

難削性ステンレス鋼の加工面を平滑にする切削加工技術の開発

応用技術部 工業材料科 科 長 瀧 内 直 祐
応用技術部 工業材料科 研究員 太 田 泰 平

長崎県内の金属加工業では、鉄鋼材料における切削加工技術が中心であるが、材料の高機能化、多様化等により、ステンレス鋼の難削材料に関する要求が高まっている。しかし、ステンレス鋼の切削加工の問題点として、工具刃先への凝着、ステンレス鋼の表面における加工硬化等が生じやすく、工具刃先の欠損、加工面の粗さ等の問題がある。そこで、CrSiN コーテッド超硬工具 (A 社製) 及び TiAlN コーテッド超硬工具 (A 社製) におけるステンレス鋼の切削油剤、ミストによるエンドミル切削加工実験を行い、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具によるコーティングの種類が異なる切削工具の摩耗状況、加工面 (表面) 粗さについて比較検討を行った。その結果について報告する。

1. 緒 言

長崎県内には、金属加工業の中小企業が多数存在しており、工作機械、切削工具等の進歩により、切削加工技術の高度化が進んでいる。しかし、金属系難削材料は、切削加工に長い時間を要し、工具寿命が短い等、非効率的な加工作業となっている。また、切削油剤の使用による作業環境の悪化、塩素系油剤の焼却時に発生するダイオキシンが問題になっているため、切削油剤の使用量を減らす要望が益々強くなっているのが現状である。そこで、本研究は、環境問題等を考慮した切削油剤を使用しない切り屑の除去方法を検討し、切削工具の劣化防止及び適切な加工面粗さを得ることを目的とする。

筆者らは、難削材料の切削加工性の向上を目的として、高クロム鋳鉄、Cr-Ni 耐熱合金 (45%Cr30%Ni 合金)、インコネル、チタン合金等における切削加工性について報告^{(1)~(3)}を行った。

CrSiN コーテッド超硬工具 (A 社製) 及び TiAlN コーテッド超硬工具 (A 社製) におけるステンレス鋼の切削油剤、ミストによるエンドミル切削加工実験を行い、

CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具によるコーティングの種類が異なる切削工具の摩耗状況、加工面 (表面) 粗さについて比較検討を行った。その結果について報告する。

2. 実験方法

実験装置は、前報⁽¹⁾と同様に汎用フライス盤 (牧野フライス製 (KVJP55)) を用いた。被削材は、ステンレス鋼 (SUS304) を使用した。エンドミル切削工具は、CrSiN コーテッド超硬工具 (φ 8mm、4 枚刃、A 社製)、TiAlN コーテッド超硬工具 (φ 8mm、4 枚刃、A 社製) を使用した。ステンレス鋼のエンドミル切削加工条件は以下のとおりである。

- ・切削速度 100m/min、
- ・送り速度 0.03mm/刃
- ・軸方向切り込み量 10mm
- ・半径方向切り込み量 0.5mm
- ・工具突き出し長 27mm
- ・切削加工方法 (側面切削、ダウンカット)

切削油剤、ミストの方法でエンドミル切削加工実験を行い、ミスト (切削油) は、ブルーベ切削油 (LB-1)、切削油剤は、日石三菱ユニソルブル EM-H (20 倍希釈) を使用した。切削工具の摩耗 (最大の逃げ面摩耗幅、チップング幅等) については、前報⁽¹⁾と同様に、工具顕微鏡 (X30) (ニコン製 (MM-11B)) を用いて、所定加工パス毎の切り刃における最大の逃げ面摩耗幅等を測定した。さらに、加工面における表面粗さは、前報⁽¹⁾と同様に、加工面の両端より 20mm の所を、それぞれ A 部、B 部とし、その中心部の切削工具の進行方向を X 方向、切削工具の軸方向を Y 方向として面粗さを表面粗さ・輪郭測定機 (ミットヨ製 (CS-400)) を用いて測定した。

3. 結果と考察

3-1 CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具の切削油剤における工具刃先の逃げ面摩耗幅と切削距離との関係

図1は、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具の切削油剤における工具刃先の逃げ面摩耗幅と切削距離との関係を示す。図中の○印は、CrSiN コーテッド超硬工具、△印は、TiAlN コーテッド超硬工具の結果である。図より切削油剤を使用した場合、切削距離2mにおいて、TiAlN コーテッド超硬工具は、逃げ面摩耗幅が、約10 μ m程度に対して、CrSiN コーテッド超硬工具は、逃げ面摩耗幅が、約10 μ mより小さい値であった。

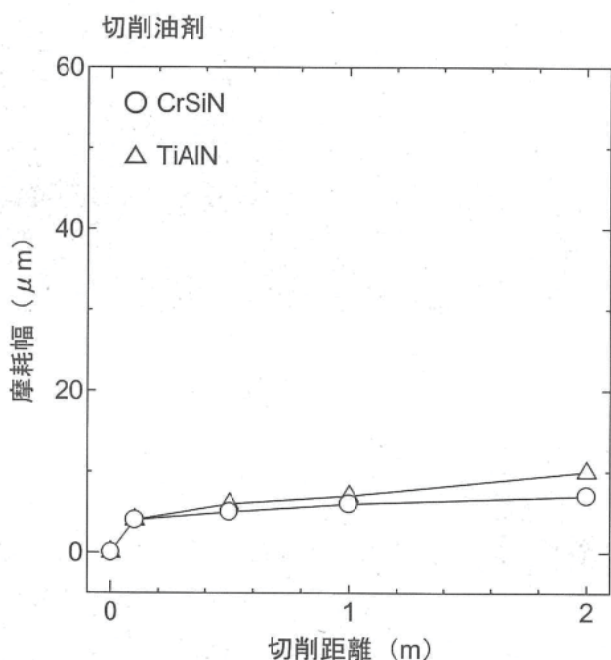
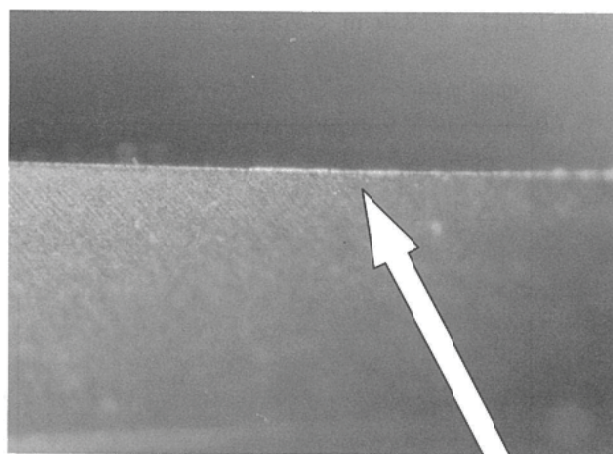
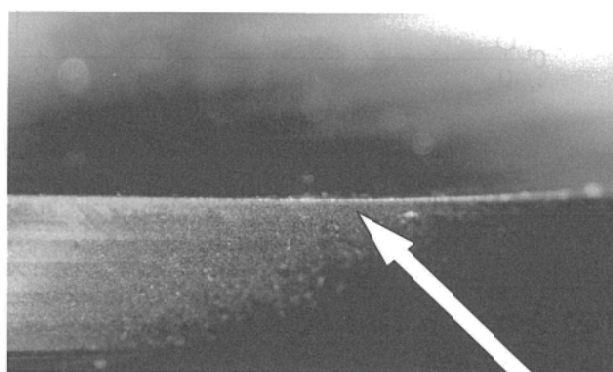


図1 摩耗幅と切削距離との関係

図2は、切削距離2m、切削速度100m/minにおいて、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具の切削油剤における工具刃先の逃げ面摩耗を示す。図に示すように、TiAlN コーテッド超硬工具は、CrSiN コーテッド超硬工具に比べて、逃げ面摩耗幅が大きい結果となった。



逃げ面摩耗
CrSiN コーテッド超硬工具 (切削油剤)



逃げ面摩耗
TiAlN コーテッド超硬工具 (切削油剤)

図2 切削油剤による CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具における刃先の摩耗

3-2 CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具の切削油剤における表面粗さ (Ry) と切削距離との関係

図3は、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具の切削油剤における表面粗さ (Ry) と切削距離との関係を示す。図中の○印は、CrSiN コーテッド超硬工具、△印は、TiAlN コーテッド超硬工具の結果である。

前報⁽¹⁰⁾と同様に、表面粗さ (Ry) の値において、前述のY方向 (工具の軸方向) の表面粗さ (Ry) は、工具軌跡の影響のため、X方向 (工具の進行方向) の表面粗さ (Ry) に比べて、約2 μ m程度の高い値となった。図中の表面粗さ (Ry) の値は、Y方向 (工具の軸方向) の表面粗さ (Ry) の値を示す。図より、表面粗さ (Ry) は、TiAlN コーテッド超硬工具を使用した場合、約10 μ m程度であったが、CrSiN コーテッ

ド超硬工具は、約 $8 \mu\text{m}$ であった。

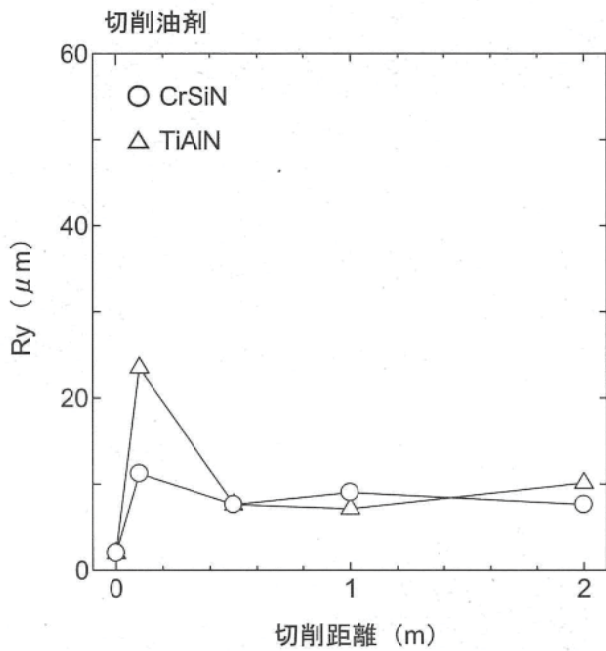


図3 表面粗さ (Ry) と切削距離との関係

3-3 CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具のミストにおける工具刃先の逃げ面摩耗幅と切削距離との関係

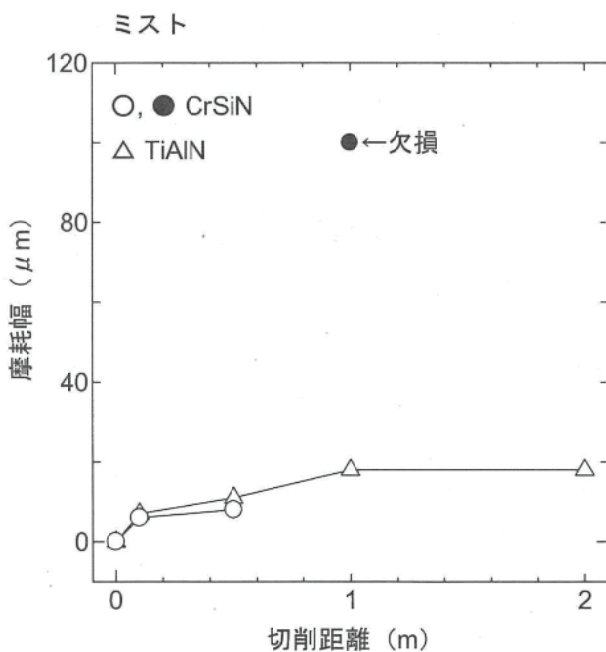
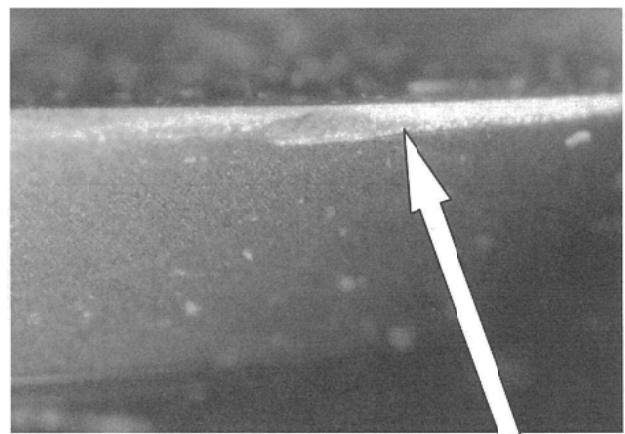


図4 摩耗幅と切削距離との関係

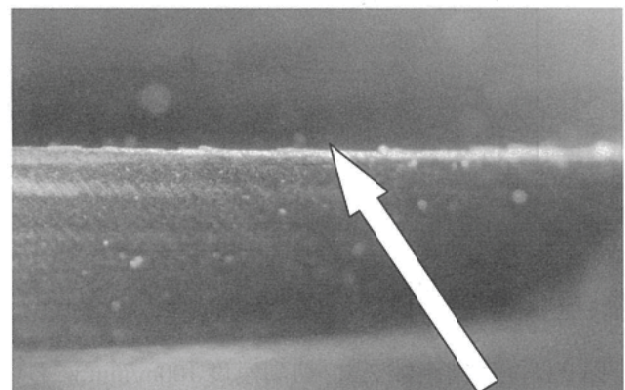
図4は、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具のミストにおける工具刃先の逃げ面摩耗幅と切削距離との関係を示す。図中の○、●印は、

CrSiN コーテッド超硬工具、△印は、TiAlN コーテッド超硬工具の結果である。ミストを使用した場合、CrSiN コーテッド超硬工具は、切削距離 1m において、欠損が生じた。TiAlN コーテッド超硬工具は、切削距離 2m においても、欠損が生じなかった。

図5は、切削距離 2m、切削速度 100m/min において、CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具のミストにおける工具刃先の逃げ面摩耗を示す。図に示すように、CrSiN コーテッド超硬工具の工具刃先は欠損が生じた。



欠損
CrSiN コーテッド超硬工具 (ミスト)



逃げ面摩耗
TiAlN コーテッド超硬工具 (ミスト)

図5 ミストによる CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具における刃先の摩耗

3-4 CrSiN コーテッド超硬工具及び TiAlN コーテッド超硬工具のミストにおける表面粗さ (Ry) と切削距離との関係

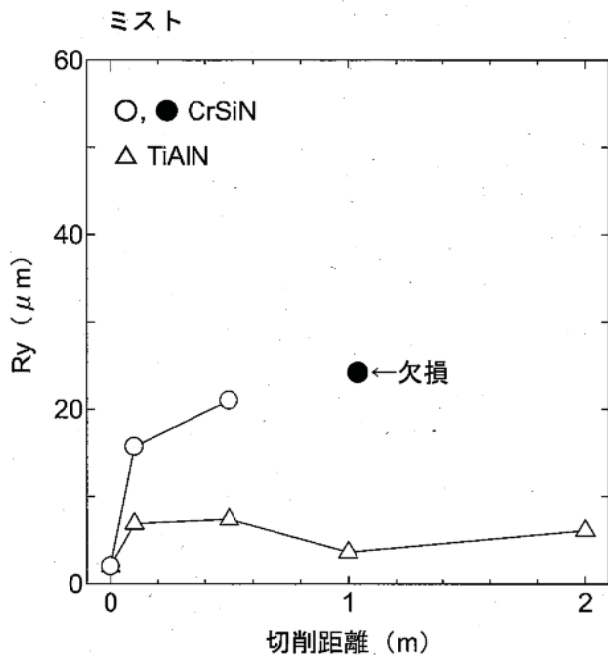


図6 表面粗さ (Ry) と切削距離との関係

図6は、CrSiNコーテッド超硬工具及びTiAlNコーテッド超硬工具のミストにおける表面粗さ(Ry)と切削距離との関係を示す。なお、表面粗さ(Ry)は、前述の結果と同様に、Y方向(工具の軸方向)の表面粗さ(Ry)の値を示す。図中の○、●印は、CrSiNコーテッド超硬工具、△印は、TiAlNコーテッド超硬工具の結果である。図より、CrSiNコーテッド超硬工具は欠損が生じたため、著しく表面粗さが増大した。ミストは、冷却効果が少ないので、冷却効果が小さい場合、CrSiNコーテッド超硬工具の欠損の可能性を示唆する結果となった。

4. 結言

CrSiNコーテッド超硬工具(A社製)及びTiAlNコーテッド超硬工具(A社製)におけるステンレス鋼の切削油剤、ミストによるエンドミル切削加工実験を行い、CrSiNコーテッド超硬工具及びTiAlNコーテッド超硬工具による工具の摩耗状況、加工面(表面)粗さについて比較検討を行った。CrSiNコーテッド超硬工具、TiAlNコーテッド超硬工具による工具の摩耗状況、加工面(表面)粗さについて比較検討した結果は、以下のとおりである。

・切削油剤を使用した場合、切削距離2mにおいて、TiAlNコーテッド超硬工具は、逃げ面摩耗幅が、約10μm程度に対して、CrSiNコーテッド超硬工具は、逃げ面摩耗幅が、約10μmより小さい値であった。表面粗さ(Ry)は、TiAlNコーテッド超硬工具を使用

した場合、約10μm程度であったが、CrSiNコーテッド超硬工具は、約8μmであった。

・ミストを使用した場合、CrSiNコーテッド超硬工具は、切削距離1mにおいて、欠損が生じた。TiAlNコーテッド超硬工具は、切削距離2mにおいても、欠損が生じなかった。また、表面粗さにおいて、CrSiNコーテッド超硬工具は、TiAlNコーテッド超硬工具に比べて高い値となった。

・CrSiNコーテッド超硬工具は、切削油剤を使用した場合、TiAlNコーテッド超硬工具よりも逃げ面摩耗幅、表面粗さにおいて良好な結果を得られたが、ミストを使用した場合、TiAlNコーテッド超硬工具に比べて、逃げ面摩耗幅、表面粗さにおいて良好な結果が得られなかった。

文献

- (1) 瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告 23 (1995)134
- (2) 瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告 24 (1996)108
- (3) 松永一隆、瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告 27(1999)30
- (4) 瀧内直祐、松永一隆：長崎県工業技術センター研究報告 30(2001)51
- (5) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 31(2002)54
- (6) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 32(2003)53
- (7) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 34(2004)51
- (8) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 35(2005)43
- (9) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 36(2006)41
- (10) 瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告 37(2007)38