

短パルスレーザー利用によるマグネシウムの藍染

水戸岡 豊^{*,†}・岡野航佑^{*}^{*}岡山県工業技術センター 岡山県岡山市北区芳賀5301 (〒701-0104)[†] Corresponding Author, E-mail: yutaka_mitooka@okakogi.jp

(2025年8月21日受付, 2025年9月8日受理, 2025年10月20日公開)

要 旨

本研究では、短パルスレーザー照射を利用したマグネシウムの藍染について検討した。マグネシウムは軽量化材料として輸送機器分野での実用化が進められている一方で、意匠性の付加に課題が残されている。とりわけマグネシウムでは、安定した酸化皮膜の形成が困難なため、従来の染色技術の適用が難しい。ここでは、レーザー照射によってマグネシウム表面に形成される微細な凹凸構造および酸化層を活用し、インジゴの定着性と色彩特性を検証した。その結果、レーザー照射条件の違いによって染色度合いが変化し、加工密度の制御により色調の調整が可能となった。電子顕微鏡観察により、染料は照射部に形成された酸化マグネシウムの空隙層に選択的に定着することが明らかとなったことから、染色メカニズムの一端を解明するに至った。本プロセスは、マスク作製や湿式処理を必要とせず、意匠性を付加できる新たな金属染色技術となりうる。

キーワード：藍染, 短パルスレーザー照射, マグネシウム

1. 緒 言

マグネシウムは、地殻や海水中に豊富に存在する持続可能な資源であり、軽量性や高い比強度、優れたリサイクル性を兼ね備えた次世代軽量化材料として、自動車など輸送機器分野への実用化が進められている¹⁾。こうした実用面に加えて、意匠面においても付加価値を創出する表面改質技術の開発が求められている。

近年、金属材料への染色技術は機能性・意匠性の向上を目的として活用されている。従来はアルミニウムの陽極酸化皮膜（アルマイト皮膜）の染色のように、酸化皮膜を介した着色が一般的であった²⁾。しかし、マグネシウムのように安定した酸化皮膜の形成が難しい材料では、従来技術の適用が困難であり、実用的な染色技術は十分に確立されていない³⁾。

著者らはこれまでに、マグネシウム合金表面に短パルスレーザー照射を行うことで、酸性染料による染色が可能であることを示してきた⁴⁾。レーザー照射により形成される微細な凹凸構造および酸化層は染料分子との接触面積を拡大するとともに、化学的親和性を向上させる役割を果たす。実際、接触角測定によって算出されたみかけの表面自由エネルギーは未処理試料に比べて高く、染浴との濡れ性の改善が確認されている。図-1には、マグネシウム合金のレーザー照射部における表面二次電子像を示す。また、図-2にレーザー照射前後におけるみかけの表面自由エネルギーの変化をそれぞれ示す。これらの結果は、従来の湿式酸化処理に依存せずとも、レーザー照射による微細な凹凸構造および酸化層の導入によって染色が可能となることを示唆している。

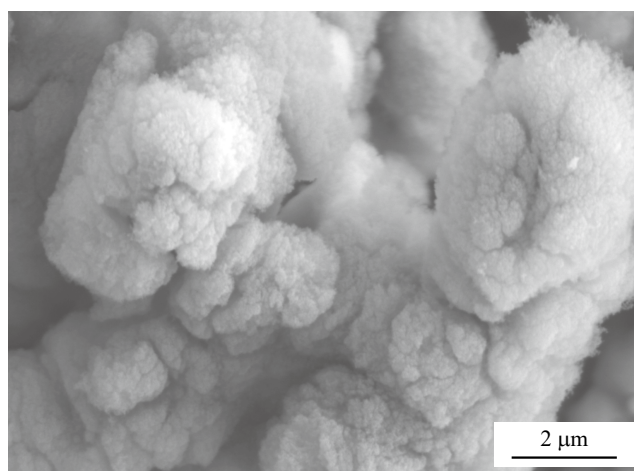


図-1 レーザを照射したマグネシウム合金の表面二次電子像

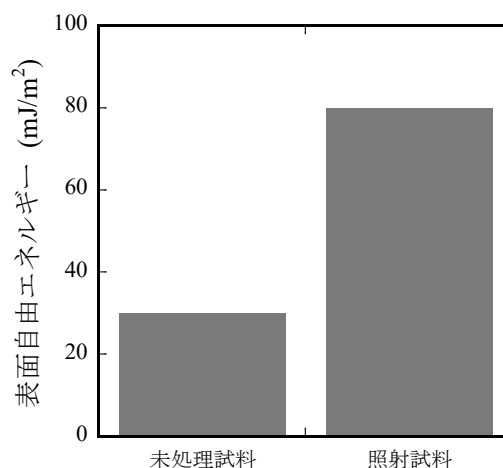


図-2 接触角から算出したマグネシウム合金の表面自由エネルギー

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/