卓上型ラップ研削加工機による脆性材料の鏡面加工

Mirror Surface Finishing of Brittle Materials by Table-top ELID Lap Grinding Machine

○正 長谷川勇治 (茨城高専) 正 大森 整 (理化学研究所)
正 伊藤 伸英 (茨城大) 正 伊藤 吾朗 (茨城大)

Yuji HASEGAWA, Ibaraki National College of Technology, Hitachinaka, Ibaraki
Nobuhide ITOH, Ibaraki University, Hitachi, Ibaraki
Goroh ITOH, Ibaraki University, Hitachi, Ibaraki
Hitoshi OHMORI, Institute of Physical and Chemical Research, Wakoh, Saitama

Key words : Mirror Surface Grinding, Brittle Materials, ELID (Electrolytic In-process Dressing) Grinding

1. 緒言

我々の情報化社会を支えるハイテク機器が高機能化・小型化するのに伴い、これらを構成する電子・光学素子、機件部品もまた高精度・小型化が求められてきている。このため、それぞれの機能に合った新しい素材の研究・開発も活発に行われている。従来これらの素子・部品の最終仕上げ法として遊離砥粒を用いたラッピング・ポリッシングが用いられているが、新しく開発された新素材の中には異方性や難加工性を有しているものが少なくなく、このため従来の遊離砥粒による加工では対処が困難な場合もでてきている。そこで我々は、これらの問題を解決し効率的な最終仕上げ法の構築を目的として ELID 研削法と砥石ラッピングを組み合わせた ELID ラップ研削法¹⁾を提案し、その実用化を目指して検討を進めている。

今回、本加工技術の実用化の一環として開発した卓上型 ELID ラップ加工機²⁾による脆性材料の基礎的な加工特性について調査を行なった結果を報告する。

2. 卓上型 ELID ラップ研削加工機

2.1 ELID ラップ原理

本加工機は、Fig.1 に示す ELID ラップ研削原理を基本として開発を行ったものである。本システムの原理は、砥石を電解電源装置の陽極に接続し、陰極と接続した電極を砥石表面から僅かな隙間を設けて対向させる。この僅かな隙間に研削液と電解電流を供給することにより、この間で電解反応を発生させ導電性ボンド材のみ電解溶出させる。この結果、電気分解作用に影響を受けない砥粒が突出し、安定した加工を実現する。

Fig.1 Schematic Illustration of ELID Grinding System

2.2 ELID ラップ研削加工機 "Lap de Top"

本加工機は、ELID ラップ研削原理を利用し、簡易かつ効果的に各種の硬脆性材料の精密鏡面研削加工を実現するために開発した卓上型加工機である。加工は、ワークをエア加圧によって砥石に押しつけて加工を行う。この方式はバネ加圧式に比べ、ワークの砥石面性状への追従性が良く、より高品位な加工面を得ることができる。また、エア圧力を変えることにより、ワークの材質、寸法に適した負荷を架けることが出来る。Fig.2 に加工機外観を、以下に本加工機の特徴を示す。

- 1) 商用交流 100V で使用可能
- 2) 作業環境がクリーン (砥石を使用するため)
- 3) 小型・軽量化のため容易に移動が可能
- 4) 粗砥粒砥石から微細砥粒砥石の使用が可能
硬脆材料の粗加工から鏡面加工まで実現
- 5) 砥石に偏心運動 (0 ~ 5mm) をさせることができる
- 6) ワークに適した固定、ユニバーサル型が選択可能

Fig.2 Schematic Illustration of ELID Lap Grinding Machine

Table.1 Experimental System and Experimental Condition

Grinding Machine	Table-top ELID Lap Grinding Machine	
Grinding Wheel	Metal-Resin Bonded Diamond Wheel Average diameter: 2000nm (#8000) Conc.: 100 Size: ϕ 200 × W35mm	
Power Supply	FUJI ELIDER ED1505	
Grinding Fluid	AFG-M (2% dilution to water)	
Workpiece	FCY40A (Ceramics) ϕ 30 × 5mm SKD61 (Tool steel) ϕ 10 × 5mm	
Electrolytic Conditions	Open voltage	60V
	Peak current	10A
	Pulse on-off time	2 μ s
Grinding Conditions	Wheel speed	120rpm
	Work speed	120rpm
	Air pressure	0.1MPa

3. ELID ラップ研削機の加工特性

3.1 実験システム

本実験システムの仕様と加工条件を **Table.1** に示す。また、Photo.1 に研削加工中の様子を示す。

3.2 初期電解ドレッシング特性

Fig.3 に初期電解ドレッシング時の実電流値、実電圧値の挙動を示す。実電流値の挙動は、一般的な ELID 研削と同様にドレッシング時間の経過とともに非線型に減少し、以後一定値を示す傾向を示した。安定するまでに要した時間は約 30 分であった。また、砥石面も銅色から茶緑色に変化し、砥石表面がボンド材の酸化物で覆われたことが確認できた。

3.3 実験結果

使用砥石の電解ドレッシング後、加工実験を行った。

Fig.4 に累積加工量と時間の関係を示す。FCY40A、SKD61 とともに安定した加工が行われているが、加工能率に差がみられる。これは、材料の硬度の影響により加工能率に差が生じていると考えられる。

Fig.5 に加工後の加工面あらさを示す。FCY40A が 36.0nmRy、SKD61 が 44nmRy という良好な結果を得た。

Photo.1 に SKD61 の光学顕微鏡写真、Photo.2 に FCY40A の加工面状態の写真を示す。加工面に研削痕が観測されるが、表面状態は平滑な状態となっていることがわかる。

4. 結言

ELID ラップ研削法の実用化の一環として開発した卓上型 ELID ラップ研削機による硬脆材料の加工実験の結果、長時間加工において安定した加工が行われ、優れた加工面あらさが得られることが確認された。今後、材料特性に適した加工条件の検討を行う予定である。

Photo.1 Close-up of ELID lap grinding machine

Fig.3 Electrical Behavior of Pre-dressing

Fig.4 Results of Stock Removal

Photo.2 Optical micrograph of finished SKD61

Photo.3 View of finished FCY40A

Fig.5 Results of Surface Roughness

参考文献

- 1) 大森, 中川; サブミクロン固定砥粒によるラップ研削, 1990 年精密工学会春季学術講演会論文集, 993
- 2) 伊藤, 大森, 河西, 土肥, 上竹, 矢野; ELID ラップ研削機 "Lap de Top" による硬脆材料の加工特性, 2000 年精密工学会春季学術講演会論文集, G61