

薬剤処理防火木材の白華防止への塗装の効果

性能部 保存グループ 河原崎政行

■はじめに

平成22年に「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が施行されました。これに伴い、全国において、公共施設等の内外装材および構造部材に国産木材が積極的に利用されるようになってきました。さらに、このような社会的背景から、公共施設以外の大規模建築物についても、木材を利用する事例が多く見られるようになってきました。ただし、それらの建築物は、規模が大きく、不特定多数の人が集まるため、建築基準法により防火上の制限が適用されることが多くなります。そのような場合、内装材料（壁・天井）については、法令で定める防火性能を有する防火材料の使用が求められます。このことを内装制限と言います。内装制限が適応される箇所に木材を使いたい場合は、難燃剤の注入処理により燃焼を抑制し、防火材料の認定を取得した薬剤処理木材、いわゆる「防火木材」が使われます。

現在、防火木材には、大きな問題があります。防火木材に使用する難燃剤は、吸湿性の高い薬剤が多いため、本州の梅雨のような高湿度環境にさらされると、内部の薬剤が空気中の水分を吸収し、それにより木材の表面に溶け出して白く固まる「白華（はっか）」と呼ばれる現象を生じることです。白華の発生例を**写真1**に示します。防火木材が使われる内装は、美観が重視されるため、白華の発生は非常に大きな問題であり、早急な対策が求められています。

筆者が過去に研究した内容¹⁾では、防火木材の白華は、薬剤の吸湿性が高いほど、薬剤の注入量が多

いほど、および周囲の湿度が高いほど、発生の可能性が高まることが分かりました。同時に、無塗装の防火木材では、薬剤の種類を変えるだけでは、相対湿度90%（以下、90%RHとする。）の高湿度環境において白華を完全に防止することが難しいことも分かりました。

内装材に使用される木材の多くは、汚れやキズを防止するため、ウレタン樹脂系塗料等によって塗装されます。それらの塗料は、木材表面に塗膜を造るため、防火木材の吸湿を抑制し、白華防止への効果が期待できます。そこで、筆者は、塗装による防火木材の白華防止を検討したので、概要を報告します。

■白華防止効果の評価試験

試験体の概要を**表1**に示します。防火材料には、性能の高い順に、不燃材料、準不燃材料、難燃材料の3種類があります。試験体を使用した薬剤処理木材は、内装制限の適用される箇所のほとんどで使用できる準不燃材料水準の処理条件としました。薬剤処理木材には、スギを使い、難燃剤は過去の研究結果において、白華の発生低減に有効であった低吸湿型の薬剤を使用しました。薬剤は、水道水に溶かして所定の濃度の水溶液とし、一般的な減圧加圧処理により木材に注入しました。塗料は、水溶性の難燃剤との相性を考慮し、溶剤系のウレタン樹脂系とし、通常の木材用と防火木材用の2種類を用いました。それぞれの塗料は、仕様書に基づく条件により、処理木材の木口を除く4面を塗装しました。処理木材の木口は、シリコーン系シール材により密封しました。試験体

表1 試験体の概要

木材 (全乾密度)	スギ心材 (277~313kg/m ³)	
難燃剤	市販リン系薬剤 (低吸湿型)	
薬剤固形分量	126~167kg/m ³	
塗装条件	塗装1	一般木材用 ウレタン樹脂系塗料 (溶剤系)
	塗装2	防火木材用 ウレタン樹脂系塗料 (溶剤系)



写真1 防火木材に発生した白華の一例

は、無塗装と上記の塗料で塗装した合計3種類を各7体作成しました。

試験体の白華発生は、高湿度環境で長期間暴露し、試験体の表面状態および吸湿量を基に判断しました。試験では、温度・湿度を任意に設定できる装置を使い、温度を30℃で一定にし、湿度を最初は80%RHとし、全ての試験体の重量がほぼ一定となったところで90%RHに変え、再び試験体の重量が一定になるまで継続しました。暴露中の試験体は、24時間ごとに、表面状態の観察と重量の測定を行いました。試験体の重量は、暴露前の重量から増加量を求め、それを試験体の体積で割って吸湿量 (kg/m³) を算出しました。試験中の試験体の様子を写真2に示します。



写真2 高湿度暴露試験の様子

90%RHにおいて、暴露2日目に表面に水滴が発生しました。この水滴は、乾燥により固形物を生じたことから、白華発生の原因になると考えられました。無塗装試験体に発生した水滴の一例を写真3に示します。一方、2種類の塗装試験体は、80%RHおよび90%RHの暴露において水滴を生じることはなく、塗装による処理木材の吸湿速度低減が、水滴の発生を抑制したと考えられました(写真4)。

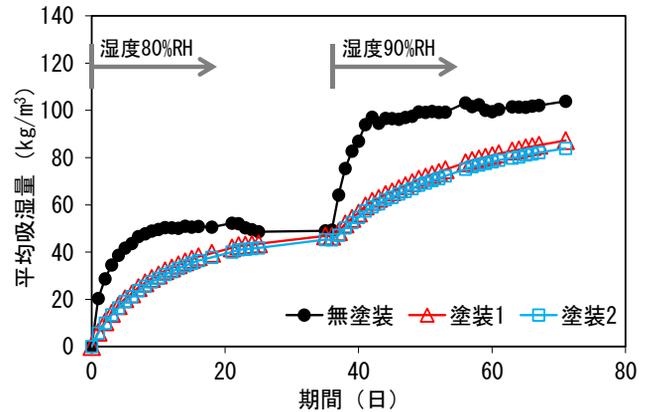


図1 高湿度条件下の平均吸湿量の推移

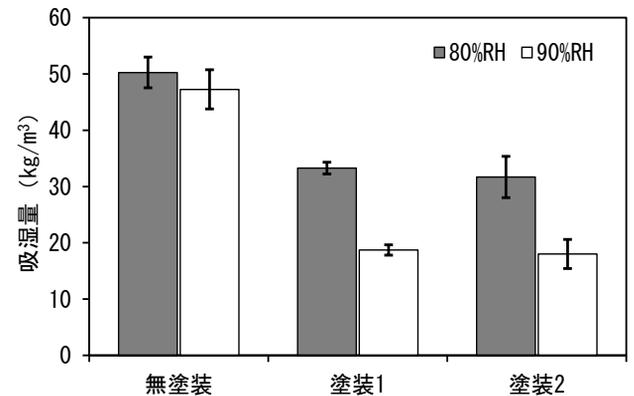


図2 暴露開始から5日間の平均吸湿量
エラーバーは標準偏差

■ 塗装の白華防止効果

各種類の試験体について、平均吸湿量の推移を図1に示します。塗装した試験体は、2種類ともに無塗装試験体よりも吸湿量の増加が低く、塗装により基材の処理木材の吸湿が抑えられていることが分かります。特に、80%RHおよび90%RHの暴露開始から5日間で、無塗装試験体では吸湿量が急激に増加したのに対し、塗装試験体では非常に緩やかに増加しました。

80%RHおよび90%RHの暴露開始から5日間の吸湿量を図2に示します。塗装1および塗装2の吸湿量は、無塗装試験体に比べて、80%RHでは66%および63%、90%RHでは40%および38%であり、塗装が処理木材の吸湿速度を大幅に低減させることが分かりました。

試験体の表面状態は、無塗装では80%RHおよび



写真3 無塗装試験体に発生した水滴の一例



写真4 90%RH終了時の塗装2の表面状態



写真5 実証試験用サンプル

以上の結果から、低吸湿性薬剤を用いて準不燃材料水準の処理をした薬剤処理木材は、表面を溶剤系のウレタン樹脂系塗料で塗装することにより、湿度90%RHまでにおいて、白華発生を防止できる可能性があることが分かりました。

現在、上記と同じ仕様の薬剤処理木材について、高さ1850mm×幅450mmの大きさのサンプル（写真5）を作成し、道内4カ所と道外1カ所の建物内で最長10年間の実証試験を行っています。現在、試験は4年間経過していますが、サンプルの表面に白華の発生は見られていません。

■塗装の防火性能への影響

以上、防火木材の白華に対する塗装の防止効果について説明しました。ここで、防火木材を塗装する上で、注意すべき点をお伝えします。塗装に使う塗料は、可燃物であるため、塗布した処理木材の防火性能を低下させるおそれがあります。図3は、上述の無塗装試験体と塗装試験体について、それぞれ3体の防火性能を評価した結果です。

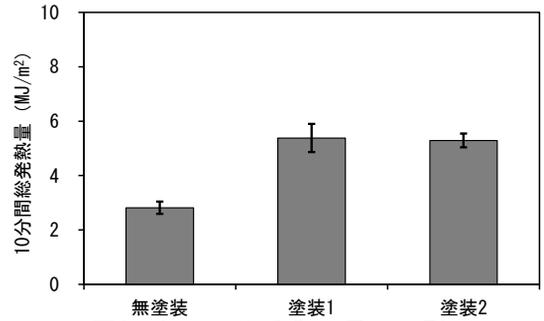


図3 塗装による発熱量への影響
試験体数は各3体、値は平均値、エラーバーは標準偏差

試験方法は、防火材料の認定取得の際に行われる性能評価試験と同じ方法です。縦軸の10分間総発熱量は、大きいほど材料が燃えることを示しています。防火材料の性能評価試験では、10分間総発熱量が8MJ/m²を超えないことが要件とされています。無塗装試験体に比べると塗装試験体の総発熱量は、2.5MJ/m²程度大きくなっており、塗膜の燃焼によって総発熱量が大きくなっていることが分かります。防火材料の認定は、内装に使用される製品の状態、つまり塗装を含めた製品が認定の対象になります。このことから、塗装した製品の開発に際しては、塗装を含めて製品の総発熱量が基準値を満たすように、製造条件を検討する必要があります。

■おわりに

地球温暖化の防止、森林の多面的機能の維持、林業・木材産業の成長産業化など様々な理由から、建築物への国産木材の利用促進が全国的に行われています。その中で、建築基準法により防火上の制限が適用される大規模建築物等の内装木質化に使われる防火木材は、重要なアイテムになっていると感じています。そして、防火木材を安心して、それらの建築物へ継続的に使ってもらうには、白華発生への対策が不可欠です。本報告が、今後における防火木材の製品開発に寄与できれば幸いです。

また、防火木材の白華防止には、施工業者への情報提供も重要です。いくら品質の良い製品を製造・販売しても、施工中における製品の保管状態等が不適当では白華防止効果も十分に発揮できません。防火木材の製造者は、製品を販売する際に、施工業者等に対する取扱注意事項を十分伝える必要があります。

■参考文献

- 1) 河原崎政行, 平林靖: 防火木材の白華の発生要因の検討, 木材保存, 40 (1), pp.1-24 (2014)