

プラスチック複合モノフィラメントの開発

—ポリマーブレンドの熔融紡糸—

機械材料科 繊維高分子材料スタッフ 鈴木重好

株式会社シラカワ

近藤 隆 菅野幸二

Development of the Plastic Compounded Monofilaments

- Melt Spinning of the Polymer Blends -

Shigeyoshi Suzuki, Takashi Kondo and Koji Sugeno

1. はじめに

2種類以上の樹脂を混合することにより、新しい物性を持つ材料を開発する技術は、ポリマーブレンド、ポリマーアロイとして数多く試みられている。その場合、樹脂の混合に適合した樹脂添加剤（相溶化剤）の選択や分散粒子の大きさ制御等の問題が、樹脂の組み合わせに応じて生じる。加えて、結晶化分子を引き揃える繊維化も課題となる。一方、モノフィラメントを取り扱う業界では、既存の樹脂の物性の範囲では製品の差別化が図れず、目的に合ったきめ細かな製品群を開発することが求められている。

本研究では、既存のブレンド用樹脂を用いてポリエチレンフタレート（PET）とポリエチレン（PE）を混練、熔融紡糸し、種々の物性を測定して既存品と比較することにより、応用製品への展開を検討した。

2. 実験方法

2.1 樹脂の選択

今回、試験に用いたPEには、PETとのブレンドに最適化されている変性ポリエチレンマスターバッチ（大阪ガス㈱製）を選択した。PETとPEをブレンドすることにより、PETの剛性とPEの伸びを併せ持つ物性が期待でき、大阪ガス㈱においても様々な応用製品が提案されているが、モノフィラメントとして十分な強度を持つ製品は開発されていない。

2.2 樹脂混練

2樹脂の混練には、異方向及び同方向回転の2軸

押出機を用いた。表1に今回試験に供した試料とともにその混合比率を示す。

表1 試験に供した樹脂と混合比、混練方法

樹脂①	樹脂②	樹脂③	混合比 (①:②:③)	混練軸 方向
PET1	J1000	-	9:1	混練なし
PET1	J1000	-	9:1	異
PET1	J1000	-	9:1	同
PET2	JHD	-	9:1	同
PET2	HDPE	JHD	1:9:0.1	同

※PET1；ユニチカ㈱ MA2103 (IV=0.68)

PET2；ユニチカ㈱ SA1206 (IV=1.07)

HDPE；㈱プライムポリマー HiZex530M

J1000；大阪ガス㈱（変性PEマスターバッチ）

JHD；大阪ガス㈱（変性PEマスターバッチ高粘度タイプ）

2.3 流れ特性試験

混練したポリマーの成形性を確認するために、キャピラリーレオメータ（㈱東洋精機製作所製：キャピログラフ1C）により、流れ特性試験を行うとともに、キャピラリー通過後のストランドの表面状態を観察した。

2.4 紡糸試験

当センターの試験用熔融紡糸装置（㈱中部マシン製）は、30mmスクリー押出機から、冷却、延伸、熱処理を経て巻き取る一体型である。熱処理槽は、通常は延伸によって引き伸ばされた繊維の緊張を緩和するために用いられるが、今回の一部の試験では、延伸槽で延伸された糸に対して、更に延伸する2段延伸部としても利用した。

作製したモノフィラメントは精密万能試験機（㈱

島津製作所製:AUTOGRAPH AG-IS)を用いて引張強度、結節強度、伸度、ヤング率を測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 流れ特性試験

ほとんどの試料において、剪断速度に対する剪断応力はマトリックスとなる樹脂単独と同程度であり、また特別な変性等による変曲点はみつからず、押出成形が可能であることがわかった。しかし、PET1: J1000=9:1 (異方向) については、ストランドの表面のザラツキが確認でき、十分な分散ができていないことがわかった。

3.2 紡糸試験

各試料の紡糸条件の内、押出温度と延伸倍率を表2に示す。PET: PE=9:1のPETリッチ樹脂の紡糸は、湯浴(約95℃)を用いる延伸槽に加えて熱処理槽(100~170℃)を第二延伸工程に用いた。

表2 各試料の押出温度と延伸倍率

試料	押出温度(℃)	延伸倍率
PET1: J1000=9:1 (混練なし)	275	4.0~5.0
PET1: J1000=9:1 (異方向)	270	4.0~6.0
PET1: J1000=9:1 (同方向)	265	5.6~7.5
PET2: JHD=9:1	290	4.7~6.5
PET2: HDPE: JHD =1:9:0.1	290	9.0~14.0

図1左は、PET: PE=9:1の引張強度を混練方法と分子量を変えて比較したものである。まず、材料そのものを高分子量化 (IV=1.07) したもののプロット (●) から、ポリマーブレンドの紡糸においても高強度繊維を得るためには、第一に高分子量樹脂を用いる必要があることがわかる。次に混練が繊維強度に与える影響を見ると、混練なし (◇)、異方向混練 (■)、同方向混練 (△) の順に最高延伸倍率は上がっていく。つまり、高い剪断力を加えて混練した方が延伸による糸切れがし難くなり、それに伴って引張強度も上昇することがわかった。

図1右において、PET2: JHD=9:1について、PET100%糸と比較すると、引張強度は低下したが、伸度が上がりヤング率が下がった。これにより、高伸度のPE

を約10%混合した効果を確認することができた。

次に、図2はPET2: HDPE: JHD =1:9:0.1の延伸倍率に対する各物性の変化である。PEリッチ樹脂の紡糸では、延伸槽のみで最高14倍までの延伸ができた。その結果、引張、結節強度、伸度、ヤング率の4つの値すべてで、PE100%と同程度の値をとった。また、混練物の方が最高延伸倍率が高くなった。

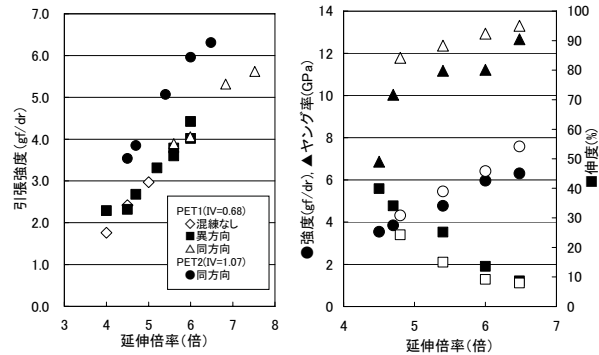


図1 PET: PE=9:1の強伸度試験結果
左: 混練方法による引張強度変化
右: PET100%との比較 (白抜き: PET100%)

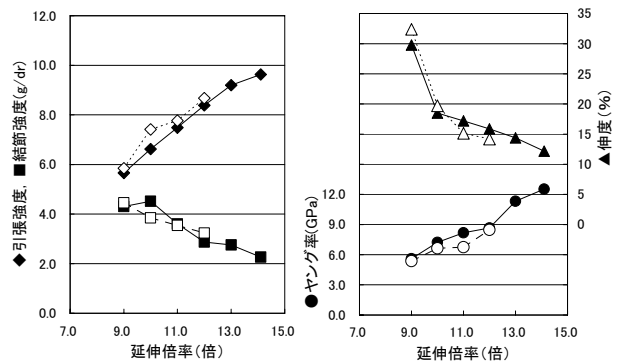


図2 PET: PE=1:9の強伸度試験結果
左: 引張強度, 結節強度 (白抜き: PET100%)
右: ヤング率, 伸度 (白抜き: PET100%)

4. まとめ

既存のブレンド用樹脂をモノフィラメントに適した樹脂と混練し、熔融紡糸した。PET: PE=9:1及び1:9の混練比を有したモノフィラメントを作製し、強伸度を測定した結果、高強度のフィラメントを作製するためには、高分子量材料を用い、高剪断力による混練が必要であることがわかった。今後、混練比をさらに変えて試験し、分散状態の観察等により、混練条件による影響等も検討する必要がある。

謝辞

この研究を行うために、貴重な試料と情報をご提供下さった大阪ガス㈱の阪本氏に深く感謝致します。