

# 樹脂低含浸処理による木材の改質（第3報）

- 官能性オリゴマー・水系エマルジョン含浸 - 塗装  
処理材の屋外暴露における塗膜の耐久性 -

中野隆人 山科 創  
川上英夫

## 1. 諸言

前報<sup>1)</sup>において、官能性オリゴマー・水系エマルジョン含浸 - 塗装処理材の塗膜の耐久性を一部ウェザメータによる劣化促進試験によって調べた結果、本処理材の塗膜耐久性が無処理材塗膜のそれに比べて著しく向上することが判明した。そして、この効果は、材に含浸固化された官能性ポリマーがその含量が低いにもかかわらず、木材の寸法安定化を効率的にもたらすとともに、木材と塗膜を一体化させる橋渡し作用を司ることによるものと推察された。一般に木材塗膜の耐久性は材中の抽出成分、容積重、組織構造、木理などに支配されていることはよく知られている。とりわけ、塗膜割れの発生と成長、付着力の低下は木材側の水分吸着による伸縮に起因するとされており、Tarkow<sup>2)</sup>らは材に水溶性フェノール樹脂を含浸せしめて寸法安定性を付与することによって塗膜割れが減少することを報告している。

上記と同様な観点から、最近、塗装技術の面からも下塗り剤として浸透性の高い塗料を用いて基材と塗膜を一体化させる方向が打ち出されてきた。

本低含浸処理においても、その実用化を考え、当面塗装との複合処理によって屋外向けのより耐候性の高い木質材料の開発を目的としており、この立場から、本報では前報<sup>1)</sup>同様の低含浸WPCの塗装材の屋外暴露による塗膜の耐久性について検討した。

## 2. 実験

### 2.1 供試材及び注入液

試験材としては窓枠部材を想定し、針葉樹材で比較的注入性のよいベイツガを4<sup>(R)</sup> × 4<sup>(T)</sup> × 30<sup>(L)</sup> (cm)

に切断して用いた。注入液としては既報<sup>3)</sup>のオリゴエステルアクリレートM5700, M6300, M8030 (東亜合成化学工業K.K. 製) を用い、M8030 : M5700 = 9 : 1, M6300 : M5700 = 9 : 1の二系統の混合系とし、オリゴマー濃度30%の水系エマルジョンを調製した。なお乳化条件は既報<sup>3)</sup>と同様にし、重合開始剤としては、ジクミルパーオキサイドをオリゴマーに対して1%添加使用した。

### 2.2 注入、重合処理

樹脂含浸量を変化させるため、注入方式を減圧法および減圧 - 加圧法の2通りとした。すなわち、減圧法では10 ~ 20mmHgで2 ~ 3時間減圧後エマルジョンを導入し1時間浸漬した。減圧 - 加圧法では上記条件で注入後さらに6kg/cm<sup>2</sup>の窒素ガスで24時間加圧した。注入済みの試験材を50 , 24時間の前処理を施して余剰の水分を除去し、次いで150 で3時間加熱して重合処理を行った。

### 2.3 塗装

含浸重合処理した材を20 , 65%RHで1ヵ月調湿したのち柁目面 (暴露面とする) および両側面を塗装した。なお裏面は未塗装とした。なお、供試塗料はポリウレタン樹脂塗料、アミノアルキド樹脂塗料の2

第1表 供試塗料とその組成

塗料	組成	粘度 <sup>a)</sup>
ポリウレタン塗料 <sup>b)</sup>	原液 100部	13秒
	硬化剤 50部	
アミノアルキド塗料 <sup>c)</sup>	原液 100部	15秒
	シンナー 50部	
	硬化剤 10部	

注) a) フォードカップNo. 4による塗料の落下所要時間

b) ハマニ社製

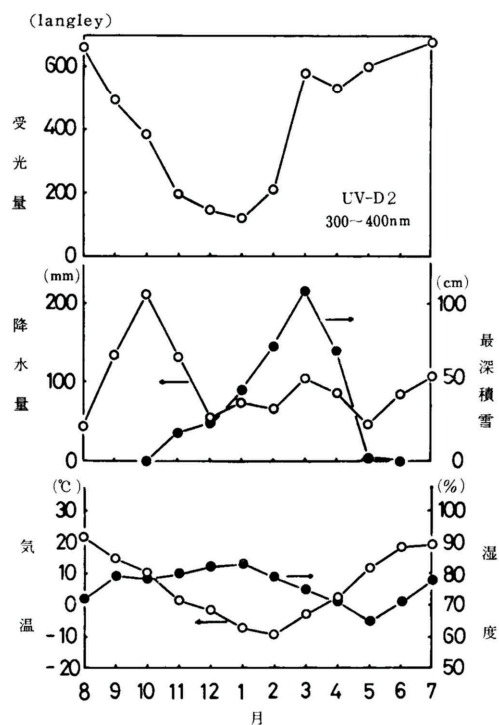
c) 和信化学製

種類を用いた。その組成を第1表に示す。塗装は8~10g/30×30cmの塗布量で3回重ね塗りによるスプレー塗装を施した。

### 2.4 暴露条件及び塗膜耐久性の評価 低含浸WPCの塗装材を20, 65%R

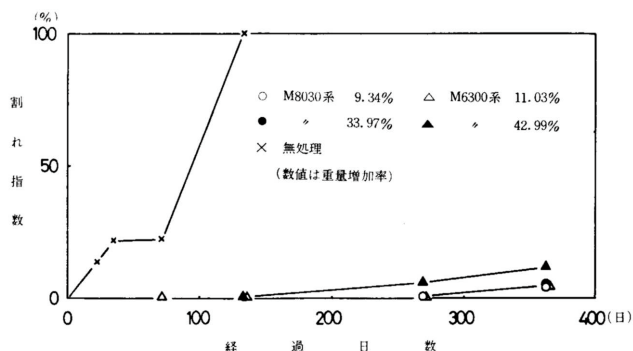
Hで1週間調湿したのち屋外暴露に供した。暴露は林産試の庁舎屋上において、傾斜角45度の暴露台上試験片をセットし、正面南向きとして、昭和54年8月29日から昭和55年8月25日までの1年間行った(暴露は引き続き継続する)。参考までにこの期間の気象条件を第1図に示す。

塗膜状態の評価は割れ指数、面粗さの測定、肉眼および実体顕微鏡観察により行った。割れ指数は前報<sup>1)</sup>と同様に暴露面の端から5mmを除いた部分を5mm四方のマス目で区切り、割れの入ったマス目の百分率として評佈した。総マス目数は240個である。暴露前後の面粗さのプロフィールは表面粗さ計(小坂研究所KK, MODEL, SE-3C)で記録した。測定点は中心



第1図 屋外暴露期間の気象条件

〔林産試月報 1980年11月〕



第2図 ポリウレタン塗装を施した材の割れ指数の経時変化

部で走査方向は繊維方向に直角とした。さらに、暴露面の表面状態を肉眼および実体顕微鏡(写真撮影)によって観察した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 塗膜割れの経時変化

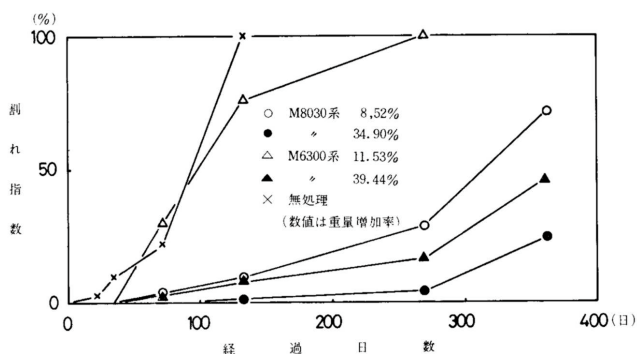
含浸処理 - 塗装系及び無処理 - 塗装系の屋外暴露における塗膜割れの経時変化を第2図、第3図に示す。

第2図はポリウレタン塗装を施した場合の割れ指数の経時変化を各処理ごとに示したものである。無処理 - 塗装系は20日を経た時点から白亜化が認められ、その後70日あたりで白亜化が顕著になり、クラックの発生も認められた。そして、130日でクラックから塗膜が浮き上がる状態となり塗膜としての性状を失うに至った。他方、含浸処理 - 塗装系ではM8030系、M6300系とも70~130日あたりで試片辺端にかすかな白亜化が認められる試片もあったが、割れ指数は極めて低く、1年経過後においても10%以下である。また塗膜の表面状態も後述するように肉眼的にはほとんど変化がなかった。さらにオリゴマーの種類、重量増加率の違いによっては、割れ指数に関してはほとんど差異は認められなかった。

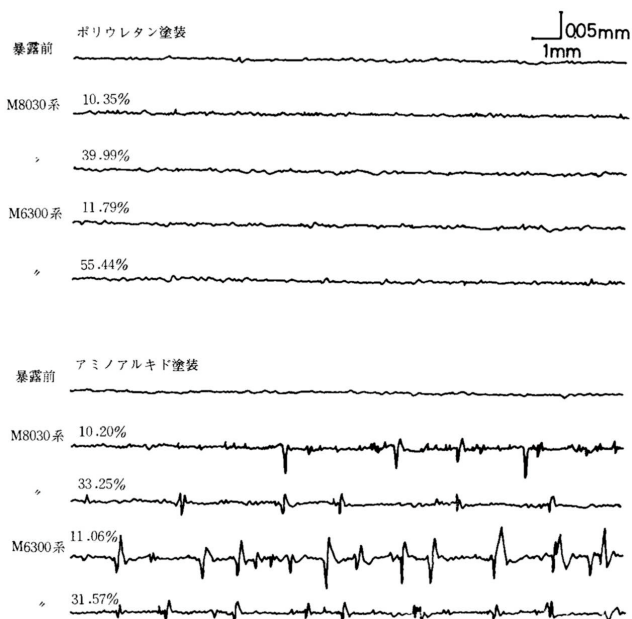
前報<sup>1)</sup>で行ったウェザメータによる促進試験結果と無処理 - 塗装系において比較すると、ウェザメータでは1年分の照射時間(216時間)で割れ指数がわずか3%に満たないのに対し、屋外暴露では130日で100%の割れ指数を示し、大きく異なっている。これは、屋外暴露が厳しい気象条件であったことによるものと思わ

れる。とくに、暴露開始が8月であり、夏から秋、冬にかけての急激な気温の変化（第1図参照）、冬期の積雪を考慮するならばウェザメータに比べ塗膜割れが進行することも当然であるといえよう。ところで、屋外暴露70日から130日は10月下旬から1月上旬の期間であり、第1図からも知られるように気温は約20 の変動があり、これに対応して無処理 - 塗装系の割れ指数は20%からいっきに100%に変化していることが注目される。また含浸処理 - 塗装系における割れ発生もこの時期にあたり、こうした傾向は次に述べるアミノアルキド塗装の場合にも認められ、割れ発生には気温の変化が大きな要因の一つであることが知られる。

第3図はアミノアルキド塗装系の割れ指数である。無処理 - 塗装系はポリウレタンの場合とほとんど差異はなく130日で100%の割れ指数を示した。含浸処理 - 塗装系はポリウレタン塗装系の場合と異なり、処理間に違いが認められた。すなわち、M8030、M6300両系とも重量増加率の高い方が割れ指数は低く推移し、M8030系とM6300系を比較するならばM8030系がより高い塗膜耐久性を示した。前報<sup>1)</sup>においてM8030系、M6300系の寸法安定性への寄与は同一重量増加率で比較した場合M6300系 > M8030系の傾向にあった。この寸法安定性のみが塗膜の耐久性に寄与するとすれば、塗膜の耐久性はM6300系 > M8030系となるはずである。したがって、第3図にみる結果



第3図 アミノアルキド塗装を施した材の割れ指数の経時変化



第4図 暴露後の塗膜表面のプロフィール  
(数値は重量増加率)

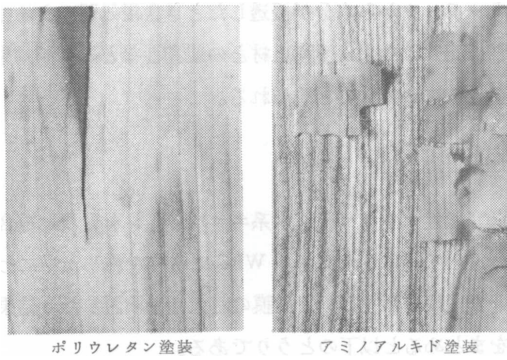
は寸法安定性だけでなく他の要因が塗膜の耐久性に關与していることをうかがわせる。すなわち、木材、含浸樹脂、塗膜、三者の相互の親和性が關与しているのではないかと推察される。

第4図に暴露前後の材表面のプロフィールを示す。暴露前のプロフィールは無処理塗装系のみを示したが処理系も大差なかった。暴露後、ポリウレタン塗装系ではわずかに粗さが増大するもののほとんど暴露前と変化はない。他方、アミノアルキド塗装を施したものは含浸処理 - 塗装系でもプロフィールは大きく変化し粗さが目立つ。さらにアミノアルキド塗装系において、M8030、M6300両系とも重量増加率の低いほど粗さの程度が大きく、クラックを示す深い凸凹が多く認められた。

### 3.2 塗膜の表面状態の観察

暴露1年後の塗膜の表面状態の記録写真の一部を次に示す。

第5図は無処理 - 塗装系である。これを見ると、アミノアルキド塗装を施したものは塗膜がウロコ状に割裂し、ほとんど剥落している。一方、ポリウレタン塗装ではアミノアル

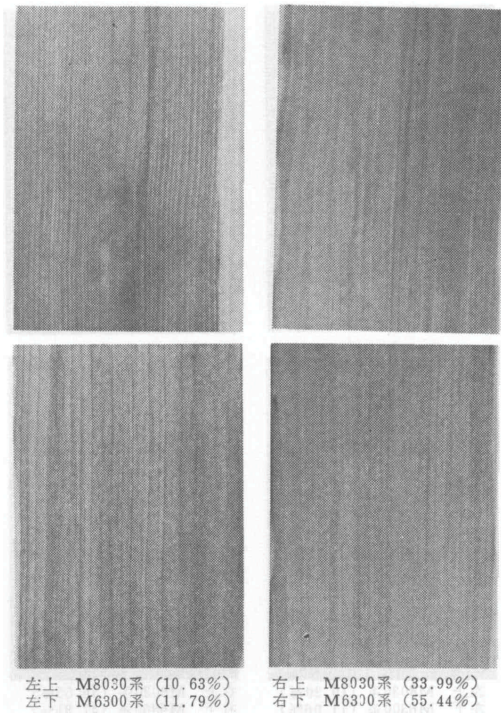


第5図 無処理 - 塗装系の表面状態 (暴露1年後)

キドのようなウロコ状の剥落はないものの、大きなクラックが生じ、そのクラックから塗膜が浮き上っており、さらに塗膜全体に白亜化が進行している。これはクラックからの水分の侵入により塗膜の付着力が低下したことによると思われる。いずれにしても、無処理一塗装系ではほとんど塗膜としての性状を失うに至っていることがわかる。

次に含浸処理 - 塗装系の屋外暴露1年経過後の表面状態を第6図、第7図、第8図に示す。

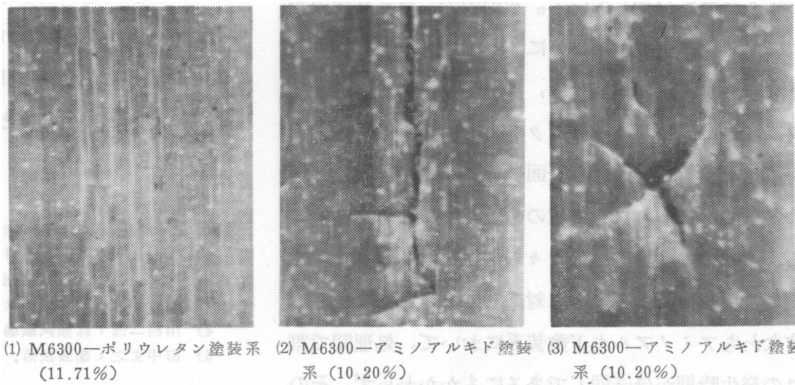
第6図はポリウレタン塗装系である。肉眼的にみ限り塗膜割れはほとんど認められず、正常な塗膜面を保持している。また、含浸オリゴマー、重量増加率の違いによって塗膜の性状には差異が認められなかった。しかしながら、実体顕微鏡による微視的観察では第7図(1)に見るように処理条件に関係なく繊維方向に塗膜の内部割れと思われる白色状のすじが発生していた。このすじはある幅をもって発生しており、その位置は夏材部に集中していた。これに関連して、川村<sup>4)</sup>は木材容積重が塗膜割れに与える影響について報告し、塗膜劣化に伴い塗膜が材の伸縮に追従できなくなると容積重の大きな夏材部上に最初の割れが発生するとしている。いずれにしても、肉眼的に観察されない微細な内部割れが含浸処



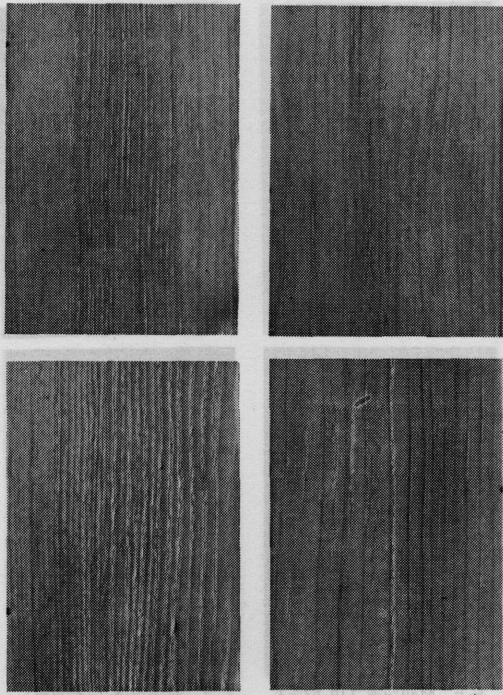
第6図 含浸処理 - ポリウレタン塗装系の表面状態  
〔 ( ) 内は重量増加率 〕

理 - ポリウレタン塗装系にも発生したが、塗膜自体の耐久性も影響しているように感じられる。

第8図はアミノアルキド塗装の場合である。いずれも木理にそってクラックが生じており、クラックの位置はほとんど夏材部である。これは先に述べた理由によるものであろう。割れの程度は重量増加率の低い程大きく、さらにM8030系よりM6300系の方が大きいことがよくわかる。肉眼的には、M8030系は繊維方向に



第7図 含浸処理 - 塗装材の実体顕微鏡 (写真の倍率20倍) による表面状態  
〔 ( ) 内は重量増加率 〕



左上 M8030系 (10.20%) 右上 M8030系 (36.55%)  
 左下 M6300系 (11.06%) 右下 M6300系 (47.31%)

第8図 含浸処理—アミノアルキド塗装系の表面状態  
 [ ( ) 内は重量増加率 ]

クラックが生じ始めた状態と言えるが、M6300系ではこの繊維方向のクラックに対し直角方向へもクラックが生じ始めている。この状態を実体顕微鏡で詳しく観察した写真が第7図(2)、(3)である。(2)は繊維方向に生じたクラックに垂直にクラックが生じているところを示している。(3)は春材部の割れに多くみられたもので、形状をみてわかるように方向性はない。ところで田中<sup>5)</sup>は塗膜割れの発生経路をその性状によって4経路に分類している。その中で、ウロコ状の割れに到る経路を以下のように述べている。すなわち、まずチェックが発生し、次いで塗膜の収縮などでクラックへ成長し、続いてクラックに垂直にクラックができる。これが連なり表面の収縮によってクラック部がもち上げられウロコ状の塗膜割れになるとしている。第8図の塗膜割れの各々の性状をみるとこうした割れの成長経路の各過程に対応しているとみなせる。すなわちアミノアルキド塗装系において、処理間で割れの発生時期がほぼ同じであるにもかかわらず、その成長度合が異っていると判断される。これは、発生し

たクラックから水分が浸透したとき含浸処理による寸法安定化の効果、塗膜と材との親和性などの抑制効果の差異によるものと思われる。

#### 4. 結論

官能性オリゴマー・水系エマルジョンを含浸、重合処理して得られた低含浸 WPC に塗装を施した材について屋外暴露を行い、塗膜の耐久性を検討した。結果をまとめると以下のとおりである。

- 1) 屋外暴露においても、ウェザメーターと同様、含浸処理—塗装系はポリウレタン、アミノアルキドいずれの塗料を使用した場合も無処理—塗装系に比べてきわめて高い塗膜耐久性を示した。
- 2) 本含浸処理を施したものは、ポリウレタン塗装を施したものでは処理間の差は認められず、いずれも高い耐久性を示した。一方、アミノアルキド塗装を施したものでは耐久性は処理条件により異なり、重量増加率の高いほど耐久性は高く、また含浸オリゴマーの種類ではM8030系がM6300系より優れた。
- 3) 暴露後の塗膜の表面状態の観察において、含浸処理—アミノアルキド塗装系ではクラックは繊維方向にそって夏材部に集中し、ポリマー含量の低いものではそれに垂直にクラックが発生した。
- 4) 含浸処理—ポリウレタン塗装系では、内眼的にはほとんど割れが認められなかったが、実体顕微鏡で微視的に観察すると夏材部に塗膜の内部割れと思われる白色状のすじが認められた。
- 5) 本含浸処理によりその後の塗装塗膜の耐久性は向上することが裏付けられたが、一方において、含浸樹脂と塗料との親和性の問題、塗料自体の耐久性の向上が今後の課題であろうと思われる。

#### 文献

- 1) 中野隆入ほか2名：林産試月報，No. 338，3 (1980)
- 2) Tarkow, H.ほか：U. S. For. Serv. Res. Paper, FPL 57, 3月 (1966)
- 3) 中野隆入ほか2名：林産試月報，No. 336，1 (1980)
- 4) 川村二郎：林業試験場報告，第234号，P. 142 (1971)
- 5) 田中丈之：塗装技術，18，(7) 111 (1979)

—林産化学部 木材化学科—  
 (原稿受理 昭和55.10.11)