

プラスチック材料の破損解析

— 基礎的破面データの収集 —

機械材料科 材料スタッフ 鈴木重好* 植松俊明** 吉岡正行** 伊藤芳典**

Analysis of Fractures of Plastics

— Accumulation of Fundamental Data of the Fracture Surfaces —

Shigeyoshi Suzuki, Toshiaki Uematsu, Masayuki Yoshioka and Yoshinori Itoh

1. はじめに

プラスチック製品の破損原因を解析するには、破断面の観察を行うことが重要である。しかし、プラスチックはその性質上、破面に関するデータが金属ほど充実していないのが現状である。本研究は、プラスチック破損トラブルを解決するため、解析に必要となる実証的なデータを収集し、製品不良に対する技術指導をより効果的なものとするを目的として実施した。現在、種々のプラスチックの破断面形態に関する基礎的データを収集しており、本報では、材料間の比較と、破断速度依存性について報告する。

2. 実験方法

試験に供した材料は、ABS、ポリアミド6 (PA6)、ポリアミド66 (PA66)、ポリカーボネート (PC)、ポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP)、ポリアセタール (POM) の7種とし、市販の丸棒(φ15mm)を使用した。各プラスチック丸棒を150mm長に切断し、中央にカッターナイフで深さ約1mmの切れ込み(ノッチ)を入れ、23℃、湿度50%の条件下で、精密万能試験機(株島津製作所、AG-IS)を用い破断した。試験速度は、5、50、100、500、1000mm/minとした。マクロ観察は、目視(ルーペ)で行い、デジタルカメラで撮影を行った。マイクロ観察には、走査型電子顕微鏡(SEM、日本電子(株)、JSM-F6300F)を用いた。

3. 結果と考察

3.1 材料間の比較

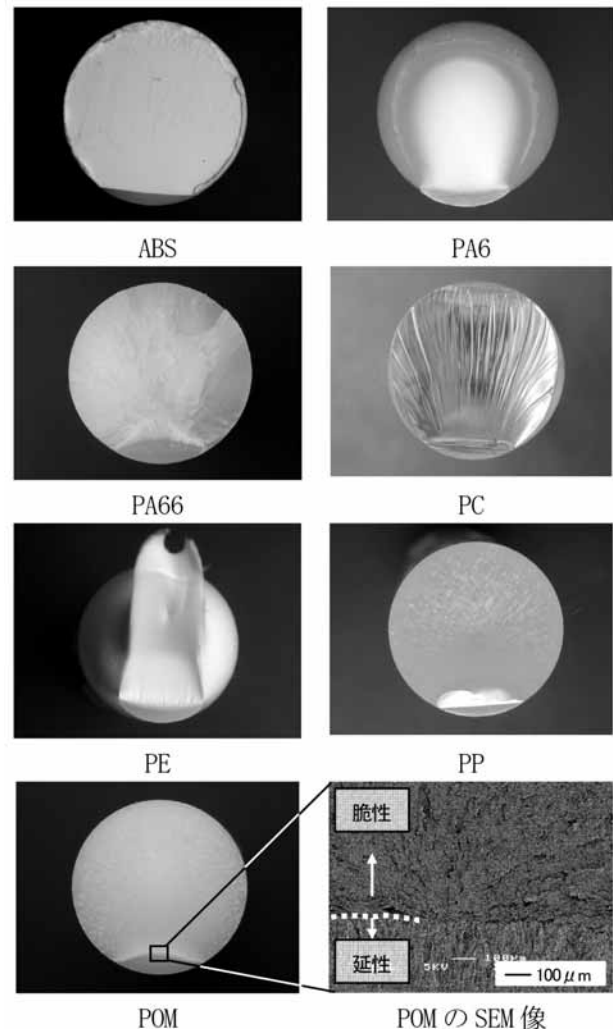


図1 各プラスチックの引張破面

*) 現 繊維高分子材料科 **) 現 材料科

本研究では、すべてのサンプルにノッチを入れていたため、破壊の起点は必ず応力集中が起こるノッチ部にある。図1に、5 mm/minにて破壊した時の破断面写真を示す。どのプラスチックにおいても下部のノッチから破壊が起き、上方に向かって進展したことを確認することができる。このうちPOMについて、□印部分をSEMにて拡大観察した像をその右側に示す。ノッチのすぐ上では、典型的な延性破面が観察され、次に放射状に脆性的な破面をみることができる。ABS、PA66、PPについても、同様の過程で破壊が進行し、それぞれ特徴的な破面を見ることができた。また、PA6、PC、PEでは、いずれも、最後まで延性的に破壊している。これらは、応力-ひずみ曲線から得られる結果とよく一致した。

3. 2 破断速度による比較

一般にプラスチック材料は、変形速度を上げると脆性的挙動を示すことが知られている。図2にPA6の特徴的な破断面を示す。5~500mm/minまでは、延性的な破断面をしているが、1000mm/minでは脆性的な破断面となる。SEM写真においても、ノッチ近くの破断速度が比較的低い部分では延性的な破壊が起こり、その後脆性破壊に変わっている様子が分かる。図3にPA6の応力-ひずみ曲線の試験速度による比較を示すが、1000mm/minの場合は塑性変形領域が短く、低いひずみで瞬時に破断しており、破断面観察の結果と一致する。

また、PEのマクロ観察では、100と500mm/minで大きな相違が確認された(図4)。SEM観察では、

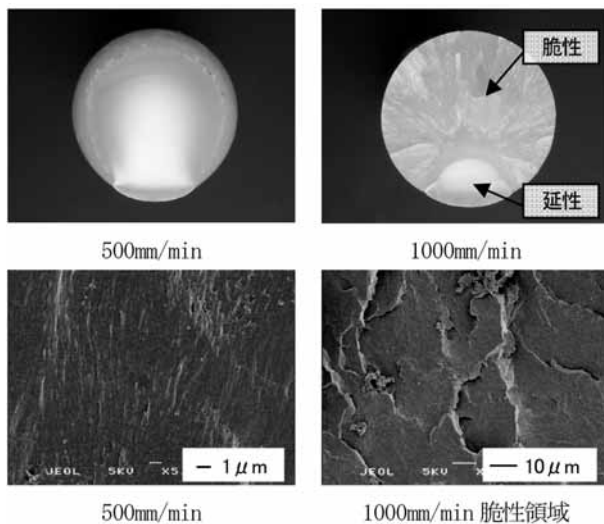


図2 PA6の破断速度依存性

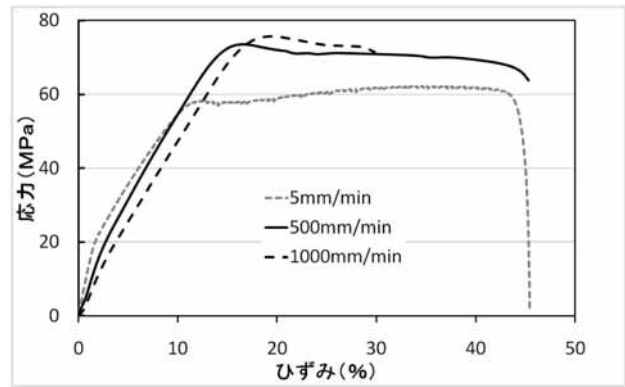


図3 PA6の応力-ひずみ曲線

どちらも延性破面の特徴が見られたことから、同じ種類の破壊でも速度により破断面が大きく変わることが分かる。図5に示すSEM写真のとおり、500mm/minではノッチ近くの破壊は遅く進展し、その後、一気に破壊が進んだと考えられる。その他の試料については、延性領域面積の大きさ等の変化は見られるものの、PA6とPEに見られるような、大きな違いは見られなかった。

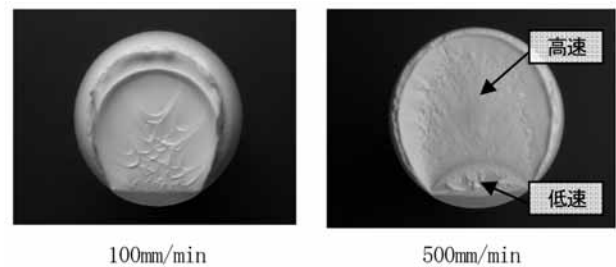


図4 PEの破断速度依存性

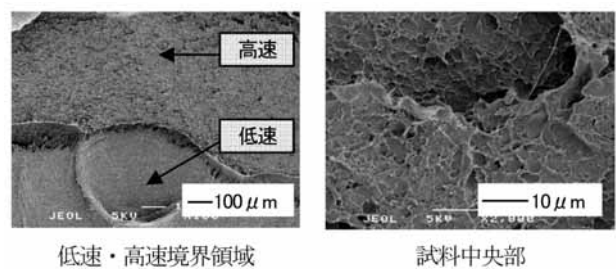


図5 PE、500mm/min試料のSEM像

4. 今後の展開

実際の破損トラブルは複雑で様々な要素を加味する必要があるが、これらの破面データが参考になると思われる。今後は、溶剤クラックに代表される環境応力割れなどについて、実証的試験を行い、参照データを増やしていく予定である。