

ナノダイヤモンドコンポジットにおける電場印加による構造形成

東京工業大学大学院 理工学研究科
赤坂 修一

【緒言】

カーボン材料は、古くから、木炭、カーボンブラック、活性炭として用いられてきた。1960年代以降、カーボン繊維やアモルファスカーボンを代表とする“ニューカーボン”として、生体用材料、構造材料、燃料電池、核融合炉壁材料など用途を一気に拡大し、さらに近年では、1985年に発見されたフラーレン(C₆₀)のほか、ナノチューブ、グラフェンといったナノカーボンとして注目を集めている。このようにカーボン材料は、同一素材が形態を変えて、長きにわたり注目を集めてきた材料であるといえる。

ナノダイヤモンド(ND)は、代表的なナノカーボンの一つであり、ダイヤモンド結晶構造を持った、一次粒径がナノサイズの粒子である。ダイヤモンドの持つ高硬度・高熱伝導性・高耐摩耗性などの特性を保持する上、ナノサイズ化により、粒子の表面特性が材料物性に効果的に発現すると考えられ、複合材料のフィラーとしても期待されている。しかし、NDはいまだ高価であり、ポリマー充填系で用いる場合には、より少ない充填量でNDの特性を発現させることが重要である。複合材料において、より少ない充填量で効果的に特性を発現させるためには、フィラーの再配列といった構造制御が有効である。

本講演では、新規のフィラーとして期待されるNDやその複合材料に関して紹介する。また、当研究室で実施した、高分子複合材料/NDへの電場印加によるフィラーの再配列について、構造形成メカニズム、形成した構造が諸物性へ及ぼす影響について報告する。

【実験】

マトリックスとして、光重合性モノマーであるポリエチレングリコールジメタクリレート(PEGDM)(Sigma Aldrich Co.; M_n=750)及び2-ヒドロキシエチルメタクリレート(HEM)(Sigma Aldrich Co.)を用い、充填材としてナノダイヤモンド(ND)(Nanoamand; 株式会社ナノ炭素研究所, 粒径=4-5 nm)を用いた。また、光重合開始剤としてIrgacure651(東京化成工業(株))を用いた。エタノールにNDを添加し、超音波分散を行うことでND懸濁液を得た。ここにモノマーを加えて攪拌した後、真空乾燥を行ってエタノールを脱溶媒させ、最後に光重合開始剤を溶解させた。これをITO電極セルに注入し、フィルムの厚み方向に対して電場を印加した後、UVランプを照射して光重合させることでサンプルフィルムを得た。得られたフィルムについて、光学顕微鏡観察、SEM観察、直流抵抗率測定、誘電率測定、動的粘弾性測定(DMA)を行った。