

粗粒砥石を用いた正面研削による セラミックスの鏡面加工

キーワード：セラミックス、粗粒砥石、正面研削、鏡面、表面粗さ

概要

ファインセラミックスを鏡面に加工する際に、従来は研削を施した後ラッピング等の研磨が必要とされていましたが、最近では研削工程だけで高能率に加工するいわゆる鏡面研削についての検討が行われています。

しかし、それらの多くはぜい性材料であるセラミックスに対して塑性流動型の材料除去を実現するために、粒度の異なる砥石によるいくつかの工程を経た後、最終仕上げにおいて非常に微細粒の砥石を用いて加工を行うことが前提とされており、加工能率などの点でなお問題が残されています。

そこで、ここでは加工方式としてカップ型砥石を用いた正面研削を採用し、比較的粗粒の砥石によってセラミックスを鏡面に加工することを目的として行った実験の結果を紹介します。材料除去能力の高い粗粒砥石で鏡面創成ができれば、粗から仕上げまでのすべての工程を同一の加工機と砥石で行うことが可能となり、能率の向上、工程管理の簡略化を図ることができると考えられます。

解説

研削実験は正面研削方式で行いました。この方式では、砥石と被削材が面接触することによりある程度の能率と良好な表面性状を得ることができるかと期待されます。

実験に使用したセラミックスは炭化ケイ素 (SiC)、窒化ケイ素 (Si₃N₄) で、砥石は #140、#800、#2400 の 3 種類の粒度のレジンボンド・カップ型ダイヤモンド砥石を用いました。加工機として空気軸受の主軸を持つ精密縦軸平面研削盤 (光洋機械 FRG-131) を使用しました。実験の概要を図 1 に示します。砥石と被削材の幾何学的干渉状態を単純化して考察しやすいように、被削材は回転させず砥石に対する送りのみを与えました。研削条件を表 1 に示します。研削中の

抵抗の 3 分力を水晶圧電式動力計で測定し、加工面の表面粗さを触針式表面粗さ計を用いて測定しました。

図 2 は実質砥石切込み深さ d を約 3mm で一定として SiC を研削したときの、砥石 1 回転当りの被削材送り量 f と被削材送りと平行な方向の表面粗さ (最大高さ R_{max}) の関係を表しています。#140 という粗粒砥石による表面粗さに注目すると、送り f が大きい条件では他の砥石の場

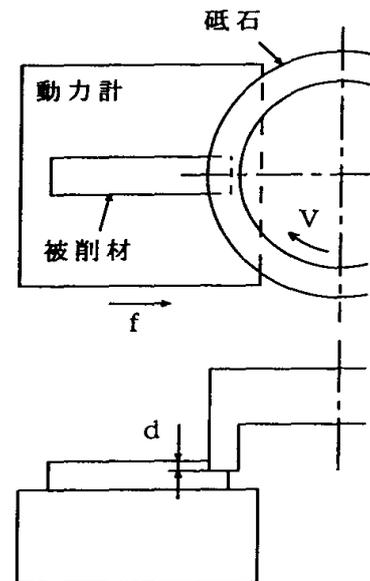


図 1 研削実験の概要

表 1 研削実験

ダイヤモンド砥石	SDC140R100B SD800R100B SD2400-100B
砥石寸法	直径 50mm ダイヤモンド層幅 6mm
砥石周速度	$V=471\text{m/min}$
被削材送り速度	$f=0.3\sim 50\mu\text{m/rev}$
砥石切込み深さ	$d=0.5\sim 620\mu\text{m}$

合に比べて大きいものの、 f が小さくなるにつれて直線的に減少します。そして、この f が小さい条件での表面粗さは他の細粒砥石の場合と同程度のもので、加工面は鏡面状態になります。すなわち、粗粒砥石でも送りの条件を小さくすれば鏡面加工が可能ということがわかりました。

図3は粗粒砥石(#140)を用いて、砥石切込み深さを広い範囲にわたって変化させて加工した場合の表面粗さと研削抵抗の変化を表しています。送り速度は上述の鏡面が得られる条件($f=0.3\text{mm/rev}$)で一定としました。約600mmというかなり大きな切込みを与えても、加工面は鏡面となります。研削抵抗について見ると、主分力(被削材送りと直交する方向の成分)は砥石切込みの増大に応じて砥石前縁部の被削材との接触面積が増えるために大きくなりますが、加工面の寸法・形状精度に影響を及ぼすと考えられる背分力(加工面に垂直な方向の成分)は砥石底面を含めた全体の接触面積の変化が小さいためにあまり変わりません。このことは、粗粒砥石を用いて鏡面を得るためには送り速度を小さくしなければならないという制約を大きな砥石切込み深さという条件で補うことができるということを意味しています。従って、効率を重視して大きな送り速度で前加工した際に生成される粗い表面も、最終仕上げにおいて切込みを大きく設定することで完全に除去でき、鏡面

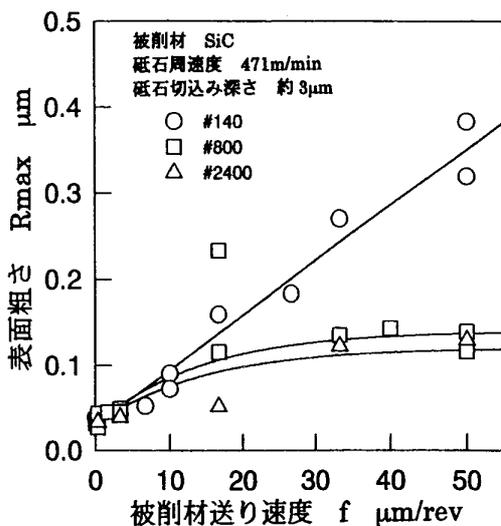


図2 送り速度と表面粗さの関係 (SiC)

を得ることができると言えます。

さらに被削材を Si_3N_4 に変えた場合の結果を図4に示します。 SiC の場合と同様に、粗粒砥石によっても送りを小さくすれば鏡面を示す良好な表面粗さが得られています。

まとめ

正面研削において被削材送り速度を小さくすることによって、粗粒砥石を用いたセラミックスの鏡面加工が可能であることがわかりました。このため、高能率に鏡面を創成することができると考えられます。

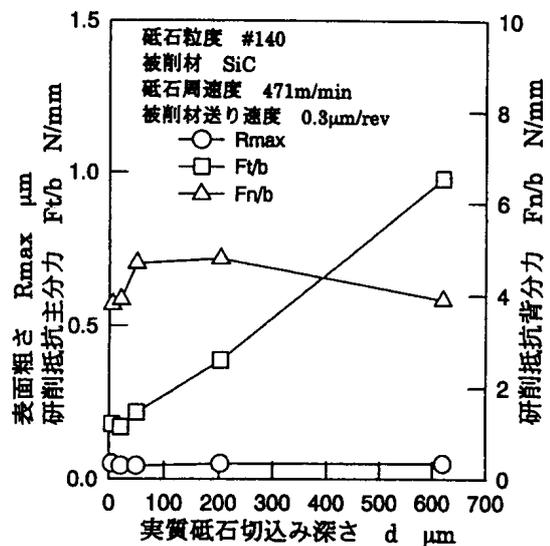


図3 実質砥石切り込みと表面粗さ、研削抵抗の関係 (SiC)

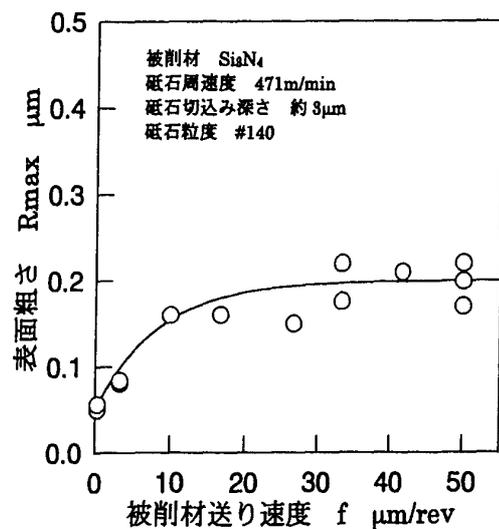


図4 送り速度と表面粗さの関係 (Si_3N_4)