

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 2 年 5 月 25 日現在

機関番号：13301

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2019

課題番号：18K13668

研究課題名(和文) 複雑形状に対する表面粗さ向上を実現するジャイロ式バレル研磨の理論構築

研究課題名(英文) Fundamental investigation on gyro barrel finishing for smoothing of complicated shape

研究代表者

橋本 洋平 (Hashimoto, Yohei)

金沢大学・機械工学系・助教

研究者番号：30456686

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：研磨加工は、優れた摩擦摩耗特性や美しい外観などを得ることができる重要な加工技術である。本研究では、複雑形状に対する優れた研磨技術となると期待されるジャイロ式バレル研磨の理論構築に取り組んだ。そして、加工に要する時間に直結する加工力を評価し、その影響因子を解明した。さらに、加工力を増大させる付加装置を開発し、加工に要する時間の1/3程度への低減を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バレル研磨に直結する砥粒と加工物の接触力の評価を行い、接触力の影響因子を解明した。また、加工時間の大幅低減を実現する付加装置の開発を行い、生産性の大幅向上を実現した。本研究によりジャイロ式バレル研磨の理論構築が大きく進み、近年需要が拡大している複雑形状に対する優れた表面粗さ向上技術の実用化が今後期待される。具体的な展開技術としては、3Dプリンタによる造形物の後加工の自動化技術などが挙げられる。

研究成果の概要(英文)：Finishing is a significant processing technology because it achieves good friction/wear character and beautiful appearance. In this study, fundamental investigation on gyro barrel finishing, which is expected to be an excellent finishing process of complicated shape, was conducted. Force acting on workpiece, which affects finishing properties directly, was measured, and its major factor was clarified. Furthermore, it was achieved that its process time decreases to 1/3 by attaching simple device developed by us.

研究分野：生産工学・加工学

キーワード：バレル研磨 ジャイロ式バレル研磨 マスフィニッシング 仕上げ加工 研磨

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

機械部品や金型の表面の粗さは摩擦損失の増加や成型部品の外観不良などを引き起こすため、優れた表面粗さ向上技術はものづくりにおいて重要な課題といえる。しかし、一般的な手法では、工具を加工物に沿って運動させる必要があるため、加工物が複雑形状である場合の表面粗さ向上は容易ではない。また、複雑形状の表面粗さ向上技術の開発は、複合加工機や3Dプリンタを活用した生成技術と比べ、明らかに遅れている。このため、複雑形状に対する優れた表面粗さ向上技術の確立は早急に取り組まなければならない重要な課題となっている。

2. 研究の目的

本研究対象である図1に示すジャイロ式バレル研磨は、複雑形状の優れた表面粗さの向上技術として期待される技術の一つである。この加工法では、砥粒と水を充填したバレル(槽)に回転運動を与える。そして、加工物にバレル内での強制運動が与えられる。このため、砥粒が加工物に沿って運動するため複雑形状であっても表面粗さ向上が比較的容易であるとともに、プロセスの制御性が他のバレル研磨と比べて高いという特徴をもつ。しかし、ジャイロ式バレル研磨に関する理論的な研究はこれまでにほとんど行われておらず、現状では経験に強く依存したプロセスである。このため、本研究では加工現象に直結する加工物と砥粒の相対運動に着目し、ジャイロ式バレル研磨の理論構築に取り組む。

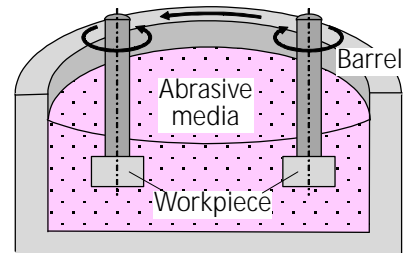


図1 ジャイロ式バレル研磨

本研究対象である図1に示すジャイロ式バレル研磨は、複雑形状の優れた表面粗さの向上技術として期待される技術の一つである。この加工法では、砥粒と水を充填したバレル(槽)に回転運動を与える。そして、加工物にバレル内での強制運動が与えられる。このため、砥粒が加工物に沿って運動するため複雑形状であっても表面粗さ向上が比較的容易であるとともに、プロセスの制御性が他のバレル研磨と比べて高いという特徴をもつ。しかし、ジャイロ式バレル研磨に関する理論的な研究はこれまでにほとんど行われておらず、現状では経験に強く依存したプロセスである。このため、本研究では加工現象に直結する加工物と砥粒の相対運動に着目し、ジャイロ式バレル研磨の理論構築に取り組む。

3. 研究の方法

図2に示す実験装置を用い、砥粒との接触により加工物に生じる力の計測を行う。本試験を、加工物設置位置や砥粒投入量、バレル回転数を変化させた条件で評価することで、接触力の影響因子を解明する。また、各条件において表面粗さの推移を評価することで、表面粗さ向上に関する接触力の影響を確認するとともに、接触力に着目した表面粗さ向上スピードの改良技術の開発を行う。

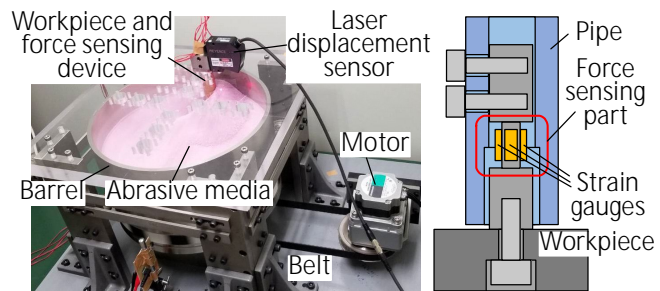
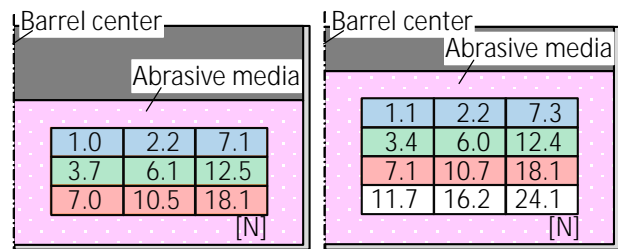


図2 実験装置

4. 研究成果

(1) 図3に各加工物設置位置における接触力を示す。図に示すように、接触力はバレル底面および側面に近いほど大きくなるのが分かった。また、砥粒投入量が大きいほど接触力が大きくなるのが分かった。



(a) 砥粒投入量 100 mm (b) 砥粒投入量 120 mm

図3 各加工物設置位置における接触力

(2) 図4に加工物上方の砥粒高さや接触力の関係を示す。図に示すように、上方の砥粒高さは接触力と強い相関関係をもつことが分かった。一方で、バレル回転数は接触力に直結しないことを確認した。

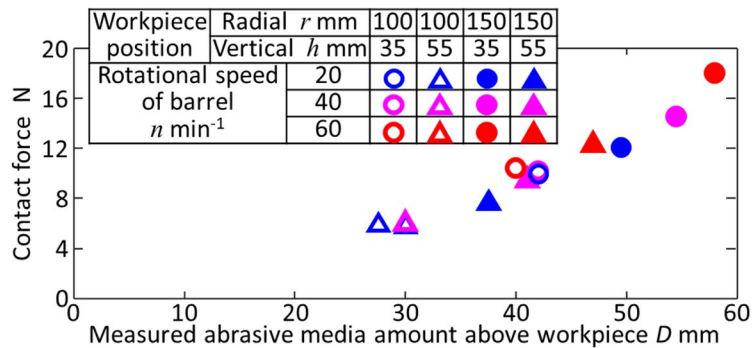


図4 加工物上方の砥粒高さや接触力の関係

(3) 図5に加工物設置位置やバレル回転数が異なる条件における表面粗さの推移を示す。図に示すように、バレル回転数が大きく、加工物設置位置がバレル壁面に近づくほど表面粗さの向上スピードが速くなる。これは、砥粒と加工物の相対速度が大きくなったためであると考えられる。一方で、加工物設置位置がバレル底面に近づくほど表面粗さの向上スピードが速くなるのは、接触力の向上が原因であると考えられる。

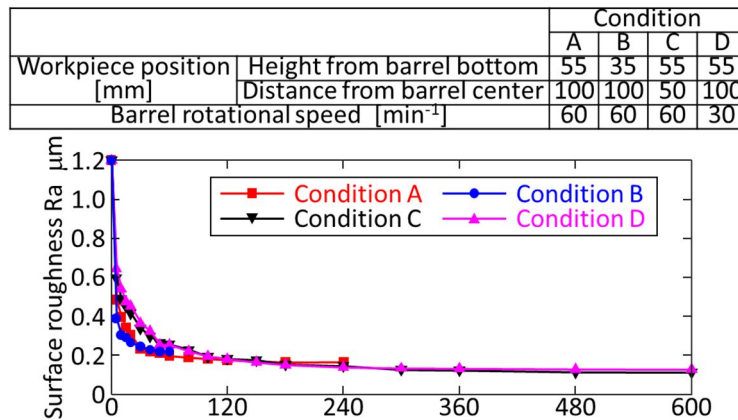


図5 各加工条件における表面粗さの推移

(4) 図6に接触力向上を狙った装置を設置した際の表面粗さの推移を示す。図に示すように、装置設置により表面粗さ向上のために必要な加工時間を1/3程度に低減することを實現した。

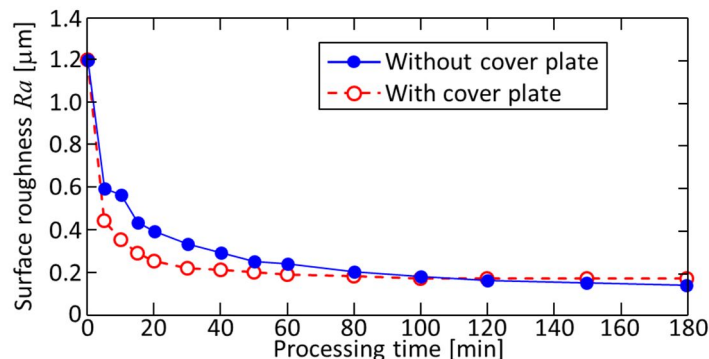


図6 付与装置有無による表面粗さの推移の違い

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 伊藤 巧馬, 橋本 洋平, 古本 達明, 小谷野 智広, 細川 晃
2. 発表標題 ジャイロ式バレル研磨における接触力の基礎検討
3. 学会等名 2019年度砥粒加工学会学術講演会 (ABTEC2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 巧馬, 橋本 洋平, 中山 友吾, 古本 達明, 小谷野 智広, 細川 晃
2. 発表標題 乾式ジャイロ式バレル研磨における砥粒と加工物の接触力に関する検討-砥粒径10 mmにおける検討-
3. 学会等名 精密工学会北陸信越支部2019年度学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Hashimoto, Takuma Ito, Yugo Nakayama, Tatsuaki Furumoto, Tomohiro Koyano, Akira Hosokawa
2. 発表標題 Investigation on force acting on workpiece with respect to actual amount of abrasive media on the workpiece in dry gyro barrel finishing
3. 学会等名 8th International Conference of ASPEN (ASPEN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuma Ito, Yohei Hashimoto, Yugo Nakayama, Tatsuaki Furumoto, Tomohiro Koyano, Akira Hosokawa
2. 発表標題 Investigation of Contact Force between Cylindrical Workpiece and Abrasive Media in Gyro Finishing Process
3. 学会等名 ISAAT2019 (The 22nd International Symposium on Advances in Abrasive Technology) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山 友吾, 橋本 洋平, 伊藤 巧馬, 古本 達明, 小谷野 智広, 細川 晃
2. 発表標題 拘束板によるジャイロ式パレル研磨の性能向上の検討
3. 学会等名 精密工学会 第27回「学生会員卒業研究発表講演会」
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----