

研究ノート

緩衝効果を有するリターナブル容器の開発

徳田宙瑛*1、飯田恭平*1、中川幸臣*2

Development of Returnable Containers Having Effect of Cushions

Hiroaki TOKUDA *1, Kyohei IIDA*1 and Yukiomi NAKAGAWA *2

Industrial Research Center

従来のリターナブル容器が持たない制振性、耐衝撃性を付与するために既存のプラスチック容器および発泡ポリエチレン緩衝材を用いて、外箱と内箱からなるリターナブル容器を開発した。制振性、耐衝撃性を確かめるために搬送する貨物の重量に対し側面緩衝材の数を調整し振動試験を行い、代表サンプルについて開発品の内箱に製品を模擬したおもりを入れ落下試験を行った。その結果、振動試験では従来品の振幅倍率は 3.5 倍であるのに対して開発品では 2 倍以下に抑えることができた。また、高さ 600mm からの落下試験では衝撃加速度が目標の 500m/s^2 以下を達成した。

1. はじめに

近年、企業間輸送を中心に一度利用したら廃棄されるワンウェイ容器から繰り返し利用できるリターナブル容器（通い箱）に移行している。リターナブル容器は容器自体に破損が見られない限り何度も利用できることが利点である。しかし、容器自体は輸送中の振動・落下による衝撃から製品を保護する機能がないため、発泡緩衝材やエア緩衝材で製品を保護する必要があり、これらの資材が輸送後に廃棄物になるという課題がある。さらに、欧州を中心に、輸送によって生じる廃棄物の処理に規制を設ける国が増えていることや、製造業を中心に物流コストを抑制する動きがあることから、廃棄物の削減が急務となっている。

この問題を解決するため、リターナブル容器の有する耐久性を損なうことなく制振性と耐衝撃性を有する容器を開発した。新たに開発した容器は、内箱と外箱からなる二重構造とした。昨年度は単純なモデルとして貨物を模したおもりを、ばねおよび発泡ポリエチレンを用いた摩擦減衰要素で支持する緩衝モデルをつくり、振動試験および落下試験を実施して、その有効性を確認した¹⁾。

今年度は実際に使われているプラスチック容器を用いて新たな開発品を作り、評価試験を行ったので報告する。

2. 実験方法

2.1 開発品の構造

図 1 に従来品および開発品を示す。従来品は緩衝材としてポリウレタンが製品の底面、間仕切りに使われ、製品にかかる振動・衝撃を吸収する。

開発品は内箱と外箱からなる二重箱構造となっており、内箱の外寸は $L418 \times W305 \times H155\text{mm}$ 、重量は 2.2kg、外箱の内寸は $L489 \times W374 \times H225\text{mm}$ である。底面は図 2 に示す発泡ポリエチレンと金属ばねを組み合わせたものを用い、外箱の内側の四隅にそれぞれ固定した。底面緩衝材の発泡ポリエチレンの寸法は $52 \times 52 \times 25\text{mm}$ とし、金属ばねは直径 12mm、高さ 70mm、ばね定数 2.1N/mm のものを用いた。金属ばねが振動・衝撃を吸収し、発泡ポリエチレンはばねで吸収しきれなかった衝撃を吸収する役割を果たす構造とした。

また、内箱と外箱の側面の間に、一辺 33mm の立方体の発泡ポリエチレン緩衝材を挿入した。（以後、側面緩衝材と呼ぶ）この緩衝材は圧縮寸法が 0.5mm となるよう調整して、粘着テープで内箱の外壁に接着し、一方で緩



図 1 リターナブル容器（左：従来品、右：開発品）

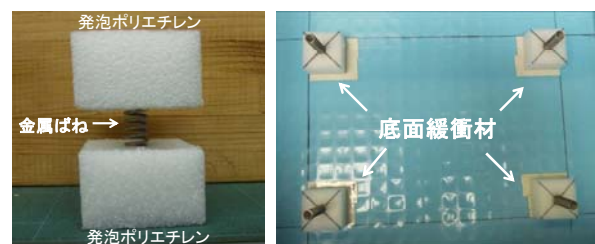


図 2 底面緩衝材（金属ばねー発泡ポリエチレン）

*1 産業技術センター 環境材料室 *2 産業技術センター 環境材料室（現産業労働部 産業科学技術課）

衝材と外箱は固定せず、摩擦により内箱の振動および衝撃を吸収するようにした。

2.2 振動試験

開発品の制振性を検証するために振動試験を行った。試験方法は振動試験機に開発品の外箱を固定して加振し、振動試験台および製品を模擬したおもり（空箱のときは容器の中心部）に取り付けた加速度センサにより振動を計測した。条件は JIS Z 0200（包装貨物—評価試験方法通則）を参考に、振動数 5～50Hz、振動加速度 4.9m/s^2 、振動方向は上下とした。また、内箱に入れたおもりの重量を 0（空箱）、2.0、4.0、6.0 および 8.0kg、側面緩衝材の数を 2、3、4 個とした。評価は振幅倍率（製品にかかる振動加速度を振動試験台にかかる振動加速度で割った値）で行った。

2.3 落下試験

落下時の耐衝撃性を確かめるために開発品の代表サンプルを用いて落下試験を行った。図 3 に落下試験の様子を示す。加速度センサはおもりにつけ、おもりは内箱から外れないように粘着テープで固定した。落下条件は JIS Z 0200 を参考に高さ 600mm とした。製品を模擬したおもりの重量は 0（空箱）および 4.0kg とした。衝撃加速度は壊れやすい製品で求められる 500m/s^2 以下に抑えることを目標とした。



図 3 落下試験（開発品）

3. 実験結果

3.1 振動試験

それぞれのおもりの重量に対する最適緩衝材数の組み合わせ時の振幅倍率の測定結果を図 4 に示す。従来品は 40Hz 付近で製品の跳ね上がりが見られ、振幅倍率が急激に上昇した。一方、開発品ではおもりの条件によるが 10Hz 前後でピークを迎え、その後は緩やかに振幅倍率が下がる結果となった。最大振幅倍率は従来品が最大 3.5 倍に対し、開発品は 2 倍以下と大幅に振幅倍率を抑制することができた。特に製品の重量が 6.0、8.0kg のときは 10Hz 以上で振幅倍率が 1 倍以下となり、制振性が高くなった。

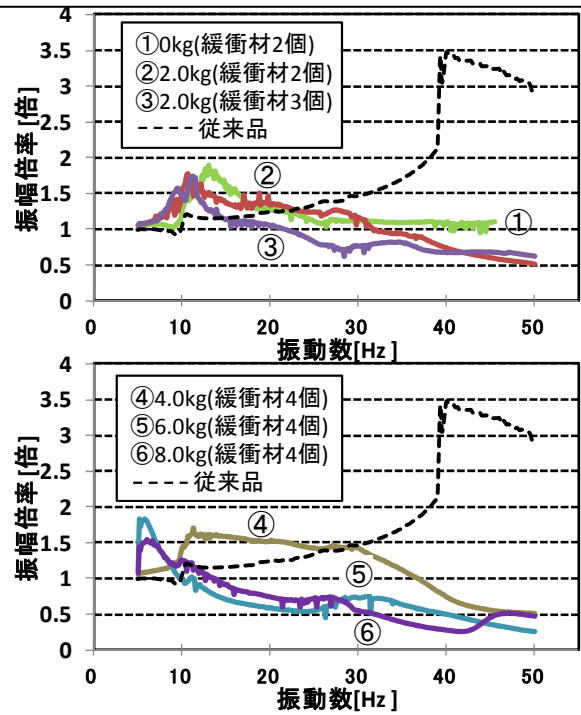


図 4 振動試験結果

3.2 落下試験

落下試験結果を表 1 に示す。0kg(空箱)では 995m/s^2 と耐衝撃性を確認できなかったが、おもりが 4.0kg のときは 443m/s^2 となった。製品の重量に合わせた適切なおもりの重量に合わせた緩衝材の数を選擇することで他のおもりの重量に対しても耐衝撃性の改善が期待できると思われる。

表 1 落下試験結果（開発品）

内箱+おもりの重量 [kg]	おもりの重量 [kg]	衝撃加速度 [m/s^2]
2.2	0（おもりなし）	995
6.2	4.0	443

4. 結び

開発品で振動試験、落下試験を行い、制振性・耐衝撃性の評価を行った。振動試験は側面緩衝材、底面緩衝材を組み合わせることで振幅倍率が低減し、開発品では 2 倍以下になることを確認した。また想定貨物重量 4.0kg における落下試験では、衝撃加速度が 500m/s^2 以下となり実際の使用で問題のない値となった。

今後は開発品の振動実験のデータの拡充、製品の重量に応じた減衰要素の検討および耐衝撃性の改善を進めていく予定である。

文献

- 1) 徳田, 飯田, 中川: 愛知県産業技術研究所研究報告, 10, 28(2011)