

# 厚さの異なる板材の遮熱・遮炎性

菊地 伸一 駒澤 克己

## Thermal Insulation and Fire Integrity Property of Various Thickness Wood Panel

Shin'ichi KIKUCHI Katsumi KOMAZAWA

Key Words : fireproof property, fire penetration, fire retardant treatment  
耐火性, 燃え抜け, 難燃処理

### 1. はじめに

平成12年6月から施行されている改正建築基準法では, 準防火地域, 22条地域の外壁に必要な防火性能は「建築物の周囲において発生する通常の火災時における火災を遮るために必要とされる性能」とされ, ISO 834で20分または30分間加熱したときに, 次の基準を満足することが求められるようになった。

非加熱面平均温度 140 + 初期温度

非加熱面最高温度 180 + 初期温度

従来, 木材を軸組とする外壁の防火構造, 土塗り壁同等構造については, 防火2級または防火3級の加熱曲線で30分間加熱したときに, 防火被覆材裏面温度260以下が遮熱性の基準とされており, 筆者らは, 難燃木材と石こうボードを防火被覆材として用いた外壁構造が, 土塗り壁同等構造の性能を担保することを示した<sup>1)</sup>。また, ログハウスについてはログ接合部や継ぎ手部分の防火措置により, 土塗り壁同等構造の性能を持つことが示されている<sup>2)</sup>。しかし, 加熱方法および評価基準が一新されたことに伴い, 今後, 木材を外装材として使用するためには, 耐火加熱を受けた木造外壁の遮熱・遮炎性を明らかにする必要がある。

これまで, 耐火加熱された板材の炭化速度については報告されている<sup>3-5)</sup>。ここでは, 目地を持つ板材

の遮熱・遮炎性についての検討結果を報告する。

### 2. 実験

#### 2.1 供試体

耐火試験に用いた木材は, トドマツ(Saghalin fir)およびカラマツ(Japanese larch)の2樹種で, トドマツは厚さ12, 15, 18, 21, 27, 36mm, カラマツは厚さ12, 15, 18, 21mm, 長さおよび幅は両樹種ともそれぞれ450, 120mmとした。板材の側面には第1図に示すようなあいじゃくり目地を施した。トドマツ板材の一部は, 前排気4kPa, 30分, 加圧490kPa 5時間の条件で市販のポリリン酸アンモニウム系難燃剤の20%水溶液を加圧注入処理した。

これらの板材は450 × 890mmの木枠に8枚組み合わせて釘止めし(第1図), 耐火試験供試体とした。トドマツ無処理材は14体, トドマツ難燃処理材は12体, カラマツ無処理材は11体の供試体を作製した。耐火試験は各条件ごとに1~3回実施した。供試体の概要を第1表に示す。

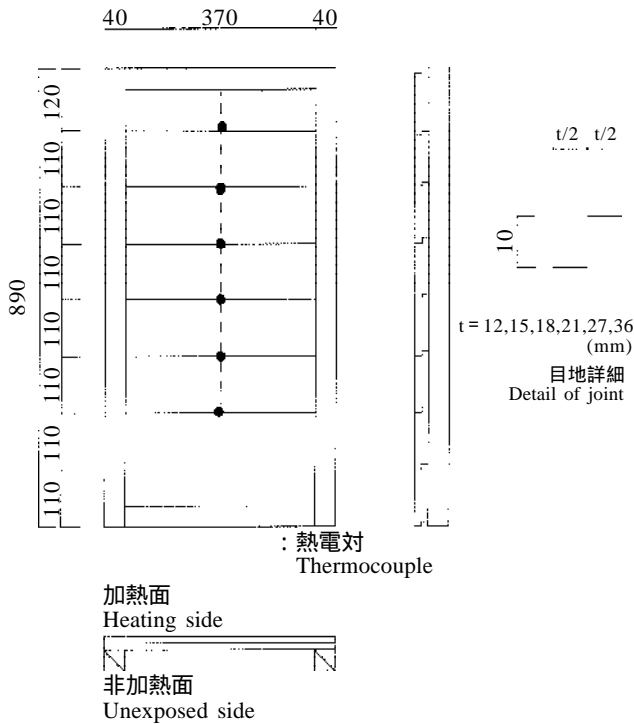
#### 2.2 加熱試験方法

供試体は460 × 900mmの開口を有する石綿セメントけい酸カルシウム板製の試験体取付枠にはめ込んで加熱した。加熱はプロパンガスを熱源とする加熱面が1 × 1mの垂直炉を用い, JIS A 1304に定めら

第1表 供試体の概要

Table 1. Specimens used for fire endurance test.

|                        | 厚さ<br>Thickness<br>(mm) | 難燃剤含量<br>Fire retardant<br>content<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 比重<br>Specific<br>gravity | 供試体数<br>Number of<br>specimen |
|------------------------|-------------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| トドマツ<br>Saghalin fir   | 12,15,18,21,27,36       | 0  | 0.44                      | 2~3                           |
| カラマツ<br>Japanese larch | 12,15,18,21             | 0  | 0.51                      | 2~3                           |



第1図 供試体構成および熱電対取付け位置

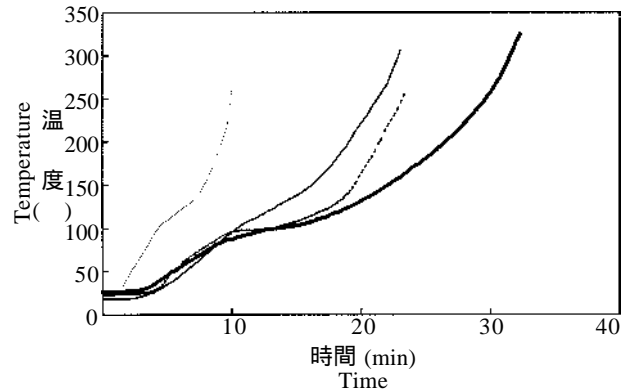
Fig. 1. Construction of fire endurance test specimen and the location of thermocouples on the unexposed wood surface.

れている耐火標準曲線に沿って行った。加熱は非加熱側に炎が出現するまで行った。非加熱側に炎が出現する時間を火炎貫通時間とした。

供試体非加熱面温度は、第1図に示す目地位置で、線径0.65mmのガラス被覆K熱電対を用いて測定した。熱電対の熱接点はアルミテープで覆った。非加熱面温度が、加熱開始時の初期温度から140度または180度上昇するまでの時間を算出し、それぞれ「140度上昇時間」「180度上昇時間」とした。

### 3. 結果と考察

無処理供試体は加熱開始後1~2分にかけて、難燃処理供試体では3~8分にかけて加熱面に着火した。



第2図 非加熱面の温度変化

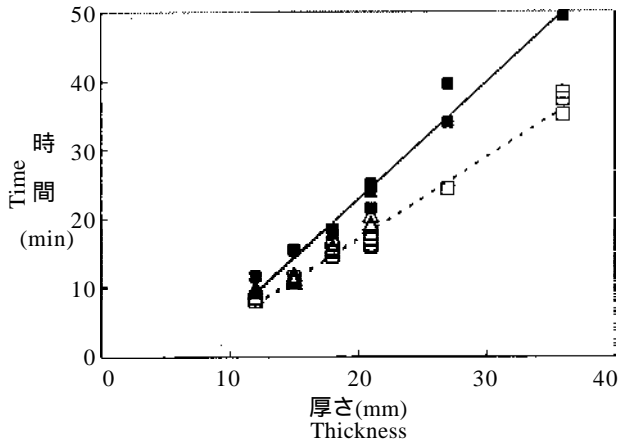
凡例：——：トドマツ，無処理，12mm，  
——：トドマツ，無処理，21mm，  
——：トドマツ，ポリリアン酸アンモニウム  
処理，21mm，  
-----：カラマツ，無処理，21mm

Fig. 2. Relationship between heating time and the unexposed surface temperature.

Legend：——：Saghalin fir, Control, 12mm thick;  
——：Saghalin fir, Control, 21mm thick;  
——：Saghalin fir, Treated with ammonium  
poly-phosphate, 21mm thick;  
-----：Japanese larch, Control 21mm thick

加熱時間の経過とともに、板材の変形、目地にすき間や変色等が生じた。無処理供試体では、目地にすき間が生じて炉内の火炎が噴出すると非加熱面に着火し、その火炎は供試体の非加熱面全体に急速に拡大した。一方、難燃処理供試体では目地にすき間が生じ、炉内の火炎が噴出しても非加熱面には着火しない供試体が多く、着火した供試体でも火炎は目地周辺にとどまり非加熱面全体に拡大することはなかった。

非加熱面温度変化の一例を第2図に示す。非加熱面温度は100前後で停滞後、130~150以降に急上昇し、材料に含まれる水分の蒸発と共に遮熱性が失われることが示唆された。非加熱面温度は、100以上の範囲では測定点による差が大きくあらわれた。これは、燃焼による変形、収縮が板材によって異なり、目地に生じるすき間の大きさが異なることによ



第3図 供試体の厚さと非加熱面温度が180度上昇するのに要する時間との関係

凡例：  
 ■：トドマツ，無処理，  
 □：トドマツ，ポリリン酸アンモニウム処理，  
 ●：カラマツ，無処理

注：：非加熱面温度が180度上昇するのに要する時間

Fig. 3. Relationship between thickness of wood and the time which needs unexposed surface temperature to go up 180 degrees.

Legend：  
 ■：Saghalin fir, Control;  
 □：Saghalin fir, Treated with ammonium poly-phosphate;  
 ●：Japanese larch, Control

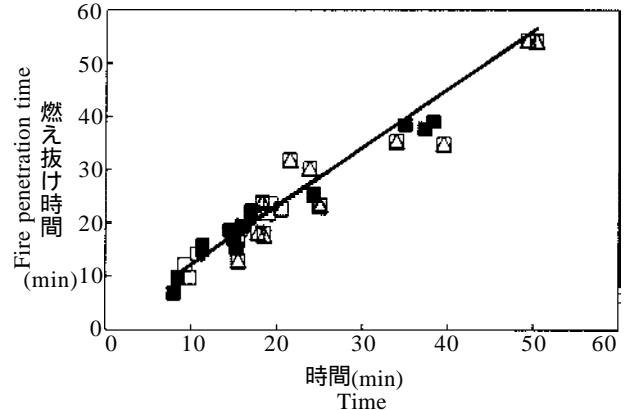
Note：：Time which needs unexposed surface temperature to go up 180 degrees.

と考えられる。このため、無処理供試体では、ある目地部分から非加熱面への着火が生じて加熱を終了した時点でも、初期温度からの温度上昇値が140度以下の測定点が少なくなかった。

第3図は、供試体の厚さと180度上昇時間との関係を示す。厚さおよび難燃処理の遮熱性への影響は明瞭であるが、比重が2割程度異なるトドマツとカラマツとでは有意な差を示さなかった。また、ここには示さないが、供試体の厚さと火炎貫通時間との関係も第3図に類似した傾向を示した。

180度上昇時間は、外壁に使用する防火被覆材の“遮熱性能”と考えることができる。各供試体の遮熱時間を求めると、無処理トドマツ、カラマツはおおよそ0.7～1min/mm、難燃処理トドマツは1～1.3min/mmとなり、目地を持たない木材から得られた遮熱性能<sup>めいりょう</sup>を無処理および難燃処理材とも2割程度下回るものであった。これは、遮熱性能を算出するための基準温度が異なっていることもあるが、板材の中央部と目地部という温度測定点の違いが主な原因と思われる。

今回試作した目地は、材料の厚さを減じることな



第4図 非加熱面温度180度上昇時間と火炎貫通時間との関係

凡例：第3図参照

Fig. 4. Relationship between time which needs unexposed surface temperature to go up 180 degrees and the fire penetration time.

Legend：Symbols are shown in Fig. 3.

く、かつクリアランスもない、きわめて密着性の高い形状となっている。このような形状の目地でも木材が持つ遮熱性が2割程度失われ、20分間の遮熱性を保つためには無処理材で27mm以上、難燃処理材でも21mm以上の厚さが必要とされた。木材を外壁材として使用する場合、立体感を出すためのかき込み、木材の伸縮を吸収するためのクリアランスが設けられることが多いので、材厚は30～40mm以上とする必要があると思われる。なお、難燃処理は遮熱性能を3割程度大きくする効果があった。

第4図は、180度上昇時間と火炎貫通時間との関係を示したものである。火炎貫通時間は、厚さおよび難燃処理の有無で異なるが、180度上昇時間とは良好な相関関係が得られ、燃え抜け時間の予測が可能であることが示された。

#### 4. おわりに

木材を外壁の耐火被覆材として利用することを想定し、トドマツ、カラマツ板材の遮熱性能について調べた。それによると、目地を持つ板材の遮熱性能は0.7～1.3min/mmで、準防火構造として要求される20分間の遮熱性を保つには、難燃処理しない木材では27mm以上の厚さが必要とされた。

板材の燃焼に伴い目地に生じるすき間の大きさは部位によって異なり、非加熱面温度に大きく影響した。今後は、実大サイズに近い壁試験体での性能評

価および目地や継ぎ手部分の防火措置方法について検討する。

文 献

- 1) 林 昌宏 ほか3名：第73回日本建築学会北海道支部研究報告集，2000 p.155-158.
- 2) 最上宏二 ほか4名：日本建築学会大会学術講演梗概集，p.21-22(1995).
- 3) E. L. Schaffer : Forest Products Lab., FPL69 (1967).

- 4) 山田 誠：木材の化学加工研究会シンポジウム講演集，p.7-12(1987).
- 5) B. J. Noren, B. A. - L. Ostman : Fire Safety Science - Proceedings of the First International Symposium, p.325-335(1985).
- 6) 菊地伸一，駒澤克己：林産試験場報，11(3) 6-11(1997).

- 性能部 防火性能科 -  
(原稿受理：00.8.7)