

超音波振動切削による粗面化加工に関する研究

A Study on the Surface Roughening Process by Ultrasonic Vibration Cutting

80816025 笹田明伸 (Akinobu Sasada) Supervisor: 青山藤詞郎 (Tojiro Aoyama)

1. 緒 論

溶射加工は、耐摩耗性・耐食性などの向上を目的に、様々な製品に施されており、その前処理として、溶射皮膜密着強度を向上させるための、下地粗面化加工が実施されている。粗面化加工は、固体粒子を高速で加工面に衝突させ諸効果を得るブラスト加工により実施されているが、加工面への固体粒子の残留・高価な設備コストなどの問題が存在している。そこで、これらの問題の解決策の一つである切削加工による粗面化加工が注目されている。

切削加工による粗面化加工⁽¹⁾は、図 1(a)のように、特定の加工条件により非切削部分を生じさせ、その非切削部分を工具後ろ切れ刃が破断させることで、破断面 (図 1(b)) と呼ばれる粗面を形成する加工法である。しかしながらこの加工法にも、構成刃先の着脱により加工が不安定となり、バリが生じてしまう問題点がある。バリが粗面上に存在すると、基材を溶射後の表面に出させないために溶射皮膜を厚くする必要があり、余分なコストがかかってしまう。

そこで、本研究では、構成刃先が生じにくい特徴がある超音波振動切削をこの粗面化加工に適用することで、構成刃先により生じるバリを抑制する手法を提案する。また、特定方向へ規則的に振動する特徴を生かし、慣用切削では得られない特殊な粗面を形成し、密着強度の向上を図る。

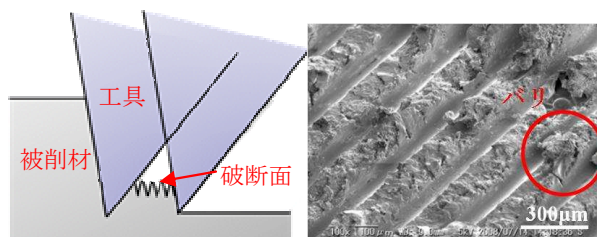
2. 超音波振動切削による粗面化加工

超音波振動切削⁽²⁾には振動方向、周波数、振幅のパラメータがあるが、切削機構を変化させることから振動方向が最も粗面化加工に影響を与えと考えられる。そこで、振動方向を変化させた粗面化加工実験を行い、振動を付与しない慣用切削と比較することで、超音波振動による影響を評価した。実験条件を表 1、振動方向の定義を図 2、実験の様子を図 3 に示す。

2-1. 切削方向振動切削

工具に切削方向振動を付与し粗面化した被削材表面の様子を図 5 に示す。なお、比較の為、図 4 に振動を付与しない慣用切削による表面を示す。

図より、切削方向振動を付与することで、破断面高さが低く破断面幅が広い粗面が形成されていることが分かる。



(a) 加工方法

(b) 形成される粗面

図 1 切削加工による粗面化加工

この粗面は、バリが抑制され、かつ密着強度向上を期待できるものである。

2-2. 切込方向振動切削

工具に切込方向振動を付与し粗面化した被削材表面の様子を図 6 に示す。

図 6 より、切込方向振動を付与することで、切削溝に切削痕がある特殊な粗面が形成されていることが分かる。この切削痕は、慣用切削、切削方向振動切削には見られないものであり、密着強度向上を期待できるものである。

2-3. 送り方向振動切削

工具に送り方向振動を付与し粗面化した被削材表面の様子を図 7 に示す。

図 7 より、送り方向振動を付与することで、蛇行した破断面と切削溝がある特殊な粗面が形成されていることが分かる。また、それらの脇に小さな窪みが生じている様子が見られる。この小さな窪みは新たなアンカー効果を生じさせ、密着強度向上を期待できるものである。

しかし、送り方向振動切削では、加工初期に工具刃先でチッピングが生じてしまったため、実験条件を改善する必要がある。

表 1 実験条件

工具	多結晶ダイヤモンド
被削材	アルミニウム合金
工作機械	NC 旋盤
切削速度 V	50~450m/min
切込	0.35mm
送りピッチ	0.21mm/rev
振動条件	慣用切削
	切削方向振動切削 周波数 15kHz 振幅 25 μ m
	切込方向振動切削 周波数 36kHz 振幅 7.1 μ m
	送り方向振動切削 周波数 15.2kHz 振幅 50 μ m

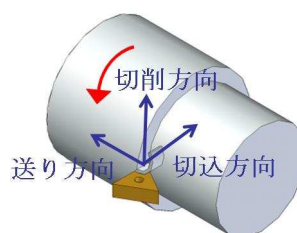


図 2 振動方向の定義

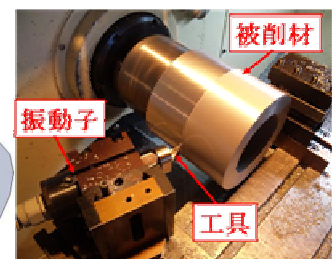


図 3 実験の様子

3. 粗面性状の定量的評価

形成された粗面の性状を定量的に評価するため、表面粗さ R_z と破断面幅を測定した。表面粗さはバリ抑制の指標、破断面幅は密着強度向上の指標となる。図 8、9 にそれぞれ表面粗さ、破断面幅の測定結果を示す。

図 8 より、超音波振動を付与することで、表面粗さが減少していることが分かる。これは、破断山高さが低く、バリが抑制されている粗面、つまり溶射皮膜厚さを減少させる粗面が形成されていることを示している。

図 9 より、超音波振動を付与することで、破断面幅が増加していることが分かる。これは、溶射皮膜密着強度向上を実現できる粗面が形成されていることを示している。

以上の定量的評価より、超音波振動切削が粗面化加工に有効であることが明らかとなった。

4. 密着強度測定試験による評価

密着強度測定試験により密着強度を測定することで、超音波振動切削の有効性を検証した。

測定方法は、まず、切削速度 450m/min で粗面化した表面に接着剤となるエポキシ樹脂を塗布し、その塗布した部分を重ね合わせ、 170° で 1 時間加熱し接着した。次に、引張試験機により引張り、その接着が剥がれた際の引張強さを測定した。そして、その引張強さを接着面積で割り、密着強度とした。

密着強度測定試験の結果を図 10 に示す。図 10 より、超音波振動を付与することで、密着強度が増加していることが分かる。特に、切込方向振動切削でその効果が顕著である。これは、切削溝の切削痕が影響したと考えられる。

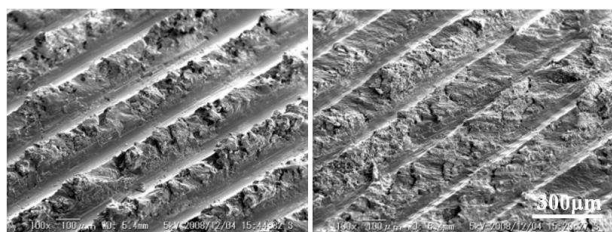


図 4 慣用切削

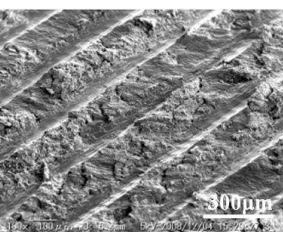


図 5 切削方向振動切削

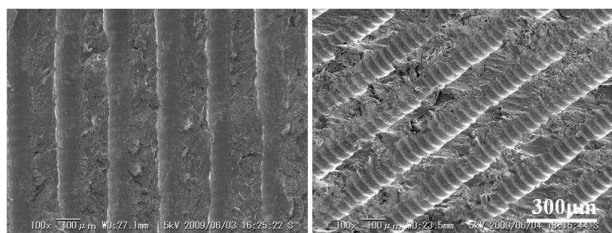


図 6 切込方向振動切削

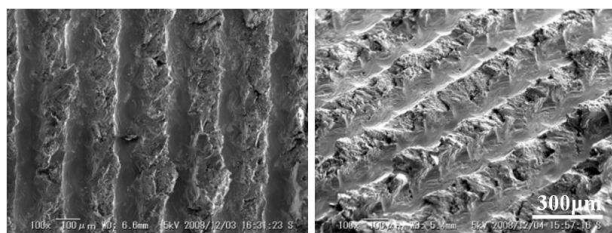


図 7 送り方向振動切削

5. 結 論

切削加工による粗面化加工に超音波振動切削を適用したところ、以下のことが明らかとなった。

1. 切削方向振動を付与することで、破断山高さが低く破断面幅が広い、溶射加工に有効な粗面を形成できる
2. 切込方向振動を付与することで、切削溝に切削痕のある、溶射加工に有効な粗面を形成できる
3. 送り方向振動を付与することで、蛇行した破断面、切削痕のある、溶射加工に有効な粗面を形成できるが、工具刃先にチッピングが生じてしまう
4. 粗面性状の定量的評価、密着強度測定試験より、切込方向振動切削が最も有効である

参考文献

- 1) 矢島淳一：燃費向上への挑戦 新型 V6 ガソリンエンジンの開発，自動車技術，62，3，(2008)，21-25
- 2) 鬼鞍宏猷：超音波振動加工技術 超音波振動加工技術の現状，超音波 Techno，12，2，(2000)，2-4

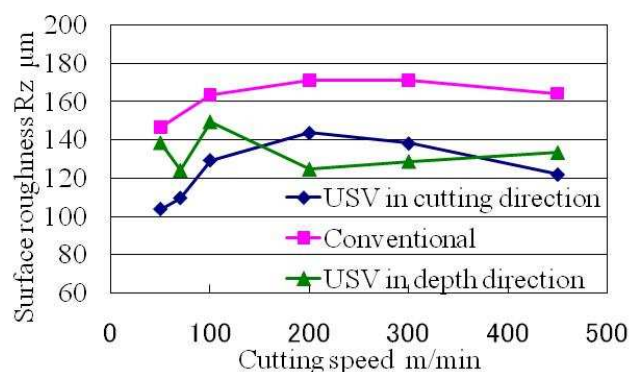


図 8 切削速度と表面粗さの関係

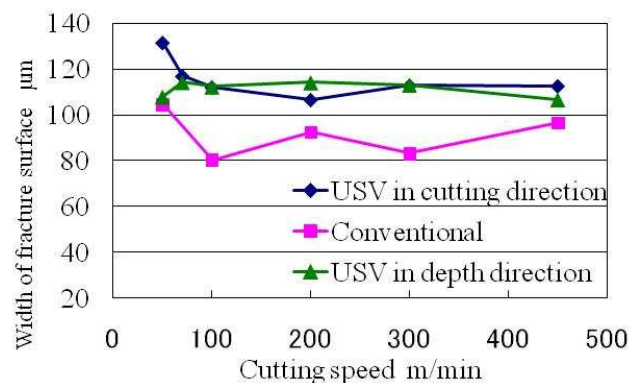


図 9 切削速度と破断面幅の関係

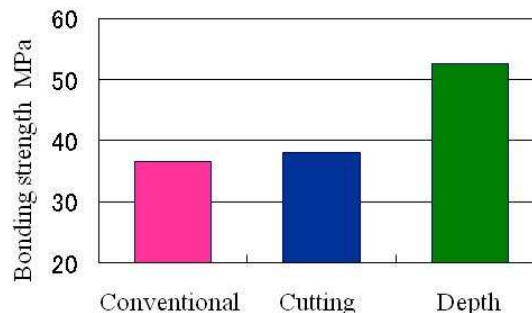


図 10 密着強度測定試験結果