

氏名	高橋尚郎 たか はし ひさ お
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第962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	高速度鋼工具の摩耗機構と性能向上に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 奥島啓式 教授 岡村健二郎 教授 遠藤吉郎

論文内容の要旨

本論文は高速度鋼工具の摩耗機構と性能向上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、高速度鋼工具の発達の経過及び本論文の目的を示している。

第2章から第4章までは、現在用いられている高速度鋼工具の製造要因と切削性能との関係及び切削に際して現われる損傷形態とそれに及ぼす切削要因の影響について切削実験を主体として検討した結果について述べている。まず第2章では、高速度鋼の組織及び機械的性質に及ぼす化学成分の影響を明らかにするために、各鋼種について検討し、含有合金元素の種類とその量並びに熱間塑性加工や熱処理によってその性質は大きな影響を受け、特に顕微鏡組織の影響が大きいことを示している。

第3章は高速度鋼工具の切削性能に及ぼす高速度鋼製造上の熱履歴工程（溶解・造塊・熱間塑性加工及び熱処理）の影響を明らかにするため各種要因を制御して実験を行なった結果について述べたもので、たとえば鋼塊は小型ほど切削性能がすぐれていること、鍛造比が大きいほど低速切削時の寿命が改善され寿命のばらつきも小さくなること、総型圧延により生ずる繊維状組織の流れの方向を適当に利用することにより切削性能が向上すること、また熱処理については焼入温度×時間の焼入パラメータ（いわゆるPq値）の適正範囲を用途に応じて選択する必要がある、Pq値が過大になると断続切削時の耐チップング性が劣化し、反対に不足すると耐熱性及び耐摩耗性が低下することなど多くの事実を明らかにしている。

第4章は高速度鋼工具に現われる損傷形態について論じたもので、まず損傷を10種の基本形態に分類し、14種の鉄鋼材料を種々の条件で切削して、切削条件の損傷形態に及ぼす影響を求めている。すなわち連続切削においては構成刃先の存在が工具摩耗に大きく影響し、それが存在するとき摩耗は抑制されるが、消滅と共に機械的アブレシブ摩耗が増大すること、断続切削ではチップングなどが加わって複雑な損傷形態を示すこと、また工具鋼種の相違によって損傷形態に本質的な差はないが、Coは耐クレータ性の向上に、Vは構成刃先の脱落粒子による機械的摩耗の抑制に効果のあることなどを明らかにしている。なおこの章では、各切削方式ごとに標準的な被削材ならびに切削条件において工具に要求される3特性（耐

摩耗性・耐熱性・じん性)の割合とそれに適する工具鋼種の選択についても述べられている。

第5章及び第6章は本論文の中核をなす章で、切削時構成刃先と工具すくい面の中間に認められるいわゆるホワイトレイヤに着目し、その成因と工具摩耗に及ぼす影響について論じたものである。すなわちまず第5章では、特殊鋼を主体とした鋼及び鉄の広範な被削材を対象とし、切削急停止装置を用いて各種切削条件下における構成刃先ならびにホワイトレイヤの形状・大きさなど発生状況を調査し、切くず擦過部の状況のそれらに対する影響を究明した。工具刃先に付着滞留した突起型構成刃先を生ずる被削材及び切削条件下において、かつその材料組織がパーライトとフェライトの混合組織である場合に限られてホワイトレイヤが生成すること、またホワイトレイヤは切削時においては母材より軟質で工具摩耗に対し潤滑効果があり、構成刃先と共存して滞留する場合はその底面を安定に保持する二次的作用で工具を摩耗から保護することなどを明らかにしている。ついで著者の考案になるテーパピン式人工ホワイトレイヤ作成装置によって得られるホワイトレイヤについても透過電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡、X線マイクロアナライザなどにより微視的観察を行なった結果、ホワイトレイヤは、すくい面に圧力凝着した切くず二次塑性流れ層のすくい面に接する部分に、被削材中からポイド、高密度転位、ミクロクラックなどを伝ばして流入してきた炭素の凝集により高合金鋼化したマルテンサイトをマトリックスとし、被削材、工具材双方から Cr, Mn を凝集析出した複炭化物を含む2相混合組織であることを明らかにしている。

第6章は前章の研究結果を基にして高速度鋼工具の摩耗機構について論じたもので、刃先に生成する構成刃先はその凝着力が弱く脱落しやすい切削領域では摩耗を促進させ、凝着力の強いときはホワイトレイヤを媒介として保護作用をすること、また突起型構成刃先を作らない被削材を切削するときは界面に合金中間層を生成しないから Fick の単純な拡散によって支配され脱炭軟化することなどについて述べ、すくい面及び逃げ面摩耗速度の数学モデルを提案し、実験結果とよい一致を示すことを確認している。

第7章は高速度鋼工具の切削性能向上のための対策について述べたもので、2種の工具を試作して性能向上の効果を確かめ、かつ製造要因を確定するための基礎実験の結果について述べたものである。まず P/M 法粉末高速度鋼工具については、マクロな機械的性質としての抗折力、並びに被研削性に欠点はあるが、小物のスローアウェイチップでは現状の溶解材に較べ切削性能が向上し、さらにこれを熱間鍛造することにより抗折力や被研削性を大巾に向上することができることを示している。また電子ビームを利用して炭化物及び酸化物を表面にマイクロ溶着した高速度鋼工具においては、溶着した高融点化合物のすぐれた高温硬さによってクレータ摩耗の増大を防ぎ、かつ安定した構成刃先を高速域まで保持することにより、切削性能は著しく向上することを示した。

第8章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

金属切削用工具材料としては、近時 WC, TiC などを主成分とする焼結超硬合金、あるいは Al_2O_3 を主成分とするセラミックなど新しい材料が開発されているが、高速度鋼は現在もなお切削工具材料の主流を占めている。その特長としては、その高いじん性にあるが、高速度切削域における耐摩耗性が他に比べて低いことは否めない。この論文は高速度鋼工具の摩耗機構を追究し、特に高速度鋼工具に顕著に現わ

れる構成刃先及びそれと工具すくい面の中間に存在するいわゆるホワイトレイヤに着目し、これらの成因ならびに工具摩耗に及ぼす影響などについて究明し、これらの研究結果にもとづいて、切削性能の向上を目的とした新しい高速度鋼工具の開発を行なった結果について述べたもので、多くの新しい知見を得ているが、その主なものは次の如くである。

(1) 高速度鋼の組織及び機械的性質に及ぼす化学成分、熱間塑性加工及び熱処理の影響を明らかにした。

(2) 高速度鋼製造時の溶解、造塊、熱間塑性加工、熱処理などいわゆる熱履歴工程が切削性能に大きく影響することを具体的に明らかにした。

(3) 高速度鋼工具の損傷を詳細に観察してその形態を分類し、各種材料の切削において工具に要求される3特性（耐摩耗性・耐熱性・じん性）の割合と、それに適する工具鋼種の順位を示した。

(4) 高速度鋼工具の摩耗に大きい影響を持つホワイトレイヤの生成原因を明らかにした。すなわち、ホワイトレイヤは工具すくい面に凝着した切くずの二次塑性流れ層にCが拡散凝集し、さらにその部分にCr, Mnなどが析出したもので、マルテンサイトをマトリックスとする2相混合組織である。

(5) ホワイトレイヤは高温で軟化し、潤滑効果を持ち、構成刃先の安定化に役立つものであることを明らかにした。

(6) 高速度鋼工具のすくい面ならびに逃げ面摩耗速度の数学モデルを提案した。

(7) 粉末高速度鋼についてその製造要因の工具性能に及ぼす影響を明らかにし、特に熱間鍛造により抗折力や被研削性を改良することができることを見出した。

(8) 電子ビームを利用して各種の炭化物及び酸化物を表面に溶着した高速度鋼工具を試作し、従来の高速度鋼にくらべて著しく切削性能の向上することを示した。

これを要するに、本論文は高速度鋼工具の性能向上を目的として、その摩耗機構、特に摩耗に対する構成刃先及びホワイトレイヤの効果を究明し、更にこれらの成果をもとにして改良高速度鋼の開発を行なったもので、学術上並びに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。