

木材活用大型建築物の普及促進  
木材需要拡大に資する  
大型建築物普及のための技術開発

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「バイオ技術領域」

令和2年度成果

令和3年3月

国土交通省 国土技術政策総合研究所

国立研究開発法人 建築研究所

## 課題と研究開発目標、出口戦略

- **課題**：木材需要の拡大に向け、改正建築基準法（令和元年6月施行）において、木材を利用した中高層建築物等に要求される性能等の規制が合理化されたが、事業者がこれを実現するための設計法等の技術資料が不足しており、普及の妨げとなっている。
- **目標**：木材需要の拡大に資する大型建築物について、一般化・汎用性のある設計例や告示等の技術根拠資料を整備・公表。
- **出口戦略**：本課題の成果の活用により、構造・火災の安全に係る基準の遵守と、高度で複雑なシミュレーションを伴う設計・審査の効率化が図られ、事業者による、より経済性のある設計技術の開発が推進し、木材活用大型建築物の普及が加速される。

## 民間研究開発投資誘発効果等

- **民間投資誘発効果**：合計 **105億円相当**（民間企業等による、より経済性・合理性の高い工法への研究投資/5億円相当、本研究課題の成果を活用した木材活用大型建築物の建設投資/10年・5棟、100億円相当）
- **民間からの貢献額**：合計 **1億398万円相当**（人件費/43,610千円相当(320人・日、6人・年)、機器等の提供/12,370千円相当(測定器、試験体等)、交流研究員/48,000千円相当(7人))

## 「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の概要

- **元施策**：「**木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発**」（建研，R2年度：21,000千円(運営費交付金内数)）  
高層木造建築物における、木質複合部材や接合部等の建物の要素部分についての性能評価・仕様等を検討。実験棟において、床断面仕様を変化させた床衝撃音遮断性能変化等を検討。
- **元施策**：「**新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発**」（国総研，R2年度：51,439千円）  
CLT(Cross Laminated Timber)を活用した中層・大規模の木質系混構造建築物について、プロトタイプとしての設計事例、設計に必要な壁・床の断面仕様や性能等に関する情報を整備。
- **PRISMで実施する理由**：建築基準の合理化を受け、民間事業者等による木材活用大型建築物の建設を後押しするため、元施策における研究開発内容を発展させて、一般化・汎用可能な設計技術の開発や、音環境に係る新たな建材（CLT）の基準化等を行い、その成果を例示・公開することで当該建築物の市場への普及を加速化させるため、PRISMで実施するもの。
- **テーマの全体像**：

**(1) 木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発**


高層木造建築物の設計者が汎用可能な設計法等を開発し、これを公表。



<高層集成材構造建築物のイメージ>

**(2) 木の構造材を表面に見せて『ぬくもり』を感じさせる大型建築物の普及のための技術開発**

木の構造材を表面に見せる、より合理的な設計技術を開発し、設計者が参照しやすい設計例や設計に必要なデータを基規準類に反映・公表。




木壁 木天井 木床

<内観イメージ>

**(3) 木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発**

・法令に基づく、音環境性能の評価方法基準（告示）に、CLTパネル工法の床断面仕様例を追加。  
・音環境性能確保のための断面仕様例等の整備・公表。



<床材の例>  
LVL (単板積層材)  
CLT床

# 資料2 「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の概要

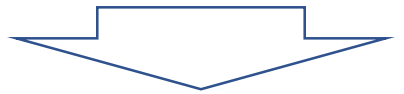
アドオン（国土交通省）：R3要望額/164,942千円

元施策名：  
 ①木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発（建研）  
 R3内示：1,807,957千円の内数（運営費交付金），（参考）R2：21,000千円  
 ②新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発（国総研）  
 R3内示：37,000千円

## 〈元施策の概要〉

【元施策①】  
 高層木造建築物における、木質複合部材や接合部等の建物の要素部分についての性能評価法・仕様等を考案。  
 実験棟において、床断面仕様を変化させた床衝撃音遮断性能の変化等を考察。

【元施策②】  
 CLT(Cross Laminated Timber)を活用した中層大規模の木質系混構造建築物のプロトタイプについて、設計例の開発、及び設計に必要な壁・床等の設計データを整備。



## 【PRISM】

- ①木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発
  - ・より大きな木材需要と、より広い空間の確保に有用な、集成材構造による高層木造建築物の技術開発。
- ②木質混構造を活用した中層大型建築物の普及のための技術開発
  - ・建築基準法改正で可能となった、耐火被覆によらない木質系大型建築物の技術開発
- ③木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発
  - ・法令に基づく、音環境性能の評価方法基準（告示）に、CLTパネル工法の床断面仕様例を追加。
  - ・音環境性能確保のための断面仕様例等の整備・公表。

## ① 木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発

### 最終成果物：集成材構造による高層木造建築物の汎用可能な設計例の提示

- ↑ 集成材構造による高層木造建築物の実施設計※2に関するガイドラインを含む作成（R5 予定）
- ↑ 集成材構造による高層木造建築物の終局設計を含めた構造設計※例の作成とその解析的検証（R4予定）
- ↑ 集成材構造による高層木造建築物の一次構造設計※1例の作成（R3予定）
- ↑ 高層木造用集成材構造に終局挙動の実験的評価とその推定(設計)法を提案（R2）
- ↑ 高層木造建築物の設計法検討のための部分架構実験・高層木造の海外事例調査（R1）

※1 日常の外力、稀に生じる外力に対して、構造部材が損傷を生じないようにするための設計。  
 ※2 建築物を施工する際に必要な非構造要素を含む詳細設計。

## ② 木材を表面に見せて『めくもり』を感じさせる大型建築物の普及のための技術開発

### 最終成果物：木の構造材を表面に見せる大型建築物の合理的な設計法の開発

- ↑ 設計事例の整備（R3予定）
- ↑ 標準的な工法における、異種構造間の接合部等の構造性能データや防耐火性能データのとりまとめ（R3予定）
- ↑ 合理的な構造・防耐火シミュレーションモデルの開発（R2）

## ③ 木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発

### (i) 床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案

#### 最終成果物①：日本住宅性能表示基準の告示に適用する断面仕様例等の提示

- ↑ 音環境性能とコストを考慮した標準断面仕様の提示（R4予定）  
 告示に適用する断面仕様例の提示（R4予定）
- ↑ 実験室・実建物で断面仕様を変化させて実測、音環境性能への影響要因を分析（R3予定）
- ↑ 音環境性能を実建物で実測、床断面仕様ごとの性能をリスト化（R2）

### (ii) 音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備

#### 最終成果物②：CLTパネル工法における壁-床接合を考慮した床断面仕様と設計例の提示

- ↑ 設計者が使いやすい、床断面仕様・設計例の技術資料とりまとめ（R4予定）
- ↑ 壁-床接合パターンを充実し、振動計測と伝搬特性を解析（R3予定）
- ↑ CLTパネル工法において、試行的に床-壁接合を変えたモデルによる振動測定と伝搬特性を解析（R2）

# 資料3 「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の目標達成状況

- 施策全体の目標
  - (1) 高層木造建築物の設計者が汎用可能な設計法を開発し、これを公表する。
  - (2) 木の構造材を表面に見せる、より合理的な設計技術を開発し、設計者が参照しやすい設計例や設計に必要なデータを基規準類に反映・公表する。
  - (3) 法令に基づく、音環境性能の評価方法基準（告示）に、CLTパネル工法の床断面仕様例を追加する。  
併せて、音環境性能確保のための断面仕様例等を整備・公表する。

事業名等	当年度目標	目標の達成状況
(1)木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発	○ 集成材構造による高層木造建築物の終局挙動評価方法の提案	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <u>ブレース降伏型集成材メガストラクチャーにおける座屈拘束ブレースの終局性能評価案</u></li> <li>・ブレース降伏型集成材メガストラクチャーにおいて最も重要な木造用座屈拘束ブレース要素（特注）と条件を整理してせん断試験を行い、その終局耐力を評価した。</li> <li>○ <u>集成材面材構造における圧縮・引張・せん断接合部の終局性能評価</u></li> <li>・集成材面材構造については接合部で降伏させる構造システムとした場合の圧縮，引張，せん断接合部の終局挙動を実験的に評価する方法を提案し，実際に評価した。</li> </ul>
	○ 集成材構造による高層木造建築の終局耐力設計法の提案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブレース降伏型集成材メガストラクチャーによる10階建て（ブレース階を含めると13階建て）事務所建築の構造計算モデルを構築し，終局までの増分解析※等を行い，終局耐力の設計法を検討した。</li> <li>・集成材面材構造による8階建て事務所建築の構造計算モデルを構築し，終局までの増分解析※等を行い終局耐力の設計法を検討した。 ※荷重又は変位を漸増させ，必要な目標値に達するまで繰り返し計算を行うこと</li> </ul>
(2)木の構造材を表面に見せて『ぬくもり』を感じさせる大型建築物の普及のための技術開発	○ 木の構造材を表面に見せるための、合理的な中層・大規模木質混構造建築物の構造・防耐火設計技術の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉄筋コンクリート造等で一般的な構造計算モデルを改良し，木質混構造建築物に適用した。既往モデルと比較し，年度内に簡易モデルの精度を検証した。</li> <li>・鉄骨造等の不燃構造で利用されている火災評価モデルを改良し，木質混構造建築物に適用した。既往実験結果との比較し，年度内に簡易モデルの精度を検証した。</li> </ul>
	○ 木の構造材を表面に見せるために必要な木質混構造建築物の構造・防耐火設計データの拡充	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天井面の火災外力を軽減するための実験データ収集のためのパイロット試験を実施し，試験体仕様・実験パラメータ決定し，試験体を製作した。年度内に火災実験を行い，結果を取り纏めた。</li> <li>・火災後建物の構造性能シミュレーションに必要なデータ収集のための試験体仕様を決定し，試験体を製作した。年度内に構造実験を行い，結果を取り纏めた。</li> </ul>
(3)木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発	○ 床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1970年代以降における木造建築物の床衝撃音遮断性能測定に係る実態把握 ⇒ 対象建物の用途，床断面仕様，室面積，床衝撃音遮断性能等のリストを作成した。</li> <li>・実建物として，基準化に耐えうる床衝撃音遮断性能が期待される，CLTパネル床と防振吊り具を用いた天井仕様の事務所を選定し，床衝撃音遮断性能等の測定を実施した。</li> <li>・CLT+コンクリート床スラブの床衝撃音遮断性能および振動測定を実施した。</li> </ul>
	○ 音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・素面時，L字型クロスマーク金具を使った場合の壁厚の異なる合計4種類のT字型・十字形状をなす壁と床の接合部分に関して，振動伝達に関する実験を完了した。また，3つの厚さのCLTパネルのインピーダンス※の測定を完了した。</li> <li>・T字型形状の試験体のCLT床部分に強化石膏ボード材を張り，その上に乾式二重床構造等を施工した条件の測定を完了した。 ※振動のしにくさの指標</li> </ul>



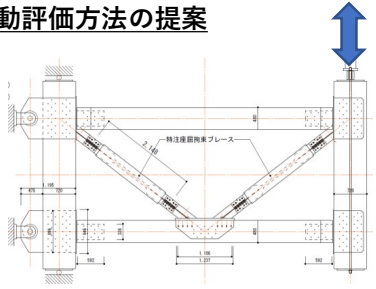
# 資料4 「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の成果

## ① 木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発

### ○ 集成材構造による高層木造建築物の終局挙動評価方法の提案

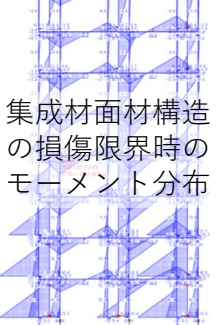
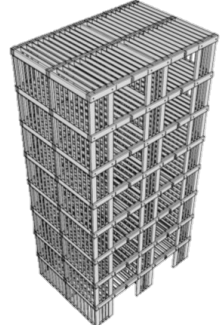
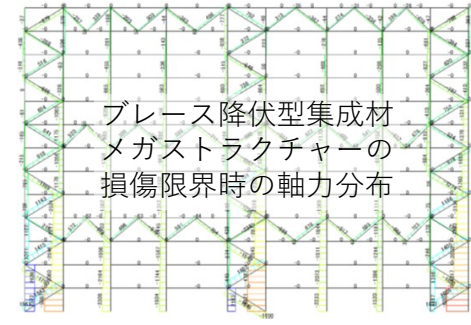
ブレース降伏型集成材メガストラクチャーにおいて最も重要な木造用座屈拘束ブレース要素のせん断試験を行い、その終局耐力を評価した。

また、集成材面材構造については接合部で降伏させる構造システムとした場合の圧縮、引張、せん断接合部の終局挙動を実験的に評価する方法を提案し、実際に評価した。



### ○ 集成材構造による高層木造建築の終局耐力設計法の提案

ブレース降伏型集成材メガストラクチャーによる10階建て（ブレース階を含めると13階建て）、及び集成材面材構造8階建て事務所建築の構造計算モデルを構築し、終局までの増分解析\*等を行い、終局耐力の設計法を検討した。



## ③ 木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発

### (i) 床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案

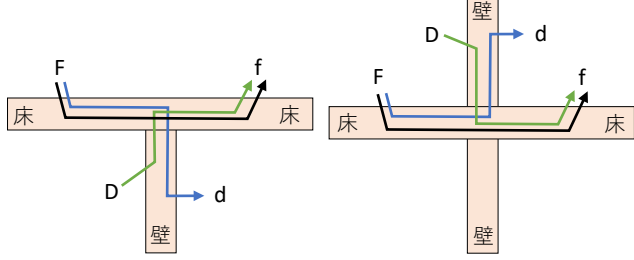
- ・ 木造建築物の床衝撃音遮断性能に与える影響要因を把握した。
- ・ 実建物の床衝撃音遮断性能の測定を実施し、天井の効果や受音室の大きさの影響を把握した。（写真）
- ・ CLTにコンクリートを打設した場合の床衝撃音遮断性能および振動特性を明らかにした。

経路	壁90mm	壁150mm
Ff	0.6	1.1
Fd	16.7	17.0
Df	16.7	15.3

\*500Hz(1/3Oct) (dB)

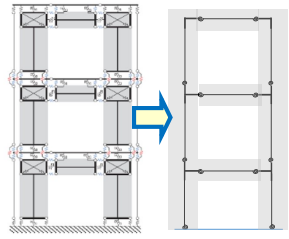
経路	壁90mm	壁150mm
Ff	1.2	1.3
Fd	15.0	19.5
Df	15.7	17.2

\*500Hz(1/3Oct) (dB)

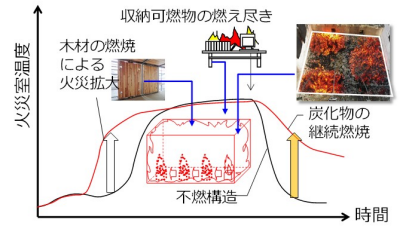


## ② 木材を表面に見せて『ぬくもり』を感じさせる大型建築物の普及のための技術開発

1. 鉄筋コンクリート造等で一般的な構造計算モデル、および鉄骨造等の不燃構造で利用されている火災評価モデルを改良し、木質混構造建築物に適用した。既往モデルや実験と比較し、簡易モデルの精度を検証した。

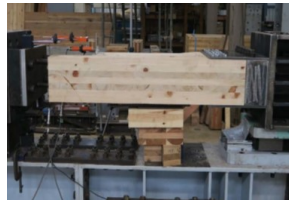
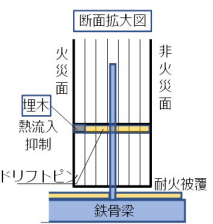


木質化建築物の構造計算モデル  
計算負荷が従来モデルの約1/2に削減



木質化建築物の火災モデルの概要  
計算負荷が従来モデルの約1/3に削減

2. 木の構造材（壁・床・天井）を表面に見せるために必要な構造・防火に関する設計データの拡充を行った。



### (ii) 音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備

- ・ 4種類のT字型・十字形状をなす壁と床の接合部分に関して、振動伝搬の測定を完了し、床が素面の場合、隣室へ振動は低減されず伝搬することが定量的に解った（左表、左図）。

- ・ 具体的な遮音対策案として乾式二重床構造（制振シートの有無等）を用いた接合部の振動伝搬測定を実施し、低減量を把握した。

# 資料5 「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：令和2年度実績（見込み） 103,980千円相当（当初見込み 104,000千円）  
 （内訳）人件費 43,610千円相当，機器等の提供 12,370千円相当，交流研究員 48,000千円相当

令和2年度当初見込み		当年度実績	
事業①	人件費：230人・日程度（17,000千円相当） 機器等の提供：試験体の寄付等（5,000千円相当）	事業①	人件費：320人・日程度（8,610千円相当） 機器等の提供：測定器（2,760千円）、試験体（6,610千円）
事業②	人件費：4～5人・年程度（20,000千円相当） 機器等の提供：木質材料（CLT等），鋼材（10,000千円相当） 交流研究員の受入：4名（28,000千円相当） （ベターリビング1名，JR東海コンサルタンツ1名，大林組技術研究所2名）	事業②	人件費：6人・年程度（30,000千円相当） 交流研究員の受入：4名（28,000千円相当） （ベターリビング1名，JR東海コンサルタンツ1名，大林組技術研究所2名）
事業③	機器等の提供：試験体の提供（4,000千円相当）	事業③	人件費等（5,000千円相当），試験体の提供（3,000千円相当）
事業①・③共通	交流研究員の受入：3名（20,000千円相当） （日本ツーバイフォー協会2名，日本CLT協会1名）	事業①・③共通	交流研究員の受入：3名（20,000千円相当） （日本ツーバイフォー協会2名，日本CLT協会1名）

○出口戦略：

- 【事業①】 ・部材の終局耐力を適切に考慮した構造設計例，及び木質耐火建築物を実現する主要構造部等の一般化を行い，これを技術資料として公表し，高層木造建築物の普及・促進を図る。
- 【事業②】 ・木の構造材を表面に見せる，より合理的な設計技術の開発と，設計者が参照しやすい設計例や設計に必要な建物各部のデータを元施策から拡充し，設計に関する基規準類に反映させることで広く一般に公表。
- 【事業③】 ・品確法に規定する日本住宅性能表示基準に従って表示すべき，住宅の性能に関する評価の方法の基準（評価方法基準，告示）に，CLTパネル工法の床断面仕様例を追加。  
 ・床衝撃音の遮断性能を確保するための，汎用性と満足度の高い仕様等を整備・公表。

当年度当初見込み	当年度実績
○最終的に公表する設計例や仕様例の開発に注力	<p>【事業①】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・集成材構造による高層木造建築物の終局挙動評価方法の提案</li> <li>・集成材構造による高層木造建築の終局耐力設計法の提案</li> </ul> <p>【事業②】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木の構造材を表面に見せる，より合理的な設計技術を開発した。</li> <li>・設計者が参照しやすい設計例や設計に必要な建物各部のデータを元施策から拡充した。</li> </ul> <p>【事業③】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・木造建築物の床衝撃音遮断性能に与える影響要因を把握</li> <li>・実建物の床衝撃音遮断性能の測定を実施し，天井や受音室の影響を把握</li> <li>・CLTにコンクリートを打設した床スラブの振動特性を把握</li> <li>・T字・十字の床勝ちにおける振動経路の低減量を把握し，対策の必要性を示した。</li> </ul>