



複合材料の X 線 CT 観察

今井 祐介

国立研究開発法人産業技術総合研究所 マルチマテリアル研究部門

キーワード：黒鉛、六方晶窒化ホウ素、球構造コンポジット、X 線 CT 観察

1. 背景と研究目的

近年、さまざまな分野において、熱マネジメント技術の重要性が増している。発熱デバイスから放熱部に効率的に熱を流すために、ポリマーと高熱伝導フィラーから構成されるコンポジットである熱層間材料と呼ばれる高熱伝導材料が用いられている。黒鉛や六方晶窒化ホウ素（hBN）粒子は、高熱伝導フィラーとして注目されている素材である。二次元的な結晶構造を反映して、板状の異方的な形状を持ち、長手方向に高い熱伝導率を有する。そのため、これらの粒子の配向状態を適切に制御することが、熱層間材料の高性能化に欠かせない。我々は、転動造粒法を応用した球構造コンポジット化の手法により、異形状熱伝導フィラーから等方的に高熱伝導を示すコンポジット材料を作製することに成功している[1]。本検討では、高空間分解能 X 線 CT により、球構造コンポジットの内部構造観察を行った。

2. 実験内容

黒鉛および hBN は長軸約 $3.4 \mu\text{m}$ 、短軸約 $0.3 \mu\text{m}$ の板状形状を有する粒子を用いた。エポキシ樹脂とフィラー粒子の重量比 1:3 の組成の混合物から、引用文献に記載の手法により作製した、直径約 $500 \mu\text{m}$ の球構造コンポジットを測定に供した。BL8S2 にて白色 X 線、試料観察倍率 10 倍の条件で X 線 CT 観察を行った。UV 接着剤でピンに固定した試料を回転ステージに設置し、 0.1° 毎に 3,601 枚の画像を取得した。3D 再構成されたデータを 3D 可視化ソフトウェアを用いて 3D 画像化した。

3. 結果および考察

図は黒鉛をフィラーとした球構造コンポジットを一旦作製して硬化させたのち、hBN コンポジットを外殻として付着させたコアシェル型の構造を有する球構造コンポジット粒子の観察結果である。3D 像からコンポジットの中心断面部分を表示している。コンポジット内に大きなボイドは確認されず、密に詰まったコンポジットとなっていることが確認された。用いた X 線 CT 観察条件でのボクセルサイズは $0.65 \times 0.65 \times 0.65 \mu\text{m}$ であり、用いたフィラー粒子の厚さよりも大きい。異形状のフィラー粒子の端面と考えられる線状の構造を確認することができた。コア部の中心近傍の粒子の配向ははっきりしないが、外周に近づくにつれて粒子は球面に平行に配向していく様子が確認できる。また、シェル部の hBN 粒子も球面に平行に配向している。このように 3 次元的に異形状粒子を配向させたことにより、等方的な熱伝導特性を実現できたものと考えられる。

4. 参考文献

1. K. Sato, Y. Tominaga, Y. Hotta, Y. Imai, *Compos. Part A* 154 (2022) 106776.

