

解説 4

金型磨き加工の無人化ツール 「機上ポリッシングツール」

柳下技研(株)
久保貴義*

近年、製品の微細化、高機能化の要請により、磨き加工の必要性が高まっている。プレス加工用の金型およびプラスチック成形用の金型は、金型の表面の面粗さがそのまま転写され、製品の面粗さと外観を決めるため、金型の磨きは重要な工程である。また、金型の磨きは、製品の出来栄だけでなく、高速化などの生産性、金型の寿命などにも大きな影響を与えるため、重要な要素技術になっている。

一方、金型製造技術は、設計技術や機械加工技術はめざましい進歩発展を遂げてきたが、機械加工後の最終仕上げである磨きは、いまま手作業が主流の工程である。製造現場はこれまでの研磨の発展と共に歩んできた技能・技術者の高齢化や退

職が加速しており、深刻な職人不足にさらされている。

機上ポリッシングツールの特徴

そこで、上記課題を解決するために、金型磨き加工の無人化ツール「機上ポリッシングツール」を開発したので提案する。これは、金型仕上げの磨き加工を自動化するためのツールである。金型の切削・研削加工に用いたNC工作機械にそのまま取付けて、加工に使用した3次元データを用いて、金型磨き作業を行うことができ、磨き専用機を購入するなど、新たな設備投資を必要としない。

機上ポリッシングツール(写真1)は、上下ダンパー機能と円周方向ダンパー機能を有しており(写真2)、これに装着する弾性のある専用のラバーボンドダイヤモンド砥石(ハイブリッドラビン)

* (くぼ きよし) : 新倉工場 精密部品事業部
〒351-0111 埼玉県和光市下新倉 3-22-60
TEL: 048-466-8372 FAX: 048-466-8374

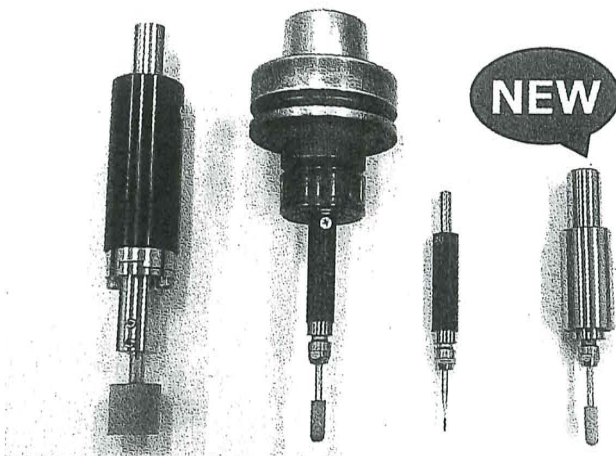


写真1 機上ポリッシングツール

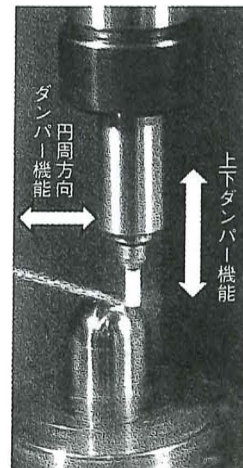


写真2 磨きのイメージ

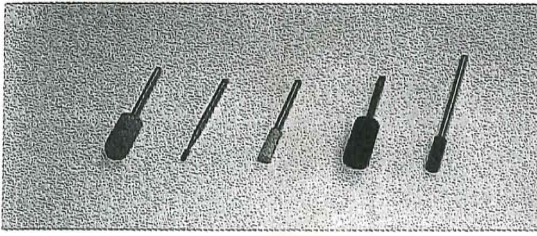


写真3 専用のラバーボンドダイヤモンド砥石（ハイブリッドラビン）
○径：φ1mm～φ30mm ○粒度：#60～#10000

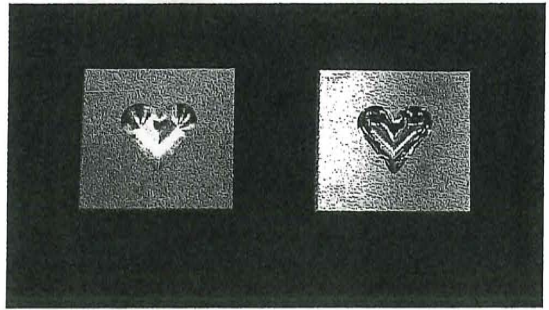


写真4 切削加工後(左)と切削加工後、磨き加工後(右)

(写真3)との融合で、前加工の形状に砥石端面が倣い、平面、3次元形状の自由曲面、立壁などの鏡面磨きをナノ (nm) レベルで実現した。机上ポリッシングツールの導入効果としては、手磨きによって生じるような金型表面の面粗度のバラツキがなくなり、加工条件の数値化ができることから標準化が図れ、品質が安定すること、夜間自動運転も可能で工期短縮が図れること、磨きに係る外注手配や職人の育成や技能向上から開放されコスト削減が図れることなどが上げられる。

使用上の注意点

1. 切削・研削等の最終仕上げ面について

磨きの主な効果は表面の凹凸を少なくすることであり、これにより、表面を滑らかにする、滑るとき抵抗が少なくなる、微小な加工により製品を高精度に仕上げる、表面を美しくする、光の乱反射を抑えるなどがあげられ、そのほかにもさまざまな目的で磨きが行われている。

磨き加工は、次のように加工の最終仕上げ加工として行われるが、いずれの場合も磨き加工の前の加工で面粗さを良くしておく必要がある。これが製品の品質（出来栄）はもとより加工時間と加工費に大きく影響する。

○さまざまな加工（鋳造、鍛造、溶接）⇒切削または研削⇒磨き

- 切削⇒磨き
- 切削⇒研削⇒磨き
- 切削⇒焼入れ⇒放電加工⇒磨き
- 粗磨き⇒中磨き⇒仕上げ磨き

机上ポリッシングツールは、切削・研削等の最終仕上げとしてわずかな凹凸（面粗度でRa1μm以内）の凸部分を除去するものである。切削後の磨きは、切削目の除去（使用する砥石の番手例#320）、くもり面からの磨き（同#1000）、最終仕上げ（同#3000）の順に番手を上げて行くが、前加工の切削面が細かいほど、研磨時間も少なく、研磨仕上げも良くなるため、切削にもう一手間かけた方が有利な場合が多い。たとえば、写真4

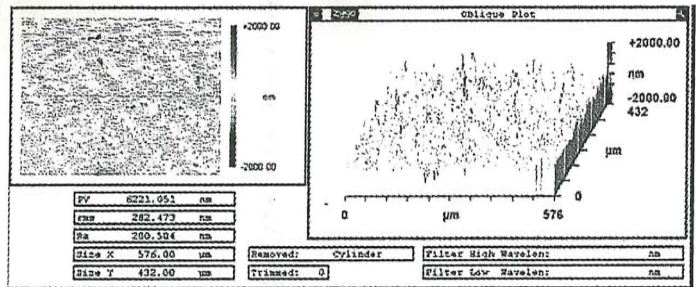


図1 切削加工後の表面粗さ

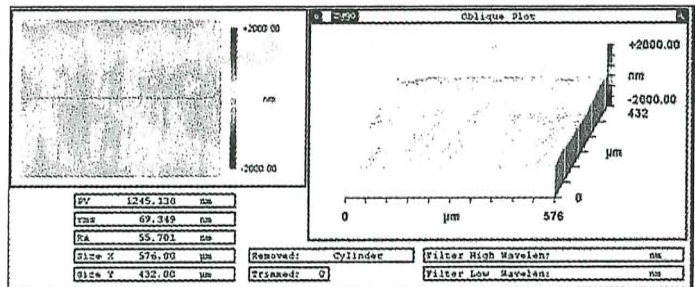


図2 磨き加工後の表面



写真5 水槽とタンク

に示すような3次元形状の自由曲面の場合には、前加工の切削面を面粗度 Ra で 200.5 nm まで細かくしたため、使用する砥石の番手は #320、#1000 を使用せずに、初めから番手 #3000 の砥石で磨くことができ、面粗度 Ra は 55.7 nm になった (図 1、2)。

2. 加工液について

加工液は、水溶性 (ソリュブルタイプ) のみが使用可能で、油性やエマルジョンタイプは、ダイヤモンド砥粒が油膜で滑り磨けないため使用できない。加工液は冷却のためのものであり、ドライは不可で、セミドライ加工も極微量の油剤でも入っていれば影響があり使用できない。ただし、加工液が変更できない場合、別置きミスト装置で少量の水溶性加工液 (ソリュブルタイプ) を加工点に噴射させ、あるいは滴下装置で少量の水溶性加工液 (ソリュブルタイプ) を加工点に滴下させ (加工点に残る程度 10~20ml)、こぼれた液はワーク周りにウエストなどを敷いて吸収させる方法もある。

3. 機械の保護について

機械の保護を施さずに長期的に使用すれば、砥石砥粒が機械摺動面へ、少なからず悪影響を与える。そこで、使用頻度が高い場合には、蛇腹の気密性を高めるなどの改造が考えられる。なお、切

削から磨きまでをワンチャックで行う必要がない場合には、磨きには切削に使用するような高精度な NC 工作機械を必要としないので、安価な NC 工作機械を磨き専用機として使用できる。

また、加工液の変更ができない場合および防塵対策が施されていない場合には、マシニングセンタのテーブル上に水槽を置いて、マシンの外で下方にタンクを置いて、水槽からタンクに水を流して、タンクの上に切り屑・切り子の除去シートを敷いて、ポンプで循環させる方法がある (写真 5)。

4. 磨き加工条件について

加工条件のパラメータは、加工対象物の材質、形状に対して、砥石径、砥石番手、砥石形状により、主軸回転数、送りピッチ、送り速度、差込量、加工時間、加工回数、パスの通し方・回数、などが考えられる。従って、加工条件を画一的に提示することは難しく、利用者が最適な加工条件を見つけ、自社のノウハウとされることを願う。

加工事例

加工事例を以下に示す。

(1) 準備した物

- 材料：HPM-38 25×15×25 mm
- 加工機：マシニングセンタ (株) 牧野フライス製作所製 V33i
- 切削工具：超硬ボールエンドミル R1.0
- 機上ポリッシングツール：立壁用小型コレットチャック仕様
- ハイブリッドラベン：φ4 (ラジラス R1.0) #320、#1000、#3000 の3種類
- 加工液：タイユ(株)製の透明型 (ソリュブルタイプ) NC-21 K

その他：上述の水槽とタンクを利用した

(2) 切削加工を表 1 の加工条件で行い、加工結果を表面粗さ測定器 (Zygo NewView) で測定した結果 (図 3) は、平均粗さ Ra 306.8 nm、最大粗さは PV 4747 nm であった。

(3) 磨き加工を表 2 の加工条件で行い、加工結果 (写真 6) を表面粗さ測定器 (Zygo NewView) で測定した結果 (図 4) は、平均粗さ Ra 34.5 nm 最大粗さ PV 321 nm であった。

表1 切削加工条件

切削加工の範囲 側面周囲					
切削	切削工具 エンドミル	主軸回転数 min ⁻¹	送りピッチ mm	切削速度 mm/min	加工時間 min/回
粗加工	超硬 ボール R1	20,000	0.1	1,000	26
仕上げ 等高投影加工	超硬 ボール R1	20,000	0.05	1,000	16

立壁 テーパー角1度

表2 切削加工後の表面粗さ

磨き加工範囲 側面1面 21mm x 10mm								
磨き	ポリッシングツール 弾性ダイヤモンド	主軸回転数 min ⁻¹	送りピッチ mm	切削速度 mm/min	差込量 mm/回	加工時間 min/回	加工回数	計時間 min
粗加工	#320 ラジラス R1	10,000	0.05	500	XY方向 0.05 Z方向 0.1	12	2	24
中加工	#1000 ラジラス R1	10,000	0.05	500	XY方向 0.05 Z方向 0.1	12	3	36
仕上げ加工	#3000 ラジラス R1	10,000	0.05	500	XY方向 0.05 Z方向 0.1	12	3	36

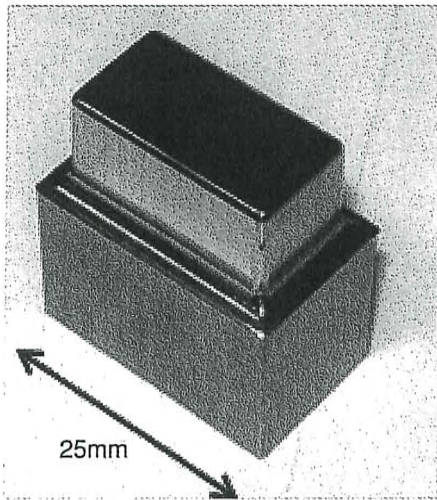


写真6 材料

☆ ☆

上記のとおり、機上ポリッシングツールを使用することにより、手作業ではなく、NC工作機械上で、磨き加工が実現できており、2012年10月の発売以来、メーカーの金型部門などから引合いが相次いでおり、すでに実用化されている。磨きの自動化を検討されておられる方々などの参考になれば幸いである。

工業製品とそれらをつくるための工作機械および治工具は、今後も高精度、微細化が進み、ナノ(nm)単位の加工に挑戦しており、磨き加工も高精度、微細加工の重要性が高まっているため、磨き加工の自動化の取組みも有用であり、必須となってくると思われる。今後は、加工可能な金型サ

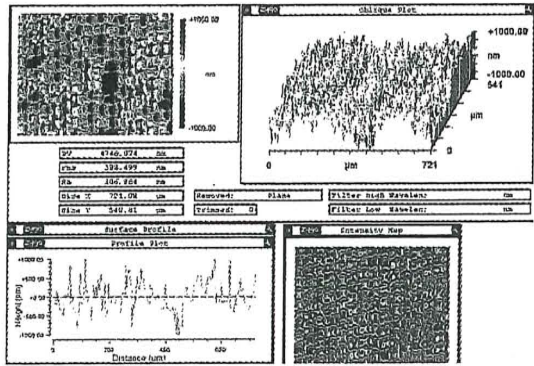


図3 切削加工後の表面粗さ

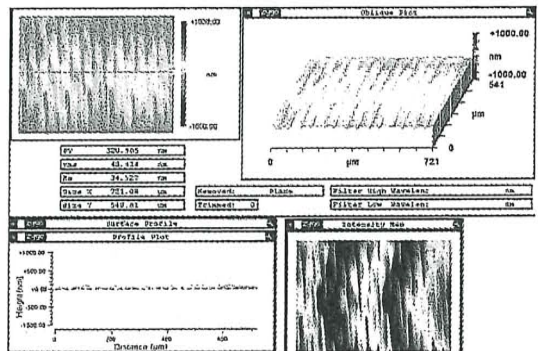


図4 磨き加工後の表面粗さ

イズの拡大を図るなど、技術力を高めて磨き加工に挑戦する努力を続けていきたい。

参考文献

吉田弘美：「みがき加工」基礎のきそ 日刊工業新聞社

