

高分子材料の高速引張り試験

キーワード：高速、引張り、高分子材料、速度依存性、高速衝撃試験機

はじめに

近年、各種の工業製品に対して、安全や安心、防災といった視点からの要求がますます高まっており、これらの視点で材料や製品を設計、評価することが必要となっています。例えば、自動車部材やスポーツ用品の構成材料のように、高速で衝撃的な変形が加わる状況で材料や製品が使用される場合、このような変形が加わった際の強度あるいは破断時の変形量を評価することは極めて重要です。

当研究所では、板状、膜状の試料を高速で変形させたときの強度や変形量を測定できる高速衝撃試験機（島津製作所製 EHF-U2H-20L 型）を設置しており、さまざまな産業分野のお客様にご利用いただいています。ここでは、本試験機を用いた高速引張り試験の概要を述べるとともに、透明高分子材料として幅広い分野で用いられているポリカーボネート（以下、「PC」と略記します。）を用いた高速引張り試験の事例を紹介します。

高速引張り試験の概要

高速衝撃試験機を用いた高速引張り試験の標準的な仕様を表 1 に示します。本試験機では、油圧駆動のピストンを介して試料に変形を加える方式が採用されているため、表 1 に示したように、高速での引張り試験が可能になっており、かつ、広い範囲の引張り速度で試験を行うことができます。また、変形量お

よび荷重の経時変化データを CSV 形式で収集・保存することが可能です。

ただし、瞬時に試料に高速変形を加えることとなるので、本試験機では、変形途中で試験を緊急停止することができません。したがって、ロードセルの過負荷による試験機の故障を防止するために、低速変形時における試料の最大引張り荷重を、あらかじめ別の試験機で測定しておくなどして、高速変形時のおおよその最大引張り荷重を見積もり、許容最大荷重以下で試験が実施できるかを事前に見極める必要があります。

PC の高速引張り試験

ダンベル形状（JIS K 7113 の 1 号形；厚さ 3 mm）に射出成形した PC を用い、チャック間距離を 125 mm として、0.005～10 m/s の種々の速度で引張り試験を行った結果を以下に示します。図 1 は、試験前および試験後の試料の状況です。また、図 2 は、一連の高速引張り試験のうち、引張り速度を 0.01、0.1、1、3、6、10 m/s とした際の変形量と引張り荷重の関係を例示したものです。図 1 より、引張り速度が大きくなると、より小さい変形量

表 1 高速引張り試験の標準的な仕様

引 張 り 速 度	0.005 ～ 15 m/s
許 容 最 大 荷 重	10 kN
許 容 最 大 変 形 量	200 mm
試 料 幅	最大 25 mm
試 料 厚 さ	最大 4 mm

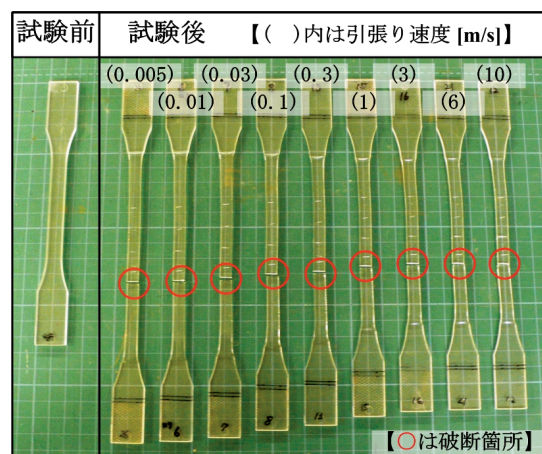


図 1 高速引張り試験前後の試料の状況

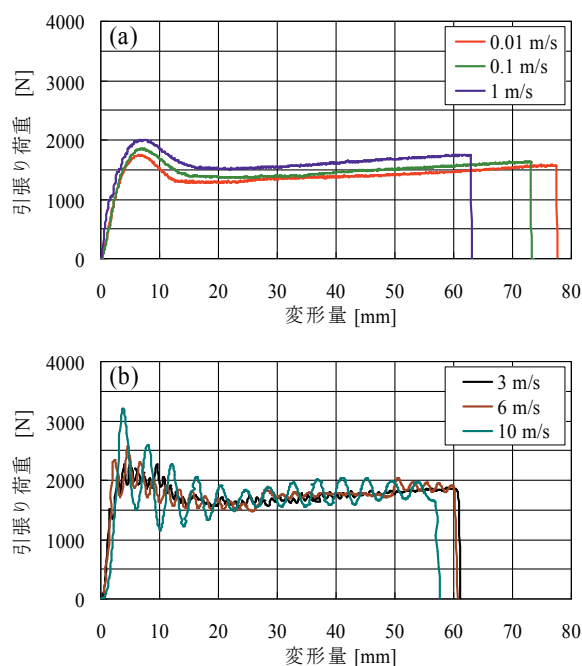


図2 高速引張り試験の結果

で試料が破断に至っており、この傾向は図2からも確認できます。また、図2より、降伏荷重や破断荷重は、引張り速度の増加とともに大きくなります。さらに、破断時の変形量、降伏荷重、破断荷重と引張り速度との関係を片対数グラフにプロットすると、図3が得られ、これらが引張り速度の対数と一次の相関関係にあることが示唆されます。ただし、図2(b)に示したとおり、引張り速度を3、6、10 m/sとした場合、検出される荷重が増減を繰り返す現象（振動）が確認され、降伏荷重、破断荷重が不明確であったため、図3には、これらの引張り速度における降伏荷重、破断荷重は表示していません。

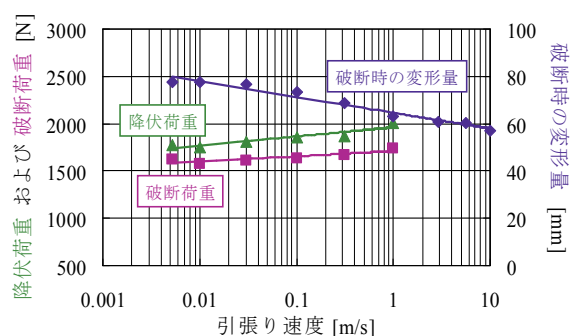


図3 引張り速度と破断時の変形量、降伏荷重、破断荷重との関係

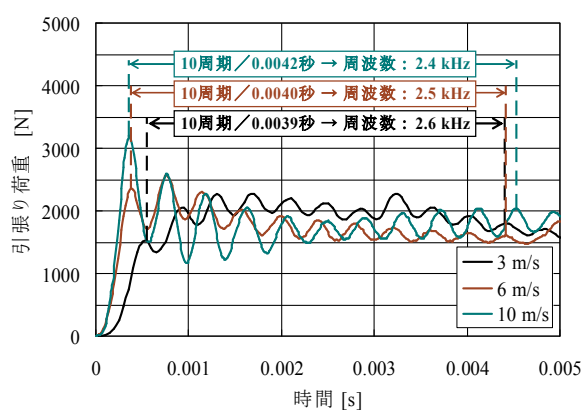


図4 検出荷重の振動

ここで、図2(b)に示した引張り速度3、6、10 m/sでの検出荷重の振動に関して、試験時の実時間と検出荷重との関係を確認すると、図4のように、引張り速度によらず概ね一定の周波数で検出荷重が振動していることがわかりました。また、ロードセルに連結・固定されたチャックに加速度計を取り付け、引張り速度を3 m/sとして試験を行ったところ、本来は加速度が発生しないはずのチャック部で、加速度の増減が検出されました。しかも、その周波数が検出荷重の周波数にほぼ対応していました。これらから、引張り速度を著しく大きくすると、試料あるいはチャック部で共振などの振動現象が発生する場合があります、それがロードセルに伝わることで、検出荷重が振動したと推察されます。

ただし、同じ高分子材料であっても、繊維等の形態の試料では、検出荷重に振動が発生することはほとんどありません。したがって、振動を発生させずに、適切に試験を実施できる最大引張り速度は、試料の形態や性状によって異なると考えられます。

おわりに

高速衝撃試験機は、繊維製品も含めた各種の高分子材料はもとより、試験条件や試料の形状、力学特性次第では、金属や紙材料などの評価にも活用いただけます。本試験機のご利用については、下記の担当者にお問い合わせ下さい。