

ポリプロピレン及びポリイミドの力学的特性に及ぼす雰囲気温度の影響

Effect of Ambient Temperature on Mechanical Properties of Polypropylene and Polyimide

油谷 嶺¹⁾

指導教員 坂口 雅人¹⁾

1)サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 複合材料構造研究室

キーワード：ポリイミド，熱間鍛造

1. 緒言

PI（ポリイミド）はイミド結合を繰り返し単位として含む高分子化合物のことであり、ガラス転移温度 T_g は 250 °C、融点 T_m は 388 °C と最高の耐熱性を有する有機高分子材料の一つである。従って加工は高温で行う必要がある。PI は開発当初、航空宇宙用として開発され現在では半導体や電子部品として使用されている。PI の成形方法は射出成形や重合が一般的である。しかし射出成形は作りたい形の金型の設計、発注が必要となる。さらに PI の融点以上に金型の温度を保たなければならぬいためヒータの配置等、設計が複雑化していく。重合法では PI の前駆体となるポリアミドを作成後 200 °C 以上で加熱後、脱水を行う必要があるため工程が多い。高温になると耐熱性の高い材料の選定や、融点以上に保つため金型全体をヒータで温め続けなければならない。つまり、加工の際に要するエネルギー量も多くなることとなる。以上を考慮して本研究ではホットプレスを用いた熱間鍛造に着目した。熱間鍛造では融点以下の温度で成形可能なため、成形コストの削減や生産性の向上が見込まれる。本研究では基礎的な調査として融点以下の温度におけるポリイミドの力学的特性を明らかにすることを目的とする。このためにホットプレスを用いて試験片の成形を行った後、引張試験を行った。比較のために汎用プラスチックスである PP(ポリプロピレン)の成形も行った。

2. 実験方法

2. 1 PP, PI の成形

本研究では材料として PI ペレット（三井化学、Aurum）及び PP ペレット（紺屋商事、00729000）を使用した。それぞれの材料を乾燥炉により 70 °C で 7 時間以上絶乾をした。金型に離型剤（ShinEtsu, KF96SP）を吹きかけた。材料のペレットを 30 g 計量し金型へ投入し、その後 200 °C までホットプレスを用い加熱をした。約 0.4 MPa で加圧を行いその後 50 °C まで冷却をし成形した。試験片の大きさは 110 mm × 110 mm の寸法であった。成形条件は圧力約 0.4 MPa、ペレット量 30 g とし、成形温度は PP で 200 °C、PI で温度 400 °C とした。

2. 2 加熱引張試験

加熱引張試験を行うためにまず試験片の切断、タブの取り付けを行った。切断した試験片は横幅 10 mm、長さ 80 mm であり 10 mm × 20 mm のタブをタブ間距離約 40 mm になるように取り付けた。加熱引張試験は万能試験機を用いて行った。万能試験機に試験片を固定し、試験片の周りをヒータで覆い加熱引張試験を行った。測定条件はテストスピード 10 mm/min、試験温度 70 °C とする。

3. 実験結果

3. 1 成形結果

成形した PP 板のケガキ後の外観写真を図 1 に示す。PI の成形を行った結果、金型の上部がホット

プレスに完全に密着していなかったため金型の温度が $367\text{ }^{\circ}\text{C}$ で止まってしまった。 $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで上がりきらず融点の $388\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで到達することができなかったため金型のボルト部分に $\phi 8.5$, 深さ 5 mm の座縫りを行い隙間をなくした。座縫りを行った後、同様に実験を行った。結果としてはボルトが締まりきらず、完全に密着させることができなかった。原因是不純物が金型に詰まっていたからである。最高到達温は $374.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ となった。この際の成形した試験片の外観を図 2 に示す。

図 2 試験片が一部割れてしまっている。これは冷却時に温度が下がったことで PI が収縮したためだと考えられる。座縫り前に比べて中心部の PI は溶けたように見えるが隅の PI はペレットの形を残している。図 2 が焦げ付いている原因としては離型剤が焦げてしまっている可能性があると考える。



図 1 PP 板の外観写真



図 2 PI 板の外観写真

3. 2 PP の引張試験結果

加熱引張試験後の PP の試験片外観写真を図 3 に示し、応力ひずみ曲線の代表例を図 4 に示す。図 4 から得られた PP の引張強度、伸び率、弾性率の平均値を表 1 に示す。このことから PP の試験片作成の際に約 20 MPa 程度の圧力をかけられること、伸び率が約 225 % あることから本来の長さから 3 倍近くまで伸ばすことができるとして示された。



図 3 加熱引張試験の代表例

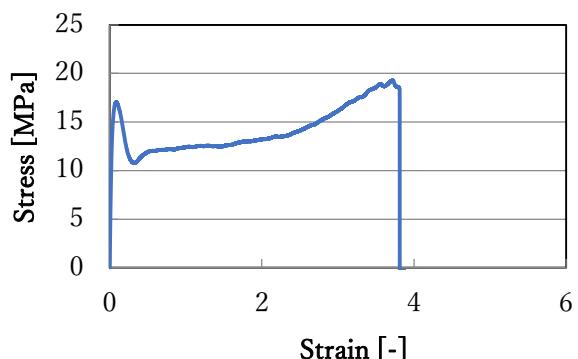


図 4 試験片 1 の応力ひずみ曲線

表 1 PP の平均試験結果

引張強度 [MPa]	伸び率 [%]	弾性率 [MPa]
20.75	225.16	16.55

4. 結言

加熱の温度が上がるだけで加工難易度が高くなることが分かった。今回の実験で使用していた離型剤の耐熱温度が $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 程度であったため耐熱温度の高い耐熱潤滑離型剤(okitsumo, ポロンコート A) を用いて今後成形を行う。

参考文献

- (1) 井上浩, “ポリイミドの現状と将来展望”, 特集—合成樹脂 II, Vol.46, 8月号 (1997), pp566-569.
- (2) 今井淑夫, “ポリイミドの合成の最近の進歩”, 繊維学会誌, Vol.50, 3号(1994), pp85-90.