

Title	水溶性金属加工油剤における加工性能向上と環境負荷低減に関する研究
Author(s)	山本, 修太郎
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/806">https://hdl.handle.net/11094/806</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	やまもと しゅうたろう 山本 修太郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 25498 号
学位授与年月日	平成24年3月22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	水溶性金属加工油剤における加工性能向上と環境負荷低減に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 榎本 俊之 (副査) 教授 高谷 裕浩 准教授 藤原 順介

## 論文内容の要旨

本論文は「加工性能向上」と「環境負荷低減」をキーワードに界面活性剤の基本的性質と作用を水溶性金属加工油剤に導入することで、被削材や加工内容、加工条件を絞り、より最適な水溶性金属加工油剤の提案ならび開発を行うとともにその加工におけるメカニズムの解明を行った。

第1章「緒論」においては、まず、金属加工油剤の歴史的経緯と概論について述べ、本研究の目的である「水溶性金属加工油剤における加工性能の向上と環境負荷低減に関する研究」の必要性を述べた。

第2章「水溶性金属加工油剤への界面活性剤の導入」においては、第3章から第6章で、開発した水溶性金属加工油剤に用いた界面活性剤について基本的な性質と化学構造的な分類および作用について述べた。

第3章「ミセル形成を用いた絞りしごき加工油剤の開発」においては、FDA（アメリカ食品医薬品局）規格リストを考慮し、安全性、衛生性に優れ、かつ良好なDI加工油剤の提案ならびに開発を行った。本章では、FDA規格リスト記載物質のみからなり、また、ミセル形成により高潤滑性を得ることを目的とした加工油剤を新たに提案・開発し、その結果、アルミニウム飲料缶に対して優れた絞り加工特性を実現したことを述べた。

第4章「ミセル形成とポリアルキレングリコールを用いた絞りしごき加工油剤の開発」においては、第3章のミセル形成により高潤滑性が得られた油剤を基に、基油であるポリアルキレングリコールの最適化により、アルミニウム飲料缶に対して優れた絞り加工特性を有するDI加工油剤の作用機構を明らかにした。

第5章「置換エネルギー効果による脂肪酸供給を用いた加工油剤の開発」においては、アルミニウム材の加工性能、特に、耐溶着性向上を目的とした水溶性金属加工油剤の提案・開発を行った。本章では、優れた耐溶着性を実現するために、置換エネルギーの考え方を取り入れ、脂肪酸のアルミニウム材表面への有効な導入・供給を新たに着想した。その結果、アルミニウム材に対して、耐溶着性に優れ、かつ良好なアルミニウム防食性を有し、さらに環境への影響にも配慮した窒素を含有していない水溶性金属加工油剤を開発した。

第6章「ミセル形成とポリアルキレングリコールを用いた水溶性ホーニング油剤の開発」においては、不水溶性油剤から水溶性油剤への代替が様々な加工で進んでいる中、依然として不水溶性油剤が主流であるホーニング加工における水溶性化に取り組んだ。ホーニング加工の中でも、特に砥石と被削材の接点において高い圧力と温度の負荷がかかる強制切込み内面ホーニング加工に焦点をあてて検討を行った。本章では、水溶性油剤の基油として潤滑性（耐圧性、耐熱性）、切りくずの洗浄性に優れる水溶性高分子のポリアルキレングリコールに着目し、その物性が摩擦摩耗特性および加工時に発生する切りくずの除去性に及ぼす影響を詳細に検討し、新たな水溶性ホーニング油剤を開発した。

第7章「結論」においては、以上の章の要約を行うとともに、今後の展望について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は「加工性能向上」と「環境負荷低減」をキーワードに界面活性剤の基本的性質と作用を水溶性金属加工油剤に導入し、異なる被削材、加工内容や加工条件別に、より最適な水溶性金属加工油剤の提案ならび開発を行う。さらにそれぞれの加工におけるメカニズムを解明する。

第1章「緒論」においては、まず、金属加工油剤の歴史的経緯と概論について述べ、本研究の目的である「水溶性金属加工油剤における加工性能の向上と環境負荷低減に関する研究」の必要性を述べた。

第2章「水溶性金属加工油剤への界面活性剤の導入」においては、第3章から第6章で、開発した水溶性金属加工油剤に用いた界面活性剤について基本的な性質と化学構造的な分類および作用について述べた。

第3章「ミセル形成を用いた絞りしごき加工油剤の開発」においては、FDA規格リスト記載物質のみからなり、また、ミセル形成により高潤滑性を得ることを目的とする加工油剤を新たに提案・開発しアルミニウム飲料缶に対して優れた絞り加工特性を実現したことを述べた。

第4章「ミセル形成とポリアルキレングリコールを用いた絞りしごき加工油剤の開発」においては、第3章を基に、基油であるポリアルキレングリコールの最適化により、アルミニウム飲料缶に対して優れた絞り加工特性を有するDI加工油剤の作用機構を明らかにする。

第5章「置換エネルギー効果による脂肪酸供給を用いた加工油剤の開発」においては、優れた耐溶着性を実現するために、置換エネルギーの考え方を取り入れ、脂肪酸をアルミニウム材表面へ有効に導入・供給する新たな着想に至る。その着想を基に、アルミニウム材に対して、耐溶着性に優れ、かつ良好なアルミニウム防食性を有し、さらに環境への影響にも配慮した窒素を含有していない水溶性金属加工油剤を開発する。

第6章「ミセル形成とポリアルキレングリコールを用いた水溶性ホーニング油剤の開発」においては、不水溶性油剤が主流であるホーニング加工における水溶性化に取り組む。ホーニング加工の中でも、特に砥石と被削材の接点において高い圧力と温度の負荷がかかる強制切込み内面ホーニング加工に焦点をあてて検討を行う。水溶性油剤の基油と

して潤滑性（耐圧性，耐熱性），切りくずの洗浄性に優れるポリアルキレングリコールに着目し，その物性が摩擦摩耗特性および加工時に発生する切りくずの除去性に及ぼす影響を検討し，新たな水溶性ホーニング油剤を開発する。

第7章「結論」においては，以上の章の要約を行うとともに，今後の展望について述べる。

以上のように，本論文は界面活性剤のミセル形成効果および置換エネルギー効果を導入し，低負荷環境成分のみからなる金属加工油剤を新たに提案し，その原理確認にはじまり，最終的には切削加工や塑性加工において極めて良好な加工特性を実現できることを明らかにしている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。