

北海道大学工学部 ○森口一豊 近藤司 五十嵐悟 斎藤勝政  
(株)池上金型工業 佐々木哲夫

要 旨

先に開発された自動磨き工具に水平軸回りの回転を与えることにより金型曲面の定圧自動磨きを行うことのできる工具を開発をした。本工具を用いれば、従来の磨き工具では磨くことのできない急斜面を磨くことができる。本報告では開発した工具の構成を示すと共に、曲面磨きの予備実験として0～90度までの傾斜角をもつ平面の定圧自動磨き実験を行い、開発した定圧自動磨き工具の有効性を示す。

1 緒論

消費者の製品に対する要求が多様化する現在、製造業における生産体制には短納期、多品種少量生産が求められ、金型加工工程の約30%を占める磨き加工の高能率化、低コスト化、高精度化を実現するため磨き作業の自動化が望まれている。

本研究では、面法線方向から常に定圧で磨き加工が行える自動磨き工具の開発を行い、高速切削加工が可能であるが、仕上げ、研削加工が困難なアルミ合金(多品種、少量生産に用いられる)と、一般に用いられている鋼を加工対象として実験を行った。また、従来の鉛直下向きにのみ力を制御していた工具<sup>1)</sup>と、開発した工具による除去深さと表面粗さの比較を行い、磨き特性を検討した。

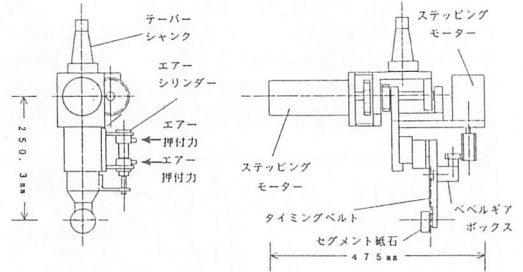


図1 金型磨き工具の構成図

鉛直下向押付力                      面法線方向押付力

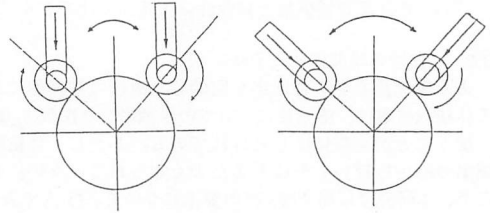


図2 従来の工具と開発した工具の動きの比較

2 実験装置

図1に本研究で開発した金型定圧自動磨き工具の構成図を示す。本工具は、NC立形フライス盤の主軸に取り付けられ、従来の磨き工具に1軸加えたことで、面法線方向から工具を押し付けることができる。これにより従来の工具では磨くことができなかった急な斜面を磨くことができるようになり、また圧力の設定が簡単となった(図2)。試料には面法線方向から、エアシリンダによって定圧で柔軟な押し付け力が得られる。砥石は磨き加工一般に利用されているスティック砥石を円形状に成形したセグメント砥石を用いている。砥石はEDS#320(アルミナ系、ビトリファインドボンド)を用い、半径17mm、幅12mmとなっている。

図3に装置の概略図を示す。パソコンからNCデータを送り、フライス盤の制御とモータの角度の制御を行う。また、レギュレータBに法線方向押し付け力を設定する。また、工具が傾いている場合の圧力の補正も行う。3次元動力計に試料を固定し、加工中の試料にかかる力を確認できるようになっている。

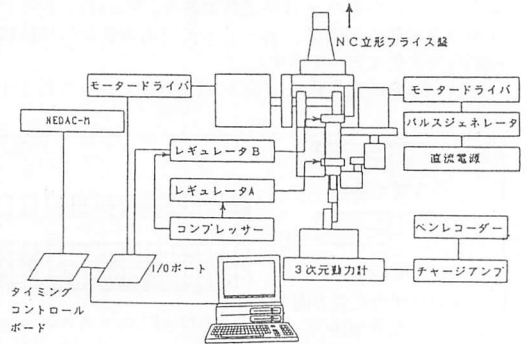


図3 実験装置の概略図

### 3 定圧磨きパラメータ

本研究では、磨きの加工条件を統一的に取り扱うパラメータとして、定圧磨きパラメータ  $S$  を次式で定義している<sup>2)</sup>。

$$S = (V \pm f) / f \cdot N \cdot P_n / H_v$$

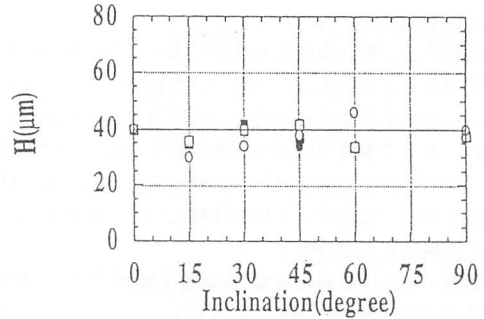
ここで、 $V$  は砥石の周速度、 $f$  は工具の送り速度、 $N$  は磨き回数、 $P_n$  は平均接触圧力、 $H_v$  は加工材質のピッカース硬さである。 $S$  は加工条件を考慮した単位面積に作用する有効砥粒数に相当する。EDS#320を用いた場合、前加工面が完全に除去される臨界磨きパラメータ  $S_c$  は3程度と知られている<sup>2)</sup>。上式から分かるように、磨きパラメータ  $S$  は種々の材質と加工条件に適用可能である。

### 4 定圧磨き加工実験

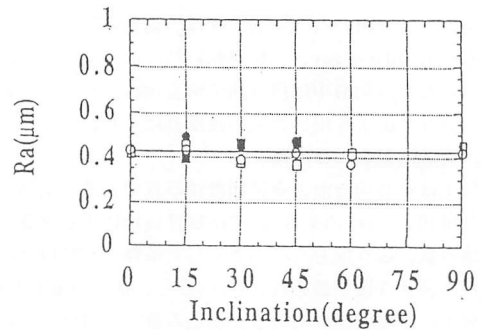
実験は、曲面を磨く予備実験として、傾斜のある平面(0, 15, 30, 45, 60, 90度)の磨き加工を行った。また、従来の鉛直下方にのみ力を制御していた方法との比較も行った。アルミ合金、鋼共に磨きパラメータ  $S=9.8$  に設定し、2つの方法とも、 $P_n$  が一定になるように  $F_n$  を制御し、加工を行った。加工条件を表1に示す。

表1 実験条件

加工材質	A7003 (Al-Zn-Mg合金) (Hv 1205N/mm <sup>2</sup> ) S55C (Hv 2058N/mm <sup>2</sup> )
磨き砥石	EDS#320 (φ34×12mm)
加工液	OSルブリカント
前加工面	ボールエンドミル加工面 ビックフィード: 1mm 粗さ 6 μm Ra
法線押付力 $F_n$	A1: 26.95(N), S55C: 35(N)
砥石周速度 $V$	29(m/min)
送り速度 $f$	500(mm/min)
磨き回数 $N$	A1: 8, S55C: 12



(a) 除去量



(b) 仕上げ面粗さ

- A7003 法線方向から力をかけた場合
- S55C 法線方向から力をかけた場合
- A7003 鉛直下向きに力をかけた場合
- S55C 鉛直下向きに力をかけた場合

図4 磨き特性と平面の角度との関係

### 5 実験結果と考察

図4に開発した法線方向から押し付ける工具と従来の鉛直下向きに押し付ける工具による、傾斜のある平面磨き実験の結果をアルミ合金、S55C材共に示す。(a)は、平面の傾斜角に対する除去量、(b)は粗さを示す。ただし、従来の方法の磨き実験は工具の性能により傾斜角45度までの平面しか磨くことができない。

実験結果から、本工具は、45度以上の急斜面であっても磨き加工が可能なおうえ、平面の傾斜角に関わらず、除去量約40 μm、粗さは約0.4 μm Raとほぼ一定となっており、傾斜角に関わらず一様な磨き特性が得られることがわかる。このことから曲面加工にも有効であることが確認できる。

### 6 結論

定圧自動磨き工具を開発し、開発した工具を用いてアルミ合金と鋼の磨き実験を行い、以下の結論を得た。

- 1) 平均押し付け圧力が常に一定となる金型曲面磨き加工用の定圧自動磨き工具を開発した。
- 2) 従来の磨き工具では磨くことのできなかつた急斜面でも緩斜面同様の磨き特性を得ることができた。
- 3) 曲面磨きの予備実験として傾斜平面の磨き加工実

験を行い、本工具が曲面にも適用可能であることを確認した。

### 参考文献

- 1) 岡田信一郎他: 1992年精密工学会春季大会学術講演会講演論文集、601-602
- 2) 趙継他: 1993年精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集、109-110