

機械加工における5軸加工条件の最適化

機械技術部 南 晃

1. はじめに

機械部品や金型の切削加工分野では国際的な競争や消費者ニーズの多様化などにより、従来以上に高精度で複雑な加工が要求されている。現在のNC加工は3つの直線軸(X・Y・Z軸)による3軸加工が主流であるが、このような高い要求に対応するための加工法として、5軸加工法が注目されている。

5軸加工法では、3つの直線軸と2つの回転軸によって被削材の位置や姿勢を制御しながら加工を行う。このために、従来できなかった複雑な形状を加工することができ、段取り工程を省略することで加工精度や加工能率向上を図り、高い付加価値をもつ加工が可能である。

本研究では、切削工具と加工面との傾斜角であるリード角およびチルト角に着目し、5軸加工法における最適な加工条件について検討を行った。

2. リード角とチルト角

5軸加工では、切削工具と加工面の傾斜を任意に変化させることができる。図1に5軸加工における切削工具の傾斜角を示す。工具の進行方向の傾斜をリード角、これに直角な方向の傾斜をチルト角という。切削加工の加工条件のひとつとして(1)式に示す切削速度があり、加工品質の良否を大きく左右する。

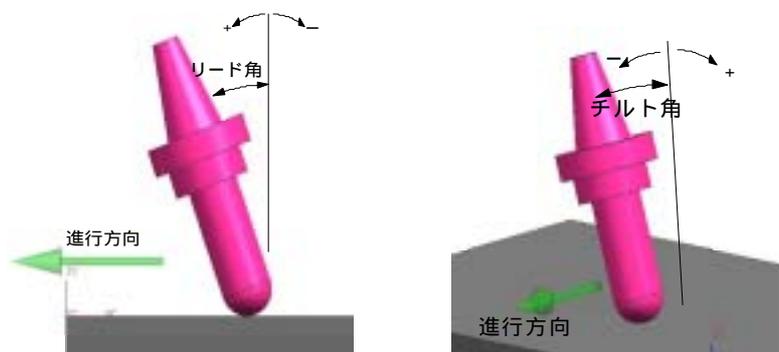
$$\text{切削速度(m/min)} = \frac{\text{ } \times 2 \times R \times N}{1000} \quad \text{----- (1)}$$

R : 切削半径(mm) N : 回転数(rpm) : 円周率

ボールエンドミルの場合、切削付近の形状が球状になっているため先端付近では回転中心と加工点との距離である切削半径が極めて小さい。(1)式に示すように切削速度は切削半径に比例するため、工具先端付近では、良好な加工が行えず、加工面の表面粗さは著しく劣化する。

一方、外周に近くなればなるほど切削半径および切削速度は大きくなり、良好な切削が可能になる。

この工具の傾斜角は3軸加工では、変えることはできないが、5軸加工では任意に変えることができる。このことに着目し、リード角とチルト角を適切に設定することで加工面の表面粗さを従来よりも小さくできる加工法を確立するために切削加工実験を行った。



(a) リード角

(b) チルト角

図1 5軸加工における切削工具の傾斜角

3. 切削加工実験

リード角およびチルト角を $-40^{\circ} \sim 40^{\circ}$ まで変化させたときの表面粗さ R_a を測定した。

切削加工実験の条件を下記に示す。

使用機器	型式：V T 3 A (株)三井精機	切削条件	切削速度：100m/min
工具	形状：ボールエンドミル	送り量	：0.05mm/刃
	直径：10mm	切込み	：0.4mm(軸方向)
	材質：ハイス(ノンコート)		0.5mm(径方向)
		切削油	：なし
		切削方向	：ダウンカット

4. 実験結果

実験の結果を図2, 3に示す。

リード角もチルト角も 0° 付近できわだって表面粗さが大きいという結果になった。

リード角を変化させた場合、プラス側もマイナス側も 10° を超えると表面粗さは急に小さくなった。 20° 付近を超えるとほとんど変化はみられなくなった。これはプラス側もマイナス側もほぼ同様の結果であった。

チルト角ではプラス側で表面粗さの顕著な変化が見られた。リード角同様 10° 付近以降は変化がなくなった。マイナス側でも表面粗さは小さくなっているがプラス側ほどではなかった。また、データのばらつきも大きかった。

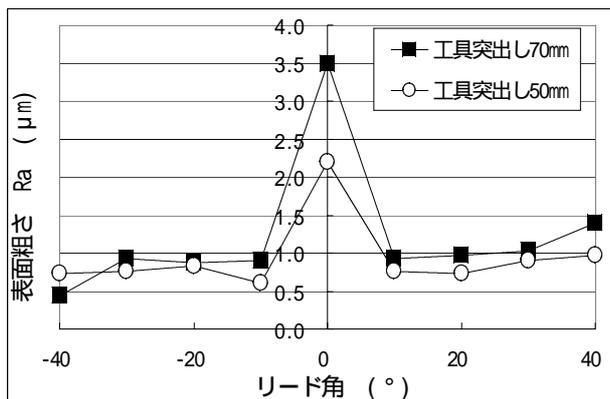


図2 リード角と表面粗さ R_a

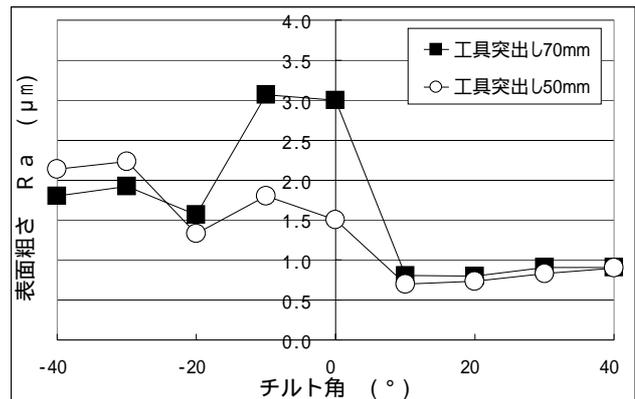


図3 チルト角と表面粗さ R_a

5. おわりに

加工面と工具の間にリード角とチルト角という傾斜角を与えることで加工面の表面粗さを改善できることがわかった。

リード角でプラス側・マイナス側ともに $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$, チルト角でプラス側 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 程度与えれば十分な効果が得られ、極端に大きく与える必要はないこともわかった。また、これらのことは切削速度や送り速度, 工具突き出し量などを変えても同様の結果が得られた。