

難削材の高能率切削加工に関する研究（第1報）

加賀忠士*、坂東直行*

Study on high-efficiency cutting of difficult-to-machine materials (I)

KAGA Tadashi* and BANDO Naoyuki*

本研究では、チタン合金における高能率切削加工の最適条件を求める手法を検討していく。本年度は、基礎的な実験として、切削速度、1刃あたりの送りを変化させた切削実験を行った。その結果、切削速度が速くなると工具摩耗は促進し、工具寿命は短くなる。また、工具摩耗は1刃あたりの送りより切削速度の方が影響を強く受ける。高能率切削を行うためには、切削速度を速くするより1刃あたりの送りを増加する方が望ましいことがわかった。

1. はじめに

現在、航空機産業分野では炭素繊維強化プラスチックの利用拡大と共にチタン合金の利用も拡大している。

このチタン合金の切削では、熱伝導率が小さく、切削熱が刃先近傍に集中し、局部的に切削温度を上昇させてしまうこと、そして刃先が高温になるため工具とチタン合金との熱化学的な反応が活発になり工具の摩耗が加速するといった問題が挙げられている¹⁾。そのため、チタン合金の切削加工では、低速加工を採用し、能率を上げるためには、送りを増加して高トルクで削る方法が経験的に行われている。

本研究では、チタン合金における高能率切削加工の最適条件を求める手法を検討していく。本年度は、基礎的な実験として、切削速度、1刃あたりの送りを変化させた切削実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験

被削材はチタン合金 Ti-6Al-4V (60×100×t20mm)、実験装置は3軸マシニングセンター（ブラザー工業（株）S300X2）、切削工具はインサート（超硬母材にコーティング処理）1個のみを外径25mmのホルダーに取付けた1枚刃を使用した。そして、加工機のテーブル上に切削動力計（Kistler 9257B）を配置し、その上に治具を介して被削材を固定した。実験は、径切込み12.5mm、軸切込み0.6mm、工具送り方向はダウンカット、冷却方法はウェットで、被削材長さ100mmの方向を直線に走らす加工を1パスとして繰り返した。実験パラメーターは、切削速度及び1刃あたりの送りとして、切削速度と1刃あたりの送りの組み合わせはすべて同じ能率となるようにした。評価は、工具摩耗、切削力及び切削可能距離で行った。加工実験の概要を図1、実験条件を表1に示す。

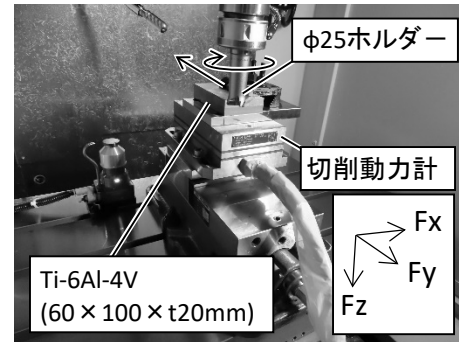


図1 加工実験の概要

表1 実験条件

切削速度 m/min	60	90	120	180
1刃あたりの送り mm/tooth	0.9	0.6	0.45	0.3
送り速度 mm/min	688			
径切込み mm	12.5			
軸切込み mm	0.6			
工具送り方向	ダウンカット			
冷却方法	ウェット			

3. 結果及び考察

3.1 工具摩耗

一例として、切削速度120m/min、送り0.45mm/toothにおける工具底面側から見た逃げ面の摩耗の様子を図2に示す。摩耗の評価はこの逃げ面の最大摩耗幅で評価した。各切削条件における切削距離と摩耗幅の関係を図3に示す。この図から、切削速が速くなると工具摩耗は促進し、工具寿命は短くなることがわかる。また、工具摩耗は1刃あたりの送りより切削速度の方が影響を強く受けることがわかる。

3.2 切削力

回転工具の切削では、切削中の切削断面積は常に変わり切削力が常に変動する。そのため、切削中に働くx、y、z方向の力Fx、Fy、Fzそれぞれを平均した値で評価した。各切削条件における平均切削力の結果を図4に示す。

* 機械部

す。一般に切削速度が増加すると切削力は減少し、1 刃あたりの送りが増加すると切削力も増加する傾向がある。図4の結果はそれと一致している。次に、図3の結果を切削力の大きさから見ると、切削力が一番大きい切削速度 60m/min、送り 0.9mm/tooth が工具摩耗の進展が一番遅く、切削力が一番小さい切削速度 180m/min、送り 0.3mm/tooth の工具摩耗の進展が一番早かった。以上から工具摩耗は切削力より切削速度の方が影響を強く受けることがわかる。

3. 3 切削可能距離

今回実験した 4 条件において逃げ面摩耗幅が 0.2mm に達するまでの切削距離を求め、その距離を切削可能距離とした。具体的には 0.2mm に達する前後の摩耗幅測定結果の値を直線の関数として算出した。各切削条件における、切削可能距離の計算結果を図5に示す。なお、今回実験を行った 4 条件はすべて同じ能率条件での結果であることから、高能率切削を行うためには、切削速度を速くするより 1 刃あたりの送りを増加する方が望ましいことがわかる。

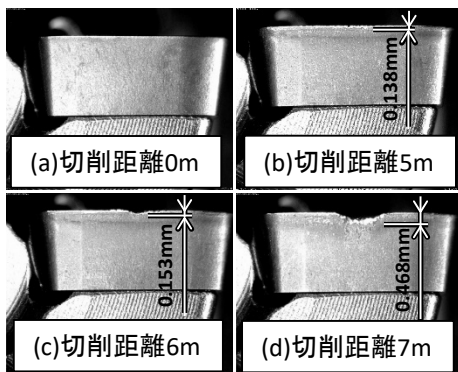


図2 工具摩耗の様子
(切削速度 120mm/min、送り 0.45mm/tooth)

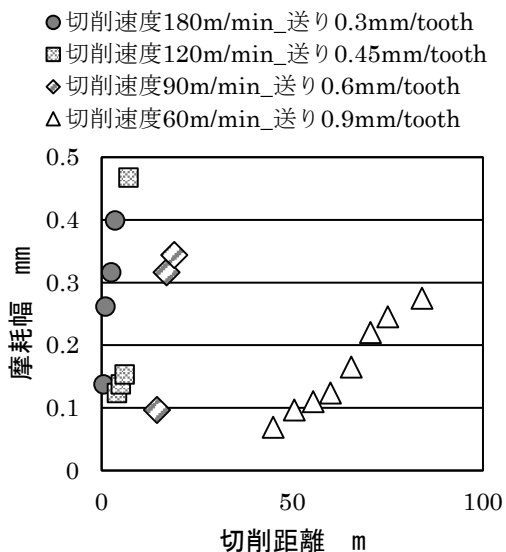


図3 切削距離と工具摩耗との関係

- 切削速度180m/min_送り0.3mm/tooth
- ▣ 切削速度120m/min_送り0.45mm/tooth
- ▤ 切削速度90m/min_送り0.6mm/tooth
- 切削速度60m/min_送り0.9mm/tooth

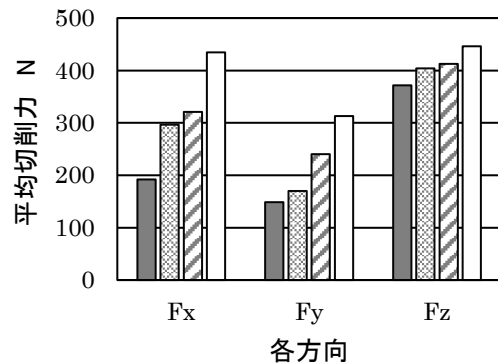


図4 各切削条件における平均切削力

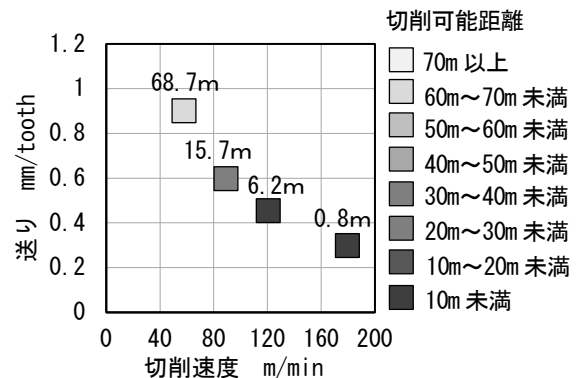


図5 各条件における切削可能距離

4. まとめ

本研究では、チタン合金における高能率切削加工の最適条件を求める手法を検討していく。本年度は、基礎的な実験として、切削速度、1 刃あたりの送り量を変化させた切削実験を行い以下の結果を得た。

- 1) 切削速度が速くなると工具摩耗は促進し、工具寿命は短くなる。
- 2) 工具摩耗は 1 刃あたりの送りより切削速度の影響を強く受ける。
- 3) 工具摩耗は切削力より切削速度の影響を強く受ける。
- 4) 高能率切削を行うためには、切削速度を速くするより 1 刃あたりの送りを増加する方が望ましい。

【謝 辞】

本研究の遂行にあたり、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学大学院工学研究科社本英二教授に、ご助言をいただきましたことを深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 日本塑性加工学会,チタンの基礎と加工, コロナ社, pp163-178,2008