

# 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) 学生B(B4) (指導教員:井原)

## 研究目的

金型を行う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り穴あけ加工を行い、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・高精度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。
- ・工具の磨耗などを考慮し、研削抵抗の目標は20N以下として実験を進める。20Nは一般的なドリルによる穴あけ加工と大体等しい大きさである。

## 研究内容

### 背景

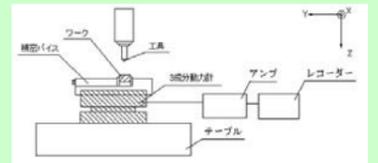
- ・ファインセラミックスには耐熱性、耐摩耗性、耐食性などの優れた特性がある。
- ・その特性が加工時には難削性となり、切削・研削加工を困難にする。
- ・脆性という特徴もあるため、クラックが発生しやすく良好な加工面を得ることが困難である。
- ・開発されたばかりの新材料の場合、加工条件、加工方法が全くわからないという問題がある。

### ワーク

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に改良が加えられたもので、やや靱性が高いという性質がある。このワークに研削加工を行い、加工時に発生する研削抵抗を計測する。



### 概略図



### 実験装置

大阪機工株式会社製  
マシニングセンタ  
「VM5III」



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」



### 使用工具

エフエスケー製ジグ研削用砥石

工具性能  
砥粒:合成ダイヤモンド  
砥粒径:平均146μm  
砥石径:Φ3.0mm, 4.0mm  
シャンク径:Φ3.0mm  
結合剤:電着



### 切削動力計

日本キスラー株式会社製  
「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



### 加工風景



### ヘリカル加工

加工方法はすべてヘリカル加工による穴あけ加工で行う。

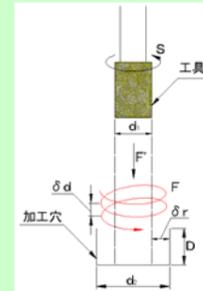
#### 利点

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

加工経路が長くなるため加工時間が延びる。

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)



### 実験内容

以下の4種類の加工条件について行う。

- <条件1> 工具送り速度F変化
- <条件2> 半径方向切込量δr変化
- <条件3> 軸方向切込量δd変化
- <条件4> 工具回転数比較

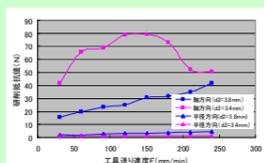
※条件1,2,4について以下に示す。

### 条件1

工具回転数20000rpm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比較のため、穴直径が3.4mmと3.8mmの場合について加工

主軸回転数S[rpm]	20000	
工具切削速度V[m/min]	188.5	
半径方向切込量 δr[mm]	0.2	0.4
工具径d1[mm]	Φ3.0	
工具送り速度F[mm/min]	30~240(30ずつ増加)	
軸方向切込量 δd[mm]	0.03	

工具送り速度Fが大きくなることにより、研削抵抗は大きくなり、加工時間は短くなっていく。  
工具送り速度Fは240mm/min以上でも加工はできたが、工具砥石の状態が非常に悪くなっているため、研削抵抗が大きくなるなどの問題が生じやすくなっていた。

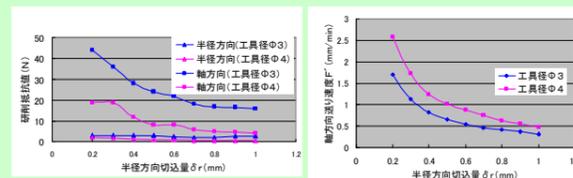


### 条件2

主軸回転数20000rpmで半径方向切込量を変化させ、加工時に発生する研削抵抗を計測比較のため、工具径φ3.0とφ4.0の場合について加工

半径方向切込量 δr[mm]	0.2~1.0(0.1ずつ増加)	
工具径d1[mm]	Φ3.0	Φ4.0
工具切削速度V[m/min]	188.5	251.3
主軸回転数 δr[rpm]	20000	
工具送り速度F[mm/min]	60	
軸方向切込量 δd[mm]	0.03	

工具径φ3とφ4を比べるとφ4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。

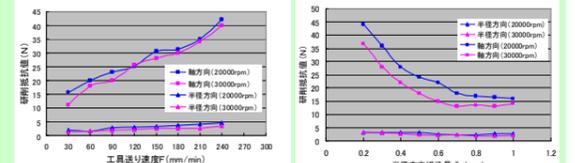


### 条件4

工具回転数が30000rpmの場合について穴あけ加工を行い、加工時に発生する研削抵抗を計測条件1、条件2のデータとの比較のために、複数の主軸送り速度、半径方向切込量について加工

主軸回転数S[rpm]	30000	
工具切削速度V[m/min]	282.6	
工具送り速度F[mm/min]	30~240 (30ずつ増加)	60
半径方向切込量 δr[mm]	0.4	0.2~1.0 (0.1ずつ増加)
工具径d1[mm]	Φ3.0	
軸方向切込量 δd[mm]	0.03	

20N以下で加工できる条件として、工具送り速度Fは90mm/min以下、半径方向切込量δrは0.5mm以上である。



### まとめ

- ・主軸回転数Sは30000rpm以上のように高回転数を与えることにより、研削抵抗を非常に小さくすることができる。
- ・ヘリカル加工で加工する場合、半径方向切込量δrは大きくすることにより研削抵抗を小さくすることができる。
- ・研削抵抗を20N以下にして加工するためには、主軸回転数Sを30000rpm以上にし、軸方向送り速度F'が0.6mm/min以下になるように加工条件にする。