

平成5年度農林水産省補助事業
日本住宅・木材技術センター事業

木製サッシ塗装技術開発事業報告書

平成6年3月

(財)日本住宅・木材技術センター

はじめに

近年、経済社会の成熟化に伴って、木材のもつよさが見直され、木材・木質製品を使いたいとするニーズは一段と高まっている。

しかし他方では、木材の持つ、狂う、腐る、色があせるなどの欠点などからせっかくのニーズも実際の需要に結び付き難いとする状況にあり、こうした問題の解決に向けた検討を行うことが緊急の課題となっている。

木製サッシについては、これまでも各般にわたる技術開発を図ってきたが、木材の劣化を防止するための塗装技術についての検討は、これまでほとんど行われていない。このため、木製サッシ用の屋外用塗料の種類、市場流通量は多いものの、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る。

本事業は、こうした状況に鑑み、木製サッシ用の屋外用塗料の品質性能評価方法を明らかにし、その塗装方法に関する製造マニュアルを作成することを目的とし、平成3年度より進めてきた。

本年度は暴露時間を2000時間まで延長した促進耐候性試験、屋外暴露試験に加えて実大木製サッシの屋外暴露試験とかび抵抗性試験、暴露試験体の寸法と含水率の経時測定試験を加え、木製サッシ用新塗料の検討を行った。

本年度の報告書取りまとめに当たり、本事業に積極的に取り組んで頂いた委員各位に深甚な謝意を表するとともに、事業を進めるに当たり貴重なご意見を寄せられた関係各位に感謝申し上げます。

平成6年3月

(財)日本住宅・木材技術センター

理事長 下川英雄

目 次

1. 事業要項	1
2. 促進耐候性試験（ウェザーメーター試験）	2
2.1 試験概要	2
2.2 試験片と塗装条件	2
2.3 試験方法	4
2.4 試験結果	5
3. 屋外暴露試験	26
3.1 透明系保護塗料の屋外暴露試験	26
3.2 着色系保護塗料の屋外暴露試験	29
4. 実大木製サッシ暴露試験	53
4.1 試験方法	53
5. かび抵抗性試験	56
5.1 はじめに	56
5.2 塗膜のかび抵抗性試験	56
5.3 かび抵抗性試験方法の問題点	59
5.4 防かび塗装工程	62
5.5 木製サッシのかび抵抗性試験方法（案）	64
5.6 おわりに	65
6. 暴露試験体の寸法及び含水率の経時測定	66
6.1 試験方法	66
6.2 測定結果	66
7. 木製サッシ用新塗料の開発試験	69
7.1 木製サッシ用新塗料の開発の必要性	69
7.2 試験の概要、試験方法	72
8. わかりやすい塗膜耐久性試験結果の表示法	75
8.1 わかりやすい表示法の必要性	75
8.2 製作上の問題点	75
8.3 今後の方針	75
9. 今後の課題	77

1. 事業概要

1.1 事業名：木製サッシ塗装技術の開発事業

1.2 委員会名：木製サッシ塗装技術の開発委員会

1.3 事業の目的：

木製サッシの耐候性及び耐久性を向上させるための塗装技術を開発し、木製サッシ塗装マニュアルを作成することを目的とする。

1.4 平成5年度事業の内容

- ①促進耐候性試験と屋外暴露試験との相関関係、相違点分析
- ②実大木製サッシの屋外暴露試験、かび抵抗性試験、暴露試験体の寸法及び含水率の経時測定を実施
- ③かび抵抗性試験方法に付いて検討し提案
- ④木製サッシ用新塗料の試作検討を実施

1.5 委員名簿（敬称略）：

委員長	川村二郎	川村木材塗装事務所	所長
委員	木口実	農林水産省森林総合研究所	木材利用部構造利用科長
同	鈴木雅洋	東京都立工業技術センター	塗装研究室
同	木下稔夫	東京都立工業技術センター	塗装研究室
同	前島一雄	有限会社 共和木工	専務取締役
協力委員	宮沢俊輔	林野庁林産課	係長
事務局	牧 勉	（財）日本住宅・木材技術センター	試験研究部長
同	小西 信	木構造振興株式会社	専務取締役
同	平原章雄	木構造振興株式会社	研究主任

2. 促進耐候試験（ウェザーメーター試験）

2. 1 試験概要

前年度までの試験では、木材保護塗料の主要樹脂・塗装仕上げタイプの違いによる劣化状況の概要・基礎的性能を把握できた。また、促進耐候試験と屋外暴露の相関性についてもある程度の示唆が得られた。

今年度はこれらの基礎的データをもとに、より実製品に近い形で木材保護塗料の適切な性能評価のための試験方法を検討し、木製サッシの耐候性・耐久性を向上させる塗装技術の開発に役立たせることを目的とした。

2. 2 試験片と塗装条件

2. 2. 1 塗装基材（（有）共和木工 作成）

- ①材種 : 米松 桎目板 ウェザーメーター試験用 約70(R)×150(L)×15(T)mm
屋外暴露試験用 約70(R)×300(L)×15(T)mm
- ②乾燥 : 90℃8時間（含水率 平均12%）
- ③素地調整 : #180^μ-^μ-で研磨

2. 2. 2 木材保護塗料

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（材中含浸型、表面造膜型）
- 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

A	: シリコン系	表面造膜型	G	: アルキド系	材中含浸型
B	: ウレタン系	表面造膜型	H	: アマニ油系	材中含浸型
C	: アマニ油系	表面造膜型	I	: アマニ油系	材中含浸型
D	: アルキド系	表面造膜型	J	: ウレタンアルキド系	材中含浸型
E	: アクリル系	表面造膜型	K	: アルキド系	材中含浸型
F	: ウレタン系	表面造膜型			

*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. 2. 3 試験片作成

各11種の塗装系の内容を表2-1に示し、試験片作成手順を次に示す。

表 2 - 1 各種木材保護塗料試験片の塗装仕様

試験片No.	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 μ - μ -研磨	#180 μ - μ -研磨 ステインで着色	#240 μ - μ -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
塗替え方法	未解答	塗膜剥離後、着色・下塗・上塗	軽く研磨、又は漂白後塗重ね	5年毎に表面の汚れを落として1回塗装	上塗りのみ再塗装	再塗装

試験片No.	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 μ - μ -研磨	サンダー研磨	#240 μ - μ -研磨	-	#120 μ - μ -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 1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	
塗替え方法	汚れの清掃後、前色より濃色を塗装	塗装専門者に依頼	汚れを落とした後塗重ね	漂白・洗浄・塗装または洗浄・塗装	防腐・防虫剤塗布後、上塗り	

- ① 塗料のメーカーにおいて、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。各11種の塗装系の内容を表2-1に示す。
- 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。
- ③ 2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ため）試験片とした。

2. 3 試験方法

2. 3. 1 促進耐候試験方法

J I S K 5 4 0 0 (1990) 塗料一般試験方法 における9.8促進耐候性の9.8.1サンシャインカーボンアーク灯式により行う。促進耐候試験の主な条件は次のとおりである。

- 1) 試験時間 : 最高2000時間
- 2) 温度 : $63 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (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) 試験片 : 無塗装品Sを含め塗装試験片A~Kまでの12種類
- 5) 評価方法 : ①目視による外観検査 ②測色 ③光沢度測定 ④撥水度測定

2. 3. 2 劣化評価方法

(1) 目視による外観検査

目視により、塗膜の変色、割れ、はがれの状態を評価する。

(2) 色彩測定

J I S Z 8 7 2 2 (1982) 物体色の測定方法 における4.分光測色方法により行う。測定条件は d-0 Sb10W10 でD65光源を標準光として用いる。測定機器は(株)村上色彩研究所製CMS-500を使用した。また、測定箇所の違いによる誤差をなくし、試験片全体を評価するため、図2-1に示すように測定箇所を一定化し、測定点を9点とした。9点測定の平均値を、J I S Z 8 7 2 9 (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 および J I S Z 8 7 3 0 (1980) 色差表示方法 により $L^*a^*b^*$ および色差 ΔE^* の算出を行う。(ΔE^* については9点の最小値、最大値も算出し、劣化による色むら評価の数値化への可能性を探る。)

(3) 光沢度測定

J I S Z 8 7 4 1 (1983) 鏡面光沢度測定法 における60度鏡面光沢(方法3)による。測定装置は(株)村上色彩研究所製GMX-202を使用した。測定箇所は、色彩測定箇所と同じ点

とし、9点の平均値で評価する。

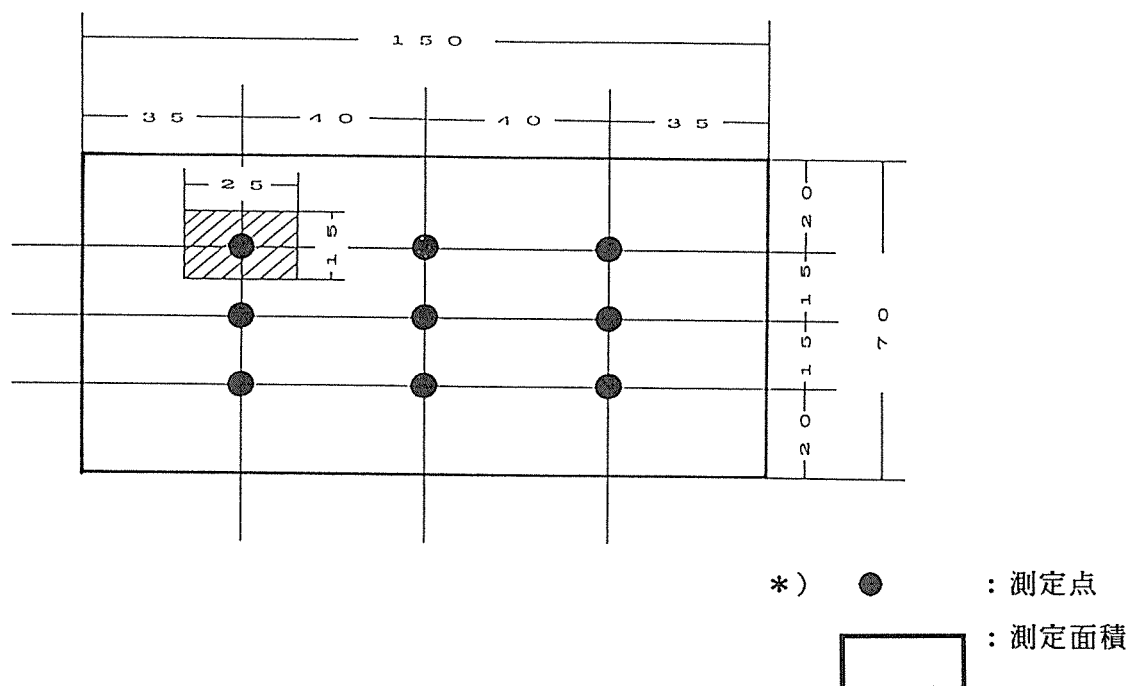


図 2 - 1 色彩・光沢度測定 of 測定箇所

(4) 撥水度測定

試験片を室内にて1週間放置した後、試験体の重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、再び試験体の重量を測定する。これを1試片当り1箇所行い、試験前後の重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する。

$$\text{撥水度} = 100 - (\text{浸透量} / \text{水滴重量}) \times 100$$

2. 4 試験結果

2. 4. 1 目視による外観検査

各試験片の促進耐候試験結果を写真2-1～写真2-34に示す。また、各試験片の2000時間までの劣化状況は次のとおりである。。

1) S：無塗装試験片

時間の経過とともに紫外線と水スプレーにより表面部のリグニンの離脱によって白色化してきた。800時間あたりから離脱程度の違いから色むらが生じ、早材部の凹状が目立ちはじめた。1600時間から全体に小さな割れが発生した。

2) A : シリコン系 表面造膜型

試験初期の変色は僅かであったが、800時間あたりから部分的な変色が発生し、その後時間の経過とともに発生箇所、面積ともに増大した。

3) B : ウレタン系 表面造膜型

初期に全面がやや暗い色に変色したが1600時間まで他の変化はなかった。1600時間で1箇所、2000時間で2箇所、塗膜の浮きとみられる小さな変色部が発生した。

4) C : アマニ油系 表面造膜型

初期に全面が暗い色に変色したが1600時間まで他の変化はなかった。1600時間で数点小さな変色部が発生した。

5) D : アルキド系 表面造膜型

時間の経過とともに変色が大きくなり、色も濁ったような彩度の低い色へ変化した。また、1000時間あたりから、全面にやにが浮き出てきた。

6) E : アクリル系 表面造膜型

初期の変色は僅かで、他の異状も発生しなかった。しかし、1400時間で部分的な変色が発生し、その後時間の経過とともに発生箇所、面積ともに徐々に増大した。

7) F : ウレタン系 表面造膜型

初期に早材部と晩材部の色の差がはっきりしてきた。また、1000時間あたりからまだら状の色むら、小さな塗膜割れが発生し、徐々に発生箇所が増大した。

8) G : アルキド系 材中含浸型

初期に全面が暗い色に変色し、その後1000時間あたりから部分的な変色が発生するとともに、濁ったような彩度の低い色へ変化した。また、1600時間では表面の薄い塗膜がめくれあがるように割れてきて、その程度も時間の経過とともに増大した。

9) H : アマニ油系 材中含浸型

初期から脱色するように徐々に色が薄く白っぽくなり、1000時間では小さな素材割れも発生した。

10) I : アマニ油系 材中含浸型

初期に全面が暗い色、1000時間あたりから緑っぽい色に変色し、その後徐々に色が薄くなった。また、1000時間では早材部が小さな割れのように凹状となった。

1 1) J : ウルタンアルキド系 材中含浸型

初期から濁ったような彩度の低い色へ変化し、1600時間あたりから部分的に白色化し、色むらが目立ち始めた。また、1000時間では早材部が小さな割れのように凹状となった。

1 2) K : アルキド系 材中含浸型

初期から脱色するように徐々に色が薄く白っぽくなり、1000時間あたりから部分的に白色化が進み、色むらが大きく目立ち始めた。

2. 4. 2 色彩測定

(1) 明度

促進耐候試験による表面造膜型の各試験片の明度変化を図2-2、材中含浸型の各試験片の明度変化を図2-3に示す。表面造膜型では、試験片B、C、Fのように初期に明度が目立って低下するものもあるが、その後は他の試験片A、D、Eと同様安定し、僅かずつしか低下しなかった。材中含浸型では、初期は表面造膜型と同様明度は低下するが、ある時点から塗料の離脱による明度の増加がみられる。変化量は、HとKが他のものと比べて大きかった。

(2) 色差

促進耐候試験による表面造膜型の各試験片の色差を図2-4、材中含浸型の各試験片の色差を図2-5に示す。表面造膜型の試験片の中にも、D、Cのように初期から変色が始まり、その後も目立って色差が増大するものがある。ただ、全体的には表面造膜型が材中含浸型より色差は小さい傾向を示した。これは、塗膜による紫外線や水の遮断効果によるものと思われる。しかし、前年度の報告書でも述べたように平均化した色差では、部分的な変色や色むらによる、外観的な見苦しさ・汚なさが隠されてしまう欠点があった。そこで、今回は9点測定の色差の最大値と最小値の差を外観的な見苦しさ・汚なさを示す指標として検討してみた。表面造膜型の各試験片の9点測定の色差の最大値と最小値の差を図2-6、図2-7、材中含浸型の各試験片9点測定の色差の最大値と最小値の差を図2-8、図2-9に示す。試験時間2000時間を見てみると、表面造膜型の試験片は、色差の平均値はF<E<B<A<C<Dという順だが、色差の最大値と最小値の差ではC<B<F<D<E<Aというように大きく平均値と順位が異なるのがわかる。特に目視により部分的な変色の目立ったAやEが悪く評価できる。これは、材中含浸型の試験片にも当て

はまり、試験時間2000時間の色差の平均値はJ<G<I<K<Hという順位だが、色差の最大値と最小値の差ではI<H<J<G<Kと平均値と順位が異なり、色むらのあるK, G, Jは順位が悪くなっている。目視による検査と色差の最大値と最小値の差の値を照らし合わせてみると、色むらや部分的な変色が目立ち始めるは色差の最大値と最小値の差が2～3あたりだと思われる。今回行った評価法が最も良いとは断言できないが、外観の劣化程度を数値化する場合、平均化した色差だけではなく、部分的な変色や色むらの程度を目視と相関良く示すことも重要だと考えられる。

2.4.3 光沢度測定

促進耐候試験による表面造膜型の各試験片の光沢度の変化を図2-10、初期光沢度との差を図2-11に、材中含浸型の各試験片の光沢度の変化を図2-12、初期光沢度との差を図2-13に示す。表面造膜型、材中含浸型とも初期光沢度の低いものは、さらに光沢度が低下するもの、逆に上昇するものがあるがその変化量は少なく、試験体の劣化程度を単純に評価できるものではない。しかし、初期の光沢度が高かったものは大きく光沢度が低下すると、目視で初期の外観との違いが目立ってしまうので問題が生じる。初期光沢度がある程度ある場合には、時間経過後D, G, Iのように光沢度が大きく低下してしまうのではなく、A, Bのように光沢が保持できるような仕様にすべきである。

2.4.4 撥水度測定

促進耐候試験による表面造膜型の各試験片の撥水度の変化を図2-14、材中含浸型の各試験片の撥水度の変化を図2-15に示す。表面造膜型ではいずれも、2000時間経過後も撥水度の低下はほとんど無かった。含浸タイプでは、撥水度はHが500時間から、その他は1000時間を過ぎたあたりから徐々に低下し、2000時間では30%から80%程度の低下となった。着目すべきは、2000時間の時点で試験片I, Kが無塗装のものより低い撥水度を示した点にある。これは、無塗装の試験片は表面が劣化するとともに水スプレーにより劣化した部分が離脱し、撥水度の低下を防いでいるのに対して、塗装されたものは表面の劣化が激しいにもかかわらず塗料により離脱が無塗装に比べて食い止められ、水の浸透する割れなどの空隙や親水性の部分が増したものと考えられる。

2.4.5 おわりに

今年度行った促進耐候試験では、前年度より500時間長い最長2000時間まで試験を行った。①目視による外観検査 ②測色 ③光沢度測定 ④撥水度測定による各試験体の劣化傾向を顕著に把握することができた。また、劣化の評価に外観的な見苦しさ・汚なさを数値化してみるという試みも行った。今後はこれらの評価をもとに屋外暴露試験との相関性を検討する。また、促進耐候試験を行った試験片で撥水度の低下によるかび抵抗性の違いも評価する。これらのことにより、木材保護塗料の適切な性能評価を行い、塗り替

え時期の判定の指標や木製サッシの耐久性を向上させるための技術の開発も進めていく予定である。

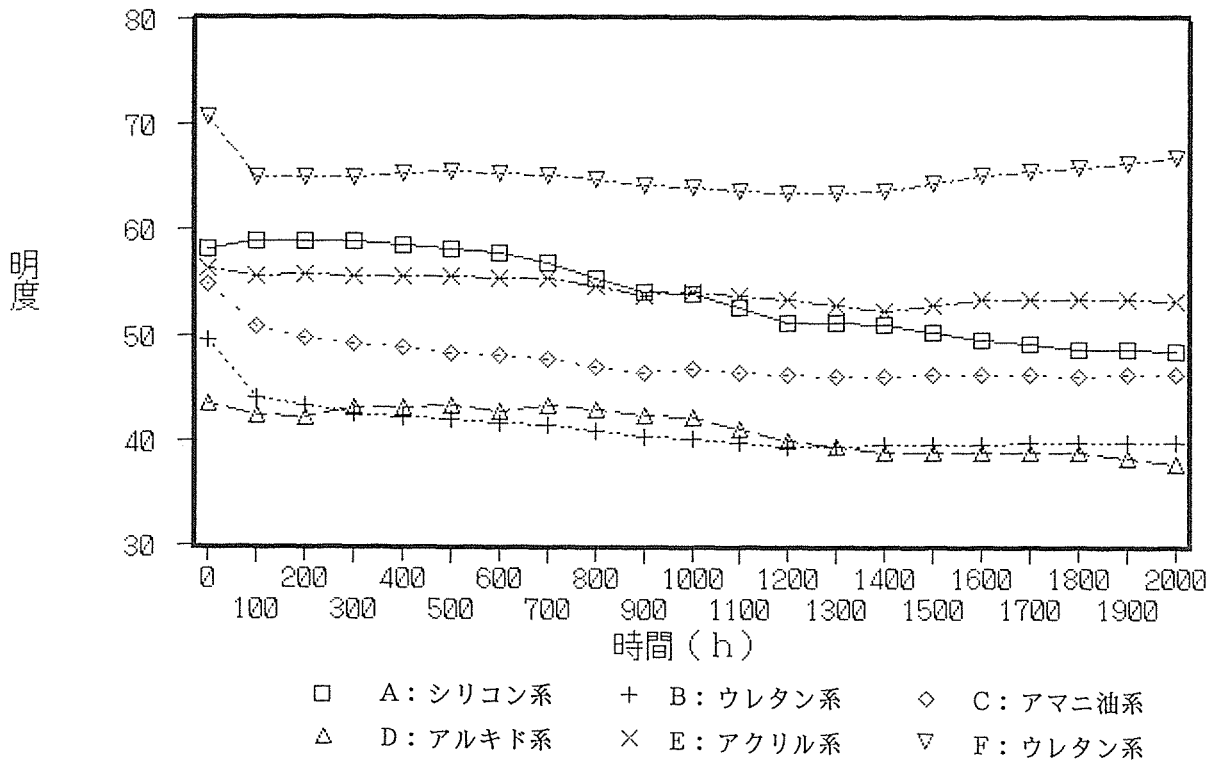


図 2-2 促進耐候試験による明度変化 (造膜タイプ)

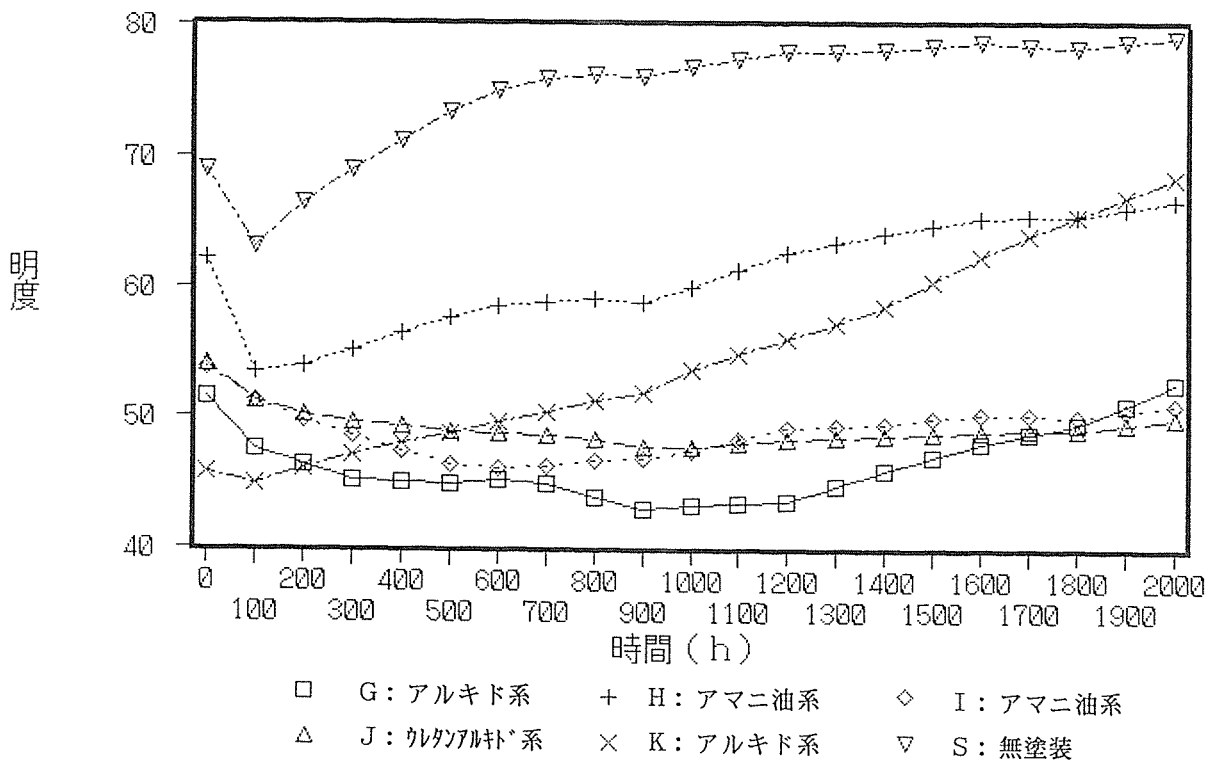


図 2-3 促進耐候試験による明度変化 (含浸タイプ)

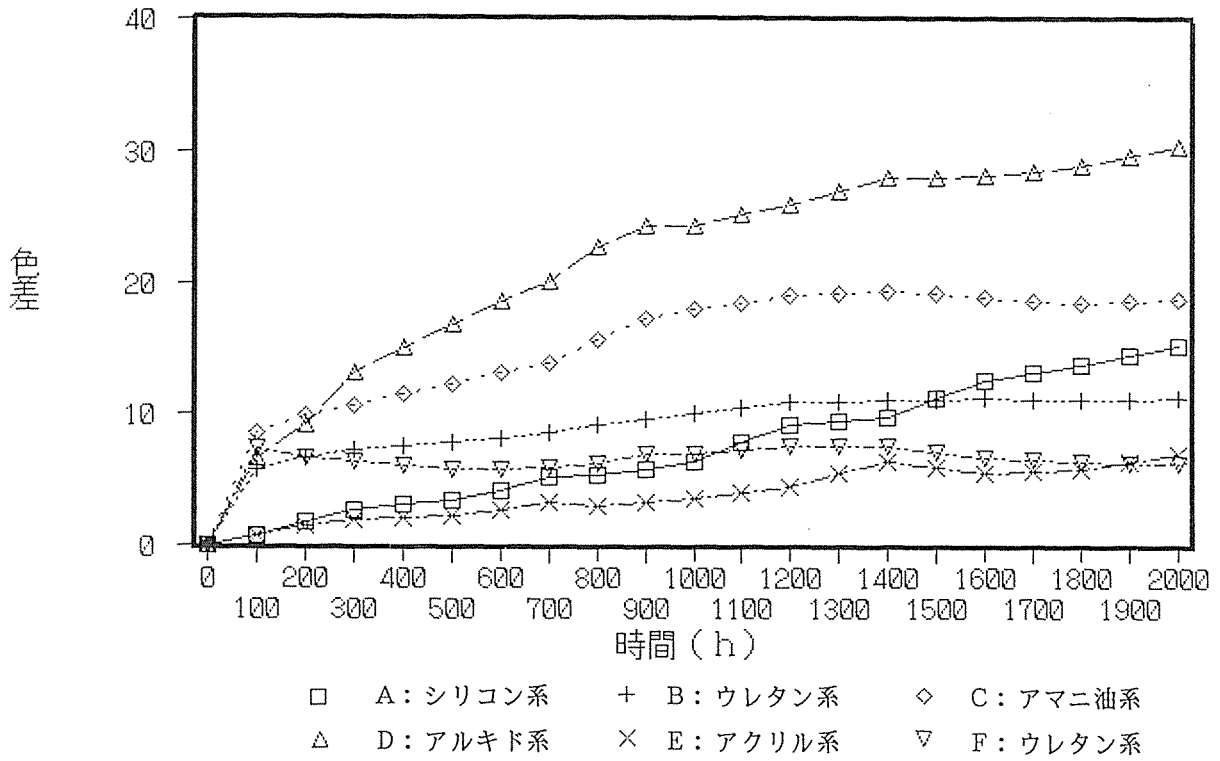


図2-4 促進耐候試験による色差 (造膜タイプ)

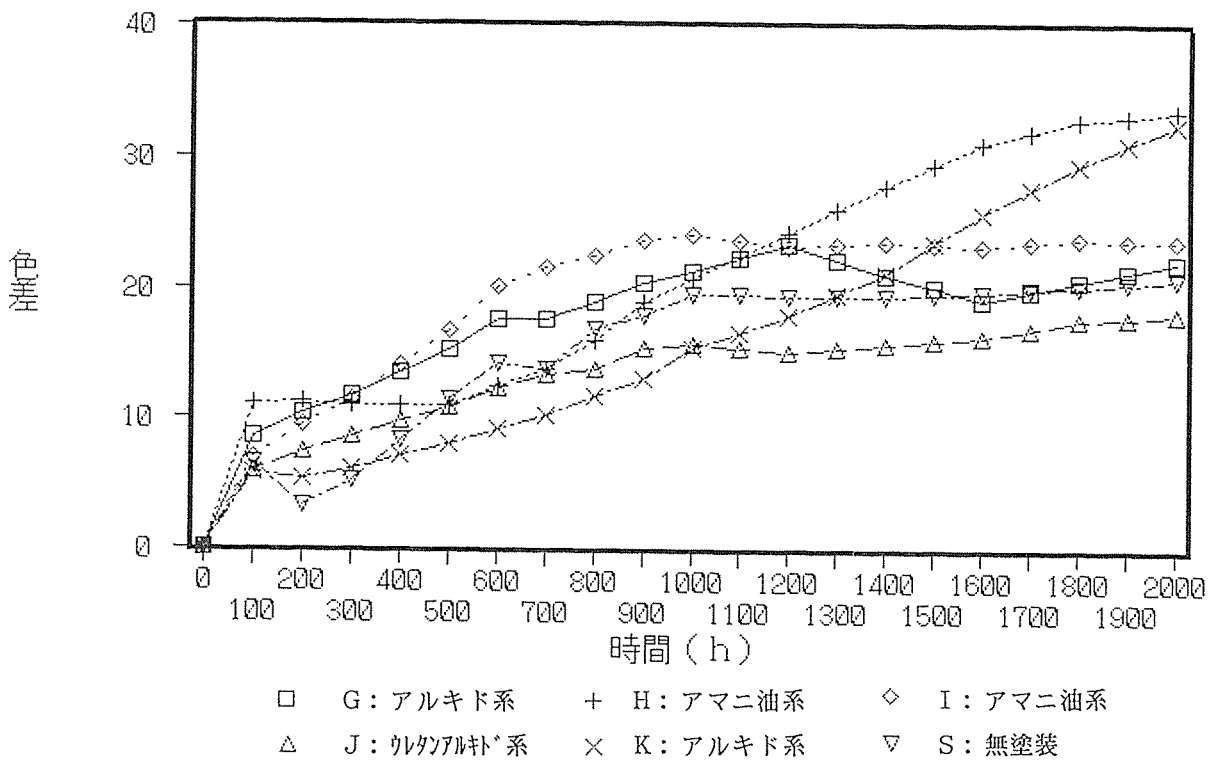


図2-5 促進耐候試験による色差 (含浸タイプ)

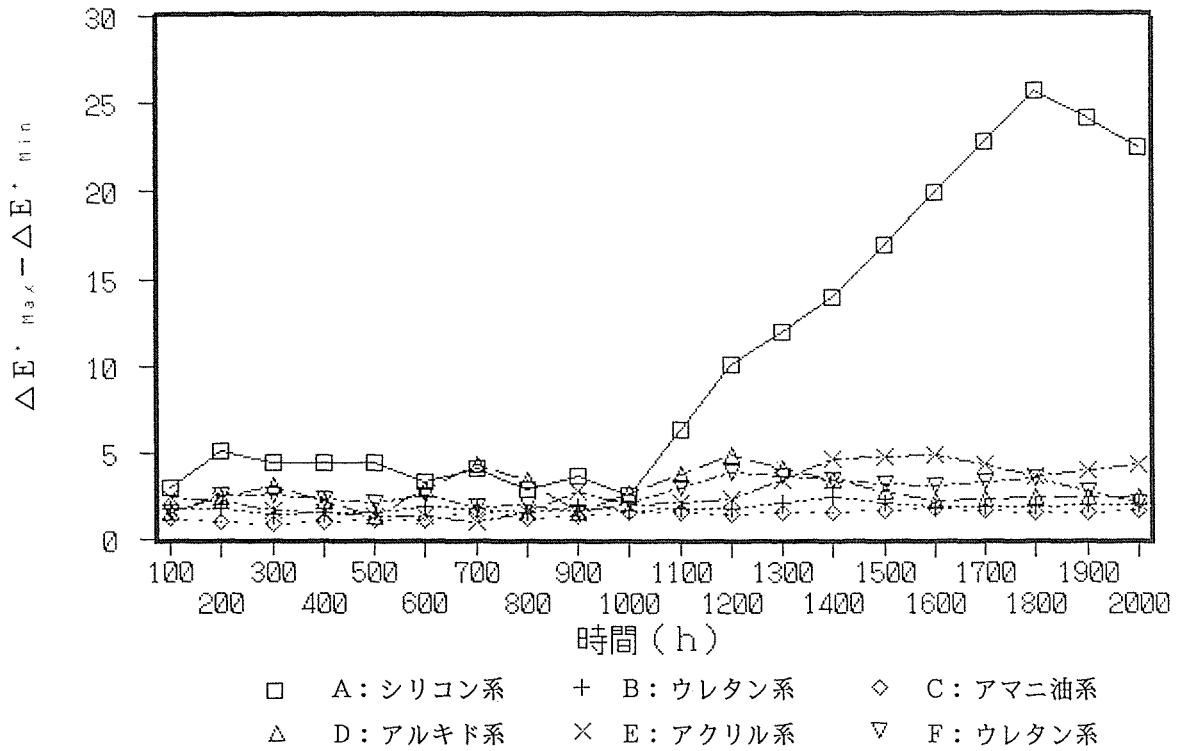


図 2-6 促進耐候試験による色差Max-色差Min① (造膜タイプ)

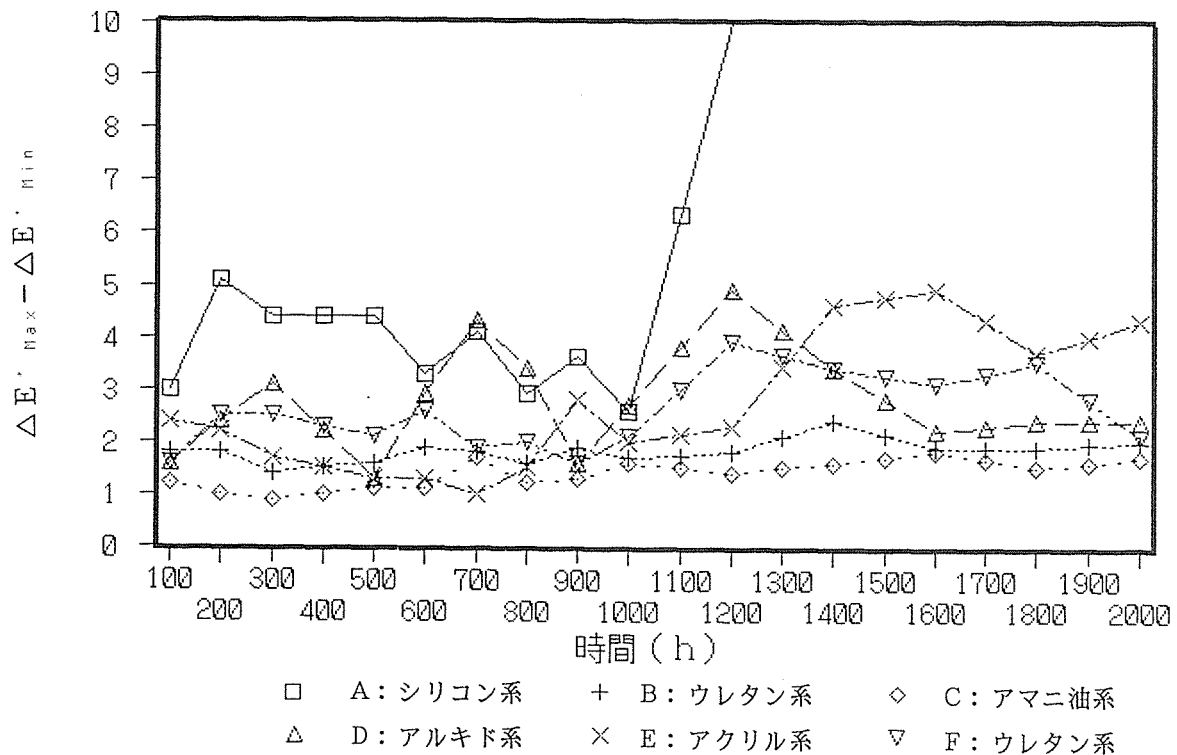


図 2-7 促進耐候試験による色差Max-色差Min② (造膜タイプ)

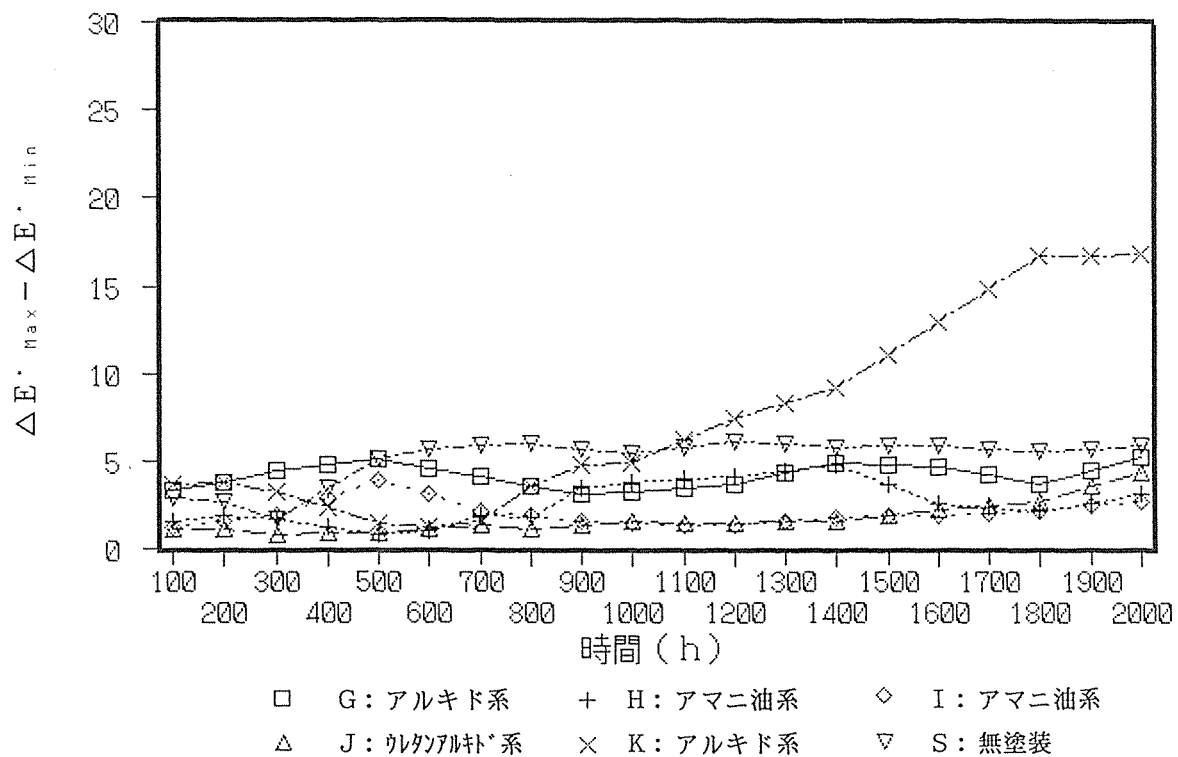


図2-8 促進耐候試験による色差Max-色差Min① (含浸タイプ)

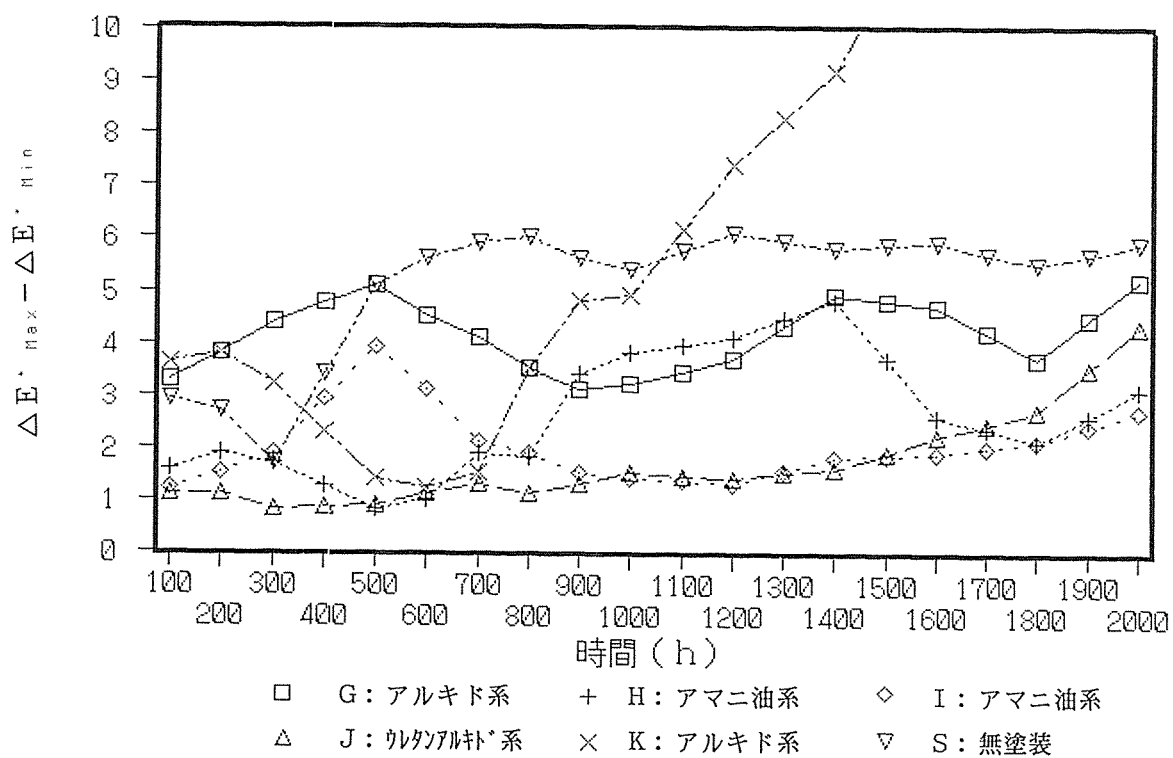


図2-9 促進耐候試験による色差Max-色差Min② (含浸タイプ)

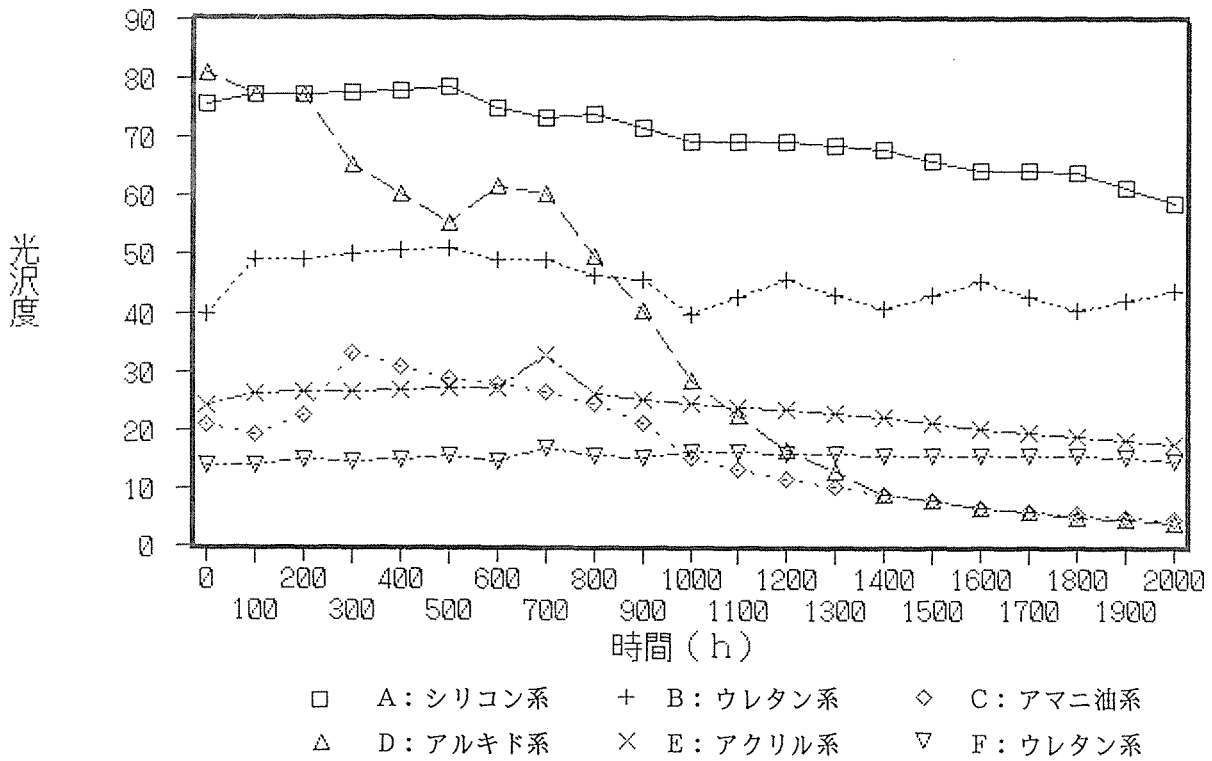


図2-10 促進耐候試験による光沢度変化 (造膜タイプ)

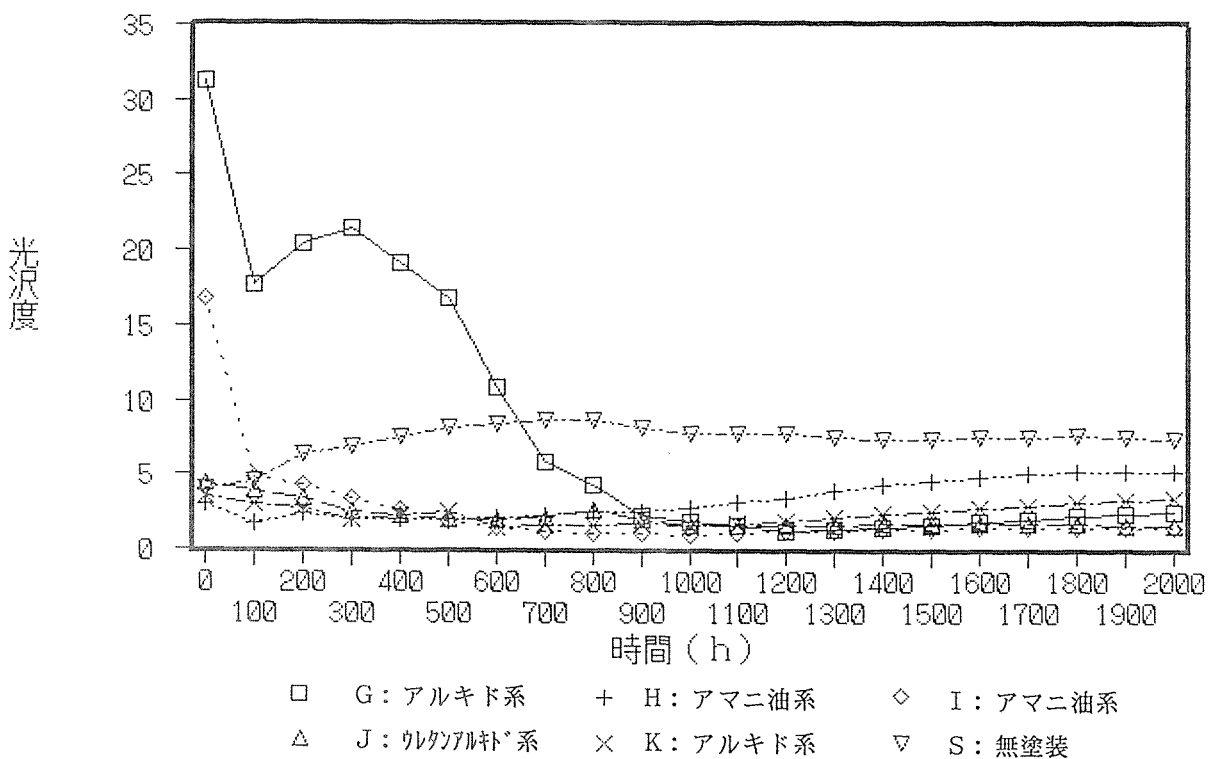


図2-11 促進耐候試験による光沢度変化 (含浸タイプ)

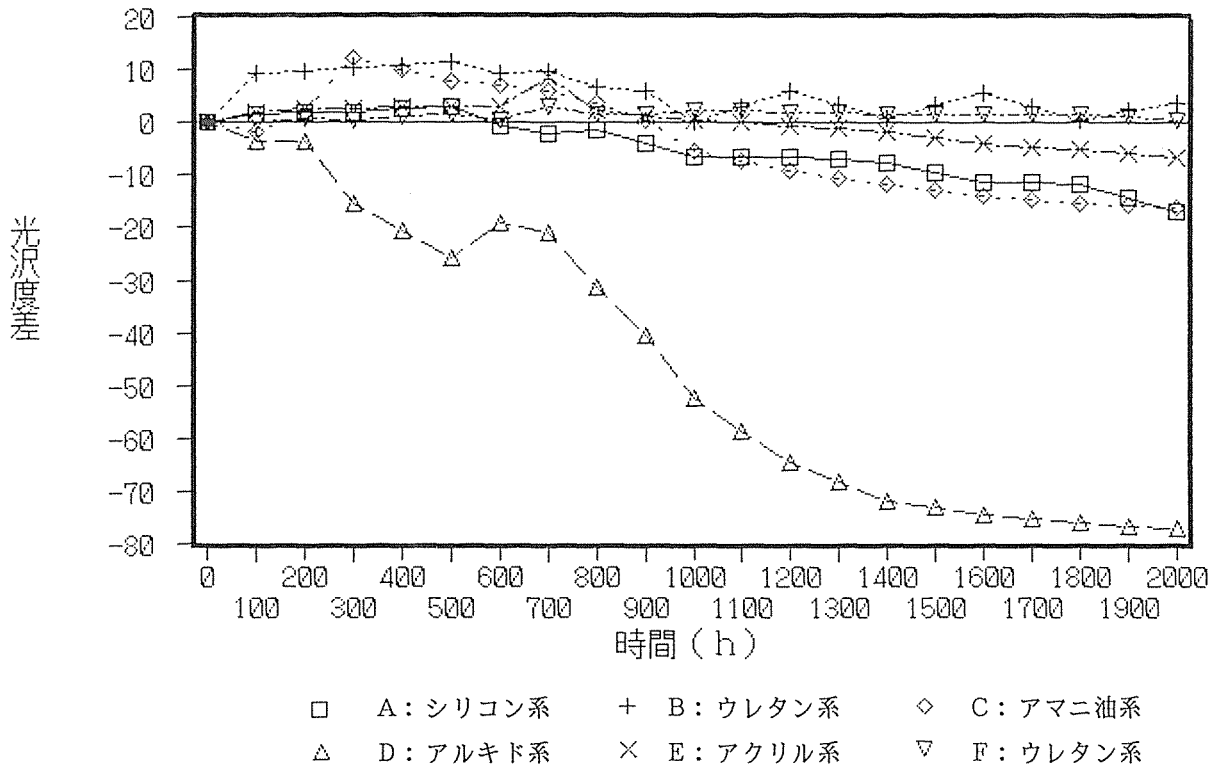


図2-12 促進耐候試験による光沢度差 (造膜タイプ)

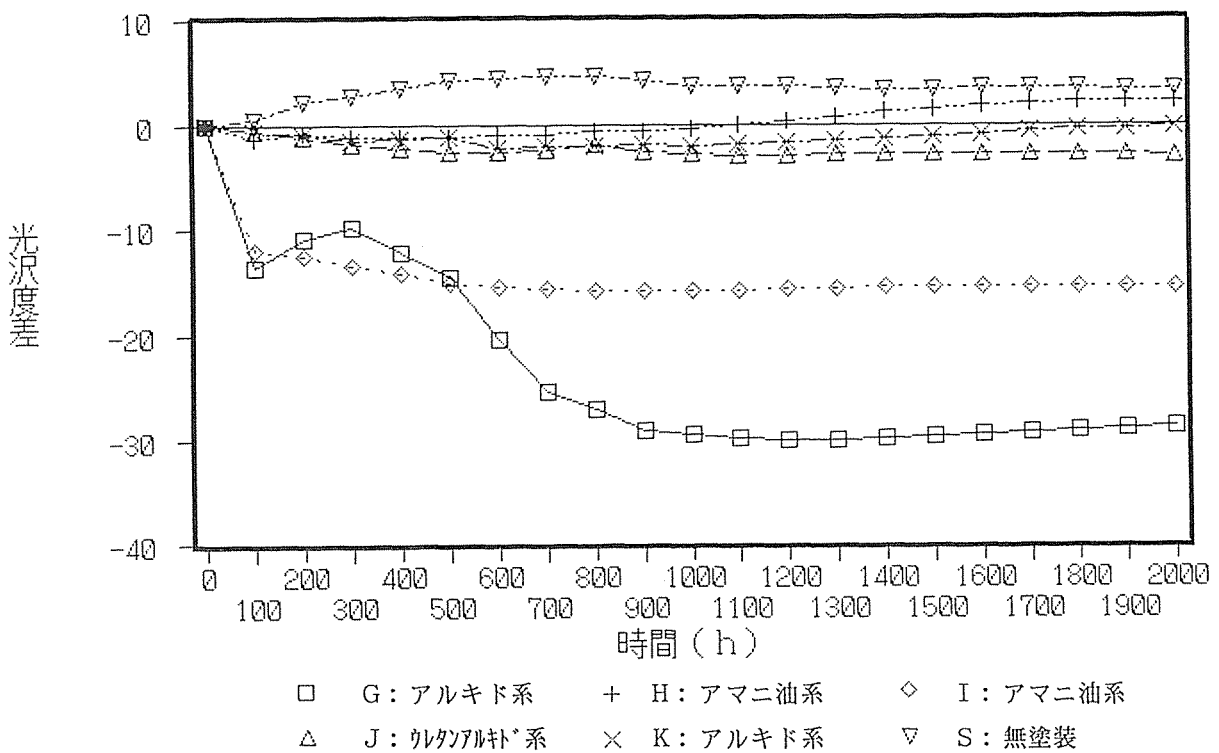


図2-13 促進耐候試験による光沢度差 (含浸タイプ)

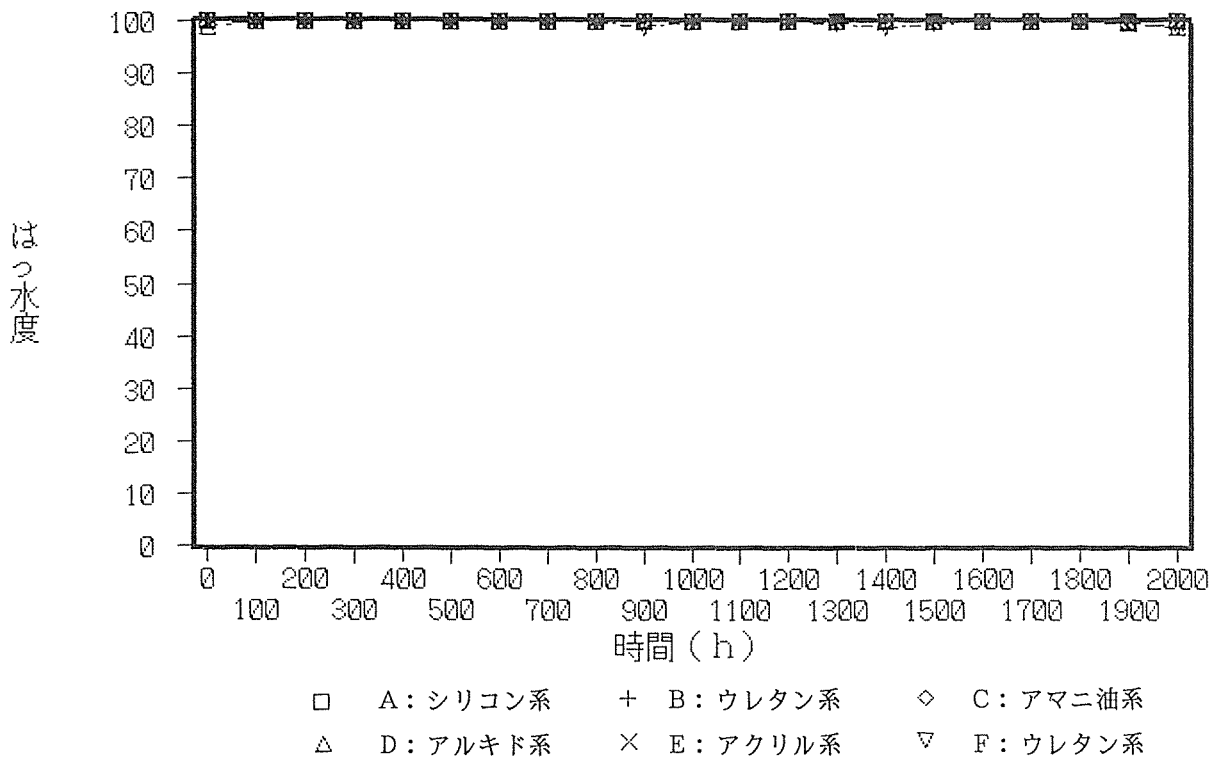


図2-14 促進耐候試験による撥水度 (造膜タイプ)

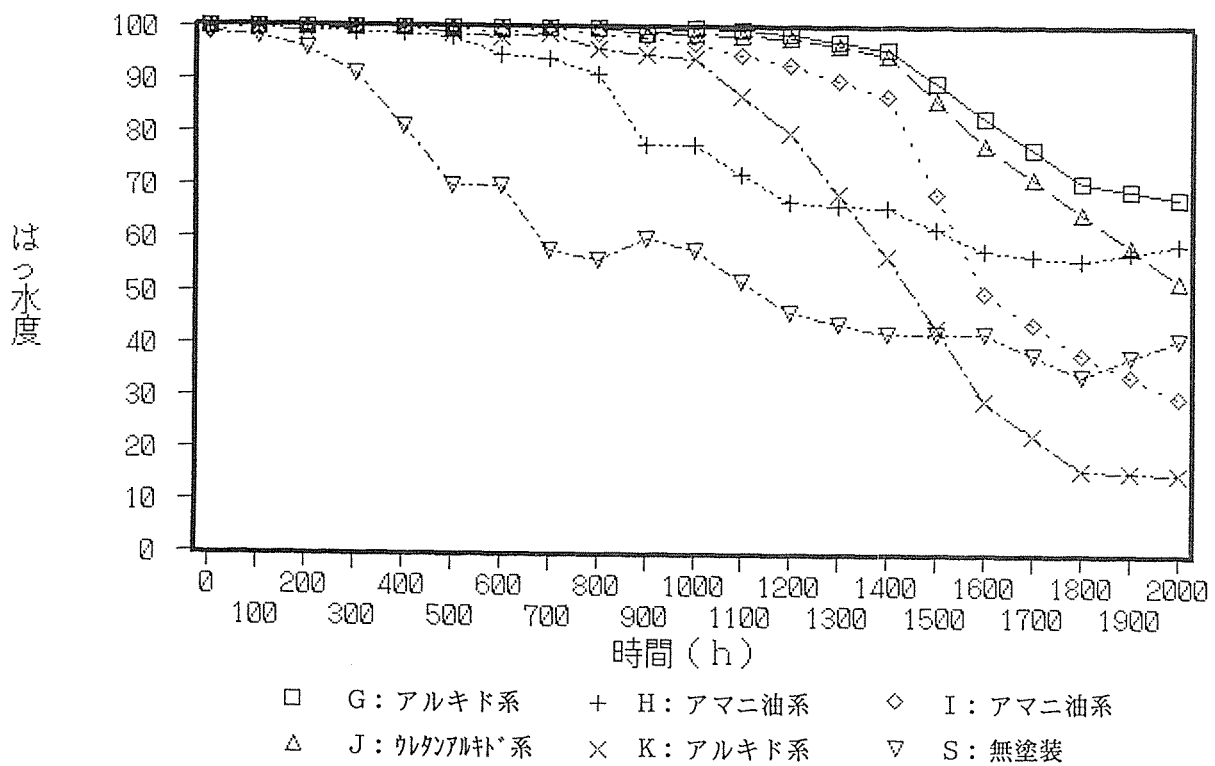


図2-15 促進耐候試験による撥水度 (含浸タイプ)

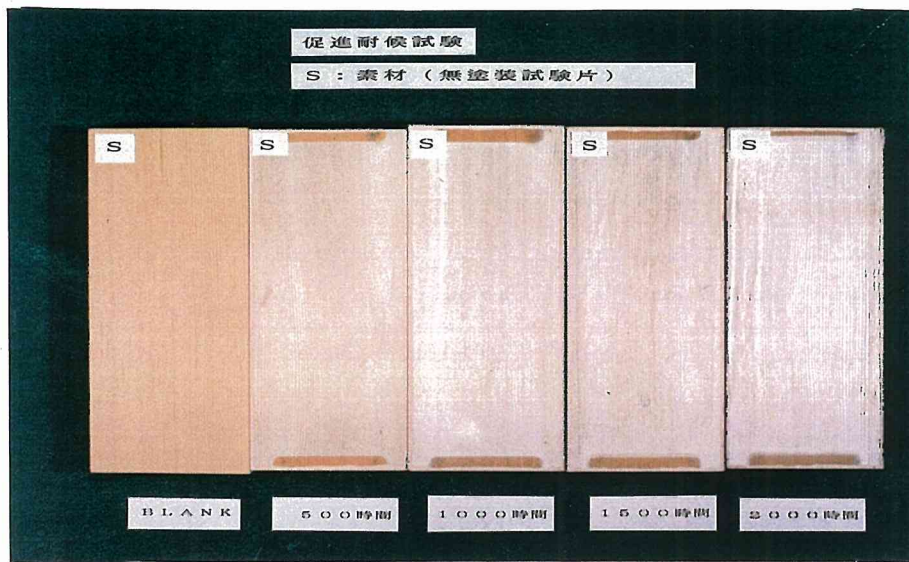


写真2-1 促進耐候試験 S : 素材 (無塗装試験体)

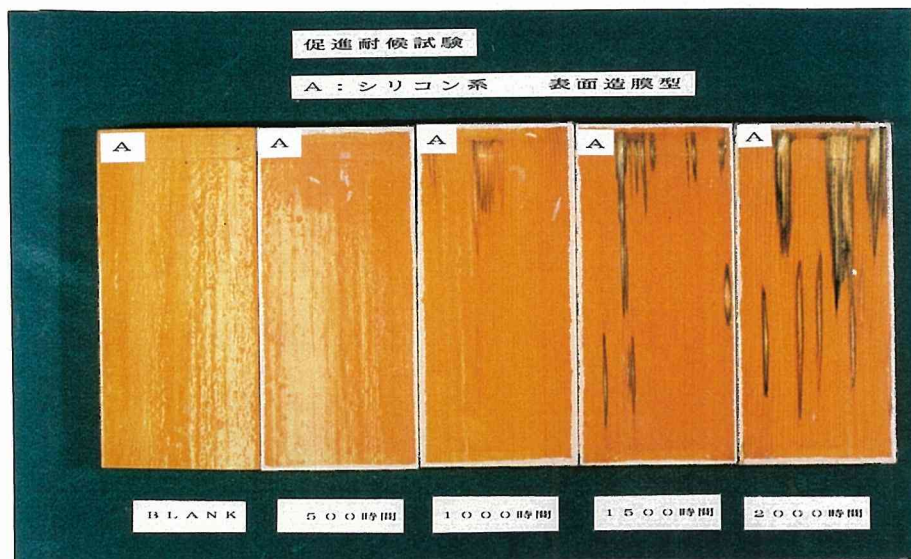


写真2-2 促進耐候試験 A : シリコン系 表面造膜型

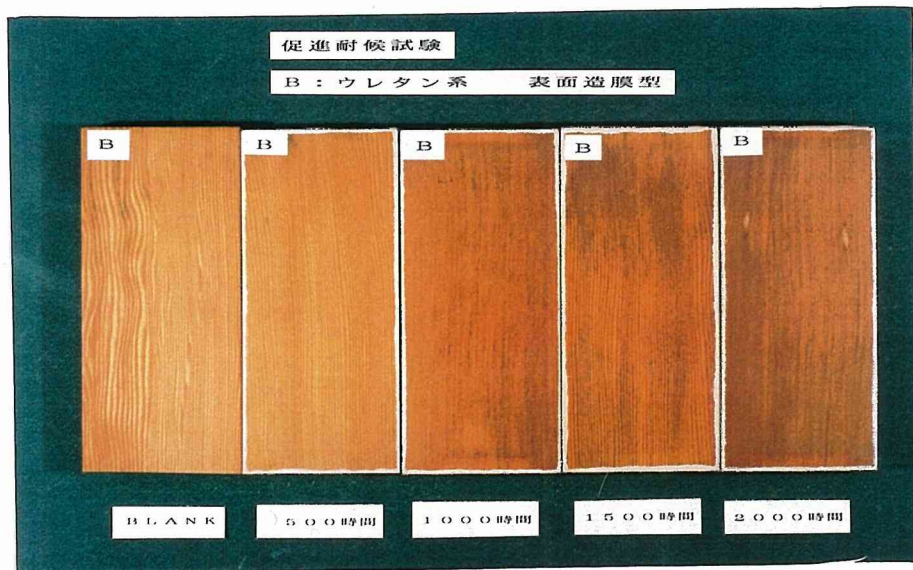


写真2-3 促進耐候試験 B : ウレタン系 表面造膜型

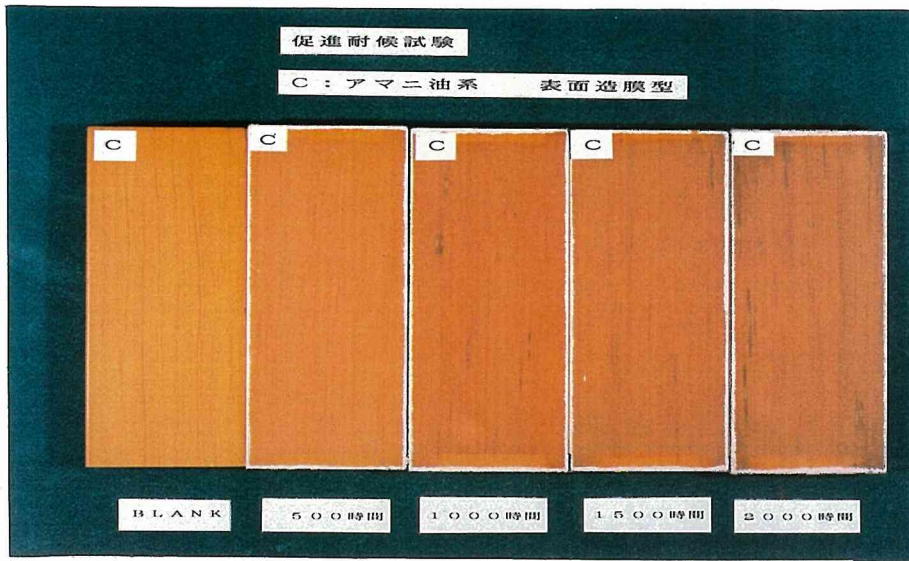


写真2-4 促進耐候試験 C : アマニ油系 表面造膜型

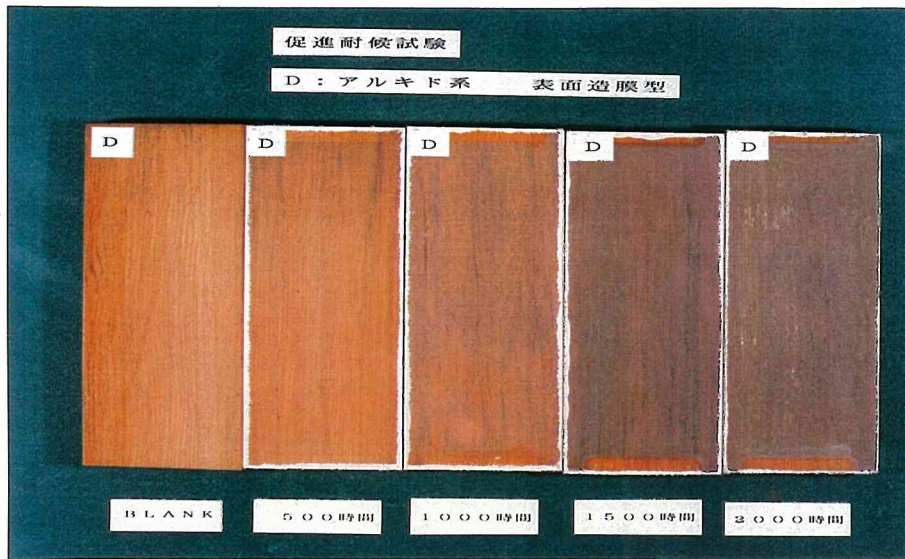


写真2-5 促進耐候試験 D : アルキド系 表面造膜型

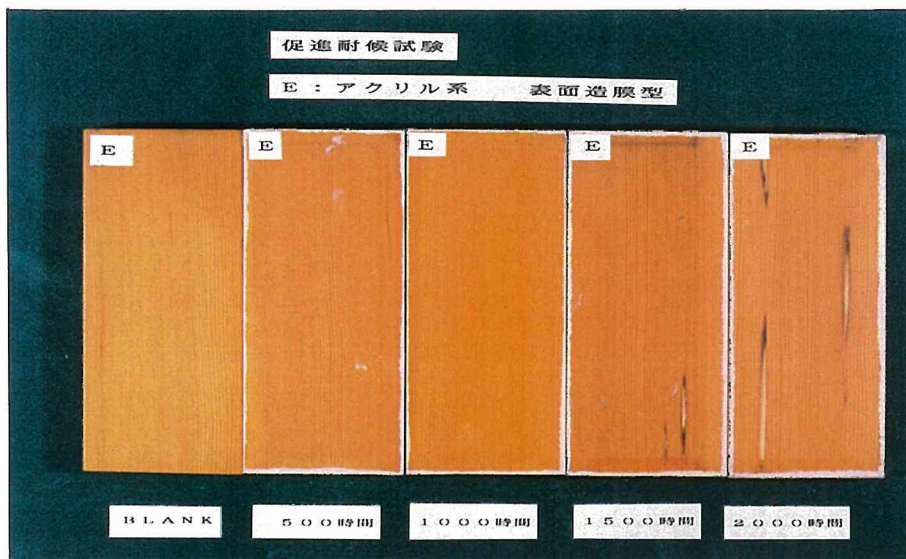


写真2-6 促進耐候試験 E : アクリル系 表面造膜型

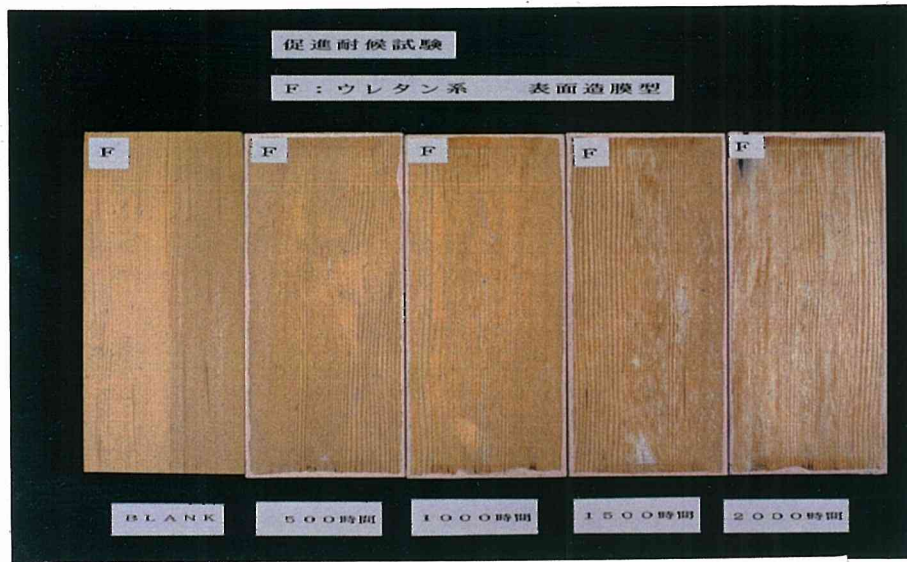


写真2-7 促進耐候試験 F：ウレタン系 表面造膜型

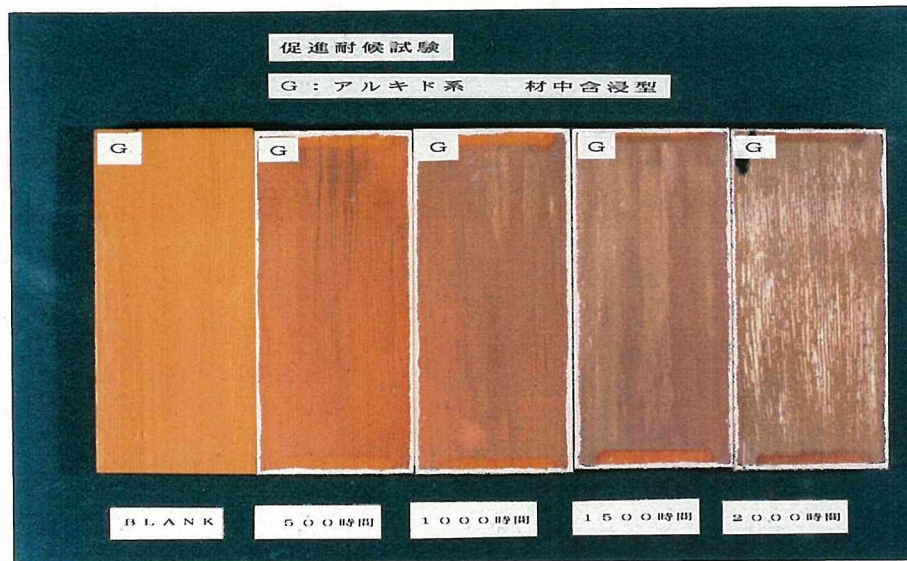


写真2-8 促進耐候試験 G：アルキド系 材中含浸型

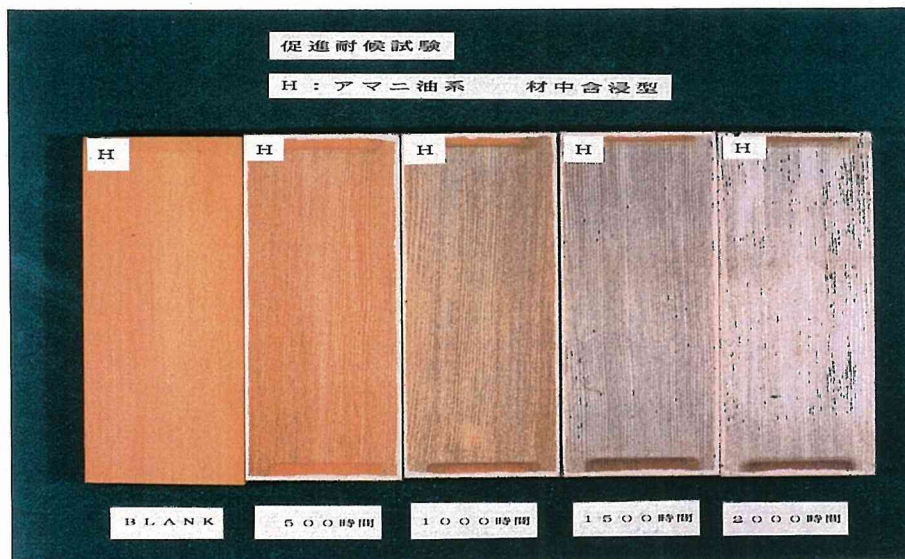


写真2-9 促進耐候試験 H：アマニ油系 材中含浸型

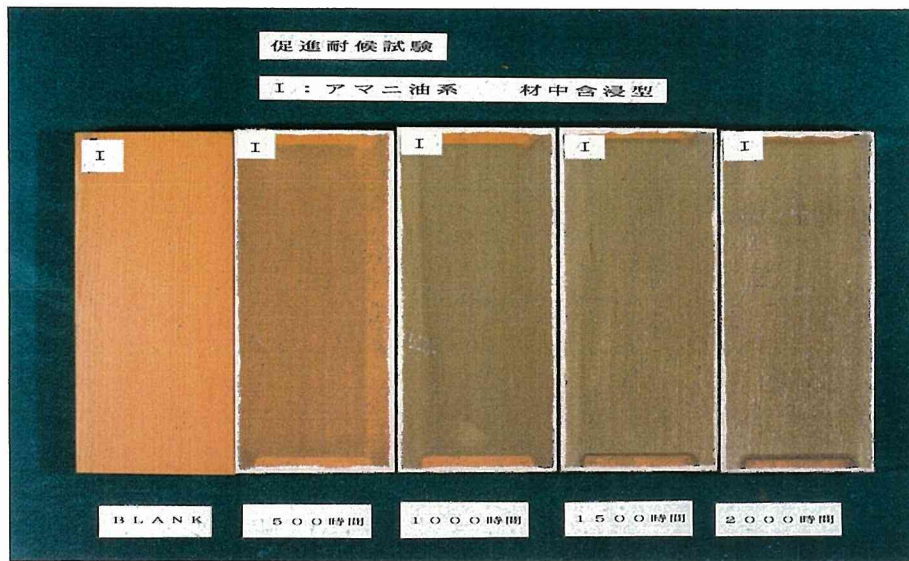


写真2-10 促進耐候試験 I : アマニ油系 材中含浸型

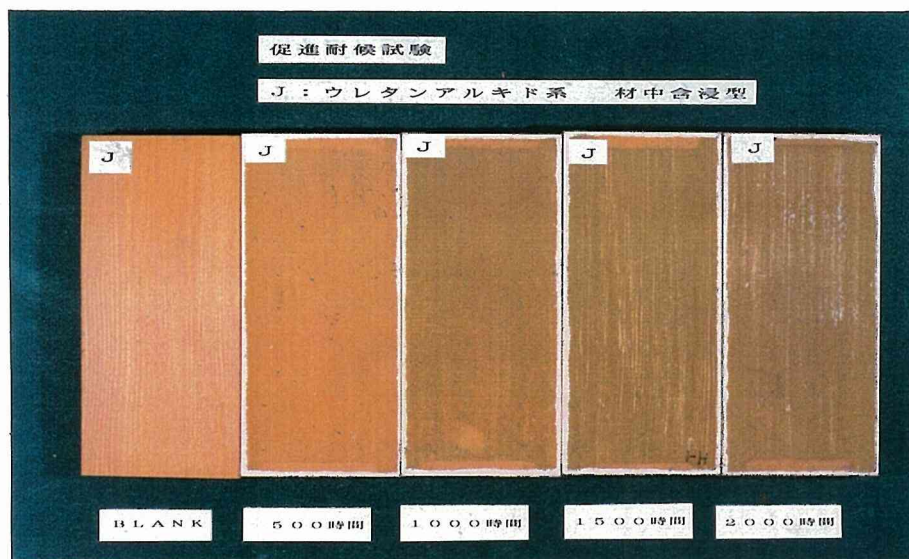


写真2-11 促進耐候試験 J : ウレタンアルキド系 材中含浸型

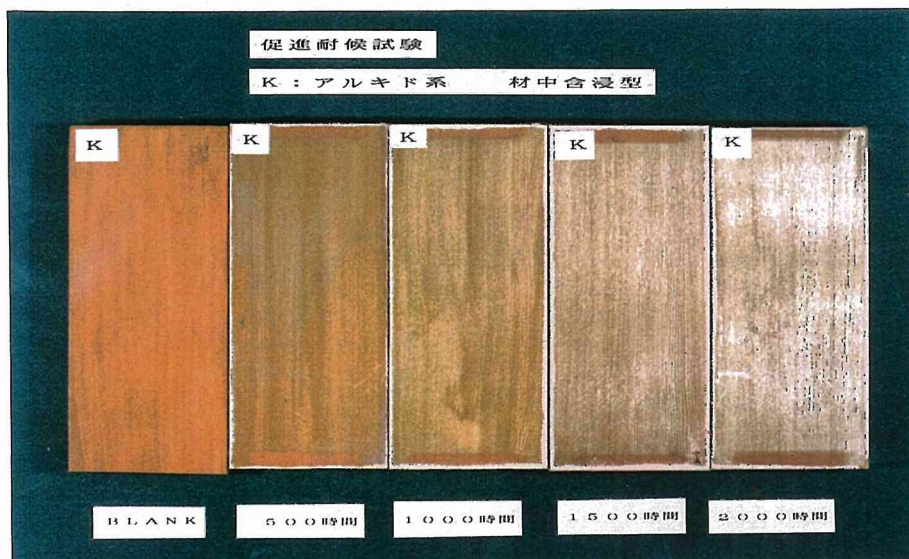


写真2-12 促進耐候試験 K : アルキド系 材中含浸型

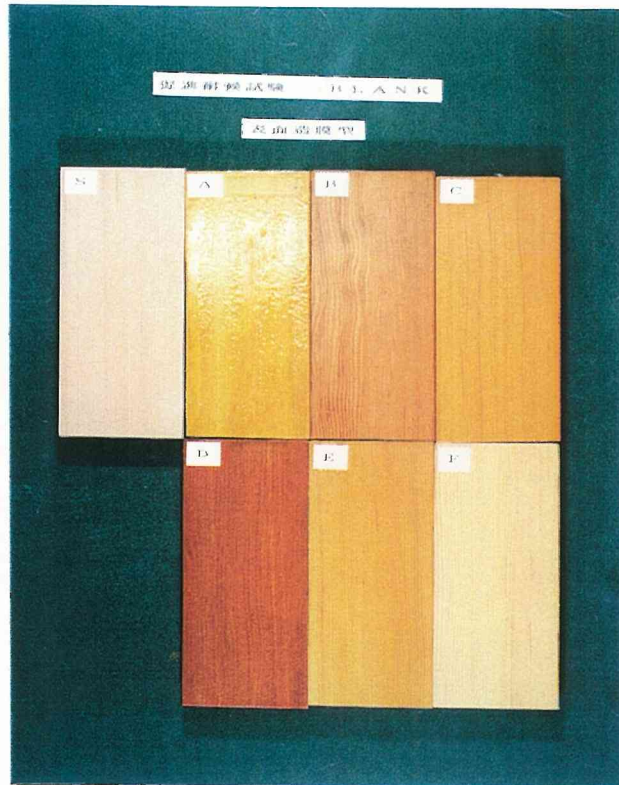


写真 2 - 1 3 表面造膜型塗装後外觀（促進耐候試験 0時間）

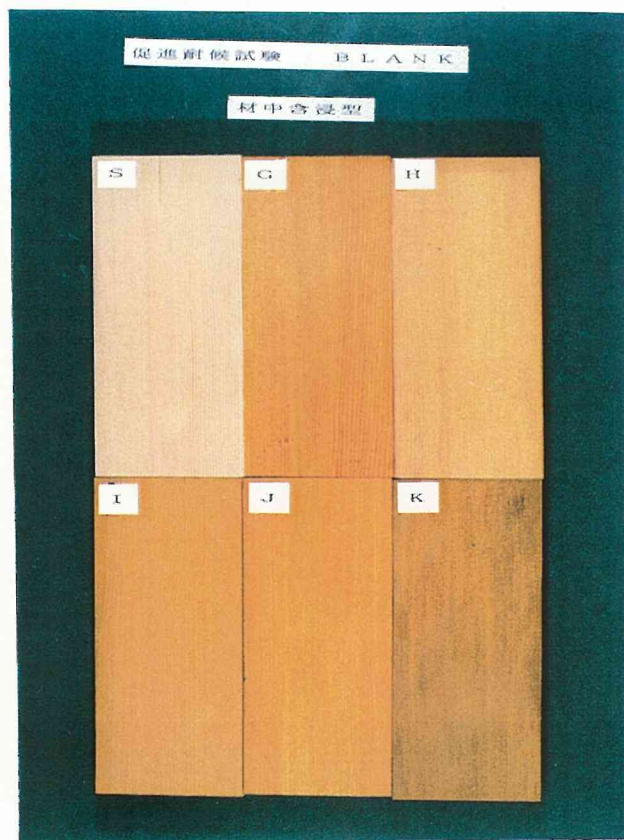


写真 2 - 1 4 材中含浸型塗装後外觀（促進耐候試験 0時間）



写真 2-15 表面造膜型 促進耐候試験
500時間

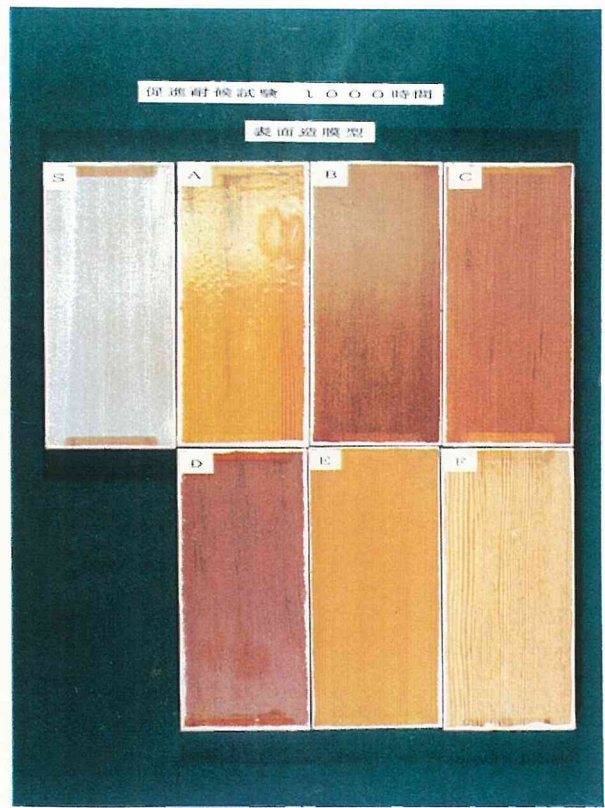


写真 2-16 表面造膜型 促進耐候試験
1000時間

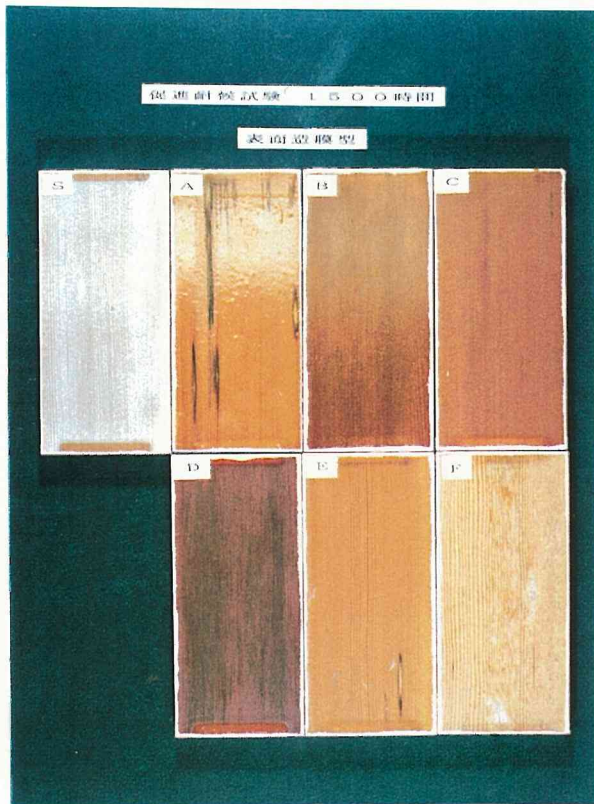


写真 2-17 表面造膜型 促進耐候試験
1500時間

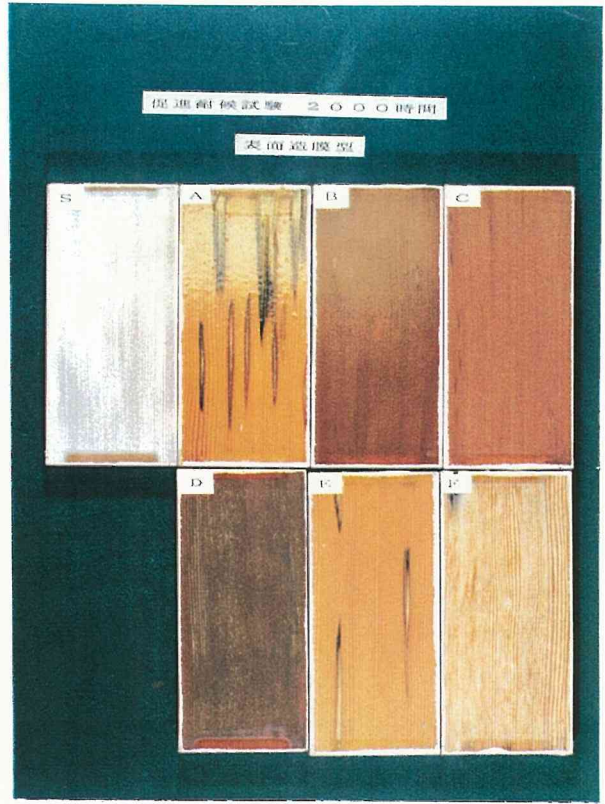


写真 2-18 表面造膜型 促進耐候試験
2000時間

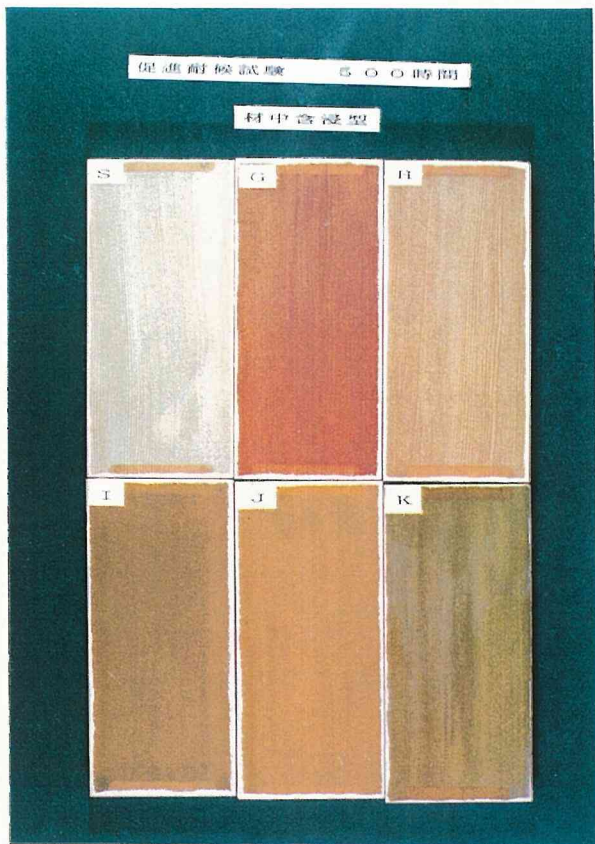


写真 2-19 材中含浸型 促進耐候試験
500時間

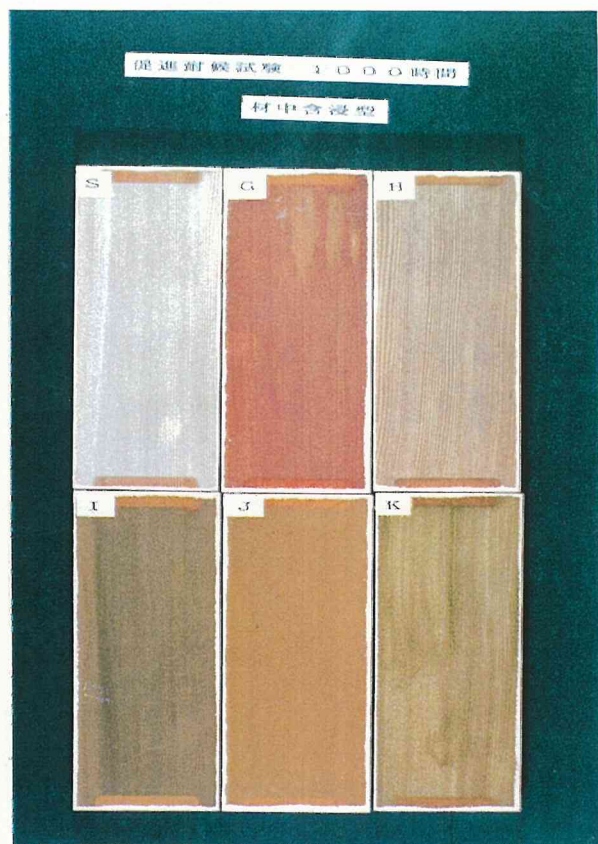


写真 2-20 材中含浸型 促進耐候試験
1000時間

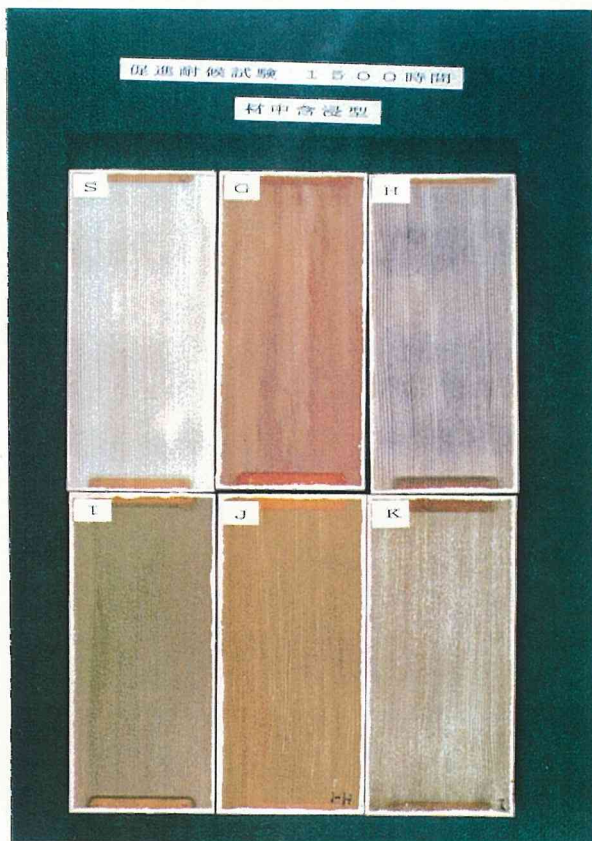


写真 2-21 材中含浸型 促進耐候試験
1500時間

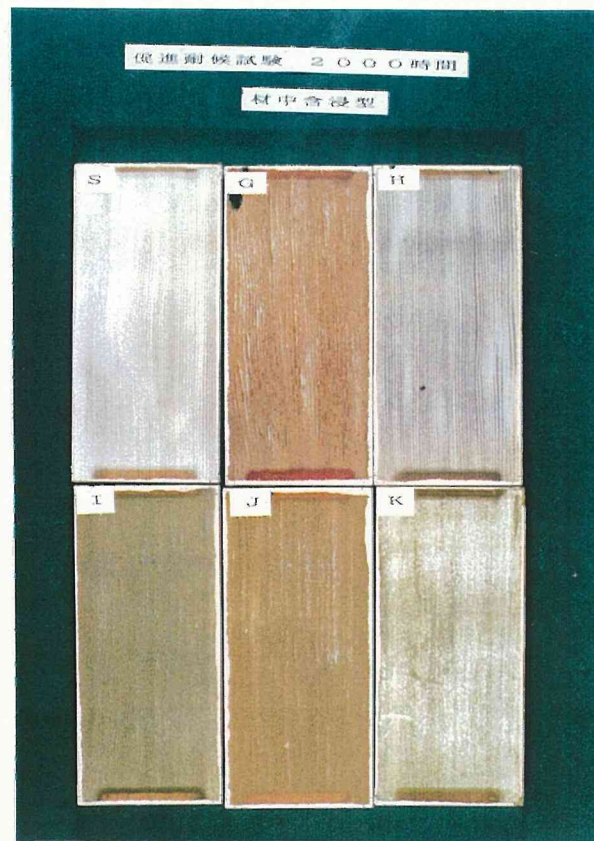
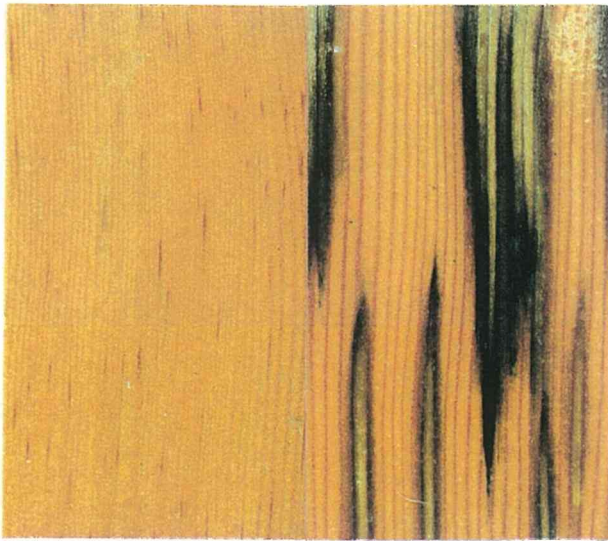


写真 2-22 材中含浸型 促進耐候試験
2000時間

0時間

2000時間



0時間

2000時間

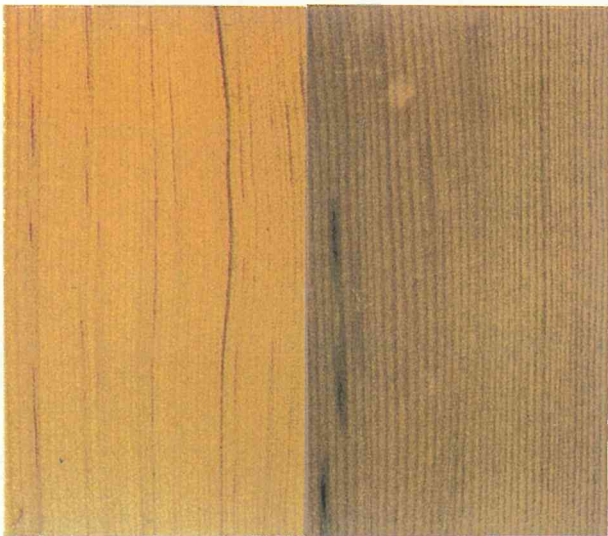


写真2-23 A: 促進耐候試験前後の外観比較

写真2-24 B: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間



0時間

2000時間

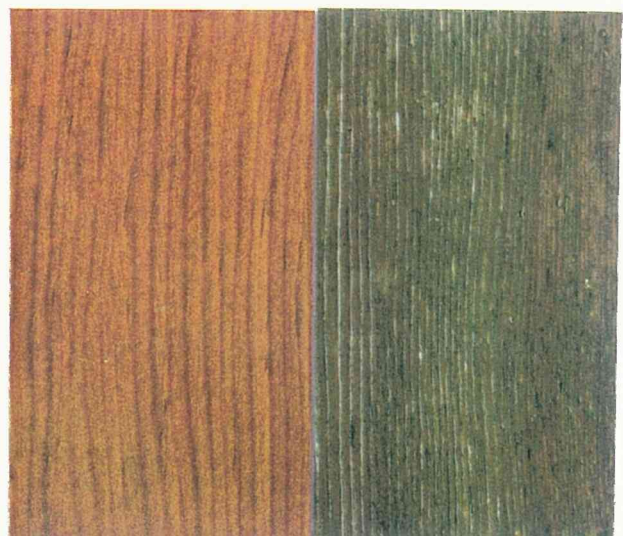
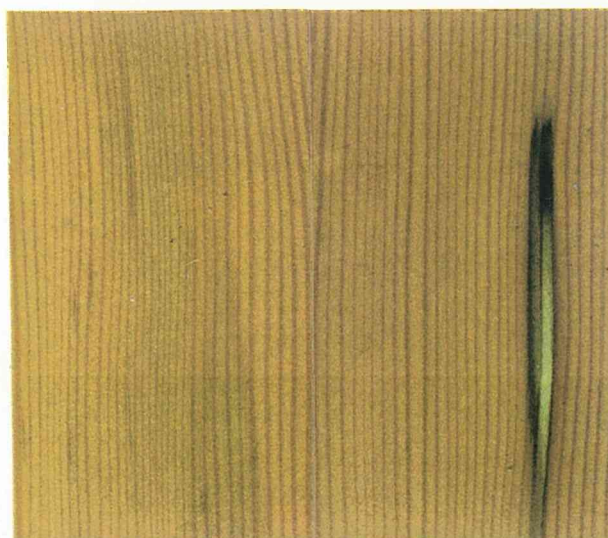


写真2-25 C: 促進耐候試験前後の外観比較

写真2-26 D: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間



0時間

2000時間



写真2-27 E: 促進耐候試験前後の外観比較

写真2-28 F: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

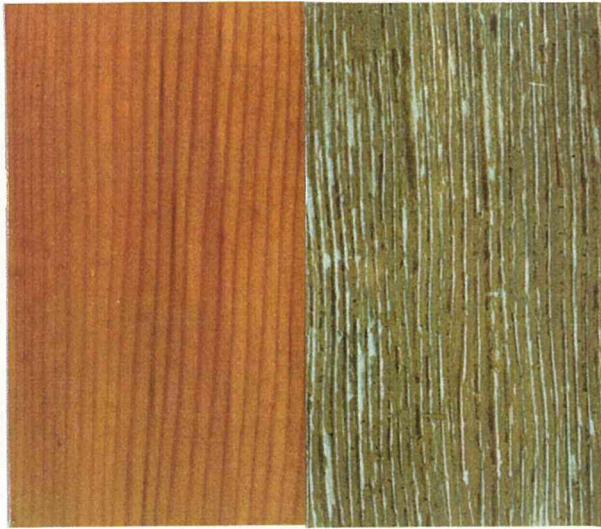


写真2-29 G: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

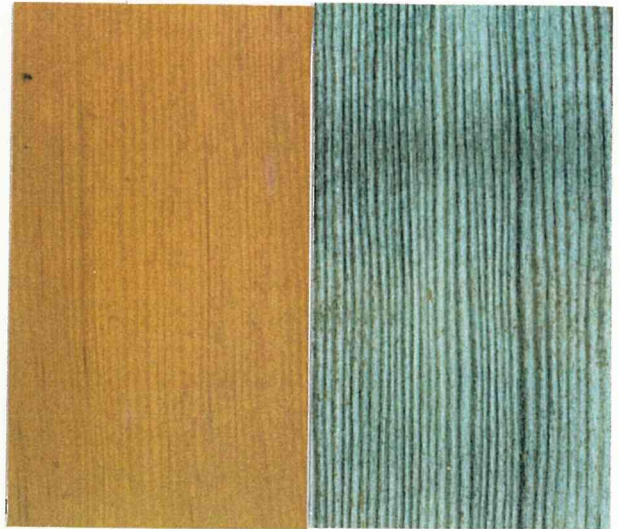


写真2-30 H: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

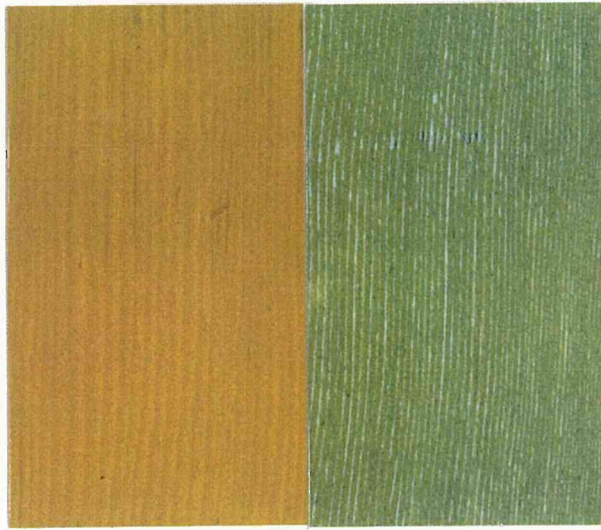


写真2-31 I: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

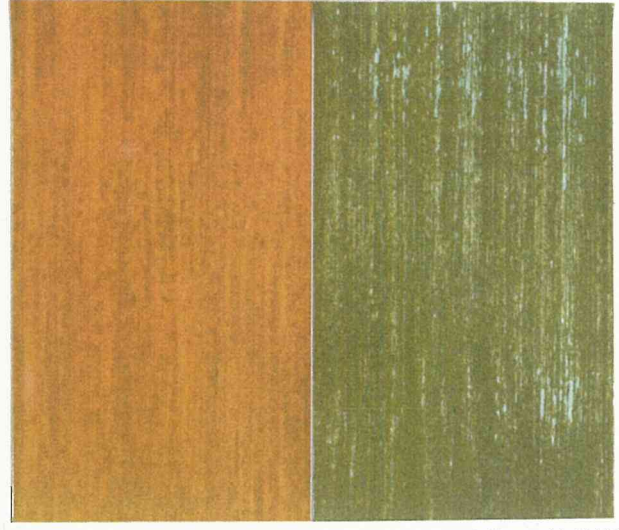


写真2-32 J: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

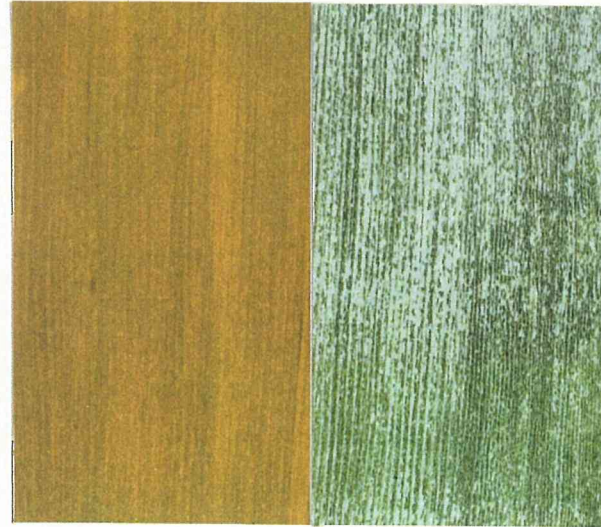


写真2-33 K: 促進耐候試験前後の外観比較

0時間

2000時間

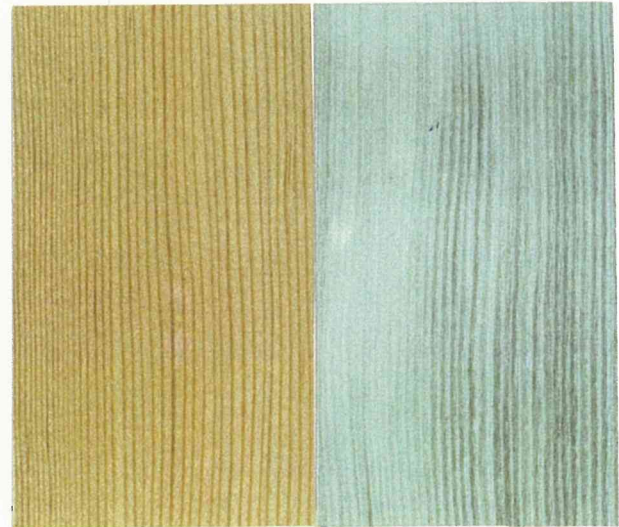


写真2-34 S: 促進耐候試験前後の外観比較

3. 屋外暴露試験

3. 1 透明系保護塗料の屋外暴露試験

3. 1. 1 暴露試験法

(1) 暴露方法

暴露試験は、茨城県つくば市にある森林総合研究所第2樹木園内屋外暴露試験場に1992年1月26日より南面45度の傾斜暴露を開始し、2年間の屋外暴露試験を経過した。試験体は、ベイマツ試験片(寸法:70(R)×300(L)×10(T)mm)に顔料を含まないか、あるいは少量含む無色から半透明の8種類の木材保護塗料を刷毛塗りしたものである。記号番号は、促進暴露試験と同様である。

(2) 気象環境

表1に、1992年12月から1993年11月までの1年間の暴露地点近郊(館野高層気象台)の気象観測データを示す。これによると、今年度の平均気温は13.1℃、年最高気温33.2℃、最低気温-7.3℃であり、年較差は40.5℃であった。今年度の特徴としては、昨年と反対に6,7,8月の夏季における降水量が多く気温が低かった。図1から3に月別の平均気温,日射量,降水量を比較として旭川(北海道)および名護(沖縄)のデータと共に示す。気温は、北海道と沖縄の間であり、日射量は盛夏を除くと多いといえる。降水量は、夏季に多かった。

(3) 劣化状態の評価

試験体の劣化状態の評価は、前年と同様に塗装材表面の塗膜割れあるいは基材割れ,塗膜剝離,表面汚染をマス目試験により測定し、これらを総合して塗装面劣化割合を計算した。また、はっ水性も昨年と同様に水滴の基材中への浸透量からはっ水度を算出した。表面の色調の変化は、色彩色差計により L^* , a^* , b^* 表色系により表し、暴露前の色調との差である色差 ΔE を算出した。光沢も、入反射角60度における光沢値 $G_r(60)$ を測定し、暴露前との差を計算した。これらは、暴露3ヶ月ごとに経時的に測定し、はっ水度, 色差, 光沢については試験体の中央部を測定した。

3. 1. 2 屋外暴露24ヶ月までの試験結果

(1) 塗装面劣化

図4-1(造膜型), 2(含浸型)に保護塗料の違いによる屋外暴露24ヶ月までの塗装面欠陥の経時変化を示す。タイプ別では、昨年と同様に造膜型塗料の方が塗装面欠陥は少ない傾向を示すが、その差は小さい。中でも、フッ素系とウレタンアルキド系のものが比較的良い値を示したが、ほとんどの試験体で塗装面欠陥が50%を越えており、再塗装が必要となっている。造膜タイプの塗装面欠陥は、試験体端部からの剝離あるいは塗膜割れであり、剝離部分や割れ部分はカビと思われる黒色の汚染が発生している。塗膜の下は微生物の格好の住処となるので、造膜タイプの場合は塗膜割れや塗膜剝離が塗装面の20%程度以上となった場合を再塗装の目安とすべきである。これを一つの基準とすると、全ての試験体は再塗装が必要となっている。

含浸タイプは、暴露9ヶ月までに全面が変色による塗装面欠陥が発生しているので、それ以上暴露を継続しても大きな変化はない。含浸タイプの場合の劣化は、顔料の離脱とカビと思われる微生物による表面汚染と基材割れであり、色は更に黒色化が増し基材割れの幅及び深さが拡大した。

(2) はっ水性

図5-1(造膜型), 2(含浸型)に、保護塗料別の屋外暴露24ヶ月までのはっ水度の経時変化を示す。はっ水度の場合も、造膜タイプでは含浸タイプに比べて高い値を示すが、この1年の暴露で劣化が進行し塗膜割れが現れてきたので、はっ水度は急激に低下している。

含浸タイプでは、はっ水性は50%程度の低下があったが、一部を除いてコントロールである無塗装試験体より高いはっ水性を保っているものもある。アマニ油系では、昨年までは暴露により塗装面が無処理と同様の変色を示し、一方はっ水性は保持していたが、今年度の暴露によりほぼ無処理と同様の値となっている。

(3) 色差と光沢

保護塗料ごとの色差および光沢の屋外暴露24ヶ月までの経時変化を、図6-1(造膜型), 2(含浸型)および図7-1(造膜型), 2(含浸型)に示す。図6は色差であるが、造膜型は含浸型より色差は小さい傾向を示した。これは、塗膜により塗料成分の試験体からの溶脱が少ないことや木材表面の水分や紫外線からの保護の結果と考えられる。しかし、測定部が試験体中央部であるため、塗膜割れや塗膜剝離が発生している試験体端部では大きな色差変化を生じており、更にこれらは一様に劣化していないため逆に汚染が目立ってしまう傾向が認められている。

含浸タイプの場合は、塗料の離脱による変色のため色差は大きくなる。特に、顔料が含まれている半透明性塗料での色差は特に大きくなっている。

図7の光沢をみると、造膜タイプは初期の光沢値は高いが、フッ素系を除いて屋外暴露により大幅な光沢の低下を示した。しかしそのフッ素系でもこの1年間の暴露で光沢値の減少は大きくなった。含浸タイプでは、塗料が木材中に浸透して塗膜を形成しないため初期の光沢値が低く、暴露による光沢の低下は小さい。

(4) 総合評価

木製サッシに使用される木材保護塗料の24ヶ月間の屋外暴露試験を行った。ここで注意すべき点は、現在行っている試験が保護塗料の基礎的性能を把握するものであり、特に防腐剤、防虫剤、防カビ剤などの性能や展色剤の性能を試験することを主目的としている。顔料は種類が非常に多く、塗料の色調を統一することが困難なため、供試した塗料は顔料を含んでいないクリアタイプかあるいは含んでいても少量の半透明性タイプのものを用いた。しかし、実際に使用されている保護塗料は顔料により木材及び塗料に含まれる防腐、防虫、防カビ剤等の成分の耐候性をも高めており、今回の結果が直に市販されている顔料含有タイプの保護塗料にあてはまるとはいえないことに注意すべきである。

造膜タイプは、色差、光沢、はっ水度、塗装面欠陥の全てにおいて含浸タイプより優れた結果となった。これは、塗膜により紫外線や水分からの直接の劣化を防ぐことにより、木材基材および塗料成分の耐候性を向上させた結果と考えられる。しかし、造膜タイプの全ての試験体において、暴露12ヶ月後には50%以上の塗膜剥離や塗膜割れが発生し、更に24ヶ月後にはほとんどが剥離に近い状態となっている。これらは試験体の端部から発生するため、暴露12ヶ月では測定部である試験体中央部はほとんど劣化しておらず、これらの影響は色差やはっ水性等の値としては現れていないが、24ヶ月では剥離は中央部にも及んでいる。塗膜割れや塗膜剥離が生じた箇所は、カビによる汚染などの劣化が一層目立つため、造膜タイプの塗料の場合は耐候性の評価を塗装面欠陥により行う方が望ましいと考えられる。また、造膜タイプの塗料は、再塗装の際に重ね塗りができないことを注意すべきである。特に、このように汚染が拡大した場合は、再塗装の場合に残存塗膜の剥離作業の他に、漂白作業も必要となってくる。

含浸タイプは、顔料が含まれていないこともあって変色を中心とした塗膜面汚染が目立つ。昨年までは、ある程度のはっ水性を保っていたが、24ヶ月後では無処理と変わらない物も多くなった。また、カビの発生が暴露初期に生じたことから、防カビ剤の耐候性が非常に低いことが問題である。含浸タイプは暴露後の木材の変色が大きくなるが、変色は一様に起こり、また再塗装には重ね塗りができるという特徴は評価すべきである。

図8-1～9に暴露24ヶ月後の写真を示す。

3. 2 着色系保護塗料の屋外暴露試験

3. 2. 1 試験体

促進試験と同様にベイマツ柾目試片（70(R)×300(L)×10(T)mm：（有）共和木工提供）を、各塗料につき2枚ずつ用いた。試験体は、90℃、8時間の高温蒸気乾燥による脱脂乾燥を行い、含水率を約12%まで乾燥させた。また、塗装前にNo.180のサンドペーパーにより素地調整を行った。

3. 2. 2 木材保護塗料

供試した木材保護塗料は促進試験と同様であり、AからFまでが造膜タイプ、GからKまでが含浸タイプ、そしてSが無塗装のコントロールである。塗装は、造膜タイプ6種、含浸タイプ5種の計11種の塗料についてパイン系の色調のものを用い、これを提供各社に使用説明書に従った塗装を依頼した。塗装後、暴露面を残して全ての面をフタル酸系合成樹脂ペイントで隠ぺいし、更に木口面は速乾性エポキシ樹脂で封鎖した後、アルミテープでシールした。

3. 2. 3 屋外暴露試験

（1）試験地の概要

屋外暴露は、茨城県つくば市にある森林総合研究所第2樹木園内屋外暴露場に南面45度の傾斜暴露を行った。暴露試験は、1993年3月4日より開始し、12ヶ月の試験が終了した。なお、屋外暴露試験は、1996年3月までの36ヶ月間を予定している。

（2）劣化評価方法

塗装後屋外暴露した試験体表面の劣化状態を評価するため、①塗膜割れ、塗膜はくり ②汚染、退色 ③はっ水性 ④色差 ⑤光沢を測定する。①と②は、マス目試験により塗装面欠陥率として表し、測定法は透明系保護塗料の場合と同様である。測定は暴露開始および終了日と3ヶ月ごとに経時的に行う。

3. 2. 4 屋外暴露12ヶ月までの試験結果

（1）塗装面劣化

図9-1（造膜型）、2（含浸型）に保護塗料の違いによる屋外暴露12ヶ月までの塗装面欠陥の経時変化を示す。造膜タイプと含浸タイプとを比較すると、暴露12ヶ月まででは造膜タイプの劣化は少ない。造膜タイプの場合、顔料が含まれていることで塗膜の耐久性が向上し、12ヶ月の暴露では塗膜の劣化はほとんど見られない。しかし塗料Fは白色系の色調を持つ造膜タイプの塗料であるが、暴露6ヶ月目あたりからカビと思われる変色が目立ち始め、12ヶ月後にはほぼ全面に拡大し表面汚染を生じている。透明なシリコン樹脂タイプの塗料Aは、徐々に塗膜の割れが出てきた。

一方、含浸タイプの場合は顔料の脱離による塗装面の全面変色による欠陥が主である。ただ、全面が一様に退色していくため、見た感じではそれほどの汚染感はいまのところ感じられない。その中で、塗料Gはわずかに黒色の点状のカビが見られるのみで塗装表面の欠陥は少ない。これは、塗料Gはある程度の造膜性を持つ半造膜型塗料のためと考えられる。

(2) はっ水性

図10-1(造膜型), 2(含浸型)に、保護塗料別の屋外暴露12ヶ月までのはっ水度の経時変化を示す。屋外暴露12ヶ月後では、造膜型は塗膜割れ等が発生していないのでほとんどがはっ水度100%を保っている。一方、含浸タイプでは10~20%程度のはっ水度の低下が見られる。しかし、無処理が25%程度の低下を示しているので、無処理よりは高いはっ水性を保っている。その中で、塗料G及びIが高いはっ水度を保っている。

(3) 色差と光沢

保護塗料ごとの色差および光沢の屋外暴露12ヶ月までの経時変化を、図11-1(造膜型), 2(含浸型)および図12-1(造膜型), 2(含浸型)に示す。図11は色差であるが、含浸型に比べ造膜タイプの色差は少ない。しかし、透明系である塗料Aは値が大きくなっている。塗料B及びEの色差が小さい。含浸タイプは、20から30程度の色差を示し、特に塗料H, Iは無処理に近い大きな変色を起こしている。

図12の光沢をみると、造膜タイプの塗料C, E, Fでの光沢の低下が大きい。塗料A及びBは、高い光沢値を維持している。半造膜タイプといえる塗料G及びIは、大きな光沢の低下を生じ、他の含浸タイプとほぼ同じ値となっている。

図13-1~12に屋外暴露12ヶ月後の写真を示す。

表1. 暴露地付近の気象庁気象データ (1992. 12 - 1993. 11)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
平均気温 (°C)	3.6	4.7	6.2	10.8	15.9	19.9	20.6	23.1	20.8	15.0	11.0	5.8	13.1
最高気温 (°C)	13.0	22.8	19.6	27.5	30.7	32.7	33.0	33.2	31.2	24.1	22.3	18.3	33.2
最低気温 (°C)	-6.3	-7.3	-4.4	-3.1	3.0	10.9	11.5	16.9	9.5	1.8	-2.5	-4.9	-7.3
日射量 (MJ/m ²)	7.4	12.2	14.4	15.8	18.4	14.5	10.7	12.7	11.4	10.7	8.6	8.3	12.1
日照時間 (時間)	142.0	191.6	193.7	175.5	194.6	101.0	56.6	104.5	102.6	152.8	149.5	184.1	1748.5
降水量 (mm)	91.0	64.0	58.5	35.5	103.0	166.0	224.0	241.5	92.0	124.5	119.0	68.5	1387.5

気象データは、茨城県つくば市 館野高層気象台のもの。

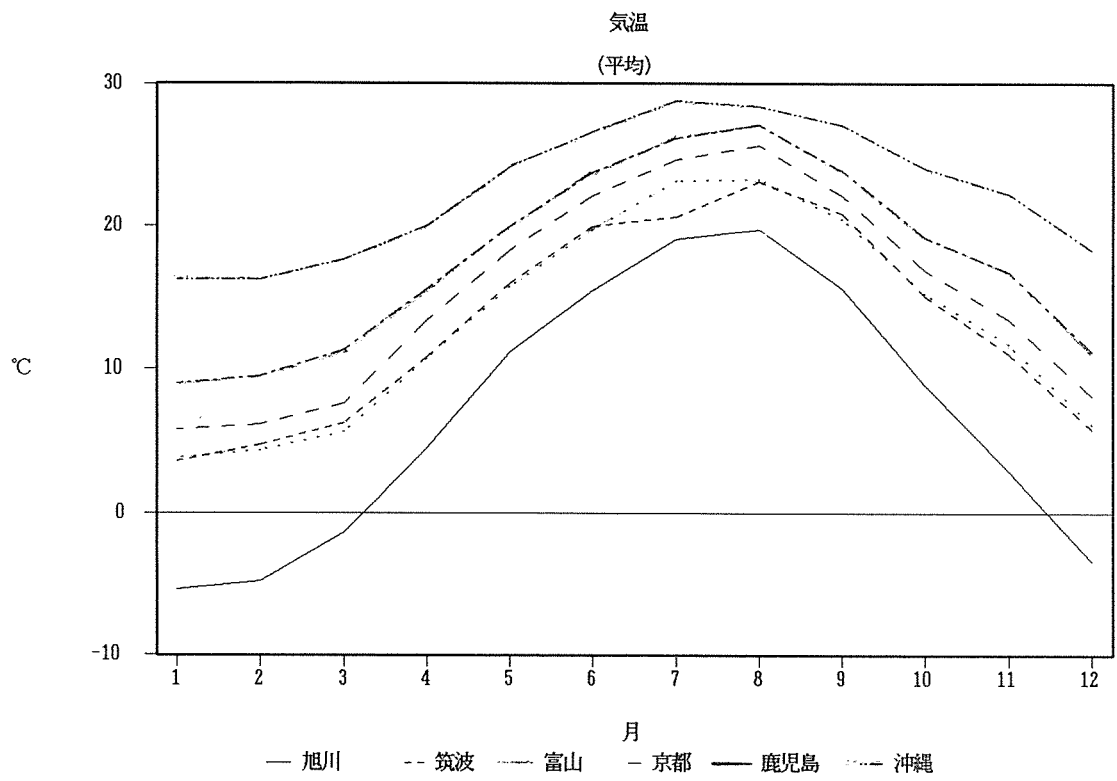


图 1 . 月別平均气温 (1992. 12-1993. 11)

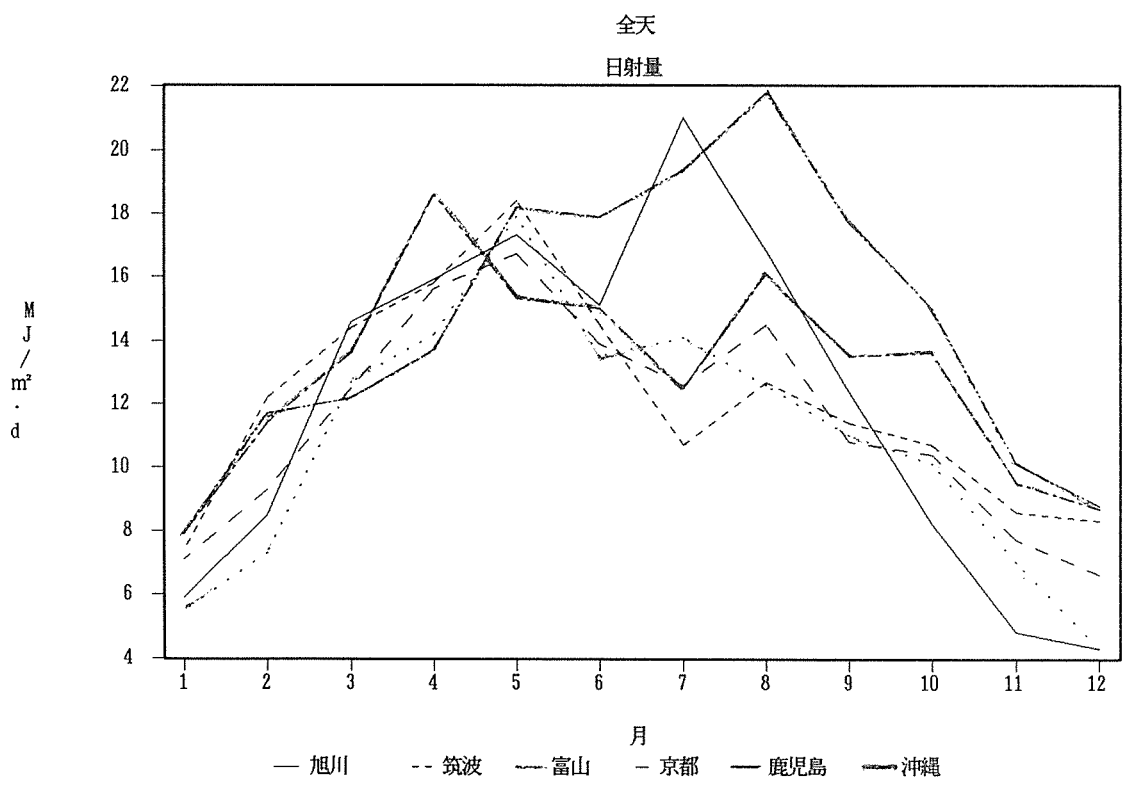


图 2 . 月別平均日射量 (1992. 12-1993. 11)

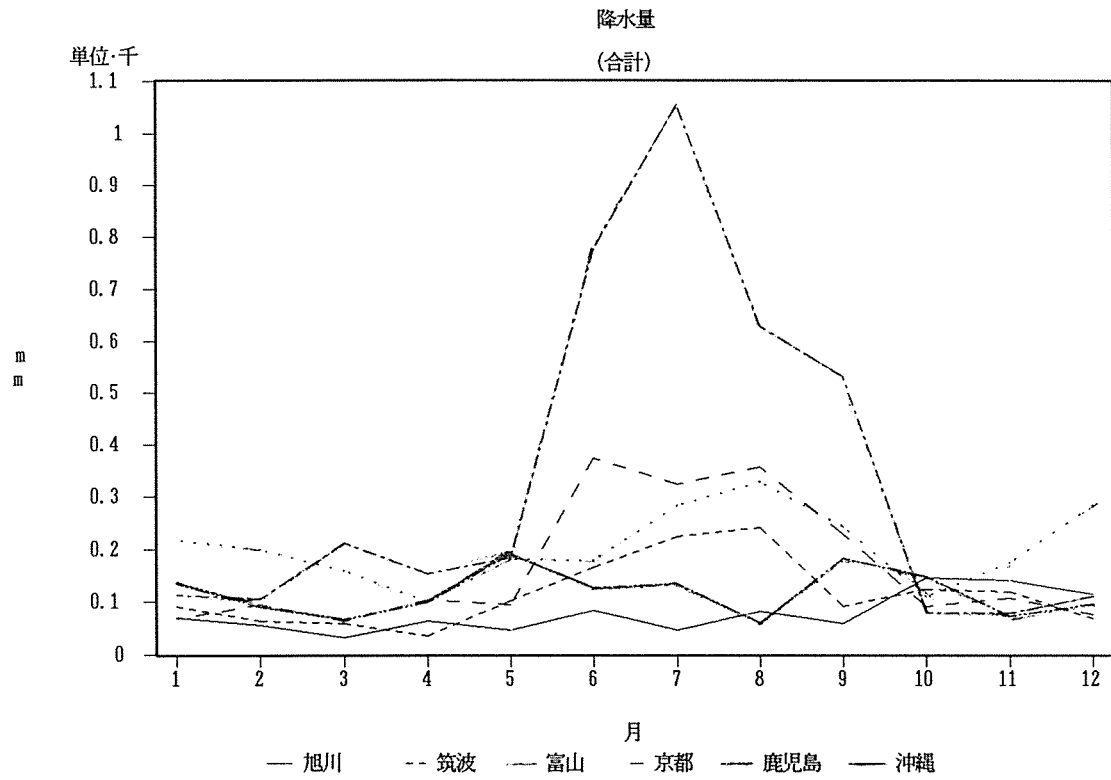


図 3 . 月別降水量 (1992.12-1993.11)

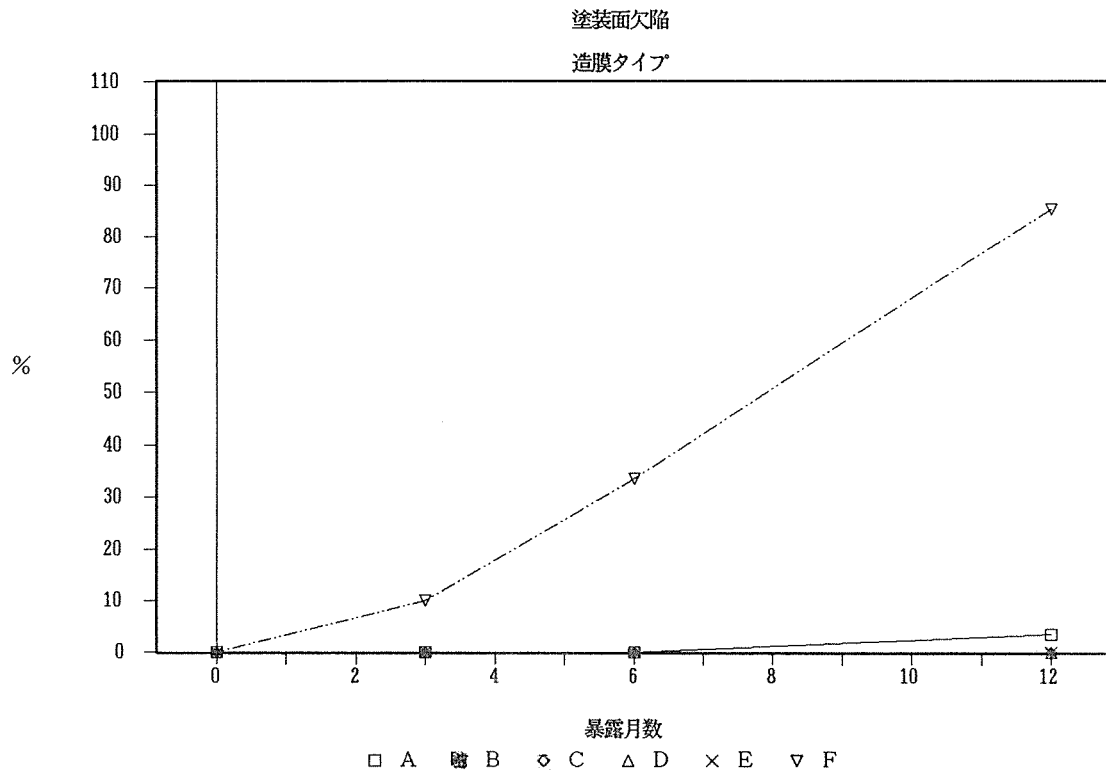


図 4 - 1 . 屋外暴露 2 4 カ月までの造膜型保護塗料の塗装面欠陥

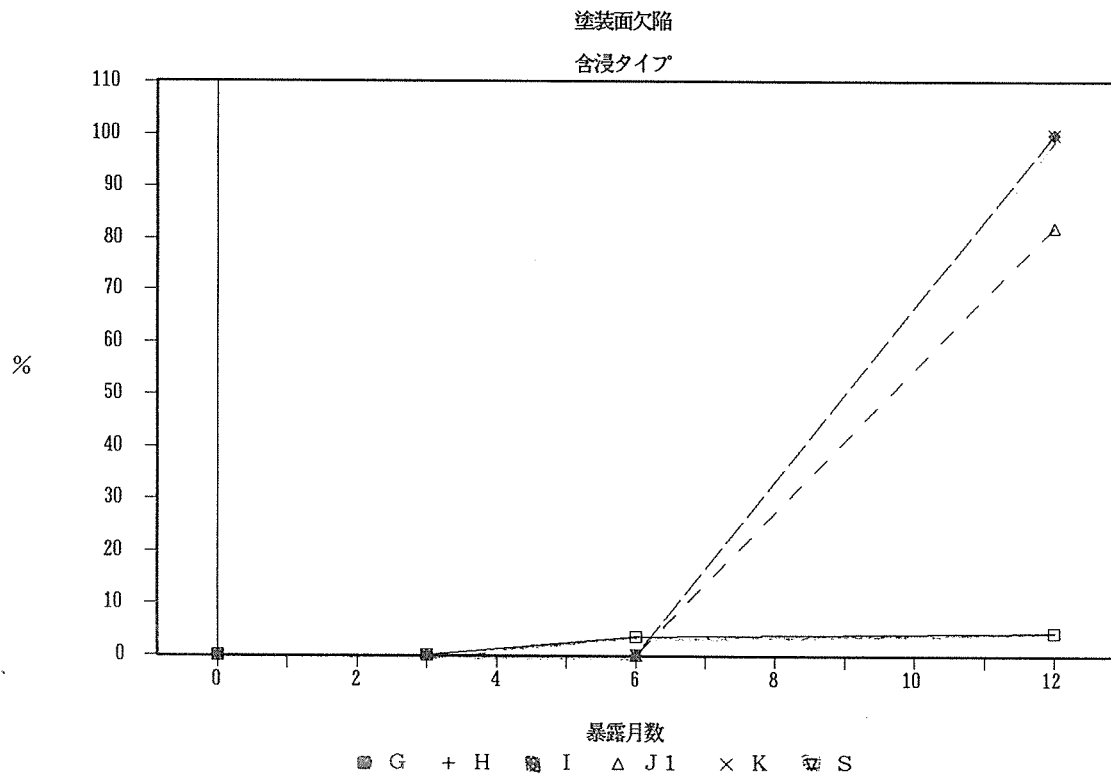


図 4 - 2 . 屋外暴露 2 4 カ月までの含浸型保護塗料の塗装面欠陥

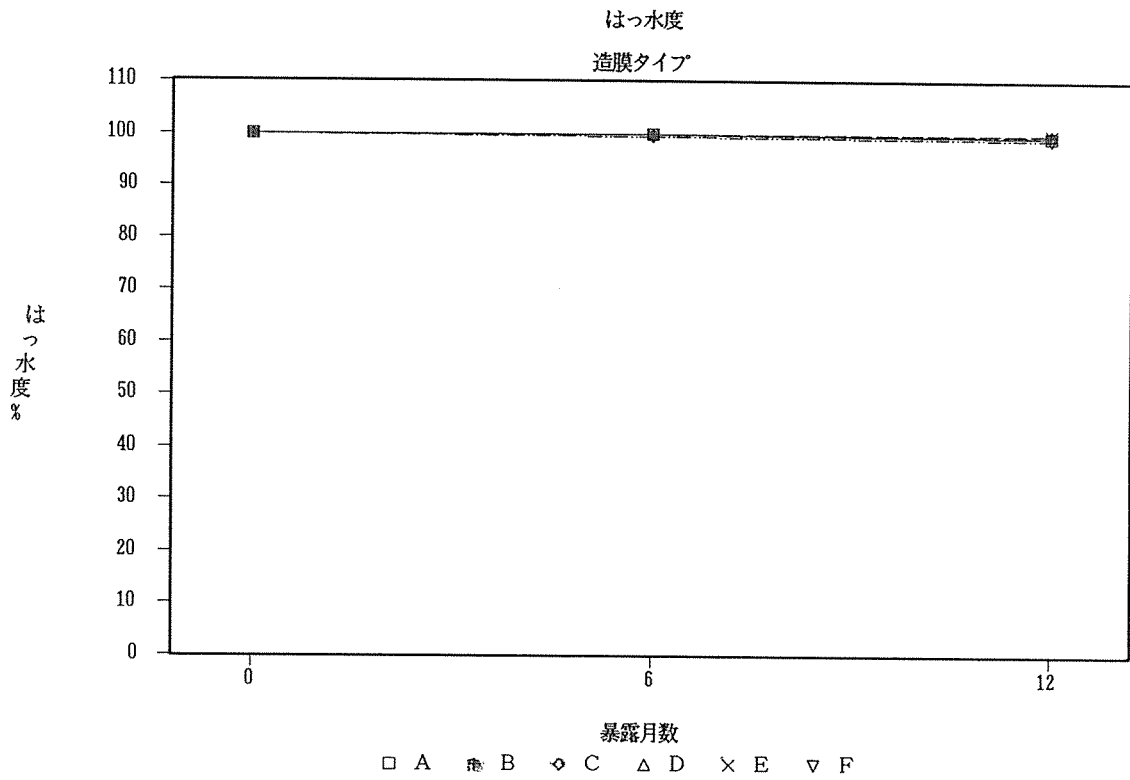


図5-1. 屋外暴露24カ月までの造膜型保護塗料のはっ水性

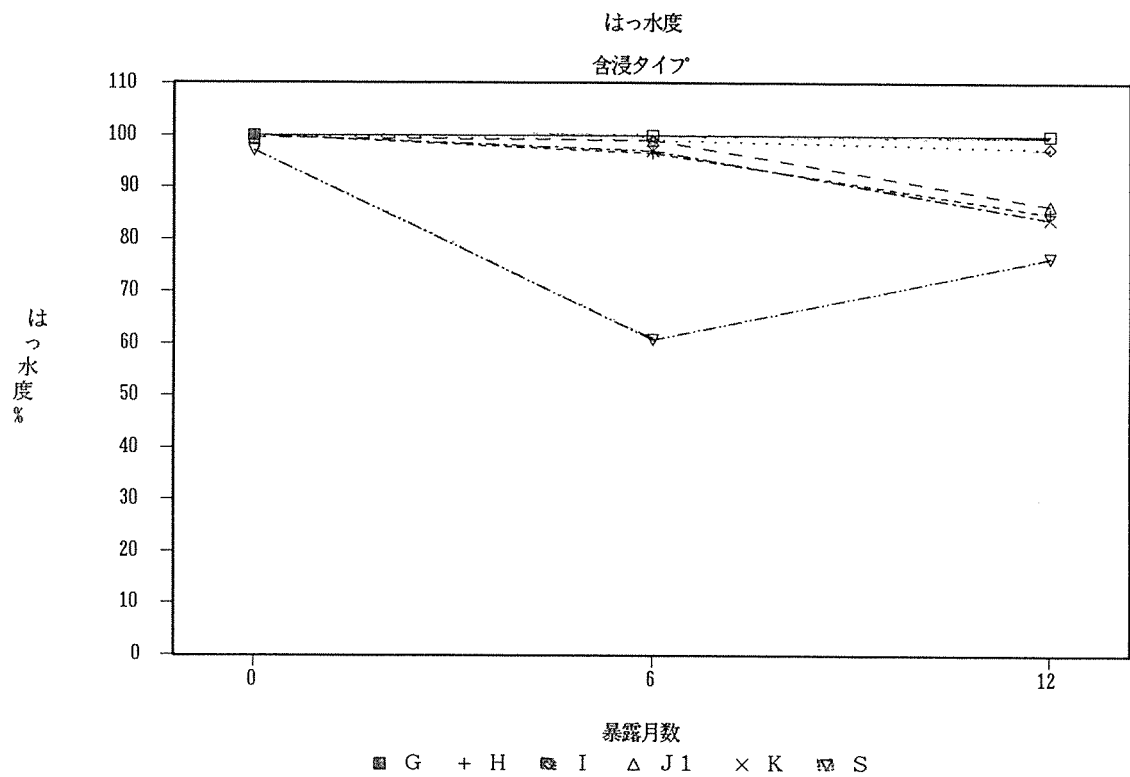


図5-2. 屋外暴露24カ月までの含浸型保護塗料のはっ水性

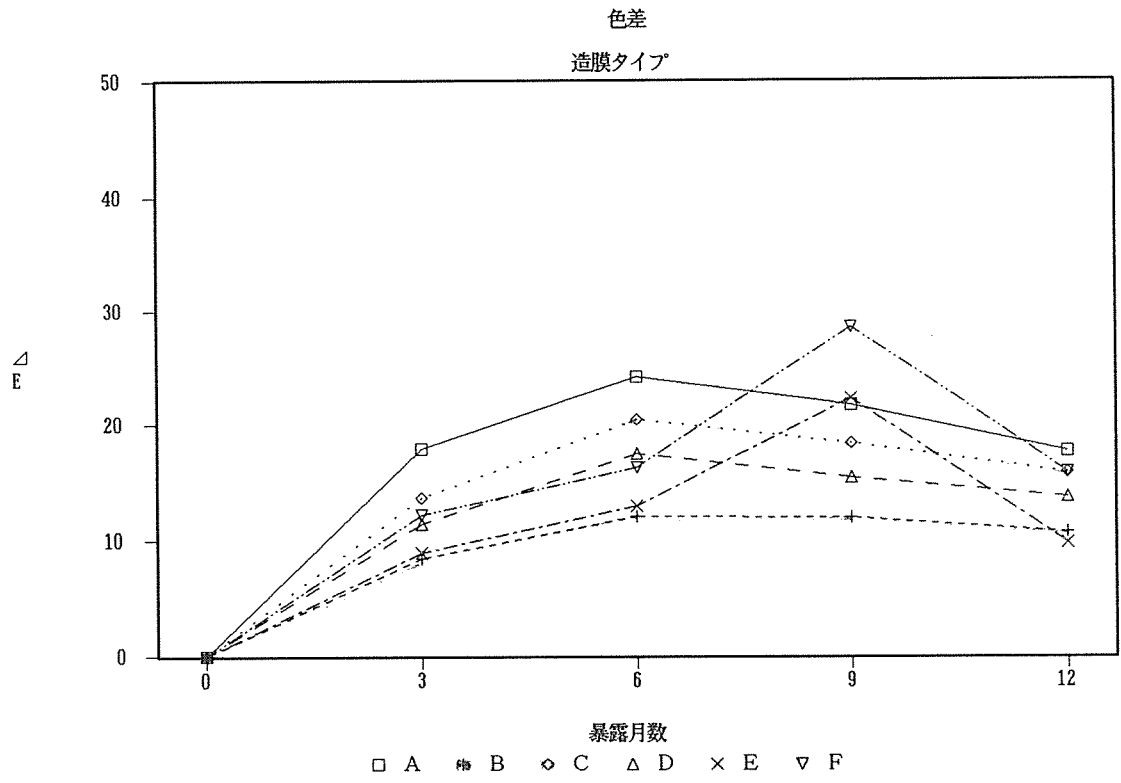


図6-1. 屋外暴露24カ月までの造膜型保護塗料の色差変化

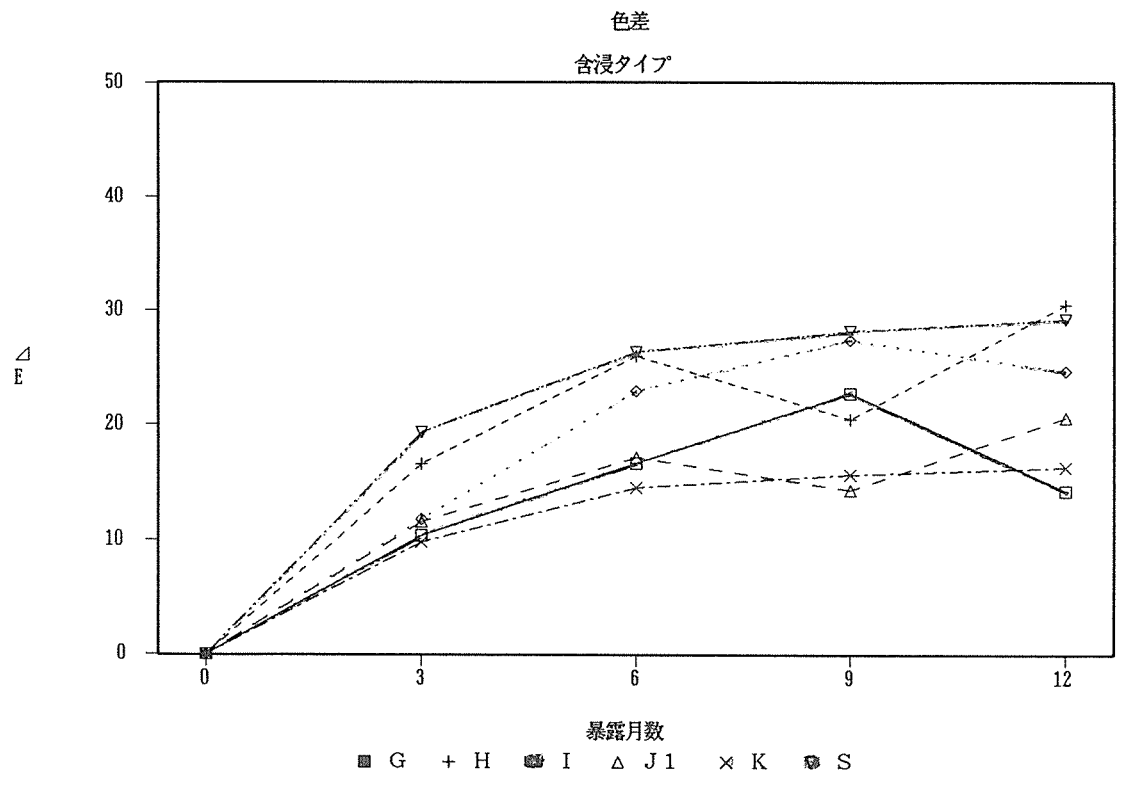


図6-2. 屋外暴露24カ月までの含浸型保護塗料の色差変化

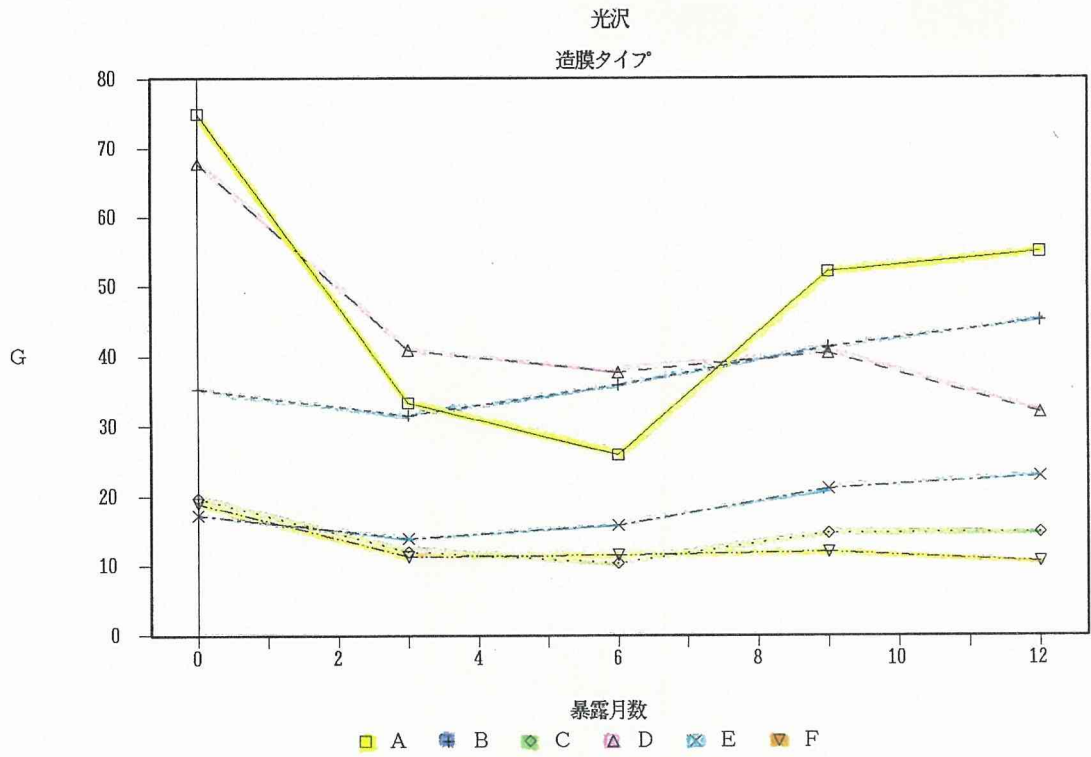


図 7-1. 屋外暴露 24 カ月までの造膜型保護塗料の光沢変化

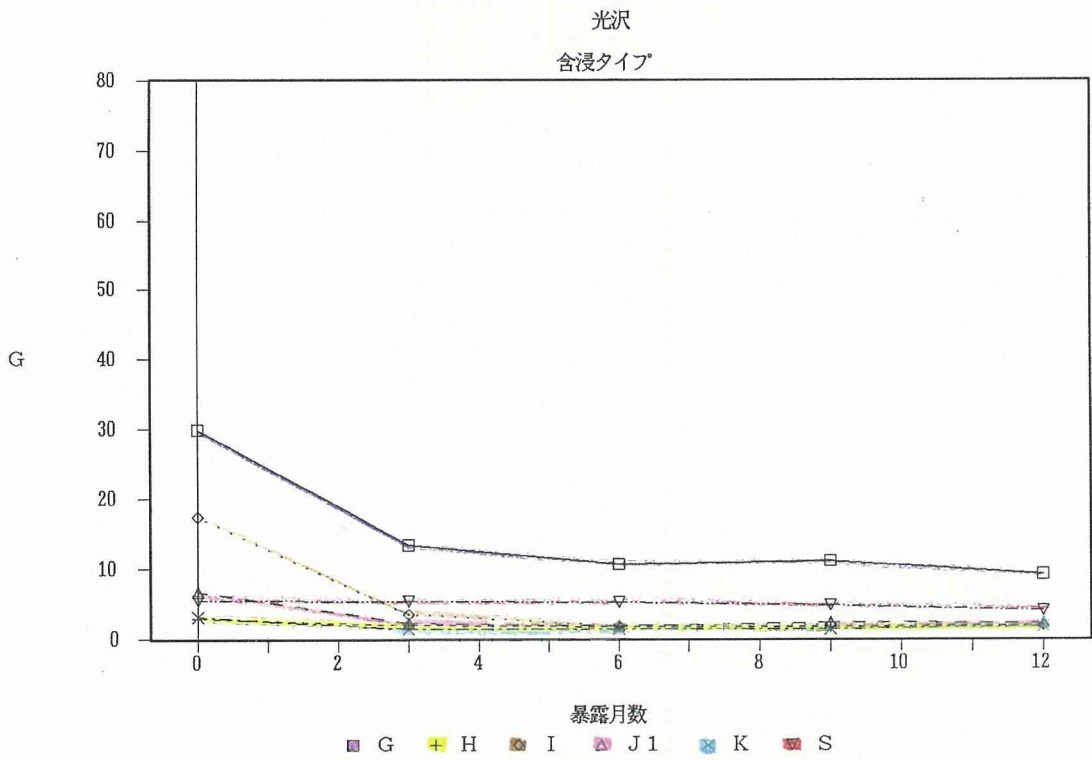


図 7-2. 屋外暴露 24 カ月までの含浸型保護塗料の光沢変化

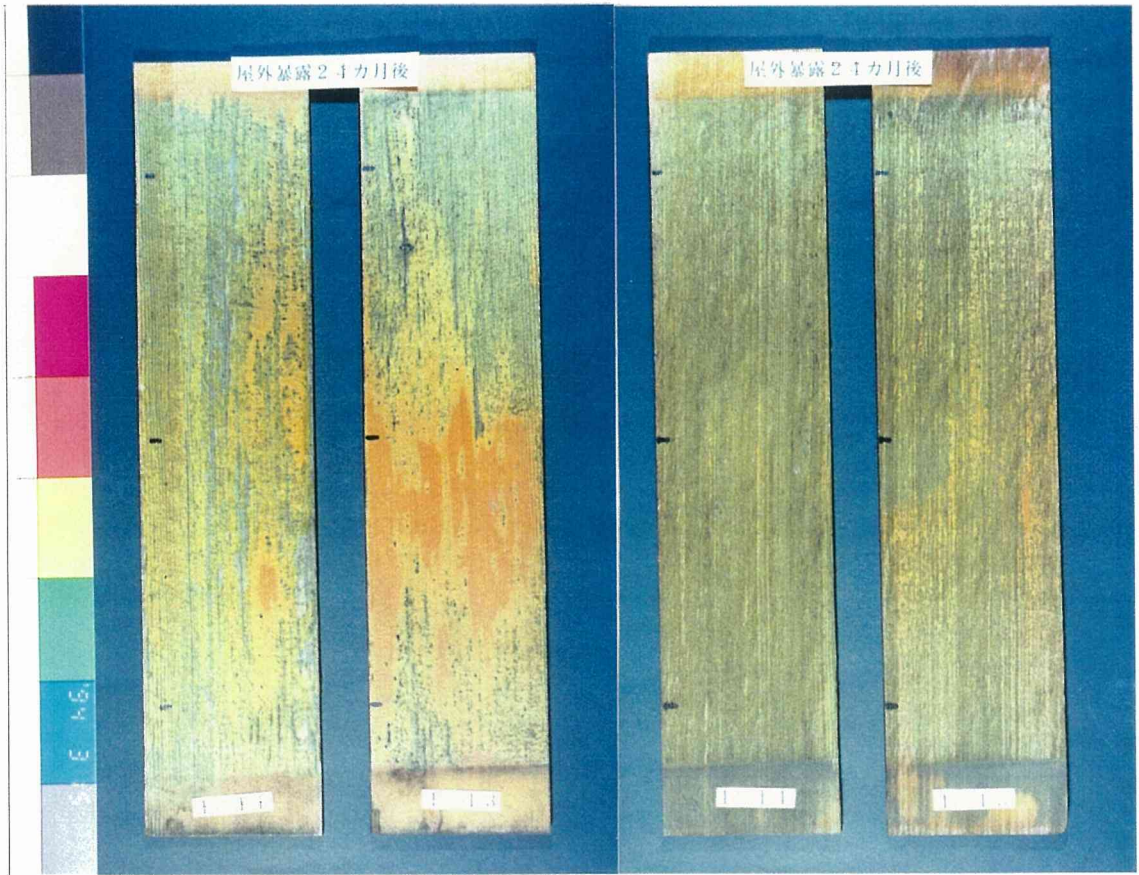


図 8 - 1 屋外暴露 24 ヶ月後のアルキド系造膜着色タイプ (A)

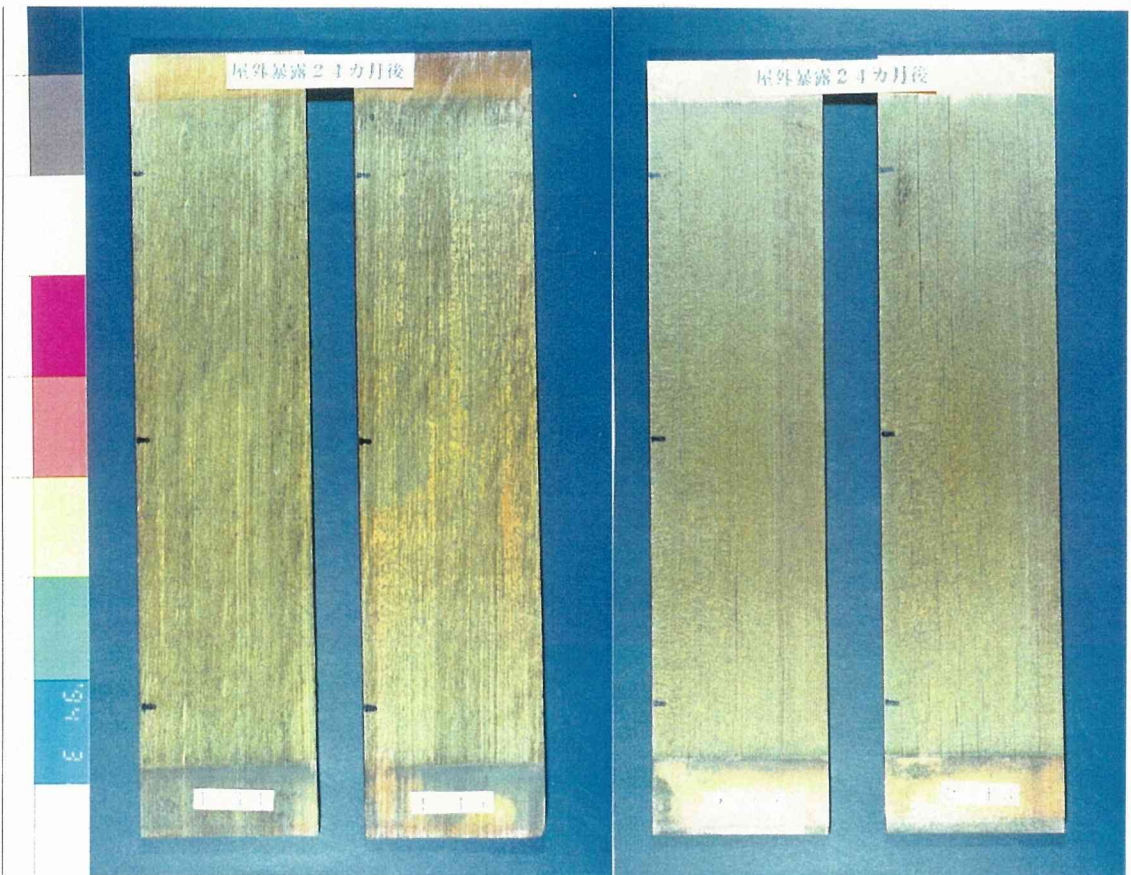


図 8 - 2 屋外暴露 24 ヶ月後のウレタンアルキド系含浸着色タイプ (B)



図 8 - 3 屋外暴露 24 ヶ月後のアルキド系含浸クリアータイプ (C)

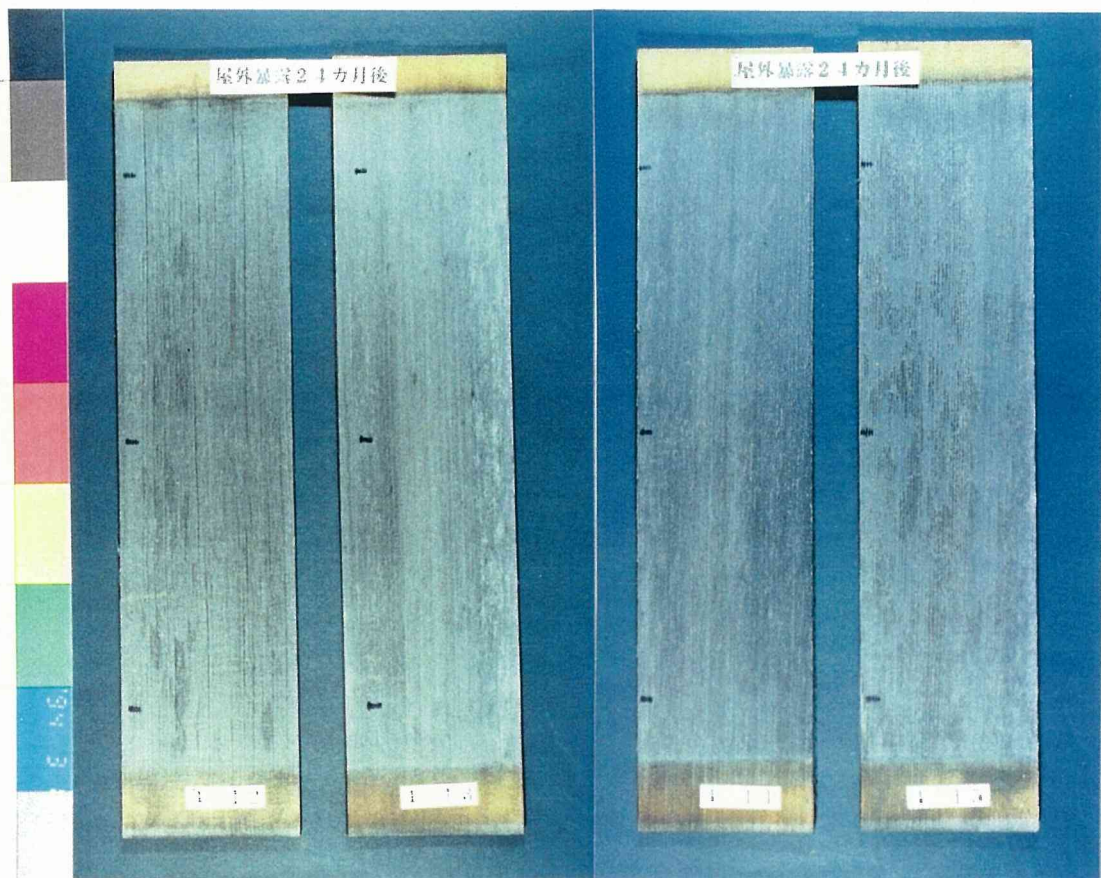


図 8 - 4 屋外暴露 24 ヶ月後のアミノ油系含浸クリアータイプ (D)



図 8 - 5 屋外暴露 24 ヶ月後のウレタンアルキド系造膜クリヤータイプ (E)



図 8 - 6 屋外暴露 24 ヶ月後のアミニ油系含浸クリヤータイプ (F)

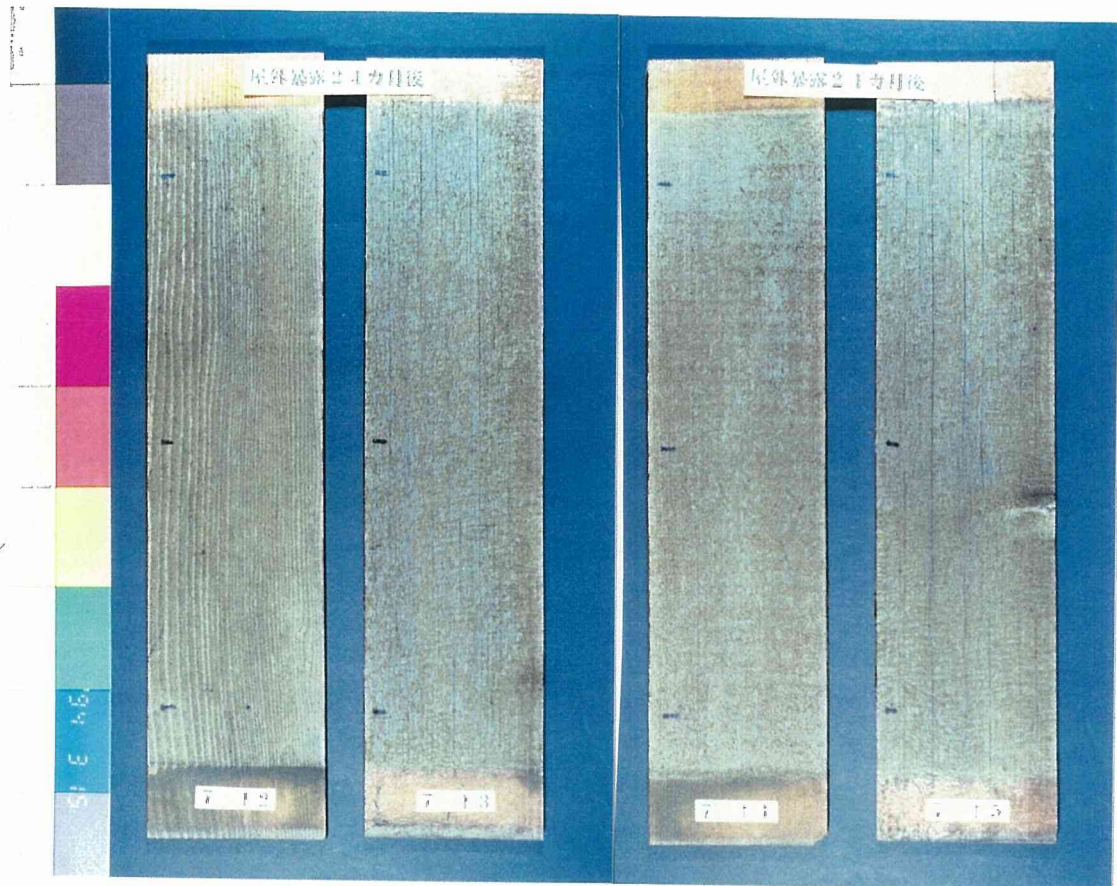


図 8 - 7 屋外暴露 24 ヶ月後のアルキド系含浸着色タイプ (G)

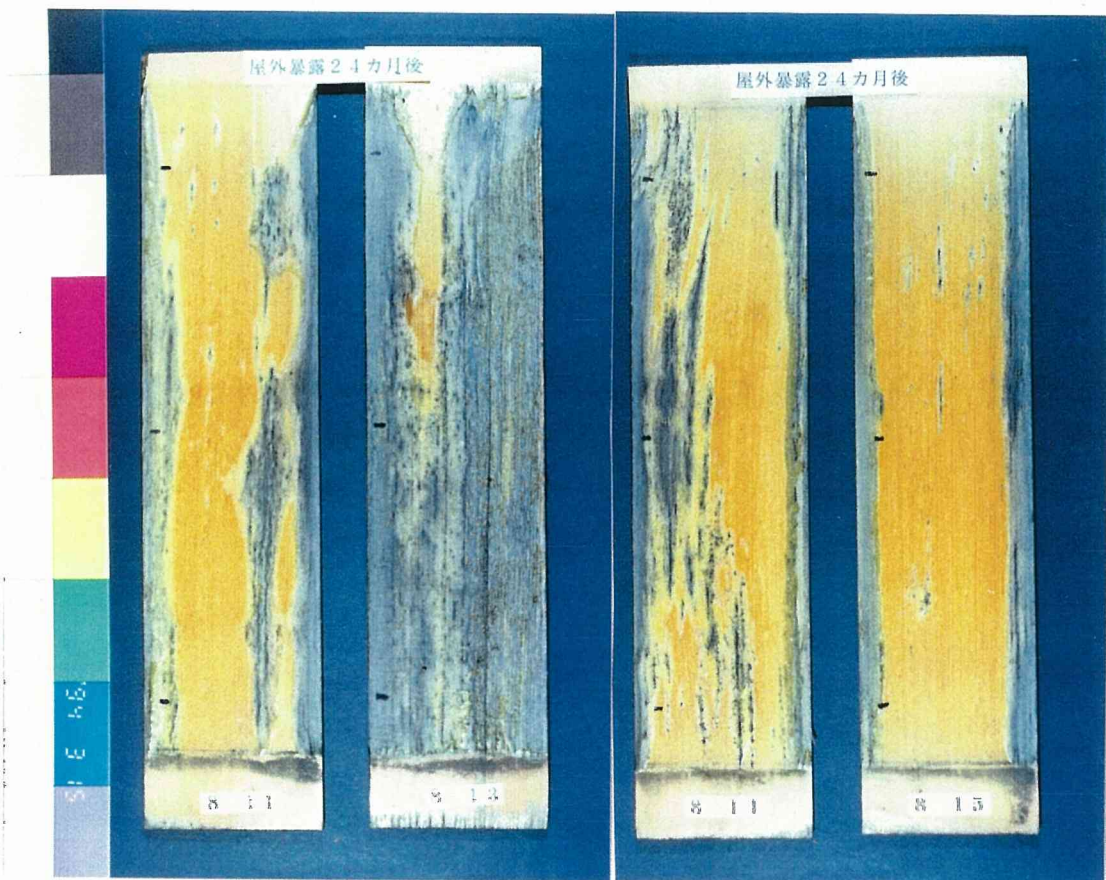


図 8 - 8 屋外暴露 24 ヶ月後のフッ素樹脂系造膜クリアータイプ (H)

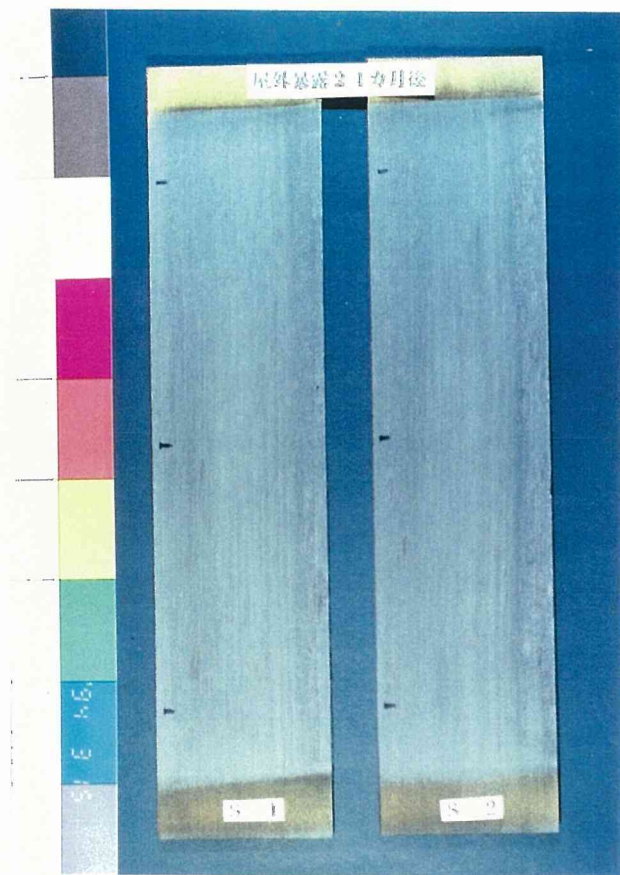


図 8 - 9 屋外暴露 24 ヶ月後の無塗装試験片 (S)

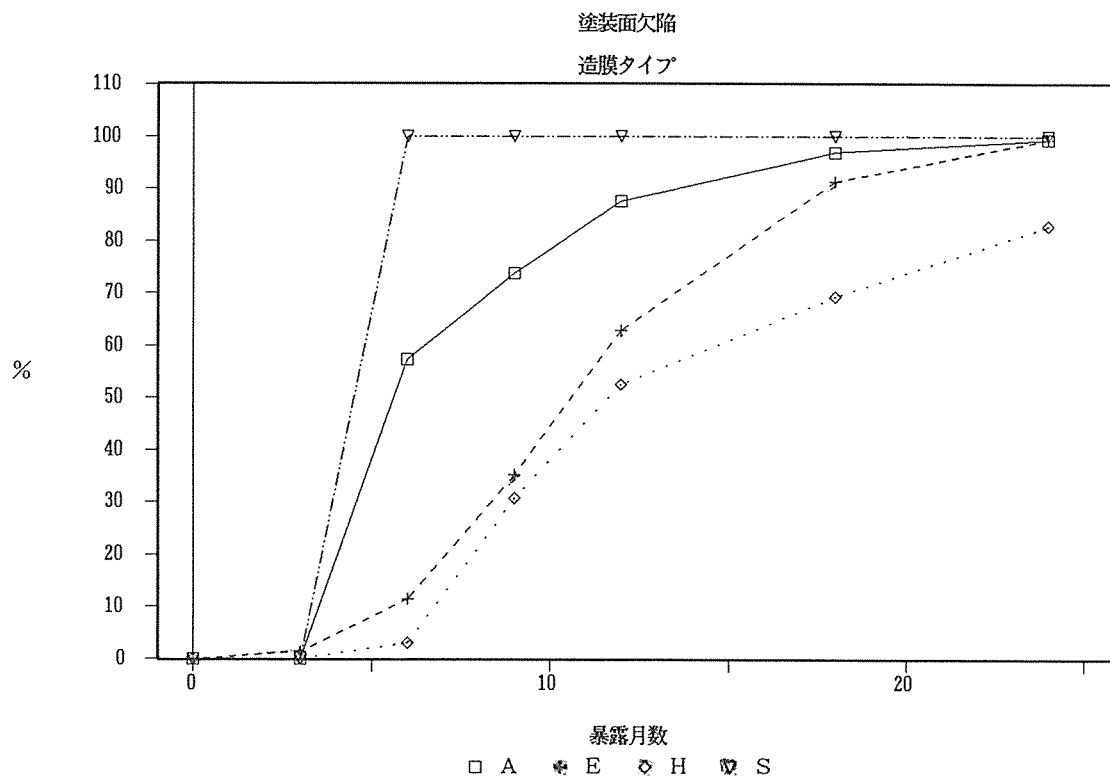


図 9 - 1 . 屋外暴露 1 2 カ月までの造膜型保護塗料の塗装面欠陥

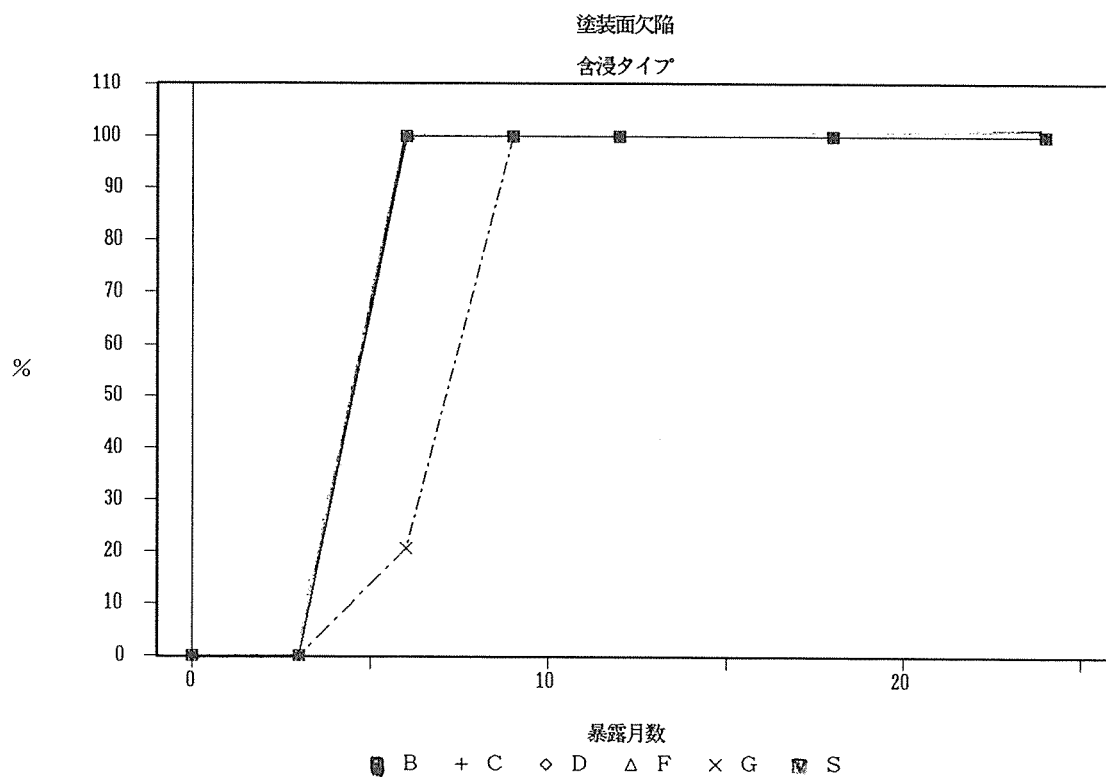


図 9 - 2 . 屋外暴露 1 2 カ月までの含浸型保護塗料の塗装面欠陥

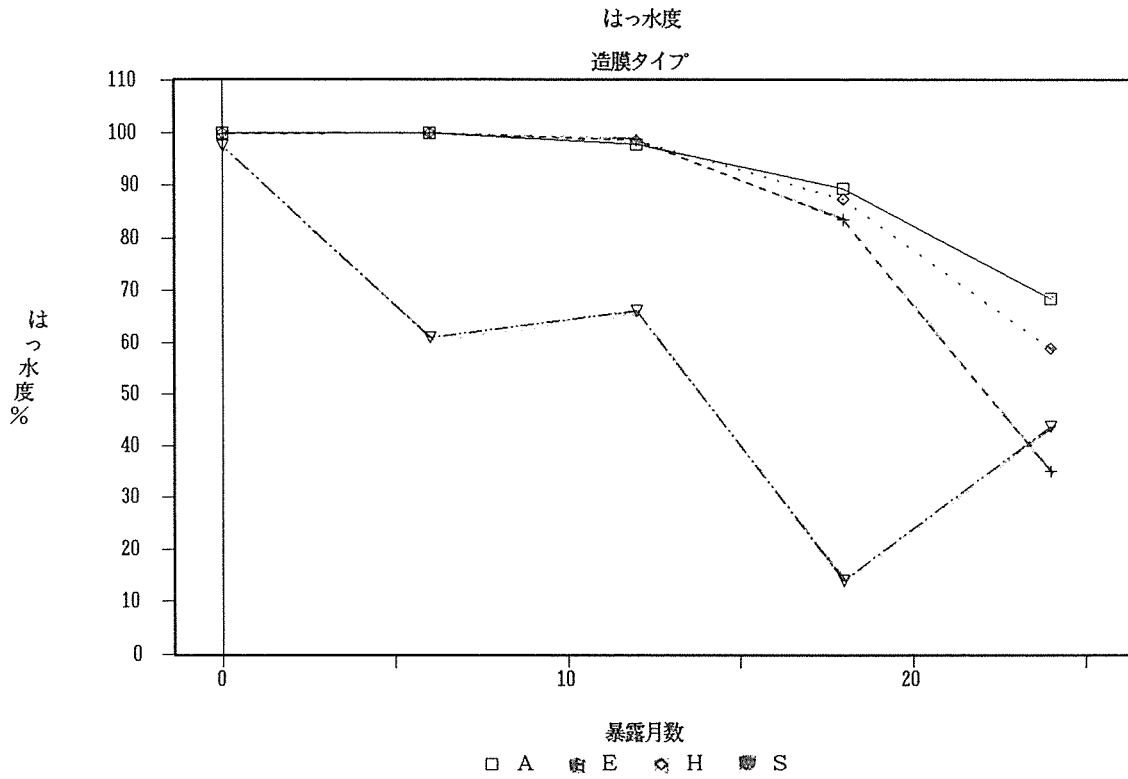


図10-1. 屋外暴露12カ月までの造膜型保護塗料のはっ水性

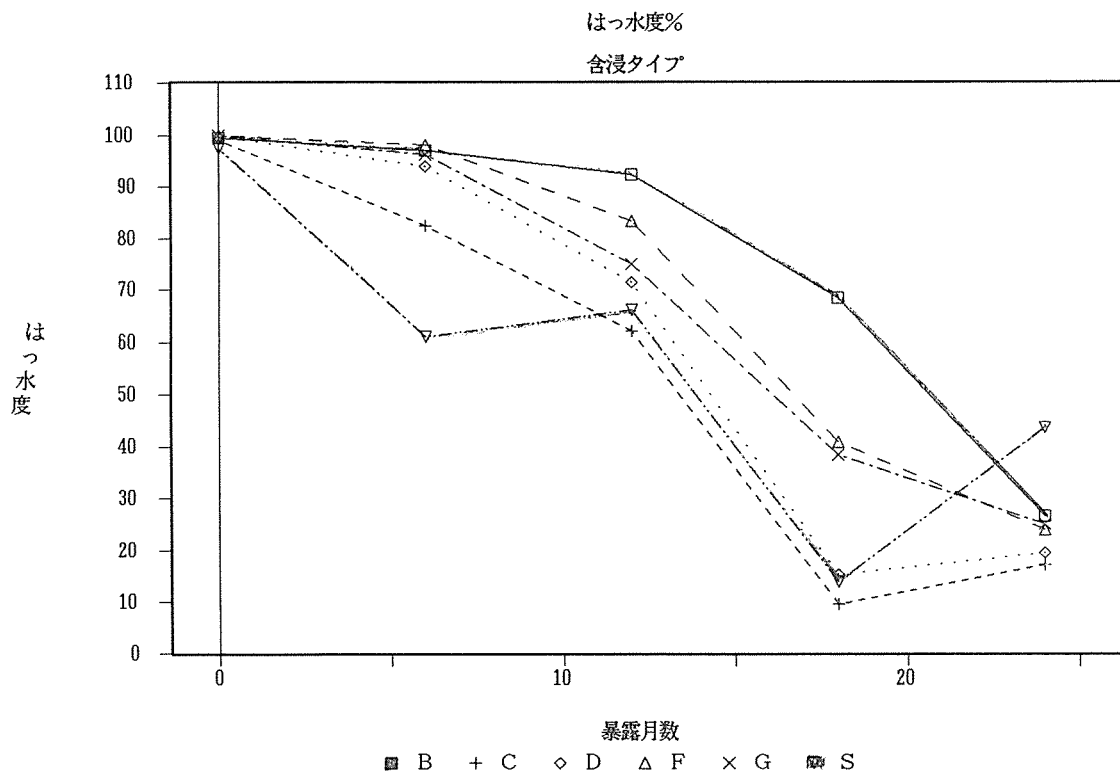


図10-2. 屋外暴露12カ月までの含浸型保護塗料のはっ水性

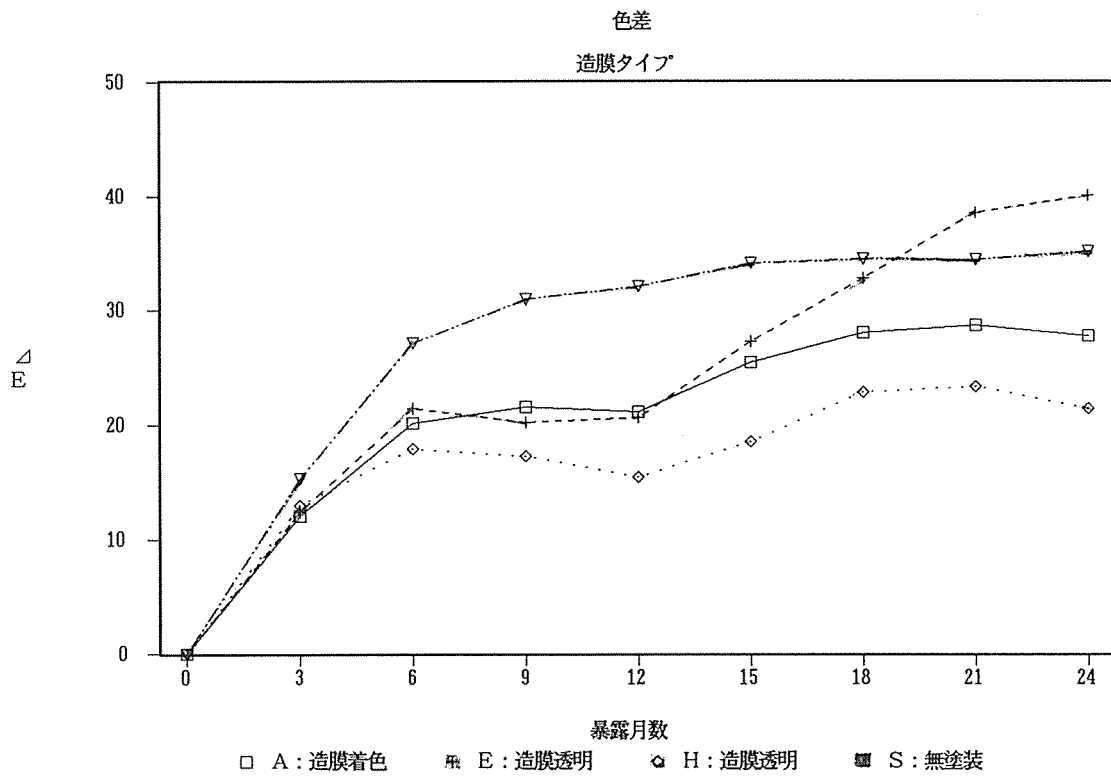


図 1 1 - 1 . 屋外暴露 1 2 カ月までの造膜型保護塗料の色差変化

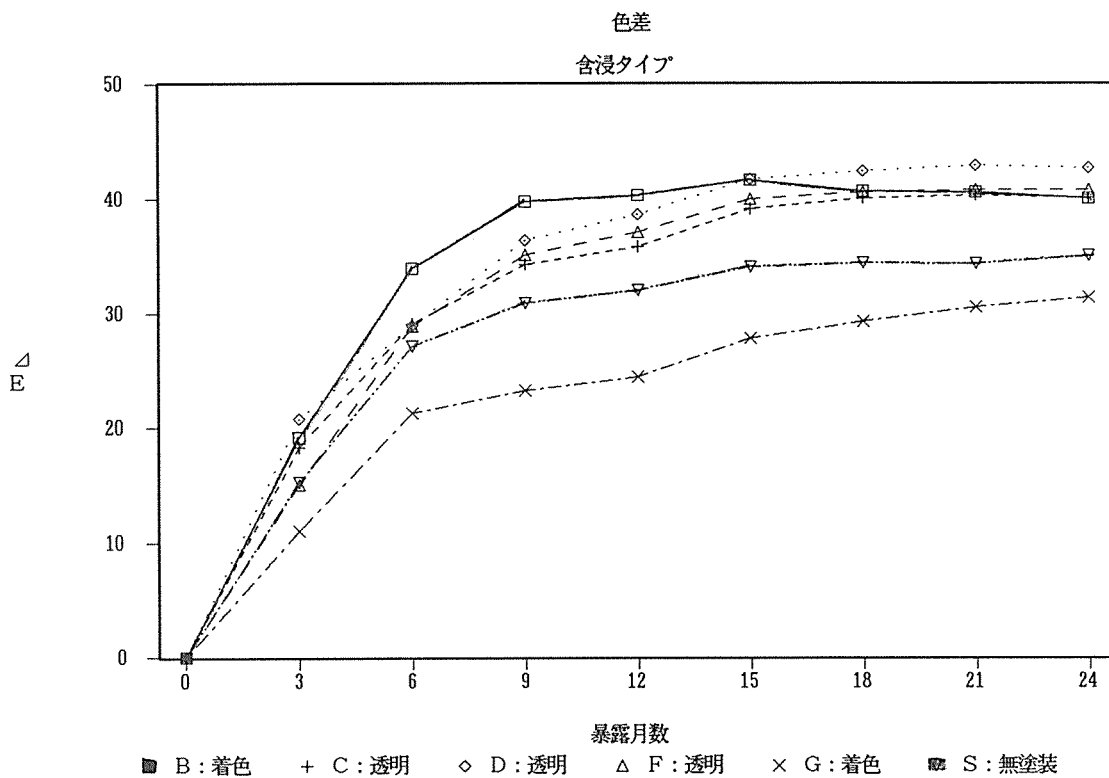


図 1 1 - 2 . 屋外暴露 1 2 カ月までの含浸型保護塗料の色差変化

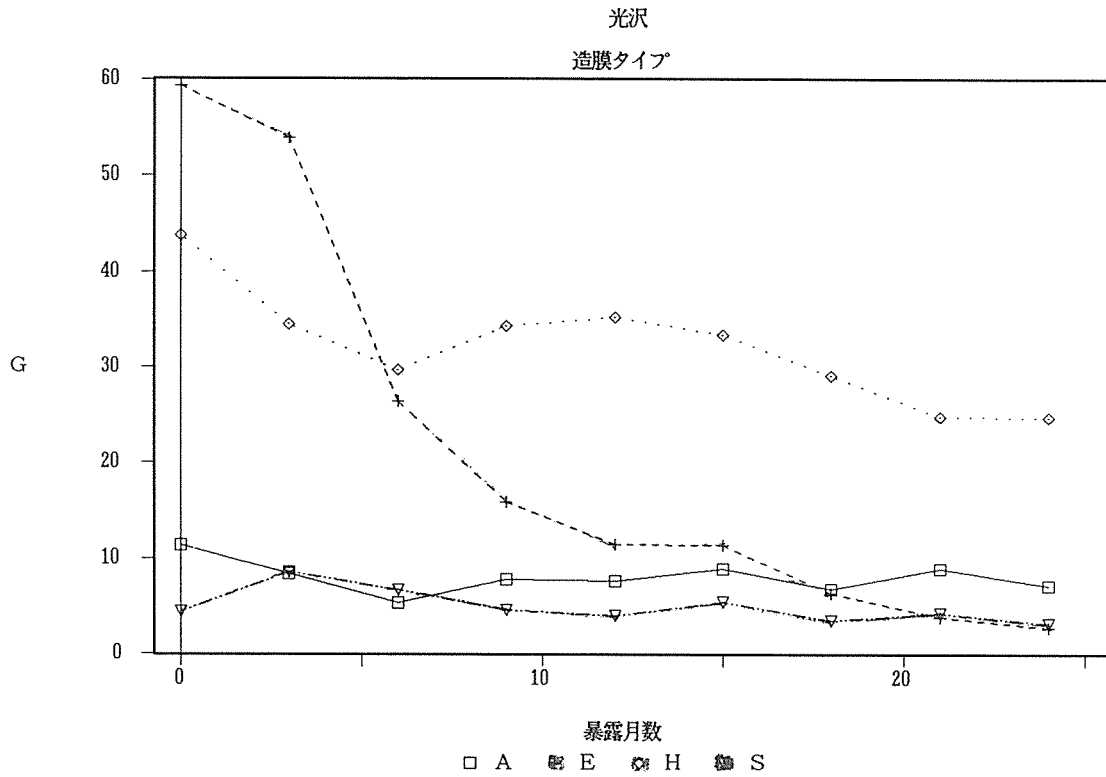


図12-1. 屋外暴露12カ月までの造膜型保護塗料の光沢変化

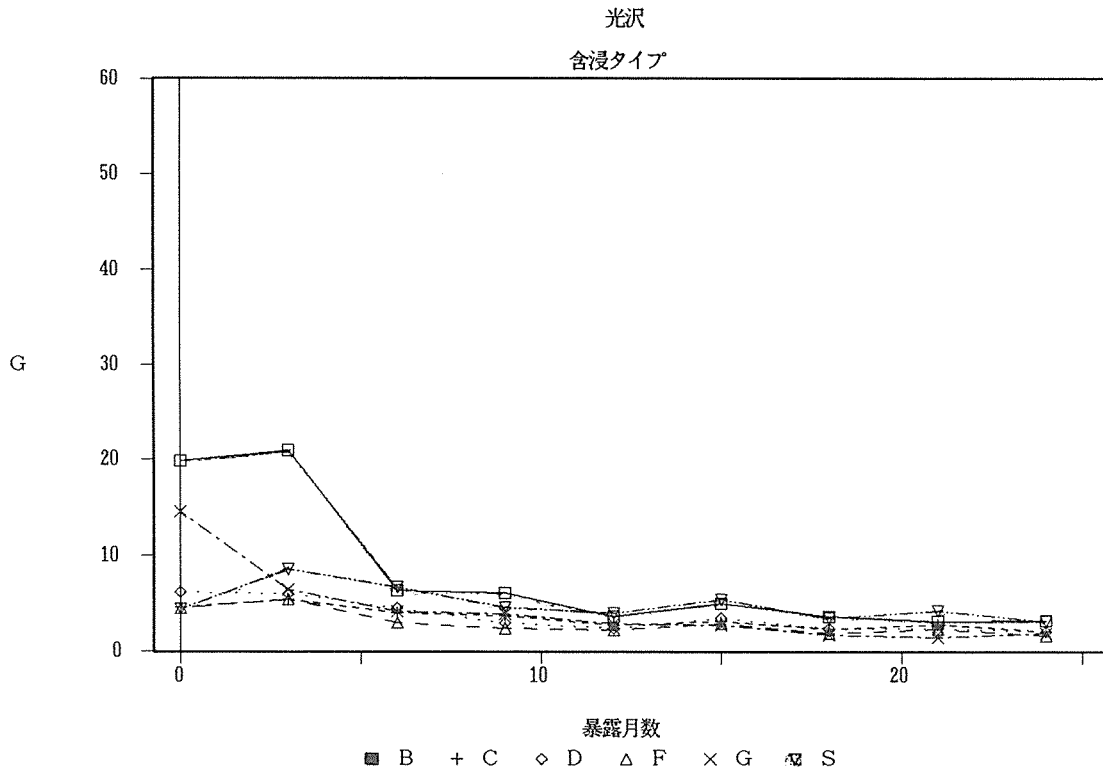


図12-2. 屋外暴露12カ月までの含浸型保護塗料の光沢変化

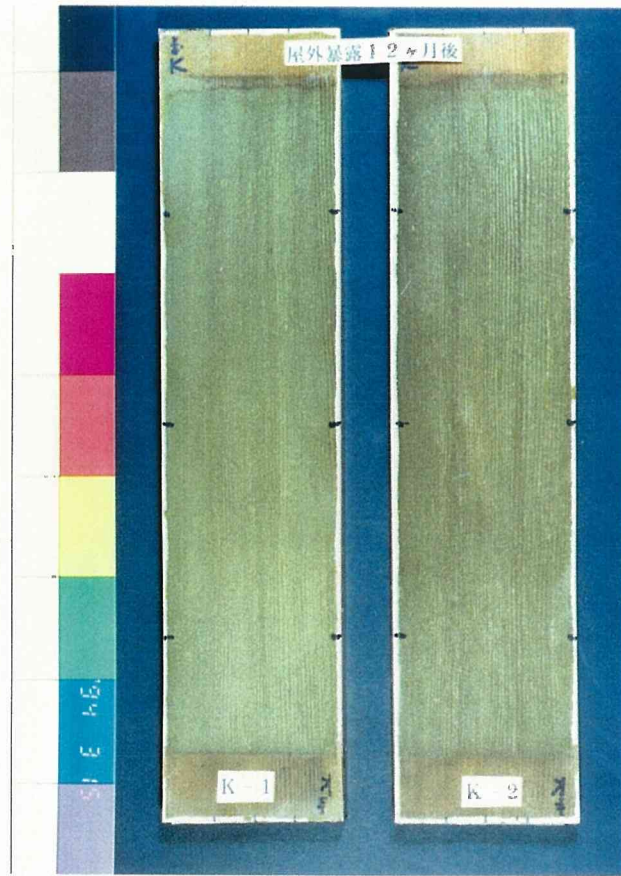


図13-11 屋外暴露12ヶ月後(K)

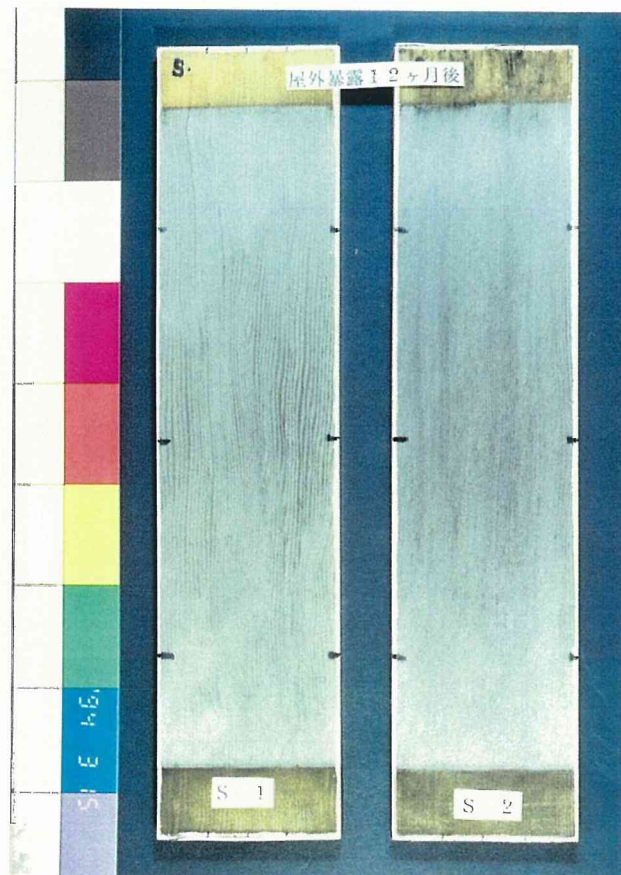


図13-12 屋外暴露12ヶ月後(S)

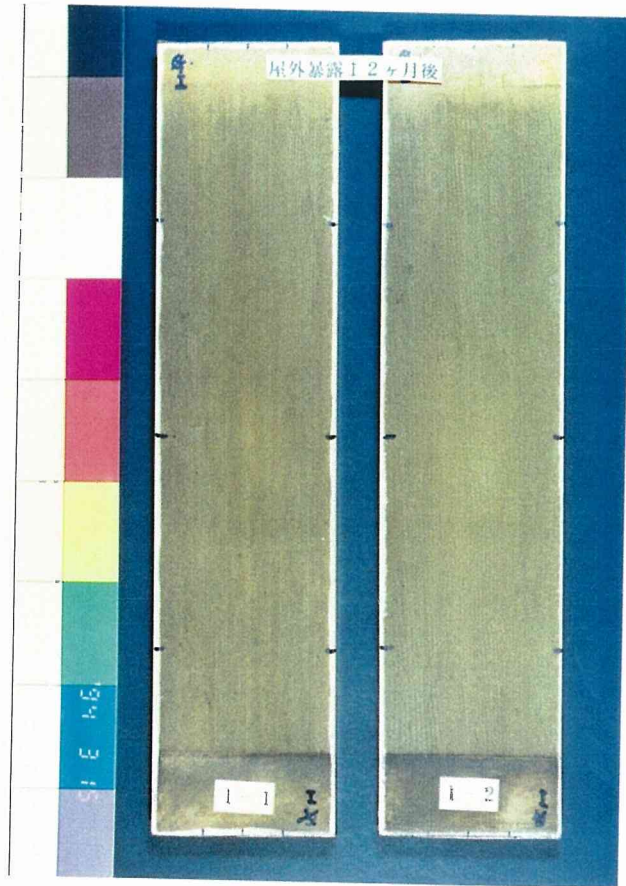


図 1 3 - 9 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (I)

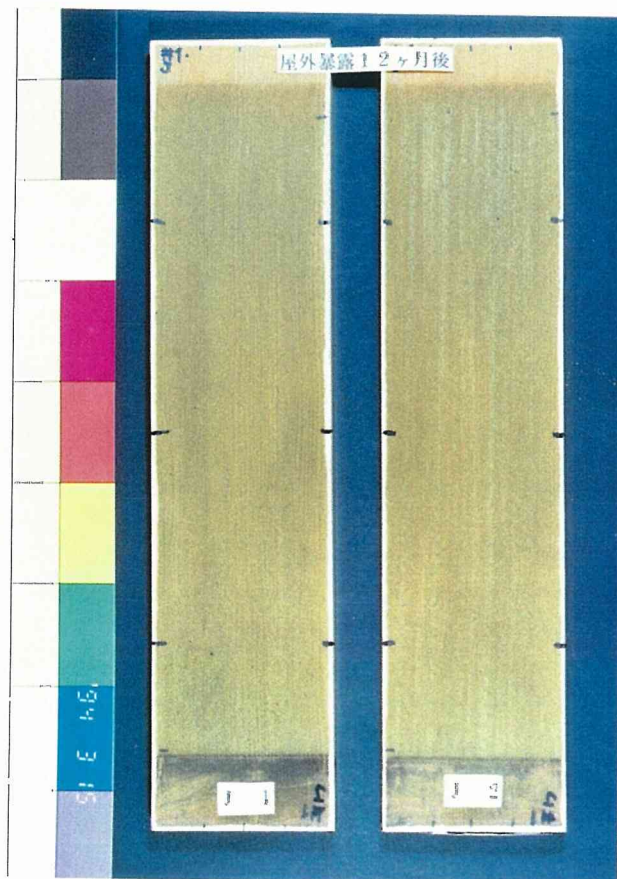


図 1 3 - 1 0 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (J)



図 1 3 - 7 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (G)

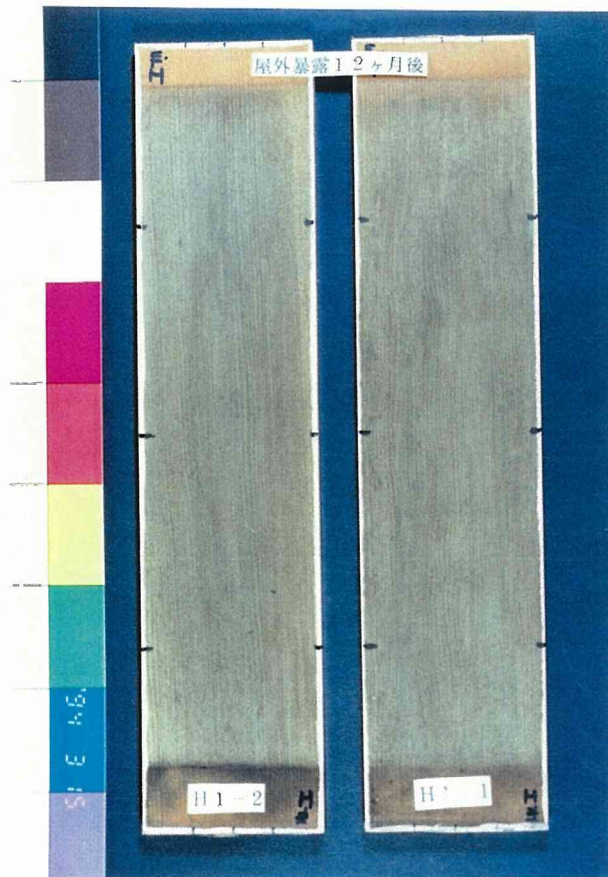


図 1 3 - 8 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (H)

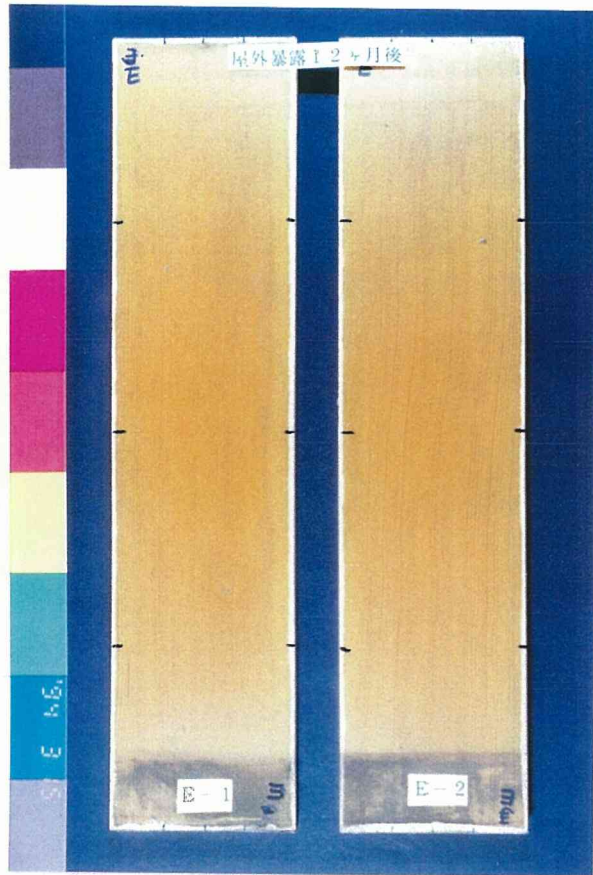


図 1 3 - 5 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (E)



図 1 3 - 6 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (F)

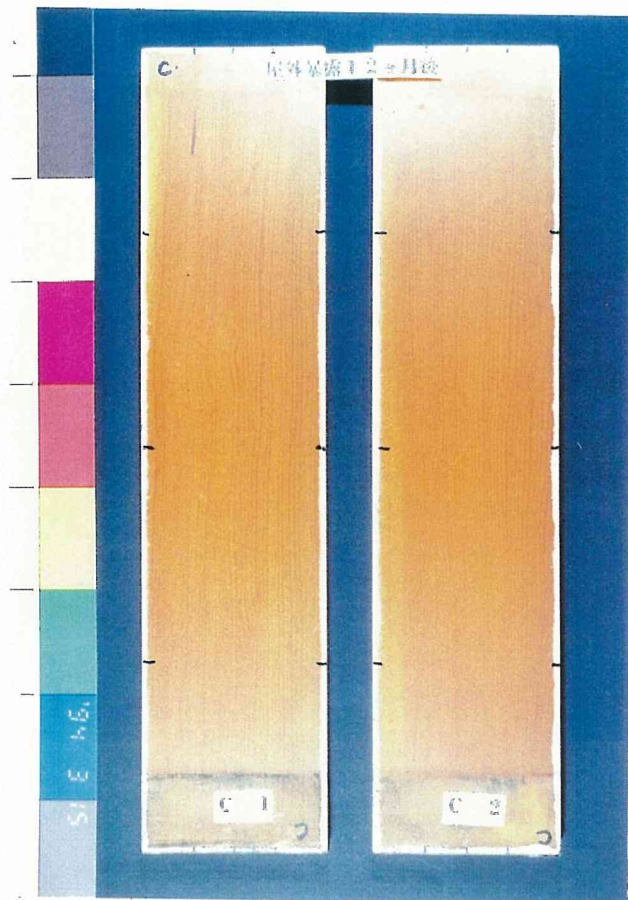


図 1 3 - 3 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (C)



図 1 3 - 4 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (D)

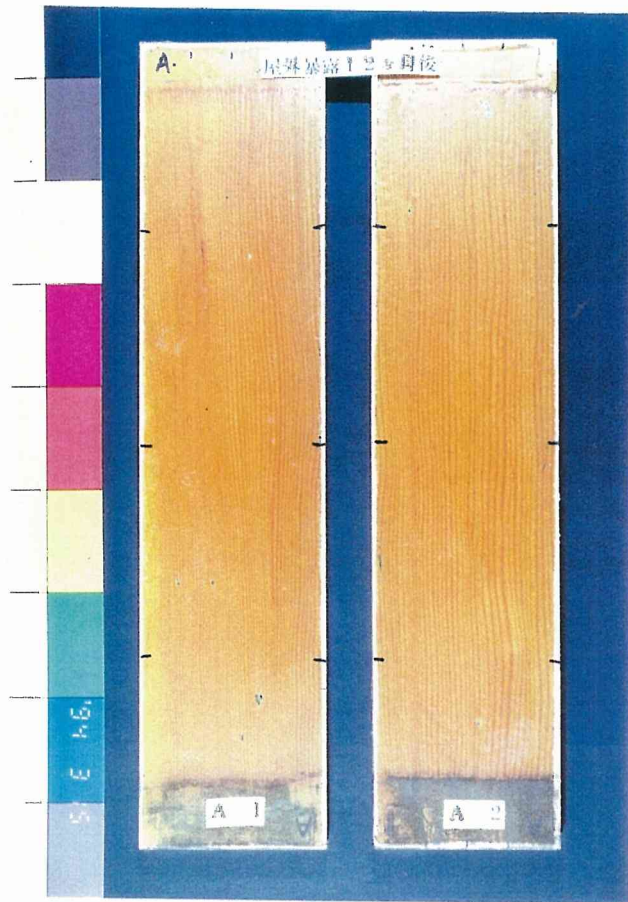


図 1 3 - 1 屋外暴露 1 2 ヶ月後 (A)



図 1 3 - 2 屋外暴露 2 4 ヶ月後 (B)

4. 実大木製サッシ暴露試験

これまで、木製サッシの耐候性を向上させるための塗装マニュアルを作るために多くの塗料を小試験体に塗装し、その性能の評価を行ってきた。しかし、これは単純な1枚の試験片についての評価であり、実際の木材サッシにはジョイント部分や横使い、縦使いなどにより複雑な形状をしており、また寸法もかなり大きくなっている。そこで、これまで試験した木材保護塗料のいくつかを実際に使用される木製サッシに塗装し、その性能を評価する実験を行った。

4. 1 試験方法

4. 1. 1 試験材料

実大の木製サッシは、(有)共和木工で製造販売されているベイマツ製のサッシ3台を用いた。サッシは、外枠と窓枠部の二つからなりガラスははめ込まれていない。

塗料は、含浸タイプ2種類と造膜あるいは半造膜タイプ3種類を用い、色調はパイン系とした。塗装は、サッシを左右の片方ずつに異なる塗料で塗装した。塗装は刷毛塗りで行い、下塗り剤を塗った後パイン系に着色したトップコートを2回塗りした。

4. 1. 2 暴露試験

塗装した実大サッシは、つくば市にある森林総合研究所の第2樹木園内屋外暴露施設に垂直に暴露した。暴露は1994年2月より開始した。測定項目は、1ヶ月ごとに写真撮影と色差及び光沢の測定を行う。更に木製サッシ各部の寸法変化を経時的に測定する。図1に試験に供した実大木製サッシの写真を示す。



図 1 - 1 実大木製サッシ（塗料 1 - 2）

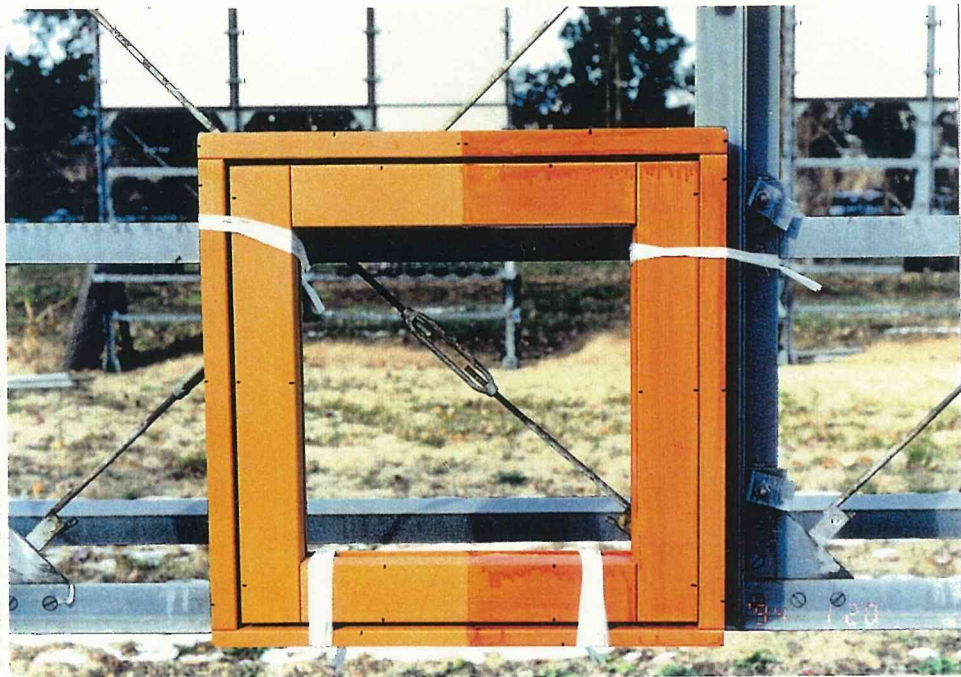


図 1 - 2 実大木製サッシ（塗料 3 - 4）

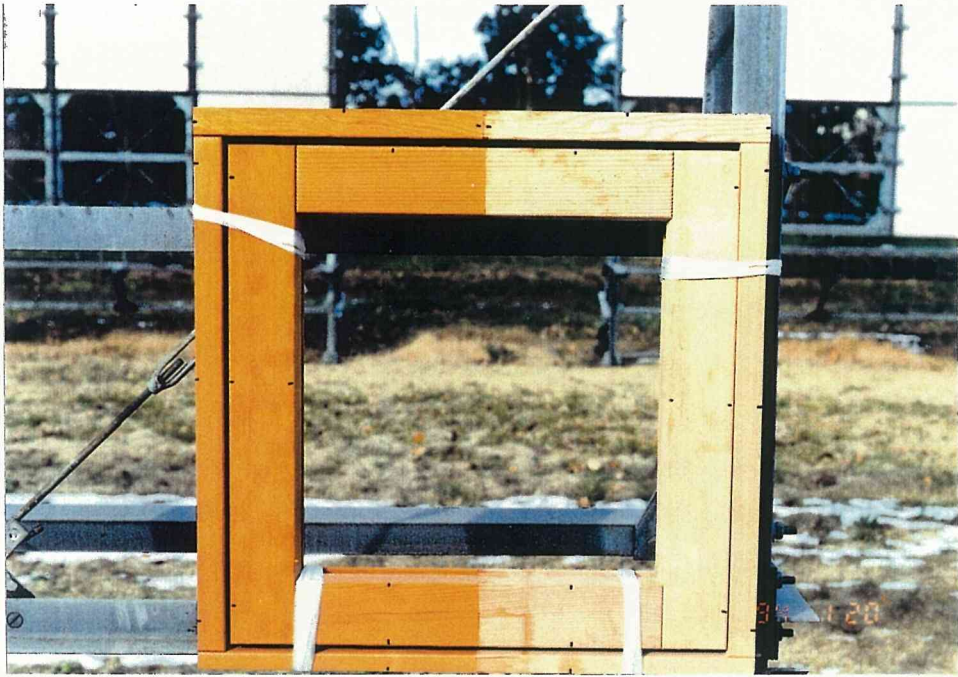


図 1 - 3 実大木製サッシ（塗料 5 - 6）

5. かび抵抗性試験

5. 1 はじめに

今年度の一連の耐久性評価では、木製サッシを対象とした木材塗装試験片を促進耐候試験と屋外暴露試験の両面から比較検討を行ってきた。両者の結果で最も異なっている点は生物劣化の有無である。屋外暴露された無塗装の木材試験片では短期間にかびが生え、灰色あるいは黒く変色してきた。劣化に伴い、含浸タイプの塗装試験片全面をはじめ、造膜タイプの塗装試験片でも塗膜割れや塗膜剥離を生じた箇所はかびと思われる汚染が目立ってきた。一方、促進耐候試験では強力な紫外線照射と短時間サイクルで繰り返されるイオン交換水の水スプレーにより、無塗装試験片は白色化し、すべての塗装試験片にかびなどの生物劣化の影響がなかった。このことは、塗装木材の場合、実際の屋外暴露試験と促進耐候試験との相関性が、他材料に比べ著しく低いと言われていることの一要因になっている。したがって、屋外暴露試験と促進耐候試験との相関性について検討するに当り、促進耐候試験と耐生物劣化との関連を調べることはたいへん重要である。

促進耐候試験の終了期日の関係から試験の実施は来年度になるが、各試験体における促進耐候試験の時間経過に伴う耐生物劣化の影響として、かび抵抗性試験の検討を計画した。ここでは、現在実施されている塗膜のかび抵抗性試験方法とその問題点を含め、木製サッシに適切な試験方法について検討した結果について報告を行う。

5. 2 塗膜のかび抵抗性試験

5. 2. 1 実験室的試験法と現場的試験法

試験法には実験室的な試験法と現場や実際の製品に塗装したり、実際の塗装工程で作成したテストピースを現場に設置する試験方法とがある。

実験室的な方法ではかびの種類を選択、温度、湿度、期間、その他の試験条件の設定が自由にできるため、作業性が高く評価がしやすい。その反面、実際に使われる環境の違いや試験に使うかびと現場に発生するかびとの種類や活性、活力の相違が場合、要求される防かび効果が期待できないことがある。

現場的な実験方法では、使用塗料や素材、塗装工程などをできるだけ実状に近づけて作成したテストピースをその現場に設置したり、建造物壁面などの場合は現場一部に塗布したりしての評価を行う。直接的方法であることから、現場との結び付きがたいへん強いが、その反面他の場所との比較がしにくい、試験に時間がかかる、再現性が低いことなどの欠点もある。

塗膜本来のかび抵抗性を評価するだけの問題であれば実験室的方法のみで十分な場合もあるが、使用環境が限定される現場での効果の保証には結び付かない。現実には両者の改良・組合せなどの工夫が必要であり、ケースバイケースに対処することとなる。

5. 2. 2 実験室的方法の例

実験室的方法としては、規格試験と規格外の種々の条件を加味した試験条件とがある。規格試験の代表例として日本国内では1957年に制定されたJIS Z 2911¹⁾に塗料の項目がある（塗料以外の規格としては壁紙施工用でん粉系接着剤 JIS A6922，一般航空機用電子機器 JIS W 7002などがある）。海外規格としては MIL STD 810E²⁾をはじめ、その他に電機通信装置 MIL V 173A、コンパス・磁気操縦装置 MIL C5604、航空計器・操縦機圧力計 MIL I 5415A、プラスチック ISO/TC 61 559E、合成高分子材料 ASTM G21-70 などがある。

1) JIS Z 2911-1981の概要

①適用範囲

防かび用透明塗料のかび抵抗性を試験する。

②試験片の作成

塗料を薄め、均等に塗布し、乾燥させる（温度約20℃、湿度約75%RH 48時間）。この時の塗布量は濾紙の重さの90～110%とする。この濾紙を径30mmの円形に切り試験片とする。水中に浸し18時間置き、取り出して室内で2時間、さらに80～85℃にて2時間乾燥する。

③試験に使用するかび：次表に示す5種類を用いる。

第1群の(2)	アスペルギルス ニゲル FERMS-2
第2群の(2)	ハニシリウム フニコロスマ FERMS-6
第4群の(1)	クラトスホリウム クラトスホリオイデス FERMS-8
第4群の(2)	オーレオハジウム フルランス FERMS-9
第4群の(3)	ゲリオクラジウム ビレンス FERMS-10

④培地：次表に示す組成を持つ。

精製水	1000 ml
ぶどう糖	40 g
ペプトン	10 g
寒天	25 g

⑤培養法

この培地の平板培地表面に塗装試験片を置き混合孢子懸濁液を噴霧，接種して $28 \pm 2^\circ\text{C}$ で1週間培養する。

⑥評価：試験の評価は三段階方式による。

菌糸の発育	かび抵抗性の表示
試料又は試験片の接種した部分に菌糸の発育が認められない。	3
試料又は試験片の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は，全面積の1/3を越えない。	2
試料又は試験片の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は，全面積の1/3を超える。	1

2) MIL 810E Method 508 の概要

①試験に使用するかび：次表に示す5種類を用いる。

アスペルギルス ニゲル	ATCC 9642
アスペルギルス フラブス	ATCC 9643
アスペルギルス ヘルツゴロー	ATCC 11730
ペニシリウム フニコロスム	ATCC 11797
ケトキウム グロボスム	ATCC 6205

②使用する塩類溶液

次表に示す8種類を用いる

(pH6.0~6.5に調整)。

かびの繁殖に必要な窒素(N)、リン(P)、カリウム(K)などを含む。

りん酸2カリウム (KH_2PO_4)	0.7 g
硫酸マグネシウム (MgSO_4)	0.7 g
硝酸アンモニウム (NH_4NO_3)	1.0 g
塩化ナトリウム (NaCl)	0.005 g
硫酸第一鉄 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.002 g
硫酸亜鉛 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.002 g
硫酸マンガン ($\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.001 g
寒天 (蒸留水 1000 ml)	15.0 g

③接種方法

1,000,000±200,000個/mlの孢子懸濁液をつくり混合して混合孢子懸濁液として接種する。

④培養方法

培養は一日に次の二つの条件を繰り返す。試料の培養は28日おこない、場合によっては、84日に延長することができる。

- | |
|------------------------------|
| 1) 相対湿度95±5%RH 温度30±1℃ 20時間 |
| 2) 相対湿度95～100%RH 温度25±1℃ 4時間 |

⑤評価

かびの繁殖は5段階で評価する。

かびの生長量	段階
かびの発生なし	0
かびが発生若干	1
かびの生長はわずか	2
かびの生長は中程度	3
かびの生長は激しい	4

5.3 かび抵抗性試験方法の問題点

5.3.1 JIS Z 2911-1981の問題点

①適用範囲

防かび用の透明塗料（クリアー塗膜）にだけ適用することになっている。よって有色塗料や熱硬化塗料などたくさんの塗料が対象外となる。一般の建築塗料をはじめ数的には多い有色塗料（エナメル）は対象外となり、規格試験結果としての厳密な取扱いとならない。

②試料作成方法

濾紙の使用には問題がある。濾紙に塗布する場合、濾紙への吸い込みが多く一般の薄膜仕上げをするものに対してはかなりの厚膜での試験となってしまう。また、濾紙自身が栄養源になるばかりか、培地の栄養に富んだ水も通すため、かびの繁殖の評価に影響を与えてしまう。

③湿式法／乾式法

この試験法では湿式法がとられている。湿式法か乾式法とでは結果に大きな違いがで

る。湿式法とは培地を用いその培地上に試料をおき培養する方法であり、乾式法は培地を使用せずシャーレなどに直接試料をいれ恒温恒湿槽等で培養する。

本規格では、フラン器、恒温槽内の相対湿度の問題が出る。これらの槽内の相対湿度は通常外より低く乾燥し過ぎる恐れがある。培地の乾燥、割れなどにより、かびの生長にも影響がでる。恒温恒湿槽の場合なら、槽内の相対湿度を90%以上に設定しておき、また、フラン器のような場合には大型シャーレなどに水を張るなどをして、槽内の相対湿度による差を小さくする必要がある。長時間培養の場合にはその影響も大きい。槽内の相対湿度に注意が必要である。

また、培地はペプトン、ブドウ糖が加えてあり栄養豊富である。透水性の高い塗膜の場合、栄養に富んだ水分が塗膜表面まで吸い上がってきて正しい評価が得られなくなる心配が生じる。他に培地上の多量のかびが生長、繁殖し塗膜の上へ伸びて行き繁殖することも起こる。

乾式法では培地を使用しないので、下から栄養分は上がってこないし、試料の周囲には生長、繁殖したかびはいない。緩い試験条件となる。

湿式法か乾式法かの選択はその塗料の性質、使用した防かび剤などの性質、その塗料の使用目的、条件によって変わり、必要に応じて湿式法と乾式法の中間的な半乾式法ともいえる方法をとることも有効である。具体的には平板培地を用いることは湿式法と異ならないが培地表面上に直接試料を置かず、乾式法で用いた治具、例えばU字形のガラス棒、ステンレス棒をおき、試料を載せる。試料と培地は直接接触しないなどである。結果としては湿式法と乾式法の中間的な様相を示すことが多く、両者ではともに不十分な結果しか得られない場合でも納得のいく結果を得ることがある。この時に使用する培地はJIS Z 2911の培地から、ほとんど栄養分を含まない寒天だけの培地を目的にしたがって使い分ける必要がある。

④被塗物の種類

セルロース質の濾紙では素材そのものにかびが繁殖しやすい。水分の透過を目的に考えれば、同じ繊維質のものでもグラスファイバー製の濾紙の方が影響がでにくい。下の培地の意味は薄れるが、ガラス板なども使いようである。被塗物との関係を明らかにするためには、本来使用する素材が好ましい。また、実際の製品（大きさによっては解体）による試験の必要性も高い。

⑤評価

3段階の評価はかびの種類、塗料の種類、状態で判断の境界が曖昧になり正確な評価がしにくい場合が多い。

5.3.2 JIS Z 2911の改良案概要

1)塗膜としての試験

①適用範囲

すべての塗料に適用する。ただし屋外用と屋内用とは区別する。

②試験片の調製

屋外用塗料などで耐候試が要求される塗料では、50×50mmの清潔なガラス板上に刷毛またはスプレーにて塗装し、室内で48時間乾燥し試験片とする（できれば平均膜厚を測定しておく）。約20℃の水に水漬し18時間おく。取り出して乾燥する。

屋内用塗料では水への浸漬は行わない。

焼付け塗料、電着塗料、粉体塗料などでは、ガラス板の代わりに金属板（軟鋼板、Al板、亜鉛めっき鋼板など：ただし素材を明記する）を用い、その塗料の仕様条件にて硬化させる。同様に耐候性が要求される場合には水浸漬処理を行う。

③試験操作

培養期間を2週間とするほかはJIS Z 2911と同様。

④使用するかび。

JIS Z 2911と同じ種類のかびを使用する。

⑤使用する培地組成

JIS Z 2911と同じ種類の培地組成を使用する。

2)塗装品としての試験

塗装品の場合にはかびの種類を除き、一般工業製品、材料のかび抵抗性試験と同じ条件で行う。製品としての総合的な評価ができる。

5. 3. 3 MIL 810E Method 508 の問題点

①かび繁殖の促進剤

この試験の場合には汚れを考慮して窒素、リン、カリウムなどのミネラル塩を栄養分として接種と同時に与えている。実際的な使用条件にあった厳しさであるが、塗料そのものの性質をみるには厳しすぎる。

②かび胞子の数

かびの胞子を1種類につき1,000,000±200,000個/mlにすることが決められているが、たいへん労力を要し実際の試験では定量的な操作が難しい。

5. 3. 4 実用試験方法のポイント

1)栄養源の選定

実用性能を重視した評価では実際の使用条件に近づける工夫が必要となる。ペプトン、麦芽エキスをはじめ、食品の汁、人工的な汗、垢なども栄養源として用いる場合もある。湿式法の場合に培地中に試料を埋め込むこともある。

使用される場所がわかっているならば現地調査も重要である。

2)かびの選定

現場では予想外のかびが発生する場合がある。現場からのかびの採取、分離、培養に

よるかびの同定の必要性も高い。

3) 前処理の程度

現場の環境、使用状況を考えて場合によっては過激な前処理も行う。試験片調製時の水浸漬をはじめ、温水や有機溶剤による洗浄、促進耐候試験後のかび抵抗性試験などでも検討する。

4) 培養時間

JIS Z 2911の場合の培養時間は7日間と極めて短くなっている。かびの発生しやすい塗膜の場合には7日間で充分であるが、防かび剤が添加されていたり長期性能を要求されるものについては短すぎると思われる。3~4週間、2ヵ月、それ以上の培養を必要とする時もある。ただし、この時は培養途中で新しいかびの胞子の追加接種をするなどそれに応じた処置が必要である。

5. 4 防かび塗装工程

防かび塗料はかびに対する生物抵抗機能を有する特殊機能性塗料で、従来有機水銀系化合物や塩素系化合物が使用されていたが、現在は禁止となり、これに代わって各種有機系化合物が防かび剤として0.1~数%配合されている。

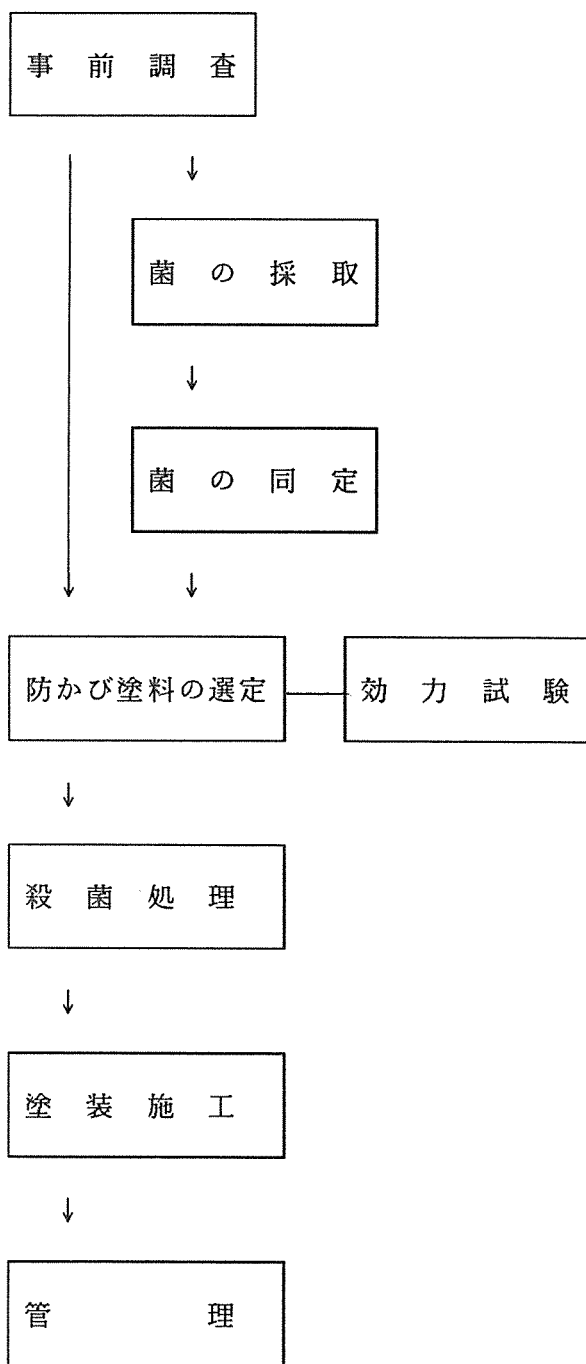
塗装工程としては一般の塗装工程と基本的には同じであるが、すでにかびが発生してしまっている面に関してはその除去工程を十分に行うことが大切である。次亜塩素酸ソーダ・界面活性剤を含むかび取り剤・漂白剤などで処理するが多いが、この時は素材や塗膜の変色などに注意を要する。また、この際かびを含むミストを吸い込んだり、薬剤を皮膚につけないようにすることも重要である。次表に建築塗装における防かび塗装施工の流れ図と塗替え塗装工程の例を示す。

防かび塗装工程表³⁾

塗装工程	使用材料	塗装回数	塗布量 (g/m ²)	次工程までの時間 (常温乾燥)	備考
1. 素地調整	旧塗膜、かび、汚れ、ごみをサンダー・スクレーパー・ワイヤーブラシ・サンドペーパーなどで十分に除去し、乾燥した清浄な面とする。なお、かびの発生が著しい箇所はかびをあらかじめ水洗除去する。				
2. 殺菌処理	前処理剤*	1~2	50~100	60分以上	被塗物全面に塗布し汚染物はウエスなどで完全に拭き取る。かび汚染の著しい箇所は2回処理を行う
3. 下塗り	防かび塗料用シーラー	1	140~160	2時間以上 (4時間以上)	吸込みむらをなくし、付着性および良好な仕上りを得るために必要
4. 上塗り	溶剤系防かび塗料	2	120~150	2時間以上	
	(エマルジョン系防かび塗料)		(120~130)	(16時間以上)	
	湿潤面用防かび塗料	1~2	480~570	24時間以上	

注) * 前処理剤は、はけ・ロールはけなどにより塗布する。ウエス等に前処理剤を含ませて塗布してもよい。

防かび塗装施工の流れ図⁴⁾



5. 5 木製サッシのかび抵抗性試験方法（案）

5. 5. 1 試験体の作成

無塗装試験体 S を含め、塗装仕様の異なる A～K までの試験体の計 12 種類についてかび抵抗性試験を行い、比較検討をする。それぞれの試験体においてブランク（無負荷の試験片：0 時間）を含め、促進耐候試験 2000 時間まで 500 時間毎にサンプリングした試験片（500、1000、1500、2000 時間）の計 5 種類を用いる。また各 1 枚の試験片は 6 等分（35×50mm）し、右側上中下の 3 片を試験に使い、左側 3 片は現状見本として保存する。

1) 塗装仕様の種類：S（無塗装試験体）+ A～F（造膜タイプ）+ G～K（含浸タイプ）
計 12 種類

2) 促進耐候試験時間：0、500、1,000、1,500、2,000 時間の 5 水準

3) 各試験片のサイズと数：35×50mm 3 片（70×150mm を 6 等分した右側上中下 3 片）

4) 試験片の総数：12（種類）× 5（水準）× 3（片）= 180（枚）

5. 5. 2 試験方法

MIL 810 系 Method 508 に準じた方法を採用する（概要に関しては 2-2 2）参照）。接種するかびは、塗膜や木材に発生しやすいかびから、下記の 7 種類を選択した。

1	アスペルギルス・ニゲル
2	ペニシリウム・フニコロスム
3	クラトスポリウム・クラトスポリオイテス
4	オーレオハツジウム・フォルラソ
5	ケトミウム・ケロボスム
6	ケリオクラジウム・ヒレンス
7	アルテルナリア・アルタナータ

これらの各かびの孢子懸濁液を調整したものを混ぜて、混合孢子懸濁液を調整する。この液を遠心分離し、無機塩類混合水溶液により残渣の孢子を分散させて、無機塩類含有混合孢子懸濁液を調整する。以上の操作により調整した無機塩類含有混合懸濁液を、シャーレの中に置いた試験片に定量ずつ接種する。接種後の培養条件は次のとおりである。

温度 29℃	相対湿度 95%RH以上	期間 28日間
--------	--------------	---------

5. 5. 3 その他

屋外暴露試験中の試験体について、かびの発生状況を調査するとともにかびを採取し、これらのかびの同定を試みる。

5.6 おわりに

かびはその周囲に存在するあらゆる有機物を分解し劣化させる。木製サッシもその例外ではない。木材塗装面に発生するかびは美観を損なうだけでなく被塗物そのものの耐久性を低下させる。また、かび毒によるアレルギー性疾患の誘発や発がん性の問題など、人間の健康障害に対する実証が徐々に明るみにでてきていることも見逃すことはできない。

来年度実施を計画している促進耐候試験の経時変化とかび抵抗性に関する試験は、技術的に確立されていない部分も多い。よって、試験の経過や評価については多くの問題点や検討事項の発生が予測される。しかし、木材の屋外暴露試験と促進耐候試験との相関性について、生物劣化の一面から耐久性を評価するための貴重なデータを得られるものと期待できる。

(参考文献)

- 1) JIS Z 2911-1981 「かび抵抗性試験法」
- 2) MIL STD 810E METHOD 508
- 3) 日本塗装技術協会編 塗装技術ハンドブック 日刊工業新聞社(1988)
- 4) 田村良夫 塗装と塗料 1990.1(NO.459)

6 暴露試験体の寸法及び含水率の経時測定

6.1 試験方法

保護塗料の耐水性能を評価するために、塗装した試験体の半径方向及び接線方向の寸法と重量を約1週間おきに測定した。測定に用いた試験体は、第3章で取り上げた着色タイプの保護塗料を塗装した試験体を用いた。試験体の暴露は1993年3月より開始し、経時測定は1993年10月から行った。

寸法は、1/100mm精度のデジタルノギスを用い、重量は1/100g精度の電子天秤を用いた。寸法変化及び重量変化は、測定開始時の値を基準として重量増加率、減少率及び膨潤率、収縮率を表した。

6.2 測定結果

6.2.1 重量変化

図1-1は、1993年10月から1994年2月までの造膜タイプの保護塗料で塗装した試験体の重量変化を示す。この期間における最大の重量増加率は1.2%、重量減少率は-1.5%であった。塗料別では、Bが最も変化が小さく優れた耐水性能を示した。次いでC、E、A、D、Fの順となり、特にFの重量変動は大きかった。

図1-2は、含浸タイプの保護塗料で塗装した試験体の重量変化であるが、最大の重量増加率は1.8%、重量減少率は-1.85%であり、造膜タイプに比べて大きな重量変化を示した。塗料別では、Gが最も変化が少なく造膜タイプに匹敵した。次いでJ、H、I、S、Kの順となり、Kは無処理とほぼ同程度の変化を示した。

6.2.2 寸法変化

図2-1は、造膜タイプの保護塗料で塗装した試験体の半径方向の寸法変化を示す。期間中の最大の膨潤は0.2%であり、収縮は-0.4%であった。塗料別では、Bが最も寸法変化が少なく、次いでC、A、E、D、Fの順となった。

図2-2は、含浸タイプの保護塗料で塗装した試験体の半径方向寸法変化を示す。期間中の最大の膨潤は0.45%、収縮は-0.8%と造膜タイプの2倍程度大きい変化を示した。塗料別では、Gが最も寸法変化が小さく、次いでI、H、S、J、Kの順となり重量変化とほぼ同様の傾向を示した。J及びKは、無処理のコントロールとほとんど差はなかった。

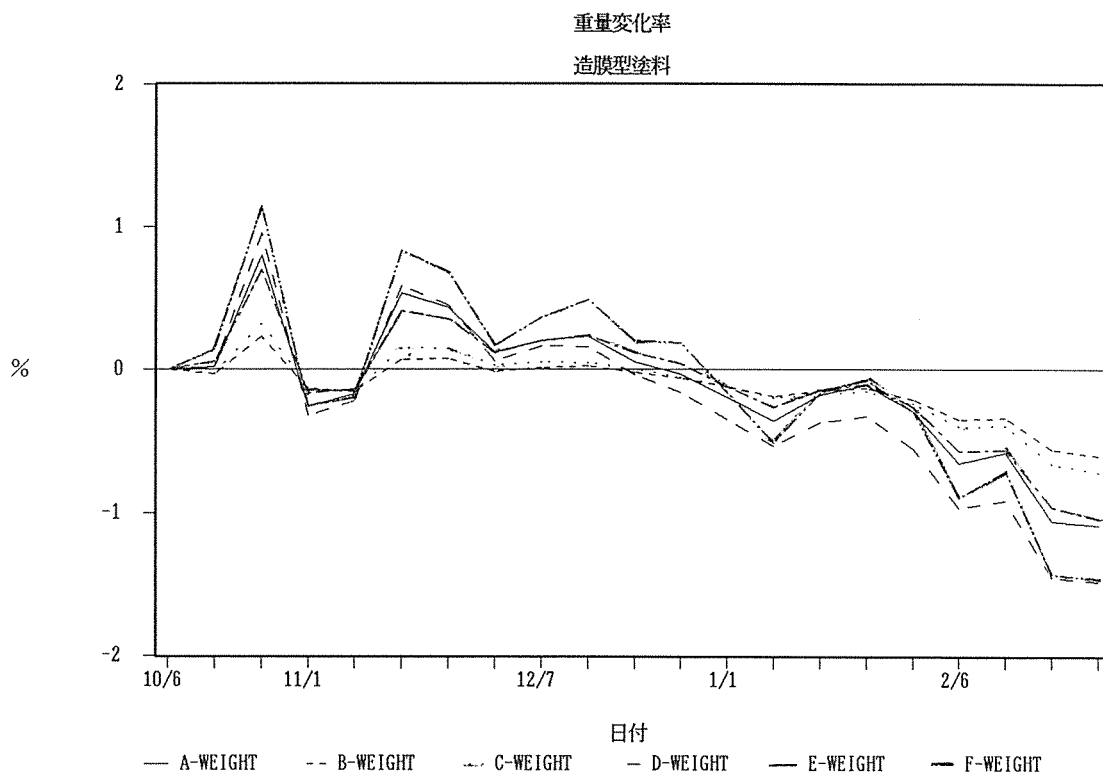


図 1 - 1 . 造膜タイプの保護塗料で塗装した木材の重量変化 (1993.10-1994.2)

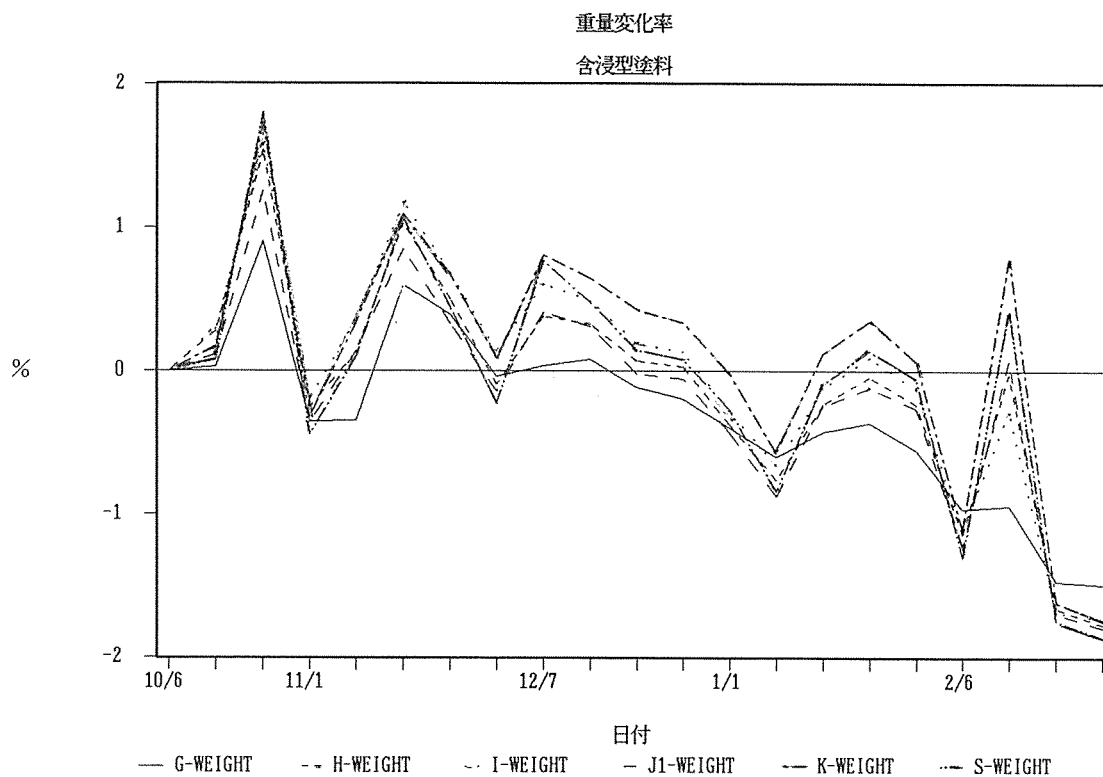


図 1 - 2 . 含浸タイプの保護塗料で塗装した木材の重量変化 (1993.10-1994.2)

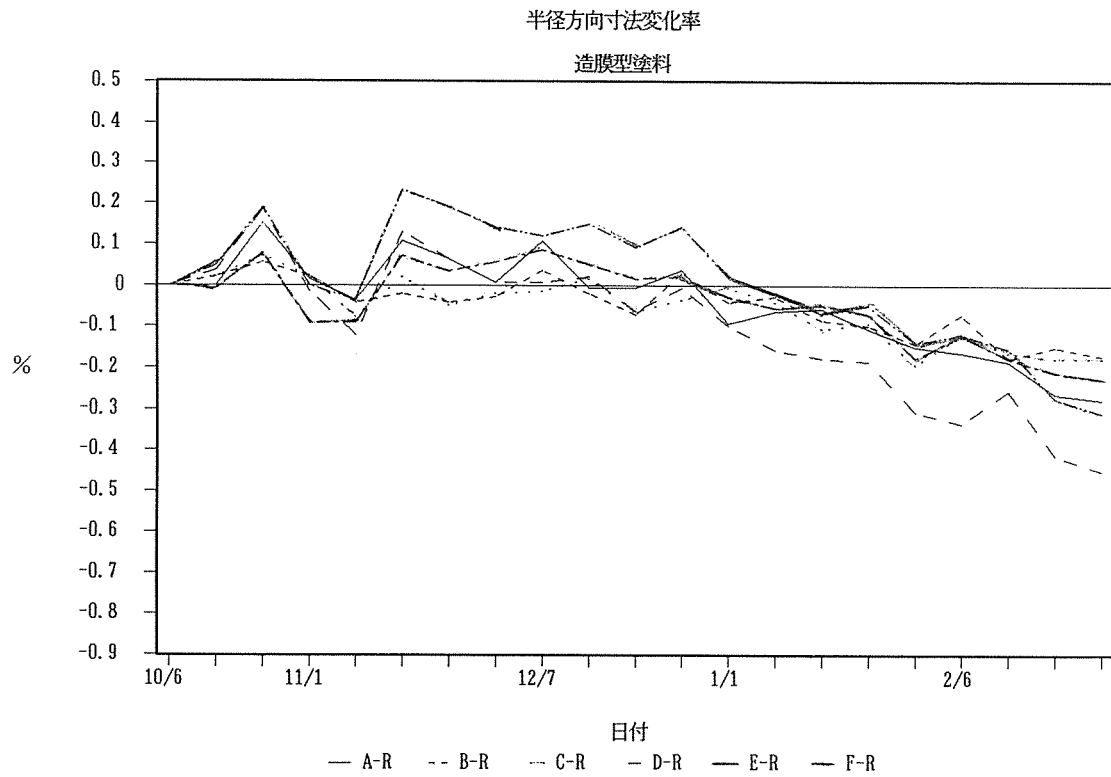


図 2 - 1 . 造膜タイプの保護塗料で塗装した木材の半径方向変化 (1993.10-1994.2)

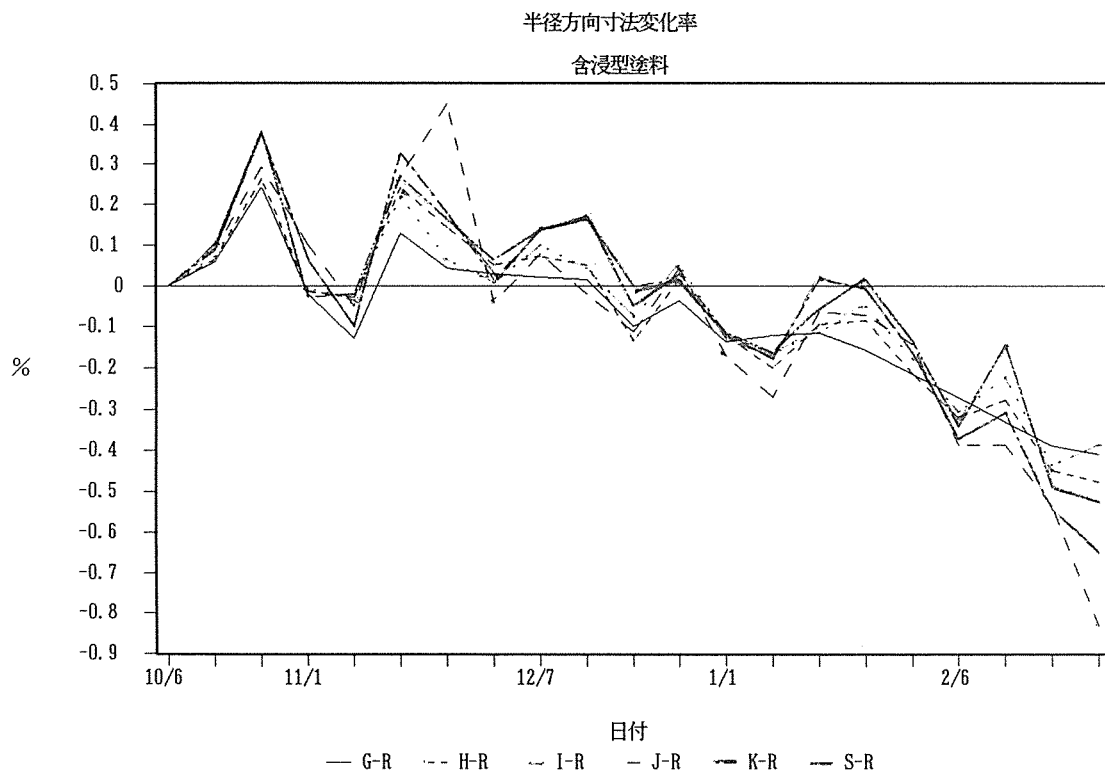


図 2 - 2 . 含浸タイプの保護塗料で塗装した木材の半径方向変化 (1993.10-1994.2)

7 木製サッシ用新塗料の開発試験

7. 1 木製サッシ用新塗料の開発の必要性

木製サッシが機能性はもとよりファッション的またはデザインのうえから使われ始めている。

現在その使用量は少ないものの木材の新しい需要分野であることに間違いがない。これらの新たな需要を長続きさせることが木材業界にとって大変重要なことである。

木製サッシに使われた木材が短期間で性能が低下し、みすぼらしい姿に変わったのでは木製サッシはもとより木材全体の信用を落とすことになりかねない。

それを防ぐには、美感向上、美感の維持、サッシの保護および耐久性の向上、そのほか特殊な機能性の付与などが絶対必要である。

現在その役目を果たすことができるのがゆいつ塗装である。

塗装は化学修飾木材など他の木材処理法に比べてコストが安く、被塗材の形状に左右されずに処理ができ、比較的作業が早く、工場ラインおよび現場で塗装ができる有利性がある。

外装用の新しい塗料のニーズは、木製サッシのみならず集成材を使った各種大建築物、木製玄関ドア、木製橋梁、外構部材、屋外遊具に対する需要の高まりと深い関係がある。木材を無処理で屋外に使った場合、太陽光線に当たるところがまず濃褐色に焼ける、さらに時間が経過すると灰色に変色する。このころになると雨や砂塵が原因で早材（春材）が晩材（夏材）より多く磨耗して材の表面が凹凸になり、割れが無数に生じる。いわゆる木材の劣化である。

木材を風通しの悪い湿気の多いところや水はけの悪い使い方をした場合、上に記した劣化現象の他にカビ、腐朽菌による被害が加算され、木材の劣化が数倍早く進行する。

特に腐朽菌による腐朽は、木材の強度を著しく低下させる。そのうえ、湿潤環境におかれた木材にはイエシロアリ、ヤマトシロアリによる白蟻の被害が発生しやすい。白蟻による被害も腐朽同様に建築物の倒壊を引き起こす激しいものである。

この他、白蟻だけでなく木材を食い荒らす虫も大きな被害をもたらす。

木製品に使用される木材は、ほとんど乾燥しているので乾燥材に被害を与えるヒラタキクイムシやチビタケナガシクイムシのような乾材虫が問題になる。この虫害も木材の強度を大きく低下させる。

このような急激に激しく起こる腐朽、蟻害、虫害を総称して木材の生物劣化と呼んでいる。

これらの被害を完全に予防するには、防腐剤、防蟻剤、防虫剤を大量注入処理することが最も効果がある。

現在、生物劣化はこのような大きな被害をもたらすだけでなく、比較的早期に生じる生物劣化が美感を損なうために大きな問題になっている。

木製サッシは木材であることを大きくアピールしなければならない運命を背負っているために、不透明な木目の塗り潰し仕上げにすることができない。

そのため、木目を生かす透明仕上げ、半透明仕上げのニーズが大きな高まりを見せている。

一般の家具塗装に使われているクリアー塗料を使った透明仕上げは、木目を強調させ、木目を引き立たせる優れた塗装仕上げである。

透明仕上げを屋内で使用する木製品に施工すれば何らトラブルが生じない。しかし、これを屋外で用いるとなると非常に多くの難問が浮上する。

最大の問題が塗膜耐久性である。

クリアー塗料を屋内家具に使えばほぼ永久的な塗膜寿命がある、しかし、同じ塗料を外装に使用すると、塗膜寿命が大幅に低下する。

この大きな原因は、クリアー塗料は紫外線に対して無防備なために起こる激しい塗膜劣化、腐朽菌による木材表面と塗膜の劣化、カビが原因で起こる生物汚染である。

現在ある木製サッシ用塗料は、性能的に発展途上にあり、性能改善の余地を残している、特に塗膜耐久性が短い欠点が未解決である。

7. 1. 1 特にわが国に新しい木製サッシ用塗料が必要な理由

- ① 日本人は木目を生かした塗装を好む。
- ② わが国の高温多湿な気象条件。
- ③ 塗装メンテナンスを自分で行う趣味がない。
- ④ 木材製品は高価である。
- ⑤ 地球環境保護およびコストメリットのために木材の耐久性を向上させる義務がある。

(1) 日本人は木材、木目が好きである。

木材保護着色塗料の発生の地北欧では、木製窓枠や外壁に使った木材に不透明の塗装が多く施されている。

わが国ではすべてのユーザーが木材を使用すれば、木目を生かした塗装仕上げを要求する。

そのうえ、完璧な塗装仕上げを希望することが多い。そのため、色調や光沢に対する厳しいニーズがあり、塗膜の機械的、物理的性能に加え美感性能が外国に比べて重視される傾向にある。

(2) わが国の高温多湿な気象条件と塗膜耐久性の関係

日本および欧米の最近30年間の気温、相対湿度の年平均値、降水量を調べると、わが国の気象環境が欧米諸国に比べて高温、多湿であることが分かる。

木製サッシが盛んに使われる北米諸国、北欧および中、北部ヨーロッパ地域は、わが国に比べ気温で5～10℃ほど低く、降水量は1/2～1/3と非常に少ない。この気象因

子特に水分は、塗膜劣化の主因である光酸化反応において触媒として働くために劣化を急速に促進させる大きな原因になっている。

そのうえ高温多湿な気象条件は、紫外線による劣化の他に生物劣化（腐朽、生物汚染等）を激しいものにしてている。

このわが国の気象環境は、外装用木材の耐久性や塗膜耐候性にとって非常に厳しい条件を作りだしている。

現在、木製サッシのような屋外で使用する木材の美感向上および保護する目的で木材保護着色塗料が多く使われている。この大部分は、北米、ヨーロッパからの輸入製品である。

木材保護着色塗料をわが国で使用した場合、特に耐久性においてカタログに記載されているデータほどの性能がえられない不満をユーザーが抱いている。

この主要原因がわが国の気象環境と北欧、北米の気象との違いにあると考えられる。

将来、塗膜耐久性の向上を考える場合、わが国特有の気象環境の他に、酸性雨も考慮しなければならない。

（３）日本人は塗装する趣味がない

塗装効果を維持させるのがメンテナンスである。メンテナンスは劣化が相当目立ってきたから行われるのが普通である、これでは遅いのである。早期のメンテナンスは、費用が比較的安く、塗膜寿命を明らかに延長させることが可能である。

木製サッシ用の新しい塗料は、メンテナンスフリーが理想であるが現在の塗料製造技術では無理なために必ず再塗装をすることを前提に塗装をすることが望ましい。

再塗装の際、古い塗膜を剥がさずに塗装ができ、塗装費用が安価な塗料が求められる。

（４）木材製品は高価なので長く使う必要がある

木製サッシの製造コストは、アルミに比べて高いのが普通である。木材の良さは沢山あるがその高いコストをペイできるほどの性質を探すのが困難である。唯一ユーザーの趣味、嗜好および美感に訴えるより方法がない。そのうえ、木材製品はメンテナンスフリーでないことも大きな弱点である。

高価な木材の耐久性を増加させ、綺麗な状態で長く使用してトータルコストを引下げる事が重要である。

いまや森林資源は、地球環境保護の立場から非常に貴重になった、木材の耐久性を向上させることは貴重な森林資源を保護する上からも大事である。

今後、木材耐久性向上のために今の塗料より数段優れた性能を持つ新しい外装用塗料が益々必要になる。

7. 1. 2 木製サッシ用新塗料の開発の目的

木製サッシに塗装し、木目を潰さずに美感、耐久性を向上させ、作業性が良く、メンテ

ナンスが簡単で安価な外装用塗料を開発する。

7. 2 試験の概要、試験方法

7. 2. 1 試験の概要

塗料の組成、着色顔料の種類、防腐剤の種類、撥水剤の種類、防カビ剤の種類等を変えて塗料を作製した。

この塗料をダグラスファーの脱脂処理及び無処理試験片に塗布量を変えて塗装し、また、塗装前処理を数種類の試験片に施した。

これらの試験片を屋外暴露およびウェザメーターによる促進耐候性試験を実施し、現在試験を実施中である。

7. 2. 2 試験方法

使用した塗料の材料を以下に示す。

- ① ビヒクルー—長油性アルキド樹脂、油変性ウレタン樹脂
- ② 着色料—微粒子顔料（商品名：顔料系万能ステイン）
- ③ 防腐剤—淡色の3種類の防腐剤
- ④ 撥水剤—シリコン系（液状）、ポリプロピレン（PP、粉末）
- ⑤ 溶剤—石油系溶剤
- ⑥ 防カビ剤—現在材料を取集中

実験項目を以下に示す。

- ① 顔料濃度および色の種類と耐候性の関係を判定する実験
- ② 防腐剤の種類、添加量と塗装作業性および防カビ性の関係を判定する実験
- ③ 撥水剤の種類、添加量と塗装作業性、塗膜形成状態および防水性の関係を判定する実験
- ④ 美粧性の向上実験
- ⑤ 塗装工程短縮および塗装法の実験
- ⑥ 屋外暴露、促進耐候試験による塗膜性能実験
- ⑦ 塗膜劣化後の塗り替え作業の難易を判定する実験
- ⑧ 市場調査、その他

各実験結果は、市販の同様目的に使われる塗料（例えば、木材保護着色塗料（剤））と比較しながら検討する。

（1）現在試験実施中の試験片の内訳

- 1) ウェザメーターテスト（都立工業技術センターに試験依頼）
No 1 アルキド樹脂+顔料系万着（40%）、無脱脂米松

- 2 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%)、脱脂米松
- 3 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
無脱脂米松
- 4 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+ウオーターガード撥水剤 (5%)、無脱脂米松
- 5 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+X-40-9740撥水剤 (5%)、無脱脂米松
- 6 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+KP8400撥水剤+防腐剤 (5%)、無脱脂米松
- 7 クレオソート塗布+アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー
(5%、PP1%) +X-40-9740撥水剤 (5%)、脱脂米松
- 8 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+KP8400撥水剤+防腐剤 (5%)、脱脂米松
- 9 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+X-40-9740撥水剤 (5%)、脱脂米松
- 10 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+ウオーターガード防藻剤 (5%)、脱脂米松
- 11 前処理剤：ナフテン酸亜鉛 (石油系溶剤可溶) 9：シリコン系撥水剤 (X-40-9740) 1
- 12 前処理剤：クレオソートクリヤー 9：シリコン系撥水剤 (X-40-9740) 1

2) 屋外暴露試験 (森林総合研究所に依頼試験)

- N o 1
- 1 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%)、無脱脂米松
 - 2 フタル酸樹脂エナメル+顔料系万着 (50%)、脱脂米松
 - 3 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%)、脱脂米松
 - 4 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
無脱脂米松
 - 5 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+ウオーターガード防藻剤 (5%)、無脱脂米松
 - 6 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+X-40-9740撥水剤 (5%)、無脱脂米松
 - 7 アルキド樹脂+顔料系万着 (40%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)
+KP8400撥水剤 +防腐剤 (5%)、無脱脂米松
 - 8 クレオソート塗布+アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー
(5%、PP1%) +X-40-9740撥水剤 (5%)、脱脂米松
 - 9 アルキド樹脂+顔料系万着 (50%) +クレオソートクリヤー (5%、PP1%)

- +KP8400撥水剤 +防腐剤（5%）、脱脂米松
- 10 アルキド樹脂+顔料系万着（50%）+クレオソートクリヤー下塗り+クレオソートクリヤー（5%）、脱脂米松
 - 11 アルキド樹脂+顔料系万着（50%）+ウオーターガード防藻剤（5%、pp1%）、脱脂米松
 - 12 フタル酸樹脂エナメル+顔料系万着（50%）+KP844（5%）+クレオソートクリヤー（5%）、脱脂米松。粘度が高すぎて不透明になった
 - 13 フタル酸樹脂エナメル+顔料系万着（50%）+KP844撥水剤+防腐剤（5%）、脱脂米松。塗料粘度が高すぎて木理不透明になった

8. わかりやすい塗膜耐久性試験結果の表示法

8. 1 わかりやすい表示法の必要性

本事業で行なわれている各種試験の結果を木製サッシのユーザー、メーカー等多くの人に利用、活用してもらうためには試験結果の表示が数値の羅列であってはならない。

試験結果を正確に実験者の主観が入らない方法で表示するためには数値の表現が最も正確である。しかし、この表示では一般の人に判断できない短所がある。

試験結果が多くの人理解でき、実用に際して塗料の選択、メンテナンス時期の判断、塗装設計に役立つ試験結果の表示法を作製する必要がある。

8. 2 製作上の問題点

評価法を作るうえで以下の項目を考慮する必要がある。

木製サッシの塗装の目的は、塗装製品の美感の向上、製品の美感および性能の保護、耐久性の向上、機能性の付与にある。

特に塗膜耐候性向上および劣化防止は木製サッシの美感および性能維持の面で重要である。

まずこの塗装の3大目的を満足した塗装ができたか否かを評価することが重要である。次ぎに使用時間の経過とともに塗膜性能が低下する、塗装の3大目的が何時失われたかを評価する必要がある、その評価が可能ならば製品の管理が容易になる。

実際に行われている塗装評価は、JIS, JASに規定されている塗料および塗膜の規格による性能評価がほとんどである。しかし、この評価法には問題が多い。

その問題点を以下に述べる。

①塗膜耐久性を決定するのが困難である。

塗装の3大目的のうち、どの目的が損なわれたときに塗膜の寿命とするかという問題がある。特に判定に主観が入りやすい美感寿命を決定するのは困難である。

②現在木製サッシに使われている塗料の種類が多く、塗膜形成状態が異なっている。そのため同一基準で塗膜寿命を決定することが困難である。

特に、木材保護着色塗料は、木材表面に塗膜を作る造膜タイプとほとんどが材中に浸透する浸透タイプがある。

JIS, JAS規格に塗膜試験法があるのは造膜タイプだけである。

このように極端に異なる目的で作られた塗料を同一の基準で評価することは問題が多い。浸透タイプの塗料の試験法が規格にないじょう新たに試験法を作る必要がある。

8. 3 今後の方針

現在行なわれている屋外暴露試験、促進耐候性試験、カビ抵抗性試験、撥水試験等が来年度にほとんどの結果が揃うので各試験結果を総合して、使用目的別の塗膜寿命を決定す

ることができると考えられる。

使用目的別の塗膜耐用年数が決まれば、いままで測定したその時点の塗膜劣化状態から残り耐用年数が推定できる寿命の物差しができ、多くの人にわかる結果表示法ができるものと考えている。

9. 今後の課題

- ① 来年度は本事業の最終年にあたるので現在継続中の試験を可能なかぎり終了させ、総合的に検討および考察を行ない、広く利用できる報告書の作製をめざす。
- ② 報告書は、将来木製サッシが木質品質保証制度およびJAS規格の対象となった場合を想定し、その際試験法等が利用できるように留意して作製する。
- ③ わかりやすい塗膜耐久性試験結果の表示法を作製するため、本事業で実施した各種試験結果を主体に使い、外国文献等を参考にして作業を行なう。
- ④ 木製サッシの美感維持、木材の保護をより効果的にするためには塗料に配合した防腐剤、防虫剤、防カビ剤、撥水剤等の作用だけでは不十分な場合がある。
特に厳しい環境下での使用も考慮して、塗装前処理剤および前処理法を実際に行なわれている処理状況、外国文献とうによって検討する。
生物劣化に厳しいわが国の気象状況より判断して防腐剤や防カビ剤の有効的な前処理を検討する必要がある。
- ⑤ 木製サッシの耐久性向上、美感維持に有効な塗料が出現しても適正な塗料塗布量、塗布回数等が守られないとその性能が完全に発揮されない。そのために具体的な処理基準が必要である。
また、塗装された製品の使用目的や使用環境によって、要求される塗膜性能が異なるのが普通であり、目的別の処理基準も必要である。
- ⑥ 木製サッシの初期性能を維持するためには、メンテナンスが不可欠である。
塗膜の外観および性能の劣化状況から判断可能なメンテナンス基準を作る必要がある。