



ガンマ線照射ポリオレフィンの延伸による構造変化

竹下 宏樹, 木田 拓充, 徳満勝久
滋賀県立大学

キーワード：ポリエチレン, ガンマ線, 結晶性高分子, SAXS

1. 背景と研究目的

高分子の改質方法の一つにガンマ線による架橋がある。分子鎖間の架橋により高分子の力学物性が向上する可能は広く知られている。ガンマ線による架橋は、材料の成形加工後に施すことが可能であることに特徴があり、利用用途の可能性は非常に広い。また、ポリオレフィン等の化学的改質が難しい高分子に対しても適用可能なことも重要である。本研究では、ガンマ線照射がポリオレフィンの微視的構造と力学物性とくに疲労特性に対してどのような影響を及ぼすかを検討している。放射光 SAXS 実験では、結晶構造・結晶高次構造の変化に着目した。

2. 実験内容

高密度ポリエチレン（HDPE）を溶融プレスにより厚さ 0.5 mm のフィルムに成形し、ガンマ線を照射した。ガンマ線照射量は 0 kGy から 1000 kGy の範囲とした。ガンマ線照射前後の結晶化度、結晶ラメラ構造の変化を小角 X 線散乱法（SAXS）、広角 X 線回折法（WAXD）により評価した。また、大学において各種力学物性および疲労特性の試験を行った。

3. 結果および考察

ガンマ線照射により、約 10 kGy 程度の線量を超えると架橋構造の形成が明確に観察されるようになる（試料溶解によるゲル分率測定、動的粘弾性測定）。それに伴い、弾性率および降伏応力は増大した。また、線形ひずみ領域における繰り返しひずみ印加においても耐疲労性が向上した。

WAXD 測定から求めた結晶化度は、1000 kGy までの照射でもほとんど変化しなかった（Fig.1）。このことから、ガンマ線による架橋は主として結晶ラメラ間非晶領域で進行すると考えられる。一方、長周期（結晶ラメラ間距離）は線量増大とともに大幅に低下した（Fig.2）。これは、架橋により非晶領域が収縮していることを示しており、力学物性測定の結果とも整合する。しかし、長周期は 5%ほど低下するのに対して、試料全体の密度は 1%以下しか増加しておらず、架橋による微視的な収縮を吸収する構造変化が他に生じている可能性もある。その構造変化も力学物性に影響を与える可能性があるため、今後さらなる検討が必要である。

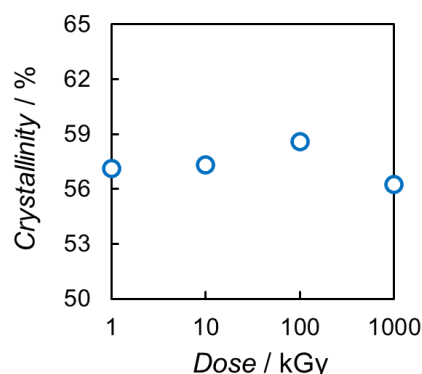


Fig.1. Dependence of degree of crystallization of polyethylene on gamma ray irradiation dose.

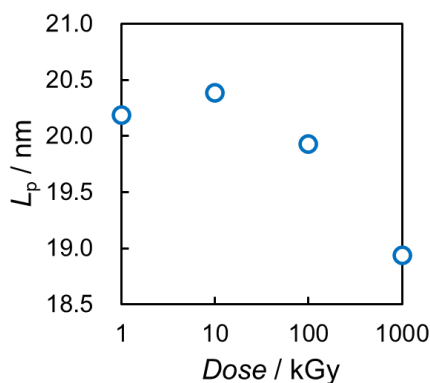


Fig.2. Dependence of long period of polyethylene on gamma ray irradiation dose.