表面粗さ測定を用いた塗装木材の耐候性評価^{*1}

江部 憲一^{*2}, 片岡 厚^{*3}, 木口 実^{*3}

1. はじめに

木材保護塗料で塗装した木材の耐候性に関して、これまで塗料の塗膜タイプや溶剤タイプ、塗装前処理法、暴露地など様々な因子の影響が検討されてきた。劣化の評価方法としては、主に美観維持性能の把握という観点から、塗装面の変退色、撥水度、目視による塗装面欠陥率の評価等が採用されてきた¹⁾。

一方で、木材を屋外暴露すると、太陽光や雨水の影響によって表面が浸食の作用を受け、微細な割れや細胞壁の流出を生じて、凹凸構造になることが知られている。このような浸食の影響は、程度の差はあるものの塗装木材にも見られる。特に厚さを有する塗膜を形成しない含浸形の木材保護塗料では、塗料成分が徐々に失われていくため、浸食の影響が塗装面の外観に現れやすい。

しかし、木材を屋外暴露した際の浸食の程度を定量的に評価した報告²⁻⁴⁾は多数見られるのに対し、塗装木材のそれに関する報告は比較的少ない⁵⁾。そこで今回、レーザプロープ式非接触三次元測定装置を用いて、屋外暴露した塗装木材の表面粗さを測定し、浸食の影響に関する定量的データを取得するとともに、従来の表面劣化評価法との関連性についても検討した。その結果、木材保護塗料の性能発現メカニズムを明らかにする観点から、この測定法が有用であることを示す知見が得られたので報告する。

2. 試料と方法

2.1 試料

試料には、1本のスギ丸太から板状に切り出され、十分に天然乾燥された心材を用いた。そこから、幅100mm × 長さ300mm × 厚さ15mmの柾目試片を切り出し、表面を超仕上げ鉋盤で仕上げた。なお、塗装前に高周波式含水率計（株式会社科学研究所製 HM-520）を用い、試片の含水率が約16%～19%の範囲にあることを確認した。

2.2 塗装

木材保護塗料は、表1に示した含浸形8種類（a～h）、半造膜形2種類（i, j）を用いた。色調はライトブラウン系に統一した。各塗料の水性・油性の区別、塗膜タイプの分類、塗り回数、塗布量、屋外暴露試験前の各塗装面の L^* , a^* , b^* 値を表1に示す。但し、これらの塗料は2006年に購入したものであるため、一部の塗料は“JASS 18 M-307 木材保護塗料”の品質に適合しない可能性がある。なお塗り回数は、塗料（j）のみ1回塗りが推奨されていたが、本研究では塗装条件を揃えるため、全ての塗料で塗り回数を2回とした。これらの塗料を用いて試片の柾目面を刷毛で2回塗りし、その後、両木口面を変成シリコーン樹脂にてシールした。一部の試片は塗装せず、対照試片とした。以降、塗料（a～j）で塗装した試片を塗装木材（A～J）、無塗装の試片を無塗装材（M）と呼ぶ。

*1 本研究の一部は(株)日本木材保存協会第26回年次大会（2010年5月、東京）及び第61回日本木材学会大会（2011年3月、京都）において発表した。

*2 山形県工業技術センター

*3 独立行政法人 森林総合研究所

Corresponding author : Kenichi Ebe (ebek@pref.yamagata.jp)

表 1 使用した木材保護塗料と塗装条件

塗装木材 記号	塗料記号	水性/油性	塗膜タイプ	塗り回数	平均塗布量 g/m ²	測色初期値		
						L*	a*	b*
A	a	油性	含浸形	2	72	50.4	20.1	34.0
B	b	油性	含浸形	2	71	52.2	21.5	36.3
C	c	油性	含浸形	2	72	56.2	19.6	41.0
D	d	油性	含浸形	2	83	58.2	18.6	39.9
E	e	油性	含浸形	2	89	51.3	27.9	42.5
F	f	油性	含浸形	2	79	58.4	19.4	41.4
G	g	水性	含浸形	2	86	47.1	23.4	36.3
H	h	水性	含浸形	2	81	46.3	22.7	35.3
I	i	油性	半造膜形	2	106	48.7	23.2	37.9
J	j	水性	半造膜形	2	77	54.5	17.3	34.4
M		無塗装	—	—	—	64.5	12.7	21.7

2.3 屋外暴露試験

これら塗装木材 (A~J) と無塗装材 (M) について, JIS K 5600-7-6に基づき, 平成18年6月から24ヶ月間, 山形県山形市 (北緯38度24分, 東経140度29分) において, 南向き45度傾斜の条件で屋外暴露試験を実施した。評価項目は, 測色, 撥水度, 表面粗さ測定 of 3種類とした。評価は暴露開始前, 暴露開始1ヶ月後, 3ヶ月後に実施し, それ以降は3ヶ月おきに実施した。

2.4 測色

分光測色計 (エックスライト (株) 製 X-Rite SP88) を用い, JIS K 5600-4-6に基づき, CIELAB 色空間における L^* , a^* , b^* を測定した。そして式(1)~(4)により色差 (ΔE^*_{ab}) を算出した。測色条件は, 光源を D65, 視野角を10°, 測色部の直径を8mmとし, 試片表面の定位置3カ所における測定値を平均した。

$$\Delta L^* = L^*_n - L^*_0 \quad (1)$$

$$\Delta a^* = a^*_n - a^*_0 \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^*_n - b^*_0 \quad (3)$$

$$\Delta E^*_{ab} = \{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2\} \quad (4)$$

ここで,

L^*_0 , a^*_0 , b^*_0 : 屋外暴露前の L^* , a^* , b^* 値

L^*_n , a^*_n , b^*_n : 屋外暴露 nヶ月後の L^* , a^* , b^* 値

2.5 撥水度

撥水度は, 試験体の表面に約1gの蒸留水を滴下し1分後に拭き取り, 試片に浸透しなかった水質量の百分率を, 式(5)に示す木口らの方法により求めた¹⁾。試片に水が浸透しなければ撥水度は100%であり, 全ての水が浸透したら撥水度は0%

である。

$$\text{撥水度}(\%) = (1 - (W_2 - W_1) / (W_1 - W)) \times 100 \quad (5)$$

W: 水滴下前の試片質量

W_1 : 水滴下直後の約1gの水を含む試片質量

W_2 : 水滴下1分後に水を拭き取った直後の試片質量

2.6 表面粗さ測定

表面粗さの評価には, レーザプローブ式非接触三次元測定装置 (三鷹光器 (株) 製 NH-3SP: 図1 (左)) を用いた。本装置では, オートフォーカス機能によって各サンプリング点の高さを測定し, 試験体を走査しながら連続測定することで断面曲線が得られる。なお, 木材表面の粗さ測定には, 従来触針式の粗さ測定機を用いるのが一般的である^{6, 7)}。しかし本研究の場合, 屋外暴露試験片の同一箇所を繰返し測定する必要があるが, 触針式では表面に傷が付く恐れがあった。その点, レーザプローブ式ならば, 同一箇所を非接触・非破壊で繰返し測定できるという利点がある。一方, レーザプローブ式の短所として, 触針式に比べ測定精度が若干落ちること, 試料表面のレーザ反射率の影響を受けることがあげられる。しかし今回使用した装置では, レーザのスポット径を1.2μmまで (100倍の対物レンズ使用時), あるいは2.0μmまで (50倍の対物レンズ使用時) 絞り込めること, さらに図1 (右) に示すように, ステージ走査型の特長を活かして, 急勾配の傾斜でも死角が生じにくい設計を採用していることから, 触針式との相関性に優れた形状・粗さデータの測定が可能である。

ステージ走査型(本装置)

レーザ走査型

(出展:三鷹光器株式会社レーザプローブ式非接触三次元測定装置総合カタログ)

図1 レーザプローブ式非接触三次元測定装置 (左) および測定原理 (右)

また、今回の試験体にはクリア塗膜は含まれていない。よって、塗膜表面と木材表面のどちらに焦点が合うかによって生じる誤差の影響も比較的小さいと考えられる。以上の理由から、得られた断面曲線は今回の研究の目的上、十分正確であると考えられる。

表面粗さの測定では、試験体の上端から100mmの位置において、幅方向にサンプリング間隔100 μ mで走査し、長さ80mmの断面曲線を得た。続いて、JIS B 0601を準用して、カットオフ値 $\lambda c = 2.5$ mmの条件で位相補償高域フィルタ処理を行い、粗さ曲線を得た。そして、粗さ曲線における高さ方向の振幅平均を示す算術平均粗さ(R_a)を求めた。なお、暴露12ヶ月後の測定まで、100倍の対物レンズを使用した。15ヶ月以降は表面の凹凸が激しくなり、オートフォーカスが追従できなくなったため、追従範囲がより広い50倍の対物レンズに切り替えた。上記のように、50倍の対物レンズを用いると、レーザのスポット径が100倍の場合より大きくなり、凹凸構造の尖った山頂と谷底の高低差がわずかに小さく測定されるが、本研究の目的上、問題ない差であると考えられる。

3. 結果と考察

3.1 色差

図2に、塗装木材(A~J)、無塗装材(M)の屋外暴露24ヶ月間における色差の変化を示す。無塗装材(M)では、暴露開始直後から色差が急速に増加したが、6ヶ月以降は増加の速度が小さくなり、12ヶ月以降は25~28の範囲内でほぼ一定化

した。一方、塗装木材(A~J)では、暴露開始直後から色差が徐々に増加したものの、6ヶ月後までは無塗装材(M)よりも小さい色差を示した。しかし9ヶ月以降は、塗料間の性能差が顕著にな

図2 屋外暴露試験24ヶ月間における塗装木材(A~J)と無塗装材(M)の色差の変化

図3 屋外暴露試験24ヶ月間における塗装木材(A~J)と無塗装材(M)の撥水度の変化

り、24ヶ月後の色差は13～40の範囲に分布する結果となった。以上の結果は、塗料（a～j）の変色抑制効果に比較的大きな格差があったことを示している。

3.2 撥水度

図3に、塗装木材（A～J）、無塗装材（M）の

屋外暴露24ヶ月間における撥水度の変化を示す。無塗装材（M）では、暴露開始直後から撥水度が急速に低下し、15ヶ月以降は5%～16%の値を示した。一方、塗装木材（A～J）では、6ヶ月後まで100%近い値が維持されていた。しかし半造膜形（I）を除き、9ヶ月以降は撥水度が低下傾向に

図4-1 レーザプローブ式非接触三次元測定装置により得られた、屋外暴露試験24ヶ月間における無塗装材（M）の表面粗さ曲線の変化

注：暴露前と6ヶ月後については倍率100倍の対物レンズを、24ヶ月後については倍率50倍の対物レンズを使用した。

図4-2 レーザプローブ式非接触三次元測定装置により得られた、屋外暴露試験24ヶ月間における含浸形（A）の表面粗さ曲線の変化

注：暴露前と6ヶ月後については倍率100倍の対物レンズを、24ヶ月後については倍率50倍の対物レンズを使用した。

図4-3 レーザプローブ式非接触三次元測定装置により得られた、屋外暴露試験24ヶ月間における半造膜形（J）の表面粗さ曲線の変化

注：暴露前と6ヶ月後については倍率100倍の対物レンズを、24ヶ月後については倍率50倍の対物レンズを使用した。

転じ、また塗料間の性能差も顕著になったため、24ヶ月後の撥水度は30%～96%の範囲に分布する結果となった。以上の結果は、塗料（a～j）の撥水度維持効果にも比較的大きな格差があったことを示している。

3.3 表面粗さ

図4-1から図4-3に、レーザプローブ式非接触三次元測定装置を用いて得られた、無塗装材（M）、塗装木材（A：含浸形、J：半造膜形）の暴露前、暴露6ヶ月後、及び24ヶ月後の粗さ曲線を示す。図4-1において無塗装材（M）の6ヶ月後のデータを暴露前と比較すると、高さ方向の振幅が増加したことがわかる。これは太陽光や雨水の影響によって表面に微細な割れが発生するなど、浸食の比較的初期の段階の影響を反映していると考えられる。一方、24ヶ月後のデータでは、高さ方向の振幅がさらに増加し、部分的には200 μm を超える振幅が認められた。これは表面からの割れの成長や細胞壁の流出など、浸食の段階がさらに進んだ状況にあることを示していると考えられる。

これに対して含浸形（A）の場合（図4-2）、暴露6ヶ月を経過しても高さ方向に大きな変化は見られなかった。これは、塗装によって浸食の影響が抑制されたことを示していると考えられる。一方、24ヶ月を経過すると、含浸形（A）においても高さ方向の振幅が増加し、部分的には100 μm に達する振幅が認められた。しかし、無塗装材（M）の24ヶ月後と比較すれば明らかに振幅が小さく、浸食の影響を抑制する効果が発揮されていることは明らかである。また半造膜形（J）の場合（図4-3）にも同様の塗装による保護効果が認められた。

このように、粗さ曲線の変化に着目すれば、浸食の影響を抑制する効果を塗料間で比較することができると考えられる。そこで、全ての塗料について、粗さ曲線における高さ方向の振幅平均を示す算術平均粗さ R_a を算出し、塗料間で比較した。

図5に、塗装木材（A～J）、無塗装材（M）の暴露24ヶ月間における算術平均粗さ R_a の変化を示す。無塗装材（M）では、暴露開始直後から R_a が増加し、3ヶ月後には既に10 μm を超えていたが、9ヶ月以降はさらに増加の速度が大きくなり、24ヶ月後の R_a は42 μm に達した。一方、塗装木材（A～J）では、9ヶ月後まで10 μm 以下の

図5 屋外暴露試験24ヶ月間における塗装木材（A～J）と無塗装材（M）表面の算術平均粗さ（ R_a ）の変化

注：暴露12ヶ月後まで倍率100倍の対物レンズを、15ヶ月以降は表面の凹凸が顕著になったため倍率50倍の対物レンズを使用した（本文2.6を参照）。無塗装材（M）の12ヶ月後のデータは欠損。

値が維持されており、いずれの塗料についても浸食の影響を抑制する効果が認められた。しかしそれ以降は、半造膜形（I）を除く全ての塗装木材について、 R_a が増加傾向に転じるとともに塗料間の差が顕著になり、24ヶ月後の R_a は7 μm ～41 μm の範囲に分布する結果となった。上記の結果は、今回用いた塗料（a～j）の浸食抑制効果についても、大きな格差があったことを示している。

なお、図5においては、無塗装材（M）の暴露9ヶ月後の R_a が6ヶ月後と比べてやや低い値となっている。これは、無塗装材（M）の浸食が進み、それまで使用していた倍率100倍の対物レンズでは、尖った山や谷にオートフォーカスが追従できなくなったため、データが欠測し、実際よりも低い値として R_a が算出されてしまったものと思われる。その後、暴露12ヶ月後の無塗装材（M）の測定時には表面の浸食がさらに進んだため、断面曲線を得ることが困難になった。よって前述（2.6）のとおり、暴露15ヶ月以降はレーザスポット径が大きくなるもののオートフォーカスの追従範囲が広い50倍の対物レンズに切り換えて断面曲線を得た。これらの理由により、図5では、実際よりも若干低いと思われる暴露9ヶ月後の R_a と、急激に値が大きくなった暴露15ヶ月後の R_a のプロットとが直線で結ばれ、なめらかな増加傾向を示さない結果となっている。しかし、キセノンウェザー

図6 屋外暴露24ヶ月後の Ra と撥水度の関係（左）及び Ra と色差の関係（右）

メータを用いて無塗装スギ桎目材の促進耐候性試験を行い、50倍の対物レンズのみを用いて測定すると、促進試験開始直後から Ra が増加し始めるなめらかな曲線が得られることを確認しており、図5の結果についても、対物レンズの切り換えをもっと早い時期に行っていれば同様の曲線が得られたと思われる。

3.4 表面粗さと他のパラメータとの関係

図5では、ほぼ全ての塗料について、 Ra が暴露初期に一定値を維持し、9ヶ月以降は変化量が大きくなる傾向が見られた。9ヶ月以降に変化量が大きくなる傾向は、色差（図3）と撥水度（図4）においても見られたが、暴露初期に一定値を維持した点を考慮すると、 Ra の変化傾向は、色差よりも撥水度のそれと類似していると言える。そこで、 Ra と撥水度との間、あるいは Ra と色差との間にどのような関係があるのかを検討した。

図6に、塗装木材（A～J）、無塗装材（M）の暴露24ヶ月後における Ra と撥水度の関係（左）、及び Ra と色差の関係（右）を示す。 Ra と撥水度の間には高い負の相関（ $R = -0.77$ ）が認められた（無塗装材を除くと $R = -0.71$ ）。この結果は、塗装木材の表面の物理的な浸食の程度と撥水度との間に関連があり、 Ra が大きいほど撥水度が低い傾向があることを示唆している。また同図において、 Ra と色差の間には中程度の正の相関（ $R = 0.59$ ）が認められた（無塗装材を除くと $R = 0.64$ ）。一方、撥水度と色差の間にはほとんど相関が認められなかった（ $R = -0.15$ ）（無塗装材を除いた場合も $R = -0.15$ ）。

以上の結果は、例えば次の仮説により説明することができる。木材保護塗料は半透明であるため、

塗装木材の表層には太陽光がある程度まで浸透し、塗料と木材の界面付近では光酸化反応による変質・分解が徐々に進行する。このような反応の初期段階では塗装木材の色差のみが徐々に増加するが、 Ra と撥水度は初期値を維持すると仮定する。やがて分解・低分子化した成分が雨水によって溶出され始めると、塗装木材の表層に微細な割れが発生しやすくなり、水浸透性が高まるとともに、安定を失った木材組織や塗料成分が流出を始める。この段階に至り、ようやく Ra の増加傾向及び撥水度の低下傾向が顕在化すると仮定する考え方である。

この仮説に基づけば、 Ra と撥水度に負の相関が見られた理由、暴露初期に Ra と撥水度がともに一定値を維持した理由、及びある時期を境に（今回の試験ではおよそ9ヶ月後） Ra が増加傾向に転じ、撥水度が低下傾向に転じた理由を説明することができる。さらに、変質・分解した塗料成分が流出する際には着色顔料も流出するため、浸食の進行とともに変色が大きくなると考えられる。このように上記の仮説は、 Ra と色差が正の相関を持ちえた理由についても説明することが可能である。但し、これはあくまでも一つの仮説であり、 Ra が一定値から増加に転じた時点でどの程度まで表層に塗料成分が残留していたのか、また表面にどの程度まで微細割れが発生していたのかなど、詳細に検討しなければならない点が多数残されている。

したがって今後は、上記の Ra に加え他の粗さパラメータや顕微的手法の活用により、表面性状がどのように変化していくのか詳細な検討を行なう必要がある。例えば、他の粗さパラメータとし

て、スキューネス (Rsk) やクルトシス (Rku) があげられる。 Rsk は、山に対して谷の部分が広い粗さ曲線ほど大きな値 (正) を示し、山頂部分が比較的平らな粗さ曲線ほど小さな値 (負) を示す。このことから、山の部分と谷の部分の非対称性を評価するのに用いられる。一方、 Rku は、非常にとがった山と深い谷が所々にある粗さ曲線ほど3より大きな値を示し、なだらかな山と谷からなる粗さ曲線では3より小さくなる。このことから、異常に高い山と深い谷の存在を評価するのに用いられる。これらの粗さパラメータは、木材の年輪構造の影響を受けることが予想され、塗装面の劣化評価に直接活用できるかは現時点では不明ではあるが、今後様々な粗さパラメータを活用し、撥水度や色差との関連についての検討を深め、また顕微的手法も活用して木材表面の成分分析を並行して行なうことにより、木材保護塗料の性能発現メカニズムとその劣化メカニズムをより詳細に検討することが可能になると考えられる。

また、含浸形の木材保護塗料では、「自然な感じのする塗装面の劣化」がメリットの一つとされている。このような観点から、塗装面の浸食の程度を評価し、美観との関係を検討することには意義があると思われる。本研究で示した粗さパラメータを活用すれば、そのような評価にも役立つと期待される。

4. まとめ

市販の木材保護塗料をスギ心材柃目面に塗装し、南面45度傾斜の条件で24ヶ月間屋外暴露試験を実施した。暴露期間中、測色、撥水度、表面粗さ測定により塗装面の劣化評価を行なったところ、以下の結果が得られた。

- ① 塗装木材の色差は、暴露初期から徐々に増加した。9ヶ月以降は塗料間の性能差が顕著になり、24ヶ月後には13~40の範囲に分布した。
- ② 塗装木材の撥水度は、暴露6ヶ月後まで約100%の値を維持していた。9ヶ月以降は撥水度の低下傾向と塗料間の性能差が顕著になり、24ヶ月後には30%~96%の範囲に分布した。
- ③ 表面の浸食の程度を評価するため、算術平均

粗さ (Ra) を求めたところ、塗装木材の Ra は暴露6ヶ月後まで10 μ m 以内の値を維持していた。9ヶ月以降は Ra の増加傾向と塗料間の性能差が顕著になり、24ヶ月後には7 μ m~41 μ m の範囲に分布した。 Ra の変化傾向は撥水度のそれに類似していた。

- ④ 暴露24ヶ月後の Ra と撥水度には高い負の相関が認められ、 Ra と色差には中程度の正の相関が認められた。これは、塗装面の物理的な浸食の程度が、撥水度や色差と関連することを示唆している。
- ⑤ Ra に加え他の粗さパラメータも活用し、撥水度や色差との関連についての検討を深めることにより、木材保護塗料の性能発現メカニズムに関するより詳細な検討が可能になると考えられる。

5. 文献

- 1) 木口実, 片岡厚, 土居修一, 森満範, 長谷川益夫, 森田慎一, 金城勝, 嘉手刈幸男, 今村祐嗣: 地域別暴露による木材保護着色塗料の耐候性評価, 木材保存, **22** (3), 150-158 (1996).
- 2) 矢田茂樹, 田村健: 屋外暴露による木材表層部劣化の組織学的研究, 木材学会誌, **41** (11), 1035-1042 (1995).
- 3) Arnold, M., Lemaster, R. L., and Dost, W. A.: Surface characterization of weathered wood using a laser scanning system, *Wood and Fiber Science*, **24** (3), 287-293 (1992).
- 4) Williams, R. S., Knaebe, M. T., Sotos, P. G. and Feist, W. C.: Erosion rates of wood during natural weathering. Part I. Effects of grain angle and surface texture, *Wood and Fiber Science*, **33** (1), 31-42 (2001).
- 5) Feist, W. C.: Role of pigment concentration in the weathering of semitransparent stains, *Forest Products Journal*, **38** (2), 41-44 (1988).
- 6) 藤井義久, 吉實真弓, 奥村正悟: 種々の粗さパラメータによる木材加工表面の評価(第1報) 数種の粗さパラメータと粗滑感との関係, 木材学会誌, **43** (7), 574-579 (1997).
- 7) 藤原裕子, 乾邦夫, 藤井義久, 澤田豊, 奥村正悟: 木材の表面粗さの三次元的評価の試み 表面の凸部分と粗滑感との関係, 木材学会誌, **44** (6), 447-451 (1998).

要 旨

市販の木材保護塗料10種類をスギ心材に塗装し、山形市内において南向き45度傾斜の条件で24ヶ月間の屋外暴露試験に供し、塗装面の変色、撥水度の変化を評価した。また、塗装面の浸食の程度を評価するため、レーザプローブ式非接触三次元測定装置を用いて、算術平均粗さ (Ra) の変化を測定した。塗装木材の色差 (ΔE^*_{ab}) は、いずれの塗料についても、暴露開始から徐々に増加する傾向を示した。一方、撥水度は、暴露開始から6ヶ月後まで100%近い値を維持していたが、9ヶ月後からは低下し始めた。 Ra の変化傾向は、撥水度のそれに似ており、暴露6ヶ月後まで10 μ m以下の値を維持した後、9ヶ月後からは増加する傾向を示した。また、暴露24ヶ月後の Ra と撥水度には負の相関が、 Ra と色差には正の相関が認められた。以上の結果から、塗装面の劣化と Ra 、色差、撥水度との関係について考察した。

キーワード：木材保護塗料，屋外暴露，浸食，非接触三次元測定，算術平均粗さ

Evaluation of weatherability of finished wood by surface roughness analysis

Kenichi EBE, Yutaka KATAOKA, Makoto KIGUCHI

Summary

Sugi heartwood specimens finished with 10 kinds of wood preservative semi-transparent coatings were exposed to the weather at 45° inclination facing south in Yamagata city in Japan for 24 months. Changes in color difference (ΔE^*_{ab}) and water repellency index (WR) of finished surfaces were monitored. Changes in arithmetic mean deviation of the roughness profile (Ra) were also measured to estimate the extent of surface erosion by using a non-contact three-dimensional measuring equipment with a laser beam probe. For all the coatings, ΔE^*_{ab} gradually increased from the start of exposure. On the other hand, WR indices were maintained about 100% for the first 6 months and they began to decrease after 9 months. Ra values showed a similar tendency in which they were kept less than 10 μ m for the first 6 months and starting to increase after 9 months. It was also found that, after 24 months, there were a strong negative correlation between Ra and WR, and a moderate positive correlation between Ra and ΔE^*_{ab} . Based on these results, relationships of surface degradation of finished wood to Ra , ΔE^*_{ab} and WR were discussed.

Keywords : wood preservative semitransparent coating, natural weathering, erosion, non-contact three-dimensional measuring, arithmetic mean deviation of roughness profile

(2011.1.19受付)