

超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) の衝撃圧縮

応力-ひずみ特性の測定

工学部 機械システム工学科 横山 隆 (岡山理科大学) ○小田村 貴文 (岡山理科大学大学院)

中井賢治 (岡山理科大学) 日本メディカルマテリアル株式会社

key words: SHPB, UHMWPE, ひずみ速度, 圧縮特性

1. 研究目的

本研究の目的は、人工股関節用の超高分子量ポリエチレン (UHMWPE) の衝撃圧縮応力-ひずみ特性について、除荷過程を含む衝撃圧縮応力-ひずみ特性をホプキンソン棒法により決定し、またインストロン試験機により静的圧縮応力-ひずみ特性を決定することでひずみ速度が圧縮特性に及ぼす影響について検討することである。試験ではガンマ線を照射した UHMWPE としていない UHMWPE の 2 種類を使用した。円形状試験片を用いて、静的圧縮試験と SHPB 法による衝撃圧縮試験の両方を行った。ガンマ線照射量とひずみ速度が圧縮特性に及ぼす影響を明らかにした。

2. 試験結果と考察

静的圧縮試験片では、ASTM E9-89a 規格で推奨されている細長比 (=長さ l /直径 d) = 1.5 となるように長さ $l=15\text{mm}$ と決定した。一方、衝撃圧縮試験片は、圧縮型ホプキンソン棒試験で理論的に最適とされている細長比=0.5 となるように長さ $l=5\text{mm}$ と決定した。ガンマ線を照射していない UHMWPE、5.0Mrad および 10.0Mrad のガンマ線を照射した UHMWPE を使用した。一例としてガンマ線非照射と 5Mrad 照射した UHMWPE の静的・衝撃圧縮応力-ひずみ曲線を Fig. 1 と Fig. 2 に示す。Fig.1 と Fig.2 より、次のようなことがわかる。即ち、応力-ひずみは低ひずみ速度も高ひずみ速度でもループを描き、残留 (塑性) ひずみが生じる。この残留ひずみは時間とともに急激に回復しなくなる。また、ガンマ線照射は変形応力を増大させる効果がある。ひずみ速度の上昇に伴いヤング率、変形応力は上昇する。これはプラスチックに固有の動的粘弾性特性が寄因しているためである。静的圧縮試験ではヤング率はガンマ線非照射が 3.6GPa で 5.0Mrad 照射が 4.9GPa である。5.0Mrad のガンマ線を照射したほうがヤング率は高い値を示している。

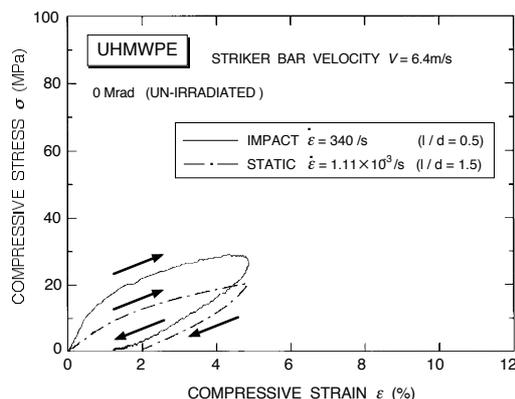


Fig. 1 Impact and static compressive stress-strain loops for unirradiated UHMWPE

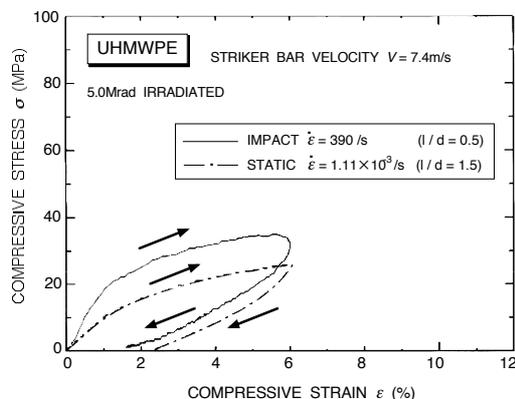


Fig. 2 Impact and static compressive stress-strain loops for 5.0Mrad irradiated UHMWPE