

研究ノート

Ti-Al 系金属間化合物の旋削加工における加工条件の検討

見玉英也*1、河田圭一*1、加藤良典*1、石川和昌*1、斉藤昭雄*1、島津達哉*1

Study on Cutting Conditions in Turning of Titanium Aluminide Intermetallic Compounds

Hideya KODAMA*1, Keiichi KAWATA*1, Yoshinori KATO*1,
Kazumasa ISHIKAWA*1, Akio SAITO*1 and Tatsuya SHIMADZU*1

Industrial Research Center*1

超硬合金工具を用いて Ti-Al 系金属間化合物の旋削加工実験を行い、加工条件(切削速度、送り量、切削油)と、工具寿命や被削材の表面性状の関係を確認した。その結果、切削速度を大きくすると工具寿命は短くなり、送り量を大きくすると、被削材の表面性状は悪化した。また、切削油は工具寿命の延長に効果があり、水溶性切削油を使用すると工具寿命は最も長くなった。

1. はじめに

金属間化合物は2種類以上の金属によって構成される化合物で、単体金属には無い性質を示す。Ti-Al 系金属間化合物(以下、Ti-Al)は、高温強度や比強度(引張強さ/比重)に優れる材料で、航空機のタービンブレードや自動車のタービンホイールなど、軽量で耐熱性が必要な部品への適用が進められている¹⁾。しかし、切削加工では工具摩耗の進行が非常に速く、脆性破壊により形状精度や表面性状が悪化するなど、加工が非常に難しい材料である。

本研究では、Ti-Al の旋削仕上げ加工試験を行い、加工条件(切削速度、送り量、切削油)と、工具寿命や被削材の表面性状の関係を確認した。

2. 実験方法

加工試験の様子を図1に示す。加工機はCNC/普通旋盤((株)TAKISAWA製TAC-360)を使用し、Ti-Alの丸棒の外径を超硬合金工具で加工した。加工条件を表1に示す。初めに、送り量を一定(0.02mm/rev)として、切削速度100~150m/minで加工した時の工具摩耗を評価した。次に、切削速度を一定(100m/min)として、送り量0.02~0.16mm/revで加工した時の加工面を観察した。なお、これらの加工試験は、すべて水溶性切削油(エマルジョン系)を給油した。最後に、切削速度100m/min、送り量0.02mm/revとして、無給油や切削油を給油して加工した時の工具摩耗を評価した。切削油は水溶性切削油(エマルジョン系、ソリュブル系)と合成エステル油を使用した。給油方法は加工現場での使用を想定し、水溶

性切削油は工作機械付属の給油装置、合成エステル油はMQL(Minimum Quantity Lubrication)加工装置により外部給油とした。工具摩耗や加工面は、マイクロスコープ((株)キーエンス製VHX6000)で観察し、工具摩耗は逃げ面最大摩耗幅を測定した。工具摩耗を評価する加工試験は、切削距離が2000mを超えた時点で終了し、その間に摩耗幅が70μm以上の場合や、加工中に異音が発生した場合は試験を中止した。



図1 加工試験の様子

表1 加工条件

被削材	Ti-Al
工具	バイト:DCLNR2020K12 インサート:CNMG120404 超硬合金(K種)
切削速度	100、125、150m/min
送り量	0.02、0.04、0.08、0.16mm/rev
切込み量	0.25mm(半径値)
切削油	なし(エアブロー) 水溶性切削油(エマルジョン系、ソリュブル系) 吐出量 500mL/min 希釈濃度 10% 合成エステル油 吐出量 60mL/h

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室

3. 実験結果及び考察

図2に切削速度 100、125、150m/min で加工したときの逃げ面最大摩耗幅の推移を示す。切削速度 100m/min の加工では、切削距離 2078m まで加工することができた。切削速度 125m/min の加工では、切削距離 923m まで切削速度 100m/min とほぼ同じ摩耗幅で推移したが、切削距離 923m~1210m の間で摩耗幅が大きくなり寿命となった。切削速度 150m/min の加工では、切削距離 297~479m の間で摩耗幅が大きくなり、加工中に異音が発生したため、試験を中止した。

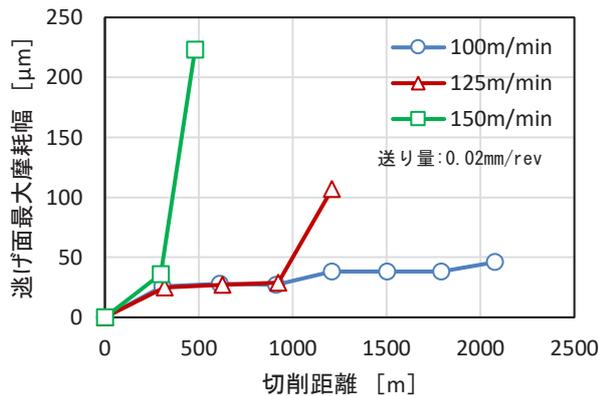


図2 各切削速度と逃げ面最大摩耗幅

図3に送り量 0.02、0.08mm/rev の加工面の様子を示す。送り量 0.02、0.04mm/rev の加工面は損傷がみられなかったが、送り量 0.08、0.16mm/rev の加工面は、図3(b)のような損傷が確認された。Ti-Al は脆性材料であるため、送り量を大きくすると切削中に脆性破壊が発生し、加工面が損傷すると考えられる。

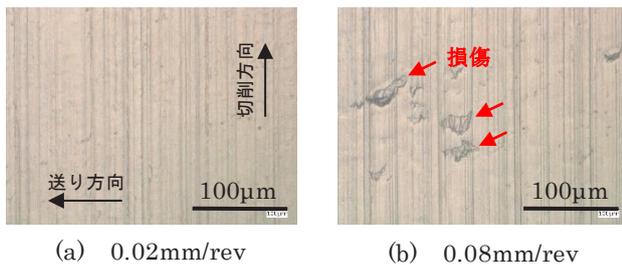


図3 加工面の様子

図4に各種切削油を用いて加工した時の工具摩耗の推移を示す。ドライ加工では切削距離 126m で異音が発生し、合成エステル油を用いた加工では切削距離 1502m で摩耗幅が 70μm であったため、実験を中止した。水溶性切削油を用いた加工では、エマルジョン系、ソリュブル系ともに切削距離 2078m まで加工することができ、加工後の摩耗幅は、エマルジョン系は 46μm、ソリュ

ブル系は 43μm であった。

切削油は工具・被削材間に作用し、合成エステル油は主に潤滑効果、水溶性切削油は主に冷却効果が期待できる²⁾。実験の結果、水溶性切削油を用いると工具寿命は長くなったことから、Ti-Al の旋削仕上げ加工では、加工による工具刃先および刃先近傍の温度上昇を抑制することが、工具寿命の延長に必要であると考えられる。

一方で、ソリュブル系の水溶性切削油はエマルジョン系よりも表面張力が小さく、浸透性や濡れ性に優れることから、工具刃先および刃先近傍での更なる冷却効果が期待できるが、本実験条件では水溶性切削油の性能の違いによる逃げ面最大摩耗幅の差異は確認されなかった。

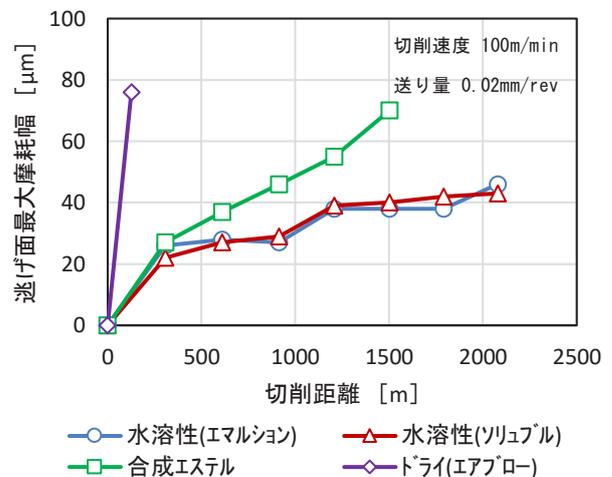


図4 各種切削油と逃げ面最大摩耗幅

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 切削速度を大きくすると工具寿命は短くなる。本実験条件では、切削速度 100m/min で切削距離 2078m まで加工が可能であった。
- (2) 送り量を大きくすると、損傷が発生して表面性状が悪化する。本実験条件では、0.08、0.16mm/rev で加工すると損傷が発生した。
- (3) 切削油を給油すると、工具寿命は長くなる。本実験条件では、水溶性切削油を用いると工具寿命は最も長くなった。

今後は Ti-Al の旋削仕上げ加工の長寿命・高能率化を目的として、工具材種を検討する予定である。

文献

- 1) 小柳禎彦: 大同特殊鋼技報, 88(2), 77-84(2017)
- 2) 関谷英男: 切削油剤と難削加工, 45-50(1975), ジャパンマシニスト社