

Title	超音波振動研削の加工特性に関する研究
Author(s)	矢野, 章成
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/29002">http://hdl.handle.net/11094/29002</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏名・(本籍)	矢	野	章	成
	や	の	あき	しげ
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7	9	3
	号			
学位授与の日付	昭和40年9月30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	超音波振動研削の加工特性に関する研究			
論文審査委員	(主査)			
	教授	田中	義信	
	(副査)			
	教授	青柳	健次	教授
	教授	上田	太郎	教授
	教授	副島	吉雄	教授
	教授	津和	秀夫	

### 論 文 内 容 の 要 旨

超音波振動エネルギーは古くから種々の分野に利用されていたが、その機械加工への応用は比較的最近である。本論文は従来の機械加工における鉄則に反して、固定砥粒（微粒砥石）に強制的に超音波振動を与え、今まで有害とされていた振動現象を逆に有効に研削加工に利用しようとする超音波振動研削について、現用の低振動・大振幅を用いる超仕上と比較しながら、その加工特性を明確にしようとしたものである。これによって、従来まで系統的な研究の少なかった超音波振動の研削加工分野への広汎な利用に役立てようとしたもので、9章よりなる。

第I章の序章では、超音波振動研削に関する研究の現状と問題点を論じ、本研究の意義を示した。

第II章では、超音波振動研削の特質を材質の異なる数種の工作物に適用した実験によって、砥石に目つまりの起こりにくいこと、軽微な研削作用が保たれることなどを明らかにした。特に、難研削材である18—8不銹鋼において、これら特質が顕著であるため、これが以下において18—8不銹鋼を試料として用いる根拠となったことを示した。

第III章では、模型砥粒に超音波振動を与えた場合の切削機構を試作した切削抵抗測定装置を用いて調べ、工作物回転方向の切削抵抗は減少し、また切削痕深さが増大することをたしかめた。そしてその切削抵抗中、摩擦抵抗の占める割合は無振動のそれにくらべてはるかに減少し、切削痕断面組織の変化も少なくなることを明らかにした。更に、切りくずは流れ形が生成され、排出容易であることをたしかめた。

第IV章では、仕上量に関して研究し、仕上量は砥石振幅と工作物周速度で定まる最大傾斜角が約60°のとき最大になること、砥石押付力との間には比例関係が成立することを実験的にたしかめ、更に、目つまりが起こりにくいことの一つの裏付けとして、砥石内部を加工液とともに通過する切りくずの

あることを見出した。また、超音波振動研削は超仕上よりも仕上能率がよいことを明らかにした。

第V章では、超音波振動研削における目つまり防止の機構について調べ、まず、砥石を超音波振動させると砥石の透過性は増大し、これが砥石内部に浸透した微細切りくずの噴出する裏付けとなることを推論した。また、砥石表面に付着した切りくずは四散しやすくなることを模型実験によってたしかめた。更に、超音波振動面の摩擦係数は極めて小さいことを明らかにし、これが切削時の摩擦抵抗および切りくず排出抵抗の減少をもたらす原因であることを論じた。

第VI章では、砥石の損耗に関して研究し、砥石損耗量は最大傾斜角 $60^\circ$ 附近で最大で、砥石押付力の0.7乗に比例して増加することを実験的に明らかにした。また、砥石は目つまりを起こしにくいので超仕上よりも砥石損耗量は大きい、比損耗量は小さくなることを示した。一方、砥石の微視的観察から、超音波振動研削における砥粒は微細な破碎をつづけ、常に鋭い切れ刃を保つが、超仕上ではそれがほとんど認められないことを見出した。

第VII章では、仕上面あらさ  $H_{max}$  を取扱い、まず、あらさは砥石振幅、工作物周速度の増大とともに悪くなり、砥石押付力の0.2乗に比例してあらくなることを実験的に明らかにした。また、砥石の目つまりが起りにくく、常に軽微な研削をおこなうため、あらさは超仕上に比べてやや劣るが、むしれ現象は生じにくいことを示した。

第VIII章では、研削抵抗に関し、第三章と同じ装置を用いて超仕上抵抗との比較をおこなった。すなわち、工作物回転方向の平均研削抵抗から求めた砥石運動軌跡方向の研削抵抗を考慮することによって超仕上における仕上機構の3形態を、および超音波振動研削の広い加工条件範囲で砥石は目つまりを起こしにくく、常に軽微な研削をおこなっていることを説明できることを知った。

第IX章の総括においては、以上の研究で明らかになった事柄の要点をまとめて記した。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、比較的低速で回転する工作物に、超音波振動をする微粒砥石を押しつけて行なう超音波振動研削の加工特性を、現用の低振動数を用いる超仕上のそれと比較しながら実験的に解明した研究をまとめたもので、序章、本論7章および総括とより成っている。

第I章は序章で、超音波振動を利用する研削加工に関する研究の現状と問題点を論じ、本研究の目的と意義をのべている。

第II章では、性質の異なる数種の鋼材に超音波振動研削を適用した実験により、この加工法は砥石の目つまりが起りにくく、軽微な研削作用が持続されるという特質のあることを見出し、この性質が特に有利に生かされるものとして難研削材料18—8不銹鋼があることを示し、以下の研究における試料としてこれを選んだ根拠をのべている。

第III章では超音波振動を行なう単粒砥粒を用いて、超音波振動研削の加工機構の基礎的な解析を行ない、最大傾斜角を大きくすると工作物回転方向の平均研削抵抗は減少すること、またこの抵抗のうち摩擦抵抗の占める割合は無振動では80~90%であるに対し、超音波振動を与えると20~30%にも低

下すること、更に、研削条痕深さは多重研削の結果、無振動の場合にくらべて増大することなどを明らかにしている。なお、生成される切りくずは流れ形で排出容易であるとのべている。

第Ⅳ章では、仕上量に関して研究し、仕上量は最大傾斜角が約 $60^\circ$  のとき最大になることを見出している。また仕上量は、押付け力にほぼ比例して増大するが、これは目つまりの少ない切削形の加工が行なわれているためであるとし、この裏付けとして、砥石内を通過して排出される切りくずが存在することを示している。更に加工能率は超仕上よりもかなり高くなるというている。

第Ⅴ章は、超音波振動研削における目つまりの起こりにくい原因について調べている。すなわち、砥石に超音波振動を与えた状態では、無振動時よりも透過性ははるかに良好であり、これは砥石内部に浸透した切りくずの排出を容易にする原因の一つであると説明している。また砥石表面に付着した切りくずは超音波振動によって四散しやすくなることを模型実験によって推定し、更に超音波振動面の摩擦係数は極めて小さくなることを示している。そして、これらの総合作用が研削時における切りくず排出を容易にすると論じている。

第Ⅵ章は砥石の損耗に関して研究している。まず、砥石損耗量は最大傾斜角 $60^\circ$  付近で最大値を示す一方、押付け圧力のほぼ 0.7 乗に比例して増加すること、また比損耗量は超仕上にくらべて小さいことなどを実験的に明らかにしている。一方、微視的観察によって超音波振動研削における砥粒切削は、超仕上とことなり、微細な破碎を続け、常に鋭い切削を持つことを見出している。

第Ⅶ章は仕上面あらさについて論じている。すなわち、あらさ ( $H_{max}$ ) は砥石振幅、工作物周速の増大と共にかなり顕著に、一方、砥石押付け圧力の増加に対してはわずかに大きくなることを実験的に明らかにしている。また、あらさは超仕上にくらべてやや劣るが、このことは前述の目つまりの起りにくいことから説明できると述べている。

第Ⅷ章は研削抵抗に関する実験で、砥石運動軌跡方向の研削抵抗は、研削条件によって、超仕上ほどには影響をうけないというている。

第Ⅸ章は総括で、以上の研究で明らかになった事柄の要点をまとめて記述している。

本論文は、近時、精密加工に徐々に応用されてきたにもかかわらず、不明な点が多い超音波振動研削の加工特性に関し、実験的に詳細な研究を行ない、その基本的な事柄を明確に示したものである。特に、この加工法の特徴が目つまりを起しにくいこと、軽微な研削が持続されることにあることを、仕上量、砥石損耗、研削抵抗などの巨視的実験と同時に、巧妙な模型実験、砥粒、切りくずなどの微視的観察の結果から明確に示し本加工法の特性格に適切な資料を与えたことは研削工学上資するところ大である。また、これらの結果は、難研削材とされている 18—8 不銹鋼の超音波振動研削に明確な指針を与えるもので工業的にも寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として十分価値のあるものとみとめる。