

【技術資料】 高分子レオロジー ～z平均分子量の影響 1 零せん断粘度～

概要

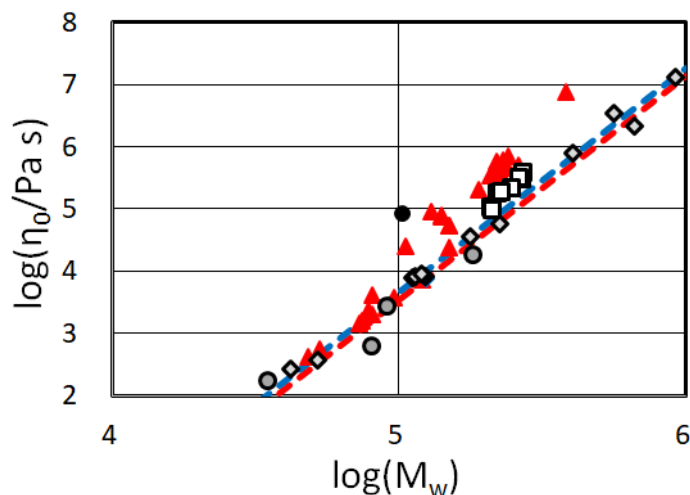
高分子レオロジーの基本的なパラメーターである零せん断粘度 η_0 は重量平均分子量 M_w に依存します。

本技術資料では、ゼロせん断粘度への分子量分布の依存性として、z平均分子量と重量平均分子量の比 (M_z/M_w) が重要なパラメーターである事をご紹介します。通常は考慮されることの少ない、z平均分子量ですが、数平均分子量や重量平均分子量と同じく重要な平均分子量と言えます。

検討

高密度ポリエチレン(HDPE)の文献報告例を用い検討しました。

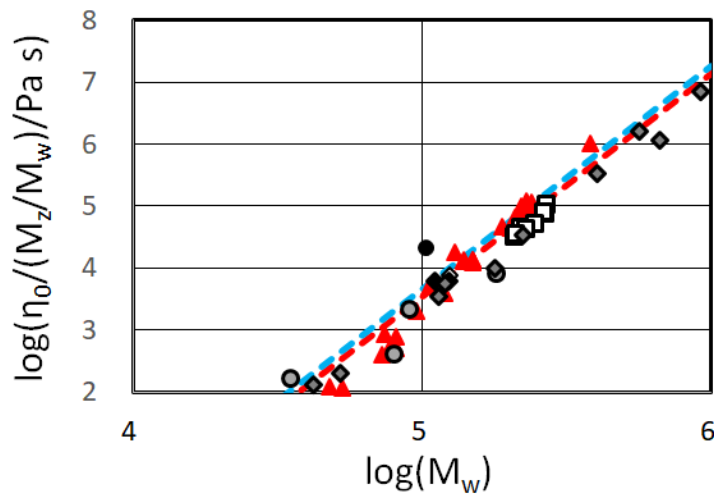
結果



【図 1】 零せん断粘度 η_0 の重量平均分子量 M_w に対する両対数プロット

図 1 に熔融状態 (190°C) の零せん断粘度 η_0 を重量平均分子量 M_w に対して両対数プロットで示しました。図中の赤で塗潰した▲が工業的に重合された HDPE、その他の記号が HDPE あるいは直鎖状ポリエチレン LLDPE について報告された結果です。また、赤い破線は Raju らが報告した単分散の 1,4 重合のポリブタジエンを水添して得た単分散ポリエチレンに関する結果、青い破線は Stadler らが報告した単分散に近い直鎖状ポリエチレンに関する結果です。各々の破線は、 M_w の 3.5 乗に依存する結果を与えています。

図 2 には、Stadler らが提案したように、 η_0 を (M_z/M_w) で除した結果を重量平均分子量 M_w に対して両対数プロットで示しました。



【図 2】 零せん断粘度 η_0 を (M_z/M_w) で除した結果の重量平均分子量 M_w に対する両対数プロット

図 1 と図 2 を比較すると η_0 を (M_z/M_w) で除した図 2 の場合の方が M_w に対する依存性のばらつきが少なくなりました。すなわち、 η_0 は $M_w^{3.5}$ ではなく、 $M_w^{2.5}M_z$ に依存すると考えた方が良い結果です。別に提案されている依存性についても検討しましたが、 (M_z/M_w) により零せん断粘度を除した場合に、ばらつきが最も少ないことが分かっています。

高分子の熔融体の粘度を考察する際には、分子量分布として (M_w/M_n) だけでなく、 (M_z/M_w) を考慮した方が良いと言えるでしょう。

なお、測定条件、先行研究などの詳細は、参考文献 1) を参照してください。

まとめ

GPC 測定の結果で得られる、z 平均分子量は、熔融レオロジーの重要なパラメーターである零せん断粘度の記述に有用であることが検証できました。

なお、本資料の図 1 及び図 2 は、日本ゴム協会誌に投稿した結果¹⁾から、(一社)日本ゴム協会編集委員会の許諾を得て掲載しました。

参考文献

1) 高取永一, 日本ゴム協会誌, **95**, 266–273 (2022) Figure 7.

この文献の別刷を用意しています。お問い合わせフォーム <https://www.tosoh-arc.co.jp/contact/> からご請求下さい。

適用分野：プラスチック・ゴム、その他高分子材料

キーワード：ポリエチレン、GPC、分子量、分子量分布、粘度