

射出成形品の強度および寿命の予測に関する研究

—樹脂流動性評価装置を用いた成形品の強度予測法についての研究（第1報）—

阿部 治・寺澤 章裕・山田 博之・中村 聖名

Study on Estimation of Strength and Life Time of Injection Molding Parts

- Study on Strength Estimation Method of Injection Molding parts with Capillary Rheometers - (1st report)

Osamu ABE, Akihiro TERASAWA, Hiroyuki YAMADA and Masana NAKAMURA

要 約

プラスチック射出成形では、材料のメーカー、製造ロットまたは乾燥条件や、再生材の混合割合などの違いにより、成形品の強度が変化する場合があるが、簡便な方法による成形品の強度の予測は困難である。そこで、射出成形の製造現場の多くで導入されている樹脂流動性評価装置を利用して、成形品の強度を予測する新たな評価方法を確立することを目的とし、研究を行った。成形品の強度を予測するためには、強度がどのように変化するかを正確に把握することが必要であるため、本報では、熱履歴を加えた ABS 材料で射出成形した試験片に対し引張試験を実施し、さらに引張強度に差が出た場合には、フローテスタによる流動性評価を行った。その結果、ABS 材料では、再生材の混合割合を変化させた場合に引張強度に大きな変化は見られなかったが、成形前のペレットの乾燥条件を変えた場合には、引張強度および熔融粘度に変化が見られ、両者の変化傾向に相関が見られた。

1. 緒 言

プラスチック射出成形では、加工時に成形される製品部分以外のゲート、ランナー、スプルー等の不要部分を粉砕して再生材として再利用することが多いが、再生材の再利用回数や混合割合により、成形品の分子量や添加剤の成分等に変化が生じる。バージン材の場合でも、材料メーカー、製造ロット、乾燥条件などが変わると同様に違いが生じる。これらの違いは成形品の強度に影響するため、射出成形前に樹脂材料の分子量を測定したり、テスト成形した部品の強度評価を行い、成形品の強度を管理する必要がある¹⁾。しかし分子量測定装置 (GPC) は高価であり中小企業では導入が困難であるため、テスト成形と強度試験を繰り返し、最適な射出成形条件を決定しており、コストがかかっている。その対策の一つとして、製造現場において、簡便な方法で成形品の強度を予測したいという要望が多い。

そこで、射出成形の製造現場の多くで導入されている樹脂流動性評価装置 (メルトフローインデックスまたはフローテスタ) を利用して、成形品の強度を簡便に予測する新たな評価方法を確立することを目的とし、研究を行った。成形品の強度を予測するために、強度がどのように変化するかを正確に把握することが必要である。樹

脂材料に熱履歴を与えることで成形品の分子量や添加剤成分の減少が生じ^{2,3)}、材料強度に影響すると考えられる。そこで本報では、再生材の混合割合を変化させた場合と、射出成形前の樹脂ペレットの乾燥条件を変化させた場合について、引張試験を実施し、さらに引張強度に差が出た場合には、フローテスタによる流動性評価を行ったので報告する。

2. 試験材料と試験片

評価対象とする樹脂は、熱によりブタジエン成分が劣化し⁴⁾、強度や熔融粘度に影響を及ぼす ABS 材料を選定した。試験には旭化成ケミカルズ(株)製のスタイラック 191 (汎用グレード) を用いた。試験片は引張試験による強度評価を行うために図 1 に示すダンベル形状とした。試験片は、射出成形機 (ファナック(株)製 ROBOSHOT α -30C) を用いて、表 1 に示す条件で射出成形した。

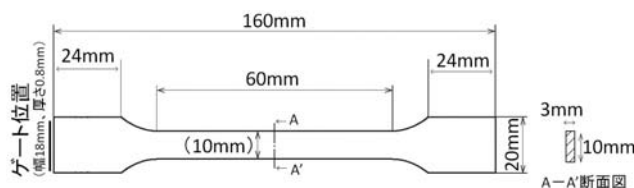


図 1 試験片形状

表 1 成形条件

射出速度	35 mm/sec
射出圧力	1100 kg/cm ² (108MPa)
保圧	500 kg/cm ² (49.0MPa)
保圧時間	5秒
冷却時間	20秒
成形温度 (ノズルヒータ部温度)	220℃
金型温調の設定温度	40℃

3. 再生材の混合割合を変化させた場合

3-1 再生材の混合割合

樹脂ペレットを射出成形前に 70℃で 4 時間乾燥し、試験片を射出成形した。射出成形した試験片を粉砕機により最大長さが 5mm 程度の粒に粉砕し、再生材を作製した。この再生材をバージン材に対して、0%、25%、50%および 100%の割合で混合した材料を用いて、表 1 に示す同様の条件により試験片を再度射出成形した。さらに再生材 100%で射出成形した試験片を、粉砕機により再粉砕した材料（以下「再生 2 回材」と記す。）を 100%とした材料についても、同様の条件により試験片を射出成形した。

3-2 実験方法

精密万能試験機（(株)島津製作所製オートグラフ AG-50kNIS）を用いて、引張速度 2mm/min の条件で引張試験を 3 回ずつ行った。試験を室温で実施し、温度は 17～29℃であった。

3-3 結果および考察

引張試験結果の最大荷重を、再生材の混合割合を変えた材料別に図 2 に示す。再生材の混合割合によらず、引張試験結果の最大荷重に大きな変化は見られなかった。

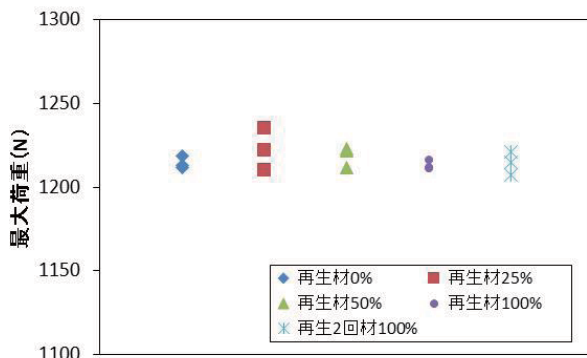


図 2 再生材の混合割合を変えた材料別の引張試験結果の最大荷重

4. 乾燥条件を変化させた場合

4-1 乾燥条件

樹脂ペレットのバージン材を 70℃4 時間、90℃24 時間、90℃48 時間および 90℃72 時間の 4 条件で乾燥し、試験片を射出成形した。

4-2 実験方法

精密万能試験機（(株)島津製作所製オートグラフ AG-50kNIS）を用いて、引張速度 2mm/min の条件で引張試験を 5 回ずつ行った。試験は、槽内温度を 20℃に設定した恒温槽の中で行った。

また樹脂流動性評価装置（(株)島津製作所製フローテスタ CFT-500D(PC)）を用いて、試験圧力 4.903MPa（荷重 50kgf）、ダイの穴径 1mm、ダイの穴の長さ 1mm、試験温度 220℃、予熱時間 240 秒の条件で定温法試験を 3 回行い、ストローク 8～18mm の間で熔融粘度を評価した。なおばらつきが大きい場合には試験回数を 5 回とした。試験には ABS バージン材のペレットを用い、70℃4 時間、90℃24 時間、90℃48 時間および 90℃72 時間の 4 条件で試験前にペレットの乾燥を行った。

4-3 結果および考察

引張試験結果の最大荷重を、乾燥条件別に図 3 に示す。70℃4 時間の場合と 90℃24 時間の場合を比較すると最大荷重の平均値が 7%程度低下した。乾燥温度が 90℃の場合に、乾燥時間を 72 時間に増やしても最大荷重はほとんど変化しなかったが、ばらつきは小さくなった。

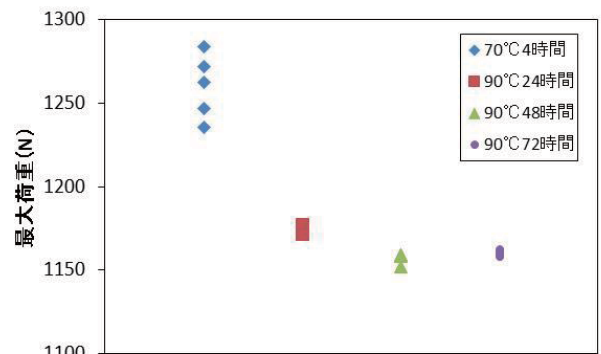


図 3 乾燥条件別の引張試験結果の最大荷重

図 4 に樹脂流動性評価装置による粘度の測定結果を示す。ばらつきが大きいものの、引張試験の結果と同様に、70℃4 時間の場合と 90℃24 時間の場合を比較すると熔融粘度の平均値は 5%程度低下した。乾燥温度が 90℃の場合に、乾燥時間を 72 時間に増やしても熔融粘度の平均値はほとんど変化しなかったが、ばらつきは小さくなった。引張強度と熔融粘度の変化傾向には相関が見られた。なお熔融粘度のばらつきは、試験材料の熔融粘度自体のば

らつきに加えて、ダイの穴から排出される樹脂の流れが安定しないことに起因している。今後は、試験荷重やダイの穴の径・長さ等の試験条件の最適化し、樹脂の流れを安定させるとともに、試験のサンプル数を増やす予定である。

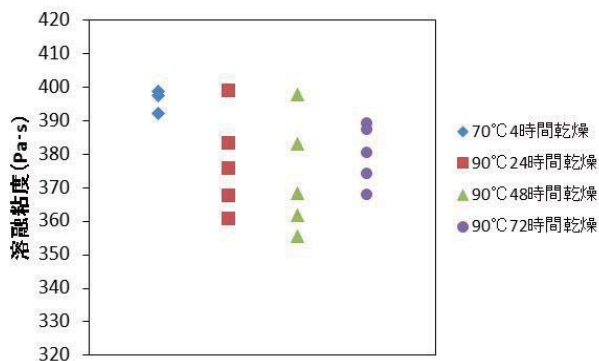


図4 乾燥条件別の熔融粘度

5. 結 言

ABS 材料について、再生材の混合割合を変化させた場合に引張強度に大きな変化は見られなかった。一方、乾燥条件を変えた場合には、引張強度および熔融粘度に変化が見られ、両者の変化傾向に相関が見られた。今後は、樹脂流動性評価装置による測定時に排出される棒状の樹脂を用いた材料試験等を実施し、各種データの相関関係から強度を予測する方法を提案する。

参考文献

- 1) 大武義人：ゴム・プラスチック材料のトラブルと対策，日刊工業新聞社，P.7-8 (2005)
- 2) 早川浄：高分子材料の寿命評価・予測法，(株)アイピーシー，P.36-48 (1994)
- 3) 大澤善次郎，成澤郁夫 監修：高分子の寿命予測と長寿命化技術，(株)エヌ・ティー・エス，P.105-108 (2002)
- 4) 大武義人：ゴム・プラスチック材料のトラブルと対策，日刊工業新聞社，P.48 (2005)