

耐火木造部材の耐火性能に関する研究

その4 柱と鉄骨梁接合部の加熱実験

耐火木造部材	耐火性能	加熱実験	正会員	金城 仁 ^{*1}	同	大橋 宏和 ^{*2}
燃え止まり	接合部	鉄骨梁	同	岡崎 智仁 ^{*2}	同	永盛 洋樹 ^{*2}
			同	長岡 勉 ^{*2}	同	山本 秀一 ^{*3}
			同	遊佐 秀逸 ^{*1}	同	吉川 利文 ^{*1}

1.はじめに

前報¹⁾では耐火木造部材の柱梁接合部の耐火性能を荷重加熱実験により確認した。本報では建築設計の自由度を高めるために鉄骨造との混構造を想定し、耐火木造柱と鉄骨梁の接合部における耐火性能を確認するため実施した加熱実験について報告する。

2. 加熱実験

2.1 試験体

試験体は図1に示すように、柱はカラマツ集成材を用いた耐火木造柱(W470 mm角)とし、梁は鉄骨梁(H-496×199×9×14)をベースプレート(BPL)およびガセットプレート(GPL)からなる接合金物を介して、ボルトにより柱と接合したL型架構とした。ここで、梁の耐火被覆は繊維混入けい酸カルシウム板とした。表1に試験体仕様、図1に試験体図、図2,3に柱梁断面図、図4に接合部詳細図を示す。接合部の目地は1成分形変成シリコン系シールにより処理した。

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。既報¹⁾より接合部の鋼材温度は100℃程度であり、木材の着火温度260℃に対して十分な余裕があった。なお、鉄骨梁からの熱伝導による接合部の温度上昇を抑えるため梁の耐火被覆は十分な厚さとしており、著しい剛性低下や耐力低下による梁の大変形は生じないと思われるため、本実験では荷重を行わない加熱実験とした。

加熱条件はISO834に規定される標準加熱曲線による1時間加熱とした。

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φ0.32およびK型シース熱電対φ3.2を用いて行った。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。また、実験中の試験体外観状況を目視により確認した。なお、接合部における炭化等の燃焼状況は実験後に試験体を脱炉して解体し目視により確認した。

表1 試験体仕様

試験体	部位	材料	含水率 [%]	比重
柱	燃え代層+燃え止まり層	カラマツ集成材	10.43	0.60
	荷重支持部		10.49	0.58
	燃え止まり層	モルタル	4.51	2.21
梁	荷重支持部	H-496×199×9×14(SS400)	-	-
	耐火被覆	繊維混入けい酸カルシウム板 40mm厚	2.33	0.29
接合部	目地	1成分形変成シリコン系シール	-	-

カラマツは気乾比重(12%)、モルタル、繊維混入けい酸カルシウム板は絶乾比重

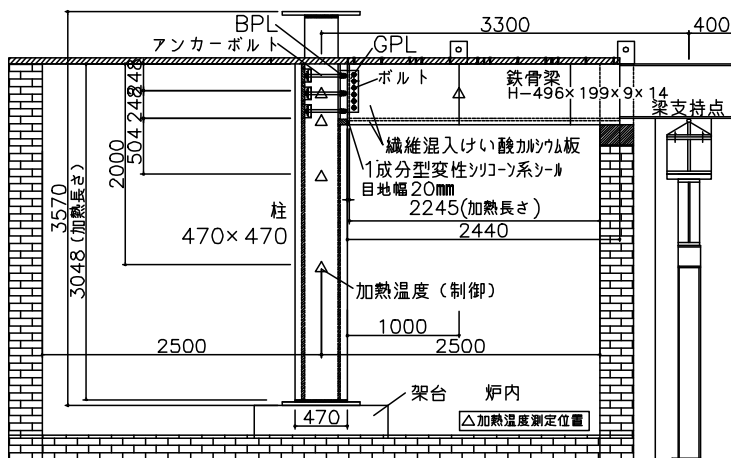


図1 試験体図

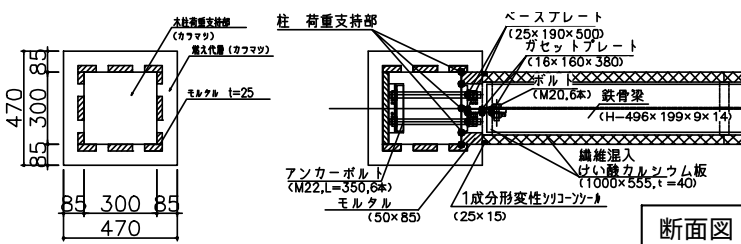


図2 柱断面図

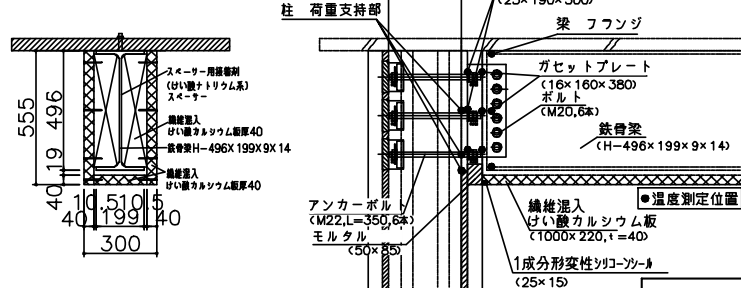


図3 梁断面図

図4 接合部詳細図

2.4 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

3.結果

耐火木造柱については加熱開始後 10 分程度で燃え代層の表層に亀裂が生じ、その後、徐々に燃え代層の剥離がはじまり、加熱開始後 45 分程度で著しい剥離を確認した。

加熱中に鉄骨梁の耐火被覆に亀裂などの損傷は確認されなかった。なお、実験終了時に耐火被覆に亀裂が生じていたが、これは冷却途中の収縮によるものと思われる。加熱開始後 100 分の時点で木造柱に残炎は確認されなかったが、赤熱については加熱開始後 6 時間後まで見られた。加熱開始後 24 時間に全ての測定温度が 60 程度まで低下したことを確認し、試験体の燃焼が終了したものと判断し実験を終了した。実験終了時の試験体外観には赤熱や発煙は確認されなかった。

図 5 に木造柱荷重支持部の温度測定結果、図 6 に接合部の鋼材温度測定結果を示す。柱荷重支持部の温度上昇は BPL 付近が最も早く、冷却途中の最高温度についても BPL 付近が最も高かったが、最高で 130 程度であった。

鋼材温度については、梁上フランジで最高 170 程度となったが、接合部の木造柱荷重支持部と接する BPL の鋼材温度は最高で 140 程度と木材の着火温度に対して十分に低い温度であった。写真 1 に実験終了時、写真 2,3 に接合部解体後の木造柱荷重支持部の状況を示す。接合部付近の荷重支持部には炭化は確認できなかった。

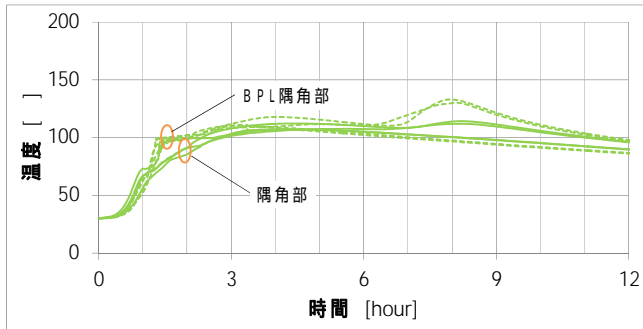


図 5 柱荷重支持部温度

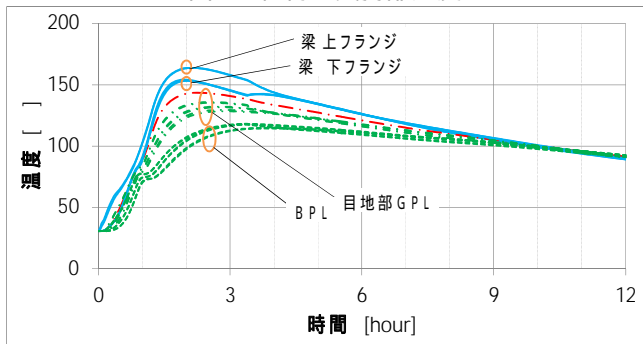


図 6 接合部鋼材温度

4.考察

木造柱荷重支持部の温度は、図 5 に示すように加熱開始後 9 時間程度で若干の温度上昇が生じている。炉内温度はこの時点で 80 前後であったことから、目視により確認できない範囲で赤熱が生じていたものと推測される。梁よりも接合部の鋼材温度が低い理由については、直接火炎に曝される梁に対して、接合部の鋼材が熱容量の大きなモルタルバーにより囲まれ、かつ、直接火炎に曝されない位置にあるためと思われる。

なお、鉄骨梁の鋼材温度は最高で 170 と剛性低下や耐力低下が大きくなる範囲であることから、もし、載荷した状態であったと仮定しても接合部に大変形は生じず、本実験と同等の耐火性能を有するものと推察される。

5.まとめ

耐火木造柱と鉄骨梁の接合部における耐火性能を確認することを目的とした加熱実験を行った。その結果、下記の対策が接合部付近の耐火木造柱荷重支持部の燃焼および炭化の抑制に有効であることを確認した。

- ・接合部の鋼材を熱容量の大きなモルタルバーにより覆い直接火炎に曝されない位置に配すること。
- ・梁に十分な耐火被覆を施し鉄骨梁から接合部へ伝達される熱量を小さく抑えること。
- ・接合部に生じる目地部は 1 成分形変成シリコン系シーラーにより処理すること。

【参考文献】

- 1) 大橋ら,耐火木造部材の耐火性能に関する研究 その 3 日本建築学会大会学術梗概集,2013

【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。

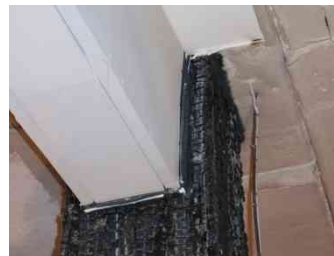


写真 1 実験終了時の接合部



写真 2 接合部 梁底側
木造柱荷重支持部の状況



写真 3 木造柱荷重支持部
全体の状況

*1 一般財団法人 バターリビング

*2 竹中工務店 技術研究所

*3 竹中工務店 エンジニアリング本部

*1 Center for Better Living

*2 Takenaka Corporation Research & Development Institute

*3 Takenaka Corporation Engineering Department