

セラミック薄板の研削加工過程と曲げ変形の変化 No. 98033

キーワード：セラミックス、薄板、研削加工、曲げ変形、残留応力

概要

セラミックスは技術革新を担う新素材の一つとして近年の産業では欠くことのできない材料であり、機械部品や電子部品などに積極的に利用されています。さらに、最近ではIC基板、レーザーコンパクトディスクなど薄板に加工されたもので、しかも高精度なものが要求されてきています。セラミックスは、一般に焼結後研削加工が施されますが、薄板の場合、金属材料と同様に研削加工によって残留応力が発生し大きな曲げ変形が生じます。この変形は高精度が要求される場合には大きな問題となります。

ここでは、セラミックスの中でも相変態による体積膨張のため大きな曲げ変形が生じる部分安定化ジルコニア薄板の研削加工過程と曲げ変形、残留応力の変化について調べた結果を紹介いたします。

解説

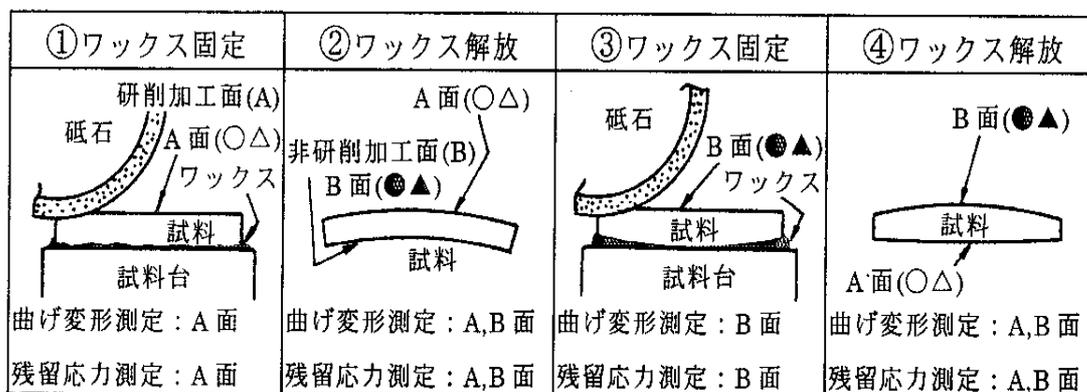
一般に、薄板の研削加工は、曲げ変形を抑えるため両面にわたって行われますが、その時の曲げ変形や残留応力の変化状況を調べました。

実験に用いた試料は、3mol%の Y_2O_3 を助剤とした部分安定化ジルコニア(YTZP)で、大きさは、30mm×30mm、板厚は、0.25、0.5、0.75、1.0mmの4種類です。残留応力除去のための焼鈍を行った後、試料台にワックスで固定し平面トラバース研削しました。研削加工条件を表1に示します。研削加工後の板の曲げ変形は、触針式表面粗さ測定器を、残留応力はX線応力測定装置を用いて測定しました。

図1は本実験での両面研削加工過程と測定の順序を示したもので、①はA面加工後ワックス固定のままにA面の曲げ変形、残留応力を測定、②はB面(Aの裏面)ワックス固定を解放した後、両面の曲げ変形、残留応力を測定、③はA面をワックス固定してB面を研削し、固定した状態でB面の曲げ変形、残留応力を測定、④はA面ワックス固定を解放した後、両面の曲げ変形、残留応力を測定、となっています。図2は、板厚0.5、0.75、1.0mmのものについて、図1の各過程における曲げ変形と残留応力の変化を示したものです。この図で特徴的なことを整理すると次のようになります。

表1 研削加工条件

ダイヤモンド砥石	SDC140N125B
砥石寸法	200(D) × 8(W)
砥石周速	1600mm/min
被削材送り速度	10m/min
砥石切り込み深さ	10 μm
クロスフィード	1.5mm
研削液	ネオクール G2



○●：研削方向 △▲：研削方向に直角な方向

図1 研削加工と測定の順序

(I) 曲げ変形は、研削後ワックス固定の状態では0であり、それを解放したときに生じる。(II) 研削面には圧縮の残留応力が発生し、加工面が凸となる。(III) 残留応力はワックス固定の状態とそれを解放した状態では大きな変化は生じていない。(IV) 両面とも同じ条件で加工した場合には、形状、残留応力は両方とも同じ傾向を示し、したがって曲げ変形は非常に小さくなる。(V) 曲げ変形、残留応力とも、研削方向(○●)より研削方向に直角な方向(△●)の方が大きい。

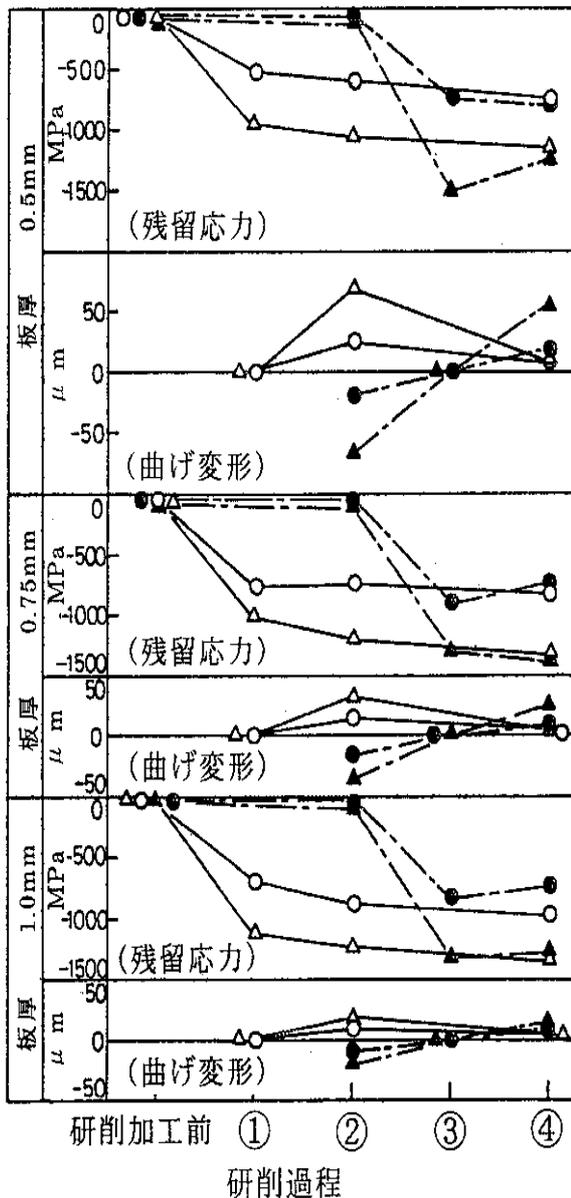


図2 研削加工過程と曲げ変形の変化

図2の④でいずれも形状が中央部で凸になるのは、②→③の過程で試料をワックス固定するとき、図1の③のようにその形状を保ったまま固定したためと思われます。そこで片面研削加工した後、反対側の面を加工するとき、研削加工面が試料台に平坦に接触するように非加工面に荷重をかけワックス固定するようにしました。0.25、0.75mmの試料について図1の手順で研削した結果を図3に示します。この図によると、0.75mmの板厚のものでは裏表同じ条件で研削加工すると残留応力がほぼ同じになり曲げ変形も殆ど生じていません。しかし、0.25mmのような薄板になると、裏表の残留応力の差が少し生じるだけで大きな曲げ変形が生じます。

なお、他のセラミックスでは、材料によって異なりますが、曲げ変形や残留応力の大きさは、おおむね部分安定化ジルコニアの1/3～1/4程度となっています。

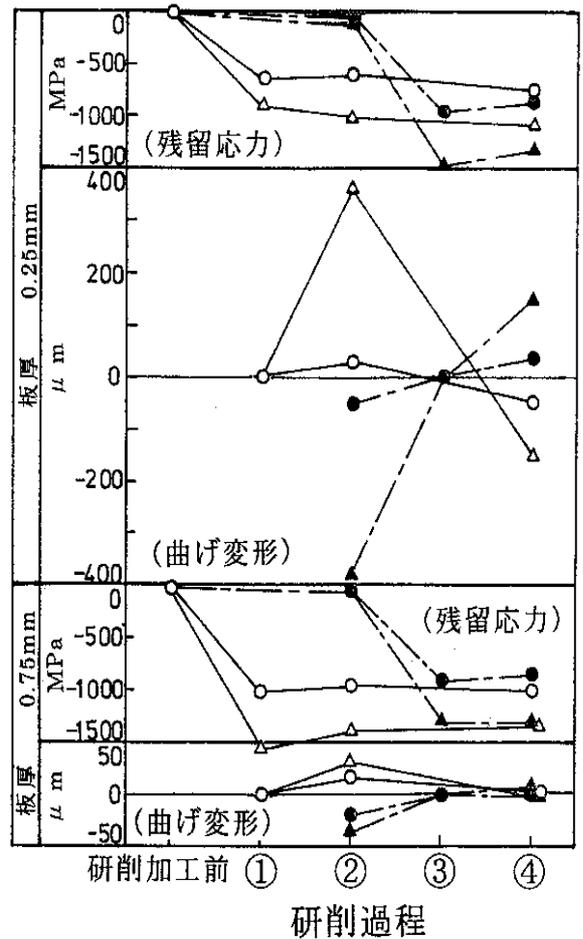


図3 研削加工過程と曲げ変形の変化 (荷重押付によるワックス固定)