

補助事業番号 2021M-124

補助事業名 2021年度 保水性材料の利用による液域限定電解加工の飛躍的な精度向上
補助事業

補助事業者名 東京農工大学 大学院 工学研究院 機械システム工学専攻 夏研究室 夏恒

1 研究の概要

本研究は、保水性材料を用いた電解液領域限定により、加工精度の飛躍的な向上を実現することを目的としている。目的を達成するため、加工間隙に存在する加工生成物の速やかな排出と新鮮な電解液の供給が不可欠である。そこで、吸水フェルトのような保水性材料の連続供給と超音波洗浄機能を有する電解加工システムを構築した。保水性材料を金属円盤の外周に巻き、工具ユニットを構成した。工具ユニットの上部に配置し、XYZ三軸ステージに取り付けられた工作物の加工面を保水性材料に接触させながら、金属円盤を加工電源の負極に、工作物を正極に接続して通電して加工を行った。工具ユニットの回転により生成物を加工領域から排出し、下部に設置した電解液が満たされている超音波洗浄装置によって汚れた保水性材料を洗浄し、新しい電解液を染み込ませ、再び加工領域に移動する。このように電解液領域の制限、生成物の排出、新鮮な電解液の供給が実現し、持続的に加工を実現している。

2 研究の目的と背景

エネルギー、航空宇宙等の分野に多く使用されているチタン合金やニッケル基耐熱合金、金型や切削工具向けの超硬合金等の各種硬い材料の加工に、加工速度が同じ非接触加工法である放電加工よりも数十倍速く、しかも工具消耗がない電解加工法が利用されている。しかし、電解液中の漂遊電流による加工精度の低下や、使用済み電解液による作業環境の悪化などの問題点により、電解加工の応用が限定されていた。近年、電解液処理法の確立により、加工精度が本加工法の最大ネックとなっており、ものづくり現場からブレイクスルーが求められている。そこで、本研究は、保水性材料を用いた電解液領域限定により、加工精度の飛躍的な向上を実現することを目的としている。

3 研究内容

(1)加工装置の設計製作

工具ユニットの設計、3軸ステージの改造、工具ユニットの製作、超音波洗浄装置の選定、超音波洗浄装置の改造を行った。

(2)電解加工に適した吸水材料の選定

実験による吸水材料特性の調査、吸水材料の市場調査、吸水材料の選定と購入、吸水材料の物性値調査を行った。

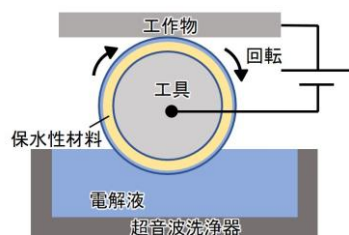
(3)電解液交換頻度と方法の確立

加工実験による電解液種類の選定、電解液の汚れ程度と加工特性への影響調査、電解液交

換ユニットの改良設計、電解液交換ユニットの製作を行った。

(4) 複雑形状創成方法の確立

解析ソフトの導入・解析環境整備、数値解析による重ね合わせ加工の形状創成の解析、数値解析による形状創成パスと走査速度の決定、加工実験の実施、装置の改良と加工精度の評価を行った。



液域を限定しつつ
持続性の向上を図る

図1 提案方法の原理

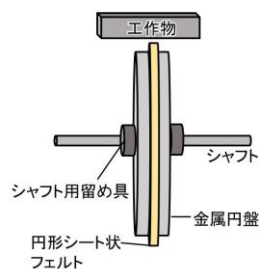


図2 工具ユニットの構造



図3 工場にて実験装置の製作



図4 加工形状の測定

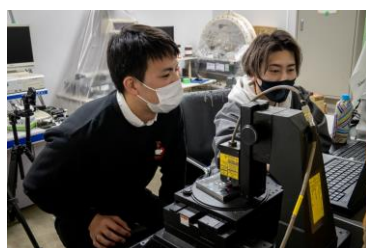


図5 加工結果の観察



図6 国際シンポジウムにおける成果発表

なお、研究成果は、以下のサイトにて掲載されている。

研究内容紹介ページ: <http://web.tuat.ac.jp/~natsulab/research.html>

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究で提案した方法は、保水材料を利用して電解液を保持しているため、電解液が高速に流れている従来の電解加工法と比べて、電解生成物の排出が困難で、面積が大きく、形状の凹凸が激しい加工には向かない。一方、電解液が自由に流れない分、電解液の存在領域の制限が簡

単にでき、電解加工において、大きな欠点である低い加工精度と漂遊腐食を防ぐことができるので、トライボロジー分野での表面パターン加工や工作機械の摺動面のオイルポケットの形成への実用性が高い。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

実施責任者の夏 恒は、放電加工における電極消耗の影響要因の解明との研究で、博士(工学)号を取得した後、精密機器メーカーに7年間、製品と加工技術の研究・開発に携わり、2002年4月から東京農工大学にて、放電加工や電解加工の研究活動に取り組んでいる。

長年の研究活動より、電解加工において、電解液の存在領域を制限すれば、電解加工の大きな欠点である加工精度の低さと漂遊腐食を解決できることに気づき、本加工法を提案している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許等の知的財産権を取得していないが、国内外の学術会議にて11件の研究発表を行った。

- ①夏 恒、王健康：保水性材料の利用による液域限定電解加工に関する研究、電気加工技術, Vol. 45, No. 139, pp. 1-7, 2021.
- ②王 健康、夏 恒：Elucidation of machining mechanism of ECM through electrolyte absorbed with porous solids、2021年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、pp. 512-513, 2021.
- ③遠部多聞、王 健康、小玉脩平、夏 恒：保水機構を有する液域限定電解加工の加工持続性に関する研究、2021年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集、pp. 508-509, 2021.
- ④遠部多聞、小玉脩平、夏 恒：保水機構を有する液域限定電解加工の加工特性調査、電気加工学会全国大会(2021)講演論文集、pp. 29-32, 2021.
- ⑤王 健康、夏 恒：Study on ECM of oil pocket by using a porous solid ball as the electrolyte absorption material、2022年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、pp. 435-436, 2022.
- ⑥遠部多聞、五十嵐裕基、夏 恒、増沢隆久：液量や加工条件が保水機構による液域限定電解加工の特性に及ぼす影響、2022年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、pp. 437-438, 2022.
- ⑦Tamon Obe, Wataru Natsu: Research on characteristics of ECM with electrolyte confined by absorption material, Proceedings of 17th International Symposium on Electrochemical Machining Technology (INSECT 2021), pp. 67-72, 2021.
- ⑧Tamon Obe, Shuhei Kodama, Wataru Natsu: Characteristic investigation of electrochemical machining using quasi-solid electrolyte, Proceedings of the 10th

International Conference on Leading Edge Manufacturing in the 21st Century (LEM21), pp. 528–528, 2021.

⑨Jiankang Wang and Wataru Natsu: Pattern machining by using the electrochemical machining through electrolyte absorbed with porous material, Proceedings of the 10th International Conference on Leading Edge Manufacturing in the 21st Century (LEM21), pp. 313–317, 2021.

⑩Jiankang Wang, Wataru Natsu: Design and application of electrochemical machining through electrolyte absorbed with porous solid ball, Proceedings of International Workshop on Non-traditional Machining 2022, pp. 37–40, 2022.

⑪Tamon Obe, Wataru Natsu: Sustainability of Electrochemical Machining with Electrolyte Confined by Absorption Material, Proceedings of 7th Symposium on International Collaboration on Micro and Precision Electrical Machining, pp. 78–82, 2022.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

なし

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京農工大学(トウキョウノウコウダイガク)

住 所: 〒184-8588

東京都小金井市中町2-24-16

担 当 者 教授 夏 恒 (ナツ ワタル)

担 当 部 署: 大学院工学研究院 (ダイガクイン コウガクケンキュウイン)

E - m a i l: summer@go.tuat.ac.jp

U R L: <http://web.tuat.ac.jp/~natsulab/index.html>