

木造建築物の中高層化等技術に 関する研究開発

(問い合わせ)

材料研究グループ

上席研究員 槌本 敬大

Tel 029-879-0661

E-mail tutti@kenken.go.jp

概要

背景・目的

脱炭素社会の構築に向けて我が国が国際社会に対して2050年のゼロエミッション化を公約しているが、木造率の高い低層建築物を除いた中高層建築物を木造化していくための研究開発を行う必要がある。

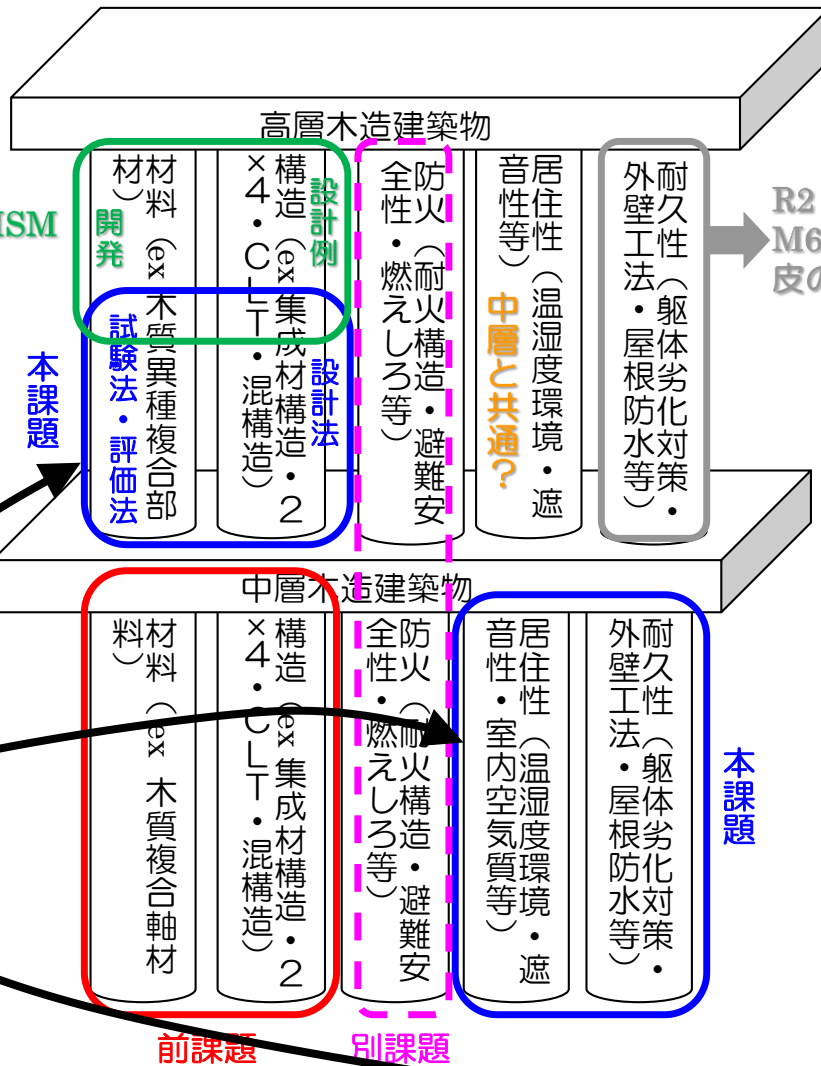
研究概要

中高層建築物等の木造化のために必要な研究開発課題として、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、④CLT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などに関する研究開発を行ってきた。それぞれの課題において良い成果を得ており、これらの一部を紹介する。

今後の展開

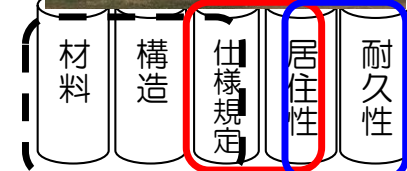
建築研究所の研究開発成果を内閣府PRISMの成果で肉付けし、日本版高層木造建築の設計施工マニュアル(仮称、時期未定)に取り纏めるなどして、我が国の中高層木造建築物を社会実装し、一般化していくための一助となる。

中高層木造建築物関連研究課題・技術開発等の関係



R2 基準整備促進事業
M6「中高層木造建築物の外
皮の耐久性能に関する検討」

低層 CLT



前々課題 前課題 本課題

今回ご紹介
する内容

前々課題：重点研究課題 (H23~27)

前課題：指定課題「中高層木造建築物等の構造設計技術の開発」(H28~30)

本課題：「木造建築物の中高層化等技術に関する研究開発」(H31~R3)

PRISM：官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM) 「バイオ技術領域」における「①-1木材需要拡大のための木造高層建築物の汎用型設計技術」及び「①-2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」

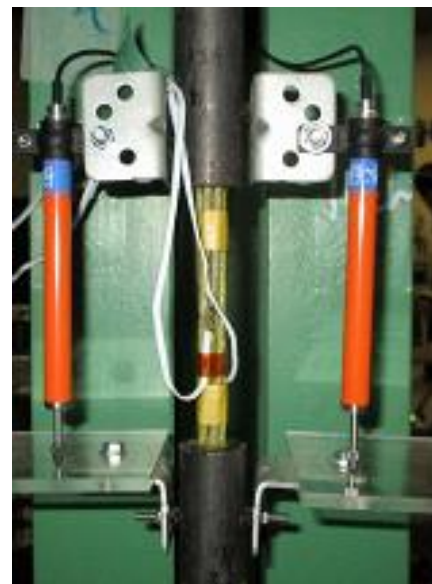
研究の項目

- 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 中高層枠組壁工法の各種性能評価と普及
- ⑤ 低層CLTパネル工法の各種性能評価と普及

(1) 木質系異種複合部材の性能評価法

1) 木質系異種複合部材の短期性能に関する性能評価法の合理化

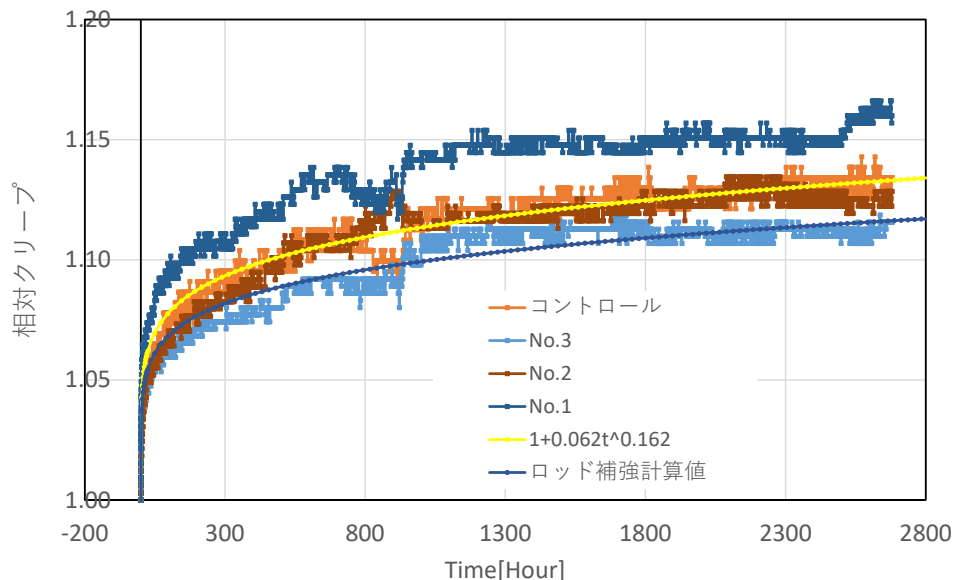
炭素繊維束複合集成材の製造メーカーを公募して共同研究を行い、集成材と炭素繊維の性能から部材性能がある程度予測できることをを検証した。



炭素繊維束挿入集成材・炭素繊維束単体のクリープ試験

2) 炭素繊維束複合集成材のクリープ挙動の測定とその推定方法の検討

炭素繊維束挿入集成材のクリープ試験を実施し、そのクリープ特性は集成材単体と少なくとも同等であることを確認した。炭素繊維と集成材からの推定値は多少危険側にあるものの、概ね妥当であることが分かった。



炭素繊維複合材のクリープ挙動とその推定結果 5

(2) 集成材等建築物の構造設計マニュアルの汎用性拡大

1) 適用範囲を拡大する半剛節ラメンフレーム接合部の終局耐力設計式の検討

集成材等建築物の構造設計マニュアル素案における適用範囲の制限を緩和するため、建築物の中高層化に伴い増大する柱軸力の影響を考慮できる 終局耐力の設計法の検討 などを行った (図2.1, 2.2)。

2) 集成材等建築物の構造設計マニュアルの修正案の作成 (1988年版からの改訂)

(一財)日本建築センターに設置した「集成材等建築物構造設計マニュアル編集委員会」(委員長:坂本功東京大学名誉教授)において、委員である建築行政関係者、大手建設会社、国土交通本省等による査読を受け、指摘事項を反映させた最終原稿案を作成し、L建研(BRI+国総研)の監修作業を開始した。

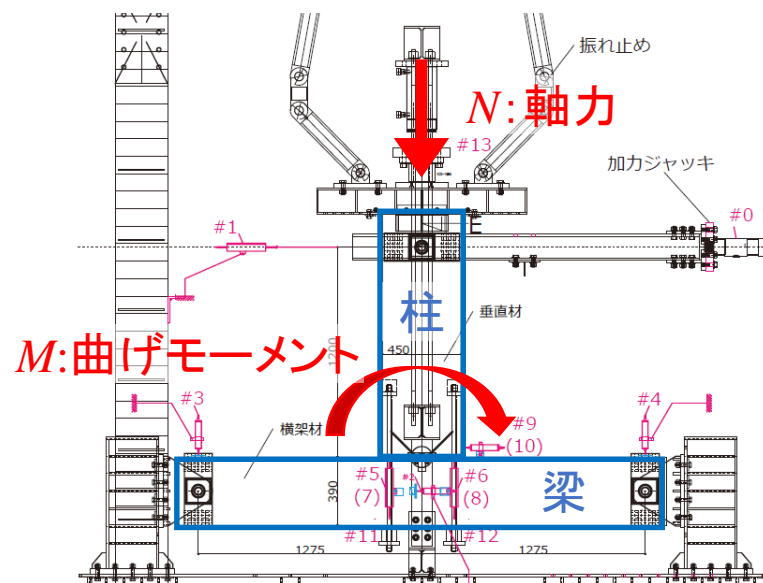


図2.1 軸力を負荷した曲げ実験

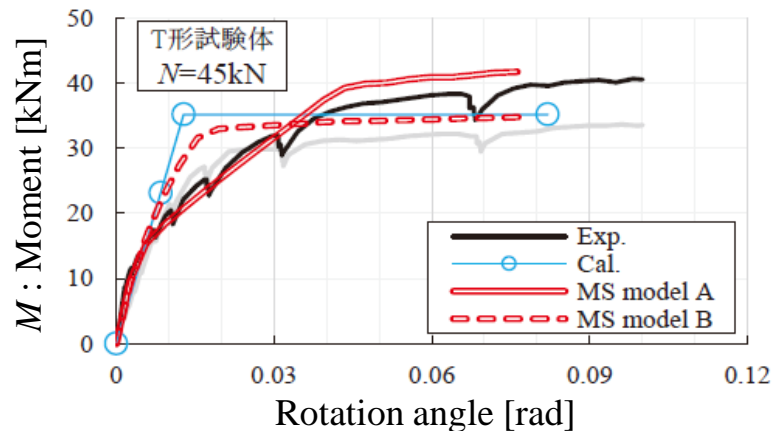


図2.2 実験値 vs 解析値

(3) 集成材ブレース構造の終局耐力設計法

1) 終局性能評価

中高層木造建築物における要求性能を満たすように改良設計された接合部（図3.1、図3.2）を用いた場合の終局性能の実態把握と解析による推定可能性検証などを実施した。

2) 構造特性係数の設定方法の検討

中高層木造建築物における集成材ブレース構造の構造特性係数について、実験により把握した終局変形性能や等価粘性減衰定数等を用いて設定する方法を検討した。

3) 終局耐力評価法に関する技術資料の作成

1)、2)の検討結果について、集成材等建築物の構造設計マニュアルを追補する技術資料として取りまとめた。

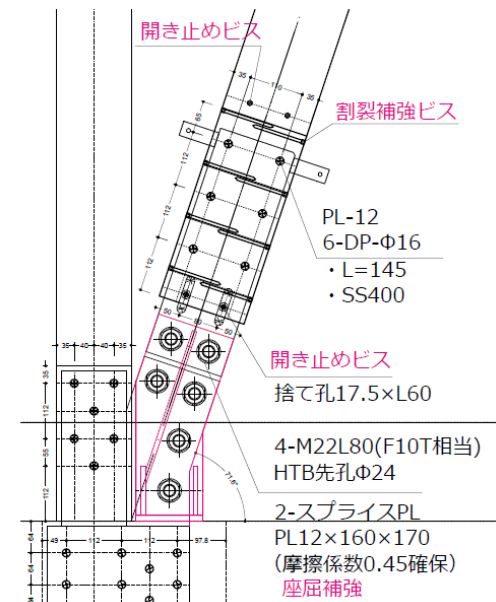


図3.1 中間階のブレース端接合

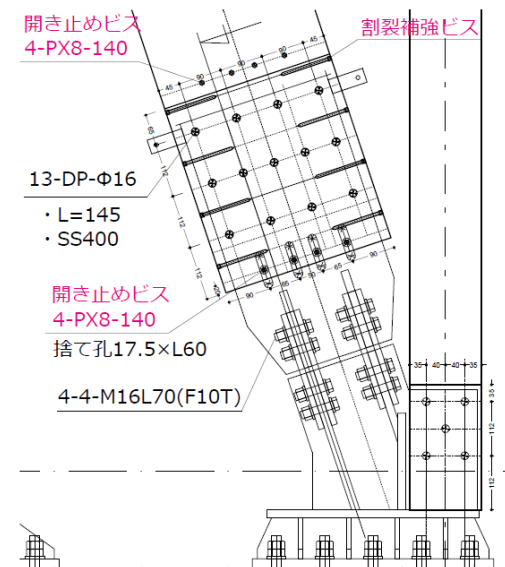


図3.2 最下階のブレース端接合

(4)中高層枠組壁工法の各種性能評価と普及(1/3)

1) 中層枠組壁工法建築物の耐久性評価

建築後27年を経過した4階建て枠組壁工法実験棟（写真4.1）を活用し、内外壁、陸屋根、構造躯体等の劣化状況や水分浸入の有無等を調査し、実験棟の耐久性を評価したところ、雨染み・カビ・苔の生え方が著しかった（写真4.2）北東の出隅部において構造用合板、たて枠の腐朽・蟻害（写真4.3）が確認され、通気構造としない場合の耐久性には限界があることが明らかとなった。



写真5.1 4階建て枠組壁工法実験棟



写真5.2 北東隅部北面モルタル外壁の現況



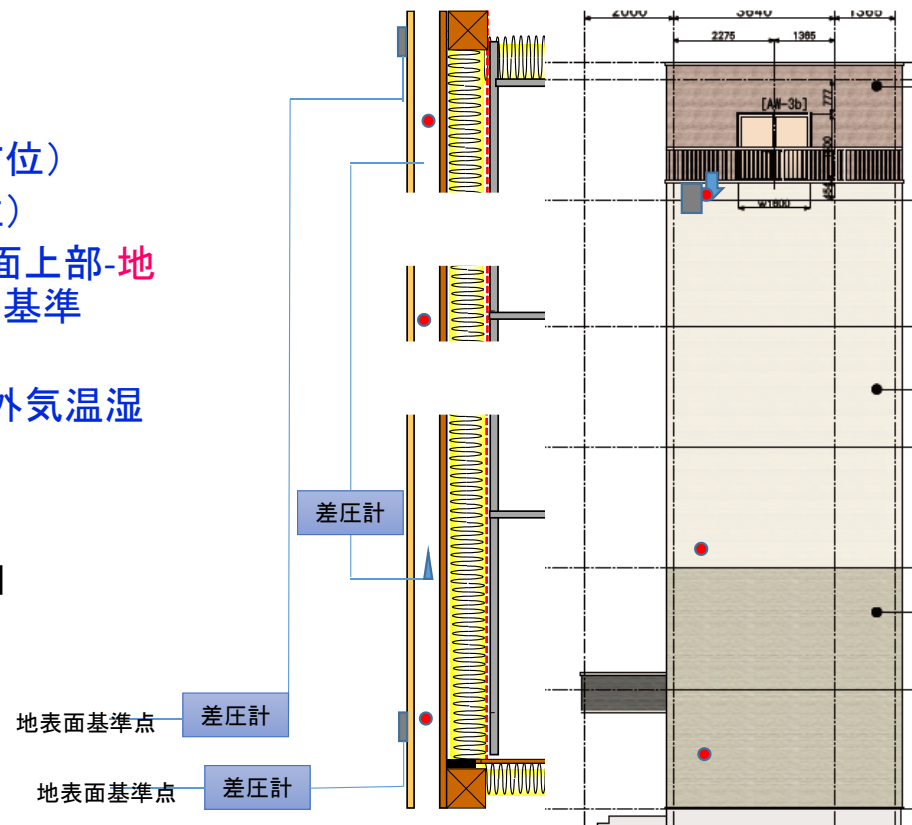
写真5.3 北東隅部躯体の腐朽・蟻害

(4)中高層枠組壁工法の各種性能評価と普及(2/3)

2) 中層枠組壁工法建築物の通気層の性能評価

6階建て枠組壁工法実験棟を活用し、通気層内部に流量計等各種センサを設置して、その通気量、風速等を測定し、中高層木造建築物に必要な通気層の仕様・寸法の妥当性を検証した。(2020~2022年度基整促M6と連携して進めている)

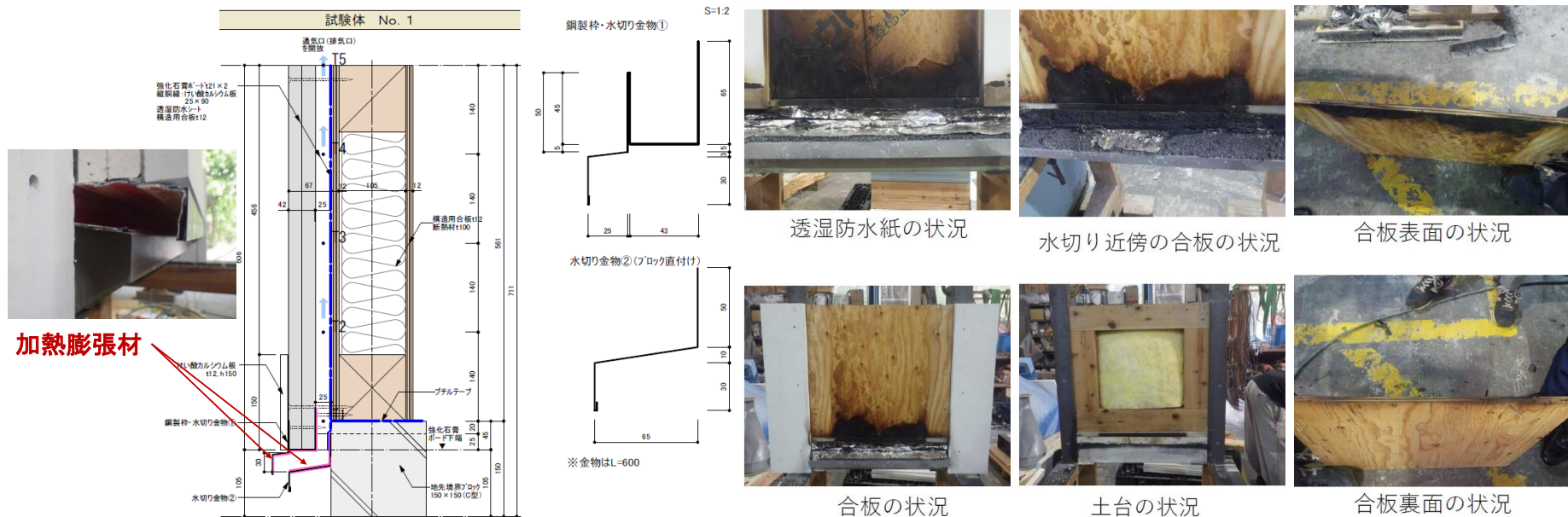
- 測定項目(東及び北面)
 - 風速x4(上下×2方位)
 - 通気層内温湿度x6(上中下×2方位)
 - 相当外気温度x6(上中下×2方位)
 - 圧力差x6([通気層内上下、外表面上部-**地表面基準点**、外表面下部-**地表面基準点**])×2
 - 気象データ(風向風速、降水量、外気温湿度))
- 実験case、期間
 - ① 圧力損失及び風量校正:2~3日
 - ② 換気駆動力の分析:各季2週間程度、1minインターバル
 - ③ 通気層温湿度測定:通年、20minインターバル(可能なら次年度は注水)



(4) 中高層枠組壁工法の各種性能評価と普及(3/3)

3) 中層枠組壁工法建築物の通気層の耐火性能評価

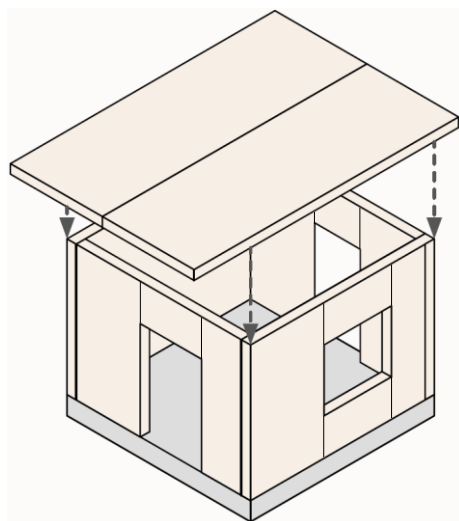
中高層木造建築物の耐久性確保に必要な通気層に対して火炎の侵入を防止する必要があり、加熱膨張材を用いて火炎侵入防止性能を評価した。(2020~2022年度基整促M6と連携して進めている)



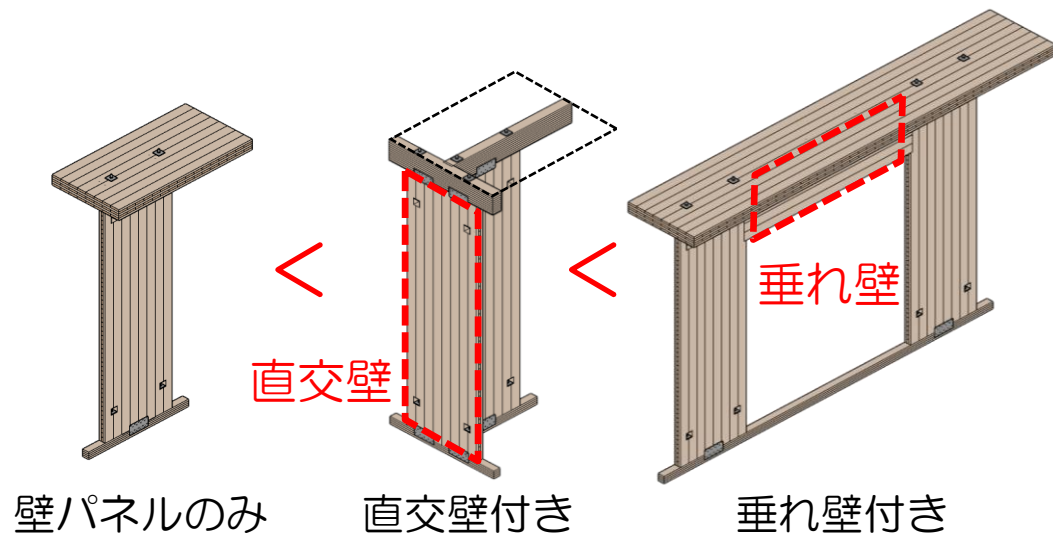
外壁通気構造の火炎侵入防止仕様の性能評価実験の概要と結果の一例

(6) 低層CLTパネル工法の各種性能評価と普及に関する研究開発(1/2)

- CLTパネル工法は現状では規模によらず構造計算が必要とされている。軸組工法などの他の一般的な木造建築物では、小規模であれば構造計算をせずに簡易な仕様規定のみで建てられる。→CLTのさらなる普及には、仕様規定ルートの創設が必要
- 仕様規定案では、地震や風に対する安全性を確保するため、必要な壁の量が規定される。壁の性能は、垂れ壁や直交壁が付くことによって向上することがわかっており、それぞれ所定の性能が確実に発揮される仕様を検討した。



小規模CLTパネル工法建築物の例



仕様規定案におけるCLT耐力壁の分類と性能比較

(6) 低層CLTパネル工法の各種性能評価と普及に関する研究開発(2/2)

仕様規定改定案において、許容耐力を与える水平抵抗要素の分類を行い、垂れ壁付き耐力壁については、**所定の性能が確実に発揮される仕様**は右図の通り。

(2021~2022年度基整促S35と連携して進めている)

		垂れ壁 直交壁		片側		両側
		なし	あり	なし	あり	-
平屋	立面図					
	許容耐力 or 有効壁長					
2階建て	立面図					
	許容耐力 or 有効壁長	1階: 2階:	1階: 2階:	1階: 2階:	1階: 2階:	1階: 2階:

仕様規定改定案において許容耐力を与える水平抵抗要素の分類

まとめ

- 木質系異種複合部材の性能評価法のうち、クリープ特性の評価方法に目処がたった。
- 集成材等建築物の構造設計マニュアルについて、柱軸力が作用する場合の接合部の性能評価法を追加し、汎用性拡大を図った。また、改訂版の最終原稿をとりまとめ、L建研の監修作業を開始した。
- 集成材ブレース構造の終局耐力を実験的に評価し、構造特性係数を設定する方法を提案した。
- 中高層枠組壁工法には、通気構法が必要不可欠であることを明らかにし、中高層化したとき必要な通気構法の仕様について、6階建ての実験棟を用いて解明した。さらに、途中階から木造となる場合の通気構法に加熱膨張剤が火炎侵入防止に有用であることを実験的に明らかにした。
- 低層CLTパネル工法について、垂れ壁付き壁パネルと直交壁付きパネルの耐力を実験的に評価し、確実に性能が発現される仕様を特定した。