

氏 名	中 富 逸 郎
	なか とみ いつ ろう
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 99 号
学位授与の日付	昭 和 41 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	金 属 加 工 面 の 性 状 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査)
教 授 奥 島 啓 式 教 授 佐々木外喜雄 教 授 会 田 俊 夫

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、機械加工の基本的形態である切削加工を中心にして、金属加工面の生成機構に対する考察を行ない、各種加工条件のもとに生成する加工面の種々の性状について実験的検討を加えるとともに、それらの加工面性状が実用上いかなる影響を及ぼすかという点について摩擦・摩耗および漏洩などの観点から検討した結果について述べたもので、7章からなっている。

第1章は加工面の生成機構について述べたもので、まず光弾性実験によって切削点近傍における被削材内の応力分布を検討し、切削現象が刃先における破断をとまなうせん断過程であるとする切削模型を提示して、切削仕事の中において切くずと加工面の分離仕事および工具逃げ面と加工面の摩擦仕事が生じること、その状態を決定する重要な部分を占めることを明らかにしている。すなわち加工面性状に対して支配的な影響を与えるのは、この刃先における切くずと加工面の分離作用であり、工具と加工面との摩擦作用が付加的効果を与え、さらに切くずの流出作用は間接的な影響を与えるものであることを述べている。

第2章は加工層に対する検討を行なったもので、最初に切削加工面の表層部断面に現れる材料の流動状況の観察結果より加工層生成仕事を評価する方法を提示した後、旋削加工面に生成する加工層と切削条件の関係を実験的に求めて、加工変質層の厚さが切削速度の増大に従って双曲線的に減少すること、切込みによる変化はほとんどなく、送りの増大と共に増すが極端に小さい場合にはかえって増大すること、ノーズ半径を大きくするほど小さくなることなどを明らかにしている。ついで工具に摩擦を生じた場合について摩擦量と加工層の関係を調査し、また研削加工についても実験を行ない、加工表層部の硬化度は炭素量の多い鋼ほど大きいこと、研削加工においては研削紙の粒度があまりに細かいほど表面硬化の程度が大きくなることを示し、また焼鈍による加工層の変化についても検討している。

第3章は加工面の残留応力に関するもので、まず理論的考察を加え、残留応力をひきおこす原因のうち機械的効果には圧縮残留応力を生じさせる垂直力効果と、切削方向への引張残留応力を生じさせる接線力効果の二種類があること、また熱的効果は加工面に引張残留応力を生じさせることを示している。ついで

X線応力測定法によって旋削加工面の残留応力に対する切削速度・切込み・送り・工具ノーズ半径・工具角度の影響などを実験的に求め、また工具摩耗の影響も観察してフランク摩耗の増大によって送り方向の圧縮残留応力の増加が著しいこと、切削方向の引張残留応力は最初は増加するが、ある程度以上のフランク摩耗ではかえって減少することなどを見出した。その他通電加熱切削、研磨紙加工面の残留応力などについても実験を行なっている。

第4章は加工面あらさに関するもので、あらさの生成に寄与する諸因子について考察を加え、切削条件・被削材種のあらさにおよぼす影響を求め、たとえば超低速切削において生じるいわゆる木目状あらさは主として刃先附近に発生する可視的なき裂によって生じること、ノーズ半径を変化した場合にあらさを与える影響についてはかえり現象が重大な因子になっていることなどについて述べ、工具摩耗に伴う加工面あらさの変化についても実験的に検討している。

第5章は加工面性状と摩擦の関係について述べたもので、上試験片（低炭素鋼）にラップ加工・研削加工および形削り加工を施し、下試験片（高炭素鋼）にラップ加工および研削加工を施したものについて種々の条件の組合せのもとで実験を行ない、その結果ラップ加工面同士の摩擦では他の場合にくらべて摩擦係数は大きくなること、下試験片としてラップ加工面を用いた場合上試験片のあらさがあまりいほど摩擦係数は低下すること、あるいは下試験片として研削加工面を用いた場合その加工方向と摩擦方向を平行にしたときよりも直交させたほうが摩擦係数は大きくなることなど面の仕上げ方法およびあらさの摩擦におよぼす影響を明らかにしている。

第6章は、加工面性状と摩耗の関係について検討したもので、まず旋削加工面に関する実験によって加工条件およびあらさの摩耗量あるいは摩耗率におよぼす影響を求め、たとえば加工面あらさが大きい場合かたさの大きい面ほど摩耗量は大きい、あらさが小さい加工面では逆にかたさが大きいほど摩耗量が減少することを明らかにし、これは加工面性状に応じて凝着摩耗と切削摩耗の全体の摩耗に占める割合が変化することによって生じたものとして理論的考察を加えている。なお研削加工面についても、研削条件の影響・焼鈍の影響などを求めている。

第7章は加工面性状と気体漏洩との関係について述べたもので、旋削加工面については加工面あらさ・流路長さおよび荷重負荷にともなう漏洩量の変化を測定し、接触すきまを通る空気の流れが粘性流であるとして求められる等価すきまと、加工面あらさとの間に直線的な関係があることを見出している。また研削加工面においては、接触すきまを通る空気による低圧容器内圧力の変化を測定し、加工面あらさおよび荷重負荷による圧力上昇率の変化を明らかにし、これらの実験結果から気体の漏洩現象を用いて加工面の表面特性を評価する方法を提案している。

結論は以上をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

機械加工、特に切削加工は生産加工技術の基幹をなすものであるが、これが切削理論という学問として研究の対象となったのはあまり古いことではない。そしてその多くは切削機構の解明・切削工具の開発および加工能率の向上に関係するものであり、これらについては多くの成果が得られている。しかしながら

従来の切削理論では主として切くずの変形に着目する傾向が強かったために、切削現象との関連性を考慮して加工面性状を検討するという点が等閑に付されてきた感がある。実際の機械部品にとって最も重要な因子は、その表面を形成する部分、すなわち切りくずを除いたあとの部分であって切りくずではないことを考えると、切削加工面の生成機構に対する基本的考察を行ない、各種加工条件のもとに生成する加工面の種々の性状について実験的検討を加えるとともに、これらの加工面性状が実用上いかなる影響をおよぼすかを摩擦・摩耗および漏洩などの点について検討したこの論文は重要な意義を持っている。

すなわち、まず光弾性実験あるいは特殊急停止装置を用いた二次元切削実験などによって切削点近傍における被削材の応力分布およびその挙動を明らかにし、特に切りくずと加工面の分離作用を重視して、これが工具と加工面の摩擦作用と相まって加工面の表面性状を決定する重要な因子であると指摘したことは注目すべき見解である。この観点の上になって金属表面の加工変質層・残留応力および表面あらさについて詳細な実験を行なってその実態を明らかにしているが、特にこれらの実験において、従来は研削直後の工具についてのみ検討されていた諸事項を切削時間との関連、すなわち工具の摩耗との関連において求めた点にこの研究の大きな特長がある。加工変質層については、かたさおよび顕微鏡組織の変化の二点から切削速度・送り・切込み・工具ノーズ半径などの切削条件の影響を明らかにし、また表面の残留応力については、その発生機構に関し機械的ならびに熱的な効果を考慮して明快な理論を提出し、信頼性について十分な検討をしたX線応力測定法によってその理論の裏づけを行ない、また加工層における同様に切削条件の影響などについても豊富な資料を与えている。

これらの資料を基にして、金属材料が機械部品として用いられるときに要求される性能の中で、加工表面の性状に最も関係の深いと考えられる摩耗・摩擦および気体漏洩について考察し、多くの実験結果を得て、これに対し興味ある理論的考察を加えている。特に摩耗については、いわゆる初期摩耗と定常摩耗の現象を接触部の凝着摩耗と切削摩耗の進行経過によって説明し、相対する金属加工表面の性状、すなわち金属加工条件と摩耗の関係を明らかにしている。同様に二つの金属加工面が接触して、その間を気体が行くときの抵抗については粘性流および分子流の両面より検討し、両面のあらさと接触荷重の影響を求めて、その実験結果を用いて気体漏洩量から加工面のあらさを評価する新しい方法を提示している。

要するに、この論文は金属の加工表面の生成について論じ、加工条件とそれによって得られる仕上面性状との関係を求め、機械部品として必要な各種の性能のうち特に摩擦・摩耗および漏洩についてこれらが加工条件によっていかに影響されるかを理論的ならびに実験的に明らかにしたもので、これらの研究成果は各種機械器具の性能向上に資するところが極めて多く、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。