

令和3年度建築基準整備促進事業

(F20)

# 耐火構造の構造方法の告示化に係る検討

株式会社竹中工務店

株式会社ドット・コーポレーション

共同研究：国立研究開発法人建築研究所

# 事業の目的

## 目的

耐火構造については、建築物の階数に応じ非損傷性の要求時間が1時間刻みで設定されているが、木造の仕様については告示では非損傷性の要求時間が1時間の仕様しか整備されていない。また、平成30年の法改正により可能となったより長時間の準耐火性能を有する準耐火構造による設計を行う際、主要構造部の一部に耐火構造の仕様を用いる場合に、耐火構造の有する準耐火性能については必ずしも明らかになっておらず、設計が困難な状況にある。

⇒本事業では、非損傷性の要求時間が1時間を超える木造耐火構造の仕様の特定、耐火構造の有する準耐火性能の明確化のための検討・実験を行った。

# 実施体制

## 検討委員会

委員長	河野守	東京理科大学
委員	平島岳夫	千葉大学大学院
	豊田康二	(一財) 日本建築総合試験所
	金城 仁	(一財) ベターリビング
	平沼宏之	(一財) 建材試験センター
	安井 昇	桜設計集団一級建築士事務所
	成瀬友宏	建築研究所
	鍵屋浩司	建築研究所 (8/1以降 東北工業大学)
	野秋政希	建築研究所
協力委員	岩見達也	国土交通省国土技術政策総合研究所
	鈴木淳一	国土交通省国土技術政策総合研究所
	水上点晴	国土交通省国土技術政策総合研究所

## タスクフォース (TF)

メンバー	成瀬友宏	建築研究所
	鈴木淳一	国土交通省国土技術政策総合研究所
	水上点晴	国土交通省国土技術政策総合研究所

事務局	小林道和、花井厚周、長岡勉、蛇石貴宏 竹中工務店 平野陽子、中村亜弥子、山崎渉 (株) ドット・コーポレーション
-----	---

# 実施概要

本事業は令和3～4年度の2か年にわたり以下を実施。

I. 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

II. 耐火構造の床・壁の仕様の準耐火性能の把握

## 今年度実施内容

I.の進め方	II.の進め方
手順1: 目標性能の設定	手順1: 検討対象についての整理
手順2: ニーズの把握	手順2-1: 木造耐火壁の終局性能の確認実験の実施
手順3: 柱の小試験体実験による仮仕様の確認	手順2-2: LGS壁の終局性能の確認実験の実施
手順4: 壁の実大載荷実験による仕様の確認	
手順5: 柱の実大載荷実験による仕様の確認	

## (1) 目標性能の設定

令第107条の耐火性能の体系が1時間刻みとなっており、2時間耐火構造が要求されるのは最上階から数えて5階～14階（5～18階建て）が対象となる。今後の木造建築物の普及が期待される階数は6～7階建て（高くても9階）と予想されることから、今後の法整備の方針を踏まえ、耐火性能90分間および120分間を目標として検討することとした。

## (2) ニーズの把握→柱・壁の仕様の決定

目標性能の90分間、120分間に対しては、被覆材の枚数・厚さが増えるが、実際に施工する際に非現実的な仕様となる可能性がある。

⇒設計者、材料メーカーに現状をヒアリングして、候補となる仕様の選定を行った。

⇒熱橋となる被覆の留め付けビスが集中することを避けるために、各被覆層の目地ずらし、十字目地の禁止、コーナービードの設置、またはビスからステープルへの変更などが有効であると考えられるため、詳細な仕様について実験により確認を行った。

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## (3) 柱の小試験体実験による仮仕様の確認

ニーズ調査を踏まえ、仕様の最終決定を行うため、以下の表に示す仕様にて実験を行った（90分間：4仕様、120分間：5仕様）。

※試験体は各1体

耐火時間	試験体 No.	被覆材				目地 (上、中、下張り)	目地 (平面)	コーナー ビード (厚 0.27mm)
		層構成	留付方法 注1					
90分	①	GB-F(V)25mm×2	下張り	ビス (L41mm@303)		上張り、下張り ですらす		
			上張り	ステープル (L38mm@200 全面)+酢ビ (180g/m2)				
	②		下張り	ビス (L41mm@303)				
			上張り	ビス (L65mm@200)				
	⑧	GB-F(V)21mm×3	下張り	ビス (L38mm@303)				
			中張り	ビス (L57mm@303)				
			上張り	ステープル (L38mm@200 全面)+酢ビ (180g/m2)				
			⑨	下張り	ビス (L38mm@606)			
中張り				ビス (L57mm@303)				
上張り				ビス (L90mm@303)				
120分	③	GB-F(V)25mm×3	下張り	ビス (L41mm@606)		中張りのみですらす (下・上張りは同じ)	直角面ですらす (横)	L-75 t0.27mm 溶融亜鉛メッキ鋼板  2カ所対角 (ステープル仮留め)
			中張り	ビス (L65mm@303)				
			上張り	ステープル (L38mm@200 全面)+酢ビ (180g/m2)				
	④		下張り	ビス (L41mm@606)				
			中張り	ビス (L65mm@303)				
			上張り	ビス (L90mm@303)				
	⑤	GB-F(V)25mm×2 上張り:0.5TK15mm	下張り	ビス (L41mm@606)				
			中張り	ビス (L65mm@303)				
			上張り	ステープル (L25mm@200 全面)				
			⑥	下張り	ビス (L41mm@606)			
	中張り	ビス (L65mm@303)						
	上張り	ビス (L90mm@303)						
	⑦	GB-F(V)25mm×2 上張り:0.5TK20mm	下張り	ビス (L41mm@606)				
中張り			ビス (L65mm@303)					
上張り			ステープル (L32mm@200 全面)					

注1：準耐火構造の性能確認の際には、木部が炭化してもボードが保持できるよう、留付材長さを+10mm以上とする。（例：L41mmの場合、L=51mm以上とする。）

- ・最外層がビス留めの場合は、T字目地として、留付材からの熱侵入を抑制する。
- ・0.5TK15mmのステープルの足長については、一般的に施工者の利用状況を踏まえて、板厚+10mmとなる25mmとする。(L=28mmが他の仕様と同等の足長さ)
- ・木口部分のビス止め離隔距離は、20mm以上が推奨となる。試験体では離隔距離15mmで検証した。試験体では下穴をあけて施工する。

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## 実験結果：90分間

※試験体は各1体

耐火時間	試験体No.	被覆材				目地 (上、中、 下張り)	目地 (平面)	コーナー ビード (厚 0.27mm)
		結果	層構成	留付方法 注1				
90分	①	✗	GB-F(V) 25mm×2	下張り	ビス(L41mm@303)	上張り、 下張り でずらす		
				上張り	ステーブル(L38mm@200 全面) +酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )			
	②	✗	GB-F(V) 25mm×2	下張り	ビス(L41mm@303)			
				上張り	ビス(L65mm@200)			
	⑧	○ (コーナー ビード不 要)	GB-F(V) 21mm×3	下張り	ビス(L38mm@303)	中張りのみ ずらす (下・上張り は同じ)	直角面で ずらす (横)	L-75 t0.27mm 溶融亜鉛メ ッキ鋼板
				中張り	ビス(L57mm@303)			
				上張り	ステーブル(L38mm@200 全面) +酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )			
	⑨	○ (コーナー ビード要)	GB-F(V) 21mm×3	下張り	ビス(L38mm@606)			2カ所対角 (ステーブル 仮留め)
				中張り	ビス(L57mm@303)			
上張り				ビス(L90mm@303)				

- ①、②試験体は、大幅に遮熱性が不足したため、加熱開始150分程度で、隅角部の温度は400℃を超えた
- ⑧、⑨試験体は、3枚張りとしたことで十分な遮熱性が確保されたため、隅角部の温度は一部を除き200℃程度に留まった。
- ⑧試験体（留付：ステーブル）では、コーナービード有の方が隅角部の温度が低温となり、炭化深さも小さくなった。⑨試験体（留付：ビス）では、ビスの熱橋などの影響により、コーナービード有の方が局所的に温度が高くなった。

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## 実験結果：120分間

※試験体は各1体

耐火時間	試験体 No.	被覆材				目地 (上、中、下張り)	目地 (平面)	コーナービード (厚 0.27mm)
		結果	層構成	留付方法 注1				
120分	③	OK (コーナービード不要)	GB-F(V) 25mm×3	下張り	ビス(L41mm@606)	中張りのみ ずらす (下・上張りは同じ)	直角面で ずらす (横)	L-75 t0.27mm 溶融亜鉛メッキ鋼板  2カ所対角 (ステーブル仮留め)
				中張り	ビス(L65mm@303)			
				上張り	ステーブル(L38mm@200 全面) +酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )			
	④	NG	GB-F(V) 25mm×3	下張り	ビス(L41mm@606)			
				中張り	ビス(L65mm@303)			
				上張り	ビス(L90mm@303)			
	⑤	NG	GB-F(V) 25mm×2 上張り: 0.5TK15mm	下張り	ビス(L41mm@606)			
				中張り	ビス(L65mm@303)			
				上張り	ステーブル(L25mm@200 全面)			
	⑥	NG	GB-F(V) 25mm×2 上張り: 0.5TK15mm	下張り	ビス(L41mm@606)			
				中張り	ビス(L65mm@303)			
				上張り	ビス(L90mm@303)			
⑦	OK (コーナービード不要)	GB-F(V) 25mm×2 上張り: 0.5TK20mm	下張り	ビス(L41mm@606)				
			中張り	ビス(L65mm@303)				
			上張り	ステーブル(L32mm@200 全面)				

- ③試験体は、一定の遮熱性が確保された
- ④試験体は、③と比べ留付にビスを用いたため隅角部が炭化した。
- ⑤、⑥試験体は、隅角部の温度は一部を除き230℃を超えており、十分な遮熱性を確保できなかった。
- ⑦試験体は、隅角部の温度は200℃以下に留まっており、十分な遮熱性を確保できており、変色も発生していない。



# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## (4) 柱の実大載荷実験による仕様の確認

小試験体の結果を受けて、以下の被覆の仕様で、柱の実大載荷実験を行う（令和4年度実施予定）。また、荷重支持部材の寸法を105角、210角の2仕様とし、合計4体とする。

なお、いずれの仕様も上張りの留付方法はステーブルとする。

90分間                    強化せっこうボード21mm×3

120分間                   強化せっこうボード25mm×3

※試験体は各1体

耐火時間	試験体 No.	荷重支持部材	被覆材				目地 (上下)	目地 (平面)	コーナービード (厚 0.27mm)
			層構成	留付方法					
90分耐火	C	105mm 角	GB-F(V) 21mm×3	下張り	ビス (L38mm@303)		中張りのみならず (下・上張りは同じ)	直角面 でずらす (横)	L-75 t0.27mm 溶融亜鉛メッキ鋼板  2カ所対角 (ステーブル仮留め)
	D	210mm 角		中張り	ビス (L57mm@303)				
				上張り	ステーブル (L38mm@200 全面) + 酢ビ (180g/m <sup>2</sup> )				
120分耐火	E	105mm 角	GB-F(V) 25mm×3	下張り	ビス (L41mm@606)		中張りのみならず (下・上張りは同じ)	直角面 でずらす (横)	L-75 t0.27mm 溶融亜鉛メッキ鋼板  2カ所対角 (ステーブル仮留め)
	F	210mm 角		中張り	ビス (L65mm@303)				
				上張り	ステーブル (L38mm@200 全面) + 酢ビ (180g/m <sup>2</sup> )				

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## (5) 壁の実大載荷実験による仕様の確認

柱の小試験体の結果(3)を受けて、以下の被覆の仕様で、上張りの留付方法をステーブルもしくはビスの2仕様、各1体の合計6体の壁の実大載荷実験を行った。

90分間 強化せっこうボード21mm×3

120分間強化せっこうボード25mm×3

120分間強化せっこうボード25mm×2+けい酸カルシウム板15mm

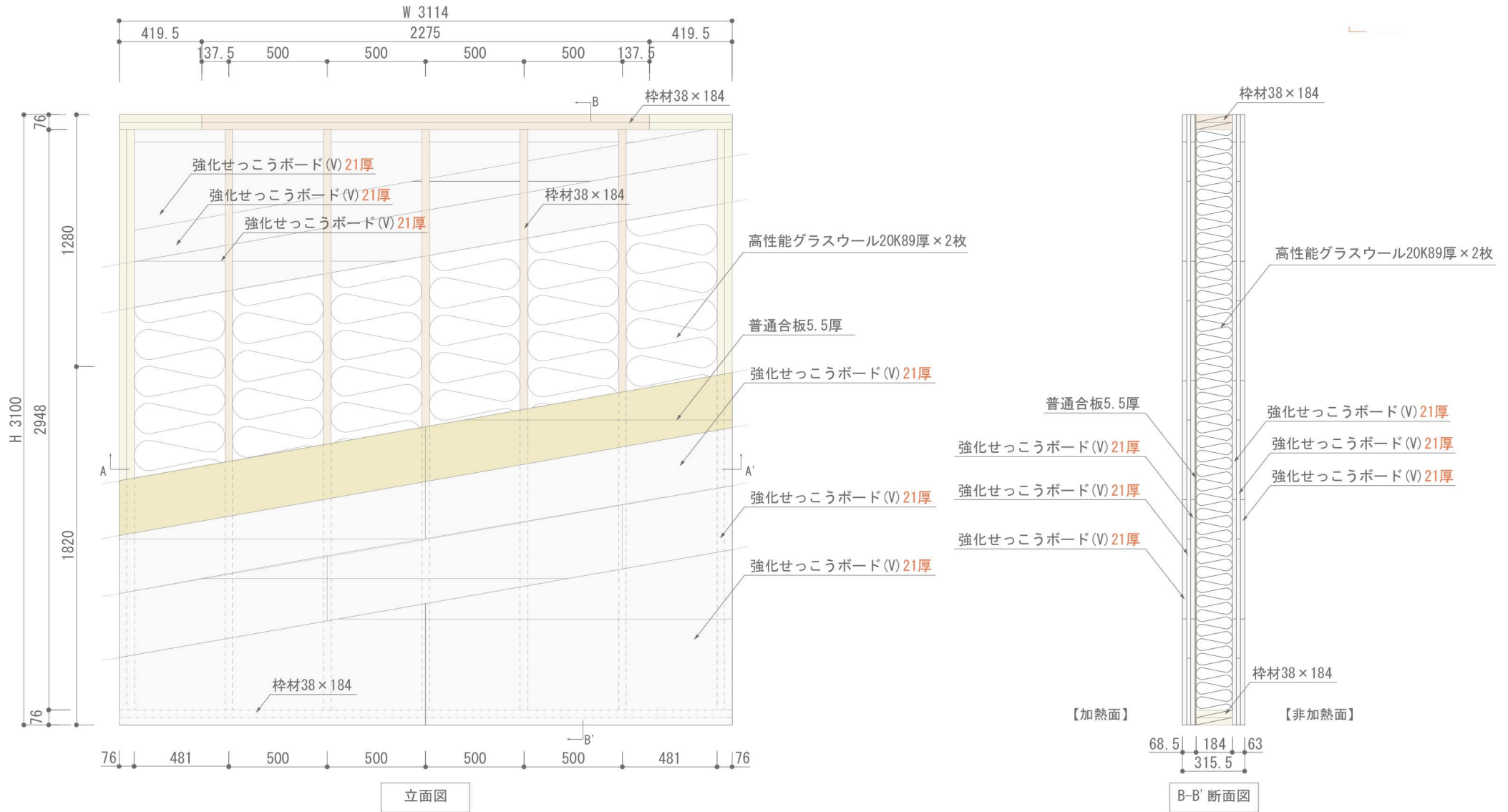
※試験体は各1体

耐火時間	試験体 No.	被覆材			目地 (上下)	目地 (平面)
		層構成	留付方法			
90分	①	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L38mm@303)	中張りのみならず (下・上張りは同じ)	十字
			中張り	ビス(L57mm@303)		
			上張り	ステーブル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		
	②	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L38mm@606)		十字
			中張り	ビス(L57mm@303)		T字
			上張り	ビス(L90mm@303)		
120分	③	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)	中張りのみならず (下・上張りは同じ)	十字
			中張り	ビス(L65mm@303)		
			上張り	ステーブル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		
	④	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)		十字
			中張り	ビス(L65mm@303)		T字
			上張り	ビス(L90mm@303)		
	⑤	GB-F(V) 25mm×2 +0.5TK15mm 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)		十字
			中張り	ビス(L65mm@303)		
			上張り	ステーブル(L25mm@200 全面)		
	⑥	GB-F(V) 25mm×2 +0.5TK15mm 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)		十字
			中張り	ビス(L65mm@303)		
			上張り	ビス(L90mm@303)		

※各試験体は断熱材(GW)ありとしている。これは、耐火性能においては断熱材ありの方が不利側ということが既往の研究より明らかとなっているため。

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## 試験体図 (例：90分間)



- 木製下地は、荷重支持部の最小寸法が軸組構法に比べて小さい桝組壁工法とした。
- 防火被覆が荷重負担する効果を低減するため、2×4材ではなく2×8材を用いた。

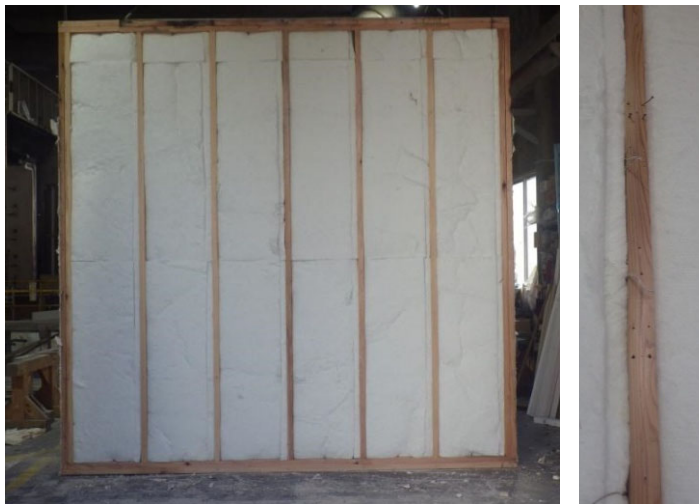
# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## 実験結果：90分間

※試験体は各1体

耐火時間 準耐火時間	試験 体 No.	被覆材					
		結果	層構成	留付方法	目地 (上下)	目地 (平 面)	
90分	①	非損傷性:OK 遮熱性:OK 炭化:OK	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス (L38mm@303)	中張りの みずらす (下・上張 りは同じ)	十字
				中張り	ビス (L57mm@303)		
				上張り	ステーブル (L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系 接着剤 (180g/m <sup>2</sup> )		
	②	非損傷性:OK 遮熱性:OK 炭化:NG	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス (L38mm@606)		十字
				中張り	ビス (L57mm@303)		
				上張り	ビス (L90mm@303)		

- ①試験体（留付：ステーブル）では、十字目地の部分であっても木部に炭化痕などは確認されなかった。一方、②試験体（留付：ビス）では、T型目地の部分で目地部における熱橋が発生し、合板、スタッドのビス部分に局所的な、炭化痕と熱分解等が確認された。



①試験体 試験後 木製下地



②試験体 試験後 木製下地

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

## 実験結果：120分間（GB-F(V)25mm×3）

※試験体は各1体

耐火時間 準耐火時間	試験 体 No.	被覆材					
		結果	層構成	留付方法		目地 (上下)	目地 (平 面)
120分	③	非損傷性:OK 遮熱性:OK 炭化:OK	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)	中張りの みずらす (下・上張 りは同じ)	十字
				中張り	ビス(L65mm@303)		
				上張り	ステーブル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系 接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		
	④	非損傷性:OK 遮熱性:OK 炭化:OK	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L41mm@606)		十字
				中張り	ビス(L65mm@303)		
				上張り	ビス(L90mm@303)		

- ③試験体（留付：ステーブル）では、十字目地の部分であっても木部に炭化痕などは確認されなかった。一方、④試験体（留付：ビス）では、T字目地の部分で目地部における熱橋が発生し、合板の一部、スタッドのビス部分の木部の表面に局所的な熱分解等が確認された。



③試験体 試験後 木製下地



④試験体 試験後 木製下地

# 60分を超える木造耐火構造の仕様の検討

実験結果：120分間（GB-F(V)25mm×2+0.5TK15mm）

※試験体は各1体

耐火時間 準耐火時間	試験 体 No.	被覆材					
		結果	層構成	留付方法	目地 (上下)		
120分	⑤	非損傷性:OK ○ 遮熱性:OK 炭化:OK	GB-F(V) 25mm × 2 +0.5TK15mm 高性能 GW 充填 20K 89mm × 2	下張り	ビス(L41mm@606)	中張りの みずらす (下・上張 りは同じ)	十字
				中張り	ビス(L65mm@303)		
				上張り	ステーブル(L25mm@200 全面)		
	⑥	非損傷性:OK ✕ 遮熱性:OK 炭化:NG	GB-F(V) 25mm × 2 +0.5TK15mm 高性能 GW 充填 20K 89mm × 2	下張り	ビス(L41mm@606)	十字	
中張り				ビス(L65mm@303)			
上張り				ビス(L90mm@303)	T字		

- ⑤試験体（留付：ステーブル）では、試験体中央部の十字目地の部分であっても木部に炭化痕などは確認されなかった。一方、⑥試験体（留付：ビス）では、試験体中央および下部の十字目地の部分で留付材の集中する箇所の合板の一部とスタッド表面に局所的な炭化と熱分解等が確認された。



⑤試験体 試験後 木製下地

⑥試験体 試験後 木製下地

本検討の目的は、

耐火構造の間仕切壁・床の準耐火構造としての性能（終局性能）を確認し、耐火構造→準耐火構造の換算を可能とすること

- 現状では、法第21条、法第27条の火災時・避難時倒壊防止構造による建築物において、75分間準耐火構造等とする場合に1時間耐火構造や2時間耐火構造の壁・床を使うことはできないが、換算ができればこれが可能となる。
  - ⇒例えば、75分間準耐火構造を用いる火災時・避難時倒壊防止構造による建築物の場合に、階段室では120分間（75分間×1.6倍）の準耐火構造が必要。このような仕様は現在存在しないが、既にある1時間耐火構造、2時間耐火構造を準耐火構造の性能に換算することが可能になれば、すぐに流用することができる
  - ⇒現在は1時間耐火構造、2時間耐火構造については遮熱性が1時間しか検証されておらず、それも含め別途、終局性能の確認が必要となる
- 1時間を超える耐火構造の終局性能を実験により確認し、耐火構造→準耐火構造の換算の検討を進める。

## (1) 検討対象についての整理

今年度は、まずは壁を対象とした。

- 壁の仕様としては木造壁、非木造壁があり、制度上の区分としては告示仕様と大臣認定仕様がある
- 木造壁、非木造壁では、それぞれ整備されてきた条件や実態上の性能が大きく異なり、また、ニーズも異なることを加味し、対象を絞り込んだ

### ○木造壁・非木造壁の実態上の性能の違い

	実態上の遮熱性能	実態上の非損傷性 長時間の準耐火構造では、終局性能を確認し、安全率1.2で割り戻したものが区分される時間となる。よって、91分 ( $>75 \times 1.2 = 90$ ) の終局性能があれば75分間準耐火構造に区分。
木造系	被覆内部の木部の炭化をクライテリアとしていることから、非加熱面の遮熱性能は、十分に満足している。	木材が炭化した後の非損傷性による。
不燃系	裏面温度がクライテリアであるため、要求耐火時間 $\times 1.2$ 倍(後追い相当)以上である。	不燃系耐火構造は72分間の終局性能があれば、1時間耐火構造となる。



## <木造耐火壁>

比較的長時間の終局性能が必要となることからすでに告示化されている1時間耐火構造ではニーズをクリアできないため、本事業で検証する告示化を目指す90分間、120分間の木造耐火壁を対象とする。

木造の耐火構造壁の大臣認定の仕様はほぼすべてが石こうボード等での被覆型であるが、これらを告示仕様と比較すると、前者は被覆材を可能な限り薄くするために目地処理時にアルミテープを用いるなどの工夫を行っている。従来告示では、被覆の種類と厚さが示されてきたので、これらの工夫を前提とせず、施工精度の性能への影響も考慮して、被覆性能に比較的余裕のある仕様となっている。

## <非木造耐火壁>

広く利用されているLGS壁の1時間耐火構造・間仕切り壁の大臣認定仕様を対象とした。

木造の耐火建築物等において非木造の耐火間仕切り壁が用いられている事例としては、防火区画で求められる防火上主要な間仕切り壁があり、具体的な仕様としてはLGS下地石こうボード被覆壁となる。LGS壁については告示の例示仕様に示されているが、実際に利用されているのは各メーカーが取得している大臣認定仕様がほとんどである。また、防火上主要な間仕切り壁は戸境壁となる場合も多く、その場合は遮音の性能も求められ、遮音性能の大臣認定も併せて取得している例がほとんどである。

## (2) 木造耐火壁の終局性能の確認実験の実施

対象とする木造耐火壁は、本事業で性能が確認できた90分間、120分間耐火構造の仕様の壁とする（下表）。

なお、いずれの仕様も上張りの留付方法はステープルとする。

90分間                    強化せっこうボード21mm×3

120分間                  強化せっこうボード25mm×3

+ 断熱材の終局性能への影響については不明であるため、断熱材の有無の2仕様 計4体実施

※試験体は各1体

耐火時間	試験体 No.	被覆材			目地 (上下)	目地 (平面)
		層構成	留付方法			
90分耐火 終局性能	⑦	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L38mm@303)	中張りのみならず (下・上張りは同じ)	十字
			中張り	ビス(L57mm@303)		
			上張り	ステープル(L38mm@200 全面)+酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )		
	⑧	GB-F(V) 21mm×3 無断熱	下張り	ビス(L38mm@303)		
中張り			ビス(L57mm@303)			
上張り			ステープル(L38mm@200 全面)+酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )			
120分耐火 終局性能	⑨	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り	ビス(L38mm@303)		
			中張り	ビス(L57mm@303)		
			上張り	ステープル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		
	⑩	GB-F(V) 25mm×3 無断熱	下張り	ビス(L38mm@303)		
中張り			ビス(L57mm@303)			
上張り			ステープル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系接着剤(180g/m <sup>2</sup> )			

# 耐火構造の床・壁の仕様の準耐火性能の把握

## 実験結果：90分間 120分間

- 試験体は、耐火性能を喪失するまで、加熱を継続した。いずれの試験体においても、荷重支持能力が喪失したため試験を終了した。

耐火時間 準耐火時間	試験 体 No.	被覆材				
		結果	層構成	留付方法	目地 (上下)	目地 (平面)
90分 準耐火	⑦	非損傷性 217.5min 遮熱性:217.5min 超 (裏面最高温度上昇: 10.7K)	GB-F(V) 21mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り ビス(L38mm@303) 中張り ビス(L57mm@303) 上張り ステープル(L38mm@200 全面)+酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )	中張りの みずらす (下・上張 りは同じ)	十字
	⑧	非損傷性 209.5min 遮熱性:209.5min 超 (裏面最高温度上昇: 18.3K)	GB-F(V) 21mm×3 無断熱	下張り ビス(L38mm@303) 中張り ビス(L57mm@303) 上張り ステープル(L38mm@200 全面)+酢ビ(180g/m <sup>2</sup> )		
120分 準耐火	⑨	非損傷性 228min 遮熱性:228min 超 (裏面最高温度上昇:7.5K)	GB-F(V) 25mm×3 高性能 GW 充填 20K 89mm×2	下張り ビス(L38mm@303) 中張り ビス(L57mm@303) 上張り ステープル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系 接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		
	⑩	非損傷性 221.5min 遮熱性:221.5min 超 (裏面最高温度上昇: 13.2K)	GB-F(V) 25mm×3 無断熱	下張り ビス(L38mm@303) 中張り ビス(L57mm@303) 上張り ステープル(L38mm@200 全面)+酢酸ビニル樹脂系 接着剤(180g/m <sup>2</sup> )		

- 断熱材を充填した方が、木部の炭化が抑制されることから、幾分崩壊時間が長くなったと考えられる。
- 90分間、120分間のそれぞれの試験体の防火被覆厚さは、63mm、75mmで、耐火時間としては30分間の差があるが、準耐火性能の差は10分程度であった。

## (3) LGS壁の終局性能の確認実験の実施

ここで対象とする非木造耐火壁は、FP060NP-0175（吉野石膏S12・W1両面壁、断熱材有り）に準じた1時間耐火構造の仕様の壁とする。

強化せっこうボードの厚さ2仕様 断熱材の有無2仕様、合計4仕様各1体で実験を行った。

※試験体は各1体

試験体名	せっこうボード	断熱材
A-n	下張り：GB-F (V) 15mm	無し
A-g	上張り：GB-F (V)15mm	24kg/m <sup>3</sup> 、厚25mm
B-n	下張り：GB-F (V) 21mm	無し
B-g	上張り：GB-F (V)12.5mm	24kg/m <sup>3</sup> 、厚25mm

- ・ 下張り：GB-F (V) t15用 ビスφ3.5L25@200  
GB-F (V) t21用 ビスφ3.5L32@200
- ・ 上張り：GB-F (V) t15用 ステープルw4L25+接着剤 150g/m<sup>2</sup>  
GB-F (V) t12.5用 ステープルw4L25+接着剤 150g/m<sup>2</sup>



# 耐火構造の床・壁の仕様の準耐火性能の把握

実験結果：90分間 120分間

※試験体は各1体

試験体	せっこうボード	断熱材	【結果】遮炎・遮熱時間
A-n	下張り：GB-F (V) 15mm	無し	2時間2分 (遮熱)
A-g	上張り：GB-F (V) 15mm	24kg/m <sup>3</sup> 、厚25mm	1時間55分 (遮熱)
B-n	下張り：GB-F (V) 21mm	無し	2時間50分 (遮炎)
B-g	上張り：GB-F (V) 12.5mm	24kg/m <sup>3</sup> 、厚25mm	2時間33分 (遮熱)

- Aシリーズの遮炎・遮熱時間は約2時間で、Bシリーズはいずれも2時間半を超えており、Bシリーズの遮炎・遮熱時間の方が長くなった。強化せっこうボードの総厚が、Aシリーズは60mmであるのに比べ、Bシリーズは67mmと厚いことが主な理由と考えられる。
- 断熱材の有無に関しては、両シリーズともに断熱材ありの遮炎・遮熱時間の方が短くなった。1時間耐火性能での評価では断熱材ありの方が性能が高いとされ、今回の終局性能の評価でも同様になると想定していたが、結果は逆となった。  
⇒断熱材がある場合、熱が逃げにくくなることで加熱側の強化せっこうボードの温度上昇が早まり、想定よりも短い時間で崩落。その後、断熱材（グラスウール）が燃焼し、非加熱側の下張りの強化せっこうボードの熱劣化が急激に進んだため、断熱材ありの方が遮炎・遮熱時間が短くなったと推察される。

# 耐火構造の床・壁の仕様の準耐火性能の把握

## LGS壁 次年度の検討方針

断熱材ありの遮炎・遮熱時間が短くなったことに対して、

- 加熱側の強化せっこうボードが崩落するタイミングで終局性能が決まってしまうため、試験体材料や施工のばらつきが終局性能に影響している可能性がある。
- スタッドの寸法（45×45×0.4）が一般的に使用される寸法よりも小さい。長時間加熱の実験であることから、スタッドの断面寸法が終局性能へ及ぼす影響が、これまでの知見とは異なる可能性がある。

次年度は以下を条件として比較実験を行う（下表は想定する仕様）。

- 試験体数を増やす（各仕様で2体ずつ実施）
- 一般的な仕様としてスタッドの寸法を45×65mmとする
- 一般的な仕様としてスタッドを千鳥配置した仕様を追加する

試験体	せっこうボード	断熱材	LGS
C-n	下張り：GB-F (V) 21mm 上張り：GB-F (V) 12.5mm	無し	共用LGS 45mm×65mm
C-g		24kg/m <sup>3</sup> 、厚50mm	
D-g		24kg/m <sup>3</sup> 、厚50mm	千鳥LGS 45mm×65mm (ランナー75mm) 22