

一方向配向 CNT/エポキシ樹脂複合材料の力学・電気特性における CNT 構造の影響

Effects of CNT structures on mechanical and electrical properties of aligned CNT/epoxy composite

静大院工 ○(M1)露口 陽平, 苅田 基志, 中野 貴之, 井上 翼

Shizuoka Univ., °Yohei Tsuyuguchi, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue

E-mail: tsuyu@cnt.eng.shizuoka.ac.jp

【はじめに】我々は優れた特性を持つカーボンナノチューブ(CNT)と樹脂の複合材料の力学・電気特性に着目して研究を行ってきた。多層 CNT/樹脂複合材料では、外層が荷重伝搬を担っており、内層はほとんど寄与しないため直径の太い CNT ほど、力学・電気特性ともに低下する。このように CNT の構造は複合材料の特性に大きく関与すると考えられる。本研究では直径の異なる CNT を合成し、乾式紡績技術を用いて CNT シートと熱硬化性エポキシ樹脂による複合材料を作製し、CNT 径の効果調べた。

【実験方法】本研究では塩化物介在 CVD 法を用い、触媒量を変化させて直径の異なる CNT フォレストを合成した。CNT フォレストからウェブを引き出し、CNT シートを作製した。作製した CNT シートに樹脂フィルムをホットメルト法により複合化し CNT 樹脂フィルム複合材料を作製した。複合材料中の CNT の体積含有率(V_f)は CNT シートの積層数によって変化させた。複合材料の引張特性および電気特性は、引張試験及び直流二端子法によって評価した。また、熱重量分析により複合材料中の CNT の V_f を算出した。

【結果】Fig.1 に複合材料の CNT 直径と引張強度の関係を示す。引張強度は V_f が 5 %近傍で平均直径 36.5 nm の時 20 MPa、24.3 nm の時 40 MPa であった。そこから V_f が 10 %近傍になると平均それぞれ 80 MPa 及び 100 MPa に直線的に向上した。CNT 径減少と V_f 増加により、顕著な引張強度の向上が見られた。これは、同体積中の CNT の表面積が大きくなったことで荷重伝搬する CNT が増加したためであると考えられる。また、線形増加したことから、一方向材の複合則に乗っ取った結果となることがわかった。Fig.2 に複合材料の CNT 直径と電気伝導率の関係を示す。電気伝導率は V_f が 5 %近傍で平均直径 36.5 nm の時 20 S/cm、24.3 nm の時 40 S/cm であった。そこから V_f が 10 %近傍になると引張強度と同様にそれぞれ 80 S/cm、100 S/cm に直線的に向上した。細径 CNT ほど CNT 表面積が大きくなり導電性が向上したと考えられる。

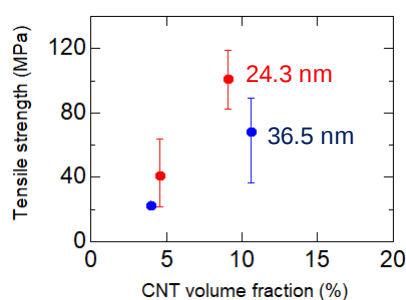


Fig.1 CNT diameter dependence of tensile strength

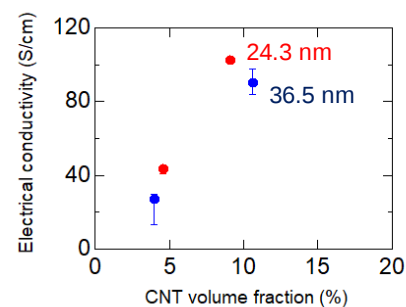


Fig.2 CNT diameter dependence of electrical conductivity