

北見工大 ○高橋 哲人 久保 明彦 田牧 純一 北川 武揚

1. はじめに

前報では工具を基準の位置として円柱被削材旋削中の横切れ刃によって作られる仕上面から送り方向, 半径方向, 円周方向の三次元温度分布を計算と実測より明らかにした¹⁾.

被削材温度は, 旋削加工終了後直ちに測定する場合の精度²⁾や繰り返し切削加工を行う場合の工具摩耗に何らかの影響を与えようと考えられる. ここでは旋削加工後の被削材を基準位置とした温度分布を, 差分法による数値計算により求め, 実測結果と比較検討を試みた.

2. 切削条件及び解析方法

解析に用いた切削条件は切削速度 $V=100, 200\text{m/min}$, 切り込み $d=2.0\text{mm}$, 送り $f=0.2\text{mm/rev}$ で乾式の長手方向外周切削とし, 実測は $V=100\text{m/min}$ のみについて行った. 被削材は機械構造用炭素鋼S45C(焼鈍), 工具材は超硬P20, 工具形状は $[0, 0, 6, 6, 15, 15, 0.5]$ である.

本研究での解析領域は, 図1の模式的に示した旋削モデルの影を付けた部分である. 軸方向については, 切削部(横切れ刃を含む被削材の軸に垂直な面)がある収束した温度分布を持ちながら解析領域から遠ざかることから簡単のため, この方向への熱の出入りはないと仮定し単位長さの領域と考えた. 円周方向については図2に示すように刃先に相当する距離0から離れるほど, 温度勾配が小さくなり, 距離が300mmから切削直前点に相当する471mmでは, 半径方向のそれに比べ非常に小さくなり高温の工具部も先に述べたように移動することから簡単のため温度分布が一様であると仮定した.

以上のことから, 本解析では半径方向への円柱座標の一次元問題として考え, また円柱の仕上面からの熱の放出も考慮し, 空気と接する境界には, 回転円柱の熱伝達率を用いた³⁾. また格子間隔は前報で求めた温度分布に対応させ1mm間隔とし, 解の安定条件を満たす様に計算刻み時間 Δt を決定した. 初期温度分布は, 図3に示すように, 前報で求めた前仕上面から半径方向の温度分布を用いた.

3. 解析結果と考察

比較のための実測結果は図4(a), (b)に示すように二通りの方法によった. また, 被削材はチャック部, 心押し部を断熱して支持している. 図5(a)は摩耗工具(逃げ面摩耗 $V_B=0.6\text{mm}$)における前仕

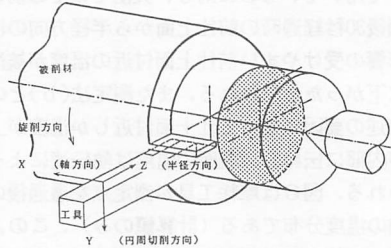


図1 旋削モデル

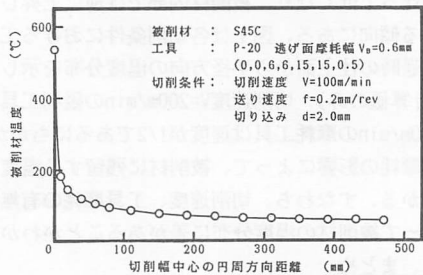


図2 横切れ刃による仕上面の温度分布

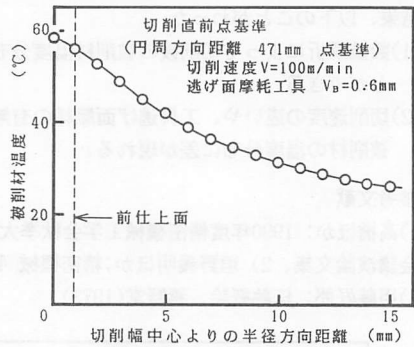


図3 半径方向の温度分布

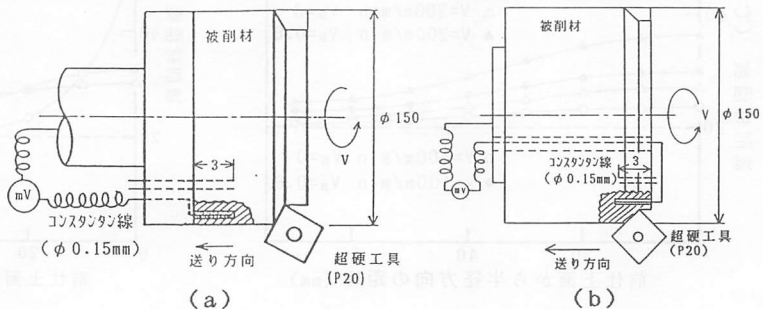


図4 測定方法

上面から半径方向に1mmの点の時間経過に対する被削材の温度変化である。計算値と測定法(a)における値は良い一致を示しているが、工具が測定点通過後25秒で切削を終えたため、それ以降の温度降下が大きくなったと思われる。また測定法(b)における値は計算値に比べ全体的に低めに出た。これは計算において、横切れ刃による仕上面から送り方向と半径方向に十分熱が加わった状態、すなわち、ある温度分布に収束した値を初期温度分布として用いているのに対し、実測ではその前に測定点を通過したためと思われる。図5(b)は摩耗工具における切削後30秒経過時の前仕上面から半径方向の温度分布である。計算値と測定法(a)を比べると前述の要因と、その影響の受けやすい前仕上面付近の温度が被削材内部に比べ先に下がったと思われる。また測定法(b)との比較においても前述の要因によって仕上面付近しか温度が上昇せず、その熱が内部に伝わり、表面の温度は熱伝達によって降下したと思われる。図6は摩耗工具が測定点を通過後の各時間の半径方向の温度分布である(計算値のみ)。このように工具通過直後では仕上面付近の温度が内部に比べ高いが、時間の経過に伴って低くなり、被削材内部では逆に上昇し、その差は縮まる傾向にある。図7は各切削条件における工具通過後30秒経過時の仕上面から半径方向の温度分布を示したものである(計算値のみ)。切削速度 $V=200\text{m/min}$ の鋭利工具に対して、 $V=100\text{m/min}$ の摩耗工具は速度が1/2であるにもかかわらず、逃げ面摩耗の影響によって、被削材に残留する温度が高いことがわかる。すなわち、切削速度、工具摩耗の有無等の諸条件によって被削材の温度分布に差があることがわかる。

4. まとめ

数値解析と実測により、切削後の被削材の温度分布を求めた結果、以下のことがわかった。

- (1) 数値解析によって切削後の被削材温度分布を求めることができる。
- (2) 切削速度の違いや、工具逃げ面摩耗の有無によっても被削材の温度分布に差が現れる。

参考文献

- 1) 高橋ほか: 1990年度精密機械工学会秋季大会学術講演会講演論文集、2) 垣野義明ほか: 精密機械、45 11(1979)、3) 甲藤好郎: 伝熱概論、養賢堂(1973)

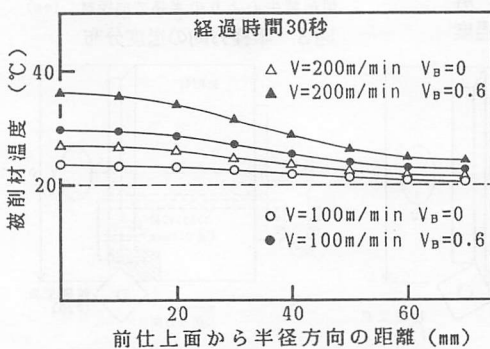
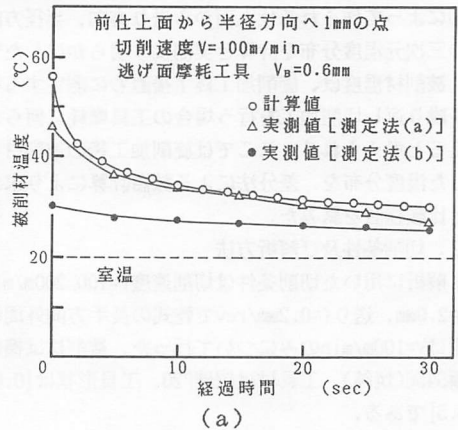
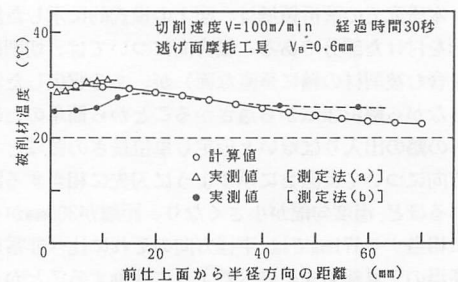


図7 各切削条件に対する温度分布の比較



(a)



(b)

図5 実測温度と計算温度の比較

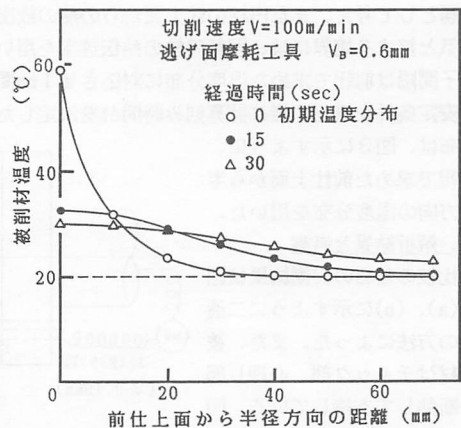


図6 経過時間に対する温度分布