

## セラミックスの研削条件と曲げ強度

### まえがき

セラミックスは、耐熱性、耐摩耗性に優れるということと需要が増大している。しかし、セラミックスの硬脆性という特性は、加工表面に微細クラックを生じ、これが信頼性低下の原因となるといわれている。セラミックスを構造材として活用するならば、いかに優れた加工表面を形成するかが重要となる。

そこで、砥石の粒度、研削速度、送り速度等、研削条件を変えた場合の表面あらさと曲げ強さの関係、曲げ強さのワイブル係数よりセラミックス材料の信頼性について調査した。

### 1. 実験方法

実験に用いたセラミックスは、常圧焼結のアルミナ ( $Al_2O_3$ )、炭化ケイ素 ( $SiC$ )、窒化ケイ素 ( $Si_3N_4$ )、ジルコニア ( $ZrO_2$ ) であり、CNC立型研削盤により湿式研削を行った。表1に用いた砥石及び特性を示す。

曲げ試験は、JIS-R1601に基づき3点曲げ試験によって評価した。曲げ試験はJIS規格で試験片の表面あらさが  $0.8\mu m R_{max}$  以下に規定されているが、実験では表面あらさと曲げ強さの関係を確認するために、表面あらさが、 $0.2\mu m R_{max}$ 、 $0.8\mu m R_{max}$ 、 $2 \sim 4\mu m R_{max}$  の3条件とした。研削方向は、図1に示すように試験片の幅方向と長手方向とした。

### 2. 実験結果と考察

#### 2.1 研削条件と表面あらさ

図2は、砥石粒度と結合剤、研削速度、送り速度、切込み等を変化させて研削した場合の研削条件と表面あらさの関係を示す。ここで結合剤のちがいから見ると#140M、#140Bでは送り速度は変えているが炭化ケイ素、窒化ケイ素ではレジソンドの方が良いことを示す。

レジソンドは、弾性変形によって、ホイールと被加工物の衝突のエネルギーを減少させたり、研削加工に参与する砥粒数が増大することから、

表1 砥石及び特性

砥粒	粒度	集中度	結合剤
SD	# 140	100	メタルボンド(M)
SDC	# 140	100	レジソンド(B)
SD	# 600	125	〃
SD	# 1000	125	〃
SD	# 2000	125	〃

クラックすなわち加工変質層を極小にとどめる効果があるからである。

砥石粒度600B~2000Bにおいては、条件を変化させても表面あらさには、大きな変化は見られなかった。

しかし粒度が600以上になると研削条件もさることながらドレッシングが適切に行われなければ表面状態を良くすることが困難である。

アルミナの場合のみ、表面あらさが大きくなるのは、結晶粒の大きさの影響によるものと思われる。

#### 2.2 表面あらさと曲げ強さ

図3に表面あらさと曲げ強さの関係を示す。また図4に曲げ強度のワイブルプロットを示す。図3において、炭化ケイ素では、幅方向研削で表面あらさが  $0.2\mu m R_{max}$  と  $4\mu m R_{max}$  では、強度差が177MPaもあり、長手方向では、約1/3の強さとなり表面あらさが優れるほど曲げ強度が高いことを示している。

炭化ケイ素は、4種類の中で加工時において最もエッ

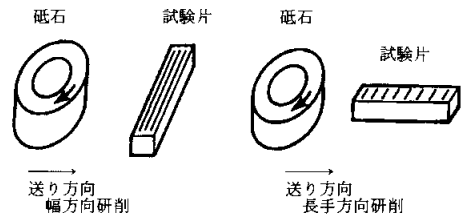
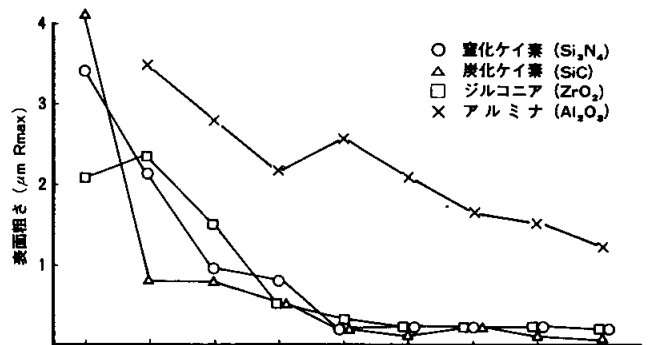


図1 研削方向



研削条件	砥石粒度	#140M				#140B				#600B		#1000B	#2000B
	研削速度m/min	1000	1000	1000	2000	1000	2000	1000	2000	1000	2000	2000	
	送り速度mm/min	1000	500	500	100	500	100	100	100	100	100	100	
	切込み量 μm	20	20	5	5	5	5	2	2	2	2	2	

図2 研削条件と表面粗さ

ジ部に欠けやチャッピングを生じやすく、表面あらかさが大きいということは、エッジ部のチャッピングも大きくなり、その部分からの破壊が生じ、曲げ強度が低下したものと思われる。

図4のワイブルプロットにおいて、炭化ケイ素は表面あらかさが $0.2\mu\text{mRmax}$ 、 $1\mu\text{mRmax}$ が、アルミナは $1.6\mu\text{mRmax}$ 、 $2\mu\text{mRmax}$ が、ジルコニアは $0.9\mu\text{mRmax}$ 、 $1.7\mu\text{mRmax}$ が、窒化ケイ素は $0.2\mu\text{mRmax}$ 、 $0.9\mu\text{mRmax}$ が、ワイブル係数が大きく、強度のパラツキが小さいことがわかる。

3. まとめ

実験の結果から、研削砥石の結合剤については、レジ

ンボンドが使い易く、粗粒度の場合、研削速度を高くすると表面あらかさが小さくなり、微細粒度の場合は研削速度を $1000\text{m/min}$ から $2000\text{m/min}$ と高くしても表面あらかさに大きな変化は見られなかった。

表面あらかさと曲げ強さについては、アルミナの強度が最も低く、炭化ケイ素、窒化ケイ素、ジルコニアの順に高くなった。ワイブル係数から、アルミナ、ジルコニア、窒化ケイ素の順で強度のパラツキが小さく、信頼性が高い結果となった。また、曲げ強さに影響するのは、表面あらかさのみでなく、研削方向、面取り状態にもあることが考えられる。(生産技術研究所)

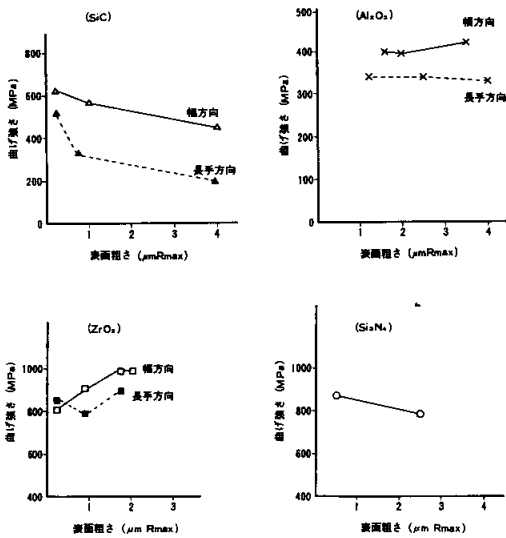


図3 表面粗さと曲げ強さ

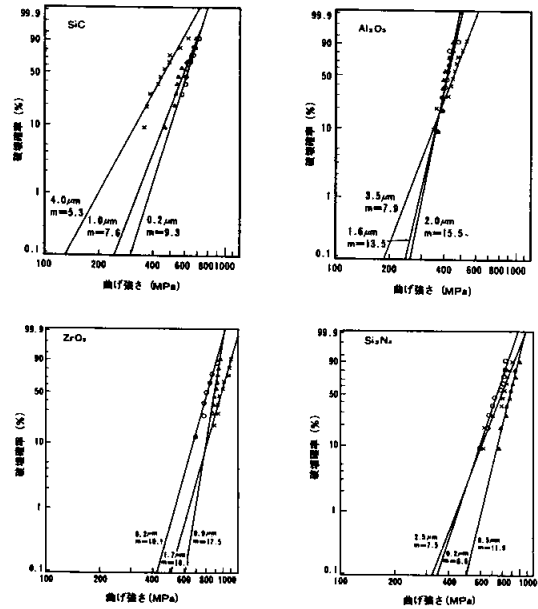


図4 曲げ強さのワイブルプロット