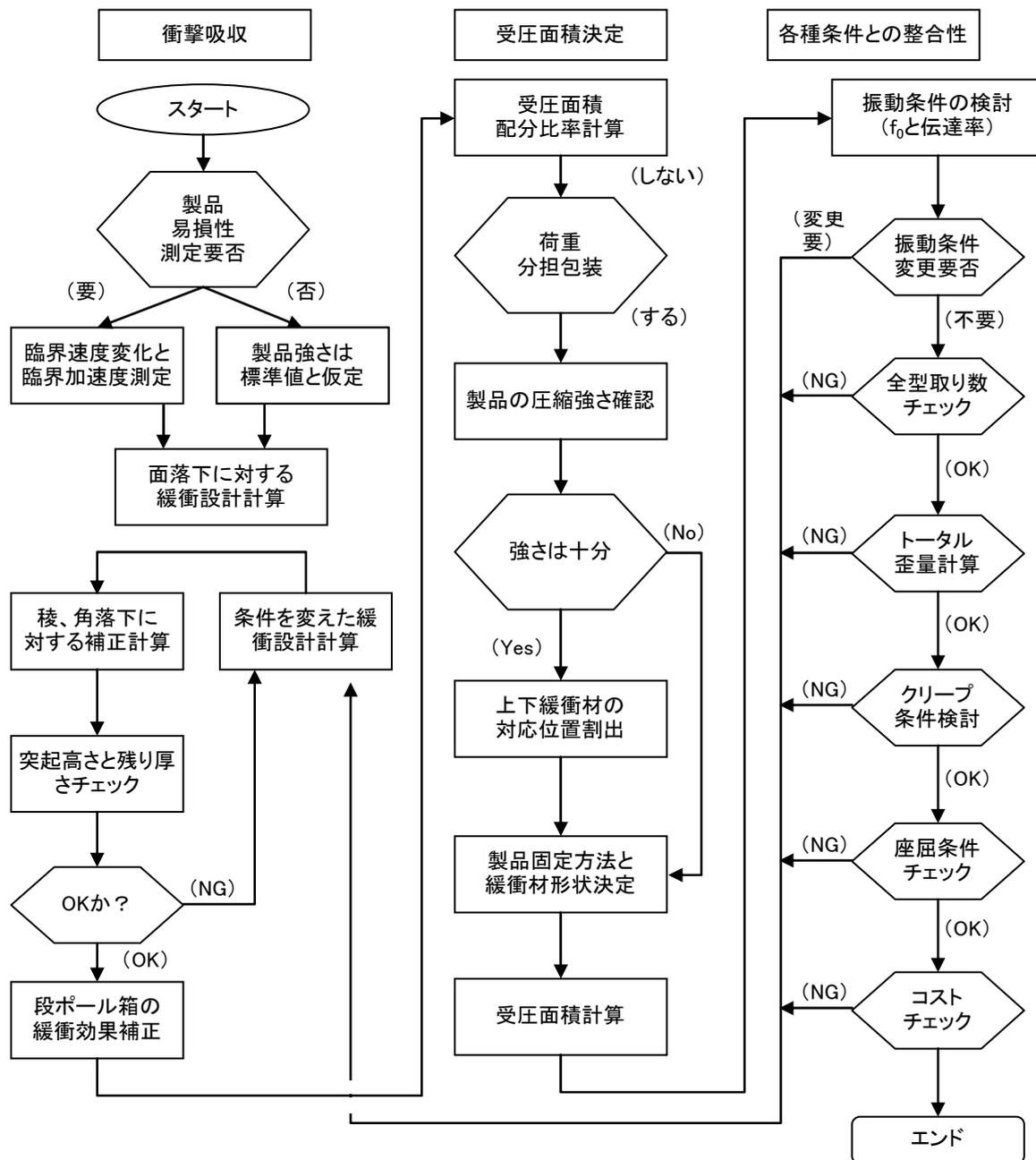


### 6.3 包装設計ガイドライン

包装の第一の目的は、包装しようとする対象物を生産場所から最終消費者の手に届くまで、安全に保護することである。輸送中に被包装物に加わる障害の要素としては、荷扱による落下衝撃、輸送機関の荷台振動、倉庫保管中の積圧荷重、温湿度変化、等の様々な要素があるが、最も大きなダメージを与えるファクターは**荷扱により発生する落下衝撃**である。緩衝包装設計はこの荷扱により発生する衝撃的な外力からの被包装物の保護を最大の目的としている。緩衝包装とは、衝撃的な外力で被包装物を損なうことを防止するために外力の衝撃を和らげ、被包装物が耐えることのできる範囲内の衝撃になるよう、衝撃を緩和してやることである。緩衝包装は主として工業製品を対象に用いられる包装技法で、次の3ステップで構成される。

- (1) 緩衝設計計算           :       緩衝材の必要厚さと受圧面積の決定
- (2) 緩衝材計上の決定   :       製品への緩衝材の当て方の決定
- (3) 設計図面の作成       :       緩衝材仕様の図面化

そして、包装設計を進めてゆく上で、緩衝設計の考え方として包装設計の手順と緩衝設計のフローチャートを示すと、次のようになる。



Source: 包装技術学校「緩衝包装技法・包装貨物試験法」、長谷川淳英著・日刊工業新聞社、2005

図 6.3-1 緩衝包装設計手順のフローチャート

設計手順のフローチャートの緩衝設計の部分フローチャートの形式で示すと下記のごとくなる。緩衝設計は決定すべき初期条件を決めた後、必要なグラフを利用して、フローの手順に従って計算すれば容易に実施できるが、稜、角落下の場合の計算方法は確定した方法がなく、経験によって数値を決定している。段ボールなどの外装箱の緩衝特性の補正係数に関しては、段ボール外装の素材の種類、外装箱形状などによって、数値が変化するため、実際の緩衝設計には製品に対する十分な知識とある程度の緩衝設計の経験が必要となる。

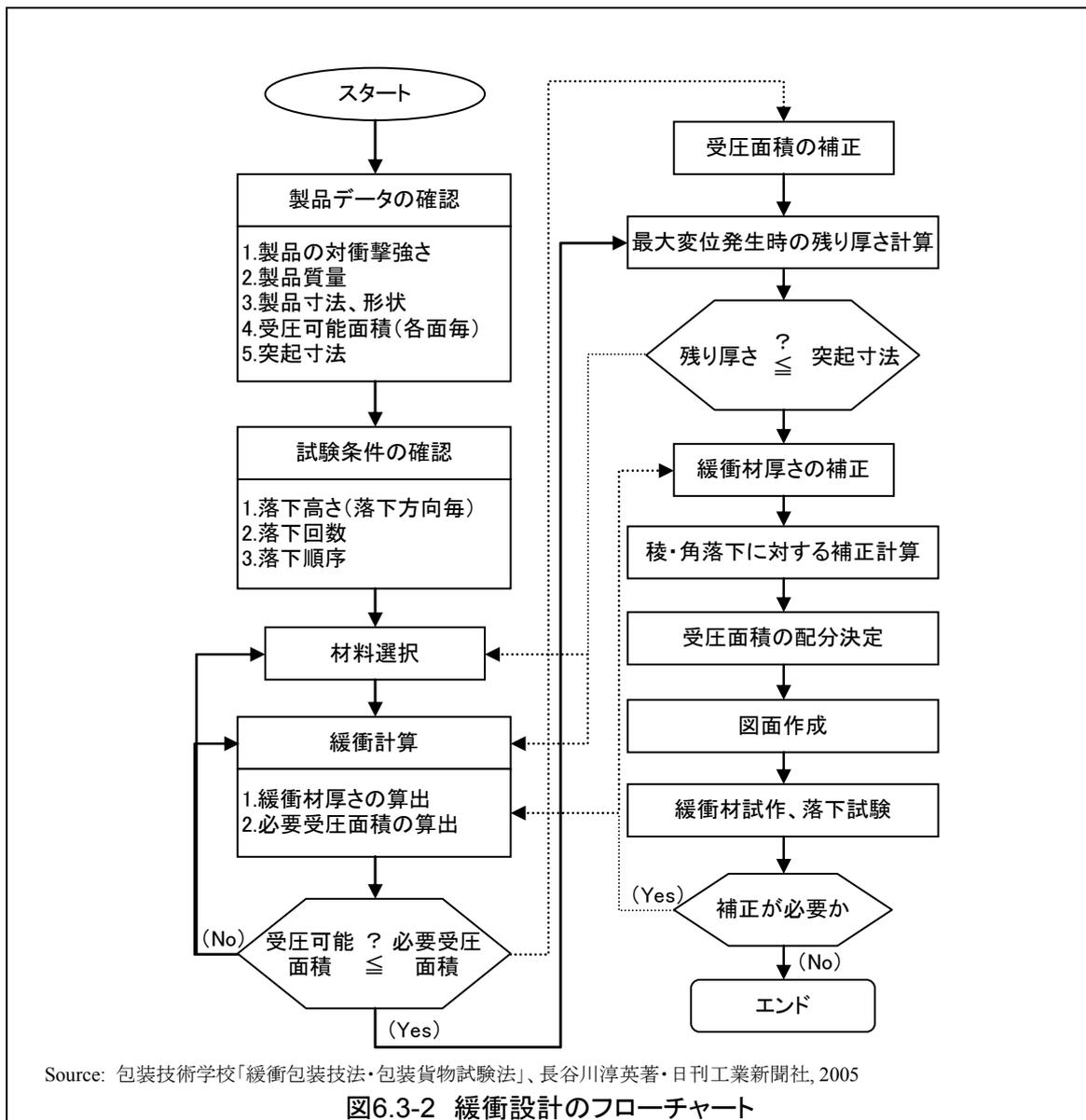


図6.3-2 緩衝設計のフローチャート

### 6.3.1 JIS との比較

#### 6.3.1.1 工業包装に関する JIS

「工業包装に係る規格」として、JIS（日本工業規格は包装・物流に関して多くの規格が制定されている。この規格は用語、包装一般、材料・容器、包装仕様、試験方法に区分されていて、最も多いのが、材料・容器で、その次が試験方法である。JIS の名称は以下のように表示されることとなり、このうちの4項目の数値は、制定または見直し年度を表す。JIS は社会環境の変化、技術進歩への対応、国際規格との整合性のため、ほぼ5年ごとに見直しが行われている。

(例)



JIS は一般に本体と解説で構成されており、規格内容によっては、この他に付属書(規定)と付属書(参考)が追加されることがある。この本体と付属書(規定)は JIS 規定の本文で、付属書(参考)と解説は JIS 規定の本文ではない。

工業包装に関連する JIS リストは以下のとおりである。

表 6.3.1-1 工業包装に関連する JIS

区分	小分類	記号		名称
包装/用語		Z0108	: 2005	包装用語
		Z0102	: 2004	クラフト紙袋—用語及び種類
		Z0103	: 1996	防せい防食用語
		Z0104	: 1990	段ボール用語
		Z0106	: 1997	パレット用語
		Z0107	: 1974	木箱用語
		Z0109	: 1992	粘着テープ・粘着シート用語
		Z0111	: 2006	物流用語
		P0001	: 1998	紙・板紙及びパルプ用語
		包装一般		Z0105
Z0150	: 2001			包装—包装貨物の荷扱い指示マーク
Z0152	: 1996			包装物品の取り扱い注意マーク
Z0161	: 1984			ユニットロード寸法
Z0650	: 1995			ユニットロードシステム通則
X0501	: 1985			共通商品コード用バーコードシンボル
X0502	: 1994			物流商品コード用バーコードシンボル
材料・容器	木材	Z1402	: 2003	木箱
		Z1403	: 2003	枠組箱
		Z1406	: 1978	さん付き合板箱
		Z1407	: 1989	ワイヤバウンド箱
		Z1408	: 1989	ワイヤバウンドすかし箱
	加工紙	Z1514	: 1994	ポリエチレン加工紙
	段ボール・板紙	P3902	: 2005	段ボール用ライナ
		P3904	: 2005	段ボール用中しん原紙
		Z1516	: 2003	外装用段ボール
		Z1506	: 2003	外装用段ボール箱
		Z1507	: 1989	段ボール箱の形式
	紙袋	Z1531-1:	2004	クラフト紙袋—寸法の記述及びその測定方法
		Z1531-2:	2004	クラフト紙袋—通常の目的に使用する袋の寸法許容誤差
		Z1531-3:	2004	袋—試験用空袋のサンプリング方法
		Z1532	: 1998	クラフト紙袋—底のりばり強さ試験方法
		Z1505	: 2004	クラフト紙袋—セメント用
		Z1509	: 2004	クラフト紙袋—ばれいしよでんぶん用
	プラスチック	Z1702	: 1994	包装用ポリエチレンフィルム

区分	小分類	記号	名称	
		Z1703 : 1976	ポリエチレンびん	
		Z1706 : 1995	ポリエチレンかん	
		Z1712 : 1997	包装用延伸ポリプロピレンフィルム	
		Z1713 : 1997	包装用無延伸ポリプロピレンフィルム	
		Z1714 : 1997	包装用延伸ナイロンフィルム	
		Z1715 : 1997	包装用延伸ポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム	
		Z1716 : 2004	包装用無延伸ポリエチレンテレフタレート(PET)シート及びフィルム	
		Z1707 : 1997	食品包装用プラスチックフィルム通則	
		Z1709 : 1995	収縮包装用フィルム	
		Z1529 : 2004	印刷用粘着フィルム	
		K6734 : 2000	プラスチック—硬質ポリ塩化ビニルシート—タイプ、寸法及び特性—第2部:厚さ1mm未満のシート	
		Z1533 : 1995	ポリオレフィンクロス用フラットヤーン	
		Z1534 : 1999	重包装用ポリエチレン袋	
		Z1711 : 1994	ポリエチレンフィルム製袋	
		Z1655 : 1993	プラスチック製通い容器	
		金属	Z1520 : 1990	はり合せアルミニウムはく
			H4160 : 2006	アルミニウム及びアルミニウム合金はく
			Z1600 : 2006	鋼製オープンヘッドドラム
			Z1601 : 1994	液体用鋼製ドラム
			Z1602 : 2003	金属板製18リットル缶
			Z1604 : 1995	鋼製ドラム用口金
			Z1607 : 2003	金属板製ふた・口金
	Z1620 : 1995		鋼製ペール	
	Z1571 : 2005		食品缶詰用金属缶	
	緩衝材料	L3203 : 2002	ジュートフェルト	
	結束・封緘材料	Z1511 : 2004	紙ガムテープ(包装用)	
		Z1512 : 1995	布ガムテープ(包装用)	
		Z1522 : 1994	セロハン粘着テープ	
		Z1523 : 1994	紙粘着テープ	
		Z1524 : 1994	包装用布粘着テープ	
		Z1525 : 1991	包装用ポリ塩化ビニル粘着テープ	
		Z1528 : 1991	両面粘着テープ	
		Z1541 : 1998	超強力両面粘着テープ	
		Z1539 : 1991	包装用ポリプロピレン粘着テープ	
		Z1527 : 2002	ポリプロピレン製バンド	
		Z1701 : 1995	ゴムバンド	
		L2701 : 1992	麻ロープ	
		L2703 : 1992	ビニロンロープ	
		L2704 : 1992	ナイロンロープ	
		L2705 : 1992	ポリエチレンロープ	
		L2706 : 1992	ポリプロピレンロープ	
		L2707 : 1992	ポリエステルロープ	
	防せい材料	Z1519 : 1994	気化性さび止め剤	
		Z1535 : 1994	気化性さび止め紙	
		Z1708 : 1976	塗装形可はく性プラスチック	
Z1705 : 1976		さび止め用耐油性バリアー材		
K2246 : 1994		さび止め油		

区分	小分類	記号		名称
		Z1901	: 1998	防食用ポリ塩化ビニル粘着テープ
		Z1902	: 2000	ペトロラタム系防食テープ
		Z1903	: 1995	ペトロラタム系防食ペースト
		Z0701	: 1977	包装用シリカゲル乾燥剤
包装仕様		Z0301	: 1989	防湿包装方法
		Z0302	: 1955	防水包装
		Z0303	: 1985	さび止め包装方法通則
		Z0305	: 1998	鉄鋼の化学的清浄方法
試験方法	材料・容器	Z0402	: 1995	段ボールの接着力試験方法
		Z0403-1	: 1999	段ボール—第1部: 平面圧縮強さ試験方法
		Z0403-2	: 1999	段ボール—第2部: 垂直圧縮強さ試験方法
		K6767	: 1999	発泡プラスチック—ポリエチレン—試験方法
		K6768	: 1999	プラスチック—フィルム及びシート—ぬれ張力試験方法
		K7112	: 1990	プラスチック—非発泡プラスチックの密度及び比重の測定方法
		K7114	: 2001	プラスチックの耐薬品性試験方法
		Z0221	: 1976	包装材料の透湿度試験方法
		Z0235	: 2002	包装用緩衝材料の評価試験方法
		Z0240	: 2002	包装用構造体緩衝材料の評価試験方法
		Z0208	: 1976	防湿包装材料の透湿度試験方法(カップ法)
		Z0237	: 2000	粘着テープ・粘着シート試験方法
		Z0238	: 1998	ヒートシール軟包装袋及び半剛性容器の試験方法
		Z0218	: 2002	ガムテープ—接着力試験方法
		包装及び貨物	Z0119	: 2002
	Z0170		: 1998	ユニットロード—安定性試験方法
	Z0200		: 1999	包装貨物の評価試験方法通則
	Z0201		: 1989	試験容器の記号表示方法
	Z0202		: 1994	包装貨物—落下試験方法
	Z0203		: 2000	包装貨物—試験の前処置
	Z0205		: 1998	包装貨物—水平衝撃試験方法
	Z0212		: 1998	包装貨物及び容器—圧縮試験方法
	Z0215		: 1996	ミシン縫いクラフト紙袋の縫い目強さ試験方法
	Z0216		: 1991	包装貨物及び容器の散水試験方法
	Z0217		: 1998	クラフト紙袋—落下試験方法
	Z0222		: 1959	防湿包装容器の透湿度試験方法
	Z0232		: 2004	包装貨物—振動試験方法

本 JICA 調査プロジェクトでは輸送環境調査の収集データの解析結果、改良包装設計とモデルプロジェクトを通して、この JIS 規格をモデルとしてメルコスール規格(案)を作成し、本報告書の第6章 6.3.3 項にて提案する。

6.3.1.2 JIS、ISO に準拠する乳製品の輸送貨物試験評価

(1) 乳製品の輸送貨物試験評価基準(案)

JIS、ISO などに準拠すると以下ようになる。

乳製品の輸送包装貨物試験について(乳製品の容器包装試験評価基準)

JIS Z 0232 (2004) ISO 8318 (2000) , ISO 13355 (2001)

包装貨物 - 振動試験方法

ランダム振動	
試験条件	・メルコスール輸送環境調査の試験測定データから得られた加速度パワースペクトル密度( $G^2/Hz$ ),加速度実効値のオーバーオールGrms値*( $m^2/s^2$ )などから保証レベルにあった試験条件で実施。
	パワースペクトル密度 $G^2/Hz$ ( $m^2/s^2$ )
	オーバーオールrms値 $m/s^2$ ( G )
	加振時間 min 【輸送距離・物流機材などを勘案して実施】
	振動方向 上下方向 ( ISO 8318, ISO 13355には水平方向の記述がない)
	振動数範囲 Hz

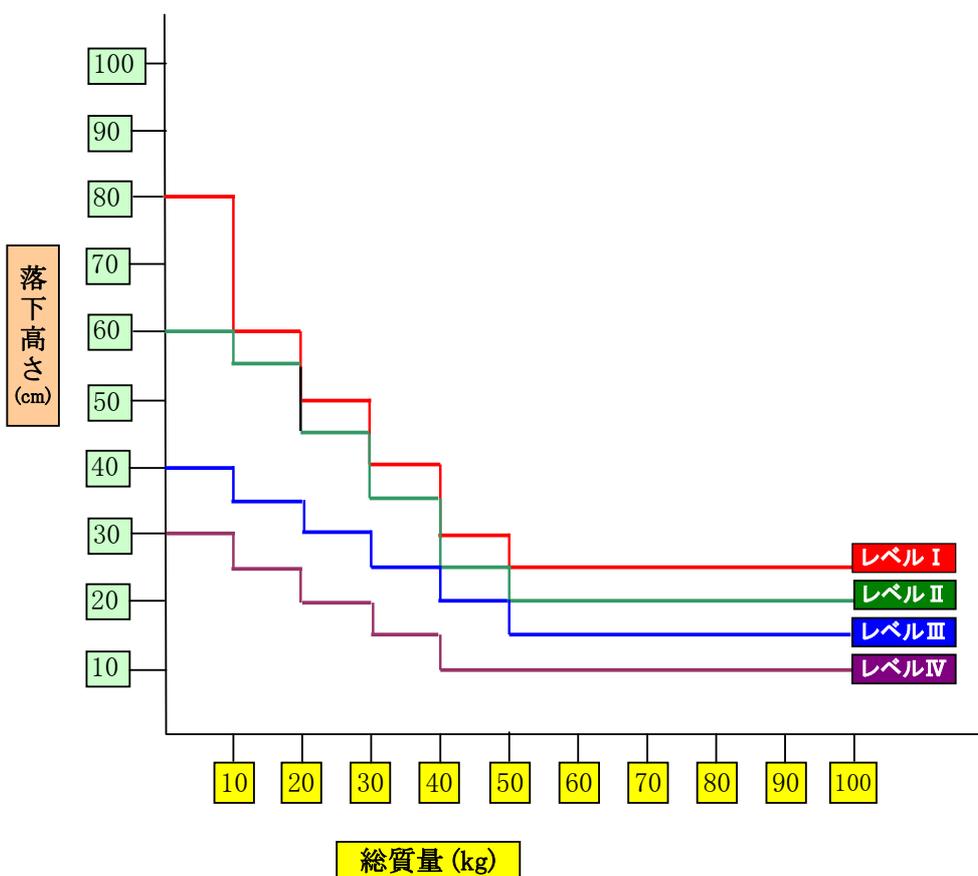
\* rms (root mean square)値は全体の実効値である

流通条件区分(策定案)「グレード別の試験評価基準 (案)」(プロGRESSレポート)

単位:%

	A (Good)	B (Medium)	C (Bad)
Grade 1	100	—	—
Grade 2	80	10	10
Grade 3	60	20	20
Grade 4	40	30	30
Grade 5	20	40	40

JIS Z 0202 包装貨物-落下試験方法  
(自由落下)



【流通条件の区分】

流通条件は、輸送、保管及び荷役の程度によって、次のとおり4種類に区分する

**レベル I** 転送積替え回数が多く、非常に大きな外力が加わるおそれがある場合

**レベル II** 転送積替え回数が多く、比較的大きな外力が加わるおそれがある場合

**レベル III** 転送積替え回数及び加わる外力の大きさが、通常想定される程度の場合

**レベル IV** 転送積替え回数が少なく、大きな外力が加わるおそれがない場合

JIS Z 0202 (1994) ISO 2248 (1985), ISO 8568 (1989)

包装貨物 - 落下試験方法

**自由落下試験**

総質量 (kg)	落下高さ (cm)			
	レベル I	レベル II	レベル III	レベル IV
10未満	80	60	40	30
10以上 20未満	60	55	35	25
20以上 30未満	50	45	30	20
30以上 40未満	40	35	25	15
40以上 50未満	30	25	20	10
50以上 100未満	25	20	15	10

備考: 総質量 100kg 以上, 1000kg 未満は片支持りょう落下試験によるほうがよい。なお、総質量 50kg 以上 100kg 未満については片支持りょう落下試験でもよい。

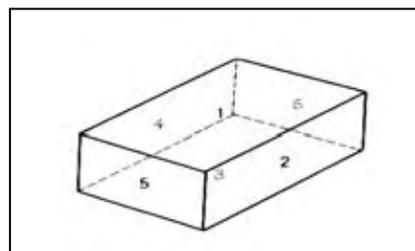
**片支持りょう落下試験**

総質量 (kg)	落下高さ (cm)			
	レベル I	レベル II	レベル III	レベル IV
50以上 200未満	50	40	30	20
200以上 500未満	40	30	20	15
500以上 1000未満	30	20	15	10

**直方体の落下順序及び落下回数**

落下の順序	落下の箇所	回数
1	下面に接する角(かど) 例 2-3-5角	1
2	下面とつま面とに接するりょう 例 3-5 りょう	1
3	下面と側面とに接するりょう 例 2-3 りょう	1
4	側面とつま面とに接するりょう 例 2-5 りょう	1
5~10	6面のすべて	6
計		10

- 備考: 1. 包装貨物の種類によっては、りょう及び面の落下試験の一部を省略できる。  
 2. 受渡当事者の協定によって、落下順序を変更することができる。  
 3. 試験を行なう角, りょうは、内容品の弱い箇所



JIS Z 0212 (1998) ISO 12048 (1994) ISO 2234 (2000)

包装貨物及び容器 - 圧縮試験方法

**(a) JIS Z 0212 による方法**

JIS Z 0212 に規定する試験装置を使用し、**試験方法 A** によって試験する

注) **試験方法 A は主として圧縮荷重による内容品の損傷を調べるための圧縮試験。**

供試品は 3 個以上が望ましい。

**試験方法 B は外装容器自体の圧縮強さを知るために空の段ボール箱などの圧縮試験。**

供試品は 5 個以上が望ましい。

**【試験方法 A】**

供試品は JIS Z 0203 によって前処置を行なう。この場合、前処置の温度湿度条件は試験の目的によって定める。圧縮方向は積重ね方向の対面とし、次の式によって算出した荷重を毎分 10±3mm の速度で加え、直ちに取り外して試験結果の所見を記録する。供試品は 3 個以上。

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

**F** : 荷重(N)

**K** : 負荷係数(下記表)

**M** : 供試品の総重量(kg)

**n** : 流通時の最大積重ね段数(最下段から最上段までの段数)

**負荷係数**

荷重による区分	段ボール箱などの外装容器の吸湿などによる区分		
	外装容器が吸湿おそれがない場合又は考慮する必要のない場合	外装容器が吸湿するおそれがある場合	外装容器が著しく吸湿する恐れがある場合 又は内容品が流動体の場合
段ボール箱などの外装容器だけが荷重を負担する場合	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
内容品、緩衝材、内装容器、外装容器などが複合して荷重を負担する場合	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
内容品及び内装容器が荷重を負担し、外装容器は荷重の負担を考慮する必要がない場合	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

備考: 流通条件(期間,湿度,振動など)によって、負荷係数を ±1増減することができる。

JIS Z 0203 (2000) ISO 2233 (1994)

## 包装貨物 - 試験の前処理

温度・湿度条件	温度		湿度 %
	°C	K	
A	-55	218	-
B	-35	238	-
C	-18	255	-
D	5	278	85
E	20	293	65
F	20	293	90
G	23	296	50
H	27	300	65
I	30	303	90
J	40	313	-
K	40	313	90
L	40	328	30

## 【試験方法 A】【試験方法 B】について

試験方法 A においては、圧縮量を測定する場合の起点を下記表に示す初期荷重を加えた点からにする。

## 初期荷重

単位: N(kg)

適用荷重の範囲	初期荷重
100(10)以上 ~ 200(20)未満	10 (1.0)
200(20)以上 ~ 1000(102)未満	25 (2.6)
1000(102)以上 ~ 2000(204)未満	100 (10.2)
2000(204)以上 ~ 10000(1020)未満	250 (25.5)
10000(1020)以上 ~ 20000(2041)未満	1000 (102)
20000(2041)以上 ~ 100000(10204)未満	2500 (255)

試験方法 B においては、段ボール箱で圧縮量を測定する場合の起点を下記の初期荷重を加えた点からにする。

単位: N(kg)

両面段ボール箱の場合	196N ( 20kgf )
複両面段ボールの場合	392N ( 40kgf )
その他の場合	当事者間で定める

## (2) 乳製品の容器包装試験評価基準(案)

### 【はじめに】

日本における「乳製品の容器包装」に関わる安全衛生性に関する法規制は、食品衛生法の「容器包装の規格基準」として2点ある。

- 1 厚生省告示 370 号の一般規格と個別規格
- 2 厚生省令 52 号の乳製品容器包装を一般食品容器包装と区別した規格

特に、乳製品の『牛乳、加工乳、特別牛乳、殺菌山羊乳、脱脂乳、調整粉乳(育児粉乳)、クリーム、発酵乳、乳酸菌飲料、乳飲料』の容器包装は、上記 2 の乳等省令によって、「強度試験」が定められている。

- |             |              |
|-------------|--------------|
| (a) 封緘強度試験  | (c) 破裂強度試験   |
| (b) ピンホール試験 | (d) 突き刺し強度試験 |

この背景は、乳製品製造メーカーから消費者にわたるまでの輸送(流通)過程における振動衝撃や落下衝撃、圧縮衝撃などに対して、容器包装の物理的強度を維持し、内容物の品質保持を図るためである。

### 【提案】

乳製品の輸送包装形態は段ボール箱又はクレートなどで、緩衝材を使用していないので、特に乳製品の輸送包装貨物試験の振動試験、落下試験後は、容器包装の損傷有無について、内容物の漏れなどの品質確認することが必須である。たとえば、(1)このたびの輸送環境流通調査から導かれた条件区分の、C(Bad)の多い Grade 4、Grade 5、また、(2) JIS Z 0202 の流通条件区分の輸送、保管及び荷役の程度による厳しいレベルを選択する場合は、特に内容物が流動体のもの、乳酸菌飲料や乳飲料のアルミ蓋材の組合せ容器、そしてソフトヨーグルトなどの発酵乳の容器は、輸送中の品質保持するための「密封性」と消費者へのユニバーサルデザイン「開けやすさ」に配慮した『適正なシール強度』のバランスとれた包装設計においては、日本の乳等省令規格の「強度試験」は必須である。現実としてメルコスールの市場では輸送中に漏れないようにアルミ箔蓋材は頑固に接着されて、開封時にアルミ箔蓋材の破れが多く発生している。また、JIS Z の包装貨物の振動・落下試験においては、「試験結果の記録(変形・損傷・割れ・漏れなどの有無とその状況)」することが明記されていることから、本強度試験の(b)ピンホール試験を「振動試験」と「落下試験」のあとの容器評価の手法として導入する。

さらに、メルコスールにおいて、乳等省令に該当する製品分野の製品は、輸送包装製品の評価試験基準に(a)の封緘強度試験の導入、また牛乳類の紙容器に破裂強度試験導入の可能性について検討したい。

## 乳等省令の試験規格

対象製品	試験項目
牛乳、加工乳、特別牛乳、殺菌山羊乳、脱脂乳、クリーム	封緘強度 ピンホール 破裂強度
発酵乳、乳酸菌飲料、乳飲料	封緘強度 ピンホール 破裂強度または突き刺し強度* <sup>1</sup>

## 試験規格の基準

試験項目	試験条件	基準	備考	
強度試験	封緘強度	13.3kPa 10秒間保持	漏れないこと	
	ピンホール	メチレンブルー溶液 30分間静置	ろ紙に斑点を認めないこと	
	破裂強度* <sup>1</sup>	低温流通品 ≤ 300ml	≥ 196kPa	(常温保存品* <sup>2</sup> 392kPa)
		低温流通品 > 300ml	≥ 490kPa	(常温保存品* <sup>2</sup> 784kPa)
突き刺し強度* <sup>1</sup>		≥ 9.8N		

(注) \*<sup>1</sup> 発酵乳類は突き刺し強度または破裂強度のどちらかを試験する

\*<sup>2</sup> 無菌充填(アセプテック)包装品

**特記:** 上記の試験規格は、容器包装の材質が紙、紙/Al/PE、PE、PS、PET などのプラスチックおよび密栓用アルミ箔蓋材の組合せ容器。

メルコスールにおける乳製品輸送包装の評価試験基準として新たな強度試験評価基準の追加(案)

- (1) 「ピンホール試験」のメチレンブルー溶液で、30分間静置による漏れ評価方法は、当試験溶液が手の指先に触れると落とすのが非常に難しく、実験室の机上、床に付着すると落とすことが不可能になる。そのために、ピンホールの有無が正確にできて、スピーディに判別できる「アクリル真空デシケータ使用した水中下における試験評価方法」を「振動試験」と「落下試験」したあとの容器包装の「ピンホール試験」の代替試験評価方法として導入する。
- (2) 封緘強度試験を「乳製品の容器包装」の試験評価基準の1項目とする。
- (3) 牛乳類の紙容器に破裂強度試験導入の可能性の検討

試験項目	試験条件	基準	備考	
強度試験	封緘強度	13.3kPa (0.1357kgf/cm <sup>2</sup> ) (100mmHg) 10秒間保持	漏れないこと	
	ピンホール	メチレンブルー溶液 30分間静置	ろ紙に斑点を認めないこと	
	破裂強度* <sup>1</sup>	低温流通品 ≤ 300ml	≥ 196kPa (2kgf/cm <sup>2</sup> )	(常温保存品* <sup>2</sup> 392kPa) (4kgf/cm <sup>2</sup> )
		低温流通品 > 300ml	≥ 490kPa (5kgf/cm <sup>2</sup> )	(常温保存品* <sup>2</sup> 784kPa) (8kgf/cm <sup>2</sup> )

試験項目	試験条件	基準	備考
突き刺し強度* <sup>1</sup>		≥ 9.8N (1kgf/cm <sup>2</sup> )	

(注) \*<sup>1</sup> 発酵乳類は突き刺し強度または破裂強度のどちらかを試験する

\*<sup>2</sup> 無菌充填(アセプテック)包装品

### (3) 厚生省令 52 号(乳等省令)の見直しの動き

乳等省令は、乳及び乳製品をもとに「乳幼児及び病弱者の栄養食品」と位置づけて定められた省令である。経年により食品も多様化し、器具・容器包装全体の整備が充実したことから、乳及び乳製品だけでなく、すべての食品に対する安全性を確保する考えに基づき、器具や容器包装規格をひとつに統合することが望ましいとされた。

現在の乳等省令では強度試験が決められているが、製品の梱包形態や輸送範囲などを考慮すると現状の試験項目では、対応できているとはいえない。従って、近い将来、強度試験を含めて抜本的な見直しが見込まれる状況にある。

## 6.3.2 AMN(メルコスール規格協会)の組織・機能

### 6.3.2.1 メルコスール規格協会機能の現状

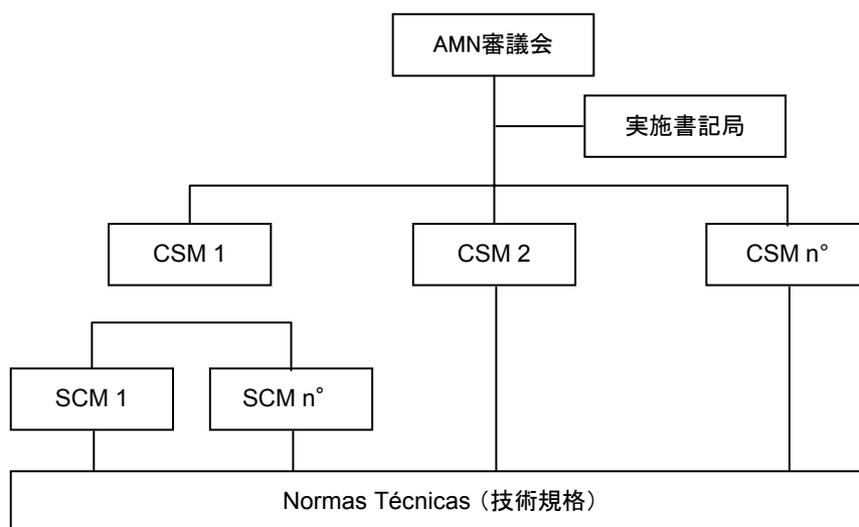
#### (1) AMN

Asociación Mercosur de Normalización (AMN:メルコスール規格協会)は1996年6月1日メルコスール規格委員会法令、第3号登録 No. 268974/96 (CNPJ 01295577/0001-30 及び C.C.M. 2483930-2)にて登録された。また、2000年4月4日に共同市場グループとして調印された協定を通じてその委員会は AMN という名称に移行し、メルコスール内で自発的に規格手続きを行う唯一の責任組織に移行した。

#### (2) AMN 各国担当機関と組織

アルゼンチン : IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)  
 ブラジル : ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)  
 パラグアイ : INTN (Instituto Nacional de Tecnología y Normalización)  
 ウルグアイ : UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas)

これら機関の組織は以下の通りである。



注) CSM : Comités Sectoriales Mercosur (部門委員会)、各国 ONN (Organismos Nacionales de Normalización: 国家規格機関)の代表機能

SCM: Subcomités Sectoriales Mercosur

Source: AMN 資料より JICA 調査団作成

### (3) CSM の現在の部門

- 01 : 電気部門委員会
- 02 : 鉄鋼部門委員会
- 03 : 電子及び通信部門委員会
- 04 : 玩具部門委員会
- 05 : セメント及びコンクリート部門委員会
- 06 : 機械及び機器部門委員会
- 07 : 自動車部門委員会
- 09 : 土木建設用プラスチック部門委員会
- 12 : 紙及びセルロース部門委員会
- 13 : 品質部門委員会
- 16 : 環境管理部門委員会
- 17 : 可能性追究部門委員会
- 18 : グラフィック技術部門委員会
- 20 : 臨床、診断分析部門委員会
- 21 : 板ガラス部門委員会
- 22 : 適合評価部門委員会
- 23 : 観光部門委員会
- 24 : 非破壊検査部門委員会

#### (4) CSM の役割

AMN は社会の各産業部門を代表する CSM を通じて、規格を発展させる。これらの CSM は規格の部門プログラムの最終設定並びに推こうプロセスと規格の調査を指導する権限を持つ。CSM にて作成された規格はメルコスール加盟各国の ONN に対し優先され、メンバー国の承認するものとなる。AMN は CSM の作成規格に責任を持ち、その目的が達成されない場合には、廃棄を含む改訂及び停止の責任を負う。また、CSM は SCM (Subcomités Sectoriales Mercosur: 部門小委員会) を設置することができる。

#### (5) 規格の目的

- 1) 画一化: 製品の加工やサービスの遂行の手続きや手段を簡素化する。
- 2) 経済性: 製品の多様性の増加を抑え、また手続きを削減する。同様にそれらのコストを抑え、消費者や製造者により良いマーケット条件を与える。
- 3) コミュニケーション: 商業並びにサービス関係の信頼性を高めつつ、製造業者並びに消費者のために、より効果的な情報を提供する。
- 4) 安全と健康: 人間の生活と健康を守る。
- 5) 消費者保護: 製品とサービスの品質を実証するための効果的方策を社会に供与する。
- 6) 商業上及び技術上の障害を取り除く: 他国の製品やサービスについて、紛争における既存規則、規格関連の原則を基本として回避し、貿易取引を容易にする。

#### (6) 制度化情報

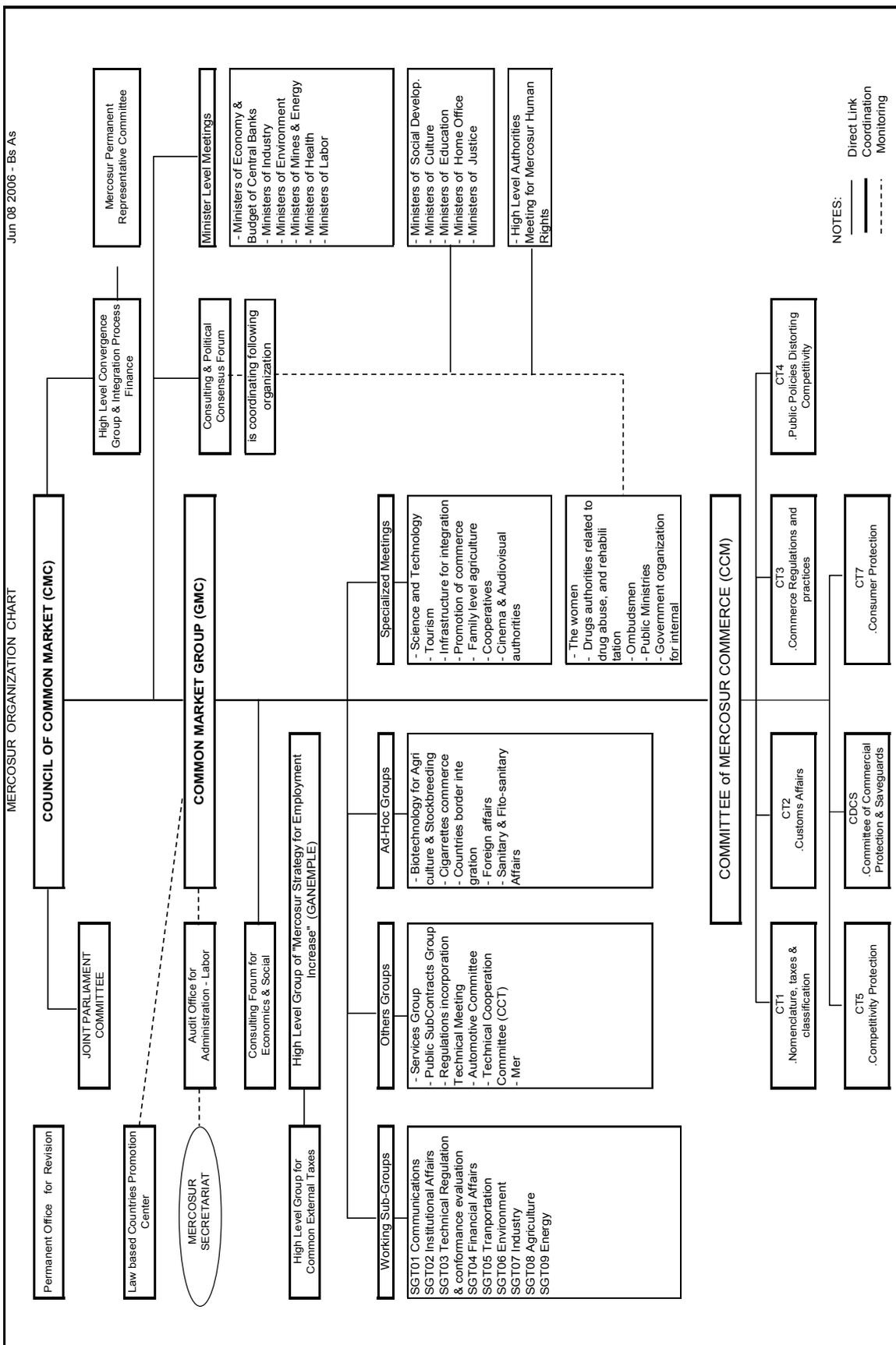
メルコスール加盟国 4ヶ国の規格組織の代表を招き、公式に実施された 1991 年 10 月 30 日から 11 月 1 日におけるモンテビデオでのサブ・グループ 3 (STG3) の会議において、決議 No. 2/92 による共同市場を通じて承認された非政府、非営利としての民間組織(協会)として CMN の創設が決定された。共同市場グループ(GMC)として 2000 年 4 月 4 日締結以後、その委員会(CMN) は AMN (メルコスール規格協会) と名称を移し、メルコスール域内で自主規格管理による唯一の責任をもつ組織となっている。そして次のような関係活動や規格展開と促進の目的をもっている。

- 経済・貿易統合: 物の移動やサービスの提供を技術・科学、経済、社会分野において協力関係を容易にすることで、恩恵をうける。
- 産業、科学技術の発展のために重点をおいてメルコスール加盟国における製品とサービスの品質向上を図る。
- AMN は社会の産業部門を代表する CSM を介して、企画に係る活動を発展させ、規格の部門別プログラム設定の目的並びに評価プロセスの指導、そして次に AMN による承認のた

めの規格の調整を行う。現在までに439項目のメルコスール規格の調整が行われ、そして、各CSMにおいて600項目以上の調整が準備されている。

#### (7) メルコスール本体(ワーキング・サブ・グループ)との関係

前項で述べたようにAMNは民間組織であり、メルコスール条約本体の組織機能とは関係がなく、8章で後述するようにメルコスール共通規格の承認作業に関してもメルコスール本体からの指示や影響は全く受けない。但し、前述のメルコスール本体のGMC傘下にあるワーキング・サブ・グループのSTG3 (Technical Regulation and Conformance Evaluation) や、STG5 (Transportation)などの関連サブ・グループや技術協力を統括するCCT (Technical Cooperation Committee) とは技術的な提携をする場合もあり、必要に応じて協議を行っている。このサブ・グループの活動は年に4回メルコスール4カ国各国主催の持ち回りで会議が開催され、Resolution (決議) と呼ばれる人体や生命に深刻な影響を及ぼすような項目を主に審議する。AMNが管轄するStandard (基準) と異なり、どちらかというとし違反すると罰則が発生するような条約内での法制化を話し合っている。また、6ヶ月に一度、首脳会議が実施されている。参考までに次頁に最新のメルコスール本体の組織図を掲載する。

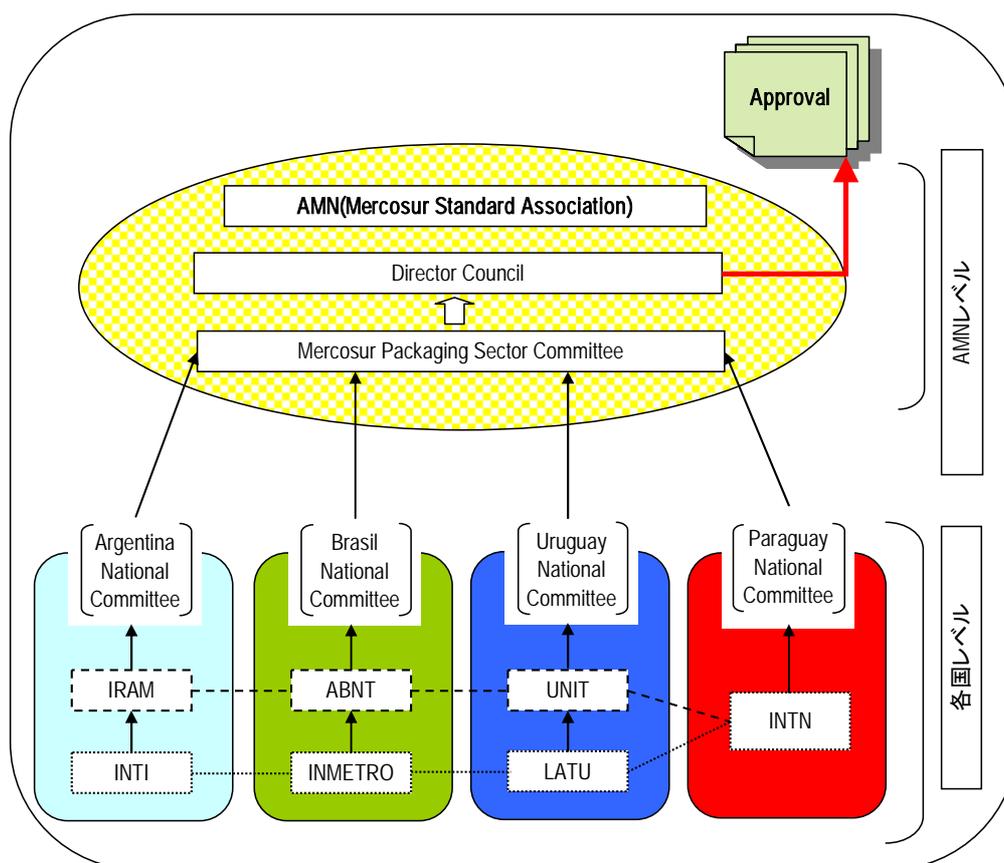


Source: MERCOSUR

図 6.3.2-1 南米南部共同市場(メルコスール)組織図

## 6.3.2.2 メルコスール共通規格承認への手順

本開発調査の目的の一つは包装設計のメルコスール規格(ガイドライン)を作成し、提案するところまでを範囲とするが、メルコスール対象4カ国のカウンターパートの意向として、その規格(ガイドライン)を正式にAMN(メルコスール規格協会)に提出し、公式なものにするということで一致している。下記の図6.3.2-1に調査団が作成した規格(ガイドライン)がAMNに提出され、正式承認されるまでの手順を示す。



Source: JICA 調査団

図 6.3.2-2 メルコスール共通基準の申請プロセス(各国の申請から AMN の承認まで)

AMNによると通常は、先ずAMN内に関連委員会(今回の場合CSM:包装部門委員会)設置の申請がAMNメンバー各国の何れかの機関から提出され、その設置申請に対して、各国レベルで審査される。それぞれの国ではAMNの幹事組織であるIRAM(アルゼンチン)、ABNT(ブラジル)、UNIT(ウルグアイ)、INTN(パラグアイ)が中心となる。その後、CSM設置申請に基づく設置の可否はAMN内規により一定期間を経て申請代表者に対し、正式に文書(規定フォーム)にて回答される。その承認回答後、正式に設置される委員会(今回の場合「包装部門委員会(Comité Sectoriale Mercosur de Envases y Embalajes)」)が、この委員会に上程されるメルコスール包装規格(ガイドラ

イン)をメルコスール共通規格として、メンバー各国の国内既存規格より優先する加盟国内規格として、承認・採用するのかの審議を民間部門の専門家を交えて審議する。

この包装部門委員会の承認を受けたメルコスール包装規格(ガイドライン)は AMN 内各国幹事組織代表者 4 名で構成される AMN 審議会(Consejo Directivo)において投票により採決・決定される。通常は規格(ガイドライン)原案の提出から採択まで約 1 年を要す。

また、現在までに採択された規格はほとんどがブラジル及びアルゼンチンからの提案によるものであり、元々、独自の規格の数が少ないパラグアイ及びウルグアイ両国からの提案はほとんどない。ちなみに各国の担当機関の AMN に対する出資比率はブラジル 60%、アルゼンチン 30%、パラグアイ 5%、ウルグアイ 5%である。

参考までに下表に 1996 年の AMN 設立以来、発布されたもの及び現在、内部で検討されている規格数などを委員会別に示す。AMN によると、委員会によってその活動頻度には差があるとのことである。実際、規格の数から判断しても、CSM-02 の鉄鋼部門委員会の 198 が群を抜いて多く、その後には CSM-05 セメント及びコンクリート部門委員会(72)、CSM-06 機械及び機器部門委員会(70)などが続き、工業関連産業が多くを占める。また、逆に比較的最近設立された CSM-23 観光部門委員会に到ってはまだ規格が提案されてもいない状態である。

表 6.3.2-1 AMN 委員会別案件数(2006 年 7 月現在)

部門別委員会 (CSM)	担当組織	規格数 (既存)	最終承認待ちの案件	投票中の案件	提案中の案件
全 般		1	0	0	0
CSM 01 電気部門委員会	ABNT	51	0	7	162
CSM 02 鉄鋼部門委員会	IRAM	198	4	104	185
CSM 03 電子・通信部門委員会	ABNT	0	0	0	51
CSM 04 玩具部門委員会	IRAM	7	0	0	0
CSM 05 セメント・コンクリート 部門委員会	ABNT	72	0	2	22
CSM 06 機械及び機器部門委員会	ABNT	70	1	3	44
CSM 07 自動車部門委員会	IRAM	42	2	4	65
CSM 09 土木建設用プラスチック 部門委員会	ABNT	4	0	1	12
CSM 12 紙・セルローズ部門委員会	ABNT	29	0	1	1
CSM 13 品質部門委員会	IRAM	12	0	0	8
CSM 16 環境管理部門委員会	ABNT	5	0	0	2
CSM 17 可能性追究部門委員会	IRAM	0	0	0	34
CSM 18 グラフィック技術部門委員会	ABNT	5	0	0	3
CSM 20 臨床・診断分析部門委員会	ABNT	7	0	0	7
CSM 21 板ガラス部門委員会	ABNT	5	0	0	2
CSM 22 適合評価部門委員会	IRAM	3	3	4	8
CSM 23 観光部門委員会	ABNT	0	0	0	0
CSM 24 非破壊検査部門委員会	IRAM	3	0	0	7
合 計		514	10	126	613

Source: AMN

なお、次 6.3.3 項で示す「メルコスール共通規格(案)」において、MERCIS E 000:包装用語並びに MERCIS E 200:試験方法通則については近い将来 AMN などへ申請する際にカウンターパート間でスペイン語並びにポルトガル語にて作成し、提出することを提言する。

### 6.3.3 メルコスール共通規格(案)

#### 6.3.3.1 包装貨物の記号表示方法

##### 1. 適用範囲

この規格は、試験に用いる包装貨物および容器の記号表示方法について規定する。

##### 2. 引用規格

この規格で用いる主な用語の意味は、MERCIS E 000 による。

##### 3. 記号表示方法

###### 3.1 直方体型容器

直方体容器は、通常の輸送状態で置く。ただし輸送の状態が明らかでなく、(継ぎ代などの)継ぎ目がある場合は、継ぎ代が右側に直立するように置く。試験実施者は、容器のつま面に対面して、下記の方法により記号を付ける。(図1参照)

(面) 天面を1、右側面を2、底面を3、左側面を4、手前のつま面を5、後ろのつま面を6とし、数字で表示する。なお、容器および内容品に前・後がある場合は、前のつま面を5、後ろのつま面を6とする。

(稜) 稜を構成する2面の数字の間にハイフンを付けて表す。この場合、数字は小さいものから表示する。

(例) 2-3稜

(角) 角を構成する3面の数字の間にハイフンを付けて表す。この場合、数字は小さいものから表示する。

(例) 2-3-5角

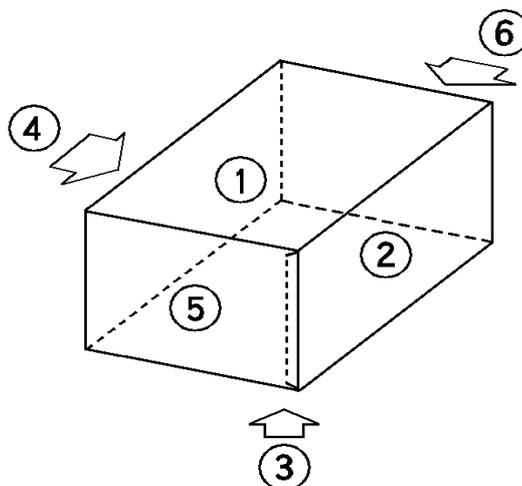


図1 直方体容器の記号表示

### 3.2 円筒型容器

円筒型容器は次の方法で記号を付ける。(図2参照)

- (1) 肩(巻締部) 天面(天板)の周囲を、直角に交わる二つの直線で4等分した肩を、それぞれ1、3、5、7とし、底面(地板)のこれらの位置に対応する肩を、2、4、6、8とし、数字で表示する。この場合、胴接合部のあるものは、胴接合部が5-6となるように記号を付ける。なお、胴接合部が複数存在する場合は、任意の一つを5-6となるように記号を付ける。
- (2) 胴測線 円筒軸に平行な胴測線を、1-2、3-4、5-6、7-8 とする。このとき胴接合部があるものは、胴接合部が5-6である。

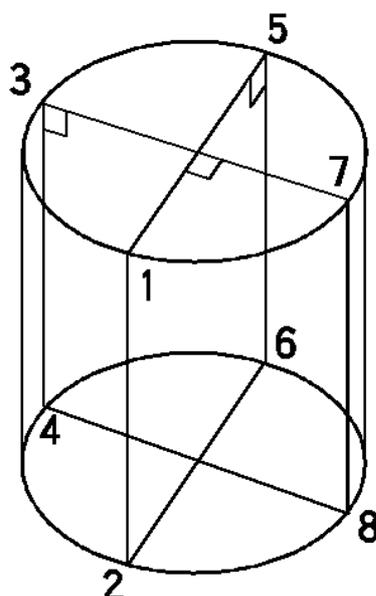


図2 円筒容器の記号表示

### 3.3 その他の形状の容器

その他の形状の容器は、3.2 または 3.3 に準じて、包装容器に記号を付ける。

### 6.3.3.2 包装貨物—試験の前処置

#### 【序文】

この規格は、1994年に第3版として発行されたISO 2233、Packaging-Complete, filled transport packaging for testing を翻訳し、技術的内容および規格票の様式を変更することなく作成した規格である。

#### 1. 適用範囲

この規格は、包装貨物の落下試験、圧縮試験、振動試験などの試験に先立って行う前処置の方法について規定する。

この前処置は、包装貨物を構成する物品の試験または包装材料の試験に先立って行う前処置に適用してもよい。

#### 2. 原理

包装貨物は、所定の期間、所定の温湿度条件下におくものとする。

#### 3. 温湿度条件

表1に示す温湿度条件のうちから、適切な温湿度条件を一つまたは二つ以上選ぶものとする。

表 1

温湿度条件	温度		相対湿度 %
	℃	K	
A	-55	218	—
B	-35	238	—
C	-18	255	—
D	+5	278	85
E	+20	293	65
F	+20	293	90
G	+23	296	50
H	+27	300	65
J	+30	303	90
K	+40	313	—
L	+40	313	90
M	+55	328	30

## 4. 許容値

### 4.1 温度

#### 4.1.1 ピーク値間の偏差

温湿度条件 A, B, C, K については、少なくとも 1 時間に亘って規定温度近くに連続して分布する 10 個の温度測定値の最大許容範囲は、 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ とする。また、他の温湿度条件については、最大許容範囲は $\pm 2^{\circ}\text{C}$ とする。

#### 4.1.2 平均値の偏差

すべての温湿度条件について、平均値は、表 1 から選んだ規定温度の $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内とする。

備考 1. 温湿度条件Dを使う場合、露点に達しないようにする。

2. 最大許容温度範囲は、必ずしも所要相対湿度範囲を維持するのに必要な温度範囲ではない。したがって、相対湿度の許容範囲に適合するためには、温度範囲をさらに小さくすることが必要になる。

### 4.2 相対湿度

4.2.1 湿度を規定している温湿度条件については、少なくとも 1 時間にわたって規定相対湿度近くに連続して分布する 10 個の相対湿度測定値の最大許容範囲は、 $\pm 5\%$ とする。

#### 4.2.2 平均値の偏差

すべての温湿度条件について、平均値は、表 1 から選んだ規定相対湿度の $\pm 2\%$ 以内とする。

備考 3. 相対湿度の平均値は、1 時間に最低 10 回測定した値から求めるか、または計器の連続記録値から求めてもよい。

4. 前処置室内の相対湿度のピーク値についての最大変動は、 $\pm 5\%$ としているが、現在の優れた設計の前処置室では、 $\pm 2\%$ を維持することができる。ほとんどの包装貨物の場合、外気の湿度変化による反応は、前処置室内の相対湿度の変動に比べて遅い。また、前処置室のドアを開けたときに大きな湿度変動が生じても、試験期間中のいずれかの 1 時間にわたって測定した作業空間内の平均相対湿度が、規定相対湿度の 5%以内にあるならば、包装材料の含水率にほとんど影響を与えないと考えてよい。

## 5. 装置

### 5.1 前処置室

前処置室は、その作業空間の温度と湿度が連続的に記録され、4. に示す制御範囲内の既定条件を維持しなければならない。作業空間は、前処置室の内部が規定の制御条件に維持される部分であり、この空間は前処置室ごとに定める。

### 5.2 乾燥室

乾燥室は、前処置によって包装貨物に使用する包装材料の含水率を、必要な値以下に下げることができなければならない。

### 5.3 測定および記録装置

測定および記録装置は、温度を精度 0.1℃、相対湿度を精度 1%で測定できるだけの十分な感度と安定性を備えなければならない。この規格では、個々の測定値の読み取り間隔が5分以内であるならば、その測定記録は連続的であると見なす。

記録装置は、正確に記録するため、上記の精度を満たし、4℃/分の温度変化、および、5%/分の相対湿度変化に対し、十分迅速に応答しなければならない。

## 6. 手順

供試包装貨物の輸送と保管に最もふさわしい温度および相対湿度条件を選ぶ。包装貨物を前処置室の作業空間に置き、最低期間として4時間、8時間、16時間、24時間、48時間、72時間、1週間、2週間、3週間、4週間から選んだ期間、規定条件下に置くものとする。包装貨物の上部・側部の全面および底面の75%以上に前処置室の雰囲気は自由に接触するような方法で、包装貨物を保持する。

包装貨物を設置後、前処置室内の規定条件に復帰して1時間後に、前処置期間は開始するものとする。

含水率特性にヒステリシスを示すことが分かっている紙、板紙などの包装材料を使用している場合、前処置前にその包装貨物をあらかじめ乾燥することが必要な場合がある。この事前乾燥は、包装貨物を乾燥室に24時間以上入れ、前処置条件に移行したとき包装貨物が吸湿して平衡に近づくような条件で行う。事前乾燥は、規定の相対湿度が40%以下の時は必要ない。

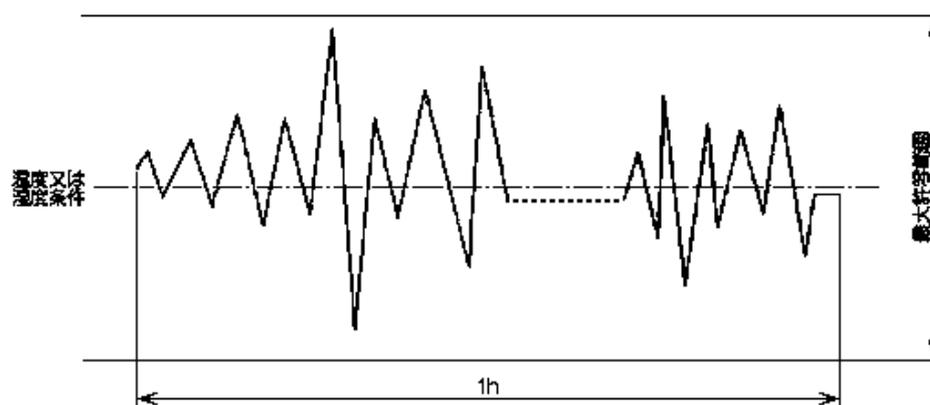
## 7. 試験の報告

この規格によって前処置された包装貨物について行われる落下試験、圧縮試験、振動試験などの試験の報告には、次の事項を記載する。

- a) MELCIS の番号
- b) 前処置に用いた温湿度条件(表 1 参照)および前処置に要した時間
- c) 試験時における試験場所の温度と相対湿度

付属書A(規定) 温度および相対湿度の測定

温度および相対湿度を連続的に記録すると、周期変動となって表される。従って、これらの特性のレベルと変動を明示する正確な値を求めることが必須であり、代表的な記録例を、付属書A 図1に示す。



付属書 A 図 1 温度または相対湿度の時間的変動例

ピーク値はすべて、規定の最大許容範囲内とする。また、測定値の平均値も、平均値について定めた範囲内とする。

### 6.3.3.3 包装貨物及び容器－圧縮試験方法

#### 1. 適用範囲

この規格は、金属、木材、段ボール、板紙、プラスチックなど、又はこれらの組合せからなる包装貨物及び容器について、圧縮試験機を用いた圧縮試験方法について規定する。

- 備考 1. この方法は、物流過程において包装貨物及び容器が下積みになったときの圧縮強さの試験、および、サイドクランプフォークを用いた荷役を行う際の、圧縮強さの試験に適している。なお、附属書で規定している方法は、実際の輸送環境条件での評価を行う場合に適している。
2. この規格の中で{ }を付けて示してある単位及び数値は、従来単位によるものであって、参考として併記したものである。

#### 2. 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

MERCIS E 001 試験容器の記号表示方法

MERCIS E 002 包装貨物試験の前処置

#### 3. 装置

##### 3.1 圧縮試験装置

圧縮試験装置は、次の条件を備えていなければならない。

- 圧縮盤の大きさは、供試品を十分支持できるものとする。
- 圧縮速度は、毎分  $10 \pm 3$  mm とする。ただし、剛性が特に高い供試品の試験は、その速度を緩やかにして行う。
- 試験機は、年1回適切な方法によって、校正を行うことが望ましい。

##### 3.2 記録装置

記録装置は、適用する荷重及び圧縮盤の変位の範囲を表示できるもので、その誤差は、適用する最大荷重に対しては $\pm 2\%$ 、圧縮盤の最大変位に対しては $\pm 1$  mm の精度をもつものとする。

##### 3.3 寸法測定具

包装容器の寸法測定具は、 $\pm 1$  mm の精度をもつものとする。

#### 4. 供試品

供試品は、次による。

- 供試品の記号表示は、MERCIS E 001 による。

- なお、直方体、円筒形容器以外の容器もこれに準じた適切な方法で表示する。
- b) 供試品の数は、試験方法 A 及び B では 3 個以上、C では 5 個以上が望ましい。
  - c) 供試品は、C では空箱とし、A 及び B では実際の内容品を入れたものか、又はこれと類似の内容品を入れたものとする。供試品の包装は、すべて出荷の場合と同じ状態で行い、必要に応じて密封、封かん、結束などを施す。
  - d) 段ボール箱、ファイバー箱などでフラップをもつ供試品は、組み立てて、テープその他の封かん材を施す。ただし、フラップを外側に折り曲げるときは、90°以内とする。
  - e) 試験に先立ち、供試品の総質量及び外のり寸法を測定する。

## 5. 前処置

供試品は試験に先立ち、MERCIS E 002 によって前処置を行う。この場合、前処置の温度・湿度条件は、試験の目的によって定める。

なお、必要に応じて浸水、散水などを行う。

## 6. 試験方法

### 6.1 方法 A

主として圧縮荷重による内容品の損傷を調べるために、包装貨物の圧縮試験を行う。

### 6.2 方法 B

主としてサイドクランプフォークによる、側面方向の圧縮荷重による内容品の損傷を調べるために、包装貨物の圧縮試験を行う。

### 6.3 方法 C

容器自体の圧縮強さを知るため、空容器の圧縮試験を行う。

### 6.4 手順

#### 6.4.1 垂直方向圧縮試験（方法 A 及び 方法 C）

6.1 及び 6.3 の試験方法では、次の要領で行う。

- a) 圧縮方向は、対面とする。
- b) 供試品は、不均衡な荷重を受けないように、正確に圧縮盤の中央に置く。
- c) 方法 A において、圧縮量を測定する場合の起点は、表 1 に示す初期荷重を加えた点とする。

表 1 初期荷重単位

適用荷重の範囲		N{kgf}
		初期荷重
100{ 10}以上	200{ 20}未満	10{ 1.0}
200{ 20}以上	1 000{ 102}未満	25{ 2.6}
1 000{ 102}以上	2 000{ 204}未満	100{ 10.2}
2 000{ 204}以上	10 000{ 1020}未満	250{ 25.5}
10 000{1 020}以上	20 000{ 2041}未満	1 000{102 }
20 000{2 041}以上	100 000{10204}未満	2 500{255 }

- d) 方法 C において、段ボール箱で圧縮量を測定する場合の起点は、両面段ボール箱の場合 196N{20kgf}、複両面段ボール箱の場合 392N{40kgf}の初期荷重を加えた

点とする。その他の供試品の場合の初期荷重については、当事者間で定める。

- e) 定められた圧縮速度によって、次に示す状態に至るまで継続して圧縮荷重を加え、自記記録装置又はこれに代わる補助装置によって圧縮荷重と圧縮量を知るとともに、損傷の状態を記録する。
- 1) 最大荷重が示されたとき
  - 2) 予定された変形が生じたとき
  - 3) 包装貨物又は容器の構成がくずれて内部が見えたとき
  - 4) 予定された破損の状態になったとき
  - 5) 予定された荷重になったとき
- f) 方法 A で予定された荷重として選択すべき荷重は、次式によって算出する。
- $$F=9.8 \times K \times M \times (N-1)$$
- ここに F: 荷重(N)  
K: 負荷係数(表 2 による)  
n: 最大積み重ね段数  
M: 供試品の総質量(kg)

表2 負荷係数

荷重による区分	容器の吸湿性などによる区分		
	外装容器が吸湿するおそれがない場合又は考慮する必要のない場合	外装容器が吸湿するおそれがある場合	外装容器が著しく吸湿するおそれがある場合又は内容品が流動体の場合
段ボールなどの外装容器だけが荷重を負担する場合	4	5	7
内容品、緩衝材、内装容器、外装容器などが複合して荷重を負担する場合	2	3	4
内容品及び外装容器荷重を負担し、外装容器は荷重の負担を考慮する必要がない場合	1	1	1

#### 6.4.2 水平方向圧縮試験 (方法 B)

6.2 の試験方法では、次の要領で行う。

- a) 圧縮方向は、クランプ位置、又は/及び、クランプ禁止の荷扱い指示マークが表示されている製品では、その指示に適合した方向を圧縮盤の上下方向に設置して実施し、指示マークが表示されていない製品では、前後方向、及び、左右方向の両方について実施する。
  - b) 圧縮は、対面とする。
  - c) 供試品は、不均衡な荷重を受けないように、正確に圧縮盤の中央に置く。
  - d) 定められた圧縮速度によって、次に示す状態に至るまで継続して圧縮荷重を加え、自記記録装置又はこれに代わる補助装置によって圧縮荷重と圧縮量を知るとともに、損傷の状態を記録する。
- 1) 最大荷重が示されたとき
  - 2) 予定された変形が生じたとき
  - 3) 包装貨物又は容器の構成がくずれて内部が見えたとき
  - 4) 予定された破損の状態になったとき
  - 5) 予定された荷重になったとき

## 7. 試験報告

試験報告には、次の事項を記載する。

- a) 包装貨物の場合は、内容品の明細(品名、種類、質量、類似品の場合は、その詳細など)
- b) 供試品の総質量、寸法、材料、構造及び包装方法
- c) 供試品の個数
- d) 使用した試験機の形式及びその容量
- e) 採用した試験方法(方法別、圧縮方向、圧縮盤と包装貨物との間に挿入した補助盤の形状・試験時の供試品の姿勢、この規格の規定事項との差異、内フラップの固定の有無など)
- f) 試験前に供試品に加えた条件
- g) 試験結果の記録[最大圧縮荷重  $N\{\text{kgf}\}$ 、計測点、経過時間及びそれに対応する圧縮量(mm)の変化、変形、損傷などの有無とその状況]
- h) 試験年月日及びその温度・相対湿度
- i) 試験結果に対する総合所見
- j) 試験者の署名
- k) その他特記すべき事項

例 木製、紙製容器などで、必要のある場合は供試品の含水率

### 附属書(規定) 積重ね荷重試験

**1. 適用範囲** この附属書は、包装貨物に静的な積重ね荷重を所定時間加える圧縮試験方法について規定する。

**2. 装置** 装置は、次による。

- a) 圧縮試験機は、本体の規定によるほか、次の条件を備えていなければならない。
- b) 所定時間において一定の荷重を負荷することが可能なものとする。
- c) 所定荷重の変動は、 $\pm 4\%$ とする。
- d) 所定荷重を維持するのに圧縮盤の相対運動が必要以上に生じないものでなければならない。
- e) 記録装置は、本体の規定によるほか、所定時間まで適用荷重及び圧縮盤の変位を記録できるものでなければならない。

**3. 試験方法** 試験方法は、次による。

- a) 供試品は、不均衡な荷重を受けないように、正確に圧縮盤の中央に置く。
- b) 本体の表1に規定する初期荷重を加えて圧縮量を測定するための起点とし、更に所定荷重を加える。あらかじめ定めた時間又は包装貨物に損傷を生じるまで所定荷重を加え、荷重、変位及び経過時間を記録する。
- c) 特定の荷重条件(1)による圧縮の影響をみるため、必要に応じて特定の形状をもつ補助盤を圧縮盤と包装貨物との間に挿入してもよい。

注<sup>(1)</sup> 特定の荷重条件とは、例えば、片面使用形パレットを補助盤として使用し、下面デッキボードによる圧縮の影響をみる場合などをいう。

4. 試験報告 試験報告には、次の事項を記載する。
- a) 包装貨物の場合は、内容品の明細(品名、種類、質量、類似品の場合は、その詳細など)
  - b) 供試品の総質量、寸法、材料、構造及び包装方法
  - c) 供試品の含水率(木製・紙製容器などで、必要がある場合)
  - d) 供試品の個数
  - e) 使用した試験機の形式及びその容量
  - f) 採用した試験方法(方法別、圧縮方向、圧縮盤と包装貨物との間に挿入した補助盤の形状、試験時の供試品の姿勢、この規格の規定事項との差異、内フラップの固定の有無など)
  - g) 試験前に供試品に加えた条件
  - h) 試験結果の記録[最大圧縮荷重N{kgf}計測点、経過時間及びそれに対応する圧縮量(mm)の変化、変形、損傷などの有無とその状況]
  - i) 試験年月日及びその温度・相対湿度
  - j) 試験結果に対する総合所見
  - k) 試験者の署名
  - l) その他特記すべき事項

## 「包装貨物の圧縮試験方法」解説(案)

### 1. はじめに

この規格は、メルコスール域内を輸送される包装貨物が、倉庫保管中の積圧荷重やサイドクランプフォークによる挟み付け荷重などに対し、必要な耐久性を備えているか否かを確認するための試験方法について規定したものである。

なおこの規格は、主にJIS Z 0212及びZ 0200<sup>(3)</sup>の記述を参考にして作成した。

### 2. 圧縮試験装置について

圧縮試験装置の構造は、平行に設けた上下2枚の剛性のある圧縮盤を、機械的に一定速度で接近させて圧縮盤の間に置かれた試験品に荷重を加える構造を採っているが、上部圧縮盤の取付け構造は、中央部一点で懸架支持し、支点を中心に回転可能に構成されたものと、4隅を強制的に保持し、常に下部圧縮盤と平行を保った状態で移動させる構造のもの2種類が実用化されている。

中央部支持の場合は、上部圧縮盤が傾くことができるため、箱の4隅の最も弱いコーナー部の強さを測定することになり、4隅等速移動式の場合は、上部圧縮盤は下部圧縮盤と平行を保ったまま移動するため、箱の4隅のうち最も背の高さが高いコーナー部の強さを測定することになる。このため上記2種類の装置のどちらを使用するかで、試験結果に若干の差がでる傾向がある。

本規格では、2種類の試験装置の内どちらの試験装置を使用しても良いが、報告書に試験装置の形式を記載することで、どちらのタイプの試験装置を使用したかが判明するようしておく必要がある。

### 3. 計測装置について

計測・記録装置は、適用する荷重及び圧縮盤の変位の範囲を計測・記録できるもので、その誤差は、適用する最大荷重に対しては±2%、圧縮盤の最大変位に対しては±1mmの精度をもつものと規定されているが、この精度は一般的な計測器が正しく使われれば容易に達成できる精度範囲にある。

中央部支持タイプの圧縮盤を持った圧縮試験装置では、変位の計測点が圧縮盤の中央位置からずれていると正確な変位が計測できないので、計測点の位置を圧縮盤の中央部に置くことが重要である。

### 4. 垂直方向圧縮試験（方法A）について

垂直方向圧縮試験（方法A）は、圧縮荷重による内容品の損傷を調べるために行う試験で、内容品が入った包装貨物の状態で圧縮試験を実施する。従ってこの試験では、供試品は結束や封緘を含め、流通に供される包装貨物と同じ状態であることが必要である。パレット保管が前提である場合には、上下にパレットを載置して試験を実施するのが、実態を再現する上では好ましいといえる。

クロスヘッドスピード（圧縮速度）は毎分10±3mmと規定されているが、供試品の剛性が高い供試品の場合は圧縮速度を下げ、試験終了までの時間が短くなりすぎないように配慮する必要がある。

### 5. 水平方向圧縮試験（方法B）について

メルコスール地域での荷役の特徴として、サイドクランプフォークの利用が多いことが挙げられる。サイドクランプフォークによる荷役では、包装貨物のずり落ちを防止するため、側面方向に大きな荷重が加えられる。特に中程度の大きさの包装貨物では、複数段、複数列の包装貨物を一度に移動させることになるが、このとき下段中央部の商品が落下するのを防止するため、必要以上の荷重が加えられて、包装貨物に破損が生じることがある。

水平方向圧縮試験は、このような水平方向の荷重に包装貨物が耐えられることを確認するための試験である。従ってこの試験では、供試品は内容品を収納した状態で、結束や封緘を含め流通に供される包装貨物と同じ状態であることが必要である。

圧縮試験装置は上下方向への荷重しか加えることができないので、包装貨物は横向きに圧縮盤上に載置して試験を実施する。

なお、中程度の大きさの包装貨物については実際の荷扱いを模擬するために、複数個の包装貨物をセットし、試験品の上下にクランプパネルと同じサイズの板を当てて試験を実施することにより、より実際的な確認が可能である。

#### 6. 垂直方向圧縮試験（方法C）について

この試験は包装容器の耐圧縮特性を確認するための試験であるから、包装容器単独で実施する。特に、外装が段ボール箱である場合に、この試験が実施されることが多い。試験品が段ボール箱の場合は、圧縮試験装置自身を前処置の環境下に設置して試験を行うことが望ましい。

#### 7. 積み重ね荷重試験について

この試験は、包装貨物が長期保管された場合の耐久性を確認するために行われる。この試験を実施する場合、圧縮試験装置を使用するよりも、重錘などを使用して荷重を加える方が実際的である。

圧縮による包装容器の変形を計測するためには、少なくとも対角2点で計測する必要があり、可能であれば包装容器の全角を計測するのが望ましい。

#### 6.3.3.4 包装貨物の落下試験方法(案)

##### 1. 適用範囲

この規格は金属、木材、段ボール・板紙、プラスチックなど又はこれらの組み合わせによってできている容器に包装された貨物の落下試験方法について規定する。

##### 2. 引用規格

次に掲げる規格は、引用されることによって、この規格の一部を構成するものと見なされる。発行年を記載してある規格は記載の版だけがこの規格を構成し、それ以降の年の版、追補には適用しない。発行年の記載がない規格は、その最新版(追補を含む)を適用する。

なお、引用規格がメルコスール規格以外の規格である場合も、上記と同等の扱いとする。

この規格で引用された規格は以下のとおりである。

①MERCIS E 001 「包装貨物の記号表示」

②MERCIS E 002 「前処置」

##### 3. 用語

本規格で使用する用語の定義は以下の通りである。

###### (1) 落下高さ

自由落下試験装置による落下試験では、包装貨物の最低点と落下面の最短距離。片支持稜落下試験では、支持台から最遠部に位置する包装貨物の稜と、落下面との最短距離、衝撃試験装置による落下試験では、衝撃台の下面から衝撃発生装置までの距離。(付図1、付図2および付図3参照)

###### (2) 速度変化

衝突速度と反発速度の絶対値の和、衝撃パルスの面積に相当する。

##### 4. 前処置

試験品は試験に先立ち、MERCIS E 002 に定められた方法によって前処置を行う。前処置の湿度条件は、試験の目的によって定める。なお、必要に応じて、浸水、散水などを施す。ただし、当事者間の合意があれば、特別な条件を定めることもできる。

##### 5. 試験品

供試品は次による。

- (a) 供試品は実際の内容品が納められていなければならない。但し、寸法、質量、重心位置、物理的特性が同等と認められる場合、内容品の代替として模擬試験品を用いることができる。いずれの場合も、封緘、結束、密封などは実際の輸送に供する包装貨物と同等でなければならない。
- (b) 供試品の記号表示は、MERCIS E 001 による。
- (c) 供試品の数は3個以上が望ましい。

## 6. 試験装置

6.1 自由落下試験装置は、次の条件を備えていなければならない(付図1参照)

- (1) 落下や衝撃が正しく行えるように、供試品を任意の姿勢に保つことができること。
- (2) 任意の落下高さを正確に、かつ、容易に調整できること。
- (3) 供試品の取り扱いおよびつり上げが容易にできること。
- (4) 供試品を損傷しないような昇降装置を持つこと。
- (5) 落下面は、以下のとおりであること。
  - (a) 落下面を構成する部材の質量は、供試品の質量の50倍以上であること。
  - (b) 表面上のいかなる点においても、水平差が2mm以下であること。
  - (c) 表面上のいかなる点においても、 $98N\{10kgf\}/100mm^2$ の静荷重で0.1mm以上の変形を生じないこと。
  - (d) 供試品が完全に落下できるような十分な大きさをもつこと。
  - (e) 落下面は、コンクリート、石、鋼板などの堅固な材料で構築すること。

6.2 片支持稜落下試験装置は、次の条件を備えていなければならない。

- (1) 落下や衝撃が正しく行えるように、供試品の姿勢を保つことができること。
- (2) 任意の落下高さを正確に、かつ、容易に調整できること。
- (3) 供試品の取り扱いおよびつり上げが容易にできること。
- (4) 供試品を損傷しないような昇降装置を持つこと。
- (5) 落下面は、以下のとおりであること。
  - (a) 落下面を構成する部材の質量は、供試品の質量の50倍以上であること。
  - (b) 表面上のいかなる点においても、水平差が2mm以下であること。
  - (c) 表面上のいかなる点においても、 $98N\{10kgf\}/100mm^2$ の静荷重で0.1mm以上の変形を生じないこと。
  - (d) 供試品が完全に落下できるような十分な大きさをもつこと。
  - (e) 落下面は、コンクリート、石、鋼板などの堅固な材料で構築すること。

6.3 衝撃試験装置は、次の条件を備えていなければならない(付図2参照)。

- (1) 衝撃試験装置の主な構造は、ISO 8568 に準拠したものとする。
- (2) 供試品を取り付ける衝撃台は十分な剛性をもち、試験中は水平に保たれ、落下方向以外に移動しないようなガイドによって保持されていること。
- (3) 衝撃台上に発生できる衝撃パルスは、正弦半波状で衝撃パルス作用時間が 3ms 以下まで可能であることが望ましい。
- (4) 所定の速度変化を発生させるための落下高さの設定は、正確に、かつ、容易に調整でき、所定の速度変化に対する再現性は±5%であること。
- (5) 衝撃台は、所要の衝撃パルスを発生後に二次衝撃を防止する機能をもつこと。
- (6) 衝撃台は、供試品の落下姿勢を保持する器具が取り付けられる構造であること。
- (7) 以下の各項を満足する、加速度の計測・記録装置を備えていること。
  - (a) 計測可能な周波数範囲は、下限周波数が 1Hz 以下、上限周波数は 500Hz 以上であること。
  - (b) 上記周波数範囲の全帯域に亘って、計測誤差は4%以内であること。
  - (c) 衝撃台に発生した加速度波形以外に、製品の脆弱部の特性を測定できるよう、合計 4 チャンネル以上の計測が可能であることが望ましい。
  - (d) 計測可能な加速度範囲は、最大で  $5\ 880\text{m/s}^2$ {600G}とする。
  - (e) 衝撃台に発生した速度変化を表示できること。

## 7. 試験方法

### 7.1 試験環境

試験を実施する環境は、できる限り前処置と同一環境とする。

### 7.2 試験方法の選択

試験方法は、包装貨物の質量荷より、下記のいずれかの方法を選択する。

- (1) 自由落下試験装置による落下試験は、総質量が 100kg 未満の包装貨物に対して適用する。
- (2) 片支持稜落下試験は、総質量が 100kg 以上の包装貨物に対し適用する。但し、包装貨物の総質量が 50kg を超えるときは、この方法で試験を実施しても良い。
- (3) 包装貨物の質量が 100kg 未満で、衝撃試験装置が利用できる場合は、衝撃試験装置による落下試験を実施することが望ましい。

### 7.3 試験方法

試験は、7.2 で選択した方法によって行う。

7.3.1 自由落下試験装置による落下試験(方法 A) 自由落下試験装置による落下試験は、次によって行う。

#### (1) 落下姿勢の設定

- (a) 面落下供試品の設定は、水平度  $2^{\circ}$  以内とし、落下面に衝突するときの水平度も  $2^{\circ}$  以内が望ましい。
- (b) 稜落下及び角落下 落下するときの姿勢は、供試品の重心における重力の方向線が、衝撃を与える稜又は角を通過するようにする。なお、稜落下の設定時における稜の水平度は、 $2^{\circ}$  以内とする。

(2) 落下高さ 試験の目的によって定める。ただし、高さの許容量は $\pm 2\%$ 又は $\pm 10\text{mm}$ のいずれか大きい方とする。

(3) 落下部位及び落下回数 試験の目的によって定める。

(4) 包装貨物の動きが完全に停止するまで、包装貨物に手を触れてはならない。

7.3.2 片支持落下試験(方法 B) 片支持落下試験は、次によって行う。

(1) 落下姿勢の設定 付図 3 に示すように、衝撃を与える稜の反対の稜を(3-5 稜又は 3-6 稜)を 15cm の高さの台の上に支持し、衝撃を与える稜(3-6 稜又は 3-5 稜)を落下させる。

(2) 落下高さ 試験の目的によって定める。ただし、高さの許容量は $\pm 2\%$ 又は $\pm 10\text{mm}$ のいずれか大きい方とする。

(3) 落下回数 試験の目的によって定める。

7.3.3 衝撃試験装置による落下試験(方法 C)

衝撃試験装置による落下試験は、次によって行う。

#### (1) 落下姿勢の設定

- (a) 面落下衝撃を与える面を衝撃台に接するように置く。
- (b) 稜落下及び角落下供試品の重心における重力の方向線が、衝撃を与える稜又は角を通過するように、衝撃台上に落下姿勢を保持する器具を用いて置く。

(2) 供試品の取付け 衝撃台の跳上りによって供試品に二次衝撃が発生するのを防止するため、供試品を押さえ板、ネットなどによって軽く拘束する。

(3) 衝撃パルスの作用時間 作用時間は 3ms 以下とすることが望ましい。

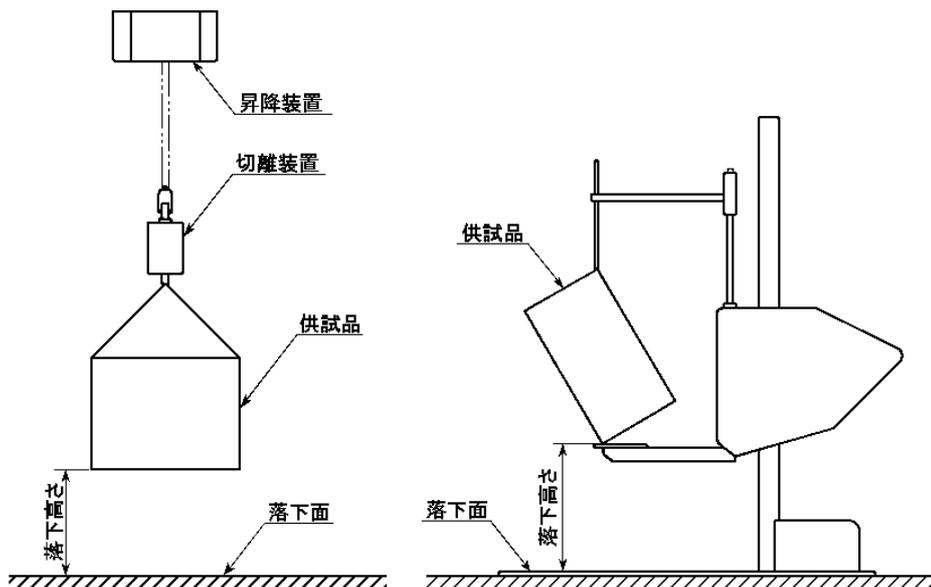
(4) 速度変化 試験の目的によって定める。

(5) 落下部位及び落下回数 試験の目的によって定める。

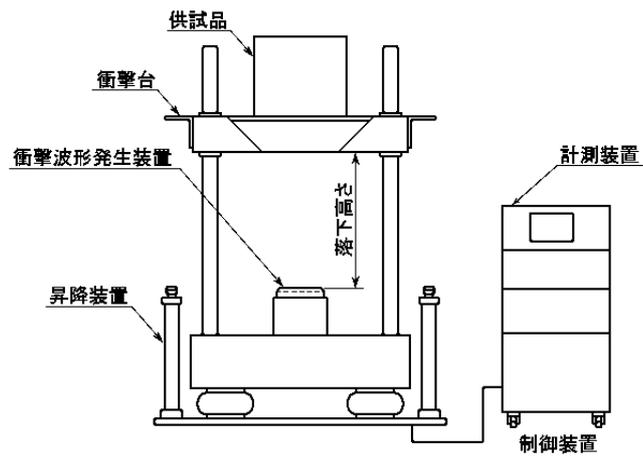
- (6) 衝撃台に発生した加速度波形を計測するための加速度センサは、なるべく包装貨物に近接した場所に設置する。
- (7) 衝撃発生時の加速度波形は、総てのデータを記録しておくこと。

8. 試験報告 試験報告には、次の事項を記載する。

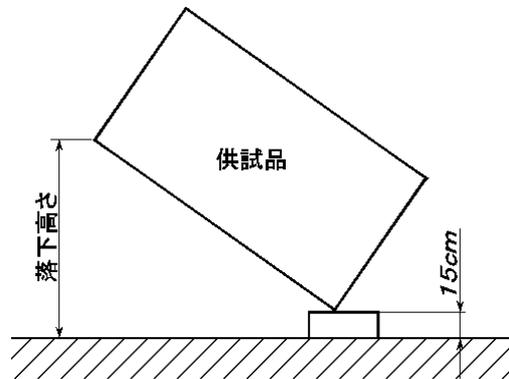
- (1) 内容品の明細(品名、種類、質量など)
- (2) 供試品の総質量、体積、寸法、材料、構造及び包装方法
- (3) 供試品の個数
- (4) 使用した試験装置の形式及びその仕様
- (5) 採用した試験方法及び条件(方法別、落下部位、落下高さ、速度変化、落下回数など)
- (6) 試験前に供試品に加えた条件
- (7) 試験結果の記録(変形、損傷などの有無とその状況)
- (8) 試験年月日並びに試験室の温度及び相対湿度
- (9) 試験結果に対する総合所見
- (10) その他特に記録すべき事項



付図1 自由落下試験装置の例



付図2 衝撃試験装置の例



付図3 片支持稜落下試験方法

## 付属書1(参考) 落下試験条件

### 1. まえがき

この付属書は、本体の規定に関連する事柄を補足するもので、規定の一部ではない。しかし、実際の輸送試験データを持たない規格の利用者は、この付属書に記載した内容に従って試験を行うことで、実際の輸送中の荷扱いによって受ける可能性がある衝撃に対する包装の保護性を確認することができる。

### 2. 試験の実施方法

試験実施に際しては、付属書1表1に示す順序に従い、付属書1表2の高さから落下させる。

**2.1** 落下部位、落下高さ、落下順序、落下回数は試験の目的によって必要な条件を定めるが、明確な判断基準がない場合は、以下の基準を参考にして決定する。

#### 2.1.1 自由落下試験(方法A)

落下部位及び落下順序は、付属書1表1を基本とする。

落下回数は各落下部位毎に1回ずつを原則とする。

付属書1表1 自由落下試験の落下順序

落下順序	落下部位	備考
1	角2-3-6	複数の供試品で試験を行う場合、偶数番目の供試品の落下部位は角3-4-5とする
2	稜2-3	複数の供試品で試験を行う場合、偶数番目の供試品の落下部位は稜3-4とする
3	稜3-6	複数の供試品で試験を行う場合、偶数番目の供試品供試品の落下部位は稜3-5とする
4	稜2-3	複数の供試品で試験を行う場合、偶数番目の供試品供試品の落下部位は稜4-5とする
5	6面全部	落下順序は特に定めない

注)当事者間の協定により、落下順序を変更すること及び、任意箇所を落下を割愛しても良い。

付属書1表2 自由落下試験の落下高さ

包装品質量 (kg)	落下高さ		
	レベル I	レベル II	レベル III
10未満	80	70	60
10以上20未満	70	60	50
20以上50未満	55	45	35
50以上70未満	40	30	20
70以上	30	25	20

注)落下高さは全方向同一高さを基本とする。

### 2.1.2 片支持稜落下試験

片支持稜落下試験の落下高さは、付属書1表3に示すとおりである。

付属書1表3 片支持稜落下試験の落下高さ

包装品質量 (kg)	落下高さ(cm)		
	レベルⅠ	レベルⅡ	レベルⅢ
50以上200未満	30	25	20
200以上500未満	25	20	15
500以上	20	20	15

### 2.1.3 衝撃試験装置による落下試験

衝撃試験装置による落下試験の場合、供試品に加える速度変化は、付属書1表4に示すとおりである。

付属書1表4 速度変化

包装品質量 (kg)	速度変化(m/s)		
	レベルⅠ	レベルⅡ	レベルⅢ
10未満	3.96	3.70	3.43
10以上20未満	3.70	3.43	3.13
20以上50未満	3.28	2.97	2.62
50以上70未満	2.80	2.42	1.98

## 「包装貨物の落下試験方法」解説(案)

### 1. はじめに

この規格は、メルコスール域内を輸送される包装貨物が、荷扱い中の落下などによって生じる衝撃に対し、必要な耐久性を備えているか否かを確認するための試験方法について規定したものである。

この試験規格はISOおよびJISの振動試験規格を参考として作成されている。しかし、付属書1に記載した試験条件については、上記規格とは別に、2005～2006年に、JICAの協力を得て実施した荷扱いによる衝撃の計測結果、ISO 4180、JIS Z 0200、NF H00-051、および、日本国内の各社の輸出品の包装試験規格を参考にして策定したものである。

なおこの規格は、主にJIS Z 0202及びZ 0200<sup>(3)</sup>の記述を参考にして作成した。

### 2. 自由落下試験について

(1) 自由落下試験は単品で取り扱われる包装貨物が、荷扱いによって受けると予想される衝撃

を再現する試験である。従って、この試験は単独の包装貨物で試験を行うことを原則とするが、複数の包装品が結束などの手段によって一体化されている場合は、一体化された包装貨物を対象として試験を行っても良い。

(2) 面落下の場合の供試品の角度設定、及び、落下面に衝突するときの水平度は1°以内が望ましいが、現実はこの条件で設定するのはかなり手間がかかることが判明しているため、水平面設定は2°以内とした。

(3) 稜落下又は角落下では、重心位置が落下面に衝突する稜又は角の鉛直上部に来るように包装貨物を保持する方法と、落下面に衝突する稜又は角の対稜又は対角が、落下面に衝突する稜又は角の鉛直上部に来るように包装貨物を保持する方法(通常対稜落下、又は、対角落下と呼んでいる方法)の2種類が採用されている。

本規格ではこの2種類の方法の内、包装貨物にとってより厳しい条件である、重心位置が落下稜又は落下角の鉛直上部に置かれる方法を採用した。この方法で試験を行った場合、落下方向の設定が完全であれば、包装貨物が落下して落下面に衝突した瞬間、包装貨物が直立して停止するので、設定の確かさを容易に確認することが可能である。

(4) 稜落下や角落下では、主目的である落下以外の転倒による衝撃を防止するため、落下直後転倒が生じる以前に試験実施者が手を出して包装貨物を支えることがあるが、実際の物流過程での荷扱いでは、貨物が停止するまでの間に転倒防止を図る余裕がないのが一般的である。従って、貨物の動きが停止するまで、手を触れてはならないということを明記した。

### 3. 片支持稜落下試験について

(1) 片支持稜落下試験はパレットシュリンクなどによって一体化された集合包装貨物と、業務用冷蔵庫などの大型機器の包装貨物が、荷扱いによって受けると予想される衝撃を再現する試験である。

(2) 片支持稜落下試験に使用するつり上げ機器は、自由落下試験に用いる昇降装置を利用するのが原則であるが、フォークリフトを利用して実施しても良い。

### 4. 衝撃試験装置を使用した落下試験について

(1) 衝撃試験装置を使用した落下試験は、自由落下試験の代替方法として考案されたものである。しかし、落下姿勢設定の容易さや、落下の再現性の良さが認識されて、最近ではこの方法による落下試験が主流となりつつある。

(2) 自由落下試験と衝撃試験装置を使用した落下試験の最大の違いは、自由落下試験では稜落下や角落下の場合落下後の転倒により2次衝撃が発生するが、衝撃試験装置を使用した落下試験では2次衝撃が発生しないことである。

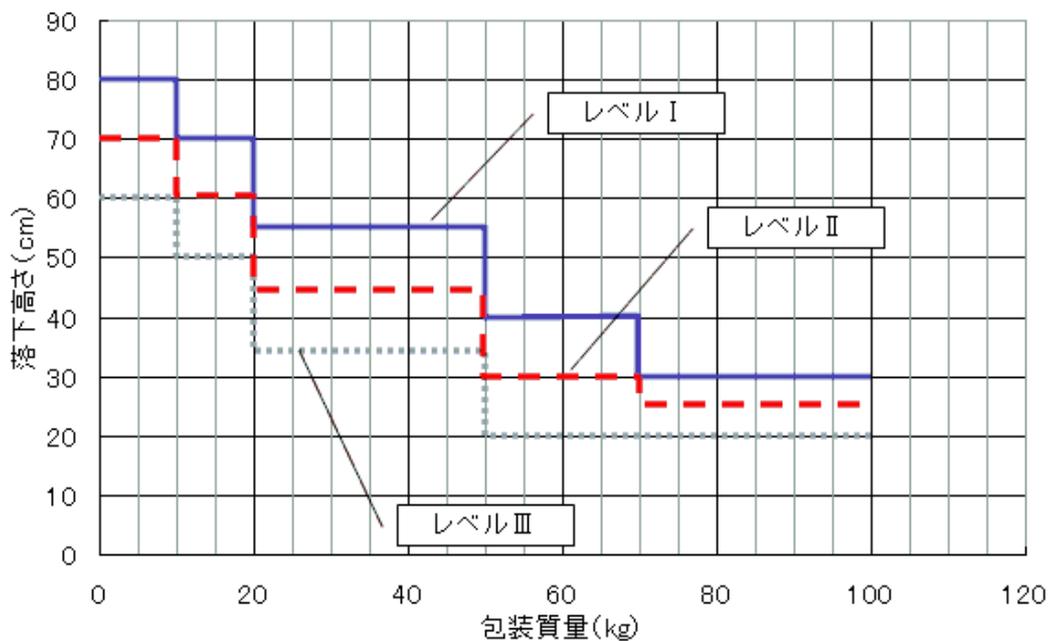
- (3) 衝撃試験装置を使用した落下試験では、衝撃を印加した都度、発生した衝撃値と速度変化を確認し、規定範囲を外れた場合は試験を中止して再試験を行うこと。
- (4) 加速度計測に当たっては、ローパスフィルターを使用せずに加速度波形を記録することを推奨する。波形解析の際にローパスフィルターを通して解析を行えばよい。
- (5) ローパスフィルターの周波数は、最低でも200Hz以上であることが必要である。この周波数以下のローパスフィルターを使用すると、波形がなまって正しい加速度が計測できない。

### 5. 試験条件設定の基礎データについて

自由落下試験の試験条件は、実輸送試験によって得られたデータに基づいて算出した落下高さデータの他にISO 4180、JIS Z 0200、NF H00-051、および、日本国内の各社の輸出品の包装試験規格を参考にして策定したものである。メルコスール域内で、荷扱い中に生じる落下高さの実データが得られているのは、包装貨物の質量が10kg未満の貨物と、70kg以上100kg未満の貨物だけであるため、各種公的規格などを参考として規格の数値を定めた。従って、ここに示した落下高さは、あくまでも参考値であることを理解して、試験条件を決定する必要がある。

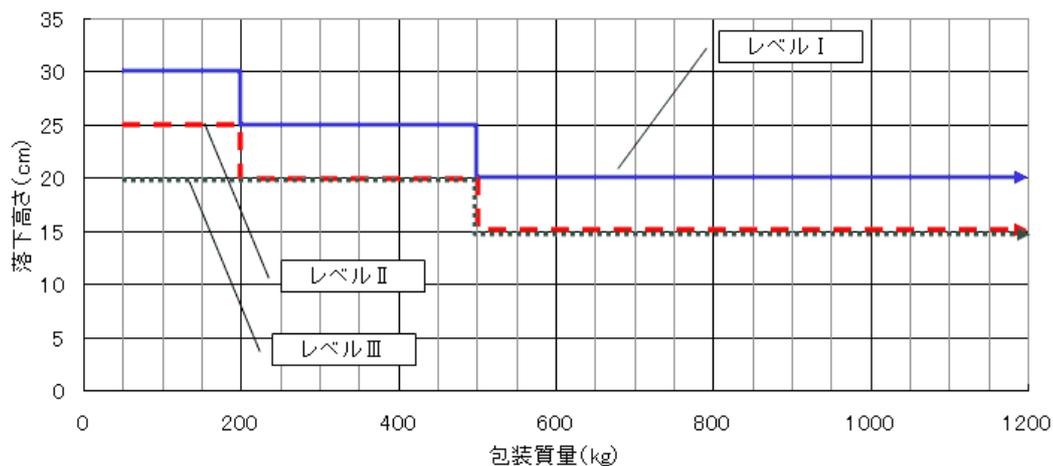
### 6. 包装質量と落下試験条件グラフ

#### 6.1 自由落下試験



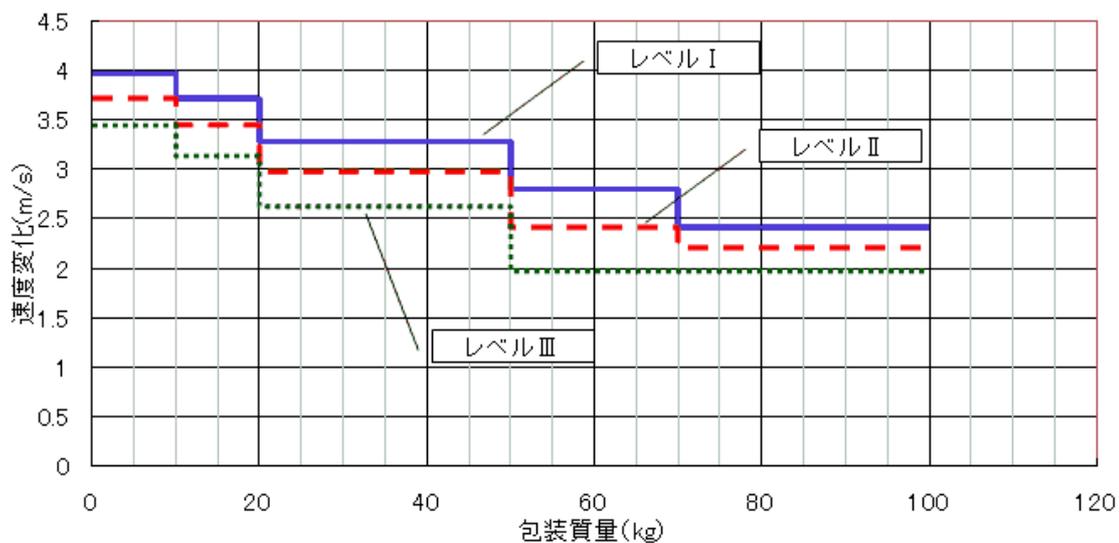
解説図1 自由落下試験の包装質量と落下高さの関係

## 6.2 片支持稜落下試験



解説図2 片支持稜落下試験の包装質量と落下高さの関係

## 6.3 衝撃試験機を利用した落下試験



解説図3 衝撃試験機による落下試験の包装質量と速度変化の関係

#### 6.3.3.5 包装貨物の振動試験方法(案)

##### 1. 適用範囲

この規格は包装貨物が輸送過程で受ける垂直振動に対する耐久力を備えているか否かを評価するための試験方法について規定する。

##### 2. 引用規格

次に掲げる規格は、引用されることによって、この規格の一部を構成するものと見なされる。発行年を記載してある規格は記載の版だけがこの規格を構成し、それ以降の年の版、追補には適用しない。発行年の記載がない規格は、その最新版(追補を含む)を適用する。

なお、引用規格がメルコスール規格以外の規格である場合も、上記と同等の扱いとする。

この規格で引用された規格は以下のとおりである。

- ① MERCIS E 001 「包装貨物の記号表示方法」
- ② MERCIS E 002 「包装貨物－試験の前処置」

##### 3. 用語

本規格で使用する用語の定義は以下の通りである。

###### (1) 加速度パワースペクトル密度

ある中心周波数の狭帯域フィルタを通過した加速度信号のその部分の2乗平均値で、単位帯域幅当たりで表し、帯域幅をゼロに近づけ、かつ、平均化時間を無限大に近づけたときの極限值。

###### (2) 実効値

ランダム振動試験の場合に、加速度、速度または変位の振幅量を表すときに使われるその関数の2乗平均値の平方根の値。

##### 4. 前処置

試験品は試験に先立ち、MERCIS E 002 に定められた方法によって前処置を行う。前処置の温湿度条件は、試験の目的によって定める。

ただし当事者間の合意があれば、特別な条件を定めることもできる。

##### 5. 試験品

供試品は次による。

- (a) 供試品は実際の内容品が納められていなければならない。但し、寸法、質量、重心位置、物理的特性が同等と認められる場合、内容品の代替として模擬試験品を用いることができる。いずれの場合も、封緘、結束、密封などは実際の輸送に供する包装貨物と同等でなければならない。
- (b) 供試品の記号表示は、MELCIS E 001 による。

## 6. 試験装置

この規格で規定する試験を実施する試験装置は、次の機能および性能を備えていなければならない。

### 6.1 振動方向

供試品に垂直方向の振動を与えることができること。

### 6.2 加速度

供試品を積載した状態で、少なくともあらかじめ定めた加速度パワースペクトルから算出した加速度実効値の振動を発生させることができる装置であること。

### 6.3 振動周波数範囲

加振できる振動周波数範囲は、あらかじめ定めた加速度パワースペクトル密度の振動周波数範囲以上であること。

### 6.4 加振台

加振台は供試品を搭載するのに十分な大きさとし剛性を備え、試験中に加振台表面を水平に維持できること。加振台の最低共振周波数は、あらかじめ定めた試験周波数範囲より高いこと。

### 6.5 加振台のオプション

必要に応じて次のオプション部品を振動台上に搭載することができる。

- a) 供試品が試験中に前後左右に移動することを制限するための囲い。
- b) 実際の試験を模擬するための、供試品の拘束手段。

### 6.6 振動測定および振動制御装置

振動測定および振動制御装置は次の設備、機能を備えていること。

- a) 加速度センサ 加振台の加速度を計測する。
- b) 振動計測アンプ 加速度センサの信号を増幅して、制御装置に伝達する。
- c) 振動制御装置 振動計測装置から伝達された信号をフィードバックすることにより、加振台の振動を制御する。
- d) データ表示装置 加振台の振動の状況を表示する。
- e) データ記録装置 加振台で発生した振動データの PSD 特性と加速度実効値を記録する。
- f) 周波数特性 測定系の総合周波数特性は、振動周波数範囲内で±5%以内であること。

- g)測定系のチャンネル数 加振台制御用センサのほかに、供試品の応答を計測するための複数の計測系を備えていることが望ましい。

## 7. 振動制御装置の機能

振動制御装置は次の機能、性能を備えていること。

- a)信号発生機能 あらかじめ定めた加速度パワースペクトル密度を持つ振動を発生させるための信号を出力できること。
- b)振動制御機能 加振台の加速度パワースペクトル密度を、あらかじめ定めた特性になるよう制御し維持できること。また、あらかじめ定めたレベルまで段階的に立ち上げができ、なめらかに停止できること。

なお、供試品を搭載した状態で、加振台のパワースペクトル密度は、試験周波数全域で既定値の±3db 以内に制御できること。また、加速度実効値の許容差は、既定値の±15%とする。

## 8. 試験方法

- 8.1 試験を実施する環境は、できる限り前処置と同一環境とする。
- 8.2 供試品の搭載方法 供試品は輸送中の拘束方法、積載方法に近くなるよう、加振台に搭載する。供試品を拘束する場合は、供試品の重心位置ができる限り加振台の中心に近づくように載置する。供試品を拘束しない場合は、供試品の移動を制限する囲いを用いることができる。供試品の上部に、実際の輸送中に加わるのと同等の加重を加えてもよい。
- 8.3 印加加速度の測定 供試品に印加された加速度は、できる限り供試品の近くで測定する。
- 8.4 試験の中断 供試品の状態を目視検査するため、試験はいつでも中断してよい。
- 8.5 加振信号の印加 加振台上の振動があらかじめ定めた加速度パワースペクトル密度になるよう、6db 低いレベルから加振を開始し、レベルを段階的に上げて、あらかじめ定めたレベルに達した後、あらかじめ定めた時間、そのレベルを維持する。
- 8.6 飛び跳ね加振試験 ランダム加振試験終了後、規定の飛び跳ね試験を実施する。
- 8.7 すべての試験が終了した後、供試品の異常の有無を確認する。

## 9. 試験報告

試験報告書には以下の事項を記載する。

- a)適用した試験規格
- b)試験署名および所在地、ならびに、依頼者名および所在地
- c)試験報告書の識別番号
- d)供試品の受領日および試験年月日

- e) 試験報告書に対して責任を負うものの氏名、肩書きおよび署名
- f) 試験結果は、試験された供試品にのみ関係するという趣旨の記述
- g) 全文の複製以外、試験所の文書による許可なく、試験書を複製してはならない旨の記述
- h) 試験した供試品の個数
- i) 供試品の質量、寸法、体積、材料とその仕様、固定法、緩衝法、保護法などの包装の構造および包装の閉じ方、並びに補強調整などの包装方法
- j) 内用品の明細(品名、種類、質量など)。模擬試験品または代替試験品が用いられたときはその詳細
- k) 供試品の総質量
- l) 前処置の温度、相対湿度、時間、並びに、試験エリアの温度、相対湿度
- m) 試験条件(運用した周波数範囲、加速度パワースペクトル密度および試験時間)、並びに、得られた加速度実効値、および加速度パワースペクトル密度の記録
- n) 積み重ね荷重の有無、使用した場合は、荷重を適用するための用いた試験品および／またはおもりの区別、並びに、その質量および荷重を加えた期間
- o) 供試品の拘束の有無、拘束した場合には、その方法、および囲いの有無
- p) この規格の試験方法からの逸脱事項
- q) 記録された加速度パワースペクトル密度に関する所見
- r) 試験中の供試品の姿勢
- s) 試験した装置および製造番号の一覧
- t) 試験結果の記録(変形、損傷などの有無およびその状況)
- u) 試験結果に対する総合所見

#### 付属書A(参考) 加速度パワースペクトル密度と飛び跳ね試験条件

##### 1. まえがき

この付属書は、本体の規定に関連する事柄を補足するもので、規定の一部ではない。しかし、実際の輸送試験データを持たない規格の利用者は、この付属書に記載した内容に従って試験を行うことで、実際の輸送環境に近似した試験を行うことができる。

試験はあらかじめ定めた加速度パワースペクトルによる加振試験と、飛び跳ね試験の2種類で構成されており、この両方を行うことにより、振動試験が完了する。

##### 2. 試験の実施順序

試験実施に際しては、付属書A 表1に示す対象包装品の特性によって、パターンA またはパタ

ーンBを選択し、さらに**付属書A 表2**に示す輸送環境のレベルに応じて、レベルⅠ～Ⅲのいずれかを選択し、**付属書A 表3(a)**に示すPSD特性を用いて実施する。

上記試験終了後、さらに各区分ごとに、**付属書A 表3(b)**に示す飛び跳ね加振試験を実施する。飛び跳ね試験は供試品を固定せずに実施する。

なお、飛び跳ね試験の回数が多く実施時間が5分を超えるときは、分単位で求めた超過時間を四捨五入して求められた回数の衝撃試験を行うことで、代替することが可能である。

**付属書A 表1 パターンA とパターンB の適用区分**

区分	適用対象包装品
パターンA	(1) 包装の内容品が工業製品である場合。 (2) 対象製品が食品容器であるときは、最下部に置かれた容器のシール部が、上段の容器の重みで徐々に剥離し、破袋に至るといった形で包装異常を生じる場合。
パターンB	(1) 食品などの包装であって、こすれによって内用品を収納した袋などの一部にピンホールが生じ、内容品の漏洩が生じるといった包装異常を生じる場合。

上表による区分の判別が困難な場合は、パターンAを選択する。

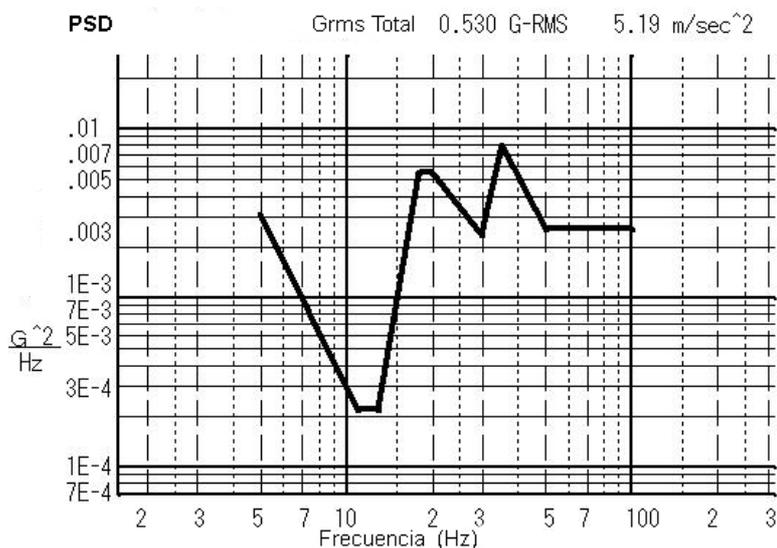
**付属書A 表2 レベルⅠ～レベルⅢの適用区分**

区分	適用対象輸送条件
レベルⅠ	悪路走行時間が長く、頻繁に大きな加速度の発生が予測される場合。
レベルⅡ	一般的な道路走行の場合
レベルⅢ	高速道路など良好な道路の走行が大部分で、大きな加速度は殆ど発生しないと予測される場合

3. 試験の条件

付属書A 表3-1 (a) パターンA レベル I

節点	周波数	PSD		備考
	Hz	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	{G <sup>2</sup> /Hz}	
1	5	0.2964	.003086	Aimogasta - Iguazu & Belem - Sao Paulo (距離:4,651km) ルートに相当
2	11	0.0209	.000218	
3	13	0.0209	.000218	
4	18	0.5229	.005445	
5	20	0.5229	.005445	
6	30	0.2267	.002360	
7	35	0.7670	.007986	
8	50	0.2440	.002541	
9	100	0.2440	.002541	
加速度実効値	5.19m/s <sup>2</sup> {0.53G}			
加振時間	1hr			



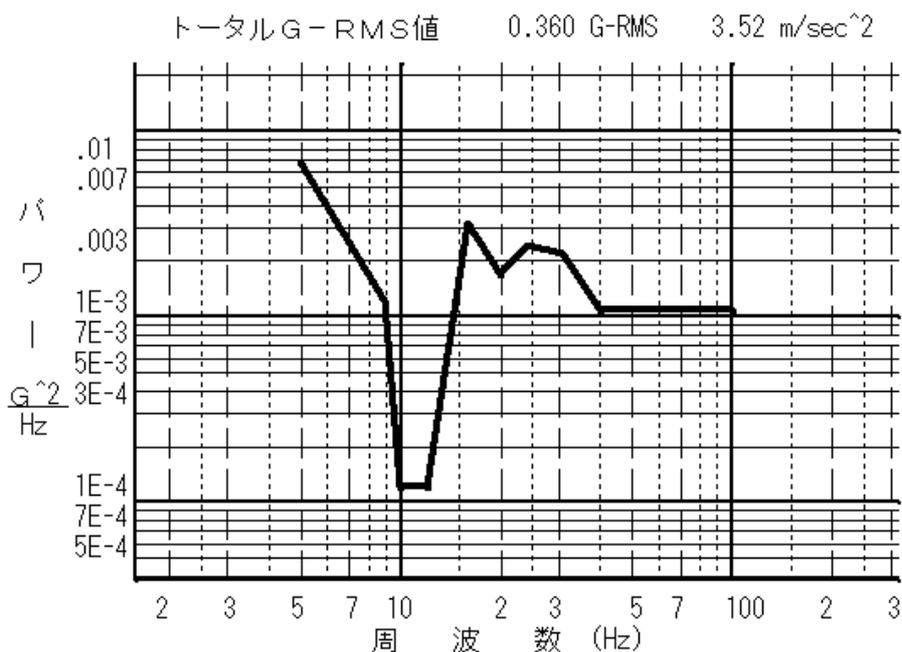
付属書A 図1 レベル II の試験PSD

付属書A 表3-1 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	243.6	—
衝撃試験と組合せ	5	24回

付属書A 表3-2 (a) パターンA レベルII

節点	周波数 Hz	PSD		備考
		$m^2/s^3$	$\{G^2/Hz\}$	
1	5	0.6508	0.006776	BsAs - Mendoza & Loma Plata - Asuncion (距離: 1,522km) ルートに相当
2	9	0.1162	0.001210	
3	10	0.0116	0.000121	
4	12	0.0116	0.000121	
5	16	0.3021	0.003146	
6	20	0.1627	0.001694	
7	24	0.2324	0.002420	
8	31	0.2092	0.002178	
9	40	0.1046	0.001089	
10	100	0.1046	0.001089	
加速度実効値	3.52m/s <sup>2</sup> {0.36G}			
加振時間	1hr			



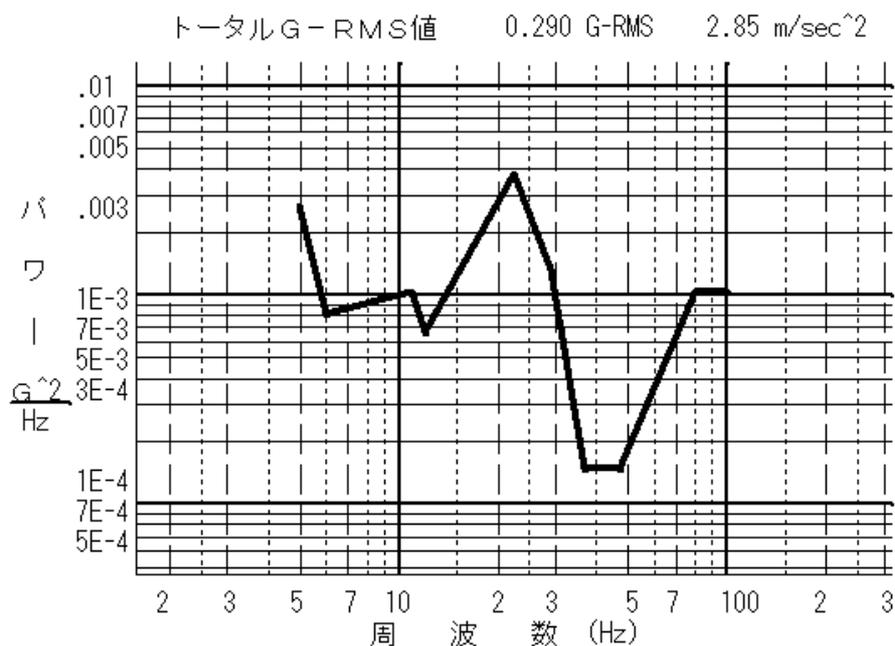
付属書A 図2 レベルIIの試験PSD

付属書A 表3-2 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	17.1	—
衝撃試験と組合せ	5	1回

付属書A 表3-3 (a) パターンA レベルⅢ

節点	周波数 Hz	PSD		備考
		$m^2/s^3$	$\{G^2/Hz\}$	
1	5	0.2524	0.002628	Rosario - BsAs & Montevideo - Rivera (距離:501km) ルートに相当
2	6	0.0771	0.000803	
3	11	0.0982	0.001022	
4	12	0.0631	0.000657	
5	22.5	0.3646	0.003796	
6	29	0.1262	0.001314	
7	37	0.0140	0.000146	
8	47	0.0140	0.000146	
9	80	0.0982	0.001022	
10	100	.0982	0.001022	
加速度実効値	2.85m/s <sup>2</sup> {0.29G}			
加振時間	1hr			



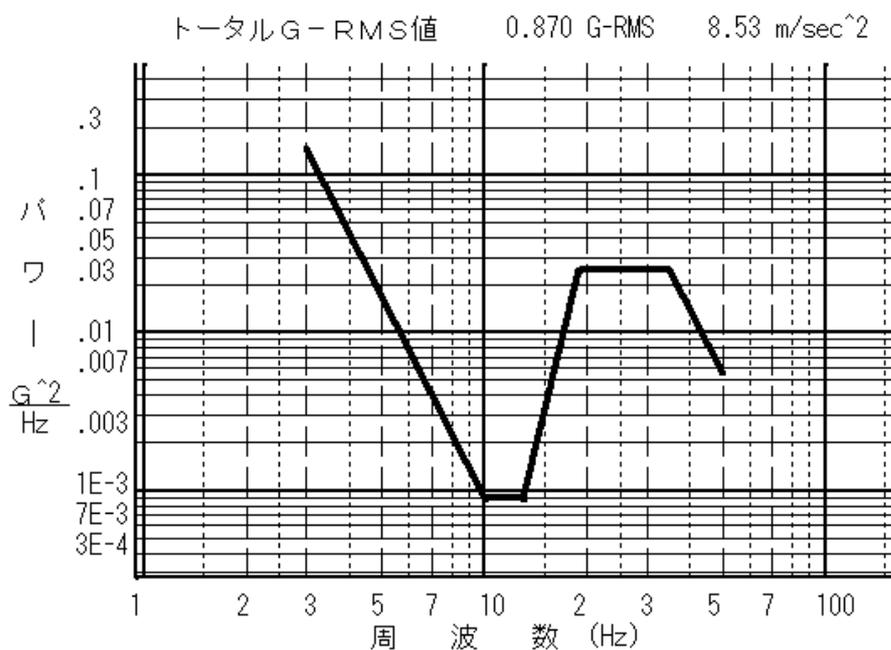
付属書A 図3 レベルⅢの試験PSD

付属書A 表3-3 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	15.6	—
衝撃試験と合わせ	5	1回

付属書A 表3-4 (a) パターンB レベル I

節点	周波数	PSD		備考
	Hz	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	{G <sup>2</sup> /Hz}	
1	3	0.2964	0.14482	Aimogasta - Iguazu & Belem - Sao Paulo (距離:4,651km) ルートに相当
2	10	0.0209	0.00089	
3	13	0.0209	0.00089	
4	19	0.5229	0.02451	
5	35	0.5229	0.02451	
6	50	0.2267	0.00557	
加速度実効値	8.53m/s <sup>2</sup> {0.87G}			
加振時間	2hr			



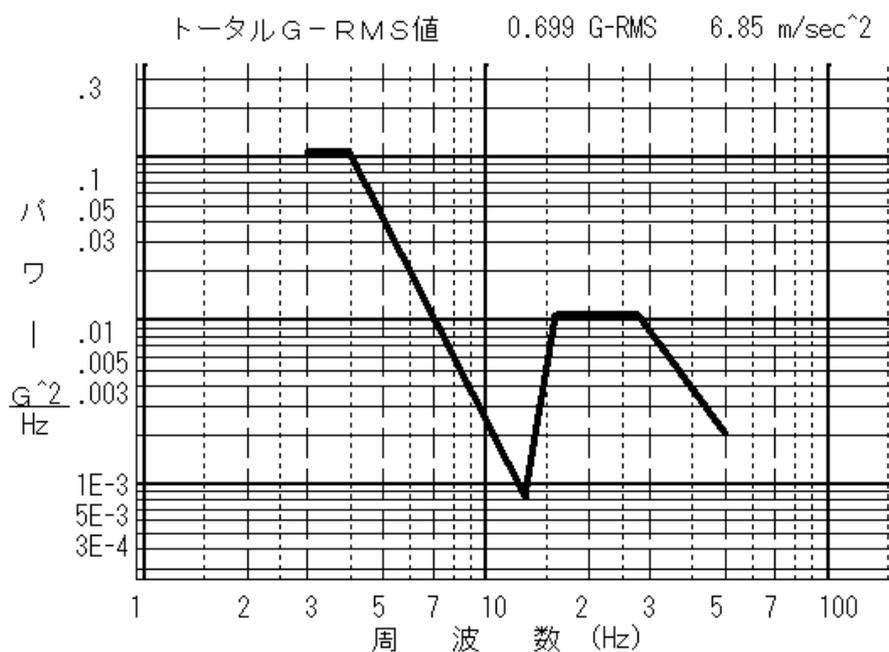
付属書A 図4 レベル I の試験PSD

付属書A 表3-4 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	243.6	—
衝撃試験と組合せ	5	24回

付属書A 表3-5 (a) パターンB レベルII

節点	周波数 Hz	PSD		備考
		$m^2/s^3$	$\{G^2/Hz\}$	
1	3	0.2964	0.106432	BsAs - Mendoza & Loma Plata - Asuncion (距離: 1,522km) ルートに相当
2	4	0.0209	0.106432	
3	13	0.0209	0.000832	
4	16	0.5229	0.010810	
5	28	0.5229	0.010810	
6	50	0.2267	0.002079	
加速度実効値	6.85m/s <sup>2</sup> {0.7G}			
加振時間	1hr			



付属書A 図5 レベルIIの試験PSD

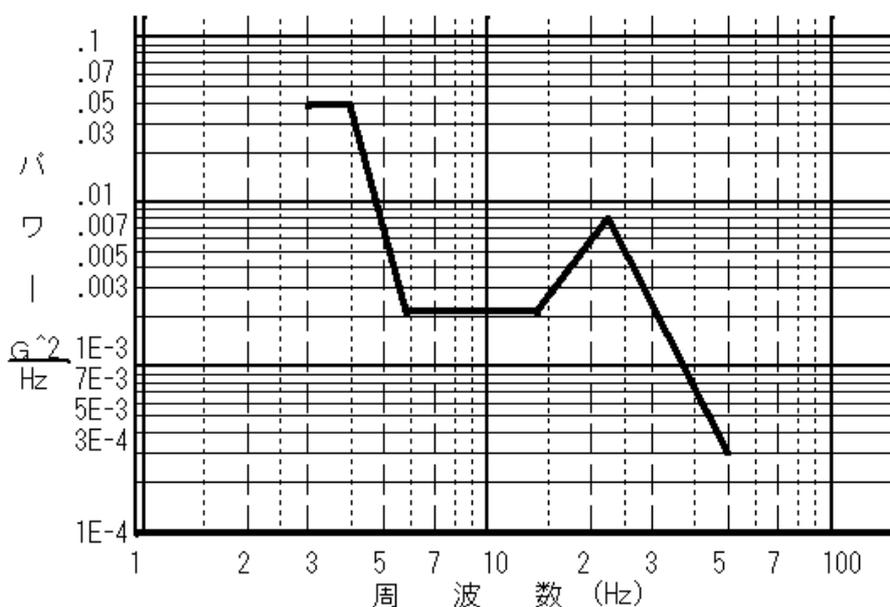
付属書A 表3-5 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	17.1	—
衝撃試験と組合せ	5	1回

付属書A 表3-6 (a) パターンB レベルⅢ

節点	周波数	PSD		備考
	Hz	m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup>	{G <sup>2</sup> /Hz}	
1	3	0.2964	0.03835	Rosario - BsAs & Montevideo - Rivera (距離: 501km) ルートに相当
2	4	0.0209	0.03835	
3	5.8	0.0209	0.00211	
4	14	0.5229	0.00211	
5	22.5	0.5229	0.00785	
6	50	0.2267	0.00030	
加速度実効値	4.01m/s <sup>2</sup> {0.41G}			
加振時間	1hr			

トータルG-RMS値 0.410 G-RMS 4.01 m/sec<sup>2</sup>



付属書A 図6 レベルⅢの試験PSD

付属書A 表3-6 (b) 飛び跳ね試験条件(10Hz、10.78m/s{1.1G})

試験方法	時間(分)	ショックテスト(1.4m/sec or 10cm Drop)
飛び跳ね試験のみ	15.6	—
衝撃試験と組合せ	5	1回

## 付属書B(参考)ランダム振動の特徴

この付属書は、本体の規定に関連する事柄を補足するもので、規定の一部ではない。

### 1. 概要

走行中の輸送車両の荷台には、タイヤ、サスペンションを通じて路面の凹凸が伝わる。路面の凹凸は不規則であるから、荷台振動も基本的にはランダム振動となる。但しこの振動は、路面から荷台までの伝達経路にタイヤ、サスペンションなどの固有振動数を有する部品が介在しているため、完全なランダム振動ではなく、近似的なランダム振動である。さらに路面には所々に段差や破損箇所などがあり、衝撃的な波形が加わることがある。そのため厳密には、荷台振動は近似ランダム振動に衝撃波形が加わった、ショック・オン・ランダム振動であるといえる。

但し、振動試験装置でショック・オン・ランダム振動の詳細を定義するのは、条件が複雑になり、生じた現象の解析も難しくなること、および、試験装置の負担が大きいことなどのため、一般的な振動試験方法ではランダム振動部分と衝撃部分を別々に試験するという方法が採用される。本試験規格でも、この考え方を採用し、両者を分離して定義した。

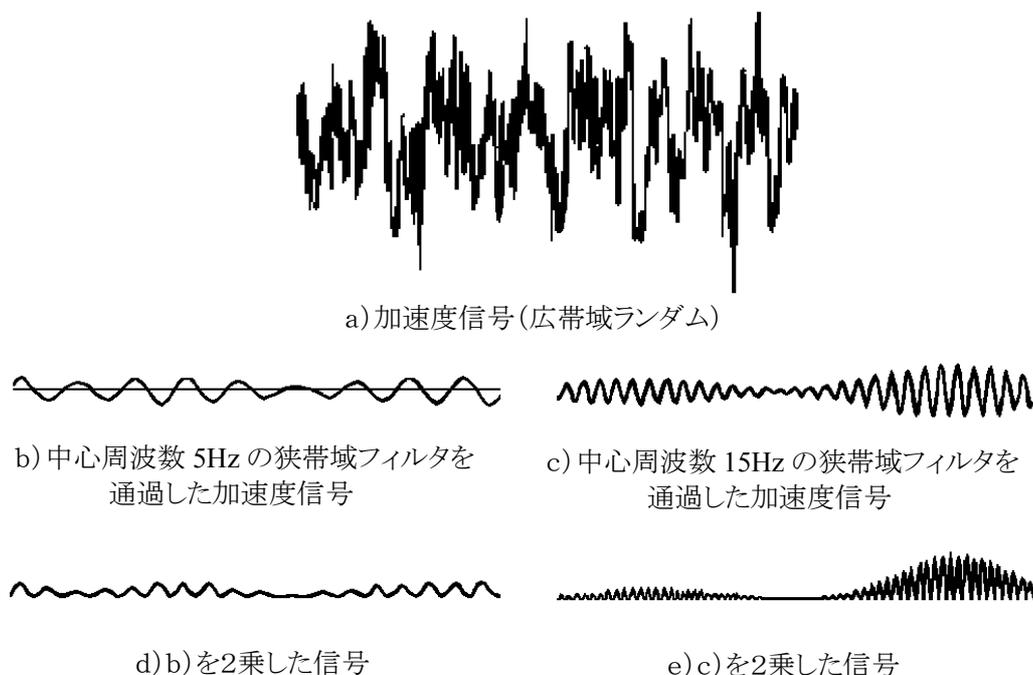
典型的なランダム振動波形を、付属書B図1のa)に示す。図から判るとおり、一般のランダム振動は一見でたらしめな波形で、正弦波のように同じ波形が繰り返されることはない。ランダム振動は統計的な性質を持っているので、統計的手法を用いて処理を行うと波形が持つ特徴を明確化できる。一般的な表現方法では、振動周波数と関連した側面を加速度パワースペクトル密度で、振幅に関する側面は振幅確率密度で表現する。

### 2. 加速度パワースペクトル密度

周波数に対して加速度がどのように分布しているかを示すために、この関数が利用される。付属書B図1の波形を例にとり説明する。

a)の加速度信号を、中心周波数が5Hzである狭帯域フィルタを通過させると、b)に示すように、その信号の5Hz付近の信号だけが抽出される。この信号は一見5Hzの正弦波のように見えるが、5Hzの信号だけが存在しているのではなく、狭帯域フィルタの帯域幅に依存して決まる5Hz 付近の成分をも含んでおり、その量はフィルタの帯域幅によって決まる。さらにこの信号のレベルは、正弦波のように一定ではなく、不規則に変動している。b)の信号はマイナス成分を含むため、統計処理を行うには不都合である。そこでこの信号を2乗したものをデータとして利用する。d)はb)の信号を2乗したもので、すべての値はプラスである。c)は狭帯域フィルタの中心周波数を15Hzとしたもので、e)はこの信号を2乗したものである。

抽出される信号の振幅は、フィルタの周波数分解能によって変動するため、分解能1Hz 当たりに正規化する必要がある。加速度パワースペクトル密度の“密度”という言葉は、この処理を行った結果であることを意味している。さらにこの信号は、時間の変化と共に変動しているため、時間に対して平均化処理を行う必要がある。以上の処理を測定周波数範囲全体に対して行った結果として、加速度パワースペクトル密度曲線が得られる。



付属書 B 図 1 加速度パワースペクトル密度の推定

### 3. 加速度振幅確率密度

ランダム振動試験で用いる信号の瞬時値の分布は、正規分布に従うものを利用している。但し、通常は実効値の3倍を超える信号が発生することが無いように制限して、試験を実施する。一般的なランダム振動試験装置の制御器では、この処理を自動的に実行できる機能を備えている。

従ってこの値は、振動試験装置の選択の場合にのみ影響する項目で、試験実施に当たっては、大きな影響はない。

#### 4. 加速度実効値(Arms)

加速度実効値は、加速度の時刻履歴から、式(1)によって計算できる。

$$Arms = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_2}^{t_1} A^2(t) dt} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 *Arms*: 加速度実効値  
*A(t)*: 加速度の時刻履歴  
*t<sub>1</sub>*: 計算対象データの始点  
*t<sub>2</sub>*: 計算対象データの終点始点  
*T*: *t<sub>1</sub>* から *t<sub>2</sub>* までの時間

加速度実効値は、加速度パワースペクトル密度からも、式(2)によって計算できる。

$$Arms = \sqrt{\int_{f_2}^{f_1} \phi(f) df} \dots\dots\dots(2)$$

ここに、  $\phi(f)$ : 振動数 *f* の関数としての加速度パワースペクトル密度  
*f<sub>1</sub>*: 下限周波数  
*f<sub>2</sub>*: 上限周波数

ランダム振動試験では、加速度パワースペクトル密度が与えられるので、式(2)を用いて試験に必要な加速度実効値を計算することができる。通常のランダム振動制御器では、自動的に計算される。

なおこの値は、加速度パワースペクトル密度曲線の下側の面積を意味している。

#### 5. 速度実効値

速度実効値は加速度パワースペクトルから速度スペクトルを求め、これを式(2)の  $\phi(f)$  に代入すれば簡単に求めることができる。但しこの値は、使用できる試験装置の選択にのみ利用できるもので、振動試験の実施に関しては特に必要はない。

## 6. 変位実効値

速度実効値は加速度パワースペクトルから変位スペクトルを求め、これを式(2)の  $\phi(f)$  に代入すれば簡単に求めることができる。

一般にはこの値は、使用できる試験装置の選択にのみ利用できるもので、振動試験実施には不必要とされているが、本試験規格のパターンBの試験では、振動に起因する変位によって生じる製品異常を問題にしているため、重要な意味を持っている。

### 「包装貨物の振動試験方法」解説(案)

#### 1. はじめに

この規格は、メルコスール域内を輸送される包装貨物が、輸送中の振動に対し必要な耐久性を備えているか否かを確認するための試験方法について規定したものである。

この試験規格はISOおよびJISの振動試験規格を参考として作成されている。しかし、付属書Aに記載した試験条件については、上記規格とは別に、2005～2006年に、JICAの協力を得て実施した道路走行中の貨物輸送車両の荷台の振動計測結果に基づいて策定したものである<sup>(1)</sup>。従って、このとき調査を行わなかった道路や、その後新設・改修された道路については、本規格が規定している振動条件と異なっている場合がある。また、経過時劣化などで、路面の状況が大幅に異なっている場合もある。

これらの状況に対応するためには、計測未実施の道路については新しく振動計測を実施し、計測済みの道路の振動データと比較して、条件を決定することが望ましい。

さらにアルゼンチンについては、殆どの国道を網羅したロードインデックス(道路の表面荒さを指標化したもの)のデータが道路局により毎年発行されており<sup>(2)</sup>、各区分ごとの細分化してロードファクターが記載されているので、これと先に記載したJICAの資料を比較することにより、客観的な評価が可能である。この状況は他の3カ国についても同じである。

なおこの規格は、主にJIS Z 0232<sup>(3)</sup>の記述を参考にして作成した。

#### 2. 試験方向について

輸送機関の荷台は、常時上下、前後、左右の3方向に振動している。従って、試験品に対し、3方向の振動を同時に加える試験が理想であるが、以下の理由で上下方向の試験に限定した。

(a) 3方向同時加振が可能な振動試験装置は非常に高価であり、現状ではメルコスール域内での保有が殆どなされていないこと。

(b) 輸送機関の荷台振動は、上下方向の振動レベルが高く、その他の方向の振動レベルは低いことが判明している<sup>(4)</sup>ことと、上下方向の振動試験に合格した包装品は、殆どの場合、実輸送に耐える能力を有していることが、経験的に確認されていること。

#### 3. 試験装置について

試験装置の項に記載した試験装置のスペックは、一般的な導電方式もしくは電気油圧制御方式の振動試験装置が満足している内容である。ただし、振動試験装置は、試験を繰り返すことによって可動部品の劣化を生じるとともに、経時変化によって非可動部分も劣化を生じる。また計測機器、および、制御装置も、経時変化によって劣化を生じる。このため、少なくとも年1回の較正を行

い、精度および機能を保持することに努める必要がある。

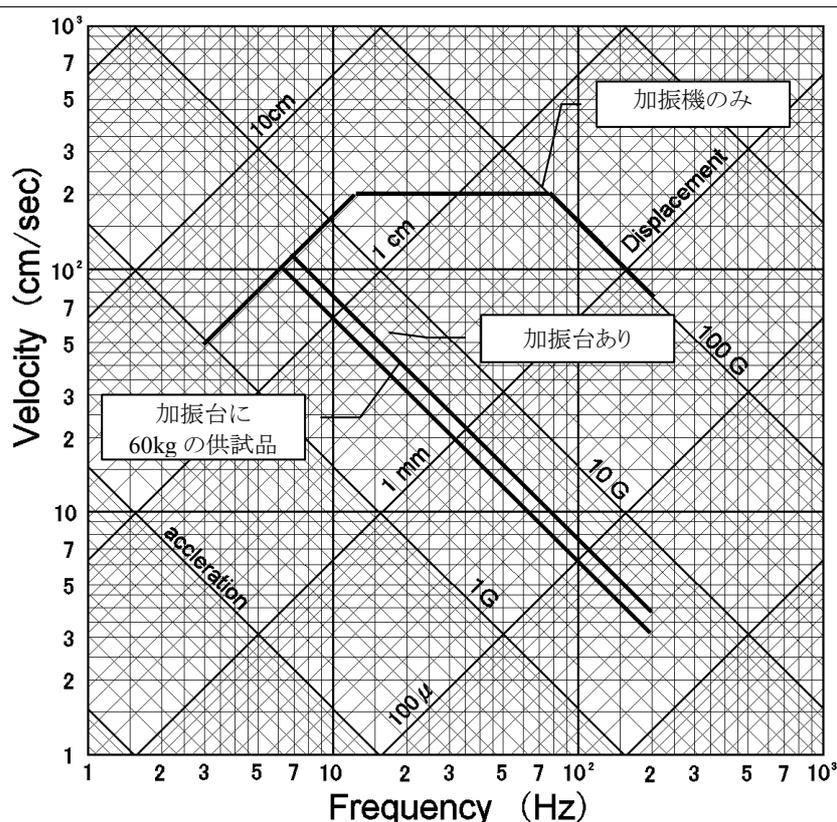
振動試験装置は、加振周波数範囲、加速度および速度については装置固有の性能限界が存在し、変位については、過振動を防止するため制限器(リミッター)が設置されている。これらの制限により、実施可能な試験条件の限界が存在することになる。実施可能な試験条件の限界は、加速度・速度・変位グラフ上で、折れ線で表示される。

解説図1は試験条件の限界をグラフ上に示した例である。この例では、加振可能な周波数範囲は3Hz~200Hz、最大速度は200cm/sec、最大変位は50.8mm(2インチ)で、加振できる最大加速度は無負荷の場合で $980\text{m/s}^2$ {100G}であるが、最大加速度は搭載した供試品の質量に依存して変化する。

備考1 加振可能な最大加速度は、振動試験装置の電力増幅器の出力を、可動部分全体の質量で除した値となる。可動部分の質量は、加振機(シェーカー)の可動部分の質量と、加振台の質量、供試品の質量および、取り付け治具の質量を合計したものである。

例えば電力増幅器の出力が $2500\text{kg}\cdot\text{G}$ で、加振機の可動部質量が25kg、加振台の質量が取り付け金具を含めて500kg、供試品の質量が75kg、取り付け治具の合計質量が8kgの場合、可動部の総質量は608kgだから、加振可能な最大加速度は $40.3\text{ m/s}^2$ {4.11G}となる。

なお、加振台上に落下を防止するための囲いなどを設置すると、可動部の総質量にさらに囲いと取り付け金具の質量が加わり、加振可能な最大加速度が低下することになるので、注意が必要である。



解説図1 振動試験装置の性能限界

#### 4. 試験方法について

##### 4.1 加振方法

現在輸送貨物の振動試験方法として採用されている方法には、固定周波数加振、周波数スイープ加振、ランダム加振の3種類が存在する。

固定周波数加振は特定の周波数(例えば10Hz)に周波数を固定して加振する方法と、共振周波数で加振する方法がある。

特定周波数加振試験はパレタイズ貨物の荷崩れを確認するための試験として行われるのが普通で、メルコスール域内での包装の現状と輸送状況を考えると、規格策定の必要性は認められない。ただし、後述するとおり、ランダム試験のみでは現状のメルコスール域内の輸送環境を完全に再現することが難しいので、その不足分を補うため、シムテスト(詳細は4.3参照)の代替として、規格に導入した。

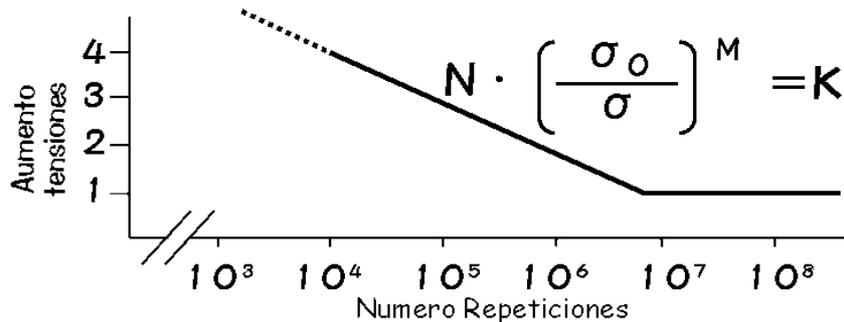
共振周波数加振試験は、ランダム試験の代替試験として行われるのが一般的であるが、そのほかに工業製品の製品強度確認と併せて実施される場合がある。本規格ではランダム試験を前提としているため、ランダム試験の代替としての規定は策定しなかった。また、製品強度確認については別の規格で対応すべきものと判断したため、ここには導入していない。

#### 4.2 対象製品による試験条件の区分

試験を実施するためのPSD特性は、パターンAとパターンBの2種類に区分した。さらにこれを、輸送条件の過酷さに対応してレベルⅠ、レベルⅡ、レベルⅢの3段階に区分した。

##### パターンA

パターンAは繰り返し応力によって部品が疲労し、最も弱い箇所が破損に至るような製品破損を再現するためのもので、金属材料のS-N曲線の考え方に基づいている(解説図2参照)。このパターンは、下記の条件に適合する包装に対して適用する。



解説図2 金属材料のS-N特性

- (1) 包装の内容品が工業製品である場合は、振動による製品の破損は、脆弱部が繰り返し応力を受けて破損に至ると考えられるので、パターンAを採用するのが適切である。
- (2) 対象製品が食品容器であるときは、最下部に置かれた容器のシール部が、上段の容器の重みでシール部が徐々に剥離し、破袋に至るといった形で包装異常を生じる場合。

なお、工業製品以外の包装品で、繰り返し応力または繰り返し荷重によって破損が生じると考えられるものについては、パターンAと同様な考え方で疲労特性を求めて、試験条件を決定することが望ましい。

##### パターンB

パターンBは振動に起因するこすれによって、内用品を収納した袋などの一部にピンホールが生じ、内容品の漏洩が生じるような製品破損を再現するためのもので、振幅と回数が大きく影響するような包装に適用する。対象となる包装は、下記に記載するもので、工業製品の包装には適用しない。

- (1) 食品などの包装であって、こすれによって内用品を収納した袋などの一部にピンホールが生じ、内容品の漏洩が生じるといった包装異常を生じる場合。

各条件ごとの適用区分などについては、本体の表1から表4に記載した。

#### 4.3 加振周波数範囲について

加振周波数範囲は、パターンAは5Hzから100Hz、パターンBについては3Hz～50Hzと、異なった設定をした。この理由を以下に記載しておく。

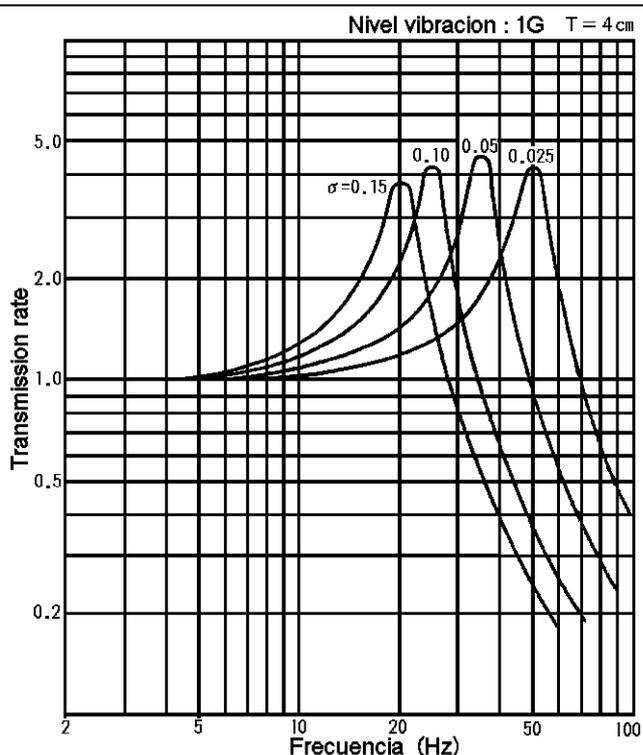
##### 4.3.1 下限周波数

- (1) 振動試験装置を設置するための基礎の質量は、最低でも可動部質量の100倍以上が必要といわれており、安定した振動を得るためには、200倍以上の基礎質量が必要である。必要範囲を超えて低周波振動を再現することは得策ではないの、必要最低限の範囲で、加振周波数の下限を設定した。
- (2) 4.2に記載したとおり、パターンAは繰り返し外力による製品異常が生じるような製品を対象としているため、大加速度が生じる可能性が殆どない低周波数領域の試験は必要なく、加減周波数として5Hzが再現できれば十分である。
- (3) パターンBについては、変位によるこすれを再現することが目的であるから、低周波数領域を再現できることは必要条件である。従って、輸送荷台の最低共振周波数が存在する3Hzまでの範囲を試験領域として決定した。

##### 4.3.2 上限周波数

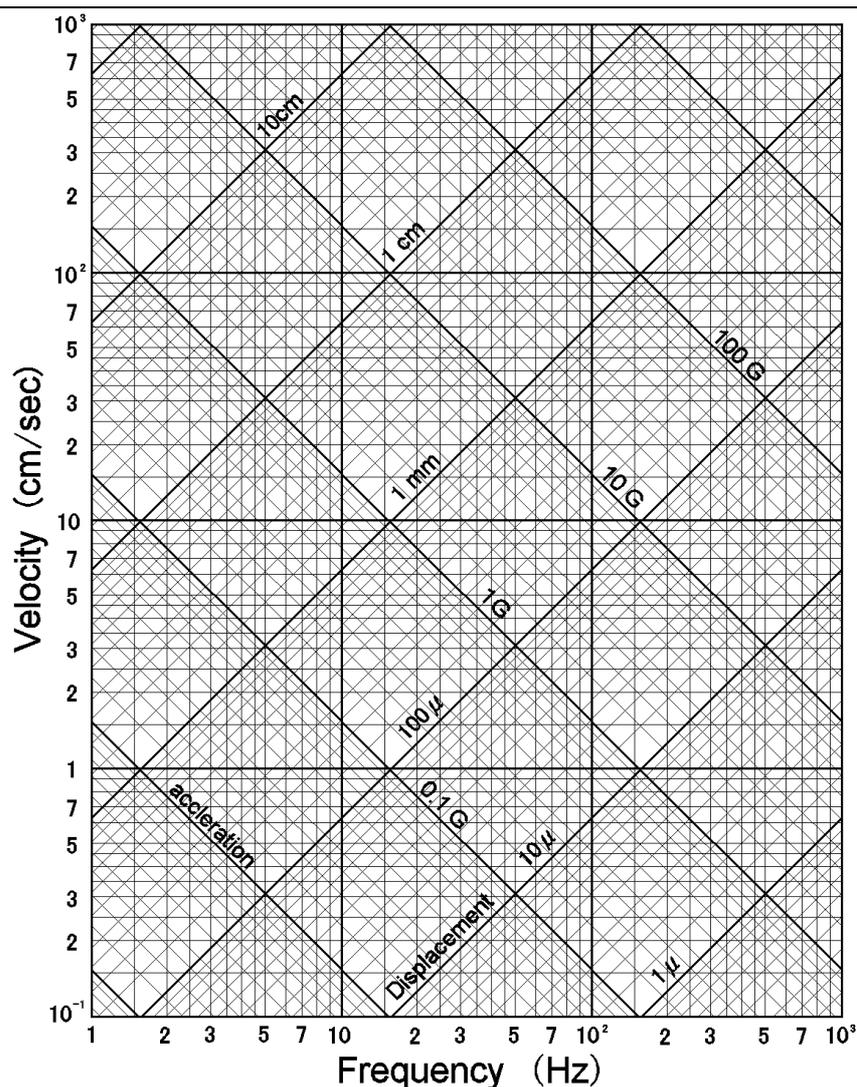
- (1) パターンAについては、製品への振動伝達を考慮して、上限周波数を決定した。包装貨物に振動を印加した場合、低周波数領域の振動はそのまま製品に伝達されるが、高周波数領域の振動は、包装材によって振動が吸収され製品には伝達されない。この現象は、発泡プラスチック系緩衝材が使用される包装では、特に顕著に現れる。

この理由は、発泡プラスチック系緩衝材の振動応答が、共振域を過ぎると急激に低下するという特性を持っているためである(解説図3参照)。そのため従来の振動試験では、上限周波数を50Hzで十分とするものが存在したが、最近の環境問題に起因したトレンドの変化により、パルプ系緩衝材に移行する例が増加しており、従来よりも上限周波数を高くすることが適切といえる状況になりつつある。このような状況を勘案して、上限周波数を100Hzに設定した。



解説図3 発泡プラスチック緩衝材の振動特性例

- (2) パターンBは、振幅を重視した試験である。50Hz 1Gの振幅は、片振幅で100  $\mu$  mに過ぎず(解説図4参照)、これ以上の周波数の振動は、大半が包装材の内部で吸収されて製品のこすれ現象には殆ど影響を及ぼさない。このことを考慮して、上限周波数を50Hzに決定した。

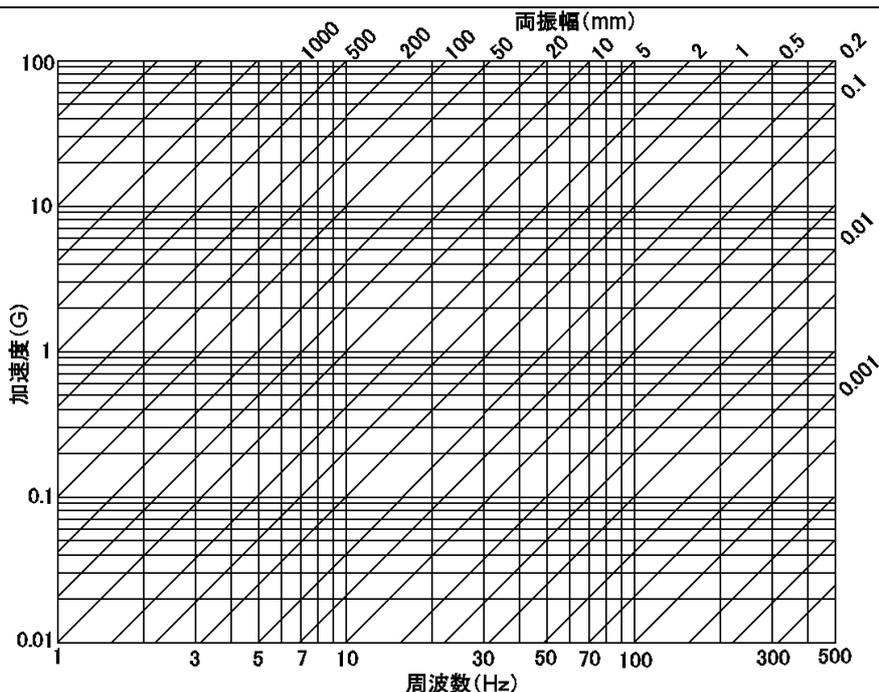


$$A = (2\pi f)^2 d, \quad V = (2\pi f) d$$
 ここに A: 振動加速度 (cm/sec<sup>2</sup>)、 V: 振動速度 (cm/sec)  
 f: 周波数 (Hz) 、 d: 変位 (片振幅) (cm)

解説図4 振動諸元換算表

解説図4に示した振動諸元換算表は、正弦波振動の4要素といわれる周波数、加速度、速度及び変位の関係を示したもので、振動の各要素の関係が一目で確認できるため、いろいろな場面で利用され利用価値が高い。

上述のグラフの内、あまり利用される機会がない変位のデータを省略し、正弦波振動の周波数、加速度及び変位の関係を示すグラフもよく利用される。3要素の振動諸元換算グラフを解説図5に示した。

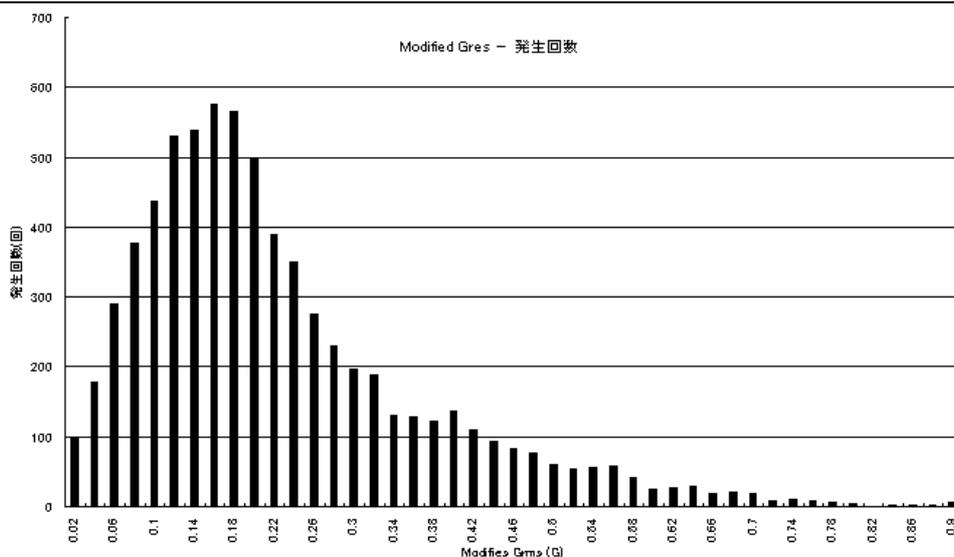


解説図5 振動の3要素の振動諸元換算表

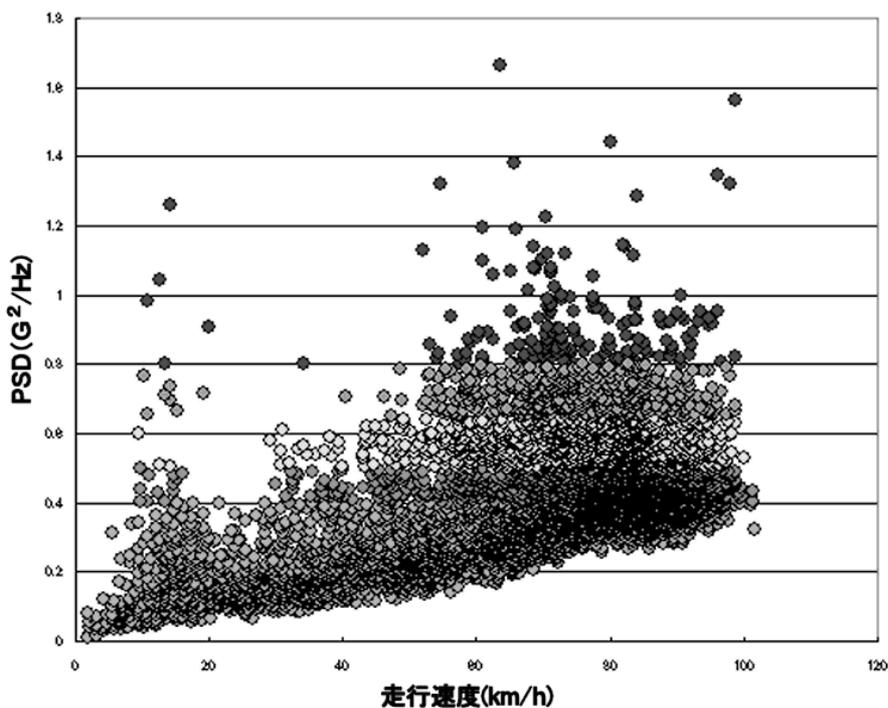
#### 4.4 シムテストについて

シムテストはISTA<sup>(5)</sup>などで規定されている試験方法<sup>(4)</sup>で、シムと呼ばれる金属板(2×10×1/8inch)を振動台と試験品の間で左右に動かすことができる最小のレベルで、上下方向の加振試験を行う方法をいう。この方法では加振台と試験品が離れる瞬間が存在するため、試験品は加振テーブルと繰り返し衝突することになり、大きな加速度が発生する。

この試験は、実輸送中にランダム振動の範囲を超えたレベルの大加速度が時々(悪路ではしばしば)発生するという現象(解説図6および解説図7参照)を再現するため実施するものである。



解説図6 加速度実効値と振動加速度発生回数



解説図7 走行速度とPSDの関係

従って、この試験は単独で行うのではなく、ランダム振動試験と組み合わせて実施する。試験レベルによっては、この試験を行わない場合も存在する。

なお、飛び跳ね試験は加振台上で供試品に繰り返し衝撃を加える試験であるため、振動試験装置に過度の負担を強いる可能性がある。したがって、繰り返し回数が多大である場合には試験装置保護のため、この試験の一部を衝撃試験で代替することを認めることにした。衝撃試験はMERCIS E 202で規定された方法に従って実施する。試験条件は付属書Aの表3.1(b)～表3.6

(b)に示したとおりである。

#### 4.5 参考文献

規格には本来参考文献は記載されないが、この規格では調査対象となった道路の情報が重要であり、さらに、議論の根拠を明確にする必要があるため、解説の中に参考文献の項目を設けることにした。

##### 参考文献リスト

- 1) JICA ファイナルレポート 2007/03
- 2) 道路局調査レポート
- 3) JIS Z 0232 包装貨物－振動試験方法 (2004)
- 4) 長谷川 輸送試験データに基づく包装試験規格の決定 日本包装学会誌 Vol.13No.2 (2004/04)
- 5) ISTA Test Procedure 1A “Package Testing”

#### 6.4 包装試験基準値(ガイドライン)のデータベース(DB)への入力

2006年2月16日の第2回4ヶ国合同会議(於:ブラジル・カンピーナス)におけるPR/Rの合意・承認に基づく、DBの分類に2006年5月の第3年次業務遂行計画の最初に各カウンターパートへ提出、手交した輸送環境調査の解析データ(HDDにて手交)はこの分類に基づく基礎データとして蓄積される。一方「包装試験基準(ガイドライン)」の策定に当たって、手順・技法(案)に基づいて、さらにメルコスール・グレード別試験評価基準として作成されたデータは追加としてDBへ入力されるものである。これは本報告書の第5章において、さらに検証した。

## 第7章 包装設計と包装試験の実施

---

## 第7章 包装設計と包装試験の実施

### 7.1 包装設計の手順

このプロジェクトで我々が対象とした工業製品、中でも家庭用電気製品では、製品と包装を次の様なステップに大別して品質維持を考えている。物流環境調査、製品強度の把握、包装材料特性調査、包装設計技法、包装評価試験という包装設計の5ステップといわれる手法の「製品強度の把握」以降のステップについて、電気冷蔵庫を主体として以下に述べる。

#### 7.1.1 家電製品の商品コンセプトと包装設計

商品開発のポイントは、品質や機能の差別化であり、製品＋包装で考える商品が多くなってきた。単なる美称化の枠を越え、販売物流や製品のライフサイクルに沿った観点で思考を肥やす必要がある。

被包装製品が工業製品では、製品特性・製造・流通・消費のライフサイクルは定まってくる。どのように包装し、輸送することが社会になじむか。そして、製品を含めて最小コストで実現できるかといった課題から整理する必要がある。その基本事項として、製品⇔包装⇔物流の関係を効率よく展開できるように包装設計の要件となる項目を表 7.1.1-1 に示す。

表 7.1.1-1 包装設計の要件

1. 製品特性	2. 生産ライン
寸法・質量 外観構造・写真 価格・生産数 振動・衝撃に対する易損性	コンベアーの構造 包装機械 パレタイザー 荷役機械
3. 物流環境ストレス分析:7.1.2項参照	4. 包装試験規格:6.3.3項参照
輸送 保管 荷役	適用規格と規格内容 振動・圧縮・落下試験 荷役試験
5. 適用包装規格	6. 集合包装
表示・ケアマーク 客先包装規格	集合包装の規格・規定 客先指定内容

Source: JICA 調査団

対象製品である電気冷蔵庫の事例を紹介する。

この商品は、普及版冷蔵庫である。図 7.1.1-1 に外観を示すように壁の色に合わせたデザインである。



Source: JICA 調査団

図 7.1.1-1 製品外観図

**デザイン** : 図の正面で判るように、マンション用に扉が左右どちらでも取付けられ水周りの配慮をしている。扉の手掛け部が左右対象でデザイン上制約を受け特徴のなさが感じられる。

**構造** : 背面の白い部分は厚手のフィルムである。門形成形した板金が断熱材で固着された箱構造体である。しかも、放熱パイプが露出して包装し難い構造である。

**圧縮機** : 取付け板を切り起して防振ゴムと座板を通し、切り起し部をクリンチして圧縮機を固定している。

**扉の取付** : ヒンジを形成している部分に弱点がある。

冷蔵庫は、容積が大きくしかも廉価であり、物流負担力が低い。長距離輸送では積載効率を高めるため、トラック荷台上で縦積み1段+横積み2段や横積み6段で輸送し1台当たりの輸送費用を低減する工夫をしている。しかし、製品には、圧縮機が片持ち支持になり取付け部分に大きな負担力が加わり十分注意する必要がある。圧縮機を支えているベースやクリンチの変形や破断が予測される。

冷蔵庫の包装は5年前まで段ボールが使われていた。それが、資材価格の変化で発泡スチロールに置換わり、現在の仕様が採用されてきた。最近の包装や輸送を取巻く状況の変化に呼応して包装改善のコンセプトを下記のようにとらえて検討に入った。

- A. 製品易損性把握および向上による包装設計改善
- B. 3Rを見通した包装概念としての包装設計改善
- C. 物流環境調査による包装基準の適用による包装設計改善

### 7.1.2 家電製品の物流環境ストレス分析

物流環境ストレスを検討するには、まず、対象製品の物流を研究することである。製品の流通を製造・倉庫・輸送・配送センタと段階的に追跡し、作業内容や物流機器などを調べ物流環境ストレスに関係する内容を記述し、ストレスの調査・分析を行う。この結果より、手荷役回数、機械荷役状況、落下衝撃、静的圧縮、動的圧縮、走行振動の内容がわかり、包装計画作成の背景がより正確に整理できる。新製品では予想される物流計画に沿って、実際の経路を予測して調べることを進めたい。表 7.1.2-1 に日本の冷蔵庫の調査事例を示した。また、この調査事例にならってブラジル冷蔵庫での調査結果を表 7.1.2-2 に示す。

表 7.1.2-1 冷蔵庫の物流環境ストレス

Flujo de producto	Transporte, almacenamiento, carga y descarga, otras condiciones			Análisis de estrés						
	Acción en distribución	Equipos	Comentario respecto de estrés	Manual	Mecánica	Impacto caída	Otros impactos	Compresión estática	Compresión dinámica	Vibración en recorrido
① Línea de prod.	Paletizado	Paletizador Paleta	1350×2200		○		○			○
② Depósito de fabr.	Maniobra	Apilado Montacarga	4 unidades/nivel/PL:420L Recorrido a aprox. 40m		○		◎		○	○
	Depósito	Paletizador	Carga 2 paletas Depósito 2 meses máx. 40°C/90%RH/1W					◎		
Depósito comercial	Transporte en camión	Camión de 12 ton	Recorrido a aprox. 4km							○
	Depósito	Paletizado	Carga 2 paletas					○		
③ Despacho	Transporte en camión	Camión de 12 ton	Recorrido a aprox. 4km							○
	Maniobra	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Carga 2 paletas		○		○		○	○
④ Transporte	Carga en camión	Trabajo manual	1 o 2 personas: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
	Carga en vagón	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Arrastre, giro con esquina		○		○		○	○
⑤ Ingresado en depósito	Transporte en camión	Camión de 12 ton	1 nivel, carga en bulto, carga boca arriba Recorrido a máx 1300km						◎	◎
	Transporte en vagón	Vagón de paletas	1 nivel, carga en bulto, carga boca arriba Recorrido a máx 1300km				○		○	○
⑥ Centro de reparto	Maniobra	Camión de 12 ton	Aprox. 15km de la estación proxima						○	○
	Descarga	Trabajo manual	Paletizado	○		◎	◎			
⑦ Despacho	Maniobra	Montacarga	Arrastre, giro con esquina Recorrido a aprox. 15m		○		○		○	○
	Depósito	Paletizado Carga directa	Carga 2 paletas 2 niveles Depósito 1 mes máx. 30—40°C, 90—95%RH					◎		
⑧ Transporte	Maniobra	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Carga 2 paletas		○		○		○	○
	Carga en camión	Trabajo manual	1 persona: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
⑨ Ingresado en depósito	Transporte en camión	Camión de 4ton	Camión de reparto, carga mixta con electrodomésticos Recorrido a máx 420km Con carga boca arriba						◎	◎
	Descarga	Trabajo manual	Paletizado	○		◎	◎			
⑩ Depósito de proveedor	Maniobra	Carretilla, carrito	Arrastre, giro con esquina Recorrido a aprox 15m con desnivel				○			○
	Depósito	Carga directa Paletizado	Arrastre, giro con esquina 2 niveles Carga 2 paletas 30—40°C, 90—95%RH					○		
⑪ Despacho	Carga en camión	Trabajo manual	1 persona: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
	Transporte en camión	Camión de 4 ton	Vagón de ruta con carga mixta Recorrido a máx 260km						○	○
⑫ Transporte	Descarga	Trabajo manual	Arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
	Maniobra	Trabajo manual	Llevar a las espaldas, arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
⑬ Ingresado en depósito	Maniobra	Trabajo manual	Llevar a las espaldas, arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
⑭ Tienda	Depósito	Carga directa	1 nivel, unos días					○		
⑮ Despacho	Carga en camión	Trabajo manual	Arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
⑯ Transporte	Transporte en camión	Camión pequeño	Colocación de cable							○
⑰ Entrega	Maniobra	Trabajo manual	Llevar a las espaldas, arrastre, giro con esquina	○		◎	◎			
⑱ Desembalaje	Maniobra	Trabajo manual	Arrastre, retoro de material de embalaje	○		◎	◎			
⑲ Entrega, montaje	Maniobra	Trabajo manual	Maniobra de productos, subir y bajar por escalera Retorno de material de embalaje	○		◎	◎			
Maniobra manual: Habrían realizado 11 maniobras en total.				Otros impactos: Se requiere del estudio de carga respecto de impactos en la maniobra manual.						
Maniobra mecánica: 5 maniobras con montacarga y 1 con paletizador en la fábrica				Compresión estática: Con depósito en almacén 2 niveles y 3 meses						
Impacto de caída: Habría recibido el impacto 50 veces durante 11 maniobras. Se considera las condiciones de prueba de caída de JIS que corresponden al peso.				Compresión dinámica: Carga de boca arriba + vibración en recorrido						
				Vibración en recorrido: En camión de 11 ton. Y 1800km + en camión pequeño 300km, y recorrido en montacarga con 2 niveles de paletas cargadas,						

Source: JICA 調査団

表 7.1.2-2 ブラジルの冷蔵庫の物流環境事例

M冷蔵庫の包装改善 【物流環境その1】		ブラジルの対象製品であるM冷蔵庫包装改善の検討ステップとして昨年10月に行った物流環境調査の際に収集した荷扱い情報をまとめた。	
<b>輸送概要: Joinville→Santiago間・3100km・家庭用冷蔵庫370リットル輸送追跡</b> 車両特性: 27tonトレーラ:トラクター部分前S1軸後W2軸、トレーラ部分W3軸、2000年製50万km走行 積載方法: 冷蔵庫103台約8トン、 道路状況: アスファルト舗装路、市街地60km/hr制限で比較的凹凸が多い。 幹線路とはいえところどころに穴があり未修復、 走行条件: 80km/hr前後で走行 市街地とその前後は60km/hr			
<b>流通サイクルの説明</b>			
<b>工場 Joinville</b> 記録計取付 包装 保管 倉出 積載 記録計取外 通関 Urugaiana 記録計取付 通関 Mendorsa 倉庫 Santiago 二次輸送	記録計取付	包装	EPS成型品+シュリンク包装
	保管	倉出	平屋倉庫、REF4段積、パレットなし。
	積載	積載	クランプフォーク荷役 12台/荷役、横圧縮
	記録計取外	積載	人的荷役(車上) 走行距離: 50~100m
	通関 Urugaiana	積載	1段目: 引廻し
	記録計取付	積載	2段目: 製品上への転倒
	通関 Mendorsa	積載	輸送距離: 1300km
	倉庫 Santiago	積載	貨切トレーラー
	二次輸送	積載	通関待ち2日
		積載	開封
	積載	開封時間	
	積載	輸送距離: 約1000km	
	積載	開封時間	
	積載	輸送距離: 700km	
	積載	山岳地走行	
	積載	荷卸	
	積載	人的荷役	
	積載	クランプフォーク	
	積載	クランプフォーク	
	積載	倉入れ	
	積載	保管	

荷扱いの状況		物流環境分析			
		落下・衝撃	静的圧縮	動的圧縮	温湿度
		積込調査	計測	計測	計測
		荷卸調査			温度変化 湿度変化 温度変化 湿度変化 高地条件
		最大負荷	負荷×回数	負荷×時間	負荷×回数
					最大負荷 負荷×時間

以上

Source: JICA 調査団

### 7.1.3 家電製品の製造ラインと包装

電気冷蔵庫のような比較的大きい製品の包装は、製造過程で次の様な制約を受ける。

(1) 組立て搬送ライン:

ローラーコンベア上を包装材料がうまく流れないことがある。(やわらかい包装材料や滑りやすい材料)製品組立作業に対する配慮。(冷蔵庫では扉の開閉が出来ること)

(2) 包装機械との問題:

シュリンク加工機搬送用に底面に掛り穴が必要。シュリンク加工時に脱気用の穴を開ける。

(3) 付属部品の包装:製品の組立ての省力化対策。(冷蔵庫付属品の包装方法と固定法)

### 7.1.4 乳製品の包装設計

乳製品の個包装設計について概要を述べるとともに、具体的な課題としてのパウチ牛乳容器とヨーグルトのアルミ蓋並びにミルクジャムの蓋などの包装設計について述べる。

## (1) 乳製品の包装設計と評価

現行の包装仕様を明らかにして、次の包装目的を十分に念頭に置きながら、包装設計改善を行うことが重要である。

### 1) 包装設計と包装目的

- ①商品の安全・衛生性
- ②保護性(物理的強度、耐熱・耐水性、水・ガスバリア性)
- ③作業性(包装作業性、機械適性、充填適性)
- ④経済性(生産・材料・流通コスト、商品価格)
- ⑤機能性(持ち運びやすさ、開封性)
- ⑥商品性(商品展示効果、陳列性)
- ⑦環境適性(廃棄物処理・リサイクル性)

### 2) 包装設計及び試作評価の手順

ステップ・バイ・ステップに行い、それぞれのステップで見直しを行う。

#### ① 第1ステップ:手作り試作評価

包装設計改善が済んだら、手作りの段階で試作評価を行う。官能評価、試験器具による評価を行う。開封性など官能評価も大切である。

#### ② 第2ステップ:機械による試作評価

機械による試作を行い、個包装の官能評価、試験器具による評価を行う。又、機械適正も評価する。評価に問題があれば、包装設計改善を行う。

#### ③ 第3ステップ:テスト市場評価

小ロットを生産し、地域限定出荷を行い、市場の評価を行う。市場では、想定していなかった食べ方や取り扱い方で損傷や不具合が指摘される。消費者及び流通からのクレームを把握して、包装設計改善を行う。

#### ④ 第4ステップ:市場展開

ステップ・バイ・ステップで市場展開を行う。市場で問題があれば、包装設計改善の対象として考える。

### 3) 試作品の評価

官能的な開封試験や下記のような強度試験を行う。

- ①落下試験
- ②耐圧縮試験
- ③ヒートシール試験

④漏洩試験

⑤振動試験

## (2) パウチ牛乳容器

パウチ牛乳容器は、胴部や天・地のシール部から漏れる問題がある。胴部は重ね張り方式の片面加熱方式で、シールの安定性に欠ける。両面加熱方式に変更の必要がある。天・地は溶断シール方式である。その方法は、ピアノ線状の細いヒーターでフィルムを溶かして切ると同時にシールするものである。従って、シール幅は殆ど無いので、シールの安定性に欠ける。通常のパウチの包装は、約 5mm のシール幅を持っているので、シールの安定性が高い。これらの漏れを解消するには、現在の製袋充填機の設備の改造が必要であるが、現実的な対応が難しいので、これらの胴部及び天・地の包装設計改善変更については断念せざるを得ない。しかしながら、現行の設備であっても、ヒートシールの運転管理の品質管理を十分に行えば、漏れを減少させることができる。何故なら、会社間やロット間でバラツキが大きいことが分った(7.3.3.1 及び 7.3.4.1 参照)。

現行の設備で包装設計改善の変更できるものは、使用されている LDPE フィルムの仕様変更である。直線状低密度ポリエチレンの L-LDPE は、LDPE と比べて、ヒートシール強度、夾雑物シール性、ホットタック性などのヒートシール性において優れているので、L-LDPE 使用比率を向上させる。

## (3) ヨーグルト容器のアルミ蓋

アルミ蓋は、輸送中にピンホールが発生し、漏れにつながる。又、開封に際して、千切れを起こす。シール面の接着強度を落して、蓋を開けやすくして千切れを少なくする方法も考えられるが、開封性と密封性を両立させるのは難しい。アルミの蒸着品を採用すれば、千切れと輸送中のピンホールが解決できるが、フィルムがカールして現行包装の機械適正がない。根本的にアルミの千切れを無くするために、アルミ箔とプラスチックフィルムのラミネートしたものに変更するなどの包装設計改善を行う。

## (4) ミルクジャム

アルミ蓋とプラスチックキャップが接触しており、振動試験によって、摩擦によるピンホールができて、漏れたことが立証された。又、接触による振動でなく、アルミ蓋の材料疲労によっても漏れがでた。従って、プラスチックキャップの包装設計改善を行い、アルミ蓋と接触しにくいような構造とする。また、アルミ箔とプラスチックフィルムをラミネートしたものにするなどの包装設計改善を行う。

## 7.2 包装材料

### 7.2.1 フレキシブル包装用フィルム<sup>1)</sup>

フレキシブル包装で、一番主要なものは、パウチ包装である。

#### 7.2.1.1 基材フィルム

フレキシブル包装には、単体フィルム(ラミネートしていないもの)を用いたものと、積層フィルム(ラミネートしたフィルム)を用いたものがある。分かりやすい見分け方として、表印刷をした物は単体フィルムを用いており、菓子パンなどの包装用がある。このような簡単な袋を除いて、裏印刷の美しい袋は、積層フィルムであり、フレキシブル包装材としては、こちらの方が主要である。

積層フィルムの表面のフィルムを基材フィルムと呼んでいる。フィルムを袋状にするためには、密封する手段を封緘(シール)という。フレキシブル包装の場合、シールというとヒートシールが普通である。この理由は、加熱・冷却という熱の授受だけでシールが出来るので高速性、経済性、安定性という面から最も優れているからである。積層フィルムの内側に、ヒートシールするため張り合わせるフィルムをシール材とかシーラントという。積層フィルムには、さらに基材とシーラントの間に、例えば、バリア性を付与するためにさらにもう1枚フィルムを挟むことがある。これを間材という。

基材フィルムとして、用いられる主要なフィルムは、OPP、PET、ナイロンおよびそれらのポリ塩化ビニリデンコートフィルムである。3種のフィルムの性能評価を表7.2.1-1に示す。

表 7.2.1-1 各種フィルムの性能

性能	単位	ON	PET	OPP
厚さ	μm	15	12	20
引張り強さ	kg/cm <sup>2</sup>	2500	2200	1900
伸び	%	100	150	100
引張り弾性率	kg/mm <sup>2</sup>	100	430	200
破裂強さ	kg/cm <sup>2</sup> ・mm	250	150	130
衝撃強さ	kg/cm/mm	350	250	300
ピンホール強さ ポンチ径 0.49Φ	kg/mm	80	75	60
屈曲ピンホール 60μラミ反、ゲルボ	個	2(5,000回)	1~5(300回)	2(3,000回)
摩擦ピンホール	回	200	60	20
水蒸気透過率	g./m <sup>2</sup> ・24hrs	250	50	10
酸素透過率	cc./m <sup>2</sup> ・24hrs	45	120	2200

1) 参考文献 大須賀弘著:「新・食品包装用フィルム—フレキシブル包装・理論と応用」、日報出版

性能	単位	ON	PET	OPP
吸湿率 20°C×60%RH	%	3~4	0.4	0.1以下
融点	°C	215	264	165

OPPとは、Oriented polypropyleneで配向したポリプロピレンということで二軸延伸ポリプロピレンフィルムのことである。OPPは、防湿性はもちろんのことオレフィンフィルムの中で、透明性、剛性、耐寒性、耐衝撃性に優れている。延伸していないCPPは、LDPEより耐熱性があるので、レトルト用のシーラントとして使用される。

PETフィルムはPETボトルと同じポリマーであり、エチレングリコール(ethylene glycol)とテレフタル酸を(terephthalic acid)を縮合重合させたもので、ポリエチレンテレフタレート(Polyethylene terephthalate)である。基材に用いるPETは二軸延伸したフィルムである。PETは、二軸延伸による分子鎖の配向結晶化もあって、優れた機械的性質を持っている。又、熱及び薬品に対する安定性、透明性、保香性、ガスバリア性などについても良好な物性を備えている。しかし、屈曲ピンホールは劣る。

ナイロンは、デュポン社の商標であったが、一般名称になった。化学的にはポリアミドという。アミド基とは、アミノ基と酸基とが脱水して縮合結合したもので、アミド基が分子中に多数あるからポリアミドという。従って、多数の物質の総称である。フレキシブル包装に用いられるナイロンは、ナイロン6である。基材に用いられるナイロン6は二軸延伸してあるので、O-Nylonということもある。

特に食品包装分野においてナイロンは、突き刺しピンホール、屈曲ピンホール、摩擦ピンホールなどの耐ピンホール性や耐落袋性などに優れた特徴が認められ使用されている。ガスバリア性もあるが、分子内にNH<sub>2</sub>基を持つので、相対湿度が上がると、水分を吸湿し、ガスバリア性は低下する。他にMXD-6(Metaxylenediamine6-Nylon)は、酸素透過が小さいフィルムとして若干使用されている。

#### 7.2.1.2 シーラントフィルムの必要な性能

基材フィルムは、実質上ヒートシールが出来ないので、裏にヒートシール用のフィルム層が張り合わせる。ポリマーを押し出しながら張り合わせる押し出しラミネーション法、既に出来上がっているフィルムを張り合わせるドライラミネーション法、ウェットラミネーション法、共押し出し多層フィルム法などがある。シーラントフィルムに必要な性質は、いろいろなものがあるが、そのいくつかについて以下に説明する。

**(1) シール強さ**

フレキシブルパウチは、シール強さに依存している。従って、強いシール強さが得られるフィルムであることが大事である。

**(2) 夾雑物シール性**

シールは、内容物を充填してから行うが、その時シール面に内容物が付着することがある。テトラパック社(Tetra Pak)の牛乳の紙容器への充填は、液面下シールである。

この様にシール部に異物がついていても良好なシール強さが得られる性質を夾雑物シール性という。

**(3) ホットタック性**

縦ピロータイプの充填機で内容物を充填するとき、横シールバーでトップシールされた袋が、間欠送りされてトップがカッターで切られるまでの間、シーラントがまだ冷えて固まっていないので、トップシールは、内容品の入った袋の自重により開こうとする。この時シールが開かないシーラントをホットタック性のよいシーラントという。一般に剥離距離で表している。樹脂としては、熔融粘度が高いことが必要である。

**(4) 低温シール性**

一般的に高速シール性と同義語に用いられるが、厚いラミネーション構成、折込み部のある形状、耐熱性の低い基材などに使用できることを意味する場合もある。

上記シール性とその性質を付与するために必要なシーラントポリマーの性質を表 7.2.1-2 に示す。

表 7.2.1-2 シーラント用フィルムの特性比較表

		LDPE		L-LDPE		Iono-mer	EVA VA5%	CPP
		低MI	高MI	インフレ法	Tダイ法			
熱シール性	ヒートシール強さ	○	○	◎	◎	◎	○	◎
	低温ヒートシール性	○	○	×	×	◎	◎	×
	夾雑物シール性	△	△	○	○	◎	○	△
	ホットタック性	△	△	◎	◎	◎	○	◎
耐熱性	熱水 約 80℃	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎
	熱水 約 90℃	◎	△~ ○	◎	◎	×	×	◎
	熱水 約 100℃	△~ ○	×	◎	◎	×	×	◎
	レトルト 120℃	×	×	×	×	×	×	◎

		LDPE		L-LDPE		Iono-mer	EVA VA5%	CPP
		低 MI	高 MI	インフ レ法	T ダイ 法			
耐寒 性	約 0°C	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
	約 -20°C	○	○	◎	◎	○	◎	×
落袋衝撃強さ		○	○	◎	○	○	◎	△
耐圧強さ		○	○	◎	○	○	○	×
耐突き刺しピンホール強さ		△	△	○	○	△	○	×
耐摩耗性		△	△	△	△	△	×	△
耐油脂性		△	×~ △	○	○	○	○	◎
柔軟性		△	△	△	△	△	○	×
透明性		△	△	△	◎	△	△	◎
低臭性		○	○	×~ △	×	○	△	○

◎:優、○:良、△:可、×:不可 MI: Melt Index

### 7.2.1.3 シーラントフィルムの種類

シーラントフィルムとして用いられるフィルムは、殆どがポリオレフィン系のフィルムであり、ポリエチレン系とポリプロピレン系に分かれる。

高密度ポリエチレン(High Density Polyethylene)は、分岐していないエチレン鎖から出来ているため結晶化しやすい。強度が強く包装全般に使用されているが、シーラントとしての用途は無い。

低密度ポリエチレン(Low Density Polyethylene、以下 LDPE という)は、分子鎖がランダムに分岐している。従来からシーラントフィルムとして使用されてきた。

直鎖状低密度ポリエチレン(Linear Low Density Polyethylene、以下 L-LDPE という)は、LDPE と同様に短鎖はあるが、長鎖は無く、直線状の低密度ポリエチレンである。ポリエチレンの直鎖状構造と分岐構造については、図 7.2.1-1 に示す通りである。

L-LDPE は重合時点で炭化水素の種類により C-4(ブテン)、C-6(ヘキセン)、C-8(オクテン)をコモノマーとして少量共重合させ、分子鎖に短分子鎖を多く持つように設計されているものである。一般的なL-LDPE は、C-4 でほとんどがこのタイプである。強度の点で C-6、C-8 の方が強い。

L-LDEP は、LDPE と比べて表 7.2.1-2 に示したように、ヒートシール強度、夾雑物シール性、ホットタック性などのヒートシール性において優れている。又、耐突き刺しピンホール性、耐油脂性などの点でも優れている。ヒートシール温度とシール強さの関係を図 7.2.1-2 に示す。最近、メタロセン触媒で重合された L-LDPE もある。従来のチーグラナーナツタ触媒と比較して非常にシャープな分子量分布を示し、コモノマーの分布も均一であり、前述の強度などの点で卓越した性能を誇る。

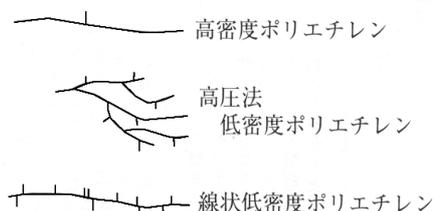


図7.2.1-1 ポリエチレンの分岐構造

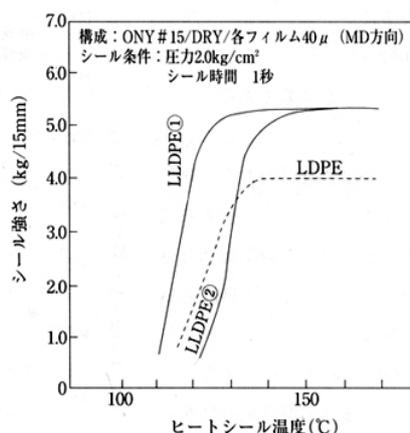


図7.2.1-2ヒートシール温度とシール強さ

ポリプロピレンのシーラントは、CPP (C は Cast の略で延伸されていない) が用いられている。主として、エチレン含量 2~5% の共重合体やプロピレン・エチレン・ブテン-1 の共重合体もある。ボイル用途は主として L-LDPE が用いられるが、120°C 以上のレトルト用には、CPP が使用される。

前述したように、L-LDPE はシール性の点で LDPE より優れている。価格も LDPE に比較して、1~2% 安い。融点が密度によって変化するが、密度 0.92 の LDPE の融点が約 110°C 対して、L-LDPE の融点は 10~15°C 高い。ヒートシールの温度も、LDPE の 130°C 以上に対し、L-LDPE は 150°C 以上である。

L-LDPE フィルムの製造において、融点が高いので、古いタイプの機械は対応できない問題点がある。又、充填シール機においても、ヒーターの能力が無いと対応できない問題もある。

#### 7.2.1.4 間材とフィルム構成

次の 3 通りが考えられる。

##### (1) 基材フィルム 1 層

基材がシーラントフィルムを兼ねるもので、例えば、LDPE の 1 層で砂糖、塩、菓子類、豆類などの包装がある。

##### (2) 基材フィルムとシーラントフィルムの 2 層

例えば、真空包装で PET/LDPE、冷凍食品で ONY/LDPE、乾燥食品で OPP/LDPE、液体食品で ONY/LDPE 及びレトルト食品で PET/PP などの包装がある。

### (3) 基材フィルム、間材及びシーラントフィルムの3層

基材フィルムとシーラントフィルムだけで十分な要求品質を達成できない場合には、その補助機能を上げてみると次のようなものがある。例えば、光線遮断性をあげるために、OPP/ AI 蒸着 PET/ CPP のようなポテトチップの包装袋にする。酸素バリア性のために OPP/EVOH/ CPP にするなどの包装がある。

## 7.2.2 アルミ箔<sup>1)</sup>

### (1) 一般特性

純度 99.3%のアルミ箔が最も広く用いられている。これは JIS 規格では、1N30 と記されている。又、最近では、1N30 と同様な用途に高加工性、高いバリア性を有する Al-Fe 系の 8021 合金も使用されている。アルミ箔は、その優れたガス遮断性、光遮断性と金属光沢による装飾性、さらにカット性の良さを生かして、フレキシブル包装用途に種々使用されている。フレキシブル包装に用いられるアルミ箔の厚さは、7  $\mu\text{m}$  が多く、他に 9  $\mu\text{m}$  が若干用いられている。特殊なものとしては、チーズ用に 12~15  $\mu\text{m}$ 、PTP 包装用には 15~20  $\mu\text{m}$ 、キャップシール用には 20~40  $\mu\text{m}$  がある。

アルミ箔には、硬質箔と軟質箔があるが、フレキシブル包装に用いられるのは、ほとんど軟質箔である。軟質箔は、硬質箔を 400°C 前後で焼純して作る。また、アルミ箔には、つや面とつや消し面があるが、これは、50  $\mu\text{m}$  以下の場合、圧延を 2 枚重ねて行うため、圧延ロールに接した面がつや面となる。アルミ箔の性能を表 7.2.2-1 に示す。

表 7.2.2-1 アルミ箔の物理的・機械的性質

アルミ箔厚 ( $\mu\text{m}$ )		7	9	12	
試料の厚さ ( $\mu\text{m}$ )		6.4~7.6	8.3~9.7	11.1~12.9	
重量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )		17.3~20.6	22.5~26.3	30.1~35.0	
表面積 ( $\text{m}^2/\text{kg}$ )		57.7~48.6	44.5~38.0	33.2~28.6	
引張強さ ( $\text{kg}/15\text{mm}$ )	硬質	縦	1.7	2.0	2.8
		横	1.8	2.1	2.9
	軟質	縦	0.7	0.9	1.2
		横	0.6	0.8	1.2
伸び(%) 標点距離 100mm	硬質	縦	0.8	1.2	1.3
		横	1.4	1.9	2.4
	軟質	縦	3.6	4.4	5.4
		横	4.3	4.7	6.0
破裂強さ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	硬質	0.35	0.50	0.8	
	軟質	0.33	0.45	0.6	

1) 参考文献 大須賀弘著:「新・食品包装用フィルム—フレキシブル包装・理論と応用」、日報出版

20~25  $\mu\text{m}$  以下のアルミ箔には、ピンホールがあいていることはよく知られている。単体では、酸素が透過する。アルミ箔は、ラミネートまたはコーティングをして用いられると透過性は無視できる。

## (2) ピンホール

アルミ箔は、ガスバリア性の点で優れた性質を持っているが、簡単に千切れる。又、屈曲によって簡単にピンホールが出来ることが知られている。ピンホールの生成に関しては、プラスチックフィルムについての研究が進んでいるので紹介する。ピンホールには3つの種類がある。「突刺し」、角部の「摩擦磨耗」及び「屈曲疲労」である。例えば、先端形状半径 0.5mm の半円形の針でのラミネートフィルムの突刺し強さは、破断強さ $\times 2\pi \times 0.5\text{mm}$  の式で表されており、計算値と実測値が大略一致している。

軟質アルミ箔の9  $\mu\text{m}$  厚さで1.9kg/15mm程度の破断強さであるが、伸びが5%程度しかない。突き刺しピンホール強さは、計算値では120g、実測によると30gである。計算値と実測値は大分異なるが、それでも小さい力でピンホールが出来る。

ポテトチップスの先端でもプラスチックフィルムにピンホールができた事例もある。ピンホールの解決策として、10mm 幅の破断強さが 5.7kg 以上のラミネートフィルムで解決したことが述べられている。

摩擦ピンホールは、材料の磨耗量に関係している。その磨耗量は、単位面積あたりの圧力と摩擦距離の積で表される。実際の摩擦ピンホールは、殆どフィルムが折れた角で発生する。ラミネートフィルムを4つ折にして、その角を指に当ててみると、材質、厚みなどで痛さが違い、先端の鋭さが異なることである。同じ重さがかかっているにもかかわらず、それを受ける面積が小さければ単位面積当たりの圧力は大きくなる。従って、先端の鋭さが大きくなると単位面積当たりの圧力は大きくなり、磨耗量も増大し、ピンホールが起り易くなる。

屈曲疲労によるピンホールは、針金を何回か折り返すと、切れてしまうが、これも屈曲疲労である。フィルムも同じような現象が起きる。疲労とは繰り返し応力をかけ、破壊に至ったとき疲労破壊という。屈曲疲労によるピンホールは疲労破壊の一例である。

屈曲疲労の測定法で一番信頼性が高いと思われるのは、ASTMF 392 に規定されているゲルボテスターを用いる方法である。各種のプラスチックフィルムで屈曲回数と発生ピンホール数が詳しく調査されている。アルミ箔は、材料として、強さを期待して使うことは少ない。従って、包装材料に使う場合、紙やプラスチックフィルムを張り合わせて強さを補強する。しかしながら、紙/Al/LDPE のようなアルミ箔の構成品であっても、10回のゲルボテスター後には、明確なピンホールが視認されている。これに対し、蒸着PETのような単体品であっても、250回までピンホールの発生が視認されず、折り曲げによるピンホールの発生が少ない。

### 7.2.3 蒸着フィルム<sup>1)</sup>

蒸着(メタライジング)は、金属を真空状態で加熱蒸発させ、紙やフィルムの表面に付着させて、薄い層を形成する方法である。蒸着される金属はアルミを中心として、他に、金、銀、銅、クロム、ニッケル、コバルト及びこれらの合金が代表的である。

蒸着の原理は、真空度を上げると、金属の蒸気圧が下がり蒸発温度も下がる事を利用したものである。例えば、アルミの沸点は、2,060°Cであるが、真空度が $10^2$ torrや $10^4$ torrであれば、沸点はそれぞれ1,148°C、927°Cとなる。

真空蒸着装置は、2つの真空室をもつ2チャンバー方式が一般的である。上室にフィルムの巻出・巻取り装置があり、真空度は1.3Pa( $10^2$ torr)である。これに対して、下室には、蒸発源と加熱装置が備えられており、真空度は0.013Pa( $10^4$ torr)に設定されている。蒸発した金属は、フィルムや紙などの基材に到達後、直ちに冷却ロールで冷やされ巻き取られる。

包装材料として良く使用される蒸着フィルムとしては、アルミ蒸着フィルムが代表的である。

#### (1) アルミ蒸着フィルム

アルミ蒸着フィルムは、40~60nmの厚みで使用されており、下記のような効用なため、包装用に広く用いられている。

- 1)ガスバリア性、防湿性に優れている。
- 2)紫外線、赤外線、赤外線、赤外線の遮断性に優れている。
- 3)保香性に優れている。
- 4)アルミ箔より柔軟性に優れており、耐ピンホール性もある。
- 5)装飾性に優れている。
- 6)アルミ箔の100~200分の1の重量で、省資源にマッチしている。

通常使用されるアルミ箔は、7~8 $\mu$ mのものが多いが、蒸着フィルムの蒸着膜は、40~80nmと桁違いに薄く、 $\mu$ m単位で表すと0.04~0.08 $\mu$ mとなり、いかに薄いかが分かる。蒸着される基材フィルムは、PET、CPP、OPP、ONyなどである。

#### (2) 透明蒸着フィルム

アルミ蒸着フィルムの欠点は、中身が見えない、電子レンジが利用できない、レトルト処理が困難なことである。酸化珪素のX線回折を見ると非晶質であることから、ガラス蒸着という言葉も用いられている。

1) 参考文献 大須賀弘著:「新・食品包装用フィルム—フレキシブル包装・理論と応用」、日報出版

酸化珪素蒸着フィルムは、 $\text{SiOX}$  で表され、褐色固体の一酸化珪素( $\text{SiO}$ )と無色固体の二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ 、シリカ)がある。 $\text{SiOX}$ のバリア性は、含有する酸素の量が多くなると悪くなるので蒸着加工の酸素量雰囲気調整して、 $\text{SiO}$  蒸気の O を 1.5~1.8 の範囲の組成にしている。

この蒸着フィルム自体のバリア性は蒸着膜厚に比例するが、他素材とのラミネートによりバリア性が安定すると云われている。ラミネートフィルムの酸素透過率は、 $0.5\sim 1.5\text{cc/m}^2\cdot 24\text{hr}$ 、水蒸気透過率は  $1\sim 3\text{g/m}^2\cdot 24\text{hr}$  程度である。

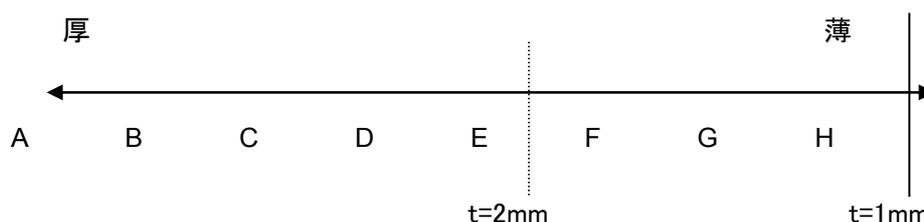
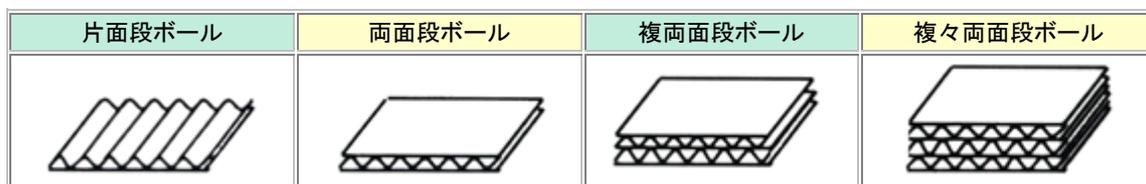
酸化アルミニウム蒸着フィルムは、酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、アルミナ)として、基材フィルム上に蒸着する。これは着色が無いことを特徴としている。

### 7.2.4 段ボール

ここではブラジルで生産されている段ボールの仕様について述べることにする。

Klabin 社はブラジルにおける製紙メーカーの最大手である。ブラジル国内に 9 工場を擁するが、調査団は 1992 年より稼動している Jundai 工場を訪問調査した。同工場では下記のような仕様の範囲で段ボールを生産している(下記の E Grade ~ A Grade)。

最小350 g/m <sup>2</sup> (厚み2mm) ライナー 110g/m <sup>2</sup> 中芯95 g/m <sup>2</sup> 最大2100g/m <sup>2</sup> 複両面段ボール ライナー 440g/m <sup>2</sup> 中芯210 g/m <sup>2</sup> (タバコの容器に使用。15トンの圧縮荷重に耐える)
--



Source: JICA 調査団

図 7.2.4-1 ダンボール用紙製造

H-Grade は 1mm 以下で、同社では未だ生産していない。日本ではこの Grade はカートン紙の範疇であったが、近年容器包装リサイクル法の影響(段ボールはすでにリサイクルが確立している材料でありこの法の対象外)により、このような薄い材料でも段ボールで置き換える傾向がある。日本ではマイクロフルートと呼んでいる。



Source:JICA 調査団

図 7.2.4-2 工場レイアウト

段ボールの強度設計を行う場合、最も重要な特性は圧縮強さである。缶及びガラスびんは、容器自体で荷重を支えるので問題はないが、紙箱やプラスチックボトルの場合、一部製品で荷重を支えることになる。又、パウチや青果物の場合は、全ての箱で荷重を支えるので、留意が必要である。

全般的に南米の段ボールは、材料強度が弱く、日本と比較して品質が悪いようである。従って、食品加工品や家電製品の包装において、製品の損傷を防止するためには、きちんと段ボール強度を計算し、段ボールの包装設計を行う必要がある。とりあえず日本の段ボール用原紙のライナ及び中しんの仕様と強度の関係が明確になっているので、これらの仕様と強度に基づいて、「段ボール箱の圧縮強さの計算例」並びに「段ボール箱の材質選定」を例題として示すので、参考にされたい。

尚、段ボール用原紙の新 JIS が 2005 年 9 月に改訂された。段ボール用ライナ強度(表 7.2.4-1)及び段ボール用中しん原紙強度(表 7.2.4-2)を示す。

表 7.2.4-1 段ボール用ライナの強度

JIS P 3902

種類		性能	
級	表示坪量 g/m <sup>2</sup>	ISO 圧縮強さ(横) kN/m	破裂強さ kPa
LA	180	1.77 以上	522 以上
	220	2.31 以上	616 以上
	280	3.31 以上	756 以上
LB	170	1.51 以上	459 以上
	180	1.59 以上	486 以上
	210	2.07 以上	546 以上
	220	2.17 以上	572 以上
	280	2.94 以上	700 以上
LC	160	1.21 以上	288 以上
	170	1.29 以上	306 以上
	210	1.59 以上	378 以上

備考 1: 表示坪量許容差は、±3%である。

備考 2: ISO 圧縮強さ(kN/m)は、152.4×12.7mm(6×1/2in)の試験品をリング状にセットして圧縮を行う。従って、圧縮強さ(kN)=ISO 圧縮強さ(kN/m)×0.1524m

備考 3: リール巻取り時の水分は、7.5±1.5%である。

表 7.2.4-2 段ボール用中しん原紙強度

JIS P 3904

種類		性能	
級	表示坪量 g/m <sup>2</sup>	ISO 圧縮強さ(横) kN/m	引張強さ(縦) kPa
MA	160	1.63 以上	8.0 以上
	180	2.01 以上	9.0 以上
	200	2.43 以上	10.0 以上
MB	120	0.91 以上	4.8 以上
	125	1.59 以上	5.0 以上
	160	1.42 以上	6.4 以上
	180	1.59 以上	7.2 以上
MC	115	0.72 以上	3.5 以上
	120	0.75 以上	3.6 以上
	160	1.21 以上	4.8 以上

備考 1: 表示坪量許容差は、±3%である。

備考 2: ISO 圧縮強さ(kN/m)は、152.4×12.7mm(6×1/2in)の試験品をリング状にセットして圧縮を行う。従って、圧縮強さ(kN)=ISO 圧縮強さ(kN/m)×0.1524m

備考 3: リール巻取り時の水分は、8.0±1.5%である。

段ボールの包装設計において、食品加工品を例にとって、強度設計の実例を呈示する。

## (1) 段ボール箱の圧縮強さの計算例

段ボールの圧縮強さを求めるには、0201 型(溝切り形:Slotted-type boxes)ではケリカットの簡易式がある。この型式の段ボール箱は、ワンピースフラップであり、継ぎしろを持っている。

ケリカットの簡易式

$$\bullet \text{A フルード: } P=0.748 \times R_x \times Z^{1/3} \quad \bullet \text{B フルード: } P=0.612 \times R_x \times Z^{1/3}$$

P: 箱の圧縮強さ(N 又は kgf)

R<sub>x</sub>: 構成原紙の総合圧縮強さ値(N 又は kgf)

$$\bullet \text{両面段ボール: } R_1 + R_m \times C + R_2$$

$$\bullet \text{複両面段ボール: } R_1 + R_{m1} \times C_1 + R_2 + R_{m2} \times C_2 + R_3$$

$$\bullet C \text{ は中しんの段繰り率で、A フルード: } 1.6, \text{ B フルード: } 1.4$$

Z<sup>1/3</sup>: 周辺長(cm)の3乗根

尚、両面段ボールや複両面段ボールなどの種類については 7.2.1 の項で図示した通りである。段の構造と種類については、表 7.2.4-3 に示す通りである。

表 7.2.4-3 段の構造と種類

段の種類	記号	段の数/30cm	段の高さ	段繰り率	用途
A フルード	AF	34±2	4.5~4.8	1.5~1.6	外装
B フルード	BF	50±2	2.5~2.8	1.3~1.4	外装
C フルード	CF	40±2	3.5~3.8	1.4~1.5	外装
E フルード	EF	約 94	1.1~1.2	1.2~1.3	内装・個装

Source: 第31回段ボール包装設計コーステキスト(日本包装技術協会関東支部) p8

次の 0201 型の箱の圧縮強度をケリカットの簡易式を使用して求める。

例題 1: 内のり寸法: 360L×300W×250H (mm)とし、材質は、LB220×MB125×LB220 の A フルードとする。

解答 1:

まず R<sub>x</sub> を求める。

$$\text{ライナ LB220 の圧縮強さ: } 2.17\text{kN/m} \times 1,000/\text{k} \times 0.1524\text{m} = 331\text{N}$$

$$\text{中しん MB125 の圧縮強さ: } 0.94\text{ kN/m} \times 1,000/\text{k} \times 0.1524\text{m} = 143\text{N}$$

$$\text{従って、} R_x = \{331\text{N} + 143\text{N} \times 1.6 + 331\text{N}\} = 891\text{N}$$

箱の周辺長の3乗根を求める。

$$Z=(36+30)\times 2=132(\text{cm})$$

$$Z^{1/3}=5.09$$

よって箱の圧縮強さは、

$$P=0.748\times 891\text{N}\times 5.09=3,392\text{N}$$

## (2) 段ボール箱の材質選定例

材質選定の手順は、①保管時に最下段の箱にかかる荷重を求める。②種々な劣化を考慮して、安全率をかけ、箱が必要とする圧縮強さを求める。圧縮強さの劣化は、温度・湿度、保管日数、パレットへの積み方、振動、落下などで決まるが、国内輸送では、3～5倍の安全率が一般的である。③フルートの選定を行い、ケリカット式を逆算して、原紙の必要強さを求める。④圧縮強さを満足するライナ、中しん材質を選定する。

例題2: 次の条件を満足する0201形の箱の材質を選定する。

- ・箱の内のり寸法:450L×350W×250H(mm)
- ・箱の総質量:12kg
- ・積み段数:10段
- ・安全率:3倍

解答2:

①箱の必要な圧縮強さを求める。

$$P=12\times(10-1)\times 3\times 9.81=3,178\text{N}$$

②ケリカットの式の逆算をする。

$$R_x=P/(0.748\times Z^{1/3})$$

③ $Z^{1/3}$ を求める。

$$\text{箱の周辺長さは}(45+35)\times 2=160(\text{cm})$$

$$Z^{1/3}=5.43$$

$$\text{④}R_x=3178\text{N}/(0.748\times 5.43)=782\text{N}$$

⑤材質を選定する。

表、裏ライナにそれぞれLB180の使用を仮定すると、LB180の圧縮強さは、

242N(1.59kN/m×1,000/k×0.1524m)であるから、

表、裏ライナの圧縮強さは484Nになる。

中しんに必要な圧縮強さは、

$$(782\text{N}-484\text{N})/1.6 \doteq 185\text{N}$$

ISO 圧縮強さは、

$$185\text{N} \div 1000/\text{k} \div 0.1524\text{m} = 1.21\text{kN/m}$$

この強さを満足する中しんは、MC100 となる。

従って、この保管条件に耐える箱の材質は、 LB180×MC160×LB180 A フルート となる。

この資料は、(社)日本包装技術協会関東支部「第31回段ボール包装設計コーステキスト」から引用したものである。

## 7.2.5 収縮フィルム<sup>1)</sup>

### 7.2.5.1 収縮フィルムの種類

JIS Z1709「収縮フィルム」の定義によると、収縮包装用フィルムとは、延伸加工したフィルムで、包装作業時に加熱することにより収縮して物を固定するために用いるものとしている。この定義からすると、収縮フィルムには、ケーシング用、一般包装用、パレットなどの大型包装用等の他、収縮ラベル用、キャップシール用、電線結束用等も含まれる。

現在では、非常に多岐の種類の収縮フィルムが実用化されている。素材としては、ポリ塩化ビニリデン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリエチレンでは架橋 PE や L-LDPE、発泡 PE、さらには気泡入りプラスチックフィルムのような PE 加工品も実用化されている。さらにはポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエステル、ナイロンなどが使用され、又、単体以外のラミネート品も使用されている。

### 7.2.5.2 収縮フィルムの性質

収縮フィルムには以下のような性質が要求される。

- ①収縮速度、収縮率、収縮応力及び応力緩和及び収縮温度範囲など収縮性能が良いこと。
- ②強度、耐衝撃性が大きいこと。
- ③シール性が良いこと。
- ④機械適性があること。
- ⑤外観、印刷適性が良いこと。

熱収縮フィルムの温度と収縮率の関係を図 7.2.5-1 に、シュリンクフィルムの種類と性能を表 7.2.5-1 に示した。

1) 参考文献 大須賀弘著:「新・食品包装用フィルム—フレキシブル包装・理論と応用」、日報出版

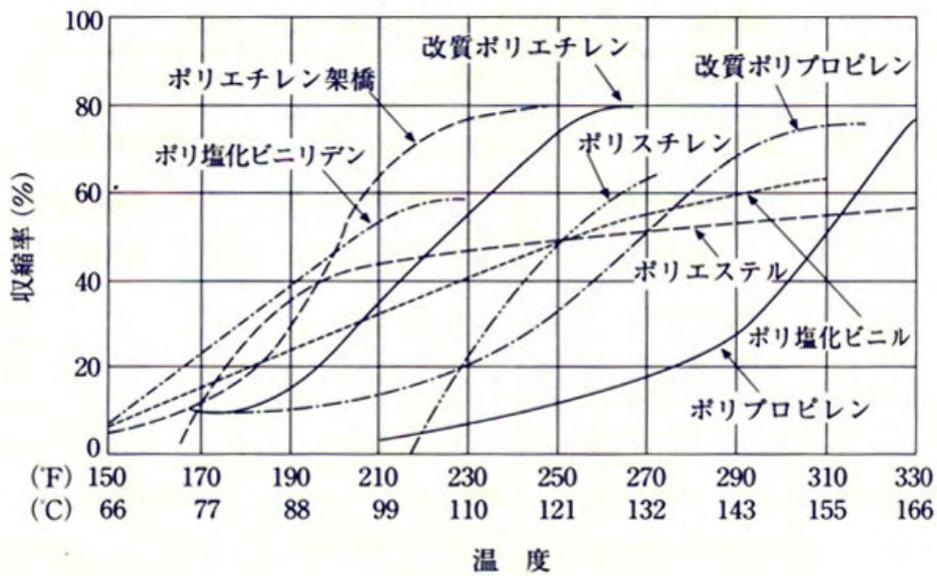


図 7.2.5-1 熱収縮フィルムの温度と収縮率の関係

表 7.2.5-1 シュリンクフィルムの種類と性能

	ポリプロピレン	塩化ビニル	ポリエチレン
主用途	個装 ラーメン、乳酸飲料 エアゾール、ノート 集積 菓子	個装、内装 菓子類、乾電池、びん 化粧品、文具類	中・大型集積包装 外装 重量物包装、電気器具 パレット包装、びん、缶
厚さ	12~13 $\mu$	13~35 $\mu$	30~200 $\mu$
特長	透明、光沢性が良い 強度強く、腰が強い	透明、光沢性が良い 強度強く、腰が強い 収縮温度範囲が広く 作業しやすい	低温衝撃性が良い ヒートシール適性が良い
短所	ヒートシールの温度 範囲が狭い	シール部が避けやすい シール時、刺激臭が出る	収縮性が良くない 結束力が小さい
開封性	切り口から容易に避ける ミシン目が熱により 拡大する	ミシン目が比較的安定 切れ方に方向性があり 切れ難い方向がある	引裂き性が悪い ミシン目が拡大、破裂する
方向性	2軸縦横同一収縮	1~2軸まで各種	1~2軸まで各種
単価	中程度	高価	安価

## 7.2.6 ストレッチフィルム・ラップフィルム<sup>1)</sup>

ストレッチ包装は、フィルムを引伸ばしながら(ストレッチ:延伸)、包装するのでこのようにいわれる。ラップフィルムも、特に業務用の場合、引張りながら包むのでストレッチフィルムの中に入れる場合が多い。表 7.2.6-1 のように分類できる。

ストレッチ包装用フィルムは、以下のような性質を必要とする。

張力下で、突刺しピンホール強さが大きい。

緊縛力を持続する十分な弾性回復があること。

応力緩和が無いこと。

引張り強さが大きいこと

十分な自己粘着力を持つこと。

透明性が良いこと。

ラップフィルムは、これらの性質の他に、ガスバリア性、防湿性、易カット性などが必要であり、又、電子レンジ利用を考えた場合、耐熱性も必要となる。

ストレッチフィルムの接合には、自己粘着性によるもの、熱によるもの、両者の併合によるものがある。自己粘着性は、石油樹脂やロジンのような粘着材が練り込まれるが、近年は、液状ポリブテンのような新しい粘着剤も使用されている。

パレット包装用のストレッチ包装の場合、従来方式はフィルムの延伸が 110～130%であった。最近、プレストレッチ方式が開発され、フィルムの延伸工程と被包装物の巻付け工程を分離して、フィルムの延伸を 250～300%にしてフィルムの使用量を減小させている。

表 7.2.6-1 ストレッチフィルムの使用法

使用法	用途	材質	構成
パレットストレッチ	パレットの荷崩れ防止 輸送包装	EVA L-LDPE	複層主体
ラップフィルム	家庭用 業務用	PVDC、PVC ポリオレフィン	単層主体

## 7.2.7 発泡スチロール

発泡スチロールは、緩衝支持、個装容器、外装容器と多岐にわたっている。

1) 参考文献 大須賀弘著:「新・食品包装用フィルムーフレキシブル包装・理論と応用」、日報出版

- (1) 連続押出成形シートを真空成形加工した食品容器、食品トレイ
- (2) 発泡ビーズ成形法による食品容器、カップ、緩衝支持材、魚箱、外装容器

いずれの場合もスチロール樹脂特有の脆さを持っていて必ずしも良い材料ではないが、発泡成形させることで重量も軽く、比較的安価な包装材料として電気製品の包装に多用されている。

南米の電気冷蔵庫は、緩衝と外装を兼ねて一台で 1kg の発泡スチロールを使っている。その理由は、長距離輸送を前提にした強度の安定性と軽さという利点を生かし、圧縮によるクリープが生じないように緩衝性を実現できるからであろう。つまり、倉庫保管での上下方向 3 段積み、トラック輸送での横方向 4 段積みを可能にする製品の支持面積(クリープが発生しない応力以下になる面積)と製品の衝撃易損性を超えない緩衝設計の両面を満たすことが出来る。

包装設計に必要な材料特性は、ビーズ製造メーカーのホームページから求めることが出来るので要求レベルにあったグレードの材料を選択すれば良い。

表 7.2.7-1 南米・電気冷蔵庫の発泡スチロール使用量の一例

部品名	ブラジル ⇒872gr				アルゼンチン ⇒782gr			
	Bottom	Top	Pillar*B	Pillar*F	Bottom	Top	Pillar*B	Pillar*F
部品数	1	1	2	2	1	1	2	2
質量gr	366	242	108	156	255	231	181	115
長辺mm	692	691	1425	1425	622	622	1525	1505
短辺mm	642	642	140	160	620	620	205	150
厚さmm	105	127	70	80	120	120	85	65

Source: JICA 調査団

### 7.3 ガイドライン値を満たす包装設計

本報告書第6章で包装試験基準値と包装設計のガイドラインが示されている。これらのガイドラインを満たすためにはどのような設計管理をしていけばよいかと言う点を説明する。

- (1) 製品の開発ステップに沿って包装設計レビューを整備しておく。

表7.3-1は、設計段階でその品質のバラツキを配慮した基準設定の考え方の例である。

表 7.3-1 開発ステップと設計品質評価基準(ガイドライン)

検証ステップ	ガイドライン		
	振動試験基準	圧縮試験基準	落下試験基準
開発試作試験	100%	105%	105%
量産試作試験	100%	100%	100%
量産試験	90%	90%	90%

Source: JICA 調査団

この表の数値は考え方を示したもので製品の種類に応じて決めれば良い。

- (2) 物流管理あつての包装試験基準である。

管理されてないところに信頼性はない。製品／包装設計システムの設計品質検証を満たすためには物流管理が必要である。問題の内容によっては企業間の課題である。

次に、対象機種についてガイドラインに沿った包装設計品質を満たすために行った手順を示す。包装改善試作品の外観を図7.3-1に示す。

表 7.3-2 対象機種の包装設計手順

	ブラジル	アルゼンチン
STEP 1 製品特性の把握		
外形寸法mm	615×610×1470	615×610×1470
製品質量kg	49.5	55
製品体積m <sup>3</sup>	0.55	0.62
衝撃易損性g's	30	25～30
圧縮強度kg	300	224
STEP 2 物流環境		
輸送	セミトレーラ3000km 縦積1段+横積2段	セミトレーラ1500km * 縦積1段+横積1段
保管	4ヶ月	4ヶ月
荷役	クランプフォーク+人力	クランプフォーク+人力

	ブラジル	アルゼンチン
STEP 3包装設計品質評価 振動試験:参考  暫定基準設定 圧縮試験 落下試験	ASTM:トラック輸送 3~200Hz 0.52grms 6Hr  3000km走行試験レベル 縦積4段対応荷重 20cm	ASTM:トラック輸送 [1] 3~150Hz, 0.2Grms, 5min 各種テスト [2] Bs.As./Mendoza間 0.3108Grms, 3hr 1500km走行試験レベル* 縦積4段対応荷重 20cm
STEP 4包装材料特性調査 発泡スチロール	調達メーカー情報調査 緩衝特性・クリーブ特性	調達メーカー情報調査 緩衝特性・クリーブ特性
STEP 5包装再設計 段ボール包装案 発泡スチロール案 庫内部品包装	段ボール業者アイデア 密度30kg/m <sup>3</sup> で試作 実施しない	実施しない 現状形状見直し 部品納入包装仕様試作

\*: Bs.As./Rosario 間 300km と Bs.As./Mendoza 間 1,200km の合計を考慮。

Source: JICA 調査団

ブラジル品の包装改善事例:段ボール包装案



ブラジル品の包装改善事例:低発泡EPS化包装案



アルゼンチン品の包装改善事例(左):庫内部品包装



:EPS形状変更包装案



Source: JICA 調査団

一部外装シュリンク工程前の状態を含む。

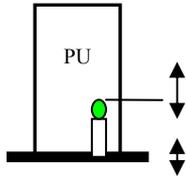
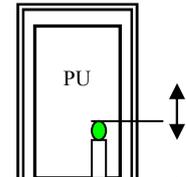
図 7.3-1 ブラジルとアルゼンチンの包装改善試作品

7.3.1 包装貨物の強度評価

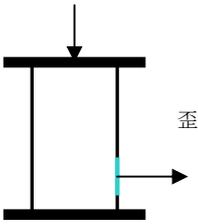
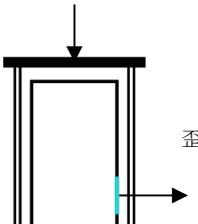
(1) 電気冷蔵庫・包装改善ジョブプラン:包装設計品質評価試験

ブラジルで行った対象品の包装設計品質を評価するための試験内容をしめす。

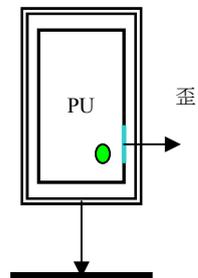
振動試験

製品自体	製品+包装	試験品	必要機材
 <p>ランダム波加振 (縦積み/横積み) ◎振動応答計測</p>	 <p>ランダム波加振 (縦積み/横積み) ◎振動応答計測</p>	<p>包装製品：1台 他の試験兼用</p>	<p>振動試験機 PU</p>

圧縮試験

製品自体	製品+包装	試験品	必要機材
 <p>静的荷重 (縦積み/横積み) ◎荷重—変形 ◎荷重—歪 ◎塑性変形領域</p>	 <p>静的荷重 (縦積み/横積み) ◎荷重—変形 ◎荷重—歪 ◎塑性変形領域</p>	<p>包装製品：1台 製品筐体：2台</p>	<p>圧縮試験機 歪計&amp; 歪ゲージ</p>

落下試験

製品自体	製品+包装	試験品	必要機材
<p>(なし)</p>	 <p>自由落下：底面・稜 ◎加速度 ◎歪 ◎損傷</p>	<p>包装製品：2台</p>	<p>落下試験機</p>

衝撃試験

製品自体	製品+包装 (必要に応じて検討)	試験品 製品2台	必要機材 衝撃試験機 PU 歪計& 歪ゲージ
<p>◎加速度 ◎歪 ◎損傷</p>			

試験品は、必要最低限の数量を示した。→製品2台、包装製品5台、製品筐体 2 台分。余裕があれば予備品として包装製品を 1 台追加したい。

(1) B 社製冷蔵庫の包装調査

1) 対象品の外形寸法

	製品	包装
幅 mm	615	692
奥行 mm	610	642
高さ mm	1,470	1,562
体積 m <sup>3</sup>	0.55	0.69
質量 kg	49.5	50.5
kg/m <sup>3</sup>	89.8	72.8

Source: JICA調査団

2) EPS

	Bottom	Top	Pillar*B	Pillar*F
数量	1	1	2	2
質量 g	366	242	108	156
長辺 mm	692	692	1,425	1,425
短辺 mm	642	642	140	160
厚さ mm	105	124	70	80

Source: JICA調査団

3) シュリンクフィルム

厚さ μ

展開面積

使用量m<sup>2</sup>

4) 粘着テープ

冷蔵庫内部にある部品を固定するためにPE粘着テープが使われている。



Source: JICA調査団

図7.3.1-1 製品概観



Source: JICA調査団

図7.3.1-2 部品の固定方法

## 5) 包装設計に関する考察

## 1. EPSの密度

寸法:  $50 \times 50 \times 50\text{mm}$

質量:  $2.637\text{gr}$

密度:  $21\text{Kg/m}^3$

## 2. 緩衝性能

BottomEPSの製品支持面積と厚さを計測した。

支持面積:  $1129\text{cm}^2$

平均厚さ:  $6.3\text{cm}$

これより緩衝性能を計算、図7.3.1-3に示した。

落下高さ:  $8\text{cm}$ 、発生加速度:  $30\text{g}'\text{s}$ で、EPSは約  
6%変形

## 3. ESPのクリープ限界

特性表で密度  $23.5\text{Kg/m}^3$  のクリープ限界応力が、  
 $50\text{Kp}$  ( $0.5097\text{kg/cm}^2$ ) という数値を参照するとEPSの  
使用量が削減できる。発生加速度が増加する分は、  
落下試験で形状を変えて調整する。

## 4. 包装改善のための課題

## EPSの再設計

図7.3.1-3で過品質と考える。

EPSの密度を  $32.5\text{kg/m}^3$  に変更を検討する。

製品により高い  $G_{\text{max}}$  が生ずると予測するが、

→ 輸送データから落下試験の見直し

→ 製品の易損性評価試験の結果

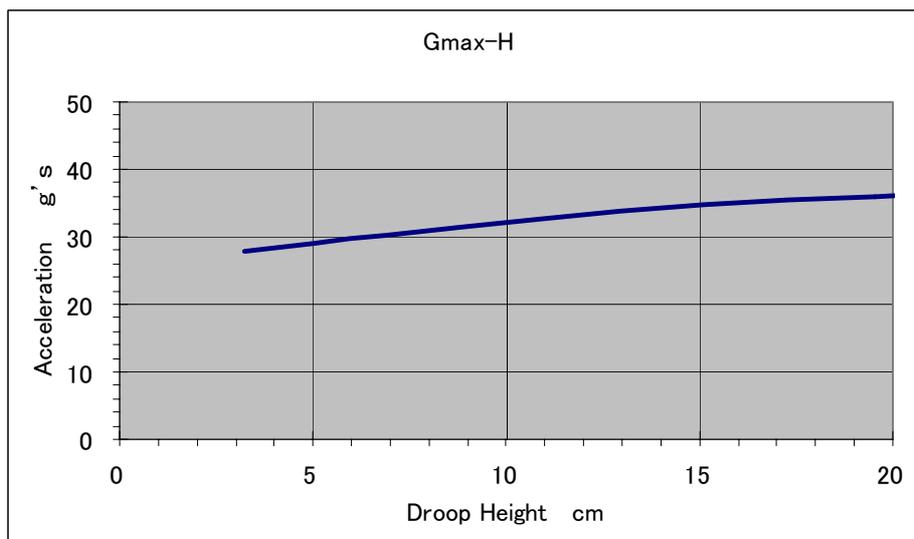
より改善が期待できるであろう。

## EPS+CPBトレーの導入

将来的課題としての足がかりを検討。

## 冷蔵庫内部部品の固定法検討

伸びの少ない粘着テープに替えることと貼り方



Source: JICA 調査団

図 7.3.1-3 緩衝効果:計算値

(2) EPS 支持面積と厚さの測定値

底面 HOLDFER

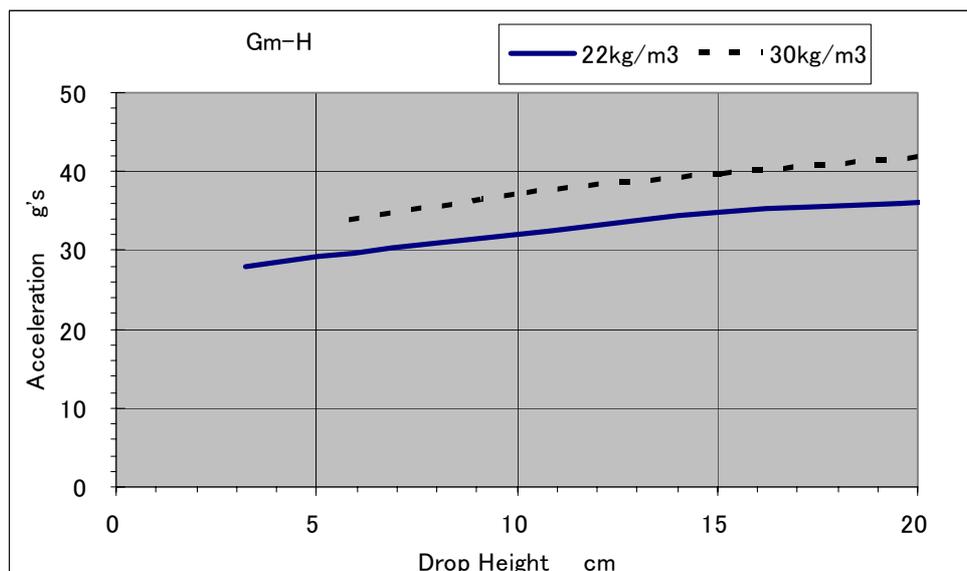
	厚さ	寸法	寸法	数	面積	部分体積
	cm	cm	cm		cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
MAX	6.5	10	7	2	140	910
	6.5	7	20	1	140	910
	6.4	41.2	4	2	330	2109
	6.3	10.2	9	2	184	1157
	6.3	15.5	7	2	217	1367
MIN	5.1	9	3	4	108	551
	5.1	1.5	7.5	1	11	57
AVE=	6.3				1,129	7061

天面 HOLDER

	厚さ	寸法	寸法	数	面積	部分体積
	cm	cm	cm		cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
	3.3	18.8	5	1	94	310
	3.3				111	368
	3.3				553	1825
AVE=	3.3				758	2502

Source: JICA 調査団

参考:図 7.3.1-3 に密度 30kg/m<sup>3</sup> の緩衝特性を計算して図 7.3.1-4 に併記した。



Source: JICA 調査団

図 7.3.1-4 密度 30kg/m<sup>3</sup> の緩衝効果

強度試験内容は、上記(1)の製品特性に対応した試験条件をガイドラインより求めて試験する。

製品特性や物流経路が明確である場合は、本 JICA 開発プロジェクトの輸送環境調査データを参照して強度試験条件を設定する。

以下に、電気冷蔵庫の事例について付記する。

対象製品である電気冷蔵庫の包装改善作業は、その製品の商流情報が精度良く整備されていたのでこれらの確かな情報をもとに輸送環境調査データを参照して包装貨物の強度評価試験内容を決めた。

ランダム振動試験基準の設定手順は第6章 6.1 (4)項を参照。

輸送振動測定データより道路区分より求めた条件ごとの PSD 平均値を用いて実際の物流経路に沿った試験 PSD を求める方法を示している。

この手法でブラジルの4つの輸送ルート、及び、アルゼンチン1ルートの試験 PSD が計算でき、従来行っていた ASTM による振動試験基準と実環境よりもとめた基準との差異が明確になった。その要点を次に示す。

#### (1) 4つの輸送ルートのPSDデータの統合方法

4つのルートは輸送距離や輸送時間がまちまちであったため、各ルートの代表試験PSDを次のように整理した。

- 各ルートの日ごとの測定データを統合する。
- 4日間の計測データを統合する。→各輸送ルートを代表する PSD の計算
- 各ルートの PSD を走行距離 500km、試験時間 1 時間に換算した試験 PSD の計算

## (2) 従来の試験法との相違

設定手順のブラジル 4 ルート 500km PSD に示す通り、試験 PSD は 5Hz 以下では従来の ASTM では不足し、5～20Hz では逆に反転する。40Hz 以上になると悪路と思えるルートでは高い PSD になっていることがわかった。以上から、従来の試験は、5Hz 以下と振動の大きな道路での 40Hz 以上の評価不足であった。また、アルゼンチンの電気冷蔵庫については、工場からメンドーサまでの約 1300Km を工場→ブエノスアイレスとブエノスアイレス→メンドーサの計測データを統合して試験条件を求め、3 時間の振動試験を実施した。

## 7.3.2 シールテスター及び真空デシケーター(封緘試験と漏えい試験評価)

ラボラトリーテスト用機材として、4ヶ国 C/P 各研究所が所有していないことから、第2年次の調査業務の後半にシールテスター機材を調達した。更に、第3年次の調査業務の初期に真空デシケーター機材を調達した。これらの機材について概説する。

## (1) シールテスター



Source: JICA 調査団

図 7.3.2-1 シールテスター

封緘試験ともいう。密封した容器包装の側面又は中央にゴムシールを貼り、ゴムシールの中央に針を刺す。空気漏れのないように送気用ノズルを装着し、圧縮機を作動して、10 秒間で 100mmHg まで加圧を行い、空気漏れの有無を調べる。ヨーグルト容器では、漏れはなかった。又、圧力を 100mmHg より上げれば破裂強度試験に使用できる。

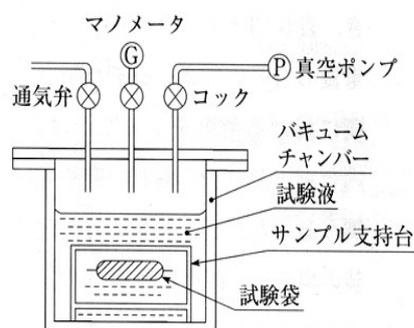
ヨーグルト容器では、シール部の破裂強度は 0.4～0.6kg/cm<sup>2</sup> であった。牛乳の紙容器に使用できる。しかしながら、パウチの牛乳容器は、10 秒間で 100mmHg まで加圧では漏れないが、それ以上に圧力上昇と共に膨張するのでシール部の漏れの判定はできない。

## (2) 真空デシケーター



Source: JICA調査団

図7.3.2-2 真空デシケーター



Source: JIS Z 0238

図7.3.2-3 漏えい試験

この試験は、漏えい試験といい、真空デシケーター(真空チャンバーともいう)を利用するものである。デシケーター内に水を入れて、真空にすることによって、容器から出てくる気泡によって漏れを検査するものである。真空ポンプを起動させて減圧を開始し、30秒～1分間かけて所定の減圧値まで減圧を行い、所定の減圧値に30秒以上保持する。

ヘッドスペースの比較的多い試料に適用できる。又、複数同時に評価ができる。減圧値は、試料の内圧値を考慮して当事者間で決める。落下強さ試験や耐圧縮強さ試験を行った試料の内容物の漏えいの有無を調べるために行うこともできる。

## 7.3.3 パラグアイの強度評価試験

パウチ牛乳容器とヨーグルトについて述べる。

## 7.3.3.1 パウチ牛乳容器

## (1) パウチ牛乳容器の包装の種類

日本では見かけないポリエチレンのパウチの牛乳容器がある(図7.3.3-1、図7.3.3-2)。この牛乳容器は、パラグアイだけでなく、ウルグアイでも、アルゼンチンでも販売されている。某樹脂メーカーの情報によると、中国でも販売されているという。包装の仕様は、ポリエチレン1層のものと遮光性のために3層(LDPE白/LDPE黒色/LDPE透明)構成のものがある。尚、ウルグアイやアルゼンチンでは、テトラパックのLong-Life牛乳(ブリックタイプのアルミ箔入り紙容器)に対抗するために、バリア性のあるEVOHを使用した5層のパウチもある。



Source: JICA調査団

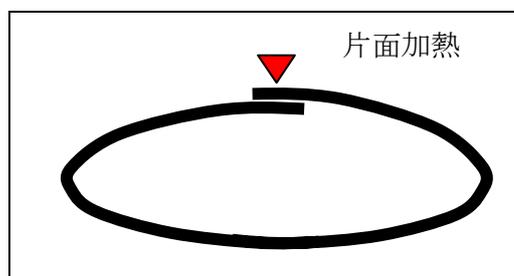
図7.3.3-1 パウチ牛乳



Source: JICA調査団

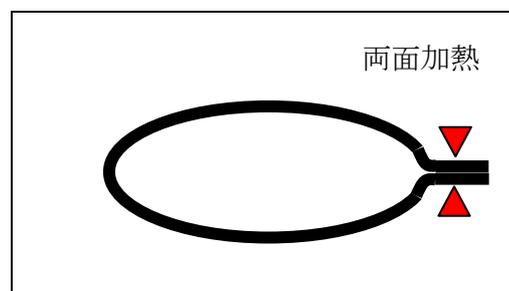
図7.3.3-2 店頭でのパウチ牛乳

胴部のシール方法は、重ね張り方式と合掌張り方式の2つである。殆どの製品が重ね張り方式によってシールされている。1社の製品だけは、合掌張り方式でシールされている。



Source: JICA調査団

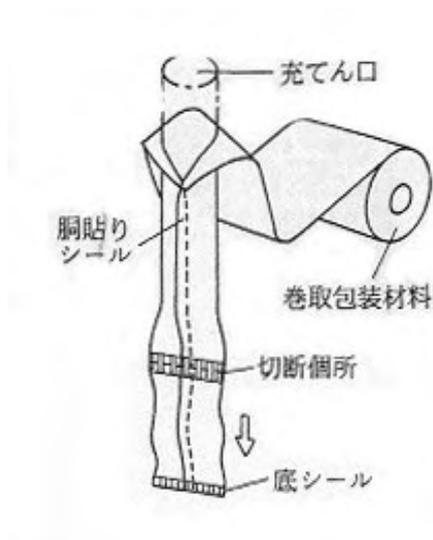
図7.3.3-3 パウチ牛乳の重ね張り



Source: JICA調査団

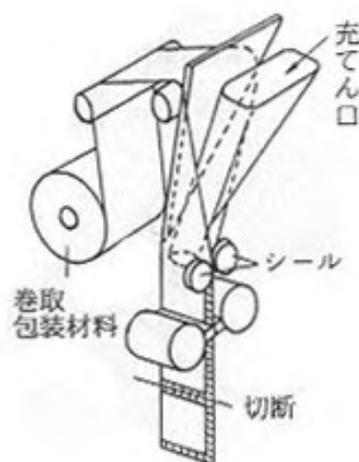
図7.3.3-4 パウチ牛乳の合掌張り

パウチ牛乳は、縦型ピロータイプ (pillow type) の製袋工程で製袋され、中味が充填され、シールされる。前者の胴のシールは、重ね張りシール方式で片面加熱である(図 7.3.3-3、図 7.3.3-5)。後者の胴のシールは、合掌張りシール方式で両面加熱である(図 7.3.3-4、図 7.3.3-6)。



Source: 包装技術便覧 (社)日本包装技術協会

図7.3.3-5 ピロー型胴重ね張り



Source: 包装技術便覧 (社)日本包装技術協会

図7.3.3-6 三方シール胴合掌張り

天・地は、溶断シール方式である。その方法は、ピアノ線状の細いヒーターでフィルムを溶かして切ると同時にシールするものである。従って、シール幅は殆ど無いので、シールの安定性に欠ける。

通常のパウチの包装は、約 5mm のシール幅を持っているので、シールの安定性が高い。

殆どの商品が重ね張りのパウチの牛乳容器であるので、袋の胴部、上部、底部などのシール部から漏れることがある。従って、消費者は、店内設置の薄いポリエチレン袋を引きちぎり、その中にパウチ牛乳を入れて持ち帰っている。

## (2) 重ね張りの片面加熱

製袋機や多層シートのヒートシールに片面加熱がよく使われているが、この方法は極めて、不安定なヒートシール法である。この片面加熱は、重ね張りといわれている。

非加熱側または低温側の「受け台」は、高温加熱側の熱流によって昇温する。熱流は非加熱包装材料を溶かして溶着することになるので、非加熱側の熱容量と初期温度がパラメーターになる。例えば、機械が一旦停止すると、溶着面温度が立ち上がるまで 10 ショット以上を必要とする。

ヒートシールの管理方法として、従来から「温度」、「圧力」、「時間」と云われてきた。ヒートシールが悪いと、温度を上げて対処してきた。温度が高すぎると、シーラント材が熱変性し、所定の強度が得られなくなる。通常の両面加熱の圧着では、シール時間 1~2 秒、ヒートシールの温度は、LDPE の 130°C 以上、L-LDPE の 150°C 以上で、所定のシール強度が得られている。

シール圧力は、1～2kg/cm<sup>2</sup>が適正である。高温で圧着圧が高くなると、熔融したヒートシーラントは、ヒートシールエッジに押し出され、線状のプラスチック玉を形成し、ヒートシール強さは大きく出ても、「破れ」や「ピンホール」の発生原因になっていた。

### (3) パウチ牛乳の落下試験

パウチ牛乳の落下試験を実施した。JIS Z0238によれば、総質量が1kgの場合は、落下高さは、30cmになっている。この落下条件では、全部のパウチ牛乳が合格したので、シール漏れの部位やその原因を調査するために、落下高さを1.0mでシール面がコンクリートの落下面に当たるように落下させた。1回目で漏れなければ、2回目を行い、2回目で漏れなければ、落下高さを1.4mにして試験を続けた。試料数は各5袋とした。試験結果は、表7.3.3-1に示した。

表 7.3.3-1 パウチ牛乳の落下試験

シール面を下にコンクリート床上に落下 n=5

フィルム構成	シール方法	会社名	落下高さ 1.0m		落下高さ 1.4m		漏れ箇所及び原因			
			1回	2回	1回	2回	胴部		上部	下部
							不足	過熱	過熱	過熱
3層	合掌張り	A	0	0	0	0	0	0	0	0
1層	重ね張り	A	0	1	0	1	1	0	0	1
1層	重ね張り	B	1	1	0	1	2	0	1	0
1層	重ね張り	B	-	-	1	4	3	2	0	0
1層	重ね張り	C	0	2	1	0	0	2	1	0
1層	重ね張り	D	0	0	1	1	0	0	1	1
1層	重ね張り	E	2	1	1	1	1	2	2	0
1層	重ね張り	F	1	0	0	1	0	1	0	1

Source: JICA 調査団

表から分かるように、

A社は3層で合掌張りの製品と1層で重ね張りの製品をもっている。前者の合掌張りの製品は、落下高さが1.4mで2回落下させても5袋とも漏れなかった。しかし、同社の1層で重ね張り製品は、2袋が漏れた。

又、A社以外で、1層で重ね張りの製品は、各社間のばらつきはあるものの、1.0m～1.4mで漏れた。胴部については、加熱不足が見られた、又、過熱しすぎもあった。上部と下部にもシール部が小さく、過熱気味でシール部が薄くなって漏れた。

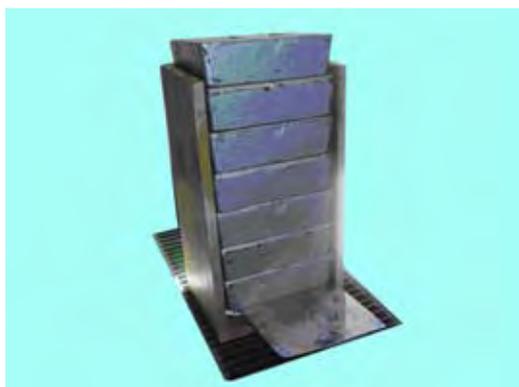
#### (4) パウチ牛乳の圧縮試験及びヒートシール強さ試験

パウチ牛乳の圧縮試験を2種類の試料で実施した。JIS Z0238によれば、総質量が1kgの場合は、圧縮荷重は、60kgになっている。加圧の方法は、錘による方法を採用した。加圧盤の上に20kgの錘を置き、1分間保持し、漏れなければ更に錘を追加していった。試験袋の置き方は、シール面が横になるように置いた。即ち、合掌張りは、平置きにした。重ね張りは、横置きにした。データは省略するが、重ね張りのものは、60kgfで漏れた。合掌張りのものは、100kgf以上であった。

重ね張りを平置きにすると、袋に板が接している面積が増え、パウチ内の圧力が下がり、耐圧縮強さは増大する。又、落下試験で漏れやすい試料は、圧縮強度も弱かった。

ヒートシールの強さの試験を3種類の試料で実施した。

ヒートシール強さは、パウチの上部と下部は1.5kgf(15mm)以上であったが、胴部は1.5kgf(15mm)以下であり、問題である。ヒートシール強さと落下試験及び圧縮試験との漏れの関係については、明確な関連性がでなかった。今後、データを積み重ねていくべきである。フィルムの伸び率の違いから、各社が使用しているポリエチレンフィルムの材料の特性が表れていることが分かった。



Source: JICA調査団

図7.3.3-7 牛乳の圧縮試験



Source: JICA調査団

図7.3.3-8 ヒートシール試験機

#### (5) 改良品フィルムの牛乳付着のヒートシール試験(図7.3.3-8)

低密度ポリエチレン(Low Density Polyethylene、以下LDPEという)は、分子鎖がランダムに分岐している。従来からシーラントフィルムとして使用されてきた。直鎖状低密度ポリエチレン(Linear Low Density Polyethylene、以下L-LDPEという)については、7.2.1.3のシーラントフィルムの項でも述べたように、LDPEと同様に短鎖はあるが、長鎖は無く、直線状の低密度ポリエチレンである。L-LDPEは、LDPEと比べて、ヒートシール強度、夾雑物シール性、ホットタック性などのヒートシール性において優れている。

例えば、牛乳について述べる。牛乳の表面張力は、20℃において、50～60dyn/cm であり、水の72.75dyn/cm より低く、若干の界面活性作用がある。又、牛乳の粘性は、脂肪の乳濁、コロイド粒子、たんぱく質の水和状態等により、水 1cP(0.01g/cm・sec)に比べて、1.5～2.0cP と若干高い。即ち、粘性と界面活性のある牛乳は、物理的作用により発泡が起こりやすい。従って、充填時に牛乳が容器のシール部に付着し、シール性を低下させる。

従って、牛乳をパウチに充填する際に、シール部は牛乳で濡れるので、シールの安定性を高めるために、L-LDPE の使用比率を高めた包装設計を行った。

L-LDPE の価格は LDPE に比較して、1～2%安い。融点は密度によって変化するが、密度 0.92 の LDPE の融点は約 110℃対して、L-LDPE の融点は 10～15℃高い。ヒートシールの温度も、LDPE の 130℃以上に対し、L-LDPE は 150℃以上である。

L-LDPE のフィルムの製造において、融点が高いので、古いタイプの機械は対応できない問題点がある。又、充填シール機においても、ヒーターの能力が無いと対応できない問題もある。

L-LDPE の使用比率を 15%高めた改良フィルムを試作した。この試作フィルムについて、引張り試験で、従来品よりフィルムが伸び、L-LDPE の使用比率増加の効果が認められた。次に、牛乳を付着したときのヒートシール試験を行った。フィルムを短冊状にカットして、その両端をシール幅 20mm の片面加熱方式で行った。試験の方法は、1℃毎に 5 試料のヒートシールを行い、人の手でシール部の剥離を行った。試料が剥離せず、5 試料とも材料破壊で切れた時の温度を下記の表にまとめた。

表 7.3.3-2 改良品フィルムの牛乳付着ヒートシール試験(2kg/cm<sup>2</sup>、2 秒)

フィルムの種類	牛乳付着		備考
	無し	有り	
従来品フィルム	180℃	183℃	水蒸気が発生し、気泡が出る。 温度が上がると、フィルムが収縮しやすい。
改良品フィルム	203℃	208～ 217℃	牛乳が付着しても、水蒸気の気泡は問題無いようである。広い温度範囲で対応できる。

改良品フィルムは、L-LDPE の比率を 15%アップした。

Source: JICA 調査団

上記の表から分かるように、改良品は牛乳を付着した場合、水蒸気の気泡は問題なく、フィルムが収縮するようなことは無かった。しかも広い温度範囲で使用できそうであることが分かった。第 5 次の現地調査で実際のプラントで製造し、性能を評価する。

## 7.3.3.2 ヨーグルト容器

## (1) 強度試験(n=5)

ヨーグルト 140gの強度試験を行ったので、概要を報告する。

1. 封緘強度試験:シールテスターを使用し、100mmHg で 10 秒間圧力をかけたが、漏れはなかった。
2. 破裂強度試験:シールテスターで破裂強度を試験した。0.4~0.5kg/cm<sup>2</sup> で破裂した。
3. 圧縮試験:パウチ牛乳と同じような方法で試験した。JIS Z 0238 によると、100~400g 未満は 40kgf であるが、この製品は、30kgf は合格したが 40kgf の強度はなかった。
4. 落下試験:JIS Z 0238 によると、100~400g 未満は、50cm であるが、50~70cm で漏れた。

## (2) 開封性の官能評価試験

試験に使用したサンプルは、図 3.3.3-9、図 3.3.3-10 の通りである。



Source: JICA調査団

図7.3.3-9 ヨーグルトのアルミ蓋



Source: JICA調査団

図7.3.3-10 ヨーグルトのPET/AL蒸着蓋

左側のヨーグルトの試験品は、容器は円錐型でアルミ蓋がついている(図 7.3.3-9)。右側のヨーグルトの対照品は、インライン成型の角型で、PET/AL 蒸着の蓋がついている(図 7.3.3-10)。INTN のメンバー25 人による評価を行った。全員が、まず容器を振って、その後蓋を開け、直接飲んだ。その結果は次の通りである。



Source: JICA調査団

図7.3.3-11 アルミ蓋の千切れ



Source: JICA調査団

図7.3.3-12 PET/AL蒸着蓋のカール

試験品は、半数の人が、「あけ難い、商品として改良すべきである」と云っている。蓋が千切れた人が3人、千切れた経験で云っている人を含めると4割弱の人が指摘をしている。

対照品は、9割の人が、「開け易い、商品としては問題ない」と云っている。ただ開け易いが安心感がないという指摘も1割有った。容器が角形で口にフィットせず飲みにくい、又、蓋がカールして鼻に当り飲みにくいなどを含めると4割弱の指摘があった。

アルミ蓋が千切れて、子供が飲み込むことも懸念されており、千切れを改善することは重要である。シール面の接着強度を落して、蓋を開けやすくして千切れを少なくする方法も考えられるが、開封性と密封性を両立させるのは難しい。アルミの蒸着品を採用すれば、千切れを解決できるが、フィルムがカールして現行包装の機械適正がない。根本的にアルミの千切れを無くするために、アルミとプラスチックの積層する方法で解決を図りたい。

### 7.3.4 ウルグアイの強度試験評価

#### 7.3.4.1 パウチ牛乳容器

パラグアイとほぼ同様であるが、パラグアイと異なる点について述べる。遮光性のために、ポリエチレン3層(LDPE 白/LDPE 黒/LDPE 透明)のものが殆どである。胴部のシール方法は、合掌張りのものが多数を占めるが、重ね張りのものも少数あった。しかし、サンプルは、重ね張りのものを多く選択した。

#### (1) パウチ牛乳の落下試験

落下試験の方法は、パラグアイと同様に人手で落とした。漏れ方は、一部ピンホールが出来て漏れる場合(図 7.3.4-1)と上部・下部一方のシール部の大きく開口して、牛乳が飛出すこともあった(図 7.3.4-2)。稀には、上部・下部同時に開口することもあった。



Source: JICA調査団

図7.3.4-1 底部から一部漏れ



Source: JICA調査団

図7.3.4-2 底部から牛乳の飛出し

落下試験の結果(表 7.3.4-1)から次のことが分かった。

1. A 社の合掌張りのものは、シール面を横向き或いは下向きに落下させたとき、漏れが 4～5 個発生した。漏れの箇所は胴部であり、過熱が原因であった。それに対して、パラグアイでは、A 社の合掌張りのものは、落下試験で全然漏れなかった。従って、ウルグアイの場合、シール方法が合掌張りであっても、ヒートシールの運転管理が不十分な場合には漏れることがあり、品質管理の徹底が望まれることが示唆された。
2. B 社の合掌張りのものは、シール面を横向き或いは下向きに落下させたとき、胴部の漏れが 2 個発生した。それに対し、B 社の重ね張りもので、フレッシュ牛乳の場合に漏れが 0 個、乳酸菌飲料での場合に上部の漏れが 2 個発生したが、胴部の漏れは発生しなかった。即ち、A 社と同様に合掌張りであっても、過熱による胴部の漏れが発生している。又、重ね張りであっても、胴部の漏れが発生しておらず、ヒートシールの品質管理の徹底を図れば、胴部の漏れを減少させることが明らかになった。
3. C 社の重ね張りのものは、高さが 1m の 1 回目で 5 個中 4 個が胴部から漏れた。又、D 社の胴部の漏れは、1 個発生した。胴部及び溶断シールのヒートシール管理の徹底が望まれる。

表 7.3.4-1 パウチ牛乳の落下試験

シール面を下にコンクリート床上に落下 n=5

会社名: 商品種類	シール 方法	落下の際 のシール 面向き	落下高さ 1.0m		落下高さ 1.4m		洩れ箇所 及び原因	
			1回	2回	1回	2回	胴部 過熱	上部 過熱
A:ultra	合掌張り	横	1	2	1	1	5	
A:ultra	合掌張り	下	1	0	2	1	4	
B:ultra	合掌張り	横	0	1	1	0	2	
B:ultra	合掌張り	下	1	1	0	0	2	
B:Fresh	重ね張り	下	0	0	0	0		*1)
B:乳酸菌飲料	重ね張り	下	0	1	1	0		2*2)
C:ヨーグルト	重ね張り	下	4	0	0	0	3	1
D:ヨーグルト	重ね張り	下	1	1	2	0	1	3

\*1):10ヶ購入のうち1ヶ上部漏れ

\*2):ピンホール

Source: JICA 調査団

## (2) パウチ牛乳の圧縮試験

パウチ牛乳の圧縮試験(図 7.3.4-3)を行った。錘が前面に倒れないように、前面にも一部カバー



Source: JICA 調査団

図 7.3.4-3 圧縮試験の方法

をした。その結果を表 7.3.4-2 に示した。その結果

1. A 社の合掌張りで平置きのもの耐圧縮強さは、100kg 以上であった。
2. B 社の重ね張りで横置きのもの耐圧縮強さは、60kg ~100kg 以上であった。
3. C 社の重ね張りのものについて、平置きと横置きとの置き方について比較をした。平置きのもの耐圧縮強さは、少なくとも 40kg 以上であったが、横置きのもの耐圧縮強さは、40kg 以下であった。荷重を受ける面積は、横置きの方が平置きの方に比較して小さいので、パウチ内の圧力が上がり、耐圧縮強さが減少するからである。

表 7.3.4-2 パウチ牛乳の圧縮試験

会社名 商品種類等	置き方	荷重 kg (1min 放置)				洩れ箇所と その原因
		40	60	80	100	
A Ultra 合掌張り	平置き	○	○	○	○	
		○	○	○	○	
		○	○	○	○	
B Fresh 重ね張り	横置き	○	○	○	○	
		○	○	○	○	
		○	○	× ×		胴部過熱
C ヨーグルト 重ね張り	平置き	○	○	○	×	上部過熱
		○	×			胴部過熱
		○	×			下部過熱
	横置き	○	×			上部過熱
		× ×				上部、下部過熱
		× ×				下部過熱

○: 洩れなし、× × : 5 秒以内洩れあり、× : 1 分以内洩れあり

Source: JICA 調査団

### (3) パウチ牛乳のフィルム厚みとヒートシール強さ試験

パウチ牛乳のフィルムの厚さは、各社間や商品の種類により違いがあった。薄いものは B 社 Fresh で  $73.2\mu$  で、厚いものは、A 社 ultra で  $95.4\mu$  であり、各社とも厚みの標準偏差も小さく、厚みはほぼ均一であることが分かった。

ヒートシール強さについて、引張り試験を行った。各社及び商品種類の違いはあっても、上部、下部のヒートシール強さは、 $2.2\text{kgf}/15\text{mm}$  以上であった。ヒートシール強さが、 $2.2\text{kgf}/15\text{mm}$  以上であれば、落下試験及び圧縮試験との漏れとの関係も無いようである。何故なら、平均的にヒートシール強さがあっても、漏れは僅かな微小のピンホールで起こるからである。

他方、A、B 社の合掌張りのものの胴部のヒートシール強さは、 $1.5\text{kgf}/15\text{mm}$  以上であるが、それぞれ  $1.7\text{kgf}/15\text{mm}$ 、 $1.9\text{kgf}/15\text{mm}$  であり、他 4 種類と比較して、やや低い値を示した。又、C 社の重ね張りのものでも胴部のヒートシール強さは、 $2.1\text{kgf}/15\text{mm}$  であり、やや低かった。胴部のヒートシール強さが低かったことが、落下試験で胴部の漏れにつながったものと推察された。胴部のヒートシールが十分であるかどうかについての判定は、胴部のヒートシールの強さが高いかどうかと同時に、次式の胴部のヒートシールの指標が高いことが必要である。

胴部ヒートシールの指標 = 「胴部ヒートシール強さ」/「同方向の材料の引張り強さ」

B 社の関連会社によれば、B 社の flesh 品は、L-LDPE の使用比率を漸増的に増やし、厚みを減らしながらヒートシールの時間短縮を図って生産性を上げたと云っている。L-LDPE は LDPE に比較して、フィルムの材料強度が強く、伸びも大きいことが分かっている。表 7.3.4-3 の B 社 fresh は、厚みが  $73.2\mu$  で最も薄くて、胴部の伸びが 959% で最も大きい。

表 7.3.4-3 牛乳パウチのヒートシール強度

会社名 商品種類等	厚み $\mu\text{m}$ (n=5)		部位	ヒートシール強度 (kgf/15mm)		伸び% (n=3)	
	平均値	$\sigma_{n-1}$		平均値	$\sigma_{n-1}$	平均値	$\sigma_{n-1}$
A Ultra 合掌張り	95.4	0.9	上部	3.0	0.13	437	39
			下部	2.7	0.09	330	56
			胴部	1.7	0.11	464	38
B Ultra 合掌張り	89.0	1.4	上部	2.8	0.04	296	40
			下部	2.6	0.13	191	64
			胴部	1.9	0.02	550	4
B Fresh 重ね張り	73.2	0.8	上部	2.6	0.29	227	132
			下部	2.5	0.07	265	60
			胴部	2.4	0.80	959	272
B 乳酸菌飲料 重ね張り	81.8	0.8	上部	2.4	0.15	355	104
			下部	2.3	0.06	327	19
			胴部	2.5	0.71	819	220
C ヨーグルト 重ね張り	88.8	1.5	上部	2.5	0.34	82	33
			下部	2.7	0.14	101	32
			胴部	2.1	0.03	706	24
D(Ar) ヨーグルト 重ね張り	91.0	0.7	上部	2.4	0.11	410	47
			下部	2.2	0.02	342	10
			胴部	2.6	0.12	877	93

Source: JICA 調査団

#### (4) 振動試験

C社の重ね張りのヨーグルトのパウチは、落下試験で1mの高さの1回目で殆どが漏れた。又、耐圧縮試験で横置きで40~60kgの荷重で漏れ、ヒートシール強度が弱かったので、これを不良品のサンプルCとした。他方、B社 fresh 牛乳は、落下試験及び圧縮試験で漏れが少なかったため、優良品のサンプルBとして選択した。



Source: JICA 調査団

図 7.3.4-4 パウチの振動試験

サンプルB及びCを各10袋ずつプラスチッククレートに入れ、5Hz、振幅25mmで15分間振動試験を行った。15分後に漏れが無かったので、次に15分間振動試験を続けたが漏れの発生はなかった。更に、60分間の振動試験を追加したが、漏れの発生は無かった。パウチの容器では、ヒートシール部の強度が弱くても、振動試験でヒートシール部の損傷が少ないことが示唆された。パウチの牛乳は、フレキシブル容器であり、応力

が分散するのではないかとと思われる。

#### 7.3.4.2 ヨーグルト容器

##### (1) 破裂強度試験

7.3.2の項で述べたように、シールテスター(図7.3.2-1)を使用して、ヨーグルト容器の破裂強度の試験を行った。試料は145g入りのヨーグルト容器(口部内径65mm)と185g入りのびん型のドリンクヨーグルト(口部内径25mm)である。前者の破裂強度は、 $0.4\sim 0.6\text{kg/cm}^2$ であったが、後者は、 $0.7\text{kg/cm}^2$ では破裂しなかった。LATU 製作の破裂強度試験機も同時にテストした。その結果、シールテスターによる破裂試験とほぼ同じ圧力で破裂し、LATU 製作の破裂強度試験機の有効性が確認された。後者のヨーグルトについては、 $1.3\text{kg/cm}^2$ の破裂強度であった。破裂箇所は、シール部で無くシール周縁部であった。当然のことであるが、口部内径の小さいものの方が、破裂強度圧力が高いことが分かった。



Source: JICA調査団

図7.3.4-5 LATU製破裂試験機



Source: JICA調査団

図7.3.4-6 漏えい試験による漏れ

##### (2) 漏えい試験

7.3.2の項で述べたように、真空デシケーター(図7.3.2-2)を使用して、ヨーグルト容器の漏えい試験を行った。試料は、145g入りのヨーグルト容器(口部内径65mm)のアルミ箔蓋のものとアルミ蒸着蓋である。通常は $0.3\sim 0.5\text{kg/cm}^2$ の減圧下では漏れなかったが、減圧度を高めると漏れ始めた。更に減圧度を高めると、蓋が破裂した。

#### 7.3.5 アルゼンチンのミルクジャムの輸送包装貨物評価試験

##### (1) 生産データ

Mastellone社は、アルゼンチン乳業界の中でトップメーカーである。1日の生乳の取扱量は4,500KLで日本の2005年度の全生産量のほぼ2倍である。商品は、牛乳、ヨーグルト、チーズな

ど乳製品全般である。その他、日本では馴染みの無いミルクジャム(図 7.3.5-1 Dulce de Leche:牛乳に砂糖を入れて約 10 倍に煮詰めたものである。茶褐色を帯びており、牛乳菓子と呼ばれている)を製造している。

## (2) 流通システム

国内は、自社ブランドのデザインの入ったトラックで乳製品を配送している。Dulce de Leche は、ポリスチレンの真空成形容器に 500g 充填された商品である。国内では、食料品店で販売されている。中味容器はアルミ蓋を保護するためポリスチレン製のキャップが付いている。国内は、専用のクレートに正立で 12 ケ入れ、配送している。2006 年になって、隣国のチリに輸出した。輸送の担当は、チリー側である。輸出の場合には、段ボール箱に 4 列×3 行×2 段=24 個が入っており、上下 2 段の 6 個毎の仕切りが付いている。上下 2 段の積み方は、スタッキング積みで中に仕切りはない(図 7.3.5-2)。輸送時に箱を反転し、倒立で輸送している。



Source: JICA調査団

図7.3.5-1 ミルクジャム



Source: JICA調査団

図7.3.5-2 段ボール箱、上下段仕切り無し

倒立の理由は、次の通りである。充填時にミルクジャムに空気が入り、消費者がミルクジャムの蓋を開けたとき、ミルクジャム内に空気穴があると外観上好ましくない。ミルクジャムはかなり粘り性があるので、空気を底に移動させるために時間がかかる。

チリ向けの輸送方法は、1 パレットに 8c/s×5 段レンガ積みしている。トレーラには、長手方向に 13 パレット、左右 2 列で 26 パレット積載している。Buenos Aires からチリ国境近くまでの Mendoza まで平坦な道で 1,000km、Mendoza からアンデス山脈越えて(山越え高さ 3,200m)、Santiago までの 500km である。

### (3) 包装設計改善

#### 7.3.5.1 課題:ミルクジャムの包装設計改善

ミルクジャムを米国、ロシアに輸出していた。2006年になって、初めてチリに輸出した。その際、アルミ蓋に穴が開き、内容物が漏れるクレームがあった。漏れ箇所は、シール周辺の外周部であり、中央部では無い。中味容器はアルミ蓋を保護するためポリスチレン製のキャップが付いている。

#### 7.3.5.2 漏れ原因の推定

ピンホールの発生原因は、3つがあり、それぞれ下記の内容が指摘された。

- (1) キャップ内面に成形時の7ヶ突起物或いはキャップの外周部がアルミ蓋と接触し、振動で損傷する。即ち、摩擦ピンホールが原因である。
- (2) 垂直振動でアルミ蓋が凸凹を繰り返し、材料疲労を起こした。即ち、屈曲疲労ピンホールが原因である。
- (3) アンデスの山越えで中味が凍結し、鋭利な氷が振動でアルミ蓋にピンホールを起こした。即ち、突き刺しピンホールが原因である。

#### 7.3.5.3 振動試験(図 7.3.5-3)などによる原因追求試験とその結果

##### (1) 振動試験の方法(表 7.3.5-1)

現行の製品は、アルミ蓋の保護のためにポリスチレン製のキャップが付いており、スタッキング出来る様に設計されている。製品を倒立で2段重ねをしているが、2段重ねの間に仕切りは無い。

実輸送で得られる振動とは異なるが、原因を短時間に解明するために、振動試験を行った。振動試験の内容は、正弦波周波数 5Hz で加速度1G の垂直振動を行い、15分経過後と30分後に外観検査を行った。又、水平振動についても正弦波 5Hz×1G を採用した。

現行の「倒立/倒立」(表 7.3.5-1 の試験 No.1)に対して、垂直振動試験で再現することができた。初めの15分間では、小さいピンホールが出来た。後半の15分でピンホールの穴は大きくなり、漏れが出た(図 7.3.5-4)。漏れた箇所の実体顕微鏡の観察によれば、アルミのエンボス加工に沿った線ではないことが分かった(図 7.3.5-5)。



Source: JICA調査団

図7.3.5-3 振動試験5段積み最下段



Source: JICA調査団

図7.3.5-4 アルミ蓋にピンホール発生

## (2) 箱内積み方の検討

次に、箱内での積み方の方法を検討し、「正立/倒立」、「倒立/正立」(表 7.3.5-1 の試験 No.2～3)、「倒立/板紙 0.86mm 厚み/倒立」(表 7.3.5-1 の試験 No.4)にしたが、垂直振動試験では、積み方の変更の効果は見られなかった。しかし、振動時間が増えると漏れの数が多くなり、又、漏れは、中央部でなく、シール周辺部の外周部に多いことが分かった。

又、現行の積み方で水平振動でも外周部に漏れが発生した(表 7.3.5-1 の試験 No.8)。これらの結果から、アルミ蓋とキャップの外周部が接触していることに起因しているのではないかと推察された(図 7.3.5-6)。

## (3) 実輸送の simulation (表 7.3.5-1 の試験 No.10、11、13)

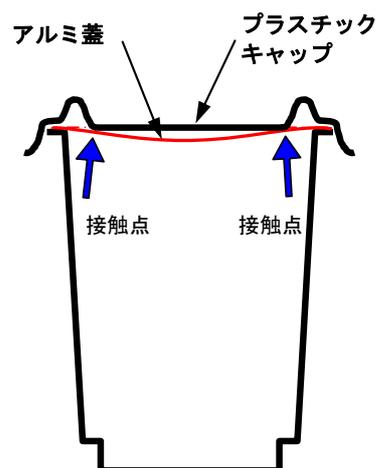
次に、Buenos Aires から Mendoza までの 1,000km、Mendoza から Santiago のアンデス山脈越え 500km の実輸送の垂直振動データを参考にして、ランダム波(5～150Hz、Grms:0.4)垂直振動で前半は、1時間 45分、後半は1時間の simulation の実験を行った。

又、実輸送の振動データから、Buenos Aires から Mendoza まで距離は長いが水平振動は少ない。Mendoza から Santiago のアンデス山脈越えの距離は短い、カーブが多いので、水平振動は多い。水平振動は垂直振動と同様のランダム波で、前半は30分間、後半は、60分間とした simulation の実験を行った。水平振動でも、漏れの再現が出来た。



Source: JICA調査団

図7.3.5-5 アルミ蓋ピンホールの顕微鏡写真



Source: JICA調査団

図7.3.5-6 アルミ蓋と接触

**(4) キャップのメンコ試験(図 7.3.5-7)**

キャップの周辺部がアルミ蓋と常に接触しているので、それを多少でも避けるために、アルミ蓋の上に厚みが 0.86mm で、直径はアルミ蓋と同径のメンコを置いてキャップをした。同様に垂直振動試験をした結果、僅かの 2 ケのピンホールだけであり、30 分後でも漏れの発生はなく、効果が認められた(表 7.3.5-1 の試験 No.5)。

表 7.3.5-1 振動試験の方法

試験 NO	振動の 方法	振動 時間	容器の 積み方	整理 番号	破損 個数	上段下段 の区別	破損箇所	
							外周部	中心部
1	垂直 5Hz、1G	15分		001-024	1	上段1	3	1
		30分			3	上段3		
2		15分		201-224	3	下段3	10	3
		30分			6	下段1、上段5		
3		15分		301-324	1	下段1	6	1
		30分			4	下段3、上段1		
4		15分		401-424	2	上段2	6	2
		30分			5	下段2、上段3		
5		15分		601-624	2	下段1、上段1	2	0
		30分			0	0		
8	水平 5Hz、1G	15分		2001-2024	2	上段2	2	0
		30分			0	0		
10	実輸送 垂直	BsAs-Mds 105分 Mdz-Stg 60分		101-124	2	上段2	8	3
11					6001-6024	2		
13	実輸送 水平	BsAs-Mds 30分 Mdz-Stg 45分		2301-2324		0	0	2
					2	下段2		
6	垂直 5Hz、1G	15分		801-824	0	0	0	0
		30分			0	0		
7		15分		5001-5024	0	0	1	0
		30分			1	上段1		
9	水平 5Hz、1G	15分		2101-2124	0	0	0	0
		30分			0	0		
12	実輸送 垂直	BsAs-Mdz		2201-2224	0	0	0	0
		Mdz-Stg			0	0		
14	実輸送 水平	BsAs-Mdz		2401-2424	0	0	0	1
		Mdz-Stg			1	下段1		

Source: JICA 調査団

**(5) リングキャップ試験(図 7.3.5-8)**

次に、キャップの周辺部がアルミ蓋と接触しているのを、キャップの周辺部をサンダー(研削機)で削り取り、リングキャップとした。このリングキャップをミルクジャム容器に取り付けた。これによって、アルミ蓋とキャップの接触は全く無くなった。次に、倒立で、ミルクジャム容器を並べ、その上に段ボールを置いて、仕切りをした。2段目は段ボールの上にミルクジャム容器を並べた。

垂直振動試験、水平振動試験を15分間、30分間行ったが、漏れの発生は、1ヶ所だけであった(表 7.3.5-1 の試験 No.6、7、9)。又、実輸送を simulation した垂直振動試験を行ったが、漏れの発生は無かった(表 7.3.5-1 の試験 No.12)。実輸送の Simulation した水平振動試験では、後半に漏れが1ヶ所発生した(表 7.3.5-1 の試験 No.14)。尚、漏れ箇所は中心部であった。この原因は接触による振動でなく、アルミ蓋の材料疲労によるものと推察された。



Source: JICA調査団

図7.3.5-7 メンコ試験



Source: JICA調査団

図7.3.5-8 リング試験

**7.3.5.4 アルミ蓋割れの顕微鏡写真とアルミ蓋の材料疲労****(1) アルミ蓋割れの顕微鏡写真(図 7.3.5-5)**

アルミ蓋の原版の厚みは、35~40 $\mu\text{m}$ である。印刷美称性、機械適性、安全性などの観点でエンボス加工(図 7.3.5-9)している。加工後の厚みは、100~110 $\mu\text{m}$ であり、又、加工後の機械的強度は弱い。漏れの発生したアルミ蓋を実体顕微鏡で観察した。尚、顕微鏡の倍率は10倍である。アルミ蓋の亀裂は、エンボス加工の線に沿ったものもあるが、加工の線と違うものもある。

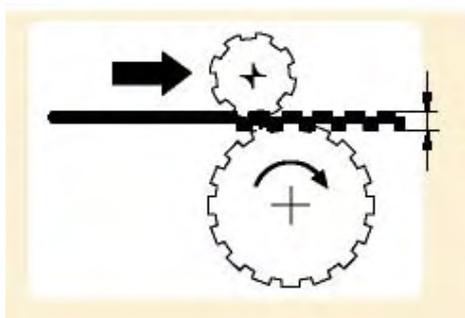
**(2) アルミ蓋の材料疲労と固有振動数**

リングキャップの試験結果から、非接触でもアルミ蓋にピンホールが出来、時間の経過と共にピンホールが成長し、漏れが出るのが分かった。ミルクジャムからキャップを取り外して、垂直振動試験を実施した。ストロボスコープによって、アルミ蓋も振動していることが観察された(図 7.3.5-10)。アルミ蓋の振動する周波数は、1Gで20~40Hzであった。例えば、40Hzで1時間の経過で、アル

ミ蓋にピンホールが発生し、その後、漏れが発生した。水平振動でも、垂直振動とほぼ同じ周波数であり、同様に漏れが発生した。

南米の輸送環境調査の結果では、3～4Hz、15Hz、30Hz にピークがあることが分かった。即ち、30Hz でアルミ蓋は、共振によりピンホールが加速されることが想定される。

従って、現行のアルミ蓋で漏れを解決するためには、プラスチックフィルムとアルミ箔のラミネート材、或いは、プラスチックフィルムにアルミを蒸着したものに代替する必要がある。



Source: JICA調査団

図7.3.5-9 エンボス加工



Source: JICA調査団

図7.3.5-10 20～40Hzでアルミ蓋が振動

#### 7.3.5.5 原因追求実験—アンデス山越えによる気温低下による凍結と気圧低下—

アンデスの山越えは海拔 3,200mのところであり、平地に比較して相応の気温低下がある。

U.S.Standard Atmosphere 1976 によると、11km迄の高さでは、100m の高度で 0.65℃に気温低下がある。又、気圧の低下も表に纏められている。この表によると、平地の気温を 15℃とすると、3,200m の高度では、気温は-5.8℃、気圧は 683.4mb (513mmHg)である。地上の気温を 0℃に仮定すると、3,200m の高度では、気温-20.8℃と試算される。

このミルクジャムを-12℃恒温冷凍庫に 18 時間保管したが、氷結しなかった。更に温度を下げ、-18℃、-27℃の恒温冷凍庫に 66 時間保管したが、-18℃では氷結しなかった。-27℃ではシャーベット状で凍結していなかった。従って、アンデスの山越えによる商品の凍結は起きていないと想定され、鋭利な氷による突き刺しピンホールの原因は否定された。



Source: JICA調査団

図7.3.5-11 大気圧でアルミ蓋の凹み



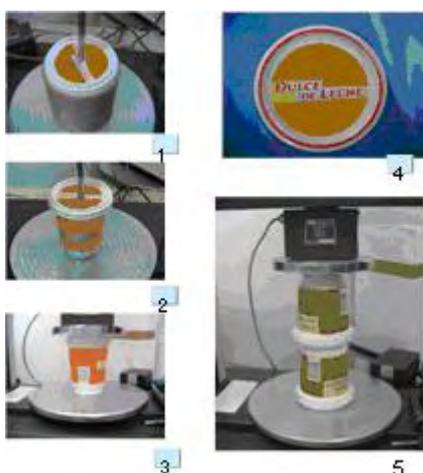
Source: JICA調査団

図7.3.5-12 アンデス越えて戻る

このミルクジャムは、高温充填されている。常温での温度低下によって内容物及び空気の収縮により、アルミ蓋は凹んでいる(図 7.3.5-11)。アンデスの山越えによる気圧低下は、510mmHg である。容器全体を真空チャンバーに入れて、真空ポンプで大気圧から 250mmHg だけ真空にすると、アルミ蓋は、凹状から水平になった(図 7.3.5-12)。この状態で振動がつつけば、中心部のピンホールの発生も増える可能性もある。

Mastellone 社と打合せで、当面キャップの改造(1-2mm の寸歩の改善)を行う。根本的な解決には、アルミ箔とプラスチックフィルムをラミネートしたものに变更する。試作品を作り、振動試験に合格後、第5次実輸送を行う方向で進めている。

#### 7.3.5.6 容器及びキャップの圧縮テスト



Source: JICA 調査団

図 7.3.5-13 容器蓋などの圧縮試験

キャップの中央部を押すと、軽くて押し下がる。現行は、倒立2段に仕切り無で積み重ねているので、2段目に重力がかかる。容器の強度を調査するために、本体容器及びキャップの中央部やトップ部の圧縮テストを行った(図 7.3.5-13)。その結果を表 7.3.5-2 に示す。

プラスチック蓋の中央部は、5kgf 及び 10kgf の力でそれぞれ 7mm 弱及び 13mm 弱の歪みを起こす。即ち、低い力でアルミ蓋に当たることが想定された。

表 7.3.5-2 容器の圧縮テスト

図	内容	力 kgf	歪 mm
図 7.3.5.13-1	プラスチックキャップの中心	5.0	6.7
		10.0	12.8
図 7.3.5.13-2	容器+キャップの中心	52.4	3.2
図 7.3.5.13-3	容器全体	49.9	2.6
図 7.3.5.13-4	キャップ	15.5	2.7
図 7.3.5.13-5	倒立 2 段	39.2	9.3

Source: JICA 調査団

## 7.3.5.7 改善包装設計によるラボテスト

## (1) 改善包装設計サンプル

## 1) プラスチックキャップの改善点

蓋の深さを 4mm から 2mm に変更した。図 7.3.5-6 に見られるようにアルミ蓋とプラスチックキャップがシール周辺部で接触しているのが、蓋の深さを浅くして、アルミ蓋と接触しないようにした。

更に、プラスチックの材料を硬くして、2 つを倒立で積み重ね時に、下段のミルクジャムの底部が上段のミルクジャムの荷重により、プラスチックキャップの凹みを抑え、アルミ蓋と接触しないようにするためである。

## 2) アルミ蓋の改善点

アルミ蓋に PET12 $\mu$  をラミネートしたものをテスト的に使用した。このサンプルは、3 年前からジャム製品に使用されているものである。アルミ蓋が中味のジャムで化学的に侵食されるので、アルミ蓋にジャムが直接接触しないように、アルミに PET をラミネートしたものである。



Source: JICA 調査団

図 7.3.5-14 複数突起物

代替のラミネート品の仕様は、AL50 $\mu$  /PET12 $\mu$  /Lacquer である。このラミネート品は、アルミのエンボス加工がなくて、PET フィルムに複数の突起がある(図 7.3.5-14)。この突起によって、機械的な 2 枚重ね取りを防止している。現在、ミルクジャムに使用されているアルミ蓋の厚みは 50 $\mu$  であるが、最終的な包装仕様は、アルミの厚みを 10 $\mu$  減少させて、AL40 $\mu$  /PET12 $\mu$  /Lacquer を想定している。この仕様でエンボス加工して機械適性上で問題の無いようにする。

## (2) サンプルの種類

振動試験に使用したサンプルの種類は次の 3 つである。

①アルミ蓋現行品+プラスチックキャップの改善品、上下段に積み重ねで仕切りなし。

- ②アルミ蓋改善品+プラスチックキャップの改善品、上下段ボール仕切り有り。
- ③アルミ蓋改善品+プラスチックキャップの現行品、上下段に積み重ねで仕切りなし。

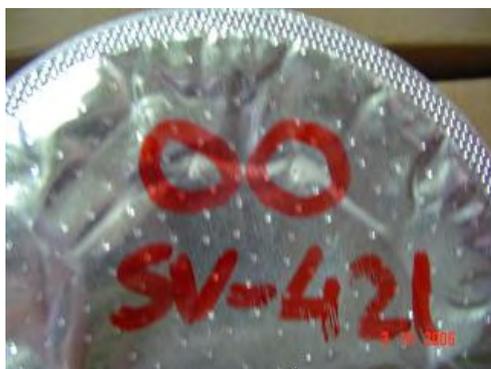
### (3) 振動試験の方法と振動試験の結果

前述の7.3.5.3の(1)~(3)項で述べた通りの方法を採用した。即ち、正弦波周波数5Hzで加速度1Gの垂直振動及び水平振動を15分間並びに30分間行った。又、Buenos AiresからMendozaまでとMendozaからSantiagoまでの実輸送をsimulationした垂直振動と水平振動を実施した。

サンプル①及び②においても、いずれの振動試験の方法でも漏れは発生しなかった。しかしながら、プラスチックキャップの改善品は、製造現場において積み重ねられたプラスチックキャップが、1個ずつ分離が出来ずに機械適性上の問題があった。

サンプルの③について、5Hz×1Gの垂直振動を15分間及び30分間行った。その結果、

上段3個、下段1個のミルクジャムにアルミのピンホールが発生したが、PETフィルムに保護され漏れに至ることは無かった(図7.3.5-15、図7.3.5-16)。なお、上段全容器のアルミ改善蓋に下段の底の跡形がついた。この跡形は上下段の段ボールの仕切りによって改善できるので問題はないと思われる。



Source: JICA調査団

図7.3.5-15 アルミ蓋改善品のピンホールと多数の突起物



Source: JICA調査団

図7.3.5-16 アルミ蓋改善品の亀裂と3ヶの突起物

実輸送のsimulationした振動試験を行った。サンプルが無かったので、やむを得ず一度試験に使用したサンプルを使った。Buenos AiresからMendozaで上段10個のミルクジャムにピンホール、アンデス越えのSantiagoまでで上段3個のミルクジャムにピンホールが発生したが、漏れなかった。しかし、下段のミルクジャムに1個に漏れが発生した。

### (4) アルミ蓋の水平による振動試験

大気圧下では、ミルクジャムのアルミ蓋は凹んでいる。7.3.5.5で述べたように、アンデス山越えでは、アルミ蓋は気圧低下によって凹状から水平になったことが実験で確認されている。アルミ蓋が

水平になることにより、プラスチックキャップと接触する面積が増加するので、ピンホールが増えることが指摘されている。アルミ蓋の水平によるミルクジャムのピンホール発生の影響を調査するために次の実験を行った。

ミルクジャム現行品及びアルミ蓋改善品について、ミルクジャム容器の胴上部から、注射器で各々15ml及び20mlの空気を注入した。アルミ蓋は空気の注入によって、凹状から水平に戻った。現行品と改善品の注入空気量は違うが、アルミ蓋の形状はほぼ同じ水平になった。尚、倒立2段に積み重ねて上下段に仕切りはしなかった。アルミ蓋改善品については、サンプルが無かったので、やむを得ず一度試験に使用したサンプルを使った。

振動条件はMendozaからSantiagoまでとしたが、振動時間は、MendozaからSantiagoの半分の時間に設定した。その理由としては、アルミ蓋の水平状態は、高度3,200mのところを想定したものである。実際は、アンデスの登山と下山によってアルミ蓋の形状は、凹状から水平に変動するからである。具体的には、振動時間は、垂直振動では30分間、水平振動では22.5分間とした。

振動試験の結果、現行品は、水平振動では漏れの発生は無かったが、垂直振動で上段のミルクジャム3個に漏れが発生した。アルミ蓋改善品については、2～3回の振動試験済のサンプルにもかかわらずに、水平振動、垂直振動ともにミルクジャムの漏れの発生は無かった。

#### (5) アルミ蓋改善品の効果と積み付け方法

アルミ蓋改善品は、効果が認められたが、倒立2段に段ボールの仕切り無しで積み重ねると、上段のミルクジャムは、下段のミルクジャムの底部の跡形がつく問題がある。又、上段ミルクジャムのアルミ蓋にピンホールが発生したが、漏れに至ることは無かった。しかしながら、悪条件が重なると漏れることも懸念される。これらの容器の損傷を防止するには、上下段の間に、段ボールの仕切りが必要である。

##### 7.3.5.8 アルミ蓋改善品のコストアップ対策

アルミ箔の蓋は、内容物によってアルミが化学的に侵食されピンホールが発生する。開封時に千切れを起こすこともある。又、輸送中に摩擦や材料疲労によりピンホールが発生する。これらの問題を解消するには、プラスチック材料(具体的には、PET12 $\mu$ )をラミネートすることで解決できる。その場合、現行のアルミ蓋の厚みのまま、PET12 $\mu$ をラミネートすれば、コストアップに成るので、アルミの厚みを薄くしたい。アルミの厚みを薄くすると、ラミネート材がカールして機械適性が悪くなるので、従来通りにエンボス加工をして、見掛けの厚みを増やす。例えば、ミルクジャムの元来のアルミ箔の厚みは、50 $\mu$ であるが、エンボス加工によって110～130 $\mu$ になっている。

次の試料について、(1)と(3)の経済性の比較をしてみたい。

(1)現行:アルミ箔 50  $\mu$  /Lacquer

(2)改良品 1:アルミ箔 50  $\mu$  /PET12  $\mu$  / Lacquer  $\Rightarrow$ コストアップ

(3)改良品 2:アルミ箔 40  $\mu$  /PET12  $\mu$  / Lacquer

アルミ箔の厚みを、段階的に減少させてコストダウンを図りたい。

日本の包装材料価格を参考にしているが、アルミはロンドン金属取引所(LME)にほぼスライドしているため国際的にもほぼ同じである。PET もナフサを原料としているので、国際的にもほぼ同じである。包装材料価格は、次の通りと仮定する。

アルミ箔(20~40  $\mu$ ):6 US \$、密度:2.7g/cm<sup>3</sup>

PET フィルム(12  $\mu$ ):3.5US \$、密度:1.4g/cm<sup>3</sup>

ドライラミネーション費用:0.1US \$ /m<sup>2</sup>

ミルクジャムのアルミ蓋は、直径が約 100mm であるので、1m<sup>2</sup> のアルミ箔材料からミルクジャム 100 個分の蓋が取れると仮定する。アルミ箔打ち抜き後 100 枚分のコストは、(1)現行:アルミ箔 50  $\mu$  /Lacquer 及び(3)改良品 2:アルミ箔 40  $\mu$  /PET12  $\mu$  /Lacquer 次のようになる。

(1)50/10,000cm $\times$ 10,000cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> $\times$ 2.7g/cm<sup>3</sup>=135g $\Rightarrow$ 0.81US \$ /100 枚

(3)改良品 2 の場合

•AL40  $\mu$  コスト:40/10,000cm $\times$ 10,000cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> $\times$ 2.7g/cm<sup>3</sup>=108g $\Rightarrow$ 0.648US \$ /100 枚

•PET12  $\mu$  コスト;12/10,000cm $\times$ 10,000cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> $\times$ 1.4g/cm<sup>3</sup>=16.8g $\Rightarrow$ 0.0588US \$ /100 枚

•ドライラミネーションコスト:0.1US \$ /100 枚

合計 0.807US \$ /100 枚

結論:PET12  $\mu$  をラミネートすることによるコストアップを、アルミの厚みを 10  $\mu$  減少させることで、相殺できる。アルミの厚みを更に減少できれば、コストダウンにつながる。

### 7.3.5.9 アルミの使用量削減とCO<sub>2</sub>削減

アルミの使用量を削減は、CO<sub>2</sub>の発生量を削減し、地球温暖化防止の観点からも望ましいことである。アルミニウムはボーキサイトを原料としており、このボーキサイトを水酸化ナトリウムで処理し、アルミナ(酸化アルミニウム)を取り出した後、熔融し電気分解を行う。従って、アルミニウムを作るには大量の電力を消費されることから「電気の缶詰」と呼ばれることもある。メルコスール域内では、電力の供給源は水力発電が主であるが、国によっては、火力発電による発電電力量が52%以上の国もある。

日本アルミニウム協会の資料によれば、アルミの新地金 1kg を作るためには、20kwh 強の電力を必要とする。この電力のために CO<sub>2</sub> が約 10 倍の 9.35kg を発生する。リサイクルによって再生地金 1kg を作る場合には、0.31kg の CO<sub>2</sub> しか発生しない。即ち、アルミをリサイクルする場合には、僅か 3.3% でのエネルギーで再生できることになる。

食品容器の一部として使用されているアルミ箔は、リサイクルができていない現状である。従って、アルミ使用量の削減は、容器のコストダウンと同時に CO<sub>2</sub> の削減に大きな効果をもたらすことになる。

#### 7.3.5.10 パウチ牛乳容器の振動試験

ウルグアイでパウチの牛乳容器で落下強度試験や耐圧縮試験で漏れ易かった C 社の製品について、振動数 5Hz、振幅 25mm で 90 分間の振動試験を行ったが、漏れの発生は無かった。アルゼンチンでも同様な試験を行うために市販パウチ牛乳容器を準備した。合掌張りの製品 1 種と重ね張りの製品 4 種とした。落下強度試験や耐圧縮試験で漏れ易かった合掌張りの A 社のものと重ね張りの B 社のものについて、各 10 ケのサンプルをクレートに入れ振動試験を行った。漏れを発生させるために、ウルグアイの時より振動条件を厳しくした。振動の目視によるとアルゼンチンの場合は、パウチの牛乳容器が飛び上がっていた。具体的な振動条件は、加速度 1.5G で振動数 5~9Hz で、振動時間 30 分間、その後 15 分間毎とした(表 7.3.5-3)。

表 7.3.5-3 振動試験による振動時間と漏れ箇所: 1.5G × 5~9Hz

	漏れ箇所	振動時間(分間)		
		30	45	60
A 社	シール上部			2
	シール部以外		2	
B 社	シール上部	2		
	シール胴部		1	1
	シール部以外	1	1	

Source: JICA 調査団

表より、分かるように、B 社は 30 分間で、A 社は 45 分間で漏れを発生させることが出来た。漏れ箇所は、シール部の上部及び胴部であった。又、シール部以外のプラスチック材料にピンホールが発生した。ピンホールの原因は不明であるが、クレートのバリによる突刺しピンホール、クレートとの摩擦によるピンホール、プラスチックフィルム同士の摩擦によるピンホール等が原因と考えられる。今後の実験によって検証されるべき課題である。

## 第 8 章 輸送試験(モデルプロジェクト)

---