

Title	セラミックスの研削加工損傷に関する研究
Author(s)	兼松, 渉
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3108055
DOI	10.11501/3108055
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	かね 兼 まつ 松 わたる 渉
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 3 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 0 月 2 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	セラミックスの研削加工損傷に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 小 倉 敬 二 (副査) 教 授 小 坂 田 宏 造 教 授 平 尾 雅 彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、研削加工によって発生する表面き裂に注目し、加工条件および材料特性と研削加工材強度との関係を定式化するとともに、加工き裂が疲労特性、高温酸化特性に及ぼす影響についても調べ、最適加工条件を明らかにすることを目的としたものである。主な成果を以下に要約する。

研削加工材強度がメディアンき裂で支配されると仮定すると、加工条件を最大砥粒切込み深さ g で表すことによって、強度は g の増加に対して単調に減少するべき関数で表すことができた。この手法は基本的には破壊靱性の温度依存性を考慮することによって高温においても適用できた。また、強度が g の単調関数で表されることから、研削加工によって強度低下を生じない限界の最大砥粒切込み深さ g_c が存在し、この g_c が破壊靱性、平滑材強度、硬さ試験における押し込み抵抗など、供試材の機械的特性の関数として与えられることが導かれた。このことから、材料の耐加工損傷性を向上させるためには、き裂進展抵抗を増加させることが最も効果的であることが明らかとなった。さらに、き裂進展抵抗を増加させる機構の中でも、材料内部の局所的な圧縮残留応力のような、き裂先端前方で作用する機構が効果的であることを実験的に示した。

研削加工材の強度分布を二母数ワイブル分布で近似することにより、最低保証強度は g の増加に対して極大値が存在することを計算機シミュレーションにより明らかにした。

加工き裂は、室温、高温のいずれにおいても、き裂進展を加速させ、疲労特性に悪影響を及ぼすことが明らかとなった。この原因としては、室温では加工き裂の導入によって大気中の水分による応力腐食の影響を受けやすくなること、高温では加工き裂がスロークラックグロースにより、隣接する他の加工き裂と連結することが考えられた。

高温大気中で酸化された場合の酸素侵入深さを二次イオン質量分析器を用いて測定し、酸素侵入深さが g のべき関数で表されることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

構造用セラミックスは高温の腐食性雰囲気の下で用いられる機械部材や、潤滑材の使用が困難な条件下で使用される摺動部材等への適用が期待されている。これらの部材においては、寸法精度確保のため、焼成後にダイヤモンド砥石による研削加工が不可欠となっているが、加工傷による強度劣化が実用化に向けての大きな障害となっている。本論文は、研削加工損傷がセラミックス部材の強度特性に与える影響を定量的に明らかにするとともに、研削加工の最適化を図る技術を検討したものである。

まず第2章において、研削加工材の強度は研削加工によって表面に発生した微小き裂によって支配されるとするモデルを提案、破壊力学に基づく考察から、研削加工材の破壊強度を、砥石仕様と研削作業条件によって一義的に決まるパラメータである最大砥粒切込み深さの関数として表す式を導いた。また強度低下を生じない限界の加工条件すなわち限界最大砥粒切込み深さを破壊じん性値などの機械的特性値の関数として表した。第3章では炭化ケイ素および窒化ケイ素を用いて、常温ならびに高温における破壊試験を実施し、破壊強度と最大砥粒切込み深さとの関係が第2章で導いた関係式と良く一致することを確認した。第4章では、微構造およびじん性が異なるセラミックスを用いて耐加工損傷の向上に有効なじん性強化機構を検討し、破壊じん性値を高める有力な機構の一つである粒子架橋効果は耐加工損傷の向上には有効でないことを明らかにしている。第5章では、研削加工材の強度のばらつきすなわち分布特性に対して考察し、ある破壊確率に対する最低保証強度を考えると、強度が最大となる最適加工条件が存在すること、およびその条件下では平均強度が低下しない加工限界よりも高能率な加工が可能であることを明らかにしている。さらに第6、7章において、研削加工材の疲労強度ならびに高温酸化特性について検討し、強度に対する酸化の影響は小さいことを明らかにした。

以上のように、本論文は研削加工セラミックスの強度特性が、加工によって導入される表面微小き裂を起点とする破壊にとって支配されていることを明らかにするとともに、これをもとに破壊強度、最低保証強度、疲労強度などの所要の部材特性と加工条件との関係を定量的に明らかにした論文であり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。