

超音波を用いた微細穴の仕上げ加工

企画情報課 杉森博 中央研究所 川堰宣隆 (株)サンテック 佐野徹

1. はじめに

小径穴のエッジや穴内面の仕上げ加工は、部品の性能向上を図るために種々の部品において必要とされている。たとえば流体の噴射ノズルの場合、流体の流入側エッジ部の丸み付け、穴内面の平滑化によって噴射性能の向上が期待され、ノズルの仕上げ加工を行なうケースがある。しかし、穴のサイズが小さくなるにつれて穴のエッジ仕上げ、穴内面の平滑化は難しくなる。

そこで、油に砥粒を懸濁させた研磨液を小径穴内部に流しながら強力超音波を付加させて、小径穴のエッジ仕上げ・穴内面の研磨を行なう方法を新たに創案し、その可能性を見出した。本研究では、この研磨方法の高効率化を目的として超音波振動子のパワー、研磨方法による研磨特性について実験的に検討した。

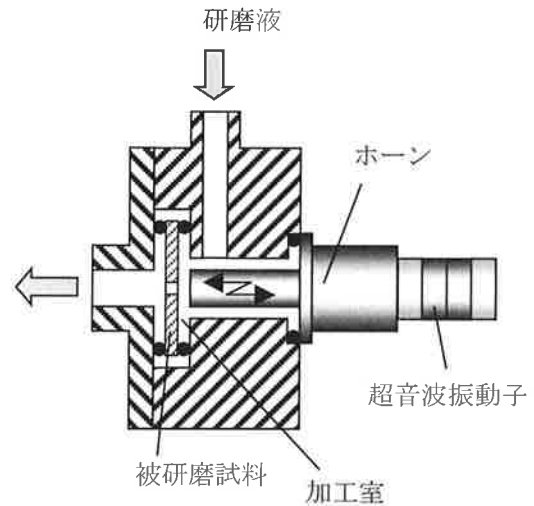


図1 実験装置の概要

2. 実験装置及び実験方法

図1に実験装置の概要を示す。研磨液には、オリーブ油にアルミナ砥粒(WA)を懸濁させたスラリーを用いた。研磨液は、被研磨試料が内部に保持されている加工室へ小型ポンプによって送液されている。被研磨試料には放電加工によって小径穴があげられており、加工室に流入した研磨液はこの小径穴を通過して加工室から流出するよう密閉されている。加工室内には被研磨試料に対向するように超音波振動ホーンが配置されており、穴の軸方向に研磨液中で超音波振動を作用させている。研磨液はこの超音波振動を受けながら、試料の小径穴内部を流動している。研磨液に超音波振動を付加することで、研磨液中の砥粒の分散を良くする効果と超音波の放射エネルギーによる研磨液の穴内部での流動性を良くする効果をねらっている。研磨液が小径穴内部を通過する際、研磨液を構成している砥粒の擦過作用によって穴端面及び穴内面を削っている。研磨の際の加工条件を表1に示す。

表1 研磨条件

試料 平均穴径 (表側) (裏側) 厚さ	SUS304 φ 0.106 mm φ 0.096 mm 0.5 mm
超音波振動部 振動子最大入力 共振周波数 ホーン先端速度 (p-p) (入力電流0.5A p-p時)	30, 250W 40kHz 7.3m/s (無負荷時)
研磨液 供給量 砥粒 (平均粒径) 濃度 加工液 (溶媒)	5cc/min WA (18μm) 15 wt.% オリーブ油
研磨時間	10~40 min

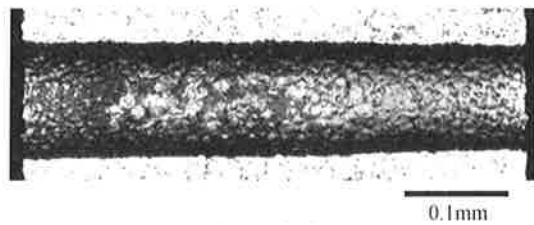
つの振動子を比較すると、明らかに 250Wの振動子を用いた方が前加工面の消失が進んでおり、研磨能率が向上しているように見える。

次に研磨液と超音波を加える方向を双方向交互に変えて研磨した。振動子には最大入力 250Wのものを用いた。図3に10分間(双方向から加工したものは5分研磨した後、試料をひっくり返して更に5分研磨した)研磨した後の穴内面の光学顕微鏡写真を示す。片側からだけ10分間研磨したものは、未だ前加工による凸凹が残っているが、双方向交互に研磨したものは1方向からだけのものと比べると研磨がすすんでいるように見える。

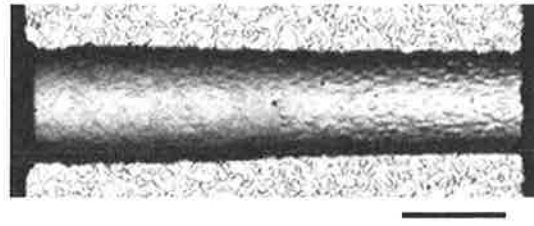
振動子のパワーを変えたもの、双方向から研磨したものについて研磨時間による穴内面の表面粗さの推移について調べた。図4に研磨時間と穴内面の表面粗さ

3. 実験結果

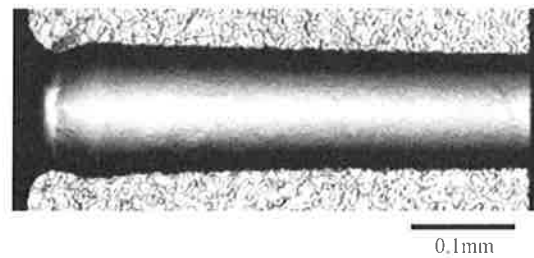
まず超音波振動子のパワーを変えて研磨した。図2に、使用する振動子を最大入力 30W、250Wとして30分間研磨した後の穴内面の光学顕微鏡写真を示す。研磨前の穴内面に形成されていた放電加工による放電痕は、いずれの振動子を用いても無くなってきている。2



(a) 研磨前



(b) 30分研磨後（振動子 30W）



(c) 30分研磨後（振動子 250W）

図2 穴内面の光学顕微鏡写真

の関係を示す。双方向から研磨したものは、記述されている研磨時間の半分の時間で加工した後、試料をひっくり返して同じ時間研磨している。いずれの場合も研磨時間とともに表面粗さは減少する傾向が見られる。250Wの超音波振動子を用い、双方向に研磨したものが最も研磨能率が高いのがわかる。

4. まとめ

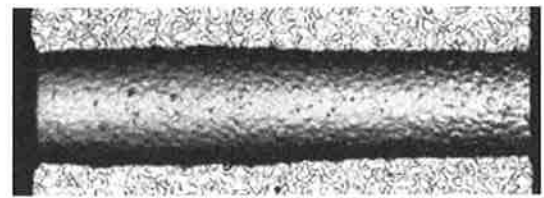
放電加工であけた小径穴内面の研磨を、新たに創案した超音波を用いた研磨方法によって行い、研磨の能率向上の方策について検討した。その結果、超音波振動子のパワー、研磨方向（研磨液の流動及び超音波振動を付加する向き）によって研磨能率に影響が認められた。

キーワード： 小径穴、内面研磨、エッジ仕上げ、超音波、流動

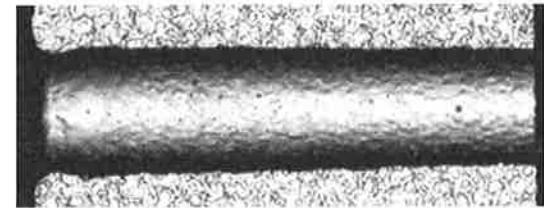
Finishing a Small Hole Using Ultrasonic Vibration

Hiroshi SUGIMORI Noritaka KAWASEGEI Tooru SANO

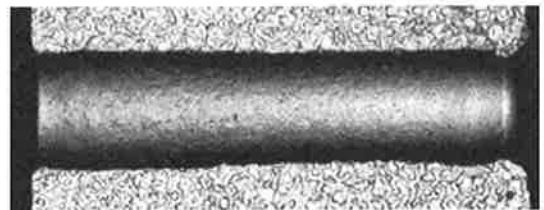
A new polishing method has been proposed in which polishing is performed by flowing a polishing fluid through a small hole, while an ultrasonic vibration is applied to the polishing fluid. The polishing method has brought an ability to chamfer the edge of the small hole and polish the inner surface of the small hole. In the present study, the polishing method in which the polishing efficiency was improved, such as the increase of the power of the ultrasonic vibrator and the alternate polishing from the face of the small hole, was examined.



(a) 10分研磨後（振動子 30W）



(b) 10分研磨後（振動子 250W）



(c) 5分づつ双方向より10分研磨後（振動子 250W）

図3 穴内面の光学顕微鏡写真

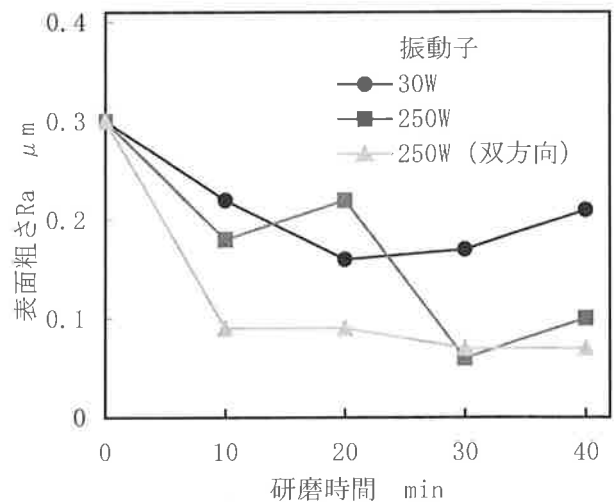


図4 研磨時間と表面粗さの関係

本研究は、(独) 科学技術振興機構平成 18 年度シーズ発掘試験の助成を受けて行った。記して感謝いたします。