

合板の研削加工における問題点

瀬戸 健一郎

塗装，オーバーレイ，プリントなどの合板の二次加工技術の発達にともなって，仕上面の加工精度の高いものが要求されるようになり，研削加工が合板の製造工程に於いて重要な位置を占めるようになった。

戦後昭和30年頃迄は，スクレーパーが表面仕上げの主要機械でサンダーは補助的なものであったが，30年以後漸次ドラムサンダー，ベルトサンダーがスクレーパーと併用されるようになった。本州ラワン工場では昭和36年頃からスクレーパーの使用が減少し，ドラムサンダー，ワイドベルトサンダーが仕上げ用主要機械となり，最近では1機種で，粗仕上と最終仕上を同時に行なう多頭ワイドベルトサンダーが製作されるようになった。また，研磨紙は，このようなサンダーの機能の変化に応ずるように研究が重ねられてきた。このことは，合板の二次加工の前工程としての加工精度の向上と，合板製造方式の近代化に伴う，仕上げ工程の自動化の要求に答えたものといえよう。

当場では，昭和39年に実用研削機械2機種が設置され，工場規模の研削実験を行なうことが出来たので，今迄の実験で得られた知見と実験結果をもととして，研磨紙，研削機械のユーザーとしての立場から，合板の研削加工についての問題点を解説し，参考に供したい。

1. 合板の表面仕上げの問題点

1.1 表面仕上げ法

北海道に於ては，工場の生産規模，原料単板の特異性（はぎ合せ単板の使用が多い），補修工程などの合板製造工程の自動化に対する制約から，スクレーパー，サンダーの併用方式が大部分を占める。すなわち，大多数の工場では，研削の前工程としてスクレーパー仕上げが行なわれている。一般にスクレーパー鉋削の目的は，厚さ規正，逆目などの表面のきずを除いて平坦にすることである。しかし，実際には，はぎ合せテープの除去が主目的であって，表面加工は二義的に考えられている場合が多い。

従って，厚さムラのある合板表面の凹部のテープを1回で除去するためには，押えロールの圧力を大きくせねばならぬから，厚み規正能力はなくなり，仕上りは悪く，削り代も不必要に大となる。このように，テープ除去を目的とすると，スクレーパー本来の使用目的からはずれることになる。「スクレーパーは必要悪である」という言葉は端的にこの間の事情を語るものであろう。

根本的解決策は，厚さムラのない合板を製造すること，テープを使用しないことであるが，作業能率が

らみて，テープの使用は避けられない面もあるので，現状では，除去しやすいようにテープの品質改良が行なわれねばならない。

一方，サンダーによる表面仕上げは，逆目とちがった毛羽立ちが起り易く，ドラムは弾性体で，研磨紙は柔軟性があるから，端おち，耳おち，セン，ナラ，タモなどの環孔材合板の研削にみられる春秋材の凹凸はスクレーパー鉋削の場合よりも大きい。これをサンダーのみで防止しようとするると，多頭式サンダー，又は数台のサンダーを設置し，1回の削り代を少なくするより方法がないようである。

併用とするか，サンダーのみとするかは，被削材および製品の品質と工場の生産規模によって決定さるべきであろう。

スクレーパー併用方式の場合は，粗仕上げをスクレーパーにより行ない，逆目，厚さムラを除去し，最終仕上げをサンダーにより行なうことが機械の性能からみた合理的仕上げ方法と考えられる。

1.2 被削材

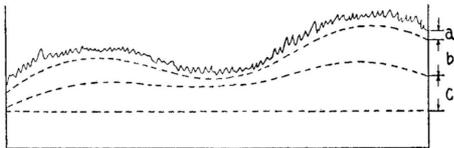
一般に合板の研削加工の目的は，表面のきずや凹凸を除いて平坦にすること，厚みを規正すること，面アラサを小さくかつ平均化して外観をよくし，塗装の容

易さをねらうことにある。合板の研削にあたっては、研削前の合板の製造工程を分析し、被削材である合板の性状を把握すること、研削目的に適合する研削を行なうための機械と研摩紙の選定、最小削り代で研削目的を満足する研削作業方法についての検討が必要である。

表面のキズや凹凸には次のようなものがある。

単板切削による刃こぼれあと、逆目、目ぼれ、切削割れ
スクレーパー鉋削による刃こぼれあと、逆目、ヒビリ
汚染 トンネル、心重り、心板のうつり
プレスマーク ジョイント部の目違い
テープのきず、しみ 春秋材、節、くされなど材質の不均質による凹凸；
厚み不同は、単板厚不同、単板材質の不均質による熱圧歪の差、熱盤の精度不良などの原因で起る。

厚み規正の必要のない合板であれば、問題は比較的簡単であるが、合板には表面のみならず裏面にも凹凸があって、表面加工の内容は極めて複雑となる。表面のみを考えて、加工の型を図示すると第1図のようになる。



第1図 合板の表面加工の型

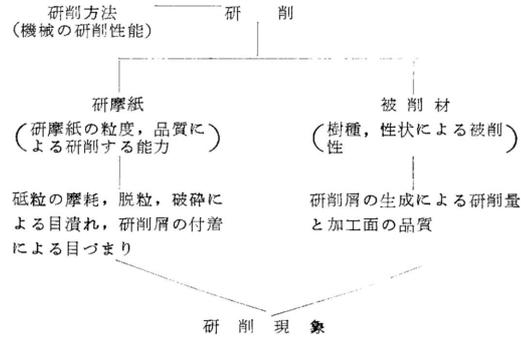
- 1) 厚み規正を考えない研削量=a
- 2) 厚み規正を加味した研削量=a+b
- 3) 厚み規正を目的とする研削量=a+b+c

多くの研削機械は、上面、下面の加圧体を変え加圧方式を組合せることによって、加工能力の付与が考えられているが、研削機械の一般的性能からみて、研削量は第1図2)のa+bが普通であり、3)の場合は、特殊な加圧方式をとらねばならない。

この図でみられるとおり、研削前の合板の厚みムラは、研削作業（作業中の研削圧力のムラ）、合板の歩止りに重大な影響をもたらすから、削り代を少なく良好な仕上り面を得るためには、厚みムラの少ない合板の製造方式を確立することが最も重要と思われる。

2. 研削の概念

研削は、研摩紙の砥粒の各切刃が個々に行なう微量切削の集積と考えられる。合板の研削は、第2図のような組合せで行なわれ、研削現象は、研摩紙側と被削材側に起る。



第2図 合板研削の概念

刃物による切削では、鋭利な刃先で木材の繊維を切断するが、研削では鈍角な刃先（刃角110～150°、搦い角負といわれる）で繊維をひっかくような切削型をとる。従って、材の硬さのほか、繊維細胞の剛性、形状、結合力などの解剖的性質の影響を受け易い。また、仕事（研削量）の割に所要動力が大きく、切削時に起る逆目のかわりに毛羽立ち（Fuzzy grain）が起り易いのが特徴である。

砥粒の配列がどのようになっているかを明らかにすることは研削現象を解くため基本的な事項であり、従来、スス法、印刷インク法、セロファン法¹⁾による転写拡大の実験、および模式的考察¹⁾²⁾が行われたが、砥粒の形、立体的な配列、接着固定の状態にバラツキがあって、実際的な問題を解決する迄には至っていないようである。

砥粒の粒度と面アラサとの関係³⁾は、樹種、研削条件により異なるが、 $h \cdot G^n = \text{一定}$ （ h ：面アラサ、 G ：粒度）の式が成立するといわれる。切込量については、理論的に、単位時間に研削された厚みの減量を

$$\text{切込量 } d \text{ とすれば、 } d = \frac{d}{A} \cdot v \text{ となる。}$$

（ d ：1個の砥粒による切込み深さ、 A ：連続切刃間隔、 v ：研削速度）

この式の、 d は研削荷重により与えられるから、砥

石や鋸の送りのように任意に規制出来ないのが特徴とされている。しかし、実際の研削では、砥粒の不揃、研摩紙の柔軟性、目詰りなどの影響を受け、個々の砥粒は完全な切削を行ない得ないものと思われる。文献(4)は、弾性接触による予定切込みを設定切込みとし、実質の研削量を有効切込みとし、その間の関係を模型実験によって確かめる研究が行われていることを述べている。

3. 研摩紙

合板の研削では、一般にJIS R - 6251に規定されている研摩紙の加工品が用いられている。研摩紙については、(1)引張り強度、(2)引裂き強度、(3)柔軟性、(4)平滑性、(5)耐伸細注、(6)耐摩耗性、(7)耐温、耐湿性などの物性が要求されるが、使用目的に対して十分適応すればよい。

合板の研削では、柔軟性、引裂き性、耐温耐湿性が重要であり、通常の使用条件では引張り強度はあまり問題とならないようである。ワイドベルトサンダー用広巾ベルトでは、研摩紙の加工の際のスクーフジョイント部分の加工精度が悪く、研削した表面に研削マークが発生することが多い。一般に外国製のものが品質のバラツキが少ない。しかし、最近国内研摩紙メーカーのものも急速に品質が向上してきた。使用者側としては、研摩紙の耐温、耐湿性を考え、保管に注意せねばならないことは勿論であるが、湿気による広巾ベルトの耳のび、冬季間低温の場合、張力をかけると縦方向にシワが入るものがあり使用不可能となったり、引裂き強度が弱く、軽微な異物により切断することがあった。広巾ベルトには、研削マーク防止のため、接合部の砥粒を削りとして合成樹脂で補強したもの(スカイブド)があるが、接合部の強度が問題とならう。

次に研摩紙の現状とその選択について述べる。

第1表の研摩紙の品質は、使用される研摩材の種類により、溶融アルミナ1級(AA)、2級(A)、炭化ケイ素1級(CC)、2級(C)、エメリー(E)、ガーネット(G)、ケイ石(F)で表示されている。合板用として最も多く使用されるものは白色溶融アルミナ4A(WA)、黒色炭化ケイ素2Cで、密塗装(クロ

ーズコート)のものであり、砥石に比べるとその選択は簡単である。

第1表 研摩紙の品質

研摩紙	研摩材の種類	性質
AA	(白色) 4A(WA), 3A, 2A (褐色)	CCに比し、硬度は低いが靱性がある。切刃はCCより鈍
CC	(緑色) 4C, (黒色) 3C, 2C	硬くてもろい。切刃は鋭利

粒度区分は、使用目的により、種々の分け方があるが、合板の研削加工の目的と砥粒の粒度による面アラサから考え一般には、第2表のように分けた方が便利と思われる。

第2表 研摩紙の粒度区分

区分	粒度
粗	30, 36, 40, 50(1), 60(1/2), 80(0),
中	100(2/0), 120(3/0), 150(4/0), 180(5/0), 220(6/0), 240(7/0)
細	280(8/0), 320(9/0), 400(10/0), 500

(注) 1) ()内はアメリカの記号、粒度の番号の表示は、我が国と若干異なるが、実用的には殆んど同一でよとみい。
2) JISによると、240までは粗粒、280以上は微粉とされ、砥粒の大きさの測定方法が異なる。

研摩紙の基材は、重量により分類され、粒度の細のもの程、重さが軽く、厚さが薄い。基材の処理別研摩紙の品質について第3表に示す。

第3表 基材の処理別研摩紙の品質

基材処理	接 着 剤		記号	備 考
	サイズコート	メイクコート		
(1) NWP	ニカワ	ワニカワ	G/G	ニカワは、接着性、柔軟性
(2) ♪	尿素・フェノール	ニカワ	R/G	仕上面のアラサ、コストの
(3) ♪	フェノール	フェノール	R/R	面から用いられる。耐熱約
(4) WP	フェノール、メラミン、エポキシ、ウニス、ポリエステル	同 左	WP	60°C

第3表の(2)(3)は、#100~#180による重研削、#240~#400の目詰りの発生し易い研削の場合に用いられるが、柔軟性が問題となる。

研摩紙は、被加工物の性状、研削加工の目的、研削条件、研摩紙の寿命などを考慮して決める。このためには多くの実験が必要であるが、経験的に、硬材はAA、軟材CC、粒度粗で重研削の場合はAA、粒度細で

軽研削の場合はCCが普通のものである。

塗装面の研削では、研削抵抗を軽くし、目詰りを防止するため、ステアリン酸亜鉛コートが試みられている。また、フラップホイール、スコッチブライト、フェルトベルト、布パフの利用も行なわれている。木材の一般研削では、厚み規正を目的と、する研削性、表面平滑化を目的とする仕上性に分け、次表が一応の選択基準とされている。⁵⁾

第4表 木材研削用研摩紙の選択基準

研削目的	研削性	仕上性
粗 (# 80~150)	AA (4A)	CC (2C)
細 (#150~400)	CC (2C)	AA (4A)

研削による砥粒の摩耗経過は、新刃 鈍化 破碎 新生切刃 摩耗と考えられているが、時間的な摩耗形態は明らかにされていない。

寿命は、研摩紙、被削材、作業条件により異なり一概に言えないが、ワイドベルトサンダーによる普通の研削条件で、広巾ベルト #180の場合、91 x 182cmカバ合板では、3,000~5,000枚、シナ合板では5,000~7,000枚⁶⁾と思われる。目潰れ、目詰りの少ない寿命の長い研摩紙の研究を望みたい。

4. 研削機械

研削機械は、加工目的に応じて、種々のものが製作されるようになった。夫々の機種によって研削性能が異なるから選定を誤らぬようにしなければならない。

その機構の主なものは、加圧機構、研摩紙走行機構、被削材の送り機構であって、機械の研削性能を左右する。最近ドラムサンダーに変わってワイドベルトサンダーが広く用られるようになった。

ワイドはドラムに比し、研摩紙の周長、走行速度が大で、研削能力、厚み規正能力、研摩紙の寿命をドラムより大きくすることが出来る。コンタクトドラムに溝をつけたセレイテッドラバホイールは、スパイラルカッティングによる研削力の増加、目詰り防止、研削屑の除去、クーリングが容易である。一般に研摩紙の取替えが容易に出来ることがワイドの特長で、送り速度

も大きく、仕上工程の自動化の中に組入れることにより生産能率を高めることが出来る。

加圧方式の種類と性能については、^{7),8)}に詳述されているので選定上の参考となる。最近、端おち、耳おち防止の機構が考案されるようになった。

曲面加圧方式と平面加圧方式では、接触面積は、曲面<平面で、他面加圧方式は、プレーナーのような端面切削効果が期待出来るから、目詰りが少なく、重研削に適する。しかし、研削マークは、曲面加圧方式に発生し易い。平面加圧方式は、研削マークは出にくいですが、研摩紙の裏面をコンタクトパッドで加圧するから摩擦熱の発生により冷却装置が必要となり、また研削屑の排出が困難となるから、一般に軽研削に用いられている。

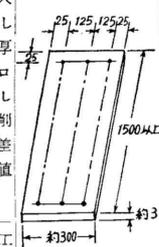
走行機構は、研摩紙の緊張装置が重要で、一定の緊張力によりベルトに振動を起さないような機構に設計されねばならない。ベルト走行の安全装置は概ねが確実で、使用法が簡単なものである必要がある。

送り機構は、ロール送り、カタピラ送り、ベルト(シート)送り方式がある。送り速度を研削中一定とすることが重要で、チエンの張り、ロールの精度、ロールの水平度、平行度、送り圧力が適正かどうかをしらべる必要がある。

カタピラ送りの場合は、チエンとスプロケットホイールのかみ合せ不良が、チャタリングマークの原因となることが多い。

その他注意すべき事項は、ワイドは、コンタクトロールの支持アームがベルト交換のため片持構造となっているから、運転時の締付けを十分にする。コンプレッサーおよび本機のエアフィルター(ストレーナー)によるドレン排出が不完全の場合は、圧縮空気が直接研摩紙に噴出するので、水分のため、研摩紙のシワ、目詰りの原因となる。集塵装置の不完全の場合は、研削屑のみならず、脱落した前ドラムの粗い砥粒が、後ドラムの細砥粒に混入し表面に条痕を作ることがある。また目詰りによる加工面の劣化、研摩紙の寿命にも悪影響がある。サンダーの集塵装置は、他の木工機械の集塵よりも厳密に考えて完全な除塵を行わなければサンダーは十分な機能を発揮出来ない。

第5表 工作精度検査 単位mm

検査事項	測定方法	測定方法図	許容値	
			ドラムの有効長	
			A	B
厚サのムラ	各測定点の厚サを外側マイクロメーターで測定した所定寸法の被加工物を研削し得る最大巾に並べて研削し再び各測定点の厚サを外側マイクロメーターで測定しその最大差を研削前の最大差より差引いた値を測定値とする。		マイナスであってはならない。	
厚サの精度	所定寸法の被加工物を研削し得る最大巾に並べて研削し、各測定点の厚サを外側マイクロメーターで測定しその最大差を測定値とする。		0.08	0.10
研削面の仕上り状態	感触によって観察し良否を確かめる	—	—	

- (注) 1) ドラムの有効長：ドラムサンダーの場合
A = 1400以下, B = 1400をこえるもの
ワイドベルトサンダーの場合
A = 1000以下, B = 1000をこえるもの
2) 厚サ規正を目的とした機種では、厚サのムラの検査を省略することができる
3) 厚サ規正を目的としない機種では、厚サの精度の検査を省略することができる

最後にドラムサンダー、ワイドサンダーのJISにふれておく。このJISは、精度検査、運転検査、工作精度検査より成り、精度検査は、機械工作上の精度、運転検査は、運転したときの各装置の機能の円滑さと確実さ、工作精度検査は、被削材を実際に加工した場合の工作精度が規定されている。ユーザーとして最も

関係の深い工作精度検査法について第5表に掲げておく。実際使用している自己工場の研削機械について測定してみれば、機械の研削性能を把握するための資料となるであろう。

5. むすび

研削加工についての基礎的事項と一般的な問題点について述べた。

合板のサンデングの実際の作業では、砥粒の条痕（ストリークス）、研削マークなどの研削欠点の原因と防止方法が問題となるが、それ等については、研削編の解析、林産試験場月報および木材の研究と普及（1966 - 1月号）、合板のサンデング(1)（本号）および合板のサンデング(2)（次号）をあわせて検討のうえ、適切な処置をとればよい。

文献

- 1) 中村源一：ベルトサンダーによる木材の研削（ ），林試研報，No. 136，（1962）
- 2) 木方洋二：木材の研削について（ ），木材学会誌，2，2，（1956）
- 3) 中村源一：合板の研削，木材工学大学講座テキスト，日本木材加工技術協会（1966）No. 136，（1962）
- 4) 木下直治：木材研摩機械と研摩布紙加工における最近の動向（1），（2），木材工業21，3，（1966），21，5，（1966）
- 5) 根本累三郎：機械研摩用研摩布紙（1），（2），木材工業19，8，（1964），19，9，（1964）
- 6) 瀬戸健一郎ほか：合板の表面仕上げ試験・北林産試研報，No. 49，（1966）
- 7) 猪飼多計之ほか：ワイドベルトサンダーの加工形式・木材工業19，1，（1964）
- 8) 全国木工機械工業会；合板機械の保安全管理（9），木材工業，21，11，（1966）

- 林産試 木材部長 -