

マイクロビームX線散乱法による 射出成形ポリプロピレンの階層構造の解析

山添康介¹、篠原佑也¹、桜井孝至²、丸山俊哉²、雨宮慶幸¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

² 住友化学（株）石油化学品研究所

結晶性高分子の多くは分子鎖のパッキング構造、ラメラ長周期構造、球晶構造など幅広いスケールの階層構造を形成する。高分子が製品化される際には用途に応じて様々な成形法が用いられるが、その中において加熱溶融させた材料を金型に射出し、冷却・固化させることで成形する射出成形法は最も一般的な成形法の1つである。射出成形プロセスにおいて、金型中の溶融した高分子は延伸・剪断流動場の影響を受け配向結晶化する。この過程で表面から内部にかけてスキン・コア構造と呼ばれる不均一で巨視的な構造分布を生じる。これに加えて前述の各階層構造に関しても不均一に分布していると考えられる。本研究で用いた射出成形ポリプロピレンは、成形条件に依存し機械的物性や結晶多形および分子鎖の配向の空間分布が変化することが分かっている。これらの力学物性と構造不均一性との間には何らかの相関があると考えられるが、十分に理解されてはいない。したがって、これらの階層構造の分布と機械的物性の関係を明らかにすることは、高分子材料設計をする上で極めて重要である。

そこで、X線マイクロビームを用いて、射出成形ポリプロピレンの小角X線散乱と広角X線散乱の走査実験を実施した。小角X線散乱では、ナノスケール（1 nm - 100 nm）のラメラ長周期構造などが観察され、広角X線散乱では、サブナノスケール（0.1 nm - 1 nm）の分子鎖のパッキング構造などが観察され、スキン層内部やスキン層とコア層の境界領域での結晶多形や分子鎖・ラメラの配向に関する階層構造の情報を高い空間分解能で得ることができる。さらに、事前に一軸延伸破断した試料を用いて同様の走査実験をすることで、射出成形体の変形前後における構造変化の解析から、各階層構造が機械的物性に及ぼす影響についても検討可能である。各階層構造の不均一性や機械的物性との関連については当日議論する。