

背景と目的

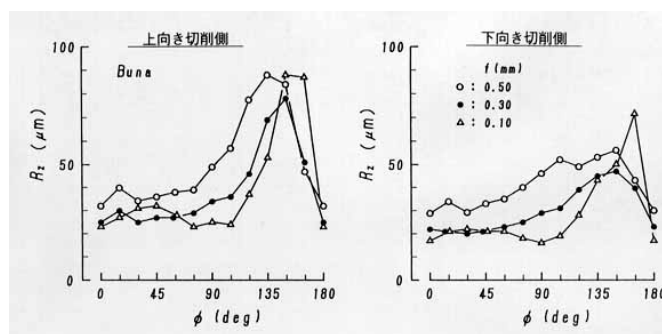
NCルータとは、X、Y、Z軸の3軸を数値制御（numerical control）により移動させ、テーブル上の加工材を毎秒300回転以上のルータビットにより切削除去して所定の形状にする、多種少量生産に適した無人化可能な機種である。NCプログラムは、複雑な形状でも主として直線補間と円弧補間によって構成され、主軸の高速回転のために送り速度は全切削行程にわたり一定にされることが多い。逆目ばれ、切り残し等の欠点が次行程で問題となっている現状から、ある基準値以上の加工精度を得るためには木材繊維に対する送り方向の角度と加工精度、切削条件の関係を明らかにする必要がある。

成 果

ルータビットの回転方向は通常時計回りであるので、ルータビットの進行方向の左側が上向き切削、右側が下向き切削になり、両切削方式による両側の切削面の木材繊維は同じ角度で切断される。従って、図1に示したブナ板木材の繊維方向に対して角度 ϕ で直線補間切削した上向き切削側、下向き切削側の切削面の十点平均粗さ（Rz）の測定結果は同様な傾向である。 $\phi > 90^\circ$ の逆目切削領域になると、上向き切削は逆目ばれ、下向き切削では毛羽立ちのためにRzは急激に大きくなる。

円弧補間指令には、CW（時計回り）とCCW（反時計回り）がある。どちらの指令によっても加工上問題となる逆目切削領域は加工材の同一象限上に出現し、これを避けることはできない。例えばCWの半円周指令では、木口切削→順目切削→平行切削→逆目切削→木口切削の順に（CCWではこの逆順）あらゆる切削形態をとる。CW、CCWによる内、外周切削面を半円周にわたって 15° ごとに、法線方向に測定したRzを図2に示した。また、X、Y、Z軸同時制御の円弧補間切削による試験片上の半円の半径を実測し、指令値からの誤差を図3のように調べた。加工誤差は中心角 90° 付近で最も大きく、低送り速度では移動の絶対量が少ない、小さなrの方が加工誤差は小さい。しかし、 $F=9000\text{mm/min}$ では $r=10$ の形状は扁平化してしまい、送り速度が円弧の形状精度に大きく影響することが分かる。

NCプログラミングでは、点Pnから点Pn+1までの切削指令を直線補間あるいは円弧補間指令とPn+1の座標値の組み合わせで行い、これを一つのブロックと呼ぶ。切削条件（送り速度、主軸回転数）の指示はブロックの直後に入れ、それ以降のブロックにも変更の指示があるまで有効である。切削方式と加工材の方向性から欠点の発生を予測できるので、Pn→Pn+1を複数のブロックに分割して最適切断条件をきめ細かく指示すれば、加工精度と生産効率全体の向上につながるであろう。

図1. 直線補間切削における ϕ と十点平均粗さ（Rz）

f：1回転当たりの送り量

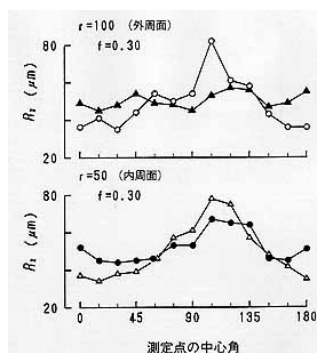


図2. 円弧切削面の粗さ（Rz）

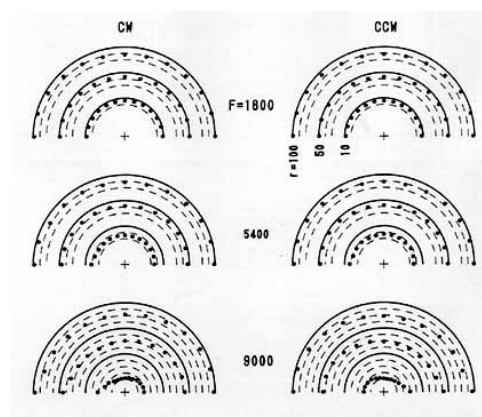


図3. 円弧補間切削において発生する加工誤差

(実線は、r：半径指令値の円弧、その内側の点線の間隔は1mm)

F：送り速度（mm/min）