

高周波振動複合加工によるNi基超耐熱合金の エンドミル加工に関する研究

桑原 修

Research on milling of nickel-base super alloy with High Frequency Vibration

Osamu KUWABARA

A micro groove machining of nickel-base superalloy was carried out in the end mill with a high frequency vibration. Cutting resistance was reduced by the combined use of friction coating and frequency vibration.

Keywords : High Frequency Vibration , End Mill, Nickel-Base Super Alloy

高周波振動を付加したエンドミルでNi基超耐熱合金の細溝加工を行った．高周波振動と低摩擦コーティングの併用により切削抵抗が低減した．

キーワード：高周波振動, エンドミル, Ni基超耐熱合金

1 はじめに

近年，日本の製造業における加工需要は海外企業の影響を受けて，難削加工に対する要望が高まっている．難削加工に大きな影響を及ぼす因子には，被削材の切削性や加工形状等が挙げられる．被削性の悪い材料の微細形状加工については，その両方の影響を受けるため加工性が著しく低下する．このため，微細加工の分野において，工具に高周波振動を付加する複合切削加工が注目されている⁽¹⁾．

本研究では，Ni基超耐熱合金の微小エンドミル加工において，工具に超音波振動を付加した加工を行い，それが切削性に及ぼす影響について調査した．

2 実験方法

本実験装置の構成を図1に示す．加工機はマシンングセンタ(牧野フライス精機(株)製MSJ25-16)

を用い，主軸に高周波振動を発生させる振動ユニット(㈱岳将製UB-40C)を取り付けて加工を行った．切削性の評価として，加工時の切削抵抗を測定した．切削抵抗の測定は3方向動力計(キスラー(株)製 9257B)を用いた．動力計に被削材を取り付け，加工時の切削抵抗を被削材側で測定した．

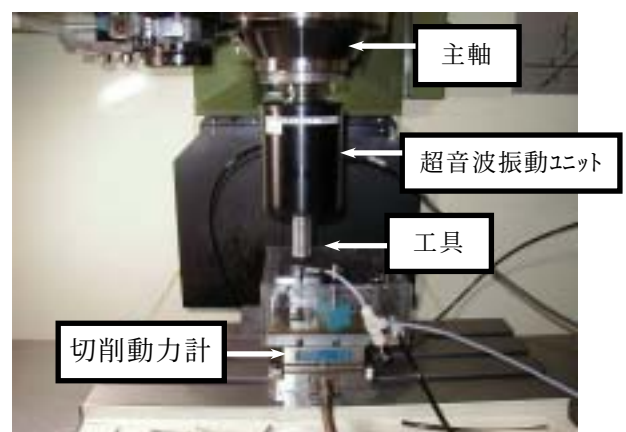


図1 実験装置概要

表1 実験条件

項 目	条 件
被削材	Ni基超耐熱合金
切削油	油性切削油
工 具	2枚刃超硬エンドミル(K種) 直径1.0mm, 首下5.0mm, ねじれ角30°
工具コーティング	TiAlN ,CrSiN
切削速度(v)	3.14,5.00,6.28 m/min (1000,1500,2000 rpm)
軸方向切込(Ad)	0.5 mm
送り速度(f)	0.01 mm/tooth
高周波振動	40 , 0 kHz(振動なし)

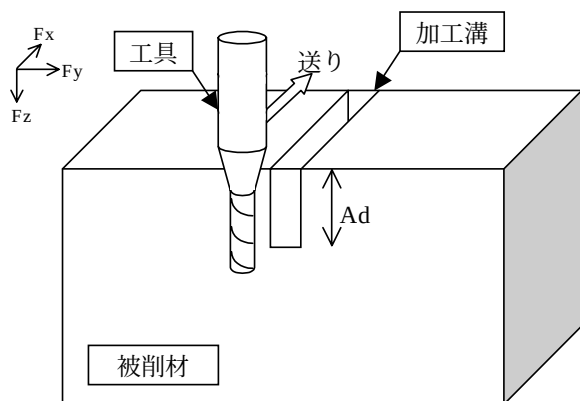
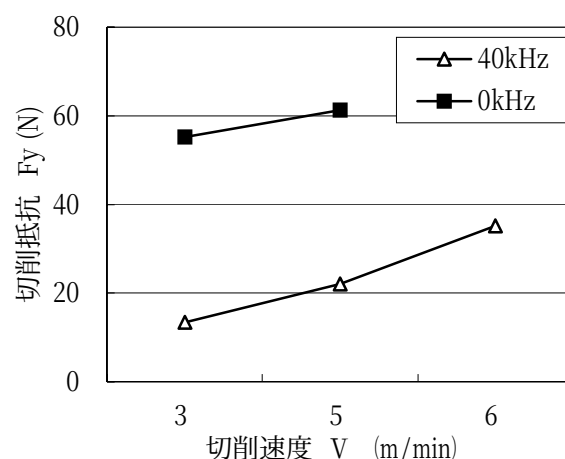


図2 加工概略

実験条件を表1に示す。被削材はNi基超耐熱合金（インコネル718相当）とし、振動ユニットにより高周波振動を付加された超硬材質のエンドミルを用い、図2の要領で溝加工を行った。加工時には油性切削油を使用した。また、工具のコーティングは摩擦係数の異なる2種類のものを用いた。

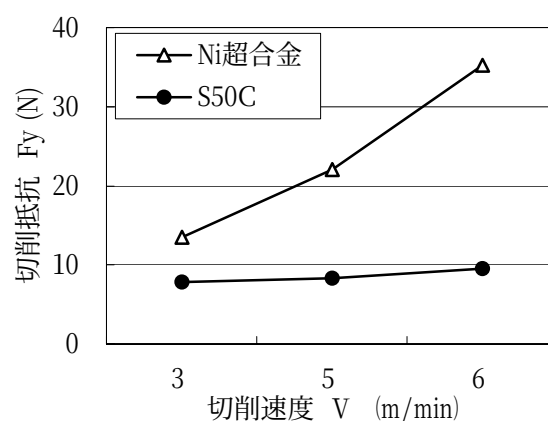
3 実験結果および考察

図3に高周波振動を付加した振動複合加工の、切削抵抗の変化を示す。高周波振動を付加することにより、 $V=3.14\sim5.00$ m/minの切削速度において約60Nあった切削抵抗が約20Nまで減少した。振動を付加しない慣用加工では、 $V=6.28$ m/minに



(Ad=0.5 f=0.01mm/tooth 40kHz wet)
(工具:TiAlNコーテッド超硬 被削材:NiSuperAlloy)

図3 高周波振動と切削抵抗の関係



(Ad=0.5 f=0.01mm/tooth 40kHz wet)
(工具:TiAlNコーテッド超硬 被削材:NiSuperAlloy)

図4 被削材質と切削抵抗の関係

おいて工具折損が発生した。

図4にNi基超耐熱合金と炭素鋼（S50C）の切削抵抗の違いを示す。S50Cでは切削速度の変化による切削抵抗の変化は微小であるが、Ni基超耐熱合金は切削速度の上昇に伴い切削抵抗が増大している。これから、Ni基超耐熱合金は切削速度による切削抵抗の変化が激しいことが分かる。図5にその時のNi基超耐熱合金の切削屑を示す。(a) $V=3.14$ m/min, (b) $V=6.28$ m/minの切削屑である。(a)に比べ(b)の方が切削屑が厚くなっており、この切削屑を厚く変形させる力が大きな切削抵抗として現れたものと考えられる。

図6に工具コーティングの違いによる、切削抵抗の差を示す。工具コーティングは摩擦抵抗の

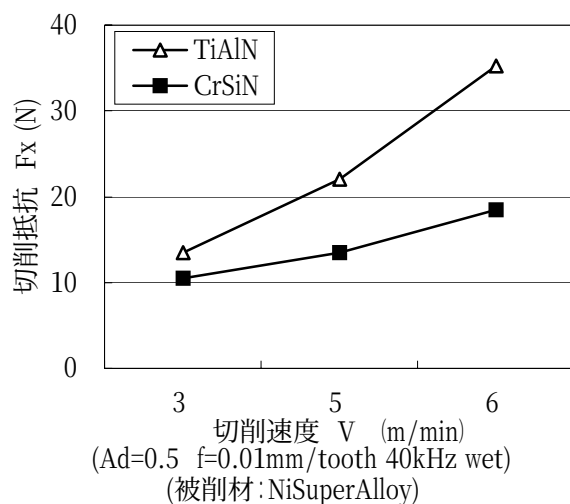


図6 工具皮膜と切削抵抗の関係

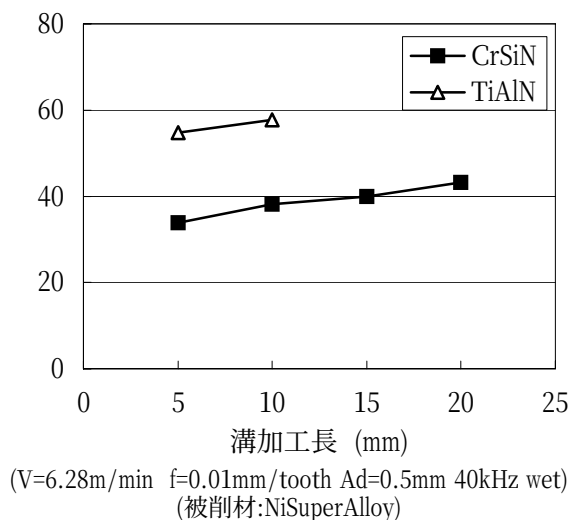


図7 溝加工長さで切削抵抗

(a) V=3.14 m/min



(b) V=6.28 m/min



(Ad=0.5mm f=0.01mm/tooth wet NiSuperAlloy)

図5 切削屑

違うTiAlN とCrSiNを用いた。TiAlN に比べCrSiNの摩擦抵抗は約1/2になる。摩擦抵抗の低いCrSiNコーティングの方が、切削抵抗も低くなり、V=6.28 m/minにおいて約50%低減する。また、加工寿命を比較するため連続加工試験を行った。連続加工は長さ5mmの溝を複数回加工することで行い、その切削抵抗を

比較した。その結果を図7に示す。TiAlNコーティングは10mmの加工で工具が折損したが、CrSiNは20mm加工後も工具の折損は発生せず、更なる加工が可能であった。

4. おわりに

Ni基超耐熱合金の微小エンドミル加工において、工具に高周波振動を付加した加工を行い、以下のことが分かった。

- 1)高周波振動付加による加工性の向上は、Ni基超耐熱合金に対して大きな効果があり、約30Nの切削抵抗が低減する。
- 2)摩擦抵抗の低いCrSiNのコーティングを用いることにより切削抵抗が低減し、加工長さも長くなる。

参考文献

- (1)太田 和義, マイクロドリルによる微小径孔加工のポイントと加工事例, 機械技術 Vol149, No2, pp18-21(2001).