

木質耐火構造貫通部の性能評価

その1 断熱された貫通管が配された区画貫通部の加熱試験

正会員 ○遊佐 秀逸*1 同 長谷見雄二*2 同 鈴木 淳一*3
 同 水上 点晴*4 同 上川 大輔*5 同 玉川 祐司*6
 同 泉 潤一*7 同 関 真理子*8 同 寺垣 拓志*9

木質耐火

性能評価

区画貫通

実験

1. はじめに

防火被覆を有しない鋼製スリーブが壁・床を貫通する場合、中空層内部は少なからず火災影響を受け、鋼製スリーブの周囲が熱的に厳しくなることが明らかとなった。一般に壁・床には構造用合板等の面材が下地木材の外側に設置されることから、構造用合板を含む貫通管の周囲の熱的影響を把握することを目的とする。鋼製のスリーブは、加熱時に木材の着火温度を超える温度となることが明らかとなったので、断熱材で被覆することとし、その断熱材の遮熱効果も把握することとした。

2. 試験体仕様

1時間の耐火性能を有する木質構造の壁・床のうち、木製下地に構造用合板が設置された中空層を有する構造を試験体で代表させることとした。表1、2に試験体および材料の仕様を、図3.1、3.2に試験体図、写真3.1に試験体を示す。試験体W-1~W-3は、壁を想定し、下地の両面に9mm厚の構造用合板を設置した。また、試験体F-1~F-3は、床を想定し、下地の上部に24mm厚の構造用合板を設置した。鋼製のスリーブは、熱的に不利なΦ200の鋼製スリーブとし、せっこう筒(厚さ30mm)、けい酸カルシウム保温筒(厚さ30mm)、ロックウール保温筒(50mm)の3種類の断熱材を鋼製スリーブの周囲に設置した。

断熱した鋼製のスリーブは、下地間隔内(600mm)で偏りを持たせて配置した。実用上の最短の離隔距離として、木製下地との最短距離が20mmとなるように設置した。試験体の防火被覆は、耐火構造の大臣認定試験等において1時間の耐火性能を有することが確認されている強化せっこうボードボード(GB-F(V) JIS G 6901) 21mm2枚貼りとした。試験体の下地木材にはスギ(45mm×105mm)を使用した。試験体には、試験体図に示す位置にK熱電対を設置して鋼製スリーブ表面および木材表面、断熱材表面、中空層温度等を測定した。防火被覆と鋼製スリーブとの間から炎や高温の煙が、中空層に侵入し、対象木材に熱影響を及ぼすことを防止する目的で、スリーブの周りにリブ(外径:断熱材外径+20mm)を溶接した。リブとスリーブは点付け溶接とした。鋼製スリーブの加熱側は耐火炉に解放

し、スリーブの非加熱側はセラミックファイバー25mm、けい酸カルシウム板25mmを用いて断熱した。

表1 試験体仕様

試験体記号	スリーブの断熱材	中空部の内寸/ 鋼製スリーブ寸法 Φ	構造用合板	防火被覆
W-1	せっこう筒 厚さ 30mm	中空部内寸: W600xB600xD105 鋼製スリーブ寸法: 呼び寸法 Φ200 内寸: 207.3 mm 外寸: 216.3 mm 厚さ: t 4.5 mm 一般構造用炭素鋼鋼管 材質: STK41(2種)	針葉樹合板 9mm 両面張り	強化せっこうボード GB-F(V) 21mm x2枚
W-2	けい酸カルシウム保温筒 厚さ 30mm			
W-3	ロックウール保温筒 50mm			
F-1	せっこう筒 厚さ 30mm	針葉樹合板 24mm		
F-2	けい酸カルシウム保温筒 厚さ 30mm			
F-3	ロックウール保温筒 50mm			

表2 木材、防火被覆の含水率・比重

材料	試験時比重	含水率(%)
木材(スギ) 45x105	0.38	9.6
針葉樹合板 9mm(赤松)	0.55	9.7
針葉樹合板 24mm (コア: 赤松、フェイス: カラマツ)	0.65	7.8
せっこう筒	0.79	0.5
けい酸カルシウム保温筒	0.16	2.7
ロックウール保温筒	0.08	0.5
強化せっこうボード(V) 21mm	0.77	0.4

Development of the fire performance evaluation for the penetration of pipes
by wooden fireproof construction

TAMAGAWA Yuji *et al.*

Part3 - Results of structure to have a hollow layer and a solid core

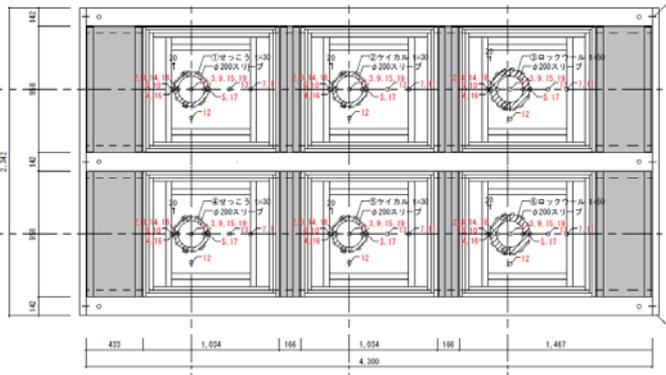


図1 試験体平面図（中空壁：温度測定点位置含む）

3. 実験方法

実験は独立行政法人建築研究所内の水平炉を使用し、ISO834の標準加熱温度曲線に従って加熱開始から1時間後に加熱を停止し、加熱停止後の試験体状況の傾向を把握するためにその後3時間、試験体を加熱炉に設置したままの状態を保持した。加熱開始から4時間後に脱炉し中空層内の木材の炭化状況を確認し、木材への延焼状況などについて分析を行った。

4. 実験結果

1) 目視観察状況

前回の加熱実験と同様に、全ての試験体において加熱側の上張り強化せっこうボードには亀裂が生じたが、下張りには裏面に達する亀裂は発生していなかった。

鋼製スリーブには変形は認められなかったが、鋼製リブの径を大きくし、点付け溶接としたため、リブ自体が熱応力で変形した。建設現場での施工性を考慮すると金物・ビス等を用いて留め付けし、加熱時には熱応力を生じさせにくい構造とする必要があると考えられる。隙間塞ぎ防火被覆材として強化石膏ボードを付加した部分は上張り石膏ボードを取り外した部分の表面はボード紙が炭化しておらず遮熱性は向上していることを確認した。

F-1～F-3の試験体においては、木製下地の変色および炭化は確認できなかった。構造用合板は若干の変色に留まり、炭化は確認できなかった。W-1～W-3において、木製下地の変色および炭化は確認できなかった。W-1試験体(せっこう筒)においては、せっこう筒の目地部付近の加熱側合板の一部に炭化が確認された。W-2試験体(ケイカル保温筒)では、合板の変色は確認されたが、炭化は確認できなかった。W-3試験体(ロックウール保温筒)では、加熱側近傍のロックウールの熔融が生じ、加熱側

合板に炭化が確認された。以上より、せっこう筒は、二水せっこうの結晶水の熱分解による温度上昇抑制効果が最も期待できるが、加熱時の収縮や施工上の目地部の隙間の処理が弱点となることがわかった。ロックウール保温筒に関しては、耐熱処理を施していないロックウール(スラグウール)ではISO834の加熱により、600℃超の加熱を受けると、収縮、熔融が起きるため、遮熱上は留意が必要である。スリーブに設けた鋼製リブにより、断熱材が直接加熱受けるのを抑制したが、リブ等を設置しない場合には、断熱材の熱劣化が進行することが考えられる。

2) 試験対温度

スリーブ内の温度は、60分時点で800℃を超え、せっこう筒が最も温度が低く約800℃となり、けい酸カルシウム保温筒、ロックウール保温筒は約850～880℃となる。試験体の中空層内の温度は100～130℃程度の温度に留まっている。

W-1、F-1試験体では、木材中の水分、せっこうの結晶水の分解などの潜熱により、100℃近傍での停滞が60分程度まで確認できる。W-1の断熱材の非加熱側表面温度は、約200℃に達していた。

W-2、F-2試験体では、断熱材の非加熱側表面温度が、50～70分約200℃に達する。W-3、F-3試験体では、40～50分過ぎに200℃に達する。W-3では最高217℃、F-3では最高245℃に達した。

まとめ

本研究開発では、各種木質耐火構造仕様について区画貫通部等の加熱試験等から、断熱材を有しない貫通管および断熱された貫通管を有する1時間耐火構造の壁・床の区画貫通部を想定した試験体に対して耐火試験を実施し、壁・床内部の中空層の温度、木製下地の炭化性状、防火被覆の効果等について把握し、耐火性能評価に係る試験体および防火措置の標準的な仕様に関する知見を得た。木質耐火構造を対象とする区画貫通部、被覆貫通孔に関しては、標準的な試験体および耐火性能を有する仕様の原案を見いだすことができた。今後、試験方法、評価法の検討などを実施し、性能評価方法が明確にすることで、火災時の安全性のための技術開発やより効率性の高い施工方法の開発が進むものと期待できる。

【謝辞】本研究は建築研究開発コンソーシアム「平成26年度 木質耐火区画貫通部評価方法の研究開発」の一環として行われた。本実験を行うにあたり建築研究開発コンソーシアム委員及び関係各位および連携した建築学会防火委員会住宅部材耐火性能WGの委員各位に深く感謝の意を表します

*¹(財) ベターリビング 工学博士
 *²早稲田大学理工学術院 教授 工学博士
 *³国土技術政策総合研究所 博士(工学)
 *⁴国土技術政策総合研究所 博士(工学)
 *⁵(独)森林総合研究所 博士(工学)
 *⁶ミサワホーム(株)
 *⁷三井ホーム(株)
 *⁸住友林業(株) 筑波研究所
 *⁹(株) エーアンドエーマテリアル

*¹ Center for Better Living, Dr. Eng.
 *² Prof., Waseda Uni., Dr. Eng.
 *³ National Institute for Land Infrastructure Management., Dr. Eng.
 *⁴ National Institute for Land Infrastructure Management., Dr. Eng.
 *⁵ Forestry & Forest Products Res. Inst., Dr. Eng.
 *⁶ Misawa Homes Co., Ltd.
 *⁷ Mitsui Home Co., Ltd.
 *⁸ Sumitomo Forestry Co., Ltd. Tsukuba Res. Inst.
 *⁹ A&A material Co., Ltd.