

木材の調湿機能と塗装

岸 久雄*, 辻 直幸*, 中山 伸吾*, 木村 哲*,

Humidity Control Function of Wood and Painting

by Hisao KISHI, Naoyuki TSUJI,
Shingo NAKAYAMA and Satoshi KIMURA

Wood is a gentle material which has the ability to control humidity. But it is said that, if wood is coated with paint, this function reduces by half. So, painting methods which could hold humidity control function were investigated. The results of this research were as follows:

- 1) The thinner the coated film was, the better absorbency was. But this effect was different with various paints. Water-based acrylic emulsion paint and natural paint were good.
- 2) It was obvious that, when hardwood was coated with polyurethane resin paint, open pore finishing produced good absorbency.
- 3) Even if wood was coated with paint, the thicker the wood was, the larger absorbency was.

Key Words: wood, absorbency, painting, hardwood

1. はじめに

住宅の安全性について、多くのことが論議されているが、最近では、建物の耐久性や強度に加えて、人間が生理的、心理的に安全に住める住環境についても、かなり重視されるようになってきている。すなわち、住宅内の温度・湿度、空気汚染、音や振動などを含めた快適な室内環境を形成できるかどうか、人間の健康や安全にとって、たいへん重要な要素となってきた。

そのような中で、木材は、もともと調湿機能や人に対して良好な感触・視覚特性などをもっており、人にやさしい自然な建築材料と考えられているが、従前では、その加工の段階で有害物質を発生する接着剤などを使用して、問題視される場合もあった。木材塗装についても、木材の保護やその美しさを引き出す効果をもっているものの、塗装により、木材の調湿機能を半減させる欠点があると言われている。¹⁾

そこで本研究では、この木材塗装を行っても、木材の調湿機能が保持される塗装方法を見いだすことを目的に、各種塗装木材の吸湿性能が塗装方法により、どのように変化するかを検討した。

なお、塗装方法の調査としては、塗料の種類、塗膜の厚さ、広葉樹の導管の仕上げ方法などを変えることにより行った。

2. 実験方法

2.1 供試木材と塗料

実験に用いた供試木材の樹種、大きさ、比重を表1に示した。ヒノキ材、タモ材は、柁目材を使用した。シナ合板は、市販品で表面板目材を用いた。なお、各実験における供試木材は、できる限りバラツキを少なくするために、同一実験においては、より性能の似た木材を選別する目的で、同一丸太から、木目、密度などがより近似している木材の繊維方向部分を分割使用した。シナ合板は、同一合板からできるだけ採取して、使用した。

* 製品開発グループ

使用した塗料は、表2に示したものを使用した。塗装については、研磨・下塗り・研磨・中塗り・研磨・上塗りの一般的な標準工程にて、エアスプレー塗装により行ったが、ヒノキ材とオープンポア仕上げについては、下塗り工程を省いた。また、塗膜厚別の吸湿性能実験では、同一塗料の塗り重ねとした。なお、自然塗料とセラミック系塗料の塗装は、刷毛塗りにより行った。

表1 供試木材の性能

木材の種類	大きさ (mm)	気乾比重
ヒノキ材 (心材)	幅40×長さ320	0.51
タモ材 (心材)	幅80×長さ320×厚み15	0.64
シナ合板 (3層合板)	幅160×長さ260×厚み5	0.58

表2 供試塗料

塗料の種類	塗料の品番 (W:下塗り S:中塗り C:上塗り F:艶消し)	メーカー
ポリウレタン樹脂塗料 U	UW10, US52, UC30	玄々化学
ニトロセルローズラッカー L	LW10, LS11, LC21	
アクリルラッカー K	KC10, KF10	
水性アクリルエマルジョン S	SC10	
ポリエステル樹脂塗料 P	PS20, PC10	
アクリルウレタン樹脂塗料 A	AC10	
自然塗料 NP	NPO121(W), NPO131(C)	富士塗料
セラミック系塗料	オルモロンG	

2.2 吸湿実験方法

吸湿実験は、図1に示した手順で行った。ここで、木

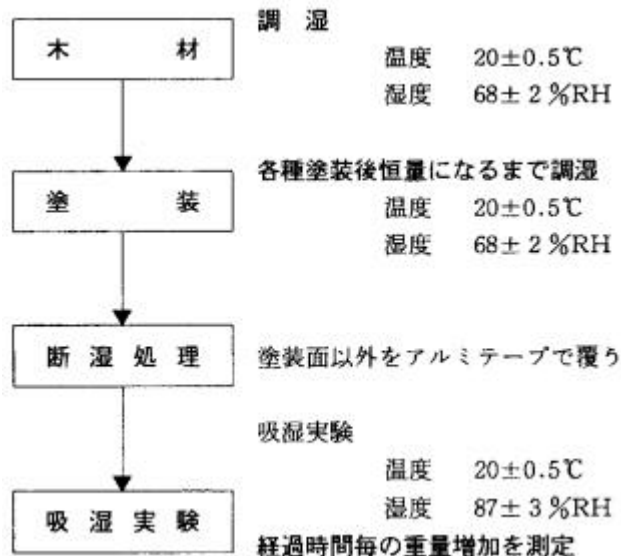


図1 吸湿実験方法の手順

材の調湿と塗装木材の調湿は、恒温恒湿室（タバイエスペック）内で恒量に達するまで養生することにより行った。なお、その恒温恒湿室の温湿度は、試験片近辺に置いた2個の温湿度計（おんどとり（株）ティアンドディ）によって測定した。塗装面以外の木部の断湿処理は、防水・防湿アルミテープ（住友スリーエム）により行ったが、ヒノキ材については、表裏面とも塗装したため木口と端面部を、シナ合板とタモ材については、表面のみ塗装したため、裏面、木口と端面部を断湿処理した。断湿処理後、高湿条件の恒温恒湿室で吸湿実験を行い、経過時間毎の吸湿重量を精度1/100gの天秤（メトラーの直示天秤）にて測定した。

なお、塗膜厚の測定は、1/100mm精度のマイクロゲージにより測定した。

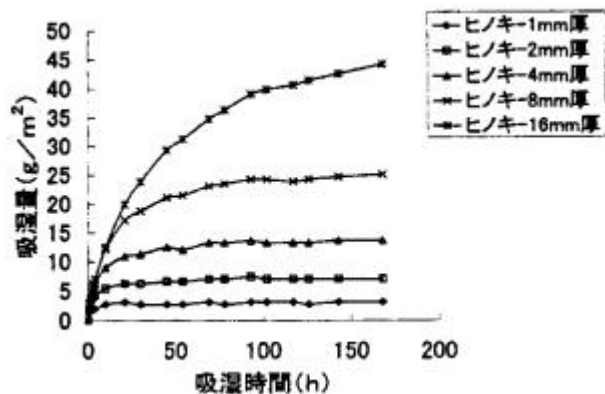


図2 ヒノキ材の板厚と吸湿性能

3. 結果と考察

3.1 木材の板厚と吸湿性能

図2に無塗装ヒノキ材の吸湿時間と板厚毎の吸湿量の変化度合いを示した。板厚が薄いと含水率が木材内部まで平衡に達する時間がさほど要しないため、早い時間から吸湿量が一定となった。また、木材表面部分は、水分の移動が容易で、吸湿時間も早いですが、木材が厚くなるとともに木材内部への水分移動は、木材の組織上の問題などから遅くなり、吸湿速度も緩やかになることから、厚い材ほど含水率が平衡に達する時間も遅れる傾向にあった。一般に、1日の温度変化に対応した木材の調湿機能は、木材表面から数mm以内といわれているが²⁾、この実験でも吸湿数時間では、16mm厚でも8mm厚でも同じ吸湿量であった。

図3,4は、ヒノキ材に塗装した場合、板厚により吸湿量がどのように変化するかを実験した結果である。図3は水性アクリルエマルジョン、図4はポリウレタン樹脂塗料を塗装した場合の結果である。

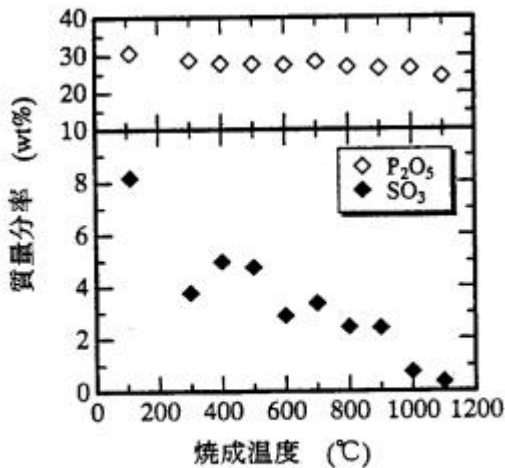


図4 Ig.Loss分を除いた場合の焼成温度によるリンと硫黄の変化量

図3 水性アクリルエマルジョンを塗装したヒノキ材の板厚と吸湿性能

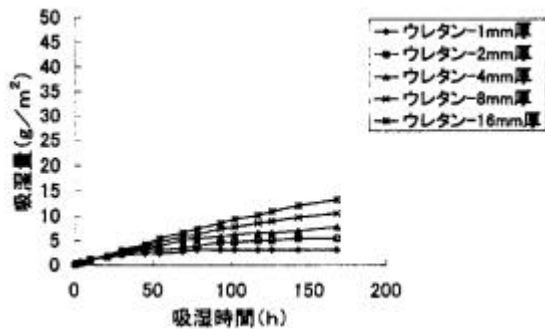


図4 ポリウレタン樹脂塗装したヒノキ材の板厚と吸湿性能

水性アクリルエマルジョン塗装した時には、図2の無塗装ヒノキ材によく似た吸湿傾向を示したが、ポリウレタン樹脂塗料の場合には、吸湿時間との関係から見て、明らかに吸湿量が小さくなった。ただ、吸湿時間をかければ、板厚が厚いほど吸湿量が大きくなる傾向は、無塗装ヒノキ材と同様にどの塗料でも観察できた。

これらの結果から、木材を塗装した場合には、調湿機能の低下度合いは、塗料により著しく異なることがわかった。

3.2 塗料及び塗装方法の違いと吸湿性能

塗料により吸湿性能が著しく異なることから、8mm厚のヒノキ材を使用して、塗料別の吸湿性能を調べた。この結果を図5に示した。

自然塗料、水性アクリルエマルジョンを使用した塗装は、無塗装ヒノキ材と比べると、若干吸湿性能は低下するものの、比較的無垢材に近い吸湿性能が保持されている状態であった。これに比較して、ポリウレタン

樹脂塗装は、その吸湿性能低下度合いがかなり大きい実験結果であった。この中間の値を示したのが、アクリルラッカー塗装を行ったものであった。

このような結果になったのは、自然塗料が浸透タイ

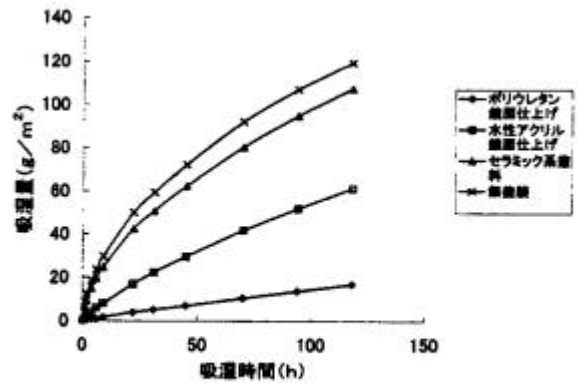


図6 タモ材の塗装と吸湿性能 (鏡面仕上げ)

図5 ヒノキ材の塗装と吸湿性能

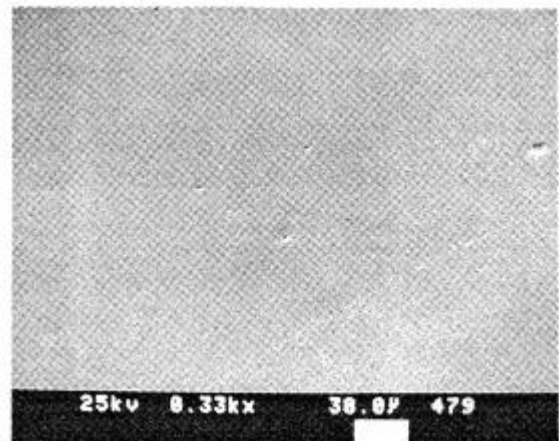


写真1 水性アクリルエマルジョン塗膜の走査型電子顕微鏡写真

プの塗料であり、十分な造膜が形成されないこと、また水性アクリルエマルジョンの塗膜には写真1のような微細なピンホール状の欠点が存在することにより、吸湿性が保持されたためと考えられる。

なお、それぞれの塗膜厚は、どの塗料とも木材に不均一に浸透してから造膜するため、正確に測定できなかった。そのため、同一重量の塗料をガラスに塗布した場合の塗膜厚を測定し、その値をその塗料の膜厚として調べてみた。その結果、水性アクリルエマルジョン、アクリルラッカーは約40µm、ポリウレタン樹脂塗料は約60µmであった。自然塗料は、浸透性塗料のため、

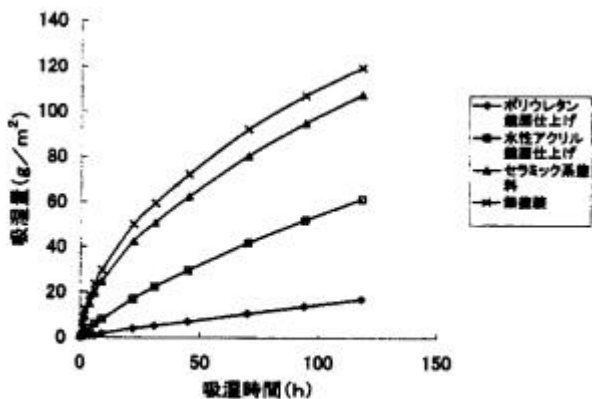


図6 タモ材の塗装と吸湿性能（鏡面仕上げ）

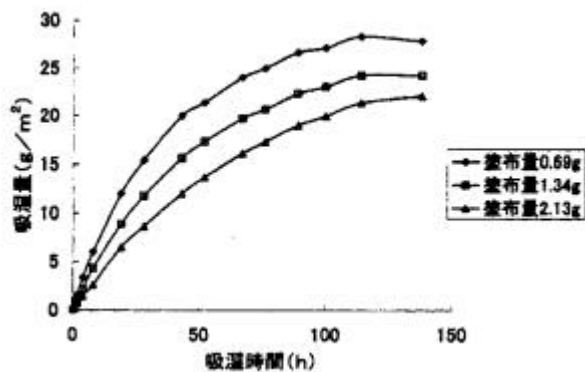


図8 アクリルラッカーの膜厚（塗布量）と吸湿性能

図6 タモ材の塗装と吸湿性能（鏡面仕上げ）

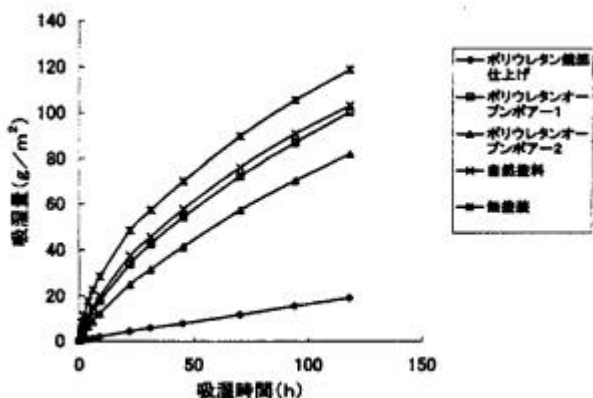


図7 タモ材の塗装と吸湿性能（オープンポアー）

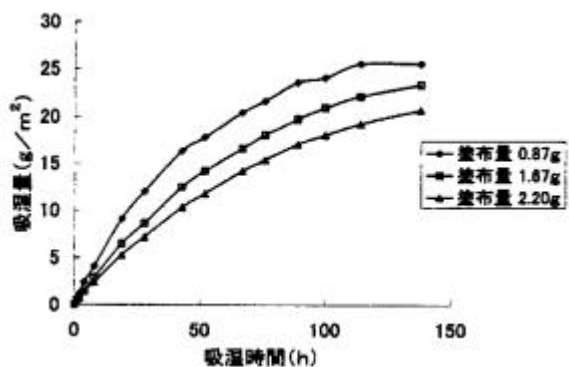


図9 アクリルウレタンの膜厚（塗布量）と吸湿性能

ガラスへの多くの塗布は難しく、塗膜厚換算ができなかったが、充分吸い込ませてから余分なものを拭き取る方法により、確実に浸透させたものを使用した。

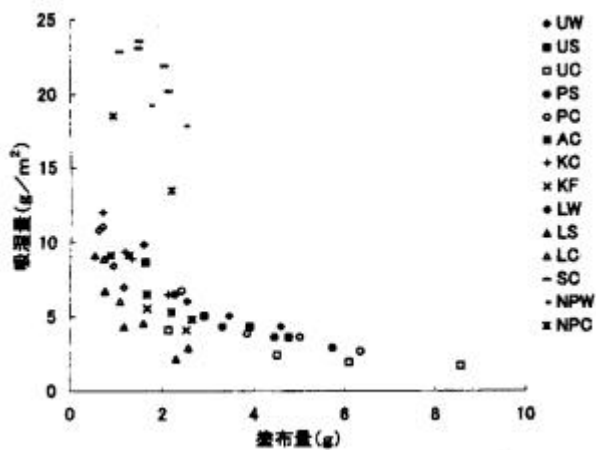
次に、タモ材を使い、塗装方法による吸湿性への影響度合いを調査した。図6に鏡面仕上げ（ガラスに塗布した塗膜厚換算で、どの塗料も約110 μ m）、図7にオープンポアー仕上げ（同様にガラス塗膜厚換算で、オープンポアー1が約25 μ m、オープンポアー2が約35 μ m、鏡面仕上げが約110 μ m）を行った場合の吸湿性能結果を示した。なお、セラミック系塗料も浸透タイプのものであり、自然塗料と同様に充分な浸透を行った。

図6からわかるように、ヒノキ材で良好な吸湿性能を示した水性アクリルエマルジョン塗装でも、塗膜厚を厚くし、鏡面仕上げを無理矢理行った場合には、吸湿性能がかなり悪化した。これは、一般に透湿性は塗膜厚が厚くなると小さくなる³⁾ことと、微細なピンホール状の欠点があるが、塗膜厚の増加により閉塞する機会が増

加し、吸湿性も減少するためと考えられる。浸透タイプのセラミック系塗料の塗装が良好な吸湿性を示したのは、自然塗料塗装と同様、造膜が形成されにくいためである。

図7に示したように、導管のあるタモ材にポリウレタン樹脂塗料によるオープンポアー仕上げを行った場合には、鏡面仕上げに比べてかなり良好な吸湿性が得られた。この場合、明らかに膜厚が薄いオープンポアー1の方がオープンポアー2より良好な吸湿性があり、自然塗料塗装に近い実験値を示した。

このことから、導管を閉塞しない塗装仕上げを行うことにより、かなり木材の吸湿性を保持できることがわかった。すなわち、導管のある材には、薄膜なオープンポアー仕上げを行うことにより、ポリウレタン樹脂塗料を使用しても、吸湿性のある塗装仕上げが可能であると考えられた。



図

10 塗料別の膜厚（塗布量）と吸湿性能
注）図中の記号の詳細は表2を参照

3.3 塗膜厚（塗布量）と吸湿性

各種塗料を用いてシナ合板に塗装した場合、その塗布量により、吸湿性がどのように変化するかを調べた。ここでは、前記のように塗料が木材に不均一に浸透することから、正確な塗膜厚測定が困難なため、塗布量を変化させることにより、塗膜厚も変わったものとみなした。図8にアクリルラッカー塗装材の経時吸湿性能、図9にアクリルウレタン樹脂塗装材の経時吸湿性能結果例を示した。塗布量が多くなるに従い、吸湿性能は明らかに両者とも低下している。このことは、同じ樹脂であれば、塗膜厚と透湿性は相反する関係であること³⁾からも容易に推測される結果である。

図8, 9では、塗料間の差は判別しにくい。そこで、図10に、吸湿19時間後の吸湿量を塗料別の塗布量毎にプロットした。ただし、ここではすべて固形分塗布量で示したため、同一塗布量でも塗料により膜厚が異なってくるなどのこともあり、皆同一に比較検討できない。ただ、どの塗料をみても、塗布量が少なくなれば、吸湿量は増加しているとともに、その増加量は、塗布量が少ないときの方が大きいようであった。これは、塗布量が少ないときの方が、どの塗料でもピンホールなどの塗膜欠陥の生じる割合が増大するものの、塗布量がある程度多くなるとこの欠陥がなくなるためと考えられる。いずれにしても、木材の吸湿性を保持させるには、できるだけ薄い塗膜形成が良好である。

図10に示したように、水性アクリルエマルジョンと

自然塗料とは、同一塗布量で他の塗料と比較した場合、吸湿性がかなり良好な位置にあることがわかった。このことから、水性アクリルエマルジョンと自然塗料は、木材の吸湿性保持塗装には適した塗料といえる。なお、水性アクリルエマルジョンの塗膜の穴の大きさは、写真1に示したように、霧や水などの水滴（直径100 μ m）⁴⁾より小さい数 μ m程度であり、防水性もあり、透湿性もあるという範囲内にあることから、吸湿性を持った木材の汚れ防止塗装などには、充分利用できるものであった。

4.まとめ

木材に塗装した場合に、その塗料や塗装方法の仕方により、木材の調湿機能がかなり変化すると考えられたため、より良好な吸湿性能を保持できる塗装について検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- (1) 塗膜厚が薄くなるほど吸湿性は良好となるが、塗料の種類により、その効果は違った。水性アクリルエマルジョン塗料や浸透性タイプの自然塗料・セラミック塗料が良好であった。
- (2) タモ材のように導管のある広葉樹材は、オープンポアー仕上げを行うことにより、ポリウレタン樹脂塗装でも吸湿性がかなり改善可能であった。
- (3) 塗装した場合にも、板厚が厚いほど吸湿性能が大きかった。ただ、吸湿初期段階では、板厚により大きな変化はなかった。

この研究は、平成10年度松阪地域木材関連産業活性化計画関連機関支援事業の一部として実施したものである。

参考文献

- 1) 例えば 今村浩人ほか. 木材の吸放湿性に及ぼす塗装の影響. 第39回日本木材学会要旨集. p. 169(1989)
- 2) 板東慎二, 佐道健. コンピュータ・シミュレーションを用いた木材の調湿機能の解析. 京都大学演習林報. No. 63, P. 256-264(1991)
- 3) 田中丈之. コーティング膜の物性と評価. 東京, 理工出版社, 1992, p. 185
- 4) 原田隆司. 温冷感・湿潤感と衣服素材. 繊維機械学会誌. Vol. 45, No. 4, p. 199-206(1992)