



| | |
|--------------|--|
| Title | Study on On-Machine Measurement of Micro-Endmill Cutting-Edge Profile using Laser Diffraction Gauge Method |
| Author(s) | Panart, Khajornrungruang |
| Citation | 大阪大学, 2005, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/2132 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|--|
| 氏名 | パナート Panart Khajornrungruang カチョーンルンアン |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 19485 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 17 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械システム工学専攻 |
| 学位論文名 | Study on On-Machine Measurement of Micro-Endmill Cutting-Edge Profile using Laser Diffraction Gauge Method (光回折ゲージ法を用いたマイクロ工具切れ刃プロファイルのオンマシン計測に関する研究) |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 三好 隆志 (副査) 教授 竹内 芳美 助教授 高谷 裕浩 |

論文内容の要旨

本研究は光回折を用いた、精密微細切削用マイクロ工具三次元切れ刃プロファイルのオンマシン計測法の開発を目的として行われた。現在の微細切削加工（マイクロ切削）は、高精度なマシニングセンターなどにおいて極小径工具により行われ、加工精度と生産効率の向上のために、工具切れ刃形状を機上で計測することにより、工具管理（摩耗・欠損）や工具経路の補正ができる技術が望まれていた。本論文は、工具切れ刃と基準ナイフエッジ間隔からの回折パターンを測定し、シートレーザビームの走査により工具切れ刃三次元プロファイル計測を可能とする光回折ゲージ法を提案し、数値理論解析および基礎実験による検討を行ない、極小径工具（直径 0.3 mm）の測定・評価実験から、本測定手法の有効性を実証した。

第 1 章「緒論」では、本研究の背景、および従来のオンマシン工具計測技術と提案する手法を概観し、本研究の立場を明らかにした。

第 2 章「理論解析」では、測定分解能や測定誤差を、本手法の基本原理解である Fraunhofer 回折理論に基づいて解析した。

第 3 章「光回折ゲージ法」には、本計測手法である光回折ゲージ法の提案、および試作した切れ刃プロファイル計測システムを紹介した。

第 4 章「エッジ間隔の測定基礎実験」では、本手法が期待される測走性能の検討を行った。数 nm の分解能で切れ刃プロファイル計測が可能であることが分かった。

第 5 章「小径工具の切れ刃プロファイル計測」では、直ぐ刃およびねじれ刃の小径エンドミルを試料として切れ刃プロファイル測定実験を行ない、測走結果は SIM 観察像と良く一致しており、提案した光回折ゲージ法の測定精度を検証した。

第 6 章「極小径工具の摩耗実験」では、ねじれ刃極小径エンドミル（工具径 0.3 mm）の切削摩耗実験を行ない、切削長さの異なる 5 本の摩耗極小径工具を準備した。また、摩耗工具に対するエッジ間隔のステップ測定応答実験から、切れ刃摩耗の検出分解能が 0.1 μm 以下であることを示した。

第 7 章「極小径工具の摩耗切れ刃位置検出」では、オンマシン状態を再現した測定を行い、切削前と切削後の工具

刃先の違いを示した。シートビームの走査測定結果により、回転振れを含めた切れ刃プロファイルを求め、また工具回転振れを計測し、振れ計測の可能性を示した。

第8章「極小径工具の摩耗切れ刃プロファイル計測」では、第6章で準備した摩耗極小径工具径の刃先後退量を測定し、摩耗形状および切削長さとの関係を示した。その三次元切れ刃プロファイルの測定結果は、SEM 観察像と良く一致していることから、本手法の有効性が実証された。

第9章「結論」では、各章で得られた結論をまとめ、本論文の成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、光回折を用いた精密微細切削用マイクロ工具三次元切れ刃プロファイルのオンマシン計測法の開発を目的としている。現在の微細切削加工（マイクロ切削）は、高精度なマシニングセンターなどにおいて極小径工具を用いて行なわれており、加工精度と生産効率の向上のために、工具切れ刃形状を機上で計測することにより、工具管理（摩耗・欠損）や工具経路の補正ができる技術が望まれている。そこで、オンマシン環境下の測定で大きな問題となる測定外乱に対して高いロバスト性を持ち、かつ高速性を有する計測手法である光回折ゲージ法を提案している。本手法は工具切れ刃と基準ナイフエッジ間隔からの回折パターンを測定し、シートレーザビームの走査により工具切れ刃三次元プロファイル計測が可能となる手法であり、それに基づき数値理論解析および基礎実験による検討を行ない、極小径工具（直径 0.3 mm）の測定・評価実験から、本測定手法の有効性を実証している。

したがって、これまでのオンマシン工具管理計測では困難であった従来手法の難点を解決でき、その高度な工具計測の要求を十分満足する成果が得られており、高い工業的有用性が認められる。さらに、オンマシン計測に適用できるという優れた特徴を有しているため、一般の切削加工技術の高精度化および高度化にも大きく寄与する計測技術であり、広く生産技術全体への波及効果も期待される。

以上のように、本論文は光回折ゲージ法に基づく新たな極小径工具の切れ刃プロファイル計測法の提案を行ない、理論解析および加工計測実験による検証を行なった結果を取りまとめたものであり、その成果は極小径工具のオンマシン計測に適用でき、超精密微細切削加工技術における効率的な生産システムの構築に有効性が見いだされる点で、生産工学・精密計測の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。