

リーマ加工における寸法精度に及ぼす切削液の効果 Effect of Cutting Fluids on Dimensional Accuracy in Reaming

湘南工大・工（学）*植松 瑞貴（正）加藤 和弥（学）林野 蓮太（正）村木 正芳

Mizuki Uematsu*, Kazuya Kato*, Renta Hayashino*, Masayoshi Muraki*

*Shonan Institute of Technology

1. はじめに

リーマは加工穴径と表面粗さを手軽かつ精密に仕上げる工具として古くから用いられている。近年、製造現場では防火および環境対策から不水溶性切削液から水溶性切削液への切り替えが進んでおり、リーマの工具寿命が極端に短くなる現象が発生している。これまでの研究では同じ工具と被削材において、不水溶性切削液から水溶性切削液に替えることにより加工穴径が小さくなる現象が報告されている¹⁾。本報では、切削液の効果のうち潤滑性能と加工穴径の関係を調査するため、水溶性切削液の濃度を変化させた際の加工穴径、トルク、工具表面温度を計測した。工具表面温度の計測にはワイヤレス温度計測装置を製作して実験を行った。

2. 実験条件, 実験方法, 実験装置

実験には超硬合金(K10 種)製のソリッドリーマを使用した。Figure 1 にリーマの形状・寸法を示す。工具径 $\phi 12.326$ mm, 食い付き角 45° , ねじれ角 10° (左ねじれ), 切れ刃枚数 8 枚 (不等分割) である。Figure 2 には切れ刃の観察結果を示す。初期摩耗の影響を排除するため、逃げ面摩耗幅 $V_B 122 \mu\text{m}$ のリーマを使用した。下穴には $\phi 12$ mm の超硬ドリルを使用した。加工条件は主軸回転数 518 min^{-1} (切削速度 20.1 m/min), 工具送り速度 52 mm/min とした。被削材はねずみ鋳鉄(FC250)製の円柱材($\phi 30 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$)を使用した。

工具表面温度の計測を目的に Fig.3 に示すワイヤレス工具表面温度計測装置を製作した。センサには K 型熱電対 (先端ボール径 0.68 mm) を使用した。K 型熱電対は切り屑詰まりを防ぐため、リーマ先端から 3.0 mm の位置の刃溝部に耐熱レジンを使用して固定した。刃溝深さ約 2.0 mm に対し、熱電対の線径は $\phi 1.1 \text{ mm}$ のため、熱電対は刃溝部に収まっている。計測装置は温度センサモジュール (MAX6675, 温度分解能 0.25°C), Wi-Fi 機能付きマイコン (ESP8266), リチウムイオン電池 (3.7 V , 400 mAh) で構成され、汎用ツールホルダにプラスチックケースを固定しその内部に取り付けた。計測した温度は Wi-Fi を用いてデータ受信用 PC にサンプリング周波数は 5 Hz (200 ms) で送信した。温度センサモジュールは冷接点補償により測定誤差は $\pm 2^\circ\text{C}$, 連続稼働時間は約 4 時間である。質量は 201 g と軽量なため工具バランスへの影響は少ないと考える。

Figure 4 に実験装置の外観を示す。3 軸マシニングセンタを使用し、加工中のトルク、スラスト力は被削材側に取付けた動力計により計測した。また、リーマ加工後の穴径はシリンダーゲージ (最小分解能 $1 \mu\text{m}$) により計測した。切削液はエマルジョンタイプを使用した。潤滑性能を変化させるため、切削液の濃度を $10\% \sim 80\%$ まで 10% 刻みで希釈し、注射器にて注油した。

3. 実験結果

Figure 5 に切削液濃度と穴径減少量 (加工穴径 - 工具径) の関係を示す。図から加工穴径が工具径より小さいこと、切削液の濃度が高くなるほど加工穴径が大きくなることがわかった。この原因を調査するためにトルクと工具表面温度を計測した。Figure 6, 7 に水溶性切削液濃度 10% と 80% のリーマ

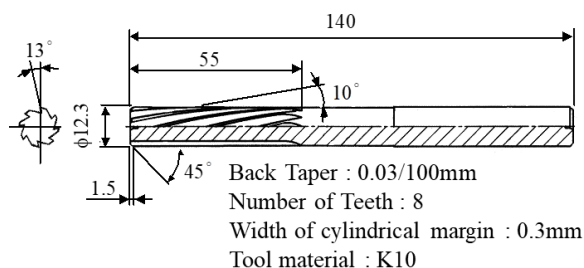


Fig. 1 Geometry of the tested reamer

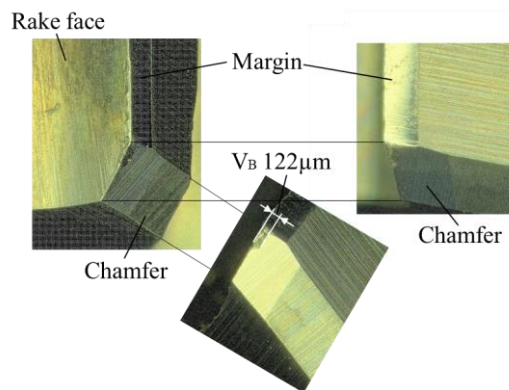


Fig. 2 Cutting edge of the tested reamer

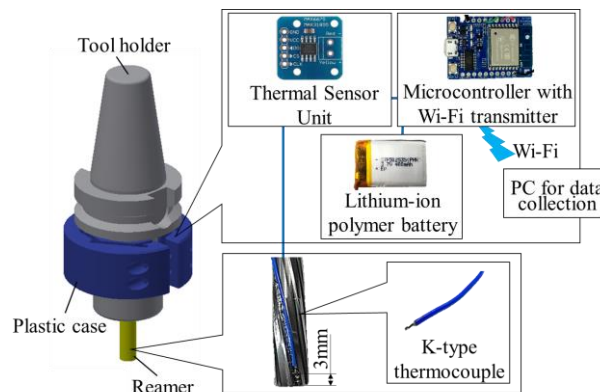


Fig. 3 Wireless temperature measurement device

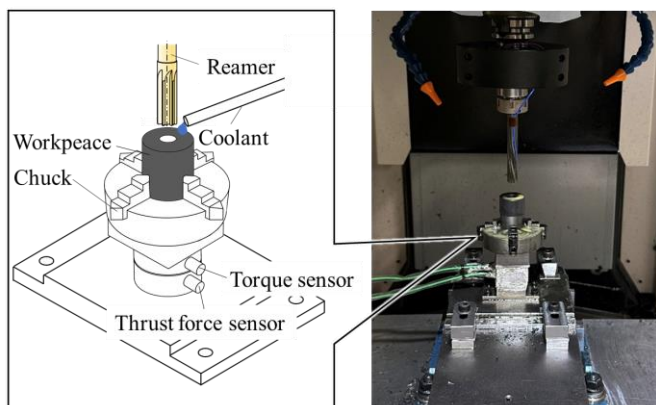


Fig. 4 Measurement device for cutting force

加工時のトルクと工具表面温度の測定結果を示す。A 点は加工開始点、B 点は刃先が被削材から抜けることによる切削作用終了点、C 点は工具戻りの開始点、D 点は加工終了点である。図より濃度が 80% の場合、トルクおよび工具表面温度が低下することが分かった。また、工具表面温度は加工開始と同時に上昇し、B 点通過後 1.7 秒後に最大となった。これは、K 型熱電対の取付け位置が先端より 3 mm の位置にあるため工具先端が抜けてもまだセンサは被削材内部にあり、温度上昇が継続したためである。

Figure 8, 9 には切削液濃度 10%~80% のトルクと工具表面温度の計測結果を示す。図には切れ刃が貫通する直前の B 点のトルクを示した。図から切削液濃度が高くなるほどトルク、工具表面温度が減少することが分かった。これは、濃度に合わせて潤滑性能が向上することにより、トルクが減少し温度も低下したと考えられる。

実験の結果、切削液の潤滑性能が加工穴径に影響を与えていることが分かった。今後、加工穴径が潤滑性能により変化する原因を調査する。

4. おわりに

リーマ加工における切削液の効果のうち潤滑性能と加工穴径の関係を調査するため、水溶性切削液の濃度を変化させ、加工穴径、トルク、工具表面温度を計測した。工具表面温度の計測では、無線式の計測装置を開発することにより、回転中の工具表面温度を計測することができた。また、計測したトルクと工具表面温度には相関関係があることが分かった。今後は、切削液の潤滑性能が加工穴径に与える影響を調査する。

文献

- 1) 奥島・人見・鈴木・山本：リーマ加工に関する研究—切削油剤の影響—，精密機械，30，8 (1964) 620.

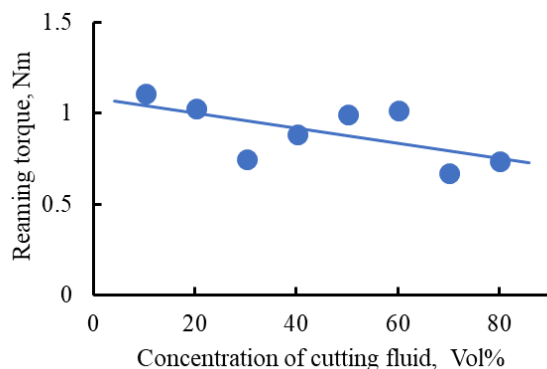


Fig. 8 Relationship between concentration of cutting fluid and reaming torque

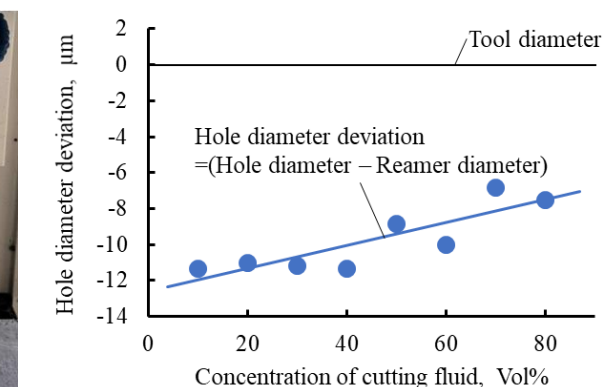


Fig. 5 Relationship between concentration of cutting fluid and hole diameter deviation

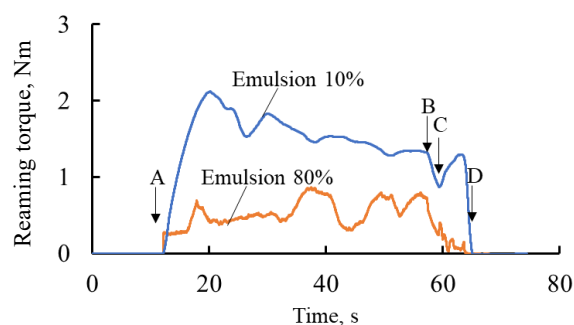


Fig. 6 Measurement result of reaming torque

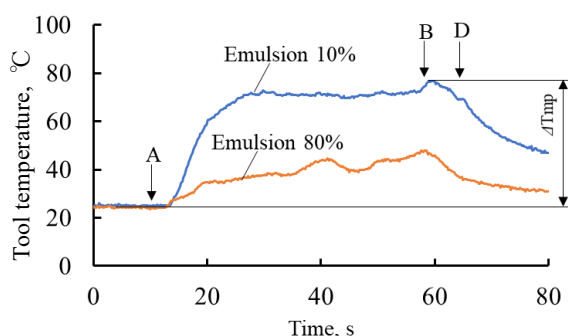


Fig. 7 Measurement result of tool temperature

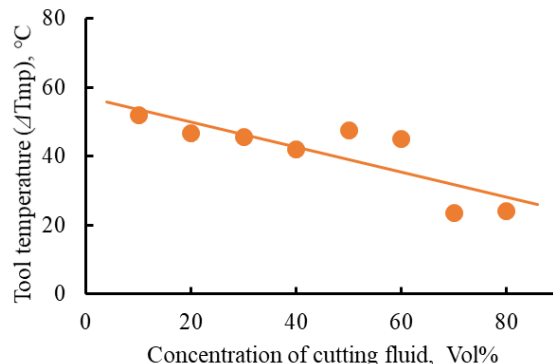


Fig. 9 Relationship between concentration of cutting fluid and tool temperature