

輸送包装の標準化と 3R

Standardization of Transport Packaging and the Local 3R(Reduce, Reuse, Recycle)

寺岸 義春*

Teragishi Yoshiharu

(2007年7月31日 受理)

キーワード：輸送包装, 標準化, 3R (Reduce, Reuse, Recycle), 包装貨物試験

1. はじめに

わが国で経済復興と産業発展のツールに輸送包装の「標準化」が叫ばれ、大手の荷主企業や輸送事業者、包装材企業で「標準化」の取組みが始まったのは1960年初頭である。以来、ほぼ50年が経過し、輸送包装の「標準化」も包装材料、容器、輸送機器から評価試験までJIS化が進み、さらに現在では生産のグローバル化に伴い、国際標準化(ISO)まで進展してきた。

一方、昨年、容器包装リサイクル法¹⁾と、環境負荷低減のために省エネ法²⁾が改正(以下改正省エネ法という)され、容器包装リサイクル法では3R(Reduce, Reuse, Recycle)の推進、改正省エネ法では大手の荷主企業と輸送事業者に対して定期報告書によるエネルギー消費量の報告やエネルギー使用原単位を前年比1%削減する義務が課された。これを受けて輸送包装(大手の荷主企業)の現場では、両法律を履行するため、これまで以上に標準化による輸送効率の向上と3Rを推進しなければならない状況になっている。

ここでは、現状の輸送包装の標準化について解説しながら、当所で実施している包装貨物試験等のできる3Rや、これからの輸送包装のあり方について紹介する。

2. 輸送包装の標準化の起源

物品などについて消費者の手元に渡すために施す包装を消費者(生活者)包装といい、これに対して輸送を目的として物品に施す包装を輸送包装と呼んでいる。

輸送包装の標準化の起源について調査した結果では、前近代的な輸送包装の仕様(木箱、むしろ等)が多く、人的荷役作業の生産性の低さや輸送中の内容品を含む包装貨物の損傷に悩まされていた輸送事業者である国鉄(JRの前身)と、大手の荷主企業である家電企業や包装材企業と共に「輸送包装の標準化」を推進した文献が多数³⁻⁵⁾発見された。これらは1963年に創立した(社)日本包装技術協会(JPI)がその直後に創刊した協会誌「包装技術」でみられ、その一つに向野⁶⁾は当時の「包装の標準化」が生むメリットとして、3S運動の主旨① Simplification(単純化)、② Standardization(標準化)、③ Socialization(専門化)を考慮した、a) 包装強度の標準化、b) 包装寸法の標準化、c) 包装材料の標準化、d) 包装技法の標準化があり、これらは「包装を標準化」するとき欠かせない項目で、各項目で得られるメリットについて詳細に述べている。わが国の輸送包装の標準化の起源は、この頃であると言える。

3. 輸送包装の標準化の現状

輸送包装の機能は、物品の流通過程においてそれを保護し、ある単位を形成し、また内容および取扱上の情報を伝達し利便性を附加することにある。問題は物

* 情報電子部 信頼性・生活科学

品の種類や性状が多様で、流通には物的流通(物流)と商的流通(商流)があり、物品には原材料、中間加工品、部品、完成品のすべてが輸送包装という媒体を介して流通している。このようなことから、輸送包装の設計に関しては考慮すべき要因がすべて同じではない。包装材の使用に関しては、容器包装リサイクル法を考慮した材料選択や、高齢者や障害のある人々に配慮したユニバーサルデザイン、改正省エネ法からは、CO₂削減のためこれまで以上に包装材を削減した設計が望まれる。その内容は極めて広範になるためできるだけ単純化した上で、パッケージデザインから包装機械適正、輸送効率まで含めた包装設計、またこれらの包装貨物試験まで包含した「輸送包装の標準化」を完備させる必要がある。

(1) 社内基準

わが国で輸送包装の標準化の取り組みが始まった1963年頃は、輸送機関や倉庫保管の設備も十分ではなく、荷役は人的荷役が主で行われていた。出荷量が拡大する大手家電企業等で輸送中の製品を保護するため、輸送包装の社内規格作りが行われ、木箱から段ボール箱化への仕様変更も進んだ。また輸送包装設計の指針となる包装材料規格や製品出荷時の包装貨物試験の基準も作成された。これらの社内基準は公表されていないが、物流環境の調査を実施しながらその結果で見直され現在も各社に存在する。

これらの社内規格は当時未整備の国内基準の整備に影響を与え、特に1973年に制定⁷⁾されその後改訂されながら現在も多く企業で参照されているJIS Z 0200「包装貨物—評価試験方法通則」の原点になっている。

(2) 国内基準 (JIS)

製品出荷時に行う輸送包装に関する代表的な包装貨物試験規格(落下、振動、圧縮)は、1950年から1960年の間に制定された。その当時府下企業の輸出振興を支援するために実施していた包装貨物試験(依頼試験およびその後の機器貸与)は、試験機も進化し、現在も継続して多数の企業に利用されている。しかし、当初の規格は試験機や試験方法についてのみ規定されたもので、輸送包装の設計指針になる試験基準(例えば、落下高さ、振動条件、段ボール箱の圧縮強さ等)は各社で決める必要があった。

専門スタッフがいる前出の大手家電企業等は、輸送環境記録計等を組み込んだダミー包装貨物を自社の輸送経路で輸送し、その環境(衝撃、振動、温度、湿度)、保管倉庫ではこれに加えて保管状況(貨物の積み上げ段数)を自社で調査し、その社内基準を作成で

きたが、中小企業や他の企業は、基準の作成は難しく公的な基準が求められるようになった。ほぼこのような経緯で制定されたのが、前出の試験基準を示した「包装貨物—評価試験方法通則」である。この規格も現在「ISO/IECガイド21:1999」に基づいて国際化を図るためISOとの整合化作業が進められている。この作業を進める国内対策委員会に当所からも委員を派遣している。

(3) 国際基準

輸送包装の国際基準としては、前出の「包装貨物—評価試験方法通則」の附属書2(規定)にISO 4180/2「包装貨物—性能試験計画、作成の一般規則—第2部:量的データ」がある。また、米国の国内基準であるが、極めて影響力の強いASTM(米国試験・材料協会規格)、MIL(米軍仕様書)や段ボール箱の仕様書等で知られているルール41(鉄道運賃等級段ボール箱仕様書)やアイテム222(米国トラック運賃等級段ボール箱仕様書)がある。

自社貨物を国内、国外に出荷する場合、複数の包装貨物を、機械および器具による取扱いに適するように、パレット、コンテナなどを使って一つの単位にまとめたものを、一貫して効率よく輸送する方法をユニットロードシステムという。この輸送包装の標準化設計の指針となる基準にJIS Z 0650「ユニットロードシステム通則」がある。また、このユニットロードシステムを評価する試験にJIS Z 0170「ユニットロード—安定性試験方法」ISO 10531:1992(IDT)があり、この両規格は、輸送包装の標準化を進めるために目指してきた規格であり、3Rを進めるために今後も極めて重要な規格である。輸送効率を向上させるため、ユニットロードシステムで用いるJIS Z 0105包装貨物—モジュール寸法が1970年に制定され、その後改正され今日に至っている。

表1はこの規格の包装モジュール寸法を示したもので、JIS Z 0161の550×366mmから導かれるものと、ISO 3394の600×400mmから導かれる包装モジュール寸法が示されている。わが国では、1964年にJIS D 6002に鉄道輸送用として1100×1100mmのパレットを標準としてJIS化し、当時の国鉄は、大手荷主にこの標準パレットの使用に特典(パレット運賃、返送料の免除等)を与え標準パレットの普及を図ってきた。しかし、国外では米国(1219×1016mm)、欧州(1200×800mm)の標準パレットが普及しており、ISOは欧州の標準パレットを規定していた。1992年ISO/TC51マドリッド会議においてISO 6780(パレットの主要寸法規格)の改正を提案し、以来10年に及ぶ欧米諸

表1 包装モジュール寸法 単位 mm

JIS Z 0161 550 × 366 mm から導かれる 包装モジュール寸法		ISO 3394 600 × 400 mm から導かれる 包装モジュール寸法	
項目	寸法	項目	寸法
倍数系列	1100 × 1100	倍数系列	1200 × 1000
	1100 × 733		1200 × 800
	1100 × 550		1200 × 600
	1100 × 366		1200 × 400
	733 × 550		800 × 600
包装モジュール	550 × 366	包装モジュール	600 × 400
分割系列	275 × 366	分割系列	300 × 400
	183 × 366		200 × 400
	137 × 366		150 × 400
	110 × 366		120 × 400
	550 × 183		600 × 200
	183 × 183		300 × 200
	137 × 183		200 × 200
	110 × 183		150 × 200
	550 × 122		120 × 200
	275 × 122		600 × 133
	183 × 122		300 × 133
	137 × 122		200 × 133
	110 × 122		150 × 133
			120 × 133
			600 × 100
	300 × 100		
	200 × 100		
	150 × 100		
	120 × 100		

表2 F社の段ボール箱強度ガイドライン

FedEx 箱の強度ガイドライン		
内容物の最大許容重量 (kg)	箱の最大寸法 (cm)	破裂強さ (kPa)
両面段ボール箱		
10	120	640
<i>13.6</i>	<i>191</i>	<i>1379</i>
20	150	785
<i>18.1</i>	<i>191</i>	<i>1379</i>
<i>22.7</i>	<i>216</i>	<i>1724</i>
<i>29.5</i>	<i>241</i>	<i>1896</i>
30	175	1180
<i>36.3</i>	<i>267</i>	<i>2413</i>
40	200	1570
複両面段ボール箱		
20	150	785
<i>27.2</i>	<i>216</i>	<i>1379</i>
30	175	980
<i>36.3</i>	<i>241</i>	<i>1896</i>
40	200	1380
<i>45.4</i>	<i>267</i>	<i>2413</i>
50	290	1770
<i>54.4</i>	<i>279</i>	<i>2758</i>
<i>63.5</i>	<i>292</i>	<i>3447</i>
<i>68.0</i>	<i>305</i>	<i>4137</i>

国との折衝の結果、2003年にわが国の標準パレット 1100 × 1100 mm が国際規格に認知された。

(4) 輸送事業者による輸送包装の基準

個人のインターネット(以下ネットという)加入者の急増とともに、ネットを利用した個人取引が増加してきた。店頭販売でないこれらの輸送経路は、従来の大手の荷主企業が商品を輸送していた経路とは違い、個人に直接宅配される。利便性が高いため今後もさらに増加すると考えられるが、これまで自社の輸送経路で築いてきた輸送包装仕様の基準を見直し、ネット商品に対して包装仕様を変えている企業もある。

一方、最近、府下でも欧米の国際輸送事業者の集配(宅配)車を日常的に見かけるようになってきた。これらは自社の貨物専用機を全世界に就航させ、陸上輸送と組み合わせたEDS(エクスプレス・デリバリ・サービス)で高付加価値商品の物流をドア・ツー・ドアで一括して引き受けることができる国際輸送事業者の集配車である。現在、よく見かける国際輸送事業者は、米国のFedEx社、UPS社、ドイツのDHL社、オランダのTNT社の4社で、現在日本の国際物流(宅配)市場の7割をこの4社で扱っていると言われている⁸⁾。

表2は、FedEx社(以下F社という)が、ネット上で公開している自社の梱包の手引き⁹⁾である。これは荷主に対して出荷時に用いる段ボール箱の強度を示したものに、JISでこれに関連するJIS Z 1506外装用段ボール箱で示されている最大総質量と最大寸法、JIS Z 1516外装用段ボールで示されている破裂強さを並べて(太字がJIS値、斜文字がF社値)示したものである。

表2で見られるように国際輸送事業者が箱の強度ガイドラインで示す段ボール箱に対する各数値は、JIS値よりかなり高い数値まであり、JISより多様な包装貨物に対応していることが分かる。この箱の強度ガイドラインはF社独自の基準ではなく、同業のUPS社も同じ基準を示している。これは、両企業とも前出のアイテム222や同じ内容のルール41を採用していることによる。さらに、両規格は輸送事業者が作成したものであるが、米国ではMILやFS(米国連邦仕様書・規格)にも引用されている。その主旨は、①貨物の取扱い、配送による破損を防ぐ②破損発生時の報償体制整備と③米国のような広大で多数民族国家では、これらの施策が必要とされている。

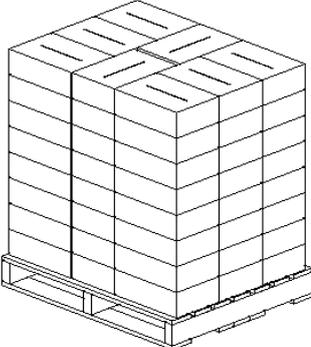
現在のところわが国の輸送事業者で、輸送用段ボール箱強度を盛り込んだ梱包の手引きを作成しているところは見あたらない。しかし、今後日本の輸送事業者も国際化のため再編が進み、欧米の企業と同じような梱包の手引きを持つ企業が出現してくると思われる。さらにF社の梱包の手引きでは、壊れやすい商品には大手の荷主企業で緩衝包装が施されている包装貨物でも、再度この箱ごとエア緩衝材等で包んでから箱詰めをする二重箱包装を行うよう指示している。これに対し大手の荷主企業では、国外への出荷時には自社包装貨物でコンテナを満たし、できる限り人的荷役が伴わないユニットロード化した輸送で、貨物の安全を確保するような対策をしている。

(5) 輸送包装の標準化と輸送効率

物流の輸送効率を向上させるため、ユニットロードシステムで用いる JIS Z 0105 包装貨物—モジュール寸法については、(3) 項ですでに国際規格に認知されていることについて述べた。輸送包装の標準化が輸送効率を向上させる例を表3に示す。表3は大手飲料の荷主事業者で実用されているパレット積み付けパターンとユニットロードを示している。大量生産される事業者では、ロボットによるパレット上への包装貨物の積み付けを最も効率よくし、自動倉庫からトラックに積

表3 パレット積み付けパターンとユニットロード

(例)
 350ml 缶の寸法：JIS Z 1571 表1 参照
 ①缶の呼び(参考)：211×413
 種類：350 グラム缶
 寸法：内径 65.4 mm×高さ 122 mm
 内容積：371 ml
 ②24 缶入り段ボール箱の外寸法と質量
 外寸法：長さ 406 mm×幅 275 mm×深さ 130 mm
 質量：9.2 kg
 ③パレットの寸法：JIS-Z-0651 の図2 参照
 外寸法：長さ 900 mm×幅 1100 mm×高さ 144 mm
 質量：20.4 kg



350 ml 缶 24 本入り段ボール包装貨物のパレットへの積み付けパターン

み込む荷役も極めて短時間でほぼ自動で行えるようになってきている。

4. 包装貨物試験の実施と 3R

大手出荷事業者の輸送包装の現場では、常に前出の輸送包装の標準化や近年の環境問題から大きく叫ばれるようになった 3R について、これまでも様々な取り組みがなされてきた。また、出荷する包装貨物については、自社の包装仕様で輸送中(荷役を含む)の危難から製品を保護できることを確認するために包装貨物試験が行われている。ここでは、当所でも行っている包装貨物試験で実施できる省資源への取り組みの提案と関係事業者から最近公表された再使用の事例を2例紹介する。

(1) 製品衝撃強さの向上による取り組み (Reduce)

通常の製品は輸送中に生じる落下衝撃から製品を保護するために、緩衝材を用いた緩衝包装が施されている。この際的设计は、輸送中に想定される落下高さから製品を保護するために緩衝材(支持面積、厚さ)を設計基準に沿って使用する。図1は(社)日本電機工業会に加盟する大手家電企業が出荷する各社の主要製品の包装貨物の総質量と落下試験高さの関係を示したものである。

図1でみられるように底面落下の落下高さは、前出の JIS Z 0200 のレベル I で、底面落下高さはレベル II であると報告¹⁰⁾している。これらの企業は、早くから輸送包装関係の専門スタッフが常駐し、輸送中の衝撃に対する製品の耐衝撃性を向上させることにも取り組んでいる。

製品の耐衝撃性を向上させることで、包装貨物の緩衝材を削減または製品の固定のみの包装設計が可能になるので紹介する。それは、JIS Z 0119 包装及び製品設計のための製品衝撃強さ試験方法に記されており、この試験で用いる自由落下型衝撃試験機例を図2に示す。この試験には、許容速度変化試験(A法)と許容加速度試験(B法)がある。図3にこの試験で得られ

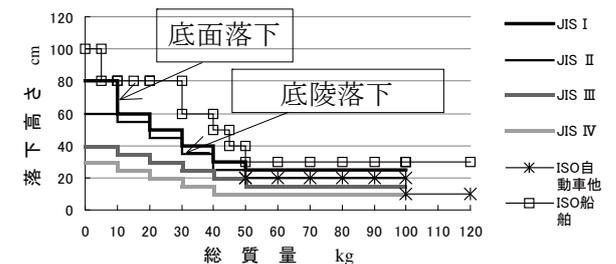


図1 落下高さと総質量の関係

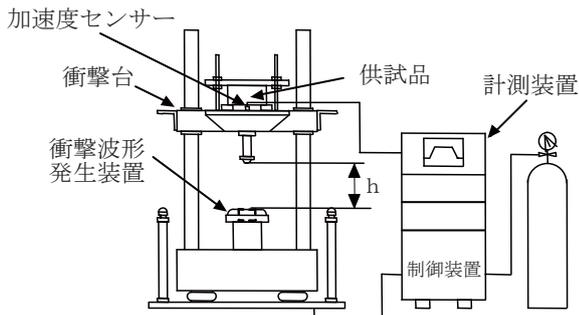


図2 自由落下型衝撃試験機例

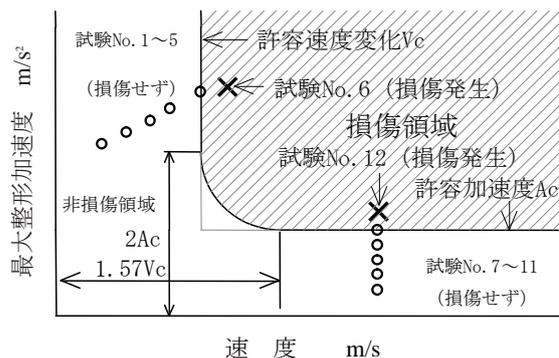


図3 損傷境界曲線

る製品の損傷境界線図を示す。

A法は製品が製造過程や携帯時など、包装が施されない環境下で耐えられる許容速度変化を決定する試験である。図2に示すように衝撃台に供試品を取り付け、図3の試験No.1～5で示すように、損傷が発生しないと予測できる落下高さhから試験を開始し、衝撃を加えた後に損傷の有無を検査する。供試品に損傷がなければ前回と同じ方法で、供試品を衝撃台に取り付け、損傷が認められるまで加速度を増加して試験を繰り返す。供試品に損傷が認められた試験の1回前の試験による速度変化を許容速度変化という。このA法では衝撃持続時間の短い(3ms以下)正弦半波を衝撃パルスとして用いる。

これに対してB法は緩衝包装設計のための許容加速度を決定する試験である。A法で求めた許容速度変化の約1.6倍以上になるように衝撃台の落下高さhを設定し、図3の試験No.7～11で示すように、損傷が発生しないと予測できる落下高さhから試験を開始する。衝撃を加えた後に損傷の有無を検査しながら、試験を続ける方法および許容加速度を決定する方法は、A法のとおりである。このB法では衝撃持続時間の長い台形波を衝撃パルスとして用いる。このように対象の供試品についてA法で求めた許容速度変化とB法で求めた許容加速度で結んだ曲線を損傷境界曲線と言う。

図3でも見られるように、この曲線で供試品が衝撃で破損する損傷領域と衝撃で破損しない非損傷領域を明らかにすることができる。しかし、A法で求めた許容速度変化が流通(輸送)過程で製品が受ける速度変化より大きい下記のような場合、

$$V = (1 + e)\sqrt{2gh} < Vc$$

ここに、V：流過程で製品が受ける速度変化(m/s)

Vc：供試品の許容速度変化(m/s)

h：落下高さ(m)

g：重力加速度(9.8m/s)

e：反発係数(不明なときは1.0)

B法の試験を省略してよい。

最近では、携帯時に誤って落としても簡単に破損しない許容速度変化値の高いモバイル製品が出現してきている。これからは他製品についても試作段階でこの試験を実施し、脆弱部分を削除しながら、できる限りコストを掛けずに設計変更等で製品の耐衝撃性を向上させ、その成果として包装仕様の簡易化で包装材の省資源が可能になる。また、非線形製品の製品衝撃強さ試験については、当所の中嶋の報告¹⁾を参照してほしい。

(2) 複合荷重負担包装による取り組み (Reduce)

製品が入った段ボール箱包装貨物は、輸送中や保管時に積み重ねられる。この間、積み重ねられた貨物質量が最下段の段ボール箱や製品に積載(死)荷重として働き、段ボール箱の圧縮強さが積載(死)荷重に対して不十分なとき、段ボール箱や製品に損傷が発生する。このような現象を防止するため前出のJIS Z 0200 5.5圧縮試験では、次式によって算出した荷重を加え、直ちに取り外す試験を行っている。

$$F = 9.8 \times K \times M \times (n - 1)$$

ここに、F：荷重(N)

K：負荷係数

n：流通時の最大積み重ね段数

M：供試品の総質量(kg)

負荷係数は、安全率のようなもので保管時の負荷(積載)の状況と容器の吸湿性等により、1から7まで決められている。

積み重ね保管時に、①内容品及び内装容器が荷重を負担し、外装容器が荷重の負担を考慮する必要がない場合は、容器の吸湿性に関係なく負荷係数は1である。前出の報告で家電製品の冷蔵庫、洗濯機、エアコンの室外機等は、積み上げ荷重が大きい製品に改善し、負荷係数が1の包装が施され積み重ね保管時の荷重は、



図4 複合荷重負担実験の試料
(深さ+5 mmの試料)

製品が受けている。このような包装仕様を採用することで、包装材の省資源化を図って成功している。

これに対して②内容品、緩衝材、外装容器等が複合して荷重を分担するときの荷重係数は、吸湿性に伴って2～4と高くなっている。さらに荷重係数が5～7は③段ボール箱等の外装容器だけが荷重を負担する場合である。ここで、②のような包装仕様を採用されるとき段ボール箱の圧縮強さと箱深さの関係をみるために、段ボール箱試作機で箱深さの内寸法より+5 mm, +3 mm, ±0 mm, -3 mm, -5 mmの段ボール箱(両面A段)を各3箱試作した。これらの段ボール箱にアクリル板製ダミー製品(外寸法:380×280×250 mm, 質量:12.3 kg)を厚さ40 mmの緩衝材(15倍発泡のコーナパッド)で支える包装仕様の段ボール箱包装貨物(図4参照)を試料とし、前処置(温度:23℃, 相対湿度:50%, 24時間)後圧縮試験を行った。

図5に各試料の最大圧縮強さ平均値を、空箱の最大圧縮強さを基準に、箱深さと最大圧縮強さの関係で示したが、いずれの場合も空箱より最大圧縮強さは高くなっており、実用上は作業性が悪くなるが、箱深さを内寸法より少なくした方が高い値を示している。複合荷重負担包装は、本実験結果でも段ボール箱の最大圧縮強さが空箱に比べて、通常の内寸法でも49%高くなることが分かった。このことは、従来の段ボール箱の材質の見直しや、最近普及し始めたC段(段形状がCの両面段ボール箱)への移行等で包装仕様が変更しやすくなり省資源が図れることを示している。

実際に省資源化を進めるときは、包装貨物試験を並行して行うのが基本であると考え。

(3) これからの包装貨物振動試験による取り組み (Reduce)

包装貨物の耐振性を評価する振動試験の規格には、前出のJIS Z 0200 (1999), JIS Z 0232 (2004) 包装貨物—振動試験方法, ISO, ASTM, MIL等があり、振動条件は、一様振動, 掃引振動, ランダム振動がある。

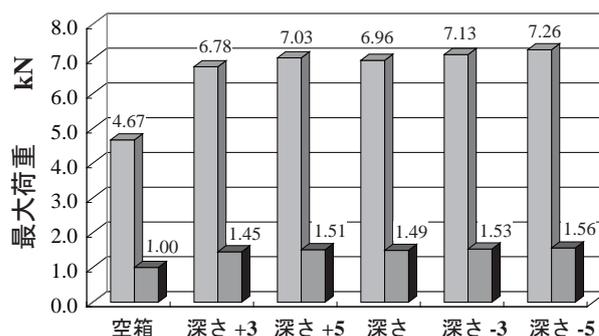


図5 荷重分担時の段ボール箱の圧縮強さと箱深さ(内寸法)

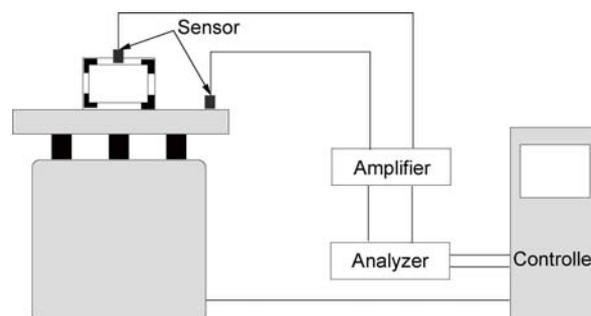


図6 非線形振動対応型の試験装置

これらの規格や振動条件に対して関係企業の実施状況は、一通りではなく、前出の大手家電企業が実施している振動条件も、報告¹⁰⁾では各社の主要製品の包装貨物の振動試験に、この一様振動, 掃引振動, ランダム振動が採用されている。

また、振動加速度や加振時間も各社で異なっているのが現状である。これは、自社基準の違いもあるが、輸送機関(トラック, 貨車, 船, 飛行機等)の違いや仕入れ先(輸出)との契約に試験条件が付帯している場合、契約にある試験条件を取り入れる事などから生じている現象である。しかし、各社とも輸送時と等価な試験条件で自社の包装貨物を評価し、常に省資源を考えた包装設計に腐心している状況にある。

当所では、中嶋らがIMV(株)と共同で試験条件が自動的に導出でき、包装貨物振動試験で多くみられる非線形振動に対応できる次世代振動耐久性評価装置およびシステムを開発した。開発した試験装置を図6に示したが、本システムの特徴は、次の2点になっている。

(A) システムの特徴 (特願 2003-424895)

①非線形対応型 輸送中の包装貨物の振動伝達特性は多くの場合、非線形(ガタ振動, 叩き合い振動, 液体振動など)であることから本システムでは、センサー計測データを用いることにより非線形振動伝達を

考慮した試験を可能にした。

②蓄積疲労スペクトル 試験条件導出には、周波数毎に独立してその蓄積疲労を評価できる蓄積疲労スペクトルという概念を導入した。

また、新しい機能としては、次の4点が上げられる。

(B) システムの機能 (特願 2006-116890)

①輸送シナリオ作成機能 公開されている代表的な輸送振動がデータベース化されており、複数の輸送経路を and, or などの論理演算式により輸送シナリオとして結合できる。

②市場許容破損確率の設定機能 市場許容破損確率を入力することにより、試験の厳しさが補正できる機能を搭載した。

③試験条件の自動導出機能 担当者の経験を数値データに換算でき誰もが容易にその導出根拠が把握できる。

④振動応答の異状監視機能試験中に試料の異状がわかり、より正確な耐久性が把握できる。

以上、IMV(株)と共同開発した次世代振動耐久性評価装置およびシステムについて簡単にふれたが、詳細については、日本包装学会の「蓄積疲労評価型振動試験システムの提案」¹²⁾で報告している。

(4) 包装材再使用 (Reuse) システムの例 1¹³⁾

建築現場には、建築中に建物に設備される機器が多く納入される。機器の納入後その役割を終えた段ボール等包装材の使用量の削減は、これまでも大きな問題で、建築事業者と納入事業者の間で可能な機器からできる限り包装材を使用しない輸送包装形態を採用するなどの対策がとられてきた。

図7に示す包装材の再使用システム例1は、給湯器の製造事業者N社が、H社と共同で開発したもので、図7でも示すように包装仕様は製品の上下を緩衝性のあるプラスチック製トレーではさみ、バンドで固定した後にフィルムで覆う形式である。建築現場で外したプラスチック製トレーを再び製造工場へ戻し、再使用の前にトレーの検査を実施し、問題がなければ包装材として再使用するシステムである。

N社の落下試験で、20回の再使用に相当する衝撃を連続して加えた結果、著しい劣化はなく良好な結果が得られている。ここでは自社製品の包装材を自社内の閉ループでリユースする例として紹介した。

(5) 包装材再使用 (Reuse) システムの例 2¹⁴⁾

前項(4)では自社内の閉ループで包装材をリユースする例を示したが、それに対してネット上で運営する、基本的には開ループのシステムを紹介する。

図8に示す包装材の再使用システム例2は、O社が

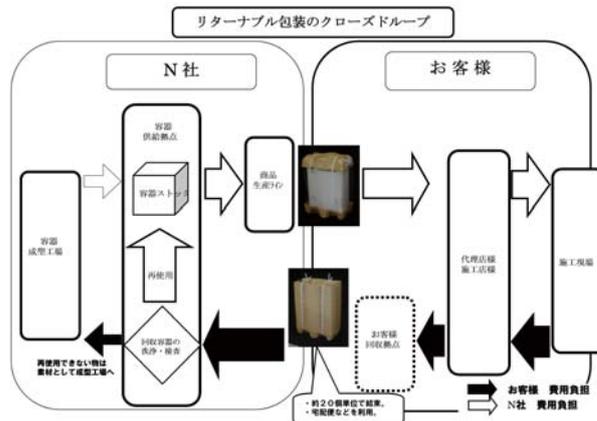


図7 包装材の再使用システム例1

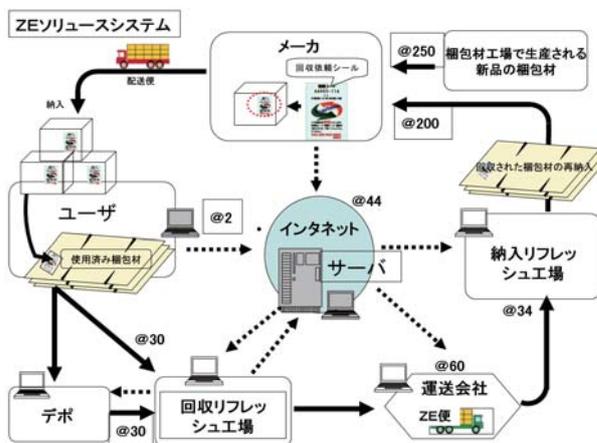


図8 包装材の再使用システム例2

開発したもので二つのシステムと多数の輸送事業者から成り立つシステムである。二つのシステムの一つは包装材の管理システムで、他の一つはトラック等の物流マッチングシステムである。ここでの包装材は事業者の業種により異なるが、段ボール、プラスチック製段ボール、スチールパレット、フレコンバッグ、溶接ワイヤー包装ドラム、オリコン等である。これらの包装材に認識コードを貼付することで、回収・選別・修繕を可能とし、再び元の利用製造工場にその包装材を再販するシステムである。

全ての種類の包装材に適合させる必要は無く、利用事業者の要望を前提とした上でリユース (Reuse) に適した包装材のみに適合し、また全量回収を保証するシステムではなく、回収できたものの中から再利用可能なものだけを納品するシステムである。本システムは、リユース (Reuse) で難しいと言われている効率や費用が、利用者が増えるほど効率上がり、費用の削減や環境負荷を低減できるシステム例として紹介した。

5. おわりに

現状の輸送包装の標準化について解説するとともに、当所で実施している包装貨物試験等のできる3Rについても検討した。その結果、輸送包装の標準化については、関係者の長年の努力で標準化の基本である包装モジュール寸法も国際化され、輸送効率の良いユニットロードシステムが国内外で可能な状況にある。すでに包装モジュール寸法を取り入れ、輸送効率を上げ省エネ法への対応が進んでいる荷主事業者もある。今後はこれまで困難であるといわれていた工業製品等でもできる製品から標準化を図り、多くの標準包装材の出現でこれまで以上に包装材の削減に努める必要がある。

一方、包装貨物試験の実施で行う3Rでは、①自由落下型衝撃試験機を用いる製品衝撃強さ試験 ②複合荷重負担包装 ③これからの包装貨物振動試験の各取り組みについて述べた。関係する試験を実施してその結果を見てほしい。さらに、包装材再使用システム(Reuse)を自社内で行う閉ループと多数の事業者が参加する開ループで行う2例を紹介した。今後、このようなシステムは益々注目を集めると考えるが、ここでも、標準包装材を用いより多くの事業者が参加したシステムを完成させることが、必要になってくる。

謝 辞

本稿の作成にあたり資料提供を依頼したところ快く提供下さった、日立物流(株)の松田考司、(株)ノーリツの永見静太郎、オリオンテック(株)の島田正春の各氏に謝意を申し述べます。

参考文献

- 1) 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律，制定1995，改正2006.
- 2) エネルギーの使用の合理化に関する法律，制定1979，改正2006.
- 3) 片山伊代吉：包装技術，**1**(1963)p.17.
- 4) 長谷川良雄：包装技術，**1**(1963)p.45.
- 5) 中山武男：包装技術，**3**(1965)p.34.
- 6) 向野元生：包装技術，**3**(1965)p.12.
- 7) JIS Z 0200(1973)；適正包装貨物試験方法通則.
- 8) オークラ物流システム情報誌[シーズ]，**43**,5(2007)p.2.
- 9) フェデックスエクスプレス：URL <http://www.fedex.com/downloads/jp/packagingtips/howtopack.pdf/>.
- 10) (社)日本電機工会包装委員会，包装技術，**43**(2005)p4.
- 11) 中嶋隆勝：神戸商船大学学位論文(2003)p.3.
- 12) 中嶋隆勝，津田和城，川田浩二，山内桂門：日本包装学会誌，**16**(2007)p.41.
- 13) (株)ノーリツ：URL <http://www.noritz.co.jp/eco/houkoku/housou.html/>.
- 14) 島田正春：日本ロジステックシステム協会講演資料，**8**(2006)(オリオンテック(株)：URL <http://www.oriontec.co.jp/powerpoint.htm/>.)