

K1-50

金型表面の超仕上げ法

Study on Superfinishing of Mold Surface

○高橋正行¹, 山田高三², 李和樹², 三浦浩一²*Masayuki Takahashi¹, Takazo Yamada², Hwa-Soo Lee², Kohichi Miura²,

In mold surface polishing, it is well known that surface qualities of products are influenced by the surface quality of molds. Therefore, the machining method which can be obtained easily the high quality surface of molds is expected. From such a viewpoint, this study aims to apply the superfinish machining to the surface finish of the mold. Flat surfaces are machined by self-designed superfinishing tool. From experimental results, it is clarified that the high quality surface can be obtained just only a few minutes by using self-designed tool and proposed machining method.

1. はじめに

金型表面の磨きは、転写される製品の品位に大きな影響を及ぼすため、高品位化および機械による自動化が望まれているが、形状が複雑で磨き難いことから、熟練技能者の手仕上げによって行われているのが現状である。一方、迅速に高品位な仕上げ面が得られる超仕上げという加工法があり、この加工法の適用が金型表面の仕上げに有効だと考えられる。

そこで、本研究では超仕上げの加工原理を応用して金型表面を高品位かつ効率的に仕上げる加工技術の開発を目的とし、独自の超仕上げ工具を試作し、これを用いた金型表面の超仕上げについて検討する。

2. 超仕上げの加工原理

超仕上げは、細粒・低結合度の砥石を工作物に押し付けながら、砥石・工作物間に複雑な相対運動を与えることで、迅速に高品位な仕上げ面を得る加工法である^[1]。

超仕上げの特徴として、複雑な相対運動による砥粒軌跡によって砥石の自生作用が促進され切れ味が持続すること、加工経過に伴って切削状態から磨き状態に遷移すること、発熱が少なく加工変質層が薄いことが挙げられる。

本研究では金型表面に対して超仕上げを行うため、工具側の運動のみで複雑な砥粒軌跡を実現できるように、砥石を自転・公転させる遊星運動機構と加圧機構を有する超仕上げ工具の試作を行った。

3. 超仕上げ工具の試作

図 1 に試作した工具の構成を、表 1 に仕様を示す。3本の軸付砥石が遊星歯車と一体となるスプライン軸にそれぞれ取り付けられており、各軸に組み込まれたコイルばねによって加圧される機構になっている。

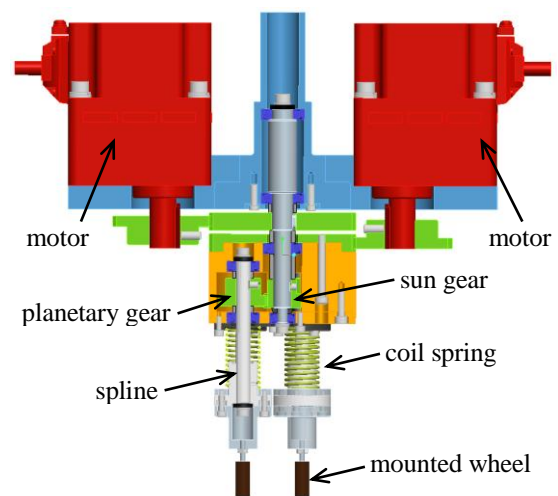


Figure 1. Construction of self-designed tool

Table 1. Specification of self-designed tool

Number of mounted wheel	3
Spring constant	1.0 N/mm
Pressing load	5~15, 20~30 N
Orbital velocity	11~540 rpm
Rotation velocity	8~410 rpm

また、自転用、公転用のモータが備わっており、自転用モータは太陽歯車を介して遊星歯車を自転させ、公転用モータはキャリアと一体の歯車を回転させることで軸付砥石を工具主軸回りに公転させる。それぞれのモータの回転数を調整することで自転と公転の回転比を変化させることができる仕組みとなっている。

加工は超仕上げ工具を NC フライス盤の主軸に取り付け、工作物との相対距離を工作機械側で制御することでコイルばねの圧縮量を調整し、所望の押付け力を与えて行う。なお、コイルばねは自由長の異なる 2 種類を用意し、荒加工と仕上げ加工に分けて用いる。

1 : 日大理工・院・機械 2 : 日大理工・教員・機械

4. 実験方法

試作した超仕上げ工具の性能について検討するため、平面に対して仕上げ加工実験を行った。実験条件を表 2 に示す。工作物にはプラスチック成型用の金型材として用いられるプリハードン鋼 NAK55 を用いた。また、前加工面はあらかじめエンドミルを用いて Ra1.2 μ m 以下となるように平面加工を行った。自転、公転速度はそれぞれ 400rpm, 100rpm とし、加圧はコイルばねを 3mm 圧縮し、8N の力で工作物に押し付けた。実験は自動送りで 10mm の幅を往復させ、加工液を砥石・工作物間に供給しながら約 10 分間加工を行い、加工前後の表面粗さを測定して評価を行った。

Table 2. Experimental condition

Mounted wheel	WA/GC #1000 PVA bond ϕ 10 \times 13mm
Workpiece	NAK55
Initial worked condition	Milled surface (less than Ra1.2 μ m)
Pressing load	8 N
Rotation velocity	400 rpm
Orbital velocity	100 rpm
Feeding speed	5.0mm/min

5. 実験結果および考察

加工実験の結果、得られた表面粗さを図 2 に示す。

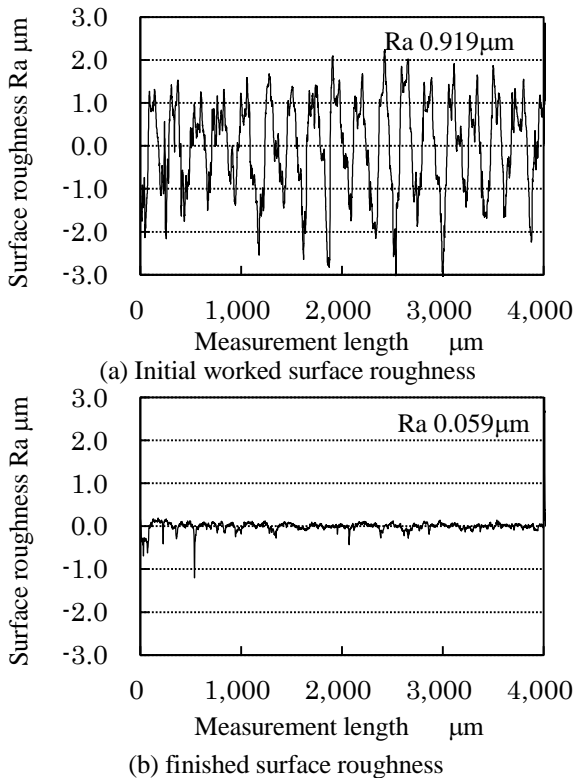


Figure 2. Surface roughness of before and after superfinishing

加工前と加工後の表面粗さを比較すると、試作工具を用いた加工によって平滑な面が得られたことがわかる。また加工後の表面粗さは Ra0.059 μ m と小さく、工作物表面も鏡面となっており、試作工具によって鏡面加工が行えることがわかった。

次に、表面粗さと加工時間の関係について検討するため、表 2 の実験条件で送りを与えずに加工実験を行い、加工中の表面粗さの変化を求めた。この結果を図 3 に示す。

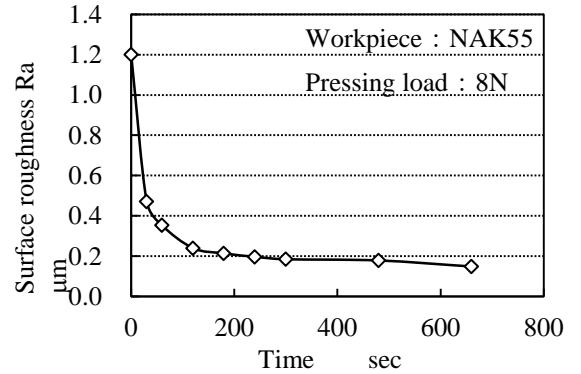


Figure 3. Relation between surface roughness and processing time

図 3 より加工初期に表面粗さが急激に減少し、200 秒程度の短い時間で Ra0.2 μ m を達成していることがわかる。このことから、試作工具によって超仕上げが行えていることがわかる。しかし、10 分以上の加工を行っても送りがある場合に達成していた Ra0.1 μ m 以下の表面粗さを達成することができなかった。これは、送りを与えないで加工を行った場合、粗い表面を通過する回数が減るため、自生作用による砥粒切れ刃の更新が減り、加工能率が落ちることが原因だと考えられる。

6. まとめ

金型表面の超仕上げを行うため、遊星運動機構と加圧機構を有する超仕上げ工具を試作し、工具の性能について検討するために加工実験を行った。この結果から次のことがわかった。

- ・試作した超仕上げ工具によって平面の超仕上げが行える
- ・送りを与えることで、比較的短時間で効率よく仕上げ加工を行うことができる

7. 参考文献

[1] 河村末久, 矢野章成, 樋口誠宏, 杉田忠彰:「研削加工と砥粒加工」, 共立出版株式会社, 186, 1989.