（4）音環境分野

音環境性能に関する基準は建築基準法第 30 条の「長屋又は共同住宅の各戸の界壁」の遮音性能のみが規定されており、集合住宅の界壁の遮音性能の最低基準（同施行令第 22 条の 3）以上の性能であれば法的には問題ない。しかしながら、集合住宅のトラブルやクレームなどでは、上階から聞こえる「床衝撃音」が問題となることが多い。床衝撃音遮断性能は床構造の面密度と剛性に依存するため、軽量の木造床では床衝撃音遮断性能は低くなるため検討が必要となる。

木造建築物における床衝撃音対策の基本は発生系を考慮すると、⓪音源室と受音室の配置計画を考慮、①床への衝撃入力の低減、②床躯体構造による低減、③天井での遮音、④受音室内での制御 となる。プロトタイプ設計例の床断面仕様の検討では天井面を木材（CLT パネル）現しとするため、③の天井構造による遮音効果が期待できない。そこで、②の床躯体構造の面密度や剛性を上げる方法として、CLT 床にコンクリートを打設した仕様について実験棟において実験的検討を行った。さらには、コンクリートを打設しない仕様についても、天井や床仕上げ構造などの仕様を変更させ、検討を行った。

一定の性能をもつ床断面仕様例を図 4-1 に示す。一定の性能とは、表 4-1 に示す「日本建築学会遮音性能基準」における集合住宅居室の「適用等級 3」の L-65（重量床衝撃音）かつ L-60（軽量床衝撃音）以上の性能を目標とした。なお、これらの床仕様については他の建物等での検討、施工性やコスト面なども考慮した床断面仕様の検討を行い、最終的には住宅性能表示制度（住宅品質確保法）の技術基準へ反映することを目標としている。

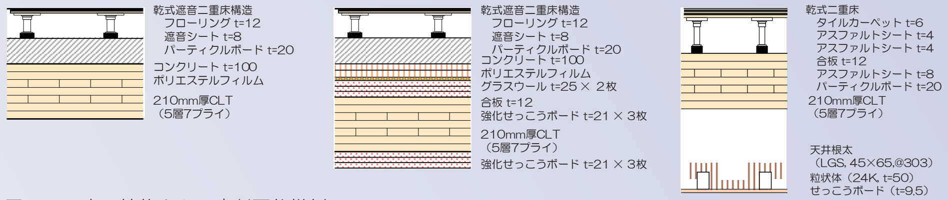


図 4-1 一定の性能をもつ床断面仕様例

表 4-1 床衝撃音レベルに関する適用等級（日本建築学会遮音性能基準）

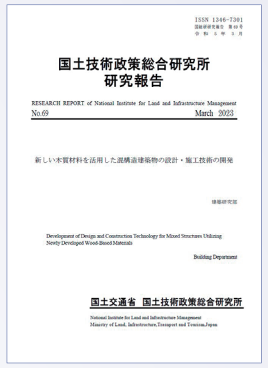
建築物	室用途	部位	衝撃源 *	適用等級			
				特級	1 級	2 級	3 級
集合住宅	居室	隣戸間界床	重量衝撃源	L-45	L-50	L-55	L-60,L-65*
			軽量衝撃源	L-40	L-45	L-55	L-60

* 木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

報告書・ガイドライン等のダウンロード先

技術資料は国総研のホームページで公開しています。
下記 QR コードから URL を取得しダウンロードすることが可能です。

国土技術政策総合研究所 研究報告


ISSN 1346-7301
国総研研究報告 第69号
令和 5 年 3 月

国土技術政策総合研究所
研究報告

RESEARCH REPORT of National Institute for Land and Infrastructure Management
No.69 March 2023

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

建築研究部

Development of Design and Construction Technology for Mixed Structures Utilizing Newly Developed Wood-Based Materials

Building Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure,Trasnport and Tourism,Japan

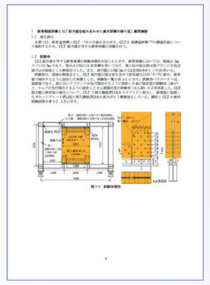
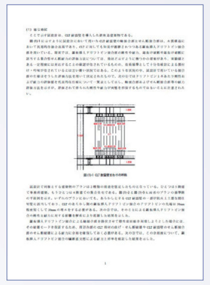
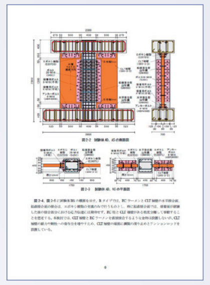
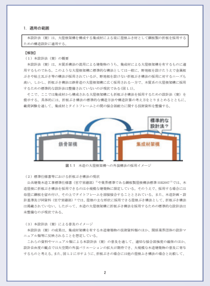
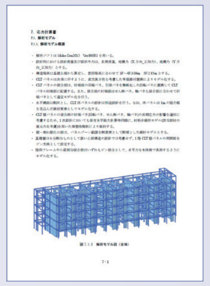
国土技術政策総合研究所研究報告 No.69
新しい木質材料を活用した混構造建築物の設計・施工技術の開発

全文

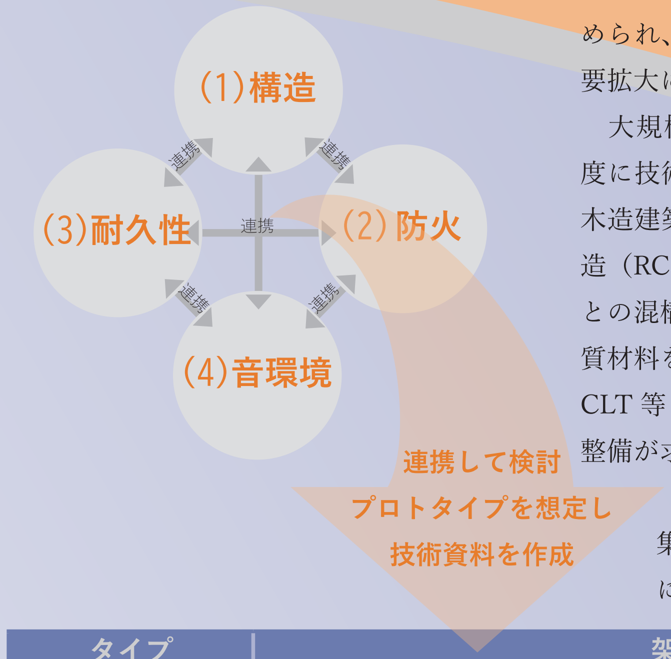
分割ファイル

B. 構造分野　C. 防火分野
D. 耐久性分野　E. 音環境分野

実験報告・ガイドライン（構造）

プロトタイプⅡ（S+CLT）実験報告	プロトタイプⅡ（S+CLT）試設計	プロトタイプⅡ（RC+CLT 袖壁）実験報告	プロトタイプⅡ（RC+CLT 耐力壁）実験報告	集成材架構に適用する折板ぶき屋根の設計法（案）	木質復興住宅の構造設計事例及び設計の留意点（案）
					

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

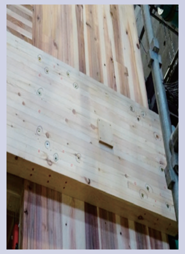
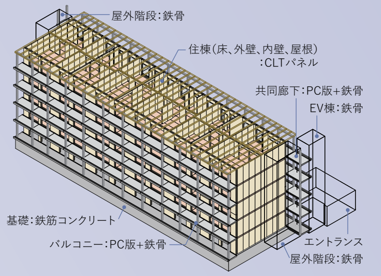


● 背景・目的

木材の有効利用による環境問題への対応、森林保全、地方振興、木のある空間創成などの観点から、木材需要の多くを占める建築領域での木材資源の活用が求められ、木材を比較的規模の大きい建築物の構造材料として用いることは木材需要拡大に有効と考えられる。

大規模木造を可能とする CLT パネルを用いた建築物については、平成 28 年度に技術基準告示が制定され一般的な構造設計が可能となったが、大規模・中層木造建築物には防耐火性能が要求されるため、耐火性能の高い鉄筋コンクリート造（RC 造）、耐火被覆技術が一般化している鋼構造（以下、S 造）や集成材構造との混構造や CLT の部分利用の事例が増えていくものと考えられる。しかし、木質材料を活用した混構造建築物の建設実績や参照できる技術資料がほとんどなく、CLT 等と他構造種別の混構造に関する構造設計法、防耐火設計法、耐久設計法の整備が求められている。

そこで本課題では、CLT 等の木質系大型パネルと他構造種別、CLT 等と集成材等建築物等の他の木質構法の混構造建築物の設計・施工技術の整備に資する技術開発を行い、技術資料をとりまとめたものである。

タイプ	架構のイメージ	メリット
Ⅰ 2 層分の RC 造（大架構の中に木造架構を自由に設置）	大架構（メガストラクチャ） 1､3 階（上階木床）	・可変性 ・4 階建以上で内部木材現わしの実現 ・メガストラクチャの床、コアによる防火区画
Ⅱ RC 造や S 造架構で各階の壁や床を木質化	RC+CLT 袖壁（集合住宅） S+CLT 壁（事務所） S+CLT 壁（集合住宅）	・可変性 ・内部の木材現わしによる 4 階建以上の実現 ・防火設計が比較的容易（各層毎の区画）
Ⅲ 木造で大スパン等の自由な空間を実現	  CLT 壁＋集成材梁併用工法  屋外階段：鉄骨 / 住棟（床、外壁、内壁、屋根）：CLTパネル / 共同廊下：PC版+鉄骨 / EV棟：鉄骨 / 基礎：鉄筋コンクリート / バルコニー：PC版+鉄骨 / エントランス / 屋外階段：鉄骨 木質系復興住宅のモデルプラン	・自由な空間構成 ・パーツ減少による施工の合理化

● 研究開発の位置付け

統合イノベーション戦略 2020（令和 2 年 7 月 閣議決定）（内閣府 HP）
バイオ戦略 2020（市場領域施策確定版）（令和 3 年 1 月 統合イノベーション戦略推進会議決定）（内閣府 HP）
市場領域ロードマップ（木材活用大型建築・スマート林業）（令和 3 年 1 月 林野庁）（林野庁 HP）
CLT の普及に向けた新ロードマップ～更なる利用拡大に向けて～（令和 3 年 3 月 CLT 活用推進に関する関係省庁連絡会議決定）（内閣官房 HP）
2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和 3 年 6 月関係省庁決定）（経済産業省 HP）
国土交通グリーンチャレンジ（令和 3 年 7 月国土交通省決定）（国土交通省 HP）

国総研 国土交通省 国土技術政策総合研究所 National Institute for Land and Infrastructure Management

各分野の取り組み

（1）構造分野

RC メガストラクチャ＋木造 2 層架構

両サイドは RC コア、中央執務空間は 10m 毎に RC 柱を設けた純ラーメン構造で、奇数階は RC 床、偶数階は木造床としている。木造部分の柱梁は全てピン接合で地震力は木造床版から RC 柱に伝達している。

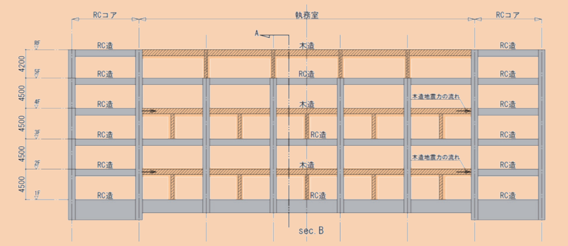


図 1-1 RC メガストラクチャ＋木造 2 層架構

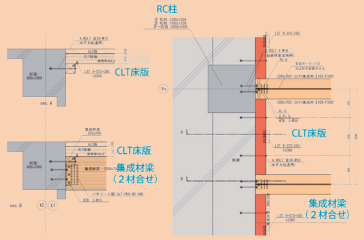


図 1-2 コア RC 梁 - 集成材梁、CLT 床

RC 造＋ CLT 耐力壁 /CLT 袖壁架構

RC 造ラーメンに CLT 袖壁を取り付けると剛性や耐力を増大しつつ耐力低下が小さく靭性に富む架構を、CLT 耐力壁を取り付けると剛性や耐力が大幅に増大する強度型の架構を実現できることを確認している。

実験や解析結果を踏まえ、骨組解析の各部材や接合部のモデル化の方法、保証設計時の留意点等を整理した構造計算用の資料や、設計事例を整備した。

写真 1-1 RC+CLT 袖壁

写真 1-2 RC+CLT 耐力壁

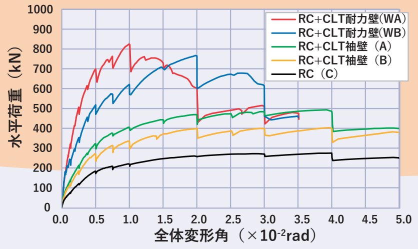


図 1-3 RC ラーメン +CLT の荷重変形関係

S 造＋ CLT 耐力壁架構

CLT を耐力壁とした鉄骨造架構を対象として、5 階建事務所、6 階建集合住宅の試設計例を整備した。実験では、鉄骨と CLT との接合部又は鉄骨梁が先行降伏する場合の履歴特性を把握した。また、保有水平耐力計算における Ds の設定方針案をとりまとめた。

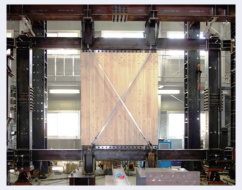


写真 1-3 鉄骨梁部材の降伏

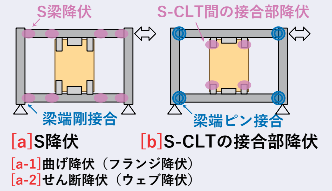


図 1-4 S 造＋ CLT 耐力壁架構の降伏計画

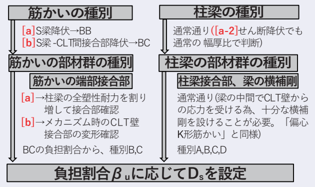


図 1-5 Ds の設定方針案

木質間混構造

CLT 壁勝ち工法に大スパンを可能とする集成材合わせ梁を併用した架構の設計法を整備した。また木質系復興住宅の設計事例を作成し、構造検討や部分架構の実大実験を行った。

写真 1-4 CLT 壁勝ち工法＋集成材合せ梁

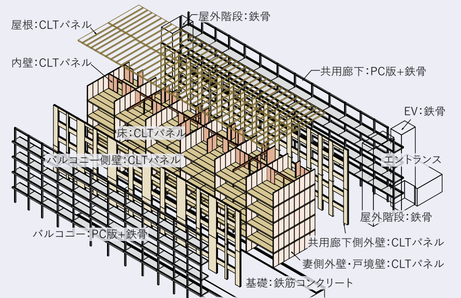


図 1-6 木質系復興住宅モデルプラン

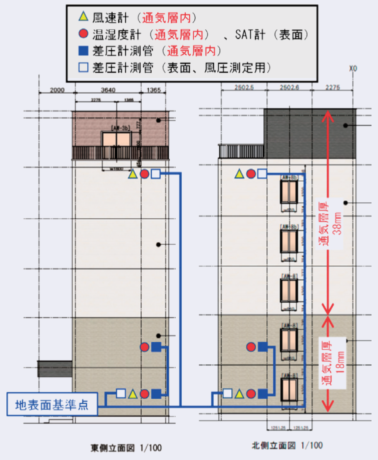
写真 1-5 5 層実大静加力実験試験体

（3）耐久性分野

中層木造建築物の耐久性に関する対処法の多くは戸建て木造建築物と同じ部分が多く、耐久性上のリスクは雨水浸入および結露の発生の恐れのある外皮部分に集中する。

木造の躯体が外壁を構成する場合の納まりとしては外壁通気構法が一般的であるが、ここでは木造 6 階建て建築物の外壁通気層内部の温湿度環境等の計測（図 3-1 参照）、および 75 分準耐火構造の外壁通気層の仕様の違いによる梅雨明け後の放湿型結露の状況（図 3-2 参照）等の実験結果から、中層木造建築物に適用する外壁通気構法の推奨仕様などの検討を行った。

ここで示した外壁通気構法以外にも、耐久設計において配慮の必要な項目は数多くあり、今後も継続して中層木造建築物の耐久性に関する検討・分析を進める。



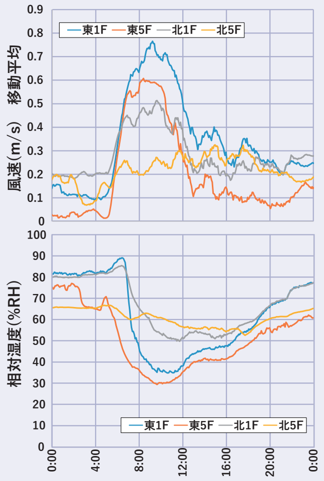


図 3-1 外壁通気層内部の環境条件を計測

	7月30日〜						〜10月5日
縦胴縁上部開放	結露なし	発生 - 消滅	結露なし				
縦胴縁上部閉塞	結露	結露なし	発・消滅	結露	結露なし		
横胴縁上部開放	結露	結露なし	結露	結露なし	結露発生―消滅繰り返し	結露なし	
横胴縁上部閉塞	結露	結露なし	結露	結露なし	結露発生―消滅繰り返し	結露なし	

図 3-2 準耐火構造外壁の外壁通気層の仕様による結露発生状況の違い

（2）防火分野

タイプⅠに係る試設計の防火上のポイント

タイプⅠは、二層分の木質架構が RC メガストラクチャ内部に設置されている。法第 21 条第 1 項に基づく火災時倒壊防止構造に要求される仕様規定に配慮し、火災時の円滑な消火活動を支援するため、随時閉鎖式の通常火災終了時間防火設備を用いて 200m² 以下毎の小規模な区画化をおこなっている。両端の RC コアとバルコニーは、消防活動や避難行動を支援する上で必要な性能を確保するよう配慮されている。

特に、木造部分は 3000m²(1500m² × 2 層）で大規模木造建築物に相当する規模となるため、RC メガストラクチャ部分は法第 21 条第 2 項に規定される壁等を想定し、木造部分の火災が終了するまで延焼することがないよう十分な延焼防止性能を有するよう配慮されている。

RC メガストラクチャは、火災が終了するまで、つまり木造部材を含む区画内部の可燃物が燃え尽きるまでの耐火性能が必要である。火災継続時間の評価には、建築物内部の収納可燃物量に CLT パネル等の木質部材の発熱量を統合して木質化の影響を考慮する必要がある。

タイプⅠの外壁開口部には、フラッシュオーバー発生後に長時間の上階延焼を防止するため、上階の開口部に入射する熱流束を低減する必要がある。そのため、バルコニーの設置と上階開口部への散水設備の設置による入射熱流束の低減を図っている。

木質化による火災安全上の課題と対策技術

火災安全に関して、木質材料等の可燃性材料を用いて室内空間を仕上げることは、火災初期に急速な火災拡大をもたらし、火災が長期化することで甚大な被害をもたらすことが、過去の火災事例や実大火災実験等によって証明されており、その危険性が指摘されてきた。

木質内装を実現するためには、従来型のせっこうボード等の成形板や薬剤注入による木材の難燃化ではなく、新たな散水設備による火災拡大抑制効果を定量的に把握し、適用可能性を検討することが重要である。天井への均一な散水量の確保が実現できれば、延焼防止上、高い有効性が期待できる。

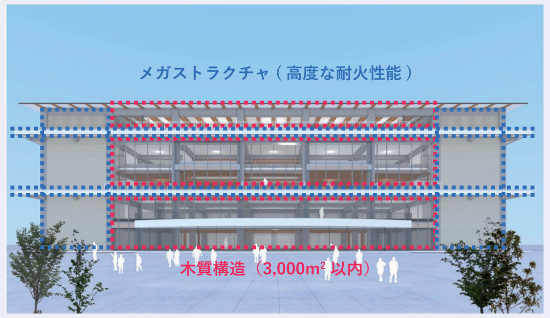
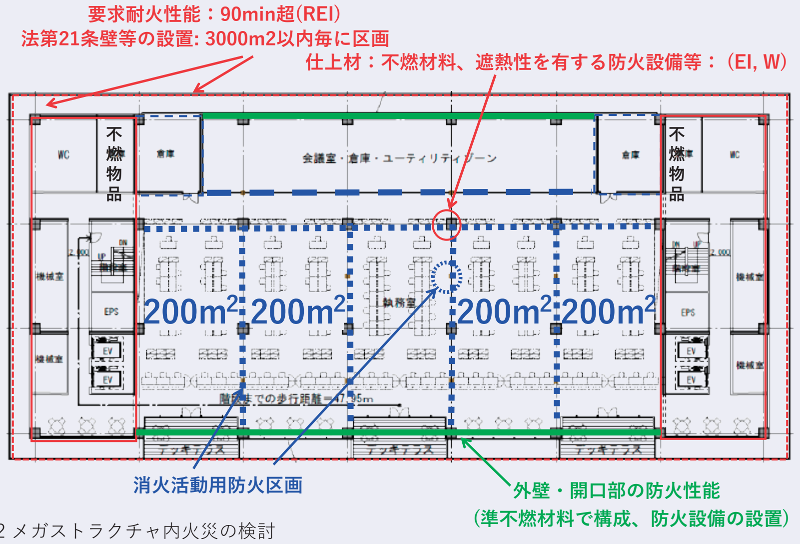


図 2-1 メガストラクチャのイメージ



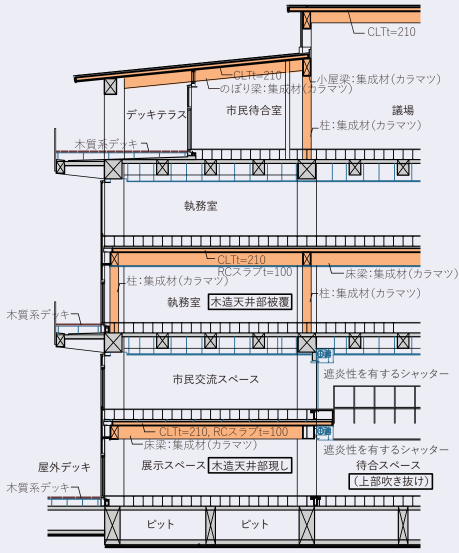
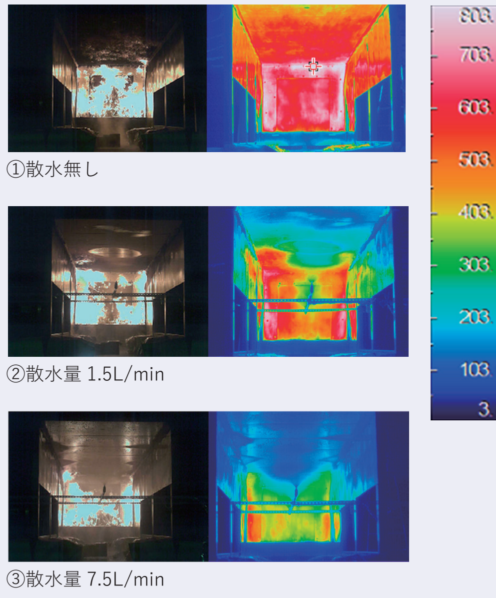


図 2-2 メガストラクチャ内火災の検討



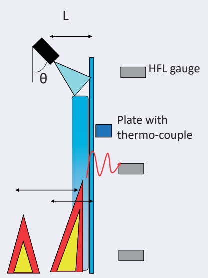


図 2-3 散水設備による天井燃焼抑制状況 (着火後 3 分)

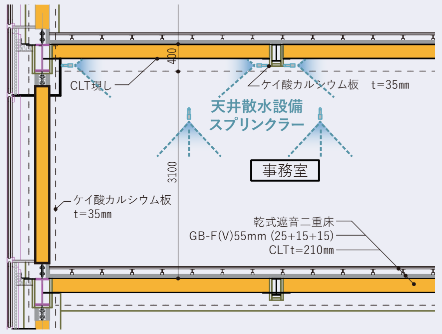


図 2-4 混構造建築物における散水設備の概要

写真 2-1 接合部の耐火被覆例