

ポリプロピレン繊維の高速引張試験と観察

High-speed tensile test for polypropylene fiber

■ はじめに

Introduction

合成繊維の世界では高い性能を目指した製品開発が盛んで、高機能な(各種強度や耐性に優れた)製品が様々な分野で用いられています。

特に自動車や航空宇宙産業分野では繊維の柔軟性や軽量性といった特長が注目され応用が広がっていますが、同時に強度面では従来の静的な限界値だけではなく、高速負荷(衝撃)時の特性も押さえておく必要が出てきています。

このような評価例として、今回は最高 20m/sec の負荷速度で引張試験を行なうことが出来る「高速引張試験機 HITS-T10」に繊維用引張グリップを取り付け、ポリプロピレン繊維の引張試験を実施しました。

また、試料の破断時の様子がどのようなものかを探るため「高速度ビデオカメラ HPV-1」を用いて観察した結果も合わせて紹介します。

■ 試験装置および試料

Testing apparatus and specimens

本実験で使用した試験装置は、油圧式高速引張試験機 HITS-T10 形で、その主な仕様は以下のとおりです。

- (1) 最大試験力 : 動的 10kN
- (2) 最大引張速度 : 20m/sec
- (3) 最大ストローク : 300mm
- (4) 試験力計測 : ロードセル
- (5) 変位計測 : グリップ間変位計
- (6) 試料つかみ具 : 繊維用グリップ(キャブスタン式)

また、試料としては 2200dtex のポリプロピレン繊維を 60mm の長さに切断したものを、前記繊維用グリップにて把持しました。試料をグリップにて試験機にセッティングした状況を Fig.1 に示します。

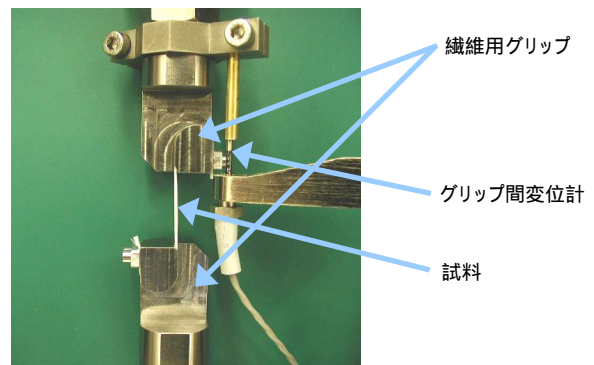


Fig.1 試料の取り付け状態
Test specimen mounted with grips

■ 高速引張試験

High-speed tensile test

高速引張試験の負荷およびデータ計測条件は、以下のように決めました。データは試験力とグリップ間変位をリアルタイムで高速サンプリングしています。

- (1) 引張り速度 : 1m/sec
- (2) 雰囲気 : 室温 23
- (3) データ収集時間間隔 : 5 μ sec (200kHz)

得られたデータを、試験力とグリップ間変位の関係として表したものを、Fig.2 に示します。波形としては単繊維ごとの挙動のばらつきから細かな振動が見られるものの、全体としては引張負荷時の特性を明瞭に示しており、最大試験力が約 85N、グリップ間変位 12mm 前後から破断が始まり、同約 15mm にて完全破断していることを読み取ることができます。

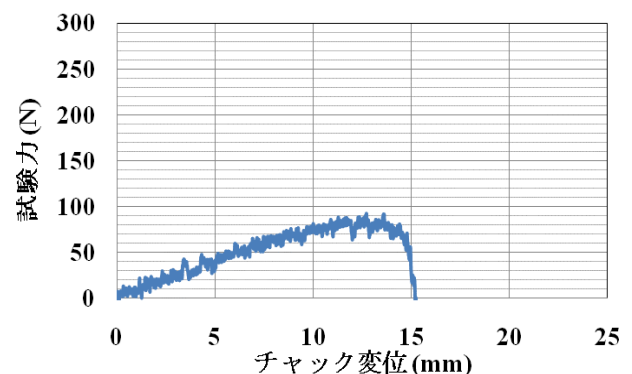


Fig.2 高速引張試験結果 (試験力-変位)
Test result of high-speed tensile test
(Force-Displacement relation)

■ 高速度ビデオカメラによる破断の観察

Observation for tensile test with high-speed video camera

今回の高速引張試験においては、試料(ポリプロピレン繊維)の破断時の様子を観察するため、高速度ビデオカメラによる撮影を合わせて行ないました。高速度ビデオカメラ(HPV-1 形)は、最高撮影速度 100 万コマ/sec の性能を有するもので、高速現象を可視化する

手段として有効なものです。今回の撮影には、メタルハイドランプ(350W)の照明を用い、撮影タイミングの同期には高速引張試験機のストローク信号のゼロレベルクロスをトリガとしました。

Fig.3 に、撮影の様子を示します。

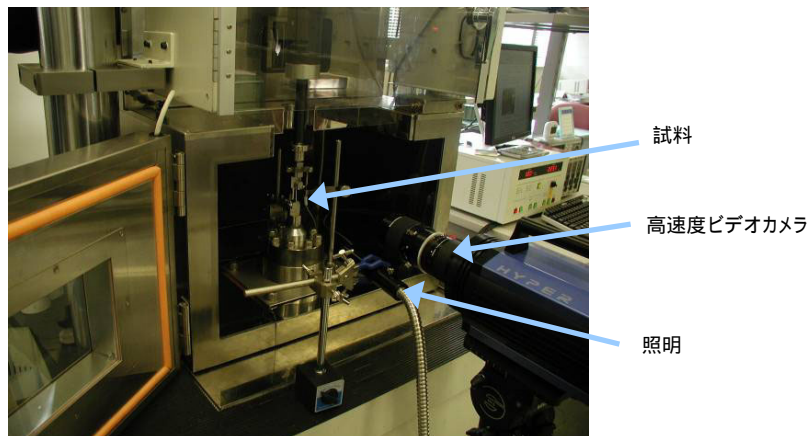


Fig.3 高速度ビデオカメラによる観察の様子
Overview of observation with high-speed video camera

撮影速度は、32000 コマ/sec とし、得られた画像一部を Fig.4 に掲げます。Fig.4 において、画像は撮影開始時(トリガ後 1 コマ目)のもの、①～⑧は試料の

破断直前の 7 コマを 32 μ sec 間隔の画像として順に並べています。これを見ると、破断現象は繊維の外側から徐々に進んでいることがわかります。

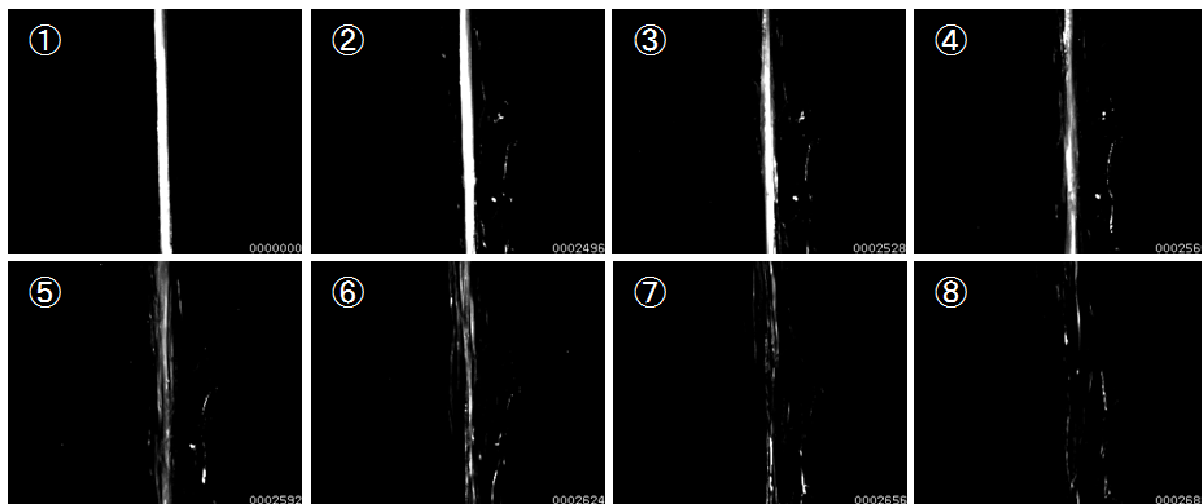


Fig.4 ポリプロピレン繊維の破断時の様子 (撮影速度: 32000fps)
Fracture of polypropylene fiber (Frame rate: 32000fps)

これらの結果から分かるように、高速引張試験機によって試験対象の衝撃負荷時の機械的な特性値を得ることができると同時に、高速ビデオカメラの併用で

さらに詳細な挙動を視覚的に明らかにすることが可能となります。今後、より機能性の高い材料開発のための評価手段として期待できるものです。

初版発行: 2008 年 7 月

島津製作所 分析計測事業部
応用技術部

アプリケーション開発センター

東京
京都 TEL (075)823-1153

本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。
<http://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報提供サービス「Shim-Solutions Club」にご登録下さい。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>
会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。