

平成 27 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	理工学研究科化学工学専攻
研究者 (ふりがな)	荒尾与史彦 (あらお よしひこ)
タイトル	グラフェンのナノ分散によるプラスチック材料の高じん化及び耐食化
助 成 名	新任助教研究助成
採択金額	70 万円
<p>研究の背景</p> <p>グラフェンは黒鉛を剥離させることで作製できるため、低コストで量産化が可能である。本研究室では液相プロセスにおいて黒鉛をグラフェンへと変換する装置を開発している。量産化を確立する一方で、得られたグラフェンをどう使いこなすかが課題である。そこで、プラスチック材料に練りこむことで、プラスチックの高強度化を試みた。</p>	
<p>結果と考察</p> <p>本研究ではグラフェンを用いてエポキシ樹脂を強化することに試みた。単に混ぜるだけでは、グラフェンが再凝集をして、再凝集した箇所が欠陥として働き、強度を低下させる。実際に市販のグラファイトナノプレートを購入し、20000rpm を越える高速攪拌にて分散させ、エポキシ樹脂と混合して硬化させた。得られたナノコンポジットに関して曲げ試験を行い、その結果を図 1 に示す。0.2wt%程度の微量な添加の範囲においては、強度、弾性率ともに上昇した。しかしながら、添加量を 1wt%に増加させた場合、強度と弾性率は 0.2wt%のものと比較して低下する傾向を示した。添加量を増やしてエポキシ樹脂の更なる特性改善を成し遂げるためには、グラフェンの表面を改質して、エポキシ樹脂との濡れ性を高めることが不可欠と考えた。そこで本研究ではグラフェンの表面にアニリンを物理吸着させた (An-GnP)。アニリンは環状構造をしており、またアミノ基を有するために、グラフェン表面とπ-π相互作用によって物理吸着しつつ、エポキシ樹脂とは硬化剤として反応を進めることができる。このアニリン修飾グラフェンを用いることで、1wt%の添加量において、表面修飾なしのものに比べて、曲げ強度と弾性率は共に上昇する結果を得ることができた。</p> <p>曲げ試験後の破断面を図 2 に示す。表面処理がない場合、エポキシ樹脂に対するグラフェンの濡れ性が悪いために、グラフェンとエポキシ樹脂が接着している様子はみられず、その境界には空隙が数多く見られた。このことより、グラフェンとエポキシ樹脂の間で応力伝達がなされず、1wt%の添加において強度と弾性率が低下する傾向になったものと推察される。一方でグラフェン表面にアニリンを吸着させることで、ナノコンポジットの破面は図 2(b)のように、樹脂とフィラー間には空隙が見られず、グラフェン表面とエポキシ樹脂の濡れ性は良好であることが分かった。この場合では樹脂とフィラー間の応力伝達が有効になされ、グラフェン添加量と共に弾性率は向上する結果になった。</p> <p>これらの結果より、グラフェンの表面は樹脂との濡れ性が悪いために、攪拌過程において凝集を引き起こし、かつ樹脂との境界に空隙が存在して接着不良となることが分かった。この凝集と接着不良の 2 つの因子により、グラフェンの魅力的な機械的特性を最大限に発揮することができていないのが現状である。今回グラフェンの表面処理に関して、ピリジンや TritonX-100, アニリンなど様々な処理を行った結果、アニリンによる表面処理が最もよい結果が得られた。これはアニリンが環状構造を有することでグラフェンと相互作用を生み出し、またアミノ基はエポキシ樹脂と結合することによる。このようにグラフェンとエポキシ樹脂を結びつける機能性分散剤は、更なる特性改善を図る上で極めて重要である。</p>	

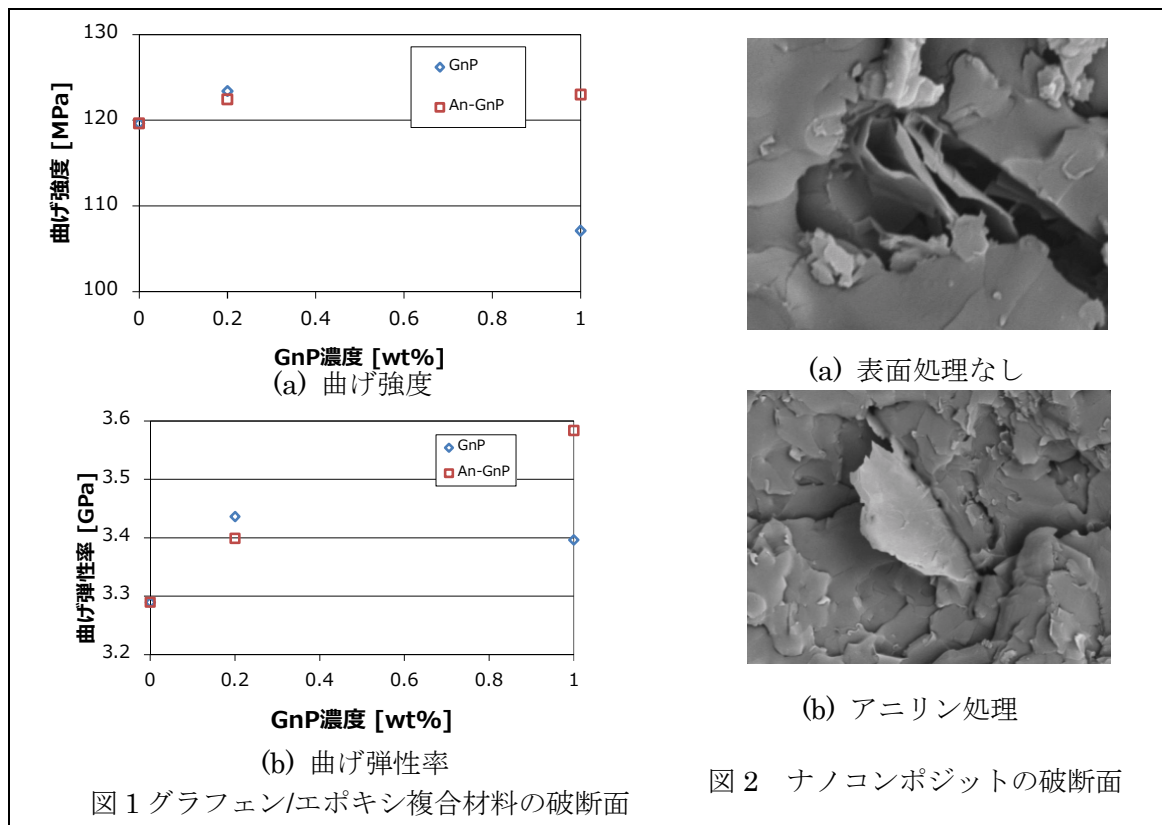


図1 グラフェン/エポキシ複合材料の破断面

図2 ナノコンポジットの破断面

結論と今後の課題

市販のグラフェンはアスペクト比が小さく、またエポキシ樹脂との相互作用がないために、添加剤としての魅力は低いことが判明した。我々は、エポキシ樹脂の中で直接グラフェンに変換しつつ、硬化させる新しい手法を試している段階である。今回得られた知見から、グラフェンとエポキシ樹脂に相互作用を持つ硬化剤の選定がきわめて重要であることが分かった。この知見を活かす事で、エポキシの中で完全に分散し、かつ接着性の良好なナノコンポジットを生み出すことができるものと期待できる。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品1	分光光度計	101,574
備品2	分析天秤 HR-250AZ-JA	135,864
消耗品	カンチレバー等	344,200
旅費		0
その他	学会参加費 英文校正費	118,362
合計		700,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。