

【技術分類】 1－8 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器

【技術名称】 1－8－4 高強度包装容器

【技術内容】

産業分野における20kgおよび25kgの内容物を充填する重包装袋は、窯業建材・合成樹脂・工業薬品・農水産物・食品などと用途は多岐にわたっている。その中で、クラフト紙を素材とした多層紙袋が重包装袋の主役であり、他に紙－プラスチック複合材料やプラスチック袋などが輸送包装における役割をそれぞれ担っている。

これらの重袋は、目的に応じて一長一短があるが、紙袋は通気性、適度な剛性、耐熱性、印刷適性、および加工性などで他の追従を許さない特性を持っている。また、紙－プラスチック複合袋に属するクロス・クラフト袋は、紙とプラスチックの良さを兼ね備えた特性を有し、減層化を目的とした高強度指向の重包装袋として、プラスチック袋（ポリエチレン袋・樹脂クロス袋）とともに、重包装袋の一翼を担っている。

これら重包装袋においても、環境問題に対応した単一素材化、分離可能化等の要望が出てきている。重包装袋の包装設計上の留意点としては、まず内容物の性質を知り、これに適した包材を選定し、包装条件を満たした範囲で過剰包装にならないように、袋の形態および材料構成を考慮せねばならない。具体的な項目としては、(1)内容物の形状、(2)内容物の性質、(3)内容物の容量、見掛け比重、充填率と袋寸法、パレット寸法と袋寸法の関係（モジュール寸法）、才数、(4)内容物の充填温度、耐熱性、耐寒性に対する配慮、(5)内容物のコンタミネーション・フリー、異物混入、汚染、衛生性（防虫・防かび）、(6)包装現場の環境：温度・湿度、粉塵の有無、(7)包装設備（システム）、(8)物流、等である。

近年、ユーザーにおける自動化システムに加え、ユニット・ロード・システムが進展してきた。これに対応して、包材においても改質改善が行われ、素材自身が持っている特性を引き出し、また、異種の素材を上手に組み合わせて製品の要求特性および使用上の便利性の向上が図られている。

クラフト紙袋、プラスチック袋、複合材料袋の三種の重包装袋の包装適性比較を表1に示す。

【図】

表1 重包装袋の特性比較

着 眼 点		各 種 包 材		クラフト紙袋		プラスチック袋		複合材料袋
				・クラフト紙 (A) ・クラフト伸 張紙 (B)	加工紙・フィ ルム (HDPE・ LDPE) 併用	ポリエチレン (LDPE) フィ ルム	樹脂クロス (HDPE・PP)	ペーパー・ク ロス (HDPE・ PP)
包装適性 (充填・ 荷扱い・ 輸送)	18) 剛性 (自立性)			○	○	×	×	○
	19) 防滑性 (スタック性)			△	△	×	×	△
	20) 帯電性 (静電気によるゴミ 付着)			○	○	×	×	○
	21) 軽量または才数に対する利 点			△	△	◎	◎	◎

出典：「最新 機能包装実用事典」、1994年8月1日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、807頁 表1 重包装袋（紙袋、プラスチック袋、複合材料袋）の特性比較（抜粋）

【出典】

「最新 機能包装実用事典」、1994年8月1日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、807－818頁

【技術分類】 1－8－4 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器／高強度包装容器

【技術名称】 1－8－4－1 クラフト紙等の紙袋

【技術内容】

重包装紙袋は、JISでは「輸送または貯蔵することを目的として粒状、粉状および一定形状の内容物を質量単位に包装し、その取扱いに耐える強靱な紙袋、未晒しクラフト紙を数層（3～6層）重ね合わせて作ったものが多い」と記されている。昔は5～6層のクラフト多重袋であったが、現在は坪量を上げたり、伸張性クラフト紙を使用したりして、3層が主流になり、2層品も多くある。この多重クラフト袋は、プラスチック樹脂袋や樹脂加工クラフト紙などに徐々に変わりつつあるが、しかしいまだ粉や粒体などに多く使っている。最近廃棄物処理問題から、リサイクルできる材料として注目されて、見直しがなされている。

クラフト紙袋の分類は、「ミシン縫い袋」と「糊貼り袋」に分けられるが、封緘部の構造の違いから、糊貼り袋を「底貼り袋」と「底折り貼り袋」に分けて3種類にしている。代表的なクラフト紙袋の形式を図1に示す。クラフト紙袋は通気性・耐熱性・耐候性などの化学的特性があり、剛性やスタック（積み重ね）性がある、リサイクル性に優れている。しかし耐水性が劣る欠点があるため、プラスチックと複合することが行われている。加工紙とフィルムとの併用袋は、外面はクラフト加工紙で、内袋はプラスチックフィルムを用いた二重袋である。耐薬品性・耐油性・耐水性などの特徴があるが、反面通気性やリサイクル性に劣る。紙袋の封緘には、ポリエチレンを使ってヒートシールした完全密封のものと、ミシン縫い方式の不漏封緘とがある。開封性は二つの方式があり、接着剤で接着させて、せん断応力で開封する方式と、図2のように本体の紙は折り曲げるのみで、当て紙を使った折り込み方式とがある。後者は、当て紙の縦目と一緒に方向の開封テープを装着すればさらに開封しやすくなる。図3に馬鈴薯澱粉用クラフト紙袋の例を示す。クラフト紙袋の用途を袋数の多い順から列举する。全体を100%とすると、ポリエチレンなどの樹脂袋（17%）・米麦（11%）・製粉（10%）・化学薬品（9%）・セメント（9%）・飼料（8%）・ゴミ袋（7%）などとなり、その他は石灰などの鉱物、砂糖や甘味料・塩、農産物、肥料などとなる。

【図】

図1 各種クラフト紙袋の形式例

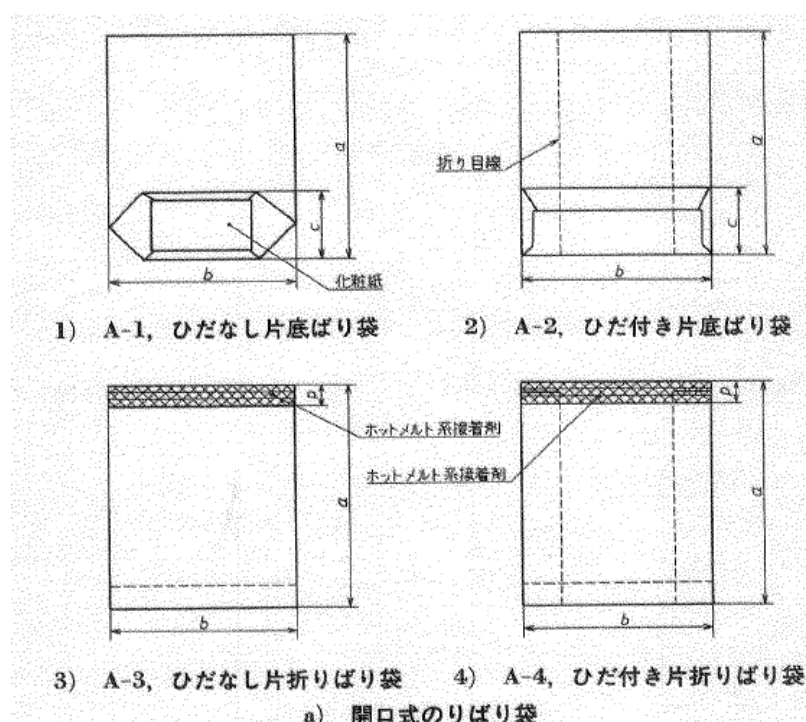


図2 イージーパックの開封外観図

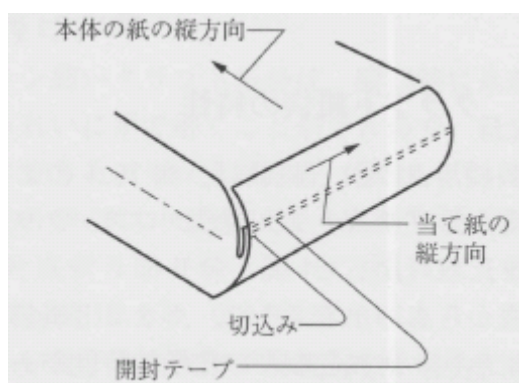
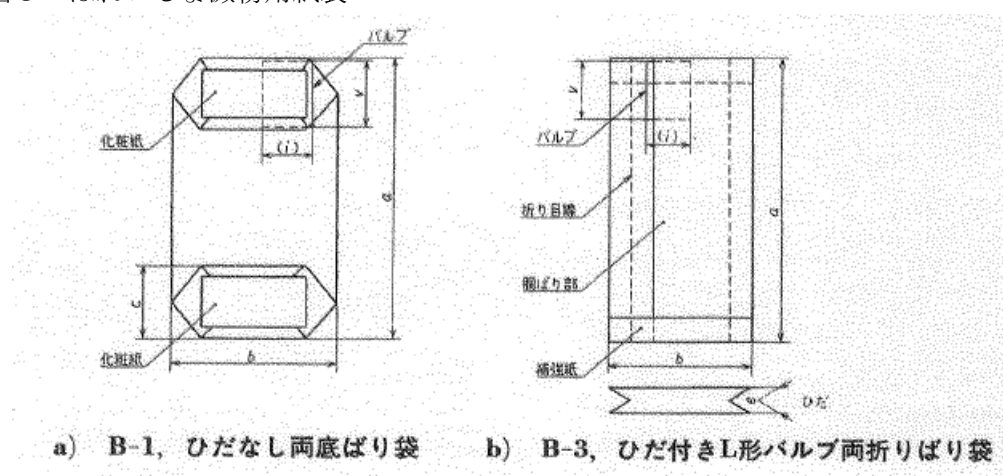


図3 ばれいしょ澱粉用紙袋



出典（図1）：「のりばりクラフト紙袋通則 Z 1532」、JIS ハンドブック 63 包装、2003 年 1 月 31 日、財団法人日本規格協会編、財団法人日本規格協会発行、433 頁 図 5 紙袋の形状及び寸法

出典（図2）：「包装実務ハンドブック」、2001 年 1 月 31 日、21 世紀包装研究協会編、株式会社日刊工業新聞社発行、80 頁 図 16.3 イージーパックの開封外観図

出典（図3）：「ばれいしょでんぷんクラフト紙袋 Z 1509」、JIS ハンドブック 63 包装、2003 年 1 月 31 日、財団法人日本規格協会編、財団法人日本規格協会発行、446 頁 図 1 のりばり袋の形状、寸法及び寸法の許容差

【出典】

「包装実務ハンドブック」、2001 年 1 月 31 日、21 世紀包装研究協会編、株式会社日刊工業新聞社発行、78-80 頁

「JIS ハンドブック 63 包装」 2003 年 1 月 31 日、財団法人日本規格協会編、財団法人日本規格協会発行、427-437 頁、444-447 頁

【技術分類】 1－8－4 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器／高強度包装容器

【技術名称】 1－8－4－2 ヤーンクロス袋

【技術内容】

ヤーンクロス袋には、クロス・クラフト袋、ワリフ加工紙袋、樹脂クロス袋の三種がある。クロス・クラフト袋はHDPEまたはPPをインフレーション装置で製膜したものを、一定幅にスリットし、加熱処理しながら6～8倍に延伸加工後、フラットヤーン・テープを作る。これを平織りしてシート原反を製造する。この織り原反とクラフト紙を同系の樹脂で熱融着させた素材を製袋品としたものである。貼り合わせる原紙は主として伸張性クラフト紙を使用するが、高強度袋としての利点は、(1)湿度変化に左右されない、(2)引裂強度が極めて大きく、破断した場合は伝播しにくい、(3)シート原反の伸び(10～20%)と伸張性紙としての伸び(8～10%)が比較的近似しているので、複合材料としたときに相乗効果を発揮する、(4)複合材料として縦・横方向の強度比がほぼ同じであるので、袋本体強度として大きく貢献する特性を持っている。袋形態は主としてミシン縫い袋であるが、縫い目部の強度は大きく、紙袋の比ではない。シート原反は1000デニールのフラット・ヤーンを使用し、1インチ当りの打込み本数は、輸出袋で縦・横8×8本が最近では標準的な仕様となっている。国内流通用としては6×6本打込みが主流であるが、クラフト紙三層袋との比較において、十分対抗しうる実用強度を有している。

ワリフは延伸したHDPEフィルムに細かいスリットを入れて割繊維にしたシートを、縦・横方向に交差させて積層し、複合効果を目的とした強化不織布であるが、この素材に接着性ポリマーを介在させて、クラフト紙と熱融着したものがワリフ加工紙であり、重包装袋として合成樹脂ペレット用に実績がある。クラフト紙三層袋に十分匹敵する落下衝撃強度を備えている。

樹脂クロス袋は、もともと、かますや麻袋に代わる産業用包装材料として、昭和40年代より進出してきた。クロス・クラフトよりフラット・ヤーンの打込み本数は輸出袋仕様において10×10/in以上と多く、紙貼りを施さない包材であり、HDPEまたはPPの延伸スリット・ヤーンを紡織し、同系の樹脂でラミネート加工後、製袋(胴貼り)した片縫いミシン袋およびオーバー・テープ方式がある。クロス・クラフト袋およびフィルム袋と違い、通気性(ノーラミ加工)、防湿性いずれの性質を付与することも可能であるので、用途に多様性がある。強度物性としての良さは突起物による引っかき破れを起こした際、その個所における伝播性がない点である。また、ミシン縫い袋として、強度物性の優劣はフラット・ヤーンのデニール・バラツキ、延伸条件、織り加工時における分繊の有無による低下などが関係し、クロス原反の引張強度と伸びの因子が影響する。故にミシン縫い目部に衝撃が加わった際、目ずれが生じて、いわゆる“笑い現象”を起こさないようにすることが重要である。樹脂クロス袋は主としてHDPEを使用しているのが一般的な仕様であるが、高強度袋の考え方としてPPを使用する例がある。このことは同じフラット・ヤーンのデニールおよび打込み本数の場合、HDPEよりPPが2～3割高い強度物性を示すからである。

フラットヤーンを用いた、クロス袋の特殊なものに、食品原料の輸送に用いられるワンウェイ用フレキシブルコンテナがある。図1に玄米のフレコン詰め状況を示す。

【図】

図1 玄米のフレコン詰め



注 写真は、フレパン（オプション）・フレコンバック取付金具（オプション）フレコンバックの袋（別売）をセットした状態

出典：株式会社ホクエツ ホームページ、製品情報、穀物計量貯蔵機器、玄米貯蔵タンク、フレタンク、商品特長 FT-5、検索日：2006年1月15日、http://www.hokuetsu.jp/6_b_2.html

【出典】

株式会社ホクエツ ホームページ、製品情報、穀物計量貯蔵機器、玄米貯蔵タンク、フレタンク、検索日：2006年1月15日、http://www.hokuetsu.jp/6_b_2.html

【参考資料】

「最新 機能包装実用事典」、1994年8月1日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、807－818頁

【技術分類】 1－8－4 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器／高強度包装容器

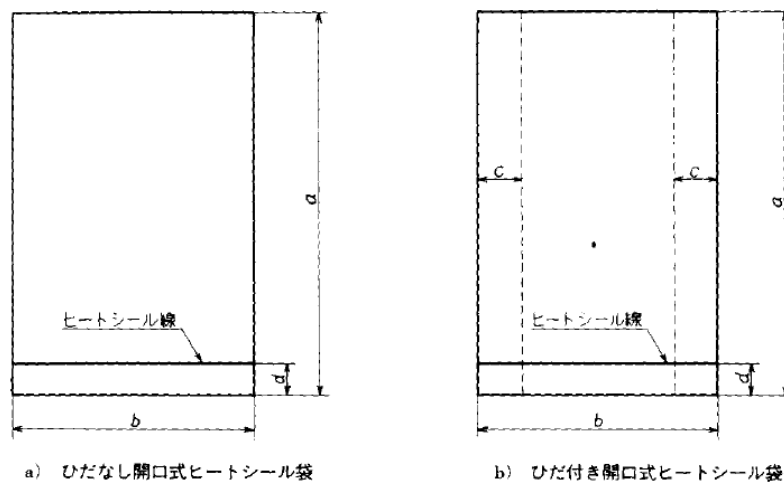
【技術名称】 1－8－4－3 積層ポリエチレン重袋

【技術内容】

プラスチック重袋は、肥料用として 1950 年代終わり頃から、200 μ m 程度の PVC フィルムが用いられたのが始まりである。それまで用いられていた紙袋、化繊袋に比べて、防水性が優れていることから、一般化した。しかしながら、PVC は高周波ウエルダーで製袋するため、製袋能率が悪いこと及び可塑剤を使用しなければ重包装袋が製造できないことから、1960 年代前半から PE 重包装袋が使用されるようになった。製造方法は空冷式インフレーション法による。酢ビ数パーセントを含む EVA180 $\sim$ 200 μ m や LLDPE150 $\sim$ 160 μ m が用いられている。PE 重包装袋に要求される性能は、高強力、良好なヒートシール性、耐衝撃性、耐引き裂き性、耐寒・耐熱性などの機械的性質のほか、内容物の充填や物流のための、適当な腰、スリップ性、静電気、ブロッキング防止などの使用特性も要求される。ZIS Z 1534 に「重包装ポリエチレン袋」が制定されている。この規格は「主に輸送包装に用いる厚さが 0.10mm 以上 0.25mm 未満の PE フィルム袋について規定する。」として、種類、性能、構造、形状・寸法、試験方法等が規定されている。PE 重包装袋の二種の形状「ひだなし開口式ヒートシール袋」及び「ひだ付き開口式ヒートシール袋」を図 1 に示す。強さに関する試験方法は、落下強さ試験方法のみで、手順は、同一袋について、高さ 0.8m からまず水平（平面）落下で表面を 1 回落下し、次いで垂直（底面）落下で底を 1 回落下させて、異常の有無を確認することになっている。

【図】

図 1 ポリエチレン重包装袋の形状



出典：「重包装用ポリエチレン袋の寸法 Z1534」、JIS ハンドブック 63 包装、2003 年 1 月 31 日、財団法人日本規格協会編、財団法人日本規格協会発行、482 頁 図 1 ポリ重袋の形状及び寸法

【出典】

「JIS ハンドブック 63 包装」、2003 年 1 月 31 日、財団法人日本規格協会編、財団法人日本規格協会発行、479－482 頁

【参考資料】

「包装実務ハンドブック」、2001 年 1 月 31 日、21 世紀包装研究協会編、株式会社日刊工業新聞社発行、114－137 頁

【技術分類】 1－8－4 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器／高強度包装容器

【技術名称】 1－8－4－4 ナイロン積層フィルム容器

【技術内容】

パウチ包装に必要な機能は保護性であり、物理的強度やガスや水蒸気などの遮断性である。包装フィルムの物理強度に関する試験方法の主要なものは、JIS Z 0238と、食品衛生法告示20号、食品添加物等の規格基準、第3器具及び容器包装一般の試験法、2.強度試験法に記されている。JIS Z 0238の表題は「ヒートシール軟包装袋及び半剛性容器の試験方法」で、内容物の総重量が20kg未満の袋、2kg未満の容器に適用するとされている。この規格の試験項目は、a) 袋のヒートシール強さ試験、b) 容器の破裂強さ試験、c) 落下強さ試験、d) 耐圧縮強さ試験、e) 漏えい試験、の5種類である。食品衛生法に記された試験方法は、a) 持続耐圧試験、b) 持続耐減圧試験、c) 耐圧試験、d) 耐圧縮試験、e) 耐減圧試験、突刺し強度試験、g) 熱封かん強度試験、h) 破裂強度試験、i) ピンホール試験、j) 封かん試験、k) 落下試験、l) 漏水試験、である。

フレキシブル包装の重要な物理強度は、1)耐ピンホール性、2)落下強さ、3)圧縮強さの順と考えられる。耐ピンホール性については、「1－8－4－5 耐ピンホール性包装容器」で解説している。落下強さ、圧縮強さに必要な要因を、図1、図2に示す。フィルムにはラミネートフィルムも含む。この二つの強さを規制する最も重要な要因は、ヒートシール強さと考えられている。ヒートシール強さの要因を図3に示す。ナイロンフィルムは、このヒートシール強さの要因図の中で、材料強さの中の基材強さ、ラミネート強さの中の基材濡れ性で、OPP、PETフィルムのような他の基材より優れた性質を持っているため、強いシール強さが得られる。それにより、優れた耐落体性、耐圧縮強さが得られる。

表1に、落下強さ及び圧縮強さが要求される重量物包装（2kg～5kg）のフィルム構成を示す。この重量幅の包材構成例の全20例中にナイロンフィルムを使用しない構成例が無いほどナイロンは強度に優れた包材である。特に水物大袋ではナイロンは必須の包材である。フィルムを用いた高強度包装で、ナイロン積層フィルム包装容器が高い信頼性を得ている。

【図】

図1 落下強さの要因図

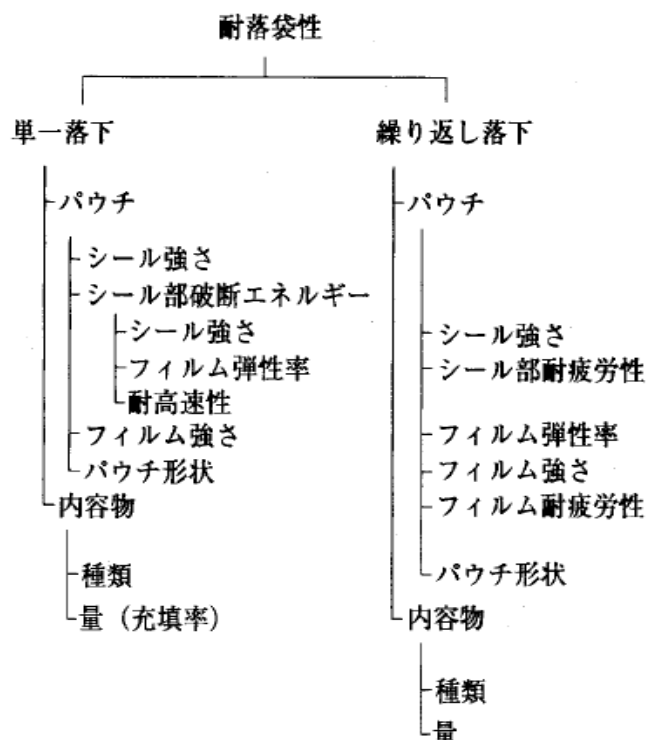


図2 圧縮強さの要因図

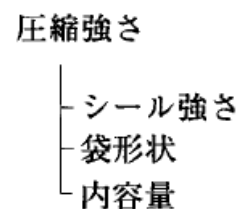
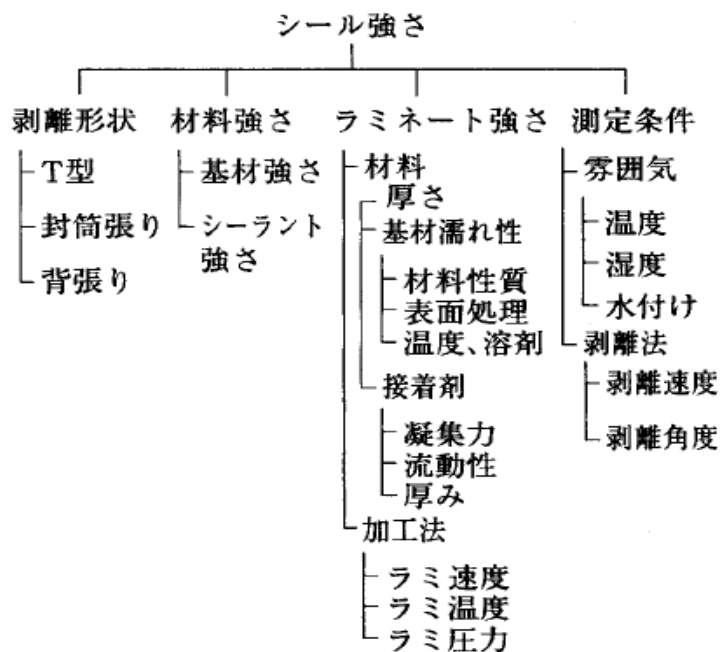


図3 ヒートシール強さ要因図



出典（図1）：「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、154頁 図6-2 落下強さに及ぼす諸要因

出典（図2）：「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、154頁 図6-3 対圧縮性に及ぼす諸要因

出典（図3）：「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、164頁 図6-12 ヒートシール強さに及ぼす諸要因

表1 重量物包装（2kg～5kg）のフィルム構成

内容物	包装形態	包材構成
お米		PE(20)/ONY(15)/接/LLDPE(50) 計87-88 μ m
あんこ	ピロー包装	ONY(15)/接/LLDP(80) 計97-98 μ m
ソース	四方シール	ONY(25)/PE(15)/LLDPE(40) 計80-83 μ m
ペットフーズ	ガゼット包装	ONY(15)/PE(17)/Al(10)/PE(20)/LLDPE(60) 計122～125 μ m
たけのこ水煮	—	MXD-6系ONY(15)/接/ONY(15)/接/LLDPE(75-73) 計115～118 μ m
惣菜原料	四方シール	MXD-6系ONY/接/CNY(30)/接/LLDPE(77) 計123～130 μ m
ロックアイス	四方シール	ONY(15)/接/LLDPE(50) 計66～68 μ m
トマトケチャップ	ピロー包装	ONY(15)/接/LLDPE(75) 計95～96 μ m

出典：本標準技術集のために作成

【出典】

「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、153～171頁

【参考資料】

「2006PPS データベース 用途別包材構成例」、2006年3月31日、株式会社東洋紡パッケージング・プラン・サービス発行

【技術分類】 1－8－4 食品の保護性を追求した包装容器／輸送包装用包装容器／高強度包装容器

【技術名称】 1－8－4－5 耐ピンホール性包装容器

【技術内容】

パウチ包装にまず必要な機能は、保護性であり、その中の順位も、最初が物理的強さ、次が種々の遮断性であることは、常識的に理解できることである。遮断性については「1－2－3 酸素高遮断性プラスチック包装容器」で解説している。フィルム包装容器の強さに関する試験方法の主要なものは、JIS Z 0238と、食品衛生法、告示20号、食品、添加物等の規格基準、第3.器具及び容器包装一般の試験法、2.強度試験法に記されている。JIS Z 0238の表題は「ヒートシール軟包装袋及び半剛性容器の試験方法」で、内容物の総重量が20kg未満の袋、2kg未満の容器に適用するとされている。この規格の試験項目は、a) 袋のヒートシール強さ試験、b) 容器の破裂強さ試験、c) 落下強さ試験、d) 耐圧縮強さ試験、e) 漏えい試験、の五種である。食品衛生法に記された試験方法は、a) 持続耐圧試験、b) 持続耐減圧試験、c) 耐圧試験、d) 耐圧縮試験、e) 耐減圧試験、突き刺し強度試験、g) 熱封かん強度試験、h) 破裂強度試験、i) ピンホール試験、j) 封かん試験、k) 落下試験、l) 漏水試験の以上である。フレキシブル包装の物理的強さの必要性の順位は、次のようであると考ええる。耐ピンホール性>落下強さ>圧縮強さ。落下強さ、圧縮強さについては、「1－8－4－4 ナイロン積層フィルム包装容器」で解説されている。

耐ピンホール性については、まだ十分に学問的解析がなされていない。ピンホールの種類は、図1に示したように、突刺しピンホール、屈曲疲労ピンホール、摩擦ピンホールの三種類に分類される。突刺しピンホール試験方法は、突刺しピンホールの強度等試験法は、食品衛生法、告示20号、食品・添加物等の規格基準、第3「器具及び容器包装」、B「器具又は容器包装一般の試験法」、2「強度等試験法」、上記「器具及び容器包装」のE「器具及び容器包装の用途別規格」、1.「容器包装詰め加圧加熱殺菌食品の容器包装」及びJIS Z 1707に規定されているが、測定法は全て同じで、「試料を固定し、試料面に直径1.0mm、先端形状半径0.5mmの半円形の針を毎分50±0.5mmの速度で突刺し、針が貫通するまでの最大荷重を測定する」とされている。屈曲ピンホールについては、MIL規格のゲルボテスターによる評価が一般的であるが、この試験法はフィルムに疲労と摩擦の両方のファクターが付与されるために、屈曲疲労ピンホールを正確に測定しているとはいいがたい。摩擦ピンホールについては、種々の磨耗試験法はあるが、摩擦によるピンホール発生を測定する規格基準類は未だ無いのが現状である。

突刺しピンホール測定モデル図を図2に示す。突刺しピンホール強さはピンに接した部分の円周長さ分のフィルムの破断強さの垂直方向の分力である。一軸引張りの破断伸びが縦横平均で100%程度のフィルムの突刺しピンホール強さは、フィルムの破断強さに比例するといわれている。従って、OPP、PET、ONのような、通常、基材として用いられている二軸延伸フィルムでは、突刺しピンホール強さは、積層フィルムの破断強さに比例する。従って、PET/ON/CPPのように、基材フィルムを二枚重ねたような構成の積層フィルムは、強い突刺しピンホール強さを持っている。屈曲疲労ピンホール強さは、上述したように、若干の問題はあるがゲルボテスターで測定される。ゲルボテスターのモデル図を図3に示す。理論的解析はなされていないが、経験式 $n = aN + b$ が提案されている。この式の各定数を表1に示す。例えば、積層フィルムの場合、疲労曲線における応力が、ラミ構成により変化することから、単純に材料の耐疲労性からだけでは議論できない。また、耐摩擦ピンホール性の測定法の一例を図4に示す。各素材の耐摩擦ピンホール性は、JISに定められた各種磨耗試験とは必ずしも一致しないし、また積層フィルムの耐摩擦ピンホール性は、図4の折角先端形状が座屈を伴う現象なので解析が非常に困難である。

以上述べたように、ピンホールについて理論的に解説されているのは突刺しピンホール強さのみである。その他の耐屈曲疲労ピンホール性、耐摩擦ピンホール性については、材料の疲労性、磨耗性の議論はされているが、上述のように、耐ピンホール性は他の要素が入ってくるので、理論的解明は遅れている。従って、その対策についても、かなり経験的な議論しかなされていないのが現状である。

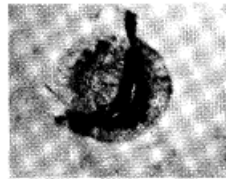
【図】

図1 ピンホール性状

1.モデルテストによるピンホール形状(顕微鏡写真)

1) 突刺し

内部からの突刺し
ピン曲率半径 0.5mm

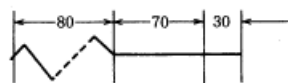


外部からの突刺し
ピン曲率半径 0.5mm



2) 屈曲疲労

ゲルボテスターによるピンホール



440° 回転、39cycle/min.



3) 角部の摩擦摩耗

加重 50g
120mm/ストローク × 2ストローク/回 × 30回/min



ピンにフィルムを一定に巻きつけて、角部摩擦

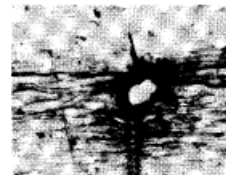
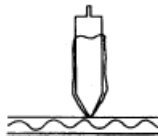


図2 突刺しピンホールモデル図

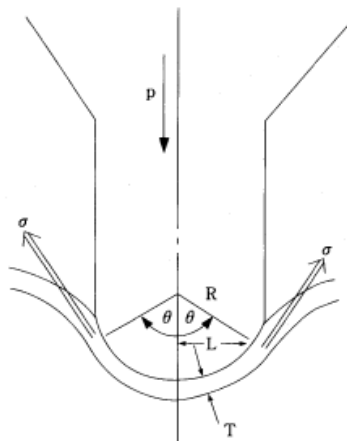


図3 ゲルボテスターモデル図

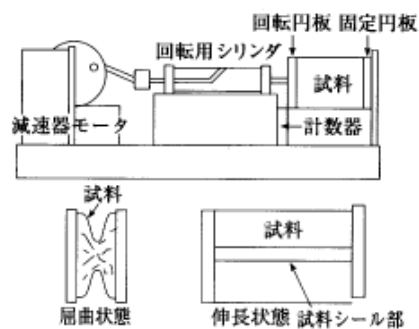
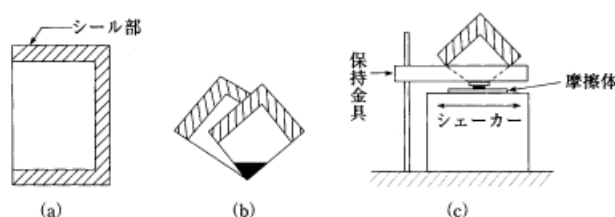


表 1 ゲルボ経験式の定数

Sample (厚さ μ)	N (n=1)	a	-b
LDPE (36)	214	0.07	14.0
HDPE (69)	15	0.15	1.26
PE/セロハン (30-20)	59	0.11	5.57
ナイロン/PE (40-25)	1,113	0.00289	2.23
OPP (32)	533	0.00536	1.86
PET (12)	234	0.05	10.7
EVA 5% (82)	514	0.00515	1.65
17% (48)	10,041	0.00195	18.6
20% (50)	8,750	0.0012	9.50
ナイロン (15)	3,440	0.00035	0.190
PO* ¹ (24)	1,058	0.00436	3.61
CPP* ² (25)	328	0.0160	4.26

*¹ 1軸延伸PP *² エチレン17%、無延伸PP、Copolym

図 4 摩擦ピンホール測定モデル図



出典 (図 1) : 「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、199 頁 写真 6-1 ピンホールの性状

出典 (図 2) : 「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、200 頁 図 6-40 突き刺し強度試験における針先端のモデル

出典 (図 3) : 「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、206 頁 図 6-44 ゲルボテスター

出典 (表 1) : 「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、206 頁 表 6-18 ゲルボテスターによる屈曲回数Nと発生ピンホール数nとの関係

出典 (図 4) : 「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、210 頁 図 6-48 摩擦ピンホール測定装置

【出典】

「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、199-212 頁