

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

2021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

資料1 「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」の全体像

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、建設を円滑に推進するための設計法・評価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**：木材需要拡大に資する大型建築物について、一般化・汎用性のある一定水準の設計例や告示等の技術根拠資料を段階的に整備・公表。
- **出口戦略**：本課題の成果が当該分野の公式の指針等に反映されることにより、設計者側、建築確認審査側双方の共通の知見となり、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、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（本研究課題の成果を足掛かりとした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**：R2年度実績（見込み）/合計 103,980千円相当、R3年度見込み/合計160,000千円相当

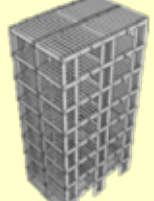
「木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発」の概要

- **元施策**：「木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発」
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」
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。
- **テーマの全体像**：本施策は、バイオ戦略タスクフォースの下に設置された「木材活用大型建築・スマート林業ワーキングチーム（WT）」で推進する取組のうち、「研究開発・人材」（バイオ戦略 4.6）の一端を担うもの。

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

-1 汎用型高層集成材構造の設計技術の開発

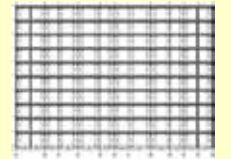
より大きな木材需要と、より広い空間の確保に有用な、集成材構造による高層木造建築物の技術開発



集成材構造 構造計算モデルの例

-2 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発（～R2 インフラ・防災領域）

災害時における土地の有効利用及び復興住宅の早期整備にも適用可能な、マスティンバー工法による高層木造建築物の技術開発



10階建マスティンバー工法による復興住宅の構造設計例

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

-1 コスト低減に資する木の構造材を表面に見せる大型建築物の普及のための技術開発

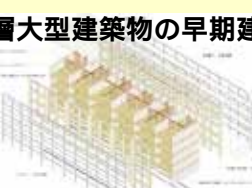
建築基準法改正で可能となった、耐火被覆によらない木質系大型建築物の技術開発



木の構造材を表面に見せるイメージ

-2 木質混構造を活用した中層大型建築物の早期建設のための技術開発（～R2インフラ・防災領域）

災害時における復興住宅の早期整備にも適用可能な、木質混構造建築物等の技術開発



木質復興住宅モデルプラン

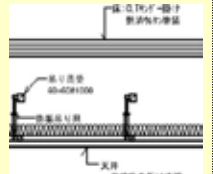
木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発

・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。



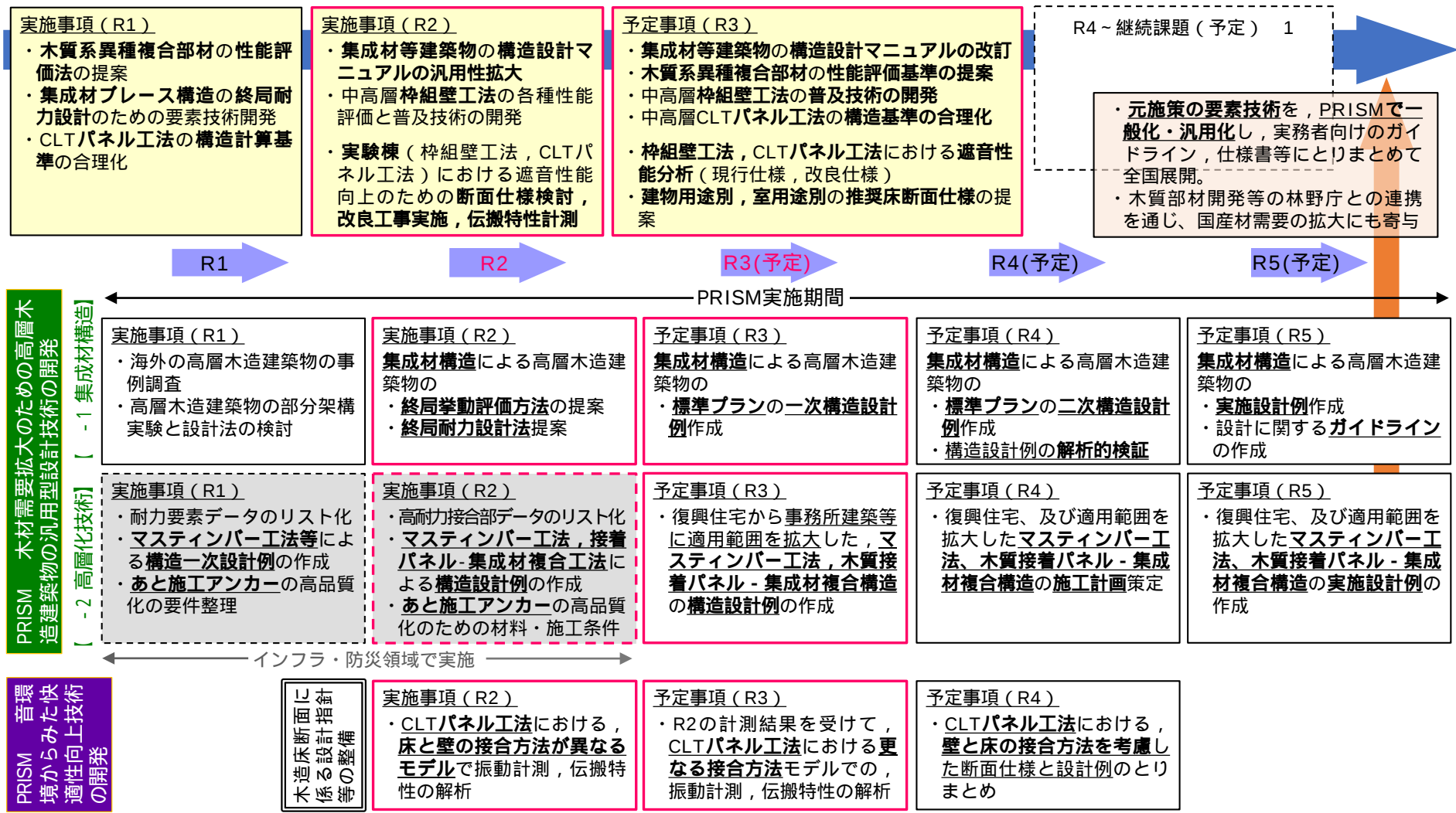
測定対象物件



床断面図

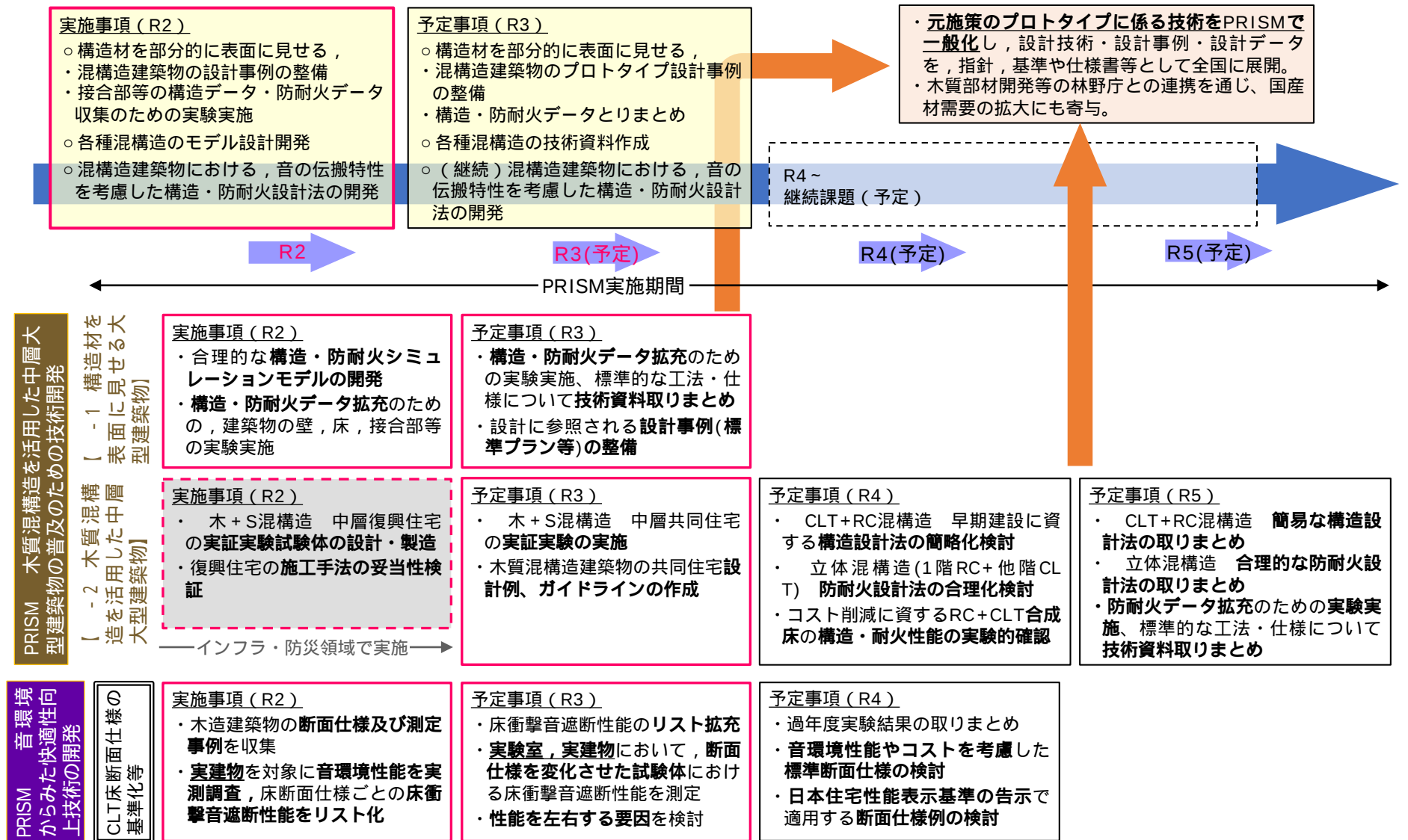
元施策：「木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発」(H31～R3) (R4～継続課題予定¹)

- 中高層木造建築物のより一層の普及・設計の合理化を図るため、**建物の要素に係る**以下の技術を開発。
 - (1)木質系異種複合部材の性能評価法, (2)集成材等建築物の構造設計マニュアルの汎用性拡大, (3)集成材ブレース構造の終局耐力設計法, (4)CLTパネル工法の構造計算基準の合理化, (5)中高層枠組壁工法の各種性能評価と普及, (6)低層CLTパネル工法の各種性能評価と普及
- 1 独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）の規定により、現行の中長期計画はR3年度で終了、次期計画はR4年度から開始予定



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」(H29～R3)

○ 木材の利用推進等のため、CLT (Cross Laminated Timber)等の木質系大型パネルを用いた木造と他構造種別、木質系他構法(集成材構造等)による混構造建築物のプロトタイプに係る設計・施工技術の整備に資する技術開発を行う。



課題と研究開発目標, 実施内容

- **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。
- **実施内容**：

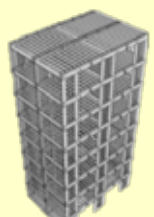
木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発

-1 汎用型高層集成材構造の設計技術の開発

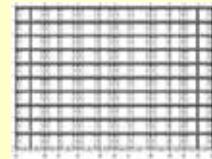
より大きな木材需要と，より広い空間の確保に有用な，集成材構造による高層木造建築物の技術開発

-2 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発（～R2 インフラ・防災領域）

災害時における土地の有効利用及び復興住宅の早期整備にも適用可能な，マスティンバー工法による高層木造建築物の技術開発



集成材構造 構造計算モデルの例



10階建マスティンバー工法による復興住宅の構造設計例

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

-1 コスト低減に資する木の構造材を表面に見せる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

-2 木質混構造を活用した中層大型建築物の早期建設のための技術開発（～R2インフラ・防災領域）

災害時における復興住宅の早期整備にも適用可能な，木質混構造建築物等の技術開発



木の構造材を表面に見せるイメージ



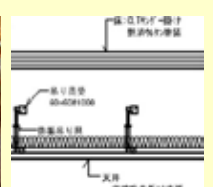
木質復興住宅モデルプラン

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。



測定対象物件



床断面図

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。

PRISMで実施する理由

- 建築基準の合理化を受け，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し，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。

元施策への波及効果

○ 元施策 「木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発」

- 【概要】 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。
- ・ PRISMにより、木造建築物の要求性能を満たす部材、接合部等を組み合わせた設計例について、大きな木材需要が期待できる集成材構造による高層木造建築物に汎用できるよう発展

・ PRISMの活用により、音環境確保のための、より実務的な性能解析に深化・技術資料等の整備を加速化
- <元施策>
接合部等の要素技術の開発
CLTパネル工法・枠組壁工法の床遮音性能等を測定

<アドオン>
一般化・汎用性のある設計法や高耐力要素の開発
壁と床の接合方法を考慮した、より実際に近い伝搬特性解析

○ 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」

- 【概要】 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により、木の構造材を表面に見せ、「木のぬくもり」を感じられる中層・大規模建築物の設計技術について、より合理的な設計技術の開発に進化させ、普及促進を加速する。

・ PRISMの活用により、音環境確保のための、より実務的な性能解析に深化・技術資料等の整備を加速化
- <元施策>
設計技術と設計例のプロトタイプを数例整備

<アドオン>
・ より合理的な構造・防耐火設計技術の開発、設計例と設計に必要なデータの拡充
・ 音環境性能やコスト面を考慮した標準床断面仕様、告示化に適した床断面仕様例の提示

戦略的位置付け 「資料4 - 2」参照

- 「統合イノベーション戦略 2020」(令和2年7月17日閣議決定)
第 部 総論 4. 重点的に取り組むべき課題 (4) 戦略的に進めていくべき主要分野 戦略的に取り組むべき基盤技術
(イ) バイオテクノロジー
- 「バイオ戦略2019」(令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議決定)
3. 2. 市場領域 木材活用大型建築・スマート林業

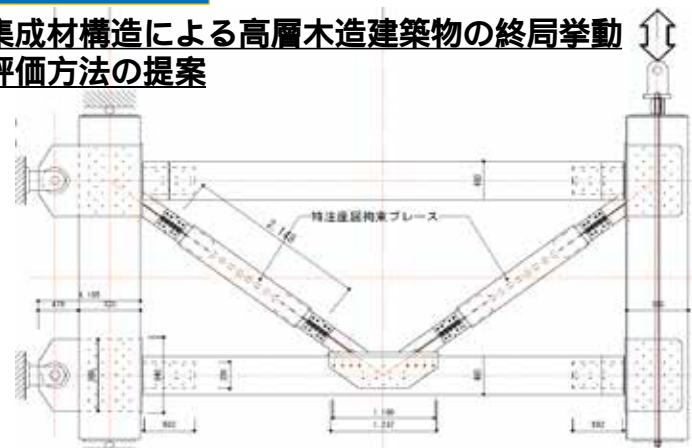
木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術の開発

令和2年度目標

- 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
- 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

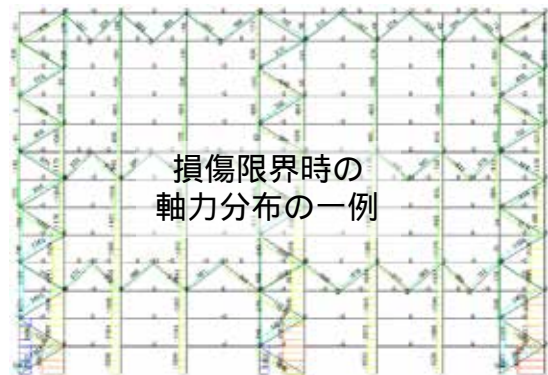
令和2年度の成果

○ 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のせん断試験を行い、その終局耐力を評価した

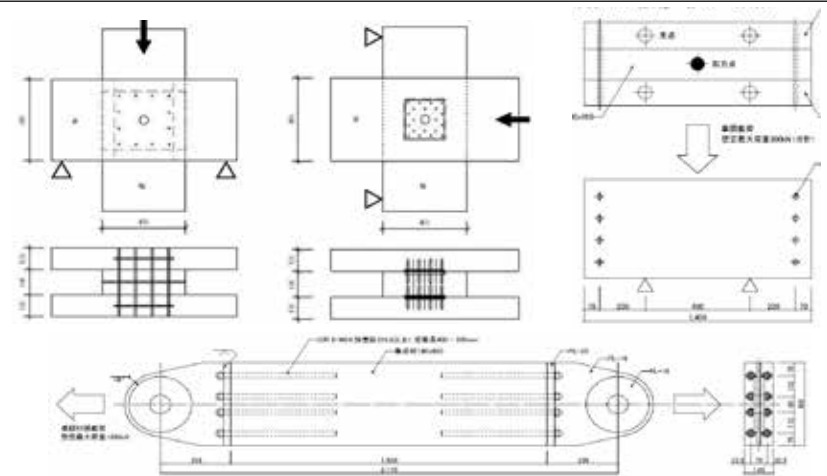
○ 集成材構造による高層木造建築の終局耐力設計法の提案



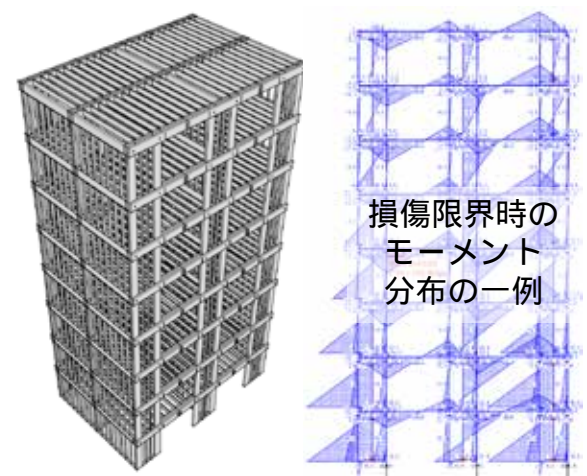
損傷限界時の軸力分布の一例

増分解析：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

- ・ 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を行い、終局耐力の設計法を検討した



- ・ 集成材面材構造における仕口・継手のせん断・引張耐力を評価した



損傷限界時のモーメント分布の一例

- ・ 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。

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

令和2年度目標

- 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
- 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

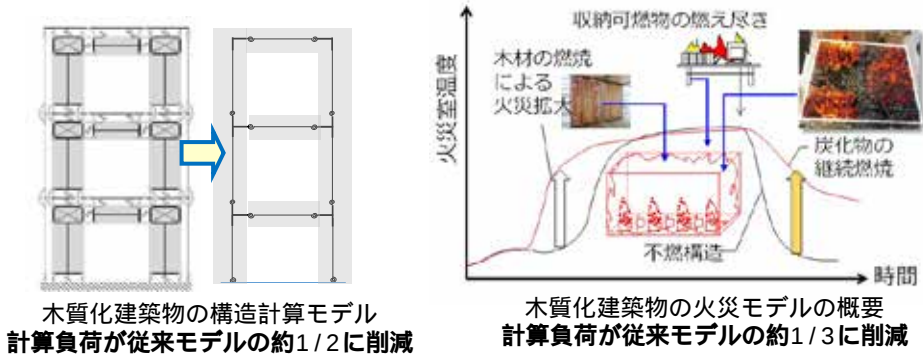
令和2年度の成果

1. 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
目的：簡便な中層・大規模木質混構造シミュレーションモデルを開発し、設計を容易にする計算ツールを整備

- (進捗状況)
- 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見込みである。
 - 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見込みである。



アウトプット：一般化・合理化された設計技術整備

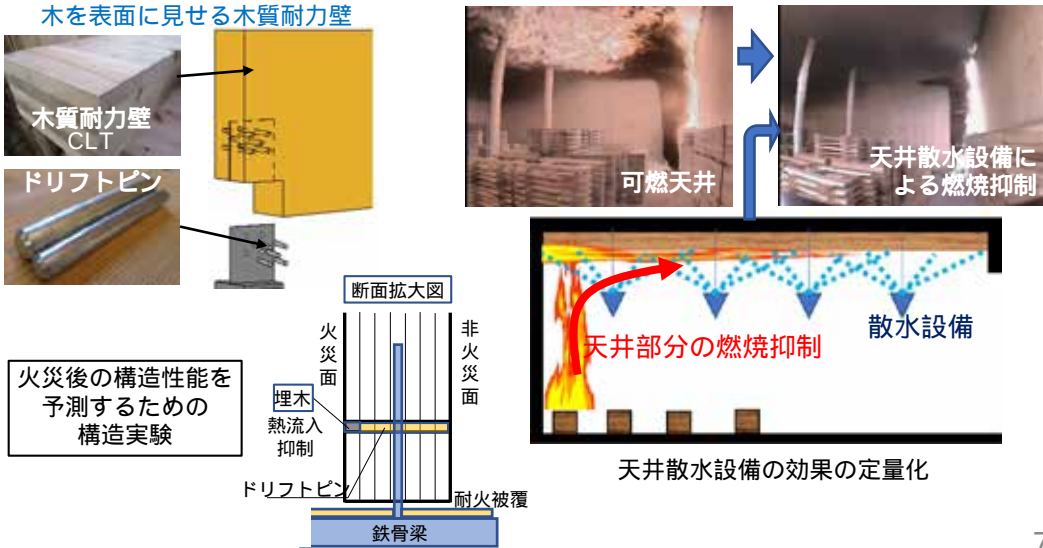


2. 構造材（壁・床or天井）を表面に見せるために必要な設計データ（壁・床・接合部）の拡充

- (進捗状況)
- 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、現在試験体を製作中である。年度内に火災実験を行い、結果を取り纏める。
 - 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、現在試験体を製作中である。年度内に構造実験を行い、結果を取り纏める。



アウトプット：一般化された構造・耐火設計の為の設計データ拡充



木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発

令和2年度目標

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
音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備

令和2年度の成果

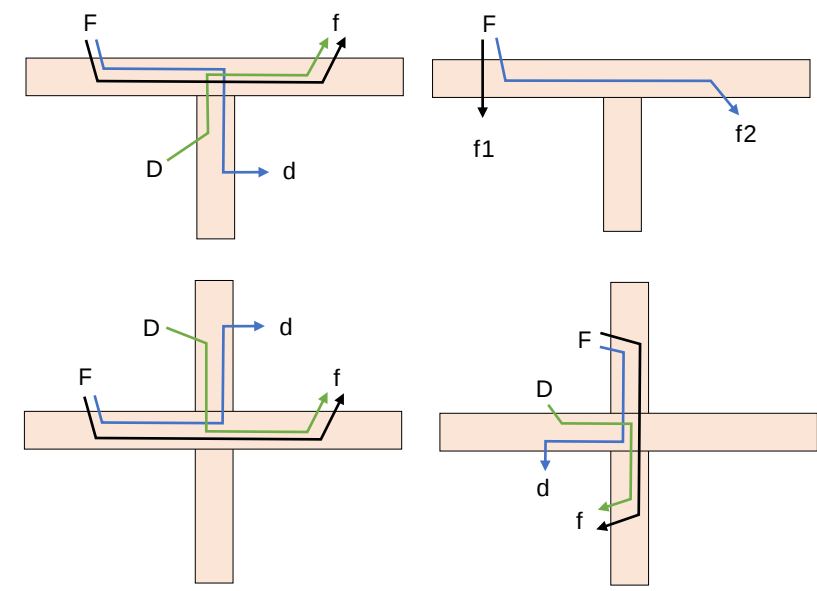
床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案

- 進捗状況
- 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について取り纏め中。
 - 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実施。
 - CLT + コンクリート床スラブの振動測定を実施予定。



【測定対象物件写真および床断面図
(CLTパネル床と防振吊り具の天井を用いた事務所)】

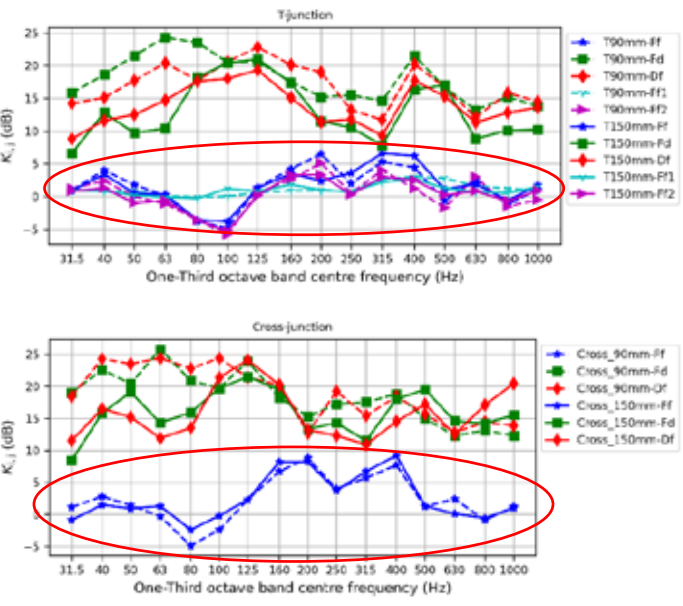
音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備



・ 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。

・ 床が素面の場合、隣室へ振動は低減されず伝搬するため大スパンのCLTパネルを床版に使用する場合、遮音対策がなければ隣人の歩行音や落下音がそのまま伝わることを定量的に把握。

・ 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12月から1月に実施し、低減量を把握予定。



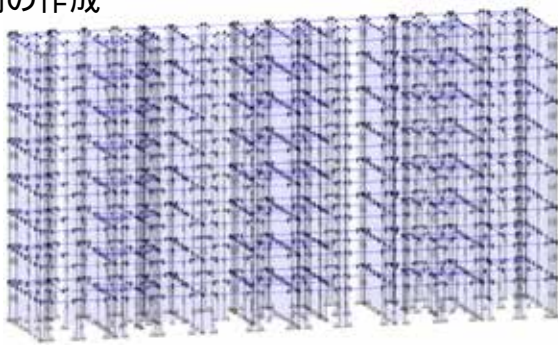
【 - 1 汎用型高層集成材構造の設計技術の開発】

令和3年度目標

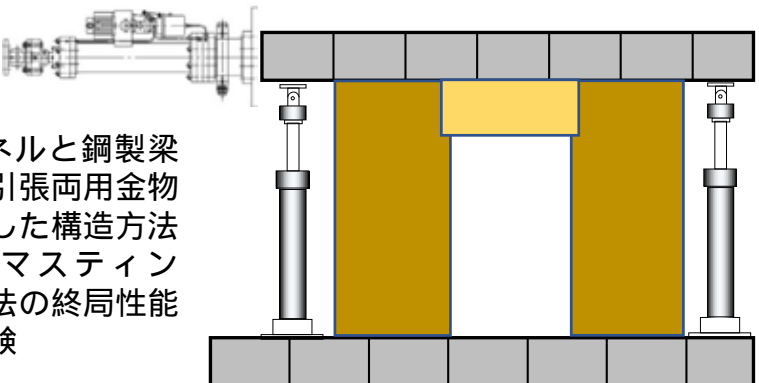
- 集成材構造による高層木造建築物の標準プランの一次構造設計例の作成

令和3年度の研究内容

- 集成材構造による高層木造建築物の標準プランの一次構造設計例の作成



- 設計用構造要素の終局性能評価法の妥当性検証実験



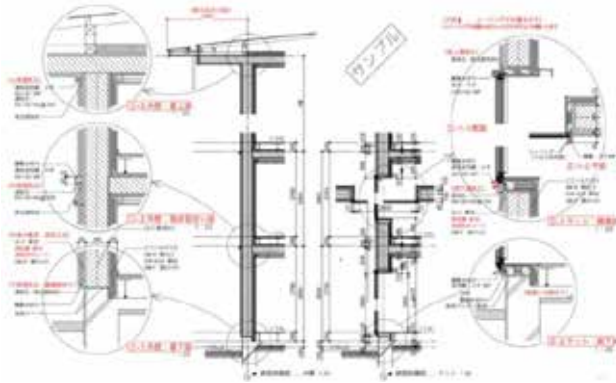
CLTパネルと鋼製梁を圧縮引張両用金物で接合した構造方法によるマスティンバー工法の終局性能検証実験

【 - 2 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発】

令和3年度目標

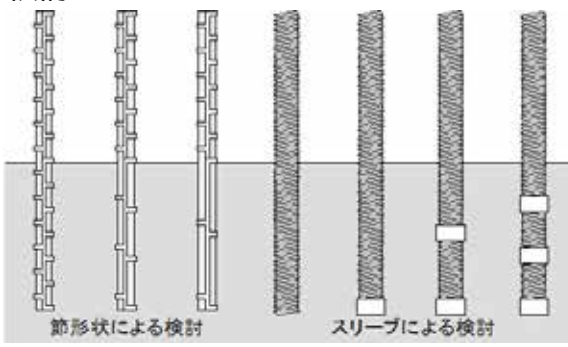
- 設計用構造要素の終局性能評価法の妥当性検証実験
- マスティンバー工法等による高層木造建築物の実施設計例作成
- あと施工アンカーの高品質化技術の提案

- マスティンバー工法等による高層木造建築物の実施設計例作成



- あと施工アンカーの高品質化技術の提案

あと施工アンカーに用いるアンカー筋形状の違いによる付着応力度の制御に関する検討



アンカー筋の形状を変え付着特性に関する実験により、付着応力の負担範囲などを制御する手法について検討する

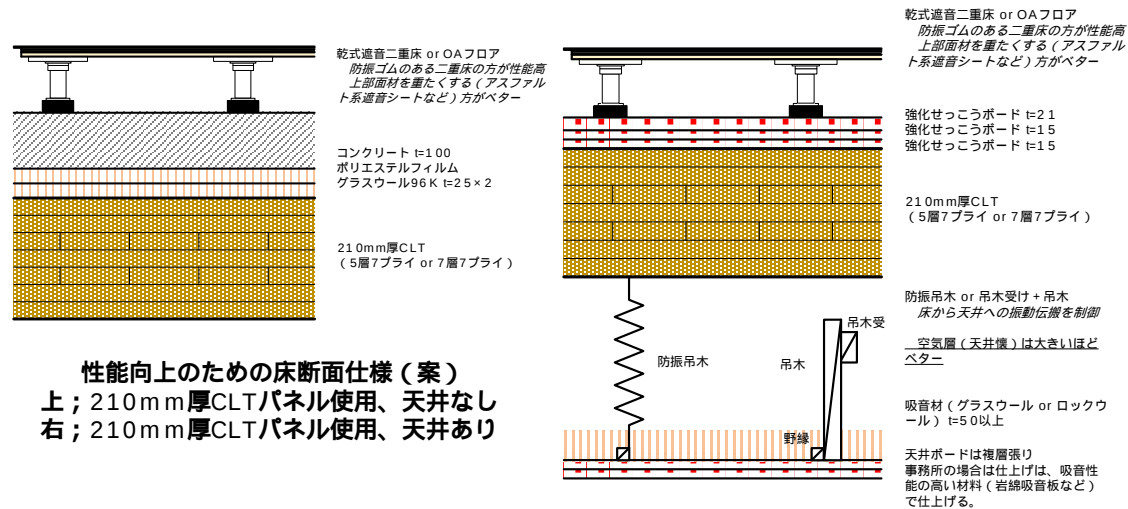
令和3年度目標

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実測データの拡充
実大建物における床スラブの振動や受音室の音圧の把握

令和3年度の研究内容

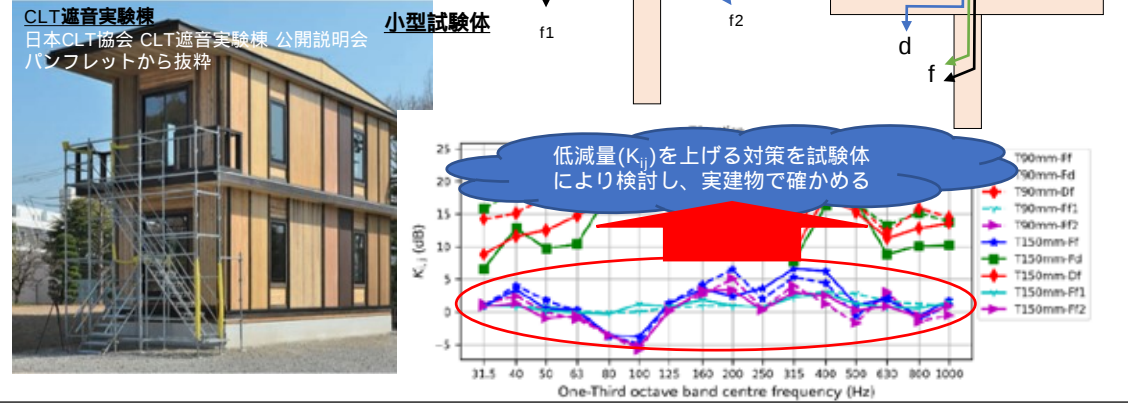
() 床断面仕様と性能に関するCLT床断面仕様の基準化のための技術的知見の提案

- 実建物を対象とした音環境性能の実測調査の実施および測定事例の収集
- 床断面仕様と性能を対応つけたリストの拡充
- 木造建築物の断面仕様及び測定事例の収集
- 6階建て枠組壁工法実験棟、低層CLTパネル工法実験棟それぞれの遮音性能向上のための断面仕様を検討し、改良工事等を実施し、床衝撃音遮断性能の測定を実施（右図）
- 改良仕様が性能に与える影響について検討



() 音環境性能を確保するための木造床断面仕様等の整備

- 令和2年度に実施した乾式二重床構造等の遮音対策仕様をT字型接合部試験体上に設置した実験に加え、令和3年度は十字型接合部試験体上に同等の遮音対策仕様を設置し、令和2年度と同じように振動低減量を測定する。
- 日本建築総合試験所にあるCLT遮音実験棟 A 室の上下階を使用し、1床上下4方向の合計8壁との接合部の低減量の測定を実施する。
- 対策案 としている乾式二重床構造を施工し、重量床衝撃音実験等を実施する。



PRISMによる成果

- 高層木造建築物は大きな木材需要が期待でき、木材を表面に見せる大規模建築物は、消費者ニーズとともに原価削減の観点からも事業者が関心を寄せているにもかかわらず、改正建築基準を充足する設計法の確立が困難であるために普及が促進されない、これらの木材活用大型建築について、PRISMを活用し、事業者等が汎用可能な技術資料として取り纏め、公表する。

これにより、木材活用大型建築の市場普及を加速化させ、民間投資を誘発する。

- 「バイオ戦略2019」(令和元年6月11日統合イノベーション戦略推進会議決定)において、社会課題の克服、及び内外からの投資呼び込み効果を踏まえて設定された市場領域の一つとして、「木材活用大型建築・スマート林業」市場領域が設定。これを受け、バイオ戦略タスクフォースの下に設置された「木材活用大型建築・スマート林業ワーキングチーム(WT)」において、林野庁・国土交通省(住宅局)が連携し、KPIを含むロードマップを策定。

本研究課題は、ロードマップにおける具体的な取組(元施策)を深化・加速化させるもの。

- 木材活用大型建築の推進は、
 - ・ 世界的課題としての温室効果ガスの削減
 - ・ 我が国が抱える本格的高齢化・労働人口減少の社会課題に対する、農林水産業の成長産業化に積極的に貢献するための世界的潮流の一つである、循環型社会の形成に寄与するもの。

これは、持続的な経済成長と社会的な課題解決の両立を求める、パリ協定、SDGsと整合。

民間投資誘発効果

合計 10,500,000千円相当

- ・ 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
- ・ 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

令和3年度の民間貢献額

合計 160,000千円相当

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
人件費：500人・日程度，6人・年程度
機器等の提供：測定器の貸与、試験体の提供・寄付等
交流研究員の受入：7名

国研・大学における研究への寄与度

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
京都大学：構造複合実験棟構造物加力試験装置，実大構造物実験棟の構造物加力試験装置の共用
（H30.12月～H31.1月，R2.1月実績）
木造建築物の音環境からみた快適性向上技術の開発
高知県立林業大学校：出張講義を実施（R1.12月 実績）

国研・大学等と民間企業との共同研究件数・受入金額(単位:千円)等

- ・ 共通
- ・ (一社)日本CLT協会：CLTパネルの特性をいかした実験棟建設とその性能検証（H27～R7年度）
- ・ (一社)日本ツーバイフォー建築協会：枠組壁工法による中層木造建築物等の設計法の開発（H26～R7年度）