205 小型磁性加工ジグを用いた磁気援用加工法に関する研究

Study on Magnetic Field Assisted Machining Process Using a Small-Sized Magnetic Machining Jig

正 進村 武男 (宇都宮大)

正 鄒 艶華 (遼寧科技大学)

○学 中橋 浩 (宇都宮大)

Takeo SHINMURA, Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi

Yanhua ZOU, University of Science and Technology Liaoning, 185 Qianshan Zhong Road, Anshan, Liaoning, China

Hiroshi NAKAHASHI, Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi

Key Words: Magnetic Field Assisted Finishing Process, Magnetic machining jig, Surface Roughness, Material Removal

1. 緒言

半導体関連産業や原子力関連産業、航空宇宙関連産業分野等の著しい発展に伴い、そこで使用される複雑形状精密部品には高精度表面が要求されている。高精度表面仕上げ技術の一つとして、磁力を利用する磁気援用加工法が研究されてきた。しかし、従来の磁性粒子利用法¹⁾では加工圧力が低く、厚肉円管の内面研磨では加工不能に陥る場合がある。本研究は、肉厚 5 mm 程度以上の厚肉工作物を精密研磨できる新たな加工法として N・S 極対型磁性加工ジグを用いた磁気援用加工法²⁾³⁾をさらに発展させる必要性から、高圧力加工が実現でき、狭い箇所の研磨も実現できる新しい小型の磁性加工ジグを開発した。

2. 加工原理

図 1 に加工原理を示す。永久磁石の磁化面に磁性粒子(鉄粉)を磁気吸引させた磁性加工ジグを工作物上方に配置し、工作物下方に設置した永久磁石との間に磁気吸引力を働かせる。加工部には研磨材スラリー供給する。磁気吸引された磁性加工ジグは、研磨材スラリーを工作物表面に押し付け、加工作用を行う。工作物下方の永久磁石を回転させると工作物上方の磁性加工ジグは追従回転し、精密表面研磨が行われる。

Fig.1 Schematic of processing principle

3. 実験装置

図 2 に実験装置の全景写真と加工部の拡大写真を示す。

Fig.2 Photograph of experimental setup

4. 小型磁性加工ジグの加工圧力

小型の磁性加工ジグを製作し、文献 2) に示されている実験装置を用いて研磨実験を行った結果、いくらかの加工量が得られることを確かめることができた。しかし、加工圧力は磁性加工ジグの小型化に伴い著しく低下する事象も確認された。

そこで、磁性加工ジグ及び永久磁石のそれぞれの寸法の組み合わせによって加工圧力の増大効果が得られないかについて調べてみることにした。測定に用いた磁性加工ジグと永久磁石の組み合わせを図 3 に示す。工作物下方の永久磁石は工作物外部にあるため、寸法を自由に変化させることができる。永久磁石の寸法を変えた場合の加工圧力を測定した結果を図 4 に示す。永久磁石寸法を大きくしていくことによって加工圧力を増大させることができることを確認することができた。

Fig.3 Shapes and sizes of magnetic machining jigs

Fig.4 Changes in magnetic force with working clearance

5. 研磨実験の結果

図 3 の Type A 及び Type B について研磨実験を行い、加工圧力が加工特性に及ぼす影響について調べた。このときの実験条件を表 1 に示す。

Table 1 Experimental conditions

Workpiece	C2801 brass plate (80×90×1 mm)
Magnetic machining jig	Nd-Fe-B rare earth permanent magnet Yoke material : SS400 steel
Driving permanent magnet	Nd-Fe-B rare earth permanent magnet Yoke material : SS400 steel Revolution : 500 min ⁻¹ X-axis speed : 1.33 mm/s X-axis stroke : 30 mm Y-axis speed : 15 mm/s Y-axis stroke : 53 mm
Magnetic particles	Iron particles (330 μm in mean dia.) : 30 mg
Abrasive slurry	Base fluid : Soluble type finishing compound, 20 mL Abrasive : WA#4000, 1.5 g Abrasive concentration : 7.5 wt%
Working clearance	3 mm

図5に、表面粗さと加工量の時間的変化を示す。下方の駆動用永久磁石の寸法を大きくすることにより高圧力加工が実現できることが分かる。

次に、加工間隙が表面粗さと加工量に及ぼす影響を調べた。実験条件は表1の通りであるが、加工間隙を3 mm, 5 mm, 7 mmに変化させて実験した。図6に表面粗さと加工量の時間的変化を示す。

加工間隙を大きくすると加工量が減少し、加工能率が低下する。加工間隙の増大により、加工圧力が低下したためと考えられる。図示していないが、加工間隙を7 mmに増大した場合でも加工時間を十分に長くとした場合の最終仕上げ面粗さは、加工間隙3 mmの場合と同程度に仕上げられることを確認している。

6. 結言

本報は、高圧力加工を実現できる小型磁性加工ジグの在り方について研究するとともにその加工特性を明らかにした。

- (1) 厚肉工作物の内面、あるいは狭い箇所の精密研磨のために小型磁性加工ジグを製作した。磁性加工ジグの小型化に伴い加工圧力が低下し、加工能率も低下することを示した。
- (2) 駆動側の永久磁石の寸法と形状を変えることによって、小型磁性加工ジグの加工圧力を著しく高められることを明らかにした。
- (3) 高圧力加工が実現できる小型磁性加工ジグを用い、加工間隙を変えて研磨実験を行った結果、加工間隙7 mmにおいても精密研が磨可能であることを明らかにした。

謝辞

本研究の一部は、平成19年度JSTシーズ発掘試験研究の支援を受けて行った。厚くお礼申し上げます。

Fig.5 Changes in surface roughness and material removal with finishing time

Fig.6 Changes in surface roughness and material removal with finishing time

参考文献

- 1) 進村・山口, 日本機械学会論文集, 59巻560号(1993) 1261-1267.
- 2) 鄒・進村, 日本機械学会論文集, 68巻669号(2002) 1575-1581.
- 3) 鄒・進村, 砥粒加工学会誌, 48巻8号(2004) 444-449.