多様な市販スローアウェイチップが使用可能な超音波振動切削工具の開発

Trial Fabrication of an Ultrasonic Cutting Tool Usable with Various Kinds of Commercial Inserts

○精正 神 雅彦 (日本工大) 精学 渡辺 健志 (日本工大)
正 村川 正夫 (日本工大)

Masahiko JIN, Nippon Institute of Technology, 4-1 Gakuendai, Miyashiro-machi, Saitama
Takeshi WATANABE, Nippon Institute of Technology
Masao MURAKAWA, Nippon Institute of Technology

Key Words : Turning, Ultrasonic Cutting, Throw-away Inserts

1. ま え が き

超音波振動切削法は工具刃先を数十 kHz の超音波域周波数で切削方向に振動させながら切削する切削法で、同切削法により切削抵抗の低減、切削ばりの低減あるいは構成刃先形成防止などの切削効果が得られることが知られており¹⁾、例えば微小溝や断続加工部のばり無し加工、研削仕上工程の省略化など、慣用法では困難な加工に対しての適用が期待されている。しかしながら、同切削法には、特に高硬度材切削時に工具刃先欠損や逃げ面異常摩耗が発生する場合があります安定の使用ができないという問題点、および工具刃先を超音波振動させる必要性から、例えば慣用切削で標準的な各種のスローアウェイタイプの切削チップが使用できないなど、工具の汎用性が著しく低いという問題点があった。

その問題点に対し著者らは、既報²⁾において、まず前者の工具欠損の問題点解決に対して検討し、工具に関しては、従来式の超音波振動工具に比べ高剛性かつ振動方向が常時安定な超音波振動切削工具を開発し、さらに刃先振動方向に関しても、原則的な切削方向から工作物側に傾斜させた方向とすることにより工具欠損や逃げ面異常摩耗を著しく低減でき、安定的な切削が可能になることを明らかにした。

しかしながら、同開発工具は剛性および振動方向の正確さに重点をおいた開発を行ったため、汎用性がやや犠牲になってしまったという問題点があった。そこで本報では、前記超音波振動工具をより汎用的なものにすること、さらには前述の超音波振動切削における後者の問題点解決に対して検討し、市販の各種形状のスローアウェイチップの使用を可能にするための検討を行った。

2. 各種形状の市販スローアウェイチップが使用可能な超音波振動切削工具の開発

新たに試作した超音波振動工具の構造および同工具への各種の市販スローアウェイチップの適用方法を図1に示す。同工具は既報²⁾で開発したものをベースに改良を加えている。すなわち、刃先を超音波振動させるための工具シャンクには、従来は装置のコンパクト化の観点から曲げ振動系やねじり振動系が用いられているが、試作工具はコンパクト化はやや犠牲になるが、振動方向の安定性を優先し縦振動系を用いた。工具の固定はホルダ⑥により2ヶ所の振動節部で強固にクランプし工具剛性を確保している。切削チップ①はシャンク上端の振動腹部にねじ③で取り付け方式とした。チップを取り付ける座面は、振動をロスなく伝達するために精密に密着し、

さらに多数回のチップ着脱を行っても消耗がないように、精密仕上された超硬製とした。振動の発生は、シャンク②の後端面に電歪型超音波振動子 (BLT) ④をねじで固定して行った。同工具の共振周波数は 21.0kHz となっている。

市販の各種スローアウェイチップへの対応は、工具シャンクの上部振動節から上部分が使用するチップ形状と同形状の断面形状を有するシャンクをチップ形状毎に準

(a) Schematic illustration of the ultrasonic cutting tool

(b) Examples of cutting tools with various kinds of throw-away inserts
Fig. 1 Illustration of a newly fabricated ultrasonic cutting tool

備する方式により行う。この方式により、従来の曲げ振動系やねじり振動系による超音波振動工具では対応できなかった各種サイズおよび形状の市販スローアウェイチップに対して正確かつ安定した振動を刃先に伝達できるようになる。

3. 実験装置および方法

図1(b)①に示した市販の三角形スローアウェイチップ(TNGG160308)が取付け可能な超音波振動工具を試作し、図2に示すような工作物に対し、外周および単面旋削加工実験を行ない、加工精度について調べ、試作切削工具の性能を評価した。なお、工具の旋盤への取付けは、旋盤の大きさの都合上、逆さバイト方式にて取付けた。そのときの切削条件を表1にまとめて示す。

Fig. 2 Shape of workpiece and cutting processes

Table 1 Experimental conditions

Tool	Cemented carbide K10
Workpiece	Hardened steel (40HRC)
Cutting speed V	5-20m/min
Depth of cut	0.2mm
Feed rate	0.16mm/rev
Frequency	21.0kHz
Amplitude	12 μm

4. 実験結果および考察

4. 1 旋削状態

旋削中の状態を図3に示す。旋削中心配されたチップの発熱や異常振動は無く実験した全加工工程が安定して行なえることがわかった。シャンクの発熱は若干あるが、冷却ファンあるいは切削油による冷却により定常加工が可能であることもわかった。

4. 2 仕上面の状態

加工した工作物の表面状態を図4に示す。図中、外周側の鏡面部分が超音波振動切削による切削面であり、内周側が慣用切削による切削面(V=100m/min)である。超音波振動切削による切削面は虹面を呈した鏡面に加工されており、安定した切削が行われていることがわかった。図2の工作物のフランジ端面の表面粗さのプロファイルを図5に示す。同一スローアウェイチップを使用して切削加工した結果、超音波振動切削の場合は仕上面粗さが慣用切削の場合の1/3に向上していることがわかった。

4. 3 フランジ端面穴部の加工精度

フランジ端面の穴のばりの大きさについて慣用切削の場合と比較した結果、図示は省略するが、試作工具による振動切削の場合、穴内面の切削方向のばりが慣用切削の場合に比べて小さくなっていることがわかった。

Fig. 3 Photograph of the experimental setup

Fig. 4 Comparison of cut surface of flange between Ultrasonic cutting and Conventional cutting (when cutting a workpiece with a diameter of 100mm)

Fig. 5 Comparison of surface roughness over the face of flange between UC(V=20m/min) and CC(V=100m/min)

5. むすび

高剛性で、かつ振動方向が安定で、さらに各種の市販のスローアウェイ切削チップが取付け可能な超音波振動切削装置の開発の検討を行った。まず、市販の三角形チップが取付け可能な工具を試作し、端面および外周の仕上切削実験を行った結果、同工具により振動切削特有の加工精度を得ながら安定的な切削ができることがわかった。今後、さらに多様な工具形状の場合について試作を進め、各種の切削実験を行って有効性を調べていく予定である。最後に、卒業研究として熱心の実験に協力していただいた当学学生の長澤直樹氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 隈部淳一郎；振動切削—基礎と応用—(1978)，実教出版。
- 2) 神，渡邊，村川；超音波振動切削における工具欠損防止に関する研究，精密工学会誌，65，12(1999)，1814。