

イタリヤポプラ合板の塗装性能について

Studies of Paintability on *Populus euramericana* CV.

“I-45/51” Plywood.

Jiro KAWAMURA

川 村 二 郎⁽¹⁾

I ま え が き

木材塗装の主たる目的は木材の表面に各種の方法で塗装し、乾燥した塗膜を形成せしめて木材の老化、磨耗等からの保護と同時に色彩、光沢、平滑性などをあたえて美化することにある。

木材塗装が以上のごとき目的をもっている関係上塗装時には塗りやすく、光沢、平滑性等の良い塗膜ができ、塗装後できるだけ種々な欠陥が起こらないことが望ましい。

塗装性能について考えてみると、塗料はその構成因子から考えて、その組成は複雑であり、なかなか理論的に取り扱いにくい。これを単純化してその物理化学性を究明しても、使用に際しての種々の外力の影響を受けて塗膜の良否の決定は困難である。また被塗材たる木材を考えてみても、その性質、状態は非常に複雑であり、このため塗装の問題はさらに複雑となる。

この実験においては、たまたまイタリヤポプラ合板の塗装性を調べる機会を得たので、塗装性能特に湿潤性、塗膜乾燥時間、塗装作業性、塗膜の光反射率、光沢、塗膜付着力について対象試験体として用いたシナ合板との比較をもって調べたので報告する。本試験にあたって試料の提供および作製にあたられた猪熊東大教授、江草加工研究室長、接着研究室、組織研究室の方々に深く謝意を表します。

II 試 験 材 料

1. イタリヤポプラ合板

塗装性を調べたイタリヤポプラ合板は下記のごとき条件で製造された。

樹 種 イタリヤポプラ (*Populus euramericana* CV. “I-45/51”)

合板構成 3 プライ、表裏板イタリヤポプラ、中板ラワン (単板裏割れ少ないもの)、表裏単板厚1.0 mm、中単板厚 2.0 mm、仕上り合板厚 3.8 mm

接 着 剤 尿素ホルマリン樹脂 100 部

小 麦 粉 27 部

水 45 部

粗 メ ラ ミ ン 3 部

塩化アンモン (粉末) 1 部

接着剤塗付量 25g/30 cm² 小型スプレッダー使用

圧縮圧力・時間 冷圧 10 kg/cm², 1 時間, 熱圧 8 kg/cm², 3 分30秒, 温度 105~110°C

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室員

2. シナ合板

シナ合板は厚さ 3.8 mm の市販 2 類合板で製造条件については不明である。木材塗装において、道管径の大小が塗装性に影響することが多いので、イタリヤポプラ材とシナ材の道管径を次に示す。

樹 種	測 定 道管数	道 管 径 (μ)			
		最 高	最 小	平 均	
イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	板目面	59	126	58	88
	柁目面	45	194	78	134
シ ナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI	板目面	52	116	19	44
	柁目面	49	165	29	72

3. 塗 料

内装用塗料として最も多く用いられている、ニトロセルロース・クリヤラッカー（関パ製セルパ61, 木工用）を使用した。なお、この塗料の不揮発分は使用時粘度において23.0%である。この不揮発分の測定には次の方法を用いた。塗料約 2g を共栓付秤量ビンに入れ、栓をして重量を測り、つぎに塗料を底面に平らに広げ、栓を取り去り 105~110°C に保った乾燥器に入れ、3時間加熱し、取り出したのちデシケーター中でひやして秤量し、ビンの中の残量を求め、次の式により不揮発分を算出した。

$$\text{不揮発分 (\%)} = \frac{\text{残 量 (g)}}{\text{前重量 (g)}} \times 100$$

4. 塗 装

下地調整 合板被塗面（面積 30 cm×30 cm）を #120 ガーネットサンドペーパーをポータブルサンダーに取り付け、圧力 16 g/cm² で 2 分間研磨を行なった。

研磨の終わった合板にウッドシーラー（低粘度油ワニス）を塗装し、乾燥後サンディングシーラー（ラッカーシーラー）を塗装した。

上塗り サンディングシーラー塗装後24時間放置して、#240ガーネット・サンドペーパーを上記のごとくサンダーに取り付け、上記圧力にて1分間研磨を行ない、その上に上塗り塗料ニトロセルロース・ラ

Table 1. 塗装工程および塗料塗付量
The finishing process and applied quantity of paints.

Finishing process	Applied quantity (g/m ²)						Note
	<i>Populus eurameri-</i> <i>cana</i> CV. I-45/51			<i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI			
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3	
Sanding							#120 garnet sanding paper; portable sander.
Wood sealer*	61.2	51.0	72.7	51.0	43.4	43.4	Low viscosity oil varnish.
Sanding sealer*	44.6	43.4	43.4	38.3	52.3	38.3	Lacquer sealer.
Sanding							#240 garnet sanding paper; portable sander.
Under coat*	135.2	125.0	158.2	102.0	104.6	123.7	Nitro cellulose clear lacquer.
Top coat 1*							
Top coat 2*							

* Spray coating.

ッカーを各3時間間隔で3回塗りを行なった。

塗装工程および塗料塗付量を Table 1 に示す。

III 試 験 方 法

1. 湿潤性試験

塗料が被塗材たる木材をぬらすか、ぬらさないか、どの程度ぬらしやすいかは固体(木材)―液体(塗料)―気体の系の中の接触角を知ればよいので、この実験においては、木材と塗料という条件を考え、簡単な方法である滴形法(Drop size method)により木材上の塗料の接触角を測定した。木材塗装面に塗料の小滴(十分小さくして重力の影響を無視できるように)を作り、それを写真撮影し、拡大して印画にしてから塗料の像の高さと底の長さをキャリパーにて測定し、木材上の塗料の接触角を次式により算出した。

$$\tan \frac{\theta}{2} = \frac{h}{r} \dots \dots \dots (1)$$

各樹種とも試験片6個を準備し、1試験片につき測定場所をかえて3回測定を行なった。

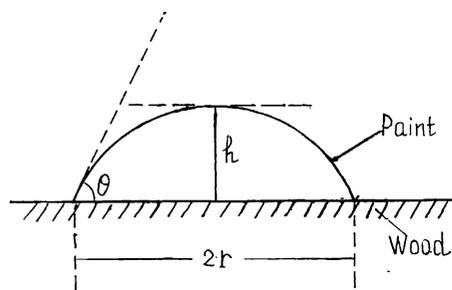


Fig. 1 接触角測定法

2. 塗膜乾燥試験

両木材上に刷毛で、下塗り塗装をせずにニトロセルローズ・クリアーラッカーを直接塗付し、30°C に保った乾燥器中に水平において乾燥させ、5分ごとに指先で塗膜に触れてみて、塗料で指先がよごれない状態になったときを指触乾燥(Set to touch)とした。さらに塗面の中央を親指と人差指で強くはさんでみて、塗面に指紋によるへコミがつかず、塗膜の動きも感じられず、また塗面の中央を指先で急速に繰り返しこすってみて、塗面にスリットがつかない状態になったときを硬化乾燥(Drying hard)として、それまでに要した時間をそれぞれ指触および硬化乾燥時間とした。

3. 塗装作業性試験

両木材に刷毛塗り、吹付塗装をするとき、塗装作業に支障がないかどうか、特に刷毛塗りの場合には“ハケサバキ”すなわち、刷毛で塗料を塗り 拡げるときの労力の多少等を調べ、塗装作業に格別に困難を感じないときは“作業に支障がない”とした。

4. 光反射率試験(拡散反射率試験)

塗膜の平滑性をみるため、塗装した試験片を Hunter multipurpose reflectmeter (Fig. 2) を用いて、入射角 45°, 反射角 0° で拡散反射率を測定した。試験片は幅 6 cm, 長さ 29 cm でおおの3枚準備し、1試験片で測定場所をかえて、測定を5回行ない、その測定値に拡散反射に対する補正を行ない、平均してその拡散反射率とした。

5. 光沢試験(鏡面反射率試験)

塗膜の光沢をみるため、塗装した試験片を上記試験器を用いて、鏡面反射率を測定した。

光沢を測定する場合、光沢の大きなものには小さな入射角を、光沢の少ないものには大きな入射角を利用している。また塗膜の場合、普通入射角 60°―反射角 60° を用いているが、この実験においては測定器具のつごうで入射角 45°―反射角 45° で塗膜光沢を測定した。なお、試験器、測定方法等は III-4 の拡散

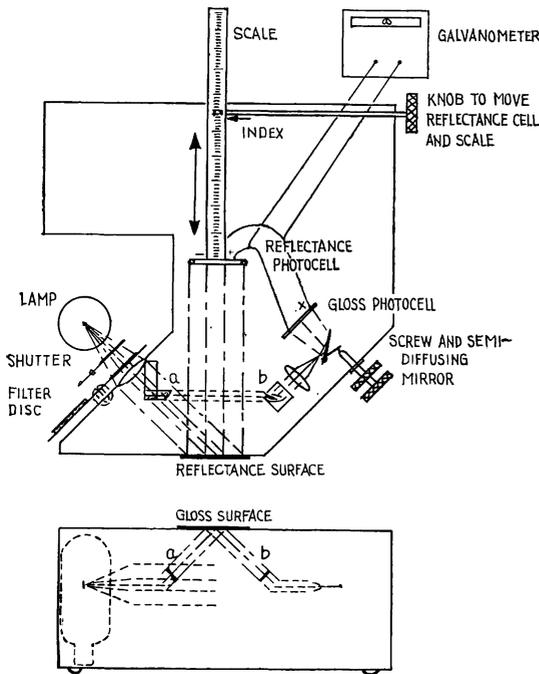


Fig. 2 平行光形45度鏡面反射率, 拡散反射率測定器
Diagram of Hunter multipurpose reflectometer.
Plane view above, front elevation showing
position of gloss beam below.

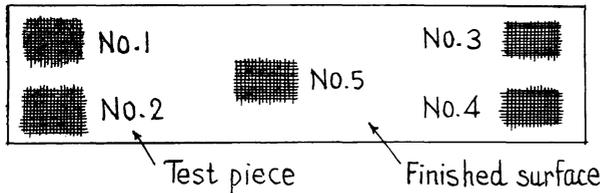


Fig. 3

料の被塗面における湿潤性(接触角)を測定した。その測定結果を Table 2 に示す。しかし塗料が塗装される場合、自然的に行なわれるぬれにまつことはほとんどなく、刷毛塗り、吹付塗り等外力下において行なわれるが、いわゆるぬれやすさと塗付しやすさとは関係がある。湿潤性の良いものは塗装作業性も良いと考えられる。この試験結果は自然のぬれによる接触角で、平均値をみると樹種による差異はほとんど認められない。しかし、シナ材が試験片、測定場所によってほとんど接触角に差異がないのに比べ、イタリヤポプラ材は測定場所(春秋材部)によって接触角に差異が多いようである。

両木材とも吹付塗装、刷毛塗りともに木材中の含有成分によって塗料をはじくようなことはなく、塗装作業に支障がなかった。刷毛塗りのときの“ハケサバキ”ではシナ材の方がイタリヤポプラ材より多少優れていた。

塗膜の乾燥速度について

被塗材たる木材の樹種によってはそれに含まれるある種の成分のため、塗料の硬化乾燥が阻害されるこ

反射率測定のとときと同様である。

6. 塗膜付着力試験

塗膜の付着力を判定する方法は沢山の種類があるが、決定的な良法は見いだされていないので、この実験においてはゴバン目試験を行ない塗膜付着力性を比較した。

ゴバン目試験とは、カミソリの刃で2mm間隔に11本あて縦、横に被塗材に達する傷を付け、ゴバン目を作る。この上にセロテープ(幅24mm, 日バンKK製)をはりつけ、急にはがして、100個のゴバン目のうち、一目のうち半分以上塗膜がはがれないで残った目を健全なものとし、その目の数をもって付着力性を比較した。なお、春材部と秋材部では付着力に差異があるので、1試験体でFig. 3のような測定場所で付着力を求めた。

IV 結果および考察

接触角, 塗装作業性について

塗膜の付着には、まず塗料が十分な流動性をもっていて、被塗材たる木材表面をよくぬらすことが必要である。つぎに得られた付着が安定であるためには、塗料が硬化乾燥し十分な機械的強度を示す必要があるといわれているので、付着の前提条件である塗

Table 2. 塗料の接触角
Contact angle of paints (Nitro cellulose clear lacquer).

樹種 Species	試験片番号 No.	接触角 Contact angle		
		最大 Max.	最小 Min.	平均 Ave.
イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	1	82°42'	67°21'	76°55'
	2	80°35'	62.23'	72°58'
	3	84°00'	73°18'	76°52'
	4	80°12'	73°20'	75°57'
	5	75°23'	60°48'	69°50'
	6	85°36'	73°18'	75°59'
シナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI	1	77°16'	73°14'	75°25'
	2	72°54'	68°44'	70°47'
	3	77°46'	69°26'	73°52'
	4	75°40'	71°46'	73°15'
	5	75°24'	74°14'	75°47'
	6	73°40'	68°48'	71°07'

注：写真撮影法による。 Note: Measuring method by taking photograph.

Table 3. 塗料乾燥時間
Drying time of nitro cellulose clear lacquer on the wood (30°C).

項目 Item	接触乾燥 Set to touch	硬化乾燥 Drying hard
イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	15 (min.)	60 (min.)
シナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI	20	70

とがあるので、塗料を直接木材に塗付し、乾燥時間の測定を行なった。その測定結果を Table 3 に示す。

この試験に用いたニトロセルロースラッカー塗料の乾燥機構が溶剤揮発乾燥型であるので、比較的被塗材の影響を受けにくいことはあるが、両樹種とも乾燥を阻害するようなことはなかった。Table 3 をみると、イタリヤポプラ材の方がシナ材よりもわずかに速く硬化乾燥するようである。これはイタリヤポプラ材の方が道管が大きいので、塗料の吸収が多く薄い塗膜ができるのと、材中に塗料溶剤が吸収されやすい結果、このようになったものと考えられる。なお、表中の指触乾燥、硬化乾燥の定義については塗料乾燥試験方法の項参照。

塗膜の平滑性について

一般に木材の表面は形が不規則なため、鏡面反射と完全拡散反射とから成り立っているのではなく、非常に不規則な反射を示しているが、この実験においては塗膜の平滑性をみるための拡散反射と、塗膜の光沢をみるために鏡面反射を測定した。その測定結果を Table 4, 5 に示す。

Table 4 をみると、均一な厚みの塗膜ができたために測定値がそろっている。その平均値を比較してみると、イタリヤポプラ材の方がシナ材より大きい値を示している。このことは塗膜に小さな凹凸が多い

Table 4. 拡散反射率
Results of diffuse light reflectance test.

測定か所 Measurement point		拡散反射率 (45°-0°) Reflex measurement						
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平均 Ave.	
樹種 Species	イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	1	32.90	34.35	35.34	34.55	34.20	34.27
		2	36.40	37.10	36.60	36.80	35.70	36.52
		3	34.15	35.24	35.50	36.10	35.90	35.38
シナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI		1	21.30	21.30	22.40	23.10	23.10	22.24
		2	20.70	19.90	20.00	19.90	19.70	20.04
		3	22.40	23.90	23.70	23.30	23.10	23.22

注：ブルーフィルター，平行光束使用

Note : Hunter multipurpose reflectmeter, Blue filter.

Table 5. 光沢 (鏡面反射率)
Results of gloss test.

測定か所 Measurement point		光沢 Gloss measurement (45°-45°)						
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平均 Ave.	
樹種 Species	イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	1	57.0	66.9	67.5	58.7	65.4	63.1
		2	68.5	53.0	59.5	64.2	61.0	61.2
		3	62.0	65.0	63.5	60.8	56.0	61.5
シナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI		1	72.0	68.0	69.5	67.0	65.8	68.5
		2	96.0	92.0	86.1	87.9	81.9	88.8
		3	82.7	76.4	82.0	77.0	86.5	80.9

注：グリーンフィルター，平行光束使用

Note : Hunter multipurpose reflectmeter, Green filter.

Table 6. 塗膜付着力試験結果 (25°C)
Results of paints film adhesion test (Cross-cut adhesion test).

測定か所 Measurement point		付着力 Remained squares						
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	平均 Ave.	
樹種 Species	イタリヤポプラ <i>Populus euramericana</i> CV. I-45/51	1	98	100	89	75	70	76
		2	82	76	62	95	83	80
		3	46	91	48	60	63	72
シナ <i>Tilia japonica</i> SHIMONKAI		1	14	9	75	64	62	45
		2	72	86	96	98	74	85
		3	42	93	70	84	97	77

ことを示している。

Table 5 をみると平均値においてシナ材の方がイタリヤポプラ材より大きな値を示している。このことはシナ材の方が光沢がすぐれていることを示している。この2つの試験結果は、塗膜の平滑性においてシナ材の方がイタリヤポプラ材よりすぐれていることを示している。この原因として考えられることは、この試験において被塗材の影響が塗膜になるべく現われるように、目止処理を行なわなかったため、両樹種の道管径の差異がこの結果に現われたと考えられる。

塗膜付着性について

ゴバン目試験による塗膜付着力を Table 6 に示す。前にも記したごとく、そこに表示されたものは付着力そのものだけでなく、塗膜の破壊抵抗が加味された実用上のハガレ抵抗を測定していると考えられる。その結果をみると、1つの試験片の中の測定場所が春材部か秋材部かによって付着力の値には相当違いがある。平均値によってシナ材とイタリヤポプラ材を比較すると、接触角と同様にほとんど差がないと考えられる。

以上の測定結果を総合すると、イタリヤポプラ材の塗装作業性、塗膜乾燥時間、塗膜付着力はほとんどシナ材と変わりなく、素材の凹凸に起因する塗膜平滑度（光沢、拡散反射等）において、シナ材より多少劣っているが、これは道管径の大きさに原因があると考えられるので、木材素地調整のときに目止処理を施せば容易に除去できるものと考えられる。

研究報告第 152 号正誤表

頁	行	誤	正
P.75	上から 3 行	湾曲——	わん曲
〃	〃 5 行	湾曲	わん曲
〃	〃 6 行	湾曲	わん曲
〃	図-2.1-1	湾曲	わん曲
〃	図-2.1-2	湾曲	わん曲
P.76	表2.1の計算式中	$E' = \frac{100}{4\delta_{yc}} \left[\frac{1}{I'} \dots \dots \right]$	$E' = \frac{100}{4\delta_{yc}} \left[\frac{1}{I_1} \dots \dots \right]$
P.77	上から 2 行	湾曲	わん曲
〃	下から 1 行	kg/cm ²	kgcm ²
P.79	上から 6 行 (式)	$W = \frac{54.8}{2.25} + \dots \dots$	$w = \frac{54.8}{2.25} + \dots \dots$
〃	図-2.2-2説明文中	W : 積載……	w : 積載……
P.80	上から 9 行	設計用風圧荷重 = W	設計用風圧荷重 = w
〃	上から 10 行	$W = q \times C \times \dots \dots$	$w = q \times C \times \dots \dots$
P.81	図-2.3-2説明文中	W : 風圧荷重	w : 風圧荷重
P.83	下から 13 行	積雪荷重 ; $w' = h \dots \dots$	積雪荷重 ; $w' = h \dots \dots$
P.87	表2.5説明文中	Case II …… wood web.	Case II …… wood web.
P.88	図-2.5-2説明文中	W : Wind load	w : Wind load
P.89	上から 3 行	各種パネル	各種パネル
〃	表2.6説明式中	$E I = EI/I$	$E = EI/I$
P.113	下から 2 行	表-3.7	表3.8
〃	〃 1 行	表-3.8	表3.9
P.115	下から 3 行	q = 125	q = 120
P.119	〃 8 行	表-3.9	表3.10
P.144	表4.1	Table 4.2	Table 4.1
〃	〃	σ_b	σ_b
P.145	表4.2	風上下	風上側
Plate 1	2.1-1, 2.1-4, 2.1-5各	湾曲	わん曲