



Title	鑄鉄の断続切削工具としての焼結アルミナの損傷に関する研究
Author(s)	杉田, 忠彰
Citation	大阪大学, 1966, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/29075
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	杉 田 忠 彰 すぎ た ただ あき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 5 3 号
学位授与の日付	昭 和 41 年 2 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	鑄鉄の断続切削工具としての焼結アルミナの 損傷に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 上田 太郎
	(副査) 教授 小島 公平 教授 田中 義信 教授 副島 吉雄
	教授 津和 秀夫 教授 築添 正 教授 千田 香苗

論 文 内 容 の 要 旨

焼結アルミナを継続切削工具として用いる場合には、切れ刃の欠損あるいは亀裂として観察される工具損傷に対する十分な考慮が払われなければならない。本研究はこの工具損傷を機械的損傷と熱的損傷に分けて検討し、その損傷は実際の焼結アルミナを用いた断続切削工具においていかなる性質のものが、どのような原因の下に発生するかについて追求した。そして、この工具損傷と焼結アルミナの材料強度学的特性あるいは切削工具特性との関連性を明らかにしつつ、すぐれた切削工具特性を得るために、これらの工具損傷を防止する方策について検討するとともに、焼結アルミナの摩擦および摩耗の特徴と工具摩耗との関連性についても触れた。

第 1 章では、本研究の必然性について述べた。

第 2 章では、機械的衝撃を伴うセラミックカッタ（焼結アルミナを用いた正面フライス、以下同様）の切れ刃の挙動を観察し、切削抵抗を求め、それと機械的損傷との関連性を検討した。その結果、切削抵抗あるいは機械的衝撃が大となるような切削条件下においては欠損を生じやすく、切削条件が軽減されるにしたがって、欠損は次第に出難くなり、そこに工具破損の時間依存性がみられ、焼結アルミナのごとき脆性工具材料において、何らかの疲労現象が工具破損を支配していると推測した。

第 3 章では、この焼結アルミナの疲れ特性を静的曲げ応力、くり返し曲げ応力およびくり返し衝撃曲げ応力の三者の下に求めた。その結果、焼結アルミナはいずれの種類に応力によっても疲れ挙動を示し、静的曲げ応力とくり返し曲げ応力が疲労強度低下におよぼす影響は小さく、短時間破壊強度の約 85% 以上の応力範囲で疲れ挙動を示すが、一方これに対して、くり返し衝撃曲げ応力の影響は大きく、 1×10^5 回における時間強度で比較すると、前者の疲労強度の約 $\frac{1}{2}$ に低下した。これらの結果

から断続切削における焼結アルミナの工具破損はくり返し衝撃疲労によるものであるとした。

第4章では、セラミックカッタの切れ刃が上述のようにくり返し衝撃疲労により破損するのを防止する方策について検討した。その結果、切れ刃に適正なランドを設けるとよいことを知った。そして、このようなランドを有するセラミックカッタの切削性能を求めたところ、鋳鉄系の被削材に対して、高速で実用的な長時間の工具寿命が保証され、超硬カッタよりも切削能率、仕上げ面あらさの点ですぐれていることが明らかとなった。

第5章では、熱的損傷について検討した。その結果、熱的損傷は主として熱衝撃作用による熱亀裂の発生という形でみられることを知った。そして、この熱亀裂は切削温度を支配する切削条件によって、その発生状態が異なり、切れ刃線から 0.02~0.04 mm 内側から発生して、亀裂間の間隔は 0.03~0.05mm であり、深さは 0.01~0.015mm であることを知った。また同時にこの熱亀裂が刃面脱落を誘導し、工具摩耗を若干促進することがわかった。しかしながら、この熱亀裂が切れ刃の欠損を生ぜしめる源ではないこともわかり、切削仕上げ面も害されず、結果として熱的損傷が工具に致命的被害をもたらせるものではないことを明らかにした。

第6章では、熱亀裂の発生原因を、セラミックカッタの急速加熱—冷却の熱サイクル中における温度分布と熱応力の変化から理論的に検討した。その結果、1熱サイクル中における熱影響部は切れ刃面からせいぜい 0.02mm 以内であり、極表層部だけが加熱され冷却されることを知った。加熱行程(切削行程)において、切削熱は切れ刃面を最高温度として内部に侵入し、表面下 0.01 mm で常温となるような急激な温度勾配をとる。一方冷却行程(非切削行程)においては、上述の温度勾配を有する切れ刃面上を数 m/sec の常温空気流が流れて、切れ刃は表面から冷却されるが、表面とその直下の最高温度部との温度差は僅少であることを知り、また蓄積された熱の一部はより一そう内部へ侵入して、熱影響部が加熱行程よりも深くなることを知った。そして、これらの結果をもとにして熱応力とその分布を求めたところ、熱亀裂はせん断熱応力にもとづくものであることが判明し、その深さは 0.006~0.01 mm であった。この亀裂深さは、第5章で測定した実際の熱亀裂の深さ(0.01~0.015 mm)とかなりよく一致しており、熱亀裂の発生原因を急速加熱の熱衝撃作用に帰することができた。

第7章では、焼結アルミナの摩擦と摩耗の特徴について論じ、同時に鋳鉄の断続切削工具としての適性について検討した。その結果、高摩擦速度領域(200~400 m/min)において、摩擦部で 1000°C 以上の高摩擦温度を推定できる赤熱点を観察したが、焼結アルミナは溶融摩耗の痕跡を残さず、接触荷重が大になると欠け摩耗を伴うことを電子顕微鏡観察から明らかにした。

しかしながら、超硬合金の約10倍の耐摩耗性を有することを知り、このことは実際の工具に適用した場合でも、高切削速度領域で超硬合金よりはるかにすぐれた耐摩耗性を示したと定性的に一致し、摩耗の観点から工具損傷も僅少で、焼結アルミナが鋳鉄の断続切削工具に適していることを述べた。

第8章では、以上の研究結果をまとめて示した。

論文の審査結果の要旨

本論文は焼結アルミナを鋳鉄の断続切削工具として使用した際の工具損傷を機械的損傷と熱的損傷

の両面から究明し、これにもとづき高速断続切削における工具損傷の防止方策を見出そうとしたもので、緒論、本論6章、総括の8章から成っている。

第1章緒論は断続切削工具として使用の際最も問題になる正面フライス作業における焼結アルミナ工具についての従来の研究を述べ、材料強度学的基礎研究が乏しいために工具損傷の原因が不明であることを指摘し本研究の目的を明らかにしている。

第2章では焼結アルミナの正面フライス工具によって鋳鉄を断続切削したとき切れ刃部での切削抵抗とその変動を観察するとともにこれら切削抵抗の作用による工具破損について検討し、衝撃的応力の繰返しが工具破損に最も大なる影響を及ぼすことを推論している。

第3章は焼結アルミナ材について静疲労、繰返曲げ疲労および繰返衝撃疲労の挙動を究明したものでセラミックカッタの破損に見られる疲労挙動は第2章の推論のごとく主として繰返衝撃疲労によって解明できることを結論している。また疲労破面を電子顕微鏡によって観察してき裂の進行状況を明らかにしている。

第4章はセラミックカッタの疲労破損を防止する具体策について述べたもので前章の繰返衝撃疲労破損の観点からセラミックカッタの切れ刃の面取りによって得られるランドは損傷防止に顕著な効果を発揮することを見出し、すぐれた切削能率と最長工具寿命を得るに最適なランド幅を与える実験式を見出している。

第5章では熱損傷につき検討を行ない、その場合の刃面観察から工具摩耗を促進する原因となる刃面脱落現象をとらえてその機構を明らかにし、この現象は超硬合金工具に見られないものであるとしている。

第6章はセラミックカッタの刃面上に発生する熱き裂の発生原因を熱伝導理論から検討して刃面に発生する熱応力状態を求めた結果熱き裂の発生に直接関係するものはせん断熱応力であると推論している。

第7章は焼結アルミナ工具の摩擦面の赤熱挙動から高い摩擦温度によってもたらされる摩擦面を観察し、正面フライスによる鋳鉄の切削では焼結アルミナの耐摩耗性は超硬合金工具の場合よりもすぐれていると述べている。

第8章は総括で上記の結果をまとめている。

本研究は焼結アルミナを鋳鉄の断続切削工具として用いた場合における工具損傷を機械的損傷と熱的損傷との両面から究明し、工具損傷と材料強度学的特性との関連性を明らかにするとともにすぐれた切削工具特性を得るためにとるべき工具損傷の防止方策を見出したものである。

これは学術上はもちろん工業上に貢献するところが大きい、よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。