8 1 3 極小径砥石の高精度ツルーイングに関する研究 -砥石表面性状の評価-

Study on the high accuracy turuing of the extremely small diameter wheel

-Evaluation of surface texture on the wheel-

○学 松岡淳一(岡山大), 正 長谷川裕之(岡山大), 正 大橋一仁(岡山大),
正 塚本真也(岡山大), 黒江栄光(デンソー)

Junichi MATSUOKA, Okayama University, 3-1-1 Tsushima-naka, Okayama

Hiroyuki HASEGAWA, Kazuhito OHASHI, Shinya TSUKAMOTO, Okayama Univaersity

Kuroe TAKAMITSU, Denso

1. 緒 言

小径の深穴内面研削加工は、砥石軸(クイル)剛性が低下することから、極めて加工が困難な研削加工の一つである。筆者らは、内面研削加工において高い頻度を有するドレッシングを短時間かつ高精度に行うことに焦点を絞り、小径クイルをシューで支持することによりクイル自体の剛性を補うツルーイング補助装置を開発し、欠損が生じないドレッシングを補助装置の適用により可能にした。本研究では、砥石のミクロ的な視点に立ち、補助装置を用いた小径砥石のドレッシング前後における砥粒突出量と切れ刃間隔を光学顕微鏡により測定および評価し、異なる結合度を有する砥石の表面性状の遷移課程を調べた。

2. 実験方法および実験条件

2.1 ツルーイング装置

図 1 に本実験で使用した実験装置を示す。砥石スピンドルに取り付けられた小径・深孔用クイルを L 字型のシューで支持する構造となっており、Z 軸ステージ及び自動ステージ(X 軸方向)を押し込むことによりクイルの支持をミクロンオーダーで調節することが可能である。

また、クイル材料は超硬合金を用いており、シュー支持に伴うクイルの欠損抑制及び寿命向上のためにシュー材料は超硬合金より軟質な S45C を選定した。

図1 実験装置

さらに、ドレッサにはドレス振動が少なく、砥石に一定荷重が加わることで様なドレス条件の設定が可能な単石ダイヤモンドドレッサを用いた。ドレス条件を様なものにするために装置に内蔵した動力計によりドレッシング中におけるクイル反力を測定し、同条件で各ドレッシング作業を行うための目安とした。

表 1 に実験条件を示す。実験では、結合度の異なる二種類の砥石をドレッシングし、ドレス前後での砥石の表面状態を比較、検証した。

表 1 実験条件

クイル材質	超硬合金
クイル突出し長さ	64mm
クイル径	φ2.85mm
砥石	CBN320O185V CBN320K205V
砥石径	φ3.1mm
スピンドル回転数 N_s	30000rpm
切込み量/pass Δd	1 μ m
テーブル送り速度 V_f	100mm/min

2.2 砥粒突出し量および切れ刃間隔の定義

図 2 砥粒突出し量および切れ刃間隔の定義

図2(a)に砥石を光学顕微鏡で観察した写真を示す。まず砥粒突出し量の定義については、図2(b)に示すように光学顕微鏡により観察した画像上にドレス方向と直角に交わるように砥石幅方向に直線を引くことにより断面曲線が得られ、砥石表面の形状が数値化される。その平均値をとり各砥粒の最大高さから平均値を差し引くことで砥粒の突出し高さを算出した。次に、砥粒間隔の定義方法を図2(c)に示す。ドレス方向に平行に同じく直線を引くことにより、各砥粒の山の中央から連続する砥粒間の距離が得られ、この距離を切れ刃間隔として定義した。

3. 実験結果

3.1 砥粒突出し量の検証

図3 砥粒突出し量の累積相対度数分布図

図3(a)は砥粒結合度O,図3(b)は結合度Kにおける砥粒突出し量の累積相対度数である。ドレス回数別による砥石表面状態の傾向を砥粒突出し量から統計的に評価した。砥粒結合度Oにおいて切込み2回目から3回にかけて砥粒突出し量が高い砥粒の割合が減少していることが確認できる。これはこれまで大きく突出していた砥粒がドレッシングにより脱落したためと考えられる。その後はドレッシングを重ねるごとに一樣な曲線に収束していることが確認できる。砥粒結合度Kにおいては、初期状態から50回目の切込みまでほぼ一定の割合で推移していることが分かる。結合度Oの砥石と、Kの砥石を比較すると、両者とも50回目切込み時の突出し量は20 μm までの相対度数が20%、最大突出し量も約40 μm とほぼ同一のグラフ形状である。これらのことからドレッシング回数を重ねることにより、砥粒の突出し量はある一定の領域に収束し、結合度の違いによる突出し量の変化は小さいと考えられる。

3.2 切れ刃間隔の検証

図4 切れ刃間隔の累積相対度数分布図

図4(a)に砥粒結合度O,図4(b)に結合度Kにおける切れ刃間隔の累積相対度数を示す。先ほどと同様に、各ドレッシング回数における砥石の表面状態を切れ刃間隔より統計的に評価した。両者ともドレス回数が少ない段階においては多少のばらつきがあり、先ほどと同様にドレス回数に応じて一定のグラフ形状に推移していくことが確認できる。また結合度Kの砥石は、50回目のドレス完了時では結合度Oの砥石よりも切れ刃間隔の大きいものの割合が多く存在することがわかる。これは砥粒支持剛性が結合度Oの砥石よりも小さい結合度Kの砥石では砥粒の脱落が頻繁に起こるためと考えられる。

以上よりドレス回数を増していくと砥石がある一定の形状に形成され、ドレッシングが完了されることがわかった。

4. 結 言

本研究では補助装置を用いた極小径砥石のドレッシング前後における砥石表面の性状評価を砥粒突出量、砥粒切れ刃間隔の2点から検証した。本研究で得られた結論は以下のとおりである。

- (1)砥粒突出し量および切れ刃間隔の累積相対度数分布図よりドレッシング前後における砥石の表面性状の定量的な評価が可能である。
- (2)砥粒突出し量および切れ刃間隔はドレス回数を増すことで一定の割合に収束する。
- (3)最適なツルーイング条件のための評価基準として累積相対度数分布図による砥石表面性状の検証は効果的であることがわかった。