

凸型テクスチャの摩擦特性

Tribological properties of convex shaped texture

○正 関秀明(大同工業㈱)／名城大院) *•••*, 正 宇佐美初彦 (名城大) **, 学 飯野智(名城大院) ***

Hideaki Seki*,***, Hatsuhiro Usami**, Satoshi Iino ***

*Daido Kogyo, Co. Ltd, **Meijo University, ***Graduate student of Meijo University

1. はじめに

表面形状の制御技術であるテクスチャリングでは、形成された凹部が摩耗粉を含む異物の捕集や油剤の供給減として機能する¹⁾。この結果、テクスチャ面の摩擦係数は流体潤滑状態では流体膜の流動抵抗に依存するため表面あらさの増加により摩擦抵抗は増大するが、境界潤滑や混合潤滑領域では上述の効果により低減安定化する。自動車エンジン用ジャーナル軸受²⁾やスクロール型コンプレッサのスラスト軸受³⁾には凹部が連結した構造の凸型テクスチャが付与され実用に供されており、潤滑油が十分に供給され使用期間が長期間に渡る摺動面では異物の排出機能が重要視されているようである。

硬度差が十分な2表面間の摩擦摩耗は主として軟質側表面近傍の凝着部の挙動に依存する。硬質側表面に凝着した軟質表面の一部が相対変位に伴い変形することで接触部が拡大し摩擦係数が増加する現象はJunction Growthとして知られている⁴⁾。軟質側表面が金属材料の場合、塑性変形による加工硬化も凝着部のせん断強度に影響する。機械構造材料として使用される炭素鋼は、切削⁵⁾やショットピーニング処理⁶⁾のような厳しい塑性変形によりその硬さは2倍程度増加することが報告されている。

ところで、摩擦面の平坦部は潤滑油剤の油膜圧力発生領域として機能する反面、凝着部の成長を助長するので、気境界潤滑状態で摩耗粉の関与が顕著な場合には、凸型テクスチャのほうがディンプルから構成される凹テクスチャに比して摩擦の安定化や摩耗の抑制には効果的に機能すると予想される。また、面接触の摺動面では接触領域はその一部に限定されることから、微細突起から構成される面積率の小さいテクスチャを形成することで、十分荷重を支持でき摩耗粉排出を促進し表面損傷抑制への寄与が期待できる。

本報告では、炭素鋼S10CおよびSK5焼鈍材に微細円形突起群から構成されるテクスチャを付与し、S45C焼入材と組み合わせることで十分な硬度差をもつ接触面を形成し、その摩擦特性に及ぼす凸型テクスチャの効果および下地硬さの影響を検討した結果を報告する。

2. 実験方法

供試材は炭素鋼S10C(硬さ150HV)とSK5材(同210HV)である。旋削によってディスク形状($\phi 44 \times \phi 20 \times t8\text{mm}$)に加工した後に一端面をダイヤモンドスラリー(粒径1 μm)で研磨し鏡面仕上げ($\leq 0.01\mu\text{m Ra}$)して試験表面とした。テクスチャリングには、ファイバーレーザーとボールエンドミルによる微細切削を適用した。テクスチャは図1のとおり、直径0.5mm高さ20 μm の円柱が面積率10%で配置された形状である。いずれの加工法でも円柱周囲には隆起部が形成されるので、これを除去するために、研磨処理を適用した。レーザーによるテクスチャリングでは、突起周囲は皮膜が形成されるが、これは溶融加工によりテクスチャが形成されることに起因すると考えられ、その硬さは約400HVほどであった。一方、切削加工においても加工硬化の影響は懸念されるが、突起周囲の硬質化は確認できなかった。

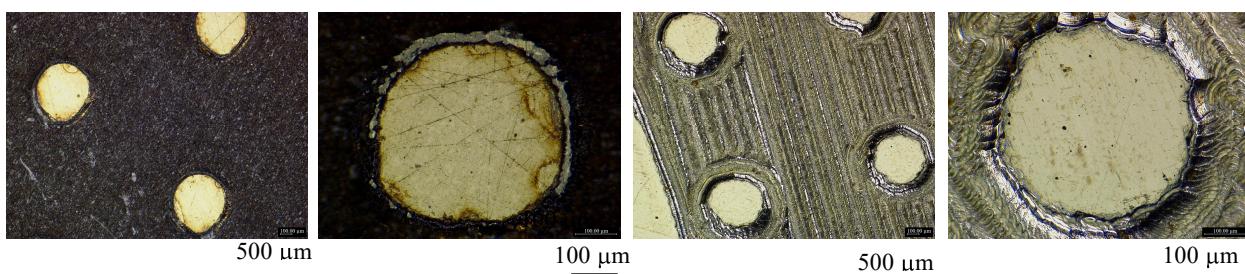


Fig. 1 Overview of convex textured disc surface (left) and microscope image of bump created with laser engraving (middle) and milling process (right)

摩擦試験はS45C焼入材(650HV)のリング($\phi 33 \times \phi 29 \times h15\text{mm}$)を相手材として、添加剤未配合の自動車用エンジン油(粘度指数0W-8)を潤滑油剤として実施した。試験条件は負荷荷重200N、摩擦速度0.25m/s、摩擦距離500

m, 室温大気中である。なお、リング試験側摩擦面にもディスク試験と同様な研磨工程を適用し鏡面仕上げ ($\leq 0.01 \mu\text{m}$ Ra)とした。

3. 実験結果と考察

摩擦特性が図3である。テクスチャの無い鏡面の摩擦係数はSK5, S10C共に実験開始直後には低いものの、直ぐに急増し最終的には.01を超えたので実験を中断した。一方、テクスチャ面の摩擦係数は鏡面に比して高いものの、実験初期から安定している。特に切削加工面では顕著であり、レーザー加工面よりも若干低い。また、SK5とS10C間での摩擦係数の差異は小さい。

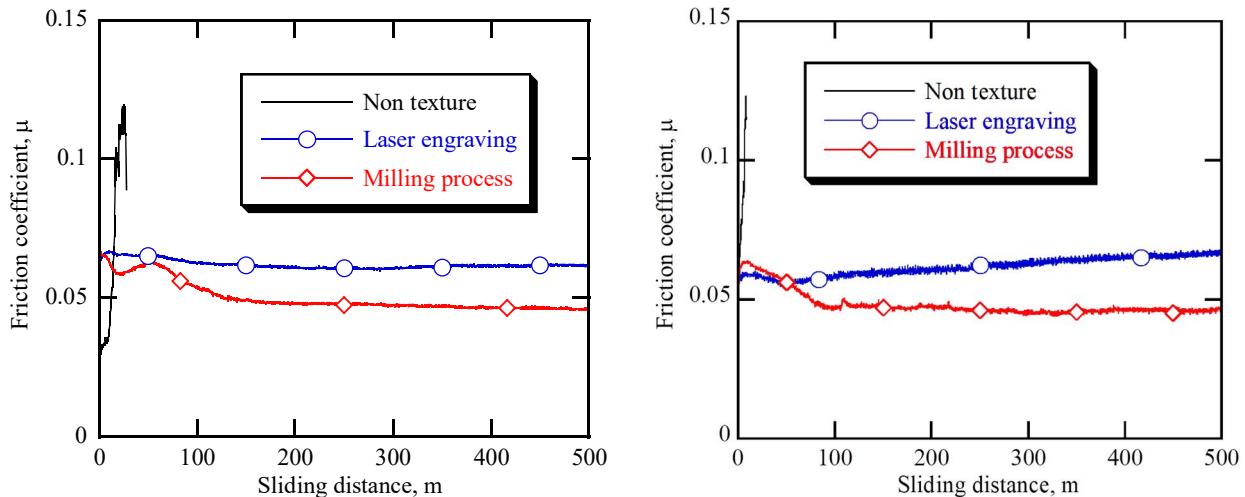


Figure 2 Friction coefficient of textured surface for SK5 (left) and for S10C (right)

図3はSK5ディスク摩耗面の光学顕微鏡像である。鏡面の摩耗痕端部には大きな凝着が形成されているが、微細な粒子が堆積し形成されたようである。また、その周囲の未接触部には塑性変形の痕跡も確認される。一方、テクスチャ面(凸部)ではこのような大きな凝着は形成されないが、切削加工面では、突起の前線で摩耗粉の堆積が確認された。

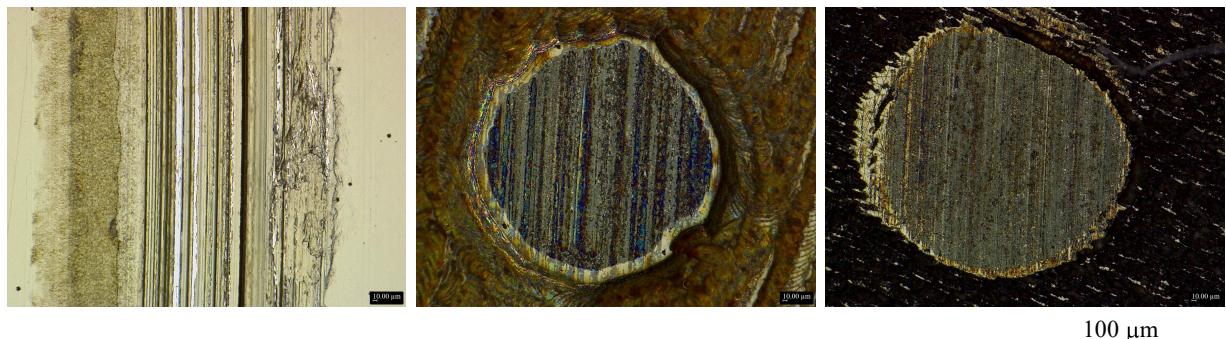


Figure 3 Optical micro scope image of non-texture (left), milling textured (middle) and laser textured (right) disc surface of SK5 steel

4. おわりに

突起先端が平坦化された円形突起群から構成される凸型テクスチャ面の摩擦特性について、相手材を十分平滑な表面を用いて評価した結果、初期の摩擦係数は鏡面に比して高いものの、その挙動は安定することを確認した。

文献

- 1) 佐々木：表面テクスチャの摩擦制御，トライボロジスト，65, 5(2020) 271
- 2) 熊田・橋爪・木村：円周方向にマイクログループをもつすべり軸受の特性，トライボロジスト，43, 6 (1998) 456
- 3) 河鰐：スクロールコンプレッサにおけるテクスチャリング，トライボロジスト，60, 4 (1998) 268
- 4) 山田・鏡重・畠沢・佐藤：種々の金属のjunction growthについて，潤滑（現トライボロジスト），26, 11 (1981)
- 5) 顔・蔡：高マンガン鋼の旋削における工具摩耗と加工硬化による影響，鑄物 65, 3 (1993) 232
- 6) 藤村・西谷：炭素鋼ショットピーニング材のき裂伝ば挙動に関する研究，機論 A66, 642 (2000) 347