

ポリエチレンテレフタレート繊維の レーザー延伸時に形成されるボイド形態の評価

(信州大・繊維) ○一色 沢真, 山崎秀徳, 伊香賀敏文, 金慶孝, 大越豊

【緒言】レーザー加熱延伸により高倍率まで引き伸ばされた poly (ethylene terephthalate)(以下 PET)繊維はボイドと呼ばれる空隙を有することが知られている。本研究では、上記の方法で作製された多孔性繊維のボイド形態を、X線CTによって非破壊で3次元観察した。このため、まずX線CTで繊維内部を観察するのに適した撮像条件を検討した上で、ボイドの断面形態を観察し、繊維軸方向へのボイドの連続性に関して考察した。

【実験】300 m/minで熔融紡糸したPET繊維を6.0倍でレーザー加熱延伸して得られた、ボイド率13%の多孔性繊維[1]を試料とした。繊維断面のSEM画像をFig. 1に示す。この繊維1本に対し、Bruker社製のX線CT SkyScan1272を用いて、管電圧20-30 kVと管電流175-210 μ A、分解能: 0.8 μ m/voxel、断層像の画素数: 2452 $\times$ 1640 pixel、回転ステップ: 0.1 $^\circ$ の条件で撮像した。

【結果・考察】撮像によりHU値(X線CT特有の輝度を示す単位)の面積を示すHUヒストグラムが得られる。例として25 kV-190 μ Aの条件で得られたHUヒストグラムをFig. 2に、HUの各閾値で2値化した断層像をFig. 3に示す。Fig. 3(a)で見られたノイズがFig. 3(b)では除かれ、繊維のみが観察されたことから、繊維部のHU値はほぼ4137以上であることがわかった。さらにHU値9078以上の頻度減少領域を表現したFig. 3(c)は、繊維表面部のエッジ強調操作が行われたと思われる部分のみが残った。グレースケール画像で繊維内部を観察する場合には閾値cとbの差が最も大きくなる条件が好ましい。本研究ではこの基準で25 kV-190 μ Aを選択した。

繊維軸方向に連続した断層画像をFig. 4に示す。繊維断面内には、直径およそ5-10 μ mの比較的大きな低吸収率領域(Fig. 4の破線で囲った黒色部分)が観察された。X線CTの分解能がSEMより劣ることから、SEMで観察される複数のボイドが、X線CTでは1つの低吸収率領域として認識されたと考えている。SEMで観察されるボイドは繊維断面の一部に偏って分布することも多いが、X線CTの断層画像では低吸収率領域の多くが繊維中心部に観察された。また繊維軸方向に沿った800 μ mの区間で繊維内部に観察される低吸収率領域の位置は、ほとんど変わっていない。したがって、低吸収率領域は少なくとも縦横比80倍以上に達するフィブリル状形態をとっており、実際のボイドも繊維軸方向に対して連続している可能性が高い。さらにSEM像に関しては、観察のために繊維を切断する際、ボイドの一部が潰れ、ボイド分布が偏った可能性が示唆される。

【参考文献】

Hidenori YAMAZAKI, Mako OKAZAKI, Toshifumi IKAGA, KyoungHou KIM, Yutaka OHKOSHI, Fiber Preprints, Japan Vol. 73 (2018), No. 2, 66

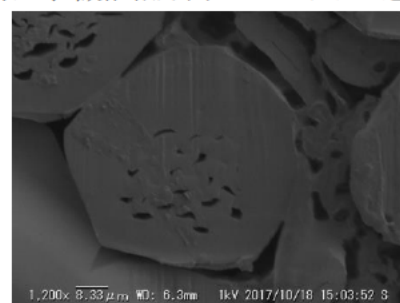


Fig. 1 The SEM image for Cross-section of PET fiber of draw ratio 6.0.

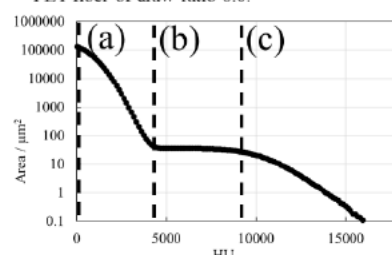


Fig. 2 HU histogram taken by 25 kV-190 μ A

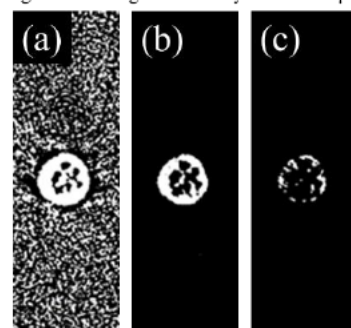


Fig. 3 Cross-sectional X-ray CT image taken by 25 kV-190 μ A binarized by HU value of (a) 19, (b) 4137 and (c) 9078.

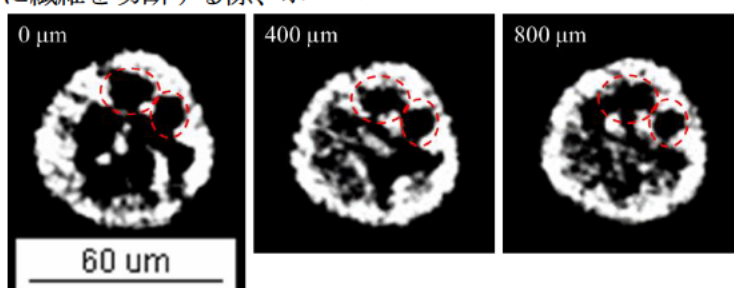


Fig. 4 Cross-sectional X-ray CT images of drawn fiber observed under the condition 25 kV-190 μ A. Locations along the fiber axis are shown in the figure.

Observation of void morphology formed by laser heated drawing of poly (ethylene terephthalate), Takuma ISSHIKI, Hidenori YAMAZAKI, Toshifumi IKAGA, KyoungHou KIM, Yutaka OHKOSHI: Faculty of Textile Sci. and Tech., Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Tel +81-268-21-5364, yokoshi@shinshu-u.ac.jp