

新規冷却法による高精細加工技術の開発

工業材料科 科 長 瀧内直祐
工業材料科 研究員 福田洋平
食品・環境科 主任研究員 三木伸一

長崎県内の金属加工業では、環境問題等を考慮して、切削油剤を使用しない冷却方法に関する要求が高まっている。また、材料の高機能化、多様化等により、ステンレス鋼等の難削材料に関する切削加工技術の確立が望まれている。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、環境問題等を考慮した冷却方法を検討することを目的として、平成26年度はステンレス鋼（SUS304）におけるTiAlNコーテッド超硬エンドミル工具の切削油剤ミストを用いたエンドミル切削加工実験を行い、水溶液ミスト、切削油剤、油ミストを用いた時の工具の摩耗状況、加工面表面粗さについて、比較検討を行った。

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て、切削油剤を使用しない冷却方法を検討し、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、ステンレス鋼等における切削加工性について報告^{[1]~[7]}を行った。

平成26年度はステンレス鋼(SUS304)におけるTiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製、B社製)の切削油剤ミストを用いたエンドミル切削加工実験を行い、水溶液ミスト、切削油剤、油ミストを用いた時の工具の摩耗状況、加工面(表面)粗さについて、比較検討を行った。

2. 実験方法

実験は基本的に前報^[7]と同様とした。実験装置は、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、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(ねじれ角50°、φ8、3枚刃)(A社製)、TiAlNコー

テッド超硬エンドミル工具(ねじれ角30°、φ8、4枚刃)(B社製)を使用した。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、水溶液ミスト、油ミスト、切削油剤を用いてエンドミル切削加工実験を行った。切削油剤は、JX日鉱日石エネルギー製ユニソルブルEM-H(20倍希釈)を使用し、切削油剤ミストも同じ切削油剤を使用した。水溶液ミストにおける水溶液は、発泡剤20g/蒸留水500cc(pH9.0)である。油ミスト(切削油)はブルーベ植物性切削油LB-1を使用した。

切削工具の摩耗(最大の逃げ面摩耗幅、チッピング幅等)については、工具顕微鏡(×30)(ニコン製MM-11B)を用いて、所定加工パスごとの工具刃先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(Rz)は、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、表面形状・粗さ測定機(アメテック製PGI1200)を用いて測定した。

なお、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具の刃先における逃げ面摩耗幅が100μm以上になるか、工具刃先が欠損した場合、エンドミル切削加工実験を終了した。

3. 実験結果

3.1 TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製)の切削加工実験

図1は、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製)の切削加工実験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○印は水溶液ミスト、□印は油ミスト、▽印は切削油剤ミスト、△印は切削油剤の結果である。水溶液テストに用いた水溶液は、蒸留水に発泡剤を添加した溶液である。

油ミスト、切削油剤は、逃げ面摩耗幅が著しく増大し、水溶性ミスト、切削油剤ミストは逃げ面摩耗幅が抑制された結果となった。

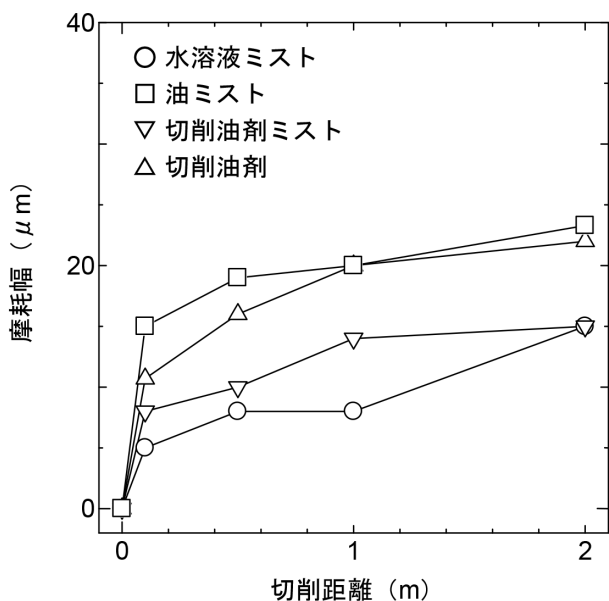


図1 切削距離と摩耗幅との関係

図2は、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製)の切削加工実験における表面粗さ(Rz)と切削距離との関係を示す。図中の○印は水溶液ミスト、□印は油ミスト、▽印は切削油剤ミスト、△印は切削油剤の結果である。図中の表面粗さ(Rz)の値は、Y方向(工具の軸方向)の表面粗さ(Rz)の値を示す。なお、Y方向(工具の軸方向)の表面粗さ(Rz)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(Rz)に比べて、高い値を示した。

表面粗さ(Rz)は、油ミスト、切削油剤を使用した場合に約4μm以上であり、水溶液ミストを使用した場合に2.9μm以下であった。切削油剤ミストを使用した場合は3.6μm以下であり、水溶液ミストを使用した場合より表面粗さ(Rz)が大きい結果となった。

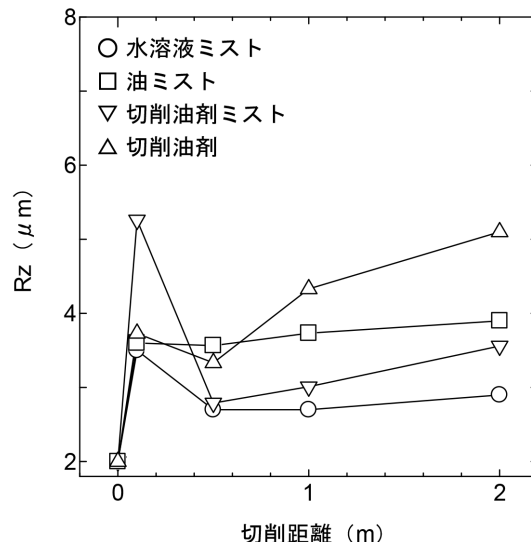


図2 切削距離と表面粗さ(Rz)との関係

3.2 TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(B社製)の切削加工実験

図3は、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(B社製)の切削加工実験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●印は水溶液ミスト、■印は油ミスト、▼印は切削油剤ミスト、▲印は切削油剤の結果である。

切削距離2mにおける逃げ面摩耗幅は、切削油剤ミストを使用した場合に約30μmであった。水溶液ミスト、油ミストを使用した場合のいずれも、逃げ面摩耗幅が約20μmであったが、切削油剤を使用した場合は逃げ面摩耗幅が約10μmであった。

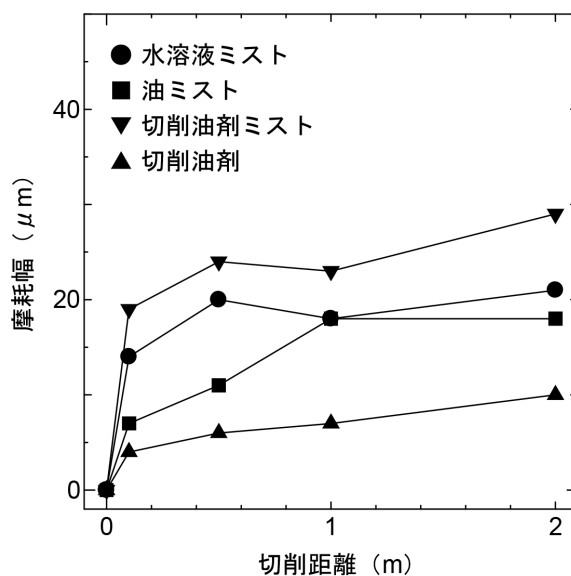


図3 切削距離と摩耗幅との関係

図4は、TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(B社製)を用いた切削加工実験における表面粗さ(Rz)と切削距離との関係を示す。図中の●印は水溶液ミスト、■印は油ミスト、▼印は切削油剤ミスト、▲印は切削油剤の結果である。なお、表面粗さ(Rz)は、前述の結果と同様にY方向(工具の軸方向)の表面粗さ(Rz)の値を示す。切削距離2mにおける表面粗さ(Rz)は、切削油剤を使用した場合の約10 μm に対して、切削油剤ミスト、水溶液ミスト、油ミストを使用した場合は約5 μm であった。

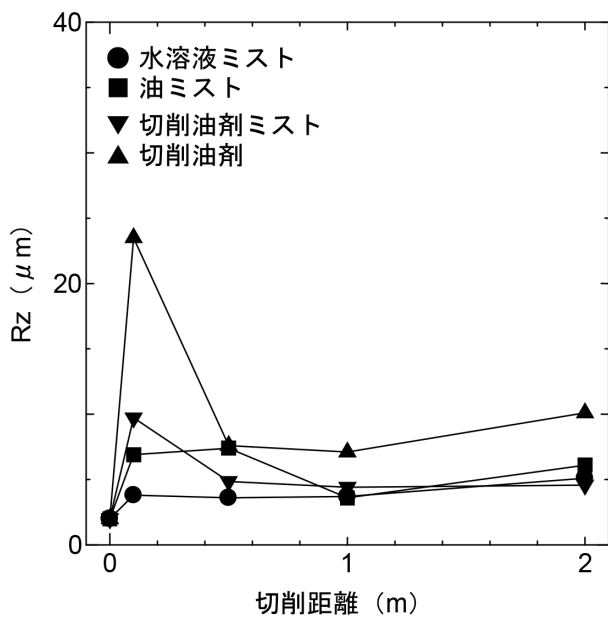


図4 切削距離と表面粗さ(Rz)との関係

3.3 切削油剤ミストにおける切削加工実験

図5は、切削油剤ミストを用いた時のエンドミル工具(A社製、B社製)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A社製(3枚刃)の結果、▼印はB社製(4枚刃)の結果である。

切削距離2mにおける逃げ面摩耗幅は、B社製工具を使用した場合は約30 μm であり、A社製工具を使用した場合は約15 μm であった。A社製工具及びB社製工具は、工具表面の剥離等が発生しなかった。

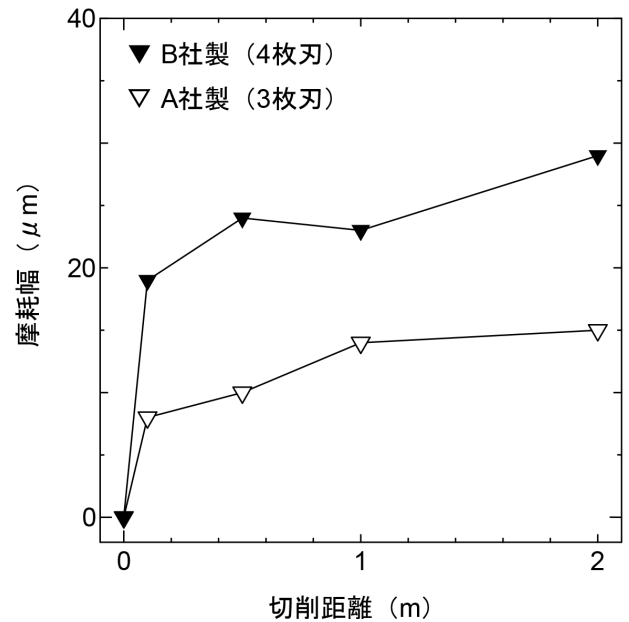


図5 切削距離と摩耗幅との関係

図6は、切削油剤ミストを用いた時のエンドミル工具(A社製、B社製)における表面粗さ(Rz)と切削距離との関係を示す。図中の▽印はA社製(3枚刃)の結果、▼印はB社製(4枚刃)の結果である。なお、表面粗さ(Rz)は、前述の結果と同様にY方向(工具の軸方向)の表面粗さ(Rz)の値を示す。

切削距離2mにおいて、B社製工具の表面粗さ(Rz)は約4 μm 以上であることにに対して、A社製工具の表面粗さ(Rz)は約3 μm であった。

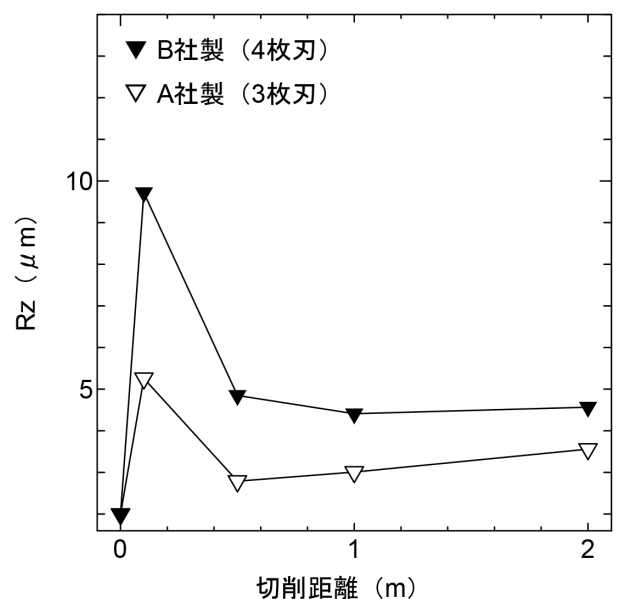


図6 切削距離と表面粗さ(Rz)との関係

4. 結 言

ステンレス鋼(SUS304)におけるTiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製、B社製)の切削油剤ミストを用いたエンドミル切削加工実験を行い、水溶液ミスト、切削油剤、油ミストを用いた時の工具の摩耗状況、加工面(表面)粗さについて、比較検討を行った。

その結果は、以下のとおりである。

- (1) TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(A社製)において、切削油剤ミスト、水溶液ミスト、油ミスト、切削油剤を比較した結果、切削油剤ミストを使用した場合、工具摩耗、表面粗さ(Rz)が良好な結果が得られた。
- (2) TiAlNコーテッド超硬エンドミル工具(B社製)において、切削油剤ミスト、水溶液ミスト、油ミスト、切削油剤を比較した結果、切削油剤ミストを使用した場合、表面粗さ(Rz)が良好な結果が得られた。
- (3) 切削油剤ミストを使用した場合、A社製工具(3枚刃)とB社製工具(4枚刃)において、A社製工具(3枚刃)は工具摩耗、表面粗さ(Rz)ともに良好な結果が得られた。

参考文献

- [1]瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告23(1996)134
- [2]瀧内直祐、松永一隆：長崎県工業技術センター研究報告30(2002)51
- [3]瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告34(2005)51
- [4]瀧内直祐、太田泰平：長崎県工業技術センター研究報告35(2006)43
- [5]瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告41(2012)43
- [6]瀧内直祐：長崎県工業技術センター研究報告42(2013)31
- [7]瀧内直祐、福田洋平、三木伸一：長崎県工業技術センター研究報告43(2014)32