

プラスチック・繊維材料の高速衝撃試験 No.98034

キーワード：高分子材料、引張速度、高速引張、落下速度、速度依存性

概要

プラスチック・繊維といった高分子材料は日用品をはじめあらゆる所に使われています。その耐久性、安全性を確保するために力学的性質を調べるのは重要なことです。特に、材料の引張強度試験は重要で、必ずと言ってよいほど行われています。一般に引張速度は材料の種類や試験片の形状によって異なりますが、殆どが1分間当たり数～数百mmの範囲です。これらは静的あるいは準静的と呼ばれています。しかし、日常の現象は動的なことが多く、例えば、ものを落とす、引張り上げる、吊す、ぶつける、引っかけるといったことが起こっており、その速度は通常引張試験機で引張っているよりもはるかに速い現象です。引張速度によって特性が大きく変わる材料があるので、実際の現象で起こる変形速度で試験をすることは材料を利用する上で大切です。

落下速度とその高さ

一般に行われている試験の引張速度が、実際の現象で起こる速度と比較するために落下速度と高さの関係を求めてみました。表1は $h = v^2/g$ で計算した数値です。ただし、 h :高さ、 v :落下速度、 g :重力加速度 (9.80665m/sec^2) としました。表から、一般の引張試験で適用されている速度は非常に低い高さから落下した速度に等しいことが分かります。例えば 10mm/min では 1.42nm 、 500mm/min では $3.54\text{ }\mu\text{m}$ の高さから落下した速度に等しくなります。これらの速度での計測値は静的あるいは準静的特性値といわれる所以であります。実際に日常で起こっている現象では $1\sim 10\text{m/sec}$ の速度であり、これらの速度で試験することが必要であることが分かります。本研究所ではこのような範囲まで測定できる高速衝撃試験機があるので紹介します。

表1 落下速度と高さの関係

分速	秒速	高さ
(mm/min)	(m/sec)	(m)
1×10	1.67×10^{-4}	1.42×10^{-9}
3×10	5×10^{-4}	1.27×10^{-8}
1×10^2	1.67×10^{-3}	1.4×10^{-7}
5×10^2	8.33×10^{-3}	3.54×10^{-6}
6×10^3	1×10^{-1}	5.1×10^{-4}
6×10^4	1	5.1×10^{-2}
3×10^5	5	1.28
6×10^5	10	5.1

高速衝撃試験機

本衝撃試験機（島津製作所製 EHF-U2H-20L形）では各種材料の高速引張試験を行い、荷重、変位、エネルギー等を記録することが出来ます。最大荷重は 20kN （ 2 tonf ）、速度範囲は $0.005\text{m/sec} \sim 15\text{m/sec}$ 、可動ストロークは最大 30cm （助走区間 8cm を含む）です。ロードセルは 20kN 、 2kN 、 100N とあり、材料の強度によって交換します。適用できる試料は糸、紐、フィルム、ベルト、平板、ダンベル等です。その他、応用試験治具を用いることによってプラスチック板の打ち抜き、曲げ、シャルピー、アイゾット等の衝撃試験が出来るようになっています。

低速での引張試験では治具への加速度、それによる共振問題は全く考える必要はありませんが、高速（ 1m/sec 以上）になると硬い（剛性の大きい）材料では治具の共振問題が発生し、真のデータが得られない場合があります。また高速のため、荷重や伸度が許容範囲を超えそうなき途中で計測を中止することが出来ません。従って、高速引張試験の場合、共振発生の有無や破断強度及び伸度の確認のために予備

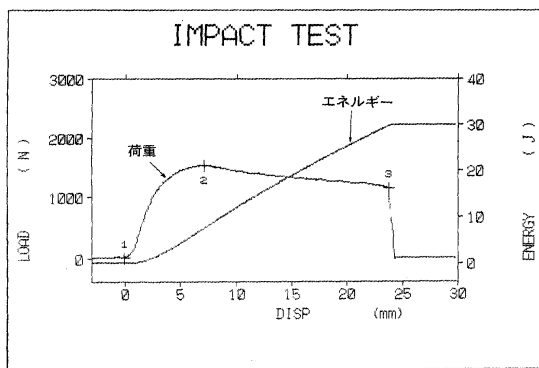
試験が必要となります。

測定例

図1、図2はそれぞれポリプロピレン（PP）の試験片（JIS K7113の1号形、厚さ4mm）を速度0.5cm/sec、1m/secで引張試験をした結果です。引張速度が200倍になって最大荷重は約30%増加し、破断伸度は約50%に減少しているのが分かります。伸度低下の影響で破断エネルギーは30Jから20J弱に下がっています。図3はポリカーボネート（PC）（PPと同形で厚さは3mm）を速度0.5cm/secから5m/secまで6段階に変化させた結果を同一グラフに重ねたものです。1000倍の速度変化にも係わらず最大荷重は18%増加、破断伸度は38%減少にとどまっています。破断エネルギーの減少も少なく、5m/secでも100Jありました（図は省略）。このように、PCはPPに比べて低速域から高速域にわたって非常に伸度の大きい特性をもち、この材料が耐衝撃性に優れていることを示しています。

なお、高速引張試験では材料の切断後に治具の共振現象がみられます。PPでは1m/sec、PCでは5m/secで現象が現れています。このように引張特性の速度依存性は材料の種類によって大きく異なるために、実際に使用される速度での試験が必要です。

図1 ポリプロピレンの引張特性



(引張速度：0.5cm/sec)

主な用途

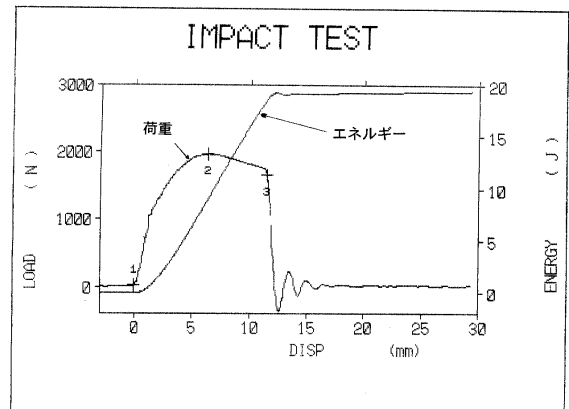
これまで当所の高速衝撃試験機で測定した

作成者 生産技術部 アパレルグループ 増田敏男 Phone:0725-51-2574

発行日 1998年12月15日

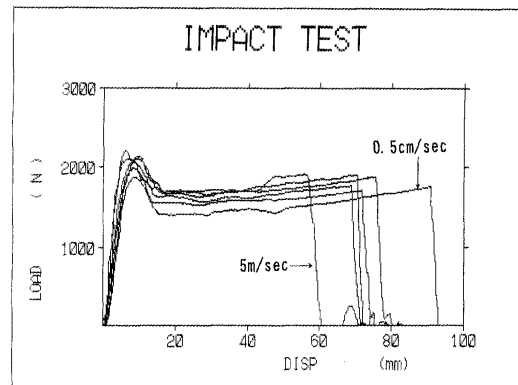
主な例としては落下防止ネット材料の紐、マシン糸、自動車内装用部品（プラスチック）、スーパーのレジ袋、写真のフィルム、電動工具のプラスチックカバー（FRP）、ジオシンセティック（土木用合成繊維）等の高速引張試験及び工事用特殊車の窓ガラス（プラスチック板）の打ち抜き試験等があります。衝撃試験といっても超高速ではなく日常起こりうる現象の速度での再現試験であるといえます。

図2 ポリプロピレンの引張特性



(引張速度：1 m/sec)

図3 ポリカーボネートの速度依存性



(引張速度：0.5cm/sec ~ 5m/sec)