

標準火災加熱を受ける構造用集成材の変形挙動および破壊時間 その1 実験計画および荷重加熱実験方法

正会員 ○馬場 重彰*1 同 染谷 朝幸*4
同 平島 岳夫*2 同 金城 仁*5
同 片岡 辰幸*3 同 山下 平祐*6

構造用集成材 スギ梁 カラマツ柱
変形挙動 破壊時間 荷重加熱実験

1. 研究目的

火災時の木質構造の倒壊防止を検討するには、建物の荷重を支持する柱・梁の火災時耐力の把握が必要である。準耐火構造では、要求される火災継続時間に応じた炭化深さを部材断面から減じて残りの未炭化部分で常温構造設計を行うことにより、火災発生から1時間位までは柱・梁の荷重支持能力が喪失しない対策がなされている。しかし、火災時には建物内部の可燃物が燃え尽きた後も、部材断面内部の温度は上昇する。木質材料による柱・梁で未炭化部分の温度が100℃程度になると、その部分の強度が設計基準強度を下回り、燃えしろ設計された建物でも倒壊する恐れがある²⁾。そこで、木質構造で盛期火災に至った際、火災加熱を受けた部材がいつまで荷重を支持し得るのか(破壊時間)を把握することは重要であり、部材の火災時破壊時間を把握するには部材の変形挙動にくわえ、火災時における部材の断面内温度の経時変化・炭化深さおよび高温となった非炭化領域の残存強度を把握する必要がある。

以上より、本研究では、大断面構造用集成材による梁・柱の火災時変形挙動および破壊時間を把握するため、加熱時間後の放冷過程を考慮した梁および柱の荷重加熱実験を実施した。本報その1~5では、それらの結果のうち、実験結果概要、変形挙動、破壊時間結果および本試験体に対する変形挙動の数値解析結果を報告する。

2. 梁・柱の実験概要

梁についてはカラマツ構造用集成材を用いた先行研究があるため²⁾、スギ構造用集成材による梁(以下、スギ梁)の荷重加熱実験を行った。一方、柱については、カラマツ構造用集成材による柱(以下、カラマツ柱)の荷重加熱実験を行った。スギ梁およびカラマツ柱の試験体一覧を表1および表2に示す。スギ梁試験体で計3体、カラマツ柱試験体では計4体、断面内温度を計測した(炉内温度、断面内温度および炭化性状結果は文献3)を参照)。

荷重加熱実験の実験変数は、梁・柱ともに加熱時間(30分・60分・90分)・断面寸法(梁では420x210・600x360、柱では300x300・450x450)・長期許容荷重に対する比(1.0・2/3・1/3;以下、荷重比)とし、スギ梁試験では計8体、カラマツ柱試験では計10体の荷重加熱実験を実施した。実験では、ISO834-1の標準加熱温度時間曲線に準

じた火災加熱を与え(加熱時間)、加熱時間後も荷重を継続して加熱開始から最大12時間まで計測した。なお、加熱開始後12時間経過しても所定の荷重を支持していた試験体は、その時点で漸増荷重(荷重速度はスギ梁では2.3kN/分、カラマツ柱では20kN/分)して最大荷重を測定した。

表1 スギ梁の試験体一覧

加熱時間	断面 (単位 mm)	長期許容荷重に対する比(荷重比)		
		1	2/3	1/3
30分	420x210	試験体①	試験体②★	
60分	420x210	試験体③	試験体④	試験体⑤★
	600x360	試験体⑥	試験体⑦★	
90分	600x360		試験体⑧	

★：内部温度測定試験体

表2 カラマツ柱の試験体一覧

加熱時間	断面 (単位 mm)	長期許容荷重に対する比(荷重比)		
		1	2/3	1/3
30分	300x300	試験体⑨★	試験体⑩	
60分	300x300	試験体⑪	試験体⑫	試験体⑬★
	450x450	試験体⑭		試験体⑮★
90分	450x450	試験体⑯	試験体⑰★	試験体⑱

★：内部温度測定試験体

3. 試験体

スギ梁試験体の断面は、せい420mm×幅210mm(ラミナ厚さ28mmを15枚;以下、せい420梁)とせい600mm×幅360mm(ラミナ厚さ30mmを20枚;以下、せい600梁)の2種類とした。対称異等級のスギ構造用集成材(強度等級E65-F225)で梁を構成し、レゾルシノール・フェノール樹脂系接着剤でラミナを接着した。梁試験体の全長は6mである。ラミナのサンプル試験の平均値より、気乾密度は、せい420梁が0.41g/cm³、せい600梁が0.39g/cm³であった。含水率は、せい420梁が12.8%、せい600梁では9.8%であった。スギ梁上部には珪酸カルシウム板(厚さ100mm、幅650mm)を設置した。

カラマツ柱試験体の断面は正方形で、1辺の長さは300mmと450mm(以下、300角と450角)の2種類とし、両断面ともラミナの厚さを30mmとした。同一等級のカラマツ構造用集成材(強度等級E95-F315、ラミナ等級L100)で柱を構成し、その接着にはレゾルシノール・フェノール樹脂系接着剤を用いた。柱試験体の全長は3300mm

である。ラミナのサンプル試験の平均値より、気乾密度は300角柱が0.58 g/cm³、450角柱が0.59 g/cm³であった。含水率は300角柱が11.6%、450角柱は10.4%であった。

4. 載荷加熱試験および計測方法

スギ梁試験の載荷加熱試験方法を図1に示す。スギ梁の実験はベターリビングの床・梁炉を使用した。支点間距離は5.4 m、加熱長さは約4 mである。力学的境界条件は支点をピン・ローラーとする単純支持および載荷点をピンとして、3等分2線荷重により載荷をおこなう。同図に示す通り、オイルジャッキにより載荷し、ロードセルにより荷重を制御した。荷重比1でのロードセルの荷重は自重を考慮し、せい420梁では52.1kN、せい600梁では176.1kNである。試験体中央、載荷点および支持点に変位計を設置し、支持点位置の変位を差し引くことで、試験体のたわみを算出した。加熱時間終了後は、炉蓋を閉めた状態で載荷荷重を保持した。梁試験での破壊時間は、オイルジャッキの荷重が減少してきた時点とした。

カラマツ柱試験の載荷加熱試験方法を図2に示す。カラマツ柱の実験は建材試験センターの柱炉を用いて実施した。試験体端部に球座を設置して力学的境界条件をピン・ピンとし、試験体上下に被覆を施し、加熱長さは約3mとした。試験体下部の油圧ジャッキで載荷し、5MNロードセルにて荷重を制御した。荷重比1でのロードセルの荷重は、300角柱で788.4kN、450角柱で1930kNである。球座下で変位計を2箇所設置して鉛直変位を測定し、その平均により軸方向収縮量を算出した。加熱時間終了後も載荷荷重を保持して計測を行った。柱試験での破壊時間とは、載荷荷重が試験荷重の95%未満まで低下した時点とした。なお、試験終了後、柱試験体の破壊性状を検討するため、球座の回転状況を確認した。

5. まとめ

大断面構造用集成材による梁・柱の火災時変形挙動および破壊時間を検討するために、梁・柱の加熱後の放冷過程を考慮した載荷加熱実験を実施した。その1では実験概要、試験体および載荷加熱方法を記述した。以下、その2~その5では、梁・柱の実験結果および数値解析結果を紹介する。

【謝辞】

本研究は国土交通省平成29年度住宅・建築物技術高度化事業の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，2006.12
- 2) 金城仁他：標準加熱を受けたカラマツ集成材梁の放冷過程における挙動，構造用集成材梁の耐火性に関する研究その1，日本建築学会構造系論文集，Vol.80，

No. 711, pp. 831-840, 2015. 4

3) 平島岳夫他：火災時における構造用集成材の断面内温度と炭化性状 その1~4，平成30年度日本火災学会研究発表会梗概集，2018.5（投稿中）

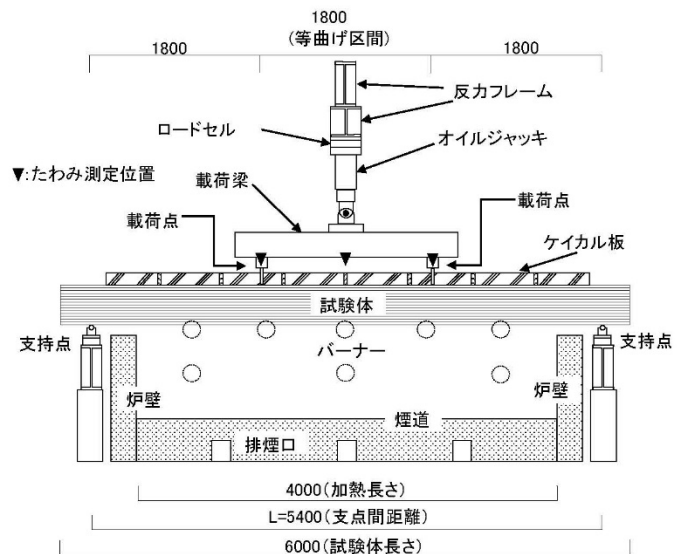


図1 スギ梁試験の載荷加熱試験方法

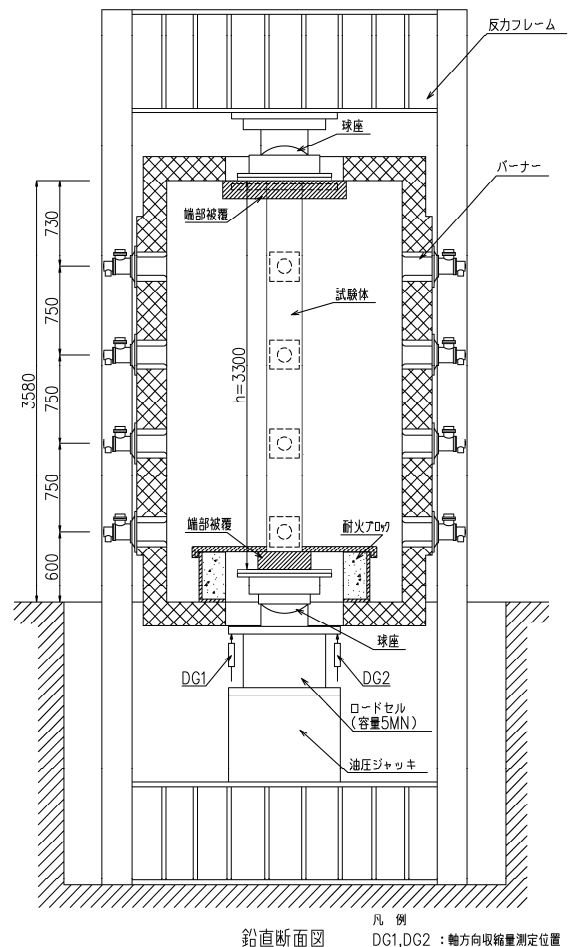


図2 カラマツ柱試験の載荷加熱試験方法

- | | | | |
|----------------|-------------|--|--|
| *1 大成建設 | *2 千葉大学 | *1 Taisei Corporation | *2 Chiba University |
| *3 日本集成材工業協同組合 | *4 日建設計 | *3 Japan Laminated Wood Products Association | *4 Nikken Sekkei |
| *5 ベターリビング | *6 建材試験センター | *5 Better Living | *6 Japan Testing Center for Construction Materials |