

## 構造用集成材梁部材の火災時耐力 その3 火災終了後の耐力

正会員 ○松本匠\* 正会員 金城仁\*\*  
 正会員 齋藤潔\*\*\* 正会員 堀尾岳成\*\*  
 正会員 遊佐秀逸\*\*\*\* 正会員 平島岳夫\*\*\*\*\*

構造用集成材 梁 火災  
 火災時耐力 残存断面法 耐力低下率

### 1. はじめに

前報に引き続き、耐力実験(No. 1, No. 4 及び No. 5)、載荷加熱実験(No. 6 及び No. 7)についての実験結果について報告する。

### 2. 耐力実験(No. 1, No. 4 及び No. 5) について

試験体 No. 1, No. 4 及び No. 5 の曲げ耐力-たわみ関係を図 1 に示す。常温時(No. 1)の最大曲げ耐力は 262.8 kNm であり、基準強度  $31.5 \text{ N/mm}^2$  より算定される曲げ耐力の 1.35 倍であった。最大荷重時の梁中央部の縁ひずみは、圧縮・引張両側ともに約  $4000 \times 10^{-6}$  であった。加熱 1 時間後(No. 4、最大耐力時の時間は 67.5 分)における最大曲げ耐力は 79.4 kNm であり、常温時耐力の 0.30 倍であった。加熱 1 時間終了後に 3 時間冷却した実験(No. 5、最大耐力時の時間は 245 分)では、最大曲げ耐力が 37.4 kNm であり、常温時耐力の 0.14 倍であった。最大荷重時のたわみは、3 体の試験体においては 50~60mm であった。3 体ともに、梁中央部近傍の最下層のラミナで破断した。

### 3. 載荷加熱実験(No. 6, No. 7) について

No. 4 の最大耐力時の荷重による載荷加熱実験(No. 6)のたわみ-時間関係を図 2 に示す。加熱開始直後からたわみが増加し、60 分以降でたわみ速度が増加し、79 分に荷重支持能力を失った。No. 4 における最大耐力時の時間 67.5

分を上回り、79 分のたわみは約 76mm 程度であった。No. 5 の最大耐力時の荷重による載荷加熱実験(No. 7)のたわみ-時間関係を図 3 に示す。加熱を終了した 1 時間以降でもたわみは増加し、121.5 分後に荷重支持能力を失った。240 分に比べて半分位の時間であり、121.5 分のたわみは約 65mm であった。

試験後における破壊状況を図 4(a)と図 4(b)に示す。試験体 No. 6 では、図 4(a)に示すように載荷点近傍の最下層

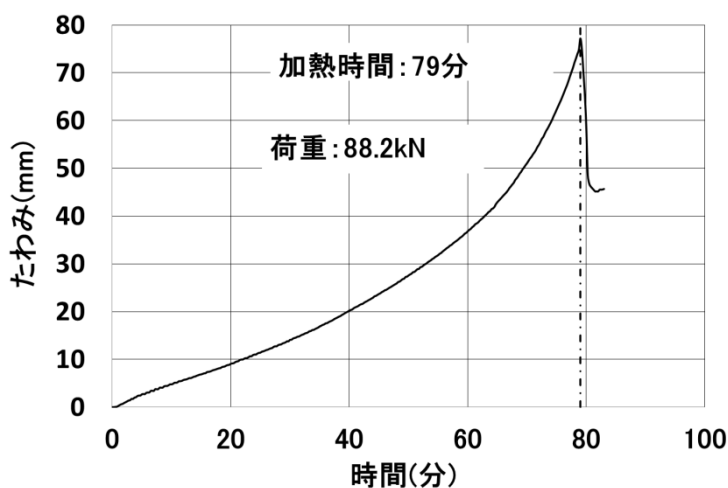


図2 載荷加熱実験(No. 6)

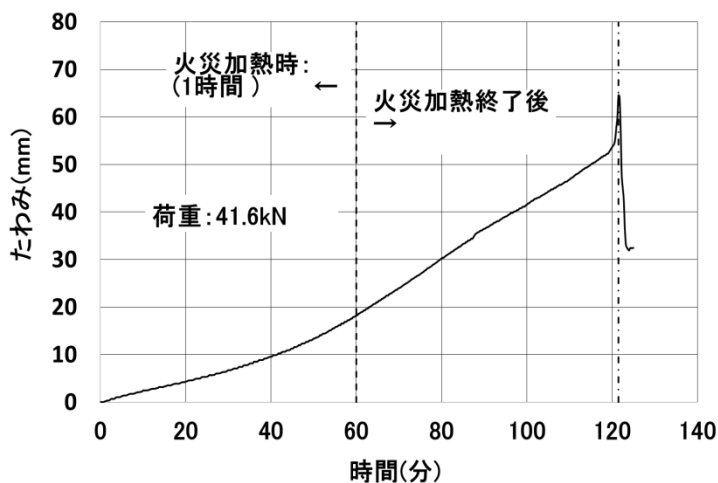


図3 載荷加熱実験(No. 7)

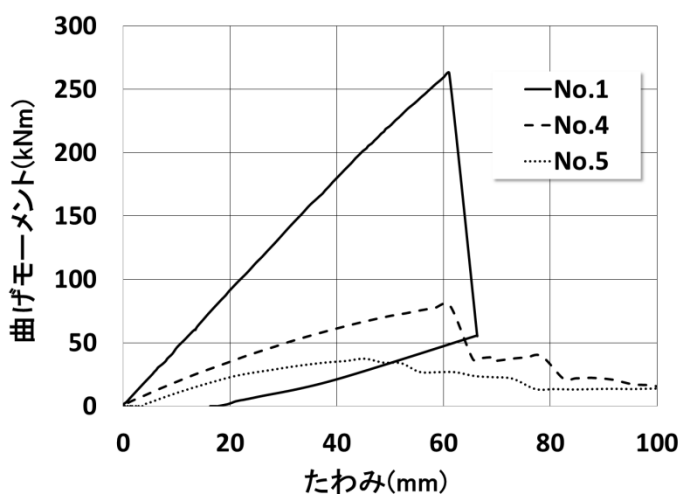


図1 曲げモーメント-たわみ関係

ラミナが破断しており、曲げ破壊であったと考えられる。一方、試験体 No.7 では、明確な破壊位置を確認できなかったが、試験体を荷重点付近で切断したところ、図 4(b)に示すようにラミナの接着層のずれだと思われるせん断破壊の亀裂があった。耐力実験の No.5 と異なる破壊をしたことが、より早く荷重支持能力を失った理由の 1 つと考えられる。



図 4(a) 試験体 No. 6 の破壊状況



図 4(b) 試験体 No. 7 の破壊状況

#### 4. 残存断面法および素材試験の結果を用いた比較

前報その 2 の加熱実験による炭化深さの結果に基づき残存断面法による耐力を算定し、図 5 に示すように実験結果との比較を行った。この耐力計算では、ユーロコード 5<sup>1)</sup> に基づき更なる劣化域を 7mm として考慮した。1 時間加熱を受けた場合の耐力 (No. 4) および荷重加熱実験 (No. 6) の結果と比較して、加熱 1 時間までにおける計算による耐力低下勾配は概ね実験値に対応している。しかし、加熱 1 時間以降に 3 時間冷却した場合の耐力 (No. 5) および荷重加熱実験 (No. 7) の結果に対して、残存断面法による計算値はかなり大きな値を示している。加熱終了後の炭化速度は小さいが、冷却時に断面内部温度が 100℃ ~ 200℃ 近くまで上昇したことが梁の耐力低下に影響を及ぼした可能性がある。150℃ までにおける素材試験の結果を図 6 に示す。グラフの 1.0 の値は常温での最大応力度を平均した値を表している。引張試験では常温での最大応力度が 42.9 N/mm<sup>2</sup> であり、圧縮試験では常温での最大応力度が 48.8 N/mm<sup>2</sup> であった。図 6 に示すように引張強度の低下率は 150℃ では 0.57 倍であり、図 6 に示すように圧縮強度の低下率は 150℃ では 0.92 倍であった。この結果に基づき、残存断面法による 4 時間後の耐力に 0.57 倍すると 57.1 kNm であり、残存断面における耐力低下を考慮した場合でも No. 5 の実験結果 37.4 kNm を上回った。

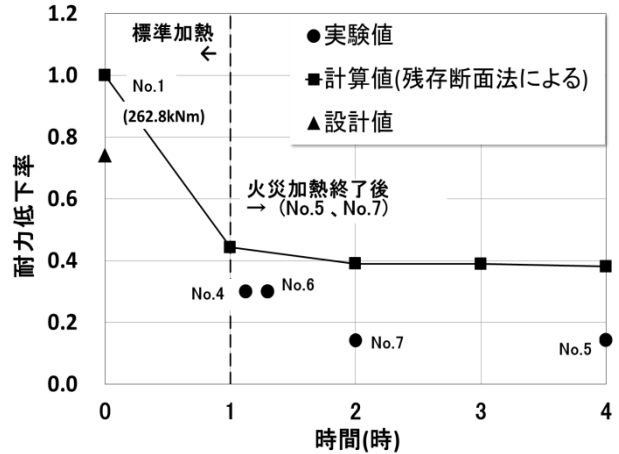


図 5 実験値と残存断面法による耐力低下の比較

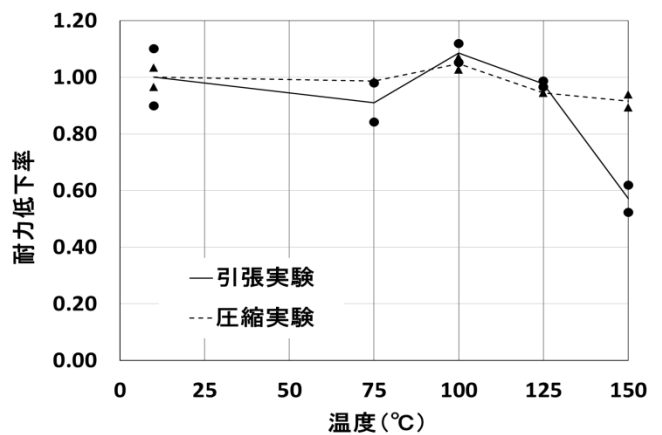


図 6 素材実験結果

#### 5. 結論

火災加熱時および火災加熱終了後の耐力についての実験より、以下の知見を得た。

- (1) 加熱開始 1 時間後の耐力は常温時耐力に対して 0.30 倍であり、加熱開始から 4 時間 (加熱終了後 3 時間) での耐力は 0.14 倍であった。
- (2) 破壊形式は引張側での曲げ破壊とラミナの接着層のずれと思われるせん断破壊の 2 つがあった。
- (3) 残存断面法による耐力低下勾配は、1 時間加熱直後の実験値とは概ね対応したが、放冷時における実験値に比べて小さな値を示した。

火災加熱後の冷却時における耐力低下については不明な点が多く、今後も更なる検討が必要である。

#### 参考文献

- 1) Eurocode 5: Design of timber structures, Part 1-2 Structural fire design, 2004

\*千葉大学大学院工学研究科 大学院生  
 \*\* (一財)ベターリビング  
 \*\*\* 齋藤木材工業株式会社  
 \*\*\*\* (一財)ベターリビング 工学博士  
 \*\*\*\*\* 千葉大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

\*Graduate Student, Graduate School of Eng., Chiba Univ.  
 \*\*Center for Better Living,  
 \*\*\*Saito Wood Industry  
 \*\*\*\*Center for Better Living, Dr. Eng  
 \*\*\*\*\*Associate Prof., Graduate School of Eng., Chiba Univ., Dr. Eng.