

# バニシング加工による鏡面化の試み

生産技術科 小田 浩司

## A Trial of Mirror-Finishing Surface by Burnishing Method

Koji ODA

**概要** 表面粗さを極めて小さくする鏡面加工の創成において、加工表面をローラで転圧して塑性変形によるバニシング加工を試みた。アルミニウム合金を対象とした加工実験により、高能率に鏡面加工が実現可能となり、その有用性を見出した。良好な表面粗さと高い形状精度の加工が可能なることから、光学部品の製作に適用した一例を報告する。また、射出成形金型の修正加工に使用できることを提言する。

### 1. はじめに

近年、ものづくり現場において、より一層の高品位加工面の創成に対する加工技術が求められている。その中でも、表面粗さを極めて小さくする鏡面加工技術は、光学部品、機械摺動面およびシール面など様々なところに適用されている。

通常、鏡面加工は砥石を用いた研削加工や、遊離砥粒を用いた研磨加工が一般的になっている。しかし、これらの加工方法は、前工程となる切削加工の工作機械から加工機を変更するため、段取り時間が多く必要になることが挙げられる。また、加工の単位を小さくするので、鏡面に至るまでの加工時間も比較的長くなる。特に遊離砥粒を用いた加工では、長時間の加工時間が必要となり、その結果、形状精度の劣化にも影響を及ぼすようになる。

そこで今回は、加工表面を押しつぶして鏡面を得るバニシング加工を適用することで、高能率にかつ高精度な鏡面加工を実現することを試みた。本報告では、アルミニウム合金に対してバニシング加工の効果と適用例について検討した結果を報告する。

### 2. バニシング加工の概要

バニシング加工は被加工材料をローラで転圧しながら、表面の凹凸を押しつぶすことで、小さい表面粗さにする加工方法である。その概要を表したものを図1に示す。切削、研削および研磨のように削るのではなく、表面に限定した塑性変形による加工方法である。

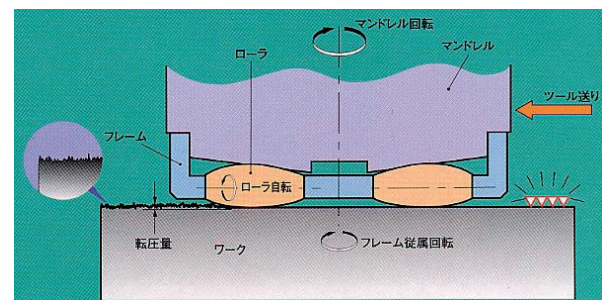


図1 バニシング加工の概要

今回使用した工具は、図2に示すように平面の加工に特化しており、マシニングセンタに正面フライスと同様に装着することが可能である。そのため、従来の切削から研削の工程のように被加工材料の脱着が不要である。1台の加工機でフライス加工後に連続して鏡面加工が行え、段取り時間が大幅に短縮できる。また、研削・研磨加工では複数回のストロークを要することが一般的だが、バニシング加工は表面の凸部のみを塑性加工するため、基本的に1パスで加工が完了するので、加工時間そのものも短い利点がある。



図2 バニシング加工の工具

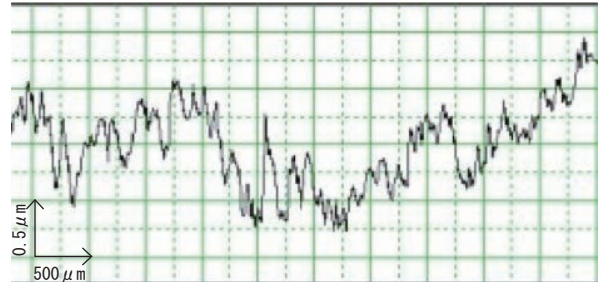
### 3. バニシング加工の試み

被加工材料のアルミニウム A5052 を切削加工した後、バニシング加工を行った。バニシング加工の加工条件<sup>1)</sup>を表1に示し、バニシング加工前と加工後のプロファイルを図3に示す。加工前の表面粗さはRa0.34  $\mu\text{m}$ であったが、1パスのみのバニシング加工でRa0.07  $\mu\text{m}$ に飛躍的に向上した。

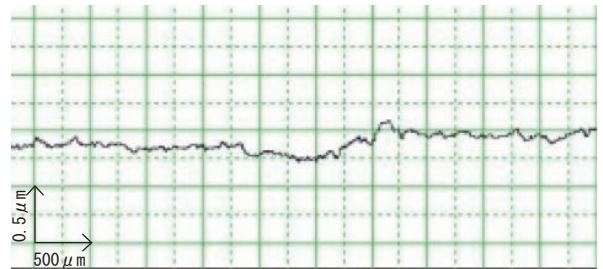
表1 加工条件

使用機械	立型マシニングセンタ
使用工具	SFP40-S25 加工有効径 40mm
回転速度	125m/min
送り速度	300mm/min
転圧量	0.03mm
加工液	ソリュブル水溶液
加工材質	A5052

また、得られた加工面の外観を図4に示す。加工前の外観は切削痕が顕著に表れて、スケールの映り込みはほとんどない。一方、加工後にはシャープに像を見ることのできる鏡面加工を得ることができた。また、加工面を観察すると、映り込んでいる像の歪みがないことから、加工形状は限りなくフラットであるといえる。さらに、1パスのみの加工のため、長時間の研磨加工で引き起こされるエッジ部のダレ(丸みをともなった加工形状)も見知できなかった。これらのことから、バニシング加工は鏡面加工の創成において、有用性があることがわかった。



(a) 加工前



(b) 加工後

図3 バニシング加工の効果

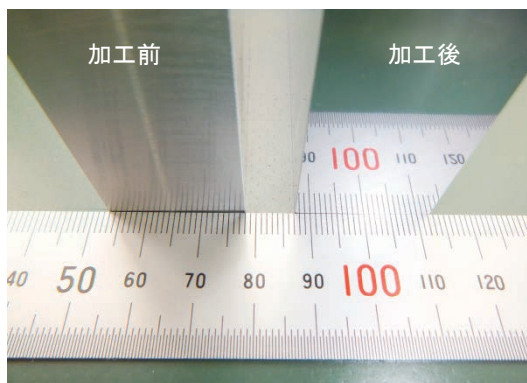


図4 加工面の外観の相違

斜鏡はφ 30のアルミニウム A5056 を45° の角度で切断し、その切断面を切削加工した。このとき表面粗さはRa0.43 μ mであり、鏡としての性能は得られていない。その後バニシング加工を用いると、1パスでRa0.02 μ mを実現し、図6に示すように明瞭に反射される鏡面を得ることができた。また、加工面の形状はエッジ部がシャープであり、極めてフラットな面が得られ、光学部品として機能する製品を製作することができた。図7に製作した斜鏡を搭載した反射式望遠鏡の外観を示す。

## 4. バニシング加工の適用例

### 4.1 反射式望遠鏡の斜鏡

反射式望遠鏡の構造を図5に示す。対物レンズの役目を主鏡（凹面鏡）が担い、前方から入ってきた光を後方の主鏡が反射させて集光する。さらに、斜鏡と呼ばれる楕円形の平面鏡が集光した光を屈折させ、横からの接眼レンズを通して見ることにより拡大像が見える原理になっている。主鏡に集光した像を接眼レンズに垂直に反射させる役割を果たす斜鏡は、表面の鏡面化と像を変形させない平坦さが必要なため、バニシング加工を適用することにした。

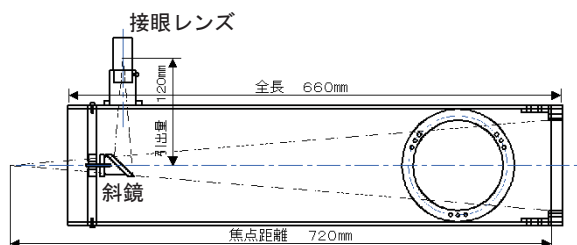


図5 反射式望遠鏡の構造



図6 バニシング加工により製作した斜鏡



図7 製作した反射式望遠鏡

## 4.2 射出成型金型の修正

近隣する島根県立しまね海洋館アクアスと共同製作したシロイルカのキーホルダーの射出成形用金型がある（図8参照）。この成形品であるキーホルダーは、地域の産業祭やアクアスのイベント等において、ものづくり体験の題材として年間500個程度成形している。

金型の材質には製作の容易さからアルミニウムを用いているが、多くの成形数により金型エッジ部に、わずかながら摩耗を生じている（図9参照）。今後、摩耗が進行すると、上型と下型の合わせ面であるパーティクルラインが大きくなり、成形品質が失われる。

この対策にあたり、金型表面全体をわずかに加工して、摩耗を発生している部分を除去して、シャープなエッジを創出させることが必要となる。また、金型の上型と下型の合わせ面は、密着が必要な程の凹凸の小さい表面性状と、歪みの少ない平坦な形状が必要となる。

少ない加工量、良好な表面粗さおよび高い平面度が求められる射出成形金型の修正方法として、加工量をわずかにしながら、かつ、高い表面品位を可能にするバニシング加工が有効であるといえる。



図8 射出成形金型とその成形品



図9 金型エッジの形状

## 5. おわりに

本報告ではアルミニウム合金に対し、加工表面を押しつぶして鏡面を得るバニシング加工を適用することで、以下のような結果を得た。

- ・1パスのみで高能率に微少な表面粗さを創成し、鏡面加工を実現することができた。
- ・その形状精度は高い平坦度も具備している。
- ・光学部品の製作に適用が可能である。
- ・射出成形金型の修正に適用が可能である。

### 文献

- 1) スギノマシン、<<http://www.sugino.com/site/roller-burnishing-tool.html>>2017年3月27日アクセス