

画像処理による砥粒切れ刃の3次元計測

松尾 修二*¹, 坂口 彰浩*², 川下 智幸*²

*¹ 佐世保高専技術室, *² 佐世保高専電子制御工学科

1. 要旨

現在、研削砥石の砥粒切れ刃の品質、寿命は、現場の熟練した技術者の判断、または生産数、稼働時間に上限を設け、砥石を交換することで管理されている。しかし、産業界においては、新しいタイプの砥石、ダイヤモンド工具が現れ、高精度、高寿命、高効率化が進んでおり、そのため砥石の砥粒の分布、形状、突き出し量の定量的な評価の実現が望まれている。このような背景から我々は画像処理を用いた砥粒切れ刃の3次元計測システム開発の研究に取り組んでいる。¹⁾³⁾

2. はじめに

研削加工を行った加工表面は、砥粒切れ刃の転写型で形成され、その凹凸形状は砥粒切れ刃の形状と分布により決定される。従って、超平滑加工を実現するためには、砥粒切れ刃の状態を定量的に解析し、砥石としての品質を把握しておく必要がある。このようなことから、本研究では、画像処理を用いた3次元計測システムの開発を行い、ダイヤモンド砥石の砥粒切れ刃の解析を行っている。

3. 3次元計測システムの概要

開発した工具作業面の3次元計測システムの概観を図1に示す。本計測システムでは測定する工具をXYテーブルのステージ上に固定し、Z軸ステージ上に固定されたマイクログラフから得られる画像を基に解析する。このとき、マイクログラフと工具間の位置関係は、XYZ軸の座標系で管理されており各1 μ mの精度でサーボ制御により位置決めを行う。したがって、同一の作業面や砥粒の追跡が可能となっている。なお、マイクログラフのZ軸方向の位置はコンピュータによる自動制御モードと手動指令ダイヤルにより調整できる手動制御モードにより位置制御を行う。

マイクログラフより得られる工具作業面の画像の例を図2に示す。図からも分かるようにダイヤモンド砥粒は加工により最外周面に平坦部を形成するため、その部分は光の反射が強くなり画像中における砥粒の平坦部は飽和して白く表示される。なお、マイクログラフには倍率に応じた合焦点領域が存在するため結合剤部(底部)が白く飽和したとしても、合焦点領域のみを抽出することで、それぞれを区別することが可能となる。したがって、この特徴を利用することで、例えば砥粒の平坦部と結合剤部に焦点が合った画像のZ軸座標の差分を取れば、砥粒の突き出し量を計測することができる。さらに画像から砥粒部のみ抽出すれば、すくい角側の形状、砥粒の形状による分類、砥粒内部に存在する欠損などが計測でき、工具を様々な角度から定量的に評価可能となる。



図1 プロトタイプ of 3次元計測システム

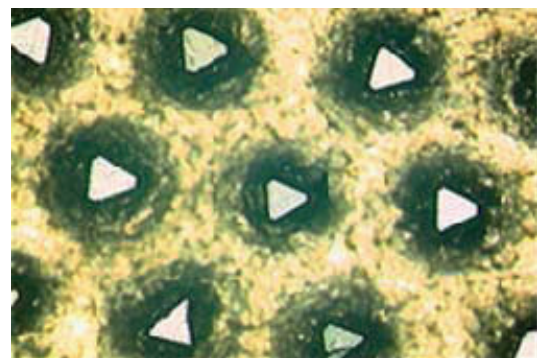


図2 マイクログラフから得られる工具作業面の画像

4. 砥粒切れ刃に関する計測と解析

本システムの有効性を確認するため、図3に示す砥粒が規則的に配列された工具を用いて砥粒の計測実験を行った。まず、1作業面画像に対する解析結果を示す。図4は原画像から焦点深度領域にある砥粒の平坦部を抽出し、処理を行った結果を示している。図4(a)は、すくい角側(砥粒が加工物を削り取る側)の砥粒の稜線を抽出した結果である。図4(b)は、砥粒平坦部、平坦部内の損傷、外部損傷をそれぞれ、灰色、白色、黒色で、示した結果である。図5に、1作業面画像中に占める砥粒の平坦部の面積率と砥粒の数、①から④の個々の砥粒に関する面積、内部損傷部、外部損傷部の面積を解析した結果を示す。このように、1作業面画像中の個々の砥粒の損傷や、すくい角側の形状について定量的に評価できることが確認できた。図6は、計測した工具において研削に関与した砥粒の数を、砥粒の平坦部の面積毎に集計した結果である。以上の計測実験の結果から工具作業面全体の研削に関与する砥粒の分布、面積率、損傷状況、すくい角の形状を定量的に評価することができた。



図3 計測に用いた工具

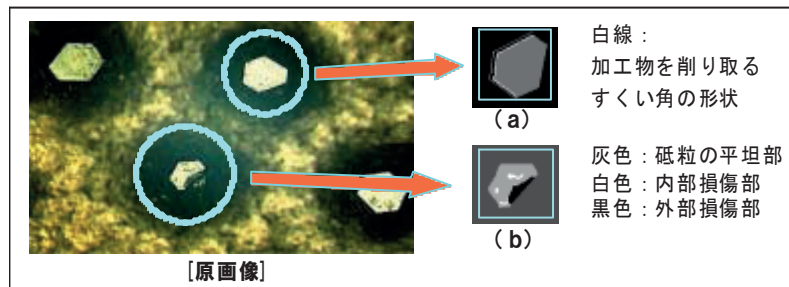


図4 砥粒の損傷状態とすくい角の形状



図5 砥粒の解析

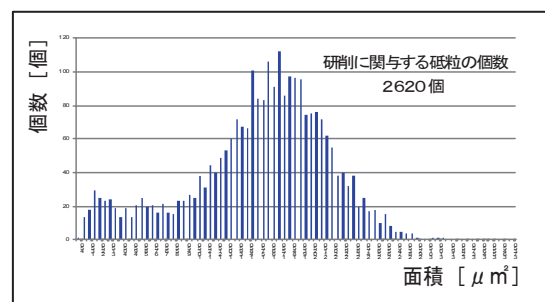


図6 砥粒の平坦部面積毎の砥粒の数

5. 結言

本報告では、新たに開発した3次元計測システムを用い、砥粒が規則的に配列された工具の作業面の砥粒表面形状の計測、解析を行った。実験の結果、本システムでは、研削に関与する砥粒の損傷部分、砥粒の平坦部の面積率、砥石作業面の砥粒の状態、すくい角の形状を定量的に評価できるため、高効率・高精度・高寿命な加工の実現につながると考える。これまで、研削過程における工具作業面の状態を定量化した例はほとんどなく非常に有意義な実験結果が得られた。本システムをNC加工機に搭載すれば、砥石の性能や寿命を定量化でき、効率的に砥石を使用できるだけでなく、加工物表面形状の加工精度の向上にも貢献できると考える。

参考文献

- 川下、久留須、安井、岡本：”画像処理による砥粒作業面トポグラフィの3次元計測に関する研究
—第1報：研削過程におけるダイヤモンド砥石作業面の追跡測定—”，砥粒加工学会誌、Vol. 52、No. 1、pp. 40-45、2008
- 川下、坂口、松尾、白濱：”画像処理による砥石作業面トポグラフィの3次元計測に関する研究
—2報：研削過程におけるCBN砥粒切れ刃の挙動—”，砥粒加工学会誌、Vol. 53、No. 11、pp. 690-694、2009
- T. KAWASHITA, M. KURUSU and M. OKAMOTO: Three-dimensional Measurement of Wheel Surface Topography with Image Processing, J. Jpn. Soc. Techno, 52, 1 (2008) 40 (in Japanese)

