

超音波振動を活用した加工技術とその応用

～ 加工プロセスの可視化 ～

Application of **Ultrasonic** **Vibration** on **Machining**

～ **Visualization** of **Machining** **Process** ～



磯部 浩巳, 原 圭祐
長岡技術科学大学 機械系
E-mail isobe163@mech.nagaokaut.ac.jp
TEL 0258-47-9732, http://iprec.nagaokaut.ac.jp



加工現象・原理の追求
現象の定量化手法
・ 工具動力計、モータ電流
・ 温度計
・ 被加工面の評価など

加工対象：耐熱合金、セラミックス、超硬合金、各種複合材など従来からの加工技術では、除去加工が困難な「難削材」と呼ばれる素材

製品・部品の「性能向上」のため、高精度化、軽量化、耐久性向上、高能率化など

高い機能を有する「難削材」に対する高能率加工

「見える」化技術

動的な現象の高速度撮影
加工現象の究明

光弾性法

透明な平板材料に外力を加え応力を発生させる。
透過した偏光は複屈折して、二つの偏光には平板材料内に生じている主応力差に比例した位相差が生じる。すなわち、位相差を観察することで、応力分布を可視化できる。

光弾性法の基礎式

・ フリュースターの法則
→ 位相差と主応力差の比例関係

δ : 位相差 σ_1, σ_2 : 主応力

λ : 波長 t : 板厚さ

C : フリュースター定数

$$\delta = \frac{2\pi t C}{\lambda} (\sigma_1 - \sigma_2)$$

- ・ 測定周波数帯域は超音波帯域よりも充分に高い。
- ・ 除去加工は応力に起因するので、応力可視化は現象を直接的に示している。

・ 研削加工

・ 切削加工

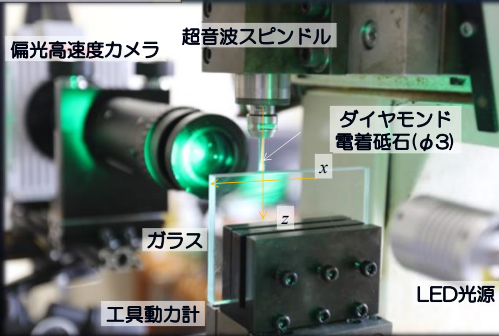
従来からの加工技術では、除去加工が困難な「難削材」と呼ばれる素材

高速度偏光撮影システム

超音波加工システム

加工原理の究明
加工条件の最適化

【例：ガラスの穴あけ】



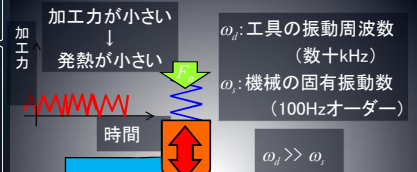
| | |
|--------|-----------------------|
| 送り速度 | 0.4mm/min |
| 回転数 | 5000min ⁻¹ |
| 工具 | 電着砥石φ3 |
| 砥粒 | ダイヤモンド、#100 |
| 超音波周波数 | 42kHz |
| 振動振幅 | 4μm |

「コストダウン」のための生産効率向上、工具長寿命化など

切削・研削加工特性の向上

超音波援用加工

～高周波振動する工具～

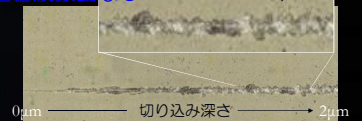


微細な高周波・衝撃加工の繰り返し

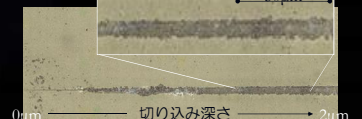
高周波での衝撃加工現象のため、工作機械は振動しない

ピッカーズ硬さ試験用圧子による石英ガラスへのスクラッチ試験

超音波振動なし



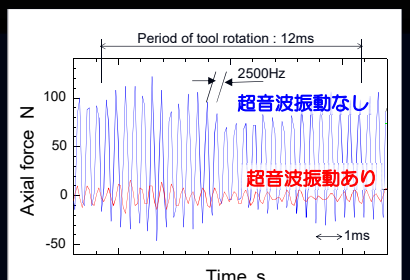
超音波振動あり



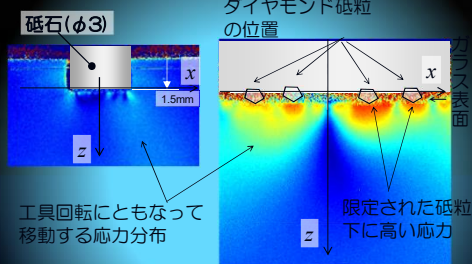
高周波・微細な破碎現象の繰り返し
→ 大きなクラックを抑制...

超音波振動による効果

① 研削力の時間平均値、および変動の低減効果



回転砥石が発生させる被削材内部応力



砥粒直下の応力状態や切断状態の可視化

- ⇒ 加工状態をオンマシンで評価できる
- ⇒ 加工に寄与する砥粒を断定し加工状態を認識できる
- ⇒ 最適加工条件を応力で評価、選定できる

② 目づまり抑制と応力低減効果

