

カーボンファイバーブラシ材料の摩擦特性

大塚由佳[†] 月山陽介[‡] 野老山貴行[†] 梅原徳次[†]

[†]名古屋大学大学院工学研究科 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町

[‡]新潟大学自然科学系(工学部) 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町 8050

E-mail: [†] ume@mech.nagoya-u.ac.jp, [‡] tsukiyama@eng.niigata-u.ac.jp

あらまし 直径数 μm のカーボンファイバーを束ねたカーボンファイバーブラシ材料と金属材料のすべり摩擦におけるすべり出しの摩擦及び平均摩擦特性と、金属同士のそれらの摩擦特性の相違を調べ、カーボンファイバーブラシ材料の摩擦の特異性を明らかにした。

キーワード Carbon fiber, Brush, Friction, Static friction, Kinetic friction

Friction Properties of Carbon Fiber Brush

Yuka OHTSUKA[†] Yosuke TSUKIYAMA[‡] Takayuki TOKOROYAMA[†]

and Noritsugu UMEHARA[†]

[†] Graduate School of Engineering, Nagoya University Furo-cho, Nagoya, Aichi, 464-8603 Japan

[‡] Graduate School of Engineering, Niigata University 8050 Ninomachi, Igarashi, Nishi, Niigata, 950-2181 Japan

E-mail: [†] ume@mech.nagoya-u.ac.jp, [‡] tsukiyama@eng.niigata-u.ac.jp

Abstract Friction properties as initial and average friction coefficient were investigated for carbon brush materials. Experimental results shows that static friction coefficient of carbon fiber brush is smaller than kinetic friction after a macro slip. This phenomena is different from the usual friction properties between metals. I

Keyword Carbon fiber, Brush, Friction, Static friction, Kinetic friction

1. 緒言

最近数 μm の直径のカーボンファイバーは、CFRP複合材の強化繊維材料等に用いられその使用用途が拡大している。カーボンファイバー自身は、非常に引っ張り強度が高く、高強度の材料である。また、束ねてブラシとした端面で荷重を支持することが可能となる。このようなカーボンブラシに、垂直方向に荷重を印加した場合、カーボンファイバーが座屈するまで、垂直のまま荷重を支持し、座屈後はたわみながら支持することとなる。一方、カーボンファイバーを束ねたカーボンファイバーブラシが荷重を支持しながら、水平方向に力が加わった場合、水平力の増加と共に、カーボンファイバーはたわみ、その後ファイバー先端がすべり始めることが考えられる。このようなカーボンファイバーブラシのすべり出しの課程において、初期には弾性変形に伴うたわみ、そしてすべりが生じることから、見かけ上の静摩擦係数の小さな新しいトライボロジー材料となる可能性を有していると考えた。一般の固体同士のすべり摩擦においては、静摩擦力が動摩擦力よりも大きいため、スティックスリップが生じ、良好な位置決めが行われない。

そこで、カーボンファイバーブラシのすべり出しの

摩擦を詳細にしらべ、金属摩擦と異なる、摩擦の特異性を明らかにした。

2. 実験装置及び実験方法

2.1. ピン試験片

ピン試験片にはカーボンファイバーブラシ及び3種

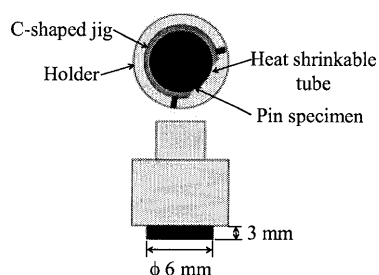


Figure 1 Dimension of carbon fiber brush pin specimen

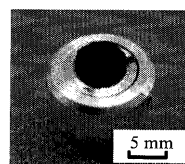


Figure 2 Photograph of carbon fiber brush pin specimen

の金属ピンを比較対象として用いた。Figure 1 にピン試験片の寸法を示す。また、Fig 2 にカーボンファイバーブラシの外観を示す。カーボンファイバーは TORAY 社製トレカ糸 T700SC-12000 を用いた。

2.2. 実験装置

Figure 3 に、ピンとブロックの往復しゅう動型摩擦試験機を示す。本誌建機によって、すべり出し時の摩擦力を測定し、すべり変位との関係を明らかにした。ピンとブロック試験片には、カーボンファイバーブラシと金属試験片が用いられた。ブロック試験片を X ステージに固定し、ピン試験片を Z ステージに取り付けられた板ばねに固定した。Z ステージを動かすことで任意の荷重を印加し、ステップモーターで X ステージを動かすことでしゅう動させた。垂直荷重及び摩擦力は板ばねに取り付けられたひずみゲージを用いて測定した。Table 1 に摩擦試験に用いた試験片の材料とその粗さを示す。

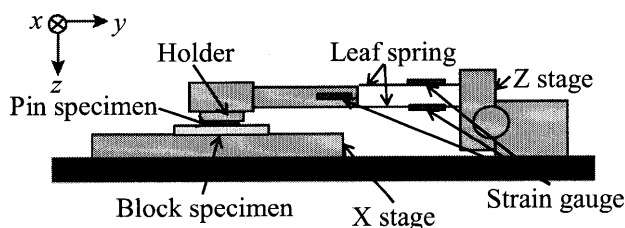


Figure 3 Schematic diagram of experimental apparatus

Table 1 Surface roughness of each specimen

Specimen type	Materials	Ra μm
Pin specimen	Carbon fiber brush	—
	Al alloy [A2017]	0.29
	Brass [C2801]	0.48
	Stainless steel [SUS304]	0.40
Block specimen	Al alloy [A2017]	0.15
	Brass [C2801]	0.19
	Stainless steel [SUS304]	0.09
	Soda-lime glass	< 0.01
	PTFE	0.29

2.3. 実験手順

摩擦試験は、垂直荷重を 0.25 N から 2.50 N の間で 6 条件以上を設定して行った。また、室温は 23°C、湿度は 30-60%RH の環境で行った。しゅう動速度は 1 mm/sec, 1 ストローク 8 mm で 3 サイクルの往復しゅう動試験を行い、その平均値を平均摩擦係数とした。

3. 実験結果及び考察

3.1. 摩擦力のすべり出し特性

Figure 4 にカーボンブラシピンと SUS304 ブロック及びアルミ合金ピンと SUS304 ブロックのすべり出し時における摩擦係数の変化を示す。図より、Al 合金とステンレス鋼の摩擦においては静摩擦係数が大きく、その後減少することが分かる。一方、カーボンファイバーブラシにおいてはすべり出し時の摩擦係数は低くその後、摩擦変位と共に摩擦力は増大し、巨視的なすべりが生じることが分かる。カーボンファイバーブラシのこのような特異な摩擦特性は、カーボンファイバーの構造に依存するものであり、カーボンファイバーの直径や突き出し長さに依存すると考えられる。

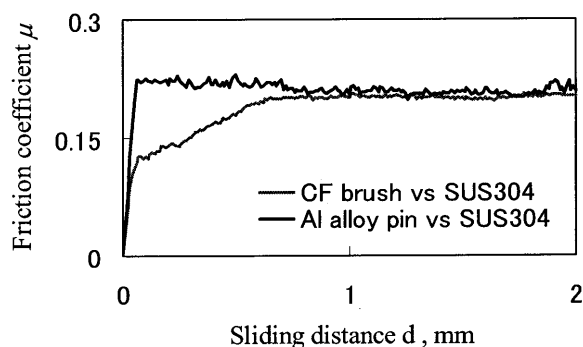


Figure 4 Comparison between initial friction coefficients of carbon fiber brush and Al alloy against stainless steel

3.2. 平均摩擦力の荷重依存性

Figures 5 と 6 に、カーボンブラシピンと SUS304 ブロック及びアルミ合金ピンと SUS304 ブロックの摩擦における、平均静摩擦係数と平均動摩擦係数に及ぼす荷重の影響を示す。図より、カーボンファイバーブラシにおいては、静摩擦係数と動摩擦係数がほぼ等しく、また、荷重増加と共にわずかにそれらの摩擦係数が減少していることが分かる。一方、Al 合金においては、静摩擦係数が動摩擦係数より大きく、かつ低荷重ほどその差が大きいことが分かる。また、動摩擦係数は荷重の影響をあまり受けないが、静摩擦係数においては荷重の増加と共に摩擦係数が減少することが分かる。これらの結果より、荷重が広い範囲でカーボンマイクロブラシの静摩擦係数と動摩擦係数の差は小さく、須テックスリップの生じずらい良好な案内面を形成できると考えられる。

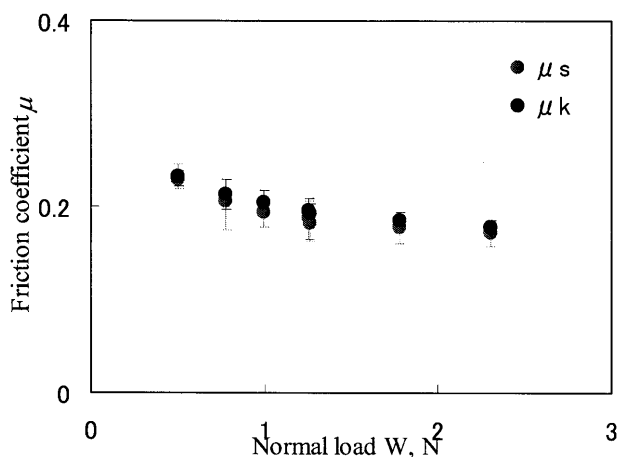


Figure 5 Effect of normal load on friction coefficient of carbon fiber brush pin against stainless steel block

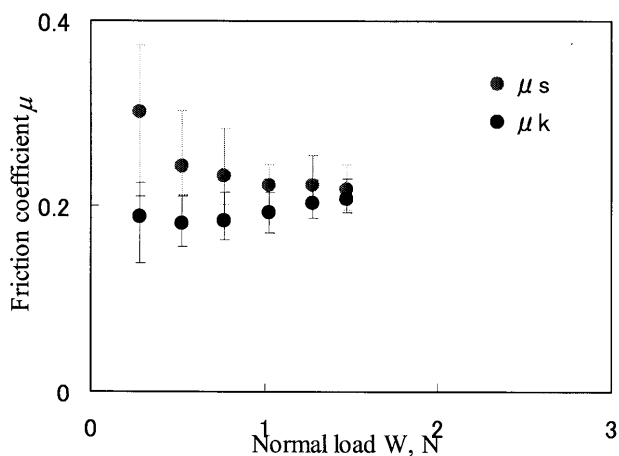


Figure 6 Effect of normal load on friction coefficient of Al alloy pin against stainless steel block

4. 結言

カーボンファイバーブラシの摩擦係数の特異性を静摩擦と動摩擦の観点から検討した。その結果、以下の主な結果が得られた。

1) アルミ合金とステンレス鋼の静摩擦が動摩擦よりも大きくなる摩擦条件において、カーボンファイバーブラシのステンレス鋼に対する摩擦係数では、静摩擦と動摩擦はほぼ同程度であった。

2) 荷重依存性を評価した結果、カーボンファイバーブラシは荷重と共に静摩擦及び動摩擦共に摩擦係数は減少する。一方、アルミ合金とステンレス鋼の場合は、荷重増大と共に静摩擦係数は著しく減少するが、動摩擦はあまり変化しなかった。