

酸化銅微粒子少量添加による樹脂疲労摩耗の低減

Improving fatigue wear of resin by adding low copper oxide particles.

兵庫県大・工（学）*後藤 大輝 （正）松本 直浩 （正）田中 芹那 （正）木之下 博

Taiki Goto*, Naohiro Matsumoto*, Serina Tanaka, Hiroshi Kinoshita*

*University of Hyogo

1. はじめに

樹脂材料は軽量安価な性質から自動車部品などで応用されている¹⁾。一方、樹脂材料は金属材料と比較し機械的性質及び耐摩耗性が劣るという課題が存在する。そこでナノコンポジット技術により樹脂に酸化銅微粒子を添加することで摩擦摩耗特性を向上させ、今後様々な製品に応用させることを目的とし研究を行っている。一方ナノ材料として、木材などのバイオマス資源を活用して合成した酸化銅微粒子を検討しており、これにより、ナノ材料の合成は一般に複雑で高価であるという課題に対して、バイオマス資源を用いることで安価に大量合成が可能である。

木粉の利用により合成した酸化銅微粒子は、樹脂に添加することで、耐摩耗性が向上する。本研究では、エポキシ樹脂に添加した場合において、摩擦過程の詳細な観察により、摩耗メカニズムを検討した。

2. 実験

2.1 酸化銅微粒子の合成

木粉を鋳型とした酸化銅微粒子の合成方法を示す。まず、硝酸銅（II）三水和物にスギ木粉を加え、48時間攪拌することで木粉に多数存在する酸素官能基に銅イオンを吸着させる。その後濾過し、乾燥炉で80°C、24時間加熱、乾燥させる。次に、銅イオンを吸着させた木粉を加熱炉にて窒素中で400°C、1時間加熱することで銅微粒子を合成し、この時同時に生成するアモルファスカーボンを除去するために大気中で600°C、2時間加熱することで酸化銅微粒子を合成した。

2.2 粒子添加樹脂の作製

酸化銅微粒子を添加した樹脂の作製手順を下記に示す。主剤にビスフェノールA型エポキシ樹脂、硬化剤にメタキシリレンジアミン、添加剤として酸化銅微粒子を用い、作製した。硬化剤に酸化銅微粒子を加え、超音波ホモジナイザーで分散させた。次に硬化剤と主剤を2:3の割合で主剤を加え、減圧容器内で脱泡、攪拌し、乾燥炉で加熱、乾燥することで樹脂を作製した。今回は超低濃度である0.1mass%から高濃度である50mass%の幅広い濃度で樹脂を作製し、その摩擦特性を評価した。

2.3 摩擦試験方法

Fig. 1に本研究で用いた往復しゅう動摩擦試験機(pin on plate型)の概略図を示す。ステージに作製した樹脂基板を固定し、樹脂基板に対して球(SUS304、直径2mm)を垂直に押し付けることで荷重を加え、往復運動させて樹脂基板と球を摩擦させた。このとき試験球には上部につけたおもりの自重で1Nの荷重が加わるように調整した。しゅう動回数は18000cycleとし、振幅2.5mm、回転数は300rpm、水潤滑条件とした。摩擦力はひずみゲージにより測定し、球および樹脂の摩耗体積は試験後の摩耗痕をレーザー顕微鏡で観察し、基準面に対する凹みで評価した。

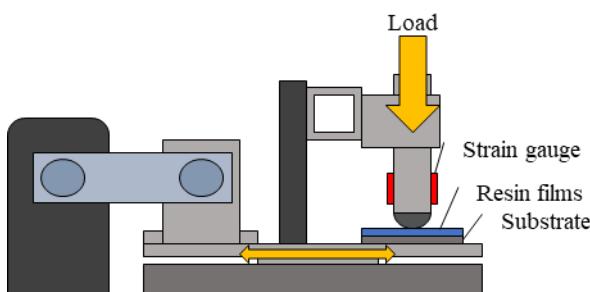


Fig. 1 Outline drawing of testing machine

3. 結果と考察

微粒子添加前後の平均摩擦係数を Fig. 2, 樹脂摩耗体積を Fig. 3 に示す。酸化銅微粒子を添加することで摩擦係数が安定化し、樹脂摩耗量が低減した。添加濃度は、0.3mass%と少量の酸化銅粒子の添加により耐摩耗性の向上が確認された。

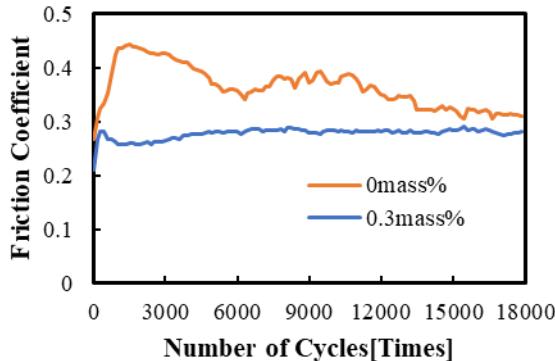


Fig. 2 Friction Coefficient

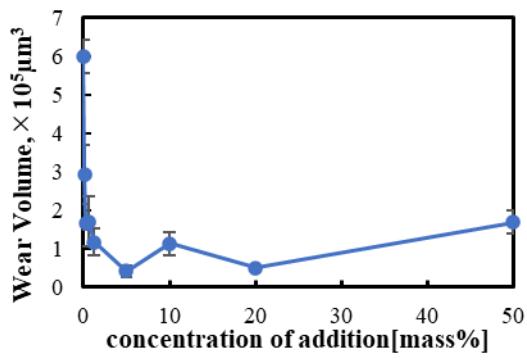


Fig. 3 Wear Volume

次に粒子添加前後の試験後の樹脂の光学顕微鏡写真を Fig. 4 に示す。観察結果から粒子添加前では樹脂が剥がれるように摩耗が進行し、粒子を添加することでその現象を抑制されていることが分かる。このような剥がれ落ち現象は常に発生する訳ではなく、一定の割合で発生することが分かった。さらに 3 回の試験で各試験時間における樹脂が剥がれ落ちた場合と剥がれ落ちなかった場合と 3 回の樹脂摩耗量の平均を示した結果を Fig. 5 に示す。剥がれるようにして摩耗が進行する場合、平均値より大幅に摩耗量が大幅に増大することが分かり剥がれない場合は平均値より下回ることが分かった。

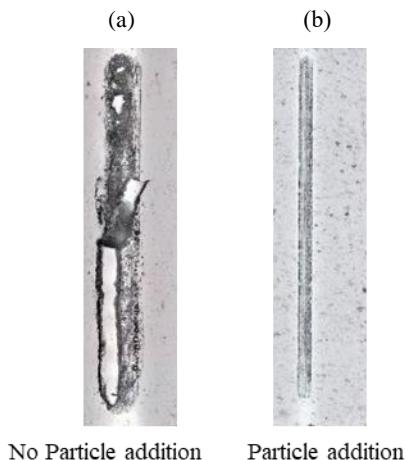


Fig. 4 Optical microscope image of resin surfaces after testing with (a) 0mass% and (b) 5mass%

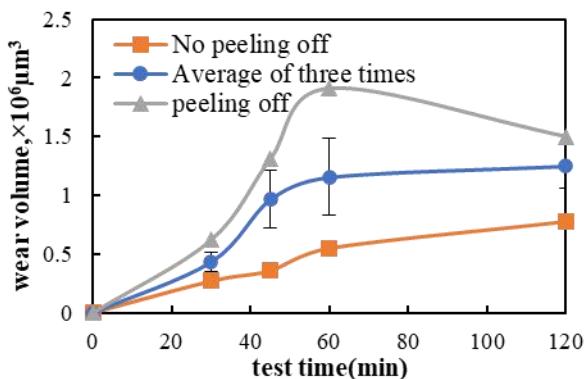


Fig. 5 Amount of resin wear at each test time

以上の結果から酸化銅微粒子を添加することで、樹脂の摩耗低減効果があることが分かったが、摩擦過程の詳細な観察から、酸化銅微粒子を添加することで樹脂の摩耗形態に違いが生じることが分かった。つまり、酸化銅粒子添加により、通常の凝着摩耗抑制効果に加えて、樹脂の疲労摩耗とみられる樹脂の剥がれ落ちによる欠損を抑制する効果があることが分かった。

4. おわりに

酸化銅微粒子添加樹脂の SUS304 に対する水潤滑下の摩耗進展過程を調査した結果、少量の酸化銅微粒子により摩耗特性の向上効果が得られ、疲労摩耗の抑制が抑制されることが分かった。今後、詳細なメカニズム評価を進める。

文献

- 1) 大庭 敏之, 自動車用樹脂材料, 高分子, 46, 7(1997) 489