

中大規模建築物の外装に使用できる難燃薬剤処理木材の開発を目指しています

性能部 保存グループ 河原崎 政行

■中大規模建築物の外装への木材利用

平成 22 年に公共建築物等木材利用促進法が施行されてから、中大規模の建物に木材が使用された事例をよく見るようになりました。この法律は、令和 3 年に「都市（まち）の木造化推進法」に改正され、対象が公共建築物等から建築物一般に広がり、今後中大規模建築物への木材利用が更に進むことが予想されます。対象の建築物の範囲を広げた背景には、柱や梁等の木質構造部材に鉄筋コンクリートと同等の耐火性能を付与する技術開発が進んだことがあります。更に、建築基準法の改正により、中大規模建築物を木造で建てやすくなったこともあります。

それら構造部材とは別に、中大規模建築物の外装に木材が使用される事例があります。外装に使用される木材は、戸建住宅のように縦や横に連続して張る方法（羽目板張り）や、長尺の木材を一定間隔で縦や横に張るルーバーがあります（写真 1）。外装への木材利用は、建物の工法に関係なく、更に新築だけではなく、既存建物の改修にも採用できます。ただし、木材は可燃物であるため、火災時に外装の木材が燃え広がり、火災拡大の原因になることが懸念されます。このことから、法的な規制ではありませんが、都市部では中大規模建築物の外装に木材を使用する際に、難燃剤の処理などの防火措置が求められることがあります



羽目板張り

ルーバー

写真 1 外装に木材を使用した中大規模建築物

■難燃薬剤処理木材について

難燃薬剤処理木材は、注入処理装置等を使い、難燃剤を木材内に注入させた製品です。装置に入れた木材は、真空状態にされることで材内の空気が抜かれ、そこに難燃剤水溶液を導入して加圧されることで材内全体に溶液が含浸されます。難燃剤による木材の燃焼抑制の程度は、注入される難燃剤の量（固形分量）に従うので、注入量と水溶液濃度を調整することで必要な防火性能にコントロールします。ただし、国内では難燃薬剤処理木材は、ほとんどが内装に使用されており、屋外の使用では、雨により内部の難燃剤が溶脱して、必要な防火性能を維持できないことが予想されます。

北米やヨーロッパ等の海外では、建物の壁や屋根に木材を使用する文化があり、溶脱しにくい難燃剤を使用した屋外用難燃薬剤処理木材があります。中大規模建築物の外装には、このような処理木材が適しているのですが、国内では使用実績が少なく、気象条件の異なる地域でどの程度の耐久性が得られるかが不明です。また、国内でも寒冷地の北海道と東京では耐久性が異なる可能性があります。

■屋外用難燃薬剤処理木材の開発に向けて

林産試験場では、屋外用難燃薬剤処理木材の開発のため、屋外暴露試験により処理木材の経年劣化挙動を調べています。暴露試験は、期間を最長 10 年間とし、既に 1 回目（2011 年～）が終了し、現在は 2 回目の試験（2019 年～）を行っています。1 回目の試験の結果を一部紹介します。試験体は、長さ 140×幅 105×厚さ 18mm のスギ板材に難燃剤を注入処理したものとしました。難燃剤は、国内で一般的な水溶性薬剤と海外で屋外用に使用される耐溶脱薬剤としました。一部の試験体は、橋梁等の鉄製部材の屋外耐候性付与に実績のあるフッ素樹脂塗料で塗装しました。

暴露する試験体は、暴露面を南向きとし、地面に対して垂直に設置しました。暴露地点は、林産試験場のある旭川市の他に、野田市（千葉県）、大阪市としました。旭川市の暴露状態を写真 2 に示します。試験体は、暴露無しと暴露期間 3、6、12、36、60、120 か月用に各種 3 体を用意しました。



写真2 暴露開始時の試験体の状態 (旭川)

旭川市の試験体について、残存薬剤量と10分間総発熱量の変化を図1に示します。残存薬剤量について

は、無塗装試験体では、水溶性薬剤を用いたものは1年経過後で当初の半分近くまで低下し、10年経過後では平均で当初の10%程度でした。一方、耐溶脱性薬剤の試験体は、薬剤量がゆっくりと低下し、10年経過後でも当初の60%程度残っており、薬剤の差が明確に現れました。塗装試験体は、水溶性薬剤および耐溶脱性薬剤ともに、暴露3年経過後までは薬剤量が低下せず、塗膜による薬剤保持効果が認められました。ただし、水溶性薬剤の試験体は、5年経過後から薬剤量が低下しました。それらの塗装試験体は、暴露3年経過後から塗膜がはく離し始め(写真3)、5年経過後では全体が浮いている状態でした。塗膜が剥がれたことで、薬剤の保持効果が失われたと考えられます。

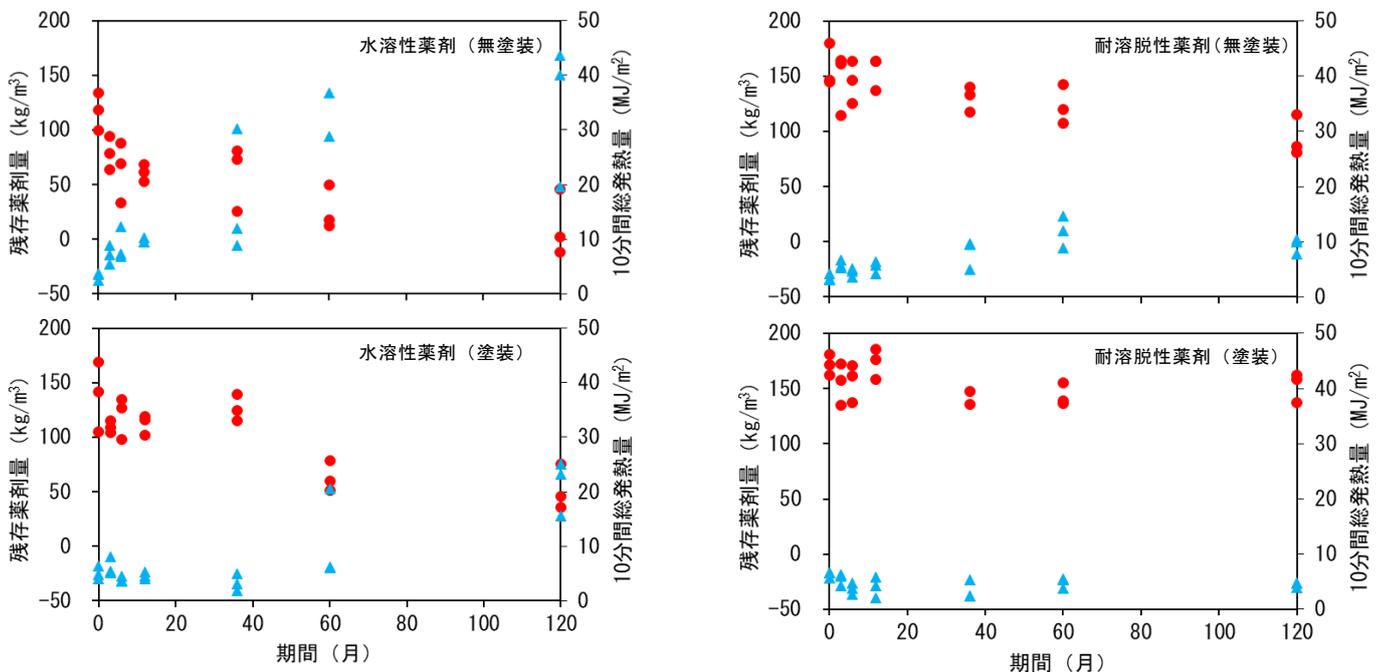
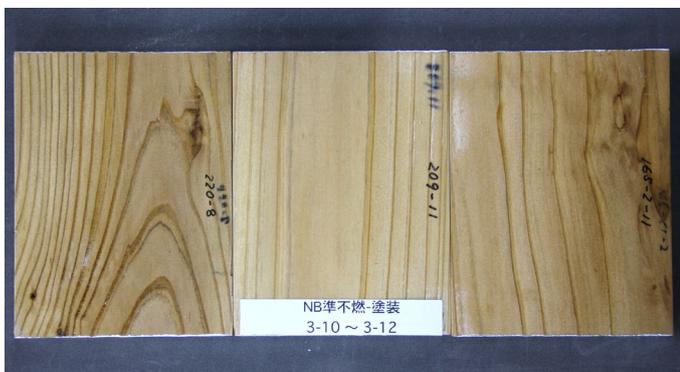
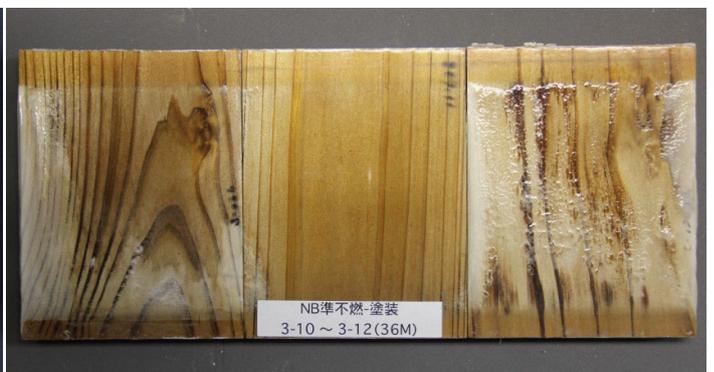


図1 暴露期間の経過に伴う残存薬剤量と総発熱量の変化¹⁾

● : 残存薬剤量, ▲ : 10分間総発熱量



暴露前



暴露3年経過後

写真3 暴露3年経過による暴露面の変化 (旭川, 水溶性薬剤, 塗装)

燃焼試験の結果を図1に併記します。試験では、暴露試験体から10cm角の小片を切り出し、暴露面を電気ヒータにより10分間加熱しました。図中の総発熱量は、材料の燃えやすさを示します。無塗装試験体は、暴露期間の経過とともに総発熱量が増加し、燃えやすくなりました。ただし、暴露に伴う総発熱量の増加は、耐溶脱性薬剤の試験体が遅く、薬剤量の減少傾向を反映していました。一方、塗装試験体は、暴露3年経過後まで発熱量が増加せず、燃焼性状を維持しました。これも上記の塗膜による薬剤保持効果によるものと考えられます。また、水溶性薬剤の試験体は、暴露5年経過後から総発熱量が増加し、塗膜のはく離で薬剤量が減少したことが原因と考えられます。また、耐溶脱性薬剤の塗装試験体は、10年経過後においても総発熱量が増加せず、当初の燃焼性状を維持していました。

暴露10年経過後における3地点間では、水溶性薬剤を用いた無塗装及び塗装の試験体において、野田市が他の2地点よりも燃えやすい傾向がありました。この原因としては、旭川市では薬剤の溶脱の原因になる雨が冬期に降らないこと、野田市の暴露台は4階建ての校舎の屋上に設置したため、風が強く粉塵により塗膜の劣化が進みやすいことが考えられますが、結論に至るには更なるデータの蓄積が必要です。

■おわりに

1回目の試験では、難燃薬剤処理木材の耐久性に与える難燃剤の種類の影響や塗装による性能維持効果が分かり、条件によっては当初の性能を10年間維持できる可能性が明らかになりました。現在は、それらの結果を踏まえて2回目の暴露試験を行っています。2回目の試験では、処理木材の経年劣化挙動への樹種、塗料、設置角度の影響を調べています^{2)・3)}。今後は、更に知見を蓄積し、安心して屋外で使用できる難燃薬剤処理木材の開発を目指します。将来、開発される製品により、道内に木材を外装に使った中大規模建築物が増え、木材の意匠が活かされた街並みが実現することを期待します。

■参考文献

- 1) 河原崎ほか：木材学会誌，69(1)，30-40(2023).
- 2) 河原崎ほか：日本建築学会大会学術講演梗概集 防火，53-54(2023).
- 3) 河原崎ほか：日本建築学会大会学術講演梗概集 防火，1-2(2024).

(事務局より：本稿は「山づくり」2025年5月号に寄稿した記事を再編集したものです。)