



ポリマーブレンドの3次元可視化手法の検討

杉山 信之¹，福岡 修¹，中西 裕紀²

1 あいち産業科学技術総合センター技術支援部，

2 あいち産業科学技術総合センター三河繊維技術センター

キーワード：ポリマーブレンド，屈折コントラスト X 線 CT，位相 CT，芯鞘構造，PE，PP

1. 背景と研究目的

高分子材料は様々な種類があり、用途によって使い分けられるほか、機能性の高さを狙ってブレンドや複合化される場合もある。その場合、強度や耐候性などの性質は配合割合や分布状態などにも影響されるため、構造の評価は材料開発では必須である。ポリマー同士の3次元の分布状態は、吸収 X 線 CT（以下、吸収 CT）は、ポリマー同士の密度差が小さいために両者を区別することが困難である。そこで、屈折コントラスト X 線 CT（以下、位相 CT）を用いて複合ポリマー材料の3次元構造を可視化することを目的として測定を行った。

2. 実験内容

複合ポリマー材料の例として、芯鞘構造を持つポリマー繊維を測定試料とした。具体的には、芯としてポリプロピレン（PP）、鞘としてポリメチルペンテン（TPX）を選択し、三河繊維技術センターのマルチフィラメント紡糸装置にて紡糸したものを、延伸をした状態で取り出して試料とした。また、PP とポリエチレン（PE）を熔融混練した樹脂についても測定を行った。いずれも水中で脱気を行った試料をアガロースゲルに埋め込んだ状態で測定を行った。

測定はあいちシンクロトロン光センターBL8S2で行った。同ビームラインで実施できる位相 CTのうち、平行化ミラーを含まない状態で測定を行った。エネルギーは 15.7 keV で、倍率は 3.5 倍、露光時間 7 秒、180 度回転、露光枚数 1500 枚として露光を行い、位相回復後に再構成を行って CT 像を得た。なお、今回は通常の吸収 CT との比較を行うことを目的として、白色 X 線を光源とし、倍率 10 倍のレンズを用いた吸収 CT も取得した。測定は 360° 回転、露光枚数 3600 枚で露光時間を 30ms とした。

3. 結果および考察

吸収 CT と位相 CT で、直径約 100 μ m の芯鞘構造の糸を測定した結果を Fig.1 に示す。吸収 CT は空間分解能が高く、バックグラウンドの空気との境界線ははっきりと観察されたものの、芯と鞘の境界線はかろうじて識別できる程度のコントラストとなった。一方、位相 CT では、空間分解能が低いため、境界線はぼけてみえたが、芯と鞘のコントラストは高く、違う材料でできていることははっきりと識別することができた。さらに、PP+PE 混合樹脂については、吸収 CT では内部にコントラストの差は見えず、一様の材料であるかのように見えるが、位相 CT では内部に模様が見られた(Fig.2)。これは、密度の非常に近い混合物でも、位相 CT では判別ができることを示している。両手法で判別可能な密度差や、空間分解能の比較については、今後検討する予定である。

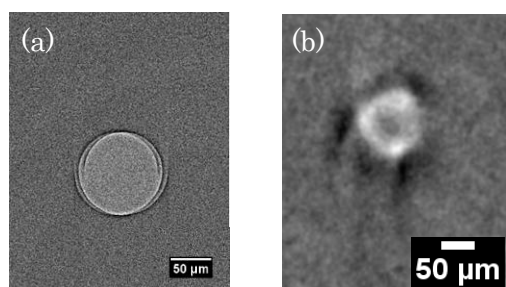


Fig.1 芯鞘構造ポリマー繊維の断層像
(a 吸収 CT b.位相 CT)

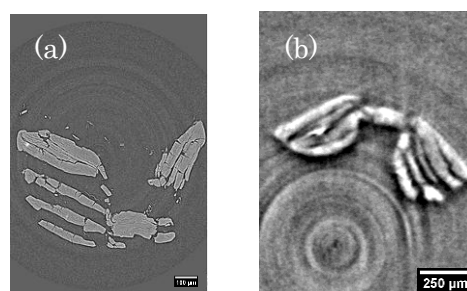


Fig.2 PP+PE 混合樹脂の断層像
(a.吸収 CT b.位相 CT)