令和２年度　林野庁補助事業
中高層建築物を中心としたＣＬＴ等の木質建築部材の利用促進事業

# ＣＬＴ建築物等の設計者育成・技術的支援・資格制度運用事業
# （設計者等の育成に係る提案）

# 事業報告書

令和３年３月

一般社団法人　日本ＣＬＴ協会

# 目　次


１．事業概要 3
１．１　事業名 3
１．２　事業目的 3
１．３　実施概要 3
２．CLT 建築物の設計者向け講習会の開催 4
２．１　目的と実施内容 4
２．２　委員名簿 4
２．３　講習会の検討および実施 5
２．３．１　対象者 5
２．３．２　ゴール 5
２．３．３　講義の時間数 5
２．３．４　テキストの構成・編集方針 5
２．４　講師 5
２．４．１　講師の選定 5
２．４．２　講師一覧 5
２．５　講習会の開催 6
２．５．１　「CLT 設計者向け実務講習会」概要 6
２．５．２　講習会の様子 7
２．５．３　参加者数 8
２．６　アンケート結果 9
２．６．１　回答状況 9
２．６．２　回答内容 9
２．７　今後の課題 12
３．CLT アイディアコンテスト 2020 の開催 13
３．１　目的 13
３．２　募集部門 13
３．３　設計部門の募集内容 14
３．３．１　募集作品 14
３．３．２　審査基準 14
３．３．３　審査委員 14
３．３．４　募集規定 14
３．３．５　表彰 15
３．４　設計部門の審査および結果 16
３．４．１　審査会について 16
３．４．２　各受賞作品について 16

３．５　表彰式 ..... 22
３．６　冊子やホームページでの作品の公表 ..... 23
３．７　まとめ ..... 24
４．令和元・２年度実施　CLT 関連林野庁事業成果報告会の開催 ..... 25

**巻末資料：「令和 2 年度 CLT 設計者向け実務講習会」テキスト**

# １．事業概要

## １．１　事業名

令和 2 年度林野庁補助事業「中高層建築物を中心とした CLT 等の木質建築部材の利用促進事業のうち CLT 建築物等の設計者育成・技術的支援・資格制度運用事業（設計者等の育成に係る提案)」

## １．２　事業目的

CLT 建築物の設計実務者はまだ少数であり、CLT の利用促進にかかる障壁の一つとなっていることから、CLT 建築物の設計実務者等を全国的に育成し、地方都市においても CLT 建築物が実現できる基盤を拡大強化するため、CLT 建築物の設計者向け講習会および CLT アイディアコンテストを実施する。

## １．３　実施概要

### （１）CLT 建築物の設計者向け講習会の開催

全国 3 会場および WEB にて、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講習会を開催した。

### （２）CLT アイディアコンテスト 2020 の開催

本年度で 6 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委員により表彰作品（農林水産大臣賞等）を決定した。

なお、各取り組みにおける詳細は以降の章に示す。

# ２．CLT 建築物の設計者向け講習会の開催

## ２．１　目的と実施内容

本事業では CLT の需要拡大に必要な設計者等を育成するための講習会を全国 3 会場と 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。

## ２．２　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 |
| 行　政 | 林野庁林政部木材産業課 | |
| 事務局 | （一社）日本 CLT 協会 | |

**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 | （株）ミサワホーム総合研究所　技監 |
| | 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 |
| | 渡邉 須美樹 | （株）木構研　代表 |
| 行　政 | 林野庁林政部木材産業課 | |
| 事務局 | （一社）日本 CLT 協会 | |

## ２．３　講習会の検討および実施

委員会での議論を踏まえて WG で具体の検討を進め、講習会テキストを以下の内容で作成した。

### ２．３．１　対象者

主に意匠設計者を対象とし、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。

### ２．３．２　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。

### ２．３．３　講義の時間数

昨年度と同様に、会場講習は半日（4 時間）の講習時間とした。WEB 講習は、会場講習より若干時間を増やして説明を行った。

### ２．３．４　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、受講者の意見や最新情報を反映したテキストを作成した。また、CLT の実例は、告示 611 号によるパネル工法よりも CLT を材料として軸組構法等で使用する場合の方が多いので、新たな講座として「CLT を用いた工法」を設けた。なお、テキストの全文は巻末の参考資料に示す。

## ２．４　講師

### ２．４．１　講師の選定

委員会および WG にて検討のうえ講師候補を選出し、講習会場ごとに依頼した。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。

### ２．４．２　講師一覧

実際に担当した講師は次の表の通りである。

表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．構造計算 | 鳥羽 展彰（銘建工業）　※会場講習担当<br>中越 隆道（中越建築設計事務所）　※WEB 講習担当 |
| ３．工法<br>４．性能・防耐火・施工 | 河合 誠（日本 CLT 協会）　※WEB 講習担当<br>栗原 潤一（ミサワホーム総合研究所）　※会場講習担当 |

## ２．５　講習会の開催

### ２．５．１　「CLT 設計者向け実務講習会」概要

講習会の開催地は、過去の未実施地域より選定し、地方在住の設計者等でも参加しやすくなるよう割り振った。また会場講習では、A パネ工法普及協議会からの申し出により、講習会終了後に A パネ工法の説明会を開催した。

WEB 講習は、当初 500 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、50 名の追加募集を行った。

その他、講習会の概要は以下の通りである。

**CLT 設計者向け実務講習会（会場講習）　概要**

開催回数：3 回

開催期間：2020 年 11 月～2020 年 12 月

開催会場：会場名の後の（）内は開催日をあらわす。

①新潟会場（11/6）　新潟ユニゾンプラザ（新潟市中央区）

②京都会場（11/24）　TKP ガーデンシティ京都（京都市下京区）

③高松会場（12/10）　高松商工会議所（高松市番町）

主　　催：（一社）日本 CLT 協会

事 務 局：イントラスト（株）

定　　員：各 30 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

CPD 認定：4 単位

時 間 割：

| | |
|---|---|
| 13:00 | 開始 |
| 13:00～13:05（005 分） | 事務連絡 |
| 13:05～13:55（050 分） | 1．概要・最新情報 |
| 13:55～14:15（020 分） | 2．CLT を用いた工法 |
| 14:15～14:25（010 分） | 休憩 |
| 14:25～15:45（080 分） | 3．構造計算 |
| 15:45～15:55（010 分） | 休憩 |
| 15:55～17:35（100 分） | 4．性能・防耐火・施工 |
| 17:35 | 終了 |

**CLT 設計者向け実務講習会（WEB 講習）　概要**

開催期間：2020 年 10 月～2021 年 2 月（2021 年 1 月～2 月は追加募集の開催期間）

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。

その他は会場講習と同様である。

## ２．５．２　講習会の様子

各会場での講習会の様子を記す。

写真１　栗原講師の説明（新潟会場）

写真２　鳥羽講師の説明（京都会場）

写真３　森田講師の説明（京都会場）

写真４　CLT 見本の展示（高松会場）

写真５　参考資料の展示（新潟会場）

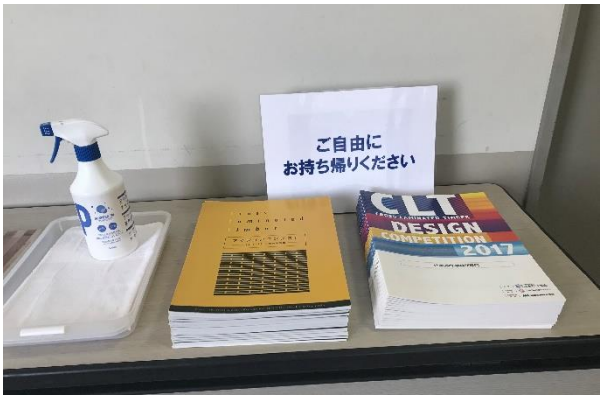



写真６　参考資料の配布（新潟会場）

写真７　森田講師の説明（WEB 講習）

写真８　河合講師の説明（WEB 講習）

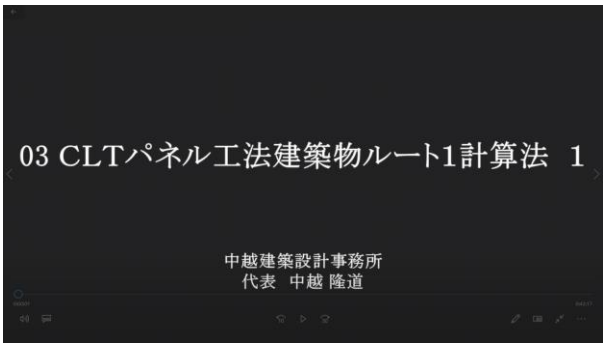



写真９　中越講師の説明（WEB 講習）

### ２．５．３　参加者数

各会場の参加者数は次の表の通りである。新型コロナウイルス感染症の影響か、会場講習よりも WEB 講習の方が受講希望は多かった。一部の大手デベロッパー、ゼネコン、組織設計事務所からは、10 名以上の参加もあった。

表２　会場ごとの参加者一覧

| | 会場名 | 定員 | 参加数 |
|---|---|---|---|
| 1 | 新潟会場 | 30 | 12 |
| 2 | 京都会場 | 30 | 27 |
| 3 | 高松会場 | 30 | 10 |
| | 会場計 | 90 | 49 |
| 4 | WEB 講習 | 500 | 541 |
| 5 | WEB 講習（追加募集） | 50 | 50 |
| | WEB 計 | 550 | 591 |
| | 総計 | 640 | 640 |

## ２．６　アンケート結果

### ２．６．１　回答状況

各会場の参加者数とアンケート回答者数は、次の表の通りである。回答率は、会場講習で 96%、WEB 講習で 93%ときわめて高い数字となった。特に、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ことにより、回答漏れを防ぐことができた。

表３　講習会参加者数とアンケート回答者数

| | 新潟会場 | 京都会場 | 高松会場 | WEB 講習 | 計 | 回答率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 参加者数 | 12 | 27 | 10 | 541 | 590 | 93% |
| 回答者数 | 12 | 22 | 8 | 504 | 546 | |

### ２．６．２　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、情報収集目的より実務目的に参加動機が移行していることから、CLT 実務者が増えていることがうかがえる。参加者は、木造よりも S 造や RC 造に馴染みのある受講者が多く、中高層建築に CLT を検討している状況であると考えられる。受講内容については、非常に高い満足感があり、難易度や説明方法も良好であることが確認できた。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 を使った手物の設計予定がある　46
b) 設計の予定はないが今後設計したい　231
c) CLT に関する情報が欲しい　235
d) その他（監理、審査機関、学生）　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　179
b) 社内から　186
c) 取引先・所属団体等から　98
d) その他（広告等）　85

（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　385
b) 意匠に関する情報　306
c) 工法に関する情報　323
d) 見学会　313
e) その他　133
（実務者情報交換会、不動産価値、法令、設計・工事一貫セミナー）

（４）回答者について

普段の業務(複数回答可)

| | | |
|---|---|---|
| a) | 意匠設計 | 273 |
| b) | 構造設計 | 140 |
| c) | その他 | 133 |
| | （施工管理、営業、積算、開発、確認審査、学生） | |

設計されている方の場合、

（５）設計経験年数

| | | |
|---|---|---|
| a) | 1～10 年 | 109 |
| b) | 11～30 年 | 205 |
| c) | 31 年～ | 50 |

（６）普段設計している建物（複数回答可）

| | | |
|---|---|---|
| a) | 低層木造 | 188 |
| b) | 中大規模木造 | 74 |
| c) | S 造 | 248 |
| d) | RC 造 | 219 |
| e) | SRC 造 | 54 |

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) | 短かった | 5 |
| b) | 少し短かった | 28 |
| c) | ちょうどよかった | 316 |
| d) | 少し長かった | 146 |
| e) | 長かった | 15 |

（８）講習内容や WEB システムはいかがでしたか？

| | | |
|---|---|---|
| a) | 内容も利便性もよい | 431 |
| b) | 内容はよいが不便 | 26 |
| c) | 内容はよくないが便利 | 11 |
| d) | 内容も利便性もよくない | 1 |

（９）来年度も受講する場合、WEB で受講したいですか？

| | | |
|---|---|---|
| a) | できるだけ WEB を利用したい | 416 |
| b) | できるだけ会場講習を利用したい | 10 |
| c) | どちらでもよい | 43 |

（１０）それぞれの内容についていかがでしたか？

概要・最新情報

| | |
|---|---|
| d） 理解しやすかった | 335 |
| e） まあ理解できた | 202 |
| f） わからないところがあった | 1 |
| g） わかりにくかった | 0 |

工法

| | |
|---|---|
| a） 理解しやすかった | 306 |
| b） まあ理解できた | 220 |
| c） わからないところがあった | 7 |
| d） わかりにくかった | 1 |

構造計算

| | |
|---|---|
| a） 理解しやすかった | 162 |
| b） まあ理解できた | 324 |
| c） わからないところがあった | 28 |
| d） わかりにくかった | 10 |

性能・防耐火・施工

| | |
|---|---|
| a） 理解しやすかった | 245 |
| b） まあ理解できた | 257 |
| c） わからないところがあった | 6 |
| d） わかりにくかった | 0 |

（１１）（１０）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？

- 個人住宅の例が少ない。
- 層とプライの説明が分かり辛かった。
- 意匠設計なので構造の事は分かり辛かった。
- 図の文字が小さい。

（１２）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。
- 動画が充実していてよかった。
- 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。

- WEB 講習を受講期間終了後も視聴できるようにして欲しい。
- 構造の事をもっと詳しく知りたい。
- 昨年度も受講したが、新しい情報が多くてためになった。来年度も受講したい。
- 学生でも理解しやすかった。
- 応用編や詳細事例編等のレパートリーを増やして欲しい。

## ２．７　今後の課題

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

### （1）　開催方法について

- 多くの方が WEB 講習を望んでおり、さらにコロナ禍でもあるので、WEB 講習をメインに来年度も計画した方が良い。
- 会場講習については、企業単位等の纏まった参加数の要望があれば実施することも考えられる。また、演習課題がある場合は、小規模でも対面の会場講習がよい。

### （2）　受講対象について

- 継続して意匠設計者を主な対象とする。また、これまで案内をしていなかった学生への積極的な参加案内も実施する。

### （3）　受講内容について

- 木造に関する知識のない受講者が多いので、木造基礎編を設けることも考えられる。他団体等が同様の講習会等を実施しているのであれば、参加を促すことも効果的である。

## ３．CLT アイディアコンテスト 2020 の開催

### ３．１　目的

CLT は、これまで木材があまり使われてこなかった非住宅や中・大規模建築物を中心に利用がひろがっている。CLT の活用は、木材が持つ断熱性・調湿性による建築物の省エネ・省 CO2 化など、人や環境にやさしい都市づくりの面でも効果が期待されている。また、林業及び木材産業の成長産業化による地方の持続的な産業育成と雇用確保を通して、地方創生の実現に寄与するものとしての関心も高まっている。しかし、実現するためには構造性能のみならず、耐久性や防火性、遮音性、温熱環境など様々な検討が必要であり、それらに準拠する技術的根拠や規準の整備が十分とはいえない。

そこで、当協会が主催し、6 回目となる「CLT アイディアコンテスト 2020」に「設計部門」を設け、CLT の様々な利用方法の可能性を見出し、これを普及・活用促進する機会となるよう CLT を使用した未来の風景を幅広い視点から募集するアイディアコンテストを実施した。

### ３．２　募集部門

今回募集した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ィアを募集するものである。

図１　コンテストのポスター（両面）

## ３．３　設計部門の募集内容

（以下、募集内容より抜粋）

### ３．３．１　募集作品

テーマは、「地域を活性化させる CLT ホテル」です。年々増加しているインバウンド（訪日外国人旅行者）数は年間 3 千万人に達し、その年間消費額約 5 兆円のうち約 30%（約 1.5 兆円）は宿泊費が占めます。また、団塊の世代やシニア世代の国内旅行需要に後押しされ、日本人による年間国内宿泊数も 4 億 4 千万人泊に達するなど、旺盛なホテル需要が続いています。

そこで、CLT を活用することによる地方創生をはじめ、防災機能や環境性能の向上のほか、新型コロナウイルスを想定した新たな生活様式や地方回帰の加速化といった時代の要請に応えるような、従来のホテル（宿泊施設全般）のあり方にとらわれない提案を募集します。

### ３．３．２　審査基準

本コンテストの趣旨を踏まえ、以下の項目を審査基準とした。

① 技術的課題に対する具体的かつ効果的な提案が含まれているもの
② CLT が使われている理由が明確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

### ３．３．３　審査委員

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

| | | |
|---|---|---|
| 審査委員長 | 三井所 清典 | 芝浦工業大学 名誉教授 |
| 審査委員 | 坂本 雄三 | 東京大学 名誉教授 |
| | 腰原 幹雄 | 東京大学生産技術研究所 教授 |
| | 安井 昇 | 桜設計集団一級建築士事務所 代表 |
| | 原田 真宏 | 芝浦工業大学 教授 |

### ３．３．４　募集規定

**（１）応募資格**

・設計の実務経験者、建築を学ぶ学生（大学生、大学院生、専門学校生など）
・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（企業としての参加も可能）

**（２）テーマ：　「地域を活性化させる CLT ホテル」**

・用途に関しては、主たる用途がホテル（宿泊施設全般）であれば他の用途の付加に制限はありません。また、規模の制限もありません。

・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、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、日本国内の実在する場所を応募者により設定のうえ明示し、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「陸の豊かさも守ろう」等です。

**（３）募集期間**

2020 年 9 月 1 日（火）～2020 年 12 月 7 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

**３．３．５　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　設計部門の審査および結果

### ３．４．１　審査会について

合計で 103 作品の応募があり過去最高点数となった（応募登録 148 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４　CLT アイディアコンテスト 2020 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 | 森をツムぐ CLT ホテル<br>白石 尚也／樋口 紗矢（九州大学大学院） |
| | 国土交通大臣賞 | CLT で GO<br>柄本 純夫／佐藤 圭祐／藤野 太知／進藤 正人／森 翔太／成田 政杜／加藤 幸恵（清水建設(株)） |
| | 環境大臣賞 | CLT がつくる構造と風景<br>橋口 創史（風呂敷意匠設計舎）／藤岡 哲也（藤岡哲也設計事務所） |
| 学生賞 | 日本 CLT 協会賞 | #CLT<br>後藤 夕鯉（広島工業大学） |
| 特別賞 | 日本 CLT 協会賞 | タンス ダンス<br>洲崎 洋輔（フリーランス）／寺田 彩瑛子（鹿島建設(株)） |

### ３．４．２　各受賞作品について

**優秀賞　農林水産大臣賞　　森をツムぐ CLT ホテル**

**白石 尚也／樋口 紗矢（九州大学大学院）**

作品について

林業が盛んな熊本県の小国町に建つホテル。木をふんだんに使っていて空間が楽しげで豊かに感じるような巧みな表現力が素晴らしい点や、CLT のボックスを積むだけでなく違うところで壁を確保して居室部分は開口を大きくできるという面白い手法も評価されました。さらにこの建築は都市部でも準耐火建築物として実現可能性が高い作品である点も評価されました。

**優秀賞　国土交通大臣賞　CLT で GO**

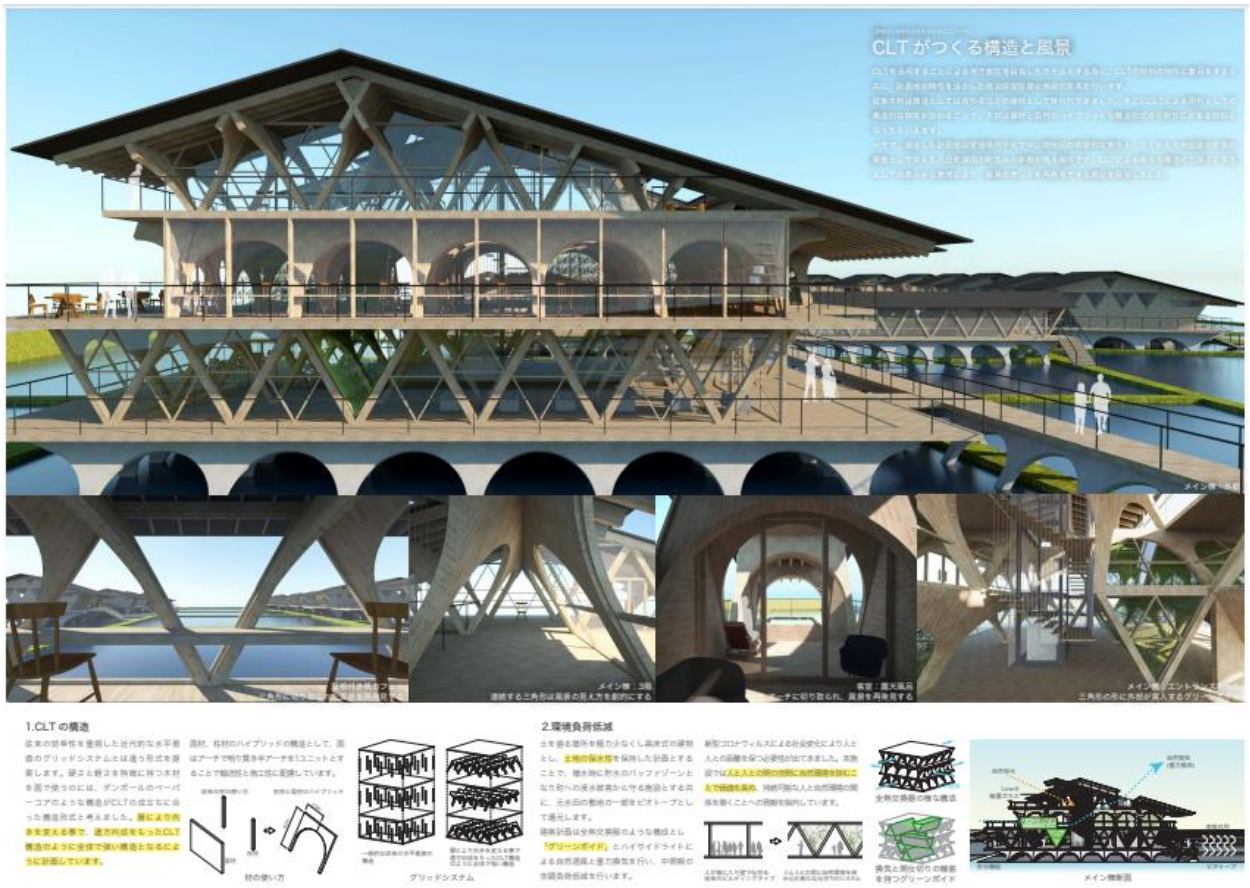
**柄本 純夫／佐藤 圭祐／藤野 太知／進藤 正人／森 翔太／成田 政杜／加藤 幸恵（清水建設(株)）**

作品について

移動物体である貨車の上に三角形を置いて移動空間を作るという単純ながらも非常に面白いアイデアが高く評価されました。林業が盛んな地域で森の恵みを体験できるホテルとして軌道を使うというストーリーと沿線のレストランを利用することで上手に沿線地域の活性化も考えられている点を含め、構造・製造においても非常に的を射た作品と評価されました。

**優秀賞　環境大臣賞　　CLT がつくる構造と風景**

**橋口 創史（風呂敷意匠設計舎）／藤岡 哲也（藤岡哲也設計事務所）**




作品について

この作品は、人が住むところと外界とのインタフェースを考え、人と人との間に自然環境を挟むという環境面でのアイデアとコロナ禍で注目されている全熱交換器を使った換気システムなど設備面のアイデアと CLT を使ってこれだけの造形的な美しさを表現できている点などが高く評価されました。また、一つひとつのホテルとしては小さい単位ながら、全体で町並みを造っていて、さらに防火や避難などについてもよく考えられている点などが評価されました。

**学生賞　日本 CLT 協会賞　#CLT**
**後藤 夕鯉（広島工業大学）**

作品について

垂直と水平の面材を組み合わせたコンポジションという風に考えて建築空間をつくっていく手法で、入ったらスッと先が抜けるという、部屋にいても気持ちよさそうな空間で水平と垂直の組み合わせがモダンできれいだったと評価されました。また、審査委員からは CLT が登場した頃からこのような組み合わせが提案されてきたものの、なかなか実現しなかった構造システム、これまでの手法ではやりすぎ感があったが、この案はシンプルで洗練されていて、日の目を見て欲しい構造システムだ、との高い評価がありました。

**特別賞　日本 CLT 協会賞　　タンス ダンス**

**洲崎 洋輔（フリーランス）／寺田 彩瑛子（鹿島建設(株)）**

作品について

既存ストックの活用に CLT が向いていることを見出した点が評価されました。CLT がもつ面としての剛性を利用してボックスキャンチレバーのような形でテラスを作りながらも比較的荷重が小さくてすむように工夫しており、RC のフレームの中に、CLT のユニットを入れるというハイブリッドの混構造などが評価されました。また耐火建築対応で CLT の被覆として、床の RC のスラブを上手に使っていて、石膏ボードに被覆せずに、天井側の被覆に RC のスラブを使うという、耐火の技術面でもよく考えられていると評価されました。

## ３．５　表彰式

2021 年 3 月 11 日に表彰式の開催を検討していたが、新型コロナウイルス感染症にかかる緊急事態宣言の延長に伴い、開催を取りやめた。表彰式で作品プレゼンを行う予定であった大臣賞受賞者については、リモートでのプレゼン収録を行い、コンテストページにて公開している。また、建築系雑誌においても広く結果発表を行った。

**図２　大臣賞受賞者プレゼンの様子**（https://www.clt-contest.jp/2020/plan_result.html）

## ３．６　冊子やホームページでの作品の公表

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

また、ホームページでも結果を公表した。

図３　コンテストページでの結果発表（http://clta.jp/compe/）

図４　建築系雑誌での結果発表

## ３．７　まとめ

作品募集にあたり、例年以上に PR 活動に注力したところ、過去最高点数の応募とすることができたので、今後も PR 活動は力を入れていきたい。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がそれぞれ参加していた点につき、審査会後に審査委員に伝えたところ、若者が積極的に参加している状況に感銘を受けていた。来年度は講習会等とも連携し、学校関係者へのコンテスト周知がより一層重要になる。

## ４．令和元・２年度実施　CLT 関連林野庁事業成果報告会の開催

当該年度の林野庁委託・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。昨年度はコロナ禍の混乱で延期となったため、本年度は、令和元年度事業と令和 2 年度事業の 2 年度分の発表となった。

開催にあたっては、WEB 報告会としたことで 152 名の参加があった。開催プログラムは、次の通りである。

### 令和元・２年度実施 CLT関連林野庁事業成果報告会

2021/3/9

**日　時 ： 令和3年3月11日(木)12:55～16:40**
**会　場 ： 全国町村議員会館 2階会議室**
**【WEB報告会】報告は会場で発表し、その映像をWEBでライブ配信します。**

**時間割(予定)**

※発表の時間は目安です。前後の発表時間等により開始時間が変更する場合があります。
※発表者は事業主体所属者と異なる場合があります。

| 時間 | | 事業名等 | | 事業主体 | 発表 |
|---|---|---|---|---|---|
| 12:00 ～ 12:55 | 55分 | 受付(発表者・関係者) | | | |
| 12:55 ～ 13:00. | 5分 | ご挨拶 | | | Zoom |
| 13:00 ～ 13:15 | 15分 | 事業報告01 | デベロッパー[開発者]等のためのCLT WEB講座2020 | 特定非営利活動法人建築技術支援協会 | 会場 |
| 13:15 ～ 13:30 | 15分 | 事業報告02 | CLTパネル工法の構造計算関係規定更新に向けた技術的要件等の検討 | 【代表提案者】公益財団法人日本住宅・木材技術センター<br>【共同提案者】株式会社日本システム設計 | 会場 |
| 13:30 ～ 13:45 | 15分 | 事業報告03 | 企画から設計に至る段階への技術的支援 | 一般社団法人日本CLT協会 | 会場 |
| 13:45 ～ 14:00 | 15分 | 事業報告04 | 設計者向け実務講習会とCLTアイディアコンテスト2020の実施 | 一般社団法人日本CLT協会 | 会場 |
| 14:00 ～ 14:15 | 15分 | 事業報告05 | 鉄骨フレームとＣＬＴ耐震壁を組み合わせた標準納まりと設計法の開発 | 【代表提案者】株式会社 ドット・コーポレーション<br>【共同提案者】国立大学法人京都大学 | Zoom |
| 14:15 ～ 14:30 | 15分 | 事業報告06 | 10階建て震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 | 【代表提案者】株式会社 ドット・コーポレーション<br>【共同提案者】国立大学法人京都大学 | Zoom |
| 14:30 ～ 14:45 | 15分 | 事業報告07 | 中大規模木造建築物の普及促進に関する情報発信 | 株式会社日経BP | 会場 |
| 14:45 ～ 14:55 | 10分 | 休憩 | | | |
| 14:55 ～ 15:10 | 15分 | 事業報告08 | CLTを用いた既存建築物の耐震補強方法の提案 | 一般社団法人 日本CLT協会 | 会場 |
| 15:10 ～ 15:25 | 15分 | 事業報告09 | 中大規模木造に用いる ＣＬＴパネル工法用接合部の開発 | 【代表提案者】木構造振興株式会社<br>【共同提案者】一般社団法人日本CLT協会 | 会場 |
| 15:25 ～ 15:40 | 15分 | 事業報告10 | 鉄骨床梁や木造軸組と併用したCLTパネル耐力壁等の開発<br>1. 木造軸組と併用したCLTパネル耐力壁等の開発<br>2. 鉄骨床梁を用いた中層CLTパネル工法建築物設計法の開発 | 【代表提案者】木構造振興株式会社<br>【共同提案者】一般社団法人日本CLT協会 | 会場 |
| 15:40 ～ 15:55 | 15分 | 事業報告11 | 軸組み併用型CLTパネル工法の開発 | 木構造振興株式会社 | Zoom |
| 15:55 ～ 16:10 | 15分 | 事業報告12 | 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 | Zoom |
| 16:10 ～ 16:25 | 15分 | 事業報告13 | CLT床遮音性能向上の研究開発 | 一般社団法人 日本CLT協会 | 会場 |

図５　当日プログラム

巻末資料：「令和 2 年度 CLT 設計者向け実務講習会」テキスト

# 令和２年度

# CLT 設計者向け実務講習会

# 説明資料

主催　一般社団法人日本ＣＬＴ協会

# 令和２年度 CLT 設計者向け実務講習会

# 目　　次


説明資料１ CLT の概要・最新情報 ……3
1. 国内森林資源は積極活用する時代 ……6
2. CLT の沿革 ……9
3. CLT の特長 ……12
4. 実例紹介 ……14
5. 施主・利用者の声 ……18
6. 他事業の紹介 ……18

説明資料２ CLT を用いた工法 ……23
1.材料 ……25
2.CLT パネル工法 ……26
3.CLT 複合構造 ……26
4.CLT の利用方法 ……27
5.製造・接合金物 ……29

説明資料３ CLT パネル工法建築物ルート１ 計算法 ……31
・震動台実験の動画 ……34
・計算方法を定めるために実施した震動台実験の概要 ……35
・試験終了後の損傷状況（写真） ……39
・テキスト作成に用いた参考図書の紹介 ……45
・CLT を用いた木造建築物の告示と工法の概要 ……45
・1.告示第 611 号のルート１ を適用した建築物の設計方法 ……46
・2.ルート１ の構造計算方法 ……55
・3.軸組構法に CLT を用いた設計例 ……59
・参考資料 ……74

説明資料４ CLT 建築物の性能 ……81
1. 耐久性 ……83
2. 断熱計画 ……91
3. 遮音性能 ……103
4. 歩行振動 ……111
5. 防耐火性能 ……114
6. 施工計画 ……132

令和２年度 CLT 設計者向け実務講習会

説明資料　1

# CLT の概要・最新情報

# CLTの概要・最新情報

1. 国内森林資源は積極活用する時代
2. CLTの沿革
3. CLTの特長
4. 実例紹介
5. 施主・利用者の声
6. 他事業の紹介

## 日本CLT協会について①

**2012年　任意団体として設立（3団体）**
**2014年　一般社団法人化（333団体　2020.6現在）**

主な事業内容・・・CLTの技術開発・普及活動

① CLTパネル工法省エネ基準検討委員会
② CLT中高層建築物開発委員会
③ 大臣認定制度運営委員会
④ CLT企画支援委員会
⑤ CLT設計者等の育成委員会
⑥ 輸出事業委員会
⑦ 晴海PJのCLT広報・普及活動委員会
⑧ CLT遮音性能向上の研究開発検討委員会
⑨ CLT等の利用促進及び低コスト化推進に係る技術開発・検証等
⑩ CLTを用いた既存建築物の耐震補強方法の提案委員会
⑪ CLTの消費拡大を目的とした土木分野への活用研究委員会
⑫ 設計WG
⑬ 製造・加工WG
⑭ 広報・普及WG
⑮ 耐久性WG
⑯ 施工合理化WG
⑰ 遮音WG
⑱ 防耐火WG
⑲ ブランド戦略WG
⑳ 用途開発WG
㉑ リモデリングWG
㉒ ソフト開発WG

一般社団法人 日本CLT協会

ご入会はこちら→
WEBで可能です

## 日本CLT協会について② CLTをとりまく組織

**CLT活用促進に関する関係省庁連絡会議**

内閣官房／警察庁／総務省
法務省／文科省／厚労省
農水省／国交省
（オブザーバー：経産省／環境省）

**CLT活用促進のための政府一元窓口**

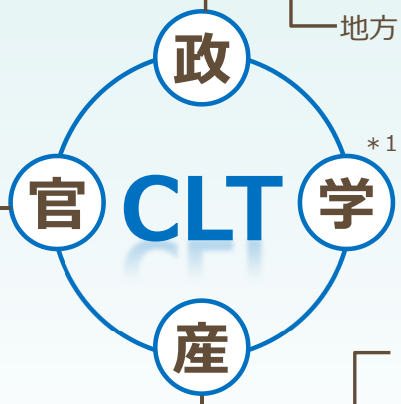
内閣官房

**林野庁**

木材産業課　木材製品技術室

**国土交通省**

大臣官房官庁営繕部　整備課木材利用推進室
住宅局　建築指導課、木造住宅振興室




中央：**CLTで地方創生を実現する議員連盟**

地方：**CLTで地方創生を実現する首長連合**

＊1 **建築研究所**
**森林総合研究所**
**各大学等研究者**

**日本CLT協会**

CLT製造メーカー（JAS認定8社）
住宅会社、ゼネコン・建設会社
設計事務所、CADソフト会社
建材会社

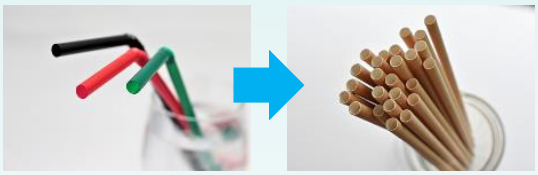
**経済同友会**

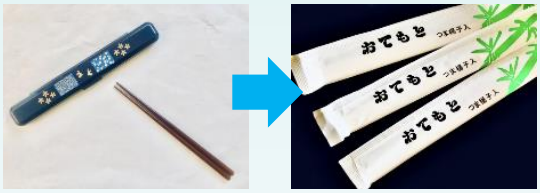
地方創生委員会

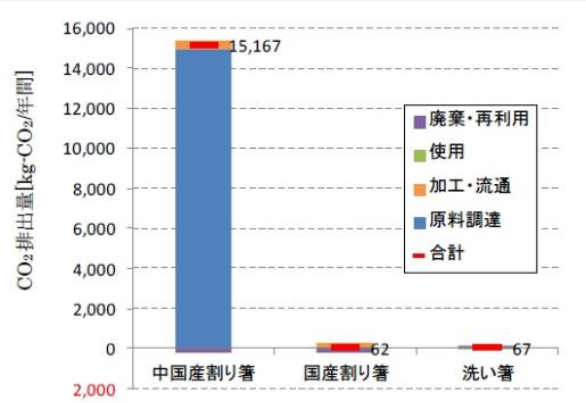
＊1　日本建築学会でのCLT関連 論文数 100件以上（2019年）



## 1.国内森林資源は積極活用する時代① 脱プラスチックの動き





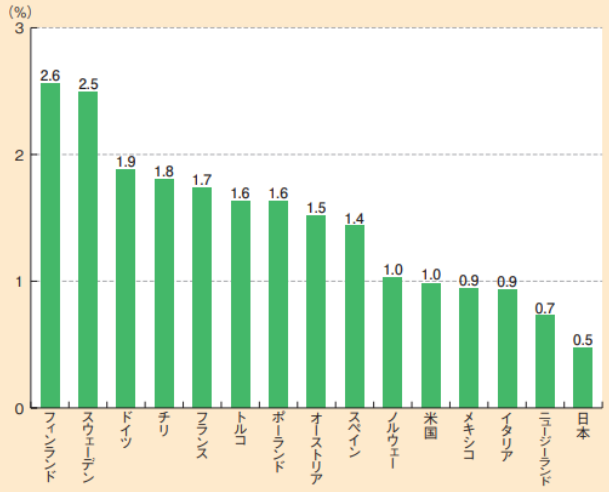

出典：三菱UFJﾘｻｰﾁ&ｺﾝｻﾙﾃｨﾝｸﾞ 「割り箸」から日本の林業を考える
https://www.murc.jp/report/rc/column/search_now/sn140602/

| 中国は段階的にプラスチック製品の利用を禁じる | |
|---|---|
| ストロー | 2020年末までに全国の飲食店で利用禁止に |
| 容器 | 25年までに都市部の出前で使われる量を現在比3割削減 |
| 買い物袋 | 20年末までに主要都市のスーパーなどで利用禁止に |
| ホテルの歯ブラシなど | 22年末までに全国の高級ホテルで無料提供の自粛へ |
| 通販などの袋 | 22年末までに主要地域の郵送品で利用禁止に |

出典：日本経済新聞　中国、プラスチック利用規制に本腰(2020/01/20)
https://www.nikkei.com/article/DGXMZO54600210Q0A120C2EA2000/

# 1.国内森林資源は積極活用する時代② 増え続ける国内の森林資源

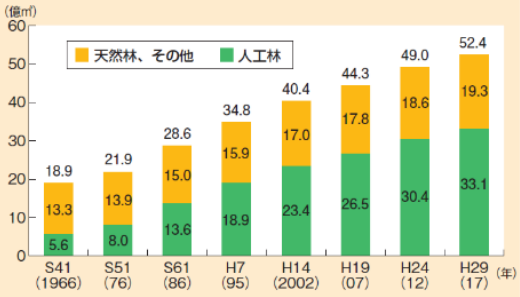
**資料Ⅱ－4 諸外国の森林蓄積量に対する木材生産量の比率**




| | OECD加盟国森林蓄積量上位15か国 | | | 日本 |
|---|---|---|---|---|
| | 木材生産量（百万㎥） | 森林蓄積量（百万㎥） | 木材生産量/蓄積量(%) | 木材生産量/蓄積量(%) |
| 2005 | 972 | 70,866 | 1.4% | 0.38 |
| 2015 | 935 | 78,649 | 1.2% | 0.47 |

注１：OECD加盟国（2020年１月時点有効なもの）のうち2015年の森林蓄積量上位15か国の比較（カナダ、オーストラリア、ポルトガルについては森林蓄積量が報告されていないため除いている）。

**資料Ⅰ－2 我が国の森林蓄積の推移**



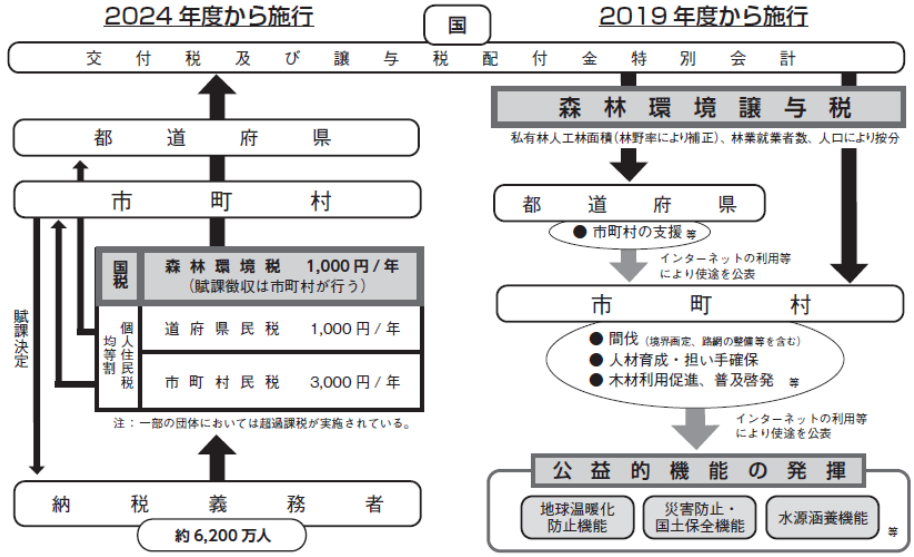

注：1966年は1966年度、1976~2017年は各年３月31日現在の数値。
資料：林野庁「森林資源の現況」

資料：令和元年度 森林・林業白書



# 1.国内森林資源は積極活用する時代③ 新たな制度の活用

**資料Ⅰ－14 森林環境税制度設計イメージ**




資料：令和元年度 森林・林業白書

説明資料1

## 1.国内森林資源は積極活用する時代④　国際合意と日本の目標

**COP24（国連気候変動枠組条約第24回締約国会議、2018年12月ポーランド）**

**COP3**（京都議定書、97年）、**COP21**（パリ協定、15年）

パリ協定の長期目標の達成に向けて、

・森林及び林産物の世界全体の貢献を確実なものとするための活動を加速化する

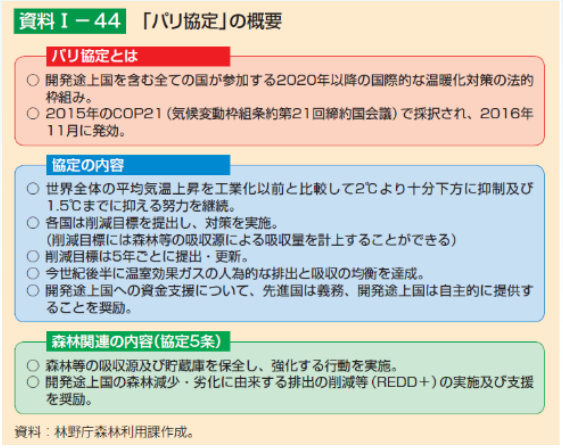
・都市、企業、投資家等の非政府主体が、森林関連の活動に対する決意を発信する

との趣旨となっており、日本もこの宣言に賛同。

また日本は、COP16での合意に基づき、

・2020年度の温室効果ガス削減目標を基準年（2005年）比3.8%減以上し、そのうち森林吸収量では、約3800万$CO_2$トン（2.7%）以上を確保する

ことを目標としている。


資料Ⅰ－44　「パリ協定」の概要

パリ協定とは
- ○ 開発途上国を含む全ての国が参加する2020年以降の国際的な温暖化対策の法的枠組み。
- ○ 2015年のCOP21（気候変動枠組条約第21回締約国会議）で採択され、2016年11月に発効。

協定の内容
- ○ 世界全体の平均気温上昇を工業化以前と比較して2℃より十分下方に抑制及び1.5℃までに抑える努力を継続。
- ○ 各国は削減目標を提出し、対策を実施。（削減目標には森林等の吸収源による吸収量を計上することができる）
- ○ 削減目標は5年ごとに提出・更新。
- ○ 今世紀後半に温室効果ガスの人為的な排出と吸収の均衡を達成。
- ○ 開発途上国への資金支援について、先進国は義務、開発途上国は自主的に提供することを奨励。

森林関連の内容（協定5条）
- ○ 森林等の吸収源及び貯蔵庫を保全し、強化する行動を実施。
- ○ 開発途上国の森林減少・劣化に由来する排出の削減等（REDD＋）の実施及び支援を奨励。

資料：林野庁森林利用課作成。

資料：令和元年度 森林・林業白書



## 1.国内森林資源は積極活用する時代⑤　SDGsとESG投資

**E**nvironment（環境）　**S**ocial（社会）　**G**overnance（企業統治）

出典：https://www.gpif.go.jp/investment/esg/#b

## 1.国内森林資源は積極活用する時代⑥　CLT建築物でCO2のストック

**資料Ⅰ－5　家庭からの二酸化炭素排出量とスギの二酸化炭素吸収量**

注：適切に手入れされている36～40年生のスギ人工林1haに1,000本の立木があると仮定した場合。
資料：温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動推進センターホームページ（http://www.jccca.org/）より

**資料Ⅲ－17　住宅一戸当たりの炭素貯蔵量と材料製造時の二酸化炭素排出量**

| | 木造住宅 | 鉄骨プレハブ住宅 | 鉄筋コンクリート住宅 |
|---|---|---|---|
| 炭素貯蔵量 | 6 炭素トン | 1.5 炭素トン | 1.6 炭素トン |
| 材料製造時の炭素放出量 | 5.1 炭素トン | 14.7 炭素トン | 21.8 炭素トン |

資料：大熊幹章（2003）地球環境保全と木材利用，一般社団法人全国林業改良普及協会：54、岡崎泰男、大熊幹章（1998）木材工業，Vol.53-No.4：161-163.

CLT建築物は、一般的な木造住宅より木材使用量が多いので、さらに炭素貯蔵効果が期待できる。

資料：令和元年度 森林・林業白書



## 2.CLTの沿革①　海外での誕生と国内での展開

手引き1-1

**・Cross Laminated Timber**
**・直交集成板**

### 海外での誕生

1990年代にヨーロッパで開発される。開発の基本理念は「品質の劣る木材部分を高品質な建築材料にする」こと。ヨーロッパでの生産量が100万㎥を超える。

### 日本での展開

2010年　国の委員会でCLTが紹介され、注目される。
2012年　日本CLT協会設立（3者による任意団体、14年一般社団法人化）。
2013年　JAS（直交集成板の日本農林規格）制定。
2014年　日本初のCLT建築物完成（3階建て社員寮、高知県）。
2016年　建築基準法関連告示 公布・施行。
　：
**2019年　生産量1.3万㎥**

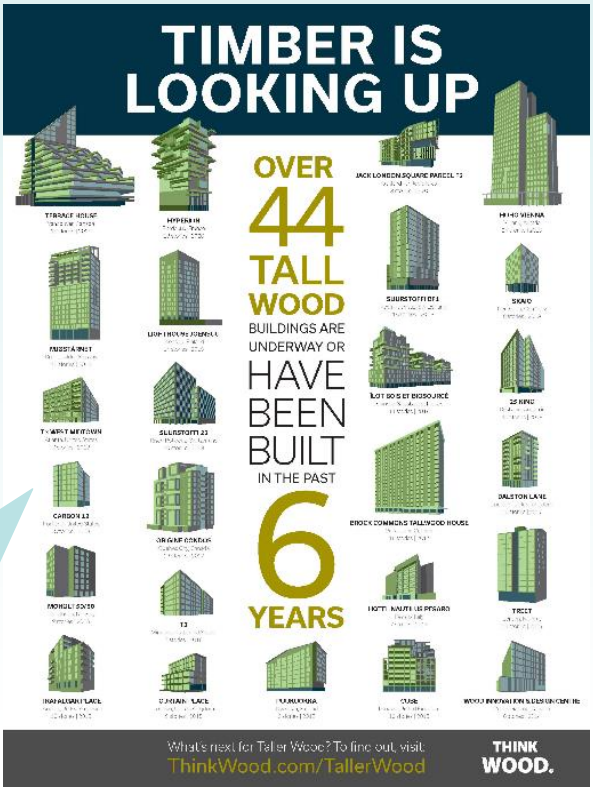
## 2.CLTの沿革② 世界の高層木造化

**世界では**

**過去6年で44件の**

**高層木造建築が誕生した。**

**24階・・・1**
**15~19階・・・5**
**10~14階・・・9**
**6~9階・・・10**




資料：https://www.thinkwood.com/building-better/taller-buildings



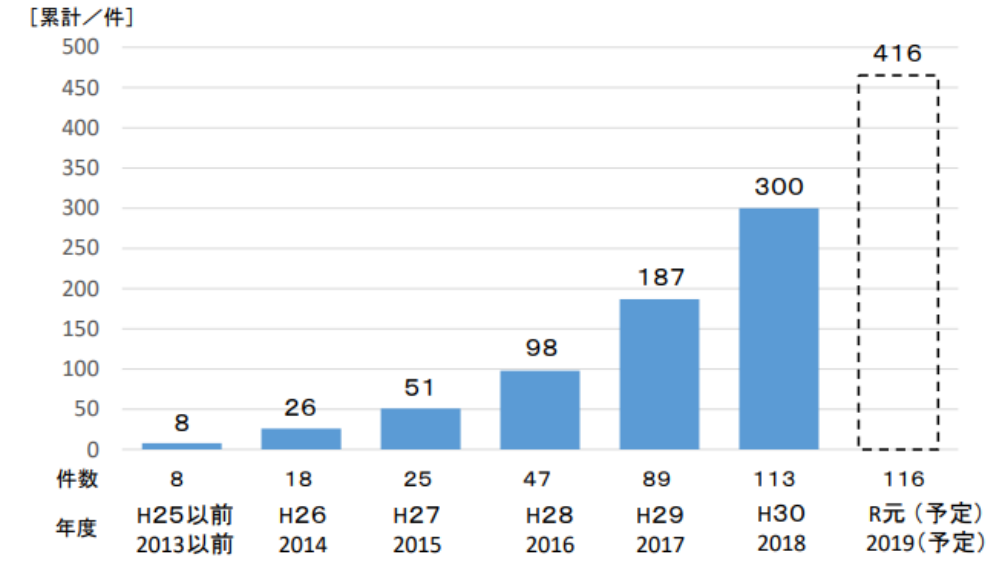
## 2.CLTの沿革③ 日本の高層木造化

日本CLT協会調べ（2020.8現在）

| 物件名 | 竣工 | 階 | CLT利用部分 | 建設地 | 建築主 | 設計 | 用途 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高知県自治会館 | 2016 | 6 | 耐力壁、間仕切壁(4~6F) | 高知県 | 高知県 | 細木建築研究所、桜設計集団、樅建築事務所 | 庁舎 |
| はるのガーデン | 2018 | 6 | 壁(3~6F) | 高知県 | ふるさと会 | 高橋設計、山本構造設計 | サ高住 |
| 松尾建設本店 | 2018 | 6 | 床(2~5F) | 佐賀県 | 松尾建設 | 松尾建設 | 事務所 |
| PARK WOOD 高森 | 2019 | 10 | 耐震壁(1~5F)<br>床（4~10F) | 宮城県 | 三菱地所 | 竹中工務店 | 賃貸住宅 |
| PARK WOOD office iwamotocho | 2020 | 8 | 床(3~8F) | 東京都 | 三菱地所 | 久保工、三菱地所設計 | 事務所 |
| フラッツ ウッズ 木場 | 2020 | 12 | 壁(1~4F)<br>床(12F)、屋根 | 東京都 | 竹中工務店 | 竹中工務店 | 単身社宅 |
| タクマビル新館（研修ｾﾝﾀｰ） | 2020 | 6 | 壁 | 兵庫県 | タクマ | 竹中工務店 | 研修施設 |
| 吉野町ビル建替え工事 | | 6 | 壁（3~6F) | 神奈川県 | 個人 | | 事務所、共同住宅 |
| 明浄学院高校新校舎 | 2021 | 11 | 床(9~11F) | 大阪府 | 明浄学院 | 日企設計 | 学校 |
| プラウド神田駿河台 | 2021 | 14 | 耐震壁（12~14F) | 東京都 | 野村不動産 | 竹中工務店 | 分譲住宅 |
| 大通西1丁目プロジェクト | 2021 | 11 | 床(8~11F) | 北海道 | 三菱地所 | 三菱地所設計 | ホテル |
| 銀座8丁目計画 | 2021 | 12 | 床 | 東京都 | ヒューリック | 隈研吾都市建築設計、竹中工務店 | 商業施設 |
| タマディック名古屋ビル | 2021 | 8 | 柱、床 | 東京都 | タマディック | 坂茂建築設計ほか | 事務所 |
| 多摩ｷｬﾝﾊﾟｽ学部共通棟 | 2021 | 6 | 耐震壁 | 東京都 | 中央大学 | 竹中工務店 | 学校 |
| OYプロジェクト | 2022 | 11 | 床、耐力壁、屋根(2~9F) | 神奈川県 | 大林組 | 大林組 | 研修施設 |
| 東洋木のまちプロジェクト（高層棟） | | 15 | 壁、床（2~15F) | 千葉県 | 東洋ﾊｳｼﾞﾝｸﾞ | | 共同住宅、事務所 |

## 2.CLTの沿革④　CLT建築物の竣工件数の推移（国内）

- CLTを活用した建築物の竣工件数は、着実に伸長している。
- H30年度は、累計で300件が竣工し、R元年度には累計で400件以上が整備予定である。
- R元年度には、全都道府県において、CLTを活用した建築物の整備が実現予定である。




※　関係省庁、都道府県による調査結果等に基づき内閣官房で集計（R元.7末時点）
R元（予定）は、R元年度中の竣工見込み件数（R元.7末時点）

出典：CLT活用促進のための政府一元窓口（https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/cltmadoguchi/）



## 2.CLTの沿革⑤　CLT製造工場の一覧

| 社名（所在地） | 年間製造能力（8時間稼働）（$m^3$） | 接着剤 種類 | 接着剤 使用環境 | 幅はぎ接着 | 樹種 | 製造サイズ 厚さ（mm） | 製造サイズ 最大（m） | 製造外対応 設計 | 製造外対応 加工 | 製造外対応 施工 | 問合せ先 TEL | 問合せ先 Home Page Mail |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| オホーツクウッドピア（北海道北見市） | 2,500 | イソ／レゾ | A、B／C | 有 | カラマツ トドマツ | 60～210 | 1.2x6.25 | - | ○ | - | 0157-67-2323 | http://www.rubeshibe-rinsan.com/pages/15_okhotsk/ info@okhotsk-woodpia.jp |
| 西北プライウッド（宮城県石巻市） | 4,000 | イソ／レゾ | A、B／C | 有 | スギ | 45～450（36～450） | 1.2x8.35 | - | - | - | 0225-95-5181 | http://www.seihoku.gr.jp lvl-clt@seihoku-group.co.jp |
| 中東（石川県能美市） | 3,000 | レゾ | A | 無 | スギ カラマツ ヒバ ヒノキ | 90～270 | 1.25x6.2 | ○ | ○ | ○ | 0761-58-0100 | http://www.chuto.jp info@chuto.jp |
| 鳥取CLT（鳥取県西伯郡） | 5,000 | イソ | C | 有 | スギ | 36～90 | 1.25x4 | - | - | - | 0859-39-6888 | https://www.tottoriclt.co.jp clt36@tottoriclt.co.jp |
| 銘建工業（岡山県真庭市） | 30,000 | イソ | B | 無 | スギ ヒノキ&スギ カラマツ ヒノキ トドマツ | 90～270（60～330） | 3x12 | ○ | ○ | ○ | 0867-42-3660 | http://www.meikenkogyo.com info@meikenkogyo.com |
| サイプレス・スナダヤ（愛媛県西条市） | 10,000 | イソ | B | 有 | スギ ヒノキ | 90～270（60～400） | 3x12 | - | ○ | - | 0898-72-2421 | http://www.sunadaya.co.jp info@sunadaya.co.jp |
| | | レゾ | A | 有 | スギ ヒノキ | | | | | | | |
| 山佐木材（鹿児島県肝属郡） | 6,000 | イソ／レゾ | B／A | 有 | スギ ヒノキ&スギ | 90～270（36～450） | 2x4 | ○ | ○ | ○ | 0994-31-4141 | http://www.woodist.co.jp info@woodist.co.jp |

## 2.CLTの沿革⑥　生産拠点の拡大

人を、想う力。街を、想う力。
三菱地所

報道関係各位

2020年7月27日

三菱地所株式会社
MEC Industry 株式会社

**製造から販売までを統合して行う新たな総合木材事業体**
**MEC Industry（メック インダストリー） 株式会社 設立**
**～鹿児島県湧水町を拠点とした木材建築の推進～**

三菱地所株式会社（以下、当社）は、木（もく）を活用する社会の実現を目的として、建築用木材の生産から流通、施工、販売といった、川上から川下までの統合型ビジネスモデルを構築する新会社 MEC Industry 株式会社（以下、MEC Industry）を設立しました。

**MEC Industry の特徴**
①三菱地所株式会社、株式会社竹中工務店、大豊建設株式会社、松尾建設株式会社、南国殖産株式会社、ケンテック株式会社、山佐木材株式会社といった様々な木材活用に取り組む**企業７社の出資**によって設立
②RC 造・S 造※1に木（もく）を取り入れた「新建材」の供給と、プレファブ※2化による戸建住宅等の供給
③従来分断されていた製造から販売までのビジネスフローを**統合**し、低コストかつユーザーニーズに合致した高品質な商品を供給

資料：三菱地所(株)　報道発表資料
https://www.mec.co.jp/j/news/archives/200727_mec_mecisetsuritsu.pdf

杉CLTの新製造ライン導入
ティンバラム

非住宅木造のあと


金子 社長

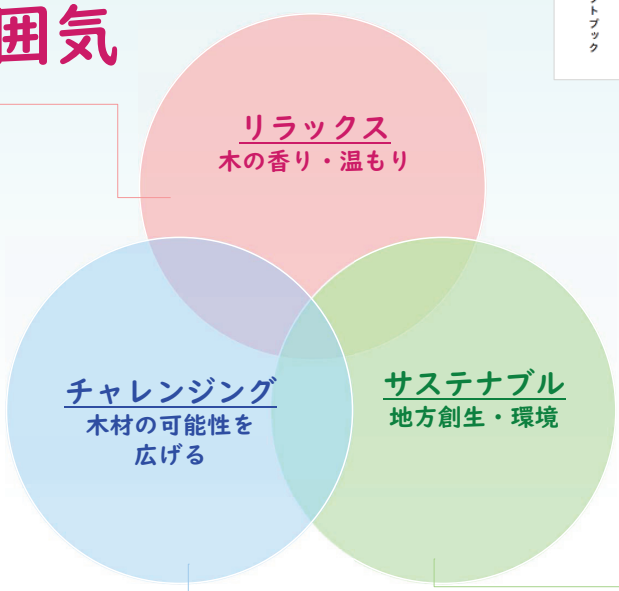
ティンバラム（秋田県南秋田郡、金子智昭社長）は、大館花岡工場（同大館市）にCLTの新製造ライン建設を開始した。杉を活用したCLTの短納期供給に対応し、非住宅木造建築に必要なあらゆる構造材の供給体制を整える。新ラインの設置は8月中に終え、9月ごろをめどにJAS認定を取得し、今年下期より供給を開始する計画だ。これにより、秋田県では唯一のCLTが製造できるメーカーとなる。
同社は昨年から非住宅木造建築の需要拡大に向けた新商品開発や営業体制の整備、関連設備投資を進めてきた。これにより機械用集成材は、本社五城目工場の一般住宅向けを中心とする既存の中小断面量産ラインに加え、8月からは大断面材量産ライン（対応サイズは8寸×150×650ミリ・樹種はウ

資料：日刊木材新聞　2020年7月30日



## 3.CLTの特長①　CLTが提供する価値

**健康**
**住み心地**
**職場の雰囲気**




**デザイン**
**規模**
**用途**

**地域経済**
**低炭素化**
**資源循環**

## 3.CLTの特長② 施工がはやい

- パネルを工場であらかじめ加工して現場に搬入
- 乾式工法なので養生期間が不要

**実例）**
Murray Grove（ロンドン、右写真）
- 9階建て（2～9階までCLT構造）
- 建方工期は4人のチームで27日間
- 3日間で1層分が完成

- RC造とした際に比べて、
**全体の工期を23週間（161日）削減したと試算**

## 3.CLTの特長③ 軽い

- 鉄筋コンクリートに比べて重量は5分の1以下
CLT：0.4～0.5ton/m³
鉄筋コンクリート：2.4ton/m³
**⇒基礎コストや、材料輸送費の軽減**

**実例）**
Bridport house（ロンドン、右写真）
- 8階建て（1～8階までCLT構造）
- RC造とした際に比べて、
**建物の重量が62%軽くなり、基礎費用が約25%軽減**

※数値はTTJ Magazine (29June/6 July 2013)より引用

## 3.CLTの特長④　強い

- 剛性の高いパネルが面で建物を支え、地震力に抵抗する

**実例）**
震動台実験（Eディフェンス（（国研）防災科学技術研究所））

- 5階建て／3階建て　計4棟を2015年、16年に耐震性能を検証

**阪神・淡路大震災の時に神戸地方気象台で観測されたJMA神戸波を再現した揺れに対しても倒壊しない。**

## 4.実例紹介①　銘建工業新社屋

写真撮影　：すえひろフォトスタジオ・野上仙一郎

| | | | |
|---|---|---|---|
| 竣工 | 2020年1月 | 所在地 | 岡山県<br>真庭市 |
| 延床面積 | 991.91m2 | 用途 | 事務所 |
| 使用したCLT | 277.75m3 | 利用部分 | 壁、床、<br>屋根、V梁 |
| 構造 | CLTパネル工法<br>X方向：CLTパネル構造、Y方向：集成材トラス構造 | | |
| 設計 | （意匠）NKSアーキテクツ<br>（構造）桃李舎 | | |
| 施工 | 大本組 | | |
| プロジェクト背景 | 人員増加と事業拠点の統合。<br>日本CLT協会のCLTコンペを活用。<br>コンセプトは「100年後も使い続ける建築」。<br>集成材・CLT製造企業らしさのある社屋づくり。<br><br>工事費　375,660,000円（助成金除く）<br>助成金　15,000,000円（JAS構造材） | | |

## 4.実例紹介② フラッツ ウッズ 木場

| | | | |
|---|---|---|---|
| 竣工 | 2020年2月 | 所在地 | 東京都<br>江東区 |
| 延床面積 | 9,220.75m2 | 用途 | 単身向け社宅 |
| 使用したCLT | 約70m3<br>（CLT、LVL等） | 利用部分 | 壁、床、屋根 |
| 構造 | 鉄筋コンクリート造＋木造（CLT）<br>免震構造 | | |
| 設計 | 竹中工務店 | | |
| 施工 | 竹中工務店 | | |
| プロジェクト背景 | 当社（竹中工務店）が提唱する「森林グランドサイクル®」の構築による地方創生につながるまちづくりを進めています。当プロジェクトでは、都市の大規模木造建築を可能にする耐震性能、耐火・防災にかかわる要素技術を木の適材適所の設計により数多く初適用しています。<br>これらは、政府の推進する国産木材利用と公共建築物等の木造・木質化に貢献し、SDGsの推進にも資するものです。 | | |

資料 ：https://www.takenaka.co.jp/news/2020/02/02/index.html

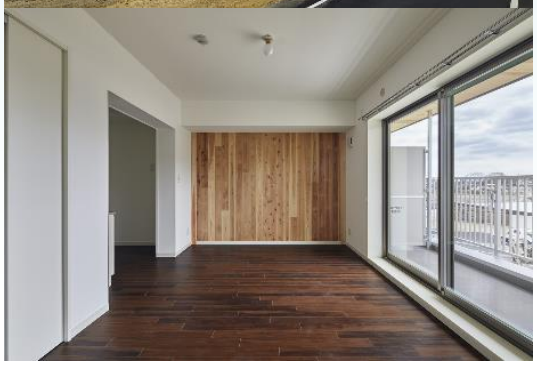


## 4.実例紹介③ みやこ下地空港ターミナル

| | | | |
|---|---|---|---|
| 竣工 | 2019年3月 | 所在地 | 沖縄県<br>宮古島市 |
| 延床面積 | 12,027m2 | 用途 | 空港 |
| 使用したCLT | 1,530m3 | 利用部分 | 屋根 |
| 構造 | RC 造 一部鉄骨造及び木造（CLT） | | |
| 設計 | 日建設計 | | |
| 施工 | 國場組・大米建設共同事業体 | | |
| プロジェクト背景 | 空港ターミナルとして全国で初めて、CLTを屋根の構造材に採用。また、同様に空港ターミナルとして全国初となる「ネット・ゼロ・エネルギービル」の取り組みを実施しています。2つのエコへの取り組みで「エコアイランド宮古島」に相応しい施設を目指します。<br>CLTの利用に対しては、林野庁の平成28年度CLTを活用した建築物等実証事業及び森林・林業再生基盤交付金制度を活用。沖縄県が定める地域材を使用して、地域の森林・林業再生へ貢献します。 | | |

資料 ：https://www.mec.co.jp/j/news/archives/mec190401_miyakoshimoji_kaigyo.pdf

## 4.実例紹介④　いわきCLT復興公営住宅



| | | | |
|---|---|---|---|
| 竣工 | 2018年2月 | 所在地 | 福島県<br>いわき市 |
| 延床面積 | 4,680.95m2 | 用途 | 集合住宅 |
| 使用したCLT | 1,995m3 | 利用部分 | 壁、床、屋根 |
| 構造 | CLTパネル工法 | | |
| 設計 | （意匠）白井設計・巴建築事務所<br>（構造）日本システム設計 | | |
| 施工 | ふくしまCLT木造建築研究会 木あみ | | |
| プロジェクト背景 | 県では、CLTを導入することにより、新技術の普及を図るとともに、ふんだんに木を用いることで安心と安らぎのある住環境を提供できると考えている。<br>国内でも前例のない規模のCLT建築物であり、言わばトップランナーとしての役割も担っている。<br>今後は、県内で蓄積された技術が全国に広がることも期待され、全国に先駆けて導入する意義は大きいと考えている。 | | |

写真提供 ：ふくしまCLT木造建築研究会 木あみ



## 4.実例紹介⑤　ウェブサイト（利用例）

**当協会ウェブサイトに利用例が100件以上掲載されています。**

## 4.実例紹介⑥　コスト比較

### コスト公表一覧

①地方創生に向けた"需要サイドからの"林業改革（平成30年3月、（公財）経済同友会）
https://www.doyukai.or.jp/policyproposals/articles/2017/180322a.html

②CLT実証事業の事例に関するコスト分析（平成30年7月、（公財）日本住宅・木材技術センター）
https://www.howtec.or.jp/files/libs/2256/20180717120530l576.pdf

③CLT建築コスト等調査（平成31年3月、岡山県）
http://www.pref.okayama.jp/page/600677.html

④中規模木造庁舎の試設計例（令和2年1月、国土交通省）
https://www.mlit.go.jp/gobuild/gutai_torikumi2.html



## 4.実例紹介⑦　助成制度

**※下記募集期間以降に追加募集される場合があります。随時、日本CLT協会ウェブサイトにて発信いたします。**

令和２（2020）年度　CLT公的助成制度　概要

まとめ：（一社）日本CLT協会 2020年8月13日

| | 主管省庁 | 制度名称 | 概要 | | | | 窓口 | 募集期間 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 内容 | 応募者 | 補助率等 | 条件 | | | |
| 1 | 林野庁 | JAS構造材利用拡大事業（個別実証事業） | CLT等のJAS構造材を活用する建築物の、材料調達費を支援 | 建築業者 | CLT調達費（木材費・加工費・運搬費）又は14万円/m3の低い方<br>上限：1,000m2未満かつ4層未満1500万円／それ以上 3000万円 | 3階建て以下の戸建て住宅、建築主が国のものは対象外。<br>JAS構造材活用宣言の登録。<br>20/12/18までに（CLT建方完了のうえ）交付申請。 | 全国木材組合連合会 | 2次<br>～10/30<br>※予算額に達して終了 | 事業説明資料（「CLTの利用プラン案」付き） |
| 2 | | CLT活用建築物等実証事業 | CLTを活用する建築物の、建築・設計・性能実証を支援 | 建築主等と協議会運営者の連名 | 実証内容に関わる設計費・建設費・試験費等の3/10（建物の規模・提案の先進性によっては1/2） | 戸建て住宅は対象外。<br>普及性・先駆性。<br>協議会方式で実証内容を検討。<br>21/3/29までに実証完了。 | 日本住宅・木材技術センター | 追加募集<br>～8/4 | 全体で約1.18億円、採択件数は3件程を予定 |
| 3 | 国交省 | サステナブル建築物等先導事業（木造先導型） | ＜一般建築物＞<br>木造建築物の、設計費・工事費を支援 | 建築主等 | 調査設計費の1/2<br>建設工事費掛増し分の1/2又は建築工事費の15%<br>上限：5億円 | 先導的な木造建築物（構造・防火面）。<br>建物の規模・木材使用量が一定以上。<br>2020年度中に着手・支払発生、4年以内に事業完了。 | 木を活かす建築推進協議会 | ～5/19 | CLTが要件ではないが対象 |
| 4 | | | ＜木造実験棟＞<br>木造実験棟の整備（改修を含む）への、設計費・工事費の支援 | 建築主等 | 調査設計計画費及び建設工事費（設備は対象外）<br>上限：3000万円 | 先導的な木造実験棟。<br>国の制度基準に関する検証を行うこと。<br>2020年度中に着手・支払発生。 | | | |
| 5 | 環境省 | 建築物等の脱炭素化・レジリエンス強化促進事業（業務用施設等におけるZEB化・省CO2促進事業） | ＜レジリエンス強化型ZEB実証事業＞<br>公共性の高い業務用施設の、設備機器導入を支援 | 建築主等 | ZEB Ready以上の実現に必要な、設計費・設備費・工事費・事務費の2/3<br>上限：3億円又は5億円（延べ面積による） | ZEB（ﾈｯﾄ・ｾﾞﾛ・ｴﾈﾙｷﾞｰ・ﾋﾞﾙ）。<br>災害時に活動拠点となる、市役所・役場庁舎・公民館等の集会所・学校等、及び自然公園内の宿舎等。ZEBプランナーの関与。<br>原則として、21/1/31までに事業完了。 | 静岡県環境資源協会 | ～6/12 | CLTが要件ではないが優先採用枠あり |
| 6 | | | ＜ZEB実現に向けた先進的省エネルギー建築物実証事業＞<br>業務用施設の、設備機器導入を支援 | 建築主等 | ZEBの実現に必要な、設計費・設備費・工事費・事務費の1/3、1/2、2/3（ZEBランクによる）<br>上限：3億円または5億円（延べ面積等による） | ZEB（ﾈｯﾄ・ｾﾞﾛ・ｴﾈﾙｷﾞｰ・ﾋﾞﾙ）。<br>業務用施設。住宅、工場等は対象外。<br>ZEBプランナーの関与。<br>原則として、21/1/31までに事業完了。 | | | |
| 7 | | 先進的再エネ熱等導入支援事業 | ZEH補助金の交付決定を受けた戸建て・集合住宅への、CLT等の低炭素素材使用の支援 | 建築主等 | ZEH補助金の補助内容に、下記を加算<br>①ZEH、②ZEH+：90万円/戸<br>③低中層ZEH-M：10万円/m3。<br>上限：1500万円/棟 | ZEH（ﾈｯﾄ・ｾﾞﾛ・ｴﾈﾙｷﾞｰ・ﾊｳｽ）。<br>①ZEH支援事業、②ZEH+実証事業、③低中層ZEH-M（ゼッチ・マンション）促進事業のいずれかの交付決定を受けたもの<br>CLTを構造材として0.1m3/m2以上使用。 | 環境共創イニシアチブ | ～10/30 | 先着方式 |

＊ご検討の際は、必ず各窓口のHPにて、募集要項等をご確認ください。詳細につきましては、各窓口にお問合せください。

## 5.施主･利用者の声

2016年7月
竣　工

奈良県奈良市
障害者福祉施設
理事長インタビュー

資料：令和元年度林野庁委託事業「デベロッパー等への普及事業」（NPO法人建築技術支援協会）
https://www.psats.or.jp/PDFfiles/R01CLT-kousyuukai-seika.pdf



## 6.他事業の紹介①　講習会（CLT設計者講習会）

①「初めてのCLT入門編」（どなたでも受講可）では、CLTになじみのない設計技術者の方にCLT関連告示等の解説を通し、CLTパネル工法を理解し、実施設計へのスタートとなる基礎知識を習得して頂きます。

②「構造計算ルート1編」（構造設計実務経験３年以上の方対象）では、CLT関連告示を理解している設計技術者の方に「2016年版 CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」の、付録DVDに収録されている「構造設計例Ⅰ」の計算方法の解説を通し、実施設計のための知識を習得していただく内容となっています。

## 6.他事業の紹介②　CLT関連書籍

- 新書「地方創生の切り札　新たな建築材料CLTとは」（創樹社、2016）
- CLT建築物の設計ガイドブック（愛媛県CLT普及協議会、2019）　※ウェブサイトでダウンロード可
- 2016年版　CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル（増補版）（住木センター、2018）
- 2016年公布・施行　CLT関連告示等解説書（増補版）（住木センター、2019）
- 2019年版　実務者のためのCLT建築物設計の手引き（第3版）（日本CLT協会、2019）
- CLT大臣認定　認定管理技術者講習会テキスト（日本CLT協会、2019）
- 技術報告会2019（日本CLT協会、2019）
- CLTパネル工法低層住宅施工マニュアル　建て方編（日本CLT協会、2019）

日本CLT協会ウェブサイトで販売しています。→

## 6.他事業の紹介③　支援事業

## 6.他事業の紹介④　その他の窓口

**一般的なお問い合わせ**

**電　話　03-5825-4774（代表）**

**メール　info@clta.jp**

**構造設計相談室**

**電　話　03-5825-4760（直通）**

**メール　soudan@clta.jp**



## 6.他事業の紹介⑤　コンテスト

**6年目となる本年度も実施します！　詳細はコンテストページにて！**

CLTアイディアコンテスト2019設計部門の大臣賞受賞作品（抜粋）

農林水産大臣賞
mimoa（森安洋幸、水野貴之）

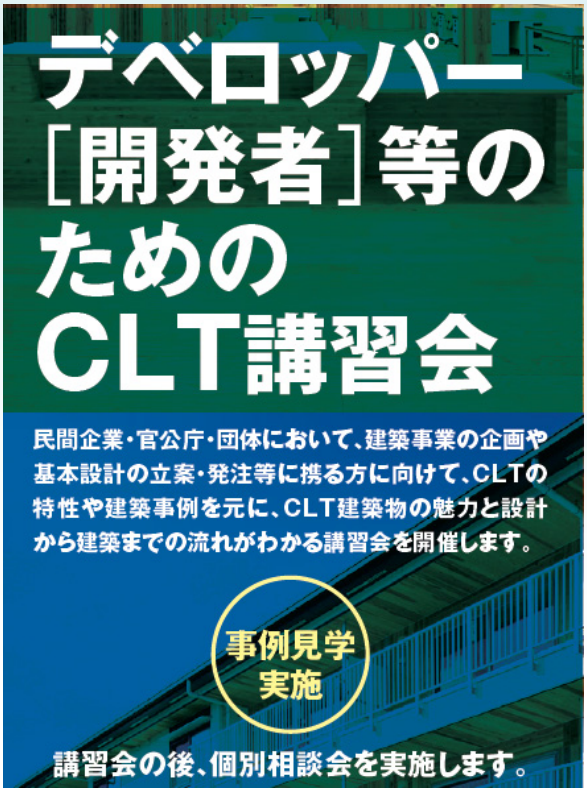
国土交通大臣賞
大林組

環境大臣賞
日建設計

コンテストページはこちら→

CLT CLTアイディアコンテスト2020
IDEA CONTEST 2020

## 6.他事業の紹介⑥　デベロッパー向け講習会




**令和2年度も実施予定。**

**詳細は主催の建築技術支援協会へ**

**（https://www.psats.or.jp/）**

**参考）令和元年度のチラシ**

令和２年度 CLT 設計者向け実務講習会

説明資料 2

# CLT を用いた工法

# CLTを用いた工法

1.材料

2.CLTパネル工法

3.CLT複合構造

4.CLTの利用方法

①大きな版として

②厚い木の版として

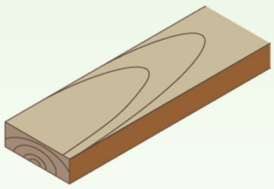
③RC造との比較

5.製造・接合金物

説明資料2

## 1.材料　CLTの構成

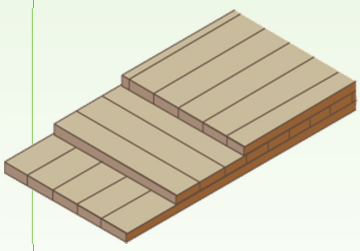
ラミナ



- **樹種**：スギ、ヒノキ、カラマツ　他
- **寸法**：標準　厚さ　30mm

  ラミナの段階で機械的強度区分

製造工程



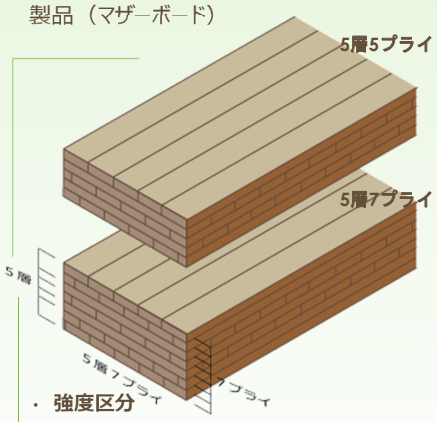
- **接着剤**：レゾルシノール・フェノール

  （使用環境　A）

  水性高分子イソシアネート

  （使用環境　B 又は C）

製品（マザーボード）




- **強度区分**

例　Mx60-5-5

外層ラミナ強度区分　5層　5プライ

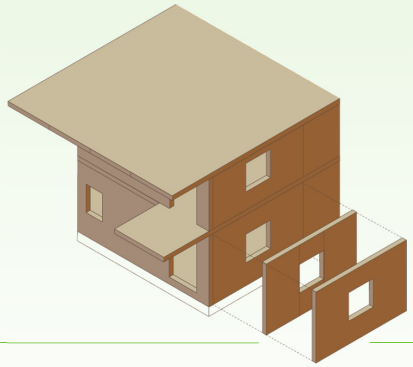
60

（ほかにSあり）

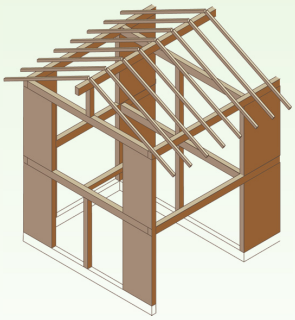
# 2.CLTパネル工法

告示６１１号による設計　　定義：水平力と鉛直力を受ける耐力壁にCLTを用いた構造

プラットフォーム



軸組ミックス



**パネル構成**（耐力壁）

- 小幅パネル架構
- 大版パネル架構①
- 大版パネル架構②

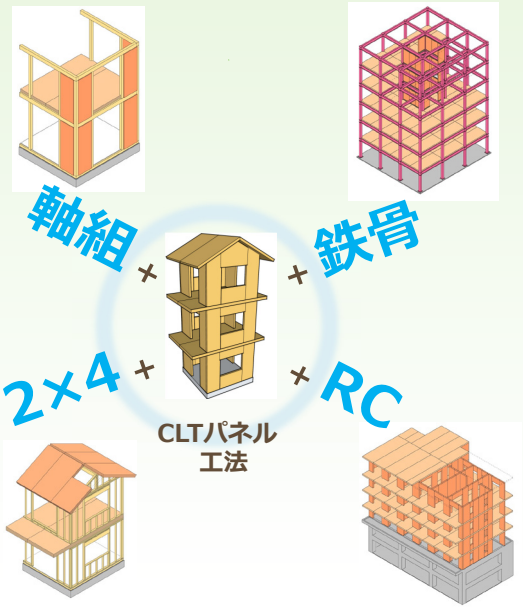
施工性　現場搬入　構造計算ルートを勘案して設計者が決める

**構造計算**

- ルート１　許容応力度計算
  ＋仕様規定
- ルート２　許容応力度等計算
- ルート３　保有水平耐力計算



# 3.CLT複合構造



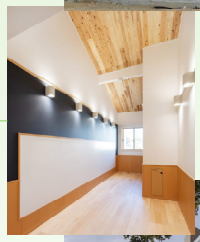

軸組＋ＣＬＴ

耐力壁の構造面材として
Ａパネ工法
Ｊパネル
MNパネル
床・屋根の水平構面として

下仁田町交流防災センター

２×４＋ＣＬＴ

床・屋根の水平構面として
告示１５４０号

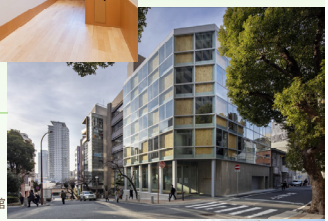


にじいろ保育園 梅が丘

Ｓ造＋ＣＬＴ

水平力のみ負担する壁として

床構面として



兵庫県林業会館

ＲＣ造＋ＣＬＴ

下階ＲＣ上階ＣＬＴとして
告示５９３号

はるのガーデン

部分づかい

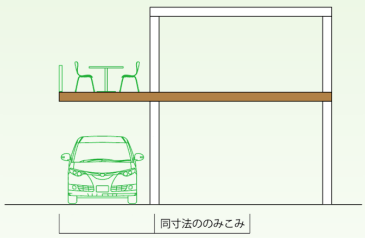
小屋組み部材として

飯能商工会議所

# 飯能商工会議所

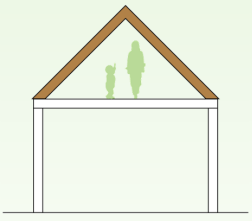
# 4.CLTの利用方法　①大きな版として

跳ね出し　バルコニー

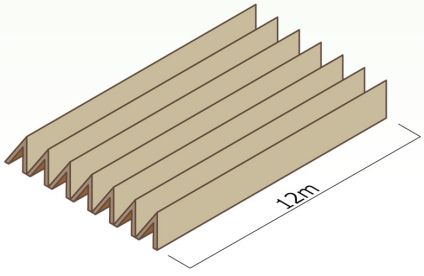



大きな軒の出

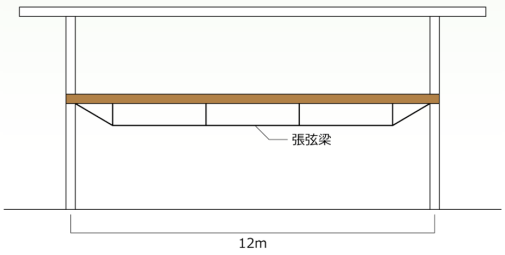
三角屋根（入間の家）



大スパン屋根




大スパン床（すくも商銀信用組合）

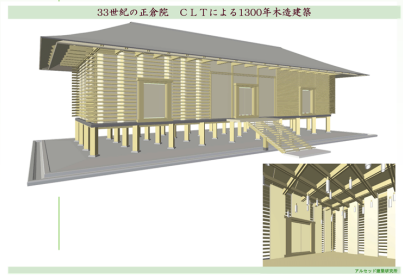


# 4.CLTの利用方法　②厚い木の版として

**宝物殿**
（調湿性）

榛名神社奉納額収納庫

正倉院（計画図）




**高齢者施設・学校**
（調湿性＋保温性）

田井高齢者福祉施設（室内）

郡山ヘアメイクカレッジ

**事務所・住宅**
（リラックス効果）

高知県森連会館（室内）

U邸

# 4.CLTの利用方法　③RC造との比較

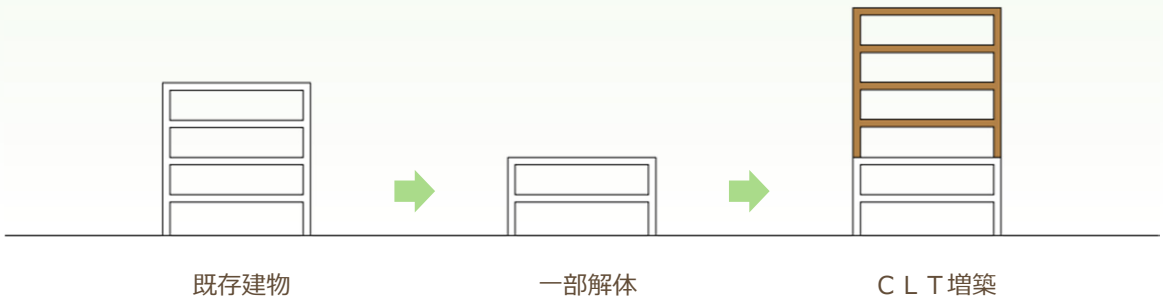
■軽量　（ＲＣ造の約１/２の重量）
- 杭工事のコストダウン
- 既存杭の利用
- 上階増築　（既存建物の一部解体）

■乾式
- 養生期間が不要　工期短縮

⇩

- 仮設工事費のコストダウン
- 建物の利用が早まる

■施工環境
- 住宅地での建設（近隣対策）



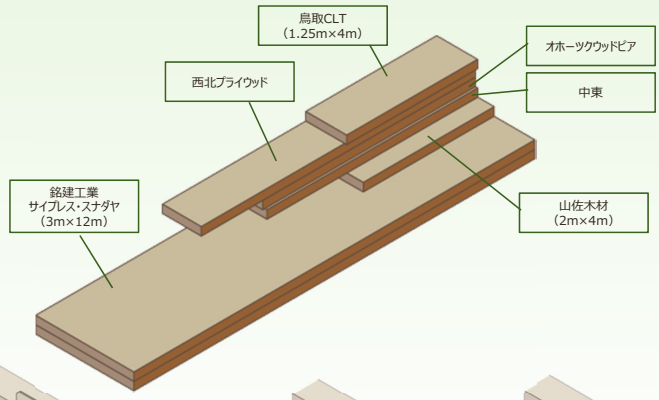
# 5.製造・接合金物

## ■ＣＬＴパネル製造工場一覧表

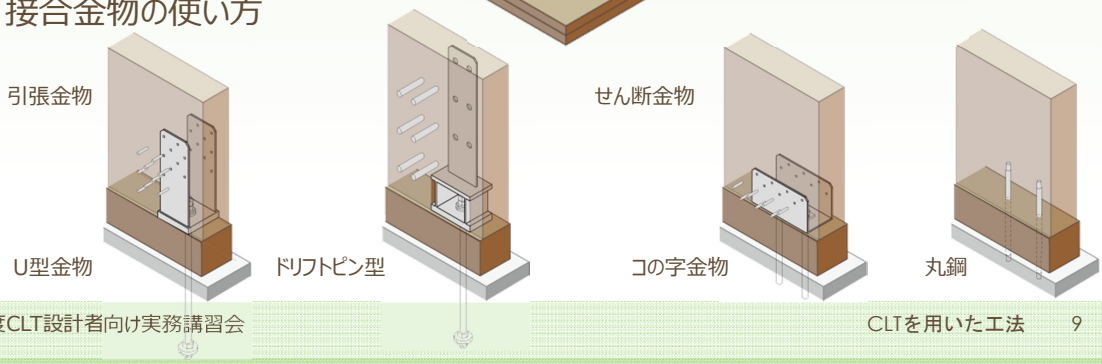
国内CLT 製造企業一覧（日本CLT協会員 JAS認定工場）　　日本CLT協会（2020年1月27日）

| 社名（所在地） | 年間製造能力（1時間相当量）（m³） | 接着剤 種別*1 | 接着剤 使用環境*2 | 幅はぎ接着*3 | 樹種*4 | 製造サイズ 厚さ*5（mm） | 製造サイズ 最大（m） | 製造外対応 設計 | 製造外対応 加工 | 製造外対応 施工 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| オホーツクウッドピア（北海道北見市） | 500 | イソ／レゾ | A、B／C | 有 | カラマツ トドマツ | 60～210 | 1.2×6.25 | － | ○ | － |
| 西北プライウッド（宮城県石巻市） | 4,000 | イソ／レゾ | A、B／C | 有 | スギ | 45～450（36～450） | 1.2×8.35 | － | － | － |
| 中東（石川県能美市） | 3,000 | レゾ | A | 無 | スギ | 90～270 | 1.25×6.2 | ○ | ○ | ○ |
| 鳥取CLT（旧レングス）（鳥取県西伯郡） | 2,000 | イソ | C | 有 | スギ | 36～90 | 1.25×4 | － | － | － |
| 銘建工業（岡山県真庭市） | 20,000 | イソ | B | 無 | スギ ヒノキ&スギ カラマツ ヒノキ トドマツ | 90～270（60～330） | 3×12 | ○ | ○ | ○ |
| サイプレス・スナダヤ（愛媛県西条市） | 10,000 | イソ | B | 有 | スギ ヒノキ | 90～270（60～400） | 3×12 | － | ○ | － |
| | | レゾ | A | 有 | スギ | | | | | |
| 山佐木材（鹿児島県肝属郡） | 6,000 | イソ／レゾ | B／A | 有 | スギ ヒノキ&スギ | 90～270（36～450） | 2×4 | ○ | ○ | ○ |

## ■工場別　製造可能サイズ




## ■接合金物の使い方



令和２年度 CLT 設計者向け実務講習会

説明資料 3

# CLT パネル工法建築物
# ルート１計算法

# CLTパネル工法建築物
# ルート1計算法

http://clta.jp/

2020年

一般社団法人 日本CLT協会

1

説明資料3

テキストの内容

講習内容

- 振動台実験の動画
- 計算法を定めるために実施した振動台実験の概要
- 試験終了後の損傷状況（写真）
- テキスト作成に用いた参考図書の紹介
- CLTを用いた木造建築物の告示と工法の概要
- 1.告示第611号のルート1を適用した建築物の設計法の説明
- 2.ルート1の構造計算方法の説明
- 3.軸組構法にCLTを用いた設計例の紹介

参考資料

- 構造計算書の目次（参考例）
- 設計施工マニュアル付録DVD ルート1設計例の概要
- 構造設計標準仕様書（ルート1用）
- 告示第1024号の説明

1

振動台実験

# 計算方法を定めるために実施した震動台実験の映像を再生します。

終局時の各部位の損傷状況が確認できます。

2

説明資料3

震動台実験映像
（Eディフェンス 兵庫県三木市）

12

# 計算方法を定めるために実施した震動台実験の概要

3



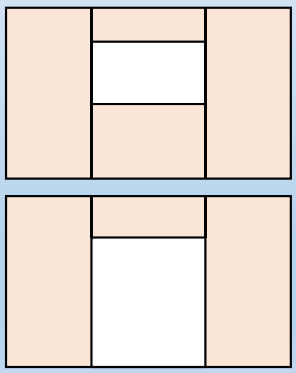
振動台実験

## 実大振動台試験で採用されている架構の種類

### 分割型

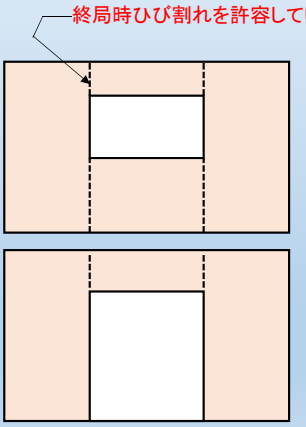
A棟5階、E棟3階

小幅パネル架構



D棟3階

大版パネル架構①

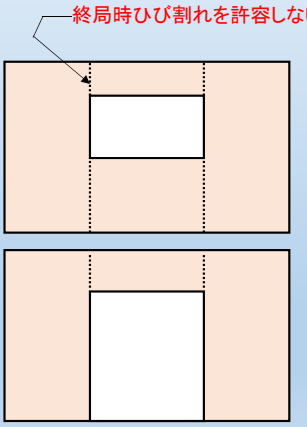



有開口壁パネルを用いる。

### 1体型

B棟3階、C棟3階

大版パネル架構②



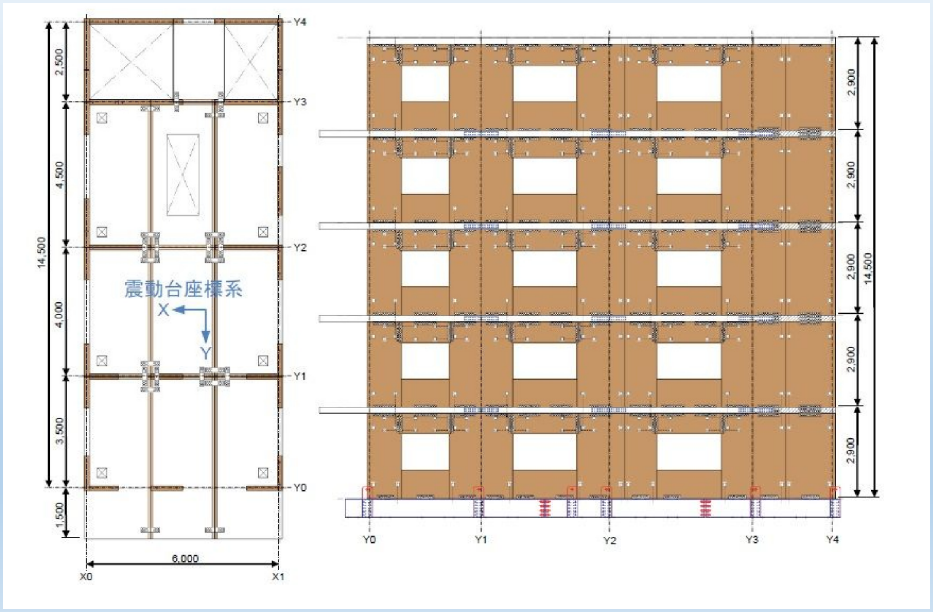

有開口壁パネルを用いる。

4

振動台実験

# A棟5階建6.0m×14.5m　分割型・小幅パネル架構

**耐力壁上下、垂れ壁、腰壁左右の接合は、引きボルトを用いている。**



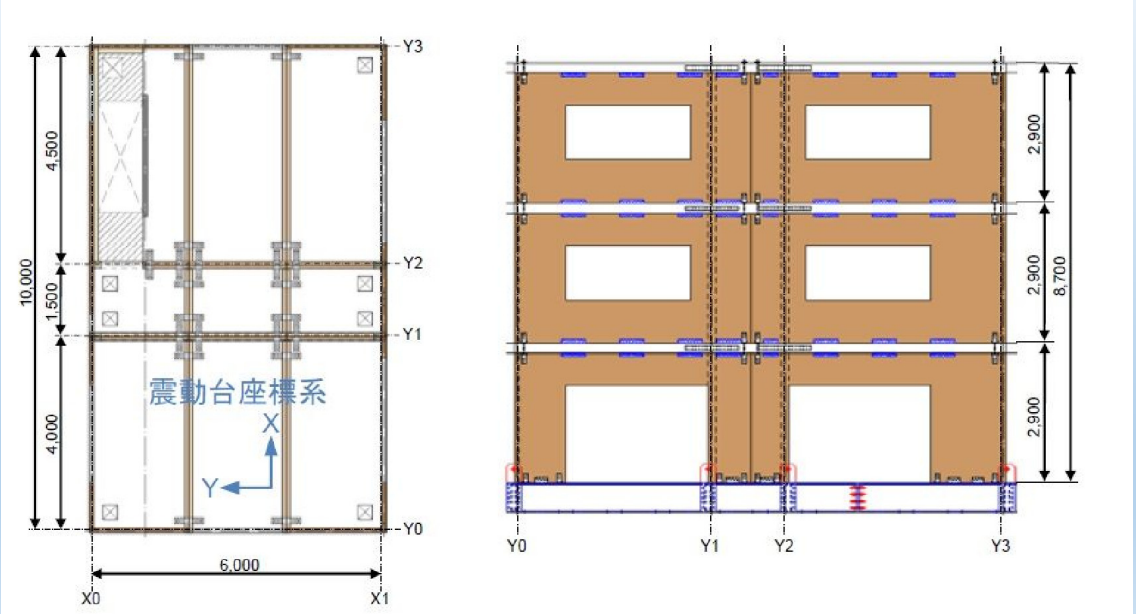

5

説明資料3

振動台実験

# B棟3階建6.0m×10.0m　一体型・大版パネル架構②

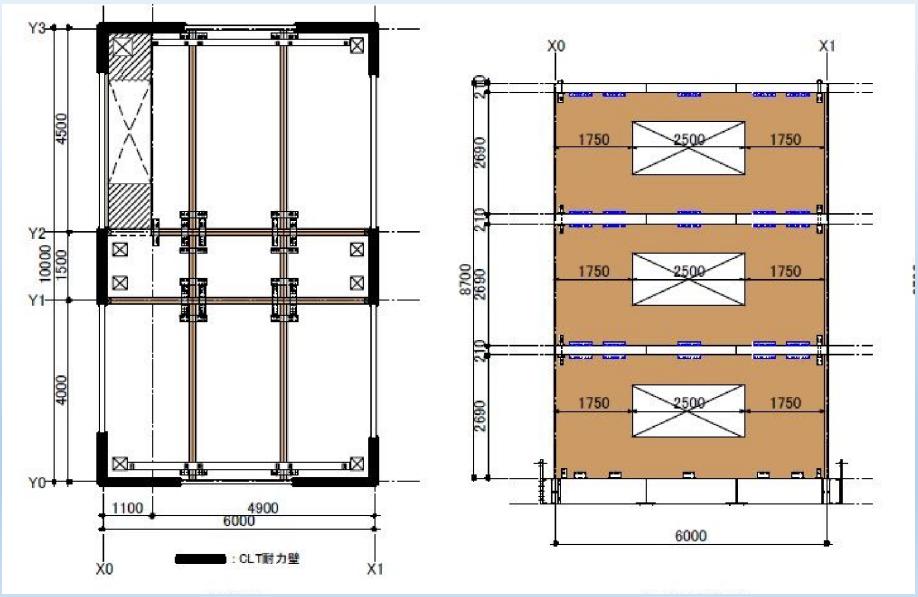
**耐力壁上下は、U形引張金物を用いている。**




6

## 振動台実験 C棟3階建6.0m×10.0m　一体型・大版パネル架構②

**耐力壁上下は、U形引張金物を用いている。**

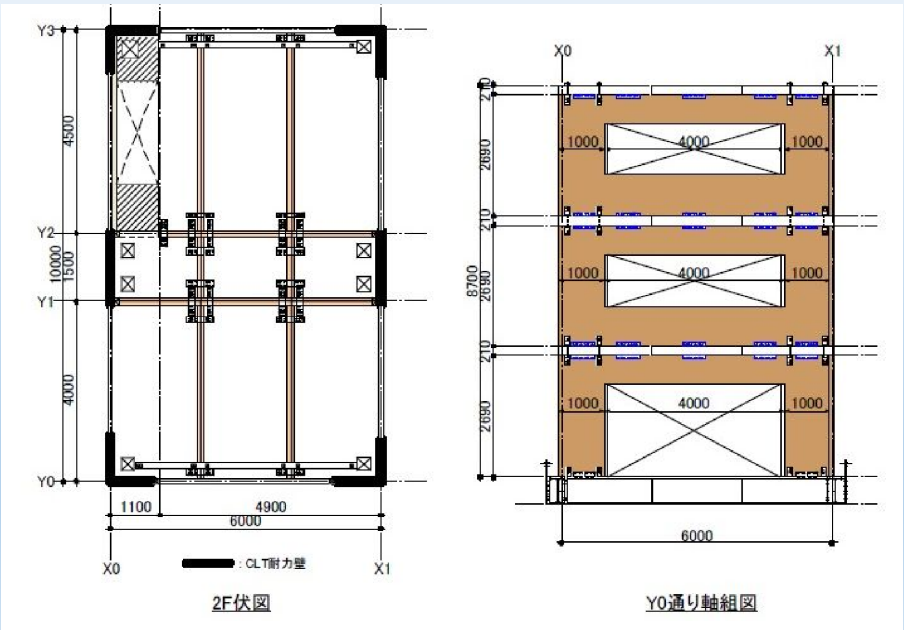



7

説明資料3

## 振動台実験 D棟3階建6.0m×10.0m　一体型・大版パネル架構①

**耐力壁上下は、U形引張金物を用いている。**

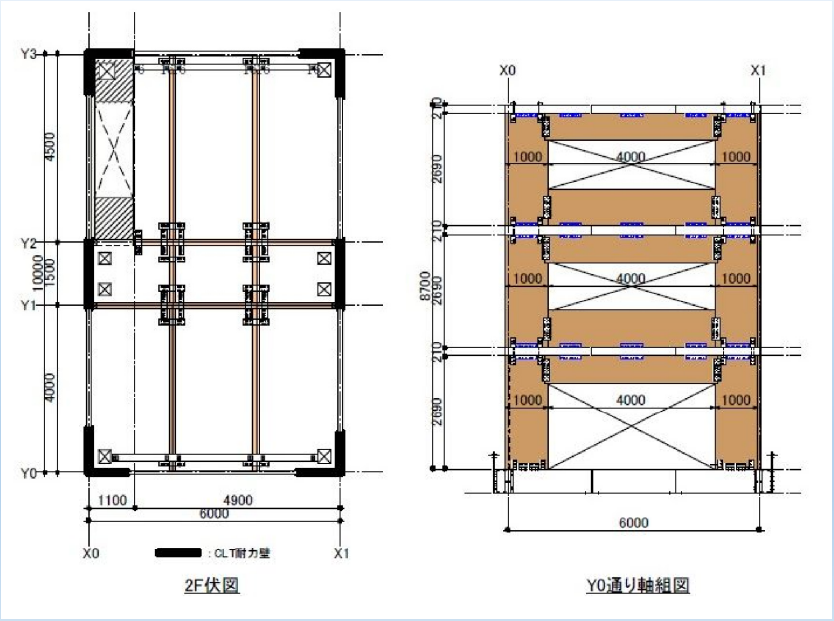



2F伏図　　Y0通り軸組図

8

振動台実験 E棟3階建6.0m×10.0m 分割型・小幅パネル架構

**耐力壁上下は、U形引張金物を用いている。**
**垂れ壁、腰壁左右は、裏表せん断金物を用いている。**






説明資料3

振動台実験 実験概要

**実験は2015年2月実施であることから**
**CLT基準強度の告示第1024号施行前のため相当と記載している。**

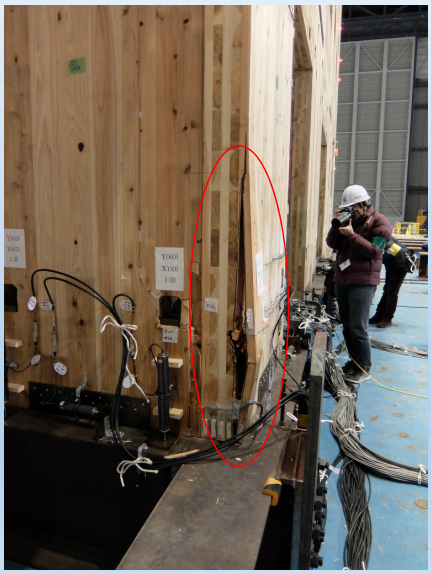
**映像順番**

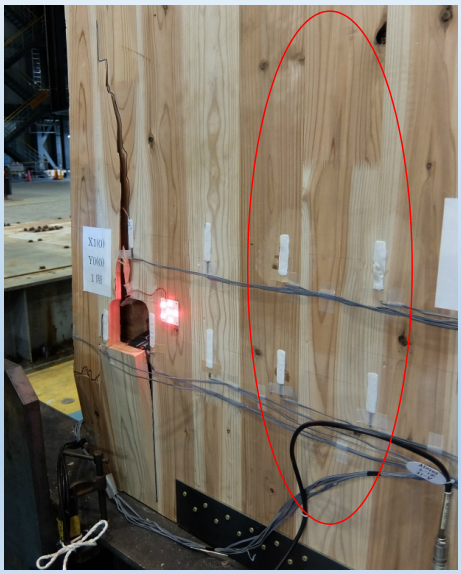
| | 建物 | | 加力スケジュール | CLT 壁 | CLT 床 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A 棟 | 分割型 | BSL100% 長辺方向 | 150mm（S60-5-5 **相当**） | 210mm （Mx60-5-7 **相当**） |
| 2 | 5 階 | **小幅パネル架構** | JMA 神戸 100% | * | * |
| 3 | B 棟 | 1 体型 | BSL90% 長辺方向 | 90mm（S60-3-3 **相当**） | 210mm （Mx60-5-7 **相当**） |
| 4 | 3 階 | **大版パネル架構②** | JMA 神戸 100% | * | * |
| 5 | | | JMA 神戸 140% | | |
| 6 | C 棟 | 1 体型 | BSL90% 短辺方向 | 90mm （S60-3-3） **相当** | 210mm （S60-5-7） **相当** |
| 7 | 3 階 | **大版パネル架構②** | JMA 神戸 100% | | |
| 8 | | | JMA 神戸 120% | | |
| 9 | D 棟 | | BSL90% 短辺方向 | 90mm （S60-3-3） **相当** | 210mm （S60-5-7） **相当** |
| 10 | 3 階<br>E 棟<br>3 階 | 分割型・**大版パネル架構①**<br>分割型・**小幅パネル架構** | JMA 神戸 100% | | |

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 5 - 5相当 150mm　床:Mx60 - 5 - 7相当 210mm　日本CLT協会

A棟（小幅パネル架構 5階建）　⇒1回目BSL波100%長辺方向　層間変位　長辺1/152rad
⇒2回目BSL波100%短辺方向
⇒3回目JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/65　短辺1/39





建物出隅部分耐力壁の引きボルト座金の支圧と耐力壁脚部支圧による圧壊

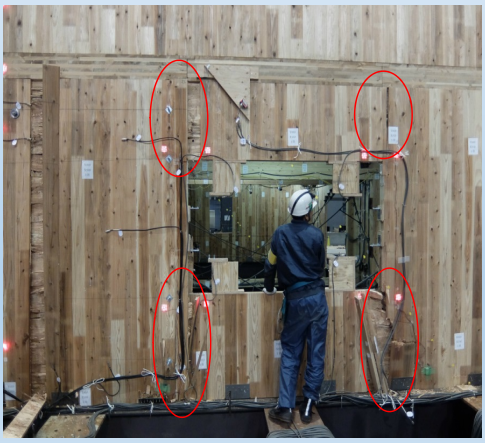
13

説明資料3

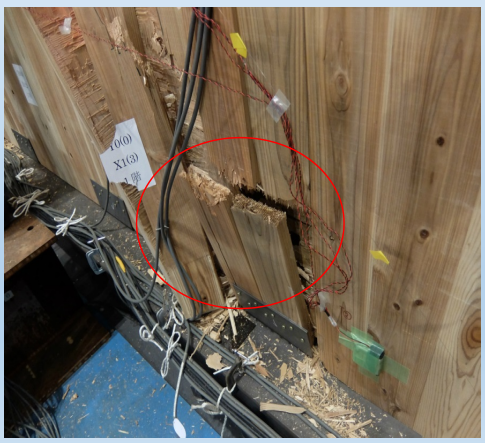
試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3相当 90mm　床:Mx60 - 5 - 7相当 210mm　日本CLT協会

B棟（大版パネル②架構　3階建）　⇒1回目BSL波100%長辺方向
⇒2回目BSL波100%短辺方向
⇒3回目 JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/100　短辺1/60
⇒4回目 JMA神戸波140%　層間変位　長辺1/30　短辺1/15　max 1/9



開口隅部の亀裂



せん断金物上部外層のフィンガージョイント部の断裂

14

試験終了後の損傷状況

震動台実験

日本CLT協会

B棟（大版パネル②架構　3階建）　⇒1回目BSL波100%長辺方向
⇒2回目BSL波100%短辺方向
⇒3回目 JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/100　短辺1/60
⇒4回目 JMA神戸波140%　層間変位　長辺1/30　短辺1/15　max 1/9

耐力壁脚部
支圧による
圧壊

せん断
接合部の
破壊

15

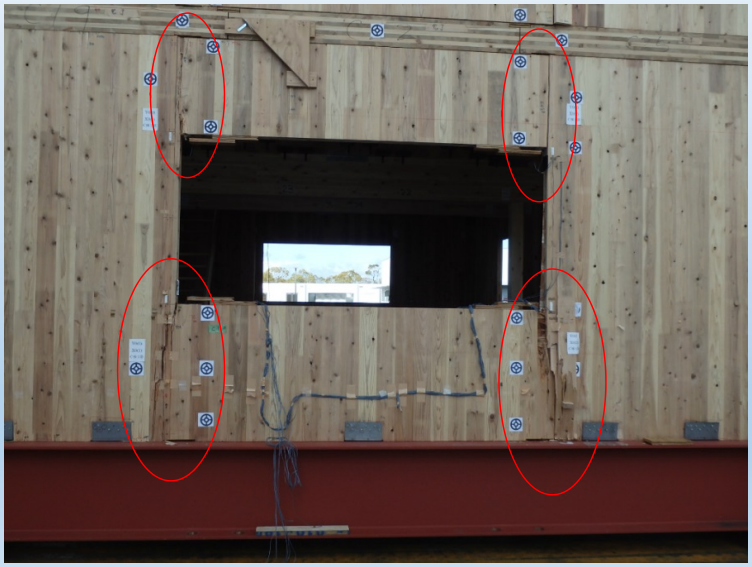
説明資料3

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

C棟（大版パネル ②架構　3階建）　⇒1回目BSL波90%短辺方向
⇒2回目 JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/60　短辺1/30
⇒3回目 JMA神戸波120%　層間変位　長辺1/39　短辺1/10



袖壁部分と垂れ壁部分
腰壁部分にひび割れが
生じた。

試験では
垂れ壁端部に
脱落防止受け材は
配置していない。

告示第611号
第八第二号ホでは
受け材を設けることが
規定されている。

16

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

C棟（大版パネル ②架構　3階建）　⇒1回目BSL波90%短辺方向
⇒2回目 JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/60　短辺1/30
⇒3回目 JMA神戸波120%　層間変位　長辺1/39　短辺1/10

開口隅部の
室内側
亀裂

17

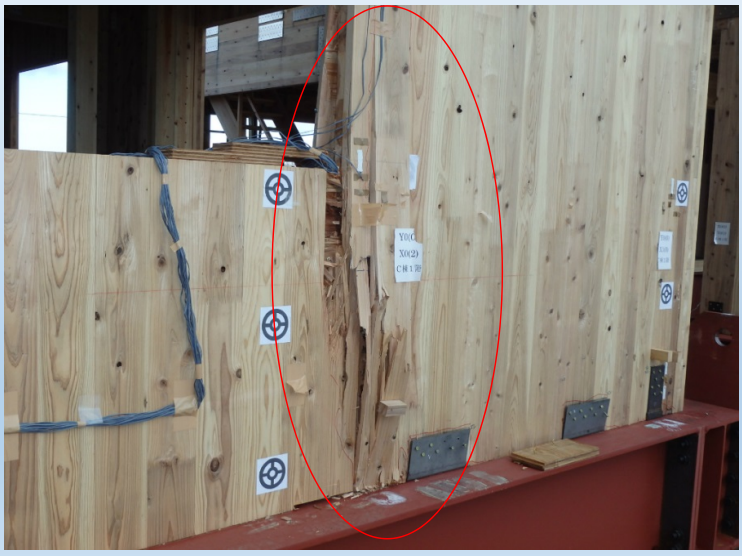


試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

C棟（大版パネル ②架構　3階建）　⇒1回目BSL波90%短辺方向
⇒2回目 JMA神戸波100%　層間変位　長辺1/60　短辺1/30
⇒3回目 JMA神戸波120%　層間変位　長辺1/39　短辺1/10



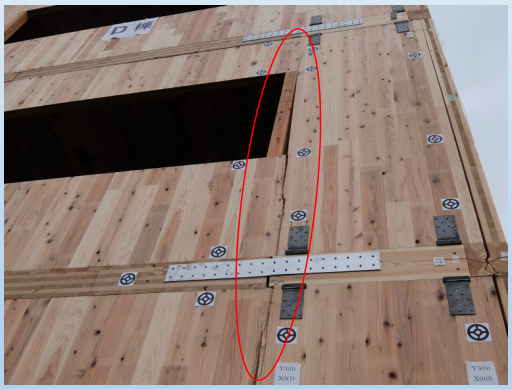
開口隅部
屋外側の亀裂

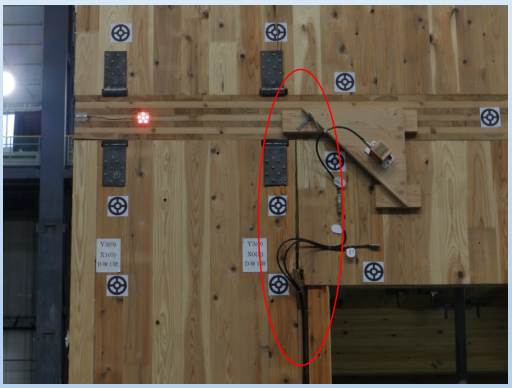
18

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm　日本CLT協会

D棟（大版パネル ①架構　3階建）⇒1回目BSL波90%　層間変位　短辺方向　1/28
⇒2回目JMA神戸波100%　層間変位　max1/11





開口隅部
屋外側の亀裂

19

説明資料3

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm　日本CLT協会

D棟（大版パネル ①架構　3階建）⇒1回目BSL波90%　層間変位　短辺方向　1/28
⇒2回目JMA神戸波100%　層間変位　max1/11

引張り金物
側面プレートの
壁パネル圧壊に
伴う座屈

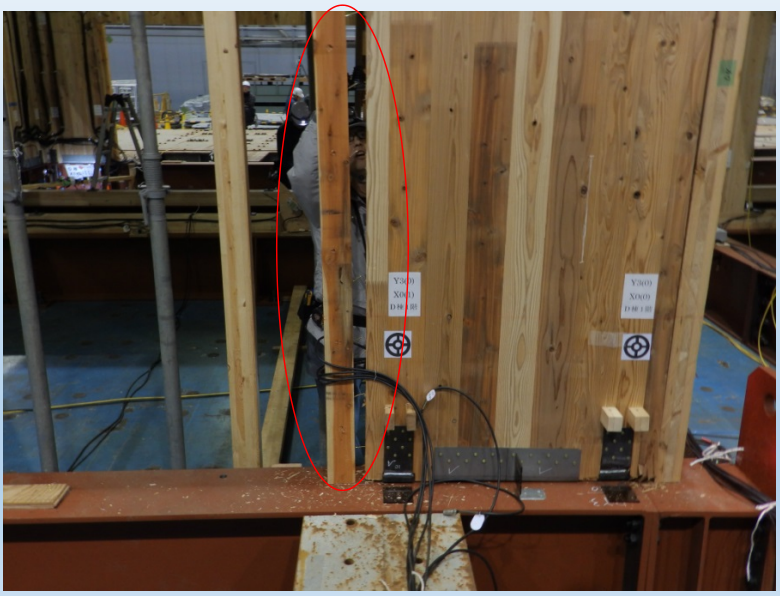
20

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

D棟（大版パネル ①架構　3階建）⇒1回目BSL波90%　層間変位　短辺方向　1/28
⇒2回目JMA神戸波100%　層間変位　max1/11



垂れ壁部分の
脱落防止
受け材の剥離

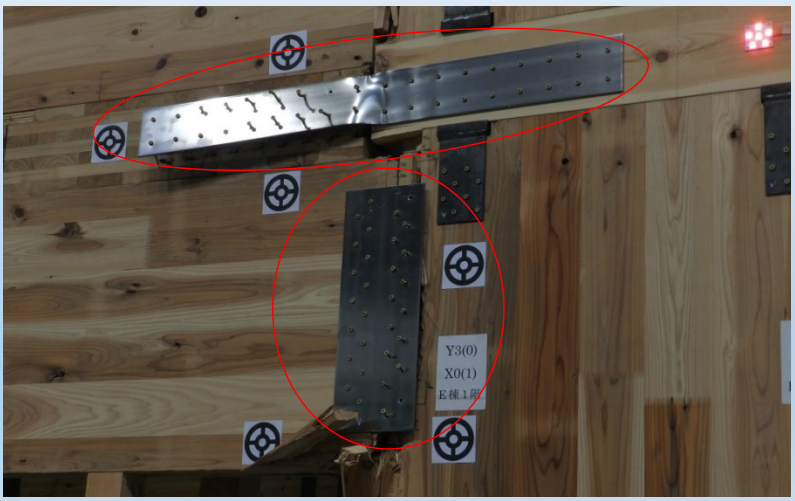
21

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

E棟（小幅パネル架構3階建）　⇒1回目BSL波90%　層間変位　短辺方向　1/34
⇒2回目JMA神戸100%　層間変位　max1/12




床パネル緊結金物の
ビス抜け出し
垂れ壁パネルせん断
金物のビス抜け出し

22

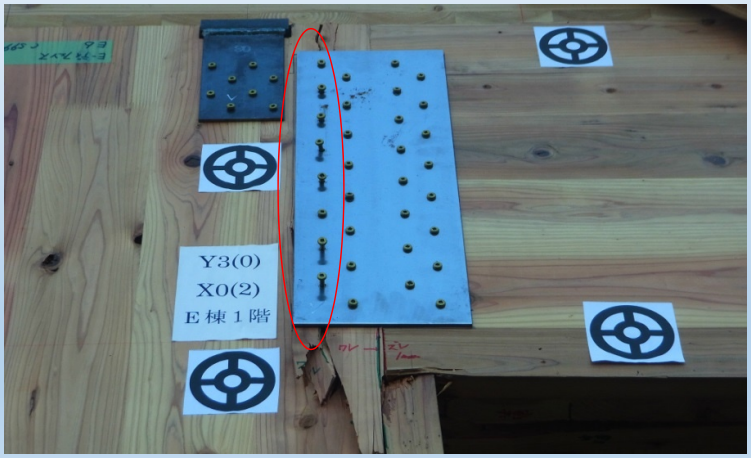
説明資料3

試験終了後の損傷状況

震動台実験　壁:S60 - 3 - 3　90mm　床:S60 - 5 - 7　210mm

日本CLT協会

E棟（小幅パネル架構3階建）　⇒1回目BSL波90%　層間変位　短辺方向　1/34
⇒2回目JMA神戸100%　層間変位　max1/12




垂れ壁パネルせん断
金物のビス抜け出し

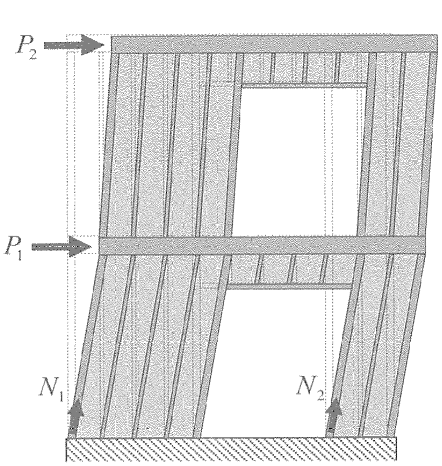
垂れ壁と脱落防止受け材の
接触部分の破壊

23

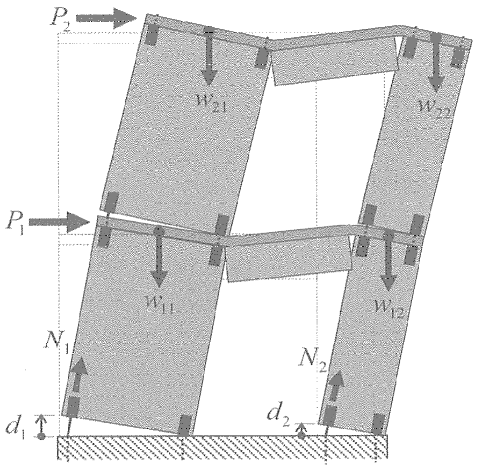
説明資料3

## ◎架構の水平変形の様子（在来軸組工法とCLT工法の比較）

構造面材を用いた在来軸組工法とCLTパネル工法の変形の違い。




(a)　在来軸組構法

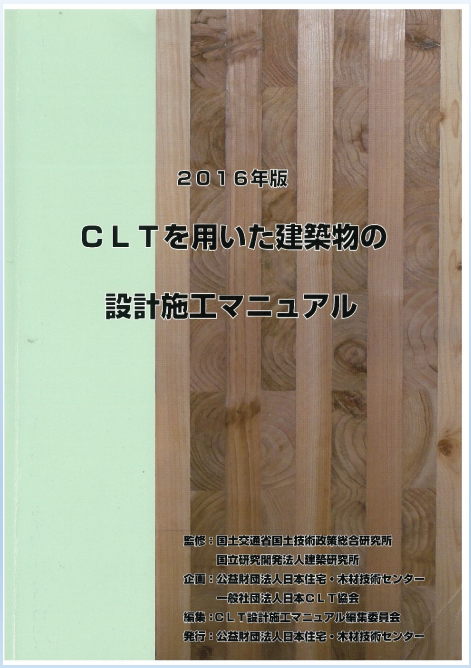



(b)　CLT パネル工法

CLTパネル工法の耐力壁は、転倒によりロッキングを生じ、一つの層の変形が上層の変形に影響を及ぼす。CLTパネル工法の変形の特徴である。

24

## ◎本講習のテキスト作成に用いた参考図書




25

説明資料3

## CLTを用いた木造建築物は、下記1）～4）に該当する。

**1）告示第611号を適用しCLTパネル工法建築物とした木造建築物**

告示第611号：CLTパネル工法建築物の構造方法に関する技術的基準を定めた告示

**2）施行令第3章第3節木造と関連告示による在来軸組構法の壁、床、屋根にCLTパネルを用いた木造建築物**

**3）告示第1540号による枠組壁工法建築物の床、屋根にCLTパネルを用いた木造建築物**

**4）施行令第3章第3節木造と関連告示、施行令第5章の3（*1）を適用した大断面集成材等とCLTパネルを組み合わせて構成した木造建築物**

（*1）施行令第5章の3　主要構造部を木造とすることができる大規模の建築物

26

# 1. 告示第611号のルート1を適用した建築物の設計方法

27

説明資料3

設計方法に関わる規定

## ◎計算ルート1で可能な建物規模

ルート1の建築物は、高さ、軒高、階数に制限がある。

| 計算ルート | | 建物規模 |
|---|---|---|
| ルート3 | 告示第611号<br>第八 | 高さ≦60m<br>中高層が設計できます。 |
| ルート2 | 告示第611号<br>第九 | 高さ≦31m<br>階数≦3 |
| ルート1 | 告示第611号<br>第十 | 高さ≦13m<br>軒高≦9m<br>階数≦3 |

28

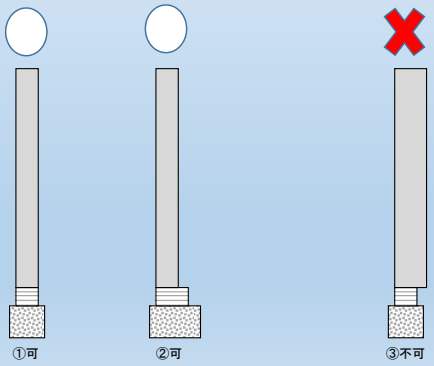
設計方法に関わる規定

# ◎土台の設置

1）土台は、必須ではない。

2）土台を設ける場合は、CLT耐力壁の厚さ以上とする。

3）土台の下部には、ねこ土台を配置することができる。

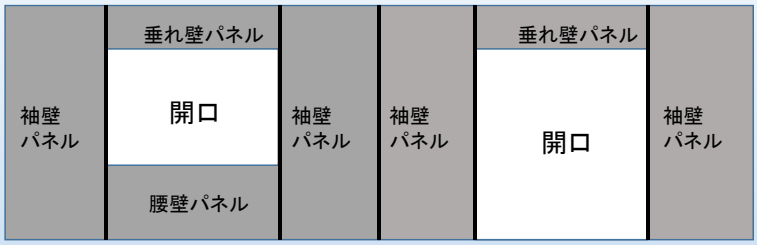



29

設計方法に関わる規定

# ◎ルート1における鉛直構面の構成

図は、小幅パネル架構




1）鉛直構面のCLTは、**S60-3-3**若しくは**Mx60-5-5**に該当するもの又は**これと同等以上のもの**とする。

2）**耐力壁**は、**長さ90cm以上2m以下**とする。

3）**垂れ壁、腰壁**は、**長さ90cm以上4m以下で高さ50cm以上**のものに限り構造耐力上有効となる。

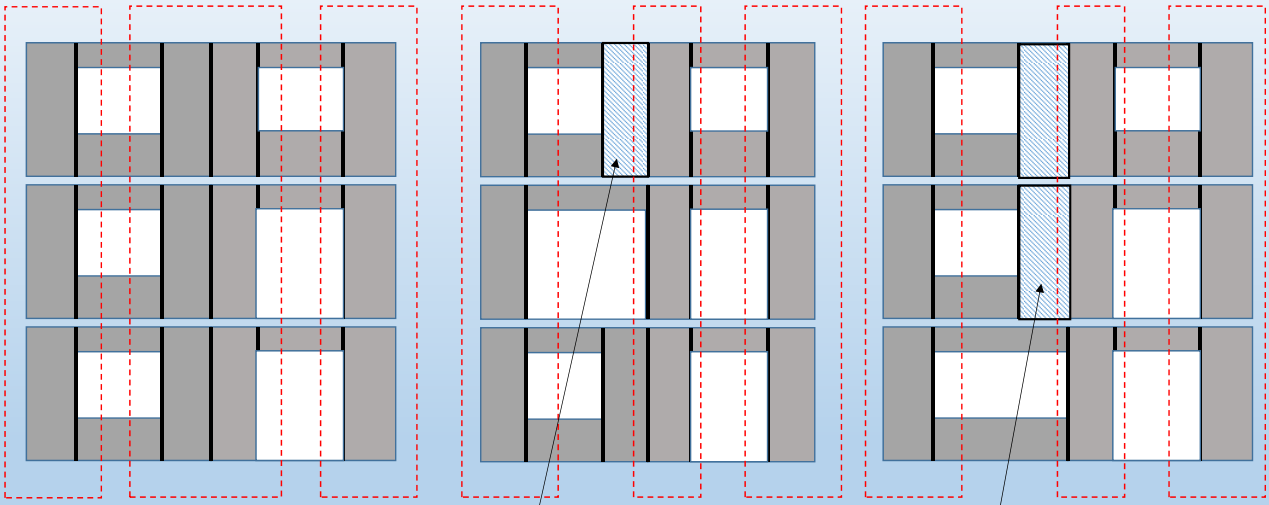
4）**構造耐力上支障のある開口、欠き込みを設けた壁、垂れ壁、腰壁は、構造耐力上無効**となる。
ただし、耐力壁の浮上がりを拘束する引きボルトを取り付けるための開口は、耐力壁に開口がないものとして扱うことができる。

5）耐力壁、垂れ壁、腰壁及び基礎、床版は、**クロスマーク金物など**で緊結する。

30

設計方法に関わる規定

6）**耐力壁は連層壁として配置する。**

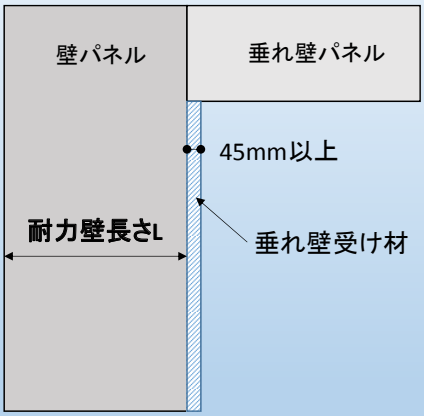



31

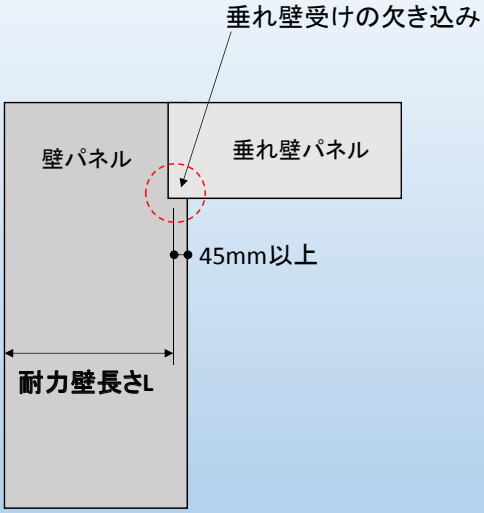
説明資料3

設計方法に関わる規定

# ◎耐力壁長さの設定




垂れ壁脱落防止受け材を設けた架構




垂れ壁受けの欠き取りを設けた架構

32

設計方法に関わる規定

# ◎ルート1における水平構面の構成

1）水平構面のCLT床パネルは、**原則は矩形**とする。

2）水平構面のCLT床パネルは、**構造耐力上支障のある開口部又は欠き込みは設けない**。

3）水平構面のCLT床パネルは、**平行する2つの壁又は梁により支持**する。

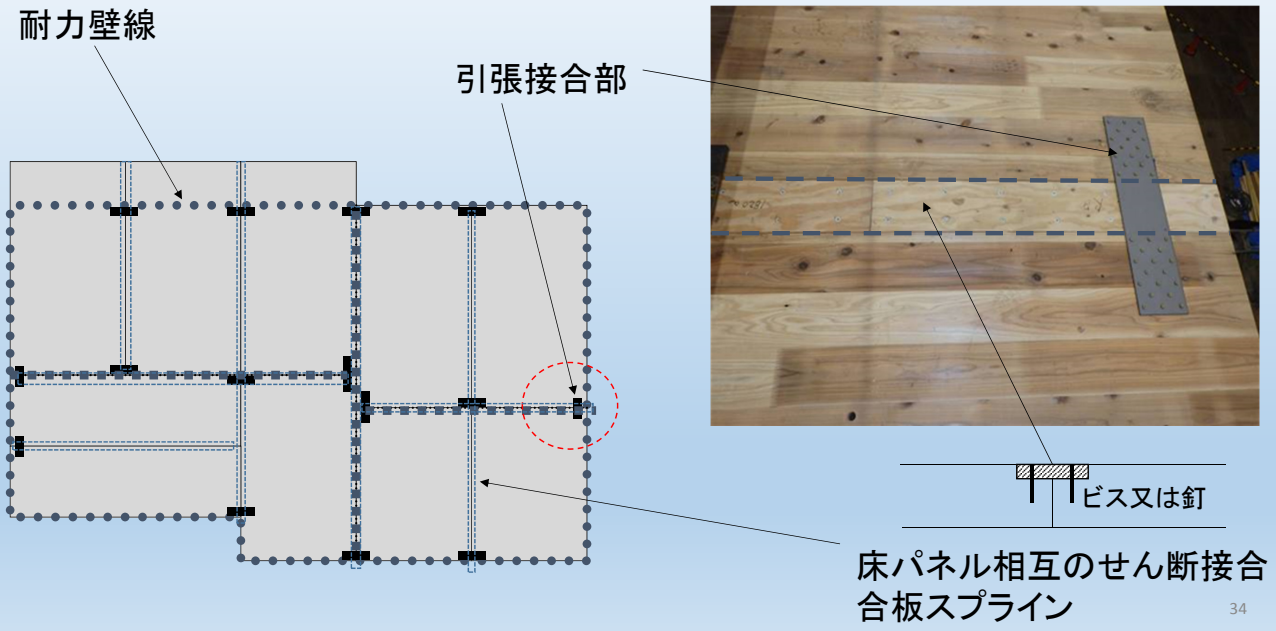
ルート1は、1階床を除く水平構面（床版、屋根版）はCLTパネルで構成するのが原則。

33

説明資料3

設計方法に関わる規定

4）水平構面のCLT床パネル相互は、**構造耐力上有効に緊結**する。




34

設計方法に関わる規定

# ◎CLTパネル工法ルート1の接合部

CLTパネル工法の耐力壁、垂れ壁、腰壁、床版の各パネルは、
ルート1用の金物で緊結する。

ルート1用の規格金物は
公益社団法人日本住宅・木材技術センターが制定した
χ（クロス）マーク金物が該当している。

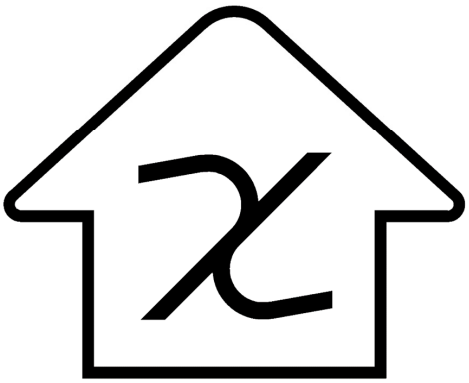
CLTパネル工法技術基準告示第611号の第十のルート1で
規定されている要求性能を満たす金物として制定されている。

35

説明資料3

設計方法に関わる規定

## χ（クロス）マーク表示金物
（CLTパネル工法用接合金物）



（公財）日本住宅・木材技術センター

クロスマーク金物には、
このマークが表示されます。

https://www.howtec.or.jp/publics/index/134/

36

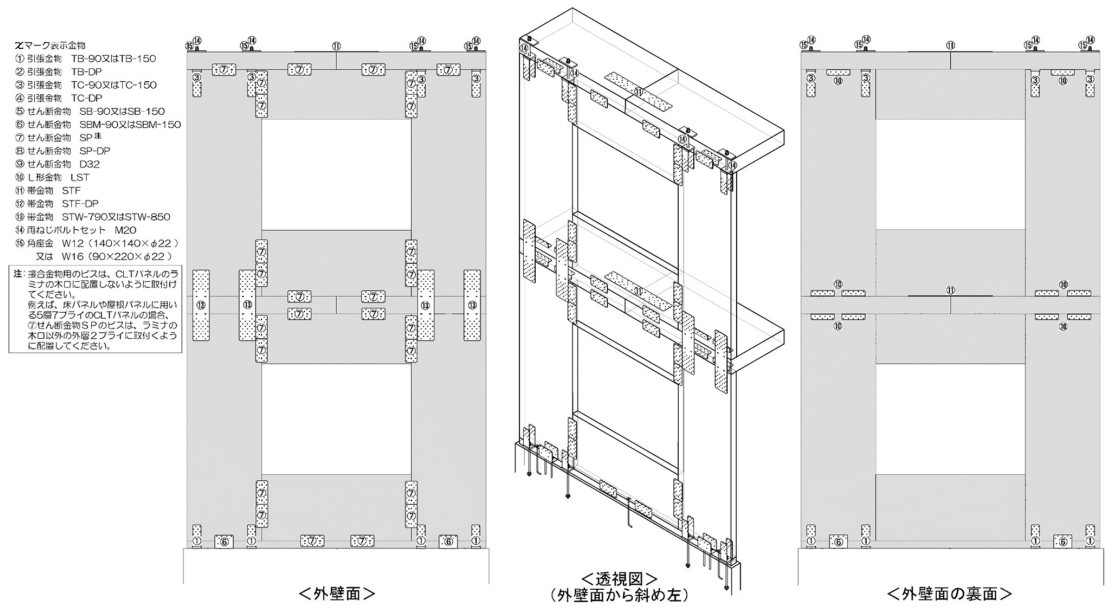



図1 外壁面とその裏面の接合金物の取合い

37



設計方法に関わる規定

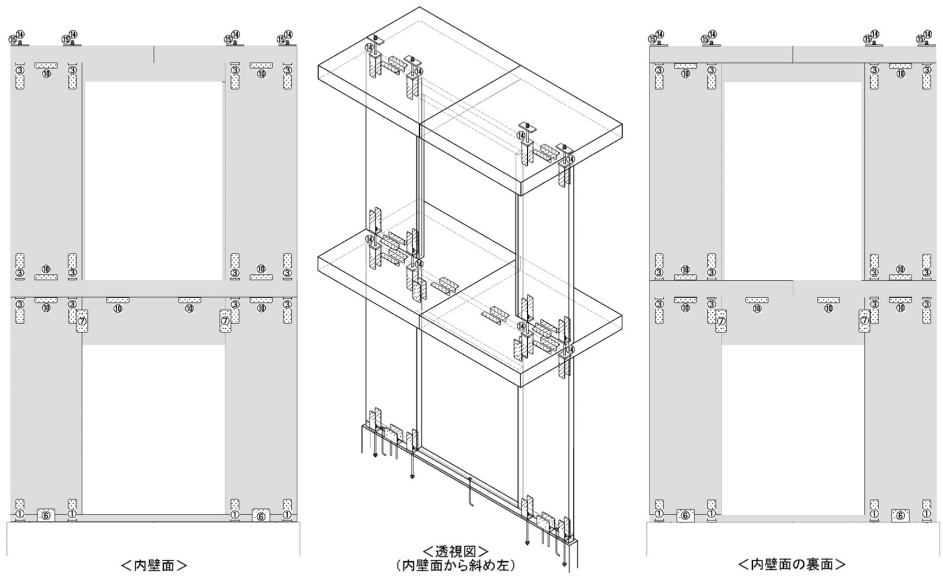



図2 内壁面とその裏面の接合金物の取合い

38

## 設計方法に関わる規定

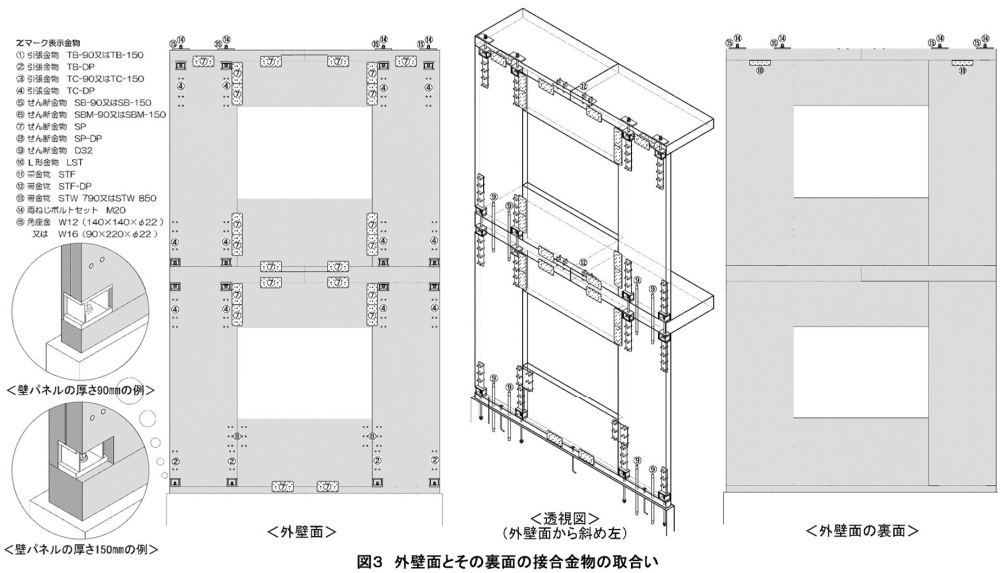



図3 外壁面とその裏面の接合金物の取合い



## 設計方法に関わる規定

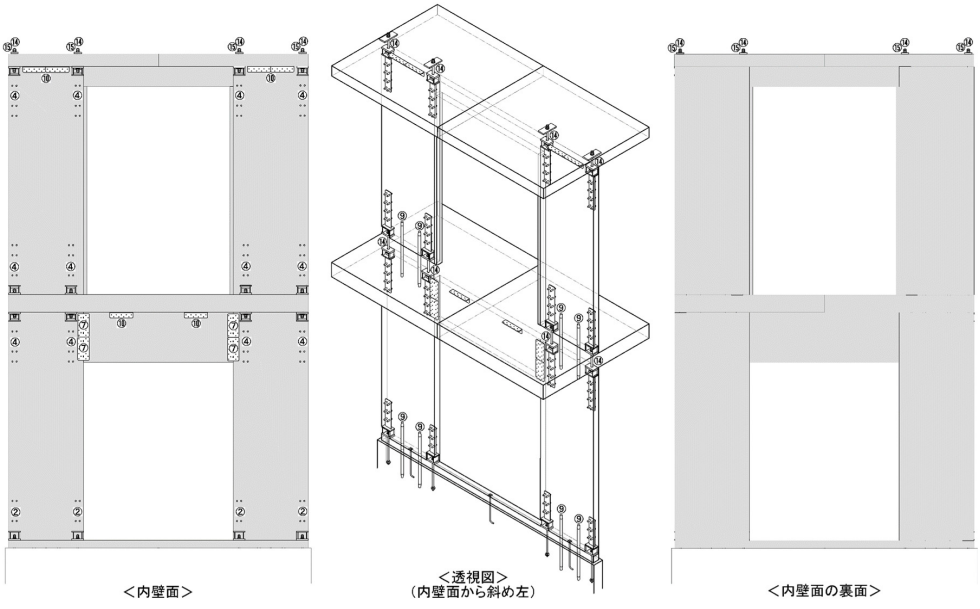


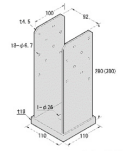
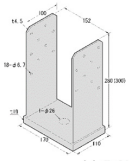
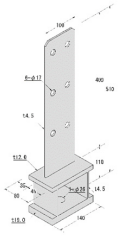

図4 内壁面とその裏面の接合金物の取合い

## 設計方法に関わる規定

### Zマーク表示金物の種類

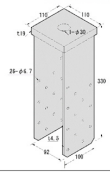
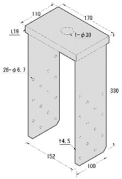
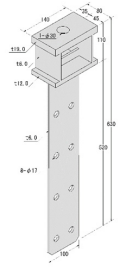
（単位：mm）

金 物

| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 接合具 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 引張金物 | TB-90<br>TB-90P |  | タッピンねじ<br>18-STS・C65<br><br>丸座金<br>1-RW6.0×40×φ17 | 厚さ90mmの壁パネルと基礎の接合（土台有無兼用）<br><br>JIS B 1220（構造用転造両ねじアンカーボルトセット）でM16のボルトを使用<br><br>TB-90P：厚さ20mmのねこ土台を使用 |
| | TB-150<br>TB-150P |  | タッピンねじ<br>18-STS・C65<br><br>丸座金<br>1-RW6.0×40×φ17 | 厚さ150mmの壁パネルと基礎の接合（土台有無兼用）<br><br>JIS B 1220（構造用転造両ねじアンカーボルトセット）でM16のボルトを使用<br><br>TB-150P：厚さ20mmのねこ土台を使用 |
| | TB-DP |  | ドリフトピン<br>6-DP16<br><br>丸座金<br>1-RW6.0×40×φ17 | 壁パネルと基礎の接合<br><br>厚さ90mmの壁パネル：長さ80mmのドリフトピンDP16を使用<br><br>厚さ150mmの壁パネル：長さ140mmのドリフトピンDP16を使用<br><br>JIS B 1220（構造用転造両ねじアンカーボルトセット）でM16のボルトを使用 |

（単位：mm）

金 物

| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 接合具 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 引張金物 | TC-90 |  | タッピンねじ<br>26-STS・C65 | 厚さ90mmの壁パネル：上下階の壁パネル相互、壁パネルと床パネル又は壁パネルと屋根パネル等の接合<br><br>両ねじボルトセットM20を使用 |
| | TC-150 |  | タッピンねじ<br>26-STS・C65 | 厚さ150mmの壁パネル：上下階の壁パネル相互、壁パネルと床パネル又は壁パネルと屋根パネル等の接合<br><br>両ねじボルトセットM20を使用 |
| | TC-DP |  | ドリフトピン<br>8-DP16 | 上下階の壁パネル相互、壁パネルと床パネル又は壁パネルと屋根パネル等の接合<br><br>厚さ90mmの壁パネル：長さ80mmのドリフトピンDP16を使用<br><br>厚さ150mmの壁パネル：長さ140mmのドリフトピンDP16を使用<br><br>両ねじボルトセットM20を使用 |

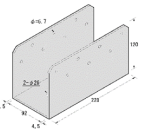
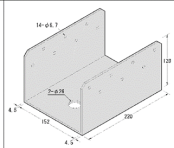
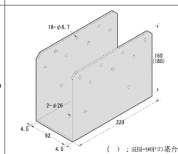
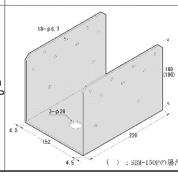
41

説明資料3

## 設計方法に関わる規定

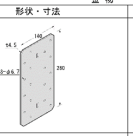
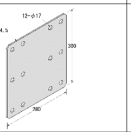
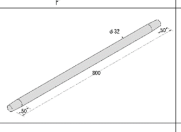
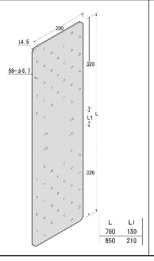
（単位：mm）

金 物

| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 接合具 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| せん断金物 | SB-90 |  | タッピンねじ<br>14-STS・C65<br><br>丸座金<br>2-RW6.0×40×φ17 | 厚さ90mmの壁パネル：基礎と壁パネルの接合（土台なし）<br><br>アンカーボルトM16を使用 |
| | SB-150 |  | タッピンねじ<br>14-STS・C65<br><br>丸座金<br>2-RW6.0×40×φ17 | 厚さ150mmの壁パネル：基礎と壁パネルの接合（土台なし）<br><br>アンカーボルトM16を使用 |
| | SBM-90<br>SBM-90P |  | タッピンねじ<br>18-STS・C65<br><br>丸座金<br>2-RW6.0×40×φ17 | 厚さ90mmの壁パネル：基礎と壁パネルの接合（土台あり）<br><br>アンカーボルトM16を使用<br><br>SBM-90P：厚さ20mmのねこ土台を使用 |
| | SBM-150<br>SBM-150P |  | タッピンねじ<br>18-STS・C65<br><br>丸座金<br>2-RW6.0×40×φ17 | 厚さ150mmの壁パネル：基礎の壁パネルの接合（土台あり）<br><br>アンカーボルトM16を使用<br><br>SBM-150P：厚さ20mmのねこ土台を使用 |

（単位：mm）

金 物

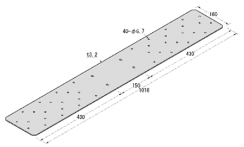
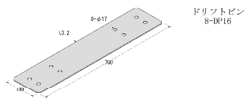
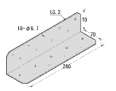
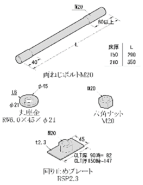
| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 接合具 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| せん断金物 | SP |  | タッピンねじ<br>18-STS・C65 | 壁パネルと垂れ壁又は腰壁の接合 |
| | SP-DP |  | ドリフトピン<br>12-DP16 | 壁パネルと垂れ壁又は腰壁の接合<br><br>厚さ90mmの壁パネル：長さ80mmのドリフトピンDP16を使用<br><br>厚さ150mmの壁パネル：長さ140mmのドリフトピンDP16を使用 |
| | D32 |  | — | 基礎と壁パネル又は上下階の壁パネル相互の接合 |
| 帯金物 | STW-790<br>STW-850 |  | タッピンねじ<br>58-STS・C65 | 上下階の壁パネル相互の接合<br><br>STW-790：厚さ150mmの床パネル用<br>STW-850：厚さ210mmの床パネル用 |

42

## 設計方法に関わる規定

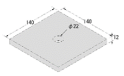
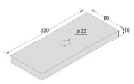
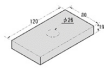
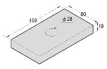
（単位：mm）

金物

| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 接合具 | 用途 |
|---|---|---|---|---|
| 帯金物 | STF |  | タッピンねじ 10-STS・C65 | 床パネル相互、耐力壁線上のはり又はその他の横架材相互の接合 |
| | STF-DP |  | ドリフトピン 8-DP16 | |
| L形金物 | LST |  | タッピンねじ 18-STS・C65 | 床パネルと壁パネルの接合 |
| 両ねじボルトセット | M20 |  | 六角ナット 3-W20<br>丸座金 2-RW6.0×45×φ21<br>同り止めプレート 1-RSP2.3 | 引張金物ＴＣ相互を接合するための両ねじボルト（六角ナット、丸座金及び同り止めプレートがセット）<br>L 290mm：厚さ150mmの床パネル用<br>L 350mm：厚さ210mmの床パネル用<br>同り止めプレートの長さが壁パネルの厚さが90mmの場合82 mm、150mmの場合147mmを使用 |

（単位：mm）

金物

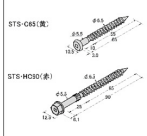
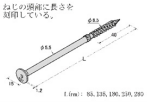
| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 用途 |
|---|---|---|---|
| 丸座金 | RW6.0×40×φ17 | | 引張金物ＴＨ、せん断金物ＳＨ又はせん断金物ＳＨＭの丸座金でボルトはM16 |
| 角座金 | W12 (140×140×φ22) |  | 5層5プライ用：両ねじボルトセットM20の角座金 |
| | W16 (80×220×φ22) |  | 3層4プライ又は3層4プライ用：両ねじボルトセットM20の角座金 |
| | W19 (80×120×φ26) |  | 3層4プライ用：引きボルトはSBR490（JIS B 1220）で呼びがM16又はM20の角座金 |
| | W19 (80×150×φ26) |  | 5層5プライ用：引きボルトはSBR490（JIS B 1220）で呼びがM16又はM20の角座金 |



## 設計方法に関わる規定

（単位：mm）

金物

| 種類 | 記号 | 形状・寸法 | 用途 |
|---|---|---|---|
| 四角穴付きタッピンねじ | STS・C65<br>STS・HC90 |  <br>これらのねじは、施工や検査時に確認ができるように着色している。 | 接合金物用 |
| | STS6.5-F |  | CLTパネル等の木材相互を接合 |
| ドリフトピン | DP16 | | 接合金物用 |

（注）＊1はZマーク金物、＊2はCマーク金物、＊3はMマーク金物とすることができる。

表1　耐力性能一覧表

| 名称 | 記号 | 耐力（kN） | 接合具 |
|---|---|---|---|
| 引張金物 | TB-90*1,TB-150*1<br>TB-90P*1,TB-150P*1 | 終局引張耐力　86.0 | STS・C65（18本） |
| | TB-DP*2 | | DP16（6本） |
| | TC-90*1,TC-150*1 | 終局引張耐力　135.0 | STS・C65（26本） |
| | TC-DP*2 | | DP16（8本） |
| せん断金物 | SB-90*1,SB-150*1<br>SBM-90*1,SBM-150*1<br>SBM-90P*1,SBM-150P*1 | 許容せん断耐力　47.0 | STS・C65（14本）<br>STS・C65（18本） |
| | SP*1 | 許容せん断耐力　52.0（2枚1組） | STS・C65（18本×2） |
| | SP-DP*2 | 許容せん断耐力　52.0 | DP16（12本） |
| | D32*2 | 許容せん断耐力　54.0（2本1組） | D32（1本×2） |
| 帯金物 | STF*1 | 許容引張耐力　52.0 | STS・C65（40本） |
| | STF-DP*2 | | DP16（8本） |
| | STW-790*1<br>STW-850*1 | 終局引張耐力　135.0 | STS・C65（58本） |
| L形金物 | LST*1 | 許容せん断耐力　54.0（2枚1組） | STS・C65（18本×2） |
| | LST+SP*1 | 許容せん断耐力　54.0 | |

注　*1　直交集成板の強度等級S60-3-3、M×60-5-5又はこれと同等以上
　　*2　直交集成板の強度等級S60-3-3又はこれと同等以上
　　*3　直交集成板の強度等級M×60-5-5又はこれと同等以上

表2　接合金物に対する使用環境と防せい防食処理

×マーク表示金物は、使用環境2の区分である。

| 種類 | 使用環境1<br>室内のような乾燥した環境での使用 | 使用環境2<br>直接雨に暴露されない屋外環境又は多湿な屋内環境での使用 | 使用環境3<br>直接雨に曝される屋外環境での使用 |
|---|---|---|---|
| L形金物<br>引張金物<br>せん断金物<br>帯金物<br>丸座金、角座金<br>四角穴付きタッピンねじ<br>せん断金物D32<br>ドリフトピン<br>両ねじボルト<br>六角ナット | ・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn5/CM2<br>・その他、同等以上の処理 | ・JIS G 3302(溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z27 NC<br>・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn20/CM1<br>・その他、同等以上の処理<br>・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn8/CM2<br>・その他、同等以上の処理 | ・JIS H 8641(溶融亜鉛めっき) 2種 HDZ 35<br>・JIS G 3302(溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z35 NC<br>・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn25/CM2<br>・その他、同等以上の処理 |

# 2. ルート1の構造計算方法

45



構造計算方法に関わる規定

## ◎計算ルート1における適用内容

| 計算ルート | | 計算法 | 適用内容 |
|---|---|---|---|
| ルート1 | 告示第611号<br>第十 | 告示規定による<br>耐力壁量の検討<br>及び<br>許容応力度等計算 | ・分割型架構に適用する。耐力壁は連層とする。<br>・耐力壁長さは、90cm以上2m以下とする。<br>・垂れ壁、腰壁は、長さ90cm以上4m以下、成50cm以上のものを、構造耐力上有効として扱う。<br>・耐力壁架構の検討は、第十第2項第4号の仕様規定による。（耐力壁量の計算式が規定されている。）<br>・偏心率は、原則0.15を超えないこと。ただし、0.3以下とできる。<br>・金物は、χ（クロス）マーク金物を用いることができる。<br>・手計算が可能である。 |

46

構造計算方法に関わる規定

# ◎第十第2項第4号
# 計算ルート1の架構の検討方法

下式により、当該階の許容せん断耐力Qaを求め、
当該階の耐力壁長さLを乗じて求めたその階のせん断耐力の和と
水平力（地震力）を比較する。

$$Qa = 3/H \times (Q_0 + 1.5n)$$

$Q_0$： 2階建て以下の場合は15kN/m、3階建ての場合は10kN/m

H： 当該階の階高 （m） 3.0m以下の場合は、3.0mとする。

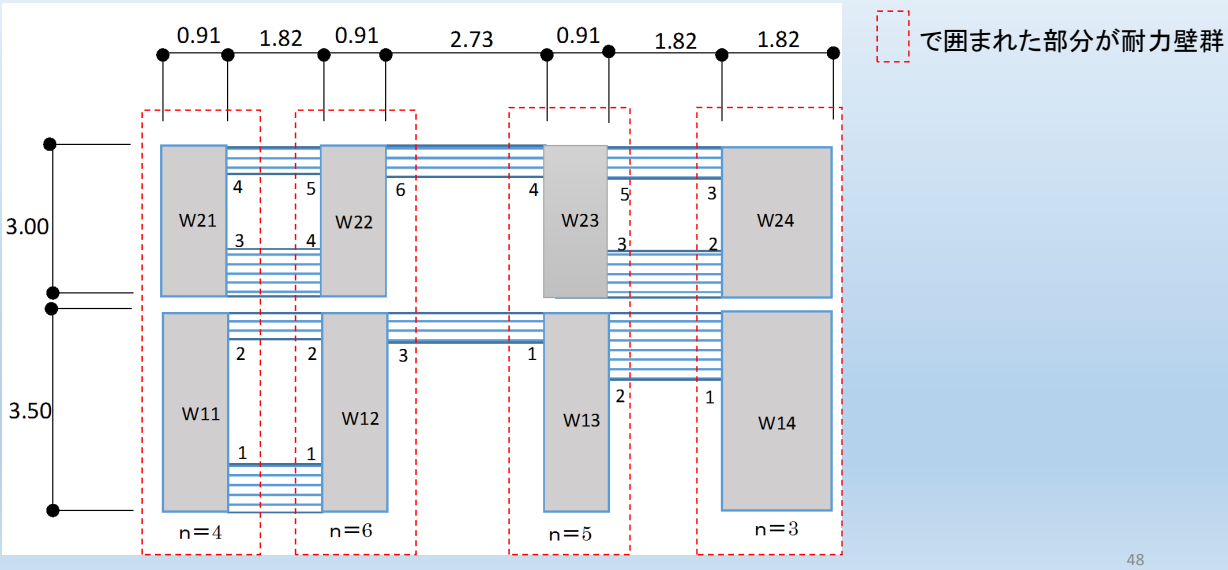
n： 算定する耐力壁群に取り付く垂れ壁、腰壁の合計数

47

説明資料3

構造計算方法に関わる規定

n：耐力壁群に取り付く垂れ壁、腰壁の合計数




48

構造計算方法に関わる規定

水平力より耐力壁のせん断耐力の和が大きいことを確認する。

$$\Sigma Qa \times L \geqq P$$

Qa ：当該階の許容せん断耐力(kN/m)
L ： 当該階の耐力壁長さ （m）
P ： 当該階の地震力(kN)

上記の条件が満足なら架構の検討は終了となる。

告示第611号第十第七号、第八号、第九号に
規定する金物(クロスマーク)を所定の位置に配置することで
架構の安全性は担保されたことになる。

49

説明資料3

構造計算方法に関わる規定

ルート1では、架構の応力は算定しない。

計算書に架構の応力図は添付しない。

計算書の構成を定めた告示第612号の別表第三では、
応力図を添付するように記載があるが
同表の欄外の二号では、「・・・・・・必要な図書の追加、変更等を行うこと。」との記載があり、鉛直構面の応力図の添付は必要ない。

ただし、地中梁は応力図の添付が必要となる。

50

構造計算方法に関わる規定

# ◎ルート1における各部位の計算方法

下記イ）～ロ）の断面検定では、
標準層せん断力係数をC＝0.3以上として
応力算定し、検定を行う。

イ）CLTパネルの壁、床、屋根の断面検定。

ロ）CLT床パネル相互および床パネルと壁パネルの
各部接合部の検定。

ハ）地中梁の断面検定。

51

説明資料3

構造計算方法に関わる規定

ニ）偏心率は、0.15を超えないことが原則だが、
0.3以下は応力を割増して安全性が確認できれば可とできる。

・偏心率が0.15を超え0.3以下の場合の応力割増方法

①標準層せん断力係数0.2に告示第1792号第七の表2に掲げるFeを乗じて得た数値以上として応力を割増し断面検定する。

②剛心からの距離に応じてねじり補正係数を求め、応力を割り増して断面検定する。

ホ）基礎は、長期応力、短期応力に対し検定する。
基礎梁は、応力図を計算書に添付する。

52

# 3. 軸組構法にCLTを用いた例

53



軸組構法にCLTを用いた施工例

## 森林組合連合会事務所ビル（高知県）

54

軸組構法にCLTを用いた施工例

## 森林組合連合会事務所ビル（高知県）

55

説明資料3

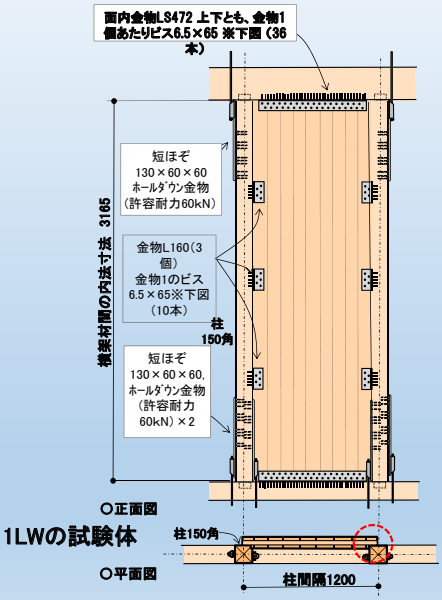
軸組構法にCLTを用いた施工例

## 森林組合連合会事務所ビル（高知県）

56

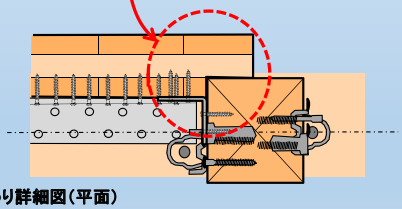
軸組構法にCLTを用いた施工例

## 森林組合連合会事務所ビル（高知県）




耐力壁の試験体　**壁倍率7倍相当**

CLT厚90㎜のうち60㎜は柱の外側に出すことにより、終局時において柱・土台および梁等の軸組材が曲げ破壊やせん断破壊しないよう留意している。



○柱まわり詳細図（平面）

57

軸組構法にCLTを用いた施工例

## ウッドエナジー協同組合事務所棟（宮崎県）

58

説明資料3

軸組構法にCLTを用いた施工例

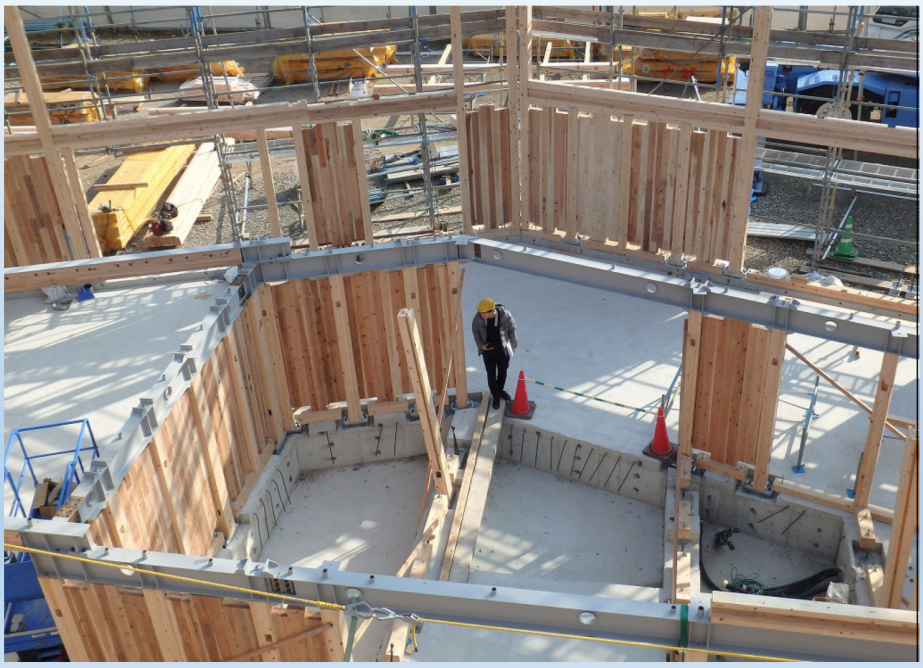
## ウッドエナジー協同組合事務所棟（宮崎県）

59

説明資料3

軸組構法にCLTを用いた施工例

## ウッドエナジー協同組合事務所棟（宮崎県）



60

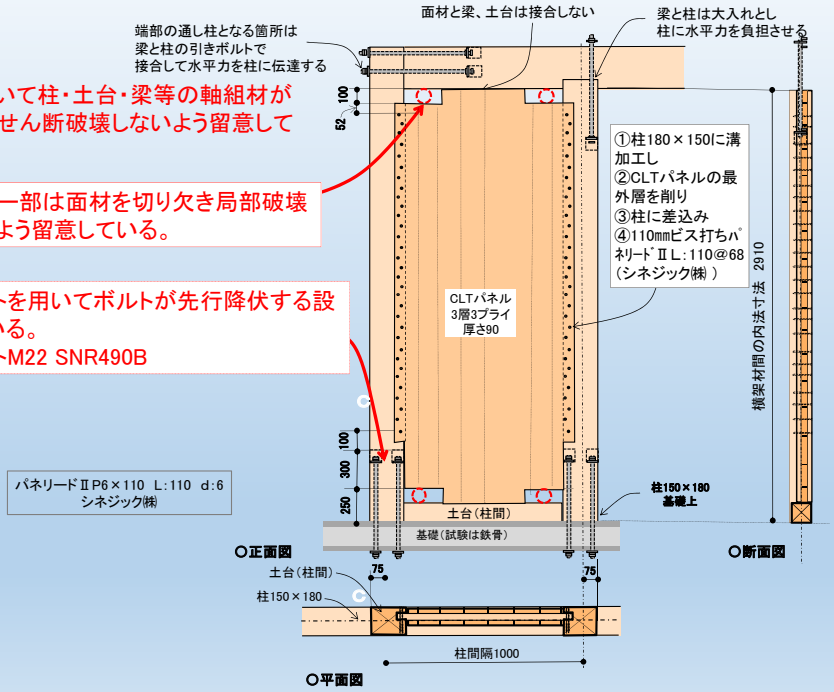
軸組構法にCLTを用いた施工例

## ウッドエナジー協同組合事務所棟（宮崎県）

終局時において柱・土台・梁等の軸組材が曲げ破壊やせん断破壊しないよう留意している。

コーナー部は面材を切り欠き局部破壊しないよう留意している。

引きボルトを用いてボルトが先行降伏する設計としている。
引きボルトM22 SNR490B




耐力壁の試験体
壁倍率18倍相当

61

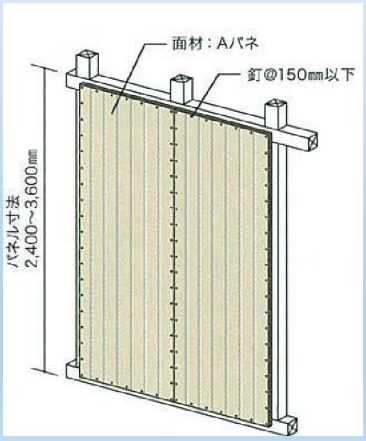
# 構造用面材として
# 倍率を取得しているCLTの紹介

62

説明資料3

構造用面材として倍率を取得しているCLT

## 厚さ36㎜CLT認定等　壁倍率4.5(大臣認定)　床倍率(性能評定)



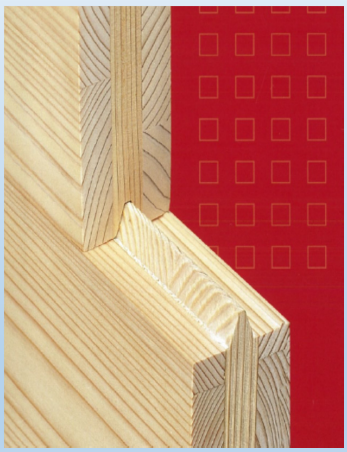

https://www.apane-clt.com/

63

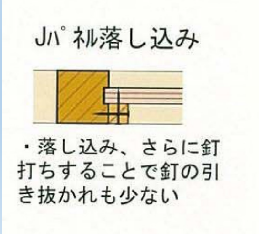
説明資料3

構造用面材として倍率を取得しているCLT

## 厚さ36㎜CLT認定等　壁倍率2.5(大臣認定)　床倍率(性能評定)



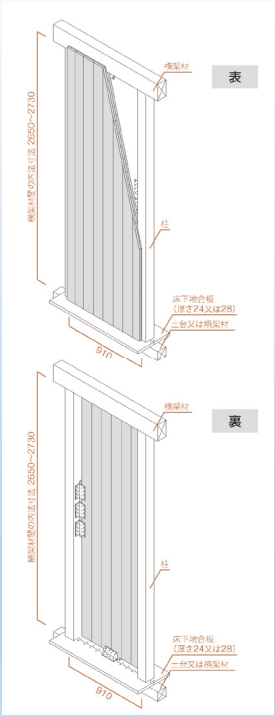
https://www.tottoriclt.co.jp/




64

構造用面材として倍率を取得しているCLT

## 厚さ60㎜CLT認定等　壁倍率5.0(大臣認定)




https://www.meikenkogyo.com/product/certification/ 65

説明資料3

構造計算方法に関わる規定

# 参考資料:構造計算書の目次 （参考例である。）

1.一般事項　1-1建物概要
- ①建物規模
- ②意匠図
- ③構造図（略図）

1-2構造設計概要
- ①構造設計方針（設計ルート）
- ②構造計算方針
- ③応力解析法
- ④参考図書名

1-3使用材料・許容応力度

66

構造計算方法に関わる規定

| | |
|---|---|
| 2.荷重 | 2-1固定荷重<br>2-2積雪荷重<br>2-3地震力<br>2-4風圧力 |
| 3.耐力壁量の検定 | 3-1各階の許容せん断力の算定<br>3-2水平力に対する壁量の検定 |
| 4.壁軸力の算定 | 軸力分担図と軸力算定表 |
| 5.偏心率の算定 | |
| 6.断面検定 | 6-1壁パネルの検定（長期・短期面内方向）<br>6-2床パネルの検定（長期面外方向）<br>6-3垂れ壁パネルの検定（長期面内・短期面外）<br>6-4柱・梁の検定<br>6-5耐風梁の検定（短期面外） |

67

説明資料3

構造計算方法に関わる規定

| | |
|---|---|
| 7.水平構面の検定 | 7-1水平構面応力の算定（短期面内方向）<br>7-2床パネルの検定（短期面内方向）<br>7-3床パネルと壁パネル接合部の検定（短期）<br>7-4床パネル相互のせん断接合部の検定（短期）<br>7-5床パネル相互開き防止のための引張金物の検定（短期面外） |
| 8.基礎の算定 | 8-1接地圧の検討（長期・短期）<br>8-2地中梁に作用する壁軸力の算定（長期・短期）<br>8-3底版の算定（長期・短期）<br>8-4地中梁応力の算定（長期・短期）<br>8-5地中梁の検定（長期・短期）<br>8-6引張金物アンカーボルトの配置検討（地中梁コーン破壊検定） |
| 9.屋根葺材等の検定 | |

68

構造計算例

# 「2016年版　CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」

発行：(公財)日本住宅・木材技術センター

## 参考資料：付録DVDのルート1設計例の概要

### 1.1　構造設計例Ⅰ（ルート1）

－　許容応力度等計算（ルート1）：2階建て戸建て住宅　－

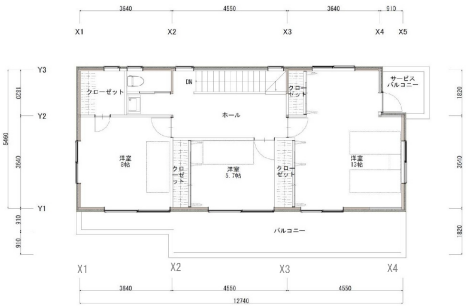
69



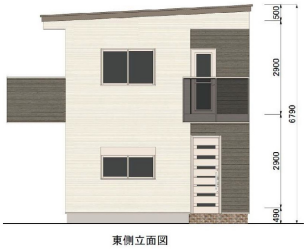
構造計算例

## ◎設計例Ⅰ概要

**平面図・立面図**



南側立面図



東側立面図

70

# 矩計図

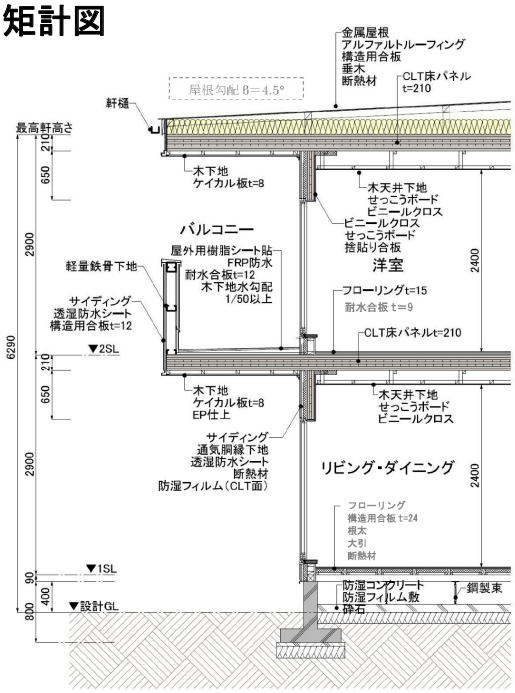


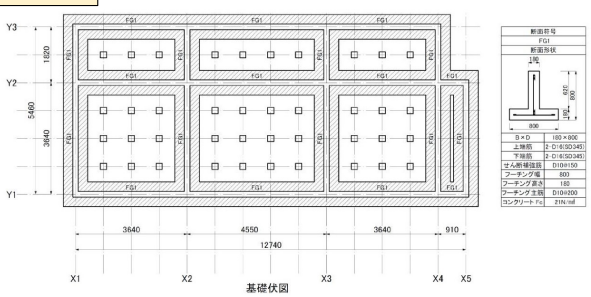

図 1.3-3　矩計図

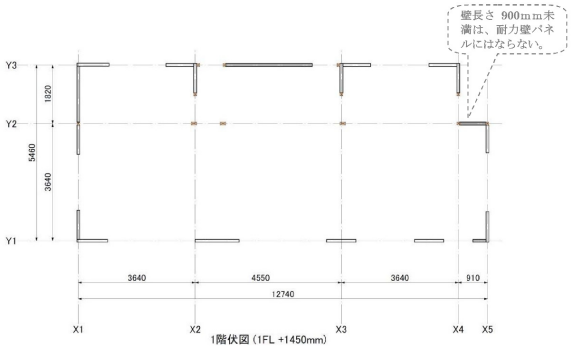
71

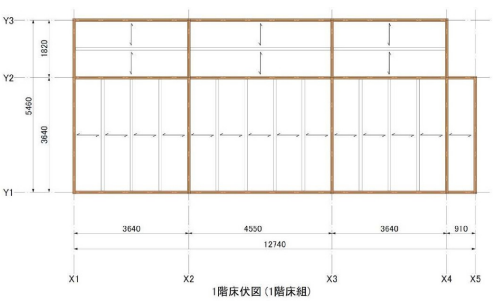


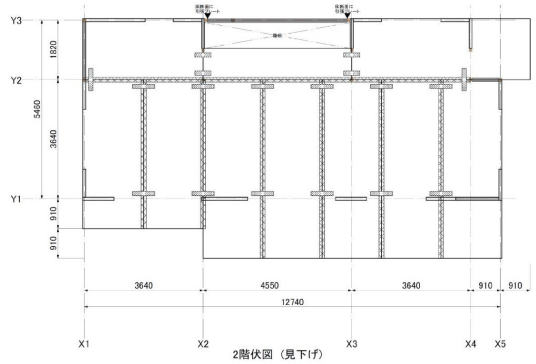


# 構造図



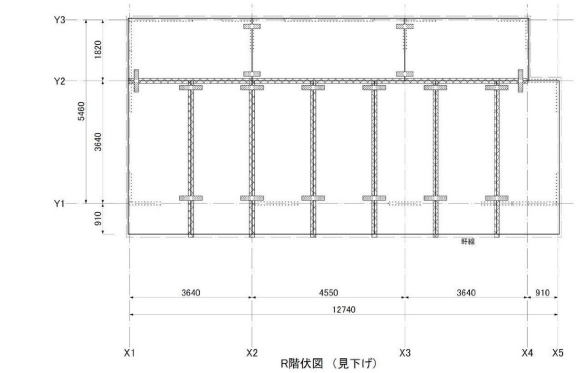



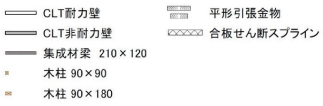



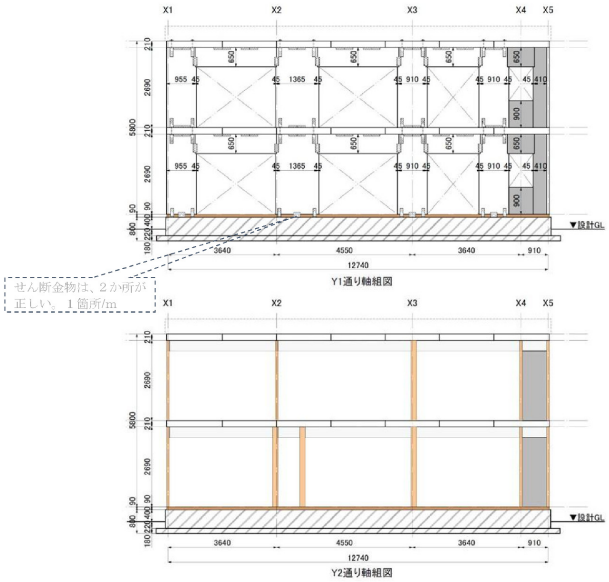

土台　90×90
大引 90×90
床根太 45×75 @455

72

## 構造計算例



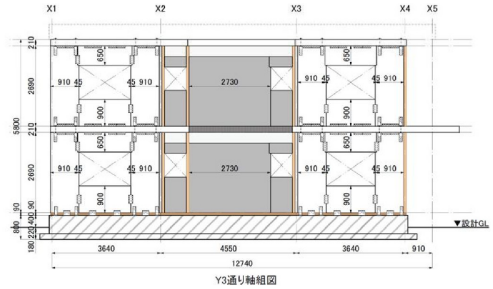



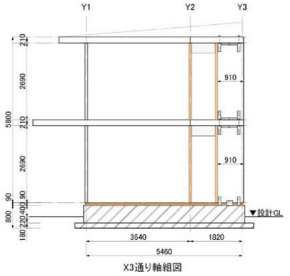

73

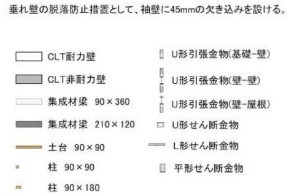
説明資料3

## 構造計算例




※外層ラミナ方向はCLTパネル長辺と平行




※外層ラミナ方向はCLTパネル長辺と平行

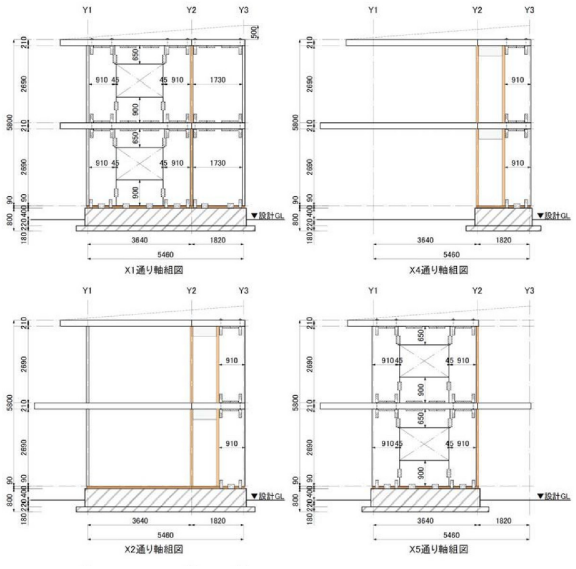



図 4.5 短辺方向軸組図

74

構造計算例

# 軸力分担図は、一方向版としては扱わない。亀甲とする。

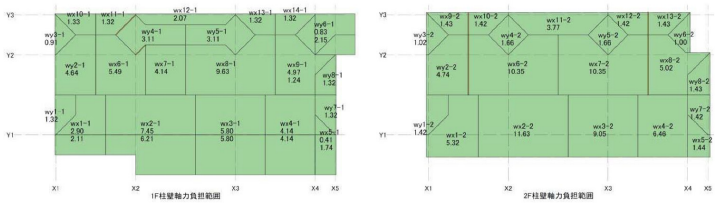


図 8.1-1　壁、柱が負担する屋根、床、バルコニー面積　[単位:m²]

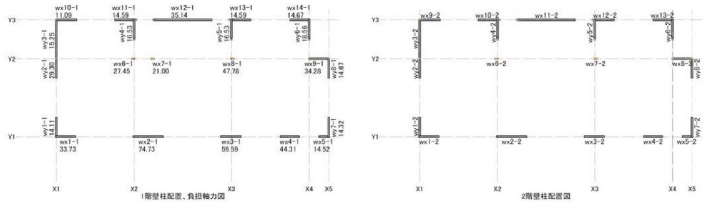


図 8.1-2　壁、柱の配置及び 1 階壁の負担軸力　[単位:kN]

75



構造計算例

# 鉛直構面の検討

## ΣQa×L≧Pの確認

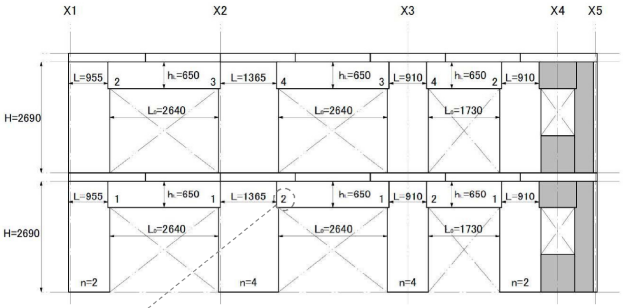



図 7.1-1　許容層せん耐力算定用の数値 (Y1 通り)

耐力壁パネルに接合される垂れ壁パネルの n 番号

表 7.1-1、7.1-1 に 1 階の許容層せん断耐力を示す。

Qa=15.0+1.5 n

QaL=(15.0+1.5×2)×0.955

表 7.1-1　1 階長辺方向許容せん断耐力

■X 方向(長辺方向)

| 種類 | 通り | l. [m] | H [m] | Q₀ [kN] | n | Qa [kN] | Qa×L [kN] | Σ(Qa×L) [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| X 方向 | Y1 | 0.955 | 3 | 15.00 | 2 | 18.00 | 17.19 | 157.79 |
| | | 1.365 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 28.67 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 2 | 18.00 | 16.38 | |
| | Y3 | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |

表 7.1-2　1 階短辺方向許容せん断耐力

■Y 方向(短辺方向)

| 種類 | 通り | l. [m] | H [m] | Q₀ [kN] | n | Qa [kN] | Qa×L [kN] | Σ(Qa×L) [kN] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y 方向 | X1 | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | 143.34 |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 1.73 | 3 | 15.00 | 0 | 15.00 | 25.95 | |
| | X2 | 0.91 | 3 | 15.00 | 0 | 15.00 | 13.65 | |
| | X3 | 0.91 | 3 | 15.00 | 0 | 15.00 | 13.65 | |
| | X4 | 0.91 | 3 | 15.00 | 0 | 15.00 | 13.65 | |
| | X5 | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |
| | | 0.91 | 3 | 15.00 | 4 | 21.00 | 19.11 | |

### 7.2　地震力に対する検定

表 7.2-3 に地震力に対する検定比を示す。本建物では耐力の配置が 1,2 階で共通であるため、各層の許容せん断耐力は地震時層せん断力の比($Q_{Fi}$ /$Q_{F1}$)により算定できる。

48.38/98.18=0.493

157.79×0.493=77.74

表 7.2-1　地震力に対する検定比

| 階 | 方向 | ΣL [m] | A [m²] | ΣL/A [m/m²] | $Q_{Fi}$ [kN] | $Q_{Fi}$ /$Q_{F1}$ [－] | $Q_{ai}$ [kN] | 検定比 $Q_E$ /$Q_a$ | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | X(長辺) | 7.78 | 83.49 | 0.09 | 48.38 | 0.493 | 77.74 | 0.62 | OK |
| | Y(短辺) | 8.10 | | 0.10 | | | 70.63 | 0.68 | OK |
| 1 | X(長辺) | 7.78 | 92.25 | 0.08 | 98.18 | 1.000 | 157.79 | 0.62 | OK |
| | Y(短辺) | 8.10 | | 0.09 | | | 143.34 | 0.68 | OK |

ここで

ΣL：各階各方向の耐力壁長さ L の合計(m)

A：各階床面積(m²)

$Q_{Fi}$：地震力(kN)

$Q_{ai}$：i 階の許容層せん断耐力　$=(Q_{Fi}/Q_{F1})\times$1 階の許容層せん断耐力(kN)

表の検定比は、参考値として算定しています。計算書での記載は必須ではありません。

設計例 I -6-8 より

2 階許容せん断耐力 $Q_{a2}$ は、1 階と 2 階の地震時せん断力の比率を 1 階許容せん断耐力に乗じて設定しています。

76

構造計算例

# 壁パネルの断面検定

■壁パネル幅 1365mm

○設計条件

| 荷重条件 | 長期荷重時 | |
|---|---|---|
| 検定箇所 | 1F wx2-1 | |
| 強度等級 | S60-3-3 | |
| CLT壁パネル厚 | 90 | [mm] |
| パネル幅 | 1365 | [mm] |
| 弱軸$I_0$ | 82923750 | [mm$^4$] |
| $l_k$ | 2690 | [mm] |
| λ | 103.5 | [－] |
| Fc | 10.80 | [N/mm$^2$] |
| $F_k$ | 3.02 | [N/mm$^2$] |
| 鉛直荷重※ | 74.73 | [kN] |

Fc は、P87 表　基準強度・弾性係数を参照

74.73 は、設計例 I -8-3 の表 8.1-3　wx2-1 によります

○圧縮の検討

| N [N] | $A_0$ [mm$^2$] | $_L\sigma_c$ [N/mm$^2$] | $F_k$ [N/mm$^2$] | $_Lf_k$ [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 74730 | 122850 | 0.61 | 3.02 | 1.11 | 0.55 | OK |

※表 8.1-3 による。

座屈強度は、告示解説書 P59 参照

ここで

弱軸 $I_0$ [mm$^4$]：圧縮材の断面二次モーメント　=(1365×90$^3$)/12=82923750

$l_k$ [mm]　：座屈長さ　=2690

λ：有効細長比 $=l_k\sqrt{A_0/I_0}$　=2690×(12850×82923750)$^{0.5}$=103.5

$F_c$ [N/mm$^2$]：圧縮強度　=10.80

$F_k$ [N/mm$^2$]：座屈強度 (100<λ の場合)= (3000/λ$^2$)×Fc　=(3000/103.5$^2$)×10.8=3.02

N [N]：鉛直荷重　=74730

$A_0$ [mm$^2$]：圧縮材の断面積　=90×1365=122850

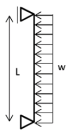
$_L\sigma_c$ [N/mm$^2$]：長期圧縮応力度 =N/$A_0$　=74730/122850=0.61

$_Lf_k$ [N/mm$^2$]：長期許容座屈応力度　=1.1/3×$F_k$=1.1/3×3.02=1.11

■壁パネル幅 910mm　壁位置　1 階 wx3-1

○設計条件

| 荷重条件 | 短期風圧時 |
|---|---|
| 検定箇所 | 1F wx3-1 |
| CLT壁パネル厚 | 90 [mm] |
| 強度等級 | S60-3-3 |
| 速度圧q | 1034 [N/m$^2$] |
| 風力係数Cf | 1.2 |
| 風圧力負担幅 | 910 [mm] |
| パネル幅 | 910 [mm] |
| スパンL | 2690 [mm] |
| 応力検定用等分布荷重w | 1.13 [N/mm] |
| 鉛直荷重※ | 57.92 [kN] |




○圧縮の検討

| N [N] | $A_0$ (mm$^2$) | $_s\sigma_c$ [N/mm$^2$] | $F_k$ [N/mm$^2$] | $_sf_k$ [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 57920 | 81900 | 0.71 | 3.02 | 2.01 | 0.35 | OK |

○面外曲げの検定

| M [N·mm] | $Z_0$ (mm$^3$) | $_s\sigma_b$ [N/mm$^2$] | 面外$F_b$ [N/mm$^2$] | $_sf_b$ [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1021310 | 1228500 | 0.83 | 10.8 | 7.2 | 0.12 | OK |

面外なのでFb=10.8 は誤りです。
Fb=12.67 が正しい。

| 圧縮＋曲げ検定比= | 0.47 | OK |
|---|---|---|

○面外せん断の検定

| Q [N] | $A_0$ (mm$^2$) | $_s\tau$ [N/mm$^2$] | β [－] | 面外$F_s$ [N/mm$^2$] | $_sf_s$ [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1519 | 81900 | 0.02 | 1.385 | 0.9 | 0.6 | 0.04 | OK |

ここで

N：長期時作用軸力=57920、$A_0$：CLT 断面積=90×910=81900、$_s\sigma_c$：短期圧縮応力度=N/$A_0$=0.707、λ：有効細長比=L×√$A_0$/I=2690×√130950/(1455×90$^3$)/12=103.5、$F_k$：面外座屈強度=(3000/103.5$^2$)×10.8=3.024、$_sf_k$：短期座屈許容応力度=2/3×3.024=2.016、M：作用曲げモーメント=1.13×2690$^2$/8=1022099、$Z_0$：CLT 面外方向断面係数=910×90$^2$/6=1228500、$_s\sigma_b$：短期曲げ応力度=M/$Z_0$=1021310/1228500=0.831、$F_b$：面外曲げ強度=12.67、$_sf_b$：短期許容曲げ応力度=2/3×12.67=8.446、Q：作用せん断力=1/2×1.13×2690=1519.85、$A_{eff}$：CLT 有効断面積=81900、$_s\tau$：短期せん断応力度=1519/81900=0.0185、β：せん断応力度分布係数=1.385、面外$F_s$：面外せん断強度=0.9（告示解説書 P76）、$_sf_s$：短期許容せん断応力度=2/3×0.9=0.6

q＝1034 は、基準風速 36m/s として算定された速度圧です。
正しくは、P 25 の 6.5.1 の値 q＝922 を用いるべきです。

応力検定用等分布荷重 w＝1.2×1034×0.91×1/1000＝1.13N/mm としていますが Cf=0.8 として
応力検定用等分布荷重 w＝0.8×1034×0.91×1/1000＝0.75N/mm が正しい数値です。



構造計算例

# 床パネルの断面検定

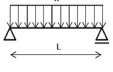
■2 階床　スパン 4550mm　位置：X2~X3　隣接壁　床パネル

○設計条件

| 荷重条件 | 長期時(DL+LL) |
|---|---|
| 検定箇所 | 2階(一般床) |
| CLT床パネル厚 | 210 [mm] |
| 強度等級、ラミナ構成 | M60-5-7 |

設計例 I -6-3　表 6.4-1 参照

| 応力検定用重量(床用) | 3350 | [N/m$^2$] |
|---|---|---|
| たわみ検定用重量 | 3350 | [N/m$^2$] |
| 負担幅 | 910 | [mm] |
| スパンL | 4550 | [mm] |
| 応力検定用等分布荷重w | 3.05 | [N/mm] |
| たわみ検定用等分布荷重w | 3.05 | →[N/mm] |




w＝3350×0.91/1000＝3.048

○面外曲げの検定

| M [N·mm] | $Z_0$ (mm$^3$) | $_s\sigma_b$ [N/mm$^2$] | 面外$F_b$ [N/mm$^2$] | $_sf_b$ [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7888946 | 6688500 | 1.18 | 12.14 | 4.45 | 0.26 | OK |

○面外せん断の検定

| Q [N] | $A_0$ (mm$^2$) | $_s\tau$ [N/mm$^2$] | 面外$F_s$ [N/mm$^2$] | $_sf_s$ [N/mm$^2$] | β [－] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6935 | 191100 | 0.04 | 0.9 | 0.33 | 1.344 | 0.13 | OK |

β＝1.344 は、P56 計算、P86 表　基準強度・弾性係数　参照

○たわみの検討

| $I_0$ [mm4] | 面外$G_{app}$ [N/mm$^2$] | $\delta_0$ [mm] | 面外$G_{app}$ [N/mm$^2$] | $A_0$ [mm$^2$] | β [－] | $\delta_1$ [mm] | δ [mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 702292500 | 5536 | 4.38 | 29.7 | 191100 | 1.344 | 1.87 | 6.24 |

| 変形増大係数 [－] | たわみ角 [rad] | 制限値 [rad] | 判定 |
|---|---|---|---|
| 2.00 | 1/364 | 1/350 | OK |

δ＝(δ・W・L2) / (8・G・A0)
＝(1.344×3.05×4550$^3$) / (8×29.7×191100＝1.869

δ＝(5・W・L$^3$) / (384・E・I$_0$)
＝(5×3.05×4550$^3$) / (384×5536×702292500)
＝1.377

ここで

w [N/mm]：応力検定用分布荷重 =応力検定用重量×負担幅　=(3350/1000×0.91)=3.05

M [N・mm]：作用曲げモーメント =(w×L$^2$)/8　=(3.05×4550$^2$)/8＝7888946

$Z_0$ [mm$^3$]：パネル 面外方向の断面係数　=(910×210$^2$)/6=6688500

$_s\sigma_b$ [N/mm$^2$]：長期時曲げ応力度 =M/$Z_0$　=7888946/6688500=1.18

面外$F_b$ [N/mm$^2$]：面外方向設計用曲げ強度　=12.14

$_sf_b$ [N/mm$^2$]：長期許容曲げ応力度 =1.1/3×面外$F_b$　=1.1/3×12.14=4.45

Q[N]:作用せん断力=(w×L)/2　=(3.05×4550)/2=6935

$A_0$ [mm$^2$]：パネル断面積　=210×910=191100

$_s\tau$[N/mm$^2$]:長期時せん断応力度=Q/$A_0$　=6935/191100=0.04

面外$F_s$[N/mm$^2$]：設計用せん断強度　=0.9　P87 表　基準強度・弾性係数　参照

β:せん断応力度分布係数　=1.344

$I_0$ [mm$^4$]：パネル面外方向の断面 2 次モーメント　=(910×210$^3$)/12=702292500

面外$E_{app}$ [N/mm$^2$]：面外強軸方向の曲げヤング係数　=5536　P87 表　基準強度・弾性係数　参照

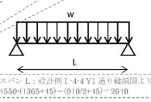
# 垂れ壁パネルの断面検定

■垂れ壁パネル　負担面積 9.61×検定用重量 2.85＝27.388

○設計条件

| 荷重条件 | 長期時(DL+LL) |
|---|---|
| 検定箇所 | Y1通り X2-3垂壁パネル |
| 強度区分 | S 60-3-3 |
| 幅 | 90 →mm |
| せい | 650 →mm |
| スパンL | 2640 →mm |
| 負担重量 | 27.4 →kN |
| w | 10.37 →N/mm |

27.4×1000/2640＝10.378




スパンL：設計例 I -4-4 Y1 通り軸組図より
4550-(1365+45)-(910/2+45)＝2610

| 負担面積 | 9.61 | [m$^2$] |
|---|---|---|
| 検定用重量 | 2.85 →… | [kN/m$^2$] |

設計例 I -6-3　表 6.4-1 参照　パルコラーは、2 階床の重量とうなし同じ数値で算定しています。

○面内曲げ

| Z [mm$^3$] | M [N·mm] | $_s\sigma_b$ [N/mm$^2$] | Fb [N/mm$^2$] | Lfb [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6337500 | 9037829 | 1.43 | 10.8 | 3.96 | 0.36 | OK |

○面内せん断

| A [mm] | Q [kN] | τ [N/mm$^2$] | Fs [N/mm$^2$] | Lfs [N/mm$^2$] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 58500 | 13.69 | 0.23 | 1.92 | 0.70 | 0.33 | OK |

○接合部(せん断金物)

| Q [kN] | 金物Qa [kN] | 検定比 [－] | 判定 |
|---|---|---|---|
| 13.69 | 26.00 | 0.53 | OK |

ここで、面内曲げ、面内せん断に関して、

Z [mm$^3$]：パネル面外方向の断面係数　=(90×650$^2$)/6=6337500

M [N・mm]：作用曲げモーメント =(w×L$^2$)/8　=(10.37×2640$^2$)/8＝9037829

$_s\sigma_b$ [N/mm$^2$]：長期時曲げ応力度　=M/Z　=6337500/9037829=1.43

$F_b$[N/mm$^2$]：面内方向設計用曲げ強度　=10.80

$_Lf_b$ [N/mm$^2$]：長期許容曲げ応力度　=1.1/3×　$F_b$　=1.1/3×10.80=3.96

Q [kN]:作用せん断力　=負担重量/2　=27.4/2=13.69

A [mm$^2$]：パネル断面積　=90×650=58500

τ[N/mm$^2$]:長期せん断応力度　=Q/A　=(13.69×1000)/ 58500＝0.23

$F_s$ [N/mm$^2$]：設計用面内せん断強度　=1.92

$_Lf_s$ [N/mm$^2$]：長期許容せん断応力度　=1.1/3×$F_s$=1.1/3×1.92=0.70

金物 Qa [kN]：接合部長期許容耐力 短期×0.5　52.0×0.5　26.0

$F_b$　P56 計算、P87 表　基準強度・弾性係数　参

構造計算例

# 水平構面の検定（各階の構面を検討する。）

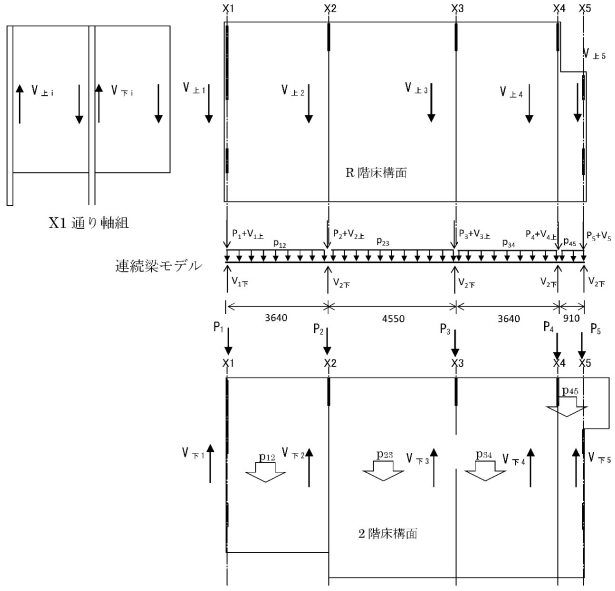



図8.2-1　梁モデル

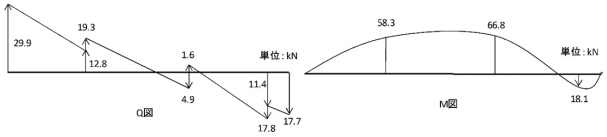



図8.2-2　水平構面検定用値の算定

**計算方法については、下記に解説されている。**

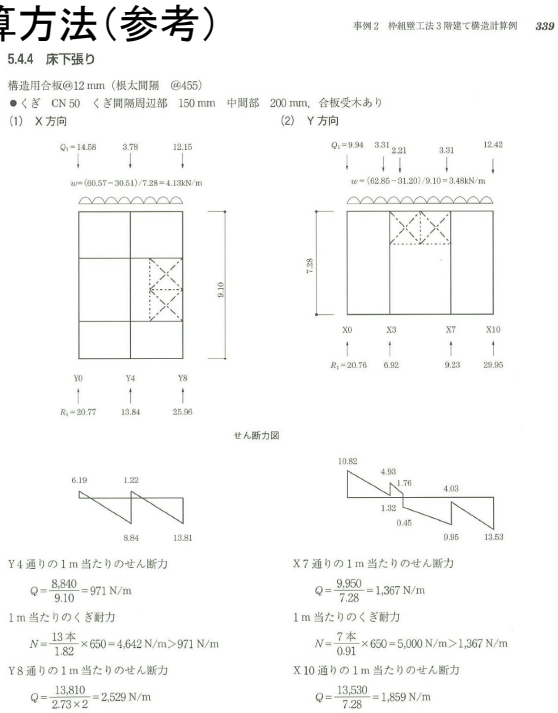
**木造軸組構法住宅の許容応力度設計**
**（2017年版）**
**企画発行：（公財）日本住宅・木材技術センター**



説明資料3

構造計算例

# 採用可能な水平構面の計算方法（参考）


事例2　枠組壁工法3階建て構造計算例　339

5.4.4　床下張り

構造用合板@12 mm（根太間隔　@455）
●くぎ　CN 50　くぎ間隔周辺部　150 mm　中間部　200 mm，合板受木あり
(1)　X 方向　　(2)　Y 方向

せん断力図

Y 4 通りの 1 m 当たりのせん断力

$$Q=\frac{8,840}{9.10}=971\ \mathrm{N/m}$$

1 m 当たりのくぎ耐力

$$N=\frac{13\text{本}}{1.82}\times 650=4,642\ \mathrm{N/m}>971\ \mathrm{N/m}$$

Y 8 通りの 1 m 当たりのせん断力

$$Q=\frac{13,810}{2.73\times 2}=2,529\ \mathrm{N/m}$$

X 7 通りの 1 m 当たりのせん断力

$$Q=\frac{9,950}{7.28}=1,367\ \mathrm{N/m}$$

1 m 当たりのくぎ耐力

$$N=\frac{7\text{本}}{0.91}\times 650=5,000\ \mathrm{N/m}>1,367\ \mathrm{N/m}$$

X 10 通りの 1 m 当たりのせん断力

$$Q=\frac{13,530}{7.28}=1,859\ \mathrm{N/m}$$

構造計算例

# 地中梁に作用する軸力の算定

「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」
第7章　P117　7.2.3基礎梁の水平力作用時応力計算
に解説されている。

□　基礎梁応力算定時の壁パネル反曲点高比

5.3　基礎梁の水平応力計算

図 A2.5.1 のように、基礎梁の上に 3 つの 1 階耐力壁が載る状態を考える。これらの耐力壁を水平力方向の順に「壁 1」、「壁 2」、「壁 3」とする。壁 $i$ 脚部の曲げ応力 $M_i$ は次のように求める。

$$M_i = 1.5Q_{ai} \cdot H \cdot y_i \quad (A2.5.5)$$

ここで、$Q_{ai}$ ：(A2.5.1)式による壁 $i$ の負担水平力
$H$ ：耐力壁の高さ
$y_i$ ：壁 $i$ の反曲点高さ比

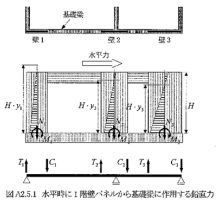



図 A2.5.1　水平時に 1 階壁パネルから基礎梁に作用する鉛直力

$M_i$ および短期荷重による壁 $i$ の軸力 $N_i$ と基礎梁に作用する鉛直力 $T_i$, $C_i$ には次の関係がある。

$$M_i = \frac{D_i}{2}(C_i + T_i) \quad (A2.5.6)$$

$$N_i = C_i - T_i \quad (A2.5.7)$$

ここで、$D_i$ ：壁 $i$ の幅

したがって、$T_i$, $C_i$ は次のように求められる。

$$T_i = \frac{M_i}{D_i} - \frac{N_i}{2} \quad (A2.5.8)$$

$$C_i = \frac{M_i}{D_i} + \frac{N_i}{2} \quad (A2.5.9)$$

ただし、上型の $T_i$ が壁-基礎引張接合部の短期許容引張耐力 $T_a$ より大きい場合は、$T_i$, $C_i$ は次のように求める。

$$T_i = T_a \quad (A2.5.10)$$

$$C_i = \frac{2M_i}{D_i} - T_a \quad (A2.5.11)$$

地震時に地中梁に作用する
壁端部軸力を
上記「設計施工マニュアル」の
方法により設定し
地中梁応力を算定する。

81

構造計算例

# 偏心率の算定において剛心は、
# 耐力壁の許容せん断耐力を剛性として算定する。

施行令第82条の3第二号

11.2　剛心の算定

各方向の水平剛性を $K_{xi}$, $K_{yi}$ 、その座標を $x$, $y$ とすれば、各階の剛心位置 $sX_i$, $sY_i$ は下式より算定する。剛心は各構面の許容せん断力を剛性比として算出する。

$$sX_i = \frac{\sum(K_{yi} \times x)}{\sum K_{yi}}, \quad sY_i = \frac{\sum(K_{xi} \times y)}{\sum K_{xi}}, \quad i = 1,2,3$$

$K_{xi}$ ： $x$ 方向における $i$ 階 CLT 壁の水平剛性
$K_{yi}$ ： $y$ 方向における $i$ 階 CLT 壁の水平剛性

表 11.2-1　2 階長辺方向

| X 方向 | Qa:lx | y (y 軸からの距離) | l x×y | l x×(y-Ky)² |
|---|---|---|---|---|
| 通り | [kN] | [m] | [kN・m] | - |
| Y1 | 40.08 | 0 | 0.00 | 280.43 |
| Y3 | 37.66 | 5.46 | 205.65 | 298.43 |
| 合計 | 77.74 | 5.46 | 205.65 | 578.86 |

X 表 11.2-2　2 階短辺方向

| Y 方向 | Qa:ly | x (x 軸からの距離) | l y×x | l y×(x-Kx)² |
|---|---|---|---|---|
| 通り | [kN] | [m] | [kN・m] | - |
| X1 | 31.62 | 0 | 0.00 | 1009.36 |
| X2 | 6.73 | 3.64 | 24.48 | 27.17 |
| X3 | 6.73 | 8.19 | 55.08 | 43.39 |
| X4 | 6.73 | 11.83 | 79.57 | 256.86 |
| X5 | 18.83 | 12.74 | 239.92 | 946.63 |
| 合計 | 70.63 | 36.40 | 399.05 | 2283.42 |

lx=Qa　Qa×y

Ky=Σ（Qa x × y）/ΣQax
=205.65/77.74=2.645m

40.08×(0.00−2.645)²=280.40

37.66×(5.46−2.645)²=298.426

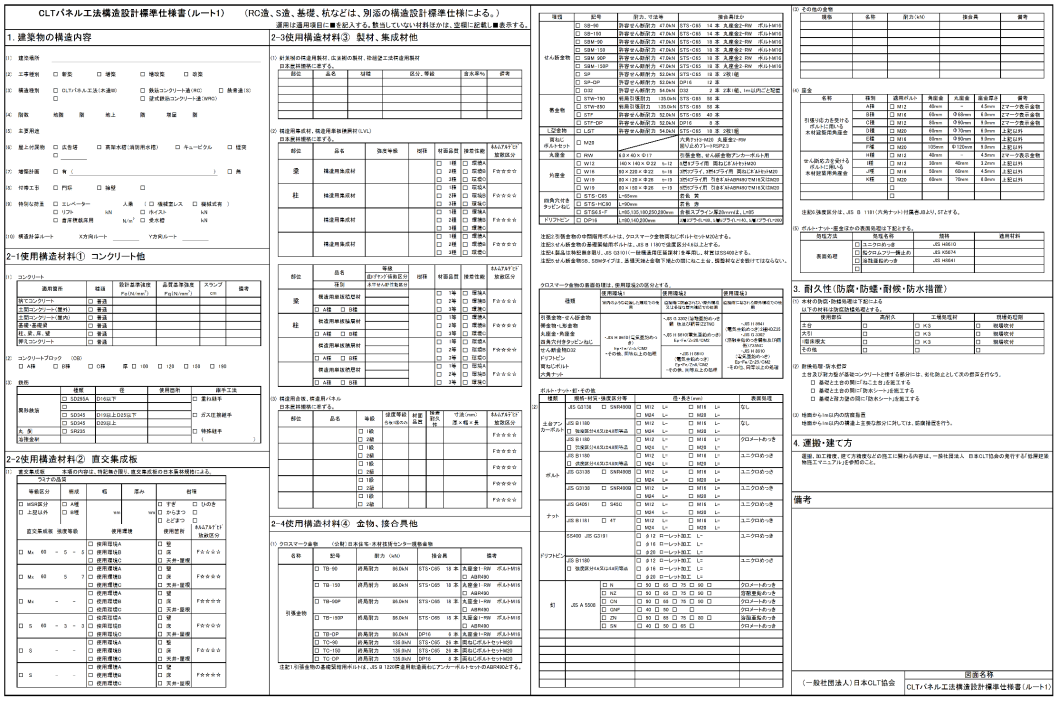
Kx=Σ（Qay×x）/ΣQay
=399.05/70.63=5.649m

$_{2F}K_R$=578.86+2283.42
=2862.28

82

説明資料3

# 参考資料：構造設計標準仕様書（ルート1用）



CLTパネル工法構造設計標準仕様書（ルート1）　（RC造、S造、基礎、杭などは、別添の構造設計標準仕様による。）

1. 建築物の構造内容

2-1使用構造材料① コンクリート他

2-2使用構造材料② 直交集成板

2-3使用構造材料③ 鋼材、集成材他

2-4使用構造材料④ 金物、接合具他

3. 耐久性（防腐・防蟻・耐候・防水措置）

4. 運搬・建て方

備考

（一般社団法人）日本CLT協会　図面名称 CLTパネル工法構造設計標準仕様書（ルート1）

83

説明資料3

# 参考資料：告示第1024号

## CLTの断面検定に用いる基準強度を規定

改正が行われている。
平成30年12月12日公布
平成30年　3月12日施行

84

CLTの基準強度

## 構造計算に用いるCLTパネルの基準強度の拡充（強度区分の追加）

国土交通省

H30.12.12 公布
H31. 3.12 施行

**【背景】**
CLTパネル工法建築物の構造計算に用いるCLTパネルの基準強度は、低い強度の樹種を基にした材の強度により設定している。

**【改正内容】**
実験等によって確認された材について新たな強度を位置付けることにより、より高い基準強度のCLTパネルの使用が可能となり合理的な設計が可能となる。

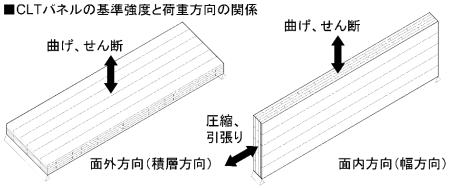
### 改正前

CLTパネルの圧縮、引張り、曲げ、せん断の基準強度は、低い強度の樹種を基にした材の強度により設定している。
（例：圧縮強度においては、機械等級区分はM30及びM60のみ、目視等級区分は一等及び二等のみ）

■圧縮強度の例

| 区分※ | 等級 | 強度[N/mm2] |
|---|---|---|
| 機械等級区分 | M60 | 21.6 |
| | M30 | 15.6 |
| 目視等級区分 | 一等 | 26.4 |
| | 二等 | 16.8 |

■CLTパネルの基準強度と荷重方向の関係




### 改正後

実験結果等を踏まえて性能が確認された材について、新たな区分を追加し強度を設定する。
（例：圧縮強度においては、機械等級区分でM90及びM120の強度を、目視等級区分で樹種群に応じた強度を設定）

■圧縮強度の例（ 部分が新設）

| 区分※ | 等級 | 樹種 | 強度[N/mm2] |
|---|---|---|---|
| 機械等級区分 | M120 | ー | 33.6 |
| | M90 | ー | 27.6 |
| | M60 | ー | 21.6 |
| | M30 | ー | 15.6 |
| 目視等級区分 | 一等 | べいまつ、他 | 36.0 |
| | | ひのき、他 | 33.6 |
| | | つが、他 | 31.2 |
| | | とどまつ、他 | 28.8 |
| | | すぎ、他 | 26.4 |
| | 二等 | べいまつ、他 | 26.4 |
| | | ひのき、他 | 24.0 |
| | | つが、他 | 21.6 |
| | | とどまつ、他 | 19.2 |
| | | すぎ、他 | 16.8 |

※ 機械等級区分：等級区分機を用いて、材の品質を区分したもの
目視等級区分：目視により、材の品質を区分したもの

85

説明資料3

CLTの基準強度

## ◎CLTの基準強度の特徴

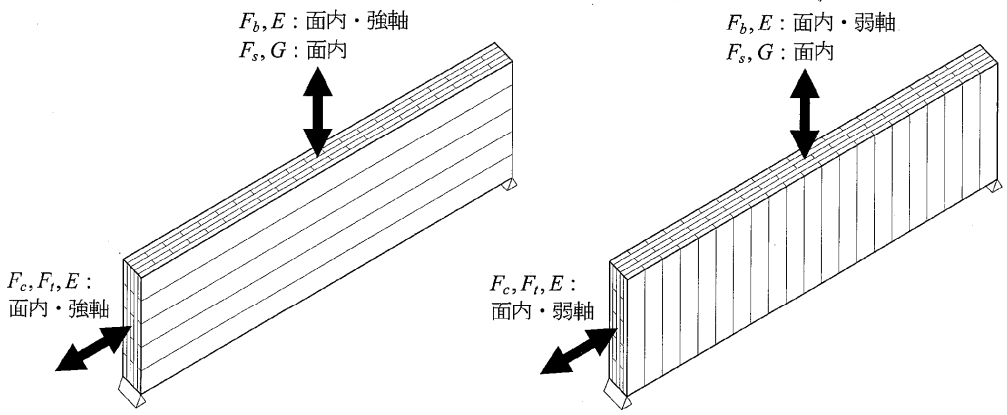
CLTに作用する荷重方向別に
基準強度、弾性係数が定まる。

86

CLTの基準強度

# ◎荷重方向がCLTの面内方向に作用するケース

## 壁パネル・垂れ壁パネル・腰壁パネルの場合




(a)　面内力（幅方向）に対する基準強度・弾性係数

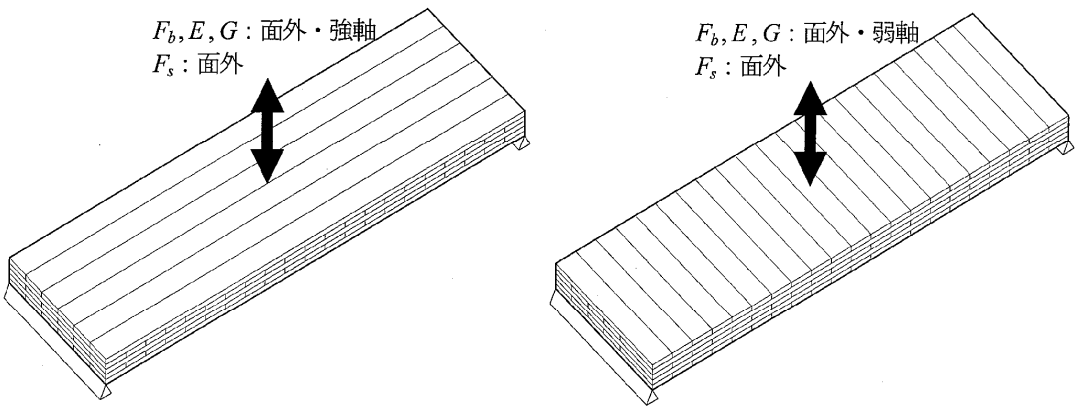
87

説明資料3

CLTの基準強度

# ◎荷重方向がCLTの面外方向に作用するケース

## 床パネル・屋根パネルの場合




(b)　面外力（積層方向）に対する基準強度・弾性係数

88

CLTの基準強度

## ◎CLTパネルの基準強度の求め方

告示第1024号に規定された式を用いて
基準強度を算定する。

89

説明資料3

CLTの基準強度

## ◎告示第1024号の基準強度の算定式

1)圧縮基準強度　$Fc = \sigma_{c\text{-}oml} \times A_A/A_0 \times 0.75$

2)引張り基準強度　$Ft = \sigma_{t\text{-}oml} \times A_A/A_0 \times 0.75$

3)積層方向(面外方向)曲げ基準強度　$Fb = 0.4875 \times \sigma_{b\text{-}oml} \times I_A/I_0$
(0.4875＝強度の変動係数に応じた調整係数0.75×その他の調整係数0.65)

4)幅方向(面内方向)曲げ基準強度　$Fb = 0.6 \times \sigma_{b\text{-}oml} \times A_A/A_0$
(0.6＝強度の変動係数に応じた調整係数0.75×その他の調整係数0.80)

90

CLTの基準強度

5）積層方向（面外方向）せん断基準強度*Fs*

使用される樹種により、1.2～0.9N/mm²の間で設定されます。

6)幅方向（面内方向）せん断基準強度*Fs*は、下式によります。

$$\min\left\{\begin{array}{l} f_{v_lam_0} \\ f_{v_lam_90}\ \dfrac{t_{net}}{t_{gross}} \\ \dfrac{3bn_{ca}}{8t_{gross}} \cdot \dfrac{1}{\dfrac{1}{f_{v_tor}}\left(1-\dfrac{1}{m^2}\right)+\dfrac{2}{f_R}\left(\dfrac{1}{m}-\dfrac{1}{m^2}\right)} \end{array}\right.$$

91

説明資料3

CLTの基準強度　「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」抜粋　P79

**指定樹種：すぎ及びべいすぎ**



表 3.3.1-1　CLT パネルの基準強度、弾性係数等　（等級区分機による等級）

(a)　基準強度（N/mm²）、せん断応力度分布係数（$t_{lmn}$：ラミナの厚さ、$m$：ラミナの幅方向の数）

| 強度等級<br>ラミナ構成 | 面内方向 | | | | | | | | | | | | 面外方向 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fc | | Ft | | Fb | | Fs | | | | | | Fb | | Fs | β | |
| | 強軸 | 弱軸 | 強軸 | 弱軸 | 強軸 | 弱軸 | $t_{lmn}$=24mm | | $t_{lmn}$=30mm | | $t_{lmn}$=36mm | | 強軸 | 弱軸 | 共通 | 強軸 | 弱軸 |
| | | | | | | | m=3 | m=7 | m=3 | m=7 | m=3 | m=7 | | | | | |
| Mx60-3-3 | 10.80 | 3.90 | 8.00 | 2.87 | 10.80 | 3.90 | 2.41 | 2.70 | 1.92 | 2.45 | 1.60 | 2.04 | 12.67 | 0.35 | 0.90 | 1.385 | 4.500 |
| Mx60-3-4 | 8.10 | 5.85 | 6.00 | 4.31 | 8.10 | 5.85 | 1.80 | 2.29 | 1.44 | 1.83 | 1.20 | 1.53 | 11.51 | 1.18 | 0.90 | 1.286 | 3.000 |
| Mx60-5-5 | 8.10 | 4.68 | 6.00 | 3.45 | 8.10 | 4.68 | 2.70 | 2.70 | 2.31 | 2.70 | 1.92 | 2.45 | 10.37 | 1.97 | 0.90 | 1.257 | 2.308 |
| Mx60-5-7 | 10.41 | 3.34 | 7.71 | 2.46 | 10.41 | 3.34 | 2.06 | 2.62 | 1.65 | 2.09 | 1.37 | 1.75 | 12.14 | 0.72 | 0.90 | 1.344 | 3.231 |
| Mx60-7-7 | 6.94 | 5.01 | 5.14 | 3.69 | 6.94 | 5.01 | 2.70 | 2.70 | 2.47 | 2.70 | 2.06 | 2.62 | 8.86 | 2.74 | 0.90 | 1.273 | 1.804 |
| Mx60-9-9 | 6.30 | 5.20 | 4.66 | 3.83 | 6.30 | 5.20 | 2.70 | 2.70 | 2.57 | 2.70 | 2.14 | 2.70 | 7.86 | 3.18 | 0.90 | 1.256 | 1.771 |
| S60-3-3 | 10.80 | 5.40 | 8.00 | 4.00 | 10.80 | 5.40 | 2.41 | 2.70 | 1.92 | 2.45 | 1.60 | 2.04 | 12.67 | 0.48 | 0.90 | 1.385 | 4.500 |
| S60-3-4 | 8.10 | 8.10 | 6.00 | 6.00 | 8.10 | 8.10 | 1.80 | 2.29 | 1.44 | 1.83 | 1.20 | 1.53 | 11.51 | 1.64 | 0.90 | 1.286 | 3.000 |
| S60-5-5 | 9.72 | 6.48 | 7.20 | 4.80 | 9.72 | 6.48 | 2.70 | 2.70 | 2.31 | 2.70 | 1.92 | 2.45 | 10.42 | 2.73 | 0.90 | 1.288 | 2.308 |
| S60-5-7 | 11.57 | 4.62 | 8.57 | 3.42 | 11.57 | 4.62 | 2.06 | 2.62 | 1.65 | 2.09 | 1.37 | 1.75 | 12.16 | 0.99 | 0.90 | 1.359 | 3.231 |
| S60-7-7 | 9.25 | 6.94 | 6.85 | 5.14 | 9.25 | 6.94 | 2.70 | 2.70 | 2.47 | 2.70 | 2.06 | 2.62 | 9.36 | 3.79 | 0.90 | 1.378 | 1.804 |
| S60-9-9 | 9.00 | 7.20 | 6.66 | 5.33 | 9.00 | 7.20 | 2.70 | 2.70 | 2.57 | 2.70 | 2.14 | 2.70 | 8.75 | 4.40 | 0.90 | 1.364 | 1.771 |

(b)　弾性係数（N/mm²）

| 強度等級<br>ラミナ構成 | 面内方向 | | | 面外方向 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | | G | E | | G | |
| | 強軸 | 弱軸 | 共通 | 強軸 | 弱軸 | 強軸 | 弱軸 |
| Mx60-3-3 | 4000 | 1000 | 500 | 5777 | 111 | 23.8 | 62.5 |
| Mx60-3-4 | 3000 | 1500 | 500 | 5250 | 375 | 20.5 | 46.8 |
| Mx60-5-5 | 3000 | 1200 | 500 | 4728 | 624 | 27.9 | 13.6 |
| Mx60-5-7 | 3857 | 857 | 500 | 5536 | 227 | 29.7 | 9.7 |
| Mx60-7-7 | 2571 | 1285 | 500 | 4040 | 865 | 29.6 | 19.4 |
| Mx60-9-9 | 2333 | 1333 | 500 | 3584 | 1004 | 30.6 | 22.7 |
| S60-3-3 | 4000 | 2000 | 500 | 5777 | 222 | 45.4 | 125 |
| S60-3-4 | 3000 | 3000 | 500 | 5250 | 750 | 40.1 | 93.7 |
| S60-5-5 | 3600 | 2400 | 500 | 4752 | 1248 | 54.5 | 27.2 |
| S60-5-7 | 4285 | 1714 | 500 | 5545 | 454 | 55.8 | 19.4 |
| S60-7-7 | 3428 | 2571 | 500 | 4268 | 1731 | 58.4 | 38.9 |
| S60-9-9 | 3333 | 2666 | 500 | 3991 | 2008 | 60.6 | 45.4 |

**算定値一覧が記載されている。**

**ただし、Fsの数値は、改訂前の値である。**
**平成30年3月12日以降は使用できない。**

**指定樹種以外で構成されるCLTは、告示式を用いて算定が必要である。**

92

CLTの基準強度

7層7プライは、強軸方向について積層方向の
長期に生じる力に対する許容応力度は、定められていない。

9層9プライは、強軸方向、弱軸方向について積層方向の
長期に生じる力に対する許容応力度は、定められていない。

上記のCLTは、耐力壁には使用できるが、
長期荷重を支持する床版、天井版には使用できないので
注意が必要である。

93

説明資料3

テキストの内容

詳細な部分については
「設計施工マニュアル」で
確認をしてください。

94

ご清聴ありがとうございました。

95

説明資料3

令和２年度 CLT 設計者向け実務講習会

説明資料 ４

# CLT 建築物の性能

# CLT建築物の性能

| | |
|---|---|
| 1.耐久性 | 木造の法定耐用年数は他構造に比べ短い。<br>ただし、耐久性が低いわけではない。<br>CLTを耐久性の高い工法にするポイントを紹介。 |
| 2.断熱計画 | 社会的に環境対策が求められている。制度としても新省エネ基準も守り、さらにZEH・ZEBを設計する知識を身に着ける。 |
| 3.遮音性能 | 木造には不利な遮音性能であるが、要求性能を理解し他構造に引けを取らない性能を考える。 |
| 4.歩行振動 | クレームにならないための歩行振動対策を知る。 |
| 5.防耐火性能 | 木造に対する基準が緩和されつつある。法体系を理解しCLTの良さを生かす知識を身に着ける。 |
| 6.施工計画 | 密度の高い設計を行う事により、精度の高いCLTの施工スピードを知る。 |

## 1.耐久性

CLT応用編

■耐久性確保の留意点

■方針

■ディティール

（参考）外部現しにする場合の軒の出・高さの制約

（参考）CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策推奨仕様

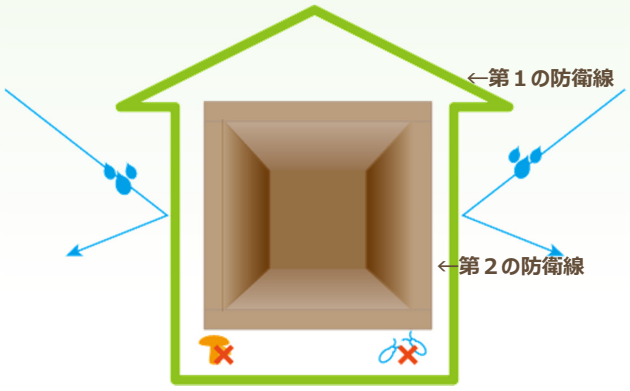
## ■ 耐久性確保の留意点

- CLTは木造。RC造とは基本的に異なり、雨に濡れ続けると腐朽する。
  施工中の雨水処理やディティールが肝心。
- 地域によって、シロアリ対策が必要。
- 木口を保護する。



## ■ 方針

第１の防衛線・・・構造躯体に水分（湿分）を侵入させない対策
侵入しても排出させる対策。
第２の防衛線・・・耐腐朽性、耐蟻性の高い樹種や薬剤による保存処理木材を使用。



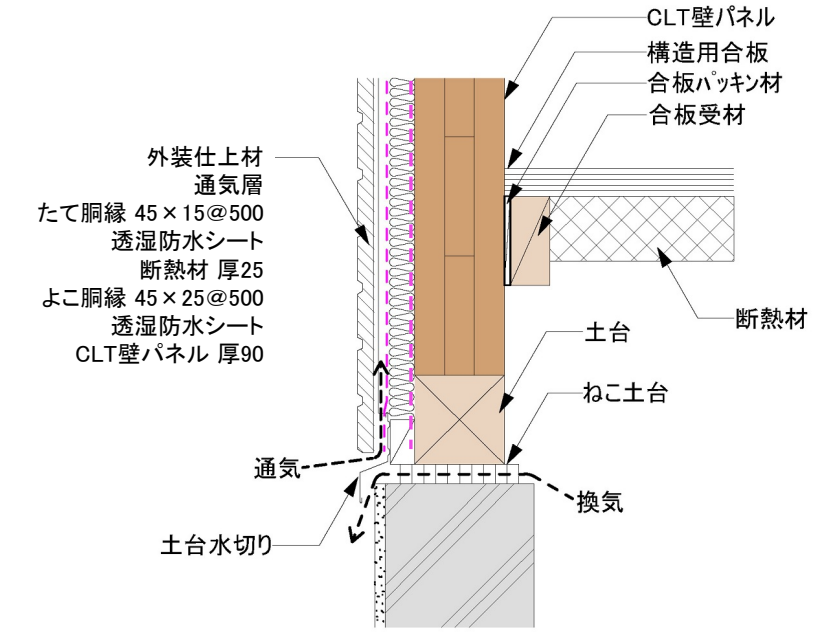
## ■ ディティール

注意点

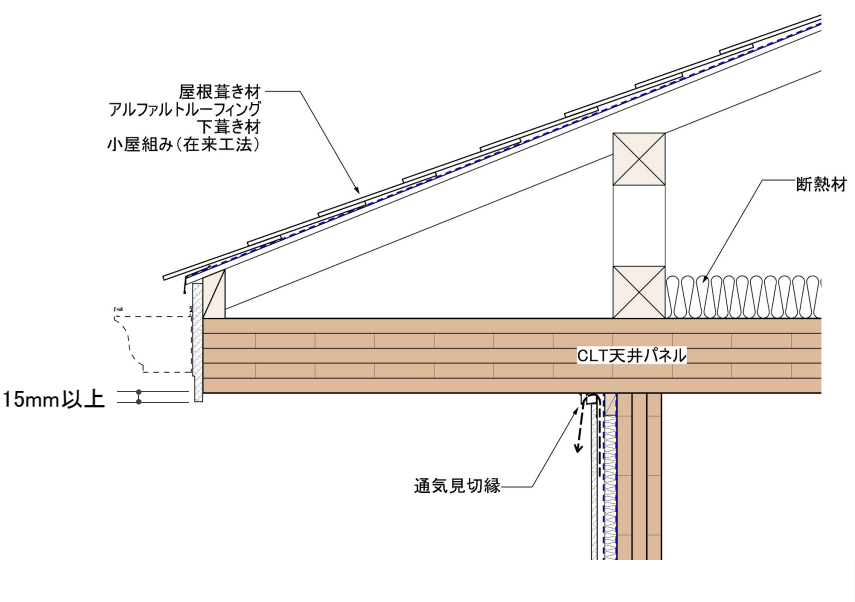
- 密閉された空間を作らない（特に小屋裏空間に注意）
- CLTの屋外側現し外壁は「設計者のためのCLT屋外使用ガイドライン」による
- 通気層の入口・出口は明確に設計する（特に部品指定まで）
- 告示などに示された基準は他の木造と同じであるが、

  CLTは中高層も視野に入れているため高い耐久性措置が必要



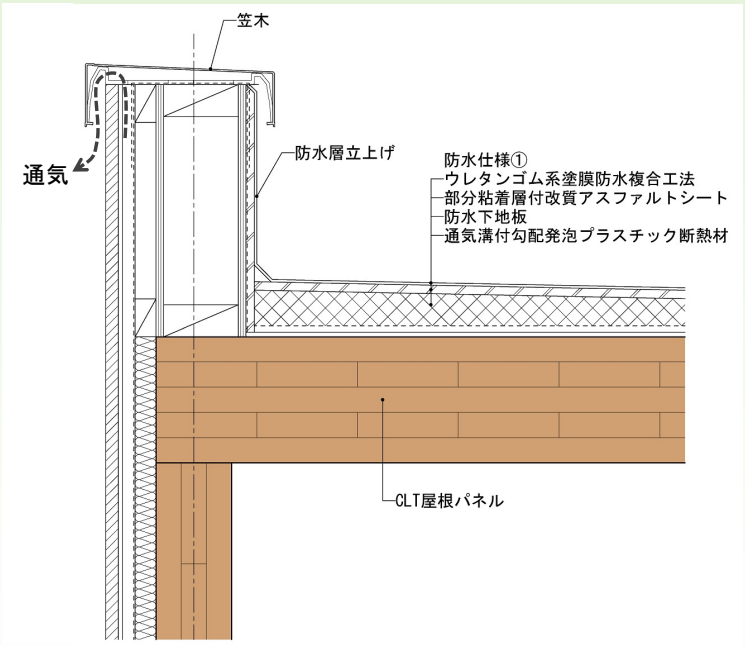



外壁下端部の納まり例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）




CLT天井パネル（現し）外壁取合い部分外壁通気の納まり例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



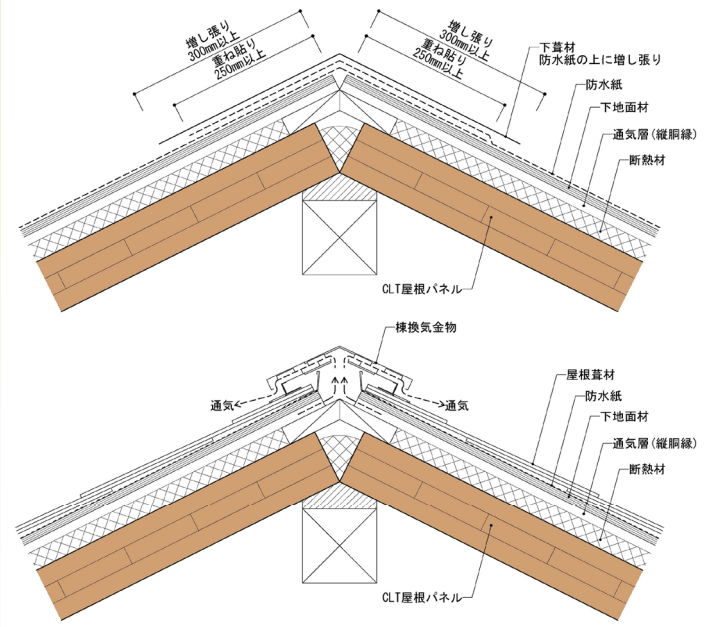



立ち上がり部（パラペット）の納まり例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

通気溝付勾配発泡プラスチック断熱材（左）と脱気筒（右）

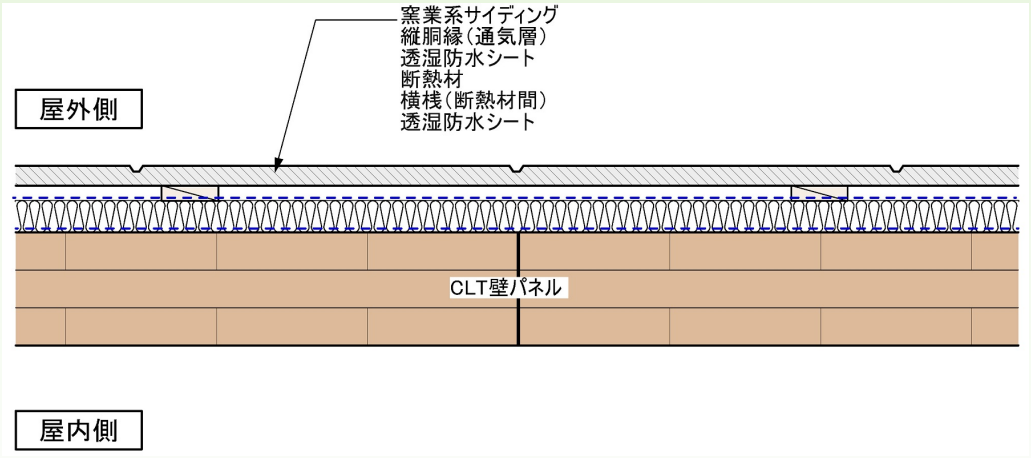
（写真提供：田島ルーフィング（株））





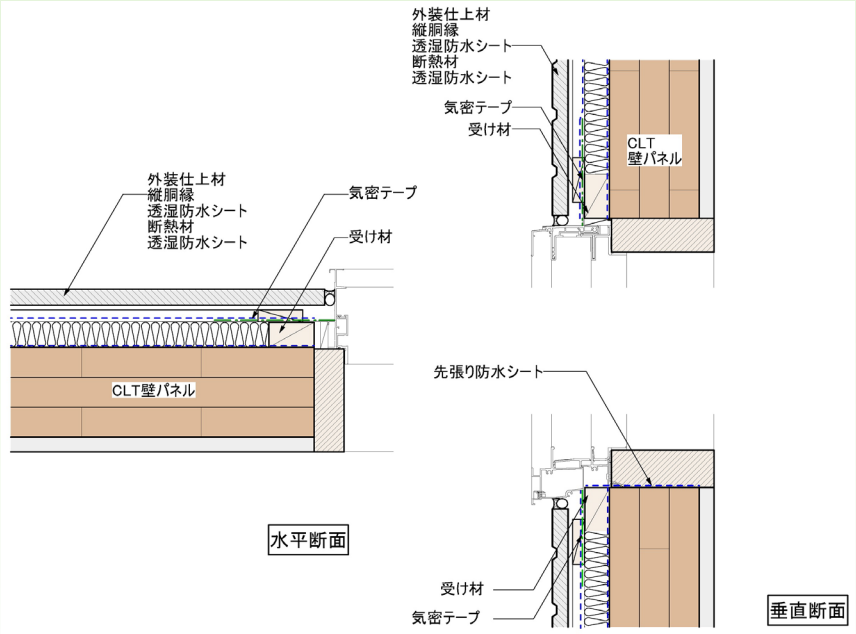

棟部納まり例（上）と棟換気の例（下）

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

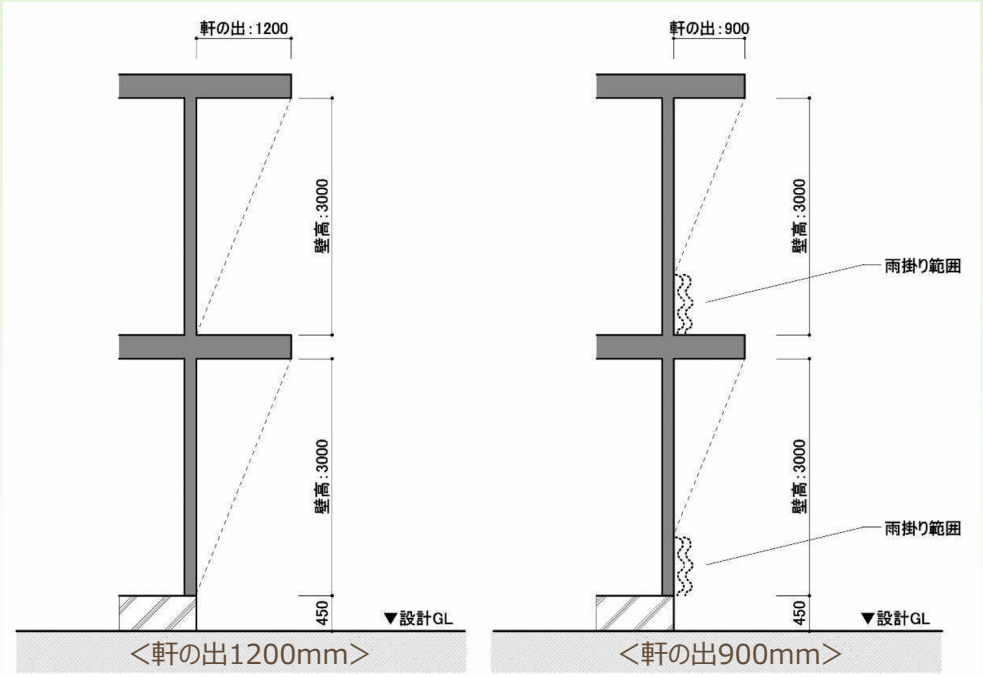



サイディング仕上げの納まり例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）






サッシ取付けの納まり例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）




軒の出の差による雨掛りの範囲

（引用：「設計者のためのCLT屋外使用ガイドライン」）



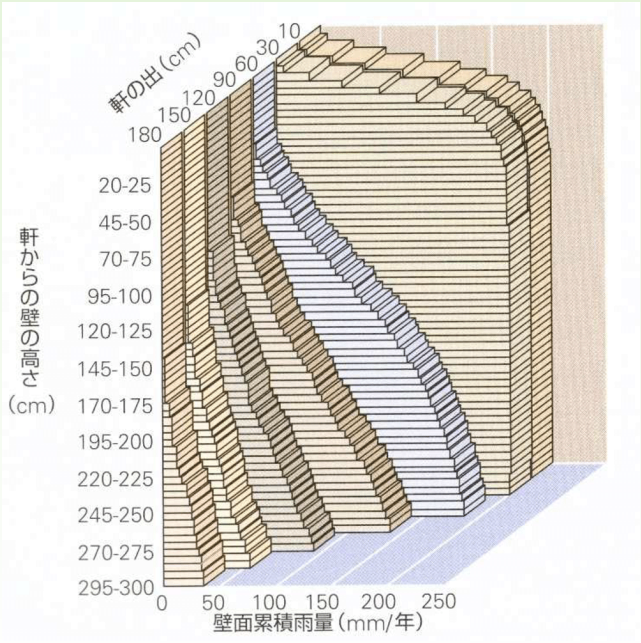



図　風速・軒の出を考慮した壁面における高さ別雨量の検討
（転載：「知っておきたい木造建築物の耐久性向上のポイント」P.21（中島正夫「伝統木造の耐久性評価と耐久設計、NPO木の建築（3）、P.43、2002より作図）分）

**軒の出の寸法の根拠**

図は横浜市の北側外壁を例に、軒の出の寸法によって外壁に作用する年間累積雨量がどう変わるかを壁の高さ別に示したものである。軒の出が300mm程度まででではほとんど防雨効果は期待できないが、900mmを超えると壁の脚部まで雨の作用量を抑えることができることが分かる。

軒高さが3000mm程度までの平屋であれば軒の出を1200mmとすれば、年間の壁面への累積雨量は軒の出が少ない場合に比べて、半分以下に抑えることができ、それだけ外壁面からの雨水漏洩リスクが低下するとともに、外壁仕上げ材の風化・劣化リスクも下げることが期待できる。

寺社や民家などの伝統的な木造平屋建築物では、軒の出を軸組芯から1800mm以上出すことが一般であったが、これは真壁構造の足元にある土台や柱脚部が直接雨に濡れる頻度を抑えることが一つの目的であったと推察される。

**解説：関東学院大学 中島 正夫**

（転載：「設計者のためのCLT屋外使用ガイドライン」P.6）

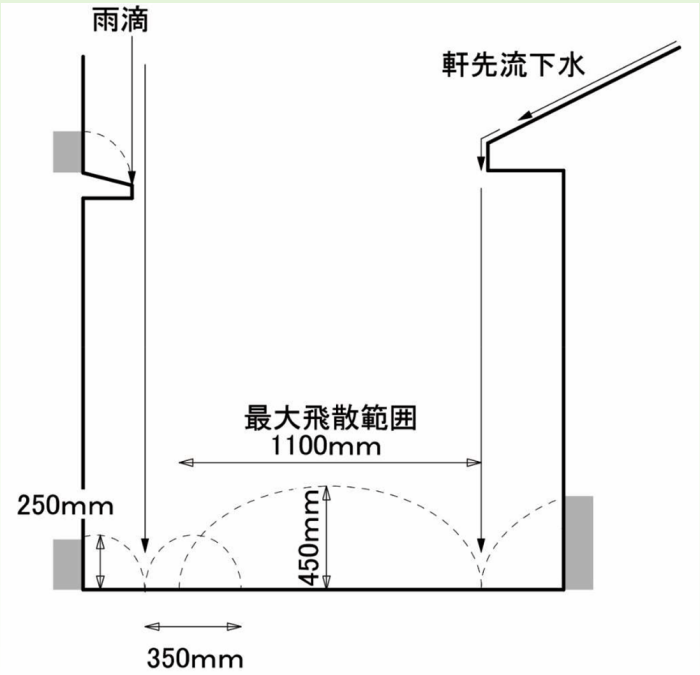



図　跳ね返り雨水による壁面足元の濡れ
（転載：石川廣三「雨仕舞のしくみ」彰国社）

**外壁の下端の高さの根拠**

図は、跳ね返り雨水による壁面足元の濡れの範囲を示したものである。

落下高さ2.5mで行った実験の結果によれば、実質的に壁面に軒先流下水の跳ね返りが及ぶ範囲は、水平距離で最大1.1m最大高さは水平距離50cm における45cm 程度であることが分かっている。

また、直接地面に降る跳ね返りについての実験結果では、時間雨量60mm の強い雨を想定した場合でも水平距離で最大35cm、最大高さは水平距離10cm 以内における25cm 程度である。壁面の位置ごとの跳ね返り雨量には、おおむね雨量に比例、落下点からの距離、高さに反比例する関係がみられる。

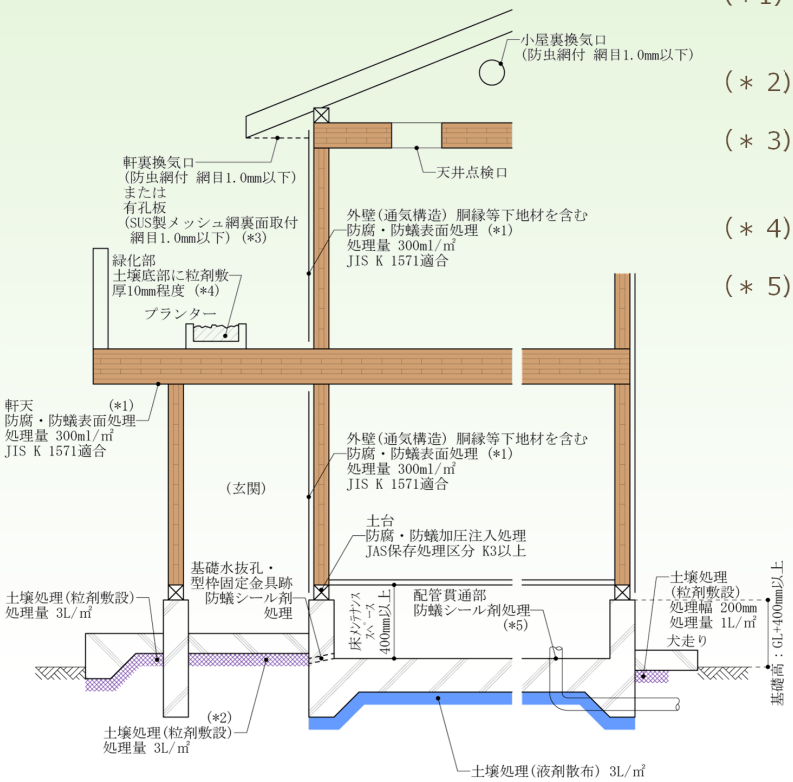
なお、壁面に接してデッキを設けたり、手すりなどを設置した場合、また建物近くの植物が成長し葉が茂った場合などは、雨水の跳ね返りが新たに生じることに留意する必要がある。

**解説（一社）木の家いちばん協会 池田 均**

（転載：「設計者のためのCLT屋外使用ガイドライン」P.7）



## CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策推奨仕様




（＊1）　工場処理とする。処理材に現場加工等を行った場合は、加工部に同等の塗布等の処理を行う。

（＊ 2）　液剤散布も可。別施工となりやすい部位のため、粒剤処理としている。

（＊ 3）SUS製メッシュ網取付により必要換気量が低下する場合は、有孔板面積等にて調整する。

（＊ 4）　家庭菜園等、食用野菜等の栽培では使用不可。

（＊ 5）　さや管工法等とする場合は、さや管と実管の隙間も処理する。

# 2.断熱計画



# 2-1.省エネ性

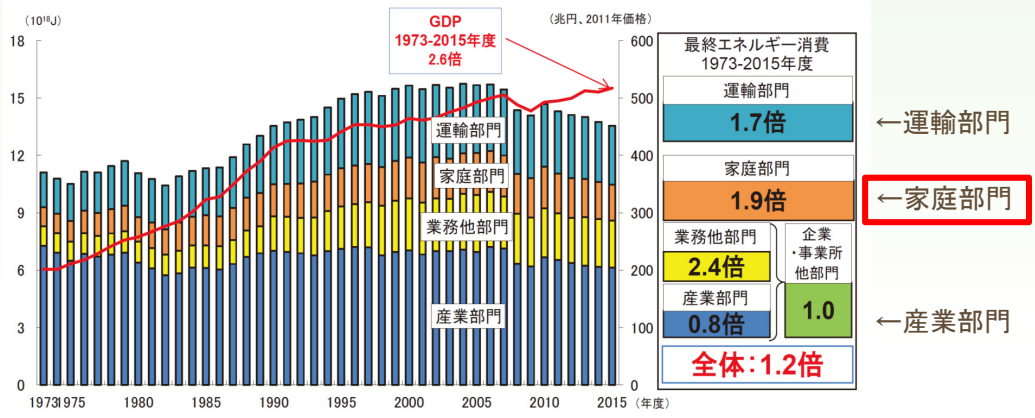
# ■地球温暖化対策　方向性

- 地球温暖化問題解決への貢献は国際的責務

→ 民生部門である建築物におけるエネルギー消費量は、他部門（産業・運輸）にくらべ著しく増加

→ 平成27年　建築物省エネ法公布により適合義務化・認定制度創設（強化）

**日本のエネルギー消費は、民生部門と運輸部門で増加**




（出所）　資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」、（一財）日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」



# ■パリ協定での合意

- 世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べ2℃より十分低く、1.5℃に抑える努力をする

→ 日本の$CO_2$削減目標は26.0%　家庭部門の削減目標は40%

| 国名 | 1990年比 | 2005年比 | 2013年比 |
|---|---|---|---|
| 日本 | ▲18.0% | ▲25.4% | **▲26.0%**（2030年までに）　削減目標 |
| 米国 | ▲14～16% | **▲26～28%**（2025年までに）　削減目標 | ▲18～21% |
| EU | **▲40%**（2030年までに）　削減目標 | ▲35% | ▲24% |
| 中国 | • 2030年までに**2005年比でGDP当たりの**二酸化炭素排出を**60～65%削減**<br>• 2030年頃に二酸化炭素排出のピークを達成 | | |
| 韓国 | • 2030年までに、**対策を講じなかった場合の2030年比で37%削減** | | |

日本は2013年と比べた場合の数値、米国は2005年と比べた場合の数値、EUは1990年と比べた場合の数値を削減目標として提出
比較する年度を「2013年」に合わせて数値を比べてみると、日本の目標は高いことが分かる

出典：資源エネルギー庁　広報特集

## ■建物の断熱性向上

→ 建築物におけるエネルギー消費量削減は、

・躯体の省エネ性能（断熱性能）向上＋高効率設備の選択

＋自然エネルギーの活用

例：ZEB、ZEH

## ■$CO_2$排出の少ない建築物

→ 一般に、木造建築物は、$CO_2$排出量が少ない

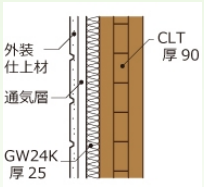
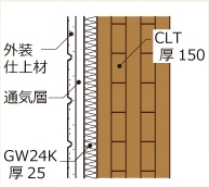
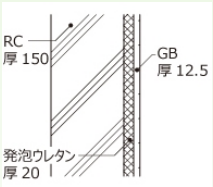
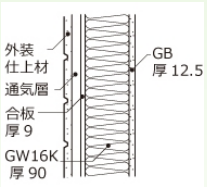
住宅１棟（床面積 125.86 ㎡）を建設する際に使用する主要構成材料の構法別製造時二酸化炭素排出量（kg-CO2）

| | 木造 | RC 造 | S 造 | SRC 造 | 構法平均 |
|---|---|---|---|---|---|
| 木材 | 10,611.87 | 1,006.30 | 411.67 | 914.82 | 4,253.90 |
| 鋼材 | 3,876.49 | 37,472.72 | 41,672.25 | 54,916.91 | 27,781.50 |
| コンクリート | 12,363.23 | 54,436.97 | 22,742.06 | 53,361.70 | 27,569.21 |
| 合計 | 26,851.59 | 92,915.98 | 64,825.98 | 109,193.43 | 59,604.61 |
| 比率 | 1.00 | 3.46 | 2.41 | 4.07 | 2.22 |

※骨材・石材及び就業者は計算に参入していない。　出典：ウッドマイルズ研究会　2008/3/1 建設時における木造住宅の二酸化炭素排出量

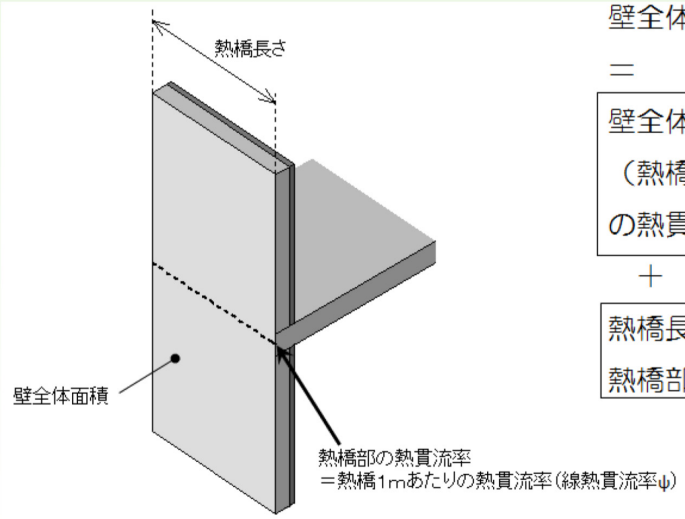


## ■CLTの断熱仕様（一般部）（熱貫流抵抗比較）

| 構造 | CLT厚90 | CLT厚150 | RC造 | 2×4工法 |
|---|---|---|---|---|
| 断面構成 |  |  |  |  |
| 計算 | $R_0$ 0.11<br>GW 0.025/0.038 =0.66<br>CLT 0.09/0.12 =0.75<br>$R_i$ 0.11<br>1.63 | $R_0$ 0.11<br>GW 0.025/0.038 =0.66<br>CLT 0.09/0.12 =1.25<br>$R_i$ 0.11<br>2.13 | $R_0$ 0.04<br>RC 0.15/1.6 =0.09<br>吹き付けウレタン<br>0.02/0.034 =0.59<br>GB 0.012/0.24 =0.05<br>$R_i$ 0.11<br>0.88 | $R_0$ 0.11<br>合板 0.009/0.16 =0.06<br>GW 0.09/0.045 =2.00<br>GB 0.012/0.24 =0.05<br>$R_i$ 0.11<br>2.33 |
| 熱貫流抵抗 ΣR | 1.63m²・K/W<br>1 | 2.13m²・K/W<br>1.3 | 0.88m²・K/W<br>0.5 | 2.33m²・K/W<br>1.4 |

CLTの熱伝導率：0.12W/mK　（コンクリートの約1/13、 鋼材の約1/450）

# ■CLTの構造熱橋を含む貫流熱損失




構造熱橋部廻りのイメージ

壁全体の貫流熱損失

＝

壁全体面積×壁一般部
（熱橋を含まない部分）
の熱貫流率

＋

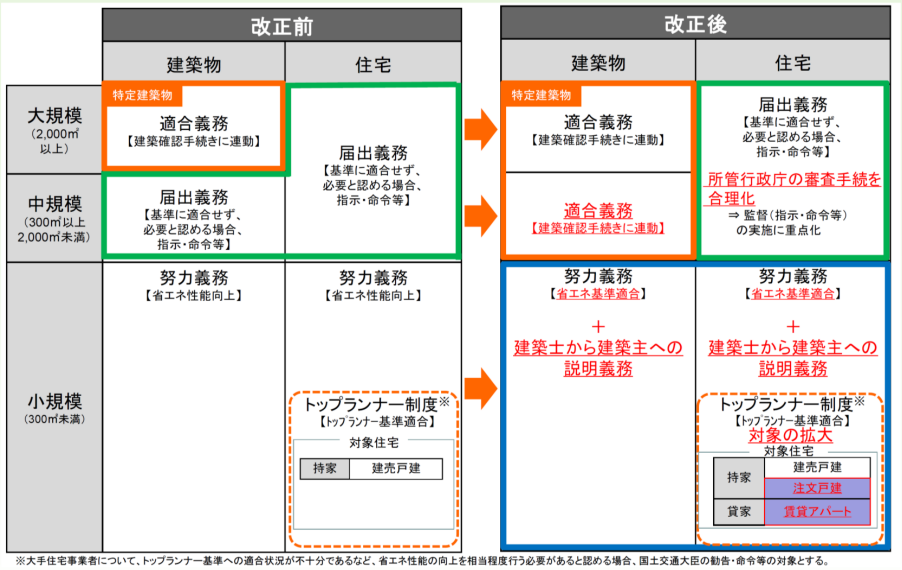
熱橋長さ×
熱橋部の線熱貫流率ψ

定数
線熱貫流率：Ψ＝0.36W/mK
（プサイ）



# 建築物省エネ法による規制対象

住宅　非住宅




○ 小規模住宅・建築物（300m²未満の住宅・建築物を対象とする予定）の新築等に係る設計の際に、次の内容について、建築士から建築主に書面で説明を行うことを義務付ける。
①省エネ基準への適否
②省エネ基準に適合しない場合は、省エネ性能確保のための措置

出典：国土交通省

# 使用可能な計算方法・ツール

住宅

| | | 計算方法・ツールの名称 | | 建築物省エネ法 | | | | エコまち法 | 品確法 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 届出義務<br>説明義務 | 住宅トップランナー | 向上計画認定 | 表示認定 | 低炭素認定 | 性能評価 | |
| 戸建住宅 | 外皮 | 標準計算 | 外皮計算用Excel | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | | 仕様確認 | 仕様基準 | ● | – | – | ● | – | ●<br>（等級4のみ） | CLT対応なし |
| | 一次エネ | 標準計算 | WEBプログラム | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | | 仕様確認 | 仕様基準 | ● | – | – | ● | – | ●<br>（等級4のみ）<br>（等級4のみ） | CLT対応なし |
| | 外皮・一次エネ | 簡易計算 | モデル住宅法<br>《簡易計算シート》 | ● | – | – | ● | – | – | |
| 共同住宅等 | 外皮 | 標準計算 | 【住戸評価】（各住戸）<br>外皮計算用Excel | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | | | 【住戸評価】（全住戸平均）<br>外皮計算用Excel | ● | ● | ● | ● | – | – | |
| | | 仕様確認 | 仕様基準 | ● | – | – | ● | – | ●<br>（等級4のみ） | CLT対応なし |
| | 一次エネ | 標準計算 | WEBプログラム | ●※1 | ●※1 | ●※1 | ●※1 | ●※1 | ●※1 | |
| | | 仕様確認 | 仕様基準 | ●※1 | – | – | ●※2 | – | ●<br>（等級4のみ） | CLT対応なし |
| | 外皮・一次エネ | 簡易計算 | フロア入力法 | ●※1 | – | – | ●※1 | – | – | |

※1：共同住宅等の一次エネの算出にあたっては、住宅部分の設計消費量、基準一次エネ消費量（又は誘導基準一次エネ消費量、特殊建設工事業者消費量）の基準一次算出において、共同部分（住宅部分のうち単位住戸以外の部分をいう）を評価しない方法が可能（2019.11施工）
※2：共同部分を計算しない評価方法の追加に伴い、「住宅部分の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に関する基準及び一次エネルギー消費量にを関する基準を定める件（平成28年国土交通省告示第266号、上表において「仕様基準」という。）」2(2)を削除予定。

出典：国土交通省

**WEBプログラムは、国立研究開発法人　建築研究所　のホームページ参照**



# 性能基準の基準値の比較

住宅

| 基準 | | 地域区分 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 外皮平均熱貫流率 $U_A$[W/( m²·K)] | H28年省エネ基準 | 0.46 | 0.46 | 0.56 | 0.75 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | – |
| | ZEH基準※1 | 0.40 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | – |
| | ZEH+基準※2 | 0.30 | 0.30 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.50 | 0.50 | – |
| 冷房期の平均日射熱取得率$\eta_{AC}$ [%] | H28年省エネ基準<br>ZEH基準 | – | – | – | – | 3.0 | 2.8 | 2.7 | 6.7 |

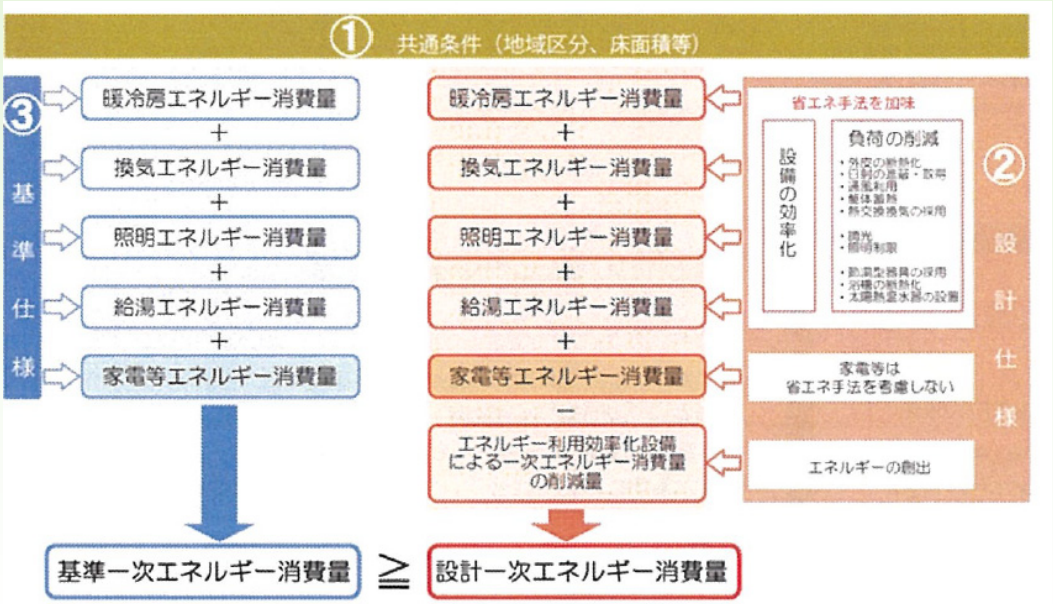
※1：強化外皮基準、ゼロエネ住宅要件（2019年度の場合）
※2：ZEH+　更なる強化外皮基準、ランクアップ外皮平均熱貫流率（2019年度の場合）

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

**地域区分に該当する市区町村は、2019年11月に見直された**

住宅

# 性能基準の基準値の比較






住宅

# ZEHの主な要件

① ZEH (ｾﾞｯﾁ)
- ・各地域区分に応じた、建物性能（$U_A$値、$\eta_{AC}$値等）
- ・設計一次エネルギー消費量：
  基準一次エネルギー消費量▲20%以上

② ZEH+ (ｾﾞｯﾁ･ﾌﾟﾗｽ)
- ・各地域区分に応じた、建物性能（ $U_A$値、$\eta_{AC}$値等）
- ・設計一次エネルギー消費量：
  基準一次エネルギー消費量▲25%以上
- ・さらなる断熱性能強化　または　電気自動車充電設備の設置等

③ ZEH+R (ｾﾞｯﾁ･ﾌﾟﾗｽ･ｱｰﾙ)
- ・各地域区分に応じた、建物性能（$U_A$値、$\eta_{AC}$値等）
- ・設計一次エネルギー消費量：
  基準一次エネルギー消費量▲25%以上
- ・さらなる断熱性能強化　または　電気自動車充電設備の設置等
- ・停電時における主たる居室での電源確保や、蓄電システム・太陽熱利用温水システム等の導入によるレジリエンス強化

# 集合（共同）住宅におけるZEHの種類と要件

住宅

| 住棟での評価 | | | | 住戸での評価 | | | | 住棟での評価における目指すべき水準 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 断熱性能 ※全住戸で以下を達成 | 省エネ率 ※共用部を含む住棟全体で以下を達成 再エネ除く | 省エネ率 ※共用部を含む住棟全体で以下を達成 再エネ含む | | 断熱性能 ※当該住戸で以下を達成 | 省エネ率 ※当該住戸で以下を達成 再エネ除く | 省エネ率 ※当該住戸で以下を達成 再エネ含む | |
| 『ZEH-M』 | 強化外皮基準（ZEH基準） | 20% | 100%以上 | 『ZEH』 | 強化外皮基準（ZEH基準） | 20% | 100%以上 | 1～3階建 |
| Nearly ZEH-M | | | 75%以上100%未満 | Nearly ZEH | | | 75%以上100%未満 | |
| ZEH-M Ready | | | 50%以上75%未満 | ZEH Ready | | | 50%以上75%未満 | 4～5階建 |
| ZEH-M Oriented | | | 再エネの導入は必要ない | ZEH Oriented | | | 再エネの導入は必要ない | 6階建以上 |

出典：経済産業省



非住宅

# 使用可能な計算方法・ツール

| | 計算方法・ツールの名称 | | 建築物省エネ法 適合義務 | 建築物省エネ法 届出義務 説明義務 | 建築物省エネ法 向上計画認定 | 建築物省エネ法 表示認定 | エコまち法 低炭素認定 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 外皮 | 標準計算 | 標準入力法《BPI》 | ／ | ／ | ● | ／ | ● |
| | 簡易計算 | モデル建物法《BPIm》 | ／ | ／ | ● | ／ | ● |
| 一次エネ | 標準計算 | 標準入力法《BEI》 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | 簡易計算 | モデル建物法《BEIm》 | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | 小規模モデル建物法《BEIs》（300㎡未満限定） | ／ | ● | – | ／ | ● |

出典：国土交通省

計算法方については、一般社団法人　住宅性能評価・表示協会　等　のホームページ参照

非住宅

# ■建築物におけるエネルギー消費計算

| 基準仕様 | | 設計仕様 | |
|---|---|---|---|
| 空調エネルギー消費量 | $E_{SAC}$ | 空調エネルギー消費量 | $E_{AC}$ |
| ＋ | | ＋ | |
| 換気エネルギー消費量 | $E_{SV}$ | 換気エネルギー消費量 | $E_{V}$ |
| ＋ | | ＋ | |
| 照明エネルギー消費量 | $E_{SL}$ | 照明エネルギー消費量 | $E_{L}$ |
| ＋ | | ＋ | |
| 給湯エネルギー消費量 | $E_{SW}$ | 給湯エネルギー消費量 | $E_{SW}$ |
| ＋ | | ＋ | |
| 昇降機エネルギー消費量 | $E_{SEV}$ | 昇降機エネルギー消費量 | $E_{SEV}$ |
| ＋ | | ＋ | |
| 事務･情報機器等エネルギー消費量 | $E_{SM}$ | 事務･情報機器等エネルギー消費量 | $E_{M}$ |
| | | － | |
| | | エネルギー利用効率化設備によるエネルギー削減量（エネルギーの創出） | $E_{S}$ |
| ＝ | | ＝ | |
| 基準一次エネルギー消費量 | $E_{ST}$ | ≧ 設計一次エネルギー消費量 | $E_{T}$ |

建築物の一次エネルギー消費量（非住宅部分）

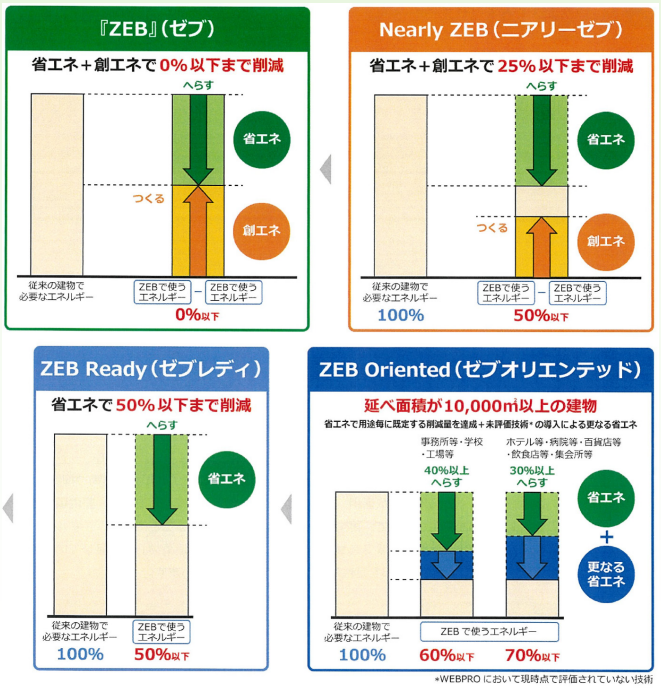
＊出所）「建築物の省エネ設計技術」編集委員会「建築物の省エネ設計技術 省エネ適判に備える」（平成29年５月、（株）学芸出版社）より作成

出典：環境省



非住宅

# ■建築物におけるZEBの種類と基準




出典：環境省

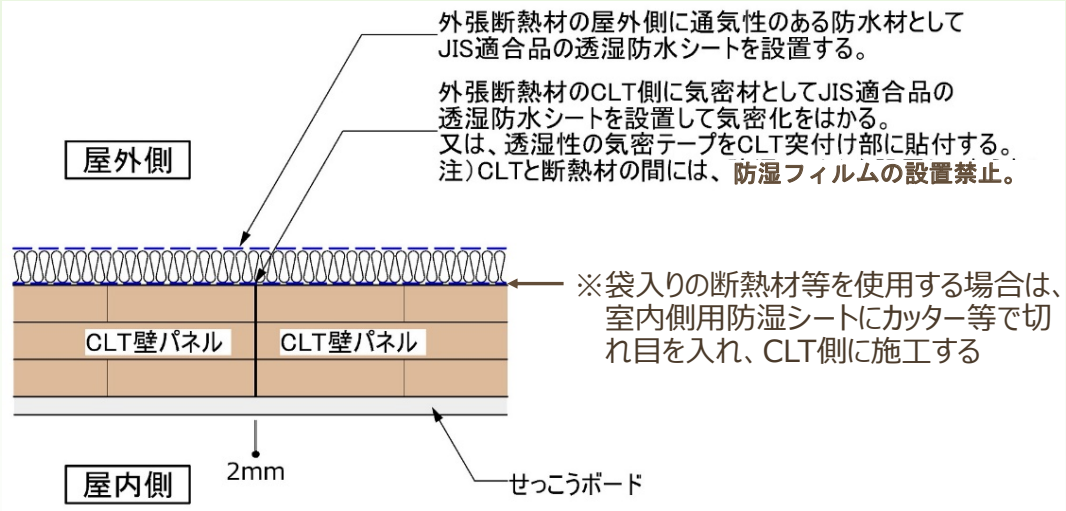
## ■気密性能確保の為の留意点

住宅 非住宅

- 漏気による熱負荷の低減
- 計画換気を有効に機能させること
- 室内水蒸気流入による壁内結露抑制

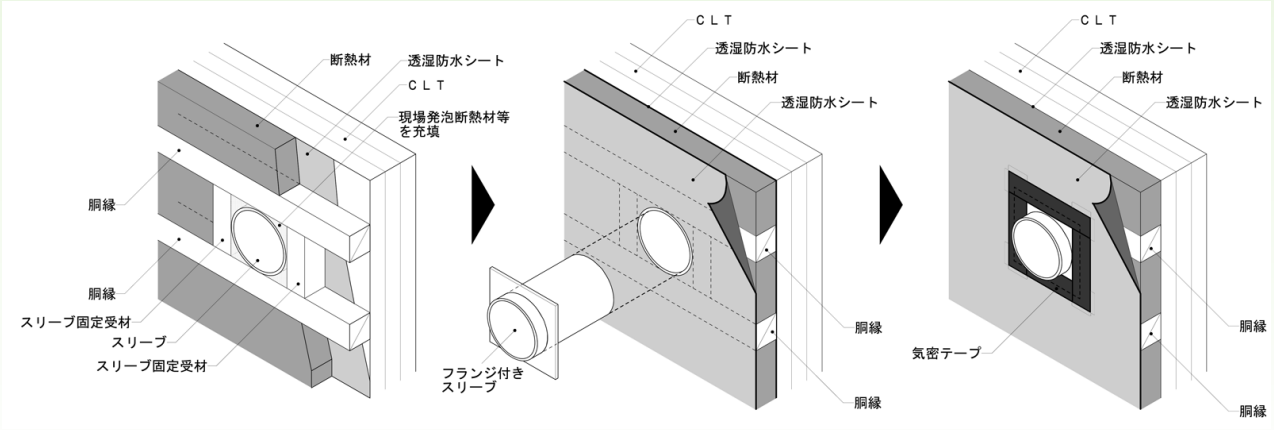


住宅 非住宅




主な気密対策の箇所:CLTパネル間の突付け部
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

住宅 非住宅




主な気密対策の箇所:配管等貫通部廻り
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



## ■防露対策

住宅 非住宅

**【推奨】**

- 「**外張り断熱工法**」の採用

  内部結露の観点から、断熱工法は外張り断熱工法が望ましい。

- 「**通気層**の設置」・「防水層に透湿性の高い**透湿防水シート**等の使用」

  外張り断熱工法における内部結露対策として、「通気層の設置」及び「防水層に透湿性の高い透湿防水シート（JIS A 6111）等の使用」が望ましい。

【推奨】を採用できない場合の注意

内張り断熱工法で、かつ通気層が設置されない場合、建設地が寒冷地（北海道等）においては、内部結露が発生しやすい傾向になるので、設計に際しては、当該建設地の気象条件のもと**内部結露計算をして**結露発生の危険性について**確認**すること、さらに施工時には**防湿フィルムの施工精度を高める**必要がある。

# 2-2.快適性

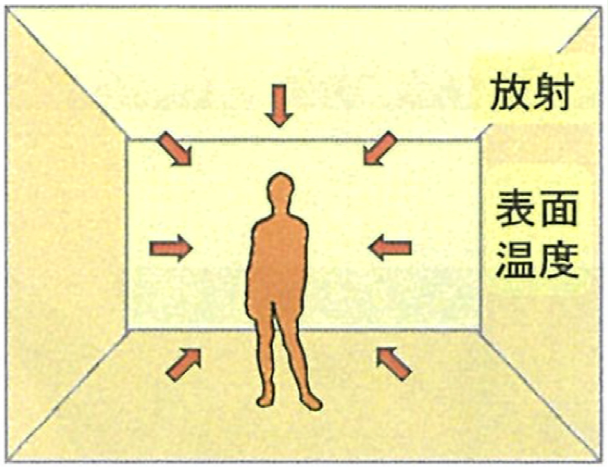


## ■温熱快適性

### ①室内表面温度の影響

平均放射温度　MRT(Mean Radiant Temperature)

放射環境の指標⇒気温と同じ程度、快適性に影響



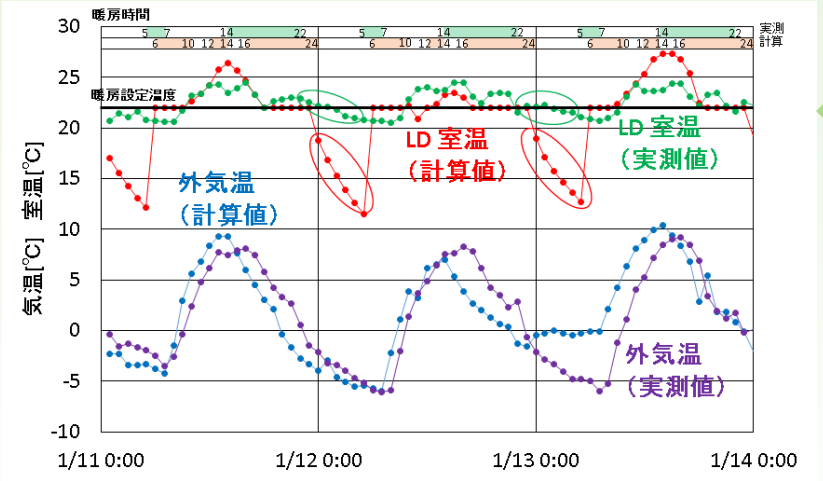

室内の表面温度が室温に近いことが重要

CLTは（室内側表しの場合）表面温度が室温に近くなりやすい

出典：東京工業大学環境・社会理工学院　建築学系　浅輪貴史　建築学：快適性を科学する「都市の快適環境とシミュレーション」

## ■温熱快適性

### ②躯体の熱容量の影響(1)




一般の木造建築と比べ、暖房停止後の室温低下が小さい

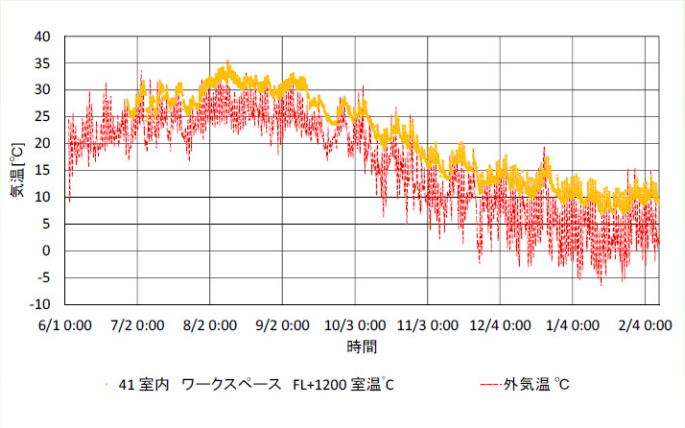
：一般木造
：CLT建築

CLTは一般的木造建築物と比べ、木材使用量が大きいので熱容量が期待できる



## ■温熱快適性

### ③躯体の熱容量の影響(2)



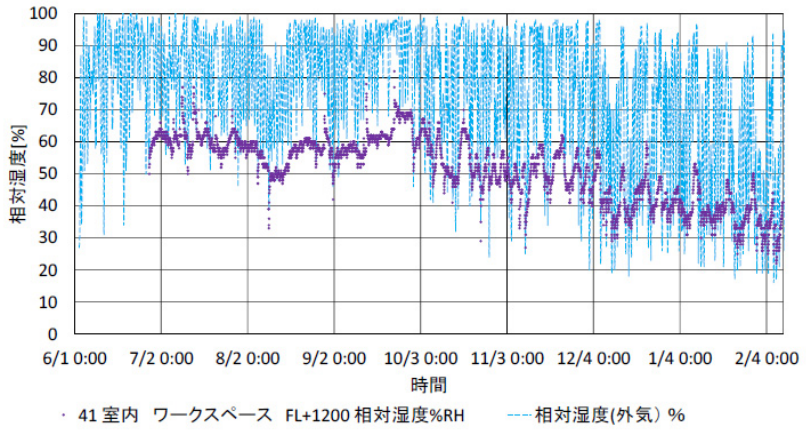

外気温と比べ、CLTの室温変動は小さい

：外気温
：CLT室温

CLTは一般的木造建築物と比べ、木材使用量が大きいので熱容量が期待でき、室温安定につながる

## ■温熱快適性

### ④躯体の調湿性能




外気湿度と比べ、CLTの室内湿度の変動は小さい

：外気湿度
：CLT室内湿度

CLT（室内表しの場合）は一般的建築物と比べ、
木材の調湿効果により、室内湿度安定が期待できる



# 3.遮音性能

# ■基礎編

## 1.音の3要素

### イ）高・低＝周波数（Hz）

周波数の数値が低いと低い音

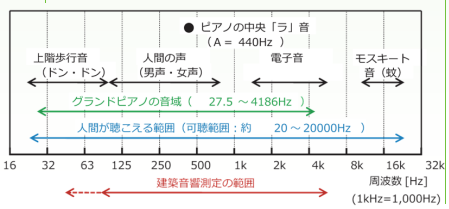
数値が高いと高い音

$$f = \frac{C}{\lambda}$$

$f$：周波数

$\lambda$:音圧　331.5+0.6 t

$C$:波長




周波数による聞こえ方

### ロ）大きさ＝音圧レベル（dB）

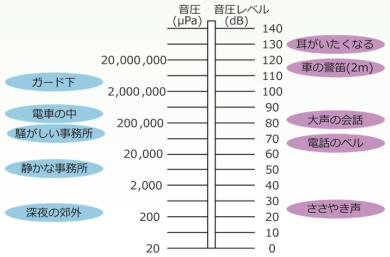
音波によって生じる空気の圧力変動が音圧でレベル表示したものを音圧レベルという。

$$SPL = 20\log_{10}\frac{p}{p_0}$$

$SPL$：音圧レベル（dB）

$p$:音圧　（ $pa$）

$p_0$:基準の音圧（20 $\mu pa$ ）




音圧と音圧レベルの関係と音の聞こえ方

### ハ）音色

音の感覚的特性
（音の混ざり具合と変動）

人間に不快な音色は雑音と呼ばれる。

転載：（一社）日本ツーバイフォー建築協会「枠組壁工法床遮音工法ハンドブック」P.9



## 2.遮音性能・床衝撃音遮断性能について

### イ）遮音性能

音源：生活上では、話し声、テレビ音ピアノ等楽器等の
室内発生騒音
屋外騒音

遮音方法：室内発生音に対しては壁・床などを重くしっかりしたものにする。2重にするなど、屋外騒音に対しては防音性に優れたサッシを用いる。二重サッシなどは効果有り。

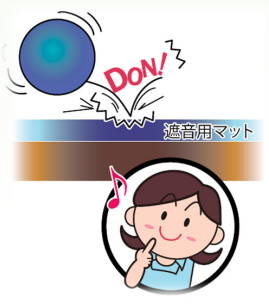
共同住宅や長屋の界壁は建築基準法で最低限の性能が定められている。

### ロ）床衝撃音遮断性能

音源：子供の飛びはね、歩行音、イスなどの振動音

遮音方法：歩行音などはカーペットなど柔らかい材質の床材を用いる。
子どもの飛びはねなどに対しては、床の重量を重くしたり、振動を抑制する機構を用いる。

一般に木造は軽量でありRCなどに比べ不利。

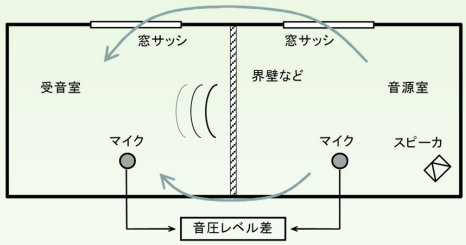




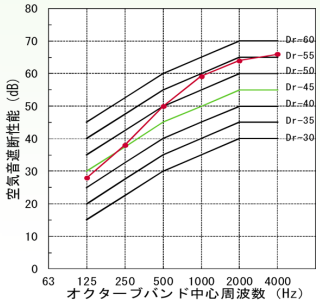

説明資料4

## 3.試験方法と評価方法

### イ）遮音性能

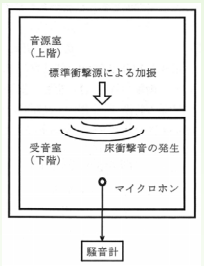



音圧レベル差で評価



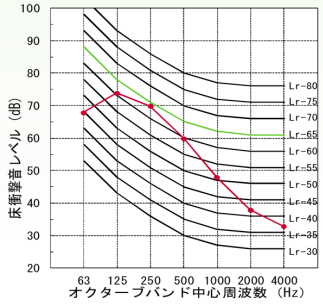

D-45

### ロ）床衝撃音遮断性能



**衝撃源設置状況**
バングマシン
タッピングマシン
ボール

受音室音圧レベルで評価




$L_H$-65

（引用：林野庁「CLT建築物の遮音設計マニュアル」2018、特定非営利活動法人建築技術支援協会発行、図3-1、図3-3、図3-5～6、図3-10～11）



## 4.適用等級

### イ）遮音性能

| 建築物 | 室用途 | 部位 | 適用等級 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 特級 | 1級 | 2級 | 3級 |
| 集合住宅 | 居室 | 隣戸間界壁 | D-55 | D-50 | D-45 | D-40 |
| ホテル | 客室 | 客室間界壁 | D-55 | D-50 | D-45 | D-40 |
| 事務所 | 業務プライバシーを要求される | 室室間仕切壁、テナント間界壁 | D-50 | D-45 | D-40 | D-35 |
| 学校 | 普通教室 | 教室間界壁 | D-50 | D-45 | D-40 | D-30 |
| 病院 | 病院(個室) | 室間仕切壁 | D-50 | D-45 | D-40 | D-35 |

### ロ）床衝撃音遮断性能

| 建築物 | 室用途 | 部位 | 衝撃源 | 適用等級 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 特級 | 1級 | 2級 | 3級 |
| 集合住宅 | 居室 | 隣戸間界床 | 重量衝撃源 | L-45 | L-50 | L-55 | L-60、L-65* |
| | | | 軽量衝撃源 | L-40 | L-45 | L-55 | L-60 |
| ホテル | 客室 | 客室間界床 | 重量衝撃源 | L-45 | L-50 | L-55 | L-60 |
| | | | 軽量衝撃源 | L-40 | L-45 | L-50 | L-55 |
| 学校 | 普通教室 | 教室間界床 | 重量衝撃源<br>軽量衝撃源 | L-50 | L-55 | L-60 | L-65 |

＊ 木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

### 適用等級とは

| 適用等級 | 遮音性能の水準 | 性能水準の説明 |
|---|---|---|
| 特　級 | 遮音性能上とくにすぐれている | 特別に高い性能が要求された場合の性能水準 |
| 1　級 | 遮音性能上すぐれている | 建築学会が推奨する好ましい性能水準 |
| 2　級 | 遮音性能上標準的である | 一般的な性能水準 |
| 3　級 | 遮音性能上やや劣る | やむを得ない場合に許容される性能水準 |

（引用：日本建築学会「建築物の遮音性能基準と設計指針[第二版]」）

# ■CLT応用編

## 1.界壁

### 法第30条(長屋又は共同住宅の各戸の界壁)

遮音のための界壁を小屋裏又は天井裏に達するものであること。

強化天井とした場合はその限りではない。

→令第22条の3(遮音性能に関する技術的基準)

→昭和45年建告第1827号(遮音性能を有する長屋又は共同住宅の界壁の構造方法を定める件)

### 令第22条の3(遮音性能に関する技術的基準)

性能規定

### 令第114条(建築物の界壁、間仕切壁及び隔壁)

長屋又は共同住宅の各戸の界壁：準耐火構造の界壁を小屋裏又は天井裏に達せしめる。

学校、病院、診療所、児童福祉施設等、ホテル、旅館、下宿、寄宿舎又はマーケットの界壁（いずれも建築面積300m²超）：小屋裏の直下の天井の全部を強化天井とするか、桁行間隔12m以内ごとに準耐火構造の小屋裏隔壁

→平成28年4月22日国土交通省告示第694号

### 昭和45年建告第1827号(遮音性能を有する長屋又は共同住宅の界壁の構造方法を定める件)

厚さが1.2㎝ル以上のせっこうボードを2枚以上張ったもの

### 平成28年国交告第694号（強化天井の構造方法を定める件）

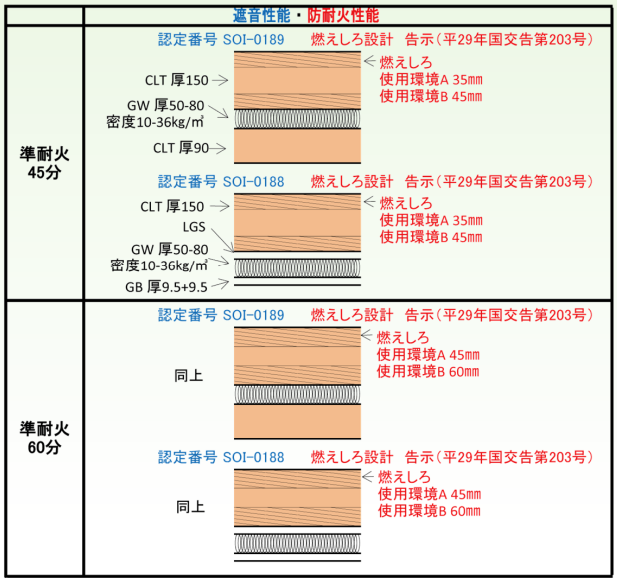
強化せっこうボードを2枚以上張ったもので、その厚さの合計が36mm以上

### CLTの界壁仕様：準耐火構造

界壁は、遮音性能と、準耐火以上の耐火性能（施行令第114条）建築物の界壁、間仕切壁及び隔壁）の両方を満足する必要がある。

強化GB（強化せっこうボード）JIS規格：GB-F(V)（ひる石入り）

GB（せっこうボード）JIS規格：GB-R




2020/1/9 （一社）日本CLT協会

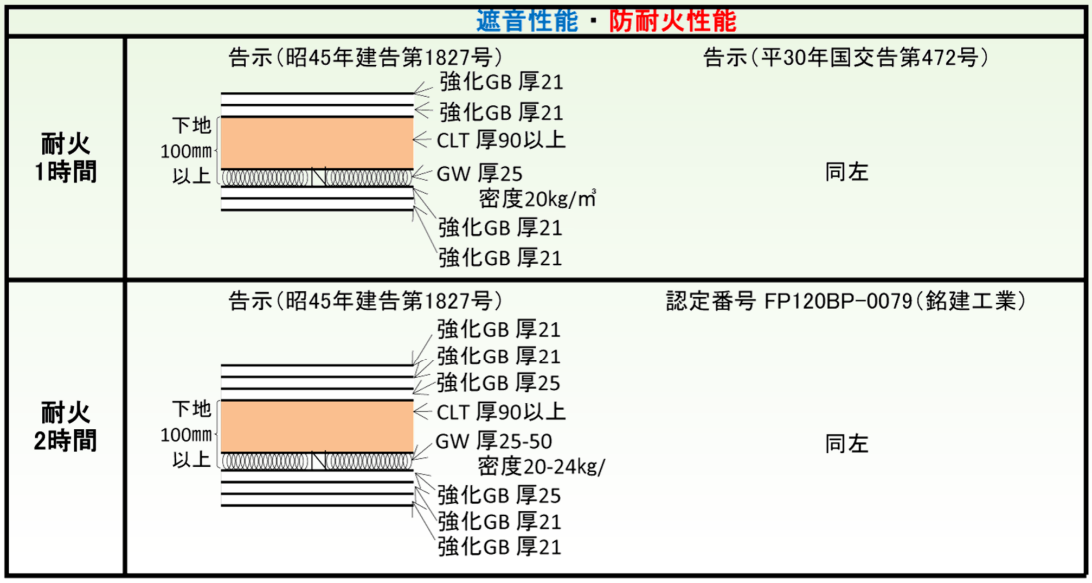


### CLTの界壁仕様：耐火構造

界壁は、遮音性能と、準耐火以上の耐火性能（施行令第114条）建築物の界壁、間仕切壁及び隔壁）の両方を満足する必要がある。

強化GB（強化せっこうボード）JIS規格：GB-F(V)（ひる石入り）

GB（せっこうボード）JIS規格：GB-R




2020/1/9 （一社）日本CLT協会

## 2.CLT協会取得の大臣認定

（一社）日本CLT協会　発行：令和元年9月20日

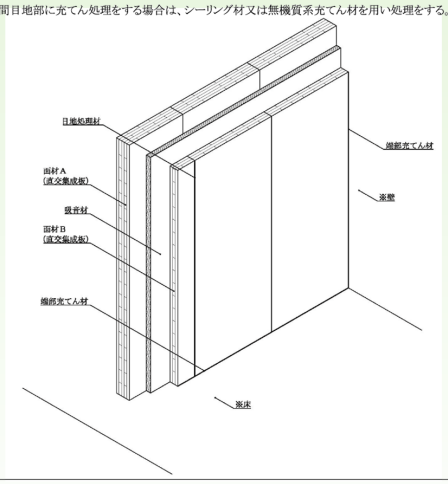
### 両面CLT現し仕様

Ver. 1.00

⑥取り合い部端部処理

・面材B（直交集成板）の上下端部、壁取り合い端部に充てん材を施工する。

・面材間目地部に充てん処理をする場合は、シーリング材又は無機質系充てん材を用い処理をする。




⑦表面仕上げ

・表面仕上げは、無処理又は塗装処理とする。

使用材料

端部充てん材：四周、片側処理　①、②のうち、いずれか一仕様
①シーリング材　1)～4)のうち、いずれか一仕様
1)アクリル系樹脂、2)ウレタン系樹脂、3)シリコン系樹脂、4)その他
②無機質充てん材　1)～3)のうち、いずれか一仕様
1)ロックウールフェルト、2)グラスウールフェルト、3)その他
目地処理材：片側処理
シーリング材　①～④のうち、いずれか一仕様
①アクリル系樹脂、②ウレタン系樹脂、③シリコン系樹脂、④その他

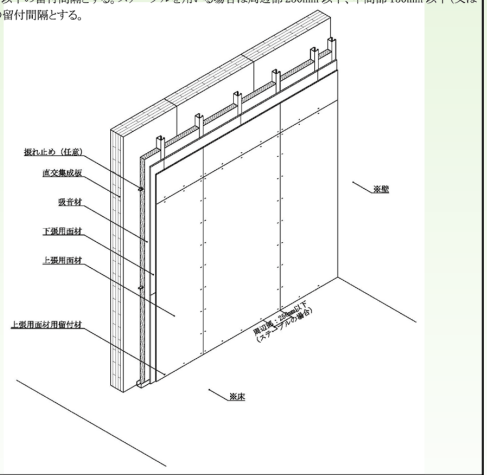
### 片面CLT現し仕様

Ver. 1.00

⑦上張用面材の建込み

・下張用面材の目地と上張用面材の目地位置は重ならないように建込みする。

・上張用面材は、ねじ、ステープル又はステープルと接着剤併用にて固定をする。ねじは縦 250mm 以下、横 500mm 以下の留付間隔とする。ステープルを用いる場合は周辺部 250mm 以下、中間部 150mm 以下（又は無し）の留付間隔とする。

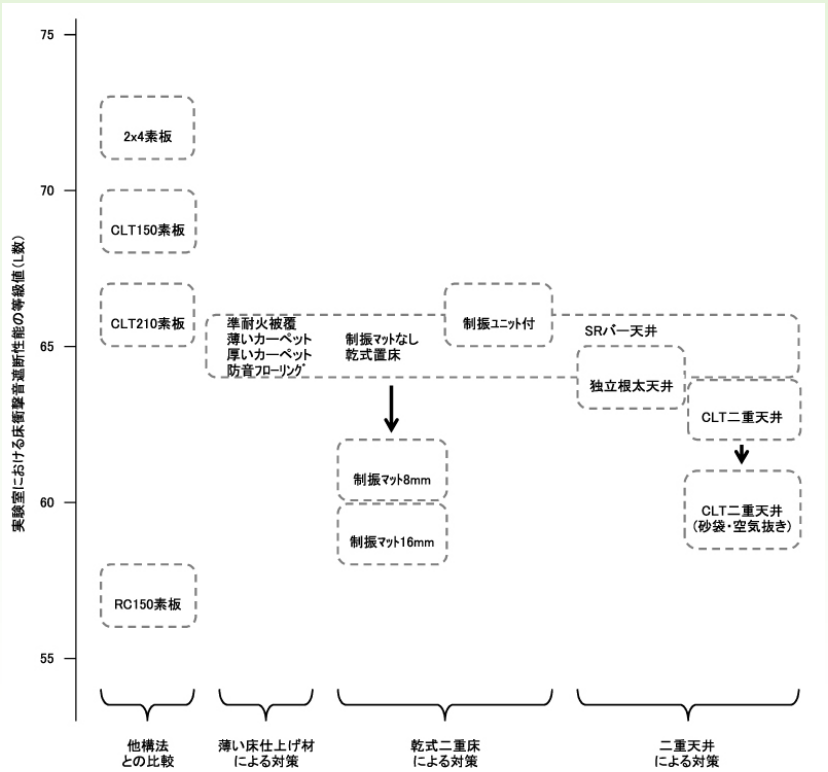



使用材料

上張用面材：①～③のうち、いずれか一仕様
①せっこうボード（JIS A 6901）　種類　GB-R、厚さ 9.5mm・12.5mm・15mm
②強化せっこうボード（JIS A 6901）　種類　GB-F、厚さ 12.5mm・15mm
③普通硬質せっこうボード（JIS A 6901）　種類 GB-R-H、厚さ 9.5mm・12.5mm・15mm
総厚さ（上張及び下張用面材厚の合計）　22mm 以上（下張用面材と同一厚さとしない）
幅　910～1,000mm、長さ　1,820～2,700mm
張方　縦張
上張用面材用留付材：①、②のうち、いずれか一仕様
①ねじ　呼び径 φ2.7mm×長さ 40mm 以上、材質　鋼製（防錆処理したもの）、留付間隔　縦 250mm 以下、横 500mm 以下
②ステープル（接着剤併用の場合もあり）　肩幅 4mm 以上、足長 19mm 以上、材質　鋼製（防錆処理したもの）、留付間隔　周辺部 250mm 以下、中間部 150mm 以下又は無し
接着剤　酢酸ビニル樹脂系、シリコーン系、合成ゴム系、その他



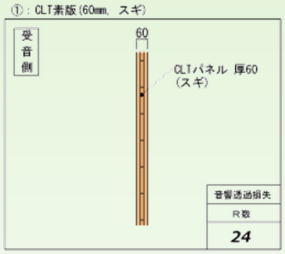
## 3.床衝撃音遮断性能（実験室実験）　性能相対比較




CLT床版の重量床衝撃音性能に関する実験室実験の結果一覧

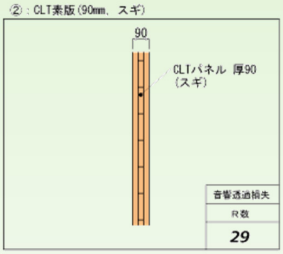
# 4.壁及び床性能一覧（実験室実験）

①：CLT素版（60mm，スギ）



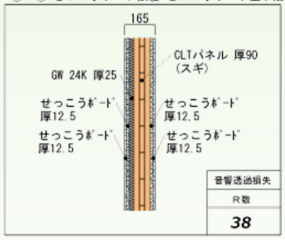

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 24 |

②：CLT素版（90mm，スギ）



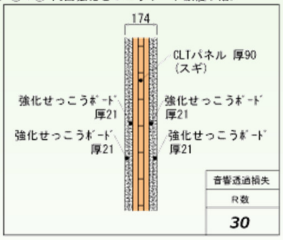

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 29 |

③：②+せっこうボード被覆+せっこうボード壁（2層）



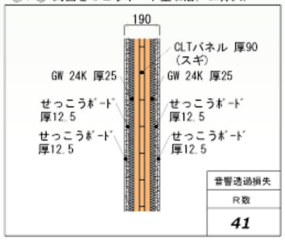

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 38 |

④：②+両面強化せっこうボード被覆（2層）



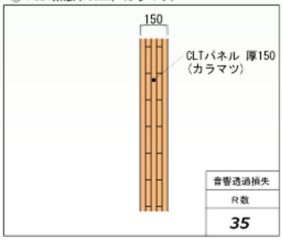

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 30 |

⑤：②+両面せっこうボード壁（2層，GW挿入）



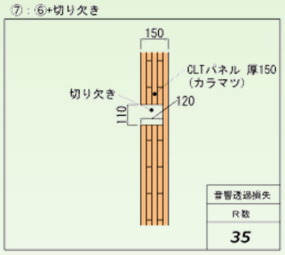

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 41 |

⑥：CLT素版（150mm，カラマツ）



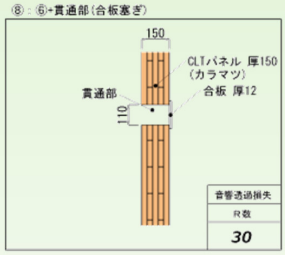

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 35 |

⑦：⑥+切り欠き



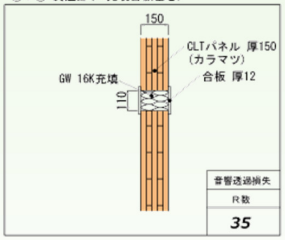

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 35 |

⑧：⑥+貫通部（合板塞ぎ）



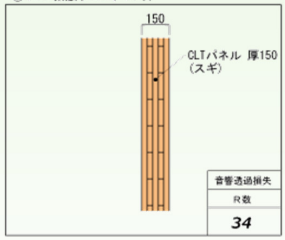

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 30 |

⑨：⑥+貫通部（GW充填合板塞ぎ）



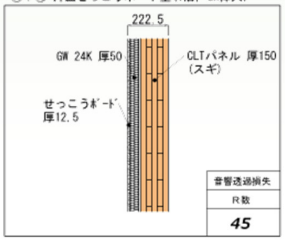

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 35 |

⑩：CLT素版（150mm，スギ）



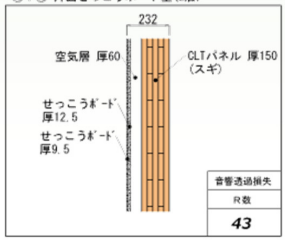

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 34 |

⑪：⑩+片面せっこうボード壁（1層，GW挿入）




| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 45 |

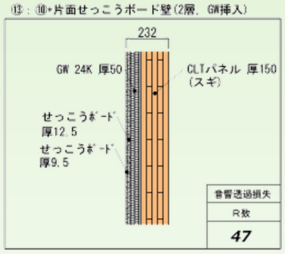
⑫：⑩+片面せっこうボード壁（2層）




| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 43 |

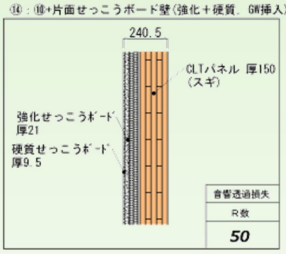


⑬：⑩+片面せっこうボード壁（2層，GW挿入）



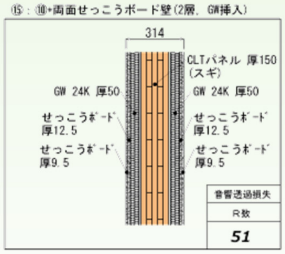

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 47 |

⑭：⑩+片面せっこうボード壁（強化＋硬質，GW挿入）



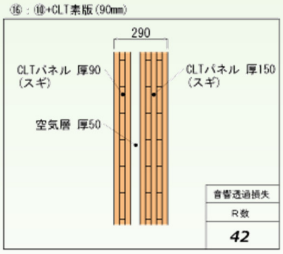

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 50 |

⑮：⑩+両面せっこうボード壁（2層，GW挿入）



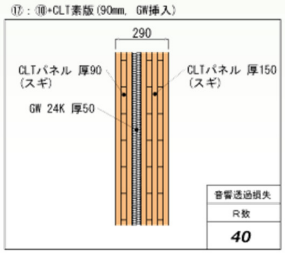

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 51 |

⑯：⑩+CLT素版（90mm）



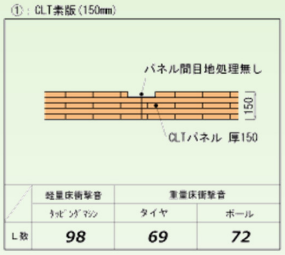

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 42 |

⑰：⑩+CLT素版（90mm，GW挿入）



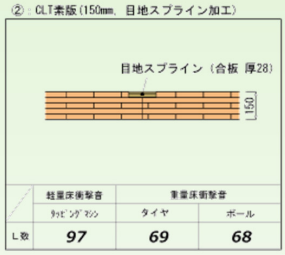

| 音響透過損失 R数 |
|---|
| 40 |

①：CLT素版（150mm）



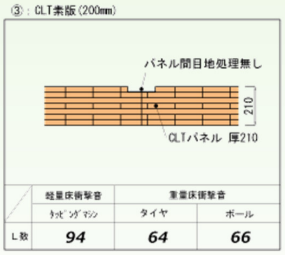

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 98 | 69 | 72 |

②：CLT素版（150mm，目地スプライン加工）



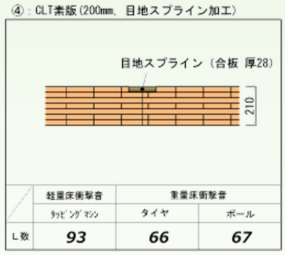

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 97 | 69 | 68 |

③：CLT素版（200mm）



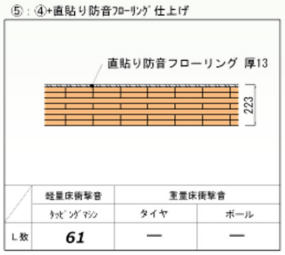

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 94 | 64 | 66 |

④：CLT素版（200mm，目地スプライン加工）



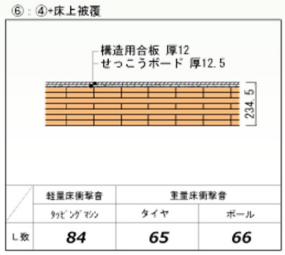

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 93 | 66 | 67 |

⑤：④+直貼り防音ﾌﾛｰﾘﾝｸﾞ仕上げ




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 61 | — | — |

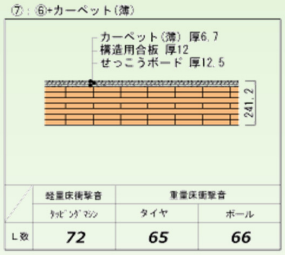
⑥：④+床上被覆




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | ﾀｯﾋﾟﾝｸﾞﾏｼﾝ | タイヤ | ボール |
| L数 | 84 | 65 | 66 |

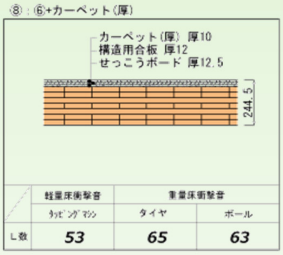
註）上記の値は実験室での実験結果であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があります。

⑦：⑥+カーペット（薄）



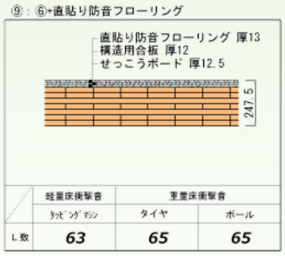

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 72 | 65 | 66 |

⑧：⑥+カーペット（厚）



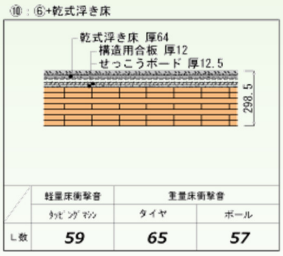

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 53 | 65 | 63 |

⑨：⑥+直貼り防音フローリング



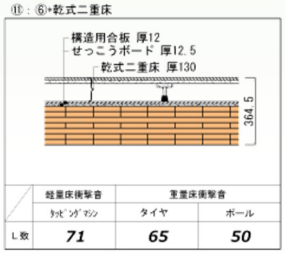

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 63 | 65 | 65 |

⑩：⑥+乾式浮き床



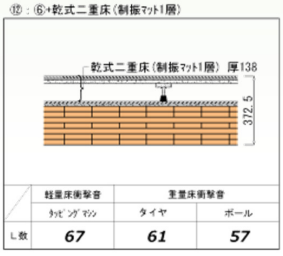

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 59 | 65 | 57 |

⑪：⑥+乾式二重床




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 71 | 65 | 50 |

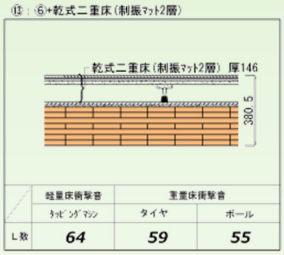
⑫：⑥+乾式二重床（制振マット1層）




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 67 | 61 | 57 |

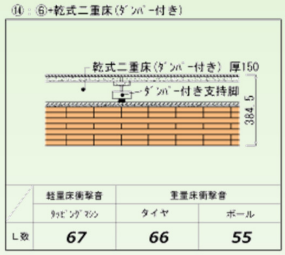
註）上記の値は実験室での実験結果であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があります。

⑬：⑥+乾式二重床（制振マット2層）



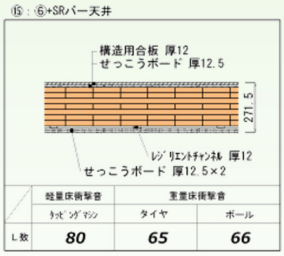

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 64 | 59 | 55 |

⑭：⑥+乾式二重床（ダンパー付き）



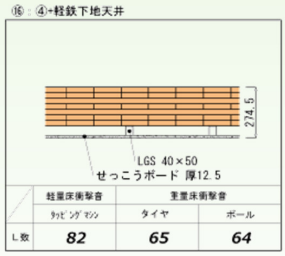

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 67 | 66 | 55 |

⑮：⑥+SRバー天井



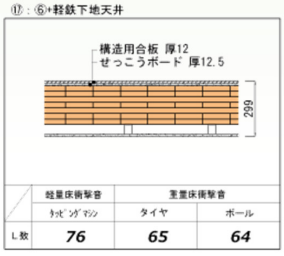

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 80 | 65 | 66 |

⑯：④+軽鉄下地天井



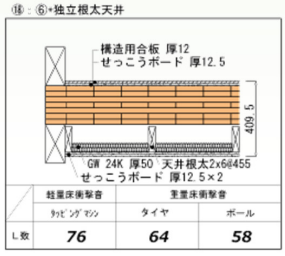

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 82 | 65 | 64 |

⑰：⑥+軽鉄下地天井




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 76 | 65 | 64 |

⑱：⑥+独立根太天井

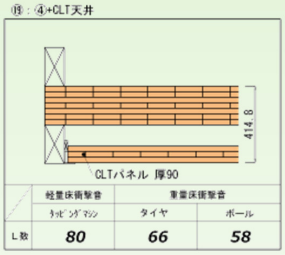



| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 76 | 64 | 58 |

註）上記の値は実験室での実験結果であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があります。

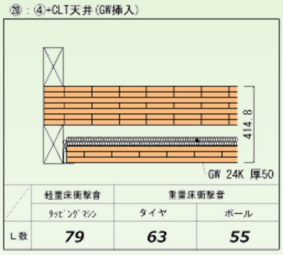


⑲：④+CLT天井



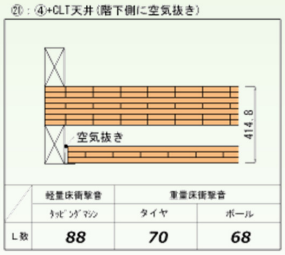

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 80 | 66 | 58 |

⑳：④+CLT天井（GW挿入）



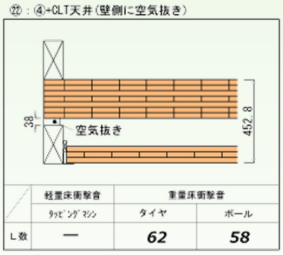

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 79 | 63 | 55 |

㉑：④+CLT天井（階下側に空気抜き）



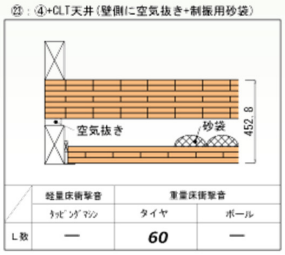

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 88 | 70 | 68 |

㉒：④+CLT天井（壁側に空気抜き）



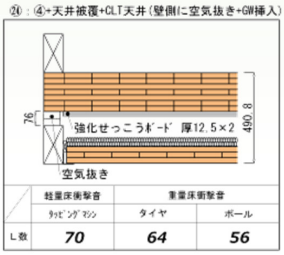

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | — | 62 | 58 |

㉓：④+CLT天井（壁側に空気抜き+制振用砂袋）



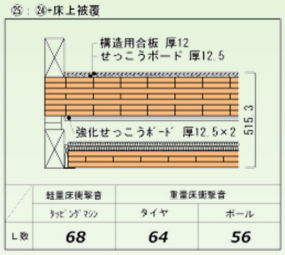

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | — | 60 | — |

㉔：④+天井被覆+CLT天井（壁側に空気抜き+GW挿入）



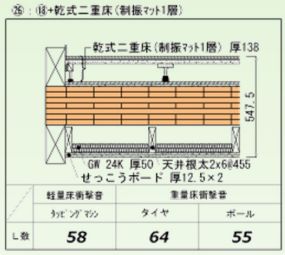

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 70 | 64 | 56 |

㉕：㉖+床上被覆



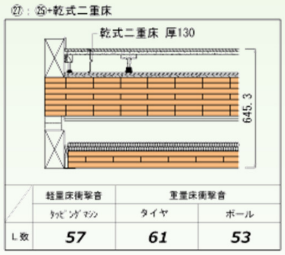

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 68 | 64 | 56 |

㉖：⑱+乾式二重床（制振マット1層）



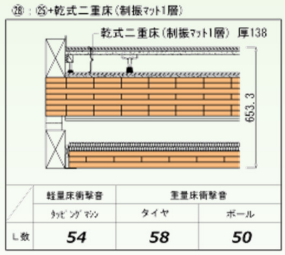

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 58 | 64 | 55 |

㉗：㉕+乾式二重床



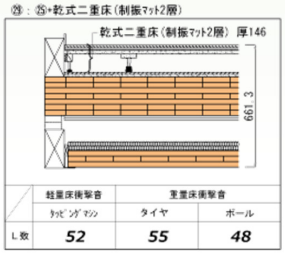

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 57 | 61 | 53 |

㉘：㉕+乾式二重床（制振マット1層）




| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 54 | 58 | 50 |

㉙：㉕+乾式二重床（制振マット2層）



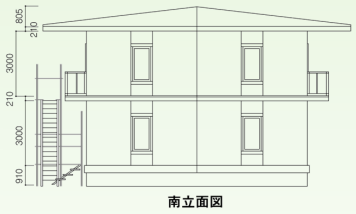

| | 軽量床衝撃音 | 重量床衝撃音 | |
|---|---|---|---|
| | タッピングマシン | タイヤ | ボール |
| L数 | 52 | 55 | 48 |

註）上記の値は実験室での実験結果であり、実際の建物では諸条件の影響により遮音性能が異なる可能性があります。

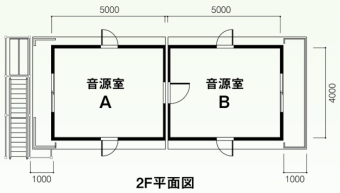
# 5.遮音実験棟の解説

## CLT遮音実験棟の特徴と計画

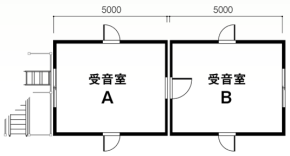
集合住宅の居室を模した実大サイズの2階建ての遮音実験棟で、A室（４M×５M）、B室（４M×５M）の2室が隣接しています。A室では標準躯体を使用して床・天井の仕様の違い、および付帯壁など内装による放射音の影響を測定します。B室では床梁を追加したり、床と壁の接合部に緩衝材を挿入したりするなど構造躯体自体を変更させるほか、床構造躯体と壁との接合部の仕様の違いを測定します。



南立面図



2F平面図



1F平面図

CLT遮音実験棟パンフレット



CLT遮音実験棟予定実証内容

A室ではさまざまな仕上げ仕様を変更させ、B室では構造体を変更させて遮音性を測定します。
リフトアップにより構造躯体そのものを変更させます。

**A室**

| 床仕様 | 天井仕様 | 床・天井組合せ | インナールーム |
|---|---|---|---|
| ●直床<br>●乾式二重床<br>●コンクリート床<br>●その他<br>●浮床 | ●独立天井<br>●弾性チャンネル<br>●ふところ寸法<br>●その他 | | |
| ●床の仕様を変更させ遮音性能を検証。 | ●天井の仕様を変更させ遮音性能を検証。 | ●床仕様、天井仕様の最も性能の高いもの同士を組合せて検証 | ●CLT構造体と縁を切った箱を内部に作る |

**A or B　A室orB室**

| 躯体伝搬 | 吸音効果❶ | 吸音効果❷ | 感応試験 |
|---|---|---|---|
| ●振動測定<br>●音圧測定 | 吸音力［小］ | 吸音力［大］<br>窓開閉 | エアコン<br>（暗騒音発生用） |
| ●試験体素地の尉体の躯体伝搬を検証 | ●開放していない状態の吸音効果を検証 | ●窓を吸音力を上げた状態で検証 | ●A特性試験、数値ではなく人の反応を観測する試験 |

**B室**

| 床剛性効果❶ | 床剛性効果❷ | 媒体伝搬（空隙） | 緩衝材 |
|---|---|---|---|
| | | 空隙<br>ジャッキアップ | 緩衝材 |
| ●スパンを変更させ遮音性能を検証 | ●床版の樹種、厚さを変更して遮音性を検証 | ●壁床の縁を完全に切ることで躯体伝搬の影響を検証 | ●1階壁に緩衝材を挿入することで遮音の効果を検証 |

# 4.歩行振動

- 居住環境下の振動
- 何故、歩行振動か
- 倍調波共振の危険性
- 減衰の重要性
- 構造設計との比較に観る床歩行振動設計の特徴



## 居住環境下の振動

①建築材料の軽量化

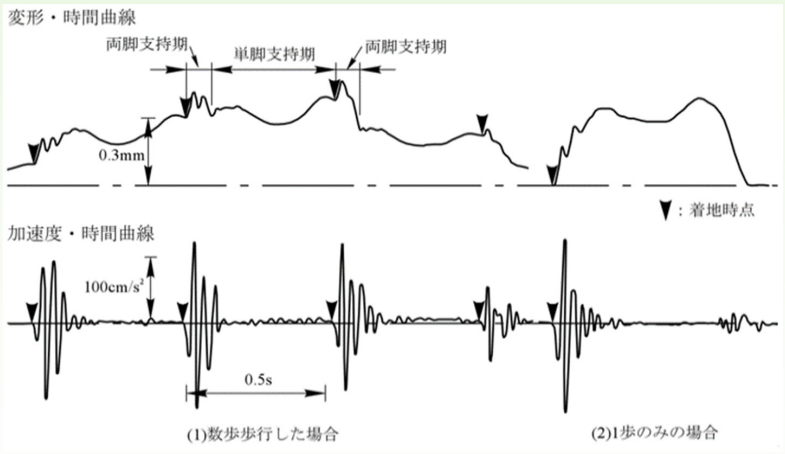
②長スパン構造の採用による床の剛性低下

③機器類の大型化、高機能化による加振力の増加

④道路、鉄道あるいはライブハウス、エアロビクススタジオなどの加振源と居住空間の近接

⑤居住者の価値観や生活リズムの多様化

# 何故、歩行振動か

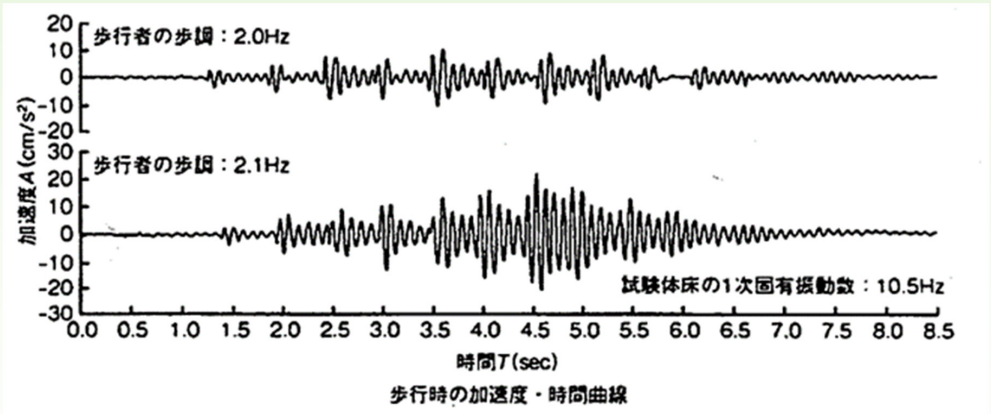



木造床で発生する歩行振動の例

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



# 倍調波共振の危険性




木造床で発生する歩行振動の例

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

# 減衰の重要性

# 構造設計との比較にみる床歩行振動設計の特徴

| | 構造設計 | 環境振動設計 |
|---|---|---|
| 目的 | 人命および財産の保護 | 居住性の確保 |
| 目標 | １水準 | 居住者の要求に応じて数水準 |
| 結果の検証 | 数年～数百年に一度 | 毎日 |
| 条件設定 | 安全側の条件 | 実状に則した条件 |
| 対象部位、部材 | 構造部材のみ | 構造部材、非構造部材、仕上げ材 |
| 対象オーダー | 荷重：tf<br>変形：mm | 荷重：kgf<br>変形：μm |



# ■CLT床歩行振動のスパン表

目標とする「気になり具合評価尺度」を達成する梁方向最大スパン

| 使用するCLT床版（樹種） | 床用途 | 梁方向最大スパン（単位：m）（目標とする気になり具合評価尺度別） | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ④ | ⑤ | ⑥ |
| 5層7プライ（スギ） | 住居 | 5.5 | 4.5 | 4.0 |
| | 事務所 | 6.0 | 5.0 | 4.5 |
| 7層7プライ（スギ） | 住居 | 5.0 | 4.0 | 3.5 |
| | 事務所 | 5.5 | 4.5 | 4.0 |

| | *VLT*（25ms、60dB）*1（気になり具合評価尺度*2別） | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ①<br>非常に気になる | ②<br>…… | ③<br>かなり気になる | ④<br>…… | ⑤<br>やや気になる | ⑥<br>…… | ⑦<br>全く気にならない |
| 住居 | – | – | – | 85dB | 82dB | 79dB | – |
| 事務所 | – | – | – | 87dB | 84dB | 81dB | – |

＊1 振動評価値
＊2 ①～⑦は心理学的尺度による範ちゅうより

※CLT床版幅2.0m、桁方向のCLT床版枚数5枚として解析

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

## ■意匠計画での対策

①頻繁に歩行する部屋と静寂を要する部屋を近接させない

②間仕切りを設け、床版の固有振動数を変える

③スパン中央を通る歩行の動線、重複する長い動線を避ける

④がたつく什器・備品を壁際に設置しない





# 5.防耐火性能

# ■基礎編

## 1.材料　　建築基準法における防火材料

### イ）要件

①燃焼しないもの

②防火上有害な変形、溶融、き裂、その他損傷が生じないもの

③避難上有害な煙又はガスが発生しないもの

### ロ）防火材料の区分　　（告示　例）

不燃材料　　加熱開始後　20分 ――― 厚12mm以上の石こうボード

準不燃材料　　〃　　10分 ――― 厚9mm以上の石こうボード

難燃材料　　〃　　5分 ――― 厚7mm以上の石こうボード



## 2.構造　　建築基準法における防・耐火の構造

### イ）要件　　通常の火災に対して

①遮炎性がある　　（炎が貫通しない）

②遮熱性がある　　（非加熱側の温度が平均140K（140℃+室温）以下）

③非損傷性がある　　（長期荷重時で変形しないこと）

### ロ）防・耐火構造の区分

耐火構造　　火災終了時に ― 要件①～③を満たしていること

準耐火構造　　避難時に ――― 要件①～③を満たしていること

防火構造　　外壁・軒裏の延焼を防止に ―――― 要件②・③を満たしていること

準防火性能　　22条区域の延焼ラインにかかる部分で ― 要件②・③を満たしていること

### ハ）要求性能（時間）

**耐火構造**

| 建築物の階 ＼ 建築物の部分 | | 最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以内の階 | 最上階から数えた階数が5以上で14以内の階 | 最上階から数えた階数が15以上の階 |
|---|---|---|---|---|
| 壁 | 間仕切壁*1 | 1時間 | 2時間 | 2時間 |
| | 外壁*1 | 1時間 | 2時間 | 2時間 |
| 柱 | | 1時間 | 2時間 | 3時間 |
| 床 | | 1時間 | 2時間 | 2時間 |
| はり | | 1時間 | 2時間 | 3時間 |
| 屋根 | | 30分間 | | |
| 階段 | | 30分間 | | |

＊1 耐力壁に限る。

**準耐火構造**

| | | 45分間 | 1時間 | 75分間 |
|---|---|---|---|---|
| 壁 | 間仕切壁*1 | 45分間 | 60分間 | 75分間 |
| | 外壁*1 | 45分間 | 60分間 | 75分間 |
| 柱 | | 45分間 | 60分間 | 75分間 |
| 床 | | 45分間 | 60分間 | 75分間 |
| はり | | 45分間 | 60分間 | 75分間 |
| 屋根*2 | | 30分間 | | |
| 階段 | | 30分間 | | |

＊2 軒裏を除く。

**防火構造**

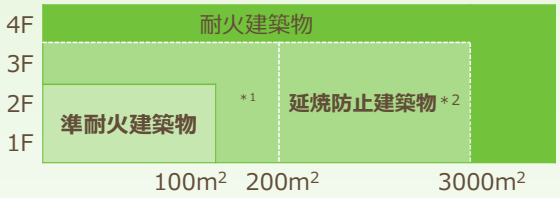
| | | 周囲において発生する通常の火災 | |
|---|---|---|---|
| | | 非損傷性 | 遮熱性 |
| 外壁 | 耐力壁 | 30分間 | 30分間 |
| | 非耐力壁 | ― | |
| 軒裏 | | ― | 30分間 |

**準防火性能**

| | | 周囲において発生する通常の火災 | |
|---|---|---|---|
| | | 非損傷性 | 遮熱性 |
| 外壁 | 耐力壁 | 20分間 | 20分間 |
| | 非耐力壁 | ― | |

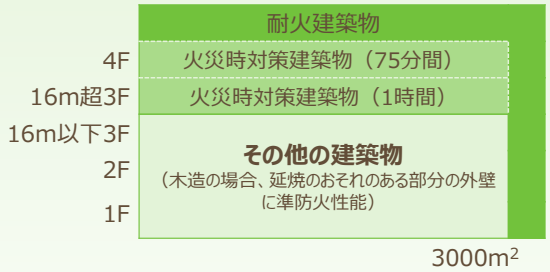
## 3.地域規定（法61条関連）

### 防火地域




・地階を含む階数
＊1 戸建て住宅は200m²以下。（200m²超は耐火建築物）
＊2 共同住宅、ホテル、物販店舗、事務所、学校等

### 法22条区域




### 準防火地域

・地階を除く階数
＊1 共同住宅、ホテル、物販店舗、事務所、学校等
＊2 延焼のおそれのある部分の外壁・軒裏は防火構造
＊3 （旧）技術的基準適合建築物で準防木三戸と称されてきた。
一定の防火措置を行うことで木造とできる。

### そのほかの地域

・規模による規定、用途による規定のみ



## 4.用途規定（例：共同住宅）

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4F建以上 | 耐火建築物 もしくは 避難時対策建築物（75分間） | | | 耐火建築物 |
| 3F建 | 準耐火建築物（1時間準耐火構造+木三共の措置＊）<br>＊防火地域・準防火地域以外の区域内では木三共の措置①②<br>準防火地域内の場合は木三共の措置①～③ | | | |
| 2F建 | その他の建築物 | 準耐火建築物（2階で共同住宅の用途に供する床面積の合計が300m²以上の場合） | ①または②<br>①準耐火建築物（1時間準耐火の措置等）<br>②その他の建築物（30分の加熱に耐える措置等） | 準耐火建築物（1時間準耐火の措置等）（2階で共同住宅の用途に供する床面積の合計が300m²以上の場合） |
| 1F建 | | | | |
| 高さ | 高さ16m以下 | | 高さ16m超 | － |
| 延面積 | （準防火地域で木三共とする場合、1,500m²以下） | | 3,000m²以下 | 3,000m²超 |

**木三共の措置**
① 避難上有効なバルコニーの設置等により十分な避難安全性が確保されていること
（各住戸それぞれ2方向の避難経路の確保）
② 避難活動と消防活動の円滑性を確保するとともに、倒壊による隣地への加害防止のため、建物の周囲に十分な空地を設けること
③ 火災時の延焼拡大防止と避難上の安全性を確保するために、3階の住戸などの外壁開口部に防火設備を設けること

（引用「ここまでできる木造建築のすすめ」（一社）木を活かす建築推進協議会（一部変更））

## 5.内装制限

### イ）適用部分

火気使用室

避難経路

※　準耐火構造で燃えしろ設計をした場合でも現し部分も内装制限に従うこと。

### ロ）スプリンクラー

### ハ）参考資料

・「内装木質化ハンドブック」 木材・合板博物館出版

・「ここまでできる木造建築のすすめ」 木を活かす建築推進協議会出版



# ■CLT応用編

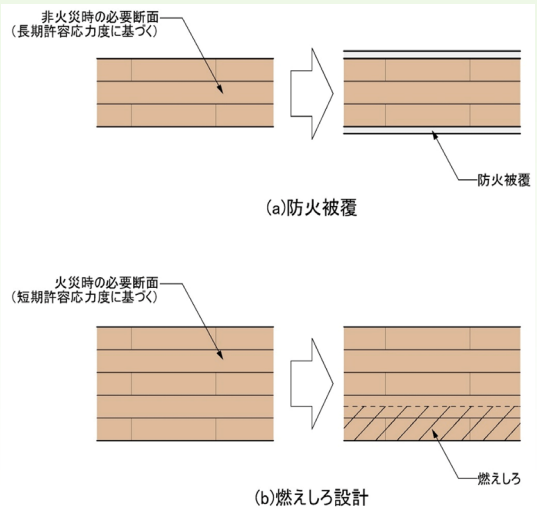
## 1.CLT防・耐火構造

### イ）構造の種類

| | |
|---|---|
| 防火構造 | ・大臣認定仕様（CLT協会）<br>→CLT現しができる<br>・被覆型（告示）<br>→室内側にも被覆が必要 |
| 準耐火構造 | ・もえしろ設計<br>→CLT現しができる<br>・被覆型（告示）<br>→両面とも被覆が必要 |
| 耐火構造（1h） | ・被覆型（告示）<br>→両面とも被覆が必要 |
| （2h） | ・大臣認定仕様（CLT協会）<br>→両面とも被覆が必要<br>・燃えどまり設計 |

## ロ）被覆型と燃えしろ設計

CLTを用いた主要構造部に防耐火性能を付与する方法としては、荷重支持部を準不燃材料等で覆うことで炭化を抑制する方法（防火被覆設計）と、火災時に荷重を負担する部分の周囲に荷重負担を期待しない木材断面を確保する方法（燃えしろ設計）がある。




燃えしろ寸法は、CLTの炭化速度により設計するが接着剤の種類により速度は異なる。

| | 使用環境A | 使用環境B・B同等 |
|---|---|---|
| 接着剤の種類 | レゾルシノール・フェノール樹脂 | 水性高分子イソシアネート |
| CLTの炭化速度 | 0.75mm/分 | 1.0mm/分 |



## 2.改正基準法の背景

**①糸魚川市の市街地火災（平成28年12月）**

**既存不適格（準防火地域指定前の老朽木造が密集）**

**↓**

**更新を早める政策が必要**

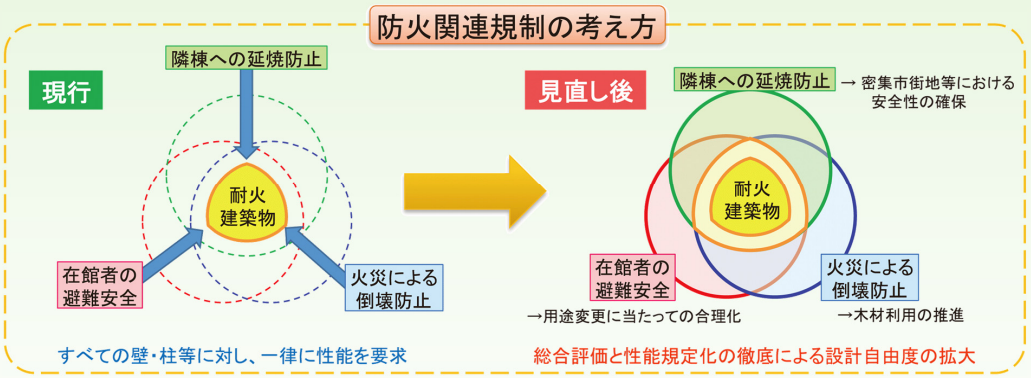
**②木造建築のニーズにこたえる（建築学会作品選集100のうち50%が木造）**

**③耐火建築と同等性能の仕様設定を行い選択肢を広げる**

**耐火 ≒ 準耐火 ＋ α**

**全体としては規制強化ではなくバリエーション拡大**

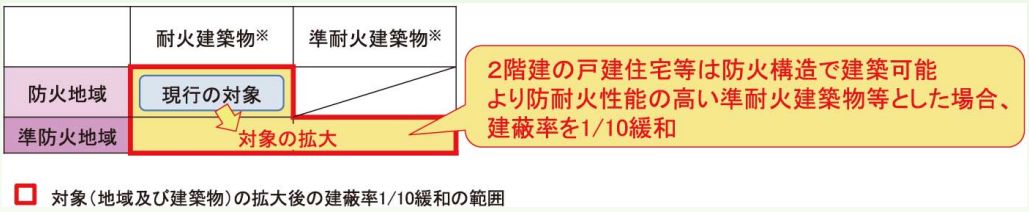
# ■防火関連規制見直しの考え方




引用：国土交通省：平成30年改正建築基準法に関する説明会（第2弾）建築基準法の一部を改正する法律の施行（公布の日から1年以内施行）に伴う建築基準法施行令・施行規則・告示の改正等に向けた検討案について　資料
参考資料：国土交通省住宅局建築指導課：「住宅と木材」2019年8月号、（公財）日本住宅・木材技術センター



# ■延焼防止性能の高い建築物に係る建蔽率の緩和




引用：国土交通省、平成30年改正建築基準法に関する説明会（第2弾）建築基準法の一部を改正する法律の施行（公布の日から１年以内施行）に伴う建築基準法施行令・施行規則・告示の改正等に向けた検討案について　資料
参考資料：国土交通省住宅局建築指導課、「住宅と木材」2019年8月号、（公財）日本住宅・木材技術センター

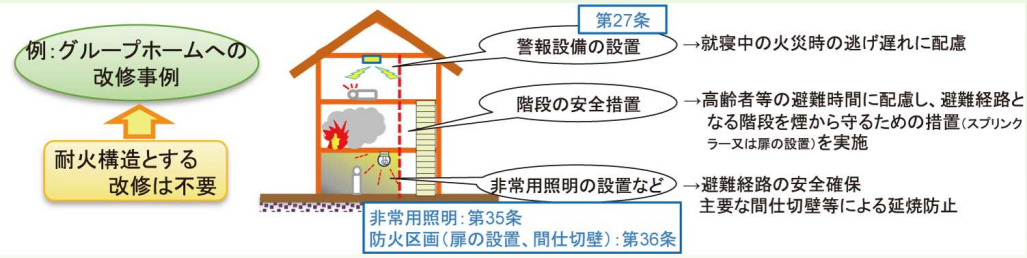
# ■延焼防止性能の高い建築物の基準整備

防火・準防火地域において、例えば、3階建事務所について、外壁を75分準耐火構造等にした場合に、内部を60分準耐火構造等とする設計を可能とする基準等を追加

引用：国土交通省、平成30年改正建築基準法に関する説明会（第2弾）建築基準法の一部を改正する法律の施行（公布の日から１年以内施行）に伴う建築基準法施行令・施行規則・告示の改正等に向けた検討案について　資料
参考資料：国土交通省住宅局建築指導課、「住宅と木材」2019年8月号、（公財）日本住宅・木材技術センター

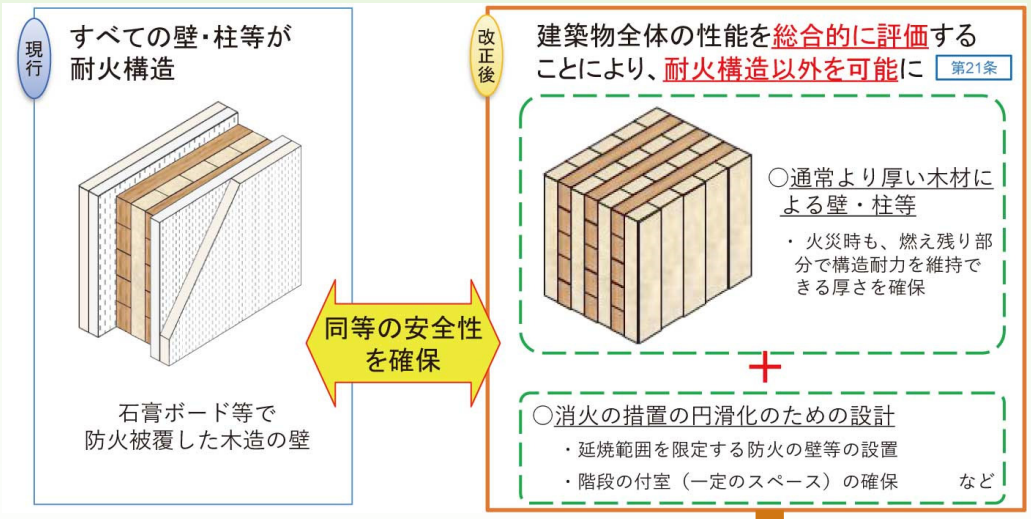


# ■戸建住宅等の転用円滑化に向けた規制合理化




引用：国土交通省、平成30年改正建築基準法に関する説明会（第2弾）建築基準法の一部を改正する法律の施行（公布の日から１年以内施行）に伴う建築基準法施行令・施行規則・告示の改正等に向けた検討案について　資料
参考資料：国土交通省住宅局建築指導課、「住宅と木材」2019年8月号、（公財）日本住宅・木材技術センター

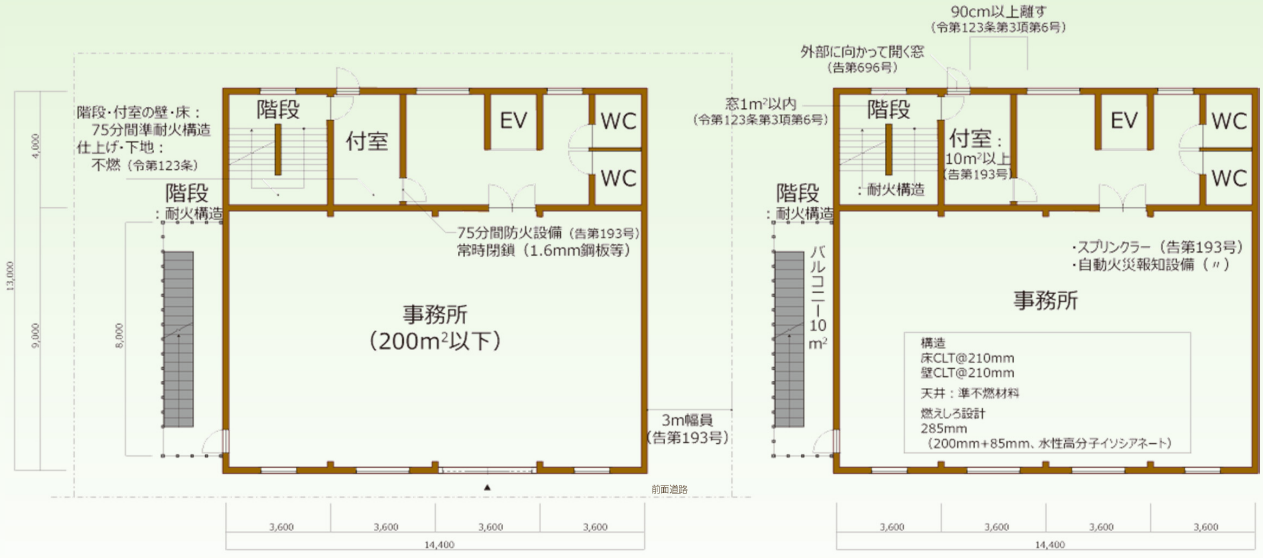
# ■中層建築物に係る防火関連規制の合理化



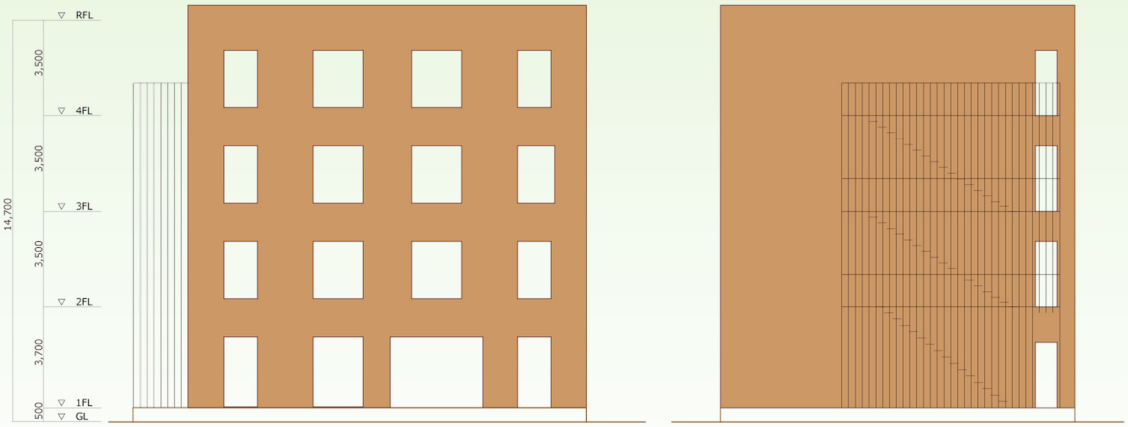

引用：国土交通省、平成30年改正建築基準法に関する説明会（第2弾）建築基準法の一部を改正する法律の施行（公布の日から１年以内施行）に伴う建築基準法施行令・施行規則・告示の改正等に向けた検討案について　資料
参考資料：国土交通省住宅局建築指導課、「住宅と木材」2019年8月号、（公財）日本住宅・木材技術センター



## 3.改正基準法に基づく事例




1階平面図　　2～4階平面図




南立面図　　西立面図



# ■原則

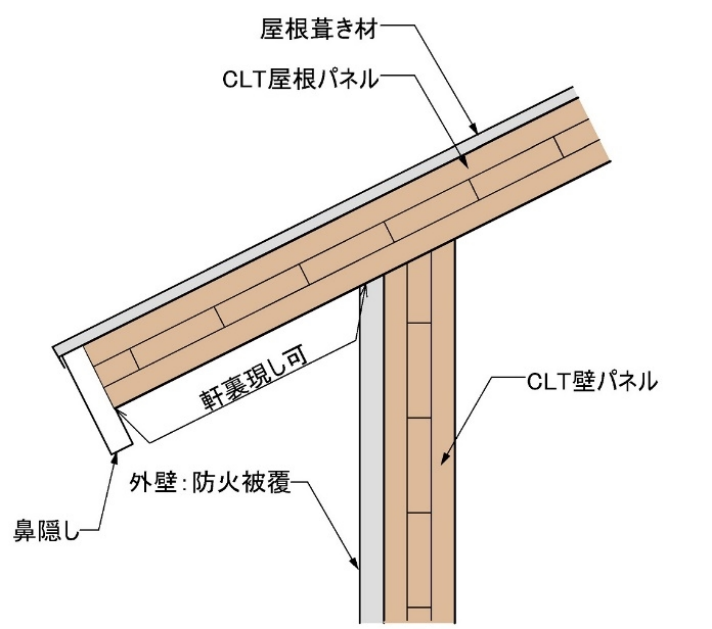
- 地震と火災は同時に発生しない。従って水平力だけ負担する壁は耐火の規定から外れる。
- 外部からの火災で軒が燃え落ちても壁と屋根が接触していれば、小屋裏に火炎は延焼しない。
- 防火構造は延焼防止対策（屋外火災）であるが告示仕様や個別大臣認定のほとんどが室内側に石膏ボードを張る仕様になっている。 ただしCLT協会で取得した大臣認定では石膏ボードを不要としCLT現しが可能である。

水平力だけ負担する壁

兵庫県林業会館（写真提供：㈱竹中工務店）

水平力だけ負担する壁

高知県自治会館 高知県市町村総合事務組合（6階会議室）：製材（スギ、ヒノキ）のブレース壁は水平力のみを負担している。耐力壁にはCLT壁や合板壁を使用。

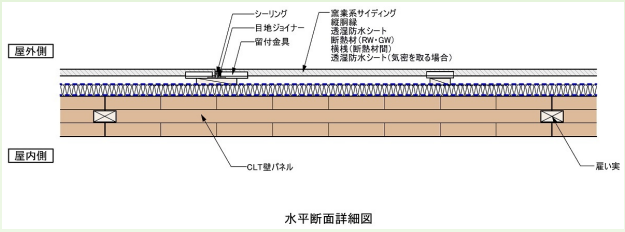



・外部からの火災で軒が燃え落ちても壁と屋根が接触していれば 小屋裏に火炎は延焼しない。

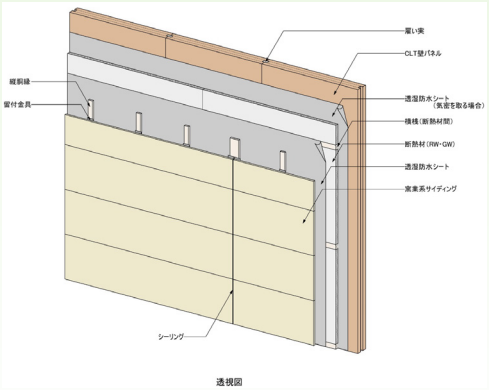
1時間準耐火構造 軒裏の仕様例（垂直断面図）

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）






水平断面詳細図




透視図

・CLT協会で取得した大臣認定では石膏ボードを不要としCLT現しが可能である。

防火構造の大臣認定で屋内側を現し仕上げ
（窯業系サイディングの例（外装に木材を張る仕様も有り））

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

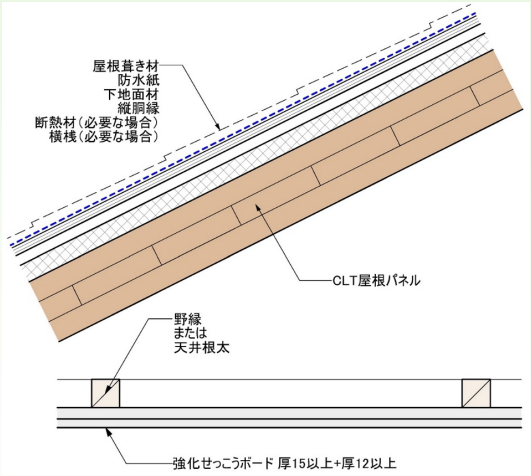
# 5.耐火構造（1時間）の仕様　例

- 屋根　　（30分耐火構造）
- 床　　（1時間耐火構造）
- 外壁　　（1時間耐火構造）
- 間仕切壁　　（1時間耐火構造）
- 階段　　（30分耐火構造）



| 屋外側　葺き材・仕上げ材 | 屋内側　被覆材 |
|---|---|
| ■屋根葺き材 | ■厚さ 15mm以上の強化せっこうボードの上<br>厚さ 12mm以上の強化せっこうボード ※ |

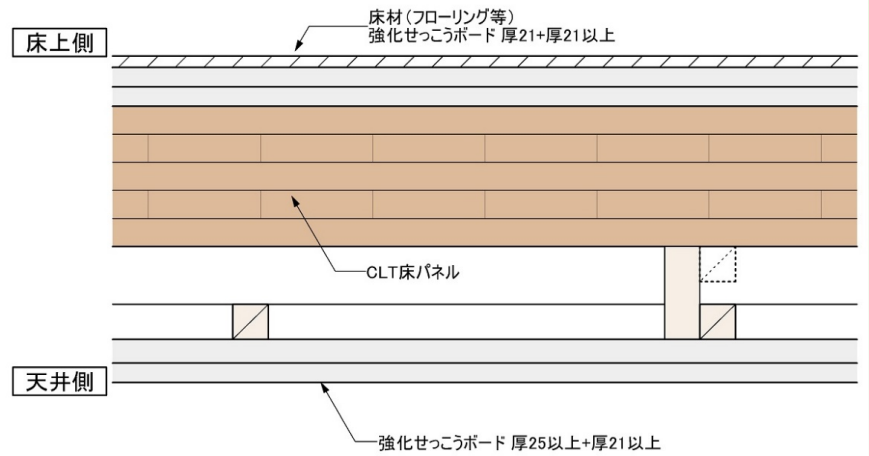
※ 重ねる順番は逆も可




屋根（ 30分耐火構造）仕様例（垂直断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

| 床上　被覆材 | 床下　被覆材 |
|---|---|
| ■厚さ 21mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 21mm以上の強化せっこうボード | ■厚さ 25mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 21mm以上の強化せっこうボード ※ |

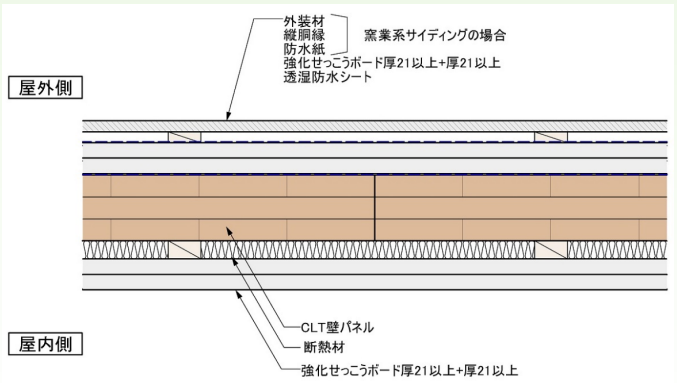
※ 重ねる順番は逆も可




床（1時間耐火構造）仕様例（垂直断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

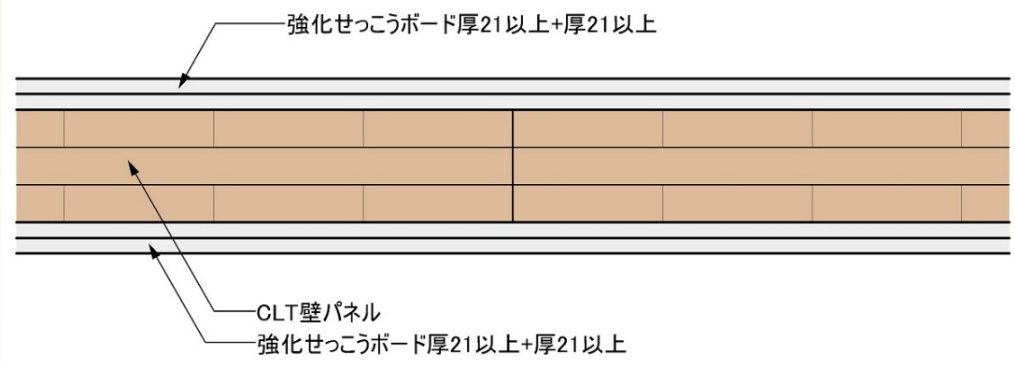


| 屋外側　被覆材 | 外装材 [いずれかを選択] | 屋内側　被覆材 |
|---|---|---|
| ■厚さ21mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 21mm以上の強化せっこうボード | □金属板<br>□軽量気泡コンクリート<br>□窯業系サイディング<br>□モルタル<br>□しっくい | □厚さ 21mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 21mm以上の強化せっこうボード<br>□厚さ 21mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 15mm以上の強化せっこうボード、その上に<br>厚さ　8mm以上のけい酸カルシウム板<br>□厚さ 15mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 50mm以上の軽量気泡コンクリート |




外壁（1時間耐火構造）仕様例（水平断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

| 両面の被覆材 [いずれかを選択] |
|---|
| □厚さ21mm以上の強化せっこうボードの上に、厚さ21mm以上の強化せっこうボード<br>□厚さ21mm以上の強化せっこうボードの上に、厚さ15mm以上の強化せっこうボード、<br>その上に厚さ8mm以上のけい酸カルシウム板<br>□厚さ15mm以上の強化せっこうボードの上に、厚さ50mm以上の軽量気泡コンクリート |

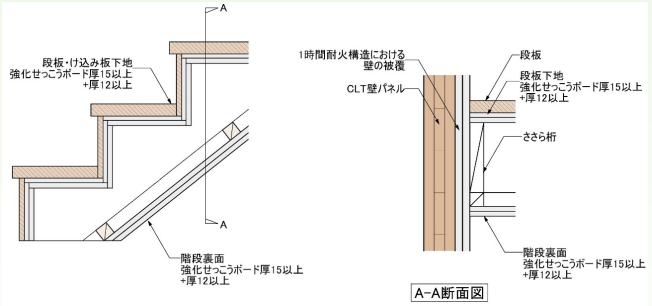


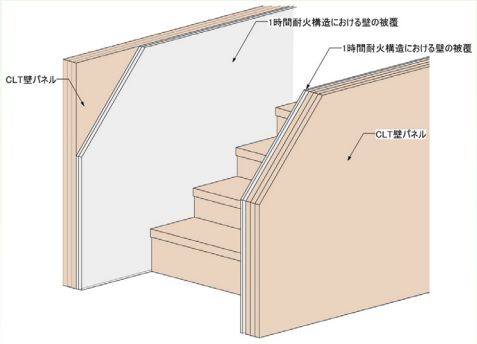

間仕切壁（1時間耐火構造）仕様例（水平断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



| 段板　被覆材 | 裏面　被覆材 |
|---|---|
| ■厚さ 15mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 12mm以上の強化せっこうボード ※ | ■厚さ 15mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 12mm以上の強化せっこうボード ※ |

※ 重ね順番は逆も可




階段（ 30分耐火構造）仕様例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

# 6.準耐火構造（１時間）の仕様　例

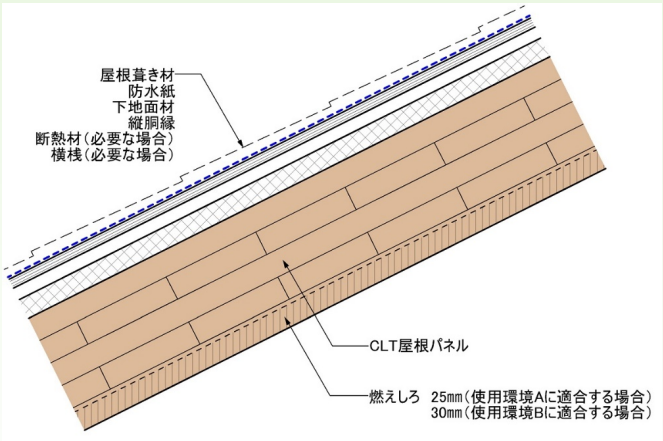
**被覆型と燃えしろ設計**

**部位**

- 屋根
- 床
- 外壁
- 間仕切壁
- 階段
- 軒先



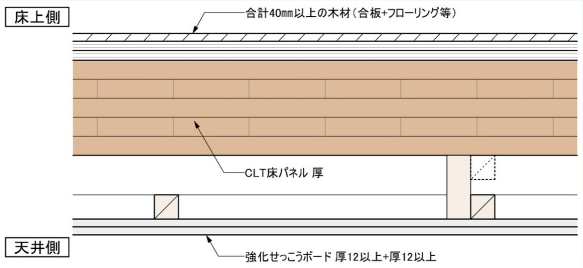
| 燃えしろ設計 | |
|---|---|
| 屋外側葺き材・仕上げ材 | 屋内側被覆材 [いずれかを選択] |
| ■屋根葺き材 | □燃えしろ25mm（使用環境Aに適合する場合）<br>□燃えしろ30mm（使用環境Bに適合する場合） |

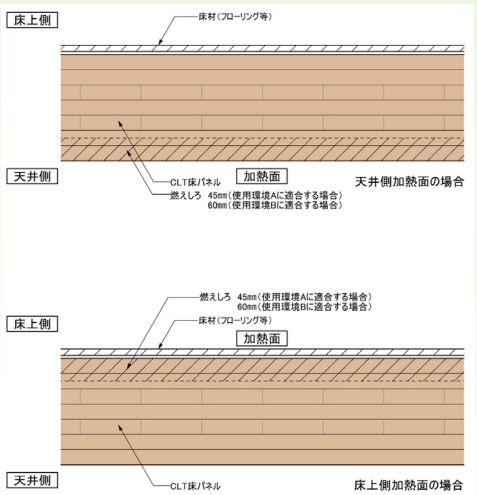



屋根（30分準耐火構造）仕様例（垂直断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

| 被覆型 | |
|---|---|
| 床上被覆材 [いずれかを選択] | 床下被覆材 [いずれかを選択] |
| □厚さ 40mm以上の木材<br>□厚さ 12mm以上の合板等の上に<br>厚さ 12mm以上のせっこうボード | □厚さ 12mm以上のせっこうボードの上に<br>厚さ 12mm以上のせっこうボードをはり、その上部に<br>厚さ 50mm以上のRW（かさ比重0.024以上）<br>またはGW（かさ比重0.024以上）<br>□厚さ 12mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 12mm以上の強化せっこうボード<br>□厚さ 15mm以上の強化せっこうボードをはり、その上部に<br>厚さ 50mm以上のRW（かさ比重0.024以上）<br>またはGW（かさ比重0.024以上） |

| 燃えしろ設計 |
|---|
| 燃えしろ側 [いずれかを選択] |
| □燃えしろ45mm（使用環境Aに適合する場合）<br>□燃えしろ60mm（使用環境Bに適合する場合） |



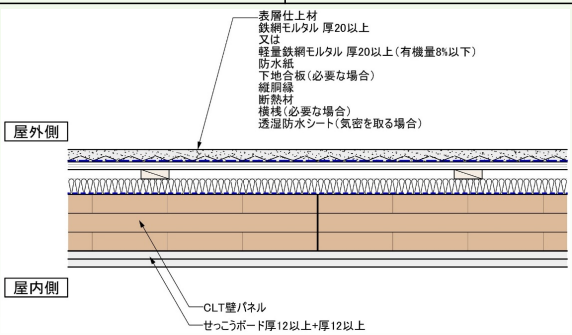

床（ 1時間準耐火構造）仕様例（垂直断面図）

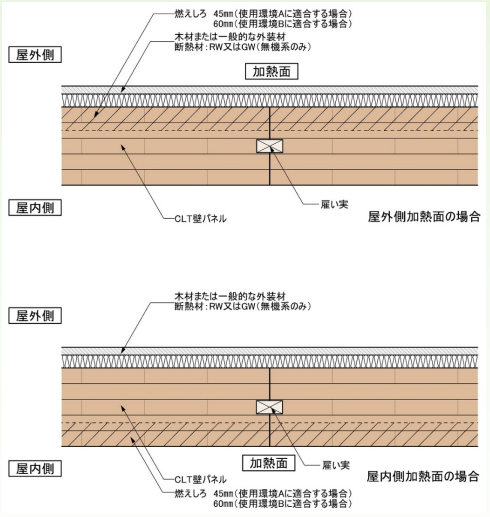
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



| 被覆型 | |
|---|---|
| 屋外側被覆材 [いずれかを選択] | 屋内側被覆材 [いずれかを選択] |
| □厚さ 20mm以上の鉄網モルタル塗り<br>□厚さ 20mm以上の鉄網軽量ﾓﾙﾀﾙ（有機量8%以下）<br>□厚さ 18mm以上の硬質木片セメント板<br>□厚さ 35mm以上の軽量気泡ｺﾝｸﾘｰﾄ | □厚さ 12mm以上のせっこうボードの上に<br>厚さ 12mm以上のせっこうボード<br>□厚さ 12mm以上の強化せっこうボードの上に<br>厚さ 9mm以上のせっこうボード |

| 燃えしろ設計 |
|---|
| 燃えしろ側 [いずれかを選択] |
| □燃えしろ45mm（使用環境Aに適合する場合）<br>□燃えしろ60mm（使用環境Bに適合する場合） |



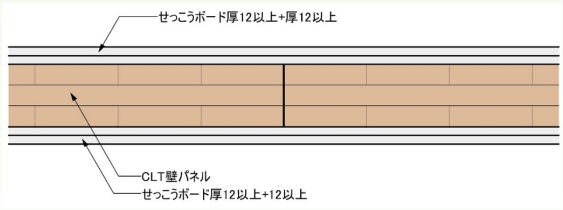



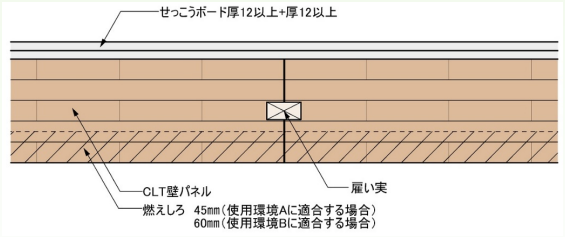

外壁（ 1時間準耐火構造）（耐力壁）仕様例（水平断面図）

（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

| 被覆型 |
| --- |
| ■厚さ 12mm以上のせっこうボードの上に厚さ12mm以上のせっこうボード |

| 燃えしろ設計 | |
| --- | --- |
| 燃えしろ側［いずれかを選択］ | 被覆側 |
| □燃えしろ45mm（使用環境Aに適合する場合）<br>□燃えしろ60mm（使用環境Bに適合する場合） | ■厚さ12mm以上のせっこうボードの上に厚さ12mm以上のせっこうボード |

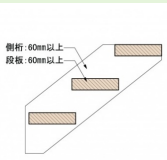


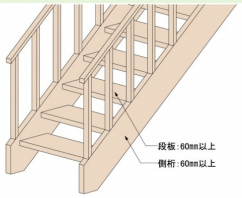

間仕切壁（ 1時間準耐火構造）（耐力壁）仕様例（水平断面図）
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



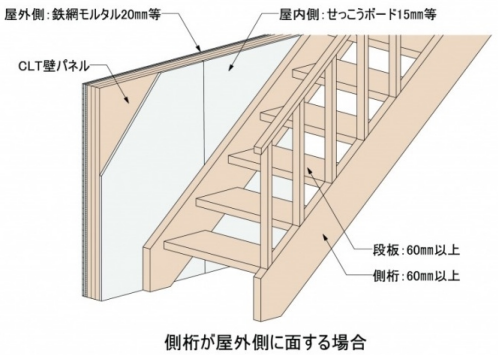
| 木材厚板のみで構成する場合 [いずれかを選択] |
| --- |
| □段板：厚さ 60mm以上の木材<br>段板を支える桁：厚さ 60mm以上の木材<br>□厚さ 60mm未満の木材を使用する場合は防火被覆する（平成12建告第1358号第6による） |



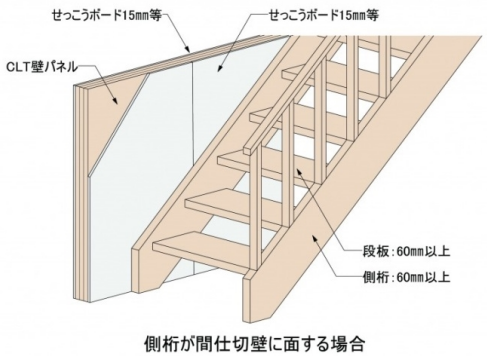
階段の断面例



屋内独立階段とする場合

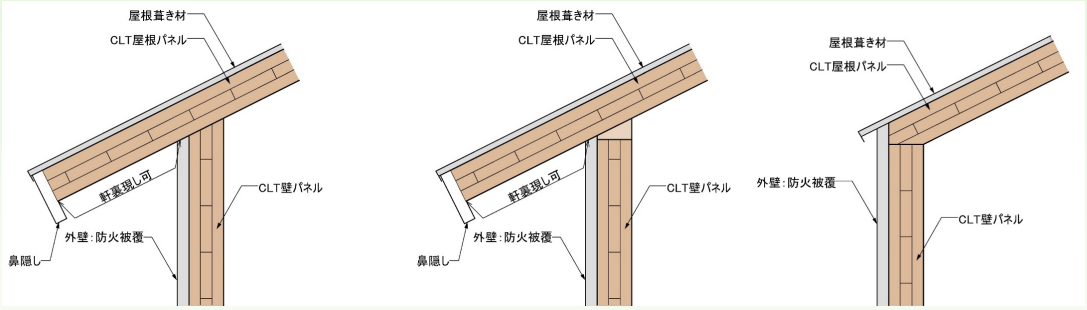


側桁が屋外側に面する場合



側桁が間仕切壁に面する場合

階段（30分準耐火構造）仕様例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

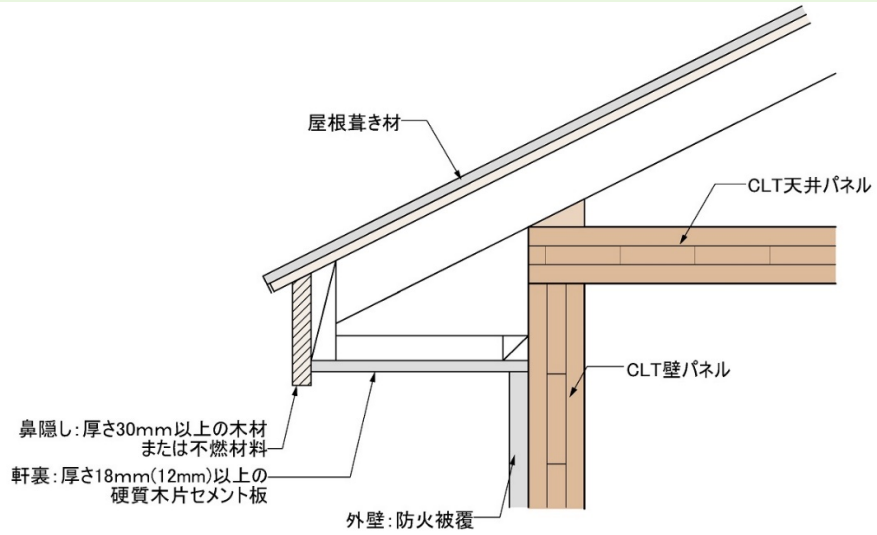



※屋根屋内側と外壁屋内側被覆は省略

軒先（ 1時間準耐火構造）仕様例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）



| 45分準耐火構造 | 1時間準耐火構造 |
|---|---|
| ■厚さ 12mm以上の硬質木片セメント板 | ■厚さ 18mm以上の硬質木片セメント板 |




軒裏（45分・ 1時間準耐火構造）仕様例
（引用：「実務者のためのCLT建築物設計の手引き」）

# 6.施工計画

## ■ 建て方のビデオ

**ポイント**

①工場によって製造可能な仕様が異なるので計画段階で検討を

②パネルサイズの決定は輸送経路により決まる

③モジュールは１ｍが望ましい

④ダブル配筋が望ましい（アンカーボルトとの干渉を避けるため）

⑤現し壁の電気配線は非耐力壁で計画する

⑥CLTパネルの歩留まりを考えてサイズを決めるとコストダウンにつながる



# CLT建築物の性能

講習は以上です

一般社団法人
日本CLT協会