

ソ連材の接着性，塗装性及び摩耗性

中村史門 佐藤光秋*1
峯村伸哉*2

The Properties of Eight Wood Species Imported from U. S. S. R.

Humito NAKAMURA Mitsuaki SATO
NobuYa MINEMURA

We examined the adhesion, painting and abrasion of eight wood species imported from U. S. S. R. The tested species were dahurian larch, Scots pine, Korean pine, yamanarashi, shinanoki, mire and tamo. The used adhesives were UF, PF, RF, and PVAc. The used paints were nitrocellulose-lacquer, polyurethane, aminoalkyde and polyester. The results of the tests show that they do not have any peculiar properties, and that they can be used in the same way as domestic wood species.

ソ連材8樹種の接着性，塗装性，摩耗性について調べた。供試樹種はグイマツ，ヨーロッパアカマツ，チョウセンゴヨウ，ヤマナラシ，シナノキ，カバノキ，ハルニレ，ヤチダモである。使用した接着剤はユリア樹脂，フェノール樹脂，レゾルシノール樹脂，酢酸ビニル樹脂エマルジョンである。また塗料として使用したのはニトロセルローズラッカー，ポリウレタン，アミノアルキッド，ポリエステルである。試験の結果はいずれの樹種にも特異的な性質は認められず，国内産の樹種と同じような使い方で使用できることが分かった。

1. はじめに

良質な国産材の減少に伴い，外材の輸入が増加している。輸入材のなかでもソ連材は，道産材の樹種と共通するものが多く，家具材あるいは建築材などとして今後広く用いられると考えられる。そこで，これらの材質や加工特性を把握し，将来の用途拡大に資する目的で接着性，塗装性，摩耗性の検討を行った。

なお，本報告の大要は日本木材学会北海道支部研究発表会（昭和57年11月，旭川市）で報告した。

2. 試験方法

2.1 供試材

広葉樹としてヤチダモ，ハルニレ，カバノキ，シナノキ，ヤマナラシの5樹種を，針葉樹としてチョウセンゴヨウ，グイマツ，ヨーロッパアカマツの3樹種をそれぞれ選定し，製材後，含水率を11%に調整して供試した。また，比較のために道産のエゾマツについても検討した。

2.2 接着方法

接着剤として酢酸ビニル樹脂エマルジョン，濃縮型ユリア樹脂，アルコール溶性フェノール樹脂，レゾルシノール樹脂の4種類を選定し，必要に応じて硬化剤などを常法に従って配合し，供試した。

接着は，まずプレーナ仕上げを行った2×11×53cm

の挽き板に、上記接着剤を一接着層あたり330g/m²の割合で両面に塗布した。次いで、10分の堆積時間の経過後、5枚合わせにしてネジクランプで12kg/cm²の圧力で24時間圧縮した。圧縮温度は室温(23~28)としたが、フェノール樹脂使用のものは40℃、70%RHの温湿度下で圧縮した。

2.3 接着性能試験

接着後1週間放置し、常態及び促進劣化処理後の接着性能を測定した。

常態の接着性能としては、圧縮せん断試験を集成材のJASに規定する方法に成って行い、せん断接着強さと木破率を測定した。

促進劣化処理後の接着性能の測定として、はく離試験と圧縮せん断試験を行った。はく離試験は集成材のJASの方法に従って行ったが、浸せきはく離試験は酢ピエマルジョンとユリア樹脂を使用したものに適用し、煮沸はく離試験はフェノール樹脂とレゾルシノール樹脂を使用したものに適用した。圧縮せん断試験はJIS K 6852の方法に従い、種々の温度の水に浸せきした後のせん断接着強さと木破率を測定した。30℃の水浸せきは酢ピエマルジョン使用のものに、60℃温水浸せきはユリア樹脂使用のものに、煮沸くり返しはフェノール樹脂使用のものに、連続煮沸はレゾルシノール樹脂使用のものにそれぞれ適用した。

2.4 塗装方法

塗料としてニトロセルローズラッカー、無黄変型ポリウレタン樹脂、アミノアルキッド樹脂、ポリエステル樹脂の4種類を供試した。

厚さ1cmx幅10cmx長さ35cmの柁目板をプレーナで仕上げた後、木表側をサンドペーパー#240で研削し、塗装した。塗装にはスプレーを使用し、80~100g/m²の量を塗布した。

ラッカー塗装は、ウッドシーラーによる下塗り、サンディングシーラーによる中塗り、クリアーによる上塗りを各1回ずつ行い、ポリシングコンパウンドとワックスで磨き最終仕上げとした。ポリウレタン塗装とアミノアルキッド塗装はサンディングシーラーによる下塗りを2回、クリアーによる上塗りを1回とした。

ポリエステル塗装はクリアーによる1回塗りとしたが、ヤチダモとハルニレについては2回塗りとし、ラッカー塗装と同様の磨き仕上げを行った。

2.5 塗膜物性の測定

促進劣化処理を行い、処理前後の塗膜物性を測定した。促進劣化処理としては、ウェザーメータによる耐候処理、寒熱くり返し処理、屋外暴露の3種類を用いた。ウェザーメータでの処理時間は216時間とし、運転時間120分につき12分の割合で水の噴霧を行った。寒熱くり返し処理は、23℃、90%RHに24時間放置後、-20℃に5時間放置し、引き続き60℃で19時間乾燥する操作を1サイクルとして、30サイクルをくり返す処理とした。屋外暴露は当场庁舎屋上で正南面45°の角度で、秋から1年間放置した。

塗膜物性としては、付着力、硬さ、割れ、光変色、光沢を測定した。

付着力は平面引張り法で測定した。すなわち、塗面に2×2cmの切り込みを入れ、あらかじめエポキシ樹脂で塗装面と接着しておいた金属ブロックを、600kg/minの荷重速度で垂直に引張り、破壊時の荷重を測定した。

硬さの測定は鉛筆引かき法によった。すなわち6B~9Hの鉛筆を用い45°の角度で1kg荷重下に塗面を引かくときの、傷のついた鉛筆の硬さを讀んだ。

割れは、塗面の中心に10mm角のます目を60個刻んだ透明板をのせ、割れのかかっているます目の数を讀んで、読みとった総数に対する百分率で表した。

光変色度は、測色色差計で経時ごとに求めた測色値について、劣化処理前の値を基準として次式より算出した。

$$\Delta E(Lab) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

光沢は光沢度計で測定し、60°鏡面光沢度で表した。

2.6 塗膜硬化時間の測定

前記の4種類の塗料について、その上塗り塗料のみを供試材に刷毛で塗布し、塗面を経時ごとに指触して3段階の乾燥時間を感覚的に読みとった。すなわち、指触しても塗料が付着しなくなったときを指触乾燥、塗面を軽くこすっても跡がつかなくなったときを半硬

化乾燥、塗面を強く押しもへこまず塗膜の動きも感じられなくなった時を硬化乾燥とし、塗布直後からの経過時間をそれぞれ測定した。

2.7 摩耗の測定

JIS A 1453に準じて測定した。すなわち、テーパ一型摩耗試験機を使用し、500gの荷重下に研摩紙 S-33で研摩して、100回転ごとに試験片の重量及び摩耗こん跡の直径と厚さを測定した。試験片の大きさは5×100×100mmとし、柱目と板目の各3枚を供試した。摩耗こん跡の直径と厚さの測定は、試験片の繊維方向に直角な方向と平行な方向の両方向で行った。測定はすべて20℃、65% RHの温湿度下で行った。

厚さ摩耗量は厚さ法と重量法にわけて表示した。前者は厚さ計による測定値であり、後者は重量と比重、摩耗面積から計算した摩耗深さである。

3. 試験結果及び考察

3.1 接着性能

常態の圧縮せん断接着強さを第1表に示す。木破率をみると100%ないしこれに近いものが多く、初期接着性能は良好であることが分かる。ただ、ヤチダモとハルニレについてはフェノール樹脂で接着したものの木破率が非常さと低く、JISの適合規準である40%を大幅に下回っている。このような低い値を示した理由として、これらの試験片の破壊面は欠膠状態を呈し、供試材面には径の大きな道管が存在することから、フェノール樹脂使用の場合には圧縮放置温度が40℃のため糊液粘度が低下し、塗布接着剤の材内部への浸透が大きかったことが考えられる。このような材では塗布量を多めにすることが必要であろう。

せん断強さについてはいずれも規格の適合基準を上回っている。

第1表 圧縮せん断接着強さ（常態）

(単位: kg/cm²)

樹種 接着剤	ヤチダモ	ハルニレ	カバノキ	シナノキ	ヤマナラシ	チョウセンゴヨウ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ	エゾマツ(道産)
酢ビエマルジョン	104 (58)	97 (100)	131 (84)	87 (79)	95 (100)	84 (100)	103 (100)	89 (100)	85 (100)
ユリア樹脂	114 (94)	91 (100)	123 (94)	74 (83)	86 (100)	75 (89)	93 (100)	74 (94)	76 (99)
フェノール樹脂	79 (21)	63 (14)	117 (95)	68 (98)	83 (100)	70 (99)	84 (94)	88 (100)	77 (99)
レゾルシノール樹脂	108 (97)	88 (100)	127 (97)	81 (100)	87 (100)	75 (100)	96 (96)	78 (100)	78 (91)

() は木破率を示す。

第2表 圧縮せん断接着強さ（水浸漬）

(kg/cm²)

樹種 接着剤	ヤチダモ	ハルニレ	カバノキ	シナノキ	ヤマナラシ	チョウセンゴヨウ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ	エゾマツ(道産)
酢ビエマルジョン	39 (0)	36 (2)	21 (0)	26 (0)	29 (0)	36 (9)	24 (0)	36 (12)	26 (5)
ユリア樹脂	64 (89)	60 (100)	54 (91)	52 (80)	48 (95)	44 (92)	56 (99)	55 (99)	38 (96)
フェノール樹脂	34 (20)	30 (32)	44 (97)	45 (100)	44 (100)	31 (99)	36 (98)	41 (98)	34 (100)
レゾルシノール樹脂	47 (100)	49 (98)	36 (100)	42 (100)	35 (99)	33 (100)	43 (100)	40 (100)	32 (97)

() は木破率を示す。

第3表 はく離率

(%)

樹種 接着剤	ヤチダモ	ハルニレ	カバフキ	シナノキ	ヤマナラシ	チョウセンゴヨウ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ	エゾマツ(道産)
酢ビエマルジョン	98	86	93	43	21	4	47	23	12
ユリア樹脂	4	17	0	21	0	0	17	1	8
フェノール樹脂	38	81	0	0	0	0	0	0	0
レゾルシノール樹脂	0	0	0	0	0	0	0	0	0

第2表は水浸せき処理後の圧縮せん断接着強さを示す。温水浸せきのユリア樹脂と連続煮沸のレゾルシノール樹脂ではどの樹種とも木破率が極めて高く、耐水接着力の良好なことが分かる。フェノール樹脂の場合でもヤチダモとハルニレを除くと接着力は良好である。酢ビエマルジョン使用のものは、30 の水に3時間浸せきという温和な処理にもかかわらず、木破率がいずれも非常に低い。表には比較のために同時に行った道産エゾマツの数値も載せてあるが、これでも同じような結果が得られている。酢ビエマルジョン使用のものが悪い結果を示す理由は接着剤自身の性質に起因すると思われる。すなわち、この接着剤は分散媒体の水の揮散のみで接着力を発現する線状ポリマーであるが、これ以外の3種類の接着剤は化学反応により硬化して強固な網状構造をとる。

ユリア樹脂とレゾルシノール樹脂のせん断強さを比較すると、後者は前者に比べて2割程度低い。木破率は100%に近いので、この差は熱水浸せきにより材が加水分解などの劣化をうけた結果と考えられる。

第3表ははく離試験の結果であるが、これまでの圧縮せん断接着強さとはほぼ同様の結果になっている。レゾルシノール樹脂を使用したものはいずれもはく離が全くなく、第1表の常態のせん断強さの結果と合わせてみると、接着力についてはJASの構造用集成材の規準を満たしている。またフェノール樹脂を使用したのもヤチダモとハルニレを除いて同様のことが言える。ユリア樹脂を使用した場合には樹脂によっては造作用集成材の基準に適合しない結果も得られているが、こ

れらについては塗布量を多くすることで適合規準を満たすことも予想される。

3.2 塗装性能

第4表には針広各1樹種の塗膜硬化時間を供試塗料別に示してある。ラッカーの硬化が早く、ポリエステル硬化の遅い傾向が認められる。他の樹種でもほぼこれに近い結果であった。ラッカーが早いのは溶媒のみの揮散で硬化する塗料であることによる。ポリエステルについては木材の抽出成分が硬化阻害因子となる場合のあることが知られているが、供試樹種ではこのようなものは認められなかった。

塗装時の作業性についてはいずれの樹種ともスプレー時の塗料の吸い込みむらは認められず、塗膜も平滑であり、問題はないと判断された。

第5表はウェザーメータ処理前後の塗膜付着力を、樹種別にポリウレタン塗装材について示したものである。劣化処理により付着力はいずれもほぼ半分以下に低下している。この低下の原因としては、塗膜に接する木材表面の光劣化、吸脱湿に伴う塗膜と木材の膨縮率の

第4表 塗膜硬化時間 (分)

樹種	塗料 硬化度	ラッカー	アミノアルキッド	ポリウレタン	ポリエステル
		ヤチダモ	指触硬化 5 半硬化 10 硬化 35	29 37 44	16 38 48
アカマツ	指触硬化 半硬化 硬化	21 23 27	30 41 58	41 54 61	57 88 106

第5表 ポリウレタン塗装材の塗膜付着力 (kg/cm²)

樹種	ヤチダモ	ハルニレ	カバノキ	シナノキ	ヤマナラシ	チョウセンゴヨウ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ
常態	21 (51)	13 (0)	17 (71)	11 (86)	15 (37)	12 (3)	14 (3)	12 (33)
ウェザーメータ処理後	7 (53)	7 (100)	9 (10)	6 (86)	7 (0)	9 (0)	6 (0)	7 (51)

() は木材と塗膜との間のはく離率を示す。

第6表 アカマツ塗装材の塗膜付着力 (kg/cm²)

塗料	ラッカー	アミノアルキッド	ポリウレタン	ポリエステル
常態	9 (14)	15 (100)	12 (33)	17 (100)
寒熱くり返し処理後	7 (10)	15 (100)	11 (44)	16 (100)
ウェザーメータ処理後	5 (49)	9 (100)	7 (51)	10 (100)
屋外暴露	—	—	8 (0)	13 (0)

() は木材と塗膜との間のはく離率を示す。

第7表 アカマツ塗装材の塗膜われ (%)

塗料	ラッカー	アミノアルキッド	ポリウレタン	ポリエステル
寒熱くり返し処理後	0	0	0	0
ウェザーメータ処理後	76	0	0	0
屋外暴露	100	100	18	11

第8表 ポリウレタン塗膜の鉛筆硬度

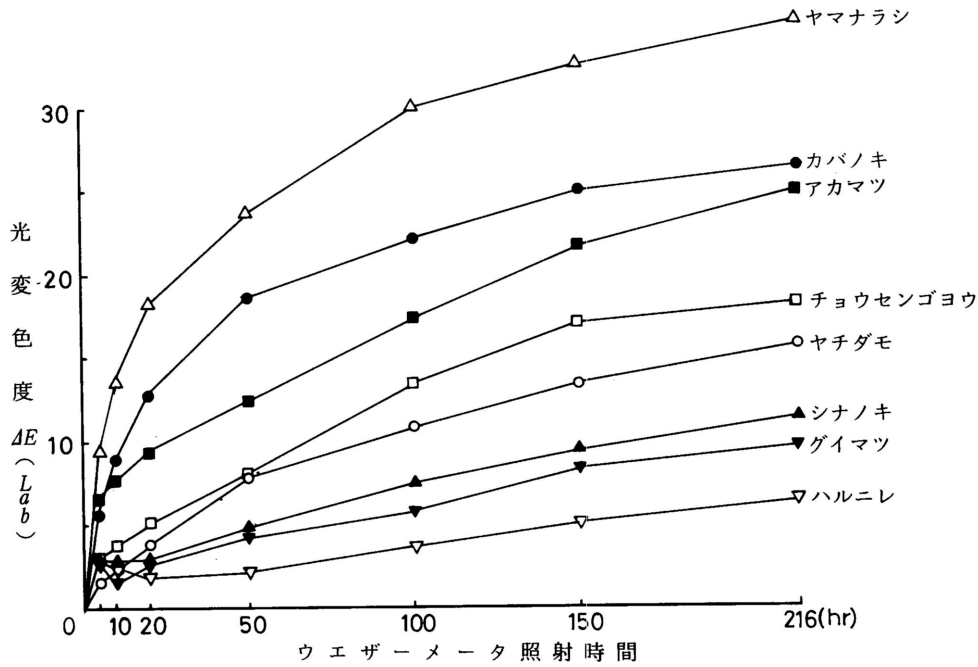
樹種	ヤチダモ	ハルニレ	カバノキ	シナノキ	ヤマナラシ	チョウセンゴヨウ	グイマツ	ヨーロッパアカマツ
常態	H	2H	3H	3H	2H	B	B	H
ウェザーメータ処理後	3H	H	2H	3H	B	B	B	B

差などが考えられる。

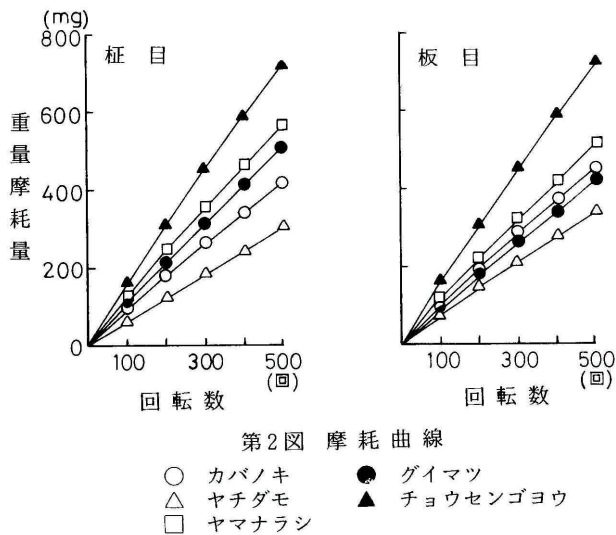
第6表には劣化処理前後のアカマツ塗装材の塗膜付着力を示してある。寒熱くり返し処理は -20 と60 の雰囲気で行ったが、表から明らかなように、この程度の条件では劣化しないことが分かる。ウェザーメータ処理ではいずれも4割程度の付着力低下が認められる。屋外暴露ではラッカーとアミノアルキッド塗装材は割れが著しく測定できなかったが、これ以外のものはウェザーメータ処理材とほぼ同じ結果となった。第7表は第6表の塗装材の塗膜割れの値を示しているが、屋外暴露のラッカー塗装材には5カ月経過時点で100%の割れが認められた。ラッカー塗装材の耐候性がこのように低いのは、塗膜の溶剤の揮散のみで形成されるものであり、他の塗料のように化学反応で硬化し網

状構造をとることがないことによると思われる。アカマツ以外の樹種でもほぼ同じような傾向が認められた。

塗膜の硬さを知るため種々の硬さの鉛筆で荷重下に塗膜に傷をつけたところ、塗料別ではラッカーが最も弱く5B程度の鉛筆で傷がついた。これに対しポリエステルは9Hでも傷がつかなかった。アミノアルキッドとポリウレタンはこの中間にあるが、両者の比較ではポリウレタンがやや硬かった。このような硬さの差は塗膜の化学構造や膜厚に起因すると思われる。第8表には樹種別の硬さをポリウレタン塗装したものについて示した。広葉樹の方がやや硬い傾向が認められる。また、ウェザーメータ処理後の挙動をみると傷がつきやすくなるものと傷がつきにくくなるものが見られるが、その程度はわずかであり、この処理条件は塗膜硬



第1図 ポリエステル塗装材のウェザーメータ照射に伴う光変色度



第2図 摩耗曲線

- カバノキ
- △ ヤチダモ
- ヤマナラシ
- グイマツ
- ▲ チョウセンゴヨウ

さに大きな影響を与えていない。

第1図はポリエステル塗装材のウェザーメータ照射に伴う光変色度を示している。ヤマナラシの変色が最も大きく、ハルニレが最も小さな変色となっている。ポリエステル塗膜白身は光変色しないので、これは素材の光変色を示すと考えられる。供試樹種のこのような光変色の傾向は同種類の道産材でも認められており

〔林産月報 No. 385 1984年2月号〕

とくに特異的なものではない。

劣化処理に伴う光沢の変化をみるといずれの樹種とも、ウェザーメータ照射処理と屋外暴露で、ラッカー塗装材の低下が著しい。光沢の低下は材面の劣化を意味するものとされており、前述の付着力低下とも合わせてみると、ラッカー塗膜の劣化の大きいことが分かる。

第9表と第2図には摩耗試験の結果を示している。摩耗量は厚さ及び重量とも、回転数が多くなるに従って増加している。各樹種とも大約100回転までの摩耗が大きく、400～500回転の領域では若干減少の傾向がある。そして100～300回転の領域では回転数と摩

耗量との間に直線関係が認められる。研摩紙法による他樹種の試験結果¹⁾でも同様の傾向が認められている。

摩耗量が最も多いのはチョウセンゴヨウであり、次いでヤマナラシ、グイマツ、カバノキ、ヤチダモの順に摩耗量が少なくなっている。この傾向はほぼ比重と反比例の関係にある。とくに柱目板では比重の高いほど摩耗量の減少する傾向が明瞭に認められる。

第9表 各樹種の摩耗特性

樹種	木理	比重	含水率 (%)	厚さ摩耗量 (μm)						重量摩耗量 (mg)		JISによる摩耗量	
				d (100)		d̄(100~300)		d (500)		w̄ (100~300)	w (500)	w (500) (mg/mm ²)	dn(500) (mm)
				厚さ法	重量法	厚さ法	重量法	厚さ法	重量法				
カバノキ	柾板	0.592	11.40	60	54	47	42	240	206	84	413	0.122	0.207
		0.652	11.47	66	51	45	43	241	208	94	453	0.136	0.209
ヤチダモ	柾板	0.670	12.25	39	35	28	27	156	142	58	301	0.096	0.143
		0.590	12.10	49	47	40	34	207	178	66	346	0.106	0.179
ヤマナラシ	柾板	0.412	11.56	130	101	87	73	451	375	111	563	0.155	0.376
		0.499	11.35	101	81	68	56	358	294	101	514	0.147	0.294
グイマツ	柾板	0.561	12.21	81	66	62	58	318	263	101	505	0.148	0.264
		0.499	12.09	59	67	60	51	283	254	84	421	0.127	0.255
チョウセンゴヨウ	柾板	0.425	11.83	135	120	108	91	527	446	144	713	0.189	0.445
		0.432	11.32	139	165	107	89	533	449	145	722	0.200	0.463

d(100) : 100回転目の厚さ摩耗量
 d̄(100~300) : 100回転当りの厚さ摩耗量
 d(500) : 500回転目の厚さ摩耗量
 w̄(100~300) : 100回転当りの重量摩耗量

w(500) : 500回転目の重量摩耗量
 w(500) : JIS A 1453による500回転目の重量摩耗量
 dn(500) : JIS A 1453による500回転目の摩耗深さ

国産材と外材44樹種の既往の結果¹⁾では、比重に対して摩耗量d(100~300)が双曲線的に減少する傾向が認められており、実験式が示されている。この式に基づいて計算した結果と本試験の結果とを比較すると、最もよく適合するのはタモであり、10%以内の差であった。ヤマナラシについては30%、チョウセンゴヨウについては70%程度で、いずれも本試験の方が摩耗量の多い傾向を示した。

板目板についてはJISの摩耗値による級区分²⁾を行うと・カバノキ・ヤチダモ、グイマツが、ヤマナラシが、最も摩耗量の多いチョウセンゴヨウがとなる。これらの数値を国産材と比較すると、カバノキとヤチダモは1ランク高くなり国産材よりもやや摩耗が大きいという結果になる。ヤマナラシとグイマツは国産材と同程度であるが、チョウセンゴヨウは2ランク高くなっている。本試験のチョウセンゴヨウは比重が低いためこの影響が摩耗値にでていることが考えられる。

4. まとめ

今後・輸入量の増加が予想されるソ連産材について、建築材・家具材などとして利用する場合の適切な用途を見出す一助とするため、代表的樹種8種の接着性、塗装性、摩耗性について調べた。

その結果、接着性についてはヤチダモやハルニレのような道管径の大きな材では塗布量を多めにするといった配慮が必要であるものの、とくに特異的な現象は認められず、使用接着剤の性能に応じた接着力を示すことが分かった。塗装性については塗装作業性や塗膜硬化時間は一般的なものであり、促進劣化処理に伴う塗膜物性の変化も、使用塗料の性能に応じた値を示し、とくに特異的な現象は認められなかった。摩耗性については国産材にくらべて摩耗量がやや大きくなるものがあった。

これらのことから供試樹種を使用する場合、接着と塗装に関しては、道産材の同樹種に対するような一般的な手法で対処してよく、摩耗についてもほぼ同様の対処の仕方であり、よいことが分かる。

文献

- 1) 鈴木正治：林試研報 No. 282 (1976)
- 2) 農水省林試木材部編：“世界の有用木材300種”，日本木材加工技術協会，(1975)

- 林産化学部 木材化学科 -
 - *1木材部 接着科 -
 - *2特別研究員 -
 (原稿受理 昭59.1.9)