

# 機械加工によるテクスチャと固体潤滑分散の相乗効果によるアルミニウム合金の摩擦低減

Combined effects of surface texture fabricated with machining and solid lubricant penetration on friction properties of aluminum alloy

兼房(株) (非) \*佐藤 寿樹 兼房(株) (非) 神田 保之 兼房(株) (非) 西尾 悟  
 名城大 (正) 宇佐美 初彦 福井大 (正) 本田 知己 都市大 (正) 三原 雄司

Toshiki Sato\*, Yasuyuki Kanda\*, Satoru Nishio\*, Hatsuhiko Usami\*\*, Tomomi Honda\*\*\*, Yuji Mihara\*\*\*\*

\*Kanefusa Corporation, \*\*Meijo University, \*\*\*University of Fukui, \*\*\*\*Tokyo City University

## 1. はじめに

表面に凹凸を付与する技術はテクスチャリングと呼ばれ、摩擦抵抗の低減安定化に寄与することが知られており、工作機械案内面のきざげ模様はその典型的な事例である<sup>1)</sup>。表面に付与された凹部は油溜りや摩耗粉捕集部として機能することで、摩耗粉の凝着成長を抑制し、摩擦抵抗を低減安定化させる<sup>2)</sup>。軸受や工作機械案内面などのテクスチャリングの応用が期待される機械要素は、除去加工によって形成されるため、機械加工によって十分な摩擦特性を発現するテクスチャを付与することは工程上魅力的であるが、加工時間や形状精度において課題がある<sup>3)4)</sup>。そこで、著者らは、開発した切削工具を用いた高速テクスチャリング手法(タイリング<sup>TM</sup>)によって、マイクロディンプルからなるテクスチャを作製し、その適用可能性について検討してきた<sup>5)</sup>。

ところで、自動車のエンジン部品しゅう動面においては、近年の潤滑油の低粘度化への流れにより油膜厚さが減少し、金属接触の頻度の増加が予想される。固体潤滑剤はこのようなしゅう動面が直接接触する状況下において有効である<sup>6)</sup>。本報告では、切削による高速テクスチャリング手法により形成された表面テクスチャと塑性加工によって圧入された固体潤滑剤との摩擦低減安定化に関する相乗効果を実験的に検討した結果を報告する。

## 2. 実験方法

試験片は鋳造用アルミニウム合金 AC8A-T6 材である。鋳造塊より旋削によって  $\phi 44 \times \phi 20 \times t 8 \text{ mm}$  のディスク形状に加工し、その一端面を試験表面とした。テクスチャリングは CNC マシニングセンタのチャック部に試験片を固定し、Fig. 1 のように外周部に突出した刃先をもつエンドミルで試験表面を断続切削することで付与した。加工時の外観が Fig. 2 であり、工具軌跡、工具回転数及び送り速度を制御することで、ディンプル形状や面積率を広範囲に制御できる。

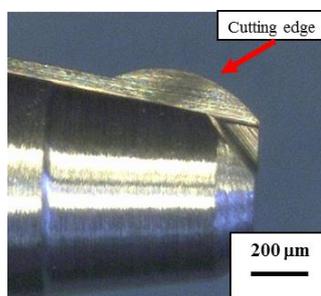


Fig. 1 Geometry of cutting edge

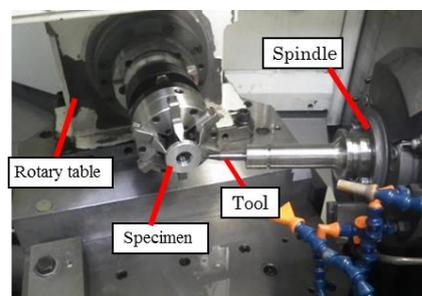


Fig. 2 Overview of cutting process (CNC machining center)

Figure 3 に試験片の外観及びディンプルパターンの概略図を示す。ディンプル形成後、粒径  $50 \mu\text{m}$  のガラスビーズを投射し、エタノール中に分散させた粒径  $2 \mu\text{m}$  の  $\text{MoS}_2$  粉末をローラーバニシングにより圧入した。Figure 4 に  $\text{MoS}_2$  が圧入された試験片表面の光学顕微鏡像を示す。切削による付与したディンプル形状は開口径  $280 \mu\text{m}$ 、深さ  $10 \mu\text{m}$ 、面積率  $30\%$  であるが、ローラーバニシングにより深さ  $5 \mu\text{m}$  のディンプルとなった。



Fig. 3 Overview of specimen (left) and schematic of dimple pattern on disc surfaces (right)

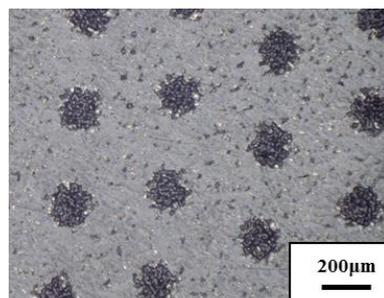


Fig. 4 Optical microscope image of specimen surface

### 3. 摩擦特性

摩擦特性は 3 ボールオンディスク式の摩擦試験装置により評価した。相手材は直径 6.35 mm (=1/4 インチ) のクロム軸受鋼 (SUJ2) 球であり、直径 34 mm の円周に 120° 間隔でホルダに固定した。ボールはディスクとの接触面が直径  $\phi 2.5$  mm になるように研磨し、ダイヤモンドスラリーにより鏡面仕上げ ( $\leq 0.01 \mu\text{m Ra}$ ) とした。試験条件は Table 1 のとおりであり、ボールとディスク試験片を試験装置に取り付け、ディスク側に潤滑油を供給した後に試験片を設定荷重で接触させ、試験を開始した。

Applied load [N]	200
Sliding speed [m/s]	1.0
Sliding distance [m]	1000
Lubricant	PAO 5cst@40 °C

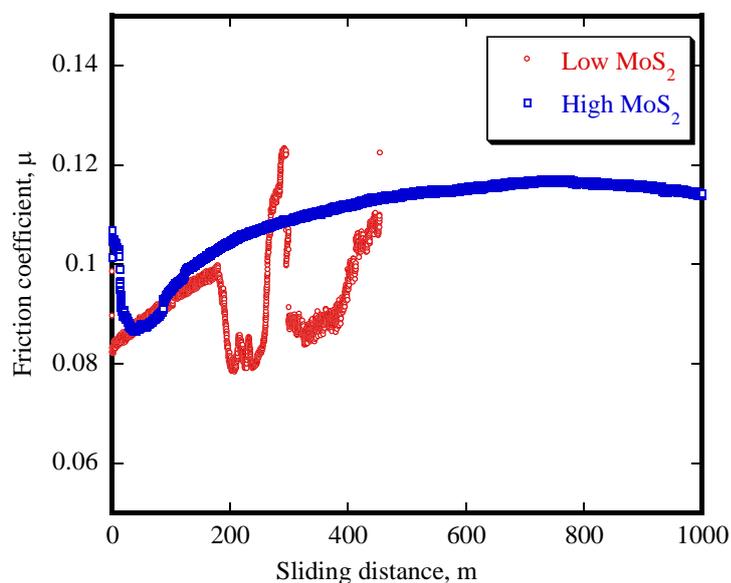


Fig. 5 Friction coefficient of surface textured surfaces with  $\text{MoS}_2$

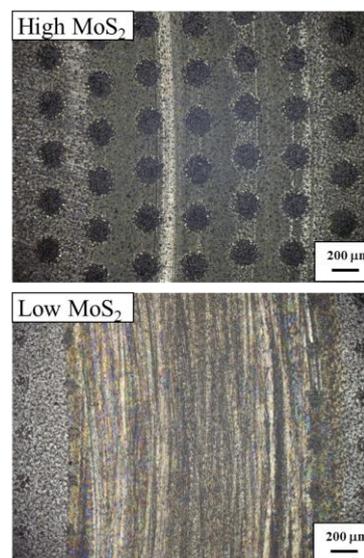


Fig. 6 Optical microscope image of disc surfaces after the experiment

Figure 5 に  $\text{MoS}_2$  添加量が異なる場合の摩擦試験結果を示す。  $\text{MoS}_2$  添加量が少ない条件では、しゅう動距離 200 m 辺りから焼き付きによる摩擦係数の大きな変動を生じたため試験を中止した。一方、  $\text{MoS}_2$  添加量の多い条件では、しゅう動距離 1000 m まで焼き付くことなく安定した摩擦係数を示した。 Figure 6 の摩擦試験後のディスク表面の光学顕微鏡像では、  $\text{MoS}_2$  添加量が少ない場合にはディンプルが消失しており、激しく摩耗した様子が確認された。

### 4. まとめ

切削によりディンプルからなるテクスチャを付与した後、塑性加工によって  $\text{MoS}_2$  が圧入されたアルミニウム鋳造合金 AC8A ディスクの摩擦特性を 3 ボールオンディスク式の摩擦試験で評価した。その結果、  $\text{MoS}_2$  を添加量が多い場合には、耐焼き付き性が向上することが確認された。

### 文献

- (1) 堤・久曾・福田：きさげ仕上げされたすべり案内面のトライボロジー特性評価，日本機械学会論文集 (C 編)，72，721(2006) 3009.
- (2) 南部俊和：マイクロテクスチャによる摩擦制御，トライボロジスト，55，1(2010) 43.
- (3) 小澤・小林・白井健・原：機械加工による表面テクスチャ生成システムの開発，精密工学会誌，71，7 (2005)879.
- (4) 林・小林・白井・原：規則的パターンを持つ表面テクスチャの 5 軸制御加工，精密工学会誌，75，12 (2009) 1459.
- (5) 佐藤・西尾・宇佐美：微小切削によって形成されたテクスチャ表面の摩擦特性，日本機械学会機械材料・材料加工技術講演会論文集，23，114(2015)
- (6) H. Usami, Y. Horiba, H. Akita & S. Kobayashi : Applicability of Surface Plastic Flow Process for Modification of Tribological Properties of Titanium, MM. SCI. J., 10(2014)504.