

岡山県産材による木質防火材料の開発

金田利之

1 はじめに

「公共建築物等木材利用促進法」が施行され、公共建築物については可能な限り木造化、又は内装等の木質化を図るという目標が掲げられた。今後、公共建築物における木造化、内装等の木質化が推進され、建築分野における木材の需要拡大が期待される。

ところで公共建築物は、その用途及び規模等により防火制限が適用されることが多いため、内装を木質化するためには、木質の防火材料が必要となる。しかし、これまで岡山県産材の難燃化（難燃処理・準不燃処理・不燃処理）については十分に検討されておらず、処理工場も存在しない。今後、岡山県産材による木質防火材料としての需要拡大を図るためには、難燃化技術の開発・改良が必要となる。

そこで本研究では、岡山県産ヒノキ及びスギ材を各種難燃化薬剤により注入処理し性能評価を行うことにより、製造可能な防火材料の検討を行った。

2 材料及び方法

2.1 基材

基材は、十分天然乾燥した無節の岡山県産ヒノキ及びスギ材（厚10～15×幅102～108 × 長250mm）を使用した。

2.2 難燃化薬剤

難燃化薬剤は、次に示す4種類の5薬剤を使用した。

- ①リン酸系薬剤：リン酸水素二アンモニウム
- ②ホウ素系薬剤：ホウ酸
- ③リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤
- ④市販の難燃薬剤（ノンネンW-200・ノンネンW2-50、丸菱油化工業(株)製）

2.3 注入処理

難燃化薬剤の注入処理は、真空・加圧含浸装置（柵ヤスジマ製、写真-1）を用いて行った。注入処理は、基材を所定の濃度に調製した難燃化薬剤に浸せきさせ、減圧度5.0kPaで30分間減圧した。その後、設定圧力（0.25、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0MPa）で1時間加圧し、解圧

後、薬剤を回収した。薬剤回収後、減圧度5.0kPaで30分間減圧した。

注入処理後、難燃化薬剤注入量（固形分量）を次式により求めた。

$$\text{難燃化薬剤注入量 (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{注入後試験体質量(kg)} - \text{注入前試験体質量(kg)}}{\text{試験体体積(m}^3\text{)}} \\ \times \text{難燃化薬剤濃度 (\%) / 100}$$



写真－1 真空・加圧含浸装置

2. 4 乾燥

難燃化薬剤を注入処理した試験体は、45℃±3℃の熱風乾燥器中で1週間程度乾燥した後、23℃、50%RHの恒温恒湿機中で恒量に達するまで調湿した。

2. 5 性能評価試験

性能評価試験は、不燃性能試験、準不燃性能試験、難燃性能試験を行った。

試験は、難燃化薬剤を注入処理した試験体から厚さそのまま、幅及び長さが99mm±1mmの試験片を採取して、コーンカロリメータ（C3、東洋精機株製、写真－2）を用いて、ISO5660-1（輻射熱強度50kW/m²）に準拠した発熱性試験を行った。発熱性試験は、不燃性能試験が加熱時間20分間、準不燃性能試験が加熱時間10分間、難燃性能試験が加熱時間5分間で行い、各性能試験における総発熱量及び最大発熱速度を求めた。

なお、各防火材料としての判定は、以下の基準により行った。

- ①加熱時間における総発熱量が 8 MJ/m^2 以下であること
- ②加熱時間中、発熱速度が10秒以上継続して 200 kW/m^2 を超えないこと



写真-2 コーンカロリメータ

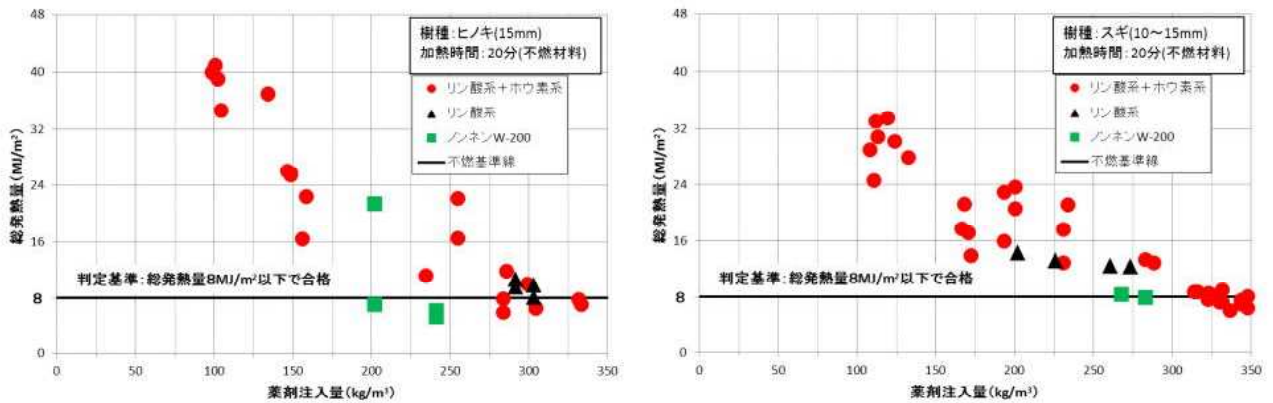
3 結果及び考察

3.1 不燃性能試験結果

各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間20分）の関係を図-1に示す。

これを見ると、ヒノキ及びスギ材ともにリン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤と市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200）が不燃材料としての基準をクリアしていた。さらに最大発熱速度は、すべての試験体で 200 kW/m^2 を超えておらず、岡山県産材による不燃材料製造の可能性が示唆された。

不燃材料としての基準をクリアするために必要な薬剤注入量（固形分量）は、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤ではヒノキが $280 \sim 300 \text{ kg/m}^3$ 以上であり、スギが $325 \sim 350 \text{ kg/m}^3$ 以上であった。市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200）では、ヒノキが $200 \sim 240 \text{ kg/m}^3$ 以上であり、スギが 280 kg/m^3 以上であった。しかし、市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200）は試験体数が少ないため、さらに検討が必要である。

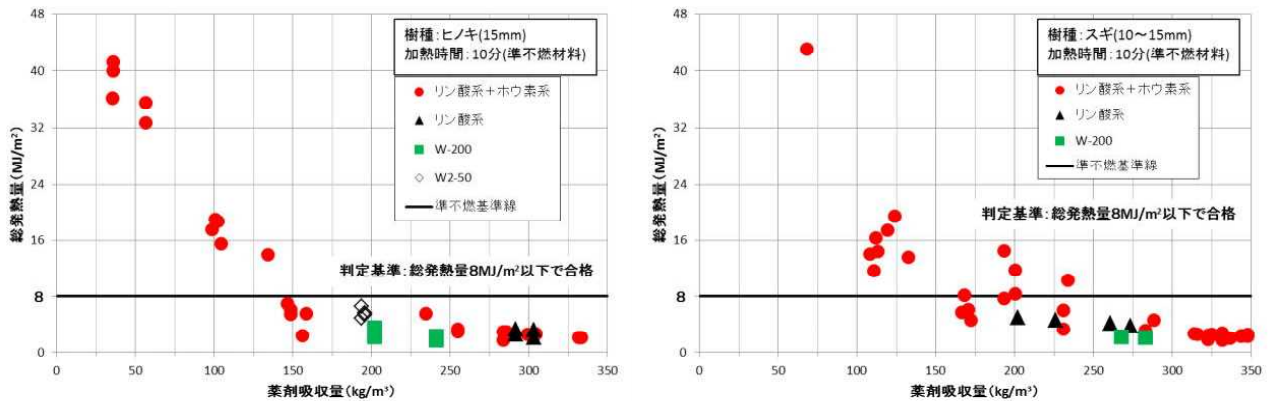


図一 各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間20分）の関係

3. 2 準不燃性能試験結果

各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間10分）の関係を図一2に示す。

準不燃材料としての基準を満たした難燃化薬剤は、リン酸系薬剤、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤、市販の難燃化薬剤（W-200及びW2-50）の4種類であった。さらに最大発熱速度は、すべての試験体で 200kW/m^2 を超えていなかったことから、岡山県産材による準不燃材料製造の可能性が示唆された。



図二 各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間10分）の関係

準不燃材料としての基準を満足するために必要な薬剤注入量（固形分量）は、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤ではヒノキが 150kg/m^3 以上であり、スギが $170\sim 230\text{kg/m}^3$ 以上であった。リン酸系薬剤ではヒノキが 290kg/m^3 以上であり、スギが 200kg/m^3 以上であった。市販の難燃化薬剤ノンネンW-200では、ヒノキが 200kg/m^3 以上であり、スギが 270kg/m^3 以上であ

った。ノンネンW2-50では、ヒノキが195kg/m³以上であった。しかし、リン酸系薬剤と市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200及びW2-50）については、試験体数が少なく、さらに検討が必要である。

3. 3 難燃性能試験結果

各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間5分）の関係を図-3に示す。

難燃材料としての基準をクリアした難燃化薬剤は、リン酸系薬剤、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤、市販の難燃化薬剤（W-200及びW2-50）の4種類であった。さらに、すべての試験体で最大発熱速度が200kW/m²を超えていなかったことから、岡山県産材による難燃材料の製造は可能であると考えられる。

難燃材料としての基準をクリアするために必要な薬剤注入量（固形分量）は、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤ではヒノキが100kg/m³以上であり、スギが110kg/m³以上であった。リン酸系薬剤ではヒノキが290kg/m³以上であり、スギが200kg/m³以上であった。市販の難燃化薬剤ノンネンW-200ではヒノキが200kg/m³以上であり、スギが270kg/m³以上であった。ノンネンW2-50ではヒノキが195kg/m³以上であった。しかし、リン酸系薬剤と市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200及びW2-50）については、試験体数が少なく、さらに検討が必要である。

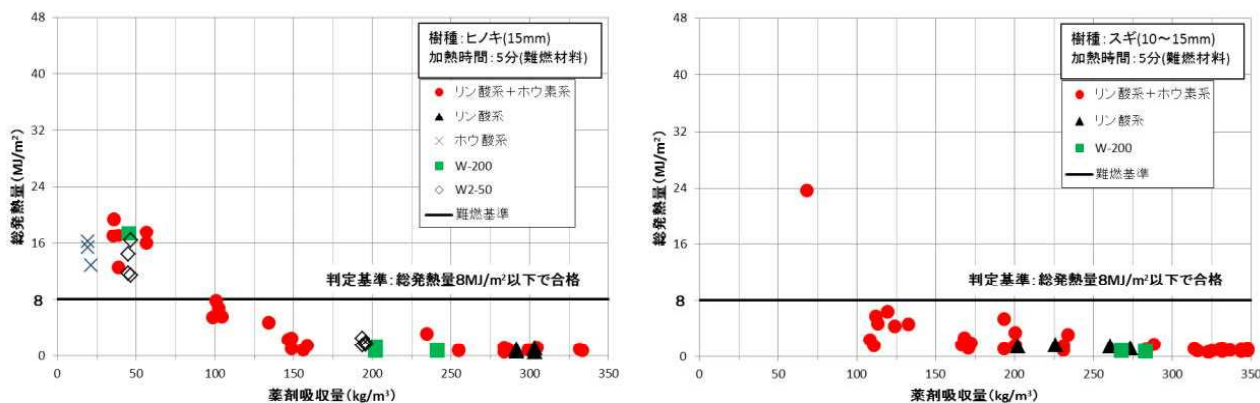


図-3 各種難燃化薬剤における薬剤注入量（固形分量）と総発熱量（加熱時間5分）の関係

4 まとめ

岡山県産ヒノキ及びスギ材を各種難燃化薬剤により注入処理し性能評価を行うことにより、製造可能な防火材料の検討を行い、以下の結果を得た。

- 1) 不燃性能試験の結果、ヒノキ及びスギ材ともにリン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤

と市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200）が不燃材料としての基準をクリアしていた。さらに最大発熱速度は、すべての試験体で $200\text{kW}/\text{m}^2$ を超えておらず、岡山県産材による不燃材料製造の可能性が示唆された。

2) 準不燃性能試験の結果、リン酸系薬剤、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤、市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200及びW2-50）の4種類が準不燃材料の基準を満たしており、さらにすべての試験体で最大発熱速度が $200\text{kW}/\text{m}^2$ を超えていなかったことから、岡山県産材による準不燃材料製造の可能性が示唆された。

3) 難燃性能試験の結果、リン酸系薬剤、リン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤、市販の難燃化薬剤（ノンネンW-200及びW2-50）の4種類が難燃材料の基準を満足しており、さらにすべての試験体で最大発熱速度が $200\text{kW}/\text{m}^2$ を超えていなかったことから、岡山県産材による難燃材料の製造は可能であると考えられる。