

北海道大学工学部 ○岡田信一郎、 三好隆、 斎藤勝政  
 池上金型工業(株) 佐々木哲夫

1. はじめに

金型生産の迅速化、コストの低減等のため金型磨き加工工程の自動化が望まれている。当研究室ではこれまで金型熟練工の持っている専門的な知識や技術を科学的に分析し、自動金型磨き工具の研究、開発に取り組んできたが、本報では金型曲面の一定圧磨き加工に適用できるように圧力制御が可能な電空変換レギュレータを用いて種々の斜面に対して定圧研磨実験を行い、その基本特性を求めたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

図1に提案した金型自動磨き工具の構成図を示す。図のようにエアシリンダとクロスガイドローラを用いたフローティング機構を取り入れることにより、定圧で、かつ柔軟な押付力を得ることができる。エアシリンダには押付力と押上力を得るためにエアを上下より取り入れて砥石取り付け具の自重(約1kg以上)の定圧実験が可能である。砥石の回転にはステッピングモータを採用し、一定のトルクで砥石の回転数を容易に変更できる。今回の実験ではモータの加熱によるトルクの低下の影響をなくすために、以前よりもトルクの大きなモータ(7.2kg/cm<sup>2</sup>)を用いた。また、砥石には磨き加工に最も適しているといわれるスティック状砥石を10分割し、円形状に成形したセグメント砥石を用いた。砥石のサイズは半径17mm、幅12mmとなっている。この工具をNC立てフライス盤に取り付け、NCテープによりテーブルの送りをコントロールした。

図2に実験装置の概略図を示す。磨き工具はNC立てフライス盤の主軸に取り付け、試料を3次元動力計(Kistler)の上に固定する。また、今回の改良点の一つであるレギュレータBには黒田精工製の電空変換レギュレータを用いた。

図3に電空変換レギュレータの構成を示す。エアコンプレッサよりフィルタを通り、ミストクリーナを通してパイロットエアより入った空気圧力とPCより送られる外部入力信号のバランスにより制御圧力がエアシリンダに出力される仕組みになっている。これにより金型曲面でも一定圧力に制御できる仕組みにした。実験は単石ダイヤモンドで砥石をドレッシングした後に回転数300rpmで砥石を回転し、法線圧力を20N一定に保ちながら工具の往復運動により磨き加工を行った。試料には0°、15°、30°の面を持ったS55Cを用い、

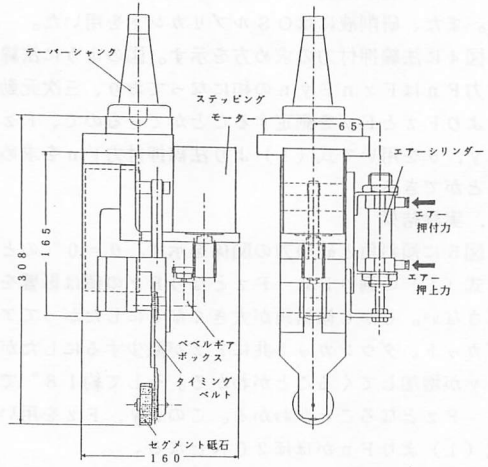


図1 金型自動磨き工具の構成図実験装置の概略図

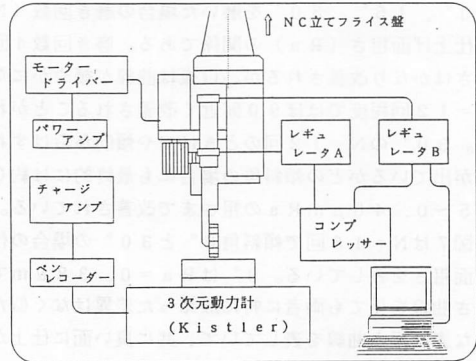


図2 実験装置の概略図

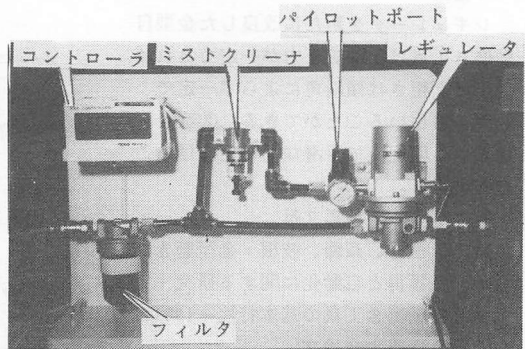


図3 電空変換レギュレータ構成図

まずEDS#320砥石で前加工面(約 $0.58\mu\text{mRa}$ )を作成し、その面をEDS#600砥石で傾斜角をパラメータとして、面粗さ(Ra)と磨き回数( $N=4, 8, 12, 16$ )の関係調べた。なお、磨きピッチ $p=1\text{mm}$ 、送り速度 $f=500\text{mm}/\text{min}$ と一定にした。また、研削液にはOSブリカントを用いた。

図4に法線押付力の求め方を示す。図のように法線押付力 $F_n$ は $F_z n F_y n$ の和になっており、三次元動力計より $F_z$ と $F_y$ を測定することができるので、 $F_z, F_y, \theta$ を用いて式(1)より法線押付力 $F_n$ を求めることができる。

### 3. 実験結果

図5に傾斜角と研磨力の関係を示す。 $\theta=0^\circ$ のときは式(1)の通り $F_n=F_z$ となり $F_y$ の値は影響を及ぼさない。しかし傾斜角が大きくなるにしたがってアップカット、ダウンカット共に $F_z$ が減少するにしがたい $F_y$ が増加してくることがわかる。そして約 $18^\circ$ で $F_y=F_z$ となることがわかる。この $F_y, F_z$ を用いて式(1)より $F_n$ がほぼ $20\text{N}$ となる。

図6は法線押付力を $20\text{N}$ 一定にし、EDS#320砥石で前加工面を作成した後にEDS#600砥石で $\theta=0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ を磨いた場合の磨き回数(N)と仕上げ面粗さ(Ra)の関係である。磨き回数4回で粗さはかなり改善されるが、以後は曲線が緩やかになり $N=12$ 回程度でほぼ90%近く改善されることがわかる。 $30^\circ$ の $N=12$ 回ときはやや傾向からはずれた値が出ているがどの傾斜角の場合にも最終的には約 $0.35\sim 0.40\mu\text{mRa}$ の粗さまで改善されている。

図7は $N=16$ 回で傾斜角 $0^\circ$ と $30^\circ$ の場合の仕上げ面粗さを表している。 $0^\circ$ は $Ra=0.38\mu\text{m}$ で、粗さ曲線を見ても両者に特に際立った差異はなく似たような表面粗さ曲線を表していて、共に良い面に仕上がっていることがわかる。

### 4 結論

レギュレータを新たに改良した金型自動磨き工具は①法線圧力が一定であれば仕上げ面粗さは傾斜角によらず一定で、曲面にも用いることができる。②磨き回数が12回程度で平滑な面に仕上げることができる。

### 参考文献

佐々木、三好、斎藤、波根：金型磨き作業の知識獲得と自動化に関する研究—金型曲面自動磨き工具の基本特性—1991精密工学会春季大会論文

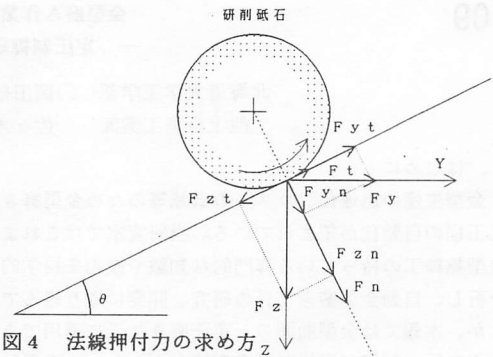


図4 法線押付力の求め方

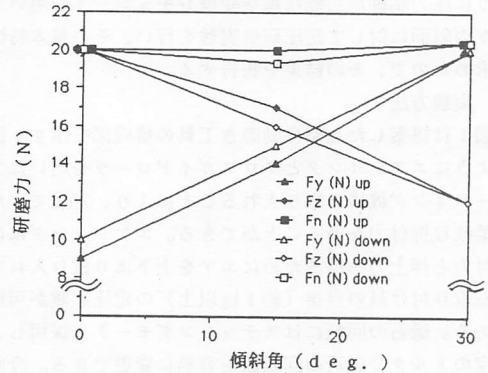


図5 傾斜角と研磨力の関係

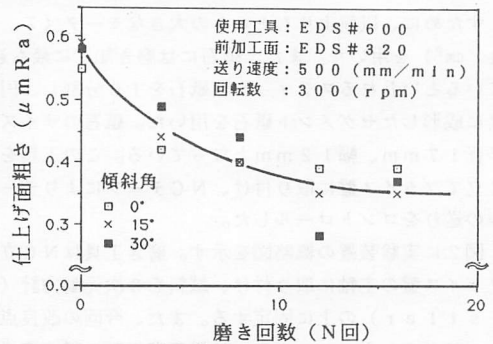


図6 磨き特性曲線

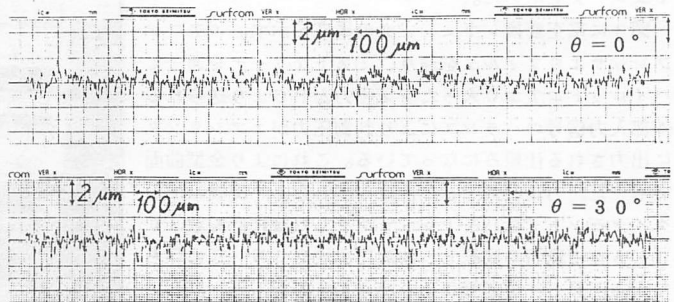


図7 仕上げ面粗さ曲線