

耐火木造部材の耐火性能に関する研究

その3 柱梁接合部の荷重加熱実験

耐火木造部材	耐火性能	荷重加熱実験
燃え止まり	接合部	

正会員	大橋 宏和 ^{*1}	同	永盛 洋樹 ^{*1}
同	長岡 勉 ^{*1}	同	大野 正人 ^{*2}
同	五十嵐 信也 ^{*3}	同	遊佐 秀逸 ^{*4}
同	吉川 利文 ^{*4}	同	金城 仁 ^{*4}

1. はじめに

筆者らは木材を最大限利用した耐火構造部材として「燃え止まり性能を有する木質構造部材」の研究を行っている¹⁾。既報²⁾ではカラマツ集成材を用いた耐火木造部材の部材断面が耐火性能に与える影響を報告した。本報では柱梁接合部の耐火性能を確認するため実施した荷重加熱実験について報告する。

2. 耐火実験

2.1 試験体

試験体は図1に示すように柱・梁ともカラマツ集成材を用いた耐火木造とし、各部材は図2,3のようにモルタルを組み込んでいる。柱はW470 mm角、梁はW470 mm×H735 mmとしガセットプレート (GPL) およびベースプレート (BPL) からなる接合金物を介し、ボルトにより柱と梁を接合したL形架構とした。試験体仕様を表1に、接合部詳細を図4に示す。

接合部の目地は25mmとし、ロックウールブランケット (深さ85 mm) を充填し、カラマツ材による木栓 (深さ15 mm) 仕上げとした。

2.2 実験装置・方法・手順

実験は竹中工務店保有の多目的炉により行った。試験体の支持条件は、図1に示すように柱脚は固定、柱頭は自由、梁端部については炉外の位置でピン支持とした。

柱と梁それぞれに油圧ジャッキで荷重しながらISO834に従い1時間加熱した。荷重は図1に示す位置で、柱には荷重支持部に長期圧縮応力を、梁には接合部に長期せん断応力を生じるように行った。加熱終了後も荷重したまま炉内に23時間放置した。その後目視により燃え止まりを確認し、炉外で解体して接合部における炭化等の燃焼状況を確認した。

表1 試験体仕様

試験体	部位	材料	含水率 [%]	比重
梁	燃え代層+燃え止まり層	カラマツ集成材	10.7	0.54
	荷重支持部		10.8	0.54
柱	燃え代層+燃え止まり層	カラマツ集成材	10.2	0.52
	荷重支持部		11.6	0.54
共通	燃え止まり層	モルタル	3.6	2.23
接合部	目地	ロックウールフランケット	0.9	0.05
		木栓 (カラマツ)	10.7	0.52

カラマツは気乾比重 (12%)、モルタル、ロックウールフランケットは絶乾比重

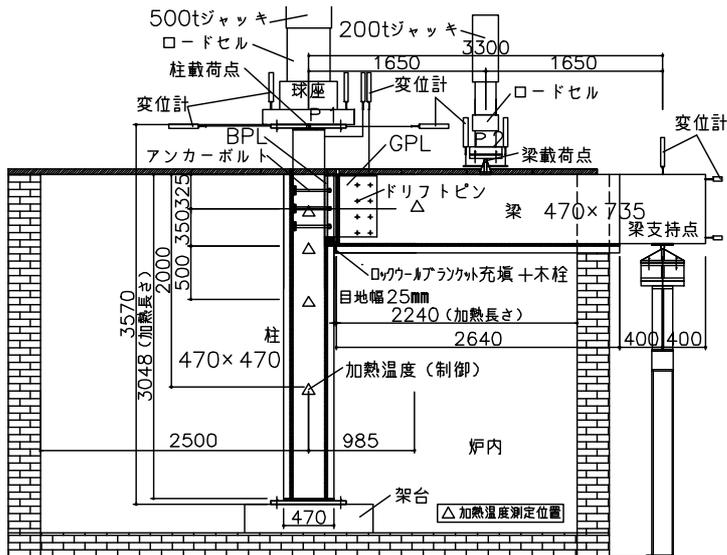


図1 試験体図

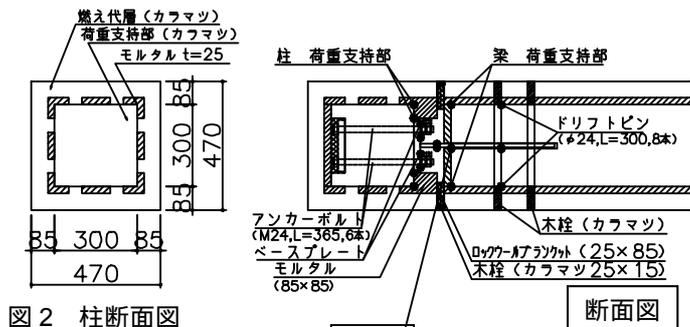


図2 柱断面図

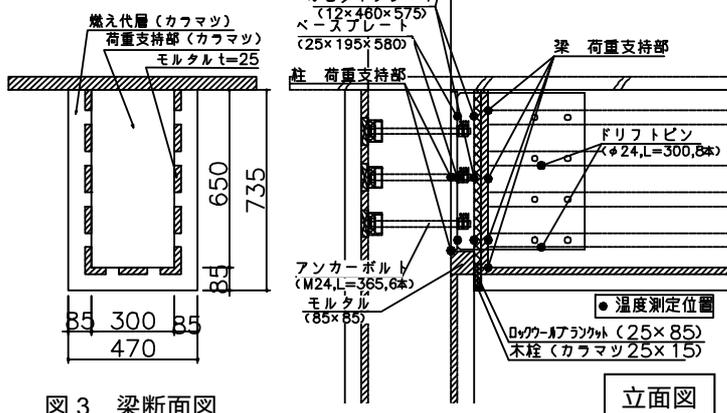


図3 梁断面図

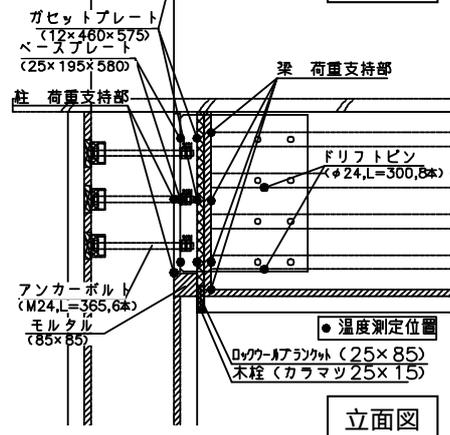


図4 接合部詳細図

2.3 測定

試験体内部温度および加熱温度の測定位置は図 1,4 に示す通りであり、K 型熱電対 $\phi 0.32$ および K 型シース熱電対 $\phi 3.2$ を用いて行った。柱・梁に与えた荷重はロードセルで、柱の軸方向収縮量および梁のたわみ量は変位計で測定した。

測定は加熱中および加熱終了後 23 時間の計 24 時間継続して行った。梁支持点反力は、加熱前に支点冶具に設置したひずみゲージで荷重-ひずみ関係を推定して算出した。

2.4 判定条件

接合部における耐火性能の判定は以下の通りとした。

- ・実験中における荷重支持部の温度が 260 未満
- ・実験終了時の試験体外観に赤熱や発煙がないこと
- ・荷重支持部に炭化が確認されないこと
- ・著しい回転変形やたわみが生じていないこと

3. 結果

試験体表面に加熱開始約 3 分で着火し、その後全体が炎に覆われたため、加熱温度は ISO834 標準加熱曲線よりも高く推移した。約 72 分で表面の炎は消えたが、赤熱は点在していた。しかし、24 時間後にはすべての測定温度が約 50 まで下降したので実験を終了した。その時点で試験体外観に赤熱や発煙はなかった。

図 5 に接合部の 12 時間までの温度測定結果を示す。柱梁の荷重支持部、GPL、BPL、ドリフトピンの各温度はすべて 260 未満であった。ここで、GPL が 7 時間経過頃、一時的に温度上昇した以外は 100 未満であり、木材の着火温度に対して十分低い温度であった。また、弱点となりうる目地部付近の柱梁荷重支持部は、柱が 100、梁が 200 未満であり、判定条件と照合し耐火性能を有すると判断できる。

図 6 に実験中の載荷荷重および変形量の推移を示す。部材の変形は柱で $h/831$ (h は試験体初期高さ 3466mm)、梁で $L^2/998d$ (L は支点間距離 3300mm、 d は構造断面の引張縁から圧縮縁までの距離 650mm)、接合部付近での柱梁の鉛直方向の変位差は最大 2.2 mm 柱頭の水平方向変位も 1.5mm と小さかった。ただし、実験終了時に梁載荷冶具の木部へのめり込が確認されたので、実質的な梁のたわみ量は測定値より少なかったと考えられる。

解体後の目視より接合部金物のめり込みは微小で、荷重支持部の炭化は確認されず(写真 1,2)、変形量の急激な変化が見られず、12 時間経過以降は安定した挙動を示した。

4. 考察

本実験では梁自由端側の支点冶具に生じるひずみから、支点反力を算出し、梁の載荷荷重からの差で接合部に生じる荷重を推定した。その結果、平均 117kN の荷重が接合部に生じていることが判断され、この値は接合部の長期許容荷重より 3.5%ほど大きい。しかし、実験中を通して荷重に大きな変化は見られず、変形性状も安定しており、接合部は梁のせん断力を伝達できているものと推察される。

5. まとめ

カラマツ集成材を用いた耐火木造部材の柱梁接合部に関する載荷加熱実験を行った結果、本接合部は 1 時間加熱後も耐火性能の低下が生じないことを確認した。

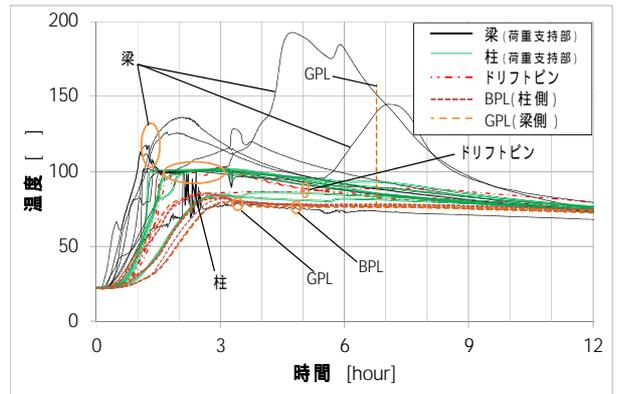


図 5 接合部温度

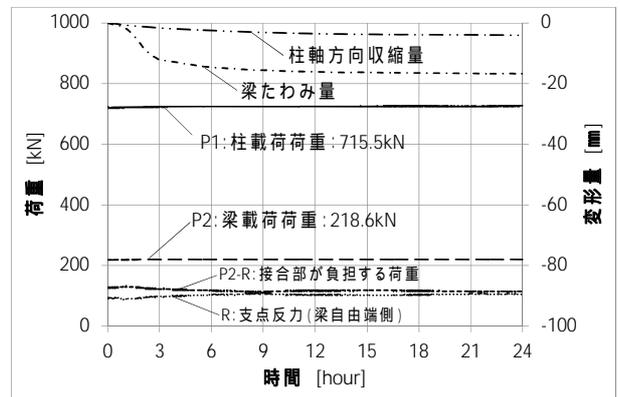


図 6 載荷荷重と変形量



写真 1 柱接合部



写真 2 梁接合部

【参考文献】

- 1) 上原茂男ら, 燃え止まり性能を有する木質構造部材に関する研究: その 1~8, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2004~2008
- 2) 大橋宏和ら, 耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その 1, 2 日本建築学会大会学術梗概集, 2012

【謝辞】

試験体製造に際し齋藤木材工業株式会社に多大なご協力を頂きました。記して謝意を表します。

*1 竹中工務店 技術研究所 *2 竹中工務店 設計部

*1 Takenaka Corporation Research & Development Institute

*3 竹中工務店 エンジニアリング 本部

*2 Takenaka Corporation Building Design Department *3 Takenaka Corporation Engineering Department

*4 一般財団法人 バターリビング

*4 Center for Better Living