

各種材料の高速衝撃試験

キーワード：高速衝撃試験、高速引張、高速曲げ、打抜き、速度依存性

はじめに

我々が日常使っている工業製品は、様々な材料から作られています。その耐久性、形態安定性を確保し利用者に保障するために、主に材料の静的な力学特性を測定しています。しかし、近年、携帯電話やノートパソコン等の持ち運び可能で高付加価値の製品が多くなってきたため、静的特性だけでなく動的特性を考慮した製品設計が求められています。このような需要から当研究所に設置されている高速衝撃試験機への問合せも多くなっています。本試験機は導入されてすでに9年目になりますが、利用頻度が年々増加しています。さらに、広く知っていただき、より堅牢で安全な製品の開発・改良の一助としていただくために、改めて本試験機の機能や利用例について紹介致します。

高速引張試験

材料の強度特性を知るためには引張試験から得られる力学特性が基本となります。最近ではCAE(Computer aided Engineering)が発達していて、コンピュータシミュレーションのための基礎データを得るために、本機を利用されることが多くなっています。

本試験機（島津製作所製 EHF-U2H-20L

表1 高速引張試験条件

速度範囲	0.005 ~ 15m/sec	
荷重範囲	0.1 ~ 10kN	
つかみ間隔	20 ~ 200mm	
引張長さ	~ 200mm	
試料寸法	長さ	60 ~ 260mm
	幅	~ 25mm
	厚さ	~ 4mm

形)の改良型10kNロードセルを使用した場合の高速引張試験条件を表1に示します。このロードセルは半導体ひずみゲージを利用したもので応答性能に優れており、また試料つかみ具や取り付けピンを軽量化することにより、従来のロードセルに比べ数倍の速度に対応できるようになっています。ただし、試料の大きさをこの条件に合うように用意する必要があります。これまで硬い材料では、衝撃によりデータに振動(ノイズ)が入るために1m/sec程度までしか測定できなかったものでも5m/sec以上まで測定が可能と成ります。一般の引張試験機と併用すれば計測速度範囲が1mm/min~5m/secとなり、最高速度が最低速度の数十万倍という非常に広範囲での速度依存性を調べることができます。

これまで種々の材料の試験結果から言えることは、多くの材料は速度が大きくなれば最大荷重や破断強度は大きくなるが伸度は低下する傾向にあります。しかし元々非常に高強度となるように作られた材料(例えば高強度繊維等)はチャック切れを起こす可能性が大きくなり、荷重も伸度も低下することが多くなります。また安全・養生ネットなどの組物の強度や糸・紐等の引っ掛け強度も速度が増加するに連れて減少する傾向にあります。実際の製品の場合、動的荷重がかかることが多く、静的特性で十分な強度があるものでも思わぬトラブルを引き起こすことがあります。

高速曲げ試験

材料の曲げ強度は引張特性からある程度計算により求められますが、直接測定することにより実用的なデータが得られます。本機での曲げ試験は図1に示すような方式で行うことができます。押し込み量と荷重の曲線が得られるようになっています。標準の治具では

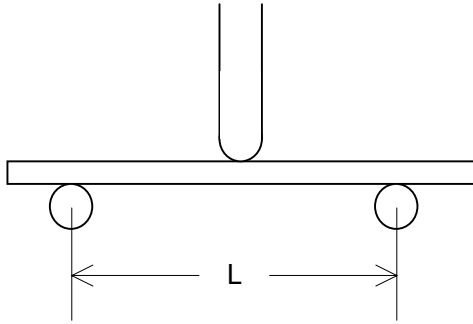


図1 曲げ試験の概要

スパン長 L は 40 ~ 70mm の範囲で調整できます。試料の大きさは幅 30mm 以内、厚さ 5mm 以内です。押し込むハンマーや支柱の形状は直径 10mm の円柱形になっています。また、これ以外の寸法の試験を行うことも可能です。その場合には利用者が治具を持参して頂く必要があります。これまでの例ではスパン長が 200mm、支柱とハンマーの直径が 22mm といったものや、逆に標準よりも小さいスパン長 20mm、支柱直径が 5mm で試験を実施したことがあります。速度は引張試験と同様に設定できますが、治具との関係上 10m/sec までとしています。

打抜き試験

打抜き試験から得られるデータは材料特性の情報量としては少ないですが、比較的簡便に行えるため、単に材料の強度を比較する場合によく用いられます。本機の標準治具の寸法は受台の穴の直径が 25.4mm、ポンチの直径が 12.7mm です。速度は 10m/sec まで、ロードセルは 20kN 用と 2kN 用の 2 種類があり、測定荷重範囲は 20N ~ 20kN です。試料の大きさは一辺が 60 ~ 100mm の正方形、厚さが 6mm まで測定が可能です。さらに、温度依存性をみる場合には、治具への試料装着が数秒と短いため、恒温槽を試験機のそばに置いて試験片を素早く取り出すことにより可能となります。

標準治具の他に受台の穴の直径が 7.62mm

のものも取り付けが可能です。また曲げ試験と同様、これ以外の寸法や形状の受台を試作して、打抜き試験をすることも可能です。防犯ガラスの予備実験として、正四角形の受台（一辺の長さが 30cm まで可能）を試作して試験されたこともあります。一度治具を作ると試験そのものは非常に簡単なため効率よく手軽に実施できるため、素材の改良あるいは品質管理には最適な試験といえます。

適用例

本機は主に上記の 3 種類の試験のために利用されてきましたが、他にもアイゾット、シャルピー試験も可能です。ただし、これらについては別に専用機があります。

これまで本機で測定されてきた使用例をみますと、引張試験では、携帯電話の基盤や筐体の材料、自動車用部品のプラスチック・繊維（エアバッグ生地）材料、家電製品、OA 機器等の部材、その他日常品などがあります。試験片の形状としてはダンベル、短冊、紐、糸、ベルト等様々なものを測定しています。曲げ試験では FRP パイプ、アルミパイプ、樹脂板等、治具を新たに製作して利用されています。打抜き試験も試料形状に制約がありますが、治具の改良や新たに製作することにより、防犯ガラス、建設車両用の窓ガラス等の試験を行っています。

なお本機のデータ出力は、プリンタで変位 - 荷重曲線が印刷されるのみです。コンピュータシミュレーションに利用するためには、再度グラフから数値を読む必要があります。ただし、制御装置の BNC 端子から変位と荷重の変化がアナログ量（電圧 $\pm 5V$ F.S. + は引張、- は押し込み）で出力されており、適当な AD 変換ボード付パソコンまたはデータロガを準備して頂ければ、直接測定データを取込むことができ、その後のデータ処理が容易になります。その場合、サンプリングタイム 1 μ 秒、記憶容量 2000word 以上の性能と記憶容量が必要です。