

東京理科大学「火災安全科学研究拠点」

■ 研究成果概要報告書

研究課題		既存の長屋型木造建築に施工可能な小屋裏界壁の開発	実施年度
			平成 29 年度
研究代表者	所属	早稲田大学	
	氏名	長谷見雄二	
	問合せ先メールアドレス	hasemi@waseda.jp	
受入担当責任者	氏名	松山 賢	

1. 研究の背景および目的

糸魚川市街地火災(2016)等、近年の木造密集市街地の集団火災では、長屋型木造建築の小屋裏延焼が初期の建物間の急速な火災拡大の重要な要因となっている。その対策として建築基準法施行令第 114 条では準耐火構造の小屋裏界壁を要求しているが、既存木造建築物への設置は施工上極めて困難で、古い長屋型木造建築では未設置のまま放置されている場合が多い。写真 1 は、市街地火災の延焼限界部分であるが、妻側の戸境壁は存在するも小屋裏界壁が未設置であるため、火炎が屋根面下を伝い延焼したことが確認できる。

小屋裏界壁未設置による隣戸延焼が急速なのは、下方の居室が盛期火災に達し天井を抜けて噴出する火炎が、屋根面下を水平に拡がって薄い天井板や更にその下の居室の可燃物に着火させ、これらが消防活動前に発生する機会が多いためである。

そこで本研究では、小屋裏延焼の遅延を目標とした既存木造長屋に施工可能な改修手法開発の手がかりとして、通常の火災時に消防活動開始まで延焼遅延可能な乾式工法による簡易な小屋裏界壁仕様の把握を目指した。実験は、一般的な長屋型木造建築の小屋裏を部分的に模した屋根型の装置の端部にせっこう系面材による界壁を取り付け、天井を突破する火炎を拡散型バーナーで模して界壁が受ける入射熱と遮炎性の関係の把握を試みた。



写真 1 界壁延焼の様子城崎温泉市街地火災(2015)

2. 利用施設及び利用日

- ・ 燃烧熱量測定用フード (2017年8月21日～8月25日、8月28日～8月29日)

3. 実験方法・研究成果、および考察（申請時の計画に対する達成度合いも含む）

※継続課題の場合は、前年度との関係性、進展度合いについても記載すること。

①実験概要

本実験では、せっこうボードと強化せっこうボードの 2 種類を使用し、小屋裏等での加工作業が可能な限界と思われる 12.5mm 厚とした場合の遮炎性を検証し、面材との取り合い部についてはロックウールフェルトを使用し、界壁としての遮炎性能について検討を行った。

■実験装置：図 1 に示す。

本来小屋裏を構成する部材(母屋・棟木等)を省略し、簡易屋根型の実験装置を設計した。以下にその詳細を示す。

- ・屋根部分は、ケイ酸カルシウム板(25mm 厚)で代用した。
- ・小屋裏上部のみ再現し、天井は設けなかった。
- ・界壁面の下地材として束(30×40mm)を設置した。
- ・界壁面の反対側の妻側は開口部とし、垂壁を設けた。

■界壁面パネル：図 2 に示す。

界壁面材は強化せっこうボード(GB-F(V)) 12.5mm 厚、せっこうボード(GB-R)12.5mm 厚を用いた。以下にその詳細を示す。

- ・せっこう系面材は、延焼方向を問わず同じ延焼遅延効果が得られるように束を介して対称に両面張りとした。(写真 2)
- ・せっこう系面材には 910mm ごとに目地を設けた。
- ・目地部は取り付けビス(φ9×L28)を用いて 200mm 間隔で留めた。
- ・屋根部分との取り合い部の様子を写真 3 に示す。約 12mm の隙間が空くよう設計し、上からロックウールフェルトで覆った。これは、実際の長屋の小屋裏では、野地板の経年劣化から生じる撓みにより界壁との隙間が生じることを想定した。
- ・ロックウールフェルトの密度は 0.18~0.22(g/cm³)、厚み 10mm、幅 100mm である。取り付けにはステーブルを使用し、200mm の間隔で取り付けた。

②実験方法

火災加熱条件の設定については、直下の居室火災が成長して火炎が小屋裏に到達した段階を想定する。しかし、この段階での界壁部分の加熱性状を示す火災実験例がないため、火炎に接する固体表面の典型的な加熱条件として界壁面入射熱 50-100kW/m² を達成できるように、火源発熱速度と火源(ガスバーナー600mm×600mm)位置を調整した。

目標とする延焼遅延時間は、簡易な改修方法の確立を目指す過程で、まずは、外壁の弱点の延焼防止対策である防火設備の要求条件(通常火災 20 分)に倣い、20 分間とした。火災覚知・通報に適切な方策が講じられれば、日常火災において最上階で盛期火災到達後 20 分程度で消防活動を開始でき、市街地火災拡大の抑制へ役立つと考えられる。遮炎性能は目視

により判断した。

■測定項目

(1) 界壁面各部温度…図2に熱電対図を示す。

K 熱電対計 16点：面材部 12点 ロックウール部 4点(D1,11,15,16)

(2) その他、試験体非加熱面の熱映像及び映像記録・画像記録・目視観察による亀裂損壊の有無の測定

(3) 界壁面入射熱(別途測定)…図2に熱流計設置図を示す。

Gardon 型熱流計計 3点：界壁 3点(F1,2,3)

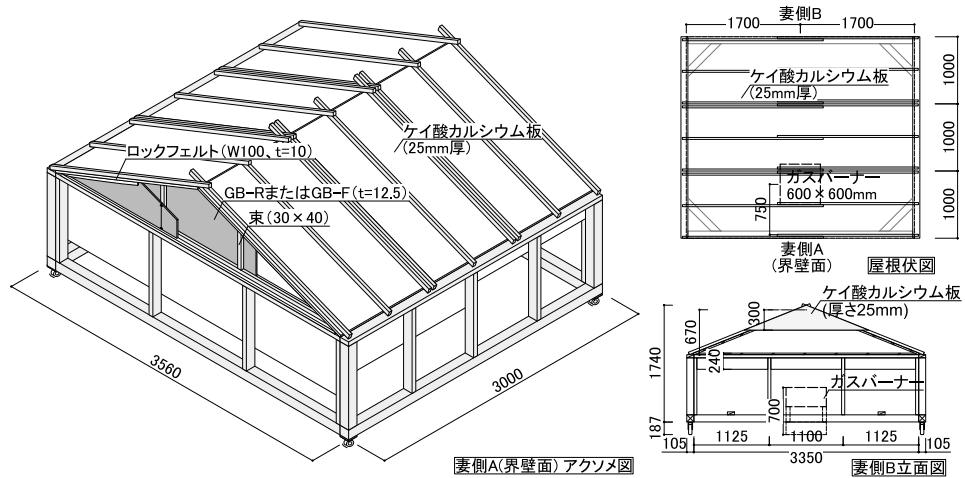


図1 試験体

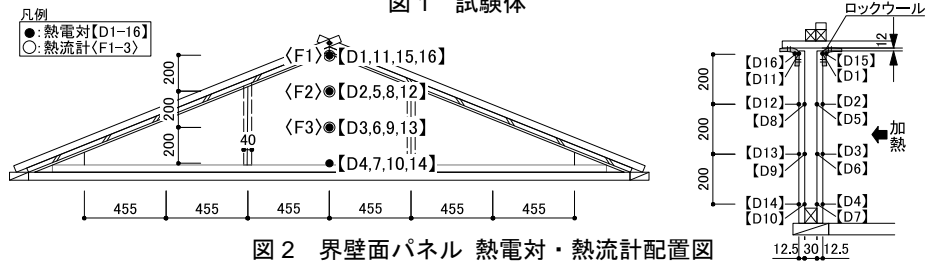


図2 界壁面パネル 熱電対・熱流計配置図
(左：立面図、右：界壁中央断面詳細図)



写真2 界壁面パネル

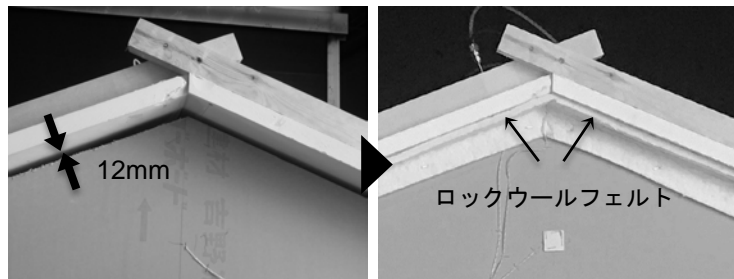


写真3 隙間充填の様子

③実験結果・考察

表 1 に実験結果概要、図 3,4 に界壁パネル中央の各面測定値を示す。強化せっこうボード(以下 GB-F(V))、せっこうボード(以下 GB-R)の両仕様とも、実験装置の木部に着火が確認され、安全確保のため 20 分で加熱終了したが、非加熱面側への遮炎性を加熱終了まで確保することが出来た。本加熱条件下においては、両仕様とも加熱側の損傷や過剰な温度上昇が発生せず、日常火災時の消防開始が期待される時間(本実験では 20 分程度と設定)より長時間の遮炎性能を担保する可能性が高い。尚、GB-R よりも亀裂損傷の発生を抑制できた GB-F(V)の両面張り仕様は、更に長く強い加熱下においても遮炎性能を保つことが期待でき、大地震等の非常時または地方都市など、消防が迅速に行われぬ事態へ展開の余地があると言える。

表 1 実験結果概要

試験体	試験時間	加熱強度	最高温度(°C)				入射熱 ^{*2} (kW/m ²)	亀裂の有無 (観測時間)	遮炎性	
			せっこう系面材 ^{*1}		充填ロックウール					
強化 せっこう ボード (GB-F(V))	20分	発熱速度 600 kW	加熱面	912.5	熱電対 D15	517	126.7	有(25分後)	○	
			中空層	加熱側	471.6	熱電対 D1		644.9		有 ^{*3}
				非加熱側	347.9	熱電対 D11		133		無
			非加熱面	95.3	熱電対 D16	76.2		無		
せっこう ボード (GB-R)	20分	発熱速度 600 kW	加熱面	931	熱電対 D15	899.7	126.7	有(3分後)	○	
			中空層	加熱側	506.1	熱電対 D1		454.3		有 ^{*3}
				非加熱側	405.6	熱電対 D11		133.9		無
			非加熱面	95.9	熱電対 D16	70.5		無		

*1 実験の結果、最高温度計測位置は全て D2

*2 実験 I とは別途行った、発熱速度 600kW 時の入射熱計測結果(最大値)による。

*3 中空層内部のため、加熱中の目視観測が不可能。加熱終了時には亀裂を観測。

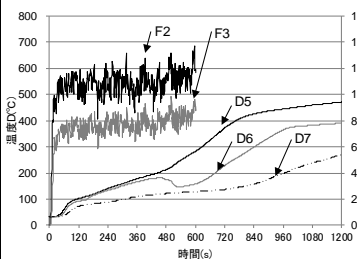


図 3-a 中空層加熱側
図 3 界壁中央の温度変化と入射熱

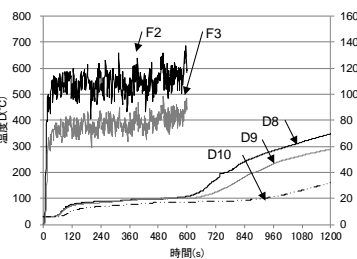


図 3-b 中空層非加熱側

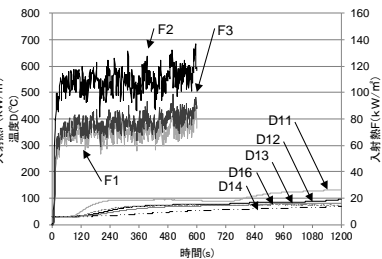


図 3-c 非加熱面
【強化せっこうボード(GB-F(V))】※入射熱 F1,2,3 の値は別途計測したもの

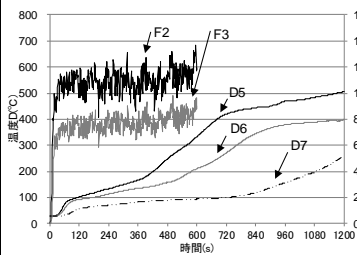


図 4-a 中空層加熱側

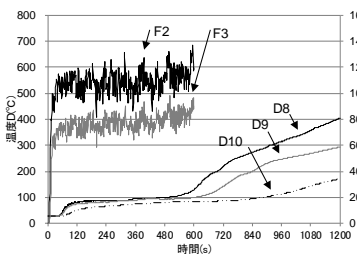


図 4-b 中空層非加熱側

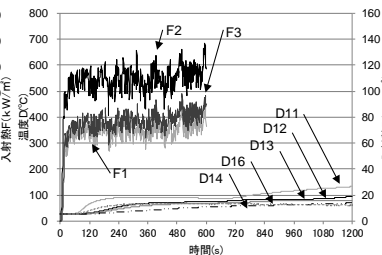


図 4-c 非加熱面

図 4 界壁中央の温度変化と入射熱 【せっこうボード(GB-R)】※入射熱 F1,2,3 の値は別途計測したもの

以下、実験で得た知見を整理する。

【面材】

(1) 両面張り仕様の界壁は、せっこうボード、強化せっこうボード(12.5mm厚)共に、20分の遮炎性能を確保できた。小屋裏界壁仕様開発の見通しがたった。非加熱側ボードの損傷度が低い強化せっこうボード製界壁はより長時間の遮炎性を確保し得る。

(2) せっこうボード、強化せっこうボード(12.5mm厚)共に、加熱側ボードの損傷が激しく亀裂を生じた。材厚 12.5mm のせっこう系面材を用いる場合、界壁仕様は両面張りとする必要がある。

【取り合い部】

(3) 界壁面と既存構造材間に生じる隙間を充填するロックウール(密度 0.18～0.22(g/cm³)・10mm厚・幅 100mm)の、留め付け間隔を 200mm とすると、加熱中のたわみ等からの燃え込み(写真4)により、ロックウール裏面が加熱開始 4～6分程度で木材着火温度(260℃)に達した(図5)。実際の改修時には、この温度上昇により小屋裏構造木材が燃焼する危険がある。



写真4 せっこうボード(GB-R)
加熱面ロックウールの間に隙間が生じた

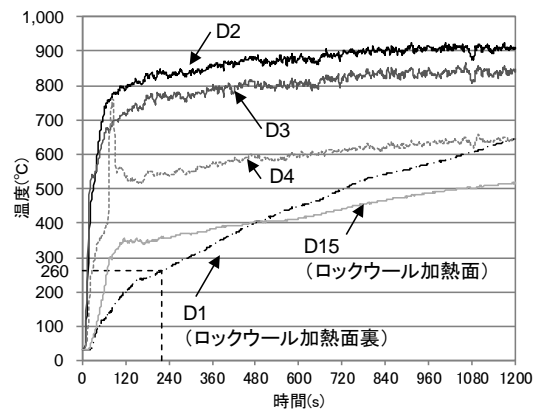


図5 強化せっこうボード(GB-F(V))
加熱面・加熱側ロックウールの温度変化

4. 今後の展望（今後の発展性、見込み等についても記述）

- ・本研究で取り上げた問題に関する今後の課題として、面材の目地処理や建物部材との取り合い部の処理・細部設計の改良の他、大地震後等で、消防活動が迅速に行われない事態に対応しうる界壁仕様の開発も重要であろう。
- ・小屋裏の実態調査、等。

5. 成果の公表状況（学会への発表、学術誌への投稿等を記述。予定も含む）

- ・日本建築学会 平成 29 年度関東支部研究発表会、2018 年 3 月
- ・日本建築学会 平成 30 年度全国大会（東北）2018 年 9 月 [予定]

6. 経費の使用状況

消耗品費・会議費・印刷費等		旅費		人件費	
事 項	金額(円)	事 項	金額(円)	事 項	金額(円)
試験体製作費	764,400	実験交通費	79,872		
測定消耗品	259,200				
資材輸送費	43,200				
小計	1,096,800	小計	79,872	小計	
うち 東京理科大学 負担分		総計		500,000 円	
うち 早稲田大学 負担分		総計		676,672 円	

※スペースが足りない場合はページを増やしても構いません。

※上記 5 に記載された成果公表については、別刷 1 部をご提出願います。PDF ファイル等の電子データでも構いません。

※本成果報告概要書に記載された内容は、本拠点の成果報告として Web 等で公開されることをお含み置き下さい。

※本成果報告概要書と併せて、研究報告書を提出頂いても構いません。（フォーマットは問いません。）

※後日開催予定の成果講評会で使用されるプレゼンテーション用の電子ファイルについても提出願います。（学内での報告に使用）