

## 木質耐火構造貫通部の性能評価

## その3 中空層および中実層を有する構造を用いた加熱実験

正会員	○玉川	祐司*1	同	長谷見雄二*2	同	鈴木 淳一*3
		同	水上	点晴*4	同	成瀬 友宏*5
		同	上川	大輔*7	同	泉 潤一*8
		同	寺垣	拓志*10	同	関 真理子*9

木質耐火

性能評価

区画貫通

実験

## 1. はじめに

本検討では木質耐火構造（壁、床）に対する貫通部を考える際、評価項目は隣室区画への遮炎性と木質耐火構造部材内部（中空部・中実部）への遮熱性の2点が考えられ、これらの性能を有する木質耐火構造部材に対する貫通処理の例示仕様を示すことを目的とした。

本報では前報でおこなった貫通孔クリアランスに対する処理方法について確認された躯体との隙間を塞ぐ方法の問題点の改良を行い中空部材に加え中実部材（直行積層板：CLT、単板積層材：LVL）の試験体を用いて実験確認を行ったので報告する。

## 2. 試験体仕様

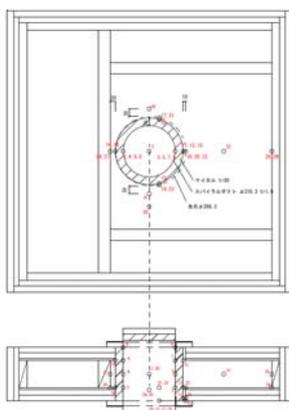
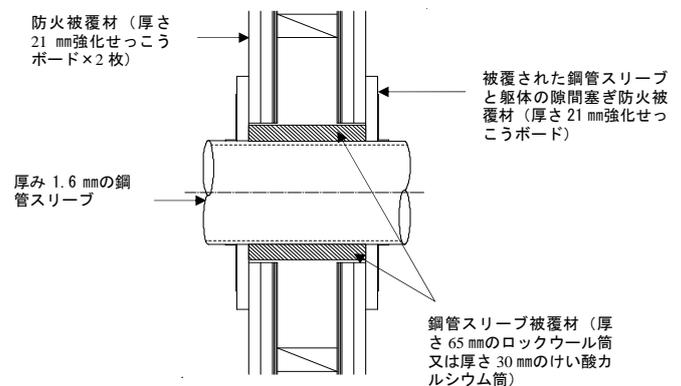
木質耐火構造の壁・床等のうち中空層および中実層を有する構造（CLT、LVL）を試験体とし、中空層の試験体は合板厚が薄い方が熱的に不利側であることが確認されている9mm合板を使用した壁の仕様で代表させ、鋼管スリーブは管径が大きい方が熱的に不利であることが確認されている為、1.6mm厚のΦ200の鋼製スリーブで代表させた。またスリーブ被覆材はけい酸カルシウム保温筒（厚さ30mm）とロックウール保温筒（厚さ65mm・90kg/m<sup>3</sup>）の2種類を実験変数とした。表1に試験体仕様を、図1に試験体図および試験体断面図（中空壁の例）を示す。

中空層仕様木材には杉材(45mm×105mm)および9mm合板（表板：カラマツ、コア：杉材）を使用し、中実層仕様木材である直行積層板：CLTには杉材（厚さ150mm、接着剤API、非JAS品S60-5-5相当）、単板積層材：LVLには杉材（厚さ150mm、構成50mm3プライ 接着剤一次接着フェノール樹脂系接着剤、二次接着レゾルシノール樹脂系接着剤）を使用した。

鋼製スリーブの内径は212.8mm、外径は216.0mm、厚さは1.6mmである。また実際の施工を考慮し、鋼管と躯体に周囲5mm(最少0mm、最大10mm)のクリアランスを設けた。当該クリアランスを塞ぐ為、隙間塞ぎ被覆材として加熱・非加熱両側より強化せっこうボード21mmを隙間塞ぎ被覆材として貼りコーススレッドで木下地に留め付けた。また隙間塞ぎ被覆材小口箇所および取り合い部およびビス頭には石膏系パテを施工した。鋼製スリーブの加熱側は耐火炉に解放し、スリーブ非加熱側は防火被覆材を用いて断熱した。鋼製スリーブの材質は、STK41(2種)一般構造用炭素鋼鋼管とし、スリーブを固定する金物は厚さ0.8mmの冷間圧延鋼板（JIS3141 SPCC）のL字金物でビス留めとした。躯体の防火被覆は強化石膏ボード（JIS G 6901, GB-F(V)）21mm2枚貼りの木質壁耐火(1時間)標準仕様とした。

表1 試験体仕様

試験体記号	区画構成部材	木質材料	鋼管スリーブ被覆材
No.1	中空層	合板9mm	けい酸カルシウム保温筒
No.2			ロックウール保温筒
No.3	中実層	直行積層板	けい酸カルシウム保温筒
No.4			ロックウール保温筒
No.5		単板積層材	けい酸カルシウム保温筒
No.6			ロックウール保温筒

図1 試験体図および試験体断面図  
(中空壁：温度測定点位置含む)Development of the fire performance evaluation for the penetration of pipes  
by wooden fireproof constructionTAMAGAWA Yuji *et al.*

Part3 – fire test on the structure to have a hollow layer and a solid core

### 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1時間の加熱を行った。また、炉内温度の変化に伴うスリーブ温度、木部の温度の推移を把握する為、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時間後に脱炉し木部の炭化状況を確認し、木部への延焼状況などについて分析を行った。なお試験体図に鋼製スリーブおよび木材表面温度計測位置を示す。

### 4. 実験結果

写真1、2に仕様No.1の試験加熱後の加熱側下張せつこうボード面および合板面を示す。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。さらに下張りせつこうボードを取り外した後に木部を確認したところ炭化等は見られず、隙間塞ぎ強化せつこうボードを留め付けていたビス部における熱橋による変色・炭化は認められなかった。なお観察の結果、他の仕様も同様であることを確認した。



写真1 仕様No.1 下張石膏ボード



写真2 仕様No.1 合板面

写真3~6に中空壁(No.2)および中実壁(No.5)の炭化状況および炭化位置の被覆材目地位置を示す。本実験において中空壁、中実壁(CLT・LVL)のすべての仕様で鋼管スリーブ被覆材目地部位置において変色または炭化が確認された。なお、被覆材が連続している部分においてはいずれの仕様においても変色・炭化等は確認されなかった。変色・炭化部分の程度は加熱側よりむしろ非加熱側において激しいことも確認された。



写真3 仕様No.2 合板炭化



写真4 仕様No.2 炭化位置のRW目地



写真5 仕様No.5 LVLの炭化



写真6 仕様No.5 ケイカル目地部分

図2、3に中空壁(No.2)および中実壁(No.5)の各部温度を示す。中空壁の合板部分温度は最終的に150°C程度に留まっており目視観察とあわせてスリーブ被覆材の連続部分と判断できる。また、中実壁は200°C~260°C程度で分布し、かつスリーブ被覆材表面温度とほぼ同一に推移した。この箇所は目視観察の結果、スリーブ被覆材の目地部分と炭化が確認された位置であった。

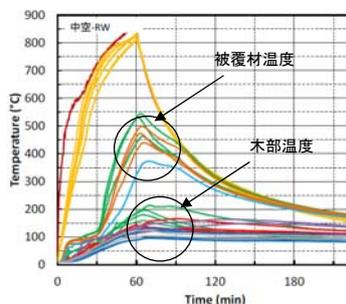


図2 仕様No.2 各部温度

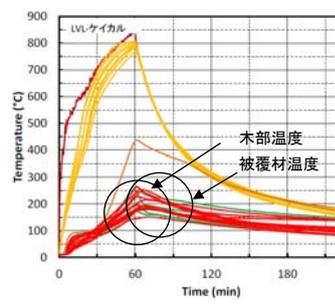


図3 仕様No.5 各部温度

### まとめ

以上より、木部に見られた変色・炭化となった熱の流れを考察すると貫通鋼管の裏面温度が上昇し、鋼管スリーブ被覆材目地部に生じた隙間を通して加熱側から非加熱側へ向かう熱気流が発生し非加熱側の隙間塞ぎ強化せつこうボードに遮られて反転し非加熱側小口より変色・炭化が発生したと考えられる。従って、壁面からの遮熱性の担保は確認され鋼管スリーブからの遮熱性も被覆材目地部以外は担保されていたといえる。あとは断熱材目地部の開きを生じさせない工夫ができれば僅かに生じた変色・炭化を抑制できると考える。

【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防耐火性能WGの委員各位に深く感謝の意を表します。

【付記】本研究は科学研究費補助金(A)「大断面木質部材の防耐火性能設計の工学モデル」(研究代表者 長谷見雄二、課題番号 25249081)の助成を受けた。

\*<sup>1</sup>ミサワホーム(株)  
 \*<sup>2</sup>早稲田大学理工学術院 教授 博士(工学)  
 \*<sup>3</sup>国土技術政策総合研究所 博士(工学)  
 \*<sup>4</sup>国土技術政策総合研究所 博士(工学)  
 \*<sup>5</sup>建築研究所 博士(工学)  
 \*<sup>6</sup>(独)森林総合研究所 博士(工学)  
 \*<sup>7</sup>(財)ベターリビング つくば建築試験研究センター 博士(工学)  
 \*<sup>8</sup>三井ホーム(株)  
 \*<sup>9</sup>住友林業(株) 筑波研究所  
 \*<sup>10</sup>(株) エーアンドエーマテリアル

\*<sup>1</sup> Misawa Homes Co., Ltd.  
 \*<sup>2</sup> Prof., Waseda Uni., Dr. Eng.  
 \*<sup>3</sup> National Institute for Land Infrastructure Management., Dr. Eng.  
 \*<sup>4</sup> National Institute for Land Infrastructure Management., Dr. Eng.  
 \*<sup>5</sup> Building Research Institute., Dr. Eng.  
 \*<sup>6</sup> Forestry & Forest Products Res. Inst., Dr. Eng.  
 \*<sup>7</sup> Tsukuba Building Res. & Testing Lab., Center for Better Living, Dr. Eng.  
 \*<sup>8</sup> Mitsui Home Co., Ltd.  
 \*<sup>9</sup> Sumitomo Forestry Co., Ltd. Tsukuba Res. Inst.  
 \*<sup>10</sup> A&A material Co., Ltd.