



海外向け輸送包装試験に求められる方法と条件

エクサーチ 株式会社
代表取締役 高木 雅広

1. はじめに

製品の海外生産や輸出に際し、求められる輸送包装試験の規格は仕向地によって様々である。しかし、日本語の情報が少ないこともあり、海外の輸送包装試験の方法や条件はなかなか体系立てて整理されていない。実際、弊社の主要業務のひとつである輸送包装試験のコンサルティングにおいても、多くのお客様から海外試験規格の理解と実施についてご相談を受けている。

本稿では、日本企業から見た主要マーケットである米国、欧州、中国の各地域で使われている輸送包装試験規格とそれらの方法・条件を紹介する。特に、輸送包装試験の中でも一番求められる機会が多いと考えられる「評価試験方法通則」については、海外規格間の違いや JIS における当該規格「JIS Z 0200」との違いについて説明する。これらの情報が、皆様の実務の参考になれば幸甚である。

2. 主な海外の輸送包装試験規格

表 1 に主な国・地域における規格とその制定機関名を示す。本稿では、このうちの ISO、EN、ASTM、ISTA の 4 つの規格を中心にご紹介する。

表 1 主な規格と制定機関

規格	国・地域	制定機関
ISO		国際標準化機構 International Organization for Standardization
ASTM	アメリカ	米国試験・材料協会 ASTM International
ISTA	アメリカ	国際安全輸送協会 International Safe Transit Association
MIL	アメリカ	米国防総省 Department of Defense
TAPPI	アメリカ	紙パルプ技術協会 Technical Association of the Pulp and Paper Industry
EN	欧州	欧州標準化委員会(CEN) European Committee for Standardization
BS	イギリス	英国規格協会 British Standards Institution
DIN	ドイツ	ドイツ規格協会 Deutsches Institut für Normung
NF	フランス	フランス規格協会 Agence Française de Normalisation
GOST	ロシア	連邦技術規制・計量庁 Federal Agency on Technical Regulating and Metrology
GB	中国	中国国家標準化管理委員会
KS	韓国	韓国標準協会 Korean Standards Association
IS	インド	インド規格協会 Bureau of Indian Standards
ABNT/NBR	ブラジル	ブラジル規格協会 Associação Brasileira de Normas Técnicas



2.1 ISO（国際標準）および EN（欧州）

ISO と EN の間では規格の共通化が進んでいるため、欧州標準化委員会（CEN : European Committee for Standardization）メンバー国においては、最終的に「国家規格＝EN 規格＝ISO 規格」となる規格が増えている。輸送包装試験規格も傾向は同様である。

表 2 に ISO と EN 規格の中でも輸送包装試験に関係する項目と規格番号・名称を挙げる。ほとんどの ISO 規格は、そのまま EN 規格（＝CEN メンバー国の国家規格）として取り入れられている。

表 2 ISO および EN 輸送包装試験項目と規格番号

試験項目	ISO 規格番号	EN 規格番号	規格名	対応 JIS 番号
1. 性能試験方法一般通則				
	ISO 4180	EN ISO 4180	Packaging - Complete, filled transport packages - General rules for the compilation of performance test schedules	JIS Z 0200
	—	EN 15552	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Performance testing schedules for common distribution chains	無し
2. 前処置				
	ISO 2233	EN ISO 2233	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Conditioning for testing	JIS Z 0203
3. 落下試験				
垂直自由 落下	ISO 2248	EN 22248	Packaging - Complete, filled transport packages - Vertical impact test by dropping	JIS Z 0202
片支持 落下	—	EN 14149	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Impact test by rotational drop	無し (Z0170 や Z0200 で 規定)
4. 転倒試験				
”ころがし” 転倒	ISO 2876	EN 22876	Packaging - Complete, filled transport packages - Rolling test	無し
”長尺”転倒	ISO 8768	EN 28768	Packaging - Complete, filled transport packages - Toppling test	無し
5. 水平衝撃試験				
	ISO 2244	EN ISO 2244	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Horizontal impact tests	JIS Z 0205
6. 振動試験				
低周波数 正弦波固定	ISO 2247	EN ISO 2247	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Vibration tests at fixed low frequency	無し



正弦波	ISO 8318	EN ISO 8318	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Sinusoidal vibration tests using a variable frequency	JIS Z 0232
ランダム波	ISO 13355	EN ISO 13355	Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Vertical random vibration test	JIS Z 0232

2.2 ASTM (米国)

ASTM は、100 年超の歴史を持つ独立した非営利の米国標準化機関である。包装関係の技術委員会 (D-10) は ISTA (3.3 項で説明) やミシガン州立大学と密接な関係を持っており、技術交流の成果が規格の新設や改訂に反映されている。ASTM 規格は「任意コンセンサス規格」(Voluntary Consensus Standard) であり、強制ではないが、米国内のみならず国外に対してもその歴史を背景にした大きな影響力を持っている。規格の内容は、ISO 等の外部規格を一部参照するようなことはあっても、基本的に独自路線といえる。

ASTM 規格の輸送包装試験関連項目を表 3 に示す。

表 3 ASTM 輸送包装試験項目と規格番号

試験項目	規格番号	規格名
1. 性能試験方法一般通則		
一般貨物	D4169	Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems
小口貨物	D7386	Standard Practice for Performance Testing of Packages for Single Parcel Delivery Systems
2. 前処置		
	D4332	Standard Practice for Conditioning Containers, Packages, or Packaging Components for Testing
3. 落下試験		
垂直自由落下	D5276	Standard Test Method for Drop Test of Loaded Containers by Free Fall
衝撃試験機による等価落下	D5487	Standard Test Method for Simulated Drop of Loaded Containers by Shock Machines
Bridged Impact	D5265	Standard Test Method for Bridge Impact Testing
Concentrated Impact	D6344	Standard Test Method for Concentrated Impacts to Transport Packages
4. 転倒試験		
”ころがし”および転倒	D6179	Standard Test Methods for Rough Handling of Unitized Loads and Large Shipping Cases and Crates
5. 水平衝撃試験		
水平衝撃	D880	Standard Test Method for Impact Testing for Shipping Containers and Systems



プログラマブル試験機 による水平衝撃	D4003	Standard Test Methods for Programmable Horizontal Impact Test for Shipping Containers and Systems
傾斜衝撃試験機	D5277	Standard Test Method for Performing Programmed Horizontal Impacts Using an Inclined Impact Tester
6. 振動試験		
跳ね上り・共振・段積み	D999	Standard Test Methods for Vibration Testing of Shipping Containers
ランダム波	D4728	Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers

2.3 ISTA（米国中心）

ISTA の正式名称は “International Safe Transit Association”（国際安全輸送協会）で、ASTM と同様独立した会員制の非営利団体である。約 60 年にわたって輸送包装試験に特化しその規格の開発や技術普及に努めているが、本稿で説明する海外規格の中でも、おそらく日本では最も要求されることが少ない規格ではないだろうか。しかしながら、最近では欧州や中国での活動に力を入れており、特に中国企業の加盟が増加している。大手運送会社である FedEx 社や UPS 社の積極的な参加、そして近年ではアマゾンの関与による e コマース向け輸送試験の開発などもあり、米国内では ASTM 規格と並んで利用する企業が多い。

ISTA は認定方式をとっており、試験方法・手順に強制力を持たせている。試験結果が ISTA に認定されると、包装箱へのロゴマーク付ラベル貼付または印字が承認され、その貨物は万一のダメージクレームや保険料率の交渉に一定の影響を与えるようになる（ただし、法的効力はない）。

ISTA 規格は試験対象物や方法が細分化されていて、手順が細やかに指示されている。他の試験規格では、「自社の輸送環境に応じて」あるいは「当事者間の合意により」試験方法や条件のアレンジが可能とされているが、ISTA の認定を得ようとする場合は試験方法や条件のアレンジは出来ない。表 4 に示す通り ISTA の主要な規格のほとんどは、落下や振動などの試験を組み合わせたシーケンシャルなものとなっている。ISTA の各試験規格は他の試験規格には整合していないが、そこに組み込まれている個別試験の方法や機器仕様については、ASTM や ISO を参照している場合が多い。

表 4 ISTA 包装貨物試験項目と規格番号

試験 項目	規格 番号	規格名
1 シリーズ：（輸送環境シミュレーションではない）耐久性能試験		
	1A	Packaged Products weighing 150 lb (68 kg) or Less
	1B	Packaged Products weighing Over 150 lb (68 kg)



	1C	Extended Testing for Individual Packaged-Products weighing 150 lb (68 kg) or Less
	1D	Extended Testing for Individual Packaged-Products weighing Over 150 lb (68 kg)
	1E	Unitized Loads
	1G	Packaged-Products weighing 150 lb (68 kg) or Less (Random Vibration)
	1H	Packaged-Products weighing Over 150 lb (68 kg) (Random Vibration)
2シリーズ： 部分的な輸送環境シミュレーション性能試験		
	2A	Packaged-Products weighing 150 lb (68 kg) or Less
	2B	Packaged-Products weighing over 150 lb (68 kg)
	2C	Furniture Packages
3シリーズ： 一般的な輸送環境シミュレーション試験		
	3A	Packaged-Products for Parcel Delivery System Shipments 70kg (150 lb) or Less (standard, small, flat or elongated)
	3B	Project: Packaged-Products for Less-Than-Truckload (LTL) Shipment
	3E	Unitized Loads of Same Product
	3F	Packaged Products for Distribution Center to Retail Outlet Shipment 100 lb (45 kg)
	3H	Performance Test for Products or Packaged-Products in Mechanically Handled Bulk Transport Containers
	3K	Project: Fast-Moving Consumer Goods in the European Retail Supply Chain
4シリーズ： 特定輸送条件にフォーカスした輸送環境シミュレーション試験		
	4AB	Project: Packaged-Products for Shipment in Known Distribution Channels (WEB ベース)
5シリーズ： 輸送環境シミュレーション試験構築ガイド		
		現在は使われていない
6シリーズ： 会員によって構築された試験		
	6-FEDEX-A	FedEx Procedures for Testing Packaged Products Weighing Up to 150 lbs.
	6-FEDEX-B	FedEx Procedures for Testing Packaged Products Weighing Over 150 lbs.
	6-SAMSClub	Project: Packaged-Products for Sam's Club Distribution System Shipment
	6-AMAZON.COM-SIOC	Project: Ships in Own Container (SIOC) for Amazon.com Distribution System Shipment
	6-AMAZON.COM-Over Boxing	Project: e-Commerce Fulfillment for Parcel Delivery Shipment
7シリーズ： 開発試験		
	7D	Temperature Test for Transport Packaging
	Standard 7E	Testing Standard for Thermal Transport Packaging Used in Parcel Delivery System Shipment (STANDARD 20 との併用を推奨)
Process Standards: 断熱容器の評価試験など		
	Standard 20	Open Reusable Transport Containers for Loads of 60 lb (27 kg) or Less and Unitized for Shipment on a Pallet
	RPbD	Responsible Packaging by Design (RPbD) Guide



3. 評価試験方法通則

「評価試験方法通則」は、輸送中のハザードを再現することを目的にし、各試験を組み合わせて実行するよう設計された試験規格である。試験条件や順序が指示されており、それにしたがって試験を行えば、当該製品の輸送中に発生するストレスを網羅的に与えることができることになっている。しかしながら、規格によって条件が異なり、適正包装の観点からどの規格を採用・参照するのが良いのか、ということがしばしば論議になる。本稿では、各規格の評価試験方法通則について概要と特徴を説明する。

3.1 ISO 4180

ISO の評価試験方法通則である ISO 4180 は、2009 年 2 月に改訂版が発行された。前述のような ISO と CEN の協力関係により、この改訂版も EN 規格および CEN メンバー各国の国家規格に反映されている。

ISO 4180 規格は、“Case 1” と “Case 2” の 2 セクションに分かれている。“Case 1” は、自社の輸送環境が良くつかめているユーザー向けに、各試験方法や条件を他の ISO 規格から選択引用できるようガイドしており、“Case 2” は、自社の輸送環境が分からないユーザー向けに細かく試験方法や条件を規定している。ここでは主に “Case 2” で規定されている条件やその他特徴を説明する。

● 貨物の荷姿・重量等の分類

重量で以下の 3 つに分類される。

- ① 30kg 以下
- ② 30kg 超 100kg 以下
- ③ 100kg 超

● 保証レベル（試験厳しさ）

以下の 3 つのレベルに応じて、異なる厳しさの試験条件が規定される。

- 1. 輸送距離が 2,500 km より長い。道路状況や荷扱い環境が悪いと予想される。
- 2. 国内外長距離輸送。通常の輸送環境。
- 3. 輸送距離が 200 km より短い。特定のハザードはない。

● 試験手順（30kg 以下の貨物の例）

前処置→落下 1 →圧縮 1 →振動 1 →振動 2 →圧縮 2 →落下 2

（数字は「1 回目」「2 回目」という意味）

● 主な試験方法・条件の特徴

- ① 落下試験条件



表 5 に貨物重量別の落下試験条件を示す。JIS Z 0200 と比較すると、たとえば 10kg 以下の貨物の落下高さは「通常レベル（ISO 4180 ではレベル 2）」で 40cm から 80cm に倍増するなど、概ね厳しい条件となっている。また、JIS Z 0200 と異なり落下試験は試験手順の最初と最後に 2 回規定されている。2 回目の落下試験は、振動や圧縮試験を経た同一供試品で行われるため、内容物にとって一段と過酷な条件であるといえる。1 回目、2 回目の各試験での落下方向は JIS Z 0200 の「1 角 3 稜 6 面」とは異なる「4 角 4 稜 3 面」となっており、底面回りのすべての角・稜落下が要求される（2 回の合計では、「8 角 8 稜 6 面」の合計 22 回落下となる）。

表 5 ISO 4180 落下高さ

総重量 (kg)	落下高さ (mm)			方向など
	試験厳しさ			
	1	2	3	
0 to 10	1000	800	600	すべて底面周りで 4 角 4 稜 3 面を 2 回
10 to 20	800	600	450	
20 to 30	600	450	300	
30 to 70	400	300	150	すべて底面周りで 4 角 4 稜 3 面を 1 回
70 to 100	300	200	100	底面周り 2 稜の片支持稜落下
100 より上	300	200	100	

② 振動試験条件

どの重量の貨物も、1 回目の振動試験は正弦波とランダム波を選択できるようになっているが、ISO 13355 に規定されている（または JIS Z 0232 の附属書 A で参照されている）ランダム振動試験を推奨している。保証レベルに応じて加振時間が明記されている（15、90、180 分）。2 回目の試験では貨物を振動試験機のテーブルに固定せず、自由にバウンスさせるようなランダム振動試験が、どの重量の貨物にも要求されている。

③ 圧縮試験条件

JIS Z 0200 にあるような、「負荷係数」の考え方はない。保証レベルの厳しさに応じて、 $[\text{製品重量} \times (\text{積み重ね段数} - 1)]$ の 2 倍または 3 倍の負荷をかける。100kg 超の貨物では、クランプリフトハンドリングの側面圧縮試験も必要とされる。

3.2 EN 15552

EN 規格独自の評価試験方法通則で、2008 年 8 月に制定された。小口貨物に対する試験を「24 時間以内配送エクスプレス貨物」とそれ以外の「一般配送貨物」に分けて規定したり、一般配送貨物の落下試験条件を重量だけでなく容積も考慮して階級分けしたりするなど、他にはない特徴が見られる。



EN 15552 で適用される試験方法のほとんどは、ISO 規格と整合している EN 規格番号を参照するよう記載されているが、「欧州内の輸送貨物」を対象にしていることや、貨物の階級分け自体がユニークなこともあり、ISO 4180 とは大きく異なる内容となっている。

● 貨物の荷姿・重量等の分類

- ① 「24 時間以内配送」エクスプレス貨物
- ② 一般小口貨物
- ③ 保管・荷扱いの天地が既知の貨物
(さらに重量 50kg 以下と 50kg 超に分類)
- ④ パレタイズされ、さらにストレッチフィルム等で固定された貨物
- ⑤ 海上コンテナ用貨物

● 保証レベル

規定なし

● 試験手順

- ① 「24 時間以内配送」エクスプレス貨物の例

前処置→振動→落下 1 →落下 2

- ② パレタイズ貨物の例

前処置→圧縮→振動→水平衝撃 1 →水平衝撃 2 →落下

● 主な試験方法・条件の特徴

- ① 落下試験条件

「24 時間以内配送」エクスプレス貨物は、まず 1 回目の試験で 1.5m から 6 面落下させなければならず、非常に厳しい。さらに 2 回目は [50 - (貨物重量の kg 値)] cm (最低でも 30cm) という高さからすべての角落下 (計 8 回) を要求される (2 回の合計は 14 回落下)。

一般小口貨物は、重量 20kg 以内または容積 72dm³ 以内では 80cm、重量または容積のどちらかがそれを超える場合は 50cm から、1 角 3 面落下が必要である (合計 4 回落下)。

- ② 振動試験条件

低周波数正弦波固定またはランダム波から選択する。ランダム波が「より現実的」となると書かれているが、加振時間以外の条件設定はユーザーに任されている。

- ③ 圧縮試験条件

試験機で [製品重量 × (積み重ね段数 - 1)] の 2 倍の荷重を 5 分間かける、または、[製品重量 × (積み重ね段数 - 1)] の 1.5 倍のダミーウェイトを 48 時間積載する。



3.3 ASTM D 4169

ASTM D 4169 は、特に米国では長期間にわたって参照されてきた、もっともユーザーの多い輸送包装試験規格のうちの一つである。輸送中の 10 のハザード要因別に対応試験が規定されており、ユーザーの実環境に合わせてそれら試験を組み合わせることで全体試験を構成するようになっている。

JIS Z 0200 や ISO 4180 とコンセプトは似ているが、試験方法や規定されている数値は異なっている。また、同様に保証レベルも規定されているが、その定義は ISO 4180 ほど具体的ではない。

● 貨物の荷姿・重量等の分類

表 6 にある輸送中のハザード要因別に対応試験や関係する荷姿が規定されている。

表 6 ASTM D 4169 ハザード要因

ハザード	対応試験
荷扱い（人手・機械荷役）	落下、衝突、安定性
倉庫での積重ね	圧縮（負荷係数と保証レベルの組合せ）
輸送機関上での積重ね	圧縮（負荷係数と保証レベルの組合せ）
積重ね振動	振動（積み重ねまたはダミーウエイト使用）
輸送振動	振動（ランダムが好ましい）
固定されない貨物の振動	跳上り振動
鉄道貨車連結	水平または傾斜衝撃
環境（気候）	温湿度サイクル、散水
航空機等低気圧	低圧（高度）
Concentrated Impact	Concentrated Impact

● 保証レベル

以下の 3 つのレベルに応じて、異なる厳しさの試験条件が規定される。具体的な基準はなく、選択基準はユーザーに委ねられている。

- I. レベルⅡよりも厳しい。
- II. 通常想定される程度。
- III. レベルⅡよりも厳しくない。

● 試験手順

基本的にはユーザーが実輸送環境に合わせて構築するようになっているが、規格書には 18 の例が提示されている。「一般的」と例示されているのは以下のような手順である。



前処置→落下または衝突または水平衝撃（荷役）1→積み重ね振動→跳上がり振動→水平衝撃（貨車連結）→Concentrated Impact→落下または衝突または水平衝撃（荷役）2

● 主な試験方法・条件の特徴

① 落下試験条件

規格書に記載されている落下高さ条件を表 7 に示す。高さ自体は JIS Z 0200 と比較してさほど相違ないように見えるが、落下方向が 3 角 4 稜 5 面（2 回合計 12 回落下）であることと、何より最後の底面（または最も落下させられやすい面）落下は「規格書記載の高さの 2 倍から落下する」というところが大きく異なる。また、最後の落下は、混載貨物等で落下方向が予測できない場合は、「最重要方向」や「最も弱い部分」となる。

表 7 ASTM D 4169 落下高さ

総重量 (kg)	落下高さ (mm)		
	保証レベル		
	I	II	III
0 to 9.1	610	381	229
9.1 to 18.1	533	330	203
18.1 to 27.2	457	305	178
27.2 to 36.3	381	254	152
36.3 to 45.4	305	229	127
45.4 to 90.7	254	178	102

② 振動試験条件

正弦波とランダム波が両方記載されているが、ランダム波を「好ましい」としている（正弦波は、貨物の共振を観測するためにランダム波と組み合わせて使用することが想定されている）。ランダム振動試験の参考 PSD プロファイルとして、トラック・鉄道・航空機の 3 種類が用意されている。2016 年の改訂ではトラックの PSD プロファイルが大幅に変更となった。トラックだけは「保証レベル」別の試験ではなく、Low, Medium, High の 3 つのレベルの振動をそれぞれ 40, 15, 5 分間印加し、60 分を 1 サイクルとする試験が新たに推奨されている。

③ 圧縮試験条件

JIS Z 0200 にあるような負荷係数が “F Factor” として規定されている（数値や区分方法は異なる）。もしも箱内部の製品が支える荷重の比が既知であれば、“F Factor” を自分で計算して使えるようになっている。

④ その他試験条件

2008 年の改訂で、ASTM D 6344 に規定の “Concentrated Impact Testing” がハ



ザード要因に追加されている。この試験は、両面段ボール（Single Wall）、44ECT 以下の箱やプラ袋包装に要求される。“Concentrated Impact” とは、規定の「衝突体」を貨物へ落下させることで、物流センターのソーター等で発生する、他の貨物との衝突による段ボールの破れや中の商品への悪影響を再現させる試験方法である。

3.4 ASTM D 7386

FedEx 社、UPS 社などの大手運送会社の小口貨物取り扱い急増による輸送環境の変化に対応するため、ASTM D 4169 から 68kg 以下の “Single Parcel” を切り出し、2008 年 3 月に発行された。表 8 に示すように輸送中の 8 つのハザード要因別に対応試験が規定されており、それらの試験を組み合わせることで全体試験を構成するようになっている。圧縮試験は規定されていない。保証レベルは、ASTM D 4169 と同様に具体的な基準がなく、選択基準はユーザーに委ねられている。

細かな数字は異なるが、構成は ISTA 3A 規格に非常に近い。実際のところ、振動の PSD プロファイルは同じものを使用している。

表 8 ASTM D 7386 ハザード要因

ハザード	対応試験
荷扱い（人手・自動）	落下、衝突
振動	振動（個別または積み重ね）
衝突	Bridged Impact
衝突	Hazard Impact
航空機等低気圧	低圧（高度）
衝突・穴あき	Concentrated Impact
衝突	転倒
落下	片支持稜落下

● 貨物の荷姿・重量等の分類

貨物を以下の 4 つのカテゴリに区分し、それぞれに 8 つのハザード要因に対応した試験条件を規定している。

① スタンダード貨物

（②以下のカテゴリに入らないものすべて）

② 小型貨物

（他の小型貨物と一緒に袋詰めで輸送されるもの）

③ フラット貨物

④ “細長” 貨物



● 保証レベル

ASTM D 4169 と同様。3 つのレベルに応じて異なる厳しさの試験条件が規定されるが、具体的なレベル選択基準はない。

● 試験手順（スタンダード貨物の例）

前処置→落下 1→振動 1（積み重ね）→低圧→落下 2→振動 2→落下 3→Concentrated Impact

● 主な試験方法・条件の特徴

① 落下試験条件

スタンダード貨物と小型貨物では全部で 3 回の自由落下が要求されている。フラット貨物と“細長”貨物では、それに片支持稜落下が追加され 4 回の試験がある（さらに転倒試験も加わる）。

表 9 にあるように、3 回の自由落下は 6 角 9 稜 3 面（うち底面 2 回）の計 18 回行う。高さ条件は、重量 31kg までのものとそれ以上（上限 68kg）に分けている。

最後にそれまでより高い位置からの落下を要求されるのは、ASTM D 4169 と似ている。

表 9 ASTM D 7386 落下試験条件

落下 1 回目(mm)								
回数	落下方向		31kg まで			32kg から 68kg		
			保証 1	保証 2	保証 3	保証 1	保証 2	保証 3
1	稜	3-4	508	356	305	406	305	203
2	稜	3-6	508	356	305	406	305	203
3	角	3-4-6	508	356	305	406	305	203
4	面	3	508	356	305	406	305	203
5	角	2-3-5	660	508	406	508	406	305
6	稜	4-6	660	508	406	508	406	305
落下 2 回目(mm)								
回数	落下方向		31kg まで			32kg から 68kg		
			保証 1	保証 2	保証 3	保証 1	保証 2	保証 3
1	稜	2-3	660	508	406	508	406	305
2	角	2-3-6	660	508	406	508	406	305
3	稜	2-5	508	356	305	406	305	203
4	稜	3-5	508	356	305	406	305	203
5	角	3-4-5	508	356	305	406	305	203
6	面	1	508	356	305	406	305	203

落下 3 回目(mm)								
回数	落下方向		31kg まで			32kg から 68kg		
			保証 1	保証 2	保証 3	保証 1	保証 2	保証 3
1	稜	1-2	508	356	305	406	305	203
2	角	1-4-6	508	356	305	406	305	203
3	稜	3-4	660	508	406	508	406	305
4	稜	3-6	660	508	406	508	406	305
5	角	3-4-6	660	508	406	508	406	305
6	面	3	965	813	508	660	610	508

② 振動試験条件

振動試験条件は、北米のトラック輸送振動測定データを反映し、図 1 のような「トレーラ」と「デリバリーバン」のランダム振動試験用 PSD が規定されている。試験手順中の「振動 1」は積み重ね振動をトレーラ PSD で、「振動 2」ではデリバリーバン PSD を使って試験を行う。加振時間はカテゴリ別に規定されている。

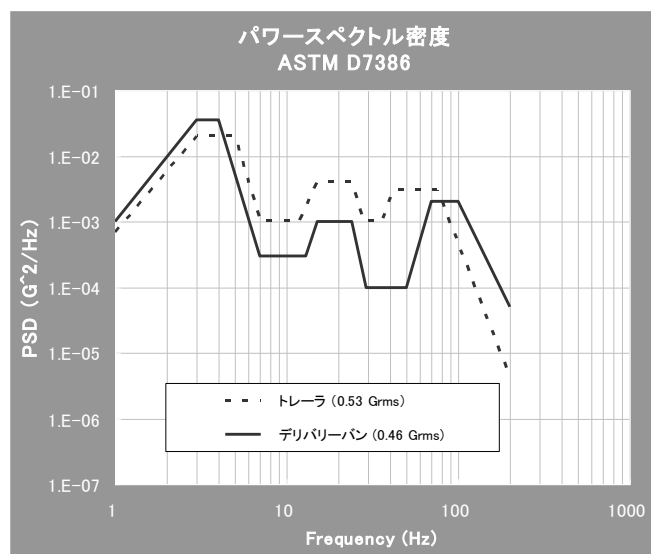


図 1 ASTM D 7386 ランダム振動 PSD

③ その他試験条件

圧縮試験はない。その代わり、積み重ね振動試験による動的圧縮ストレスが付加される。どの貨物カテゴリにも、飛行機輸送や山越えを念頭に置いた低圧試験が必ず組み込まれている（ただし、低圧の影響を受けない貨物は実施しなくて良い）。

“Hazard Impact”、“Bridged Impact” 試験は、ASTM D 4169 の項で説明した“Concentrated Impact” と似た試験方法だが、衝突体の形状や被衝突貨物の設置方法



が異なっている。

3.5 ISTA 3A

ISTA に規定されている試験は、ほとんどが「評価試験方法通則」である。ここでは、その中でも「一般的な輸送環境シミュレーション」である ISTA3 シリーズ試験のうち、ISTA 3A について説明する。

ISTA 3A は、貨物の分類や試験条件に関して、ASTM D 7386 と非常に良く似た規格となっている。UPS 社が顧客に対し、そのタリフで包装貨物を ISTA 3A で試験するよう正式に記載しているため影響力が大きく、ユーザーも多い。

● 貨物の荷姿・重量等の分類

ASTM D 7386 と同様に、以下の 4 つに区分されている。重量はすべて 70kg 以下となる。

- ① スタンダード貨物
(②以下のカテゴリに入らないものすべて)
- ② 小型貨物
(他の小型貨物と一緒に袋詰めで輸送されるもの)
- ③ フラット貨物
- ④ “細長” 貨物

● 保証レベル

規定なし

● 試験手順（スタンダード貨物の例）

常温放置→前処置（オプション）→落下 1→振動 1（積み重ね）→振動 2→振動 3（低圧。オプション）→落下 2

● 主な試験方法・条件の特徴

① 落下試験条件

スタンダード貨物と小型貨物では 2 回の自由落下が要求されている。フラット貨物と“細長”貨物では、それに片支持稜落下が追加され 3 回の試験がある（さらに転倒試験も加わる）。

表 10 は、スタンダード貨物の落下試験条件例である。5 角 8 稜 3 面（底面）の 16 回に加え、2 回目では「最も重要」または「最も弱い」面が加わり、合計 17 回の落下が要求される。高さ条件は、重量 32kg までのものとそれ以上（上限 70kg）に分けている（ASTM D 7386 と値が若干異なるが、これはポンドーキログラム換算の数値の丸め方の違いによ



るもの)。

「落下 1 回目」の 8 番目の底面落下と、「落下 2 回目」の 7 番目の「最も重要または弱い」面での落下は、他の落下と比べて 2 倍の高さを要求されている。2 倍の高さを要求される場所は ASTM D 4169 と似ているが、こちらは 2 回実施しなければならない。

表 10 ISTA 3A 落下試験条件

落下 1 回目(mm)				
回数	落下方向		32kg まで	32kg から 70kg
1	稜	3-4	460	300
2	稜	3-6	460	300
3	稜	4-6	460	300
4	角	3-4-6	460	300
5	角	2-3-5	460	300
6	稜	2-3	460	300
7	稜	1-2	460	300
8	面	3	910	600
9	面	3	460	300
落下 2 回目(mm)				
回数	落下方向		32kg まで	32kg から 70kg
1	稜	3-4	460	300
2	稜	3-6	460	300
3	稜	1-5	460	300
4	角	3-4-6	460	300
5	角	1-2-6	460	300
6	角	1-4-5	460	300
7	最も重要または弱い面		910	600
8	面	3	460	300

② 振動試験条件

ASTM D 7386 とまったく同じトレーラとデリバリーバンの PSD が規定されている。オプションの低圧環境振動試験では、航空機振動の PSD プロファイルが別途規定されている。

③ その他試験条件

ASTM D 7386 と同様に、圧縮試験はない。その代わり、積み重ね振動試験による動的



圧縮ストレスが付加される。

外部の認定試験所に試験を委託するユーザーが多く、試験貨物が外から持ち込まれるケースも多いため、通常の前処置とは別に試験所の中で「常温放置」を 12 時間行うことが規定されている。

4. おわりに

海外の輸送包装試験の方法や条件は国・地域によって様々に規定されている。米国や欧州では、特に落下や振動試験の条件が、近年の輸送環境調査結果を踏まえて以下のように改訂されてきている。

① 落下試験条件

- ・低い高さからの落下を数多く行い、途中や最後に高い落下を盛り込む。
- ・底面回りの落下を増やす。
- ・小口貨物のための落下高さを上げる。

② 振動試験条件

- ・基本的に、正弦波振動よりもランダム振動を推奨する。
- ・実輸送環境計測から得られたランダム振動の PSD プロファイルを規定に盛り込む。

特に、小口貨物の落下試験では厳しい条件（高さ・回数）を課す方向となっており、e コマースで一般消費者向けに直接販売されるような商品の包装は大きな影響を受ける。ASTM や ISTA などは、規格改訂のサイクルも早くなっているため、なるべく最新情報を入手しておくことをおすすめする。

<参考文献>

- 1) 「海外の輸送包装試験規格」、日本包装学会誌 Vol.19 No.1 p.p. 3-16、高木雅広、2010
- 2) 「海外向け輸送包装試験に求められる方法と条件」、包装技術 Vol.48 No.4 p.p. 16-27、高木雅広、2010
- 3) ISO 4180:2009 “Packaging - Complete, filled transport packages - General rules for the compilation of performance test schedules”、2009
- 4) BS EN 15552:2008 “Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads - Performance testing schedules for common distribution chains”、British Standards Institution、2009
- 5) ASTM D 4169-16 “Standard Practice for Performance Testing of Shipping Containers and Systems”、ASTM International、2016
- 6) ASTM D7386-16 “Standard Practice for Performance Testing of Packages for Single Parcel Delivery Systems”、ASTM International、2016
- 7) ISTA Resource Book 2016、International Safe Transit Association、2016