

樹脂低含浸処理による木材の改質 (第7報)

- 官能性オリゴマー・溶媒系溶液で調製した表層WPCの塗膜耐久性 -

中野 隆人 中村 史門
川上 英夫* 山科 創

The Improvement of Wood by Impregnation with Low Content of Resins ()

- The durability of a coating film on WPC prepared with a functional oligomer solution -

Takato NAKANO Fumito NAKAMURA
Hideo KAWAKAMI Hajime YAMASHINA

Examination was made of the durability of the coating film on WPC prepared with a solution of functional oligomers whose polymers were distributed near the wood surface. The results are summarized as follows :

- (1) The durability of the coating film was found to be increased as a result of this treatment.
- (2) The treatment was effective for controlling the growth of checks of the film rather than their appearance. This effect, related to the composition of the oligomers, become greater as there were more OH oligomers in the solution.

官能性オリゴマー・溶媒系溶液で調製した表層WPCの塗膜耐久性について検討した。結果は以下のとおりであった。

- (1) 表層WPC化は塗膜の耐久性向上に大きく寄与するものであると判断された。
- (2) 本処理は塗膜割れ発生に対するよりも割れの成長に対し抑制効果があり、塗膜割れを初期段階にとどめる効果があると考えられた。この効果にはオリゴマー組成が関与し、OH基を有するオリゴマー組成比の大きい程、抑制効果が大きかった。

1. 緒言

官能性オリゴマー・溶媒系溶液によって調製したWPCでは、濃度を变化させることで材表面に限定した含浸から材内部の様な含浸まで様々なポリマー分布のWPC化が可能であった。¹⁾ こうして得られた表層WPC化では、材表面硬度の増大、表層部の寸法安定化のほか、塗装を施した場合、含浸ポリマーと塗膜との親和性などにより塗膜の耐久性が向上することが

期待される。すでに報告したように、注入液の形態、および含浸状態は表層WPCと異なるが、官能性オリゴマー・水系エマルジョンで処理したWPCでは塗膜の耐久性向上が認められた。^{2), 3)} また、峯村らは本WPC処理を低濃度で行った均一含浸WPCの塗膜耐久性について、種々の劣化促進試験を試み、官能性オリゴマー・溶媒系溶液によるWPC化が塗膜の耐久性向上に有効であることを報告している⁴⁾。

そこで、本報告では官能性オリゴマー・溶媒系溶液によるWPC化のうち、表層WPCに着目し表層WPC化・塗装処理材における塗膜の耐久性について、実験室的に検討した結果を報告する。なお本報告の概要は第33回日本木材学会（昭和58年4月、京都市）において発表した。

2. 実験

2.1 供試材と注入液

試験材としては $4^{(R)} \times 2^{(T)} \times 30^{(L)}$ (cm)のミズナラを用いた。オリゴマーはオリゴエステルアクリレートM5700（単官能性，OH基含有），M8030（多官能型）の2種（いずれも東亜合成化学工業KK製）を用いた。これを所定の組成比に混合後，アセトンを加え濃度85%の溶液にしたうえ，対オリゴマー比0.3%の過酸化ベンゾイルを添加し，注入液として用いた。

2.2 注入，重合処理

注入は既報¹⁾と同様である。重合は溶媒を十分除去したのち，空气中で100℃，6時間の加熱により行った。重合後，材中央部から繊維方向14cmの試片を採取し塗装を施した。

2.3 塗装及び暴露条件

試片を20℃，65%RHで1カ月調湿したのち，一部はそのまま塗装を施し，他は塗装面を0.5mm鉋削したのち塗装を施した。

塗料にはポリウレタン塗料を用いた。塗装は以下の手順で行った。ポリウレタンサンディングシーラ（ハマニK.K.）で上塗り1回後，240サンドペーパーで研摩し，ポリウレタンつや消しクリヤー（和信化学工業K.K.）にて上塗り2回を施した。塗付量は8~10g/30×30cmである。なお塗装はすべて目止めせず行った。塗装後，10日間常温に放置した。そして木口をエポキシ樹脂でシールしたうえ暴露に供した。

暴露はウェザーメーター（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ー）により行い，120分間に12分間の割合いで水を散布した。なお，ウェザーメータ暴露216時間はほぼ屋外暴露1年に相当する。

2.4 塗膜の評価

塗膜の評価は，マス目法による肉眼観察と色差コンピュータ（スガ試験機 K.K.製，SM-3型）による材色の測定によって行った。

マス目法による評価は次のようにして行った。すなわち暴路面の端から5mmをのぞいた面を5mm四方のマス目に区切り，肉眼で損傷と認められたマス目の全マス目数（240個）に対する百分率を割れ指数として評価した。色差コンピュータによる測定では，色差，光沢残存率，明度指数を求めた。色差，光沢残存率は暴露前を基準として算出した。

3. 結果と考察

3.1 塗膜割れの経時変化

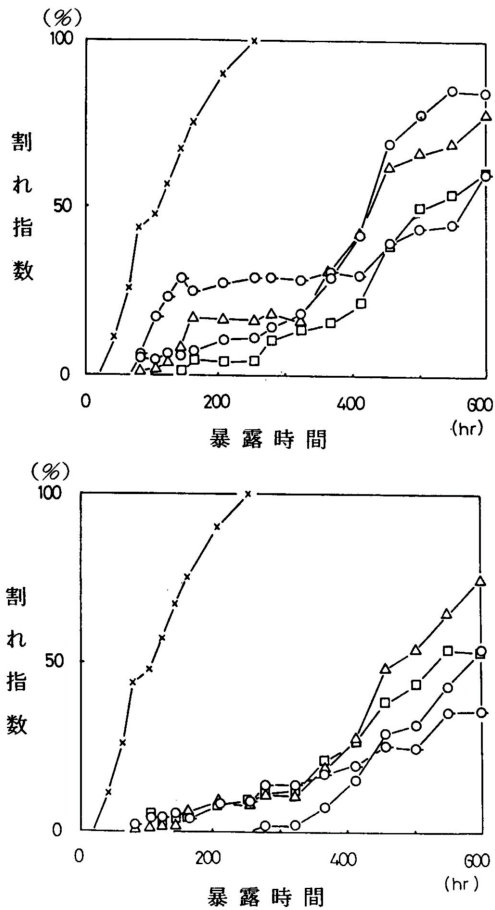
第1表に，WPC化に伴う重量増加率，寸法変化及び材表面からのポリマー含浸深さの平均を示した。重量増加率は多少のバラツキがあるものの15~20%であった。また寸法変化は含浸が材表面に限定されるためか半径方向（R方向），接続方向（T方向）とも1%以下でほとんど変化はなかった。材表面からのポリマー含浸深さは2mm前後であった。なお，表に以後の図中記号を併せて示した。

第1図に，WPC化後鉋削して塗装した場合と鉋削せず塗装した場合について，割れ指数の経時変化を示した。まず鉋削した場合であるが，無処理・塗装系は暴露開始直後から直線的に割れ指数が増大し，100時

第1表 WPC化に伴う重量増加，寸法変化及びポリマー含浸深さ

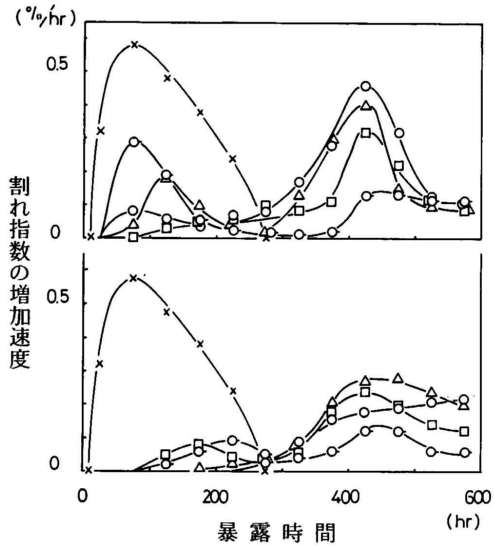
組成比	M8030 M5700	鉋削 有無	ΔW (%)	ΔR (%)	ΔT (%)	h (mm)	図中 記号
8/2		有	16.20	0.02	0.29	2.69	○
		無	14.99	0.05	0.29	2.16	
6/4		有	19.56	0.05	0.54	2.47	△
		無	36.74	0.34	0.49	5.99	
4/6		有	15.15	0.22	0.34	2.03	□
		無	18.46	0.17	0.39	2.09	
2/8		有	18.59	0.24	0.39	2.38	○
		無	21.13	0.68	0.49	1.76	

ΔW：重量増加率 ΔR, ΔT：R方向，T方向のWPC化に伴う寸法変化 h：ポリマー含浸深さ
図中記号：以下のグラフ中の記号



第1図 割れ指数の経時変化
(記号は第1表参照。ただし、×印は無処理)
上段は鉋削有り、下段は無し

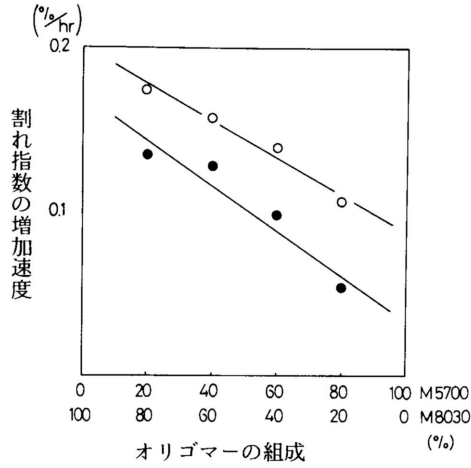
間で50%、230時間で100%の指数を示した。他方、処理 - 塗装系は400時間までは指数が低く、400時間以降増大する傾向を示した。400時間以降では、M5700の組成比が大きい程、割れ指数が低い傾向が認められた。鉋削を施さなかった場合は、鉋削した場合に比べ割れ指数が低く、処理 - 塗装系では400時間までは組成比による差異が少なかった。400時間以降は鉋削した場合と同様に組成比の影響が認められた。鉋削の有無による差異は、塗装前の暴露表面の電顕による観察³⁾からみて、鉋削によって表面の含浸ポリマーが失われること、とりわけ道管内に存在していたポリマーが剥き取られ表面が粗くなること及びポリマーの含浸されない細胞壁面が露出するためであろうと考えられ



第2図 割れ指数の増加速度の経時変化
(图中記号は第1表参照。上段鉋削有り、下段無し)

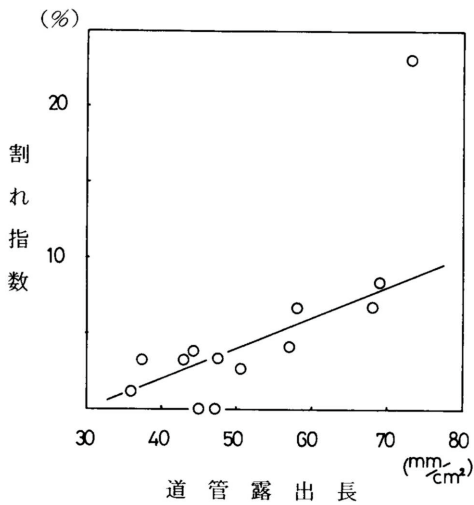
る。いずれにしても、官能性オリゴマーによるWPC化が塗膜の耐久性向上に寄与していることは確かである。そして、その寄与はオリゴマー組成比によって異なる。

そこで次に組成比の影響について検討する。第2図に第1図の微分曲線を示した。鉋削の有無によらず、処理 - 塗装系は400時間あたりにピークを示し、無処理 - 塗装系では100時間にピークを示した。このピークの位置は塗膜割れが最も急速に進行する時間を表し、ピークの高さは割れ進行の度合を表す。したがって第2図から、本処理によって塗膜割れの成長が長時間にわたって抑制され、また割れの成長が増大し始めてもその成長速度はかなり抑制されることが分かる。ところで、処理 - 塗装系の400時間のピーク前後の割れ指数の増加速度は組成比によって大きく異なる。すなわちOH基を有するM5700の組成比の大きい程ピークの高さは低い。そこで暴露後501時間における割れ指数の増加速度と組成比の関係を第3図に示した。明らかにM5700の組成比の大きい程割れ指数の増加速度が小さいことが分かる。したがってOH基を有するM5700の存在は塗膜割れの成長に対し抑制効果をもつのではないかと推察される。



第3図 割れ指数の増加速度と組成比の関係
(暴露開始後501時間, 鉋削あり, 鉋削無し)

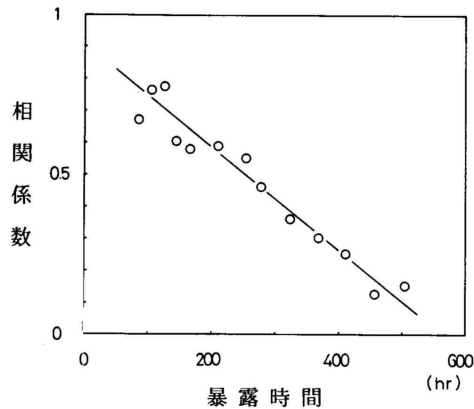
ところで、第1図を見て分かるとおり処理 - 塗装系の最初の塗膜割れは暴露開始後50時間発生している。しかし、その後の割れの推移をみると割れ指数は小さく、わずかつづ増大している。このことは、無処理 - 塗装系の割れ指数が直線的増大を示すのに対して特徴的である。このことを検討するため、塗膜割れに大きく関与する道管の影響についてみていく。道管の存在は塗膜割れ発生に対し大きな影響を与える。すなわ



第4図 割れ指数と道管露出長との関係
(暴露125時間)

ち、道管によって不連続な塗膜が形成されそこに応力集中が生じ、これに素材の吸脱湿に伴う材の伸縮が合わさり塗膜割れ発生源となる。

第4図に暴露125時間における割れ指数と道管露出長との関係を処理 - 塗装系について示した。道管の関与をどうあつかうかであるが、ここでは材表面に露出している道管の径を一定とみなして単位面積当たりの長さで評価することにした。すなわち、暴露面中央部の2cm四方の材表面に露出している道管のすべての長さを求め、これをその面積で割ったものを道管露出長とした。第4図は割れ指数と道管露出長が高い相関で直線関係にあることを示しており、処理 - 塗装系において道管の存在が塗膜割れに大きく関与していることを示している。ところで、この両者の相関が高いことは、割れ発生の多くが道管に起因することを考えるならば割れ発生の初期的段階といえる。したがってこの相関が低下することは、他の因子が関与し始めたことになると思われる。そこで割れ指数と道管露出長との相関係数の経時変化を第5図に示した。相関係数は暴露時間が長くなるとともに直線的に低下し他の因子が関与し始めたことをうかがわせる。しかしながら250時間での相関係数は0.5以上であり、試片数からみて危険率5%で十分有意であると判断された。こうしたことから、両者の相関は低下していくものの、200時間を過ぎてもなお十分有意の相関をもつことが



第5図 割れ指数と道管露出長との相関係数の経時変化

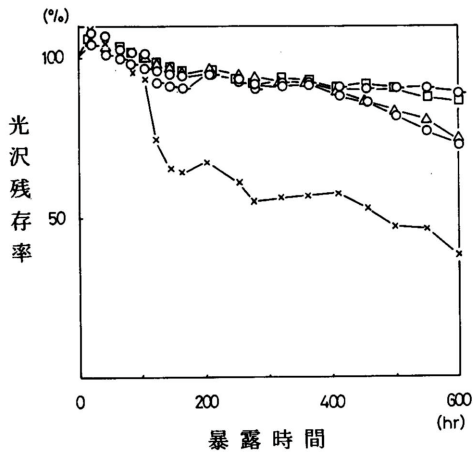
らみて、処理 - 塗装系の割れは暴露開始後長時間を経ても道管による初期的なものであると考えられる。つまり、処理 - 塗装系では道管付近に限定された割れがあちこちに点在する形で割れ指数が増大していくものと考えられる。

3.2 材色及び光沢の経時変化

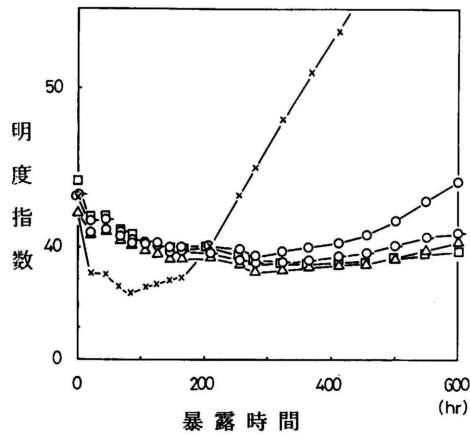
材色の経時変化について次に検討していく。なお、材色に対して、塗装前の鉋削の有無の影響は小さかったので以下鉋削無しの場合について検討する。

第6図に光沢残存率の経時変化を示した。無処理 - 塗装系では、100時間で光沢残存率が大きく低下した後、さらに漸減した。他方、処理 - 塗装系では、400時間まで組成比に関係なくほぼ同じ値を示し低下の割合もゆるやかであった。400時間以降では、M5700の組成比の高いグループと低いグループの2つに分かれ、後者の低下の割合が大であった。この光沢残存率が低下する位置とその割合を暴露時間と関連させると第2図の曲線の傾向、すなわちピーク位置、その高さの傾向にほぼ一致し、割れ指数の結果を反映したものとなった。

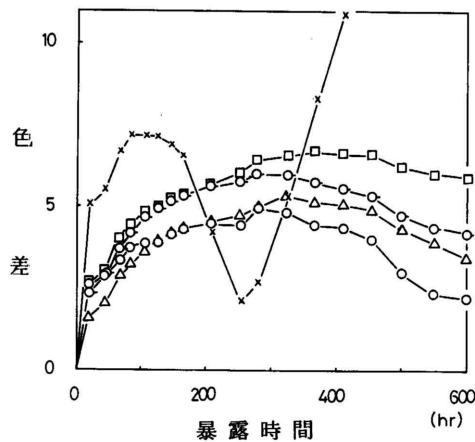
第7図、第8図にそれぞれ明度指数、色差の経時変化を示した。まず明度指数であるが、無処理 - 塗装系では100時間まですみやかに低下しその後大きく増大するのに対し、処理 - 塗装系では300時間までゆるや



第6図 光沢残存率の経時変化 (図中記号は第1表参照)



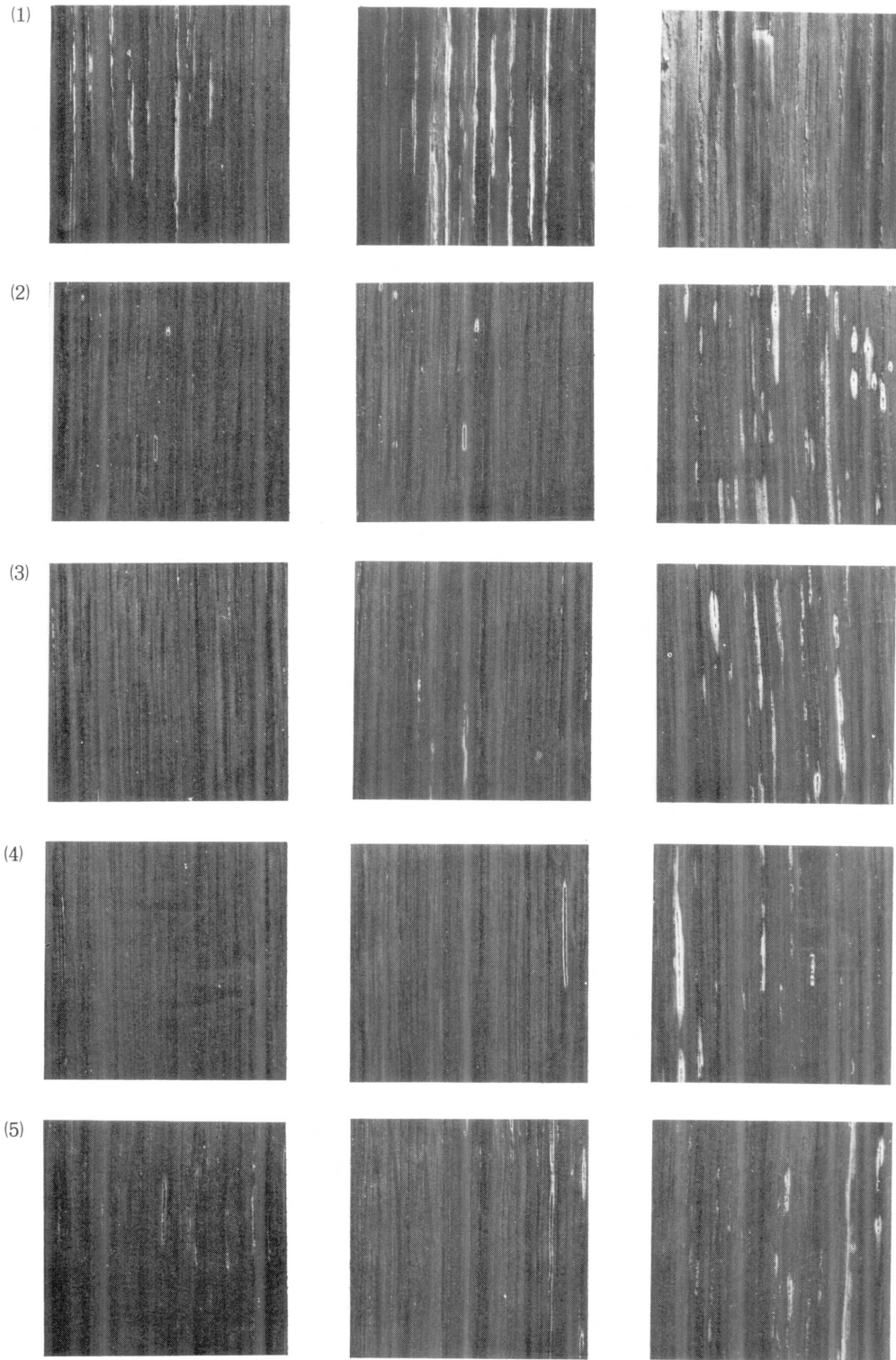
第7図 明度指数の経時変化 (図中記号は第1表参照)



第8図 色差の経時変化 (図中記号は第1表参照)

かに低下し、その後の増大もゆるやかであった。これは白亜化等の明度指数に影響を及ぼす変化が、処理 - 塗装系ではゆるやかであるためと思われる。色差は、無処理 - 塗装系では100時間に極大、250時間に極小の曲線を示した。処理 - 塗装系ではこの極大が300~400時間当たりであり、材色の変化が無処理 - 塗装系に比べより長時間側において生じることを示している。

材色の測定は試片中央の、直径3cmの範囲の部分で測定したものであり、暴露面全体を評価した割れ指数と直接比較できない面もあるが、上述の材色測定結果



第9図 塗膜状態の変化

(1)無処理 - 塗装系, (2)~(5)処理 - 塗装系(材内オリゴマー組成M8030/M5700, (2)8/2, (3)6/4, (4)4/6, (5)2/8, 暴露時間は各々, 左から右へ125時間, 209時間, 501時間である。)

からみる限り割れ指数の結果と類似した傾向を示し、材色の経時変化からみても本処理が塗膜耐久性向上に寄与するものであると考えられた。

3.3 塗膜状態の肉眼観察

暴露に伴う塗膜の表面状態の変化を第9図に示した。無処理 - 塗装系は、暴露後125時間で割れが繊維方向に多数発生しており、一部は他の割れとつながり長く成長している。また、割れたところは塗膜中央が盛りあがり、その周辺は変色し水分の浸透があったことをうかがわせる。209時間では、割れはとなりあう割れともつながりほとんど塗膜としての性状を失っている。509時間では塗膜の剥離が始まっている。

他方、処理 - 塗装系では209時間までは割れはほとんどみられず、認められる割れも道管周辺が白くなる形で発生している。先に述べたように処理 - 塗装系ではこうした割れが点在しつつ増加し、400時間までは割れの成長はほとんど認められなかった。509時間ではいずれの処理 - 塗装系でも割れが発生してはいるが塗膜の盛りあがり、剥離はなく、割れ相互のつながりも少ない。

以上のように、処理 - 塗装系と無処理 - 塗装系では肉眼的にみても耐久性に大きな差があり、また塗膜割れの形態も異なった。そして、処理 - 塗装系では割れの形態そのものは組成比に関係なく類似し、成長の度合いが異なっていた。

4. 結論

種々の組成比の官能性オリゴマー・溶媒系溶液で調

製した表層WPCの塗膜耐久性について検討した。結果を概括すると以下のとおりである。

割れ指数、材色、塗膜状態の観察からみて、本処理が塗膜の耐久性向上に大きく寄与するものと判断された。しかしながら、本実験に用いたような道管が大きく、さらには多数材表面に存在する材においては、道管の影響が大であった。その結果、本処理を施した場合であっても、道管に起因する初期的割れの発生を十分に抑制することは困難であった。しかしながら、割れ発生後の経過からみて本処理はこの割れの成長を強く抑制し、割れを初期的段階にとどめるのに有効であると考えられた。そしてこの割れの成長の抑制効果はOH基を有するM5700の組成比が多い程大であった。

文献

- 1) 中野隆人ほか2名, 林産試月報, 351 (1981)
- 2) 中野隆人ほか2名, 林産試月報, 338 (1980)
- 3) 中野隆人ほか2名, 林産試月報, 346 (1980)
- 4) 峯村伸哉ほか3名, 林産試月報, 381 (1983)
- 5) 中野隆人, 未発表
- 6) 今村浩人, 林試研報, No. 296 (1977)

- 林産化学部 木材化学科 -
- *林務部 林産課 -
(前特別研究員)
(原稿受理 昭59.3.13)