

無潤滑下における PTFE 複合材の摩耗に及ぼす相手材表面粗さの影響

Effect of Counterface Surface Roughness on Wear of PTFE-based Composite under Unlubricated Conditions

岡山大（正）*塩田 忠 岡山大・院（学）松井 一真 岡山大（正）藤井 正浩

Tadashi Shiota, Kazuma Matsui, Masahiro Fujii

Okayama University

1. 緒言

Polytetrafluoroethylene (PTFE) に様々な充填材を添加した PTFE 複合材は、潤滑性、絶縁性、耐熱性、化学安定性に優れ、しゅう動部材としても利用されている。しかし、PTFE 複合材は耐摩耗性に劣るため摩耗低減が求められている。PTFE 複合材を金属材料と摩擦させる場合、相手金属上に移着膜が形成されることが知られており、移着膜が PTFE 複合材の摩擦摩耗特性に影響を及ぼすと考えられている。しかし、優れた摩擦摩耗特性を示す移着膜の表面状態や付着状態、そのような移着膜が形成される条件や機構は明らかにされていない。移着膜の形成や付着状態に影響を及ぼす要因の一つとして、相手材の表面粗さが考えられる。そこで、本研究では PTFE 複合材ピンと表面粗さの異なる鋼ディスクの無潤滑下における摩擦試験を行い、相手ディスク上での移着膜の形成および付着状態が PTFE 複合材の摩耗特性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

本研究では、直径 4.5mm の有機系充填材を添加した PTFE 複合材ピンと SUJ2 鋼ディスクを用い、無潤滑下におけるピンオンディスク試験により、PTFE 複合材ピンの摩耗特性を測定した。ピン表面の算術平均粗さは、 $0.9\text{ }\mu\text{mRa}$ であった。ディスク表面は、アルミナ質研磨材を用いたラッピング仕上げにより、算術平均粗さを $0.021\text{ }\mu\text{mRa}$ ～ $0.18\text{ }\mu\text{mRa}$ に調整した。ピンオンディスク試験は、すべり速度 0.18 m/s 、荷重 13.5 N （初期接触面圧 0.85 MPa ）の条件の下、大気中で行った。

3. 実験結果と考察

Fig.1 にディスクの表面粗さが、PTFE 複合材ピンの摩耗に及ぼす影響を示す。ピンの摩耗量は、ピン長さの減少量として示した。図のように、ディスクの表面粗さが小さくなるほど、ピンの摩耗量が少なく、摩耗速度も低下した。Fig.2 に試験後のディスク上の移着膜の光学顕微鏡観察像と触針式粗さ計により測定した断面曲線を示す。いずれの場合もディスク上に移着膜が形成されており、ディスクの表面粗さの減少に伴い、移着膜の膜厚も薄くなっていることが分かる。Fig.3 と Fig.4 に、表面粗さ $0.10\text{ }\mu\text{mRa}$ と $0.021\text{ }\mu\text{mRa}$ のディスク上に形成された移着膜の膜厚の経時変化と光学顕微鏡観察像および SEM 観察像をそれぞれ示す。Fig.3 に示したディスクの表面粗さが $0.10\text{ }\mu\text{mRa}$ の場合、移着膜の平均膜厚は、試験開始直後に急激に増加した後、わずかに減少して一定値を示した。試験開始後、まず、ディスク上に島状の移着が見られた後（10 分後）、疎な部分に PTFE が移着して一様な移着膜が形成された（60 分後）。一様な移着膜が形成された後、摩耗粉が排出されると共に膜厚がわずかに減少し（2.5 時間後）、その後 30 時間まで移着膜の

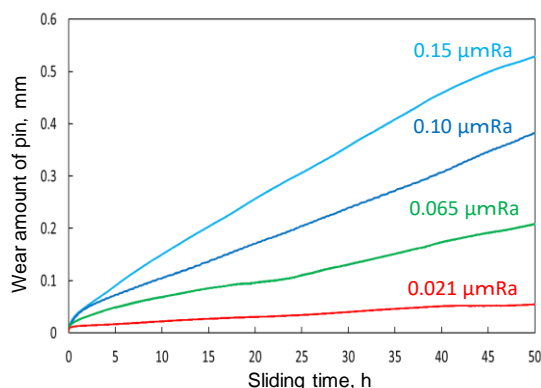


Fig. 1 Effect of counterface surface roughness on wear of PTFE-based composite pin

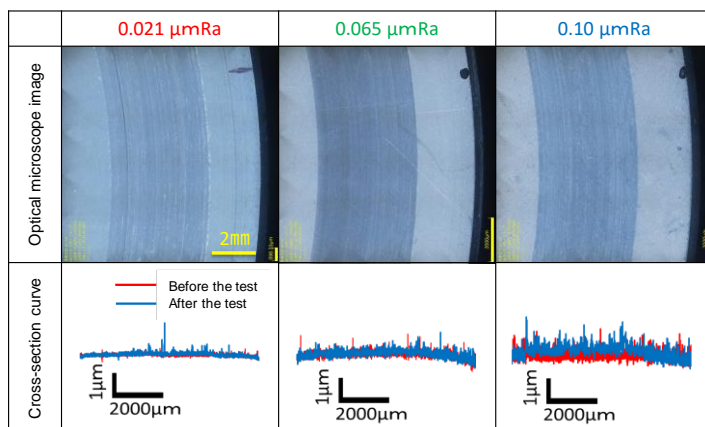


Fig. 2 Optical microscope images and cross-section curves of SUJ2 disk with transfer film after the sliding test

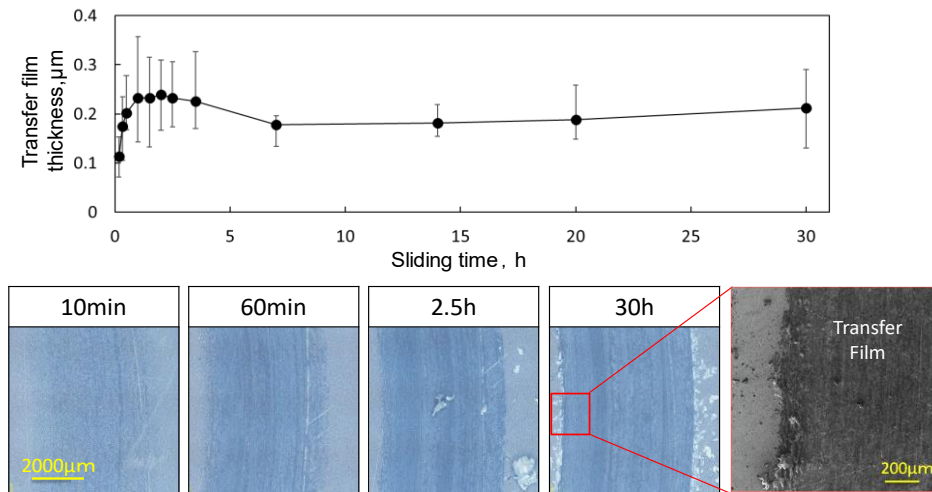


Fig. 3 Transfer film formation process during the sliding test with SUJ2 disk having 0.10 μmRa

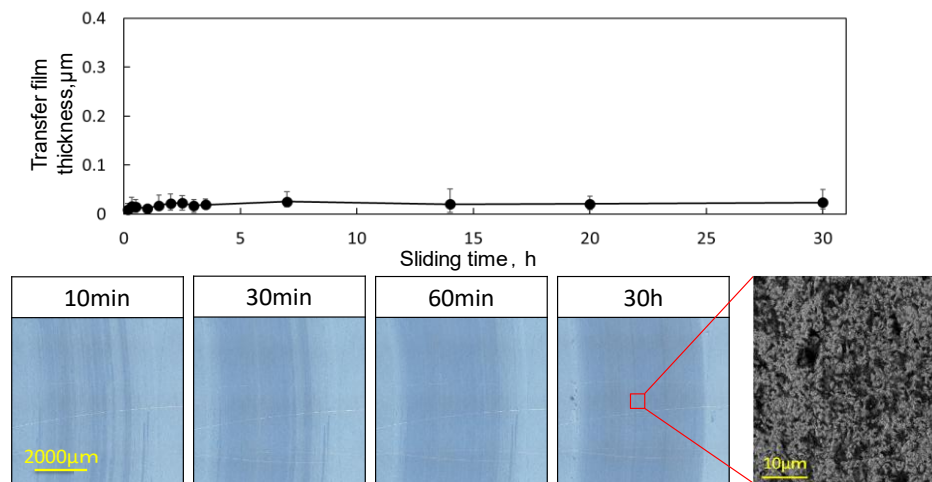


Fig. 4 Transfer film formation process during the sliding test with SUJ2 disk having 0.021 μmRa

状態に変化は見られなかった。ただし、摩耗粉の排出量は増加した。一方、Fig.4 に示したディスクの表面粗さが 0.021 μm の場合、移着膜の平均膜厚は、初期からほとんど変化しなかった。試験開始 10 分後には、ディスクの一部に薄い移着膜が円周方向に付着し、60 分後には一様な移着膜が形成された。その後、30 時間まで移着膜の状態に変化は見られず、摩耗粉の排出もほとんど見られなかった。

Fig. 5 に、それぞれの移着膜に粘着テープを張り付け、剥がした後の移着膜残存状態の観察結果を示す。図のように、表面粗さ 0.021 μmRa のディスクの場合、移着膜の剥離は見られなかった。一方、表面粗さ 0.10 μmRa のディスクの場合には、一部剥離が見られた。この結果と Fig.3 および Fig.4 の結果から、相手ディスクの表面粗さが大きい場合、ピンが摩耗して移着膜が形成される速度と、移着膜が剥離して摩耗粉として排出される速度が平衡状態となっていたため、移着膜の膜厚が一定にもかかわらずピンの摩耗量が増加したと考えられる。それに対して、相手ディスクの表面粗さが小さい場合には、一様に強固に付着した移着膜が形成されたため、ピンはほとんど摩耗しなかったと考えられる。

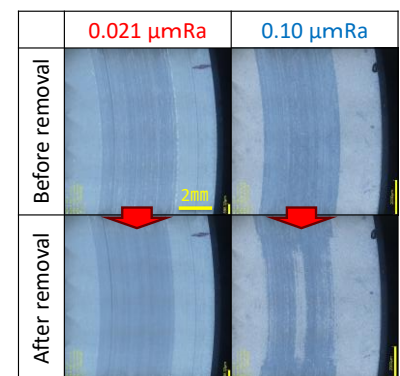


Fig. 5 Difference on adhesion of transfer film on SUJ2 disks with 0.021 μmRa and 0.10 μmRa .

4. 結言

本研究では、PTFE 複合材ピンと表面粗さが異なる SUJ2 鋼ディスクの無潤滑下における摩擦試験を行い、ピンの摩耗とディスク上の移着膜の形成過程および付着状態の相関関係を検討した。その結果、表面粗さが小さいディスクの場合、一様に強固に付着した移着膜がディスク上に形成され、ピンの摩耗が低減されることが明らかとなった。