

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	川波多 裕司 (かわはた ゆうじ)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 1318 号
○授与年月日	2019 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	砥粒挙動を重視した高性能複合ラッピング定盤の開発
○審査委員 (主査)	谷 泰弘 (立命館大学理工学部教授) 飴山 恵 (立命館大学理工学部教授) 伊藤 隆基 (立命館大学理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

本論文では、粗研磨のラッピング工程で工具として一般的に用いられている鑄鉄定盤の問題点を解決する新しいラッピング定盤を提案している。まずは難削材であるサファイアを用いて研磨実験を行い、鑄鉄定盤の問題点を調査したところ、定盤表面に微細凹凸形状を成形するドレッシング工程が重要で目切り溝がないと研磨性能が大幅に低下することが判明した。これは砥粒が加工域に入りにくいことで、常に定盤表面に微細凹凸形状が必要であると考えた。そのため耐食性に優れるステンレス鋼のフィラーとエポキシ樹脂を混合、圧縮成形した複合定盤を開発した。しかし、当初は砥粒の動きを妨げる効果が低いことや製作時に含有する気泡により耐摩耗性が低下するといった問題点があった。この問題点をフィラーにアスペクト比の高い繊維を採用することとフィラーに表面処理を行い密着性を上げることで解決し、複合定盤の研磨性能と耐摩耗性を高めた。また複合定盤は定盤表面の微細凹凸形状が維持され、研磨能率の経時変化が抑制されることを確認した。

さらに研磨性能を高める定盤表面の微細凹凸形状を把握するために、定量的に微細凹凸形状が変更可能な金属金網をメッシュ定盤として用いた。まず微細凹凸形状の差異により研磨性能が変化する研磨メカニズムを、高速度カメラを用いてメッシュ定盤上の砥粒の挙動の観察することで調べた。その結果、研磨性能の高いメッシュ定盤は、砥粒が蛇行しながら定盤上を移動し、研磨性能が低いメッシュ定盤では、砥粒は蛇行せずに回転方向に直線的に移動することがわかった。この砥粒が蛇行する微細凹凸形状を複合定盤に反映させるために、メッシュ定盤で得た知見をもとに含有する繊維の径を変更させた複合定盤を製作した。その定盤表面の凹凸に対し 2 値化処理を行った結果、凹部が連続している場合に

研磨性能が高くなることがわかった。この複合定盤を用いることで、難削材に対して研磨能率の低減する割合が鋳鉄定盤に比べて大幅に減少した。

以上のことから鋳鉄定盤の問題点である難削材に対する低い研磨能率、低い耐食性、研磨能率の経時変化の3つの問題点を克服する複合定盤の開発に成功した。

#### <論文審査の結果の要旨>

論文審査の結果、本論文は以下の項目に関して工学的に有益な知見を与えていると判断した。

- 1) 鋳鉄定盤において、これまで明らかになっていなかった定盤表面の気孔がどのように研磨に作用するのかを砥粒の挙動を観察することで示している。
- 2) 定盤表面に微細な凹凸形状が維持され、研磨能率の経時変化を抑制する新しいラッピング定盤である複合定盤の開発に成功している。
- 3) メッシュ定盤では定盤表面の凹凸形状により砥粒の挙動が蛇行する砥粒と直線的に移動する砥粒の2つが存在することを示し、蛇行する砥粒が多いほど砥粒と工作物との相対速度が速くなることで、研磨能率が向上することを明らかにしている。
- 4) ラッピング定盤表面の微細凹凸形状の凹部が連続的に存在し凸部の周囲を囲む構造を有すれば、砥粒の蛇行が起こり易くなり研磨能率が向上することを示している。
- 5) メッシュ定盤により定盤表面の微細凹凸形状を定量的に変化させることで、各使用砥粒に対して高い研磨性能が得られる微細凹凸形状を把握し、その形状を複合定盤に反映させることで研磨性能の向上に成功している。
- 6) 複合定盤は、鋳鉄定盤の3つの問題点を克服し、難削材であるサファイアに対する研磨能率を減少する割合を半分以下に低減させ、定盤摩耗速度も鋳鉄定盤とほぼ同等になることを明らかにしている。

以上のように本論文は高い工学的優位性のみならず、工業的優位性も兼ね備えている。論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。

#### <試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の公聴会は、2019年1月28日(月)13時00分～14時30分イーストウイング4階機械システム系第4演習室において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者川波多裕司に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、鋳鉄定盤が多用される理由、最適な繊維の硬度、砥粒の滑りと研磨性能の関係などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1

項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。