

研究ノート

## 緩衝包装設計のための製品衝撃強さ試験について

中川幸臣\*<sup>1</sup> 加藤久也\*<sup>2</sup> 小谷 勇\*<sup>1</sup>

Study on Mechanical-shock Fragility Testing Methods of Products for Packaging Design

Yukiomi NAKAGAWA, Hisaya KATOH and Isamu KOTANI

包装設計のための製品衝撃強さ試験において、製品の支持治具が強度に与える影響について調べた。製品モデルとしてCDプレーヤーを用いて実験を行ったが、その結果、製品モデルを衝撃試験機のテーブルに支持治具を用いて固定する場合と治具は使用せずに直接テーブルに固定した場合には製品内部への衝撃応答に大きな差があることがわかった。易損部品の条件によっては緩衝設計時に必要な製品強さに解析上では2倍以上の差があることがわかったが、これは支持治具を用いた場合の方が製品強さが低くなっていた。実際の包装設計では両端支持の形態による包装仕様が多く見られるが、包装設計における製品強さを求める際には実際の支持形態に近い形で衝撃試験を行うことが安全な緩衝包装の実現のために重要である。

### 1. はじめに

適正な緩衝包装設計を行うためには製品衝撃強さの把握が不可欠である。一般的に家電製品等が包装される場合、緩衝材の使用形態としてはコーナーパッドやサイドパッドなど両端が支持された方式が用いられることが多い。したがって、製品衝撃強さ試験においては製品が両端支持された状態で落下衝撃が加わった時の影響について調べる必要がある。そこで、製品モデルを用いて衝撃試験を行い、支持治具による影響について調べ、包装設計における製品衝撃強さ試験について考察した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 製品モデル

今回の実験には国内メーカー製CDプレーヤーを製品モデルとして用いた。この製品の寸法は400×300×100mm、質量は3.3kgである。

#### 2.2 製品モデル支持治具

製品モデルの支持方法は、実際の包装設計で多く用いられているサイドパッド方式やコーナーパッド方式を想定し、図1のように製品モデルの底面両端部に木片を用いて支持した。木片の寸法は幅270mm、厚さ20mmで長さを50、100、150mmの3通りとした。製品モデルの幅が300mmであるのに対し治具の幅が

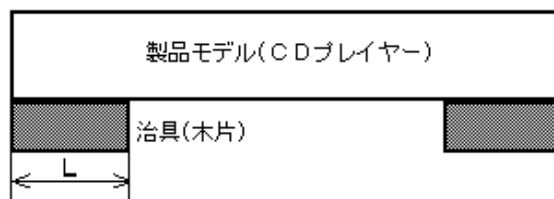


図1 製品モデル支持治具

270mmとなっているのは、製品の端部の突起部品を避けて支持しているためである。

#### 2.3 衝撃波形測定

製品モデルは支持治具とともに衝撃試験機(吉田精機製ADST-700型)のテーブルに押さえ治具を用いて固定した。そして製品モデルの許容加速度を40Gと仮定し、与える衝撃波形については加速度が40G一定で衝撃作用時間は10、15、20、25msの4種類の正弦半波とした。

製品モデルの衝撃波形の測定箇所は衝撃時に支持治具により最も変形の影響を大きく受けると考えられる底面中央部とし、加速度センサーを接着剤により取り付けて測定した。

#### 2.4 衝撃応答スペクトル

製品の破損は、多数の部品の中で最も弱い部品が破損することにより製品の機能を損なうことで生じる。今回使用したCDプレーヤーも多くの基板等の部品で構成されており、加速度測定を行った箇所に

\*1 応用技術部、 \*2 現)加工技術部

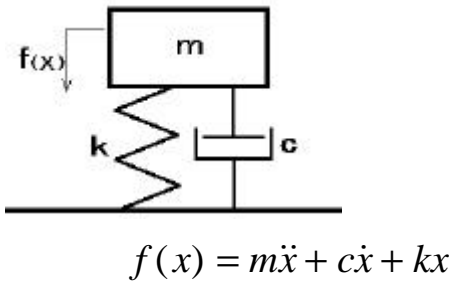


図2 1自由度モデル

も基板が取り付けられていた。そこで加速度測定点に図2のような1自由度モデルで考えられる部品が取り付けられていたと仮定し、このモデルの各衝撃波形に対する衝撃応答スペクトル<sup>1)</sup>について調べた。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 製品モデル内の衝撃加速度

図3及び図4に製品モデルの底面中央部で測定した衝撃波形の例を示す。これらの図は製品モデルに40G/10msと40G/25msの衝撃波形を与えた時のもので、長さ50mmの支持治具を用いた場合と支持治具を用いずにモデルを直接テーブルに固定した場合の波形を示している。これはモデルに衝撃を与えた際に加速度測定点のたわみの大きさに最も差がある

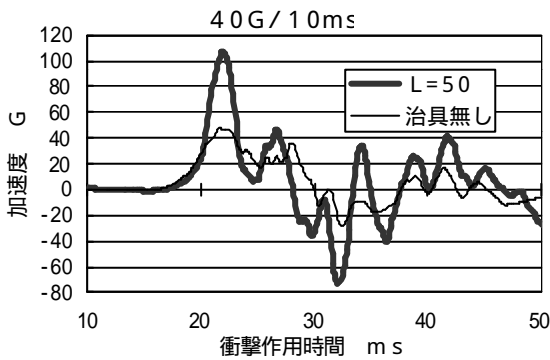


図3 底面中央部の衝撃波形(1)

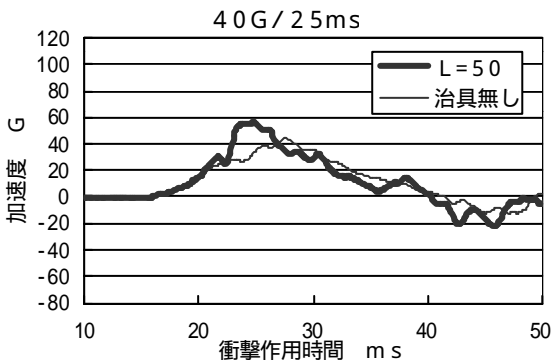


図4 底面中央部の衝撃波形(2)

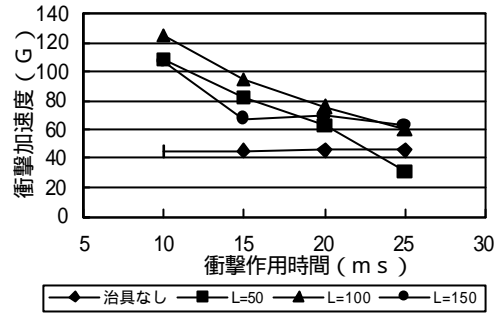


図5 各条件におけるピーク加速度

と考えられる条件で比較したものである。図3と図4より支持治具を用いない場合は衝撃作用時間が異なってもピーク加速度にそれほど差は認められないが、支持治具(長さ50mm)を用いた場合、加速度の大きさに顕著な差があるのがわかる。また40G/10msの衝撃を与えた時には、支持治具の有無によってピーク加速度に2倍以上の差が出ている。続いて図5に製品モデルの加速度測定点における各条件ごとの衝撃波形のピーク加速度を示す。図より支持治具により製品モデルを固定した場合、衝撃作用時間によりピーク加速度に大きな差が出ているのがわかる。また、製品モデルを治具を使わずに直接テーブルに固定した場合は衝撃作用時間にかかわらずピーク加速度はほぼ一定であった。これは、製品モデルの加速度測定点の部分の固有振動数の影響が考えられるが、振動試験によりこのモデルの加速度測定点の固有振動数を調べたところ、約60Hz付近に固有振動数があることが認められた。したがって、製品モデル全体に加えた衝撃波形の振動数(20~50Hz)から判断すれば、衝撃作用時間10msの時に最も共振に近い状態になっており<sup>2)</sup>、ピーク加速度が大きくなっていたと考えられる。

この結果より、製品の支持状態により製品内の部品への衝撃応答にも差が出てくることが考えられ、更には製品強度の大きさにも影響を与えることにつながると言える。つまり加速度測定点付近に破損し易い部品が取り付けられていたと仮定すれば今回のような条件によって製品強度が変わってしまうことが考えられる。

#### 3.2 衝撃応答スペクトル

加速度測定点に1自由度モデルを取り付けた場合に製品に与えた各衝撃波形による衝撃応答スペクトルについて調べた。図6、7、8、9に各試験条件における固有振動数100Hzまでの結果について示すが、これらの図より支持治具の長さによって衝撃応答の大きさに差があるのがわかる。衝撃作用時間により応答加速度の大きさは異なるが、どの図も支持

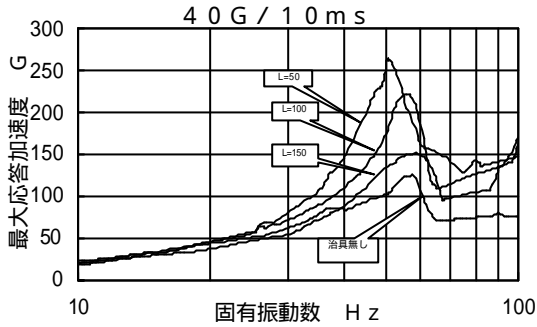


図6 衝撃応答スペクトル(1)

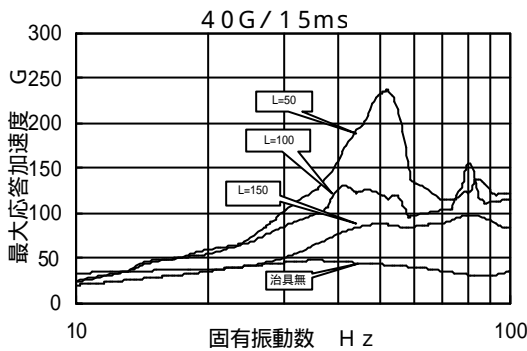


図7 衝撃応答スペクトル(2)

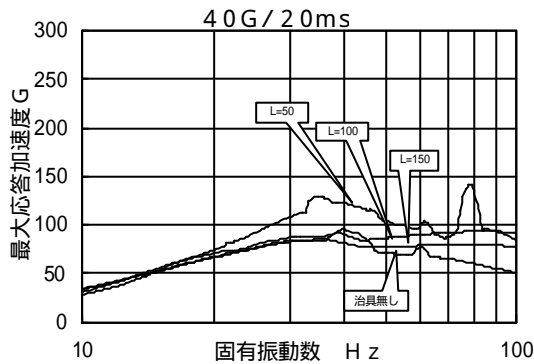


図8 衝撃応答スペクトル(3)

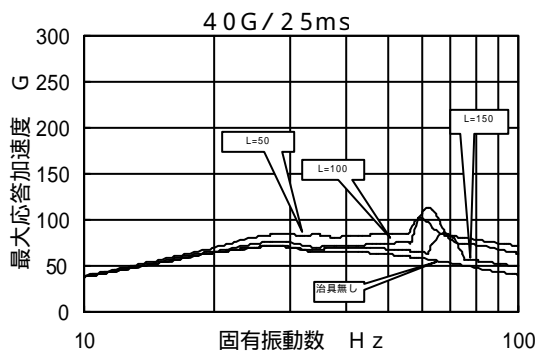


図9 衝撃応答スペクトル(4)

治具の長さが短いほど応答レベルが高くなる傾向が認められる。例えば、図6において長さ50mmの支持治具を用いた場合と治具を用いない場合とでは部品の固有振動数が60Hzであれば応答加速度に2倍以上の差が発生することが予測される。

ここで、今回の解析結果より製品モデルの底面中央部に易損部品が取り付けられておりと仮定し、その部品の固有振動数を60Hz、許容加速度を200Gとしてダメージバウンダリ線図を求めたものを図10に示す。この線図は衝撃応答スペクトルの最も差が大きい条件によって求めているが、支持治具の有無により包装设计における許容加速度が30G(L=50mm)と80G(治具無し)となっており、2倍以上の差になっている。したがって易損部品の条件によっては、衝撃試験時に支持治具が製品強度に与える影響が非常に大きいと考えられるため注意が必要である。実際の家電品等の包装仕様においても一般的に全面緩衝の包装に比べ、コーナーパッドなどの部分緩衝による包装が多いのが現状であり、安全な緩衝設計のためにも支持治具を用いた製品衝撃強さ試験の必要性は極めて高いと言える。

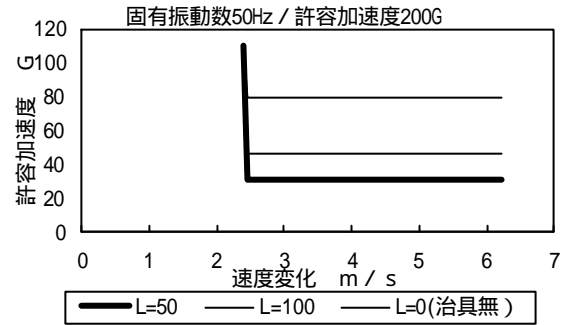


図10 ダメージバウンダリ線図

#### 4. 結び

包装设计のための製品衝撃強さ試験についてはJIS規格においても支持治具の使用について明記してあり<sup>3)</sup>、試験に取り入れられるべき項目となっている。そして、今回の実験結果より、製品内部の部品の条件によっては支持方法により製品強度にかなりの差が出る事が十分考えられるため、安全な緩衝包装设计の実現のためにも、実際の包装形態に近い形での試験が必要である。

#### 参考文献

- 1) 中川憲治ほか：工業振動学、P66(1976)、森北出版
- 2) 星野茂雄ほか：緩衝包装设计ハンドブック、85(1969)、日本生産性本部
- 3) 日本規格協会 JIS Z0119 (1999)