

セラミック加工面の研削モード特性評価手法 ー 第2報 ー

機械技術研究所 ○堤千里, 服部光郎

要旨

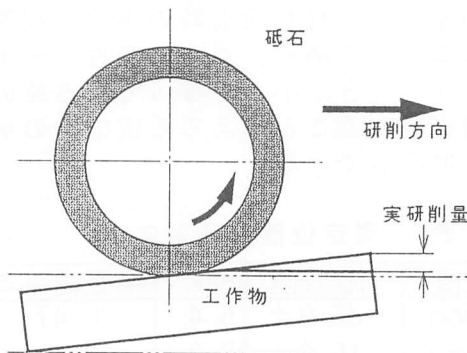
切込みをゼロから6 μm まで微小増加させる傾斜研削を行い、延性モード面から脆性モード面へと変化するアルミナセラミックスの研削加工面を作成した。表面の微小な形状の凹凸を3次元座標測定ができるSEMを使用し、研削加工面を測定した。微小分割した測定面の法線ベクトルを解析することにより両研削モードの識別が可能であるという結論を得た。

1. はじめに

セラミックの研削加工では、脆性破壊が支配的な脆性モード研削、塑性流動が支配的な延性モード研削が知られている。その2つの研削モードを支配する要因を解明するために砥石切込み深さが連続的に変化する傾斜研削を行い、延性モード研削と脆性モード研削面を持つ試料を作成した。この試料を対象に研削面の微細形状を測定し、研削モードを判別する手法について検討した。

2. 実験方法

図1に傾斜研削の概念図と実験条件を示す。アルミナを対象に設定砥石切込み量が0~6 μm と連続的に大きくなる1パス上向き平面傾斜研削を行った。

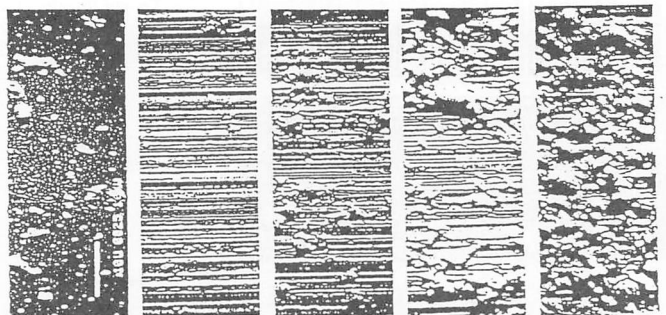


マシニングセンタ : ヤマザキマザック VQC15/40
 使用砥石 : SD1500R100M 突研削量 : 0~6 μm 程度
 砥石周速 : 900m/min 研削幅 : 4.0mm
 砥石送り速度 : 0.9m/min 研削長さ : 25mm程度
 速度比 Kv : 0.001 研削液 : ソリュブル型50倍希釈
 工作物 : アルミナ(JFCC製) 工作物寸法 : 50 x 10 x 16 mm

図1 傾斜研削の概念図と実験条件

傾斜研削後の工作物表面のSEM写真を図2に示す。研削量の増加と共に、(A)前加工面から、(B)延性面、(C, D)混在面、(E)脆性面へと

変化していく研削面が観察された。延性モード研削から脆性モード研削へと変化する研削面について、微小面の法線ベクトルの解析を行うことにより延性モードと脆性モードの2つの研削モードの識別手法の検討を行った。



10 μm (A) (B) (C) (D) (E)
 前加工面, 延性モード研削部分, 混在部分, 脆性モード研削部分
 図2 加工面のSEM像

形状測定には微小な凹凸形状を3次元座標計測可能なエリックス製ERA3000を使用した。(A)前加工面から、(E)脆性面までの研削面を0.176

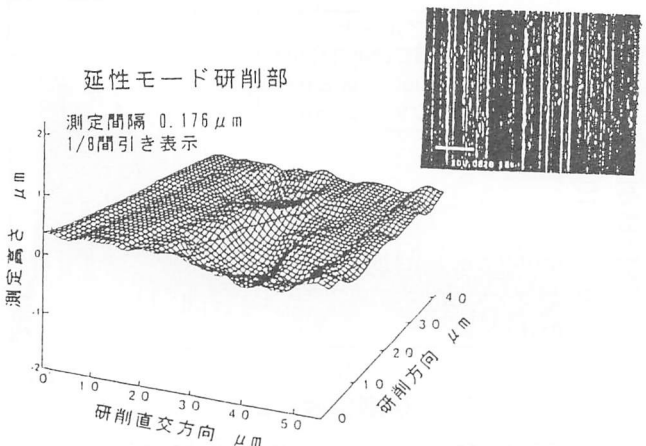


図3 研削面の測定高さ

μm 間隔で研削方向に257点、研削と直交方向に343点、合計8,815点の高さ計測を行った。

図3に3次元座標測定例を研削面測定部分の写真と共に示す。

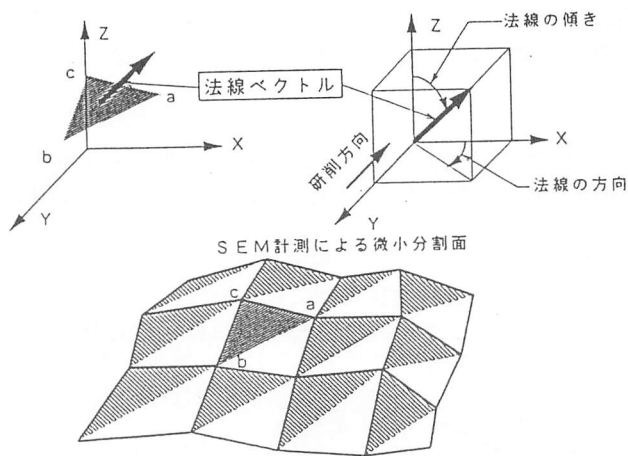


図4 微小分割面モデルと法線ベクトル及び法線の傾きと方向

SEMを用いて計測した微小分割面の法線ベクトル及びその表記法を図4に示す。微小分割面群のうち図中に斜線で示した三角形の微小分割面部を対象にすべての分割面について法線ベクトルを算出した。法線（ベクトル）の傾きは、0.5度ごとの分割面の出現頻度（カウント数）を、法線の方向は5度ごとの分割面の出現頻度を求めた。

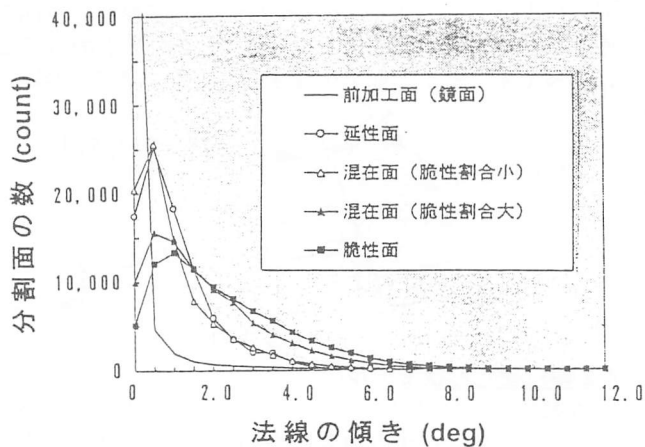


図5 法線の傾きと分割面の数

3. 実験結果

図5に法線の傾きと分割面の出現頻度の関係を示す。傾きの出現頻度は5度以下の低い角度に集中している。鏡面の前加工面では、ほぼ0度になっており、延性モード面から脆

性モード面に変化するにつれて、0度付近への集中の割合が低下している。

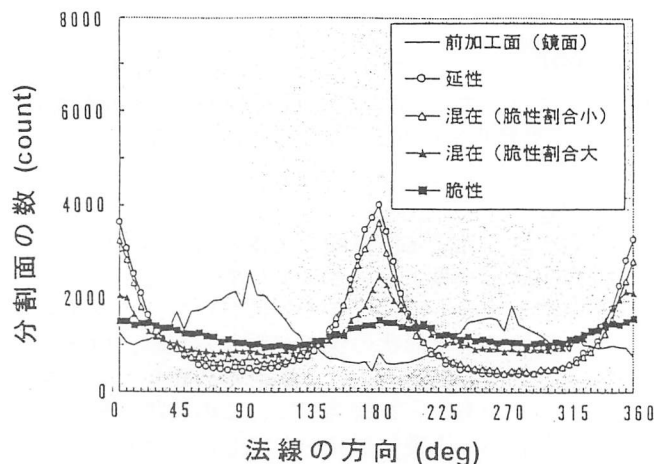


図6 法線の方向と分割面の数

図6に法線の方向とカウント数の関係を示す。延性モード面では、法線の方向は0と180度の付近に集中しており、多くの微小分割面は研削方向と直交し、砥粒切刃形状をそのまま材料に形状転写した研削条痕がある延性モード面の特徴を表している。脆性面では、法線の方向の0と180度への集中が見られなくなっている。

表1 研削面と法線ベクトルの分割面数

	前加工面	延性面	混在面 脆性割合 小	混在面 脆性割合 大	脆性面	
最小 分割面の数	1	435	361	399	764	942
	2	587	370	401	797	949
	3	598	373	436	798	956
	平均	540	368	412	786	949
最大 分割面の数	1	2588	3989	3597	2436	1554
	2	2131	3708	3298	2257	1504
	3	2060	3637	3230	2154	1490
	平均	2260	3778	3375	2282	1516
最大/最小	4.2	10.3	8.2	2.9	1.6	

表1に研削面とカウント数の関係を示す。各測定面のカウント数の最大値から3番目までのカウント数とその平均値、最小値から3番目までのカウント数とその平均値を求め、両平均値の比を用いることによって、研削加工面の研削モードの判別が可能との結果が得られた。

4. まとめ

セラミック研削面の微小面の法線ベクトルの解析を行うことにより延性モードと脆性モードの2つの研削モードの識別が可能であることを明らかにした。

参考文献 J. 山口他, 砥粒加工学会学術講演会, 1993. 10. P251-256