506 形状転写型砥石によるプレス金型材の超音波振動研磨

Ultrasonic polishing of mold material by shape transfer tool

正 萩原 親作 (山梨大) 〇学 中村 俊博 (山梨大)

正 倉島 優一 (山梨大) 正 平 晋一郎 (山梨大)

Shinsaku HAGIWARA, University of Yamanashi, 4-3-11Takeda, Kofu, Yamanashi
Toshihiro NAKAMURA, University of Yamanashi, 4-3-11Takeda, Kofu, Yamanashi
Yuichi KURASHIMA, University of Yamanashi, 4-3-11Takeda, Kofu, Yamanashi
Shinichiro HIRA, University of Yamanashi, 4-3-11Takeda, Kofu, Yamanashi

Key Words: Ultrasonic Polishing, Shape Transfer Tool, Mold Material

1. 緒言

プレス金型の仕上げ作業となる研磨には職人による手作業を必要とするため、多くの労力と時間がかかるのが現状である。

本研究では超音波振動装置のホーン先端に形状転写型薄膜砥石を製作し、超音波振動を利用してプレス金型材の研磨加工を行なう。これにより、今後、金型の部分的自動研磨が可能となり、生産の高速化・汎用化が期待できる。

2. 超音波振動について

発振器には BRANSON 社製,2000bdc (周波数 20kHz、周期 50 μ s、振幅 約 40 μ m)を使用した。超音波ホーンは先端が丸い形状のものを使用し、装置の共振周波数に合うようにホーンの長さを計算することによりホーン先端での振幅が最大となるようにした。

3. 砥石の製作

今回は、円柱溝の研磨用としてホーン先端を加工し、先端にサンドペーパーを両面テープ・アロンアルファにより固定し、非常に簡易な方法で砥石部分を製作した。

Fig1 に示す超音波ホーン先端に両面テープ (ニチバン株式会社製,NW-10S) を隙間が出来ないように貼り付ける。その上から超音波ホーンの形状に合わせて切り取ったサンドペーパー (三共理化学株式会社製,#600 タイスイ、理研コランダム,C34P1200) を巻きつけ、固定した。さらに、隙間を埋め強度を増すために、サンドペーパーとサンドペーパーのつなぎ目や超音波ホーンとサンドペーパーの境界に瞬間接着剤を流し込み乾燥させた。このとき、硬度の低い接着剤を使用すると超音波振動を吸収してしまうため、今回は硬度の高いアロンアルファ (コニシ株式会社製,EA936A-2)を用いた。

4. 研磨実験方法

Fig3 に実験装置を示す。砥石を取り付けた超音波ホーンを超音波振動装置に固定し、放電加工により仕上げた厚さ 8mm、長さ 50mm のアルミニウムの平面研磨実験を行った。加工は超音波振動するホーンの砥石部分に側面から工作物を押し当て、水平方向に工作物を往復送りさせ研磨した。砥粒の大きさ (サンドペーパーの番号)、送り速度の研磨条件を (a)C#600 3.0mm/s、(b)C#1200 3.0mm/s、(c)C#1200 1.5mm/s と変化させ比較した。

研磨の評価は、粗さ計 (小坂研究所,DSF500) により表面粗さ Ra(μ m)を 10mm の範囲で工作面の左右一箇所ずつで測

Fig1 Horn type transducer

Fig2 Polishing tool

Fig3 Polishing test

Table.1 Polishing condition

Work piece	Aluminum
Grain size	(a) C#600, 3.0mm/s
and	(b) C#1200, 3.0mm/s
Table speed	(c) C#1200, 1.5mm/s
Pressing power	10N

Fig4 Surface roughness depend on #600,3.0mm/s

定し平均の値を用いて測定値とした。さらに、研磨面をマイクロ스코プ（OMRON 社製,VC-HRM50Z）で観察し比較した。

5. 実験結果

Fig4 は、砥粒粒度 600 番,送り速度 3.0mm/s での研磨往復回数と表面粗さの関係である。Fig5, Fig6 についても同様に砥石粒度 1200 番,送り速度 3.0mm/s、また、砥石粒度 1200 番,送り速度 1.5mm/s における関係である。研磨前の表面粗さは約 $3.5\mu\text{m}$ であった。3つの条件のいずれも、ほぼ5往復で粗さが $0.2\mu\text{m}$ 程度まで仕上がった。また、Fig4, Fig5, Fig6 の全てで最初の1往復での粗さの向上が著しいことが分かる。5往復以降は粗さの変化はあまりなかった。

Fig7 はマイクロ스코プで観察した研磨面の写真である。超音波振動の方向は写真の上下方向、また、送り方向は左右方向である。研磨前は表面に凹凸が見られるが、研磨後は減少している。しかし、研磨後の表面には送り方向の研磨痕が見られる。この研磨痕は(a)が一番目立ち、次が(b)、(c)という順である。

Fig8 に研磨前後の表面粗さを示す。ここからも粗さの向上が見て取れる。

6. 議論

今回の3つの条件のいずれも最終的な粗さの収束は約 $0.2\mu\text{m}$ であった。砥石の粒度・送り速度と表面粗さの仕上がりとの関係性は少ないと言える。送り速度は、遅い方が少ない研磨回数で粗さが向上した。理由としては単位面積あたりの研磨時間が長いからだと考えられる。今回は押し付け力を一定としたが、これを変化させることによって送り方向の研磨痕を減らすことができる可能性がある。マイクロ스코プでの研磨面の観察より、砥粒は小さく、また、送り速度は遅い方が綺麗な面に仕上げることができると考えられる。

7. 結論

形状転写型砥石を用いて超音波振動を利用したアルミニウムの平面研磨実験を送り速度を変えて行ったところ、以下の事が分かった。

- 1) 研磨前の粗さが Ra 約 $3.5\mu\text{m}$ だったものが、約5回の往復送りで Ra 約 $0.2\mu\text{m}$ まで向上した。
- 2) 今回の実験では、砥石の粒度・送り速度は超音波振動研磨後の工作物の表面粗さには関係しなかった。
- 3) 研磨面は砥石粒度 1200 番,送り速度 3.0mm/s、砥石粒度 1200 番,送り速度 3.0mm/s、砥石粒度 1200 番,送り速度 1.5mm/s の全ての実験条件で送り方向の研磨痕が見られた。

以上の事から超音波振動を利用した研磨は、金属の仕上げ工程として適していると言える。しかし、送り方向に研磨痕を残すなどの課題を残した。

Fig5 Surface roughness depend on #1200, 3.0mm/s

Fig6 Surface roughness depend on #1200, 1.5mm/s

Fig7 Polishing surface

(1) Before polishing

(2) After polishing (#1200 1.5mm/s)

Fig8 Surface profile