

審査の結果の要旨

氏名 柳原 聖

近年、産業界においては環境問題から機械加工油剤の使用を削減することが望まれるようになってきている。一方、加工油剤の削減は工具の負担を増加させて摩耗を助長する。また、最近では工具資源の価格高騰が顕在化しており、加工油剤に依存しない新たな視点での工具寿命向上の技術が望まれるようになってきた。本研究は「場の制御と再生技術による機械加工工具の長寿命化に関する研究」と題して全八章からなり、工具コーティング技術と代替加工油剤の開発に依存してしまっている現在の寿命向上技術に新たな技術開発の視点を提供している。

第一章「緒論」においては、上記で述べたような動機付けの下に、本研究の背景と目的、および本論文の構成が述べられている。

次に第二章では「機械加工工具の長寿命化を目的とした遠隔場利用技術と再生技術の提案」と題して、従来機械加工技術において、工具の長寿命化をキーワードに取り組みられた研究課題を振り返り、その動向を調査している。その結果、工具の長寿命化に関して、場の利用と、場と補材の利用に関して取り組みられた研究がなく、新たな長寿命化のための戦略が提案できることが明らかになった。そこで、本研究においては、一つの戦略として、場を制御しながら工具を構成する成分の拡散を抑制する戦略と、被削物の一時的な快削化を行う戦略を提案している。次に、場を制御して加工を補助する物質、すなわち補材を効率よく加工点に供給する戦略を提案している。

これらの戦略において、場の利用においては、まず、第三章「場を利用した工具強化と被削材の快削化」において、外部から磁場を加えて工具成分の流失を抑制し長寿命化を図る手法や、あるいは工作物の組織変態を促進させて一時的な快削化を図る手法を考案している。

次に、第四章では、「場を利用した潤滑物質の吸引」と題して、場を制御して潤滑物質を能動的に加工点へ吸引する手法を考案している。機械加工においては、加工油剤を低減するために、加工油剤の噴霧供給法や代替加工剤の様々な供給法が提案されているが、そのいずれもが効果的に加工剤を加工点に導くための手法について検討がなされていない。本研究では、新たな試みとして静電場と固体潤滑物質を利用して新たな潤滑手法を提案している。

次に、本研究ではこれまでの補材利用の考えを一步進めて、補材を強化し切れ刃としての役割を担わせることを検討している。供給する補材が切れ刃並に強靱になり、工具母材表面に固定化されればそれを利用して切削加工、研削加工が実現できる。そして、その強化された補材層が摩耗しても、摩耗が母材層に達する前に強固な補材層を繰り返し再生できれば工具を交換する必要がなく、工具の寿命が永遠になる。このような考えの下で、工具機上再生技術の概念を提唱し、第五章ではその概念の実現のために、「切削工具の部分補修と再生技術」に取り組み、第六章では、補材層を砥粒層に転換し「研削工具の部分補修と再生技術」を検討している。

また、補材層を効果的に再生するためにも、補材層の状態をインプロセスで監視する技術が必要となる。そこで、第七章では、「工具・被削材間熱電流による工具状態の監視」と題して、切削工具と被削材との間に生ずる熱起電力に着目し、その熱電気特性を利用して工具の異常が検出

可能かどうかを検討している。

そして、第八章は本研究のまとめとして得られた成果から長寿命化の指針を得ている。そこで得られた結論は、工具の長寿命化のためには、工具と被削材の直接接触を加工点で、できうる限り最小に抑えることが重要ということである。この結論から類推すれば、エンドミルによる高速切削や、工具に振動を付与した振動切削において工具寿命が向上する原因をも明快に説明することができる。

本研究は、このように工具コーティング技術の向上や、加工油剤ならびにその供給方法の開発に力が注がれていた従来の工具長寿命化技術に対し、場や補材を駆使して寿命を向上させるという新たな開発の視点を提供している。さらには、そこから得られた工具長寿命化の知見を昇華させて、工具機上再生技術という新しい加工技術の概念を提案し、具現化するにまで至っている。それらの試みから技術は工業的に有用であるだけでなく、研究を通して得られた知見は、工学的にも極めて有用である。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。