

# 酸軟窒化処理した熱間工具鋼の摩擦摩耗特性に及ぼす酸化層および窒化層の影響

The Effects of Oxidized and Nitrided Layers on the Frictional Wear Behavior of the Oxy-Nitrocarburized Hot-Die Steel

石塚 はる菜<sup>※(1)</sup>  
Haruna ISHIZUKA

渡邊 陽一<sup>※(2)</sup>  
Youichi WATANABE

竹山 雅夫<sup>※(3)</sup>  
Masao TAKEYAMA

## 抄 録

リチウム添加塩浴にて酸軟窒化した鋼の表面における微細構造の摩耗挙動について調べた。JIS SKD61に823 Kで300 minの酸軟窒化処理および軟窒化処理を施し、 $Al_2O_3$ 球を用いて無潤滑下で0.10~4.90 Nにてボールオンディスク式摩耗試験を行った。酸軟窒化処理後には表面に外層酸化層(OOL)、内層酸化層(IOL)および窒素化合物層(NCL)が形成された。軟窒化した鋼には多孔質な窒素化合物層(PNCL)が形成された。OOL中のLi-Fe酸化物の粒径は数 $\mu m$ であった。IOLは合金酸化物を含むLi-Fe酸化層からなり、粒径はOOLと比べて小さかった。摩擦摩耗試験の結果、IOLの耐摩耗性が最も優れていた。OOLおよびIOLの両者の酸化層は熱力学的に安定であるが、OOL中の酸化物の粒界にはクラックが進展した。一方、IOL中にクラックは進展しなかった。また、ボイドのないNCLはPNCLよりも優れた耐摩耗性を有するが、摩擦熱により容易に酸化され摩耗した。したがって、従来の軟窒化処理と比べて、酸軟窒化処理は耐摩耗性を向上させることが示唆された。

## Abstract

The purpose of this study is to investigate the microstructural wear behavior of the surface of steel oxy-nitrocarburized in a Li-added salt bath. JIS SKD61 was oxy-nitrocarburized or nitrocarburized at 823 K for 300 min. A ball-on-disk type wear test was conducted at 0.10-4.90 N without lubrication using a  $Al_2O_3$  ball. After oxy-nitrocarburizing, an outer oxide layer (OOL) and inner oxide layer (IOL), following a nitrogen compound layer (NCL), were formed on the surface. The nitrocarburized steel had a porous NCL (PNCL). The grain size of the Li-Fe oxide in the OOL was a few  $\mu m$ . The IOL consisted of an Li-Fe oxide layer with alloy oxides, the grain size was smaller. As a result of the wear test, IOL had highest wear resistance. Both oxide layers are thermodynamically stable, but cracks propagated at the grain boundaries of the oxide in the OOL, the layer was worn. On the other hand, cracks did not propagate in the IOL. The NCL without void had better wear resistance than PNCL, but it was oxidized by friction heat easily and was worn. It is suggested that oxy-nitrocarburizing makes wear resistance of die improve as compared to conventional nitrocarburizing.

日本トライボロジー学会 トライボロジスト 第65巻 第7号 p.440-449 (2020)より転載(抄録等、一部加筆修正)

※(1)総合技術研究所 第七研究センター

※(2)総合技術研究所 副所長

※(3)東京工業大学 物質理工学院 教授