



X 線 CT 測定

岡田 詩歩, 渡邊 将太
名古屋大学, (株) U-MAP

キーワード : 複合樹脂材料, AlN ウィスカー, 高熱伝導, 配向性

1. 背景と研究目的

近年、電子デバイスの小型化・高集積化に伴い、発熱の増大が問題となっており、絶縁性高熱伝導複合樹脂の開発が必要不可欠である。本研究ではフィラーとして絶縁性・高熱伝導性・高アスペクト比を有する繊維状窒化アルミニウム(AlN ウィスカー)を用いた。複合樹脂の熱伝導率は、様々な因子が複雑に絡みあっており、これまでにフィラー同士の接触点数や分散性、配向性などを評価してきた。この他に代表的な因子として、フィラー充填量やフィラー粒径などがある。これらの情報を含めたフィラー構造の定量評価手法として、トポロジカルデータ解析手法のひとつであるパーシステントホモロジーに着目した。本研究では、フィラーの高次構造と熱伝導率の関係を明らかにすることを目標とする。

2. 実験内容

作製した試料を 1 mm×1 mm 程度に切り出し、試料ホルダー上に紫外線硬化樹脂を用いて固定した。試料ホルダーを測定台にセットし、位置の調整を行った。パソコン上で位置、回転軸の調整を行い、測定台を回転させながら試料に白色 X 線を照射した。透過した X 線を CMOS カメラで測定し、透過像を得た。測定時の露光時間は 20 msec とし、1 つの試料につき計 1801 枚(180°撮影)の透過像を得た。これを再構成することにより CT 像を得た。また、試料の透過像を得る前に試料をセットしていない試料台を撮影し、バックグラウンドの透過像を得た。

3. 結果および考察

パーシステントホモロジーは、データのトポロジカルな「穴」を抽出する手法である[大林ら, 2018]。本研究では、X 線 CT 測定によって得られた三次元構造を対象とした。パーシステントホモロジーでは 0 次, 1 次, ..., n 次の穴を考慮するが、今回は 0 次と 1 次の解析によって得られたパーシステントダイアグラムを結合している。パーシステントダイアグラムの例を Fig.1 に示す。Birth と Death の差がデータ点の寿命であり、基本的には寿命が長い方がデータの本質的な形を抽出していると期待される。

X 線 CT の各サンプルにおけるパーシステントダイアグラムを結合し、(データ数, ベクトル数)からなる行列を得る。この行列に対して主成分分析を行い、第 1 主成分と第 2 主成分でプロットしたものを Fig.2 に示す。カラーバーで熱伝導率の違いを示している。パーシステントホモロジーによって、高次元構造の特徴をある程度抽出できていると考えられる。

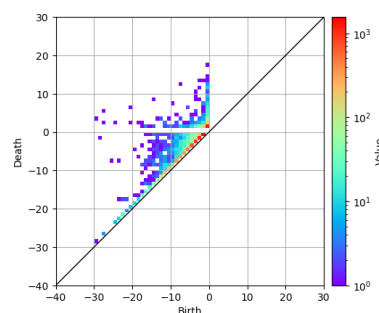


Fig.1 複合樹脂のパーシステントダイアグラムの例

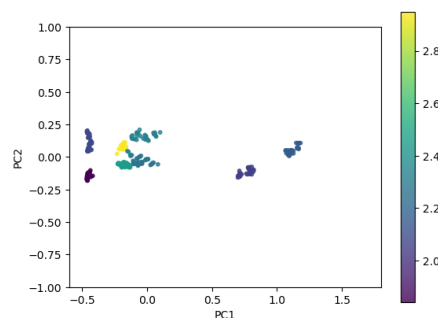


Fig.2 主成分分析結果による、構造と熱伝導率の関係.