

氏 名	愛 原 惇 士 郎 あい はら じゅん し ろう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 961 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 3 月 23 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	切削加工工具の摩擦、凝着に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 奥 島 啓 式 教 授 遠 藤 吉 郎 教 授 岡 村 健 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、切削加工工具の摩擦・凝着に関する研究と題し、8章からなっている。

第1章は緒論で、この研究の意義・目的について述べている。すなわち、切削加工の能率向上のため解決すべき問題は多いが、工具寿命の延長及びその予測もその一つで、この問題に対しては、工具と被削材（切くず）間の接触に関する現象、特に摩擦・凝着についての解明が必要であると論じている。

第2章は、高接触面圧・高接触面温度下における摩擦機構について述べたものである。切削工具面と被削材は極めて高い圧力・高い温度の下で接触するので、ここには摩擦現象を解明するために、新しい高圧高温摩擦試験機を開発試作し、これを用いて代表的な切削工具材料と被削材料について摩擦実験を行なった。その結果、たとえば摩擦力は面圧の増加に対し直線的に増加するが、ある限界接触面圧に至ると飽和して一定となること、この限界接触圧力は接触温度の上昇と共に低圧側に移行すること、摩擦力・摩擦係数は温度の上昇と共に増加するが、ある臨界温度で最大となり、それを超えると減少し、この臨界温度は接触面圧が大きくなるほど低温側に移行することなどの事実を明らかにしている。ついで摩擦モデルを設定し、摩擦力及び摩擦係数の理論解析を行ない、以上の実験結果と比較し、摩擦力に及ぼす接触面圧・接触温度の影響を明らかにした。更にこれらの結果を総合して、高圧・高温下の摩擦力及び摩擦係数の挙動に関するモデル図を提案している。

第3章は、高接触面圧・高接触面温度下における引張凝着力の解析に関するものである。すなわち、高圧・高温下の接触においては、凝着現象が重要な役割を果たすので、これを解明するために高圧・高温凝着試験機を製作し、これを用いて引張凝着力に及ぼす圧力・温度・接触時間の影響を実験的に求めた。たとえば、引張凝着力は温度・時間一定の条件下では面圧の増加と共に比例的に増大するが、ある面圧以上では一定となること、強い凝着が始まる温度は工具材料と被削材料の組合せに依存するが、その凝着開始温度と被削材料溶融温度との比は絶対温度で 0.49~0.61 の範囲にあり、この温度以上に加熱されると急激に引張凝着力は増大するが、ある温度を超えると反対に凝着力が減少することなど多くの事実を示してい

る。そして拡散過程にもとづく解析モデルを用いて計算した理論解析は、これらの実験的事実を定性的によく説明することができると述べている。

第4章は、同じく高接触面圧・高接触面温度下におけるせん断凝着力の解析に関するものである。すなわち、工具と被削材の摩擦現象を検討するのに、より重要と考えられる凝着接合部のせん断すべりにもなう諸特性を考察するために、第2章において使用した高圧・高温摩擦試験機を改造し、高温・高圧下におけるせん断凝着力に対する環境条件の影響を究明している。この実験によって、せん断凝着力は摩擦力や引張凝着力と同様に、面圧の増加と共に増大するが、ある限界圧力以上では一定となること、この限界圧力は高温ほど低圧側に移行することなど多くの事実を明らかにしている。そして前章と同様に拡散過程にもとづく解析モデルによりこれらの現象を定性的に説明し、切削工具刃先の高圧・高温下におけるせん断凝着力の特性を示すモデル図を提示している。

第5章は前章までに明らかにされた事実をもとにして、高圧・高温下の接触における摩擦力とせん断凝着力との相関について検討した結果について述べたものである。すなわち、せん断凝着力は高温域での摩擦力の挙動を大きく支配し、せん断凝着力が最大となる温度以上では両者はほぼ同じ値となること、また摩擦係数と凝着係数は共に速度過程的な特性をもち両者は深い相関を持っていること、凝着係数と拡散係数には対応関係があって同一温度条件下では拡散係数の大きい材料の方が大きい凝着係数を示すことなどを述べている。

第6・7章は、本研究の最終目標であるところの切削加工工具刃先に堆積する構成刃先の生成・脱落の機構について、前章までの基礎的研究結果をもとにして究明したものである。まず第6章では、構成刃先の生成・脱落の過程を連続的かつ微視的に観察できるように走査形電子顕微鏡内に温度制御微小切削装置を設けて切削のモデル実験を行ない解析した。その結果、刃先近傍でのひずみ集中及びき裂の発生と伝ば挙動、及びこれらと構成刃先の生成・脱落との関連などが明らかとなり、被削材と工具面間の凝着特性がひずみ集中やき裂の発生に対し重要な要因となっていることが述べられている。

第7章は、構成刃先の挙動を支配するものは、工具面と被削材との凝着特性であるとの前章の結論をふまえて、構成刃先の生成・脱落問題を検討したものである。すなわち、これまでの基礎的解析によって明らかとなった摩擦・凝着特性にもとづいて、構成刃先の挙動を説明する理論モデルを提案し、実際の切削実験によりこのモデルの有効なことを確めている。これによって、構成刃先は工具先端に被削材が凝着して、刃先の近傍の変形が拘束されるに必要な最低凝着力以上となったとき発生すること、また構成刃先内部の応力分布を解析した結果、構成刃先の先端部及びすくい面接触部に高い応力が発生して、この近傍で脱落の可能性があることなどを確認し、構成刃先生成脱落の過程とその原因を明確にした。

第8章は結論で、全体をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

機械生産加工において、切削作業の占める割合は依然として大きく、従って機械生産の能率及び機械部品の精度向上のためには、切削加工に関し解決すべき研究課題は数多い。その中でも切削にあたって工具刃先に付着するいわゆる構成刃先は、ある場合は工具刃先を保護して刃先の摩耗を防ぎ、ある場合はその

脱落粉によって工具損傷を促進し、またその存在によって仕上面にむしれが生じて製品の精度を低下する。このように構成刃先は、切削加工にとって極めて重要な存在である。しかしながらその発生・脱落の機構については、その原因が高圧高温下における被削材と工具の凝着にあることは知られていても、それを完全に解明した研究は少い。著者は、この問題に着目し、まず高温・高圧下の金属接触によって発生する諸現象に対し理論的・実験的に基礎的な検討を行ない、その結果を用いて構成刃先の生成・脱落の機構を究明したもので、得られた成果は次の如くである。

(1) 高圧・高温摩擦試験機を開発し、これを用いて摩擦力・摩擦係数に及ぼす接触温度・圧力の影響を明らかにし、この結果にもとづいて、高圧・高温下の摩擦力及び摩擦係数のモデル図を提示した。

(2) 高圧・高温凝着試験機を開発し、引張り凝着力に及ぼす接触温度・圧力の影響を明かにし、拡散過程にもとづく理論解析によってその特性を説明した。

(3) 上と同様に高圧・高温接触におけるせん断凝着力に及ぼす環境条件の影響を実験的に解析し、拡散過程を導入した理論解析を併用してせん断溶着力のモデル図を提示した。

(4) 走査型電子顕微鏡内に温度制御微少切削装置を設け、構成刃先の発生をはじめ、切削過程における工具刃先近傍の現象を動的かつ微視的に観察することに成功した。

(5) これによって、刃先近傍でのひずみ集中及びき裂の発生と伝ば挙動及びこれらと構成刃先の生成・脱落との関連などが明らかとなった。

(6) 以上の実験的ならびに理論的解析を総合して構成刃先の挙動を説明できる理論モデルを提示し、構成刃先の生成並びに脱落の機構を明確にした。

これを要するに、本論文は切削加工において重要な役割を果たす構成刃先について、その発生・脱落の機構を解明することを最終の目標として、それに最も関連の深い高温・高圧下の接触面における摩擦・凝着について実験的並びに理論的に解析を行なったもので多くの有用な知見がえられ、学術上・工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。