

ノート

# 落錘式衝撃特性評価試験機の試作

櫻庭 健一郎\*<sup>1)</sup>

## Development of a drop hammer-type impact testing machine

Kenichiro Sakuraba\*<sup>1)</sup>

キーワード： 衝撃荷重， 衝撃特性， 落錘式， エネルギー吸収特性

Keywords： Impact load, Impact property, Drop hammer-type, Energy absorption characteristic

### 1. はじめに

製品の製造・販売を行う企業において，製品の安全性確保は重要な課題の一つである。近年ではPL法に加え，消費生活用製品安全法が施行されたことにより，安全性の評価に対する意識は非常に高まっている。このような中，製品の破損は重大事故を引き起こす要因となるため，製品の破壊強度評価に関する技術相談が増加している。破壊強度試験の代表的なものに，静的荷重試験，動的荷重試験，衝撃荷重試験が挙げられる。特に，衝撃荷重試験については，実製品の破壊には衝撃荷重が伴うことが多いため，企業の関心は高い。しかし，従来の衝撃荷重試験では，高速度カメラによる破壊現象の解析や加速度を受けた際の破壊の有無を目視するなど，定性的な評価にとどまることが多い。

製品の衝撃特性を適切に評価し，製品の設計および開発にフィードバックするためには，定量的データの取得が必要不可欠である<sup>(1)(2)</sup>。そこで本研究は，衝撃荷重負荷時における被測定物の衝撃特性に関する定量的データ（変形量，衝撃荷重，加速度変化等の時系列データ）を取得するため，落錘式衝撃特性評価用試験機を設計・製作する。

### 2. 試験機概要

図1に試験機の概要を示す。試験機は，被測定物に重錘を落下させる落錘式衝撃試験機である。最大重錘重量は200N，最大落下高さは1.5mであり，最大負荷エネルギーは300J，最大落下速度は5.4m/sとなっている。落下重錘および被測定物の下部にはロードセルが設けられており，衝撃荷重の時系列変化が取得できる。また，落下重錘には加速度センサを取り付け，加速度の時系列データ取得も行う。得られた加速度より，次式にて変形量（変位）を求めることができる。

$$v(t) = v_0 + \int a(t)dt \dots \dots \dots (1)$$

$$x(t) = \int v(t)dt \dots \dots \dots (2)$$



図1. 試験機概要

(v：速度，t：時刻， $v_0$ ：被試験体接触時速度，a：加速度，x：変位)

### 3. 結果および考察

本試験機を用いて，重錘重量100N，落下高さ0.5m（負荷エネルギー38J）および重錘重量150N，落下高さ0.5m（負荷エネルギー57J）の2種類の条件下で既製のアルミ缶に対する衝撃試験を行った。

図2に，重錘重量100Nの試験で得られた衝撃荷重および加速度の生データを示す。衝突開始から約60msecの間に，荷重，加速度に大きな変動が確認でき，アルミ缶の衝撃破壊における挙動が計測出来ていることがわかる。

図3は，重錘重量100Nおよび重錘重量150Nにおける加速度データから得られた速度，変位の時系列変化を示している。ここで，落下重錘が被測定物に接触する際の衝撃速度 $v_0$ は約2.7m/sであり，次式から算出した。

$$v_0 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots \dots \dots (3)$$

\*<sup>1)</sup> 技術経営支援室

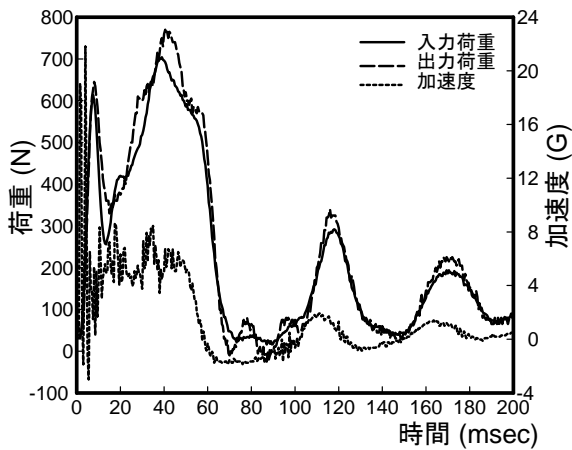


図2. 荷重・加速度生データ

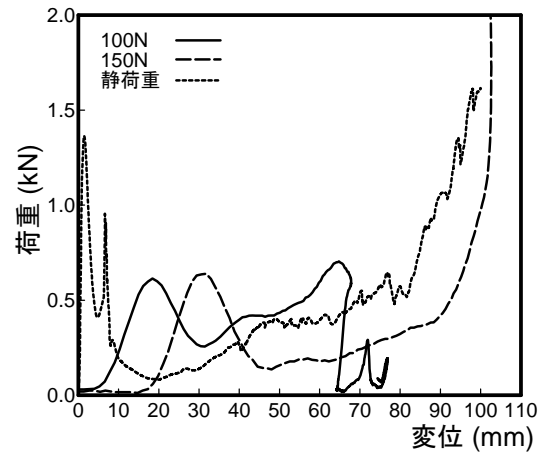


図4. 荷重-変位線図

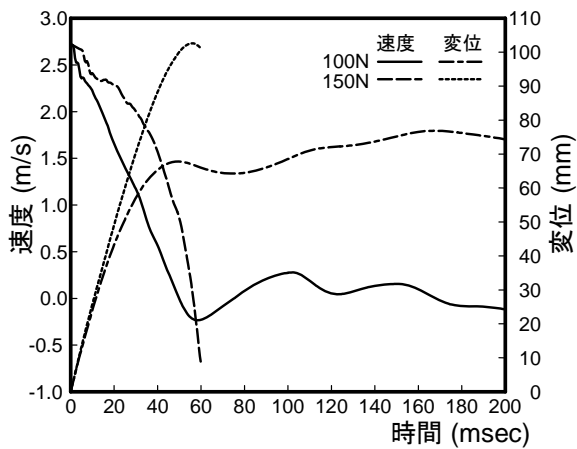


図3. 速度・変位比較

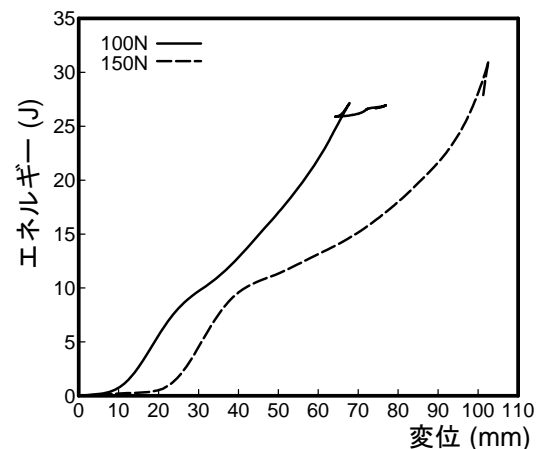


図5. エネルギー変位線図

( $g$ : 重力加速度,  $h_1$ : 重錘落下高さ,  $h_2$ : 被測定物高さ)  
 衝突開始から約 60msec の間において、速度は、重錘重量 100N, 150N とともに急速に減衰する様子が見られる。このことから、重錘が被測定物に接触してから破壊が終了するまでに 60msec 程度の時間を要していることが観察できる。また、変位については、60msec の時に重錘重量 100N では約 70mm, 重錘重量 150N では約 100mm となっており、被測定物の衝撃荷重による変形量が確認できる。

図4に、重錘重量 100N, 重錘重量 150N および静的荷重を加えたときの荷重-変位線図(エネルギー吸収特性)を示す。重錘重量 100N の場合、アルミ缶が約 20mm 変形した位置において、0.6kN 程度の荷重が負荷されている。その後荷重は減少し、約 65mm 変形した位置において再び 0.7kN 程度のピーク値が表れ、エネルギー吸収が終了する。一方、重錘重量 150N の場合では、アルミ缶が約 30mm 変形した位置において、0.6kN 程度のピークを示した後減少し、100mm 変形した位置において 2.0kN を超える非常に大きな荷重値を示している。これは、アルミ缶の変形が底付いてしまい、落下重錘の衝撃エネルギーが吸収しきれないことを示している。これに対し、静的な荷重を負荷した場合は、0mm 付近で 1.4kN 程度の大きな荷重を示し、20mm 変形するまでに荷重が著しく減少する。その後、100mm まで荷重は徐々に増加する挙動を示しており、衝撃荷重を負荷した場合と

は異なる破壊現象が起きていることが示唆される。

図5に、重錘重量 100N, 重錘重量 150N の場合における、変位に対するエネルギー吸収量の変化を示す。重錘重量 100N では、変位 60mm において約 26J, 重錘重量 150N では、変位 100mm において 31J 程度のエネルギー吸収がされていることが確認できる。このことから、本研究で使用したアルミ缶が吸収できる衝撃エネルギー量を定量的に把握できることが確認できた。

#### 4. まとめ

本研究で、最大重錘重量 200N, 最大落下高さ 1.5m, 最大負荷エネルギー 300J, 最大落下速度 5.4m/s の落錘式衝撃特性評価試験機を試作した。この試験機により、衝撃荷重および加速度の時系列データを取得し、被測定物の衝撃エネルギー吸収特性を定量的に評価できることが確認できた。

(平成 22 年 6 月 30 日受付, 平成 22 年 9 月 14 日再受付)

#### 文 献

- (1) 土木学会:「衝撃実験・解析の基礎と応用」, 丸善, (2004)
- (2) 石川信隆, 大野友則, 藤掛一典, 別府万寿博:「基礎からの衝撃工学」, 森北出版, (2008)