

審査の結果の要旨

氏名 平尾 篤利

本論文は、「走行ワイヤ工具による金属材料の3次元観察装置」と題し、走行ワイヤを工具に用いた複合加工機の開発を行った。また、開発した加工機を金属材料のスライシング表面加工に適用し、材料構造および材料分布の3次元化を実現したものである。

本論文は、全6章から構成されている。

第1章「緒言」では、本研究の背景と目的、および本論文の構成について述べている。放電加工および砥粒加工の原理、さらに、本研究で開発する3次元観察装置の試料内部観察装置について概説し、本研究で適用する3次元観察装置の位置づけについて述べている。また、試料内部観察装置に関して、非破壊法を用いた内部観察装置などの先行研究を踏まえて現状を整理し、それぞれの課題を述べている。破壊法を用いた試料観察について示し、走行ワイヤを工具に用いた金属材料の3次元観察装置の有用性を述べている。

第2章「ワイヤを工具とした複合加工機の開発と加工特性」では、市販のワイヤ放電加工機で広く用いられている黄銅ワイヤを使用した、複合加工機の開発を行っている。走行ワイヤを用いることにより、工具電極の消耗を無視できることを示している。また、開発した加工機は、ワイヤプーリー間の中央部にワイヤ拘束ガイドを備えており、ワイヤの振動を抑制していることを示している。走行ワイヤを工具に用いた加工機の問題点を示し、ワイヤ拘束ガイドを用いた加工方法の有効性を検証し、ワイヤ放電加工およびワイヤ拘束ガイドを用いた放電研削加工との複合加工法を実現した。

さらに、開発した加工機を用いて、複雑形状をした試料を切り出し、ワイヤ拘束ガイドを適用することにより連続した加工法によって精度を向上させた。

第3章「放電スライシング表面加工による3次元化装置の構築」では、2章において開発された、ワイヤ複合加工機によって観察試料をスライシング表面加工し、連続したスライシング画像を用いた3次元化装置の構築について述べている。通常、断面観察の表面露出には、樹脂埋め・パフ研磨の行程を経るが、本研究では、直接把持された試料に対して、ワイヤ拘束ガイドを用いて放電スライシング表面加工を実施し、表面を露出させている。露出させた各表面の画像をビデオ観察装置によって取得し、この加工・観察工程を繰り返し実施することにより、試料の連続断面画像を得ている。連続した2次元断面画像から、3次元構造図を構築している。

第4章「複合加工機による砥粒加工法」では、走行ワイヤを工具に用いたワイヤ複合砥粒加工へ適用した経緯について述べている。砥粒加工による複合加工法の表面粗さの向上について検討している。また、放電加工と砥粒加工とを組み合わせた複合加工法について述べ、加工特性について評価している。放電加工では達し得ない精細な表面粗さを達成し

ている。材料分布観察に用いられる試料表面の露出条件を示している。さらに、金属材料に対して複合加工法を適用し、一貫した加工が可能であることを示している。

第5章「スライシング表面加工による3次元材料分布図の構築」では、スライシング画像を用いたマイクロな3次元材料分布の構築について述べている。金属材料に対して砥粒加工を用いたスライシング表面加工を実施し、マイクロな材料分布を計測した結果について述べている。また、高倍率の観察においては走査型電子顕微鏡を用いるため、試料着脱の繰り返し位置精度について考察し、位置補正の必要性について述べている。取得した2次元の材料分布画像から3次元の材料分布図を構築し、銅-タングステンおよび鋳鉄に対して試料内部の材料分布を明らかにした。

さらに、砥粒加工において、加工速度向上が課題であることに述べており、超音波振動を付与した加工を実施し、その効果を検証している。

第6章「結言」では、本研究で得られた成果についての総括を行い、さらに今後の展望について述べている。

このように、本論文でなされた研究は、開発した走行ワイヤを工具に用いた複合加工機の有効性を示すと共に、金属試料に対する内部構造およびマイクロな材料分布の3次元表示を実現できる加工・観察装置を構築し、評価を行っている。この加工・観察装置は、試料内部の3次元観察において新たな可能性を示すものであり、加工技術や材料開発技術の発展に大きく貢献するものといえる。

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。