

研究論文

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 98 [10], 256–261 (2025)

アルミニウム合金の褐色陽極酸化皮膜に対する動摩擦係数改善に関する研究

小林 弘明*†・鵜飼 万里那*

*あいち産業科学技術総合センター産業技術センター 愛知県刈谷市恩田町1-157-1 (〒448-0013)

† Corresponding Author, E-mail: hiroaki_kobayashi@pref.aichi.lg.jp

(2025年7月26日受付, 2025年8月23日受理, 2025年10月20日公開)

要 旨

シュウ酸浴により得られる陽極酸化皮膜が有する褐色の色調を損なわずに、動摩擦係数の改善を検討した。動摩擦係数の改善には微粒子ピーニングを適用した。結果、ナイロン粉末またはPTFE粉末とナイロン粉末の混合粉末を用いて微粒子ピーニングした場合、陽極酸化皮膜の動摩擦係数を改善できるとともに褐色の色調を維持できることができた。とくに、陽極酸化皮膜に形成される細孔の孔径が大きい場合、微粒子ピーニングによる動摩擦係数の改善効果が顕著にあらわれることがわかった。この要因は、微粒子ピーニングすることで陽極酸化皮膜の表面に付着したナイロン粉末やPTFE粉末が、陽極酸化皮膜に形成された細孔に含侵されるためであると推察した。

キーワード：陽極酸化, アルミニウム合金, 微粒子ピーニング, 動摩擦係数

1. 緒 言

アルミニウムは軽量で耐食性や加工性に優れるためスマートフォン、パソコンなどの電子機器のほか、輸送機器、建材分野等で幅広く利用されている。アルミニウムに対して陽極酸化処理することで、アルミニウムの表面に陽極酸化皮膜が形成される。この陽極酸化皮膜は、母材であるアルミニウムと比較して意匠性、耐食性や硬度を改善することができる。とくに、この陽極酸化処理によりさまざまな色に着色できる点がほかの金属とは大きく異なる。

陽極酸化処理を利用した着色は、①自然発色、②電解着色、③染色に大別できる。自然発色とは陽極酸化処理における電解浴や電解条件により発現する陽極酸化皮膜そのものの色である。たとえば、硫酸浴により得られる陽極酸化皮膜は透明であり、母材の銀白色となる。一方、シュウ酸浴により得られた陽極酸化皮膜は淡黄色～褐色となる。電解着色と染色は陽極酸化処理後に別途、着色する方法である。これらの方法は、陽極酸化皮膜表面の細孔に着色物質を充填することで発色するものである。電解着色ではニッケルやスズ等の金属塩を含む電解浴で電解処理する。染色では無機染料または有機染料が用いられる。

染色に関する研究としては、たとえば、谷口らは藍染料を用いた染色プロセスの開発に取り組み、中性インジゴ染色液を用いた陽極酸化皮膜の着色に関して報告している¹⁾。また、萩野らは有機染料を添加したテトラエトキシシラン溶液を用いることで耐光性に優れた陽極酸化皮膜を形成できることを報告している²⁾。

電解着色に関する研究としては、たとえば、坂下らは陽極酸化処理と電解着色処理を一つの電解槽で行う方法を検討し、従来の陽極酸化処理と電解着色処理を別々に行う方法で得られる陽極酸化皮膜との色彩の差異を報告している^{3,4)}。また、石田、伊藤らは白色またはパステル調カラーの陽極酸化皮膜を形成するために電解着色における電解液中の金属イオンやアルミニウム素材が及ぼす影響について報告している⁵⁻⁹⁾。さらに、伊藤らは黒色の陽極酸化皮膜を形成するためにCVD (Chemical Vapor Deposition: 化学気相成長) 法における温度条件が及ぼす影響を報告している^{10,11)}。

以上のように陽極酸化皮膜に対する着色方法に関してさまざまな研究が報告されているが、陽極酸化皮膜の着色とともに機能性を付与する試みの研究報告は少ない。近年の多様なニーズに対応するためには、意匠性とともに機能性の付与も必要であると考える。そこで、本研究では陽極酸化皮膜の自然発色を損なわずに機能性を付与することを試みた。著者らは機能性として動摩擦係数に着眼した。動摩擦係数の低減は、輸送機器をはじめとした各種産業機器における摺動部品の損傷や劣化の抑制に直結する。このため、エネルギーの有効活用の観点から動摩擦係数の小さい表面を実現できる技術開発が必要であると考える。

したがって本研究では、シュウ酸浴により得られる褐色の陽極酸化皮膜の色調を維持しながら、動摩擦係数の改善を試みた。動摩擦係数の改善には、著者らがこれまで研究してきた微粒子ピーニング¹²⁾を適用した。

2. 実験方法

2.1 供試材

Table 1に母材として用いたA5052アルミニウム合金の化学

【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/>