

小断面・中断面集成材による準耐火構造部材
(その1)組立圧縮材(柱)の荷重加熱試験

小断面集成材	組立部材	組立柱	正会員	○ 小宮祐人*1	正会員	宮林正幸*2
準耐火構造	荷重加熱試験		//	上川大輔*3	//	原田寿郎*3
			//	鎌田貴久*4	//	鈴木淳一*5
			//	遊佐秀逸*6		長谷見雄二*7

1.はじめに

大規模木造建築に用いられる構造部材はほとんどが特注品であり、そのコストが大規模木造建築の普及の妨げとなっている。この課題を克服するためには、規格品である小・中断面集成材を利用することが考えられる。そこで、筆者らは小・中断面集成材を組み合わせて断面を大きくした組立部材の荷重加熱試験を行い、その防耐火性能を検討した。本報では、その中の組立圧縮材(柱)(以下、組立柱という)の荷重加熱試験について報告する。

2.試験体の概要

試験体は、断面寸法 105mm×105mm の同一等級構成集成材(スギ)を4材組み合わせた、210mm×210mm の組立柱である(図-1)。組立には、柱頭部および柱脚部には全試験体でボルトを使用し、中間部には接合具を用いない試験体A(図-2)、接合具としてボルトを用いた試験体B(図-3)、および接合具として全ねじを用いた試験体C(図-4)の3仕様である。中間部の接合具は、長さ方向等間隔に3箇所、接合方向が直交するよう配置した。試験体仕様一覧を表-1に示す。ラミナの接着には、燃えしろ設計で使用可能なJAS 使用環境 B の接着剤と同等性が確認された水性高分子イソシアネート系接着剤を使用した。試験体を構成する集成材の気乾比重は 0.39、絶乾法により測定した含水率は 9.16%であった。

3.試験概要

3.1.試験荷重

接合具を設けた試験体 B,C も含め、全ての試験体において接合による拘束力は考慮せず、試験荷重は 105mm 角の独立柱が4本あると考えて算定した。座屈長さ 3500mm、断面寸法 105mm×105mm の柱に対し、座屈の低減を考慮した長期許容応力度が生じる荷重は 20.275kN である。したがって、本試験における試験荷重はこれを4倍し、81.1kN とした。

3.2.試験方法

試験には日本建築総合試験所の柱炉を用いた。業務方法書¹⁾に則った荷重加熱を行い、試験体が座屈破壊するまで継続した。加熱終了後は速やかに注水により消火した。

3.3.測定項目

加熱温度、試験体内部(集成材界面)温度(以下、単に内部温度という)および軸方向収縮量の計測を行った。各測定点の水平面における位置関係を図-5に示す。内部温度測定点の高さは試験体中央とした。

4.試験結果

4.1.試験体 A

加熱開始から 42 分で荷重を保持できなくなり、座屈破壊したため試験を終了した(図-6)。温度の推移を図-7に示す。中心部の温度をみると、加熱開始から 20 分程で温度が上昇はじめており、集成材同士の接合が開き始めて

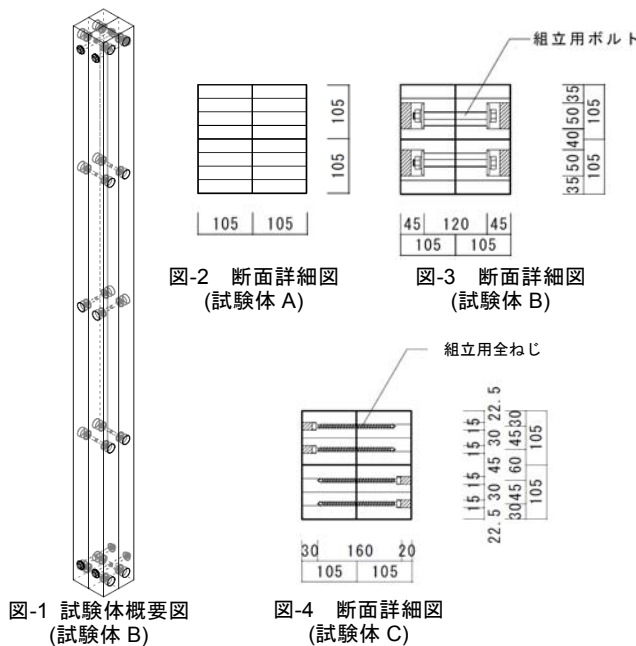
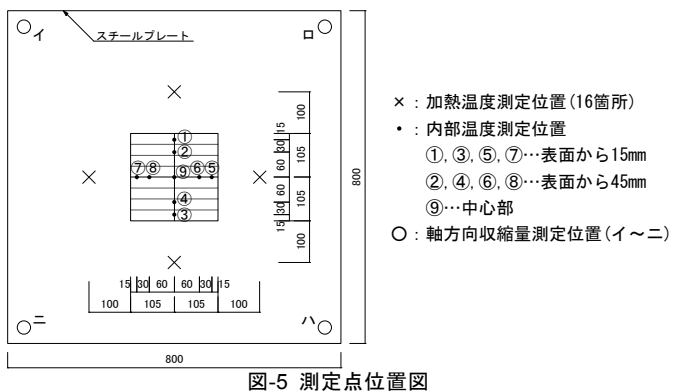


表-1 試験体仕様一覧

	試験体 A	試験体 B	試験体 C
試験体寸法	210 mm×210 mm(4-105 mm×105 mm)		
構成部材	スギ同一等級構成集成材 (強度等級 : E75-F270)		
柱頭・柱脚部	ボルト 2-M16、2-M12		
中間部の接合具	-	ボルト 2-M12 ボルト間隔@1594	全ねじ 4-φ10 (ASSY plus VG φ10) ねじ間隔@1594
接合具の防火被覆	-	埋木 (厚 20×径 50)	埋木 (厚 20×径 15)



いると考えられる。試験終了(42分)直前になると、中心部温度が木材の炭化温度である260℃を超えて急上昇しており、試験体を構成する集成材の界面でも燃焼に至っていたことが推察される。

4.2.試験体 B

加熱開始から48.5分で荷重が低下し始め、49分で荷重を保持できなくなり座屈破壊したため、試験を終了した(図-8)。この結果から、試験体 B の仕様では、45分準耐火構造相当の性能があることが確かめられた。温度の推移を図-9に示す。表面から45mmの計測点のうち、④と⑥の2点が260℃を超え、平均温度も試験終了(49分)時点で252℃に達しており、集成材の界面では、表面から概ね45mm程度は炭化したと考えられる。中心部温度は46.5分から上昇し、最高98℃に達した。

4.3.試験体 C

加熱開始から47.5分で荷重を保持できなくなり、試験を終了した(図-10)。この結果から、試験体 C の仕様でも、45分準耐火構造相当の性能があることが確かめられた。温度の推移を図-11に示す。表面から45mmおよび中心部の温度はいずれの計測点においても260℃を超えず、中心部温度については終始緩やかに推移した。これより、集成材界面からの熱の流入は微小だったと考えられる。

4.4.結果の比較

内部温度について、最高温度および平均温度が木材の炭化温度である260℃を超えた時間、ならびに最高到達温度を表面からの距離別に表-2に示す。表面から15mmの温度が260℃を超えた時間は、平均温度で比べると、試験体 A がやや早く、試験体 B,C はほぼ同じであった。表面から45mmの温度では、試験体 A が試験体 B よりも10分程度早かった。試験体 B と試験体 C を比較すると、試験体 C の方が内部温度の上昇は緩慢だが、試験体 B よりも早く座

屈破壊した。これは試験体を構成する集成材の強度の差異による可能性がある。試験後の接合具付近の様子(写真-1,2)をみると、試験体 B は概ね接合具設置位置まで炭化しているのに対し、試験体 C の接合具のうち、内側の接合具設置位置では、柱は健全であった。以上から、接合具の性能としては内部温度上昇を抑えた試験体 C の全ねじ仕様がやや優れていると考えられる。

5.まとめ

- ・4本の小断面集成材で構成した組立柱の載荷加熱試験を3体行い、中間部に接合具を設けることで45分準耐火構造相当の性能が実現可能であることが確認できた。
- ・中間部に設ける接合具の配置が、集成材界面への熱の流入に対して支配的因子であることがわかった。

【参考文献】

1) 防耐火性能試験・評価業務方法書(一般財団法人日本建築総合試験所)

【謝辞】本研究は、林野庁「平成25年度 補正予算 CLT 等新製品・新技術利用促進事業耐火部材開発」により実施した。

表-2 内部温度が260℃を超えた時間および最高到達温度

		試験体A		試験体B		試験体C	
		最高温度	平均温度	最高温度	平均温度	最高温度	平均温度
表面から15mm	260℃超過時間	14.5分	15.5分	16.5分	18.0分	15.5分	18.0分
	260℃超過時間	38.0分	39.0分	47.5分	—	—	—
表面から45mm	最高到達温度	753℃	611℃	337℃	252℃	232℃	155℃
	260℃超過時間	—	42.0分	—	—	—	—
中心部	260℃超過時間	—	—	—	—	—	—
	最高到達温度	—	451℃	—	98℃	—	22℃



写真-1 試験後の接合具の様子 (試験体 B・炭化層除去後)

写真-2 試験後の接合具の様子 (試験体 C・炭化層除去後)

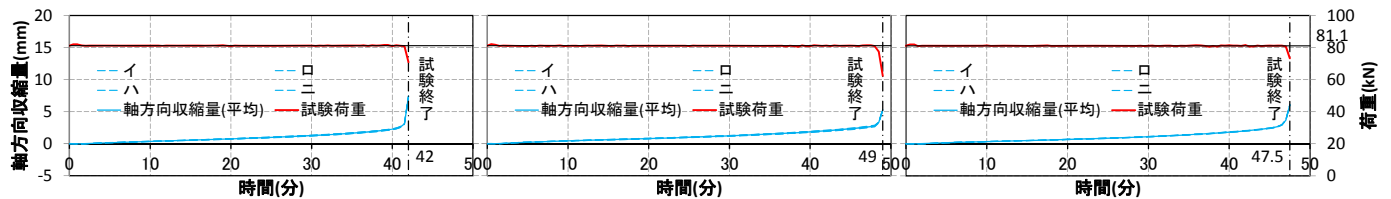


図-6 荷重および変形の推移(試験体 A)

図-8 荷重および変形の推移(試験体 B)

図-10 荷重および変形の推移(試験体 C)

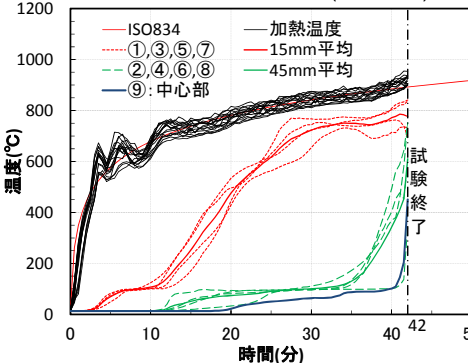


図-7 温度の推移(試験体 A)

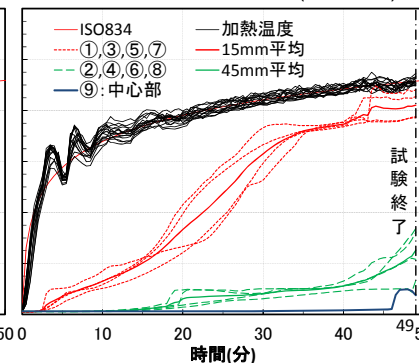


図-9 温度の推移(試験体 B)

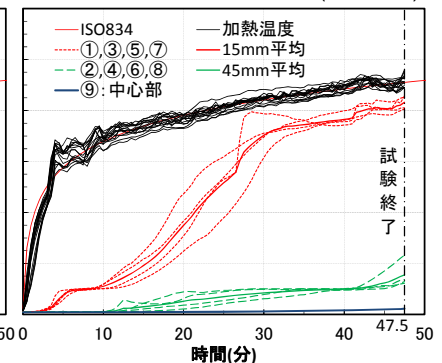


図-11 温度の推移(試験体 C)

*1 日本建築総合試験所

*2 ティー・イー・コンサルティング

*3 森林総合研究所

*4 日本大学

*5 国土技術政策総合研究所

*6 ベターリビング

*7 早稲田大学

*1 General Building Research Corporation of Japan

*2 T. E. Consulting

*3 Forestry and Forest Product Research Institute

*4 Nihon University

*5 National Institute for Land and Infrastructure Management

*6 Center for Better Living

*7 Waseda University