

防火被覆による木質部材の炭化抑制効果に関する研究

その8 合わせはりの防火上有効な措置に関する載荷加熱実験

正会員	○堀尾岳成*1	同	長谷見雄二*2	同	安井 昇*3
	成瀬友宏*4	同	鈴木淳一*5	同	宮林正幸*6
	遊佐秀逸*7	同	金城 仁*1		

準耐火性能	燃えしろ	構造用集成材
合わせはり	3面加熱	4面加熱

1. はじめに

本報では、既報その7に続き、中断面集成材による合わせはりの載荷加熱実験を行った。その結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 実験条件

本実験は、燃えしろ設計を想定した1時間準耐火性能についての防耐火性能を検証するため、(一財)ベターリビング制定「防耐火性能試験・評価業務方法書」¹⁾に準拠した載荷加熱実験を行った。実験条件は、加熱方法(3面加熱および4面加熱)と合わせはり間の隙間3mmおよび合わせはりの接合方法である。

2.2 試験体概要

試験体は断面寸法105×300の構造用集成材はり2本による合わせはりである。試験体仕様の一覧を表1に示す。

合わせはりを構成する構造用集成材のクリアランス(隙間)は、施工時の誤差や施工後の経時変化を考慮して3mmのクリアランス(隙間)を施した。試験体はTB-1~TB-3の3仕様でTB-1及びTB-3は3面加熱、TB-2は4面加熱である。TB-1及びTB-2はボルトによる接合、TB-3はビスを側面から互い違いに打ち込み接合している。取付け間隔はボルトが2,000mm、ビスが1,000mmである。ボルト及びビス頭部の防火被覆は行っていない。

2.3 実験方法

実験は(一財)ベターリビングつくば建築試験研究センター多目的水平加熱炉にて実施した。加熱は3面加熱及び4面加熱とし、試験体の支点間距離は5,400mm、載荷方法は3等分2線載荷とした。実験は試験体の荷重支持能力が失われるまで加熱を継続した。実験後は試験体を脱炉して速やかに消火した後、試験体各部を切断して試験体の炭化深さの計測を行った。

載荷荷重は、1時間準耐火構造の燃えしろ設計を想定し、燃えしろ寸法(45mm)を除いた有効断面の短期許容曲げ応力度が生じる荷重とした。なお、試験体の自重は載荷荷重から差し引いた。

合わせはり間の隙間部分の木材表面温度を確認するため、熱電対を設置した。木材表面温度測定点数は、TB-1

及びTB-2が4点、TB-3が5点である。合わせはり間の木材表面温度測定位置を図1に示す。

表1 試験体仕様一覧

試験体記号	TB-1	TB-2	TB-3
集成材の種類	対称異等級構成集成材		
強度等級	E75-F240		
樹種	スギ		
集成材の断面寸法(mm)	105×300		
密度(g/cm ³)	0.38	0.36	0.35
含水率(%)	10.0	10.0	8.8
接着剤の種類	水性高分子イソシアネート樹脂接着剤 (使用環境Bと同等性の認定品)		
試験体の断面寸法(mm)	213×300(部材間のクリアランス3mm)		
組立接合具	ボルト(M12)	ボルト(M12)	ビス(φ8)
加熱面	3面加熱	4面加熱	3面加熱
目標耐火時間(分)	60		
燃えしろの値(mm)	45		
残存有効断面寸法(mm)	2-60×255	2-60×210	2-60×255
載荷荷重	短期許容荷重21.76kN	短期許容荷重14.69kN	短期許容荷重21.76kN

3. 実験結果

3.1 耐火時間

試験体中央部のたわみ量測定結果を図2に示す。加熱開始から荷重支持能力が失われるまでの時間は、TB-1が56分30秒、TB-2が49分30秒であり、1時間準耐火性能を下回った。TB-3は62分であり、1時間準耐火性能を上回った。

3.2 合わせはり間の木材表面温度

合わせはり間の木材表面温度測定結果を図3に示す。はり下端(No.1)では3条件とも加熱実験終了時は最高温度が約950℃であった。TB-2は4面加熱であるため、はり上端(No.4)では加熱実験終了時に約320℃であった。TB-3は、はり下端から42.5mmの位置で(No.2)加熱中の最高温度が260℃であった。

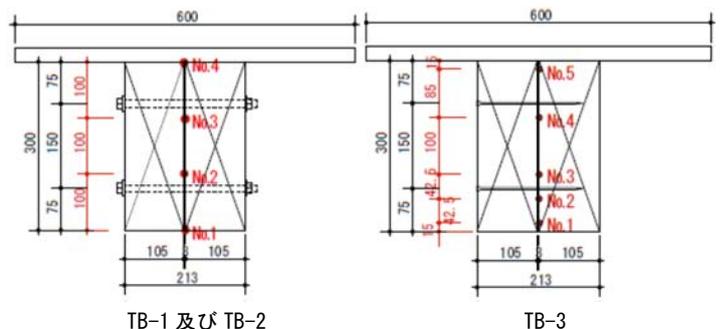


図1 合わせはり間の木材表面温度測定位置

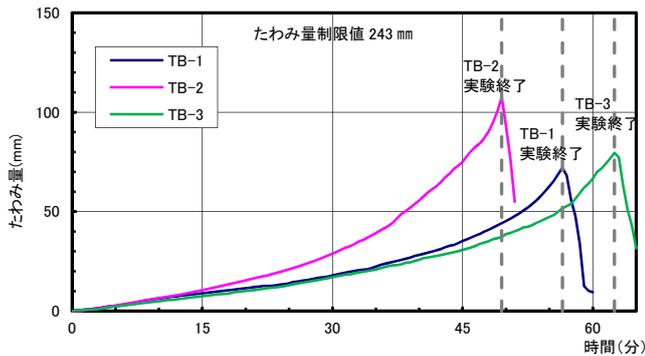


図2 試験体中央部のたわみ量測定結果

4. 考察

TB-1 及び TB-2 が耐火時間 60 分を満足しなかった原因としては、ボルト留付け部の燃え込みが進んだことが考えられる。また、TB-2 は 4 面加熱であるため上下の最外層ラミナの焼損が著しいことも要因と考えられる。

TB-3 が耐火時間 60 分を上回る結果となった要因としては、ビス頭部の燃え込みが発生しにくかったことが考えられる。また、はり間のクリアランスが維持できていたことにより、はり間の燃え込みが進みにくかったと考えられる。

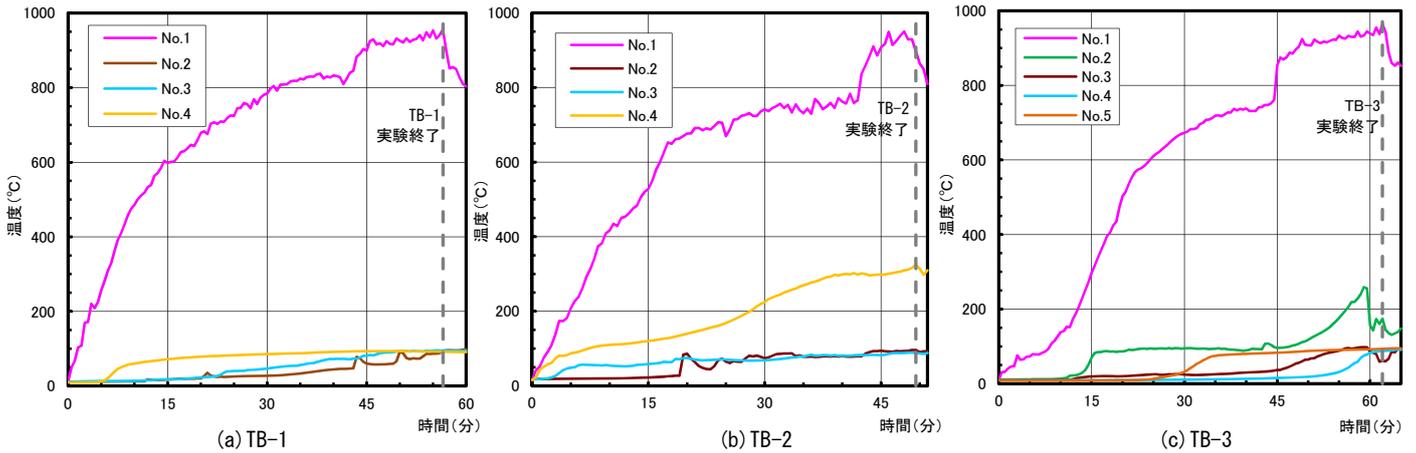


図3 合わせはり間の木材表面温度測定結果

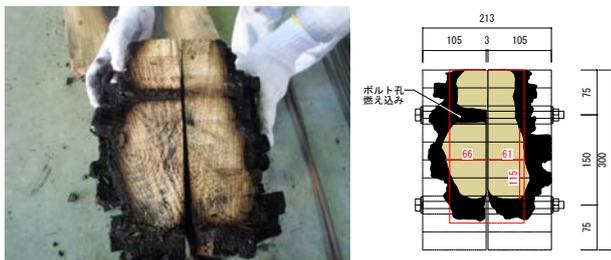


写真1 TB-1 炭化の状況(中央部のボルトの燃え込み)

3. 3 脱炉後の試験体の状況

TB-1 は、はり幅方向の炭化深さが 35~45 mm 程度、はり背方向の炭化深さは 60~90 mm 程度であった。はり中央部のボルトの取付け位置では、はり内部まで燃え込んでいた。ボルトの取付け位置の炭化の状況を写真1に示す。

TB-2 は 4 面加熱であるため、はり幅方向に比べはり背方向の炭化の進行が早く、部分的に 85 mm~100 mm 程度炭化している。はり中央部でのボルトの取付け位置では内部まで燃え込んでいた。

TB-3 は、はり幅方向の炭化深さが 50~63 mm 程度、はり背方向の炭化深さは 112~143 mm 程度であった。

5. まとめ

中断面構造用集成材による合わせはりの荷重加熱実験の結果、施工誤差や経時的な隙間の発生を考慮し、部材間のクリアランス(隙間)を 3 mm とした試験体でも、接合具にビスを使用した試験体は 3 面加熱で 1 時間準耐火性能を有することが確認された。

一方、ボルト接合による試験体は 3 面加熱及び 4 面加熱では 1 時間準耐火性能を満たさなかった。炉内に露出したボルト頭部、ナット及び座金からの燃え込みが影響していたものと考えられ、ボルト類など外部に露出した接合具を使用する場合は、接合具の露出部分の防火被覆を検討する必要がある。

【参考文献】

1) (一財)ベタリービング制定 防耐火性能試験・評価業務方法書 平成 12 年 6 月 1 日制定/平成 27 年 6 月 1 日最終改訂

【謝辞】

本事業は H27 年度国土交通省建築基準整備促進事業「防火被覆の効果を考慮した燃えしる設計法の合理化に資する検討(F5)」の一環として実施した。

*1 (一財)ベタリービング つくば建築試験研究センター
 *2 早稲田大学理工学術院(建築)・工学博士
 *3 桜設計集団一級建築士事務所・博士(工学)
 *4 国立研究開発法人建築研究所・博士(工学)
 *5 国土交通省国土技術政策総合研究所・博士(工学)
 *6 日本集成材工業協同組合
 *7 早稲田大学理工学研究所・工学博士

Center for Better Living Tsukuba Building Research and Testing Laboratory.
 Faculty of Science and Engineering, Waseda Univ., Dr. Eng.
 Team Sakura, Dr. Eng.
 Building Research Institute, Dr. Eng.
 National Institute for Land and Infrastructure Management, Dr. Eng.
 Japan Laminated Wood Products Association
 Faculty of Science and Engineering, Waseda Univ., Dr. Eng.