

学位論文内容の要旨

光通信技術の急速な発展に伴い、水晶、石英ガラス、サファイヤなどの光学用硬脆材料を高精度・高能率に研削加工する技術が要望されている。硬脆材料のクラックレス研削加工を達成するためには材料固有の延性変形モード領域内に最大砥粒切入み深さを設定することが必要である。その手段の一つとして粗粒ダイヤモンドホイールに切れ刃トランケーションを適用する方法が提案されその効果が報告されている。しかし、研削ホイールの仕様と研削条件によって異なる切れ刃トランケーション量の最適値については未解明であり、この点が切れ刃トランケーション法の実用化を妨げている。本研究は、光学用硬脆材料の研削機構に及ぼす切れ刃トランケーションの影響を理論的に解析し、その結果を実験的に検証することによって切れ刃トランケーションを実用化するための最適トランケーション量を見出すことを目的としている。研究の概要を以下に示す。

1. モンテカルロ法による研削機構の理論的解析

研削仕上げ面に及ぼす切れ刃トランケーションの効果は切れ刃切削高さ分布の狭域化と切れ刃先端形状の平坦化である。両者の相乗効果により、わずかの切れ刃トランケーション量であっても研削仕上げ面粗さは飛躍的に向上し、ナノメートルレベルの粗さを得ることができる。一方、硬脆材料のクラックレス研削を実現するために重要なパラメータである最大砥粒切入み深さは切れ刃トランケーション量の増加とともに減少するが、最終的には研削ホイールの仕様によって決定される固有値に収束する。したがって、最大砥粒切り込み深さを十分に小さくするためには、切れ刃トランケーションと組み合わせて研削条件を変えることが効果的である。このことによって砥粒切れ刃先端の過度な平坦化とそれに伴う研削抵抗の上昇を抑制することが期待される。

2. 切れ刃トランケーション効果の実験的検証

切れ刃トランケーション量を精度良く制御するための技術として接触放電法とダイヤモンド研磨法を併用する方法を開発し、延性材料としてアルミニウム合金、光学用硬脆材料として主に石英ガラスを用いて研削性能に及ぼす切れ刃トランケーションの効果を検証した。その結果、延性材料の場合、切れ刃トランケーション量の最適値は研削仕上げ面粗さの理論値を追跡することにより推定できるが、硬脆材料の場合には、最大砥粒切り込み深さの理論値を追跡することにより推定できることを明らかにした。

論文審査結果の要旨

光通信技術の急速な発展に伴い、光学用硬脆材料の高精度・高能率加工を研削で実現することが要望されている。硬脆材料の研削加工を達成するためには材料固有の延性変形モード領域内に最大砥粒切入み深さを設定することが必要であり、その手段の一つとして切れ刃トランケーション法が提案されているが、切れ刃トランケーション法は研削抵抗の増大を招くという負の効果も有している。本研究は、切れ刃トランケーションの影響を理論的および実験的側面から検討することによって切れ刃トランケーションの最適化を見出すことを目的としている。研究成果の概要を以下に示す。1) 理論的には、わずかの切れ刃トランケーション量でナノメートルレベルの研削仕上げ面粗さが得られる。2) 最大砥粒切入み深さは切れ刃トランケーション量の増加とともに減少し最終的には研削ホイールの仕様によって決定される固有値に収束する。したがって、最大砥粒切り込み深さを十分に小さくするためには切れ刃トランケーションと組み合わせて研削条件を変えることが効果的である。3) 切れ刃トランケーション量の制御を可能とする技術として接触放電法と機械研磨法を併用する方法を開発し、石英ガラスの平面プランジ研削に適用した。その結果、切れ刃トランケーション量の適正值は最大砥粒切り込み深さの理論値から推定できることを明らかにした。このように、本研究は光学用硬脆材料の延性モード研削実現のための手法である切れ刃トランケーションを最適化するための指針と技術を確立したものであり、工学的・工業的貢献に寄与するところ大である。よって、申請者は、北見工業大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。