

令和6年度 花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうち  
スギ材の需要拡大対策

# 花粉症対策木材の活用に向けた技術開発事業

➤ 成果概要集 ◀

木構造振興株式会社

令和6年度 花粉症対策木材の活用に向けた技術開発事業

令和6年度 花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうち  
スギ材の需要拡大対策

# 花粉症対策木材の活用 に向けた技術開発事業

成果概要集

木構造振興株式会社

# 目次

No	事業	実施団体	掲載頁
1	地域材の難燃薬剤処理LVLを用いた被覆型耐火構造の開発	一般社団法人全国LVL協会	4
2	超厚合板の開発のための性能試験等の実施	日本合板工業組合連合会	14
3	土木分野におけるCLT利用技術の実用化と普及・啓発	一般社団法人日本CLT協会	22
4	高層木造を実現する強度・剛性に優れた圧密木質部材の開発	株式会社竹中工務店 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 林産試験場	42
5	スギ材活用による実用化に向けた「パッケージ型普及ユニット建築」の商品開発	宮城県CLT等普及推進協議会	52

# 地域材の難燃薬剤処理LVLを用いた 被覆型耐火構造の開発

● 実施団体 ●

## 一般社団法人全国LVL協会

〒136-0082 東京都江東区新木場 1-7-22 新木場タワー 8F

### 事業目的

昨年度までに、小断面の柱と梁に対して90分間と2時間の耐火性能評価試験を実施して良い結果を得ている。90分間及び2時間耐火構造の小断面柱と梁に関して一部大臣認定を取得しており、一部は最終の性能評価試験を行っている最中である。2025年度は実物件に使うために、難燃薬剤処理スギLVLを被覆とした90分間および2時間耐火構造（柱、梁）の断面寸法拡大を行う。構造用途でない耐火被覆としての国産材スギ需要拡大を狙う。

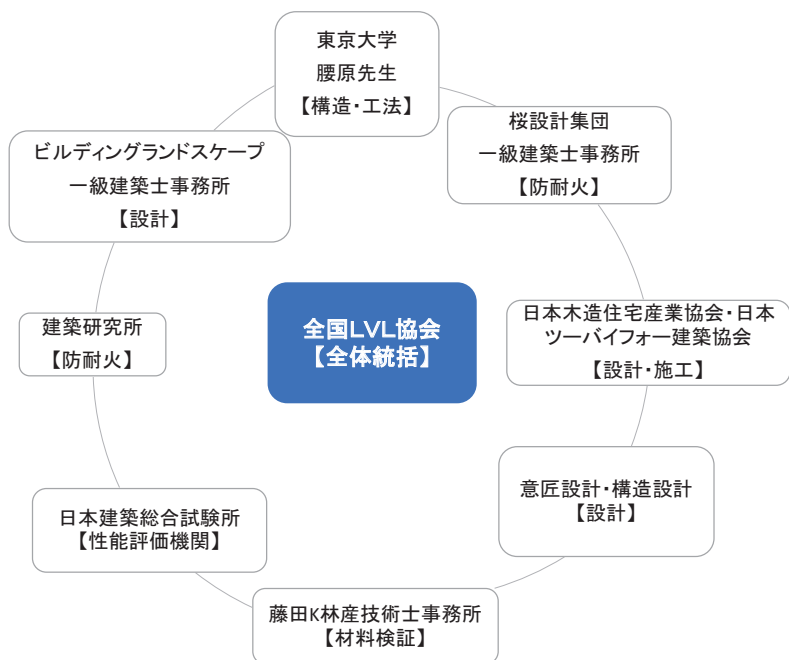
中大規模木造用ブレース金物は1時間耐火建築物にも仕様できることを想定しており、LVL耐火被覆材を介した留め付けの仕様としている。接合部における貫通ビスの本数が多く、またLVL耐火被覆材のビス貫通による熱橋の影響についての知見がないため、耐火試験により確認する。

### 実施した項目

- 性能評価試験実施
  - 90分間耐火構造 柱・梁の特大断面
- 1時間耐火構造 ブレース金物接合部試験検証
  - 中大木造普及加速化プロジェクトでの難燃処理LVLとブレース金物を組み合わせた構法の開発を通じて判明したが、その耐火性能を小型炉で確認した。

### 実施体制

全国LVL協会では技術部会に防耐火委員会を設置して研究・開発活動を続けている。防耐火委員会では下記体制にて難燃薬剤処理LVLを使用した準不燃材料の開発・認定取得、LVL壁の準耐火構造開発・耐火構造認定、LVLを使用した床や屋根の構造開発・耐火構造認定を取得してきた。今年度も同体制で本事業を実施する。



実施した  
内容

## ●性能評価用難燃薬剤含浸

性能評価試験に供する耐火被覆材に使用するスギLVLに減圧加圧法により、リン窒素系難燃薬剤を含浸した。スギLVLの寸法は代表値で厚30mm×幅400mm×長4000mm、難燃薬剤含浸量は平均146kg/m<sup>3</sup>とした。(写真1、2)



写真1 難燃薬剤含浸



写真2 難燃薬剤処理スギLVL

## ●90分間耐火構造（梁）

性能評価に供する試験体の断面構成と立面構成を示した(図1)。荷重支持部材は幅1250mm×せい1250mmのスギ集成材とし、被覆材厚は側面90mm、梁下面是3面からの加熱に対応するため30mm増やして120mmとした。現場での被覆も想定し、被覆材の裏面にウレタン接着剤を塗布し、先穴を開けてビスで留め付け、木栓を打ち込んだ。塗装は最近の耐候塗料にも対応できるように、500g/m<sup>2</sup>を塗布した。(写真3、4) 日本建築総合試験所の水平炉にて、性能評価試験として1体実施した。(写真5)

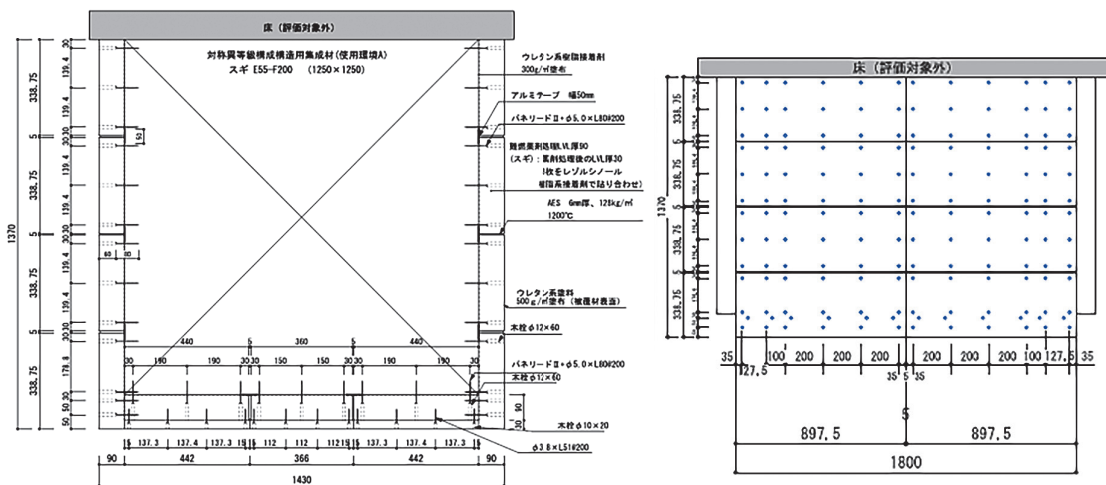


図1 90分間耐火構造 梁断面及び立面

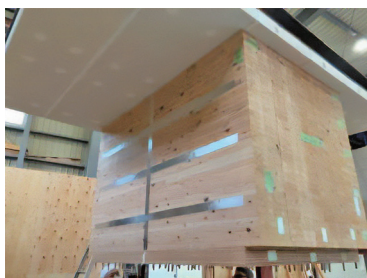


写真3 梁被覆材取り付け

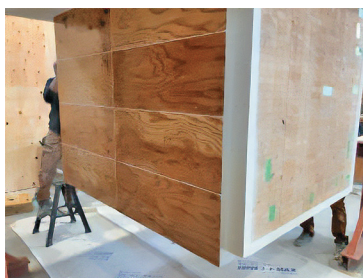


写真4 梁試験体



写真5 梁試験体・試験前

●90分間耐火構造（柱）

性能評価に供する試験体の断面構成と立面構成を示した（図2）。荷重支持部材は幅500mm×せい1260mmのスギ集成材とし、被覆材厚は90mm、隅部はL型の役物で被覆し、4面から加熱するようとした。現場での被覆も想定し、被覆材の裏面にウレタン接着剤を塗布し、先穴を開けてビスで留め付け、木栓を打ち込んだ。塗装は最近の耐候塗料にも対応できるように、500g/m<sup>2</sup>を塗布した。（写真6、7）日本建築総合試験所の水平炉にて、性能評価試験として1体2026年1月末実施予定。

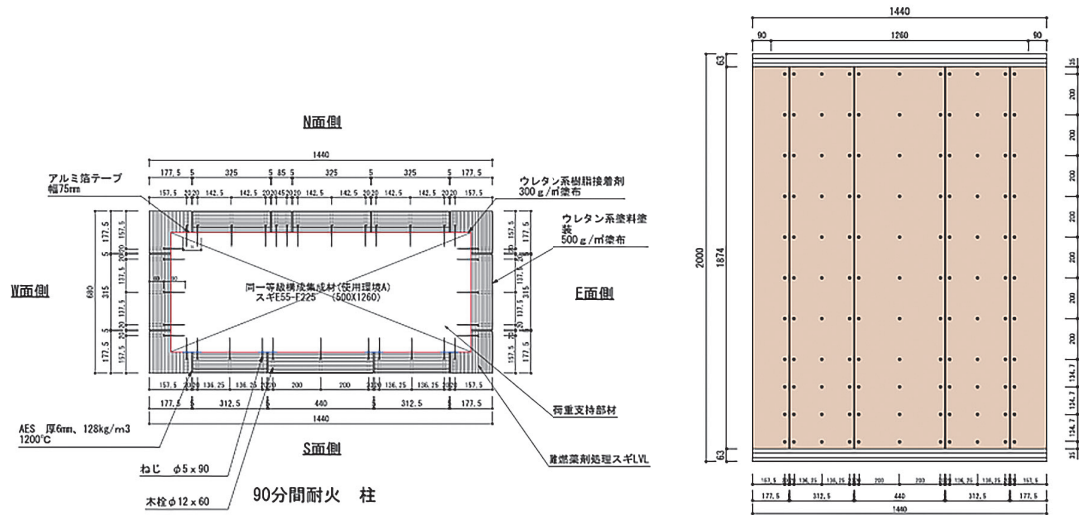


図2 90分間耐火構造 柱断面及び立面

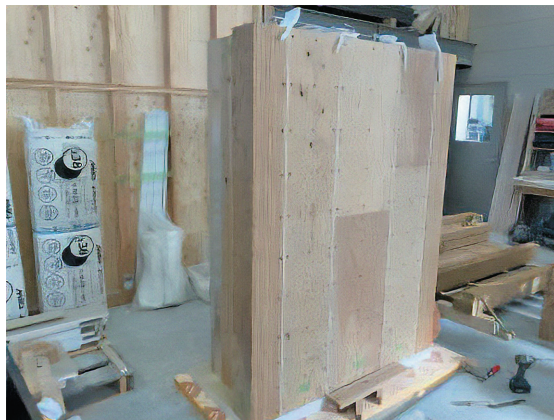


写真6 柱被覆材取り付け

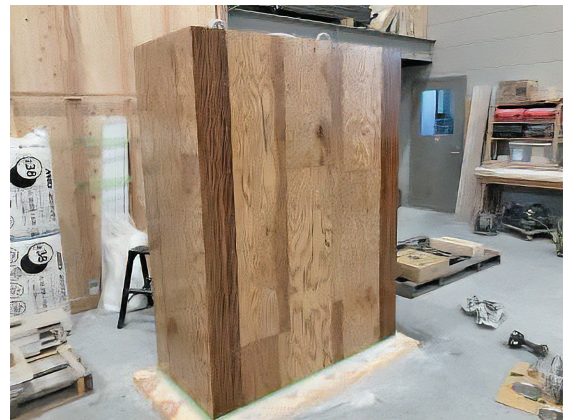
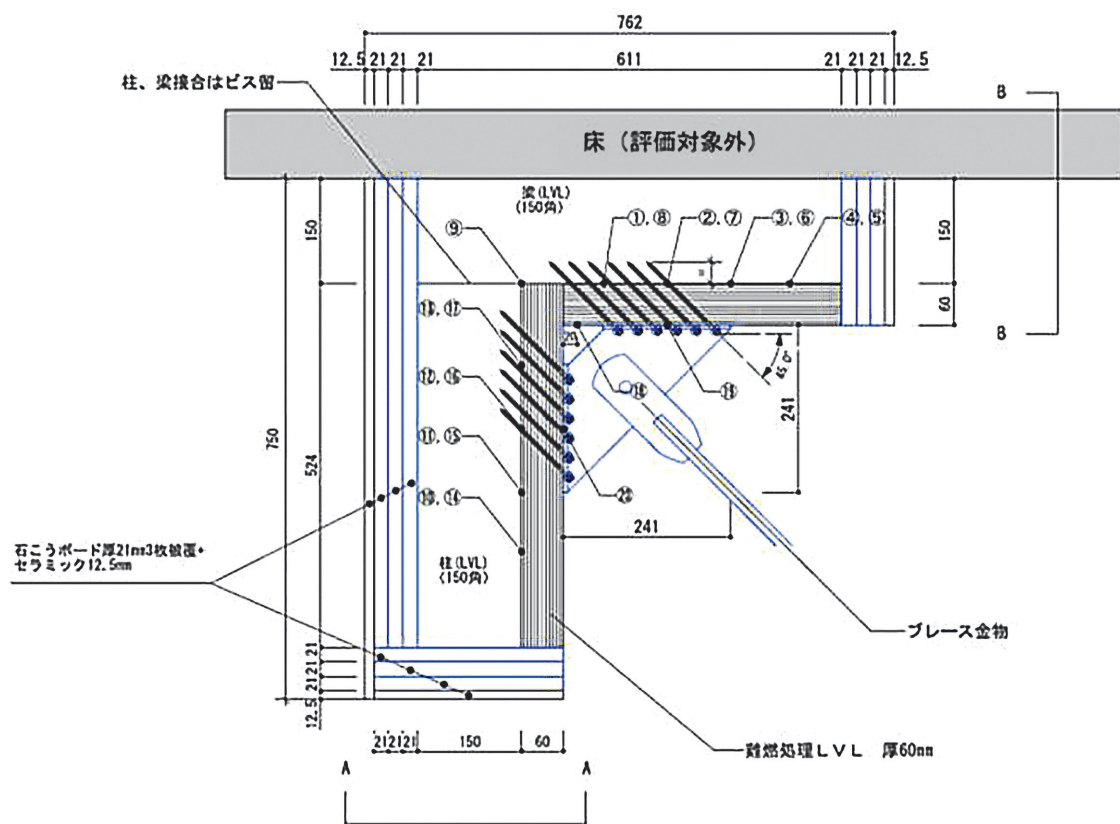


写真7 柱試験体

## ● 1時間耐火構造 ブレース金物接合部

性能確認に供する試験体構成及び金物被覆仕様を示した(図3、4)。1時間耐火仕様で柱、梁の荷重支持部にビス接着剤で厚60mm被覆材を取り付けた。建物に使用する金物の被覆あり、なしのそれぞれ2仕様で小型試験炉2回耐火試験を実施した。(写真8、9)



1時間耐火 接合部試験 側面図

図3 1時間耐火構造 ブレース金物接合部試験 図面

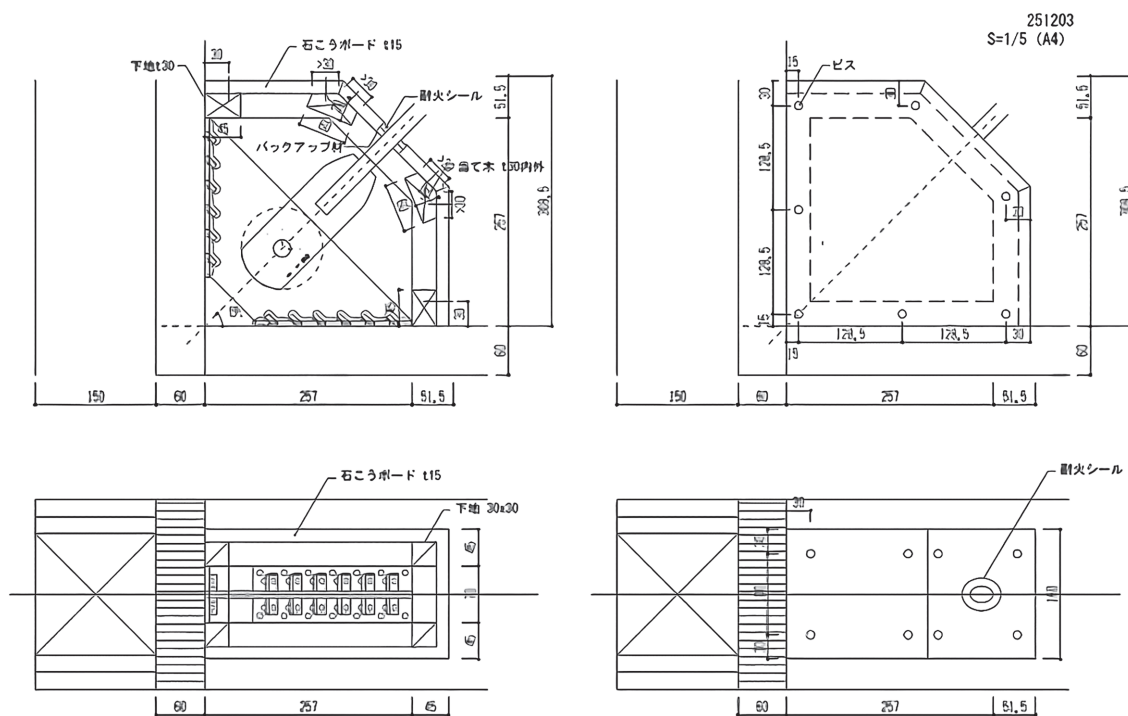


図4 ブレース金物被覆仕様図



写真8 接合部試験体 製作（金物被覆あり、なし）



写真9 接合部試験前（左：金物被覆あり、右：金物被覆なし）

## 実施した結果

### ●90分間耐火構造（梁）

水平炉で90分間加熱し、23時間後に脱炉した（写真10、11、12、13）。温度推移を示した（図5、6）。荷重支持梁の隅部は最大温度153度に達したのちに下がった。梁断面を見たところ被覆材は荷重支持部材には炭化がなく、合格の判断となった。

### ●90分間耐火構造（柱）

性能評価試験1体を2026年1月末に実施予定である。



写真10 加熱中



写真11 脱炉後全体



写真12 3か所断面切断



写真13 梁断面

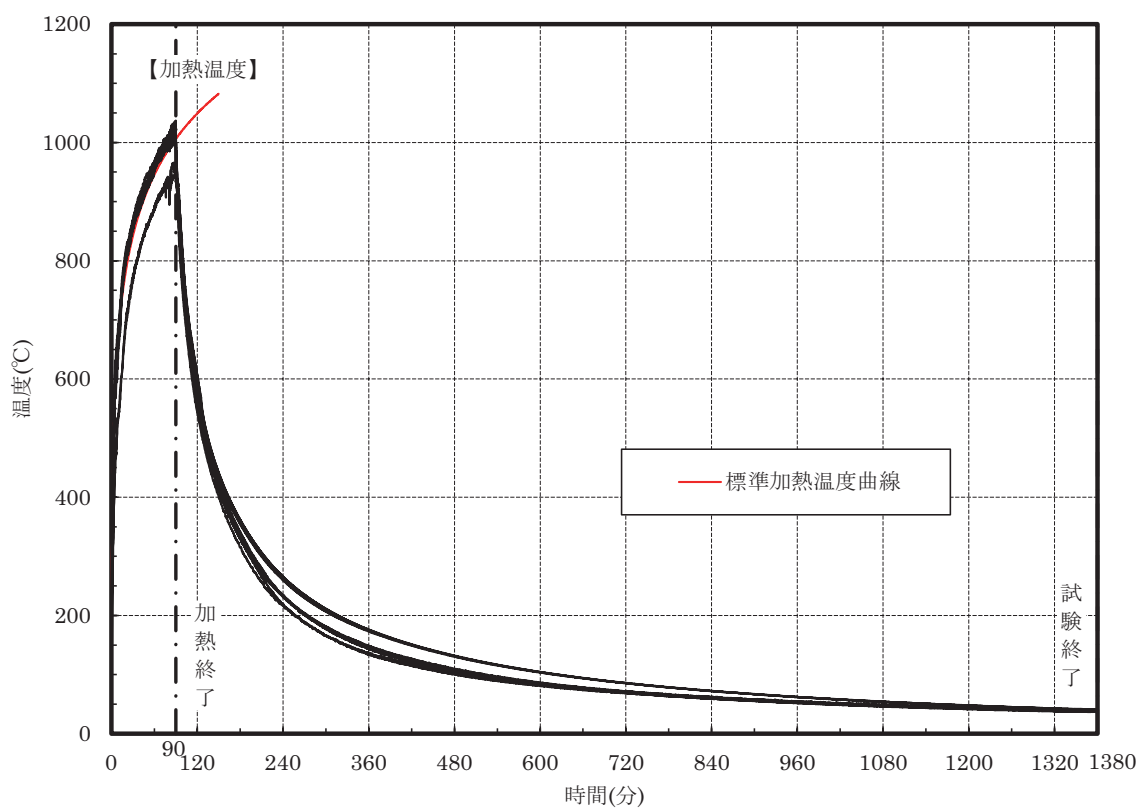


図5 炉内温度推移

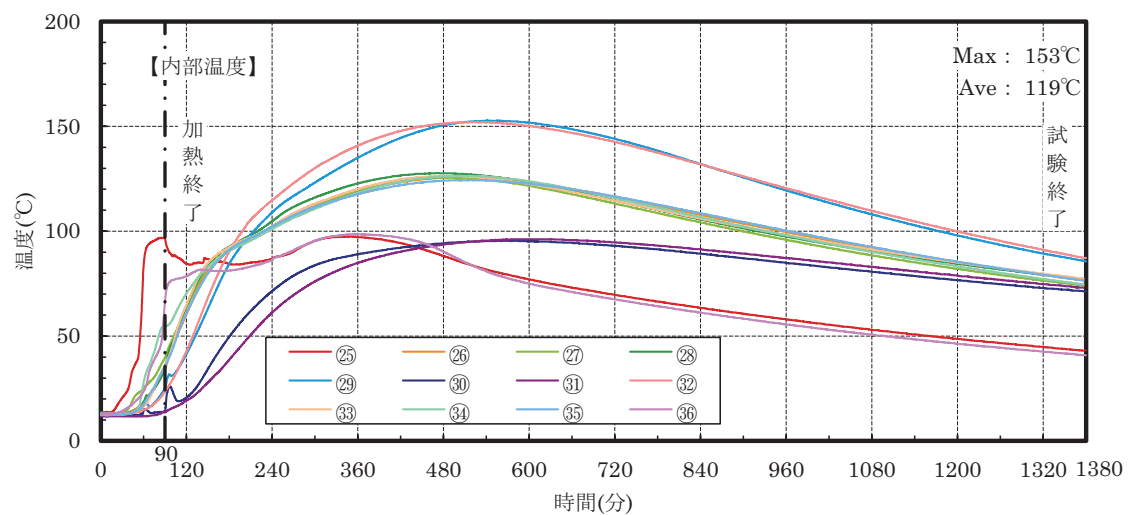
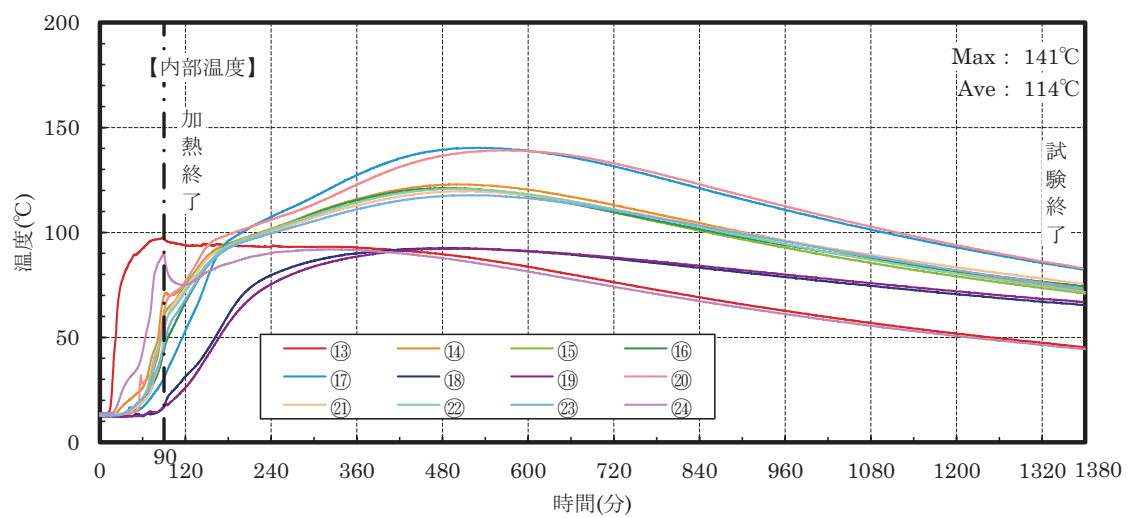
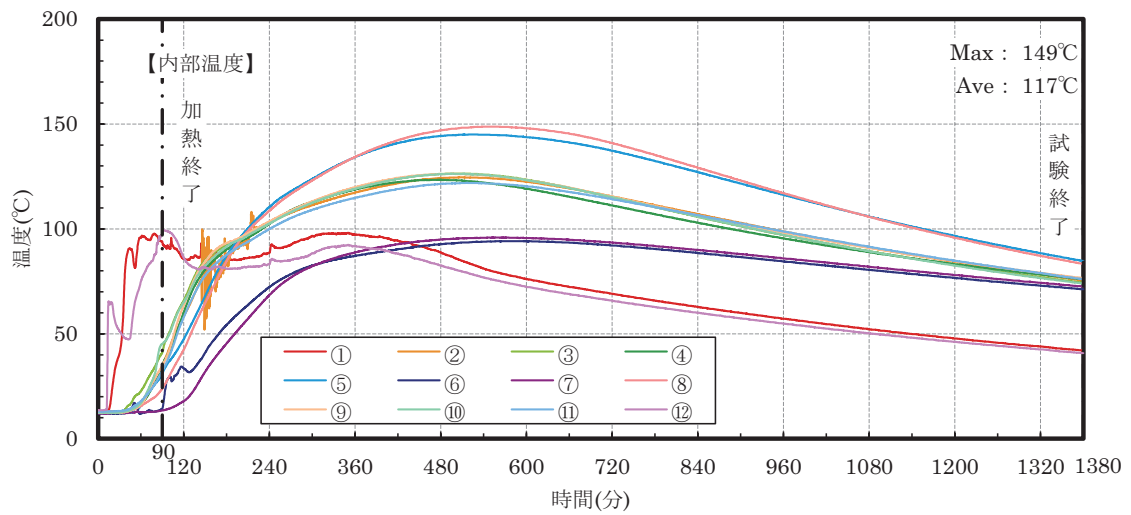


図6 内部温度推移

● 1時間耐火構造 ブレース金物接合部

小型炉で1時間加熱し、6時間後に脱炉した(写真14～21)。温度推移を示した(図7、8)。金物仕様の被覆あり及び無しの荷重支持部は最大温度それぞれ151度、142度に達したのち下がった(図9、10)。金物被覆無し仕様は、荷重支持部は黒い部分があったが、性能評価機関より薬剤の変色の判定で炭化ではないことであった。(写真17)



写真14 接合部試験 (被覆無し)



写真15 試験後

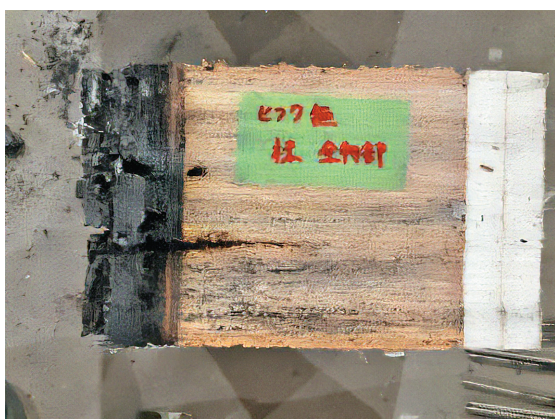


写真16 荷重支持部断面

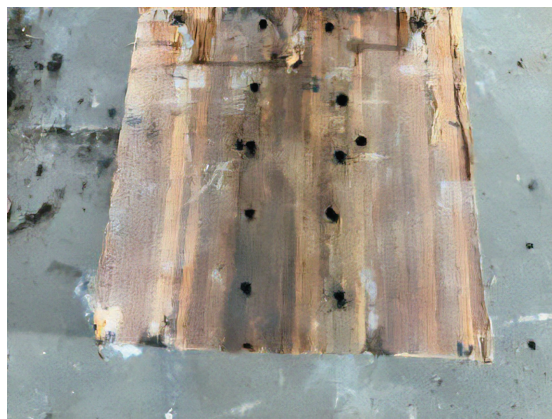


写真17 被覆材と荷重支持部の界面

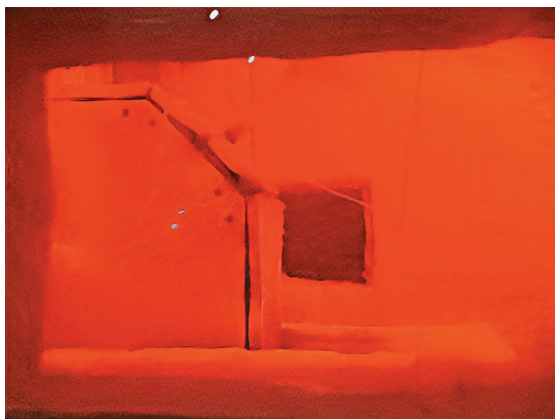


写真18 接合部試験 (被覆あり)



写真19 試験後

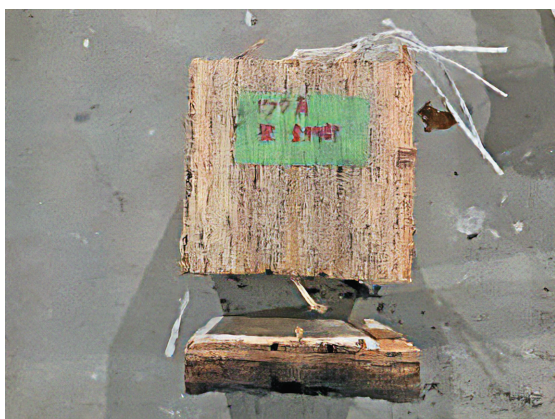


写真20 荷重支持部断面 (被覆あり)



写真21 被覆材と荷重支持部の界面

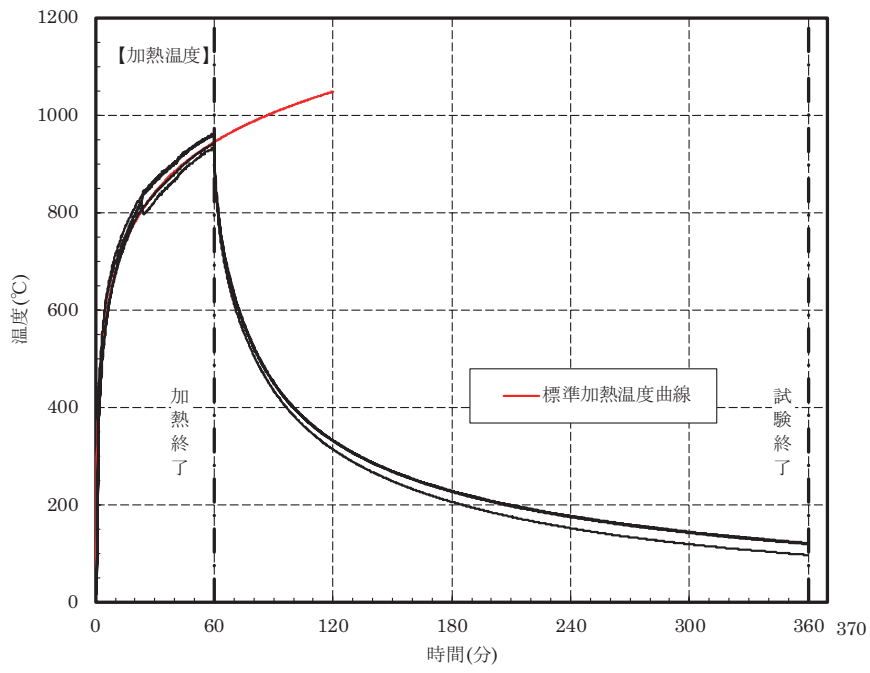


図7 炉内温度推移（被覆無し）

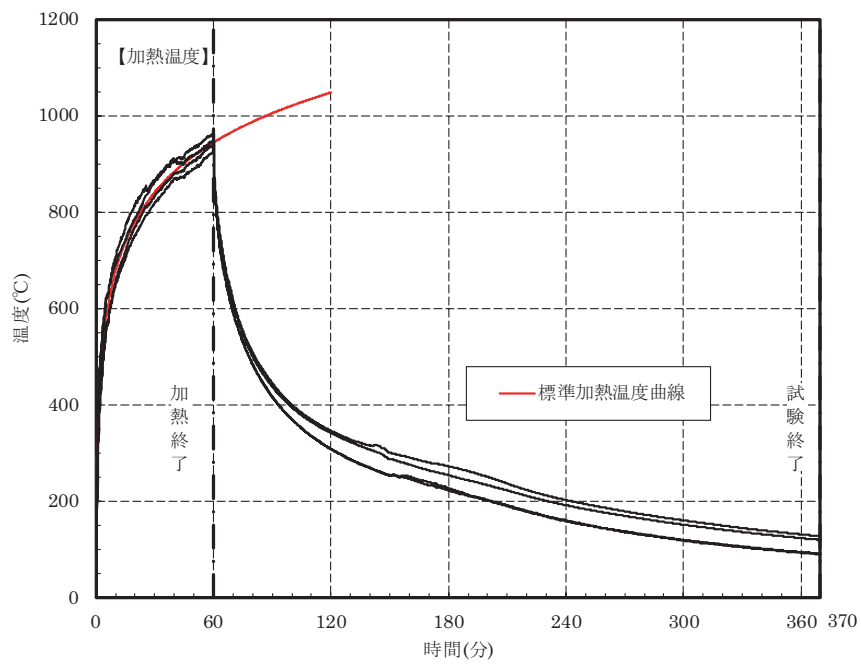


図8 炉内温度推移（被覆あり）

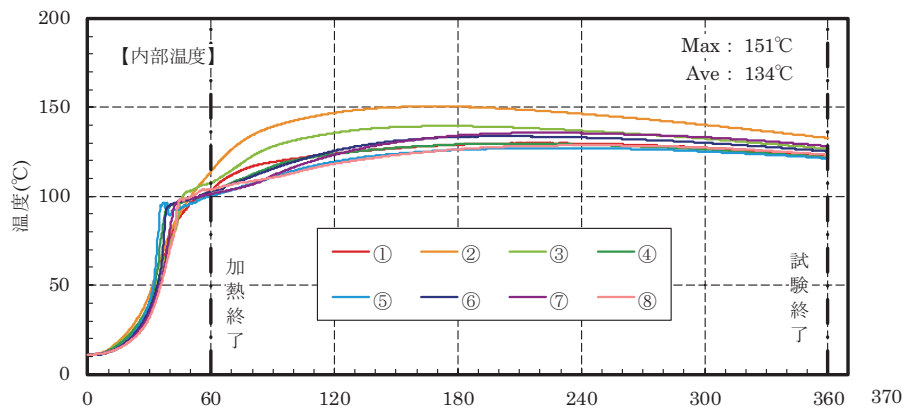


図9 内部温度測定曲線(8部位毎)（被覆無し）

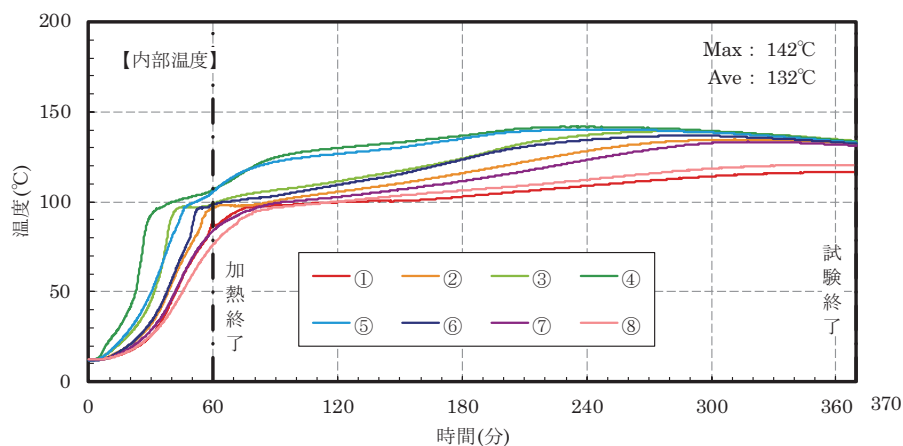


図10 内部温度測定曲線（部位毎）（被覆有り）

今後の  
課題・展開  
等

- 90分間耐火構造柱・梁小断面から特大断面までの性能試験を確認できた。梁は大臣認定取得確定。今後、大臣認定番号の更新による運用範囲の拡大、パンフレット等の整備を行う。しかし、性能評価機関による柱の柱炉で载荷加熱可能の最大断面耐火試験が残っている。また昨年度に検討をスタートした大断面柱の検討でより簡略化された試験による大臣認定取得ができるよう検討を続けていく。
- 桜設計集団よりカラマツ等の高密度樹種製材、集成材、LVL等を使用し、木材が炭化した部分が自我消火性能を持つ特性を使用すること。下記LVL被覆1時間耐火構造柱・梁の実用化を拡大するために、難燃処理LVLの一部に改良した耐火試験検証が必要である。今年度予備試験として、被覆材厚60mm仕様より 燃えしろ（処理無し）厚30mm+被覆材（処理あり）厚30mm仕様の予備試験を実施した。今後、耐火木造建築を促進するため、1時間耐火木構造の普及にもつながる。

# 超厚合板の開発のための性能試験等の実施

● 実施団体 ●

## 日本合板工業組合連合会

〒101-0061 千代田区神田三崎町2-21-2

### 事業目的

厚さ30mm程度である国産の構造用合板をさらに厚手化した「超厚合板」の製品・技術開発を行う。  
具体的な検討項目は、

- ① 超厚合板の製造因子の検討  
超厚合板の製造因子として、積層接着時の接着剤添加量及び堆積時間に着目し、製造の可否並びに難易について検討を行う。
- ② 超厚合板の基礎物性の把握  
超厚合板の基礎的性能項目を採り上げ、性能の評価を実施する。
- ③ 超厚合板の強度発現機構の把握  
超厚合板の強度発現機構を把握するため、試験条件と強度性能の関係を検討する。
- ④ 超厚合板構面の接合部性能の把握  
超厚合板の用途として、建築物の構造用構面として使用可能であることを目標としており、構面では接合部を介した応力伝達性能が求められることから、接合部に関する基本的性能を把握する。

上記の4項目により、超厚合板の製造仕様と性能の関係を把握する。

### 実施した項目

事業目的を達成するため、下記の4項目の試験を実施した。

- ① 超厚合板の製造因子の検討
- ② 超厚合板の基礎物性の把握
- ③ 超厚合板の強度発現機構の把握
- ④ 超厚合板構面の接合部性能の把握

### 実施体制

日本合板工業組合連合会に設置する技術開発委員会において、本事業を推進した。

#### I 委員（五十音順、敬称略）

青木 謙治 東京大学大学院 農学生命科学研究科《副委員長》

朝倉 靖弘 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場

大西 裕二 宮城県林業技術総合センター

岡崎 泰男 秋田県立大学 木材高度加工研究所

河原 大 金沢工業大学 建築学部 建築学科  
 沢沢 龍也 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所《委員長》  
 杉本 健一 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所  
 谷川 信江 東京大学大学院 農学生命科学研究科  
 槌本 敬大 国立研究開発法人 建築研究所  
 戸田 淳二 株式会社 中央設計  
 平野 茂 株式会社 一条工務店  
 宮本 康太 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

## II 合板メーカー委員（順不同、敬称略）

平松 正樹 丸玉木材株式会社  
 加倉 友幸 ホクヨープライウッド株式会社  
 阿部 勝浩 石巻合板工業株式会社  
 岡田 隆一 セイホク株式会社  
 古仲 大樹 秋田プライウッド株式会社  
 岡部 隆之 新秋木工業株式会社  
 李 元羽 株式会社キーテック  
 菊地 啓善 新潟合板振興株式会社  
 酒井 徹 林ベニヤ産業株式会社  
 横山 秀利 森の合板協同組合  
 藪谷 充浩 株式会社ノダ  
 黄 箭波 湖北ベニヤ株式会社  
 荒木 裕二 島根合板株式会社  
 橘 由幾 松江エヌエル工業株式会社  
 石川 満 株式会社日新  
 堀 浩太郎 新栄合板工業株式会社

## III オブザーバー（順不同、事業完了時、敬称略）

佐藤 秀憲 農林水産省 大臣官房 新事業・食品産業部 食品製造課  
 田村 堯大 農林水産省 大臣官房 新事業・食品産業部 食品製造課  
 立花 紀之 林野庁 木材産業課 木材製品技術室  
 田中 香織 林野庁 木材産業課 木材製品技術室  
 石井 貴史 林野庁 木材産業課<～R7/10/21>  
 藤原 智史 林野庁 木材産業課<R7/10/22～>  
 今村 正輝 独立行政法人 農林水産消費安全技術センター  
 尾方 伸次 公益財団法人 日本合板検査会  
 平原 章雄 木構造振興株式会社

## IV 事務局

日本合板工業組合連合会、東北合板工業組合、東京合板工業組合  
 中日本合板工業組合、西日本合板工業組合

① 超厚合板の製造因子の検討

超厚合板の製造因子として、接着剤塗布量及び堆積時間に着目し、製造の可否並びに難易について検討を行った（図1）。

② 超厚合板の基礎物性の把握

超厚合板の基礎的性能の項目として、曲げ性能（図2）、接着の程度（図3）、熱伝導率（図4）、寸法変化（図5）、透湿抵抗（図6）を採り上げ、①により実施した製造試験により得られた試験体等の評価を実施した。



図1 試作した合板



図2 曲げ試験の様子



図3 接着剥離試験（煮沸処理）の様子



図4 伝導率測定の様子



図5 寸法変化測定のための調湿の様子



図6 透湿抵抗測定の様子

### ③ 超厚合板の強度発現機構の把握

超厚合板の強度発現機構を把握するため、水平せん断試験における製造因子の影響（図7）を採り上げ、試験条件と強度性能の関係を検討した。

### ④ 超厚合板構面の接合部性能の把握

超厚合板のモーメント抵抗接合部の力学特性を把握した（図8）。また、木質構造用ビスの引き抜き性能に関する実験的検討を行った（図9）。



図7 水平せん断試験の様子（支点間距離は厚さの5倍）

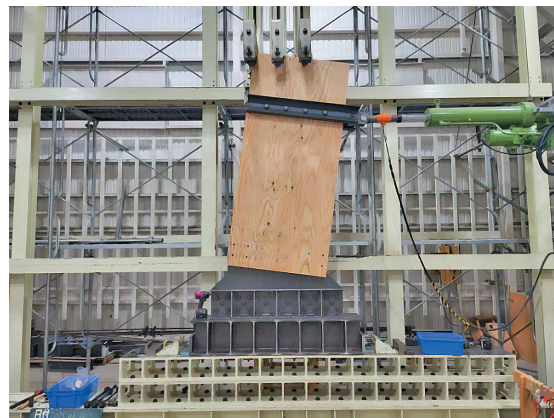


図8 モーメント抵抗接合部試験の様子（加力高さ1,500mm、接合具は下端隅角に各4本配置）

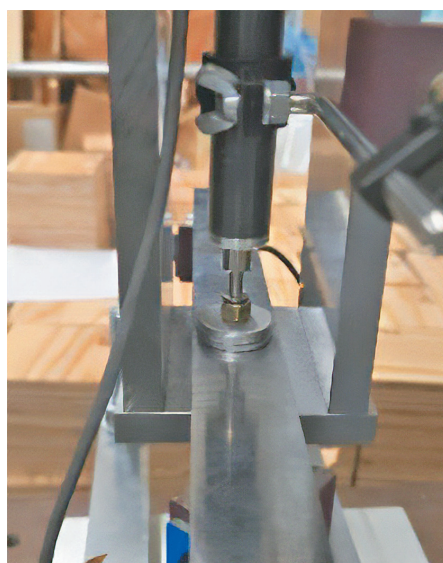
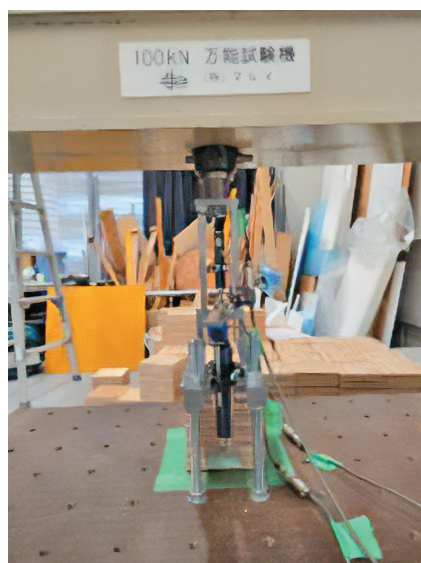


図9 木質構造用ビスの引き抜き試験の様子

## 実施した結果

### ① 超厚合板の製造因子の検討

超厚合板の製造因子として、接着剤塗布量及び堆積時間に着目し、それぞれ3水準を設定して超厚合板を製造したところ、今回適用した条件では特段の問題なく製造が可能であった。

## ② 超厚合板の基礎物性の把握

超厚合板の基礎的性能の項目として、厚さ144mm厚、ワンショット、単板選別6.0GPa以上の試験体の4点曲げ試験(全スパン2592mm、3等分点)を実施した(図10)。評価結果は標準偏差が小さく、多数層の積層材料である特徴が明らかとなった。過去の実施結果と比較すると、厚さ120mmの測定結果と同水準であり、厚さが20%程度増加しているものの、縁応力の負担能力は低下していないことがわかった。

試作超厚合板について、単板を用いた木質材料である合板及び単板積層材のJAS規格における接着性能試験を用いて、接着剤塗布量及び堆積時間と接着性能の関係性を評価するとともに、両試験方法の比較を行った。

試作超厚合板の熱伝導率の評価を実施した結果、塗布量を標準量の30%まで減じた場合でも熱伝導率には明確な影響が見られなかった(図11)。23℃50%RHの環境から23℃90%RHの環境に設置して重量が安定するまで調湿を行った際の寸法変化(厚さ)を測定した。その結果、厚さ変化率は初期厚さに対して3%弱であった。

スギ・厚さ144mmの超厚合板の透湿抵抗を経時測定しており、約4年経過したが、安定状態に達していないため、引き続き測定を行う。試験が長期にわたっているため、吸湿剤の交換を実施している。



図10 曲げ試験時の破壊形態

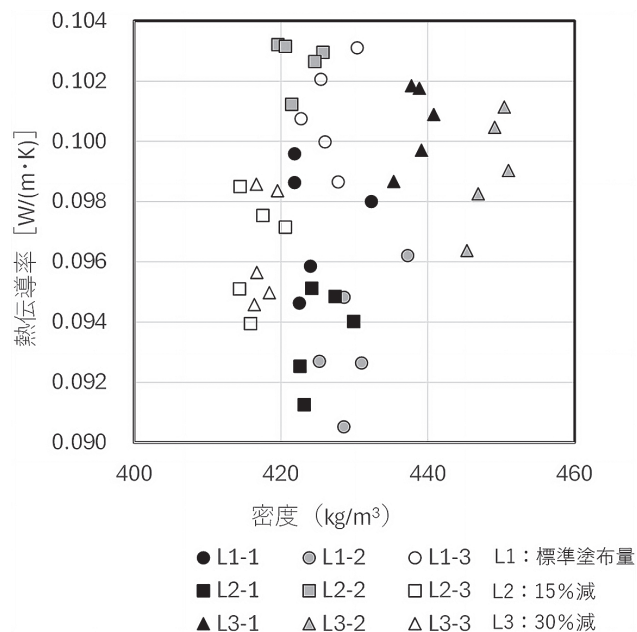


図11 熱伝導率の測定結果

### ③ 超厚合板の強度発現機構の把握

水平せん断性能に対する接着剤塗布量・堆積時間の影響について検討した。接着剤塗布量や堆積時間によっては有意差が見られる条件もあったが、性能値の違いは大きくなかった。今回適用した範囲では明確な傾向は見られず、今後の検討が必要である。また、破壊形態については全ての製造条件で強軸方向はせん断破壊が支配的であり(図12)、試験条件は妥当であった。

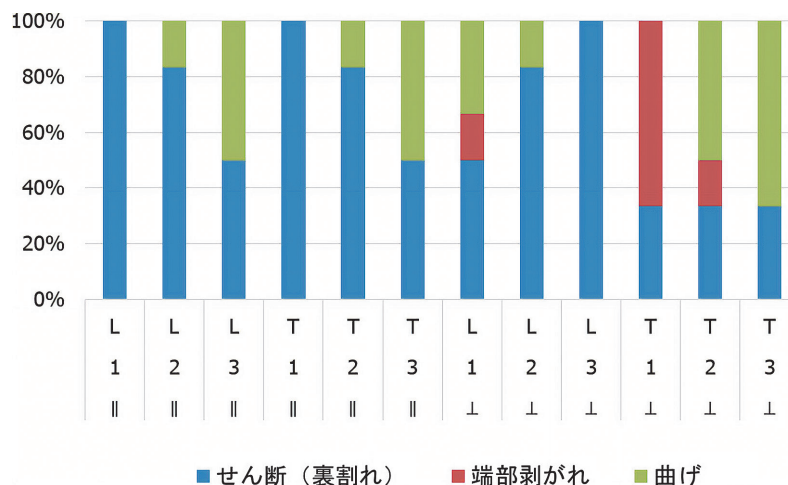


図12 水平せん断試験の破壊形態の傾向

(L1: 接着剤塗布量標準、L2: 接着剤塗布量15%減、L3: 接着剤塗布量30%減、T1: 堆積時間標準、T2: 堆積時間2倍、T3: 堆積時間3倍)

### ④ 超厚合板構面の接合部性能の把握

超厚合板のモーメント抵抗接合部について、試験体を壁高さ3mの水平力抵抗要素と仮定し、接合具の配置仕様と力学特性の関係を把握し、変形角1/15 radまで十分な靱性を持つことが確認された(図13、14)。また、木質構造用ビスの引き抜き性能について、打ち込み長さ・方向との関係を把握した。加力途中から荷重-変形関係の傾きが大きくなるものが見られた。最大引き抜き耐力はビス有効長の増加に伴い明確に増加し、いずれの方向でも初期はほぼ線形的に荷重が増加し、最大耐力到達後は緩やかに耐力が低下した(図15)。

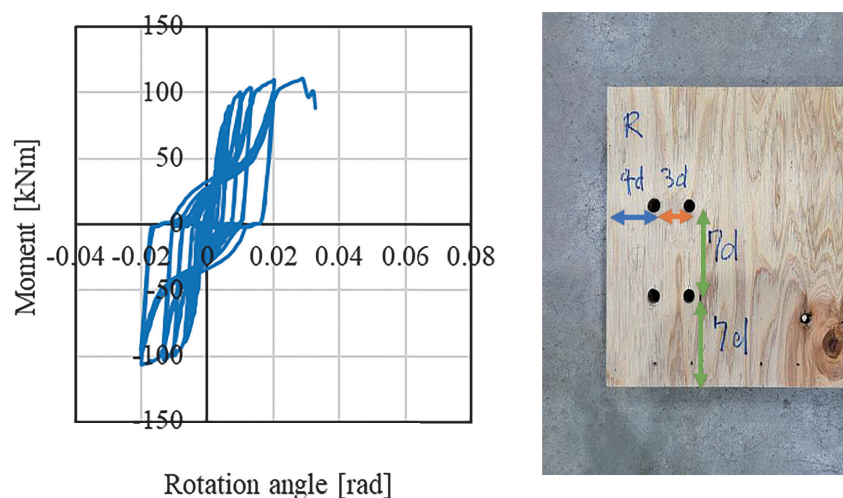


図13 モーメント一回転角関係(接合具配置は右図の通り)

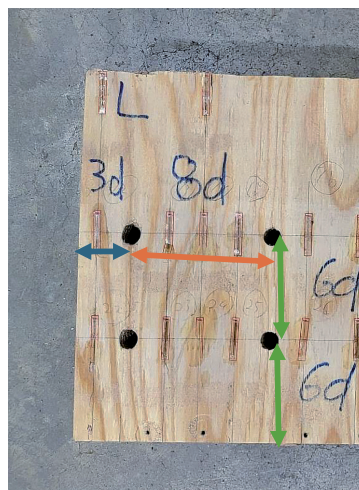
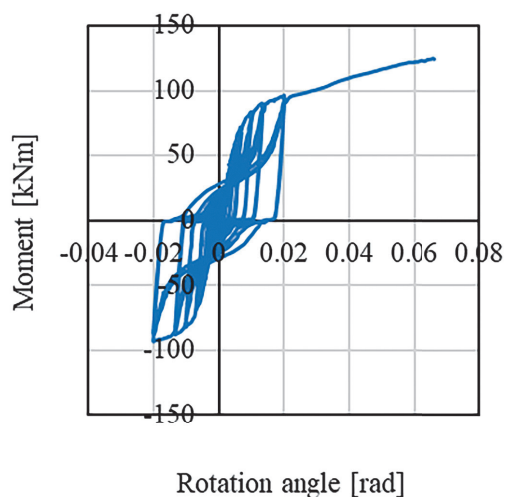


図 14 モーメント一回転角関係（接合具配置は右図の通り）

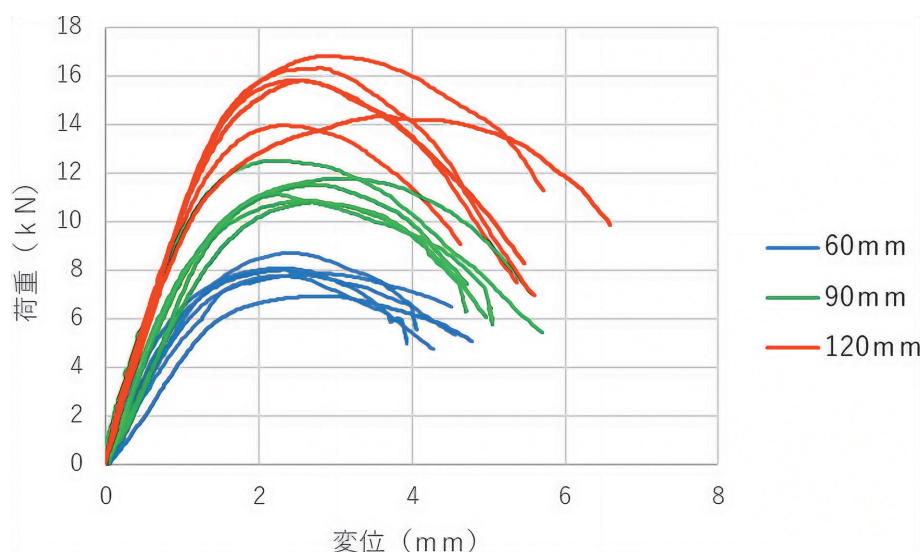


図 15 木質構造用ビスの引き抜き試験時の荷重－変形関係の例（面外方向）

今後の  
課題・展開  
等

超厚合板の性能に影響を与える重要な製造因子である接着剤塗布量と堆積時間を変化させた場合の製造の可否・難易を検討した。さらに、厚さを加えた各製造因子と基礎物性、強度発現機構、接合部性能の関係を把握した。この結果により、建物の要求性能に応じた超厚合板の製造条件を決めること、今回試作・評価を行った超厚合板を用いた際の建物の構造的性能を予測することが可能となる。寸法変化・透湿抵抗については、経時変化を長期間測定する必要があるため、次年度以降の継続が必要である。

今後、その他の製造因子を含め、更に検討を行い、超厚合板単体の基礎的性能データに加え接合部、構面等の性能データの蓄積を図るとともに、建築物における要求性能を把握することで、超厚合板の実用化に資することが可能となる。



# 土木分野におけるCLT利用技術の 実用化と普及・啓発

● 実施団体 ●

## 一般社団法人日本CLT協会

〒130-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-9-10 茅場町ブロードスクエア2階

### 事業 目的

CLTの土木分野での利用技術として、「設計・施工・利活用」の3つの視点で、社会実装を促進するために必要な技術的知見を整理し、実施体制を整備することを目的とする。さらに、得られた知見を整理して公開し、土木分野におけるCLT利用に取り組むステークホルダーの拡充をはかり、早期の社会実装を推進することを目的とする。

### 実施した 項目

#### ①土木分野におけるCLTの耐久性能の検証

「土木分野での利用を想定した環境条件下でのCLTの暴露試験」（基礎試験：令和3年より継続実施）より得られる耐久性の基礎データを用い、CLTの耐久性を検討する。

さらに、各利用技術に要求される性能基準の策定を意識し、安全性を検証するために有用となるデータの構築を目指す。

#### ②土木用CLTにおける規格の検討

各利用技術において用いられるCLTについて、建築用CLT向けの規格である「直交集成板の日本農林規格」における規定項目を検証したうえで、土木用CLTとして備えるべき最低限の性能や品質を検討する。そして社会実装にあたり、土木用CLTが過剰性能にならず、他の材料とのコスト競争力を有するように、土木用CLTとしての新たな製品規格を定める。

さらに、土木用CLTの規格の運用方法も並行して検討し、土木用CLT規格が適正に運用される体制を整える。

#### ③土木分野におけるCLTの利用技術の実用化検討

土木用CLTの各利用技術の設計・施工に携わると想定される実需者の視点に立ち、幅広く誰もが適正に設計・施工に取り組むことができるよう、設計・施工技術の標準化をはかる。成果として、設計・施工マニュアルの作成を目指す。

本年度の事業で想定する対象利用技術は、既存の研究開発・実証等により、既に実用化のための技術的裏付けの得られている下記とする。

- ・ 工事現場で用いる仮設等の敷板
- ・ 防雪柵等の縦型の柵
- ・ 鉄道施設である駅舎のプラットホームスラブ

#### ④広報活動（幅広いステークホルダーへの情報発信）

土木用CLTの各利用技術の早期の社会実装を促進するため、幅広いステークホルダーへの情報発信を行う。展示会への出展等により、土木分野におけるCLTの利活用について、多様なステークホルダーでの共創を実現するためのマッチングプラットフォームとしての機能を果たすとともに、各利用技術についてのガイドブック（案）の作成に取り組む。

木構造振興株式会社のもと、一般社団法人日本CLT協会が事業主体となり、学識経験者・事業者等を中心とする委員会を構成して検討を進める。

さらに委員会の下部組織として、事業の実施項目別の3つの小委員会、1つのワーキンググループを構成する。

(敬称略)



## 1. 土木分野におけるCLTの耐久性能の検証

土木分野におけるCLTの利用方法について屋外・地中・水中の3条件を想定し、各条件下に暴露したCLTの材質変化を実際にモニタリングし、その耐久性能を検証する。

具体的には、地盤中・海水中・淡水中環境に設置した2種類のCLT供試体（写真-1）について、耐久性を検証するための基礎データを取得する（暴露4年目）。供試体は、スギCLT Mx60・5層5プライとし、接着剤は以下の2仕様とした。

- ・レゾルシノール（RF）
- ・水性高分子イソシアネート系接着剤（API）



写真-1 耐久性能評価用供試体

左：キュービック型 供試体  
150 mm × 150 mm × 150 mm

右：ボード型 供試体  
500 mm × 1500 mm × 150 mm  
500 mm × 900 mm × 150 mm  
(淡水環境のみ)

### 1-1 各環境下での劣化状況の確認

地盤（亜寒帯・温帯・亜熱帯）・海水・淡水環境の各環境から、設置後約4年を経過した供試体（キュービック・ボード）を取出し、割れや腐朽等の劣化状況の観察と強度試験を実施した。各環境別の存置期間を表-1に示す。

表-1 供試体存置期間

環 境	地 盤			海 水	淡 水
場 所	亜寒帯 (北海道旭川市)	温帯 (広島県三次市)	亜熱帯 (宮崎県都市)	港湾空港研究所 (神奈川県横須賀市)	飛鳥技術研究所 (千葉県野田市)
設 置	2021年11月	2021年12月	2021年12月	2021年12月	2022年1月
取り出し (4年目)	2025年9月	2025年9月	2025年8月	2025年10月	2025年10月

#### 【試験方法】

図-1に各供試体の検証フローを示す。各試験体について、取り出した直後に軽く表面の汚れを落として劣化状況を観察し、続いて洗浄後に再度、観察・撮影を行った。キュービック型試験体については、洗浄後すぐに質量測定を行い、その後目標含水率を60%以上として含水率調整（飽和化）を行った後、圧縮試験体（2体）及びブロックせん断試験体（4体※）を採取して強度試験を実施した。圧縮試験では、縦圧縮強度及び縦圧縮ヤング係数、ブロックせん断試験では、接着面のせん断強さをそれぞれ測定した。

※集成材の日本農林規格に基づくブロックせん断試験体

幅25mm×高さ30mm（溝切深さ2.5mm×溝幅2mm）×長さ150mm

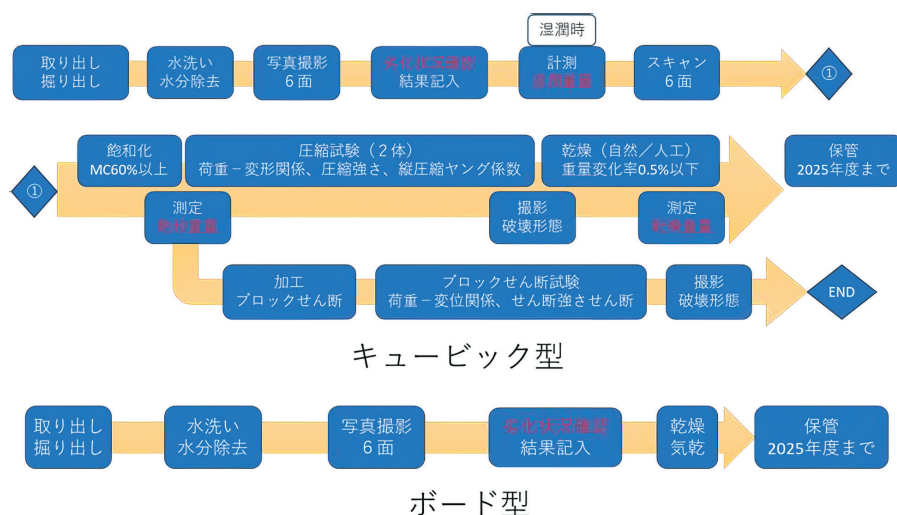


図-1 各供試体の検証フロー

## 2. 土木用 CLT における規格の検討

令和3～5年度に実施したCLTの土木利用技術開発事業および令和6年度に実施した普及事業を通じて、土木分野におけるCLT利用の実態やニーズを把握した結果、用途ごとに求められる性能および品質が多様であることが明らかとなった。

その結果、従来の建築構造用CLTの規格である「直交集成板の日本農林規格（以下、JAS）」が想定していない土木用途としてのCLT、すなわち欠点を含むラミナの活用、湿潤な使用環境を前提とした高含水率製品、曲げやせん断の応力負担を要しない用途向けの製品等の活用が、CLT製品の低廉化や用途拡大に寄与する可能性が示された。

一方で、土木用途においても、製品の品質および構造的安全性を確保するためには、用途に応じた最低限の性能および品質要件を定め、新たな製品規格の策定の検討が不可欠であることが確認された。このため、本年度は、低強度ラミナや丸みを帯びたラミナ等を使用したCLTの強度性能データを実験等で収集し、最低基準となる性能値の明確化を図るとともに、昨年度整理した土木用途に適したCLTの性能・品質要件を体系化し、土木用CLTの規格案の検討を行った。

### 2-1 JAS規格外ラミナで構成されたCLTの強度実験

JAS規格外（低品質）ラミナで構成されたCLTの最低強度を把握し、土木用途における適用可能性について検証することを目的として強度実験を実施した。本実験では、低域の強度のラミナ（L50未満）を対象として、無加工・丸身加工・大抜け節加工の3条件でラミナを準備し、3層3プライのCLT試験体を各条件56体ずつ作製して、曲げ強度性能を評価した。

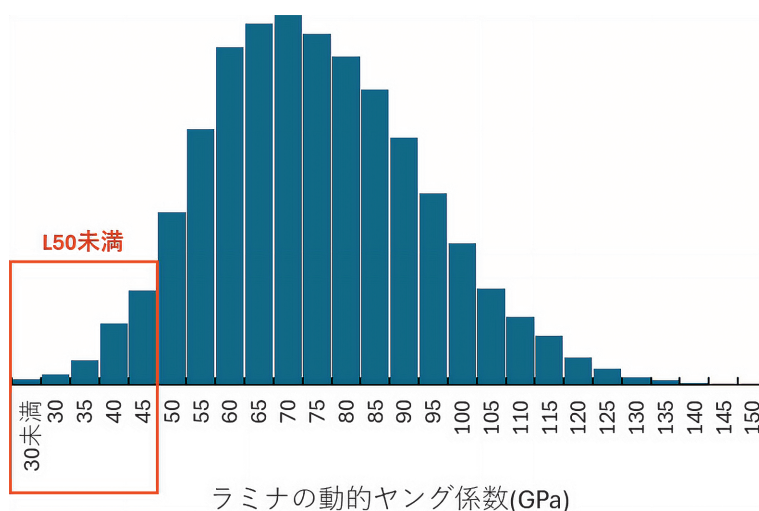


図-2 ラミナの動的ヤング係数の分布と対象としたラミナ

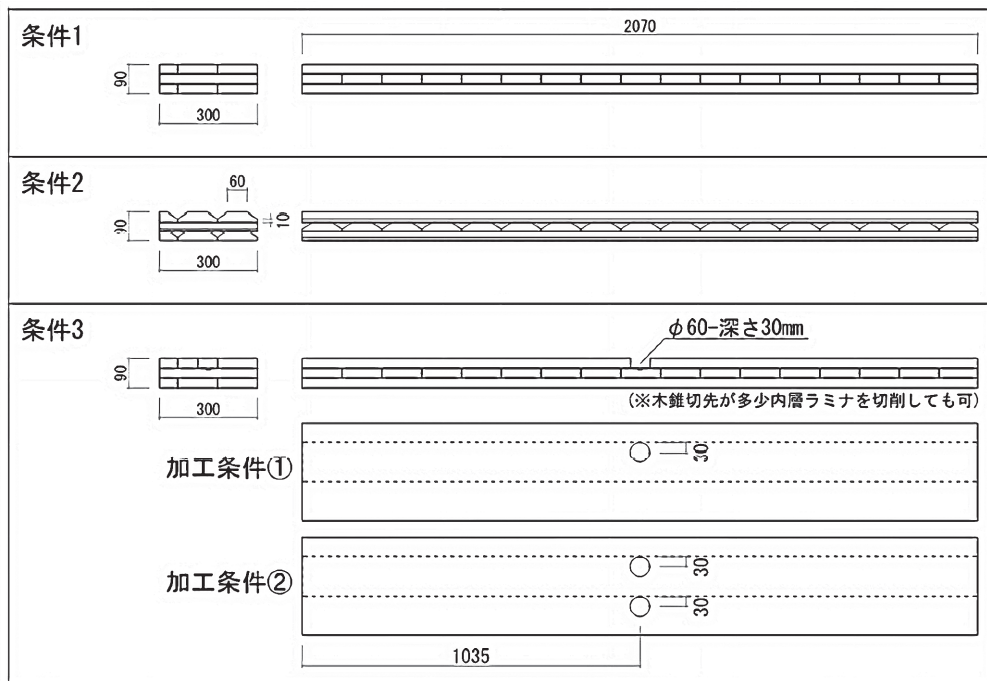


図-3 強度実験の条件

## 2-2 土木用CLT規格の検討

規格案策定の検討にあたっては、建築用CLTと比べて規格要件を合理的に緩和し、製造コストの抑制を重視することを基本方針とした。その一方で、品質保証の観点も踏まえ、過度な品質制限は避けつつ、実用上必要な品質水準を確保することを念頭に、品質基準の最適化について検討を進めた。

また、土木分野におけるCLTの利用形態は多岐にわたることから、用途に応じた性能要求の整理が重要であるとの認識のもと、製品規格小委員会と連携し、必要な情報の収集や整理を行った。さらに、発注者、設計者、施工者、コンサルタントなど、実際に規格を利用する立場の視点も考慮し、実務での使いやすさや説明のしやすさを意識した規格体系となるよう検討を行った。

加えて、規格の構成や記載方法については、JIS規格を参考とし、規格本文には遵守すべき事項を簡潔に示し、数値の根拠や技術的背景、留意点などは解説書に整理するという基本的な考え方のもとで、全体構成の検討を進めた。

## 3. 土木分野におけるCLTの利用技術の実用化検討

土木分野におけるCLTの利用技術として、敷板、縦型フェンス（防雪柵）、プラットホームスラブを取り上げ、それらの耐久性を始めとする基本性能に関するデータを蓄積するとともに、付加価値を高める取り組みについて検討した。

### 3-1 敷板としての利用

CLT敷板の利用拡大を目指して、下記の2項目について検討した。

- ① 性能試験として、繰り返し走行による耐久性検証実験、腐朽程度を測定するための暴露試験を行った。
- ② CLT敷板を実際に利用している現場を調査するとともに、関係者にヒアリングを行い、メリットや課題を抽出した。

最後に、これらの成果を取りまとめ、CLT敷板のリーフレットを作成した。

### 3-2 縦型フェンスとしての利用（防雪柵）

防雪柵へのCLT利用拡大を目指して、下記の4項目を実施した。

- ① 防雪柵上部の屈曲部（忍び・誘導板部）でのCLTの利用（現在の集成材からの置き換え）の検討

- ② CLT防雪柵の2次利用による付加価値の向上の検討  
直立部CLTに忌避剤を塗布して、ロードキル予防の野生動物忌避マットとしての再利用を検討  
屈曲部に用いられているCLTについては、防砂柵や苗木保護柵としての再利用を検討
- ③ 設置から2年が経過したCLT防雪柵の追跡調査（塗膜の割れ等の確認）
- ④ 普及に向けて、マスコミや国際機関、学校などでの積極的なPR活動

最後に、これらの成果を取りまとめ、CLTを用いた縦型フェンスのリーフレットを作成した。

### 3-3 プラットホーム等における床版としての利用

プラットホームスラブへのCLTの利用拡大を目指して、下記の2項目について検討した。(1) CLTプラットホームの塗装の耐久性を検証するための暴露試験を継続した。(2) 社会実装に向けて、CLTに樹脂製の部材を接合した際の接合耐力試験を行った。

最後に、これらの成果を取りまとめ、CLTを用いたプラットホームスラブのリーフレットを作成した。

## 4 広報活動（幅広いステークホルダーへの情報発信）

土木分野におけるCLT利用技術の実用化と普及・啓発を目的に展示会への出展や、CLTプラットホームスラブ、CLT敷板、CLT防雪柵のガイドブック（案）の作成に取り組んだ。

## 実施した結果

### 1. 土木分野におけるCLTの耐久性能の検証

地盤（亜寒帯・温帯・亜熱帯）・海水・淡水環境の各環境から、設置後約3年を経過した供試体（キュービック・ボード）を取出し、検証した結果を以下に示す。

#### 1-1 劣化状況

地盤・海水・淡水の各環境における劣化状況の例を写真-2～写真-6に示す。



写真-2 地盤環境・亜寒帯（旭川）試験体の劣化状況の例



写真-3 地盤環境・温帯（三次）試験体の劣化状況の例



GL+0.5m 木部亀裂、幅はぎ隙間が職職に変色  
 GL+0m 接地部分で腐朽・蟻害  
 GL-0.1m 木部の腐朽・蟻害・亀裂  
 GL-0.5m 木部腐朽、蟻害  
 GL-1.5m 接着層近傍の微小亀裂

写真-4 地盤環境・亜熱帯（都城）試験体の劣化状況の例



干満帯上段 上面ラミナに海藻類が付着  
 干満帯上段 下面ラミナ: 食害により消失。側面: フナクイムシの食害、表面: 緑色の藻のような付着物(めめり)  
 干満帯下段 フナクイムシ、キクイムシ(甲殻類)の食害で原形を留めていない  
 干満帯下段 接着層を残してフナクイムシ、キクイムシ(甲殻類)による食害

写真-5 海水環境（横須賀）試験体の劣化状況の例



WL+0.1m 接着層近傍の亀裂  
 WL±0m 接着層近傍の亀裂、早材のやせ、黒・白色変色  
 WL-0.075m 幅はぎ隙間、表面荒れ、黒・白色変色  
 WL-0.15m 接着層近傍の亀裂、早材のやせ、黒・白色変色  
 WL-0.5m 早材のやせ、黒色変色

写真-6 淡水環境（野田）試験体の劣化状況の例

地盤環境においてはラミナの亀裂、接着層近傍の亀裂の発生が全数近くまで拡大してきており、この傾向は各地域において同様であった。

旭川市の試験体は、生物劣化が最も少なく、三次市では腐朽が先行し虫害が後から発生、都城市では腐朽と虫害が同時に進行していくといった劣化現象を示した。海水環境（横須賀市）においては、土被りが2cm以上確保できない試験体の海虫害が激しく、原形を保持できないほど被害が甚大であった。一方、土被りが2cm以上確保できる場合は、3年目までの観察では海虫害を受けないことが確認できた。淡水環境（野田市）では、腐朽、虫害が全く発生しないことが確認できた。

## 1-2 圧縮試験結果

圧縮試験の結果として、縦圧縮強度と縦圧縮ヤング係数との関係について、暴露前（初期値）及び1～4年後の結果を図-4に示す。

全体として、縦圧縮強度および縦圧縮ヤング係数は暴露期間が長くなるほど、ともに低下する傾向が認められ、生物劣化によって見かけの重量減少率が10%を超えると縦圧縮強度、縦圧縮ヤング係数ともに低下することが確認できた。

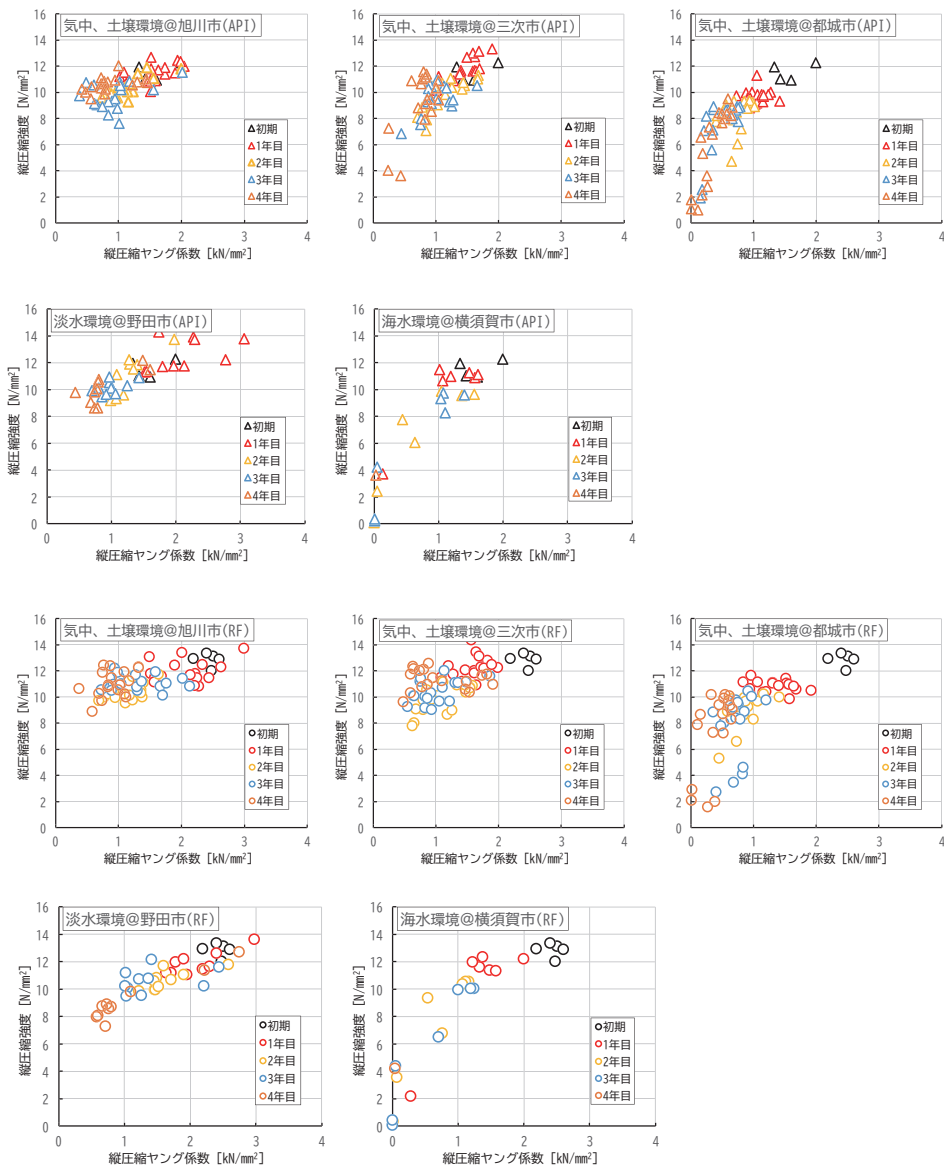


図-4 縦圧縮強度と縦圧縮ヤング係数との関係（暴露期間による変化）

上2段：API（△）、下2段：RF（○）

△・○：初期、△・○：1年目、△・○：2年目、△・○：3年目、△・○：4年目

### 1-3 ブロックせん断試験結果

ブロックせん断試験は、地盤環境（亜寒帯、温帯、亜熱帯）、淡水環境の供試体から切り出した試験体で行った。平均接着せん断強さについては、地盤環境では三次市の4年経過したGL-0.1mで、都都市の3、4年経過したGL-0.1m以深で、他と比べて低い結果となった。劣化状況と照らし合わせると腐朽や虫害を受けたことによる影響と考えられる。全体としては、縦圧縮試験の経年および生物劣化による強度低下と同様な傾向を示した。

## 2. 土木用 CLT における規格の検討

### 2-1 JAS 規格外ラミナで構成された CLT の強度実験

L50未満のラミナを対象に、無加工、丸身加工、大抜け節加工の3種類を用いた3層3プライ CLT 試験体の曲げ試験を実施した。試験体数は無加工・丸身加工・大抜け節加工の各条件56体とした。

丸身加工では、丸身面の向きを下向きにしたものと上向きにしたものを半量ずつ用いた。また、大抜け節加工では、節穴が1個のものと2個のものを半量ずつに分けて試験を行った。試験は3等分点4点荷重方式で実施した。

試験結果を図-6および表2に示す。丸身加工した条件2では、無加工の条件1に比べて、曲げ強さ (MOR) および曲げヤング係数 (MOE) のいずれも約7割に低下した。一方、丸身面の向きによる強度性能には明確な差は認められなかった。大抜け節加工した条件3では、条件1に比べて、節穴が1個の場合はMORが約7割、節穴が2個の場合は約5割に低下したが、MOEについては明確な低下は認められなかった。

これらの結果から、通常の縦継ぎおよび積層工程で製造された3層3プライCLTにおいては、丸身や大抜け節を有するラミナを用いた場合でも、MORが11MPa以上、MOEが3GPa以上の強度性能を確保できる可能性が示された。

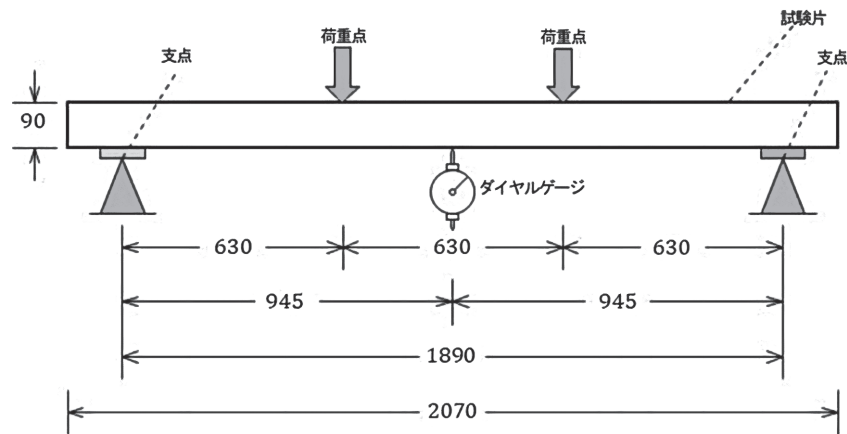


図-5 実施した曲げ試験



写真-7 曲げ試験の様子

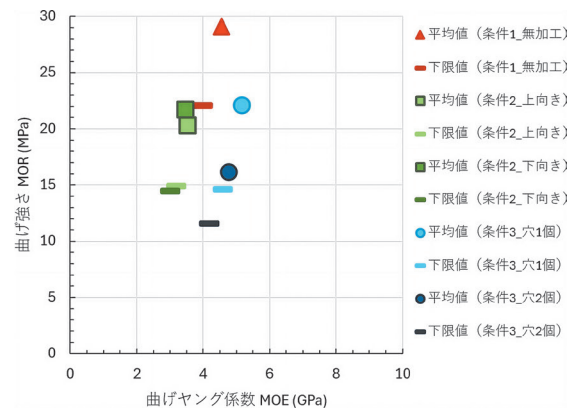


図-6 試験結果

表2 試験結果

条件	試験体数	MOR (MPa)		MOE (GPa)		
		平均値	下限値	平均値	下限値	
1	無加工	56	29.1	22.1	4.6	4.0
2	丸身上向き	28	20.3	14.9	3.5	3.2
	丸身下向き	28	21.7	14.5	3.5	3.0
3	節穴1個	28	22.1	14.6	5.2	4.6
	節穴2個	28	16.1	11.6	4.8	4.2

## 2-2 土木用CLT規格の検討

本事業の検討を通じて、土木分野における多様なCLT利用に対応するため、すべての用途を一つの規格で包括するのではなく、包括的な上位規格と用途別の各論規格を組み合わせる規格体系を採用することとした。

「第1部 基本規格」を上位規格として位置付け、用途ごとに基準が異なる項目については詳細な規定を設けず、各論規格との整合性を確保する構成とした。各論の規格については、「第2部 製品仕様」として整理し、当面は個別の利用技術ごとではなく、「仮設・常設」および「地中条件・接地条件・非接地条件」といった大きな区分に基づいて整理する方針とした。なお、今後、具体的な利用技術ごとの検討が進展した段階では、敷板用CLT規格など、独立した規格として整理する可能性についても位置付けを明確化した。

第1部	基本規格（幹）
第2部	製品仕様（枝）
	第2部-1 仮設物
	(1) 接地条件
	(2) 非接地条件
	第2部-2 常設物
	(1) 接地条件
	(2) 非接地条件
	(3) 地中条件
第3部	解説書・附属図書（葉）

図-7 規格全体の構成案

また、規格の書きぶりや構成についてはJIS等を参考とし、規格本文は遵守すべき事項に限定して簡潔にまとめる一方、数値設定の根拠、技術的背景、これまでの研究や実証で得られたエビデンス、検証データ等については「第3部 解説書」に集約する構成とした。これにより、規格としての明確性を確保するとともに、設計者や施工者等が発注者に対して説明責任を果たしやすい資料体系を整理することができるものと考えた。

## 3. 土木分野におけるCLTの利用技術の実用化検討

### 3-1 敷板としての利用

#### 3-1-1 性能試験

##### (1) 耐久性検証実験（繰り返し走行実験）

CLTの耐久性を定量化することを目的として、CLT敷板の上を重機が繰り返し走行した後の摩耗状況を測定した。2024年度に実施した試験では、平坦な場所で試験を行ったため、敷板への負荷が相対的に小さかったことが課題として残った。そこで今年度の試験では、上り傾斜5度、下り傾斜10度程度の傾斜がある盛り土を用いて試験するとともに、走行回数を増やした。試験の様子を写真-8、走行ルート概要を図-8、試験の結果を図-9に示す。1周当たりの走行距離は約53m、試験に用いた重機の総重量は約15tである。走行を重ねるとともに敷板の最大損傷深さが大きくなる傾向が認められたが、250回以降は損傷の進行速度が減少した。250回までのデータを直線近似して推計した結果、100回あたりで1.6mmの損傷となった。



写真-8 疲労試験（繰り返し走行試験）の様子

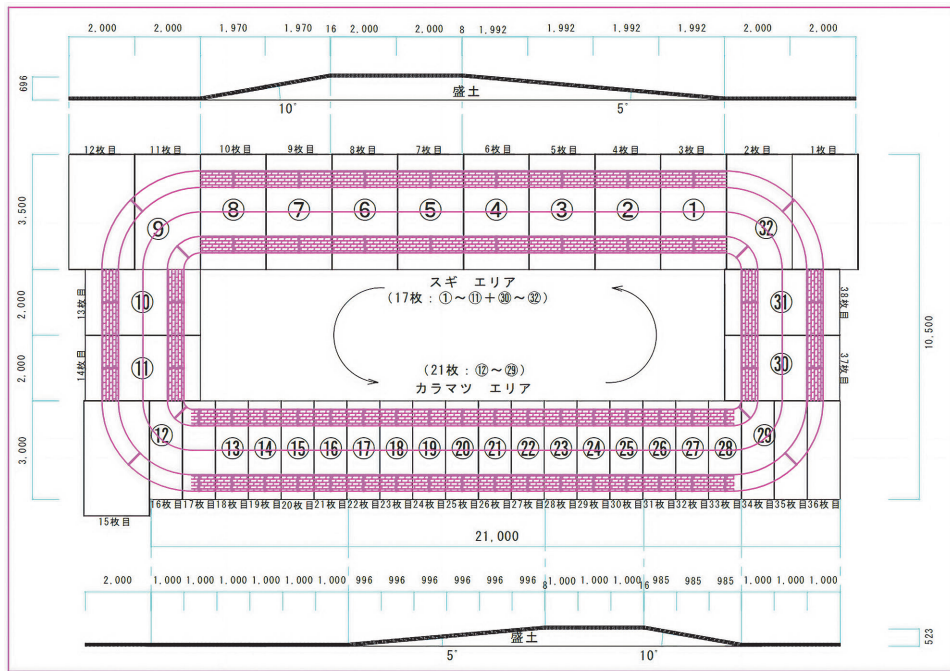


図-8 疲労試験（繰り返し走行試験）における走行ルート

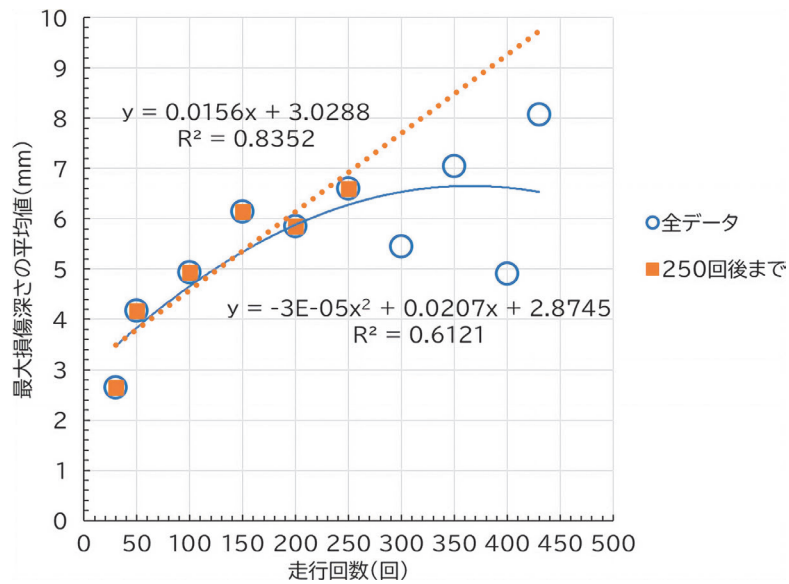


図-9 走行回数ごとの最大損傷深さ

走行試験を実施した敷板の状態を把握するために、高圧洗浄機やブラシなどを用いて、敷板に付着した砂や小石、汚れなどを撤去した。敷板表面の摩耗状況を測定した結果を図-10に示す。図-10における①～⑨は、図-1における①～⑨に対応している。平均摩耗が大きくなった①や⑨は、重機の旋回が始まる箇所にあたることから、何度か繰り返して曲がるケースもあり、他の敷板よりも大きな負荷があった可能性がある。最後に、これらのCLT敷板の耐久性を検証するために曲げ試験を行った。

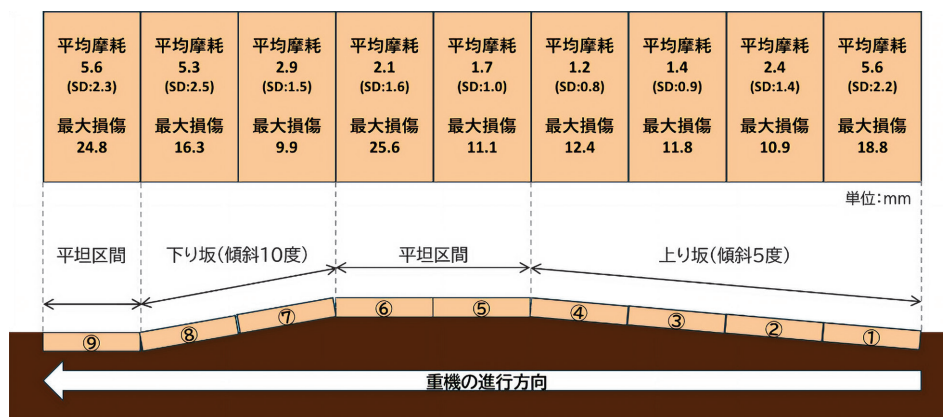


図-10 走行試験後の各CLT敷板の平均摩耗深さと最大損傷深さ

## (2) 暴露試験（ピロディンによる腐朽程度の測定）

設置から約3年が経過したCLT敷板を対象に、暴露試験（図-11）を行った結果、裏側を含めて腐朽は確認されなかった（図-12）。表側においてピロディンを用いた測定結果が浅くなったのは、含水率の変化が原因となった可能性がある。

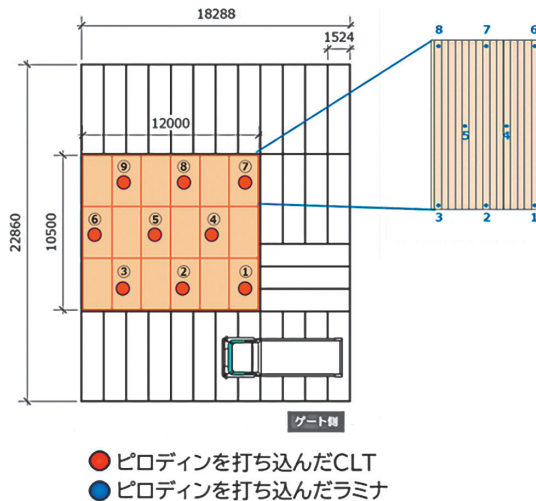


図-11 暴露試験（ピロディンによる劣化度測定）の測定場所

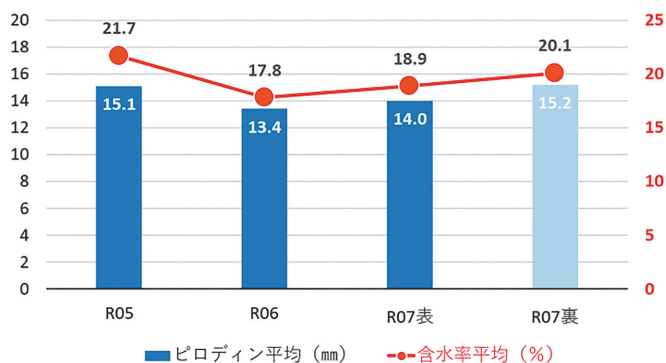


図-12 ピロディンによる劣化度測定結果の推移

### 3-1-2 使用事例の調査

実際にCLT敷板を工事現場等で使用する事例が増加しつつある。その中の一つである苫小牧の造成地では約80枚のCLT敷板が使用されており、設置から約1カ月経過した状況を確認した。その結果、敷板の上部が部分的に剥がれているケースが認められたが、走行には問題なかった（写真-9左）。また、弱軸の場合にはラミナ同士が剥がれるケースが確認された（写真-9右）。

工事関係者へのヒアリングの結果、CLT敷板には以下のメリットが存在することが分かった。(1) 敷板がずれて数cmの段差が生じた場合、敷鉄板ではダンプロックがパンクする可能性があるのに対し、CLT敷板ではその可能性は低い。(2) セメント等を扱う場合、CLT敷板は敷鉄板と比べて滑りにくい。



写真-9 苫小牧の造成地に設置されたCLT敷板

### 3-2 縦型フェンスとしての利用（防雪柵）

#### 3-2-1 屈曲部のCLT化の検討

現状のCLT防雪柵では、防雪柵の下部の直立部だけにCLTを利用しており、上部の屈曲部（忍び・誘導板部）には集成材を利用していた。そこで、忍び・誘導板部にもCLTを利用することを検討した（図-13）。その際、風雪がCLTの強軸に垂直に当たるように工夫することで強度を担保した。また、マザーボードから防雪板を切り出した際に生じる端材を活用して歩留まりを高めることで、コスト削減につなげた。

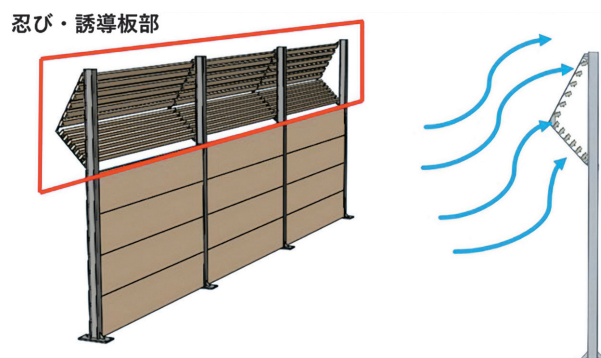


図-13 屈曲部（忍び・誘導板部）のCLT化

#### 3-2-2 使用後のCLT板のアップサイクルの検討

CLT防雪柵の直立部に使用したCLT板については、ロードキル予防の野生動物忌避マットとして再利用するための加工方法を2024年度に確立した。今年度は、その効果を検証するために、西興部村の鹿牧場公園にて、餌置き場に忌避マットを設置して鹿の挙動を観察した。その結果、忌避マット側には個体が集まりにくい傾向が見られ、今後の製品化の可能性が示唆された（図-14）。

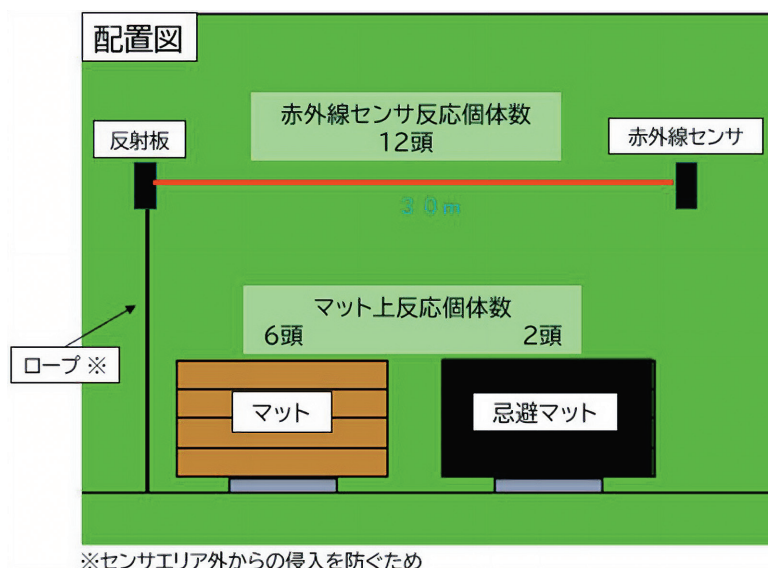


図-14 忌避マットの効果検証

今年度新たに、屈曲部に使用したCLT板をアップサイクルすることを検討した。具体的には、海岸防砂林が成林するまでの間、夏季には飛砂防止を目的とした防砂柵の一部として活用し、冬季には屈曲部を活用して雪圧から植栽を守る苗木保護柵として活用することを検討した（図-15）。

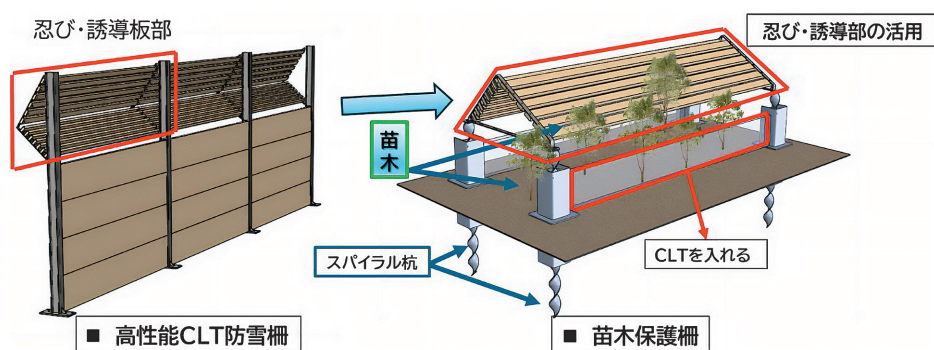


図-15 屈曲部（忍び・誘導板部）のアップサイクルの例

### 3-2-3 設置後の追跡調査

2023年に中標津町に設置したCLT防雪柵の追跡調査を行い、劣化状況を調査した（写真-10）。その結果、雨などの影響で集成材の一部に反りが生じていることが分かったが補修の必要はなかった。また、ラミナの縦継部分や幅の小さいラミナの境目において塗膜の割れが確認されたため、補修を行った。さらに一部の塗膜において膨れが生じており、雨などの影響で剥がれていくことが懸念されるため補修を行った。

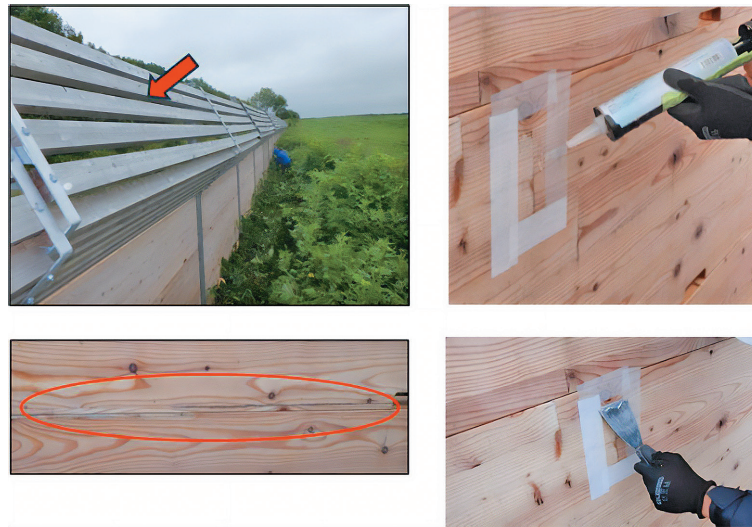


写真-10 設置から2年経過した防雪柵

左上：集成材の反り、右上：ラミナと縦継部の塗膜割れ  
 左下：塗膜割れ（幅1cm未満のラミナ）、右下：塗膜の膨れ

### 3-2-4 普及に向けた取り組み

防雪柵の普及に向けて、(1) テレビ番組での紹介、(2) JICA本邦研修における紹介、(3) 高校での職業講話での紹介などを行った。また、UNIDO（国際連合工業開発機構）の高性能防雪柵技術として、CLT高性能防雪柵が登録された。

### 3-3 プラットホーム等における床版としての利用

#### 3-3-1 CLTプラットホームスラブの暴露試験

CLTプラットホームの塗装の耐久性を検証するために、2025年1月より(1) 樹種の違い（スギ・ヒノキ）、(2) 下面塗装の有無、(3) 防水層へのシートの有無、(4) 上面への合板貼付の有無について条件を変えて、図-16に記す①～⑧の8つのケースで暴露試験を行った。測定に用いた機器の構成を図-17に示す。

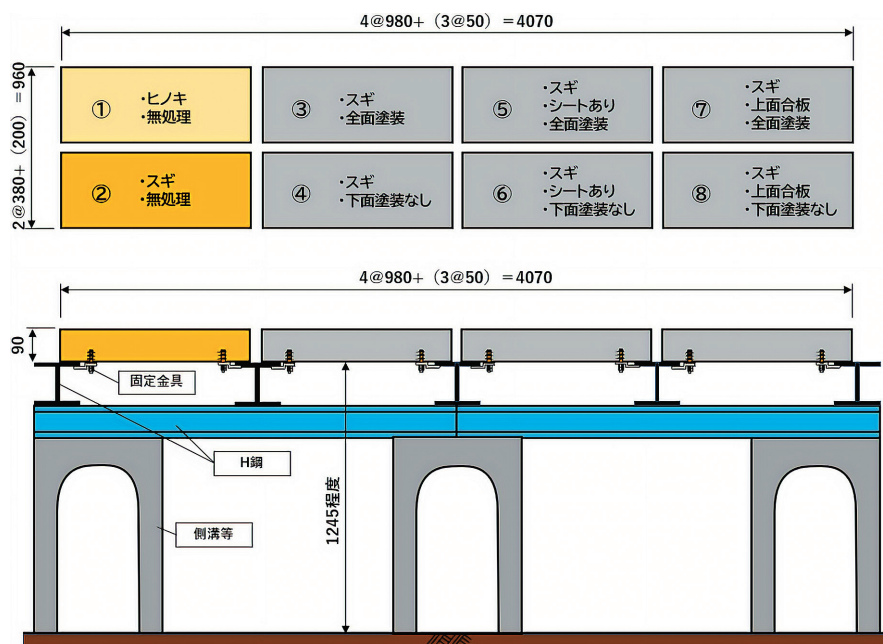


図-16 CLTプラットホームの暴露試験の概要

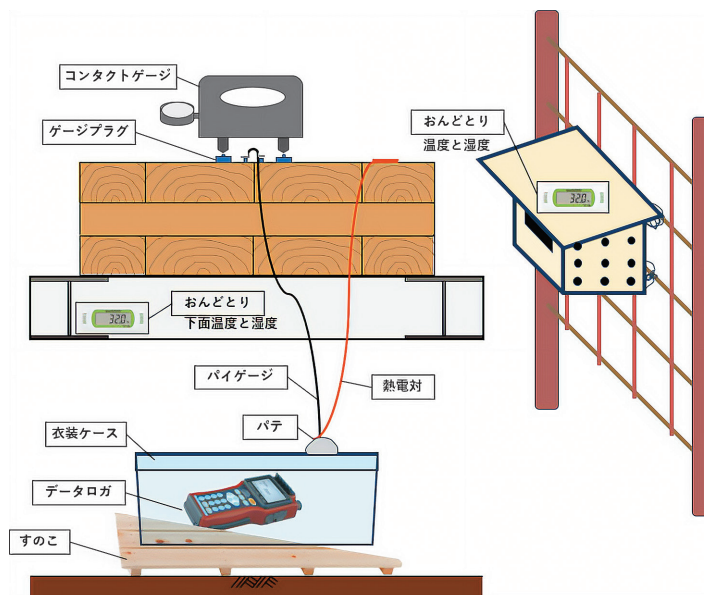


図-17 CLTプラットホームの暴露試験における測定機器の構成

暴露試験の結果として、設置から約10カ月経過した時の状態を写真-11および写真-12に示す。塗装していないケース（①、②）では1.0mm程度の間隙が確認されたが、それ以外のケースでは、隙間の大きさは0.3～0.7mm程度に収まった。

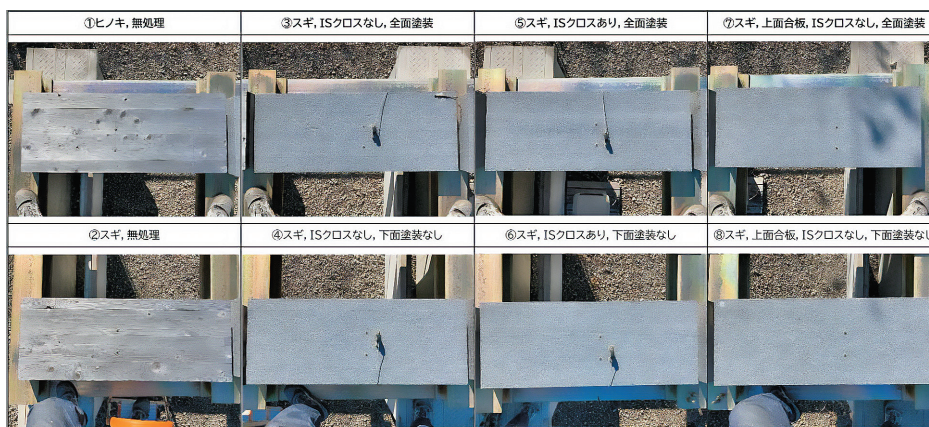


写真-11 暴露試験体の外観（2025年11月20日）

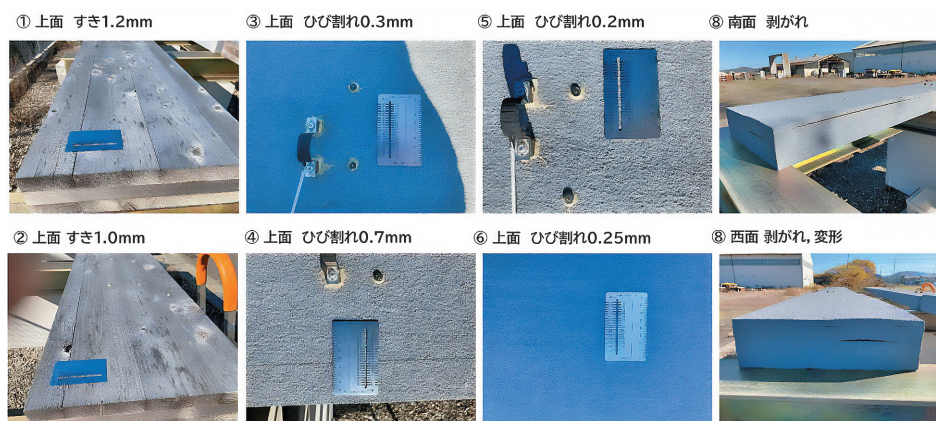


写真-12 暴露試験体の状態（2025年11月20日）

ケース⑤と⑥を例として、プラットホームスラブの収縮量とスラブの上下で測定した温度について、その推移を図-18に示す。8月は10月と比較して温度の変化が大きく、収縮量の変化が激しいことが分かる。そのため、8月時点で目立っていた隙間が、11月には見えなくなるケースも存在した。CLTプラットホームスラブの塗装の耐久性を考える上では、夏季をいかに乗り越えるかが課題であることが明らかとなった。

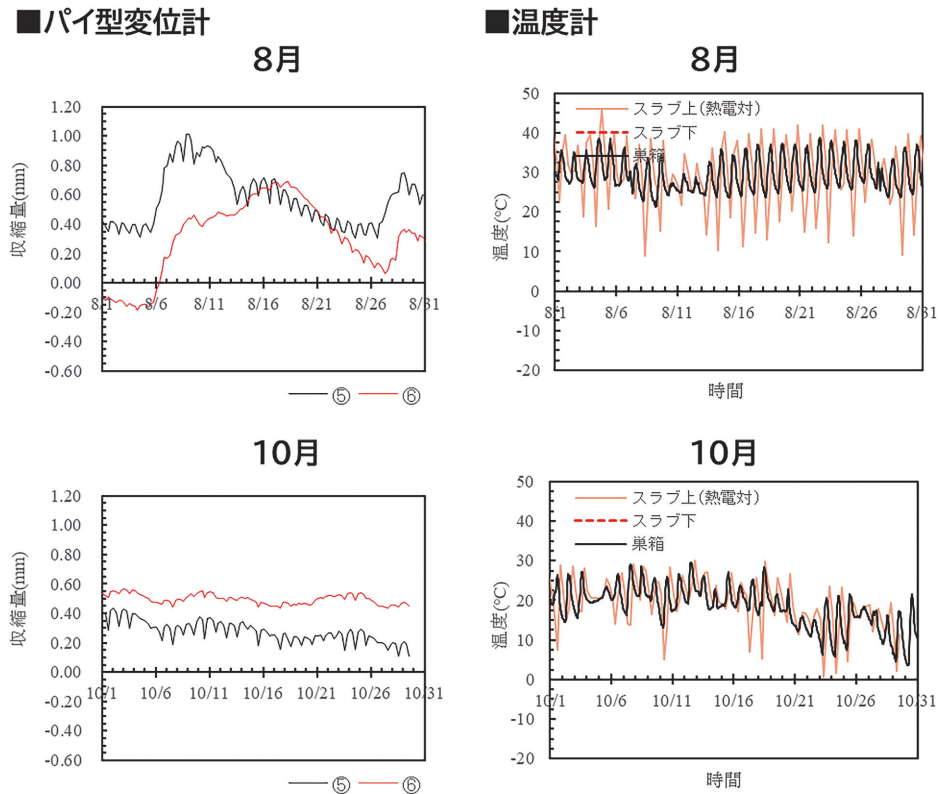


図-18 CLTプラットホームスラブの収縮量と温度の推移

### 3-3-2 樹脂製部材の接合耐力試験

近年、コンクリート製のプラットホームの先端に樹脂製の部材を取り付けることで、プラットホームと列車との隙間を小さくし、乗客の安全性を高める工夫がなされた事例が存在する。社会実装に向けて、CLTを用いた床版における適用の可否を検証するために、接合耐力試験を行った(図-19)。実際に取り付けるのは樹脂製であるが、樹脂では接合耐力を測定することが出来ないため、鋼材を用いて試験を行った。

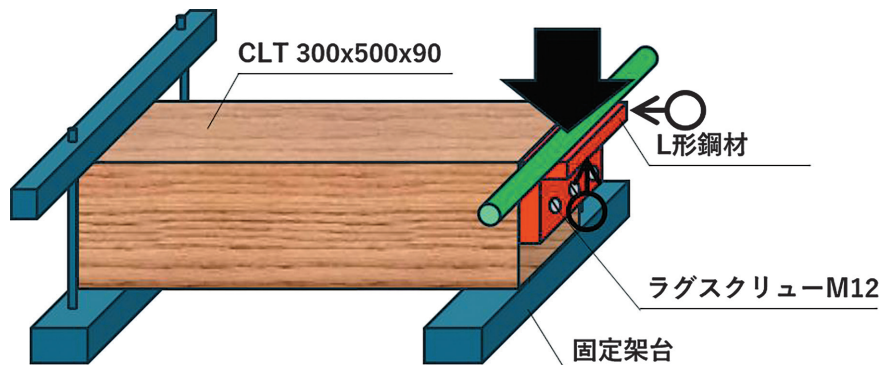


図-19 接合耐力試験

## 4 広報活動

### 4-1 展示会への参加

#### 4-1-1 北海道建設開発総合展 2025

2025年10月8日、9日に北海道のアクセスサッポロで開催された北海道建設開発総合展 2025（主催：一般社団法人日本能率協会）に参加した。205の出展があり、2日間の全体来場者数は4,170名でブースへは約180名の訪問があった。

この展示会は、北海道が抱える課題の解決を目的に「設計・発注・施工・建設・工事」の関係者間での情報交流や商談を促す会で、ブースへは地方自治体、林野庁、環境省、北海道庁、北海道開発局、鉄道事業者、コンサルタントゼネコン、デベロッパーなどの訪問があった。訪問者の多くは、CLT敷板への関心が高く、実績、価格、道産材の使用、製造場所、耐久性、メリット、デメリットなどの質問があった。CLT敷板は、環境負荷低減の効果に加え、場内の小運搬が容易さ、夏季の高温化防止、使用時の騒音防止など、実用面でのメリットに注目していた。また、防雪柵だけでなく、他の柵としての利用についての提案があった。

#### 4-1-2 第9回鉄道技術展 2025

2025年11月26日～29日に千葉県の幕張メッセで開催された第9回鉄道技術展 2025（主催：産経新聞社）に参加した。展示会への出展数は616社・団体、1,446小間で、今回の展示会はこれまでで最大の規模であった。4日間の全体来場者数は39,120名で、ブース訪問者数は約290名であった。ブースへは、鉄道事業者、国・地方自治体、建設会社、メーカー、コンサルタントなどの訪問があった。CLTはその剛性が高いことから、仮設材としてのメリットが大きいとの意見があった。



写真-13

### 4-2 ガイドブックの作成

過年度から実施している補助事業で得られた成果をもとにCLTホームスラブ、CLT敷板、CLT防雪柵の実装拡大を目的としたガイドブック（案）の作成に取り組んだ。

## 今後の課題・展開等

本事業は、CLTを新たな土木分野での適用を試みるものであり、技術開発・実効性や安全性の検証には多くの時間を要する。事業は令和7年度の単年度事業として完結させるが、土木工事の現場での利活用を進めるためには、次年度（令和8年度）以降も継続した取り組みが必要である。

以下に今後の課題・展開をまとめる。

### 1 土木分野におけるCLTの利活用を想定した基準強度の設定

4年間、CLTを様々な環境下で暴露し、試験体の劣化状況確認、縦圧縮試験、ブロックせん断試験を行ってきた。経年による強度的特性の低下は見られるものの、気中・土壌環境では地域差はあるが

2～3年程度であれば問題なく、土木利用が可能だと考えられ、設計段階では、圧縮基準強度を70%に低減して検討することも考えられる。

海水環境では土被り2cm以上確保することで海虫害を回避できることから、このような条件下で有効な利用方法を検討する必要がある。淡水環境においても、経年による強度的特性の低下は見られるものの腐朽、虫害が全く見られず、土壤環境のように生物劣化によって著しい強度損失が生じないことが大きな特徴であった。

今後はここまで得られたこれらの耐久性データ、知見を基として、設計上の基準強度の設定を検討していくことが必要となる。

## 2 合理的かつ実用的な土木CLTの規格ならびに評価基準の設定

今後の土木CLTの規格化における主な課題として、用途の多様性への対応と、最低限必要な性能・品質水準の設定が挙げられる。土木分野では、仮設・常設や使用環境の違いなど、用途ごとに求められる条件が大きく異なるため、単一の規格で包括することは難しい。このため、基本規格と用途別規格を組み合わせた体系を前提に、各論規格の整理範囲や粒度を段階的に検討していく必要がある。

また、現在のJAS規格に限定せず、広域に捉えたラミナを活用したCLTの適用可能性が示された一方で、安全性と信頼性を確保するためには、用途に応じた最低限の性能・品質水準を明確にすることが不可欠である。実験結果等のエビデンスを踏まえつつ、合理的かつ実用的な基準設定が今後の重要な課題となる。

## 3 土木分野におけるCLTの利用技術の実用化検討

敷板、縦型フェンス、プラットホームスラブについて、基本性能や耐久性に関する知見が蓄積されつつある。今後は、得られた知見を基にして技術導入に向けた指針を作成するとともに、適切な価格設定を検討することによって、社会に実装していくことが課題となる。

利用技術ごとの課題・展開を記す。

### ・敷板

CLT敷板の上を重機が繰り返し走行した場合の、敷板表面の摩耗損傷状況を分析した。分析結果の精度をさらに高めるためには、敷板が重機の走行によってずれることが無いように接合したり、CLT敷板の上に載ってしまう土砂を減らしたりといった工夫が必要である。

工事現場等で活用されている事例についてヒアリング調査し、CLT敷板を用いるメリットと課題を明らかにすることを通じて、利用者のニーズを把握する。

### ・縦型フェンス（防雪柵）

忌避マットの効果を検証する実験を行い、その有効性が認められた。しかし、まだデータが少なくやや信頼性に欠ける状態となっており、継続的に検証することが課題となる。

2023年度には中標津町、2024年度には青森県陸奥市・佐井村に、CLT防雪柵を設置した。これらの設置事例の追跡調査を行って腐食や破損の状況を把握し、改善点を抽出する。

### ・プラットホームスラブ

2025年1月から行っている暴露試験を継続し、塗装の耐久性に影響する要素を抽出するとともに、効率的なメンテナンス方法を確立する。

社会実装に向けて、鉄道事業者への働き掛けを強める。

## 4 ニーズを視野に入れた広報活動の充実

本年度は土木分野でのCLT促進を目的に、北海道建設開発総合展2025および第9回鉄道技術展2025に参加した。展示会ではCLT敷板やホームスラブの実物を展示し、来訪者にその上を実際に歩行してもらうことでCLTを実感してもらえた。来場者からはCLTは軽量で剛性が高いことから、仮設

のホームスラブとしての利用に適しているなどの意見も寄せられた。このように展示を通じてニーズを収集できることから、今後はニーズを視野に入れた的を絞った広報活動が重要だと考える。また、今後、土木用CLTの規格や評価基準等が整備されることと並行して、適切な利用方法（設計・施工・運用・維持管理）を意識したガイドブックの作成を早急にすすめることが重要である。

# 高層木造を実現する強度・剛性に優れた 圧密木質部材の開発

● 実施団体 ●

株式会社竹中工務店

〒136-0075 東京都江東区新砂1-1-1

地方独立行政法人北海道立総合研究機構 林産試験場

〒071-0198 北海道旭川市西神楽1線10号

## 事業目的

都市部での非住宅木造建築の大型化・高層化が進む中、高強度な木質部材が求められているが、国産材では強度の限界があり、外国産材は価格高騰や供給不安定が課題となっている。そこで、国産スギ材を活用した圧密技術による高強度集成材の開発に着手した。

令和4年度事業では、スギ・トドマツ圧密材の基礎物性を検証し、ベイマツ(E135)や北洋カラマツ(E150)を超える強度の可能性を確認した。令和5年度事業では、スギ206心去り材の強度選別による圧密集成材の量産化技術を確立し、設計用強度データを収集した。

本事業では、これらの成果を踏まえ、実用化に不可欠な①二次接着による大断面化技術の開発、②フィンガージョイントによる長尺化技術の開発、③大断面化に伴う圧縮強度の寸法効果を検証する。これにより、高層ビル用柱部材(600mm角程度)への適用を実現し、木材による鉄・コンクリート代替を促進する。

## 実施した項目

検討委員会を設置し、専門委員より助言を得ながら、以下の項目を実施した。

### 1. 二次接着による大断面化技術の開発

前年度に開発した製造プロセスに基づいて、スギJAS206材を圧密して圧密ラミナおよび圧密集成材を製作した。一次ブロックを製造した上で、幅方向に2列～5列並べて二次接着を行い、大断面柱用部材を製作し、製造上の課題を整理した。また、幅方向の二次接着では接着面となる側面が高密度化しているため、二次接着面のせん断強度や接着耐久性を検証した。

### 2. フィンガージョイントを用いた圧密ラミナ長尺化に関する基礎検討

将来的な圧密集成材の長尺化の可能性を検討することを目的として、フィンガージョイントによる圧密ラミナのたて継ぎ部材の試作を行った。製作上の課題を整理するとともに、強度性能に関する基礎データを収集した。

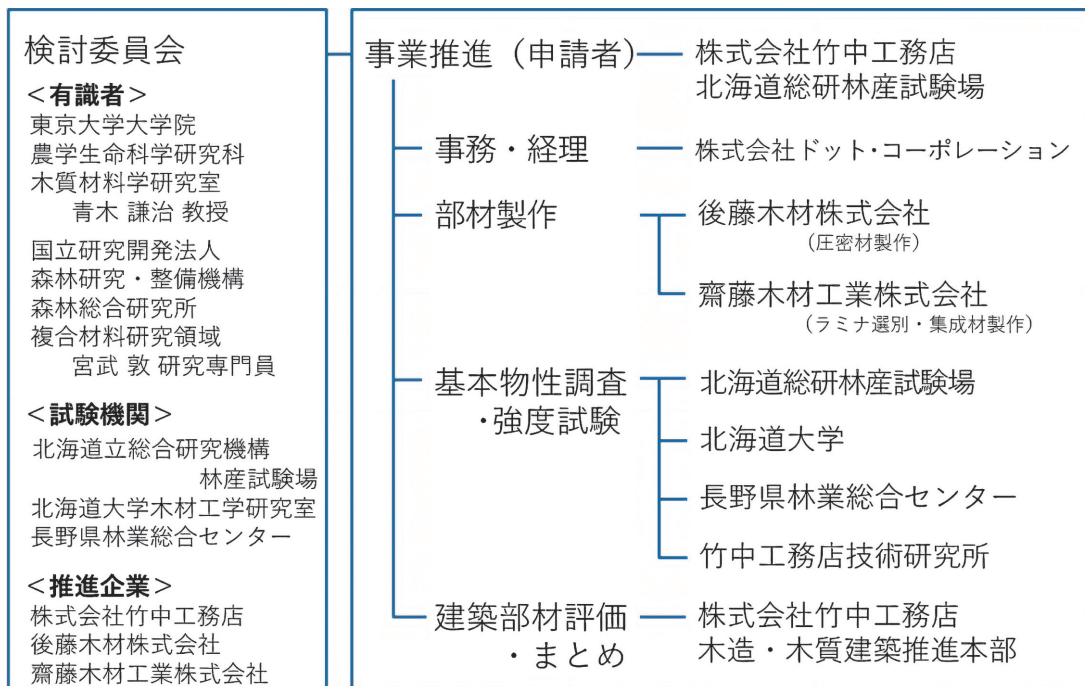
### 3. 大断面化に伴う強度性能に関する寸法効果の検証

実大サイズの木材強度は、断面サイズが大きくなると低下する傾向があり、設計強度の設定の際には寸法効果を考慮する必要がある。断面寸法の異なる圧密集成材を対象として、曲げ、せん断に関する試験データの解析を行うとともに、柱部材として重要な圧縮強度に関する検証実験を行った。

### 4. その他の実施内容

- ・圧密材製造方法に関する特許出願
- ・日本木材学会大会および日本建築学会大会での研究発表

## 実施体制



## 実施した内容

## 1. 二次接着による大断面化技術の開発

## (1) 圧密製造プロセスの実用検証

120mm角サイズで検討した製造プロセスに基づいて、圧密集成材の製造試験を行った（図1）。前年度は、圧密前製材の強度選別（7GPa以上）を集成材工場で行った後に圧密工場に送材したが、今年度は、製材工場において、予備切削の段階で強度選別を行うことにより、さらなる製作プロセスの合理化を図った（写真1）。

次に、スギ206材を圧縮率50%で圧密した後（写真2）、集成材工場にてグレーディングマシンによるヤング係数を測定して強度区分を行い、前年度との比較を行った。

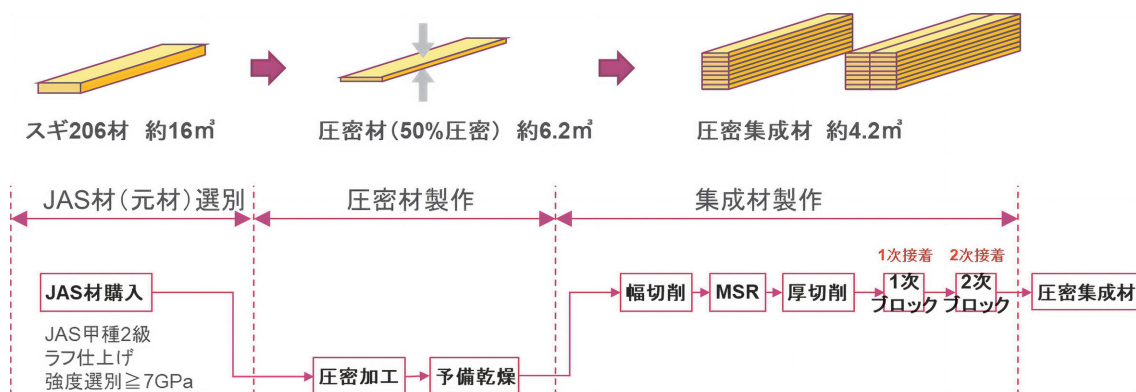


図1 圧密材および集成材の製作プロセス



写真1 製材工場でのスギ206材の選別作業



写真2 圧密ラミナの製作

## (2) 大断面化技術の検証

圧密して得られたラミナに対してグレーディングマシンによる強度選別を行って、同一等級同士を組合せて積層接着した圧密集成材一次ブロック（幅120mm×せい120mm、240mm、360mm、480mm、600mm）を試作した（写真3左図）。次に、この一次ブロックを幅方向に2列～5列と二次接着し、正方形断面（辺長240mm、360mm、480mm、600mm角）を製作して、製造上の課題を整理した（写真3右図および写真4）。

幅方向の二次接着面は高密度であることから、二次接着性能が十分であるか検証するため、実大せん断強度試験（写真5）を行うとともに、接着耐久性試験として減圧加压処理および煮沸処理を行った後、二次接着層のブロックせん断強度試験を行って、無処理のものとのせん断強度残存率を比較した（図2）。



写真3 圧密集成材の製作



写真4 評価試験のために製作した圧密集成材

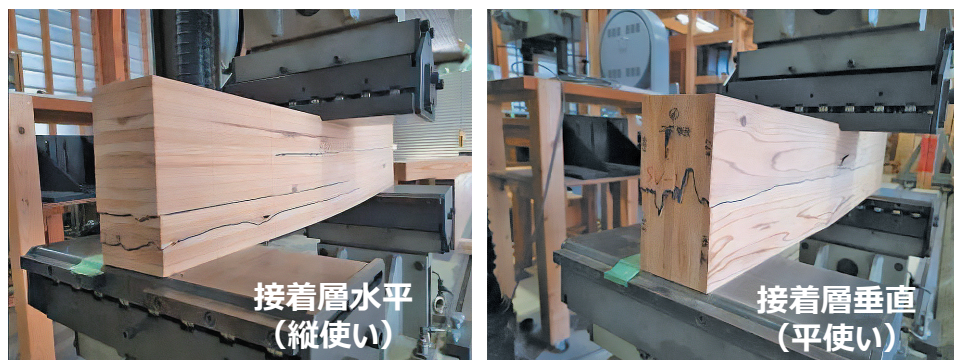


写真5 二次接着性能を調べるための実大せん断試験

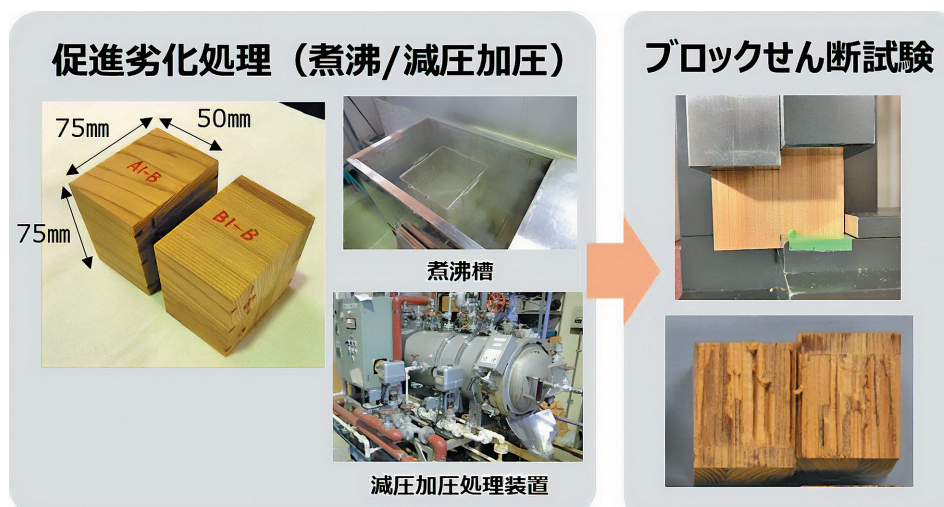


図2 二次接着の耐久性試験のための促進劣化処理とブロックせん断試験

## 2. フィンガージョイントによる長尺化技術の開発

将来的な圧密集成材の長尺化の可能性を検討することを目的として、フィンガージョイントによる圧密ラミナのたて継ぎ部材の試作を行った（写真6）。まず、圧密材に適したかん合圧力を検討するため、接着剤を塗布した状態でかん合圧縮試験を2体行った（写真7）。

次に、圧密ラミナのグレーディングマシンによるヤング係数の等級区分値がL15～L26となる計22枚を選別し、ラミナ幅を半割りしてマッチング試験体を用意し、たて継ぎあり（FJ材）とたて継ぎなし（NJ材）に振り分けた。それぞれから曲げ試験体（長さ500mm）、引張試験体（長さ2200mm）、圧縮試験体（長さ90mm）を採材して、各種強度試験を行った（写真8）。

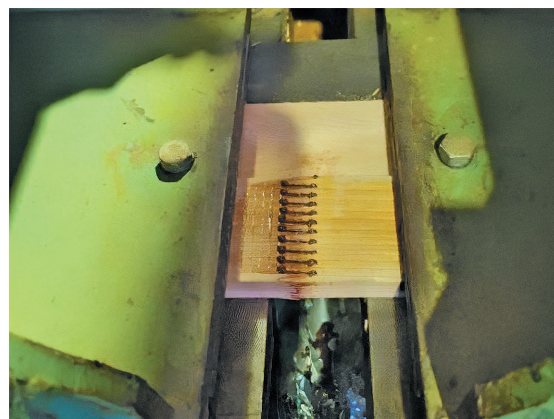


写真6 圧密ラミナのフィンガージョイントによるたて継ぎ作業

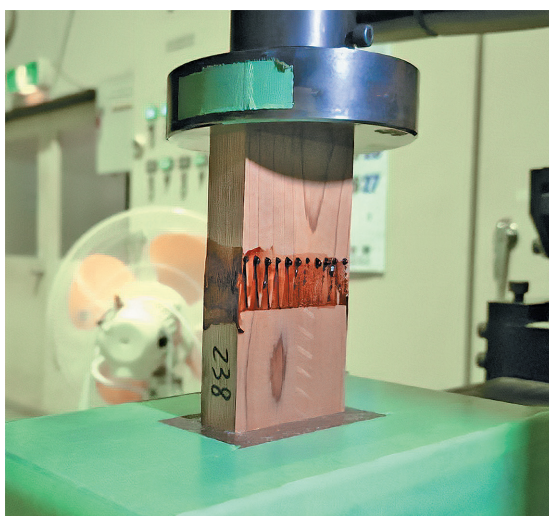


写真7 圧密ラミナのかん合圧縮試験

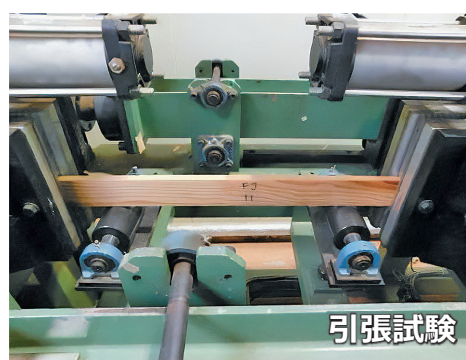
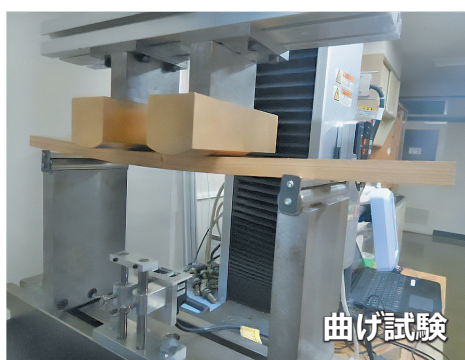


写真8 たて継ぎ圧密ラミナの強度試験

### 3. 大断面化に伴う強度性能に関する寸法効果の検証

圧密集成材において寸法効果があるか検証するため、異なる梁せいの試験体（幅120mm×せい120mm、240mm、360mm、480mm）を用いた実大曲げ試験および実大せん断試験の強度データをもとに解析を行った。また、異なる梁せいの試験体（幅120mm×せい120mm、240mm、360mm、480mm、600mm）および正方形断面の試験体（辺長240mm、360mm、480mm、600mm角）を用いた実大圧縮試験を行い、寸法効果に関する解析を行った（写真9）。

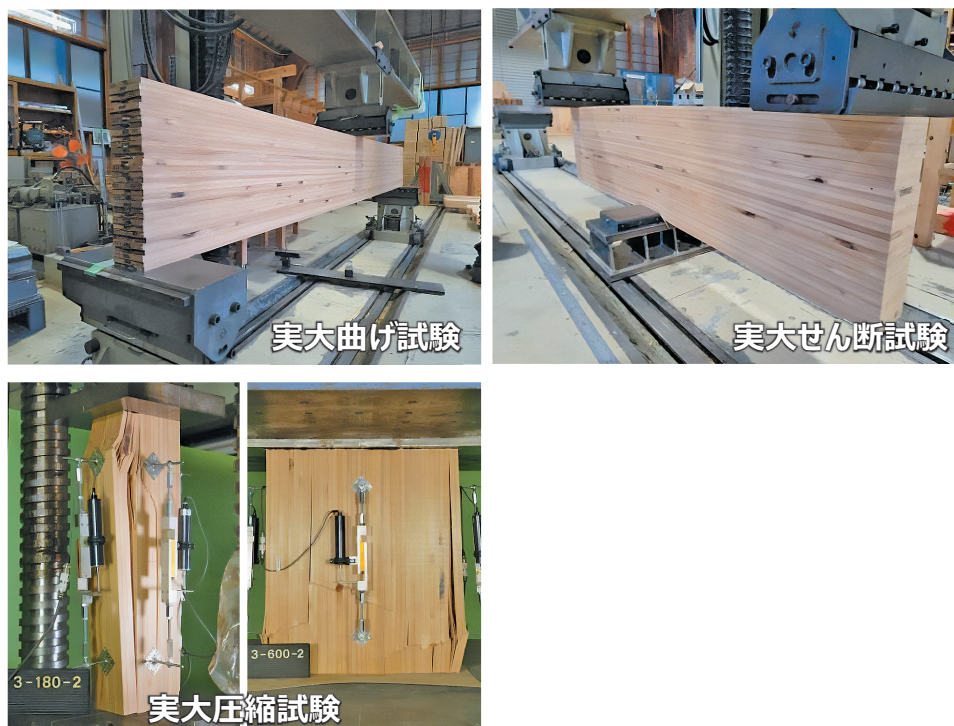


写真9 寸法効果検証のための実大強度試験

## 実施した結果

### 1. 二次接着による大断面化技術の開発

#### (1) 圧密製造プロセスの実用検証

今年度は、製造プロセスのさらなる合理化のために、圧密前の206製材の強度選別を製材工場で行う方法を採用した。その際、仕上げ切削と目視等級区分の後ではグレーディングマシンによる送材痕がついてしまうため、予備切削の段階で強度選別を行うこととした。実際にスギ206製材を仕上げ切削前にグレーディングマシンによりヤング係数を測定したところ、全数1848枚のうち7GPa以上の製材が79.2%であった。

仕上げ切削後にJASに基づく目視等級区分を行ったところ、JAS甲種2級以上は93.5%の出現率であった。その後、圧密工場で圧密加工を行ったのち、集成材工場において圧密された206製材（圧密ラミナ）に対しグレーディングマシンを用いてヤング係数を測定した（図3）。その結果、今年度の圧密ラミナのヤング係数は昨年度とほぼ同様の度数分布であった。これにより、製材の仕上げ切削前でヤング係数による選別を行っても安定的に圧密ラミナを選別できることが確かめられた。

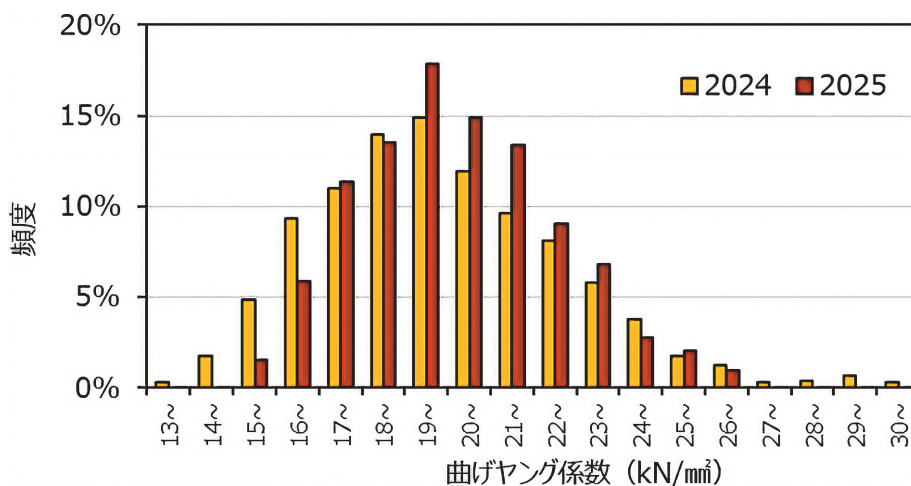


図3 圧密ラミナのヤング係数区分値の度数分布

## (2) 大断面化技術の検証

昨年実施した120mm角サイズ圧密集成材の試験結果に基づき、1次ブロックの積層枚数を増やして大断面化技術の検証を行った。ラミナ厚が15mmで長さは4mであること、使用する接着剤の可使用時間、塗布作業および堆積作業の所要時間を勘案し、積層数40枚、すなわち幅120×せい600mmまでは製造可能であることが確認できた。実際に、圧密集成材の一次ブロック（幅120mm×せい120mm、240mm、360mm、480mm、600mm）を試作するとともに、一次接着ブロックを幅方向に2列～5列と二次接着して、正方形断面（辺長240mm、360mm、480mm、600mm角）を製作した。

大断面圧密集成材の製作については、一般的な大断面集成材と同様のプロセスで行った。製造後の長さカットが加工設備の制約上、300mmを超える対応できないため、あらかじめ長さカットした部材の両端部を揃えて仮固定し積層接着することで、寸法精度よく製造できることを確認した。

次に、二次接着面の接着性能を確認するため、120mm角の圧密集成材を板目面どうしの縦使い（一次接着層が水平方向）、木端面どうしの平使い（一次接着層が垂直方向）となるように二次接着して120×240mmの平角サイズの試験体を1体製作した。

まずは、実大せん断強度試験の結果（表1）、密度や縦振動ヤング係数は同程度であったものの、たわみ振動法による曲げヤング係数およびせん断強度は平使いのほうが高くなる傾向が見られた。

次に、平角試験体の両端からブロックを切り出し、接着耐久性試験として減圧加圧処理および煮沸処理、乾燥処理を行った後、ブロックせん断試験片を切り出してせん断強度試験を行った（表2）。その結果、平使いのブロックせん断強度は、無処理では縦使いより高くなったが、促進劣化処理では同等か低くなり、強度残存率（劣化処理/無処理の平均比）は平使いのほうが低くなった。残存率の合格基準（50%）は上回ったものの、試験体数を増やしながさらなる検証が必要である。

表1 二次接着性能を調べるための実大せん断試験結果（平均値）

	n	密度 kg/m <sup>3</sup>	縦振動 ヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	たわみ振動 曲げヤング係数 kN/mm <sup>2</sup>	せん断強度 kN/mm <sup>2</sup>
接着層水平 （縦使い）	3	566	13.8	6.4	3.9
接着層垂直 （平使い）	3	581	13.9	8.3	6.3

表2 二次接着の接着耐久性試験結果（平均値）

	処理条件	n	密度 kg/m <sup>3</sup>	せん断強さ 平均値 N/mm <sup>2</sup>	変動係数 （%）	強度 残存率	木破率
接着層水平 （縦使い）	無処理	8	573	7.38	11.4%	-	100%
	煮沸法	4	482	6.77	6.2%	92%	100%
	減圧加圧法	4	538	7.49	28.0%	102%	95%
接着層垂直 （平使い）	無処理	8	583	10.60	23.6%	-	100%
	煮沸法	4	501	5.87	59.3%	55%	100%
	減圧加圧法	4	545	7.67	61.4%	72%	100%

## 2. フィンガージョイントによる長尺化技術の開発

かん合圧縮試験の結果、針葉樹の適正下限値と広葉樹の適正上限値の中間値で設定すればよいことを確認した（図4）。次に、圧密ラミナのフィンガー加工を行い、レゾルシノール樹脂接着剤を十分に塗布した後、設定した圧縮圧力を用いてたて継ぎ試験体を試作したが、切削性やかん合作業に支障がないことを確認した。

各種強度試験を行って、FJ材とNJ材の平均強度の比（接合効率）を求めたところ（表3）、曲げ強度については従来の圧密されていない木材と同程度の接合効率であった。引張強度についてはたて継ぎ部ではなく節で破壊するものやチャック内で破壊するものも含まれたため、低い数値となっている。圧縮強度についてはたて継ぎによる強度低下は少ないことが明らかとなった。

以上より、圧密スギでもフィンガージョイントによるたて継ぎ加工、長尺化が可能であることを確認した。

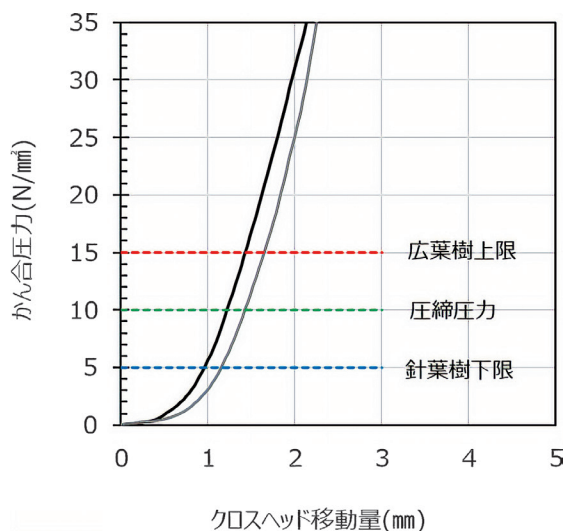


図4 圧密ラミナのかん合圧縮試験

表3 圧密たて継ぎラミナの強度試験結果

	曲げ強度 (N/mm <sup>2</sup> )			引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )			圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		
	FJ	NJ	平均比	FJ	NJ	平均比	FJ	NJ	平均比
試験体数	22	22	63%	22	22	57%	22	22	96%
最大値	95.9	148.0		53.3	145.1		86.5	96.4	
平均値	72.1	114.3		41.1	71.9		69.6	72.8	
最小値	47.9	66.8		14.3	25.6		54.0	50.8	
変動係数	18.1%	18.9%		24.9%	41.4%		12.2%	17.1%	

### 3. 大断面化に伴う強度性能に関する寸法効果の検証

「構造用木材の強度試験マニュアル(日本住宅・木材技術センター)」を参考に、試験体体積と寸法効果の関係が成り立つとして、寸法効果調整係数の算出を試みた。試験体体積については、曲げ試験では「最大曲げモーメントが生じる区間に材長の10%を加えた区間の体積」、せん断試験では「せん断スパンの合計区間の体積」、圧縮試験では「試験体の体積」として、非線形最小二乗法で回帰計算した結果を図5および図6に示す。その結果、曲げ強度、せん断強度においては明瞭な寸法効果が認められた（曲げ強度の梁せい480mmはスパン/梁せい比が他よりも小さいため参考値）。一方、圧縮強度については体積増加に伴う強度低下は幅固定試験体では小さく、正方形断面では認められなかった。これらの結果をもとに曲げ、せん断強度については寸法効果調整係数を求めるための基礎的知見が得られた。

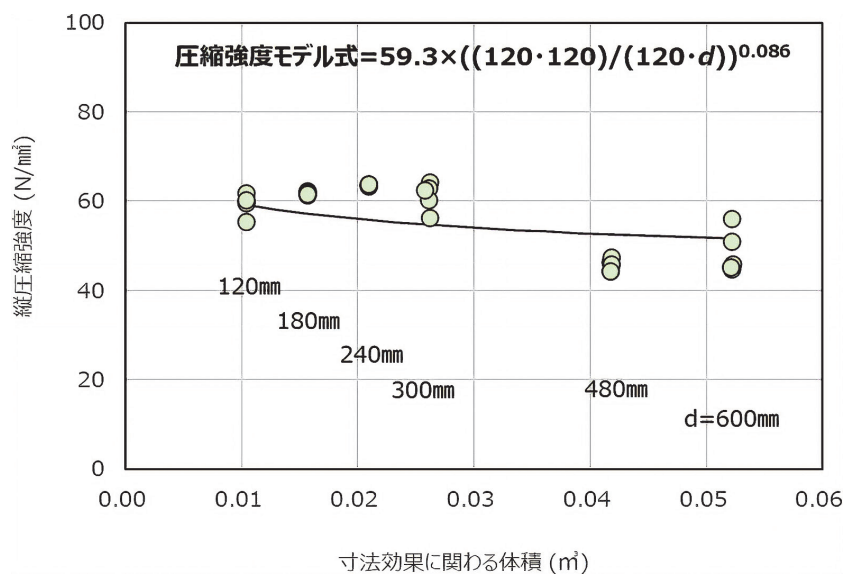
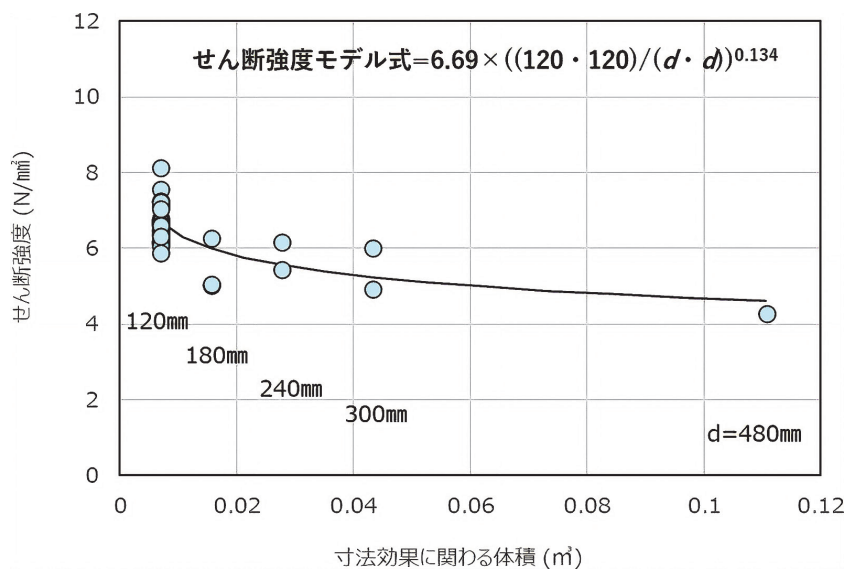
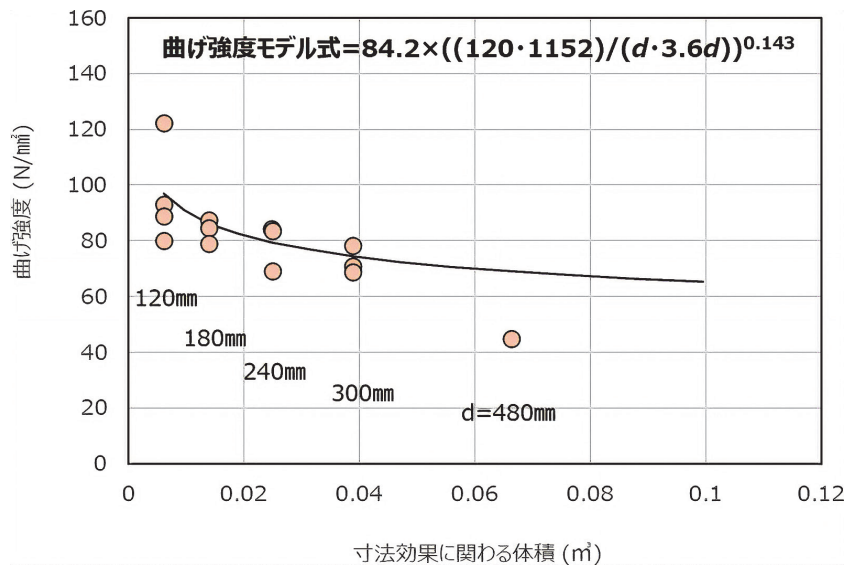


図5 曲げ、せん断、圧縮に関する寸法効果検証実験結果（1次ブロック、幅120mm固定）

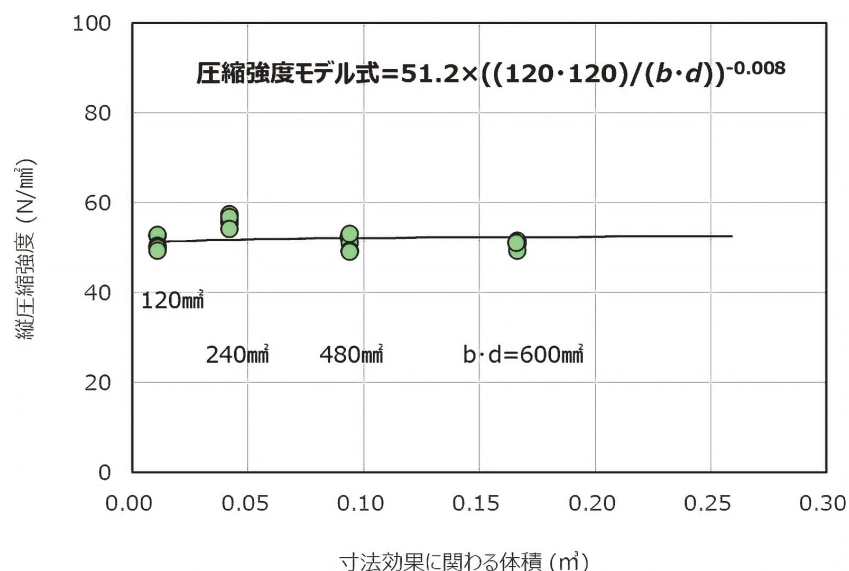


図6 圧縮に関する寸法効果の検証実験結果（正方形断面）

### 今後の 課題・展開 等

中高層木造建物の構造部材への早期適用に向けて、今後以下の技術的課題の解決に取り組んでいく予定である。

1. 圧密材の高強度と異方性を考慮した部材接合部・仕口部の開発と、その破壊性状の把握
2. 耐火部材として使用した場合の、高温状態における形状安定性、強度低下の性状に関する検証
3. 圧密ラミナの切削厚さ減縮ほか、品質管理における歩留まり向上、コスト削減技術の開発
4. トドマツなど、スギ以上の高強度化が見込める樹種への技術展開

開発技術の普及にあたって、建築基準法37条に基づく指定建築材料認定の取得が必要であることから、2025年度に性能評価機関における材料性能評価（任意評定）を受審しており、2026年度に指定建築材料認定の取得を予定している。

# スギ材活用による実用化に向けた 「パッケージ型普及ユニット建築」の商品開発

● 実施団体 ●

## 宮城県CLT等普及推進協議会

〒981-0011 宮城県仙台市青葉区上杉2丁目4-46

### 事業目的

前年度は、CLT・LVL・超厚合板の利点を活かした「普及型ユニット建築の基本設計」に取り組み、門型フレーム構造の技術開発を行った。開発にあたっては、構造システムと並行して用途別の参考プランの検討を行った。その結果、CLT材等を用いた普及型ユニット建築の製作および多様な用途への対応が可能であることを確認した。

今年度は、この実績を基に実際の建設に向けた各種詳細設計や検証を行い、「パッケージ型普及ユニット建築」の商品開発に取り組む。

### 実施した項目

1. パッケージ型普及ユニット建築の開発
2. 普及パンフレットの作成

### 実施体制

#### ■委員長

安達揚一 (株) SPAZIO 建築設計事務所

#### ■設計WG

##### ・意匠

安達揚一 (株) SPAZIO 建築設計事務所、早坂陽 (株) 構建築設計事務所、齋藤健太郎 (有) ガルボ空間工房、出井弘介 (株) デイ・アーキテクト

##### ・構造

山内一彦 (株) 井口構造設計事務所、前田匡樹 (東北大学)

##### ・設備

藤田渉 (Refil 合同会社)、安達揚一 (株) SPAZIO 建築設計事務所

#### ■施工WG

##### ・材料

秋葉昭二 (西北プライウッド(株))、阿部勝浩 (石巻合板工業(株))

##### ・積算

岡本武久 (物林(株))、小池昌子 (物林(株))、早坂陽 (株) 構建築設計事務所

#### ■普及広報WG

齋藤健太郎 (有) ガルボ空間工房、中居友美 (有) ガルボ空間工房、関彩名 (有) ガルボ空間工房

#### ■事務局

千田政明 (宮城県森林組合連合会)、日野円 (宮城県森林組合連合会)

実施した  
内容

## 1. パッケージ型普及ユニット建築の開発

- 1.1 パッケージ型ユニット建築の概要
- 1.2 タイプA (CLT折版屋根) 4ユニット：スイーツ店
- 1.3 タイプA (CLT折版屋根) 8ユニット：産直店
- 1.4 タイプB (超厚合板陸屋根) 4ユニット：花卉店
- 1.5 タイプB (超厚合板屋根) 8ユニット：事務所
- 1.6 タイプAとBの構造設計
- 1.7 タイプAとBの設備設計
- 1.8 標準仕様書と標準詳細図の作成
- 1.9 省エネ設計と検証
- 1.10 タイプAとBの建設コスト算出

## 2. 普及パンフレットの作成

- 2.1 パッケージ型普及ユニット建築のパンフレット作成
- 2.2 成果報告会の企画

実施した  
結果

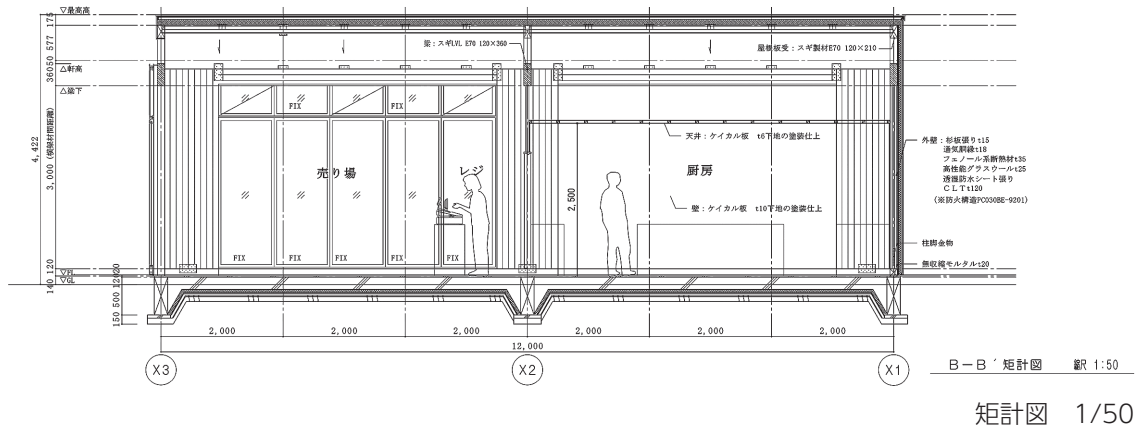
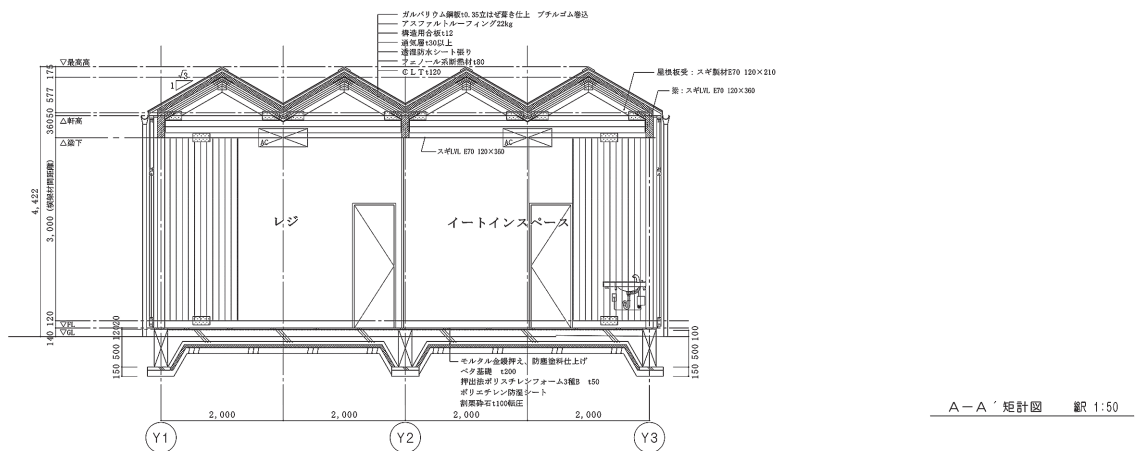
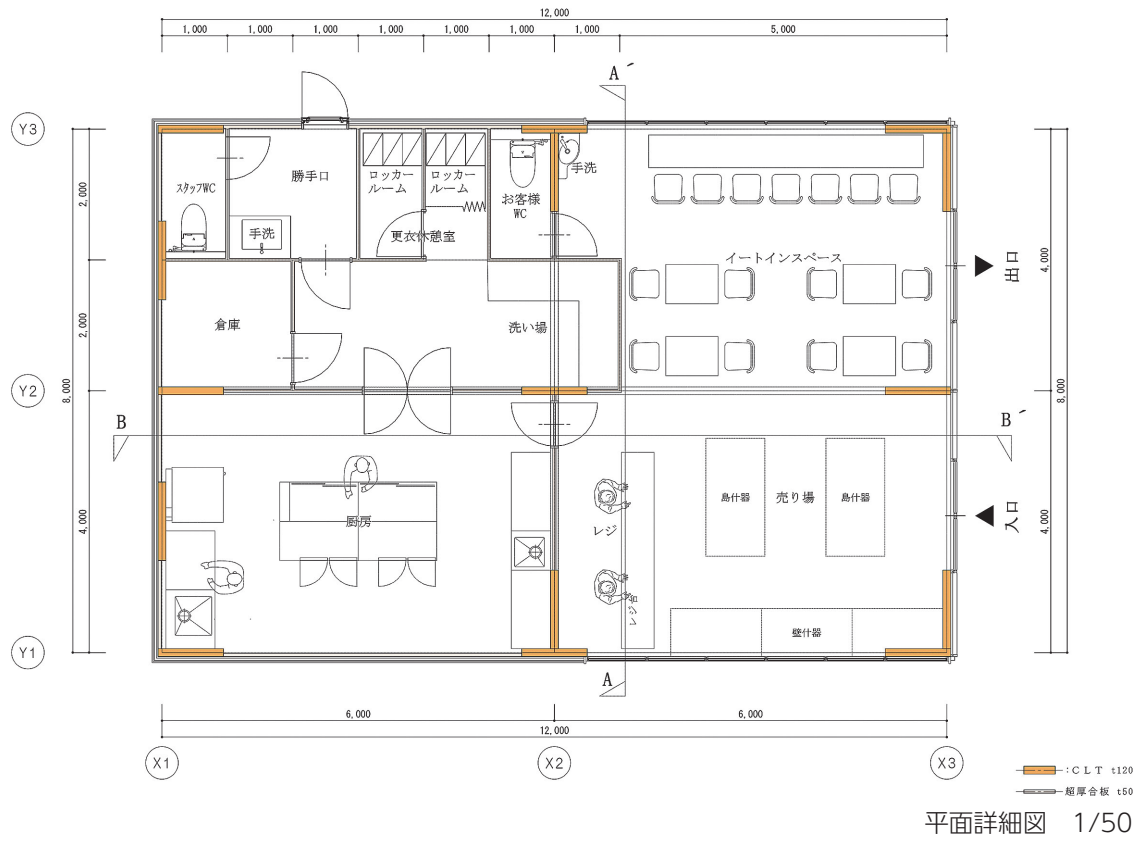
## 1. パッケージ型普及ユニット建築の開発

## 1.1 パッケージ型ユニット建築の概要

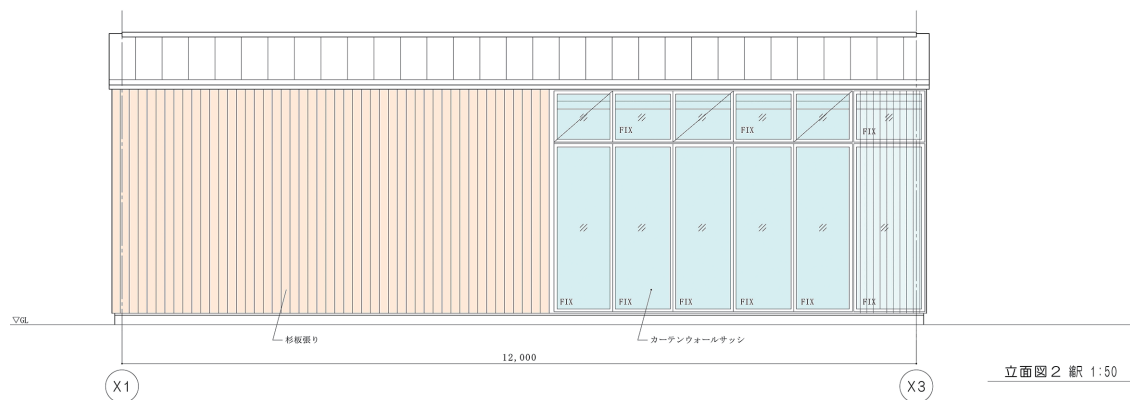
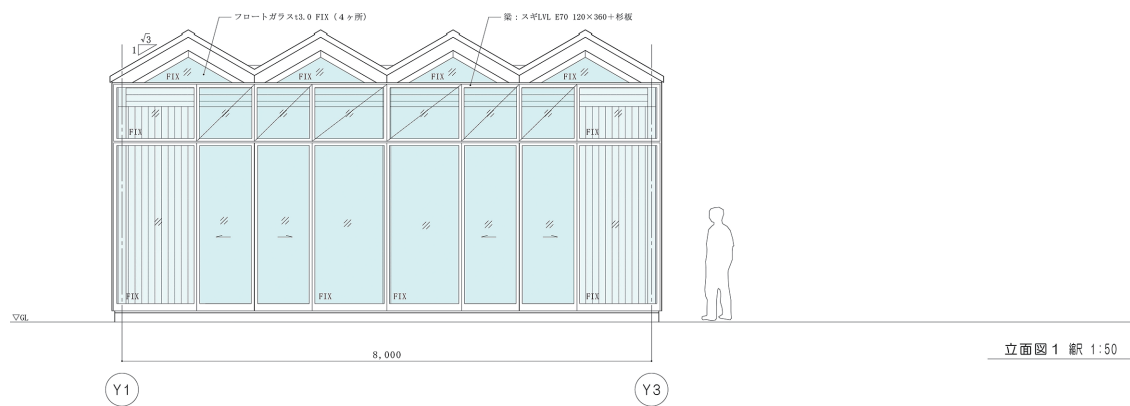
分類	タイプA/4ユニット	タイプA/8ユニット	タイプB/4ユニット	タイプB/8ユニット	
用途	スイーツ店 (物販・飲食店)	産直店 (物販店)	花卉店 (物販店)	事務所 (多用途型)	
特徴	1ユニット4m×6mを4連結させて8m×12mの96㎡(29坪)のスイーツ店。4ユニットを完備、イートイン、厨房、バックヤード空間としてコンパクトに構成している。	1ユニット4m×6mを8連結させて12m×16mの192㎡(58坪)の産直店。6ユニットを完備、2ユニットをバックヤード空間に振り分けて機能的平面構成としている。	1ユニット3m×7mを4連結させて6m×14mの72㎡(21坪)の花卉店。奥の2ユニットを作業場、手前の2ユニットを彩を活かす展示と売場空間としている。	1ユニット3m×7mを4ユニット分棟配置した240㎡(72坪)の事務所。4ユニットを結ぶ共有空間は働く場と健康を与え及好なコミュニティが期待できる。	
階数	1階	1階	1階	1階	
面積(㎡)	建築面積	96	192	84	
	延床面積	96	192	84	
高さ(mm)	軒高	3,360	3,360	3,360	
	床高	140	140	140	
1ユニット(m/w×d)	4.0×6.0	4.0×6.0	3.0×7.0	3.0×7.0	
架構形式	屋根	CLTt120 スギS60-3-4	CLTt120 スギS60-3-4	超厚合板t50 スギ	超厚合板t50 スギ
	梁	LVLt120×h360 スギE70	LVLt120×h360 スギE70	LVLt120×h360 スギE70	LVLt120×h360 スギE70
	壁	CLTt120 スギS60-3-4	CLTt120 スギS60-3-4	CLTt120 スギS60-3-4	CLTt120 スギS60-3-4
	土台	ヒノキ120×120 無等級製材	ヒノキ120×120 無等級製材	ヒノキ120×120 無等級製材	ヒノキ120×120 無等級製材
	基礎	鉄筋コンクリート造 直接基礎	鉄筋コンクリート造 直接基礎	鉄筋コンクリート造 直接基礎	鉄筋コンクリート造 直接基礎
	部材接合	各所既成金物による接合	各所既成金物による接合	各所既成金物による接合	各所既成金物による接合
防耐火性能	その他の建築物	その他の建築物	その他の建築物	その他の建築物	

## 1.2 タイプA (CLT折版屋根) 4ユニット：スイーツ店

計画は、1ユニット4m×6mを4連結させて8m×12m=96㎡(29坪)のスイーツ店。焼きたて菓子や季節のスイーツを求めて多くの来店者が見込まれる人気の商業建築である。平面計画は、2ユニットを製造・仕込み・倉庫・更衣休憩室・WCに充て、残りの2ユニットを販売スペースとイートインの客席空間とした。ショーケースを中心に動線がまとまるコンパクトな空間とし、限られた面積の中で滞在しやすい構成を実現している。外装は、正面と一部側面に大きなカーテンウォールを設け、季節ごとの装飾やショーケースの賑わいが外からも感じられる開放的な構成とした。一方で、背面と一部の側面はバックヤードの機能を考慮し外壁仕上げとし、作業動線の確保と断熱・衛生的な環境を確保している。壁・天井ともに木材の現し面積が大きく、自然素材に包まれた魅力的な木質空間が、ゆっくりとスイーツを楽しむ時間を演出するスイーツ店となっている。



短計図 1/50



立面図 1/50



外観パース

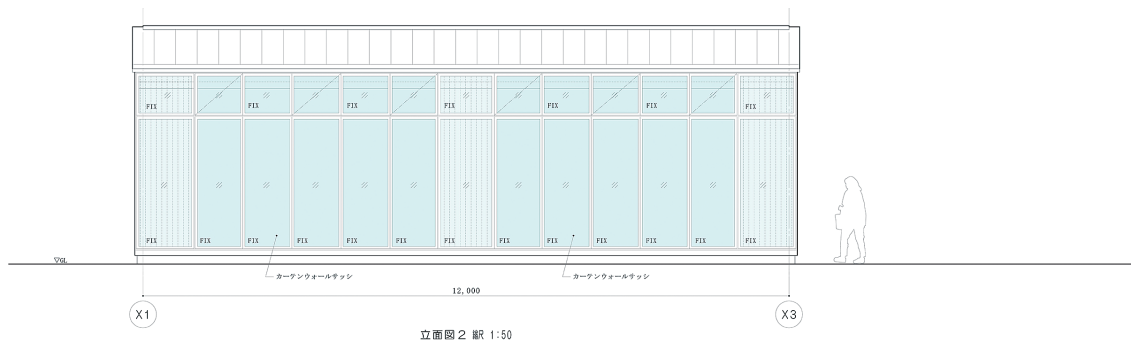
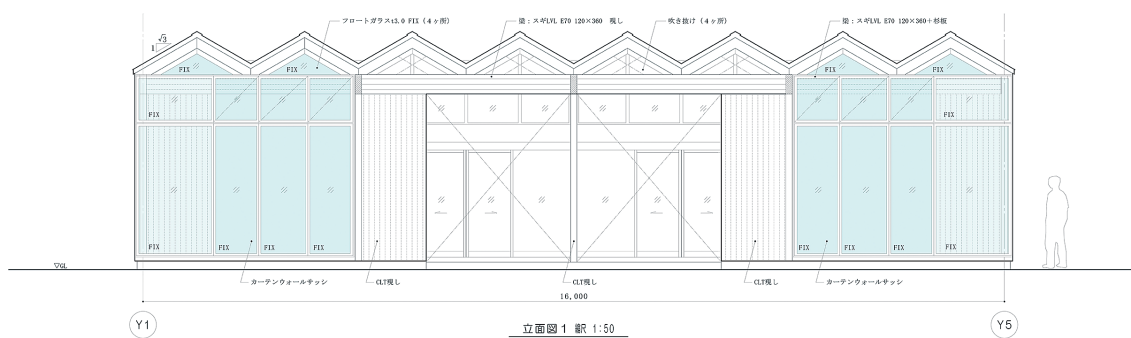


内観パース



模型





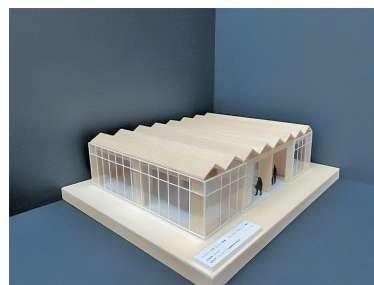
立面図 1/50



外觀パース



内観パース

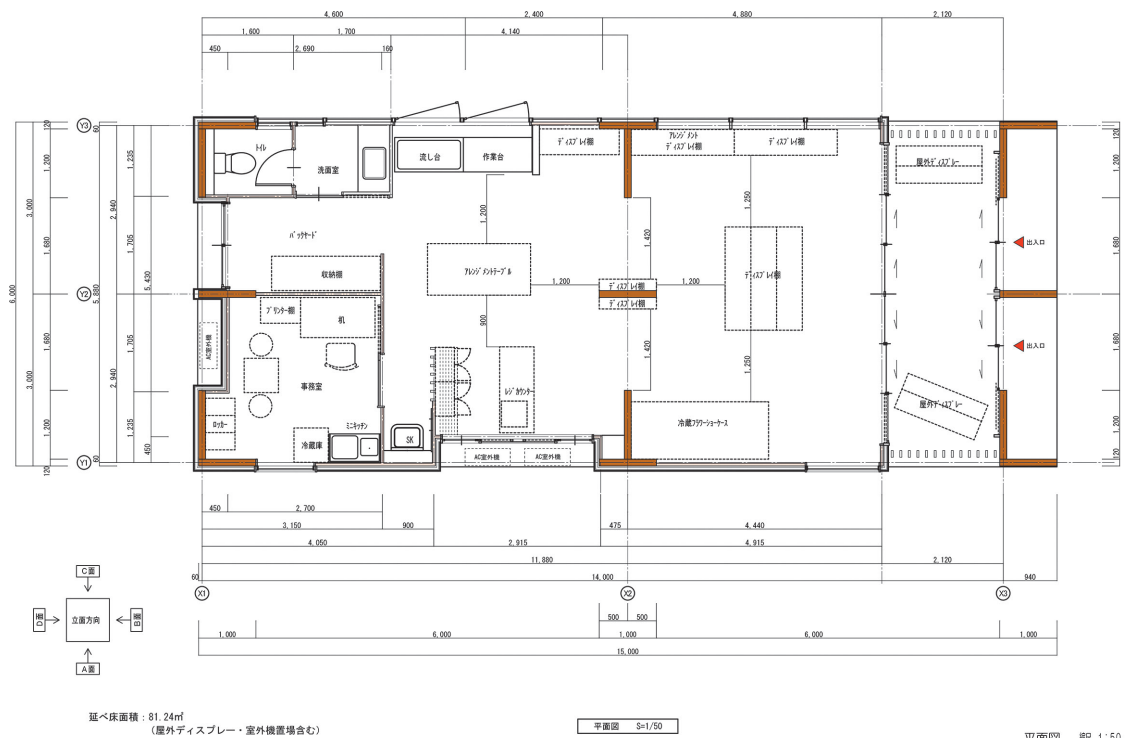


模型

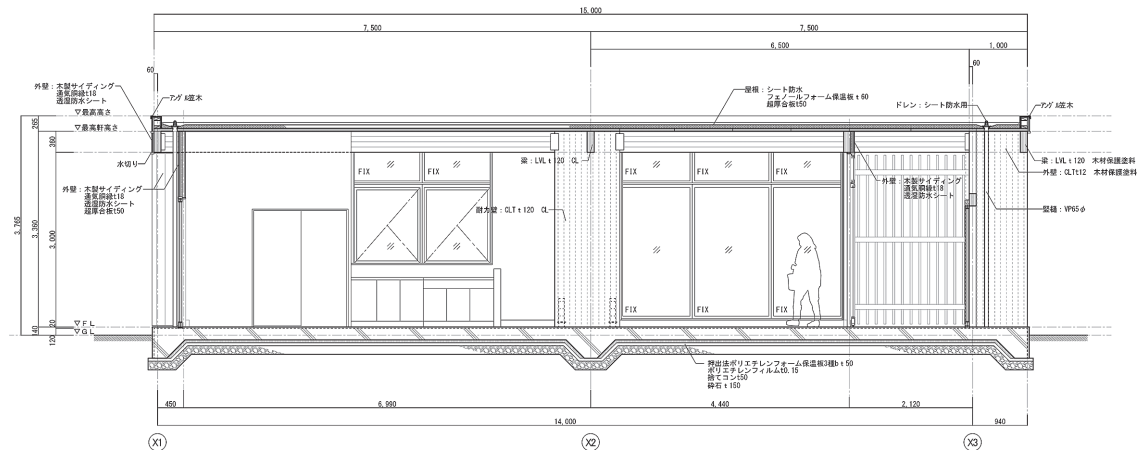
#### 1.4 タイプB (超厚合板陸屋根) 4ユニット：花卉店

計画は、1ユニット3m×7mを4連接させて6m×14m＝84.0㎡(25.4坪)の花卉店。

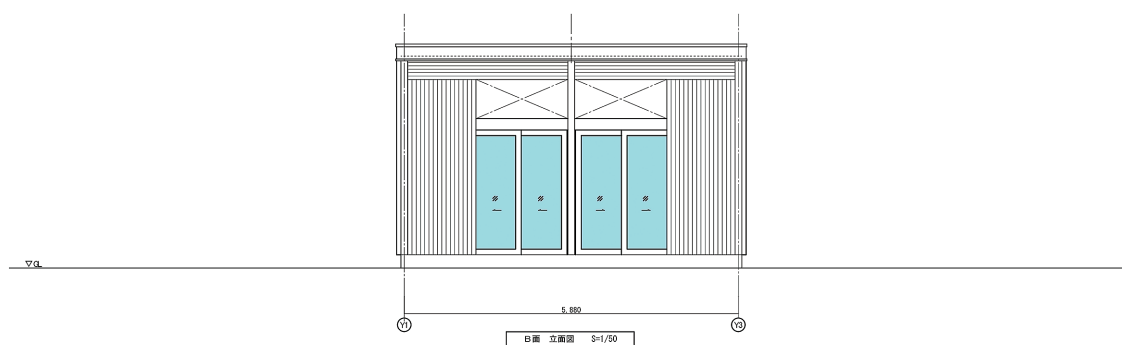
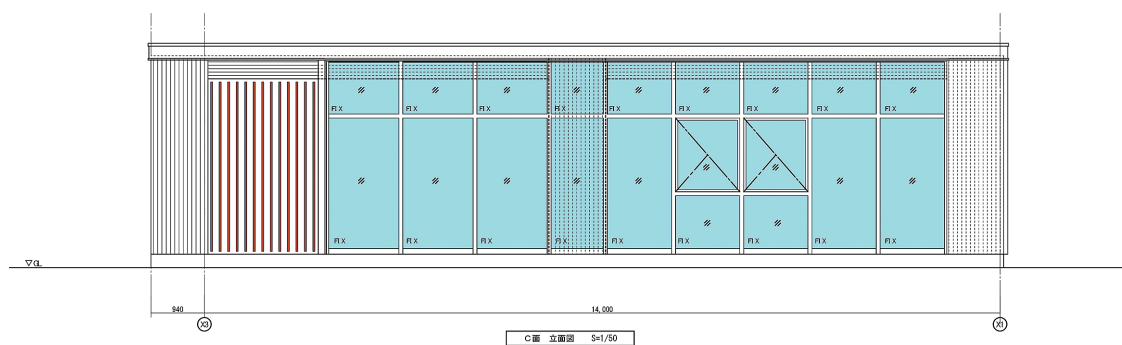
新鮮で美しい花や季節のイベント用アレンジメントを求めて多くの来店者が見込まれる商業施設である。平面計画は、2ユニットをアレンジメントスペース・事務室バックヤード・トイレに充て、残りの2ユニットをディスプレイスペースとショーケースとした。ディスプレイ棚を中心に動線がまとまるコンパクトな空間とした。外装は、正面と一部側面に大きなカーテンウォールを設け、季節ごとの装飾やショーケースの賑わいが感じられる構成とした。一方では、背面と一部の側面はバックヤードの機能を考慮し外壁仕上げとし、作業動線の確保と断熱・衛生的な環境を確保している。自然素材に包まれた魅力的な木質空間、半屋外空間を設け屋外ディスプレイにより多様な花卉店となっている。



平面詳細図 1/50



断面図 1/50



立面図 縦 1:50  
立面図 1/50



外観パース



内観パース



模型

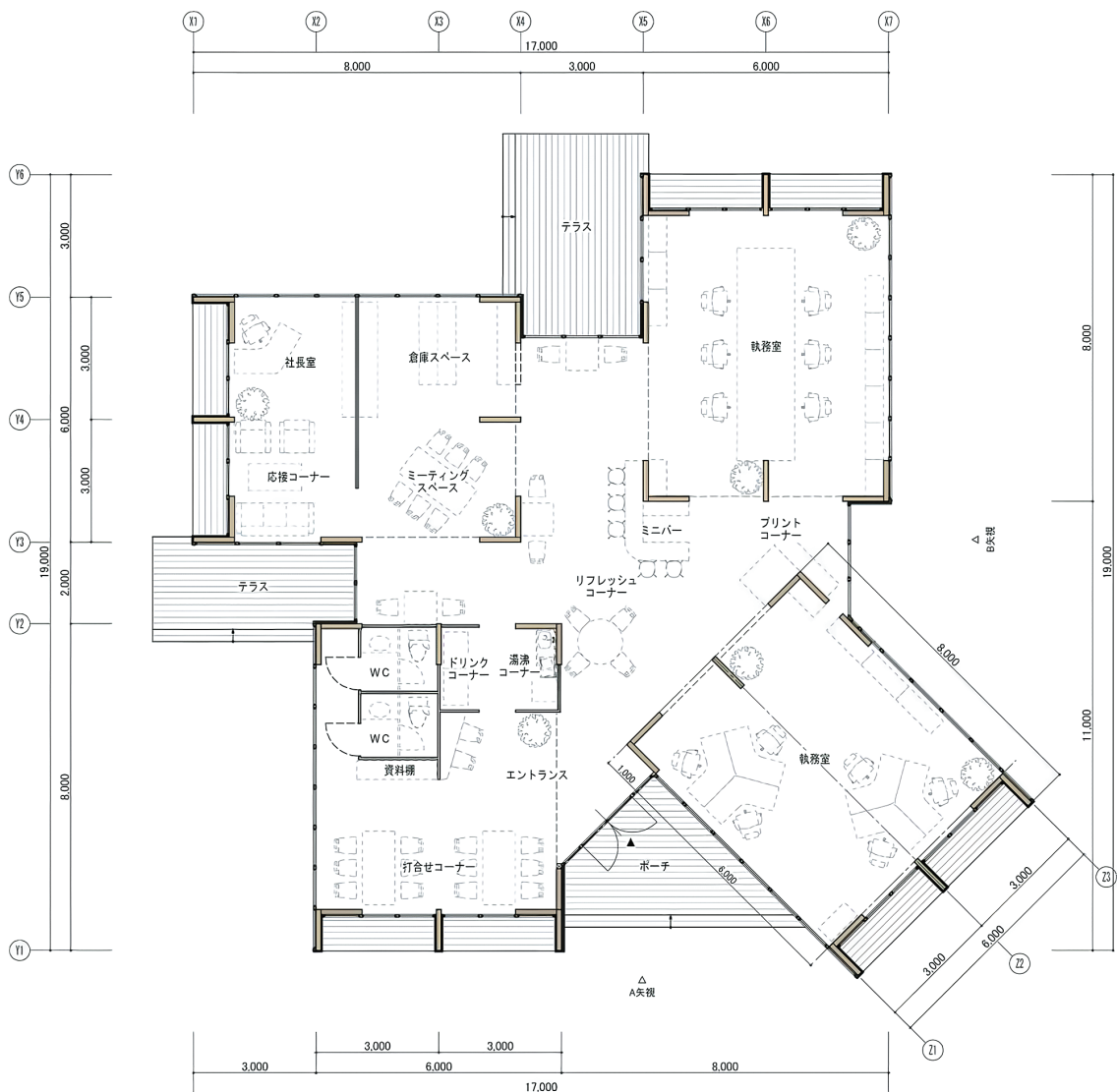
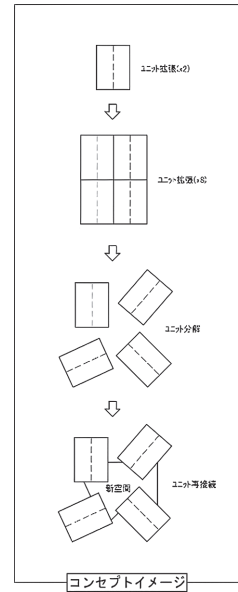
### 1.5 タイプB（超厚合板陸屋根）8ユニット：事務所

計画は、1ユニット3m×7mを連結させて事務所用途で行う。タイプB-4ユニット物販店で、ユニットを並列的に増やしても構造として成り立つのはわかっているので、ここではさらに応用した配置計画が出来ないかを検討した。一度矩形で連結させたものを、構造の基本ルールを守りつつ再構成させた平面形状とし、高さにも材料の製作可能範囲内で一定の変化を持たせた。

(コンセプトイメージ参照)

基本的仕様はタイプA及びB-4ユニットにならひ、2ユニットの集合体として構成し各々の個別空間を確保した。再構成時に発生したプラスアルファの空間が各個別空間を共用的な用途で結び役割を持たせている。極力間仕切りを持たないようにC LT構造壁のみで計画することで、ユニット建築の施工性などの特徴を生かし、かつ、空間の自由度を確保した。

今回は事務所用途で検討しているが、小規模な学校、学習塾、アトリエ、ギャラリーなど様々な用途に使用できるものと考え、幅広いニーズに対応できるものとしている。



平面詳細図 1/50





内観パース



模型

### 1.6 タイプAとBの構造設計

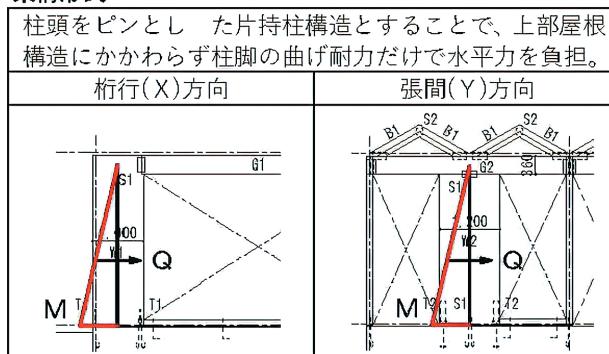
構造計画は、木材の複雑な加工は避け接合金物は極力既製品で施工が簡単な構造ビス接合金物として、ユニット建築にふさわしい施工の省力化及び経済性を主眼とした計画とした。架構形式は、平屋の軽量の建物なのでCLT壁の脚部のみモーメントを負担する片持柱形式とし、頂部はピン接合として金物の軽減を図った。さらに、建物短辺方向架構は頂部梁通しとしてCLT壁位置を移動可能にし、平面計画に自由度を持たせている。

また、CLT壁脚金物の一部に在来軸組工法の柱金物を採用し、アンカーボルトの精度出しの負担軽減とコスト削減も図っている。

#### 設計条件

鉛直荷重	積雪	短期 70cm×20N/cm/m <sup>2</sup> 割増係数考慮 w = 1450N/m <sup>2</sup> 宮城県内の山間部を除く市街地をほぼカバー出来る。
水平荷重	地震力	地域係数 Z = 1.0(宮城県) 標準せん断力係数 C <sub>o</sub> = 0.2
	風圧力	地表面粗度区分Ⅲ(市街地) 高さ H = 4.5m 風力係数 C = 1.2 基準風速 V <sub>o</sub> = 30m/S(宮城県) 速度圧 q = 700N/m <sup>2</sup>
基礎形式	ベタ基礎	地耐力 30kN/m <sup>2</sup> 圧密沈下層などの軟弱地盤以外であれば可。
準拠規準	建築基準法 CLT 関連告示第 611 号 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(住木センター)	
設計ルート	ルート 2 (許容応力度設計)	

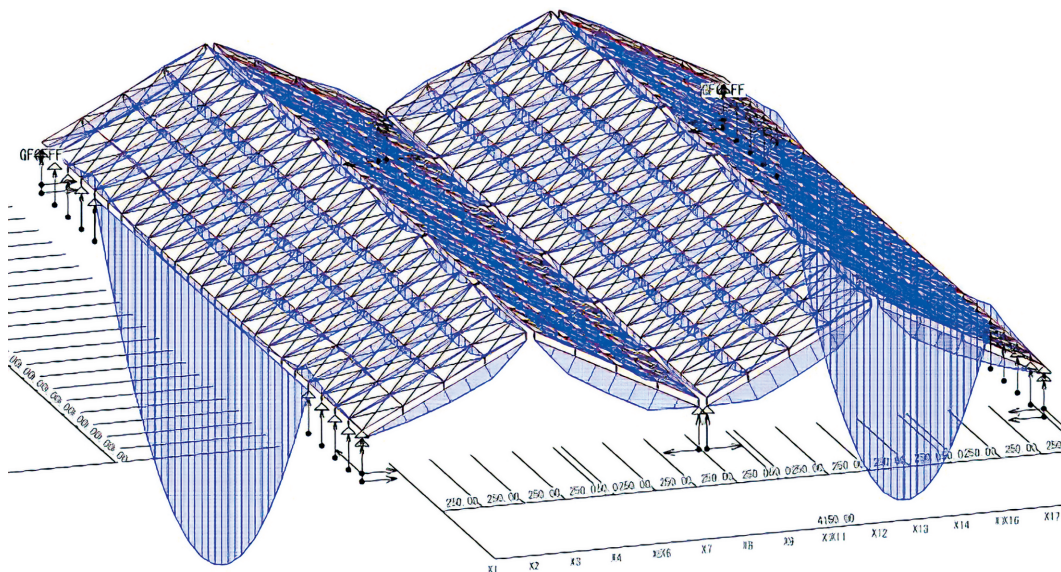
#### 架構形式



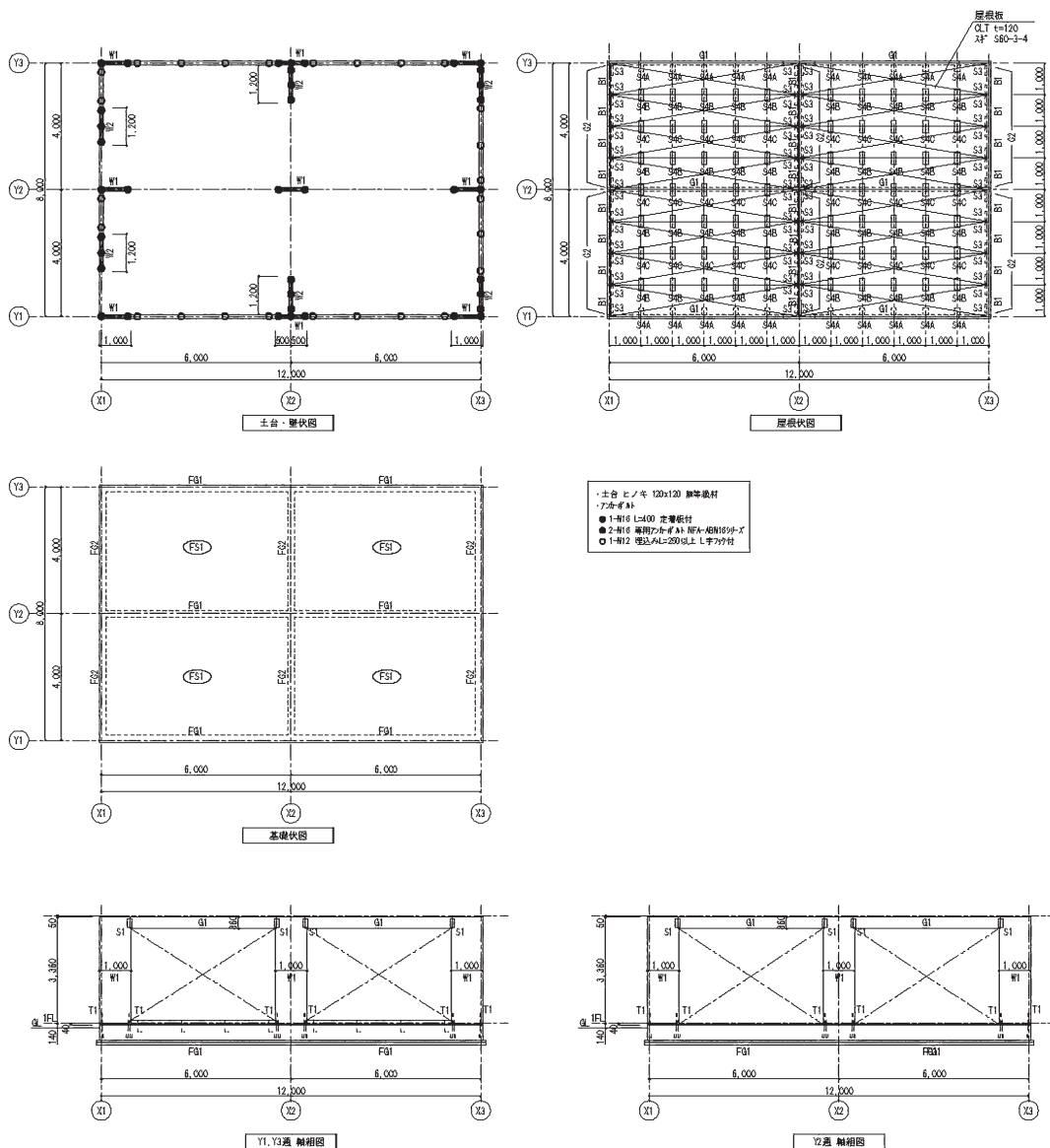
#### ○構造計算書の作成方針

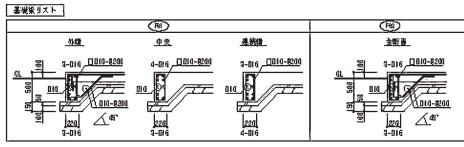
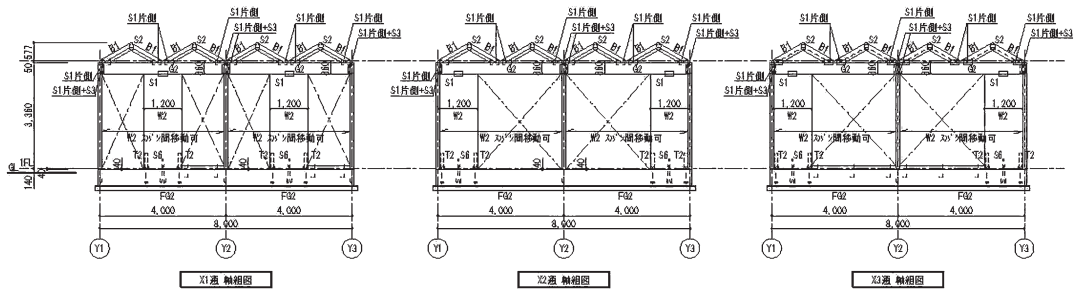
片持柱構造で水平耐力は壁柱本数のみに依存するので、柱 1 本当りの負担せん断力の最大値により設計することで、タイプA・B別に 1～8 ユニットの構造計算書を 1 つに統一する。(タイプ A 構造計算書とタイプ B 構造計算書の 2 つ)

○タイプA折版屋根の応力解析



○タイプA構造図(4ユニット)





スラブ3点図

件名	標準	位置	規定方向	基準方向	寸法	使用材料
F01	200	上層床	010-0150	010-0200	厚120 筋材100 x100	329P-1 普通F=21 丸 筋 0029
		下層床	010-0150	010-0200	厚120	

0.1基礎3点図

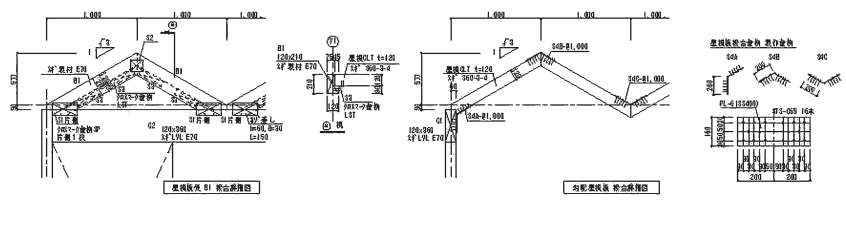
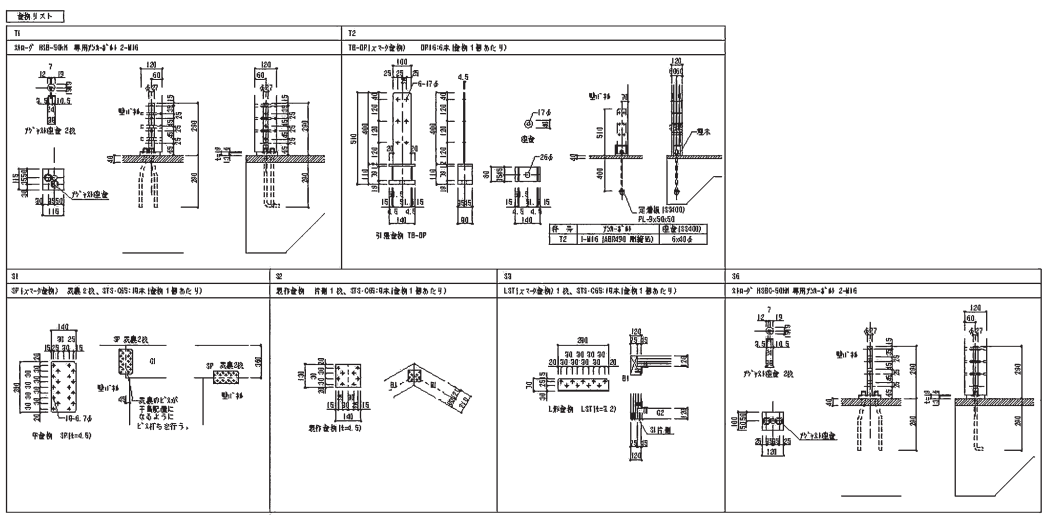
件名	標準	層	位置	基礎等張	ラトナ種
R1	100	1	大等	000-0-4	90
R2	100	1	大等	000-0-4	90

0.2基礎3点図

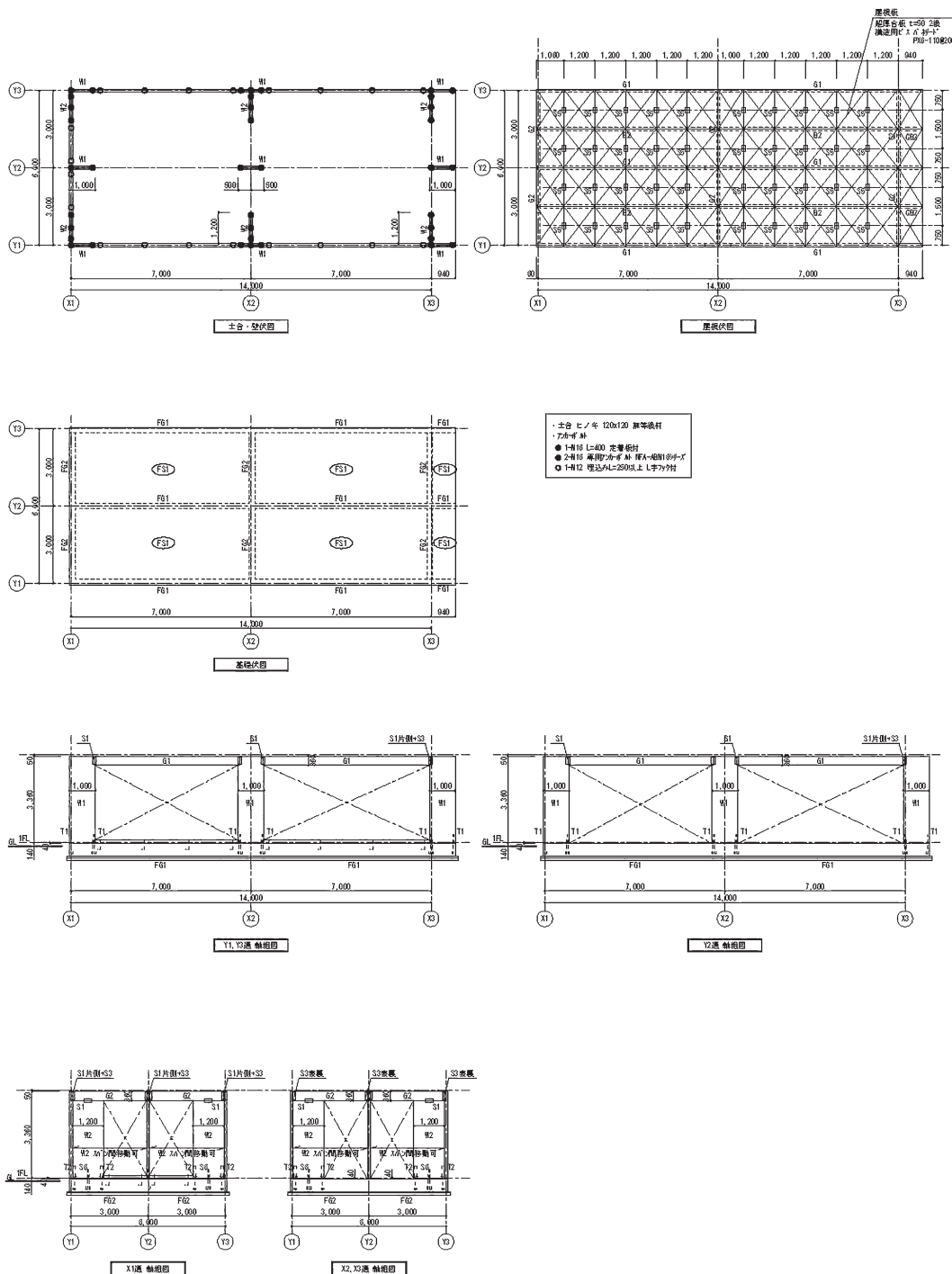
件名	標準	層	位置	基礎等張	ラトナ種
R1	100	1	大等	000-0-4	90
R2	100	1	大等	000-0-4	90

0.3基礎3点図

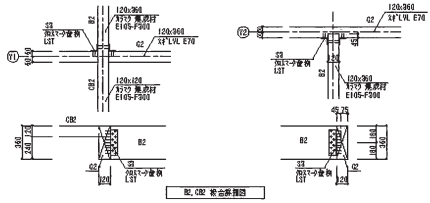
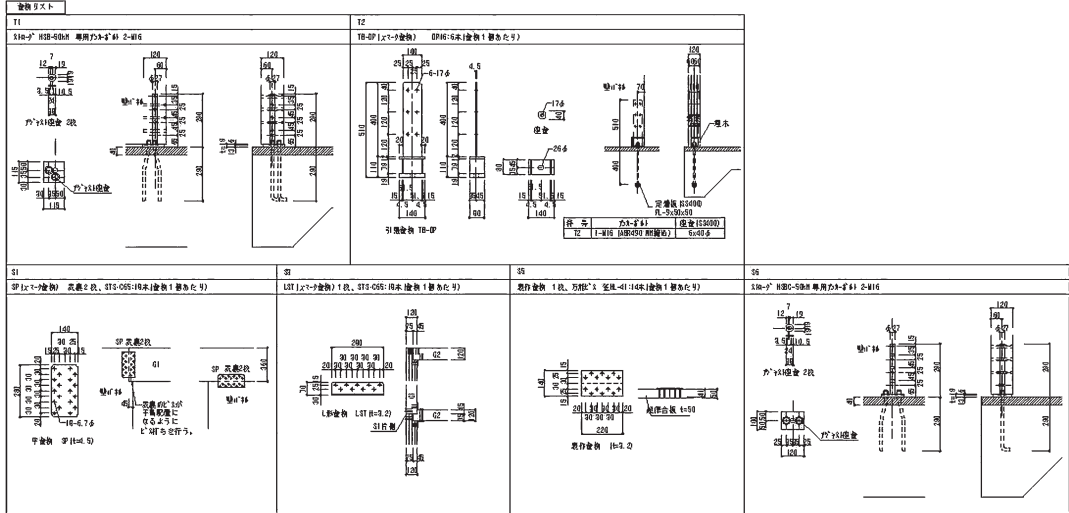
件名	標準	寸法	位置	基礎等張	基礎等張
01, 02	全断面	100 x 100	大等	000-0-4	LVL E 70
01	全断面	100 x 210	大等	000-0-4	E 70
土台	全断面	100 x 100	土/木	000-0-4	鋼骨鋼材



○タイプB構造図(4ユニット)

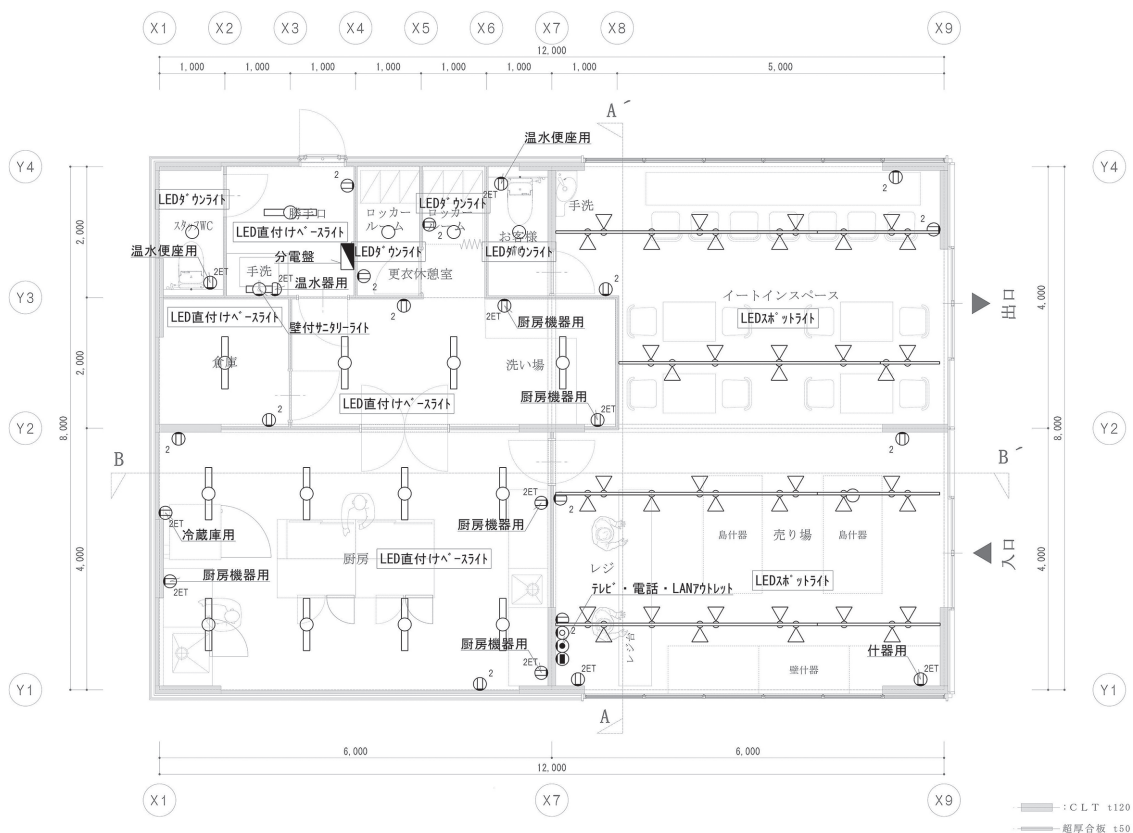


基礎配列リスト				スラブリスト				使用材料 22P・1 普通F=21 丸 筋 SD19	
種類	中央	通廊部	全断面	件名	厚さ	位置	補正方向		補正方向
				F01	300	上階部	B10-B106	B10-B200	
						下階部	B10-B106	B10-B200	
基礎配列リスト				床板リスト				床との割合	
件名	厚さ	幅	位置	位置	位置	位置	位置		
基礎台板	90	340×1,200	2階	2階	2階	2階	2階	床との割合 1/1000	
床板リスト				件名	厚さ	寸法	位置	構造仕様	位置
41,02	全断面	120×900	2階	2階	2階	2階	2階	2階	2階
02	全断面	120×900	2階	2階	2階	2階	2階	2階	2階
02	全断面	120×120	2階	2階	2階	2階	2階	2階	2階
土台	全断面	120×120	2階	2階	2階	2階	2階	2階	2階

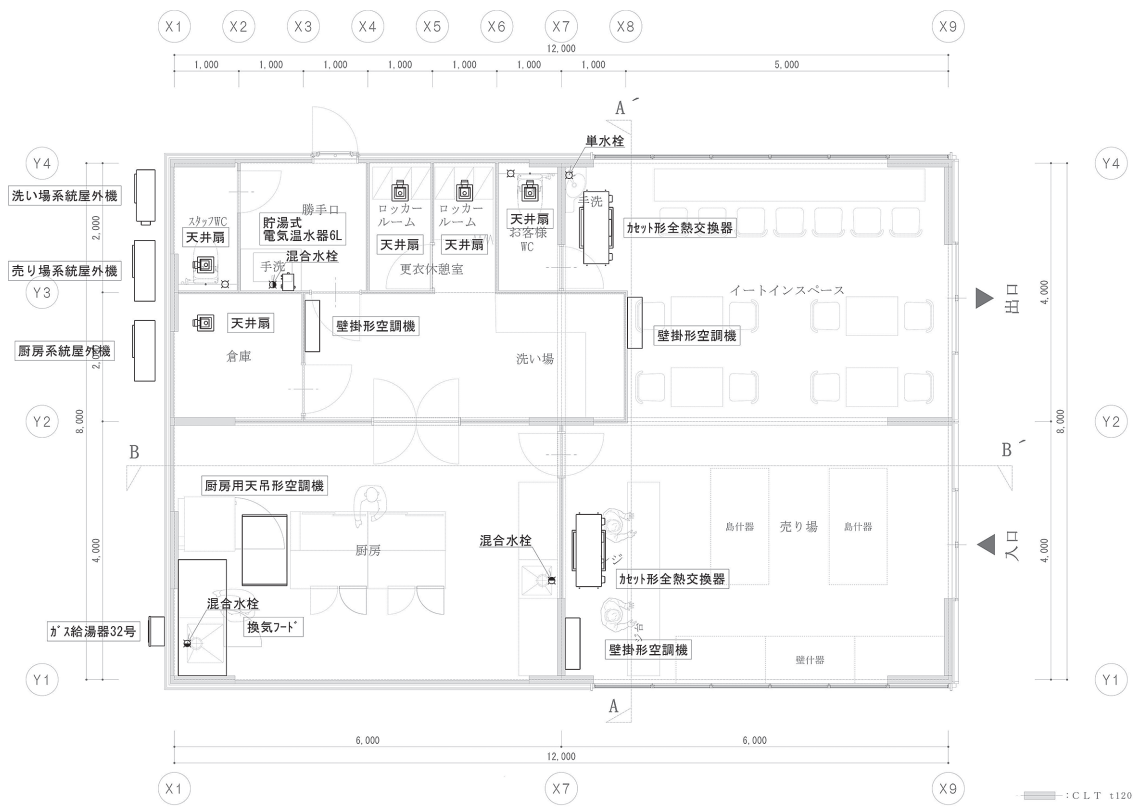


## 1.7 タイプAとBの設備設計

電気設備はLED照明を基本とし、機械設備は高COPの空冷式ヒートポンプ空調を採用し、換気は全熱交換器で熱交換を行う。水栓・便器は節水省エネ型とする。給湯は局所式とし効率化を図り、建物全体の省エネルギーと維持管理性に配慮することとする基本方針とする。



タイプA・4ユニット・スイーツ店 電気設備図



タイプA・4ユニット・スイーツ店 機械設備図



## 1.8 標準仕様書と標準詳細図の作成

ユニット建築をパッケージ化してコストを抑え容易に積算ができ施工も合理化する目的で下地材と仕上材を共通化した標準の仕様書と詳細図を作成した。また、省エネ法に適合させるよう屋根・壁・床下の基準値の断熱材も選定。さらに、防火構造が条件になる場合に備え外壁CLT板が内部現しにできる防火構造も選定し標準仕様とした。

### ○標準仕様書

	下地	仕上	断熱材 (熱伝達率)	防火構造 (認定番号)	備考
屋根	タイプA:CLT板t120 タイプB:超厚合板t50 透気胴縁t18 合板:構造用合板t12	タイプA:ガルバリウム鋼板葺き タイプB:シート防水仕上げ	外側:フェノールフォームt25	—	
外壁1 (CLT)	(共通) CLT板t120 外側:透気胴縁t18 内側:—	外側:サイディングor木板張り 内側:CLT板現し	外側:高性能グラスウール32k・t25 内側:—	防火構造:日本CLT協会 外壁認定仕様	断熱性能 CLT板は熱伝導率0.12W/(m・K) 外側に断熱材を張り基準値確保 同時に外壁防火構造
外壁2 (超厚)	(共通) 超厚合板t50	外側:サイディングor木板張り 内側:超厚合板現し	外側:高性能グラスウール32k・t25	—	工場製造パネル加工
外壁3 (在来)	(共通) 在来胴縁40×90@455 外側:構造用合板t12 内側:構造用合板t12	外側:サイディングor木板張り 内側:構造用合板現し	外側:高性能グラスウール32k・t25 充填:高性能グラスウール16k・t90	防火構造:PC030BE-9201	工場製造在来パネル工法(サッシ組込) 同時に外壁防火構造
外部サッシ	(共通) CLT板、超厚合板、在来胴縁	アルミ製サッシ+アルゴンガス入り複層 硝子	—	—	
天井(現し)	タイプA:CLT板現し タイプB:超厚合板現し	—	—	—	壁掛エアコン設備設置 照明用ライティングダクト設置
間仕切壁	(共通) 超厚合板t50現し コ型金物止め	—	—	—	木製建具は見込50内に設置
床	(共通) ベタ基礎 モルタル金網押えt30	長尺シート張り	ベタ基礎下:押出法ポリエチレンフォーム 保温板3種b・t50	—	
他天井	(共通) 野縁45×45@455	ジブ巾張り	—	—	水廻・WC等換気扇設置
他間仕切壁	(共通) 超厚合板t50現し	—	—	—	
他床	(共通) ベタ基礎 モルタル金網押えt30	長尺シート張り	ベタ基礎下:押出法ポリエチレンフォーム 保温板3種b・t50	—	

### ○標準詳細図

	標準仕様		防火構造
	タイプ A	タイプ B	
屋根 (CLT・超厚合板)	<p>ガルバリウム鋼板 アスファルトルーフィング 構造用合板 t12 透気胴縁 t18 フェノールフォーム t25 CLT t120 現し</p>	<p>シート防水 構造用合板 t12 透気胴縁 t18 フェノールフォーム t25 超厚合板 t50 現し</p>	同左
外壁 (CLT)	<p>サッシ アルミ運搬方立 透気胴縁 t18 高性能グラスウール32k t25 CLT t120 現し</p>	<p>サイディングor木板張り 透気胴縁 t18 高性能グラスウール32k t25 CLT t120 現し</p>	同左
外壁 (超厚合板・在来)	<p>サイディングor木板張り 透気胴縁 t18 高性能グラスウール32k t25 超厚合板 t50 現し</p>	<p>サイディングor木板張り 透気胴縁 t18 高性能グラスウール32k t25 構造用合板 t12 在来胴縁40×90@455 高性能グラスウール16k t90 構造用合板 t12 現し</p>	

## 1.9 省エネ設計と検証

### ○省エネ計画

省エネ計画として、建物全体のエネルギー消費性能に大きな影響を与える外皮性能を最重要項目として、断熱等性能等級4の確保を目標とする。その検討結果を踏まえ、性能と施工性のバランスに配慮した断熱材の厚さを適切に設定する。

## ○タイプA・Bの省エネ検証

本計画では、タイプAおよびタイプBの4ユニットタイプを対象として、省エネ性能の検証を行う。省エネ計算における目標値は、断熱等性能等級4に相当する外皮平均熱貫流率（UA値）0.87W/m<sup>2</sup>Kとし、この基準を満たすことを目指す。なお、冷房期における平均日射熱取得率については、ブラインド等による日射調整が可能であることから、今回の検討対象から除外する。断熱材については、特殊な高性能材ではなく、一般的に市場で広く流通している材料を前提に設定する。また、CLTの持つ熱容量や材料特性を生かした構成とすることで、建物全体として合理的かつ実現性の高い省エネ性能の確保を図る。

検証の結果、外皮平均熱貫流率（UA値）は、タイプAで0.83W/m<sup>2</sup>K、タイプBで0.85W/m<sup>2</sup>Kとなり、いずれも断熱等性能等級4の基準値である0.87W/m<sup>2</sup>Kを満足する結果となった。また、設備機器についてはLED照明を採用し、各種機器はエネルギー効率の高いものを選定した結果、BEI値についても基準を満たすことが確認できた。

## 1.10 タイプAとBの建設コスト算出

### ○タイプA(4ユニット)内訳書

2026.1.17

概算工事費(直接工事費)	Aタイプ4ユニット				
1.仮設工事				810,133	
2.土・地業工事				833,600	
3.コンクリート工事				790,460	
4.型枠工事				103,020	
5.鉄筋工事				728,909	
6.木工事				13,337,800	
7.仕上工事(内装)				564,881	
8.外壁工事				1,656,555	
9.屋根工事				3,155,600	
10.鋼製建具工事				7,889,000	
11.ガラス工事				4,096,059	
12.内部建具				293,020	
13.左官工事				109,544	
14.雑工事				2,069,172	
A.建築工事 計				36,437,752	
E.電気設備工事				1,363,670	
M.機械設備工事				2,192,624	
直接工事費 合計				39,994,046	

- ・ 建築工事：36,437千円
- ・ 電気設備工事：1,363千円
- ・ 機械設備工事：2,192千円

直接工事費：39,994千円

※建物周辺の外構・設備は別途工事

※備品、機器は別途工事

## ○タイプB(4ユニット)内訳書

2026.1.17

概算工事費(直接工事費)	Bタイプ4ユニット				
1.仮設工事				718,840	
2.土・地業工事				823,600	
3.コンクリート工事				790,460	
4.型枠工事				109,080	
5.鉄筋工事				770,196	
6.木工事				9,264,220	
7.仕上工事(内装)				501,225	
8.外壁工事				1,469,880	
9.防水工事(屋根)				840,000	
10.鋼製建具工事				7,000,000	
11.ガラス工事				3,634,480	
12.内部建具				260,000	
13.左官工事				97,200	
14.雑工事				1,572,000	
A.建築工事 計				27,851,181	
E.電気設備工事				1,160,000	
M.機械設備工事				1,945,540	
直接工事費 合計				30,956,721	

- ・建築工事：27,851千円
- ・電気設備工事：1,160千円
- ・機械設備工事：1,945千円

直接工事費：30,956千円

- ※建物周辺の外構・設備は別途工事
- ※備品、機器は別途工事

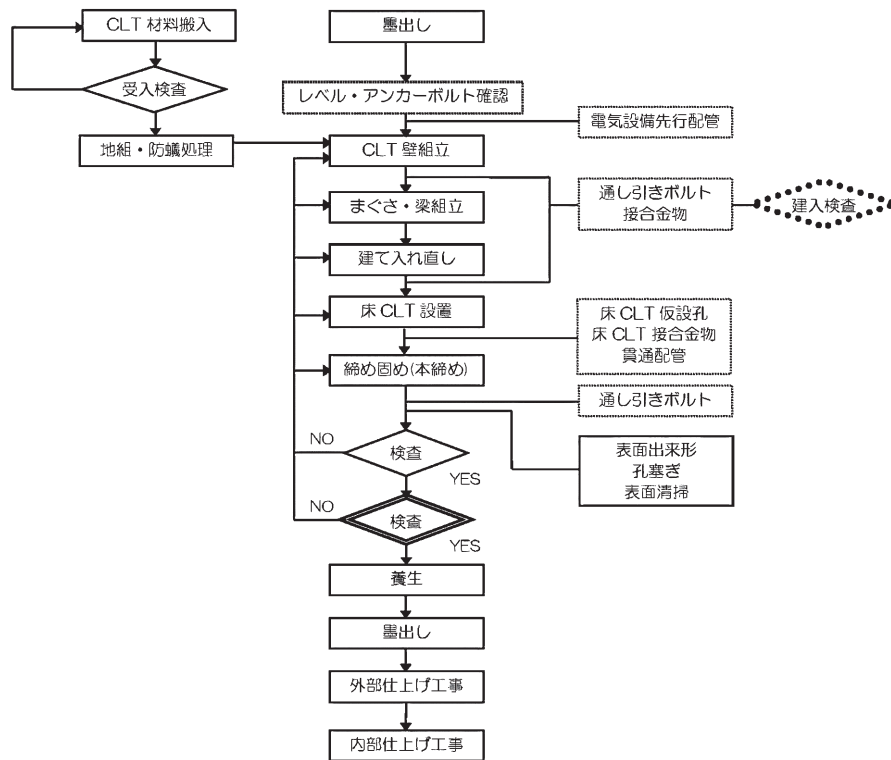
## ○施工工期について

タイプA・タイプBともに、基礎工事、躯体工事、仕上工事、電気設備工事、機械設備工事の工期は同一である。

ただし、タイプAは屋根形状が複雑であることから、屋根の躯体工事・仕上工事・防水工事における準備工および地組みに、約2か月の追加工期が必要となる見込みである。

施工フロー

以下に施工フローを示す。



・工事概略工程表 □□で1か月

■A タイプ4ユニット W造 1F 10.5ヶ月



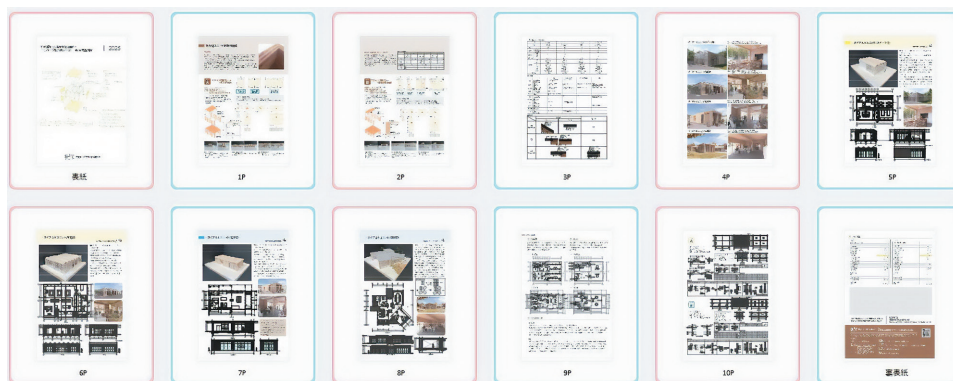
■B タイプ4ユニット W造 1F 8.5ヶ月



2. 普及パンフレットの作成

2.1 パッケージ型普及ユニット建築のパンフレット作成

本事業の成果を公表し普及広報を目的にパンフレットを制作。



## 2.2 成果報告会の企画

本事業の成果を周知するための成果報告会を企画し、令和8年2月16日、エルパーク仙台5階セミナーホールにて開催(予定)。案内先は、宮城県CLT等普及推進協議会の会員(約150団体)に加え、宮城県内外の自治体等の設計事務所・建設業者などとした。

### 今後の 課題・展開 等

R3年度は「CLT+鉄骨のハイブリット構造4階建て共同住宅と事務所の設計技術」を東北大と共同開発。R4年度は「需要ある5用途建築をチャート形式により設計手順が容易になる企画・設計支援ツール」の開発。R5年度は「CLT普及型ユニット建築の基本設計」と「CLTを使ったDIY商品の開発」を行ってきた。さらにR6年度は「パッケージ型普及ユニット建築の商品開発」に取組み、意匠・構造・電気・設備の詳細設計と省エネ検証まで実施して確認申請と施工が可能なパッケージ型普及ユニット建築の商品開発を行った。

これまで4年間、CLT等を活用して地域需要に応える建築を地元企業等へ向けて中低層建築の技術開発から防災対応の家具開発まで取組んできた。

今後の課題・展開として、これまでのCLT等建材を用いた技術開発と商品開発を基に、以下に挙げる建築等について多様なモデル開発を行い木材利用法の汎用性に取組むべきと考える。

1. 非住宅木造建築の割合が低い4階建て以下の特に地方都市で需要高い中低層建築用途に対し、コスト・構造・法規等の条件に合理的に対応する木造在来工法、2×4工法、鉄骨造、RC造等と併用可能なハイブリット工法のモデル開発。
2. 環境負荷への配慮、コスト軽減化、既存建築ストックの再生活用で期待されるリノベーション建築へ活用手法の開発。
3. 普及型ユニット建築を使用して、災害時に迅速に対応できる応急仮設住宅や仮設施設に転用する生産システムのモデルケース開発。

---

令和6年度 花粉の少ない森林への転換促進緊急総合対策のうち  
スギ材の需要拡大対策

**花粉症対策木材の活用  
に向けた技術開発事業**  
—成果概要集—

---

令和8年3月発行  
編集 木構造振興株式会社