

氏名	岩田一明 いわたかずあき
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第66号
学位授与の日付	昭和39年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科機械工学専攻
学位論文題目	A study of machinability of metals (金属材料の被削性に関する研究)

(主査)
論文調査委員 教授 奥島啓次 教授 遠藤吉郎 教授 佐々木外喜雄

論文内容の要旨

この論文は金属材料の被削性に関する研究をまとめたもので、緒論、8章および総括よりなっている。緒論においては、生産工学における被削性研究の重要性について論じ、金属材料の被削性としては現在の段階では工具寿命・仕上面あらさ・切削抵抗および切りくず生成の4種の基準についてそれぞれ検討すべきであると述べている。

第1章においては、まず切削機構の解析に関する奥島・人見の理論を加工硬化性を持つ材料の場合に拡張し、上記の被削性基準に影響する多くの因子について検討している。特にその中でもせん断面上のせん断応力およびせん断ひずみ速度の重要性に着目して、火薬を用いた高速ねじり試験機を試作し、これを用いて種々の材料の高ひずみ速度における応力・ひずみ線図を求めた。これらの結果と切削試験における結果とを比較検討して、金属切削機構を解析するためには静的ねじり試験によって得られる値ではなく、高速ねじり試験によって得られる値を適用すべきであることを明らかにしている。さらに工具刃先前方の流れ領域について論じ、粘い材料では脆い材料の場合よりもその領域が広がること、また切削速度の増加工具すくい角の増大とともにせまくなることなどを示し、被削性が流れ領域の面積と密接な関係のあることを示唆している。

第2章は被削性試験法について述べたもので、まず工具寿命試験においては限界フランク摩耗とクレータ摩耗の設定が重要であり、再研削による工具材料の減量が等しくなるように両者の関係を求め、ついで工具刃先形状・角度の工具寿命に及ぼす影響について検討している。仕上面あらさ試験については切削速度の影響を求める簡易試験法を提案し、工具寿命と同様に工具形状角度および切削条件の影響を明らかにしている。切りくず生成に関しては切りくず処理を考慮した著者独自の分類を示した。

第3章は金属の組織と被削性の関係について論じたもので、Ni-Cr-Mo鋼を熱処理して得られる6種の組織（マルテンサイト・ベーナイト・トルースタイト・ウイドマンシュテツテン・ソルバイトおよびパーライト）を持つ材料を対象として被削性試験を行なった結果、工具寿命に関してはパーライト組織が最高

でマルテンサイト組織が最低であること、仕上面あらさに関しては構成刃先の生成が考えられる速度範囲内ではマルテンサイトが最良でパーライトが最悪であるが、ある速度以上ではほとんど優劣の差のないこと、切削抵抗に関しては組織の硬さとの間に明確な関係のないことなどを明らかにしている。さらにこれらの原因を追究するために切削機構について検討を加え、せん断面上のせん断応力、切りくず工具すくい面間摩擦係数、流れ領域の広がり角、切りくずひずみなどについて詳細な観察を行ない、金属組織の被削性に及ぼす影響を明らかにしている。

第4章は炭素鋼の被削性について述べている。すなわちまず含有炭素量の異なる5種の炭素鋼について工具寿命・仕上面あらさおよび切削抵抗の3点から被削性に与える炭素量の影響を明らかにし、ついでそれぞれについてパーライト組織中の層状量の影響について実験を行ない、その結果特に高炭素鋼においてその影響の大きいことを示している。さらに高炭素鋼における球状パーライトと層状パーライトの被削性を比較し、球状パーライトのほうが工具寿命基準の上で有利であること、また逆にあらさの点からは層状パーライトのほうがすぐれていると述べている。また製鋼法の影響についても言及し、平炉鋼、転炉鋼にくらべて電気炉鋼が最も被削性がよく、このことは製鋼法による含有成分の相異に起因するものと推論している。

第5章は合金鋼の被削性に関するもので、SCM22・SCM3およびSNCM6の3種の合金鋼について被削性を検討し、工具寿命、表面あらさに関してはこの順序に被削性が悪くなるが、切りくず生成に関しては全く逆の順序となり、切削抵抗に関しては三者優劣がないことを明らかにしている。なお帯状組織は被削性、特に工具寿命を悪くすることを実証している。

第6章は鉛快削鋼に関するもので、S45C系及びSCM22系の鉛快削鋼についての実験結果について述べている。まず鉛含有量の影響について実験を行ない、工具寿命に関しては0.10~0.20%の鉛において最も被削性が良くなることを示し、また工具としてはサーメット工具が最適で、超硬P-10がこれにつぐことを明らかにしている。鉛含有によって仕上面あらさは向上するが、切削速度が100m/min以下のとき、および送りの小さい時は効果がないこと、鋼中に鉛の存在することによる切削現象の変化は一般に臨界速度以下で顕著になることを述べている。また鉛含有により切削抵抗の減少、切りくず工具接触長さの減少およびせん断角の増加をきたすが、これらのデータを用いて流れ領域せん断様式による切削機構の解析を行ない、鉛快削鋼では流れ領域は広くなり、このため普通鋼よりもなめらかな切削変形が行なわれることを明らかにし、鉛快削鋼の本質を究明するための有益な資料を与えている。

第7章は鋳鉄の被削性について述べたもので、まず最適工具選択の実験により、超硬M-20が最良で、超硬KN-10及びサーメット工具も適当であることを見出し、これらを用いて工具寿命、仕上面あらさ、切削抵抗より見た鋳鉄の被削性を明らかにしている。特に仕上面あらさについては、鋳鉄の場合には最初工具の摩耗とともに次第にあらさは増すが、工具摩耗がある限界に達してからは逆に減少し、後再び増加する現象を見出し、これが摩耗による工具ノーズ半径、前切刃の変化によるものであることを指摘した。さらに鋳鉄切削機構を解析し、送りおよび横切刃角の影響について論じている。

第8章は不銹鋼の被削性に関するもので、18-8不銹鋼を被削材とし、まず4種の基準による被削性を明らかにし、特に仕上面あらさについては詳細な実験を行なった結果送りを0.02mm/rev以下とし、切込を

小さくノーズ半径を大きくすることにより良い仕上面あらさが得られると結論している。切削抵抗については切削速度の増加とともに減少するが、400m/min 以上ではほぼ一定となり、さらに高速になると切削力の変動が激しくなると述べ、切削機構の解析も併せて行なっている。

最後に全文の総括を述べている。

論文審査の結果の要旨

金属切削加工技術の発達とともに金属材料の被削性が最近注目されてきたが、まだ未知の分野がすこぶる多い。著者はこの問題について実験を主として系統的な研究を行ない、多くの成果を得ている。

まず第1章ではこれまで完全塑性体について行なわれていた切削機構の解析法を加工硬化性を持つ材料の場合に拡張し、その結果を用いて切削変形におけるひずみ速度を求め、著者独自の考案になる超高速ねじり試験機によって得られた材料の応力ひずみ線上に切削変形におけるせん断面せん断応力およびひずみを表わす点ののりを見出したことは今後被削性の本質を求める上において大きい功績である。また工具刃先前方の流れ領域の面積の大小が被削性に密接な関係があることを指摘したことも興味ある示唆である。

第2章において述べられている4種の基準の試験法の中で、工具寿命を判定するための限界フランク摩耗量とクレータ摩耗量の関係を求めたこと、また簡易あらさ試験法の提案も今後の被削性試験法確立のために有効な資料となる。

第3章および第4章の一部において採り上げられている金属の顕微鏡組織と被削性の関係については、従来被削性というものがあるいは硬度あるいは引張強さなど材料の機械的性質と結びつけて考えられていることに対して著者は顕微鏡組織が被削性を左右する重要な因子の一つであるとして熱処理の影響、パーライト層状量の影響などを実験的に探求したが、これらは金属材料の被削性の絶対的な格付けのために重要な研究成果である。

第4章ないし第8章は各種現用材料の被削性について種々の見地から検討しているが、これによって実用上必要な多くの事項が明らかにされている。ことに球状パーライトと層状パーライトの比較、各種製鋼法による被削性の相違、鉛快削鋼における鉛含有量の影響、その切削機構の解析、鋳鉄切削における仕面あらさの変化に関する現象の解明、あるいは不銹鋼の高速切削の検討など初めて明らかにされた事実はきわめて多い。

これを要するに本論文は金属材料の被削性について豊富な実験結果を基にして新しい知見を加えたもので被削性の本質を究明する上におけるきわめて重要な基礎的研究であり、学術上工業上寄与することが多いと考えられる。よって本論文は工学博士の学位論文として価値を有するものと認める。