

研究ノート

Ti-Al 系金属間化合物の旋削加工における工具材種の検討

児玉英也*1、河田圭一*1、加藤良典*1

Study on Tool Materials in Turning of Titanium Aluminide Intermetallic Compounds

Hideya KODAMA*1, Keiichi KAWATA*1 and Yoshinori KATO*1

Industrial Research Center*1

Ti-Al 系金属間化合物の旋削仕上げ加工試験を行い、切削速度を大きくした高能率加工に適した工具材種を検討した。その結果、超硬合金工具よりも熱伝導率が高い PCD 工具は、切削速度 150m/min、200m/min の加工において優れた耐摩耗性を示し、切削速度の増加による工具刃先の温度上昇を抑制できる可能性が示された。

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/密度)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。

筆者らは、これまでに超硬合金工具による Ti-Al の旋削仕上げ加工の加工条件(切削速度、送り量、切削油)について検討し、切削速度 100m/min の加工では、切削距離約 2km まで加工が可能であることを確認した²⁾。一方で、切削速度を 100m/min より大きくすると、工具摩耗の進行が速くなり、工具の寿命は短くなった。この原因としては、切削速度の増加により、工具刃先及び刃先近傍の温度が上昇して、工具材料が軟化、酸化、拡散して摩耗が促進したためと考えられる。そのため、切削速度を大きくして、工具の寿命を維持するためには、工具刃先及び刃先近傍の温度上昇を抑制することが必要であると考えられる。

そこで本研究では、工具刃先の温度上昇を抑制するために、超硬合金工具よりも熱伝導率に優れる CBN(立方晶窒化ホウ素焼結体)工具と PCD(ダイヤモンド焼結体)工具を用いて Ti-Al の旋削仕上げ加工試験を行い、切削速度を大きくした高能率・長寿命加工の可能性について検討した。

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 の丸棒を外径加工した。試験条件を表 1 に示す。CBN 工具、PCD 工具、超硬合金工具を用いて、切削速度 100、150、200m/min で加工したときの工具摩耗の状態をマイクロスコープ((株)キーエンス製 VHX6000)で観察した。工具摩耗は工具逃げ面の最大摩耗幅を測定した。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 70 μ m を超えた場合や、加工中に異音が発生した場合は中止した。



図 1 加工試験の様子

表 1 試験条件

被削材	Ti-Al
工具材種	CBN(立方晶窒化ホウ素焼結体) PCD(ダイヤモンド焼結体) 超硬合金(WC 焼結体)
切削速度	100、150、200m/min
送り量	0.02mm/rev
切込み量	0.25mm(半径値)
切削油	水溶性切削油(エマルジョン系、吐出量 500mL/min、希釈濃度 10%)

*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、3、4 に切削速度 100、150、200m/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、すべての工具で切削距離 2000m 以上まで加工し、加工後の摩耗幅は、CBN 工具は 45 μm 、PCD 工具は 45 μm 、超硬合金工具は 41 μm であった。切削速度 150m/min の加工では、超硬合金工具は切削距離 47m 加工後の摩耗幅が 210 μm となり、寿命となった。CBN 工具、PCD 工具は切削距離 2000m 以上まで加工して、加工後の摩耗幅は、CBN 工具は 28 μm 、PCD 工具は 44 μm であった。切削速度 200m/min の加工では、超硬合金工具は切削距離 6m 加工後の摩耗幅が 325 μm となり、寿命となった。CBN 工具は切削距離 520m 加工後の摩耗幅が 100 μm となり、寿命となった。PCD 工具は切削距離 2044m まで加工して、加工後の摩耗幅は 45 μm であった。図 5 に切削距離 520m 加工後の CBN 工具と、切削距離 2044m 加工後の PCD 工具の画像を示す。CBN 工具は逃げ面だけでなく、すくい面側が大きく摩耗しているのに対して、PCD 工具のすくい面側の摩耗は軽微であった。

一般的に切削工具の熱伝導率は、超硬合金工具、CBN 工具、PCD 工具の順に大きくなる³⁾。試験結果より、切削速度 200m/min の加工では、工具逃げ面摩耗の進行は、超硬合金工具、CBN 工具、PCD 工具の順に速くなり、特に PCD 工具は切削温度の上昇により進行し易い工具すくい面の摩耗が小さくなった。このことから、本試験条件では、熱伝導率の大きさと工具摩耗の進行に相関がみられ、熱伝導率の大きい工具は、切削速度の増加に伴う工具刃先及び刃先近傍の温度の上昇を抑制し、工具摩耗の進行を遅らせている可能性が示唆された。

4. 結び

Ti-Al の旋削仕上げ加工試験の結果、PCD 工具は、超硬合金工具では早期に寿命となる切削速度 150、200m/min の加工が可能であることがわかった。

今後は各工具で加工したときの、加工点や切りくずの温度計測を行う予定である。

文献

- 1) 小柳禎彦: 大同特殊鋼技報, 88(2), 77-84(2017)
- 2) 児玉英也, 河田圭一, 加藤良典, 石川和昌, 斉藤昭雄, 島津達哉: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 12, 40(2023)
- 3) 狩野勝吉: 難削材・新素材の切削加工ハンドブック, 55-56(2011), 森北出版株式会社

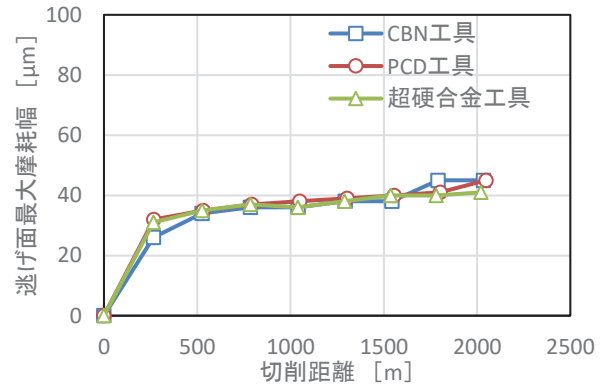


図 2 逃げ面最大摩耗幅(切削速度 100m/min)

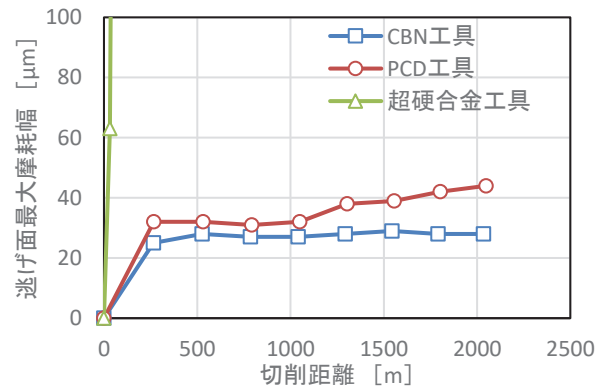


図 3 逃げ面最大摩耗幅(切削速度 150m/min)

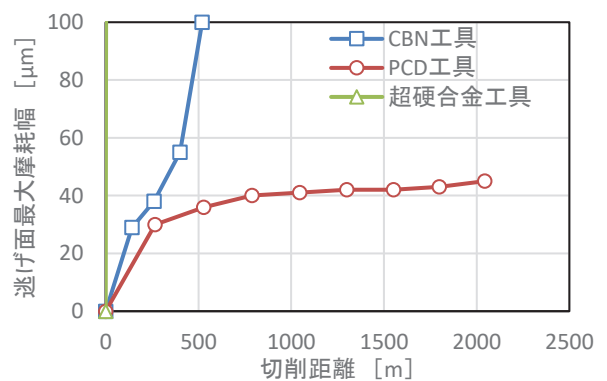
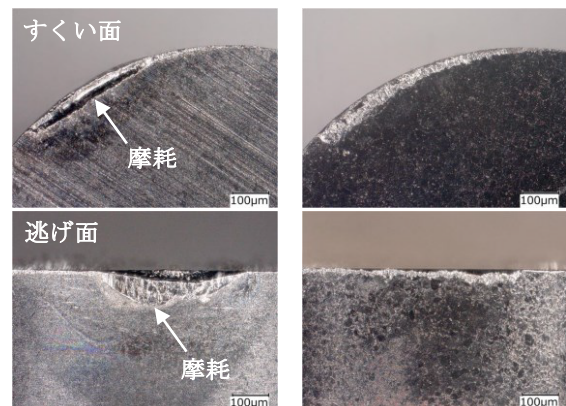


図 4 逃げ面最大摩耗幅(切削速度 200m/min)



(a) CBN 工具 (b) PCD 工具

図 5 加工後の工具摩耗(切削速度 200m/min)