

電場と流動を併用した高強度液晶プラスチックの開発

1. 緒言

液晶プラスチックは高強度・高耐熱性・寸法安定性などに優れた高分子液晶成形材料であり、その特性から電子機器や自動車分野等で使用されている。液晶プラスチックの成形加工の際に生ずるせん断流れにより液晶プラスチックの分子鎖は流動方向に高配向する⁽¹⁾。このため液晶プラスチックは強い引張り強度を示す。しかし、液晶プラスチックの成形時に生じるせん断流れは、ダイ(成形型)と液晶プラスチックの界面近傍では強いが、中心部(コア)では弱い。このため、中心部の分子鎖がランダムに配向し強度が低下してしまう。成形品全体において分子鎖の配向度を高める事が出来れば、液晶プラスチックの更なる強度向上が期待できる。液晶プラスチックの分子鎖を流動方向へ配向させ、強度を高める方法として成形流動によるせん断流れの他に電場・磁場の印加が挙げられる。液晶分子には、これらの外場を印加することによって分子の配向方向が変化する性質があるためである。

本研究では液晶プラスチックの高強度化を目的として、成形流動中の液晶プラスチックに対して電場を印加し、電場が引張り強度へ及ぼす影響について調べる。

2. 実験装置および方法

本研究では試料として液晶ポリエステル樹脂である(UENO LCP A2100: 上野製薬株式会社)を使用する。UENO LCP はポリエステル樹脂で水分による加水分解に注意する必要がある。そのため実験の前処理としてペレット状の試料を 140℃で 5 時間乾燥させる。試験片の成形には定荷重押し形細管式レオメーター(フローテスタ CFT-D 形 (株)島津製作所)を使用する。図 1 に成形機の略図を示す。シリンダ周囲のヒータで熔融した試料をピストンにより圧力を加え、下部に設置したダイを通して成形を行う。図 2 に実験で使用した 2 種類のダイの略図を示す。セラミック内部に円盤形状(a)と円柱を分割した形状(b)の 2 種類のステンレス電極を設置した。電極に電圧をかける事で発生させた電場を押し出し成形中の液晶プラスチックに対し印加する。

本研究で扱う成形試料 A2100 の誘電異方性については解明されていないため、電場を印加した分子鎖が電極に対してどちらの方向に配向するかは不明である。そのため今回の実験では縦電場(a)と横電場(b)の 2 種類のダイを用意した。

成形条件は試料 1.5g, 成形温度 330℃, 成形圧力 2,3,4MPa, 印加電場 100V/mm, 予熱時間 20 分で行う。得られた成形品から長さ 60mm の試験片を作成した後、6 ヶ所の直径の平均値から断面積を求める。その後、インストロン型万能試験機(島津オートグラフ AG-100kNG 形: (株)島津製作所)を用いて引張り試験を行う。試験機に固定した試験片を 1mm/min の速度で引張り、試験片が破断する際の最大点荷重を測定する。

今回の実験では、測定した最大点荷重を試験片の断面積で除した値を引張り強度とする。

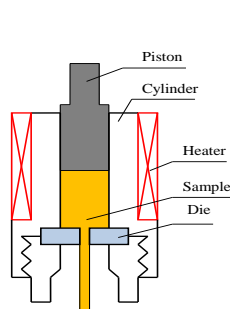


図 1 成形機の略図

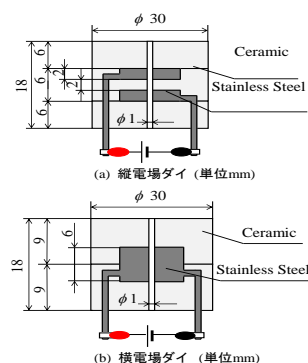


図 2 ダイの略図

3. 実験結果および考察

図 3 に成形温度 330℃での成形圧力と引張り強度の関係を示す。○は電場なし, ●は縦電場を印加, □は横電場を印加した場合である。図中の点はそれぞれ 5 回の測定結果の平均である。電場なしに着目すると成形圧力の増加に伴い強度が高まっている。この結果から A2100 は成形圧力の増加により分子鎖の配向度が高まると考えられる。次に各成形圧力において電場なしと電場を印加した場合の強度の比較を行う。成形圧力 2MPa での電場の有無による強度の差は僅かである。3MPa では電場を印加した場合に電場なしと比較して、共に約 30MPa ほど強度が低下した。4MPa においても電場なしと比較して電場を印加した場合に強度が低下した。また、4MPa では横電場を印加した場合の引張り強度が縦電場と比べ極端に低下した。電場の有無により成形品の強度に差が表れた事で、電場が分子鎖の配向に影響を及ぼす事が確認できる。しかし、今回の実験で印加した電場では成形品の強度が低下した事から、電場の影響により分子鎖が流動方向とは異なる方向へ配向している事が考えられる。

今後は液晶プラスチックの分子鎖を流動方向へ配向させるための効果的な電場をシミュレーションにより調べ、強度が向上する電極の配置と成形方法を考案する必要がある。

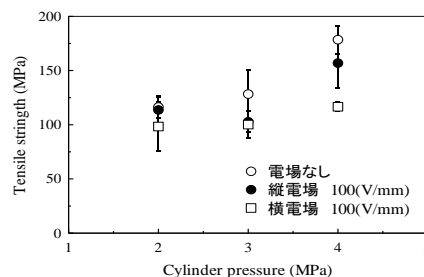


図 3 成形温度 330℃ 電場印加方向比較

参考文献

- (1) 飯村一賀, 浅田忠裕, 安部明広, 液晶高分子—その基礎と応用—, (1988), 182-192, シグマ出版