

高分子液晶成形材の繰返し変形特性と低サイクル疲労

材料強度学研究室

千葉 美保

1. 緒言

液晶ポリマーは合成樹脂のスーパーエンジニアリングプラスチックに属しており、その優れた機械的性質から自動車の部品への応用展開も期待されている材料である。しかし液晶相の発現に使用する溶媒の影響で優れた機械的性質が失われる、成形方法が限られているなどの問題点もある。本研究では、液晶ポリマー成形材の繰返し変形特性を明らかにするとともに破断寿命が 1000 回以下の低サイクル領域の疲労特性を調査した。

2. 材料および実験方法

本研究で使用する液晶ポリマーはポリプラスチック社の Vectra A950 である。Vectra A950 は吸水性を持つため 140°C で 5 時間乾燥させ、ペレットをブレンダーで粉碎して成形した。押出成形機には島津フローテスタ CFT-500D を用い、成形温度 315°C 押し圧力 3.0MPa および 4.0MPa の条件で成形した。ダイは直径 1mm のものを使用した。長さ 100mm の棒状試験片について万能試験機（島津オートグラフ 容量 100kN）により繰返し引張り負荷をかけた。

最小荷重 10kN、一定とし、荷重幅を 100N, 90N, 80N および 70N と 4 種類に変えた。引張速度は 1mm/min で行った。また試験片の伸びを精度良く測定するためクリップ式の伸び計を作製しこれを用いた。伸び計の材料は板厚 0.5mm のベリリウム銅の時効処理材でその概略を図 1 に示す。



図 1 クリップゲージ（試験片装着時）

3. 実験結果および考察

繰返し応力幅と破断寿命の関係を図 2 に示す。加圧力に依らず分布のばらつきは大きいですが、応力幅が小さくなると寿命が増加する傾向は確認できた。成形加圧力の低サイクル疲労強度及ぼす影響に関しては、加圧力が 4.0MPa の場合が 3.0MPa に比べ大きく 10² 回の時間強さと比較すると平均で約 1.3 倍の違いがある。静的な強度は成形圧力が 3.0MPa および 4.0MPa の成形材それぞれ対し 142MPa, および 152MPa でありこの結果を反映したものとなった。

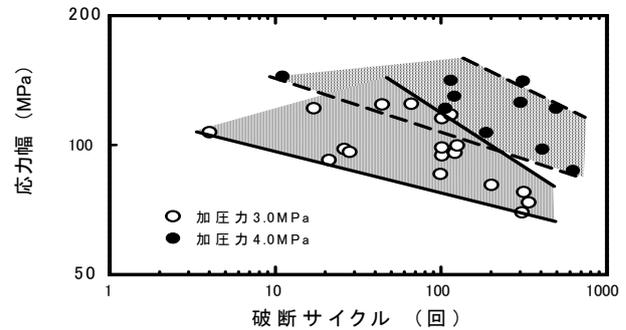


図 2 応力幅と寿命線図

次に加圧力 4.0MPa 成形材を例に示す。20 サイクルまでのひずみ幅の変化を図 3 に示す。

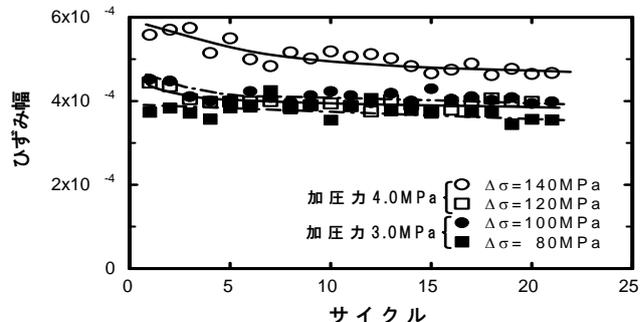


図 3 ひずみ幅の変位曲線図

繰返し応力幅が大きい場合、最初の 10 サイクルまではひずみ幅の低下が顕著であり、繰返しとともに硬化する傾向があることが見られた。その後ひずみ幅の変化はあまり生じなかった。また、応力幅が小さい場合、ひずみ幅の変化はほとんど見られなかった。この硬化挙動は成形材の内部構造に起因するものである。すなわち、ベクトラ押し材はフィブリル構造と呼ばれる繊維状構造を有し、繰返し負荷によって各繊維が伸ばされて、その後定常的な状態になるためと思われる。

破断後の試験片の電子顕微鏡写真を図 4 に示す。内部のフィブリル構造が確認でき、各繊維が分断されていることが分かった。

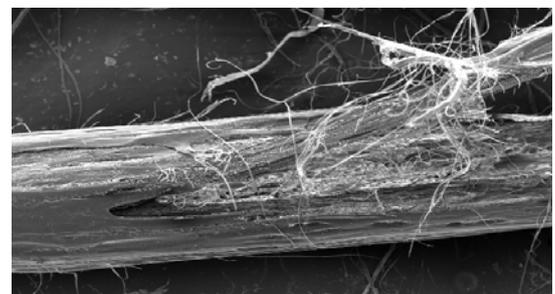


図 4 破断面図 500 μm 直径 1mm