Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-09-08

段ボール箱圧縮試験の等価性 Ⅰ : 荷重期間による荷重係数

斎藤, 勝彦
波夛野, 諭志

(Citation)
日本包装学会誌,25(1):37-40

(Issue Date)
2016

(Resource Type)
journal article

(Version)
Version of Record

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/90004818

ノート～～～

確認する必要があり、荷重期間による荷重係数の値に妥当性があるかどうかを確認しておく必要がある [2)]。圧縮による段ボール箱の変形量が大きければ内容物に影響を及ぼすので、2 通りの圧縮試験で圧縮変形量に明らかな差があり、それらの結果が長期間の圧縮荷重による変形量と同等でなければ、両試験の等価性は無い。また、規格の解説として記載されている「懸案事項」[1)]においても、両試験の等価性は証明されていないことが今後の課題であると指摘されている。大河原ら [2)]は、規格で定められている 2 種類の圧縮試験の保管期間による荷重係数が等価であるかを検証するために、静圧縮試験と積重ね荷重試験を模擬したクリープモード試験を行い、圧縮変形量を比較している。それによれば、クリープモード試験による結果よりも静圧縮試験による結果の方が小さくなり、静圧縮試験では危険側の評価になることが指摘されている。一方、長期保管時の圧縮変形量と、２通りの圧縮試験による圧縮変形量の関係についても一部検討され、積重ね荷重試験の方がより現実を再現できることが示唆されているものの、実験的に不十分な点があり検討課題として残されている。そこで本研究では、段ボール箱の 1 ヶ月積重ね荷重試験、荷重期間を短縮した積重ね荷重試験（1 ヶ月の積重ね状態と等価にするため、規格に規定されている荷重期間による荷重係数を導き出した同様の方法により負荷する重量と荷重期間を決定）および静圧縮試験を行い、圧縮変形量を比較することにより、2 つの圧縮試験方法の等価性と現場再現性を評価する。具体的には、規格に規定されている荷重期間による荷重係数を導き出した方法論の有効性について検討する。

２．試験方法

ここでは、実験条件として、相対湿度 50%、温度 23℃で重量 50kgf を上載した段ボール箱単体の圧縮変形量を計測する。なお、すべての試験で段ボールの含水率を紙水分計（ｹﾂﾄ科学 HK-300-2：一定時間間隔自動計測対応特注品：事前に絶乾ﾃｽﾄで校正済）により 1 分間ごとに自動計測しており、その値は 7.0%から 7.5%の範囲内である。段ボール箱（内フラップ固定空箱）は、内寸法 302×202×303mm で C フルート、裏表ライナと中しんの坪量はそれぞれ 160g/m^2、120g/m^2、圧縮強度（23℃50%の環境下での 30 回の静圧縮試験の平均値）は 139.8kgf である。Fig.1 は、積重ね荷重試験の様子であり、単体の段ボール箱に 20kg 平板を載せた上に錘（1 個 5kg）を段ボール箱が不等沈下しないように均等に配置し、段ボール箱中央部（平板のセンター）の圧縮変形量をレーザー変位計（キーエンス LB-300）により計測（荷重 20kgf のとき変形量 0mm）している。

３．荷重期間による荷重係数

荷重期間による荷重係数は、段ボール箱が座屈するまでの試験結果 [3)]を基に定められている。式(1)は、一定荷重を加え始めてから座屈するまでの耐久期間と積載荷重の関係を示している [4)]。

$$100L/P = a \cdot \log D + b \quad : 0.2 < D < 100 \qquad (1)$$

ここに、 L: 積載荷重、P:静圧縮試験による座屈強度（段ボール箱の圧縮強度）、D:座屈に至るまでの期間(day)、a=-8.8, b=72 である。

規格に規定されている荷重期間による荷重係数は、式(1)の L を積重ね試験荷重、D を積重ね荷重試験での荷重期間（規格では 24 時間）、P を静圧縮試験で加える最大荷重と読み替えることにより算出される。

例えば、荷重期間として 1 ヶ月(D=30day)を想定すれば、式(1)の右辺は 59（0.59 の逆数 1.7 が規格で規定されている静圧縮試験での荷重係数）となり、50kgf を 1 ヶ月間載せたときと等価な条件として、静圧縮試験では荷重を 84.7kgf（=50kgf×1.7）まで加えて直ちに取り除くことになる。

また同様に 50kgf を 1 ヶ月間載せたときと等価な条件として、積重ね荷重試験での荷重が 60kgf の場合の荷重期間は 32 時間 51 分 11 秒、65kgf の場合は荷重期間が 7 時間 0 分 59 秒となる。ただし、規格に規定されている 24 時間積重ね荷重試験での荷重係数である 1.2 は、D に 1 を代入した場合の式（1）右辺値の 1/100 である 0.72 の逆数 1.39 と、上述の静圧縮試験の荷重係数 1.7 の比から計算されている [2)]。

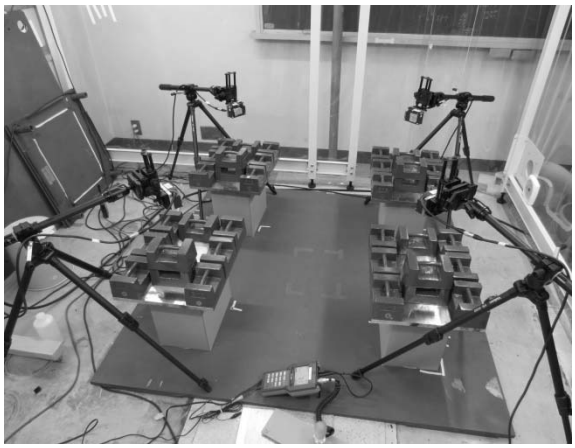

Fig.1 Equipment of Stacking Test

4．試験結果

静圧縮試験と積重ね荷重試験の圧縮変形量（4 つの同一条件計測結果の平均値）を比較する。

その結果、荷重 50kgf・荷重期間 1 ヶ月では 3.45㎜ であったのに対して、荷重 60kgf・荷重期間 32 時間 51 分では 4.37㎜、荷重 65kgf・荷重期間 7 時間 1 分では 4.40㎜、静圧縮試験（圧縮速度を毎分 10㎜ として荷重が 84.7kgf のときの圧縮変形量）の結果が 4.69㎜ となった。

以上より、1 ヶ月の荷重期間での箱変形量を、短期間で再現するための積重ね荷重試験および静圧縮試験の結果は、1 ヶ月の荷重期間での結果よりも圧縮変形量が大きく安全側の評価となっている。実際に長期間の積重ね荷重試験は実施上困難であるし、静圧縮試験で現場再現を試みる場合の方が多い。一方、今回の実験によれば、荷重期間をなるべく長くした（規格では 24 時間）積重ね荷重試験を実施すべきである。

以上のように、荷重期間を短縮する圧縮試験は、長期保管となる現場条件よりも圧縮変形量を過大（安全側）に評価する傾向にあることが明らかになった。この原因は、荷重期間による荷重係数が、段ボール箱の

座屈現象をもとに設定されているところに根本原因があり、より適正な包装設計のためには、荷重係数をより詳細に検討していく必要がある。

最後に、本研究を実施するにあたり、レンゴー㈱には実験資材の提供を賜ったことに対して謝意を表する。

＜引用文献＞

1) 日本規格協会：JIS Z 0200 包装貨物-性能試験方法一般通則　2013
2) 大河原駿、斎藤勝彦、東山哲、日本包装学会誌、23(5), 369(2014)
3) K.Q.Kellicutt and E.F.Land, Forest Product Lab., No.D1911, 14(1951)
4) R.Thielert, Tappi Journal, 67(11), 110(1984)

（原稿受付　2015 年 10 月 14 日）
（審査受理　2015 年 12 月 4 日）