

PE/カーボンナノチューブの導電性評価

日大生産工(院)
日大生産工

○王 経国
邊 吾一

1. 諸言

カーボンナノチューブ(CNT)は,炭素原子が六角網目状のグラフエシートを円筒状に巻いた構造を取り,その長径はナノメートルサイズと極めて細い.¹⁾

CNTは高い電気伝導率,大きなヤング率を持つ特性より,樹脂に少量のカーボンナノチューブの添加で樹脂とのコンポジットで高強度,高弾性率,高い導電性などの特性を付与させることが期待されている.^{2,3)}

しかし,カーボンナノチューブをコンポジットの添加剤として利用するには,ナノサイズのカーボンナノチューブを樹脂に均質に分散させることが重要である.⁴⁾

さまざまな分散方法の中で,効率よくカーボンナノチューブを樹脂に分散する方法のひとつが溶融混練方法である.⁵⁾

本研究では,溶融混練法による高密度ポリエチレン(HDPE)とカーボンナノチューブのコンポジットの作成およびその導電性を評価した結果について報告する.

2. 実験

2.1 使用材料

カーボンナノチューブには,気相法炭素繊維(昭和電工,VGCF-S,繊維径80nm,嵩密度0.02g/cm³,粉体抵抗率 0.01Ω・cm)およびカップ積層型カーボンナノチューブ(GSIクレオス,Carbere-24PS,繊維径80nm,嵩密度0.09g/cm³,粉体抵抗0.03Ω・cm)の2種類を使用した.

マトリックス樹脂には高密度ポリエチレン(HDPE)のパウダー(旭化成ケミカルズ,サンテックS360CP,嵩密度0.35 g/cm³)を使用した.それぞれの物性をtable 1に示す.

Table 1 Properties of materials

Materials	Bulk Specific Gravity (g/cm ³)	Tube Diameter (nm)	Powder Resistivity (Ω・cm)
VGCF-S	0.02	80	0.01
Carbere (24PS)	0.09	80	0.03
HDPE (S360C)	0.35		

2.2 溶融混練

カーボンナノチューブとポリエチレンの混練には2軸押出機(テクノベル製,KZW15TW-45M G,スクリー径15mm,L/D比:45)(Fig.1)を使用した.溶融混練法において,2軸押出機の機械的なせん断力により,ポリエチレンの中にカーボンナノチューブを分散させ,PE/カーボンナノコンポジットのペレットを製作した.混練材料は,2種類のカーボンナノチューブを重量比2wt%,4wt%,6wt%,8wt%,10wt%に計量し,HDPEのパウダーと混ぜ,押出機に投入した.溶融混練の成形条件は樹脂温度210℃,スクリーの回転数は100rpmに設定した.溶融混練法により得られたPE/カーボンナノコンポジットのペレットをFig.2に示す.



Fig.1 2-Screw Extruder

Evaluation Of Electrical Properties Of PE/Cabon Nano-Composite

King Kwok WONG, Goichi BEN



Fig.2 PE/Carbon Nano-Composite pellets

2.3 試験片の製作

試験片は熔融混練法により製作したPE/カーボンナノコンポジットのペレットをホットプレスで、加熱圧縮成形し、製作した。加熱圧縮成形は2回行うことで表面を滑らかにし、抵抗率を測定しやすくした。Table 2に成形条件を示す。加熱圧縮成形より得られた厚さ0.4(mm)のシートはダイヤモンドカッターを用いて、JIS規格K 7194の試験片寸法(80mm×50mm)に切断した。

Table 2 Hot Press Molding

	1st Molding	2nd Molding
Pre-Heating (at 210℃)	10(min)	0(min)
Heating With Pressure (at 210℃)	15(min)	10(min)
Molding Pressure	1.5(MPa)	5.0(MPa)

2.4 導電性評価

抵抗率は抵抗率計(三菱アナリテック製,Lor estaGP,ASP プローブチェッカー)を使用し、JIS K 7194 導電性プラスチックの四探針法に基づいて、試験片の抵抗率を測定した。試験片は各重量比に3枚を用意した。抵抗率の測定は1枚の試験片に対し5箇所測定し、その平均値を求めた。(Table 3)

Table 3 Electric Resistivity of Carbon Nano-Composite

CNT Content	VGCF-S	Carbere
2wt%	N.A.	N.A.
4wt%	N.A.	N.A.
6wt%	291($\Omega \cdot \text{cm}$)	N.A.
8wt%	175($\Omega \cdot \text{cm}$)	N.A.
10wt%	48.6($\Omega \cdot \text{cm}$)	N.A.

3. 結果の考察

Table 3に示すように、VGCF-Sを使用したコンポジットでは添加量が6wt%以上で、抵抗率が測定可能となり、添加量の増加とともに、抵抗率が低下した。一方、VGCF-Sの重量比が4wt%以下の場合およびCarbereを使用したナノコンポジット(すべての重量比において)では抵抗率が高過ぎるため、測定ができなかった。

VGCF-Sの重量比が4wt%以下のとき、抵抗率が測定できない理由としては、樹脂に分散したVGCF-Sが少ないためだと考えられる。カーボンナノチューブと樹脂のコンポジットに導電性を付与する仕組みは、樹脂の中に分散した導電性をもつカーボンナノチューブが導電ネットワークを構成することにより、コンポジットが導電性を持つようになる。したがって、カーボンナノチューブの添加量が少ないと、ネットワークが構成されず、コンポジットは導電性を持たなくなる。

一方、Carbereを添加したナノコンポジットで抵抗率が測定できなかった理由としては、CarbereはVGCF-Sにくらべ、嵩密度が高いため、同じ重量比のものを添加した場合でも、材料内の分散が悪いため、導電性のネットワークを構成することができなかったためだと考えられる。

4. まとめ

- (1). 熔融混練法において、6wt%以上のVGCF-Sの添加により、PE/カーボンナノコンポジットに導電性を確認した。
- (2). 重量比を同一とした場合、VGCF-Sを添加したコンポジットのほうが抵抗率は低い。

5. 参考文献

- 1) 安藤義則,カーボンナノチューブの分散,ケミカル・エンジニアリング,5月号,(2008),P.24~25
- 2) 邊吾一,日本における複合材料の最新技術動向,自動車技術,Vol.62,(2007),P.15~20
- 3) 大竹尚登,カーボンナノチューブ複合材料,日本複合材料学会誌,第28巻,第6号(2005),P.6~13
- 4) 高瀬博文,樹脂中のカーボンナノチューブの分散,プラスチックスエージ,6月号,(2005),P.80~84
- 5) 辰己昌典,カーボンナノチューブの精製・前処理と分散・可溶化技術,技術情報協会,(2009),P.206~212