

# 切削加工シミュレーションに関する研究

機械システム課 上野 実 電子技術課 佐山利彦\* 中央研究所 清水孝晃 宮田直幸

若い研究者を育てる会 田中精密工業(株) 水野輝章 立山マシン(株) 若林武司

## 1. 緒言

切削加工において、加工時間、コスト、工具寿命、加工精度等の観点から最適な加工条件を決定するには、多くの経験と加工実験が必要とされる。このなかで、工具寿命は、主に工具摩耗によって決定されるが、被削材や工具、加工条件等により変わるため、摩耗量を正確に予測し、適切な工具交換時期を判断することは困難である。本研究では、工具の長寿命化と加工時間の短縮のため、代表的な切削加工である旋盤の外径切削加工を対象として、工具摩耗量を推定する研究を行った。

## 2. 試験方法・切削モデルによる解析

### 2.1 工具摩耗試験

実切削加工による工具の摩耗状況を定量化するため、被削材に構造用炭素鋼 S45C、工具にサーメット素材のチップを用い、工具摩耗試験を実施した。切削速度を変え、一定距離切削ごとに切削動力と工具の摩耗状況を確認した。本研究では摩耗が顕著であったすくい面摩耗に着目し、摩耗量の分布と、設定した測定ライン上の最大摩耗量と摩耗プロファイルの測定を行った。切削速度  $V=300$  m/min、切削距離 3000 m における、すくい面上の摩耗量分布を図 1 に示す。各速度の最大摩耗量は、 $V=100$ 、および  $200$  m/min においては、大差は見られなかったが、 $V=300$  m/min においては、相対的に大きな摩耗量となった。

### 2.2 工具摩耗評価式

上記の工具摩耗試験の結果から得られた摩耗比率  $dw/dl$  を基に、工具摩耗評価式を推定した。工具摩耗の形態として、工具摩耗評価式を、アブレッシブ摩耗と拡散摩耗の線形和とするモデルを適用し、次式を設定した。

$$\frac{dw}{dl} = C_1 + C_2 \sigma^n \exp\left(-\frac{C_3}{T}\right)$$

ここで、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、および  $n$  は定数であり、 $\sigma$ 、 $T$  は工具表面の局所的な面圧および温度で、解析によって得られる値である。

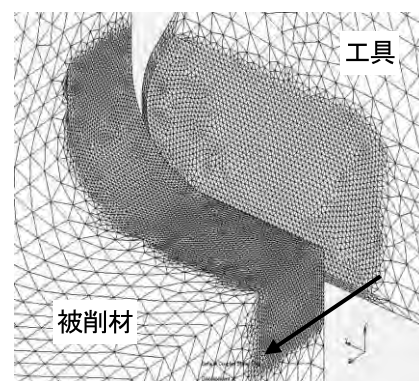
### 2.3 2次元切削モデルによる解析

切削および摩耗現象について効率的な解析を進めるため、2次元切削モデルによる解析を実施した。旋盤

の切削を、固定した直方体の被削材を工具で切削する簡易モデルとした。このモデルを用い、前記した工具摩耗評価式の定数を求め、摩耗量を評価した。その結果、各切削速度における最大摩耗量は実測とおおむね一致したが、測定ラインの摩耗プロファイルは一致しているとは言えなかった。

### 2.4 3次元切削モデルによる解析

摩耗プロファイルの評価を行うため、3次元切削モデル(図2)による解析を実施した。すくい面の摩耗量分布の推定結果を図3に示す。同一条件で行った工具摩耗試験の結果



切削速度  $V$  (m/min)

図2 3次元切削モデル

と比較すると、摩耗量分布は概ね一致しており、これは、解析で得られた温度分布の高い領域と概ね一致していた。また、摩耗プロファイルも非常に良い一致を見た。

## 3. まとめ

工具の長寿命化と加工時間の短縮のため、切削モデルを作成し、有限要素法を用い切削加工シミュレーションを行った結果、工具摩耗試験の摩耗量分布と良い一致を示し、摩耗量の推定が可能となった。

詳細は、平成26年度 若い研究者を育てる会「研究論文集」p.8~15を参照。

摩耗量( $\mu$ m)

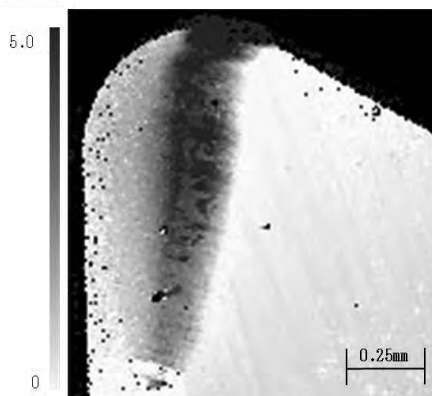


図1 工具すくい面の摩耗量分布

摩耗量( $\mu$ m)

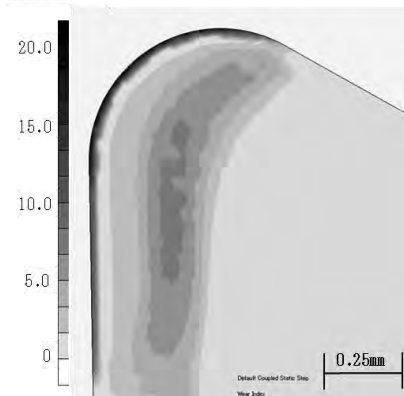


図3 3次元解析による摩耗量分布

\*現 機械システム課