

平成10年度ティンバーエンジニア養成研修会テキスト

木材保護着色塗料品質評価マニュアル

平成10年7月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

序

当財団は、林野庁の助成を受けて「技術開発研究推進事業」を長年にわたり進めている。事業の実施に当たっては課題ごとに委員会を組織し、また必要に応じて分科会を組織して実施計画・実行内容を検討し、年度ごとに報告書を作成している。

この事業のうち、「住宅部材安全性能向上事業」の一つとして、近年ニーズが高まっている木製サッシの品質・耐久性の向上を目的とする「木製サッシ塗装技術開発事業」を実施し、大規模木造建築物や木製サッシなど屋外で利用される木材に利用されている「木材保護着色塗料」の品質向上とその標準化を図った。この木材保護着色塗料は木造建築物や木製サッシなどのエクステリア部分に多用されており、輸入品も多い。しかしまだJISも制定されておらず、木材関係者からはその品質保証の要望が高いものである。

本書は、その事業のために組織した「木製サッシ塗装技術開発委員会」で取りまとめた平成3年度～平成8年度の事業報告書を基に、当(財)日本住宅・木材技術センターにおいて制定した木材保護着色塗料にかかわる規格類及び標準仕様書一括して収録するとともに、それらの基礎資料となった試験結果を「資料編」として再整理したものである。

原報告書には上記委員会で試験計画を作成し、分担して実施した試験の結果と品質基準案等が収録されている。

本書の内容を企画・実行した「木製サッシ塗装技術開発委員会」の構成は次のとおり。

(所属・肩書きは事業実施当時)

委員長	川村 二郎	川村木材塗装技術事務所長 (平成3年度まで)森林総合研究所 木材化工部 耐候処理研究室長
委員	木口 実	農林水産省森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
委員	片岡 厚	農林水産省森林総合研究所 木材化工部 耐候処理研究室 (平成6年度)
委員	鈴木 雅洋	東京都立工業技術センター 塗装研究室 (現東京都立産業技術研究所)
委員	木下 稔夫	東京都立工業技術センター 塗装研究室(平成3～7年度) (現東京都立産業技術研究所)
委員	速見 進	武田薬品工業(株) 企画開発グループ課長(平成3年度)
委員	神谷 直秀	(株)コシイプレザービング 特販部(平成3年度)
委員	奈良 邦長	ジャーディンマセソン(株) 木材本部次長(平成3年度)
委員	金原 久	和信化学工業(株) 特販部長(平成3年度)
委員	望月 豊彦	玄々化学工業(株) サドリン事業室(平成3年度)
委員	岸本 英夫	サンモア通商(株) 営業部長(平成3年度)
委員	前島 一雄	有限会社 共和木工 専務取締役(平成4～7年度)
協力委員	宮沢 俊輔	林野庁林政部 林産課 係長 (平成5～6年度)
協力委員	長江 恭博	林野庁林政部 林産課 課長補佐 (平成7年度)

事務局 牧 勉 (財)日本住宅・木材技術センター 試験研究部長
鶴田 郁男 木材構造振興(株) 専務取締役(平成3～4年度)
小西 信 木材構造振興(株) 専務取締役(平成5～8年度)
平原 章雄 木材構造振興(株) 研究主任

本書整理者 松本 庸夫 (財)日本住宅・木材技術センター 客員研究員

本書の基となった事業報告書は次のとおり。

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装技術の開発事業報告書
平成4年3月 pp.123 (1992)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装技術の開発事業報告書
平成5年3月 pp.60 (1993)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装技術開発事業報告書
平成6年3月 pp.77 (1994)
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成7年3月 pp.94 (1995)
- 5) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成8年3月 pp.173 (1996)
- 6) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成9年3月 pp.73 (1997)

本書の資料編は次の8章から成り立っており、その基となった上記事業報告書の執筆者を併せて示す。

- 第1章 木製サッシを長持ちさせるには
川村 二郎 川村木材塗装技術事務所長
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
- 第2章 促進耐候性試験による木材保護着色塗料の品質評価
鈴木 雅洋 東京都立工業センター 塗装研究室
- 第3章 屋外暴露試験による木材保護着色塗料の品質評価
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
- 第4章 木材保護着色塗料を塗装した木製サッシの実大屋外暴露試験
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
- 第5章 木材保護着色塗料のメンテナンス性
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
- 第6章 木材保護着色塗料のかび抵抗性試験
鈴木 雅洋 東京都立工業センター 塗装研究室
- 第7章 2タイプの促進耐候性試験機による試験結果の比較
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官
- 第8章 屋外暴露による木材劣化の地域性と部位による違い
木口 実 森林総合研究所 木材化工部 主任研究官

木材保護着色塗料品質評価マニュアル

目 次

第1部 規格

I 木材保護着色塗料の品質規格(案) -----	1
同 解説	
II 促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(案) -----	7
同 解説	
III 屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(案) -----	18
同 解説	

第2部 標準仕様書

木製サッシ塗装標準仕様書(案) -----	30
同 解説	

第3部 資料編

第1章 木製サッシを長持ちさせるには -----	47
第2章 促進耐候性試験による木材保護着色塗料の性能評価 -----	58
第3章 屋外暴露試験による木材保護着色塗料の性能評価 -----	66
第4章 木材保護着色塗装した木製サッシの実大屋外暴露試験 -----	80
第5章 木材保護着色塗料のメンテナンス性 -----	87
第6章 木材保護着色塗料のかび抵抗性試験 -----	94
第7章 2タイプの促進耐候性試験機による試験結果の比較 -----	105
第8章 屋外暴露による木材劣化の地域性と部位による違い -----	110
木材保護着色塗料商品一覧 -----	115

要 約

近年ニーズが高まっている木製サッシの品質・耐久性の向上を目的として、これまで「木製サッシ塗装技術開発事業」を実施し、木製サッシなど屋外で利用される木材保護着色塗料の品質向上とその標準化を図った。

この木材保護着色塗料は、木造建築物や木製サッシなどのエクステリヤ部分に多用されており輸入品も多い。しかし、まだJISも制定されておらず、木材関係者からはその品質保証の要望が高いものである。

本書は、平成3年度～平成8年度の事業報告書を基に、木材保護着色塗料にかかわる規格類及び標準仕様書を一括して収録するとともに、それらの基礎資料となった試験結果を「資料編」として再整理したものである。

キーワード

木材保護着色塗料、木製サッシ、塗膜欠陥率、撥水度、変退色、光沢度変化、屋外暴露試験、促進耐候性試験、暴露架台、生物汚染度、メンテナンス、オイルステイン、塗装、エナメル、ペイント、明度、色差、光沢度

木材保護着色塗料の品質規格（案）

1. 適用範囲

この規格は、木造の建築物及び構造物、木製サッシその他エクステリア（日光、風雨にさらされる場所）部分に使用する木材保護着色塗料のうち、上塗り用塗料の品質について規定する。

2. 引用規格

この規格に引用している規格を以下に示す。このうち、制定年のないものについては最新の版を適用する。

JIS K 5400	塗料一般試験方法
JIS K 5500	塗料用語
JIS K 5516	合成樹脂調合ペイント
JIS K 5572	フタル酸樹脂エナメル

(財)日本住宅・木材技術センター：

促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法

(財)日本住宅・木材技術センター：

屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法

3. 用語の定義

この規格で用いる主な用語の定義は、JIS K 5500 によるほか、次による。

木材保護着色塗料：一般塗料が持っている性能、すなわち美観の向上及び維持、木材の保護機能に加えて防かび性能、防腐性能、防虫性能、撥水性能、^{はっすい}耐候性能を付与した塗料で、主としてエクステリア（日光、風雨にさらされる場所）部分に使用する塗料

造膜型塗料：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地表面に塗膜を形成するタイプ

含浸型塗料：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地面によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか、又はごく薄い塗膜を形成するタイプ

4. 木材保護着色塗料の種類

木材保護着色塗料の種類は表 1 のとおりとする。

表1 木材保護着色塗料の種類

区 分		顔料	用 途 その他
塗膜形成による区分	造膜型		(3.の定義による)
	含浸型		(同上)
用途による区分	下塗り用	なし	下塗り用
	上塗り用	あり	上塗り用、上塗り・下塗り兼用

5. 品質試験方法

5.1 容器の中での状態

JIS K 5400(塗料一般試験方法)のうち、塗料の性状に関する試験方法による。

5.2 促進耐候性試験(ウェザーメーターによる試験)

5.2.1 試験片の作製

(1) スギのまさ目板(長さ150mm×幅70mm×厚さ10mm)を基材として、製造業者が示す塗装仕様書に従って試料(木材保護着色塗料)を塗装した後、乾燥させ試験片とする。

使用した下塗り用塗料の種類と塗り付け量、試料の塗布回数・塗り付け量は試験の評価結果に付記する。

(2) 耐候性試験片は2枚、原状試験片(対照試験片)は1枚とし、原状試験片は塗面の変化がないように注意して室内に保管し、後日の参考に供する。

(3) 周辺と裏面は、エナメルタイプのフタル酸樹脂塗料(JIS K 5572)又は合成樹脂調合ペイント(JIS K 5516)により塗装する。

5.2.2 促進耐候性試験方法

(財)日本住宅・木材技術センターが別に定める「促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質試験方法」の「6. 試験方法」により、耐候処理400時間、600時間、800時間、1000時間、1500時間の時点で5.2.3項により塗膜の評価を行う。

5.2.3 耐候性試験成績の評価

(財)日本住宅・木材技術センターが別に定める上記の「促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質試験方法」の「7. 試験成績の評価」、及び「8. 塗膜の品質」により、塗膜欠陥率、撥水度、変退色、光沢度について塗膜の等級付けを行う。

5.3 屋外暴露試験

5.3.1 試験片の作製

(1) スギのまさ目板(長さ300mm×幅70mm×厚さ10mm)を基材として、製造業者が示す塗装

仕様書に従って試料(木材保護着色塗料)を塗装し、乾燥させ試験片とする。

使用した下塗り用塗料の種類と塗り付け量、試料の塗布回数・塗り付け量は試験の評価結果に付記する。

- (2) 暴露試験片は8枚(試験片番号No.1～No.8)、原状試験片(対照試験片)は2枚(試験片番号No.9、No.10)とし、原状試験片は塗面の変化がないように注意して室内に保管し、後日の参考に供する。
- (3) 周辺と裏面は、エナメルタイプのフタル酸樹脂塗料(JIS K 5572)又は合成樹脂調合ペイント(JIS K 5516)により塗装する。

5.3.2 屋外暴露試験方法

(財)日本住宅・木材技術センターが別に定める「屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質試験方法」の「6. 試験方法」により屋外暴露し、暴露6か月、12か月、18か月、24か月の時点で試験片各2枚(番号の若い方から)を使い、5.3.3項により塗膜の評価を行う。

5.3.3 屋外暴露試験成績の評価

(財)日本住宅・木材技術センターが別に定める上記の「屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質試験方法」の「7. 試験成績の評価」、及び「8. 塗膜の品質」により、塗膜欠陥率、撥水度、変退色、光沢度、生物汚染度について塗膜の等級付けを行う。

6. 試験成績の適合基準

5. 品質試験方法によって試験した結果は、それぞれ表2の基準に適合しなければならない。

表2 木材保護着色塗料の品質の適合基準

試験項目		塗料のタイプ	
		上塗り用	
		造膜型	含浸型
容器の中での状態		混ぜたとき堅い塊がなく一様であること。	
促進耐候性試験による塗膜の等級	塗膜欠陥率	D1 以上	—
	撥水度	WF1 以上	WO1 以上
	変退色	CF1 以上	CO1 以上
	光沢度	G1 以上	—
屋外暴露試験による塗膜の等級	塗膜欠陥率	d1 以上	—
	撥水度	wf1 以上	wo1 以上
	変退色	cf1 以上	co1 以上
	光沢度	g1 以上	—
	生物汚染度	—	s1 以上

7. 表示

7.1 表示事項

木材保護着色塗料の容器、送り状などに次の事項を表示しなければならない。

- 1) 商品名
- 2) 製造又は取り扱い業者名、あるいはその略号
- 3) 木材保護着色塗料の種類
- 4) 正味質量とその塗布面積限度
- 5) 使用可能限度とロット番号、又は製造年月日と有効期間
- 6) 乾燥時間
- 7) 用途
- 8) 塗膜品質
- 9) その他、関連法規による表示義務

7.2 塗膜品質の表示方法

7.1項の「8)塗膜品質」の表示方法は表3の例による。

表3 塗膜品質の表示方法の例
(1)造膜型塗料の例

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目				
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度	生物汚染度
促進耐候性 試験 (AWT)	試験条件	スギ	造膜型	1000h	1500h	1000h	1500h	
	等級表示	S U - F T - D 4 - W F 5 - C F 4 - G 5						
屋外暴露 試験 (NWT)	試験条件	スギ	造膜型	12か月	18か月	12か月	24か月	*
	等級表示	S U - F T - d 2 - w f 3 - c f 2 - g 4 - *						

下塗り用塗料名：
試料の塗布回数：

塗り付け量：
各回の塗り付け量：

(2) 含浸型塗料の例

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目				
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度	生物汚染度
促進耐候性 試験 (AWT)	試験条件	スギ	含浸型	*	800h	800h	*	
	等級表示	SU - OT - * - WO3 - CO3 - *						
屋外暴露 試験 (NWT)	試験条件	スギ	含浸型	*	12か月	18か月	*	18か月
	等級表示	SU - OT - * - WO2 - CO3 - * - S3						

下塗り用塗料名： 塗り付け量：
 試料の塗布回数： 各回の塗り付け量：

木材保護着色塗料の品質規格（案）解説

制定の経緯および必要性

木造の建築物及び構造物、エクステリア部分の木質素地面を保護し、美観を持たせるには塗装が効果的である。その塗装効果を長持ちさせるには、よい塗料を使用し、適正な塗装をしなければならない。

一般により塗料を選ぶ基準はJIS規格やJAS規格などに合格した商品ならば信頼が高く、安心して使うことができる。しかし、木造建築物や木製サッシに多く使われている木材保護着色塗料には、JIS等の規格がない。

規格がないと第一により木材保護着色塗料を選択するのが困難であり、性能が劣った塗料を世の中から駆逐できない。この不合理を取り除くために、木材保護着色塗料の規格に相当する「木材保護着色塗料性能基準」を「大規模木造建築物塗装マニュアル作成部会」が「大規模木造建築物の保守管理マニュアル(1997)」の一環として作成した。これは3年

間の実験、調査、アンケート等、さらに外国の規格を参照にして作成したものである。

この「木材保護着色塗料性能基準」は、大規模木造建築物を対象に制定したものであるが塗装目的、使用環境などが木製サッシ等エクステリア部分とほぼ同じであるために、木製サッシ等に使用する塗料にも適用して不都合はない。そこで、この性能基準を一部手直しし、「木製サッシ塗装技術開発委員会」で実施した促進耐候性試験、屋外暴露試験の実績を基に、木造の建築物及び構造物、木製サッシ等、エクステリア部分に使用する木材保護着色塗料の品質基準を(財)日本住宅・木材技術センター規格として制定することにした。

先の「木材保護着色塗料性能基準」に含まれている「防腐性能試験」及び「かび抵抗性試験」は屋外暴露試験によって替えたものである。

規格の解説

1. 適用範囲

木材が使用される環境として「EXTERIOR」があるが、これを表現するにふさわしい語が現在日本では見当たらない。それで「EXTERIOR」に当たる使用環境を「エクステリア」として表現した。

木材保護着色塗料には下塗り用もあるが、これらは上塗り用と組み合わせて使用されるのでこの規格の対象とはせず、促進耐候性試験及び屋外暴露試験の試験片作製に併用した場合、試験結果に付記することとした。

5. 試験方法

5.1 容器の中での状態

JIS K 5400（塗料一般試験方法）に定められている塗料の性状に関する試験を行う。

その結果、かき混ぜたとき固い塊がなく、一様であれば合格とする。

5.2 促進耐候性試験

JIS K 5400に定められているウェザーメーターによる促進耐候性試験を1500時間まで行う。その間、規定の時間経過ごとに規定の試験法に定められた評価を行い、試験項目ごと

に等級付けを行う。

JIS K 5400-1990にはウェザーメーターとしてサンシャインカーボンアーク灯式とキセノンアーク灯式が挙げられ、わが国では現在前者が一般的である。しかし国際的には後者が一般化しており、JISも将来後者に統一されることが考えられる。そこでこの規格ではあえてどちらを使用するかを明記していない。試験成績にはどのタイプのウェザーメーターを使用したかを付記する必要がある。

5.3 屋外暴露試験

南面45度傾斜の直接暴露を行う。暴露試験片は8片準備し、規定期間暴露後、2片ずつ取り外して塗膜欠陥率等を測定する。この試験片の再取り付けはせず、取り外し期間の段階数に相当する試験片数を最初から暴露することとした。

かび抵抗性は、この屋外暴露試験片の「生物汚染度」（含浸型の塗料の場合のみ。造膜型塗料の場合は塗膜欠陥率の中で読む）で読みとることができる。

促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法（案）

1. 適用範囲

この規格は、木材保護着色塗料により塗装された木製品の塗膜品質を、促進耐候性試験によって評価する方法について規定する。

2. 引用規格

この規格に引用している規格を以下に示す。このうち、制定年のないものについては最新の版を適用する。

- JIS B 7753 サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機
- JIS K 5400 塗料一般試験方法
- JIS K 5500 塗料用語
- JIS K 5516 合成樹脂調合ペイント
- JIS K 5572 フタル酸樹脂エナメル
- JIS R 3505 ガラス製体積計
- JIS Z 2101-1994 木材の試験方法
- JIS Z 8703-1983 試験場所の標準状態
- JIS Z 8722 色の測定方法－反射及び透過物体色
- JIS Z 8729 色の表示方法－ $L^* a^* b^*$ 表色系及び $L^* u^* v^*$ 表色系
- JIS Z 8730 色の表示方法－物体色の色差
- JIS Z 8741 鏡面光沢度測定方法

3. 用語の定義

この規格で用いる主な用語の定義は、JIS K 5500 によるほか、次ぎによる。

木材保護着色塗料：一般塗料が持っている性能、すなわち美観の向上及び維持、木材の保護機能に加えて防かび性能、防腐性能、防虫性能、撥水性能、^{はっすい}耐候性能を付与した塗料で、主としてエクステリア（日光、風雨にさらされる場所）部分に使用する塗料

造膜型塗料：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地表面に塗膜を形成するタイプ

含浸型塗料：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地面によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか又はごく薄い塗膜を形成するタイプ

4. 試験の種類

試験はJIS K 5400(塗料一般試験方法)に定める促進耐候性試験のうち、表1によるものとする。

表1 促進耐候性試験の種類

分類	試験の種類	記号
促進耐候性試験	サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験	A W T

5. 試験片

5.1 試験片の作製

- (1) 試験片を採取する製品または試験片は、この規格の適用を申請する者の仕様に基づいて塗装したものとする。
- (2) 製品から試料を取ることができる場合、試料は原則として製品の柾目平面部位からとり、試験片を作製する。
- (3) 製品の形状、寸法などの制約により、直接試料を取ることができない場合は、その製品と同一の樹種の柾目木材板を基材として同一条件で塗装及び乾燥して試験片とする。
- (4) 試験片の寸法は、長さ150mm×幅70mm×厚さ10mmとする。
- (5) 耐候性試験片は2枚、原状試験片は1枚とする。原状試験片は塗面の変化がないように注意して室内に保管し、後日の参考に供する。
- (6) 周辺と裏面は、エナメルタイプのフタル酸樹脂塗料(JIS K 5572)又は合成樹脂調合ペイント(JIS K 5516)により塗装する。

5.2 試験片の種類

試験片の種類は、基材の樹種及び塗料のタイプによって区分する。

- (1) 基材の樹種による区分：基材の樹種による区分は、表2のとおりとする。
- (2) 塗料のタイプによる区分：塗料のタイプによる区分は、「3.用語の定義」に基づき、当事者間の協議により、表3のように行う。

表2 基材の樹種による区分

種類		記号
針葉樹	ヒバ	H
	カラマツ	K
	スギ	S G
	ベイマツ	B
	ポンドロッサパイン	P
	スプルース	S P
広葉樹	サクラ	S A
	メランティ	M
	タウン	T
その他の樹種		O

表3 塗料のタイプによる区分

種類	記号
造膜型塗料	F T
含浸型塗料	O T

6. 試験方法

6.1 試験装置

試験装置は、JIS B 7753（サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機）に規定する試験装置を用いる。ガラス製フィルターの種類はAとする。

6.2 試験方法

試験方法は次による。

(1) 試験品を試験装置に取り付け、表4に示す条件によって試験を行う。

試験時間が400h(h：時間)、600h、800h、1000h、1500hの各時点で「7. 試験成績の評価」の規定により試験片を評価する。

(2) カーボン、ガラス製フィルター及び放電の安定装置は、試験装置に適合し、試験装置の性能を正しく維持できるものでなければならない。

表4 サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機の運転条件

		運 転 条 件
放電電圧	範囲	48～52V
	中心値	50V(±2%)
放電電流	範囲	58～62A
	中心値	60A(±2%)
ガラス製フィルターの使用時間		2000時間を超えないこと
ブラックパネル温度計の示度		63±3℃
水の噴射条件	圧力	0.08～0.13MPa(0.8～1.3kgf/cm ²)
	水量	2100±100ml/min
	噴射時間	120分間照射中に18分間
	水質	pH6.0～8.0、導電率200μS/cm以下
	水温	16±5℃

7. 試験成績の評価

試験室の状態及び試験片の調湿：規定時間の促進耐候性試験終了後、試験片を23±2℃、50±5%RH又は20±2℃、65±5%RHの試験室に1週間放置して調湿し、次の試験に供する。

7.1 塗膜欠陥率の評価方法

塗膜欠陥率の評価は、造膜型塗料を塗装した試験片について行い、含浸型塗料を塗装した試験片については行わない。塗膜欠陥率は、1ます10mmのます目を書いた透明シート(図

1)を試験片に当て、塗装面の塗膜割れ、塗膜剥離及び色むらを塗膜欠陥としてとらえ、その欠陥部に含まれるます目の数を数え、塗装面全体のます目に対する割合を百分率で表す。ただし、全体的に均一な変色については欠陥として数えない。

$$\text{塗膜欠陥率 (\%)} = (\text{欠陥部のます目の数} / \text{測定用シートのます目総数}) \times 100$$

備考 (1)測定用シートのます目総数は、促進耐候性試験では65である。

(2)欠陥部がます目の内部に少しでも入っておれば、欠陥部のます目の数として算入する。

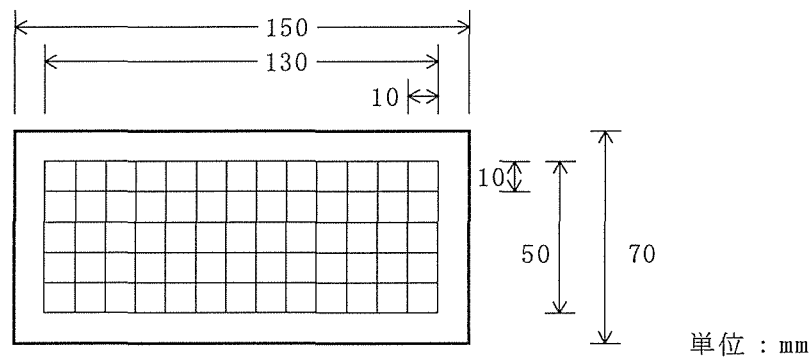


図1 塗膜欠陥率測定用シート（促進耐候性試験評価用）

注）試験片の周囲から10mm以内の部分は観察対象としない。

7.2 撥水度の評価方法

質量を測定した試験片（質量 W_1 ）の中央部に1mlの水をJIS R 3505（ガラス製体積計）に規定する1mlの全量ピペット（ホールピペット）で滴下し、（水1mlの質量 W を別途測定しておく。）滴下部をシャーレで覆って1分間放置する。1分経過後、試験片上の水分を拭き取り、再び試験片の質量を測定する（質量 W_2 ）。測定は1mg単位で行い、試験片への水の浸透量（ $W_2 - W_1$ ）を計算し、次式の数値をもって撥水度とする。

$$\text{撥水度 (\%)} = [1 - (W_2 - W_1) / W] \times 100$$

7.3 変退色の評価方法

促進耐候性試験前と試験後において、試験片中央部の色を測定し、色差を算出する。色の測定は、JIS Z 8722（色の測定方法－反射及び透過物体色）により行い、JIS Z 8729（色の表示方法－ $L^* a^* b^*$ 表色系及び $L^* u^* v^*$ 表色系）、JIS Z 8730（色の表示方法－物体色の色差）により $L^* a^* b^*$ および色差 ΔE^* を算出する。

7.4 光沢度変化の評価方法

光沢度変化の評価は、造膜型塗料を塗装した試験片について行い、含浸型塗料を塗装した試験片については行わない。ただし、後者については当事者間の話し合いにより行って

もよい。測定箇所は試験片中央部で、JIS Z 8741（鏡面光沢度測定方法）における60度鏡面光沢（方法3）により行う。測定値は、次式により算出する。

$$\text{光沢度変化} = |G_{s2} - G_{s1}|$$

G_{s1} : 促進耐候性試験前の光沢度
 G_{s2} : 促進耐候性試験後の光沢度

8. 塗膜の品質

7. によって測定した塗膜は、8.1～8.4の規定に基づいてその品質を等級区分する。この場合、試験片は2枚とも適合しなければならない。

8.1 塗膜欠陥率の等級

塗膜欠陥率の等級は、表5による。

表5 塗膜欠陥率の等級（造膜型塗料にのみ適用）

等級	D0	D1	D2	D3	D4	D5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
塗膜欠陥率(%)	10以上	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満

8.2 撥水度の等級

撥水度の等級は、造膜型塗料を塗装した試験片は表6に、含浸型塗料を塗装した試験片は表7による。

表6 造膜型塗料を塗装した試験片の撥水度の等級

等級	WF0	WF1	WF2	WF3	WF4	WF5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
撥水度(%)	95未満	95以上	95以上	95以上	95以上	95以上

表7 含浸型塗料を塗装した試験片の撥水度の等級

等級	WO0	WO1	WO2	WO3	WO4	WO5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
撥水度(%)	80未満	80以上	80以上	80以上	80以上	80以上

8.3 変退色の等級

変退色の等級は、造膜型塗料は表8に、含浸型塗料は表9による。

表 8 造膜型塗料を塗装した試験片の変退色の等級

等級	CF0	CF1	CF2	CF3	CF4	CF5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
色差 ΔE^*	20以上	20未満	20未満	20未満	20未満	20未満

表 9 含浸型塗料を塗装した試験片の変退色の等級

等級	CO0	CO1	CO2	CO3	CO4	CO5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
色差 ΔE^*	25以上	25未満	25未満	25未満	25未満	25未満

8.4 光沢度変化の等級

光沢度変化の等級は、表10による。

表10 光沢度変化の等級（造膜型塗料にのみ適用）

等級	G0	G1	G2	G3	G4	G5
促進耐候試験時間(h)	400	400	600	800	1000	1500
光沢度変化	10以上	10未満	10未満	10未満	10未満	10未満

9. 塗膜品質の表示方法

塗膜品質は、素材の樹種、塗料のタイプ、塗膜欠陥率、撥水度、変退色及び光沢度変化の各評価項目ごとに定める記号を組み合わせ、表11の例のように表示する。

なお、評価しない品質項目については“*”で表示する。

表11 塗膜品質の表示方法の例

(1)造膜型

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目			
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度
促進耐候性 試験 (AWT)	試験条件	ベイマツ	造膜型	1000h	1500h	1000h	1500h
	等級表示	B - FT - D4 - WF5 - CF4 - G5					

(2)含浸型

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目			
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度
促進耐候性 試験 (AWT)	試験条件	サクラ	含浸型	—	800h	800h	—
	等級表示	S A - O T - * - W O 3 - C O 3 - *					

促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質試験方法 解説

試験方法規格の必要性と制定の経緯

木造の建築物及び構造物、木製サッシ等エクステリア部分に使用する木材保護着色塗料は、その種類、市場流通量とも多いものの、これまで品質性能の評価を的確に行い得る客観的な目安がないという状況にあった。品質性能の中でも耐候性は製品価値を左右する性能であり、最も要求の高い評価項目である。耐候性を調べる試験としては、屋外暴露試験と促進耐候性試験に大別できる。屋外暴露試験は屋外に試験片を暴露し、日光・雨雪・風・温度・湿度・オゾン・腐朽菌などによって生じる劣化に対する抵抗性を評価するものであるが、試験時間が長く、また天候状態や場所による変化が大きいという短所がある。促進耐候性試験は、実験室で屋外暴露試験の近似及び促進条件で試験装置によって耐候性を調べる試験であるが、屋外における劣化との相関性の点で問題も残っている。そこで、本来耐候性試験は屋外暴露試験で行うべきであるが、試験時間等の関係でやむを得ない場合は促進耐候試験で行うものとした。

促進耐候性試験による評価規格を作成するに先だち、数種の木材保護着色塗料で塗装し

た試験片を対象に促進耐候性試験を行うことにより劣化因子を抽出し、さらにこれについてのアンケートの結果をも総合して、各劣化因子ごとに等級付けを行った。その結果が参考表1である。

この規格は、木造の建築物及び構造物、木製サッシ等のユーザーが、試験により評価された品質をみて、塗料選択の目安にできるような内容を目指して作成したものである。

規格の解説

1. 適用範囲

この規格は、木材保護着色塗料を塗装した木製品の塗膜性能を、促進耐候性試験によって評価する方法を規定した。木材保護着色塗料のうち含浸型塗料の場合、目視によって塗装後塗膜層を認識することはできないが、塗装された表面を指して塗膜と呼ぶこととする。

3. 用語の定義

木製サッシに塗装される塗料には、本文に示したように最終仕上げで被塗物(木材)表面に塗膜層を形成するタイプと内部に浸透した

まま表面に塗膜層を形成しないタイプに分けられる。そこで、ここではそれぞれを造膜型塗料、含浸型塗料と定義し、説明した。

4. 試験の種類

促進耐候性試験には、サンシャインカーボンアーク灯式のほかキセノンアーク灯式、メタルハライドランプ式などがあるが、本規格では日本で最も広く利用されているサンシャインカーボンアーク灯式を採用した。ただ、ISOでは標準的な光源としてキセノンアーク灯が規定されていることなどから、試験機器の適用については、今後の検討課題である。

5. 試験片

5.1 試験片の作製

試験片は原則として塗装製品の部品を用いることとした。これは、部品と試験用に作製した試験片では試験結果が異なることを考慮したものである。試験片の寸法は、膨潤収縮が大きい木口面からの影響を防ぐためには繊維方向に長い方がよいが、試験機の試料ホルダー寸法を考慮して150mmとした。

5.2 試験片の種類

基材の樹種は一般に木製サッシの製造に用いられると考えられるものを、針葉樹、広葉樹に分けて区分した。塗料は含有する合成樹脂による区分では解釈が複雑になるため、造膜型塗料、含浸型塗料といった塗膜形成のタイプにより区分した。

6. 試験方法

サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験の試験条件は、JIS B 7753（サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機）に規定さ

れている項目については、それに従うこととした。温度、水の噴射等の条件については、JIS K 5400（塗料一般試験方法）を引用した。

7. 試験成績の評価

試験室の状態及び試験片の調湿

試験片の含水率は測定場所の湿度に敏感であり、試験片の表面状態もその影響を受ける。また、試験時間終了直前の状況により試験片の含水率に違いがあることも予想される。このため、以下の評価項目を測定する前に、試験する場所で1週間程度調湿することが必要である。規定した試験室の条件は次によった。すなわち、JIS Z 8703（試験場所の標準状態）、JIS Z 2101（木材の試験方法）中の条件を規定した。

木材試験の標準温湿度状態は $20(\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、 $65(\pm 5)\%RH$ とされているが、国際的には 23°C 、 $50\%RH$ が一般的であり、我が国でも他の分野ではこの条件が一般的になっている。

7.1 塗膜欠陥率の評価方法

塗装面に発生した劣化の程度を客観的に数値化することは容易でない。しかし一方、色差や光沢、撥水度のように測定機器により客観的に評価された数値のみでは表面の汚染感といった塗り替え時期を決定する大きな要因を評価することはできない。そのため、塗装面に分散した劣化部分の面積をマス目の数でカウントし、塗膜欠陥率として表した。この方法の注意点として、劣化に対する解釈が測定者の主観に左右されやすいことである。このため、一つの試験片に対して同一の測定者により測定することが望ましい。

7.2 ^{はっすい}撥水度の評価方法

試験片表面に水を約1g滴下し、1分間後に拭き取り、水の浸透量を求めて「撥水度」を示された式により算出する。

約1gの水を正確に試験片に滴下する方法として1ml全量ピペット(通称ホールピペット)を使用することとした。1mlホールピペットで標線まで正確に水を取れば、内壁に沿って後れて流下する微量の水の扱いを一定にすることにより、毎回一定の水を滴下できる。事前に、別途数回質量を測定し、平均値を求めておく。

含浸型塗料では、水分を拭き取るときに表面の埃や顔料、水溶性の木材成分も一緒に除かれ、その結果撥水度が100を超えてしまう場合がある。このような試験片の場合は、測定前に表面を軽く拭き取ってから測定することが望ましい。また、基材割れが発生した試験片の場合、割れの幅や深さが変化するため撥水度もこれに影響され、前回の測定値より表面の劣化が進行しているにもかかわらず値が向上する場合があるので注意を要する。

なお、滴下する水は室温の脱イオン水とする。

7.3 変退色の評価方法

測定部である木材中央部に節や割れがある場合は、その箇所を避けて測定する。これは、撥水度や光沢値の試験についても同様である。また、中央部に心材と辺材との境界がある場合も同様に避ける必要がある。

変退色は、初期の色調が薄くまた白色に近いものほど大きくなる傾向があるので、塗料を比較する場合は可能な限り色調を揃えることが必要である。そのため、色調が異なる塗料を比較することはあまり意味がない。

7.4 光沢度変化の評価方法

光沢度変化は、初期光沢値が高いものほど暴露による低下が大きくなる。そのため、塗料を比較する場合は光沢値の同程度のもので行うことが望ましい。

含浸型に分類されても初期光沢が20以上の高いものがあるが、その場合は参考として測定したほうが望ましい。

8. 塗膜の品質

木製サッシ等、木材保護着色塗料で塗装された木製品の塗膜の耐候性能を示す項目として、塗膜欠陥率、撥水度、変退色、光沢度変化を採用した。品質の等級付けに用いた試験時間は、400時間から200時間ごとに1000時間までと最大1500時間の5段階とし、400時間にも満たない1段階の計6段階の等級とした。

8.1 塗膜欠陥率の等級

塗装面における劣化を数値化することにより等級を定めた。欠陥についての評価は個人差が出やすいため、測定は同一の測定者が継続して行うことが望ましい。また、含浸型塗料については塗装面の劣化が判定しにくいいため、本項目は造膜型塗料について行う。

造膜型塗料を使用した塗面については、わずかな塗膜欠陥が塗り替えの対象となるため、全塗装面の10%を超えたところを塗り替え基準と考えて、塗膜欠陥率の品質基準を規定した。

8.2 撥水度の等級

撥水度は塗膜の有無に大きく影響を受けるため、塗膜を形成する造膜型塗料と塗膜を形成しない含浸型塗料について同一の尺度で評

価するのは困難であることから、基準値は造膜型と含浸型について二つに分けた。

まず、造膜型塗料の場合の基準値の決定の考え方は次のとおりである。

塗膜が形成されている間の撥水度は100であるが、塗膜割れや塗膜剥離などの塗装面欠陥により撥水度が低下する。撥水度の低下は塗装面の欠陥を意味することから、造膜型塗料の基準値を95とした。

次に、含浸型塗料の場合の基準値の決定の考え方は次のとおりである。

試験結果によると、①無塗装試験片は屋外暴露6か月以内に表面の基材割れが進行し、撥水度は60程度に低下すること、②試験片の質量及び寸法変化は撥水度が80以下に低下した場合に大きくなる傾向が認められたことから、撥水性付与の限界を80とした。

8.3 変退色の等級

変退色についても造膜型と含浸型では劣化状態が異なり、数値も含浸型の方が大きくなる傾向がある。しかし、含浸型塗料の場合、数値の差ほど実際の汚染感に差がない。このように造膜型と含浸型では、変退色特性や汚染感に差があることから造膜型と含浸型の二

つに分けた。

造膜型塗料の基準値20は、塗り替え判定アンケートの結果、色差20以上の変色において塗り替えとする傾向があったことに基づいて規定したものである。含浸型塗料の基準値25も、同様にアンケートの結果からの値に基づいて規定した。

8.4 光沢度変化の等級

表面の光沢は塗膜の形成により得られるため、塗膜を形成しない含浸型塗料については評価の対象としない。

造膜型塗料の屋外暴露による光沢度の低下は、初期光沢値の高いものほど大きくなる傾向を示したが、初期光沢が低い場合でも10程度に低下した際には塗膜劣化又は大きな色差変化を伴っている場合がほとんどであった。このような試験結果に基づいて基準値を10とした。

〈参考〉促進耐候性試験を行った保護着色塗料11種類について、各評価項目における試験時間と試験結果の関係を本規格に当てはめ、塗膜の品質の表示方法に従って表したものを参考表にまとめた。

参考表 各種木材保護着色塗料塗膜の品質評価例

試験法 塗料記号	試験の種類	基材の 区分	塗料の 区分	塗膜 欠陥率	撥水度	変退色	光沢度変化
A (シリコン系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	1000h D4	1500h WF5	1500h CF5	1500h G5
B (ウレタン系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	1500h D5	1500h WF5	1500h CF5	1500h G5
C (アルキド系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	1500h D5	1500h WF5	1500h CF5	1200h G4
D (アルキド系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	600h D2	1500h WF5	600h CF2	200h G0
E (アクリル系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	1000h D4	1500h WF5	1500h CF5	1500h G5
F (ウレタン系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	造膜型 FT	1000h D4	1500h WF5	1500h CF5	1500h G5
G (アルキド系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	含浸型 OT	— *	1500h WO5	1500h CO5	100h (G0)
H (アマニ油系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	含浸型 OT	— *	800h WO3	1000h CO4	1500h (G5)
I (アマニ油系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	含浸型 OT	— *	1000h WO4	1500h CO5	100h (G0)
J (ウレタンアルキド系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	含浸型 OT	— *	1000h WO4	1500h CO5	1500h (G5)
K (アルキド系)	サンシャインカーボン アーク灯式 AWT	ベイマツ B	含浸型 OT	— *	1000h WO4	1500h CO5	1500h (G5)

屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法（案）

1. 適用範囲

この規格は、木材保護着色塗料により塗装された木製品の塗膜品質を、屋外暴露によって評価する方法について規定する。

2. 引用規格

この規格に引用している規格を以下に示す。このうち、制定年のないものについては最新の版を適用する。

JIS K 5500	塗料用語
JIS K 5516	合成樹脂調合ペイント
JIS K 5572	フタル酸樹脂エナメル
JIS R 3505	ガラス製体積計
JIS Z 8722	色の測定方法－反射及び透過物体色
JIS Z 8729	色の表示方法－ $L^* a^* b^*$ 表色系及び $L^* u^* v^*$ 表色系
JIS Z 8730	色の表示方法－物体色の色差
JIS Z 8741	鏡面光沢度測定方法
JIS Z 2101-1994	木材の試験方法
JIS Z 2381	屋外暴露試験方法通則
JIS Z 8703-1983	試験場所の標準状態

3. 用語の定義

この規格で用いる主な用語の定義は、JIS K 5500 によるほか、次ぎによる。

木材保護着色塗料：一般塗料が持っている性能、すなわち美観の向上及び維持、木材の保護機能に加えて防かび性能、防腐性能、防虫性能、撥水性能、耐候性能を付与した塗料で、主としてエクステリア（日光、風雨にさらされる場所）部分に使用する塗料

造膜型塗料：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地表面に塗膜を形成するタイプ

含浸型塗料：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地面によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか又はごく薄い塗膜を形成するタイプ

4. 試験の種類

試験は屋外暴露試験とし、表1のとおりとする。

表 1 屋外暴露試験の種類

分類	試験の種類	記号
屋外暴露試験	南面・45度傾斜の直接暴露試験	NWT

5. 試験片

5.1 試験片の作製

- (1) 試験片を採取する製品は、この規格の適用を申請する者の仕様に基づいて塗装したものである。
- (2) 製品から試料を取ることができる場合、試料は原則として製品の柁目平面部位からとり、試験片を作製する。
- (3) 製品の形状、寸法などの制約により、直接試料を取ることができない場合は、その製品と同一の樹種の柁目木材板を基材として同一条件で塗装及び乾燥して試験片とする。
- (4) 試験片の寸法は、300×70×10mmとする。
- (5) 暴露試験片は8枚(No.1～No.8)、原状試験片(対照試験片)は1枚とする。原状試験片は塗面の変化がないように注意して室内に保管し、後日の参考に供する。
- (6) 周辺と裏面は合成樹脂調合ペイントあるいはフタル酸樹脂エナメルにより塗装するものとする。

5.2 試験片の種類

試験片の種類は、基材の樹種及び塗料のタイプによって区分する。

- (1) 基材の樹種による区分：基材の樹種による区分は、表2のとおりとする。
- (2) 塗料のタイプによる区分：塗料のタイプによる区分は、「3.用語の定義」に基づき、当事者間の協議により表3のように行う。

表 2 基材の樹種による区分

種類		記号
針葉樹	ヒバ	H
	カラマツ	K
	スギ	S U
	ベイマツ	B
	ポンドロッサパイン	P
	スプルース	S P
広葉樹	サクラ	S A
	メランティ	M
	タウン	T
その他の樹種		O

表 3 塗料のタイプによる区分

種類	記号
造膜型塗料	F T
含浸型塗料	O T

6. 試験方法

6.1 試験の場所

屋外暴露試験を行う場所は次のとおりとする。

- (1) 地域的気候の性格が明かな場所とする。
- (2) 日照・通風・降水などの自然条件に著しい影響を及ぼす樹木、建築物などが無い場所とする。
- (3) 有害ガス・蒸気などの環境汚染因子の年ごとの変動が少ない場所とする。
- (4) 暴露試験場は、年平均日照時間が2000時間以上で、試験片の試験面に対して法線からの年平均日射量が4000MJ/m²の地域で、年ごとの気象変化が統計上大きくない地方に設置する。

6.2 暴露架台

暴露試験に用いる暴露架台は、JIS Z 2381（屋外暴露試験方法通則）に示されるような構造のもので、金属・木材などで強固に作る。そして試験片相互の接触による影響が生じないように適当な間隔をあけて試験片を固定できる試験片保持枠を備え、適当な塗料で塗装して試験片を損傷しないようにしたものとする。

暴露架台は、試験片の試験面を正南の上方に向け、水平面との角度を45度とし、試験片の最下端が暴露架台設置面から500mm以上に位置するように保って強固に設置する。試験片保持枠は、試験中及び取付け・取り外しのときに試験片を損傷することがなく、また試験片の下端が水に浸されることがなく、激しい風雨でも試験片がはずれることがないような構造のものとする。

6.3 試験操作

試験操作は次のとおりとする。

- (1) 試験の開始：試験片は、製品の塗装仕様に従って塗装し乾燥させた後、試験面を上にして暴露架台に取り付けて試験を開始する。開始時期は4月初旬とし、降雨・降雪日は避ける。
- (2) 試験の期間：試験の期間は、1年以上とする。
- (3) 試験・観察の時期：塗膜を試験し観察する時期は、特に指定がない場合は開始後6か月ごととする。
- (4) 試験結果の記録：試験片を観察した結果はその都度記録する。
- (5) 気象観測：暴露試験場またはその所在地の気象を定期的に観測記録し、その記録は試験の成績を評価する際の参考とする。気象に異常があったときは別に記録しておく。気象観測の項目は、天候・気温・湿度・降水量・日照時間・日射量とする。また、試験場所在地の経度・緯度を記しておく。

試験場に気象観測施設がない場合は、所在地近くの気象官署のデータで代用してもよい。但し、その場合には試験場との位置関係を付記する。

7. 試験成績の評価

試験室の状態及び試験片の調湿：規定期間（6か月、12か月、18か月、24か月）の暴露試験終了後、試験片各2片を取り外し、 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $50 \pm 5\% \text{RH}$ 又は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $65 \pm 5\% \text{RH}$ の試験室に1週間以上放置して調湿し、次の試験に供する。

7.1 塗膜欠陥率の評価方法

塗膜欠陥率の評価は、造膜型塗料を塗装した試験片について行い、含浸型塗料を塗装した試験片については行わない。塗膜欠陥率は、1ます10mmのます目を書いた透明シート（図1）を試験片に当て、塗装面の塗膜割れ、塗膜剥離及び色むらを塗膜欠陥としてとらえ、その欠陥部に含まれるます目の数を数え、塗装面全体のます目に対する割合を百分率で表す。ただし、全体的に均一な変色については欠陥として数えない。

$$\text{塗膜欠陥率 (\%)} = (\text{欠陥部のます目の数} / \text{測定用シートのます目総数}) \times 100$$

備考 (1) 測定用シートのます目総数は、屋外暴露試験では140である。

(2) 欠陥部がます目の内部に少しでも入っておれば、欠陥部のます目の数として算入する。

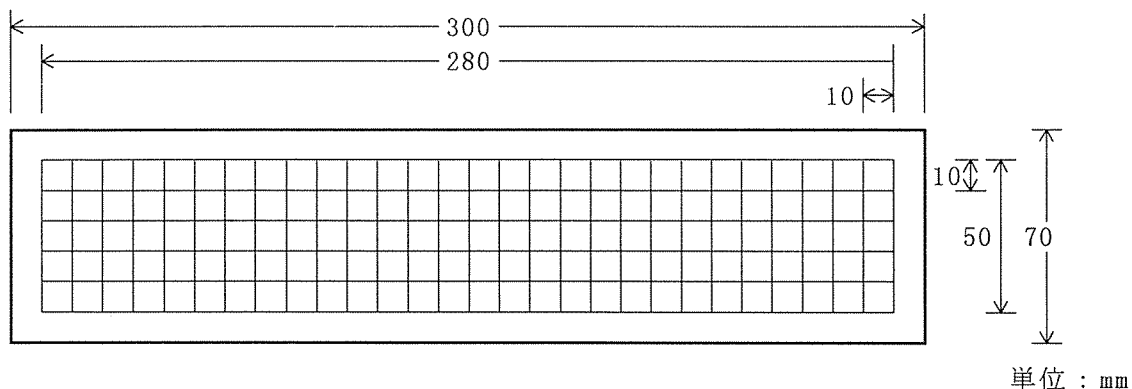


図1 塗膜欠陥率測定用シート（屋外暴露試験評価用）

注) 試験片の周囲から10mm以内の部分は観察対象としない。

7.2 撥水度の評価方法

質量を測定した試験片（質量 W_1 ）の中央部に1mlの水をJIS R 3505（ガラス製体積計）に規定する1mlの全量ピペット（ホールピペット）で滴下し、（水1mlの質量 W を別途測定しておく。）滴下部をシャーレで覆って1分間放置する。1分経過後、試験片上の水分を拭き取り、再び試験片の質量を測定する（質量 W_2 ）。測定は1mg単位で行い、試験片への水の浸透量（ $W_2 - W_1$ ）を計算し、次式の数値をもって撥水度とする。

$$\text{撥水度 (\%)} = [1 - (W_2 - W_1) / W] \times 100$$

7.3 変退色の評価方法

暴露試験前と試験後において、試験片中央部の色を測定し、色差を算出する。色の測定は、JIS Z 8722（色の測定方法－反射及び透過物体色）により行い、JIS Z 8729（色の表示方法－L* a* b*表色系及びL* u* v*表色系）、JIS Z 8730（色の表示方法－物体色の色差）によりL* a* b*および色差 ΔE^* を算出する。

7.4 光沢度変化の評価方法

光沢度変化の評価は、造膜型塗料を塗装した試験片について行い、含浸型塗料を塗装した試験片については行わない。ただし、後者については当事者間の話し合いにより行ってもよい。測定箇所は試験片中央部で、JIS Z 8741（鏡面光沢度測定方法）における60度鏡面光沢（方法3）により行う。評価値は、次式により算出する。

$$\text{光沢度変化} = |G_{s2} - G_{s1}| \quad \begin{array}{l} G_{s1} : \text{暴露試験前の光沢度} \\ G_{s2} : \text{暴露試験後の光沢度} \end{array}$$

7.5 生物汚染度の評価方法

生物汚染度の評価は、含浸型塗料を塗装した試験片について行い、造膜型塗料では生物による汚染は7.1の塗膜欠陥率のなかで欠陥の一つとして測定する。ただし、後者については、当事者間の話し合いにより行ってもよい。生物汚染度は、7.1で用いる測定用シートを用いて、塗装面に発生した黒色状の汚染部を生物汚染としてとらえ、その汚染部に含まれるます目の数を数え、塗装面全体のます目に対する割合を百分率で表す。ここでいう黒色状の汚染部は、水を含ませた布により簡単に拭き取れない汚染とする。

$$\text{生物汚染度 (\%)} = (\text{汚染部のます目の数} / \text{測定用シートのます目総数}) \times 100$$

備考 (1)測定用シートのます目総数は、140である。

(2)欠陥部がます目の内部に少しでも入っていれば、欠陥部のます目の数として算入する。

8. 塗膜の品質

7. によって測定した塗膜は、8.1～8.5の規定に基づいて品質を等級区分する。この場合、試験片は2枚とも適合しなければならない。

8.1 塗膜欠陥率の等級

塗膜欠陥率の等級は表4による。

表4 塗膜欠陥率の等級（造膜型塗料に適用）

等級	d 0	d 1	d 2	d 3	d 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
塗膜欠陥率(%)	10以上	10未満	10未満	10未満	10未満

8.2 撥水度の等級

撥水度の等級は、造膜型塗料は表5、含浸型塗料は表6による。

表5 造膜型塗料を塗装した試験片の撥水度の等級

等級	w f 0	w f 1	w f 2	w f 3	w f 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
撥水度(%)	95未満	95以上	95以上	95以上	95以上

表6 含浸型塗料を塗装した試験片の撥水度の等級

等級	w o 0	w o 1	w o 2	w o 3	w o 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
撥水度(%)	80未満	80以上	80以上	80以上	80以上

8.3 変退色の等級

変退色は、造膜型塗料は表7、含浸型塗料は表8による。

表7 造膜型塗料を塗料を塗装した試験片の変退色

等級	c f 0	c f 1	c f 2	c f 3	c f 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
色差 ΔE^*	20以上	20未満	20未満	20未満	20未満

表8 含浸型塗料を塗料を塗装した試験片の変退色の等級

等級	c o 0	c o 1	c o 2	c o 3	c o 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
色差 ΔE^*	25以上	25未満	25未満	25未満	25未満

8.4 光沢度変化の等級

光沢度変化の等級は表9による。

表9 光沢度変化の等級（造膜型塗料に適用）

等級	g 0	g 1	g 2	g 3	g 4
屋外暴露期間(月)	6	6	12	18	24以上
光沢度変化	10以上	10未満	10未満	10未満	10未満

8.5 生物汚染度の等級

生物汚染度の等級は表10による。

表10 生物汚染度の等級（含浸型塗料に適用）

等級	s 0	s 1	s 2	s 3	s 4
屋外暴露期間（月）	6	6	12	18	24以上
生物汚染度（%）	10以上	10未満	10未満	10未満	10未満

9. 塗膜品質の表示方法

塗膜の品質は、素材の樹種、塗料のタイプ、塗膜欠陥率、撥水度、変退色、光沢度変化及び生物汚染度の各評価項目ごとに定める記号を組み合わせ、表11の例のように表示する。なお、評価しない品質項目については“*”で表示する。

表11 塗膜の品質の表示方法の例

（1）造膜型塗料の例

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目				
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度	生物汚染度
屋外暴露 試験 (NWT)	試験条件	ハイマツ	造膜型	18か月	24か月	18か月	18か月	—
	等級表示	B - FT - d 3 - w f 4 - c f 3 - g 3 - *						

（2）含浸型塗料の例

記載項目 試験法	試験内容 と 等級表示	素材の 樹種	塗料の タイプ	試験項目				
				塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度	生物汚染度
屋外暴露 試験 (NWT)	試験条件	サクラ	含浸型	—	12か月	18か月	—	12か月
	等級表示	S A - O T - * - w o 2 - c o 3 - * - s 2						

屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法 解説

品質規格の必要性と制定の経緯
木材は生物材料であるため、屋外に暴露された場合にカビや腐朽菌による生物劣化を受

けやすい。促進耐候性試験では生物劣化を再現できないため、屋外暴露と劣化状態が大きく異なることが予想される。そのため、塗装

面の評価には実際の屋外暴露試験が必要不可欠である。促進耐候性試験は塗料選択の際の絞り込みに使用し、ピックアップされたものの実際の耐候性は屋外暴露試験により判断されるべきである。

屋外暴露試験による評価規格は、数種の木材保護着色塗料で塗装した試験片を屋外暴露試験することによって劣化因子を抽出し、これについてアンケートの結果をも総合して、各劣化因子ごとに等級区分を行った。この規格は木材保護着色塗料のユーザーが屋外暴露試験により評価された品質をみて、塗料選択の目安にできるような内容を目指して作成したものである。

規格の解説

1. 適用範囲

木材保護着色塗料による塗装木製品の塗膜品質の評価を対象としている。

5. 試験片

5.1 試験片の作製

試験片の寸法は、膨潤収縮が大きい木口面からの影響を防ぐため繊維方向に長い方がよいが、暴露架台の寸法も考慮して300mmとした。

5.2 試験片の種類

基材の樹種名には木製サッシに使用される可能性のあるもの、木材保護着色塗料の品質規格において基材となるスギを列挙した。

6. 試験方法

6.2 暴露架台

暴露架台の水平面との傾斜角度は、我が国では暴露試験場の緯度から5度を引いた角度

が使われる場合が多く、本州では一般的には35度が使われている。しかし、アメリカを始めとして世界的には45度暴露が主流であり今後のISO規格も45度になることが有力であるため、本規格においても傾斜角度を45度とした。

6.3 試験操作

試験の開始時期により、同一の試験期間でも劣化傾向が異なることがこれまでの暴露試験で明らかになっている。そのため、本規格でも暴露開始時期を統一することとした。一般に、劣化が最も進行する夏季の前に暴露することによりその後の劣化が最も進むことから、暴露開始時期を4月初旬とした。

試験期間は、我が国は四季がはっきりしているため季節により劣化状態が異なることが考えられ、暴露された試験片はすべての季節を経過した後に最初の評価がされるべきであることから試験期間を1年以上とした。

試験成績の評価のために暴露架台から取り外した試験片は、1週間の調湿期間を経て塗膜欠陥率等の試験を行うことになる。同一試験片を再度架台に設置して暴露試験を続けることは、取り外し期間の扱いが複雑になるので、試験片8片を最初に暴露し、2片ずつを6か月ごとに取り外すこととした。

7. 試験成績の評価

試験室の状態及び試験片の調湿

試験片の含水率は測定場所の湿度に敏感であり、試験片の表面状態もその影響を受ける。また、試験期間終了直前の状況により試験片の含水率に違いがあることも予想される。このため、以下の評価項目を測定する前に、試験する場所で1週間程度調湿することが必要

である。規定した試験室の条件は次によった。すなわち、JIS Z 8703(試験場所の標準状態)、JIS Z 2101(木材の試験方法)中の条件を規定した。

木材試験の標準温湿度状態は $20(\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、 $65(\pm 5)\%RH$ とされているが、国際的には 23°C 、 $50\%RH$ が一般的であり、我が国でも他の分野ではこの条件が一般的になっている。

7.1 塗膜欠陥率の評価方法

塗装面に発生した劣化の程度を客観的に数値化することは容易でない。しかし一方、色差や光沢、撥水度のように測定機器により客観的に評価された数値のみでは表面の汚染感といった塗り替え時期を決定する大きな要因を評価することはできない。そのため、塗装面に分散した劣化部分の面積をマス目の数でカウントし、塗装面欠陥率として表した。この方法の注意点として、劣化に対する解釈が測定者の主観に左右されやすいことである。このため、一つの試験片に対して同一の測定者により測定することが望ましい。

7.2 ^{はっすい}撥水度の評価方法

試験片表面に水を約1g滴下し、1分間後に拭き取り、水の浸透量を求めて「撥水度」を示された式により算出する。

約1gの水を正確に試験片に滴下する方法として1ml全量ピペット(通称ホールピペット)を使用することとした。1mlホールピペットで標線まで正確に水を取れば、内壁に沿って後れて流下する微量の水の扱いを一定にすることにより、毎回一定の水を滴下できる。事前に、別途数回質量を測定し、平均値を求めておく。

含浸型塗料では、水分を拭き取るときに表

面の埃や顔料、水溶性の木材成分も一緒に除かれ、その結果撥水度が100を超えてしまう場合がある。このような試験片の場合は、測定前に表面を軽く拭き取ってから測定することが望ましい。また、基材割れが発生した試験片の場合、割れの幅や深さが変化するため撥水度もこれに影響され、前回の測定値より表面の劣化が進行しているにもかかわらず値が向上する場合があるので注意を要する。

なお、滴下する水は室温の脱イオン水とする。

7.3 変退色の評価方法

測定部である木材中央部に節や割れがある場合は、その箇所を避けて測定する。これは、撥水度や光沢値の試験についても同様である。また、中央部に心材と辺材との境界がある場合も同様に避ける必要がある。

変退色は、初期の色調が薄くまた白色に近いものほど大きくなる傾向があるので、塗料を比較する場合は可能な限り色調を揃えることが必要である。そのため、色調が異なる塗料を比較することはあまり意味がない。

7.4 光沢度変化の評価方法

光沢度変化は、初期光沢値が高いものほど暴露による低下が大きくなる。そのため、塗料を比較する場合は光沢値の同程度のもので行うことが望ましい。

含浸型に分類されても初期光沢が20以上の高いものがあるが、その場合は参考として測定したほうが望ましい。

7.5 生物汚染度の評価方法

屋外暴露中に発生する生物汚染は、主にカビによる黒色化である。この場合、点状の黒

色部が塗装面に点在する場合と、塗装面全体が急激に暗灰色化する場合がある。後者の暗灰色化は、生物劣化かあるいは木材成分の劣化による変色や大気浮遊物質の付着との区別がつきにくいため判断が難しい。このような場合は、表面の点状の黒色物を探しその部分を生物劣化として測定する。また、点状の黒色物として交通量の多い道路そばの暴露場では、自動車からのタール状物質やカーボンが付着する場合がある。このような場合は、水で濡らした布で拭いてみて、容易に除去できないものを生物による汚染とみなす。

8. 塗膜の品質

品質の区分に用いる屋外暴露期間は、6か月ごとに24か月までの4段階とした。実際に使用されている木材保護塗料は、経験的に12か月から36か月程度で塗り替えられている場合が一般的であるが、本規格では傾斜暴露により劣化が促進されているため24か月までを一応の区切りとした。文献では、45度傾斜暴露は垂直暴露の1.5～2倍の促進性があるといわれている。

8.1 塗膜欠陥率の等級

塗装面における劣化を数値化することにより等級を定めた。欠陥についての評価は個人差が出やすいため、測定は同一の測定者が継続して行うことが望ましい。また、含浸型塗料については塗装面の劣化が判定しにくいため、本項目は造膜型塗料について行う。

塗膜欠陥率の評価値10は、造膜型塗料の塗り替えの実状を見ると、わずかな塗膜欠陥が塗り替えの対象となるため、全塗装面の10%を越えたところを塗り替え基準と考えて規定した。

8.2 撥水度の等級

撥水度は塗膜の有無に大きく影響を受けるため、塗膜を形成する造膜型塗料と塗膜を形成しない含浸型塗料について同一の尺度で評価するのは困難であることから、基準値は造膜型と含浸型について二つに分けた。

まず、造膜型塗料の基準値を規定した考え方は次のとおり。

塗膜が形成されている間の撥水度は100であるが、塗膜割れや塗膜剥離などの塗装面欠陥により撥水度が低下する。撥水度の低下は塗装面の欠陥を意味することから造膜型塗料の基準値を95とした。

次に、含浸型塗料の場合の基準値の規定の考え方は次のとおり。

試験結果によると、①無塗装試験片は屋外暴露6か月以内に表面の基材割れが進行し、撥水度が60程度に低下すること、②試験片の質量及び寸法変化は撥水度が80以下に低下した場合に大きくなる傾向が認められたことから、撥水性付与の限界を80とした。

8.3 変退色の等級

変退色についても造膜型と含浸型では劣化状態が異なり、数値も含浸型の方が大きくなる傾向がある。しかし、含浸型塗料の場合、数値の差ほど実際の汚染感に差がない。このように造膜型と含浸型では、変退色特性や汚染感に差があることから、造膜型と含浸型と二つに分けた。

造膜型塗料の基準値20は、塗り替え判定アンケートの結果、色差20以上の変色において塗り替えとする傾向があったことに基づいて規定したものである。含浸型塗料の基準値25も、同様にアンケートの結果からの値に基づ

いて規定した。

8.4 光沢度変化の等級

表面の光沢は塗膜の形成により得られるため、塗膜を形成しない含浸型塗料については評価の対象としない。

造膜型塗料の屋外暴露による光沢度の低下は、初期光沢値の高いものほど大きくなる傾向を示したが、初期光沢が低い場合でも10程度に低下した際には塗膜劣化又は大きな色差変化を伴っている場合がほとんどであった。このような試験結果に基づいて基準値を10とした。

8.5 生物汚染度の等級

木材は生物有機材料であるため、腐朽菌やカビ、シロアリなどの生物により劣化を受けやすく、これによって表面が汚染される。造膜型塗料の場合、塗膜によりこれら生物劣化を保護しており、塗膜割れ等の塗膜の欠陥が

生じてはじめて、その部位から生物汚染が拡大していくものである。したがって、造膜型の場合には、生物汚染度として品質を評価するよりも塗膜欠陥率により評価するほうが適切であると考えられる。含浸型塗料の場合、特にカビによる汚染が顕著となるため生物汚染の評価は重要である。このため、生物汚染度による評価は含浸型塗料について行うものとする。

含浸型塗料における基準値として10を採用したのは、8.1の塗膜欠陥率と同様の理由からである。

〈参考〉

屋外暴露試験を行った保護着色塗料11種類について、各評価項目における暴露期間との関係を付表にまとめた。また、この試験値を本規格に当てはめ、塗膜の品質の表示方法に従って表したものを次表に示す。

表 屋外暴露試験による各種木材保護着色塗料塗膜の劣化評価結果

塗料記号	試験の種類	素材樹種	塗料タイプ	塗膜欠陥率	撥水度	変退色	光沢度	生物汚染度	平均点
A	NWT	B	FT	d 3	w f 4	c f 3	g 0	*	2.5
B	NWT	B	FT	d 4	w f 4	c f 4	g 2	*	3.5
C	NWT	B	FT	d 4	w f 4	c f 0	g 4	*	3.0
D	NWT	B	FT	d 2	w f 4	c f 2	g 0	*	2.0
E	NWT	B	FT	d 4	w f 4	c f 4	g 4	*	4.0
F	NWT	B	FT	d 0	w f 3	c f 2	g 3	(s 0)	2.0
G	NWT	B	OT	(d 2)	w o 3	c o 4	(g 0)	s 2	3.0
H	NWT	B	OT	*	w o 2	c o 0	*	s 1	1.0
I	NWT	B	OT	*	w o 3	c o 1	*	s 1	1.7
J	NWT	B	OT	*	w o 2	c o 2	*	s 2	2.0
K	NWT	B	OT	*	w o 2	c o 4	*	s 1	2.3

付表 屋外暴露試験による各種木材保護着色塗料塗膜の経時変化

塗料記号	評価項目	暴露期間(月)				
		0	6	12	18	24
A 造膜型	塗膜欠陥率	0.0	0.0	3.6	7.9	20.0
	撥水度	100.0	100.0	99.5	100.0	100.0
	変退色	0.0	24.1	17.7	23.5	20.3
	光沢度変化	0(74.9%)	-49.1	-20.0	-24.0	-15.2
	生物汚染度	—	*	*	*	*
B 造膜型	塗膜欠陥率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	撥水度	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	変退色	0.0	12.0	10.7	13.1	13.2
	光沢度変化	0(35.3%)	0.6	9.9	17.2	13.9
	生物汚染度	—	*	*	*	*
C 造膜型	塗膜欠陥率	0.0	0.0	0.0	1.1	2.9
	撥水度	100.0	99.5	100.0	100.0	100.0
	変退色	0.0	20.4	15.8	19.0	17.7
	光沢度変化	0(19.7%)	-9.4	-5.0	-4.9	-4.7
	生物汚染度	—	*	*	*	*
D 造膜型	塗膜欠陥率	0.0	0.0	0.0	15.4	52.9
	撥水度	100.0	100.0	100.0	100.0	99.5
	変退色	0.0	17.5	13.7	22.0	22.9
	光沢度変化	0(67.8%)	-30.1	-35.8	-41.4	-52.3
	生物汚染度	—	*	*	*	*
E 造膜型	塗膜欠陥率	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
	撥水度	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	変退色	0.0	13.0	9.8	12.8	11.1
	光沢度変化	0(17.2%)	-1.4	5.7	6.7	8.2
	生物汚染度	—	*	*	*	*
F 造膜型 (塗膜薄い)	塗膜欠陥率	0.0	33.6	85.4	98.2	100.0
	撥水度	100.0	99.5	99.0	99.0	91.5
	変退色	0.0	16.3	15.8	22.5	25.3
	光沢度変化	0(18.9%)	-7.5	-8.3	-7.9	-10.9
	生物汚染度	0.0	33.6	85.4	98.2	100.0
G 含浸型 (薄い塗膜形成)	塗膜欠陥率	0.0	3.6	4.3	88.6	100.0
	撥水度	100.0	100.0	100.0	100.0	62.0
	変退色	0.0	16.6	14.2	19.0	22.7
	光沢度変化	0(29.9%)	-19.1	-20.7	-27.0	-27.2
	生物汚染度	0.0	3.6	4.3	88.6	100.0
H 含浸型	塗膜欠陥率	*	*	*	*	*
	撥水度	100.0	96.5	84.9	73.5	61.5
	変退色	0.0	26.0	30.5	34.3	35.4
	光沢度変化	0(2.9%)	-1.2	-1.1	-1.2	-0.5
	生物汚染度	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
I 含浸型	塗膜欠陥率	*	*	*	*	*
	撥水度	100.0	99.0	97.5	89.0	59.5
	変退色	0.0	22.9	24.6	27.9	27.3
	光沢度変化	0(17.3%)	-15.4	-15.6	-16.3	-15.9
	生物汚染度	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
J 含浸型	塗膜欠陥率	*	*	*	*	*
	撥水度	99.5	99.0	86.5	75.0	40.5
	変退色	0.0	17.1	20.5	25.8	26.5
	光沢度変化	0(6.8%)	-5.0	-4.6	-4.9	-5.1
	生物汚染度	0.0	0.0	82.2	100.0	100.0
K 含浸型	塗膜欠陥率	*	*	*	*	*
	撥水度	100.0	97.0	83.9	72.4	32.0
	変退色	0.0	14.5	16.3	20.5	22.9
	光沢度変化	0(3.2%)	-1.9	-1.6	-1.7	-1.2
	生物汚染度	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0

木製サッシ塗装標準仕様書 (案)

1. 適用範囲

本仕様書は、木質系素地の木製サッシ(窓枠を含む。)に半透明の着色塗料を用いて行う美観向上及び保護を目的とする塗装仕上げに適用する。この場合の塗料仕上げの範囲は、新規塗装の場合は素地調整から上塗りまで、また再塗装の場合は下地調整から上塗りまでとする。

2. 用語の定義

ここで用いる主な用語の定義は次による。

素地	：いずれの塗装工程による行為も行われていない面
下地	：素地に対してなんらかな塗装工程が行われており、次の工程の行為が行われようとしている面
素地調整	：素地に対して塗装に適するように行う処理
下地調整	：下地に対して塗装に適するように行う処理
塗り付け量	：被塗面に対する単位面積当たりの塗装材料(希釈前)の付着質量
下塗り	：素地調整又は下地調整を行った後に塗る作業、又はその作業によってできた塗面
中塗り	：下塗りと上塗りとの中間層として塗る作業、又はその作業によってできた塗面
上塗り	：仕上げとして塗る作業又はその作業によってできた塗面
パテかい	：素地面や下地面のくぼみ、すき間、目違いなどにパテを付けて平らにする作業
素地研磨	：素地面を研磨材料(サンドペーパーなど)で研磨すること
塗膜研磨	：塗膜面を研磨材料(サンドペーパーなど)で研磨すること
乾燥時間(放置時間)	：塗装してから次の工程に移るまでの最少時間
木材保護着色塗料	：一般塗料が持っている性能、すなわち美観の向上及び維持、木材の保護機能に加えて防かび性能、防腐性能、防虫性能、撥水性能、耐候性能を付与した塗料で、内装及び外装に使用する塗料
造膜型	：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地面上に塗膜を形成するタイプ
含浸型	：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか、又はごく薄い塗膜を形成するタイプ
カラーレス	：クリアー塗料のことで、下塗り専用木材保護着色塗料を指す
塗料仕様書	：塗料メーカーが自社塗料の性能が十分発揮されるように塗料の使い方を定めたマニュアル

3. 塗料の選択

3.1 木材保護着色塗料

木製サッシの美観向上と保護を図る目的から塗料本来の機能のほか防腐、防かび、防虫、撥水などの性能を備えた木材保護着色塗料が望ましい。

木材保護着色塗料の中で塗料の色は、紫外線による木製サッシ及び塗膜の早期の劣化を防ぐために、塗装終了後木目が見える程度に着色顔料が配合されたものがよく、透明塗料（クリヤー、カラーレス）は耐候性が劣っているので上塗りに使用してはならない。

塗料の種類は含浸型が好ましく、造膜型は早期のメンテナンスが保障される場合のみ使用することができる。

3.2 オイルステイン

木目が見える半透明仕上げにできる利点があるが耐候性を始めあらゆる塗膜性能が劣り、木材保存剤が配合されていないのでメンテナンスが保障されている場合を除き使用してはならない。使用できる場合でも顔料系オイルステインを使用する。

3.3 各種エナメル、ペイント

合成樹脂調合ペイント、フタル酸樹脂エナメル、ポリウレタンエナメル等は耐候性が比較的よく、建築に多く使用されている。しかし、目潰し仕上げになり、防腐・防虫性能がなく、塗膜に通気性がないので塗膜欠陥が生じると湿気が木材にこもり生物劣化が起こりやすい。そのため選択することも可能な種類とする。

4. 塗料の品質

(1) 木材保護着色塗料は、(財)日本住宅・木材技術センターの規格(木材保護着色塗料の品質規格)合格品を使用する。

(2) 木材保護着色塗料以外の塗料は J I S 規格合格品を使用する。

5. 作業環境及び安全管理

5.1 作業環境

塗装場所の気象及び環境が次のような場合は塗装作業をしてはならない。ただし採暖、換気等適切な措置により塗装作業を行うことができる場合がある。

(1) 塗装場所の気温が 5℃以下、湿度が 85%以上、または換気が十分でなく結露するなど塗装に不適當な環境の場合。

(2) 降雨、降雪、強風などのために水滴、浮じん、砂じんなどが未乾燥の塗面に付着する恐れがある場合。

(3) 周囲で行われている他の作業によって塗装作業が不適當になった場合及び塗面に損傷が生じる恐れがある場合。

(4) 換気が悪い等のために作業者の健康に悪影響の恐れがある場合。

5.2 安全管理

(1) 塗料、溶剤の取扱いは、消防法、危険物の規制に関する政令及びその他の危険物の

規制に関する規則等に従う。

(2) 塗装作業は、安全衛生は労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令、労働安全衛生規則及び取扱いに係る注意事項等に従う。

(3) 塗装によって生じた廃棄物は廃棄物の処理及び清掃に関する法令に従って処理する。

6. 養生

(1) 塗装終了後乾燥期間中は雨、強風等によって乾燥不良を生じないように、またゴミなどによって汚れが生じないように必要に応じてシートなどで養生する。

(2) 未乾燥の塗面が人為的な行為などによって汚損されないように、作業中の表示をする。

(3) 塗装作業等によって塗装しない部分を汚損しないよう、塗装周辺箇所を適切に養生しなければならない。

7. 塗装

7.1 塗装の種類

塗装の種類は塗り回数によって表1に示すA種、B種及びC種の3種類とする。

表1 木材保護着色塗料による塗装の種類

塗装種別	下塗り	中塗り	上塗り
A種	1	1	2以上
B種	1	1	1
C種	1	—	1

7.2 素地の状態

素地の状態は以下を標準とする。

(1) 塗装時の素地含水率は12～15%とする。

(2) 素地は、割れ、欠け、打ち傷、虫食い、腐れ、接合部の隙間及び目違いの著しくないものとし、又やにの滲出がなく、著しい変色のないものとする。軽度の欠点は補修する。

(3) 防腐、防蟻、撥水、寸法安定等の前処理が行われていて塗装に好ましくない影響が考えられる素地の場合は、監理者、製造責任者等と協議して、適切な措置を講ずるものとする。

7.3 素地調整の工程

素地調整の工程を表2に示す。

7.4 素地の調整

(1) 汚れ、付着物、汚染の除去：ほこり、砂などの汚れ、付着物は、ダスター刷毛などを用いてよく清掃する。必要に応じて水または温湯で拭くか、あるいは洗い、表面の汚れ等を除去する。油類、アスファルトなどの付着物は、皮すきなどでよく取り除いた後、溶剤で拭く。

水の使用が好ましくない素地の汚れ、毛羽などは塗料用シンナーを用い油研ぎして取り除く。

素地に著しい色むら、汚れ、変色、青変菌による汚染がある場合は、漂白剤を用いて漂白し、漂白剤が残らないように水洗する。漂白によって著しい色むらが生じた場合は着色剤を用いて修正する。やにが吹き出したところはアルコールやシンナーで拭き取る。

その他、建築工事によって付着したモルタル、固化した接着剤等は金べら、サンドペーパーを使い、機械的に除去する。

上記処理に水を使用した場合、規定含水率になるまで必ず乾燥させる。

(2) 素地研磨

かんな目、さか目、毛羽等は#120～240サンドペーパーを用い、パテかい部は#180サンドペーパーを用いて平滑に仕上げる。

(3) 節、やに止め（必要に応じて行う）

やにの多い節、やに壺等は溶剤で拭き取り、2液型ポリウレタン樹脂ウッドシーラー（ストップシーラー）を塗布する。この処理を行うと木材保護着色塗料の浸透阻害、色むらが生じやすいので必要最小限に留める。

表2 素地調整の工程

工 程	使用材料	処 理	放置時間
汚れ・付着物 ・汚染の除去	溶剤・水・漂白剤	汚れ・付着物の除去。油類は溶剤、汚染は漂白剤で除去	24h以上
素地研磨	#120～240 サンドペーパー	鉋目・逆目・毛羽を除き、平らに研磨	
節・やに止め (必要に応じて)	ストップシーラー	節・やに壺等に塗布	6h以上
パテかい (必要に応じて) パテ研磨	ポリエステルパテ #180サンドペーパー	割れ・穴等を埋める パテを平らに研磨	3h以上

7.5 塗装工程

木材保護着色塗料塗りの工程を表3に示す。

標準塗り付け量は下塗り100～120g/m²、中塗り100g/m²以上、上塗り80g/m²以上とする。

表3 木材保護着色塗料塗りの工程

工 程	塗装種別			使 用 材 料	希釈割合 (質量比)	放置時間
	A	B	C			
①素地調整	●	●	●	表2の素地調整による 専用下塗り塗料又は上塗り用塗料 上塗り用塗料 上塗り用塗料 上塗り用塗料	原液 原液 原液 原液	6～24h以上 24h以上 24h以上 24h以上
②下塗り	●	●	●			
③中塗り	●	●				
④上塗り	●	●	●			
⑤上塗り	●					

7.6 塗装

(1) 塗料の調合

原液使用が原則である。希釈を必要とする木材保護着色塗料の場合は、専用または指定の希釈剤を使用し、希釈割合は塗料仕様書に従わなければならない。

塗装前に塗料を十分攪拌し、顔料及び薬液濃度を均一にする。

調色は塗料仕様書に従い、色を薄める目的で希釈剤を加えてはならない。

(2) 塗装方法

下塗り、中塗り、上塗りは浸漬塗り、刷毛塗り、ローラー塗り、スプレー塗り又はフローコーター塗りとする。特にスプレー塗装は安全衛生及び規定塗り付け量確保に十分注意しなければならない。

中塗り、上塗りは前工程の塗料が十分乾燥していることを確認してから行う。

塗装作業はゴム手袋、マスクを付け、そのほか安全衛生に十分注意する。

木材保護着色塗料が周囲に飛散するのを防ぐ養生対策を行う。

8. 再塗装（メンテナンス）

8.1 再塗装の時期

塗替えは、塗膜に顕在化した性能低下や不具合が生じたら速やかに行う。

8.2 下地調整の工程

再塗装のさいの下地調整の工程を表4に示す。

表4 下地調整の工程

工 程	使用材料	処 理 方 法	放置時間
①汚れ・付着物の除去 ○	塗料用シンナー	汚れ・付着物の除去、油類は溶剤拭き	—
②かびの除去 ○	漂白剤	かび・汚れを漂白して除去	—
③塗膜剥離 (○)	剥離剤	旧塗膜を剥離する。	—
④水洗 (○)	高圧水	汚れ・漂白剤・塗膜を除去する。	24h 以上
⑤下地研磨 ○	#120サンドペーパー	凹凸・逆目・毛羽等を研磨し平滑にする。	—
⑥パテかい (○)	ポリエステル樹脂パテ	埋木等で大きな穴などを埋める。	4h 以上
⑦研磨 (○)	#180サンドペーパー	パテかい部を平滑にする。	—

注：○は必ず行う。(○)は必要な場合のみ行う。

8.3 下地の調整

(1) 汚れ、付着物の除去は刷毛等による機械的な方法でまず行い、汚れ等が落ちにくいときは水、中性洗剤、溶剤で順次清掃する。油類の汚れは溶剤で拭く。

(2) かびによる汚染、木材のやけ、やにの変色、大気汚染が原因で起こる汚れ、手垢等の各種汚れが激しい場合の除去、及び新材色に近付けるためには塩素系や過氧化物系の漂白剤を使い各種汚れを落とす。

(3) 漂白や高圧洗浄、ブラシ等で落ちない古い塗膜は、塗料の種類に適合した塗膜剥離剤を使用して落とす必要がある。剥離剤が下地に残留すると、新しく塗る塗料に悪影響を及ぼすので高圧洗浄前に行うのが一般的である。

(4) 木材に残留している漂白剤等、各種汚れ、劣化した古い塗膜を剥がし、洗い流すため高圧水で洗浄する。水の圧力は木材の痛み具合、塗膜や汚れ等の落ち具合によって調節する。

(5) 下地研磨は、サンドペーパーを使って木材の凹凸、逆目、毛羽等を研磨によって除去する。

(6) 下地に存在する大きな穴、割れ等はパテ、埋め木などで補修する。補修部はサンドペーパーで研磨し平滑にする。

(7) 下地調整に水を使った場合は十分乾燥させ、次の工程に移る。

8.4 塗装

塗替え塗装に適用する木材保護着色塗料の塗装の種類は、表1のとおり塗り回数によってA種、B種及びC種の3種類とする。

新規塗装に比べ、下塗りの塗り付け量を多くすることを除いて、新規塗装工事と同様に行う。塗替え時の下塗り塗り付け量は $140\text{g}/\text{m}^2$ 以上と多くする。

木製サッシ塗装標準仕様書 解説

木製サッシ塗装標準仕様書の

必要性と作成の経緯

性能が安定し、価格が安い木製サッシを製作するためには、規格化および標準化が必要である。木製サッシの美観を向上・維持し、木質系素地を保護する塗装は重要であり、その塗装の標準化もまた大変重要である。

我が国では木製サッシの塗装の歴史が新しく、そのうえ、木製サッシ発祥の北欧とは気候、風土が異なる。特に気候の違いは塗装の耐候性、耐久性に大きく影響する。

我が国と北欧との最も大きな違いは生物劣化および生物汚染である。また、我が国の高温多湿下の気象条件ではかびの発生が激し

く、美観上の問題で再塗装時期を早めている。

我が国の気象条件に合った木製サッシの塗装標準仕様書は、木製サッシ自体の性能維持、塗装見積書の作成基準、再塗装基準、製造の標準化等に寄与するものと考えられる。

塗装標準仕様書を製作しても業界で使われ、守られなければ徒労に終わる。この標準仕様書は、使える塗装標準仕様書を作るために実際に行われている木製サッシの塗装、外国文献等を調査し、また塗料メーカーや塗装業者を対象にアンケートを実施し、その結果を十分考慮して作成した。

木製サッシ塗装標準仕様書の作成は初めて

の試みであり、外国にもほとんどないので実際の使用状況をみて改良を加えなければならない。

仕様書の解説

1. 適用範囲

①この仕様書は木製サッシ（窓枠を含む）に使用する木質系素地、すなわち素材、集成材、合板、LVL等に美観向上及び維持、素地の保護の目的で行う塗装仕上げに適用するものである。

②半透明の塗料を用いる理由としてこの種の塗料は、木製サッシが使われる主な要因である木目に代表される木質感を活かすのに適していることをあげることができる。木質感を活かす最適な塗料はクリアーであるが、外部に使った場合に紫外線に弱く、一般に耐候性が劣るので使用することができない。一方、高耐候性塗料のエナメル、合成樹脂調合ペイント等は木目を塗り潰し、塗膜で吸湿、放湿を止める。そのため、いったん素地に水分が侵入すると長期間留まり、生物劣化を誘引する危険性が高い。

現状では木材用高耐候性のクリアー塗料がないので、塗装終了後木目が見える程度に顔料を含んだ塗料を採用することにした。

③木製サッシ用の木質材料の前処理として、防腐、寸法安定化、樹脂注入などをあげることができるが、本仕様書での規定範囲は、素地（下地）調整から上塗りまでとした。

2. 用語の定義

塗装は木製サッシメーカー、塗装関係者、建築関係者、建築デザイナー等多くの職種が関わり、また塗装仕様書が不備な場合も多い。そこで間違いを防ぐために塗装用語の統一を図り、代表的な用語を取り上げ解説した。

3. 塗料の選択

木製サッシ用の塗料を選択するにあたって

の重要な事項をあげると以下のとおりである。

①耐久性を高めるための木材保存剤を含んでいること。

②木材が好んで使われる主な要因である木目を生かし、塗り潰さないこと。

③塗膜によって木材の吸湿、放湿を妨げないこと。

④塗膜割れや剥離を起さないこと。

⑤塗替え作業が容易であること。

これらの項目を総合的に勘案して本仕様書では、含浸型の木材保護着色塗料を主体に記述した。

3.1 木材保護着色塗料

木製サッシの表面を保護する目的から塗料本来の機能のほか防腐、防かび、防虫、撥水などの性能を備えた木材保護着色塗料が望ましい。

木材保護着色塗料を塗膜形成状態から分類すると、従来型塗料と同様に木材上に塗膜を作る造膜型と表面にほとんど塗膜を作らず、材に浸透させる含浸型とがある。

一般的な造膜型の特徴は、塗膜を作るために光沢があり、美観上優れ、初期性能を維持する期間が比較的長い。しかし、最初の塗膜劣化が生じると進行が速く、塗膜割れや剥離が起り、それらの部分からかびが発生し、生物汚染やヤケによる変色が進行する。さらに残存している塗膜の下へ変色が進展していき、汚染された部分と健全部との比較で汚れがより顕著に見える。初期の美観が優れているだけにそのギャップが大きい。また、塗り替えの際、含浸型に比較して旧塗膜の剥離、材の漂白や洗い等の作業が煩雑で、塗り替え費用が高い。

これに対して、一般的な含浸型の特徴は、塗装の際の塗りむらが少なく、塗料の溜り、塗膜の縮みがないので塗装作業が容易で素人にもでき、そのうえ、特別な塗装機器を必要

としないので、複雑な形状の被塗物でも現場塗装が容易にできる。特にメンテナンスが簡単であり、早期の塗替えでは洗浄程度の前処理で再塗装ができる長所がある。劣化が木材の表層より徐々に進行するので急激な変化がなく、自然の感じで進行する。

しかし、含浸型は造膜型に比べ塗膜による保護機能が劣り、初期の外観を維持している期間が短いので、メンテナンスを怠ると木製サッシのダメージが大きくなる。

上記の理由から使用する塗料の種類は含浸型を標準とし、造膜型は早期のメンテナンスが保障される場合のみ使用することができることとした。

3.2 オイルステイン

塗料コストが低いこと及び木目が見える半透明仕上げにできることの利点があるが耐候性を始めあらゆる塗膜性能が劣る上に木材保存剤が配合されていないので、メンテナンスが保障されている場合を除き使用しないようにした。使用できる場合でも顔料系オイルステインを使用することとした。

3.3 各種エナメル、ペイント

本文記載のように、合成樹脂調合ペイント、フタル酸樹脂エナメル、ポリウレタンエナメル等は耐候性が比較的良好で、建築に多く使用されている。しかし目潰し仕上げになり、防錆、防虫性能がなく、塗膜に通気性がないので塗膜欠陥が生じると水分が木材にこもり、生物劣化が起こりやすい。そのため「選択することも可能」な種類とした。

4. 塗料の品質

使用する木材保護着色塗料は品質、性能が確かなものを選択する必要がある。そのためには公的機関が定めた規格合格品を使用するのがよい。しかし、木材保護着色塗料に関する J I S 規格はないので、これについては

(財)日本住宅・木材技術センターが制定する「木材保護着色塗料の品質規格」(この規格の試験内容は促進耐候性試験・屋外暴露試験による塗膜欠陥率・撥水度・変退色・光沢度変化・生物汚染度)合格品、その他の塗装材は J I S 規格合格品を使用することとした。

5. 作業環境及び安全管理

5.1 作業環境

木製サッシの塗装は比較的塗装環境が整った工場で行われるほか、塗装に不適當な建築現場でも行われることが多い。そのため、適正な作業環境と安全管理を示した。

特に建築現場での塗装は建築物の立地条件、塗装時の季節、天候の条件や変化、さらに塗装以外の作業など塗装環境条件を決める要因が多く、しかも複雑である。そのうえ、塗装中の環境条件の激変は人為的にコントロールできないので、不十分な対応で塗装を進め塗膜欠陥発生の原因になることが多い。ここでは塗装作業をしてはならない事項をあげ、塗膜欠陥が起こることがないようにした。

木材保護着色塗料の塗膜形成成分は、アルキド樹脂系で酸化重合の乾燥機構であることが多い。そのため、一般に乾燥が遅く、温度や湿度の影響を受けやすい。低温では乾燥が遅くなり、5℃以下ではほとんど硬化反応がとまってしまう。また、湿度が高いと結露発生により塗料性能の低下ばかりでなく、色むら等の仕上げ不良の危険がある。

特に含浸型は浸透性を高めるために乾燥を遅くしてあり、さらに、塗膜を木材中に作るため乾燥が遅いため、強風や降雨時の塗装は砂塵、水滴の付着等によって仕上げ不良の原因になる。

これらに対処するため、適切な措置をすることにより塗装に不適當な気象環境下でも塗装作業を行うことができるようにした。

その他、建築現場の特殊事情により他の作業によって塗装作業が不適當になった場合及

び塗面に損傷の恐れがある場合は塗装作業をしないようにした。

5.2 安全管理

木材保護着色塗料は溶剤、木材保存薬剤を含んでいるので、換気不十分等のために作業者の健康に悪影響の恐れがある場合は塗装作業をしないようにした。

塗料、溶剤の取扱いは関係の法令、規制、規則に従うこととし、塗装作業は労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令、労働安全衛生規則等に従わなければならない。

塗装によって生じた廃棄物は法律に基づいて処理しなければならない。

木材保護着色塗料の容器には、P L法、労働安全衛生法、消防法等の規制による表示がされているので、これらの表示を厳守して塗装及び塗料の保管をしなければならない。

6. 養生

木材保護着色塗料が正常に乾燥し、目的の性能を発揮させるためには養生を行うことが必要である。

養生の目的は三つあり、乾燥のスムーズ化と未乾燥塗料の飛散による汚染防止及び仕上がった塗装が他の工事等によって傷付けられないようにすることである。養生の方法は、適正な乾燥条件になるように雨、強風、ゴミ等を避け、保温及び塗料の飛散防止及び塗面保護のためにシート等で囲う。

7. 塗装

7.1 塗装の種類

木材保護着色塗料の塗装種類は塗り回数によってA種、B種及びC種の3種類とした。

木材保護着色塗料の場合、塗料塗り付け量が多いほど木材を保護する効果が高く、塗装耐久性も高いのでB種の採用が望ましい。特に高耐久性を望む場合は、A種を選択することを推奨する。ただし、B種およびA種を行

うときは、塗装間隔を十分あけないと規定塗り付け量を確保することができない恐れが多分にあるので、十分な塗装期間(工事期間)を保障させる必要がある。また樹種により規定の塗り付け量の確保が困難なものは(例えばベイヒバ、タイヒなど)、素地の十分な乾燥や塗装間隔を十分あけることに特に留意する。

7.2 素地の状態

素地の含水率は塗装する上で非常に重要である。適正含水率より高いと塗料の浸透、付着性、乾燥、耐久性に悪影響を及ぼす。塗装時の素地適正含水率は12~15%とする。

素地に割れ、欠け、打ち傷、虫食い、腐れ、接合部の隙間、目違い等があると塗装に時間が多くかかり、仕上がりが悪くなるので埋め木、パテ、目止め等で補修する。

素地の汚れ、付着物等は塗料の浸透阻害、乾燥阻害、美観低下、塗料のはじきなど塗装トラブルの原因になるので、アルコール、塗料用シンナー、中性洗剤などで十分拭き取る必要がある。かびによる汚染が激しい素地は、塩素系漂白剤による処理が必要であり、処理後は十分水洗、乾燥を行う。

防霉、防蟻、撥水、寸法安定等の前処理が行われていて、塗装に好ましくない影響が考えられる素地は、監理者、製造責任者等と協議のうえ適正な塗装をしなければならない。

7.3 素地調整の工程

素地調整の工程は本文に詳しく掲載した。

やにの多い節、やに壺等は溶剤で拭取り、2液型ポリウレタン樹脂ウッドシーラー(ストップシーラー)を塗布することとしたが、この処理によって木材保護着色塗料の浸透阻害、色むら、塗膜剥離を生じやすいので必要最小限に留めるのがよい。

やに止め処理の必要がない脱脂乾燥材の使用が最も望ましい。

7.5 塗装工程

木材保護着色塗料の仕上げには、カラーレスの下塗り専用塗料と半透明の上塗り塗料を組み合わせて仕上げるタイプ、または半透明の上塗り塗料を下塗りとし、上塗りに使うタイプがある。

木材保護着色塗料は規定量の塗り付け量が塗られたときに十分な効果を発揮する。そのためには、素地調整での木材の十分な乾燥が大事である。そのうえ、汚れの除去、素地研磨および下塗り、中塗り後に乾燥放置時間を十分取り、塗料が乾燥した後に次の工程の塗布をすることが重要である。大部分の木材保護着色塗料は見かけの乾燥が早く感じられるが、完全乾燥が遅い。そのため、適正な乾燥状態を得るには、最低でも規定の乾燥放置時間を厳守する。通風が悪い場合、低温、あるいは多湿の環境条件では規定乾燥放置時間の2～4倍与えるのがよい。上塗り用塗料を直接塗布すると浸透のむらにより色むらが現れる樹種がある、その対策は、カラーレス塗料を十分しみ込ませた上に上塗りをするのがよい。しかし、そのカラーレスに防腐剤などの木材保存剤が入ってない塗料は使用してはならない。また、カラーレスを上塗りに使用してはならない。

上塗り用塗料は顔料、木材保存剤等が含まれたものであり、下塗りおよび上塗りに使用することができる。

7.6 塗装

(1) 塗料の調合

原液のまま使用することが規定された木材保護着色塗料は、色を薄める目的で希釈してはならない。塗料仕様書において希釈が許されている木材保護着色塗料は、専用または指定の希釈剤を規定量使い、絶対に他の溶剤等を使ってはならない。

木材保護着色塗料を調色するときは、同社

・同系統の塗料を使用し、木材保護着色塗料であっても他社製品を混合してはならない。

木材保護着色塗料は保存中に顔料が沈んでしやすいため、使用直前に十分攪拌し、均一な塗料にしてから使用する。上記の規定は、木材保護着色塗料の性能を完全に発揮させるためと塗装トラブルを防止するために必要なことである。

(2) 塗装方法

木材保護着色塗料の塗装は素地に十分浸透させることが最も重要である、その結果、木材保護効果、塗装耐久性が向上し、長い目で見た場合コストメリットが生まれる。そのため、塗装用具は新しい硬い毛質の刷毛（山羊毛、筋違い30号がよい）、又は塗料の含みが多い毛足の長いローラー刷毛を用いることが望ましい。スプレー塗りとする場合は、労働安全衛生上の問題があること、及び規定塗り付け量を塗布するのが難しいことから十分注意して作業をする必要がある。

塗装作業はゴム手袋、マスクを付けて行うのが原則である。

木材保護着色塗料塗りの詳しい工程は参考表による。

8. 再塗装（メンテナンス）

8.1 再塗装の時期

木製サッシを含めた建築外装の耐候性、耐久性の大小は多くの条件によって左右される。すなわち、地域、方位、地上よりの高さ、素地の樹種などである。

特に木材の塗装は他の建築材料のそれに比べて耐久性が短い欠点を持っている。そのため、上記の条件の影響をより強く受けるので再塗装基準を作るのが難しい。そのうえ、木製サッシが付いた建築物の持ち主、管理者等によって美観主体に再塗装基準を作るのか、または強度性能を主体に考えるのかによって基準が異なる。

塗装は木製サッシ自体の耐久性に比較して

短いので、塗替えを前提にしなければならない。塗替え時期は塗膜に顕在化した性能低下や不具合が生じたら速やかに行うのがよい。

塗替え時期等は新築時の建物全体の耐久計画に盛り込まれるのが望ましい。標準的な最初の塗替え時期は塗装後2～3年が最良であり、その次の塗替えはそれから5年後で大丈夫である。早めの塗替えは木製サッシの劣化を最小限にとどめ、塗替え作業が簡単で経費も少なくてすむ利点がある。

塗り替え時期の判断基準は次のようなものである。

(1) 美的因子

木製サッシが汚れても強度性能に直接影響がないが、建築物の美観に影響するので塗り替えの因子になる。美的因子には次のものがある。

- ① 汚れの付着：塵埃、手垢、油、雨だれなどの汚れ。藻類、かび、腐朽菌による生物汚染。金属汚染。特に生物汚染が最も激しいダメージを与える。
- ② やにの滲出：白化、変色して汚染になる。
- ③ 塗料の変退色：雨、砂塵による顔料の脱落。顔料の紫外線による変退色。
- ④ 木材自体の変退色：光線による木材のやけ、木材成分の溶脱。

(2) 塗装性能因子

塗装目的の一つに木製サッシの保護がある。特に撥水性や防腐性の低下は、木製サッシの狂いおよび強度低下に直接影響する。強度低下が起こった後での塗替えでは、元に戻すことができない。

- ① 撥水性の低下：木材含水率の変動が大きくなり、狂いの発生、汚れの浸透、かびや腐朽の発生。
- ② 防かび性の低下：かびの激しい繁殖。
- ③ 防腐性の低下：腐朽菌の繁殖による木材の強度低下。
- ④ 断面積の変動、狂いの発生：気密性、水密性、断熱性、遮音性の低下。開閉困難。

これらのことから、塗替え判断基準としては木製サッシ表面に以下の症状が現れたら速やかに塗り替えるのがよい。

- ① かびによる汚れが激しくなり、見苦しくなったとき。
- ② 塗装の退色が激しく、新しい木部割れが目立つようになったとき。
- ③ 水をかけ、水玉にならなくなったとき。
- ④ スムースに窓の開け閉めができなくなったとき。

8.2 下地調整の工程

塗替え工事では下地調整が重要な事項であり、塗膜、下地の劣化程度等によって工程の内容を変えなければならない。

8.3 下地の調整

一般に塗替えが行われる塗装面の状態は、かびを始め各種の激しい汚れがあり、木部の割れや顔料の剥離が全体または部分的に存在することが多い。汚れ及び各種付着物の除去法は、木製サッシを痛めないためにソフトな方法から始め、落ちにくいときは中性洗剤またはシンナーなどを使用する。

かび汚染の除去は困難なために次塩素酸ソーダ水溶液のような塩素系漂白剤を使用する。塩素系漂白剤を使った場合は、処理後必ず水洗し、漂白剤を下地に残してはならない。

旧塗膜が各種エナメル、ペイント等の場合は剥離剤を最小限使う。含浸型木材保護着色塗料は、漂白や高圧水洗浄で除くのが望ましい。高圧水洗浄を行う場合には、下地の劣化状態、ガラス強度等によって水の圧力を加減する（標準水圧は140kgf/cm²以下）。

下地洗浄に水を使った場合は素地を十分乾燥させることが必要である。下地に凹凸、毛羽、取り残した旧塗膜などが多いときはサンドペーパーで下地研磨を行う。

塗装によって隠すことができない大きな木部割れ、穴等が生じた場合には、目立たない

ように調色したパテや埋め木で補修する。

一般に塗替え時は建築後時間が長く経過しているため木材が十分乾燥し、木部割れが多く発生しているため新築塗装時より塗料の浸透がよく、塗り付け量が多く必要である。塗り付け量を多くすることにより塗装及び木製サッシの耐久性が増加する。

8.4 塗装

塗替え塗装に適用する塗装の種類、工程は下塗りの塗り付け量を除いて新築塗り工事と同様に行う。塗替え時の下塗り塗り付け量は $140\text{g}/\text{m}^2$ 以上と多くした。

参考表 木材保護着色塗料塗りの詳しい塗装工程

工 程	使用材料	塗付量 (g/m^2)	乾燥時間 (h)	備考
①素地調整	水(洗浄)・刷毛、サンドペーパー(汚れ除去)・シンナー(やに処理)・漂白剤(かび除去・殺菌)・含水率の調整			
①'下地調整	漂白剤・刷毛、サンドペーパー・シンナー・塗膜剥離剤・高圧水(汚染、やけ、旧塗膜等の除去)・下地の割れ補修・含水率調整			
②素地研磨	#120～240サンドペーパーを用い、パテかい部は#180サンドペーパーを用いて平滑に研磨			
③下塗り	下塗り塗料、半透明上塗り塗料	100～200	6～24	刷毛、ローラー
④上塗り	半透明上塗り塗料	80～100	24	刷毛、ローラー
⑤上塗り	半透明上塗り塗料	80～100	24	刷毛、ローラー

注：①'は再塗装の場合。塗装環境が整備されていればスプレー塗装ができる。

第 3 部 資料編

第3部 資料編 目次

第1章 木製サッシを長持ちさせるには	47
1. はじめに	47
2. 木製サッシを無処理で使用すると	47
3. 耐久性向上の基本は構造設計	48
4. 樹種による耐久性の違い	50
5. 耐久化処理の種類と特徴	50
5.1 防腐剤処理	50
5.2 撥水 ^{はっすい} 処理	51
5.3 木材保護着色塗料	51
5.4 ペイント塗装処理	52
5.5 化学修飾	53
6. やはり塗装	53
7. 塗料の選び方	54
7.1 塗料の種類	54
7.2 木製サッシに使われている塗料	54
7.3 木製サッシに適した塗料	55
7.4 木材保護着色塗料の種類と特徴	55
7.4.1 含浸型木材保護着色塗料の特徴	55
7.4.2 造膜型木材保護着色塗料の特徴	56
7.5 塗料選択の基準	56
第2章 促進耐候性試験による木材保護着色塗料の性能評価	58
1. はじめに	58
2. 促進耐候性試験機	58
3. 供試材料	59
4. 促進耐候性試験の結果	59
4.1 塗装面の外観	60
4.2 明度	61
4.3 色差	62
4.4 光沢度	63
4.5 撥水度	63
第3章 屋外暴露試験による木材保護着色塗料の性能評価	66
1. はじめに	66

2. 屋外暴露試験	66
2.1 暴露試験地気象概要	66
3. 屋外暴露試験	69
3.1 供試材料	69
4. 屋外暴露試験の結果	70
4.1 塗装面の外観	70
4.2 明度	71
4.3 色の変化	72
4.4 光沢度	73
4.5 撥水度	74
5. 促進耐候性試験と屋外暴露試験の関係	74
5.1 色の変化	74
5.2 光沢度	76
5.3 撥水度	76
6. 屋外暴露による塗装木材の含水率及び寸法変化	77
第4章 木材保護着色塗装した木製サッシの実大屋外暴露試験	80
1. はじめに	80
2. 試験方法	80
2.1 試験材料	80
2.2 暴露試験と試験成績の評価	80
3. 試験結果と考察	81
3.1 部位別の色の変化	81
3.2 寸法変化	83
4. まとめ	86
第5章 木材保護着色塗料のメンテナンス性	87
1. はじめに	87
2. 試験方法	87
2.1 供試材料	87
2.2 メンテナンス方法(再塗装における前処理方法)	87
2.3 機器測定	88
3. 結果と考察	88
3.1 メンテナンス性	88
3.2 表面粗さ(風化量)	88

第 6 章 木材保護着色塗料のかび抵抗性試験	94
1. はじめに	94
2. 第 1 段階の試験（かびの栄養源を添加した場合）	94
2.1 試験方法	94
2.1.1 試験片の作製	94
2.1.2 試験菌の調製	95
2.1.3 添加栄養液	95
2.1.4 混合孢子懸濁栄養液	95
2.1.5 試験片への胞子の接種	96
2.2 試験結果と考察	96
2.2.1 造膜型塗料の試験結果	96
2.2.2 含浸型塗料の試験結果	97
3. 第 2 段階の試験（かびの栄養源を添加しない場合）	97
3.1 試験方法	97
3.1.1 試験片の作製	97
3.1.2 試験菌の調製	97
3.1.3 試験片への胞子の接種	98
3.2 試験結果と考察	98
4. 総括（第 1 段階、第 2 段階試験の考察）	98
第 7 章 2 タイプの促進耐候性試験機による試験結果の比較	105
1. はじめに	105
2. 試験方法	105
2.1 塗装基材	105
2.2 木材保護着色塗料	105
2.3 試験片の作製	106
3. 試験方法	106
3.1 促進耐候性試験方法	106
3.2 劣化評価方法	106
3.2.1 色彩測定と色差の算出	106
3.2.2 光沢度測定	106
3.2.3 撥水度測定	107
4. 試験結果	107
4.1 外観	107
4.2 変退色と色差	107
4.3 光沢度	107
4.4 撥水度	107
5. 考察	107

第8章 屋外暴露による木材劣化の地域性と部位による違い	110
1. はじめに	110
2. わが国における暴露による木材劣化の地域性	110
3. 木製サッシの部位別、使用環境別の劣化	111
3.1 方位による違い	111
3.2 設置高さによる違い	112
3.3 サッシの各部位による違い	113
木材保護着色塗料商品一覧	115

第1章 木製サッシを長持ちさせるには

1. はじめに

木材は人工材料にはない美しい木理や色調を持っているため、木製サッシにおいてもそのまま白木で使いたいという要求は強い。しかし、木製サッシが使用される場所は住宅などの建築物の屋外に面した開口部であるため、太陽光や風雨、微生物、砂塵など厳しい屋外の劣化因子にさらされることになる。そこで本章では木製サッシを長持ちさせるための考え方とその方法について述べることにする。

2. 木製サッシを無処理で使用すると

無処理の木材を屋外で4か月間暴露してみると、樹種を問わず、夏をはさんだわずか4か月で暗灰色に変化してしまうことがわかる。木材の屋外での劣化の経過を簡単に説明すると以下のようなになる。

屋外における木材の劣化（ウェザリング）機構

- ① 太陽光中に含まれる紫外線により、木材中のリグニンやヘミセルロースという物質が分解し始める。
- ② 太陽光により分解された木材成分は、水に対して容易に溶けるようになり、降雨によって木材表面から徐々に流れ去っていく。
- ③ 紫外線により分解した木材成分を栄養源とするかびなどの微生物が木材表面に付着し、黒色の汚染が生じ始める。この時、木材の水分が多いところほどかびの発生が多くなる。
- ④ 大気中の砂塵等が付着し、暴露1年後には表面が暗灰色に変色してしまう。この時期になると、木材表面に割れが発生してくる。
- ⑤ 以上のサイクルを繰り返しながら木材はやせてくる。これは風化と呼ばれており、風化量は100年で5 mm程度と言われている。
- ⑥ 構造上水分が停滞しやすい場所や、木口面・表面の割れから水分が浸入しやすい場所では、数年後には腐朽が起こる。

以上の劣化過程を図1に示す。このように、無処理のままでは屋外に面した木材は短期間のうちに変色が生じ、さらには腐朽が始まる。また、室内側においては木材の極性、静電的性質により汚れがつきやすく、木材は多孔質のため汚れがその微細な孔の中に入り込んでしまい除去しにくくなる。そのため、室内側においても塗装処理などの防汚処理が

必要である。これらの理由で、木製サッシには耐久性、耐候性、防汚性を付与するための処理が必要となる。

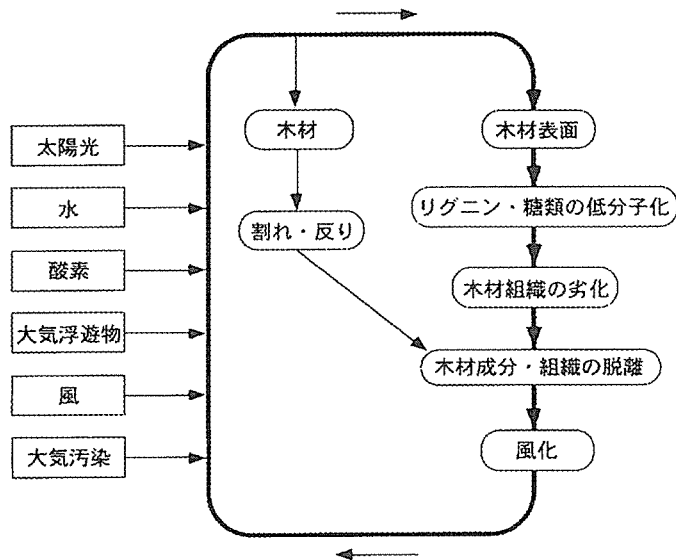


図1 屋外における木材の劣化サイクル概要

3. 耐久性向上の基本は構造設計

屋外に面した木材の劣化は、太陽光と降雨の影響が特に大きいため、これら劣化因子からいかに木製サッシを保護するかが重要である。すなわち、太陽光の照射を防ぎ、雨水が掛かるのを防ぐことである。そのためには、まず建築物の構造、デザインによりサッシを保護するような設計が重要であり、またサッシ自体の構造として水分が停滞しにくい設計が要求される。

建築物の構造によるサッシの保護という面では、写真1の例に見られるように軒の出を大きくすることが有効である。これによりサッシへの日射、雨水のかかりが著しく減少し、耐久性の向上が期待できる。軒の出は最低でも45cm以上必要であり、120cmの軒の出により、1階の壁面の上部から2/3を日差しや降雨から保護できるといわれている。また、窓の上に小さな庇をつけるのも耐久性とデザイン性の面から効果がある。

雨樋により屋根から直接雨水の落下を防ぎ、デッキやたたきからの水の跳ね返りを防ぐことも掃き出し窓の下部の劣化を防ぐために有効である。

サッシ自体の構造では、サッシへの水の浸入を避け、入ってしまった水分はすぐに外に出すような、水分の停滞を防ぐ構造が重要である。例えば、ガラス面を伝ってきた水分の逃げ道の確保、下棧に傾斜をつける、木口面のシール、接合部の防腐処理、シーリングなどが挙げられる。特に木口面からの水分の浸入が問題となるので、木口面をさらさない対策が非常に重要である。また、耐久性の高い樹種を使用することもサッシの耐久性の向上に効果がある。更に、メンテナンスしやすい構造が重要であり、特に2階など高所に使用

する場合は室内側から取り外せる、あるいは塗装できる仕様が理想的である。

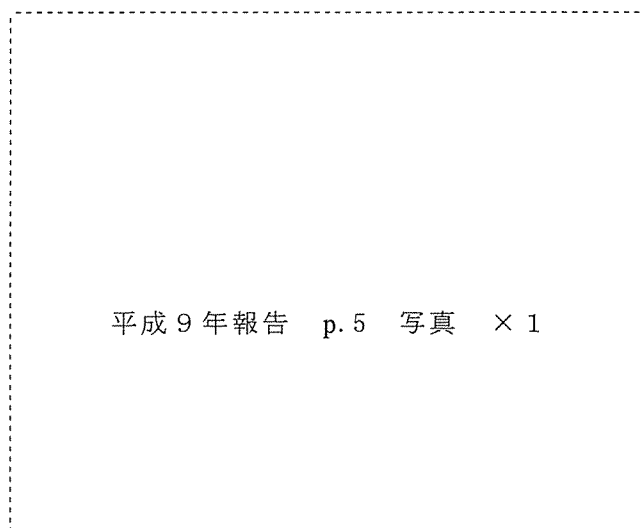


写真1 軒の出を大きくとったログハウス（フィンランド）

このほか、建築物周辺の設計も重要であり、掃き出し窓のような場合はデッキからの雨水の跳ね返りを防ぐため、デッキとの段差を大きくとるか雨返しのようなものをつける。また、建物周辺部の植え込みは空気の対流を阻害し、乾燥を遅らせるので、その配置や刈り込みなどにも注意が必要である。

木製サッシの耐久性を向上させる留意点

- ① 太陽光や降雨が直接かからない、あるいはかかりにくい部位に設置すること
 - ・ 軒の出を大きくとる
 - ・ サッシの上部に庇を取り付ける
 - ・ 雨の跳ね返りに注意する
- ② 水が停滞しないようなサッシの構造にする
 - ・ 水平な部位を作らず、常に傾斜を持たせる
 - ・ 角は丸くラウンド（R）を持たせる
 - ・ 水が逃げるような排水構造をとる
- ③ 適切な塗装およびメンテナンスを行う
 - ・ 防腐剤や撥水剤を含む半透明の含浸型木材保護塗料を使用するか、造膜型の場合は湿気を停滞させない呼吸性のある塗膜のものを使用する

- ・高所に設置するサッシは、内部から外側のメンテナンスができるようにするか、取り外しができるものがよい
- ・耐朽性の高い樹種を使用する
- ・建物周囲の植え込みの位置や高さに注意する

4. 樹種による耐久性の違い

木製サッシは、屋外に面した部分は過酷な気象環境に耐える耐久性が要求され、室内側は高いインテリア性が要求される。木製サッシに適した木材は、適度な硬さ、重さを持ち腐朽しにくい樹種がよい。現在木製サッシに使用されている樹種は、ベイマツ、ポンドローサパイン、オウシュウアカマツ、スプルース、チークなどの輸入材の他、国産材ではヒバ、カラマツ、スギ、ヒノキ、ナラ、シウリザクラなどが使用されている。表1に主な樹種の心材の耐朽性を示す。一般に、ほとんどの樹種で辺材部の耐朽性は極めて低い。

表1 主な樹種の心材の耐朽性 *1

心材耐朽性	主 な 樹 種
極大（野外9年以上）	チーク
大（野外7～8.5年）	ヒノキ、ヒバ、クリ、ケヤキ ベイヒ、ベイヒバ、ベイスギ、マホガニー
中（野外5～6.5年）	カラマツ、スギ、ナラ、ベイマツ
小（野外3～4.5年）	モミ、アカマツ、マカンバ ポンドローサパイン、ストローブパイン、ベイツガ、タウン
極小（野外2.5年以下）	エゾマツ、トドマツ、ブナ スプルース、ラジアータパイン、アガチス、ラミン

*1 日本木材保存協会編：木材保存学入門

5. 耐久化処理の種類と特徴

5.1 防腐剤処理

一般には木製サッシ用の木材には防腐処理をしない場合が多いが、防腐処理を行う場合は無色の防腐剤が好まれる。無色の加圧注入型防腐剤としては、AAC系の水溶性防腐剤が使用できるが、CCAなどの銅を含む防腐剤は処理後に材が緑色になる。また、表面処理用としては、ナフテン酸亜鉛系乳化剤が無色である。耐朽性が低い樹種でも薬剤浸透性が高ければ防腐剤処理により材の耐朽性は向上する。表2に主な樹種の心材の薬剤浸透

性を示す。一般的には、辺材は各樹種とも薬剤浸透性は高い。

表2 主な樹種の心材の薬剤浸透性 *2

注入性	主 な 樹 種
容易	ヒバ、レッドウッド、ポンドローサパイン、ラミン
やや容易	アカマツ、クロマツ、モミ、スギ、カシ類 ベイツガ、ベイマツ(コースト)、オーク
困難	ヒノキ、エゾマツ、トドマツ、ブナ スプルース、ロジポールパイン、チーク
極めて困難	カラマツ、ミズナラ ベイマツ(マウンテン)、ベイスギ、ジャラ、ホホワイトオーク

*2 (財)日本住宅・木材技術センター編：大規模木造建築物の保守管理マニュアル(1997)

5.2 撥水処理

撥水剤を塗布するもので、処理による木材の色調の変化は少なく価格的にも安価である。撥水剤としては、パラフィンワックスやシリコンオイル等を主成分としたものが多い。また、木材用ワックスなども使用でき、取り扱いや作業性は楽であるが持続性が低いので頻繁に手入れをする必要がある。撥水処理により木材中への水分の浸透が抑制されるため、寸法変化やそれに伴う表面割れなどが抑制できる。しかし、効果の持続性が短い場合が多く、また基本的には撥水効果はあっても気体水分の吸放湿性は抑制できないので、ある程度の寸法変化は生じ防腐効果も少ない。透明のため紫外線による劣化は抑制できず、このため木材の変色も防止できない。撥水剤を用いる場合は、車のワックス掛けと同様に年に1回以上のメンテナンスが要求される。エクステリアウッドのメンテナンスに対する考えが浸透しているアメリカやヨーロッパでは、作業性が良いために特にウッドデッキなどには透明系撥水剤がよく使用されている。

5.3 木材保護着色塗料

展色剤樹脂に防腐剤、防虫剤、撥水剤、顔料などを添加した塗料は木材保護着色塗料と呼ばれ、現在では木製サッシの塗装処理、日光・風雨にさらされる木材の耐久性処理のほとんどに使用されている。木材保護着色塗料の多くは、木材中に浸透し塗膜を作らない含浸型という他材料には見られない非常にユニークな処理方法である。これは、木材が多孔質であり溶液浸透性という他の窯業系材料や金属材料などのエクステリア材料にはない性質を利用した木材独自の処理技術といえる。塗膜を造らないため、塗装に際しては特別な素地調整や塗装技術は必要なく、また重ね塗りが可能となるなど取り扱いが簡単である。

しかし、製品の分類としては塗料でもなく、また防腐剤としても分類されていないため、性能評価や利用マニュアルなどが未整備である。コスト的には、ペイントや防腐剤などに比べて高価となる。

木材保護着色塗料は、現在わが国では30種類以上の製品が販売されているが、欧米から輸入されたものが大部分を占めている。タイプは、含浸型(浸透性のもの)と造膜型、および若干の塗膜を造る半造膜型の三つに分けられるが、含浸型が一般的である。表3に含浸型と造膜型の違いを示す。半造膜型の特徴は造膜型とほぼ同様である。展色剤の種類では、アルキド樹脂系、ウレタン樹脂系、シリコン樹脂系、フッ素樹脂系、アamani油系などがあり、アルキド樹脂系が一般的である。塗布量(塗り付け量)は、塗料製品の仕様書、説明書では m^2 当たり1回の塗装で80~120g程度で、2~3回の塗装回数が要求されているが、実際には含浸型塗料では1回の塗装で m^2 当たり50g程度、トータルで100~150g程度が一般的である。性能についてはその評価方法がないため、(財)日本住宅・木材技術センターにおいて独自に作成した^{2)~5)}。これにより、本書は特にこの木材保護着色塗料による木製サッシを中心に木造建物の塗装を解説するわが国初のマニュアルとなるものである。

表3 木材保護着色塗料のタイプ別特徴

	含浸型	造膜型
塗装性 素地調整 含水率調整 塗装しやすさ 塗装方法	造膜型ほど要求しない 20%以下 簡単 刷毛塗り, ローラー, 浸漬	入念に行う 15から20%以下 技術を要する スプレー, 刷毛塗り
塗装面の性能 光沢 撥水性 寸法抑制効果 耐久性	低い 高い 造膜型に劣る 着色系で2~3年以上 透明系で1年程度	高い 高い 高い 着色系で3年程度 透明系で1~3年程度
メンテナンス 塗替え目安 塗替え	変色, 色ムラ, 汚染 重ね塗り可能	塗膜割れ, 塗膜剥離 残存塗膜の除去

5.4 ペイント塗装処理

着色隠蔽型の合成樹脂ペイントにより塗装するもので、欧米の住宅外壁などによく用いられる伝統的な塗装処理である。塗料には水性及び油性があるが、最近では環境問題の高まりや作業性の面でアクリルエマルジョンタイプの水溶性塗料が一般的になりつつある。これらの塗料は塗膜を造る造膜型塗料であり、十分な素地調整と適切な塗装により5年以

上の耐候性が期待できる。しかし、顔料が添加されているため木材の色調や木理は隠蔽される。また塗料自体に防腐効果はなく、塗膜下の木材基材では浸入した水分が逃げにくく高含水率になりやすいため腐朽を生じやすい。さらに、腐朽部位が塗膜で隠れているため発見が遅れる場合がある。特に、接合部のある下部のコーナー部分は腐朽の危険性が高い。

5.5 化学修飾

化学薬品を用いて木材の化学構造を変化させ、水分や微生物劣化に対して高い抵抗性を付与する処理である。特別の処理装置が必要であるため工場処理により行われる。アセチル化では、処理により材色が若干白色化するため、濃色の樹種には適さない。質量増加率で20%以上アセチル化した木材は、腐朽菌やシロアリなどに対して高い生物劣化抵抗性を示す。また、多くの防腐剤や防蟻剤のように処理剤の溶脱もない。しかし、化学修飾処理そのままでは変色や退色は抑制できないので塗装処理が必要であり、この場合は基材が安定化しているため塗膜耐久性が向上する場合が多い。化学修飾は木材のポスト防腐剤処理として日本やヨーロッパを中心に注目されているが、処理コストが高いため現在ではまだ普及していない。また、アセチル化処理では未反応のアセチル基あるいは時間とともに木材との結合はずれて遊離するアセチル基により金具がさびる危険性がある。

木製サッシは比較的高額な商品であるため、処理コストの割合が相対的に小さくなる可能性があるので、化学修飾技術を適用しやすい用途と考えられる。今後の更なるコスト低減が期待される。

6. やはり塗装

5. で述べたように、木製サッシを長持ちさせるには多くの処理方法がある。例えば、樹脂注入材や防腐剤の完全注入材などは耐久性が大変優れている。しかし、いくら優れた耐久処理法であっても処理コスト、処理後の美観、高価な処理装置、木材の寸法制限、比重増加、金具の腐食等を考えた場合木製サッシに使える耐久処理は限られたものとなる。

現在、木製サッシの耐久処理として最も普及しているのが塗装である。塗装が最も多く使われる理由は次のようなことである。

- ① 塗装は木製サッシの美観を向上させ、雨や雪から護り、かび及び腐朽から保護する。
- ② 塗装は他の処理と比べ処理コストが安価なので経済的に有利であり、小さな面積、大きな面積、そのうえ複雑な形状の木製サッシでも塗ることができる。
- ③ 塗料の色を自由に選べるので木製サッシの色を建物にマッチさせることができる。
- ④ 塗装は比較的簡単な用具で行うことができ、そのうえ工場でも建築物に取付け後でも塗ることができる。
- ⑤ 木製サッシを建物に設置したままで塗替えができる。
- ⑥ 木材保護着色塗料を使えば塗装後も木目が見える仕上げができる。
- ⑦ 塗料は金具をさびさせない。

⑧素人でも塗ることができる。

7. 塗料の選び方

7.1 塗料の種類

建築に主に使われている木工塗料の種類と特徴を表4に示す。

木工用塗料の種類は沢山あるが建築に使われるのは表4に示した塗料のいずれかである。この中で木目を生かすクリアー(透明)で、そのうえ、十分耐候性があり屋外に使える塗料は残念ながらない。

表4 木工塗料の種類、特徴および用途

塗料名		内部	外部	特徴
透明塗料	セラックニス	○	×	1液、速乾、安価、やに止め用
	ニトロセルローズラッカー	○	×	1液、速乾、安価、肉持ち悪い
	アクリルラッカー	○	×	1液、速乾、安価、黄変少ない
	油性ワニス	○	△	1液、遅乾、安価、耐水性よい
	油変成ウレタン樹脂	○	△	1液、遅乾、安価、塗りやすい
	2液型ウレタン樹脂	○	△	塗膜性能最もよい、高価
	酸硬化型アミノアルキド樹脂	○	×	2液、塗膜硬い、ホルマリン臭
木材保護着色塗料		○	○	1液、半透明、造膜型と含浸型
顔料型オイルステイン		○	○	1液、半透明、安価、耐候性悪い
不透明塗料	油性調合ペイント	○	○	1液、安価、耐候性普通、需要低下
	合成樹脂調合ペイント	○	○	1液、耐候性よい、耐水性よい
	フタル酸樹脂エナメル	○	○	1液、耐候性よい、耐水性よい
	ラッカーエナメル	○	×	1液、速乾、作業性よい
	カシューエナメル	○	×	1液、遅乾、塗り肌好まれる

記号：○は使用できる、△は厳しくない屋外条件で使用できる、×は使用できない。

7.2 木製サッシに使われている塗料

現在、木製サッシに使われている塗料は表5に示すように約90%が木材保護着色塗料である。残り1割がクリアーの一般塗料が使われている。

木材保護着色塗料の種類は、含浸型が約60%で造膜型の約30%をしのいで多く使われている。

表5 木製サッシに使われている塗料のアンケート結果

塗料の種類	使用割合 (%)
木材保護着色塗料 含浸型	58
造膜型	29
一般クリアー塗料 (アクリルシリコン、アクリルウレタン、フッ素樹脂)	13

(平成4年度)

7.3 木製サッシに適した塗料

木製サッシに適した塗料は以下の性能を持つものがよい。

(1) 美観性能

- ① 塗装終了後にも塗膜をとおして木目が見える。
- ② 塗料に着色顔料が含まれ、それによって美観が向上し、維持される。
- ③ 着色顔料によって使用中に生じる汚れが目立たない。
- ④ 木材のアメニティー性を損なわない。

(2) 保護性能

- ① 塗料の撥水性によって雨などの水滴の侵入を防ぐ。
- ② 光による劣化を防ぐ。
- ③ かび、腐朽菌による生物汚染や劣化を防ぐ。
- ④ 狂いや割れを防ぐ。
- ⑤ 木製サッシ内に過剰の水分を停滞させない。

(3) 作業性能

- ① 工場または建築現場のどちらでも塗装ができる。
- ② 刷毛、ローラブラシの如き簡単な用具で塗装ができる。
- ③ 木製サッシによく浸透し、乾燥が比較的早い。
- ④ 塗替え工事が比較的安く、簡単である。
- ⑤ 悪臭がなく、作業者および環境に安全である。

以上の三つの性能を満足し、かつ効果が長続きする塗料がよい。

現在市販されている木工用塗料の中でこれらの性能をほぼ満足する塗料は、木材保護着色塗料の含浸型であり、そのため木製サッシに最も多く使われている。

7.4 木材保護着色塗料の種類と特徴

木材保護着色塗料を塗膜形成状態から分類すると、一般の塗料と同じように木製サッシ表面に塗膜を造る造膜型と表面にほとんど塗膜を造らず、材に浸透する含浸型がある。

両タイプの一般的な特徴は以下のとおりである。

7.4.1 含浸型木材保護着色塗料の特徴

[長所]

- ① 塗装のとき塗りむらができにくく、塗料の溜り、塗膜の縮み等ができないので塗装作業が容易で素人にもできる。
- ② 塗装に特別な塗装機器を必要とせず、刷毛またはローラブラシがあれば複雑な形状の木製サッシでも塗装が容易にできる。そのため現場塗装に適している。
- ③ 塗装劣化が表層より徐々に進行するので急激な変化がなく、自然の感じで進行する。

- ④メンテナンスが容易で、汚れが激しくない時期ならば、洗浄程度の簡単な下地処理で塗り替えができるので費用が安い。

[短所]

- ①造膜型に比べ塗膜による保護機能が劣り、初期の外観を維持している期間が短いので、メンテナンスを怠ると木製サッシのダメージが大きくなる。

7.4.2 造膜型木材保護着色塗料の特徴

[長所]

- ①木製サッシ表面に塗膜を作るために光沢があり、美観が優れている。
②撥水性、光沢保持性など初期性能を維持する期間が含浸型より長い。

[短所]

- ①塗装が難しい。
②塗膜割れ、剥離などの塗膜劣化が生じ始めると進行が速く、劣化した部分からかびが生じ、汚染やヤケによる変色が進行する。さらに残存している塗膜の下へ変色が進展する。汚染部分と健全部分ができるために汚れがより顕著に見える。初期の美観が優れているだけにそのギャップが大きい。
③塗り替えの際、含浸型に比較して旧塗膜の剥離、材の漂白や洗いなどの作業が煩雑で、塗り替え費用が高い。

両種類ともに長所、短所がはっきりしているので塗装目的やメンテナンスの難易などを考慮して選択する必要がある。両者の特長を表6に示す。

表6 木材保護着色塗料の特徴

	含浸型	造膜型
初期の美観	△	○
撥水性	△	○
塗りやすさ	○	△
耐久性	△	○
塗替え	○	△
サッシの呼吸	○	△

7.5 塗料選択の基準

一般建築塗料の中から選択する場合

- ①外装に使える塗料

顔料系オイルステイン

木材保護着色塗料

油性調合ペイント

合成樹脂調合ペイント

フタル酸樹脂エナメル

②外装で木目を生かす塗料 顔料系オイルステイン 木材保護着色塗料

③着色、防腐、防かび、撥水効果がある塗料 木材保護着色塗料

木材保護着色塗料の中から選択する場合

④高光沢のもの 造膜型

⑤初期性能が比較的長く続くもの 造膜型

⑥塗りやすいもの（素人でも塗れる） 含浸型

⑦塗装劣化が自然に進むもの 含浸型

⑧塗替えが容易なもの（作業、コスト） 含浸型

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書(木製サッシ塗装技術開発事業)平成9年3月、p.3～17(1997)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：木材保護着色塗料の品質規格(19)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：
促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター：
屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 5) (財)日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装標準仕様書(19)

この章の執筆者：木口 実 及び 川村二郎

第2章 促進耐候性試験による木材保護着色塗料の性能評価

1. はじめに

屋外にさらされた塗装木材は、太陽の光や熱、雨や結露による水分、大気汚染物質などの様々な環境因子により変化し劣化していく。特に木材ではかびや腐朽菌による生物劣化も見逃すことができない。これら屋外での劣化現象に対する抵抗性を「耐候性」と呼び、屋外での使用にどのくらいの期間耐えられるかといった耐久性を評価するのが耐候性試験である。

耐候性試験には、自然環境に直接さらす屋外暴露試験と試験機内で厳しい環境を人工的に作り出す促進耐候性試験がある。この章では促進耐候性試験による木材保護着色塗料の性能評価結果について述べる。

2. 促進耐候性試験機

促進耐候性試験機（ウェザーメータ）の劣化因子と特徴をまとめると表1、表2のようになる。品質保証の立場から耐候性をできるだけ早く評価したいという声が強く、時間のかかる屋外暴露よりも促進耐候性試験による評価の需要が高まってきている。

促進耐候性試験はここではサンシャインカーボンアーク灯式ウェザーメータを使用した。この機械は①人工的に強力な紫外線を照射、②一定サイクルで水スプレー、③試験片の表面温度は黒色のもので $63\pm 3^{\circ}\text{C}$ に調整したものである。

なお、屋外暴露試験は一般に試験片または実大の試験体を南面・45度傾斜で暴露するので、地表に対して垂直に暴露するのに比べ、約2倍の日射量となる。

表1 ウェザーメータの環境劣化因子

人工的劣化因子	対応する自然の劣化因子
①強力な紫外線	太陽の光
②高めの温度	太陽の熱
③定期的な水スプレー	雨・結露などの水

表2 促進耐候性試験の特徴

長 所	短 所
①自然暴露に比べ短期間 ②試験の再現性が高い	①かびなどの生物劣化が評価できない ②試験時間と実際の暴露期間との相関が単純に割り出せない ③試験費用が高い

3. 供試材料

ベイマツ柾目材〔寸法：150(L)×70(R)×10(T)mm〕を基材とし、これに供試木材保護着色塗料を塗装した。木材保護着色塗料は木理が見えることを前提として、顔料を含まないかあるいは少量含む無色ないし黄色のパイン系の色調の造膜型及び含浸型の11種類を刷毛塗りしたものである。以下に、供試塗料の一覧を示す。

塗料記号

- A：シリコン系 造膜型 クリアタイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- B：ウレタン系 造膜型 パイン色半透明タイプ(下地着色, 下塗り1回+上塗り3回)
- C：アルキド系 造膜型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- D：アルキド系 造膜型 パイン色半透明タイプ(下塗り2回+上塗り2回)
- E：アクリル系 造膜型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- F：ウレタン系 造膜型 薄黄色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り3回)
- G：アルキド系 含浸型(半造膜型) パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- H：アマニ油系 含浸型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- I：アマニ油系 含浸型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- J：ウレタンアルキド系 含浸型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り2回)
- K：アルキド系 含浸型 パイン色半透明タイプ(下塗り1回+上塗り1回)
- S：無塗装コントロール

なお、造膜型、含浸型塗料の定義は次のとおり。

造膜型塗料：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地表面に塗膜を形成するタイプ

含浸型塗料：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地面によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか、又はごく薄い塗膜を形成するタイプ

4. 促進耐候性試験の結果

これまでに実施してきた木材保護着色塗料に対する促進耐候性試験の結果をまとめると次のようなことがわかる。それぞれの結果の特徴は、供試木材保護着色塗料を含浸型と造膜型に分け、それぞれ平均値をとったものである。従って、木材保護着色塗料がすべて同じ結果になるという訳ではない。なお、木材保護着色塗料は前項のように市販品11種類(含浸型5種類、造膜型6種類)と、比較対照として無塗装の試験体を加えた。また、試験に用いた基材としての木材は木製サッシに多用されているベイマツ(柾目板)である。

いずれの傾向も、塗料が素材に浸透して塗膜が形成されない「含浸型」と塗膜が形成される「造膜型」で特徴的な違いが見られた。

4.1 塗装面の外観

塗膜面の外観変化の特徴は表3のとおり。

表3 塗料タイプ別塗装面の外観

塗料タイプ	特 徴
含浸型	初期の外観を維持している時間が短い（300時間以内で変色を伴うことが多い）。初期からの変化が徐々に現れるため劣化の進行は自然。1000時間を超えると全体的に白色化が進行してくる。
造膜型	初期の外観を維持している時間が長い（ほぼ1000時間程度のものが多い）。試験時間の経過に伴い「塗膜の割れ」「浮き」といった部分的な塗膜欠陥が現れる。変化が急なため目立つ。

このような変化を造膜型塗料について「塗膜欠陥率」で表現することを試みた。「塗膜欠陥率」は、図1のような10mmのます目を書いた透明シートを試験片に当て、塗装面の「塗膜割れ」や「剥離部分」「色むら」などの塗膜欠陥を、ますの数としてとらえ、次式から求める。なお、含浸型では部分的な変色が少なく、全面的な劣化が徐々に進行する傾向にあるため、ます目シートによる評価に不向きなものが多い。

$$\text{塗膜欠陥率（\%）} = (\text{欠陥部のます目の数} / \text{ます目の総数}) \times 100$$

造膜型塗料の場合における促進耐候処理時間の経過に伴う塗膜欠陥率の変化を図2に示す。

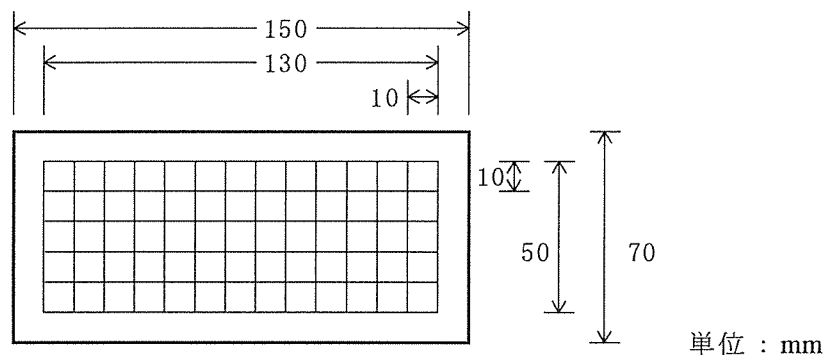


図1 塗膜欠陥率測定用ます目シート（促進耐候性試験評価用）

注）試験片の周囲から10mm以内の部分は観察対象としない。

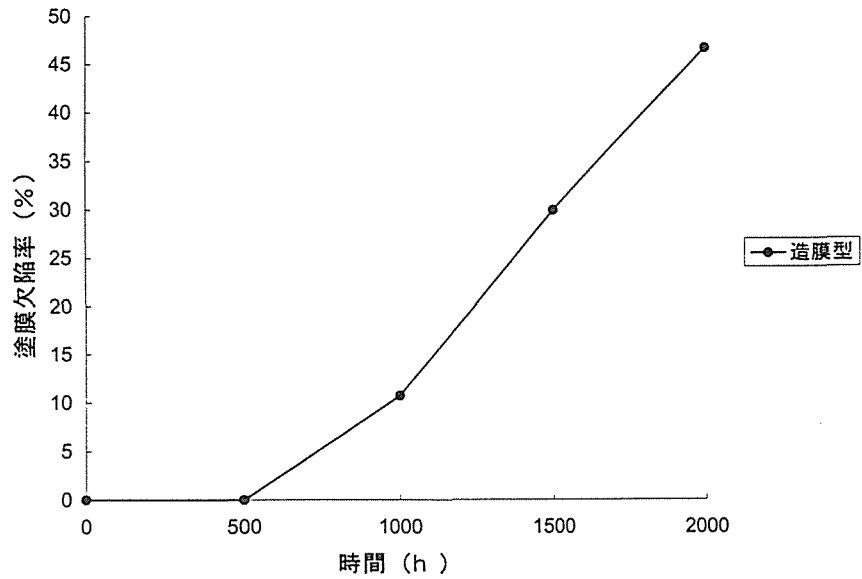


図2 促進耐候性試験による塗膜欠陥率の変化例

4.2 明度

試験片の明るさの指標で、色が濃くなり暗くなれば明度の値は下がり、脱色したりして色が薄くなれば明度の値は上がる。

塗料タイプ別に、促進耐候処理時間の経過に伴う明度変化の特徴を表4に、明度変化を図3に示す。

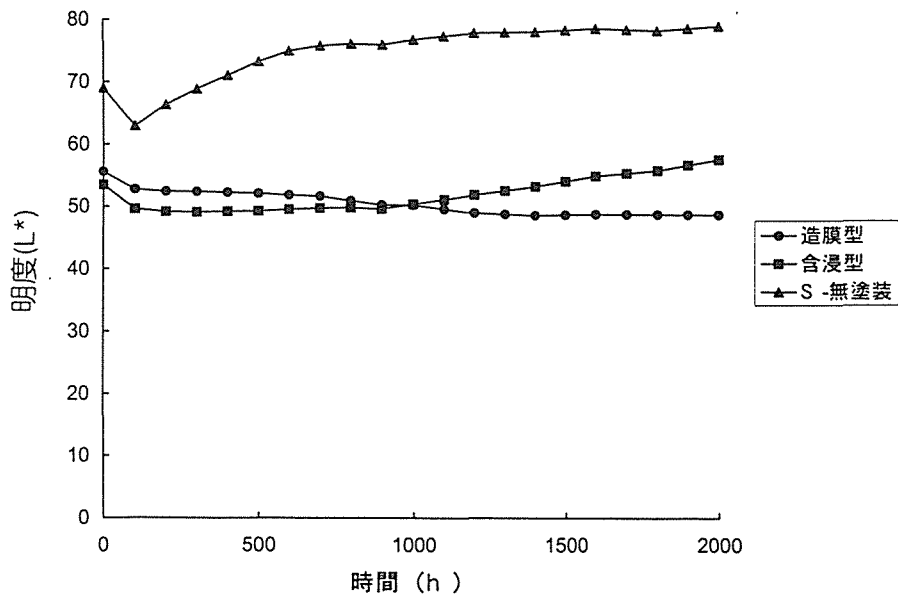


図3 促進耐候性試験による明度変化例

表4 塗料タイプ別明度変化の特徴

塗料タイプ	特 徴
含浸型	100時間までの初期に低下した後、徐々に上昇してくる。明度の上昇は塗料（顔料）の離脱によるもので、全体的に白色化が進行する。
造膜型	時間経過に伴い徐々に低下してくる。100時間までの初期に大きく低下する種類や、逆に濃色化するものもあり、塗料により異なる。

4.3 色差

明るさ（明度）と色味（色相と彩度）の変化を数値化したもので、色差の数値が大きいほど試験前後の変退色が大きいことを示す。

塗料タイプ別に、促進耐候処理時間の経過に伴う色差変化の特徴を表5に、色差変化を図4に示す。

表5 塗料タイプ別色差変化の特徴

塗料タイプ	特 徴
含浸型	100時間までの初期に大きく変化する傾向にある。塗料（顔料）の離脱により、全体的に白色化し無塗装状態のように変化していく。
造膜型	初期に割合大きく変化する製品もあるが、含浸型に比較して変化が小さい。部分的な変色や塗膜割れは、色差計では評価しにくい。

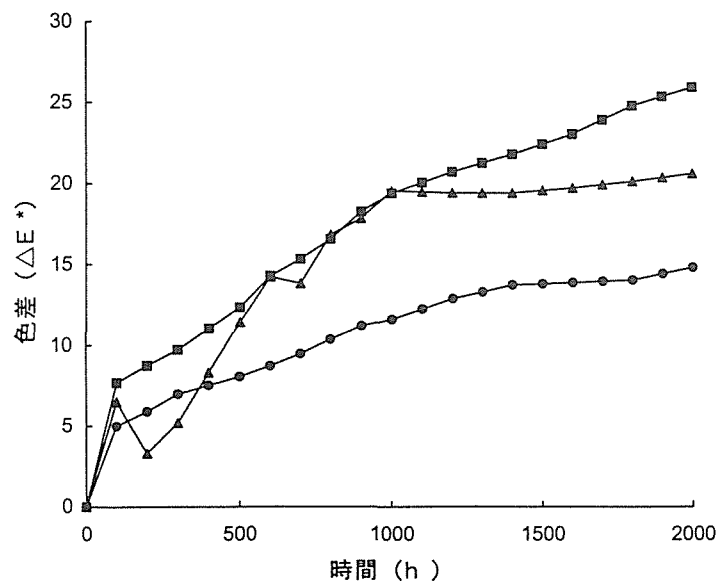


図4 促進耐候性試験による色差変化例

4.4 光沢度

一般に、劣化の進行に伴い塗装面の光沢は低下してくるため、耐久性評価の指標としてよく使われる。一定の入射角度の光が、同じ受光角度にどのくらいの割合で反射するかを調べるもので、60度鏡面光沢度が多用されている。

塗料タイプ別に、促進耐候処理時間の経過に伴う光沢度変化の特徴を表6に、光沢度変化を図5に示す。

表6 塗料タイプ別光沢度変化の特徴

塗料タイプ	特 徴
含浸型	初期に大きく変化する傾向にあるが、元々初期光沢値が低いため目立ちにくい。素材に近い低光沢値も多く、劣化の指標に適さない。
造膜型	500時間程度までは低下率が小さい。初期光沢値が高いものが多いため、急激な光沢低下は視覚的にも大きな変化として目立つ。

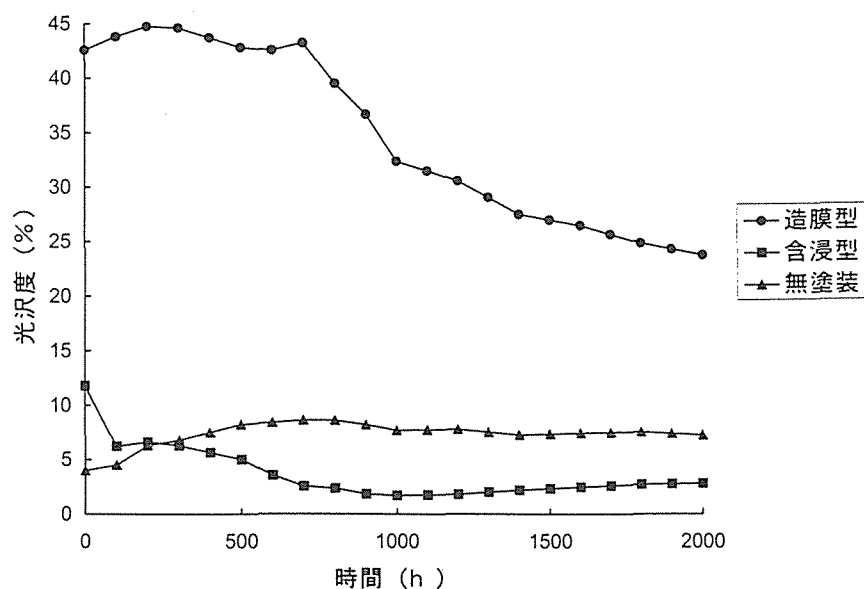


図5 促進耐候性試験による光沢度変化例

4.5 撥水度^{はっすい}

試験片表面に、1 gの水を滴下し1分間放置したのちふき取り、どのくらいの水が内部にしみ込んだのかを測定する。(測定法は(財)日本住宅・木材技術センター制定の「保護着色塗料の品質規格」参照。) この項目はJISやJASなどの規格試験にはないが、実用的な塗装効果を簡便に調べることができる。なお、高い撥水度の数値と劣化に伴う外観と

は必ずしも一致しない。

塗料タイプ別に、促進耐候処理時間の経過に伴う撥水度変化の特徴を表7に、撥水度変化を図6に示す。

表7 塗料タイプ別撥水度変化の特徴

塗料タイプ	特 徴
含浸型	製品により差があるが、1000時間程度までは高い値を保っている。
造膜型	2000時間経過後も撥水度の低下はほとんどない。

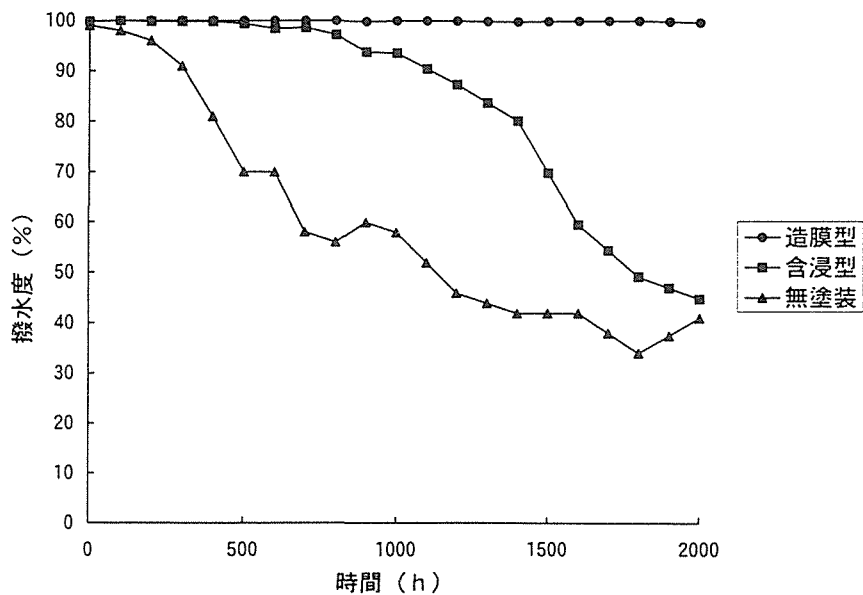


図6 促進耐候性試験による撥水度変化例

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書(木製サッシ塗装技術開発事業)平成9年3月、p.18~27(1997)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：木材保護着色塗料の品質規格(19)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：
促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター：
屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 5) (財)日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装標準仕様書(19)
- 6) JIS B 7753 サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機
- 7) JIS Z 8722-1982 物体色の測定方法

- JIS Z 8722-1994** 色の測定方法－反射及び透過物体色
- 8) **JIS Z 8729-1980** $L^* a^* b^*$ 表色系及び $L^* u^* v^*$ 表色系による物体色の表示方法
- JIS Z 8729-1994** 色の表示方法－ $L^* a^* b^*$ 表色系及び $L^* u^* v^*$ 表色系
- 9) **JIS Z 8730-1980** 色差表示方法
- JIS Z 8730-1994** 色の表示方法－物体色の色差
- 10) **JIS Z 8741-1983** 鏡面光沢度測定方法

この章の執筆者：鈴木雅洋

第3章 屋外暴露試験による木材保護着色塗料の性能評価

1. はじめに

木材の屋外における気象劣化因子に対する影響を正しく評価するには、屋外暴露試験が必要である。すなわち、ウエザーメーターによる促進試験(促進耐候性試験)ではかびや腐朽などの生物劣化がないため、微生物により劣化を受ける木材では、最終的な耐候性の評価は屋外試験により行われるべきでもある。

本章では前章の促進耐候性試験と同じ塗装をした試験片を屋外暴露試験に供した結果について述べる。

2. 屋外暴露試験

屋外暴露試験は、劣化を促進させるために南面、地面に対し45度あるいは30度傾斜させて行う。これにより、太陽光の照射量は水平面や垂直面に比べて多くなり、特に垂直面と比べて1.5倍から2倍程度の促進性があるといわれている。この試験は45度傾斜で行った。

2.1 暴露試験地気象概要

暴露試験地は森林総合研究所第2樹木園(茨城県つくば市)内の屋外暴露施設である。表1に、木製サッシに関する一連の暴露試験を開始した1992年1月から終了直前の1995年12月までの4年間の暴露地付近の気象庁観測データを示す。観測地はつくば市館野の気象庁館野高層気象観測所のもので、暴露試験地より北東約5kmに位置している。当試験地の気象環境についての特徴は、東京に比べて冬季の気温の低下が大きく、暴露期間中の最低気温は -8.7°C (1994年1月)を記録した。また、内陸型気候を示すため降水量が比較的少なく、逆に年間日照時間が大きくなっている。特に、冬季は典型的な太平洋側気候を示し晴天日が多く非常に乾燥する。積雪はほとんどなく、年間2~3日程度である。

図1から図6に暴露期間中の気象変化を示す。図1は平均気温で、1993年が例年より低かったことがわかる。図2は月別の最高気温で、年間最高気温は 37°C 程度あり、これは7月から8月に出現した。図3は月平均相対湿度である。年平均で75%から80%を示し、7月から10月にかけて高くなり11月から5月までが低い傾向を示している。図5は月別の日照時間で、冷夏であった1993年が異常に少なかったことが分かる。

本章における屋外暴露試験は1993年1月から1995年1月まで24か月間暴露したものである。

表1 一連の屋外暴露試験期間中の気象観測値
(1992/1-1995/12、茨城県つくば市館野)

気象要素	単位	観測値 (観測年月)
平均気温	°C	13.7
平均最高気温	°C	19.0
平均最低気温	°C	8.7
最高気温	°C	37.0 (1993/8)
最低気温	°C	-8.7 (1994/1)
平均相対湿度	(%)	75.6
平均風速	(m/s)	2.4
平均最大風速	(m/s)	9.3
最大風速	(m/s)	14.9 (1994/2)
年平均日照時間	(時間)	1959.6
平均全天日射量	(MJ・m ²)	13.1
月平均降水量	(mm)	101.5
年平均降水量	(mm)	1218.0

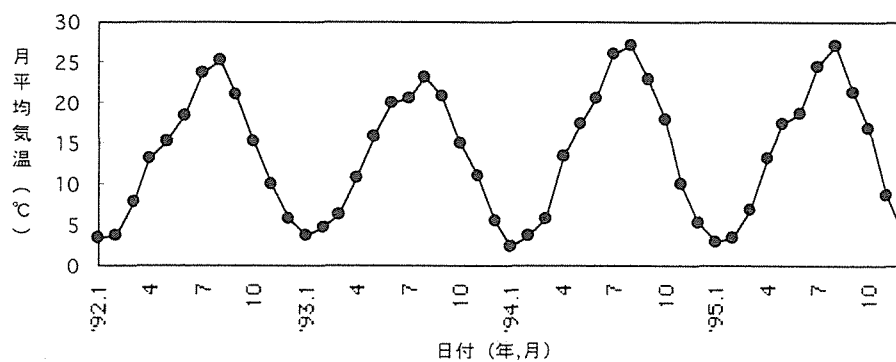


図1 暴露試験地付近の月平均気温(1992/1-1995/12)

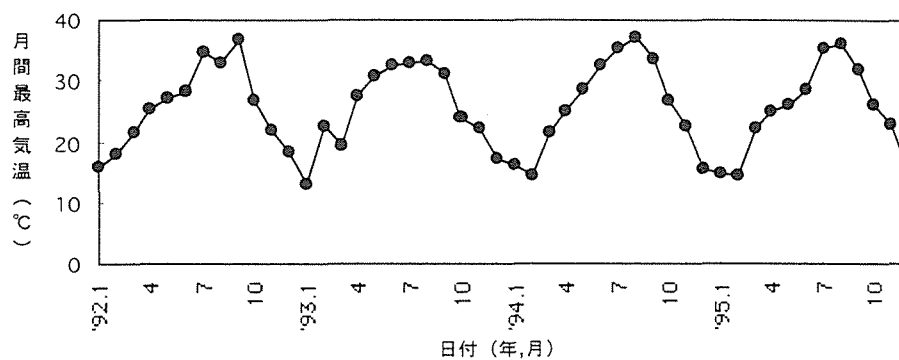


図2 暴露試験地付近の月間最高平均気温(1992/1-1995/12)

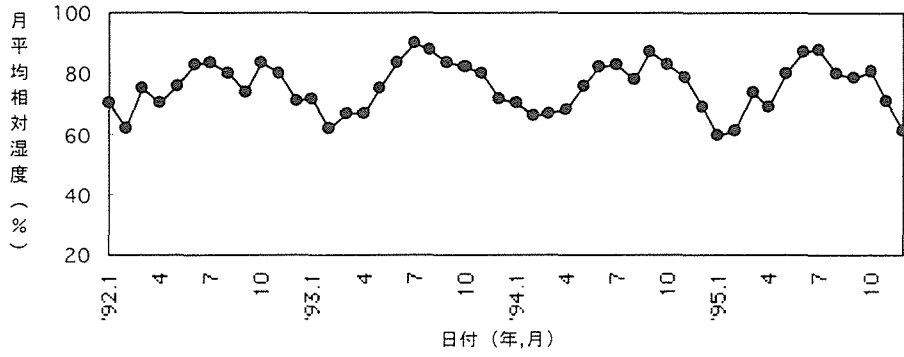


図3 暴露試験地付近の月平均相対湿度(1992/1-1995/12)

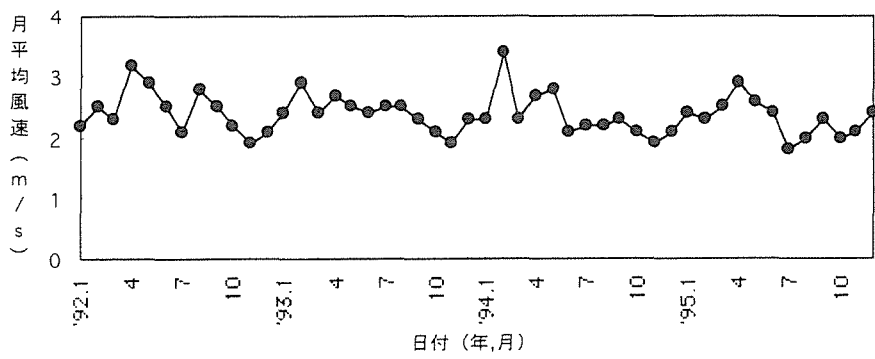


図4 暴露試験地付近の月平均風速(1992/1-1995/12)

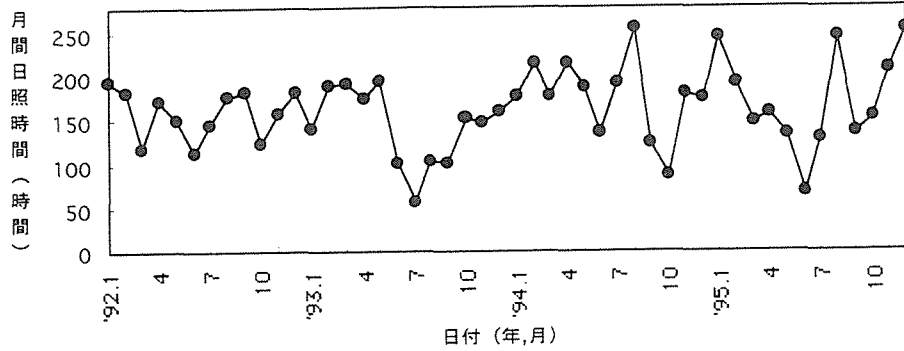


図5 暴露試験地付近の月間日照時間(1992/1-1995/12)

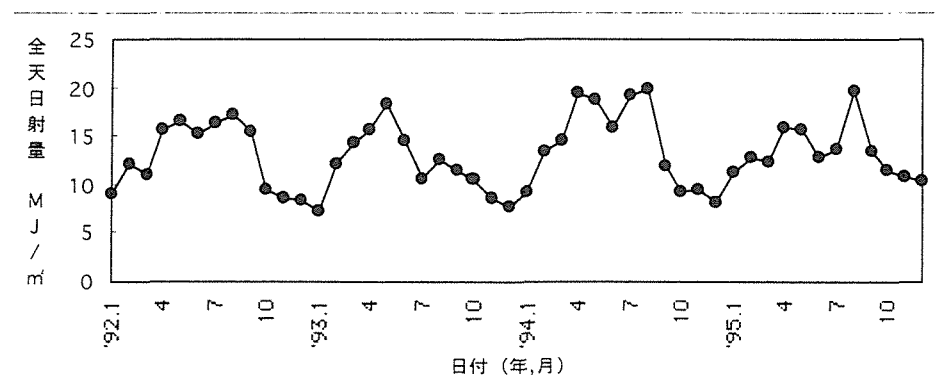


図6 暴露試験地付近の月間全天日射量(1992/1-1995/12)

3. 屋外暴露試験

屋外暴露試験は、ベイマツ柾目板を基材とし、各種木材保護着色塗料を塗装した試験片を平成5年(1993)1月より平成7年(1995)1月までの24か月間、南面・45度傾斜で暴露した。

暴露試験片は各塗料について2片ずつとし、暴露による劣化度合を評価するため、塗膜欠陥率、撥水度、色差、光沢度を経時的に測定した。

3.1 供試材料

ベイマツ柾目材 [寸法：300(L)×70(R)×10(T)mm] を基材とし、これに供試木材保護着色塗料を塗装した。木材保護着色塗料は木理が見えることを前提として、顔料を含まないかあるいは少量含む無色ないし黄色のパイン系の色調の造膜型及び含浸型の11種類を刷毛塗りしたものである。以下に、供試塗料の一覧を示す。

塗料記号

- A：シリコン系 造膜型 クリアタイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- B：ウレタン系 造膜型 パイン色半透明タイプ (下地着色, 下塗り1回+上塗り3回)
- C：アルキド系 造膜型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- D：アルキド系 造膜型 パイン色半透明タイプ (下塗り2回+上塗り2回)
- E：アクリル系 造膜型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- F：ウレタン系 造膜型 薄黄色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り3回)
- G：アルキド系 含浸型(半造膜型) パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- H：アマニ油系 含浸型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- I：アマニ油系 含浸型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- J：ウレタンアルキド系 含浸型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り2回)
- K：アルキド系 含浸型 パイン色半透明タイプ (下塗り1回+上塗り1回)
- S：無塗装コントロール

なお、造膜型、含浸型塗料の定義は次のとおり。

造膜型塗料：木材保護着色塗料の一種で、一般塗料のように素地又は下地表面に塗膜を形成するタイプ

含浸型塗料：木材保護着色塗料の一種で、素地又は下地面によく浸透し、表面にほとんど塗膜を形成しないか、又はごく薄い塗膜を形成するタイプ

4. 屋外暴露試験の結果

4.1 塗装面の外観

図7は造膜型塗料で塗装した木材の屋外暴露試験による塗装面劣化の経時変化を示す。また、表2に屋外暴露試験による塗料タイプ別の塗装面劣化の特徴を示す。

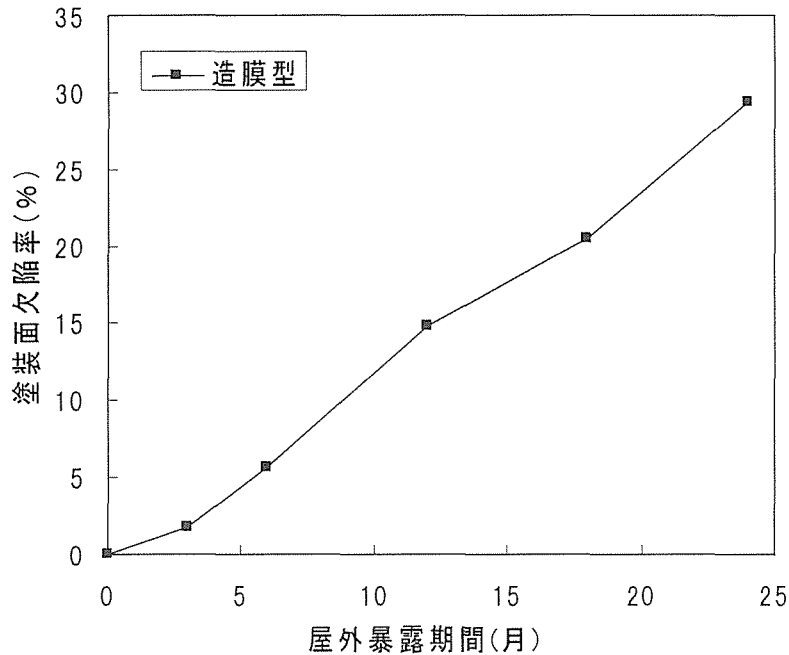


図7 屋外暴露試験による塗膜欠陥率の変化

表2 屋外暴露試験による塗装面劣化の特徴

塗料タイプ	塗装面劣化の特徴
含浸型	主な塗装面の劣化は変色、かび、基材割れなどであり、透明系塗料では暴露ひと夏後から劣化が現れ、半透明の着色型では1年後から退色が生じ始める。しかし、一様に劣化していくため、造膜型塗料のような汚染感は少ない。退色は顔料の脱離、木材成分の変色、微生物による汚染などが原因となる。
造膜型	主な劣化は塗膜剥離、塗膜割れであり、劣化は塗料の展色剤の種類や塗料の色調により異なる。いったん塗膜割れや塗膜剥離が発生すると、その箇所に微生物が繁殖して汚染感が大きくなる。木材は呼吸作用があるため、水分を通さない塗膜や木材の動きに追従できない塗膜は、木材と塗膜との界面で欠陥が生じやすい。

4.2 明度

図8に、屋外暴露試験による塗料別の明度の変化を示す。また、表3に屋外暴露試験による塗料タイプ別の明度変化の特徴を示す。

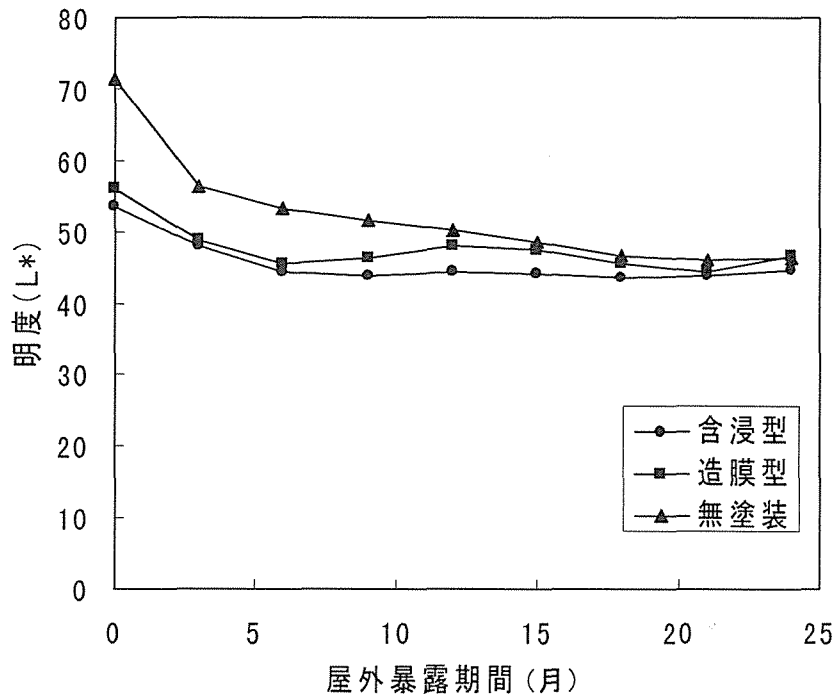


図8 屋外暴露試験による塗料タイプ別の明度変化

表3 屋外暴露試験による明度変化の特徴

塗料タイプ	明度変化の特徴
含浸型	含浸型及び造膜型とも、促進耐候性試験に比べて暴露初期における明度の低下が大きくなる。これは、促進耐候性試験では屋外暴露で生じるかびや大気浮遊物による汚染がないためである。また、造膜型に比べて明度の低下が若干大きい傾向が認められる。これは、含浸型の方が汚染しやすいためである。
造膜型	屋外暴露試験では、造膜型塗料は塗膜によってかびや大気浮遊物による汚染が生じにくいいため、明度の低下が小さくなる傾向が認められる。 無塗装の場合、促進耐候性試験では明度の増加がみられたが、屋外暴露試験では大きな低下を示した。これは、促進耐候性試験では含浸型と同様に表面の微生物劣化が生じないためである。

4.3 色の変化

図9に屋外暴露試験による塗料別の色の変化を色差⁹⁾で表して示す。また、表4に屋外暴露試験による塗料タイプ別の色差変化の特徴を示す。

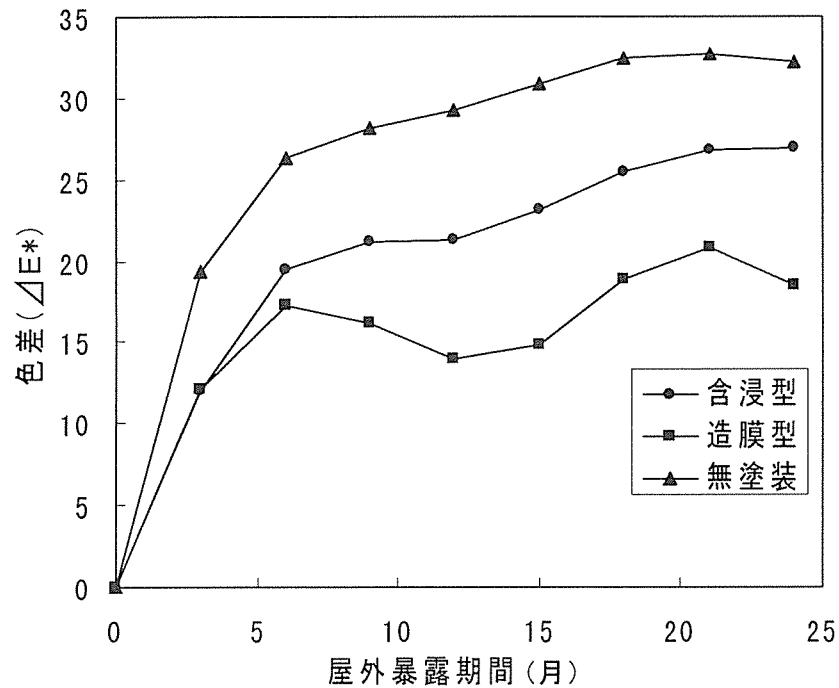


図9 屋外暴露試験による塗料タイプ別の色差変化

表4 屋外暴露試験による塗装面の色差変化の特徴

塗料タイプ	色差変化の特徴
含浸型	屋外暴露6か月までに色差は急激に増加し、その後の増加は小さくなり徐々に無塗装の値に近づいていく。つまり、暴露後のひと夏で色差が大きく変化し、その後の変色は少ない。含浸型の劣化は、顔料の脱離と微生物及び浮遊物の付着による汚染の複合的な劣化によるため、促進耐候性試験に比べて色差も大きくなる傾向がある。
造膜型	造膜型の場合、塗膜が残存する間は色差変化は少ない。塗膜劣化の進行とともに色差も増加するが、塗膜の効果で暴露2か月後でも色差は無塗装の1/2程度である。しかし、実際の造膜型の表面は、わずかな塗膜劣化でも汚染感が大きくなるため、色差の値より汚染感は大きい。

4.4 光沢度

図10に屋外暴露試験による塗料タイプ別の光沢度変化を示す。また、表5に屋外暴露試験による塗料タイプ別の光沢度変化の特徴を示す。

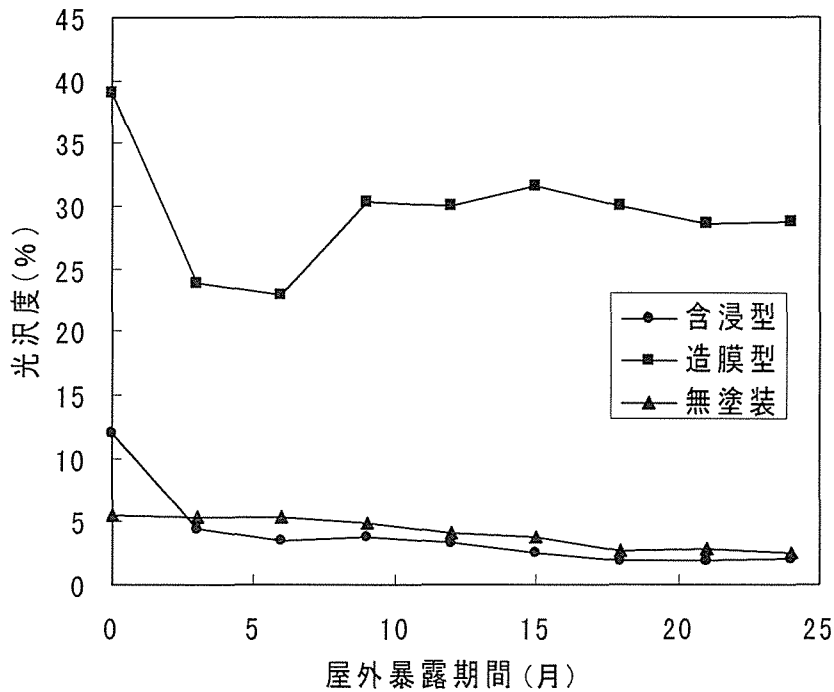


図10 屋外暴露試験による塗料タイプ別の光沢度変化

表5 屋外暴露試験による塗装面の光沢度変化の特徴

塗料タイプ	光沢度変化の特徴
含浸型	含浸型塗料で塗装した表面は、塗膜がないため光沢は低く、屋外暴露開始後すぐに無塗装木材と同程度の値となり、その後の変化は小さい。含浸型と造膜型の区別は光沢度により分けることができ、初期光沢度20以下が一応含浸型といえる。しかし、基材である木材の平滑性や塗料自体のつやなどが光沢度に大きく影響するので、これはあくまで目安である。
造膜型	造膜型では、光沢度は暴露開始後急激に低下し、その後ほぼ一定となる。光沢度は測定部に塗膜が残存していれば保持されるので、実際の汚染感とは比例しない場合がある。促進耐候性試験に比べて光沢度の低下は少ない。

4.5 撥水度

図11に、屋外暴露試験による塗料別の撥水度変化を示す。また、表6に、屋外暴露試験による塗料タイプ別の撥水度変化の特徴を示す。

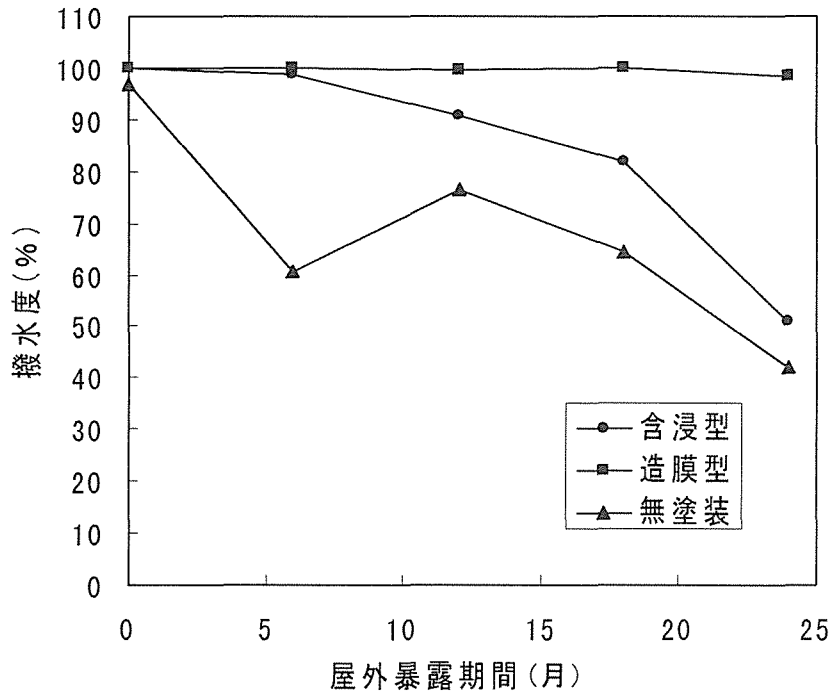


図11 屋外暴露試験による塗料タイプ別の撥水度変化

表6 屋外暴露試験による塗装面の撥水度変化の特徴

塗料タイプ	撥水度変化の特徴
含浸型	撥水度は屋外暴露1年後過ぎから低下し始め、暴露2年で無処理とほぼ同程度となり、撥水性が失われる。撥水性と表面の汚染度との相関性は低い。しかし、撥水性が付与されることにより、木材中への水の侵入が妨げられ、寸法変化が抑制される。また、これに伴い微細割れや腐朽、顔料の脱離などが抑制される。
造膜型	造膜型では、塗膜が残存する限り撥水度は100%を保持する。そのため、わずかな塗膜欠陥で汚染感が大きくなる造膜型では、撥水度と塗装面の汚染感との相関性は低い。

5. 促進耐候性試験と屋外暴露試験の関係

5.1 色の変化

(1) 含浸型塗料

図12と図13に色差で表した色の変化を、促進耐候性試験と屋外暴露試験を対比して示す。

促進耐候性試験は常に一定の紫外線エネルギーと散水があるが、屋外暴露試験では季節の影響から気温、日射量、降水量が異なる。屋外暴露試験では、夏季における劣化が激しく、冬季の劣化は少ないので、促進耐候性試験との比較は12か月後及び24か月後の1年ごとの結果と比較する必要がある。

色差で表した色の変化をまとめると以下のようなになる。

・屋外暴露試験期間の1年後の含浸型の色差変化は、促進耐候性試験では約1000時間後の結果と同様である。

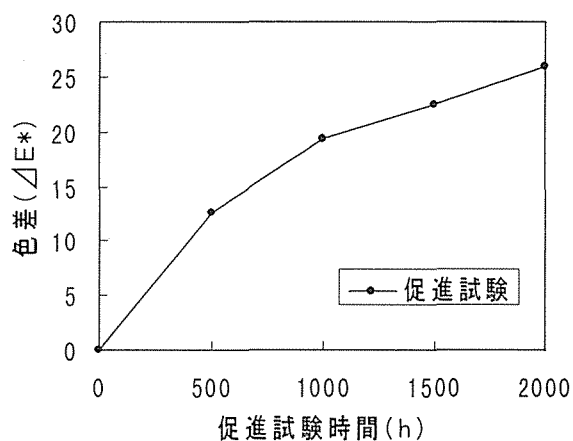


図12 含浸型における促進耐候性試験による色差変化

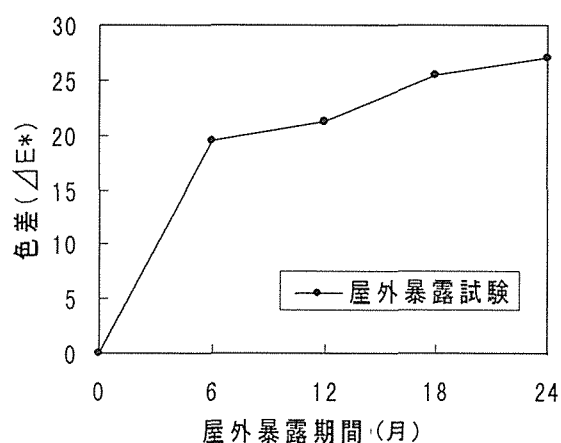


図13 含浸型における屋外暴露試験による色差変化

(2) 造膜型塗料

図14と図15に色差変化における促進耐候性試験と屋外暴露試験の結果を示す。結果をまとめると以下のようなになる。

・造膜型における色差変化で、促進耐候性試験による変退色の促進性をみると、含浸型に比べて低く、屋外暴露試験の1年は、促進耐候性試験の約2000時間と同程度である。

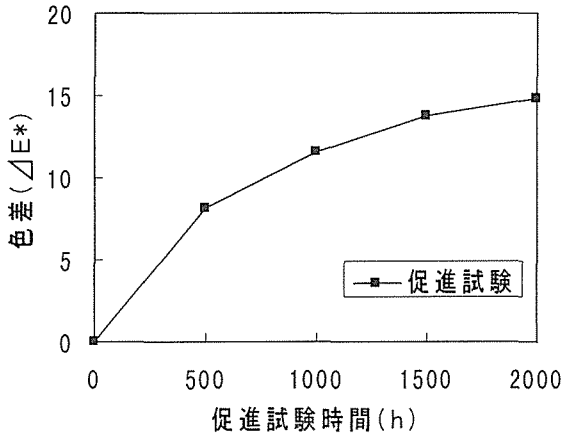


図14 造膜型における促進耐候性試験による色差変化

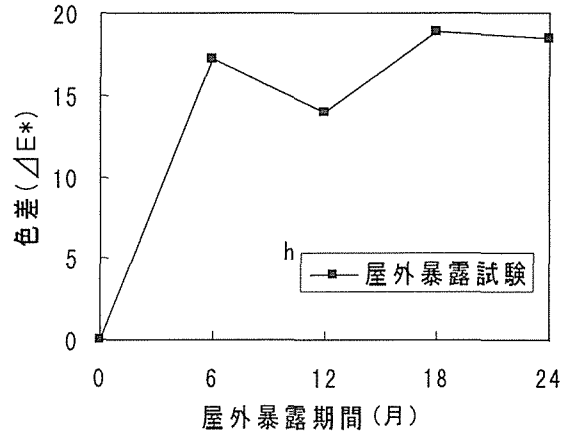


図15 造膜型における屋外暴露試験による色差変化

5.2 光沢度

図16と図17に造膜型塗料の光沢度変化における促進耐候性試験と屋外暴露試験との結果を示す。結果をまとめると以下のようなになる。

・屋外暴露試験1年後の光沢度は、促進耐候性試験の約1000時間に相当する。しかし、屋外暴露試験ではその後の光沢度の低下はほとんどないが、促進耐候性試験ではその後も光沢度の低下が続く。促進耐候性試験条件は屋外暴露試験条件よりも光沢の低下に与える影響が大きい。

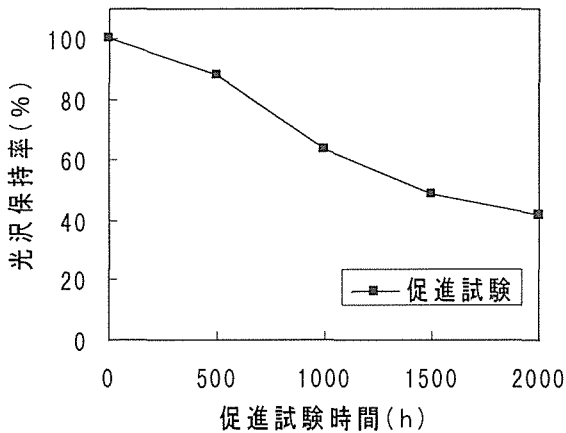


図16 造膜型における促進耐候性試験による光沢度変化

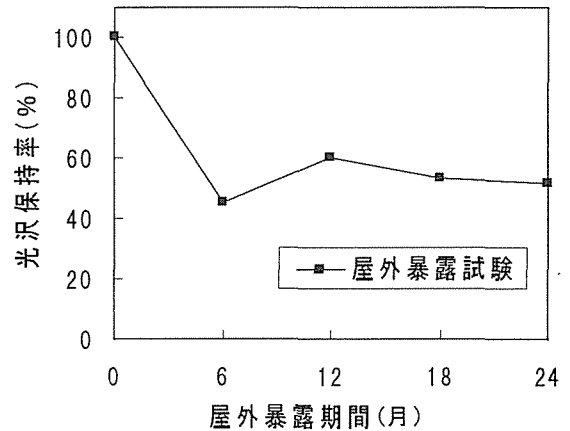


図17 造膜型における屋外暴露試験による光沢度変化

5.3 撥水度

図18と図19に含浸型塗料の撥水度における促進耐候性試験と屋外暴露試験との結果を示

す。結果をまとめると以下のようなになる。

・屋外暴露試験1年後における撥水度は、促進耐候性試験では約1200時間程度に相当し、屋外暴露2年後では、促進耐候性試験の約2000時間に相当する。

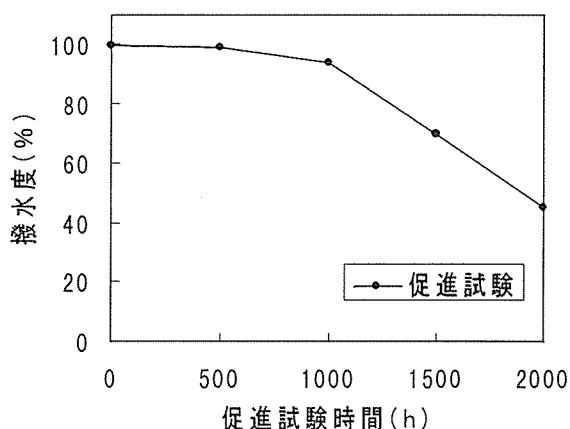


図18 含浸型における促進耐候性試験による撥水度変化

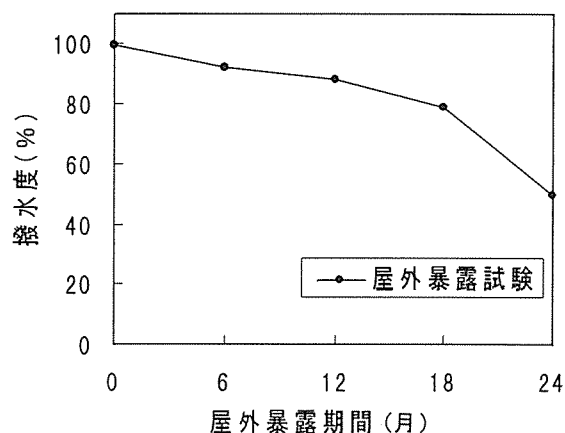


図19 含浸型における屋外暴露試験による撥水度変化

以上の結果から、促進耐候性試験と屋外暴露試験とを比較すると、色差、光沢、撥水度ともに含浸型及び造膜型(色差を除く)において促進耐候性試験1000時間が屋外暴露のおよそ1年に相当する。しかし特に色差について、屋外暴露試験の場合には発生する生物劣化や浮遊物の付着による汚染が、促進耐候性試験の場合には含まれないため、促進耐候性試験は実際の劣化状態とは異なることに留意すべきである。そのため、促進耐候性試験はあくまで補助的な評価方法とし、実際の耐候性は屋外暴露試験により評価する必要がある。

6. 屋外暴露による塗装木材の含水率及び寸法変化

塗装された木材は、屋外ではどのような変化をしているのだろうか。図20及び図21に塗装した木材の半径方向の寸法及び質量の経時変化を示す。暴露開始時の寸法を基準にした寸法変化率は、半径方向では無塗装材で年間1%程度の変動がみられる。含浸型塗料で塗装したものは年間0.8%程度で、塗装によって寸法変化が約20%抑制され、造膜型塗料の場合には年間変動がおよそ0.5%で、無塗装に比べて50%程度抑制されている。

質量変化も寸法変化と同様の傾向を示し、無塗装材が年間5%弱の変動を示すのに対して、含浸型の塗装では約4%、造膜型の塗装では約2.5%の変動で、変動幅が小さくなる。

太平洋側の地域(茨城県)に屋外暴露された木材の季節的な傾向では、春先の4月まで乾燥傾向を示し、その後梅雨の終わる7月下旬まで膨潤過程に入る。この間の無塗装木材の寸法変化は約1%、質量増加は4%弱である。梅雨明け後9月下旬まで再び乾燥過程に入るが、秋雨の季節から急激な膨潤過程に入り、10月下旬までの1か月間に寸法変化で1

%、質量増加で約5%の膨潤が起こり、この時期に年間で最も急激な寸法変化が生じる。その後11月から翌年の4月まで長い乾燥過程に入る。以上が太平洋側地域における一般的な木材の変化過程である。

- ・含浸型塗料による塗装は、木材の寸法及び質量変化を無塗装に比べて約20%抑制する。
- ・同様に造膜型塗料は約50%抑制する。
- ・季節的な変化では、4月から7月と9月から10月に急激な膨潤が起こる。
(太平洋側)

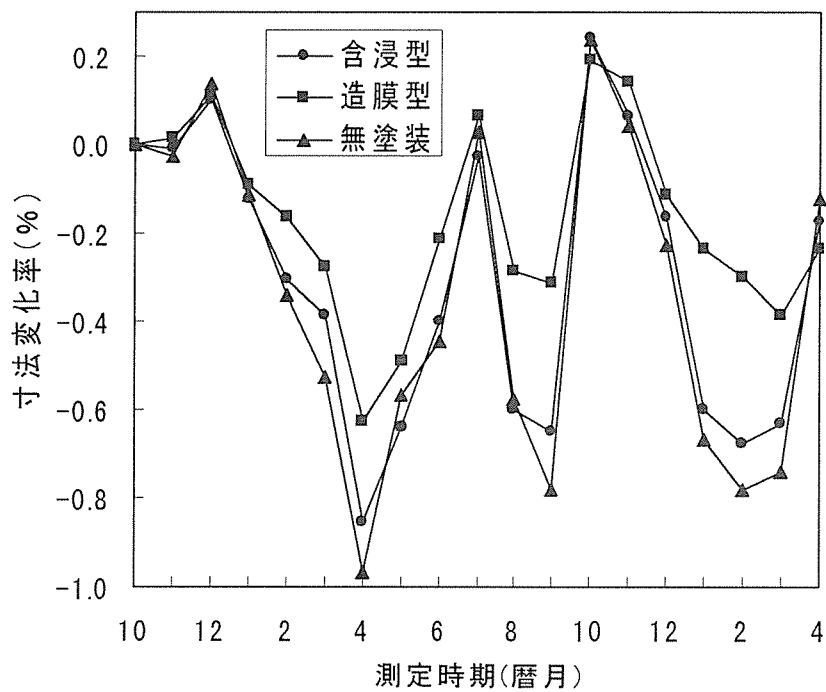


図20 屋外暴露における塗装木材の半径方向寸法の季節的变化

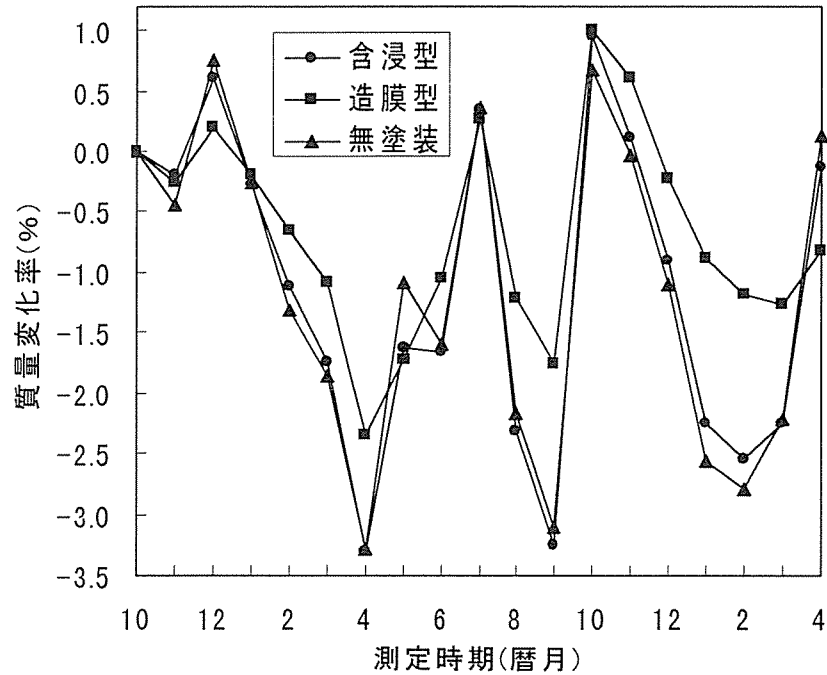


図21 屋外暴露における塗装木材の季節的質量変化

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書(木製サッシ塗装技術開発事業 平成8年3月 p.74~84(1996)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書(木製サッシ塗装技術開発事業 平成9年3月 p.28~43(1997)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：木材保護着色塗料の品質規格(19)
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター：
促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 5) (財)日本住宅・木材技術センター：
屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 6) JIS Z 2381-19 屋外暴露試験方法通則
- 7) JIS Z 8722-1982 物体色の測定方法
JIS Z 8722-1994 色の測定方法－反射及び透過物体色
- 8) JIS Z 8729-1980 L*a*b*表色系及びL*u*v*表色系による物体色の表示方法
JIS Z 8729-1994 色の表示方法－L*a*b*表色系及びL*u*v*表色系
- 9) JIS Z 8730-1980 色差表示方法
JIS Z 8730-1994 色の表示方法－物体色の色差
- 10) JIS Z 8741-1983 鏡面光沢度測定方法

この章の執筆者：木口 実

第4章 木材保護着色塗装した木製サッシの実大屋外暴露試験

1. はじめに

製品の耐久性を知るには、その製品が使用されるのと同じ条件で試験されることが望ましい。しかし、現実的には時間的な制約や試験条件を一定にする必要性から、促進的な試験で耐久性を推定することが多い。実用条件での実績が集積されるにしたがって促進試験と実用条件との関連が明らかになると、促進試験の条件が変更されるようなこともある。

塗装された木製サッシの場合、日光や風雨のほかには微生物の影響も受けるので、説得力のある結果は屋外暴露試験でしか得られない。また、木製サッシのように大きな製品になると、小さい試験片とは異なる寸法効果が現れることも予想される。

本章では数種の木材保護着色塗料で処理した実大木製サッシの屋外暴露試験の結果について述べる。

2. 試験方法

2.1 試験材料

実大の木製サッシは、(有)共和木工によるベイマツ製のサッシを3台用いた。サッシはガラス固定タイプで外枠と窓枠部からなり、ガラスははめ込まれていない。

サッシに塗装する塗料は、含浸型2種類と造膜型3種類を用い、色調はパイン系とした。試験体は、サッシを左右に区分し片方ずつ異なる塗料で塗装した。塗装は刷毛塗りで行い、それぞれの塗料用の下塗り塗料を2回塗った後、トップコート塗料を2回塗りした。供試塗料は以下のとおりである。

- 塗料① アクリル系 造膜型 (第3章の塗料Eと同等品)
- 塗料② アルキド系 含浸型 (第3章の塗料Dの含浸タイプ)
- 塗料③ ウルタンアルキド系 含浸型 (第3章の塗料Jと同等品)
- 塗料④ アルキド系 造膜型 (第3章の塗料Gと同等品)
- 塗料⑤ アマニ油系 造膜型 (第3章の塗料Iの造膜型)
- ⑥ 無塗装コントロール

2.2 暴露試験と試験成績の評価

塗装した実大サッシ試験体は、茨城県つくば市にある森林総合研究所第2樹木園内の屋外暴露試験場の架台に南面・垂直に取り付けた。暴露試験は1994年1月20日より開始し、1996年1月までの25か月間行った。この間の気象観測値は第3章に述べたとおりである。

測定項目は、1か月ごとにサッシ各部の寸法変化を測定し、また6か月ごとに写真撮影及び各部位の色差、光沢を測定した。図1に測定部位の番号を示す。

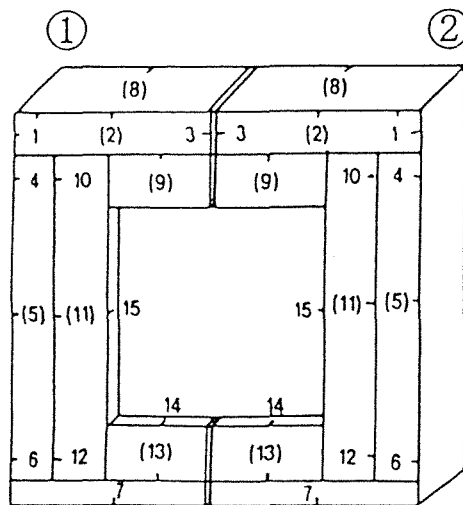


図1 木製サッシの寸法、色差測定部位番号 ()内は光沢も測定

3. 試験結果と考察

3.1 部位別の色の变化

図2～図4に塗料タイプ別のサッシ各部位における色の变化を色差³⁾で表し、その経時变化を例示する。測定部位は、外枠上部(図1の測定部位No.8)、窓枠上横前部(No.9)、窓枠縦棧中央前部(No.11)、窓枠下横前部(No.13)、窓枠下横上部(水平面、No.14)、窓枠縦棧横部(No.15)であるが、図2～図4に示したのはNo.9、No.11、No.13及びNo.14である。

サッシ全体の色差变化を塗料別にみると、無処理及び塗料⑤が大きく、次いで塗料④、②、③と続き、塗料①が比較的変色は少なかった。季節的には、ほとんどの試験体が暴露6か月後の夏季から色差が増大し、その後徐々に増加する傾向を示した。

次に部位別の傾向をみると、測定部位による差が比較的大きいものは無塗装、塗料②、⑤であり、次いで塗料①、③、④の順になった。部位では、外枠上部(No.8)が極めて大きく、塗料③及び④ではそれ以外の部位での色差の違いはほとんどなかった。外枠上部(No.8)に次いで窓枠下横上部(No.14)が大きく、上面の変色が大きかった。その他の部位では差は小さかったが、塗料の種類によって傾向は異なっていた。無処理では窓枠下横前部(No.13)、窓枠上横前部(No.9)、窓枠縦棧横部(No.15)、窓枠縦棧前部(No.11)の順となり、下横の方が縦棧より色差が大きくなる傾向を示した。

このように無塗装サッシの部位別の色差では、横棧の水平部が最も大きく、次いで下部の横棧、上部の横棧となり、縦棧の中央部が最も小さい。塗装により色差変化が小さくなり、また部位間の差が縮小する。

これらの結果をまとめると次のとおり。

- ・ 塗装により色の变化及び各部位間の差が小さくなる。
- ・ 含浸型と造膜型との差は少ないが、造膜型の方が若干色の变化が少ない。
- ・ 部位別では、水平面が最も変色しやすく、次いで横棧の下部、横棧の上部、縦棧の中央部の順となる。
- ・ 水平部には入念な塗装が要求され、また、横棧の方が縦棧より変色が大きくなる傾向がある。

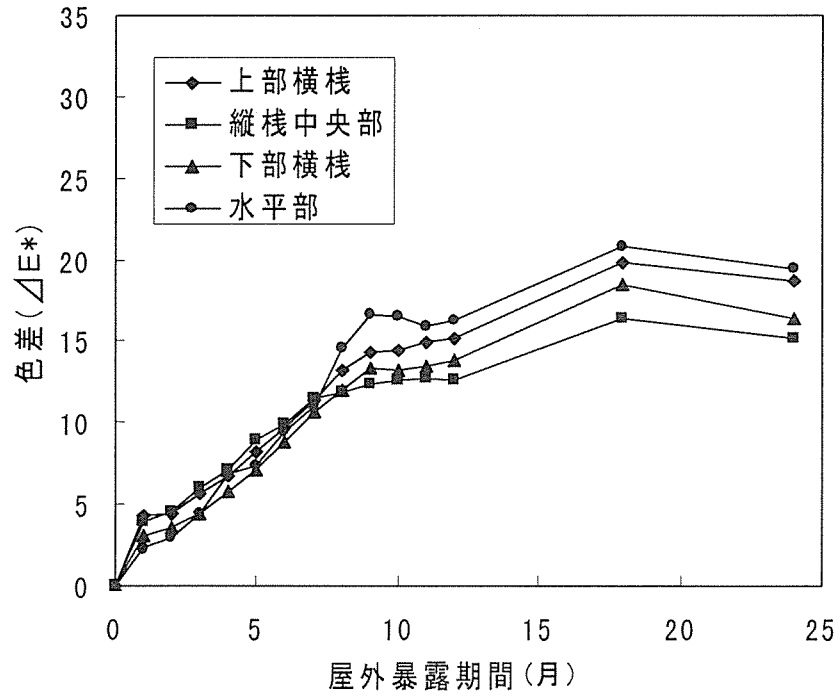


図2 塗装した木製サッシの部位別色差変化例(1) (含浸型塗料の例)

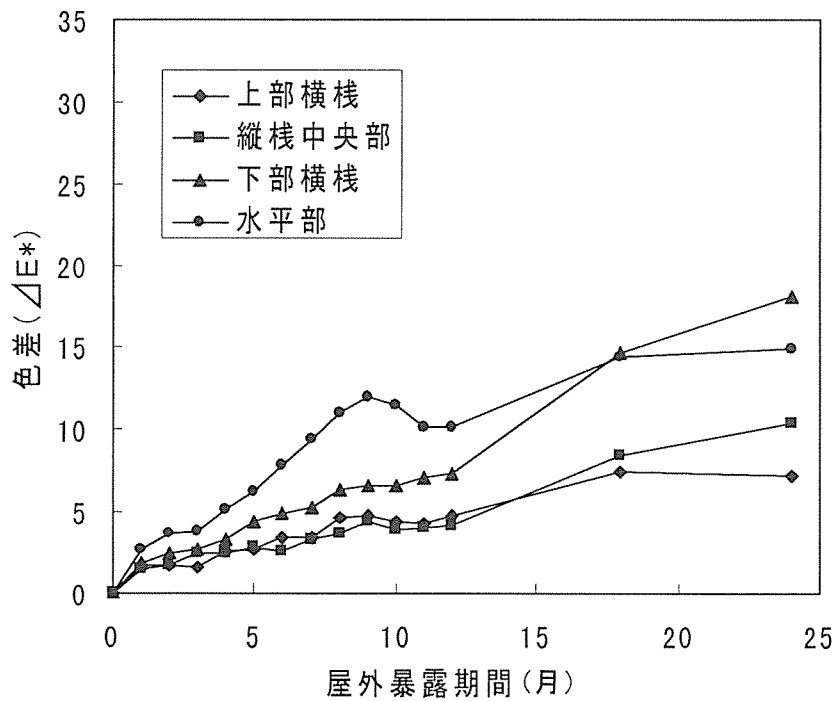


図3 塗装した木製サッシの部位別色差変化例(2) (造膜型塗料の例)

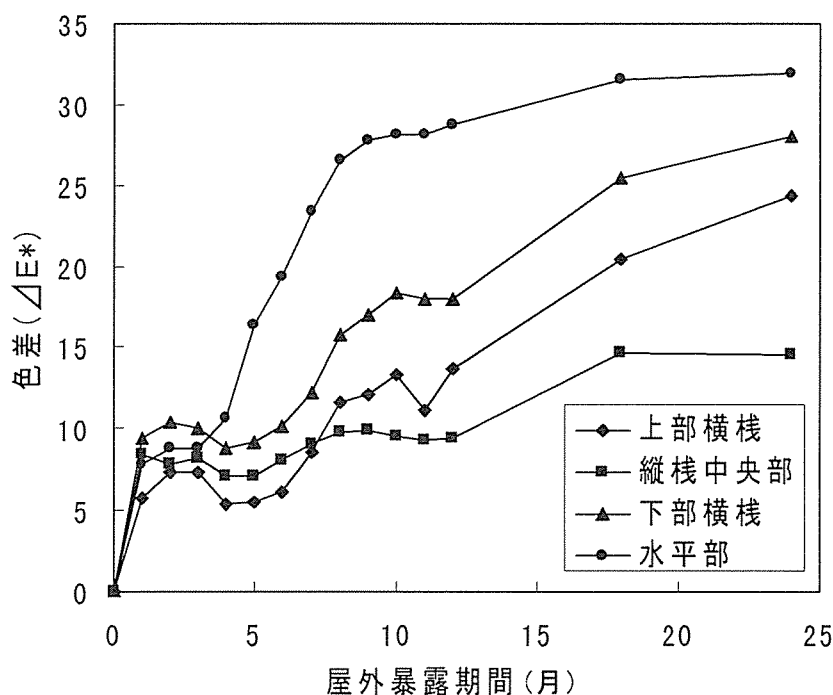


図4 無塗装木製サッシの部位別色差変化例

3.2 寸法変化

実大木製サッシの寸法変化測定部位は図1のうち、横棧端部(外枠上棧木口部、図1の測定部位No.1)、横棧中央部(外枠上棧中央部、No.2)、縦棧上端部(外枠縦棧上部木口部、No.4)、縦棧下端部(外枠縦棧下部木口部、No.6)の4箇所である。

図5～図7に含浸型塗料塗装、造膜型塗料塗装及び無塗装の実大木製サッシの部位別寸法の経時変化を例示する。測定値は、暴露開始時の寸法を基準として寸法変化率として表した。

寸法変化は塗料の性能もさることながら、基材である木材の比重や木取り、抽出成分量など木材の性質によるところが大きいと、寸法変化率を塗料間の比較に用いることは危険である。しかし、無塗装試験体と塗装試験体とを比較すると、無塗装材が縦棧下部 (No.6) を除いて2～3.5%程度の膨潤率であるのに対し、塗装材では1～2%程度の膨潤率であり、塗装により寸法変化がかなり抑制されていることが分かる。

部位別の寸法変化をみると、無処理試験体では縦棧下部 (No.6) が最も大きく6%以上に達した。次いで縦棧上部 (No.4) が3%程度であり、上棧では木口部の方が若干大きい中央部との差は小さく1%程度の変化となった。塗装した試験体でもほぼ同様の傾向を示し、縦棧下部 (No.6) が際だって大きく、その他の部位では大きな差はなかった。また、塗料③及び⑤では部位による差はほとんどなかった。

このように部位別では、縦棧下端部が最も膨潤が大きく、暴露後の降雨で急激に膨潤し、その後の変動は小さくなる。次に大きいのは縦棧の上端部であるが、下端部と比べると寸法変化はかなり少なくなる。次いで横棧の端部、横棧の中央部となり、横棧では端部と中央部との差は小さい。

このような実大木製サッシ各部位の寸法変化は、小さな塗装試験片の結果と同様に造膜型塗料が最も変化が少なく、次いで含浸型であるが無塗装との差は小さい。造膜型では、各部位における寸法変化の差は少ない。

以上から、木製サッシの場合、特に縦棧の木口面からの水の侵入により材が膨潤するため、木口面の防水処理が重要である。

このような結果をまとめると次のとおり。

- ・ 実大木製サッシの寸法変化は、造膜型塗料で塗装する場合は最も少なく、含浸型は無塗装より変化は少ないが、寸法変化の抑制効果は低い。
- ・ 造膜型塗料の場合、部位別の寸法変化の差は少ない。
- ・ 部位別では、寸法変化の大きい順は次のようになる。
縦棧下端部 >> 縦棧上端部 > 横棧端部 > 横棧中央部
- ・ 縦棧の木口面からの水の侵入を防ぐことが重要である。

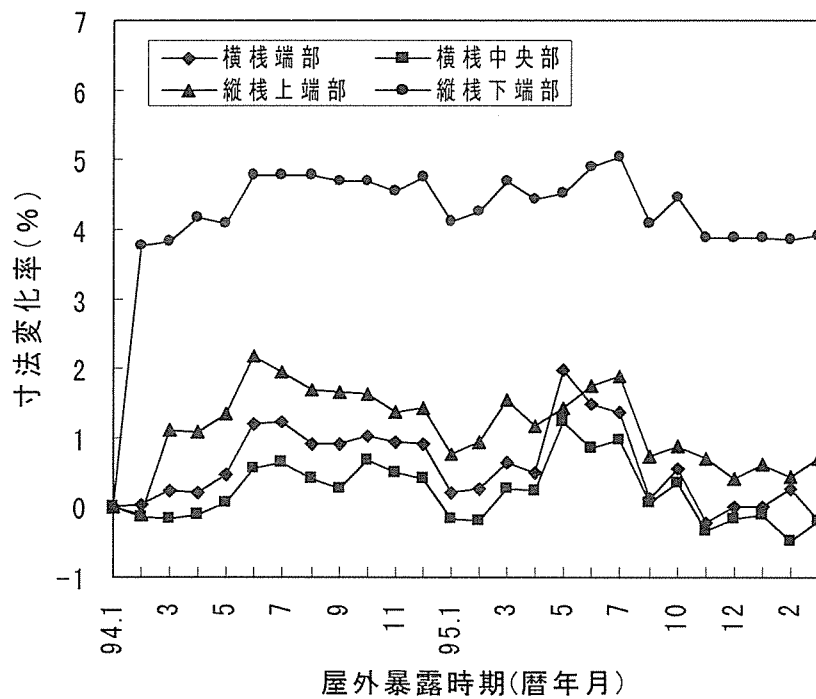


図5 含浸型塗料で塗装した木製サッシの部位別寸法変化例

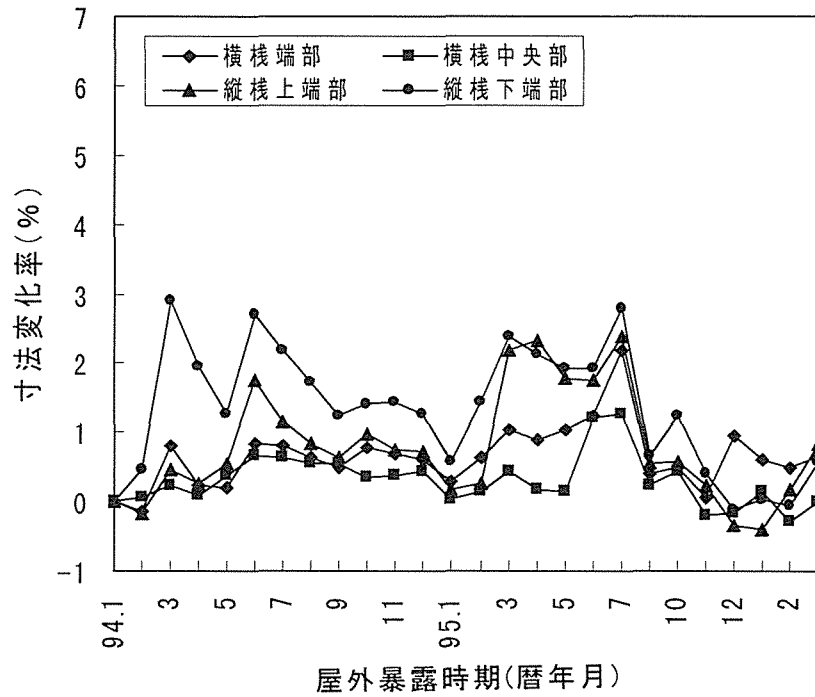


図6 造膜型塗料で塗装した木製サッシの部位別寸法変化例

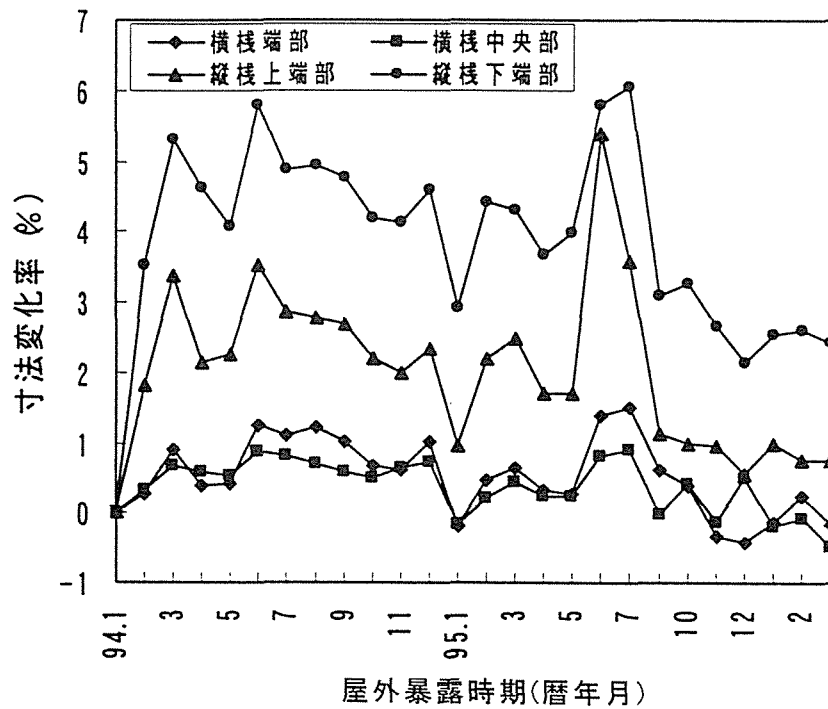


図7 無塗装木製サッシの部位別寸法変化例

4. まとめ

以上の結果から、目視による評価では含浸型塗料の方が劣化が目立ちにくく、汚染感は造膜型に比べて小さかった。色調の変化については、含浸型塗料で塗装したサッシの横棧の上部に特に注意が必要であり、また縦棧より横棧の方が劣化しやすい傾向が認められた。寸法変化については、特に縦棧下部の変化が大きいことから、この部位の木口面の防水、撥水処理及び防腐処理が必要と思われる。また、縦棧上部の木口面については塗装により寸法変化は大きく抑制できる。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業 平成8年3月 p.30～36(1996))
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業 平成9年3月 p.39～43(1997))
- 3) JIS Z 8730-1980 色差表示方法
JIS Z 8730-1994 色の表示方法－物体色の色差

本章の執筆者：木口 実

第5章 木材保護着色塗料のメンテナンス性

1. はじめに

屋外暴露試験と関連して、木材保護着色塗料を塗装した屋外暴露試験片を使用して木製サッシのメンテナンスに関する試験を行った。この試験は、塗膜剥離剤による劣化塗膜の除去と漂白剤による漂白について行ったものである。その際、暴露によって生じた風化量とメンテナンス後の表面粗さを測定した。

2. 試験方法

2.1 供試材料

第3章に述べた試験片で、平成5年(1993)1月から平成7年(1995)1月までの24か月間、南面・45度傾斜で屋外暴露した試験片を本章のメンテナンス性の試験に用いた(暴露期間中における暴露場付近の気象データについては第3章参照)。この先行した屋外暴露の試験片は、基材であるベイマツ柾目材[寸法:300(L)×70(R)×10(T)mm]に11種類の木材保護着色塗料を刷毛塗りしたものである。木材保護着色塗料は、木理が見えることを前提として、顔料を含まないかあるいは少量含む無色ないし黄色のパイン系の色調の含浸型及び造膜型の11種類である。以下に、供試塗料の一覧を示す。

塗料記号

A : シリコン系	造膜型	クリアタイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
B : ウレタン系	造膜型	パイン色半透明タイプ	(下地着色, 下塗り1回+上塗り3回)
C : アルキド系	造膜型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
D : アルキド系	造膜型	パイン色半透明タイプ	(下塗り2回+上塗り2回)
E : アクリル系	造膜型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
F : ウレタン系	造膜型	薄黄色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り3回)
G : アルキド系	含浸型(半造膜型)	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
H : アマニ油系	含浸型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
I : アマニ油系	含浸型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
J : ウルタンアルキド系	含浸型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り2回)
K : アルキド系	含浸型	パイン色半透明タイプ	(下塗り1回+上塗り1回)
S : 無塗装	コントロール		

2.2 メンテナンス方法(再塗装における前処理方法)

暴露後残存塗膜を落とし、基材表面の洗浄(漂白)を行った。処理法は以下の3通りについて検討した。

① 塗膜剥離剤(カンペリムーバ)

②塗膜剥離剤＋漂白剤（次亜塩素酸ナトリウム（Cℓ：5%）＋アンモニア水混合液）

③漂白剤のみ

塗膜剥離剤の場合は、原液を直接塗膜上に刷毛で塗布し5～10分経過後剥離してきた塗膜をブラシで落とし、十分に水洗し乾燥させた。漂白の場合は、刷毛に漂白剤をつけて基材の上をこすって行った。その後、十分に水洗し乾燥させた。

2.3 機器測定

前項の処理を行った試験片について、色調、表面粗さを測定した。

(1) 色調

メンテナンス後の表面について、ミノルタ社製色彩色差計（CR200）によりL*a*b*表色系による色調を測定した。

(2) 表面粗さ

キーエンス社製レーザー変位計により、暴露試験直後及びメンテナンス後の表面粗さ（風化量）を測定した。

3. 結果と考察

3.1 メンテナンス性

メンテナンス性については、造膜型塗料には塗膜剥離剤が必要であった。造膜型のうち、塗膜剥離剤のみで十分洗浄できたものは、塗料B、C、Eの3種類であった。塗膜剥離後カビによる汚染が見られ漂白が必要であったものは、塗料A、D、F、Gであった。そのうち塗料A及びCは、漂白剤を用いても黒色状のシミが残った。塗料Gは含浸型に分類されているが、薄い塗膜が残存していたため剥離剤が必要であった。

含浸型は、塗料Gを除いてすべて漂白剤のみで洗浄効果が認められた。無塗装においても漂白剤のみで十分な洗浄効果があった。暴露直後は、表面にカビと思われる生物汚染が見られたが漂白剤で洗浄できた。一方、造膜型の場合塗膜下のカビによるものと思われる汚染は漂白剤でも洗浄できず、含浸型に生じたカビとは異なるカビである可能性が示唆された。

メンテナンス後に表面の毛羽立ちが目立ったものは塗料A、D、F、Gであった。これは、暴露中に激しい光劣化を受け劣化した部分がメンテナンス時の洗浄により毛羽立ちしたと考えられる。

以上の結果より、洗浄性からみたメンテナンス性に優れている塗料は、

塗料 I = H = J = K = 無塗装 > E = B > C >> G = D > F > A

の順であった。これは、含浸型塗料のメンテナンス性が優れていることを示している。また、造膜型塗料においてカビによる汚染が見られたものは、汚染部の漂白が難しくメンテナンス性が劣っている。

3.2 表面粗さ（風化量）

図1～図12に、各塗料ごとの暴露24か月後及びメンテナンス後の試験片表面の粗さを示す。暴露後の風化量では含浸型の方が大きく、0.6mm～0.8mm程度の風化が見られた。造膜

型では塗膜があるため木材の風化をかなり抑制しており、0.2mm～0.4mm程度であった。屋外暴露後の風化量の大きい順に示すと以下のようである。

無塗装 > 塗料 J = K > G = H = I >> F = A > E = B > C > D

次に、メンテナンス後の表面粗さについてみると、暴露後同様に含浸型の方が粗さも大きい傾向を示したが、造膜型でも漂白剤を用いた塗料 F については含浸型と同程度の粗さが認められた。含浸型では、暴露後よりメンテナンス後の方がより大きな表面粗さを示したが、造膜型では塗料 F を除き大きな差は見られなかった。メンテナンス後の表面粗さの大きい順にみると以下のようになった。

塗料 F = K = J >> 無塗装 = 塗料 H > G >> A > D > E > C = B

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成8年3月 p.18～29(1996)

本章の執筆者：木口 実

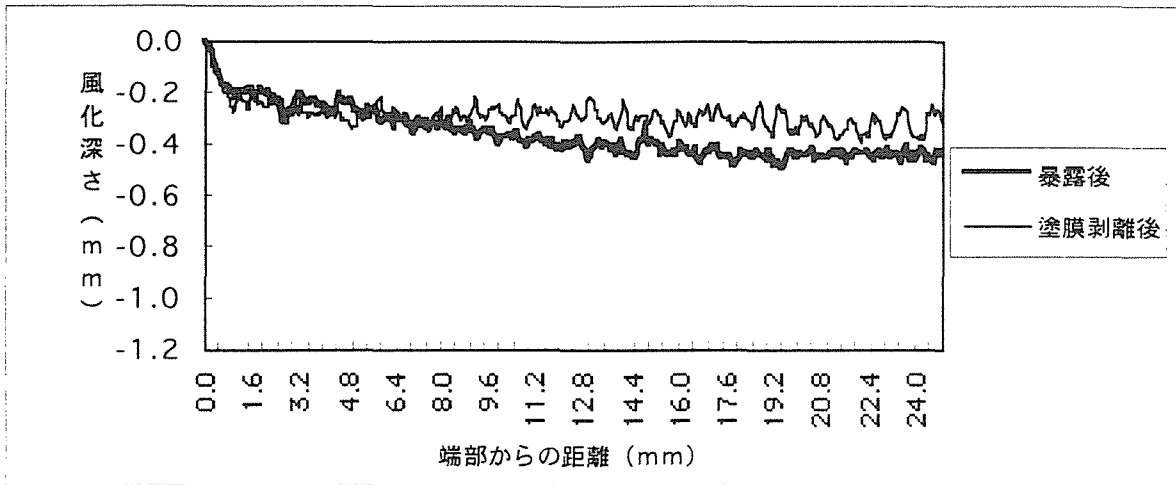


図1 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料A：造膜型）

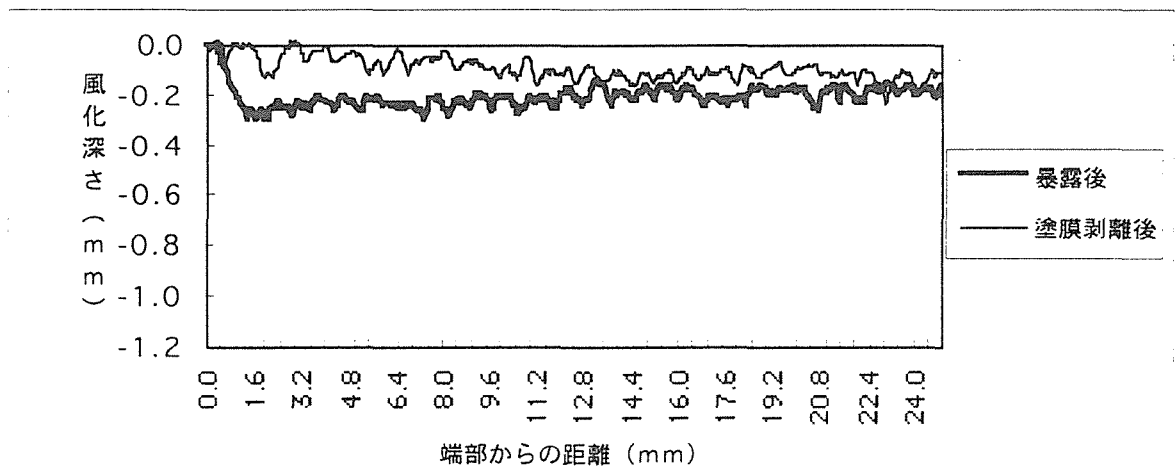


図2 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料B：造膜型）

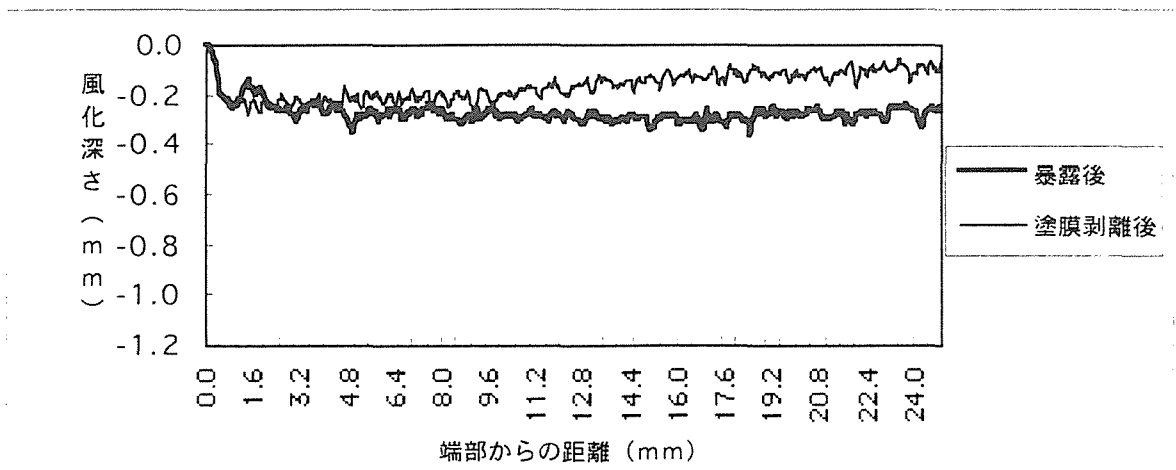


図3 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料C：造膜型）

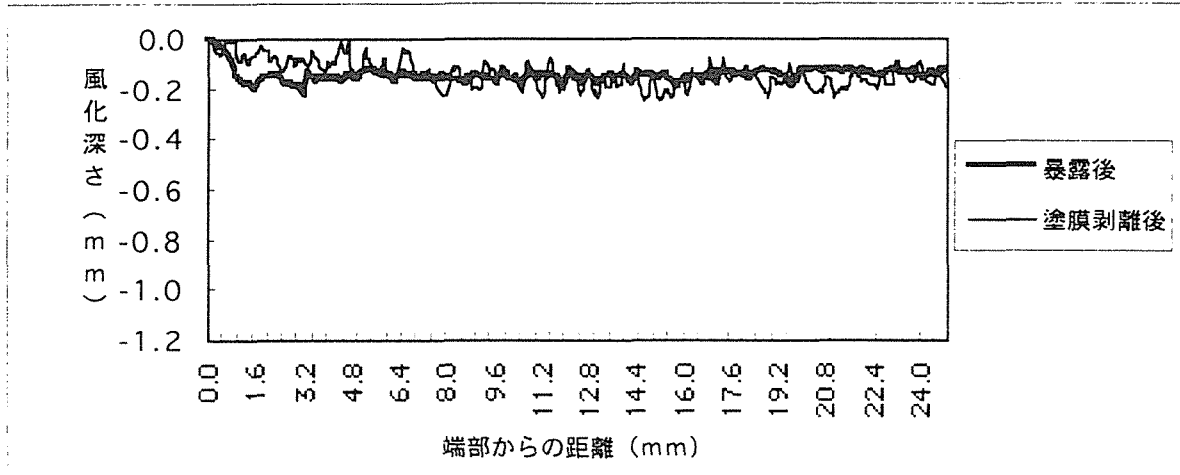


図4 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料D：造膜型）

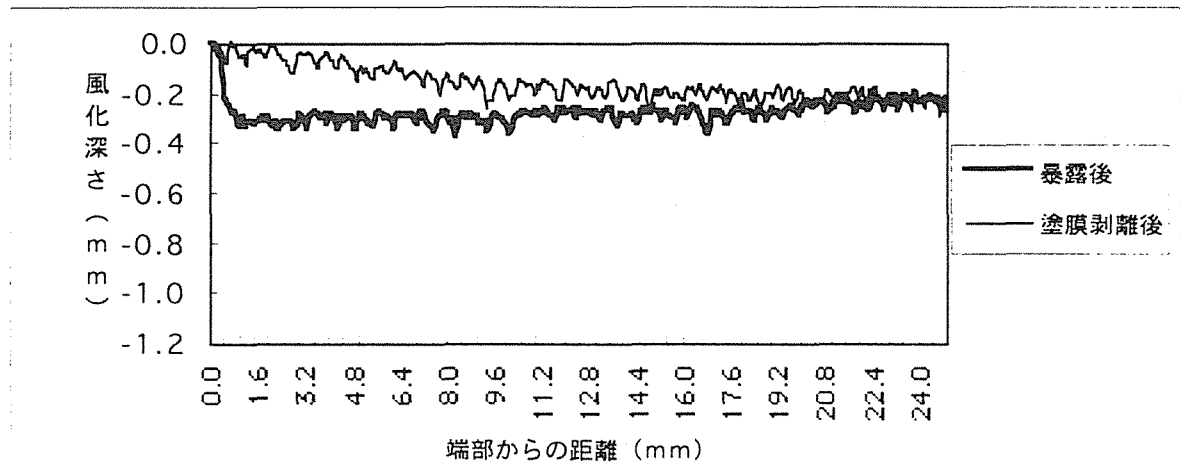


図5 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料E：造膜型）

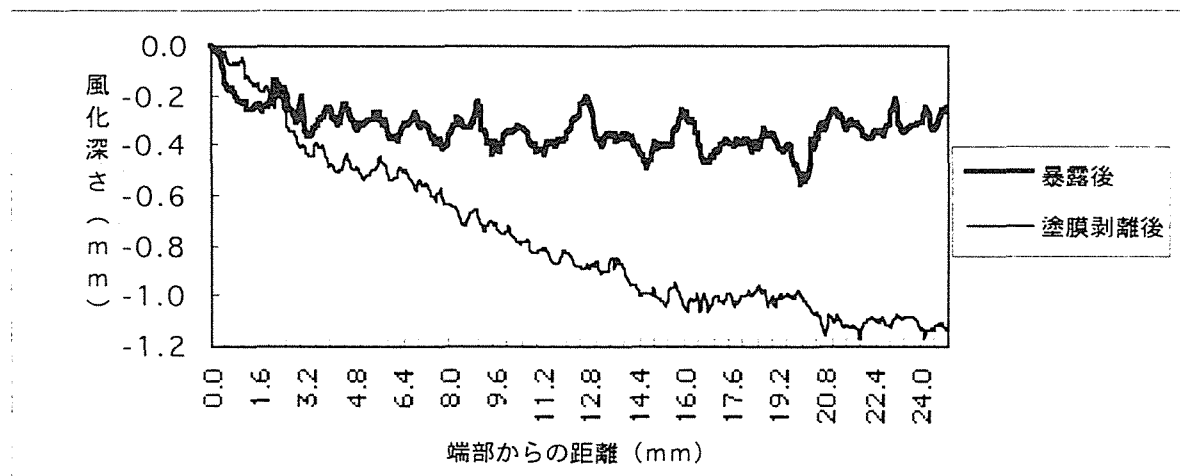


図6 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料F：造膜型）

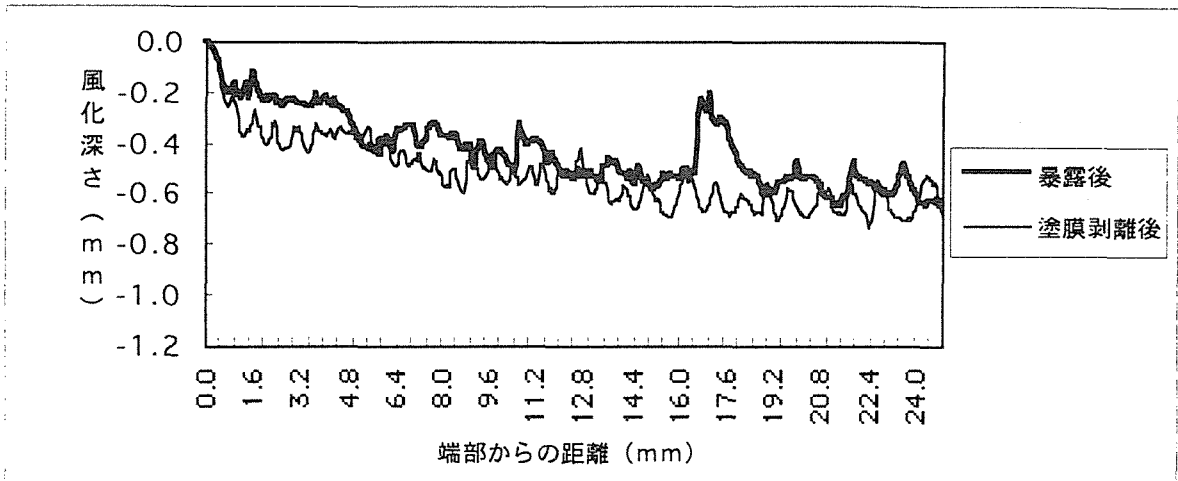


図7 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料G：含浸型）

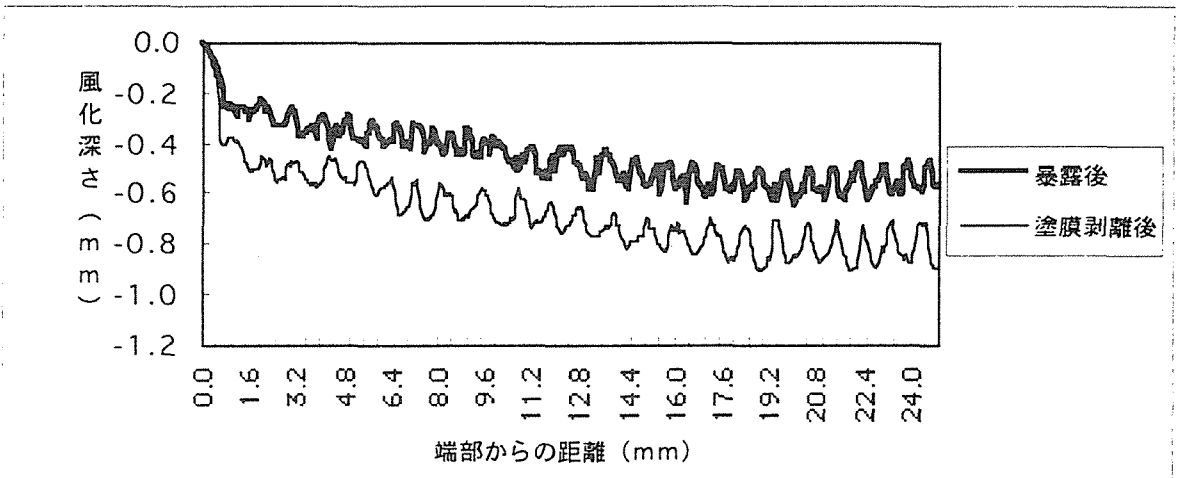


図8 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料H：含浸型）

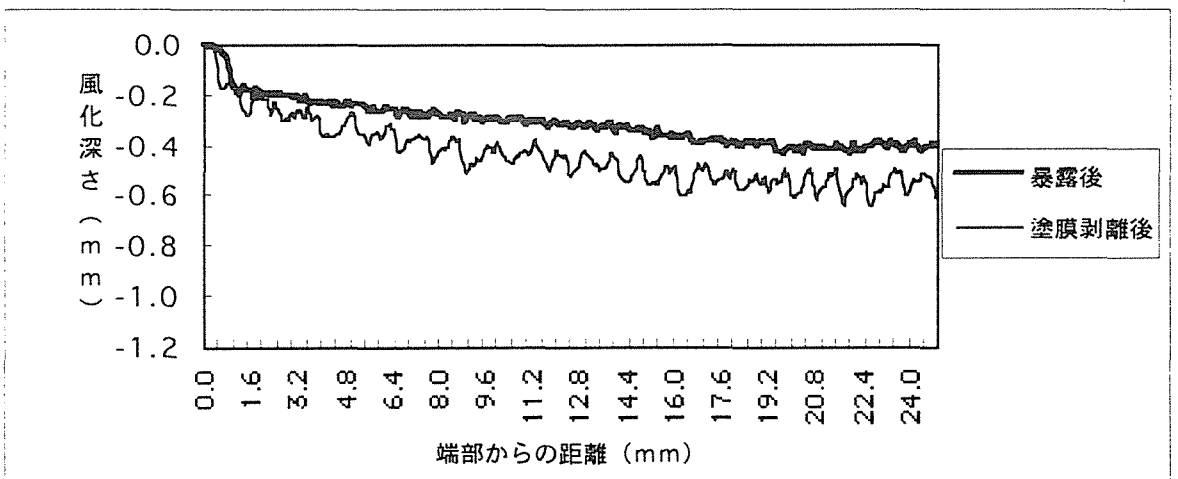


図9 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料I：含浸型）

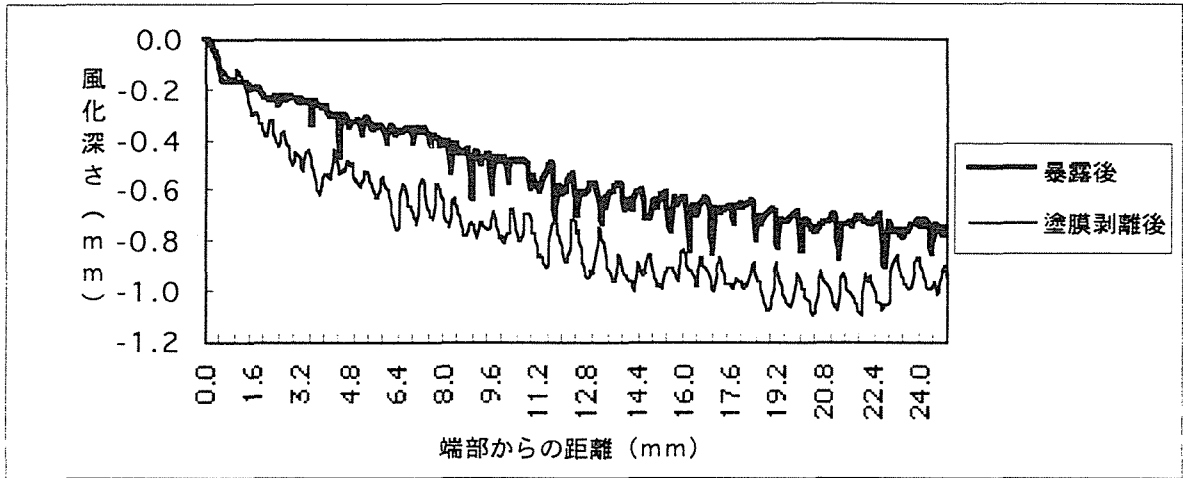


図10 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料J：含浸型）

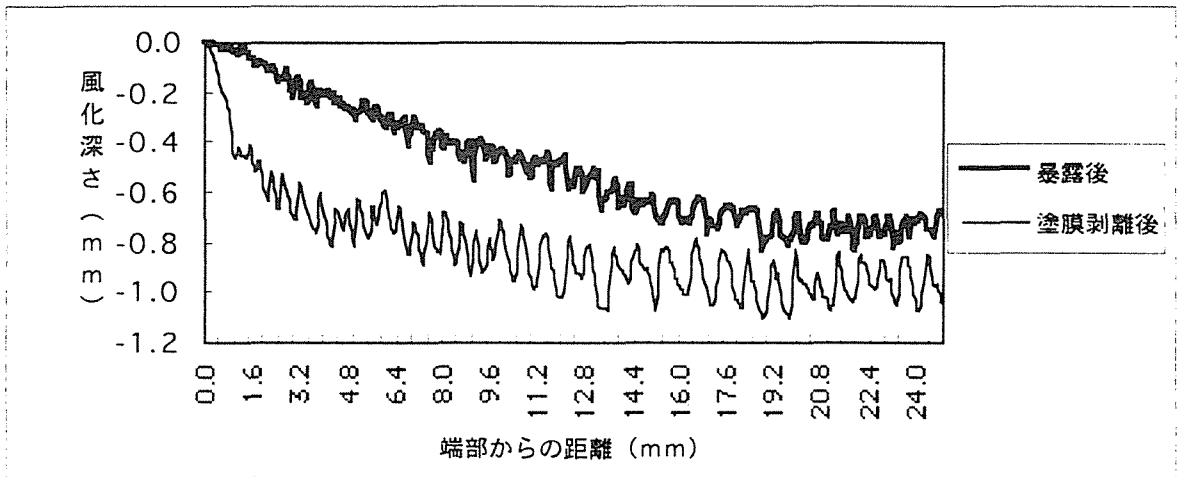


図11 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（塗料K：含浸型）

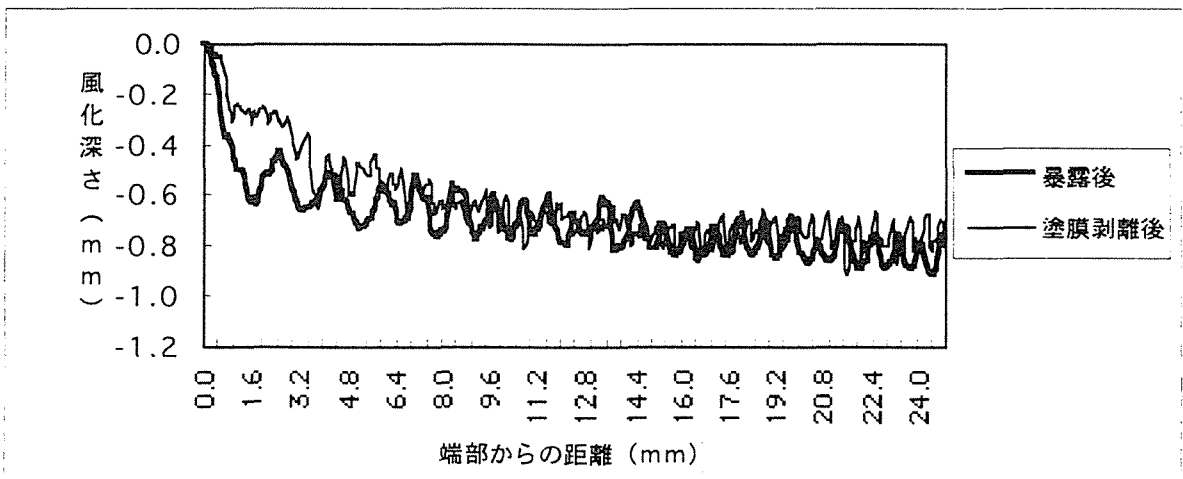


図12 屋外暴露24か月後及び塗膜剥離後の試片中央部の風化量（無塗装）

第6章 木材保護着色塗料のかび抵抗性試験

1. はじめに

屋外暴露試験と促進耐候性試験の相関性検討を目的に、促進耐候性試験の時間経過が生物汚染に与える影響を見るため、かび抵抗性試験を行った。第1段階の試験では、調整した混合孢子懸濁液にかびの栄養源として数種の無機塩類を加えて接種する条件で検討した。その結果、屋外暴露におけるかび発生状況と異なる傾向が認められた。そのため、第2段階では栄養源を加えない孢子懸濁液のみで培養期間を延長する方法で行った。

2. 第1段階の試験（かびの栄養源を添加した場合）

2.1 試験方法

2.1.1 試験片の作製

無塗装試験片Sを含め、次に示す塗装仕様の異なるA～Kまでの試験片計12種類を用いた（塗料記号は第3章に同じ）。

塗料記号

A	シリコン系	造膜型	クリアタイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
B	ウレタン系	造膜型	パイン色半透明タイプ（下地着色，下塗り1回＋上塗り3回）
C	アルキド系	造膜型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
D	アルキド系	造膜型	パイン色半透明タイプ（下塗り2回＋上塗り2回）
E	アクリル系	造膜型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
F	ウレタン系	造膜型	薄黄色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り3回）
G	アルキド系	含浸型（半造膜型）	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
H	アマニ油系	含浸型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
I	アマニ油系	含浸型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
J	ウツアルキド系	含浸型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り2回）
K	アルキド系	含浸型	パイン色半透明タイプ（下塗り1回＋上塗り1回）
S	無塗装コントロール		

促進耐候性試験による劣化状況を考慮し、無塗装のSとA～Fの造膜型塗料では、ブランク（無負荷の試験片：0時間）と、促進耐候性試験1500時間まで、500時間毎にサンプリングした試験片（500、1000、1500時間）で計4水準、G～Kの含浸型（材の中へ浸透するタイプ）塗料では1000時間までの試験片（0、500、1000時間）で計3水準とする。各試験片（長さ150×幅70×厚さ15mm）は6等分（縦3分、横2分で、長さ50×幅35×厚さ15mm）し、右側上中下の3片を試験に用い、左側3片は現状見本として保存する。因子と水準をまとめると次のとおり。

- 1) 塗装仕様の種類：S（無塗装試験片） 1種類
 A～F（造膜型） 6種類
 G～K（含浸型） 5種類
 計 12種類
- 2) 促進耐候性試験時間：S（無塗装）、A～F 0、500、1000、1500 時間の4水準
 G～K 0、500、1000 時間の3水準
- 3) 各試験片のサイズと数：50×35mm 3片(150×70mmを6等分した右側上中下3片)
- 4) 試験片の総数：7（種類）×4（水準）×3（片）= 84（片）
 5 × 3 × 3 = 45
 計 129 片

2.1.2 試験菌の調製

試験に使用した菌（かび）は一般に環境中に存在し、塗装面や木材に多く発生・繁殖していることが確認されている種類の中から下記の6種を選択した。

- 1) *Aspergillus niger* ATCC 9642
- 2) *Penicillium funiculosum* ATCC 9644
- 3) *Cladosporium cladosporioides* IAMF 518
- 4) *Aureobasidium pullans* IAMF 24
- 5) *Gliocladium virans* ATCC 9645
- 6) *Alternaria citri*

上記の菌（かび）のそれぞれについて、斜面培養基から胞子を白金耳により一定量採取し、スルホコハク酸ジオクチルナトリウムの50ppm水溶液に懸濁させて胞子懸濁液を調製した。6種類の胞子懸濁液を合わせて混合胞子懸濁液とした。

2.1.3 添加栄養液

下記の成分組成により調製した。

(1) 燐酸二カリウム	K_2HPO_4	0.7g
(2) 燐酸一カリウム	KH_2PO_4	0.7g
(3) 硫酸マグネシウム	$MgSO_4$	0.7g
(4) 硝酸アンモニウム	NH_4NO_3	1.0g
(5) 塩化ナトリウム	$NaCl$	0.005g
(6) 硫酸第一鉄	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	0.002g
(7) 硫酸亜鉛	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.002g
(8) 硫酸マンガン	$MnSO_4 \cdot 5H_2O$	0.001g
(9) 精製水		1000 μ

この溶液をオートクレーブにより滅菌処理した。

2.1.4 混合胞子懸濁栄養液

調製した混合胞子懸濁液(2.1.2項)を遠心分離して上澄み液を除去した後、滅菌水を遠心分離用沈殿管に一定量添加してガラス棒で攪拌し、遠心分離して上澄み液を分離した。

この孢子洗浄操作をさらに2回、計3回行った。

3回目の遠心分離後上澄み液を除去した沈殿管に2.1.3で調製した栄養液を一定量加えてガラス棒で攪拌し、孢子を栄養液に懸濁させた。

2.1.5 試験片への孢子の接種

試験片は径9cmのシャーレに入れてドラフトチャンバーに置き、調製した混合孢子懸濁液(2.1.4項)を滅菌した噴霧器によってこの試験片に散布した。

その後シャーレを温度28℃、相対湿度96%にセットした恒温恒湿槽に収納し、培養した。培養期間は28日(4週間)とした。

2.2 試験結果と考察

4週間目の総合結果を表1に、また、促進耐候性試験に伴うかび抵抗性の変化について図1の上図に2週間目の結果を、図2の上図(造膜型塗料)、図3の上図(含浸型塗料)に4週間目の結果をそれぞれ示す。

このかび抵抗試験方法は無機塩類を栄養源として試験片に添加するため、一般工業製品の試験法で栄養源を一切添加しないJIS Z 2911³⁾に比べ、かびがより一層発生しやすい方法といえることができる。

2.2.1 造膜型塗料の試験結果

塗料A：促進耐候性試験前の試験片(0時間)でかびの発生は認められなかった。このことは塗料の主成分がシリコン系バインダーであるので、かびによる劣化を受け難いためと推察される。しかし、500時間の促進耐候性試験では塗膜が少し劣化したため、少量のかびが発生したといえる。1000時間、1500時間の促進耐候性試験では時間の増加とともに塗膜がさらに劣化し、木肌、下塗り面の現れる面積が増加し、かびがそれに比例してより多くの面積に発生・繁殖したと思われる。

塗料B：ウレタン系で、バインダー自身は大変かびが発生しやすい素材であり、今回の試験結果でも促進耐候性試験0時間の試験片で、表面積の30%程度にかびが発生した。促進耐候処理による劣化の進行に伴い500時間、1000時間処理の試験片では表面積の50~60%程度に、1500時間処理の試験片では全面近くにかびが発生・繁殖した。

塗料C：アルキド系で、バインダー自身はややかびが発生しやすいといえる。促進耐候性試験0時間の試験片では、表面積の10%未満にかびが発生したが、劣化し難いためか促進耐候性試験処理500時間、1000時間、1500時間の各試験片でもかびの発生量は殆ど変わらなかった。

塗料D：塗料Cと同様アルキド系バインダーであるが、Cとはバインダーの量、及び添加剤等の種類・添加量が異なるため、促進耐候性試験0時間の試験片ではかびの発生は認められなかった。しかし、促進耐候性試験1000時間、1500時間の試験片では塗膜が劣化するため、かびの発生・繁殖が認められた。

塗料E：アクリル系で、バインダー自身は比較的かびが発生しやすい素材といえる。促進耐候性試験0時間の試験片で少量のかびが発生した。促進耐候処理500時間の試験片では表面積の50%程に、かびが発生・繁殖してしまった。ただ、1000時間、1500時間の試験片

では500時間処理の試験片よりかびの発生・繁殖量がやや少なかった。このことは自然劣化の度合いとかびの発生とが比例しない場合もあるといえるわけで、その原因については今後検討する必要がある。

塗料F：ウレタン系バインダーであるが、促進耐候性試験0時間の試験片でかびの発生は認められなかった。このことは塗料に防かび剤が含有されているためと思われる。促進耐候処理500時間～1500時間の試験片では促進劣化の進行とともに防かび剤もかなり流出しているものと思われる。

全般的に造膜型の塗料は促進耐候性試験時間の長い試験ほどかびが多く発生・繁殖する傾向にある。

2.2.2 含浸型塗料の試験結果

塗料G：アルキド系バインダーで、促進耐候性試験前の試験片(0時間)でかびの発生は認められなかった。1000時間の試験片でわずかにかびが発生した。このことは含浸型塗料は造膜型塗料に比べ自然劣化の影響が少なく、かびが被塗物の木肌と接触し、そこから栄養分を摂取することを浸透・硬化した塗料のビヒクル成分が阻害していることも考えられる。また、ビヒクル成分がかびの栄養となりにくい場合も考えられる。

塗料H：アマニ油系バインダーであるためか、かびが非常に発生しやすいが、今回の試験では促進耐候性試験前の試験片(0時間)でかびの発生は認められなかった。防かび剤が含まれておればその影響も考えられる。1000時間の試験片では表面積の30%程にかびが発生・繁殖した。自然劣化の影響で防かび剤が少し流出した可能性も考えられる。

塗料I：塗料Hと同様にアマニ油系バインダーであり、かびが発生しやすいといえる。しかし、今回の試験では促進耐候性処理した試験片でもかびの発生は僅かであった。塗料Hと同様に防かび剤の影響も考えられる。

塗料J：ウレタンアルキド系バインダーで、比較的にかびが発生しやすいといえる。しかし今回の試験では促進耐候性試験0時間の試験片でかびは発生せず、1000時間の試験片で少しかびが発生した程度であった。防かび剤が含まれているならその影響か、もしくは試験片自身が自然劣化しにくいと考えると考えられる。

塗料K：アルキド系バインダーで、促進耐候性試験前0時間ではかびの発生は認められなかったが、1000時間の試験片で70%程にかびが発生・繁殖した。このことは自然劣化によりビヒクル成分が他の含浸型塗料より流出しやすいためか、防かび剤が添加されておれば流出したためと考えられる。

全般的には含浸型塗料は造膜型に比べて促進耐候性試験後の試験片ではかびの発生・繁殖の量は少なかった。

3. 第2段階の試験（かびの栄養源を添加しない場合）

3.1 試験方法

3.1.1 試験片の作製

第1段階の2.1.1に同じ。

3.1.2 試験菌の調製

第1段階の2.1.2に同じ。

3.1.3 試験片への胞子の接種

試験片は径9 cmのシャーレに入れてドラフトチャンバーに置き、調製した混合胞子懸濁液(2.1.2項)を滅菌した噴霧器によってこの試験片に散布した。

その後シャーレを温度28℃、相対湿度96%にセットした恒温恒湿槽に収納し、培養した。培養期間は14日(2週間)、28日(4週間)、56日(8週間)とした。

3.2 試験結果と考察

8週間目までの総合結果を第1段階の結果とともに表1に、促進耐候性試験に伴うかび抵抗性の変化を培養期間・塗料タイプ別に図1～図4に栄養源添加の結果と対照してそれぞれ示す。

含浸型試験片に比べ、造膜型が多少かびの発生が多い傾向にあったが、全体としてかび発生は少なかった。特に、含浸型では、試験片Kの促進耐候性試験500時間の培養期間4週間目と8週間目のものにわずかにかびの発生が認められただけで、その他の試験片にはかびの発生がまったく認められなかった。

造膜型における自然暴露のかび発生状況を見ると、劣化の進行による塗膜割れが生じた部分にはかびが発生して見苦しくなるものがあるが、1年未満で全体にかびで黒く変色する傾向の強い含浸型より、かび抵抗性はかなり良好な結果となっていた。

この第2段階の栄養源無添加の試験設定は、第1段階の栄養源を添加したかび抵抗性試験結果と自然暴露のかび発生状況とが逆転していたことから決めたものであった。すなわち、造膜型では表面に散布した栄養が高濃度で表面に残り、自然暴露の条件と大きく食い違いができるのではないかと考えた。そのかわり、かびが成長する速度は遅くなるため、培養期間を延長してみたのであった。しかし、栄養源無添加の場合も造膜型と含浸型のかび発生に対する傾向は同じであったばかりか、かえってかび発生の感度が悪く、差が出にくい結果となってしまった。

また、促進耐候性試験の試験時間が長くなるほど、表面の劣化による防かび剤の減少及び紫外線による防かび剤の分解などがあるため、照射時間の増加に伴いかびの発生が増えることを予想していたが、この傾向も認められなかった。

無塗装試験片Sでは促進耐候性試験の500時間を境に、1000時間・1500時間のかび発生量が減少している。これは、促進耐候性試験の紫外線と水スプレーによる木材表面部のリグニンの離脱に起因する白色化が目立ってくる500～1000時間の現象と期を一にしており、かびが木材の成分を栄養源としてうまく利用できなくなったのではないかと推察できる。

いずれにしろ、この試験でも促進耐候性試験の時間経過とかび抵抗性試験との相関を求めることはできなかった。

4. 総括(第1段階、第2段階試験の考察)

図1における栄養源添加の有無による2週間目の結果では、全体にかびの発生量が少ないが、含浸型より造膜型の方がかび発生量が多い傾向が認められる。図2、図3は4週間目の栄養源添加の有無による違いを塗膜タイプ別に示したが、傾向は変わらず造膜型が含

浸型よりもかびの発生量が多いという自然暴露と逆転している結果となっている。促進耐侯試験の時間経過に伴い、かび抵抗性の効果が減少し、かび発生量が増えるのではないかという予想は、栄養源添加の場合はわずかにその傾向が認められたものの、栄養源無添加では全体的にかび発生量が少なく、はっきりとした傾向がつかめなかった。

また、栄養源無添加の場合、かび発生量の感度が低いことを予想し、その分培養期間を8週間まで伸ばしてその結果に期待したが、図4のように4週間目の結果とほとんど変わらない結果となった。これは、栄養源の少ない環境での長時間の試験では、かびそのものが失活してしまい、かえって差が出にくくなってしまったと考えられる。

これまでに実施してきた一連のかび抵抗性試験では、塗膜のタイプや撥水性あるいは促進耐侯性試験の時間経過による影響などについて検討してきた。しかし、屋外暴露と結果が逆転しているものが多い。栄養源添加の有無という試験条件の検討も有効な結果を得ることができなかった。特に、栄養源無添加の場合では、試験片に対する取扱い上の因子による影響(汚れの付着など)が大きくなるとともに、長時間の培養期間中にかびの失活がみられる等のことから、かえって分かりにくい結果となってしまった。

このような結果から、これまでの試験で屋外暴露試験結果と促進耐侯試験後のかび抵抗性試験とを相関付けることは、無理があり予想以上の問題があると思われる。従って、木材保護着色塗料の品質規格の中で、かび抵抗性の項目を設けることは現時点では混乱を引き起こすものとする。この分野での今後の研究開発に期待するとともに、現状での規格案作成に当たっては屋外暴露試験の中でかび発生量(生物汚染性)を調べる項目を規定する範囲にとどめることとした。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成7年3月 p.63～70(1995)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成8年3月 p.37～41、p.131～132(1996)
- 3) JIS Z 2911 かび抵抗性試験方法

本章の執筆者：鈴木雅洋

表1 促進耐候性試験時間別かび抵抗性試験結果

培養基	塗料のタイプ	種類	促進耐候性試験時間 (H)											
			0			500			1000			1500		
			培養期間 (W)			培養期間 (W)			培養期間 (W)			培養期間 (W)		
			2	4	8	2	4	8	2	4	8	2	4	8
栄養液添加	無塗装	S		++			-			++		+++		
	造膜型	A		-			+			++		+++		
		B		++			+++			+++		++++		
		C		+			+			+		+		
		D		-			-			+		++		
		E		+			+++			++		++		
		F		-			+			+		+		
	含浸型	G		-			-			+				
		H		-			+			++				
		I		-			+			+				
		J		-			-			+				
		K		-			++			+++				
		栄養液無添加	無塗装	S	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+
造膜型	A		-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+
	B		-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
	C		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	D		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E		++	++	++	++	++	+++	+	+	+	+++	+++	+++
	F		-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
含浸型	G		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K		-	-	-	-	+	++	-	-	-	-	-	-

表示基準

- : 試験片にはかびに発生は認められない
- + : 試験片に発生したかびは、全面積の10%未満
- ++ : // // 30%未満
- +++ : // // 70%未満
- ++++ : // // 70%以上

促進耐候性試験時間の単位Hは「時間」、培養期間の単位Wは「週」を表す。

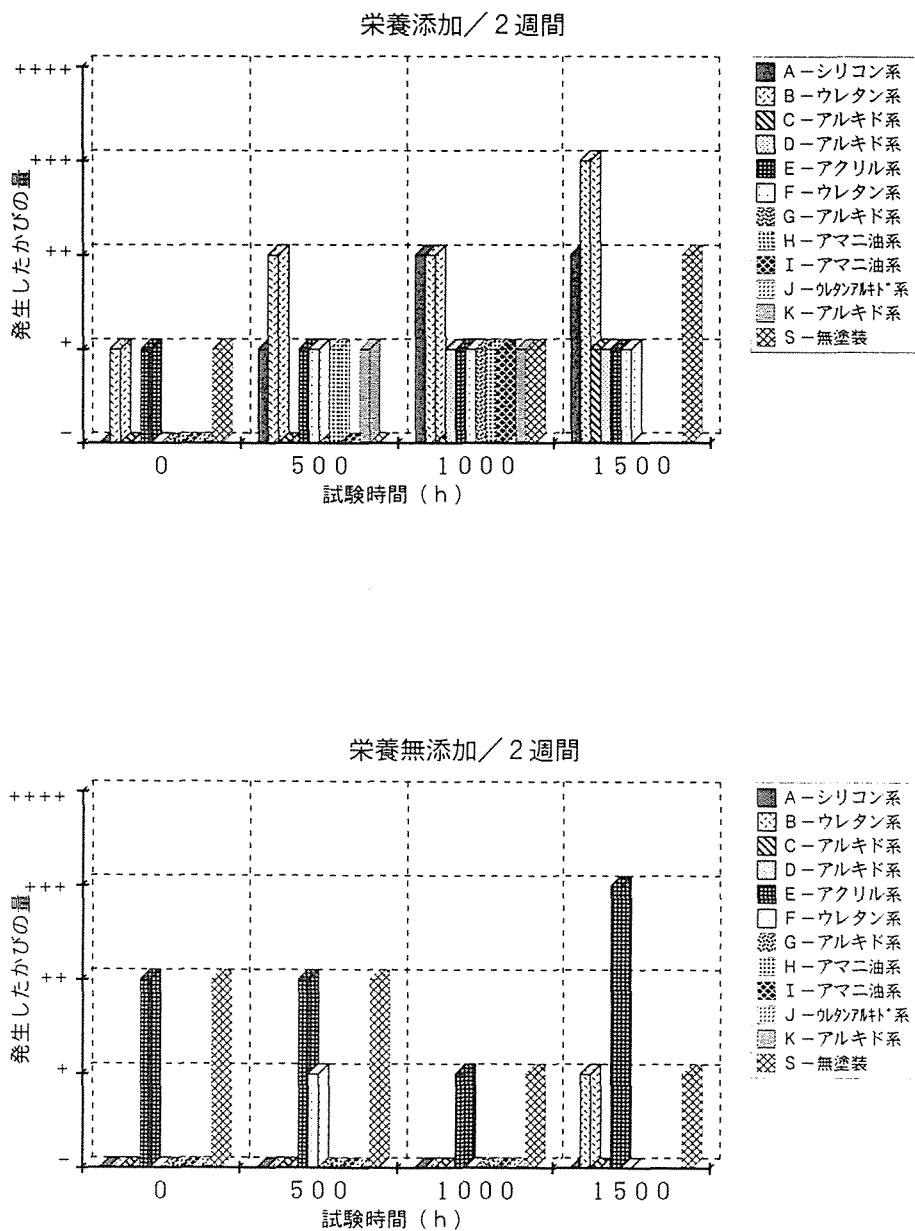


図1 促進耐候性試験の時間経過とかび抵抗性(1)
 (培養期間2週間、栄養液添加有無の比較)
 (上: 栄養添加、下: 栄養無添加)

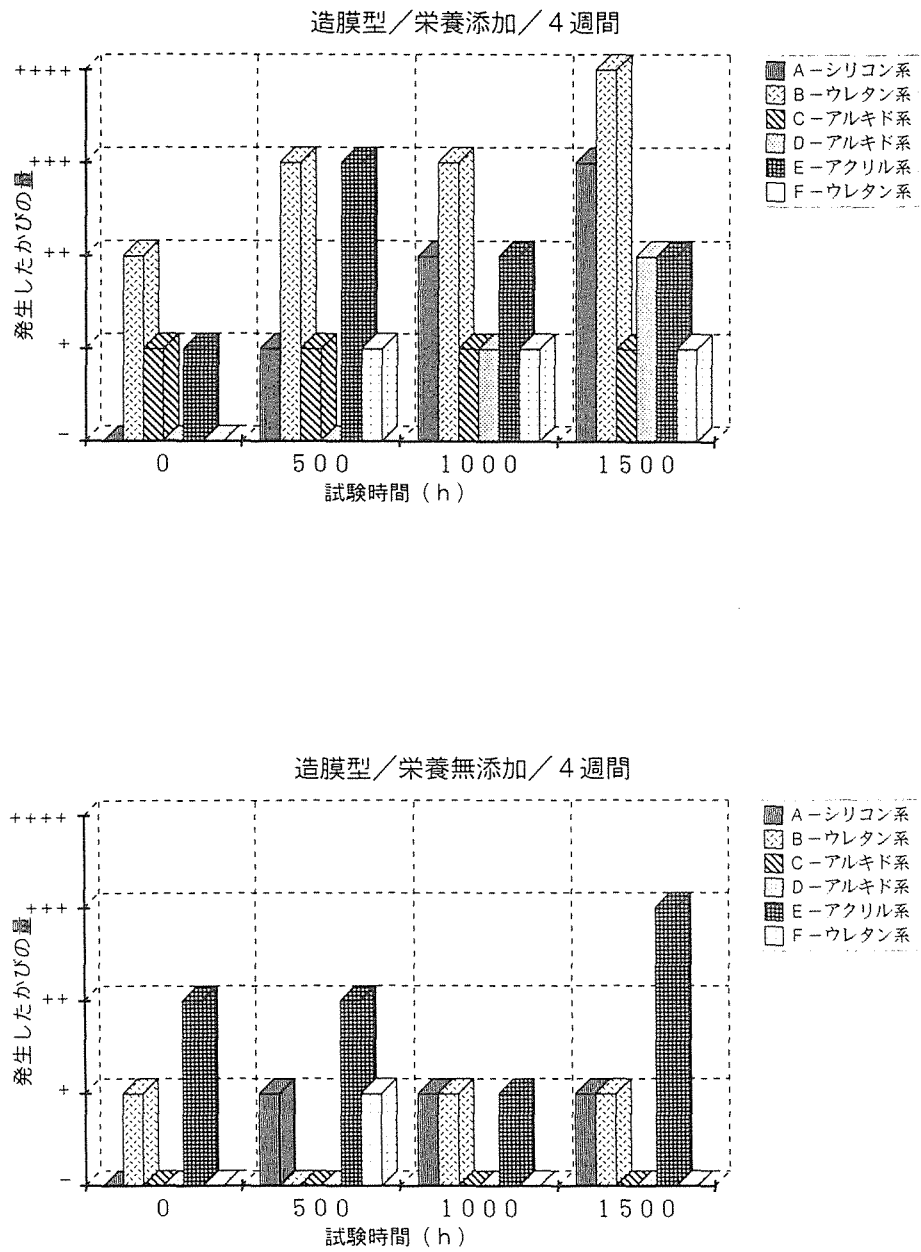


図2 促進耐候性試験の時間経過とかび抵抗性(2)
 (造膜型塗料、培養期間4週間、栄養液添加有無の比較)
 (上：栄養添加、下：栄養無添加)

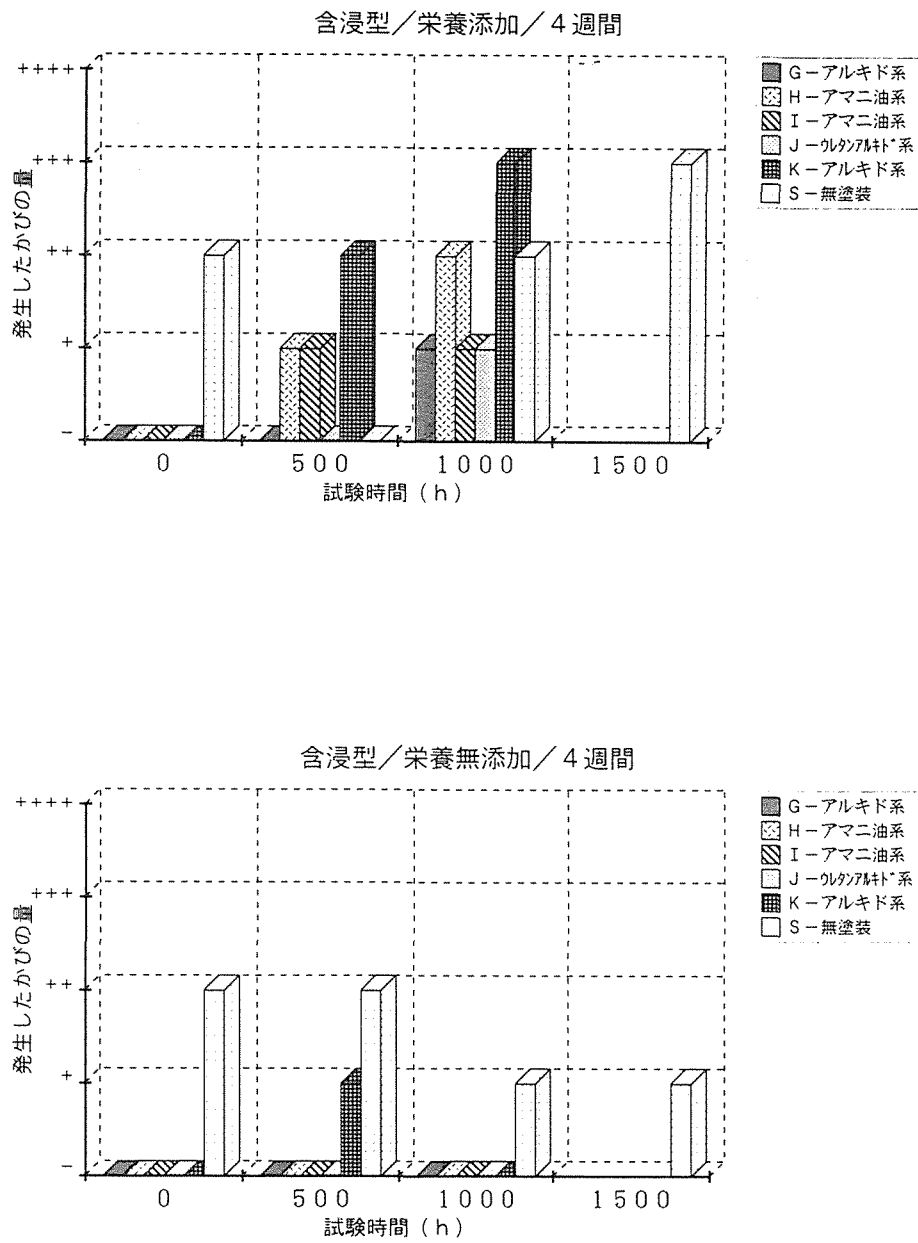


図3 促進耐候性試験の時間経過とかび抵抗性(3)
 (含浸型塗料、培養期間4週間、栄養液添加有無の比較)
 (上：栄養添加、下：栄養無添加)

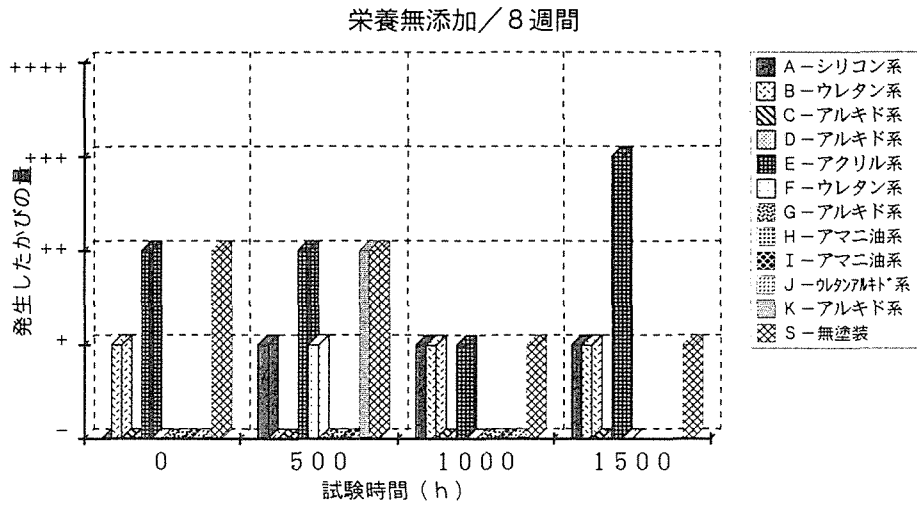


図4 促進耐候性試験の時間経過とかび抵抗性(4)
(培養期間8週間、栄養液添加無し)

第7章 2タイプの促進耐候性試験機による試験結果の比較

1. はじめに

促進耐候性試験機には、光源の種類により次のようなものがある。

- 1) 紫外線カーボンアーク灯式
- 2) サンシャインカーボンアーク灯式
- 3) キセノンアーク灯式
- 4) その他（高圧水銀灯 紫外蛍光ランプ 特殊放電ランプ ほか）

塗膜の促進耐候性試験における J I S などの旧規格では、紫外線カーボンアーク灯式が用いられてきたが、1990年に改正された規格(JIS K 5400-1990 塗料一般試験方法)ではサンシャインカーボンアーク灯式が採用されている。キセノンアーク灯式については基本的な方式だけで、ランプ定格や運転条件に関しては詳しい規定がない。したがって、これまでの促進耐候性試験ではサンシャインカーボンアーク灯式を用いてきたが、世界的な傾向としてはキセノンアーク灯式への移行が強くなってきている。

そこで本章では、これまでの試験と同じ試験体を用い、サンシャインカーボンアーク灯式にかわりキセノンアーク灯式ウェザーメーターによる促進耐候性試験も実施し、両者の試験機の特徴についての検討した。

2. 試験方法

2.1 塗装基材

- ①材種 : ベイマツ 桎目板 ウェザーメーター試験用 約70(R)×75(L)×15(T)mm
- ②乾燥 : 90℃ 8時間 (含水率 平均12%)
- ③素地調整 : #180サントペーパーで研磨

2.2 木材保護着色塗料

主要樹脂、塗料タイプの異なる11種の塗料を選定した。

- ①主要樹脂 : 6種類 (アルキド系、アマニ油系、ウレタン系、アクリル系、ウレタンアルキド系、シリコン系)
- ②塗装仕上げタイプ : 2種類 (表面造膜型、材中含浸型)
- ③色調 : パイン色*で半透明のもの (素材の木目が見えること) を指定
- ④各11種の塗料 (塗料記号 A～K は第2章に同じ)

A : シリコン系	表面造膜型
B : ウレタン系	表面造膜型
C : アマニ油系	表面造膜型
D : アルキド系	表面造膜型
E : アクリル系	表面造膜型

F : ウレタン系	表面造膜型
G : アルキド系	材中含浸型
H : アマニ油系	材中含浸型
I : アマニ油系	材中含浸型
J : ウレタンアルキド系	材中含浸型
K : アルキド系	材中含浸型

* 11種の塗料で各塗料メーカーにパイン色を指定したが、実際には色調にかなりのばらつきがみられた。

2.3 試験片の作製

各11種の塗装系の内容を表1に示し、試験片作製手順を次に示す。

- ①塗料メーカーにおいて、最適と思われる仕様で塗装基材の表面に対して塗装を行った。
- ②各メーカーで表面塗装後、裏面、両サイド、木口面にフタル酸樹脂エナメルをローラーにより2回塗装した。
- ③2週間以上乾燥させた後、木口面にアルミテープを張り付け（木口面に対して水の影響を無くするため）試験片とした。

3. 試験方法

3.1 促進耐候性試験方法

JIS K 5400-1990(塗料一般試験方法)における 9.8 促進耐候性 の 9.8.2 キセノンアーケ灯式に準じ行う。促進耐候性試験の主な条件は次のとおりである。

- 1) 試験時間 : 最高1000時間
- 2) 温度 : 63±3℃ (ブラックパネル温度計)
- 3) スプレー時間 : 120分中で18分間
- 4) 試験機 : アトラスCi35A
- 5) ランプ : 6500W 水冷ロング・アーク・キセノン・ランプ
- 6) フィルター : ボロシリケイト
- 7) 放射照度 : 0.35W/m² (at 340nm)

3.2 劣化評価方法

3.2.1 変退色と色差の算出

JIS Z 8722-1982(物体色の測定方法)における4.分光測色方法により色彩を測定した。測定条件は d-0 Sb10W10 でD65光源を標準光として用いた。測定機器は(株)村上色彩研究所製CMS-500を使用した。各試験体の測定値からJIS Z 8729-1980(L* a* b*表色系及び L* u* v*表色系による物体色の表示方法)により L* a* b*を算出し、この値から更にJIS Z 8730-1980(色差表示方法)によって色差 ΔE^* を算出して色彩変化の指標とした。

3.2.2 光沢度測定

JIS Z 8741-1983(鏡面光沢度測定法)における60度鏡面光沢(方法3)によった。測定装置は(株)村上色彩研究所製GMX-202 を使用した。

3.2.3 撥水度測定⁸⁾

試験片を試験室内に1週間放置して調湿した後、試験体の質量を測定し、直ちに水（イオン交換水）1gをスポイトで試験体中央部に滴下しシャーレをかぶせ、1分間放置する。その後、ティッシュペーパーで拭き取り、再び試験体の質量を測定する。これを1試片当たり1箇所行い、試験前後の質量差から水の浸透量を求める。測定は1mg単位で行い、撥水度を次式より算出した。

$$\text{撥水度} = [1 - (\text{浸透量} / \text{水滴質量})] \times 100$$

4. 試験結果

4.1 外観

目視による外観評価では、キセノンアーク灯式とサンシャインカーボンアーク灯式による試験体を比較すると、傾向としては類似した劣化状況であり、大きな差は認められない。

4.2 変退色と色差

光源が異なる2種類のウェザーメーターによる色彩の変化を色差で表した場合、色差変化の特徴として、次のような傾向が認められる。

- ①表面造膜型ではサンシャインカーボンアーク灯式の方が色差は大きい傾向にある。
- ②材中含浸型ではキセノンアーク灯式の方が色差は大きい傾向にある。

4.3 光沢度

光沢度は初期値が異なるため単純な比較は難しいが、両ウェザーメーターの違いとしては次のような傾向が認められる。

- ①サンシャインカーボンアーク灯式の方が光沢度低下は若干大きい傾向にある。

4.4 撥水度

両ウェザーメーターの違いとしては次のような傾向が認められる。

- ①表面造膜型では両試験機間の差はなく、いずれも撥水度の低下が認められない。
- ②材中含浸型ではキセノンアーク灯式の方が撥水度低下が若干大きい傾向にある。

5. 考察

キセノンアーク灯式ウェザーメーターの分光分布は、他の光源を使うウェザーメーターに比べると太陽光に近似しており、促進耐候(光)性試験機用の光源としては開発当初より注目されてきた。しかし、塗膜などの有機物の劣化に大きく影響を与える紫外部の減衰の問題があり、再現性や信頼性に問題があった。その後の開発で、光源の放射照度の自動コントロール化をはじめ、ランプの長寿命化などにより信頼性が向上した。世界的に移行が普及してきている背景には、装置のインシャルコストやランニングコストもサンシャインカーボンアーク灯式ウェザーメータと大差がなくなってきたことをはじめ、カーボンの交換や燃焼によるアッシュの清掃などの煩雑さがなく長時間連続運転できる操作性のメリッ

トも大きく寄与していると思われる。

今回行ったキセノンアーク灯式による1000時間の促進耐候性試験では、試験片サイズの違い（サンシャインカーボンアーク灯式の約1/2）や試験開始時期のずれによる測定初期値の違いなどがあるため、各測定値の細部にわたる検討については無理があると考える。

各測定値の傾向としては前述の試験結果に示したが、全体的には次のとおりである。

- ①サンシャインカーボンアーク灯式に比べキセノンアーク灯式の方がわずかに促進度が低い傾向にある。ただし、同じ時間ならば連続運転が可能のため約4割程度の期間短縮が可能となる。
- ②劣化状況の傾向はサンシャインカーボンアーク灯式に類似しており、大きな違いは認められない。

促進耐候性試験機のサンシャインカーボン灯式からキセノンアーク灯式への移行は世界的な傾向であり、わが国でも多少後れをとっているものの例外ではない。光源や条件の変更は、今までの蓄積されたデータとの相関が問題となるため安易に行えないことがある。今回の試験は両試験機の光源の違いによる劣化の特徴についての検討を目的に実施したものであるが、特に大きな問題はなく、比較的よい感触を得た。しかし、あくまでも限られた条件による予備実験的なものである。木材や塗装製品の耐久性評価をはじめ、他の促進耐候性試験機や屋外暴露試験との相関性などについては今後の地道な研究が期待される。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成8年3月 p.3~17(1996)
- 2) JIS B 7753 サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機
- 3) JIS K 5400-1990 塗料一般試験方法
- 4) JIS Z 8722-1982 物体色の測定方法
JIS Z 8722-1994 色の測定方法—反射及び透過物体色
- 5) JIS Z 8729-1980 L*a*b*表色系及びL*u*v*表色系による物体色の表示方法
JIS Z 8729-1994 色の表示方法—L*a*b*表色系及びL*u*v*表色系
- 6) JIS Z 8730-1980 色差表示方法
JIS Z 8730-1994 色の表示方法—物体色の色差
- 7) JIS Z 8741-1983 鏡面光沢度測定方法
- 8) (財)日本住宅・木材技術センター：木材保護着色塗料の品質規格(199)

本章の執筆者：木口 実

表1 各種木材保護着色塗料試験片の塗装仕様

試験片記号	A	B	C	D	E	F
塗料樹脂系	シリコン系	ウレタン系	アミノ油系	アルキド系	アクリル系	ウレタン系
塗装仕上げタイプ	表面造膜型	表面造膜型	表面造膜型	表面造膜型	表面造膜型	表面造膜型
色 L*/a*/b* HV/C	58.3/17.7/50.6 9.0YR 5.8/8.4	49.6/17.1/29.8 5.7YR 4.9/5.8	55.0/21.1/43.6 7.0YR 5.5/7.9	43.4/24.8/41.6 5.3YR 4.3/8.2	56.4/14.3/39.0 9.0YR 5.6/6.5	70.7/ 7.0/29.4 0.1Y 7.0/4.6
光沢	75.7	39.8	20.8	81.1	24.1	14.0
前処理	#240 ⁺ - ⁺ -研磨	#180 ⁺ - ⁺ -研磨 ステインで着色	#240 ⁺ - ⁺ -研磨	-	-	-
下塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	刷毛塗り 1回 12時間	スプレー塗装 1回 4時間	スプレー塗装 1回 16時間以上	刷毛塗り 1回 2～6時間	刷毛塗り 1回 30分	加圧注入 1回 24時間
中塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	- - -	スプレー塗装 2回 16時間	- - -	刷毛塗り 1回 12時間以上	- - -	- - -
上塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	刷毛塗り 2回 72時間	スプレー塗装 1回 24時間	スプレー塗装 2回 16時間以上	刷毛塗り 2回 24時間以上	スプレー塗装 2回 2時間	刷毛塗り 3回 24時間
総塗布回数	3回	4回	3回	4回	3回	4回
乾燥条件	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥
予測耐用年数	3～5年	5年	約5年	8～10年	5年	5～7年
塗り替え方法	未回答	塗膜剥離後、着色・下塗り・上塗り	軽く研磨、または漂白後塗り重ね	5年毎に表面の汚れを落とし、1回塗装	上塗りのみ再塗装	再塗装

試験片記号	G	H	I	J	K	S
塗料樹脂系	アルキド系	アミノ油系	アミノ油系	ウレタン系	アルキド系	塗装基材 (無塗装試験片)
塗装仕上げタイプ	材中含浸型	材中含浸型	材中含浸型	材中含浸型	材中含浸型	
色 L*/a*/b* HV/C	51.5/23.4/38.0 4.9YR 5.1/7.6	62.2/17.9/35.2 6.4YR 6.2/6.6	53.8/19.8/38.5 6.8YR 5.4/7.1	54.0/22.5/36.6 5.3YR 5.4/7.3	45.8/13.8/32.0 8.5YR 4.5/5.5	69.0/ 9.9/21.7 7.1YR 6.8/4.0
光沢	31.3	3.0	16.8	4.4	3.5	4.0
前処理	#320 ⁺ - ⁺ -研磨	サンダー研磨	#240 ⁺ - ⁺ -研磨	-	#120 ⁺ - ⁺ -研磨	
下塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	刷毛塗り 1回 6時間	ディッピング 1回 24時間	刷毛塗り 1回 12時間以上	刷毛塗り 1回 4時間	刷毛塗り 1回 24時間	
中塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	
上塗り 塗装方法 回数 乾燥時間	刷毛塗り 2回 8時間以上	刷毛塗り 2回 24時間	刷毛塗り 2回 12時間以上	刷毛塗り 2回 20時間	刷毛塗り 1回 24時間	
総塗布回数	3回	3回	3回	3回	2回	
乾燥条件	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	常温乾燥	
予測耐用年数	3～5年	3～5年	3年	2～3年	不明	
塗り替え方法	汚れを清掃後、前色より濃色を塗装	塗装専門業者に依頼	汚れを落とした後、塗り重ね	漂白・洗浄・塗装、または洗浄・塗装	防腐・防虫剤塗布後、上塗り	

第8章 屋外暴露による木材劣化の地域性と部位による違い

1. はじめに

屋外で使用されている木材はどこ地域で最も劣化が激しいのだろうか。屋外に暴露した木材は気象因子により劣化するため、その劣化は当然地域により異なることが予想される。スギの薄単板を北海道から沖縄にかけての6箇所に垂直暴露し、その結果から劣化気象指数（クライメイトインデックス：C I）を求めた。

また、製品が使用される部位（方位、高さ等）によっても違いがある。木製サッシを対象にこれについても試験した。

この章ではこのような視点での試験の結果について述べる。

2. わが国における暴露による木材劣化の地域性

スギの薄単板を北海道から沖縄にかけての6箇所に垂直暴露し、その重量減少率と気象因子との関係から劣化気象指数（クライメイトインデックス：C I）を求めた。

1か月間暴露した単板の重量減少に影響する気象因子は、平均気温、降水日数、日射量の順であり、これからC Iが算出される。これにより求めた主な都市のC Iを表1に示す。このデータを日本地図にプロットすると図2のようなわが国における木材の気象劣化マップが作成できる。これによると、気温が高く降水日数が多い宮崎、鹿児島、南九州から高知にかけての地域が最も劣化が大きく、次いで沖縄、紀伊半島、東海地方となる。その次は夏季の気温が高く降水量の多い北陸、山陰地方の劣化指数が大きくなり、次いで関東地方から九州地方北部にかけての地域となる。東北地方では、夏季の気温が高く冬季の降水量が多い日本海側の方が太平洋側より高くなり、北海道が最も劣化指数が小さくなる。しかし、最も指数の低い稚内と最も高い宮崎との差は1.5倍程度であるため、腐朽指数ほどの差はないといえる。これは、気象劣化に最も影響を与える日射量に気温や降水量ほどの地域差がないためである。

表1 主な都市のC I (劣化気象指数)

主な都市	劣化指数	地域較差 (稚内=1.0)	主な都市	劣化指数	地域較差 (稚内=1.0)
稚内	91.1	1.00	東京	118.4	1.30
札幌	98.3	1.08	広島	119.6	1.31
仙台	104.0	1.14	松江	120.0	1.32
旭川	104.4	1.15	富山	120.5	1.32
函館	104.5	1.15	横浜	121.1	1.33
青森	107.5	1.18	福岡	122.3	1.34
長野	111.9	1.23	名古屋	126.9	1.39
水戸	113.8	1.25	那覇	131.3	1.44
大阪	115.0	1.26	鹿児島	134.8	1.48
京都	116.0	1.27	宮崎	136.6	1.50
神戸	117.4	1.29	平均値	117.3	1.29

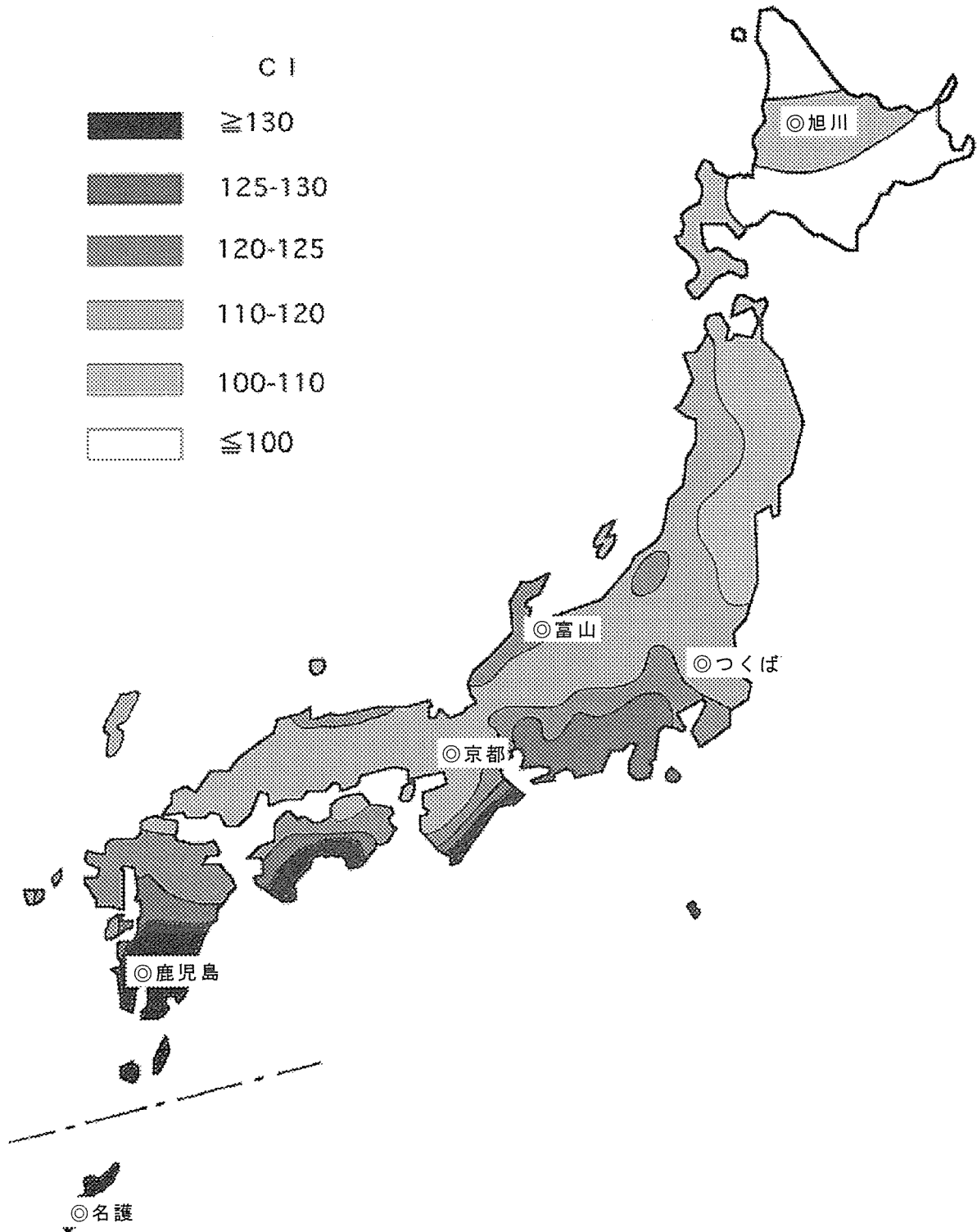


図1 スギ単板暴露による木材の気象劣化マップ

3. 木製サッシの部位別、使用環境別の劣化

3.1 方位による違い

東西南北の方位における違いは、南面が最も劣化が厳しいといえるが、東面及び西面に

おいても南面とほとんど変わらない劣化を示す。これは、図2に示すように最も劣化が進行する夏季は、太陽の南中高度が高いために木製サッシのように垂直に使用される部材では表面に当たる太陽光の量は南中高度の低い冬季に比べて少なくなる。一方、東面及び西面は午前中及び午後に強い日差しを受ける。そのため、北面を除く3面の劣化環境はほとんど同じと考えたほうがよい。

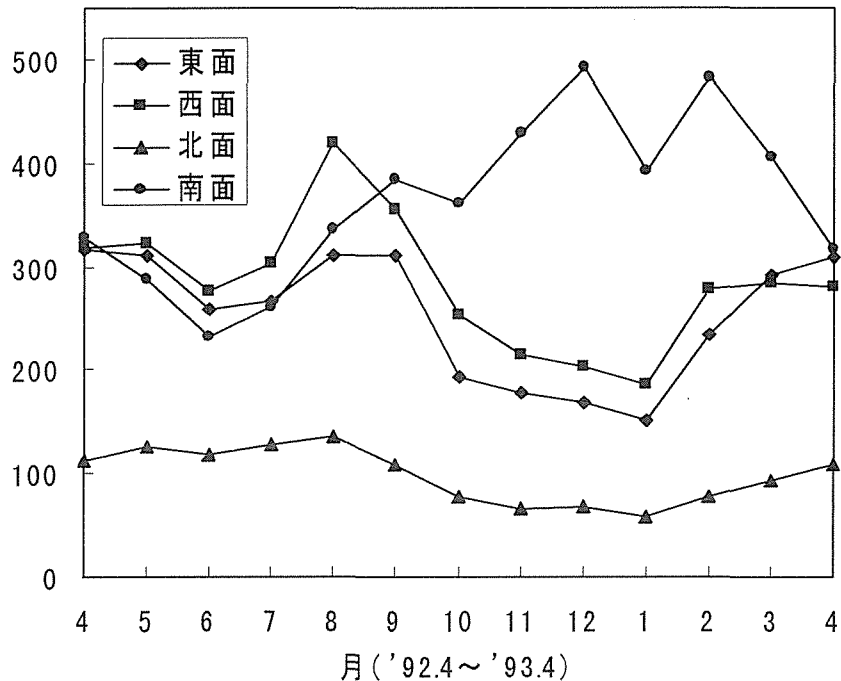


図2 つくば市における東西南北各面の日射量変化

3.2 設置高さによる違い

東・西・南・北各面の設置高さとの関係については、北関東地方にある木造校舎における下見板の風化量に関する報告がある。これによると、木材の風化量は次の順となる。

南面 > 東面 > 西面 > 北面

また風化のパターンは次の四つのタイプに分類でき、塗膜剥離率は風化量と比例する。

- | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A : 地上1.2m付近に最大の風化量を持つ</p> <p>B : 布基礎付近が最大の風化量を持つ</p> <p>C : 垂直方向にほぼ一定の風化量を持つ</p> <p>D : 軒下50cmから100cm付近に最大の風化量を持つ</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

図3に、風化のパターンを図示する。一般的なパターンは、通常布基礎から地上1.2m付近までが日射と降雨（跳ね返りも含む）の両方の影響を受けるため、最も風化が進むと考

えられるため、パターンAとBが一般的である。しかし、軒の出が極端に少ない場合は、Cのように全面で風化が見られる。Dは壁面の近くに1~2m程の植栽がある場合のパターンであり、植栽により下部が日射を受けず、雨の掛かりも少ないため植栽の上部の風化量が多くなる。しかし、その上は軒があるため風化は減少する。このことから、木製サッシは少なくとも地上1m以上の部位に設置されるため、大きな風化は受けにくいといえる。しかし、軒の出が短い場合は、当然のことながら厳しい劣化を受けることが予想できる。

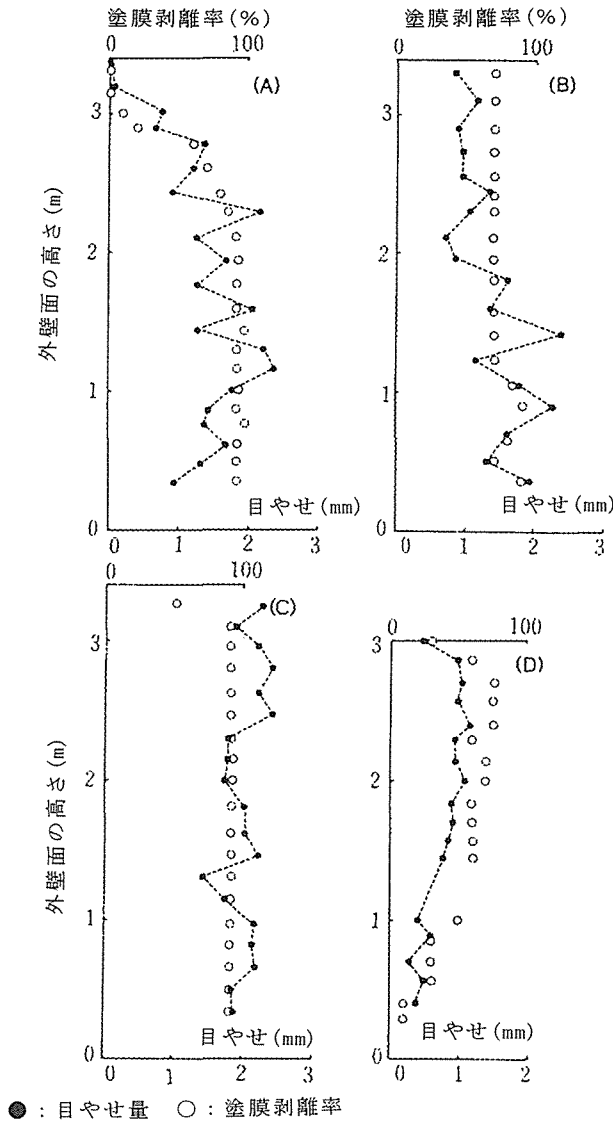


図3 外壁の風化傾向 (出典：山本：木材工業46(2)1991)

3.3 サッシの各部位による違い

木製サッシの各部位における劣化を見てみよう。第4章で示したように、実大木製サッシの無塗装試験体の場合、寸法変化が最も大きい部位は縦棧の下部である。これは下棧に停滞した水分が縦棧の木口部分から浸入した結果と考えられる。その次は縦棧の上部である。これは上棧からの水分が縦棧の木口部に浸入した結果である。このように、縦使いした部材の木口面が最も劣化を受けやすいといえる。これらに次いで劣化の危険性が高いの

は横棧の下部である。この部位はガラス面を伝わってきた雨水などサッシの上部からの水分が集まり、停滞しやすい部位である。従ってこの部位は寸法変化しやすく、これにより割れが発生しやすくなる。割れの発生により水分の浸入及び停滞がさらに進行し、木材内部まで腐朽が進行する。上部の横棧も縦棧に比べて水分が停滞しやすいが、雨水などは下部に流れ落ちるため、下部の横棧に比べて寸法変化は少ない。縦棧の中央部は両木口面から距離があり、雨水は下部に落ちてしまうため水分の停滞が少なく、最も腐朽などの危険性が少ない部位といえる。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成9年3月 p.63～66(1997)

この章の執筆者：木口 実

木材保護着色塗料商品一覧

わが国では現在30種類以上の木材保護着色塗料といわれるものが市販されている。それ以外にもサッシメーカーやエクステリア材メーカーが独自に輸入して使用している場合もあるため、実際にはどれほどの種類の保護塗料が使われているか分からない。付表に(財)日本住宅・木材技術センター木製サッシ委員会でアンケート調査を行い、回答のあったものを紹介する。

木材保護着色塗料のうち、防腐剤や防かび剤、撥水剤などを含むものの多くは含浸型塗料である。造膜型の場合は、上記のような添加剤を含むものを下塗り剤として用いる場合が多い。また、塗料メーカーによっては、従来の木材用塗料を木材保護着色塗料として分類しているところもある。

木材保護着色塗料についての品質規格・品質評価方法などを(財)日本住宅・木材技術センターが新たに整備し、この資料に掲載している。これらの規格、評価方法に基づいて品質の優れた製品を認定する事業を始めることとしている。

参考文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター：住宅部材安全性能向上事業報告書
(木製サッシ塗装技術開発事業) 平成9年3月 p.63～66(1997)
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター：木材保護着色塗料の品質規格(19)
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター：
促進耐候性試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)
- 4) (財)日本住宅・木材技術センター：
屋外暴露試験による木材保護着色塗料塗膜の品質評価方法(19)

付表1 木材保護着色塗料一覧 (商品名アイウエオ順)

商品名	取り扱い企業名 (担当部署は別表)	塗料タイプ I (溶剤タイプ)	塗料タイプ II (塗膜有無)	塗料タイプ III (作業性)	塗料タイプ IV (適用性)	色揃え
アリゾールステイン	大日本木材防腐㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	9色
アリゾールステインC	大日本木材防腐㈱	油性	造膜型	2液型	兼用	1色
アリゾールステインTP	大日本木材防腐㈱	油性	造膜型	1液型	上塗り用	1色(調色可)
アルファーシステム	サンユーペイント㈱	油性	造膜型	2液型	兼用	1色(クリア)
アルボ#2	大日本塗料㈱	油性	含浸型	1液型	下塗り用	2色
アルボ#4	大日本塗料㈱	油性	半造膜型	1液型	兼用	5色
アルボ#6	大日本塗料㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	4色
ウディーガード#60	九州塗料工業㈱	油性	含浸型	2液型	下塗り用	1色(クリア)
ウディーガード#9000	九州塗料工業㈱	油性	含浸型	2液型	上塗り用	1色(クリア)
ウディープラスター	大谷塗料㈱	油性	含浸型	1液型	下塗り用	1色(クリア)
ウッズスキンコート	太洋塗料㈱	水性	造膜型	1液型	兼用	10色
ウルトラがいぶ	大阪塗料工業㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	1色
オリンピックウインドウ	㈱新宮商行	油性	含浸型	1液型	兼用	48色
ガードラック	和信化学工業㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	13色
ガードラック グロス	和信化学工業㈱	油性	半造膜型	1液型	兼用	13色
キシラデコール	武田薬品工業㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	15色
キシラデコール	ユニオンペイント㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	14色
サドリン エキストラ	玄々化学工業㈱	油性	含浸型	1液型	下塗り用	1色(クリア)
サドリン ベース	玄々化学工業㈱	油性	造膜型	1液型	上塗り用	14色
シッケス 樹保護塗料セトルHLS	トーマンマテリア㈱	油性	半造膜型	1液型	兼用	12色
シッケス 樹保護塗料セトルTGL	トーマンマテリア㈱	油性	半造膜型	1液型	兼用	1色(クリア)
シッケス 樹保護塗料セトルTHE	トーマンマテリア㈱	油性	半造膜型	1液型	上塗り用	1色
シッケス 樹保護塗料セトルバテック	トーマンマテリア㈱	油性	半造膜型	1液型	兼用	5色
水性ガードラック	和信化学工業㈱	水性	半造膜型	1液型	兼用	10色
ステンプルーフ	㈱コシイ・レザ・ビソク	油性	含浸型	2液型	兼用	14色
セブン	ナトコペイント㈱	油性	造膜型	2液型	兼用	各色
超耐候シリーズ	キャピタルペイント㈱	油性	造膜型	2液型	兼用	1色(クリア)
デリカプルーフ	㈱コシイ・レザ・ビソク	水性	造膜型	2液型	兼用	6色
ニッパ ファインウレタン u 100	日本ペイント㈱	油性	造膜型	2液型	兼用	各色、調色可
ニューボンデン	大阪塗料工業㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	13色
ノンロット205	サンテックケミカル㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	10色
ハビット u-7	九州塗料工業㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	12色
ひとめぼれ	㈱コーフ	油性	含浸型	1液型	兼用	1色(クリア)
ビュタックファインΣ3000クリア	斎藤㈱	油性	造膜型	2液型	上塗り用	1色(クリア)
ビュタックファインΣ1010ウツトシラ	斎藤㈱	油性	造膜型	2液型	下塗り用	1色(クリア)
フローア Z	大谷塗料㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	1色(黒茶)
ユーレットシリーズ	玄々化学工業㈱	油性	造膜型	2液型	上塗り用	1色(クリア)
ワシン外部用ウレタンクリア	和信化学工業㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	1色(クリア)
ワンダーフラット	キャピタルペイント㈱	水性	半造膜型	2液型	兼用	8色
16-61外部用ウレタンクリア	ユニオンペイント㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	1色(クリア)
16-61外部用ウレタンクリアスーパー	ユニオンペイント㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	1色(クリア)
Hi-CRデラックス300G	日本ペイント㈱	油性	造膜型	1液型	兼用	各色、調色可
Hi-CR下塗り	日本ペイント㈱	油性	造膜型	1液型	下塗り用	1色
OSMOカラーウッドワックス	サンモア通商㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	12色
OSMOカラーワックスコート	サンモア通商㈱	油性	含浸型	1液型	兼用	15色
OSMOカラーWR	サンモア通商㈱	油性	含浸型	1液型	下塗り用	1色(クリア)

付表2 木材保護着色塗料取り扱い企業・部署一覧（アイウエオ順）

取り扱い企業名	担当部署	電話
大洋塗料(株)	技術課	03-3745-0111
大阪塗料工業(株)	技術部	06-934-3271
大谷塗料(株)	総務部	06-976-0521
キャピタルペイント(株)	D Lグループ	0726-72-7330
九州塗料工業(株)	営業部	0944-86-5141
玄々化学工業(株)	サドリン事業部	052-551-6101
(株)コシイプレザービング	営業部	06-685-8737
(株)コーワ		06-910-6333
斎藤(株)	技術研究所二課	0471-29-4331
サンテクノケミカル(株)	開発部	03-3241-1380
サンモア通商(株)	OSM事業部	078-903-0825
サンユーペイント(株)	営業部	06-392-0151
(株)新宮商行	生産三課	0134-62-2011
大日本塗料(株)	工業塗料第三部	086-267-1272
大日本木材防腐(株)	化成品事業部	052-661-1531
武田薬品工業(株)	営業部	03-3278-2765
トーマンマテリア(株)	住設資材部	03-5563-8267
ナトコペイント(株)	技術部	05613-4-2848
日本ペイント(株)	東京塗料相談室	03-3740-1120
ユニオンペイント(株)	技術部	0489-31-7713
和信化学工業(株)	技術第二部	0543-65-3111