

ジルコニアセラミックスの穴あけ加工

工学部 機械工学科 精密工学研究室

学生A(B4) 院生B(M1) (指導教員 井原 之敏教授)

研究目的

金型を製作する際に必要な加工の中でも最も基本的とされる穴あけ加工についての基礎的研究である。ジルコニアセラミックスに研削加工による穴あけを行い、加工時に発生する研削抵抗を計測し、その研削抵抗値から、高能率に加工できる加工条件、加工方法を見出すことを目的とする。

研究内容

背景

- セラミックスには耐熱性、耐食性、耐摩耗性などの優れた特性がある。
- しかし、その特性が加工時には難削性となるため、切削・研削加工が困難となる。
- 脆性が低いため、クラックが発生しやすく、良好な加工面を得ることが困難である。
- 開発されたばかりの新材料の場合、加工条件・加工法についての情報がほとんどないという問題がある。

使用工具・被削材

エフエスケー製ジグ研削用砥石
砥粒: 合成ダイヤモンド
砥石径: $\Phi 0.6\text{mm}$, 0.8mm
シャンク径: $\Phi 3.0\text{mm}$
結合剤: 電着

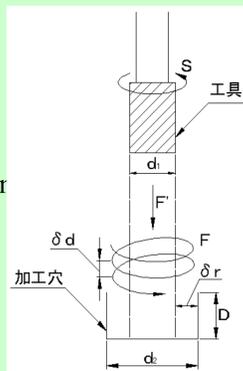
ファインセラミックスの一種であるジルコニアセラミックスをベースに改良、開発された金型用の新材料で、従来のものより靱性が高いという性質がある。



加工方法

ヘリカル加工による穴あけ加工で行う。

- S: 主軸回転数(rpm)
- F: 工具送り速度(mm/min)
- F': 軸方向送り速度(mm/min)
- δr : 半径方向切込量(mm)
- δd : 軸方向切込量(mm)
- D: 加工穴深さ(mm)
- d1: 砥石直径(mm)
- d2: 加工穴直径(mm)
- $d2 = d1 + \delta r$



利点

- 一本の工具で複数の穴径を加工できる。
- 加工穴にクーラントが入りやすい。

欠点

加工経路が螺旋を描くため、加工時間が長くなる。

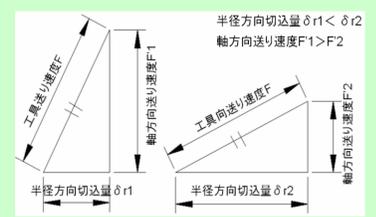
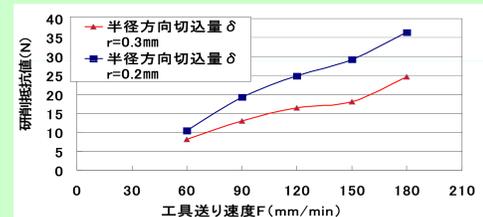
実験内容

以下の3種類の加工条件について行う。工具の摩耗を考慮し、本実験では研削抵抗値15N以下を目標とした。

条件1: 工具送り速度F変化

主軸回転数58000rpmで工具送り速度を変化させ、加工時に発生する研削抵抗値を計測する。半径方向切込量0.2mmと0.3mm(加工穴直径1.2mmと1.4mm)の場合の比較を行う。

工具送り速度F (mm/min)	60~180 (30ずつ増加)	
半径方向切込量 δr (mm)	0.2	0.3
軸方向切込量 δd (mm)	0.03	
工具回転数S (rpm)	58000	
工具径d1 (mm)	$\Phi 0.8$	

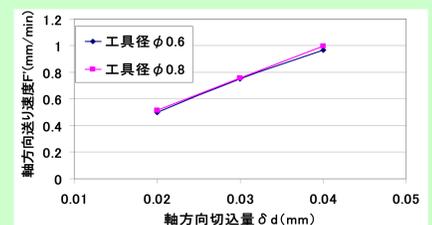
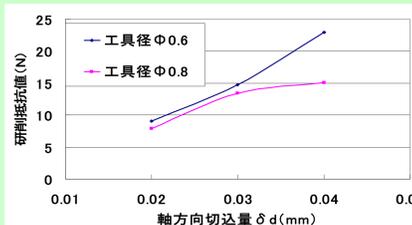


工具送り速度Fを大きくすることにより、加工時間は短くなるが、研削抵抗は大きくなる。また、半径方向切込量を小さくすることにより、加工時間は短くなるが、研削抵抗は大きくなる。

条件2: 軸方向切込量 δd 変化

主軸回転数30000rpmで軸方向切込量を変化させ、加工時に発生する研削抵抗値を計測する。比較のため工具径 $\phi 0.6$ と $\phi 0.8$ (加工穴直径1.0mmと1.2mm)の場合の比較を行う。

軸方向切込量 δd (mm)	0.02~0.04 (0.01ずつ増加)	
工具径d1 (mm)	$\phi 0.6$	$\phi 0.8$
工具送り速度F (mm/min)	30	
半径方向切込量 δr (mm)	0.2	
工具回転数S (rpm)	30000	

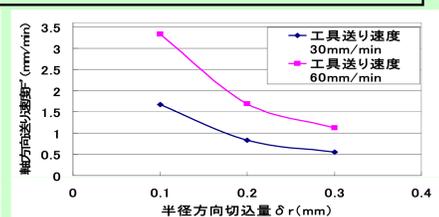
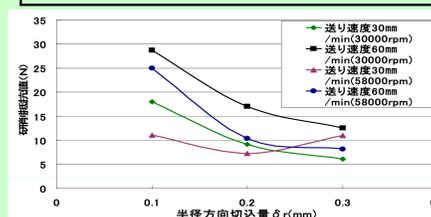


軸方向切込量が大きくなることにより、加工時間は短くなるが、研削抵抗は大きくなる。工具径 $\phi 0.6$ と $\phi 0.8$ を比較すると $\phi 0.8$ のほうが全体的に抵抗値が低くなっていることがわかる。底面部の接触面積が大きくなることで圧力も大きくなるため抵抗値は大きくなると思われたが、本実験では $\phi 0.8$ の抵抗値が小さくなった。

条件3: 主軸回転数S比較

主軸回転数が30000rpm, 58000rpmの場合について穴あけ加工を行い、研削抵抗を計測する。データ比較のため、複数の工具送り速度、半径方向切込量(加工穴直径1.0, 1.2, 1.4mm)の加工を行う。

工具回転数S (rpm)	30000	58000
工具送り速度F (mm/min)	30	60
半径方向切込量 δr (mm)	0.1~0.3 (0.1ずつ増加)	
軸方向切込量 δd (mm)	0.03	
工具径d1 (mm)	$\Phi 0.8$	



58000rpmで加工した場合の方が抵抗値は低くなっていることがわかる。工具回転数が大きくなったことにより、工具切削速度が大きくなり研削能力が上がったためと考えられる。

実験装置

・大阪機工株式会社製
マシニングセンタ「VM5 III」



・名菱テクニカ株式会社製
自己発電式増速スピンドル
「MS40-10-00」

回転速度範囲: 19000~30000rpm

・大昭和精機株式会社製
エアタービンスピンドル
「RBX7」

回転速度範囲: 58000~80000rpm

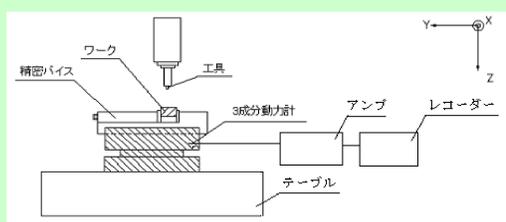


・日本キスラー株式会社製3成分動力計
「9257B」

切削時における抵抗値(X,Y,Z成分)をリアルタイムに測定する。



実験装置取付イメージ



まとめ

主軸回転数Sは58000rpmのように高回転数を与えることにより、研削抵抗を小さくすることができる。

条件3より、本実験で1.2mmの穴をあけた場合、研削抵抗を15N以下にして加工するためには、主軸回転数58000rpm、軸方向送り速度F'が1.7mm/min以下になる加工条件であった。