

ノート~~~~~

## 段ボール箱の静圧縮試験と積重ね荷重試験の等価性

大河原 駿<sup>\*</sup>, 斎藤 勝彦<sup>\*\*</sup>, 東山 哲<sup>\*\*\*</sup>

### Equivalency of Static Compression and Stacking Test on Corrugated Box

Shun OHGAWARA<sup>\*</sup>, Katsuhiko SAITO<sup>\*\*</sup> and Akira HIGASHIYAMA<sup>\*\*\*</sup>

圧縮試験には静圧縮試験と積重ね荷重試験があり、これらの試験方法に対して負荷係数が定められている。圧縮試験は、包装物の圧縮変位により、内容物が損傷しないかどうかを知るといった目的があり、圧縮変位量が大きければ、内容物への危険性が増加する。もし2通りの圧縮試験で圧縮変位量に差が生じた場合、両試験の間に等価性は無いと考えられる。本研究では、段ボール箱に対して2通りの圧縮試験を行い、圧縮変位を比較し、両試験の等価性を考察する。

The compression test is divided two ways of method and both are given the different load factor. The compression test has a purpose to know that the packaged product is able to hold the load and protect the contents or not. If compression displacement quantity is large, the risk, that load is handed down to contents, will increase. If these two test methods compression displacement has a difference, it cannot measure the buckling possibility only for one method. In this study, these two compression test are carried out, compared the test result and considered equivalence.

キーワード：包装、段ボール箱、保管、圧縮試験、積重ね試験

Keywords : Packaging, Corrugated Box, Storage, Compression Test, Stacking Test

#### 1. はじめに

日本工業規格 (JIS Z 0200 2013)<sup>1)</sup> には、振動、衝撃、圧縮に対する包装の保護が適正であるかを評価するための試験方法が規定されている。特に圧縮試験には2通りの試験方法、すなわち、静圧縮試験と積重ね荷重試験があり、これらの試験方法に対して、負荷係

数が定められている。

圧縮試験は、包装物の圧縮変位により、内容物が損傷しないかどうかを知るといった目的があり、圧縮変位量が大きければ、内容物への危険性が増加する。もし2通りの圧縮試験で圧縮変位量に差が生じた場合、両試験の間に等価性は無いと考えられ、JIS Z 0200 2013

<sup>\*</sup>研究当時、神戸大学海事科学部

<sup>\*\*</sup>連絡者(Corresponding author), 神戸大学大学院輸送包装研究室 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町 5-1-1)

5-1-1 Fukaeminami, Higashi-nada, Kobe, 658-0022 Japan TEL:078-431-6341, Email:ksaito@maritime.kobe-u.ac.jp

<sup>\*\*\*</sup>レンゴウ(株)

に記載されている「懸案事項」<sup>1)</sup>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。本研究では、段ボール箱に対して2通りの圧縮試験を行い、圧縮変位を比較することで包装内容品に与える影響の等価性を判断する。

## 2. 保管期間による荷重係数

JIS Z 0200 2013 において、2通りの試験で加える荷重は、流通時に積み重ねられる最大重量に荷重係数を乗じた値である。ここに荷重係数は、管理状態（段ボール箱の積み上げ方法）、湿度条件および保管期間のそれぞれ3条件による荷重係数を乗じた値であり、保障レベルで3つに分けられている。このうち、保管期間による荷重係数は、1、3、6ヶ月保管でそれぞれ定められており、例えば保障レベル3の1ヶ月保管を想定する場合、静圧縮試験の荷重係数は1.7、積重ね荷重試験では1.2と定められている。

これらの係数は、過去に行われた積重ね荷重試験の結果<sup>2)</sup>から類推されたものである。それによれば、積載荷重 $P$ と段ボール箱の静圧縮座屈強度 $a$ から得られる上載荷重比 $P/a$ が、1ヶ月で座屈する場合は0.59となっている。0.59の逆数は1.7であり、この1.7が1ヶ月保管時の静圧縮試験の荷重係数となっている。また1ヶ月の保管状態を1日で再現する積重ね荷重試験の場合、1日で座屈する上載荷重比 $P/a$ の実験結果である0.73の逆数である1.37と、1ヶ月で座屈する0.59の逆数1.7との比である1.2が、その荷重係数になっている。これは、他の保証レベルでの保管期間による荷重係数でも当てはまる。ただし、以上の考え方は、段ボール箱が座屈する現象を

対象にしており、ここで取り扱う段ボール箱が、座屈に至る途中段階であることを考えれば、保管期間に関わるこれらの係数に妥当性があるかどうかを確認しておく必要がある。

## 3. 圧縮試験の方法

圧縮試験は、保障レベル3<sup>1)</sup>、1ヶ月保管、流通時最大上載重量58.3kgf、66.7kgf、75.0kgf、83.3kgfの4通りを想定する。段ボール箱は、内寸法332×218×250(mm)でAフルート、表裏ライナ160(g/m<sup>2</sup>)、中しん120(g/m<sup>2</sup>)のものを使用し、静圧縮座屈強度の平均値は154.5kgfである。静圧縮試験はそれぞれの荷重（想定重量に保管期間1ヶ月を見込んだ荷重係数1.7を乗じた値）に対して合計10回、積重ね荷重試験はそれぞれの荷重（想定重量に保管期間1ヶ月を見込んだ荷重係数1.2を乗じた値）に対して合計5回の試験を行い、得られた圧縮変位を比較する。静圧縮試験は、一定速度(10mm/min)で段ボール箱に荷重を与え、目標荷重に達した時点で直ちに荷重を取り除くという方法で行い、積重ね荷重試験は、一定速度(10mm/min)で段ボール箱に荷重を与え、目標荷重に達したら、目標荷重を24時間段ボール箱に与え続け、24時間経過後直ちに荷重を取り除くという、圧縮試験装置を用いたクリープモード試験<sup>2)</sup>として行う。ただし、試験では段ボール箱の内フラップを固定し、温湿度は23℃、50%RHの一定条件で行っており、荷重が1.5kgfになったときに圧縮変位0mmとしている。

## 4. 試験結果の比較

静圧縮試験と積重ね荷重試験（クリープ

モード試験)の圧縮変位量を比較すると、Fig. 1 のようになる。ここで実線は静圧縮試験と積重ね荷重試験の圧縮変位が等しくなることを意味しており、破線は圧縮変位の平均値を示す4つの点から得られる近似線、また、平均値まわりの実測結果のばらつきを線分の長さ(標準偏差)として示している。計測された圧縮変位は積重ね荷重試験側に寄っており、積重ね荷重試験では静圧縮試験よりも、約0.8mm多く圧縮されている。

## 5. まとめ

本研究では、JIS Z 0200 2013 で定められた2種類の圧縮試験の負荷係数が等価であるかを、実際に静圧縮試験と積重ね荷重試験を行い、その試験結果を比較することで検証を行った。その結果、定められた荷重係数を用いた圧縮試験では、圧縮変位量の差は約0.8mmであった。

実際の試験では、短時間で数多く試験を行うことができる静圧縮試験の方がよく行われているが、積重ね荷重試験よりも圧縮変位量が小さくなる傾向があるかも知れないことに注意すべきである。

今後は、両試験が等価となる新たな係数を設定する為に、様々な条件での試験実施が必要である。

ところで、ここで対象とした1ヶ月保管時の実際の箱変形量と、2つの加速試験(24時間積重ね荷重試験および静圧縮試験)による箱変形量の関係はどうなっているのであろうか?現状では、流通時最大上載重量が58.3kgfの条件で、1ヶ月の積重ね荷重試験(圧縮試験装置を用いたクリープモード試験)について1回だけ実施したが、試験装置の制約により、2週間までの変形量までしか計測できていない。ただし、荷重を負荷し始めてから1週間から2週間の間は、1日あたり約0.01mmのほぼ一定の変形速度であったため、1ヵ月

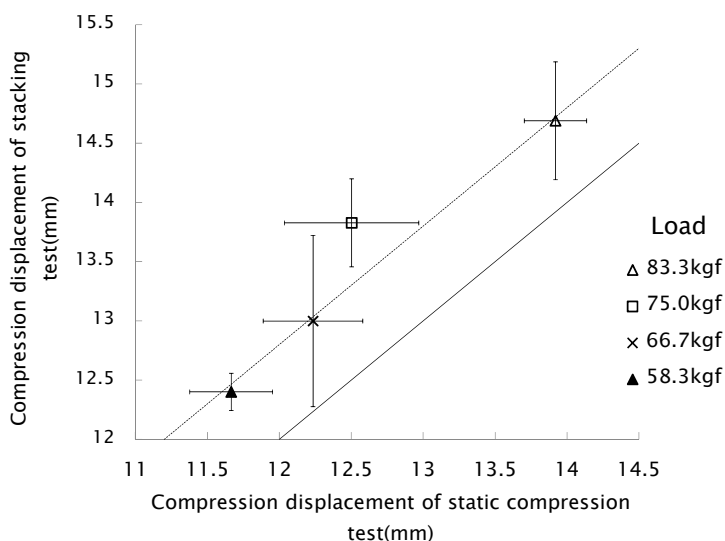


Fig.1 Result of “One Month” Static Compression and Stacking Test

後の変形量を予測した結果、12.2mm であった。この値は、Fig. 1 による、1 日の積重ね荷重試験による平均値 12.4mm、静圧縮試験による平均値 11.7mm と比較すれば、積重ね荷重試験の方がより現実を再現できることを示唆している。ただし、これについては、さらに検討が必要である。

最後に、本研究を実施するにあたり、パッケージラボラトリーの松田孝司氏には貴重な御意見を賜った。また、神戸大学大学院海事科学研究科技術部の油木代一氏、黒木克典氏には実験において多大な御援助をいただいた。ここに各位に対して謝意を表する。

#### <引用文献>

- 1) 一般財団法人 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) Kellicutt, et al., Forest Product Lab., No.D1911,14(1951)
- 3) 大山絢加、斎藤勝彦、山原栄司、日本包装学会誌、22(2)、163-167(2013)

(原稿受付 2014 年 5 月 8 日)

(審査受理 2014 年 7 月 2 日)