

18p-A2-8

磁場内熱処理した導電性フィラー含有ポリプロピレンの PTC 特性

PTC Property of Conductive Polypropylene Composite Formed in Magnetic Field

○大林周平¹, 山登正文¹, 堀邊英夫², 高橋弘紀³, 渡辺和雄³Tokyo Metro. Univ.¹, Kanazawa Inst. Tech.², Tohoku Univ.³, ○Shuhei Ohbayashi¹, Masafumi Yamato¹,Hideo Horibe², Kohki Takahashi³, Kazuo Watanabe³

E-mail: yamato-masafumi@tmu.ac.jp

【緒言】

前回, ポリプロピレン(PP)とニッケル(Ni)で構成されている複合材料を磁場内熱処理して得られる構造と導電性について報告した. 10T までの強磁場においても Ni の連結構造が形成され, 磁場外では導電性発現に 20vol%以上の Ni 添加量が必要であるにもかかわらず, 磁場印加試料では導電性発現の添加量は 0.55vol%まで低下させることに成功した¹⁾. 導電性フィラーの添加量低減は材料の軽量化や衝撃強さ向上に大きく寄与し, このような導電性高分子複合材料はセラミクスが利用されている PTC 素子への応用が期待できる. PTC 特性とは室温ではほぼ平坦である抵抗温度特性がある温度を超えると急激に抵抗が上昇し, 絶縁性を示すことである. そこで今回は磁場内熱処理で作製した Ni 含有複合材料の PTC 特性を評価したので報告する.

【実験】

マトリクス高分子にはポリプロピレン(PP)を用い, PP に対し 5 wt%の Ni を溶融混合させ, ホットプレスでフィルムを作製した. フィルム両面を電極用のアルミホイルで挟み磁場内で熱処理を行った. 昇温時の試料の抵抗値を 4 端子法で測定することにより PTC 特性を評価した. また, PTC 特性評価前後の試料を光学顕微鏡で観察した.

【結果・考察】

Fig.1 に PP/Ni の PTC 曲線を示す. 110°Cから抵抗率が急激に上昇することから磁場内熱処理した PP/Ni は PTC 特性を示すことがわかった. これは PP の体積膨張による Ni の導電パスが切れたためであると理解される. 一般に PP の融点は 150°C程度と報告されているが, 高分子結晶は乱れた結晶で形成されており, 融解現象は融点よりもかなり低温から生じる. そのため, 融点よりも低い温度にて抵抗率の立ち上がりが観察されたものと思われる. また, 抵抗率も 2 段階に変化しており, PP の融解再結晶化などの影響を受けている可能性が考えられるが, 詳細については検討中である.

磁場内で磁化している Ni の双極子相互作用にて連結構造を形成しているが PTC 特性評価時には磁場は印加されていない. 一度溶融した PP が再度固化する際に連結構造が維持されるかどうかは PTC 素子として応用する際に重要な問題である. そこで, PTC 測定後の PP/Ni を光学顕微鏡で観察し, その結果を Fig.2 に示す. PTC 測定前には Ni の連結構造体の直径が平均して 25 μm , PTC 測定後では約 2 倍の 47 μm に変化した. 熱処理により Ni の連結構造が緩和していることが示唆される. 当日の発表では PTC 特性のサイクル特性も含めて発表する.

【参考文献】1) 山登正文, 大林周平, 堀邊英夫, 高橋弘紀, 渡辺和雄, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 01-089 (2013).

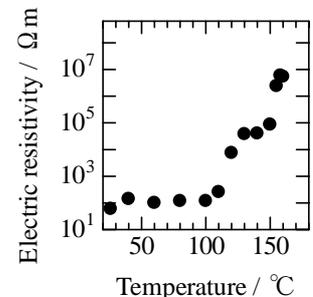


Fig.1 PTC curves of the PP/Ni composite (Ni content of 5 wt%).

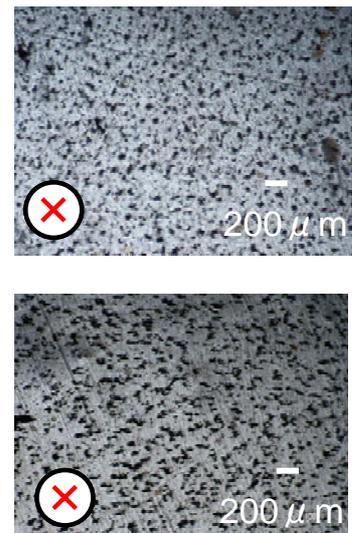


Fig.2 Polarized microscope image of PP/Ni composite formed in a magnetic field of 1T before (a) and after (b) PTC measurement.