

蛍光寿命測定を利用した高分子材料の内部応力評価

LB材料研究室 志賀 亨

Measurement of Internal Stresses in Polymeric Materials by Time Resolved Fluorescence

Tohru Shiga

1. はじめに

高分子材料を用いた各種自動車部品の寿命などを考える場合、内部応力の定量は極めて重要である。しかしながら、内部応力を部品のままダイレクトに測定する有効な手法は知られていない。ここでは、蛍光寿命測定を利用した新しい内部応力評価法について紹介する。

2. 測定原理と評価手順

外部パルス光により励起された蛍光物質が発する蛍光は時間とともに減衰する。一般に蛍光強度の時間減衰に関する時定数を蛍光寿命と呼んでいる。最近、9-メチルアントラセンやポリアルキルチオフェンなど、特定の蛍光標識を分散させた高分子フィルムを一軸延伸し、延伸状態のまま蛍光標識の蛍光寿命を測ると、フィルムにかかる引張応力の大きさに応じて蛍光寿命の値が線形的に変化することを見出した。この現象を利用して以下の仮定と手順で内部応力を見積ることができる。

微量の蛍光物質を分散させた高分子材料を射出成形すると、成形体表面のスキン層には金型と熔融高分子との間のせん断に伴う一次元的な引張応力が主に内在することになる。ここで、この内部応力が上述した一軸延伸下にあるフィルムに生じる引張応力に等しく、また、フィルムとスキン層に存在する蛍光標識が発する蛍光が同じ性質であると仮定する。これらの仮定に基づけば以下の手順により蛍光寿命から内部応力が見積られる。

ステップ1：蛍光物質含有の射出成形体とフィルムを作製

する。

ステップ2：射出成形体の蛍光寿命を測定する (Fig. 1)

ステップ3：フィルムを一軸延伸して蛍光寿命と引張応力の関係 (検量線) を求める。

ステップ4：検量線を用いて蛍光寿命を内部応力に換算する。

3. 解析結果

カーボンブラックを含有したポリ塩化ビニルのダンベル型射出成形体の表面の内部応力分布を Fig. 2 にまとめた。外部励起光 (スポット径1mm) は表面から深さ50ミクロンしか達しなかったため、発せられる蛍光はスキン層からの情報であるとして内部応力を求めた。試料は金型から取り出した直後では上側に反っていた。蛍光寿命法で見積った内部応力の分布をみると試料の上側の方が下側よりも内部応力が高い。この結果は、試料が上側に変形することを意味しており、実際の試料外観と定性的に一致する。

4. まとめ

本手法では、蛍光寿命測定が自由自在に動くペン型測定プローブを通して行なわれる。従って、実部品への適用が可能であり、有力な内部応力評価法であると考えられる。

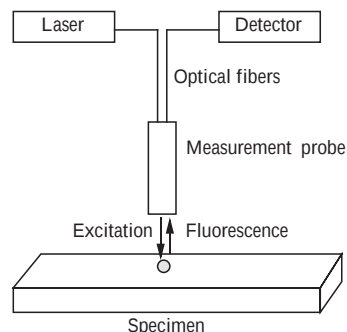


Fig. 1 A schematic illustration of measurement of time resolved fluorescence.

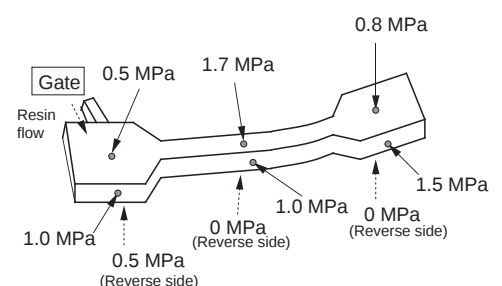


Fig. 2 Internal stress distribution in an injection-molded test piece of carbon black-filled poly (vinyl chloride).