

補助事業番号 28-114
補助事業名 平成28年度金属の表面形態を制御可能なバニシング加工法に関する補助事業
補助事業者名 福井大学 学術研究院 工学系部門 講師 岡田将人

1 研究の概要

本研究では、シャフトなどの軸形状の金属外周面上の微小な凹凸を、工具であるローラを押し付けることで、表面を平滑にするローラバニシング加工法に関する研究である。従前のローラバニシング加工では、ローラが対象面上を転がるのみであったが、本研究では、ローラを工作物から傾けながら、自立的に回転させることで、所望の方向に擦る作用を生じさせる。これにより、従来法よりも平滑性の高い面や付加価値の高い機能面を得ようとする研究である。

2 研究の目的と背景

申請者らは、これまでに切削加工、塑性加工に関する研究を進める中で、金属の極表面に存在する微小凹凸に塑性変形を付与することで、良好な平滑性と機械的特性が同時に付与できるバニシング加工に関する研究に取り組んできた。バニシング加工には大きく分けて、ローラを対象面に押し付けながら回転させるローラバニシング加工法と、チップ状の工具を対象面に押し付けながら摺動させるチップバニシング加工法がある。

これまでの研究で、ローラバニシング加工では、対象面に対し概ね法線方向の圧縮力のみが作用することから、加工前の凹凸が十分に押しならされずに加工後も残存することも多い。これらを防ぐため、これまで、レーザで加工前の対象面を軟化させる方法や工具に振動を加える方法などが検討されてきたが、それらの方法では必要となる装置の経済的な負担が大きい。そこで申請者らは、これまでのローラバニシング加工において、工作物の回転軸と平行に位置していたローラの回転軸を、一定の角度で傾斜させることにより、ローラ-工作物間に回転と摺動作用を同時に発現する加工法を開発した。加えて、より良好な加工性能の獲得のために、ローラを能動的に回転させ、工作物の回転速度とともに制御することで、工作物上に生じる摺動作用の作用方向を制御することで、より優位な加工性能を得る新たなバニシング加工法の構想に至った。

本研究では、この新たなローラバニシング加工法の専用工具を設計し、実加工により、コンセプト通りの効果が得られるかについて、種々の加工条件下で実証することを目的とした。また、そのような効果が得られるメカニズムについても明らかにすることを目的とした。

3 研究内容

金属の表面形態を制御可能なバニシング加工法に関する研究

(http://mech.u-fukui.ac.jp/~otsu/jka/jka_report.pdf)

(1) 専用工具の開発

既存の工具に対し、ローラの回転機構、押付力制御のためのばね機構に改良を行った。図1に製作した工具の外観写真を示す。

(2) 加工条件が仕上げ面性状に及ぼす影響の調査

製作した工具を用いたバニシング加工実験を実施した。加工時の装置外観を図2に示す。加工には卓上旋盤を用いた。バニシング加工した工作物外観と3次元表面粗さ計で測定した結果の一例を図3、図4に示す。図3より、バニシング加工前後で工作物の表面外観に違いが生じており、バニシング加工後は光沢感が増していることがわかる。図4より、バニシング加工を施すことにより、仕上げ面が明確に平滑化されていることがわかる。加工条件においては、ローラの工作物への押付力、加工回数の影響が仕上げ面粗さに顕著な影響を及ぼすことが明らかとなった。

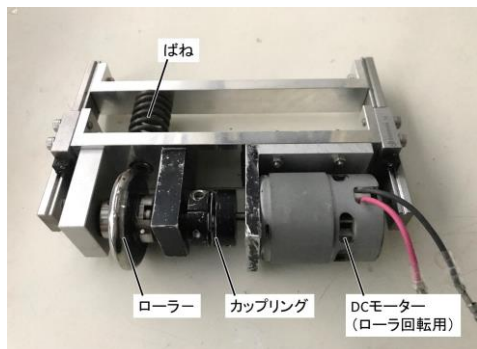


図1 工具外観

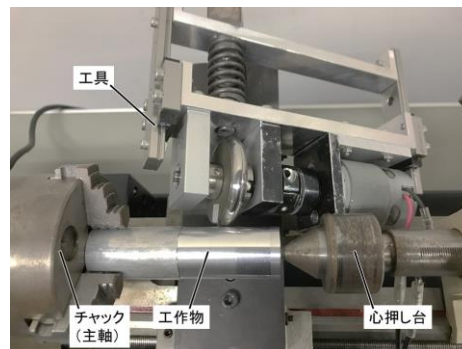


図2 装置外観

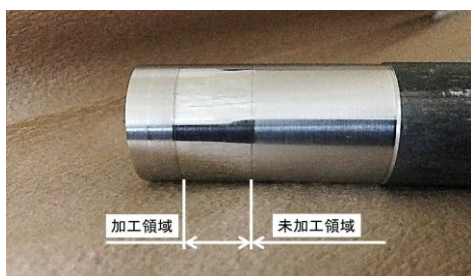


図3 加工部外観

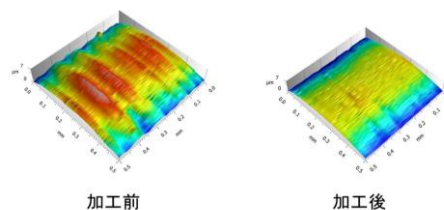


図4 加工前後の表面形状

(3) 成果報告会（学内・学外研究者からの評価）

4/10（月）に学外研究者（岐阜大学）、5/17（水）に学内研究者を交えて成果報告会（図5）を実施し、報告内容に対する評価をいただいた。以下のように、主に今後の検討課題についての積極的な評価がいただけた。今後の研究の参考にしたい。

- バニシング加工自体が、比較的研究例が少ない加工法であり、これに対して新たな加工法を見出した点で興味深い開発内容であった。
- 摺動方向を制御できる機能は、加工前の表面状態に柔軟に対応できる優位性となる。加えて、仕上げ面の表面形態の制御の可能性も見いだせる点が意義深い。
- 本研究では、仕上げ面の表面形態の評価に焦点を当てているが、バニシング加工には同時に表面層の材料改質効果があると認識している。本研究で開発した加工法が改質効果にどのように影響をしているのか（従来法と比較して、より優れた効果が得られるのか否か）についても今後検討を加えられることを期待したい。
- 本研究では、仕上げ面形態が加工条件によって、どのように変化するかについて、より明確に捉えるために、比較的軟質なアルミニウム合金を対象に実験を実施している。本加工法の優位性として硬質材料への適用への期待があり、硬質材料を対象とした実証についても今後検討いただきたい。



図5 成果報告会(学内)の様子

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究で有用性を実証したバニシング加工は、従前の加工法と比較して、同一の加工条件下においても、対象面上の微小凹凸を押しならす作用を、より多く得られることが特徴である。加えて、ローラー-工作物間に作用する摺動作用の作用方向を制御することが可能である。そのため、以下のような実社会での活用が期待できると考えている。

- 従前の加工法では、表面凹凸の十分な押しならし作用の獲得が困難な高い硬度を有した材料に適用することで、良好な仕上げ面が得られる。
- 従前の加工法では、押付力により工作物にたわみが生じて適用が困難であった小径長尺形状の工作物に対しても適用範囲を拡大できる。
- ローラバニシング加工法で対象とする軸形状工作物は、加工後の製品としては、回転軸やピストンなどの、他の製品との摺動関係に置かれる構成要素として用いられることが多い。本加工法では、ローラー-工作物間の摺動作用を制御することで仕上げ面の表面形態（材料を押しならす方向）を制御することが可能となるため、摺動する相手材への攻撃性を考慮した仕上げ面の創成が可能となる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者らは、これまでローラバニシング加工において、対象面の平滑化に重きを置いて、より効率的な方法を思案してきた。しかしながら、本事業に係る新たなローラバニシング加工法は、摺動作用の方向を制御できることが特徴であり、この特徴は、単に対

象面の平滑化だけでなく、仕上げ面の微細形状の制御にも応用が可能であると考えられる。今後は、新たな可能性として、表面の微細形状制御の可能性に焦点を当て、本事業で得られた成果を有効に活用して、産業界に研究成果の還元ができるよう努める。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【国際会議 Extended abstract】

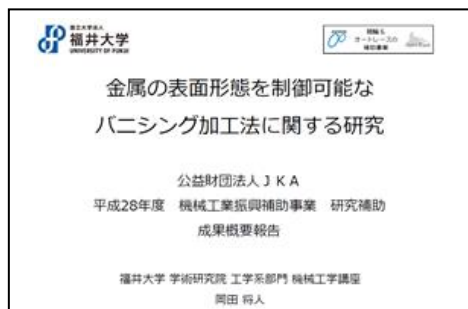
Masato Okada, Makoto Shinke, Masaaki Otsu, Takuya Miura, Kuniaki Dohda
Flattening mechanisms through roller burnishing by active rotary tool
6th European Conference on Tribology (Accepted)

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

HPにて成果概要報告書を公開している。

(http://mech.u-fukui.ac.jp/~otsu/jka/jka_report.pdf)



成果概要報告書のスクリーンショット

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 福井大学 学術研究院 工学系部門 機械工学講座 材料加工研究室
(フクイダイガク ガクジュツケンキュウイン コウガクケイブモン
キカイコウガクコウザ ザイリョウカコウケンキュウシツ)

住 所： 〒910-8507
福井県福井市文京3丁目9-1

申 請 者： 講師 岡田将人 (オカダマサト)
担 当 部 署： 機械工学講座 (キカイコウガクコウザ)
E - m a i l : okada_m@u-fukui.ac.jp
U R L : <http://mech.u-fukui.ac.jp/~otsu/>