

令和元年度 合板・製材・集成材国際競争力強化・
輸出促進対策のうち
CLT建築実証支援事業のうち
CLT等木質建築部材技術開発・普及事業
難燃薬剤処理木材の外構材への利用拡大を図るための
屋外使用における難燃性評価試験事業成果報告書

2021年（令和3年）2月

公益社団法人 日本木材保存協会

はじめに

公益社団法人日本木材保存協会は、令和元年度林野庁委託事業「合板・製材・集成材国際競争力強化・輸出促進対策」のうち“CLT等木質建築部材技術開発・普及事業”を受託し、「難燃処理木材の外構材への利用拡大を図るための屋外使用における難燃性評価試験」を実施してまいりました。

近年、持続的な社会の構築を目的に、環境負荷が低く地球温暖化防止にも寄与する木質資源、とりわけ国産材の利用促進が積極的に展開されていますが、今後、より一層の木材の需要拡大には、非住宅建築物及び外構材への利用展開が必須であります。

そのためには、木材に難燃処理を施し高い防火性を付与することが有力な方策の一つと考えられますが、現状では難燃処理木材の利用は室内に限られており、屋外での利用拡大のためには、性能の正確な把握とそれに基づく信頼性向上が必要です。本事業では屋外での難燃処理木材の挙動を正しく評価し、その性能にもとづき外構材としての利用推進を図ることを目的としました。

難燃処理木材は、屋外で現し（建築ファサード）で用いられた場合、木材への「雨がかり」や木材自体の水分変化による「膨潤・収縮」により、基本的に水溶性である難燃薬剤が徐々に消失することが懸念されます。この懸念を払拭するには、屋外で用いた難燃木材の経年後の難燃性能を明確に示すことが重要となります。そのために、本事業では、本協会でも独自事業として屋外の暴露試験地にて難燃処理木材を3年間設置して劣化させた木材と実験室内で促進劣化（JIS A 1326²⁰¹⁹）を行った木材について、それぞれの難燃性能と両者間の性能を確認することと致しました。

委員会においては、屋外暴露試験及び室内促進劣化試験と JIS 燃えひろがり試験の結果を解析し、実際に屋外で用いられる難燃処理木材の性能持続性を把握することを課題とし、一定の成果を得られたものと確信しております。

本事業の実施にあたってご協力を賜りました委員各位をはじめ、木構造振興株式会社に対しまして厚く御礼申し上げます。

この成果を踏まえ、難燃処理木材の現しでの性能を明確化することで木材の屋外使用を促進し、中大規模木造建築物など新たな需要拡大が展開されることを期待しています。

令和3年2月19日

委員長

京都大学名誉教授 今村祐嗣

目 次

第1章 事業の概要	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 事業の実施体制	1
1.4 試験の概要	2
1.5 事業の実施スケジュール	2
1.6 事業の経過	3
経過 委員会	
第2章 試験結果	5
2.1 屋外暴露試験	5
2.2 屋内暴露試験	6
2.3 燃えひろがり試験	8
2.4 新規屋外暴露試験（木材表面劣化の経時的変化）	14
第3章 今後の課題	22

第1章 事業の概要

1.1 事業の背景

建築物外壁の火災安全性は、伝統的に主に耐火性能（非損傷性、遮熱性、遮炎性）が考慮されているが、耐火構造外壁の外側に可燃物を施した場合、激しいファザード火災が発生した事例があり、木材の利用拡大を図るためには、難燃薬剤処理木材は内装材として主に利用されているが、屋外でも利用できるようにしていく必要がある、難燃薬剤処理木材を外壁等に使用する場合における、建築ファザード（躯体の外側部分）の燃えひろがり試験を実施して確認しておく必要がある。

1.2 事業の目的

日本の林業再生・地球温暖化防止の為には、木材の更なる利用促進が求められているが、木材の需要拡大は、非住宅建築物や外構材への利用を拡大していくことが必須であり、難燃薬剤処理木材の利用は室内に限られている現状において、難燃薬剤処理木材の屋外での利用拡大を図る為には、屋外における難燃性能を把握する必要がある。本事業では屋外での難燃薬剤処理木材の難燃性能を確認して、その性能を基に外構材としての利用推進を図ることを目的とする。なお、難燃性能試験は、難燃薬剤処理した後、①屋外暴露試験地にて3年間設置し劣化させた木材、および、②実験室で促進劣化（JIS A 1326：²⁰¹⁹）を行なった木材について、燃ひろがり試験（JIS A 1310：²⁰¹⁹）を行い、その難燃性能を確認する。

1.3 事業の実施体制

公益社団法人日本木材保存協会に事務局を置き、下記の委員により委員会を組織して、実施体制模式図により事業を推進する。

委員長：今村祐嗣（京都大学名誉教授）

委員：鮫島正浩（信州大学特任教授）

野口貴文（東京大学）

兼松 学、西尾悠平（東京理科大学）

木口 実、毛利嘉一（日本大学）

原田寿郎、上川大輔（国立研究開発法人 森林総合研究所）

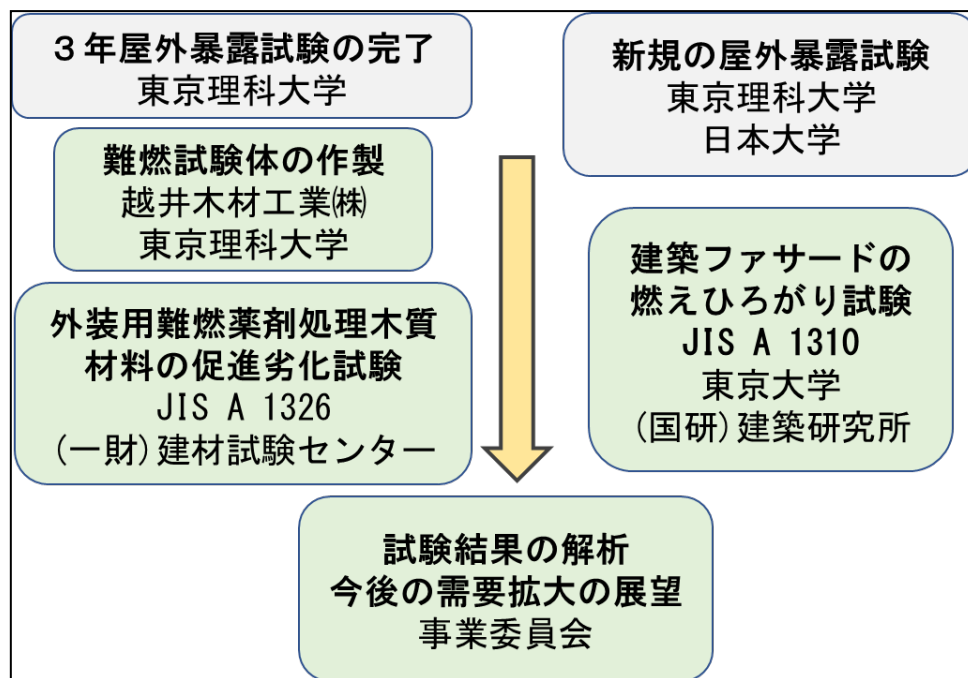
吉岡英樹（国立研究開発法人 建築研究所）

杉山和正（株式会社プラセラム）

山口秋生（越井木材工業㈱）

オブザーバー 鈴木竜也（林野庁林政部木材産業課木材製品技術室）

事務局：鈴木昭、山本幸一、小林理恵



実施体制模式図

1.4 試験の概要

難燃薬剤処理した木材を屋外環境下と試験室で促進劣化させその難燃性能を確認する

難燃薬剤処理木材は、屋外で現し（建築ファサード）で用いられた場合、木材への「雨がかり」や木材自体の水分変化による「膨潤・収縮」により、水溶性の難燃薬剤が徐々に消失することが懸念されている。この懸念を払拭するには、屋外で用いた難燃木材の経年後の難燃性能を明確に示すことが重要となる。そのために、以下に示した、①、②の試験体について難燃性能を確認するため、燃えひろがり試験を実施する。

- ①屋外暴露試験地にて3年間設置し劣化させた木材
- ②外装用難燃薬剤処理木質材料の促進劣化試験（JIS A 1326：²⁰¹⁹）により劣化させた木材を建材試験センターで製作する。

1.5 事業の実施スケジュール

- 7月 第一回委員会開催
- 8月 促進劣化用の難燃木材の製作（越井木材工業）
- 10月 促進劣化試験（JIS A 1326：²⁰¹⁹）の実施（建材試験センター）
- 12月 燃えひろがり試験（JIS A 1310：²⁰¹⁹）の実施（建築研究所）
- 1月 第二回委員会開催
- 2月 成果報告会の開催のとりまとめ

1.6 事業の経過

事業採択後より成果報告書の完成・提出までを時系列に示す。令和2年5月13日木構造振興(株)と事業請負書の提出により事業を開始した。請負期間は、令和2年5月11日より令和3年2月19日迄である。以下に委員会等の開催について記載する。

1.6.1 第1回難燃処理木材の難燃性評価試験委員会の開催（以下に概要を示す）

- 1) 開催日時：7月7日（火） 14：30～16：30
- 2) 開催場所：当協会会議室および、Zoomを利用したWEB会議
- 3) 出席者：今村委員長、兼松、上川、木口、杉山、原田、山口、吉岡、毛利各委員
オブザーバー 鈴木課長補佐（林野庁木材産業課）
事務局 鈴木、山本 アンダーラインは、WEB参加者

4) 議題：

(1) 事業内容および、実施時期等の説明

山口委員より、パワーポイントを使用して説明された。主な内容は以下の通り。

- ①事業名；難燃処理木材の外構材への利用拡大を図るための野外使用における難燃性評価試験
 - ②事業期間；令和2年5月11日～令和3年2月19日
 - ③事業内容；3年間屋外で暴露させた難燃薬剤処理木材と、新たに実験室で劣化促進させた難燃薬剤処理木材の燃えひろがり試験および、屋外暴露した試験木材の継時的な木材表面の変色・白華の測定。
 - ④今後のスケジュール；
 - 7月 屋外暴露用の試験架台製作、同試験開始の準備
 - 8月 一般財団法人建材試験センター（以下、建材試験センターという）へ新規の試験木材の促進劣化試験の依頼
 - 9～10月 試験木材の調製（越井木材工業）
 - 11～12月 燃えひろがり試験の実施
（国立研究開発法人建築研究所、以下、建築研究所という）
 - 1～2月 第2回委員会の開催、成果報告会の開催、成果報告書の制作
- (2) 旅費等説明 事務局よりパワーポイントにより説明された。
- (3) 次回の委員会開催日 1月中～下旬とし、成果の取りまとめ、報告書の原稿を提供頂くことが説明された。

1.6.2 劣化促進試験（JIS A 1326²⁰¹⁹）の進捗状況の確認

劣化促進試験は9月11日から12月11日までの3ヶ月間、建材試験センターで実施され、10月9日に訪問して、試験は予定通り進んでいることを確認した。

1.6.3 燃えひろがり試験（JIS A 1310：2019）の立ち合い

燃えひろがり試験は、12月21日に建築研究所で実施され、試験に立ち合い、難燃性能は十分に有ると確認した。

1.6.4 第2回難燃処理木材の難燃性評価試験委員会の開催（以下に概要を示す）

1) 開催日時：2021年1月27日（水） 15：30～16：30

2) 開催場所：当協会会議室および、Zoom利用したWEB会議

3) 出席者：今村委員長、上川、木口、鮫島、西尾、毛利、山口、吉岡各委員
オブザーバー 鈴木課長補佐（林野庁木材産業課）
事務局 鈴木 アンダーラインは協会会議室参加者

4) 議題

(1) 前回委員会議事概要確認

今村委員長より概要が説明され、特に意見等は無く承認された。

(2) 成果報告会の開催

2月8日（月）15：30よりエッサム神田1号館で開催、講演内容は、以下の①～③で、講演者に資料の制作を依頼していると説明され、12月21日に実施した難燃性能評価試験の結果の概要が吉岡委員より報告された。

①JIS A 1326：2019 外装用難燃処理木材の促進劣化試験の解説（西尾委員）

②JIS A 1310 建築ファザードの燃え広がり試験の解説（吉岡委員）

③難燃評価試験の結果報告（兼松委員）

(3) 事業報告の成果概要書の提出

これまでの実績をまとめて成果概要書を作成する。一方、各試験実施委員には、それぞれの成果報告書の原稿を、2月8日の成果報告会後の2月15日までに提出するよう要請された。また、木構造振興(株)主催の成果報告会が、全国市町村会館で3月12日10時よりWEB併用で開催され、原田委員（難燃部会長）に報告頂くと説明された。

(4) 事業費用の支払い

事業の終了日は、2月19日で、同日までに費用の支払いを済ませておく必要があり、請求漏れの有無を確認するよう各委員に依頼された。

(5) 次年度の林野庁の支援事業等で、当協会として取り組める事業があれば提案頂く様、要請された。

第2章 試験結果

2.1 屋外暴露試験

2.1.1 暴露条件

2.1.1.1 暴露地 千葉県野田市 東京理科大学屋上



暴露試験の様子

曝露試験の様子（裏面）

2.1.1.2 暴露期間 2017年7月～2020年9月（中断期間有り）

2.1.1.3 設置条件 角度 東向き・90°

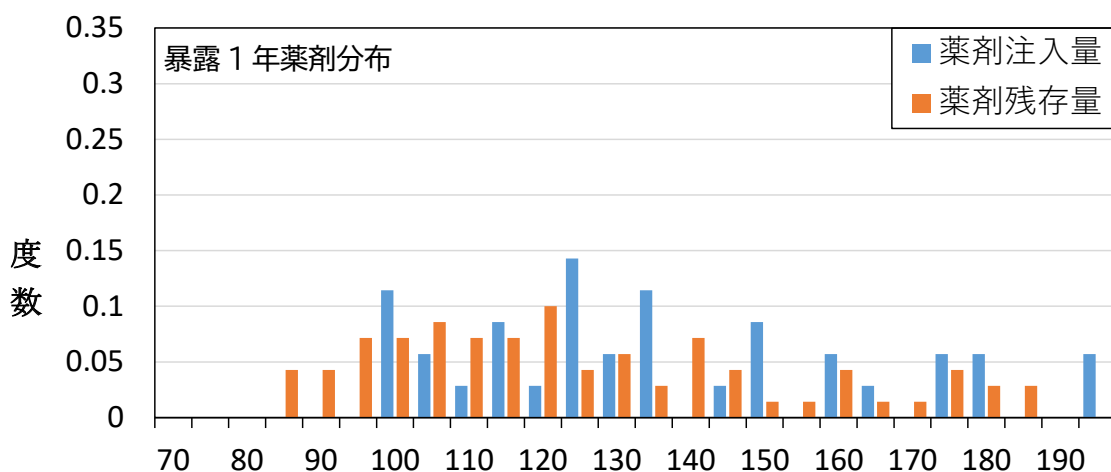
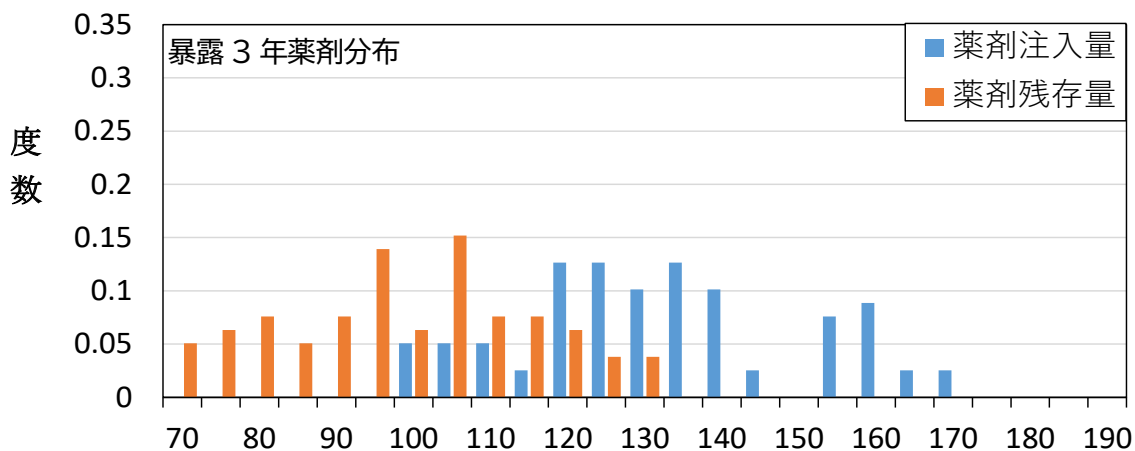
2.1.1.4 試験体概要 樹種 スギ 寸法 (mm) 18×130×1000

2.1.2 暴露試験木材の薬剤処理

2.1.2.1 難燃薬剤の種類と試験木材中の平均薬剤注入量および、平均薬剤残存量

薬剤	劣化処理方法	促進劣化処理期間	促進劣化実施機関	平均薬剤注入量 (kg/m ³)	平均薬剤残存量 (kg/m ³)
リン酸アミノ系	屋外暴露	2017年7月～2020年9月 トータル3年暴露	東京理科大学	138 (100～165)	101 (71～128)
リン酸アミノ系	JIS A 1326 促進劣化	2020年8～9月 (27日×2回) 屋外暴露3年 相当の劣化促進	建材試験センター	135 (114～150)	123 (89～156)

2.1.2.2 薬剂量分布



2.2 屋内暴露試験

2.2.1 試験実施機関 建材試験センター

2.2.2 試験方法 促進劣化試験方法 (JIS A 1326:2019) による。

2.2.3 規格と適用範囲

2.2.3.1 規格

火災安全上の観点から、燃えにくくすることを目的に薬剂で処理された木質材料を建築物の外装に使用した場合に、風雨にさらされたときおよび、経年劣化したときの火災安全性能の低下を評価する標準的な試験方法を定めた日本工業規格。

我が国では、木質材料を建築物の外装に用いる事例が昨今見られ、火災安全上の観点から、難燃薬剂によって燃えにくくする処理を施した木質材料が使用される事例も

多い。難燃薬剤処理木質材料（以下、難燃処理材という。）全般としては、これまで建築基準法における防火材料の認定（不燃材料・準不燃材料・難燃材料）を取得している事例もあるが、これらを建築物の外装に用いる場合を想定して、風雨にさらされたときおよび、経年劣化を受けたときの燃えひろがりを抑制する効果の持続性について評価する標準化された工学的技術は確立していなかった。

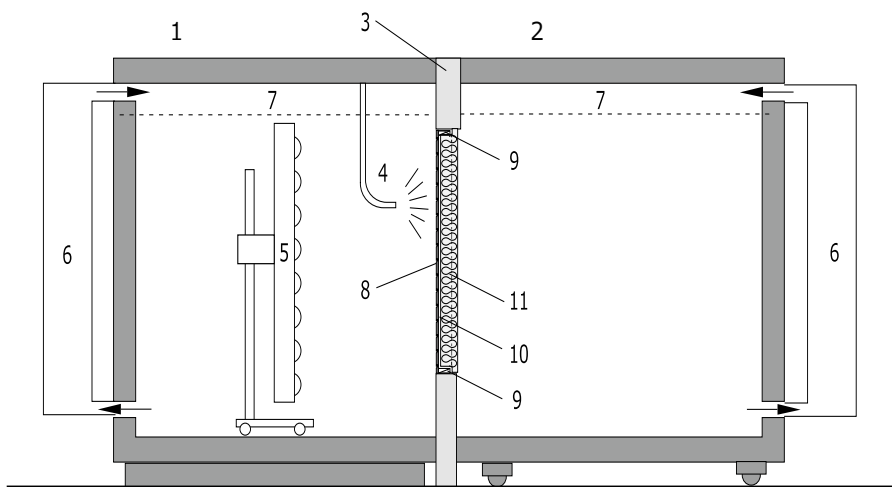
2.2.3.2 適用範囲

この規格は、難燃薬剤処理木質材料（以下、難燃処理材という。）を建築物の外装に使用する場合において、燃えひろがりを抑制する難燃薬剤の効果の持続性を確認するための促進劣化試験方法について規定する。

注記 この試験方法は、仕様の異なる難燃処理材について、燃えひろがりを抑制する効果の持続性を相互に比較するためのものであって、実際の建築物の外装に難燃処理材を用いた場合における、ファサードの燃えひろがりを評価するものでも、難燃薬剤の効果の持続期間を予測するためのものでもない。

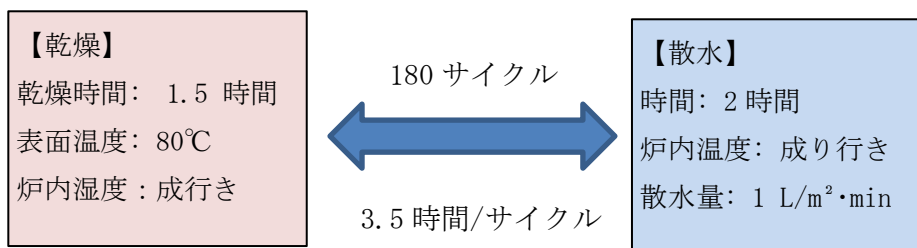
2.2.3.3 試験装置の概要および、試験サイクル

・装置の概要



- | | | |
|-------------|-------------------|--------------|
| 1 外気側チャンバー | 2 室内側チャンバー | 3 促進劣化試験体取付枠 |
| 4 散水装置 | 5 加熱装置 | 6 空調機 |
| 7 天井吹出チャンバー | 8 促進劣化試験体表面（試験片側） | 9 試験片固定用木枠 |
| 10 防水シート | 11 断熱材 | |

・試験サイクル



2.3 燃えひろがり試験

2.3.1 JAS A 1310²⁰¹⁹に基づく（難燃性能）評価

評価の基準案（解説）では、次の①～③のいずれの場合にも「著しい燃えひろがりが発生した」と評価すべきであるとしている。

- ①開口部から 2000 mm 又は 2500 mm の高さにおける、試験体表面又は試験体から 50 mm 外側の測定点において 2 分間以上継続して 500℃ 以上の温度が計測された場合。
- ②通気層が存在する工法の場合は、通気層内部においても①と同じ高さにおける温度を計測し、2 分間以上継続して 500℃ 以上の温度が計測された場合。
- ③試験中に火炎が試験体の上下端又は水平端に到達する等の危険な状況になり、担当者の判断によって 20 分未満で加熱を中止した場合。

2.3.2 試験方法

各暴露試験を終了した難燃薬剤処理木材を、試験装置（次頁 2.3.3 参照）に張り付け、開口部より LPG により開口噴出火炎による燃えひろがり測定する。

- ・ 開口噴出火炎状況

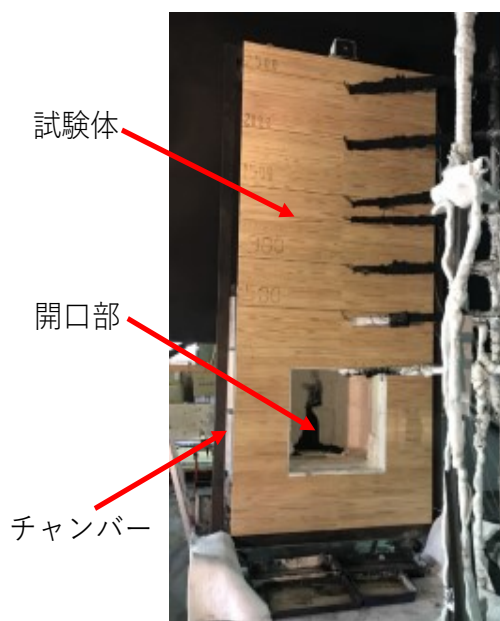


暴露 3 年後

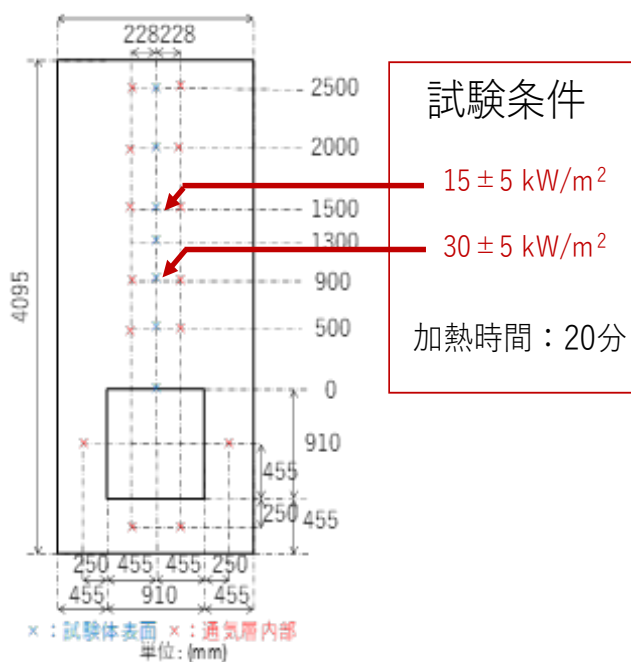


JIS A 1326 促進劣化

2.3.3 装置の概要 下図に示す。



JIS A 1310装置概要



熱電対設置位置

2.3.4 燃えひろがり試験結果

開口上部からの高さごとの最大外装面温度(°C)を下図に示す。暴露3年、JISA1326は、朱線で囲んだ数値で、いずれも500°C以下であることから、JAS A 1310:2019に基づく(難燃性能)評価基準案(解説)より、燃えひろがりは発生していないと評価できる。

試験水準	燃え抜け		開口上端からの高さごとの最大外装面温度(°C)				
	高さ(mm)	面積(m ²)	500	900	1500	2000	2500
blank	—	—	728	575	399	318	268
暴露3年	1800	0.82	969	811	574	408	311
JISA1326	1600	0.82	961	860	635	469	339
劣化なし	1300	0.76	837	636	414	293	250
暴露1年	1300	0.74	846	683	506	347	305
低注入	2200	1.46	877	763	530	377	307
無処理	2700	3.06	949	798	679	568	514

次に開口上端の距離別外装表面温度および、外装50mm外側温度(°C)を下図に示す。

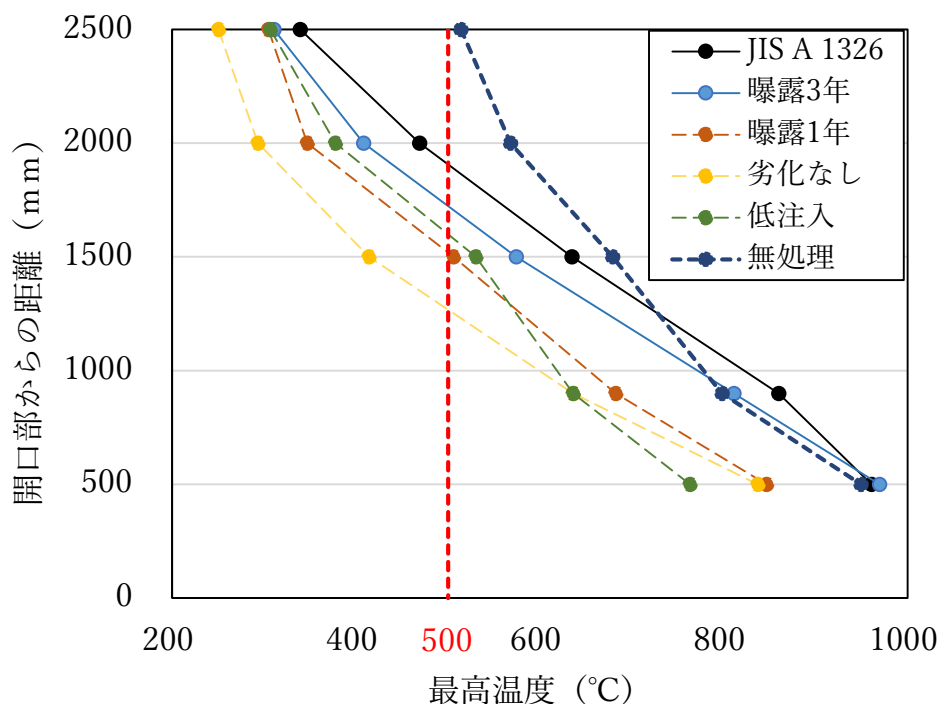


図 開口上端の距離別外装表面温度

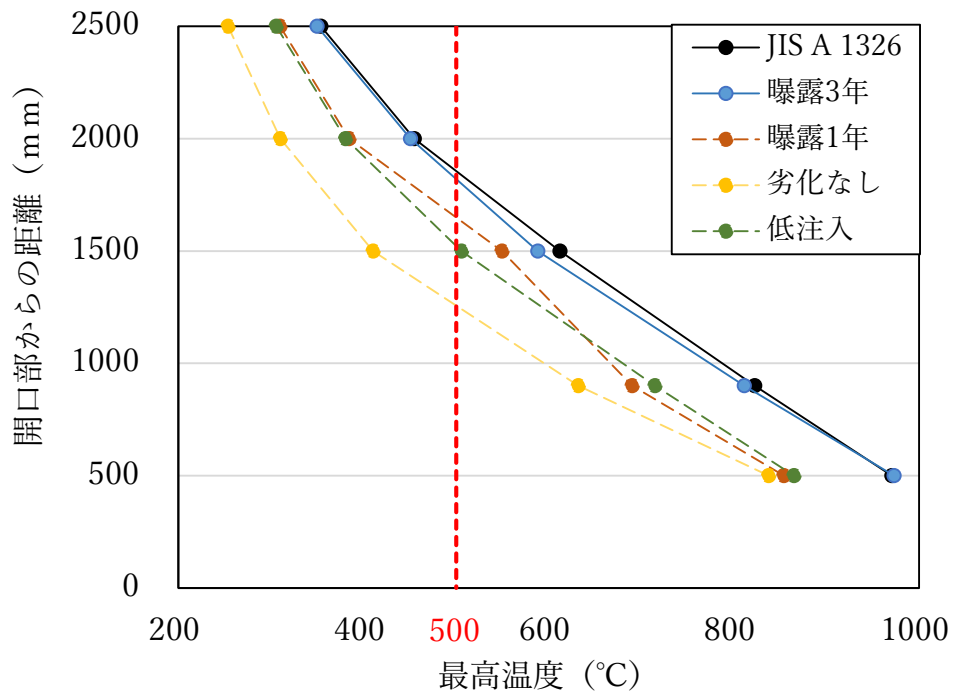
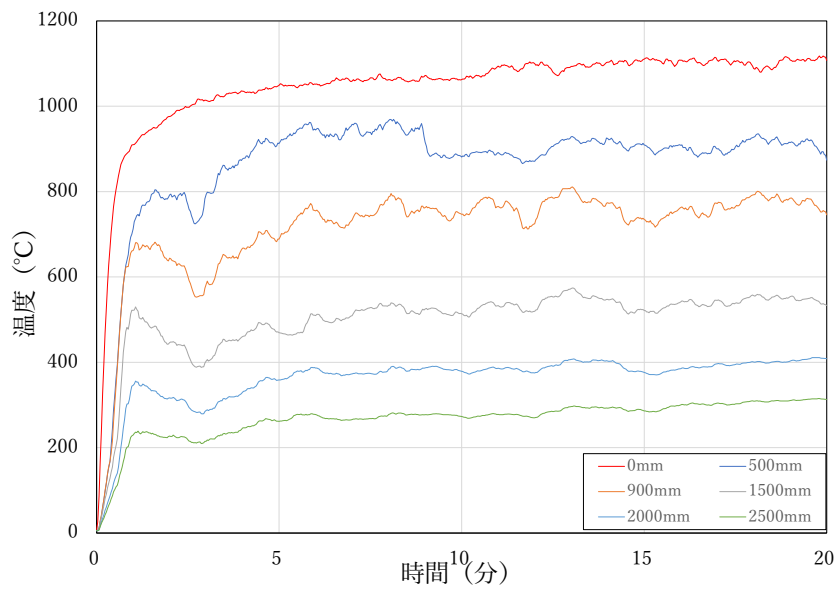


図 外装から 50 mm 外側温度 (°C)

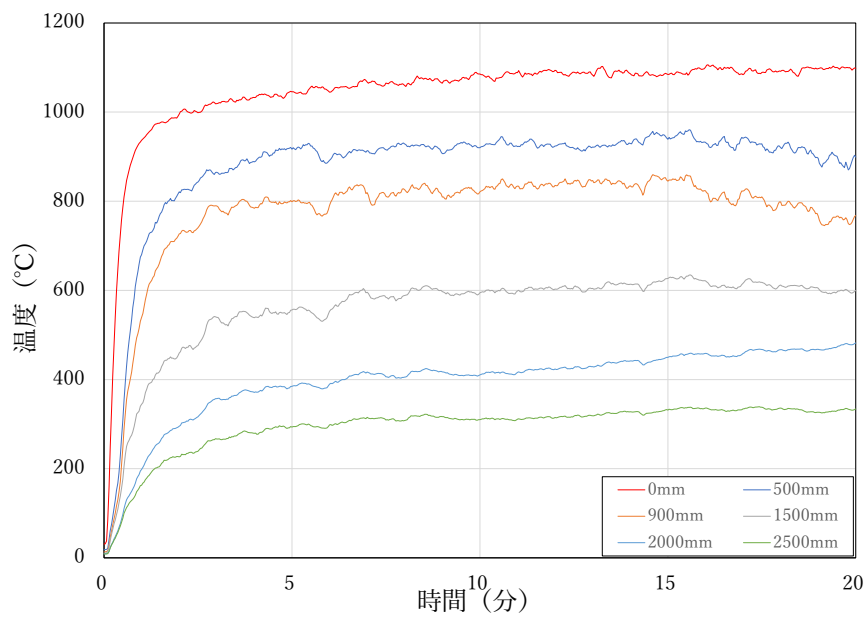
全体的に過年度に実施した暴露1年・低注入よりも温度が高くなる傾向で、長期的な暴露および、促進劣化により、防火性能は緩やかな低下傾向であった。

JIS A 1326、暴露3年ともに開口上端より 2000mm 以上の高さで 500°C 以下であり、燃えひろがり抑制の観点においては、まだ十分な性能を維持していた。

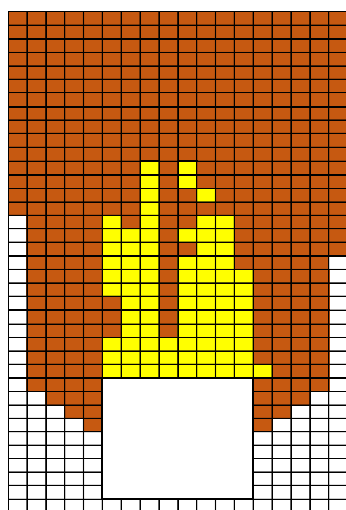
2.3.4.1 開口部からの距離別・経過時間別外装表面温度(屋外暴露3年試験体)



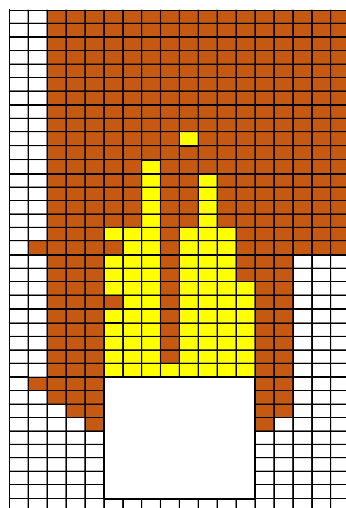
2.3.4.2 開口部からの距離別・経過時間別外装表面温度(JIS A 1326 試験体)



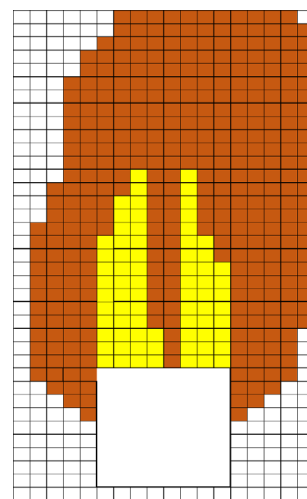
2.3.4.3 燃えひろがり試験後の試験木材の損傷状況と燃焼面積



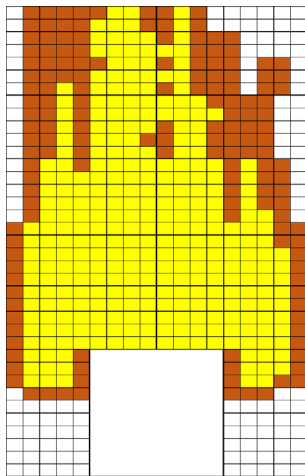
JIS A 1326



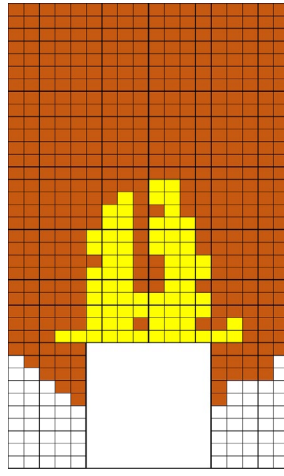
暴露 3 年



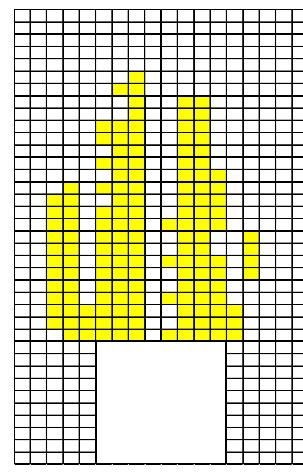
暴露 1 年



無処理



劣化なし



低注入

2.3.5 燃えひろがり試験結果の考察

暴露3年および、JIS A 1326 を施した試験体は、過年度に実施した暴露1年より、防火性能が低下していることが確認された。また、暴露3年および、JIS A 1326 を施した試験体は、防火性能が低下しているものの、まだ十分な燃えひろがり抑制性能を有していることが確認された。

2.4 新規屋外暴露試験(木材表面劣化の経時的変化)

2.4.1 難燃処理した木質外構部材の屋外環境下での外装用処理薬剤の性能確認

難燃処理木材は、屋外で現し(建築ファサード)で用いられた場合、木材への「雨がかり」や木材自体の水分変化による「膨潤・収縮」により、水溶性の難燃薬剤が徐々に消失することが懸念されている。この懸念を払拭するには、屋外で用いた難燃処理木材の経年後の難燃性能を明確に示すことが、重要となる。そのため、難燃処理木材の屋外環境下における

難燃性能の経年的低下を定量的に把握するため、屋外暴露架台での暴露試験により経時的な木材表面変色・白華の測定を行う。

2.4.2 屋外暴露架台での木材表面変色・白華の経時的試験

以下に示す新しい東西南北垂直暴露試験により、難燃薬剤処理木材の薬剤溶脱性および、耐候性を評価した。これは、建物周囲の気象環境が方位により大きく異なるため、小型の建物外壁を想定した暴露試験である。これにより、実際の建物に難燃処理木材を設置した場合の設置環境の違いによる薬剤溶脱および、木材表面劣化現象を把握することを目的としている。

2.4.3 暴露試験片と暴露方法

①試験片:スギ辺材 柵目材(目試験片(L:150mm x T:55mm x R:18mm)

②難燃薬剤:リン酸系難燃処理薬剤 PCW4

③注入量:固形分 約 35kg/m³(約 5g/枚)

④塗装処理:木材保護塗料 ノンロット N205 クリアーナチュラル色
(溶剤タイプ、含浸形塗料)

⑤塗布量:約 100g/m²(約 2.5g/m²)

⑥試験片調製:

i. 難燃薬剤注入+塗装処理(15枚)

ii. 難燃薬剤注入+無塗装(15枚)

iii. 難燃薬剤注入処理無し+塗装処理(15枚)

iv. 難燃薬剤注入処理無し+塗装処理無し(15枚)

⑦屋外暴露方法:東西南北各面垂直暴露

⑧暴露試験地:神奈川県藤沢市 日本大学生物資源科学部 8号館 2階屋上)

(北緯 35 度 22 分 82 秒 80、東経 139 度 46 分 90 秒 08、標高 49m)

⑨暴露開始日:2020年10月6日

⑩測定項目:薬剤溶脱量、表面色差、東西南北各面表面温度及び積算日射量

写真で示す通り、東西南北各面に面した垂直暴露架台を作製し、これに各種試験片をセットし屋外暴露試験を開始した。測定として、薬剤溶脱量、表面変色、白華現象の観察等を行った。



写真 東西南北垂直暴露架台

①暴露試験片

- i. 処理:難燃薬剤注入処理+塗装 試験片 No.1~15
- ii. 処理:難燃薬剤注入処理+塗装無し 試験片 No.16~30
- iii. 処理:難燃薬剤注入処理無し+塗装 試験片 No.31~45
- iv. 処理:難燃薬剤注入処理無し+塗装無し 試験片 No.46~60



写真 暴露試験片と表面温度(熱電対)及び日射量(日射セル)の測定

⑫暴露試験(配置図)

東面(No.1~3、16~18、31~33、46~48)

東	セット①			セット②			セット③		
	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り
試料配置									
サンプル No.	1	16	31	2	17	32	3	18	33
	含浸無し 塗装無し	46		含浸無し 塗装無し	47		含浸無し 塗装無し	48	

西面(No.4~6、19~21、34~36、49~51)

西	セット①			セット②			セット③		
	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り
試料配置									
サンプル No.	4	19	34	5	20	35	6	21	36
	含浸無し 塗装無し	49		含浸無し 塗装無し	50		含浸無し 塗装無し	51	

南面(No.8~9、22~24、37~39、52~54)

南	セット①			セット②			セット③		
	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り
試料配置									
サンプル No.	7	22	37	8	23	38	9	24	39
	含浸無し 塗装無し	52		含浸無し 塗装無し	53		含浸無し 塗装無し	54	

北面南面(No.10~12、25~27、40~42、55~57)

北 試料配置	セット①			セット②			セット③		
	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り	含浸有り 塗装有り	含浸有り 塗装無し	塗装無し 塗装有り
サンプル No.	10	25	40	11	26	41	12	27	42
	含浸無し 塗装無し	55		含浸無し 塗装無し	56		含浸無し 塗装無し	57	

2.4.4 気象劣化因子の経時測定

1) 表面温度

東西南北各面の木材表面の温度を測定するため、K 熱電対を木材表面にエポキシ接着剤で接着し、データロガー(グラフテック製)により10分間隔で測定した。

図に2020年11月4日から2021年1月31日までの東西南北各面表面における日平均温度を示す。表面温度は、11月から低下傾向を示し、1月上旬まで低下しその後徐々に上昇している。各面では、11/4から1/31までの日平均の表面温度は、南面(平均温度11.5°C) > (南面45度傾斜(10.7°C) > 西面(9.8°C) = 東面(9.6°C) = 北面(9.6°C)の順であった。

晩秋から冬季にかけては南中高度が低いいため南面垂直面での日射量が多いため南面での表面温度が高くなるが、西面、東面、北面は南中時の日射量が多くなく、また夜間は各面とも差が無くなることから違いが少なかったと考えられる。

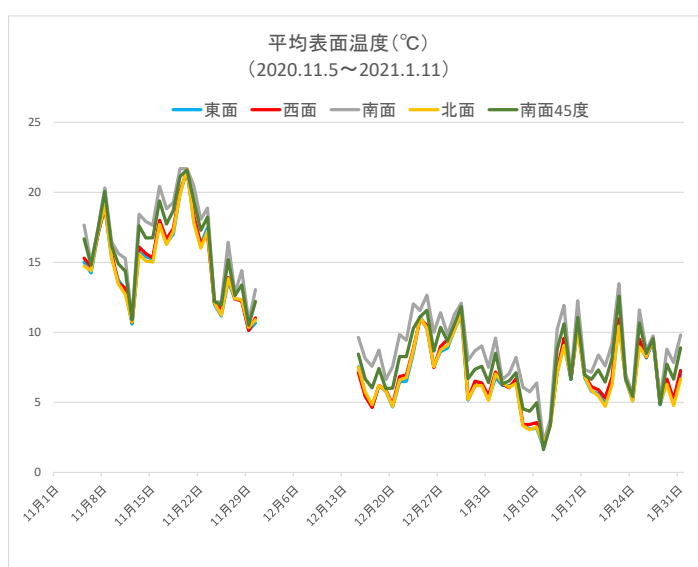


図 東西南北各面の日平均表面温度(11/4~1/31)

2) 日射量

東西南北各面の木材表面の日射量を測定するため、小型日射セル(英弘精機製)を水平方向の取り付け、データロガー(グラフテック製)により10分間隔で測定した。図に11月4日から1月31日までの東西南北各面表面における日平均温度を示す。表面積算日射量(MJ/m²)は12月まで(冬至に向けて)低下傾向を示したが、その後徐々に増加傾向に転じた。各面では、11/4から1/31までの日平均の積算日射量は、(南面45度傾斜(16.4MJ/m²)) > 南面(15.0MJ/m²) >> (水平面(10.0 MJ/m²)) >> 西面(6.3 MJ/m²) = 東面(5.9 MJ/m²) >> 北面(2.5 MJ/m²)の順であった。

各面の日射量は大きく異なり、特に晩秋から冬季にかけては南中高度が低いため南面垂直面での日射量が多く、次いで西面、東面で北面は南面の1/6程度となった。日射量が南面以外の3面において表面温度に影響しないのは、やはり夜間の温度差が無いことが大きいと思われる。

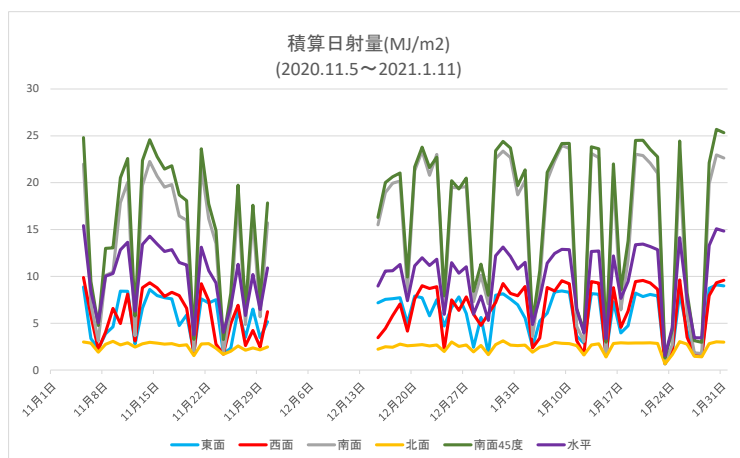
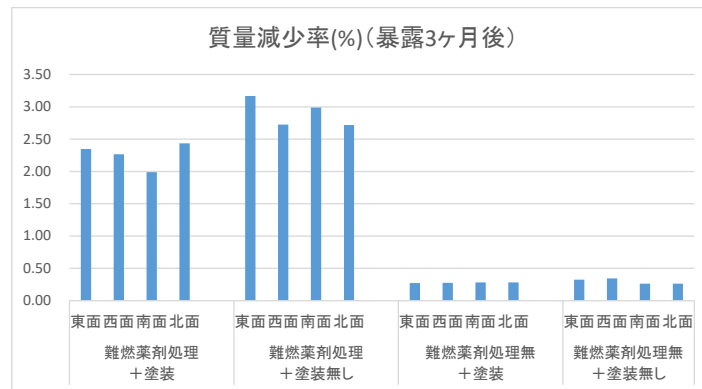


図 東西南北各面の日毎積算日射量 (11/4~1/31)

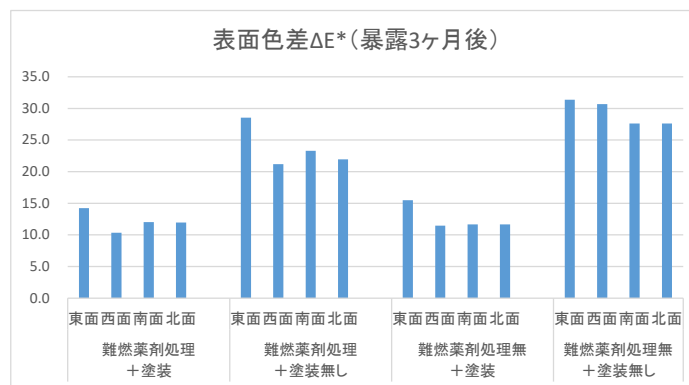
3) 暴露結果

図に暴露試験片からの薬剤溶脱量(質量減少率)を示す。晩秋から冬季にかけての屋外垂直暴露試験による薬剤溶脱量は、塗装した場合で東面2.4%、西面2.3%、南面2.0%、北面2.4%、平均2.28%であり、無塗装の場合は東面3.2%、西面2.7%、南面3.0%、北面2.7%、平均2.90%となり、塗装により溶脱量が僅かであるが抑制された。暴露方位の影響はほとんど認められなかった。



薬剤を注入処理していない試験片でも 0.5%以下程度の質量減少がみられたが、これは木材表面の紫外線劣化による木材構成化学成分の低分子化と水溶性化によるものであり、塗装処理により質量減少は抑制される傾向が見られた。

垂直暴露による表面劣化では、以下の図に暴露3ヶ月後の変色の程度を色差 ΔE^* 値で示す。表面変色は、塗装により大幅に抑制された。方位別では、各処理とも東面での変色が大きく、その他の方位では大きな差は見られなかった。この傾向は、表面温度や日射量との相関関係が見られなかった。これについては、暴露期間が晩秋から冬季にかけての3ヶ月と短期間であったため、気象環境の違いがまだ現れていないことが考えられる。そのため、夏季にかけて暴露試験の継続が必要である。



また表面の色調については、次頁の写真に示すように無塗装の場合は難燃薬剤の溶脱により白華現象が見られた。



①

②

③

④

暴露試験前試験片



①

②

③

④

暴露試験 3 ヶ月後試験片
(数字は試験片調製の種類)

第3章 今後の課題

今回試験で使用了材料は、難燃薬剂処理したスギ製材(寸法は、幅9mm、厚み13mm、幅130mm)を屋外で3年間暴露させた木材と同様に難燃薬剂処理したスギ製材(寸法は同じ)をJIS A 1326:2019により実験室で促進劣化を行なった木材について、燃えひろがり試験(JIS A 1310:2019)を行い、難燃性能があることを確認した。

一方、外構材として利用される樹種は、スギ以外にも多くがあり、それぞれの樹種への難燃薬剂処理木材の難燃性能を確認しておく必要がある。また、外構材として利用される場合は、方角(東西南北)別に劣化状況は異なることは知られているので、難燃薬剂処理木材を方角別に設置して屋外暴露させ、その難燃性能を確認していくとともに、外構材のうちフェンスやベランダ等に使用される木材については、防腐・防蟻処理されることを考慮して、それらが処理された木材への難燃薬剂の処理方法の技術の確立と難燃性能を確認しておくことが必要であると考え。それらを確認することは、外構材への利用を進め木材需要を拡大していくための課題と考える。

筆者一覧

はじめに	今村祐嗣委員長
目次	事務局
第1章	事務局
第2章 試験結果	
2.1~2.3	兼松学委員、西尾雄平委員、吉岡秀樹委員
2.4	木口実委員、毛利喜一委員
第3章 今後の課題	事務局

令和元年度林野庁委託事業

令和元年度 合板・製材・集成材国際競争力強化・
輸出促進対策のうち
CLT建築実証支援事業のうち
CLT等木質建築部材技術開発・普及事業
難燃薬剤処理木材の外構材への利用拡大を図るための
屋外使用における難燃性評価試験事業成果報告書

2021年（令和3年）2月

公益社団法人 日本木材保存協会