

木材加工における研磨について

田所千明

筑波大学生命環境科学等支援室（農林工学系）
〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

木材加工における研磨作業のうち、主に手を使った作業の要点について、これまでの経験等から得られた知識を基に述べる。木材を加工するための刃物について、研磨用具である砥石との関係により生じる研磨の難しさや、不具合への対処の仕方を考察した。木材の研磨では、研磨粒度の違いによる表面性状の変化を電子顕微鏡を用いて調べた。また、研磨粒度による木目の表れ方の違いと、摺り漆塗装の状態の違いを観察した。塗膜研磨については、限られた厚みの塗膜をいかに平滑に研ぎ破らずに研磨するか、その方法を検討した。

1. はじめに

ものづくりにおいて、材料と道具は密接な関係にある。人の手による加工では、道具は材料に従属したものであり、材料の持つ様々な特質に対応していなければならない。特に異方性の極みである生物材料（木材）の加工には、金属や高分子材料のような均一なものとは異なり、様々な加工工程にその特徴（生まれ付き）が現れるため、道具や手を上手く対応させなければならない。合理的な加工が求められる機械加工では、木材を可能な限り均一で等質な材料として扱い、圧倒的な力を用いた材料に従属しない加工となる。手による加工では、材料の違いを目で見、鼻で嗅ぎ、手で触れる等の五感より得られた情報から、備わった能力（体力・知力）を使い、それに応じた対応（加工）をすることで、個性のある製作となる。加工中は対象物と直接関わりながら、過去の経験を加味し加工状態に合わせて自身の動きを決める。

木材加工では工程ごとに異なった研磨作業があり、その良否が後の工程に影響を及ぼしている。それぞれの研磨技術については知られているが、研磨用具と被削材の関係およびその詳細について、これまでの経験を基に述べる。

2. 木材加工における研磨

2.1 研磨とは

研磨とは材料表面を平滑で光沢のある面に仕上げる加工である。表面処理加工の一分野である研磨には、主に機械研磨・電解研磨・化学研磨の3種類があり、木材加工では機械研磨が行われている。機械研磨では微小で連続した突起や微細な砥粒を表面に押しつけてこすり、物理的に被削材を研磨する。用いられる研磨用具には、やすり、砥石、金属粉を接着した研磨紙等がある。砥石や研磨紙には砥粒の大

きさ毎に番手と呼ばれる各種のものがあり、求める仕上がり状態により使い分けられている。

2.2 刃物研磨

木材を加工する刃物は刃先の鋭さが必要である。軟らかい木材を切削するには、わずかな刃先の摩耗が切削品質を低下させる。刃物の研磨には、やすりや砥石が用いられる。やすりは、のこぎりの目立て等に使われ、すり込み・仕上げ・上目やすりがある。砥石は天然・人工砥石があり、仕上げ研ぎ以外は人工砥石が使われている。研磨方法には機械と手による研磨がある。機械の研磨では、機械に取りつけて使用される刃物を研磨することが多く、やすりを往復運動させて研磨する帯のこの研磨や、回転する砥石に刃物を押付けて研磨する自動かんな盤用の刃の研磨が主なものである。手による研磨では、やすりを用いたのこぎりの研磨や、砥石を固定して刃物を往復させる、かんなやのみの研磨等がある。

砥石による水研ぎ研磨では、水の浸みた砥石面と切れ刃面による摩擦で、砥石成分がはく離し砥粒となり切れ刃面が研磨される。したがって、刃物を研磨しながら砥石も研磨される。この砥石面の減少により切れ刃面も変化してしまうため、砥石面の形状維持が重要となる。写真1は切れ刃面と砥石面が一致した結果、倒れなくなったかんな刃である。

2.3 木材研磨

木材研磨の目的は塗装のための素地調整が主なものであり、その素地研磨の出来不出来が製品の価値に影響を与える。製作中に生じたキズ、逆目、目違い等の欠陥を修正し、平滑にして、特有の木目を引



写真1. かんな切れ刃面と仕上げ砥石面との関係

中砥石で中研ぎしたかんなを仕上げ砥石で研磨し、切れ刃面と砥石面が互いに隙間無く接した状態となり、倒れなくなったかんな刃。

立たてる。研磨に用いられるやすりには、鬼目・すじ目と呼ばれるものがあり、荒削りに使われる。研磨紙は粒度が#12～#1200までの27段階に分かれているが、一般に使用される範囲は#120～#600である。そして、低い粒度から順次目的の仕上がり状態まで粒度を上げながら研磨する。研磨には水を使わない空研ぎが行われる。機械の研磨では布地に研磨材を接着したベルトサンダーが一般的で、研磨粒度#320までが主に用いられる。手による研磨では、形状による不適や熱による目詰まり等の機械の研磨に適さない場合や、工芸分野および銘木等に対して行われる。また、紫檀や黒檀等の硬い銘木を用いた唐木家具等では、#1,500位までの耐水研磨紙による水研ぎも行われる。

2.4 塗膜研磨

塗膜研磨の場合は塗装の仕上げ塗りの前処理として行われる。数回塗り重ねられた塗装面を耐水研磨紙を用いて水研ぎすることにより、仕上がった塗装面は、より平滑で光沢の有るものになる。

漆工芸における研磨作業は非常に重要である。塗りの前工程として下地作りがあり、下地材を数回塗り重ね研磨し下地を作る。そして漆を塗り、仕上げ塗りの前に研磨し、仕上げ塗りをする。漆塗りの仕上げには、上塗り後そのまま乾燥させた「塗立て仕上げ（花ぬり）」と下塗りを出さないように上塗りを研磨し、より平滑に仕上げる「呂色仕上げ」の2種類がある。塗立て仕上げには、ほこりを付けずに均一に塗る技術が必要である。呂色仕上げでは、研磨する塗膜厚さが数十マイクロメートルと薄いため、その厚さの範囲内で平滑に研磨する技術が求められる。仕上げられた塗装面が鏡面光沢を有するためには、平滑でキズの無いことが必要である。

漆の樹液（生漆：きうるし）を均一に攪拌しながら含まれる水分を無くして作られる木地呂漆は、塗られた時点では透明度が低く黒ずんで見えるが、時間の経過と共に透明になり、下の下地が見えるようになる。木材に木地呂漆を用いて呂色仕上げをした場合、時間とともに漆が透けて木が見えるようになり、しっとりとした触感も加味され、漆塗りの特徴の一つとなっている。

2.5 刃物・木材・塗膜研磨の関係について

刃物・木材・塗膜それぞれの手による研磨の特徴

を表1に示す。研磨の目的では、刃物と塗膜研磨については表面の鏡面化が共通している。刃物の鏡面化は刃先の鋭さと同義である。被削材の硬さは金属材料である刃物が一番硬く、高分子材料の塗膜、次に生物材料の木材（節等を除く）の順となっている。研磨粒度については、刃物が#3,000以上までの広い範囲の粒度による研磨が行われ、木材では#600程度までの範囲、塗膜は#1,500位までの粒度範囲で、研磨目的の違いにより使い分けられている。研磨作業時の研磨方向については、刃物の場合は、求める刃先角となるように刃物を砥石面と平行に往復させる。木材では木材繊維の向きと同じ方向になるようにし、塗膜面では平滑に削られた下塗り研ぎ面と平行になるよう研磨する。

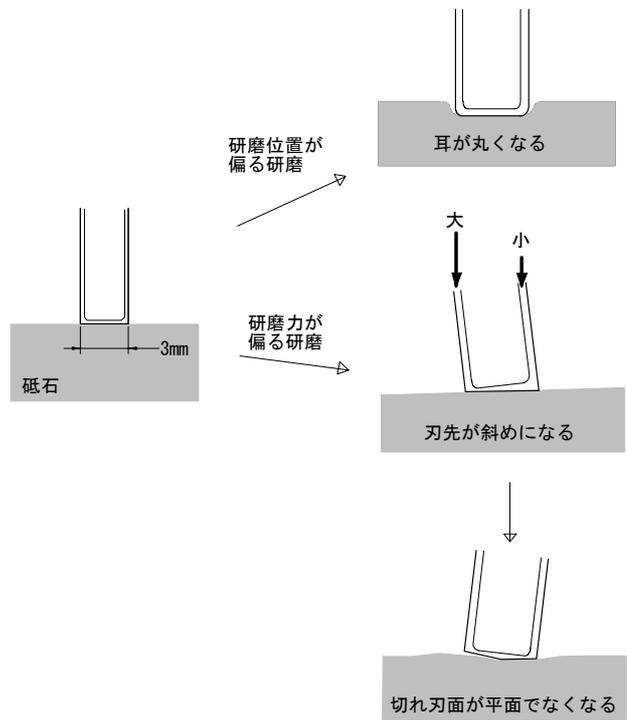


図1. 「一分のみ」の研磨

一分のみは刃幅3mmと狭いため、砥石面上の研磨位置や研ぐ力および切れ刃面の接地状態の偏り等により、刃面を平面で刃先が真直ぐな状態に研ぎ上げることが難しい。

| | 刃物研磨 「砥石」 | 木材研磨「空研ぎ研磨紙」 | 塗膜研磨「耐水研磨紙」 |
|--------|------------------|-----------------|-------------------|
| 目的 | 刃先の鋭利さ－鏡面化 | 木地調整－木目鮮明化 | 塗膜平滑－鏡面化 |
| 被削材の硬さ | 硬 | 軟 | 中庸 |
| 研磨粒度 | 荒砥 — #240 | 荒研ぎ — #120 | 荒研ぎ — #600 |
| | 中砥 #400 — #1,500 | 中研ぎ #120 — #320 | 中研ぎ #800 — #1,000 |
| | 仕上げ砥 #3,000 — | 仕上げ研ぎ #600 — | 仕上げ研ぎ #1,500 — |
| 研磨方向 | 切れ刃面の動きが砥石面と平行 | 木目に平行 | 下塗り面に平行 |

表1. 手による研磨形態の比較

木材を使ったものづくりの工程は、刃物により加工が行われ、次に組み立て前後に木材の研磨が行われ、塗装の後に塗膜の研磨が行われ、磨き上げられて完成となる。良く切れる刃物で木材を平滑に加工し、表面を研磨紙でより滑らかにし、その上に塗料を塗り、より細かな塗粒で研磨し、光沢のある製品に仕上げる。しかし、初期の刃物による加工に欠点がある場合、その後の木材研磨や塗装での補修は非常に時間と手間の掛かることとなり、負担が非常に大きい。次の木材研磨が不十分では塗装による補修に手間取ってしまい、最後の塗膜研磨での失敗は塗装のやり直しとなり時間の損失が大きい。

3. 研磨の詳細について

3.1 刃物研磨の詳細

一分のみ（幅 3 mm、奥行き 12 mm）のような幅の非常に狭い刃物の研磨時の不良について、図 1 に示す。幅の狭い刃物研磨では、通常の幅の研磨には現れにくい欠陥が顕著になる。絶えず砥石面を移動しながら往復動作を繰り返さないと、のみにとっては重要な耳（両刃先角）が丸くなってしまふ。そののみを用いて穴を開けた場合、穴の角が正確に出来ず、ほぞ接合に不向きとなる。また接触面積が小さいため、力が集中することにより砥石面が凹凸になりやすい。研磨中砥石面の状態を出来得る限り平面となるよう（刃物を研磨しながら砥石面も平面に研磨するよう）に、砥石面全体を使う研磨としなければならない。また、微小な幅であるため切れ刃面に均一に力を加えることが難しく、刃先が斜めになったり、切れ刃面が平面でなく凸面になりやすい。

研磨作業では研磨用具の磨耗は避けがたい結果である。刃物と共に研磨用具も減少するため、切れ刃面を平面に保つことが難しくなる。図 2 に示したものは、2 枚刃かんなにおける、かんな身と裏金の重なり合いの関係を示したものである。2 枚刃かんなは、木材細胞の配列の方向が切削方向と逆になる場合に起こる、逆目を止めるためのかんなである。裏金によって無理やり曲げられたかんな屑が、先割れを防ぎ切削面の荒れを防止する。そのため接合部分にはかんな屑が詰まりやすくなるので、隙間の無い接合にしなければならない。2 つの面が交わる場合、どちらも平面になっていないと隙間が出来てしまう。2 枚刃かんなのかんな身と裏金の研磨をする場合（裏押し等を含め）、砥石面は凹状態になり切れ刃面は凸

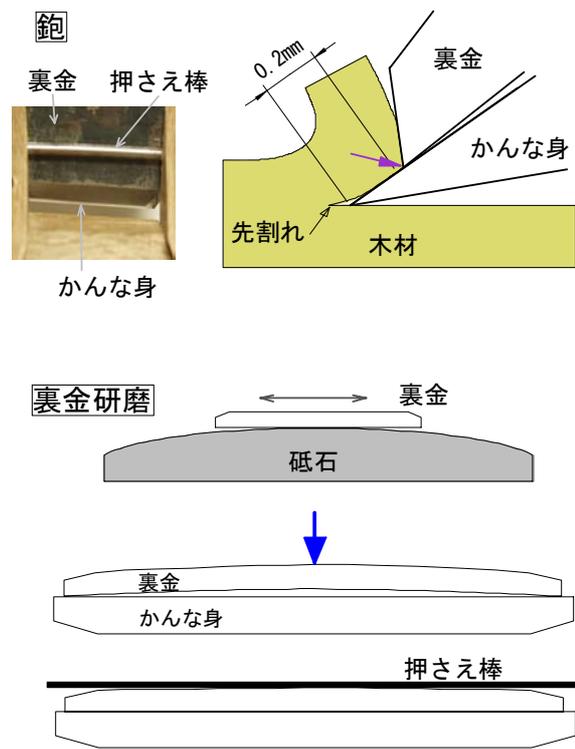


図 2. 刃物と砥石面形状との関係

砥石の形状をわずかに変えることにより、刃物の機能や性能が良好な状態となる（例えば鉄の研磨）。

状になりやすい。その対処法として、あらかじめ砥石面をわずかに凸状にして研磨をすることで研磨された裏金はわずかな凹状となり、押さえ棒により多少凸状態のかんな身でも隙間無く密着することが出来る。このように研磨用具表面を所定の形状にして研磨をすることにより、求める切れ刃面を得ることが可能である。

3.2 木材研磨の詳細

木材加工における木材の研磨は、欠点を補う事を目的とした消極的なものである。しかし、木材工芸（特に漆工芸）分野では、木目の美しさを表現するため、より精細な研磨が行われている。家具製作では研磨紙粒度 # 320 までの研磨だが、漆工芸では # 320 から順次 # 600 までの研磨が行われる。

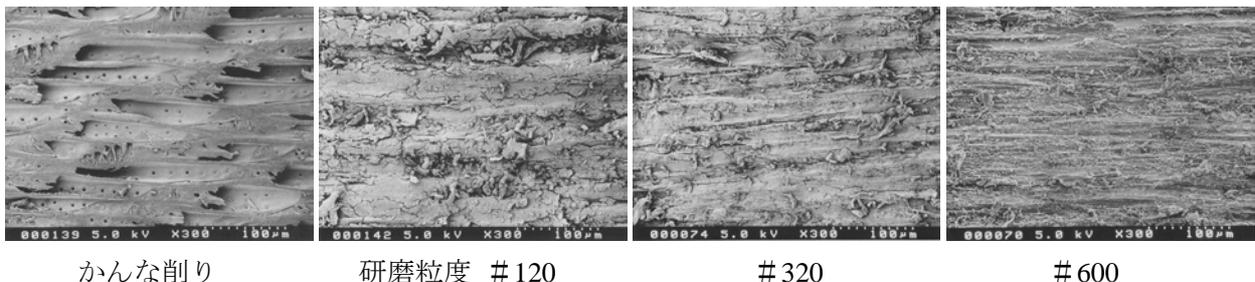


写真 2. 研磨面（ヒノキ）の走査型電子顕微鏡観察

よく研磨された刃物で切削されたヒノキ材の表面を研磨紙で研磨し、研磨粒子の大きさの違いによって変化する表面の様子を比較した。

写真 2 はかな削りと、研磨粒度 #120, #320, #600 で研磨したヒノキを、走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて 300 倍で撮影し、表面性状を調べたものである。かな削りでは木材細胞 (仮道管) が斜めに切断され、その断面がはっきりと分かる。粒度 #120 では仮道管が押し潰され、千切れかけた細胞がまわり付いている。#320 の研磨は #120 に比べ凹凸が少なく細かな溝になっているが、仮道管の形がわずかに残っている。#600 はさらに細かく滑らかな表面になっているのが分かる。

写真 3 は研磨粒度 #120, #320, #600 の研磨紙により研磨したスギ材と、それに摺り漆をしたものを、デジタルカメラで撮影したものである。研磨粒度 #120 では放射組織による縞模様がぼやけて見え、研磨紙による傷が目立つ。#320 では #120 より縞模様が見えるようになり、傷も見えない。#600 は縞模様がはっきりと見え表面の滑らかさも分かる。また摺り漆 (拭き漆) をした場合、#320 では表面の凹凸箇所に漆が拭き残り、全体が黒っぽく汚い感じであるが、#600 では拭き残りが少なくきれいな仕上がりとになっている。

3.3 塗膜研磨の詳細

塗膜を研磨する場合、下塗りによる塗膜が平滑に研磨されている事が必要である。その下塗り面を基準に上塗りの研磨が行われる。

呂色仕上げにおいて、傾斜と凹凸のある大きな面積の塗膜表面を上から研いだ場合、下塗り研磨面に対して平行とはなりにくく、下塗り面を研ぎ出してしまう「研ぎ破り」となることが多い。これを防ぐ方法として、研磨面の端を残し中央だけをまず研磨し、最後に残った端を研磨する (図 3)。

また、木材に直接木地呂漆を塗り呂色仕上げをする場合、木地呂漆は乾燥が速いので、外側が先に乾

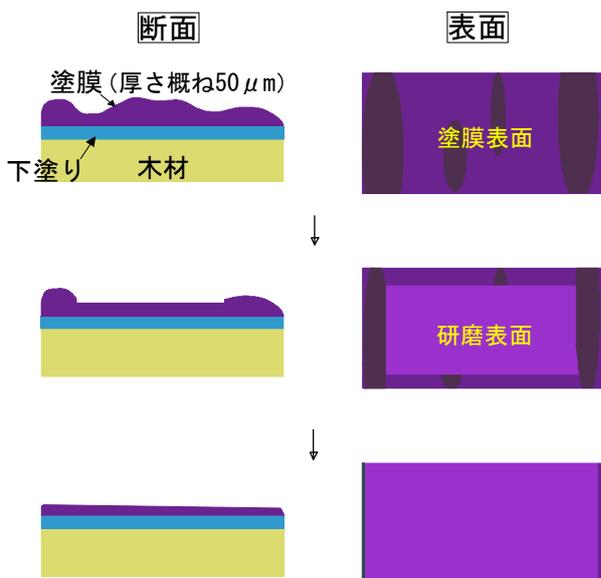


図 3. 呂色仕上げにおける研磨手順

薄い塗膜を平面に研磨する場合、凹凸のある面すべてを一度に研磨しようとする、傾いた面となり、研ぎ破りになりやすい。

き内側が乾かないチヂミと呼ばれる状態になりやすい。したがって木地呂漆は厚く塗ることが出来ず、研ぎ破りをしないで研磨する研磨量が少なくなり、木地呂漆による呂色仕上げは難しくなる。

写真 4 は木地呂漆を用いた呂色仕上げの工程写真と研ぎ破りの写真である。凹凸とゴミのある塗装面を平面に研磨し、呂色仕上げを行ったものと、研ぎ過ぎた結果、下塗り面が出てしまったものである。

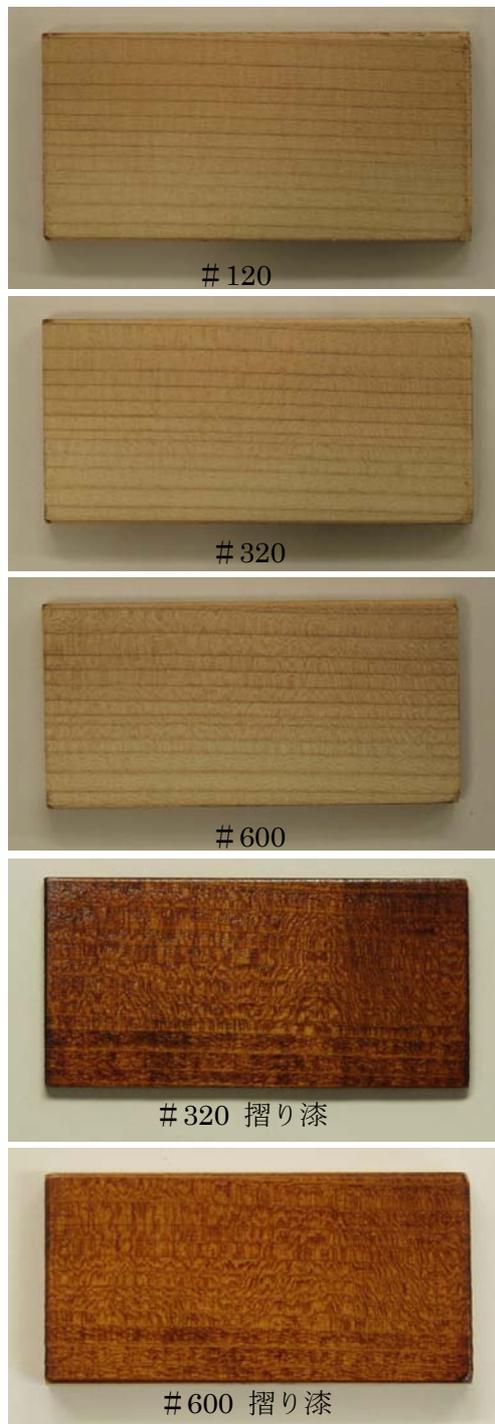


写真 3. 研磨面と摺り漆 (スギ)

研磨粒度の違いによる木目の現れ方と、摺り漆をしたときの様子。



塗 り



研 磨



仕 上 げ



研ぎ破り

写真 4. 呂色仕上げの工程と研ぎ破り（木地呂漆）

凹凸のある塗膜面を平滑に研磨し艶出し仕上げを行ったものと、研磨時の研ぎ破り。

4. まとめ

機械による研磨は生産性が第一の目的であり、大きな刃物や大面積の研磨および同形状の多量な加工が可能である。誰でもバラツキのない同じ研磨結果が得られる。手による研磨は手加減による加工が出来、異なる条件毎のすばやい対応が可能である。また、

手による加工は加工工程を楽しむことが出来る。目標を決め、技を磨き、創意工夫をし、満足な結果が得られた場合、その達成感が人の気持ちを豊かにする。理想とする研磨結果を得ようと研磨に熱中することで、日常の時間軸とは別の時間軸に身を置くことが出来る。