

塗 装 合 板 の 耐 候 性

- 屋外暴露と促進試験の関係 -

中 村 史 門 佐 藤 光 秋

1. はじめに

近年、合板の外装用材料としての利用が増加してきており、また枠組壁工法の普及などにより更に増加するものと考えられる。その際問題となるのはその耐候性、耐久性である。合板の耐候性、耐久性に関する研究も従来から数多くなされ報告もされている。

当场においても国立林試との協同により、実用的規模での屋外暴露を実施してきている¹⁾²⁾³⁾。

また、筆者らは先に市販外装用合板の性能について紫外線カーボンウェザーメーターによる促進劣化試験の結果を報告した⁴⁾。更に表裏単板樹種、塗装方法などの耐候性に及ぼす影響についても報告した。

今回は、塗装合板の耐候性について、屋外暴露に近似する促進試験の条件を見出すため、変性ポリウレタン樹脂塗料で塗装した合板を屋外暴露するとともに3種類のウェザーメーターにより促進劣化処理を行い、その表面性能、接着性能、強度性能について、屋外暴露と促進試験との関係を検討した。

屋外暴露は現在まだ継続中であるが、3年間の暴露結果について報告する。

なお、本報告は第25回日本木材学会大会（昭和50年4月福岡）において発表したものである。

2. 試料及び試験方法

2.1 試料

試験には前報⁵⁾と同様の試料を

用いた。供試合板は水溶性フェノール系接着剤を用いた常法により製造した5プライ、類合板であり、表裏単板がシナ、カバ、ナラ、ラワン、カプールの5樹種、中心、そえ心がラワン単板である。構成は1+2+1+2+1mm、仕上り厚さは約6.8~7.0mmである。

塗装は、下塗りにビニルウレタン樹脂、上塗りにアクリルウレタン樹脂を用い、次のような工程で行った。

素地調整 - 下塗り3回（リバースロールコーター）
- 乾燥 - 研磨 - 中塗り2回（ナチュラルロールコーター）
乾燥 - 研磨 - 中塗り2回（ナチュラルロールコーター）
- 乾燥 - 仕上げ

塗布量は2~3g / (30cm)² / 回であり、セッティングタイムは10分以上、乾燥は60分、10分で行った。

2.2 暴露方法

屋外暴露は北海道旭川市の当場の庁舎屋上で傾斜角45度、正南面向きに設置し昭和46年4月に開始した。

暴露合板は30×40cmのサイズで各樹種2枚である。

第1表 ウェザーメーター試験条件

項 目	試験機 紫外線カーボン ウェザーメーター	サンシャインカーボン ウェザーメーター	デュールサイクル ウェザーメーター
光源	紫外線カーボン	サンシャインカーボン	サンシャインカーボン
光源ランプ数 (個)	2	1	1
放電電圧 (V)	125-145	48-52	48-52
放電電流 (A)	15-17	58-52	58-62
光フィルター	グローブ型	パネル型	
透過率 (%)	255 nm以下0 400 nmで90以上	255 nm以下0 400 nmで90以上	なし
光照射サイクル	連続(24時間)	連続(22時間)	60分照射-60分消灯
ブラックパネル温度 (°C)	68	68	68
機内温度 (°C)	43~47	43~45	照射時 40 消灯時 37
湿度 (%)		65	照射時 65 消灯時100
降雨スプレーサイクル	120分中12分	120分中12分	なし
試験裏面冷却スプレー	なし	なし	水温7°C消灯時のみ

促進劣化試験は紫外線カーボン，サンシャインカーボン，デューサイクルの各ウェザーメーター3種類を用いて行った。試験条件は第1表のとおりである。

2.3 性能試験方法

2.2の方法で屋外暴露，促進暴露を行った塗装合板の耐候性を判定するための性能試験項目として，光沢，色の表面性能，接着性能，静的曲げ試験による強度性能をとり上げた。

i) 表面性能試験方法：表面性能のうち光沢はJIS Z8741（光沢度測定方法）により60度鏡面光沢度を測定した。色についてはJIS Z8722（2度視野XYZ系による物体色の測定方法）により，刺激値直読法で3刺激値XYZを測定した。測定には自動式測色色差計及び附属グロスヘッド（東洋理化学工業K.K.製）を用いた。

ii) 接着性能試験方法：接着性能については，JAS B型試験片により常態接着力を求めた。試験片は表単板側から2接着層を含むように採取し，切り込みは順方向とした。

iii) 強度性能試験方法：静的曲げ試験はASTM805-63に準じ，試験片巾5cm，スパンを厚さ48倍にとり中央集中荷重法で行った。試験片は表板繊維方向をスパン方向と一致させ，荷重は暴露面が引張り側になるように試験片の裏板側から加えた。

接着力試験，静的曲げ試験は未暴露及び3年暴露合板について実施した。試験に先立ち 20 ± 5 ， $65 \pm 5\%$ の恒温恒湿で試験片を十分調湿した。

3. 試験結果及び考察

試験結果のうち紫外線カーボンウェザーメーターに関するものは前報の試験で得られたものである。

3.1 表面性能について

表面性能のうち光沢について，第2表に暴露前の光沢の値を，第1図に各種条件下にお

第2表 未暴露試料の光沢度

樹種	シナ	カバ	ナラ	ラワン	カプール
光沢度 (%)	73	69	61	57	59

る暴露による光沢の変化を暴露前の値を100として示した。

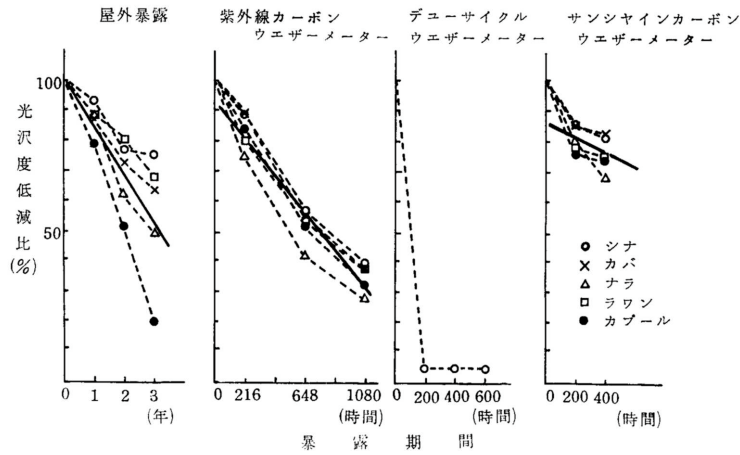
第2表から，表単板樹種がシナ，カバ，ナラ，ラワン，カプールの試料合板（以下，表裏単板樹種により区別する）の順に光沢は低く，シナで約72%，カプールで約58%である。同一工程により塗装しても表単板樹種によって塗膜面の光沢は異っている。これは材の表面粗さの違いによるものと考えられる。

暴露による変化は，第1図から屋外暴露と紫外線カーボンウェザーメーター（以下，UVと略記）暴露では暴露により各樹種ともほぼ直線的に低下している。

図中の実線が全樹種についての回帰直線で，統計的にも高度に有意である。

デューサイクルウェザーメーター（以下，DWと略記）暴露では初期の200時間までに急激に低下し，以後平衡状態にある。図にはシナについてのみ示してあるが，この傾向は樹種による差はほとんどない。他の暴露条件と比較して光沢の低下が大きく劣化促進効果が大きいといえる。

サンシャインカーボンウェザーメーター（以下，SWと略記）暴露については，試験期間が短い



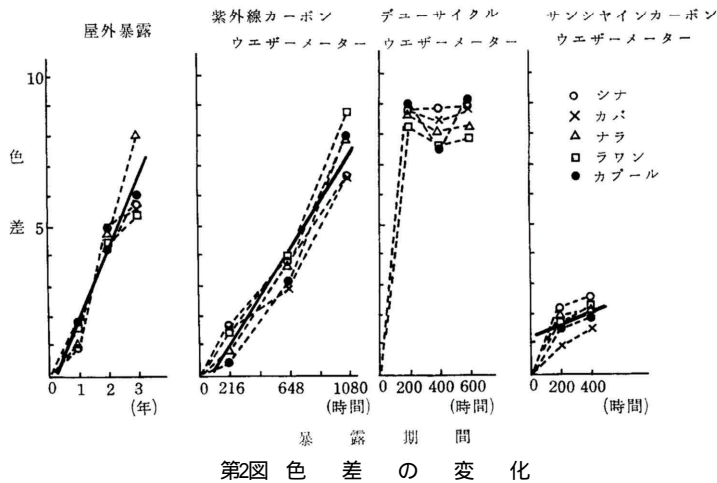
第1図 光沢度の変化

での低下が比較的大きいようである。

屋外暴露とUV及びSW暴露とを比較すると、屋外暴露で低下の大きいカプールはUV，SW暴露でも低下が大きく、また屋外暴露で低下の小さいシナ，カバ，ラワンはUV，SW暴露においても低下が小さい傾向にあり、屋外暴露とこれらウェザーメーター暴露との間に相関性が認められる。

屋外暴露とUV暴露について、光沢変化に対する時間換算を回帰直線の傾きを対比することにより求めてみると、屋外暴露1年がUV暴露の約283時間になる。

色の变化については、暴露前の色を基準として、Adamsの色差を算出して検討した。第2図に各種条件下での暴露による色差の変化を示した。



第2図 色 差 の 変 化

第2図から、色差も光沢の場合とほぼ同様の傾向にあり、屋外暴露及びUV暴露では、暴露により各樹種ともほぼ直線的に色差は増加しており、暴露にともなうほぼ直線的に色が変化していることになる。

なお、使用塗料は不透明で、色は9.5YR3.3/2.9である。暴露によって色相はほとんど変化しないが、明度が上がり、彩度が低下する、即ち白ぼく、にごった感じに変化していく傾向を示した。

また、図中の実線が最小二乗法で求めた回帰直線であり、統計的にも高度に有意であった。

UV暴露では、光沢と同様に初期200時間までの変

化が急激で促進効果が大いといえる。

SW暴露についても同様であり、初期における変化が比較的大きいようである。

屋外暴露とUV暴露の関係についてみると、回帰直線の傾きの対比から屋外暴露1年がウェザーメーターの322時間に相当している。

以上、光沢及び色の表面性能に対するDWの促進効果が大いなのは、このウェザーメーターの255nm以下の短波長域のエネルギーの影響が大いものと考えられる。

3.3 接着性能

第3表に未暴露試料のJASによる接着力試験結果を第3図に暴露合板の接着力の変化を未暴露の値を100として示した。

第3表から、供試合板の接着力はラワンが最も高くナラが他の樹種に比較して低い値を示しており、カバ、カプールはラワンに近い値を示している。これは前報⁵⁾で報告の如く、中心、そえ心がラワンであること、またナラ単板の強度が低いためと考えられる。

第3図から、屋外暴露では3年間でシナが最も低下が大きく約16%の低下を示し、全樹種の平均で約10%の低下を示した。

第3表 未暴露試料の接着力

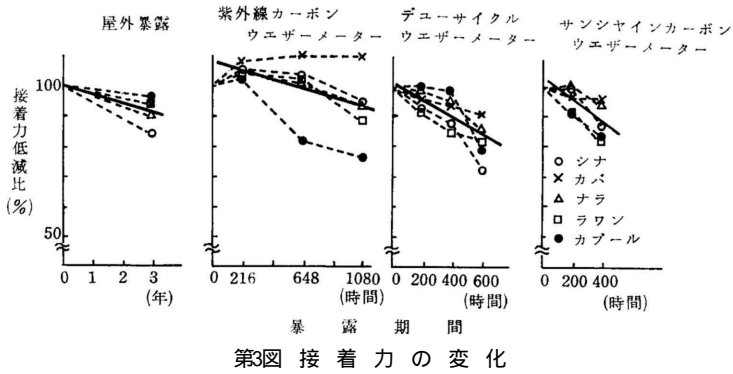
樹 種	シナ	カバ	ナラ	ラワン	カプール
せん断強度 (kg/cm ²)	17.0	18.6	14.3	19.4	17.2
木 破 率 (%)	69	44	56	90	89

UV暴露では、一部暴露前よりも強度が増加している場合もあるが、カプールが最も低下が大きく、全樹種の平均で1080時間の暴露で約9%の低下を示した。

DW，SW暴露では400時間で全樹種平均して約10%の低下を示した。

UV暴露における接着力の増加現象はフェノール樹

塗装合板の耐候性



第3図 接着力の変化

暴露試験の結果を、第4図に暴露による曲げ強度の変化を暴露前の値を100として示した。

未暴露合板の曲げ強度は、前報⁵⁾で報告したように、カバ、ラワン、カブールが高く、曲げ強さが約650~700kg/cm²、曲げヤング率が約79~83×103kg/cm²、曲げヤング率が約46×103kg/cm²であった。

脂接着剤にしはしばみられる後硬化の影響ではないかと考えられる。

ウェザーメーター暴露と屋外暴露との関係についてみると、屋外暴露の期間が短くデータも少ないが、屋外暴露3年がUV暴露の1100時間、DW、SW暴露では320~350時間に相当している。このことからUVよりDW、SWの方が劣化促進効果が大きいといえる。

3.4 強度性能

静的曲げ試験による曲げ強度について、第4表に未

これらの合板を各種暴露条件下に暴露した場合の曲げ強度の変化についてみると、曲げ強さについては第4図から、屋外暴露3年では、シナで若干増加しているが、他は低下しており、ナラが最も低下が大きく約22%、全樹種平均すると約10%の低下を示している。

UV、SW暴露の場合、各樹種ともほぼ直線的に低下している。図中の実線が回帰直線であるが、統計的にも高度に有意であった。

屋外暴露とウェザーメーター暴露の結果を比較すると、屋外暴露で低下の小さいシナ、カバはウェザーメーターでも低下が小さく、また屋外暴露で低下の大きいナラ、カブールはウェザーメーターでも低下が大きく、両暴露方法の間に相関性が認められる。

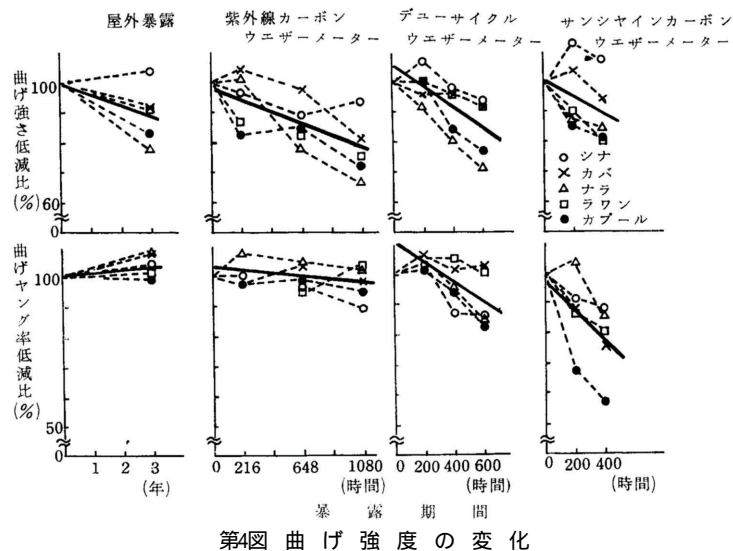
第4表 未暴露試料の曲げ強度

樹種	シナ	カバ	ナラ	ラワン	カブール
曲げ強さ (kg/cm ²)	503	699	421	657	672
曲げヤング率 (×10 ³ kg/cm ²)	62.1	78.7	46.0	83.0	86.3

全樹種平均で比較すると、屋外暴露3年がウェザーメーターの400~450時間に相当しているといえる。

曲げヤング率については、第4図から屋外暴露3年ではその低下は認められない。

ウェザーメーター暴露の場合、UV暴露では1080時間で全樹種平均で約4%、DW、SW、暴露では400時間でそれぞれ4%、23%の低下を示している。屋外暴露との関係については今後の



第4図 曲げ強度の変化

屋外暴露の結果を待って検討する。

4. まとめ

表単板樹種を異にする合板に変性ポリウレタン樹脂塗装し、屋外暴露するとともに、3種類のウェザーメーターにより促進劣化させ、各種性能の変化について暴露方法間の関係を検討した。その結果をまとめると次のようになる。

i) 表面性能：光沢、色の変化に対してはデュースイクルウェザーメーターが最も劣化促進効果が大きい。

光沢変化について、屋外暴露と紫外線カーボンウェザーメーターとの間に相関性が認められる。

紫外線カーボンウェザーメーターの約300時間が屋外暴露の1年に相当する。

ii) 接着性能：ウェザーメーター暴露では、デュースイクル、サンシャインカーボンウェザーメーターが劣化促進効果が大きく、屋外暴露1年がこれらのウェザーメーターの約320～350時間に相当する。

紫外線カーボンウェザーメーターでは1100時間が屋外暴露の3年に相当する。

iii) 強度性能：曲げ強さについて、屋外暴露とウェザーメーター暴露との間に相関性が認められ、屋外暴露3年がウェザーメーターの約400～450時間に相当する。

以上、塗装合板の耐候性について報告したが、合板の耐候性は表面処理の方法、単板厚さ、構成などによっても当然異なるものと考えられ、さらに多くの資料をつみ重ねていく必要がある。また、暴露も短期間であるが少しでも参考になれば幸いである。

終わりに、本研究にあたって終始御懇切な御指導をいただいた前林産試験場接着科長阿部勲氏（現三重大学助教授）に心より感謝の意を表します。

文 献

- 1) 唐沢仁志，吉田弥明，中村史門；第24回日本木材学会大会研究発表要旨集（1974）
- 2) 吉田弥明：本誌1974年7・8月号
- 3) 中村史門：本誌1975年2月号
- 4) 阿部勲，佐藤光秋，中村史門；本誌1970年8・10月号
- 5) 中村史門，佐藤光秋：本誌1973年10・11月号

- 木材部 接 着 科 -
(原稿受理 50.7.16)