

三次元 CAD を活用したボールエンドミルによる 切削特性の簡易評価法

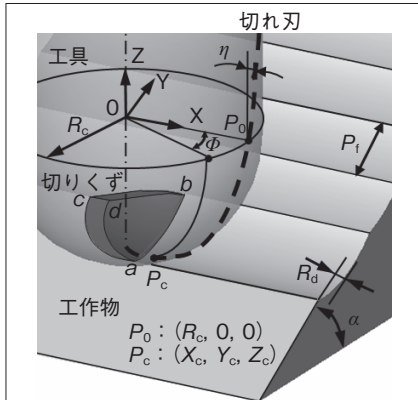


図1 ボールエンドミルによる切削モデル

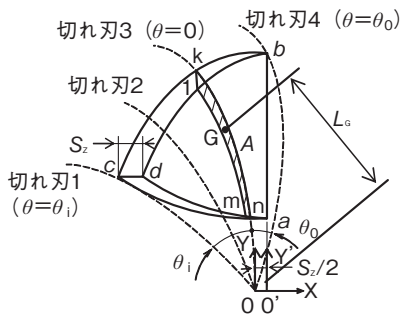


図2 切削面積の計算方法

$R_c=10\text{mm}$, $R_d=1.0\text{mm}$, $S_z=0.1\text{mm/刃}$

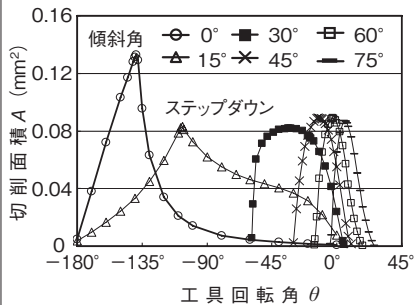


図3 工具回転角による切削面積の変化

$R_c=10\text{mm}$, $R_d=1.0\text{mm}$, $S_z=0.1\text{mm/刃}$

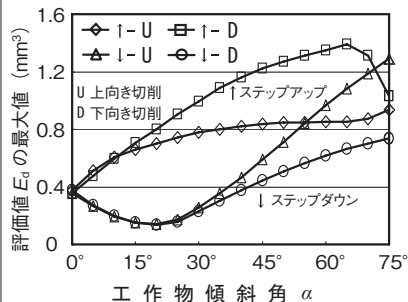


図4 工作物傾斜による E_{dmax} の変化

1. はじめに

ボールエンドミルは回転によって先端部の切れ刃の包絡面が半球面となる工具であり、三次元形状の加工に不可

欠な工具である。最近ではコーティング技術の発展⁽¹⁾により、高硬度な金型材料の直彫り加工も行われ⁽²⁾、機械加工におけるボールエンドミルの役割はさらに広がっている。しかし、ボールエンドミル加工は形状が複雑な切れ刃による断続切削となり、切削機構や切削特性を容易に把握することが困難である。

そこで、本稿は製品設計等で普及しつつある三次元CAD (Computer Aided Design) を活用し、工具および工作物モデルを作成するとともに、切削の進行により変化する切削面積を容易かつ高精度に計算する方法を提案している。また、本方法を用いれば切削面積の重心および重心から主軸までの距離も容易に計算できる。さらに、両者の積を評価値として、切削トルクに対応する切削特性およびその変化を容易に把握することも可能となる。また、良好な切削特性が期待できる加工方法を予測でき、傾斜面加工を事例として紹介する。

2. モデリングと切削面積の計算方法

図1は、三次元CADにより定義した工具と工作物を干渉させた切削モデルであり、図中のabcdは1回の切削で除去される切りくずである。

図2は切りくずabcdと切れ刃の干渉による切削面積の計算方法を示しており、X-Y面に投影している。切削面積Aは切りくずabcdと切れ刃を含むすくい面が干渉する部分であり、klmnにより示している。工具の回転角の基準は切れ刃がY軸に接した切れ刃3の位置を $\theta=0^\circ$ としている。図中のGと L_G は切削面積の重心と主軸から点Gまでの距離である。

3. 切削面積と評価値による切削特性の評価

図3は傾斜角 α を変化させ、ピックフィードを下面方向に与えたステップダウンによる切削面積の変化を下向き

切削により比較している。図より切削条件によりさまざまな変化を示しており、切削機構の複雑さが読み取れる。

そこで、切削力が切削面積の重心Gに集中力として作用するものと仮定し、次式により切削トルクに対応する切削特性を評価する値Edを定義する。

$$Ed = A \cdot L_G \quad (1)$$

図4は評価値の最大値 E_{dmax} を各種条件により比較している。図よりステップアップ(↑)に比べてステップダウン(↓)の評価値が小さく、後者の場合下向き切削(D)、前者の場合上向き切削(U)の条件でともに評価値が小さい。なお、ステップダウン、 $\alpha=20^\circ$ で E_{dmax} は最小値を示している。この結果より、加工面に対して主軸を 70° 傾斜させ、ステップダウンの条件で加工すると、両切削方式ともに切削トルクに対応する切削特性が良好となることが期待できる。

4. おわりに

三次元CADを活用して複雑な切削過程となるボールエンドミル加工における切削機構と切削トルクに対応する切削特性の簡易的な評価方法を示した。また、その値を用いて良好な切削特性を期待できる条件について、傾斜面加工を例に検討した。

今後は5軸制御加工を想定した主軸の送り方向への傾斜の検討も必要となる。また、切削実験の結果との比較を通じて、提案した方法を検証し、生産性と加工精度をともに両立させる加工法の開発に活用できる実用的な評価法へと発展させることも求められている。

(原稿受付2008年2月12日)

[岩部洋育 新潟大学]

●文献

- (1) 山田保之・青木太一・田中裕介・脇平浩一郎、コーティッド超硬工具による高硬度材の切削、日本機械学会論文集、60-577, C (1994), 2906-2910.
- (2) 岩部洋育・嶺岡悦雄・宮口隆司・賀井治久、高速ミーリングの現状と今後、精密工学会誌、64-6 (1998), 808-812.