

## 落下試験による包装材料の評価 No.98055

キーワード：落下試験、加速度、緩衝材、底面落下、温湿度

### 概要

落下試験は、輸送中の荷役作業等で発生する危害から製品を保護するための緩衝包装が適当か否かを評価するものです。

従来、包装用緩衝材料は、緩衝性に優れた発泡スチロールや発泡ポリエチレン（以後PEと呼ぶ）等のプラスチック系材料が多く用いられてきました。ところが、1995年に施行された容器包装リサイクル法により、2000年には包装用緩衝材料をリサイクルしなければならない義務が生じます。そこで、家電、電子機器業界では、緩衝材を従来のプラスチック系材料から、すでにリサイクル率の高いパルプモールドや段ボール等の紙系材料に移行する傾向がみられ、当所にも紙系を緩衝材に用いた包装貨物の落下試験で、加速度測定に対する要望が増えてきています。

紙系は、製品質量が軽い場合以外は、緩衝材よりは固定材としての使用が一般的でした。ところが、最近、容器包装リサイクル法に対応する業界の要請を受けて、紙系材料の包装設計への応用の可能性について議論されるようになりました。

ここでは、紙系材料の段ボールとプラスチック系材料のPEの緩衝性能が温湿度によりどう変わるかについて、加速度測定の結果をもとに説明します。

### 解説

試験貨物は、アクリル製ダミ製品（外寸法380×240×250mm、質量 11.3kg）、緩衝材、外装用段ボール箱および加速度センサより構成されています（図1）。緩衝材は、段ボール（図2；原紙構成がC170/SCP120/C170の積層、厚さ4cm（水平方向2cm、垂直方向2cm）、受け面積各8×8cm<sup>2</sup>）製と、PE（発泡倍率15倍、厚さ4cm、受け面積各5.5×5.5cm<sup>2</sup>）製のコーナパッドを用いました。また、加速度測定は、ダミ製品の底面の内側中央部にひずみ

ゲージ式加速度センサを取り付け、鉛直方向の衝撃加速度を測定しました。外装用段ボール箱および緩衝材の前処置として、20 65%RH、20 95%RHおよび40 95%RHの恒温恒湿室に24時間放置しました。

これらを恒温恒湿室から取り出して、ダミ貨物を素早く中に入れ、自由落下試験装置で、40cmの落下高さから底面落下しました。落下回数は、1試験につき5回としました。1回目は前処置後2分後、2～5回目はそれぞれ3、4、5、6分後に試験を行い、そのときの加速度を測定しました。

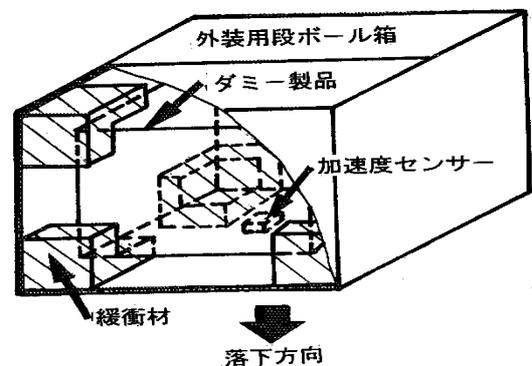


図1. 試験貨物

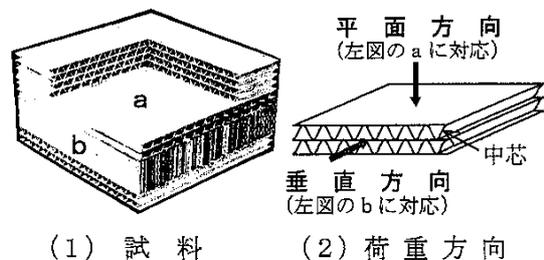


図2. 段ボール緩衝材

図3は、落下時にダミ製品に加わる最大加速度を落下回数に対して示したものです。

PEの場合は、図3より、どの温湿度につい

ても落下回数による最大加速度の増加はあまり認められません。図4は、PEの温湿度が40 95%RHの場合の1回目と2回目の衝撃波形を表したのですが、衝撃波形が正弦半波で、加速度も作用時間も1回目と2回目で顕著な差がみられません。以上より、PEは復元力があり、緩衝材に適しています。

これに対して、段ボールの場合は、図3より、高湿度の40 95%RHおよび20 95%RHではそれぞれ2回目および3回目まで、また、20 65%RHでは5回目まで、落下回数とともに最大加速度は増加しています。図5は、段ボールの温湿度が40 95%RHの場合の1回目と2回目の衝撃波形を表したのですが、衝撃波形は、1回目は台形波に正弦半波がプラスされているのが、2回目では正弦半波のみとなり、最大加速度が大きくなっているのに対し、作用時間は減少しているのがわかります。これから、1回目では、強度の弱い平面方向(図2のa)の段ボールの中芯(図2参照)が潰れ、本来なら底付きするところを強度の強い垂直方向(図2のb)で衝撃を支えていることがわかります。また、2回目では、平面方向の中芯が潰れたまま垂直方向のみで衝撃を支えています。すなわち、図3のグラフの屈曲点までは平面方向の段ボールが、それ以降は垂直方向の段ボールが主に落下衝撃を吸収していることがわかります。また、湿度が違つと、たとえば5回目の落下では最大加速度が相当違っています。以上より、段ボールを緩衝材として使用するには、衝撃の方向と回数を考慮に入れた緩衝材の構造設計をしなければなりません。

**おわりに**

環境問題より、リサイクル率の高い紙系材料を緩衝材として使用する要望が増えてきています。ところが、紙系材料は、プラスチック系材料に比べてより塑性変形を起こしやすく、湿度の影響を受けやすいので、紙系材料

を緩衝材として使用するには、製品強度や緩衝材の緩衝特性を考慮して包装設計をすることはもちろんですが、包装貨物の湿度や落下高さを変えた落下試験を行つて製品保護をはかる必要があります。

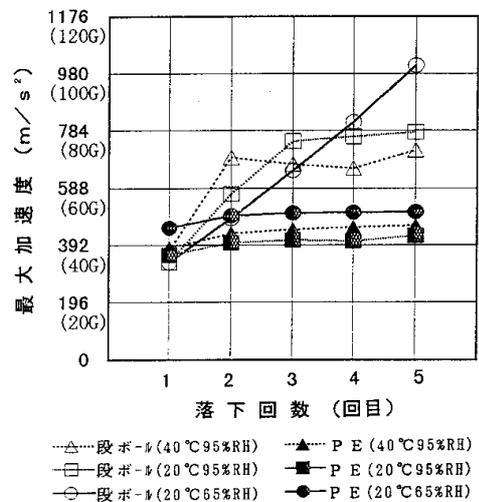


図3. 落下回数による衝撃加速度の推移

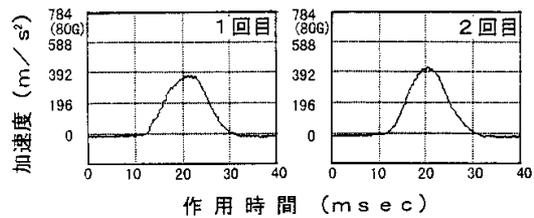


図4. 衝撃波形 (PE、40°C 95%RH)

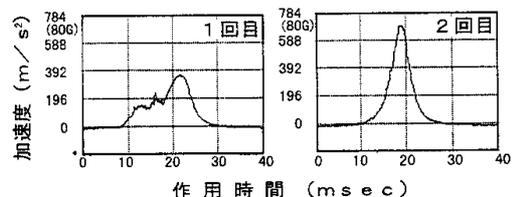


図5. 衝撃波形 (段ボール、40°C 95%RH)