

セラミック加工面の研削モード特性評価手法 ー第1報ー

機械技術研究所 ○堤千里, 服部光郎

要旨

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。研削モードが表面粗さ、残留応力など加工面品位に与える影響を調べた。研削モードが表面粗さに与える影響は大きいこと、X線の残留応力測定結果から研削モードの異なる研削面では半価幅が異なることを明らかにした。

1. はじめに

硬脆材料の研削加工では、塑性流動が主な材料除去作用となる延性モード研削と、脆性破壊が主となる脆性モード研削が知られている。そこで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を作成し、研削モードの加工面品位に与える影響を調べた。

2. 実験方法

傾斜研削の概念図を図1に示す。工作物は砥石50mmの送りに対して15 μm砥石切込み量が増加するように傾斜して保持しアップカットで1パス平面研削した。

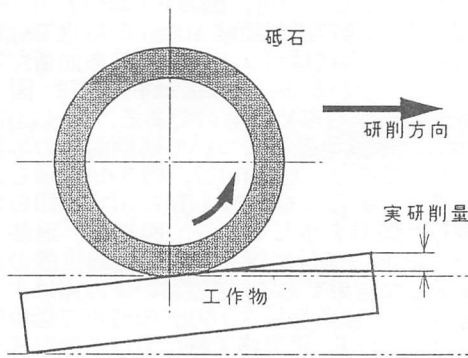


図1 傾斜研削の概念図

加工には、主軸BT40, 5.5kWの立軸マシンングセンタを使用した。砥石は、カップ型砥石を用いてツルインクとドレッシングをしたSD1500R100M。工作物は、JFCC (ファインセラミックセンタ)製 50×10×16mmを鏡面加工したアルミナ標準試験片。加工条件は、砥石周速 900 m/min、砥石送り速度 0.9 m/min、実研削量 0~6 μm 程度、研削幅 4.0 mm、研削長さ 25 mm 程度、研削液ソリュブル型50倍希釈液であった。

傾斜研削後の工作物形状と研削量の定義を図2に示す。研削モードは、SEMを用いて研

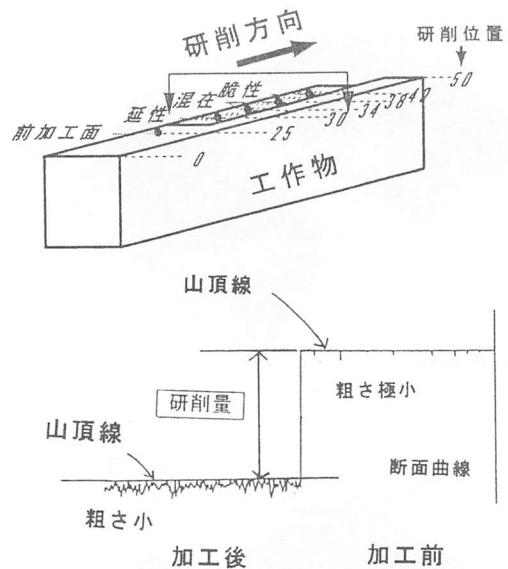


図2 傾斜研削後の工作物形状と研削量の定義

削加工面を観察し目視により判別した。研削位置は工作物の端面からの距離で示した。研削量は、前加工面を残して傾斜研削を行い、触針式粗さ計を用いて研削方向と垂直に断面曲線を測定し、前加工面と加工面の山頂線の差と定義し求めた。同時にJISによる最大高さRyも求めた。研削抵抗は圧電型動力計(キスター)を、残留応力は、PSPC微小部X線応力測定装置(理学電気)を用い、2θ-sin²ψ法、φ一定法で、Cr管球、φ1mmのコリメタを用いて求めた。

3. 実験結果

工作物表面のSEM写真を図3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)脆性面へと変化する加工面が観察された。

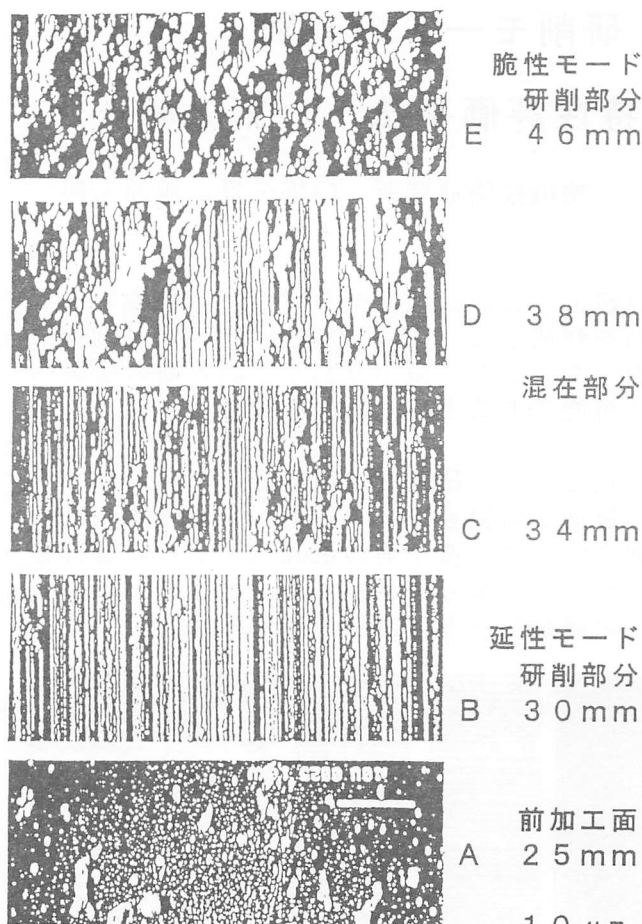


図3 加工面のSEM像

研削位置と法線研削抵抗の関係を図4に示す。原波形を細線で、40Hzのローパスフィルター処理後の波形を太線で示す。原波形の変動周期は、砥石回転と一致しており、研削抵抗の変動原因は砥石バランスであると考えられる。

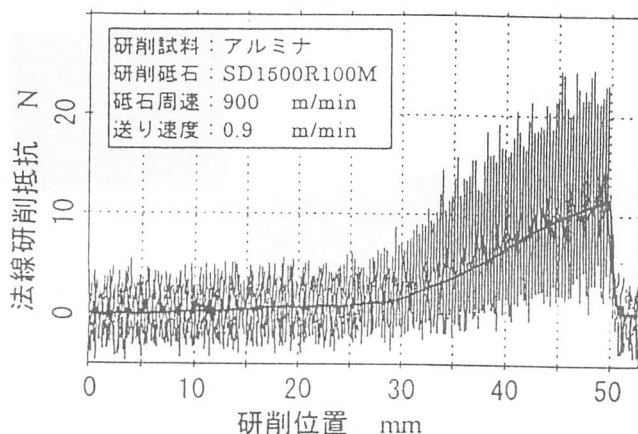


図4 研削位置と法線研削抵抗

研削位置における研削量と表面粗さの最大高さRyの関係を図5に示す。研削位置が28mmの位置で初めて表面粗さ値が現れ、32mmで研

削量が現れることが観察された。延性モード研削面の研削位置30mmに比べ混在部の研削位置34~38mmとなるのに連れ粗さが粗くなり、研削位置40mmからは表面粗さは研削量の増加に関わらずほぼ一定となった。研削モードが表面粗さに与える影響は大きいことが明らかになった。

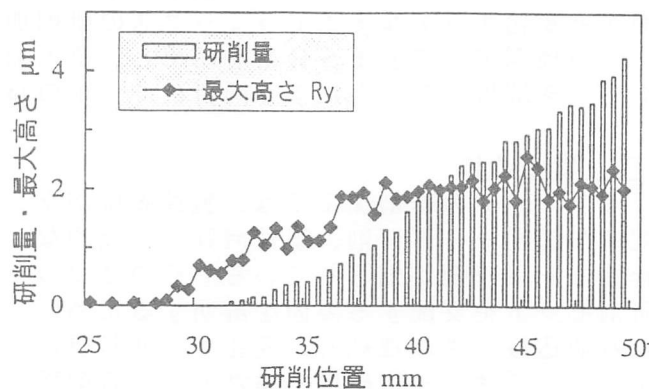


図5 研削位置と研削量及び最大高さ

AからEの工作物表面の残留応力測定結果を表1に示す。#1500の微細砥粒を使用したため残留応力値の絶対値は100MPa以下の小さな値を示した。半価幅は、A、E部に比べB、C、Dで大きな値となっており、これは延性から混在部分に至る加工面で残留応力値がばらつきを持っていることを意味する。このばらつきの原因は、材料除去時の不均一な塑性変形によるものであり、さらに脆性モード研削部分でばらつきが小さくなっている原因は、脆性破壊が生じることによる残留応力の解放のためと推測している。

表1 測定位置と残留応力

測定位置	応力値(MPa)	半価幅平均
A 25mm	-36.9 ± 6.4	0.47
B 30mm	-15.6 ± 35.2	0.73
C 34mm	8.2 ± 20.8	0.84
D 38mm	-36.1 ± 27.1	0.73
E 46mm	-26.9 ± 6.7	0.51

PSPC/微小部X線応力測定装置

ψ一定法, 管球: Cr, コリメータ: 1mmφ

4. おわりに

研削条痕が残っているB、C、Dの部分では、砥石切込み量の一定増加に対して、研削量の増加割合が小さくなっている。また加工面の残留応力は、絶対値が小さいので評価が困難であるが、半価幅からみてB、C、D部分で、残留応力のばらつきが認められる。