

令和2年度(補正)

非住宅・中大規模木造建築用の高耐力壁及び
高性能準耐火壁の開発検討

事業報告書

令和4年2月

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

目次

第1章 事業概要

1.1 事業目的	1-1
1.2 実施内容	1-1
1.3 実施体制	1-2
1.4 実施スケジュール.....	1-4
1.5 事業の効果	1-5

第2章 高耐力壁（高倍率、高階高耐力壁）

2.1 開発目標	2-1
2.2 前期耐力壁試験（タイロッド式）	2-2
2.2.1 試験計画.....	2-2
2.2.2 試験結果.....	2-12
2.3 考察.....	2-26
2.4 後期耐力壁試験（タイロッド式）	2-27
2.4.1 試験計画.....	2-27
2.4.2 試験結果.....	2-29
2.4.3 考察.....	2-58
2.5 釘の一面せん断性能の算定（グレー本準拠）	2-61
2.5.1 検討内容.....	2-61
2.5.2 結果概要.....	2-62
2.5.3 考察.....	2-63
2.5.4 釘性能の算出方法及び算定結果	2-64
2.6 要素試験	2-68
2.6.1 釘の一面せん断試験	2-68
2.6.2 釘の一面せん断試験（端空）	2-72
2.6.3 面材の面内せん断試験.....	2-74
2.7 まとめ.....	2-76
2.7.1 試験及び検討結果のまとめ.....	2-76
2.7.2 2019年度からの耐力壁開発の成果まとめ.....	2-78
2.7.3 次年度に向けての開発の方向性	2-85
2.8 試験成績書	2-91
・依 R03-39-1：高倍率、高階高耐力壁の面内せん断試験（前期耐力壁試験）	
・依 R03-39-2：高倍率、高階高耐力壁の面内せん断試験（後期耐力壁試験）	
・管理番号 K21-V124～127、V143～150：性能試験報告書〔面材を側材とするくぎの一面せん断接合部試験〕	
・管理番号 K21-V243～252：性能試験報告書〔面材を側材とするくぎの一面せん断接合部試験（面材端あ	

きの確認要素試験)]

・面材の面内せん断試験

第3章 接合金物

3.1 開発目標	3-1
3.2 4,5層用の1階柱脚・中間階金物試験	3-1
3.2.1 試験計画	3-1
3.2.2 試験結果	3-5
3.2.3 考察	3-7
3.3 その他金物の開発	3-8
3.3.1 タイダウンシステム	3-8
3.3.2 めり込み補強金物	3-9
3.4 次年度に向けての開発の方向性	3-10
3.4.1 これまでの接合金物開発の進捗状況	3-10
3.4.2 次年度以降の接合金物開発の方針	3-12
3.5 試験成績書	3-12
・発行番号：第 21C0764 号 [品質性能試験報告書 (木質構造接合部の引張試験)]	

第4章 高耐力壁と接合金物を組み合わせた解析モデル

4.1 はじめに	4-1
4.2 提案する解析モデルの考え方について	4-2
4.2.1 解析モデルの概要	4-2
4.3 各要素の特性	4-4
4.3.1 試験体 No. 27 の各要素の特性	4-4
4.3.2 試験体 No. 28 の各要素の特性	4-5
4.3.3 試験体 No. 29 の各要素の特性	4-6
4.3.4 全試験体共通の要素の特性	4-7
4.4 解析結果	4-9
4.4.1 実験結果との比較	4-9
4.4.2 解析結果の短期基準せん断耐力の試算	4-10
4.4.3 各要素の変形状態	4-11
4.5 (参考) ロッキング変形を考慮した耐力壁特性に関する検討	4-13
4.6 まとめ	4-16

第5章 高性能準耐火壁

5.1 目標性能の設定	5-1
5.2 本試験	5-3
5.2.1 試験計画	5-3
5.2.2 試験結果・考察	5-6
5.3 まとめ	5-28
5.3.1 試験結果のまとめ	5-28
5.3.2 事業成果の概要	5-29
5.3.3 各仕様の防耐火性能における留意点について	5-30
5.4 今後の課題	5-32
5.5 試験報告書	5-34
・依 R03-50：高性能準耐火壁の準耐火性能試験（90分間加熱）	〔※5-34の次頁以降に掲載〕
5.6 既往技術調査	5-34

第6章 上階延焼抑制防火設備

6.1 目標性能の設定	6-1
6.1.1 今年度の取り組み	6-1
6.1.2 目標性能と既往の知見	6-1
6.2 加熱実験	6-8
6.2.1 試験体一覧と実験結果（遮炎性）	6-8
6.2.2 試験体の設計方針	6-9
6.2.3 実験状況	6-11
6.3 まとめ	6-20
6.4 今後の課題	6-20
6.5 試験報告書など	6-20
・依 R03-51：上階延焼抑制防火設備の遮炎性能試験	
・（参考）各試験体の炭化写真	

第7章 委員会・WG 議事録（開催順）

- ・第1回高耐力壁等開発検討WG（令和3年6月10日）
- ・第1回防火設備等開発検討WG（令和3年6月11日）
- ・第1回委員会（令和3年6月30日）
- ・第2回高耐力壁等開発検討WG（令和3年8月18日）
- ・第3回高耐力壁等開発検討WG（令和3年9月28日）
- ・第4回高耐力壁等開発検討WG（令和3年12月14日）
- ・第2回防火設備等開発検討WG（令和4年1月18日）
- ・第2回委員会（令和4年1月24日）

第 1 章 事業概要

1. 実施概要

1.1 事業目的

一昨年度より、非住宅・中大規模木造建築用の高倍率、高階高耐力壁（以下、「高耐力壁」という。）及び接合金物の開発検討を実施し、これまでに、3階建てまでの耐力壁として、標準的な2仕様の開発をおこなった。しかし、耐力壁仕様がまだ不足しており、また、4階建て以上の建築物に対応できる、より高耐力な耐力壁仕様も不足している。また、高耐力壁になると、周辺の接合金物に関しても従来の仕様では耐力が不足することから、新たに高性能なものが必要である。更に、高耐力であるがゆえ、柱の横架材へのめり込み防止金物も必要となる。

また、従前、耐火建築物が求められていた建物規模でも、令和元年の法改正により、外壁を75分又は90分の準耐火構造とすることで、木造でも建築が可能な範囲が生まれた。しかし、それらの準耐火性能を担保する標準的な構法・仕様が明示されていないため、非住宅・中大規模木造建築物の普及の阻害要因となっている。

以上より、今年度も引き続き、上記の諸課題解決のために検討・試験を行い、汎用の非住宅・中大規模木造建築用の高耐力壁を開発した。併せて上記高耐力壁の構造で、75分等の準耐火性能を実現できる壁仕様の検討及び性能の検証を行うとともに、新たに20分を超える防火設備（木製窓）の仕様の検討及び性能の検証を行った。

1.2 実施内容

木造建築関連団体の（一社）日本木造住宅産業協会、（一社）日本ツーバイフォー建築協会、（一社）JBN・全国工務店協会及び（一社）中大規模木造プレカット技術協会と連携して以下の事業を行った。

(1) 高耐力壁について

木造の非住宅中層建築物に必要とされる、高倍率・高階高の耐力壁（以下、「高耐力壁」という。）について、一昨年度から層数3までの標準化に向けた技術開発を行っており、これまでに2仕様の開発を行った。その一方で、昨年度は耐力壁面内せん断試験（=柱脚固定式の試験）の繰り返し加力の途中で、面材や受け材の破壊などにより想定される耐力まで至らなかった試験体があった。そのため、今年度は始めに、昨年度の試験で挙げた課題に対処するため、柱と面材間のくぎ留め要素の一面せん断試験などを実施して、各部の挙動を把握した。その結果に基づき、高耐力壁の仕様の追加、及び層数4以上の建築物に対応できる仕様を提案し、試験体の製作、耐力壁面内せん断試験を実施した。合わせて、昨年度に引き続き、高耐力壁と接合金物を組み合わせた解析モデルの構築と、代表的な組み合わせの解析を行った。

(2) 接合金物について

耐力壁は、建築物が受ける水平力に抵抗する壁とされており、高倍率・高階高になるほど柱と横架材の取り合い部や接合金物が受ける力も増し、周辺部材にめり込み等の影響が大きくなっていく。そのため昨年度に引き続き、高耐力壁に対応できる接合金物について、高い剛性、適切なめり込み防止対策のある追加の仕様の検討、試験体の製作、引張試験を実施した。なお、4、5層建物用の大きな引き抜き力に対応することが期待されるタイダウンシステムについても、昨年度の調査を踏まえて、今年度も引き続き仕様を検討していたが、タイダウンシステム

の端部で取付けられる金物類が、高耐力壁を目指すほど横架材等へのめり込み等で構造的な性能向上が頭打ちになることが懸念されたため、代わりにめり込みを考慮することのない柱勝ちとなる構造における柱頭柱脚金物（1階用、中間階用）の開発を優先し、新たに性能の検証などを行うとともに、めり込み防止金物の検討を行った。

(3) 高性能準耐火壁について

令和元年の法改正により、外壁を75分又は90分の準耐火構造（用途によりいずれか）とすることで、耐火建築物相当の建築物としてもよいこととなった。昨年度は3仕様について、75分準耐火構造の見通しが立つ結果を得た。今年度も引き続き、高耐力壁の要素を組み込んだ75分等の準耐火性能を目指して、壁仕様の追加の検討及び性能の検証を行うとともに、高耐力壁の接合金物などの取付け加工部についても、準耐火性能の弱点部とはならない仕様の検討及び性能の検証を行った。

(4) 上階延焼抑制防火設備について

(3)の外壁面に窓を取付ける場合は、20分を超える上階延焼抑制性能を有する防火設備とすることが求められている。なお、20分を超える防火設備に適した障子の材質には、通常の火災による火熱では溶融しない「鉄（鋼）製」や厚さ・密度増で性能向上が見込める「木製」が挙げられ、ガラスの材質には、熱膨張・収縮をほとんどしない「耐熱結晶化ガラス」を用いた仕様も挙げられる。今年度は、断熱性の観点から今後の需要が期待される木製窓について、既存のデータ等と対照しながら、新たな仕様について性能の検証などを行った。

1.3 実施体制

この事業を実施するに当たり、学識経験者、関連業界等による下記委員会を設置し、事業計画、成果の検討などを行うとともに、委員会の傘下として高耐力壁及び防火設備の実務に携わるWGを設けた。

◆非住宅・中規模木造建築物の高耐力壁及び高性能準耐火壁の開発検討委員会（順不同・敬称略）

委員長	大橋 好光	東京都市大学名誉教授
委員	稲山 正弘	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
	成瀬 友宏	国立研究開発法人建築研究所 防火研究グループ長
	逢坂 達男	（一社）日本木造住宅産業協会 技術開発委員長
	坂口 晴一	（一社）日本ツーバイフォー建築協会 技術部長
	青木 哲也	（一社）JBN・全国工務店協会 理事 中大規模木造委員会委員長
	功刀 友輔	（一社）中大規模木造プレカット技術協会 理事
	金井 邦夫	木造住宅接合金物協会 会長
オブザーバー	金子 弘	（公財）日本住宅・木材技術センター専務理事
	飯島 敏夫	（公財）日本住宅・木材技術センター参与・認証部長
	平原 章雄	木構造振興（株）常務取締役
行政	竹本 央記	林野庁 林政部木材産業課 住宅資材班 課長補佐（～9月）
	熊谷 有理	林野庁 林政部木材産業課 住宅資材班 専門官（10月～）
	小林 真大	林野庁 林政部木材産業課 住宅資材班 住宅資材技術係長（～6月）

	吹抜 祥平	林野庁 林政部木材産業課 住宅資材班 住宅資材技術係長(7月～)
コンサル	花井 勉	(株) えびす建築研究所 代表取締役
	飯田 秀年	(株) えびす建築研究所 開発室室長
	山根 光	(株) えびす建築研究所 開発室主任
	中村 亮太	(株) えびす建築研究所 開発室
	高岡 繭子	(株) えびす建築研究所 開発室
	加來 千紘	桜設計集団一級建築士事務所
事務局	沼田 良平	(一社) 木を活かす建築推進協議会 事務局長
	飯野 貴	(一社) 木を活かす建築推進協議会 研究主幹
	高田 峰幸	(一社) 木を活かす建築推進協議会 研究主査

◆高耐力壁等開発検討WG(順不同・敬称略)

主査	大橋 好光	(前述)
委員	稲山 正弘	(前述)
	高橋 雅司	(一社) 日本木造住宅産業協会 技術開発部長
	潮 康文	木造住宅接合金物協会
	川原 重明	(一社) 中大規模木造プレカット技術協会 理事
	足立 剛	(一社) JBN・全国工務店協会 中大規模木造委員会委員
オブザーバー	飯島 敏夫	(前述)
	後藤 隆洋	(公財) 日本住宅・木材技術センター 構造試験室長
	平原 章雄	(前述)

行政 ----- (前述と同) -----

コンサル	花井 勉	(株) えびす建築研究所 代表取締役
	飯田 秀年	(株) えびす建築研究所 開発室室長
	山根 光	(株) えびす建築研究所 開発室主任
	中村 亮太	(株) えびす建築研究所 開発室
	高岡 繭子	(株) えびす建築研究所 開発室

事務局 ----- (前述と同) -----

◆防火設備等開発検討WG(順不同・敬称略)

主査	成瀬 友宏	(前述)
委員	高橋 濟	アイエヌジー株式会社 代表取締役
オブザーバー	鈴木 淳一	国土交通省 国土政策総合研究所 建築研究部 防火基準研究室 主任研究官
	関 芳和	日本電気硝子株式会社 コンシューマーガラス事業本部 担当部長
	山崎 慎一郎	株式会社山崎屋木工製作所 代表取締役
	佐藤 章	(公財) 日本住宅・木材技術センター 防耐火試験室長
	平原 章雄	(前述)

行政 ----- (前述と同) -----

松田 かりん 国土交通省 住宅局 参事官（建築企画担当）付 防火係長
 コンサル 安井 昇 桜設計集団一級建築士事務所 代表
 加來 千紘 （前述）
 事務局 ----- （前述と同） -----

1.4 実施スケジュール

この事業は、過去の2年間は、高耐力壁と接合金物の開発・検討等（主に仕様の追加）を引き続き行うとともに、耐力壁と接合金物を組み合わせた設計モデルの構築・解析、タイダウンシステム等の新たな金物の検討を行うとともに、昨年度は高性能準耐火壁の開発・検討等も行った。

今年度は、昨年度までの実績の積み重ねとして、高耐力壁、接合金物及び高性能準耐火壁についてさらなる仕様の追加を目指し、性能把握などを行うとともに、新たに上階延焼抑制防火設備の開発・検討等を行った。事業スケジュールを表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 事業スケジュール

月	委員会・WG 開催	高耐力壁の開発・検討	接合金物の開発・検討	解析モデルの構築（更新）	高性能準耐火壁の開発・検討	上階延焼抑制防火設備の開発・検討
5月		要素試験の検討				
6月	壁WG、窓WG委員会		仕様の検討	モデルの構築	試験体仕様検討	試験体仕様検討
7月						試験体製作
8月	壁WG	要素試験の実施 【前半】 試験体仕様検討 試験体製作・試験	タイダウンシステムの検討	ブレ解析		
9月	壁WG	試験結果の分析			試験体製作	
10月		【後半】 試験体仕様検討 試験体製作・試験	柱頭・柱脚金物、めり込み防止金物の検討	本解析	試験 試験結果の分析	試験 試験結果の分析
11月		試験結果の分析				
12月	壁WG	要素試験の実施（面材）	試験体製作			
1月	窓WG委員会	要素試験の実施（端空）	試験、試験結果の分析			
2月						
事業報告書の取りまとめ						

注) 壁WG：高耐力壁等開発検討WG、窓WG：防火設備等開発検討WG
 事業期間：令和3年5月11日～令和4年2月21日

1.5 事業の効果

この事業を行うことにより、主に以下の効果を与えることを期待する。

- (1) これまでS造やRC造を専門とされていた設計者や、住宅建築を中心に扱ってきた工務店・大工の方々などが、非住宅分野の木造化に取り組むきっかけとなるようにしたい。非住宅・中大規模木造建築物（既成市街地内に立地する3、4階建て店舗、事務所等）については、年間1,500棟、300万㎡建設されているが、主に旧来の耐火建築物基準で造られている。現行の建築基準法関係法令上、耐火建築物相当でもよい建築物については、再生産可能な生物材料であり、かつ地球温暖化の原因の一つであるCO₂を吸収・固定する木材の利用を推進したい。
- (2) 高耐力壁及び接合金物の標準化を行うことによって、価格競争や材料の選定、仕口加工等について合理化を図り、木造工事のコストダウンに繋げられるよう、非住宅・中大規模木造建築設計者への設計の手引きとしたい。
- (3) 耐力壁と接合金物を組み合わせた状態での性能発現メカニズムを解析し、材料自身、面材-軸材固定用のくぎ等の要素の性能も勘案して、モデル化した壁倍率を提示したい。
- (4) 60分間を超える準耐火構造壁について、国土交通大臣認定を取得するための標準的な仕様、注意点などを提示したい。
- (5) 45分間以上の性能を有する上階延焼抑制防火設備（木製窓）について、国土交通大臣認定を取得するための標準的な仕様を提示したい。
- (6) この事業で得た技術を、国の統一基準である「公共建築木造工事標準仕様書」に適合するように規格化とすることによって、品質性能等の関係書類の省略や品質確保の安定した生産供給を行うことが可能となり、非住宅・中大規模木造建築物の普及が大きく推進したい。