

## 落下衝撃強さ試験結果の統計解析事例

キーワード：落下試験、衝撃試験、打切りデータ、解析方法

### はじめに

製品や包装貨物の輸送中や使用中の衝撃による破損を防ぐため、もしくは経済的に許容しうる（十分に小さい）破損率を保証するためには、複数個の試料を用意し衝撃試験や落下試験を行い、耐衝撃強さを出来るだけ正確に評価しておく必要があります。

衝撃試験や落下試験では、あらかじめ耐衝撃強さを予想し、1個の試料に対して十分小さな衝撃（高さ）から少しずつ大きな衝撃（高さ）へと破損するまで衝撃を加えます。これを複数の試料に対して行い、統計値を算出します。1個の試料に対する試験回数は JIS Z 0119 では多くとも 5～6 回とされています。しかし、現実の試験では、予想に反し 1 回目の衝撃で破損してしまう試料（初期打切りデータ）や最後の衝撃でも破損しない試料（中途打切りデータ）が発生します。これらの試料（打切りデータ）は、耐衝撃強さの値を確定できません。それ故、試験を実施したにもかかわらず、試験結果が無駄になります。そこで、これらの 2 種類の打切りデータが発生しても、その影響を考慮し得られた試験結果を活かして統計値を算出する手法を考案しました。その手法を解説するとともに、実際の落下試験に適用した事例を次に紹介します。

### 統計値の算出方法

統計値の算出を図 1 に示した手順に従って行います。はじめに「Ⅰ．順位数の算出」を行います。順位数とは耐衝撃強さの低い

順に並べた時、何番目にあたるかという数値です。この数値を用いて「Ⅱ．累積破損率の算出」を行います。累積破損率とは対応する耐衝撃強さ以下で破損する割合を示します。算出された累積破損率を用いて「Ⅲ．最小二乗法による分布関数への近似」を行い、各種統計値を算出します。

打切りデータを含む試験結果では、打切りデータの耐衝撃強さを確定できないため、耐衝撃強さの低い順に並べようとした時、順序が明確になりません。そのため、順位数の算出が困難でした。そこで、打切りデータとなった試料の（得られなかった）真の耐衝撃強さが、順位数を求める試料の耐衝撃強さ未満となる確率を考えることで順位数を小数で算出する手法を考案しました。

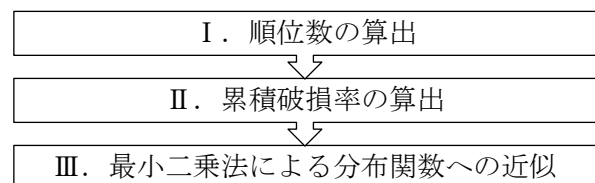


図 1 統計値算出の手順

### 解析事例：DVD プレーヤーの落下試験

図 2 に示す落下試験機を用いて DVD プレーヤー入り段ボール包装貨物 10 個（試料 1～10）の落下試験を行い、統計解析を行った事例を紹介します。破損の判定は「ディスクの読込動作の可否」



図 2 落下試験機

表 1 落下試験の結果と順位数および累積破損率の算出結果

試料番号	耐衝撃強さ	打切りデータを考慮した場合			打切りデータを無視した場合		
		データの 使用	順位数	累積破損率	データの 使用	順位数	累積破損率
7	60cm 未満	○	—	—	×	—	—
8	60cm 超	○	—	—	×	—	—
10	70cm	○	4.18	38.0%	○	1	16.7%
2	80cm 未満	○	—	—	×	—	—
3	80cm 未満	○	—	—	×	—	—
9	80cm 未満	○	—	—	×	—	—
1	90cm	○	6.47	58.8%	○	2	33.3%
4	90cm	○	7.60	69.1%	○	3	50.0%
6	90cm	○	8.73	79.4%	○	4	66.7%
5	130cm	○	9.87	89.7%	○	5	83.3%
解析に用いた試料の数		10 個			5 個		

とします。当初、落下高さを 80cm から 20cm 刻みで 180cm までとしましたが、試料 2、3 が初期打切りとなったため、試料 4 以降は最初の落下高さを 60cm に変更しました。また、試料 8 については 80cm でトレイの開閉が不可能となり、ディスクの読込動作の確認ができず、60cm の中途打切りとなりました。

打切りデータではない場合、破損前の高さ  
と破損した高さの算術平均を「耐衝撃強さ」としました。耐衝撃強さの低い順に並び替え、累積破損率を算出した結果を表 1 に示します。

打切りデータを考慮した場合は全 10 個の全ての試料、無視した場合は試料 1、4、5、6、10 の計 5 個を用いて解析を行いました。順位数は打切りデータを考慮した場合、打切りデータの影響を受けて小数で算出されます。打切りデータを無視した場合、1 から 5 が順番に割り振られます。累積破損率の算出にはミンランク法 (式(1)) を用いました。

$$\text{累積破損率} = \frac{\text{順位数}}{\text{解析に用いた試料の数} + 1} \quad (1)$$

この結果を最小二乗法により正規分布に近似し統計値を求めます。得られた統計値の比較を表 2 に示します。

打切りデータを無視した場合は考慮した

場合に比べ、平均値が大きく算出されていることが分かります。これは試験前に予想した耐衝撃強さが大き過ぎたために、初期打切りが多量に発生したことが原因だと考えられます。また、変動係数 (標準偏差 / 平均値 : 平均値に対する相対的なばらつき) は小さく算出されています。これは無視するデータが平均値から大きく外れたデータであるためだと考えられます。

表 2 統計値の比較

	打切りデータを 考慮した場合	打切りデータを 無視した場合
平均値	76.8cm	92.1cm
標準偏差	28.8cm	30.8cm
変動係数	37.5%	33.4%

#### まとめ

今回は DVD プレーヤーについて落下衝撃強さ試験結果の統計解析事例を紹介しました。発生した打切りデータを考慮する場合と無視する場合ではその統計値は大きく異なります。貴重な試料で得られた試験結果が打切りデータとなっても、その結果を活かして、より精度の高い解析をすることが可能です。是非、一度ご相談ください。