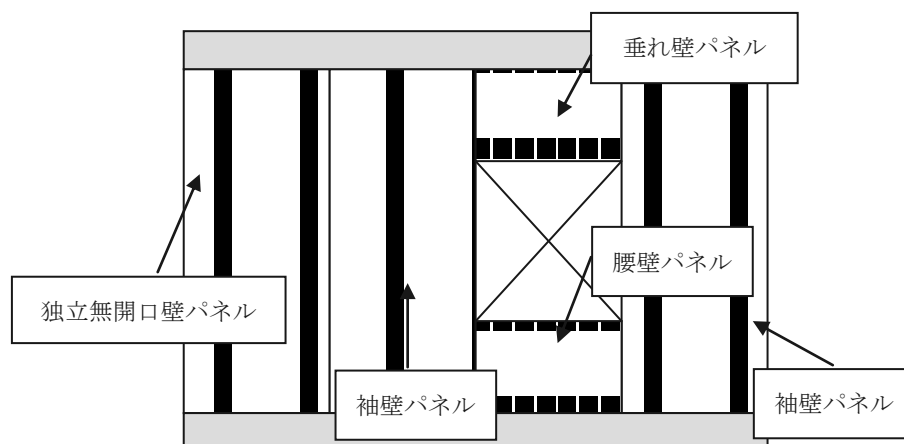


図 1－7：各パネルの外層ラミナの方角

耐力壁に用いる 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ことが望ましい。

矩形以外の壁パネルの場合の検討方法は 14 に示す。下図の(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。

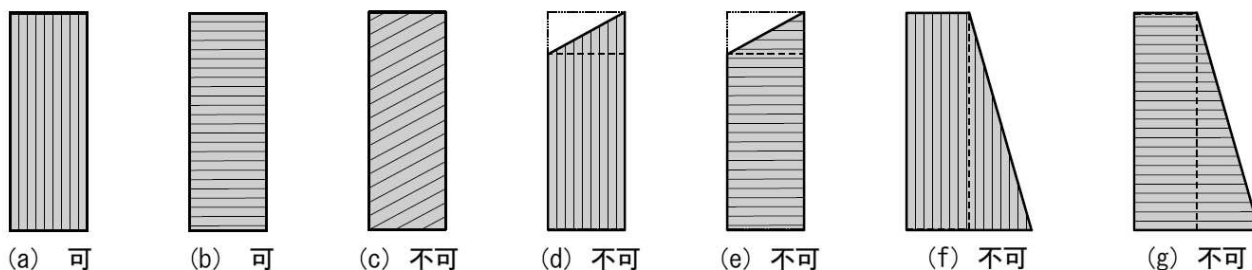


図 1－8：壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

（2）小幅パネル架構の設計のコツ

1) 水平力を負担する壁として設ける無開口壁パネルは最小限とする。

水平力を負担する壁として設ける無開口壁パネルには、接合部の配置ルール等があり、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、水平力を負担する壁として設ける無開口壁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。

また、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、それらをうまく併用することで、水平力を負担する無開口壁パネルを最小限とすることが可能。

2) 水平力を負担する壁として設ける無開口壁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、水平力を負担する無開口壁パネルでは設けられないため、設備開口の変更のたびに水平力を負担する無開口壁パネルの位置を変更するなど、構造計算の修正が必要となる。

水平力を負担せず鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルを設ける場合は、24 cm角以下の設備開口であれば設けることができるが、構造設計の際に低減が必要などのルールが存在する。また、一般的な設計においてはコスト面等から、鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルを設置するよりは、柱・梁フレーム等を設置することが合理的であることが多い。

以上のことから、1)に示した通り、水平力を負担する壁として設ける無開口壁パネルは最小限とし、設備配管はこれらの無開口壁パネルを避ける計画とすることが原則となる。

3) 各無開口壁パネルの幅寸法は、なるべく大きめの寸法とし、かつ、1 m単位で金物数が増えることを考慮して決定する。

「ルート1 パネル工法」では、各無開口壁パネルの幅寸法の最大値・最小値が定められているが、なるべく大きめの寸法としたり、1m 単位での割付を意識するとコスト面、施工面から有利である。

16、17で示す「ルート1 パネル工法」用の接合金物は、パネル毎に箇所数、または、1m 毎にその数が規定されている。したがって、パネル割りが小さくなると接合金物は多くなり、限られた幅の中でそれらをうまく納めるのも困難になる。また、幅 1m だと 1 カ所となる接合金物が、1.1m だと 2 カ所必要となるので、納まり、コストの面から不利になる。

4) 水平力を負担しない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。

水平力を負担しない壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）は、CLT とする方法と、軸材+面材とする方法がある。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。

水平力を負担しない壁を 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。 ・ 接合金物が取り付けられない水平力を負担しない壁部分を CLT の現しとすることができ、比較的自由に設けることができる。（水平力を負担する壁は接合金物が設けられるため、現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。 ・ 水平力を負担しない壁に設備開口を設ける場合でも、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り、変更が難しい。（厚さ 90 mm以上の CLT では、現場での穴開け加工は極めて困難） ・ 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。→ 29を参照 ・ 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。）
水平力を負担しない壁を 軸組+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。 ・ 水平力を負担しない壁に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可能。 ・ CLT である耐力壁部分が適度に分散されており、CLT の建て方時に逃げが確保可能。
デ メ リ ッ ト	・ 躯体工事が CLT の建て方では完了せず、その後水平力を負担しない壁を施工する工程が必要となる。 ・ CLT 壁となる部分は接合金物を取り付く水平力を負担する壁のみとなり、CLT の現しとする部分を、自由に設けることができない。（ただし、薄型の CLT 等を用いてデザイン上の工夫をすることは可能。）

デザイン上、壁の CLT を現しとしたいという要求がある場合に、水平力を負担しない壁に CLT を用いることが検討されると想定される。この場合、当該 CLT には接合金物を取り付かずビス打ちだけですむため美観上も問題は少ないが、設備開口の施工が困難であったりするデメリットは残る。

水平力を負担しない壁に用いる CLT は5～7に示した構造用に用いる直交集成板とする必要はないため、上のデメリットを回避するには、入手しやすく、薄い（厚さ 36 mm・30 mm）の CLT や三層パネル（J パネル）等を利用することも一つの方法となる。

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

独立有開口壁パネルと有開口壁パネルの袖壁部分のことを無開口壁パネル等とする。

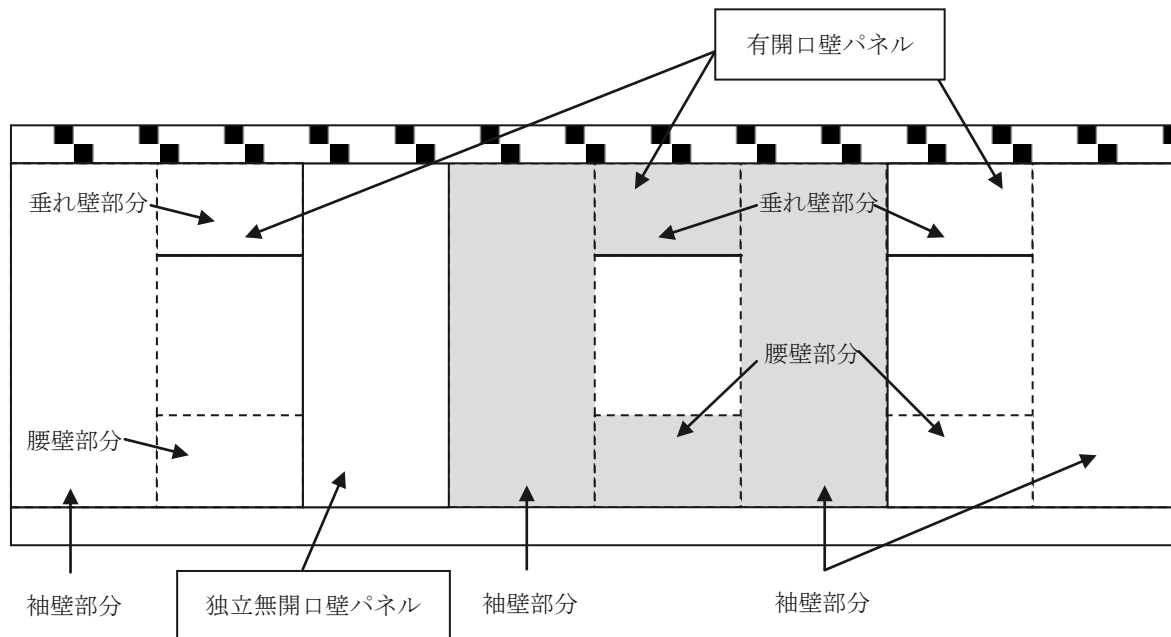


図2-1：大版パネル架構①でのパネル名称

- ・各パネル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。

表1：大版パネル架構①での各パネル間の接合部についての規定の有無

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
独立無開口壁パネル 有開口壁パネル袖壁部分	鉛直力と水平力を負担	○	○	○
有開口壁パネル垂れ壁部分 有開口壁パネル腰壁部分	水平力を負担	○	—	

壁パネル相互間とは、無開口壁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 を用いた水平力を負担しない壁（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・梁フレーム等（集成材や CLT で構成）は設置することができる。
- ・ 2 階以上の無開口壁パネル等は、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。したがって、有開口壁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、有開口壁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。

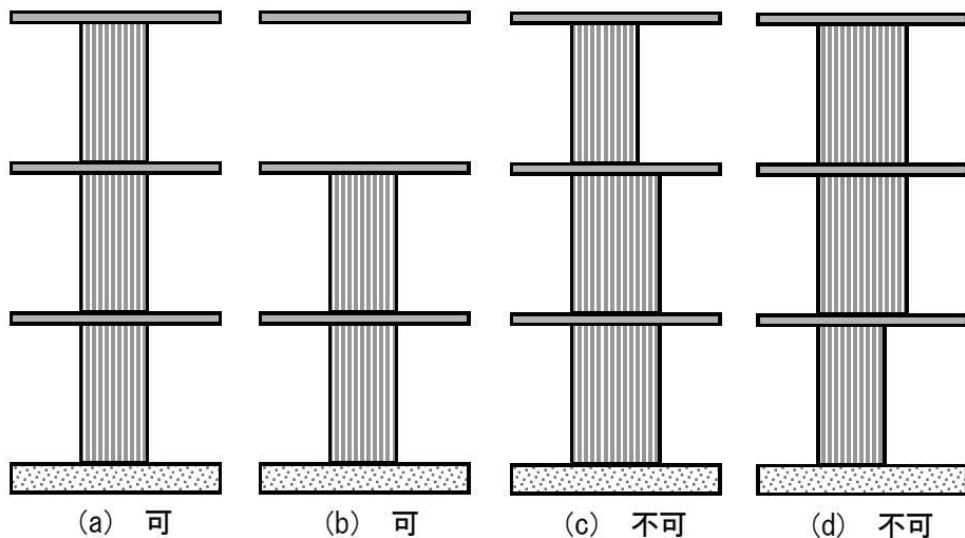


図 2 - 2 : 上下階の耐力壁の配置（独立無開口壁パネルでの説明の図となっている）

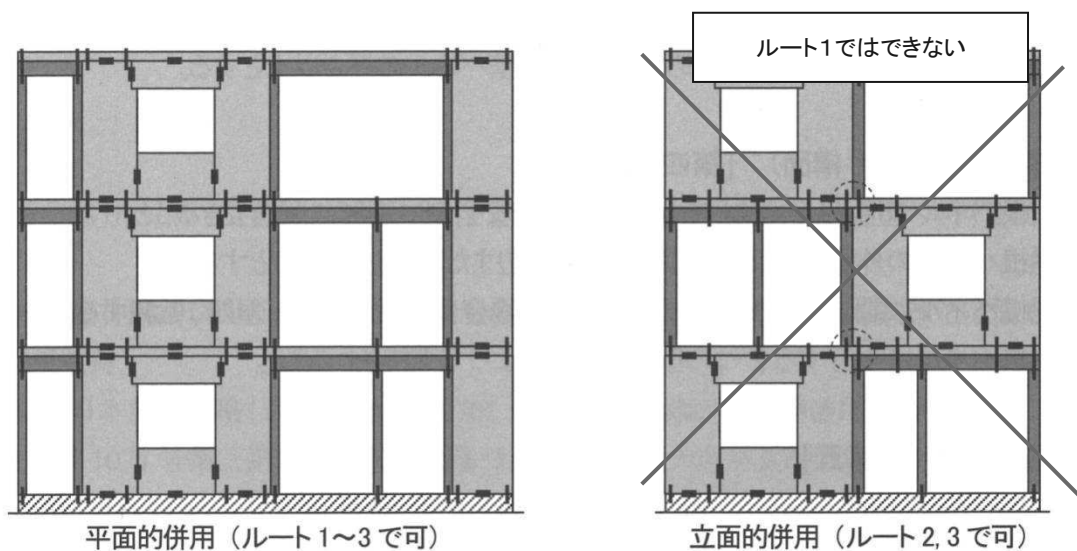


図 2 - 3 : 柱梁フレームの併用例

小幅パネル架構の図になっているが、大版パネル架構①の有開口壁パネルでも同様

- ・有開口壁パネルは袖壁部分を片側しか設けない形状も許容されるが、この場合、垂れ壁部分、腰壁部分の隣には無開口壁パネル等を設ける必要がある。よって、建物隅部には、有開口壁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、軸組+面材の造作壁で対応する。

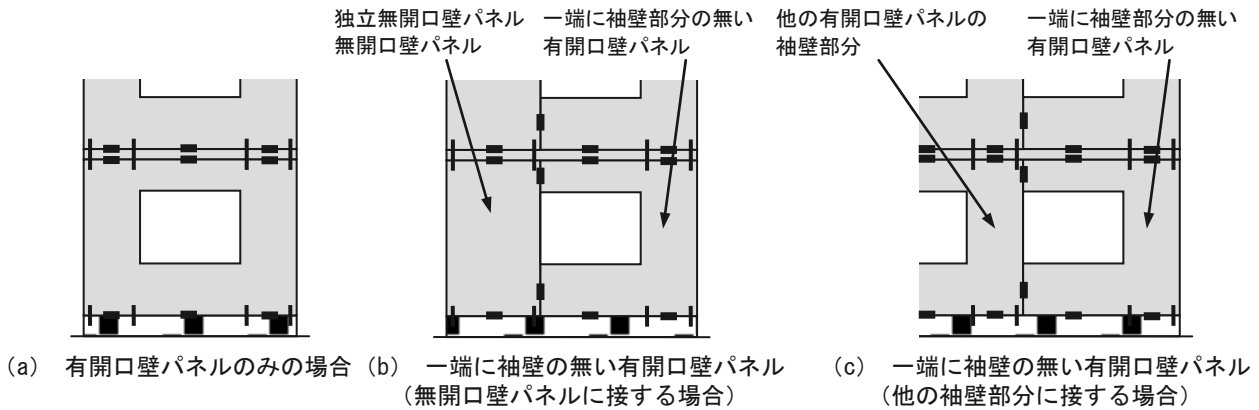


図2-4：建物隅部でのパネル配置例

- ・無開口壁パネル等は、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。無開口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ため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、無開口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以下となる場合は、水平力を負担しない壁（せん断耐力が 1.96kN/m （壁倍率 1.0）以下）として水平力を負担する壁に求められる接合部を設置しない CLT とするか、軸組+面材とする必要がある。

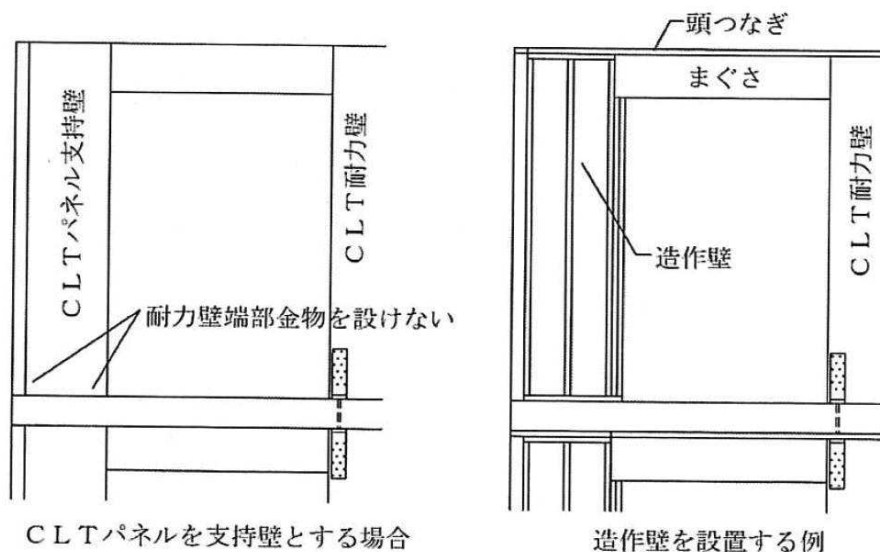
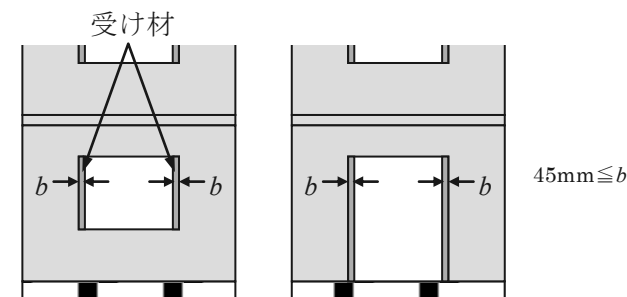


図2-5：幅 0.9m以下の壁の施工例

- ・有開口壁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。
- ・有開口壁パネルの垂れ壁部分には、脱落防止のために、両隣に配置される無開口壁パネル等に受材（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。



2-6：有開口壁パネルの垂れ壁部分の脱落防止対応

- ・水平力を負担する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（水平力を負担しない）CLT 壁パネルには、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 CLT 壁パネルでは、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壁とすることが可能である。穴を開けた CLT の剛性・耐力の低減の方法は、データ 11-1 に示す。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・梁フレーム等を配置することが合理的な場合が多い。

- ・耐力壁に用いる CLT 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。

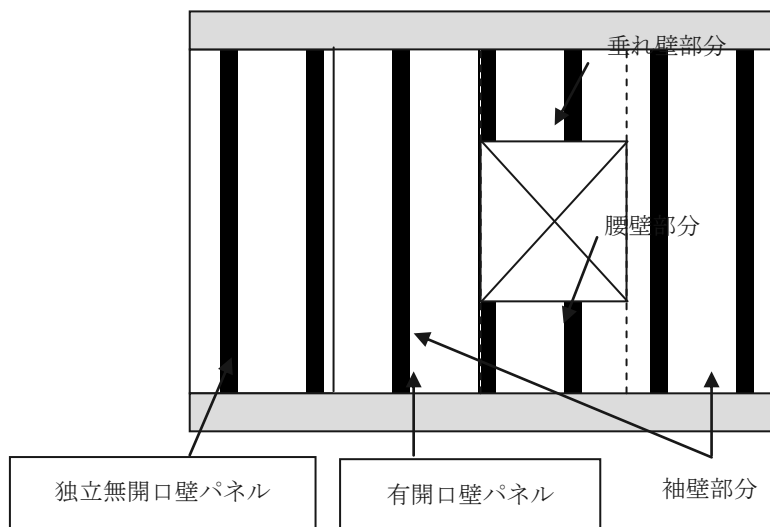


図2-7：各パネルの外層ラミナ方向

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ならない部分以外では、なるべく矩形とすることが望ましい。矩形以外の壁パネルの場合の検討方法は14に示す。(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

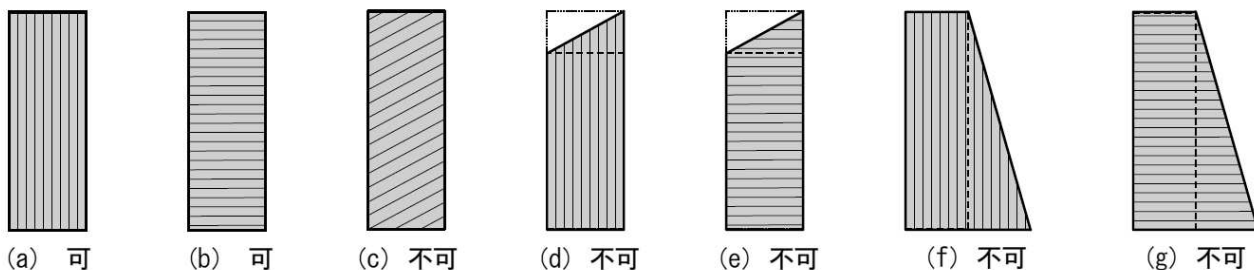


図2-8：壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

（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）で示した様に、有開口壁パネルの幅寸法は、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 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 の寸法は現状のところ、短辺方向が最大 3m であり、これが幅寸法の限界となる。したがって、開口を最も大きくとった有開口壁パネルでは、袖壁部分が片側として 0.9 m、開口（垂れ壁・腰壁部分）が 2.1m、両側として 1.8m、開口（垂れ壁・腰壁）が 1.2m となる。

開口部分の寸法は建築物の用途や設計スタイルに左右されるため、この限界内で設計できる場合のみ 大版パネル架構① が検討対象に入ってくことになる。（もちろん、水平力を負担しない壁部分には自由に開口部を設けることはできるが、コスト面から柱・梁フレームとするのが合理的。）

また、10で示したが、大版パネルの場合には運搬や建て方の際の制約が大きくなるため、敷地条件なども加味した上での検討となる。（33、34を参照）

2) 水平力を負担する壁として設ける独立無開口壁パネル・有開口壁パネルは最小限とする。

水平力を負担する壁として設ける独立無開口壁パネル・有開口壁パネルには、接合部の配置ルール等があり、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、水平力を負担する壁として設ける独立無開口壁パネル、有開口壁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。

また、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、それらをうまく併用することで、水平力を負担する独立無開口壁パネル、有開口壁パネルを最小限とすることが可能。

3) 水平力を負担する壁として設ける独立無開口壁パネル・有開口壁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壁パネル・有開口壁パネルでは設けられないため、設備開口の変更のたびに水平力を負担するパネルの位置を変更するなど、構造計算の修正が必要となる。

水平力を負担せず鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルを設ける場合は、24 cm角以下の設備開口であれば設けることができるが、構造設計の際に低減が必要などのルールが存在する。また、一般的な設計においてはコスト面等から、鉛直力のみを負担する CLT 壁パネルを設置するよりは、柱・梁フレーム等を設置することが合理的であることが多い。

以上のことから、2)に示した通り、水平力を負担する壁として設ける独立無開口壁パネル、有開口壁パネルは最小限とし、設備配管は無開口壁パネルを避ける計画とすることが原則となる。

4) 各有開口壁パネルおよび無開口壁パネルの幅寸法は、なるべく大きめの寸法とし、かつ、1 m単位で金物数が増えることを考慮して決定する。

「ルート1 パネル工法」では、各有開口壁パネルおよび無開口壁パネル、それらの各部の幅寸法の

最大値・最小値が定められているが、なるべく大きめの寸法としたり、1m 単位での割付を意識するとコスト面、施工面から有利である。

16、17で示す「ルート1 パネル工法」用の接合金物は、パネルや部分毎に箇所数、または、1m 毎にその数が規定されている。したがって、パネル割りや各部分の幅寸法が小さくなると接合金物は多くなり、限られた幅の中でそれらをうまく納めるのも困難になる。また、幅 1m だと 1 カ所となる接合金物が、1.1m だと 2 カ所必要となるので、納まり、コストの面から不利になる。

5) 水平力を負担しない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。

水平力を負担しない壁（せん断耐力が 1.96kN/m（壁倍率 1.0）以下）は、CLT とする方法と、軸組+面材とする方法がある。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。

水平力を負担しない壁を 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。 ・ 接合金物を取り付かない水平力を負担しない壁部分を CLT の現しとすることができ、比較的自由に設けることができる。（水平力を負担する壁は接合金物が設けられるため、現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。 ・ 水平力を負担しない壁に設備開口を設ける場合でも、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。（厚さ 90 mm以上の CLT では、現場での穴開け加工は極めて困難） ・ 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。→ 29を参照 ・ 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。）
水平力を負担しない壁を 軸組+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。 ・ 水平力を負担しない壁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可能。 ・ CLT である耐力壁部分が適度に分散されており、CLT の建て方時に逃げが確保可能。
デ メ リ ッ ト	・ 躯体工事が CLT の建て方では完了せず、その後水平力を負担しない壁を施工する工程が必要となる。 ・ CLT 壁となる部分は接合金物を取り付く水平力を負担する壁のみとなり、CLT の現しとする部分を、自由に設けることができない。（ただし、薄型の CLT 等を用いてデザイン上の工夫をすることは可能。）

デザイン上、壁の CLT を現しとしたいという要求がある場合に、水平力を負担しない壁に CLT を用いることが検討されると想定される。この場合、当該 CLT には接合金物を取り付かずビス打ちだけですむため美観上も問題は少ないが、設備開口の施工が困難であったりするデメリットは残る。

水平力を負担しない壁に用いる CLT は5～7に示した構造用に用いる直交集成板とする必要はないため、上のデメリットを回避するには、入手しやすく、薄い（厚さ 36 mm・30 mm）の CLT や三層パネル（J パネル）等を利用することも一つの方法となる。

以上の配置のルールを守りコストに配慮した設計を行うと、CLT となる水平力を負担する壁は最小限となり現しとする部分が限られることとなるが、水平力を負担する壁（CLT）に加え、水平力を負担しない壁も効果的に CLT もしくは三層パネル等とするなどの工夫で、様々な表現が可能となる。



写真：部分的に配置した水平力を負担する CLT 壁パネルを現しとした設計例（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. 床に関する設計ルール

1. 床に関する設計の原則

【2階以上の床】

- ① 2階以上の床は CLT を用いたものとする。
- ② 鉛直構面と水平構面との関係は、水平構面勝ちとする。
- ③ 梁を設けることは可能。
- ④ CLT 床パネルは、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方向片持ちとなる設計は原則行わない。
- ⑤ 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。

【1階の床】

- ① コンクリートの土間床 または 耐力壁に力がかからない独立した 軸組+合板等 とした床とする。
合板等の面材の代えて、CLT を用いることもできるが、コスト面を考慮すると合理的ではない。

2. 2階以上の CLT 床の仕様

- ① 床に用いる CLT は、以下の2種類のうちいずれかとする。

CLT の仕様			
Mx60	5層5プライ	厚さ 150 mm	スギ
Mx60	5層7プライ	厚さ 210 mm	スギ

※3層3プライ、3層4プライ、5層5プライ、5層7プライも長期許容応力度を算出可能なので利用可能だが、性能面から実際には CLT パネル工法に使われることは少ない。（6参照）

- 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。

1. 床に関する設計の原則

【2階以上の床】

- ・ 2階以上の床については、軸組+合板等 とする在来床も告示上は許容されているが、ルート1に求められている耐力壁の接合部等の納まりを考慮すると CLT の床とすることが必要となる。（16、17、18を参照）
- ・ 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。（二方向片持ちとなる場合は、床パネルの面外の剛性・耐力の評価方法を

特別な調査又は研究に基づき、安全上及び使用上支障のないことを確かめる必要がある。）

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※）

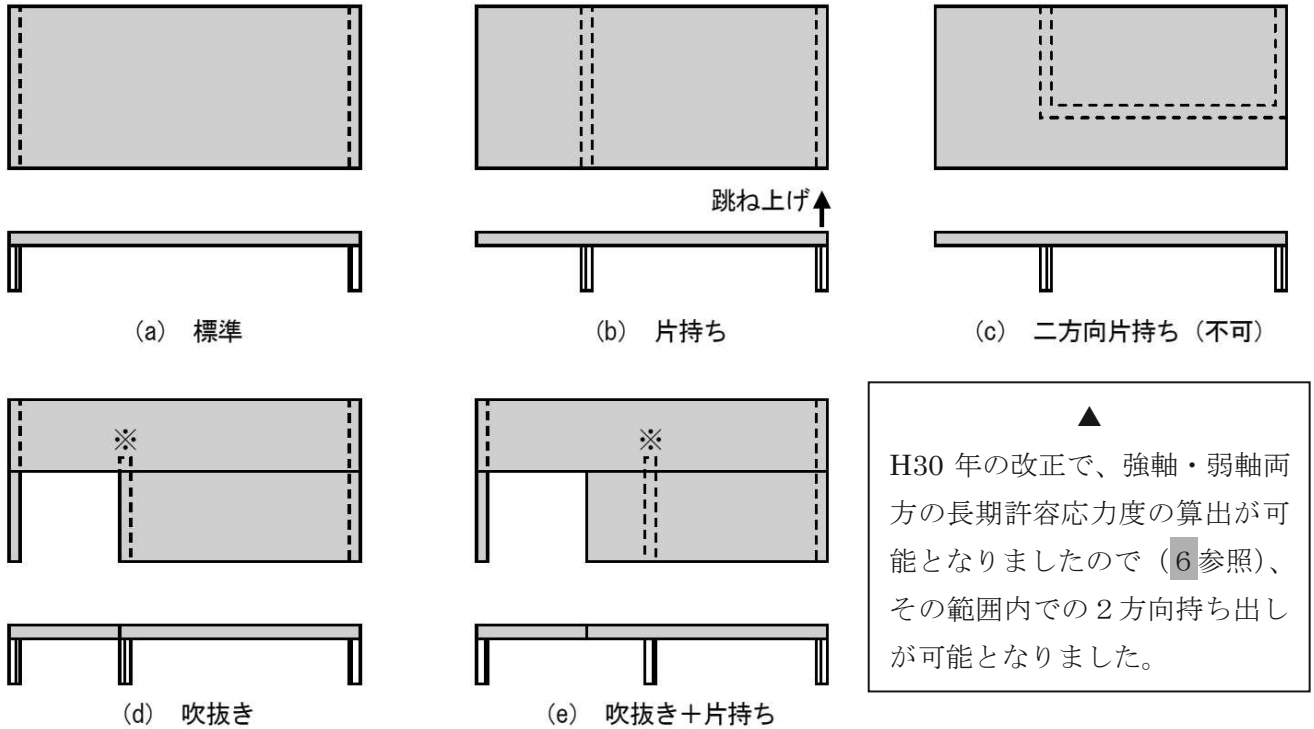


図 1：床パネルの支持方法

- ・ 2 階以上の床には、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。この場合、CLT 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。

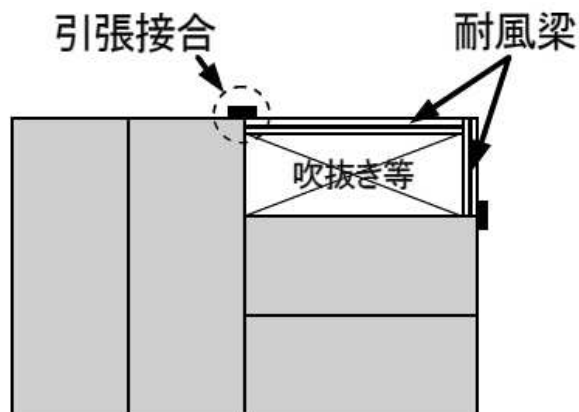


図 2：耐風梁および引張接合部の配置例

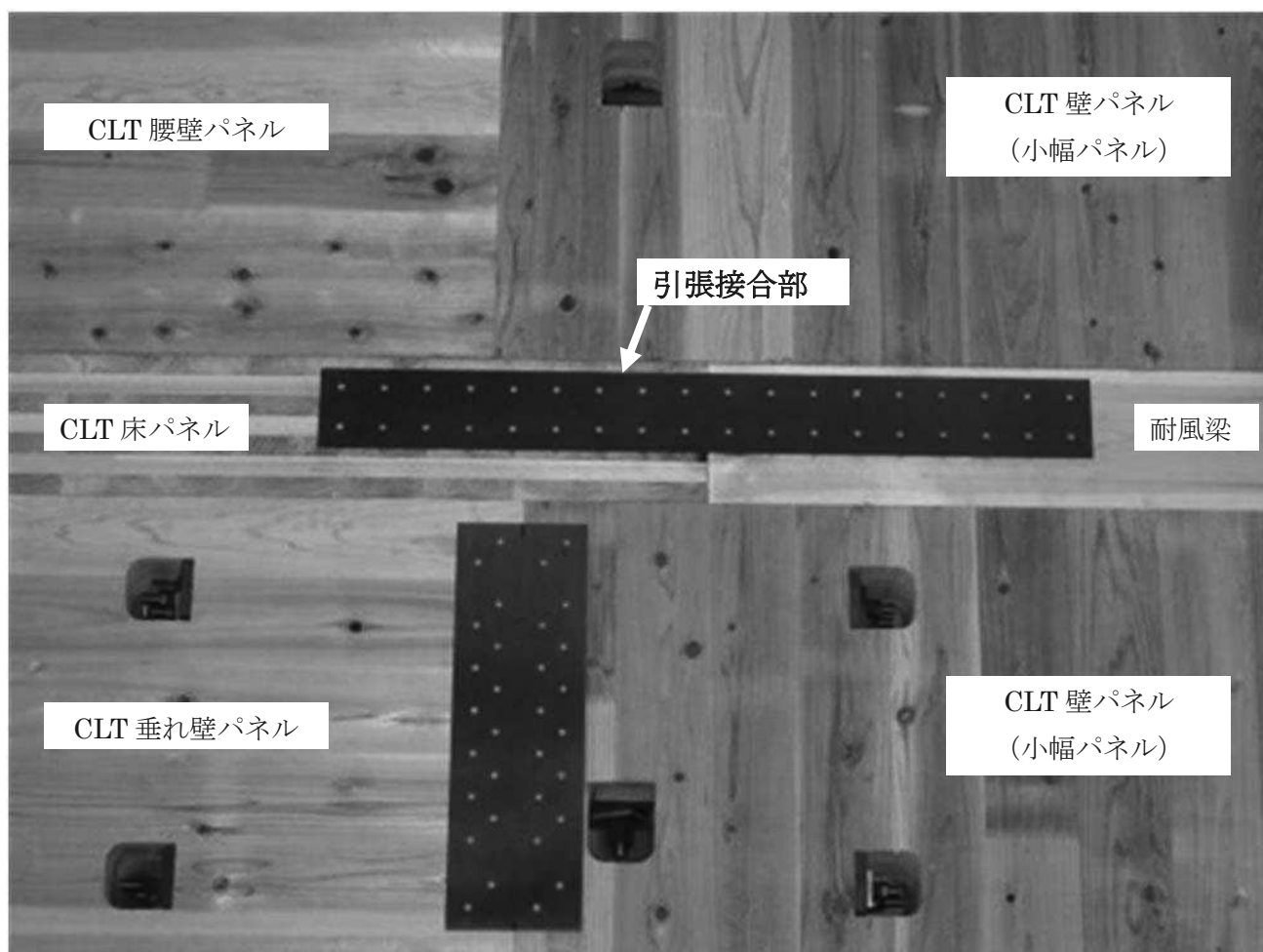


写真 耐風梁-床パネル間引張接合部の例

【1 階の床】

- ・ 1 階の床については、コンクリートの土間床 もしくは 耐力壁等に力がかからない独立した 軸組+合板等 とした床とすることとなる。これは、ルート1 の計算方法の検討を行う際に、1 階床を構造モデルの対象外としたことが影響している。

2. CLT 床パネルの仕様のルール

- ・ CLT 床パネルに用いる CLT は、積層方向（面外）曲げおよびせん断について長期許容応力度が与えられてるものに限定される。詳しくは 6 を参照のこと。
- ・ CLT 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、11-1 のデータに示した「11-1. 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「11-1. 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。

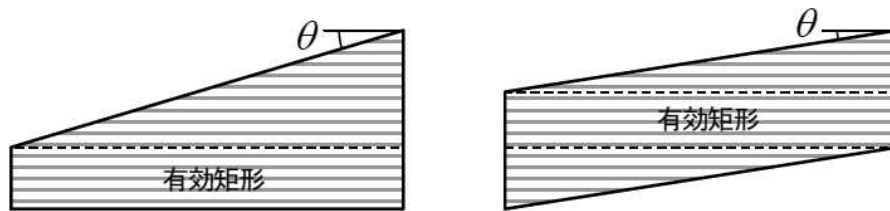


図3：第四床版の第二号の規定に適合しない床パネル

- ・ CLT 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（歩行振動）

CLT 壁パネルや柱・梁フレームによって支持される CLT 床パネルのスパンは、以下の点に配慮した上で、構造設計者と協議の上決定することになる。

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おり、飛ばせるスパンは限定される。

具体的なスパンについては、設計によるので、早い段階で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 13-1 に示す。

下表では5層7プライと7層7プライの結果が示されているが、現状では5層7プライのみ強軸・弱軸両方の曲げ・せん断の許容応力度が算出可能なので、実際に使用することができる。

仕様	用途	目標とする気になり具合評価		
		⑥	⑤	④
5層7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
7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	-	-

歩行振動に対する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で、距離による減衰を図る。

ロ）間仕切り壁（壁倍率1以下の壁、後付の天井から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。

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. 屋根の構成のバリエーション

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。

その際的小屋組は、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。

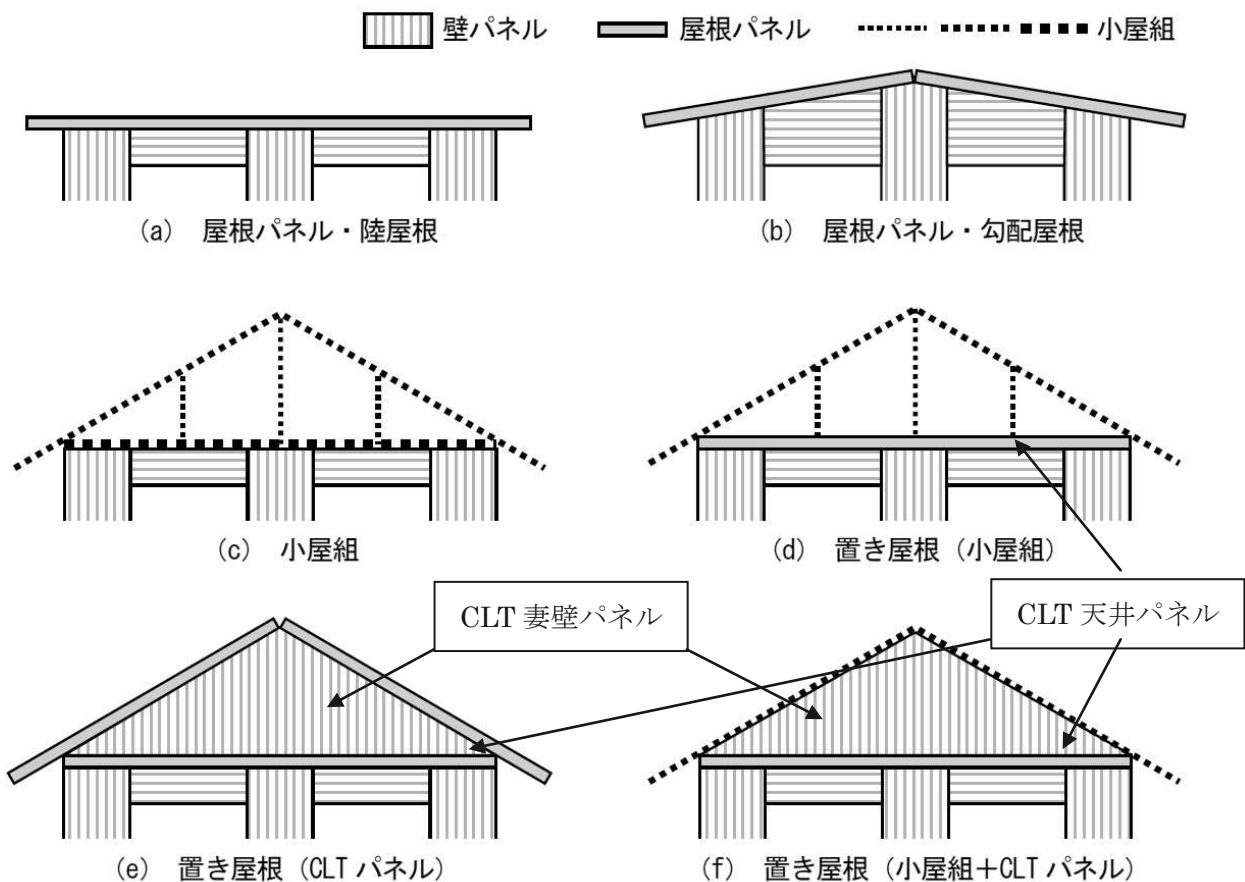


図1：小屋組等の構成方法

2. 「ルート1 パネル工法」における屋根の構成

ただし、「ルート1 パネル工法」においては、水平力を負担する壁と水平構面との接合方法およびその仕様が規定されており（16、17参照）、納まりから考えると、勾配のない水平構面を構成するCLTが屋根面もしくは天井面に存在することが必要となる。

したがって、「ルート1 パネル工法」では、図1の（a）、（d）、（e）、（f）が選択されることになる。

3. 建物に作用する水平力を負担する屋根面・天井面を構成する CLT の仕様

CLT 屋根パネル、CLT 天井パネルは、面外の曲げおよびせん断の長期許容応力度が算出できる CLT を用いることが必要である（6 参照）が、床よりも荷重条件等が緩いため、設計によっては、3 層 3 プライや 3 層 4 プライも選択肢に入ってくる可能性がある。

ただし、水平構面を構成するルールとしては、「1 2. 床に関する設計ルール」の【2 階以上の床】に示したルールに準じる必要がある。

CLT の仕様	床	屋根・天井
Mx60 3 層 3 プライ 厚さ 90 mm スギ		○
Mx60 3 層 4 プライ 厚さ 120 mm スギ		○
Mx60 5 層 5 プライ 厚さ 150 mm スギ	○	○
Mx60 5 層 7 プライ 厚さ 210 mm スギ	○	○

4. 妻面、小屋裏内壁を構成する CLT の仕様

図 1 の（d）、（e）、（f）の場合は、小屋組部分是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。したがって、妻壁パネルや小屋裏の内壁に用いられる CLT は、建物に作用する水平力および鉛直力を負担する壁とは異なり、接合方法等にも規定がないことから、設計に応じて自由に選択可能である。

「ルート1 パネル工法」の屋根の構成は、接合部の納まり等から図 1 の（a）、（d）、（e）、（f）が選択されることになる。

（a）については、建築物に作用する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、建築物に作用する水平力によって生じる力に対して CLT パネルによる水平構面（CLT 天井パネル）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。その上に載せる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。

屋根および天井に設けられる水平構面としての CLT は、面外の曲げおよびせん断の長期許容応力度が算出できる CLT から選択することとなる。

建物に作用する水平力を負担する水平構面として CLT 天井パネルがある場合は、床と同様に穴をあけることができない。小屋裏点検のため点検口を設ける場合は、CLT 天井パネルを設置しない吹き抜け部分を設けて点検口を設置する等の工夫が必要となる。

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振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。

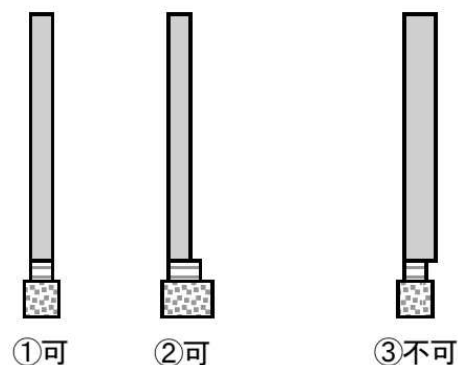


図1：土台の幅と壁パネル厚さの関係

2. 1階床について

- ・1階床は、コンクリートの土間床 または 耐力壁に力がかからない独立した 軸組+合板等 とした床とする。

合板等の面材の代えて、CLT を用いることもできるが、コスト面を考慮すると合理的ではない。

3. 耐力壁と基礎、土台との接合 →詳細は16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が必要となる。

- ・ 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。

【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
- ・ 軸組+面材等の床とする。（面材を CLT とすることも可能。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）。CLT 壁パネルに側根太を設けて掛け渡しても良いが、束を壁の直近に立てるなど、床から壁に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 壁パネルは土台を挟んで直接基礎と緊結する。
- ・ 土台はアンカーボルトで基礎と緊結する。

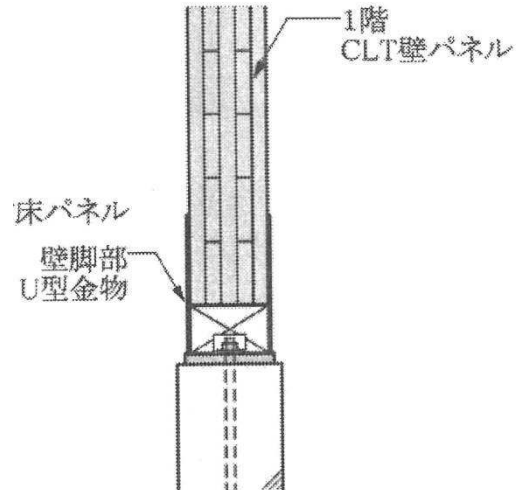


図2：土台有りの1階床まわり

【ルート1 パネル工法でできない納まり（CLT パネル床）】

- ・ 右図の様に、1階床を CLT 床パネルとし、かつ、床勝ちとする納まりは、「ルート1 パネル工法」では実現できない。
これは、ルート1の計算方法の検討を行う際に、1階床を構造モデルの対象外としたことが影響している。このような納まりとする場合には、この部分の構造モデルを設定し、ルート3の構造設計を行う必要がある。

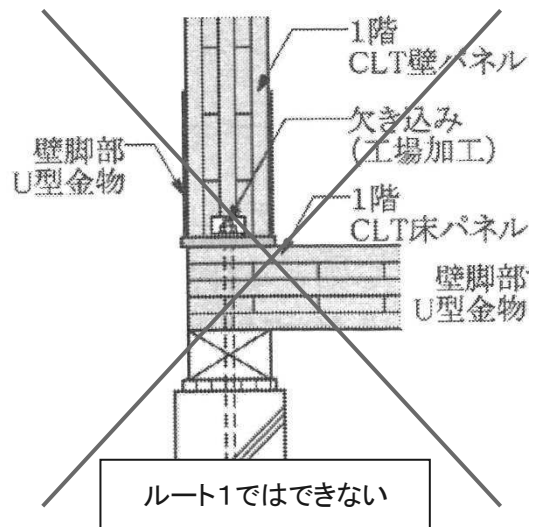


図3：CLT床パネル勝ちの1階床まわり

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。
- ③ x マーク金物では、CLT 壁パネルを挟み込む U 字型のものがあるが、これらは、厚さ 90 mm、150 mm の CLT を想定した寸法となっている。

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。

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。表 1、2 の欄外に示す丸数字は、x マーク金物の姿図を示した図 1 に示している丸数字とリンクしている。

x マークは CLT の厚さ 90 mm と 150 mm に合わせて規格化されている。

引きボルトについては、「ルート1 パネル工法」においては厚さ 150 mm の CLT のみで用いることができる点に注意が必要。

表 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-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 ③
下階壁パネル-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 ②
	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-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-横架材			—	—	—	

※1：x マーク

燃えしろ設計の場合は STS・HC90 に代えることができる。

表 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-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
壁パネル-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
壁パネル-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
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

燃えしろ設計の場合は STS・HC90 に代えることができる。

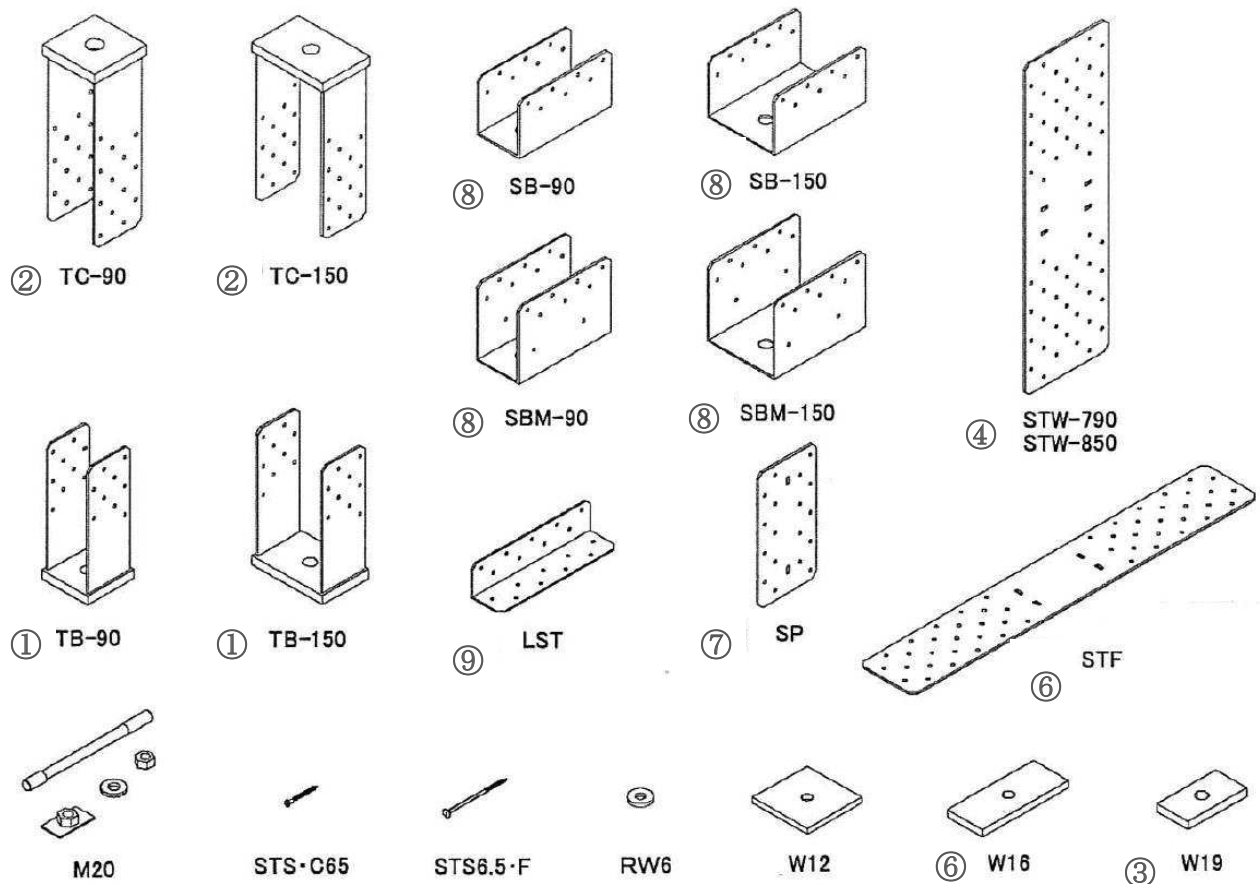


図 1 : x マーク表示金物の種類

x マーク金物の詳細については、参考資料 16-1、データ 16-1 を参照のこと。

これらの金物の配置の概念図を図 2、3 に示す。

本テキスト作成時には、x マーク金物は、CLT パネル表面に露出する形状のものだけであるが、H30 年 5 月 10 日には、埋め込むタイプで露出しないもの（引張金物 TB-DP・TC-DP、せん断金物 SP-DP・D32、帯金物 STF-DP、ドリフトピン DP16）が規格化された。

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。

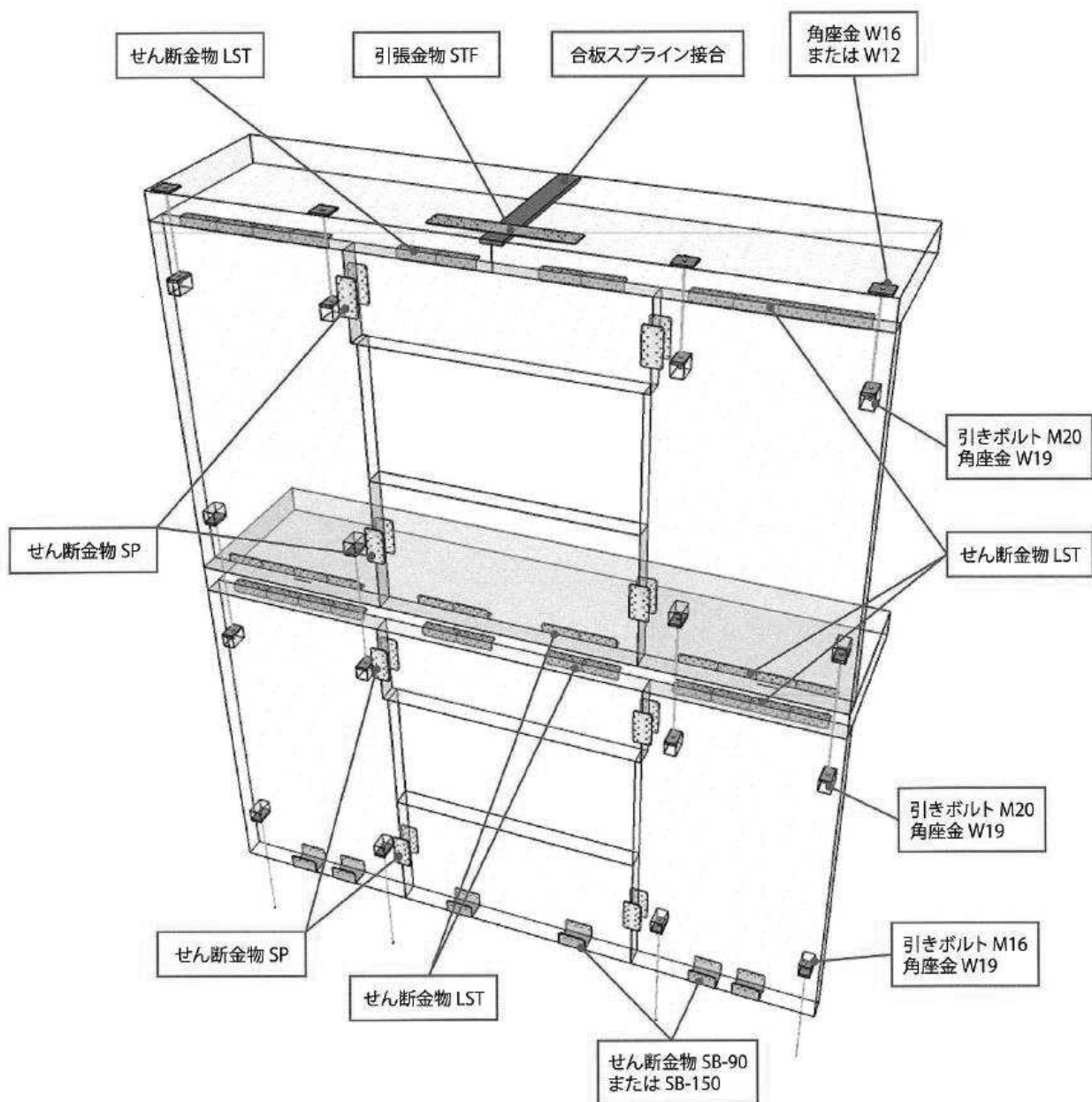


図 2：引きボルト形式の接合方法（外壁）

引きボルトは、厚さ 150 mm の CLT のみで用いることができる点に注意

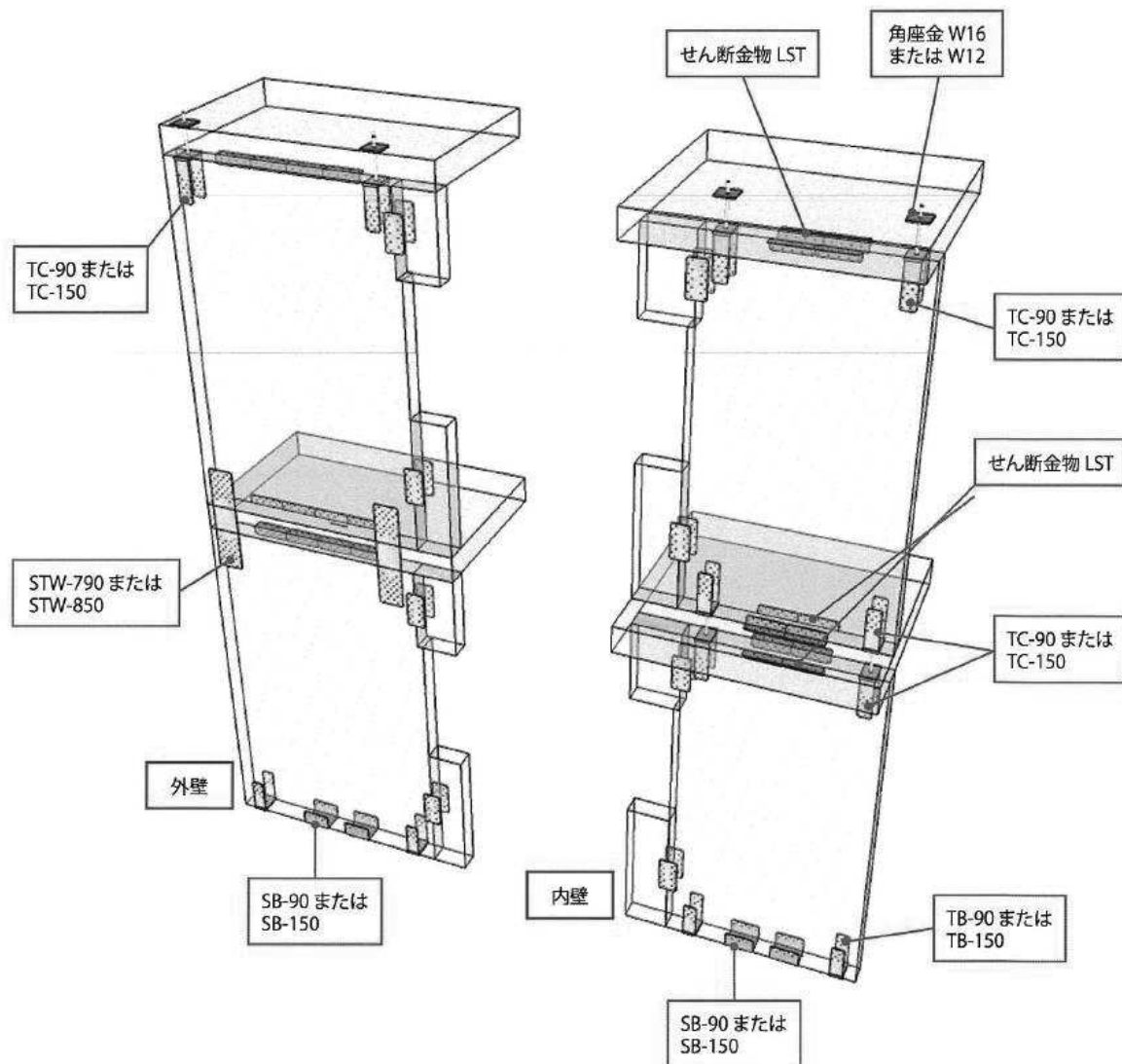


図 3 : ビス打ち鋼板+ボルト形式の接合方法（外壁・内壁）

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。

(具体的な金物性能、形状については 16 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 11 を参照のこと。

小幅パネル架構の袖壁パネル等 (独立無開口パネル、袖壁パネル)

大版パネル架構の無開口パネル等 (独立無開口パネル、有開口パネルの袖壁部分)

	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 終局引張耐力 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 終局引張耐力 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) 終局引張耐力 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 短期許容せん断耐力 47kN/m 床パネル 小屋組又は屋根パネル (天井パネル含む) 共に短期許容せん断耐力 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 短期許容せん断耐力 52kN/箇所	垂れ壁・腰壁 左右各 1 カ所で、せん断金物 (小幅パネル架構の場合のみ)
	垂れ壁パネル/部分・腰壁パネル/部分と 基礎又は土台 短期許容せん断耐力 47kN/m 床パネル 小屋組又は屋根パネル 短期許容せん断耐力 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) 耐力壁線上にある梁 共に短期許容引張耐力 52kN/箇所	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 相互 短期許容引張耐力 52kN/箇所	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) 相互	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の位置

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 CLT 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、11 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。

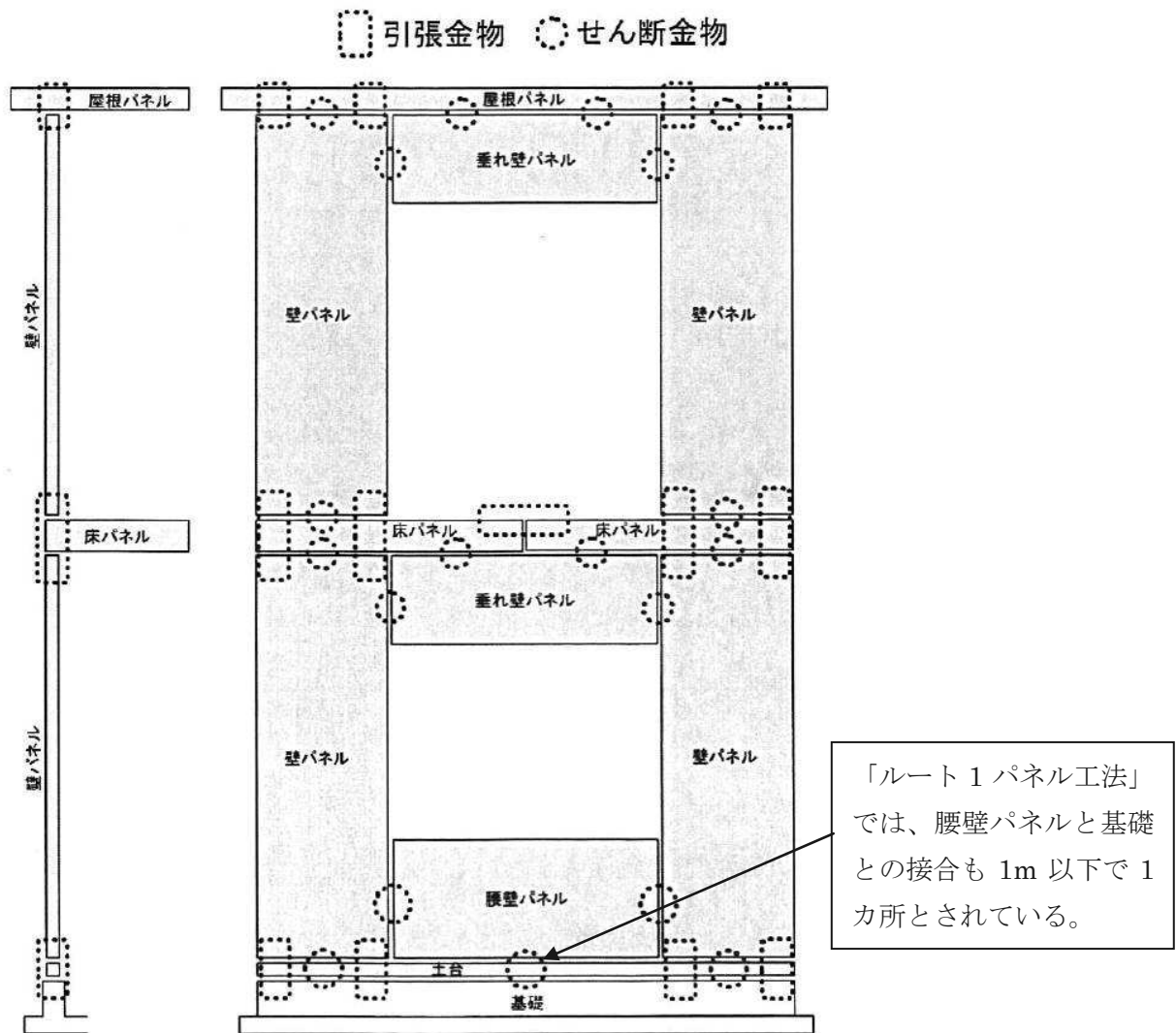


図 1：基本的な CLT パネル工法の構成例と接合金物の配置

② 1 階の CLT 壁パネルと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」で土台を設ける場合、最下階の壁パネル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、

土台を介しつつ直接基礎と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、15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。

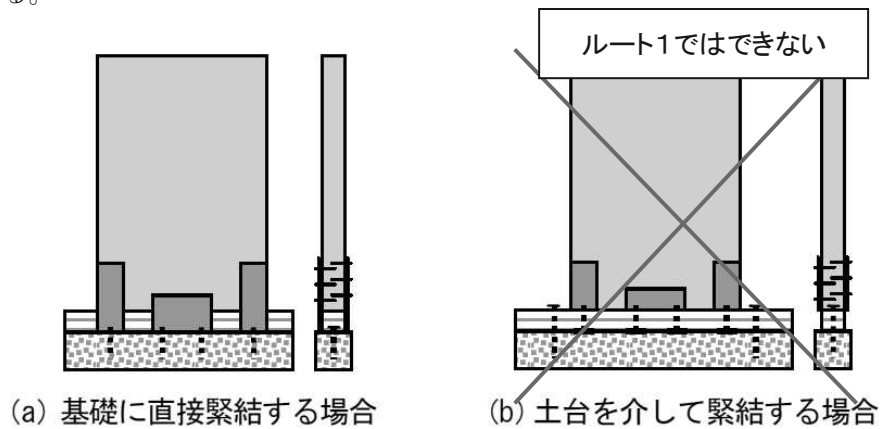


図2：壁パネルと基礎等との緊結方法

具体的な納まりとしては、下図のようになる。

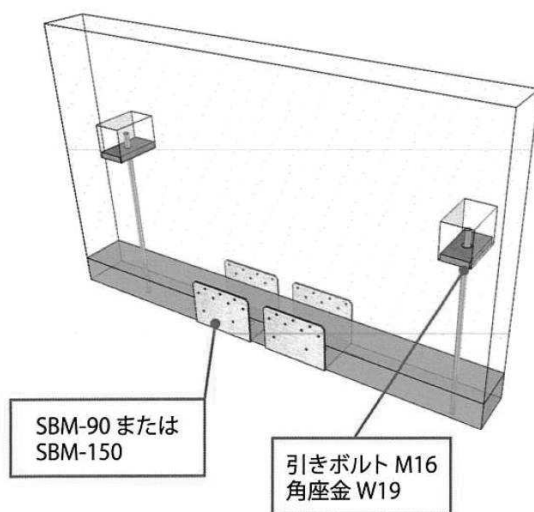


図3：引きボルト形式（土台あり）

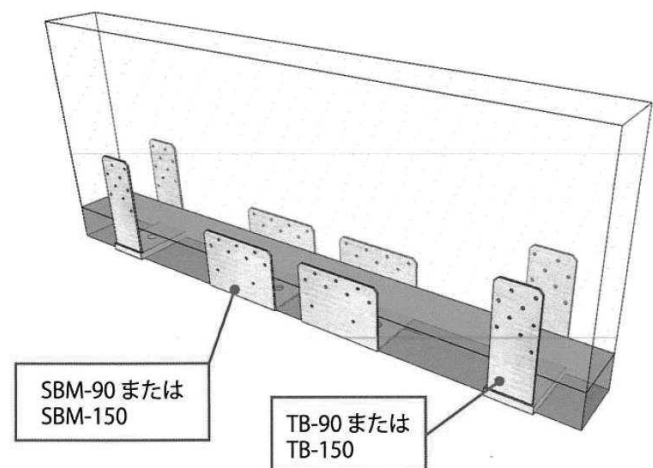


図4：ビス打ち鋼板+ボルト形式（土台有り）

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。

CLT に溝加工が必要な合板スプラインの代わりに、合板を一面に施工する方法でも対応可能である。

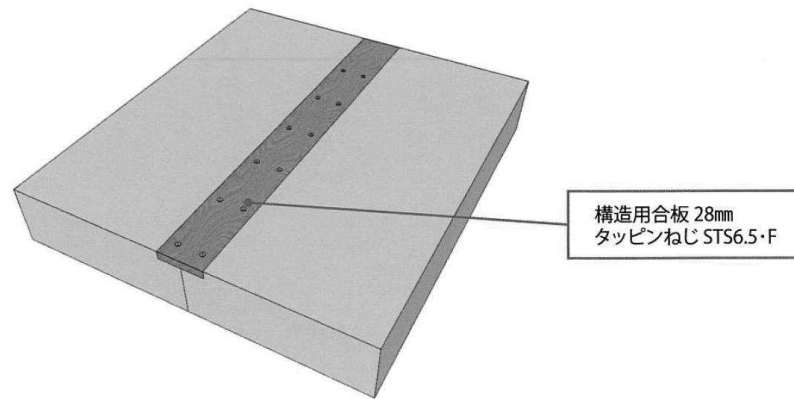
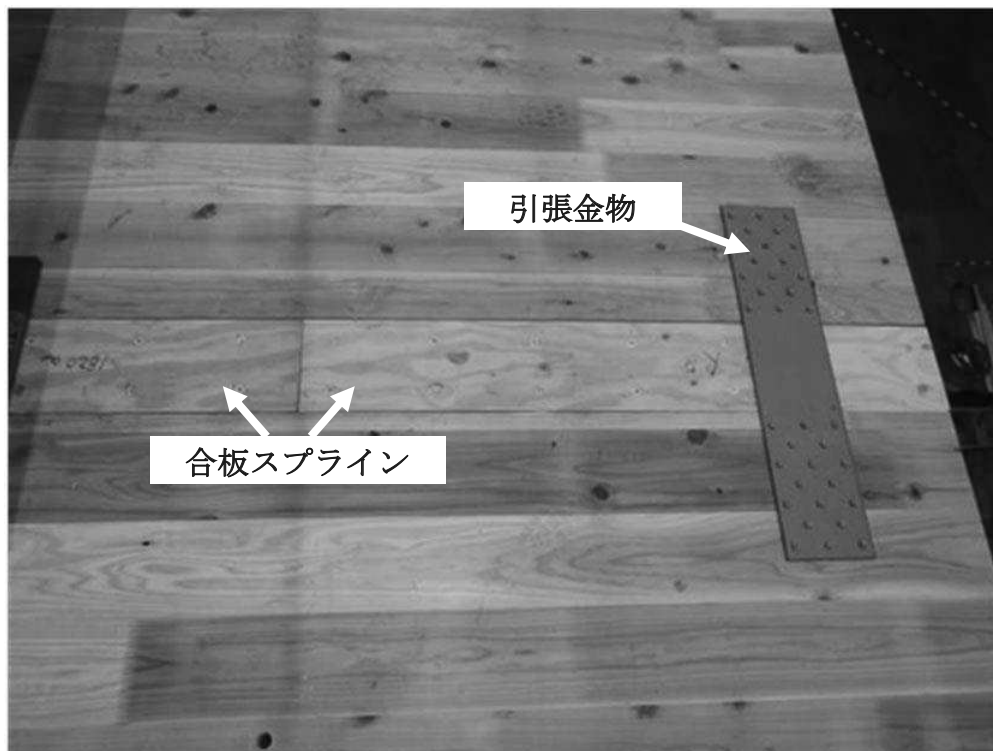


図 5：ビス打ち合板スプライン

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、図 6 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。



写真：ビス打ち合板スプラインと引張金物（CLT 床パネル）

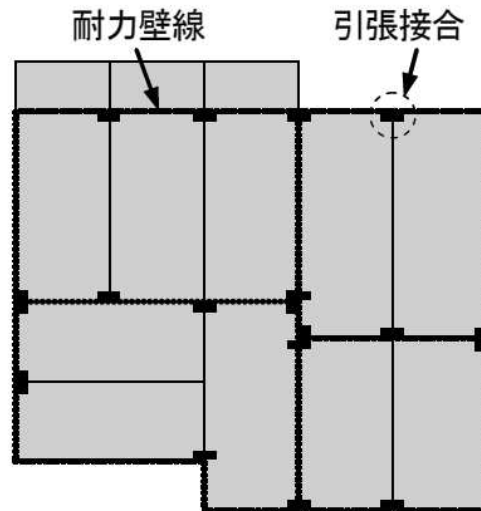


図 6 : 引張金物の配置例 (CLT 床パネル)

2. 1. 以外の接合部

水平力を負担しない壁に 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 17-1** を参照のこと。

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

18. 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

現状の x マーク金物では、CLT 壁パネル（垂れ壁パネル・腰壁パネル含む）の表面に接合具が露出する。そのため、CLT を現しとするためには、金物が露出することを許容するか、金物を仕上げ材等で隠蔽する必要がある。

具体的には、CLT 壁パネルの上下の接合部は天井や 2 重床、幅木で隠蔽する、CLT 壁の表面にせん断金物が取り付け垂れ壁・腰壁を設けないなどの対応が考えられる。

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監督職員に示す必要がある。

1. CLT 壁パネルを現しとする場合

CLT を現しとし、接合金物が露出することを許容することも、建物用途や室用途によっては選択肢の一つである。美観上、接合金物を隠蔽したい場合は、金物の取り付け位置を考慮して、パネルの配置計画を行う必要がある。

x マーク金物以外の、表面に露出しない接合金物も今後開発されてくると思われるが、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、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金物を用いる場合には、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 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			
両ねじボルト 六角ナット		・JIS H8610(電気亜鉛めっき) Ep・Fe/Zn8/CM2 ・その他、同等以上の処理	

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

1. CLT パネル工法の耐久性を考える上での原則

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。

2. 対策の3本柱

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。→CLT パネルそのものの防腐・防蟻性の向上
- ③ 腐朽・蟻害および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する。

3. CLT パネル工法の弱点

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。

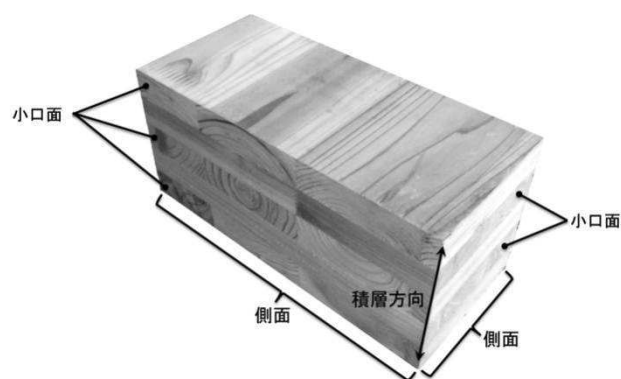
- ・ CLT パネルの一部に腐朽・蟻害が生じた場合に、部分的に切り取っての補修は認められない。また、パネルの交換も非常に困難な架構である。
- ・ CLT パネルは、集成材や製材等の軸系の木質材料とは異なり、水分が作用した場合に弱点となる木材（ラミナ）の木口がパネルの四面に露出している。（集成材・製材は2面）
- ・ CLT パネルの防腐・防蟻処理は、現在のところ木材保存処理剤を表面塗布・吹きつけする方法しかなく、加圧注入や浸漬などが可能な製材・集成材と比較して不利な状況である。（ただし、CLT パネルに防腐・防蟻材を注入によるものが H30 年 6 月 25 日付で AQ 認証の対象商品となった。）

1. CLT パネル工法の耐久性を考える上での原則

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。

3. ② CLT パネル工法の材料上の弱点

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。



（解説）CLTは6材面のうち4材面に木材の小口面が現れる。製材等は2材面のみとなる。

図1 CLT パネルの構成

3. ③ CLT パネルの防腐防蟻処理

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。ただし、CLT パネルに防腐・防蟻材を注入するものが H30 年 6 月 25 日付で AQ 認証の対象商品となったため、商品化されれば選択肢となってくる。

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号第七の規定

CLT パネル工法としては、平28国交告示第611号第七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20-1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号第七の規定

平28国交告示第611号第七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。ここでの防腐措置とは、木材保存処理剤の塗布や注入だけでなく、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）といった各部の納まり上の工夫が行われていれば、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、各部の納まり上の工夫、木材保存処理剤の塗布等（あらわしとする室内側を除く。）を合わせて行う対応が望ましい。

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

19で示した以下の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。
- ② 木造躯体そのものの防腐・防蟻性を高める。→CLT パネルそのものの防腐・防蟻性の向上
- ③ 腐朽・蟻害および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する。

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。

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。

19で示したとおり、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、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 21-3 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（別冊の参考資料にはない）

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。

- ・ 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で CLT を現しとすることはできない。CLT を現しとしたい場合には、上位の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 22-2～4 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 24-1 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 22-5 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、取り合い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 壁パネルとの取り合い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 22-1 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。

表 1：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などに該当するものの一覧

JAS の区分	耐久性区分 D1 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※
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※	・パ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 19-1 および 20 のデータ 20-2 を参照のこと。

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が、ほとんどの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おり、木材保存処理剤を選択する場合には省略する事例は無いと言える。

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。

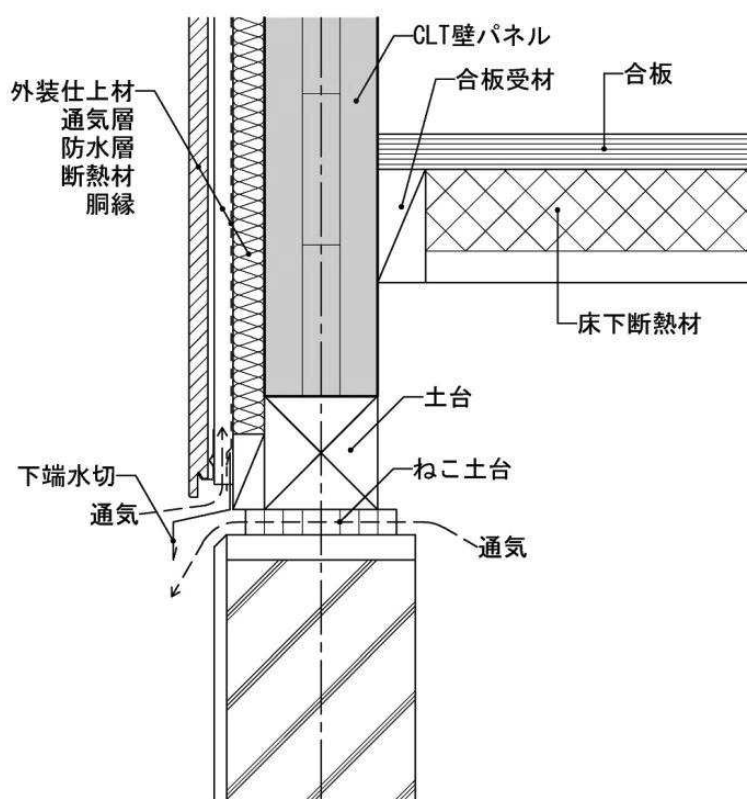


図1 土台を設ける場合の納まり例（土台を設ける場合）

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。

15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 号第七では土台または 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。

表 1：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などに該当するものの一覧

JAS の区分	耐久性区分 D1 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※ ・ベイベ※	・ヒバ※ ・ベイスギ※	・スギ ・ベイマツ	・カラマツ ・ダフリカカラマツ	・ベイベハ※ ・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 ・ケンバス	・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・設計標準及び同資料（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（防露対策）

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1 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 24-1** 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、その他の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

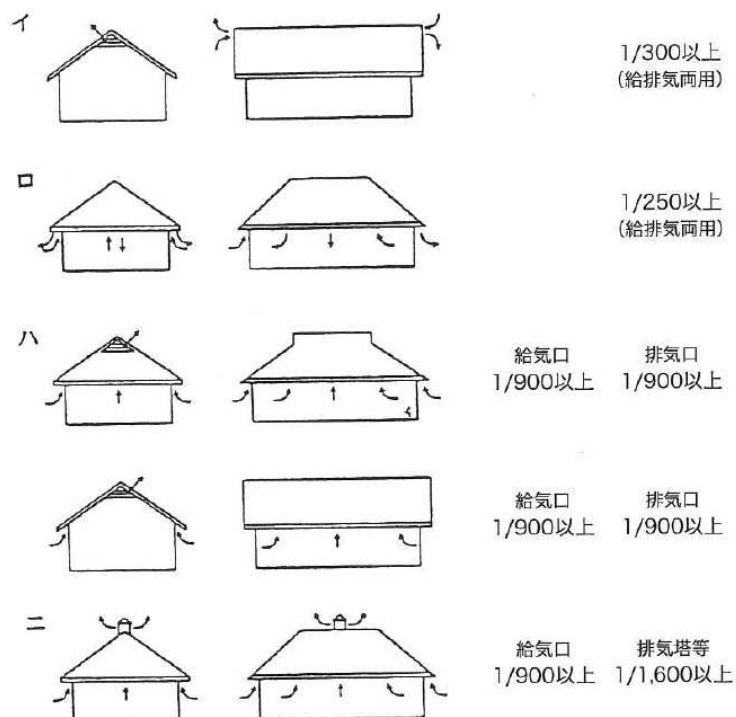
- ・ 浴室について、JISA1446（住宅用浴室ユニット）又は JISA4416（住宅複合サニタリーユニット）が使用できる場合は、ユニット製品を使用する。
- ・ 防水上、有効な下地及び仕上げを施す。

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



（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）

図1 小屋裏換気の種類

- ・ 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、断熱材の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以下の各部詳細および納まりについての解説を**参考資料 26-1～6**に示す。

- ① 勾配屋根
- ② 陸屋根・バルコニー
- ③ パラペット・手すり壁
- ④ 軒天－防火構造
- ⑤ 外壁開口部
- ⑥ 各部設備開口部

これらは、原則、他の木造建築と同様の内容となっている。

なお、軒裏の防火構造としては告示仕様が用意されているが、告示仕様には CLT を現しとする納まりが無い。軒裏を CLT 現しとする場合には、上位の準耐火構造の告示仕様を選択することで対応が可能である。

ただし、軒裏を準耐火構造で CLT 現しする場合には、「外壁によって小屋裏又は天井裏と防火上有効に遮られている」状態が求められるため、小屋裏換気はできないため、屋根断熱+屋根通気工法とするなど、別途耐久性に対する配慮が必要となる。

屋外に面する部分に CLT を現しで用いる場合、接着材の選択などに留意する必要があるので **5** を参照のこと。

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、高い性能を求めるほど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

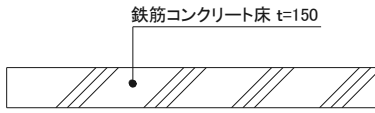
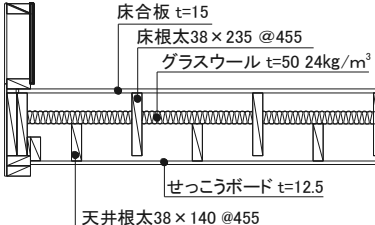
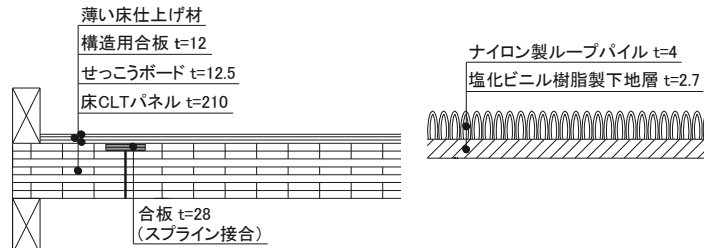
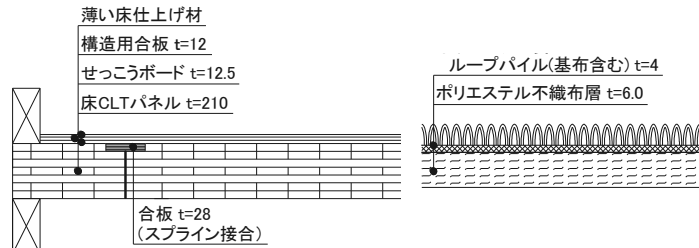
28. 各部詳細 床仕上げ・天井仕上げ

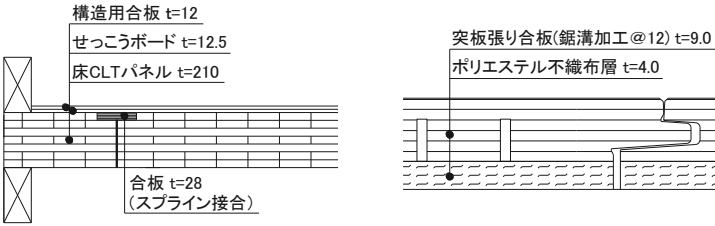
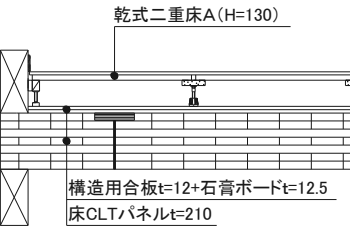
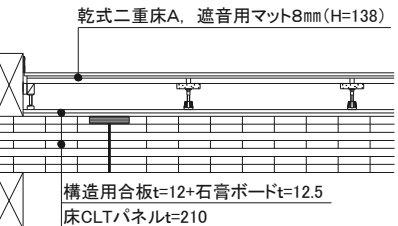
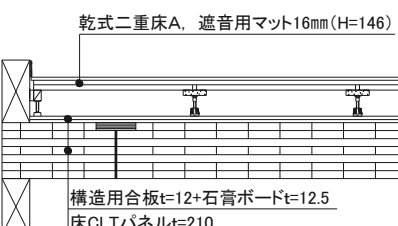
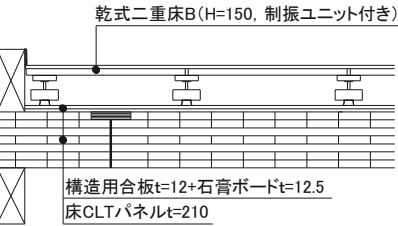
CLT パネル工法において、床衝撃音を低減する方法としては、床仕上げ、天井仕上げを遮音性能の高いものとすることが挙げられる。

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。

実験の対象としたのは、下表の仕上げである。

表 1：実験対象とした仕様（床・天井）

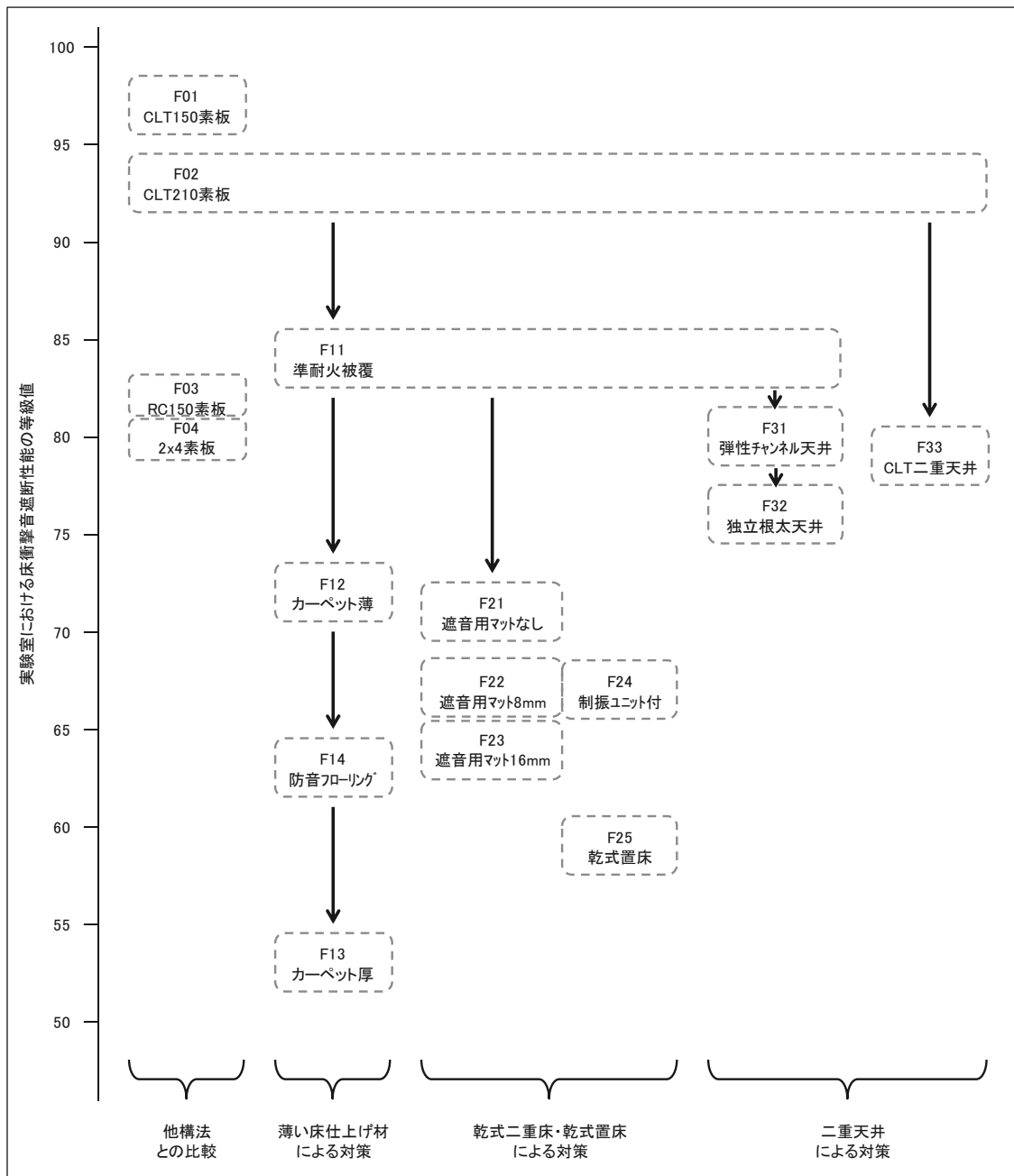
F03 RC150 素板 	F01 CLT150 素板 
F04 2×4 素板 	F02 CLT210 素板 
	F11 準耐火被覆 
	F12 カーペット薄 
	F13 カーペット厚 

	F14 防音フローリング  構造用合板 t=12 せっこうボード t=12.5 床CLTパネル t=210 合板 t=28 (スプライン接合) 突板張り合板(鋸溝加工@12) t=9.0 ポリエステル不織布層 t=4.0	
	F21 2重床／遮音マット無し  乾式二重床A(H=130) 構造用合板t=12+石膏ボードt=12.5 床CLTパネルt=210	
	F22 2重床／遮音マット 8 mm  乾式二重床A、遮音用マット8mm(H=138) 構造用合板t=12+石膏ボードt=12.5 床CLTパネルt=210	
	F23 2重床／遮音マット 16 mm  乾式二重床A、遮音用マット16mm(H=146) 構造用合板t=12+石膏ボードt=12.5 床CLTパネルt=210	
	F24 2重床／制震ユニット付き  乾式二重床B(H=150, 制震ユニット付き) 構造用合板t=12+石膏ボードt=12.5 床CLTパネルt=210	

	F25 乾式置床 乾式置き床 (H=63) 構造用合板 $t=12$ + 石膏ボード $t=12.5$ 床CLTパネル $t=210$ フローリング 構造用合板 アスファルトマット パーティクルボード グラスウール(24kg) 構造用合板 $t=12$ + 石膏ボード $t=12.5$ 床CLTパネル $t=210$
	F31 弾性チャンネル天井 構造用合板 $t=12$ せっこうボード $t=12.5$ 床CLTパネル $t=210$ せっこうボード $t=12.5 \times 2$ 弾性チャンネル
	F32 独立根太天井 構造用合板 $t=12$ せっこうボード $t=12.5$ 床CLTパネル $t=210$ 独立天井根太 $38 \times 140 @ 455$ せっこうボード $t=12.5 \times 2$ グラスウール(24kg) $t=50$
	F33 CLT2 重天井 横方向通気部 ($h=76$, 全周の50%) 床CLTパネル $t=210$ 空気層 $t=196$ 約125 天井CLTパネル $t=90$ 砂袋 48kg/パネル
	F34 CLT2 重天井（砂袋・空気抜き） ※重量床衝撃音のみ 床CLTパネル $t=210$ 空気層 $t=120$ 密閉 天井CLTパネル $t=90$

1. 軽量床衝撃音

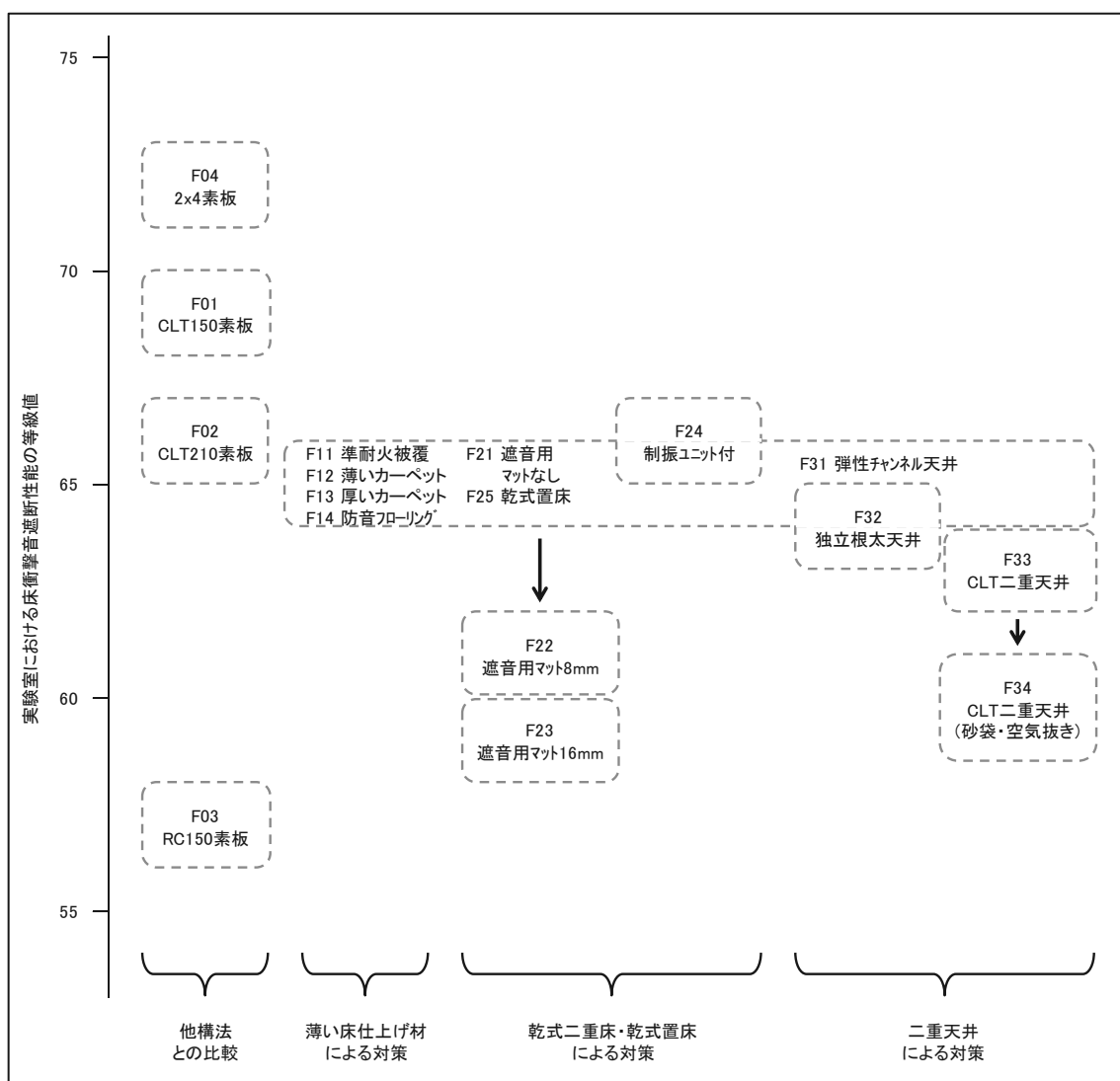
表2 床版の軽量床衝撃音遮断性能に関する実験室実験の結果一覧表



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、充分な注意が必要である。

2. 重量床衝撃音

表3 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。

実験の詳細についてはデータ 28-1 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 28-1 に示す。

また、過去に CLT パネル工法で建設された建築物の実測および詳細図は、「CLT 建築物の遮音設計マニュアル 林野庁 2018 年 2 月版」（WEB よりダウンロード可能）の pp.71-103 に示されている。

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

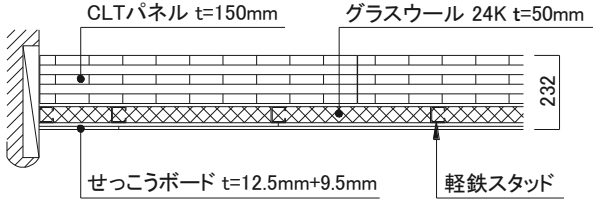
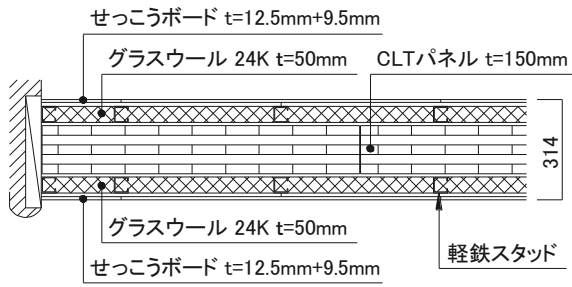
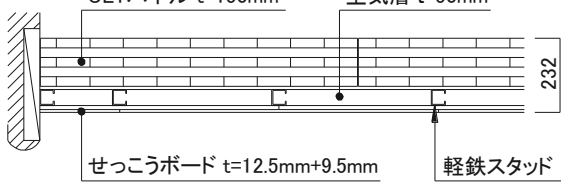
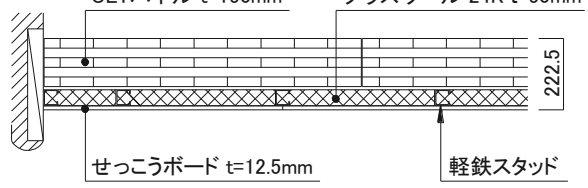
29. 各部詳細 界壁の仕上げ

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。

以下に、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。

対象としたのは、下表の仕上げである。

表 1：実験対象とした仕様（界壁）

W01 CLT150 素版（隙間なし）	W11 片面 PB ふかし（吸音材あり） 
W02 CLT150 素版（隙間あり）	W12 両面 PB ふかし（吸音材あり） 
W02A CLT150 素版（隙間あり） 隙間を厚いテープで塞ぐ 厚さ 0.31 mm 布粘着テープ	W13 片面 PB ふかし（吸音材なし） 
W02B CLT150 素版（隙間あり） 隙間を薄いテープで塞ぐ 厚さ 0.06 mm アセートフィルム製	W14 片面 PB ふかし（PB1 層 吸音材あり） 

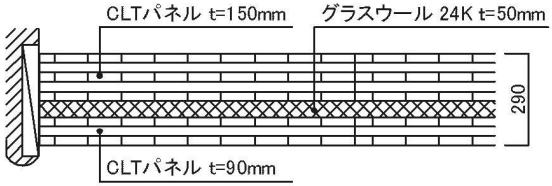
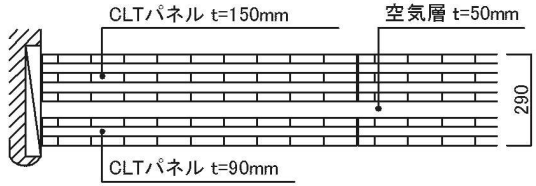
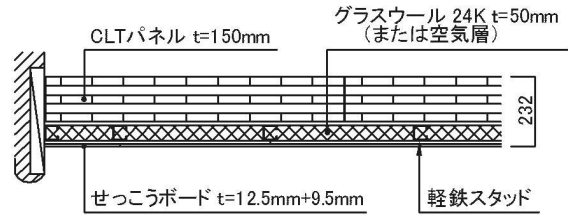
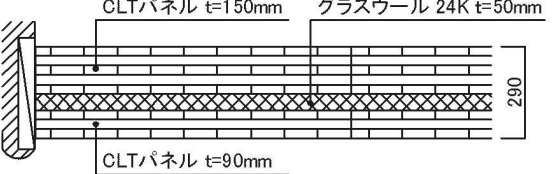
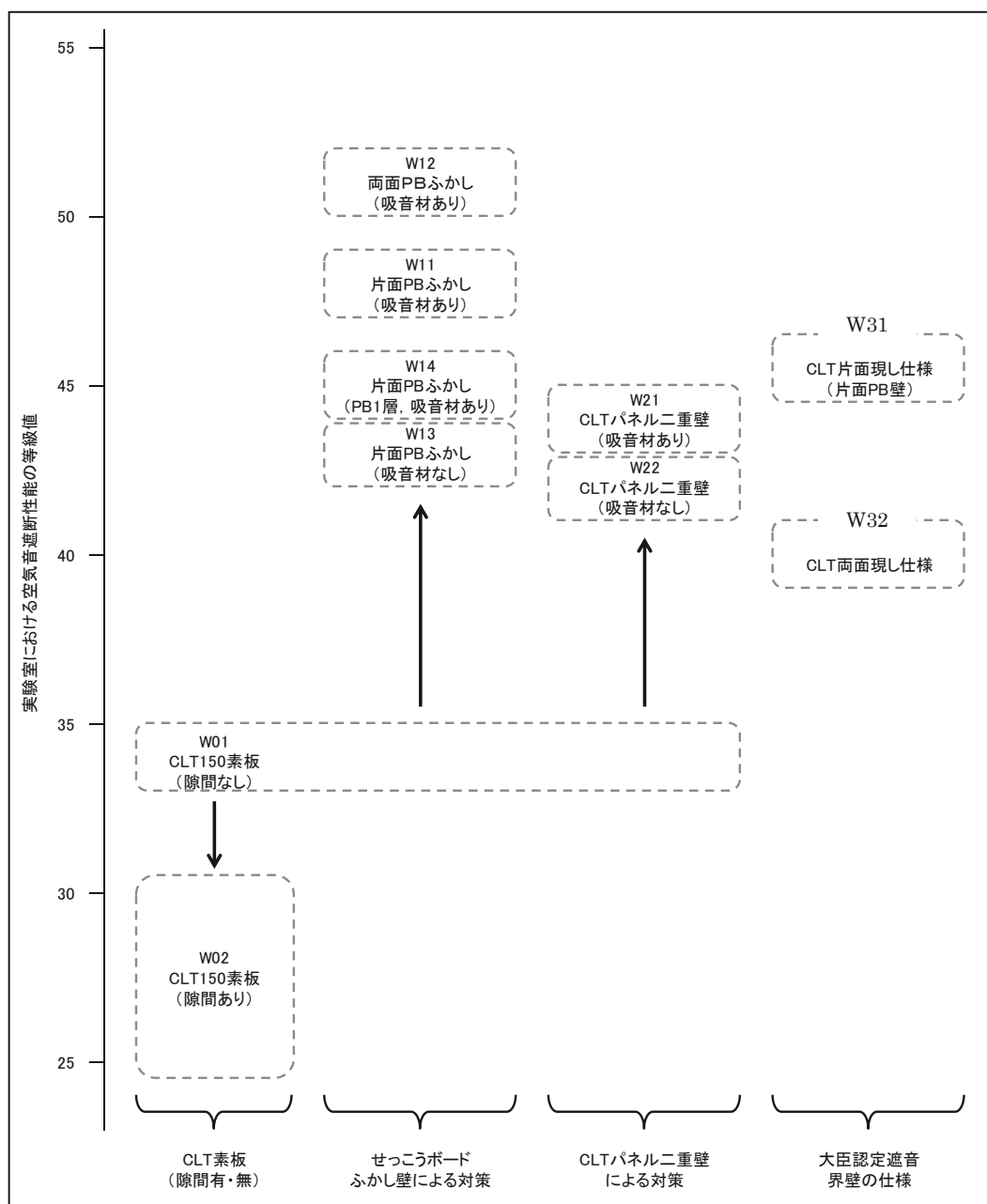
	W21 CLT パネル 2 重壁（吸音材あり）  CLT パネル $t=150\text{mm}$ グラスウール 24K $t=50\text{mm}$ CLT パネル $t=90\text{mm}$ 290	
	W22 CLT パネル 2 重壁（吸音材なし）  CLT パネル $t=150\text{mm}$ 空気層 $t=50\text{mm}$ CLT パネル $t=90\text{mm}$ 290	
	W31 CLT 片面現し仕様 / 大臣認定仕様  CLT パネル $t=150\text{mm}$ グラスウール 24K $t=50\text{mm}$ （または空気層） せつこうボード $t=12.5\text{mm}+9.5\text{mm}$ 軽鉄スタッド 232	
	W32 CLT 両面現し仕様 / 大臣認定仕様  CLT パネル $t=150\text{mm}$ グラスウール 24K $t=50\text{mm}$ CLT パネル $t=90\text{mm}$ 290	

表 2 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ので、十分な注意が必要である。

実験の詳細についてはデータ 29-1 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：表 1 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：表 1 の **W31**、両面現し：表 1 の **W32** の 2 種）とすることで対応が可能である。

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、仕様の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 29-1**に示す。

また、過去に CLT パネル工法で建設された建築物の実測および詳細図は、「CLT 建築物の遮音設計マニュアル 林野庁 2018 年 2 月版」（WEB よりダウンロード可能）の pp.71-103 に示されている。

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 30-1**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、空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 31-1**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 (4 面)、床、天井のどれを、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 32-1**に示してあるものは右欄に示す。

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 (32-1)
1	一部／全 4 面現し	—	—	資料有
2	一部／全 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 4 面現し	—	一部／全面現し	資料有
7	一部／全 4 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 壁パネルを、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。

具体的な納まり、事例については、**参考資料 32-1**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）から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. 成形加工の寸法許容差

成形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、成形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 1 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 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 34-1**に示す。

これらを理解した上で、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. 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・組み立てが可能な 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。

施工全体の流れからみる計画段階の確認ポイントについては、**参考資料 34-2**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

準耐火 1. 「ルート 1 パネル工法」による準耐火建築物

1. 建築物の立地、用途、規模によって求められる防耐火性能は異なるが、木造においても、防耐火上の規定が厳しくない「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おり、設計の自由度が向上している。
2. CLT パネル工法においては、主要構造部を準耐火構造とすることで準耐火建築物を、耐火構造とすることで耐火建築物を実現する告示仕様や大臣認定仕様が出揃いつつある。
ここでは、既に実際の建築物の事例も存在する前者を実現する方法を示す。
3. 木造において主要構造部を準耐火構造とする方法としては、
防火被覆による方法（メンブレン防火被覆） と 燃えしろ設計による方法 がある。
前者については、構造体を石こうボードや外装材で覆う仕様であり、後者は木材の炭化速度が穏やかであることを利用した厚い木材をあらわしとした設計方法である。
この 2 つの方法は、同一建築物、同一部位の中で併用することができる。

この後、この 2 つの方法について、順次説明する。

- ・ 木造建築物は、現在、防耐火上の規定が厳しくない「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、別途の「木造建築のすすめ」にて確認のこと。
- ・ 建築物に求められる防耐火性能の概要については、**参考資料 01-1** に示す。

参考資料

01-1. 建築物に求められる防耐火性能の概要

01-2. 木造建築のすすめ（木を活かす建築推進協議会発行）→別冊 （再掲★）

準耐火 2. 準耐火構造の告示等（防火被覆仕様・燃えしろ設計）

1. 木造における準耐火構造の仕様には、防火被覆仕様と燃えしろ設計によるものがあるが、それらは以下の告示に示されている。

（1 時間準耐火） 平 27 国交告第 253 号

主要構造部を木造とすることができる大規模の建築物の主要構造部の構造方法を定める件

（45 分準耐火） 平 12 建告第 1358 号

準耐火構造の構造方法を定める件

これらの告示仕様において示されている防火被覆仕様のうち、壁における「間柱及び下地」及び床における「根太及び下地」に木材を使用することとしているものは CLT パネル下地も含むので、CLT パネル工法においてもこれらの告示を適用できる。

2. 上の告示仕様と同等の性能があるものとして、CLT 協会などが取得した大臣認定仕様がある。

上に示した具体的な仕様については、別途、**準耐火 8 ～ 16** で示す。

- ・ 防火被覆仕様のうち「壁における「間柱及び下地」及び床における「根太及び下地」に木材を使用することとしている仕様は CLT パネル下地も含む」旨は、技術的助言「耐火構造の構造方法を定める件の一部を改正する件の施工について」（国住指第 570 号（平成 28 年 5 月 25 日））に示されている。
- ・ 燃えしろ設計が行える防耐火上の仕様としては、上に示したもの他、昭 62 建告第 1902 号に示されている「30 分の加熱に耐える措置等」がある。こちらは、高さが 13m 超、または軒高 9m 超であっても（階数は 2 階建て以下）、一定の防火措置を行うことで主要構造部を耐火構造としなくても建設できる仕様で、柱と梁について燃えしろ設計が可能。
本講習では、「ルート 1 パネル工法（高さが 13m 以下、軒高 9m 以下）」の建築物を対象としているので、こちらについては言及しない。
- ・ 主要構造部の防耐火の性能区分には、防火構造／準耐火構造／耐火構造があるが、下位の構造は上位の構造を含むとする考え方となる。例えば、防火構造が求められる場合には、防火構造、準耐火構造、耐火構造のいずれかの仕様とすることができる。
- ・ 平 12 建告第 1399 号 耐火構造の構造方法を定める件 では、以下に示す外壁と間仕切壁の木造の場合の被覆仕様を示されている。これらの仕様も上と同様に CLT パネル工法でも利用することができる。(**参考資料 02-1**)
耐力壁である間仕切り壁 1 時間耐火（非損傷性・遮熱性）
非耐力壁である間仕切り壁 1 時間耐火（遮熱性）

耐力壁である外壁 1 時間耐火（非損傷性・遮熱性・遮炎性）

非耐力壁である外壁・延焼のおそれのある部分 1 時間耐火（遮熱性・遮炎性）

非耐力壁である外壁・延焼のおそれのある部分以外の部分 30 時間耐火（遮熱性・遮炎性）

参考資料

02-1. 外壁・間仕切壁（耐力壁・非耐力壁）の耐火構造の告示仕様

準耐火 3. 準耐火構造の場合に使用できる CLT 等の種類

1. 燃えしろ設計を行う際に求められる CLT 等の性能と接着剤の種類等

- 燃えしろ設計を行う際に使用できる CLT や集成材については、それぞれの木質材料の日本農林規格（JAS）にて示されている使用環境 A～C のうち、A、B に適合するものに限られる。→ 5 を参照
- 接着剤の種類によって耐火性能の違いに大きな影響があることから、告示では以下の 2 つの種類別に燃えしろ寸法および許容されるラミナの厚さの下限が示されている。

① フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂、レゾルシノール・フェノール樹脂（フェノール樹脂等）
ラミナ厚が 12 mm 以上

② ①以外の接着剤
ラミナ厚が 21 mm 以上

ただし、CLT パネル工法に用いる国産 CLT については、そのほとんどがラミナ厚が 30 mm であることから、ラミナ厚の制限を気にする場面はない。

具体的な燃えしろ寸法については、準耐火 6 に示す。

以上から、燃えしろ寸法を小さく抑えて、CLT の厚さをなるべく小さく抑えることがコストの削減にもつながるため、通常は、使用環境 A 又は B で、かつ、①のフェノール樹脂等の接着剤を用いた CLT を選択することになる。

2. CLT の等級・サイズ

- 「ルート 1 パネル工法」で使用できる CLT は、各種規定および x マーク金物の寸法、CLT の生産体制などから、現在のところ以下の通りとなっていることは既に述べた。

表 1：各部位に使用される CLT の仕様

CLT の仕様	床	壁	屋根・天井
Mx60 3 層 3 プライ 厚さ 90 mm スギ		○	○
Mx60 3 層 4 プライ 厚さ 120 mm スギ			○
Mx60 5 層 5 プライ 厚さ 150 mm スギ	○	○	○
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

- 防火被覆仕様とする部分は、上の通り使用することができる。
- 燃えしろ設計とする場合は、燃えしろを確保する必要からより厚い CLT を用いたいところであるが、「床・屋根に用いるパネル」については、積層方向（面外）の曲げおよびせん断の長期強応力度が計算可能な上の仕様しか利用することはできない。

- ・ 「壁に用いるパネル」は、上に示す仕様に加え、燃えしろ部分が脱落した後の座屈を防ぐために、以下を用いることがある。以下は、S60 は Mx60 と比較して製造上はラミナの調達に無理が生じるので、量を制限したり調達期間を確保する等の工夫が必要。

表 2：燃えしろ設計時の壁に用いる CLT の仕様

CLT の仕様	壁
S60 3 層 3 プライ 厚さ 90 mm スギ	○
S60 5 層 5 プライ 厚さ 150 mm スギ	○

※ラミナの厚さは、全て 30 mm が標準

また、7 層 7 プライ、9 層 9 プライを用いることも可能であるが、その場合には、x マーク金物の多くが使用できない厚さとなるため、接合具の選択肢が少なくなることには注意が必要である。

- ・ CLT や集成材の JAS においては、以下の使用環境を設定し、表示することとしている。
(5 の再掲)

使用環境 A：直交集成板の含水率が長期継続的に又は断続的に 19% を超える環境、直接外気にさらされる環境、太陽熱等により長期間断続的に高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について高度な性能が要求される使用環境

使用環境 B：直交集成板の含水率が時々 19% を超える環境、太陽熱などにより時々高温になる環境、構造物の火災時でも高度の接着性能を要求される環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境

使用環境 C：直交集成板の含水率が時々 19% を超える環境、太陽熱などにより時々高温になる環境その他構造物の耐力部材として、接着剤の耐水性、耐候性又は耐熱性について通常の性能が要求される使用環境

日本で製造されている CLT に用いられる接着剤と使用環境との関係を以下に示す。

表 3：使用環境と接着材の種類

接着剤の種類	使用環境 A	使用環境 B	使用環境 C
レゾシノール樹脂	○	○	○
レゾシノール・フェノール樹脂	○	○	○
水性高分子イソシアネート系樹脂	×	△	○

水性高分子イソシアネートでは、使用環境 B の同等性能評価を受けたものが存在するため△としている。

告示では「フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂、レゾルシノール・フェノール樹脂」とあるが、フェノール樹脂は CLT には用いられていないが LVL で用いられている。

- ・ フェノール樹脂、レゾルシノール樹脂、レゾルシノール・フェノール樹脂を用いた木質材料は、それ以外の接着剤を用いたものと比較して、炭化層の脱落などが生じにくく炭化層が有効に断熱材として働くため炭化速度が遅く、燃えしろ設計上は有利になることから、告示において燃えしろ寸法の差が設けられている。

CLT は製造方法によって幅はぎ接着の有無があるが、この点については燃えしろ寸法に影響は及ぼさないとされている。

以下に、フェノール・レゾルシノール系樹脂と水性高分子イソシアネート系（API 系）樹脂の炭化速度および炭化層の状態を示す。

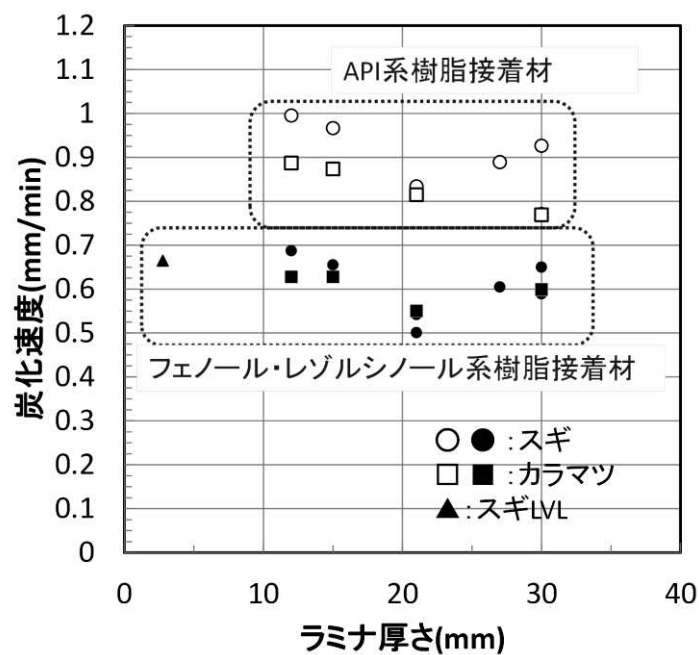
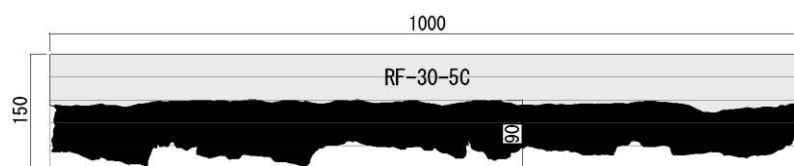
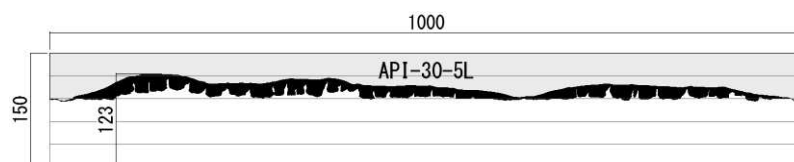


図 1 : CLT パネルの炭化速度



(a) フェノール・レゾルシノール系樹脂接着剤



(b) API 系樹脂接着剤

図 2 : CLT パネルの炭化図

データ

03-1. CLT 製造メーカー毎の製造可能な CLT リスト（再掲★）

参考資料

03-1. 燃えしろ設計が可能となる木質材料

準耐火4．燃えしろ設計の概略

燃えしろ設計においては、火災時に建物全体の容易な倒壊や延焼を抑制するため、非損傷性、遮熱性および遮炎性についての検証が必要である。

長期荷重を支持する主要構造部は作用荷重に対して非損傷性を喪失しないことの検証が必要。

具体的な手順は以下の通り。

- ① 構造部材の断面寸法から燃えしろ寸法を減じた残存断面における短期許容応力度 σ を算定
- ② 長期荷重による当該部材の作用応力 f を算定
- ③ $\sigma \geq f$ を確認
- ④ 鉛直部材については、炭化による作用荷重の偏心による座屈の影響を検証

防火区画を構成する主要構造部は、遮熱性および遮炎性についての検証が必要。

ただし、通常、非損傷性を検証した主要構造部は遮熱性・遮炎性を確保しているため、非損傷性の検証を行っていない非耐力壁部分（外壁・間仕切壁）について、遮熱性・遮炎性の検証が必要。

具体的には、部材の断面寸法から燃えしろ寸法を減じた残存断面において直交層と平行層を含んでいること、かつ、30 mm以上の厚さであることが求められる。

「ルート1 パネル工法」では、コストの低減や施工時の生産性などへの配慮から、非耐力壁については、CLT を用いない場合も多いと想定される。

その部分は、非耐力部分は被覆型の仕様を用いることとなるが、燃えしろ設計とする部分と被覆型とする部分の取り扱いなどに注意が必要となる。詳細は準耐火1 6 に示す。

- ・ 主要構造部（階段除く）に要求される準耐火性能は部位毎に以下の通りとなる。

主要構造部	非損傷性 屋内火災・屋外火災両方を想定 (通常の火災)	屋内火災		屋外火災	
		遮熱性	遮炎性	遮熱性	遮炎性
柱	○	*	*	*	*
梁	○	*	*	*	*
耐力壁 間仕切	○	○	○	—	—
非耐力壁 間仕切	—	○	○	—	—
耐力壁 外壁	○	—	○	○	○
非耐力壁 外壁	—	○	○	○	○
床	○	○	○	○	○
屋根	○ 屋内火災のみ想定	—	○	—	—
軒裏	—	—	—	○	○

* 柱、梁が防火区画の一部を構成する場合、柱、梁は壁や床よりも遮熱性、遮炎性が高いことが通常であることから、

これらの性能については、要求耐火性として規定されていない。しかし、柱や梁そのものに遮熱性、遮炎性がないと区画としての役割が果たせないため、当然に壁や床と同等以上の性能が必要となる。

- ・ 遮熱性および遮炎性のみが求められる非耐力壁部分（外壁や間仕切り壁）では、残存断面に直交層と平行層を含んでいることが求められることが告示に明記されている。これは、幅はぎがされていない CLT では、一層のみとなった場合にパネルとして存在できず、要求性能が担保できないためである。
- ・ 告示には明記されていないが、遮熱性および遮炎性を確保するためには、残存厚さが 30 mm 以上であることが求められている。これは、木材の厚板では 30 mm 以上で裏面温度の情報が 140℃ を超えず炎や高温ガスが貫通しないことが確認されているためである。
現状の国産 CLT は原則 30 mm のラミナ厚で製造されているため、残存断面に直交層と平行層を確保すると自然と残存断面の厚さは 30 mm 以上となる。
- ・ 燃えしろの対象となる主要構造部については、隙間や抜け節等の欠損は御法度となる。それらについては、準耐火 7 で述べるあて板や実（サネ）、木工用パテなどで埋める必要がある。

参考資料

04-1. 燃えしろ設計の概略

04-2. CLT による遮熱性・遮炎性の確保

準耐火5．対象部位と燃えしろ想定面

1．準耐火構造で CLT の燃えしろ設計とすることができる部位は以下の通り。

うち、CLT パネルで構成される可能性のある部位を網かけで示す。

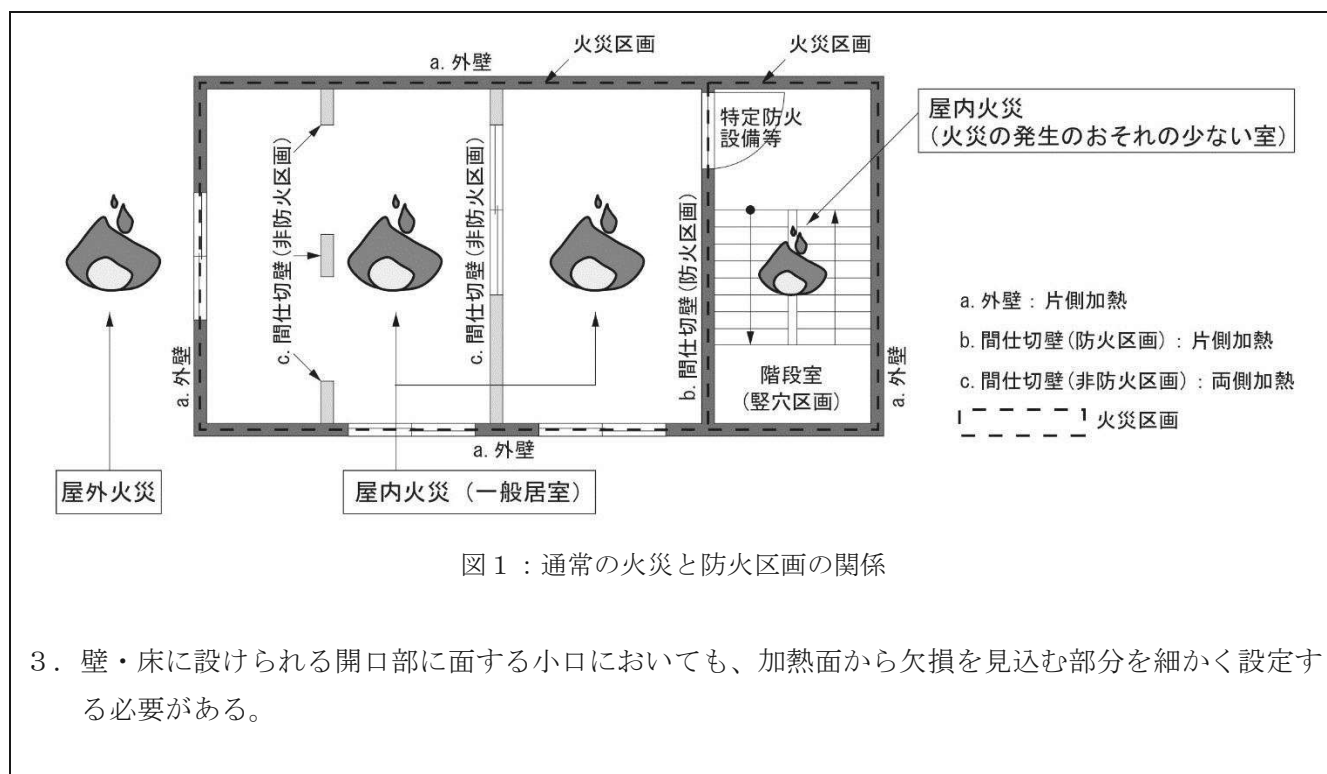
45 分準耐火構造 (平 12 建告第 1358 号)	1 時間準耐火構造 (平 27 国交告第 253 号)
柱	柱
梁	梁
耐力壁 間仕切仕切壁	耐力壁 間仕切仕切壁
非耐力壁 間仕切壁	非耐力壁 間仕切壁
耐力壁 外壁	耐力壁 外壁
非耐力壁 外壁 延焼のおそれのある部分 延焼の恐れのある部分以外の部分	非耐力壁 外壁
床	床
屋根 (30 分準耐火構造) ※	—
仕口・接合部	仕口・接合部
※防耐火設計の観点からは、ルーフバルコニーや屋上等のように在館者が床として使用することが想定される屋根については、屋内火災に対しては床としての性能を満足させることが望ましい。	

鉛直力のみを負担する柱・梁フレームを CLT とすることは許容されているが、通常は集成材などの軸材で作られる。

2．各部位において、燃えしろ面をどこに想定すべきかは、当該部位が建築物のどこに位置するのかわかる。

考え方の原則は以下の通り。

- ① 火災区画を構成する部位（防火区画を構成する部位と外壁）については、火災区画の内・外の両面が同時に加熱されない（片面加熱）と想定
 - 屋内火災と屋外火災は同時に発生しない
 - 異なる防火区画内で、屋内火災は同時に発生しない
- ② 防火区画内に存在する部位、または、屋外に存在する部位（屋外にある独立壁等）については、防火区画内の空間または屋外に面している部分が全て同時に加熱される（両面加熱～4 面加熱）と想定



- 燃えしろ面の想定についての詳細は**参考資料 05-1**に示す。

参考資料

05-1. 燃えしろ設計の対象となる部分

準耐火6．燃えしろ寸法

告示で定められている燃えしろ寸法は以下の通り。

材料については、全て JAS 規格に適合する製品であること、接着剤を用いた材料では使用環境 A 又は B であることが条件となる。ルート1 パネル工法では、鉛直力のみを負担する柱・梁を設けることが可能であるため、その際の軸材における燃えしろ寸法（単位：cm）も以下に示す。

フェノール樹脂等の接着剤の場合 ラミナ厚12mm以上に限る

材料	部位	準耐火構造		備考	要求性能
		45分	1時間		
CLT 構造用集成材 LVL	屋根	2.5	2.5	屋根は30分の性能が求められている	非損傷性
	床				
	外壁 耐力壁	3.5	4.5		
	間仕切り 耐力壁				遮熱性・遮炎性
	外壁 非耐力壁	6.5	7.5	CLTの場合、存断面(3cm以上)に互いに接着された平行層と直交層が存在すること	
	間仕切り 非耐力壁				

上記以外の樹脂の接着剤の場合 ラミナ厚21mm以上に限る

材料	部位	準耐火構造		備考	要求性能
		45分	1時間		
CLT 構造用集成材 LVL	屋根	3	3	屋根は30分の性能が求められている	非損傷性
	床				
	外壁 耐力壁	4.5	6		
	間仕切り 耐力壁				遮熱性・遮炎性
	外壁 非耐力壁	7.5	9	CLTの場合、存断面(3cm以上)に互いに接着された平行層と直交層が存在すること	
	間仕切り 非耐力壁				

接着材の種類は問わない

材料	部位	準耐火構造		備考	要求性能
		45分	1時間		
構造用集成材 LVL	柱	3.5	4.5		非損傷性
	はり				
構造用製材	柱	4.5	6		
	はり				

- ・ 残存断面における基準強度等の算出方法を参考資料 06-1 に示す。

参考資料

06-1. CLT の残存断面の強度等の算出方法

準耐火7．接合部の耐火性能

1．主要構造部に設けられる接合部も被覆等を行う等の対応が必要である。ただし、長ビスについては、以下の対応は必要無い。

- ① 主要構造部を防火被覆仕様とし、接合部も同様に被覆される場合
 - 特に配慮は必要無い
- ② 主要構造部を燃えしろ設計とする場合
 - ボルト等の接合金物では残存断面内に配置する
 - 露出する場合、露出する部分には接合部の被覆を行う

2．②の燃えしろ設計を行う場合の接合金物の保護方法は、接合金物の種類によって異なる。

- ・ 引きボルト等 CLT パネル内に埋め込まれる金物は残存断面に配置し、かつ、ナットや座金の設置のための加工穴がある場合は不燃性断熱材（ロックウール・グラスウール）と厚さ 30 mm 以上の木材で埋めるなどの措置が必要となる。
- ・ U 字金物等 CLT パネル表面にある金物は、厚さ 20 mm 以上の不燃性断熱材で被覆するか、準耐火性能を持つ仕様の床や天井仕様での被覆が必要となる。

3．その他の接合部等については、隙間が生じて空気が通り抜けると火災貫通が助長されるのを防ぐ必要があるので、以下の対応が求められる。

【主要構造部を構成する CLT パネル間の接合】

CLT 壁パネル同士、CLT 床パネル同士等の接合については既に 17 で述べたように、実（さね）、当て木（合板スプライン）が必要である。これに対応しておけば、特別な配慮は必要無い。

【主要構造部を構成する CLT 壁パネルと CLT 床パネルの取り合い部分】

通常は床パネルの自重などで隙間は生じないが、何らかの理由で隙間が生じた場合には、当て木をする等の対策が不可欠となる。

【主要構造部となる垂れ壁（燃えしろ設計の場合）】

垂れ壁を支えている両サイドの CLT 壁パネルの燃えしろ部分が焼失しても脱落しない寸法の欠き込み受とするか、火災後も耐力を有する金物を設置し、脱落を防止する必要がある。

水平力を負担する垂れ壁については、11 で述べた様に、構造上 45 mm の受け部分を設けることとなっているが、燃えしろ設計の場合の対応も必要となる。この 45 mm の受材部分は、燃えしろの寸法に加えても良い。

【梁と耐力壁となる CLT 壁パネルの接合部（燃えしろ設計の場合）】

CLT 壁パネルの表面の燃えしろ部分が焼失しても梁が脱落しない接合方式とする。

参考資料

07-1. 接合部の耐火性能

準耐火 8. 準耐火構造の各部設計（外部－外壁）

1. 外壁の準耐火構造仕様

- ・ 告示にて、耐力壁と非耐力壁の仕様が示されているが、原則同じ仕様である。ただし、要求される性能が異なるので、燃えしろ設計の場合の検証方法は異なる。（データ 08-1）
- ・ 外壁の外装と内装の仕様の組み合わせとしては以下の様なパターンが考えられる。

下表の NO.は、データ 08-2 で示されるバリエーションの番号である。

NO		外装側	内装側	準耐火性能の確保方法とその他の条件等
①	被覆	防火被覆	防火被覆	外装・内装の被覆を準耐火性能をもつ仕様とする。
②				外装有り→耐久性等を考慮した際に推奨される仕様。
③	燃えしろ	外装有	CLT 現し	外装有り→耐久性等を考慮した際に推奨される仕様。 準耐火性能は燃えしろ設計（片面）で確保する。
④		CLT 現し	内装有	準耐火性能は燃えしろ設計（片面）で確保する。 外装側を CLT 露出としているので、使用環境は A となる。
⑤		外装有 性能不問	内装有	外装有り→耐久性等を考慮した際に推奨される仕様。 準耐火性能は燃えしろ設計（片面）で確保する。
—		CLT 現し	CLT 現し	準耐火性能は燃えしろ設計（片面）で確保する。 外装側を CLT 露出としているので、使用環境は A となる。

- ・ 外壁の仕様としては、耐久性や省エネ性能に配慮すると、22に示した通り、外断熱とし適切な外装材を施すことが一般的な仕様となる。
- ・ 燃えしろ設計で準耐火性能を確保する場合は、屋外・屋内で同時火災を想定しないので片面燃えしろの検証で OK。この場合で外装・内装を施す際、準耐火性能を持つ被覆である必要は無い。
- ・ ただし、屋外に設けられる独立外壁で両面から火炎にさらされる場合には両面燃えしろで検証する必要がある。
- ・ 屋外側を CLT の現しとする場合には、CLT パネルが暴露されることから、使用環境 A の CLT を用いることが必要となる。

2. 外壁に設けられる開口部と CLT パネルとの取り合い部分

開口部に露出する CLT 小口等は、燃えしろ設計の際に加熱面から燃えしろ欠損を見込む部分として考えなくてはならないことは準耐火 5 に示した。

開口部の脱落を防止し、この部分の CLT に燃えしろ欠損を生じさせないためには、石こうボードや厚さ 30 mm 以上の木材で被覆を行う等の対応が必要となる。（データ 8-3）

防火被覆の詳細仕様

防火被覆の仕様は告示で定められているが、その留め付け方法などの詳細については、それぞれの被覆材を製造しているメーカーや工業会などの推奨仕様等を参照すること。

大臣認定仕様については、詳細に仕様が定められているため、その仕様に従う必要がある。

データ 8-1 に告示仕様を、データ 8-2 に 8-1 のうち、一般的に採用される仕様の詳細について示す。

データ

08-1. 外壁（耐力壁・非耐力壁）の準耐火構造の告示仕様

08-2. 外壁の準耐火構造仕様のバリエーション

08-3. 準耐火構造の外壁に取り付く開口部分の納まり

準耐火 9. 準耐火構造の各部設計（外部－屋根）

1. 屋根の準耐火構造仕様

- ・ 屋根の準耐火構造（1 時間・45 分共に）は、準耐火 4 に示した様に屋内火災のみを想定した 30 分の非損傷性、遮炎性が要求される。したがって、燃えしろ設計とする場合には、片面燃えしろで非損傷性および遮炎性を検証する。
- ・ 屋根の構成については、1 4 にも示したように、様々なパターンがある。屋根パネルもしくは天井パネルに CLT を用いた場合には、どちらで燃えしろ設計を行っても良い。

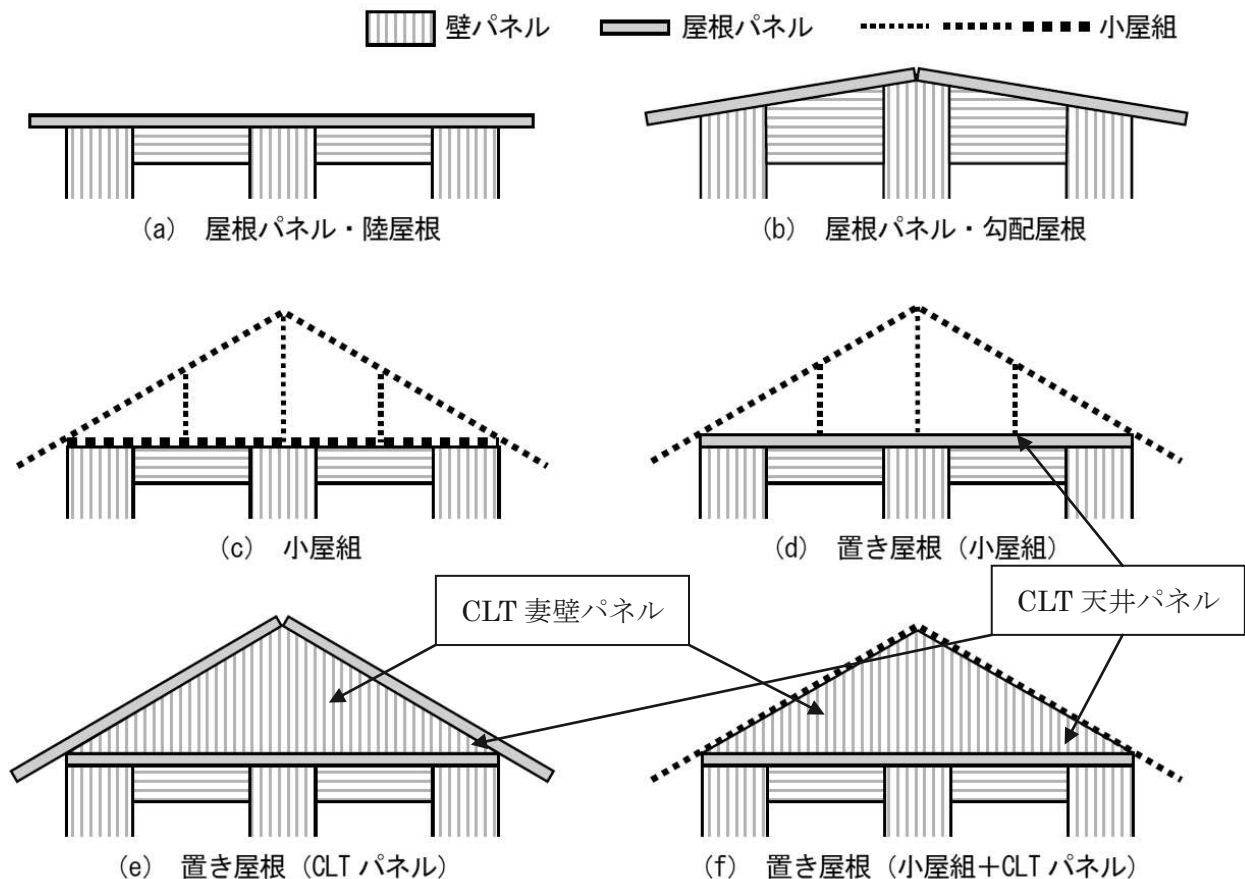


図 1：小屋組等の構成方法

- ・ 被覆型とした場合には、屋外は不燃材料、屋内は石こうボード等での被覆となる。屋内の被覆については、天井で被覆としても、CLT 天井パネルもしくは CLT 屋根パネルに沿って張っても良い。
- ・ 屋根葺き材は、地域・地区の指定に従うが、被覆型においては、それによらず不燃材が要求される仕様がある。
- ・ 燃えしろ、被覆、どちらにした場合でも、妻壁は壁として考えて、準耐火構造とする運用が行われている。このような対応とすることで、準耐火 1 0 に示す様に、軒裏の仕様が自由になる。

2. 屋根に設けられる開口部と CLT パネルとの取り合い部分

屋根の設けられるトップライトは、外壁に設ける開口部と同様の考え方で納める必要がある。（データ 9-3）

3. 天井に設けられる点検口の仕様

天井は、石こうボード等による天井とされる場合があるが、維持管理のための点検口が設けられるのが一般的である。被覆型で準耐火構造とする天井面に点検口を設ける場合、点検口にもその性能が求められる。一般的には、点検口自体には準耐火構造で求められる性能は無いため、点検口の内側に、防火被覆を設ける措置が必要となる。（データ 9-4）

防火被覆の詳細仕様

防火被覆の仕様は告示で定められているが、その留め付け方法などの詳細については、それぞれの被覆材を製造しているメーカーや工業会などの推奨仕様等を参照すること。

大臣認定仕様については、詳細な仕様が定められているため、その仕様に従う必要がある。

データ 9-1 に告示仕様を、データ 9-2 に 9-1 のうち、一般的に採用すると思われる仕様の詳細について示す。

データ 9-4 に、CLT 天井パネルに点検口を設けている図があるが、「ルート 1 パネル工法」において、建物に作用する水平力を負担する水平構面として CLT 天井パネルがある場合は、床と同様に穴をあけることができない。設計上、CLT 天井パネルを設置しない吹き抜け部分を設けて点検口を設置する等の工夫が必要。（14を参照のこと）

データ

09-1. 屋根の準耐火構造の告示仕様

09-2. 屋根の準耐火構造仕様のバリエーション

09-3. 準耐火構造の屋根に取り付く開口部分（トップライト）の納まり

09-4. 準耐火構造の天井に取り付く開口部分（点検口）の納まり

準耐火 10. 準耐火構造の各部設計（外部－軒裏）

1. 軒裏の準耐火構造仕様

- 軒裏には、**準耐火 4** で示した通り、屋外火災による遮熱性・遮炎性が求められるが、この性能が求められるのは、準耐火構造の外壁によって小屋裏又は天井裏と防火上有効に遮られていない場合に限る。

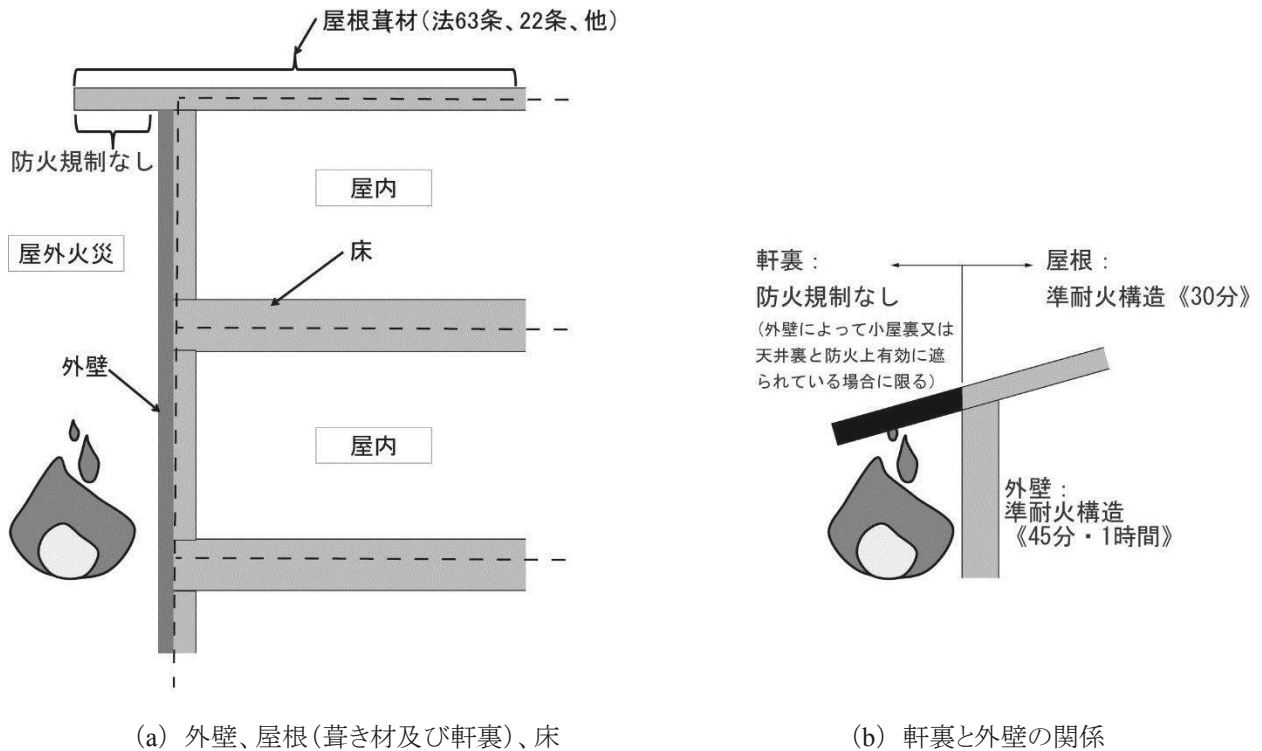


図1：屋外火災における防火区画内の燃えしろ想定面（断面図）

- 軒裏には、燃えしろ設計の設定はないが、上の規定を利用すれば、軒裏には防耐火の規制が係らないので、CLT 現しとすることができる。
- ただし、軒裏で CLT を現しとする場合には、CLT が屋外に暴露される状態となるので、使用環境 A のみが許容されることに注意が必要。

データ 10-1 に告示仕様を、データ 10-2 に 10-1 のうち、一般的に採用すると思われる仕様の詳細について示す。

データ

10-1. 軒裏の準耐火構造の告示仕様

10-2. 軒裏の準耐火構造仕様のバリエーション

準耐火 1 1. 準耐火構造のバルコニーの考え方

1. 「避難上有効なバルコニー」と「その他のバルコニー」

- ・ バルコニーの仕様には、令第 121 条第 1 項第三号、同項第六号及び第 3 項に規定する「避難上有効なバルコニー」と戸建住宅等で一般的に用いられる「その他のバルコニー」がある。
- ・ 前者の場合には、バルコニーの床は耐火構造又は準耐火構造とすることが求められる。

2. その他のバルコニーでの注意点

- ・ 下階が屋内となるルーフバルコニーについては、準耐火構造とする場合には、屋根と同様の被覆（不燃材での被覆）が求められる。
持ち出しバルコニーではその必要は無い。
- ・ 持ち出しバルコニーの屋外側は、軒裏と同等の扱いとする。
- ・ 後付けバルコニーは、外壁の被覆を建物本体で完結させ、バルコニーを外壁に取り付く付属物として取り扱う。

参考資料

11-1. バルコニー等の考え方

準耐火 1 2. 準耐火構造の各部設計（内部一間仕切壁）

1. 間仕切壁の準耐火構造仕様

- ・ 告示にて、耐力壁と非耐力壁の仕様が示されているが、原則同じ仕様である。ただし、要求される性能が異なるので、燃えしろ設計の場合の検証方法は異なる。（データ 12-1）
- ・ 間仕切壁のうち、防火区画を構成するものは、防火区画の両側での同時火災は想定されないの
で、燃えしろ設計とする場合には、片面燃えしろの検証で OK。
- ・ 間仕切壁のうち、防火区画を構成しないものは、両面からの火熱にさらされることが想定され
るので、両面燃えしろの検証が必要となるが、CLT の厚さがかなり厚くなり、間取りやコスト
の面では現実的では無いため、通常は片面は被覆＋片面燃えしろ、もしくは、両面被覆となる。

下表の NO.は、データ 12-2 で示されるバリエーションの番号である。

NO	内装 1	内装 2	準耐火性能の確保方法とその他の条件等
①②	防火被覆	防火被覆	両面を防火被覆とする。
③④	防火被覆	CLT 現し	片面防火被覆、片面燃えしろ設計。

- ・ 間仕切壁には遮音性能が求められる場合も多く、特に集合住宅等の界壁では建築基準法によっ
てその性能に規定があること、また、その際の具体的な仕様については 2 6 に示した。
界壁の遮音性能と準耐火性能を満たした界壁として、CLT 協会では 2 つの大臣認定（片面 CLT
現し、両面 CLT 現し）を取得している。
- ・ この仕様を活用するためには、CLT 協会が定める運用規定に基づく認定者による設計・検査が
必要となる。（データ 12-3）

2. 防火区画に設ける特定防火設備の納まり

防火区画を構成する準耐火構造の間仕切りに取り付く特定防火設備は、不燃材で覆われた構造体に取り付けることが求められている。

CLT パネルで防火区画を設ける場合にも適用されるため、防火被覆仕様の壁の小口面に不燃材（ケイ酸カルシウム板 8 mm など）で覆い、その上から特定防火設備と取り付ける必要がある。

これは、燃えしろ設計を行う場合も求められる措置であり、特定防火設備の小口およびそこから 100 mm までの壁については、この仕様とする必要がある。

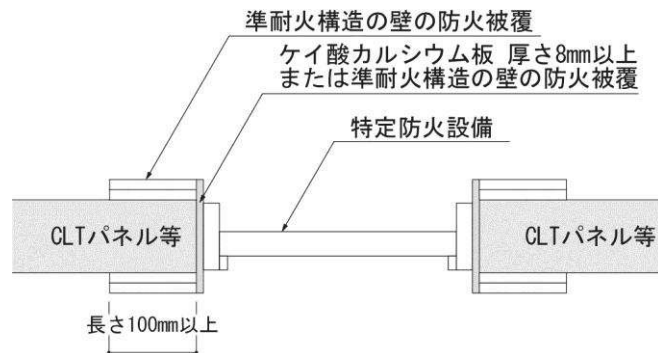


図 1：サッシ・扉等開口部の防火措置

防火被覆の詳細仕様

防火被覆の仕様は告示で定められているが、その留め付け方法などの詳細については、それぞれの被覆材を製造しているメーカーや工業会などの推奨仕様等を参照すること。

大臣認定仕様については、詳細な仕様が定められているので、その仕様に従う必要がある。

データ 12-1 に告示仕様を、データ 12-2 に 12-1 のうち、一般的に採用すると思われる仕様の詳細について示す。

データ

12-1. 間仕切壁（耐力壁・非耐力壁）の準耐火構造の告示仕様

12-2. 間仕切壁の準耐火構造仕様のバリエーション

12-3. 間仕切壁の遮音性能を確保した準耐火構造大臣認定仕様

準耐火 13. 準耐火構造の各部設計（内部一床）

床の準耐火構造仕様

- ・ 告示にて床の仕様が示されており、**準耐火 4**で示した通り、非損傷性、遮熱性、遮炎性が求められる。（**データ 13-1**）
床のうち、防火区画を構成するものは、防火区画の上下階での同時火災は想定されない。したがって、防火被覆とする場合には上面・下面両方に被覆が必要となるが、燃えしろ設計の場合には、片面燃えしろの検証で OK。（**データ 13-2**）
- ・ 床のうち、防火区画を構成しないものは（開口部に面する床＝吹き抜け等にある床）、両面からの火熱にさらされることが想定されるので、燃えしろの検証が必要となるので注意が必要。また、開口に面する床の小口部分にも燃えしろ寸法もしくは防火被覆が求められる。（**データ 13-3**）

データ 13-1 に告示仕様を、**データ 13-2** に 13-1 のうち、一般的に採用すると思われる仕様の詳細について示す。

データ

13-1. 床の準耐火構造の告示仕様

13-2. 床の準耐火構造仕様のバリエーション

13-3. 床の開口部（防火区画を構成しない床）の考え方

準耐火 1 4. 準耐火構造の各部設計（内部－階段）

階段の準耐火構造仕様

- ・ 告示にて階段の仕様が示されているが、CLT パネル工法と一般の木造とでは違いは無い。（データ 14-1）

データ

14-1. 階段の準耐火構造のバリエーション

準耐火 15. 燃えしろ設計と防火被覆部分の取り合い（内部一壁）

燃えしろ設計と防火被覆部分の取り合い

- ・ 準耐火構造とする CLT パネル工法の壁では、燃えしろ設計部分と被覆仕様の部分とが混在すること多いと考えられる。それらの部分については、防火被覆仕様側の裏に胴縁などを設けて取り合い部分の隙間が無い仕様とすることが必要である。（データ 15-1）

データ 15-1 では、燃えしろ側も防火被覆仕様側も共に CLT 壁パネルを用いる納まりが示されているが、CLT 壁パネルと壁倍率 1 以下の間柱＋面材の壁（腰壁・垂れ壁も含む）の取り合いも存在する。この場合の考え方もデータ 15-1 に示す納まりと同等とし、間柱等の木材を CLT パネルに取り付け、隙間が無い仕様とすることが必要である。

また、壁と天井、壁と床の納まりも、同等の考え方とする。

データ

15-1. 燃えしろと防火被覆の取り合い（壁）

準耐火 16. 燃えしろ設計した各部の表面仕上げの注意点（内装・外装共通）

燃えしろ設計した各部の表面仕上げ

- ・ 燃えしろ設計を行った各部位では、準耐火性能は CLT パネルのみで満足している。したがって、CLT パネルを現しとすることも、その上に仕上げを施すことも可能である。CLT 現しとした上に、木材の仕上げを施しても、準耐火性能は同等以上と考えられるため、問題は無い。ただし、内装制限がかかる部分については内装制限が優先される。
- ・ 断熱材の仕様については、無機系の断熱材（グラスウール、ロックウール）は用いることが可能であるが、有機系の断熱材では、木材が熱分解や炭化するよりも低い温度で熔融する可能性があるため、大臣認定を取得している仕様とする場合を除き用いることはできない。
- ・ 同様の理由から、有機系の断熱材を金属板でサンドイッチしたパネル等についても、用いる場合には安全性を確認してから使用する必要がある。

データ

16-1. 燃えしろ設計した各部の表面仕上げ（内装・外装共通）

準耐火 17. 準耐火構造部分の設備配管等の貫通部

準耐火構造の壁・床を貫通する設備配管等については、各部に求められている防耐火性能（非損傷性・遮熱性・遮炎性）を損なわないよう以下の措置が求められる。

【防火区画でない部分】外壁はこちらに該当する

- ・ 貫通部において、配管・配線と CLT パネルの隙間にロックウールもしくはグラスウール（いずれも密度は 24kg/m^3 以上とする。）やモルタル等の不燃材を充填する。

【防火区画の場合】

- ・ 貫通部において、配管・配線と CLT パネルの隙間にロックウールもしくはグラスウール（いずれも密度は 24kg/m^3 以上とする。）やモルタル等の不燃材を充填する。
- ・ 貫通部およびその両側 1m 以内の距離にある配管・配線等を不燃材とする。なお、硬質塩化ビニル管を用いる場合は、平 12 建築令第 1422 号に従う。

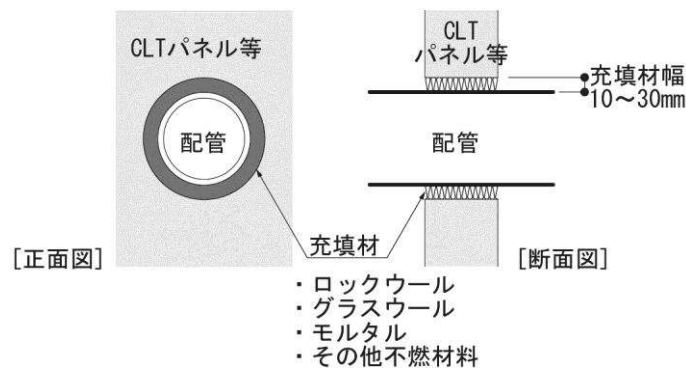


図 1 配管・配線の場合

データ

17-1. 準耐火構造の設備配管等の貫通部

準耐火 18. 準耐火構造部分のスイッチボックス等の仕様

準耐火構造の壁等にスイッチボックスを設ける場合には、各部に求められている防耐火性能（非損傷性・遮熱性・遮炎性）を損なわないよう、以下の措置が求められる。

- ・ スwitchボックスは鋼製のものとする。
- ・ 裏面に準耐火構造の防火被覆を行う。具体的な仕様はデータ 18-1 に示す。

ただし、燃えしろ設計で CLT を現しとする場合には、CLT をくり抜くか切り欠くかの必要があるが、ルート 1 パネル工法においては 11 に示した通り、欠損等がある壁については水平力を負担する壁としてカウント出来ないので注意が必要である。

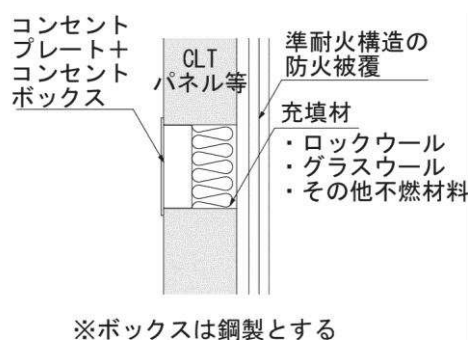


図1 コンセント・スイッチボックスの場合

データ

18-1. 準耐火構造部分のスイッチボックス等の仕様