

北見工大 ○対馬 史, 田牧純一, 北川武揚, 岩手大・工 井山俊郎

要 旨

メタルボンドダイヤモンド砥石を用いて窒化珪素セラミックスを研削する際に生ずる砥粒摩耗の挙動を、ボンドテールを有する場合について追跡した。研削時間の経過に伴う振動レベルの変化と砥粒形状の変化を対照した結果、砥粒逃げ面面積とボンドテールの逃げ面面積が同程度になった時点で振動レベルが急激に上昇することが明らかとなった。

1. 緒言

マトリクスタイプの砥石をスティック砥石でドレッシングすると砥粒前面部のボンドだけが削除され後面部はボンドテールとして残る<sup>1)</sup>。このボンドテールは、研削時に砥粒を後方から支え砥粒の脱落を防ぐという効果を有する反面、砥粒摩耗により工作物と接触するようになると研削抵抗の増大等を誘発し、研削結果に悪影響を及ぼすことになる<sup>2)</sup>。本研究では、スティック砥石(GC#180)によるドレッシングによって長いボンドテールを発生させたメタルボンドダイヤモンド砥石について、研削の進行に伴う砥粒形状の変化を追跡しその摩耗形態を評価した。

2. 実験方法

図1に示すように、ワイヤカットにより切り出したメタルボンドダイヤモンド砥石片(#270)を回転円板に固定し、 $Si_3N_4$ の平面プランジ研削実験を行った。なお、SEM観察等の際円板から取外した砥石片を測定前と同じ位置に再度固定できるようにするために精密な治具を作成した。実験条件を表1に示す。研削の進行に伴う振動加速度の変化は、工作物に取り付けた圧電型加速度計からの出力をFFTで記録した。それと同時に、追跡砥粒の摩耗過程をSEMステレオグラフで随時観察した。なお、追跡砥粒の選定にあたっては、研削実験前に触針式三次元プロフィール測定装置で砥石作業面トポグラフィの等高線図を作成し、その情報をもとに砥石最外周面に位置する砥粒を選択するようにした。したがって、追跡砥粒は全て研削開始時から有効砥粒として工作物の研削に関与することとなる。SEMステレオ画像は256階調データとして計算機に取り込み、正規化SSDA法によるマッチング処理によって砥粒の立体形状を構築した。砥粒形状評価のパラメータとしては、砥粒部およびボンドテール部の逃げ面摩耗面積、砥粒先端位置の後退量を用いた。

3. 実験結果

図2は、研削実験前後の砥石作業面トポグラフィ(2mm四方)を触針法により測定し、そのプロフィール高さ分布を比較した結果である。図より、研削実験の終了時点で砥石最外周面は $14\mu m$ だけ後退したことがわかる。次に、個々の砥粒の摩耗形態をSEM画像から解析した結果、砥粒形状の変化過程には摩減型と破碎型の2形態の存在することがわかった。図3(a)は、摩減型砥粒について逃げ面面積の変化をプロットした例であり、この場

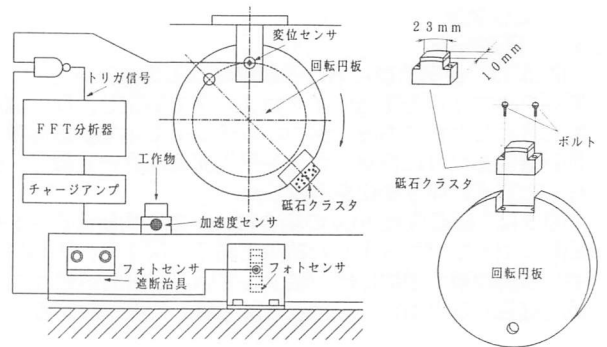


図1 実験装置

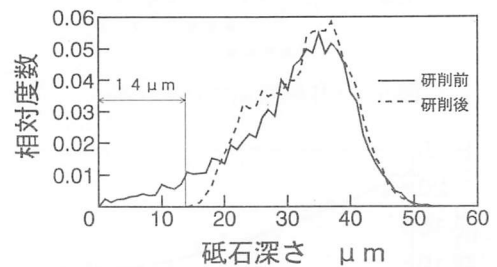
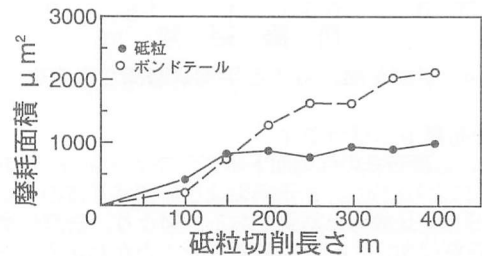
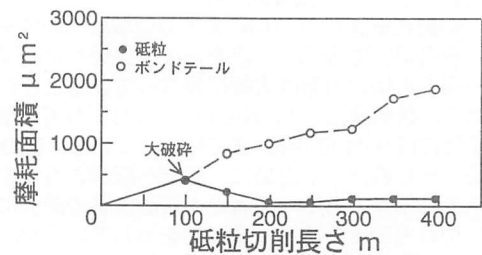


図2 研削前後のトポグラフィ変化



(a) 摩減型



(b) 破碎型

図3 砥粒の摩耗パターン

表1 実験条件

砥石	SD270N100M(外径 204mm 幅 10mm)
工作物	$Si_3N_4$ (幅 4mm)
切込み量	10 $\mu m$ /pass
砥石周速度	1926 m/min
工作物送り速度	15 mm/min

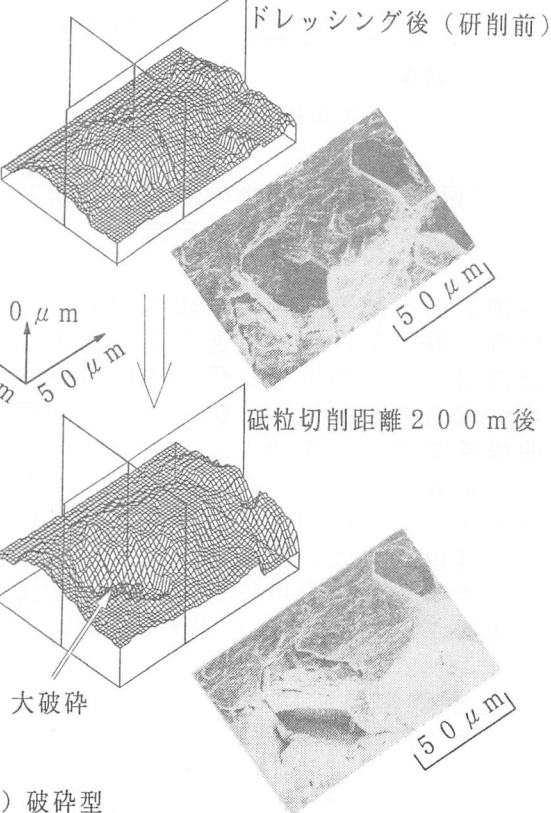
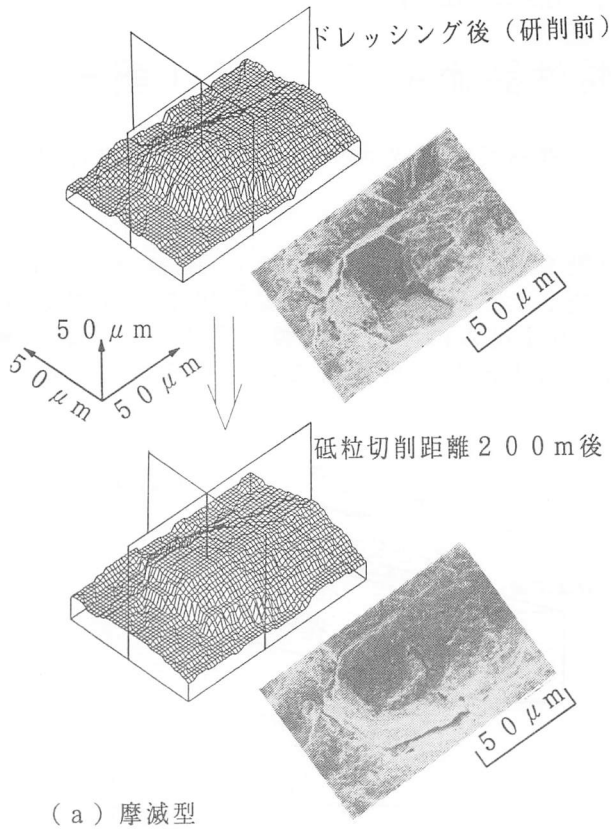


図4 計算機処理による砥粒形状の構築

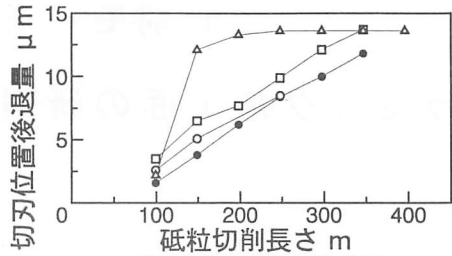


図5 砥粒先端位置の後退量

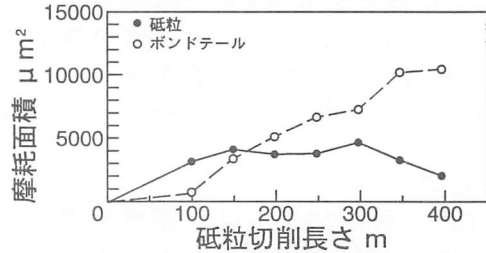


図6 全追跡砥粒の逃げ面摩擦面積

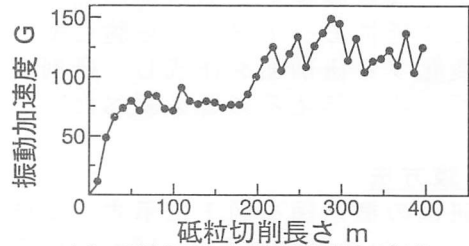


図7 研削時における振動加速度

合、工作物との接触による砥粒先端の平坦部面積(●印)およびボンドテールの接触部面積(○印)が単調に増加していくことがわかる。一方、図3(b)は破碎型砥粒の例で、この場合には砥粒研削距離100mの時点で砥粒の大破碎が発生し、その後はボンドテール接触面積だけが增加していくことがわかる。図3に示す結果は、図4に示す画像処理結果から求めたものである。図4(a)は、図3(a)に示した摩滅型砥粒について研削前後の形状変化を示したものであり、図4(b)は、図3(b)に示した破碎型砥粒の場合である。なお図4(b)に示す矢印の部分は、大破碎した箇所を示している。図5は、追跡した砥粒について研削の進行に伴う切れ刃先端位置の後退量をプロットした結果である。図において△印は大破碎した砥粒を示し、砥粒切削長さ150mの時点で砥粒位置が大きく後退している。研削終了時における砥粒後退量は図2に示した触針法の結果とほぼ一致しており、この結果は画像解析結果の信頼性を与えているものと思われる。図6は、追跡した全砥粒について研削の進行に伴う砥粒部およびボンドテール部の逃げ面面積をプロットした結果であり図7は、振動加速度の変化をプロットした結果である。両者を比較すると、今回の実験条件の場合には、ボンドテールの摩擦面積が砥粒逃げ面面積を超えた時点(砥粒切削長さ200m付近)で振動加速度が急激に上昇し、研削性能の劣化することがわかる。

#### 4. 結言

長いボンドテールを有するダイヤモンド砥石についてその摩擦挙動を明らかにした。今後、ボンドテール長さの影響について検討する予定である。

#### 参考文献

- 1)ダイヤモンド工具マニュアル：ダイヤモンド工業協会(1979), p201.
- 2)庄司, 周, 田牧:ダイヤモンド砥石におけるボンドテールの形成機構について, 精密工学会誌, 56, 7(1990), p1247.