

令和元年度 林野庁補助事業
中高層建築物を中心としたCLT等新たな木質建築部材利用促進・定着事業

企画から設計に至る段階への技術的支援

事業報告書

令和2年3月

一般社団法人 日本CLT協会

目 次

| | |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 概要 | 1 |
| 1.1 背景と目的 | 1 |
| 1.2 事業概要 | 1 |
| 1.3 事業実施体制 | 2 |
| 第 2 章 相談案件 | 3 |
| 2.1 相談案件一覧 | 3 |
| 2.2 専門家派遣案件 | 6 |
| 2.2.1 店舗兼事務所（青森） | 6 |
| 2.2.2 保育施設（千葉） | 8 |
| 2.2.3 寮（青森） | 10 |
| 2.2.4 商業施設（東海） | 12 |
| 2.2.5 共同住宅（沖縄） | 13 |
| 2.2.6 福祉施設（奈良） | 14 |
| 2.2.7 店舗（東京） | 15 |
| 2.2.8 宿泊施設（沖縄） | 16 |
| 2.2.9 展望台（三重） | 18 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 第3章 | CLTパネル工法 平屋建て事務所モデル | 21 |
| 第4章 | CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策について | 47 |
| 第5章 | 第5章 CLT導入のすすめ | 67 |
| 第6章 | CLT関連林野庁事業成果報告会 | 70 |
| 第7章 | まとめ | 71 |

第1章 概要

1.1 背景と目的

CLT（直交集成板）は大版の木質構造用面材で、2014年にJASよりの材料規格が定められ、2016年に建築基準法に基づく一般的な設計法等の関連告示が整備された。

ただいざ設計となると、これまでにあった構造や工法とは異なる部分が多く、また設計や施工の経験者も少ないため、行き詰っている方がいるのも事実である。そこで、本事業では、その様な方の声に応え、基本計画や設計実務などに関する悩み解決をサポートし、結果としてCLTを用いた建築物を増やし、設計者・施工者などを増やすことを目的とする。また、支援を受けた方々の疑問点を集めて分析することで、支援内容を改善することも目指す。さらに、デベロッパー向け講習会や設計者向け講習会など他の事業とも連携し、相乗効果を発揮する。

1.2 事業概要

CLTを用いた建築物の企画から建設までを円滑に行えるよう、個別案件に合わせた支援を行った。具体的には、支援を求める案件を募集し、各相談に応じた専門家を派遣するなどしてバックアップを行った。具体的な支援内容とは「企画段階からの専門家業務支援」と「設計段階の専門家派遣支援」の2つに分けられ、企画段階は主に施主からが多く、活用方針や予算・工期、設計・施工者選定など建物を企画する段階から当たるもの、一方設計段階からは主に設計者からの相談で、具体的なプランを基にCLTの利用方法や構造・工法・構造計算などを検討する段階に当たるものがある。



図 1.2-1 支援内容イメージ図

1.3 事業実施体制

CLT 企画支援委員会 委員名簿

(順不同・敬称略)

| | | | |
|-----|------|-----------|------------------------------|
| 委員長 | 安藤 | 直人 | 東京大学 名誉教授 |
| 委員 | 三井所 | 清典 | (公社) 建築士会連合会 会長 |
| | 稲山 | 正弘 | 東京大学大学院農学生命科学研究科生物材料科学専攻 教授 |
| | 権藤 | 智之 | 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 特任准教授 |
| | 齋藤 | 宏昭 | 足利大学工学部創生工学科建築・土木分野 教授 |
| | 中島 | 史郎 | 宇都宮大学地域デザイン科学部建築都市デザイン学科 教授 |
| | 前 | 真之 | 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 准教授 |
| | 安井 | 昇 | 桜設計集団一級建築士事務所 代表 |
| | 大倉 | 靖彦 | (株) アルセッド建築研究所 副所長 |
| 行政 | 福島 | 純 | 林野庁林政部木材産業課木材製品技術室 住宅資材技術専門官 |
| | 青木 | 亮 | 国土交通省住宅局建築指導課 課長補佐 |
| | 恵崎 | 孝之 | 国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室 企画専門官 |
| 事務局 | (一社) | 日本 CLT 協会 | |

CLT 企画支援 WG 委員名簿

(順不同・敬称略)

| | | | |
|------|------|-----------|---------------------------------|
| 主査 | 大倉 | 靖彦 | (株) アルセッド建築研究所 副所長 |
| 委員 | 青島 | 啓太 | 芝浦工業大学 特任講師 |
| | 石塚 | 正和 | (株) アルセッド建築研究所 統括 |
| | 内野 | 吉信 | ジャパン建材(株) 営業本部木材部 木構造建築課長 |
| | 江口 | 司津 | (株) 市浦ハウジング & プランニング 東京支店建築室 室長 |
| | 川原 | 重明 | (株) 木質環境建築 代表 |
| | 喜多 | 泰之 | 建築舎 KIT 代表 |
| | 北瀬 | 幹哉 | 環デザイン舎 代表 |
| | 鈴江 | 章宏 | 鈴江章宏建築設計事務所 代表 |
| | 田尾 | 玄秀 | 縦建築事務所 代表 |
| | 中越 | 隆道 | 中越建築設計事務所 代表 |
| | 中村 | 孝 | 特定非営利活動法人 建築技術支援協会 |
| | 福山 | 弘 | 福山弘構造デザイン 代表 |
| ワザハバ | 小藤 | 捷吾 | 特定非営利活動法人 建築技術支援協会 常務理事 |
| | 加納 | 英範 | 特定非営利活動法人 建築技術支援協会 |
| 事務局 | (一社) | 日本 CLT 協会 | |

第2章 相談案件

2.1 相談案件一覧

○受付期間 (第1期) 2019年5月7日～10月31日
(第2期) 2019年10月31日～12月31日

○件数：72件(専門家派遣案件 9件)

○相談者所属：行政 6件、民間 66件

○相談者と相談案件との関係：施主 19件、設計者 46件、その他 7件

○主な建物用途：

| | |
|----------|-------------|
| 1位 (15件) | 福祉施設 |
| 2位 (7件) | 宿泊施設 |
| | 事務所 |
| | 工場・倉庫 |
| | 戸建住宅 ※支援対象外 |
| 3位 (5件) | 店舗 |
| 4位 (4件) | 共同住宅 |
| | 教会・チャペル |

○建設地域：

| | |
|--------|------------------|
| 北海道・東北 | 13件 |
| 関東 | 19件 ※1位 東京 (11件) |
| 中部 | 10件 ※2位 愛知 (5件) |
| 近畿 | 10件 |
| 中国・四国 | 5件 |
| 九州 | 9件 ※2位 沖縄(5件) |

○相談内容：一般事項 9件、企画全般 13件、基本構想 27件、基本計画 23件

表 2.1-1 相談案件一覧

| No. | 支援分類 | 関係 | 用途 | 階(層)数 | 建設地 | 相談分類 |
|-------|-----------|-----------|---------|-------|-----|--------|
| 18-26 | 1.専門家派遣 | 3.民間(施主) | 店舗兼事務所 | 3 | 青森 | |
| 18-64 | 1.専門家派遣 | 3.民間(施主) | 保育施設 | 2 | 千葉 | 3.基本構想 |
| 1 | 2.電話・メール等 | 5.民間(その他) | 事務所 | | 静岡 | 1.一般事項 |
| 2 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 事務所 | 不明 | 兵庫 | 4.基本計画 |
| 3 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 保育園 | 2 | 埼玉 | 4.基本計画 |
| 4 | 3.支援対象外 | 4.民間(設計) | 住宅 | 2 | 愛知 | 4.基本計画 |
| 5 | 1.専門家派遣 | 3.民間(施主) | 寮 | 3 | 青森 | 3.基本構想 |
| 6 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 事務所 | 2 | 宮城 | 4.基本計画 |
| 7 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 集会所 | 2 | 東京 | 3.基本構想 |
| 8 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 老人ホーム | 4 | 熊本 | 1.一般事項 |
| 9 | 1.専門家派遣 | 4.民間(設計) | 商業施設 | 未定 | 未定 | 2.企画全般 |
| 10 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 教会 | 2 | 兵庫 | 3.基本構想 |
| 11 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 幼稚園 | 2 | 未定 | 1.一般事項 |
| 12 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 住宅 | 2 | 東京 | 3.基本構想 |
| 13 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 宿泊施設 | 2 | 茨城 | 1.一般事項 |
| 14 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 休憩所 | 2 | 新潟 | 3.基本構想 |
| 15 | 2.電話・メール等 | 2.行政(その他) | 未定 | 未定 | 埼玉 | 2.企画全般 |
| 16 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 不明 | 不明 | 大阪 | 1.一般事項 |
| 17 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 集合住宅 | 5 | 東京 | 1.一般事項 |
| 18 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 宿泊施設 | 1 | 岡山 | 3.基本構想 |
| 19 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 工場 | 2 | 愛知 | 4.基本計画 |
| 20 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 宿泊施設 | 3 | 北海道 | 2.企画全般 |
| 21 | 2.電話・メール等 | 1.行政(施主) | 店舗兼集合住宅 | 2 | 福島 | 3.基本構想 |
| 22 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | ホール | 1 | 東京 | 4.基本計画 |
| 23 | 2.電話・メール等 | 5.民間(その他) | 福祉施設 | 1 | 東京 | 1.一般事項 |
| 24 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 児童クラブ | 1 | 沖縄 | 4.基本計画 |
| 25 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 職人等研修所 | 2 | 福岡 | 4.基本計画 |
| 26 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 校舎 | 2-3 | 岡山 | 4.基本計画 |
| 27 | 2.電話・メール等 | 1.行政(施主) | 山小屋 | 2 | 北海道 | 3.基本構想 |
| 28 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | チャペル | 1 | 宮崎 | 4.基本計画 |
| 29 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | こども園 | 3 | 兵庫 | 4.基本計画 |
| 30 | 2.電話・メール等 | 5.民間(その他) | 事務所 | 4 | 愛知 | 4.基本計画 |
| 31 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 長屋 | 1 | 岩手 | 4.基本計画 |
| 32 | 1.専門家派遣 | 5.民間(その他) | 共同住宅 | 3 | 沖縄 | 3.基本構想 |
| 33 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 戸建住宅 | 4 | 東京 | 3.基本構想 |
| 34 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 倉庫 | 1 | 福島 | 4.基本計画 |
| 35 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 老人ホーム | 7 | 東京 | 4.基本計画 |
| 36 | 2.電話・メール等 | 5.民間(その他) | 不明 | 不明 | 不明 | 1.一般事項 |
| 37 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 宿泊施設 | 不明 | 不明 | 1.一般事項 |

| No. | 支援分類 | 関係 | 用途 | 階(層)数 | 建設地 | 相談分類 |
|-----|-----------|-----------|--------------|-------|-----|--------|
| 38 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 事務所兼住宅 | 1 | 静岡 | 5.その他 |
| 39 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 教会 | 2 | 沖縄 | 3.基本構想 |
| 40 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 未定 | 2 | 栃木 | 2.企画全般 |
| 41 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 倉庫 | 1 | 北海道 | 2.企画全般 |
| 42 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 老人ホーム | 5 | 東京 | 4.基本計画 |
| 43 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 公衆トイレ | 1 | 山形 | 4.基本計画 |
| 44 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 福祉施設 | 2 | 北海道 | 3.基本構想 |
| 45 | 1.専門家派遣 | 3.民間(施主) | 福祉施設 | 2 | 奈良 | 3.基本構想 |
| 46 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | クリニックモール | 3 | 千葉 | 3.基本構想 |
| 47 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | クリニック・保育所・住宅 | 3 | 愛知 | 2.企画全般 |
| 48 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 老人ホーム | 3 | 兵庫 | 2.企画全般 |
| 49 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 児童養護施設 | 2 | 大阪 | 2.企画全般 |
| 50 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 倉庫 | 1 | 千葉 | 3.基本構想 |
| 51 | 2.電話・メール等 | 1.行政(施主) | モデル建築 | 1 | 鳥取 | 2.企画全般 |
| 52 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 住宅 | 2 | 愛知 | 3.基本構想 |
| 53 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 倉庫 | 1 | 未定 | 2.企画全般 |
| 54 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | ホテル | 4 | 沖縄 | 3.基本構想 |
| 55 | 1.専門家派遣 | 4.民間(設計) | 店舗 | 1 | 東京 | 2.企画全般 |
| 56 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 校舎 | 3 | 山形 | 3.基本構想 |
| 57 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 事務所 | 3 | 東京 | 4.基本計画 |
| 58 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 住宅 | 1 | 愛媛 | 4.基本計画 |
| 59 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 不明 | 不明 | 福岡 | 3.基本構想 |
| 60 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 複合施設 | 1 | 宮城 | 4.基本計画 |
| 61 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 教会 | 5 | 不明 | 3.基本構想 |
| 62 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 福祉施設 | 2 | 奈良 | 3.基本構想 |
| 63 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 店舗 | 1 | 埼玉 | 2.企画全般 |
| 64 | 1.専門家派遣 | 4.民間(設計) | 宿泊施設 | 1 | 沖縄 | 4.基本計画 |
| 65 | 2.電話・メール等 | 1.行政(施主) | 事務所 | 1 | 岡山 | 2.企画全般 |
| 66 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 工場 | 2 | 福島 | 3.基本構想 |
| 67 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | 工場 | 2 | 奈良 | 3.基本構想 |
| 68 | 2.電話・メール等 | 3.民間(施主) | 共同住宅 | 3 | 東京 | 3.基本構想 |
| 69 | 1.専門家派遣 | 3.民間(施主) | 展望台 | 1 | 三重 | 3.基本構想 |
| 70 | 2.電話・メール等 | 4.民間(設計) | グループホーム | 4 | 大阪 | 4.基本計画 |
| 71 | 2.電話・メール等 | 1.行政(施主) | 宿泊施設 | 4 | 富山 | 3.基本構想 |
| 72 | 2.電話・メール等 | 5.民間(その他) | グループホーム | 2 | 群馬 | 4.基本計画 |

2.2 専門家派遣案件

専門家の派遣を行った9件の支援内容について以下に示す。

2.2.1 店舗兼事務所（青森）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|---------------------------------|
| No. | 18-26 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施主） |
| 支援事業の目的 | 既存物件の建て替えにおけるCLTの利用可能性の検討と設計者選定 |
| 支援内容・成果物 | 設計者選定方法／基本構想のまとめ方／建設委員会開催案 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|-----------------------|----------|----------|
| 用途 | 事務所兼店舗 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 青森県 | 防火上の地域区分 | 22条地域 |
| 建築規模 | 3階建て1棟 | CLT使用部位 | 壁・2階床・屋根 |
| 工程（予定） | 設計：2019年未定／着工：2019年未定 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■打ち合わせ（2019年5月10日）</p> <ul style="list-style-type: none">・プロポーザルによる設計者選定を提案。 施主が半公共的な立場のため、きちんとプロポーザルで設計者を選んで事業を進めることが重要。青森・東北などの地域限定で行うのも良い。・基本構想のまとめ方 基本構想では新施設建設に関する基本的な方針・考え方を整理し、新施設のあり方（機能、規模、配置、概略の空間構成など）と、新施設の造り方（構造、省エネ・創エネ、建設スケジュール、事業費など）を検討し、プロポーザル実施要領に関する検討までを行ない、設計者選定のプロセスへとつないでいく。CLT企画設計支援としては、基本構想策定の中でCLT建築物に関わる部分をサポートする。・建設委員会の構成 学識経験者3名。委員長は、地域計画・建築計画を専門とし設計プロポーザルの審査経験が |

豊富な弘前大学教授。他2名（木材の専門家、建築と地域計画の専門家）にも委員を依頼する。

森林組合、製材関係者のほか、商工会議所、市農林部へも依頼予定。

■ 打ち合わせ（2019年6月24日）

- ・ 本事業に適した補助事業の検討

林野庁の実証事業・国交省のサステナブル先導事業等の特徴を説明。他の補助事業も含め、使い勝手の良い組み合わせ（重複は不可）を検討する必要がある。

- ・ 計画条件

大会議室、保育施設、各階の機能を整理。

- ・ 検討スケジュール案

| 5. 検討スケジュール（案） | | |
|-------------------------------|---|--|
| （●：建設委員会開催予定 ★：WS、セミナー等の会合予定） | | |
| 月 | 建設委員会での検討内容、会合での検討内容等 | 作業内容 |
| 6月 | | ○前提条件の整理作業（上位計画・関連計画、人口・産業の動向） |
| 7月 | ★職員WS1の開催（現本店の実態把握・問題点、改善点、要望） | ○先行事例の調査 ○施設整備の基本的な考え方（課題の整理、新本店施設建設の目的等） |
| 8月 | ●第1回建設委員会（施設の基本的な考え方・配置方針） | |
| 9月 | ★意見交換会（午前：利用者／午後林業・農業関係者等） | ○施設整備の基本方針（施設の在り方、機能配置・建物構成、事業費等） |
| 10月 | ★CLT勉強会・ミニセミナーの開催（対象：林業・製材・建設事業者） ●第2回建設委員会（施設の基本方針） | |
| 11月 | ★職員WS2（事業手法へのアイデア、機能配置案の検討） | ○施設整備の基本構想（施設の造り方、事業スケジュール、木材調達方法、設計者選定方法） |
| 12月 | ●第3回建設委員会（基本構想の検討） | |
| 1月 | | ○基本構想素案・設計者選定プロポーザル実施要領案の立案 |
| 2月 | ●第4回建設委員会（基本構想・設計者選定プロポーザル実施要領） | |
| 3月 | ●必要に応じて関係者への説明会等の実施 | ○設計者選定プロポーザル実施の事前準備 |

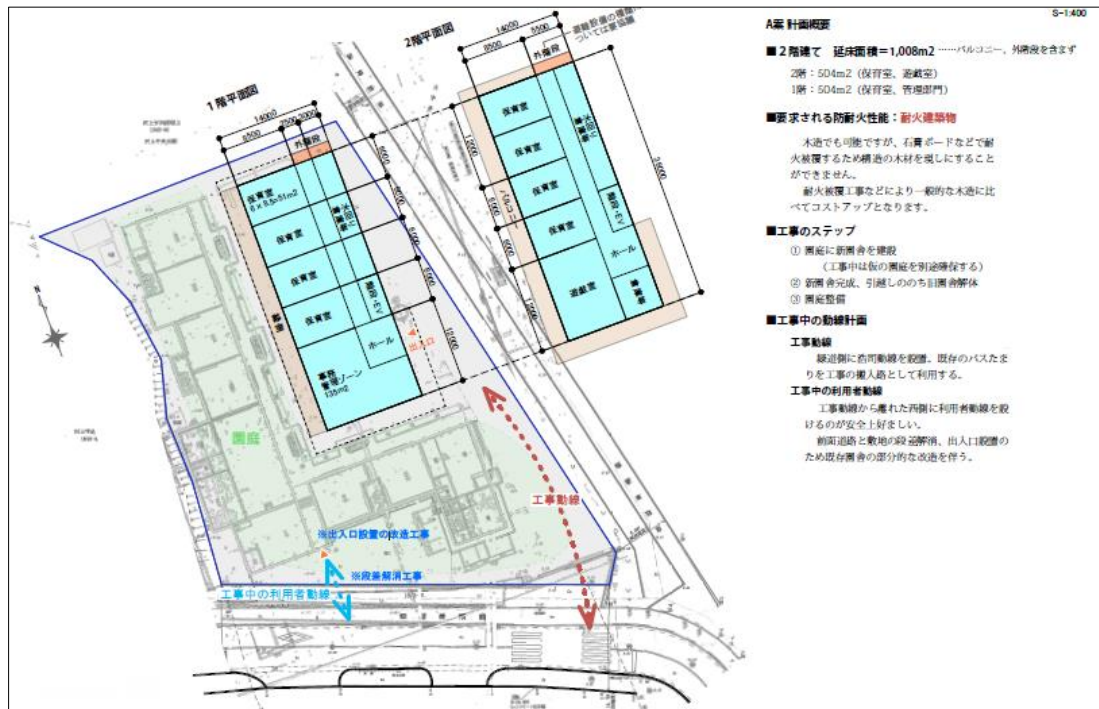
2.2.2 保育施設（千葉）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|-----------------------------|
| No. | 18-64 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施主） |
| 支援事業の目的 | 既存物件の建て替えにおける CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | 建替計画案 |

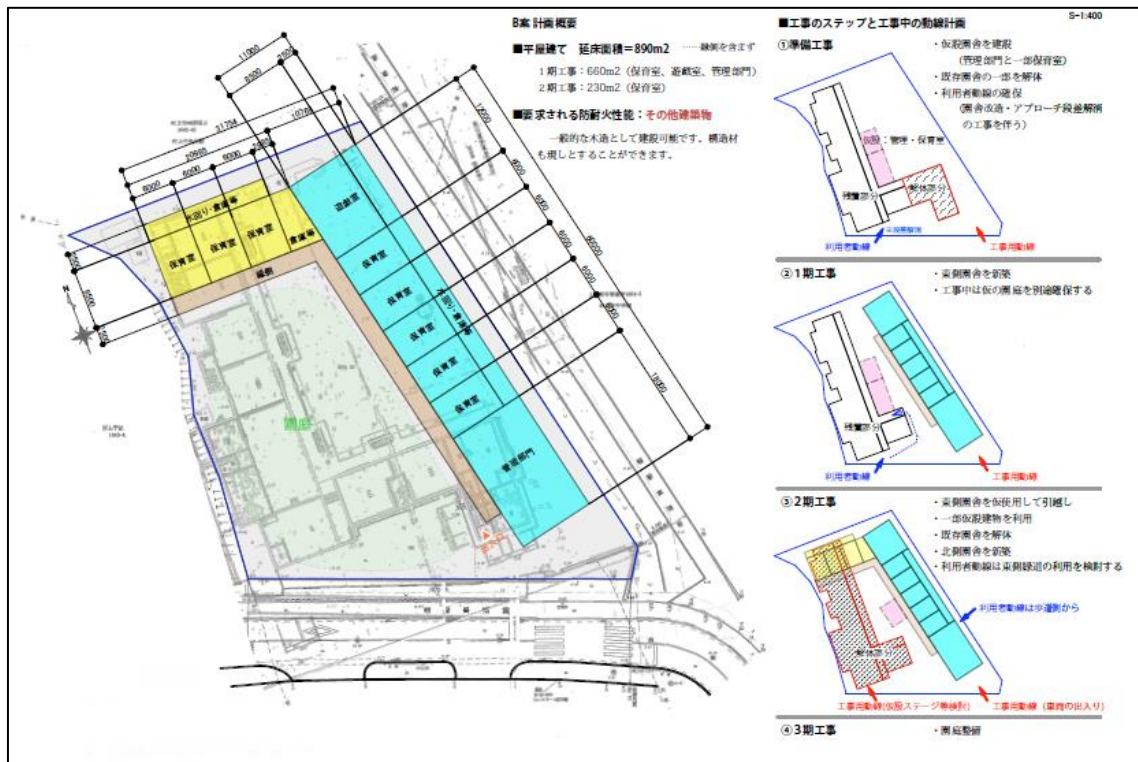
| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|--|----------|--------|
| 用途 | 幼稚園 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 千葉県 | 防火上の地域区分 | 22 条地域 |
| 建築規模 | 2 階建てまたは平屋建て 1 棟 延べ床面積: 1,000 m ² | CLT 使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 2021 年 8 月着工～2022 年 3 月竣工 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|--|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現園舎は昭和 51 年（1976）竣工したもので、昭和 54 年と平成 11 年に園児の増加に伴い保育室を増築した。その後、2 歳児親子教室、卒園生を対象とした小学生の学童保育を始めて手狭となり園舎の建て替えを考えている。 ・建て替えにあたって、子供達の生活環境、安全性、運営しながらの建て替え、園だけでなく地域と一緒に作る循環可能な施設などを考え模索する中で CLT のこと、また助成があることを知った。CLT を活用した施設計画、事業の進め方など相談したい。 ・木の持つ優しい雰囲気を最大限感じる施設にしたい。 <p>■建替計画案</p> <p>A 案(2 階建て、延床 1,008 m²、耐火建築物)・B 案(平屋建て、890 m²、その他建築物)の 2 案を提示し、工事のステップや、B 案であれば構造材が現しにできること等を説明。</p> |

(A 案)



(B 案)



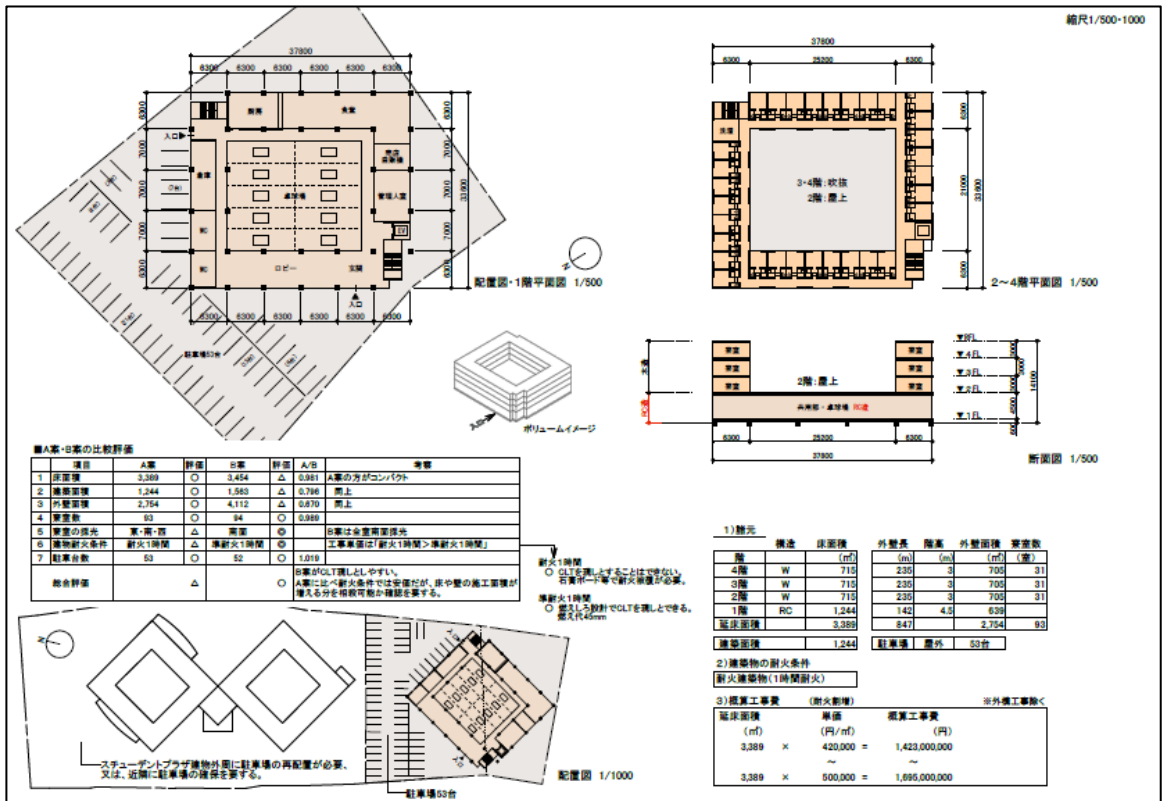
2.2.3 寮（青森）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|-----------------------------|
| No. | 5 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施主） |
| 支援事業の目的 | 既存物件の建て替えにおける CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | 配置案 |

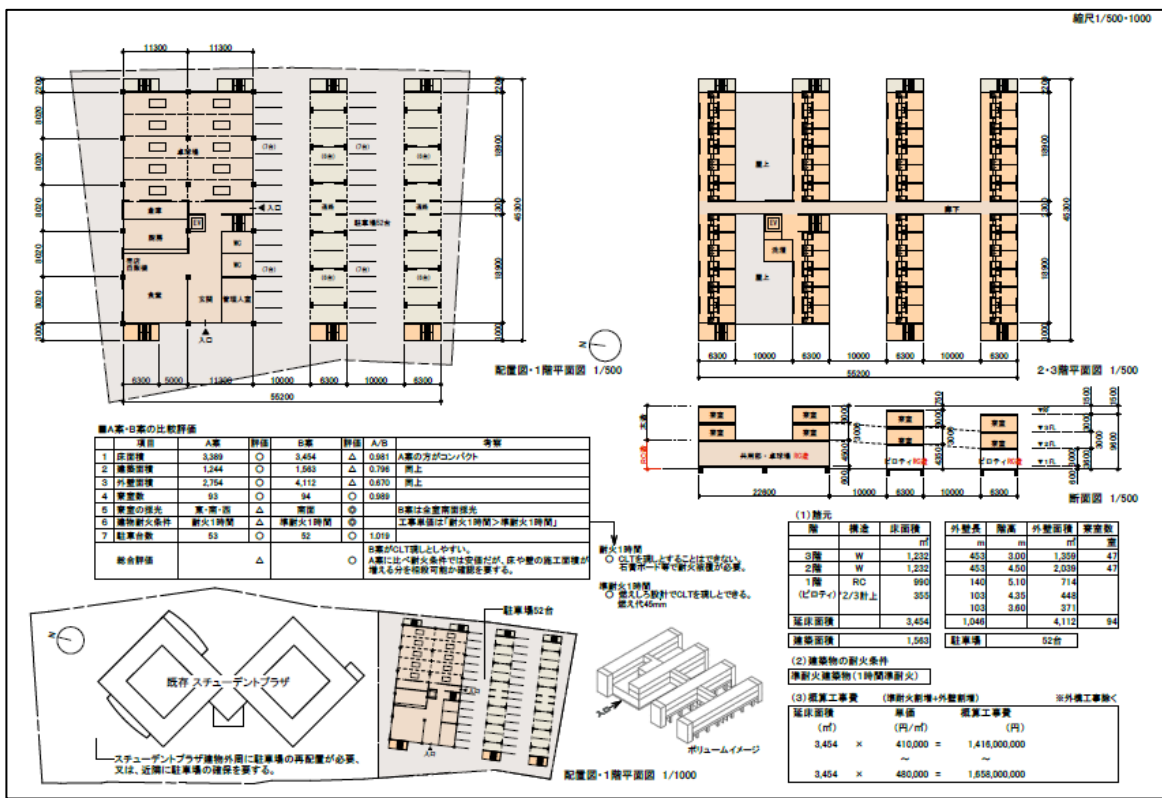
| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|---|----------|--------|
| 用途 | 学生寮兼卓球室 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 青森県 | 防火上の地域区分 | 22 条地域 |
| 建築規模 | 2-3 階建て 1-2 棟 延べ床面積：3,000 m ² | CLT 使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 未定 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現学生寮を、学生寮兼卓球室に建替える計画があり、補助金と進め方について教えてほしい。 ・CLT の防音、断熱性に期待している。CO₂ 排出量の削減等を検証していきながら、将来的に関連の高校の建替えにも採用したい。木の建物は人を穏やかにすると言われ、教育施設に最適と考える。 <p>■ボリューム・配置案</p> <ul style="list-style-type: none"> ・A 案（囲み型 1 棟、1 階 RC 造・2～4 階木造、耐火建築物）・B 案（4 棟、1 階 RC 造 2～3 階木造、準耐火建築物）の 2 案を提案。 ・総合評価としては、B 案が CLT 現しとしやすい。工事単価は、耐火 1 時間より準耐火 1 時間の方が安価だが、床や壁の施工面積が増える分が相殺可能か確認を要する。 |

(A案)



(B案)



2.2.4 商業施設（東海）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|-------------------------------|
| No. | 9 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（設計） |
| 支援事業の目的 | 新規物件の企画における CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | コスト・補助金説明。提案図面に対し意匠・構造のアドバイス。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|--------|----------|----|
| 用途 | 店舗 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 東海地方など | 防火上の地域区分 | 未定 |
| 建築規模 | 未定 | CLT使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 未定 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|--|
| <p>■相談事項</p> <p>デベロッパー向け講習会を受講して この支援事業を知った。</p> <p>商業施設・公共施設として提案出来る木造建築を模索しており、コスト・意匠・構造等、アドバイスがほしい。年間棟数を確保して金額を下げるため、チェーンストア等のシステム設計も検討したい。</p> <p>■アドバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コストについて説明。JAS 構造材等の補助金を紹介（大阪での説明会が予定されている）。 ・コンビニ等の店外からの見通しのよさが必要な建物の場合の、開口を広くとる工夫。 ・基本計画図面に対して、アドバイス。梁の間隔、耐力壁の量等。 |

2.2.5 共同住宅（沖縄）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|---------------------------|
| No. | 32 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施工者） |
| 支援事業の目的 | 新規物件の企画における CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | 見学物件紹介。シロアリ勉強会。設計検討。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|---|----------|----|
| 用途 | リゾート分譲型共同住宅 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 沖縄 | 防火上の地域区分 | |
| 建築規模 | 2-3 階建て 2-3 棟 延べ床面積：7,000 m ² | CLT 使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 基本設計：2019 年 8 月／実施設計：2019 年 11 月／工事 2020 年 7 月～ | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖縄県で特に問題となっている RC 造や鉄骨造の職人・施工者不足、材料の高騰から、CLT を検討したい。自然志向・環境意識が強いエリアであることから、木造が向いていると考えられる。 ・耐風性（風速 70m/s に耐える構造）やシロアリ対策・耐久性（夏の冷房による結露など）について知りたい。 ・CLT 物件を見学したい。 <p>■見学物件の紹介（CoCo CLT（つくば CLT 実験棟）、ホテルサンライズ、兵庫県林業会館）</p> <p>■シロアリ対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シロアリの専門家に講師を依頼し、シロアリの生体・侵入防止策についての勉強会を開催。 ・各工法（ケミカル・レスケミカル・ノンケミカル）を上手に組合せたうえで、定期点検を行うことが重要。 <p>■その他アドバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沖縄の気候や、台風などの耐風圧等、懸念事項を共有しながら、CLT による施工の効率化や材料供給の考え方、導入のメリットを説明。 |

2.2.6 福祉施設（奈良）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|---------------------------|
| No. | 45 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施主） |
| 支援事業の目的 | 新規物件の企画における CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | コスト・補助金・プランについてアドバイス。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|-------------------------------------|----------|---------------|
| 用途 | 福祉施設 | 工事種別 | 新築（CLT パネル工法） |
| 建設予定地 | 奈良県 | 防火上の地域区分 | |
| 建築規模 | 2 階建て 延べ床面積：1,000 m ² | CLT 使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 竣工：2020 年度 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|--|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・就労支援施設に CLT を使いたい。別の施設を木造にしたら、利用者から大好評だったため、今回も木造にしたい。 ・JAS 構造材の助成金を利用する想定。また、できるだけ奈良県産材を使いたい。 ・作成中のプランについてアドバイスがほしい。コストや工期についても教えてほしい。 <p>■アドバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルート 1 であれば構造計算はいらないと考えられていたようだが、ルート 1、2 どちらも構造計算は必要である。 ・今回のプランであれば、ルート 2 の方が柔軟に対応できると思われる。 ・金物は高いので、金物を極力使わない方法も検討する必要がある（ルート 2 の方が金物を少なくできる可能性が高い）。 ・梁は、CLT より集成材の方が効率が良い。 ・地元で構造計算できるよう、構造設計のサポートをする事も可能である。 ・千 m²未満で効率よい方法を構造的に検討する。 ・CLT に精通した構造設計者と協議して、本計画に対応性の良い構造計画基本方針を情報提供する。 |

2.2.7 店舗（東京）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|---------------------------------|
| No. | 55 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（設計） |
| 支援事業の目的 | 新規物件の企画における CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | 意匠設計・構造設計・事業性についてアドバイス。構造設計者紹介。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|--------------------------------|----------|-------------|
| 用途 | 店舗 | 工事種別 | 新築（木造） |
| 建設予定地 | 東京都 | 防火上の地域区分 | 準防火地域・防火建築物 |
| 建築規模 | 平屋 延べ床面積：150 m ² | CLT使用部位 | 屋根 |
| 工程（予定） | 未定 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社内方針として、CLT 導入を進めることが決まった。CLT にはデザイン性や環境性を期待している。CLT が適している用途や、CLT の使い方についてアドバイスがほしい。 ・すでに、木造軸組+CLT 床の 2F 建て共同住宅を建設中。 ・木質トラス構法による無柱空間で、屋根を CLT に置換えた場合について検討したい。 ・構造設計者がいなくて困っている。 <p>■アドバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・まず CLT の意匠設計・構造設計の概要を説明し、想定しているプランに対してコメントした。 ・事業性（コストとのバランス）の考え方等についてもアドバイスをした。 ・構造設計は、関係者を育てるのが理想だが、紹介することもできる。 <p>→ ローソン館林木戸町店（木造軸組+CLT 屋根）の構造設計者を紹介。</p> |

2.2.8 宿泊施設（沖縄）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|----------------------------------|
| No. | 64 |
| 支援分類 | 設計段階の専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（設計） |
| 支援事業の目的 | 新規物件の CLT の利用方法の検討 |
| 支援内容・成果物 | 遮音などの性能・CLT 現しの方法・助成制度についてアドバイス。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|---|----------|--------|
| 用途 | 宿泊施設 | 工事種別 | 新築 |
| 建設予定地 | 沖縄県 | 防火上の地域区分 | 無指定 |
| 建築規模 | 客室棟 4 棟（3～4 層）、 ヴィラ 20 棟（平屋） 延べ床面積：1 万 7 千 m ² | CLT 使用部位 | 壁・床・天井 |
| 工程（予定） | 確認申請：2021 年 7 月／着工：2022 年 1 月 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホテルの界壁遮音性能は TLD-60 で設計、学会仕様の特級を目標としている。 ・床の重量衝撃音、軽量衝撃音を考慮した仕様、納まりなど知りたい。その他一般事項も知りたい。コストの関係で 2 重床にはしたくないが、可能か。 ・コストに関して、島での施工の場合、大きく UP するかなど。 ・その他、CLT 採用は本案件に向いているか、向いていないか、部分的に採用メリットが有るかなど見識者の方の立場からの意見を頂きたい。 <p>■アドバイス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CLT を界壁にした場合の性能はどうか。 <p>→共同住宅界壁として、TLD-40 と TLD-45 の認定を取得したものがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ホテルの界壁遮音性能は LL-45 で設計、軽量床衝撃音で設計し重量床衝撃音はあまり気にしていない。特に靴の歩行音に注意している。CLT を床に使用した場合はどうか。 <p>→軽量床衝撃音は、仕上材（カーペット等）で LL-45 が可能。</p> <p>→CLT 協会の会員各社が LH-55 を目標に開発している。2 月に完成する CLT 遮音実験棟では床の遮音性能を体感することができる。</p> |

- 床の剛性を高め、床と下階天井の縁を切るのが有効。
- ・CLTはホテルに向いているか
- 壁が多い繰り返しプランでありCLTパネル工法に向いている。
- ・CLTを内装に現しにできるか。スプリンクラーは施主要望で設置、外資では必須。
- 宿泊施設なので3階建て以上は耐火構造、CLT現しはできない。
- ・CLTを外壁に現しにできるか。台風では風速60~70m/s、雨が吹き付ける。庇は1.2mで検討中。
- CLTの使用環境規定と劣化時の取替が困難なことから外壁への現しは勧められない。強風時の飛来物による損傷も心配。
- ・CLT構造体に配線を埋め込むことは可能か
- 構造耐力を期待しない部分を配線に利用することは可能。
- ・シロアリについて。CLTに防蟻処理は可能か。
- CLTに含浸処理はできないが、防蟻剤の表面塗装は可能。薬剤処理に頼りすぎず土壌処理と合わせて設計することを考え、専門家と研究している。
- ・CLTの断熱性能はどうか。
- 沖縄地域ではCLTのみでOK、付加断熱は必要ない。断熱よりも熱の遮断の方が有効で省エネ基準もその方向で検討されている。
- ・CLTパネルの大きさは。跳ね出しバルコニーは可能か。
- CLTパネル最大製造サイズは3m×12m（2社）。道交法の制限があるので搬送時の荷姿を考慮してパネルサイズを計画する。
- 跳ね出しバルコニーは2.5m程度まで可能。防水は絶縁工法が推奨される。
- ・水廻りの床仕上げ面もフラットに連続させたい。CLT床パネル面での段差は可能か。
- 梁を設ければ床段差も可能。
- ・CLTの仕上げを見せられればメリットになる。施工費の目安は？ユニット化して短工期で安く間仕切り壁をつくることができないか。
- CLTの材料は安い時で80,000円/m³ほど。材工で見積もりを取ることをお勧めする。
- 金物代が高いので、金物を安くする工夫が有効。
- ・平屋、別棟のヴィラは軒天や内部天井をCLT現しにすれば上手くいきそう。
 - ・CLT利用による補助金はどうか。
- JAS材利用の補助、今年度は14万円/m³（最大1,500万円または3,000万円まで）だった。
- 林野庁CLT実証事業は先導的なものについて、関連工事費の30%。

■今後の進め方

- ・事業主へのアピール内容・方法を、設計側として検討する為にさらに協力する。
- ・CLTの利用について検討を進める。

2.2.9 展望台（三重）

| 支援事業基本データ | |
|-----------|-----------------------------|
| No. | 69 |
| 支援分類 | 企画段階からの専門家派遣 |
| 相談者 | 民間（施主） |
| 支援事業の目的 | 既存物件の建て替えにおける CLT の利用可能性の検討 |
| 支援内容・成果物 | 事業主の企画意図の整理。事業計画・モデルプランの提案。 |

| 現時点での対象建築物 | | | |
|------------|--------------------------------|----------|------|
| 用途 | 観光施設 | 工事種別 | 建て替え |
| 建設予定地 | 三重県 | 防火上の地域区分 | |
| 建築規模 | 平屋 延べ床面積：477 m ² | CLT 使用部位 | 未定 |
| 工程（予定） | 未定 | | |

| 具体的な支援内容（打合せ記録等） |
|---|
| <p>■相談事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CLT を活用し、歴史ある展望台のブランドを維持しつつ、新しいサステナブルな建築として再建することで、対外的なアピールにつなげたい。 ・地元の設計事務所・建設会社に打診しプランの検討を行っていたが、CLT 導入にあたり、CLT の実績と知識不足から納得のいく提案がなかったため、当支援事業に相談した。 <p>■アドバイス</p> <p>第 1 回打合せでは、現地確認とともに、事業主の企画意図の確認と整理、状況の把握を行った。これにより、①CLT 導入の技術的なハードルが地元企業だけでは解決できていない点と、②資金的な面での CLT 導入への課題、③営業を続けながら限られた敷地で建設する事の難しさ、そして、④そもそもの事業計画に既存の解体と追加造成等十分な検討がなされていないことが分かった。これに基づいて、1 か月間の検討猶予を頂き、企画支援業務として課題点を整理するとともに、CLT を用いて事業が実現できる方策を練ることとした。</p> <p>第 2 回打合せにて、事業計画を主体とした会議を行った。まず始めに、④についての CLT によって可能となる事業提案を行った。当初単年の補助金を得て 1 年間での新築計画を企画していた。これの CLT パネルを活かしたプランで、先のヒアリングで明らかとなった内容を反映してモデルプラン（第 1 案）を作成した。これに加え、既存の建物を改修利用する案を</p> |

第3章 CLT パネル工法 平屋建て事務所モデル

2018～2019年度の建築用途別の相談案件数をみると、事務所についての相談が2018年度は12件、2019年度は7件とトップであった。特に平屋建て事務所は案件数が1番多く、さらに相談の内容も、設計会社や施工会社が「試しにまず自社の事務所をCLTで建ててみたい」というケースが多かった。

こういったケースでCLTが採用されることは、設計会社・施工会社がその後もCLTに取り組むようになり、普及効果が特に大きいと考えられるため、平屋建て事務所検討の参考になる資料を作成することとなった。

以降に「CLT パネル工法 平屋建て事務所モデル」を示す。

CLTパネル工法 平屋建て事務所モデル

S 1 建築物の設計概要

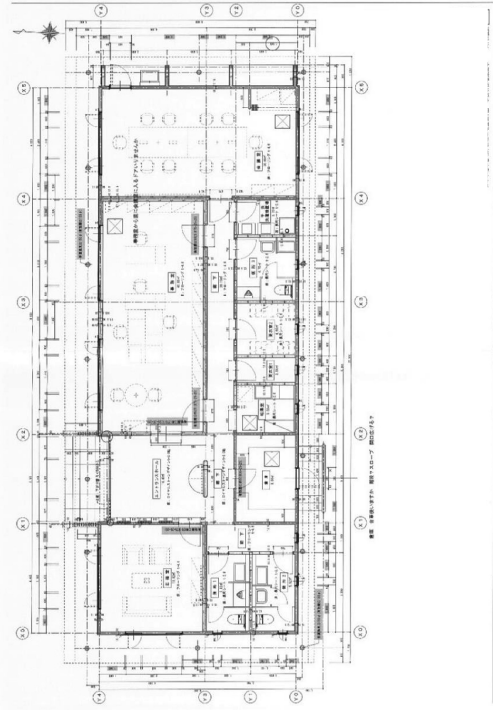
1-1 設計概要

| | |
|--------|-----------------------|
| 主要用途 | 事務所 |
| 構造種別 | 木造(CLT/パネル工法) |
| 階数 | 平屋建て |
| 延床面積 | 174.92 m ² |
| 建築面積 | 189.45 m ² |
| 軒高 | 4.25 m |
| 建築物の高さ | 4.545 m |

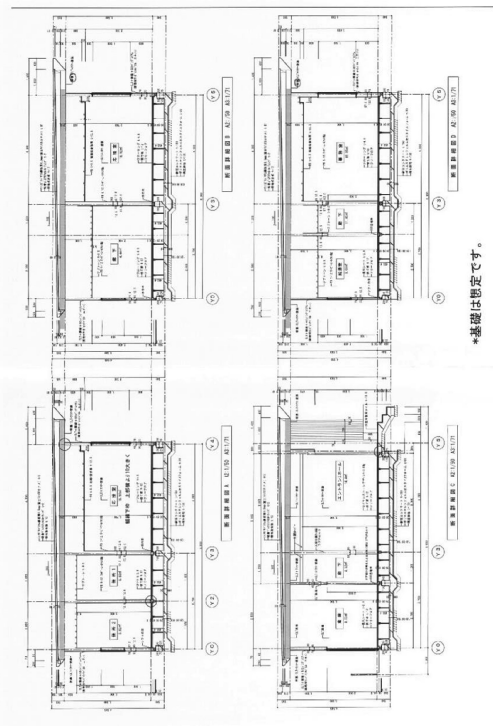
目次

| | |
|------------------------|----|
| S 1 建築物の設計概要 | 2 |
| 1-1 設計概要 | 3 |
| 1-2 設計図 | 4 |
| 1-3 構造概要 | 4 |
| 1-4 構造設計方針 | 4 |
| 1-5 設計上考慮した指針・基準等 | 4 |
| 1-6 構造設計ルート | 4 |
| 1-7 適用関係チェックリスト | 7 |
| S 2 使用構造材料一覧表 | 9 |
| 2-1 使用材料の許容応力度・弾性係数 | 9 |
| S 3 略図 | 10 |
| 3-1 伏図 | 11 |
| 3-2 軸組図 | 13 |
| 3-3 部材リスト | 13 |
| S 4 荷重・外力 | 14 |
| 4-1 固定荷重 | 15 |
| 4-2 積載荷重 | 15 |
| 4-3 積雪荷重 | 16 |
| 4-4 負担軸力の算出 | 21 |
| 4-5 風荷重 | 23 |
| 4-6 地震荷重 | 25 |
| 4-7 反力の算定 | 27 |
| S 5 水平力の検討 | 28 |
| 5-1 許容層せん断耐力の算出 | 28 |
| 5-2 水平力に対する検定 | 29 |
| 5-3 短期荷重時(地震)反力 | 30 |
| 5-4 偏心率の計算 | 32 |
| S 6 断面算定 | 42 |
| S 7 接合部の設計 | 43 |
| 付録1) 庇に作用する吹き上げについての検討 | 43 |

1-2 設計図



平面図



立面図

1-3 構造概要

- (1) 本建築物は、木造1階建て、軒高9m以下、最高高さ13m以下の事務所であり、構造形式はCLTパネル工法である。壁・屋根にCLTパネルを用いる。一部受梁に構造用集成材を用いている。耐力壁/パネルおよび屋根/パネルには設備用の小開口は設けない。
- (2) 本建築物は、小幅パネルを用い、垂れ壁、腰壁は耐力要素としてみなさない。耐力壁/パネルおよび屋根/パネルには設備用の小開口は設けない。
- (3) 耐力壁に用いるCLTパネルの強度等級・ラミナ構成はS60-3-3(厚さ90mm)とする。屋根版はMx60-5-7(厚さ210mm)とする。CLTと基礎、CLT相互間の接合にはXマーク金物を用いる。
- (4) 本建築物は、矩形で屋根形状は片流れである。CLT屋根は陸屋根で、母屋等により水勾配をつけている。

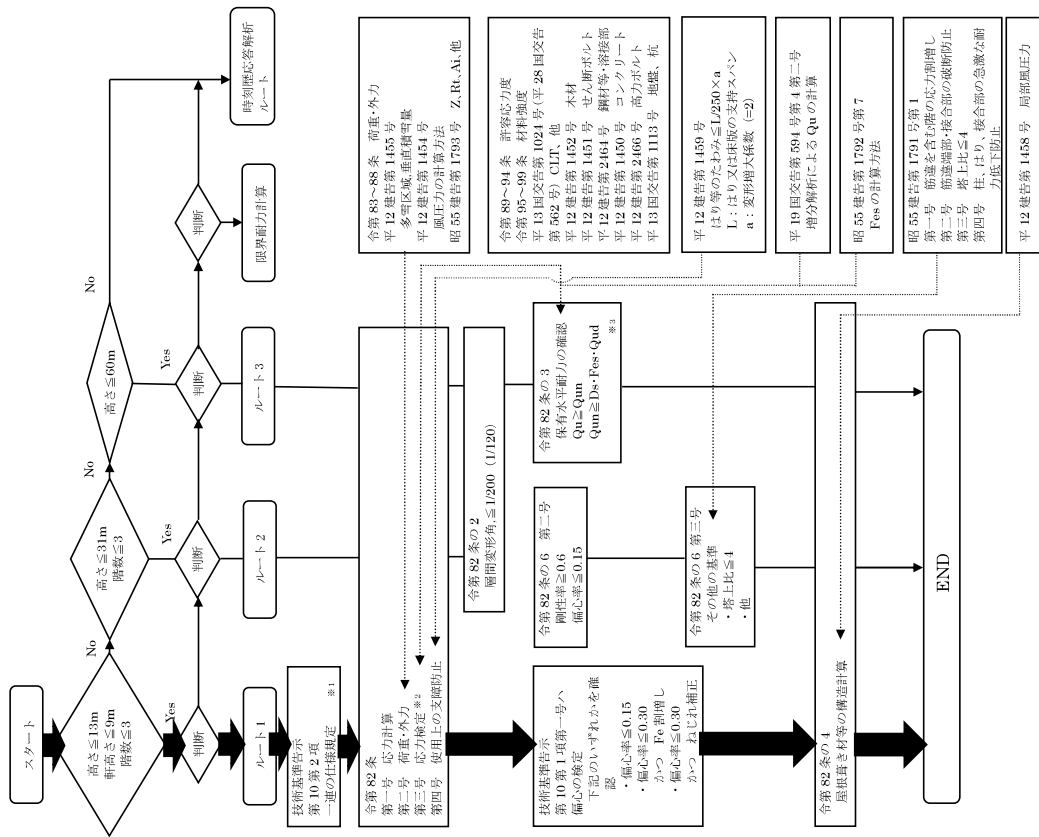
1-4 構造設計方針

- (1) X方向、Y方向ともルート1の構造計算を行う。
- (2) 応力計算は以下に示す検定を行う。
 - ・「令28条各号および令29条の4」に定められる構造計算(許容応力度計算)を行う。「平28国交告第611号第十号2項第四号」により算定した建物の各方向の許容せん断耐力が、地震力および風圧力以上であることを確認する。
 - (3) CLTパネルの断面検定は以下に示す検定を行う。
 - ・長期荷重時の壁パネルの圧縮座屈に対する断面検定を行う。
 - ・長期荷重時の屋根パネルの単純梁モデルによる面外曲げ、面外せん断およびたわみに対する断面検定を行う。
 - ・地震力と風圧力に対する鉛直構面の検定を行う。
 - ・長期荷重と風圧力の組み合わせ荷重に対する、壁パネルの圧縮座屈と面外曲げに対する断面算定を行う。
 - (4) 地震力の検定にあたっては、せん断力と偏心率の検定を行う。
 - (5) §5水平力の検定において、垂れ壁、腰壁耐力を0とすることで許容せん断耐力が最小となるように考慮している。

1-5 設計上準拠した指針・基準等

- 建築基準法・建築基準法施行令・告示
- 建築物の構造関係技術基準解説書
- CLT関連告示解説書(日本住宅・木材技術センター)
- CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル(日本住宅・木材技術センター)
- 実務者のためのCLT建築物設計の手引き(日本CLT協会)
- 木質構造設計規程・同解説(日本建築学会)
- 鉄筋コンクリート構造計算規程・同解説(日本建築学会)
- 鋼構造設計規程一許容応力度設計法一(日本建築学会)

1-6 構造設計ルート



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

※1 技術基準告示第10第2項 仕様規定抜粋
 第一号 耐力壁の構造（架構形式）が第5第三号に規定する「小幅パネル架構①」、「大版パネル架構②」のいずれかに該当する。
 第二号 壁パネルに設ける設備用等開口の大きさは24cm以内。
 第三号 壁パネルの長さ（幅）は下階の壁パネルと同じ（連層配壁）とし、かつ厚さは下階の壁パネル以上。
 第四号 連層する壁パネル間ごとに、階数及び接合する垂れ壁・腰壁・腰壁パネルの個数に応じた許容水平耐力を計算し、その合計が $C_{01} = 0.2$ として計算した地震力以上。
 第五号 壁パネルの長さ（幅）90cm以上2m以下、開口幅は90cm以上4m以下、垂れ壁・腰壁・腰壁パネルの高さは50cm以上。
 第六号 垂れ壁・腰壁の脱落防止措置（欠き込み、受け材等）を講じる。
 第七号 壁パネル上下端引張接合部の仕様と必要耐力。
 第八号 壁パネル間せん断接合部、床パネル間引張接合部の仕様と必要耐力。
 第九号 壁パネル上下端せん断接合部の必要耐力。

※2 技術基準告示第10第一号
 ルート1では、耐力壁（断面積面）以外の検定では $C_{01} = 0.3$ とする。
 ※3 技術基準告示第9第二号 応力割増し係数
 ルート2では、壁パネル・基礎以外の引張接合部、全てのせん断接合部については2.5とする。その他の部分については、第8第二号ロ～ト（下記）に適合する場合は、耐力壁の構造（架構形式）及び壁パネルの幅に応じて第9第二号の表中の値（1.3～1.8）とし、それ以外の場合は2.5とする。

※3 平28国交告示第611号第8第二号 構造特性係数 D_s
 構造特性係数 D_s は、下記のイ～トに適合する場合は、耐力壁の構造（架構形式）及び壁パネルの幅に応じて第8第二号の表中の値（0.40～0.55）とし、それ以外の場合は0.75とする。そのほか、特別な調査又は研究の結果に基づいて設定することができる。
 イ 壁パネルの外層ラテナ方向が壁パネル長辺又は短辺に平行で、架構形式が第5第三号に規定する「小幅パネル架構」、「大版パネル架構①」、「大版パネル架構②」のいずれかに該当する。
 ロ 壁パネルの長さは90cm以上。
 ハ 開口部の幅は70cm以上4m以下。
 ニ 引張接合部は所定の形状能力を有する。
 ホ 垂れ壁・腰壁・腰壁パネルの脱落防止措置（欠き込み、受け材等）を講じる。
 ト 直下に壁パネル及び腰壁・腰壁パネルが存在しない床パネルの脱落防止措置（受け材等）を講じる。
 壁パネル・基礎引張接合部の劣化状態を確認する。

1-7 適用関係チェックリスト
構造計算ルートと技術基準告示等規定の適用関係

| 第 項 号 | 規定の概要 | ルート 1 | チェック |
|-------|---|-------|------|
| 一 一 | CLTを構造材として用いる場合には、JASまたは認定に適合すること 平12建造第1446号 平13国交告第1024号 | ○ | ✓ |
| 二 一 | (3) (認定でない場合) ラミナ厚12~36mm (4) C.L.Tの幅・長さ 36cm以上 | ○ | ✓ |
| 三 一 | 長期基準強度 (面外引げ) は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る 長期基準強度 (面外せん断) は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る 平28国交告第611号 | ○ | ✓ |
| 二 一 | 材料一 JAS品又は認定品のCLT ラミナ厚24mm~36mm | ○ | ✓ |
| 二 二 | 柱梁に用いる集材材その他の木材は昭62建造第1898号に適合 | ○ | ✓ |
| 二 三 | 接合部に使用する材料は品質が確保されたものであること | ○ | ✓ |
| 三 一 | 壁厚以上の土台 床版は有効に壁・柱・はりにより力を伝えること 床パネルの外縁ラミナ方向は当該床パネルの長辺・短辺方向と平行 (長辺側の矩形側面含む)。短辺側の矩形側面は該当 | ○ | ✓ |
| 四 一 | イ 形状が矩形で開口部等なし ロ 形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの ハ 形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減 ニ 床パネルを平行する2つの耐力壁・はりで有効に支持 三 床パネルは相互に有効に緊結 四 耐力壁は有効に補強 五 耐力壁を釣り合い良く配置。柱及び耐力壁以外の壁を設ける。 一 壁パネルは床版の上部に配置 (床勝ち) イ 無開口壁パネルの定義 ロ 有開口壁パネルの定義 二 耐力壁は小幅・大版①、大版②のいずれか イ 小幅の定義 ロ 大版①の定義 | ○ | ✓ |
| 五 一 | (1) 有開口壁パネルを使わない (2) 垂壁・腰壁の両側に袖壁を設け、有効に緊結 (3) 無開口壁パネル上下部は床版等と有効に緊結 (4) 袖壁部分四隅を十分な金物で接合 ロ 大版②の定義 (1) 有開口壁パネルを使う (2) 袖壁部分を設けない場合、袖壁に有効に緊結 (3) 壁パネル上下部は床版等と有効に緊結 (4) 袖壁部分四隅を十分な金物で接合 | ○ | ✓ |
| 六 一 | 第四第一号~第五号に適合 | ○ | ✓ |
| 七 一 | 一 防水紙 二 有効な防湿・防蟻措置 三 土に接する部分や地面から地面から30cm以内の外周の壁は原則RC造 四 金物に有効なさび止め | ○ | ✓ |
| 一 | イ 令第82条各号・令第82条の4 ロ 水平構面・基礎の応力割増し1.5倍 ハ 偏心率計算 (1) $Re \leq 0.3$ 、 $Co = 0.2$ でFe割増 (2) $Re \leq 0.3$ 、 $Co = 0.2$ でねじれ補正 混構造で実質ルート2：第一号イの計算 第一号の構造計算を行う場合は次の各号の基準に適合。混構造は特になし。 一 小幅又は大版① 二 壁の設備小開口の条件 三 下階の無開口壁パネル イ 上階の無開口壁パネル等と同じ長さ、かつ、同等寸法以上の厚さ ロ 接合部が上階の接合部と同等の耐力が呼び変形性能を有するもの | ○ | ✓ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 四 | 無開口壁パネル等の許容せん断耐力の確認 無開口壁パネル等の長さ 90cm~2m 垂れ壁パネル等・腰壁パネル等の長さ90cm~4m、高さ50cm以上 大版①の開口高さ制限 | ○ | ✓ |
| | 五 | 垂れ壁パネル・垂れ壁部分の脱落防止措置 | ○ | ✓ |
| | 六 | 強度等級 壁はS60-F3、Mx60-F5で24mm~36mm又は同等以上の耐力 | ○ | ✓ |
| | 七 | 引張接合部仕様 (一部性能) | ○ | ✓ |
| | 八 | 壁パネル相互せん断接合部、床パネル相互引張接合部の耐力 | ○ | ✓ |
| | 九 | 壁パネル上下端のせん断接合部の耐力 | ○ | ✓ |
| | 十 | 耐久性等関係規定 | ○ | ✓ |

○：適用される

×：適用できない

☆：本設計法では適用されない

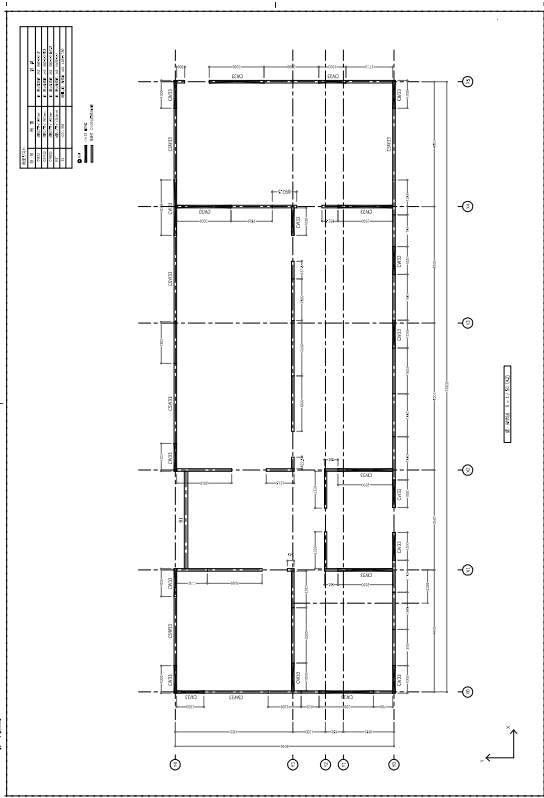
※1 Ds<0.75：技術基準告示第八号表中の値とする場合

※2 Rf：第九号第二号による応力割増し係数

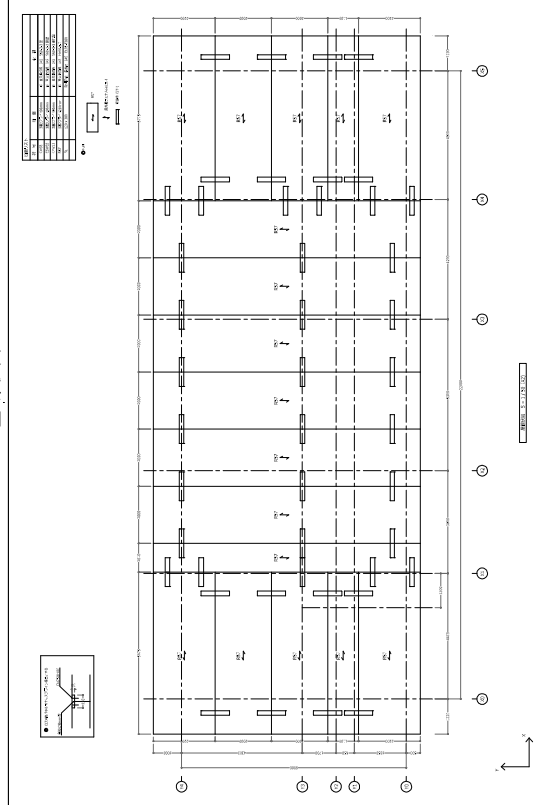
※3 △-◇は「△層◇ブライ」を表す

※4 品質基準告示 (平12建造第1446号) と同等以上の品質を確認

S 3 略構造図
3-1 伏図



壁・梁伏図



梁伏図

S 2 使用構造材料一覧表
2-1 使用材料の許容応力度・弾性係数
平成13年6月29日 国土交通省告示第1024号に基づき使用する構造用集成材の許容応力度は、下表の通り。なお、使用する構造用集成材については、日本農林規格（平成19年度農林水産省告示第1152号）に適合するもの

許容応力度（繊維方向 但し、めり込みは繊維に直角方向）

| 長期に生ずる力に対する許容応力度 [N/mm ²] | 圧縮 1Fc | 引張 1Ft | 曲げ 1Fb | せん断 1Fv | めり込み 1Fcv |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|
| | | | | | |
| 短期に生ずる力に対する許容応力度 [N/mm ²] | 2Fc | 2Ft | 2Fb | 2Fv | 2Fcv |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

・Fc, Ft, Fb, Fv, Fcv は基準強度(表 1 参照)とする
・常時湿潤状態にある部分(基礎ぐい、水槽、浴槽その他)に使用する場合は、当該数値の0.7倍に相当する数値とする。
・積雪時の構造計算をする場合は、長期に生ずる力に対する許容応力度は上表の数値の1.3倍、短期に生ずる力に対する許容応力度は同表数値の0.8倍とする。

基準強度
CLTパネル [表 1]

| 樹種 | 強度等級 | 基準強度 [N/mm ²] | | | | | | | |
|----|----------|---------------------------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| | | 面内 | | | 面外 | | | | |
| | | Fc | Ft | Fb | Fs | Fb | Fs | | |
| スギ | S60-3-3 | 10.80 | 5.40 | 10.80 | 5.40 | 2.45 | 12.67 | 0.48 | 0.90 |
| スギ | Mx60-5-7 | 10.41 | 3.34 | 10.41 | 3.34 | 2.09 | 12.14 | 0.72 | 0.90 |

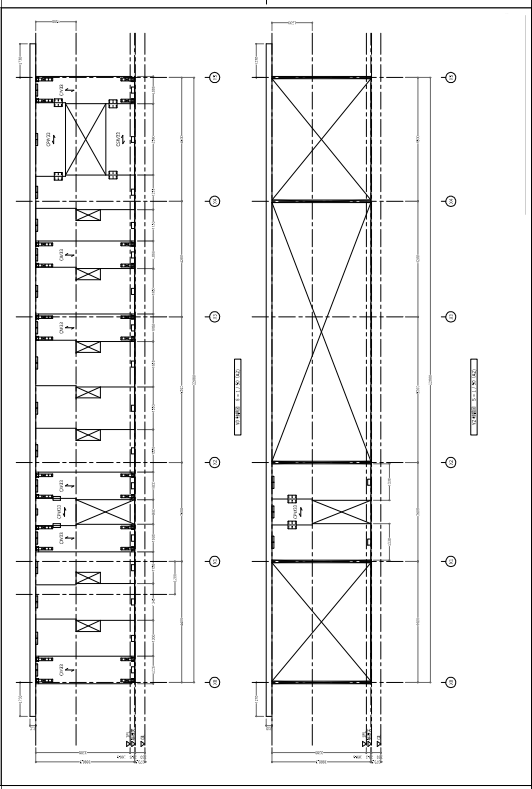
対称異等級構成集成材 [表 2]

| 部位 | 樹種 | 強度等級 | ヤング率 [kN/] | 基準強度 [N/mm ²] | | | | | |
|----|------|-----------|------------|---------------------------|----------|----------|-----------|-------------|-----------|
| | | | | 圧縮 Fc | 引張 Ft | 曲げ Fb | せん断 Fv | めり込み Fcv | せん断 Fv |
| 梁 | 欧州赤松 | E105-F300 | 10.5 | 23.2 | 20.2 | 30 | 3.0 | 4.8 | |

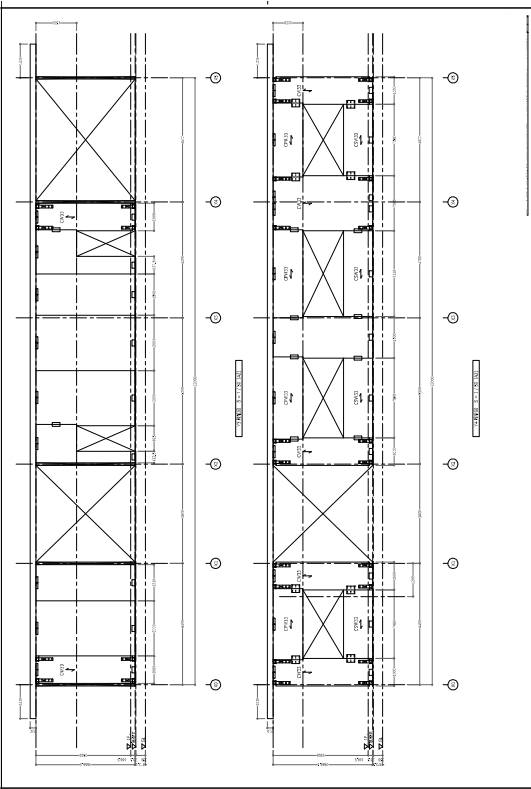
同一等級構成集成材 [表 3]

| 部位 | 樹種 | 強度等級 | ヤング率 [kN/] | 基準強度 [N/mm ²] | | | | | |
|----|----|------|------------|---------------------------|----------|----------|-----------|-------------|-----------|
| | | | | 圧縮 Fc | 引張 Ft | 曲げ Fb | せん断 Fv | めり込み Fcv | せん断 Fv |
| | | | | | | | | | |

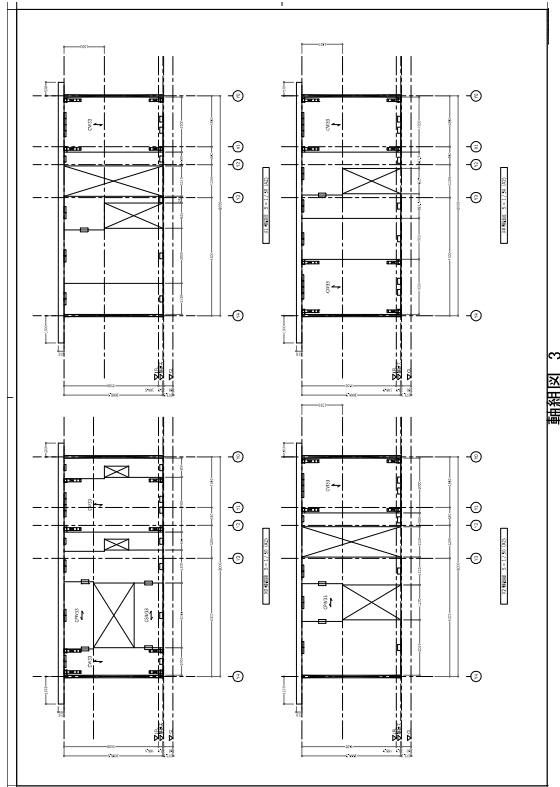
3-2 軸組図



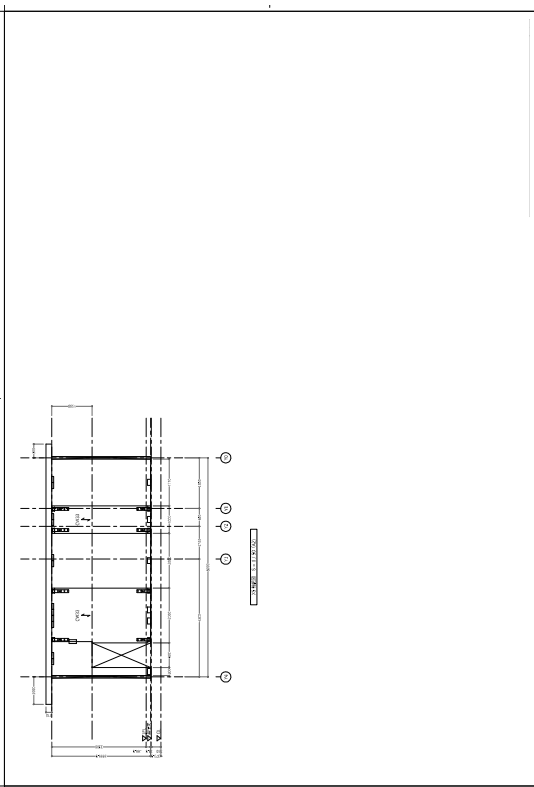
軸組図 1



軸組図 2



軸組図 3



軸組図 4

3-3 部材リスト

| 部位 | 種類 | 断面 | 強度等級 | 樹種 | 備考 |
|----|--------|---------|-----------|---------|---------|
| 屋根 | CLT | 210厚 | M×60-5-7A | スギ | |
| 壁 | CLT | 90厚 | S60-3-3A | スギ | |
| 梁 | 構造用集成材 | 120×300 | E105-F300 | オクシウカマツ | 対称異等級構成 |
| | | | | | |
| | | | | | |

※詳細な使用箇所については構造図参照。

S 4 荷重・外力

4-1 固定荷重

| 部位 | 仕様 | 厚さ (mm) | 単位重量 | 重量 (N/m ²) |
|----|------------|---------|--------------------------|------------------------|
| 屋根 | その他 | | | 50 |
| | ガルバリウム金属屋根 | 61 | | 200 |
| | コムアスルーフイング | 2 | | 40 |
| | 構造用合板 | 12 | 5.9 N/m ² /mm | 70.8 |
| | 母屋の類 | | | 50 |
| | CLT | 210 | 4.5 kN/m ² | 945 |
| | 野縁・その他 | | | 100 |
| | パーテイクルボード | 9.5 | | 100 |
| | 岩綿吸音板 | 12.5 | | 100 |
| | | | | 1655.8 |
| | | | 1700 | |

| 部位 | 仕様 | 厚さ (mm) | 単位重量 | 重量 (N/m ²) |
|----|------------|---------|-----------------------|------------------------|
| 外壁 | サイディング | 20 | | 200 |
| | 透質防水シート、胴縁 | | | 20 |
| | CLT | 90 | 4.5 kN/m ² | 405 |
| | パーテイクルボード | 12.5 | | 150 |
| | ビニールクロス | | | 20 |
| | その他 | | | 150 |
| | | | | 945 |
| | | | 1000 | |

| 部位 | 仕様 | 厚さ (mm) | 単位重量 | 重量 (N/m ²) |
|--------|-----------|---------|------|------------------------|
| 内壁(在来) | ビニールクロス | | | 20 |
| | パーテイクルボード | 12.5 | | 150 |
| | 木軸 | | | 200 |
| | パーテイクルボード | 12.5 | | 150 |
| | ビニールクロス | | | 20 |
| | | | | 540 |
| | | | 600 | |

| 部位 | 仕様 | 厚さ (mm) | 単位重量 | 重量 (N/m ²) |
|----------|-----------|---------|-----------------------|------------------------|
| 内壁 (CLT) | ビニールクロス | | | 20 |
| | パーテイクルボード | 12.5 | | 150 |
| | CLT | 90 | 4.5 kN/m ² | 405 |
| | パーテイクルボード | 12.5 | | 150 |
| | ビニールクロス | | | 20 |
| | | | | 745 |
| | | | 900 | |

| 部位 | 仕様 | 厚さ (mm) | 単位重量 | 重量 (N/m ²) |
|----|----|---------|------|------------------------|
| | | | | 0 |
| | | | | |
| | | | | |

4-2 積雪荷重

本建築物は、平屋建てのため積載荷重は考慮しないこととする。

| 場所 | 種類 | 床用 (N/m ²) | 架構用 (N/m ²) | 地震用 (N/m ²) |
|----|----|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | | |
| | | | | |

4-3 積雪荷重

$$W_s = p \cdot d \cdot \mu_b$$

p : 積雪単位荷重

d : 垂直積雪量

μ_b : 屋根形状係数

$\mu_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$ β : 屋根勾配(60° を超える場合は $\mu_b = 0$ とすることができる)
 ※ただし、雪どめのある場合は $\mu_b = 1.0$ とする。

屋根1

| p | d | 勾配 β | μ_b | dr |
|-----|-----|------------|---------|-------|
| 20 | 30 | 0.02 | 1.15 | 1.000 |
| | | | | 0.006 |

$$W_s = 20 \times 30 \times 1.000 = 600 \text{ N/m}^2$$

ここで、割増係数 α を算出する $\alpha = 0.7 + \sqrt{dr / \mu_b d}$ $\alpha = 1.15$

4-4 負担軸力の算出

鉛直荷重集計

第1層(2階床+積載荷重+1階壁)

| 種類 | 通り | 部位 | 負担面積 (m ²) | 単位荷重 (N/m ²) | 重量 (kN) | 合計 (kN) | 壁長 (m) | 単位重量 (kN/m) |
|----|----|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------|------------|-----------|----------------|
| 1 | Y4 | 床 | 5.240 | 1700 | 8.908 | 12.598 | 1 | 12.598 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 3.690 | 1000 | 3.690 | | | |
| 2 | Y4 | 床 | 4.600 | 1700 | 7.820 | 11.510 | 1 | 11.510 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 3.690 | 1000 | 3.690 | | | |
| 3 | Y4 | 床 | 5.720 | 1700 | 9.724 | 13.414 | 1 | 13.414 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 3.690 | 1000 | 3.690 | | | |
| 4 | Y4 | 床 | 13.710 | 1700 | 23.307 | 28.842 | 1.5 | 19.228 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 5.535 | 1000 | 5.535 | | | |
| 5 | Y4 | 床 | 10.610 | 1700 | 18.037 | 25.417 | 2 | 12.709 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 7.380 | 1000 | 7.380 | | | |
| 6 | Y4 | 床 | 4.340 | 1700 | 7.378 | 11.068 | 1 | 11.068 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 外壁 | 3.690 | 1000 | 3.690 | | | |
| 7 | Y3 | 床 | 1.090 | 1700 | 1.853 | 5.174 | 1 | 5.174 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 3.690 | 900 | 3.321 | | | |
| 8 | Y3 | 床 | 7.550 | 1700 | 12.835 | 19.477 | 2 | 9.739 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 7.380 | 900 | 6.642 | | | |
| 9 | Y3 | 床 | 2.860 | 1700 | 4.862 | 9.213 | 1.31 | 7.032 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 4.834 | 900 | 4.351 | | | |
| 10 | Y3 | 床 | 1.120 | 1700 | 1.904 | 3.307 | 0.423 | 7.828 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 1.559 | 900 | 1.403 | | | |
| 11 | Y3 | 床 | 10.090 | 1700 | 17.153 | 23.795 | 2 | 11.898 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 7.380 | 900 | 6.642 | | | |
| 12 | Y3 | 床 | 8.230 | 1700 | 13.991 | 20.633 | 2 | 10.317 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 7.380 | 900 | 6.642 | | | |
| 13 | Y3 | 床 | 6.160 | 1700 | 10.472 | 15.454 | 1.5 | 10.302 |
| | | LL(床) | | | 0.000 | | | |
| | | LL(地震) 内壁 | 5.535 | 900 | 4.982 | | | |

| | | | | | | | | |
|----|----|----------------------------|----------------|--------------|----------------------------------|--------|-------|--------|
| 14 | Y3 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 4.520 | 1700 | 7.684 0.000 0.000 2.117 | 9.801 | 0.638 | 15.374 |
| 15 | Y3 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 1.990 3.690 | 1700 900 | 3.383 0.000 0.000 3.321 | 6.704 | 1 | 6.704 |
| 16 | Y2 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 3.720 4.908 | 1700 900 | 6.324 0.000 0.000 4.417 | 10.741 | 1.33 | 8.076 |
| 17 | Y2 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 5.080 4.908 | 1700 900 | 8.636 0.000 0.000 4.417 | 13.053 | 1.33 | 9.814 |
| 18 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.160 3.690 | 1700 1000 | 1.972 0.000 0.000 3.690 | 5.662 | 1 | 5.662 |
| 19 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.870 3.321 | 1700 1000 | 3.179 0.000 0.000 3.321 | 6.500 | 0.9 | 7.222 |
| 20 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 4.250 4.963 | 1700 1000 | 7.225 0.000 0.000 4.963 | 12.188 | 1.345 | 9.062 |
| 21 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 0.720 2.768 | 1700 1000 | 1.224 0.000 0.000 2.768 | 3.992 | 0.75 | 5.322 |
| 22 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 2.290 3.690 | 1700 1000 | 3.893 0.000 0.000 3.690 | 7.5830 | 1 | 7.583 |
| 23 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 2.290 3.690 | 1700 1000 | 3.893 0.000 0.000 3.690 | 7.583 | 1 | 7.583 |
| 24 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.240 4.244 | 1700 1000 | 2.108 0.000 0.000 4.244 | 6.352 | 1.15 | 5.523 |
| 25 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.650 4.244 | 1700 1000 | 6.205 0.000 0.000 4.244 | 10.449 | 1.15 | 9.086 |
| 26 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.880 4.613 | 1700 1000 | 6.596 0.000 0.000 4.613 | 11.209 | 1.25 | 8.967 |
| 27 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 2.820 3.690 | 1700 1000 | 4.794 0.000 0.000 3.690 | 8.484 | 1 | 8.484 |
| 28 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.410 4.613 | 1700 1000 | 5.797 0.000 0.000 4.613 | 10.410 | 1.25 | 8.328 |

| | | | | | | | | |
|----|----|----------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------|--------|-------|--------|
| 29 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 4.340 | 1700 | 7.378 0.000 0.000 3.690 | 11.068 | 1 | 11.068 |
| 30 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.400 2.768 | 1700 1000 | 2.380 0.000 0.000 2.768 | 5.148 | 0.75 | 6.863 |
| 31 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 4.010 4.631 | 1700 1000 | 6.817 0.000 0.000 4.631 | 11.448 | 1.255 | 9.122 |
| 32 | Y0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.850 3.690 | 1700 1000 | 6.545 0.000 0.000 3.690 | 10.235 | 1 | 10.235 |
| 33 | X0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.130 1.107 | 1700 1000 | 1.921 0.000 0.000 1.107 | 3.028 | 0.3 | 10.093 |
| 34 | X0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 6.720 7.380 | 1700 1000 | 11.424 0.000 0.000 7.380 | 18.804 | 2 | 9.402 |
| 35 | X0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 5.130 4.428 | 1700 1000 | 8.721 0.000 0.000 4.428 | 13.149 | 1.2 | 10.958 |
| 36 | X0 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 5.740 3.690 | 1700 1000 | 9.758 0.000 0.000 3.690 | 13.448 | 1 | 13.448 |
| 37 | X1 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 2.520 7.380 | 1700 900 | 4.284 0.000 0.000 6.642 | 10.926 | 2 | 5.463 |
| 38 | X1 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 1.360 1.845 | 1700 900 | 2.312 0.000 0.000 1.661 | 3.973 | 0.5 | 7.945 |
| 39 | X1 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 8.340 7.380 | 1700 900 | 14.178 0.000 0.000 6.642 | 20.820 | 2 | 10.410 |
| 40 | X1 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 4.100 4.170 | 1700 900 | 6.970 0.000 0.000 3.753 | 10.723 | 1.13 | 9.489 |
| 41 | X2 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 3.000 7.380 | 1700 900 | 5.100 0.000 0.000 6.642 | 11.742 | 2 | 5.871 |
| 42 | X2 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 0.960 1.845 | 1700 900 | 1.632 0.000 0.000 1.661 | 3.293 | 0.5 | 6.585 |
| 43 | X2 | 床 LL(床) LL(地震) 内壁 | 2.350 3.745 | 1700 900 | 3.995 0.000 0.000 3.371 | 7.366 | 1.015 | 7.257 |

| | | | | | | | | |
|----|-------|----------------------------|--------|------|-----------------------------------|--------|-------|--------|
| 44 | X2 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 8.850 | 1700 | 15.045 0.000 0.000 6.692 | 21.737 | 2.015 | 10.788 |
| 45 | X4 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 4.000 | 1700 | 6.800 0.000 0.000 6.642 | 13.442 | 2 | 6.721 |
| 46 | X4 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 3.560 | 1700 | 6.052 0.000 0.000 1.968 | 8.020 | 0.593 | 13.535 |
| 47 | X4 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 3.520 | 1700 | 5.984 0.000 0.000 2.964 | 8.948 | 0.893 | 10.026 |
| 48 | X4 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 3.293 | 900 | 9.554 0.000 0.000 4.982 | 14.536 | 1.5 | 9.690 |
| 49 | X4 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 4.180 | 1700 | 7.106 0.000 0.000 6.642 | 13.748 | 2 | 6.874 |
| 50 | X5 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 4.000 | 1700 | 6.800 0.000 0.000 6.310 | 13.110 | 1.71 | 7.667 |
| 51 | X5 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.480 | 1700 | 5.916 0.000 0.000 3.690 | 9.606 | 1 | 9.606 |
| 52 | X5 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 6.960 | 1700 | 11.832 0.000 0.000 7.380 | 19.212 | 2 | 9.606 |
| 53 | X5 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 7.380 | 1700 | 14.501 0.000 0.000 7.380 | 21.881 | 2 | 10.941 |
| 54 | X5 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 1.910 | 1700 | 3.247 0.000 0.000 1.107 | 4.354 | 0.3 | 14.513 |
| 軸組 | Y1 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 11.808 | 600 | 0.000 0.000 0.000 7.085 | 7.085 | 3.2 | 2.214 |
| 軸組 | Y1+95 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 2.952 | 600 | 0.000 0.000 0.000 1.771 | 1.771 | 0.8 | 2.214 |
| 軸組 | Y2 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 24.539 | 600 | 0.000 0.000 0.000 14.723 | 14.723 | 6.65 | 2.214 |

| | | | | | | | | |
|-------|--------|--|-------|------|---|---------|------|-------|
| 軸組 | Y3 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 5.535 | 600 | 0.000 0.000 0.000 3.321 | 3.321 | 1.5 | 2.214 |
| 軸組 | Y3+260 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.137 | 1000 | 0.000 0.000 0.000 3.137 | 3.137 | 0.85 | 3.690 |
| 軸組 | Y4 | 床 LL(床) LL(地震) 外壁 | 3.137 | 1000 | 0.000 0.000 0.000 3.137 | 3.137 | 0.85 | 3.690 |
| 軸組 | X0+320 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 7.749 | 600 | 0.000 0.000 0.000 4.649 | 4.649 | 2.1 | 2.214 |
| 軸組 | X2+200 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 9.225 | 600 | 0.000 0.000 0.000 5.535 | 5.535 | 2.5 | 2.214 |
| 軸組 | X2+310 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 9.225 | 600 | 0.000 0.000 0.000 5.535 | 5.535 | 2.5 | 2.214 |
| 軸組 | X3 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 9.225 | 600 | 0.000 0.000 0.000 5.535 | 5.535 | 2.5 | 2.214 |
| 軸組 | X3+270 | 床 LL(床) LL(地震) 內壁 | 9.225 | 600 | 0.000 0.000 0.000 5.535 | 5.535 | 2.5 | 2.214 |
| 第1層合計 | | 床 壁 LL(床) LL(地震) 合計 LL(地震) | | | 397.409 296.925 0.000 694.334 0.000 | 694.334 | | |
| 建物合計 | | 屋根 2層壁 2階床 1層壁 LL(床) 合計 LL(地震) | | | 0.000 0.000 397.409 296.925 0.000 694.334 0.000 | 694.334 | | kN |

4-6 地震荷重

地震用荷重の算定

R階

| 種類 | 面積 (m ²) | 単位重量 (N/m ²) | 重量 (kN) |
|----|----------------------|--------------------------|---------|
| 屋根 | 0.000 | 1500 | 0.00 |
| 合計 | | | 0.00 |

| | |
|-----|------|
| 層合計 | 0.00 |
|-----|------|

| 種類 | 面積 (m ²) | 単位重量 (N/m ²) | 重量 (kN) |
|-------|----------------------|--------------------------|---------|
| 壁(上部) | 外壁 | | |
| | 内壁(男壁) | | 0.00 |
| | 内壁(間仕切り) | | 0.00 |
| 合計 | | | 0.00 |

2階

■床(屋根)

| 種類 | 面積 (m ²) | 単位重量 (N/m ²) | 重量 (kN) |
|----|----------------------|--------------------------|---------|
| 床 | 239.321 | | 397.41 |
| 合計 | | | 397.41 |

| | |
|-----|--------|
| 層合計 | 545.87 |
|-----|--------|

■壁

| 種類 | 面積 (m ²) | 単位重量 (N/m ²) | 重量 (kN) |
|----|----------------------|--------------------------|---------|
| 壁 | 外壁(上部) | 1700 | |
| | 内壁(在来)上部 | 600 | |
| | 内壁(CLT)上部 | 900 | 148.46 |
| 合計 | | | 148.46 |

□積載荷重

| 種類 | 面積 (m ²) | 単位重量 (N/m ²) | 重量 (kN) |
|--------|----------------------|--------------------------|---------|
| LL(地震) | | | 0.00 |
| 合計 | | | 0.00 |

地震力の算定

$$Q_{E1} = C_i \sum_{j=1}^n W_j$$

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdot A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \frac{2T}{1 + 3T} \cdot \alpha_i = \left(\sum_{j=1}^n W_j \right) / \left(\sum_{j=1}^n W_j \right)$$

- C_i: 層せん断力係数
- Z: 地震地域係数
- R_t: 振動特性係数
- A_i: 層せん断力係数の高さ方向の分布係数
- C₀: 標準せん断力係数
- T: 建物の設計用1次固有周期(sec)

T_c 下表参照

| | |
|-------|-----|
| 第1種地盤 | 0.4 |
| 第2種地盤 | 0.6 |
| 第3種地盤 | 0.8 |

H: 建物の高さ(m)
W_i: 階の重量

算定結果

建物高さ H = 8.358 m (建物の最高高さと軒高との平均)
設計用1次固有周期 T = 8.358 × (0.02 + 0.01 × 1) = 0.251

地震地域係数 Z = 1.0
振動特性係数 R_t = 1.0

層せん断力係数の高さ方向の分布係数

| 階数 | W _i | W _i | α _i | T | A _i |
|----|----------------|----------------|----------------|-------|----------------|
| 2 | 545.87 | 0.0 | 0.00 | 0.251 | #DIV/0! |

標準せん断力係数 C₀ = 0.2
重要度係数 I = 1.0

| 地盤の種類 | 第2種地盤 | T _c | 0.6 |
|-------|-------|----------------|-----|
|-------|-------|----------------|-----|

地震力の算定

| 階 | W _i (kN) | ∑W _i (kN) | α _i | A _i | C _i | I | Q _{E1} (kN) | Q _{E1} /Q _{E1} |
|---|---------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|---|----------------------|----------------------------------|
| 1 | 545.87 | 545.87 | 1 | 1 | 0.2 | 1 | 109.17 | 1 |

前々頁より、風荷重より地震力のほうが大きいいため、風荷重に対する検討は省略する。

4-7 反力の算定

| 節点 | 通り | 部位 | 重量 (kN) | 合計 (kN) | 壁長 (m) | 単位重量 (kN/m) |
|-----|-------|----|---------|---------|---------|-------------|
| 1 | Y4 | 2階 | 0.000 | 12.598 | 1 | 12.598 |
| 2 | | 1階 | 12.598 | | | |
| 3 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 4 | | 1階 | 11.510 | | | |
| 5 | Y3 | 2階 | 0.000 | 13.414 | 1 | 13.414 |
| 6 | | 1階 | 13.414 | | | |
| 7 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 8 | | 1階 | 28.842 | | | |
| 9 | Y2 | 2階 | 0.000 | 25.417 | 2 | 12.709 |
| 10 | | 1階 | 25.417 | | | |
| 11 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 12 | | 1階 | 11.068 | | | |
| 13 | Y0 | 2階 | 0.000 | 5.174 | 1 | 5.174 |
| 14 | | 1階 | 5.174 | | | |
| 15 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 16 | | 1階 | 19.477 | | | |
| 17 | Y1 | 2階 | 0.000 | 9.213 | 1.31 | 7.032 |
| 18 | | 1階 | 9.213 | | | |
| 19 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 20 | | 1階 | 3.307 | | | |
| 21 | X2 | 2階 | 0.000 | 23.795 | 2 | 11.898 |
| 22 | | 1階 | 23.795 | | | |
| 23 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 24 | | 1階 | 20.633 | | | |
| 25 | X4 | 2階 | 0.000 | 15.454 | 1.5 | 10.302 |
| 26 | | 1階 | 15.454 | | | |
| 27 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 28 | | 1階 | 9.801 | | | |
| 29 | X5 | 2階 | 0.000 | 6.704 | 1 | 6.704 |
| 30 | | 1階 | 6.704 | | | |
| 31 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 32 | | 1階 | 10.741 | | | |
| 33 | X1 | 2階 | 0.000 | 13.053 | 1.33 | 9.814 |
| 34 | | 1階 | 13.053 | | | |
| 35 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 36 | | 1階 | 5.662 | | | |
| 37 | X3 | 2階 | 0.000 | 5.662 | 1 | 5.662 |
| 38 | | 1階 | 5.662 | | | |
| 39 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 40 | | 1階 | 6.500 | | | |
| 41 | X0 | 2階 | 0.000 | 12.188 | 1.345 | 9.062 |
| 42 | | 1階 | 12.188 | | | |
| 43 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 44 | | 1階 | 3.992 | | | |
| 45 | X2 | 2階 | 0.000 | 7.583 | 1 | 7.583 |
| 46 | | 1階 | 7.583 | | | |
| 47 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 48 | | 1階 | 7.583 | | | |
| 49 | X4 | 2階 | 0.000 | 6.352 | 1.55 | 4.098 |
| 50 | | 1階 | 6.352 | | | |
| 51 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 52 | | 1階 | 8.484 | | | |
| 53 | X5 | 2階 | 0.000 | 8.484 | 1 | 8.484 |
| 54 | | 1階 | 8.484 | | | |
| 55 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 56 | | 1階 | 10.410 | | | |
| 57 | X1 | 2階 | 0.000 | 11.068 | 1 | 11.068 |
| 58 | | 1階 | 11.068 | | | |
| 59 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 60 | | 1階 | 5.148 | | | |
| 61 | X2 | 2階 | 0.000 | 5.148 | 1.15 | 4.476 |
| 62 | | 1階 | 5.148 | | | |
| 63 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 64 | | 1階 | 0.000 | | | |
| 65 | X4 | 2階 | 0.000 | 11.448 | 1 | 11.448 |
| 66 | | 1階 | 11.448 | | | |
| 67 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 68 | | 1階 | 10.235 | | | |
| 69 | X5 | 2階 | 0.000 | 3.028 | 0.7 | 4.326 |
| 70 | | 1階 | 3.028 | | | |
| 71 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 72 | | 1階 | 18.804 | | | |
| 73 | X0 | 2階 | 0.000 | 13.149 | 1.2 | 10.958 |
| 74 | | 1階 | 13.149 | | | |
| 75 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 76 | | 1階 | 13.448 | | | |
| 77 | X1 | 2階 | 0.000 | 10.926 | 2 | 5.463 |
| 78 | | 1階 | 10.926 | | | |
| 79 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 80 | | 1階 | 3.973 | | | |
| 81 | X2 | 2階 | 0.000 | 20.820 | 2 | 10.410 |
| 82 | | 1階 | 20.820 | | | |
| 83 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 84 | | 1階 | 11.742 | | | |
| 85 | X4 | 2階 | 0.000 | 10.723 | 1.13 | 9.489 |
| 86 | | 1階 | 10.723 | | | |
| 87 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 88 | | 1階 | 11.742 | | | |
| 89 | X5 | 2階 | 0.000 | 3.293 | 0.5 | 6.585 |
| 90 | | 1階 | 3.293 | | | |
| 91 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 92 | | 1階 | 7.366 | | | |
| 93 | X0 | 2階 | 0.000 | 21.737 | 2.015 | 10.788 |
| 94 | | 1階 | 21.737 | | | |
| 95 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 96 | | 1階 | 13.442 | | | |
| 97 | X1 | 2階 | 0.000 | 8.020 | 0.593 | 13.535 |
| 98 | | 1階 | 8.020 | | | |
| 99 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 100 | | 1階 | 8.948 | | | |
| 101 | X2 | 2階 | 0.000 | 14.536 | 1.5 | 9.690 |
| 102 | | 1階 | 14.536 | | | |
| 103 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 104 | | 1階 | 13.748 | | | |
| 105 | X4 | 2階 | 0.000 | 13.110 | 1.71 | 7.667 |
| 106 | | 1階 | 13.110 | | | |
| 107 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 108 | | 1階 | 9.606 | | | |
| 109 | X5 | 2階 | 0.000 | 19.212 | 2 | 9.606 |
| 110 | | 1階 | 19.212 | | | |
| 111 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 112 | | 1階 | 21.881 | | | |
| 113 | X0 | 2階 | 0.000 | 4.354 | 0.3 | 14.513 |
| 114 | | 1階 | 4.354 | | | |
| 115 | | 2階 | 0.000 | | | |
| 116 | | 1階 | 0.000 | | | |
| 117 | 第2層合計 | 2階 | 0.000 | 634.372 | 634.372 | |
| 118 | | 1階 | 634.372 | | | |
| 119 | | 合計 | 634.372 | | | |
| 120 | | 合計 | 634.372 | | | |

左記の数字は「4-4負担軸力の算出」の数字と異なるが、ここでは在来壁を対象としていないため異なっている。

S 5 水平力の検討

5-1 許容せん断耐力の算出

i 階の許容せん断耐力 Q_{ai} (kN)の算出は以下による。

$$Q_{ai} = \frac{Q_{ei}}{Q_{e1}} \cdot \sum Q_{aL}$$

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

ここで、

Q_a (kN) : 当該階の許容せん断耐力

H (m) : 当該耐力壁の高さ(3m以下である場合3とする)

Q_0 (kN) : :=15(地階を除く階が以下の場合)

n : 当該壁パネルに緊結された垂れ壁パネル及び腰壁パネルを合計した数値

(n に参入できる腰壁、垂れ壁高さは0.5m)

L (m) : 当該階の耐力壁のうち計算しようとする方向に設けたものの長さ

(耐力壁として必要な長さ $0.9m \leq L \leq 4m$)

L_0 (m) : 腰壁パネル、垂れ壁パネルの長さ

(n に算入できる腰壁、垂れ壁長さ $0.9m \leq L_0 \leq 4m$)

■ (1階)

X方向の許容せん断耐力

| 通り | 節点 | L (m) | H (m) | Q_0 (kN) | n | Q_a (kN) | $Q_a \times L$ (kN) | $\sum(Q_a \times L)$ (kN) |
|----|----|-------|-------|------------|-----|------------|---------------------|---------------------------|
| Y0 | 18 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | 171.66 |
| | 22 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 23 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 27 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| Y3 | 29 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | 171.66 |
| | 32 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 7 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 15 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| Y4 | 1 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | 171.66 |
| | 2 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 3 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |
| | 5 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 24.52 | |
| | 6 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | |

Y方向の許容せん断耐力

| 通り | 節点 | L (m) | H (m) | Q_0 (kN) | n | Q_a (kN) | $Q_a \times L$ (kN) | $\sum(Q_a \times L)$ (kN) | |
|----|----|-------|-------|------------|-----|------------|---------------------|---------------------------|-------|
| X5 | 34 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 24.52 | 171.66 | |
| | 36 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | | |
| | 37 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 24.52 | | |
| | X2 | 41 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | | 24.52 |
| | X4 | 45 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | | 24.52 |
| X5 | 49 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 24.52 | 171.66 | |
| | 51 | 1 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 12.26 | | |
| X5 | 53 | 2 | 3.67 | 15 | 0 | 12.26 | 24.52 | 171.66 | |
| | | | | | | | | | |

□ (2階)

X方向の許容せん断耐力

| 通り | 節点 | L (m) | H (m) | Q_0 (kN) | n | Q_a (kN) | $Q_a \times L$ (kN) | $\sum(Q_a \times L)$ (kN) |
|----|----|-------|-------|------------|-----|------------|---------------------|---------------------------|
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |

Y方向の許容せん断耐力

| 通り | 節点 | L (m) | H (m) | Q_0 (kN) | n | Q_a (kN) | $Q_a \times L$ (kN) | $\sum(Q_a \times L)$ (kN) |
|----|----|-------|-------|------------|-----|------------|---------------------|---------------------------|
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |
| | | | 0 | 15 | 0 | 15.00 | 0.00 | |

5-2 水平力に対する検定

■ 1階の検定

| 階 | 方向 | Q_{Ei} (kN) | Q_{wi} (kN) | Q_{ai} (kN) | 検定比 Q_E/Q_a | 判定 |
|---|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 1 | X方向 | 109.17 | 18.86 | 171.66 | 0.64 | OK |
| | Y方向 | 109.17 | 51.87 | 171.66 | 0.64 | OK |

□ 2階の検定

| 階 | 方向 | Q_{Ei} (kN) | Q_{wi} (kN) | Q_{ai} (kN) | 検定比 Q_E/Q_a | 判定 |
|---|-----|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| 2 | X方向 | #DIV/0! | 0.00 | 0.00 | #DIV/0! | #DIV/0! |
| | Y方向 | #DIV/0! | 0.00 | 0.00 | #DIV/0! | #DIV/0! |

風圧力に対する検討 ※設計応力が最大の箇所の箇所である要素番号41について検討する。

設計対象部材 壁CLT

設計断面 1500 x 90 (幅 x 厚)

設計条件 CLTに対する応力方向 強軸

部材の種類 柱の類

使用樹種 スギCLT

強度等級 S60-3-3

使用環境区分 III (通常の使用環境)

含水率影響係数 K_m 1

材幅 1500 mm

材厚 90 mm

長さ 3,666 mm

触れ止め材間距離 3,666 mm

支持条件 両端ピン

断面形状 長方形

有効断面積 A_e 135000 mm²

有効断面係数 Z_e 2025000 mm³

有効断面二次係数 I 91125000 mm⁴

断面2次半径 i 25.98 mm

断面長さ l_e 3666 mm

細長比 λ 141.10

座屈低減係数 η 0.149

設計用許容応力度 $= f_c \cdot K_e \cdot K_m \cdot K_t \cdot K_m \cdot \sigma_f$ 面外

| 基準許容応力度 σ_f (N/mm ²) | $f_{c,面内}$ | $f_{t,面内}$ | $f_{b,座屈}$ | $f_{s,y-y}$ | $E_{b,座屈}$ (kN/mm ²) | $E_{b,引張}$ (kN/mm ²) |
|---|------------|------------|------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 長期 1.10 | 3.96 | 2.93 | 4.64 | 0.18 | 0.33 | 0.99 |
| 中長期 1.43 | 5.15 | 3.80 | 6.03 | 0.23 | 0.43 | 1.29 |
| 短期 2.00 | 7.20 | 5.32 | 8.44 | 0.32 | 0.60 | 1.80 |
| 短期(火災) 2.00 | 7.20 | 5.32 | 8.44 | 0.32 | 0.60 | 1.80 |

橋座屈細長比 C_e : 0.53 ; $C_e = \sqrt{(1 - \eta) \cdot (h/b)^2}$; $l_e = \alpha \cdot l_0$ (等分布荷重 $\alpha=1.9$, 中央集中荷重 $\alpha=1.6$)

橋座屈係数 C_k : 24 ; $C_k = \sqrt{(0.6 + E_{by-y0} / L^2) \cdot (b_x = 0)}$

橋座屈修正係数 C_b : 1.00 判定条件 $C_s \leq 10$

設計荷重

| 鉛直荷重 (P) | 等分布荷重となる荷重 | 集中荷重となる荷重 |
|----------|----------------------|-------------|
| 風圧力 (W) | 750 N/m ² | 28842 N |
| 負担幅 | 1.5 m | $C_f = 1.0$ |

応力の判定

$\tau = \alpha \cdot Q / A_e$

$\sigma = M / Z_e$

$n = N \cdot A_e$

*計算過程は省略し結果のみ下表に示す

| 短期(風) | τ (N/mm ²) | σ (N/mm ²) | 判定値 | σ (N/mm ²) | $C_b \cdot \tau$ (N/mm ²) | 判定 | 反力(N) |
|-------|-----------------------------|-------------------------------|------|-------------------------------|---------------------------------------|------|-------|
| 0.02 | 0.60 | 0.04 | 0.93 | 8.44 | 0.21 | 1.07 | 0.31 |
| OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | 2062 |

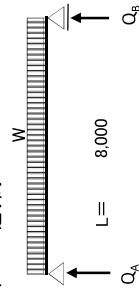
所要剛性の判定

たわみ制限: δ_{lim} 1/200

18.3 mm 判定 備考

短期(風)によるたわみ $\delta_{5.0}$ 5.0 mm OK (WILによる δ)

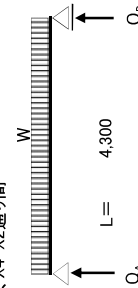
水平構面の短期荷重に対する検討 Y0-Y4通り、X5-X4通り間



等分布荷重Wの算出根拠 $w = 109.17 \text{ kN} \cdot 1.5 / 22 \text{ m}$ 地震力を桁行・梁間長さで除す $= 0.94 \text{ kN/m}^2$

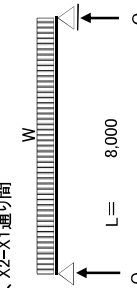
$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 4.5 \text{ m} = 4230 \text{ N/m}$
 $Q = 4.23 \text{ kN} \times 8.00 \text{ m} / 2 = 16.92 \text{ kN}$
 1mあたりの必要せん断耐力は 16.92 / 4.5 = 3.76 kN/m

Y4-Y3通り、X4-X2通り間



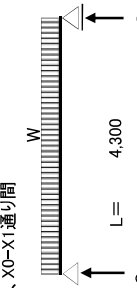
$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 9.5 \text{ m} = 8930 \text{ N/m}$
 $Q = 8.93 \text{ kN} \times 4.300 \text{ m} / 2 = 19.20 \text{ kN}$
 1mあたりの必要せん断耐力は 19.1995 / 9.5 = 2.02 kN/m

Y0-Y4通り、X2-X1通り間



$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 3.6 \text{ m} = 3384 \text{ N/m}$
 $Q = 3.38 \text{ kN} \times 8.00 \text{ m} / 2 = 13.536 \text{ kN}$
 1mあたりの必要せん断耐力は 13.536 / 3.6 = 3.76 kN/m

Y3-Y4通り、X0-X1通り間

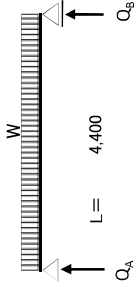


$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 4.4 \text{ m} = 4136 \text{ N/m}$
 $Q = 4.14 \text{ kN} \times 4.30 \text{ m} / 2 = 8.89 \text{ kN}$
 1mあたりの必要せん断耐力は 8.8924 / 4.4 = 2.02 kN/m

CLT屋根/パネル-屋根/パネルの1mあたりの必要せん断耐力 3.76 kN/m
 STS-C65 1対あたりの耐力は2.2kN(2016年版CLTを用いた建築物の設計施工マニュアルP.132)であるので、
 3.76 / 2.2 = 1.71 1mあたり2対以上必要。
 本件では、ビスピッチは@150以下としているので十分安全である。

CLT屋根/パネル-壁/パネルの必要せん断耐力は 19.20 kN
 せん断金物SP(2枚1組)の短期せん断耐力は52.0kN(LSTは54.0kN)であるので、
 19.20 / 52 = 0.37 本件では、1耐力壁線あたり組以上必要配置しているため安全である。

X0-X1通り、Y0-Y4通り間

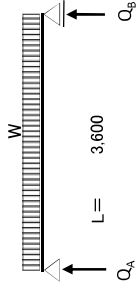


$$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 8.0 \text{ m} = 7520 \text{ N/m}$$

$$Q = 752 \text{ kN} \times 4.40 \text{ m} / 2 = 16544 \text{ kN}$$

1mあたりの必要せん断耐力は 16,544 / 4.4 = 3.76 kN/m

X1-X2通り、Y0-Y4通り間

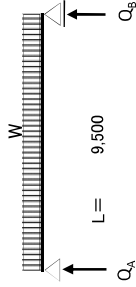


$$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 8.0 \text{ m} = 7520 \text{ N/m}$$

$$Q = 752 \text{ kN} \times 3.60 \text{ m} / 2 = 1354 \text{ kN}$$

1mあたりの必要せん断耐力は 13,536 / 3.6 = 3.76 kN/m

X2-X4通り、Y0-Y4通り間

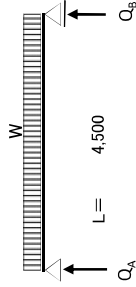


$$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 8.0 \text{ m} = 7520 \text{ N/m}$$

$$Q = 752 \text{ kN} \times 9.50 \text{ m} / 2 = 3572 \text{ kN}$$

1mあたりの必要せん断耐力は 35,72 / 8 = 4.465 kN/m

X4-X5通り、Y0-Y4通り間



$$W = 940 \text{ N/m}^2 \times 4.4 \text{ m} = 4136 \text{ N/m}$$

$$Q = 414 \text{ kN} \times 4.50 \text{ m} / 2 = 931 \text{ kN}$$

1mあたりの必要せん断耐力は 9,306 / 4.4 = 2.12 kN/m

•CLT屋根パネル-屋根パネルの1mあたりの必要せん断力 4.47 kN/m
 STS-C65 1対あたりの耐力は2.2kN(2016年版GLTを用いた建築物の設計施工マニュアルP.132)であるので、
 4.47 / 2.2 = 2.03 1mあたり3対以上必要。
 本件では、ビスピッチは@150以下としているため安全である。

•CLT屋根パネル-壁パネルの必要せん断耐力は 35.72 kN
 せん断金物SP(2枚1組)の短期せん断耐力は52.0kN(LSTは54.0kN)であるので、
 35.72 / 52 = 0.69 本件では、1耐力壁線あたり組以上配置しているので安全である。

算定対象部材
 設計断面 2000 x 270
 (幅 x 厚)
設計条件
 CLTの応力方向 強軸
 部材の種類 版の類
 使用樹種 スギCLT
 強度等級 Mx60-5-7
 使用環境区分 III
 含水率影響係数 K_m 1 (通常の使用環境)
 (強性係数用)

設計用許容応力度: $f_c \cdot K_d \cdot K_x \cdot K_y \cdot K_m \cdot \sigma_f$

| 基準許容応力度 σ_f (N/mm ²) | K_d | $f_{c,面内}$ | $f_{b,強軸}$ | | $f_{b,弱軸}$ | | $E_{b,強軸}$ (kN/mm ²) | $E_{b,弱軸}$ (kN/mm ²) | |
|--|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | $f_{b,面内}$ | $f_{b,面外}$ | $f_{b,面内}$ | $f_{b,面外}$ | | | |
| 設計 | 1.10 | 3.82 | 2.83 | 3.82 | 1.22 | 0.76 | 0.99 | | |
| 用 | 1.43 | 4.96 | 3.68 | 4.96 | 1.59 | 1.29 | | | |
| 許容 | 1.60 | 5.55 | 4.11 | 5.55 | 1.78 | 1.44 | 0.9 | 3.9 | |
| 応力 | 2.00 | 6.94 | 5.14 | 6.94 | 2.22 | 1.38 | 1.80 | | |
| 度 | 短期(火災) | 2.00 | 6.94 | 5.14 | 6.94 | 2.22 | 1.38 | 1.80 | |

応力の判定

$$\sigma = M / Z, \quad \tau = \alpha \cdot Q / A, \quad \sigma = M / Z, \quad *計算過程は省略し結果のみ下表に示す$$

| 短期 | Q (kN) | τ (N/mm ²) | f_s (N/mm ²) | 検定値 | M (kNm) | σ (N/mm ²) | $C_b \cdot f$ (N/mm ²) | 検定値 | 判定 |
|----|-------------|--------------------------------|-------------------------------|------|--------------|----------------------------------|---------------------------------------|------|----|
| | 35.7 | 0.09 | 1.38 | 0.06 | | 0.00 | 6.94 | 0.00 | OK |

算定対象部材 B1 (構造用集成材)

Table with design conditions for B1, including design section (120x300), material type (European Red Pine), strength grade (E105-F300), and various coefficients like K_m, K_e, K_s, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_10, K_11, K_12, K_13, K_14, K_15, K_16, K_17, K_18, K_19, K_20, K_21, K_22, K_23, K_24, K_25, K_26, K_27, K_28, K_29, K_30, K_31, K_32, K_33, K_34, K_35, K_36, K_37, K_38, K_39, K_40, K_41, K_42, K_43, K_44, K_45, K_46, K_47, K_48, K_49, K_50, K_51, K_52, K_53, K_54, K_55, K_56, K_57, K_58, K_59, K_60, K_61, K_62, K_63, K_64, K_65, K_66, K_67, K_68, K_69, K_70, K_71, K_72, K_73, K_74, K_75, K_76, K_77, K_78, K_79, K_80, K_81, K_82, K_83, K_84, K_85, K_86, K_87, K_88, K_89, K_90, K_91, K_92, K_93, K_94, K_95, K_96, K_97, K_98, K_99, K_100.

Table for design strength calculation (設計用許容応力度) showing values for K_d, K_e, K_s, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7, K_8, K_9, K_10, K_11, K_12, K_13, K_14, K_15, K_16, K_17, K_18, K_19, K_20, K_21, K_22, K_23, K_24, K_25, K_26, K_27, K_28, K_29, K_30, K_31, K_32, K_33, K_34, K_35, K_36, K_37, K_38, K_39, K_40, K_41, K_42, K_43, K_44, K_45, K_46, K_47, K_48, K_49, K_50, K_51, K_52, K_53, K_54, K_55, K_56, K_57, K_58, K_59, K_60, K_61, K_62, K_63, K_64, K_65, K_66, K_67, K_68, K_69, K_70, K_71, K_72, K_73, K_74, K_75, K_76, K_77, K_78, K_79, K_80, K_81, K_82, K_83, K_84, K_85, K_86, K_87, K_88, K_89, K_90, K_91, K_92, K_93, K_94, K_95, K_96, K_97, K_98, K_99, K_100.

Diagram showing load distribution (W) and reaction forces (R) on a beam. Includes text for design load (設計荷重), reaction force (反力), and design strength (設計用許容応力度). Also includes a table for design strength calculation (設計用許容応力度) with columns for design load (W), reaction force (R), and design strength (σ).

Table for design strength calculation (設計用許容応力度) with columns for design load (W), reaction force (R), and design strength (σ). Includes a note about the design strength calculation method (設計用許容応力度の算定方法).

Table for design strength calculation (設計用許容応力度) with columns for design load (W), reaction force (R), and design strength (σ). Includes a note about the design strength calculation method (設計用許容応力度の算定方法).

S7 接合部の設計

Table for joint design (接合部の設計) showing joint type (B1), load angle (90 degrees), and joint details like diameter (φ105), length (120x300), and material (European Red Pine).

Diagram of joint design (接合部の設計) showing a cross-section of a beam with a joint. Includes dimensions like diameter (φ105), length (120x300), and material (European Red Pine). Also includes a table for joint design (接合部の設計) with columns for joint type (C), joint length (l), and joint diameter (φ).

Calculation for joint design (接合部の設計) showing the design strength calculation (設計用許容せん断耐力) and the joint design (接合部の設計) details. Includes equations for design strength calculation and joint design details.

Table for joint design (接合部の設計) showing joint type (B1), load angle (90 degrees), and joint details like diameter (φ105), length (120x300), and material (European Red Pine).

Table for joint design (接合部の設計) showing joint type (B1), load angle (90 degrees), and joint details like diameter (φ105), length (120x300), and material (European Red Pine).

付録1 庇に作用する吹き上げについての検討

吹き上げ荷重の算定

○速度圧の算定(法87条H12建法1454号に準じて行う)

| | | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| 基礎風速V0 | 32 [m/s] | Ⅲ |
| ガスト影響係数Gf | 2.5 | |
| 建物の平均高さH | 4.25 [m] | Zg |
| Er | 0.691 | Zb |
| 速度圧q | 733 [N/m ²] | ⇒ |
| $q = 0.6E V_0^2$ | | 750 [N/m ²] |
| α | 0.2 | |

○風圧力の算出

風圧力 $\omega = q \times Cf$ 底位置Z 4.0 [m]

| | | | | | | |
|-------|-----|--------|-------|---|------------|--------|
| CASE1 | 750 | -1.000 | 0.856 | Σ | ω = q × Cf | 1392.0 |
| | | | | | | |

ここで、底位置Z < Zbよりke=(Zb/H)²α
kz = 1.07

上記より、庇に生じる吹き上げ荷重は1400 N/m²とする。

本建築物の天井の重量を考慮しない場合の屋根重量は、1700~300 = 1400 N/m²

よって吹き上げ荷重は自重によってキャンセルされるため検討を省略する。

追加説明資料1) CLT基準強度抜粋

第三 設計用構造モジュールの構成方法及び応力検査方法
第三節 構造設計

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

| 強度等級 ラテラール | 面内方向 | | | | 面外方向 | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Fc 引張 | Ft 引張 | Fb 引張 | Fs 引張 | Fc 引張 | Ft 引張 | Fb 引張 | Fs 引張 |
| M663-3 | 10.80 | 3.40 | 8.00 | 2.87 | 10.80 | 3.40 | 2.81 | 2.70 |
| M663-4 | 8.10 | 5.45 | 6.00 | 4.31 | 8.10 | 5.45 | 1.90 | 2.79 |
| M664-5 | 8.10 | 4.48 | 6.00 | 3.45 | 8.10 | 4.48 | 2.70 | 2.31 |
| M664-7 | 6.94 | 5.11 | 5.14 | 3.89 | 6.94 | 5.01 | 2.70 | 2.47 |
| S603-3 | 10.80 | 5.40 | 8.00 | 4.00 | 10.80 | 5.40 | 2.41 | 2.70 |
| S603-4 | 8.10 | 8.10 | 6.00 | 8.10 | 1.80 | 2.79 | 1.44 | 1.83 |
| S603-5 | 9.72 | 6.18 | 7.20 | 4.80 | 9.72 | 6.18 | 2.70 | 2.31 |
| S605-7 | 11.57 | 4.82 | 8.57 | 3.42 | 11.57 | 4.82 | 2.06 | 2.62 |
| S607-7 | 9.25 | 6.44 | 6.85 | 5.14 | 9.25 | 6.44 | 2.70 | 2.47 |
| S609-9 | 9.00 | 7.19 | 6.66 | 5.33 | 9.00 | 7.20 | 2.70 | 2.57 |

(a) 基準強度 (N/mm²)、せん断応力分布係数 (L₀: ラミナの厚さ、m: ラミナの幅方向の長さ)

| 強度等級 ラテラール | 面内方向 | | | | 面外方向 | | | |
|---------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| | E | G | E | G | E | G | E | G |
| M663-3 | 4000 | 1500 | 500 | 5777 | 31 | 24 | 435 | 24 |
| M663-4 | 3000 | 1500 | 500 | 5777 | 175 | 20.5 | 46.8 | 24 |
| M664-5 | 3000 | 1200 | 500 | 4728 | 624 | 27.9 | 13.6 | 9.7 |
| M664-7 | 3857 | 857 | 500 | 5536 | 227 | 29.7 | 9.7 | 9.7 |
| M669-9 | 2333 | 1383 | 500 | 3884 | 1004 | 30.6 | 21.7 | 14.3 |
| S603-3 | 3000 | 3000 | 500 | 5750 | 760 | 40.1 | 93.7 | 40.1 |
| S603-4 | 3600 | 2400 | 500 | 4752 | 1248 | 54.5 | 27.2 | 27.2 |
| S605-7 | 4285 | 1714 | 500 | 5845 | 454 | 55.8 | 19.4 | 19.4 |
| S607-7 | 3428 | 2571 | 500 | 4768 | 1731 | 58.4 | 38.9 | 38.9 |
| S609-9 | 3333 | 2656 | 500 | 3991 | 2008 | 60.6 | 45.4 | 45.4 |

(b) 弾性係数 (N/mm²)

表 3.3.1-2 CLTパネルの基準強度、弾性係数等 (目標等級区分)

| 強度等級 ラテラール | 面内方向 | | | | 面外方向 | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Fc 引張 | Ft 引張 | Fb 引張 | Fs 引張 | Fc 引張 | Ft 引張 | Fb 引張 | Fs 引張 |
| M663-3 | 13.20 | 4.20 | 10.00 | 3.15 | 13.20 | 4.20 | 4.1 | 3.75 |
| M663-4 | 10.00 | 6.00 | 4.88 | 4.90 | 10.00 | 6.00 | 1.8 | 3.00 |
| M664-5 | 9.61 | 5.28 | 7.28 | 3.25 | 9.61 | 5.04 | 2.70 | 2.31 |
| M664-7 | 8.08 | 5.40 | 6.12 | 4.01 | 8.08 | 5.40 | 2.70 | 2.47 |
| M669-9 | 7.22 | 5.00 | 5.47 | 4.16 | 7.22 | 5.00 | 2.70 | 2.57 |
| S603-3 | 13.20 | 6.90 | 10.00 | 5.00 | 13.20 | 6.90 | 3.92 | 4.85 |
| S603-4 | 11.88 | 7.92 | 9.00 | 6.00 | 11.88 | 7.92 | 2.70 | 2.31 |
| S605-7 | 14.14 | 5.65 | 10.71 | 4.28 | 14.14 | 5.65 | 2.06 | 2.62 |
| S607-7 | 11.31 | 8.48 | 8.57 | 6.42 | 11.31 | 8.48 | 2.70 | 2.47 |
| S609-9 | 11.00 | 8.80 | 8.33 | 6.66 | 11.00 | 8.80 | 2.70 | 2.57 |

(a) 基準強度 (N/mm²)、せん断応力分布係数 (L₀: ラミナの厚さ、m: ラミナの幅方向の長さ)

(b) 弾性係数 (N/mm²)

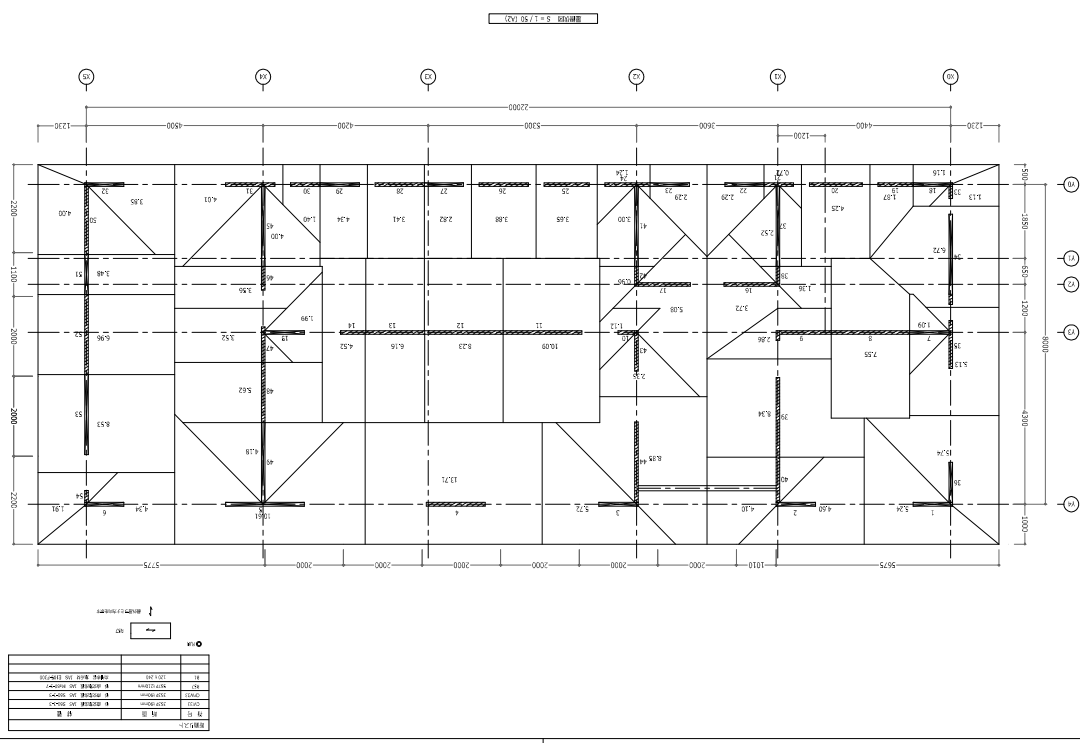
| 強度等級 ラテラール | 面内方向 | | | | 面外方向 | | | |
|---------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|
| | E | G | E | G | E | G | E | G |
| M663-3 | 4666 | 1000 | 500 | 6740 | 111 | 23.9 | 62.5 | 24 |
| M663-4 | 3500 | 1500 | 500 | 6740 | 673 | 27.5 | 46.8 | 24 |
| M664-5 | 3500 | 1200 | 500 | 5512 | 624 | 28.0 | 13.6 | 9.7 |
| M664-7 | 4428 | 857 | 500 | 6457 | 227 | 30.0 | 9.7 | 9.7 |
| M669-9 | 2857 | 1385 | 500 | 4676 | 865 | 28.7 | 19.4 | 14.3 |
| S603-3 | 4666 | 3133 | 500 | 4113 | 1004 | 30.7 | 22.7 | 22.7 |
| S603-4 | 4666 | 2333 | 500 | 6740 | 259 | 53.0 | 14.8 | 14.8 |
| S605-7 | 5000 | 3500 | 500 | 5245 | 875 | 46.8 | 18.9 | 18.9 |
| S607-7 | 4000 | 4666 | 500 | 5245 | 666 | 58.4 | 38.9 | 38.9 |
| S609-9 | 4000 | 3000 | 500 | 6468 | 530 | 65.1 | 22.7 | 22.7 |

(b) 弾性係数 (N/mm²)

追加説明資料2) 木材平均基準

| 【樹種別・年別/累計 平均比重 | |
|-----------------|-----------------------|
| スギ | |
| 平均比重 | n数 |
| 2003年 | |
| 2004年 | |
| 2005年 | |
| 2006年 | 0.41 n=121 |
| 2007年 | 0.39 n=348 |
| 2008年 | 0.39 n=391 |
| 2009年 | 0.38 n=230 |
| 2010年 | 0.38 n=190 |
| 2011年 | 0.35 n=160 |
| 2012年 | 0.39 n=140 |
| 2013年 | 0.41 n=40 |
| 2014年 | 0.39 n=80 |
| 2015年 | |
| 2016年 | 0.40 n=20 |
| 2017年 | 0.45 n=115 |
| 2018年 | |
| 累計 | 0.39 n=1835 |

追加説明資料3) 屋根支配面構図



(4) 限界耐力計算における接合部の要求性能
技術基準告示による制限はないので、外力に依り適切に計算を行う。

9.3 構造計算ルール1に対応した接合部の強度性能

(1) 接合部位、対応する金物及びその許容耐力 Pa

表 9.3-1 は引張接合部、表 9.3-2 はせん断接合部の種類と許容耐力 Pa を示したものである。
表中に示した金物本体、接合具及びボルトの種類は付録 DVD 資料に収録されている。X マーク表示金物や JIS B 1220 に規定する構造用アンカーボルトセット等である。

表 9.3-1 構造計算ルール1に対応した引張接合部の強度性能

| 接合部位 | 該当告示 | 接合部の種類 | | | 許容耐力 Pa (kN) |
|---------------|-------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| | | 金物本体 | 接合具 (金物と構造材の 必要本数) | ボルト(規格の種類) | |
| 壁パネル—基礎 | 第十号項第七号イ(1) | TP-90, TP-150 ^{※1} | STS-C05 ^{※1} (18) | ADR100- M16(JISB1220) | 51 kN以上 |
| | 第十号項第七号イ(2) | 角鋼金W19 ^{※1} | — | — | 51 kN以上 |
| 下階壁パネル—上階壁パネル | 第十号項第七号ロ(1) | TC-90, TC-150 ^{※1} | STS-C05 ^{※1} (24) | 両なしボルトセット M20(クォーツ) ^{※1} | 79.6 kN以上 |
| | 第十号項第七号ロ(2) | 角鋼金W19 ^{※1} | — | — | 79.6 kN以上 |
| 床パネル—床パネル | 第十号項第七号ハ(1) | 形状の指定なし STW-790, STW-850 ^{※1} | STS-C05 ^{※1} (29×2) | — | 79.6 kN以上 |
| | 第十号項第七号ハ(2) | 形状の指定なし STP ^{※1} | STS-C05 ^{※1} (20×2) | — | 52 kN/箇所 |

※1: X マーク表示金物、付録DVDに図面が収録。
懸えらる脚付の場合はSTS-H090に代えることができる。

表 9.3-2 構造計算ルール1に対応したせん断接合部の強度性能

| 接合部位 | 該当告示 | 接合部の種類 | | | 許容耐力 Pa (kN) |
|------------------------------|----------|--|---|------------------------------------|--------------|
| | | 金物本体等 | 接合具 (金物と構造材の 必要本数) | ボルト(規格の種類) | |
| 壁パネル—重ね壁 壁パネル—基礎 又は土台 | 第十号項第七号イ | SP ^{※1} 2個使用 | STS-C05 ^{※1} (9×2) | — | 52 kN/箇所 |
| | 第十号項第七号ロ | SB-90, SB-150, SBW-90, SBW-150 ^{※1} | STS-C05 ^{※1} (18) | アンカーボルト M16(クォーツ) ^{※1} | 47 kN/m |
| 壁パネル—床パネル 壁パネル又は屋 根パネル | 第十号項第七号ロ | 1, STP ^{※1} 2個使用 | STS-C05 ^{※1} (9×2) | — | 54 kN/m |
| | 第十号項第七号ハ | 構造用合金鋼-27、S45C 全周、特製鋼、積層鋼 9、板面の品質C-D | STS-C05 ^{※1} (24) (2列×必要本数) | — | 2.2 kN/対 |

※1: X マーク表示金物、付録DVDに図面が収録。
懸えらる脚付の場合はSTS-H090に代えることができる。

(2) 構造計算ルール1に対応した接合物の強度性能データ

次頁(図 9.3-1～図 9.3-13)より、表 9.3-1 及び表 9.3-2 の根拠資料として、構造計算ルール1に対応した接合物の強度性能データを接合部性能として必要内容に適合させるための調整を行った結果を示す。強度性能データは、許容耐力 Pa 以外の特性値も示しているため、ルール1以外の設計(9.4節)にも使用することができる。その場合、壁頭壁

追加説明資料5) 脚部せん断金物アンカーボルト長さ検討

基礎コンクリート基準強度Fc 21N/mm2

短期許容圧縮耐力sfcc 14N/mm2

ここで、使用するアンカーボルト径はM16、L400であることから、

アンカーボルトの支圧耐力は以下のようになる。

$$16 \times 400 \times 14 = 89600\text{N}$$

$$2 \text{本あるから、} 89600 \times 2 = 179200\text{N} = 179.2\text{KN}$$

基礎一壁のせん断金物に要求されているせん断耐力は47kN/mであるから、(追加説明資料)参照)

アンカーボルトの長さは400mmでも問題ないと判断する。

第4章 CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策について

2019年度の建設予定地域の都道府県別相談案件数をみると、沖縄県が5件で2位であった。これは、下地島空港のような話題性が高いCLT物件が竣工したことと、RC造や鉄骨造の職人・施工者不足、材料の高騰が問題となっていることが理由であると考えられる。

これからも沖縄県についての相談がくると予想されるが、検討の際に必ずシロアリが問題となる。シロアリへの不安がぬぐい切れず、CLT不採用となった案件もあったため、シロアリ活性の高い地域にてCLT建築物を計画する際のシロアリ防除方法の検討および仕様策定を行うための一助となる資料を作成することにした。

以降に「CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策について」を示す。

CLTの沖縄県等におけるシロアリ対策について

目次

1. はじめに
 - 1.1 本レポート作成の目的
 - 1.2 沖縄県における木造建築の動向
2. 沖縄県エリアに生息するシロアリとシロアリ対策の現状
 - 2.1 沖縄県エリアに生息するシロアリ種と建物を加害する主なシロアリ種
 - 2.2 シロアリの建物加害に至る進入経路
 - 2.2.1 基礎部からの侵入
 - 2.2.2 飛来による侵入
 - 2.2.3 基礎外周部からの侵入
 - 2.3 沖縄におけるシロアリ防除の目的と防除方法
 - 2.4 シロアリ防除に関するメンテナンスの状況
3. 木造建築物のシロアリ対策に関する法規準
 - 3.1 住宅の品質確保の促進等に関する法律 国土交通省告示第1347号
 - 3.2 住宅金融支援機構フラット35対応木造住宅工事仕様書2019年版
 - 3.3 公社)日本しろあり対策協会防除施工標準仕様書 令和元年10月1日改訂版
 - 3.4 沖縄県土木建築部建築工事特記工事仕様書[建築工事編] 令和元年6月12日制定版
4. CLT工法の沖縄県におけるシロアリ対策(防除方法)について
 - 4.1 シロアリの進入経路と防除ライン
 - 4.1.1 地中から建物内への進入防止ライン
 - 4.1.2 飛来による上部構造への進入リスクの検討
 - 4.2 シロアリ防除方法の選定
 - 4.2.1 地盤の防蟻措置の方法
 - 4.2.2 木部の防蟻処理
 - 4.3 メンテナンス
 - 4.4 シロアリ対策推奨仕様
5. 最後に

引用文献

- 参考資料① 沖縄県建築工事特記仕様書令和元年版(写)
② 琉球大学学長記者懇談会配布資料 令和元年6月26日
－琉球大学ゼロエネハウス実証実験棟の完成セレモニーについて－

令和2年3月

制作 合同会社オフィス廣 廣重亮一
発行 (一社)日本CLT協会

1. はじめに

1.1.1 本レポート作成の目的

沖縄地域は、亜熱帯地域に属し通年シロアリの活動が盛んであり、栄養源として食害する木材や木質系材料はもとより、立木やサトウキビなどの農作物などの他、埋設ケーブルや樹脂製品などの非栄養源である材もシロアリに加害される状況にある。

本報は、このような沖縄県等のシロアリ活性の高い地域にてCLITを用いた建築物を計画する際のシロアリ防除方法の検討および仕様策定を行うための一助として、当該地域のシロアリ対策の現状を踏まえ、有効なシロアリ防除方法について検討することを目的として作成した。

1.1.2 沖縄県における木造建築の動向

沖縄の建築物は、従来（琉球時代）の木造建築から、第二次世界大戦後の木材資源難と米国軍により持ち込まれたコンクリートやブロック造技術により非木造建築が主流となり現在に至っており、市街地周辺や郊外のニュータウンと称する住宅地の街並みはコンクリート造の建物で溢れている。(図1. 2)



図1 (左・中央) 琉球村の保存木造家屋と(右) 那覇市内の旧家

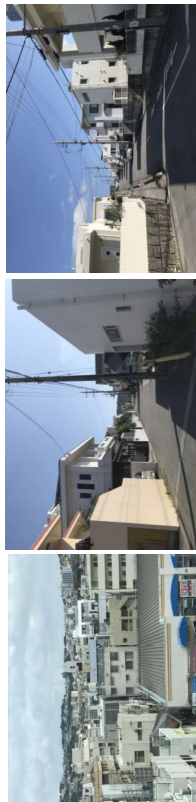


図2 (左) 市街地と(中央・右) 郊外ニュータウンの街並み

しかし、近年は木造建築が着目されつつあり、特に居住用途では木造建築物の増加が著しい。図3に昭和63年度から平成30年度間の沖縄県における建築物の構造別着工数の推移を、図4に同期間の全着工建築物に占める木造建築物割合の推移を示した。期間中の全棟数・延床面積に占める木造建築は、棟数・床面積ともに平成19年度頃から増加傾向を示し、平成30年度には棟数では全体の24.4%、床面積では7.0%を占めるまでに増加している。

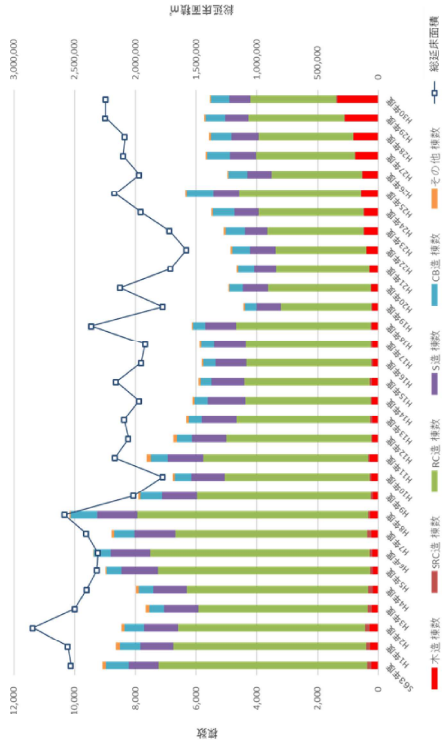


図3 沖縄県における構造別着工棟数の推移 S63年度～平成30年度

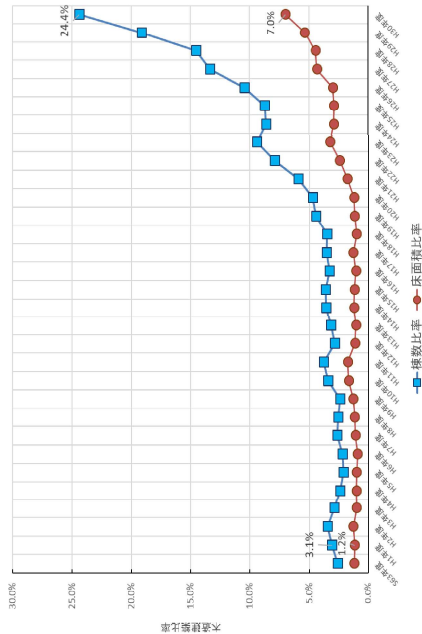


図4 沖縄県における木造建築着工棟数および床面積比率の推移 S63年度～平成30年度

図5に、沖縄県における新築着工建築物における木造建築物の用途別床面積の推移を示した。沖縄県における年度ごとの新築木造建築物の総床面積は、平成15年度の28,664㎡から平成30年度には166,835㎡と約6倍弱に増加しており、住宅用途建築物の増加によるものであることがわかる。さらに、住宅用途の形態別内訳をみると、平成30年度における全新築着工居住用建築物床面積中、1戸建て住宅が141,917㎡と全体の約85%を占めており、沖縄県の木造建築の増加は、

特に1戸建て住宅の増加によるものであった。また、直近では戸建ては住宅の他、長屋建てや共同住宅数での増加傾向もみられる(図6)。

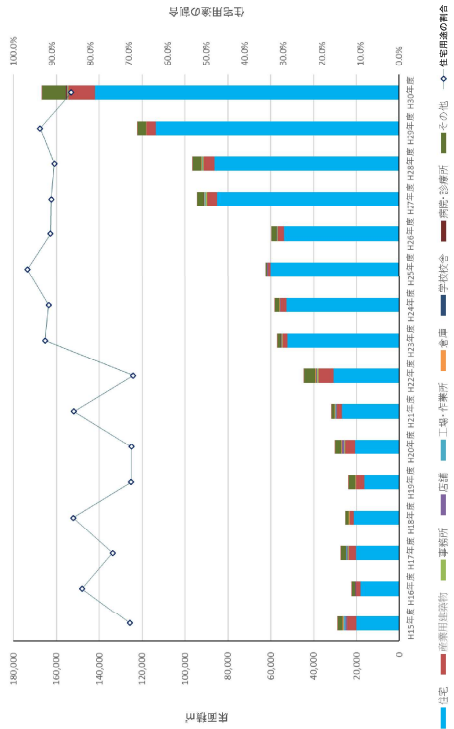


図5 沖縄県における新築着工建築物の用途別木造建築の推移 S63年度～平成30年度

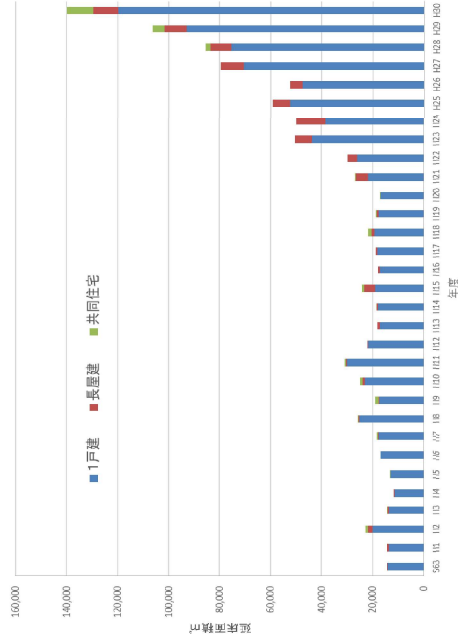


図6 沖縄県における居住用新築着工木造建築物の形態別割合の推移 平成15年度～平成30年度

沖縄県の住宅は、木材の調達に難しいことに加え、台風やシロアリ対策などの観点から、前述の表にあるように、鉄筋コンクリート造や鉄筋コンクリート・ブロック造等の非木造建築が主流であった。近年の1戸建て住宅における木造建築の急激な増加は、木造建築の構造強度などの性能面に対する認識の広まりをベースに、主として木造住宅の評あたり建築費が鉄筋コンクリート造に比べおよそ2割程度廉価といわれる経済性によるものと考えられ、またこれに近年の遊休地の宅地転換・供給が追い風になっているものと推察される(図7)。



図7 住宅地に散見されるようになった非コンクリート系住宅

また、近年の沖縄では、経済性の他、木材利用による省エネルギー性についての取組みもみられ、2019年7月には琉球大学構内に、同大学と沖縄県下13社による産学協同研究のための実証実験棟が主たる建築工事を終えた。同実験棟は片流れ屋根を持つ平屋建てで、中央で区分される片流れ屋根構造の一方にPC板、他方にCLTが用いられており(図8)、2020年度中の温熱等の関連データの取得開始に向け、今後順次設備関連や計測機器の設置を進める予定と聞く。

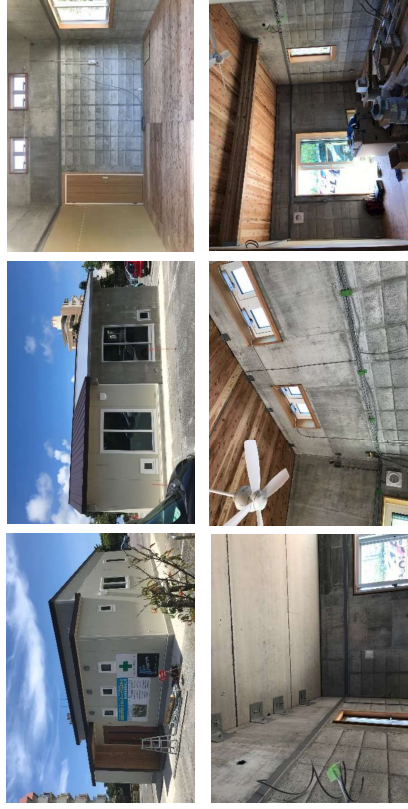


図8 琉球大学構内に建築中のZEH実証実験棟

2. 沖縄県エリアに生息するシロアリとシロアリ対策の現状

2.1 沖縄県エリアに生息するシロアリ種と建物被害の主なシロアリ種

シロアリ目には1998年時点で、化石も含めて311属2,891種が記録されており、その後調査が進むにつれ新たに記載される属や種数が大幅に増加していることから、将来は5,000種に達すると推察されている（日本しろあり対策協会、2000）。日本には12属約22種が分布するとされており（阿部、1989；今村・角田・吉村、2000；安田ら、2000；吉村ら、2012）、沖縄県にはこれらのおおむね多くの種の生息が報告されている（安田ら、2010）。このうち建築物に被害するシロアリは地下シロアリと呼ばれるイエシロアリ、ヤマトシロアリ、カンザイシロアリのダイコクシロアリとアメリカカカンザイシロアリの4種である（図9）。



図9 建物を加害するシロアリ種

これら4種のシロアリの中で、日本におけるシロアリ被害のほとんどは地下シロアリのイエシロアリとヤマトシロアリの2種によるものであり、沖縄県エリアも例外ではない。特に、イエシロアリは水取り蟻道などを構築するなどして、建物を広範囲に加害することが知られており、大きな被害になることも多い。

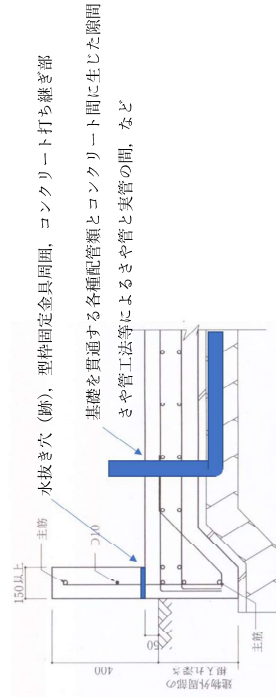
2.2 シロアリの建物加害に至る進入経路

2.2.1 基礎部からの侵入

地下シロアリは、文字通り地中から建物基礎部に到達し、基礎部に生じた種々の微小な隙間から基礎内に侵入し建物の加害に至ることが知られている（安芸ら、2010；日本しろあり対策協会、2011）。シロアリが侵入可能な隙間のサイズについてはシロアリ種で異なり、ヤマトシロアリで1.0mm以上（閾値0.6~1.0mm）、イエシロアリで1.3mm以上（同1.0~1.3mm）との報告がある（須貝ら、2004）。

シロアリが進入可能な恐れのある部位には、各種配管類の貫通部における配管と基礎コンクリート間に生じた隙間や、基礎立ち上がり部の型枠固定のための金具とコンクリート間に生じた隙間、べた基礎の水抜き用に設けた穴跡、コンクリートの打ち継ぎ部に生じた隙間などがある（図10）。特に、地中に敷設され基礎を貫通する配管類の基礎コンクリートの取り合い部については、住宅金融支援機構フラット35木造住宅工事仕様書4.4床下地面の防蟻措置の参考図4.4.1-1の解説にも、当該部の防蟻処理について、「配管類のための穴の間際に防蟻性のある材料を充填する等、防蟻上有効な措置を施す」との記載があるように、地中に埋設された配管類はシロアリの誘導する構造物ともなり得ることから、地盤に対する防蟻措置の方法によらず、当該部等の措置に留意することが必要である。

また、従前、在来浴室や玄関・勝手口などの土間コンクリートと基礎との取り合い部から侵入したシロアリによる被害発生が見られたが、これらは、作業工程に起因した土壌処理の未処理部が生じたことや、防蟻処理済み土壌が配管工事などの後工程で掘削・埋め戻しされた等で防蟻処理層が欠損したこと、またコンクリートの打ち継ぎ部にコンクリートの収縮や経年経過などによる直下地盤の圧密や沈下等により生じた隙間に起因するものと推察される。



- 1) ベた基礎の打設及び配筋については、建設地の地盤状況等を勘案の上、構造計算により決定すること。
- 2) 1階の床下地面は、建築周囲の地盤より50mm以上高くする。
- 3) 埋入れ深さは、12cm以上かつ凍結深以下（行政庁が規定している場合）とする。なお、建物内部の底盤の埋入れ深さを建物外部より深く設定する場合は、その位置で許容比力度が確保されるように、その位置に応じた適切な措置を行うとともに、建物外周部は基礎施工後の給排水・ガス工事等による地震・地震の損傷による建物内部への雨水の浸入を防ぐために、適切な埋入れ深さとする。
- 4) 配管類のための穴の間際に防蟻性のある材料（ルーフィング用コーラルビッチ、ゴム状の灌封シール等）を充填する等、防蟻上有効な措置を施す。
- 5) 基礎地盤の雨水を排水するため、適切な位置に水抜き孔を設ける。なお、当該水抜き孔は工事完了後にふさぎ。

図10 基礎部におけるシロアリの貫通のおそれのある部位

住宅金融支援機構木造住宅工事仕様書フラット35対応2019の参考図4.4.1-1を利用し、シロアリの侵入のおそれのある部位を加筆・追記した。

2.2.2 飛来による侵入

シロアリは新たなコロニーの営巣に向けて、コロニー内の分化・発育にて有翅虫（羽蟻）が現れて群飛をする。群飛の時期はシロアリ種および地域によって異なるが、ヤマトシロアリでは概ね4~5月の日中に、イエシロアリでは6~7月の夕刻に多数の羽蟻による群飛がみられる。特にイエシロアリには走光性があるため、薄暮時に群飛をした際に建物の窓の灯などに誘引されやすい（日本しろあり対策協会、2000）。群飛後、羽蟻を落としたり後に雌雄がカップリングをした状態

て活動し(図11)、食材である木材や水分があり、外部環境影響(外敵・温度影響など)を受け難い環境等の好適な場所がある際には営巣に至る可能性はある。したがって、これらの条件が揃いやすいバルコニーや屋上に設けられた緑化部(固定・プランターなど)は、シロアリの飛来や営巣の要因となる可能性があり、防水層や下地材、さらには小屋組み構造部へ加害が及ぶ恐れもあることから、注意が必要と考えられる。群飛時にどれほどの高さまで飛ぶのかについては不詳だが、市中ビルの8階屋外に設けられた緑化部がイエシロアリに加害された事例もあり、低中層の未造建物では、バルコニーや屋上についての注意が必要であろう(図12)。

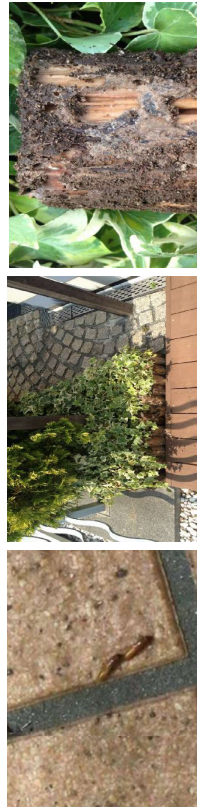


図11 羽根を落とし営巣場所を求め活動するシロアリの雌雄

図12 (左) バルコニーに設けられた緑化部と (右) シロアリに加害された木材

また、沖繩の建物の象徴にもなっている琉球クチャ(灰色粘土)をプレス成型し焼成した琉球赤瓦葺きの屋根では、台風や防水対策として各瓦間や棟部等に生じる隙間などを漆喰で充填・被せ施工しており、これらの漆喰部が経年経過時に適宜補修されることで機能が維持・継続されてきた。従来の湿式工法では、赤瓦下に用いられた土がシロアリが飛来し侵入した際には好適な場所となることから、このような漆喰の補修の慣習は、同時にシロアリの対策ともなっていたという(図13)(屋我, 1997)。

また、平成4年に復元された首里城正殿(2019年焼失)の実施設計委員会では、同建物の屋根葺材の赤瓦下にはシロアリの巣になるので土を使用するべきでは無いとされ、また防水紙に替えて橡皮が用いられるなど、防蟻性が考慮されたとの報告がある(図13)(屋我, 1997)。



図13 (左) 中央経年経過した琉球赤瓦葺き屋根の状況 (右) 復元された首里城

2.2.3 基礎外周部からの侵入

通常、シロアリは地中、木材中、部材間の小さな隙間などシロアリを捕食する外敵や外部影響を受けにくい保護された環境を築道を構築するなどして進行するが、基礎立上り内側面や壁体内などと同様に、基礎立上り部の外部側面に蟻道(以下、「外蟻道」という)を構築して建物内に侵入することがある。基礎周囲部におけるシロアリ処理については、ケミカル、ノン・レスケミカルの処理・対策方法の別無く基礎内部に限られるため、プランターの設置(固定、据置き)の別を問わない)などにより基礎外周面に前述の条件を満たすような環境が作られた場合には、外蟻道が構築されやすい。また、外壁面に配管された外部との電気設備系配管なども、基礎を貫通する配管類と同様にシロアリの侵入経路となる場合がある(図14, 15, 16)。特にシロアリの活性が高い沖縄県等においては、これら基礎外周部からの立上り蟻道構築によるシロアリの侵入にも注意が必要である(図17)。

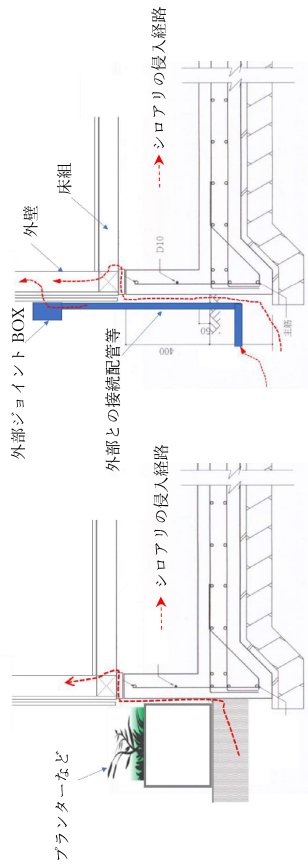


図14 プランター設置等によるシロアリの侵入

図15 外部ジョイントBOX等からのシロアリの侵入



図16 シロアリにより貫通されたポリエチレン製配管エンドキャップ(厚2mm)



図17 フィールド試験の会所棟に構築されたイエシロアリによる外蟻道と空中蟻道

2.3 沖縄県におけるシロアリ防除の目的と防除方法

かつて防蟻薬剤等が無かった時代の沖縄では、シロア리를家屋に近づけさせない工夫として、家屋の周囲に複数の穴を掘り、シロアリが好んで食害するリュウキユウマツを埋め、2〜3カ月ごとに食害された小丸太を掘り出し、新しいリュウキユウマツを埋めるといったシロアリ防除方法が行われ、また建物に木材を使用する際にはシロアリの食害を受けにくい樹種の木材を用いていたという(屋我, 1997)。

現在、沖縄の居住用建物の構造は鉄筋コンクリート造などの非木造が主流ではあるが、構造によっては各種下地材、造作材、内装材などで多くの木材や木質系材料が使用されており、特にイエシロアリの活性が高い沖縄では、ひとつひとつのシロアリが建物内に侵入した際には、家具や家財なども含めシロアリの加害を受け大きな被害となることが懸念されるため、建物構造によらずシロアリ防除が実施されている。

また、通常、居住用建物は、床下空間を有する設計となっており、防蟻を含めたメンテナンスがし易い構造となっている(図18)。

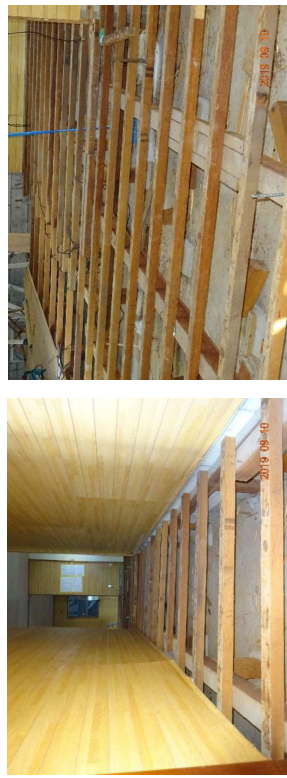


図18 RC・ブロック造住宅の木材による床構造の例 * 床組材は薬剤処理されている

表1に、公益社団法人日本しろあり対策協会における各都道府県別のしろあり防除登録事業者数を示した(同協会HP公開資料から表化)。全国の総登録事業者数は705事業者であり、広域にて事業を展開している事業者は支店・出張所などの事業拠点ベースごとに各都道府県にて登録されている。沖縄県における登録事業者数は3事業者で、全国で5番目に多く、人口あたりの登録事業者数は鹿児島県の第1位について第2位、世帯数あたりの登録事業者数では第1位、新築着工戸数あたりの登録事業者数では第9位となっている。各登録事業者における防除施工者の人数や事業者規模の情報については不詳でありこれらからの影響を非考慮の比較ではあるが、人口、世帯数、新築着工戸数あたりのいずれの順位比較においても、沖縄をはじめ、九州、中国、阪南エリア(和歌山県)などのイエシロアリ生息地でシロアリ活性が高いとされる地域が上位を占める。

沖縄本島の市中では、主要幹線道路沿いなどにてしろあり防除業者の看板が散見され、沖縄県におけるシロアリ防除ニーズの高さがうかがえる(図19)。

表1 都道府県別しろあり防除事業者の登録数
(公社) 日本しろあり対策協会HP公開データ、総務省・国土交通省統計データから作成

| 県 別 | 都道府県別名 | | 人口 | | 登録事業者数 | | 世帯数 | | 世帯数/生 | | 世帯数/生 | | 世帯数/生 | | 世帯数/生 | | 世帯数/生 | | |
|--------|--------|----------|-----|------|--------|--------|-----------|------------|--------|-------|--------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-----|
| | 都道府県別名 | 人口 千人 | 登録数 | 人口/社 | 世帯数 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | 世帯数/生 | |
| 1 | 鹿児島 | 1,650 | 40 | 40 | 33 | 19,487 | 643,016 | 1,472 | 33 | 45 | 2 | 19,700 | 807,882 | 41 | 13,700 | 5,118 | 16 | 320 | |
| 2 | 沖縄 | 1,472 | 33 | 45 | 2 | 19,700 | 807,882 | 41 | 13,700 | 5,118 | 16 | 320 | 10,487 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 3 | 福岡 | 1,112 | 20 | 56 | 3 | 25,415 | 330,780 | 1,975 | 16 | 61 | 4 | 26,190 | 4,666 | 6 | 6,18 | 4 | 447 | 4 | 447 |
| 4 | 和歌山 | 915 | 16 | 61 | 4 | 26,190 | 4,666 | 6 | 6,18 | 4 | 447 | 3,288 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 5 | 佐賀 | 833 | 13 | 64 | 3 | 34,916 | 344,916 | 10 | 34,916 | 10 | 34,916 | 6,010 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 6 | 徳島 | 757 | 10 | 76 | 3 | 34,916 | 344,916 | 10 | 34,916 | 10 | 34,916 | 6,010 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 7 | 山口 | 1,396 | 16 | 78 | 7 | 40,836 | 660,004 | 18 | 36,667 | 7 | 40,836 | 6,785 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 8 | 愛媛 | 1,394 | 16 | 87 | 8 | 40,836 | 660,004 | 18 | 36,667 | 8 | 40,836 | 6,785 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 9 | 高知 | 725 | 8 | 91 | 9 | 44,067 | 352,538 | 8 | 44,067 | 9 | 44,067 | 15,296 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 10 | 長崎 | 1,376 | 14 | 99 | 10 | 45,284 | 63,972 | 14 | 45,284 | 10 | 45,284 | 7,572 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| 11 | 三重 | 1,844 | 14 | 131 | 11 | 48,753 | 292,518 | 6 | 48,753 | 11 | 48,753 | 11,036 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 12 | 福岡 | 1,831 | 39 | 132 | 12 | 56,426 | 799,961 | 14 | 56,426 | 12 | 56,426 | 6,118 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 13 | 福井 | 791 | 6 | 132 | 13 | 58,049 | 290,246 | 4 | 58,049 | 13 | 58,049 | 3,098 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 14 | 熊本 | 1,789 | 13 | 138 | 14 | 59,052 | 296,209 | 4 | 59,052 | 14 | 59,052 | 3,098 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 15 | 高松 | 691 | 5 | 138 | 15 | 59,052 | 296,209 | 4 | 59,052 | 15 | 59,052 | 3,098 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 16 | 高松 | 571 | 4 | 143 | 16 | 60,448 | 157,186 | 26 | 60,448 | 16 | 60,448 | 24,114 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| 17 | 静岡 | 3,743 | 26 | 144 | 17 | 61,498 | 2,398,419 | 39 | 61,498 | 17 | 61,498 | 7,935 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 18 | 大分 | 1,109 | 8 | 146 | 18 | 61,897 | 866,562 | 14 | 61,897 | 18 | 61,897 | 13,826 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| 19 | 岡山 | 1,924 | 13 | 148 | 19 | 64,762 | 841,911 | 13 | 64,762 | 19 | 64,762 | 15,027 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 20 | 長野 | 2,114 | 14 | 151 | 20 | 66,974 | 938,784 | 8 | 66,974 | 20 | 66,974 | 18,002 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| 21 | 広島 | 2,849 | 18 | 158 | 21 | 68,927 | 1,482,491 | 7 | 68,927 | 21 | 68,927 | 42,746 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| 22 | 香川 | 1,150 | 7 | 164 | 22 | 69,776 | 418,653 | 6 | 69,776 | 22 | 69,776 | 12,201 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 23 | 京都 | 2,503 | 15 | 171 | 23 | 72,842 | 1,728,842 | 8 | 72,842 | 23 | 72,842 | 14,943 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 24 | 奈良 | 1,372 | 8 | 171 | 24 | 72,842 | 1,728,842 | 8 | 72,842 | 24 | 72,842 | 14,943 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 25 | 滋賀 | 1,420 | 8 | 177 | 25 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 25 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 26 | 富山 | 1,070 | 6 | 178 | 26 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 26 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 27 | 岐阜 | 2,054 | 11 | 187 | 27 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 27 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 28 | 新潟 | 2,281 | 12 | 190 | 28 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 28 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 29 | 宮城 | 2,312 | 12 | 193 | 29 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 29 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 30 | 香川 | 993 | 5 | 199 | 30 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 30 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 31 | 大阪 | 8,846 | 43 | 206 | 31 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 31 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 32 | 山梨 | 839 | 4 | 210 | 32 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 32 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 33 | 埼玉 | 1,264 | 6 | 211 | 33 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 33 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 34 | 愛媛 | 2,951 | 14 | 211 | 34 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 34 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 35 | 兵庫 | 5,990 | 23 | 243 | 35 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 35 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 36 | 埼玉 | 13,637 | 55 | 248 | 36 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 36 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 37 | 栃木 | 1,991 | 8 | 248 | 37 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 37 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 38 | 群馬 | 1,991 | 8 | 249 | 38 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 38 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 39 | 愛知 | 7,552 | 28 | 270 | 39 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 39 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 40 | 山形 | 1,107 | 4 | 277 | 40 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 40 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 41 | 福島 | 1,990 | 6 | 320 | 41 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 41 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 42 | 埼玉 | 7,363 | 22 | 335 | 42 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 42 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 43 | 秋田 | 1,015 | 3 | 338 | 43 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 43 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 44 | 神奈川 | 9,171 | 26 | 363 | 44 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 44 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 45 | 千葉 | 6,299 | 14 | 450 | 45 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 45 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 46 | 青森 | 1,309 | 2 | 654 | 46 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 46 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 47 | 北海道 | 5,340 | 6 | 890 | 47 | 74,383 | 1,308,438 | 18 | 74,383 | 47 | 74,383 | 9,415 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 計 | | 127,707 | 705 | | | | | 58,007,586 | | 705 | | 90,442 | | | | | | | |
| 平均 | | | | 204 | | | | | | | | | | | | | | | |



図19 市中・幹線道路沿いにみられるしろあり防除会社の看板

3. 木造建築物のシロアリ対策に関する法規

本章では、木造建築物に関する主な防蟻関連の法・規程について、対象となる土台、木部と地盤に対する措置等に関する規程を地域別に表化した。各法・規程間の比較のため、用いる各規程は住宅の品質確保の促進等に関する法律（以下、「品質法」という）にて3世代の耐久性を目的とされる劣化対策等級3をベースとし、沖縄県の公共工事における防蟻措置に関する規程（特記仕様書）を加えた。なお、各規程中にある浴室・脱衣室などの水回り等に対する措置については本報では省略した。

3.1 住宅の品質確保の促進等に関する法律・・・国土交通省告示第1347号

表2に品質法における木造住宅における劣化対策等級3の該当規程について、地域ごとに区分した木部（土台・外壁軸組等）と地盤について表化した。

木部処理では、外壁の軸組、枠組その他これらに類する部分（木質の下地材を含み、室内側に露出した部分を含まない）のうち地面からの高さ1m以内の木部について、外壁仕上げと軸組等の間に中空層が設けられている等軸組等が雨水に接触することを防止するための有効な措置を講ずることとし（以下、「通気構造等」という）、通気構造等の有無により防蟻・防蟻処理の品質および方法が規程される。当該対象部の構造を通気構造等とした場合には、イ）所定品質の製材等および利用且つ防蟻及び防蟻に有効な薬剤等として製材又は集成材等での小径が13.5cm以上、ハ）軸組等が構造用製材規格等での小径が12.0cm以上、ニ）これらと同等の劣化の低減に有効な措置が講じられていること、とされている。

地盤の防蟻措置については、地域区分Iにおいてのみ防蟻措置が求められ、ノケミカルの物理工法である鉄筋コンクリート造の基礎およびこれと同等の構造、または（薬剤利用を含む）有効な土壌処理によることとされ、地域区分IIおよびIIIでは木部処理と同様に防蟻措置を必要としない。

表2 住宅の品質確保の促進等に関する法律 国土交通省告示第1347号 3-1-(3)イ①（木造 等級3）

| 建設地 | 木部 | | 地盤 |
|----------------------------------|---|---|--|
| | 土台 | 外壁の軸組等 地面からの高さ1m以内の部分 | |
| I 沖縄、九州、四国、中国、近畿の各地方及び愛知、静岡の各県 | 製材等のJAS規格に適合した材所に採用され、加工注入され、浸透させ、若しくは吹き付けられたものは防蟻・防蟻に有効な薬剤等が注入されたもの 製材又は集成材等での小径が13.5cm以上 | 製材等のJAS規格に適合した材所に採用され、加工注入され、浸透させ、若しくは吹き付けられたものは防蟻・防蟻に有効な薬剤等が注入されたもの 製材又は集成材等での小径が13.5cm以上 | 鉄筋コンクリート造のべた基礎で又は布基礎と一体となつて基礎の内周部の地盤上に一様に打設されたコンクリートで覆つたもの、または有効な土壌処理が施されたもの |
| II 岩手、秋田、宮城、山形、福島、新潟、富山、石川、福井の各県 | 構造用製材規格等に準拠する耐久性能区分D1の樹種に区分成されておる製材等での小径が12.0cm以上 | 構造用製材規格等に準拠する耐久性能区分D1の樹種に区分成されておる製材等での小径が12.0cm以上 | 製材の日本農林規格の保存処理K3相当以上の防蟻・防蟻処理 |
| III 北海道、青森県 | 製材の日本農林規格の保存処理K2相当以上の防蟻処理 | 製材の日本農林規格の保存処理K2相当以上の防蟻処理 | 製材の日本農林規格の保存処理K2相当以上の防蟻処理 |

*1) 軒の出が90cm以上である異型構造を含む

3.2 住宅金融支援機構フラット35対応木造住宅工事仕様書

表3に住宅金融支援機構フラット35対応木造住宅工事仕様書2019年版の4.3木部の防蟻・防蟻措置、及び4.4床下地面の防蟻措置について、建設地別に適用を区分して表化した。建設地の区分、および木材に関する各建設地区分における防蟻措置については、品質法の規定と同様に外壁の軸組み等の防蟻措置は通気構造等とすることにより省略が可能とされ、処理対象木部の処理範囲は地面から1mの範囲としている。なお、地面からの高さ1m以内にある木構造の木部についての記載は無いが、対象となる外壁及び内壁構造壁直下部が処理対象とみなされるものと解釈される。

また、地盤の防蟻措置については、措置を必要とする建設地Iにおいて、一体とした鉄筋コンクリート造の物理的防蟻工法と有効な土壌処理いずれかによることと規定されている。

表3 建設地別の木部の防蟻・防蟻処理及び地盤に関する防蟻措置の適用区分

住宅金融支援機構（2019年度版）

| 建設地 | 木部 | | 地盤 |
|----------------------------------|------------------------------|---|--|
| | 土台 | 外壁の軸組等 地面からの高さ1m以内の部分 | |
| I 沖縄、九州、四国、中国、近畿の各地方及び愛知、静岡の各県 | 製材の日本農林規格の保存処理K3相当以上の防蟻・防蟻処理 | イ) JASに適合した製材又は集成材等を用い、防蟻・防蟻に有効な薬剤を塗布、加工注入、浸透させ、若しくは吹き付けられたものは防蟻・防蟻に有効な薬剤等が注入されたもの(*2) ロ) 断面寸法135mm×135mm以上の製材又は集成材等 | 鉄筋コンクリート造のべた基礎で又は布基礎と一体となつて基礎の内周部の地盤上に一様に打設されたコンクリートで覆つたもの、または有効な土壌処理が施されたもの |
| II 岩手、秋田、宮城、山形、福島、新潟、富山、石川、福井の各県 | 製材の日本農林規格の保存処理K3相当以上の防蟻・防蟻処理 | ロ) 断面寸法135mm×135mm以上の製材又は集成材等 ハ) スズ、カマツ等を用いた製材若しくはこれらに準拠により構成された集成材等で、断面寸法120mm×120mm | 鉄筋コンクリート造のべた基礎で又は布基礎と一体となつて基礎の内周部の地盤上に一様に打設されたコンクリートで覆つたもの、または有効な土壌処理が施されたもの |
| III 北海道、青森県 | 製材の日本農林規格の保存処理K2相当以上の防蟻処理 | ニ) ヒノキ・ヒバ等を用いた製材、若しくはこれらに準拠により構成された集成材等 | 防蟻処理を省略することが可能 |

*1) 軒の出が90cm以上の異型構造を含む

*2) 地域区分IVの北海道、青森県は、防蟻措置のみ

*3) 日本しろあひ対策協会は日本木材保存協会認定の土壌処理剤、又はこれと同等の効力を有する防蟻処理剤を有するシートを土壌表面に敷設する工法、機能膜を形成する方法による

3.3 公社) 日本しろろあり対策協会防除施工標準仕様書

表4に、公益社団法人日本しろろあり対策協会(以下、「白対協」という)による防除施工標準仕様書中のI新築建築物しろろあり予防処理標準仕様書記載の「建設地の区分と処理方法」に関する表を同仕様書表記のまま示した。

建設地の区分は、しろろありの分布実態に即したものとされており、3区分とされる。木部処理における外壁の処理範囲は、通気構造等の別無く基礎天端から1mの高さを処理範囲とし、品確法および住宅金融支援機構と処理範囲が異なる。また、同基準では4(2)木材処理にて、土台の他、大引き、根太、根太掛け、床束、等の床組み材についても処理対象とされている。

土壌処理においては、I種地域と青森県(II種地域)で処理を行うこととし、III種地域である北海道においても、表4注記にあるとおり地域のシロアリの生息や被害状況に応じて処理を行うこととしており、これは、III種地域区分とした北海道においても、地域によってシロアリの生息が報告されていることにより、建設地のそれぞれの状況により措置の必要性について判断すべきものとしており、ことによると考えられる(大村、2015)。

以上、白対協における地域区分および処理範囲は、品確法および住宅金融支援機構の基準に比べ安全側の規定となっているとみられるが、これは同協会の構成員であるしろろあり防除会社が各地のシロアリ被害の実態に近いことや、シロアリ被害が生じた際の速対応や保証を担う立場にあることによると推察する。

表4 建設地の区分と処理方法 公社) 日本しろろあり対策協会 令和元年10月1日改訂版

| 種別 | 建設地の都道府県名 | 処理対象 | | 土壌 |
|--------|---|------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| | | 木材 | 現場で行う処理 | |
| I種地域 | 沖縄、九州、四国、中国、近畿、中部、関東、北陸の各都道府県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県 | 加圧注入処理木材 | 現場で行う処理 | 土壌処理を行う |
| | | 製材の日本農林規格 ²⁾ の保存処理K3材以上 | 塗布又はふきつけによる木材処理を行う | |
| II種地域 | 青森県 | 製材の日本農林規格 ²⁾ の保存処理K2材以上 | 行う | 必要に応じて土壌処理を行う ³⁾ |
| III種地域 | 北海道 | | | |

(注) 1) 加圧注入処理木材と現場で行う処理と併用する場合は、それぞれの区分による。

2) 農林水産省告示第1920号(平成25年6月12日)

3) 必要に応じては、地域のシロアリの生息、被害状況によることをいう。

3.4 沖縄県建築工事特記仕様書[建築編]沖縄県土木建築部 令和元年版

表5に沖縄県建築工事特記仕様書[建築編]令和元年版(平成元年6月12日制定)(写しを本報未添付)の、12木工事の12.2土壌処理および12.3防虫・防腐・防蟻・防蟻処理内容について表化した。同特記仕様書では、合板および集成材を除く全ての木部の防腐・防蟻処理については、工場における加圧注入式とし、現場における加工が生じた場合に木材保存剤の塗布処理にて当該部分を処理することとされている。公共建築木造標準仕様書にて規定するJIS K 1571に適合する表面処理用木材保存剤又はこれらと同等の薬剤による現場処理の記載は無い。

土壌の防蟻処理については、処理法および処理薬剤を白対協のしるろあり予防標準仕様書に準ずることとし、施工箇所については、処理法および処理薬剤を含む(以下、「外周処理」という)としている。土壌処理の範囲については、品確法では「基礎の内側及びつが石の周囲」、住宅金融支援機構でも同様に「布基礎内周部及び東石の周囲」とされ、白対協では「建築物の基礎に囲まれた床下の土壌」とした上で、但し書きにて「玄関、勝手口等のコンクリートで覆われた部分は建築物の一部とみなす」として、建物使用者や作業者の安全確保と環境汚染防止への留意を前提に一部条件付で基礎外周部の処理を可能としている。

これらの処理範囲の規定は、建物使用者等への影響や薬剤の開放水域への流出等による地下水汚染などの環境影響を防止するためのものである。住宅金融支援機構標準仕様書の土壌処理の施工法に関する解説では、薬剤使用による井戸水あるいは地下水汚染の防止に慎重な考慮を求め記載があり、また、白対協のしるろあり予防処理標準仕様書においても、薬剤の流出や飛散防止に努めることその他、地下水汚染のある場合は基礎内側土壌であっても土壌処理を行わないことと記載されている。

当然、安全上の配慮は必要とされる上で、薬剤による土壌処理のみを特記仕様とし、処理範囲について「外周処理を含む」とした沖縄県の基準は特徴的であり、シロアリ防除に関する意識と必要性の高さがうかがえる。

表5 沖縄県 建築工事特記仕様書[建築工事編] 令和元年版

| 施工箇所 | 防腐・防蟻・防虫処理(12.3.1)(12.3.2) | | 性能区分 |
|----------------|--|---|------|
| | 処理方法 | 処理方法 | |
| 合板・集成材を除く全ての木材 | 工場における加圧式とし、ただし現場における加工が生じた場合には、加工した箇所に対し、現場にて木材保存剤を塗布する。 | 造作材にラワン材等に薬剤を使用する場合は、JASの保存処理K1+保存処理K3とする。構造材、下地材についてはJASの保存処理K3とする。 | |
| 土壌の防蟻処理 | | | |
| 施工箇所 | 「防除施工標準仕様書」(公益社団法人日本しろろあり対策協会発行)のI「新築建築物シロアリ予防処理標準仕様書」は公益社団法人日本木材保存協会の認定品とする。4 処理の箇所」に準ずることとし、建築物の外周を含む。 | 「防除施工標準仕様書」のI「新築建築物シロアリ予防処理標準仕様書」3処理の方法」に準ずる。また土間コンクリートを打設する部分には、薬剤処理後、厚さ0.15mmポリエチレンフィルム敷きを行う。 | 処理方法 |

4. CLT 工法の沖縄県におけるシロアリ対策（防除方法）について

4.1 シロアリの侵入経路と防除ライン

4.1.1 地中から建物内への進入防止ライン
 地下シロアリによる建物への加害に至る侵入経路は、そのほとんどが建物周囲の土中からであり、土に接する基礎構造部あるいは基礎構造部とこれを貫通する配管等との間に生じた隙間などからである。シロアリは、薬剤処理された木材表面も、蟻土を付着する又は蟻道を構築するなどして通過するため、シロアリが建物内へ一旦侵入すると被害は免れない。基礎上部構造等の木部の薬剤処理は、あくまでも塗布・吹付け・浸漬・注入などの薬剤処理によって処理された部分の木材自体のシロアリによる加害を防止するための措置であり、シロアリの進行を抑えるものではない。昨今の大壁構造など構造材や下地材の木材が露出しない構造においては、シロアリによる加害は顕在化しにくく、特に、水を運搬する能力があることと懸念される。したがって、建物のシロアリ防除の際には加害範囲も広く大きなダメージを伴うことが懸念される。「シロアリ侵入防止バリア（以下、「シロアリ防除ライン」という）」の構築が重要であり、土（地盤）に接する基礎構造部周辺でのシロアリ対策が最優先且つ最も重要な事項となる。また、沖縄県等のようにシロアリ活性が高く、シロアリ防除に対して意識の高い地域においては、基礎内周部はもとより、必要に応じ、基礎外周面からの侵入に対する措置についても、環境影響等の安全性に留意の上、検討すべき事項である。

図 20 に基礎部におけるシロアリ防除ライン計画のイメージを示した。シロアリ防除ラインは、基礎構造自身および 2.2.1 に記載した基礎構造を貫通する配管貫通部、コンクリートの打継ぎその他のシロアリの貫通の恐れのある部位に対する防範上有効な措置を施し、これらが一体となり連続した防除ライン（実際は面状）として基礎の建物内面側（図の赤線部）又は基礎下面側（図の青線部）にて構築されることがシロアリ防除上有効である。

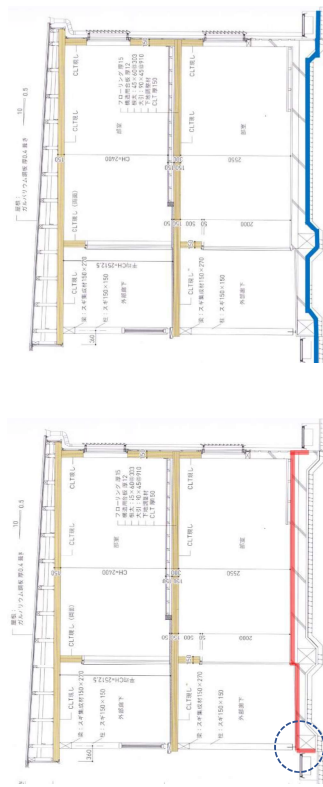


図 20 基礎部のシロアリ防除ラインのイメージ（左）基礎建物内面側でのシロアリ防除ライン（右）基礎下面側でのシロアリ防除ライン CLT 建築物の設計ガイドブック 45 の図に追記

図 20 中の破線囲み部分のように基礎構造と接する形で構造物が設置される場合には、基礎構造と設置された構造物間に僅かな隙間が生じた際には、シロアリにとって好適な侵入経路となり易いため、いずれの防除ラインも、当該部の隙間からの侵入を防止する形とする必要がある。さらに同図のように地面から外壁木部の下端までの高さが高い場合も、シロアリの外蟻道構築による侵入のリスクが高まる。

以上、基礎外周面からの侵入に対し防除の必要があると認められる場合は、白対協標準仕様書に準拠し、基礎全外周部の土壌部に薬剤散布や粒剤敷設等による防範措置を行なった上、降雨による流脱や直接処理剤に人が接触する恐れのないようにコンクリートを打設する（犬走りの設置）などの措置を講じ、基礎外周面からの外蟻道構築によるシロアリの侵入を防止することも検討すべき事項と考える（図 21）。

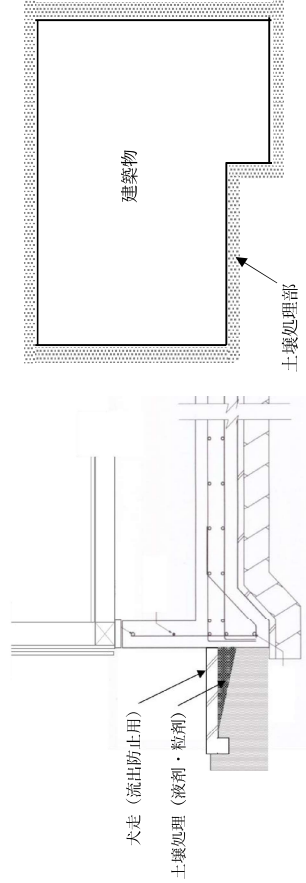


図 21 外周処理の方法例（左）と処理範囲（右）のイメージ

4.1.2 飛来による建物上部構造からの侵入リスクの検討

2.2.2 にて述べたように、シロアリが群飛し建物に飛来しても、営巣に適した環境や条件が整わなければ蟻害に至ることは無いと考えられるが、建物付属のバルコニーや屋上などで緑化部が設けられている場合は、室内からの灯や緑化部に設置された庭園灯などに誘引されるなどして飛来したシロアリにとって活動に必要な環境が整う場合も想定され、これに起因した防水層や下部構造へのシロアリによる加害・侵入が懸念される。定期的な点検と適切な対処が行なわれれば、建物側への被害を防止出来るが、これらの実施・対応が難しい場合は、予め緑化部の軽量土壌への薬剤散布を施すことや緑化構成部材中にシロアリが加害・貫通出来ない部材を設けるなど、緑化部から建物側へのシロアリの侵入を防止する措置を講ずることが必要であろう（図 22）。

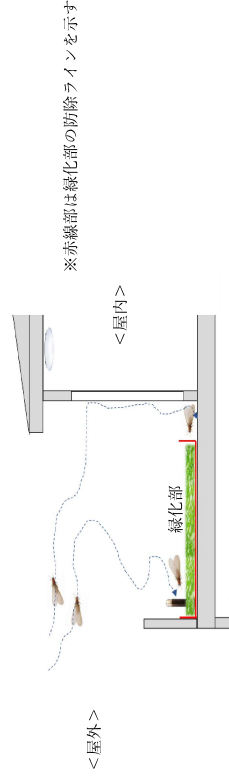


図 22 バルコニー等における緑化部へのシロアリの飛来とシロアリ防除のイメージ

表7 土壌処理の工法による分類 白対協 新築建築物しるあり予防処理標準仕様書3(1)処理の方法を表化

| 処理法・工法の重層 | | 処理の概方法 | |
|------------|-----------------------|---|--|
| 土壌処理法 | 液剤による土壌処理法 | 帯状又は面状散布 床下土壌面に土壌処理用薬剤を帯状又は面状に散布し 土壌粒子に薬剤を吸着させ、防蟻層を形成する | |
| | 粒剤による土壌処理法 | 帯状又は面状敷設 床下土壌面に粒剤を帯状又は面状に散布 多孔質無機塩物などに薬剤を吸着させた薬剤を敷設し、 防蟻層を形成する | |
| | 防蟻材料・工法による土壌処理法 | 土壌表面被覆形成工法 | 床下土壌表面に薬剤を吹付し、土壌表面に薬剤による被 覆を形成する |
| | | 発泡工法 | 床下空間に薬剤を含む作業液を発泡・充填させ、床下土 壌面に薬剤成分を浸透させる |
| 土壌処理法以外の工法 | パイプ吹付工法 維持管理型ベイト工法 | 防蟻効力を有するシートを床下土壌面に敷設する 予め薬液物床下に敷設した小孔を有する合板防蟻管に薬 剤を加圧圧送し噴霧する 継続した点検・管理とベイト剤(駆避性薬剤)を用いて しるありのコロニーを駆除する方法 | |

上記表に掲載した処理法や工法の他、地盤の防蟻措置には、基礎の鉄筋コンクリート構造を補完する形でシロアリが侵入出来ないステンレス製メッシュ等を要所に用いてシロアリ防除ラインを構築する物理的工法(上市済み)や、シロアリが貫通出来ない種々の粒子を敷設して防除ラインとする方法などの研究が進んでいる(築瀬ら, 2019)。

各地盤の防蟻措置方法・工法の詳細については説明あるいは紹介は本報では省略するが、何れの処理法又は工法にて防蟻措置を行う場合も、個々の建物の基礎構造に対してシロアリ防除上の欠損部の無い有効な防除ラインを形成するためには、主たる処理・工法によらず、基礎構造周辺部の各部納まりや工程・作業手順等に起因する防蟻上欠損する恐れのある種々其々の部位に対する処理方法についても、個別・具体的に事前に選定し、これらを併用して実施する必要がある。シロアリ防除ライン上の欠損部を用いる防蟻材料としては、液剤や粒剤といった土壌散布用材料(同所使用)の他、防蟻成分をウレタンや変性シリコンなどの基材に配合したシート材や防蟻成分を配合した非加硫ブチルゴムなどの不定形材料、ステンレスメッシュ等の物理的な加害を受けにくい材で目開き寸法をシロアリが貫通出来ないサイズとした定形部材などがあり、これらを適所適材に選定し使用されたい。

また、筆者らが種子島で行った実建物を模したミニチュアハウスを用いた野外試験では、粒剤(薬剤)を使用しない基礎内部の土間コンクリート直下土壌の全面にわたってシロアリの活動および活動の痕跡がみられたが、部分的に粒剤を敷設した場合には、粒剤の敷設が無い場合に比べシロアリの活動が抑制されることが確認されている(筆者ら, 2016)。シロアリ活性が高い地域において、薬剤の持つ殺蟻性やシロアリへの忌避効果により、基礎内部への侵入防止の他、建物基礎下部におけるシロアリの活動の抑制にも有効と考えられ、状況に応じた薬剤利用の検討も必要と考える。

4.2 シロアリ防除方法の選定
4.2.1 地盤の防蟻措置の方法

沖縄県における地盤の防蟻措置に関する関連法・基準について表化し比較した(表6)。

表6 沖縄県における地盤の防蟻措置に関する関連法・基準の比較

| 関連基準等 | 地盤の防蟻措置 | |
|-------------------------------|---------|---------|
| | 物理的防蟻措置 | 有効な土壌処理 |
| 品確法 劣化対策等級3 | ○ | ○ |
| 住宅金融支援機構 フラット35 考案(注記) | ○ | ○ |
| 白対協 新築建築物しるあり 予防処理標準仕様書 | ○ | ○ |
| 沖縄県特記仕様書 | ○ | ○ |
| CLT協会(*) | ○ | ○ |

(*) 2019年版実務者のためのCLT取扱い設計の手引き 3.2.2.1材料の耐久性を確保するための措置(6)地盤・床下に対する措置

地盤の防蟻措置の方法については、品確法および住宅金融支援機構にて鉄筋コンクリート造のべた基礎等の物理的防蟻措置がみとめられる一方、白対協および沖縄県の特記仕様書では認定薬剤を用いた土壌処理等によることとしている。

また防蟻措置の範囲については、建物使用者への影響や地下水などの環境汚染影響への懸念から、品確法および住宅金融支援機構では基礎内周とされており、白対協でも原則同様の基準とした上で、玄関ポーチや勝手口などのシロアリ被害の発生が散見される部位について、コンクリートで覆われることを条件に処理可能としている。さらに沖縄県特記仕様書では、建物外周を処理範囲として外壁道精築によるシロアリの侵入・被害防止を図る規定となっている。

前述したように、建築物をシロアリ被害から守るためには、地域・状況に応じた地盤の防蟻方法の選定と確実な処理(施工)によって有効なシロアリ防除ラインを形成することが最も重要な事項である。地盤の防蟻措置の方法には、基礎の鉄筋コンクリート構造自身による方法や薬剤処理(以下、「土壌処理」という)の他、パイプ吹付工法、ベイト工法などがあり、白対協標準防除仕様書の「新築建築物しるあり予防処理標準仕様書」に規定されるこれらの方法について表化した(表7)。

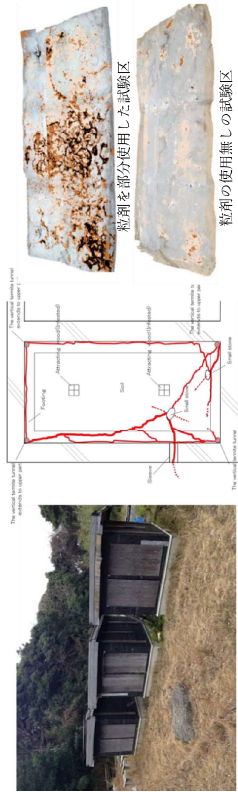


図 23 (左)ミニチュアハウス、(中)土間コンクリート下部に構築された蟻道(赤線部)、(右)土間コンクリート下部の PE シートに付着した蟻土

4.2.2 木部の防蟻処理

表 8 に沖縄県における木部の防蟻措置に関する関連法・基準を比較した。

表 8 沖縄県における木部の防蟻措置に関する関連法・基準の比較

| 関連基準等 | 土台 | 木 材 | その他 |
|----------|--|---|--|
| 防蟻基準等 | 外壁の基礎等 地面からの高さ 1 m 以内の部分 通気構造無し | 地面からの高さ 1 m 以内の部分 1 階床組み | |
| 仕様 | イ) MS に適合した製材又は基礎材等を用い、防蟻・防蟻土に有効な薬剤を塗布、加圧注入、浸透、若しくは吹き付けられたもの又は防蟻及び防蟻に有効な薬剤が注入されたもの(*2) ロ) 断面寸法 135mm×135mm 以上の製材又は基礎材等 ハ) スギ、カラマツ等を用いた製材若しくはこれらの製材により構成された床成材等で、断面寸法 120mm×120mm 以上 ニ) ヒノキ、ヒバ等を用いた製材、若しくはこれらの製材により構成された製材等 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理材 | 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理 又は JIS K 1570 に規定する木材保存処理又は同等の薬剤を用いた K3 以上の防蟻・防蟻処理 | 処理対象となる壁構造等毎の壁下の床組材(*2) |
| 住宅金融支援機構 | 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理材 | 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理 又は JIS K 1570 に規定する木材保存処理 (白木協) 処理高さは基礎天端から 1 m の範囲 | 全ての床組み材を処理(*2) |
| 白対協 | | 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理 又は JIS K 1570 に規定する木材保存処理 (白木協) 処理高さは基礎天端から 1 m の範囲 | |
| 沖縄県特記仕様書 | | 製材の日本産材規格の保存処理 K3 相当 K3 相当以上の防蟻・防蟻処理 又は JIS K 1570 に規定する木材保存処理 (白木協) 処理高さは基礎天端から 1 m の範囲 | 合板・集成材を除く全ての木材について、加圧注入処理とし、保存処理 K3 相当以上 |

* 1) 軒の出が 90cm 以上である異型構造を含む

* 2) 日本産材規格の保存処理 K3 以上、又は JIS K 1570 に規定する木材保存処理等を用いた K3 以上の処理

処理範囲については、白対協にて通気構造等の別無く外壁軸組み部の処理を行うこととしていること、他、外壁の処理高さおよび床組み材の範囲について各基準間の違いがある。また、沖縄県の特記仕様書(令和元年版)では、防蟻措置の性能等に対する要求は高く、全ての木材の処理について加圧方式による保存処理 K3 相当以上とされている。このような沖縄県における実施ハードルの高い処理基準は、当地のシロアリの活性が高くシロアリの被害を受けてきたことや、県内に木材を供給・消費するに足りる森林資源を保有していないこと、これまで木造建築の経費値が

少ないことなど、結果、特定の保存材としての建築物を除けば、公共財として取って木造建築を選択する必然性が無い歴史が続いてきたことによるものとも考えられ、今後の検討が待たれる。処理方法については、防蟻に有効な薬剤を予め工場で加圧注入する方法と現場で塗布・吹付する等の 2 つの方法に大別される。工場での処理は、各部分材やパネルごとに行われるため、現場でこれらが接合・組立てられた際にも、各部分材やパネル間での未処理部は生じない。ただし、工場にて薬剤を加圧注入された部分材等であっても、薬剤による処理深さは材表面から所定の深さまでに限られていることから、諸規程に規定されるように現場での加工等で防蟻処理部の欠損が生じた際には、現場での塗布・吹付などの処理で当該部を補充処理することとされている。

一方、現場での塗布・吹付による木部の表面処理では、各部分材間やパネル間の接合部(面)に未処理部が生じるおそれがあるため、特にシロアリ活性の高い地域においては、処理方法によらず、あらかじめ各部分材やパネルの組立て・取付前に、各部分材・パネル単位で処理を行うことが防蟻上必要且つ有効であると考えられる。首里城再建時(2019 年焼失)では、あらかじめ処理対象木材のすべての部分材が番付けされ、各木材・部材ごとに使用された薬剤、薬剤塗布量、処理方法、処理日などの処理内容の管理・記録がなされている(平井, 2012)。使用される合板や集成材などを含め、処理部や使用薬剤量などの的確な処理と品質の管理によって、加圧・塗布・吹付の別無く、防蟻品質は担保可能であるものと考えられる。

なお、本報では CLT を含む木造建築を想定した検討に留めており、屋根・床などでの一部に使用される場合や非木造構造建築との混構造については、別途それぞれの使用部位等の状況に応じた処理の必要を含め処理方法について検討されたい。

4.3 メンテナンス

長期に建物へのシロアリの侵入防止を継続・維持するためには、薬剤効果の有効期限などにもとづき、定期的な点検と再処理の実施が必要となる。再処理を行う時期については、各防除方法を提供する事業者により異なるが、白対協の防除施工標準仕様書の防除施工基本大綱では、再処理の目的を 5 年としている。定期的な点検は、一般的に再処理の目的となる時期に、防除施工の知見・資格を有する者によって実施され、主たる侵入経路となる基礎内部(床下)などの目視による点検の他、建物周囲の蟻道構築や工作物等へのシロアリ被害の有無などの調査が行われる。このため基礎内部の点検が容易である 1 階床下に空間を持つ構造が望ましいが、床下構造を持たない建築物では、建物内部については床周辺部等におけるシミなどの異常の有無確認などの目視点検となる。

表 9 に、土壌の再処理方法について、白対協の防除施工標準仕様書の II 既存建築物しるあり防除標準仕様書に記載されている内容を表として示した。処理範囲は新築時と同様に外周基礎の内側とし、再処理の方法についても新築時の処理法に準ずるとしているが、処理の箇所については「既存建築物」であるための制約が生じた内容となっている。また、コンクリート下部の土壌処理の方法として、コンクリートを穿孔し注入機を土壌へ差し込んで薬液を注入する方法が併記されているが、一般的な床下空間環境での注入作業は困難と考えられるため、特殊な状況を除き通常は薬液剤等の散布により再処理が行われるものと推察される。

5. 最後に

シロアリに関する被害件数や被害状況については、住宅建築会社などの供給者にとって営業上不利な情報であることや、建築会社傘下のしろあり防除施工会社は発注者である建築会社に対する守秘義務により被害に関する情報を発信し得ないこと、しろあり保険を提供する損害保険会社においても同様に供給会社や防除施工会社との契約により情報を開示出来ず、保険料算定の根拠となる被害発生率については機密情報とされていることなど、シロアリ被害の全体像を把握するために必要な情報や統計データが明らかに難しい構造となっている。

しろあり防除工事では、シロアリ被害が発生した際の保険として損害保険(以下、「しろあり保険」という)が付保されるケースが多い。しろあり保険は、シロアリによる建物の被害が生じた際の補修・改修工事費用の補填にあてられるが、通常、被保険者が薬剤加工会社やシロアリ防除事業者であることから、防除工事者に対するPL保険的な意味合いが強い。保険金額の上限額も2～数百万程度と低く、建築会社との保証に関する契約の内容によっては、被害が大きくなつた際に建築主側に相当額の経済的負担が生じることが懸念される。さらに、新築住宅におけるシロアリ被害については、消費者保護を目的とした住宅瑕疵担保履行法による対象とされていない状況もある。

シロアリによる被害は、壁内や木材中を加害進行するなどの行動特性から、早期にシロアリの侵入や被害を把握することは難しく、顕在化した際には大きな被害となりやすい。現在、非破壊検査によるシロアリによる加害の有無や範囲を特定する方法・機器等についての研究が進められ、実施事例の報告もなされている(吉村、大村、2018)。まだ一般商業ベースで運用できているに至っていない状況であり、予防的措置としてのシロアリ防除の役割は大きい。

以上、本報では、沖縄県等のシロアリ活性が高い地域においてCLTを利用して(木造)建築物を計画する際のシロアリ防除(対策)の検討および仕様策定に向け、沖縄県におけるシロアリ防除の状況や必要とされるシロアリ防除方法等について、課題の洗い出しを含めた整理を目的とした。今後のCLTの利用、普及に向けた検討の一助となれば幸いである。

引用文献

- ・安芸誠悦、細朝子、筒井益生：木造軸組み工法のシロアリ対策、木材保存 32(2)、65-72(2010)
- ・安部拓哉著：“しろありの生態” 東京大学出版会、1989、pp.53-54
- ・今村祐嗣、角田邦夫、吉村剛編：“住まいとシロアリ” 海星社、2000、pp.15-19-28 57-66。
- ・大村和香子：移りゆくシロアリ生息分布、木材保存、41(3)、102-107(2015)
- ・大村和香子：木材害虫の最近の被害傾向と新たな対策、木材保存、(44)3、180-183(2018)
- ・愛媛県CLT普及協議会：CLT建築物の設計ガイドブック、2019
- ・沖縄県土木建築部：令和元年版建築工事特記仕様書 制定令和元年6月12日
- ・公社)日本しろあり対策協会編：“シロアリと防除対策” 2000、pp.19-49-51 69-70。
- ・国土交通省：建築着工統計調査報告 http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/jouhouka/sosei-jouhouka_tk4_000002.html 2019年1月10日閲覧
- ・国土交通省大臣官房官庁営繕部：公共建築工事標準仕様書(建築工事編)平成31年版
- ・社)日本CLT協会：2019年版実務者のためのCLT建築物設計の手引き
- ・須貝与志明・渡辺大輔・外丸和之・廣重亮一：シロアリが侵入できるコンクリートのスキ間、しろあり第128号、11-16(2004)
- ・創樹社：必携住宅の品質確保の促進に関する法律 改訂版2019、pp.294-296。
- ・総務省：報道資料平成30年住民基本台帳・世帯数、平成29年人口動態 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei02_02000177.html 2020年1月10日閲覧
- ・平井裕昌：首里城復元工事に参加して、しろあり、157、29-32(2012)
- ・廣重亮一、村上知徳、曾我部昭好、井上章二、金城一彦：木質住宅における基礎周囲の防蟻に関する研究(第一報)、木材保存、(42)4、199-207、2016
- ・屋我副良：沖縄の建築物とシロアリ防除技術、木材保存、23(5)、222-227(1997)
- ・安田いち子、仲曾根幸雄、金城一彦、屋我副良：琉球諸島および南・北大東島に生息するシロアリの形態と分布、Japanese Journal of Entomology (N.S.) 6(2)、103-104(2004)
- ・築瀬義之、藤原裕子、藤井義久、森拓郎、吉村剛、土居修一：実験住宅の床下における種々の粒子バリアのヤマトシロアリ貫通阻止性能評価、木材保存、(45)3、114-121(2019)
- ・吉村剛：環動昆、床下環境とシロアリ、11(3)、125-135(2000)
- ・吉村剛、板倉修司、岩井隆太郎、大村和香子、杉尾幸司、竹松葉子、徳田岳、松浦健二、三浦徹編集：“しろあり辞典” 海星社、2012、pp.405-407。

参考資料

- ① 沖縄県建築工事特記仕様書令和元年版(写)
- ② 琉球大学学長記者懇談会配布資料 令和元年6月26日
一琉球大学ゼロエロエネルギーハウス実証実験棟の完成セレモニーについて

資料3

令和元年6月吉日

報道機関 各位

琉球大学ゼロエネルギーハウス(ZEH)実験棟新築工事完成披露式典のご案内

有限会社 フロンティアーズ
 代表取締役 伊藝直
 産学官連携推進機構 併任
 理学部 教授 眞榮平孝裕

拝啓 時下益々御清栄のこととお喜び申し上げます。

さて、かねてより御高配を賜りました琉球大学ZEH実験棟新築工事につきまして、建築を進めて参りました所、この度いよいよ完成の運びとなりました。つきましては下記により完成披露式典を執り行いたいと存じますので、ご多忙の折、誠に恐縮ではございますが、多くの方々への周知をお願いいたたく取材・報道をよろしくお願い申し上げます。

○完成披露式典

7月25日 木曜日 12時00分～14時00分 場所：琉球大学北口学生寮駐車場
 出席予定者 大学側 西田睦学長、理事・副学長、伊澤雅子理学部長、眞榮平孝裕産学官連携推進機構併任理学部教授、他・関係教員
 企業側 フロンティアーズ代表取締役伊藝直、他・県内企業12社の代表者
 (有)フロンティアーズ、(有)翁長電気工事、(株)新光産業株式会社、
 (株)H・P・O、(有)前川プロック工場、(有)ビルド、(株)M-studio、
 (株)エクセルシヤノン、(株)日本鐵板、(株)越智産業、建築設計室
 創庵、(株)タカスタタンダード(12社)
 県内銀行関係者

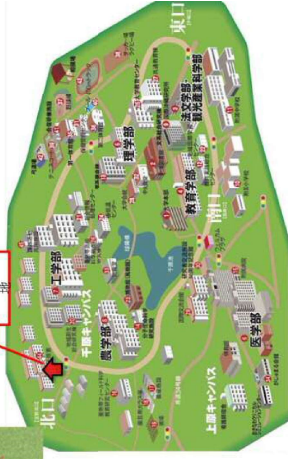
○(案)式次第

同日 12:00 テープカット
 12:15 ZEH実証実験棟内覧会
 12:45 祝賀会
 主賓挨拶 (西田学長、伊藝社長)
 来賓挨拶
 乾杯
 経過報告 (眞榮平教授)
 14:00 終了

実験棟のイメージと平面図



実験棟イメージ図(左)と初期設計案(左下)。南側を東西2室に分け、同条件下で断熱材料、開口部ガラス、空調・換気システムなどを年ごとに変えながらデーターを収集し最適な組み合わせをさぐる。
 実験棟建築場所・琉球大学北口学生寮駐車場(下)



概要：今回の「琉球大学ゼロエネルギーハウス(ZEH)実験棟新築工事完成披露」は、「沖縄から展開する亜熱帯気候にあったゼロエネルギーハウス(ZEH)の研究開発プロジェクト」の核となるスタートアップ・セレモニーである。また、本プロジェクトは、琉球大学と地元企業とのコラボレーションによる地域の課題解決を行うプロジェクトである。

国土交通省・経済産業省は2020年度以降の新築住宅でZEHの義務化を実施予定である。沖縄の気候は、高温多湿の亜熱帯気候であり、台風や強い直射日光といった環境負荷の高い風土である。また、沖縄県の住宅は歴史・文化的な特性からコンクリート造やコンクリートプロック造の住宅が全体の72.21%(平成27年度)である。近年の建築単価の高騰や県外の大手木造ハウスメーカーが増加している。ZEHに対応しているが、県内の企業は未だ本土の大手木造ハウスメーカーの60%はすでにZEHに対応しているが、県内の企業は未だ対応できている企業は少なく、このままだと県内住宅メーカーが衰退する可能性がある。危機意識を持ったフロンティアーズ社を中心とした県内建設企業から、ZEHの啓蒙・促進を協力してほしいと琉球大学に依頼があった(2015年)。その依頼に応える形で琉球大学とフロンティアーズ社を中心とした県内の設計・施工・土木企業チーム(12社)とともに、沖縄の風土にあった高い断熱と高効率設備を活かした環境・省エネルギーに対応した、快適で低価格なZEHの研究開発プロジェクトがスタートした。これまでに琉球大学内にて建築土木関係者向けの研修会(全6回)が開催され約350人の受講者が参加した。さらに、琉球大学内にZEH実証実験棟を建築し、施工ノウハウの確立と県内施工業者向けの研修指導を

行う。ZEH 実証実験棟を用いて断熱材や断熱ガラス、空調システムなどの条件を変えながら温熱環境や湿度、消費エネルギーなどのデータを5年間かけて収集・解析する。体験宿泊なども行い、体感的な快・不快についても調べる。現在、設計・施工・土木、電気関連の県内企業と協賛する本土メーカーなど計12社が参加しており、資材や資金、技術を提供する。本プロジェクトは県内の既存コンクリートブロック造住宅のリフォームに対応できるノウハウの構築までを視野に入れる。これらの実験と評価は琉球大学の理学・工学系教員と学生が実施するが、観光・教育系教員も参加し学部横断型で連携することで、子供たちへの環境教育も進め、沖縄における未来の住環境やライフスタイルの提案も目指したい。

本プロジェクトの見込まれるメリット
琉球大学：

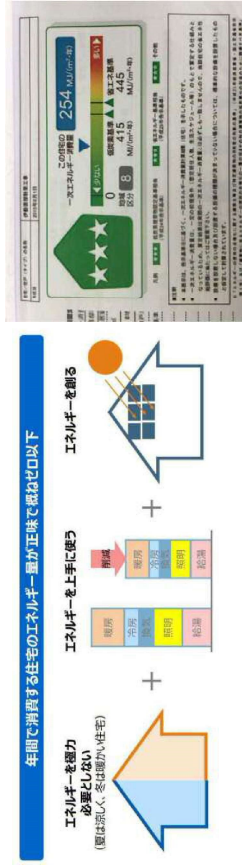
- ・国策であるゼロエネルギーハウス(ZEH)の啓蒙・推進と、県内中小企業へのサポートによる地域企業への貢献(産学官金連携の推進)
- ・環境教育・人材育成、未来の子どもの達により良い環境の継承を目指すなど地域社会への貢献
- ・ZEH 実証実験棟を用いた研究開発、関連補助金など外部資金獲得、関連企業からの研究費・寄付金などの外部資金獲得
- ・ZEH 認証機関(企業が ZEH 建設基準を満たしているか、建築物が ZEH 基準を準拠しているかを認定する機関)として本学がなりえるかどうかの検討。
- ・ZEH、建設企業等をキーワードとした学生ベンチャーの起業促進。

企業側：

- ・琉球大学と連携することによる企業ステータスの向上
- ・県外大手企業に対抗できるように、琉球大学を核とした県内中小企業の連携協力体制の確立
- ・ZEH 実証実験棟による建設ノウハウの蓄積と施工者の人材育成
- ・琉大との研究開発による、省エネ商品の開発・販売
- ・企業ステータス向上による琉大生による大卒生の就職獲得

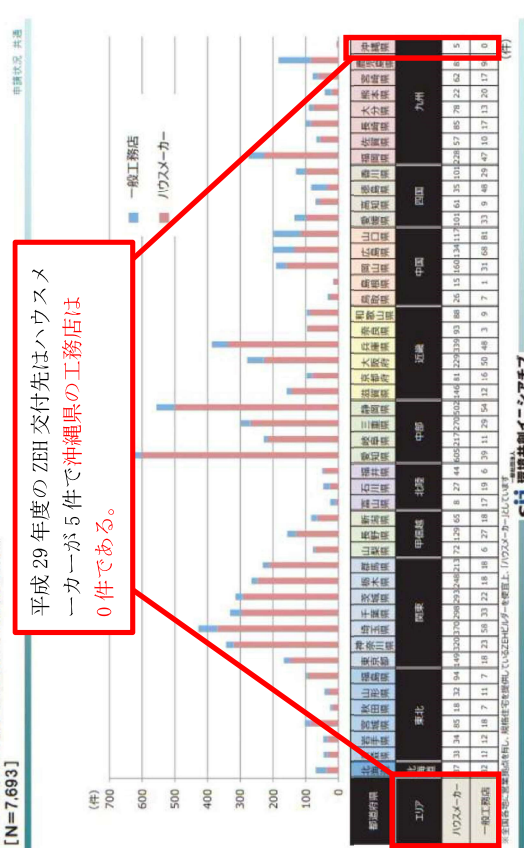
ゼロエネルギーハウス(ZEH)とは、

ゼロ・エネルギー・ハウスとは、住まいの断熱性能、省エネ性能を上げることと、太陽光発電などでエネルギーを創ることににより、空調や給湯、照明、換気といった年間の一次エネルギー消費量の収支をプラスマイナス「ゼロ」にする住宅のことである。



平成 29 年度の ZEH 交付決定件数内訳

4-2-4.【H29】都道府県別 交付決定件数 [N=7,693]



第5章 CLT 導入のすすめ

相談者向けの説明資料として、技術的な資料は比較的揃っているが、施主向けの資料は乏しい。特に最近では SDGs が民間企業にも広まりつつあり、地方創生や持続可能といったキーワードが、行政だけでなく、民間の事業主にとっても重要になってきているため、CLT 建築を選択することによる地域経済への貢献や山林の持続可能性を訴える資料を作成することにした。

以降に「地域経済循環と持続可能なビジネスを生む CLT 導入のすすめ」を示す。

CLT導入のすすめ



高知県事例③ はるのガーデン 提供:高橋設計



高知県事例② 高知県自治会館新庁舎 撮影:西川謙章



高知県事例① 高知県森林組合連合会事務所 提供:ふつう合板

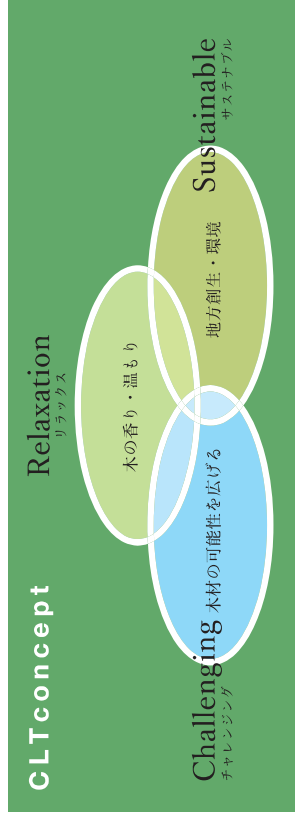
都市の建物にCLTなどの木材を使うことは、木材の中に吸収されている二酸化炭素を建物に長期固定することになり、都市の中に「森」があるような効果が生まれます。また、木材の持つ調湿作用やリラクゼーション効果などにより、木材は人々に快適な生活空間を提供してくれます。

一方、木材を供給する地方では、木材生産により雇用の創出や森林の公益的機能が高められますので、CLTの利用により都市と地方の共存共栄が図られると考えます。そのため、高知県ではCLT普及を推進しており、公共・民間ともに、様々な建物がCLTで建てられています。



高知県林業振興・協議部 部長 小原 忠兵

CLT導入例



どんなことでもお問合せください！
ワンストップ
で対応できます！

国の機関
CLT活用促進のための政府一元窓口
(内閣官房内) TEL 03-3581-7027
東京都千代田区永田町1-6-1 内閣府本府庁舎



民間団体
一般社団法人 日本CLT協会 TEL:03-5825-4774
東京都中央区東日本橋2-15-5 VORT東日本橋 2F



編集／発行
一般社団法人
日本CLT協会

一般社団法人 日本CLT協会 (Japan Cross Laminated Timber Association)
〒103-0004 東京都中央区東日本橋2-15-5 VORT東日本橋 2F
TEL:03-5825-4774 FAX:03-5825-4775 <http://clt.jp> E-mail: info@clt.jp

CLT建築物は木を活かし、人を活かして地域活性化に貢献

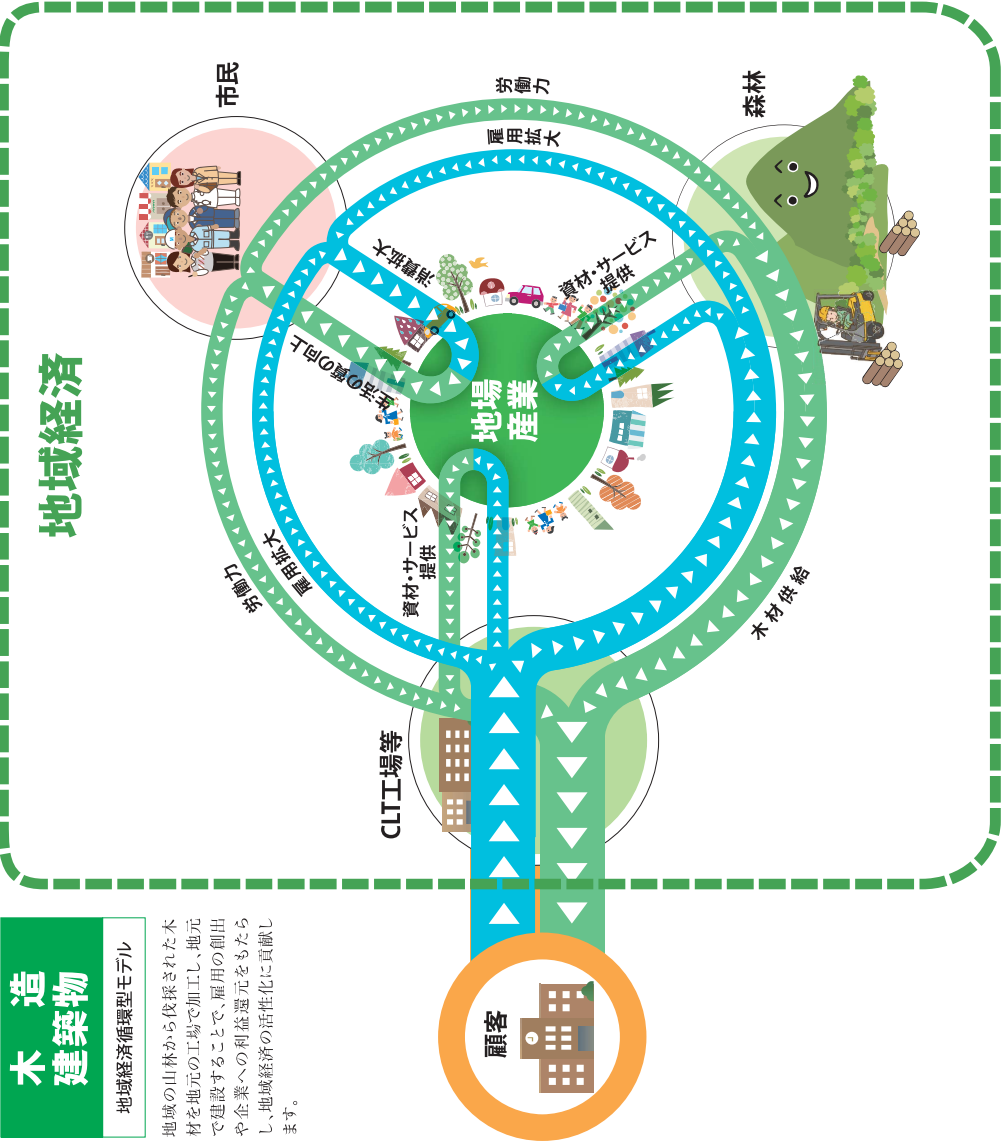
木材の地産地消により地域経済に持続可能な事業を生み出します

人口減少などにより住宅着工戸数が減少する中、林業・木材産業の可能性がある。林業・木材産業及び建設産業の振興による中山間の所得の向上が期待できます。またCLT工場などの関連施設の誘致により、新たな雇用の創出や持続可能な地域産業の育成につながる可能性があります。

木造建築物

地域経済循環型モデル

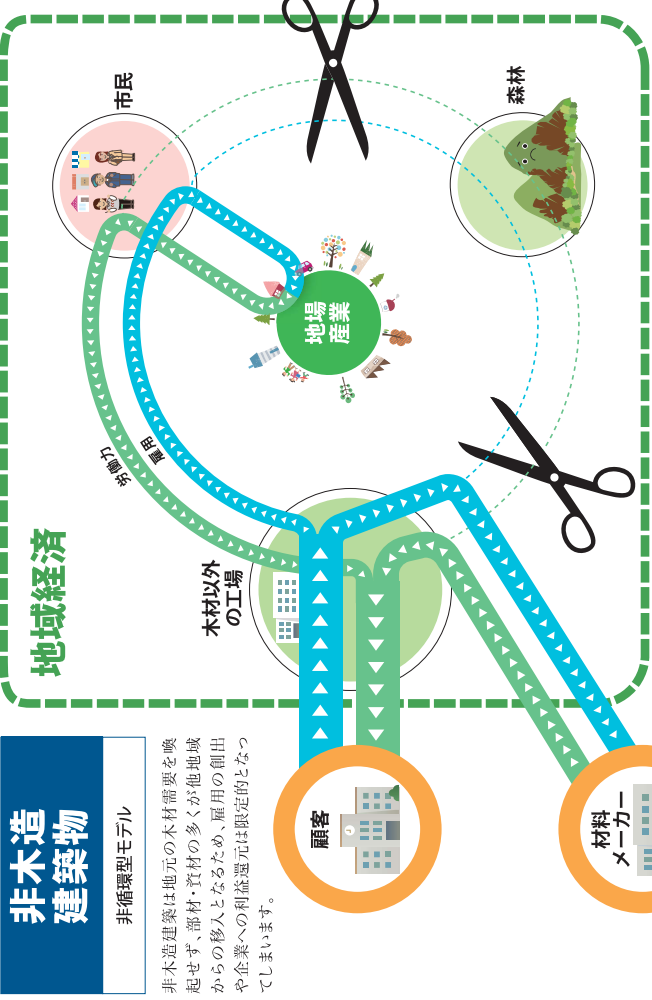
地域の山林から伐採された木材を地元の工場で加工し、地元で建設することで、雇用の創出や企業への利益還元をもたらす。地域経済の活性化に貢献します。



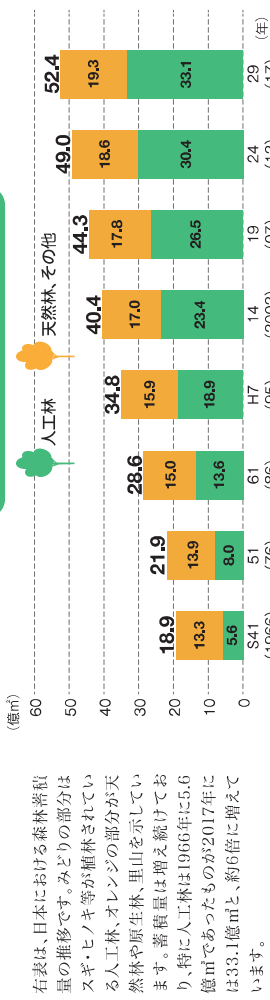
非木造建築物

非循環型モデル

非木造建築は地元木材需要を喚起せず、部材・資材の多くが他地域からの移入となるため、雇用の創出や企業への利益還元は限定的となっております。



資料 我が国の森林蓄積の推移



右表は、日本における森林蓄積量の推移です。みどりの部分は人工林、オレンジの部分が天然林や原生林、里山を示しています。蓄積量は増え続けており、特に人工林は1966年に5.6億m³であったものが2017年には33.1億m³と、約6倍に増えています。

学校や病院などの公的施設からテナントビルまでCLTは多様な建築物に利用されています

CLTとは、木の板を繊維方向が直角に交わるように重ねて接合したパネルで、欧州を中心にマンションや商業施設などの壁材や床材として普及しています。施工性が良いうえにパネル工法、部分利用といった広範な可能性があり、国内でもバスの待合所や研修施設など多様な建築実績があります。木の温もりある空間が創出できるため、学校や病院、高齢者施設をはじめ、さまざまな建築物での利用が期待されています。



第6章 CLT 関連林野庁事業成果報告会

林野庁委託・補助事業において、令和元年度に取り組みられた CLT 関連事業の成果を共有し、取り組み状況などの情報を発信する「令和元年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会」を 2020 年 3 月 4 日に開催予定であったが、政府の新型コロナウイルス感染症対策本部等のイベント自粛要請等を受け、延期となった。

今後、新型コロナウイルス感染症等の状況に鑑み、改めて実施予定である。

令和元年度実施 CLT 関連林野庁事業成果報告会

林野庁事業(委託・補助)において、令和元年度に取り組みられたCLT関連事業の成果報告会を実施します。CLTの各種性能実験の報告の他、一般への普及に向けた取り組みなど、計9事業のエッセンスをそれぞれ約15分にまとめてご報告いたします。CLTに関する最新の研究開発の数々を、事業実施者から直接一度に聞くことのできる貴重な機会です。ぜひこの機会をご活用いただき、ご参加のほどお願いいたします。また冒頭にCLTアイデアコンテスト2019の表彰式・受賞者による作品プレゼンを開催いたします。

日 時 : 令和2年3月4日(水)13:00~17:00
 会 場 : 木材会館 7F 大ホール (東京都江東区新木場1-18-8)
 定 員 : 150名(無料)
 主 催 : 一般社団法人日本CLT協会

当日時間割(予定)

※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 | 内容 | 事業名等 | 事業主体 |
|---------------|-----|---|---|
| 13:00 ~ 14:15 | 75分 | ＜＜CLTアイデアコンテスト2019 表彰式＞＞ | |
| 14:15 ~ 14:30 | 15分 | (入替準備) | |
| 14:30 ~ 14:35 | 5分 | 開会挨拶 | |
| 14:35 ~ 14:50 | 15分 | 〔仮〕鉄骨フレームとCLT壁を組み合わせた架構における構造性能および耐火性能を満足する標準納まりと設計法の開発 | 【代表提案者】(株)ドット・コーポレーション 【共同提案者】国立大学法人京都大学 |
| 14:50 ~ 15:05 | 15分 | CLTパネル工法の構造計算関係規定の拡充・合理化 | (公財)日本住宅・木材技術センター (一社)日本CLT協会 (株)日本システム設計 |
| 15:05 ~ 15:20 | 15分 | CLT企画・設計支援事業 | (一社)日本CLT協会 |
| 15:20 ~ 15:35 | 15分 | CLTパネル工法の試設計と構造計算例の作成、設計者向け講習会 | 【代表提案者】(一社)日本CLT協会 【共同提案者】(公財)日本住宅・木材技術センター |
| 15:35 ~ 15:45 | 10分 | 休憩 | |
| 15:45 ~ 16:00 | 15分 | 中大規模木造建築物の普及促進に関する情報発信 | (株)日経BP |
| 16:00 ~ 16:15 | 15分 | 床専用CLTのローコスト化について | 山佐木材(株) |
| 16:15 ~ 16:30 | 15分 | 軸組併用CLTパネル工法の標準化 | 木構造振興(株) |
| 16:30 ~ 16:45 | 15分 | デベロッパ(開発者)等のためのCLT講習会2019 | (非特)建築技術支援協会 |
| 16:45 ~ 17:00 | 15分 | 中大規模木造に用いるCLTパネル工法用接合部の開発、規格化の検討 | 【代表提案者】木構造振興(株) 【共同提案者】(一社)日本CLT協会 |

図6 3月4日に開催予定だったプログラム

第7章 まとめ

CLT 建築物の基本企画や設計実務に関する疑問や課題を解決するため、相談窓口を設けた。72 件の相談が寄せられ、それぞれの案件に合わせた助言を行い、必要に応じて現地へ専門家や実務経験者を派遣した。さらに相談対応の経験の蓄積から、どのような説明資料が不足していたかを検討し、特に CLT の普及に役立つと判断した資料を新たに作成した。また、デベロッパー向け講習会や設計者向け講習会など他の事業とも連携し、お互いの相談者・講習会参加者に事業を紹介し合うなどして、相乗効果を発揮した。

今後はさらに、前年度までの不成約案件の相談者にどのような支援があればよかったかをヒアリングしたり、地方を拠点とする設計者等の専門家を増員したりすることで、支援体制や説明内容のアップデートを行えば、CLT 建築物の普及がより進むと考える。