

- 研究 -

# 促進劣化処理による樹脂低含浸材の塗膜性能の評価

峯村 伸哉 佐藤 光秋  
梅原 勝雄 川上 英夫\*

## The Evaluation of the Film Painted on Resin - Impregnated Wood by Accelerated - Deterioration Test

Nobuya MINEMURA  
Katsuo UMEHARA

Mitsuaki SATO  
Hideo KAWAKAMI

To evaluate the performance of the film painted on wood impregnated with a functional resin at a low content, the wood was tested in several accelerated - deterioration treatments. As a result, it was found that the film on the resin - impregnated wood of Mizunara (*Quercus sp.*), Japanese larch, Ezomatsu (*Picea sp.*), and agathis had less cracking and heat - induced discoloration than the film on the non - impregnated control wood. It was also found that with Japanese larch and Ezomatsu (*Picea sp.*), the resin treatment helped reduce photoinduced discoloration and delay the occurrence of unevenness, and that with Mizunara (*Quercus sp.*), the treatment helped decrease water absorption. Thus, the treatment with the low - content resin was obviously effective for improving the durability of the painted film.

After comparing the effects of water, light, heating and freezing, each being used as a medium to accelerate deterioration, the immersion into hot water was recognized to be the most effective for accelerating the deterioration. However, the combination of any two of them caused greater deterioration.

官能性樹脂の低含浸材を塗装し、その塗膜性能を種々の促進劣化手段で評価した。その結果、供試したミズナラ、カラマツ、エゾマツ、アガチスの樹脂含浸材は、未含浸のコントロール材に比べて、いずれも塗膜割れの発生が遅く、熱変色も低かった。また、カラマツとエゾマツの樹脂含浸材では光変色の低減と表面の波打ち発生までの時間を遅延する効果が認められ、ミズナラの樹脂含浸材では吸水量の低減も認められた。このことから樹脂低含浸処理は塗膜の安定化に役立つことが明らかとなった。

なお、促進劣化手段として用いた光、水、熱、凍結の各処理の比較では、熱水処理の効果が最も大であった。また、これらの処理を複合したものは、単独の処理よりも一層大きな促進劣化効果をもたらした。

## 1. はじめに

塗装は表面の保護や美観の付与を目的として行うものである。したがって、その塗膜は安定した性能を保持するものでなければならない。しかしながら、塗膜はさまざまな影響によって劣化し、性能が低下していく。とくに塗装木材の場合には、素地の木材が使用環境の温度変化により比較的大きな膨脹収縮を繰り返すのに比べ、塗膜の伸縮はわずかである。そのため、木材と塗膜との間に応力を生じ、塗膜耐久性に影響を及ぼす。塗膜の劣化は変色、光沢低下、白亜化、割れ、ふくれ、はがれなどの形となって現れる。

最近、中野らは木材と親和性のある官能性樹脂を、水系エマルジョンとして木材に含浸すると、含浸量が低くても寸度安定性と塗膜耐久性が向上することを見出し出している<sup>1)</sup>。また、同樹脂を有機溶媒溶液として木材に含浸した場合にも、寸度安定性が向上することを見出し出している<sup>2)</sup>。

本報では、官能性樹脂を有機溶媒溶液として木材に含浸し、得られた樹脂含浸材を塗装して、その塗膜性能を調べた。性能の評価にあたってはさまざまな促進劣化手段を用いた。塗膜劣化を引き起こす要因としては、光、熱、水分、酸素、被塗装材の材質及び形状などがあり、中でも光、熱、水分は大きな影響を与える。そこで、光照射、加熱、常温水浸せき、沸とう水浸せき、凍結の処理を行い、これらの影響を調べると共に、これらを組み合わせた処理の促進劣化効果についても検討した。

なお、本報告の概要は第33回日本木材学会大会（昭和58年4月、京都市）で発表した。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試材

ミズナラ、カラマツ、エゾマツ、アガチスの厚さ1×幅6.8×長さ30 (cm) のまさ目板を105 恒温器で乾燥して用いた。

### 2.2 樹脂含浸処理

多官能型のM8030と親水性基をもった単官能型のM5700の各オリゴマーを、8対2又は2対8の比率で混

合し、これに0.3%の過酸化ベンゾイルを開始剤として加え、アセトンで希釈して35%の濃度の溶液を調整し、注入夜とした。供試材を10～20mmHgで1時間減圧後、注入液を導入して常任にもどし、そのまま24時間静置した。次いで、130℃で6時間加熱して重合を行った。樹脂含浸量の測定結果は第1表に示す通りである。

第1表 試験片の樹脂含浸量

(%)

樹 種	オリゴマーの混合比	
	8 対 2	2 対 8
ミズナラ	20.8	22.3
カラマツ	2.7	2.1
エゾマツ	16.0	12.1
アガチス	46.3	47.0

注) 8対2と2対8はM8030対M5700の混合比

### 2.3 塗装

得られた樹脂含浸材を240サンドペーパーで研磨したのち、全体をポリウレタン塗装した。ポリウレタンサンディングシーラーを1回、ポリウレタンフラットクリヤーを2回、いずれも常法に従ってスプレー塗装した。

### 2.4 促進劣化処理

光照射；スガ試験機K.K.製スタンダード紫外線ロングライフカーボンウェザーメータに載架して照射した。試験槽内の温湿度は42℃、50%RHであった。

加熱；105℃の恒温器中に放置した。

凍結；-20℃の冷凍庫中に放置した。

常温水浸せき；25℃の恒温水槽中に放置した。

沸とう水浸せき；100℃の煮沸水槽中に放置した。

光と水の組み合わせ；上記ウェザーメータに載架してスプレー条件120分中18分で処理した。

光・水・熱・凍結の組み合わせ；沸とう水浸せき2時間 常温水浸せき30分 -20℃凍結21時間 ウェザーメータ載架24時間（水スプレー条件120分中18分）

105℃乾燥24時間。これを1サイクルとして10サイクルまで繰り返した。

2.5 物性の測定

変色度；スガ試験機株式会社製直読色差コンピュータ SM-3を用いて、Lab表色系で測色後、処理前の色を基準としてHunterの式  $EH = \{ (L)^2 + (a)^2 + (b)^2 \}^{1/2}$  より算出した。

光沢残存率；600鏡面反射率により光沢を測定し、処理前の光沢を基準として残存率を算出した。

重量増減率；重量を測定し、処理前の重量を基準として増減率を算出した。

塗膜割れ指数；試験片の中央部をマス目法で測定し、百分率で表した。

塗膜付着力；「特殊合板のJAS」の平面引張り法に準拠して測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 光照射による塗膜の劣化

ウェザーメータに載架し、216時間光照射した時の変色度を第1図に示した。

変色度の大小を樹種別に比較すると、大きい順にエゾマツ>カラマツ>アガチス>ミズナラであった。また、樹脂含浸処理の有無についてみると、カラマツとエゾマツの含浸材の変色度は未含浸のコントロール材のそれより小さく、含浸処理による変色の抑制が認められた。ミズナラの含浸材も50時間目まではコントロール材より変色が小さかった。このように含浸材の光変色が小さい理由としては、光変色の一因である酸素の導通が制限されるためと推定される。

光沢については顕著な変化はなかった。また、試験片表面には白亜化、ふくれ、割れという塗膜の変化は認められなかった。以上から、樹脂含浸処理はカラマツとエゾマツに対して光変色を低減することが分かった。

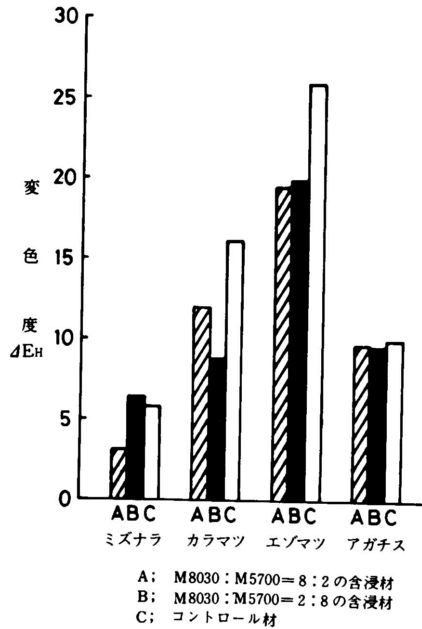
3.2 加熱による塗膜の劣化

105度の恒温器中に30日間連続放置した時の変色度を第2図に示した。

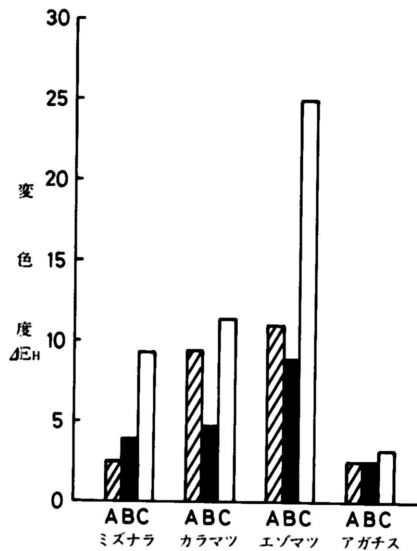
変色度をみると、含浸材はコントロール材より変色が小さかった。この原因としては、含浸処理によって前項と同様酸素の導通が制限され、酸化重合による着

色物の生成が抑えられるためと思われる。

光沢の変化はほとんどなく、重量変化も含水率低下による減少のみであり、さらに、塗膜表面の変化も認められなかった。以上から、樹脂含浸処理は熱変色を低減することが分かった。



第1図 光照射処理に伴う変色



図中の記号は第1図に同じ

第2図 加熱処理に伴う変色

### 3.3 凍結による塗膜の劣化

-20℃の冷凍庫中に30日間放置したが、色、光沢、重量ともほとんど変化なく、塗膜の異常も認められなかった。試験片の含水率は10%前後なので、凍結による塗膜の破壊が起こらなかったものと考えられる。

### 3.4 常温水浸せきによる塗膜の劣化

常温水中に30日間浸せきした時の変色度、重量増加率を第3図に示した。

変色はいずれもわずかであった。しかし、重量は吸水に伴って10%以上増加した。中でもミズナラのコントロール材は51%と高い重量増加を示した。これに対しミズナラの含浸材は半分の増加にとどまったが、これは含浸処理によって、道管へ樹脂が入り、吸水性を改善したのであろう。図には示さなかったが、光沢はミズナラの2対8樹脂含浸材で増加していた。他の材では顕著な変化がなかった。

ミズナラの塗膜表面には大きな欠陥は生じていないものの、浸せき10日目位から木口付近に水の浸透によるぬれ色がみられた。含浸材のぬれ色はコントロール材よりも小さかった。以上から、樹脂含浸処理はミズナラの吸水量を低減することが分かった。

### 3.5 沸とう水浸せきによる塗膜の劣化

沸とう水に107時間浸せきした時の変色度、重量増加率を第4図に示した。

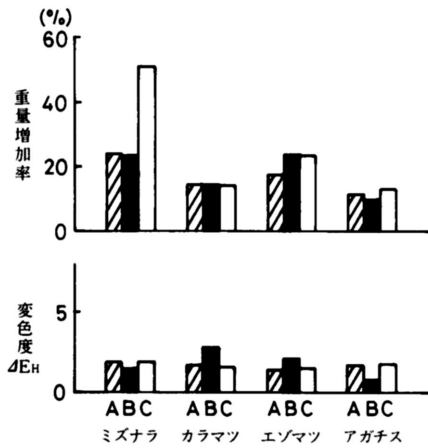
変色はいずれも大きく、茶褐色ないし褐色の方向へ

濃色化した。しかし、いずれの樹種もコントロール材に比べて含浸材の変色が小さく、含浸処理によって変色が抑制されることが分かる。

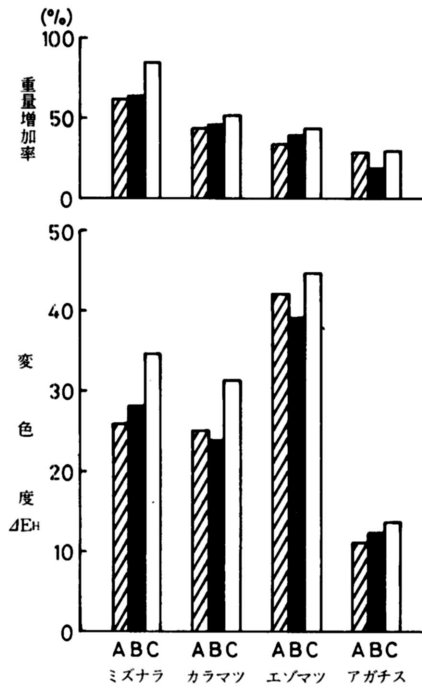
光沢は、吸水直後にミズナラ、カラマツ、エゾマツの含浸材とカラマツ、エゾマツのコントロール材で10~28%低下した。気乾後には、アガチスとエゾマツは透明性を失い、ミズナラとカラマツはつやがなくなった。

重量は吸水に伴っていずれも大きく増加するが、含浸材の変化はコントロール材より小さかった。

塗膜の変化をみると、カラマツに晩材付近を中心として、小さなふくれが部分的に認められた。また、ミズナラでは、コントロール材に多数の小さなふくれが認められたが、2対8樹脂含浸材にはわずかのふくれを認めるだけであった。ふくれは材面と塗膜との間に生じたはく離であり、含浸処理が塗膜の付着性の改善に役立っていることが分かる。また、ミズナラ含浸材には材全体に変形がみられた。以上から、樹脂含浸処理は変色と吸水量を低減し、塗膜の付着性改善に役立つ



第3図 常温水浸せき処理に伴う物性的変化



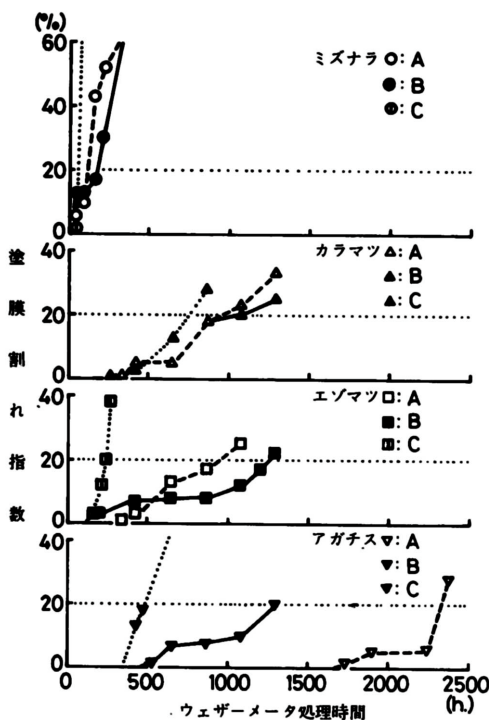
第4図 沸とう水浸せき処理に伴う物性的変化

ことが分かった。

### 3.6 光と水の組み合わせによる塗膜の劣化

水スプレーを伴うウェザーメータ処理を行った時の塗膜割れ指数の経時変化を第5図に示した。塗膜割れの増加は塗膜性能の低下を意味するが、割れの程度が小さければ、塗膜としての機能はまだ保持されているとみなしてよいであろう。塗膜割れが進行すると割れた部分への水の侵入や汚れの付着などにより、素地が変色し、色や光沢が塗膜本来のものと著しく異なってくる。塗膜性能の規準についての規格はないが、工芸連合部会の塗装技術分科会では、色及び光沢を測定して意味があるのは、塗膜割れ指数が20%を超えるまでとしている。割れ指数20%前後の塗膜は、肉眼でみて割れの目立ち始める時点である。したがって、塗膜性能の限界規準としてもこの数値は妥当と考えられる。そこで、ここでは塗膜割れ指数の20%を基準として、塗膜性能の有無を判断した。

ミズナラのコントロール材では、50時間目まで、割

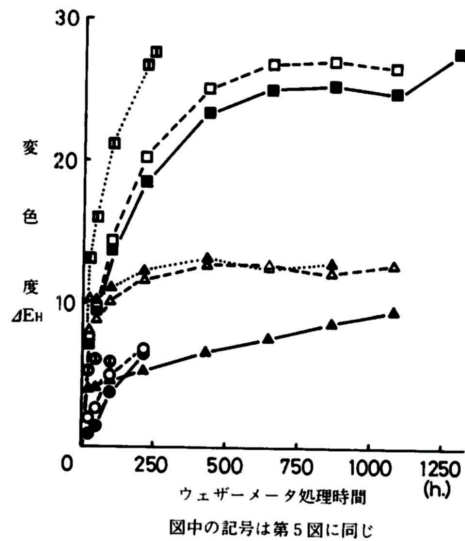


第5図 ウェザーメータ処理に伴う塗膜割れ指数の経時変化

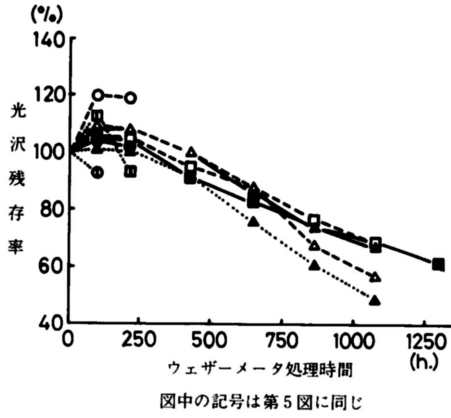
れはほとんど発生しなかったが、これを過ぎると道管部に割れが発生し始め、その後急速に増えて20%を超えた。これに対して含浸材は、割れが道管部に発生した時期は同じであったが、その長さは短く、20%に達するまでにかなりの時間がかかった。このような傾向は他の樹種でも同様であった。

216時間のウェザーメータ処理を屋外暴露1年分相当として、この結果から塗膜の保持時間を計算してみると、ミズナラは未含浸の場合に4カ月以内で塗膜性能を失うのが、含浸処理によって7~10カ月まで延びる結果が得られる。同様にカラマツは3年半のものが4年強に、エゾマツは1年のものが6~11年に、アガチスは2年3カ月のものが6~11年にそれぞれ寿命が延びると推定される。供試したミズナラの含浸材は樹脂含浸量が20%であるが、少なくともこの程度の含浸量では屋外での使用には問題があると判断された。カラマツ含浸材は樹脂含浸率が3%と低く、含浸による塗膜安定化の効果は小さいが、塗膜割れの発生が遅いので、屋外での使用も可能と思われる。エゾマツとアガチスは、含浸処理によって、塗膜割れの発生が非常に遅くなるので、屋外に使用する場合の塗膜安定化手段として、この処理は大変有効であるといえる。

ウェザーメータ処理を行った時の変色度と光沢残存



第6図 ウェザーメータ処理に伴う変色度の経時変化



第7図 ウェザーメータ処理に伴う光沢残存率の経時変化

率の経時変化を第6図と第7図に示した。

変色度をみると、初期の変色が大きい。変色の大きさを樹脂種別にみると、前述の水スプレーを伴わないウェザーメータの結果とほぼ同様であった。なお、図には示さなかったが、アガチスは500時間で最大の変色（EH=10~13）を示したのち、減少する傾向がみられた。

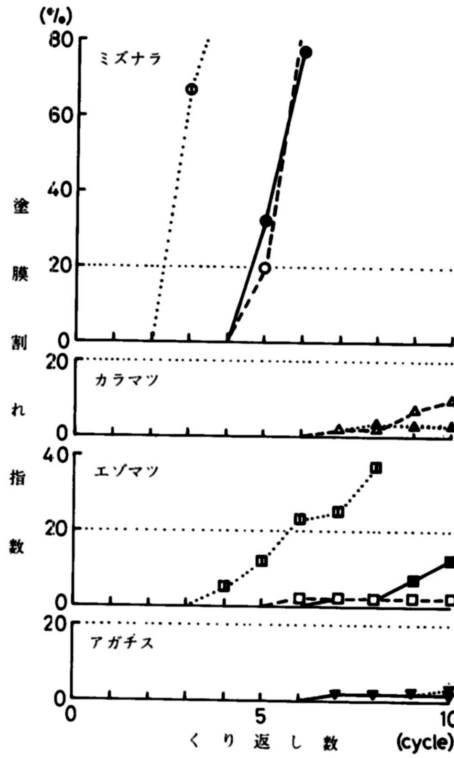
光沢は、いずれの樹脂種もコントロール材の方が含浸材より大きく低下を示した。アガチスも同様であった1第5図と合わせてみると、カラマツとエゾマツでは割れの発生と光沢低下の開始時期がほぼ一致している。

3.7 光・水・熱・凍結組み合わせによる塗膜の劣化

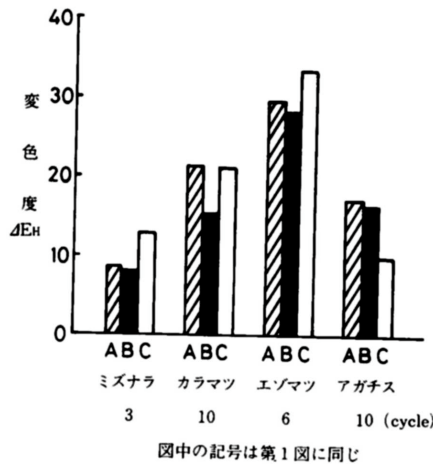
単独での促進劣化効果は弱くても、それらを組み合わせることによって、同一時間での効果が高くなることが予想される。光・水・熱・凍結の各因子の組み合わせは、作業の簡便さや経済性を考慮して実験方法の項で述べたように設定した。この処理に伴う塗膜割れ指数の変化を第8図に示した。

ミズナラのコントロール材は3サイクルで、含浸材は5サイクルで、それぞれ塗膜割れ指数が20%を超え塗膜性能を失った。エゾマツのコントロール材は6サイクルで塗膜性能を失った。他の試験片は10サイクルまで塗膜性能を保持した。

この組み合わせ処理に伴う変色度を第9図に示した。図には、ミズナラは3サイクル、エゾマツは6サイク



第8図 光・水・熱・凍結組み合わせ処理に伴う塗膜割れ指数の変化



第9図 光・水・熱・凍結組み合わせ処理に伴う変色

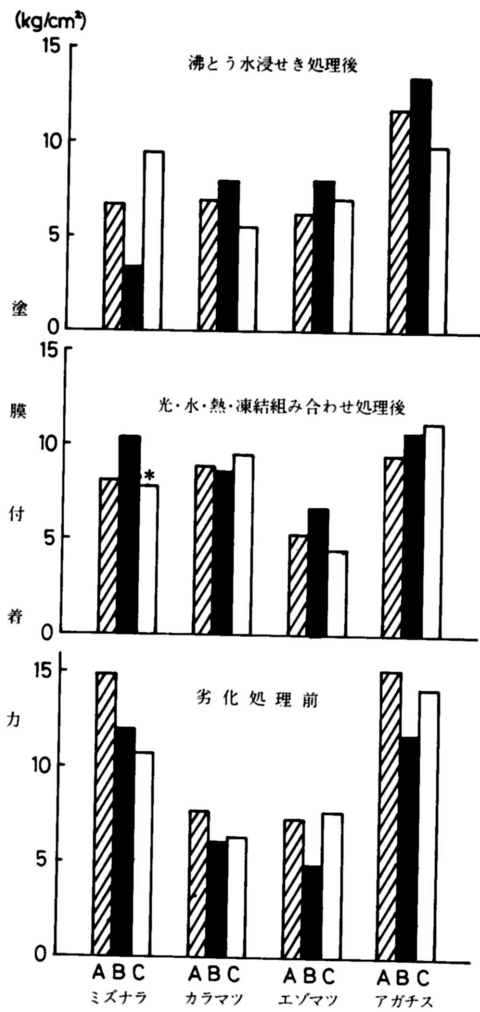
ルの値を、他の樹脂種は10サイクルの値を示してある。変色度をみると、いずれの樹脂種もウェザーメータ単独処理の変色より大きく、熱と水浸せきの影響が加味されていることが分かる。

光沢の変化では、ミズナラのコントロール材が3サイクルで15%の低下を示した。また、エゾマツではコントロール材と2対8樹脂含浸材が6サイクル目で、それぞれ13%、10%低下した。

また、カラマツとエゾマツのコントロール材には木目の浮き出るような小さな波打ちが多数認められたが、含浸材ではわずかであった。すなわち、含浸処理によって、早晚材間の膨張収縮率の違いで発生する波打ちが軽減されたものと考えられる。

### 3.8 塗膜付着力

劣化処理前、光・水・熱・凍結組み合わせ処理後、



図中の記号は第1図に同じ  
\*; 4 cycle後の値, 他は10 cycle後の値

第10図 塗膜付着力

及び沸とう水浸せき処理後の各塗膜付着力を第10図に示した。

劣化処理前の塗膜付着力の大きさを樹種別に比較すると、アガチス>ミズナラ>エゾマツ>カラマツであった。沸とう水浸せき処理をすると、ミズナラ含浸材の塗膜付着力は大きく低下した。しかし、このはく離面の状態を観察すると、塗膜と木材間ではなく離れ認められなかったため、真の付着力は図の値より大きいといえる。これ以外では促進劣化処理による塗膜付着力の大きな低下はなかった。

### 3.9 促進劣化処理の効果

塗膜性能の評価に用いた促進劣化手段の特徴を各処理別にみると次のようになる。

光照射及び加熱処理は供試材をそれぞれ変色するが、塗膜の促進劣化効果は低い。

凍結処理は塗膜をほとんど劣化させない。

常温水浸せき処理では供試材の吸水に伴う重量増加が認められる。ミズナラのように道管の大きい木材の塗膜の評価に有効である。

沸とう水浸せき処理は塗膜の変色・光沢低下・ふくれ、供試材の吸水に伴う重量増加・変形を引き起こす。短時間の処理でこのような種々の劣化をもたらすので塗膜の評価手段として十分使えるといえる。

光と水の組み合わせ処理は変色、光沢低下、塗膜割れ、白亜化、ふくれ、はがれを引き起こす。短時間で種々の劣化をもたらすので、やはり促進耐候試験として有効であり、実際に使われている。

光・水・熱・凍結の組み合わせ処理は変色、光沢低下、塗膜割れを引き起こす。この組み合わせ処理の効果を、前述の光と水の組み合わせ処理の効果と比較してみると、塗膜割れの発生するまでの時間はこの処理の方が長かった。これは作業時間の関係から、凍結と加熱の処理に多くの時間をかけたためである。両処理に共通なウェザーメータ処理時間で比べてみると、この組み合わせ処理の方が、短い処理時間で割れを生じたことになる。

#### 4. まとめ

官能性樹脂の低含浸材を塗装し、種々の促進劣化処理を行って、塗膜性能を評価した。その結果、以下のことが分かった。

1) 樹種によって塗膜耐久性に違いがあり、また、樹脂含浸による効果も樹種によって異なっている。

2) ミズナラは樹脂含浸処理により塗膜割れの発生が遅くなり、熱変色と吸水量の低減効果が認められる。しかしながら、ここで用いた樹脂含浸量20%程度では、樹脂含浸材の塗膜割れの発生が比較的早く現れ、屋外での使用には問題があると判断された。

カラマツとエゾマツは樹脂含浸処理により塗膜割れと波打ちの発生の遅延、光変色及び熱変色の低減が認められる。両樹種の樹脂含浸材について、ウェザーメータ処理による塗膜割れ指数20%の到達点をみると、いずれも900時間以上であり、屋外に使用した場合、4年以上塗膜を保持するものと考えられる。したがって、この樹脂含浸材は屋外での使用も可能と判断された。

アガチスは樹脂含浸処理により塗膜割れの発生の遅

延と熱変色の低減が認められた。樹脂含浸量が高いこともあって、塗膜安定効果も高く、屋外での使用も十分可能と判断された。

3) 塗膜性能の要因別の促進劣化処理では沸とう水浸せきが最も有効であった。しかし、現実的には光や水の影響が総合されて劣化するものなので、促進劣化処理としてはウェザーメータを主体として、沸とう水浸せきと加熱乾燥を加える複合サイクルが有効であると思われた。

なお、供試材の樹脂低含浸処理については、木材化学科の協力を得た。

#### 文献

- 1) 中野隆人ほか2名；林産試月報 336, 2 (1980) 338, 3 (1980), 346, 14 (1980)
- 2) 中野隆人ほか2名；林産試月報 372, 1 (1983)

- 木材部 接着科 -

- \* 特別研究員 -

(原稿受理 昭58.6.6)