

アイソタクチックポリプロピレンシートの高透明化と構造

サンアロマー株式会社¹・広島大学²

○丸山真範¹・池田正幸¹・水谷容子¹・梶岡寛¹・坂井和彦¹・田頭克春¹・岡田聖香²・彦坂正道²

【緒言】アイソタクチックポリプロピレン(iPP)シートの高透明性と高性能の両立は重要な課題である。OkadaらはiPP融液を臨界伸長歪み速度($\dot{\epsilon} \approx 10^2 \text{ s}^{-1}$)以上で伸長結晶化すると、配向融液(oriented melt, om)中で均一核生成するために、結晶サイズ(d)が10 nm オーダーのナノ結晶(nano crystal, NC)が伸長方向(Machine Direction (MD))に配向した“ナノ配向結晶(nano oriented crystal, NOC)”が生成し、高透明(厚さ0.3 mm全ヘーズで0.9%)かつ高強度、高耐熱なシートになることを見出した^{1,2)}。

最近、ゲル化剤の一種である熔融型透明核剤と高分子からなる系の成形物の高透明性が注目されている。同系の相溶液を降温すると、ゲル化剤が太さ10 nm オーダーのfibril状結晶からなる「3次元(3D)網目構造」へと自己組織化する^{3,4)}。3D網目がepitaxyにより核剤として働く場合には、高分子結晶サイズが小さくなるために、シートが高透明化すると考えられている⁵⁾。

我々は、熔融型透明核剤/高分子の伸長結晶化においては、核剤の3D網目と高分子鎖が絡み合っ MDへ伸長され、高分子のom生成が加速されるために、NOCが小さな $\dot{\epsilon}^*$ で生成すると考えた。本研究の目的は、iPPと熔融型透明核剤からなる系を伸長結晶化するとNOC生成による高透明化と高性能化が小さな $\dot{\epsilon}^*$ で容易に実現できることを検証し、そのメカニズムを解明することである。

【実験】iPP (M_w : 33.3×10^4 、立体規則性(pentad: mmmm): 93.7%)に熔融型透明核剤(Milliken, Millad NX8000)を0.5 wt%ブレンドした融液を、対向ロール成形機を用いて圧延伸長し、厚さ0.4 mmのシートを成形した。伸長歪み速度($\dot{\epsilon}$)¹⁾は 2.6 s^{-1} 。シートの幅中央部分からMDとNormal Direction (ND)面に平行に、Transverse Direction (TD)に沿った厚さ5 μm と25 μm に切断した試料を、TDから偏光顕微鏡とX線により観察した(edge viewという)。Fig. 1 (a)のA, B, C, DとEはシートのNDに沿ったX線観察位置で、A, Eは表面、B, C, Dは内部である。X線観察は、SPring-8、BL03XUのX線(波長; 0.1 nm、ビーム径; $\phi 8 \mu\text{m}$)を用いて、SAXS(検出器; PILATUS、カメラ長; 約1.7 m)及びWAXD(検出器; SOPHIAS、カメラ長; 約8 cm)観察を行った。シートの全ヘーズと内部ヘーズを測定した⁶⁾。

【結果】偏光顕微鏡では球晶が観察されず、レタレーションから内部ではc軸/MDであった(Fig. 1 (a))。SAXSパターンは内部ではMDに配向した2点像を示した(Fig. 1(b))。WAXDパターンから、結晶構造は α 晶で、c軸/MDであった(図は省略)。以上の結果から、NCとc軸がMDに配向したNOCが生成したことが示唆された¹⁾。シートの全ヘーズは3.1%、内部ヘーズは1.7%で高透明であった。

【考察】伸長結晶化において、熔融型透明核剤の3D網目がNOC生成と高透明化を加速したのであろう。

【結論】熔融型透明核剤/iPPが伸長結晶化において、著しく小さな $\dot{\epsilon}^*$ ($< 2.6 \text{ s}^{-1}$)でナノ配向結晶(NOC)を生成することが示唆され、高透明化することがわかった。熔融型透明核剤によるNOC生成加速の検証とそのメカニズム解明は今後の興味深い未解決課題である。

【課題ナンバー】 2019A7206

【参考文献】

- 1) K. Okada et al., *Polym. J.*, **42**, 464 (2010).
- 2) K. Okada et al., *Polym. J.*, **45**, 70 (2013).
- 3) 英謙二, *高分子論文集*, **72**, 8, 491 (2015).
- 4) 小林稔明ら, *高分子論文集*, **55**, 10, 613 (1998).
- 5) K. Bernaland et. al., *Polymer*, **50**, 2460 (2009).
- 6) JIS K 7136.

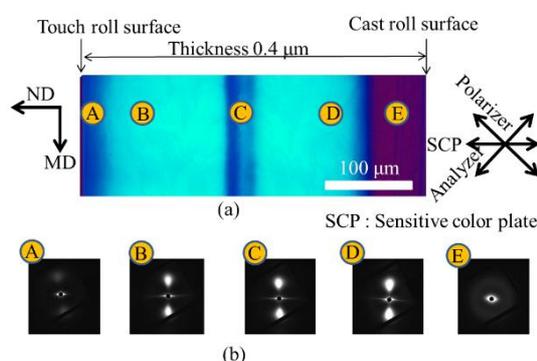


Figure 1 (a) Polarizing optical micrograph (edge view). A, B, C, D and E indicate various positions along thickness of the sheet. (b) SAXS patterns at various positions (edge view).