



Title	極微小切削機構の基礎研究
Author(s)	田中, 宏明
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3065908">https://doi.org/10.11501/3065908</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	田中 宏明
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第10737号
学位授与年月日	平成5年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科精密工学専攻
学位論文名	極微小切削機構の基礎研究
論文審査委員	(主査) 教授 井川 直哉 (副査) 教授 森 勇藏 教授 北川 浩 教授 川邊 秀昭 教授 芳井 熊安 教授 片岡 俊彦 教授 梅野 正隆 教授 田村 坦之 教授 岸田 敬三 教授 花崎 伸作

### 論文内容の要旨

本論文は、サブマイクロメートル以上の高精度を目標とする、超精密切削加工における加工精度限界および切削機構を極微小切削実験および原子モデルを用いた計算機シミュレーションによって解明することを目的としている。

本研究の目的と意義を述べた第1章につづき、第2章では、極微小切削現象の解析方法の検討を行っている。まず、連続体力学にもとづいた従来の切削理論による解析では、各種の界面現象を解析的に求めることが困難であることを示し、原子モデルを用いた分子静力学および分子動力学による計算機実験にもとづく極微小切削機構の解析法を提案している。

第3章では、ナノメートルレベルの切り取り厚さにおける極微小切削実験を行うための実験装置および実験方法について述べている。切り取り厚さの分解能および最小切り取り厚さの重要性を指摘した上で、これらを直接支配する実験装置の運動精度を詳細に検討して、ナノメートルレベルの極微小切削の可能性を示している。

第4章では、実験により得られたナノメートルレベルの切り取り厚さにおける切りくずの特異な形態を示し、これが極微小な切りくず寸法の効果と新生面の強い界面作用力にもとづくものであることを示している。

第5章では、計算機実験により求めた切削抵抗についての解析結果と、信頼性の高い実験によって実現可能な切り取り厚さ(1–440nm)での切削実験結果とを比較し、諸数値の連続性から本計算機実験による解析手法の妥当性を確認している。

第6章では、切削現象における転位の発生、移動および転位反応にもとづく切りくずおよび仕上げ面の生成過程を分子動力学を用いて解析し、切りくずの生成過程、仕上げ面の粗さ、および変質層深さに対する被削材の結晶方位や切削条件の影響を明らかにしている。

第7章では、計算機実験にもとづいて、最小切り取り厚さに対する被削材種、工具切れ刃稜丸み半径、工具・被削材間の相互作用力および切削速度の影響について解析を行い、それが切れ刃稜丸み半径の5–10%程度となることを示している。

第8章では、極微小切削における切削温度を被削材原子の格子振動速度と等価的に取り扱い、金属中の熱電導に対する補正を行った分子動力学法を提案している。そして計算機実験と切削実験の結果の比較から、本手法によって妥当な切削温度分布が得られることを示している。

第9章では、主要な結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

サブマイクロメートルの加工精度が問題とされる超精密切削加工は、各種の先端的科学・技術において要求される複雑形状の高精度機器・素子製作手段として不可欠な技術であり、更なる高度化が求められている。本論文はこの加工技術における素過程としてのナノメール規模の切削現象を詳細な実験と新しい理論的手法によって検討した研究をまとめたもので、重要な成果は次のように要約できる。

- (1) 実験装置の挙動の詳細な解析を基礎として、ナノメートルレベルの加工規模で切削可能な信頼性の高い実験手法を確立している。
- (2) 従来の連続体加工モデルの適用限界を示し、分子静・動力学の立場からナノメートル規模における切りくず挙動、切削力、切削温度などの基礎的切削パラメータを記述する新しくかつ有用な方法を提案している。
- (3) これらの手法によって求められる理論値と詳細な実験結果を対比し、それぞれの妥当性を検証することによって、従来ほとんど同定されていなかった極微小量切削の基本像を明確にしている。
- (4) 以上の結果を総合して、超精密切削において実用的に重要である仕上げ面生成、加工精度、切削温度などの制御要因を明確にし、制御限界を示している。

以上のように本論文は切削加工の微細化の極限ともいえる規模における基本現象に新しい解釈を示したもので、精密工学並びに切削加工技術に貢献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。