

木材の被削性(3)

倉田久敬

4, 被削面の性状

4.1 被削面の形成

被削面の性状は、製品的美観を決定するばかりでなく、次の工程(たとえば接着、塗装など)の基礎となる重要な問題である。

木材の被削面は一般に

- 1) 切削方法等によって決まる幾何学的表面
- 2) 切削作業中に種々な原因で発生し、幾何学的表面に付加される表面
- 3) 木材が本質的に有している表面

の3種類にわけることができる。

幾何学的表面とは、各種の加工法別に理論的に求められるもので、例をあげると、超仕上げ鉋盤による直線切削では完全な平面が得られ、断面は一直線をなしている。プレーナーによる回転切削では、ナイフマークと称する曲面の連続したものが得られ、その断面はトロコイド曲線の一部が連続したものであり、ナイフマークの巾(e)と高さ(h)は

$$e = \frac{F}{nN} \quad (\text{mm})$$

$$h = \frac{e^2}{4D} \quad (\text{mm})$$

F: 送材速度 (mm / min)

n: 鉋筒のナイフ数

N: 鉋筒の回転数 (rpm)

D: 切削円直径 (mm)

で表わされる⁴⁶⁾。そのほか帯鋸⁴⁷⁾、丸鋸⁴⁸⁾等についてその理論的な表面の形状が求められている。

うえに述べた加工法によって決定される理論的な表面は、通常実際の切削作業をおこなうことによって、機械や工具の振動、被削材の性質等に原因する付加的表面によって乱される。たとえば、機械や工具が振動することによって、被削材は理論的切入量以上に切削されたり、被削材の性質によっては切削型が変化し、

先割れが被削材内部に進行する。また切削条件によっては、逆目ぼれや毛羽だち等の欠点が発生して、幾何学的表面が乱れる。

同一加工法 - たとえば超仕上げ鉋盤による直線切削 - によって得られる表面でも、樹種が異なれば、たとえ理論通りの幾何学的表面が得られたとしても、異なったものとなる。これは木材が組織構造として本質的に有している表面が異なるためであり、この本質的表面は、樹種はもちろん、切削面の方向、樹幹内の位置等によっても異なる。

切削加工によって得られる表面は、これら3種類の表面から構成されており、非常に複雑なものである。とくに木材では、組織構造に原因する本質的表面や、逆目ぼれ、毛羽だちのような欠点のために被削面の良否の評価が困難である。

4.2 被削面に発生する欠点

木材の被削面に発生する欠点については多くの報告^{49) 50) 51) 52) 53)}がみられる。

森⁵⁴⁾はプレーナー切削によって発生する欠点を第6表のように分類している。

被削材質の欠点とは、被削材が本質的に内包している性質(繊維走向の不整、節、放射組織、春材と夏材の硬度差など)に原因して発生する欠点で、切削条件、工具条件を変えることでいくらか軽微にすることはできても、完全に発生をおさえることは難しい。鉋刃の損耗及び機械の調節不良その他による欠点は、

第6表 プレーナー切削における切削面の欠点

| 類 別 | 名 称 |
|----------------|--------------------------|
| 被削材質の欠点 | 逆目ぼれ、毛羽だち 目 違 い、目 離 れ |
| 鉋刃の損耗による欠点 | 鉋 焼 け、鉋 刃 の 欠 跡 |
| 機械調節不良その他による欠点 | 粗雑なナイフマーク、スナイプ チップマーク |

木材の被削性(1) は北林産試月報又は木材の研究と普及、9月号、16頁(1968)

" (2) " " " 10月号、5頁(1968)に掲載

直接被削材の性質とは関係なく発生する欠点で、鉋刃を再研磨し、機械の調整等を完全におこなえば、その発生をほぼ押えることができる。

逆目ぼれは被削材の繊維走向が、切削方向にいわゆる逆目になっているときに、刃先から発生する先割れが材の内部にのびて、この部分がほりとられて発生する。発生形態によって3~4種類に分類される。その1は針葉樹の板目面に発生するもので、年輪にそって夏材の部分がほりとられるものである。その2は繊維束が小塊状にほりとられて被削面に不規則に散在するもので、場合によっては木理にそって帯状に発生することもある。その3は放射組織がほりとられるもので、広放射組織を有する広葉樹の柀目面に発生する。

毛羽だちには2種類あり、その1は繊維の一部が削り残されて綿毛状を示すもので、その2は繊維束が切断されずに材の内部におこまれ、刃先が通過したのちにおきあがって、ささくれだった状態を示すものである。

目違いは春材、夏材の硬度の差が大きい樹種を切削したときや、鈍化した鉋刃で切削したとき発生し、被削面が春、夏材ごとにおうとつを示す。目離れは針葉樹の板目面に発生し、夏材部が被削面から分離するものである。

鉋焼けは磨耗した鉋刃で切削をおこなうとき、刃先が被削材に切込まずに表面を摩擦するために、被削面がこげて変色するもので、欠け跡は鉋刃に刃こぼれが発生して、その跡が被削面に残ったものである。

粗雑なナイフマークは、鉋胴に所定枚数の鉋刃を取り付けるとき、刃先の出をそろえる調整が不完全であるために発生するもので、被削面のナイフマーク中に広狭が生じる。スナイブ(シャクレ、ガッタとも云われる)は送材ローラー、材押え装置(チップブレイカー、プレッシャーバー)の圧力調整が不相当であるために発生するもので、送材方向の先端または後端が大きく削り取られる。チップマークは切屑が刃先からまったまま回転し、被削面に押しつけられてできを圧痕である。

4.3. 被削面性状の評価法

被削面の良否を評価する方法には

- 1) 被削面の断面形状に関するアラサによって評価する方法⁵⁵⁾
- 2) 被削面による光線の拡散反射量⁵⁶⁾または鏡面反射量⁵⁷⁾によって評価する方法
- 3) 多数の単位被削面を観察して欠点の発生していない単位被削面の割合(無欠点率という)によって評価する方法⁵⁸⁾

がある。そのほか、木材の面の性質を調べる方法としては、水滴の接触角を測定する方法⁵⁹⁾や空気マイクロメーターを用いる方法⁶⁰⁾等があるが、これらは組織に原因する木材の本質的表面に関しては利用しうるが、被削面の測定に用いるには未解決の問題が多すぎる。

アラサによって評価する方法は、断面形状の求め方により数種に分類され、また求めた形状の処理方法によって分類することもできる。まず断面形状を求める方法には、触針法⁵⁵⁾⁶¹⁾⁶²⁾⁶³⁾⁶⁴⁾⁶⁵⁾⁶⁶⁾と光切断法¹³⁾⁶⁷⁾⁶⁸⁾⁶⁹⁾⁷⁰⁾がある。形状の処理方法または解析方法には、最大アラサを求める方法¹³⁾³³⁾⁶²⁾⁶⁴⁾⁶⁷⁾、平均アラサ、20%アラサを求める方法⁵⁹⁾等がある。また木材の被削面については適用された例をみないが、分割アラサ、10点平均アラサ、3位点アラサ、自乗平均アラサ、中心線平均アラサ等を求める方法がある⁷¹⁾。また上とは別にアラサの分布状態やアボットの負荷曲線を求めて比較する方法もある⁷²⁾。金属、プラスチック等の分野では、これらのアラサの解析方法が近年急速に進歩し、断面形状の母集団を、時間をパラメータとした確率過程とみなし、また測定して得られた断面形状を時系列標本とみなして、パワースペクトル解析をおこなって、これから種々の情報を得ようとしている⁷³⁾。

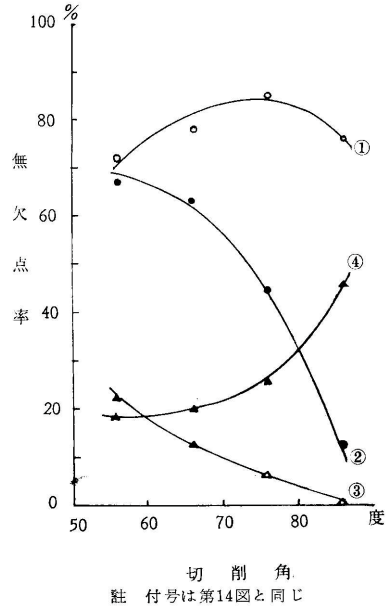
被削面による光線の拡散反射、鏡面反射または光沢⁷⁴⁾等によって評価する方法は、一般の被削面には適用しがたく、研削面に適用した例が多い。

無欠点率によって評価する方法は、木材の被削面の評価に多く用いられている²²⁾³⁰⁾³¹⁾³²⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾⁵⁸⁾⁶⁴⁾⁷⁵⁾⁷⁶⁾⁷⁷⁾⁷⁸⁾。これは巾が8~10cm、長さが10~50cmの大きさの被削面を単位被削面(これを通常、截面と呼ぶ)として、普通100以上の截面を切削して、発生している欠点について各截面を標準片と比較して数ランクに

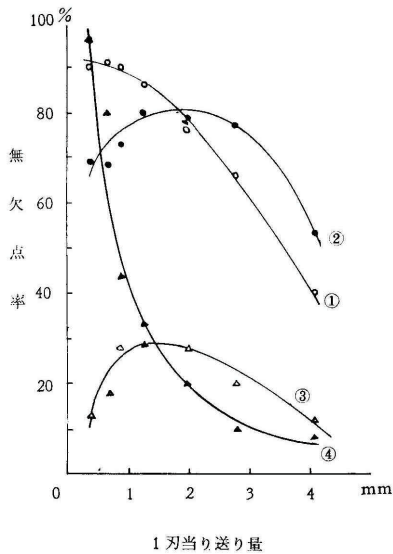
わけ、欠点の発生していない断面の割合または各ランクに属する断面の割合によって評価する方法である。

木材の被削面はさきにも述べたように非常に複雑であり、その評価はなかなか困難である。被削面の評価に関しては、アラサによるのがもっとも基本であることは杉原⁷⁹⁾も述べているとおりであるが、木材の被削面に関するアラサの研究はまだ緒についたばかりで未解決の問題が多い。たとえば、木材の被削面のアラサは欠点の発生していない部分では数ミクンロ以下のおうとつであらうし、大きな逆目ぼれが発生している部分では数ミリに達することがある。このように最小と最大の比が1:1000にもなる面のアラサをいかにして測定するかが問題になる。また木材の被削面には逆目ぼれや毛羽だちのような欠点が存在するが、断面曲線のみから、これらの欠点が判別できるかどうかの疑問がある。もしそれが困難となると、断面曲線のみからアラサを小さくしようとして切削条件を変えると、欠点の種類によって切削条件の影響が相反していることがあるため、むしろ反対にアラサが大きくなるということも起りうる。被削面の光線の反射による評価も、数ミリにも及ぶおうとつのある面に、はたして適用できるかどうか問題がある。無欠点率による評価は、欠点の

程度をさだめる規準の設定に主観が入りやすいという短所はあるが、バラツキのある木材の被削面を比較的容易に把握することが可能であり、また欠点の種類別に評価することも可能⁵⁰⁾⁵⁸⁾⁷⁵⁾⁷⁶⁾であるため、現在では一般的に用いられている。

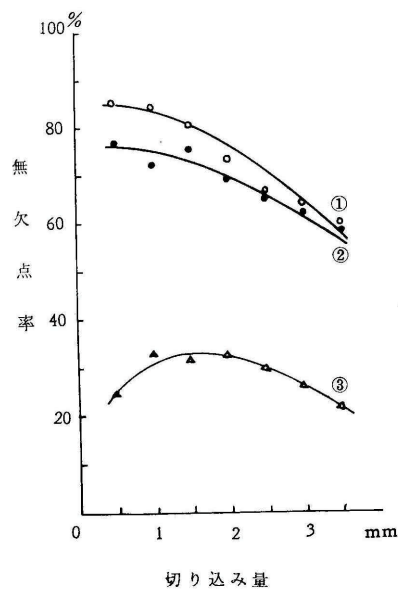


第15図 切削角と無欠点率



注 ① マカンバ ③ ウラジロモミ
② アカマツ ④ アカガシ

第14図 1刃当り送り量と無欠点率



注 付号は第14図と同じ

第16図 切り込み量と無欠点率

4.4. 被削面性状に対する各種因子の影響

1) 工具条件

工具刃先の鋭利さが被削面の性状に影響することは当然であり、刃先が摩耗してくると各種の欠点が発生して被削面は悪化してくる。また工具材質のちがいが研磨された刃先の鋭利さを左右し、2次的に被削面に影響すると云われている。その他、飽削には2枚刃と称するものがあり、これは刃先に発生する先割れを、被削材内部に進行しないうちに、折るものであり、これによって逆目ぼれの発生が減少する⁽⁸¹⁾。

2) 切削条件

第14~第16図⁽⁸⁾(森の試験結果の一部を著者が図化した)はプレーナー切削で得られる被削面について、切削条件と無欠点率の関係を示したものであるが、被削面に発生する逆目ぼれや毛羽だちなどの欠点は切削条件に関して互に相反した傾向を有している⁽⁷⁵⁾ため、これらの欠点が総合された無欠点率は樹種によってことなつた傾向を示している。またプレーナー切削ではナイフマーク巾が、欠点の発生していない部分の面アラサに影響し、ナイフマーク巾が小さくなると面アラサも小さくなるが、一般にナイフマーク巾が0.8~2mm以下になると面アラサは一定となる⁽³³⁾。

3) 被削材の性質

樹種が被削面の性状に影響するのは当然で、各樹種に対する適正切削条件がことなることは、第14~16図でも明らかであるが、同時に樹種によって最適切削条

件での無欠点率がことなっていることがわかる。

第7表は切削条件と被削面の欠点の関係を示したものである⁽⁸¹⁾。

4.5. 被削面の性状

本邦産材について被削面の性状を系統的に研究した例は少ないが、星が日本産主要樹種の一部⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾について、また倉田が道産材⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁸⁾について、プレーナー切削に関して報告している。

第8表⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾、第9表⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁸⁾はその結果である。

第8表 日本産主要樹種の無欠点率

| 樹種 | 適正切削条件 | | 無欠点率 (%) |
|----------|---------|---------------|----------|
| | 切削角 (度) | 1 刃当の送り量 (mm) | |
| ブナ 38F | 76 | 1.4 | 91 |
| | 86 | 2.6 | 89 |
| ブナ 38L | 76 | 1.4 | 98 |
| | 66~76 | 2.1 | 78 |
| ミズナラ 45F | 86 | 3.0 | 69 |
| | 56~66 | 1.4 | 87 |
| アカマツ 15F | 66 | 1.4 | 99 |
| アカマツ 15L | 66 | 1.4 | 99 |
| カラマツ 9J | 66 | 3.0 | 67 |
| ヒノキ 20J | 56 | 2.5 | 93 |
| | 66 | 2.5 | 96 |
| ブナ 38K | 66 | 0.7~1.4 | 98~100 |
| | 76 | 0.7~1.4 | 99~100 |
| | 86 | 0.7~3.0 | 97~100 |
| ミズナラ 45K | 66 | 1.4~2.1 | 94 |
| | 76 | 2.1 | 95 |
| | 86 | 3.0 | 100 |

第9表 道産材の被削面の良否

| 樹種 | 被削面の良否 (%) | | |
|----------|------------|------|------|
| | 上 | 中 | 下 |
| シナノキ 梃目材 | 91.0 | 5.7 | 3.3 |
| | 97.7 | 2.3 | 0 |
| カツラ 梃目材 | 97.0 | 3.3 | 0.7 |
| | 98.3 | 1.7 | 0 |
| ブナ 梃目材 | 92.0 | 5.3 | 2.7 |
| | 99.0 | 1.0 | 0 |
| ミズナラ 梃目材 | 83.7 | 13.0 | 3.3 |
| | 89.4 | 6.9 | 3.7 |
| マカンバ 梃目材 | 46.7 | 23.0 | 30.3 |
| | 89.4 | 8.3 | 2.8 |
| ヤチダモ 梃目材 | 67.7 | 16.3 | 16.0 |
| | 92.4 | 6.3 | 1.3 |
| イタヤ 梃目材 | 33.3 | 27.3 | 39.3 |
| | 53.0 | 21.9 | 25.7 |
| センノキ 梃目材 | 75.0 | 17.3 | 7.7 |
| | 99.0 | 0.7 | 0.3 |

第7表 プレーナー切削における切削条件と面の欠点

| 切削条件 | 欠点 | | | |
|------------|------|------|-----|---|
| | 逆目ぼれ | 毛羽だち | 目違い | |
| 送り速度 | 大 | ※ | | |
| | 小 | | | ※ |
| 切削深さ | 大 | ※ | | |
| | 小 | | | ※ |
| 切削角 | 大 | | ※ | ※ |
| | 小 | ※ | | |
| 飽削先 | 鋭利 | | | |
| | 摩耗 | | ※ | ※ |
| 飽削先と当刃先の距離 | 大 | ※ | | |
| | 小 | | | |
| 飽削先の縁取の巾 | 大 | | ※ | ※ |
| | 小 | | | |

注 ※は欠点が発生しやすい事を示す