

横積み CLT (ログ壁) の加熱試験 (その1) -60分準耐火構造-

正会員 ○松下勝久* 正会員 菅野真裕*
 正会員 榎本敬大** 正会員 宮武敦***
 正会員 安井昇****

CLT 丸太組構法 準耐火構造
 壁 加熱試験 ログハウス

1. はじめに

丸太組構法においては、一般的に壁状に水平に積み上げる材料として角形無垢の製材が用いられる。『CLT ログ壁』では、その材料に日本農林規格に適合する直交集成板 (CLT) を加工したものをを用いているが、平成 14 年国土交通省告示第 411 号 (丸太組構法告示基準) においては、CLT 材を丸太材等の一つとして解釈できるとされており、丸太組構法において使用可能な材料である。

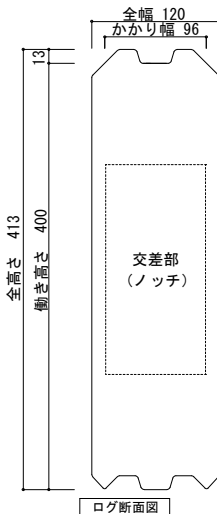
防耐火の観点からは、平成 28 年国土交通省告示第 611 号で構造方法が定められた CLT パネル工法においては、準耐火構造に係る平成 12 年建設省告示第 1358 号 (以下、告示 1358 号) で規定される、所謂、燃え代設計の適用が可能であるが、丸太組構法による CLT 材を水平に積み上げた壁については、告示 1358 号の適用外であるため、大臣認定仕様とする必要がある。

CLT ログ壁に関する一連の研究において、その 1 では、スギ CLT (3 層 4 プライ) を高さ方向 40cm に積み上げた CLT ログ壁で、60 分間の準耐火構造としての性能を検証した。

2. 試験体仕様

試験体の仕様 (図 1 参照) は、断面幅が 120mm (荷重を受けるかかり幅は 96mm)、働き高さ 400mm (全高さ 413mm)、荷重区間 3,600mm の外層を直交層とした 3 層 4 プライ M60 の CLT ログ (樹種: スギ) を 7.5 段積み、試験体高さを 3,000mm とした。

ログ同士の繋ぎには φ19mm の鋼製ダボ (丸鋼) を挿入した。ダボは中心から偏芯させ 2 本打ち、60 分燃焼時に非加熱面側のダボが残ることで構造上、有効に作用するよう設定した。なお、試験体に使用した CLT 材は、積層接着に使用環境 B の水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤を使用した。試験体の気乾密度は 0.4g/cm³、含水率計による含水率の平均は 8%であった。



3. 試験方法

加熱試験方法は、(公財) 日本住宅・木材技術センターが定める「防耐火性能試験・評価業務方法書」に準じて行い、60 分間の準耐火構造の荷重加熱試験を実施した。

加熱炉内の各バーナーは、以下の式で示される標準加熱曲線に沿うよう制御を行う。

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

ここで、T: 加熱温度 (°C)、t: 加熱時間 (分)

試験荷重は、以下で示される (圧縮の許容応力度) × (圧縮に対する座屈低減係数) × (荷重を受ける面積) から 87.8kN とし、試験中は一定の荷重が試験体に負荷されるよう制御を行う。

- 圧縮強度は、ラミナの等級 M60 の (縦) 圧縮強度 21.6N/mm² と、横圧縮強度が縦圧縮強度の 1/8 倍の関係から、実際には縦圧縮を受ける平行層が存在するが、全面横圧縮と見なして 2.7N/mm² とし、許容応力度 (長期) は圧縮強度の 1.1/3 とする。
- 圧縮に対する座屈低減係数は、(財) 日本建築センター出版の「2003 年版 丸太組構法技術基準解説及び設計・計算例」にある、『すだれ状の壁』とみなして算出する。

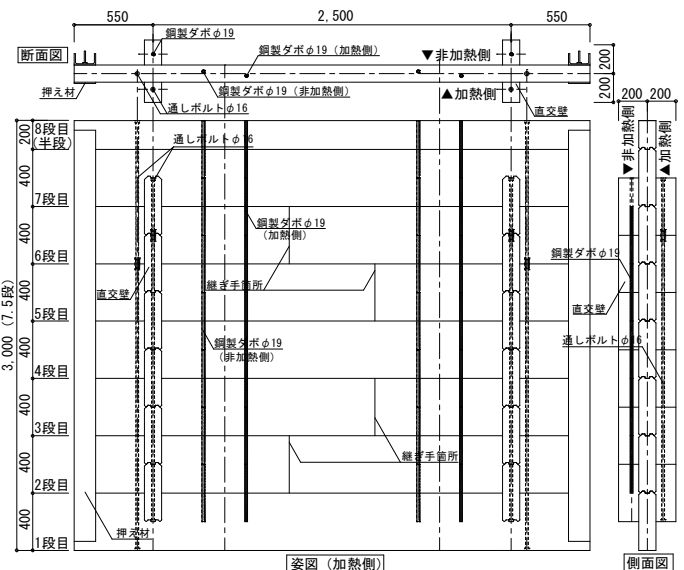


図 1 試験体図

- ・荷重を受ける面積は、かかり幅 96mm と載荷区間 3,600mm を乗じた値とする。

加熱中は、炉内温度、試験体の非加熱面の一般部等 (CLT ログ本体、直行壁との取合いや接ぎ手部) の温度 15 点、試験体下部 (加熱炉の可動枠) に軸方向変位 2 点、各 CLT ログの働き高さ・幅中央に面外方向変位 3 点及び試験荷重の測定、並びに燃え抜け等の目視観察を行った。

4. 試験結果

試験結果のまとめを表 1、各部の温度変化を図 2 に示す。

表 1 荷重加熱試験結果のまとめ

試験体仕様	スギ直交集成板 (3 層 4 プライ)	
初期温度	10°C	
非加熱面	最高温度	41°C (58 分 15 秒)
	平均の最高値	15°C (58 分 15 秒)
最大軸方向収縮量	0.1mm	
最大軸方向縮速度	0.02mm/分	
最大面外方向変位量	1.3mm	
目視観察	加熱中に燃え抜け、炎の出現等なし	

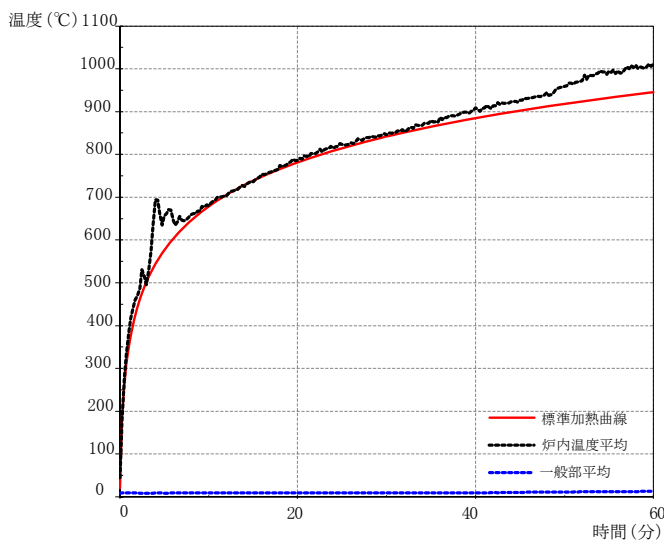


図 2 各部の温度変化

炉内温度は、CLT ログ本体から火炎が出現した直後、一時的に標準加熱曲線より若干高めとなるものの、非加熱面の温度上昇や加熱中の白煙等の漏出も殆ど見られない (写真 1 参照)。

試験体の座屈や燃え抜け等は見られず、60 分間の準耐火構造としての性能を有する結果を得た (図 2 参照)。

加熱試験中において、加熱側の表面のラミナが炭化し、接着層で剥がれ炉内に堆積し、脱炉後においても、試験体側に残って火炎を上げる小さな炭片や、試験室の床に

落下した小片があった (写真 2 参照)。

炭化速度は 0.8mm/分程度であり、2 層目途中まで炭化が進行していた。



写真 1 試験終了時の非加熱面の状況



写真 2 脱炉後の加熱面の状況

5. 考察

試験荷重の設定値は、火熱を受けない状態での構造計算に基づくものであり、一部の炭化消失に伴う座屈が懸念されたが、個々の CLT ログの精度の高い加工と鋼製ダボによる回転抑制効果とともに、非加熱面のダボ穴まで炭化が進行することがなかったため、座屈には至らなかったと考える。

遮熱性、遮炎性に関しても、十分な木材の厚さと適切な隙間の寸法であることを確認した。

6. まとめ

試験体に使用した CLT ログ壁の仕様については、60 分間の準耐火構造としての性能を満足することを確認した。

*(株)木造技術研究所 ** (国研) 建築研究所

*** (国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 **** 桜設計集団

*Mokuzogijutsukenkyujo Co. **Building Research Institute

Forestry and Forest Products Research Institute *Team Sakura