

繊維端材のリサイクルによる資源循環型部材開発に関する研究（第2報）

－異種ポリマーブレンド物の熔融紡糸技術の開発(1)－
林浩司*、立川英治*、中島孝康*

Development of resource-recycling materials through recycling fiber scraps (II)
- Development of melt spinning technology of polymer blends (I) -
HAYASHI Koji*, TACHIKAWA Eiji* and NAKASHIMA Takayasu*

異種の熱可塑性材料が混在している端材から、熔融紡糸法により繊維を再生する技術の開発を目指している。ポリエステル（以下「PET」）樹脂の基材に接着用のナイロン（以下「接着性 PA」）樹脂が使われる繊維製品を想定し、まずはバージン材でこれらの樹脂の混合物から繊維を作製する検討を行った。PET 樹脂と接着性 PA 樹脂は相溶性が低く、繊維を作製するには相溶化剤を添加する必要があった。PET 樹脂/接着性 PA 樹脂/相溶化剤＝88.6/9.1/2.3 の割合で、繊維度 6.8dtex、強度 2.8cN/dtex、伸度 34.7%の繊維を得ることができた。

1 はじめに

SDGs の重要性が広く認識されるようになり、繊維のリサイクル技術の開発、及びその技術による製品開発の要望が強い。繊維業界では古くから反毛という方法でリサイクルが行われており、これにより、生地、紐、落ち綿などが、自動車内装材などのフェルト、製綿用中綿、軍手などに生まれ変わっている¹⁾。しかしながら、繊維同士が熱等で融着していると反毛することが難しく、焼却処分されているものも多い。

PET ボトルは、再繊維化することが既に行われており、再生 PET 繊維はバージン繊維と同様に使用されている。しかしながら、繊維製品のリサイクルでは、異種の繊維や、接着のためのバインダー樹脂などが使用されていることが多く、これらは、熔融してもポリマーレベルで混ざらないため再繊維化は難しい。

本研究では、異種の熱可塑性材料が混在している端材について、従来は難しいとされている熔融紡糸法で繊維を再生する技術の開発を目指す。繊維製品の中で、織物や不織布などで別の生地などに接着させるために樹脂を付着させるものがある。本年度は、基材の素材として PET 樹脂、接着用樹脂として接着性 PA 樹脂を想定し、実際の端材での検討の前に、まずはバージン材でこれらの樹脂の混合物から繊維を作製する検討を行った。

2 実験

2.1 材料

PET 樹脂は、ユニチカ（株）NEH-2050（IV 値 0.78）を使用した。接着性 PA 樹脂は、エムスケミー・ジャパン（株）の共重合ポリアミド樹脂であるグリルテックス D1701AG（融点 120～130℃）を使用した。相溶化剤には、無水カルボン酸で変性したポリプロピレン樹脂の、三洋化成工業（株）ユーメックス 1001 を使用した。PET 樹脂は 105℃、接着性 PA 樹脂は 60℃、相溶化剤は

105℃で 12 時間以上乾燥してから試験に使用した。

2.2 二軸混練ペレットの作製

使用した熔融紡糸機は単軸であるため混練効果に乏しく、相溶性の低い異種ポリマーをドライブレンドしただけでは、繊維化は困難であると思われた。そこで、熔融紡糸に先立ち、二軸混練ペレットを作製することとした。材料をドライブレンドした後、Thermo Fisher Scientific 社の二軸押出し機 HAAKE Process11（スクリー径 11 mm、L/D40、同方向回転）を使用してスクリー回転速度 400 rpm で熔融混練してストランドを作製した。水冷後、（株）テクノベル製ストランドカットペレタイザ SCP-153-2MT を使用して二軸混練ペレットを作製した。

2.3 熔融紡糸による繊維の作製

中部マシン（株）製小型熔融紡糸機ポリマーマイト V（単軸、スクリー径 25 mm、L/D28）を使用した。熔融した二軸混練ペレットを、36 孔、各孔径 0.35 mm、L/D2 の口金から 0.56 g/（min・fil）で吐出し、速度 200 m/min で巻き取って未延伸繊維を作製した。未延伸繊維を 5.0 倍で延伸して延伸繊維とした。繊維度は、繊維の直径と密度から算出した。密度は、PET 樹脂、接着性 PA 樹脂、相溶化剤の各密度から計算して求めた。

2.4 繊維の強伸度

（株）島津製作所のオートグラフ AGS-J を使用し、JIS L 1015 : 2010 を準用して繊維の引張強さ及び伸び率を測定した。

3 結果と考察

3.1 二軸混練ペレットの作製

PET 樹脂、接着性 PA 樹脂、相溶化剤のブレンド比を変えて二軸混練ペレットが安定して作製できる条件を調査した。接着性 PA 樹脂は、押出し機の樹脂投入部で熱融着が認められたため、設定温度を投入部から口金に向けて、130-190-263-263-263-263-263℃とした。結果を表 1 に示す。相溶化剤を加えないとストランドの突出が不安定でペレットを作製することができなかったが

* 繊維・紙業部

表1 二軸混練ペレットの作製

No.	ブレンド比			結果
	PET樹脂	接着性PA樹脂	相溶化剤	
1	60	40	—	×
2	60	40	2	×
3	60	40	10	○

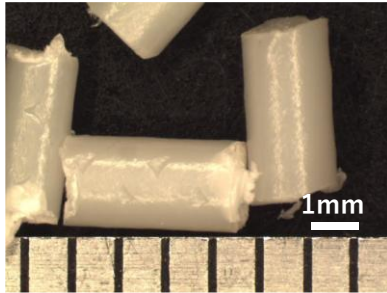


図1 作製した二軸混練ペレット

(No.1)、PET樹脂／接着性PA樹脂／相溶化剤＝60／40／10のブレンド比とすることで、二軸混練ペレットを安定して作製できるようになった(No.3)。図1に作製した二軸混練ペレットを示す。

3.2 熔融紡糸による繊維の作製

3.1節で作製した、PET樹脂／接着性PA樹脂／相溶化剤＝60／40／10の二軸混練ペレットを使用して繊維化の検討を行った。予備試験を行ったところ、二軸混練ペレットだけでは、繊維化が困難であったため、二軸混練ペレットにPET樹脂をドライブレンドして繊維化の検討を行った。結果を表2に示す。その結果、二軸混練ペレットの割合を増していった、PET樹脂／二軸混練ペレット＝70／30（各成分の割合としては、PET樹脂／接着性PA樹脂／相溶化剤＝86.4／10.9／2.7）になると、繊維巻取りの際に糸切れが発生し安定して繊維を作製することができなくなった。PET樹脂と接着性PA樹脂の相溶性が悪く、その結果、紡糸性が低下したと思われる。

次に、作製したNo.1～No.3の未延伸繊維を延伸した。結果を表3に示す。接着性PA樹脂の割合が増加するに従い強度は低下するが、割合が最も高いもの（PET樹脂／接着性PA樹脂／相溶化剤＝88.6／9.1／2.3）で、繊維度6.8 dtex、強度2.8 cN/dtex、伸度34.7%の繊維を得ることができた。今後実際の製品の端材で検討する予定であるが、この比率を念頭に検討を進める。

4 まとめ

従来は難しいとされている、異種の熱可塑性材料が混在する端材から熔融紡糸で繊維を再生する技術の開発を目指して検討を行っている。今年度は、異種材料としてPET樹脂と接着性PA樹脂を想定してそれらの混合物を

表2 未延伸繊維の作製

No.	ブレンド比		繊維中の樹脂の割合			巻取りの可否
	PET	二軸混練ペレット	PET	接着性PA	相溶化剤	
1	90	10	95.5	3.6	0.9	○
2	80	20	90.9	7.3	1.8	○
3	75	25	88.6	9.1	2.3	○
4	70	30	86.4	10.9	2.7	×

表3 延伸繊維の物性

使用した未延伸繊維	物性		
	繊維度 (dtex)	強度 (cN/dtex)	伸度 (%)
No.1	6.7	4.0	42.8
No.2	6.1	3.5	37.2
No.3	6.8	2.8	34.7

再繊維化する技術の開発を行った。

PET樹脂と接着性PA樹脂は相溶性が低く、二軸熔融ペレットの作製には、相溶化剤を添加する必要があった。PET樹脂／接着性PA樹脂／相溶化剤＝88.6／9.1／2.3で、繊維度6.8 dtex、強度2.8 cN/dtex、伸度34.7%の物性の繊維を得ることができた。実際の製品端材からの繊維化では、この比率を念頭に検討を進める。

【参考文献】

- 1) 島上,繊維と工業 Vol64,No.7,2008