

ミルフィーユ構造を有する多層フィルムの作製と その力学特性評価

(山形大院・有機材料) ○渡邊裕貴、石神明、西辻祥太郎、
黒瀬隆、伊藤浩志

[緒言]

近年、金属分野において、長周期積層 (Long-Period. Stacking Ordered; LPSO) 構造を有する新たな高強度マグネシウム材料が発見された。LPSO 構造とは硬質層と軟質層の積層構造から形成され、ミルフィーユのような多層構造を示す。このミルフィーユ構造に鍛造加工を施すことで、結晶構造にキンク(折れ曲がり)が形成され、材料は高強度を示す。しかし、未だこのキンク強化法による材料強化メカニズムは解明されていない。強化が発現する材料には共通の条件(硬質層/軟質層・層間距離・層間剥離等)が存在する。また、この条件を満たす高分子材料を作製しキンク強化を発現させることが期待されている。本研究では高分子多層フィルムに着目し、その作製を行い、高圧プレスにより得られた多層フィルムへのキンク形成を試みた。

Table 1. 使用材料

[実験]

本研究で使用した高分子材料を Table1 に示す。予備実験として、キャピラリーレオメーター(東洋精機製作所(株)、キャピログラフ 1D)を用いて多層フィルムの成形温度を決定した。

樹脂	グレード	会社	MFR(g/10min)
PP	ノバテック FY6	日本ポリプロ(株)	2.5(230°C, 2,16kg)
PMMA	アクリペット MF001	三菱ケミカル(株)	14(230°C, 37.3N)

フィルム作製は多層共押出装置(テクノベル(株))を用いて、ポリプロピレン (PP) (1 種 16 層)、ポリメチルメタクリレート (PMMA) (1 種 16 層)、PP/PMMA (2 種交互 32 層) 多層フィルムをそれぞれ作製した。

フィルム作製後、高圧プレス試験(佐藤鉄工所(株)、VPM10H04E) (プレス温度: 75°C、圧力: 100 トン、時間: 1min) を行い、フィルムサンプルに圧延を施した。得られたフィルムの内部構造を観察するため、フィルムを四酸化ルテニウム (RuO_4) で染色し、ウルトラミクロトーム (Leica 製、ULTRACUT-UCT) にて超薄切片を得た後、透過型電子顕微鏡 (TEM) (日本電子(株)、JEM2100F) を用いて内部構造観察を行った。また、フィルムは示差走査熱量計 (DSC) (TA instruments 製、Q200) 測定による熱特性評価、引張試験(東洋精機製作所(株)、ストログラフ VGS-1) (引張速度: 5mm/min) による力学特性評価を行った。

[結果・考察]

Fig.1 に圧延前の PP/PMMA 多層フィルムの TEM 画像、Fig.2 に圧延後の PP/PMMA 多層フィルムの TEM 画像を示す。Fig.1 より PP のランダムなラメラが確認できた。また、Fig.2 からは圧延を行うことでラメラがクロスハッチに似た構造に配列する様子が確認できた。

Fig.3 に PP/PMMA 多層フィルムの圧延前後の引張試験の結果を示す。圧延前のサンプルに比べ圧延後のサンプルのほうが降伏強度がわずかに増加している。これは、圧延を行う事による結晶構造の変化、結晶化度の増加が影響していると考えられる。

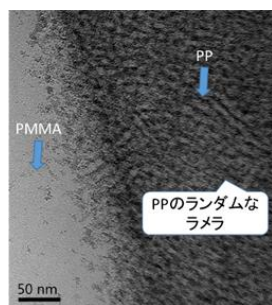


Fig.1. PP/PMMA 多層フィルムの TEM 画像 (圧延前)

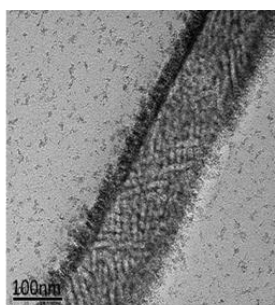


Fig.2. PP/PMMA 多層フィルムの TEM 画像 (圧延後)

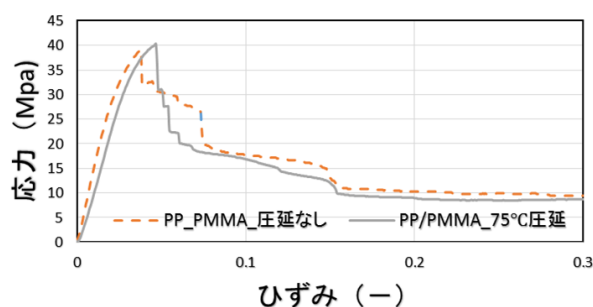


Fig.3. PP/PMMA 多層フィルムの応力-ひずみ曲線