

ニュース101号

2014. 10 発行

公益財団法人 岡山工学振興会編

E-mail: ofst@cc.okayama-u.ac.jp

HP: <http://www1a.biglobe.ne.jp/ofst/>

酸化グラフェンの潤滑添加剤への応用

岡山大学大学院自然科学研究科 准教授 木之下 博

近年、自動車の低燃費化は驚くべきものがある。これはもちろんハイブリッドシステムによる革命的な技術もある。しかし革新的ではないが、自動車の小さなものも含めた全ての部品のエネルギーロスの一つ一つ改善することで、大きな効果を生み出すことも主流となりつつある。エネルギーロスの大半は摩擦によってもたらされ、これをさらに減少させることが今後の課題となっている。また、摩擦を減らすことは、摩耗の減少にもつながり、機械機器の長寿命化ももたらす。このように、摩擦・摩耗を軽減させることの重要性の再認識が進んでいる。

摩擦を最も低減する手軽な方法は、高性能な潤滑油を用いることである。潤滑油は摩擦表面で“油膜”を形成し、摩擦する金属面間に入り込んで直接接触を防ぎ、摩擦力と摩耗を大幅に軽減させる。しかしながら、高荷重時には油膜効果が非常に乏しくなる。また、近年、低燃費化のため低粘度の潤滑油が使用されているが、低粘度化は油膜効果の減少をもたらす。このように高荷重時や低粘度の潤滑油では、摩擦面が直接接触することになる。この摩擦面同士の直接接触を防ぐために、極圧剤や摩耗防止剤などの添加剤が潤滑油に配合されている。これら添加剤は、金属表面に吸着しやすく、さらに摩擦によって金属表面上で耐摩耗膜(トライボフィルムと称する)を形成する。このトライボフィルム形成によって、金属の直接接触が防止される。しかし潤滑添加剤は約40年前に開発されたZnDTP(ジアルキルジチオリン酸亜鉛)やMoDTC(ジアルキルジチオカルバミン酸モリブデン)が未だに使われているのが現状で、この間、技術革新がなされていない。それゆえ、今後予想されるさらなる潤滑油の低粘度化に対応できない。

構造模式図

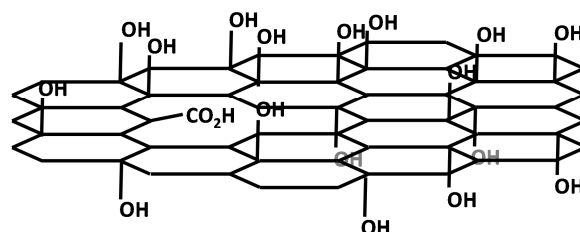


図1 酸化グラフェンの構造式

そのような中で我々の研究グループでは、カーボンナノ材料の1つである酸化グラフェンが摩擦添加剤として非常に高い性能を有し、特に高荷重時における耐摩耗性が非常に高く、極圧添加剤として最適であることを発見した。酸化グラフェンは、黒鉛の一層ナノシート構造で、横方向のサイズは数 μm である(図1参照)。その特徴としてナノシート構造の他に、非常に高い酸化度を

有することが挙げられる。炭素と酸素の比が2:1と一酸化炭素(CO:炭素と酸素の比が1:1)に迫る高いものである。これら多数の酸素原子は、ヒドロキシ基(-OH)、エポキシ基(C-O-C)、カルボキシ基(-CO₂H)の酸素官能基の形で酸化グラフェン表面

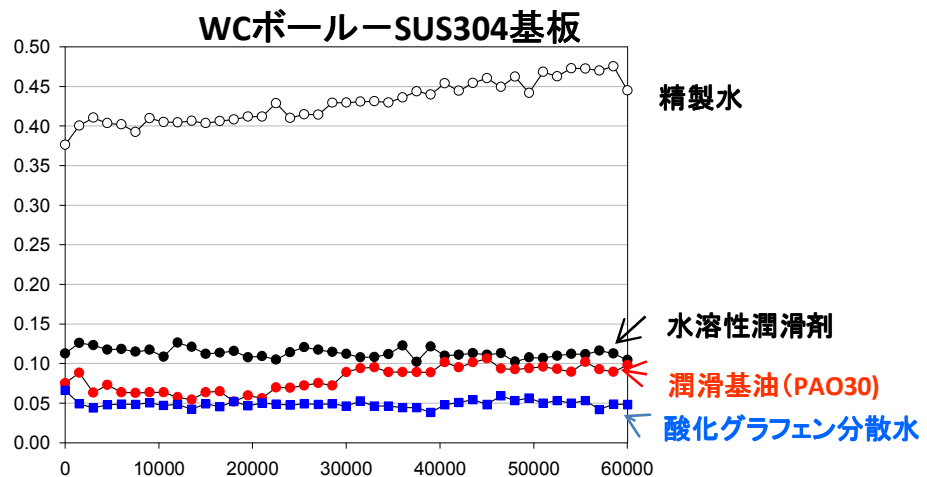


図2 各種液体の摩擦係数

に存在する。この酸素官能基によって、酸化グラフェンは金属に吸着しやすい性質を有する。さらに、ナノシート構造によって摩擦面間に侵入しやすい。この侵入した酸化グラフェンは摩擦面の直接接触を防ぎ、摩擦力と摩耗を大幅に軽減できる。加えて工学的に重要なことは、酸化グラフェンが他のナノ物質とは異なり、大変安価に製造できる可能性がある点である。通常ナノ物質はプラズマで合成されるなど気相成長が基本であり、そのため大量合成に不向きで、高コストである。一方、酸化グラフェンは黒鉛を液中の化学反応より一層一層を剥離すること（このとき酸化も進行する）で合成される。さらに本学、仁科准教授によって酸化グラフェンの大量合成法が開発され、量産化されれば1g、1円程度で合成できると試算されている。

酸化グラフェンは水に大変分散しやすく、我々はこの酸化グラフェン分散水について摩擦実験を行った。図2は6万回の往復摺動を行った時の摩擦係数変化を示している。実験に用いた潤滑液体として、1質量%の酸化グラフェンの分散水と、比較のための炭化水素系合成潤滑基油(PAO)、精製水、1%の機械加工用水溶性潤滑剤である。基板は SUS304、摺動球は直径 2mm のタングステンカーバイト(WC)、球は回転しない滑り摩擦で、荷重は 1.8N である。この時のヘルツ接触圧は 2.1GPa で高面圧である。精製水のみでは摩擦係数は 0.4 以上であり、水溶性潤滑剤、PAO 共に 0.1 付近の摩擦係数となっている。最も低くなっているのが酸化グラフェン分散水で、摩擦係数が 0.05 付近と極めて良好である。さらに摩擦試験後にこれらの試料を走査電子顕微鏡(SEM)像で観察したところ、精製水の場合、ボール、基板ともに大きな摩耗が見られた。しかし酸化グラフェン分散水ではボール、基板ともにほとんど摩耗が見られなかった。詳しい分析の結果、これら摩擦面への酸化グラフェン由来の炭素成分の吸着が認められた。それゆえ、この炭素成分が摩擦面同士直接接触を防ぎ、素晴らしい潤滑性を発現したと推測できる。

また、酸化グラフェンは酸素官能基を有しており、これらを化学修飾することで様々な機能や、各種液体に分散させることが可能である。そのため現在、我々は酸化グラフェンを潤滑油に分散することおよびその潤滑性能についても研究を行っている。上述のように酸化グラフェンは大量合成が可能であり、ラボベースでも数百グラムの酸化グラフェンを合成することが可能である。そのため特別研究で採択頂いた酸化グラフェンの実用化に関する研究も、大量の酸化グラフェン分散水や酸化グラフェン分散潤滑油を用いて進め、早急な実用化を目指したい。

「平成 26 年度特別研究（内山勇三科学技術賞）受賞者」

1. 学術研究集会学術講演会の助成

平成 26 年度の学術研究集会・学術講演会の助成（第 3 回分）の申請件数は 4 件でした。この分野の選考は、研究助成選考委員会（委員長 太田 勲 兵庫県立大学副学長）により行われ、下表のとおり決定いたしました。

研究集会名称	主催団体	世話人
第 35 回バイオメカニズム学術講演会	バイオメカニズム学会	岡山大学 岡 久雄
第 65 回塑性加工連合講演会	一般社団法人 日本塑性加工学会	岡山大学 多田 直哉
精密工学会中国四国支部（岡山地区）講習会	(公社)精密工学会中国四国支部	岡山大学 岡本 康寛
日本生産管理学会中国・四国支部 支部研究会	日本生産管理学会中国・四国支部	岡山大学 柳川 佳也

2. 学術研究集会等のお知らせ

☆ 名称 第 35 回バイオメカニズム学術講演会

主催 バイオメカニズム学会

内容 年 1 回開催している学会の学術講演会で、今年度は一般講演 72 演題に加え、シンポジウムやセミナーを開催し、130 人程度の医療・福祉・工学研究者が参加する予定。講演では、ヒトを含む生物を工学・医学・生物学などの多面的な視点と方法論で計測・解析すると共に、スポーツ・リハビリ等への応用など、多岐に渡っている。

日時 平成 26 年 11 月 8 日（土）～11 月 9 日（日）

場所 岡山大学大学院保健学研究科

問合せ先 岡山市北区鹿田町 2-5-1 〒700-8558 電話 (086) 235-6884

岡山大学大学院保健学研究科 岡 久雄

E-mail : sobim14@cc.okayama-u.ac.jp

URL : <http://www.okayama-u.ac.jp/user/sobim2014/>

☆ 名称 日本生産管理学会中国・四国支部 支部研究会

主催 日本生産管理学会中国・四国支部

内容 支部研究会として、「生産およびサービス業効率化」というタイトルで、生産管理に精通したコンサルタントおよび大学関係者を招き、講演・質疑応答を通じて、生産管理技術についての見識を深める。

日時 平成 26 年 12 月 4 日（木）

場所 岡山大学大学院自然科学研究科棟第 2 講義室

問合せ先 岡山市北区津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8168

岡山大学大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻 柳川 佳也

《事務局よりお知らせ》

学術研究集会、学術講演会への助成について

第 4 回（平成 27 年 1 月～3 月開催） 11 月 14 日（金）申請締切り

※ 平成 27 年度公募要項は財団ニュース 3 月号に掲載します。

《ほっと交流会》

「岡振サロン」では毎月第2金曜日に色々な方に「ほっとな話題」を提供していただき、気軽に意見を交わす「ほっと交流会」を開催しています。お気軽にご参加下さい。

日時：平成26年11月14日（金）18：00～（予定）

場所：岡山大学新技術研究センター1F

参加費（軽食付）：賛助会員：1,000円、非会員：1,500円

学術交流推進事業公募

1. 目的

この助成は、岡山県内における理工学に関する学術ならびに先端技術の向上を目指した優れた学術研究および学術集会開催等を助成し、その振興を図ることにより、岡山県における科学技術の発展に寄与することを目的としている。

2. 研究助成等の対象 理工系の基礎及び応用研究または、これらに関わる学術集会等。

3. 研究助成等の種目

(1) 学術研究推進助成 特色ある成果を挙げている研究者等がさらに高水準を目指して取り組む、学術的あるいは先端技術に関する研究。

(2) 学術集会開催推進助成 岡山県内の理工学の発展と先端技術の向上に寄与する学術集会、学術講演会。

4. 研究助成等の費用 学術研究推進助成等申請書の研究内容等に賛同する企業等の寄附金をもって充てる。

5. 研究助成件数及び金額 概ね30件程度（1件1万円以上）

6. 研究助成の申請

(1) 応募資格 理工学分野の基礎及び応用研究に従事している研究者または研究グループで岡山県下の大学、高専等教育研究機関に所属する者。

(2) 申請手続 申請者は研究の目的、性格、必要性等を十分に考慮し、学術研究推進助成申請書（様式1-1）を、または学術集会開催推進助成申請書（様式1-2）を作成し下記8に郵送またはメールで提出してください。

(3) 申請書類 申請用紙は当財団のホームページからダウンロードできます。また、財団事務局に請求くだされば、電子データの様式を差し上げます。

(4) 受付開始 平成26年4月1日から

7. 提出期限 **毎月月末**

8. 提出先・お問い合わせ先 〒700-8530 岡山市北区津島中三丁目1番1号

公益財団法人岡山工学振興会事務局

Tel・Fax：(086) 255-8311

E-mail: ofst@cc.okayama-u.ac.jp,

URL: <http://www1a.biglobe.ne.jp/ofst/>

9. 選考結果

選考委員会で選考（審査）し、申請者及び寄附者に採否、助成金額、交付期日等を通知する。

10. 研究・集会終了後の手続

助成期間終了後1年以内に学術研究推進助成実績報告書（研究継続中の場合は中間報告書）（様式5）または学術集会終了報告書（様式6）を提出して下さい。

11. 研究成果等の公表 財団HPにおいて公表する。