紫外線硬化塗料を木材へ塗装したときの性能

高　谷　典　良

1．はじめに

木材を化粧的な用途に使用する場合，一般には着色，塗装をして木目，材色等を際立たせるとともに木材の表面を傷，汚れなどから保護して付加価値を向上させます。

木材塗装に使用する塗料は，木工用塗料と呼はれ，以前はラッカーが，最近ではポリウレタン，ポリエステル，アミノアルキッドなどの合成樹脂塗料が多く使用されています。しかし，ごく最近ではこれらの塗料に加え，UV塗料（紫外線硬化塗料）の使用が増加しつつあります。そこで，このUV塗料を木材塗装に適用したときの各種の塗膜性能を調べたので紹介します。

2．UV塗装とはどんな塗装か

UV（Ultra Violetの略）塗装とは，強い紫外線を照射することによって，非常に短時間に塗料を硬化させる塗装方法で，これに使用する塗料はUV塗料，紫外線硬化型塗料などと呼ばれています。

図1に光線の種類を示してありますが，紫外線はX線より波長が長く，可視光線より短い10～380nm（nm＝10^{-9}m）の範囲の光線です。UV塗装では200～380nmの紫外線と，450nmまでの可視光線の一部が使われています。その光線を発光するランプと，それを被塗装物に反射する反射板，その下に金網の送りベルトがあり，通常この3点が一式となって紫外線照射装置と呼ばれています。また，紫外線照射装置の入口側に，埃，塵などが塗装面に付かないようにクリーンルームを備えているのが普通です。模式図的に書きますと**図2**のように，装置としては比較的簡易なものです。ランプ数は様々で，ランプ1灯当たりの送り速度が決まっていて，多くなるほど速く送ることができます。もちろん設備費は高くなります。

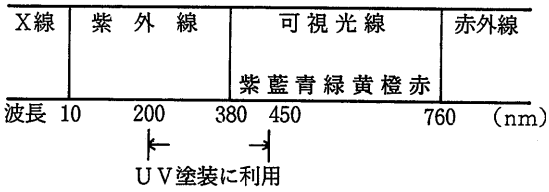

図1 光 線 の 種 類

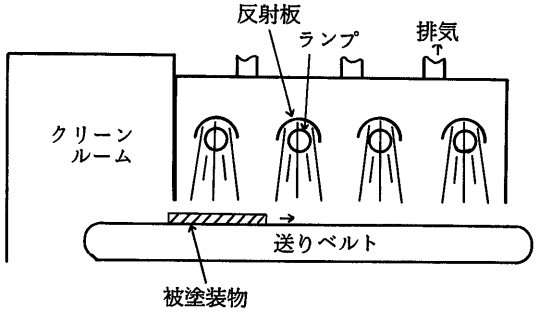

図2　紫外線照射装置

UV塗装の歴史は比較的新しく，日本では1970年頃木工用塗料として実用化しています。しかし，当時は技術的にも，また塗料価格にも問題があり，実際にはほとんど使用されなかったようです。ところが，その後技術の改善が進み，金属，プラスチック塗装に多く用いられるようになり，最近では木工用塗料としても大幅な伸びを示しています。

UV塗装の主な特徴は次のとおりです。

長所としては

①乾燥時間が速く生産性の向上が図れる。

②棚取りの必要が無いので乾燥場所の必要がない。

③塗膜表面を硬くできる（ハードコート）。

④無溶剤タイプの塗料では有機溶剤の問題が無い。

短所としては

①製品の形状に制約がある（立体形状は難しい）。

④塗料コストが高い。

③エナメルタイプの塗料には適用できない。

④設備費が高価。

以上が良く知られているUV塗装の特徴ですが，これらについてもう少し詳しく説明します。

◎UV塗装の良いところ

①乾燥時間について

表1に主な木工用塗料の乾燥・硬化方法，時間を示します。UV塗料以外はいずれも自然乾燥の場合です。ポリウレタン塗料，アミノアルキッド塗料などは熱風で強制乾燥を行う場合もありますが，それでも分単位の乾燥時間は必要です。その点UV塗料は秒単位ですから正に瞬時に硬化します。これがUV塗装の最も大きな特徴とする利点です。短時間で硬化するため連続工程の塗装ラインが可能です。例えば，フロアー材の塗装を下塗り→乾燥→研磨→上塗り→乾燥と50～100㎡の良さの連続塗装ラインで行っているところがありますが，わずか数分で塗装された製品が出てきます。UV塗装を導入しているたいていの企業は，この硬化時間の短縮を大きな目的としています。

②棚取りについて

表1 塗料の乾燥・硬化の方法と時間

乾燥・硬化の方法	塗料の種類	乾燥時間
揮発乾燥	ラッカー エマルジョン塗料	時間
酸化重合	調合ペイント	日
触媒重合	ポリウレタン 不飽和ポリエステル アミノアルキッド	時間
UV重合	UV塗料	秒

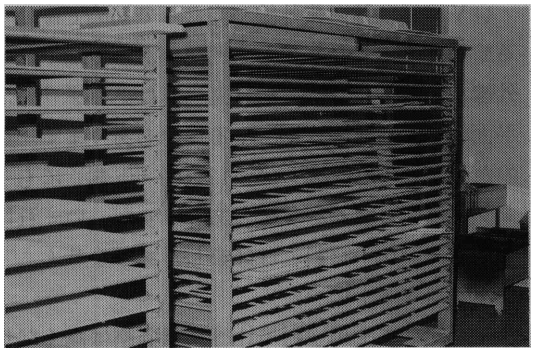

写真1　乾燥棚

棚取りとは塗装された材料を乾操のための棚に並べる作業です。自然乾燥では**写真1**に示すような棚で乾燥するのが普通です。ですから棚から材料を出し入れする作業が必要であるとともに，棚を置く場所も必要となります。北海道のように地価の安い地域ではそれほど問題ではありませんが，大都市近郊では地価が異常に高いため，この棚を置く場所もかなりの負担になります。したがって，棚取り作業が省略できることに加え，棚を置く場所の必要がないことも大きなメリットです。

③ハードコートについて

ハードコートとは塗膜表面を硬くすることで，UV塗料には塗膜が非常に硬くなる塗料があります。この特長を生かしているのが四国地方で製造されている座卓です。塗膜表面を硬くして傷を付き難くして付加価値を高めています。最近では高級な座卓だけではなく，普通のテーブル天板にもこのハードコートが塗装されています。

④無溶剤について

不飽和ポリエステル塗料を除き，たいていの塗料は主成分を有機溶剤に溶かして塗料としています。有機溶剤は有害であるため，排気設備等特別な設備が必要になるうえに，その取り扱いも容易ではありません。UV塗料には無溶剤タイプと呼ばれ，有機溶剤をほとんど含まない塗料があります。有機溶剤を含むタイプもありますが，従来の塗料に比べると少なくなっています。

◎UV塗装の不利な点

①製品の形状について

UV塗料は強い紫外線が当たって初めて硬化する塗料です。したがって，凹凸があって均一に紫外線が照射されない材料は適当ではありません。平面材料でも側面は影になる場合もあります。このため側面にも，あるいは，裏側（下側）にもランプを配置した照射装置もありますが，いずれにしろ立体形状の材料には好ましくありません。

②塗料コストについて

一般的な木工用塗料に比べ塗料価格は高くなります。溶剤の含有量が少ないので，実際に塗布する量は少なくてすむため，塗料コストとしてはそれほど高くならないとの見方もあります。塗料の価格は種類，使用量によっても異なるため単純に比較するのは難しいのですが，現時点ではUV塗料の方がコスト高になるようです。

③エナメル塗料について

エナメルタイプの塗料は顔料が入っているために紫外線を透過させにくくUV塗料には適していません。したがって，現在UV塗装で使用されているのはほとんど透明塗料です。エナメルタイプの塗料への適用の研究も進められていますので，近い将来にはエナメルタイプのUV塗装も可能になるかもしれません。

④設備費について

設備費については色々な考え方があります。ここで高価であるとしたのは自然乾燥と比べての話です。自然乾燥で必要なのは乾燥棚だけですが，UV塗装では照射装置とクリーンルームを合わせると数千万～億単位の設備費が必要です。

以上がUV塗装の主な特徴の説明ですが，塗料メーカー，照射装置メーカーとも研究を積極的に進めていますから，今後欠点の改良は十分期待されます。

次にこのUV塗料を木材に塗装したときの性能について紹介します。

3. UV塗装の塗膜性能について

1）塗装した木材

供試材としてカバとカラマツの12mm厚さの柾目材を用いました。

表2　塗装工程と塗布量・乾燥時間

	UV－P	UV－A	UV－H	PU AA
1.素地調整	♯240サンドペーパー研摩			
2.下塗り（g／㎡）	20～30	50～60		40～60
3.乾燥時間	15秒			12時間以上
4.研　摩	♯320サンドペーパー研摩			
5.中塗り（g／㎡）	UV塗料は中塗りはしていない			50～60
6.乾燥時間				12時間以上
7.研　摩				♯320研摩
8.上塗り（g／㎡）	12～14	50～60		50～60
9.乾燥時間	15秒			4時間以上
10.ハードコート：塗布量（g／㎡） ：乾燥時間			35～45 15秒	

UV－P：紫外線硬化塗料ポリエステル系
UV－A：紫外線硬化塗料アクリル系
UV－H：紫外線硬化塗料アクリル系＋ハードコート
PU　：ポリウレタン塗料，AA：アミノアルキッド塗料

2）使用した塗料

一般的に使用されているUV塗料にはアクリル系とポリエステル系の２種類があり，それぞれに下塗り塗料と上塗り塗料があります。そして表面を硬くしたいときには，アクリル系の上塗り塗料を塗装した後にハードコート塗料を塗装するのが通常の方法です。今回もUV塗料はこの３種類の塗装を行いました。そして比較のため，現在多く使用されている二液性の木工用のポリウレタン塗料，アミノアルキッド塗料も使用しました。各塗料の塗装工程は**表２**の通りですが，塗布はすべてスプレーで，研摩は手作業で行いました。

3）使用した照射装置

今回使用した照射装置を**写真２**に示します。ランプは水銀ランプ１灯で，出力は80W／cmです。反射板はコールドミラー式です。幅は20cmまで可能です。

4）塗膜性能試験

（a）平面引張り試験

この試験は塗膜の木材への付着力を測定する試験です。**写真３**に示すように２cm×２cmの金属性

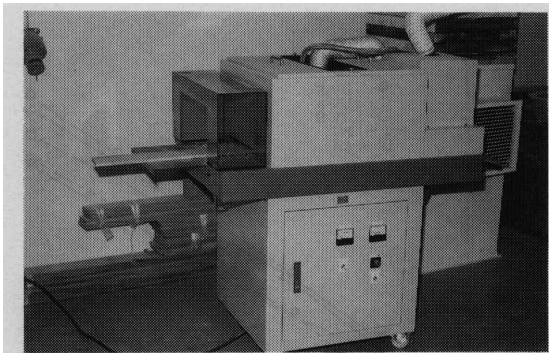

写真2　紫外線照射装置

写真4　テーバー式摩耗試験機

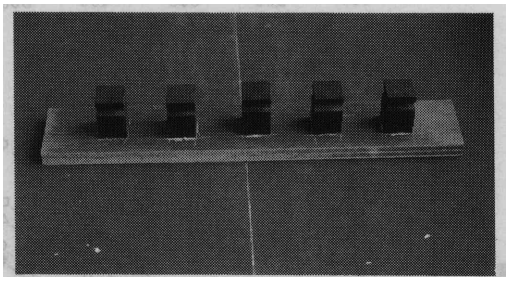

写真3　平面引張り試験

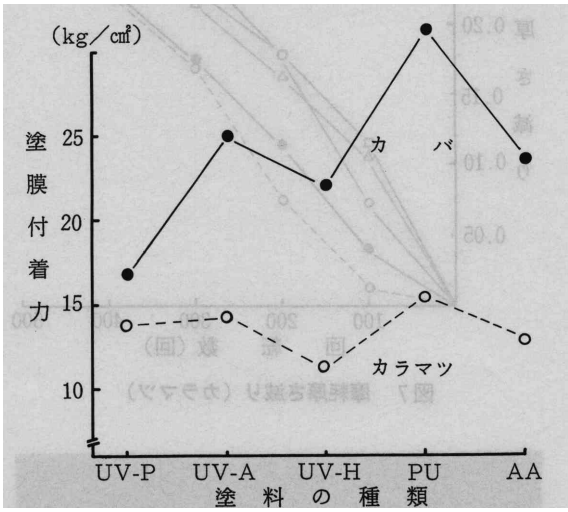

図3　塗膜付着力
注　記号は表2を参照

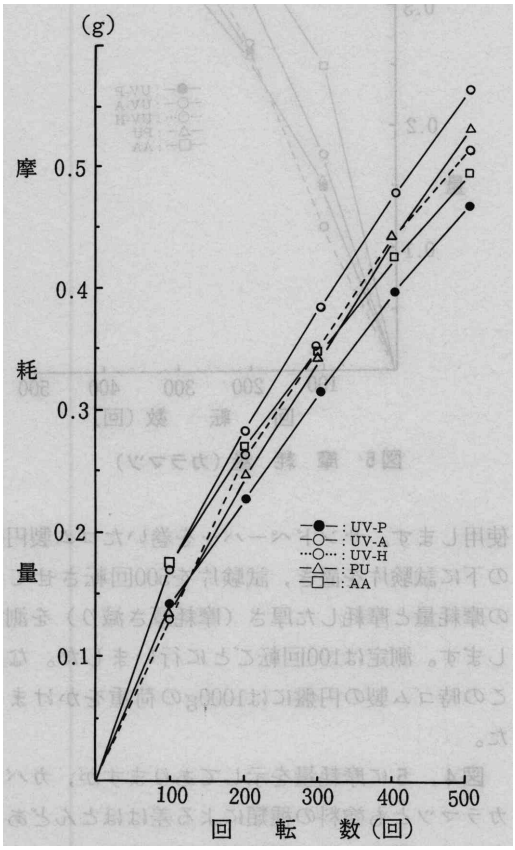

図4　摩耗量（カバ）

の治具を塗膜面に付着し，これを引張って破壊したときの値です。

結果を**図3**に示します。塗膜付着力に優れているといわれているポリウレタン塗料は，カバ，カラマツとも大きな値を示していますが，UV塗料３種類も特に低い値ではありません。特殊合板のＪＡＳではこの値が4kg／cm²以上あれば合格ですから，いずれの塗料もこの規格値を十分にクリアしています。

（b）摩耗試験

この試験は塗膜の耐摩耗性を調べる試験ですが，**写真4**に示すようなテーバー式摩耗試験機を

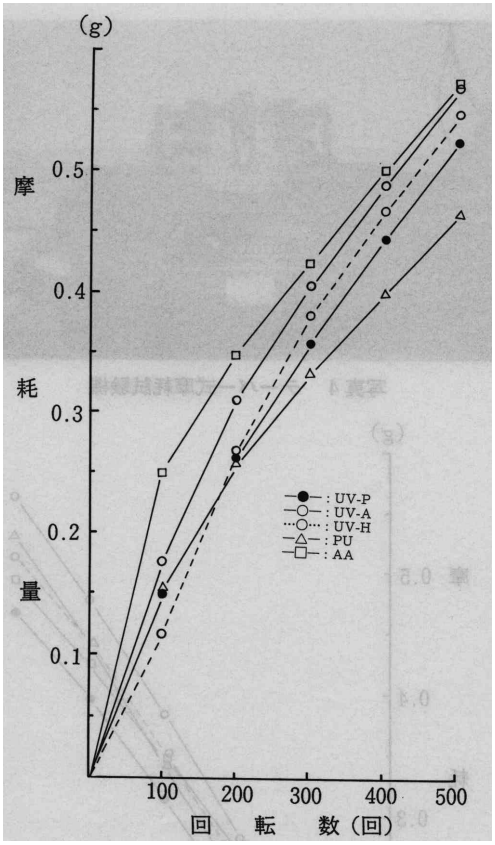

図5　摩　耗　量（カラマツ）

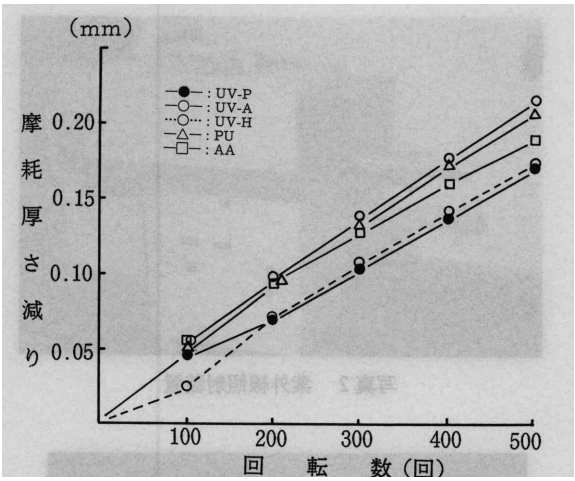

図6　摩耗厚さ残り（カバ）

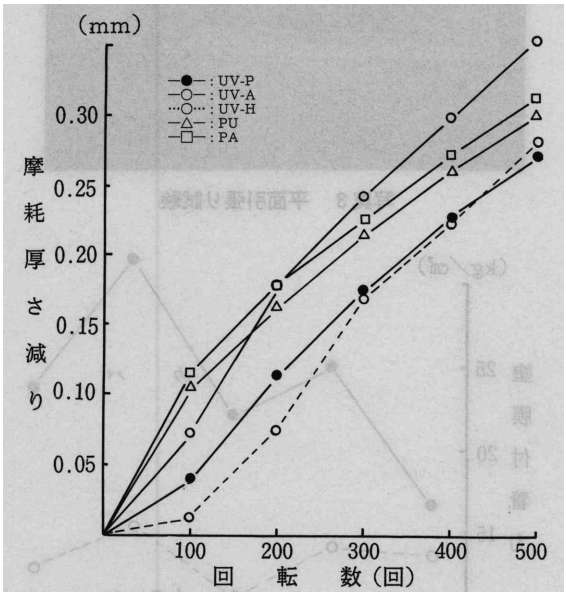

図7　摩耗厚さ減り（カラマツ）

使用します。サンドペーパーを巻いたゴム製円盤の下に試験片を置き，試験片を500回転させてその摩耗量と摩耗した厚さ（摩耗厚さ減り）を測定し首す。測定は100回転ごとに行いました。なおこの時ゴム製の円盤には1000gの荷重をかけました。

図4，5に摩耗量を示してありますが，カバ，カラマツとも塗料の種類による差はほとんどありません。**図6，7**は摩耗厚さ減りです。カバ，カラマツともUV塗料のポリエステル系とハードコートがやや小さい値を示しますが大差はありません。これらの結果から，UV塗料の耐摩耗性能はポリウレタン塗料，アミノアルキッド塗料に比べて大きな差はないようです。

(c) 引きかき試験

この試験は塗装面をダイヤ針で引きかいたときの傷の探さを測定します。**写真5**に示すように引

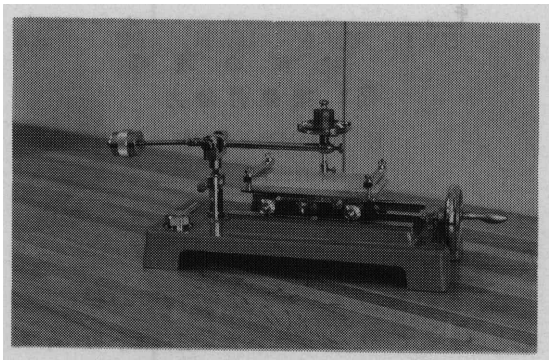

写真5　引きかき硬度試験機

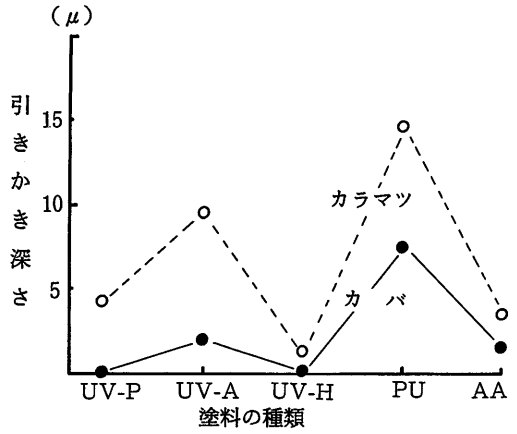

図8　引きかき深さ

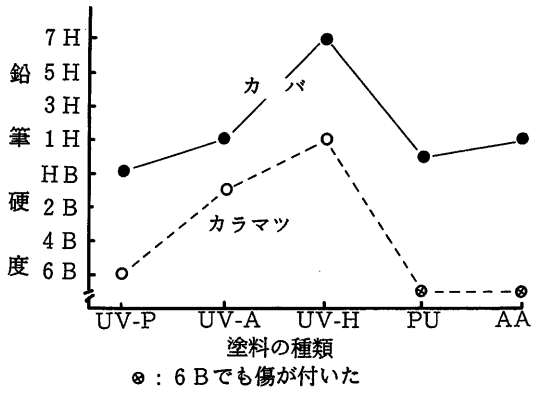

図9　鉛筆硬度試験の結果

きかき硬度試験機の先端にダイヤ針をセットし，これに100gの荷重を加え，試験片の繊維方向に一定の速度で移動させて引きかき傷を付け，この傷の深さを粗さメーターで測定したものです。

試験結果を**図8**に示します。カバ，カラマツともポリウレタン塗料で傷が深く，UV塗料は全体に浅い結果を示しています。特にハードコートを塗装したものは傷が付き難いようです。塗装面の硬度向上が，ハードコートのセールスポイントですから当然の結果だとはいえますが，やはり座卓，テーブルなど塗装面の硬度が要求される用途には適しているといえるでしょう。

（d）鉛筆硬度試験

この試験は引きかき試験のダイヤ針の代りに，鉛筆を取り付け，試験片の繊維方向に一定の速度で移動させ，塗膜に傷の付かない最も硬い鉛筆の硬度を求めるものです。なお，このとき鉛筆には1000gの荷重をかけます。

試験結果を**図9**に示します。引きかき試験と同じように，UV塗料はポリウレタン塗料，アミノアルキッド塗料に比べ良い結果を示しています。特にハードコートを塗装するとかなりの硬度の鉛筆まで耐えることができ，カバでは7Hでも傷が付きません。また，カラマツでも1Hまで傷が付かず，他の塗料をカバに塗装したときと同程度の性能が得られました。

4．おわりに

UV塗装の主な特徴と，木材へ塗装したときの性能を従来の木工用塗料と比較しながら紹介しました。従来の塗料に比べ特に性能で劣るところはありませんでした。優れているところはハードコート塗料の塗膜硬さ，すなわち耐引きかき性と，より硬い鉛筆に耐える点です。

木材側で望んでいるこ上の一つにスギ，カラマツなどの軟材を，カバ，ナラなどの硬材と同等に傷を付きずらくすることがあります。特に何かをぶつけたとき傷が付かない，凹まないという性能です。今回，衝撃試験も若干試みたのですが，残念ながらその効果はあまり期待できませんでした。

しかしながら，現在UV塗料は大幅に増加しつつあり，今後も増加するのは確実です。それにともない塗料価格の低下も期待できます。UV塗装の長所，短所をよくわきまえて長所を生かした使い方が望まれます。

（林産試験場　合板科）