

Title	快削鋼の切削における介在物の微視的作用機構に関する研究
Author(s)	松井, 直樹
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59220
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>を ご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	まつい なおき 松井直樹		
博士の専攻分野の名称	博士(工学)		
学位記番号	第 24930 号		
学位授与年月日	平成 23 年 9 月 20 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械工学専攻		
学位論文名	快削鋼の切削における介在物の微視的作用機構に関する研究		
論文審査委員	(主査)	准教授 藤原 順介	
	(副査)	教授 竹内 芳美 教授 高谷 裕浩 教授 榎本 俊之	

論文内容の要旨

本研究は快削鋼の切削における介在物の微視的作用機構について研究した。切削温度による介在物の作用効果の変化を考慮し、使用される切削条件に応じて被削材を分類して切削面の表面粗さや工具摩耗に及ぼす介在物の作用効果を検討した。また、快削鋼の被削性に深い関わりがあるにもかかわらず、解明されるべき点が残されている構成刃先や工具表面の鉄凝着物、MnS層などの特徴的な切削現象に注目し、これらの微細組織も明らかにして快削鋼の切削機構を検討した。以下に各章で得られた結論を要約する。

第1章では、本研究の背景や従来の研究についてまとめ、本研究の目的を述べた。

第2章では低炭素鉛快削鋼を切削後の切削面や構成刃先、およびその周囲の微細組織を観察し、構成刃先周囲で発生するマイクロクラックが構成刃先の成長に影響を及ぼし、マイクロクラックの発生及び進展に粗大なMnSや鉛が関与していることを示した。また鉛快削鋼の構成刃先にはCが濃化しており、多くの微細セメントイトが分散した強加工微細粒フェライト組織であったことから、鉛快削鋼の構成刃先は安定性が高く、一部が脱落して表面粗さを劣化させないために良好な表面粗さが得られることを考察した。

第3章では、低炭素快削鋼の構成刃先や切削面の表面粗さに及ぼすMnS形態の影響と切りくずせん断域におけるMnSの微視的な変形挙動を調べた。MnSの形態に応じて変化する構成刃先の大きさと表面粗さの関係を示し、MnSの形態によってせん断域内での微視的な変形挙動が変化することを明らかにした。これにより、低炭素快削鋼の構成刃先の成長に及ぼすMnSの微視的な作用機構を明らかにした。

第4章では、低炭素快削鋼を超硬工具で旋削加工したときの表面粗さや工具摩耗に及ぼすMnS形態の影響について調べた。MnSの形態によって工具前切れ刃における構成刃先の挙動が変化するため、切削面に及ぼす影響因子が変化することを明らかにし、表面粗さの変化と関連付けた。

第5章では、低炭素快削鋼を切削中に凝着した工具表面の鉄凝着物と工具表面との界面をTEMや3次元アトムプローブを用いて調査し、低切削温度領域における工具摩耗機構を検討した。工具表面に凝着した鉄凝着物中にWやC原子が拡散していることを実証し、切削温度が低くとも高速拡散路を持つ微細結晶粒となっ

た鉄凝着物中に工具構成成分が固溶・拡散することで工具摩耗が進行する、との工具摩耗機構を示した。

第6章では、高切削温度領域でMnSが超硬工具の表面に付着して拡散摩耗を抑制する効果に関し、工具と切りくず界面における介在物の微視的な作用機構を検討した。酸化物系介在物が異なる機械構造用快削鋼を高速切削し、工具表面に付着したMnS層の微細組織を明らかにして工具摩耗との関連を調べた。工具表面のMnS層に対し、高融点酸化物は砥粒的な作用を果たして工具表面への付着を抑えるが、低融点酸化物は砥粒的な作用効果が小さく、MnS層を工具表面に付着させて拡散摩耗を抑制する効果があると結論づけた。

このように本研究では、快削鋼が使用される各切削温度域の切削条件において、鋼に含まれる介在物の微視的な作用機構を明らかにした。本研究で得られた知見は、高い被削性を有する快削鋼の材料成分設計や被削性を改善するための切削条件の選定に活用することができると結論づけた。

論文審査の結果の要旨

本論文は快削鋼の切削における介在物の微視的な作用機構について研究している。切削温度による介在物の作用効果の変化を考慮し、使用される切削条件に応じて被削材を分類して切削面の表面粗さや工具摩耗に及ぼす介在物の作用効果を検討している。また、快削鋼の被削性に深い関わりがあるにもかかわらず、解明されていない構成刃先や工具表面に凝着する鉄凝着物や MnS 層などの特徴的な切削現象に注目し、これらの微細組織も明らかにして快削鋼の切削機構を検討している。以下に各章で得られた結論を要約する。

第1章では、本研究の背景や従来の研究についてまとめ、本研究の目的を述べている。

第2章では、低炭素鉛快削鋼を切削後の切削面や構成刃先、およびその周囲の微細組織を観察し、構成刃先周囲で発生するマイクロクラックが構成刃先の成長に影響を及ぼし、マイクロクラックの発生及び進展に粗大な MnS や鉛が関与していることを示している。また、鉛快削鋼の構成刃先は C が濃化しており、多くの微細セメントイトが分散した強加工微細粒フェライト組織であったことから、鉛快削鋼の構成刃先は安定性が高く、一部が脱落して表面粗さを劣化させないために良好な表面粗さが得られることを考察している。

第3章では、低炭素快削鋼の構成刃先や切削面の表面粗さに及ぼす MnS 形態の影響と切りくずせん断域における MnS の微視的な変形挙動を調べている。MnS の形態に応じて変化する構成刃先の大きさと表面粗さの関係を示し、MnS の形態によってせん断域内での微視的な変形挙動が変化することを明らかにしている。これにより、低炭素快削鋼の構成刃先の成長に及ぼす MnS の微視的な作用機構を明らかにしている。

第4章では、低炭素快削鋼を超硬工具で旋削加工したときの表面粗さや工具摩耗に及ぼす MnS 形態の影響について調べている。MnS の形態によって工具前切れ刃における構成刃先の挙動が変化するため、切削面に及ぼす影響因子が変化することを明らかにし、表面粗さの変化と関連付けている。

第5章では、切削中に凝着した工具表面の鉄凝着物と工具表面との界面を TEM や 3 次元アトムプローブを用いて観察し、低炭素快削鋼の低切削温度領域における工具摩耗機構を検討している。工具表面に凝着した鉄凝着物中に W や C 原子が拡散していることを実証し、切削温度が低くとも高速拡散路を持つ微細結晶粒となった鉄凝着物中に工具構成成分が固溶・拡散することで工具摩耗が進行する、との工具摩耗機構を示している。

第6章では、高切削温度領域で MnS が工具表面に付着して拡散摩耗を抑制する効果に関し、工具-切りくず界面における介在物の微視的な作用機構を検討している。酸化物系介在物が異なる機械構造用快削鋼を高速切削し、工具表面に付着した MnS 層の微細組織を明らかにして工具摩耗との関連を調べている。工具表面の MnS 層に対し、高融点酸化物が砥粒的作用を果たして MnS 層の付着を抑えるのに対し、低融点酸化物は砥粒的作用がなく、MnS 層を工具表面に付着させて拡散摩耗を抑制する効果があると結論づけている。

以上のように本論文は、快削鋼が使用される各切削温度域の切削条件において、鋼に含まれる介在物の微視的な作用機構を明らかにした。本研究で得られた知見は、高い被削性を有する快削鋼の開発や表面粗さや工具寿命を改善するための工具材質や切削速度といった切削条件の選定に活用することができる。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。