

大気中と水潤滑下における樹脂複合材の摩耗に対するしゅう動経路形状の影響

Effects of sliding path shape on the wear behavior of polymer composite under dry and water lubrication

九大・(正)\*川上 駿 九大・(正)澤江 義則 九大・(正)森田 健敬 日立・(正)斎藤 颯

Kawakami Shun\*, Sawae Yoshinori\*, Morita Takehiro\*, Saitou Hayate\*\*

\*Kyushu University, \*\*Hitachi Ltd.

1. はじめに

樹脂複合材はしゅう動部材として多用され、用いられる機械の種類によって大気中や水潤滑といった雰囲気の違いや経路の違いなどしゅう動条件は様々である。樹脂複合材の摩耗は雰囲気やしゅう動経路の影響を受けることが、これまでの研究でも報告されている。本研究は大気中と水潤滑下における、樹脂複合材の摩耗に対するしゅう動経路形状の影響メカニズムの解明を目的とした。ピン・オン・プレート摩耗試験機により実験を行い、比摩耗量、表面写真、表面分析から摩擦摩耗特性の評価を行った。

2. 実験方法

本試験では、多方向滑りピン・オン・プレート摩耗試験機を使用した。試験装置の模式図を Figure1 に示す。ピン試験片におもりによって任意の荷重を負荷し、2 軸サーボモータにより様々な 2 次元運動を与えることで摩擦・摩耗試験を行った。ピン試験片には、炭素繊維、銅合金等を充てん材とした市販の PTFE 複合材を使用し、プレート試験片には、アルマイト処理アルミダイキャストを使用した。試験片の洗浄と重量測定をしたのち、摩耗試験を実施した。試験条件と摩擦経路について、それぞれ Table1, Table2 に示す。

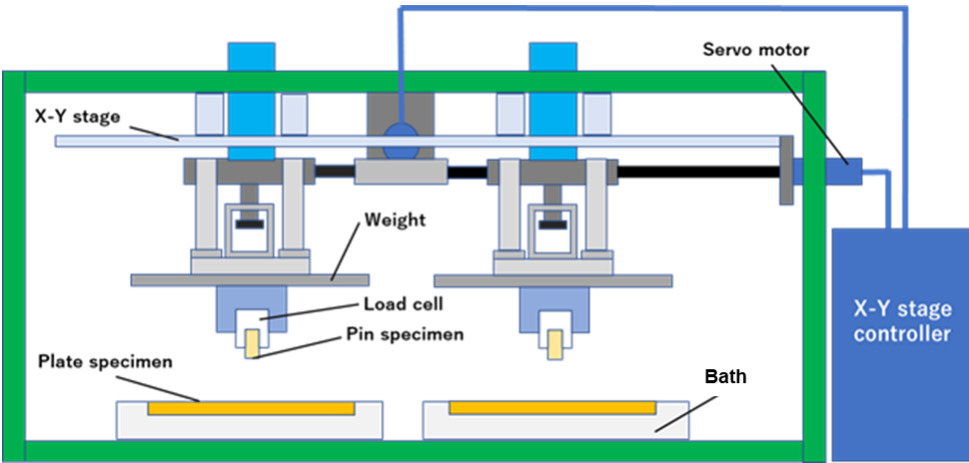


Fig.1 Schematic drawing of the Pin-on-Plate test apparatus

Table 1 Experimental condition

Atmosphere	Air, Water lubrication
Temperature	Room temperature
Contact pressure	2MPa
Sliding speed	0.1 m/s
Sliding distance	5 km ×2

Table 2 Sliding path

Circle	Radius 11mm
Liner	Stroke 50mm

### 3. 試験結果

試験前後のピンの重量変化から前半 5km と後半 5km についてそれぞれ比摩耗量を求めた。比較のグラフを Figure2 に示す。水潤滑と大気中を比較すると、経路によらず前半 5km、後半 5km とともに大気中のほうが低い比摩耗量を示した。また、大気中では水潤滑と比較し、後半の 5km において比摩耗量の大幅な減少がみられた。経路で比較すると水潤滑、大気中ともに前半 5km では直線往復動が低い比摩耗量を示し、後半 5km においては円弧が低い比摩耗量を示した。

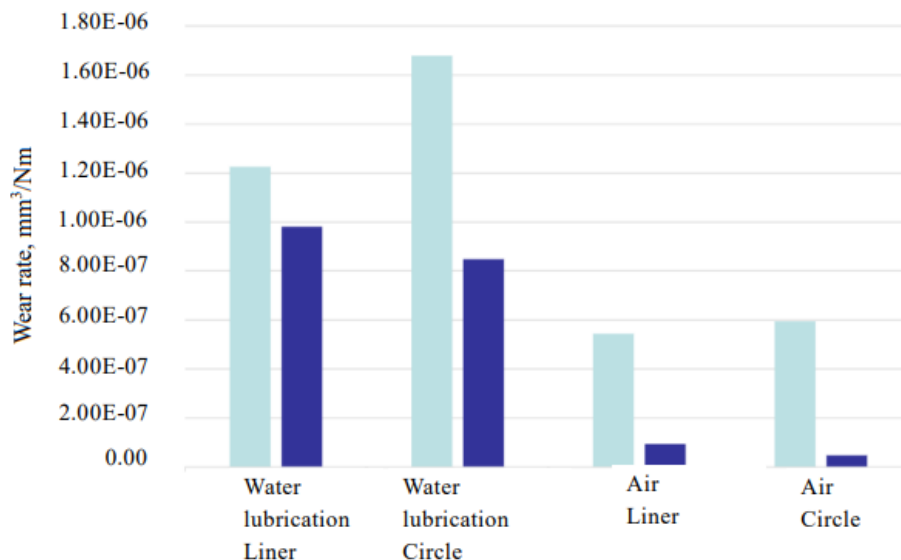


Fig.2 Wear rate of pin specimens

### 4. 分析結果

#### 4.2 レーザー顕微鏡による表面トポグラフィー測定

レーザー顕微鏡を使用して、試験後の洗浄したピン試験片について表面トポグラフィーの測定を行った。大気中は経路によらず炭素繊維が凝集してトライボ膜を形成している様子が見られた。水潤滑については直線往復動ではブロンズ粒子の前後に炭素繊維が配列している様子が見られたが、トライボ膜の形成には至っていなかった。円弧動についても大気中と比較して炭素繊維の凝集が限定的であり、大規模なトライボ膜の形成は見られなかった。

#### 4.3 FTIR, ラマン分光法による分析

試験後のピン表面について、FTIR により表面分析を行った。大気中と水潤滑を比較すると大気中ではピン表面全体にカルボキシ基のピークが検出され、水潤滑ではピン表面全体にグラファイト由来のピークが検出された。またピン表面についてラマン分光法によっても表面分析を行った。大気中においてトライボ膜部分を表面分析したところ炭素が多く検出された。水潤滑では炭素も検出されたが母材の PTFE が多く検出された。また炭素のピークの信号強度を比較すると大気中の方が高い強度を示した。

### 5. 考察

大気中と比較し、水潤滑では経路によらず比摩耗量が大きかった。これはレーザー顕微鏡の結果で示したようにトライボ膜の形成が関わっていると考えられる。大気中ではピン表面全体にトライボ膜が形成されたが、水潤滑では脱落した炭素繊維が水の流動で外に排出されたため膜の形成には至らなかったと考えられる。また FTIR により大気中でのみカルボキシ基が検出された。摩擦によるせん断により PTFE の C-C 結合が切れ、その後カルボキシ基となり金属プレートに付着するが、水潤滑ではカルボキシ基が水が終端してしまうことにより金属プレートに移着することができないため、外に排出され検出されなかった。またラマン分光の結果より大気中の方が炭素繊維由来のトライボ膜が多く形成されていることがわかる。以上のことより大気中では炭素繊維由来や PTFE 由来のトライボ膜が形成されやすく、水潤滑と比較して比摩耗量が減少したと考えられる。また、経路の違いとしては円弧動では炭素繊維が摩擦面間に閉じ込められやすく、前半 5km のうちは脱落した炭素繊維によって表面が摩耗するために比摩耗量が大きくなっているが、後半 5km では炭素繊維の摩耗粉によって炭素繊維由来の膜が形成されていくため比摩耗量が直線往復動と比較して減少したと考えられる。

### 文献

- 1) Kasey L. Campbell, Mark A. Sidebottom : Ultralow Wear PTFE-Based Polymer Composites The Role of Water and Tribochemistry
- 2) Kathryn L. Harris, Angela A. Pitenis : PTFE Tribology and the Role of Mechanochemistry in the Development of Protective Surface Films