

県産木材の高度利用技術開発

- アカマツ単板積層塗装材の開発 -

穴沢 靖*、谷内 博規**、高橋 民雄***、
浪崎 安治***、有賀 康弘***

県産木材（針葉樹）による床材等の開発を目的に、単板積層したアカマツ材を用いてその積層効果と塗装による表面硬度の向上について検討した。その結果、アカマツ材を煮沸処理することにより、素材への塗料の浸透性を改善することができること、水浴温度が80℃以下であれば素材の表面硬度の低下に及ぼす影響が少ないことがわかった。また、単板積層したアカマツ材の積層面を塗装することによって、その表面硬さはブナやケヤキ等の広葉樹の表面硬さと同等もしくはそれ以上の表面硬さが得られることがわかった。これらのことから、広葉樹や輸入木材の代替材として、床材等へ利用可能なアカマツ材による単板積層塗装材を開発¹⁾することができた。

キーワード：塗装、単板積層材、アカマツ、表面硬さ

Development of Laminated Veneer Coating Lumber for Softwood

ANAZAWA Yasushi, TANIUCHI Hironori, TAKAHASHI Tamio

NAMIZAKI Yasuji and ARUGA Yasuhiro

For the further utilization (including floor and other use) of softwood produced in Iwate prefecture, taking a Japanese Red Pine as a sample, we have studied lamination effect and the improvement of surface hardness by coating. We found that boiling treatment of Japanese red pine will improve the penetrability of paint against the coated material. The study also showed that the boiling treatment has few effect to lower the surface hardness unless the temperature exceeds 80℃. Moreover, the coating of each thickness of laminated veneer lumber will improve the surface hardness of the material to be equivalent or superior to the one of hardwood products including a Beech and a Zelkova. As a result, we succeeded in developing a substitute of hardwood and imported lumber, the laminated veneer coating lumber for floor and other use utilizing a Japanese Red Pine.

key words : coating, LVL, japaneseredpine, surfacehardness

1 緒 言

住宅の軸用材料を目的として、県内に戦後造林された針葉樹（アカマツ、スギ等）は、現在伐採期を迎えているが、新たな建築工法等の出現や外材の進出に伴い、あまり利用されなくなってきたことから、早急に新たな用途の開発が望まれている。筆者らはこれまでにコーティングによる軟質木材の改質技術について検討を行い、住宅の内装材及び家具材等に使用できる軟質木材専用コーティング材料等の開発²⁻⁴⁾や難燃化処理木材⁵⁾（内装材）の塗装工程等の確立を図ってきた。しかし、さらに県産木材の需要の拡大を図るためには、公共性の高い

建築物の床材等に利用できる材料の開発が必要である。アカマツ材等は広葉樹材に比べ、軟質な早材部に起因する硬度不足のため、用途としては傷の付きにくい場所に限定されてきた。アカマツ材を用いた床材開発のためにはその表面をブナ材などの広葉樹並みの硬さに改質する必要がある。そこで本研究では、県産木材による床材等の開発を目的に単板積層したアカマツ材を用いて、その積層効果とコーティングによる表面硬度の向上について、林業技術センターと共同で検討を行ったので、その内容について報告する。

* 化学部

** 岩手県林業技術センター

*** 木工特産部

2 実験方法

2-1 供試材料

寸法 $L \times R \times T = 2000 \times 100 \times 120\text{mm}$ の岩手県産アカマツ辺材を本板目の木取りで 12 体調製し、生材のまま温水浴槽で 60 1 週間軟化を行い、突き板製造装置（スライサー）を用いて、厚さ 1 ~ 5mm の板目単板をそれぞれ 100 ~ 20 枚調製し、室温（25 ）で 4 週間風乾させた後、実験に供した。

2-2 積層接着

寸法 $L \times R \times T = 2000 \times 100 \times 120\text{mm}$ のアカマツ辺材の単板積層材（以下 LVL と記す。）を試作するために、水性ビニルウレタン樹脂系接着剤（大鹿振興（株）ピーアイボンド NO.127）を用いて、塗布量 $220 \sim 250\text{g/m}^2$ 、圧縮圧 10kg/cm^2 の条件で、厚さ 1、2、3、5mm のアカマツ辺材単板をそれぞれ 100、50、33、20 枚積層接着した。解压後、リップソー、二面鉋盤を用いて、積層面が試験面になるように加工した。図1に単板積層塗装材の製造工程を示す。

2-3 供試塗料

市販の木材用透明塗料の中から、下塗り塗料 1 種類、上塗り塗料 5 種類を用いた。下塗り塗料は、針葉樹専用塗料「木肌塗料」((株) 斉藤塗料製) の下塗り用塗料である木堅め剤を用いた。上塗り塗料は、乾燥塗膜の鉛筆硬度が異なる塗料の中から、紫外線乾燥塗料 2 種類、ポリウレタン樹脂塗料 3 種類を用いた。表1に上塗り塗料の略号、塗料タイプ、鉛筆硬度を示す。(以下、塗料名については略号で示す。) なお、紫外線乾燥塗料の乾燥条件は、メタルハライドランプ 120W/cm^2 、照射距離 20cm、コンベアースピード 3m/min とした。

2-4 煮沸試験

LVL を作成する際の煮沸条件を検討するため、寸法 $L \times R \times T = 50 \times 50 \times 15\text{mm}$ の形状に調整した岩手県産アカマツ柁目材を 30 ~ 98 の温度条件で、それぞれ 4 ~ 120 時間煮沸後、オープンで 105 、24 時間乾燥し、さらに塗装を行い試験片とした。なお、木材中への塗料の浸透性を評価するため、低真空型電子顕微鏡（株）日本電子製 JSM-5300LV）により試験片断面の観察を行った。また、木材表面の硬さの測定は、ブリネル硬さ試験により行った。

2-5 ブリネル硬さ試験

塗装を施した LVL の表面硬さの測定は、ブリネル硬さ試験により行った。なお、ブリネル硬さの測定には、寸法 $L \times R \times T = 100 \times 100 \times 15\text{mm}$ の LVL、また比較のために、同じ形状のアカマツ板目単板及び柁目単板を用いた。万能試験機 AG-10TD（(株) 島津製作所製）を用い、JIS-Z-2101 に準じて、試験片表面から直径 10mm

の鋼球を約 0.32mm 圧入し、その時の荷重 P (N) を測定することにより、ブリネル硬さを以下の式によって求めた。硬さ = $P / 10$ (N/mm^2)

P : 圧入深さが $1/ \text{mm}$ となるとき荷重 (N)

なお、測定点は、試験片（寸法 $L \times R \times T = 100 \times 100 \times 15\text{mm}$ ）表面を縦横 10mm の等間隔に区分けし、その交点の 81 箇所とし、それぞれの試験片ごとに硬さの分布を求めた。

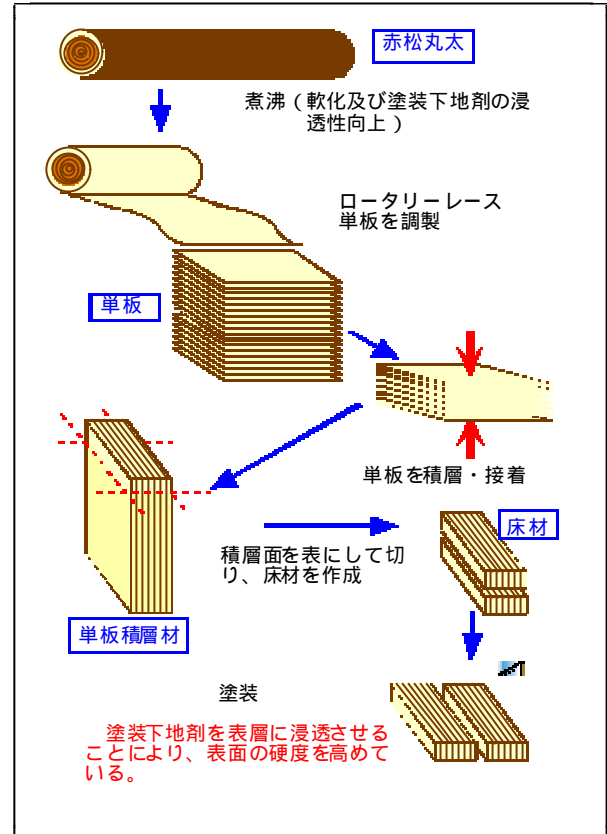


図1 単板積層塗装材の製造工程

表1 供試塗料

略号	塗料タイプ	鉛筆硬度
UV-H	紫外線乾燥塗料	4H
UV-S	紫外線乾燥塗料	2H
U-P	ポリウレタン樹脂塗料 (ポリオール型)	B
U-O	ポリウレタン樹脂塗料 (油変性型)	H
U-M	ポリウレタン樹脂塗料 (湿気硬化型)	F

3 実験結果

3-1 煮沸処理効果

木材からスライス単板やロータリーレース単板を調製する際には、木材を軟化させるための煮沸処理が行われる。この処理により、刃物の切削抵抗を低減させ容易に単板を作製することができるが、その一方で、木材中の

油脂分や細胞壁を構成するヘミセルロース等が溶脱され、塗料の浸透性の向上が期待できるものの木材自体の強度も損なわれるおそれがある。

図2に煮沸前の試験片と、80℃で48時間及び120時間煮沸処理した試験片の横断面の観察結果を示す。煮沸処理時間の増加と共に細胞壁厚が減少していることがわかる。

図3に図2で用いた試験片に下塗り塗料を10回エアスプレーした試験片の横断面の観察結果を示す。煮沸前の試験片においては、木材中への塗料の浸透分はわずかでほとんどが塗膜を形成している。煮沸処理時間の増加とともに塗料の浸透性が向上する傾向を示し、48時間煮沸処理した試験片では塗膜も形成しているが、煮沸前の試験片よりも浸透分が多くなっている。120時間煮沸した試験片においては、塗料のほとんどが浸透し塗膜を形成していないことから、煮沸処理することで素材への塗料の浸透性が改善されていることがわかる。

図4に未塗装とUV-H塗装試験片の煮沸処理における

温度とブリネル硬さの関係を示す。未塗装試験片においては、煮沸処理時間4時間及び120時間のどちらにおいても、処理温度の増加によりブリネル硬さは減少する傾向を示し、80℃以降では、煮沸処理時間120時間の試験片のブリネル硬さの値が大きく減少した。煮沸処理時間が長く、処理温度が高くなると、図2に示したように、細胞壁を構成するヘミセルロース等の溶脱量が多くなり、木材自体の強度が低下するためと考えられる。一方、UV-H塗装試験片では、煮沸処理時間4時間及び120時間の試験片どちらにおいてもブリネル硬さは、処理温度80℃まではほとんど変化がなく約19N/mm²の値を示し、処理温度98℃でブリネル硬さは15N/mm²に減少した。未塗装試験片と比較して煮沸処理時間による変化がほとんど見られなかったことは、図3に示した塗料の浸透効果の影響によるものと考えられる。従って、塗装することを前提としたアカマツ材の煮沸処理においては、処理浴温度が80℃以下であれば、表面硬度の低下に及ぼす影響は少ないと考えられる。

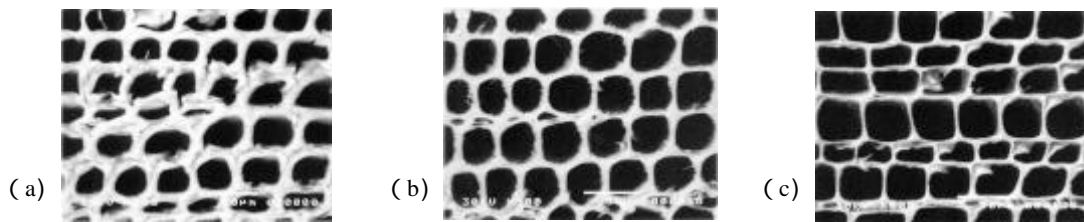


図2 煮沸処理試験におけるアカマツ試験片の横断面の電子顕微鏡写真
(a)煮沸前；(b)48時間煮沸処理；(c)120時間煮沸処理

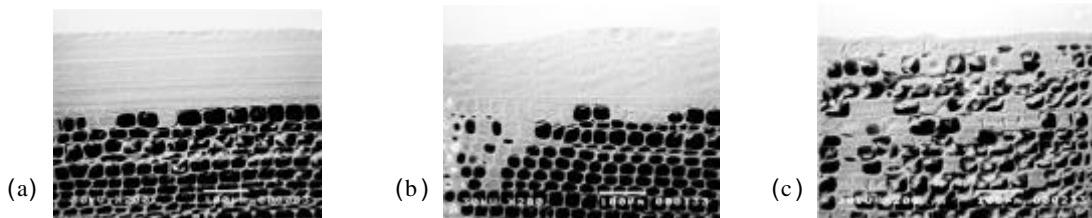


図3 煮沸処理試験におけるアカマツ塗装試験片の横断面の電子顕微鏡写真
(a)煮沸前；(b)48時間煮沸処理；(c)120時間煮沸処理

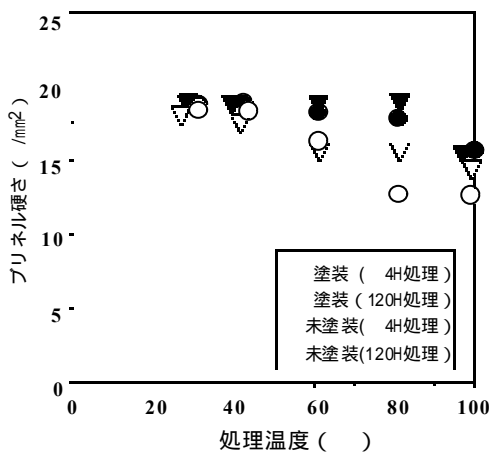


図4 煮沸処理温度とブリネル硬さの関係

3 - 2 表面硬さの測定

図5、6にアカマツ板目単板及びアカマツ柱目単板のブリネル硬さを測定した結果を示す。本実験に用いた岩手県産アカマツ材と比較するために、参考値（文献値）⁶⁾として広葉樹であるブナ及びケヤキ板目単板のブリネル硬さ（平均値）を示した。なお、ブナのブリネル硬さは17.7N/mm²、ケヤキは19.6N/mm²である。

図5のアカマツ板目単板のブリネル硬さの分布は、6~31N/mm²と広範囲な硬さの分布を示し、全体的に値は低いが、広葉樹よりも高い値を示す部分もあることから、晩材部がわずかでそのほとんどが早材部で構成されていることがわかる。また、その平均値は11.8N/mm²となり、ブナ、ケヤキの広葉樹に比べてかなり軟らかい材質とな

っていることがわかる。

図6のアカマツ柾目単板のブリネル硬さの分布は、9.8~18N/mm²となっており、板目単板に比較して晩材部の構成割合が増すことにより、硬さの分布が均一化されてくることがわかる。平均値は13.5N/mm²となり、板目単板よりは高い値を示すが、ブナ、ケヤキの値には及ばないことがわかる。

図7にアカマツを60±5、120時間煮沸処理したLVL(板厚:1mm)のブリネル硬さの分布を示す。ブリネル硬さの分布は13~30N/mm²となり、アカマツ板目単板の分布の範囲が狭くなり全体的に右側にシフトしたような分布となっている。また、その平均値は21.3N/mm²となり、ブナ、ケヤキの広葉樹よりも高い値を示す結果となっている。単板にすることにより軟らかい早材部が分散化され、さらに接着剤で積層されることにより材質の均一化と強度が増すものと考えられる。また、板厚2、3、5mmのLVLのブリネル硬さの平均値は、それぞれ19.3N/mm²、18.2N/mm²、17.5N/mm²となり、ブナ、ケヤキの広葉樹以上または同程度の平均硬さとなった。

図8に図7で用いたLVLにUV-Hを塗装した積層塗装単板のブリネル硬さの分布を示す。図7のLVLの分布がさらに右側にシフトし、平均値も24.3N/mm²となり、未塗装LVLよりも全体的に均一化された分布を示しており、塗装による表面硬度の向上が図られていることがわかる。この傾向はUV-S、U-P、U-O、U-Mにおいても同じ傾向を示し、ブリネル硬さの平均値で1.5~3.0N/mm²高い値を示す結果が得られた。

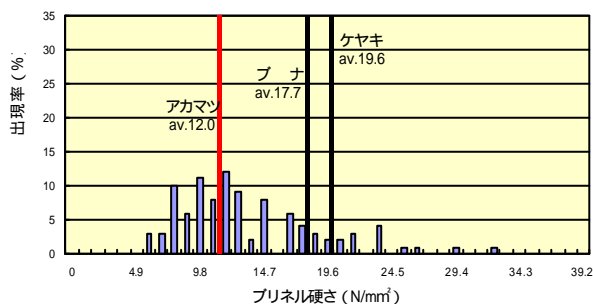


図5 アカマツ板目単板のブリネル硬さの分布

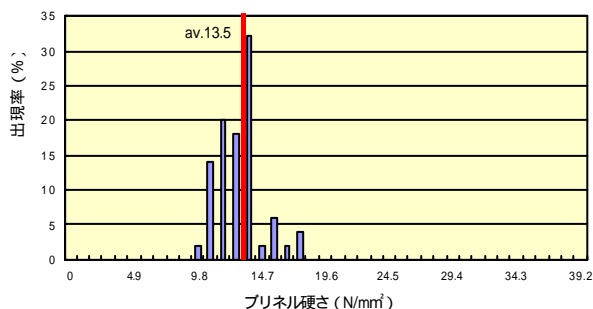


図6 アカマツ柾目単板のブリネル硬さの分布

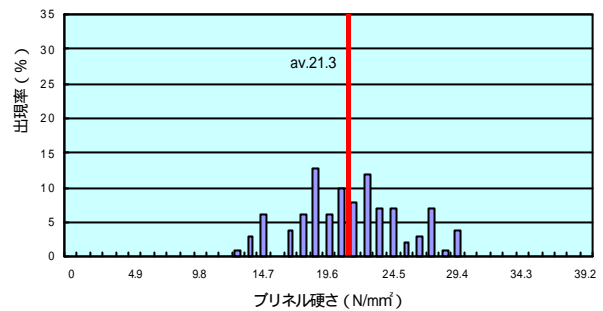


図7 アカマツLVL(板厚:1mm)のブリネル硬さの分布

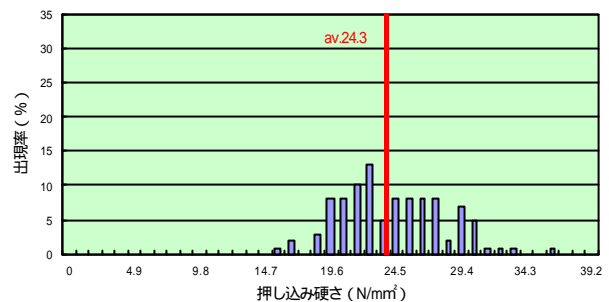


図8 UV-Hで塗装したアカマツLVL(板厚:1mm)のブリネル硬さの分布

4 結 言

県産木材(針葉樹)による床材等の開発を目的に、単板積層したアカマツ材を用いてその積層効果と塗装による表面硬度の向上について検討した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) アカマツ材を煮沸処理することにより、素材への塗料の浸透性を改善させることができる。
- (2) 塗装することを前提としたアカマツ材の煮沸処理においては、処理浴温度が80以下であれば、表面硬度の低下に及ぼす影響は少ない。
- (3) アカマツ材から積層単板を製作しその積層面を塗装することによって、その表面硬さはブナやケヤキ等の広葉樹の表面硬さと同等もしくはそれ以上の表面硬さが得られる。

文 献

- 1)特願2000-57181.
- 2)Y.Anazawa,Y. Namizaki : Proceedings of 2 nd Pacific CoatingForum,p.354-357 (1997).
- 3)Y.Anazawa,Y.Namizaki : Proceedings of Symposium T of IUMRS-ICA-97, p.106-107(1997).
- 4)特開平 10-101993.
- 5)谷内,穴沢 : 第48回日本木材学会大会研究発表要旨集,p.649(1998).
- 6)木材工業ハンドブック,丸善(株)(1982).

