

令和3年度 林業成長産業化総合対策補助金等
(木材産業・木造建築活性化対策のうちCLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業の
うちCLT建築物等の設計者等育成事業)

CLTを実務者から消費者まで幅広く普及拡大を
目的とした水平展開事業
事業報告書

令和4(2022)年3月

一般社団法人日本 CLT 協会

目次

第1章 事業概要	
1.1 事業名	3
1.2 事業目的・内容	3
1.3 実施体制	3
第2章 水平展開事業委員会	
2.1 事業内容	7
2.2 実施体制	7
2.3 委員名簿	8
2.4 小委員会の連携	8
2.5 令和3年度実施 CLT関連林野庁事業成果報告会の開催	10
第3章 CLT建築物設計者等育成小委員会	
3.1 事業目的	13
3.2 実施概要	13
3.3 CLT建築物の設計者向け実施講習会の開催	14
3.4 CLTアイデアコンテスト2021の開催	24
第4章 CLT建築物企画支援小委員会	
4.1 概要	37
4.2 相談案件	39
4.3 専門家派遣案件	46
4.4 その他の支援	62
4.5 今後の課題	64
巻末資料1 CLTを用いた建築物の確認検査機関一覧	65
巻末資料2 法適合チェックリスト	73
巻末資料3 マスティンバー設計マニュアル2021	77
第5章 住宅性能表示検討小委員会	
5.1 概要	177
5.2 設計性能	178
5.3 検証プランと結果	179
5.4 考察	181
5.5 まとめ	192

巻末資料（付属CD-ROM）

1. 第3章 CLT建築物の設計者向け実施講習会 説明資料
2. 第3章 講習会補足講座 説明資料
3. 第5章 各プラン検討書
 - 3-1 Aプラン 意匠図・構造図・検討書
 - 3-2.1 Bプラン 意匠図・構造図
 - 3-2.2 B1プラン 検討書
 - 3-2.3 B2プラン 検討書
 - 3-2.4 B3プラン 検討書
 - 3-2.5 B4プラン 検討書
 - 3-3 Cプラン 意匠図・構造図・検討書
 - 3-4 Dプラン 意匠図・構造図・検討書

第1章

事業概要

第1章 事業概要

1.1 事業名

CLTを実務者から消費者まで幅広く普及拡大を目的とした水平展開事業

1.2 事業目的・内容

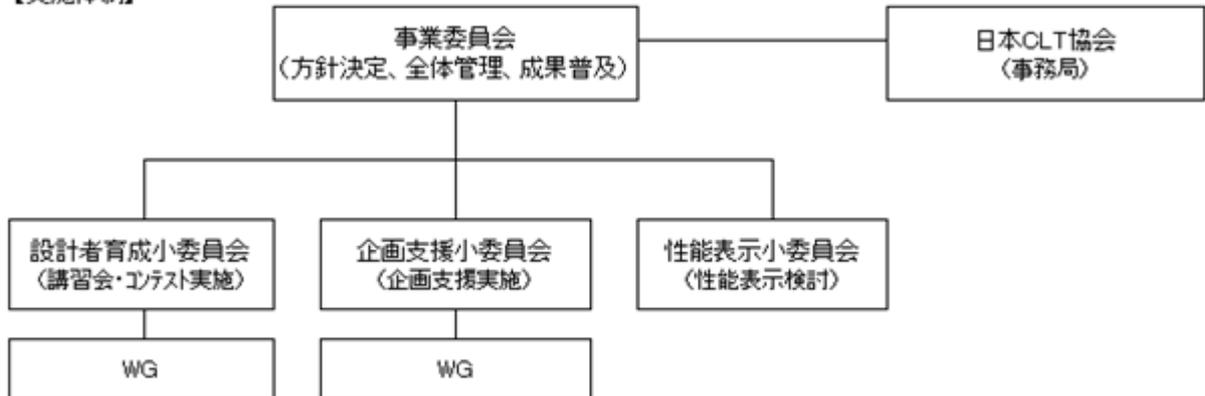
CLTのさらなる利用促進のためには、(1)CLT設計者の増加、(2)CLT建築物の企画や計画段階への支援、(3)CLTに関する資料整備、が必要であると考え、下記の通り実施する。

- (1) 講習会とコンテストの実施により設計者の育成を実施する。講習会はWEBを中心に実施し、要望に応じて企業別等の個別講習会も実施する。コンテストはCLT普及効果の大きい課題を設定することで、実物件にも参考となる作品を募集する。
- (2) 企画や設計段階の案件を対象に、相談窓口の設置やCLT専門家を派遣する支援体制を整備する。また、確認審査において手間取らずに済むよう審査機関にCLTを理解してもらうための取り組みも実施する。
- (3) 住宅性能表示基準のうち、CLTパネル工法の耐震等級(構造躯体の倒壊防止等)に関する資料作成を行う。

本事業で実施した内容は報告書にまとめ、一般に公開することとする。

1.3 事業体制

【実施体制】



第2章

水平展開事業委員会

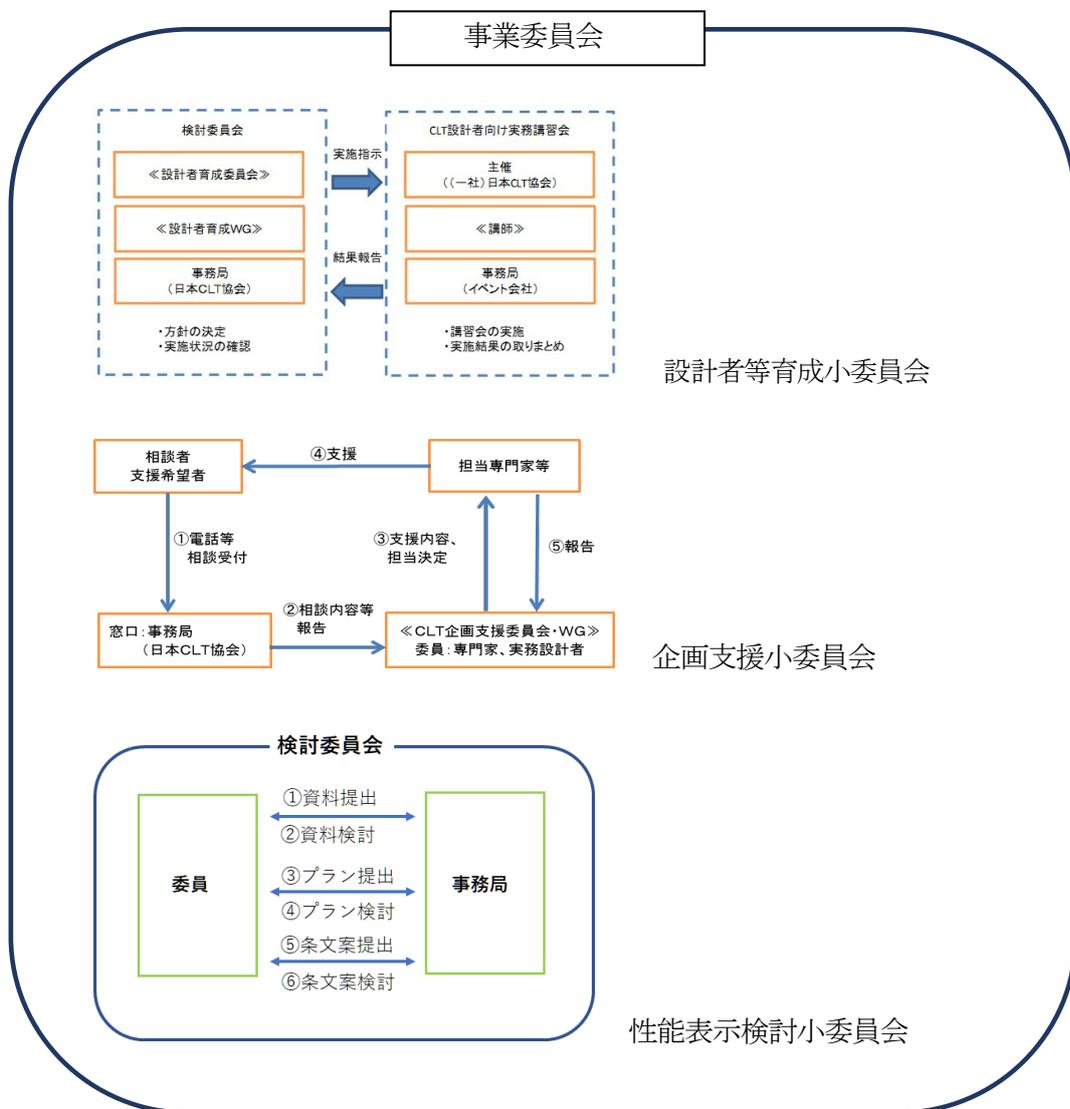
第2章 水平展開事業委員会

2.1 事業内容

CLT建築物を社会に広く普及・認知するためには、設計実務者にCLTに興味を抱いてもらい、その設計やアイデアを支援し、役立つ最新情報をお知らせする、という一貫したサポートが必要である。近年の相談案件数や、CLT建築物竣工数は、そのサポートが部分的に成功していることを示している。

CLT建築物設計者等育成小委員会、CLT建築物企画支援小委員会、住宅性能表示検討小委員会の活動を取り纏める。また、今後のCLT普及のための課題を取り纏め、成果報告会および報告書にて報告する。

2.2 事業体制



2. 3 委員名簿

検討委員会

委員長	有馬 孝禮	東京大学 名誉教授
委員	青木 謙治	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授
	稲山 正弘	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
	大倉 靖彦	株式会社アルセッド建築研究所 副所長
	大橋 好光	東京都市大学 名誉教授
行政	日向 潔美	林野庁 林政部 木材産業課 課長補佐
	増田 莉菜	林野庁 林政部 木材産業課 木材専門官
事務局	坂部 芳平	日本 CLT 協会 専務理事
	河合 誠	日本 CLT 協会 顧問
	小玉 陽史	日本 CLT 協会 業務推進部 部長
	森田 聖	日本 CLT 協会 業務推進部
	上田 摩耶子	日本 CLT 協会 業務推進部

2. 4 小委員会の連携

2.4.1 本事業でみられた小委員会の連携

- ・育成講習会の受講者による、企画支援相談が複数回あった。
設計者だけでなく、建材メーカー等
- ・企画支援に相談があった設計者、デベロッパーに講習会の受講を勧めた。
- ・性能表示検討小委員会で議論された点が、企画支援の相談に活かされた。

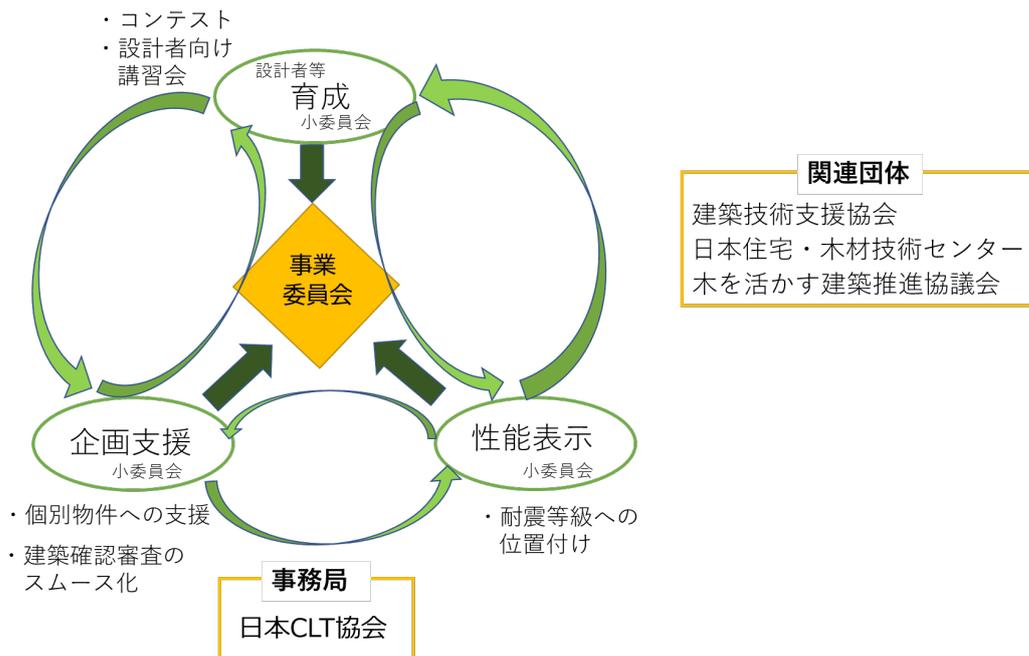


図 2.4-1 各小委員会の連携図

2.4.2 連携への課題

- 講習会の期間が決まっているため、企画支援相談から誘導できない時期がある。
 - ：講習会のテキストの概要版を企画支援の資料にすることを検討
 - ：規模が大きい相談であれば、個別の講習会を検討
- CLT 関連の情報は常に新しいものに改変していく必要がある。
 - ：性能表示検討小委員会で新たに分かった点等を講習会のテキストとしてまとめることを検討。
 - 企画支援の資料としてもホームページに掲載することを検討。
- CLT を普及させるための過不足要因を探り出し、出来ることから始めていくことが重要である。
そのためには、本事業のように複合的な視点を持ち、事業を遂行していくことが有効であるとする。

2. 5 令和3年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会の開催

本年度の林野庁委託・補助事業のうち、CLTに係る事業の成果を報告・普及する場として、成果報告会を開催した。開催にあたっては、WEB 報告会としたことで130名の参加があった。開催プログラムは、次の通りである。

令和3年度実施

CLT関連 林野庁事業 成果報告会

CLTアイディアコンテスト 表彰式

WEB開催(ライブ配信)のご案内

■開催日時	令和4年3月10日(木)	
	CLTアイディアコンテスト表彰式	13:00～14:10
	CLT関連林野庁事業成果報告会	14:25～16:40
■参加費	無料	
■定員	500名	

14:25～16:40	CLT関連林野庁事業 成果報告会 (成果報告8事業者 各15分)		
14:25～14:30	ご挨拶		
14:30～14:45	報告01	CLT建築物等の設計者等育成	一般社団法人 日本CLT協会
14:45～15:00	報告02	CLT建築、企画者・設計者等のためのCLT講習会2021	特定非営利活動法人 建築技術支援協会
15:00～15:15	報告03	中大規模木造建築物の需要拡大を後押しする設計・施工者への普及啓発	株式会社 日経BP
15:15～15:30	報告04	CLTの特性を活かす平版構成の普及に向けての開発	木構造振興 株式会社
15:30～15:40	休憩		
15:40～15:55	報告05	10階建て振動台実験との協同による中高層建築物の安全性の見える化	株式会社 ドット・コーポレーション
15:55～16:10	報告06	CLTを用いた土木利用技術の評価・分析	一般社団法人 日本CLT協会
16:10～16:25	報告07	CLTパネルを面材として用いた木造軸組耐力壁等の開発	木構造振興 株式会社
16:25～16:40	報告08	CLTパネル工法の構造計算のモデル化手法、階数制限緩和、プログラム開発に向けた検討	一般社団法人 日本CLT協会

図 2.4-2 当日プログラム

第3章

CLT 建築物設計者等育成小委員会

第3章 CLT 建築物設計者等育成小委員会

3. 1 事業目的

CLT のさらなる利用促進のためには、(1)CLT 設計者の増加、(2)CLT 建築物の企画や計画段階への支援、(3)CLT に関する資料整備、が必要であると考え、CLT 建築物設計者等育成小委員会（以下、育成小委員会とする）では、講習会とコンテストの実施により設計者の育成を実施する。講習会は WEB を中心に実施し、要望に応じて企業別等の個別講習会も実施する。コンテストは CLT 普及効果の大きい課題を設定することで、実物件にも参考となる作品を募集する。

3. 2 実施概要

(1) CLT 建築物の設計者向け講習会の開催

CLT の概要・最新情報、CLT を用いた工法、CLT の構造計算、CLT 建築物の各種性能等を学ぶ WEB 講習（e-ラーニング形式）を開催した。講習会は3年間継続して開催しており延べ1000名の設計者に研修を行ってきた。内容は年度ごとに充実したものとなっており、本年度はさらに充実した研修とする。

(2) CLT アイデアコンテスト2021の開催

本年度で7回目の開催となる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）を決定した。

3. 3 CLT 建築物の設計者向け実務講習会の開催

3.3.1 講習会の検討および実施

3.3.1.1 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の講習会を WEB で実施した。講習会での実施内容やテキストの検討、会場・講師等の選定にあたっては、検討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。

3.3.1.2 委員名簿

検討委員会 委員名簿

(順不同)

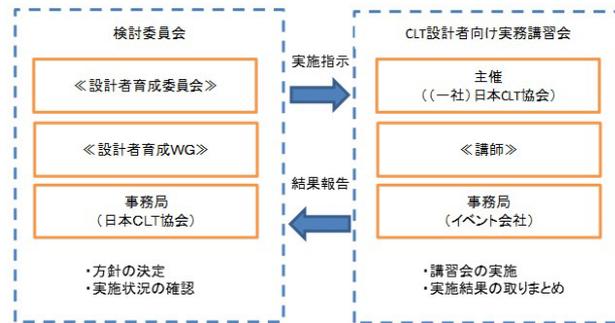
委員長	有馬 孝禮	東京大学 名誉教授
委員	金子 弘	(公財) 日本住宅・木材技術センター 専務理事
	菊地 良一	(公社) 日本建築家協会 参与
	(第2回から菊地氏に代わり 浅尾 悦子 (公社) 日本建築家協会 が委員に就任)	
行政	日向 潔美	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	増田 莉奈	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 木材専門官
事務局	坂部 芳平	(一社) 日本 CLT 協会 専務理事
	河合 誠	(一社) 日本 CLT 協会 顧問
	小玉 陽史	(一社) 日本 CLT 協会 業務推進部長
	森田 聖	(一社) 日本 CLT 協会 業務推進部
	上田 摩耶子	(一社) 日本 CLT 協会 業務推進部

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	加納 英範	(特非) 建築技術支援協会
	栗原 潤一	住環境 α 研究所 所長
	鈴木 秀治	(特非) 建築技術支援協会
	鳥羽 展彰	銘建工業 (株) 木質構造事業部 設計部長
	中越 隆道	中越建築設計事務所 代表
	宮崎 淳	(株) 日本設計 技術管理部 シニアオフィサー
	山辺 豊彦	(有) 山辺構造設計事務所 代表
行政	日向 潔美	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	増田 莉奈	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 木材専門官
事務局	(一社) 日本 CLT 協会	

3.3.1.3 実施体制



3.3.1.4 講習会の検討

委員会での議論を踏まえてWGで具体的な検討を進め、講習会テキストを作成した。

3.3.1.5 対象者

主に意匠設計者、CLT（木造）の経験がない方、学生の受講を対象とし、これからCLTの使用を検討する方や実際にCLTを活用した設計予定のある方等の参加も広く受け付けた。

3.3.1.6 ゴール

①CLTの概要や最新情報について、②CLTを用いた工法について、③CLTの構造計算方法のうち意匠設計のプランニングに関わる内容について、④CLT建築物の各種性能（耐久性、断熱性、遮音等）や防耐火仕様のほか施工等についての4点を理解してもらい、今後のCLT建築物の実物件に繋げることを目標とした。

3.3.1.7 講義の時間数

昨年度よりも時間を増やし、5時間の講習時間とした。

3.3.1.8 テキストの構成・編集方針

昨年度使用したテキストをもとに、昨年度の受講者のアンケート結果・意見や最新情報を反映したテキストを作成した。なお、テキストの全文は巻末の参考資料に示す。

3.3.1.9 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た。なお、講師ごとの説明内容を平準化するため、WEB講習を録画し全講師で共有を図った。

3.3.1.10 講師一覧

実際に担当した講師は次の表の通りである。

表 3.3-1 講師一覧

担当内容	講師名（敬称略、（ ）内は所属）
1. 概要・最新情報	森田 聖（日本 CLT 協会）
2. 工法	栗原 潤一（住環境 α 研究所）
2. 構造計算	鳥羽 展彰（銘建工業）
3. 性能・防耐火・施工	栗原 潤一（住環境 α 研究所）

3.3.2 講習会の開催

3.3.2.1 「CLT 設計者向け実務講習会」概要

WEB 講習を e-ラーニング形式としたことから、空き時間に何度でも自分の都合に合わせて視聴できるようになった。そのため、日常業務で忙しい設計者等が全国の都道府県から受講希望者が集まった。当初 600 名定員で計画していたが、多くの受講希望があったことから、900 名まで定員を広げた。

講習会の概要は以下の通りである。

CLT 設計者向け実務講習会（WEB 講習） 概要

開催期間：2021 年 9 月 16 日～2022 年 1 月 21 日

受講方法：e-ラーニングシステムによる受講。受講期間内はいつでも繰り返し受講可能。

主 催：（一社）日本 CLT 協会

事務局：イントラスト（株）

定 員：900 名

受講料：無料

テキスト：本講習会用に作成したテキスト、実務者のための CLT 建築物設計の手引き
（PDF データで配布）

配布資料：CLT アイデアコンテスト 2020 作品集

CPD 認定：5 単位

時間割：

1. 概要・最新情報 (060 分)
2. CLT を用いた工法 (025 分)
3. 構造計算 (090 分)
4. 性能・防耐火・施工 (120 分)

3.3.2.2 講習会の様子

講習会の撮影の様子を記す。



写真 3.3-1 森田講師の説明（WEB 講習）



写真 3.3-2 栗原講師の説明（WEB 講習）

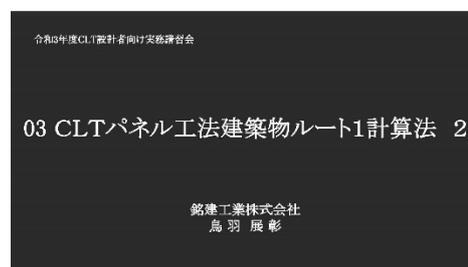


写真 3.3-3 鳥羽講師の説明（WEB 講習）

3.3.2.3 受講者数および受講者内訳

WEB 講習の受講者数は次の表の通りである。大手のデベロッパー、ゼネコン、設計事務所以外にも、行政機関、建築確認検査機関等からも多くの参加があった。また、WEB 講習開催のため、全国から受講希望があった。

表 3.3-2 WEB 講習受講者数

講習会 コード	開催地	開催日	時間	定員 (A)	申込者		キャンセル		受講予定者数		残席数 (A)-(B)	受講開始 者数	修了者数 実績	質問受付 数	アンケート 回答数	備考
					計	累計	計	累計	人数 (B)	申込率 (B)÷(A)						
A01	-	9/16~1/7	-	900	0	915	0	15	900	100%	0	611	387	2	387	12/12募集終了(定員に達したため)

表 3.3-3 受講者の勤務業種

業種	人数	(%)
設計	414	46.0
建設	206	22.9
建材メーカー	51	5.7
行政	28	3.1
鉄道会社	26	2.9
郵政	24	2.7
確認検査機関	20	2.2
教育・研究機関	17	1.9
不動産	14	1.6
設備メーカー	13	1.4
その他	87	9.7

表 3.3-4 受講者の勤務地

北海道		関西	
北海道	35	滋賀県	2
東北		京都府	18
岩手県	5	三重県	4
秋田県	7	奈良県	5
宮城県	12	和歌山県	1
山形県	5	兵庫県	17
福島県	6	大阪府	77
関東		中国	
栃木県	10	広島県	14
群馬県	13	鳥取県	17
千葉県	15	島根県	2
茨城県	14	岡山県	18
神奈川県	34	山口県	18
東京都	307	四国	
埼玉県	20	香川県	6
中部		高知県	5
新潟県	2	愛媛県	6
長野県	9	徳島県	2
富山県	7	九州	
石川県	5	佐賀県	3
静岡県	18	大分県	4
愛知県	58	長崎県	1
岐阜県	20	福岡県	38
山梨県	8	熊本県	5
福井県	10	宮崎県	5
		鹿児島県	6
		沖縄県	21

3.3.2.4 補講講座

講習会では質問を随時受け付け、回答をホームページに掲載した。本年度はより講師と受講者の距離を縮め、受講者に CLT 講習会の内容をより深く理解してもらうために、質問として多い事項あるいは、根幹となるような質問に対して会議方式で質疑応答を行う会を開催する予定であった。しかしながら、質問が少なかったため、アンケートに要望が多くあった単元についての補講講座を開催した。

1) 開催要領

開催日時：2021年12月8日（水）17時～18時05分

形式：Zoom（ウェビナー）

講義内容： 1. <構造計算>の補足講座（025分）

「耐力壁の算定方法 ールート1の場合ー」

2. <性能>の補足講座（025分）

「断熱仕様」

3. 質疑応答（015分）

講師： 鳥羽 展彰（銘建工業（株））

栗原 潤一（住環境α研究所 所長）

協会事務局

2) 参加者

申し込み数：66名 参加者：52名

行政、設計事務所、ゼネコン、建材メーカー等

3) 課題

- ・質問を促すための補足講座の予定であったが、質問をチャットのみで受け付けたため、活発な議論等には至らなかった。次回以降は、音声による質問を受け付けていくことを可能としたい。
- ・講習会内容への質問も少ないことから、対面での講習会も可能であれば行う方がよいと考える。

3.3.3 アンケート結果

3.3.3.1 回答状況

WEB 講習受講者数とアンケート回答者数は、表 3.3-5 の通りである。WEB 講習では受講前、各講座受講後、全講座受講後と段階に応じて部分的なアンケートを設定した。各講座では高くなっているが、WEB 講習全体の回答状況は 74%となった。

表 3.3-5 講習会受講者数とアンケート回答者（修了者）数

講義	受講者 (申込者)	受講開始者	修了者 全体の割合
全体	900 100%	679 75%	501 74%
概要		677 75%	591 87%
工法		614 68%	587 96%
構造		601 67%	545 91%
性能		563 63%	506 90%

3.3.3.2 回答内容

アンケートの集計結果を以下に記す。昨年度と比べ、1) 実務目的より情報収集目的に参加動機が移行している、2) 受講者の業種層の幅が広がっていることから、CLT の認知度が高くなり、利活用検討の機会が増えていることがうかがえる。参加者は、S や RC に馴染みのある受講者が多く、中高層建築に CLT を検討していることによると考えられる。受講内容については、高い満足感があり、説明方法も良好であることが確認できたが、難易度の設定については課題が残った。また、会場講習より WEB 講習を望む声が圧倒的に多いことも特筆すべき点として挙げられる。

(1) 本講習会を受講した理由

- a) CLT を使った建物の設計予定がある 67
- b) 設計の予定はないが今後設計したい 246
- c) CLT に関する情報が欲しい 324
- d) その他(学生、研究等) 13

(2) 本講習会をどこから知りましたか？

- a) 日本 CLT 協会から 240
- b) 社内から 199
- c) 取引先・所属団体等から 129
- d) その他(広告等) 77

(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	455
b) 意匠に関する情報	359
c) 工法に関する情報	288
d) 見学会	326
e) その他	3

(実務フロー、CLTにおける設備に関する講習会、法令に関するセミナー)

(4) 回答者について

普段の業務(複数回答可)

a) 意匠設計	317
b) 構造設計	121
c) その他	207

(現場管理、施工管理、確認審査、行政、建材メーカー、研究開発、鉄道会社、設備等)

設計されている方の場合、

(5) 設計経験年数

a) 1～10年	90
b) 11～30年	210
c) 31年～	85

(6) 普段設計している建物(複数回答可)

a) 低層木造	196
b) 中大規模木造	72
c) S造	243
d) RC造	233
e) SRC造	51

今回の講習会について、

(7) 全体の講習時間はいかがでしたか？

a) ちょうどよかった	289
b) 短かった	2
c) 少し短かった	10
d) 少し長かった	180
e) 長かった	20

(8) それぞれの内容についていかがでしたか？

概要・最新情報

a) 理解しやすかった	325
b) まあ理解できた	272
c) わからないところがあった	2
d) わかりにくかった	0

工法

a) 理解しやすかった	294
b) まあ理解できた	294
c) わからないところがあった	2
d) わかりにくかった	1

構造計算

a) 理解しやすかった	103
b) まあ理解できた	368
c) わからないところがあった	54
d) わかりにくかった	23

性能・防耐火・施工

a) 理解しやすかった	210
b) まあ理解できた	294
c) わからないところがあった	5
d) わかりにくかった	0

(9) (8) 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？

- ・ 短時間での講義では構造的な利点が分かりにくい。
- ・ 用語解説がほしい。
- ・ 意匠設計なので構造の事は分かり辛かった。
- ・ 構造設計なので性能関係はよく分からない。

(10) 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

- ・ 網羅的に説明されていて分かり易かった。
- ・ 要所要所での参考文献・資料等が参考になる。
- ・ WEB 講習は自分の好きな時間に見ることができ、分からない所は繰り返し確認できるのが良い。
- ・ WEB 講習は細かく動画を区切ってアップされていたので、自分のペースで視聴できた。
- ・ WEB 講習は移動の時間や費用がかからないのがよい。
- ・ 構造の事をもっと詳しく知りたい。
- ・ 応用編や詳細事例編等のレポーターを増やして欲しい。

3.3.3.5 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られた。

1) 講義形式

- ・WEB講習会を主体とする・・・地域を選ばず参加しやすい。受講者の都合で受講できる。
- ・テキストはダウンロードと冊子の両方を併用・・・テキストに書き込みたい等の要望もあり。
- ・補足講座、質問会等は当初から日程を組み込む・・・開催形式は検討する必要がある。

2) 講義対象・内容

- ・応募人数は900人と多かったが、実際の受講者数は60%くらいに留まった。

考えられる原因： ・受講期間の長さ 昨年度4か月→本年度5か月

・細やかなフォローが難しい人数 等

対処方法： ・受講期間を2期に分ける

・1期の受講者の定員を300～400名とする 等

- ・構造計算の講義が難しい、理解が追い付かない等のアンケート意見

：基本は意匠設計者向けの講習である

：設計者だけでなく、CLTの利用を考えている行政、建材メーカー、不動産関連等の受講者が増加している。

↓

意匠設計者も構造の規制等を知識としてもっている必要があることから、

：本年度の構造計算の講義内容は、より深く学習したい構造設計者向けの講習会を別途開催する

：育成講習会では、CLT パネル工法設計入門、デザインノート等をテキストとしてまとめ直し、「設計手法」等の講義を行う。

- ・本年度のアンケートをより細かに分析し、講習会を求めている層やニーズの傾向を把握する。

3) 普及の効果

- ・本年度は確認検査機関への広告を重点的に行ったため、参加者は増えた。

：確認検査機関との相互の理解を深めるための企画支援でのプロジェクトから

- ・日経アーキテクチュアへの広告掲載後、数日で100人以上の応募があった。

- ・講習会の受講者が企画支援への相談を行う、企画支援の相談者が講習会を受講する動きがあった

・CLT パネル工法だけでなく、混合構造に関する意見が多数ある。

：CLT 自体の認知度が高まっている。

：建材としての部分利用、性能、納まり等の解説については今後の検討事項となる。

3. 4 CLT アイディアコンテスト 2021 の開催

3.4.1 目的

CLT アイディアコンテストは、2015年に第1回を開催し、初回は「アイディア部門」のみを実施して、テーマや応募条件を設けず自由な発想による作品を募集した。第3回（2017年）からは、実際の設計に携わる方を対象とする「設計部門」を設け、実現性のある CLT 建築物の提案の募集を始めた。

設計部門としては第5回（コンテスト自体は第7回）となる今回は、CLT のさらなる可能性や新たな利用方法の提案を募集する。本コンテストを通じて、CLT の普及や CLT を利用した工法等の新たな技術開発を推進し、都市の更なる木造・木質化を目指す。

3.4.2 募集部門

今回募集したのは設計部門であり、設計実務者や建築系学生を対象に、テーマを設けてアイデアを募集するものである。



図 3.4-1 コンテストのポスター（両面）

3.4.3 設計部門の募集内容

(以下、募集内容より抜粋)

3.4.3.1 募集作品

募集テーマは、「riverside CLT」です。今年度の募集テーマでは、建物用途に条件を設けない代わりに「河川」という建設地に関する条件を設定しました。

河川は、生活用水の供給にとどまらず多くの産業の基盤となるほか生態系を維持する機能など、われわれの生活のあらゆる場面において価値をもたらします。しかし近年は、豪雨等の自然災害が頻発して激甚化することで、河川のあり方やその周辺地域への影響度などリスク面にも注目が集まっています。

地元の人しか知らない小さな川、都道府県をまたぐ大河、運河など、どんな河川でも構いません。河川の新たな価値や機能の発見と水辺の景観を CLT で引き出すような提案を募集します。

3.4.3.2 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かつ普及効果があるもの
- ③ 林業・木材産業の振興に資するもの
- ④ CLT を使用した工法の新たな技術開発に資するもの
- ⑤ 建物の建築および使用等における環境配慮がされているもの

3.4.3.3 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

3.4.3.4 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、専門学校生、高校生など）
- ・ CLT 設計の実績の有無は問いません。年齢や性別等の制限もありません。
- ・ 複数名によるチームでの参加も可能です（企業としての参加も可能です）

(2) テーマ： 「riverside CLT」

- ・ 河川に関連する CLT の活用は建築分野に限りますが、建築に付随した橋などの提案は可とします。
- ・ 工法・構造に関しては、鉄筋コンクリートや鉄骨、CLT 以外の木質材料など、他の材料・工法と組み合わせて CLT を部分的に利用する提案も広く受け付けます。構造、意匠、設備、性能（防耐火、遮音、温熱、耐久性、施工等）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。また、告示を超えた大臣認定等を想定した提案の場合は、その意図が分かるよう表現してください。
- ・ 建設地に関しては、日本国内の存在する場所および関連する河川を応募者により設定のうえ地図や写真などで具体的に明示し、当該地域の関係法令等に適合した提案としてください。
- ・ 環境配慮に関しては、施工時や建物の省エネルギー化・低炭素化等を意識してください。
- ・ SDGs（持続可能な開発目標）の 17 項目のうち、特に CLT の活用と関連が深いのは、11「住み続けられるまちづくりを」、12「つくる責任つかう責任」13「気候変動に具体的な対策を」、15「陸の豊かさを守ろう」等です。

(3) 募集期間

2021 年 9 月 1 日（水）～2021 年 12 月 6 日（月） 必着

(4) 応募方法

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

(応募データ)

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

(応募点数)

- ・ 応募者 1 名もしくは 1 グループにつき 1 点

(応募上の注意)

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

3.4.3.5 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。

3.4.4 設計部門の審査および結果

3.4.4.1 審査会について

合計で 86 作品の応募があった（応募登録 126 点）。作品点数が多く十分な審査が行えない可能性があるため、事前審査を行った。事前審査は、各審査委員に 10～15 点程度の作品に事前に絞ってもらったところ、41 点の作品に絞られた。

審査会では、41 作品の中から各審査委員が 5 作品を選んだ。その後、票が入った作品について審査委員が感想を述べつつ、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。

優秀賞に至らなかった作品についても、優れた提案があったため、協議のうえ「日本 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 3.4-1 CLT アイディアコンテスト 2021 設計部門 受賞作品／受賞者（所属等は入賞時点の表記）

賞		(上段) 作品タイトル／(下段) チーム・所属・応募者名
優 秀 賞	農林水産大臣賞	大屋根で覆い商うマーケット -CLT 造マーケットがつくる舟運文化- 大坪 元気 (nof architects)
	国土交通大臣賞	OVERLAP 高橋賢治／管さやか
	環境大臣賞 (※学生賞ダブル受賞)	史を味わい 自然を愛でる 森岡 大喜 (広島工業大学)
学 生 賞	日本 CLT 協会賞	RE*ver一石神井川跡に再び【RE】水を通し、 バイオフィルターを使って水質を改善— 佐久間 はるか (工学院大学)
		水の都の玄関口 ～河川でつながる新たな賑わい～ 畠田 泰志 (広島工業大学)
特 別 賞	日本 CLT 協会賞	街を川へ開く CLT の門 萩原 崇史 ((株)大林組)

3.4.5 各受賞作品について

優秀賞 農林水産大臣賞 大屋根で覆い商うマーケット -CLT 造マーケットがつくる舟運文化-
大坪 元気 (nof architects)



作品について

空中に長い架構のブリッジを架け、その中と上下に空間ができています。水平ラインがはっきりと分かり CLT がよく目立っていることや、水辺にしっかりとした CLT の構造と空間ができている提案が評価されました。CLT を他の部材で補強して、無柱空間をつくっている点など、CLT らしい使い方に安心感がありました。

優秀賞 国土交通大臣賞 OVERLAP

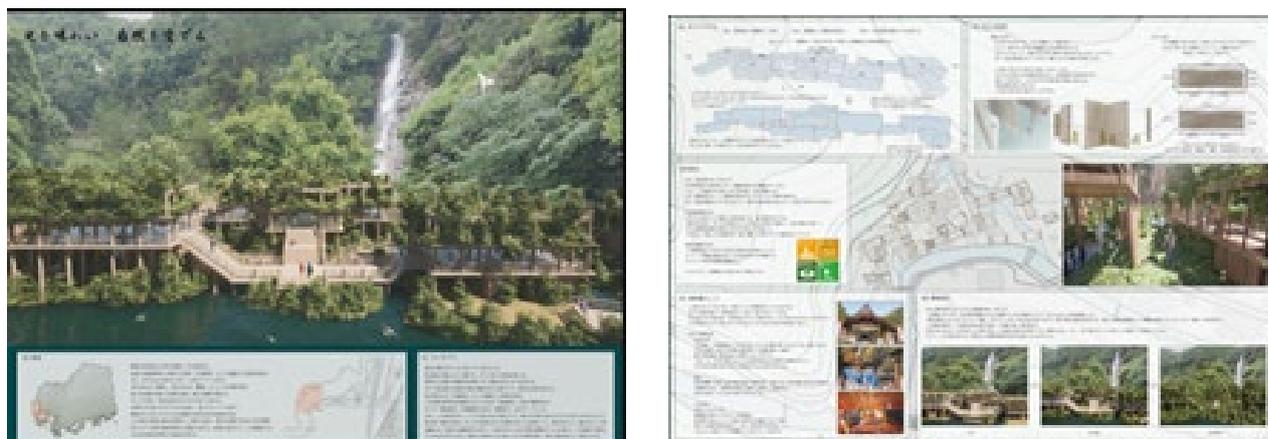
高橋賢治／管さやか



作品について

短手・長手の両方にアーチを架ける、CLT の面としての強度をうまく活かした提案です。強度の高い中央部の立体的に交差した部分は、低ライズによるスラスト（水平応力）を川の両側の舗装部分がしっかり留めています。橋の案が多いなか、河川の上に公共的な場をつくるというプログラムも評価されました。

優秀賞 環境大臣賞・学生賞ダブル受賞 史を味わい 自然を愛でる
森岡 大喜 (広島工業大学)



作品について

表が川で裏が滝という 2 つの水の中に CLT の建築を置く提案です。寝殿造を想定して平面をつくりながらも西対と東対は平面に並べるのではなく、床のレベルを垂直方向に移動させて変化をもたせています。箱形や壁として使う提案が多い中、掘立柱的なもので床を浮かせた空間をつくり出していることも評価されました。

学生賞 日本 CLT 協会賞 RE*ver—石神井川跡に再び【RE】水を通し、バイオフィルターを使って水質を改善—

佐久間 はるか (工学院大学)



作品について

地下を流れる石神井川を再生し、水と木質 (CLT) がマッチした空間を創造している魅力的な提案です。アーチ状の板面をずらしながら重ねて配置することで、通りをさまよう面白さがでています。PC 的な使い方をしながら PC よりも早くつくることができる CLT の特長を生かした点と造形的な部分が評価されました。

学生賞 日本 CLT 協会賞 水の都の玄関口 ～河川でつながる新たな賑わい～
 畠田 泰志 (広島工業大学)



作品について

単純な門型のフレームを X 方向 Y 方向に組み合わせることで、開く、閉じる、屋根に架かるなど、多彩な場所をつくっています。門型フレームの長手方向が開かれ、川辺の風が抜ける環境が新鮮で、川と親しめるように水辺と水上の両方の空間を作り出そうとしている点も評価されました。

特別賞 日本 CLT 協会賞 街を川へ開く CLT の門
 萩原 崇史 ((株) 大林組)



作品について

板を並べていく単純な使い方、伝統的な工法（持送り）を用いながら板を水辺に出していくというアイデアです。CLT の魅力である大きくシンプルな材として用い、特徴的な空間を出している点が評価されました。ボルトで留めているので取り替えも容易。隅田川に向かう道路に CLT のボードを敷き、それを辿っていくと隅田川に架かる CLT の門に到達する、という発想も評価されました。

3.4.6 表彰式

2022年3月10日に表彰式を開催した。受賞者全員が会場で表彰され、大臣賞3賞の受賞者による作品紹介が行われた。また、日本CLT協会のホームページおよび建築系雑誌等においても広く結果発表を行った。



写真 3.4-1 表彰式記念撮影

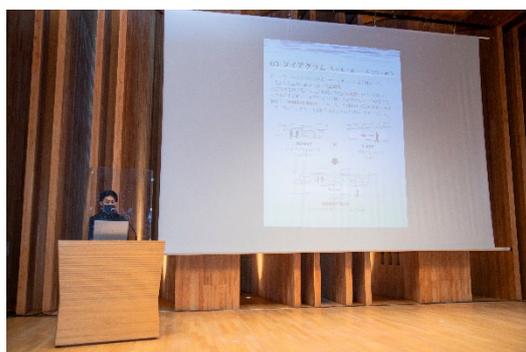


写真 3.4-2 大臣賞受賞者による作品紹介

3.4.7 表彰式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。



テーマ
riverside CLT

CLT IDEA CONTEST 2021

結果発表
Result

CLTアイデアコンテストは、2015年に第1回を開催し、第3回（2017年）から「設計部門」を設け、実現性のあるCLT建築物の提案の募集を始めました。第7回となる今回は、設計部門として「riverside CLT」をテーマに、建物用途に条件を設けない代わりに「河川」という建設地に関する条件を設定し、作品募集を行いました。その結果、83点（登録件数135件）の応募作の中から、審査委員による厳正な審査の結果、大臣賞3点、学生賞、特別賞の計6点（1点の重賞を含む）が入賞されました。日本CLT協会は、今後も本コンテストを通じて、CLTの普及やCLTを利用した工法等の新たな技術開発を推進し、都市の更なる木造・木質化を目指します。

入賞作品を前に審査委員・オブザーバーによる記念撮影

設計部門

- 農林水産大臣賞
- 国土交通大臣賞
- 環境大臣賞/学生賞（日本CLT協会賞）
- 学生賞（日本CLT協会賞）
- 特別賞（日本CLT協会賞）

図 3.6-1 コンテストページでの結果発表 (https://www.clt-contest.jp/2021/plan_result.html)

3.4.8 まとめ

本年度は作品募集にあたり、一般販売建築系雑誌に広告を掲載した。そのため、企業からの応募だけでなく、個人設計者からの応募も多くあった。また、一部の大学では本コンテストへの応募にあたり多くの学生からの応募があったので、一般及び学校関係者へのコンテスト周知が今後も重要である。

巻末資料(付属CD-ROM):「令和3年度 CLT 設計者向け実務講習会」説明資料
「補足講座」説明資料

第4章

CLT 建築物企画支援小委員会

第4章 CLT 建築物企画支援小委員会

4. 1 概要

4.1.1 背景と目的

CLT（直交集成板）は大版の木質構造用面材で、2013年にJAS（日本農林規格）により製造規格が定められ、2016年に建築基準法に基づく一般的な設計法等の関連告示が整備された。

ただいざ設計となると、これまでにあった構造や工法とは異なる部分が多く、どのように進めればよいか困っている声を聞くことがある。そこで、本事業では、そのような方の声に応え、基本計画や設計実務などに関する悩み解決をサポートし、その結果CLTを用いた建築物を増やし、設計者・施工者などを増やすことを目的とする。また、支援を受けた方々の疑問点を集めて分析することで、支援内容を改善することも目指す。さらに、デベロッパー向け講習会や設計者向け講習会など他の事業とも連携し、相乗効果を発揮する。

4.1.2 背景と目的

CLTを用いた建築物の企画から建設までを円滑に行えるよう、個別案件に合わせた支援を行った。具体的には、支援を求める案件を募集し、各相談に応じた専門家を派遣するなどしてバックアップを行った。



図 4.1-1. 支援内容イメージ図

4.1.3 委員会名簿

CLT 企画支援委員会 委員名簿

(順不同・敬称略)

委員 長	稲山 正弘	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
委員	大倉 靖彦	(株)アルセッド建築研究所 代表取締役副所長
	権藤 智之	東京大学 工学系研究科建築学専攻 特任准教授
	齋藤 宏昭	足利大学 工学部創生工学科 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
	前 真之	東京大学 工学系研究科建築学専攻 准教授
	三井所 清典	芝浦工業大学 名誉教授
	安井 昇	桜設計集団一級建築士事務所 代表
行政	日向 潔美	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 課長補佐
	増田 莉菜	林野庁 林政部木材産業課木材製品技術室 木材専門官
事務局	坂部 芳平	(一社)日本 CLT 協会 専務理事
	河合 誠	(一社)日本 CLT 協会 顧問
	小玉 陽史	(一社)日本 CLT 協会 業務推進部長
	森田 聖	(一社)日本 CLT 協会 業務推進部
	上田 摩耶子	(一社)日本 CLT 協会 業務推進部

CLT 企画支援 WG 委員名簿

(順不同・敬称略)

主 査	大倉 靖彦	(株)アルセッド建築研究所 代表取締役副所長
委 員	青島 啓太	追手門学院大学基盤教育機構 准教授
	石塚 正和	(株)アルセッド建築研究所 統括
	内野 吉信	ジャパン建材(株) 営業本部木材部 木構造建築課長
	江口 司津	(株)市浦ハウジング&プランニング 東京支店建築室 室長
	川中 彰平	(株)三井ホームデザイン研究所 チーフデザイナー
	川原 重明	(株)木質環境建築 代表
	喜多 泰之	建築舎 KIT 代表
	北瀬 幹哉	環デザイン舎 代表
	鈴江 章宏	鈴江章宏建築設計事務所 代表
	田尾 玄秀	樞建築事務所 代表
	智原 聖治	(株)智原聖治アトリエ一級建築士事務所 代表取締役
	中越 隆道	中越建築設計事務所 代表
	中村 孝	(特非)建築技術支援協会
	深川 礼子	(株)ofa 代表取締役
	福山 弘	ハフニウム アーキテクト 代表
	宮竹 靖	銘建工業(株) 東京事務所長
事務局	(一社)日本 CLT 協会	

4. 2 相談案件

4.2.1 相談案件一覧

- 受付期間 (第1期) 2021年5月21日～8月31日
(第2期) 2021年9月1日～12月24日
(第3期) 2022年1月1日～2月11日

○件数：63件(専門家派遣案件25件)

○相談者所属：行政1件、民間62件

○相談案件との関係：施主15件、設計者37件、その他11件

○主な建物用途：

1位 (12件)	店舗
	戸建住宅
2位 (10件)	集合住宅
3位 (8件)	事務所
4位 (5件)	福祉施設
	商業施設

○建設地域：

北海道・東北	3件	
関東	23件	
中部	9件	
近畿	9件	
中国・四国	6件	
九州・沖縄	9件	※福岡県7件

表 4.2-1 相談案件一覧

No.	支援分類	関係	用途	階(層)数	建設地	時期	相談分類
19-69	1.専門家派遣	3.民間(施主)	商業施設	1	三重	未定	3.基本構想
20-21	1.専門家派遣	4.民間(設計)	宿泊施設	4	茨城県		3.基本構想
20-42	1.専門家派遣	4.民間(設計)	その他	1	未定	基本企画 21年3月末	2.企画全般
20-68	1.専門家派遣	4.民間(設計)	商業施設	8	福岡県		2.企画全般
20-69	1.専門家派遣	4.民間(設計)	店舗	2	愛媛県		4.基本計画
20-72	1.専門家派遣	5.民間(その他)	その他		不明		1.一般事項
20-40	1.専門家派遣	4.民間(設計)	店舗	1	千葉県		2.企画全般
20-54	1.専門家派遣	5.民間(その他)	戸建住宅	2	鳥取県	2021.9 着工	4.基本計画
21-01	2.事務局対応	5.民間(その他)	その他	1	北海道		4.基本計画
21-02	2.事務局対応	4.民間(設計)	公共建物	1	福岡	R5 竣工 予定	5.その他

21-03	2. 事務局対応	4.民間(設計)	商業施設	1, 2	大阪	R2 12月	4.基本計画
21-04	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	集合住宅	5	福岡	R4 8月 竣工	4.基本計画
21-05	2. 事務局対応	4.民間(設計)	個人住宅	2	神奈川	R4 7月 竣工	4.基本計画
21-06	2. 事務局対応	3.民間(施主)	事務所	3, 1	大阪		4.基本計画
21-07	2. 事務局対応	4.民間(設計)	商業施設	3	神奈川		1.一般事項
21-08	2. 事務局対応	4.民間(設計)	商業施設	1	栃木		1.一般事項
21-09	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	その他		愛知		2.企画全般
21-10	2. 事務局対応	4.民間(設計)	その他	7	神奈川	R69月 竣工	3.基本構想
21-11	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	作業小屋	1	千葉	R4.夏 竣工予定	4.基本計画
21-12	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	集合住宅	7	愛知		2.企画全般
21-13	2. 事務局対応	4.民間(設計)	商業施設	20, 4	福岡		3.基本構想

21-14	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	公共建物	1	大阪	R4.12 竣工	2.企画全般
21-15	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	介護施設	3	千葉	R5 竣 工 予定	1.一般事項
21-16	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	集合住宅	3	東京	R3.6 竣工	5.その他
21-17	2. 事務局対応	4.民間(設計)	個人住宅	2	福岡		2.企画全般
21-18	2. 事務局対応	3.民間(施主)	共同住宅	3	千葉県	R3.7 月 着工	4.基本計画
21-19	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	工場・事 務所	2	富山	R4春 着工	2.企画全般
21-20	2. 事務局対応	5.民間(その 他)	その他		徳島		5.その他
21-21	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	個人住宅	2	静岡		3.基本構想
21-22	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	戸建住宅	1	長野	R47 月 竣工	4.基本計画
21-23	2. 事務局対応	5.民間(その 他)	その他		兵庫		5.その他
21-24	2. 事務局対応	5.民間(その 他)	個人住宅		神奈川		2.企画全般

21-25	2. 事務局対応	4.民間(設計)	工場・オフィス	4	東京	R4 4 月 竣工	4.基本計画
21-26	2. 事務局対応	4.民間(設計)	その他		東京		
21-27	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	寄宿舍	4	長野		3.基本構想
21-28	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	個人住宅	2	東京	R4 9 月着工	3.基本構想
21-29	2. 事務局対応	5.民間(その他)	複合施設 ガソリンスタンド		不明	基本企画 2022 まで	2.企画全般
21-30	2. 事務局対応	4.民間(設計)	工場兼事務所	2	新潟	2023 12 月 竣工	2.企画全般
21-31	2. 事務局対応	5.民間(その他)	複合施設	2	神奈川		5.その他
21-32	2. 事務局対応	4.民間(設計)	戸建住宅	1	愛媛		5.その他
21-33	2. 事務局対応	4.民間(設計)	テナント	地上3 地下1	東京	2023 6 月竣工	1.一般事項
21-34	2. 事務局対応	4.民間(設計)	戸建住宅	1	神奈川	2022 年 4 月 着工	3.基本構想
21-35	2. 事務局対応	5.民間(その他)	その他		富山		

21-36	2. 事務局対応	4.民間(設計)	その他		福岡		5.その他
21-37	2. 事務局対応	4.民間(設計)	その他		東京		5.その他
21-38	2. 事務局対応	4.民間(設計)	球場 寮 練習場		兵庫	2024.2 月 竣工	2.企画全般
21-39	2. 事務局対応	4.民間(設計)	介護施設	2	東京	実施設 計 7月	1.一般事項
21-40	2. 事務局対応	4.民間(設計)	共同住宅	2	鹿児島		2.企画全般
21-41	2. 事務局対応	3.民間(施主)	寮	地上3 地下1	宮城		1.一般事項
21-42	2. 事務局対応	4.民間(設計)	戸建住宅	2	沖縄	2022.1 0月 竣工	2.企画全般
21-43	2. 事務局対応	3.民間(施主)	戸建住宅	2	和歌山		1.一般事項
21-44	2. 事務局対応	5.民間(その他)	複合施設 がソリスタ ト				2.企画全般
21-45	2. 事務局対応	3.民間(施主)	その他		神奈川		2.企画全般

21-46	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	その他	1	東京		2.企画全般
21-47	2. 事務局対応	4.民間(設計)	その他		神奈川		2.企画全般
21-48	1. 専門家派遣	4.民間(設計)	事務所	3	長野		3.基本構想
21-49	2. 事務局対応	3.民間(施主)	学校	3	大阪	2024 年春竣工	3.基本構想
21-50	2. 事務局対応	4.民間(設計)	介護施設	5	石川		4.基本計画
21-51	2. 事務局対応	4.民間(設計)	集合住宅	3	東京		3.基本構想
21-52	2. 事務局対応	3.民間(施主)	事務所	2	山口	2023 年10 月竣工	3.基本構想
21-53	2. 事務局対応	3.民間(施主)	事務所	5, 6	福岡		2.企画全般
21-54	2. 事務局対応	3.民間(施主)			北海道		2.企画全般
21-55	1. 専門家派遣	3.民間(施主)	集合住宅		東京		2.企画全般

4. 3 専門家派遣案件

専門家の派遣を行った支援内容について以下に示す。

4.3.2.1 住宅（鳥取）

支援事業基本データ	
No.	20-54
支援分類	設計段階の専門家派遣
相談者	民間（設計）
支援事業の目的	新築住宅における CLT の利用可能性の検討
支援内容・成果物	web による相談

現時点での対象建築物			
用途	住宅	工事種別	新築
建設予定地	鳥取	防火上の地域区分	
建築規模	2階建て1棟 延べ床面積：約 312 m ²	CLT 使用部位	床
工程（予定）	未定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none">・鳥取の工務店で、重量鉄骨で検討している住宅を木造で建てたいという要望がクライアント側からあった。・プランで6mの大きなスパンなどあるため、木造だと CLT がふさわしいと工務店側が考え、相談となった。・CLT で計画する場合、構造、コスト感がどうなるか、という相談。 <p>■回答内容</p> <ul style="list-style-type: none">・昨年度からの引き続きの支援。・CLT メーカーとも相談し、床のみ 90mm の CLT を採用し、その他は在来で施工することが決定した。

4.3.2.2 事務所（愛媛）

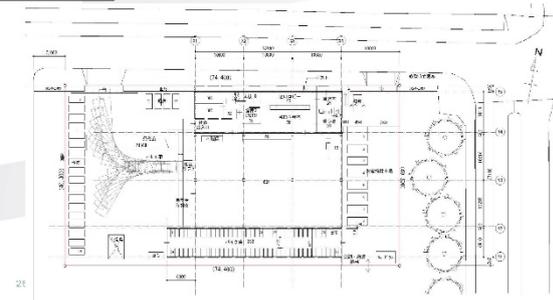
支援事業基本データ	
№.	20-69
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	民間（設計）
支援事業の目的	新築物件における CLT の活用方法、可能なスパン
支援内容・成果物	対面による相談、基本計画案作成及び提案、電話での相談受付

現時点での対象建築物			
用途	事務所	工事種別	新築
建設予定地	愛媛県	防火上の地域区分	22 条地域
建築規模	2 階建て 1 棟 延べ床面積：約 2,200 m ²	CLT 使用部位	CLT パネル工法＋木造ラーメンまたは鉄骨造
工程（予定）	未定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 窓口業務のある事務所の新築計画。 ・ 大スパンの空間が必要であり、10.8m×10.8m を基本とした鉄骨造でプランを作成しているが、環境を配慮する施主の希望により可能な限り CLT を取り入れたいと考えている。 ・ 構造体を CLT とする場合の可能なスパン。 ・ 構造の一部を CLT とする場合の取り入れ方。 ・ CLT 活用をアピールできるような外観、内観のデザインを提案して欲しい。 <p>■基本計画案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 2 階建て部分を木造ラーメンまたは鉄骨造とし、前面道路に面した平屋建て部を CLT パネル工法とし CLT 活用をアピールできるような新鮮な外観と内観のデザインを作成、基本計画案として提案をした。 ・ 基本計画案提案後、基本構造をすべて鉄骨造とし平屋部分の屋根のみを CLT とした場合の外観も提案して欲しいという依頼を受けたので 2 案提案をした。 <p>■支援後</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新築事務所は鉄骨造で、屋根の野路板として CLT を採用した形で進むこととなった。

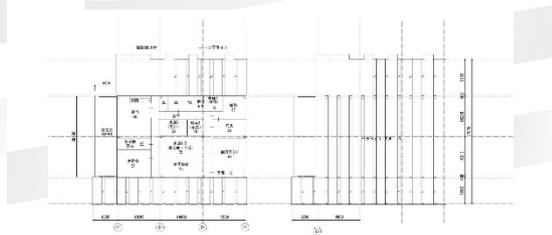
(基本計画案)

配器回廊1階平面図



2E

2階平面図・屋根伏図



2F

fin.



内観1: 窓ロビーより奥を撮る



外観3: 前面道路西より

(鉄骨造、屋根のみ CLT)



4.3.2.3 農作業所（千葉）

支援事業基本データ	
No.	21-11
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	施主
支援事業の目的	CLT を活かして農作業及びジャム製造のための建物を計画する
支援内容・成果物	設計企画提案, 基本・実施設計

現時点での対象建築物			
用途	農作業所（工場）	工事種別	新築
建設予定地	千葉県	防火上の地域区分	法 22 条地域
建築規模	鉄骨造 1 階建て 延べ床面積：48.69 m ²	CLT 使用部位	床・壁・屋根
工程（予定）	2022 年 2 月着工 2022 年 7 月竣工 ※2022 年 2 月に中止判断		

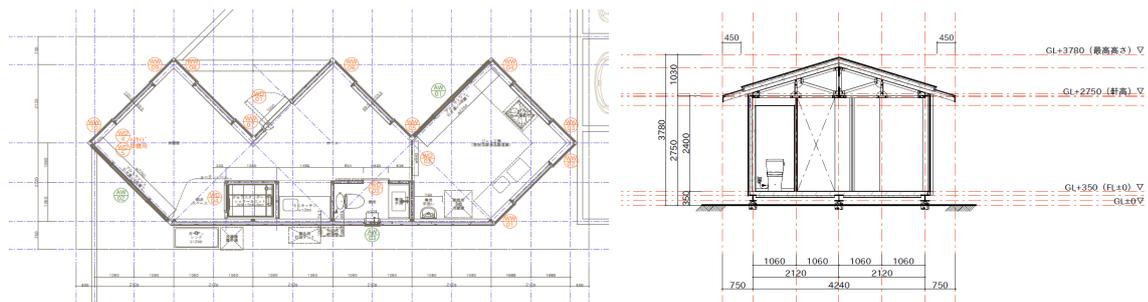
具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京から千葉に週末通いながらの 2 地域拠点生活で農業をしているが、千葉の農作業の際の小屋を計画したい（土地は取得済み） ・岡山県出身ということもあり、ぜひ CLT を用いた建物が計画したい（地元の振興） ・予算が限られていることから、補助金を取得したい <p>■計画案の提示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・予算が限られていること、土地が農地であることから、A 案（鉄骨造の統一アングルフレームを用いて CLT パネルを組み込んだハイブリット構法による提案）・B 案（鉄骨造コンテナ式プレファブリケーションフレームに CLT を組み込んだ提案）の 2 案を作成。 ・打ち合わせの結果、A 案の土地への設置を軽量化した案で進めることとなった。 <p>■日本住宅・木材技術センターの補助事業への採択</p> <ul style="list-style-type: none"> ・令和 3 年度 CLT を活用した先駆的な建築物の建設等支援事業開示に伴い、本事業を提案して採択され、事業年度内に事業を進めることとした。12/9 ・コロナ禍の影響もあり事業予算の削減につき規模を縮小の上で実施図により見積り。1/12 ・ウッドショック等による木材・鋼材の資材費高騰の影響が大きく、建設費が高騰したことで、

予算内での建設が不可能との話し合いの上で、支援中の計画案のままでの実施は中断せざるを得ないと施主側で判断した。2/16

■計画案（左A案，右B案）



■実施計画案（見積図面への添付画像）



4.3.2.4 共同住宅（愛知）

支援事業基本データ	
№.	21-12
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	民間（ゼネコン）
支援事業の目的	CLTによる木造マンションの可能性の検討
支援内容・成果物	相談者が作成した図面を基に、CLTパネル工法とした場合の概算断面及び留意点等をアドバイス

現時点での対象建築物			
用途	共同住宅	工事種別	新築
建設予定地	愛知県	防火上の地域区分	
建築規模	地上7階建て 延べ床面積：1,200 m ²	CLT使用部位	壁、床、屋根
工程（予定）	未定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）

■相談事項

- ・EV、階段部をRCコアとしてその周辺部をCLT工法とした7階建てを計画したいが可能か。また、RCコアに拘らず、CLTを効果的に利用して7階建て木造マンションを計画することは可能か。

■7階建て共同住宅をCLT工法とした場合の概算プランを提案(図1)。

その場合のCLT壁のディテール（鉄骨梁を使用したCLT壁パネル：図2）及び落とし込みCLT床パネルのディテール(階高の有効率を上げるため、落とし込みCLT床を提案：図3)を示した。

また、構造を木造としても耐火被覆が必要となる為、内装制限の緩和措置を使用し、内装木質化を図ることをアドバイス。

RCコアプランは木造部の使用が少ないことに施主は納得していないところがあり、全層CLTプランで対応可能であるのであれば、その方向で社内(相談者)で再検討することとなった。

4.3.2.5 休憩所（大阪）

支援事業基本データ	
№.	21-14
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	民間（ゼネコン設計部）
支援事業の目的	緑地休憩所における CLT の利用
支援内容・成果物	本計画での CLT 設計支援、材工見積書作成・施工性等検討

現時点での対象建築物			
用途	休憩所	工事種別	新築
建設予定地	大阪府	防火上の地域区分	22 条地域
建築規模	地上 1 階、90m ²	CLT 使用部位	柱・屋根
工程（予定）	令和 4 年 2 月末に設計アップ、年度が替わっての発注の予定		

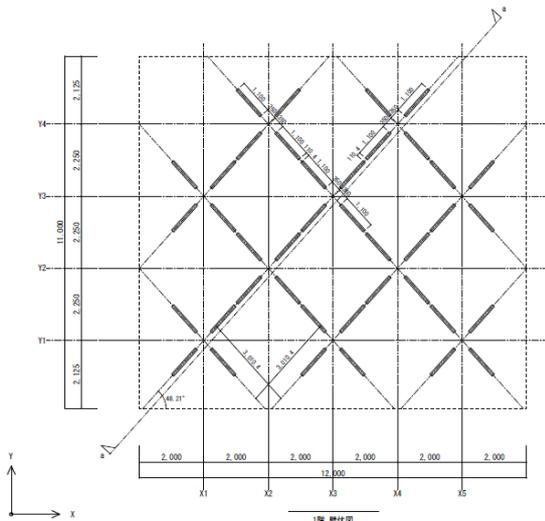
具体的な支援内容（打合せ記録等）

■相談事項

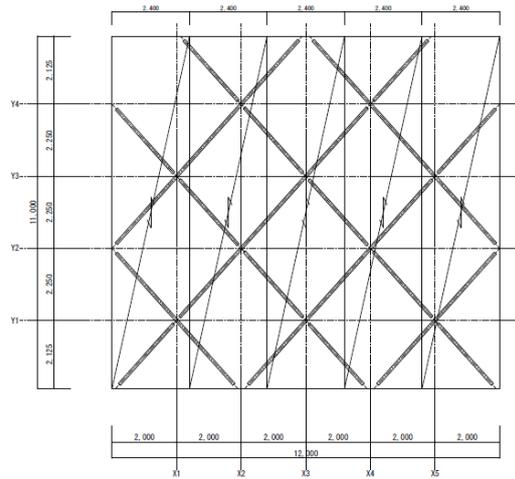
・実施についての構造設計支援、ディテール等に付いての支援、材工見積金額算定、材料供給と加工納材

■現状報告

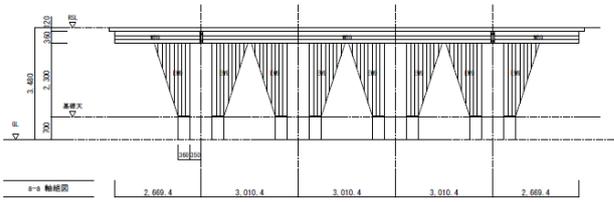
- ・実施設計に対しての構造計画、構造解析(4号)、及び構造図・計算書作成
- ・2月初旬に上記内容の資料を提出し納品、2月末に設計をアップ
- ・4号ではあるが CLT を使用しているため計算書等を提出とした。(豊中市へ提出)
- ・年度が替わり発注となった段階で、銘建工業にて営業を行い受注の予定、今後、CLT の製作・加工・金物手配・輸送を行っていく予定



1階 壁状図
特記なき図
● 壁番号 111



2階 床梁状図
特記なき図
● 床梁番号 112
● 壁番号 111
→ 112は移動方向を示す。



● 断面図

木質部材リスト

部号	部名	仕様	使用箇所	備考
111	111	300-3-3 構造	大巾	0 耐力壁
112	112	300-3-3 構造	大巾	0 耐力
112	112	300-3-4 構造	大巾	0 耐力

4.3.2.6 福祉施設（千葉）

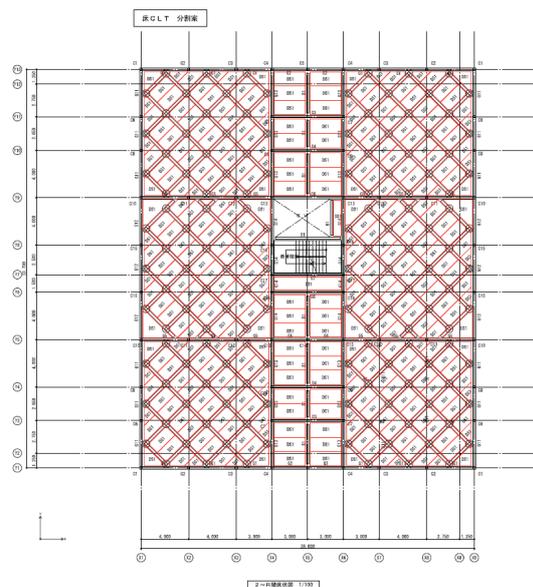
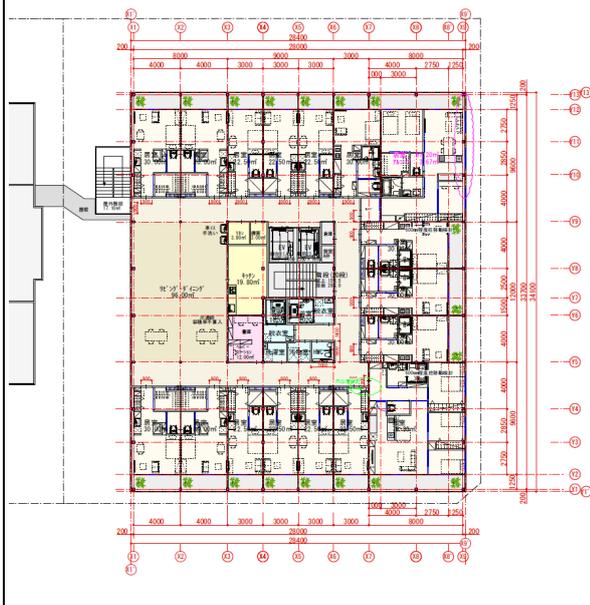
支援事業基本データ	
No.	21-15
支援分類	設計段階の専門家派遣
相談者	構造設計者，設計者
支援事業の目的	S+CLT のハイブリット構法による設計及び CLT 利用に掛かる納まりの検討
支援内容・成果物	会議による支援，施工に向けた業者選定及び確認審査機関協議への支援

現時点での対象建築物			
用途	老人介護福祉施設	工事種別	新築
建設予定地	千葉県	防火上の地域区分	法 22 条地域
建築規模	鉄骨造 3 階建て 準耐火 延べ床面積：2636.57 m ²	CLT 使用部位	床スラブ
工程（予定）	2022 年 4 月～2023 年 1 月予定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・液化化などのリスクのある浦安で、軽量化による軟弱地盤対応するモデルとして計画 ・既存棟よりも高性能でサステイナブル性の高い建物として提案し、事業者としても実現したいとの思惑があるため、CLT の導入による木材活用を検討したい ・意匠設計者には CLT の実績なし、構造設計者は CLT の実施実績はないが木造や木造ハイブリッドの計画で実績がある（すでに基本計画は完成済み） ・サステイナブル建築物等先導事業を検討 <p>■意匠設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ・共用部の廊下やリビングダイニングスペース， エントランスホールなどで天井面のうち一部を CLT パネル現しとしたい ・各居室は、天井 CLT 現しとせず、遮音性能を優先 ・テラスの軒天や一階ピロティ部分で、CLT を一部表し <p>⇒ 内装制限条件を再確認</p> <p>⇒ 結果的には、設計者からの協議により「法規的に計画が福祉施設に該当することから避難時間検証法を適用させても CLT による「燃えしろ設計」を実現することが出来なかった。」</p> <p>■構造設計（鉄骨との納まり等の検討）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・柱のスパンは、最大約 11m×11m の大梁に囲われた 9 コマの空間による構成

- ・鉄骨の柱を \square -250x250x12、大梁と小梁はH-294x200x8x12(SN400B)として鋼材量を抑える
 - ・小梁は斜め45°の鉄骨3m×3mのグリッドを組み、水平剛性を確保
 - ・斜め3m×3mのグリッド内に、3m×1.5m、150mm厚のCLTを落とし込み、床スラブとする
- ⇒ CLTが水平耐力を負担しないのであれば、その役割を明確にしたい。また、CLTの加工が標準化できるように検討を依頼した。
- ⇒ 2021年11月に再度相談があり、審査機関から「施行令46条第3項（床組みおよび小屋組み）の規定について、判断がしかねている」との見解があり、日本CLT協会の見解を求められた。法適合判断は協会としてはできないが、下記の内容を検討の上で解答した。
- 施行令の第3節 木造，第46条 構造耐力上必要な軸組等は、木造に対する条項であり、今回の計画は鉄骨造である。
 - 施行令は水平構面としての性能に関する条文であるが、これに関しては、今回鉄骨造の構造を斜め格子梁によって負担しているため、CLTによる水平構面形成ではないと考える。
 - 施行令における水平構面は、斜め格子梁を火打ち梁として構成している
 - 詳細図を確認したところ、CLTは床板として斜め格子梁に溶接した受け金物への設置（側面はアングルで拘束）する形であり、防耐火上も被覆されるため問題ない
- ⇒ 審査続行の上、実施に向けて進行中

<設計者による計画案>



4.3.2.7 住宅（静岡）

支援事業基本データ	
№.	21-21
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	民間（設計）
支援事業の目的	新築物件における CLT の活用方法、CLT ならではのデザイン
支援内容・成果物	敷地調査、基本計画案作成及び提案

現時点での対象建築物			
用途	住宅	工事種別	新築
建設予定地	静岡県	防火上の地域区分	22 条地域
建築規模	3 階建て 1 棟 延べ床面積：205 m ²	CLT 使用部位	壁・床・屋根
工程（予定）	未定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）

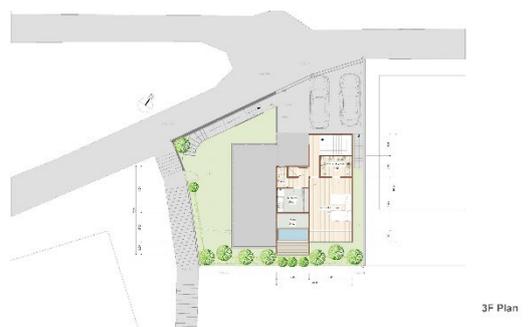
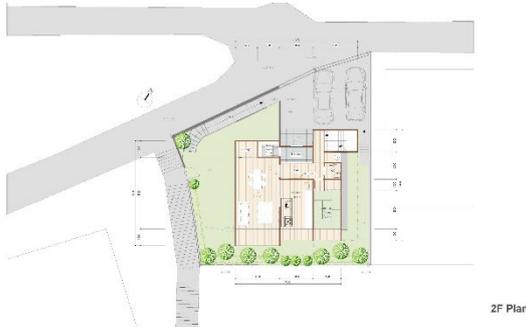
■相談事項

- ・海に面した計画地のため、海に面して大きな開口や、ルーフバルコニーを設けたいが、その際に CLT を使うからこそ可能となるデザイン（CLT 使用部位）を提案してほしい。
- ・クライアントは設計事務所を営んでおり、普通ではない CLT を使った住宅の提案を期待している。

■回答内容

- ・敷地調査を行い海への眺望が優れた計画地であることを確認。
- ・1 階を RC 造、2 階壁から上は全て CLT を採用。
- ・海に向けた眺望を最大限得るためにボックス型の構造とした。
- ・基本計画案を相談者に提案。コスト感なども伝える。
- ・コストも含めて計画を進めるかどうか相談者が検討を行う。

(基本計画案)



4.3.2.8 住宅（長野）

支援事業基本データ	
№.	21-22
支援分類	設計段階の専門家派遣
相談者	意匠設計者
支援事業の目的	小規模の住宅の離れを、CLT を用いた構法で検討
支援内容・成果物	会議による支援，施工に向けた業者選定の支援

現時点での対象建築物			
用途	住宅（離れ）	工事種別	新築
建設予定地	長野県	防火上の地域区分	法 22 条地域
建築規模	1 階建て CLT パネル工法 延べ床面積：19.87 m ²	CLT 使用部位	屋根・壁・床
工程（予定）	2022 年 5 月着工 2022 年 7 月竣工予定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単純な小規模の建物のため CLT によって工期の短縮が見込めることに期待している。 ・内部の意匠が天井・壁・床と同材で行えることで、シンプルな架構を実現したい。 ・密閉性や材料自体による断熱性も期待している。 ・構造家による構造解析は進んでいるが、CLT 同士の収まりなど設計の支援を依頼したい。 <p>■設計支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・11/22 資料等を元に、概要を確認の上検討事項や参考事例などを準備 ・12/24 に支援委員数名と日本 CLT 協会での会議を行い、計画案についてのアドバイスをを行う。その際に、CLT パネルの製造とエンジニアリングについて委員を紹介した。 ・後日、構造設計者の方での検討の結果、下記の懸念点が挙げられた。 <ol style="list-style-type: none"> 1：梁を回さないと CLT の仕様規定に合わないのでルート 3 で通すしかない。 2：接合部を考えると軒の出ている屋根を梁ととめ付けるのは金物が難しく露出になるので柱頭はピン、柱脚金物で抵抗する。 3：荷重条件は 1G で弾性設計する。壁厚は 150 にしないとおさまらないと思われる。 4：CLT の柱脚金物のばねデータは RC 基礎に埋め込んだものしか現在ない。そのため鉄骨基礎からのアンカーというデータはない。

・構造設計者の構造解析をもとに、審査機関への協議を行いたい旨の相談があり、2/17に日本CLT協会を通してCLT関連の審査が可能な審査機関を照会して、具体的な審査に関する協議を行ってもらうこととした。

⇒ 後日の連絡により、審査機関との協議で難しい状況にある旨、報告を受ける。

過去の協議内容はほとんどがルート1での案件で、ルート3の案件はほぼないため、審査に慎重である。ルート3での設計において懸念事項として、下記が挙げられた。

1：基礎部分、柱状改良上の鉄骨組でのかさ上げは水平力負担が難しい

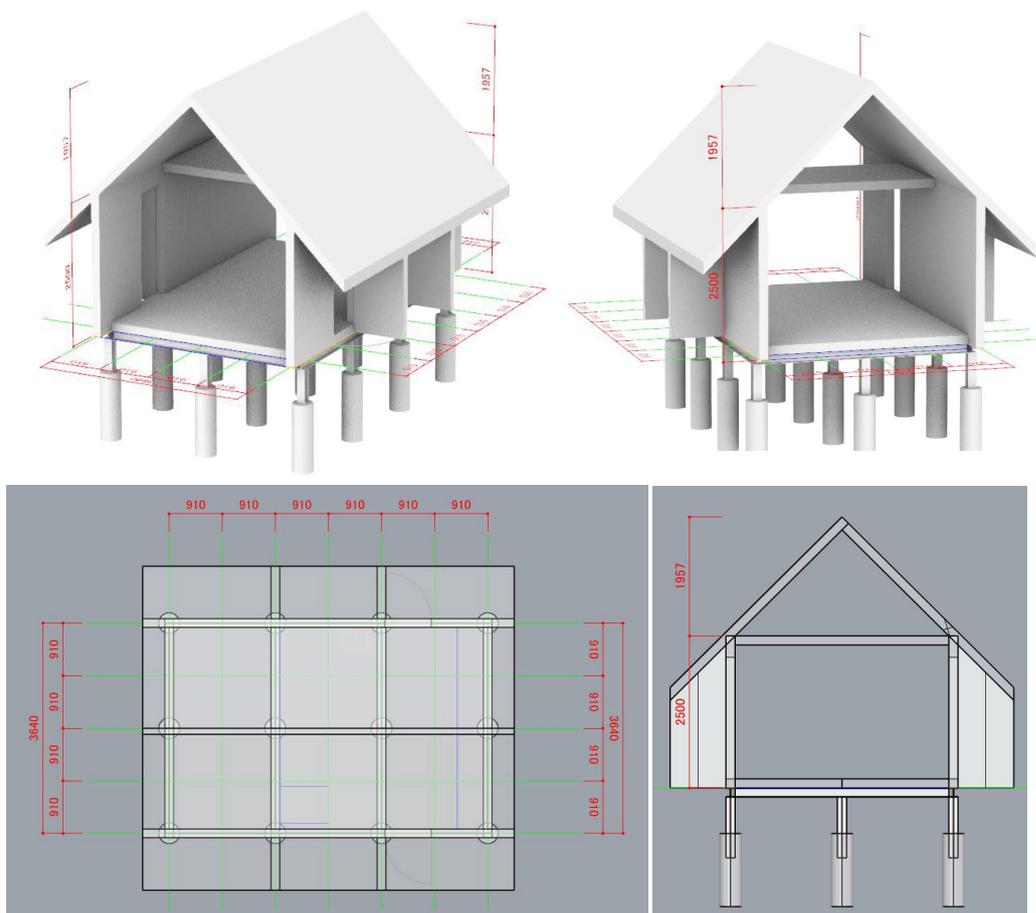
2：増分解析しない1G許容応力度設計の時の評価の明確化が必要

また、小規模でも確認申請業務を受けた場合、適判機関のほうで技術的確認を行うため、適判機関での設計内容の確認を要するとの回答もあり。

・2/25に改めて相談があり、審査機関への協議と並行して、見積りを行いながら実施の可能性を確実にしながら進めたいとのことだった。確認審査がスムーズにいかない中で、途中でコスト高による中止が生じないようにしたいとの意向がある。

⇒ 日本CLT協会の会員からCLTパネルの製造及び加工が可能な委員を紹介して、具体的な見積りへ進んだ。

<設計者による計画案>



4.3.2.9 寄宿舍（長野）

支援事業基本データ	
№.	21-27
支援分類	企画段階からの専門家派遣
相談者	民間（ゼネコン）
支援事業の目的	CLT 活用の可能性の検討
支援内容・成果物	相談者が作成した図面を基に、CLT パネル工法とした場合の留意点等をアドバイス

現時点での対象建築物			
用途	寄宿舍	工事種別	新築
建設予定地	長野県	防火上の地域区分	指定無し
建築規模	地上4階建て地下1階 延べ床面積：4,643 m ²	CLT 使用部位	壁、床、屋根
工程（予定）	未定		

具体的な支援内容（打合せ記録等）
<p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CLT を使用した場合の工期、コスト、対外アピール等のアドバイス ・ 4階建ての計画をしているが、3階建てとした場合の CLT 活用の可能性のアドバイス <p>■4階建て及び3階建て共同住宅を CLT パネル工法とした場合の構造のメリット・デメリットを説明し、アドバイス及び提案を行った。</p> <p>①4階建ての場合：1時間耐火のため、現しは出来ない。RC に比べ、CLT パネル工法は乾式であるので、工期短縮のメリットは大きい。また、木造は軽量であるので、地盤が良くない場合に、杭を使用せずに済むメリットもある。一方、構造設計はルート3となるため、技量と時間を要することをアドバイスした。</p> <p>②3階建ての場合、燃え代設計による現し対応が可能。本プランの場合、界壁を現し(燃え代設計)とする事が可能であり、2部屋グリッド（6.6m×6.6m）で、壁厚120mm(燃え代設計前)の構造計画が可能。桁行方向（前面開口方向）の壁が取り難い場合は、桁行を木造ラーメンフレームとする事で対応することも可能。屋根・床については、コスト削減及びスパンを飛ばすために、梁を回した在来床組みや CLT パネルと集成材の合成梁で構成する事も可能。また、構造設計も階高を押さえれば、ルート1の設計も可能となり、構造設計の負担は大幅に低減できることをアドバイスした。</p> <p>③上記を踏まえ。施主と再協議して頂く事とした。</p>

4. 4 その他の支援

4.4.1 設計者等へのヒアリング

CLT 建築物の建築確認検査で設計者にも確認検査機関の双方で困難が生じることがある、という声が多く聞かれた。そのため、まず実際に建設された CLT 建築物の設計者にヒアリングを行い、今後の支援の課題等を明らかにした。

表 4.4-1 CLT を用いた建築物の確認検査機関（ヒアリングによる）（抜粋）

*一覧は章末に掲載する。計算ルートは CLT パネル工法の建築物のみ記載している。

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート*1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
高知県	集合住宅	201403	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	高知県土木部 建築指導課	高知県 高知市	
			階数 3階建て				
			延床面積 267㎡				
岡山県	集合住宅 （公営住宅）	201503	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	（一財） 日本建築センター	東京都 千代田区	
			階数 3階建て				
			延床面積 281㎡				
岡山県	集合住宅	201503	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	（一財） 日本建築センター	東京都 千代田区	
			階数 3階建て				
			延床面積 543.13㎡				
神奈川県	併用住宅 （整骨院）	201505	木造（軸組工法CLT利用）		藤沢市 （特定行政庁）	神奈川県 藤沢市	
			階数 2階建て				
			延床面積 122.34㎡				
岡山県	住宅展示場	201502	木造（軸組工法 大断面集成材CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 290.95㎡				
北海道	セミナーハウス	201503	CLTパネル工法	大臣認定ルート	福島県会津若松 建設事務所 建築住宅課	福島県 会津若松市	
			階数 2階建て				
			延床面積 143.19㎡				
岩手県	店舗併用事務所	201510	木造（軸組工法CLT利用）		ビューローベリタス ジャパン（株） 仙台事務所	宮城県 仙台市	
			階数 2階建て				
			延床面積 1107.38㎡				
高知県	事務所	201601	木造（軸組工法CLT利用）		高知県 建築指導課	高知県 四万十市	
			階数 2階建て				
			延床面積 253.92㎡				
茨城県	実験棟	201603	CLTパネル工法	ルート3	確認申請なし		
			階数 2階建て				
			延床面積 166㎡				
岡山県	ホテル	201603	木造（軸組工法CLT利用）		岡山県建築住宅 センター（株）	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 238.52㎡				
岡山県	事務所兼 CLT展示場	201603	木造（軸組工法CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 203.47㎡				
宮崎県	事務所	201603	木造（軸組工法CLT利用）		宮崎県日南 土木事務所	宮崎県 日南市	
			階数 3階建て				
			延床面積 967.65㎡				
茨城県	実験棟	201602	木造（軸組工法CLT利用）		確認申請なし		
			階数 6階建て				
			延床面積 206.09㎡				
愛知県	モデルハウス	201604	木造（軸組工法CLT利用）		ハウスプラス 確認検査(株) 名古屋事務所	愛知県 名古屋市	
			階数 2階建て				
			延床面積 161.89㎡				
高知県	事務所（庁舎）	201609	立面混構造（1～3階RC造免振層 4～6階木造（軸組工法 CLTパネル利用））	大臣認定ルート （免震建物）	日本ERI（株） 松山支店	愛媛県 松山市	
			階数 6階建て				
			延床面積 3648.59㎡				
愛媛県	事務所	201606	木造（軸組工法CLT利用）		松山市 （特定行政庁）	愛媛県 松山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 497.91㎡				
埼玉県	専用住宅	201610	木造（軸組工法CLT利用）		（一財）さいたま 住宅検査センター （東京事務所）	東京都 三鷹市	
			階数 2階建て				
			延床面積 143.16㎡				

4.4.2 建築確認検査へのヒアリング

設計者等へのヒアリングから、建築確認検査において必要な情報をまとめた資料が有用であることが分かった。確認検査機関で受けた指摘事項等を告示適用シートに記載し、計算ルート1用のチェックシートを作成した。作成したチェックシートは複数の確認検査機関にヒアリングを行い、今後は指摘事項について検討し、修正したものを支援に活用する。

表 4.4-2 法適合チェックシート（抜粋）

* 章末資料にすべて掲載

一般社団法人日本CLT協会

番号等	規定の概要	適合 確認	告示 解説本 該当頁	許容応力度計算 ルート1の場合のポイント	備考
品質基準告示（平12建告第1446号（最終改正：平28国交告示561号）					
第一第二十三号	CLTを構造材として用いる場合には、 JASまたは認定に適合すること	<input type="checkbox"/>			
許容応力度・材料強度告示（平13国交告示第1024号（最終改正：平28国交告示第562号）					
第一第十九号イ	(3) (認定でない場合) ラミナ厚12～36mm	<input type="checkbox"/>			
	(4) CLTの幅・長さ36cm以上	<input type="checkbox"/>			
第三第九号ハ ^{※2}	長期基準強度（面外曲げ）は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7 弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input type="checkbox"/>			
第二第九号ニ ^{※2}	長期基準強度（面外曲げ）は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7 弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input type="checkbox"/>			
CLTパネル工法告示（平28告第611号）					
第二 材料	— JAS品又は認定品のCLT ラミナ厚24mm～36mm	<input type="checkbox"/>	P 13	CLTパネルの幅・長さは36cm以上とする	
	— 柱梁に用いる集成材その他の木材は昭62建告第1898号に適合	<input type="checkbox"/>	P 13	柱・梁はCLTパネル工法に混在「可」	
	— 接合部に使用する材料は品質が確保されたものであること	<input type="checkbox"/>	P 14		
第三 土台	— 土台基礎繋結	<input type="checkbox"/>	P 15	土台は敷けても敷けなくても「可」	
	— 壁厚さ以上の土台	<input type="checkbox"/>	P 15	土台の幅は上部CLT壁パネルの厚さ以上とする	
第四 床版	— 床版は有効に壁・柱・はりにより力を伝えること	<input type="checkbox"/>	P 16		
	— 床パネルの外層ラミナ報告は当該床パネルの 長辺・短辺方向と平行で次のいずれかに該当	<input type="checkbox"/>	P 17		
	— イ 形状が矩形で開口部等なし	<input type="checkbox"/>	P 17		
	— ロ 形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの	<input type="checkbox"/>	P 17		
	— ハ 形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減	<input type="checkbox"/>	P 17		
	— 三 床パネルを平行する2つの耐力壁・はりにより有効に支持	<input type="checkbox"/>	P 18	床版は平行する2つの壁又ははりによって支持すること。 床(屋根)パネルの2方向跳ね出しは原則「不可」とする	
	— 四 床パネルは相互に有効に繋結	<input type="checkbox"/>	P 19		

4.4.3 「Mass Timber Design Manual 2021」調査資料

日本ではCLT建築物が増加しつつあるが、普及を促進させるためにも、海外の先行事例、デザイン等を知る必要がある。CLTの利用が急速に普及しているアメリカ合衆国での事例や研究開発を知ることで、新しい技術や使用方法等を知識として蓄積し、今後の実証実験や新しい設計方法等への支援に利用ができることが考えられる。WOOD WORKS AND THINK WOODが2021年に出版した「Mass Timber Design Manual 2021」を翻訳し、今後の支援で活用できるよう検討をおこなった。

章末に「マスティンバー設計マニュアル 2021」全文を示す。

4. 5 今後の課題

4.5.1 企画支援の課題

- ・相談を増加させるためには
 - ：企画支援相談窓口をいくつか（個人、設計者向け、法人向け等）に分け、素早く対応できるようにする。大型の案件は構造設計者・意匠設計者の支援チームを組織する等。
 - ：広告を効果的に行う。
 - 相談窓口で提出してもらった最初のヒアリングシートに、どのルートで相談窓口にとどり着いたのかを聞き、分析を行う。
 - 建築系雑誌だけでなく、協会事業等でも積極的に広告を行う
 - 全国展開している機関（郵政等）に相談窓口があることを周知させる

- ・相談者に参考として提示する資料が少ない。
 - ：質問が多い事項について冊子を作成。
法令関係、コストや工期、防火、断熱等を簡単に取り纏めたもの
→既存のマニュアルや解説書は難しい。
→講習会のテキストをもっと簡単にまとめることも検討

- ・協会 HP の利用例を見る相談者が多い。CLT の利用がイメージしづらい点がある。
 - ：委員会・WG の委員を講師とした事例講習等を開催することも検討する。

4.5.2 企画支援を充実させるために

- ・相談窓口を継続して運営する
- ・建築確認検査機関への働きかけを行う
- ・設計者向け、施主や事業者向けの資料作成
- ・CLT 建築物のサンプルプランを作成
 - ：CLT の良さを存分に活かした店舗等（キオスク・郵便局等）のサンプルプランを作成し、企業等にヒアリングを行い、ニーズ等を把握する。講習会や広告にも利用。
- ・協会企画支援ホームページの充実
 - ：これまでの企画支援の実績を掲載
 - ：これまで企画支援事業や育成講習会で発生した相談・疑問の Q&A 集 等

CLTを用いた建築物の確認検査機関（ヒアリングによる）

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート*1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
高知県	集合住宅	201403	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	高知県土木部 建築指導課	高知県 高知市	
			階数 3階建て				
			延床面積 267㎡				
岡山県	集合住宅 （公営住宅）	201503	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	（一財） 日本建築センター	東京都 千代田区	
			階数 3階建て				
			延床面積 281㎡				
岡山県	集合住宅	201503	木造（CLTパネル架構）	大臣認定ルート	（一財） 日本建築センター	東京都 千代田区	
			階数 3階建て				
			延床面積 543.13㎡				
神奈川県	併用住宅 （整骨院）	201505	木造（軸組工法CLT利用）		藤沢市 （特定行政庁）	神奈川県 藤沢市	
			階数 2階建て				
			延床面積 122.34㎡				
岡山県	住宅展示場	201502	木造（軸組工法 大断面集成材CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 290.95㎡				
北海道	セミナーハウス	201503	CLTパネル工法	大臣認定ルート	福島県会津若松 建設事務所 建築住宅課	福島県 会津若松市	
			階数 2階建て				
			延床面積 143.19㎡				
岩手県	店舗併用事務所	201510	木造（軸組工法CLT利用）		ビューローベリタス ジャパン（株） 仙台事務所	宮城県 仙台市	
			階数 2階建て				
			延床面積 1107.38㎡				
高知県	事務所	201601	木造（軸組工法CLT利用）		高知県 建築指導課	高知県 四万十市	
			階数 2階建て				
			延床面積 253.92㎡				
茨城県	実験棟	201603	CLTパネル工法	ルート3	確認申請なし		
			階数 2階建て				
			延床面積 166㎡				
岡山県	ホテル	201603	木造（軸組工法CLT利用）		岡山県建築住宅 センター（株）	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 238.52㎡				
岡山県	事務所兼 CLT展示場	201603	木造（軸組工法CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 203.47㎡				
宮崎県	事務所	201603	木造（軸組工法CLT利用）		宮崎県日南 土木事務所	宮崎県 日南市	
			階数 3階建て				
			延床面積 967.65㎡				
茨城県	実験棟	201602	木造（軸組工法CLT利用）		確認申請なし		
			階数 6階建て				
			延床面積 206.09㎡				
愛知県	モデルハウス	201604	木造（軸組工法CLT利用）		ハウスプラス 確認検査(株) 名古屋事務所	愛知県 名古屋市	
			階数 2階建て				
			延床面積 161.89㎡				

* 1 CLTパネル工法における計算ルート（木軸等の構造の場合は空欄としている）

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
高知県	事務所（庁舎）	201609	立面混構造（1～3階RC造免振層 4～6階木造（軸組工法 CLTパネル利用））	大臣認定ルート （免震建物）	日本ERI（株） 松山支店	愛媛県 松山市	
			階数 6階建て				
			延床面積 3648.59㎡				
愛媛県	事務所	201606	木造（軸組工法CLT利用）		松山市 （特定行政庁）	愛媛県 松山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 497.91㎡				
埼玉県	専用住宅	201610	木造（軸組工法CLT利用）		（一財）さいたま 住宅検査センター （東京事務所）	東京都 三鷹市	
			階数 2階建て				
			延床面積 143.16㎡				
岡山県	事務所	201702	木造（軸組工法CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 736.12㎡				
大阪府	飲食店	201703	CLTパネル工法	ルート1	アール・イー・ ジャパン（株）	京都府 京都市	
			階数 平屋				
			延床面積 161.11㎡				
群馬県	収蔵庫兼 ギャラリー	201702	CLTパネル工法	ルート1	（一財）さいたま 住宅検査センター	埼玉県	
			階数 平屋				
			延床面積 99.37㎡				
東京都	専用住宅	201703	木造（軸組工法CLT利用）		（一財）さいたま 住宅検査センター （東京事務所）	東京都 三鷹市	
			階数 3階建て				
			延床面積 242.75㎡				
栃木県	倉庫	201703	CLTパネル工法	ルート1	栃木県建築課 建築指導班	栃木県 宇都宮市	
			階数 2階建て				
			延床面積 331.24㎡				
静岡県	事務所	201705	CLTパネル工法	ルート1	（一財）静岡県建築 住宅まちづくり センター	静岡県 静岡市	
			階数 平屋				
			延床面積 703.72㎡				
石川県	事務所兼 展示場	201707	木造（軸組工法CLT利用）		（一財） ベターリビング	東京都 千代田区	
			階数 2階建て				
			延床面積 499.22㎡				
高知県	1階：飲食 店、2、3 階：事務所	201706	木造（軸組工法CLT利用）	限界耐力計算	高知県 建築指導課	高知県 高知県	ビューローベリタス ジャパン（株）
			階数 3階建て				
			延床面積 243.91㎡				
岡山県	分譲住宅	201708	CLTパネル工法	ルート1	ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 115.1㎡				
埼玉県	専用住宅	201702	木造（軸組工法CLT利用）		ビューローベリタス ジャパン（株） 東京御茶ノ水事務所	東京都 千代田区	
			階数 2階建て				
			延床面積 123.04㎡				
高知県	学校	201709	木造（軸組工法CLT利用）	ルート1	高知県 建築指導課	高知県 高知県	
			階数 2階建て				
			延床面積 1460.45㎡				
岡山県	集合住宅	201711	CLTパネル工法	ルート3	ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 973.24㎡				

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
高知県	事務所	201712	CLTパネル工法	ルート3	(高知県)	(高知市)	
			階数 2階建て				
			延床面積 121.25㎡				
新潟県	業務施設 (第4号1類)事務所	201712	CLTパネル工法	ルート1	新潟県土木部都市局 建築住宅課	新潟	
			階数 2階建て				
			延床面積 177.62㎡				
福島県	病院(介護 老人保健施設)	201802	木造(ラーメン構造CLT利用)		(一財)ふくしま建築 住宅センター 県中事務所	福島県 郡山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 1309.45㎡				
静岡県	共同住宅	201802	CLTパネル工法	ルート1	(一財)静岡県 建築住宅 まちづくりセンター	静岡県 浜松市	
			階数 2階建て				
			延床面積 178.86㎡				
千葉県	倉庫	201712	CLTパネル工法	ルート1	JAC日本確認 センター(株)	千葉県 船橋市	
			階数 平屋				
			延床面積 149.06㎡				
鹿児島県	共同住宅	201801	CLTパネル工法	ルート1	(公財)鹿児島県 住宅・建築総合 センター	鹿児島	
			階数 3階建て				
			延床面積 660㎡				
岡山県	公衆トイレ	201804	CLTパネル工法	ルート3			(一財)日本建築 総合試験所 大阪
			階数 平屋				
			延床面積 218.04㎡				
高知県	サービス付 高齢者向け住宅	201804	立面混構造(1~2階RC造 3~6階木造(軸組工法CLT利用))	ルート3	日本ERI(株) 高松支店	香川県 高松市	
			階数 6階建て				
			延床面積 2615.09㎡				
広島県	事務所	201804	CLTパネル工法	ルート3	ハウスプラス 中国住宅保証(株) 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 786.91㎡				
岡山県	事務所	201805	CLTパネル工法(鉄骨利用)		ハウスプラス 中国住宅保証(株) 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 144.5㎡				
福岡県	一戸建て住 戸付診療所	201703	CLTパネル工法	ルート2	ビューローベリタス ジャパン(株) 東京御茶ノ水事務所	東京都 千代田区	
			階数 平屋				
			延床面積 109㎡				
岡山市	認定こども 園	201803	CLTパネル工法	ルート1	岡山市建築指導課	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 311.23㎡(増築部分)				
岡山県	認定こども 園	201803	CLTパネル工法	ルート3	美作県民局 建設部管理課 建築指導班	岡山県 津山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 6341.25㎡				
北海道	研修施設・ 居住施設	201803	CLTパネル工法(集材材床パネル利用)	ルート3	雄鳥総合振興局 函館建設管理部 建設指導課	北海道 函館市	日本建築センター
			階数 3階建て				
			延床面積 366.7㎡				

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
群馬県	公共施設	201803	木造（軸組工法 CLT薄板Aパネル利用）	ルート1	ビューローベリタス ジャパン（株） （埼玉事務所*）	埼玉県	
			階数 平屋				
			延床面積 391.09㎡				
群馬県	公共施設	201803	木造（軸組工法CLT利用）	ルート1	（一財）さいたま 住宅検査センター	埼玉県	
			階数 3階建て				
			延床面積 318.38㎡				
宮城県	寄宿舍	201812	C L Tパネル工法	ルート2	ビューローベリタス ジャパン（株） 仙台事務所	宮城県 仙台市	ビューローベリタス ジャパン（株） 東京事務所
			階数 2階建て				
			延床面積 408.72㎡				
熊本県	介護老人保 健施設	201802	CLTパネル工法（大版パネル架構）	ルート1	（一財）熊本建築 審査センター	熊本県 熊本市	
			階数 平屋				
			延床面積 2204.98㎡				
岡山県	住宅離れ	201811	木造（軸組工法CLT化粧壁利用）		岡山県建築 住宅センター（株）	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 24.32㎡				
岡山県	事務所	201901	C L Tパネル工法	ルート1	岡山県建築 住宅センター（株）	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 648.35㎡				
茨城県	貸事務所	201903	C L Tパネル工法?	ルート1	（一財）茨城県 建築センター	茨城県 水戸市	
			階数 平屋				
			延床面積 229.5㎡				
広島県	料理教室、 茶室	201901	木造（厚板プレハブ工法CLT利用）		ビューローベリタス ジャパン（株）	東京都	
			階数 平屋				
			延床面積 173㎡				
神奈川県	実験棟	201909	CLT利用3ヒンジ門型架構	大臣認定ルート	（一財） 日本建築センター	東京都 千代田区	
			階数 2階建て				
			延床面積 490.21㎡				
秋田県	資材保管庫 （冷温室・ 高温室設 備）	201903	CLTパネル工法（外壁CLT現し仕様）	ルート1	（株）北日本建築 検査機構	秋田県 秋田市	
			階数 平屋				
			延床面積 81㎡				
岡山県	社員寮	201902	C L Tパネル工法	ルート2	ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 254.44㎡				
岡山県	工作物（入 場ゲート）	201904	鉄骨造（CLT利用）		ハウスプラス 中国住宅保証（株） 岡山支店	岡山県 岡山市	
			延床面積 8.75㎡				
川越市	店舗	201903	C L Tパネル工法?	ルート3	（一財）さいたま 住宅検査センター 川越事務所	埼玉県 川越市	
			階数 平屋				
			延床面積 49.68㎡				
埼玉県	専用住宅	201904	木造（軸組工法CLT利用）		（一財）さいたま 住宅検査センター 川越事務所	埼玉県 川越市	
			階数 2階建て				
			延床面積 101.49㎡				
北海道	事務所	201903	C L Tパネル工法	ルート1	旭川市 建築指導課	北海道 旭川市	
			階数 平屋				
			延床面積 84.01㎡				

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
岡山県	共同住宅	201906	C L T パネル工法	ルート2	ハウスプラス 中国住宅保証(株) 岡山支店	岡山県 岡山市	
			階数 3階建て				
			延床面積 1214.77㎡				
東京都	テナントビル	201905	鉄骨造 (CLT利用)		神奈川建築 確認検査機関	神奈川県 相模原市	
			階数 3階建て				
			延床面積 102.77㎡				
岡山県	事務所	202001	X方向: 木造 (CLT格子梁架構) Y方向: 木造 (集成材トラス架構)	ルート2	(一財) 日本建築センター 大阪事務所	大阪府 大阪市	
			階数 2階建て				
			延床面積 991.91㎡				
福島県	ホテル	201811	鉄骨造 (CLT利用)		(一社) ふくしま 建築住宅センター	福島県 福島市	
			階数 4階建て				
			延床面積 1047.39㎡				
名古屋	住宅展示場	202003	木造 (枠組壁工法CLT利用)		(一財) 愛知県 建築住宅センター	愛知 名古屋市	
			階数 3階建て				
			延床面積 156.78㎡				
三重県	コインランドリー・エステ・着物リフォーム	202003	木造 (枠組壁工法CLT利用)		(一財) 愛知県 建築住宅センター	愛知 名古屋市	
			階数 平屋				
			延床面積 104.75㎡				
東京都	事務所	202003	鉄骨造 (CLT利用)		ハウスプラス 確認検査(株)	東京都 港区	
			階数 8階建て				
			延床面積 645.05㎡				
埼玉県	事務所	202003	木造 (軸組工法CLT利用)		ビューローベリタス ジャパン(株) 東京新宿事務所	東京都 新宿区	
			階数 2階建て				
			延床面積 755.1㎡				
北海道		202009	C L T パネル工法	ルート2	確認申請なし		
			階数 2階建て				
			延床面積 98.2㎡				
高知県	集会所	202002	C L T パネル工法	ルート1	高知県 建築指導課	高知県 高知市	
			階数 平屋				
			延床面積 102.57㎡				
高知県	庁舎	202002	鉄骨造 (CLT利用)		(一財) 日本建築センター 大阪事務所	大阪	
			階数 7階建て				
			延床面積 7811.27㎡				
岡山県	図書館	201803	本館: RC造 (CLT利用) パ'イマス'イ-棟: 木造 (壁式構造CLT利用)	パ'イマス'イ-棟 ルート1	日本E R I (株) 福岡支店	福岡県 福岡市	
			階数 3階建て				
			延床面積 3872.97㎡				
岐阜県	店舗兼飲食店	202101	木造 (軸組工法CLT利用)		(株) ぎふ建築 住宅センター	岐阜県 岐阜市	
			階数 平屋				
			延床面積 98.41㎡				
埼玉県	住宅展示場	202101	C L T パネル工法?	ルート2	(一財) さいたま 住宅検査センター 川越事務所	埼玉県 川越市	
			階数 3階建て				
			延床面積 269.1㎡				
北海道	事務所	202002	木造 (壁式構造CLT利用)				
			階数 2階建て				
			延床面積 464.8㎡				

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
岡山県	事務所(銀行の支店)	202103	C L T パネル工法?	ルート2	(株)国際確認 検査センター 大阪支店	大阪府 大阪市	
			階数 平屋				
			延床面積 108.27㎡				
岡山県	バス停	201402	木造(壁式構造CLT利用)		確認申請なし		
			延床面積 8.12㎡				
群馬県	事務所	201502	木造(軸組工法CLT利用)		(館林市市役所)	(群馬県 館林市)	
			延床面積 51.84㎡				
広島県	バス停	201503	木造(積層構造CLT利用)		国土交通省・ 安芸太田町建設課	広島県 山県郡	
			延床面積 5.4㎡				
京都府	バス停	201405	塀(CLT利用)		京都市都市計画局 建築指導部 建築審査課	京都府 京都市	
			延床面積 6.5㎡				
宮崎県	学校	201409	木造(軸組工法CLT利用)		宮崎市建築行政課	宮崎県 宮崎市	
			階数 平屋				
			延床面積 1670.95㎡				
岡山県	公衆トイレ、 休憩施設、 サイクリング ステーション	201703	C L T パネル工法	ルート2	(株)国際確認 検査センター 大阪本店	大阪	
			階数 平屋				
			延床面積 89.8㎡				
秋田県	バス停	201608	鉄骨造(CLT利用)		確認申請なし		
			延床面積 29.9㎡				
岡山県	事務所	202002	木造(軸組工法CLT利用)		岡山県建築 住宅センター(株)	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 141.5㎡				
岡山県	保育室	202103	C L T パネル工法?	ルート2	岡山県建築 住宅センター(株)	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 74.03㎡				
岡山県	事務所	202105	木造(軸組工法CLT利用)		岡山県建築 住宅センター(株)	岡山県 岡山市	
			階数 平屋				
			延床面積 430.61㎡				
愛媛県	事務所・ 庁舎	202103	木造軸組工法(CLT利用)		愛媛県南予地方局	愛媛県 宇和島市	
			階数 2階建て				
			延床面積 772.11㎡				
福岡県	事務所	202103	C L T パネル工法	ルート2	日本ERI(株)		日本ERI(株)
			階数 3階建て				
			延床面積 592.8㎡				
埼玉県	事務所	201908	S造(CLT利用)		ビューローベリタス ジャパン(株)		
			階数 平屋				
			延床面積 444.58㎡				
愛知県	保育所	202003	木造(軸組工法CLT利用)		日本ERI(株) 東京支店	東京都 中央区	
			階数 平屋				
			延床面積 385.22㎡				

建設地	用途	竣工年	建物概要	計算ルート *1	審査機関	審査機関所在地	構造計算適合性判定機関
埼玉県	事務所	201603	枠組み壁工法(CLT利用)		日本ERI (株) 東京支店	東京都 中央区	
			階数 2階建て				
			延床面積 251.88㎡				
岩手県	事務所	202109	C L Tパネル工法	ルート2	ビューローベリタス ジャパン (株)		
			階数 3階建て				
			延床面積 987.02㎡				
東京都	教育施設	202103	木造 (軸組工法CLT利用)		日本ERI (株) 東京支店	東京都 中央区	
			階数 3階建て				
			延床面積 2354.72㎡				
東京都	共同住宅	202103	RC造(CLT利用)		日本ERI (株) 東京支店	東京都 中央区	ハウスプラス 確検査 (株) 東京
			階数 14階建て				
			延床面積 2529.45㎡				
東京都	共同住宅	202103	木造 (軸組工法CLT利用)		日本ERI (株) 東京支店	東京都 中央区	ハウスプラス 確検査 (株) 東京
			階数 3階建て				
			延床面積 932.6㎡				
宮城県	事務所	202108	枠組み壁工法(CLT利用)		大崎市建設部 建築指導課	宮城県 大崎市	宮城県建築 住宅センター
			階数 2階建て				
			延床面積 2060.14㎡				
兵庫県	事務所	202111	C L Tパネル工法		J建築検査センター		
			階数 2階建て				
			延床面積 844.96㎡				
岡山県	事務所	201810	枠組み壁工法(CLT利用)		岡山県建築住宅セン ター (株)	岡山県 岡山市	
			階数 2階建て				
			延床面積 315.00㎡				
宮城県	事務所	201603	枠組み壁工法(CLT利用)		仙台土木事務所	宮城県 仙台市	宮城建築宅地課
			階数 2階建て				
			延床面積 251.88㎡				
鳥取県	工場・ 倉庫	202003	木造 (軸組工法CLT利用)		(一財) 鳥取県建築 住宅検査センター	鳥取県 鳥取市	
			階数 平屋				
			延床面積 608.00㎡				
宮城県	事務所	202004	木造 (軸組工法CLT利用)		仙台都市整備 センター	宮城県 仙台市	仙台都市整備 センター
			階数 2階建て				
			延床面積 646.56㎡				
滋賀県	教育施設	202003	木造 (軸組工法CLT利用)		東近江市建築指導課	滋賀県 東近江市	
			階数 平屋				
			延床面積 1681.86㎡				

法適合チェックリスト

一般社団法人日本CLT協会

番号等	規定の概要	適合確認	告示解説本該当頁	許容応力度計算ルート1の場合のポイント	備考
品質基準告示 (平12建告第1446号 (最終改正: 平28国交告示561号))					
第一第二十三号	CLTを構造材として用いる場合には、JASまたは認定に適合すること	<input type="checkbox"/>			
許容応力度・材料強度告示 (平13国交告第1024号 (最終改正: 平28国交告第562号))					
第一第十九号イ	(3) (認定でない場合) ラミナ厚12~36mm	<input type="checkbox"/>			
	(4) CLTの幅・長さ36cm以上	<input type="checkbox"/>			
第三第九号ハ※	長期基準強度 (面外曲げ) は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7 弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input type="checkbox"/>			
第三第九号ニ※	長期基準強度 (面外曲げ) は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7 弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7に限る	<input type="checkbox"/>			
CLTパネル工法告示 (平28告第611号)					
第二 材料	JAS品又は認定品のCLT	<input type="checkbox"/>	P 13	CLTパネルの幅・長さは36cm以上とする	
	ラミナ厚24mm~36mm	<input type="checkbox"/>	P 13		
二	柱梁に用いる集成材その他の木材は昭62建告第1898号に適合	<input type="checkbox"/>	P 13	柱・梁はCLTパネル工法に混在「可」	
三	接合部に使用する材料は品質が確保されたものであること	<input type="checkbox"/>	P 14		
第三 土台	土台基礎堅結	<input type="checkbox"/>	P 15	土台は設けても設けなくても「可」	
二	壁厚さ以上の土台	<input type="checkbox"/>	P 15	土台の幅は上部CLT壁パネルの厚さ以上とする	
第四 床版	床版は有効に壁・柱・はりに力を伝えること	<input type="checkbox"/>	P 16		
二	床パネルの外層ラミナ報告は当該床パネルの 長辺・短辺方向と平行で次のいずれかに該当	<input type="checkbox"/>	P 17		
イ	形状が矩形で開口部等なし	<input type="checkbox"/>	P 17		
ロ	形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの	<input type="checkbox"/>	P 17		
ハ	形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減	<input type="checkbox"/>	P 17		
三	床パネルを平行する2つの耐力壁・はりで有効に支持	<input type="checkbox"/>	P 18	床版は平行する2つの壁又ははりによって支持すること。 床(屋根)パネルの2方向跳ね出しは原則「不可」とする	
四	床パネルは相互に有効に緊結	<input type="checkbox"/>	P 19		

番号等	規定の概要	適合確認	告示解説本該当頁	許容応力度計算 ルート1の場合のポイント	備考
五	耐風はりで有効に補強	<input type="checkbox"/>	P 19	吹抜け等がある部分は風圧力その他の外力に対して、はり等により有効に補強すること。	
第五 壁等	壁パネルをつり合いよく配置。 柱及び耐力壁以外の壁を設ける。	<input type="checkbox"/>	P 20		
一	壁パネルは床版の上部に配置(床勝ち)	<input type="checkbox"/>	P 20	最下階を除き、壁パネルは床版の上に配置すること。	
イ	無開口壁パネルの定義	<input type="checkbox"/>	P 20		
ロ	有開口壁パネルの定義	<input type="checkbox"/>	P 20		
二	壁パネルの外層ラミナ方向は当該壁パネルの長辺・短辺方向と平行	<input type="checkbox"/>	P 21		
三	耐力壁は小版・大版①、大版②のいずれか	<input type="checkbox"/>	P 22		
イ	小版の定義	<input type="checkbox"/>	P 22		
(1)	有開口壁パネルを使わない	<input type="checkbox"/>			
(2)	垂壁・腰壁の両側に袖壁を設け、有効に緊結	<input type="checkbox"/>			
(3)	無開口壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	<input type="checkbox"/>			
(3)	袖壁部分四隅を十分な金物で接合	<input type="checkbox"/>			
ロ	大版①の定義	<input type="checkbox"/>	P 23		
(1)	有開口壁パネルを使う	<input type="checkbox"/>			
(2)	袖壁部分を設けない場合、袖壁に有効に緊結	<input type="checkbox"/>			
(3)	壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	<input type="checkbox"/>			
(3)	袖壁部分四隅を十分な金物で接合	<input type="checkbox"/>			
四	土に接する部分や地面から30cm以内の外周の壁はRC造	<input type="checkbox"/>	P 25		
第六 小屋組等	第四第一号～第五号に適合	<input type="checkbox"/>	P 26		
第七 防蟻措置等	防水紙	<input type="checkbox"/>	P 27		
二	有効な防蟻・防蟻措置	<input type="checkbox"/>	P 27		
三	土に接する部分や地面から30cm以内の外周の壁はRC造	<input type="checkbox"/>	P 28	CLT壁パネルは原則地盤面より30cm以上離して配置する。	
四	金物に有効なサビ止め	<input type="checkbox"/>	P 28		
第十 ルート1計算	原則ルート	<input type="checkbox"/>	P 36		
イ	令第82条各号・令第82条の4	<input type="checkbox"/>	P 36		
ロ	水平構面・基礎の応力割増1.5倍	<input type="checkbox"/>	P 36	基礎構造と水平構面検討時の水平力は標準層せん断力係数を0.3以上としておこなう。	

番号等	規定の概要	適合確認	告示解説本該当頁	許容応力度計算 ルート1の場合のポイント	備考
ハ	偏心率計算	<input type="checkbox"/>	P 36		
(1)	$Re \leq 0.3, C_0 = 0.2$ でFe割増し	<input type="checkbox"/>			
(2)	$Re \leq 0.3, C_0 = 0.2$ でねじれ補正	<input type="checkbox"/>			
二	混構造で実質ルート2のルート：第一号イの計算	<input type="checkbox"/>	P 36		
2	第一号の構造計算を行う場合は次の各号の基準に適合。 混構造は特になし。	<input type="checkbox"/>	P 37		
一	小幅又は大版①	<input type="checkbox"/>	P 37	CLT壁パネルは小幅パネル架構及び大版パネル架構①を 採用すること	
二	壁の設備小開口の条件	<input type="checkbox"/>	P 37	CLT壁パネルには原則設備開口等の小開口を設けてはならない。	
三	下階の無開口壁パネル	<input type="checkbox"/>	P 37	CLT壁パネルは原則上下階同じ長さ同じ厚さとする	
イ	上階の無開口壁パネル等と同じ長さ、かつ、 同寸法以上の厚さ	<input type="checkbox"/>	P 37		
口	接合部が上階の接合部と同等の耐力及び 変形性能を有するもの	<input type="checkbox"/>	P 37		
四	無開口壁パネル等の許容せん断耐力の確認 無開口壁パネル等の長さ90cm～2m	<input type="checkbox"/>	P 37-38		
	垂れ壁パネル等・腰壁パネル等の 長さ90cm～4m、高さ50cm以上	<input type="checkbox"/>	P 37	CLT壁パネルの長さは0.9m以上2.0m以下とする 垂れ壁、腰壁パネルで、高さ50cm以上かつ開口長さ0.9m以上 4.0m以下であれば耐力要素(n)として考慮できる。ただし、 垂れ壁、腰壁パネル両端は無開口CLT壁パネルを配置すること。	
	大版①の開口高さ制限	<input type="checkbox"/>	P 37		
五	垂れ壁パネル・垂れ壁部分の脱着防止措置	<input type="checkbox"/>	P 39	垂れ壁等を設ける場合は脱着防止のための巾45mm以上の欠き 込み及び受け材を配置する。この時の切り込み寸法はCLT壁 パネルの有効長さから差し引くものとする。	
六	強度等級壁はS60-3-3、Mx60-5-5で 24mm～36mm又は同等以上の耐力	<input type="checkbox"/>	P 40	耐力壁として設けるCLT壁パネルには、強度等級S60-3-3 若しくはMx60-5-5を採用する。	
七	引張接合部仕様	<input type="checkbox"/>	P 40	引張接合部には「公益財団法人日本住宅・木材技術センター」 認定のXマーク企画金物を使用する。	
八	壁パネル相互せん断接合部、床パネル相互引張接合部の耐力	<input type="checkbox"/>	P 41	せん断接合部には「公益財団法人日本住宅・木材技術セン ター」認定のXマーク企画金物を使用する。	
九	壁パネル上下端のせん断接合部の耐力	<input type="checkbox"/>	P 42		

番号等	規定の概要	適合確認	告示解説本該当頁	許容応力度計算 ルート1の場合のポイント	備考
その他注意事項					
イ		<input type="checkbox"/>		軸組算出時に作成する負担面積図で、床（屋根）が社は一方向版として計算する。	
ロ		<input type="checkbox"/>		工場によってCLTの制作寸法が違うので、事前に工場を選定しておく。	
ハ		<input type="checkbox"/>		壁が社サイズが1m以下と1mを超える場合で金物数量が変わるので、金物配置を考慮して設計すること	
ニ		<input type="checkbox"/>		ルート1計算では原則CLTパネル架構の応力解析は行わない。そのため、国土交通省告示第612号にある応力計算書（応力図）は省略することを構造計算書に明記すること。	

A close-up photograph of several wooden planks arranged in a complex, overlapping geometric pattern. The wood has a warm, light brown tone with visible grain and knots. The planks are cut at various angles, creating a series of triangles and quadrilaterals. The lighting is soft, highlighting the texture of the wood.

マステインバー
設計マニュアル

2021

免責事項など

© 2021 WoodWorks and Think Wood. All rights reserved.

米国版マスティンバー設計マニュアルは info.thinkwood.com/masstimberdesignmanual ウェブサイトから無料でダウンロードできる。追加の情報は WoodWorks と Think Wood のウェブサイトから得られる。製本されたマニュアルの入手方法は Think Wood (www.thinkwood.com) のウェブサイトに説明されている。この出版物のいかなる部分も WoodWorks と Think Wood の書面による事前の許可なしに、電子的、機械的、コピー機、録音などいかなる手段であろうと、翻訳されていてもされていなくても、商業目的で複製、出版、送信してはならない。この出版物に含まれるいかなる情報も、正確さ、適切さ、法順守、建築に関する有資格者による適用に関する検証をすることなく、使用してはならない。米国木材製品協会とその被雇用者、この出版物の作成に関わった個人と法人は、この出版物の情報が一般的な利用、特殊な利用に適切であること、特許侵害ではないことを保証するものではないし、出版物の情報の利用、応用、引用の法的責任を負うものではない。この出版物の情報を利用する者は法的責任を負う。

出版者:



THINK
WOOD®

協賛:



目次

巻頭のことば	80
はじめに	83
マスティンバー製品	85
木質構造設計の応用	105
高層化に向けての問題解決	131
マスティンバーと持続可能性	149
結言	171

巻頭のことば (1)

私の建築技術者としての経歴のはじまりは他の人と同じく、ありきたりのものだった。謙虚に技術者としての研鑽を積み上げ、自分の領域を築いていった。鉄骨造と RC 造の建築物を手掛け、博物館、学校、病院など、設計当時も現在でもそれらを誇りに思っている。10 年ほど前、私はマスティンバー建築に初めて取り組んだ。後になって気付いたのだが、それは、私の技術者としての道りを大きく変えるものだった。現状の問題点の解決方法を考えさせるものだった。すなわち、気候変動への対策、設計と施工の工程両面に役立つ技術の採用、自然素材である木材を採用することで健康的な空間を創造することなどである。変化することがどれくらい急務であるか、そのような変化を業界がどれほど嫌うものか、事のなりゆきを傍らで眺めていることは許されないことのように思えた。

鉄とコンクリートには常に一定の需要があるが、建設業界の中でマスティンバーの利用を拡大することから得るものは多い。マスティンバーは環境にやさしい。美しい。速くできる。そして安全だ。炭素取引や LCA を巡っては様々な意見がある中で、炭素を貯留できる再生可能な素材として木材の利用拡大が重要なのは明らかだ。それは、一方的に地下資源を採取し、大量のエネルギーを消費しながら生産される他の建築材料よりも好ましいという視点からも言える。森林資源の健全な蓄積に貢献している林産業に従事している人々に感謝しなければならない。なぜなら、持続可能な森林管理ぬきでは、マスティンバーの議論は絵空事にすぎないからだ。

構造設計者たちは必ずしも美的感覚に優れた人ばかりではないが、自然素材に対して人間だれしも好感を持っていることは疑う余地がない。公の場所で現し（あらわし）の木の柱を見つけたら、しばらくその近くに立ち、行き交う人々の様子を観察してほしい。その柱に触れる人が何人いるか。コンクリートや鉄の柱（石こうボードも）に同じように触れる人はほとんどいない。

美的感覚よりも収支計算のほうに興味がある人々に申し上げたい。マスティンバーは工期短縮に有効だ。現場作業は少ない人数で効率よくすすみ、端材も少ない。低炭素化にかかる真のコストのことを考えると、鉄骨造や RC 造と比較してマスティンバーが有利であることは明らかだ。

最後に、建築技術の話題に話を戻す。大規模で高層のマスティンバー建築は火災時に対しても安全に設計できる。大断面の木質材料における炭化挙動については長年の研究成果があり、現し（あらわし）の木質構造が火災時に燃え止まることは最近の研究でさらに明らかになった。

マスティンバーが有望だと考える人にとってこのマニュアルは必ず役に立つと考える。

米国木材製品協会 WoodWorks 副会長
技術士 ターニャ・ルーティ

巻頭のことば (2)

私たちは、変化が速くて不確実な時代に生きている。自然災害がこんなに頻繁に、そして大規模に発生している事実を見ると気候変動が原因であることは明らかだ。カリフォルニアの森林火災や東海岸を襲った嵐がその典型だ。シリコンバレーがけん引した21世紀のデジタル革命はコミュニケーション、ショッピング、他人との関わり方を変えた。過去四半世紀間の技術の進歩にもかかわらず、新型コロナウイルスの蔓延によって証明されたことがひとつある。われわれの生活にとって何がもっとも基本的な事なのかということ。それは対面で会って友人や家族と生活を共有するということだ。

以上のような地球規模で起きている事象がマスティンバーと何の関係があるのか読者は疑問に思うかもしれない。マスティンバーは二酸化炭素排出問題や気候変動問題に取り組む建設業界にとって、これらを解決する唯一の建築材料だ。木材は再生可能な構造材料で、森林は温暖化ガスの貯留、酸素の生産という地球の肺の役割を担っている。

コンピューターやスマートフォンにおけるデジタル革命のお蔭で、複雑な建築、大規模建築、高層建築などの設計が最も古くからある建築材料である木材を用いて可能になった。それは驚くほど精緻で、静かで、素早く、低コストで可能となっている。騒音が大きく、建設に時間がかかり、廃棄物が多い他工法とは対照的だ。

木材で建築すれば、仕事の効率が上がり、人間社会に理想的な空間を提供できる。温かみのある感触、仕上げの豊かさ、香りとともに、木造の建築物は自然との交感を生み、健康を増進させ、生活の質を向上させる¹。

設計者、技術者、ゼネコン、ディベロッパーとして、われわれはどのようにすればマスティンバーの利点を引き出すことができるだろうか。現状を変え、学び、研究し、より良い未来に向けた熱意を持つという意志さえあれば、それは簡単なことだ。そこで本書の登場である。ここには、米国木材製品協会 WoodWorks のスタッフと業界関係者による長年の研究と成果が詰まっている。マスティンバーの基礎を学ぶためのガイドとなっていて、製品に関する知識、設計と技術関連情報、生産方法、建築基準との関連、施工方法、そしてLCAに関しても網羅している。

マスティンバーの世界に関して継続的に改訂される図書なので、本書は将来的にもわれわれが参考にすべき内容となる。本書はマスティンバーの専門家になってマスティンバーを使って設計する方法を知るための秘密を提供してくれるものだと思う読者もいるかもしれない。そうではなく、本書に書かれている内容を、熱意とチームワークとで実際の建築に応用する時に、読者側の秘密（ノウハウ）として蓄積されていくと考えてほしい。このことは10年ほど前に私がマスティンバーを手掛けたときに感じた自分自身の経験でもある。他の人たちも同様だと思う。想像を働かせ、困難に取り組み、過去の障害を克服した後の見返りは計り知れないものだ。Olver Design Building という物件の設計に取り組んでいた当時の

建築学科の学生のためにヒントを見出し、その建築物が提供する空間を見て感じた不思議さは想像を超えるものであった。

チーム内の協力を惜しまず、このマニュアルで得た知識を共有する精神で臨めば、マスティンバーの世界は清流で育った樹木のように強く成長し、深く根付くはずだ。そして、成果物にたどり着く。マスティンバーを使うということは、森林を健全に保ち、大気から温暖化ガスを取り除き、遠隔地に新たな価値を与え、サステナブルな都市を育て、そこで人々が健全な森林のように集い、互いを助け合う社会が築かれることなのだ。

Leers Weinzapfel Associates 主宰

米国木材製品協会 WoodWorks 理事

LEED BD+C 審査員 トム・チャング

はじめに

建築家や構造設計者はマスティンバーに今まで以上に傾倒し、共同住宅や商業施設から話題の公共施設や木造の高層建築に至るまでマスティンバーを用いて建設されるようになった。マスティンバーは建築の世界に改革をもたらした。

マスティンバーは新しい種類の木質材料であり、米国の建築の在り方を変えた。複数枚の製材品が釘で留め付けられたり接着されたりすることによって優れた耐力や安定性を生む。温かみや繊細さを兼ね備え、構造耐力を發揮しながら内装仕上げ材料としても好まれる。

耐力のわりには軽量で、あらかじめ工場生産されたマスティンバーのユニットは少ない現場労働者数で施工可能で、遠隔地の現場における建設にも向いている。このようなユニットは組み立てキットのように施工できる。施工精度が高いため、高气密高断熱の性能が要件となる建築物にも適する。マスティンバーで建築すればパッシブハウスやネットゼロエネルギーの性能が求められる地域の基準にも適合しやすい。

脱炭素の観点から、コンクリートや鉄骨の代替材料として有力な候補となりうる。マスティンバーの原材料となる樹木が伐採され、工場で製造され、建築現場に運搬され、最終的に廃棄されたりリサイクルされたりする期間、内包エネルギー、大気汚染や水質汚濁、環境への負荷のいずれも他の建築材料に比べて少ない。

これらの理由により、マスティンバー建築は増加の一途をたどっている。米国木材製品協会 WoodWorks の調べ²によれば、2013 年以来、米国内で竣工もしくは設計途上にあるマスティンバーやヘビーティンバー建築の共同住宅、商業施設、公共建築物は 1000 棟にのぼる。建築の分野で、マスティンバーは急激に大きな潮流となりつつあり、建築家、構造設計者、施工業者にとってこの建築システムについての知識は必須だと言える。

このマニュアルの使用方法

この分野に詳しい方にもそうでない方にも役立つようにマニュアルを作成しました。マスティンバーを知らない方でも採用を最近検討している方でも、マスティンバーの製品情報と施工方法から高層木造建築や持続可能な建築にいたるまで、最新の情報が得られるように構成されています。

米国木材製品協会 WoodWorks が作成したテクニカルペーパーや米国とカナダの木材関連団体が共同で設立した情報提供団体 Think Wood が提供する記事、建築事例、Q&A、技術指針やその他の情報などがこのマニュアルには含まれています。このマニュアルにはハイパーリンク機能が備わっていますので、アイコンをクリックすればそれぞれの情報の元サイトに飛ぶことができますし、元の情報をダウンロードすることも可能です。マスティンバー製品は刻々と進化しており、市場の変化は速いので、本マニュアルも毎年更新する予定です。

質問がある場合

建築事例について質問がある場合は、help@woodworks.com にメールするか、www.woodworksinnovationnetwork.org のサイトから WIN (WoodWorks Innovation Network) に参加してください。www.thinkwood.com のサイトで、このネットワークについて詳しく説明しています。

マスティンバー製品について

マスティンバーは 2021 年版の米国モデル建築基準（IBC）において基準委員会がマスティンバーによる高層木造建築を盛り込んだこともきっかけとなり、米国における建築の世界に革命をもたらす新しい木質材料だ。釘やダボや接着剤によって製材品を積層することにより高性能建築の新たな世代の誕生を可能にする。

安全で検証された性能

米国モデル建築基準で規定されている他の建築材料と同様の要求性能をマスティンバー建築は満たすことができる。火災時にはマスティンバーは外周部が炭化して強度を保ったまま燃え止まる。鉄骨やコンクリートなどの他の建築材料と同等もしくはそれらを超える耐震性能を発揮する。強風や地震力に抵抗するための剛性、耐力および靱性を備えている。

軽量で脱炭素志向の材料

マスティンバーは他のエネルギー消費型の材料よりも環境に及ぼす影響が少なく、低炭素・脱炭素の建築に貢献する。木材は全乾重量比で炭素の割合が 50%で構成されている。すなわち、二酸化炭素を未来に向けてじゅうぶん貯留できるので温暖化ガス排出の抑止効果がある。工場でユニット化したマスティンバー部材を用いると、その軽量で高耐力な特徴から運搬を容易にし、基礎のコストを抑えることが可能で、結果的に温暖化ガス排出抑止に繋がる。

効率的で低コストの建築

マスティンバー建築は他材料を用いるよりも工期を短縮できるので、低予算でプロジェクトを実現できる。このことは、事務所棟、学校、学生寮、マンション、ホテルなどいずれの用途についても同様である。マスティンバーは工場でのユニット化に適しているので、モジュラー化やパネル化による建築の利点を引き出すことができる。この手法は労働者不足や遠隔地の現場への対応にも適している。

温熱環境や健康面の利点

マスティンバー製品は入居者が感じる快適性向上にも貢献する。RC造、鉄骨造、組積造を構成する材料よりも熱伝導率が低いので、省エネルギー志向の建築設計に適している。工場生産されたマスティンバーユニットを用いると温熱性能が向上し、高断熱高気密化も達成しやすい。さらに近年、「自然と交感する建築」に関する研究が増えており、マスティンバーを現し(あらわし)で用いることによって入居者の健康にも寄与することが明らかになってきた³。

物件名: デイスカバリーセンター
場所: ペンシルバニア州フィラデルフィア
建築主/ディベロッパー: イーストパークリーダーシップ保存センター
基本設計: DIGSAU
構造設計: CVM
施工: INTECH Construction, Inc.
写真撮影: Halkin Mason Photography LLC

「木材はもともと最も多才で
表現力に富んだ建築材料だ。
木材の中に樹木を見て、
樹木の香りを楽しみ、そして
樹木を感じる事ができる」

VMDO アーキテクト主宰
ジョー・セレンタノ

製品の概要

マスティンバーにはさまざまな種類があるので、柔軟で汎用性のある設計手法に対応できる。それらを組み合わせると特殊な構造躯体を形成させることも可能だ。マスティンバーが大型の木質パネルの場合は、耐力壁や床構面、屋根構面として利用できる。水平構面を曲面とすることもキャンティにすることも大きなスパンを飛ばすこともできる。マスティンバーの水平構面の上にコンクリートを現場打設して木質パネルとコンクリートの複合パネル（TCC）とすると小さい断面で大スパンが実現し、遮音性能が高くて振動が抑えられた床構面となる。枠組壁工法やハイブリッド工法など他工法に補強材として応用することもできる。

[さらに詳しく](#)

物件名: ティンバーロフト
建設場所: ウィスコンシン州ミルウォーキー
建築主/ディベロッパー: Pieper Properties
基本設計: Engberg Anderson Architects
構造設計: Pierce Engineers
施工: Catalyst Construction
写真撮影: ADX Creative

クロスラミネイティドテンバー (CLT)

クロスラミネイティドテンバー (CLT) はヨーロッパで広く採用された後、米国で普及した木質パネルシステムである。層構成となる製材品 (通常は 3 層、5 層または 7 層) を積層し、互いの層が直行するように接着される。その結果、X 軸方向 Y 軸方向ともに優れた剛性を発揮する。各層の繊維方向が直行しているため CLT は寸法安定性にも優れる。製材品の縦方向の継ぎ手には接着剤を併用したフィンガージョイントが用いられる。製材品の厚さは 5/8 インチから 5.5 インチ (訳注: 15.8mm から 140mm)、製材品の幅は 2.5 インチから 5.5 インチ (訳注: 63.5mm から 140mm) が一般的。CLT の仕上がり寸法は発注者が指定可能だが、輸送手段によって制限を受ける。

CLT は床構面、壁、屋根構面にしばしば用いられる。キャンティの床構面やバルコニー、荷重を負担するエレベーターシャフトや階段室にも使用される。CLT はせん断耐力と圧縮耐力が高いため、多層階や長いスパンの建築物に用いるとコスト面でメリットがある。壁、床および屋根の構造において CLT は耐力要素として中高層木造建築に適している。2021 年版の米国モデル建築基準が公布されてからは、他のマスティンバーと同様、8 階建てまでは CLT を現し (あらわし) で用いることが許容されたので、表情豊かな内装仕上げにすることができる。

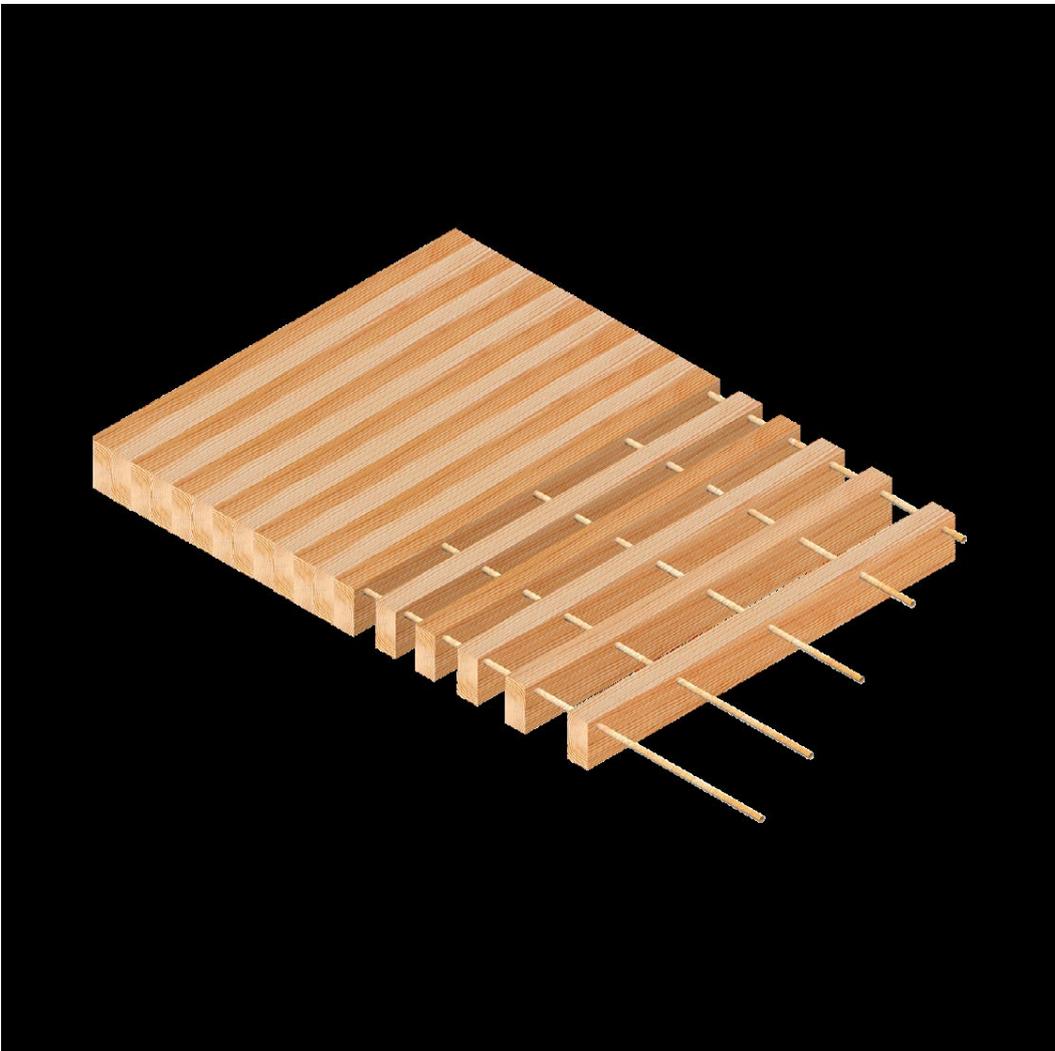


ダボラミネーテッドティンバーパネル (DLT)

ダボラミネーテッドティンバーパネル (DLT) はヨーロッパでは一般的に使用されており、北米でも普及しつつある。DLT は針葉樹製材 (2×4、2×6、2×8 など) を小端立てにして互いをダボで留め付ける。ダボは通常、広葉樹のものを使用する。

ネイルラミネイテッドティンバー (NLT) と同様、DLT パネルは壁、床、屋根、階段やエレベーターシャフトなどに使われる。また、水平構面を曲面にすることもできる。DLT は釘のような金属製の接合具を用いていないので、CNC ルータの刃を傷めることなく容易に加工できるのが特徴。他のマスティンバーとは趣が異なる外観なので、表現力豊かな仕上げ面とすることができる。DLT の切削加工を多用した設計とすれば設備や吸音材を露出することなく配置することができる。

DLT パネルの上からコンクリートを現場打設して木質コンクリート複合パネルとすれば、小さな断面で長スパンを飛ばすことが可能で、同時に遮音と振動対策にもなる。

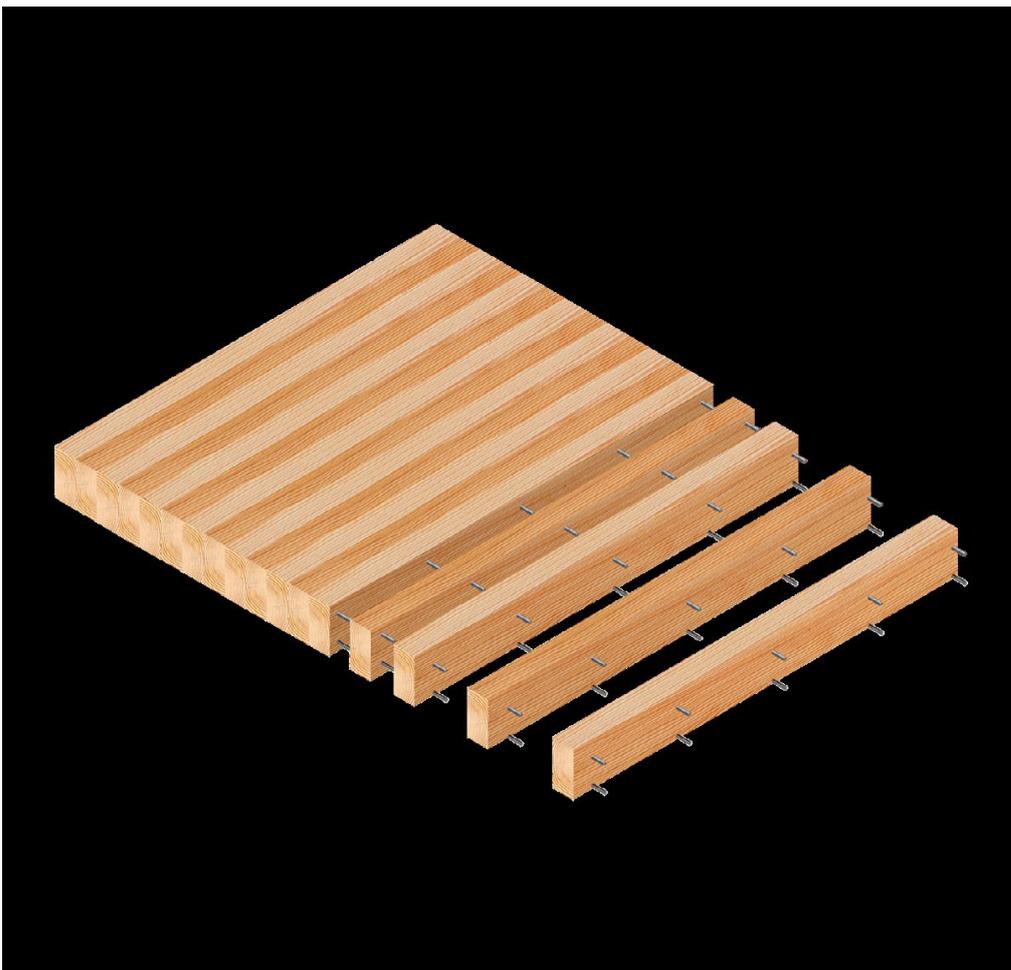


ネイルラミネイティドティンバー (NLT)

ネイルラミネイティドティンバー (NLT) は築 100 年を超える木造建築物にも使われており、ツーバイフォー工法用製材を小端立てにして互いを釘で留め付けた耐力要素である。釘の代わりにビスが用いられることもある。製材は公称 2×、3×、4×の厚みで、幅は公称 4 インチから 12 インチのものが使われる。つまりツーバイフォー工法用の製材品どうしを釘やビスで留め付けて単体の構造要素としてのマスティンバーを製作できる。

NLT の用途は床、デッキ、屋根、壁などの他、エレベーターシャフトや階段室にも使われる。片面に構造用合板や OSB を施工することによって耐力が増し、耐力壁やその他の構面に応用できる。現し（あらわし）の仕上げとすることもできるし、曲面を描いた水平構面や片持ちの床や屋根にも応用できる。

歴史的に NLT はヘビーティンバー工法の倉庫や工場などの木造建築において強固な床構面を得るために多用された。築年数が長いこのような木造ビルを改築してオフィスビルや木造マンションとして使われる例が増えている。近年、NLT が再び注目されている理由は、国内で容易に製作・入手可能であることだ。NLT は CLT のような他のマスティンバー生産のための大規模な設備が不要だし、市場で流通しているディメンションランバーを用いて容易に製作できる。



構造用集成材 (GLT)

構造用集成材はラミナとなる製材品(ディメンションランバー)を要求される性能に応じて選別・配置し、耐候性・耐水性の接着剤で集成した木質材料である。ラミナの繊維方向は長さ方向と一致しており。構造用集成材は通直なものに加え、湾曲したもの、アーチ状のもの、テーパードを持たせたものなど、注文に応じてさまざまな形状に製造される。

構造用集成材は古くから普及しているマスティンバーで、ほとんどすべての種類の建築物に用いられていると言える。建築物に限らず、橋梁、キャノピー、展示物などで荷重支持部材として用いられる。構造用集成材は柱として用いられるほか、通直もしくは湾曲の梁、幅はぎしてパネル状にも加工される。大きなスパンを飛ばす構造物のほか、片持ちの構造物、さらにはハイブリッド部材や構造物にも多用される。柱と梁が主な用途であるが、ラミナが小端立てで積層された集成材を床や屋根の構面として設計される場合もある。ラミナが平使用の集成材をNLTのように床水平構面に用いられる場合もある。



物件名: ブレントウッド公立図書館
建設場所: カリフォルニア州ブレントウッド
建築主/ディベロッパー: ブレントウッド市
基本設計: Fog Studio
構造設計: Holmes Structures
施工: Lathrop Construction Associates Inc.
写真撮影: Blake Marvin Photography

マスティンバー建築の保険について リスクの分析と問題解決

マスティンバーは米国において他に例を見ないほど急激に普及した。これが可能になったのは数々の研究や材料試験、規格の策定、建築基準の改訂、製造能力の向上、マスティンバーに係る人々への教育と支援の賜物だ。しかし、普及したとはいえ、他の伝統工法と比較すれば建築事例が少なく、損害の不服申し立てなどの試練をくぐりぬけていないため、保険の観点から見れば難点もある。

ここでは以下のような当事者に有用な情報提供を試みる。すなわち、マスティンバー建築に対する保障を担保したいディベロッパーや建築主、マスティンバー建築に対する保険への加入を容易にしたい設計者や施工会社、マスティンバー建築の安全性や性能に対する懸念を軽減した保険業界の人々である。施工会社（建設途上）に対する保険と竣工後の保険について解説する。

ディベロッパーと設計施工の従事者へは保険業界の概要、つまり業界ではどのようにして保険料が決められているのか、リスクがどのように分析されるのか、マスティンバー建築だからこそ考慮すべき点などである。保険業界の人々へはマスティンバー建築の基本、つまり普及の実態、規格や基準の概要、代表的な建築事例などを解説する。また、マスティンバー建築の耐火性能、火災被害後の修復方法、建築物の寿命に影響する水分や湿気の挙動について、建築物を検査する際のチェックポイントなども述べる。

マスティンバー建築はこれまで馴染みが少なかった建築材料や工法が用いられているので、保険をかけることにはいろいろな困難さが伴う。しかし、マスティンバー建築のリスクを評価するための情報は豊富にあるし、保険をうまくかけて建築された事例は設計や建設に従事する人々にとって有用な情報となると考える。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー建築の分類と 2021 年建築基準

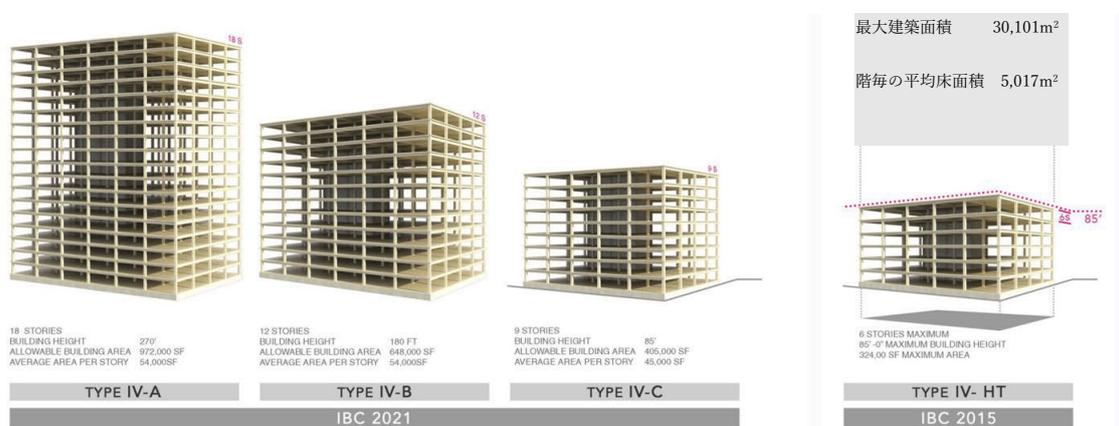
国内の各地において、マスティンバー製品を採用する設計者が増えている。そして建築物の用途は共同住宅、複合商業施設、学校、健康増進施設、公共建築物など様々だ。建築基準に関しては、CLT が構造部材として 2015 年の米国モデル建築基準にはじめて盛り込まれた。それは、CLT がタイプ IV (ヘビーティンバー) に用いられる場合だった。CLT や他のマスティンバーがタイプ III、IV および V の構造に用いられる事例が増えたことに呼応して、2018 年のモデル建築基準ではヘビーティンバーに求められる要件を明確にするための詳細が加えられた。最近の動きとしては、2021 年のモデル建築基準においてマスティンバー建築物の高さ制限が緩和された。

その 2021 年モデル建築基準には新たに 3 種類の中高層建築物が追加された。

1. タイプ IV-A 階数 18、マスティンバー部材は不燃材料で被覆
2. タイプ IV-B 階数 12、マスティンバーの現し (あらわし) は壁と天井で許容
3. タイプ IV-C3 階数 9、エレベーターシャフトなどを除くすべての部分でマスティンバーの現し (あらわし) を許容。2 時間耐火性能が要件。

これら新規の分類は既存の「ヘビーティンバー工法」(タイプ IV-HT と改名) が基盤になっているが、建物部位の耐火性能の要件と不燃材料による被覆の等級が追加されている。タイプ IV-A は用途が事務所と住居で、階数は最高の 18 となっている。

マスティンバーは構造耐力に優れているだけでなく、汎用性があり、経済的で気候変動対策としても優位なので、採用される例が増えている。典型的な例がボストンの Lower Roxbury 地区に Placetaylor and Generate という設計事務所が設計した CLT を使った建築物だ。パッシブソーラーの手法を用いている。このプロジェクトは CLT が低炭素指向の革新的な建築材料であることを示した事例だ。さらに、Next Property Group というディベロ



オフィス用途の場合 (グループ B)

atelierjones, llc
architecture | ecodesign | planning

*BUILDING FLOOR-TO-FLOOR HEIGHTS ARE SHOWN AT 12'-0" FOR ALL EXAMPLES FOR CLARITY IN COMPARISON BETWEEN 2015 TO 2021 IBC CODES.

ッパーと BNKC Architecture+ Urban Design 設計事務所がトロント市から北へ 100 マイル以上離れた場所に NLT を多用したプロジェクトを手掛けており、そこでは 100 年以上前に考案された NLT がハイテク商業オフィス建築に応用できることを示す貴重な事例となっている。

77 Wade

マスティンバーがハイテクビルに採用された事例

基本設計:	BNKC Architecture+ Urban Design
延床面積:	約 150,000 ft ² (14,000 m ²)
建築主/ディベロッパー:	Next Property Group
建設場所:	カナダ オンタリオ州トロント
構造設計:	Blackwell Structural Engineers
設備:	Integral Group
監理:	Alliance 7 Construction Inc.
マスティンバー製造:	Structure Fusion
安全管理:	Vortex Fire
竣工時期:	建設中

ここで紹介する「77 Wade (訳注: トロント市内の住所表記が由来)」というプロジェクトは、ネイルラミネイテッドティンバー (NLT) を多用して新しい世代のオフィスワーカーたちを木材の温かみと美しさで包み込むことになる。NLT は 100 年以上前に誕生し、技術的には十分検証済みの材料で、これを全く新しいアプローチでプロジェクトに利用しようとしている。敷地は古い倉庫街だったが、ここにコンクリートと鉄骨の複合梁、構造用集成材の柱、工場生産された木質デッキなどで構成された建築物を計画した。マスティンバーが多用されたのでおしゃれで近代的なオフィス空間を提供することになる。

基本設計を担当した BNKC Architecture + Urban Design のジョナサン・キング氏によれば、コンクリートと鉄骨の複合部材と木質構造を組み合わせることによって、この 77 Wade が軽快で透明感がある建築物とすることができたと語っている。同氏は「このプロジェクトに木質複合デッキ材を用いたことにより、木質材料とコンクリートと鉄骨が組み合わせられ、それぞれの材料の最良の性能を引き出すことができた」とも述べている。このような手法により、従来の RC 造や鉄骨造と同等のスパンを飛ばすと同時に現し (あらわし) の木質材料が温かみをもたらし、現代のオフィスビルに求められている快適性を実現した。

このビルの各階の床面積は 20,000 平方フィート (訳注: 1,858 m²) でオープンコンセプトを採用しているため、各階 175 のワークステーションを収容できる。これは、従来のオフィスの収容能力のほぼ 2 倍に相当する。収容可能なオフィスワーカーの数は 1,000 人を超えるが、採光が十分な開口部、現し (あらわし) のマスティンバー、12 フィート (訳注: 3.7 m) の天井高のお蔭で快適な空間を提供している。ビル内には電気自動車の充電設備、自転車置き場、シャワールームや更衣室も備わっている。1 階部分には約 2,500 平方フィート (訳注: 232 m²) の店舗スペースも計画されている。

このプロジェクトは、カナダで LEED (環境認証) のゴールド認証取得を目指しているマスティンバー建築の中で建物のせいが最も高い物件である。トロント市内に事務所がある担

当ディベロッパーNext Property Group は自社の広報活動の中心にマスティンバーを位置づけであり、木材が地元で容易に調達可能であることや他の建築材料と比べて二酸化炭素排出量が少ないことを強調している。同社はマスティンバーがもたらす暖かさや美しさがテナントやそのスタッフに好まれていることを確認しており、これが理由となって、内部のマスティンバーの80%を現し（あらわし）とした。このプロジェクトは2021年の竣工を目指している。

[さらに詳しく](#)

カタリスト

変化をもたらす作用因子としてのマスティンバー

プロジェクトの詳細

建設場所:	ワシントン州スポーケン
延べ床面積:	164,000 ft ² (訳注: 15,236 m ²)
建築主:	Avista Development, Mckinstry, South Landing Investors LLC
基本設計:	Katerra
実施設計:	Michael Green Architecture
構造設計:	KPFF
施工:	Katerra Construction
CLT 製造:	Katerra, Structurlam
構造用集成材製造:	GLULAM SUPPLIER: Western Archrib
竣工:	2020 年

新たな工法を連想させるプロジェクト名にふさわしく、「カタリスト」はワシントン州初の CLT による事務所棟であり、カテラ社の CLT 製造ラインを初めて用いて製造されたパネルで建てられたプロジェクトである。パッシブハウスの要件を満たし、International Living Future Institute (ILFI) からゼロカーボン/ゼロエネルギー認証を獲得した。5 階建てで、東ワシントン大学で工学と応用科学を専攻する学生 1,000 人のための講義室と実験施設を備えている。

「カタリスト」は純木造で、構造用集成材の柱と梁、CLT の耐力壁、構造用集成材と CLT を複合した床および屋根のリブパネルが採用されている。木質構造と CLT の外壁のほとんどは内装仕上げ面が現し（あらわし）となっている。カテラ社の設計主任 Drew Kleman 氏によれば、純木造のリブパネルによるコンポジットアクションを応用して長いスパンを実現した北米初のプロジェクトだ。通常、コンポジットアクションは RC 造で使われる技術だ。

設計、製造および施工においては、徹底した工期短縮と施工の効率化が図られた。例えば、設計チームと製造チームは共同で作業をすすめ、30×30 のグリッドを構成するパネルどうしの理想的な間隔を調整し、CLT パネルラインの製造能力を十分引き出せるようにした。

CLT のリブパネルを採用したことは、安全管理面でも有利だった。350 枚ものパネルを建設現場に移送するのにかかる時間は短くすんだからだ。カテラ社の作業員は耐力壁、柱と梁、床パネル、建築金物それぞれを担当する 4 つのグループに分かれていた。そして、それぞれのグループで常に 4 名から 5 名が作業していた。全体の構造が立ち上がるのに要した時間は、わずか 11 週だった。

効率化されたマスティンバーの製造は建築物の供用期間中の省エネルギーにも繋がる。カテラ社の持続可能な建築担当部長のジム・ニコロウ氏によれば、大規模な工場で作られたマスティンバーは精度が高く、建築物の高気密化に寄与するので、長期的に見ても外皮の性能が高まる。

マスティンバーは効率の良い建設や内装の美しさに寄与するだけでなく、ゼロカーボンや気候変動問題の解決にも貢献する。「Carbon Leadership Forum」の研究によれば、一般的な商業施設から排出される二酸化炭素量は 396 kg/m^2 といわれている。しかし、ニコロウ氏によれば、「カタリスト」建設によって排出される温暖化ガスの量は同種の他の建築物に比べて半分程度で済んでいる。このプロジェクトは低炭素指向であるだけでなく、マスティンバーが貯留できる温暖化ガスの量は、この建築物で使われたマスティンバー以外の建築材料から排出された量を上回っている。

[さらに詳しく](#)

Model-C CLT が主役の建築物

物件の詳細

基本設計:	Placetaylor, Generate
延べ床面積:	19,000 ft ² (訳注: 1,765 m ²)
ディベロッパー / 施工:	Placetaylor
建設場所:	マサチューセッツ州ボストン Lower Roxbury 地区
構造設計:	Buro Happold Engineering
設備/電気/配管:	Ripcord Engineering
マスティンバー製造:	Nordic (製造)、Bensonwood (組み立て)
法規コンサルタント:	Code Red
デジタル画像:	Forbes Massie Studio
竣工:	2021 年着工予定

この「Model-C」というプロジェクトはマスティンバーを多用した中層の共同住宅で、パッシブハウス認証を取得しており、CLT をどのように使えば複雑な設計に対応し、持続可能な目標を達成できるかを示すためデモンストラーションプロジェクトだ。

Generate というマサチューセッツ工科大学発祥の設計事務所とボストン市内の Placetaylor という設計事務所が共同で基本設計の作業を行い、5 階建ての多目的建物で、ボストン市内に建設された最初の CLT 建築である。住戸数は 14 で一階部分にコワーキングのスペースがあり、Lower Roxbury 地区の住民に開放されている。

CLT を工場でユニットに組み立て、断熱性能や気密性能を高め、ゼロカーボンとパッシブハウス認証取得を可能にした。マスティンバーを用いたこのような工法を Model-C と呼んでいる。年間の余剰エネルギーと温暖化ガス排出量とを相殺し、建物の内包エネルギーと供用時に消費するエネルギーの両方を計算することでネットゼロカーボンによる運用が達成可能になる。

「Model-C」はもともと、中層の共同住宅に最適な手法として開発された一方で、キット化された部材を組み合わせることによって、さまざまな敷地の条件、より高層の建築物へも容易に適応することも意図されている。Generate 社の John Klein 氏は「クライアントが求めるスパンを達成させるために、部材の製造者、製品のグレードを注視します。そうすれば、設計意図にあったものになるし、高性能の建築物が実現します」と述べている。

Generate 社と Placetaylor 社は「Model-C」のプロジェクトをていねいに文書化し、構造計算書や性能データを公開している。Placetaylor 社の戦略部長 Colin Booth 氏は次のように語る。「向こう 10 年以内にゼロカーボン社会を実現しようとするなら、その手法を詳細にわたって公開すべきだ。このようなプロジェクトをできるだけ多く、そして、できるだけ透明

性豊かな方法で情報共有したい。コスト関連の情報、性能や仕様、エネルギーのモデル化に関する情報など共有する準備がある。これらの情報があれば、当社が何をやっているか理解してもらえると考える」

[さらに詳しく](#)

木質構造設計の応用

既往の構造と異なり、マスティンバー建築の設計においては、包括的で革新的な手法が求められる。マスティンバー建築のコスト削減、音響設計、振動と遮音対策、耐火性能へ対応するために新たな手法を会得すると、その設計は成功する。木質構造のスパン、工法、耐火性能の等級、接合方法を深く吟味すると、理想的なプランと構造グリッドにたどり着く。マスティンバー建築の構造設計をきちんと行えば、RC造や鉄骨造なみの性能が得られるにもかかわらず、建物全体の重量は軽くてすむ⁴。さらに、マスティンバーをRC造や鉄骨造とのハイブリッド建築に用いると、多人数収容の建物や建物の高性能化が求められる場合に、コストが削減でき、サステナブル建築への対応が可能になる場合がある⁵。敷地面積を最大限に利用して開発したい場合は、最上階の上に増築して床面積を増やす手法もありうる⁶。

マスティンバーがジャストインタイムで現場に搬入できる場合は、あらかじめ周到的な段取りが必要ではあるが、うまく行けば、工期を短縮でき、労務費も少なくて済む⁷。このことは、基準階の平面プランが複数階で繰り返されるホテル、共同住宅、学生寮などの場合、とりわけ有効となる。マスティンバーは基本的にすべての用途の建築物に対して適用可能だが、オフィスビルの場合は、開放的で、木部が現し（あらわし）の空間が入居者の人気が高く、マスティンバーがとりわけ珍重される。

この章では、いくつかの建築事例を紹介し、マスティンバーの応用例を示す。また、耐火関連の規定への適用、遮音、床の振動に関する留意点、接合金物の選択、グリッドの配置、耐久性、湿気対策および平面計画のヒントなどを説明する。

物件名:	カリフォルニア大学デービス校 Latitude Dining Commons
建設場所	カリフォルニア州デービス
建築主/ディベロッパー:	カリフォルニア大学デービス校 設計建築部
基本設計:	HED
構造設計:	Rutherford Chekene
施工:	Otto Construction
写真撮影:	Flank Development

レッドストーンアーセナルのキャンドルウッドホテル
ホテル建築における CLT の構造的な優位性

プロジェクトの詳細

基本設計:	Benham (前身は Leidos)
延べ床面積:	62,688 ft ² (訳注: 5,823 m ²)
ディベロッパー/施工:	Lendlease
建設場所:	アラバマ州レッドストーンアーセナル
構造設計:	Schaefer Structural Engineers
マスティンバー製作:	Nordic Structures (訳注: カナダの会社)
竣工:	2015 年

これは、米国初の CLT を用いたホテルで、米国陸軍宿舎民営化プログラム (PAL) の一環として建設された。PAL は、陸軍とディベロッパーのレンドリース社との間で 50 年続く官民共同の事業だ。このホテルの部屋数は 92 で、兵士と陸軍基地関連施設の関係者に民営のホテル並みの上質な宿泊を提供する。

4 階建てで、基礎は長方形のべた基礎が採用されている。外壁、パラペット、間仕切壁、床スラブおよび陸屋根構面すべてに CLT が用いられている。構造用集成材の柱と梁も採用されている。屋根パネルの厚さは 3-1/8 インチ (訳注: 79 mm) で、スパンは 16-1/2 フィート (訳注: 5 m)。もっと厚い CLT を用いていけば梁・柱なしで 25 フィート (訳注: 7.6 m) を飛ばすこともできる。CLT は製材品が直交して集成されているので、両方向スパンに対応できる。そのため、本物件でも CLT パネル端部の途中で梁による支持なしで直接柱の上に屋根パネルが載っている。

CLT と他材料との間に生じる相対的な動きには注意が必要だ。このプロジェクトの外壁の仕上げには最上階の 4 階までコンクリートレンガが連続して積まれており、かつレンガの内側で防水する構造になっている。通常のコンクリートレンガの仕様では高さに限りがあるが、ここでは 85 フィート (訳注: 26 m) の高さまでレンガを支持する必要のない新製品のレンガが採用された。途中でレンガの支持があると、外皮の設計がもっと複雑になってしまうところであった。ホテルの設計においては遮音性能の確保が重要になる。ここで設計された CLT の床構面は床衝撃音の遮音等級 74 を達成できた。これは建築基準で規定されている 50 等級よりもはるかに優れている。建築基準では数値解析によって遮音等級が定められているが、ここで採用された CLT 床で実測された値のほうが高性能であることを意味している。

省エネルギーと気密化のため、本ホテルのために製造された CLT は寸法誤差 1/16 インチ (訳注: 1.6 mm) が求められた。この誤差は現場組み立て用の他のどの建築材料よりも厳しい値である。設計チームによれば、仮にこの建物に防弾性能が求められたとしても CLT を躯体に使う意義があるとのことであった。このホテルの建設によって軍事目的ではない宿

泊施設や中層建築物に CLT が適していることが明らかになった。

[さらに詳しく](#)

マスティンバーによる事務所棟 木造のオフィス建築で慣習を打破

歴史的には、事務所棟の構造にはコンクリートと鉄骨を用いるのが前提であったが、快適なオフィス空間を提供するための構造材料としてマスティンバーの人气が上昇してきている。マスティンバーを現し（あらわし）で用いると視覚的な温かさと自然と交感する感覚を提供するような開放的なプランが実現できる。

これから紹介するいずれのプロジェクトも、マスティンバーを複合的に用いることで、プランの柔軟さ、市場のニーズを追求することに注目が寄せられている。事務所棟を設計するにあたって留意すべき点は、火災安全性、構造設計と平面プラン、音響性能、振動特性およびコスト削減だ。これらのプロジェクトでは無垢の製材品、構造用集成材、CLT、NLT など、さまざまな種類のマスティンバーが使われている。

[さらに詳しく](#)

「鉄骨とコンクリートを使う場合、
健全な構造性能と綺麗な仕上げを
得るためにさまざまな材料が必要だ。
マステインバーを使えば、
構造材料そのものが仕上げ材となる」

MCN BUILD 社プロジェクトマネージャー
エドウィン・ライアン

クレー・クリエイティブ

プロジェクトの詳細

建設場所:	オレゴン州ポートランド
基本設計:	Mackenzie
構造設計:	Kramer Gehlen & Associates
施工:	Turner Construction Company
写真撮影:	Christian Columbres

クレー・クリエイティブはポートランドのウィラメット川東岸中央部の工業地帯に建設された多目的建築物で、周辺の歴史的な景観とクリエイターが集まる雰囲気との双方に調和するプロジェクトだ。

ヘビーティンバー構造を採用して構造耐力を満足させると同時に力強い印象を強調した。建築基準のタイプ IA の床構面の上にタイプ IIIA の木造軸組構造を載せている。小端立ての NLT の上にディメンションランバーと構造用合板で床組みを施工している。NLT を支える構造用集成材の梁と桁は同じく構造用集成材の柱で支持されている。

建物中心部を開放的な空間とするため、外部に鋼製のモーメントフレームが採用された。内部は 25 フィート×30 フィート（訳注: 7.62 m × 9.14 m）のグリッドで構成され、長手方向は梁、短手方向は桁が配置されている。鋼板挿入ドリフトピン接合が現し（あらわし）の構造用集成材の接合に用いられ、耐火性能も満足している。サステナブル建築も目指していたので、本プロジェクトの延べ床面積 90,000 ft²（訳注: 8,361 m²）だが、そこで用いられた木質材料はすべて地元で調達された。総建築コストは平方フィートあたり約 300 ドル（訳注: 1 ドル = 100 円として、約 320,000 円/m²）であった。

ハドソン事務所ビル

物件の詳細

建設場所:	ワシントン州バンクーバー
基本設計:	Mackenzie
建築主:	Killian Pacific
竣工:	2016 年
写真撮影:	Christian Columbres

先に紹介したクレー・クリエイティブからウィラメット川を渡った対岸にワシントン州バンクーバーが位置し、そこに延べ床面積 45,000 平方フィート（訳注: 4,180 m²）のハドソン事務所ビルが計画された。軽工業地域の建物らしい雰囲気が残る外観で、3 階建て、建築基準の VB 構造に分類され、レンガの外装仕上げ、玄関周りは現し（あらわし）の木製の柱、梁、天井にガラスが組み合わせてある。25 フィート（7.6 m）四方のグリッドの上に柱と梁が配置されている。床と屋根には NLT の水平構面が採用されており、その結果、伝統的なヘビーティンバー構造が現代風にアレンジされたように見える。木質が現し（あらわし）にされた天井は美しいだけでなく、音の反響を和らげている。このことは A 種（事務所棟のうちの最高等級）の事務所スペースでは重要な配慮だ。

ダイヤモンドフード イノベーションセンター

物件の詳細

建設場所:	オレゴン州サレム
基本設計:	ZGF Architects
構造設計:	KPF Consulting Engineers
施工:	Lcg Pence
写真撮影:	Pete Eckert

オレゴン州サレムにあるダイヤモンドフードイノベーションセンターは食品の製造や配送に関する専門家のための施設として建設された。内部に設置される調理や実験のための設備が非常に高価であるため、2階建てのこの建物そのものは比較的低コストであることが求められた。技術的な検討を重ねた結果、建築基準のVAタイプに分類される枠組壁工法によって建築されることになり、ディメンションランランバーによる壁、I型梁と構造用集成材による床組み、ライトフレーミングのトラスと構造用集成材による屋根が採用された。

設計チームは太陽光による熱負荷を減らすため、開口部の軒下のスペースに縦型ルーバーを設置した。このプロジェクトは湿地帯を整備した場所に隣接していたので、環境安全面に配慮した建築部材を選択した。例えば、持続可能な管理が徹底された森林から調達された木材などである。有害な薬剤を用いない加圧注入材を使用したため、対候性と防虫性能に優れた建物になった。2015年に竣工したこの建物の建設コストは外構工事も含めて210万ドル（訳注:1ドル=100円として約2億1000万円）であった。

ワンノース
クルナ東西ビル

物件の詳細

建設場所:	オレゴン州ポートランド
基本設計:	Holst Architecture
構造設計:	Froelich Engineers
施工:	R&H Construction Co.
写真撮影:	Andrew Pogue

ポートランドのクルナ地区のワンノースというところに建設されたプロジェクトである。さきに紹介したダイヤモンドフード イノベーションセンターの 50 マイル (80 km) 北に位置する。延べ床面積は 85,540 平方フィート (訳注: 7,947 m²) で、建築基準のタイプ IIIB に分類される 5 階建てとタイプ VA に分類される 4 階建てで構成されている。両棟とも地上階は店舗スペースで、その上にオフィスが入居している。RC 造の地上階の上に木造軸組工法の構造が載っている。横方向からの延焼防止策の一環として難燃処理された木材 (FRTW) が耐力壁に用いられた。建築基準では外装に木材を現し (あらわし) で使える部分の長さの上限が 40 フィート (訳注: 12.2 m) と定められているが、本プロジェクトではその制限を超えるため、外部にスプリンクラーが設置された。建設コストは平方フィートあたり 175 ドルから 225 ドルの間 (訳注: 1 ドル = 100 円として 188,000 円/m² ~ 242,000 円/m²) だった。ディベロッパによれば、賃貸料はポートランドのダウンタウン地区よりも高く設定できたそうである。

「木材以外の建築材料でも
建設することができたが、
木材を用いることによって
炭素を貯留することができ、
マスティンバーが自然素材である
ことを知ると快適だ」

CWS ARCHITECTS 主宰

ベン・ウォールター

マスティンバー建築のコストと 最適設計チェックリスト

マスティンバー建築のコストを削減するために、適正な設計を行うことが重要となる。そのため、米国木材製品協会 WoodWorks は「最適設計チェックリスト」を開発した。このチェックリストは企画設計から実施設計に至るまで、マスティンバー建築を完成させるまでに重要な項目の内訳を提供している。建築家や建築技術者など設計に携わる人たちを対象としているが、マスティンバーの製造者や施工業者とも打ち合わせのべき事項が多い。このチェックリストは設計者と施工者（ゼネコン、監理者、積算事務所、マスティンバー製造者、施工業者など）との間の調整に役立つように作成されており、マスティンバー建築に関するコスト面の意思決定ができる。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー建築における効率の良い構造グリッドについて

マスティンバー建築においてコストパフォーマンスを最大限に上げようとする場合、材料の特性とマスティンバー生産者の能力の両方を把握する必要がある。構造グリッドを検討する場合、不釣り合いなことをやってないどうか注意が必要だ。鉄骨造やRC造用の構造グリッドにマスティンバーを無理やり当てはめようとする、無駄な断面サイズを選んでしまったり、マスティンバーの生産能力に見合わないことになったりする。空間の機能を犠牲にすることなく最良の構造グリッドを検討することができれば、最良の断面サイズを選ぶことができるし、コスト削減もできる。マスティンバー建築における構造設計者の使命は、構造システムと構造材料とのバランスを考えて理想的な回答を得ることにある。ここで紹介する資料では、その回答を得るための方法について解説されている。構造設計を支配する要因、たとえば接合方法、グリッドの大きさなどのほか、米国の建築事例から得られる教訓についても説明されている。

[さらに詳しく](#)

プロジェクト名: Carbon12
建設地: オレゴン州ポートランド
建築主/ディベロッパー: Kaiser グループ
基本設計: PATH Architecture
構造設計: Munzing
マスティンバー製作: Structurlam (訳注: カナダの会社)
写真撮影: Andrew Pogue

マスティンバー建築における防耐火設計

マスティンバー建築においては、防耐火に関する検討は常に重要な工程になる。特定のマスティンバー構造にはそれ特有の区画貫通部をともなうことがあるので、それに対処するための防耐火実験が必要な場合もある。ヘビーティンバー構造と同様、マスティンバー建築では炭化速度が予測可能なので、不燃材料で被覆しない現し（あらわし）となっても一定の耐火性能を発揮することができる。

マスティンバー部材の防耐火設計

この技術資料はマスティンバー建築においてどのようにしたら2018年の米国モデル建築基準（IBC）の耐火要件を満たすことができるかを解説しており、計算による方法も実験による方法も説明されている。建築物の種類と要素に応じた耐火等級要件とグラフ類も掲載されている。現し（あらわし）のマスティンバー要素の耐火等級要件については、商業施設と共同住宅でその使用が認められる場合の条件を細分化して解説している。構造躯体すべてが木質であることが可能かどうかは、建築物の種類による。

- III タイプ（IBC 602.3） 床、屋根、間仕切り壁で木質要素が使用可能。2時間以下の耐火等級を持つ難燃処理木材（FRTW）を外壁に使用可能。
- V タイプ（IBC 602.5） 躯体すべて、すなわち床、屋根、間仕切り壁、外壁で木質要素が使用可能。
- IV タイプ（IBC 602.4） 一般にヘビーティンバー構造と呼ばれており、100年以上前からさまざまな形で建築基準に規定されてきた。近年、現し（あらわし）の木質構造への関心が高まり、事例が増えつつある。

ヘビーティンバー構造以外の構造要素においては、耐火要件は耐火時間（FRR）で規定されている。米国モデル建築基準（IBC）では、構造要素や部材が火炎を閉じ込めることが可能な時間、または燃え残った部材断面で構造耐力を保つことができる時間、もしくはその両方を持続できる時間で規定されている。そして、その時間を判断する方法は実験または実験にもとづいた方法で判定され、それらは IBC の 703 節で具体的に規定されている。耐火時間は建物の工法別、部材別に定められる。

工法別の要件の他に、IBC では別の耐火要件がある。II-B タイプ、III-B タイプ、そして V-B 構造においては、共同住宅の住戸間の壁と床が NFPA 13 で規定されるスプリンクラーが設置される場合 30 分耐火構造、それ以外の場合 1 時間耐火構造であることが求められる（IBC 420, 708, 711）。

マスティンバー建築の場合は火炎にさらされている間燃え残った部材断面が荷重を支持できるように設計すれば良い。このことは他の建築材料と差別化されている点といえる。これによって過去になかった大型の建築、高層の建築が構造要件と耐火要件を満たしながら実現できる。しかも、美的な価値を生み出し、地球環境改善に貢献しながらこれが可能ということだ。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー構造と貫通部の耐火試験結果リスト

この資料では、マスティンバー構造と貫通部の耐火試験結果が網羅的に集められており、マスティンバーの壁構造と床構造、CLT の壁構造、CLT の貫通部、接合部に関する情報と試験結果が掲載されている。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー構造の遮音特性
部屋相互間の遮音

マスティンバー建築には遮音に関して他の建築にはない配慮が求められる。慎重に設計しディテールを考えれば、他の工法と同等の遮音性が得られる。ここでは、マスティンバー建築の遮音について、特に部屋相互間の遮音に焦点をあてて解説する。

遮音関係の基本になる知識と基準については、米国モデル建築基準(IBC)の1206節と2018節に共同住宅の壁構造、間仕切壁構造、床構造および天井構造に求められる要件がリストアップされている。これらの構造は住戸間または専有部分と共有部分を区分けしているため、音響伝播等級(STC)50が求められており、床および天井構造には衝撃音遮音等級(IIC)の50が要件となる。

マスティンバー構造の遮音性能実測値例

マスティンバーパネル	厚さ	音響伝播等級 STC	衝撃音遮音 等級 IIC
3層 CLT 壁構造	78.0 mm	33	-
5層 CLT 壁構造	174.6 mm	38	-
5層 CLT 床構造	131.8 mm	39	22
5層 CLT 床構造	174.6 mm	41	25
7層 CLT 床構造	245.1 mm	44	30
2×4 NLT 壁構造	89mmNLT のみ	NLT のみ 24	-
	108mmNLT+19mm合板	合板あり 29	
2×6 NLT 壁構造	140mmNLT のみ	NLT のみ 22	-
	159mmNLT+19mm合板	合板あり 31	
2×6 NLT 壁構造+12mm合板	152mmNLT+12mm合板	34	33

出典: Inventory of Acoustically -Tested Mass Timber Assemblies, WoodWorks

マスティンバーを現し（あらわし）で使う場合はそれ特有の遮音に対する配慮が必要だ。床や天井にマスティンバーが単体で使われることはほとんどない。それは、遮音性能が不足しているからだ。例えば、6.875 インチ（訳注: 172 mm）厚の 5 層 CLT は音響伝播等級 (STC) が 41 で、衝撃音遮音等級 (IIC) は 25.4 しかないので、何らかの部材を付加して遮音性能を改善する。

例えば、床や天井でマスティンバーを現し（あらわし）にする場合にすることは、構造の上から遮音材を施工する。コンクリートやせっこうセメントを 1～3 インチ（25 mm ～ 76 mm）程度現場打設するのは典型的な例だ。

デカップラ類も使われる。この種の部材は構造の片方の仕上げ材と躯体の間の縁を切ることによって効果が生まれる。仕上げ材-躯体-仕上げ材という経路で直接伝播する音を軽減することができる。枠組壁工法で良く用いられるのがレジリエントチャンネルや空気層だ。マスティンバーの床や天井の構造でよく用いられるデカップラ部材はマスティンバーとその上に打設するコンクリートの上に挿入する緩衝材類だ。

遮音に配慮した設計をすれば、居住性が飛躍的に向上する。現場計測や実験室での計測を行った結果によれば、居住者の満足がえられる程度に遮音性を高めることが可能なので、これによってマスティンバーがますます普及することが望まれる。

[さらに詳しく](#)

ここで紹介する資料はマスティンバー構造の遮音性能データがリストアップされている。構造としては、CLT 床でコンクリートが打設されたもの、されていないもの、NLT、構造用集成材の床構面、その他のマスティンバー床構造および壁構造などを網羅している。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー建築の床振動

床構面の設計では、どの程度の断面サイズとするかによって建設コストが大きく変わってくる。そして、居住者が感じる振動、設置される機器類で許容される振動をどの程度制限するかによって断面サイズも決まってくる。振動は床構造のコストを決定する主な要因であるにもかかわらず、その設計方法に関する情報がじゅうぶん提供されてこなかった。

ここに紹介する設計ガイドは情報と経験のギャップの架け橋となるもので、マスティンバー床構造で現在採用されている設計手法に改善のための提案を組み合わせ、構造設計者にとって馴染みやすく使いやすい形で結論を導き出している。入手可能なマスティンバーはほとんど網羅していて、CLT、NLT、DLT、そしてそれらを支持する梁などにも言及している。

マスティンバー以外の床構造、たとえばライトフレーミングで長いスパンの I 型梁や平行弦トラスなどと同様に、振動をどの程度制限するかによって設計手法やマスティンバーの選択（等級や厚み）、支持方法をどうするかが決まってくる。設計者が床の振動性能について馴染みやすいように、推奨される分析方法や目標とする性能についても解説している。特に居住者が原因となって生じる床振動に焦点を絞っている。鉄骨造や RC 造の振動設計ガイドと歩調を合わせ、「クレームが生じにくい」建築物を設計することを主な目標としている。

[さらに詳しく](#)

物件名:	カタリスト
建設場所:	ワシントン州スポーケン
建築主/ディベロッパー:	McKinstry
基本設計:	MGA Michael Green Architecture
構造設計:	KPFF
施工:	Katerra
写真撮影:	Andrew Giammarco

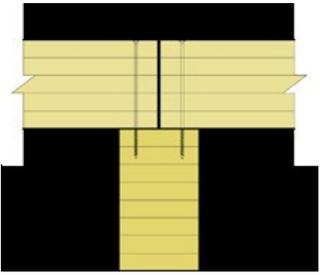
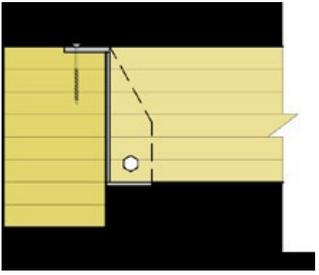
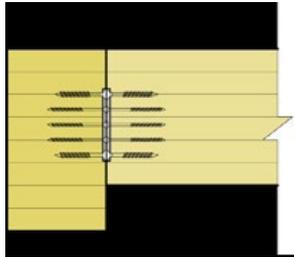
マスティンバー建築の接合部

米国でマスティンバー建築が普及するなか、コストを支配する要因をもっと詳しく知りたいという声が設計者の間から聞かれるようになった。マスティンバー建築の接合部はプロジェクト全体のコストに大きく影響する。しかしながら、マスティンバー建築の接合部の設計において考慮すべきは構造耐力だけではなく、美観、耐火要件、施工のしやすさ、乾燥収縮や吸湿による膨張への対応、防湿なども含まれるので、最善の解決策を得るためには研究や準備が必要だ。

このような課題を抱える設計者への支援として、米国木材製品協会 WoodWorks は入手可能な建築金物を網羅した[製品リスト](#)を作成した。このリストでは接合金物を 3 とおりに分類している。この分類は「接合クラス」とも呼んでおり、コスト、施工の難易および耐火性能についての知見を共通の指標で示している。

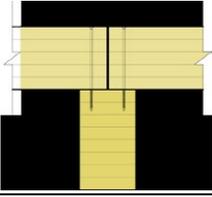
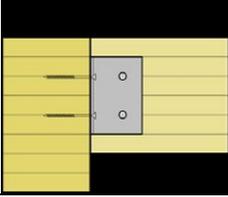
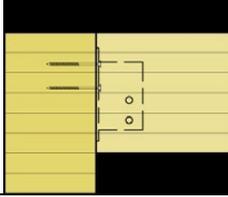
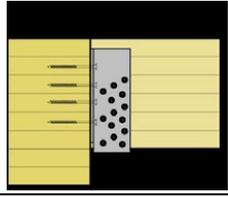
この接合クラス（または分類）は次のような内容だ。クラス 1 はマスティンバーと釘やビスの組み合わせ、クラス 2 は鋼板やアングルなどで構成される建築金物と釘やビス、クラス 3 はシンプソン社やロトグラス社、マイテック社などから入手可能な個別の物件向けに工場製造された接合部である。クラス 3 は構造耐力や耐火に関する試験を経て製造されることが多い。

接合クラス

接合クラス	クラス 1	クラス 2	クラス 3
クラスの構成	マスティンバーと釘やビスの組み合わせ	鋼板やアングルなどで構成される建築金物と釘やビス	個別の物件向けに工場製造された接合部
接合部の仕様例			
	桁に支持される梁*	鋼板挿入梁受金物で支持される梁*	個別に設計・製作された鋼板挿入見え隠れ接合金物で支持される梁*

* WoodWorks Index of Mass Timber Connections の表 8 を参照

耐火関連の接合部クラス

接合クラス	クラス 1	クラス 2	クラス 3	クラス 3
耐火性能	NDS で提示された計算方法ですでに耐火性能あり	耐火要件を満たすために保護策が必要	試験によって耐火等級が確認済み（メーカーによる指定）	耐火要件を満たすために保護策が必要
接合部の仕様例	 桁に支持される梁*	 鋼板アングルで桁に接合された梁*	 個別に設計された鋼板挿入見え隠れ接合金物で梁に接合される梁*	 個別に設計された梁受け金物で桁に接合された梁

* WoodWorks Index of Mass Timber Connections の表 8 を参照

他の接合部と同様に、マスティンバー建築の接合部は構造力学の原理に忠実に従って設計されなければならない。最低限の接合部の要件はさまざまな基準によって標準化されている。たとえば、米国モデル建築基準（IBC）、American Society of Civil Engineers (ASCE/SEI 7) Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures、American Wood Council National Design Specification for Wood Construction、APA - The Engineered Wood Association (EWS) T300 Glulam Connection Details Construction Guide (APA T300)、American Institute of Steel Construction (AISC) Manual of Steel Construction などである。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー建築の施工管理

マスティンバー建築への需要が高まるにつれ、業界がそれを建設できる能力を高めていく必要がある。米国木材製品協会 WoodWorks は、ここで紹介する資料に書かれているような指針を示し、マスティンバー建築に要求される業務、例えば見積、調達、施工管理の能力を向上させるための支援を行っている。この資料には現場管理や施工作业訓練についても説明している。今後発行が予定されているマスティンバー建築施工マニュアルについても紹介している。

[さらに詳しく](#)

外皮設計の事例

徹底して検討された外皮設計においては、建物の供用期間中に生じうる環境面と構造面の負荷がすべて吟味されている。そして建物が建設される地域の気候と天候の条件を配慮するだけでなく、建築物の用途も考慮しなければならない。高性能の外皮は、その中が低湿度で理想的には室温に近い状態が保たれる。多くの場合、この状態を達成するためには、マスティンバーの外気側に十分な断熱層を設ける必要がある。ここで紹介するガイドブックは RDH Building Science によって監修されており、外皮の構成、外皮設計の詳細、マスティンバー建築特有の事例が説明されている。

[さらに詳しく](#)

物件名: WBWCD Water Efficiency Research Center
LOCATION: ユタ州レイトン
建築主/ディベロッパー: Weber Basin Water Conservancy District
基本設計: GSBS Architects
構造設計: ARW Engineers
施工: Sirq Construction
写真撮影: Paul Richer

耐久性と湿気対策

耐久性を高め、湿気対策を講じるために重要なのは、建設途上も竣工後もマスティンバー建築の構成部材が適温で乾燥状態に保たれていることである。これを達成するためには、建設途上の外皮への負荷を制御するために必要な断面構成となっていることが必要となる。また、予期しない雨がかりなどでマスティンバーが濡れてしまった場合に乾燥状態に戻れるような手段も考えておくべきである。ここで紹介するのは RDH Building Science が発行するガイドブックで、設計段階、施工中、供用に至るまでの湿気対策の事例が説明されている。マスティンバーの外皮や床が建設途上と供用中に湿気にさらされた場合のリスク回避策が解説されている。

[さらに詳しく](#)

高層化に向けての問題解決

人口が急増する時代には建築産業へさまざまな要望が向けられる。設計者には持続可能で入手容易な建築への期待が高まり、そのような建築は住宅不足を解消し、気候変動を軽減し、健康的な居住空間を提供することが望まれる。

マスティンバーはより高層の木造建築物へ使われる部材として期待されており、そのための設計業務は多様化したニーズに対応する内容になる。国際的にも米国内でも技術革新のお蔭で木造建築が高層化している。安全性や強度が検証された研究結果も後押しをしている。2021年の米国モデル建築基準では14項目の改訂がなされ、マスティンバーによる建築物の階数が18まで緩和された。マスティンバー建築は環境負荷が小さく、炭素を貯留できることもあって注目に拍車をかけている。

鉄骨造やRC造に代わる安全で環境に優しい建築手段として、いくつかの自治体ではマスティンバー建築をさらに推進させる動きを示している。オレゴン州、ワシントン州、カリフォルニア州などでは、2021年以降さらなる高層の木造建築を基準に盛り込んだ。

この章では、2つの事例を紹介し、住宅や多目的用途のニーズ対応するために、高層の木造建築がいかに適しているかを解説したい。高層のマスティンバー建築に関する技術資料も4つ紹介する。その中では、建築基準の改訂、エレベーターシャフトや階段室に求められる要件、防耐火の要件、見え隠れ部分への考慮点などについて説明されている。後出の「さらに詳しく」のアイコンをクリックすると、2つの有用な文献を参照することができる。ひとつめは「シアトルの高層マスティンバー建築」だ。この報告書ではワシントン州シアトルで12階建ての多目的ビルが建設されることを仮想し、マスティンバー建築の場合と現場打設のポストテンションRC造の場合の建築コストを比較している。2番目の文献は、「マスティンバー建築とIBC」で、2021年の米国モデル建築基準(IBC)のマスティンバー建築関連の改訂点について解説している。

物件名: INTRO
建設場所: オハイオ州クリーブランド
建築主/ディベロッパー: Harbor Bay Real Estate
基本設計: HPA | Hartshorne Plunkard Architecture
構造設計: Fast+Epp (訳注: カナダの構造設計事務所)
施工: Panzica Construction Company
演出: Harbor Bay

Origine

マスティンバーによって効率が良く、低コストで、
安全な高層建築を実現した例

プロジェクトの詳細

基本設計:	Yvan Blouin Architect
施工:	EBC
法規コンサルタント:	Technorm, GHIL Consultants
竣工:	2017年10月
ディベロッパー:	NEB group
構造設計:	Groupe conseil SID inc
建設場所:	カナダ ケベック州ケベック市
マスティンバー製作:	Nordic Structures
延べ床面積:	9,600 ft ² (訳注: 892 m ²)

ここで紹介する Origine という物件は 13 階建て、92 戸の木造高層コンドミニアムで、2021 年に建築基準の高さ制限が緩和される前に建設された。これによってマスティンバーで効率良く、低コストで安全な共同住宅を実現できることが証明された。建設時は北米の東部地区ではせいが一番高い木造建築であった。当時、新しい建築、建築技術、工法、建築材料、建築基準、防耐火の専門家にとって、この種の建築物に関する知識を得るために非常に有用な事例となった。

この高層木造建築物を実現するために、まず構造設計担当者はこのプロジェクトがケベック州の建築基準の要件を満たしていることを示す必要があった。プロジェクトが着手された 2014 年当時、建築基準はその仕様規定で、階数が 4 を超える場合は不燃材料で建築することを求めている。仕様規定のルート以外にいわゆる「代替ルート」の道筋があったが、そのルートでは建築基準の要求性能を満足する必要があった。2 年の研究開発期間を経て、設計チームは、不燃材料で建設された場合と同等の安全性が木造でも確保可能なことを示すことに成功した。

1 階から 13 階まで木材が使用されている。支持壁、耐力壁、床および屋根にはすべて CLT が使われていて、柱や梁には構造用集成材が軸組材として採用されている。耐火性能を向上させるために、CLT は不燃材料で被覆されたが、1 部の共用部分では現し（あらわし）になっている。短時間で建て方工事を終えることができるのが、マスティンバーの利点だが、このプロジェクトでは躯体工事に要した時間はわずか 4 か月だった。マスティンバーを採用するということは、キット化されたユニットを使って少人数で建て方工事を進めることができるだけでなく、12 月から 4 月の冬季でも工事を継続できることを意味する。

住戸の種類はワンルームタイプから 3LDK まであり、平面プランや家具の配置はそれぞれ異なっている。マスティンバー建築は低炭素指向の手法であるが、この物件ではそれ以外の

環境面の特徴を備えている。屋根面は白い防水シートで被覆されており、太陽光による熱負荷を軽減している。建物にガスセントラルヒーティングが設備されていて、温水を各戸に供給し、床暖房にも利用されている。床暖房は冬に快適だけでなく、通常の電気暖房の場合と比較して30%以上の省エネ効果がある。

「マスティンバーは建築の構造材料以上の存在だ。

従来とは全く異なるスケールで未来のサステナブル建築へ導いてくれる」

KATERRA 社 元主宰
クレッグ・カーチス

物件名: T3 Minneapolis
建設場所: ミネソタ州ミネアポリス
建築主/ディベロッパー: Hines
基本設計: MGA | Michael Green Architecture + DLR Group
構造設計: StructureCraft (訳注: カナダの会社)
施工: Kraus Anderson Construction
写真撮影: Corey Gaffer, courtesy Perkins&Will

2150 Keith Drive

マスティンバーによる近代的オフィスビル

物件の詳細

基本設計:	DIALOG
延べ床面積:	162,491 ft ² (15,096 m ²)
竣工:	2022 年 (予定)
建設場所:	カナダ ブリティッシュコロンビア州バンクーバー
建築主:	BentallGreenOak
イメージ:	DIALOG

この 10 階建て商業オフィスビルはバンクーバーのフォールスクリークフラッツ地区に計画されている。ここはサステナブル指向の企業が集まって急成長している地区だ。現し（あらわし）のマスティンバーと柔軟でオープンな平面プランで特徴づけられるオフィス空間に関心が集まっているので、この地区に建設すると、その関心に応えるメリットが大きい。バンクーバー市の開発許可委員会も、このプロジェクトに大きな期待を寄せて開発許可している。竣工すれば、入居するテナントのスタッフ 500 人を収容できる。

この建物の構造部材としてマスティンバーが採用された。理由は、マスティンバーがサステナブルで美観に優れ、機能的であるからだ。ハニカム状のデザインが特徴的だが、このハニカムは外観上の特徴だけではなく、外皮からの熱貫流や熱ふく射の低減にも寄与している。RC 造 1 階 2 階部分の上にキット化した部材を載せて施工がすすめられる。CLT や構造用集成材など、いくつかのエンジニアードウッドを用いて目標性能を達成することになる。

建物の外周部にブレースが取り付くので印象深い外観になる。それと同時に、このブレースによって現場打設の RC 造コア部分を省略できる利点がある。1 階と 2 階は RC 造、その上階すべてに木造の内部耐力壁、外周部にブレース構造を配置することにより風荷重と地震による水平力に抵抗する。

このブレースは構造用集成材を対角線状に配置して座屈防止と水平力の負担を担う。細胞に分割されたようなファサードの印象を与えながら、すべての階の外周部を取り巻いている。このブレースはこの建物の構造設計で主要な位置を占めている。バルコニーがブレースに沿って設けられているが、このバルコニーは建物本体からの片持ちではなく、ブレースに支柱で留め付けられている。

この細胞構造のような外観デザインは、どこから見るかによって異なる印象を与える。近隣から遠目で眺めると自然界の鎧のような景観だ。隣接する道路から見るとブレースが 2 階ごとに配置されているので建物全体のサイズが小さく見え、引き締まった外観になる。入居者が近くで見ると細胞で仕切られた部分に保護されてるような気分になる。竣工は 2022 年

を予定している。

2021年米国モデル建築基準における
高層木造建築の位置づけ

2019年に米国建築基準策定審議会（ICC）は高層木造建築を米国モデル建築基準（IBC）の一部として許容する提案内容を承認した。これにより、マスティンバーに新しい活路が広がった。この提案内容にもとづき2021年の米国モデル建築基準には3つの新しい建築物タイプが規定されることになった。すなわち、タイプIVA、タイプIV-BおよびタイプIV-Cである。これらのタイプではマスティンバーか不燃材料が使える。これらのタイプは基本的には以前のヘビーティンバー構造（名称をタイプIVHTと変更）を継承しているが、耐火等級（FRR）と不燃材料による被覆の程度に関する要件が追加されている。ここで紹介する資料は、これらの変更点の概要をまとめ、18階建てまでのタイプIV-A（商業および居住用途）を解説している。米国モデル建築基準で設定されている耐火性能基準を満足するためには、不燃材料による被覆が必要なる。それに対してタイプIV-Bの大半の場合、一部マスティンバーの現し（あらわし）が許容される。被覆によってマスティンバー部材の耐火等級が上がる。

マスティンバー部材に求められる不燃材料による被覆の要件（建築物タイプ別）

	IV-A	IV-B	IV-C	IV-HT
建築部材の内装表面	常に必要。17mm、80分耐火被覆。	一部を除き必要。17mm、80分以上の耐火被覆	不要*	不要*
外壁の外部表面	40分耐火被覆	40分耐火被覆	40分耐火被覆	12mm厚難燃処理合板、12mm厚せっこうボードまたは不燃材料による被覆
マスティンバー床上の耐火被覆	25mm以上	25mm以上	不要*	不要*
エレベーターシャフトや階段室	17mm、80分耐火被覆、表裏面とも。	17mm、80分耐火被覆、表裏面とも。	40分耐火被覆、表裏面とも。	不要*

*建築物タイプ別では不要だが、建築基準の他の要件で必要になる場合あり。

参考: 16mm厚強化せっこうボード（タイプX）の耐火性能は40分

出典: 「IBCにおける18階建てまでのマスティンバー建築」米国木材製品協会

WoodWorks 発行

建築タイプ別耐火等級（時間）

米国モデル建築基準 表 601

*IBC403.2.1（タイプ IV には適用されない）においては緩和される場合がある
出典：「IBC における 18 階建てまでのマスティンバー建築」米国木材製品協会
WoodWorks 発行

部位	I-A	I-B	IV-A	IV-B	IV-C	IV-HT
構造躯体全体	3*	2*	3	2	2	HT
外部耐力壁	3*	2*	3	2	2	2
内部耐力壁	3*	2*	3	2	2	1/HT
床構造	2	2*	2	2	2	HT
屋根構造	1-1/2	1*	1-1/2	1	1	HT

建築基準の改訂の概要をまとめて記述すると同時にここで紹介する文献は、米国木材協議会（AWC）と米国農務省林産試験場で実施された耐火実験についても解説している。これらは、新たな建築タイプを建築基準に追加する際、参照された耐火実験結果である。

[さらに詳しく](#)

エレベーターシャフトや階段室などに求められる要件

ここで紹介する資料は 2021 年米国モデル建築基準（IBC）に規定されている高層木造建築物の内容を元に記述されており、エレベーターシャフトや階段室について掘り下げている。とくにどのような場合に、またどの場所に木材が使えるかが詳しく書かれている。「シャフト」は 2021 年米国建築基準（IBC）の 202 節に、「建築物の 2 層以上を貫通して伸びた閉じられた空間で、連続した床面または屋根面において垂直の空間をつないだもの」と定義されている。シャフトは多層階の建築物において、階段室、エレベーターシャフト、パイプスペース、ダクトスペースがそれにあたる。

タイプ IV-A、タイプ IV-B またはタイプ IV-C に分類される木造高層建築物は、マスティンバーか不燃材料（またはそれらの組み合わせ）で建築されなければならない。木造建築物タイプ IV-A、タイプ IV-B およびタイプ IV-C においては、ひとつの例外を除き、シャフトにマスティンバーが使えることを意味している。ひとつの例外とは、階数が 12 または高さが 180 フィート（訳注: 55 m）を超えるタイプ IV-A の建物のことである。タイプ IV-B またはタイプ IV-C の建築物（または階数が 12 または高さが 180 フィート（訳注: 55 m）を超えないタイプ IV-A の建築物）はシャフトに用いられたマスティンバーの表裏面を不燃材料で被覆しなければならない。シャフトが 4 層以上の階をつなぐ場合は、その部材は 2 時間以上の耐火等級でなければならない。シャフトがつなぐ階数が 4 未満の場合は 1 時間以上の耐火等級が要求される。同時にシャフトの耐火等級は貫通する床構造の耐火等級以上でなければならない。

高層マスティンバー構造に求められる耐火等級（時間）

部位	IV-A	IV-B	IV-C
構造躯体	3	2	2
外部耐力壁	3	2	2
内部耐力壁	3	2	2
屋根構造	1.5	1	1
屋根躯体	2	1	1
床構造	2	2	2

出典：高層木造建築物のマスティンバー部材に求められる耐火等級（米国木材製品協会 WoodWorks）

シャフトに用いられるマスティンバーは不燃材料で被覆されなければならない。すなわち、タイプ IV-A と IV-B の場合は 80 分耐火（タイプ IV-A でシャフトが荷重を支持する場合は 120 分耐火）、タイプ IV-C の場合は 40 分耐火となる。2 時間の耐火性能（シャフトが荷重を支持する場合は 3 時間の耐火性能）を証明するための耐火実験においては、十分な耐火時間を確かめなければならない。例外的に建築主事が特別に認定する場合がある。高層マスティンバー建築においてシャフト構造を検討する場合、設計者は耐火等級や耐火被覆以外に遮音や構造耐力についても留意する必要がある。

[さらに詳しく](#)

高層木造建築物における マスティンバー部材の耐火等級

2021 年米国モデル建築基準によって、それ以前の基準よりも大規模で高層の木造建築物の道が開かれた。入居者の安全性、とりわけ火災安全性は基準の改正作業の中で最も重視された点である。延焼防止の観点から建物が性能を満たしているかどうかの指標となるのは、構造材料が何であろうと、部材や構造の耐火等級（耐火時間）だ。

新たに追加されたマスティンバー建築に求められる耐火等級は、タイプ I の構造、すなわち既存の鉄骨造や RC 造の等級と類似するものとなっている。耐火等級に加えて、タイプ IV-A、タイプ IV-B、タイプ IV-C のマスティンバー部材は米国モデル建築基準(IBC)の 2304.11 節に規定されている最小断面サイズも満たす必要がある。

IBC の 602.4.1、602.4.2 および 602.4.3 に示されてる新たな建築物タイプの定義によれば、これらの建築物タイプに用いることができる構造材料はマスティンバーか不燃材料のみである。これらの基準では、加えて建築物の内部において木部が現し（あらわし）でよいかどうか、不燃材料で被覆されなければならないかどうか、についても記述されている。ただし、これには例外がある。閉ざされた空間となるエレベーターシャフトなどの壁、外壁の外気側の表面の現し（あらわし）は許容されていない。

現し（あらわし）が許容されているかどうか、さらに詳しく見ると：

- タイプ IV-A: 現し（あらわし）不可
- タイプ IV-B: 以下の場合、1 部現し（あらわし）可:
 - 天井（それを支持する現しの梁も含む）住戸の床面積または防火区画の 20%が上限、または
 - 壁（一体化した現しの柱も含む）住戸の床面積または防火区画の 40%が上限、または
 - 上記の組み合わせで現し割合の合計が 1.0 を超えないこと
- タイプ IV-C: 現しをすべて許容

この資料は、不燃材料による被覆によって耐火等級が上がること、マスティンバーによって耐火等級が上がること、マスティンバー床構造の上に不燃材料を現場打設などして載せることの意義と施工例についても解説している。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー構造とヘビーティンバー構造の中空層

床構造や天井構造の中で下がり天井によってできる中空層や枠組壁工法の壁の中の中空層は、建物の中の見え隠れ部分なので、米国モデル建築基準（IBC）の中で延焼の可能性を喚起するために他の部位にはない要件が設けられている。

どのタイプの構造を選択するかによって、マスティンバー部材の中空層の扱いが大きく変わってくる。CLT などのマスティンバー部材はタイプ IV 構造として仕様規定的に位置づけられているので、現し（あらわし）のマスティンバー部材は使えないとか、タイプ IV 以外の構造では現し（あらわし）で使えないなどの誤った認識を持たれることが多い。そうではない。タイプ IV 構造以外の建築物において、CLT、構造用集成材、NLT、LSL などの構造用コンジット材料（SCL）、本実（ほんぎね）加工されたデッキ材などは耐火等級の定めの有無にかかわらず下記の構造において現し（あらわし）で使える。

- タイプ III 構造 – 床、屋根および内部の壁においては、マスティンバーを含めて建築基準で規定されている材料であれば使用できる。言い換えれば、外壁だけは不燃材料か難燃処理木材を使う必要がある。
- タイプ V 構造 – 床、屋根、内部壁、外部壁（つまり躯体すべて）をマスティンバーで構成できる。
- タイプ I およびタイプ II – 屋根構造などの限られた部位にマスティンバーが使える。2021 米国モデル建築基準（IBC）のタイプ I-B 構造、タイプ II-A 構造またはタイプ II-B 構造の躯体も同様。隣接する建物との水平距離が 20 フィート（訳注: 6 m）以上確保できている場合の外部の柱およびアーチ状の構造も同様。バルコニーやキャノピーなどの部位も同様。

さらにこの資料では低層、中層、高層の建築物の中空層に規定されている緩和措置や要件を解説している。マスティンバー建築に発生するさまざまな空間についても言及している。

[さらに詳しく](#)

マスティンバー建築と IBC 基準ガイドブック

ここで紹介する資料は米国建築基準策定審議会 (ICC) とアメリカ木材協議会 (AWC) が共同で作成したハンドブックで、2021 年米国モデル建築基準 (IBC) で設けられたマスティンバー建築関連の規定の概要を解説している。2015 年 IBC で CLT が盛り込まれたこと、2018 年 IBC でヘビーティンバー構造が位置付けられたこと、そして 2021 年 IBC でマスティンバー建築が歴史的に規定されたことが説明されている。100 以上におよぶカラーの画像、図表が掲載されているので、基準の内容を視覚的に把握することができる。そしてその内容は 2015 年、2018 年および 2021 年それぞれの IBC および 2021 年米国モデル耐火基準 (IFC) でマスティンバー建築がどのように扱われてきたかが書かれている。過去に実施された耐火実験 5 例の結果も紹介されている。この実験は家具付きの実大試験体を供したもので、タイプ IV-A、タイプ IV-B およびタイプ IV-C の性能を検証されるために実施された。基準が適用される事例、違法か適法かの判断基準、省エネ性能、遮音性能、構造耐力、その他マスティンバー建築に関連する内容を、実例を使って詳しく解説している。ICC が実施する資格試験の受験を予定している読者のために、50 の演習問題も用意されている。

[さらに詳しく](#)

物件名: Seattle Mass Timber Tower Rendering
建設場所: ワシントン州シアトル
協賛: DLR Group, Martha Schwartz Partners, Fast+Epp, Swinerton,
WoodWorks, Heartland
演出: DLR Group

マスティンバーによる高層建築事例研究

ここで紹介する資料は、12階建ての多目的ビルがシアトルに建設されることを仮想して、マスティンバー建築の場合と現場打設ポストテンション RC 造の場合を洞察力豊かに比較したもので、100ページにおよぶ報告書である。ビルの高さは214フィート（訳注:65m）、最上階の床の高さは180フィート（訳注:55m）だ。用途は地上階が店舗、その上5層が事務所、その上はホテルになっている。比較の内容は、システム設計の分析、構造躯体のコスト、建設の難易度だ。木造高層建築の課題と利点に焦点を絞っている。耐火性能、環境負荷、安全性なども検討されており、その他、健康に与える影響、材料調達と労務管理、リスク管理や保険についても解説している。マスティンバーの高層建築のコスト面の利点を追求しようとしている設計者にとっては貴重な情報を記載している。巻末付録には実務的なモデル、建設スケジュール、設計事例の図面などが用意されている。

[さらに詳しく](#)

建築において持続可能性を追求する場合、材料選択が重要な鍵となる。木材は再生可能な建築材料で、鉄骨やコンクリートに比べて環境負荷が小さい。マスティンバー製品の利用拡大によって、環境に優しい設計、低炭素もしくはゼロカーボンの建設が達成できる可能性がある。木材は炭素を貯留し、伐採、運搬、製造、施工、維持管理、廃棄や再利用に至るまで他のどの建築材料よりもエネルギー消費が少ない。伐採して植林をすれば炭素貯留の能力が高まる。それは、樹木が若くて元気な状態の時に炭素貯留量が大きくなるからだ。森林管理を充実させ、間伐をすれば、森林火災を減らし、二酸化炭素排出を削減し、地域の水源を守り、野生動物を保護し、遠隔地の雇用を確保できる。

建築材料としてのマスティンバーの持続可能性が高いのは、森林管理の持続可能性が高いことが前提になっている。北米の森林認証面積は他のどの地域よりも広い。しかもそれは、最新の森林管理手法を採用した結果だ。米国の森林管理は連邦政府、州政府や地方自治体が策定した規制に基づいており、この規制によって水質が保たれ、野生動物、土壌や天然資源も保護される。近年の森林管理基準を順守すると、樹木の成長、伐採、植林が連続するようになる。木材産業が活況だと森林所有者が森林を健全に保つために投資を惜しまなくなる。

米国のさまざまな地域で持続可能性が野心的に追求されている。この章では 3 つの事例を取り上げ、マスティンバーがいかにかその持続可能性の達成に向いているかを解説する。Q&A では、カーボン取引について、マスティンバーが健全な森林管理に与える影響など、設計者から頻繁に聞かれる疑問に答えている。役立つ情報や継続して学ぶためのリンクも紹介している。

物件名: Cedar Speedster
建設場所: ワシントン州シアトル
建築主/ディベロッパー: Revelution LLC
基本設計: Weber Thompson
構造設計: DCI Engineers
施工: Turner Construction Company
写真: Weber Thompson が提供

Platte 15

デンバーの旧市街に登場した最初の CLT 事務所棟が 近代的な持続可能性を提起

プロジェクトの詳細

基本設計:	OZ Architecture
延べ床面積:	5 階建て 150,418 ft ² (訳注: 13,974 m ²)
構造タイプ:	タイプ III-B
建築主:	Crescent 不動産 LLC
建設場所:	コロラド州デンバー
構造設計:	KL&A Engineers & Builders
施工:	Adolfson & Peterson Construction
材料供給と建方工事:	Nordic Structures/FGP Construction

この 5 階建ての事務所ビルはデンバーの最も人気のある地区に建てられた。構造材料はマスティンバーで、構造用集成材の梁と柱、床と屋根は CLT で構成されている。5 層の各階の大半はオフィスだが、地上階は店舗で、その下の地下階 2 層は RC 造となっている。天井高は非常に高く、アウトドアパティオがあり、屋上デッキからは遮るものが無い眺望が提供されるので、入居を検討する企業にとってとても魅力的だ。

設計チームがマスティンバーを選択することを決断したのは、持続可能性をテーマにしたからだ。Crescent 不動産の CEO であるコンラッド・スズンスキー氏は次のように語っている。「木材の温もりがテナントに与える喜びは非常に大きい。われわれ設計者側にも同様だ。われわれが何を考えているのか、どうしたいのかを、木材は雄弁に語ってくれる。この物件 Platte 15 の環境負荷は最小にしたかったわけだが、マスティンバーはしっかりとそれを支えてくれた。この道をさらに進むことは業界の務めだと考えているし、うまく機能するよう努力する準備がわれわれにはある」

工期が短く、容易に、効率よく建設できたら、その建物の設計行為がさらに持続可能性の高いものとなる。Platte 15 では、各階の施工時間が鉄骨造の場合と比べて 20%短くなった。マスティンバーで建設すると、施工を効率化できるので、廃棄物も少ない。この物件は 30×30 のグリッドで構成されており、こうすることによってテナントスペースの価値を最大化できた。さらに室内側の木材は現し（あらわし）にしたので、仕上げのための内装材の施工を最小限にとどめることができた。

Platte 15 の水平力抵抗のための構造システムには比較的最新の考え方を採用している。構造設計上の耐力壁は設けられていない。水平力は RC 造のコア部分が負担する。RC 造のコア部分には構造用集成材とスチールロッドのブレースも併用されている。躯体部分には 3 層の CLT パネルと構造用集成材の梁と接合部分を最小にした現し（あらわし）の柱が使われている。屋根部分も 3 層の CLT で、この屋根テラスが巨大な樹木のプランターで構成され

る屋上植栽とコロラドの積雪荷重に耐えている。CLTの床の上には3インチ(訳注:76mm)厚のコンクリートが現場打設されたが、構造設計の考え方はCLTのみが床構面で、コンクリート層は構造の一部とは考えていない。

[さらに詳しく](#)

マサチューセッツ大学アマースト校
ジョンオリバー デザインビル
教材としての現し木質構造

物件の詳細

建設場所:	マサチューセッツ州アマースト
延べ床面積:	87,500 ft ² (訳注: 8,129 m ²)
総費用:	52,000,000 ドル (訳注: 1 ドル=100 円として 52 億円)
総工費:	36,000,000 ドル (訳注: 1 ドル=100 円として 36 億円)
構造分類:	タイプ IV
竣工:	2017 年 1 月
建築主:	マサチューセッツ大学営繕部
基本設計:	Leers Weinzapfel Associates
構造設計:	Equilibrium Consulting • Simpson Gumpertz & Heger (EOR)
施工監理:	Suffolk
マスティンバー供給:	Nordic Structures (訳注: カナダの会社)
建て方工事:	North & South Construction • Bensonwood
写真撮影:	Albert Vererka / Esto

マサチューセッツ大学アマースト校ジョンオリバー デザインビルは建築学、建築技術、景観設計、地域計画の生きた教材とすることができる。先進的な持続可能な設計と建築技術を直接学生に示している。階数は 4、延べ床面積は 87,500 平方フィート (訳注: 8,129 m²) で、構造用集成材による柱梁、筋交い、CLT による耐力壁、木質パネルとコンクリートによる複合床構造および斬新な片持ちの外観から構成されている。他の革新的な建築物と同様、建築許可を得るために通常の申請以外に追加の手続きが必要であった。設計に携わったチャン氏は次のように述べている。「透明性と早い段階で建築主事とやり取りをすることが非常に重要だ。企画設計の段階で、州の検査担当者との打ち合わせを開始した。その後、設計作業の大事な節目には報告を欠かさなかった。基本設計が完了するまでに異議申し立てに備える資料を提出する準備ができていたので、検査員が設計者を支持する書類を用意しやすいようにした」

マスティンバー構造を採用する環境面の利点を定量化するため、LCA の手法が使われた。マスティンバーには炭素貯留ができるが、それ以外に建築物の建設から廃棄にいたるまでの (ライフサイクルの) 収支を見た時、この建物はエネルギー消費の多い鉄骨造や RC 造に比べて 2,500 トンを超える炭素を削減できる事が分かった。この建物はマサチューセッツ州のエネルギー基準を満たしていた。この基準は仕様規定ではなく、性能規定で書かれている。結果は顕著だった。エネルギー消費の最低基準が 62 kBTU/ SF /year (訳注: 年間 704 MJ/m²) なのに対し、予測された消費量は 43 kBTU/ SF /year (訳注: 年間 488 MJ/m²) だったので、最低基準よりも 50%以上優れた値だった。LCA 関連の詳しい[技術報告書](#)や[概要](#)も入手可能だ。

さらに詳しく

ブリットセンター
環境面と構造について学べる木造建築

物件の詳細

建設場所:	ワシントン州シアトル
延べ床面積:	52,000 ft ² (訳注: 4,830 m ²)
総工費:	32,500,000 ドル (訳注: 1 ドル=100 円として 32 億円)
基本設計:	Miller Hull Partnership
竣工:	2013 年
建築主:	ブリット基金
ディベロッパー:	Point32
基本設計:	Miller Hull Partnership
施工:	Schuchart Construction
構造設計:	DCI Engineers
設備:	PAE
景観設計:	Berger Partnership
設備設計:	PSF Mechanical

計画当初から、このブリットセンターは野心的な持続可能性の目標を掲げていた。階数は 6、延べ床面積は 52,000 平方フィート (訳注: 4,830 m²) で、Living Building Challenge (LBC) という厳しい基準を満足するように設計された。この基準は光起電力セルを用いてテナントが必要な電気を継続的に発電し、排水と廃棄物をリサイクルし、通常のおフィスよりも 80%低いエネルギー消費に抑えるという内容だ。

構造の中心となるのはヘビーティンバー構造だ。この構造は革新的な手法として採用が増えていた。2 層の RC 造の上に 4 層の木質構造を載せる形式で、建築基準上の分類はタイプ IV になる。躯体にはダグラスファーの構造用集成材が使われているので、工場地帯に建設された建物のように見える。床と屋根はツーバイフォー工法用のディメンションランバーで構成されている。つまり、ダグラスファーの NLT だ。NLT に構造用合板が張られていて床構面と屋根構面を構成している。この合板は一部の壁にも使われた。

プロジェクトの持続可能性に関する目標を達成するためには、LCA が大きな役割を果たす。設計を担当したカート氏は次のように述べている。「LCA に関心を寄せる人が多くなっており、プロジェクトの構造要件に木材が合うなら、木材を使うのが一番良い。木材の構造性能は思っていたよりずっと優れているというのが、このプロジェクトから学んだ点のひとつだ。コンクリートや鉄に比べて、環境面の利点がとても多いので、新鮮な目で木材を認識するべきだ」

このプロジェクトで使われた木材は炭素貯留できるし、持続可能な管理がされた森林から調達されている。梁や柱で使われた構造用集成材を構成する木材も含め、このプロジェクト

で使われたすべての木材は FSC 認証を受けている。環境負荷をさらに低減するため、すべての木質材料は現場から 600 マイル（訳注: 966 km）以内の工場から調達された。

この建物は 250 年の供用に耐えるように設計されている。この建物寿命は通常のオフィスビルの寿命が 40 年～50 年であることを考えると非常に長い。この建物で削減できる二酸化炭素総量は 1,703 トンで、これは、年間 325 台の自動車が排出する量、もしくは 1 住戸が 145 年間かけて排出する量に匹敵する。

[さらに詳しく](#)

「木材は唯一の持続可能な
建築材料だ。自ら再成長する。
木造で施工すれば工期は短くてすむし
施工誤差が少ない」

ADOLFSON & PETERSON CONSTRUCTION 社

プロジェクトマネージャー

シヨーン・ブラノン

Q + A

スリーツリーコンサルタント社

創業者・代表

エディー・ソン・ホール氏

あなたが設計に盛り込もうとしているマスティンバーが持続可能な管理をされた森林から調達されるかどうか、どのようにしたら分かるでしょうか。木材製品の需要が高まれば森林破壊がすすむでしょうか。林学の専門家エディー・ソン・ホール氏がこのような疑問に答えます。そしてさらなる情報を提供してくれます。同氏はワシントン大学で林学の博士号を取得し、森林炭素取引や LCA を専門としています。同氏は持続可能な森林政策の策定を州政府、州の自治体、連邦政府および海外において 20 年以上経験してきました。

木材製品の需要が高まれば、供給が減るのでは？

直感では答えにくい質問のようですが、実は木材製品の需要が高まると森林からの生産は上がることがわかっています。経済的の別の視点で考えると、木材製品の需要が高まると持続可能な森林管理を推進する資金が増え、森林政策の整備をすすめるきっかけにもなると言われています。木材業界の資金が潤沢だと、米国においても森林を他の土地利用に置き換えられることを阻止することに繋がります。国際的に見ても、林産物の生産量が最も多い地域における森林破壊が最も少ないとのデータがあります。たしかに、需要の高まりは供給の高まり（成長）に繋がることは経験から理解できます。木材製品の需要が高くなると、森林所有者は植林や森林管理のための投資する資金と動機付けが得られることになります。このことにより、森林を保全し、生産性を向上させるための投資も増えます。



USFS 2014 US Forest Resources Facts and Historical Trends.

Q+A

どういったら森林の持続可能性を確認できるのでしょうか。樹木を伐採すれば水質、野生動物そして美しい森林にどのような影響が及ぶのでしょうか？

森林認証、木材調達基準、森林管理手法情報などの制度を通じて、水質、生物多様性、野生動物の生息地を確保できます。

森林認証は森林を監視し、丸太、木材製品、パルプ、特用林産物などに認証済みの表示をする制度です。そして、森林管理の質は WWF で合意された基準で判断されます。その基準は、水質、生物多様性、野生動物の保護、特別な保護が必要な森林に関する内容です。持続可能な森林管理について最も厳格なのは第三者による森林認証制度です。主な制度は 3 種類あります。SFI、FSC および ATFS です。これらは理念と手続きが互いに少しだけ異なります。米国にはおよそ 96,000,000 エーカー（訳注: 388,498 km²）の認証林があり、これは米国の総森林面積の 19%に相当します。各国の認証林面積が占める割合の平均値は 11%ですから、これを超えています。

その次に厳格なのは、木材責任調達基準です。主な制度は 3 種類あり、「PEFC Controlled Sources」、「FSC Controlled Wood」および「SFI Fiber Sourcing」です。これらの基準には特別保護林や違法伐採されている森林からの調達を制限する基準、水質を守る基準、林業従事者の教育、研究への関与および森林所有者との連絡確保についての項目が含まれます。

米国で水質に関する管理手法には、推奨されるべき施業（BMP）というものもあります。これは、水流の緩衝地の設営、崩壊を防ぎ、水質を守るための林道づくりなどを定めたガイドラインで地域によって異なります。この BMP は米国で採用されており、すべての州で順守率は 90%を超えています。

木材製品の需要は森林破壊の原因になるのでしょうか？

原因にはなりません。土地の需要が木材製品の需要よりも高い時に森林破壊（土地の用途変更）が起こります。木材製品の需要は森林破壊を引き起こすのではなく、土地を農業や開発行為に転換するかわりに森林のまま維持しようとする動機付けにつながります。米国やカナダのように健全な林産物市場が存在する場所では、森林破壊が起きる危険性は非常に低いのです。米国は産業用の丸太の生産量が世界で最も多い国ですが、米国内で使われる木材製品が必ずしも米国内で伐採された樹木から生産されるとは限りません。木材製品を設計に盛り込む場合、その製品がどこから調達されるのか、また問題のある木材を調達することにならないか注意する必要があります。

Q+A

木材を使うことが脱炭素のための最善の道ですか？樹木を伐採せずに成長させるほうが良いのではないですか？

建築材料として木材を使うことは気候変動問題を解決するために重要です。それは、製造過程で消費するエネルギーや二酸化炭素排出量が他の製品よりも少ないからです。また、木材製品が供用される間、炭素を貯留してくれます。

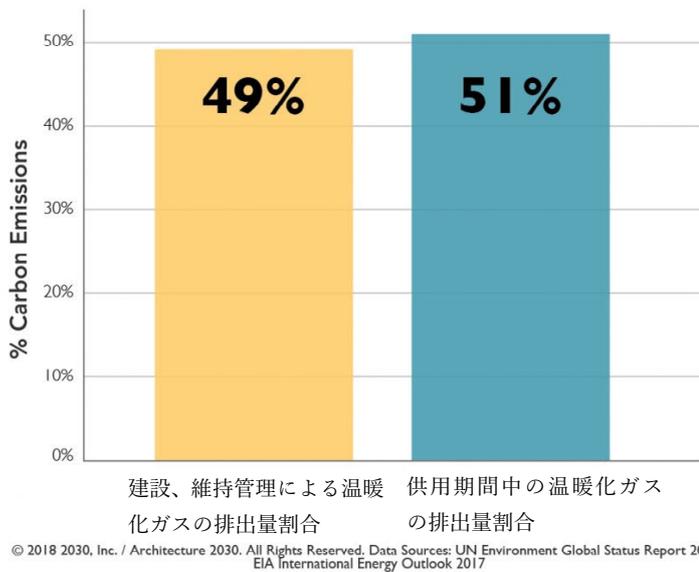
国連の FAO が 2016 年に発行した報告書「低炭素社会のための森林」で気候変動問題解決策として森林と木材関連の 6 つの方策を挙げています。1) 植林を増やす、2) 現存する森林に蓄えられている炭素量を増やす、3) 木材製品の炭素貯留量を増やす、4) 森林破壊と森林劣化を減らす、5) 化石燃料のかわりにバイオマスエネルギーを利用する、6) 建設に木材を利用し、木材以外の建築材料を製造する時に石油由来の燃料からの温暖化ガスが排出されてしまう。これを避ける。

これらすべての方策を実行すべきと書かれているわけではありません。木材製品を製造したり利用したりすることは森林の他の使い方と互いに補完することが可能で、結果的に気候変動対策に繋がるのです。

木造建築物における 環境負荷の計算方法

建設関連分野は米国のエネルギー消費の半分、3/4の電力消費、二酸化炭素総排出量のおよそ半分を占めている。これほど影響力が大きいので、建設分野の未来を改善しようとするさまざまな動きがある。エネルギー政策や政府の調達指針、グリーンビルディング等級制度、Architecture 2030 Challengeなどのプログラムがその例だ。建築関連分野は今後30年に起きようとしている事柄に重要な役割を担っている。地球温暖化ガス排出量のほぼ40%を占めているだけでなく、人口の都市集中によって、2060年までに2.48兆平方フィート（訳注：2,304億m²）の建築物が世界中の建築物ストックに追加されようとしている。この数字は現在の建築物ストックの実に2倍で、今後10年の間に建築材料をどのように選択していく

2020年から2050年までの
全世界の温暖化ガス総排出量予測



かが、非常に重要となる。

いままでとは違う設計方法を模索している建築設計者、または建築材料の知識を持って選択していこうとする建築設計者にとって、その材料がすべての利用段階において環境に与える影響を理解することが不可欠になる。LCAは環境へ

の影響を定量化するうえで、国際的に認知された手法だ。その影響とは、建築材料、構造および建築物全体が環境に与える影響のことで、原材料の採取または伐採、材料の製造、輸送、施工、利用、維持、廃棄または再利用に至るまで考慮に入れる。

木材が低炭素指向の材料と言われている理由の一つは、製造時に必要なエネルギーが他材を製造する場合に比べてはるかに少ないからだ。例えば、製材所で使用されるエネルギーは丸太の皮やおがくずから発電したり熱利用したりして作られる。それに対して、鉄、コンクリート、ガラスを製造する際には華氏3,500度（訳注：摂氏1,927度）の温度が必要で、その温度を得るために、化石燃料を使っている。

異なる建築材料の内包炭素量を比較することは、材料の機能が同じ場合に可能になる。機能が同じとは、同じ期間に同じ機能を果たすということだ。内包炭素量が2つの材料間で異なる場合、この差を「置換する利点」と呼ばれる。つまり内包炭素量を多く含む材料からそ

れを少なく含む材料に置換することによって得られる炭素排出量の低減という利点のことだ。さまざまな LCA 事例において、木材へ「置換する利点」が繰り返し結論づけられている。

木材は乾燥重量換算でその 50%が炭素で構成されている。そして、木造建築物はその炭素を大気中に排出するかわりに物理的に貯留している。木造建築物はその供用期間中、炭素が貯留されている。使われている木材が再利用されたりすると、貯留される期間はさらに長くなる。2013 年に報告された研究例によれば、木材に貯留されている全世界の炭素量はおよそ 19,671 ギガトンで、年平均だと 315.3 ギガトンとなり、さらに増え続けている。

建築設計者は建物の環境負荷を評価するために LCA のツールを利用することができる。このツールは建築材料ごとに評価済のデータを含んでいる。例えば、アシーナ研究所の「Impact Estimator for Buildings」というツールは高度の技術を必要とせずに LCA のデータが得られる。

EPD という第三者によって検証された標準的な表示方法があり、これが製品の環境性能を示す指標になる。この EPD は LCA の報告に基づいており、この報告は製品分類規則(PCR)に適合した検証を行う第三者が作成したものだ。

森林は長期間にわたり炭素を吸収し、貯留し、放出する。これは、樹木の成長、腐朽、森林火災などの被害などに応じて自然界で繰り返される閉じたループだ。樹木が伐採されて製品になったり、エネルギーになったりする場合も閉じたループを考えることができる。生物由来の炭素サイクルは基本的に化石由来の炭素が大気へ放出される場合と異なる。化石由来の場合は、閉じたループとはならず、一方向の流れとなる。

ひとつの材料がすべての用途に最善ということはない。それぞれに向き不向きがあり、プロジェクトの設計目的によって、それぞれの材料は他にはない利点がある。それでも、建築物が環境に与える影響を低減しなければならない要望はますます高まるので、LCA を使って低炭素の賢明な材料選択をすることになる。マスティンバーは賢明な材料選択といえる。

[さらに詳しく](#)

物件名: プリンストン大学 Embodied Computation 研究室
建設場所: ニュージャージー州プリンストン
建築主/ディベロッパー: プリンストン大学
基本設計: The Living (Design Architect), NK Architects (AOR)
構造設計: Buro Happold Consulting Engineers
施工: Epic Construction
写真撮影: Michael Moran, Pablo Marvel

木材利用が北米の森林に及ぼす影響

グリーンビルディングという言葉が使われ始めた当時は、エネルギー効率の良さが強調されていたが、その後進化し、今では構造材料の選択やそれらの材料が建築環境への負荷の少なさが注目されるようになってきている。持続可能な管理がされている森林から調達された木材を選択することが責任ある行動だとする考え方が定着しつつある。建築材料としてのマスティンバーを評価する場合、設計に携わる人々は、長期にわたる森林の持続性、内包エネルギーや環境負荷が少ないことなどを配慮する機会が多くなっている。

米国とカナダでは、森林の持続可能性を判断する場合、森林の総合的な価値を表す指標がつかわれる。その指標とは、生物多様性、エコシステムの状態、生産性、土壌と水、地球規模の生態サイクル、経済的利点、社会的利点および社会責任などだ。持続可能性を示す指標は各国の規制を策定するための基礎となるし、第三者の森林認証制度の元となる。

建築物に木材を使えば、森林所有が森林を保全し、林地を都市開発などの用途に変更しないという動機付けになる。木材を利用することが、いかに森林の持続可能性を高めるかについて解説する。

[さらに詳しく](#)

グリーンビルディングにおける木材の役割

建築家は建築材料の選択を通じて持続可能な設計を実現できる。木質材料や木質構造は持続可能な建築シナリオへうまく適合するし、温かみや優れた美観も付加できる。木材は再生可能で持続可能で、他の建築材料よりも生産時に消費するエネルギーが少ない。グリーンビルディングに関する基準は、省エネルギー性能に木材が寄与することも盛り込んでいる。有名な LEED や Green Globes といった環境認証制度においても、建築に木材をじゅうぶん利用することによって 8%~10%のクレジットが加算できる。

[さらに詳しく](#)

「他と比べ物にならないほどの
美しさもあるが、
マスティンバーが一番良いのは
炭素を貯留できることだ」

CATALYST CONSTRUCTION 代表
アダム・アント

生活、勤務、健康のために
居心地の良い空間を設計すること

居住者の健康は何よりも重要なことだ。このことは平均的な米国人が 90%の時間を屋内で過ごしていることを考えると、より明らかだ。結果的に、建築に携わる人々は、建築物をどのように設計し、使用し、その中で過ごすのかを考え直すようになってきている。新型コロナウイルスによって建築設計のありかたも変わりつつある。設計者は、手を触れなくても入れる玄関ドア、優れた換気システムなど、人々が関心を示す新たな分野に取り組んでいる。

しかし、優れた空間は健康に関するものだけではない。人々が屋内で感じることを改善する方法を設計者は模索している。木材を現し（あらわし）で使うこともその例だ。構造部材や仕上げ材としての木材が現し（あらわし）になっていると、居住者は木材の木目や、感触、視覚的な温かさ、色合いなどを楽しむことができ、自然と交感できる設計を達成しやすくなる。

この資料は、入居者の健全な生活を推進するような設計例を紹介している。入居者のストレスを減らし、健康を推進し、学びを助け、勤務者の生産性を向上し、店舗を訪れる人々を刺激するような設計とはどういうものかを検証している。健康志向の建築物はどうあるべきか、既存のグリーンビルディング基準との関係性も掘り下げている。

[さらに詳しく](#)

物件名: Freedom House
建設場所: ウィスコンシン州グリーンベイ
建築主/ディベロッパー: Freedom House Ministries Green Bay
基本設計: Berners Schober
構造設計: RA Smith, Inc.
施工: Immel Construction
写真撮影: Tricia Shay Photography

Timber City 持続可能性の先端研究

「Timber City」は Gray Organschi Architecture という設計事務所が取り組んでいる先端研究で、エール大学の Hines 持続可能性研究基金の助成を受けている。マスティンバーを使えば、都市の中心地を温暖化ガスの排出源から脱炭素の場所に変換できることを証明しようとしている。それは、木材の持つ特性によって可能となる。マスティンバーを地元で供給可能にする要素、脱炭素指向の経済にマスティンバーが果たす役割についても触れている。複雑な空間論、建築学、法的要素、都市部の人口密集地で木造建築を建設する際の物流面の課題などを調査した結果をまとめている。

[さらに詳しく](#)

物件名: The Kendeda Building for Innovative Sustainable Design
建設場所: ジョージア州アトランタ
建築主/ディベロッパー: ジョージア工科大学
基本設計: The Miller Hull Partnership
(協力: Lord Aeck Sargent, a Katterra Company)
構造設計: Uzun + Case
施工: Skanska USA
写真撮影: Jonathan Hillyer, Miller Hull, Lord Aeck Sargent

結言

この先 10 年を建築設計者が眺めると、さまざまな課題が見えてくる。環境問題や社会問題、人口の急増や市場の需要の変化などだ。建築を取り巻く環境は現代のさまざまな課題と密接に関係している。このような課題は地球規模で捉えるべきで、建設業界の努力の範囲を超えているものもある。それでも、建築設計者は日々の努力を重ねており、問題を解決している分野がある。マスティンバーの利用を拡大すれば、21 世紀に建設業界が抱える問題解決のための重要な役割を果たすことができる。その用途は、産業、商業、公共施設、共同住宅などすべての建築だ。

マスティンバーを使った設計業務の守備範囲は広い。マスティンバー製品にもさまざまな種類がある。比較的新しい CLT や DLT から、古い技術だが新たに技術的な検証が行われた NLT や構造用集成材などに至るまで、その可能性はさらに広がる。マスティンバーをコンクリート、鉄骨、枠組壁工法と組み合わせれば、課題解決の機会が増え、どの用途にも対応できる。工場でのモジュラー化や柔軟な構造グリッドとも相性が良い。

安全性、温熱環境、音響性能、耐久性、湿気対策および自然と交感できる設計にも対応しやすい。マスティンバーは耐火性能に優れ、火災安全性が高いことも実験結果から明らかになっている。

環境への負荷を低減するという観点から見ると、LCA や炭素収支に関する検証によって、マスティンバーの優位性が明らかになっている。持続可能な森林から調達された木材は、資源採取型、エネルギー消費型の建築材料に替わる低炭素型の材料だ。それだけではなく、そのまま大気中に排出されてしまう温暖化ガスを木材は貯留してくれるのだ。

このような利点があるので、現代の建築技術関係者にとって、マスティンバーの設計や建設を理解することが不可欠になっている。最新ではないマスティンバーも日々進化する技術と融合し、進化している。このマニュアルは「成長する資料」という扱いで、今後、新しい研究成果、製品情報を取り込んで継続的な改訂していく予定になっている。それによって建築技術者の皆様に最新の情報をお届けしたい。

このマニュアルで紹介したすべての資料を下記のリンクにまとめました。すべて無料でダウンロード可能です。
www.WoodWorks.org/MTdesignmanual

引用文献

1. 14 Patterns of Biophilic Design, Improving Health & Well-Being in the Built Environment, <https://www.terrabinbrightgreen.com/reports/14-patterns/>
2. Building Trends, Mass Timber, <https://www.woodworks.org/publications-media/building-trends-mass-timber/>
3. Designing Beneficial Spaces for Living, Working, and Well-being, <https://www.thinkwood.com/education/designing-beneficial-spaces-for-living-working-and-wellbeing>
4. Wood Handbook, Chapter 4, Mechanical Properties of Wood, <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/ch04.pdf>
5. Literature Review of Cost Information on Mid-Rise Mass-Timber Building Projects, https://sustain.ubc.ca/sites/default/files/Mass%20Timber%20Cost%20Review_2019.pdf
6. Wood is Leveling Up to Combat America's Housing Crunch, Think Wood, <https://www.thinkwood.com/blog/overbuilds-and-infills-level-up>
7. Cross-Laminated Timber Will Save Time, Labor Costs On Local Commercial Construction Projects, <https://www.bisnow.com/seattle/news/constructiondevelopment/cross-laminated-timber-will-save-time-labor-costs-on-localcommercial-construction-projects-99301>
8. Urbanization, Our World in Data, <https://ourworldindata.org/urbanizationv>

第5章

住宅性能表示検討小委員会

第5章 住宅性能表示検討小委員会

5.1 概要

5.1.1 背景と目的

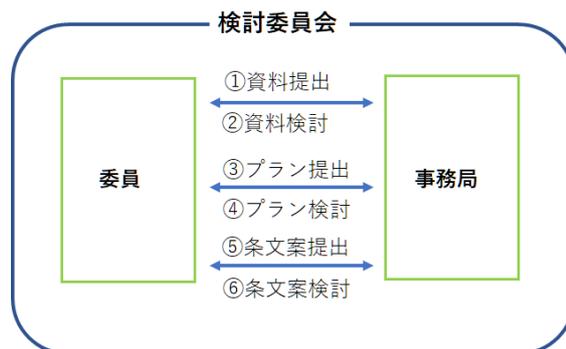
性能表示制度および表示方法基準の関連告示では、CLTパネル工法が規定されていないことから、CLTパネル工法を告示に規定するための基礎的検討を行う。告示改定がされた場合は、他構造と同列の条件となり、かつ、長期優良住宅認定制度を利用することが可能となり、CLTパネル工法住宅の普及促進と市場拡大が図れる。(当小委員会の発足当時は上記関連告示が改定前であった)

5.1.2 事業概要

本事業では CLT パネル工法が住宅性能表示基準のうち耐震等級(構造躯体の倒壊防止等)2 に規定がされることを検証し、それに関する資料作成を行う。

5.1.3 事業実施体制

検証されるプラン、仕様等の選定および検証にあたっては、検討委員会を設け、有識者および実務者の意見を得ながら進めた。



5.1.4 委員名簿

委員長	大橋 好光	東京都市大学 名誉教授
委員	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
	中尾 方人	横浜国立大学大学院都市イノベーション研究院 助教
	中越 隆道	中越建築設計事務所一級建築士事務所 代表
行政	日向 潔美	林野庁 林政部 木材産業課 課長補佐
	増田 莉菜	林野庁 林政部 木材産業課 木材専門官
事務局	坂部 芳平	日本 CLT 協会 専務理事
	河合 誠	日本 CLT 協会 顧問
	谷口 翼	日本 CLT 協会 業務推進部
	上田 摩耶子	日本 CLT 協会 業務推進部

5. 2 設計性能

5.2.1 現行告示の状況

2021年12月1日に長期優良住宅基準 および 性能表示評価方法基準 の一部が改正された。改正の概要は、耐震等級・耐風等級・劣化対策に CLT パネル工法が明記されたことにより長期優良住宅認定に CLT パネル工法の申請が可能となった。また、省エネルギー対策において上位の等級が追加された。長期優良住宅認定基準(新築住宅)と性能表示との関連を下表に示す。

表 5.2-1 長期優良住宅認定基準との関連表

性能項目	新築基準	CLT 関連追加内容
劣化対策	劣化対策等級3の基準に適合し、かつ構造の種類に応じた基準に適合 (木造・鉄骨造) ・床下空間の有効高さ確保および床下・小屋裏の点検口設置など (鉄筋コンクリート造) ・水セメント比を減ずるか、かぶり厚さを増すこと	イ木造①等級 3 外壁の軸組等の材料に直交集成板が追加された。 土台を使用しない場合の基準は検討中。
耐震性	以下のいずれか ・耐震等級(構造躯体の倒壊等防止)等級2 ・耐震等級(構造躯体の倒壊等防止)等級1の基準に適合し、かつ安全限界時の層間変形を1/100(木造の場合1/40)以下とすること ・品確法に定める免震建築物であること	告示611号第8第9第10でKの数値耐震等級に応じた倍率を乗じて適用。(等級2は1.25倍)
可変性 (共同住宅等)	・躯体天井高さ2650mm以上 など	
維持管理・更新の可能性	原則として、以下の基準に適合すること ・維持管理対策等級(専用配管)の等級3 ・維持管理対策等級(共用配管)の等級3 更新対策(共用排水管)の等級3	
高齢者等対策 (共同住宅等)	原則として、高齢者等配慮対策等級(共用部分)の等級3の基準に適合	
省エネルギー対策	断熱等性能等級4の基準に適合	性能等級5が追加された *1

*1 断熱等級5、一次エネルギー等級6は、2021年12月1日に公布され、2022年4月1日に施工される。断熱等級6、7は2021年12月1日からパブリックコメントを募集し、検討中である。また、2022年10月上旬以降にZEHの基準が求められる予定となっている。

5. 3 検証プランと結果

5.3.1 概要

一般的なプランとして3つのCLTパネル工法プランを設定し、耐震等級2レベルの耐力壁の配置を行った。

- Aプラン：2階建て 戸建住宅 耐震等級2 ルート1
- Bプラン：3階建て 共同住宅 耐震等級2 ルート1
- Cプラン：4階建て 共同住宅 耐震等級2 ルート3

5.3.2 追加検証

上記の一般的なプランBにおいて、

- 1) B1プラン：耐震等級1の状況
- 2) B2プラン：ルート1耐震等級2のプラン
- 3) B3プラン：B-3と同一プランの軸組構造の状況
- 4) B4プラン：ルート3での計算結果

を併せて検証し、現状の告示に沿った設計の際の課題の検討を行う。

また、CLTの告示第611号第9のルート2の設計方法は、他の工法にない設計方法であることから性能表示制度の中に規定したいので、3階建てプランDの検証も行う。

- Dプラン：3階建て 共同住宅 耐震等級2 ルート2

5.3.3 検証プランと仕様

a) 構造計算ルート

		ルート1	ルート2	ルート3
2階建	耐震等級2	A		
3階建	耐震等級1	B1		
	耐震等級2	B2	D	B4
	軸組工法	B3		
4階建	耐震等級2			C

b) 仕上等

	屋根	床	壁	防耐火仕様
A	彩色スレート	一般床		防火構造
B1	平板瓦	遮音床	現し 木サイディング	準耐火1時間
B2	平板瓦	遮音床	現し 木サイディング	準耐火1時間 (燃えしろ設計)
B3	平板瓦	遮音床	現し 木サイディング	
B4	平板瓦	遮音床	現し 木サイディング	準耐火1時間 (燃えしろ設計)
C	合成高分子系 ルーフィングシート	遮音床		耐火構造
D	合成高分子系 ルーフィングシート	遮音床		準耐火1時間

c) 構造概要

項目	Aプラン	Bプラン				Cプラン	Dプラン
		B1	B2	B3	B4		
構造形式	CLT パネル工法	CLT パネル工法	CLT パネル工法	木造軸組構造	CLT パネル工法	CLT パネル工法	CLT パネル工法
階数	2	3	3	3	3	4	3
延床面積 (m ²)	141	540	540	540	540	680	511.5
屋根	彩色スレート	平板瓦	平板瓦	平板瓦	平板瓦	陸屋根シート防水	陸屋根シート防水
耐力壁の構成	連層する耐力壁群	連層する耐力壁群	連層する耐力壁群	軸組+構造用合板の耐力壁	連層する耐力壁群	連層する耐力壁群	連層する耐力壁群
計算ルート	ルート1	ルート1	ルート1	許容応力度計算	ルート3	ルート3	ルート2
耐力壁のせん断耐力 Q ₀ (KN/m) および壁倍率	15	10	10	14.5 7.4倍			
垂れ壁・腰壁の効果	考慮する	考慮する	考慮する		考慮する	考慮する	考慮する
土台の有無	有	有	有	有	有	無	有
耐震等級	2	1	2	2	2	2	2

5.3.4 結果 *各プランの検討書は付属の CD-ROM に収納している。

- Aプラン : X方向 各階共通で検定比は 1.42、Y方向 各階共通で検定比 2.35 であった。どちらも耐震等級 2 の基準 1.25 以上となり、設計可となった。
- B1プラン: X方向 各階共通で検定比は 1.17、Y方向 各階共通で検定比 1.12 であった。どちらも耐震等級 1 の基準 1.00 以上となり、設計可となった。
- B2プラン: X方向 各階共通で検定比は 1.47、Y方向 各階共通で検定比 1.26 であった。どちらも耐震等級 2 の基準 1.25 以上となり、設計可となった。
- B3プラン: X方向の検定比は 1階 1.28、2階 1.29、3階 1.34、Y方向の検定比は 1階 1.32、2階 1.29、3階 1.34 であった。いずれも耐震等級 2 の基準 1.25 以上となり、設計可となった。
- B4プラン: X方向 各階共通で検定比は 2.00、Y方向 各階共通で検定比 1.94 であった。どちらも耐震等級 2 の基準 1.25 以上となり、設計可となった。
- Cプラン : X±方向の検定比は 1階 1.43、2階 1.42、3階 1.43、4階 1.42、Y+方向の検定比は各階共通で 1.88、Y-方向の検定比は各階共通で 2.00 であった。いずれも耐震等級 2 の基準 1.25 以上となり、設計可となった。
- Dプラン : 短期許容応力度の最大検定比は 0.97 であった。基準 1.0 以下となり、設計可となった。

5. 4 考察

性能表示制度の耐震等級2としてモデルプランの設計を7ケース実施したが、用途、規模などの違いから、各ケースにおいて耐震等級2の設計を行う際に考慮すべき特徴が認められた。よって、プランごと有している特徴を、以下に示す。モデルプランと同様な設計を行う場合に参考となる内容となっている。

(1) Aプラン ルート1 CLTパネル工法 2階建て戸建て住宅 耐震等級2

CLTパネル工法技術基準告示である平27国交告611号第十のルート1を適用し、耐震等級2となるモデルプランとして設計している。

用途は戸建て住宅で、規模は、1階床面積69.0m²、2階床面積72m²で、軒高6.60m、最高高さ8.40mとした総2階建てとして計画されている。

プランの特徴は、戸建て住宅であることから外壁に設けられている開口、非耐力壁部分は限定的であり、1階外壁線に設けられる耐力壁長さは、下表のような比率となっている。

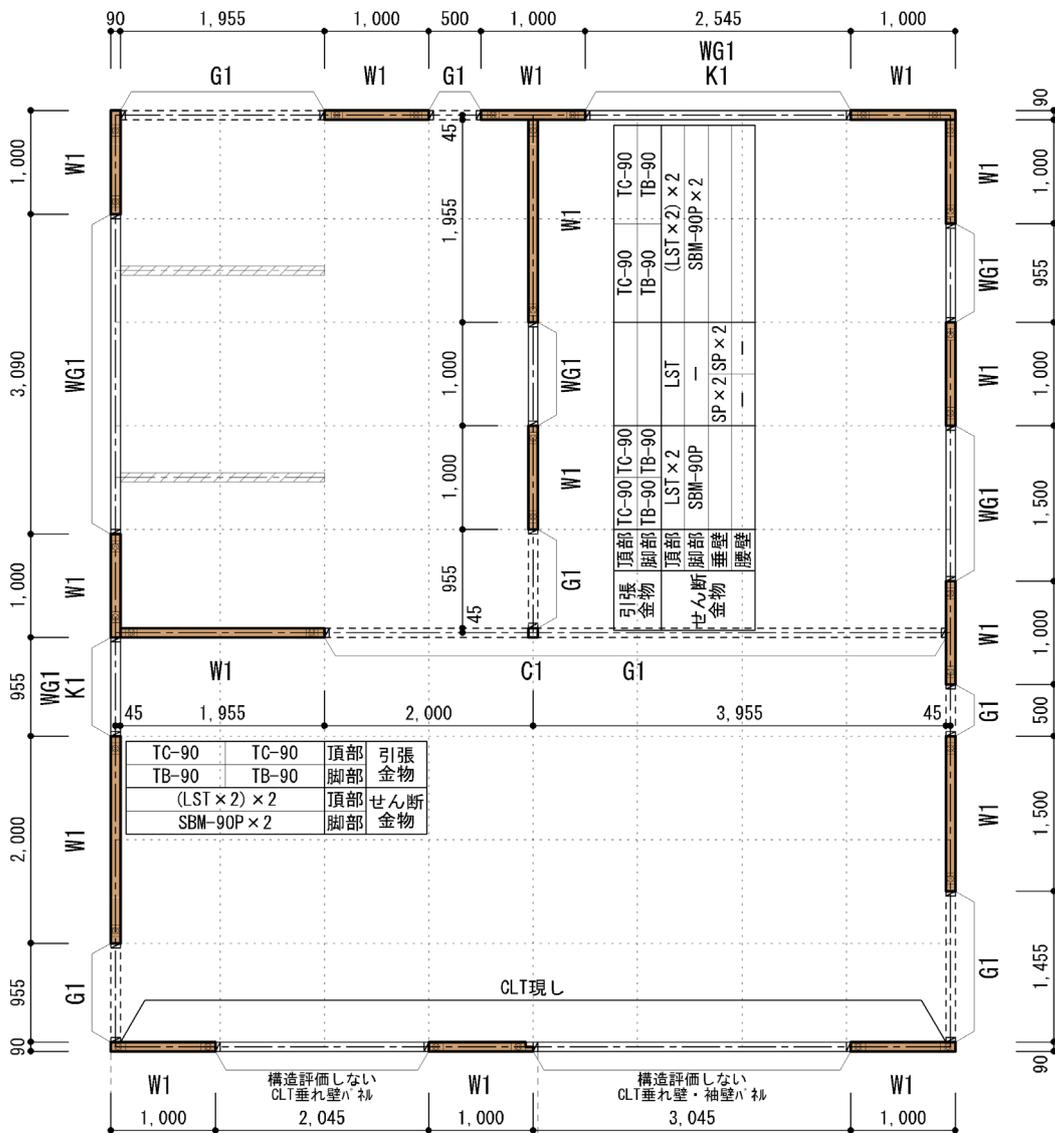


図 5.4-1 Aプラン耐力壁配置図

表 5.4-1 A プラン外壁の壁線長さに対する耐力壁比率

通り名	壁線長さ (m)	開口幅の合計 (m)	開口率
X0	9.00	5.00	0.55
X8	9.00	4.50	0.50
Y0	8.00	5.00	0.625
Y9	8.00	5.00	0.625

耐力壁線に対する開口率は、表 5.4-1 で値の大きな Y 方向は 0.625 となっており、この値は、枠組壁工法技術基準である平 13 国交告 1540 号第五 壁 第十二号に規定されている耐力壁線の開口率 $3/4=0.75$ に比較して小さな値となっており、A プランは、比較的余裕のある耐力壁配置で設計されていることがわかる。

また、平面計画から内部耐力壁配置状況を確認した場合には、内部耐力壁は無理なく平面計画の中に組み込まれており、敷地形状から狭小間口のプランになるなど特殊なケースを除けば、2 階建ての戸建て住宅では、耐力壁は必要壁 長さに対して余裕のある配置傾向となり、耐震等級 2 が容易に適用可能であることが多いと推定される。

更に、2 階建ての木造住宅にあつては、その多くが壁倍率 5.0 以下を用いて設計されているが、平 27 国交告 611 号第十では、2 階建て以下における耐力壁のせん断耐力 Q_0 を 15kN/m としていることから、壁倍率 7.5 相当で設計すること、および、耐力壁に接続する垂れ壁、腰壁などで所定の基準を満たしたものは、耐力壁のせん断耐力を大きくする効果を見込むことができるので、耐震等級 2 を適用するにあたっては、在来木造などに比べて楽な設計条件となることが想定できる。

ここで A プランにおいて垂れ壁、腰壁のせん断耐力への影響がどの程度であったかを表 5.4-2 に示す。

表 5.4-2 A プランの垂れ壁、腰壁による 1.5n 効果

方向	階	垂れ壁腰壁考慮した許容せん断耐力 ① $\sum Q_a \cdot L$ (kN)	垂れ壁腰壁無視した許容せん断耐力 ② $\sum Q_a \cdot L$ (kN)	効果①-② (kN)	許容せん断耐力①に対する割合 (%)
X	1	131.32	119.32	12.0	9%
Y	1	216.69	171.82	44.85	21%

X 方向では、垂れ壁、腰壁の接続していることによる許容せん断耐力の増加は、 $131.32/119.32=1.10$ 倍となり、X 方向に比較して垂れ壁、腰壁の数が多くある Y 方向では、 $216.69/171.82=1.26$ 倍となっている。X 方向で単純に換算すると壁倍率は、 $1.10 \times 7.50=8.25$ 相当で設計されていることになり、余裕のある設計が容易にできる可能性が高い傾向を示している。

これらの傾向は、A プランに対する考察から示しているが、個別性が高い 2 階建て戸建て住宅の多くには該当する傾向にあると考えられる。

表 5.4-3 に地震力と許容せん断耐力の検定を示しているが、計画されている間仕切り壁に対して耐力壁パネルを配置計画すれば、余裕を持って耐震等級 2 で必要とされる $1.25 \times Q_{ei}$ を満足していることが確認できる。また、表 5.4-3 で示されている Q_{di}/Q_{ei} の比は、1 階と 2 階の壁配置が等しくなるように連層壁として設計される場合は、方向別で等しい値の検定比になることが特徴である。

表 5.4-3 A プラン地震力と許容せん断耐力の検定

方向	階	地震力 $C_0=0.2$ $Q_{ei}(kN)$	許容せん断耐力 $Q_{di}(kN)$	Q_{di}/Q_{ei}	判定
X	2	48.42	69.17	1.42	> 1.25 OK
	1	91.93	131.32	1.42	> 1.25 OK
Y	2	48.42	114.14	2.35	> 1.25 OK
	1	91.93	216.69	2.35	> 1.25 OK

(2) B1 プラン ルート1 CLT パネル工法 3 階建て共同住宅 耐震等級 1

CLT パネル工法技術基準告示である平 27 国交告 611 号第十のルート 1 を適用し、耐震等級 1 となるモデルプランとして設計している。

用途は共同住宅で、規模は、1 階～3 階の階段室を含む床面積は、180.0 m^2 で、軒高 9.0m、最高高さ 11.173m とした総 3 階建てとして計画されている。

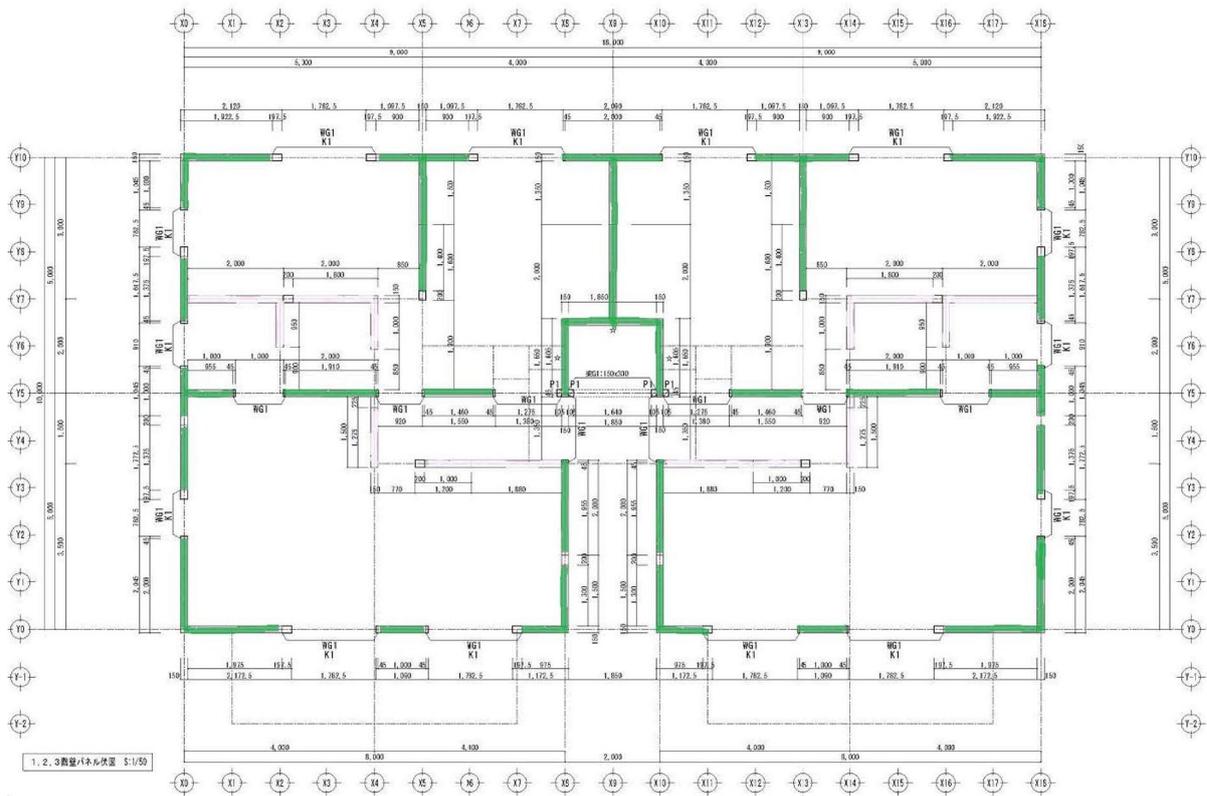


図 5.4-2 B1 プラン耐力壁配置図

耐震等級 1 の B1 プランは、耐震等級 2 の B2 プランを成立させるためには、B1 プランにどの程度耐力壁を増やすが必要になるかを確認するために設計をしている。耐力壁の増加量については、B2 プランで考察する。

平 27 国交告 611 号第十では、3 階建てにおける耐力壁のせん断耐力 Q_0 を 10kN/m としていることから、壁倍率 5.0 相当で設計すること、および、耐力壁に接続する垂れ壁、腰壁などで所定の基準を満たしたものは、耐力壁のせん断耐力を大きくする効果を見込むことができるのとしているが、3 階建てとなることで 1 階の負担する地震力が 2 階建てに比べて大きくなること、および、耐力壁単独では、2 階建て以下が 7.5 相当なのに対して壁倍率 5.0 相当

を用いることになるので許容せん断耐力が下がることが影響し、耐震等級1を適用する計画を含み、2階建て程度の耐力壁配置で計画した場合には、耐力壁の配置を増やさなければ成立しないプランが生じることが想定される。

表 5.4.4 B1 プランの垂れ壁、腰壁による 1.5n効果（連層壁なので効果は各階等しい値となる。）

方向	階	垂れ壁腰壁考慮した許容せん断耐力 ① $\sum Q_a \cdot L$ (kN)	垂れ壁腰壁無視した許容せん断耐力② $\sum Q_a \cdot L$ (kN)	効果①-② (kN)	許容せん断耐力①に対する割合(%)
X	1	523.31	278.46	244.85	46%
Y	1	501.99	323.70	178.29	35%

B1 プランでは、X 方向、Y 方向ともに垂れ壁、腰壁による許容せん断耐力への影響が大きいですが、表 5.4.5 で確認するとそれほど余裕がある設計になっていないことが確認できる。

表 5.4.5 B1 プラン地震力と許容せん断耐力の検定

方向	階	地震力 $C_0=0.2$ Q_{ei} (kN)	許容せん断耐力 Q_{di} (kN)	Q_{di}/Q_{ei}	判定
X	3	183.13	214.56	1.17	> 1.00 OK
	2	324.56	382.03	1.17	> 1.00 OK
	1	447.44	523.31	1.17	> 1.00 OK
Y	3	183.13	205.81	1.12	> 1.00 OK
	2	324.56	366.45	1.12	> 1.00 OK
	1	447.44	501.99	1.12	> 1.00 OK

A プラン戸建て住宅 2 階建ての 1 階の床面積当りの地震力は、 $Q_{eA}=91.93\text{kN}/72.0\text{m}^2=1.279\text{kN}/\text{m}^2$

B1 プラン 共同住宅 3 階建ての 1 階の床面積当りの地震力は $Q_{eB1}=447.44\text{kN}/180.0\text{m}^2=2.486\text{kN}/\text{m}^2$

1 階の地震力の比は、 $Q_{eB1}/Q_{eA}=1.94$ 倍となる。

ここで、単純に垂れ壁、腰壁の効果を考慮しない場合に必要となる壁量を、A プランと比較すると $1.94 \times 7.5/5.0 = 2.91$ 倍が配置される必要がある。垂れ壁、腰壁効果を Y 方向の $501.99/323.70 = 1.55$ 分を見込んだ場合では、 $2.91/1.55 = 1.88$ 倍となり、耐震等級 1 にあつては、腰壁、垂れ壁効果を見込めるように考慮した設計をすることが、計画を成立させるためには重要なことだと確認できる。

CLT パネル工法技術基準告示である平 27 国交告 611 号第十のルート 1 を適用して設計する場合は、2 階建ての壁倍率が 7.5 相当あり、かつ、垂れ壁、腰壁効果を見込めるので耐力壁の不足で計画が難しくなることはないが、3 階建ての場合は、用途にも影響されるが、1 階地震力が 2 階建てに比べ 2 倍程度になるにも関わらず、壁倍率が 5.0 相当と低くなるので、耐力壁配置を 2 階建てと同様な感覚で配置した設計では、成立しない計画が生じることになる必要がある。

木造軸組工法、木造枠組壁工法において 3 階建てを設計する場合には、1 階に壁倍率 5.0 以下を用いることは少なく壁倍率 7.0 以上の耐力壁を設けて設計することが多く採用されている。この事実を踏まえ CLT パネル工法の普及を考えた場合には、CLT パネル工法のルート 1 で 3 階建てを容易に設計できるようにするために、3 階建てで規定されている $Q_0=10\text{kN}/\text{m}$ を $15\text{kN}/\text{m}$ 以上とするための規定化が必要であり、第十で規定されている 2 階建て以下と 3 階建てを兼用している接合部の規定以外に、3 階建て専用の高耐力な接合部による規定が必要である。

(3) B2 プラン ルート1 CLT パネル工法 3 階建て共同住宅 耐震等級 2

CLT パネル工法技術基準告示である平 27 国交告 611 号第十のルート 1 を適用し、耐震等級 2 となるモデルプランとして設計している。

用途は共同住宅で、規模は、1 階～3 階の階段室を含む床面積は、180.0m²で、軒高 9.0m、最高高さ 11.173m とした総 3 階建てとして計画されている。このプランは、B1 プランと同様なプランとしており、耐力壁の配置を追加することで耐震等級 2 を満足するプランとしている。

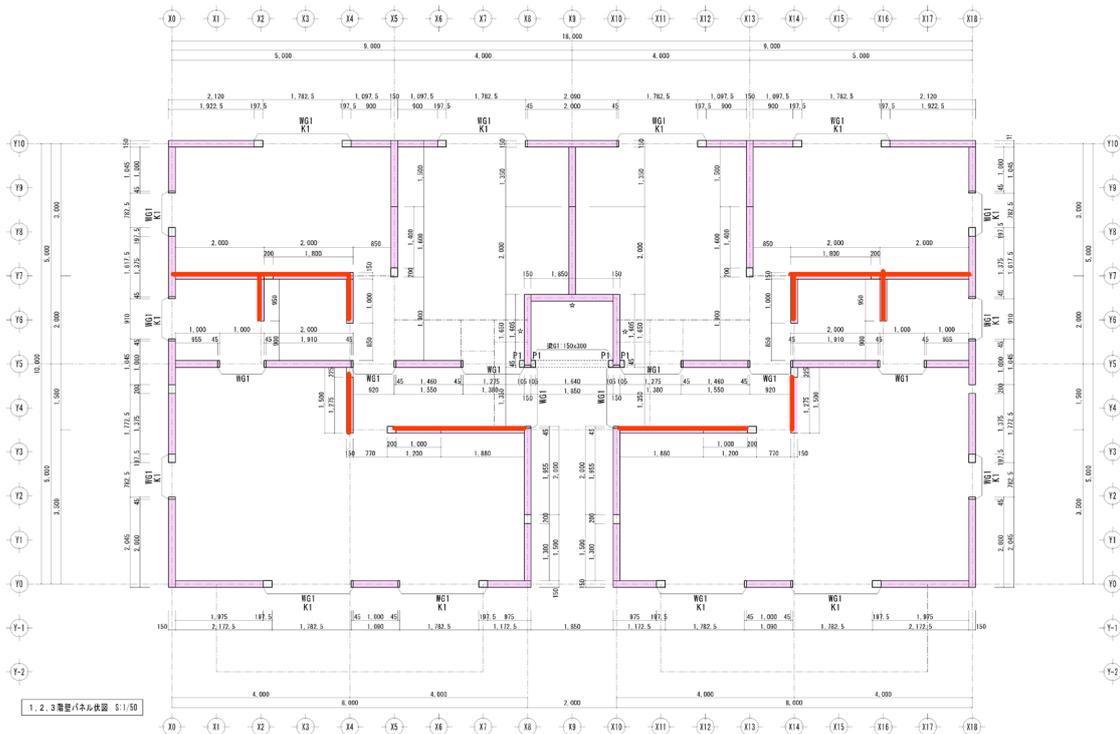


図 5.4-3 B2 プラン耐力壁配置図

図 5.4-3 の赤線箇所が、B1 プランに追加している耐力壁の位置を示している。また、表 5.4-6 に垂れ壁、腰壁効果を、表 5.4-7 に B1 プランに対して追加した耐力長さ比を示す。

表 5.4-6 B2 プランの垂れ壁、腰壁による 1.5n 効果（連層壁なので効果は各階等しい値となる。）

方向	階	垂れ壁腰壁考慮した許容せん断耐力 ① $\sum Qa \cdot L$ (kN)	垂れ壁腰壁無視した許容せん断耐力 ② $\sum Qa \cdot L$ (kN)	効果①-② (kN)	許容せん断耐力① に対する割合(%)
X	1	656.90	412.06	244.84	37%
Y	1	566.49	388.20	178.29	31%

垂れ壁腰壁効果は、B1 プランが X 方向で 46%、Y 方向で 35%であったが、B2 プランでは X 方向で 25%、Y 方向で 12%減少している。

表 5.4-7 B2 プランの B1 プランに対して追加した耐力壁長さの増加率

方向	階	B2 プラン耐力壁長さ①L (m)	B1 プラン耐力壁長さ②L (m)	追加耐力壁長さ $\Delta L = \text{①}L - \text{②}L$ (m)	耐力壁長さ増加率 $\Delta L / \text{②}L$ (%)
X	1	41.206	27.846	13.36	48%
Y	1	38.820	32.370	6.45	20%

垂れ壁、腰壁効果が、B1プランに対して減少しているのは、水平力に対して有効に機能する垂れ壁が接続している耐力壁が追加されていないことから、相対的に低くなっている。

B2 プランでは平面計画上の制約があり対応できなかったが、内部に耐力壁を合理的に追加する場合は、水平力に対して有効に機能する垂れ壁を含んだ耐力壁線を設けることで、効果的に許容せん断耐力を上げることができる。

表 5.4-8 B2 プラン地震力と許容せん断耐力の検定

方向	階	地震力 $C_0=0.2$ Q_{ei} (kN)	許容せん断耐力 Q_{di} (kN)	Q_{di}/Q_{ei}	判定
X	3	183.13	269.07	1.47	> 1.25 OK
	2	324.56	477.21	1.47	> 1.25 OK
	1	447.44	656.90	1.47	> 1.25 OK
Y	3	183.13	232.04	1.26	> 1.25 OK
	2	324.56	411.54	1.26	> 1.25 OK
	1	447.44	566.49	1.26	> 1.25 OK

耐震等級2のB2プランは、Y方向で1.25に対して1.26となっており、余裕のない耐力壁配置となった。耐力壁追加配置を検討する場合は、非耐力壁の間仕切壁部分に耐力壁を追加することになるが、B2プランでは、耐震等級2の耐力を確保するために、配置可能なすべての間仕切壁部分に耐力壁を追加して対応を行うことになった。

仮にB2プランにおいて本設計でB1プランに追加した耐力壁で不足していた場合には、平面計画を変更して対応する必要が生じる状況になっていた。

3階建てで耐震等級2を満足させる設計をする場合には、耐力壁の配置を計画する段階から、地震力を簡易的に設定するなどして、地震力に対する耐力壁の過不足を把握しながら進めることが望まれる。設計を終了させてからの検討では、計画変更を発生させてしまうことになるので、注意する必要がある。

(4) B3 プラン ルート1 木造軸組工法 3階建て共同住宅 耐震等級2

B3 プランは、平面計画、立面計画を B2 プランと同様として、構造形式を CLT パネル工法から軸組工法へ変更したモデル設計である。

軸組工法の B3 プランによる耐震等級2 における耐力壁の配置が、B2 プランと比較してどのように設計されるかを比較するために検討を行っている。

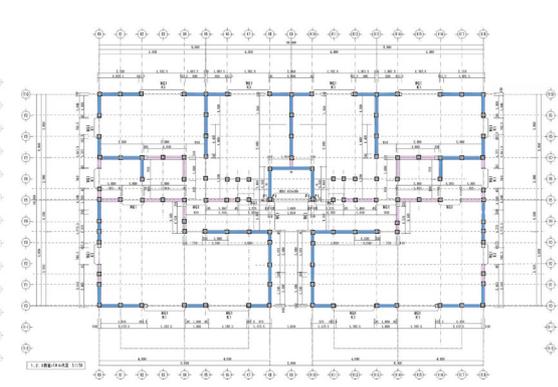
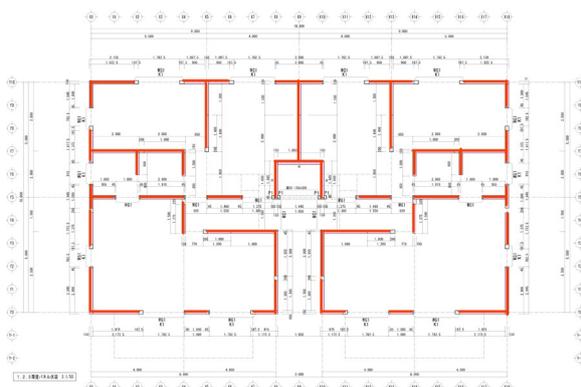
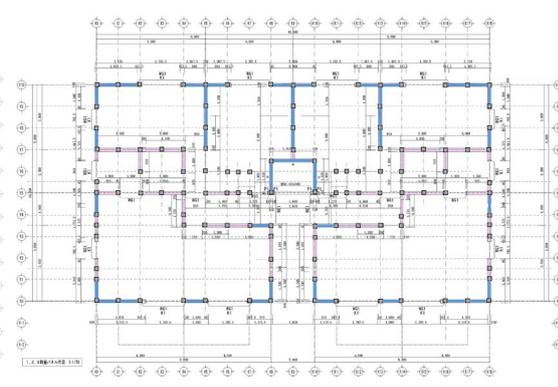
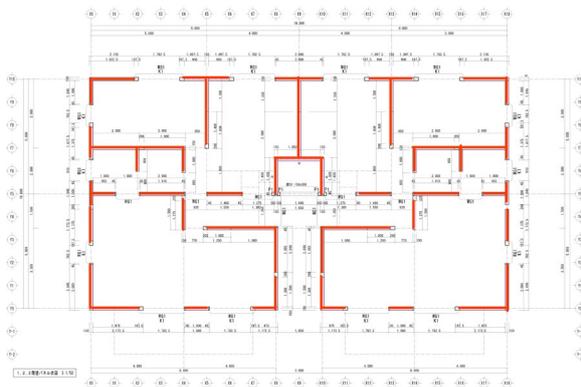
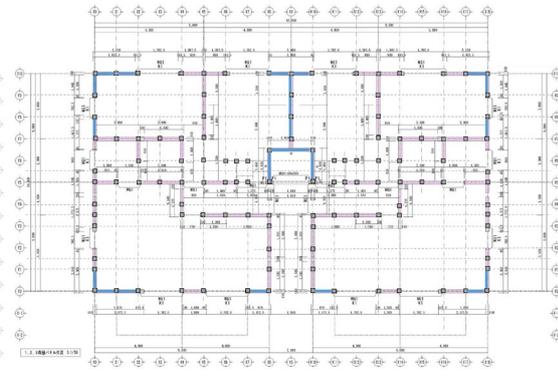
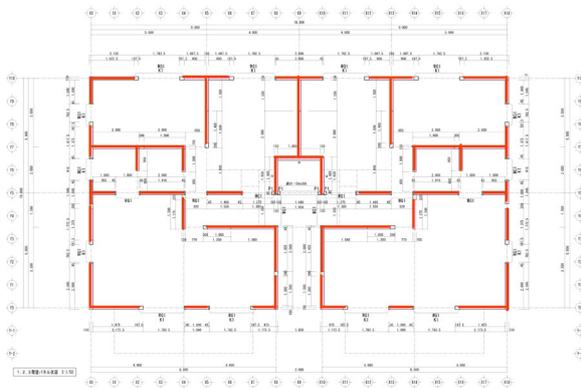


図 5.4-3 B2 プラン耐力壁配置図

図 5.4-4 B3 プラン耐力壁配置図

軸組工法の B3 プランは、両面に構造用合板を用いて構成した壁倍率 7.4 の耐力壁を採用して設計を行っている。

CLT パネル工法の B2 プランは、耐力壁のせん断耐力 $Q_0=10\text{kN/m}$ と垂れ壁腰壁効果の 1.5n を考慮したせん断耐力で設計が行われている。

B3 プランは、CLT パネル工法と異なり連層壁配置をする必要がないので、地震力が上階にほど小さくなることに比例するように耐力壁配置を減らすことができている。

各階の耐力壁長さの比較を表 5.4-9 に示す。

表 5.4-9 B3 プランに対する B2 プランの耐力壁長さ比

方向	階	CLT パネル工法 B2 プラン耐力壁長さ Ld2 (m)	軸組工法 B3 プラン耐力壁長さ Ld3 (m)	耐力壁長さ比 Ld2/Ld3
X	3	41.206	12.0	3.43
	2	41.206	22.0	1.87
	1	41.206	29.0	1.42
Y	3	38.820	12.0	3.24
	2	38.820	22.0	1.76
	1	38.820	30.0	1.29

表 5.4-9 から CLT パネル工法の B2 プランは、軸組工法の B3 プランと比較すると多くの耐力壁が配置されなければ耐震等級 2 を満足することができないことがわかる。X 方向の耐力壁長さ比においては、3 階で軸組工法の B3 プランの 3 倍以上、2 階で 1.5 倍以上、1 階で 1.4 倍以上の配置がされていなければ耐震等級 2 を満足する設計が行えない。

理由は、B3 プランの耐力壁のせん断耐力が B2 プランに比べ 1.4 倍以上有していること、かつ、B3 プランは連層壁とする必要はなく、地震力に対して階ごとに必要な量の耐力壁を配置して設計ができます。

表 5.4-10 B3 プラン地震力と許容せん断耐力の検定

方向	階	地震力 $C_0=0.2$ Q_{ei} (kN)	許容せん断耐 力 Q_{di} (kN)	Q_{di}/Q_{ei}	判定
X	3	129.02	174.01	1.34	> 1.25 OK
	2	246.65	319.01	1.29	> 1.25 OK
	1	328.40	420.51	1.28	> 1.25 OK
Y	3	129.02	174.01	1.34	> 1.25 OK
	2	246.65	319.01	1.29	> 1.25 OK
	1	328.40	435.02	1.32	> 1.25 OK

表 5.4-11 に B2 プランと B3 プランの地震力の比較を示す。床面積 $A=180m^2$ とする。

階	B2 プラン地震力		B3 プラン地震力		$B2Q_{ei}/B3Q_{ei}$
	Q_{ei} (kN)	W_{ei} (kN/m ²)	Q_{ei} (kN)	W_{ei} (kN/m ²)	
3	229.09	1.27	129.02	0.72	1.78
2	406.32	2.26	246.65	1.37	1.65
1	559.30	3.11	328.40	1.82	1.70

CLT パネル工法の B2 プランの地震力は、軸組工法の B3 プランに対して 1.65 倍以上となっており、 $Q_0=10kN/m$ と垂れ壁腰壁効果 1.5n を用いて B2 プランで耐震等級 2 を満足させるのは、壁倍率 7.4 より $1.96 \times 7.4 = 14.5kN/m$ を用いて設計の可能な B3 プランと比べて厳しい条件となっていることが確認できる。

(5) B4プラン ルート3 CLT パネル工法 3階建て共同住宅 耐震等級2

B4プランは、B2プランを計算ルート3で設計すると、どのような値となるか確認するためのプランである。平面図、立面図は、B2と同一としている。

計算は、1次設計では $C_0=0.25$ において各パネル、各接合部が短期許容耐力以下であることを確認し、2次設計では、1階引張接合部のボルトが40mmで伸び率が10%の時点を保有力のクライテリアとして検討を行っている。

1次設計 $C_0=0.25$ においては、各階各方向共1/200以下、剛性率0.6以上、かつ、各パネル、各接合部が短期許容耐力以下を確認している。検定比は、0.5を超える値はなく、安全に余裕のあることが確認できている。

2次設計では、 Q_u/Q_{un} が各階共通で耐震等級2で要求される1.25に対してX方向で2.00、Y方向で1.94となっており、1.5倍以上の安全側な値となった。B2プランのルート1では、各階共通でX方向で1.47、Y方向で1.26であることから、ルート3の計算を行えば、耐力壁をルート1より減らすことができるので、合理的な設計となることが確認できた。

表 5.4-12 B2プランとB4プランの検定比の比較

方向	階	B2ルート1の検定比	B4ルート3の検定比	B2検定比/B4検定比
X	共通	1.47	2.00	0.73
Y	共通	1.26	1.94	0.65

表 5.4-12による比較から、ルート1で設計した際に耐震等級2の必要耐力に対して25%程度不足していた場合には、ルート3による計算を採用することで、耐震等級2を満足させることが可能性であることが確認できる。

(6) Cプラン ルート3 CLT パネル工法 4階建て共同住宅 耐震等級2

Cプランは、4階建てにおいて耐震等級2を満足させることができることを確認するために設計を行っている。計算の結果は、1次設計の $C_0=0.25$ におけるパネルの検定比は、最大で垂れ壁パネルの0.86であり安全が確認された。また、層間変形角は、1/200以下、剛性率0.6以上となっていた。

2次設計のパネルの検定比は、最大で垂れ壁パネルの0.99であった。 Q_u/Q_{un} は、X方向で1.43、Y方向で1.88であり十分安全な値であった。

ただし、これらの結果は、1階のCLTをS120-5-5とし、かつ、X方向の1階～3階の引張接合部に高耐力なU型金物を用いて成立させている。保有耐力を確保するため引張接合部、せん断接合部の耐力剛性を上げて変形を抑え、1階パネルが基準強度に達しないように強度等級を上げることが求められた結果であった。

設計をする際には、4階建以上の場合には、引張接合部、せん断接合部には高耐力が求められるので、クロスマーク金物では成立しないことが想定される。また、1階の垂れ壁パネル、壁パネルが基準強度に足しないために、CプランではS120-5-5を採用したが、S90-7-7などCLTの厚みを増して設計することも考慮する必要があることがわかった。

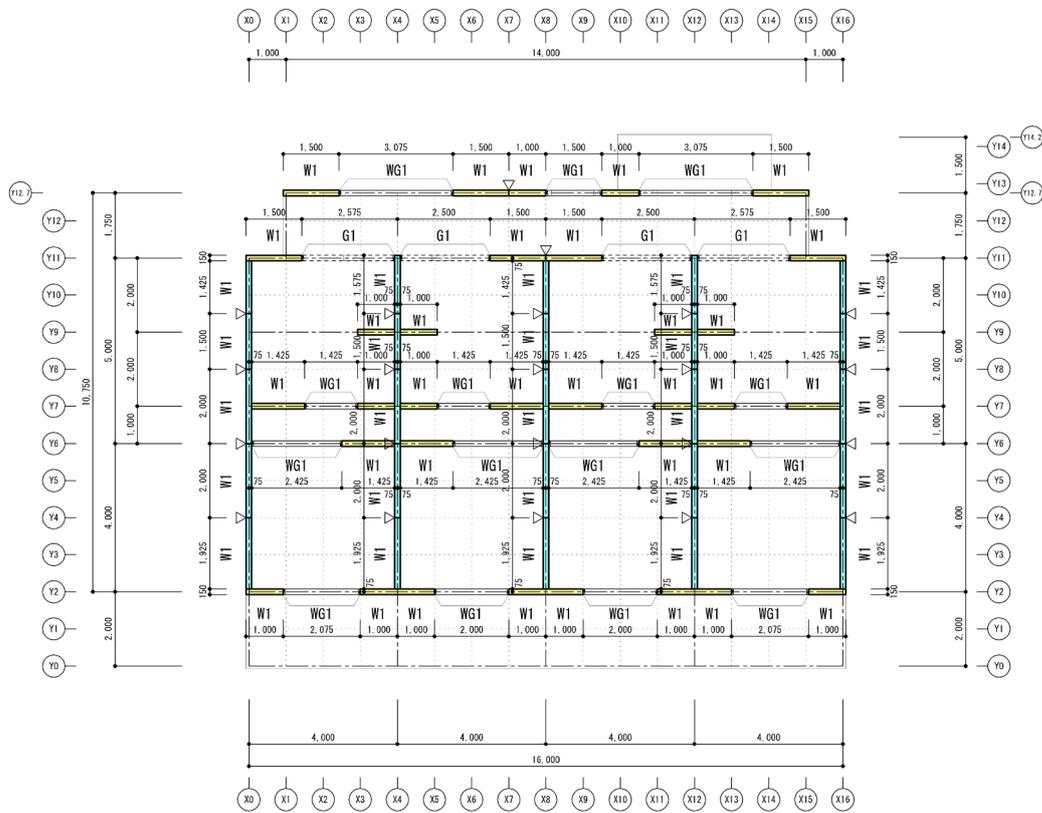


図 5.4-5 Cプラン耐力壁配置図

(7) Dプラン ルート2 CLT パネル工法 3階建て共同住宅 耐震等級2

Dプランは、3階建てにおいてルート2による設計を行った場合に、耐震等級2を満足させることができることを確認するために設計を行っている。

計算の結果は、1次設計の $C_0=0.25$ におけるパネルの検定比は、最大で垂れ壁パネルの0.97であり安全が確認された。また、層間変形角は、1/200以下、剛性率0.6以上となっていた。

図5.4-6の耐力壁配置図におけるY6通りの4枚の耐力壁は、設計当初はなかったが計算を進める中で耐力壁パネルが短期許容耐力を超えることが判明したことから、耐力壁を追加して耐震等級2を確保することで成立させた。

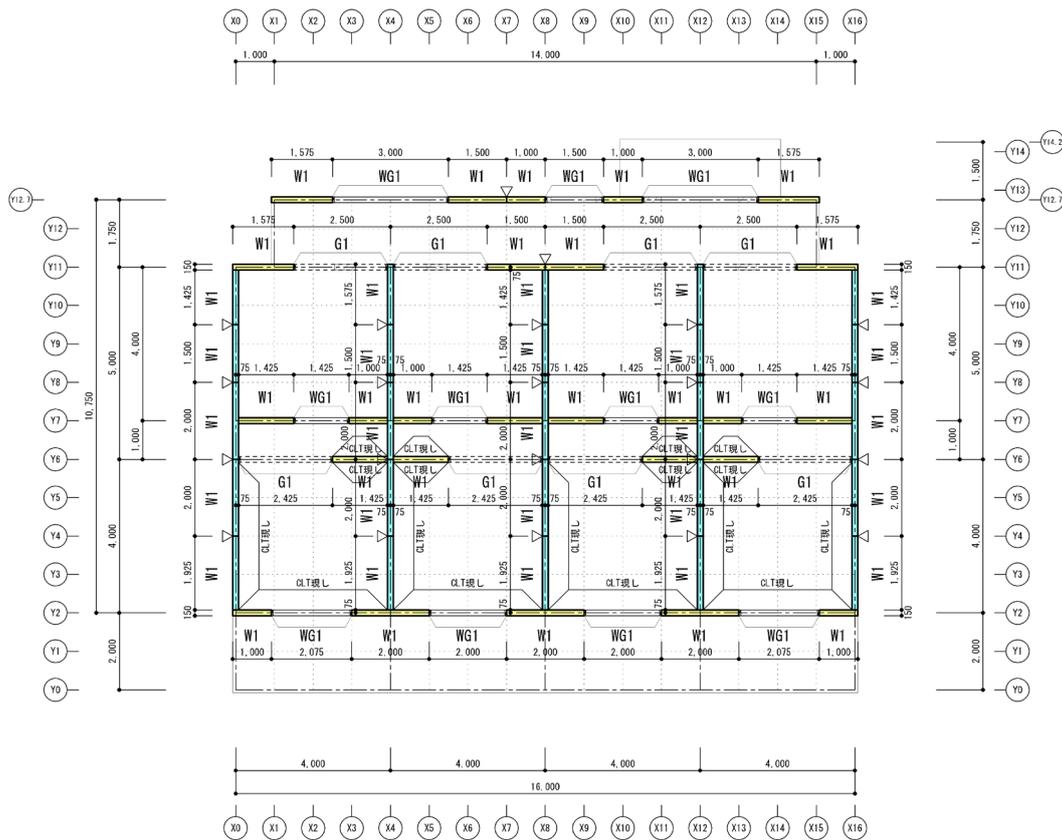


図 5.4-6 Dプラン耐力壁配置図

Dプランに用いている金物は、すべてクロスマーク金物によっている。4階建てのCプランのような高耐力の金物は必要とならなかった。ルート2を用いて設計する場合は、耐力壁の配置は、居住系の場合にX方向の(Dプランの壁長さ)/(床面積) = $36.20/168.5\text{m}^2 = 0.21\text{m}/\text{m}^2$ となるので、目安として0.2m/m²程度の耐力壁長さを設けることが必要と想定される。

5. 5 まとめ

5.5.1 建築基準法と性能表示

現代の木造住宅は、地震や強風に対しては、「耐力壁」と呼ばれる壁で抵抗する。したがって、木造建物の耐震性能で最も重要なのは耐力壁の量である。ここでは、その耐力壁の量、許容せん断耐力の設定方法、及びその接合部の検定方法などを中心に、設計法の概要・考え方をまとめる。

建物の耐震性・耐風性の木造住宅を建てるときの構造関係の法律には、まず、建築基準法と同施行令がある。これらは、全ての建物に適用され、これを守らないと建てることができない。また、この建築基準法は、建物が備えていなければならない「最低限の性能」を示しているため、これよりも低い性能のものとすることはできない。

建築基準法の施行令の構造部分は、構造種別に各部の仕様を定めた「仕様規定」と、構造計算の手順を示した「構造計算」で構成されている。そして、木造建物の「仕様規定」は、第3章第3節である。すべての木造建物は、原則的に、施行令第3章3節に記述されている「仕様規定」を守らなければならない。

ただし、枠組壁工法やCLTパネル工法は、施行令第80条の2「構造方法に関する補則」の第一号をうけた「技術基準告示」によって、「特殊な構造方法」の一つとして、第3節の規定を外れて設計されている。

また、2階建てまでの木造住宅（軒高9mまたは最高高さ13m以下、延べ床面積500㎡以下）は、建築基準法上「四号建築物」と呼ばれ、規模が小さいことから、構造計算が求められていない。その場合、前述の「仕様規定」を満足するだけで、建ててよいことになる。「仕様規定」は、土台、壁、筋かい、柱などの、各部構造の「仕様」を記述している。そして、この「仕様規定」にいわゆる「壁量計算」が含まれている。「壁量計算」とは、「存在壁長」が「必要壁長」を満足していることを確認する手順のことである。「計算」という文字はあるが、法的には「計算」ではない。

ただし、後述するように、CLTパネル工法は、告示により、仕様規定のみのルートは設定されていない。

次に、規模の点から、階数が3以上または、軒高9mまたは最高高さ13mを超えるか、延べ面積500㎡を超える木造建物は「二号建築物」と呼ばれる。これらの建物では、上記の「仕様規定」に加えて「構造計算」が必要とされている。「構造計算」の内容は、基準法施行令では、第8節に記述されている。「許容応力度設計」やルートの2の「許容応力度等計算」、ルート3の「保有水平耐力計算」、「限界耐力計算」等も、この中に記述されている。ただし、これらのいわゆる「構造計算」も、枠組壁工法やCLTパネル工法の場合、その具体的内容は別途に告示の中で述べられている。

一方、2000年に制定された「住宅の品質確保の促進等に関する法律（「品確法」と呼ぶ）」には「性能表示」という制度がある。その制度では、たとえば、耐震等級3や、耐風等級2などと、その性能の等級を表示する。建物を、建築基準法よりも高い性能とするときの方法を示したものである。耐震等級や耐風等級を表示する場合には、その法律で定められた評価基準で確認する必要がある。ただし、この制度は任意の制度である。したがって、建築基準法の「確認申請」とは別途に、申請が必要である。また、そもそも法律が異なっているので、この制度を利用する場合でも、建築基準法は満たさなければならないことに注意が必要である。

今回問題となる耐震性能は、細かくは「損傷防止」と「倒壊防止」の二つに分かれている。いずれも、基準法レベルの性能を耐震等級1とし、その1.25倍の性能を耐震等級2、1.5倍の性能を耐震等級3という。また、耐風等級は、同様に基準法レベルを耐風等級1とし、その1.2倍の性能を耐風等級2という。

そして、いずれの法律でも、「確かにその性能を満足している」ということを確認するための設計法が用意されている。そして、上記の2つの法律で定められている設計法には、基本的に、それぞれ壁量設計に代表される「仕様規定」と呼ばれる方法と、「構造計算」を行う方法がある。軸組工法と枠組壁工法は、それに従って設計されている。ただし、CLTパネル工法は、従来、性能表示の制度の中に工法としての位置づけがなかった。

5.5.2 木造軸組工法の建築基準法と性能表示

5.5.2.1 基準法と性能表示

木造軸組工法の構造計算ルートと検討内容を表 5.5-1 に示す。木造軸組工法は、前述の基本的な原則の対象としている構法である。軒高 9 m または最高高さ 13 m 以下、延べ床面積 500 m² 以下の建物は、「仕様規定」を満足するだけで建てられている。すなわち、いわゆる「壁量計算」で設計されている。また、階数が 3 以上または、軒高 9 m または最高高さ 13 m を超えるか、延べ面積 500 m² を超える木造建物は、「仕様規定」に加えて「構造計算」が必要とされている。

ただし、小規模な建物でも、特定の部位の仕様を集成材等とし、かつ、「構造計算」すれば、「壁量計算」を行わなくてもよいという規定がある。施行令の「第 46 条第 2 項」に記載されていることから、「46 条 2 項ルート」と呼ぶことがある。このルートの建物を「集成材等建築物」と呼ぶ。

表 5.5-1 木造軸組工法の構造計算ルートの検討内容

			許容応力度ほか ^{*1}	層間変形角 ^{*2}	剛性率	偏心率	保有水平耐力	備考
			令第 82 条各号	令第 82 条の 2	令第 82 条の 6 第二号イ	令第 82 条の 6 第二号ロ	令第 82 条の 3	
軸組構法	高さ 13 m 以下 かつ軒の高さ 9 m 以下	階数 2 以下、かつ延べ面積 500 m ² 以内	—	—	—	—	—	令第 46 条の規定をはじめとして、令第 3 章第 3 節の仕様書的规定が全て適用される
		階数 3 以上、又は延べ面積 500 m ² 超	○	—	—	—	—	
	高さ 13 m 超、 又は軒の高さ 9 m 超	高さ 31 m 以下	○	○	○	○	—	
		高さ 31 m 超	○	○	— ^{*3}	— ^{*3}	○	
集成材等建築物 ^{*4}	高さ 13 m 以下、 かつ軒の高さ 9 m 以下	階数 2 以下、かつ延べ面積 500 m ² 以内	○ ^{*5}	○ ^{*5}	○ ^{*5*6}	○ ^{*5*6}	— ^{*7}	
		階数 3 以上、又は延べ面積 500 m ² 超	○	○ ^{*5}	○ ^{*5*6}	○ ^{*5*6}	— ^{*7}	
	高さ 13 m 超、 又は軒の高さ 9 m 超	高さ 31 m 以下	○	○	○	○	— ^{*7}	
		高さ 31 m 超	○	○	— ^{*3}	— ^{*3}	○	

- 凡例 ○ 構造計算として要求される事項 — 構造計算として要求されない事項
- 注)^{*1} 令第 82 条第一号から第三号までに規定する許容応力度の確認に加え、同条第四号に規定する使用上の支障となる変形、振動の確認を含む。また、この欄に「○」が付く箇所は、令第 82 条の 4 に規定する屋根ふき材等の構造計算も必要である。
- ^{*2} 法第 2 条第九号の三イに規定する、主要構造部を準耐火構造とする建築物にあつては、令第 109 条の 2 の 2 の規定により、原則として層間変形角は 150 分の 1 でなければならない。
- ^{*3} 剛性率、偏心率の制限はないが、Fes の計算において計算することになる。
- ^{*4} 令第 46 条第 2 項第一号に基づき、同条第 4 項の壁量等の規定を適用しない建築物。
- ^{*5} 令第 46 条第 2 項第一号に基づき大臣が定める構造計算（昭 62 建告第 1899 号）として必要となるものを示す。
- ^{*6} 偏心率が 0.3 を超える場合は保有水平耐力の確認を、また、偏心率が 0.15 を超え 0.3 以下の場合は Fe による外力割り増し、ねじれ補正、保有水平耐力の確認のいずれかを行わなければならない。
- ^{*7} 偏心率が 0.3 を超える場合に必要となる。

5.5.2.2 仕様規定（壁量設計）による性能表示

（１）基準法仕様規定の壁量設計

壁量設計は、「壁倍率」と「必要壁量算定のための係数」との組み合わせで成り立っている。存在壁量が必要壁量を上回っていることを確認する。以下が、その検定の式である。

地震に対して $(\text{壁倍率} \times \text{壁長さ})$ の合計 \geq 地震力用係数 \times 床面積
 暴風に対して $(\text{壁倍率} \times \text{壁長さ})$ の合計 \geq 風圧力用係数 \times 見つけ面積

左辺は、それぞれの壁毎に「壁倍率 \times 壁長さ」を計算し、合計することを意味している。「(壁倍率 \times 壁長さ)の合計」を「存在壁量」または「有効壁量」と呼ぶ。また、右辺全体を「必要壁量」と呼ぶが、「地震力用係数」及び「風圧力用係数」を「必要壁量」と呼ぶこともある。

「壁倍率」は、壁の種類ごとの強さを表し、「必要壁量算定のための係数」は、その耐力壁をどのくらい入れればよいかを表した係数である。

表 5.5-2 に必要壁量の地震力用の係数を示す。地震に対する係数は、「床面積当たりの壁倍率 1.0 の壁の必要長さ」で、単位は「 cm/m^2 」である。地震力は、建物の重さに比例するので、地震に対する係数は、階数や屋根の種類によって規定されている。

なお、建築基準法の想定する地震は、中地震と大地震の 2 種類である。中地震に対して構造体は無被害で、大地震には構造体が壊れても倒壊を防ぎ、人命を護る、というのが、目標になっている。しかし、壁量設計では、その両方を満足するように、一つの値を与えている。これは、壁倍率の設定において、両方を満足するように、安全側に設定されているためである。

表 5.5-2 基準法・床面積当たりの必要壁長さ (cm/m^2)

	平屋 建て	2階建て		3階建て		
		1階	2階	1階	2階	3階
軽い 屋根	11	29	15	46	34	18
重い 屋根	15	33	21	50	39	24

暴風に対する係数は、立面の見つけ面積当たりの値で与えられている。「見つけ面積当たりの壁倍率 1.0 の壁の必要長さ」のことである。単位は、地震力用と同じ「 cm/m^2 」である。構造計算での単位面積当たりの風圧力は、速度圧と建物の形状（風力係数）を乗じて求めるが、やや複雑な計算になる。しかし、住宅は、そもそも比較的低い建物が多く、また建物の形状も長方形のものが大部分である。そこで、それらを考慮して、簡便にまとめたものが壁量設計の風圧力用係数で、一般地域の風圧力用係数は一律 $50\text{cm}/\text{m}^2$ である。

壁量設計では、建物に配置された「存在壁量」が「必要壁量」を満足することを確認する。存在壁量の計算では、まず、壁には、仕様（種類）ごとに「壁倍率」が定められている。「壁倍率」は壁の強さを表している。「壁倍率」は、壁長さ 1 m 当たりの強度を表す数値である。仕様規定の壁量設計における壁倍率の上限は 5.0 である。壁倍率 1.0 は、許容せん断耐力では $1.96\text{kN}/\text{m}$ に相当する。したがって、許容せん断耐力でいえば、 $9.8\text{kN}/\text{m}$ が上限である。

壁長さの取り方にもルールがある。一般に、筋かいの入った軸組の場合には 90cm 程度以上、構造用合板などの面材壁の場合には 60cm 程度以上、のものを耐力壁として算入してよいとしている。ただし、面材系の大壁の耐力壁で、隣接する壁が同じ仕様の場合には、連続した端から端までの長さを、「壁長さ」として採用することができる。

(2) 性能表示の壁量設計

性能表示制度で、等級を判定するための評価方法を「評価基準」という。そしてそれにも、仕様規定による方法と構造計算による方法がある。2階建てまでは、一般に、仕様規定による方法を用いる。

品確法の性能表示は任意の制度であるので、性能表示を行う場合でも、建築基準法は守らなければならない。建築基準法の「仕様規定」を守らなければならない。そこで、軸組工法の性能表示の評価基準は、基準法の仕様規定に、「上乘せ」の形で定められている。したがって、性能表示の仕様規定は、全ての部位・項目にルールがあるのではなく、基準法を守ることで十分なものは、規定がない。性能等級を表示する上で、いくつかの重要な項目についてのみ、基準法のルールを改良したもの、あるいは新しいルールを追加で定めたという関係になる。

その仕様規定の評価基準には、建築基準法の仕様規定と同様の壁量設計がある。性能表示の地震に対する評価項目にも、「中地震に対する損傷防止」と「大地震に対する倒壊等防止」の2つの項目がある。しかし、性能表示の壁量設計も、建築基準法仕様規定の壁量と同様に、その両方を満足するように、壁倍率が定められている。

必要壁量は、基準法よりやや複雑なものになっている。性能表示の必要壁量は、地震は等級2と等級3、強風には等級2がある。耐震の必要壁量を、表 5.5-3 及び表 5.5-4 に示す。

表 5.5-3 性能表示の床面積当たりの必要壁長さ (cm/m²)

	等級2			等級3		
	平屋建て	2階建て		平屋建て	2階建て	
		1階	2階		1階	2階
軽い屋根	18・Z	45・k1・Z	18・k2・Z	22・Z	54・k1・Z	22・k2・Z
重い屋根	25・Z	58・k1・Z	25・k2・Z	30・Z	69・k1・Z	30・k2・Z

ここで、 $R_f=S_2/S_1$ 、 $k_1=0.4+0.6 \times R_f$ 、 $k_2=1.3+0.07/R_f$

表 5.5-4 多雪区域の性能表示の床面積当たりの必要壁長さ (cm/m²)

	最深積雪量	等級2			等級3		
		平屋建て	2階建て		平屋建て	2階建て	
			1階	2階		1階	2階
軽い屋根	1m	34・Z	(45・k1+16)・Z	34・k2・Z	41・Z	(54・k1+20)・Z	41・k2・Z
	1~2m	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間
	2m	50・Z	(45・k1+32)・Z	50・k2・Z	60・Z	(54・k1+39)・Z	60・k2・Z
重い屋根	1m	41・Z	(58・k1+16)・Z	41・k2・Z	50・Z	(69・k1+20)・Z	50・k2・Z
	1~2m	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間	直線補間
	2m	57・Z	(58・k1+32)・Z	57・k2・Z	69・Z	(69・k1+39)・Z	69・k2・Z

ここで、 $R_f=S_2/S_1$ 、 $k_1=0.4+0.6 \times R_f$ 、 $k_2=1.3+0.07/R_f$

前述のように、精度を高めるため、基準法の壁量設計の必要壁量より複雑な式になっている。必要壁量には、基準法の壁量設計と比べると、以下の4点が改良されている。①想定する建物の重さの見直し。②積雪荷重を考慮。③部分2階建てにおける地震力の違いを考慮。④地震地域係数の取り込み、である。

また、必要壁長は「必要壁量×床面積」で求めるが、床面積の求め方も建築基準法壁量設計の場合とやや異なっている。建築基準法必要壁量の場合には、その階の基準法上の床面積であるが、性能表示では、むしろ上を向いたときの面積を採用することになっている。これは、当該階より上の重量による地震力を、その階の壁が負担しているからである。より力学に基づいた方法と言える。したがって、建物によっては、性能表示の必要壁量算定用の床面積は、基準法上の床面積とは異なることがある。また、ベランダや柱で

支えられた屋根などの自重も考慮することとしている。

これらの結果、基準法必要壁量に比べ、計算式はやや複雑であるが、構造計算を行った場合に近い必要壁量を求めることができるようになっている。

なお、等級1は、地震も強風も、建築基準法を満足したレベルのことである。混乱しやすいのは、等級1は、基準法の必要壁量を満足していればよく、等級2や等級3になると、性能表示の壁量を満足しなければならないということである。その結果、必要とされる壁量は、等級1と等級2の間で不連続になっていることを覚えておきたい。

性能表示の風圧力用係数は、表 5.5-5 のように、基準風速に応じて設定されている。つまり、風速についても、地域係数を採用したことになる。

耐風等級は、等級2のみが設定されている。耐風等級2は、基準法レベルの1.2倍の耐力を有するものとされている。

表 5.5-5 風圧力用係数（見つけ面積に乗じる係数） cm/m^2

基準風速V0(m)	30	32	34	36	38	40	42	44	46
係数	53	60	67	76	84	93	103	113	123

性能表示の存在壁長は、基準法の壁量設計と同様に、それぞれの壁の（壁倍率×壁長さ）を求め、それらを梁間方向・桁行方向毎に合計して算出する。

個々の壁の基本的な耐力（壁倍率）は、基準法の値を用いる。したがって、性能表示でも、壁倍率の上限は5.0（9.8kN/m）である。ただし、性能表示では「準耐力壁等」という壁も耐力に算入することができる。これは、内装下地の石膏ボードなど天井までしか張られていない壁や、垂れ壁・腰壁などを等価的に耐力壁扱いするものである。これらは、基準法では「雑壁」と呼ばれ、非耐力の扱いである。「準耐力壁」とは、石こうボードなどの面材壁について、耐力壁としての仕様（釘の大きさや間隔、打ち付け方法など）は満足していないが、一定の耐力が期待できる仕様の壁を、あたかも耐力壁と同様に扱うというものである。ちなみに、この準耐力壁等は、許容応力度計算（構造計算）でも、耐力を有する壁として、計算に算入することができる。

「準耐力壁等」には2つのものがある。「準耐力壁」と「垂れ壁・腰壁等」である。これらを合わせて「準耐力壁等」と呼ぶ。これらは、①面材が横架材まで達していない、②釘打ちの方法・個所が耐力壁の仕様を満足していない、ために耐力壁とは認められていないものである。

しかし、これらの壁も、耐力壁と同じ釘・同じ間隔で打てば、概ね壁の高さに比例して耐力を発揮できることが確認された。そこで、性能表示では、面材が張られている高さの比率係数と、川の字打ちの低減係数（0.6）を乗じることで算入して良いこととしたものである。

ただし、これまでの「雑壁」がそのまま準耐力壁になるわけではないということに注意する。「川の字打ち」になるが、釘の種類と間隔は耐力壁と同様の仕様でなければならない。また、大壁工法に限られることや、「垂れ壁・腰壁等」の場合にはその開口を挟んで両側に準耐力壁等があること、など耐力算入できる条件がある。

5.5.2.3 構造計算による性能表示

前述のように、規模の点から、階数が3以上または、軒高9mまたは最高高さ13mを超えるか、延べ面積500㎡を超える木造建物は「仕様規定」に加えて「構造計算」が必要とされている。また、軒高9mまたは最高高さ13mを超えるものは、ルート2の計算が必要である。ちなみに、軸組工法では、高さが31mを超えないとルート3（保有水平耐力計算）は必要とされない。

構造計算による性能表示は、基準法の計算による応力に対して、外力による応力を、耐震等級2は1.25倍、耐震等級3は1.5倍とする。耐風等級2は、同じく1.2倍である。一般に、許容応力度計算は、弾性解析であるから、外力をそれぞれの倍率として応力を算定することが行われる。「応力の倍率」であるから、一般の許容応力度計算で算出される応力を、それぞれ等級に応じた倍率を乗じて検定を行うのもよい。

許容応力度計算は、建築基準法・施行令では第3章第8節に位置づけられているが、そこには具体的な計算法は示されていない。そこで、木造軸組工法の許容応力度計算は、(公財)日本住宅・木材技術センター発行の「木造軸組工法住宅の許容応力度設計（2017年版）」に準拠して行うのが一般的である。

このテキストの計算方法の特徴は、以下の通りである。

まず、耐力壁の許容せん断耐力の設定方法は、仕様規定の耐力壁（壁倍率）と同じである。したがって、仕様規定の壁倍率に1.96kNを乗じることで、許容せん断耐力を求めることができる。また、中地震に対する性能と大地震に対する性能を同時に満足するように設定されているのも同じである。

ただし、仕様規定がいわゆる耐力壁（施行令第46条第4項に記載のもの、昭56建告1100号に記載のもの、及び大臣認定を取得したもの）に限られるのに対して、以下の3つも使用することができる。たとえば、木造ラーメンなどは、③の位置づけで、許容応力度計算に取り込むことができる。また、このテキストの設計法では、耐力壁の許容せん断耐力の上限は、13.72kN/m（壁倍率で7.0倍相当）である。

①性能表示制度における「準耐力壁」として規定されているもの、及びその認定を取得したもの。

②面材耐力壁では、上記の図書に記載の「詳細設計法」と呼ばれる方法で耐力を設定したもの。具体的な内容を後述する。

③実験等により確かな根拠のある資料に基づいたもの。ただし、確かな根拠として、一般には、試験機関による評価を取得するものが多い。

なお、耐力壁の剛性は、施行令第46条第4項、及び昭56建告1100号の耐力壁は、許容せん断耐力を発揮するときの変形角は1/120rad.とされるが、伝統系の耐力壁を除いて、実建物では1/150rad.の剛さがあると見なして良いこととなっている。また、告示や大臣認定を取得したものや評価機関で評価を受けたものは、その時に合わせて剛性も評価されるので、その値を用いる。

第2の特徴は、耐力の検定は、許容応力度のレベルで確認するのは、部材断面の検定だけであり、ほとんどは部位や壁線単位で行うことである。たとえば、各耐力壁の負担水平力は、壁線単位の剛性に比例して分配し、耐力壁線単位で耐力が充足しているかの検定を行う。また、接合部の検定も、一部を除くと、接合部単位でそこに生じる応力に対して、接合部の許容耐力が上回っているか、すなわち「許容耐力設計」をしている。

第3は、いくつかの部位の検定において、終局時の性能を確保するための手法を採用していることである。そのため「存在応力による設計」を行っていない部分がある。たとえば、柱頭柱脚の接合部の検定では、存在応力ではなく、その耐力壁が許容せん断耐力を発揮した時を想定して応力を算定し、それを上回るような接合とすることとしている。

第4に、基本的に床面は剛床を仮定し、床の許容せん断耐力は、それを満足するようなものを選定する。

第5に、立面の壁の反曲点高さは、隅柱は0.8とし、それ以外を0.5として算定する。ただし、壁端柱の柱頭・柱脚接合の選定にあたっては、存在応力ではなく、耐力壁の許容せん断耐力を想定して選定する。また、同様に、基礎の断面設計においても、耐力壁が許容せん断耐力を発揮した場合の柱脚の引き抜き力・圧縮力を求め、それによって基礎の断面を設計することとしている。構造のモデルとしては、図5.5-1に示すような、簡易ラーメンモデルである。

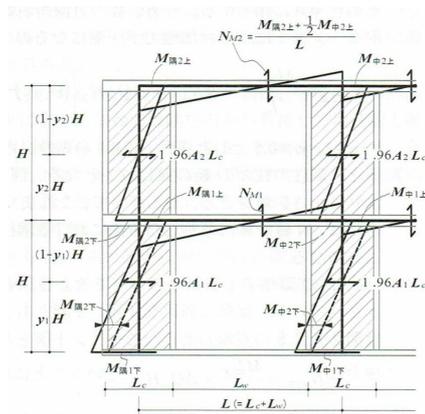


図 5.5-1 軸組工法の柱脚接合部や基礎の構造計算で用いられる簡易ラーメンモデル

5.5.3 枠組壁工法の建築基準法と性能表示

5.5.3.1 枠組壁工法の基準法と性能表示

木造建築の仕様規定は、前述のように、建築基準法・同施行令第3章第3節にある。しかし、枠組壁工法は、施行令第80条の2「構造方法に関する補則」の第一号をうけた平13国交告第1540号によって、「特殊な構造方法」の一つとして、第3節の規定を外れて設計されている。

枠組壁工法の設計ルートと遵守すべき仕様・構造計算の内容を、表5.5-6に示す。仕様規定だけで建築できる建物の規模は、軸組工法と同じである。2階建て以下、かつ延べ床面積500㎡以下、軒高9mまたは最高高さ13m以下である。

また、基準法と性能表示の関係も基本的に軸組工法と同じである。「軸組工法と整合させている」といってもよい。

5.5.3.2 枠組壁工法の仕様規定による性能表示

よく知られているように、枠組壁工法の仕様規定は、軸組工法に比べると、はるかに詳細に仕様が定められている。部材の大きさや、それを止めつける接合の種類まで規定されている。「仕様規定らしい仕様規定」といわれることもある。

枠組壁工法の壁量設計の考え方や具体的な手順は、基本的に軸組工法と同じである。整合が取られている。枠組壁工法の壁量設計における必要壁量は、基準法・性能表示ともに、軸組工法と同じである。前掲の表5.5-2～表5.5-5である。

地震力用の係数が同じ値ということは、建物として同じ重さを想定していることを意味している。実態としては、以前の和風の軸組工法と枠組壁工法の住宅は、建物の重さの構成が異なっていた。しかし、近年の住宅では、軸組工法も大壁工法で、大開口のものは少なくなっている。その結果、軸組工法の建物と枠組壁工法は、重量的にはほとんど違いがなくなっている。したがって、軸組工法と同じ値であることは、納得できる。ただし、そもそも基準法・壁量設計の地震力用の係数は、前提とする建物重量が軽い、つまり必要壁量が小さいとされるが、枠組壁工法でも同様の問題は残っている。

枠組壁工法の耐力壁とその強度（壁倍率）は、建築基準法施行令の施行規則第8条の3を受けて、平13国交告1541号に規定されている。耐力壁の倍率の評価方法は、基本的に軸組工法と同じである。したがって、壁倍率は、「損傷防止」と「倒壊防止」の両方を満足するように決定されている。壁倍率の上限が5.0(9.8kN/m)であるのも同じである。

表 5.5-6 枠組壁工法の建物規模と必要な構造計算等の内容

構造設計方法 建物概要(※1) 遵守すべき告示仕様 必要な構造計算	仕様規定							一部仕様規定		性能規定
	告示第1～第8をすべて満たすもの							第10 第二号	第10 第一号	第12 (第9)
	2階建て 以下、かつ 500㎡以下	3階建て または 500㎡超	木造3階建て 共同住宅	構造計算適合性 判定対象 (高さ13m超、 軒高9m超)		混構造 (※2)		部位の仕様 が告示仕様 からはずれる 建物	空間・開口 のサイズが 告示仕様から はずれる 建物	建物形態に 制限なし
				(ルート2)**	(ルート3)					
第1 階数	2階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	3階建てまで	制限なし
第2 材料	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
第3 土台	二 アンカーボルトの 仕様	○	○	○	○	○	○	—	—	—
第4 床版	二 床根太支点間距離 8m	○	○	○	○	○	○	○	—	—
	三 床根太間隔 65cm	○	○	○	○	○	○	—	—	—
	七 くぎ打ち仕様	○	○	○	○	○	○	—	—	—
第5 壁等	五 壁量計算	○	○(※3)	○(※3)	○(※3)	○(※3)	○(※3)	—	—	—
	六 耐力壁区画 60 (72)㎡	○	○	○	○	○	○	○	—	—
	七 コーナーが合計 90cm	○	○	○	○	○	○	○	—	—
	九 たて枠材の仕様	○	○	○	○	○	○	—	—	—
	十一 頭つなぎの設置	○	○	○	○	○	○	—	—	—
	十二 開口幅 4m、開 口比 3/4	○	○	○	○	○	○	○	—	—
十五 くぎ打ちの仕様	○	○	○	○	○	○	—	—	—	
第6 根太等の横架材	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
第7 小屋 組等	二 たるき間隔 65cm	○	○	○	○	○	○	—	—	—
	九 くぎ打ちの仕様	○	○	○	○	○	○	—	—	—
第3～第7の上記以外		○	○	○	○	○	○	○	○	—
第8 防錆措置等	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
構造 計算	許容応力度計算(接合部、屋根ふき 材を含む)	—	○	○	○	○	※5	○	○	○
	剛性率の確認	—	—	—	○	—	※2	—	—	—
	偏心率の確認	—	—	—	○	—	※2	—	○	—
	風圧力による層間変形角の確認	—	—	—	—	—	—	—	—	○
	地震力による層間変形角の確認	—	—	○	○	○	※2	—	—	○
	保有水平耐力の計算	—	—	—	—	○	—	—	—	○
	その他	—	—	架構の じん性	※4	—	※2 ※5	—	—	—

※1：建物概要が重複する場合には、双方に要求される構造計算を全て行わなければならない。
 ※2：平19国交告第593号に混構造の場合の規定がある。併用される構造(鉄骨造、鉄筋コンクリート造等)により、必要とされる構造計算等が異なる。
 ※3：第10第二号が適用される場合には、壁量計算は不要である。第10第二号を適用しても、必要とされる構造計算は実質的に変わらない。
 ※4：昭55建告第1791号(改正平成29年9月26日)第1に定める構造計算。
 ※5：混構造のルートにより屋根ふき材の検討、塔状比の検討が必要となる場合がある。
 ※6：建築基準法施行令第9条の3により構造計算適合性判定を省略できる場合がある。

異なるのは、耐力壁の基準耐力を決定する4つの特性値の一つ「特定変形角時の耐力」で、軸組工法が1/120rad.であるのに対して、枠組壁工法は1/150rad.である。また、軸組工法とは、釘の種類や釘打ち間隔が異なるため、壁倍率の具体的な値は軸組工法とは異なっている。軸組工法はN釘が基本であるが枠組壁工法はCN釘である。また、軸組工法では、釘打ちは外周も中通り(間柱への釘打ち)も同じ間隔で打つが、枠組壁工法では中通りは外周より広いものが多い。

5.5.3.3 枠組壁工法の構造計算による性能表示

枠組壁工法の構造計算による性能表示は、基本的に軸組工法と同様に、一般の許容応力度計算に、等級に応じた強さの係数、すなわち耐震等級2は1.25倍、耐震等級3は1.5倍を乗じて求める。その際、それぞれの倍率で、外力を大きく設定して計算することが多い。

枠組壁工法建築物の許容応力度計算は、(一社)日本ツーバイフォー建築協会が編集した「2018年枠組壁工法建築物 構造計算指針」に準拠して行うのが一般的である。

その構造計算の基本的な考え方は以下のようなものである。

①耐力壁の許容せん断耐力は大きく2つ分けられ、壁倍率を許容せん断耐力に換算したものと、釘配列などから個別に設計するものがある。壁倍率を換算する場合は、軸組工法と同様に、告示で与えられている壁倍率に1.96kN/mを乗じて、許容せん断耐力とすることができる。詳細に設計する方法は後述する。

②耐力壁の剛性も、許容せん断耐力と同様に2つに分けられる。大臣認定を取得したものを除いて、壁倍率を換算するものは、許容せん断耐力を発揮するのが1/150rad.時として剛性を算出する。個別に許容せん断耐力を設計する耐力壁は、その剛性も個別に設定する。

③基本的に床面は剛床を仮定し、床の釘打ち等の仕様は、それを満足するように設定されている。また、各耐力壁の負担水平力は、剛性に比例して分配する。存在応力による計算を行う。構造のモデルとしては、**図 5.5-2**に示すような、簡易ラーメンモデルである。

④立面的にも層単位で独立していると見なす。すなわち、反曲点高さは0.5としている。柱脚の引き抜きの検定は、存在応力と上記反曲点高さから算定する。ただし、ルート3の終局時の検討では、連層の耐力壁が掘っ立て柱のようになるとして、1階柱脚金物の基準耐力と比較、検定することとしている。

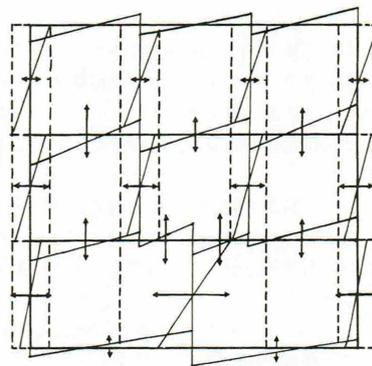


図 5.5-2 枠組壁工法の構造計算で用いられる簡易ラーメンモデル

前述の告示第十の第二を適用する場合、耐力壁の耐力をより自由に設定することができる。釘の一面降伏せん断耐力から算出する方法である。

また、枠組壁工法の耐力壁の剛性は、一般的な壁は、許容せん断耐力を発揮したときに1/150rad.として計算する。また、上記のように、任意に耐力壁の耐力を設計した場合には、許容耐力と同様の考え方で算出することとしている。

また、ルート3（保有水平耐力計算）の計算を行うときの耐力壁の保有水平耐力は、壁倍率を換算した場合、及び、上記のように、計算で算定した降伏耐力（＝許容耐力）の場合、ともに合板系の耐力壁は1.5倍、石膏ボード系の耐力壁は1.2倍で計算することとしている。

5.5.4 CLT パネル工法の建築基準法と性能表示

5.5.4.1 CLT パネル工法の基準法と性能表示

CLT パネル工法も枠組壁工法と同様に、施行令第80条の2「構造方法に関する補則」の第一項をうけた平28国交告第611号によって、「特殊な構造方法」の一つとして、施行令第3章第3節の木造の仕様規定を外れて設計されている。

CLT パネル工法の構造計算ルートは、**表 5.5-7**のようにまとめられる。

CLT パネル工法には、軸組み工法や枠組み壁工法のような仕様規定だけの設計ルートはない。しかし、ルート1は、後述するように、耐力壁の耐力が1種類で、その他の仕様はその耐力壁の性能が担保されるような仕様を設定されている。すなわち、実質的には仕様規定ルートに相当している。

一方、CLT パネル工法の性能表示は、従来、位置づけられていなかったことから、具体的な設計法はま
とまっていない。ただし、CLT パネル工法は、ルート1でも許容応力度計算の体裁となっているため、性
能表示の基本的な考え方、すなわち、基準法レベルに対して、耐震等級2は1.25倍の性能、耐震等級3は
1.5倍、耐風等級2は1.2倍という性能レベルを想定することとなる。

表 5.5-7 CLT パネル工法の構造計算のルートと規定の概要

規定の概要	ルート1	ルート2		ルート3		限界 耐力	関連告示 (平28国交告第611号)	
		仕様 R_f	上限 R_f	仕様 D_s	計算 D_s			
土台	壁厚さ以上の土台幅	○	○	○	☆	☆	第三第二号	
水平構面 (床・屋根)	床・屋根パネルの外層ラミナ方向はパネル長辺または短辺方向と平行	○	○	○	☆	☆	第四第二号 第六第一号	
	床・屋根パネルの形状は矩形または安全側に矩形に置換	○	○	○	☆	☆	第四第二号イ 第六第一号	
	設備小開口を有する床・屋根パネルの剛性耐力を適切に低減	○	○	○	☆	☆	第四第二号ハ 第六第一号	
	床・屋根パネルを平行する二つの耐力壁・梁で有効に支持	○	○	○	☆	☆	第四第三号 第六第一号	
	床・屋根パネル相互を有効に緊結 耐力壁線との交差部に引張接合部	○	○	○			第四第四号 第六第一号	
	建物外周吹抜部に耐風梁	○	○	○			第四第五号 第六第一号	
壁等	壁パネル以外の水平力負担禁止	○	○	○	☆		第五第一号	
	壁パネルは床版の上部に配置(床勝ち)	○	○	○	☆		第五第一号	
	壁パネルの形状は矩形または安全側に矩形に置換	○	○	○	☆	☆	第五第一号	
	壁パネルの外層ラミナ方向はパネル長辺または短辺方向と平行	○	○	○	○	☆	☆	第五第二号
	壁パネルの設備小開口は24cm角以下かつ非耐力壁	○					第十第二項第二号	
	設備小開口を有する壁パネルの剛性耐力を適切に低減		○	○	☆	☆	☆	第五第一号
鉛直構面	鉛直構面は小幅、大版①のいずれか	○					第十第二項第一号	
	鉛直構面は小幅、大版①、大版②のいずれか		○	○			第五第三号	
	鉛直構面は小幅、大版①、大版②のいずれか 袖壁なしOK				○		第八第二号イ	
	耐力壁の長さは90cm以上・2m以下	○					第十第二項第四号	
	耐力壁の長さは90cm以上		○		○		第八第二号口 第九第二号口(1)	
	下階の耐力壁は上階と同じ長さ、かつ、同厚さ以上	○					第十第二項第三号イ	
	垂れ壁・腰壁の長さは90cm以上・4m以下、高さは50cm以上	○					第十第二項第四号	
	垂れ壁・腰壁の長さは70cm以上・4m以下		○		○		第八第二号ハ 第九第二号口(1)	
	大版①の垂れ壁・腰壁高さの上限値	○					第十第二項第四号	
	垂れ壁パネル・垂れ壁部分の脱落防止措置	○	○		○		第八第二号ホ 第九第二号口(1) 第十第二項第五号	
接合部	床版・屋根版脱落防止措置(垂れ壁を設けない部分)	☆	○		○		第八第二号ヘ 第九第二号口(1)	
	壁-基礎引張接合部はU形金物+M16(ABR490)アンカー、他	○					第十第二項第七号イ	
	上下階壁間引張接合部はU形金物+M20(ABR490)ボルト、他	○					第十第三項第七号口	
	壁-垂れ壁、壁-腰壁せん断接合部の短期許容耐力は52kN以上	○					第十第二項第八号	
	床パネル相互引張接合部の短期許容耐力は52kN以上	○					第十第二項第八号	
	壁-基礎せん断接合部の短期許容耐力は47kN以上	○					第十第二項第九号	
	壁-床・壁-屋根せん断接合部の短期許容耐力は54kN以上	○					第十第二項第九号	
	最下階壁パネル下部引張接合部は終局変形4cm以上、伸び率10%以上		○		○		第八第二号ニ(1) 第九第二号口(1)	
	上記以外の引張接合部は終局変形2cm以上、伸び率10%以上		○		○		第八第二号ニ(2) 第九第二号口(1)	
壁-基礎引張接合部の先行降伏確認		○		○		第八第二号ト 第九第二号口(1)		

5.5.4.2 CLT パネル工法の仕様規定による性能表示

ルート1の適用は、3階建て以下、かつ軒高9m、最高高さ13m以下である。また、小幅パネル架構、
または大版パネル架構①とし、大版パネル架構②は適用できない。前述のように、ルート1の設計は、軸
組工法や枠組壁工法の仕様規定ルートに相当している。

CLT パネル工法の構造計算は、全ルートとも、(公財)日本住宅・木材技術センターが発行する「2016年
公布・施行 CLT 関連告示等解説書」及び「2016年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」に準拠
して行うのが一般的である。

耐力壁の配置には、図 5.5-3 のような制限がある。また耐力壁の基本的な耐力が1種類である。また、こ
の算定法は、同じ仕様であっても、建物の階高が大きくなるほど、また、階数が多くなるほど、許容せん
断耐力が低くなるように作られているという特徴がある。

$$Q_{ai} = \frac{Q_{ei}}{Q_{e1}} \cdot \Sigma Q_a L$$

ここで、

Q_{ai} : i 階の許容せん断耐力 (kN)

$$Q_a = \frac{3}{H_i} \cdot (Q_0 + 1.5n)$$

H_i : i 階の階高 (m) ($3 \geq H_i$ のとき $H_i = 3$ とする)

Q_0 : = 地階を除く階数が 2 以下の場合 15、3 の場合 10、(kN)

n : 当該壁パネル群に緊結された垂れ壁パネルおよび腰壁パネルの総数

L : 当該階の耐力壁のうち計算しようとする方向に設けたものの長さ (m)

ここで、垂れ壁・腰壁の数は、図 5.5-4 のように算定する。

その他、以下のような制限 (規定) が設定されている。

- ①耐力壁の長さは 90cm 以上 2 m 以下とする。
- ②下階の耐力壁は、上の階と同じ長さ、かつ同じ厚さ以上とする。
- ③垂れ壁・腰壁の長さは、90cm 以上 4 m 以下、高さは 50cm 以上とする。
- ④垂れ壁パネル・垂れ壁部分には脱落防止措置をおこなう。
- ⑤耐力壁以外の部分は、 $C0=0.3$ で検定を行う。
- ⑥偏心率は 0.3 以下とし、0.15 を超える場合には、 F_e 割り増しによる検定、またはねじれ補正係数を乗じての検定を行う。

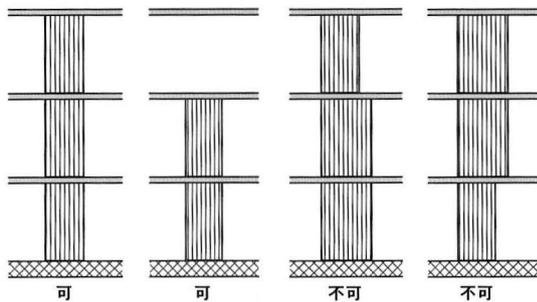


図 5.5-3 耐力壁の配置の制限

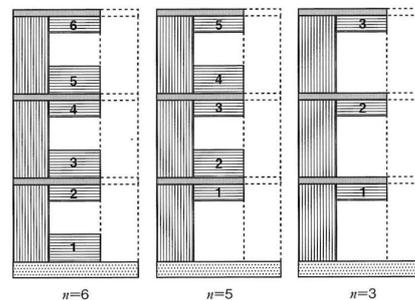


図 5.5-4 垂れ壁・腰壁の算入方法

なお、ルート 1 における耐力壁周囲の接合部は、必要耐力の数値が設定されている。同等性能以上の金物を選択することは可能であるが、それによって耐力壁の許容せん断耐力を変えることはできない。また、基礎の設計用のための、耐力壁の反曲点高さ比は、①床パネルのみで接続する耐力壁、②連続耐力壁、③各床レベルで垂れ壁に接する耐力壁、に応じて数値が設定されている。

このルートで、性能表示の各等級の性能を確保するには、個々の耐力壁の許容せん断耐力は上げることができないので、耐力壁の量を増やして、各等級の比率の性能を上回る必要がある。

5.5.4.3 CLT パネル工法の構造計算による性能表示

CLT パネル工法のルート 2 以上の構造計算では、大版パネル架構② (一体型架構) も対象とすることができる。また、図 5.5-5 のような、基本的に 3 次元のフレームモデルを用いることとされている。ルート 2 とルート 3 で異なるのは、ルート 2 は弾性解析、ルート 3 は各要素をマルチリニアにモデル化した非線形の増分解析を想定していることである。

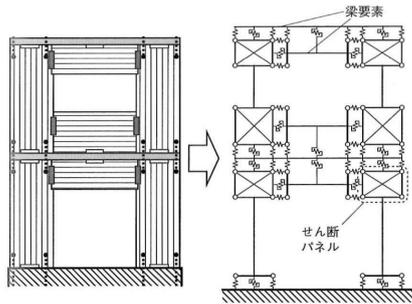


図 5.5-5 建物のモデル化

表 5.5-8 ルート 2 における応力割増率 R_f

架構形式	耐力壁 (袖壁等パネル・袖壁等部分) の長さ		
	90cm 以上 1.5m 以下	1.5 超 2m 以下	2m 超
小幅パネル架構 大版パネル架構①	1.3	1.6	1.8
大版パネル架構②	1.8	1.8	1.8

ルート 2 では、弾性解析であることから、断面の検定にあたっては、終局時の性能を確保するために、応力割増率 R_f が設定されている。引っ張り接合部で耐力壁-基礎以外のもの及びせん断接合部については 2.5、これら以外のものについては、以下の a) ~ f) を満足する場合には表 4.3-1 の値を採用できる。満足しない場合は 2.5 とする。

- 耐力壁の長さは 90cm 以上。
- 開口部の幅は 70cm 以上 4m 以下。
- 引張接合部は所定の変形能力を有する。
- 垂れ壁パネルの脱落防止措置 (欠き込み, 受け材など) を講じる。
- 直下に壁パネルおよび垂れ壁パネルが存在しない床パネルの脱落防止措置 (受け材など) を講じる。
- 耐力壁-基礎引張接合部の先行降伏を確認する。

4 階建て以上の CLT パネル工法建物は、ルート 3 が必要である。また、ルート 2 以下の規模の建物でも、仕様規定を外れる場合や、ルート 2 で偏心率が 0.15 を超える場合などにルート 3 となるものがある。また、ルート 3 では、図 5.5-6 に示すような通しパネルの架構、前述のルート 1 では不可能な耐力壁配置も対象とすることができる。

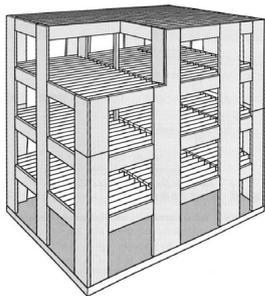


図 5.5-6 通しパネルの架構

表 5.5-9 D_s の値

耐力壁長さ L (m)	架構形式	
	分割型架構	一体型架構
90cm 以上 1.5m 以下	0.40	0.55
1.5m 超 2.0m 以下	0.50	0.55
2.0m 超	0.55	0.55

ルート 3 (保有水平耐力計算) では、構造特性係数 D_s が重要である。CLT パネル工法では、以下の条件を満足する場合には、表 5.5-9 の値を用いることができる。満足しない場合は、0.75 とするか、あるいは増分解析で得られた荷重変形角曲線より算定する。

5.5.5 考察と今回の性能表示シミュレーション結果について

5.5.5.1 3つの工法の設計法のまとめ

以上、軸組工法、枠組壁工法、および CLT パネル工法の各設計法の概要・考え方をまとめた。これより、以下のようなことが分かる。

- ① 軸組工法と枠組壁工法は、同じ、低層の住宅を主な対象としてきたことから、考え方の整合が図られており、共通点が多い。たとえば、仕様規定の地震や台風に対する必要壁量は、基準法も性能表示も、両工法で基本的には共通である。(ただし、枠組壁工法では、多雪区域の壁量割り増しが規定されている点が異なる。)
- ② また、耐力壁の壁倍率(許容せん断耐力)の設定方法も、同じ考え方で整理されている。また、仕様規定における壁倍率の上限も、同様に 5.0 である。
- ③ ただし、軸組工法では、性能表示の存在壁量の算定方法において、「準耐力壁等」を耐力壁と同等に扱って算入することができるという規定が新設されている。
- ④ CLT パネル工法は、基本的には、仕様規定だけの設計ルートはないが、ルート 1 と称する設計法は、軸組工法や枠組壁工法という仕様規定ルートに相当している。
- ⑤ CLT パネル工法のルート 1 は、耐力壁の強度が基本的に 1 種類で、また、この算定法は、同じ仕様であっても、建物の階高が大きくなるほど、また、階数が多くなるほど、許容せん断耐力が低くなるように作られている。
- ⑥ そして、2 階建ての場合は、基本的に 7.5 倍相当の耐力で用いることができるため、CLT パネル工法は、比較的優位である。しかし、3 階建てでは壁倍率で 5.0 倍相当となる。軸組工法では、許容応力度計算することで 7.0 倍相当まで用いることができ、枠組壁工法でも比較的容易な方法で、5.0 倍相当を超える許容せん断耐力を設定できるので、CLT パネル工法の優位性は薄れる。
- ⑦ CLT パネル工法で、3 階建てをルート 2 以上で計算する場合、基本的に 3 次元フレームモデルが想定されているために、それができるソフトウェアが必要になる。また、各要素のバネ設定など、操作が難しくなる。また、各部の検定では、割増係数 R_f を乗じての検定になるため、どの程度の仕様でスタートすると検定時の NG を避けられるか、習熟するまでは、手戻りも生じることが予想される。また、審査側にも習熟した人は少ないので、審査もやや煩雑になること予想される。
- ⑧ 4 階建ての場合、CLT パネル工法はルート 3 が求められることから、要素のバネ設定は更に複雑になる。ただし、ルート 1 の各種の制限が取り除かれることから、耐力壁の許容せん断耐力も実質的に高く設定でき、構造性能上の他工法に対するデメリットは解消される。ただし、審査の煩雑さはルート 2 以上になることが予想される。
- ⑨ CLT パネル工法のルート 2、ルート 3 は、前述のように立体フレーム解析が必要となる。同じモデルで、ルート 3 は要素をマルチリニアとして増分解析を行うものであるが、ソフトが充実すれば、操作の手間はルート 2 でもルート 3 でも、大きく変わらないと考えられる。ソフトウェアの充実が望まれる。

- ⑩ 軸組構造は、柱・横架材で構成した立体架構に耐力壁をいれる架構であり、耐力壁は、鉛直荷重と独立して水平力のみを負担するという特徴がある。一方、枠組壁工法は、剛なプラットフォーム（水平構面）の間に耐力壁を入れる構造で、耐力壁が鉛直荷重と水平荷重の両方を負担するという特性がある。また、CLT パネル工法は、上下に連層する耐力壁群が基本的な架構で、それに床・屋根構面がついて架構を形成する。建物の基本的な構成、モデル化の違いがあり、CLT パネル工法は、共同住宅など壁が上下一致する建物に適している。

5.5.5.2 試設計の結果に関する考察

以上、軸組工法、枠組壁工法、および CLT パネル工法の各設計法の概要・考え方をまとめた。ここで、まず、検定プランと結果より 1 階の耐力について検定比を表 5.5-10 にまとめる。

表 5.5-10 検証プランの 1 階の耐力検定結果のまとめ

1階について	Aプラン		Bプラン								Cプラン		Dプラン
	X	Y	B1		B2		B3		B4		X	Y	
地震力 Q_{ei} (kN) $C_d=0.2$	91.93		447.44		447.44		328.40		447.44		1171.80		713.60
床面積当りの 地震力 (kN/m ²)	0.65		0.83		0.83		0.61		0.83		1.72		1.40
許容せん断耐力 Q_{si} (kN)	131.32	216.69	523.31	501.99	656.90	566.49	420.51	435.02					
検定比 Q_{si}/Q_{ei}	1.42	2.35	1.17	1.12	1.47	1.26	1.28	1.32					
判定	≧1.25		≧1.00		≧1.25		≧1.25				最大検定比 0.99 垂れ壁		最大検定比 0.97 垂れ壁
	OK												
検定比 Q_u/Q_{um}									2.00	1.94	1.43	1.88	
判定	≧1.25		≧1.25		≧1.25		≧1.25				≧1.25		
	OK			OK OK									

A~D の 4 プラン 7 仕様について すべて構造が成立していることが分かった。

個々のプランの特徴として

- 1) A プラン 2 階建戸建て住宅で検定比 1.42~2.35 であり構造的に余裕がある。垂れ壁・腰壁の効果は 10~20%。
- 2) B プラン 3 階建て共同住宅・耐震等級 2 の B2 プランを基準として他の仕様を考察する。
 - B1 プラン 等級 1 で設計した場合で 耐力壁長さを 20~30%減らしても構造的に成立している。また垂れ壁・腰壁の効果がこのプランにおいては 30~40%程度耐力に寄与している。
 - B3 プラン 同一プランの軸組構造で設計しているが建物重量が CLT に比べ 73%と軽くなっている。また耐力壁のせん断耐力も 3 階建て CLT に比べ高いために壁長さを少なくできている。
 - B4 プラン B2 プランをルート 3 で計算しているが検定比が 2 前後となり構造安全性が確認できた。
- 3) C プラン 4 階建てルート 3 で計算。B 4 と同様に検定比に余裕がある。ただし引っ張り接合部に X マーク金物に変え高耐力な U 型金物を用いた。なお、4 階建てで耐火構造となるために床面積当たりの地震力は 1.72kN/m² と高い値になっている。
- 4) D プラン C プランを 3 階建てとした建物で X マーク金物を使用しルート 2 計算を行った。

前項の各設計法の特徴と、試設計での結果より、以下のようなことが分かる。

- ① 2階建てまでは、ルート1でも、耐震等級2を実現するのも比較的容易で、壁量に余裕があることから、開口部も比較的大きく設けることができる。
- ② 3階建てになると、ルート1では、耐力壁の許容せん断耐力が小さくなることから、耐震等級2を実現するには、垂れ壁・腰壁を考慮した計算が必須になる。2階建てのプランをそのまま3階建てにするには、耐力壁を増やさざるを得ないケースがある。
- ③ 3階建ては、軸組工法や枠組壁工法でも、近年はごく普通に建設されており、その際の耐力壁は、7倍相当程度の許容せん断耐力が採用されている。CLTパネル工法でも、ルート1で3階建て・耐震等級2を、壁だらけにならずに建てられるようにするためには、15kN/m程度の許容せん断耐力が実現できる耐力壁仕様（接合部仕様）が必要である。
- ④ 3階建ては、ルート2であれば、0.2m/m²程度の耐力壁長さを目安として配置すれば、耐震等級2も、実現可能であることが分かった。ルート2の計算が、容易にできるような状況が醸成されれば可能性はある。
- ⑤ 4階建ては、ルート3が必要であるが、引っ張り接合部・せん断接合部は高耐力が求められることから、クロスマーク金物では成立しないことが分かった。また、1階の垂れ壁・腰壁パネルの強度検定から、S90-7-7などCLTの厚みを増しておくのが適合しやすいことが明らかになった。ルート3の計算のソフトウェアが充実し、計算および審査の煩雑さが取り除かれれば、可能性はあることが分かった。
- ⑥ 今回の一連の計算でルート1、ルート2、ルート3の計算結果の違いがあり、階数や耐力壁の長さで適したルートを選択する必要があることが分かった。
- ⑦ 意匠設計者がCLTパネル工法を設計する上で、基礎的な知識、特に構造ルールを簡潔にまとめたマニュアルを作成する必要がある。
- ⑧ 今後改定される告示の内容や「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル 2021年 構造・材料増補版」の内容を分かりやすく、上記マニュアルに反映させる必要がある。