

数値制御ルータにて軟材切削時における目ぼれ防止方法

三 枝 茂

The method of preventing rough surface in process of cutting softwood
with numerical control router.

Shigeru SAIGUSA

要旨: ヒノキなどの軟材を数値制御ルーターで切り抜き加工を行うと、逆目切削部分で目ぼれが多発する。この目ぼれを防止するための一方法を考案した。この方法は特に対称性のある形状を切り抜く場合に効果があり、第一工程で順目切削部分の加工を行い、材料を対称軸で裏表反転させ、第二工程で再び第一工程と同じ加工を行うものである。全行程で終始順目切削加工となり、目ぼれの殆どない平滑な加工面を得ることができる。第一工程と第二工程の交差部分で継ぎ目跡が幾分現れるが、製品の品質を損ねるものではない。刃物も一般に市販されているストレートビットで十分である。ただし、加工用の治具は材料を反転させても常に同じ位置に正確に取り付けできるような精密さが必要となる。

1 はじめに

ヒノキなどの針葉樹は材質が軟らかく、数値制御(NC)ルーターで切り抜き加工を行うと、曲線加工の逆目切削部分で目ぼれが多発する。この目ぼれが著しいとサンドペーパーで研磨し除去すると製品原形を留めることが困難となる。そこで軟材のNCルーターによる切り抜き加工における逆目切削部分の目ぼれを防止するための一方法を考案したので報告する。

2 試験方法

2.1 逆目切削部分の目ぼれ防止方法

NCルーターなど工作機械の切削時の刃物の回転方向は上方から見た場合時計を正面で見た時の針の回転方向と同じ右回転である。NCルーターに刃物のストレートビットを取り付け、Fig.1のASで示す繊維方向が縦の木目の板に円形の加工パス(軌跡)で右回りに切削すると、Fig.1のAEに示すように開始から90度は順目切削、90度から180度は逆目切削、180度から270度は再び順目切削、270度から360度に再び逆目切削となる。この現象は同じ円形の加工パスで左回りに切削するとき

も右回りと同じ位置に逆目切削部分と順目切削部分が現れる。対称性のある形状の加工を行う場合、木の繊維方向が対称軸にほぼ平行であれば、刃物の移動方向には関係なく、対称軸対して左右の同じ位置で順目切削部分と逆目切削部分が相反して現れる。これは木には繊維の方向性があり、加工機械の刃物が右回転で切削することに起因する。軟材の場合、この逆目切削部分で木が剥られ目ぼれが発生する。しかし、Fig.1のAEの板を対称軸で左右に裏表反転させると、今まで対称軸左側の逆目部分が反転されると右側では順目部分となり、対称軸右側の逆目部分が反転されると左側では順目部分となる面白い現象が見出せる。そこでこの現象を利用し、対称性のある形状の切り抜き加工を行う場合の逆目切削部分での目ぼれを防止する一方法を考案した。それはFig.1のB1Sに示すように最初の工程で順目部分のみの切削加工を行い逆目部分での切削加工は行わないでいる。順目部分の切削加工が終了したら、板を対称軸で正確に裏表反転させる。すると、逆目切削部分が対称軸で反転されると順目切削部分になるので、Fig.1のB2Sに示すように再び同じ加工を行えば、全工程順目切削で加工ができる。工程数は増えるが、Fig.1のB2Eに示すように目ぼれの少ない滑らかな加工面を得ることが期待できる。

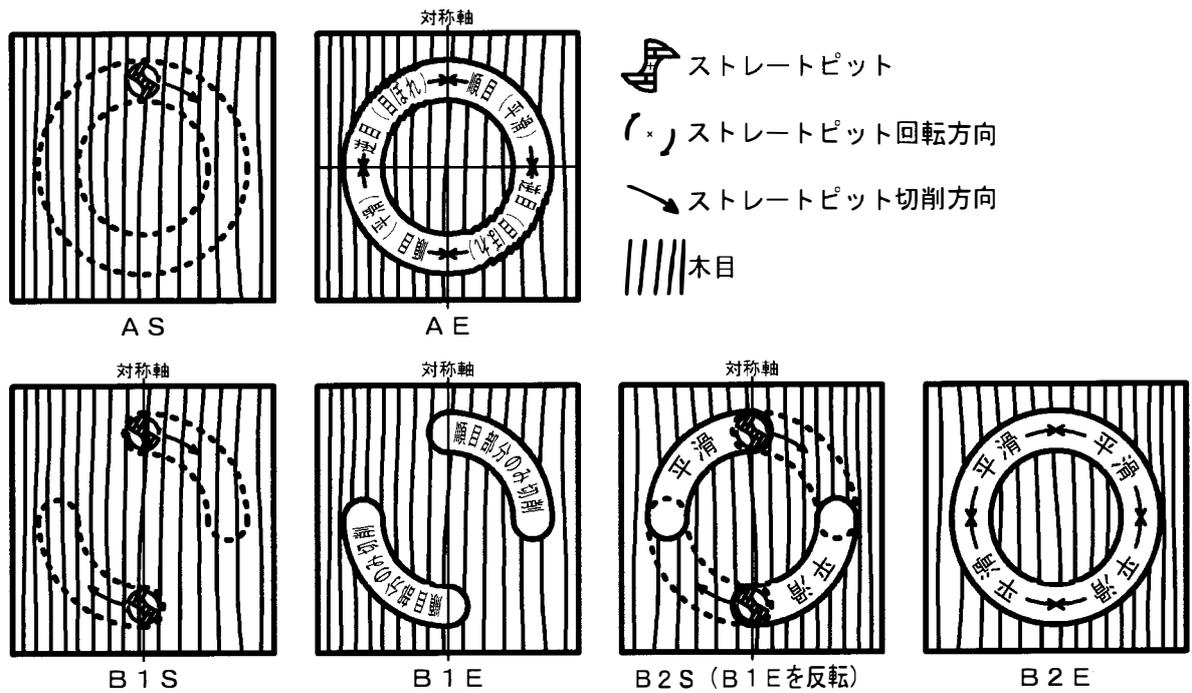


Fig. 1 軟材の切削による目ぼれ

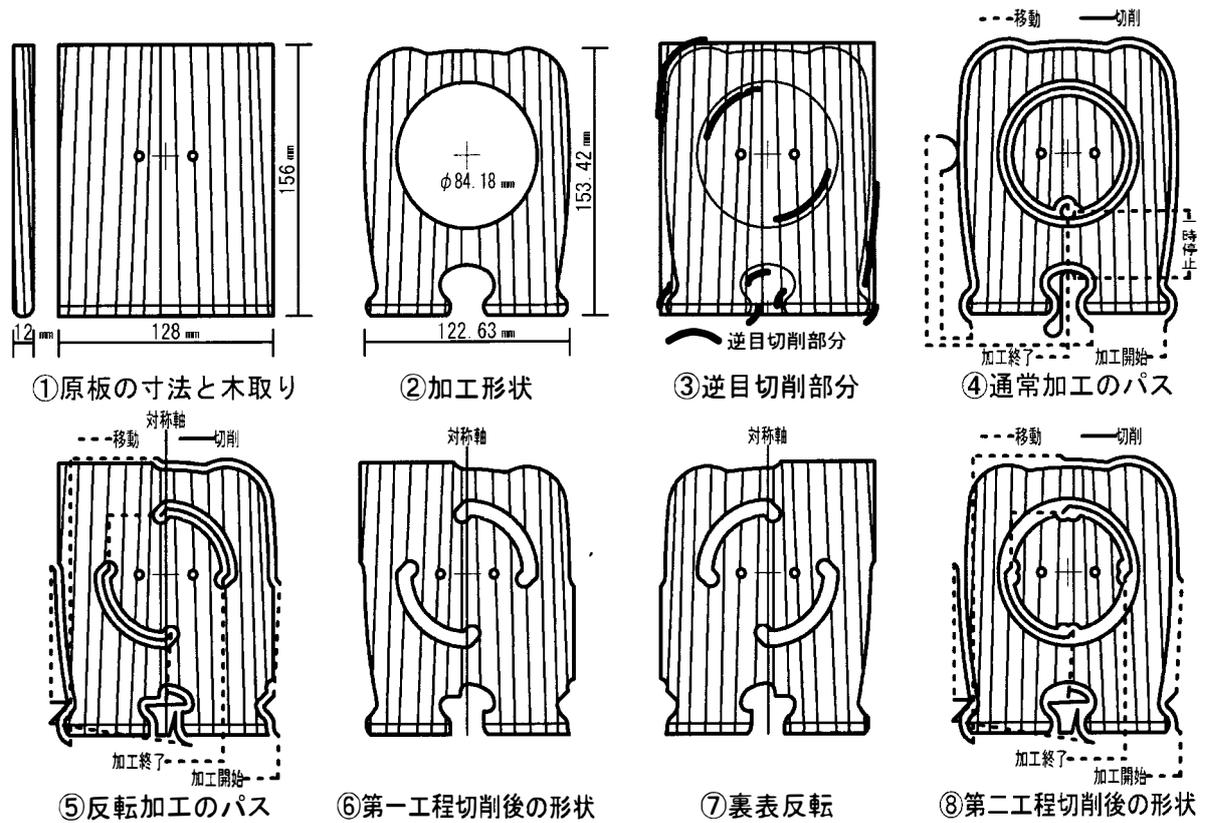


Fig. 2 試験方法

2.2 試験方法

軟材の木の板から NC ルーターで左右線対称の形状を切り抜き加工し、その切削面の目ばれを目視により比較する。ここで、切り抜き加工方法に「通常加工」と「反転加工」を定義し、この2方法に分けて試験を行う。通常加工とは NC ルーターに材料を取り付け以後は材料を取り外すことなく、一工程で切り抜き加工する方法と定義する。反転加工とは第一工程で NC ルーターに材料を取り付けた後、順目切削部分を切り抜き加工し、NC ルーターから材料を取り外し対称軸で裏表反転させ、第二工程で再び NC ルーターに材料を取り付け、第一工程と同じ加工パスで順目切削部分を切り抜き加工する方法と定義する。

試験材料(原板)には Fig.2 の①に示すような繊維が縦方向の木取りで縦 156×横 128×厚さ 12(mm)の乾燥したヒノキの板を利用した。原板には所定の位置に正確に2箇所ネジ固定用の穴が開けてある。原板より NC ルーターで切り抜き加工する形状¹⁾²⁾を Fig.2 の②に示す。形状は左右線対称で、輪郭には曲線が多用されており、内側に円形の穴が開いている。この形状を NC ルーターにスレートピットを取り付け通常加工で切り抜き加工する場合の逆目切削部分を太線で示したものが Fig.2 の③である。Fig.2 の④は通常加工で切り抜き加工した際の加工パスを示す。この加工パスは加工形状の輪郭を刃物の半径分オフセットして作成したもので、切り抜き後寸前の材料の欠け防止のために刃物の挿入出点の一部を材料の内側に設定してある。形状の外周部を切り抜き加工後、機械を一時停止させて、押さえの治具を取り付け、内側の円を切り抜き加工している。Fig.2 の⑤は反転加工で切り抜き加工した際の加工パスを示す。反転加工の加工パスは Fig.2 の③の逆目部分避け順目部分のみを加工するような加工パスになっている。この加工パスも加工形状の順目部分の輪郭を刃物の半径分オフセットして作成しており、更に第一工程と第二工程で同じ加工パスを使用し、第二工程の加工後に切り残しがなく、目的の形状を完全に切り抜けるような加工パスにしてある。また第一工程と第二工程の加工パスの交点(継ぎ目)が極力目立たないように加工パスを工夫してある。Fig.2 の⑥は反転加工の第一工程の切削終了後の形状で、これを左右方向に裏表反転させると Fig.2 の⑦となり、この状態で第二工程の加工を行うと目的の加工形状が得られる。通常加工と反転加工の加工パスは

CAD/CAM で設計・作成した。移動速度は曲線の接線速度を F 500~F 1,000 に設定した。

2.3 NC ルーターと加工用治具

NC ルーターは Fig.3 に示す 3 軸タイプを使用した。Fig.4 にワークテーブルを示す。吸引用の溝と位置決め定規を取り付けたベニヤ板をワークテーブル上面に固定してある。加工用治具は Fig.5 に示すものを作製した。治具は原板を反転させても常に同じ位置に正確に取り付けできるように位置決め固定用のネジを組み込んである。その上、原板を吸引して切削中強固に保持できる吸引用の溝が加工してある。また Fig.5 の上図に示すように、加工後半で外周部からも製品を固定する外周押さえも作製した。

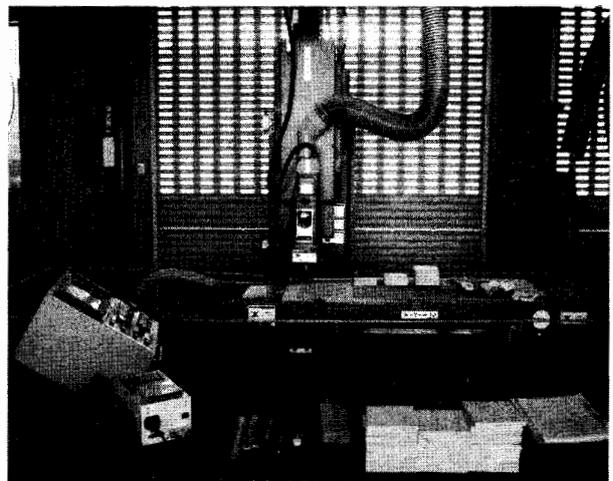


Fig.3 NC ルーター

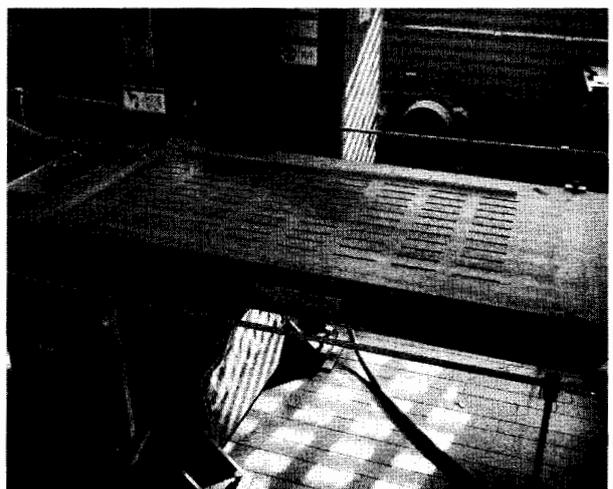


Fig.4 ワークテーブル

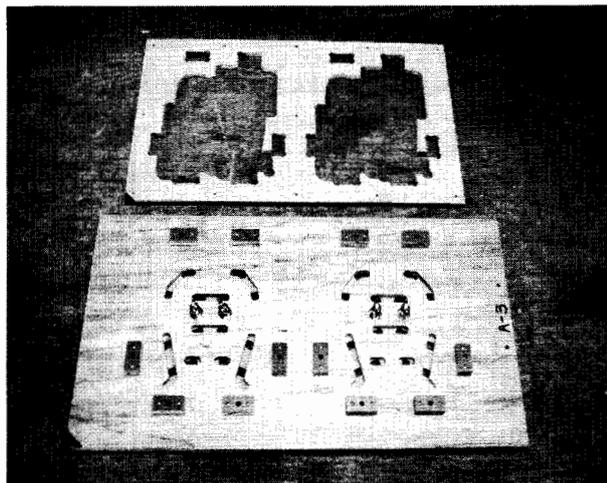


Fig.5 加工用治具

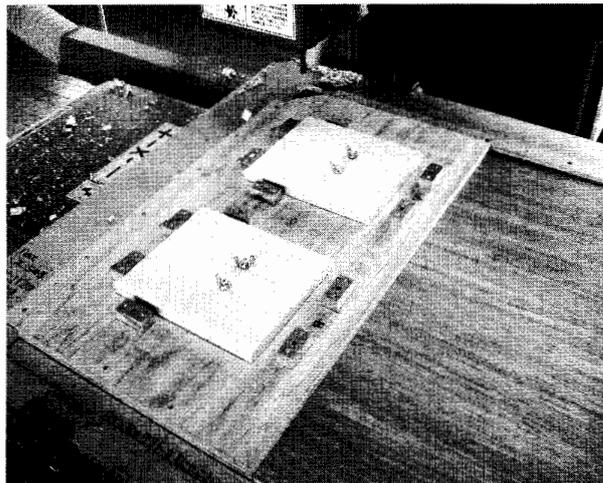


Fig.6 反転加工の工程(1)

2.4 加工工程

反転加工の工程を Fig.6～Fig.12 に示す。Fig.6 では原板2枚を加工治具にネジで固定し、NC ルーターのワークテーブルの定位置に治具を設置している。Fig.7 は第一工程途中の切削風景である。Fig.8 と Fig.9 の下図は第一工程の切削直後の風景である。Fig.9 の上図は半加工原板を治具より取り外し、左右方向に裏表反転させて再び治具に取り付け、外周押さえを取り付けた状態である。Fig.10 は反転加工の第二工程の切削風景である。Fig.11 は切削終了後の風景である。Fig.12 は NC ルーターより治具を除去し、外周部の押さえ治具を取り外した風景である。反転加工の加工時間は全行程で7～8分程度要する。

通常加工は反転加工と同様の加工治具を利用し、最初に形状の外周部を切り抜き、NC ルーターを一時停止させ、外周押さえを取り付け、内側の円を切り抜いて目的の形状を得る。加工時間は全行程で5～6分程度要する。

反転加工と通常加工での加工速度はCAM の設定値の60%で行った。刃物は一般に市販されている直径9mmで2枚刃のストレートビットで新品ではなく使用途中のものを用了。切削時の刃物の回転速度は12,000 r.p.mで行った。

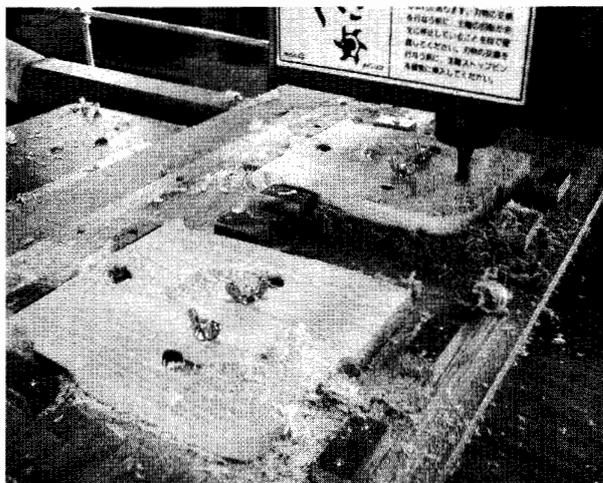


Fig.7 反転加工の工程(2)



Fig.8 反転加工の工程(3)

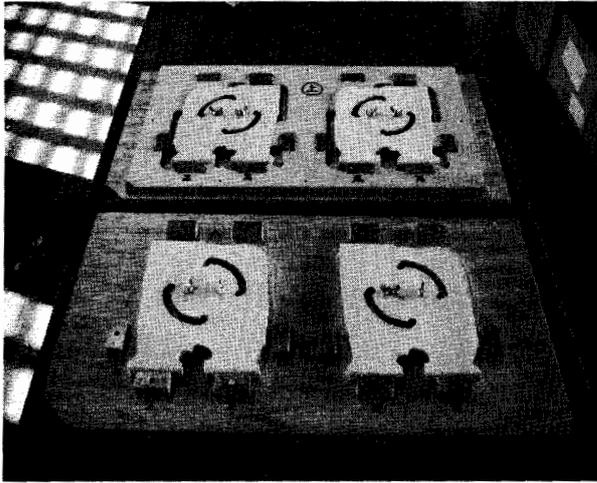


Fig. 9 反転加工の工程 (4)

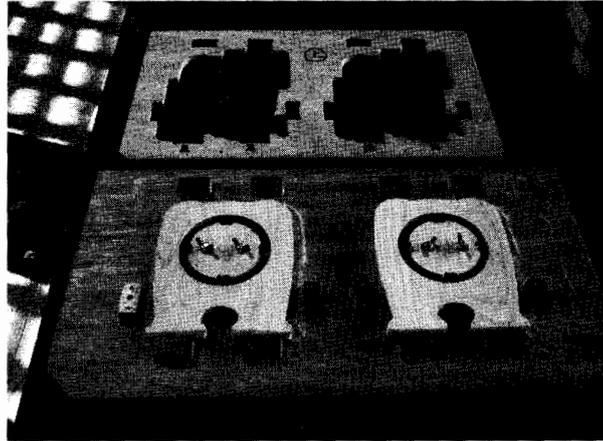


Fig. 12 反転加工の工程 (7)



Fig. 10 反転加工の工程 (5)



Fig. 11 反転加工の工程 (6)

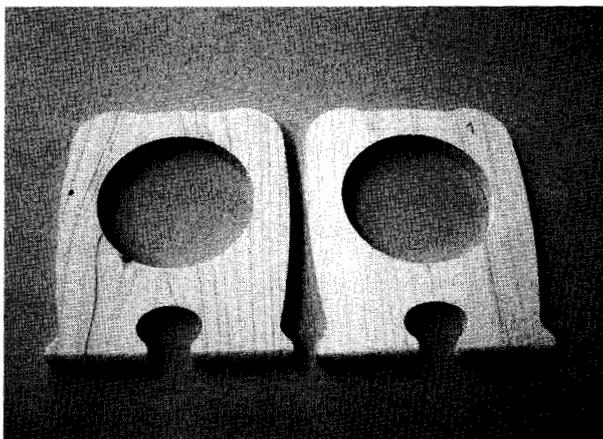


Fig. 13 目ぼれ比較用サンプル

3 試験結果と考察

3.1 目ぼれの状態

NC ルーター加工後の目ぼれ比較用のサンプルを Fig. 13 に示す。左図が通常加工のサンプルで右図が反転加工のサンプルである。目ぼれの観察位置を Fig. 14 に示す。2 枚積層してあり、上層が通常加工のサンプル、下層が反転加工のサンプルである。目ぼれは A、B、C、D、E、F の 6 箇所と比較し、それぞれの状態を Fig. 15～Fig. 20 に示す。6 箇所全てで通常加工のサンプルの目ぼれが大きく、次工程のサンドペーパーでの研磨では、平滑に修整すると原形を壊してしまうほどであった。一方、反転加工のサンプルの目ぼれは殆どなく、平滑であり、次工程のサンドペーパーの研磨は殆ど要ないほどであった。

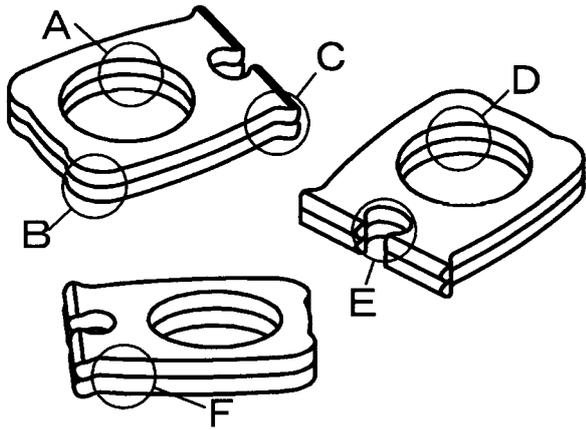


Fig. 14 目ぼれの観察位置

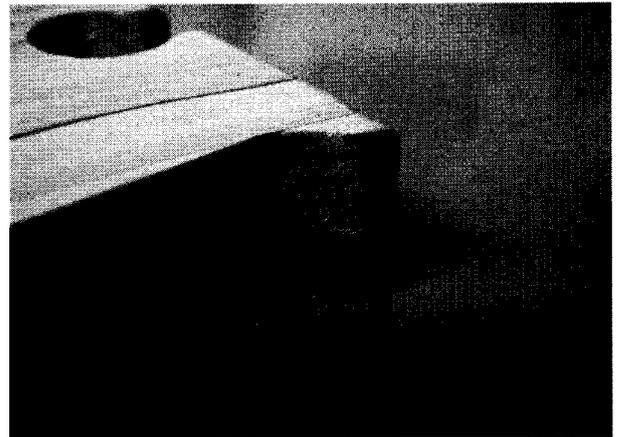


Fig. 17 目ぼれの状態 (C部分)

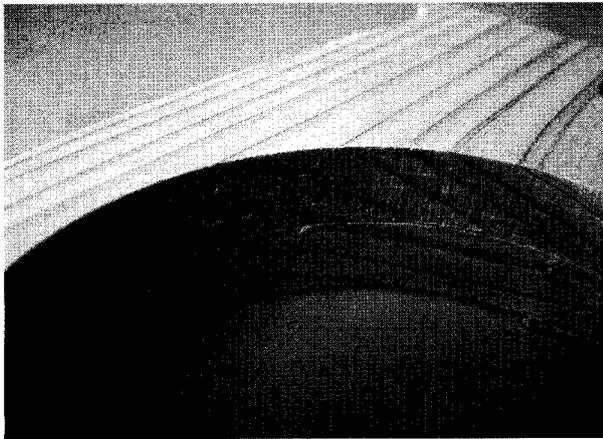


Fig. 15 目ぼれの状態 (A部分)

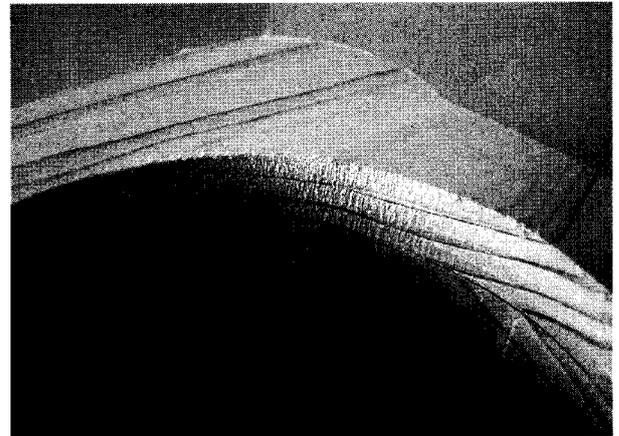


Fig. 18 目ぼれの状態 (D部分)

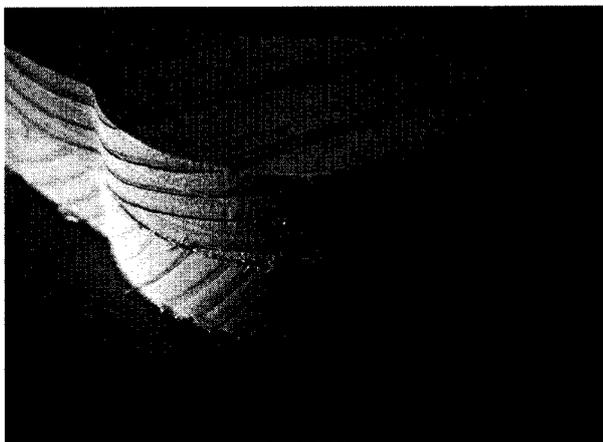


Fig. 16 目ぼれの状態 (B部分)

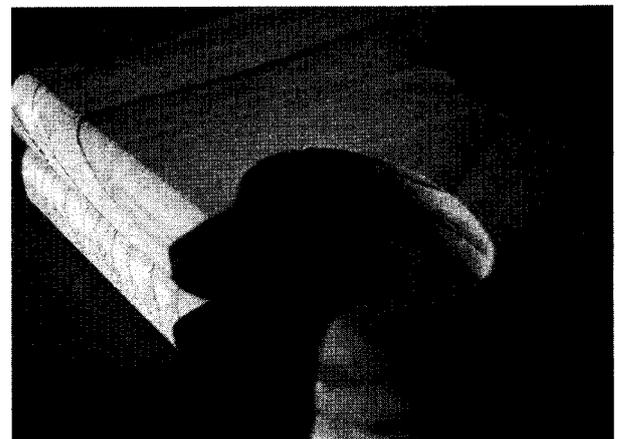


Fig. 19 目ぼれの状態 (E部分)

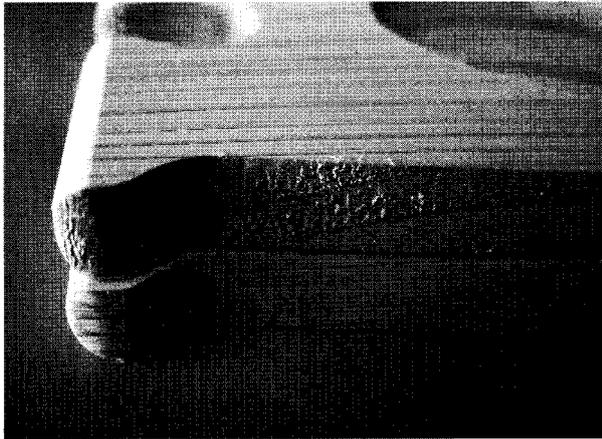


Fig. 20 目ぼれの状態 (F部分)

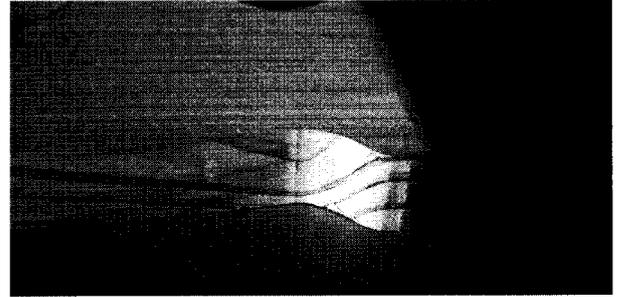


Fig. 23 継ぎ目の状態 (J2部分)

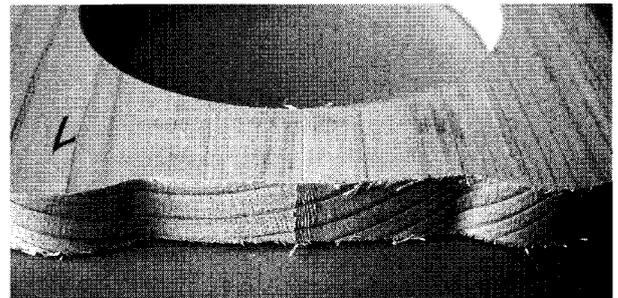


Fig. 24 継ぎ目の状態 (J3部分)

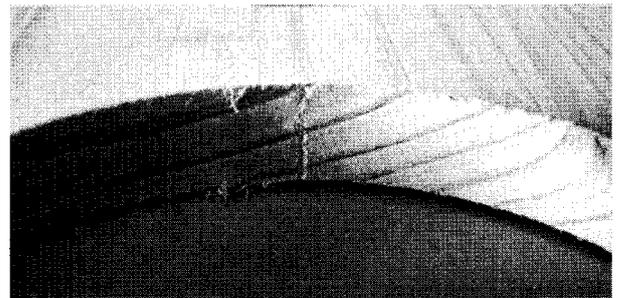


Fig. 25 継ぎ目の状態 (J4部分)

3.2 反転加工の継ぎ目の状態

今回の反転加工の加工パスには16箇所継ぎ目があり、その内の4箇所の継ぎ目の位置をFig.21に示す。また4箇所の継ぎ目J1、J2、J3、J4の状態をFig.22～Fig.25に示す。J1はそのままでも殆ど目立たないが、J2、J3、J4は若干目立つ程度であった。しかし、サンドペーパーで軽く研磨し継ぎ目の消去作業を行うと軽減でき、製品の品質を損ねるものではなかった。

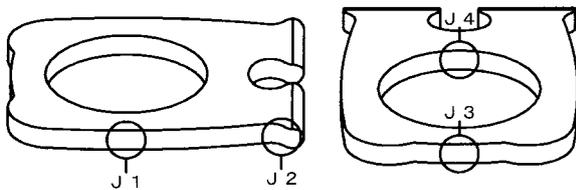


Fig. 21 4箇所の継ぎ目の位置

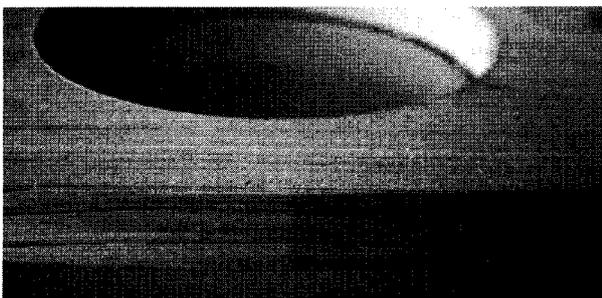


Fig. 22 継ぎ目の状態 (J1部分)

4 おわりに

NCルーターで軟材の板を切り抜き加工する際、逆目切削部分の目ぼれの防止策として一方法を考案した。この方法は特に対称性のある形状を加工する場合に効果があり、切り抜き加工をする形状の順目切削部分と逆目切削部分を区分し、第一工程で順目切削部分の加工を行い、材料を対称軸で裏表反転させ、第二工程で再び同じ方法で加工すると、全行程で終始順目切削加工ができ、目ぼれの殆どない平滑な加工面を得ることができる。第一工程と第二工程の際にできる継ぎ目部分もサンドペーパーで軽く研磨すると軽減できる。刃物も一般に市販されて

いるストレートピットで十分である。ただし、加工用の治具は材料を反転させても常に同じ位置に正確に取り付けできるように精密さが必要とされる。

引用文献

- 1) 意匠登録第 1260410 号 (山梨県), 平成 17 年 12 月 2 日
- 2) 三枝 茂: 山梨県森林総合研究所研究報告, No. 25, P153 (2006)