

包装用緩衝材の評価試験 No.98023

キーワード：静的緩衝係数、衝撃荷重、圧縮クリープ、衝撃ひずみ、衝撃永久ひずみ

概要

包装用緩衝材とは、輸送や荷役時の衝撃や振動から製品の損傷を防止するために用いられる材料です。従来から発泡プラスチック（ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン等）や段ボール、木毛、ワッディング、パルプモールド、空気入りパッド等多くの材料が輸送形態やロット数に応じて選択され用いられています。適正な包装設計を実施するとき、衝撃や振動に対するこれら緩衝材の性能を示すデータが必要ですが、これらのデータを得る試験の一つに包装用緩衝材の評価試験方法（JISZ0235-1997）があります。ここでは、本試験方法の概要を説明し、あわせて1997年のJIS改訂で初めて規定された簡便法としての圧縮試験方法と静的緩衝係数の求め方を用いて、市販の包装用緩衝材の静的緩衝係数Csを求めた実例を紹介します。

解説

包装用緩衝材の評価試験方法について

1997年3月の大きな改訂（ISOとの整合化）で、従来のJISZ0234「包装用緩衝材の静的圧縮試験方法」とJISZ0235「包装用緩衝材の動的圧縮試験方法」の2つの規格が一本化され、（1）衝撃荷重試験、（2）圧縮クリープ試験、（3）簡便法としての圧縮試験、（4）ISOに対応する衝撃荷重試験の4つの試験方法が規定されました。（1）の試験では、最大加速度 - 静的応力線図に加えて、最大衝撃ひずみ - 静的応力線図の測定及び報告が盛り込まれました。（2）および（3）の試験は、今回の改訂で新規に規定されたものです。（4）の試験は、ISOとの整合化のため、試料寸法、計測方法等についてはISOに準拠すると共に、別項を立てISOの

試験方法をそのまま導入したものです。

簡便法としての圧縮試験方法と静的緩衝係数の求め方について

「緩衝係数とは、衝撃エネルギーを緩衝材が吸収する性能を表すもので、圧縮応力を単位体積当たりの圧縮エネルギーで除した値をいい、圧縮試験結果から求めたものを静的緩衝係数Csという」とJISに定義されています。Csを縦軸に、圧縮応力を横軸にとったグラフは、下側に凸の曲線（図3参照）になります。与えられた包装設計条件に対し、Csの極小値を用いると緩衝材の厚さを最小にでき、また、Csが極小値を示すときの圧縮応力で緩衝材の面積を計算すると面積を最適にすることができます。緩衝材の緩衝特性をCsで容易に表すことができ、緩衝材相互の緩衝特性を比較する物差しとして多くCsが活用されていることが評価され、実際上の便宜を図るためにCsが規格化されました。包装用緩衝材{試料：発泡ポリスチレン（発泡倍率：56.4、ビーズ成型品）}の圧縮試験（図1参照）において、一定変位量

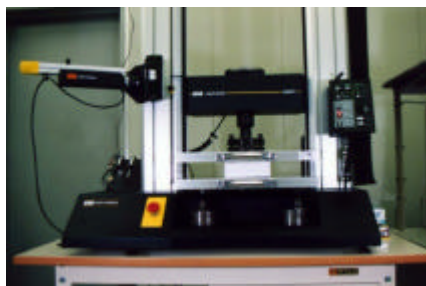


図1 緩衝材の圧縮試験

（変位区分を細かくすればCsの精度は上がりますが、計算量が増加します。ここでは1mmとしました。）毎の圧縮荷重を計測し、JISZ0235の付属書1の計算方法に基づいて変位を圧縮ひずみに、圧縮荷重を圧縮応力に変換します。

次に表計算ソフトで表1に示すような項目と変位の区分をもった表を作成します。表1の項目1に圧縮ひずみを、項目3に圧縮応力を入

表1 静的緩衝係数の計算手順例(試料③の場合)

項目	1	2	3	4	5	6	7
	圧縮ひずみ	圧縮ひずみ 増加分	圧縮応力 σ	圧縮応力 増加分 $\Delta\sigma$	エネルギー 増加分 ΔE	エネルギー E	静的緩衝 係数
区分	S	S	Mpa	Mpa	J	J/cm ³	C _s
	0	0	0	0	0	0	∞
1	0.040	0.04	0.097	0.0970	0.0019	0.0019	50.63
2	0.079	0.04	0.111	0.0140	0.0041	0.0060	18.40
3	0.119	0.04	0.119	0.0080	0.0045	0.0106	11.23
4	0.158	0.04	0.127	0.0080	0.0048	0.0154	8.21
5	0.198	0.04	0.134	0.0080	0.0052	0.0206	6.53
6	0.237	0.04	0.140	0.0060	0.0054	0.0260	5.40
7	0.277	0.04	0.147	0.0070	0.0057	0.0317	4.64
...
...

力します。この時点で図2に示すような圧縮応力 - 圧縮ひずみ線図が作成できます。図2には、今回同時に試験した試料：発泡ポリエチレン（発泡倍率：25.6、押出成型品）及び試料：発泡ポリエチレン（発泡倍率：18.3、ビーズ成型品）も示しています。この図2に示す圧縮応力 - 圧縮ひずみ曲線下の面積がCsを求めるときに必要な単位体積当たりの圧縮エネルギーになるのですが、ここでは一定値で区分して圧縮ひずみと圧縮応力を求めていますので、図式積分法を用いて表1の項目7で示すように簡単にCsが計算できます。

表1から次のようにしてCsを求めます。表1の第1項は、図2（試料参照）の曲線下の面積をできるだけ正確に求めるために区分した圧縮ひずみで、第2項は、第1項の圧縮ひずみの増加分です。第3項の圧縮応力は、第1項の圧縮ひずみにおける圧縮応力で、第4項は、第3項の各圧縮応力の増加分です。第5項は、分割された圧縮ひずみ間の曲線下の面積であり、第1区分では原点0より圧縮ひずみ0.040間で、圧縮応力は0.097までの三角形の面積ですから、 $= 0.040 \times 0.097 \times 1/2 = 0.0019$ となります。第2区分では圧縮ひずみ0.040より0.079の間と、圧縮応力は0.097と0.111の間で囲まれる台形の面積を計算します。第6項は各区分ごとに計算した第5項のエネルギー増加分を加算したものを入力します。第7項は各区分の第3項の圧縮応力をそれに対応する第6項のエネルギーで除したもので、これが各区分でのCsです。図3は図式積分法で求めた静的緩衝係数と圧縮応力の関係を示したものです。

まとめ

緩衝包装设计では、Csの極小値を $t = C_s \cdot h / A_c$ { t: 緩衝材の厚さ cm、h: 落下高さ cm、A_c: 製品の許容加速度 ($g = 9.8m/s^2$ の倍数) } に代入して、設計条件に合う必要最小限の厚さを求めます。

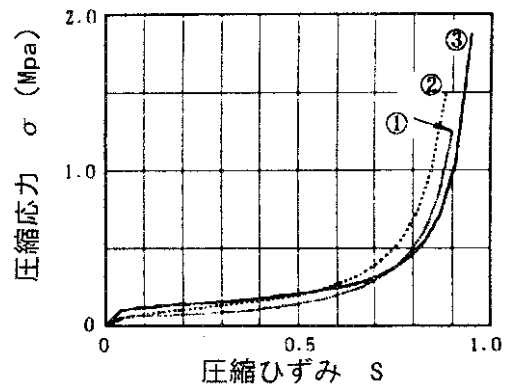


図2 圧縮応力-圧縮ひずみ線図

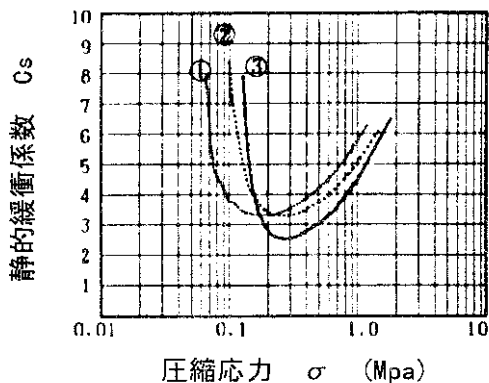


図3 静的緩衝係数-圧縮応力線図