



Title	微細表面構造を有する高機能切削工具の開発に関する研究
Author(s)	杉原, 達哉
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59199
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【110】

氏 名	すぎ はら たつ や 杉 原 達 哉
博士の専攻分野の名称	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 2 5 5 0 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学 位 論 文 名	微細表面構造を有する高機能切削工具の開発に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 榎本 俊之 (副査) 教 授 高谷 裕浩 准教授 藤原 順介 准教授 平方 寛之

論文内容の要旨

切削加工の分野において、工具の長寿命化は常に重要な課題であり、工具材料、工具形状、工具表面処理、コーティング技術などといった様々な面から盛んに研究が行われている。しかしながら、近年では生産リードタイムの短縮や生産コストの削減を目的とした高速・高能率加工、環境負荷の低減を目的とし切削油剤の使用量を削減したドライ・ニアドライ加工、耐熱合金や複合材料といった難削材の加工など、切削工具に極めて高い機械的・熱的負荷が加わる加工方法の導入が強く求められており、従来から行われている研究のみでは現場の要求に応えることが困難となっているのが現状である。そこで、本研究では切削工具の特性を決定づける新たな要素として工具の『表面構造』に着目し、これまでにない新しいコンセプトに基づく切削工具の開発を行うことで、上述の問題を解決することを目的とした。そして、工具表面に微細なナノ～マイクロメートルレベルの三次元構造を形成することで、高い潤滑性や耐凝着性、耐摩耗性などといった様々な機能を発現する切削工具、すなわち微細表面構造を有する高機能切削工具を新たに提案し、開発を行った。

第2章では、表面テクスチャリングによるトライボロジー特性向上技術についての概要に触れ、新たに提案する微細表面構造を有する高機能切削工具のコンセプトを明らかにした。そして工具へのテクスチャリング手法についての検討を行った。

第3章ではアルミニウム合金の加工における工具の耐凝着性向上を目的に、「ナノ～マイクロ構造を有する切削工具」を新たに開発した。その結果、工具表面に形成されたナノ～マイクロ構造が油膜の破断を防止することで、切りくず凝着の生成を著しく抑制できることを明らかにした。

また、アルミニウム合金の切削加工においてはドライ加工の実現が強く望まれている。そこで第4章では、凝着生成のメカニズムに基づいた検討を行い、ドライ加工環境下においても高い耐凝着性を発現する切削工具として「マイクロストライプ構造を有する切削工具」を開発した。そして、マイクロストライプ構造はドライ加工においても優れた耐凝着性を発現すること、さらにその耐凝着性がテクスチャのディメンジョンに強く依存すること、凝着を抑制することで各種切削特性が劇的に向上することを明らかにした。また、ナノ～マイクロ構造とマイクロストライプ構造を複合化することで、表面テクスチャの機能を飛躍的に高められることも示した。

上述のようなアルミニウム合金の加工に対し、第5章では鉄鋼材料切削における工具の耐摩耗性向上を目的とした検討を行った。そして、ナノ～マイクロ構造、およびマイクロストライプ構造の鉄鋼材料切削における耐摩耗性の評価を行った結果、マイクロストライプ構造は鉄鋼材料切削において、摩耗粒子のトラップ効果、切削油剤の保持効果を発現することで、摩耗を大きく抑制できることを明らかにした。

以上のように、本論文は切削工具の新たな要素として「表面構造」に着目し、工具表面に微細な三次元周期構造を設けることで高い耐凝着性や耐摩耗性、潤滑性を発現させるという、極めて独創的かつ画期的な切削工具技術研究についてまとめあげた。

論文審査の結果の要旨

切削加工の分野において、工具の長寿命化は常に重要な課題であり、工具材料、工具形状、工具表面処理、コーティング技術などといった様々な面から盛んに研究が行われている。しかしながら、近年では高速・高能率加工、ドライ・ニアドライ加工、および難削材の加工など、切削工具に極めて高い機械的・熱的負荷が加わる加工方法の導入が強く求められており、従来から行われている研究のみで現場の要求に応えることが困難となっている。そこで、本研究では切削工具の特性を決定づける新たな要素として切削工具の『表面構造』に着目し、これまでにない新しいコンセプトに基づく切削工具の開発を行うことで、上述の問題を解決することを目的としている。そして、工具表面に微細なナノ～マイクロメートルレベルの三次元構造を形成することで、高い潤滑性や耐凝着性、耐摩耗性などといった様々な機能を発現する切削工具、すなわち微細表面構造を有する高機能切削工具を新たに提案し、開発を行っている。

第2章では、表面テクスチャリングによるトライボロジー特性向上技術についての概要に触れ、新たに提案する微細表面構造を有する高機能切削工具のコンセプトを明らかにし、工具へのテクスチャリング手法についての検討を行っている。

第3章ではアルミニウム合金の加工における工具の耐凝着性向上を目的に、「ナノ～マイクロ構造を有する切削工具」を新たに開発し、工具表面に形成されたナノ～マイクロ構造が油膜の破断を防止することで、切りくず凝着の生成を著しく抑制できることを明らかにしている。

また第4章では、凝着生成のメカニズムに基づいた検討を行い、ドライ加工環境下においても高い耐凝着性を発現する切削工具として「マイクロストライプ構造を有する切削工具」を開発している。そして、マイクロストライプ構造はドライ加工においても優れた耐凝着性を発現すること、さらにその耐凝着性がテクスチャのディメンジョンに強く依存すること、凝着を抑制することで各種切削特性が劇的に向上することを明らかにするとともに、ナノ～マイクロ構造とマイクロストライプ構造を複合化することで、表面テクスチャの機能を飛躍的に高められることも示している。

上述のようなアルミニウム合金の加工に対し、第5章では鉄鋼材料切削における工具の耐摩耗性向上を目的とした検討を行っている。そして、ナノ～マイクロ構造、およびマイクロストライプ構造の鉄鋼材料切削における耐摩耗性の評価を行った結果、マイクロストライプ構造は鉄鋼材料切削において、摩耗粒子のトラップ効果、切削油剤の保持効果を発現することで、摩耗を大きく抑制できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は切削工具の新たな要素として「表面構造」に着目し、工具表面に微細な三次元周期構造を設けることで高い耐凝着性や耐摩耗性、潤滑性を発現させるという、極めて独創的かつ画期的な切削工具技術研究についてまとめあげたものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。