

[別紙2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 武 沢 英 樹

武沢英樹（たけざわひでき）提出の論文は、「細線電極を用いた放電による複合的加工法に関する研究」と題し、タングステン細線電極を用いた除去／堆積放電加工に関する論文である。全5章から構成され、各章の内容は以下の通りである。

第1章の「緒論」では、放電加工の系譜とこれまで行われてきた研究のまとめ、および細線電極を用いた微細加工に関する研究と残された課題についてまとめ、本論分の目的と構成を述べている。

第2章の「細線電極を用いた放電堆積加工」では、従来圧粉体電極を用いて実現されている連続的な放電堆積加工を、直径0.1mm程度の細線電極を用いた内容について示している。加工条件を変えて実験を繰り返した結果、加工時間数百msの極短い時間で、加工物表面に微小な堆積物が得られる条件を見いだした。得られた微小な堆積物は母材と強く密着しており、内部にはタングステンとカーボンが存在し、ビッカース硬度は1000Hv以上と高硬度であることなどが確認された。この堆積加工は連続した短絡が発生した後に起る線爆現象により、溶融部が工作物表面に押し付けられた結果であることが明らかとなった。この堆積加工は、線爆現象に起因するため連続的な処理は困難であるが、電極繰り出し装置を放電加工機主軸に追加することを提案している。微細加工において、微小な範囲を選択的に瞬時に表面処理できるため、従来にない微細加工が可能となり、マイクロマシン部品の耐摩耗性の向上、摺動面の摩擦係数調整、耐腐食性の向上など多くの応用が期待できる。

第3章の「細線電極を用いた単発放電による微細軸瞬時成形」では、直径0.1mm程度のタングステン細線電極を用いた大電流単発放電により、放電後の電極先端が直径30 μ m、長さ300 μ m程度に微細化することを見いだした経緯とそのメカニズムについて述べている。微細軸瞬時成形メカニズムの解明を目指して、微細軸成形の最適電気条件の追跡、放電波形の詳細な観察と解析およびレーザによる時間分解イメージング法などを実施した。微細軸の成形は、重力に関係なく極性（-）側で起こること、微細化する条件は電極直径で決まる最適な放電入力エネルギーが存在すること、電極先端の微細化は、放電終了後100 μ s以上経過してから開始して、放電終了後350 μ s程度で完了することなどが判明した。

さらに成形された微細軸の断面観察により、微細軸先端は溶融していないことから、微細軸の成形プロセスは、先端の溶融部が電極軸根もと側に押し上げられ、溶融していない電極の芯が露出することで成形することが明らかとなった。

現状の微細放電加工においては微細電極の成形に時間がかかるため、本研究における瞬時微細軸成形法の利点ははかりしれない。現状では成形精度に課題が残るため、ただちに実用に用いることはできないが、微細軸の大量生産など将来的な可能性として多いに期待がもてる。放電現象そのものを利用し、微細軸が自己成形されるプロセスを明らかとしたことで、将来の新しい放電加工の可能性を示した点で意義がある。

第4章の「細線電極を用いた除去／堆積複合加工」では、第2章、第3章で得られた成果を用いて微細放電加工における複合加工を試みた内容について述べている。単発放電によって瞬時に成形した微細軸を用いて、板厚 0.1mm の鋼板に対して微細穴あけ放電加工を実施した結果、連続的に穴あけ加工が可能であることが確認された。電極を瞬時に成形できる利点を生かし、電極消耗を抑える従来の穴あけ加工条件から、加工速度を優先する加工条件を選択することを提案している。また、細線電極を用いた堆積加工と、瞬時成形した微細軸を用いた除去加工を組み合わせ、同一の放電加工機上で複合加工が可能であることを実証している。微細加工を得意とする放電加工において、微細な堆積加工が可能になったことから、他の加工法では困難な堆積と除去を組み合わせた複合加工の可能性を示した点は重要な成果である。

第5章の「結論」では、本論文全体のまとめと今後の展開について述べている。

細線電極を用いた様々な条件による加工を使い分けることで、1台の加工機で多様な処理が可能となる。また、放電現象そのものを利用して加工工具の瞬時成形が可能であることを見いだしたことは、極めて大きな成果である。加工工具としてのみならず、計測用プローブへの応用など今後の展開に多いに期待がもてる。本研究において提案された技術は、将来の微細機械の精密部品加工や計測などの分野においてその発展に寄与するところが大い。

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。