

機能的な高分子材料の開発

機械システム課 佐伯和光 生活工学研究所 水野渡 富山県立大学 真田和昭 (株)トヨックス 三浦良弘 西田勇

1. 緒言

プラスチックはアルミなどの金属やセラミックスなどに比べて、軽量、静粛性、低コスト、複雑形状品を高効率で成形することが可能であり、その特長を生かして、OA・AV 機器の部品や機器内部のケース類など、金属に替わる用途展開が期待されている。また、高い寸法安定性を生かした光ファイバー接続部品などのセラミックス代替製品、その他、電気・電子機器や自動車などのパーツ材料用途に期待されている。

また、近年の電子機器は、小型・高速・高出力化が著しく、機器内部で多くの熱が発生する。そのため、ヒートシンク等による放熱対策が重要な課題になってきている。

高分子材料のフィラーとして、最近カーボンナノチューブが注目されている。カーボンナノチューブはアスペクト比が大きく、優れた力学特性を有しているだけでなく、 $3,000\text{W/mK}$ もの熱伝導率を有している。そのため、高分子材料の熱伝導率を向上させるフィラーとして多く研究されている。しかしながら、まだ材料が高額であるのが、欠点である。

一方、滑石は水酸化マグネシウムとケイ酸塩からなり、微細な薄片状の結晶が集合した鉱物である。粉末にして黒板用のチョーク、玩具、工事現場などでのマーキング用、ベビーパウダーなど化粧品類、医薬品等に使用されている。その熱伝導率は約 10W/mK 程度であり、安価であるという特徴を持っている。

そこで本研究では、電子材料でも多く利用されているエポキシ樹脂にフィラーを分散させた材料を作成し、フィラー含有量と熱伝導率の変化に関する検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 使用材料

実験に用いた材料はジャパンエポキシレジン製のエポキシ樹脂 (828)、硬化剤 (YH306)、硬化促進剤 (BMI12) を用いた。また、フィラーとして滑石 (平均粒

径 $13.4\mu\text{m}$ 、熱伝導率 11W/mK) 及びカーボンナノチューブ (熱伝導率 $3,000\text{W/mK}$) を用いた。図 1 に用いたカーボンナノチューブの SEM 写真を示す。図よりアスペクト比の大きいチューブ状の材料であることが確認できる。

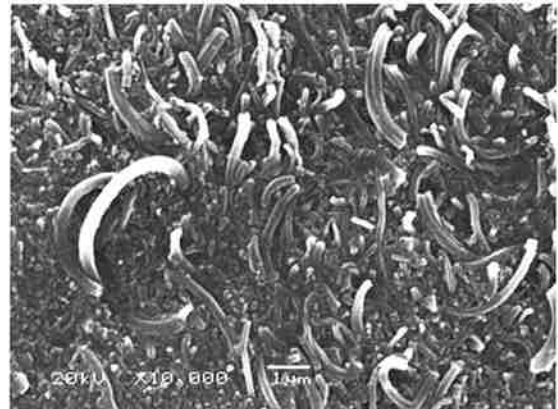


図 1 用いたカーボンナノチューブの外観写真

2. 2 試験片の作製

自公転式ミキサー (倉敷紡績社製 マゼルスター KK-500) を用いて、エポキシ樹脂とフィラーを混合し、 90°C で 3 時間、 130°C で 5 時間加熱して硬化させ、熱伝導率測定用の試験片とした。

2. 3 熱伝導率の測定

熱伝導率は同じ種類の厚さの異なる試験片を用いて、定常法により求めた。2 枚の温度・熱流速センサで試験片をはさみ、一定の圧力 (2.7kPa) を加えた。ヒータで試験片を加熱し、試験片上下の熱流速、試験片の上下間の温度差が定常状態になった時点で記録した。樹脂の熱伝導率 λ_c^{exp} は、次式より求めた。

$$\lambda_c^{\text{exp}} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\Delta T_1}{q_1} - \frac{\Delta T_2}{q_2}}$$

ここで、 q_1 、 ΔT_1 は厚さ t_1 の試験片を用いて得られた熱流束および温度差、 q_2 、 ΔT_2 は厚さ t_2 の試験片を用いて得られた熱流束および温度差である。熱伝導率測定装置は、熱伝導率が既知であるパイレックスガラス

(1.088W/mK)を用いて校正を行い、誤差が5%以内であることを確認した。

3. 実験結果及び考察

図2にエポキシ樹脂にフィラーを分散させた時の含有量と熱伝導率の関係を示す。図よりフィラー含有量が増す程、熱伝導率が高くなる傾向を示すことがよくわかる。最終的にフィラー含有量60wt%程度で、1W/mK近くの熱伝導率が得られた。

図3にフィラーを含有したエポキシ樹脂の断面SEM写真を示す。写真よりフィラーが断面一面に分散しているのがよくわかる。これらよりフィラー同士が接触し、熱伝導が生ずると考えられる。

一方フィラー含有量が増すと、粘度が大幅に高くなり、成形性、流動性が悪くなる傾向を示した。そこで、今後はフィラーを前処理することにより、エポキシ樹脂とのぬれ性の改善や、エポキシ樹脂とフィラーに相容性のあるカップリング剤の検討を行うことにより成形性を高める必要がある。また、成形性を向上させると、さらにフィラー含有量を増やすことが出来るため、さらなる熱伝導率の向上が期待できる。

4. まとめ

エポキシ樹脂にマイクロ、ナノフィラーを分散させた材料を作成し、フィラー含有量と熱伝導率に関する検討を行ったところ、以下のことが明らかとなった。

(1) フィラー含有量を増すことで熱伝導率が大幅に向上する。

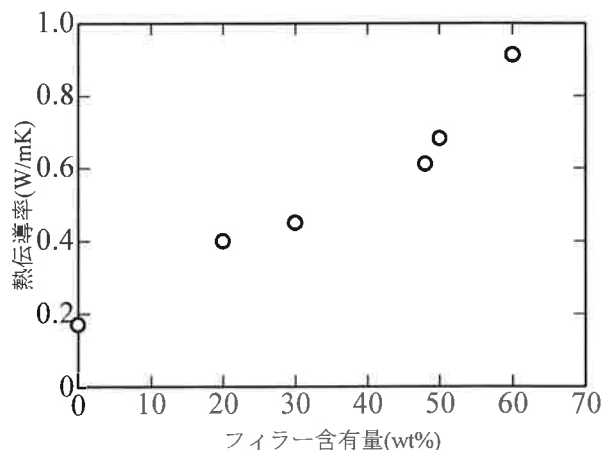


図2 フィラーの含有量と熱伝導率の関係



図3 フィラーを分散した試料の断面写真

- (2) フィラー含有量が増すと、粘度が高くなり成形性が悪くなる。
- (3) フィラーのぬれ性、カップリング剤の検討により、成形性の向上及びさらなる熱伝導率の向上が期待される。

キーワード：熱伝導率、プラスチック、エポキシ樹脂、フィラー、カーボンナノチューブ

Development of High Thermal Conductivity Polymeric Composites Material

Kazumitsu SAEKI, Wataru MIZUNO, Kazuaki SANADA, Yoshihiro MIURA and Isamu NISHIDA

Development of high thermal conductivity polymeric composites material is desired. Polymeric composites materials with a few fillers were prepared and their thermal conductivities were measured. The thermal conductivity of epoxy resin with talc and carbon nano-tube was drastically improved. When the filler contents increase, their formability become bad. So improvement of wettability and investigation of coupling agents for them are needed.