

氏名	杉下潤二
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1324号
学位授与の日付	昭和55年9月24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	鋳鉄及び軟鋼の往復すべり摩耗に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 遠藤吉郎 教授 森美郎 教授 岡村健二郎

論文内容の要旨

本論文は工作機械のすべり案内面を主たる対象として、その摩耗機構と鋳鉄内の黒鉛の効果とを乾燥、潤滑の条件下で論じたものであって、緒論、結論のほか7章より成っている。

緒論においては、工作機械のような機器には、疲れ破壊によって損傷し、駆動系が停止するといった事故はほとんどなく、多くは摩耗によって精度や機能が維持できなくなることによることから、本論文で往復すべり摩耗における摩耗機構と摩耗軽減策が重要な研究課題としてとり上げられた所以を述べている。

第1章では、鋳鉄と軟鋼を潤滑下で焼入れ硬化材で往復摩擦したとき、両行程で速度や荷重が異なる場合に、両行程の速度差や荷重差が初期摩耗率と定常摩耗率に与える影響を調べたものである。初期摩耗域では摩擦面表層の塑性流動が主たる摩耗機構となり、定常摩耗域では摩擦面の疲労破壊現象であるピット発生が主たる摩耗機構になる。摩擦力振幅や荷重振幅の考えを導入することで、初期摩耗は塑性疲労、定常摩耗は疲労のS-N曲線を考えるとき、一方向摩擦から等荷重・等速度の往復摩擦まで一貫した摩耗評価ができることを述べている。

第2章では、潤滑下の摩耗現象と摩耗粉による表面損傷、表面層の塑性流動、および残留応力との関係をしらべ、両行程の荷重差や速度差によって変化する模様を詳細に調査している。

第3章から第6章までは鋳鉄中の黒鉛を固体潤滑剤として利用する場合の耐摩耗性に及ぼす摩擦形態やふん囲気の影響を主題にしたものであって、第3章は鏡面仕上げされた鋳鉄を超硬合金で摩擦した場合、乾燥摩擦においても黒鉛を主成分とする被膜の発生と、その被覆によって凝着摩耗と摩擦係数が軽減することを述べたものである。

第4章では、さらに鋳鉄黒鉛を積極的に利用するため球状黒鉛鋳鉄表面をエッチング処理し、黒鉛を素地から突出させた場合の潤滑効果を研削仕上面と比較検討し、鋳鉄の研削仕上面は表面が塑性流動層で覆われていて黒鉛の潤滑作用が期待されないという点で耐摩耗性は劣悪であること、加工層を除去すると耐摩耗性は向上するが、摩擦面温度が上昇するような高PV値のもとでは効果がなくなることを知り、その時の温度条件などを調べている。

第5章は摩擦面が黒鉛層で被覆されたとき、鉱油や被膜湿潤剤の存在が摩擦摩耗に及ぼす影響を述べたものである。黒鉛被膜が摩擦過程で鉱油に分散された形になるとき潤滑効果が発揮されるが、あらかじめ形成された被膜が除去されるほどに鉱油が供給されると逆効果になる。グリースを供給したときにはこのような過剰給油の場合も球状黒鉛の離脱あとがグリースだまりとして作用して有効であることその他、各種の湿潤剤の効果や供給ひん度が摩擦摩耗に及ぼす影響を明らかにしている。

第6章では鋳鉄の摩擦面が黒鉛の被膜で覆われたときの被膜寿命の摩擦摩耗特性に及ぼす相対湿度の影響を論じている。湿度の増加に伴って摩擦係数の増大する理由は水蒸気分子の吸着によって球状黒鉛の展延が容易になり、かつ被膜が硬化することを主要原因と考え、低湿度では粉状摩耗が生じ易く、高湿度ではブリスター発生による被膜損傷が生じることを述べ、摩擦力振幅の増大が、したがって往復摩擦のときがそうでないときより被膜寿命を短かくすることなどを明らかにしている。

第7章では研摩紙が軟鋼で摩擦される場合、砥粒の脱落機構が砥粒の大きさによって異なり、そのため砥粒の脱落割合の異なることを述べ、軟鋼のアプレシブ摩耗における両行程の速度差や荷重差の影響を明らかにしている。

結論は以上の研究の成果を総合して述べるとともに、本研究の工学的応用面に言及し、今後の工作機械の材料として考えるべき方向を考察している。

論文審査の結果の要旨

一般に機械の寿命は疲労損傷その他の破壊によることは少なく、多くは部材の摩耗によって生じる振動や精度の低下によることが多い。とくに工作機械のすべり面摩耗はNC化や自動化によって要求される加工精度に対して重要視されている。

工作機械のすべり案内面は往復動されるが、往行程と復行程で荷重やすべり速度が異なり、このような摩擦条件下での摩耗についてはほとんど研究されていない。本研究は境界潤滑下の鋼について異荷重、異速度での往復摩耗試験によって摩耗特性を調査したのち、鋳鉄の摩耗における黒鉛被膜の効果を研究し、最後にアプレシブ摩耗の一形態として研摩紙との摩擦、摩耗を調べたものであって、得られた主な成果は以下のようである。

(1) 往復行程で荷重や速度の異なる場合、両行程の摩擦力振幅や荷重振幅を考えることによって、一方向摩擦から等荷重、等速度の往復摩擦までが疲労における片振り応力から両振り応力に至る各段階に相当することを明らかにし、一貫した摩耗評価を可能にした。摩擦面には圧縮応力を残留するが、この大きさも上に述べた摩擦条件によって決定され、摩擦初期の摩耗変形、定常期のピット発生率が説明される。

(2) 鋳鉄は介在する黒鉛による自己潤滑性の効果をもち、黒鉛を積極的に利用する方法とその成果が明らかにされた。この場合も、往復摩擦では一方向摩擦の場合より黒鉛被膜を硬化させ、被膜寿命は低下する。さらに表面黒鉛被膜が摩擦過程で破壊し、鉱油に分散されたとき、鉱油が被膜量の数パーセントのとき摩擦係数は最低になり、黒鉛被膜が流出されるほどの給油では逆効果になる。

(3) 相対湿度20~80%では、湿度とともに摩擦係数が増加する。この傾向は黒鉛被膜のないときの湿度効果と逆であって、水蒸気分子の吸着によって黒鉛の展延が容易になり、被膜の最適厚さを超えることに

よって被膜が硬化するためである。また高湿度の場合、摩擦力の繰り返しによるプリスターリングを生じるので、摩擦力振幅の増大によって被膜の寿命が低下し、これは一方向摩擦より往復摩擦で甚しくなる。

(4) 軟鋼の SiC 研摩紙とのアブレシブ摩耗において砥粒の脱落機構を研究し、細かい 600 番では主として接着剤層の疲労により劣化し、粗い 100 番砥粒では主としてチップングにより劣化することを明らかにし、鋼のアブレシブ摩耗量は 600 番研摩紙では残存砥粒数の多い一方向摩擦のほうが往復摩擦より多いが、100 番研摩紙では残存砥粒数が少ない往復摩擦のほうが多いこと、およびこれによって研摩紙の研摩性の優劣の基準を知ることができた。

これを要するに、本論文は従来行われなかった異荷重、異速度の往復摩耗試験を鋼、鋳鉄、および研摩紙に対して行い、工作機械のすべり案内面の潤滑摩耗、乾燥摩耗、アブレシブ摩耗の形態を知るとともに、鋳鉄の黒鉛の潤滑性を積極的に利用する方途およびそれに及ぼす環境の影響を明らかにしたものであって、工業上のみならず工学上にも益するところが少なくない。

よって、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。