

補助事業番号 2024M-434
補助事業名 2024年度 MgAl型LDH 合成法を用いたフッ素フリー金属アルミニウム
冷間鍛造用潤滑膜の創製 補助事業
補助事業者名 愛媛大学紙産業イノベーションセンター・准教授・福垣内 暁

1 研究の概要

層状複水酸化物(Layered Double Hydroxide: LDH)は2価と3価の金属水酸化物で構成される層状の機能性材料である。本研究では、Al表面にLDHを合成させ、潤滑能を有する脂肪酸をLDHに担持させることで、Al冷間加工前処理の潤滑膜にLDH潤滑膜を適用することを試みた。LDH合成には環境に優しいMg塩を用い、潤滑性能評価はリング圧縮試験を行った。脂肪酸のうちステアリン酸ナトリウムを担持したLDH潤滑膜が最も摩擦係数が低下し既存の処理法の摩擦係数よりも低下させることに成功した。

2 研究の目的と背景

Alの冷間鍛造加工では、表面の摩擦を低減させるために、フッ素を用いて亜鉛潤滑膜を形成させているが、フッ素を使用することによる排水処理コストや頻繁な薬液交換の課題があり、環境に優しい手法での潤滑膜の作製が求められている。本研究では、フッ素や重金属を使用しないLDH膜を冷間鍛造加工用の潤滑膜へ適用するため、LDHに脂肪酸を強固に結合させ潤滑膜とし、潤滑特性に優れた環境対応型Al冷間鍛造加工用LDH潤滑膜の創製を目指した。

3 研究内容

(1)10分以内の反応時間で、LDH膜単一相を合成

(https://piice.ccr.ehime-u.ac.jp/web/wp-content/uploads/2025/05/250526_gaiyou.pdf)

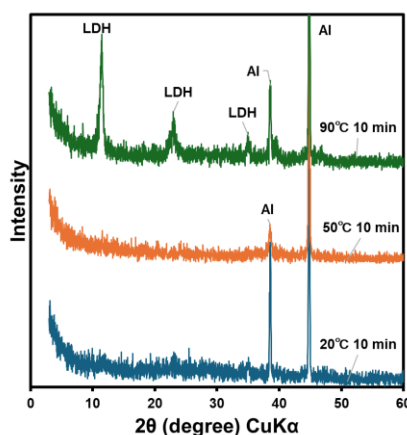


図1 LDH合成後の試料のXRD分析結果
【合成温度90°Cで目標の10分でLDH合成に成功】

(2)LDH膜に脂肪酸を担持させることで潤滑性能に優れた潤滑膜を作製

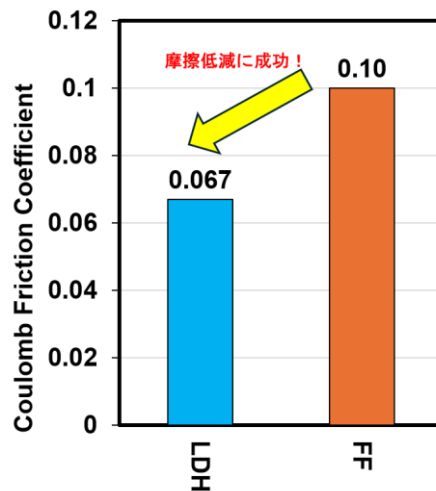


図2 リング圧縮試験による摩擦性能試験結果
【従来膜 (FF) よりも低摩擦化 (LDH) に成功】

(3) LDH膜の染色性や保水性機能の調査及び産業用途の探索

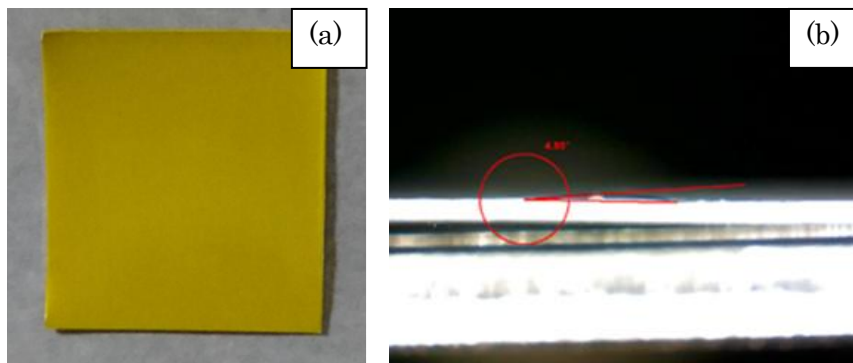


図3 (a) LDH 膜の染色特性, (b) LDH 膜の保水能

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

輸送機械に多用されるアルミニウムを加工する際には、表面の摩擦を低減させるために、フッ素を用いて潤滑膜を形成させているが、フッ素を使用することによる排水処理コストや頻繁な薬液交換の課題があり、環境に優しい手法での潤滑膜の作製が求められている。そこで、フッ素を使用しない手法の開発が各所で行われているが、現時点で、フッ素処理よりも高性能の処理方法が確立されていない。本事業では、フッ素を使用せず環境負荷の小さなマグネシウムを使用するため廃水処理が不要であることに加え、既存フッ素処理よりも高性能の膜を得ることに成功した。まだ、実験室レベルでの確認だが、フッ素を使用せずに高性能膜の作製への可能性が開けた第一歩であり画期的な成果が得られた。今後は、企業においてスケールアップ実験を行うことで少しでも早く実用化に向けて取り組んでいきたいと考えている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究者は、扱いの困難な粉末LDHを扱いやすいシート状に加工するために、アルミニウム板表面にLDHを直接合成しシート状LDHの研究を行っている。シート状LDHは粉末とは異なり、LDHを面として扱うことが可能になり、これまでの環境浄化のような研究以外にも、多くの用途があることが分かってきた。本事業の内容はAl表面にLDHを合成するという処理が、Alの冷間加工前処理として応用できるようになった初めてのケースである。今後も、シート状LDHの技術を応用しこれまで想定されなかった分野へ適用する研究を活発に行うことで、最終的には実用化を目指したいと考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

●学会発表

(1)福垣内暁, 須賀悠介, 青野宏通, 能浦崇太, 北村憲彦, 層状複水酸化物合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製, 第67回粘土科学討論会, 2024年9月(ポスター発表)

(2) 福垣内 暁・須賀 悠介・青野 宏通・能浦 崇太・北村 憲彦, Al 合金上に作製された層状複水酸化物潤滑膜のリング圧縮試験による摩擦特性, セラミックス協会第37回秋季シンポジウム, 2024年9月(口頭発表)

●論文発表

(1) Satoru Fukugaichi, Yusuke Suga, Sota Noura, Kazuhiro Takeyama, Kazuhiko Kitamura, Hiromichi Aono, Frictional property of anionic-surfactant-loaded MgAl-layered double hydroxide films on aluminum alloy using a ring compression test, *Tribology International*, submitted.

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

①第67回粘土科学討論会ポスター発表資料 (<https://piice.ccr.ehime-u.ac.jp/result/result2>)

層状複水酸化物合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製
 ○福地内暁、渡貫悠介、熊澤航太、北村憲治、青野宏典
愛媛大学産業イノベーションセンター、愛媛大学工学部機械、金属化学専攻、4番目工学実習室

1 緒言
 OAMP冷間鍛造加工では、表面の摩擦を低減させるために、ツブ薬を用いた潤滑膜(潤滑剤)の形成が重要である。ツブ薬は加工中に溶け出し、加工面に潤滑膜を形成させる。従来のツブ薬は、加工中に溶け出し、加工面に潤滑膜を形成させる。従来のツブ薬は、加工中に溶け出し、加工面に潤滑膜を形成させる。従来のツブ薬は、加工中に溶け出し、加工面に潤滑膜を形成させる。

2 実験
2.1 LDI膜の合成
 ツブ薬の合成には、LDI膜の合成が必要である。LDI膜は、LDI膜の合成によって形成される。LDI膜の合成には、LDI膜の合成が必要である。LDI膜は、LDI膜の合成によって形成される。LDI膜の合成には、LDI膜の合成が必要である。LDI膜は、LDI膜の合成によって形成される。

2.2 リング圧縮試験
 リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。

3 結果・考察(続き)
3.2 FTIR分析
 FTIR分析は、LDI膜の化学組成を明らかにするために実施される。FTIR分析は、LDI膜の化学組成を明らかにするために実施される。FTIR分析は、LDI膜の化学組成を明らかにするために実施される。FTIR分析は、LDI膜の化学組成を明らかにするために実施される。

3.3 IR分析
 IR分析は、LDI膜の性能を評価するために実施される。IR分析は、LDI膜の性能を評価するために実施される。IR分析は、LDI膜の性能を評価するために実施される。IR分析は、LDI膜の性能を評価するために実施される。

3.4 リング圧縮試験
 リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。リング圧縮試験は、LDI膜の性能を評価するために実施される。

4 結論
 ●本研究は、LDI膜の合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製に成功した。
 ●LDI膜の合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製に成功した。
 ●LDI膜の合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製に成功した。

<謝辞>
 本研究は、LDI膜の合成法を用いたAl冷間鍛造加工潤滑膜の作製に成功した。

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 愛媛大学紙産業イノベーションセンター
 (エヒメダイガク カミサングョウイノベーションセンター)

住所: 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番

担当者: 福垣内 暁

担当部署: 愛媛大学紙産業イノベーションセンター
 (エヒメダイガク カミサングョウイノベーションセンター)

E-mail: fukugaichi.satoru.we@ehime-u.ac.jp

URL: <https://piice.ccr.ehime-u.ac.jp/>