

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

公益財団法人 J K A

平成28年度 機械工業振興補助事業 研究補助

成果概要報告

福井大学 学術研究院 工学系部門 機械工学講座

岡田 将人



研究概要

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。



研究背景

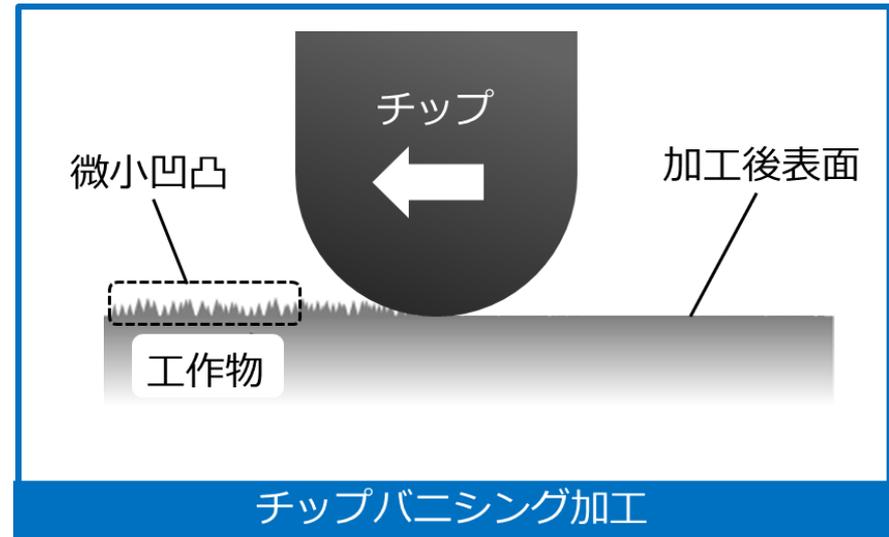
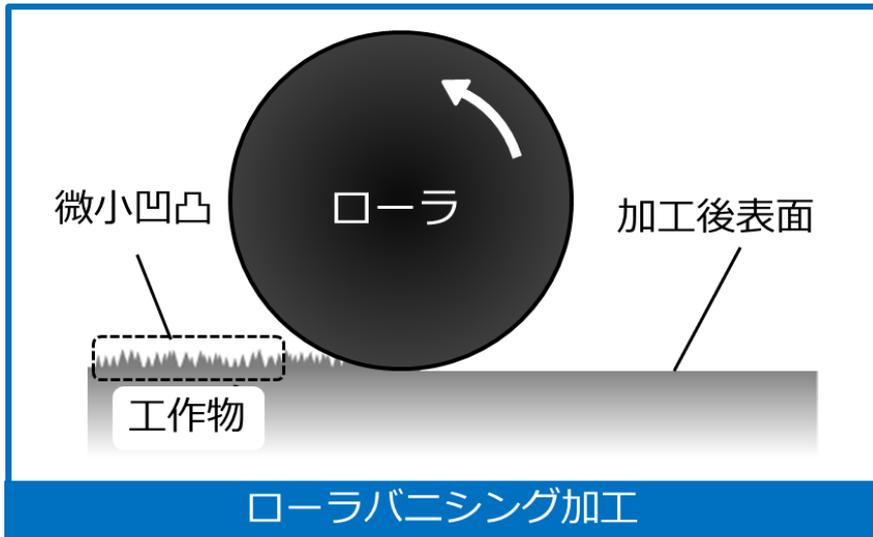
申請者らは、これまでに切削加工，塑性加工に関する研究を進める中で，金属の極表面に存在する微小凹凸に塑性変形を付与することで，良好な平滑性と機械的特性が同時に付与できるバニシング加工に関する研究に取り組んできた。



次頁へ

研究背景

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転動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。



研究背景

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にも残存することも多い。これらを防ぐため、これまで、レーザー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。



次頁へ



研究背景

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-工作物間に転動と摺動作用を同時に発現する加工法を開発した。

【関連特許】

岡田将人, 末信翔平, 渡邊慶, ローラバニシング加工方法, 出願番号: 特願2013-165654, 出願日: 平成25年8月9日.

【関連論文】

Masato Okada, Shohei Suenobu, Kei Watanabe, Yorihiro Yamashita, Naoki Asakawa, Development and burnishing characteristics of roller burnishing method with rolling and sliding effects, Mechatronics, 29, pp. 110-118, 2015.

研究背景

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。

【関連特許】

岡田将人，大津雅亮，宮越侑輝，能動回転型ローラバニシング加工，出願番号：特願2016-065093，出願日：平成28年3月29日。

研究目的

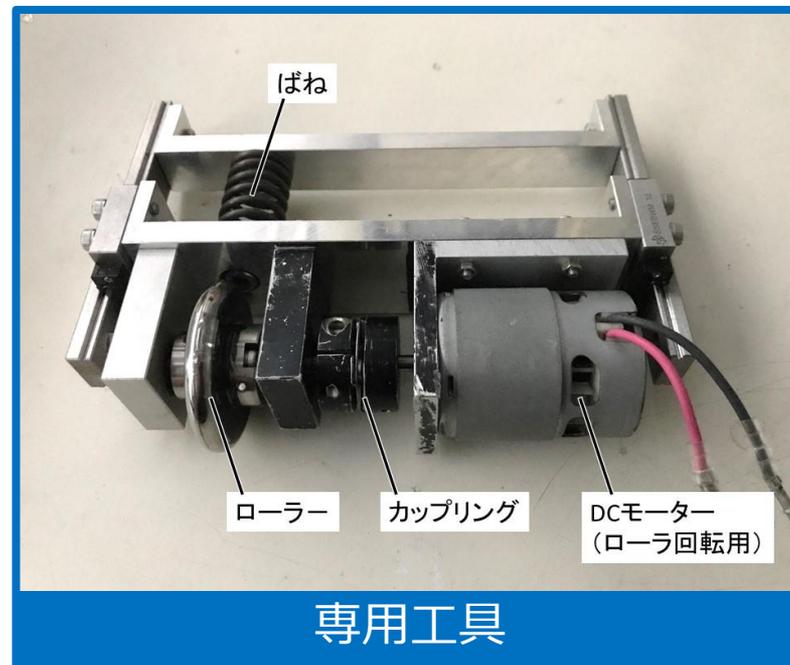
- 新たなローラバニシング加工法の専用工具を設計し,実加工により, コンセプト通りの効果が得られるかについて, 種々の加工条件下で実証する.
- 上記の効果が得られるメカニズムについて明らかにする.



次頁へ

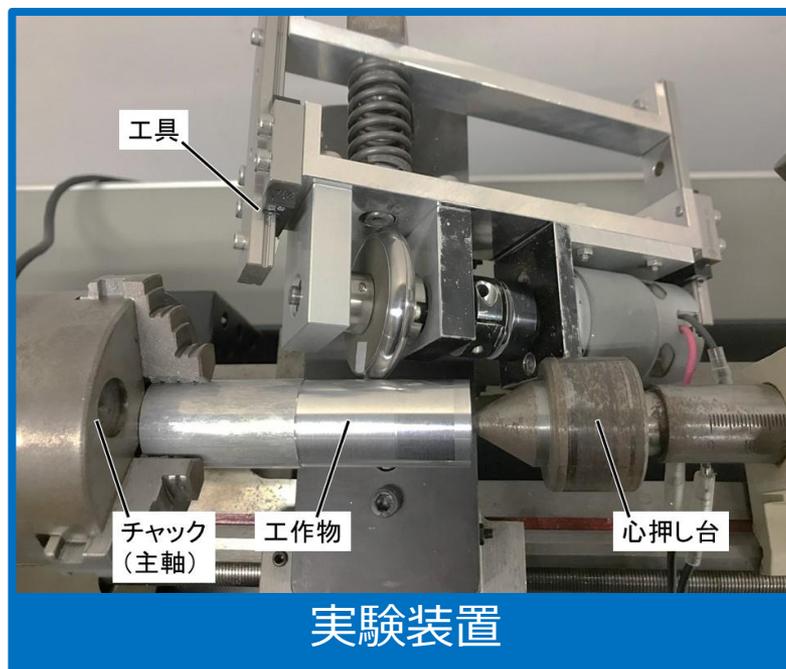
■ バニシング加工用工具

- ローラを回転させるために，DCモーターをカップリングを介してローラ回転軸と同軸上に配置．
- 工作物表面へのローラの押付力を一定に制御するためにばね機構を採用．



実験装置

- 工具は、ローラの回転軸を工作物の回転軸に対して所定の角度で傾けて固定.
- 工作物は卓上旋盤の主軸により回転.
- ローラを工作物に押し付けて、工作物軸方向に送り付与.



評価装置

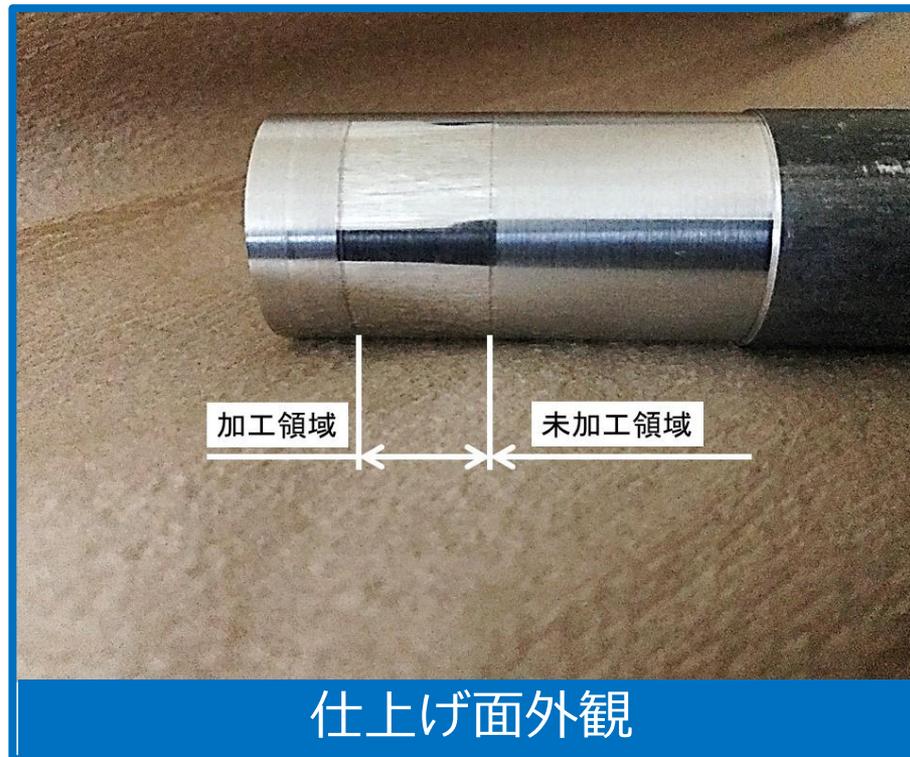
- 加工結果は，加工前後の工作物の表面粗さ，粗さ曲線，3次元表面形状により評価。
- 上記の測定には，本事業により導入した表面粗さ測定機を利用。



本事業で導入した表面粗さ測定装置

実験結果（仕上げ面外観）

- 未加工領域と加工領域（仕上げ面）を比較.
- 外観上も明確な光沢感の違い.



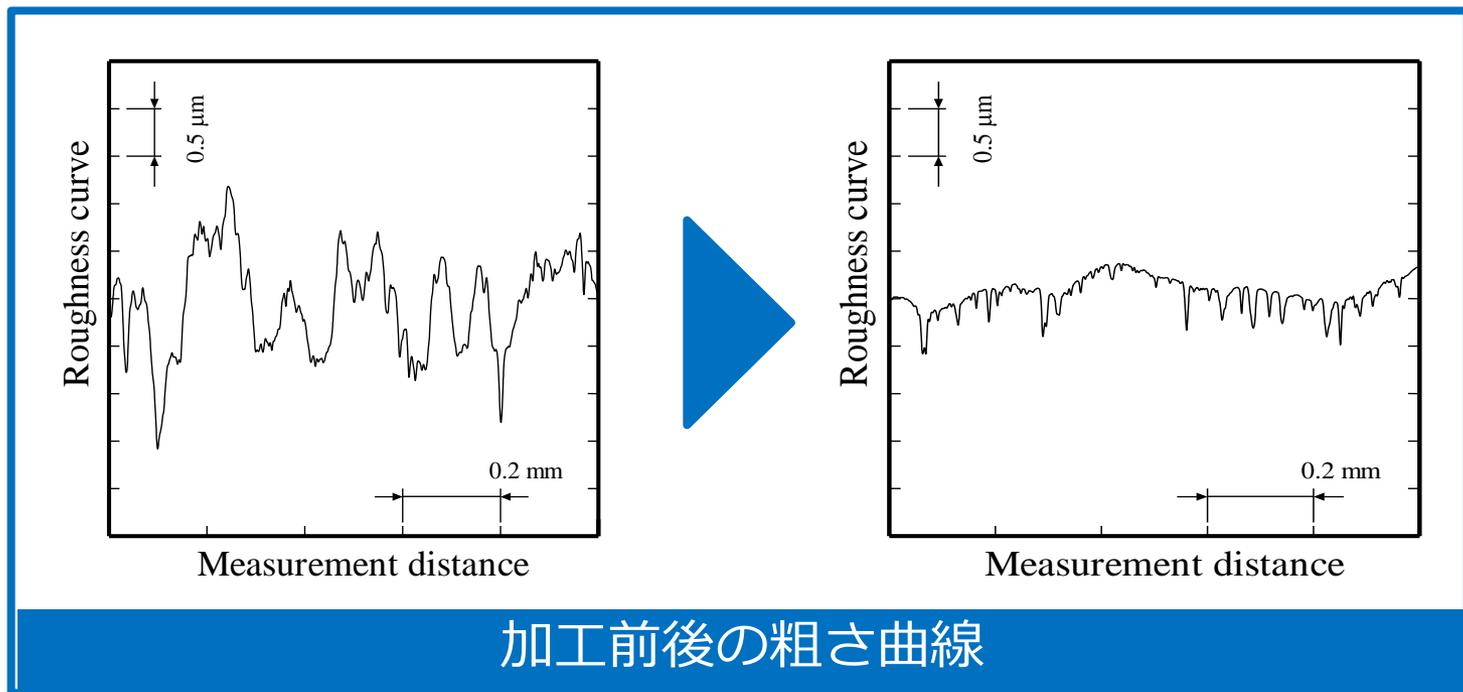
実験結果（表面粗さ）

- 仕上げ面粗さに支配的な加工条件の1つである押付力による影響を調査.
- 押付力の増加に伴い仕上げ面粗さは向上するが、その影響は飽和傾向を示す.

押付力と仕上げ面粗さの関係		
前加工面粗さ Ra μm	押付力 N	仕上げ面粗さ Ra μm
0.36	30	0.23
	60	0.16
	90	0.15

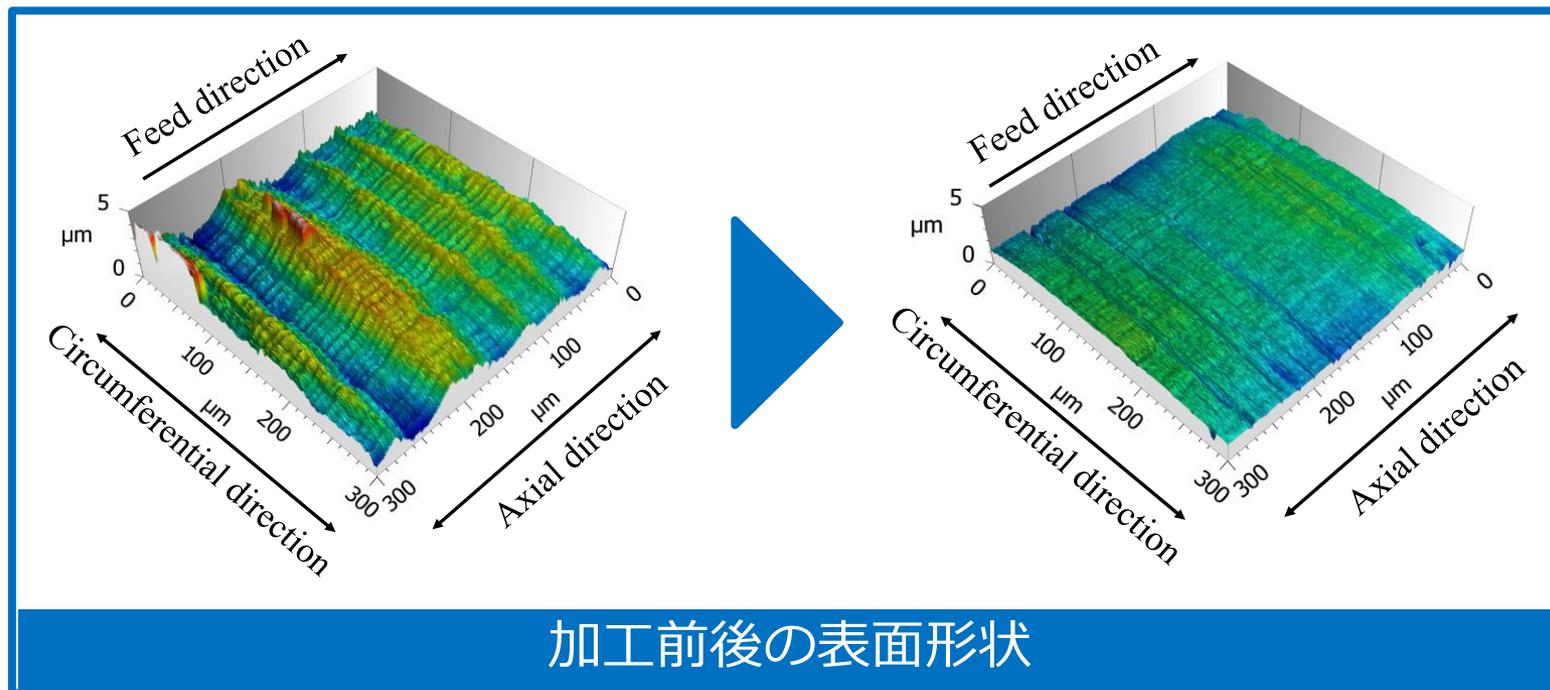
実験結果（粗さ曲線）

- 前加工面と押付力60N時の仕上げ面の粗さ曲線を比較。
測定は工作物軸方向。
- 旋削加工による凹凸が認められる前加工面に対して、
明確に凸部が平坦化。



実験結果（3次元表面形状）

- 前加工面と押付力60N時の仕上げ面の表面形状を比較.
- 前加工面における凹凸が減少し，平滑な表面を獲得.



実験結果まとめ

- 本研究で開発したバニシング加工は，押付力が加工結果に支配的な加工条件の1つであり，仕上げ面は前加工面の凸部が平坦化された形態を示す。
- 本加工法により，良好な仕上げ面性状が得られた。

期待される効果

- 従来の加工法より小さな押付力で平坦化が可能であるため，小径長尺物への適用に期待。
- 凸部が優先的に平坦化されるため，相手材への攻撃性の低い摺動製品の加工法として期待。

成果報告会の開催

平成29年4月，5月に学内ならびに学外の関連研究者を交えた成果報告会を開催。研究成果と今後の検討課題等について意見交換。以下のような意見が挙げられた。

- 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。
- 今後の検討課題として，バニシング加工の利点である改質効果についても検討して欲しい。



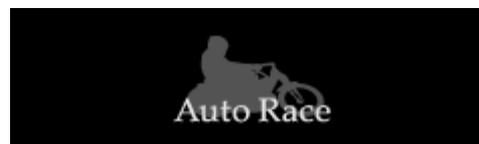
本研究による発表（予定）

Masato Okada, Makoto Shinke, Masaaki Otsu, Takuya Miura,
Kuniaki Dohda

Flattening mechanisms through roller burnishing by active rotary
tool

6th European Conference on Tribology (ECOTRIB2017), Accepted

謝 辞



本研究は「公益財団法人」K A 平成28年度 機械工業振興補助事業
研究補助」を受けて実施いたしました。関係各位に深謝いたします。