

準 不 燃 木 材 の 開 発

津 司 知 子^{*1} ・ 阿 部 健 一^{*2} ・ 平 井 賢 治^{*3}

要 旨

平成 12 年に建築基準法が改正され、従来の「仕様」を中心とした基準から「性能」を中心とした基準へ移行し、木材の利用範囲が広がった。平成 15 年度に民間企業と共同で外装用準不燃木材を開発したが、更に高い耐水性を持つ環境に優しい内外装用準不燃木材の開発を行った。

リン酸系薬剤と酸化ジルコニウムの配合比、濃度などを検討し、燃焼試験、溶出試験を行った結果、溶出率を 20%以下に抑え、ホルマリンもダイオキシンも発生しない環境に優しい準不燃木材を開発することができた。

キーワード：準不燃木材、耐水性、酸化ジルコニウム

1 はじめに

近年、地球温暖化対策の影響などから木材の利用が推進されているが、木材を建築材に使用する場合には、建築基準法において地震や火災から生命や財産などを守ることを目的として、品質性能や構造方法について定められているさまざまな基準を満たす必要がある。平成12年に建築基準法が改正され、従来の「仕様」を中心とした基準から、「性能」を中心とした基準へ移行した。これにより、構造材、外装材、内装材のそれぞれで、木材の利用範囲が大きく変化し、今まで木材が使用出来なかったところにも使用できるようになった。

また改正により、防火材料の残炎時間と発煙係数が評価項目から外され、発熱量で評価されることとなり、改正前は準不燃木材の認定は5件にとどまっていたが¹⁾、改正後は平成19年度末現在、準不燃木材は60件以上、不燃木材は40件以上と大きく増加している²⁾。これらの認定品の多くは、リン酸系・ホウ酸系・窒素系の水溶性薬剤によるものがほとんどであり、薬剤の析出や流出に伴う防火性能の低下が危惧されるため、溶出の少ない薬剤の開発が望まれている。

そこで、平成15年度にミロモックル産業株式会社、新丹生谷製材共同組合と共同で溶出率の低い準不燃木材について研究を行い、平成17年に徳島県で初めて、硫酸金属塩・リン酸水素2アンモニウムを使用した溶出率の低いスギ準不燃木材を

開発し、認定を受けたが、外装材のみの認定であった³⁾。よって、更に高い耐水性を持つ環境に優しい内外装用準不燃木材の開発を目的として引き続き、ミロモックル産業株式会社、新丹生谷製材共同組合と共同で研究を行った。

2 試験方法

2. 1 使用薬剤

難燃剤として一般的であるリン酸系・ホウ酸系・窒素系難燃剤と紙用の耐水剤として使用されている炭酸ジルコニウムアンモニウム水溶液を使用した。

2. 2 供試木材

新丹生谷製材共同組合製造のスギ板材から次の試験体を切り出して使用した。

1) 燃焼試験用(JIS A 1321)：幅220mm, 長さ220mm, 厚さ15mm

燃焼試験用(ISO 5660)：幅100mm, 長さ100mm, 厚さ15mm・30mm

2) 溶出試験用：幅50mm, 長さ50mm, 厚さ15mm

2. 3 難燃剤の注入方法

JIS A 1321用は、難燃剤水溶液(濃度 30 ～ 40wt%)の入っている容器に供試木材を浸せき後、耐圧釜を用いて 0.095MPa で 30 分減圧し、大気圧に戻した後、0.765MPa で 1 時間加圧注入を行

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター 森林林業研究所

*2 ミロモックル産業株式会社

*3 新丹生谷製材共同組合

った。その後、大気圧に戻した後、0.088MPa になるまで減圧し、過剰な難燃剤を除いた。注入した木材を容器から取り出し、表面に付着している薬剤を軽く拭いた後、60℃の乾燥機で72時間乾燥させた後に、23℃、50%の恒温恒湿器で42時間調湿を行った。

ISO 5660 用は、注入方法は上記と同じで、60℃、98%の恒温恒湿器で72時間、その後24時間かけて23℃、50%にし、そのまま48時間調湿を行った。

2.4 燃焼試験

燃焼試験については下記の2つの方法で行った。

建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法JIS A 1321に準じて、標準温度曲線を越える温度時間面積、残炎時間および単位時間当たりの発煙係数を測定した。試験機は徳島県工業技術センターにあるスガ試験機株式会社製燃焼試験機を使用した。

防火材料の認定試験であるISO 5660に基づくコーンカロリメーターによる燃焼試験を大阪府門真市の松下電工解析センターにあるFire Testing Technology社製のコーンカロリメーターで行い、準不燃材の加熱時間である10分間の発熱速度と総発熱量を測定した。

コーンカロリメーターは酸素消費法により発熱速度を測定する。

*酸素消費法：燃焼によって生ずる発熱量は、燃焼する物質の質量当たりで考えると物質毎に大きく異なるが、消費される酸素の質量で考えると物質の種類により異ならずほぼ一定の数値(酸素1kg当たり13.1MJの熱が発生)を示すことを利用した方法



写真-1 燃焼試験機 (JIS A 1321)



写真-2 コーンカロリメーター (ISO 5660)

2.5 溶出試験

供試木材に薬剤を注入した後、105℃の乾燥機で48時間乾燥させ、重量を測定後、25℃の水中に24時間浸せきし、難燃剤を溶出させた。そして、再び105℃の乾燥機で48時間乾燥させ、重量を測定し、難燃剤の溶出率を次式により求めた。

$$(\text{溶出前質量} - \text{溶出後質量}) / \text{注入薬剤質量} \times 100$$



写真-3 溶出試験状況

3 結果と考察

一般的に難燃剤として使用されているリン酸系、ホウ酸系薬剤だけでは耐水性が低く、溶出率が50%前後のものがほとんどであった。そこで、紙の耐水剤として使用されている炭酸ジルコニウムアンモニウム水溶液(酸化ジルコニウム)を難燃剤に配合することによって、溶出率低下を試みた。

下記に JIS A 1321 燃焼試験による試験結果を示す(表-1)。リン酸系、ホウ酸系、窒素系難燃剤を数種類試験した結果、ヘキサメタリン酸ナトリウムに酸化ジルコニウムを配合したものがよい結果を得られることが分かった。また、酸化ジルコ

ニウムの配合量が多くなるほど、溶出率の低下が見られるが、温度時間面積、残炎時間が増加する傾向にある。No.2、No.4 を見ると濃度による溶出率に差はないと思われる。

次にコーンカロリメーターによる燃焼試験結果を示す(表-2)。コーンカロリメーター試験では、ヘキサメタリン酸ナトリウム：酸化ジルコニウム = 1 : 1, 1.5 : 1 のものは濃度に関わらず合格しなかった。酸化ジルコニウムの量が増えると、ヘキサメタリン酸ナトリウムと反応して生成されるリン酸ジルコニウムの量が増え、難燃性が低下するのではないかと推測される。ヘキサメタリン酸ナトリウム：酸化ジルコニウム = 2 : 1 のものはすべての濃度で合格した。40%濃度については、15mm, 30mm 両方とも合格し、総発熱量が 8MJ/m²を大きく下回っていたので、不燃材料の基準である 20 分間について試験を行ったところ合格し、不燃材料として認定の可能性があることがわかった。

表-1 燃焼試験機による燃焼試験結果

No.	難燃剤名	配合 重量比	濃度 (%)	固形分 (kg/m ³)	溶出 率(%)	加熱試験		
						残炎時 間(s)	温度時間 面積(°C・分)	発煙係 数C _A
1	HMPNa/ZrO ₂	1/1	30	195.3	4.5	40	26	29.5
2	HMPNa/ZrO ₂	2/1	30	198.7	19.9	25	28	7.2
3	HMPNa/ZrO ₂	3/1	30	204.1	33.3	18	0	18.9
4	HMPNa/ZrO ₂	2/1	35	268.9	20.9	18	0	16.8
5	HMPNa/Na ₃ PO ₄ /ZrO ₂	1.3/0.7/1	30	219.0	9.2	45	106	17.3
6	HMPNa/Na ₃ PO ₄ /ZrO ₂	1.6/0.4/1	30	220.4	13.9	33	38	8.2

* 合格基準 標準温度曲線を越える温度時間面積: 100°C・分以下
残炎時間: 30秒未満
単位時間当たりの発煙係数: 60以下

表-2 コーンカロリメーターによる燃焼試験結果

No.	難燃剤名	配合 重量比	濃度 (%)	固形分 kg/m ³	総発熱量 MJ/m ²	発熱量ピーク KW/m ²	厚さ mm
1	HMPNa/ZrO ₂	1/1	30	276.62	31.2	91.1	15
2	HMPNa/ZrO ₂	1.5/1	30	279.06	15.5	51.3	15
3	HMPNa/ZrO ₂	2/1	30	289.90	3.2	11.50	15
4	HMPNa/ZrO ₂	1/1	35	279.67	26.1	84.20	15
5	HMPNa/ZrO ₂	1.5/1	35	291.95	14.7	55.00	15
6	HMPNa/ZrO ₂	2/1	35	311.41	3.0	10.90	15
7	HMPNa/ZrO ₂	1/1	40	359.57	29.3	67.90	15
8	HMPNa/ZrO ₂	1.5/1	40	400.48	14.3	61.40	15
9	HMPNa/ZrO ₂	2/1	40	429.28	0.8	6.36	15
10	HMPNa/ZrO ₂	2/1	40	428.56	0.9	5.75	30
11	HMPNa/ZrO ₂	2/1	40	415.79	6.2	10.48	15

* 合格基準 発熱速度: 連続して200KW/m²を超えないこと
総発熱量: 8MJ/m²以下
* No.11については20分間(不燃材料の加熱時間)の燃焼,
それ以外については10分間の燃焼



写真-4 燃焼前試験体



写真-5 燃焼後試験体

4. おわりに

溶出率が低く、ホルマリンを含まず、ダイオキシンの発生もない環境に優しい準不燃木材を開発することが出来た。

ヘキサメタリン酸ナトリウムに酸化ジルコニウムを配合することにより、1 液で溶出率の低減と難燃性の付与が可能となった。このことについて、平成 17 年 3 月 31 日に特許出願を行った(特願 2005-100887)。この準不燃木材については国土交通省の認定を取得する予定であり、商品化を目指している。

今後の課題として、実際に使用する場合は塗装する場合が多いが、塗装による発熱量の増加や雨水等による薬剤の流出に伴い、どの程度難燃性が低下するのかを明らかにしていく必要がある。

5. 謝辞

燃焼試験について機械使用に協力やアドバイスを頂いた徳島県工業技術センター住友主任研究員に感謝致します。

引用文献

- 1) 菊池伸一：新しい防火木材とその課題，木材工業，Vol.58，No11，2003
- 2) 構造方法等の認定に係る帳簿(建築物関係)，防火材料：国土交通省ホームページ
- 3) 阿部健一ら：徳島すぎを使用した準不燃木材の開発について，平成 16 年度森林林業研究所発表会概要集