

P-7 薬剤処理木材の防火性能（その3） 促進耐候操作による塗膜および発熱性の検討

Fire Performance of Fire-Retardant-Treated Wood (3)

A Study of Long-Period Performance by Accelerated Weathering Test.

道総研林産試 河原崎政行 ○平林 靖 菊地伸一

薬剤処理木材 防火性能 促進耐候操作
燃焼発熱性試験 ISO5660

1. はじめに

北海道、そして全国的にも地場産木材の利用拡大が進められる中、公共施設等の大規模建築物の外装材や内装材への木材の需要が高まっている。中でも新たな用途として建築物の外装材が注目されている。しかし、可燃性材料である木材を耐火建築物等の外装に使用するためには、「表面に使用する木材は、地域の実情に応じて、不燃化の薬剤処理を行ったものを使用すること。また、不燃化の薬剤処理を行った木材を外壁に使用する場合は、塗装により保護すること」¹⁾と示されているように、一定の範囲内でのみ認められている。つまり、木材を使用するためには、一定水準の防火性能を付与し、火災時における安全性確保が必要となる。

木材への防火性能の付与は、一般的に燃焼を抑制する薬剤を注入処理する方法が用いられている。しかし、これまで薬剤処理木材は、もっぱら内装制限への対応を目的に開発されてきたことから、屋外環境での使用を想定していない製品が多い。薬剤処理木材を外装材として使用することについては、屋外における耐候性に関する知見が十分ではなく、経年変化による性能低下が危惧されている。また、木材は不均質な天然材料であるため、注入した薬剤が材内で均一に分布しにくく、更に節のような局部的に性質の異なる部分も存在する。このような不均質さを持つ薬剤処理木材の燃焼性状を把握するためには、小試験体を用いるコーンカロリメータ試験だけでなく、中規模試験体を用いた模型箱試験が望ましい。

本研究では、薬剤処理木材に関するこれらの課題を検討した^{2,3)}。本報ではその3として、薬剤処理木材の耐候性について促進耐候操作を用いて検討した結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 試験体および使用薬剤

試験体に用いた木材は、スギの心材（全乾比重 0.30～0.34）とし、寸法は長さ 130×幅 105×厚さ 18mm とした。使用薬剤は一般的な無機薬剤であるリン酸・ホウ酸系（NB系）と、注入後加熱により薬剤を不溶化するリン酸アミノ樹脂系（FX系）の2種類を用いた。

試験体は、表1に示す無処理試験体と薬剤処理試験体を各3体作製した。薬剤処理試験体は、仕様（薬剤2種

類、薬剤量1または2水準、塗装の有無）により5種類とした。

スギ材への薬剤の注入は、減圧加圧注入処理装置を用い、処理条件は減圧を-0.1Mpaで30分間、加圧を0.6～0.7MPaで16～17時間とした（ともにゲージ圧）。スギ材に注入された薬剤量は、注入前後のスギ材の重量差と薬剤の濃度から計算した。薬剤処理試験体の塗装は、下塗りと中塗りにポリブタジエン樹脂系塗料を、上塗りにフッ素樹脂系塗料を用いた（表2）。また、試験体の木口は1液性エポキシ樹脂を用いてシールした。

2.2 促進耐候操作

促進耐候操作は、キセノンアークランプ式耐候性試験機を用いた。試験体の暴露時間は、0、500、1000、1500、2000時間とした。500～1500時間および2000時間の促進耐候操作の条件を、表3に示す。

2.3 接触角測定

促進耐候用試験体は、耐候処理前後に接触角の測定および目視による塗膜の状態の観察を行った。

接触角（撥水性）はERMA Inc.製接触角測定画像解析装置を用い、各塗装条件より1試験体を選択し、接触角（滴下10秒後および60秒後）の測定を行った。接触角の測定の方向は繊維方向に対し平行方向とした。

2.4 燃焼発熱性試験

促進耐候操作を終了した試験体の中央部分から、長さ100mm×幅100mmの小片を採取し、燃焼発熱性試験に供した。試験は、指定性能評価機関の業務方法書⁴⁾に準じて行い、加熱面は耐候操作の暴露面とした。また、加熱時間は、無処理試験体は20分間とし、薬剤処理試験体は想定する防火材料の区分に応じた。

3. 結果と考察

3.1 接触角

促進耐候処理前の試験体に滴下した液滴の状態を図1に示す。塗装処理を施した試験体は、処理薬剤の種類にかかわらずNB系不燃および準不燃、FX系準不燃とも平均接触角95度のきれいな半円形の液滴を形成した。また、無処理無塗装の試験体も平均接触角80度の液滴を形成したが、繊維方向に沿った楕円形の液滴となった。NB系不燃およびNB系準不燃の無塗装の試験体は、平均接触角25～30度の楕円の液滴を形成したが、FX系準不燃の

表1 試験体の処理条件

試験体の種類	薬剤	薬剤量 (kg/m ³)	想定する防火材料	塗装
1	無処理			無し
2	NB系 (リン酸・ホウ酸系)	250±15	不燃材料	無し
3		150±15	準不燃材料	無し
4	FX系 (リン酸アミノ樹脂系)	200±20	準不燃材料	有り
5				無し
6				有り

表2 薬剤処理試験体の塗装条件

工程	材料など	塗布量 ¹⁾ (g/m ²)
素地調整	#240研磨紙	
下塗り	ポリブタジエン樹脂系塗料	18.4~19.8
研磨	#320研磨紙	
中塗り1	ポリブタジエン樹脂系塗料	14.1~15.9
中塗り2	ポリブタジエン樹脂系塗料	12.3~14.1
研磨	#400研磨紙	
上塗り	フッ素樹脂系塗料	29.3~31.5

1) 固形分として

表3 促進耐候操作の条件

	暴露時間	
無処理試験体	500	
不燃試験体	500, 1000	
準不燃試験体	500, 1000, 1500	2000
規格	JIS A1415 (WX-A)	JIS K5600
装置	スガ試験器(株) ウェザーメータ WEL-6XS-HC	東洋精機(株) ウエザオメータ ATLAS Ci4000
試料面放射照度	390W/m ² (波長300~700nm)	60W/m ² (波長300~400nm)
ブラックパネル温度	63±3°C	
湿度	50%RH	70%RH
水噴霧サイクル	1サイクル2時間の中で18分間	

無塗装の試験体は滴下直後に材面に吸収され液滴は形成されなかった。

各試験体の促進耐候処理の暴露時間と接触角の変化を図2示す。無処理およびNB系不燃処理、NB系準不燃処理の無塗装試験体は500時間の暴露で、液滴は滴下と同時に材表面に吸収され接触角は0となった。それに対し、塗装を施したNB系準不燃処理、FX系準不燃処理の試験体は、暴露経過時間とともに接触角は減少したものの、2000時間暴露後も撥水性は保っており、目視観察でも塗膜は健全であった。

3.2 燃焼発熱性

無処理試験体の暴露時間と総発熱量の関係を図3に示す。無処理試験体の総発熱量は、暴露0時間と500時間の間に差がなかった。このことから、無処理スギ材の総発熱量には、促進耐候操作の影響は無いと判断された。

NB系の不燃試験体の暴露時間と20分間総発熱量の関

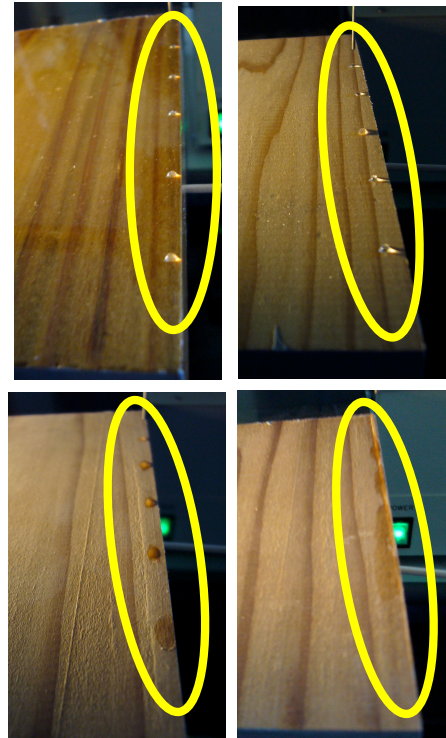


図1 接触角測定(液滴滴下後の状況)

左上: FX系準不燃-塗装 右上: 無処理-無塗装
左下: NB系準不燃-無塗装 右下: FX系準不燃-無塗装

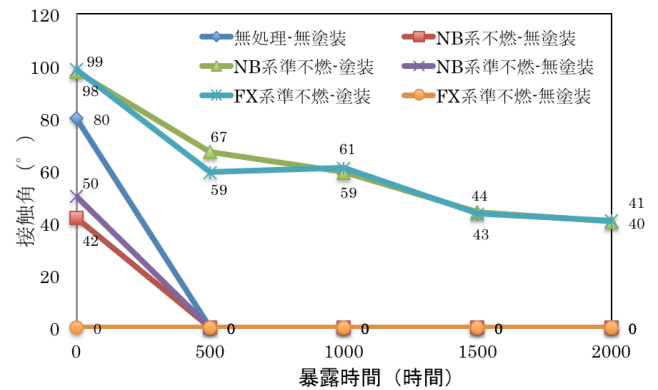


図2 促進耐候処理による接触角の変化

係を図4に示す。不燃試験体の総発熱量は、暴露500時間で大幅に大きくなり、暴露1000時間で更に上昇した。暴露0時間と500時間の間の総発熱量の差は、平均値で9.4 MJ/m²であった。また、暴露500時間、1000時間の試験体では、加熱初期に着火が生じた。これは促進耐候操作により暴露面の薬剤が溶脱したためと考えられた。

NB系の準不燃試験体の暴露時間と10分間総発熱量の関係を図5に示す。無塗装試験体の総発熱量は、暴露500

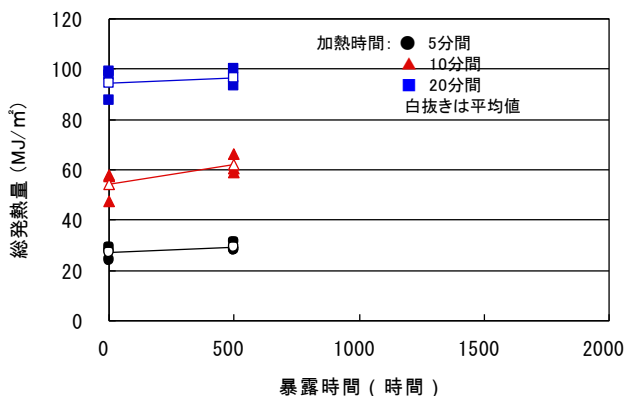


図3 暴露時間と総発熱量の関係（無処理試験体）

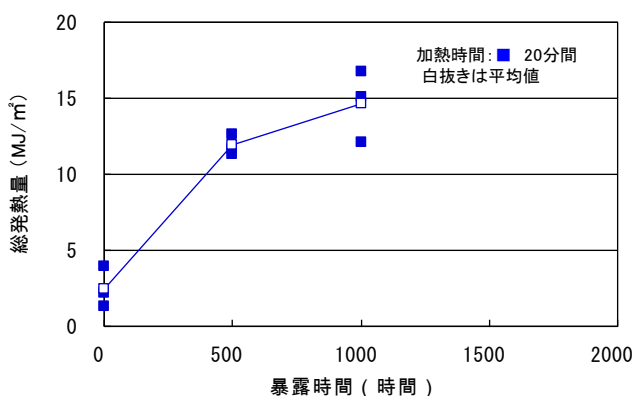


図4 暴露時間と20分間総発熱量の関係（NB系不燃試験体）

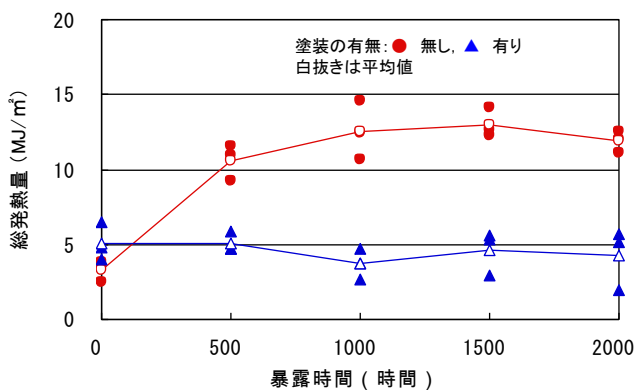


図5 暴露時間と10分間総発熱量の関係（NB系準不燃試験体）

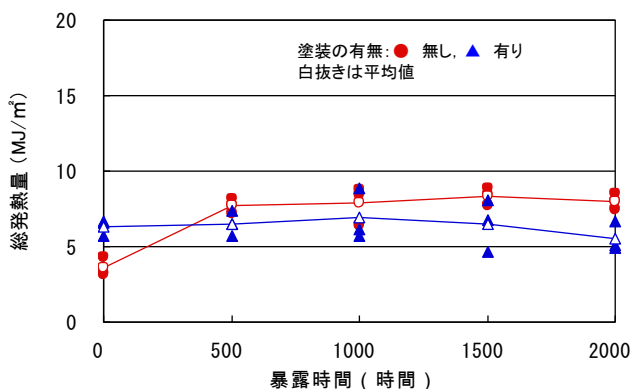


図6 暴露時間と10分間総発熱量の関係（FX系準不燃試験体）

時間で大幅に大きくなり、その差は平均値で 9.4 MJ/m^2 であった。暴露 500～2000 時間までの総発熱量は、平均値では僅かな上昇が見られたものの、その差は小さかった。暴露 500, 1000, 1500 および 2000 時間の試験体では、加熱初期に着火が生じ、不燃試験体と同様に薬剤の溶脱が示唆された。

一方、塗装試験体の総発熱量は、暴露 0～2000 時間まで同程度であり、促進耐候操作を経ても増加しなかった。また、暴露 0 時間の総発熱量は、無塗装の試験体よりも 2 MJ/m^2 程度高いが、これは加熱初期に燃焼した表面の塗料の発熱量が付加されたことが原因と考えられた。

FX 系の準不燃試験体の暴露時間と 10 分間総発熱量の関係を図 6 に示す。FX 系準不燃試験体の総発熱量の傾向は、無塗装、塗装試験体とも、ほぼ NB 系準不燃試験体と同様であるが、無塗装試験体の暴露 500 時間までの総発熱量の増加は平均値で 4.1 MJ/m^2 と、NB 系準不燃試験体を大きく下回った。FX 系薬剤は、屋外使用を想定して、薬剤の溶脱を防ぐ成分が含まれている。このことが NB 系よりも促進耐候操作による溶脱が少なく、そのために総発熱量の増加が少なかった原因と考えられた。

4. まとめ

薬剤処理試験体の屋外への使用を想定して、促進耐候試験による耐候操作前後の、薬剤処理試験体の防火性能について検討した。

(1) 防火性能は、試験体の仕様（塗装の有無、薬剤の種類）により、異なる挙動を示すことが分かった。

(2) 無塗装では耐候操作の初期 500 時間で、大幅に防火性能が低下することが分かった。

(3) 塗装処理を行うことにより、当初の性能を維持できることが分かった。

今後は、屋外暴露試験を行い、薬剤処理試験体の耐候性についてのデータを蓄積する予定である。

本研究は農林水産省「平成 22 年度地域材利用加速化支援事業」の一環として、日本木材防腐工業組合からの委託により実施した。

<参考文献>

- 国土交通省：木造計画・設計基準，国営整第 20 号（平成 23 年 5 月 10 日）
<http://www.mlit.go.jp/common/000160684.pdf>
- 河原崎政行，菊地伸一：薬剤処理木材の防火性能（その 1）促進耐候操作による耐候性の検討，日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集，P133（2011）
- 鈴木秀和，土橋常登，菊地伸一，河原崎政行：薬剤処理木材の防火性能（その 2）模型箱試験による中規模での評価，日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集，p135（2011）
- （財）日本建築総合試験所：「防耐火性能試験・評価業務方法書」