

実輸送データに基づく振動試験条件の導出に関する考察

アイデックス株式会社 ○上原 雅史

神戸大学 輸送包装研究室 齋藤 勝彦

はじめに

包装貨物-振動試験では、試験者が独自に計測した振動データに基づいて振動試験を実施することが推奨されている。一方、著者ら¹⁾は多軸同時振動の有効性について、多軸同時振動と衝撃を同時に発生させる（輸送包装試験機 BF-50SST【Fig.1】）ことで、実輸送時に発生する段ボール箱の擦れ損を再現できることを示した。本研究では実輸送データに基づく振動試験条件の導出とその取組事例を報告する。

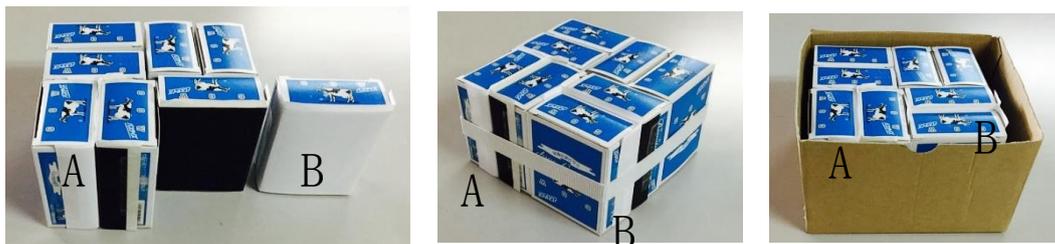


【Fig.1】輸送包装試験機 BF-50SST

実験概要

目的：実輸送時の振動データによる振動試験条件の算出と妥当性確認。

評価サンプル：牛乳石鹼共進社(株)製 牛乳石鹼青箱@135g の個箱に擦れ損評価用ラベル A・B を貼付、8 箱を【Fig. 2】の様配置し外周をゴムバンドで結束し、外装箱に入れたもの。評価用ラベルと接する面に黒色印刷ラベルを貼付し、色移り=擦れ損として評価。
輸送環境計測：神栄テストマシナリー(株)製 DER-1000 を評価サンプル付近の床面に設置し、振動環境を計測。



【Fig.2】評価サンプル

《実輸送テスト》

ルート：岐阜県安八郡-埼玉県日高市-東京都昭島市
総走行距離：約 400 km 高速道-375 km 一般道-25km
走行車両：10t トラック エアサス車【Fig. 3】
搭載場所：荷台最後部 助手席側パレットの最下段
パレットには 250kg が積載されているが、評価サンプル



【Fig.3】実輸送テスト車両

ルおよび DER-1000 への直接的な荷重はなし。

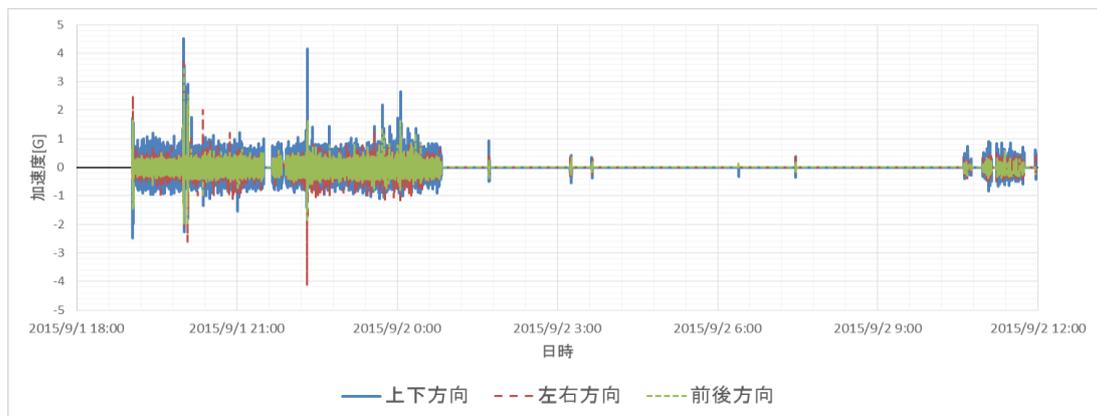
輸送環境計測条件：フレーム長=1024pt、サンプリング間隔=1ms、0.3G の加速度トリガ

損傷度の算出

実輸送で計測された加速度時系列グラフにゼロクロスピークカウント法を用い、輸送中に製品に加わる損傷度(Dr)を求めた。【Fig. 4】

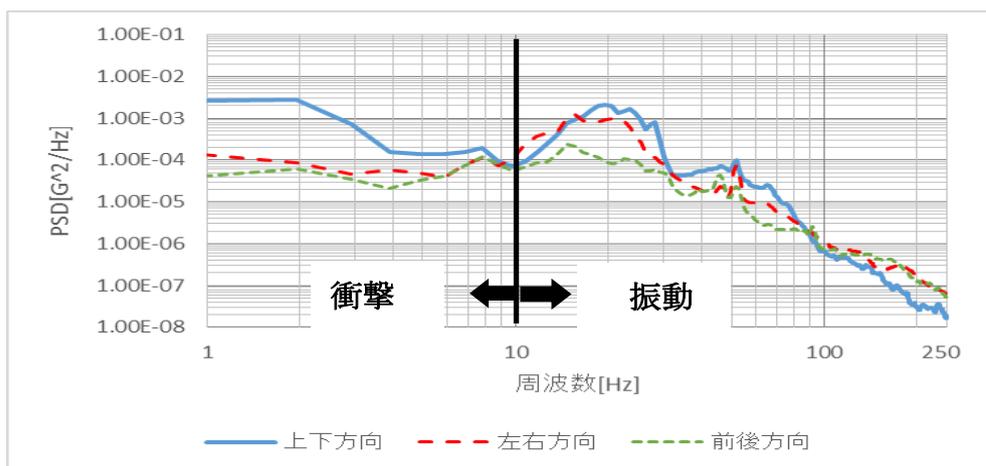
$$D_r(\text{上下方向}) = \sum_i \frac{n_i G_i^\alpha}{\beta}$$

より、損傷度を算出する。ただし β は、加速度振幅 1G が加わったとき損傷が発生する繰り返し回数であり、被包装物固有の定数である。



【Fig.4】 実輸送 加速度時系列グラフ

その結果、実輸送の損傷度の値は $7285.5 (G^4 / \beta)$ となった。ただし、包装品の振動損傷度に関する物性値 α を 4 としている。



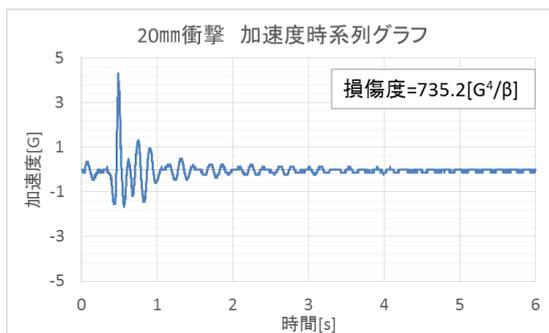
【Fig.5】 実輸送荷台振動 PSD 振動と衝撃の区分

次に実輸送荷台振動の PSD【Fig. 5】より、振動試験条件を考えていく。BF-50SST において、振動モードの周波数は 10Hz 以上であり、衝撃モードでは周波数 5Hz 前後の減衰振動【Fig. 6】となる。そこでここでは、実輸送荷台振動 10Hz 未満の低周波数振動による損傷度を振動試験機の衝撃モードで、10Hz 以上の高周波数振動による損傷度を振動モードで再現することとする。【Fig. 5】に示される上下方向の PSD のうち、10Hz 以下の低周波数成分の振動実効値と、10Hz から 250Hz までの高周波数振動実効値の比は、7.048:8.331 となる。よってここでは、損傷度は加速度の 4 乗に比例するとしているので、衝撃モードによる損傷度と振動モードの損傷度の比は、2467.8 : 4817.7 となる。

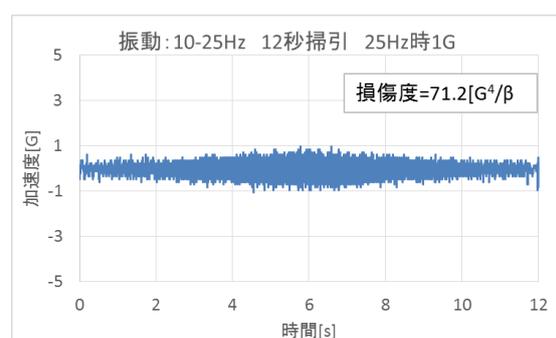
試験条件への展開

輸送包装試験機 BF-50SST の試験条件を決めるにあたって、衝撃モードと振動モードの条件による代表的な加速度時系列とそのときの損傷度を【Fig. 6】に示す。

◆衝撃のみ◆



◆振動のみ◆



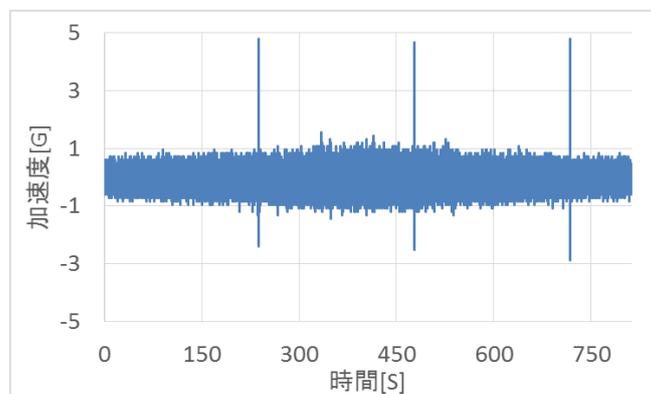
【Fig.6】 加速度時系列グラフと損傷度 (左:衝撃モード 右:振動モード)

これより、試験条件として以下のように決定した。

〈衝撃モード〉:高さ 20 mm 落下衝撃:振動試験中 3 回作用。損傷度 2205.6(=735.2×3)

〈振動モード〉

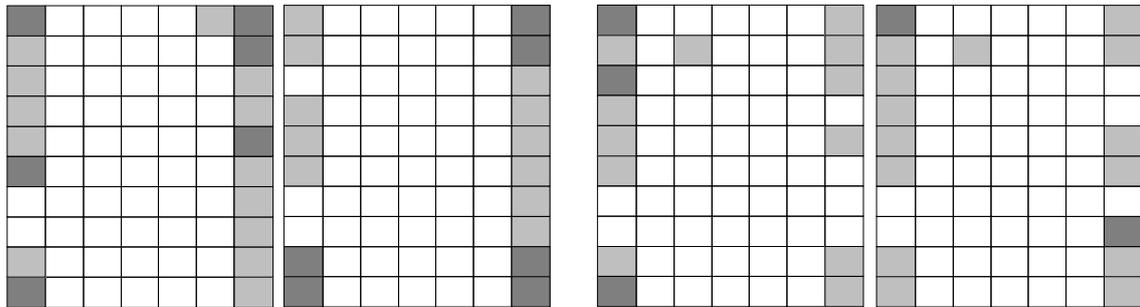
正弦波 3 軸同時振動 下限周波数:10Hz 上限周波数:25Hz: 加速度:25Hz 時 1G
掃引時間:13 分 32 秒(812 秒) 掃引回数:1 回 損傷度 4817.9(=812×71.2/12)



【Fig.7】 再現試験 加速度時系列(試験テーブル)

試験結果

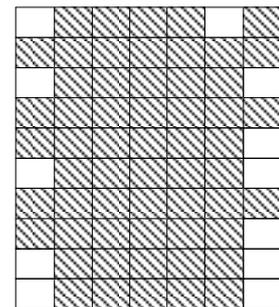
再現試験時の試験テーブルの加速度時系列を【Fig. 7】に示す。損傷度合は、色移りを 1cm^2 毎のマス目ごとに、色移り無し=0 点、薄い色移り=1 点、濃い色移り=2 点として目視評価した。実輸送および再現試験後の擦れ損評価ラベルの評価結果を【Fig. 8】に示す。



輸送試験 A=25 点 再現試験 A=23 点 輸送試験 B=18 点 再現試験 B=18 点

【Fig.8】擦れ損評価 目視結果

以上の結果、同等の色移りが生じた部位(同点部位)は【Fig. 9】の通りとなり、70 マス中 58 マスの約 83%で同等の損傷を再現した。また、再現試験のテーブルの振動データより算出した損傷度の値は $7779.7[G^4/\beta]$ となり、実輸送時の損傷度 $7285.5[G^4/\beta]$ と比べ約 107%の損傷度に相当する。



【Fig.9】同点部位

まとめ

今回の研究により、実輸送データに基づいて振動+衝撃の試験条件を導出する方法を示し、またその妥当性についても確認することができた。

本研究に際し、神栄テストマシナリー(株)には実輸送振動計測等に多大なるご協力を賜りましたことに対して、心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 千田 詠介, 斎藤 勝彦 ; 段ボール箱の擦れキズ再現試験の新たな試み, 包装技術, 52(3) , 4 2014