

非相溶系高分子熔融体の積層流れにおける液-液界面スリップに関する研究
 (山形大学大学院理工学研究科) ○小室綾平、Sathish K. Sukumaran、杉本昌隆、小山清人

[緒言]

多層フィルム作製時等に多用される共押出成形プロセスは、複数台の押出機を用いて各高分子材料を熔融させて押出した後、積層させて流す方法である。この時、成形条件次第では、積層界面で“荒れ”が発生し、この“界面荒れ”は、成形品の光学的・機械的特性、ガスバリア性、外観などを著しく低下させる。従って、多層成形品の基盤生産技術を構築するためには、この界面荒れを制御することが非常に重要である。共押出成形プロセスのような積層流れの場合、特に異種高分子材料の組み合わせでは、界面での吸着力が弱いために、条件によっては界面でスリップが発生すると考えられるが、界面スリップ現象と界面不安定現象の関係性については未だに不明である。その主な要因として、積層流れは、材料（粘弾性比、分子構造など）と成形条件（温度、流速など）に依存して複雑に変化するため、積層流れにおける界面荒れ発生の要因を特定しにくいためである。本研究では、これらの問題を明らかにするために、粘弾性が殆ど同じ非相溶系試料を用いて、異種高分子界面間でのスリップ挙動と界面荒れの関係性に関して検討した。

[実験]

Fig.1(a)に示すように、ほぼ同じ線形粘弾性特性を有するポリプロピレン(PP)とポリスチレン(PS)を選択した。界面スリップの検討にはキャピラリーレオメーター(東洋精機製作所株式会社、キャピログラフ)を用いた。また、ダイは $L/D=40, D=1, 1.5, 2\text{mm}$ を用いた。本研究では、PP/PS 積層試料とキャピラリーレオメーターを使う事で PP/PS 熔融体界面間でのスリップ速度($v_{s,i}$)を求めた。

[結果・考察]

Fig.1(b)に PP, PS, PP/PS の壁面スリップ速度 v_s および界面スリップ速度 $v_{s,i}$ の壁面せん断応力 σ_w および界面せん断応力 σ_{a-i} 依存性を示す。また、Fig.1(c)は PP, PS, PP/PS 押出物の表面および PP/PS 界面の粗さ R_a の σ_w および σ_{a-i} 依存性を示す。結果より、PP, PS はどの σ_w でもスリップが発生せず、また押出物表面での荒れが発生しなかった。一方、PP/PS 界面における界面スリップは、ある臨界面せん断応力($\approx 4 \times 10^4 \text{Pa}$)以上で発生し、応力の増加とともに $v_{s,i}$ が大きくなる。更に、界面での荒れは、この臨界面せん断応力以上で著しく大きくなり、応力の増加とともに R_a が大きくなることがわかった。これらの結果より、界面荒れの原因として、界面スリップの存在が直接関与していることが明らかとなった。

次に、界面スリップが何処で発生しているのかを検証した。観測結果より、界面荒れはダイの流入部では発生していないが、細管の入口より界面荒れが発生し始め、細管出口まで継続している事を確認した。この結果より、流路の減少に伴い、界面せん断応力が臨界面せん断応力よりも大きくなる事で界面スリップが発生し、一旦発生した不安定流動は出口まで収束する事なく、成形品の界面荒れにつながる事が分かった。

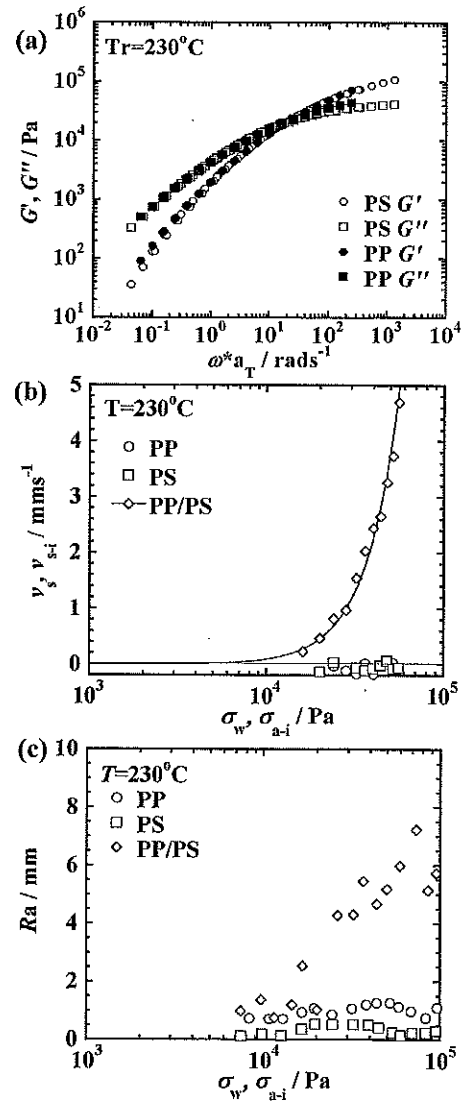


Fig.1(a)PP,PS の線形粘弾性特性
 (b) PP,PS,PP/PS の v_s および $v_{s,i}$
 (c) PP,PS,PP/PS 押出物の R_a