

3軸同時振動に衝撃を複合した新しい輸送包装試験機『BF-50SST』

アイデックス株式会社
 営業技術部 上原 雅史
 M. Uehara

New Transportation Tester “BF-50SST” Generating Shocks and Tri-axial Simultaneous Vibrations

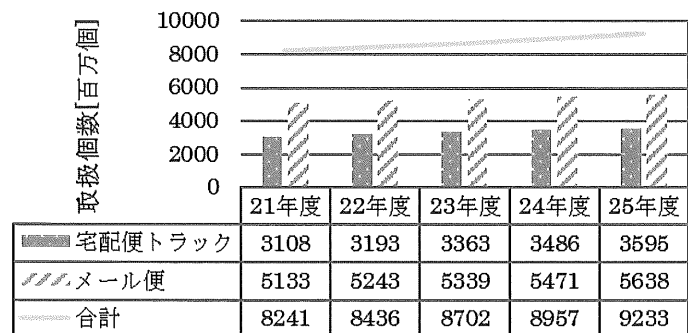
The number of returned products due to scratches and stains of their outer box has been increasing as we have come to handle a variety types of commercial transactions. Especially with regard to the damaged corrugated boxes due to friction, quite a few packaging designers are struggling to find solutions for the problem.

In order to take countermeasures to it, it is necessary to reproduce the reported trouble. Putting much emphasis on the reproduction of conditions that caused the damage, IDEX Co., Ltd. launched a transportation tester called BF-50SST that can enable to generate shocks and tri-axial simultaneous vibrations. In this paper, the author explains about how BF-50SST was developed and the outline of the testing machine.

はじめに

今日の現代社会においてスマートフォン
 の普及に伴い、時間を問わず、誰でも気軽に商品
 を売買できるようになった。大手量販店のオンライン販売サー
 ビスへの参入も寄与し、テレビ通販などで頻繁に見かける化粧品
 や健康食品、電化製品にとどまらず、日用品や雑貨等も通販
 で購入できる環境が整い、買い物に出掛けることが困難な高齢者
 が利用するケースも増加しているようである。その一方、ほとん
 どの通販サイトで翌日配達をうたっており、その

図1 宅配便等取扱個数の推移（国土交通省調べ）



速さも利用者増加の要因の一つである。そうした中で、円滑な商取引の実現に欠かせないのが発達した物流網である。

国土交通省の調査では平成25年度の宅配便

等取扱個数は、宅配便とメール便合わせて92億個以上であり、平成21年度から10%以上増加したことになる(図1)。あらゆる商品がネット通販を介し入手可能となった結果、従来のBtoBからBtoCまたはCtoCの取引ケースが増加し、そうした場合の多くで小口輸送(混載便)が用いられる。また、ピッキングシステムを導入している場合、発送者は数種類のサイズの箱から適当な箱を選び、いくつかの形状の異なる商品を包装して出荷することになる。こうした中で、発送担当者の教育および明確な包装手順を構築することは大変重要であるが、その構築が容易でないのが現実である。

1. 輸送包装における振動試験の現状と課題

輸送環境下における製品強度の評価方法として、実際にトラック輸送を行う輸送試験と振動試験機を用いた振動試験がある。トラック輸送による輸送試験は、実に8割近い企業で実施されている。しかしながら、実輸送試験では、時間的および経済的コストが掛かる。また、適正な包装要求が満たせない場合、試験を繰り返して行う必要があるため、商品開発サイクルの迅速さが求められる今日ではそのタイムロスが大きなデメリットである。また、JIS規格などに対応した振動試験では、製品が輸送環境下において受ける振動が3軸同時振動であるにも関わらず、上下のみの1軸振動で試験することを規定しているため、輸送中の製品損傷が再現しないケースや、逆に輸送試験で合格したものが振動試験で不合格になってしまうケースが発生することがある。当社ではこれまでに3軸同時振動を発生する輸送包装試験機BF-50UTを主軸に、実

輸送で発生する製品損傷の再現に焦点を当て、さまざまな研究成果を発表し、多くの企業で採用実績を構築した(写真1)。これまでに3軸同時振動によって輸送で発生する

商品パッケージの擦れや印字の消え、電子部品の接触不良など幅広い用途で効果を確認したが、損傷の再現が充分でない事例が存在する。その一つが、段ボール箱(外装箱)の擦れ損である。これは2013年のJIS Z 0200の改正の際に懸案事項として取り上げられ、その損傷再現が容易でないこと、また困っている包装設計者が多く存在することを輸送包装業界の共通の課題として印象づけた。こうした状況の中、当社では段ボール箱の擦れ損再現を目的とし、さらに実輸送環境に近い試験環境をつくるため、新たな輸送包装試験機の開発へと取組みを進めた。ここでは、2014年7月に完成した輸送包装試験機BF-50SSTを紹介したい(写真2)。

2. 輸送包装試験機BF-50SST 業界初となる『振動+衝撃』

まず、従来の輸送包装試験機BF-50UTは、3軸同時振動であることと、トラックが右左折した際に製品が左右へ移動しようとする力を備えた試験機であるが、段ボール箱同士の擦れ損については十分な再現効果を有しているとはいえない状況であった。輸送環境をより忠実に再現させるには何が必要であるか、



写真1 輸送包装試験機
BF-50UT

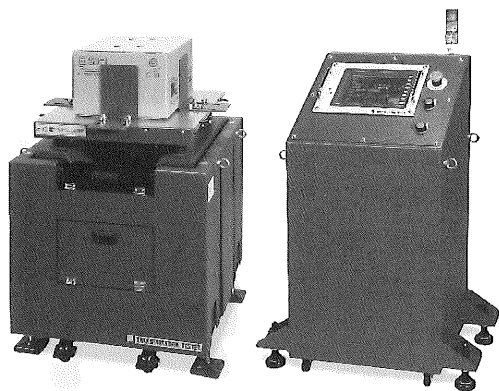


写真2 輸送包装試験機 BF-50SST

本機の素案を提案した担当者は、高速道路を走行中、前方を走るトラックが路面状況に応じ、荷台が大きく上下動する様子を見てアイデアが降りてきた、と当時を振り返る。

これをヒントに本装置の素案である振動+衝撃による損傷再現効果に関する研究『段ボール箱の擦れキズ再現試験の新たな試み』を報告し、第51回全日本包装技術研究大会で優秀発表賞を受賞した。¹⁾ この受賞に自信と期待を込め、従来の振動に大きな上下動を組み込むことを模索した。その結果、振動+衝撃を同時に発生させる業界初の動きを実現した。もともと輸送包装試験機が独自の回転体(可変式振動発生機:以下、加振機)を応用しており、加振機の振動をスプリングで受けることで試験機架台および床面への振動伝達防止の役割を担っていたが、BF-50SSTではトラックのサスペンションと同じく、衝撃を和らげ、ふわっとした振動に転換させる役割も担うこととなった。また、輸送時に想定される路面の凹凸に関し、道路公団によれば車両走行帯から歩道へののり面の高さは30~50mm程度としており、輸送包装試験機 BF-50SSTを開発する際の参考とした。²⁾

3. 輸送包装試験機 BF-50SST の原理

以下、輸送包装試験機BF-50SSTの原理を簡単にまとめる。

振動原理：回転体を用いた加振機を用いて振動を発生。加振機内部に二つのウェイト(可変用・固定用)がローター軸に取り付けられ、ウェイトの位相可変により偏重心となり、遠心力により振動が発生。位相可変により振幅を調整、パワーユニットによる回転数制御により周波数を調整。

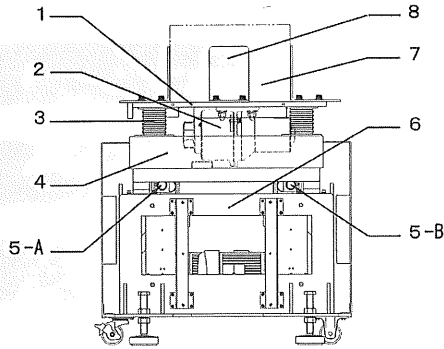
衝撃原理：独自の位置決め機構により衝撃を発生。加振ユニット(テーブル板底面部に加振機を取り付け、4隅をコイルスプリングで支持し、4本のスプリング直下にテーブル受け台を設けたもの)の前方と後方にそれぞれ独立した位置決め機構を配置しており、その位置決め機構が上昇し、一気に下降することで加振ユニット全体を自重落下させ、加振ユニットが免震架台上に着地することでテーブル板に衝撃が発生。振動させながら衝撃を発生させることで、実輸送時の振動衝撃環境を再現する。

制御：輸送中と同じ3軸同時振動(上下・左右・前後)と凹凸のある路面や歩道に乗り上げた際の衝撃を同時かつ任意に制御するプログラムを内蔵し、輸送中の振動衝撃環境を再現する。

構造的特徴：優れた免震架台により試験時の振動衝撃を床や壁に伝えないため、基礎工事が不要である。省エネ(3相 200V 1kW以下)を実現。

目的用途：トラック輸送中に発生する振動衝撃による製品の破損、電子機器のねじゆるみやコネクターはずれ、外装パッケージの擦れや印刷の消え、アルミパウチ・フィルムのピンホールなど、あらゆる症状を再現し、損傷防止対策・適正包装の実現に活用が期待できる。

図2 輸送包装試験機 BF-50SST 各部名称



1. テーブル板
2. 加振機
3. コイルスプリング
4. テーブル受け台
- 5-A. 位置決め機構 (前)
- 5-B. 位置決め機構 (後)
6. 免震架台
7. 被試験物
8. L型アングル (被試験物固定用)

4. 輸送包装試験機 BF-50SST 基本仕様

《輸送包装試験機 BF-50SST》

[SPEC: 振動]

振動方向: 上下/左右/前後 (3軸同時振動)

振幅: 0.2~2.6mmP-P

周波数: 10~67Hz (0.1Hz単位で設定)

許容加速度: 98m/s²

動作モード: マニュアル/スイープ/輸送包装/コンビ

[SPEC: 衝撃]

衝撃量: 位置決め機構により, 任意調整可能

衝撃頻度: 6秒以上の間隔で任意設定可能

動作モード: Front (前)/Back (後)/Vertical (垂直)/Front & Back (前-後)/Mix (前-後-垂直の繰返し)

5. 輸送包装試験機 BF-50SST 動作概要

- ① 試験開始とともに加振機の回転運動によりテーブル板に振動が伝達。この時, テーブル板側面および底面に取り付けたウェイトにより, 振動を上下・左右・前後の3軸同時振動 (割合は, 10:8:2となる。) に変換。その振動は4本のコイルスプリングで受け, テーブル受け台には伝達しない。
- ② 振動が発生した状態で, 位置決め機構があらかじめ設定した高さに上昇。伴って加振ユニット (図2 1.~4.を指す) も上昇。
- ③ 位置決め機構が設定した高さに達すると直ちに一気に降下。
- ④ 位置決め機構の降下により, テーブル受け台が免震架台に自重落下し, テーブル板

梱包・物流資材のスペシャリスト

帯鉄及び自動結束機、樹脂バンド、
梱包機、防錆関連資材その他、
梱包資材全般

<http://www.band-nks.jp>

ストレッチフィルム、パレット等
物流関連資材及び
ストレッチ包装機等

<http://www.housouki.jp>

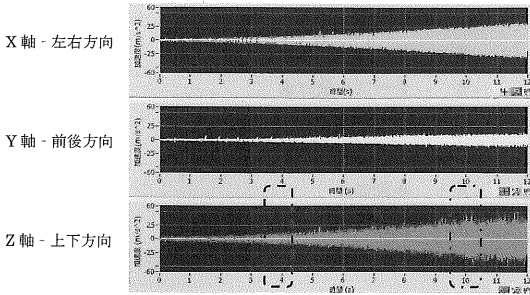


日本梱包資材株式会社

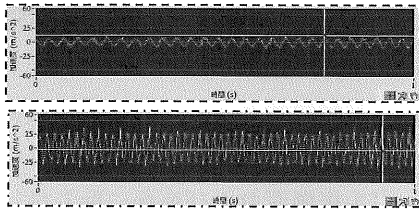
本社/〒103-0023 東京都墨田区立川14-19-8 電話 03 (3634) 5131 (代) FAX 03 (3634) 5138
 札幌営業所/〒063-0845 札幌市西区八軒五条西4-4-14 電話 011 (642) 6050 (代) FAX 011 (621) 8596
 埼玉営業所/〒360-0012 埼玉県熊谷市上之3044-11 電話 048 (599) 3651 (代) FAX 048 (599) 2653
 静岡営業所/〒424-0825 静岡市清水区松原6-6 電話 0543 (653) 6245 (代) FAX 0543 (52) 7240
 名古屋営業所/〒454-0024 名古屋市中川区柳島町5-13 電話 052 (6754) 3911 (代) FAX 052 (354) 5122
 大阪営業所/〒544-0001 大阪市生野区新今里2-6-26 電話 06 (6754) 2251 (代) FAX 06 (6754) 2253
 九州営業所/〒803-0801 北九州市小倉北区西港町91-15 電話 093 (588) 2210 (代) FAX 093 (588) 2215
 福山営業所/〒721-0592 広島県福山市曙町3-15-16 電話 0849 (81) 5222 (代) FAX 0849 (81) 5223

図3 BF-50SST 加速度時系列波形

波形 A. 振動のみ10~65Hzを片道12秒で掃引



波形 A-1. 上-28Hz 付近を拡大 下-53Hz 付近を拡大 (いずれも Z 軸)



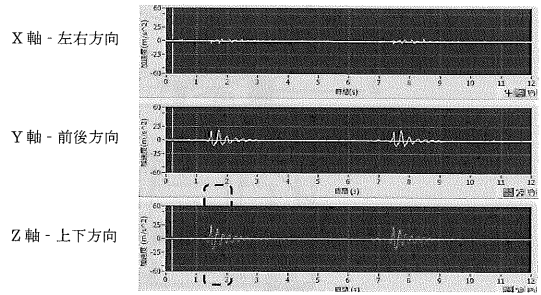
に衝撃として伝達。

この時の落下衝撃は免震架台が受け、設置床面等には伝達しない。また、テーブル受け台および免震架台には消音処置を施しており、衝撃時の騒音は75dB以下である。

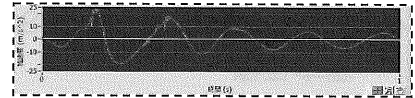
- ⑤ 以上により、テーブル板に搭載された被試験物（試験物の脱落を防ぐため、L型アングルで四方より固定）に任意の3軸同時振動と衝撃を与えることができる。

※位置決め機構（前）の動作時は前側のみに衝撃発生。（後）の動作時は後側のみに衝撃

波形 B. 衝撃のみ6秒間隔で衝撃発生



波形 B-1. 衝撃発生時 Z 軸を拡大 5 Hz の振動を確認



発生。（前）（後）を同時に動作させると垂直方向に衝撃発生。

6. 段ボール箱の擦れ損再現への挑戦

段ボール箱の擦れ損発生メカニズムとして、ロッキング現象により隣り合う段ボール同士にずれが生じることが要因の一つである。また、ロッキング現象には、5 Hz未満の水平振動が大きく影響を及ぼすことが報告されている。³⁾ 従来の輸送包装試験機では、周波数仕様が10~65 Hzであったため、5 Hz付近の振動を加えることができなかったが、輸送包装試験機 BF-50SST では、5 Hz 付近の

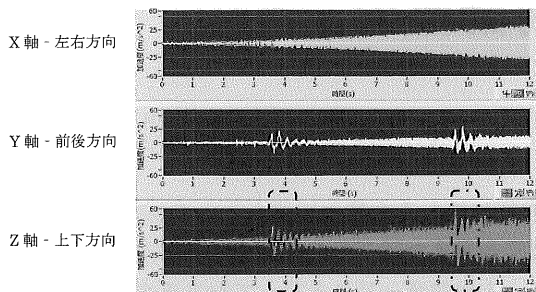
食品の委託包装は 東日本食品包装工業会の会員会社へ

食品の包装加工を主たる業務としている法人の集まりです。
只今新規会員を募集中です。お気軽にお問い合わせ下さい。

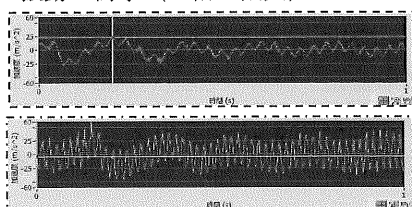
会長 湯浅 治

事務局 東京容器(株)
TEL 03-3396-7196

波形 C. 振動+衝撃 10~65Hz を片道12秒で掃引+6秒間隔で衝撃発生



波形 C-1. 上-28Hzの振動+衝撃 下-53Hzの振動+衝撃 (Z軸を拡大)



振動を加えることができるようになった(図3)。これにより、より実輸送環境に近い試験環境をつくりだすことに成功した。

7. 今後の取組み

実輸送時に発生する振動環境に近づけられることは前述の通りである。しかしながら振動と衝撃を組み合わせた条件に明確な推奨条件がなく、実績ベースでの条件提案が現状である。それでも、輸送時に製品に損傷が発生

するなどの実害を防止する目的には十分な効果を発揮するが、製品に実害がない場合や新製品の包装設計を検討する場合、結果ベースでの条件が必ずしも適正な試験条件とならない可能性がある。そのような場合、実測された振動データから振動衝撃条件を導出する方法が必要である。今後、輸送包装試験機BF-50SSTをさらに効果的に活用するため、推奨条件の提案および条件導出方法を研究し実用化に向けて取り組んでいく所存である。

本著に際し、神戸大学輸送包装研究室の斎藤勝彦教授ならびに神栄テストマシナリー様には、技術的なご指導と検証評価に多大なご協力を賜ったことをこの場を借りて感謝申し上げます。

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
- 2) 国土交通省, 「歩道の一般的構造に関する基準」 URL: <http://www.mlit.go.jp/road/sign/kijyun/pdf/20050203hodou.pdf> 2015.06.22
- 3) 東山 哲, 古田 拓; トラック実輸送における段ボール箱のロッキング挙動, 日本包装学会 第22回年次大会 研究発表会予稿集, 144 2013

環境対応型の植物油タイプの枚葉オフセットインキ

Opis オピス 100



大豆タンパク使用の水性フレキシソインキ

ワッサー スーパー ゼット ソイ
Wasser Super Z+ SOY

ダンテック ソイ
DAN-TEC SOY



大阪印刷インキ製造株式会社

本 社 〒547-0005 大阪市平野区加美西2-8-31 ☎(06) 6791-5664 (代)