

連載講座

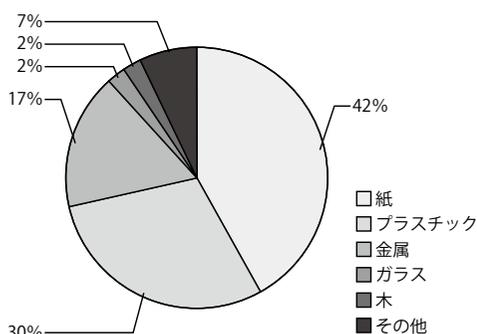
容器・包装の基礎と応用

基礎編 (2) プラスチック包装材料

土屋 博 隆

はじめに

平成28年の包装・容器の出荷金額は約5兆6,500億円である¹⁾。包装・容器である包装材料は様々な素材から構成されている。紙、プラスチック、金属、ガラス及び木等であり、その比率を第1図に示す。

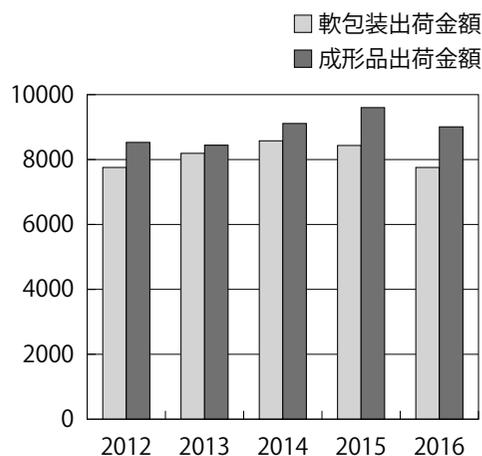


第1図 包装材料の素材別構成比率

ここで、プラスチックは紙に次ぐ比率を占めている。紙は輸送包装材料としてのダンボールが約50%以上であり、スーパーやコンビニで消費者が目にする包装材料としてはプラスチック素材からなるものが圧倒的に多い。

プラスチック包装材料は大別して、フィル

ム状のフレキシブルパッケージ（軟包装）とリジッドで形状を有する成形品からなる。それぞれの出荷金額を比較すると第2図のように、成形品が軟包装を上回るが、成形品は緩衝包装やコンテナ等を含んでおり、商品を密封する包装材料としては、ほぼ同等の出荷金額と推定される。



第2図 軟包装と成形品の出荷金額

本稿では、プラスチック包装材料としての軟包装と成形品について、その形態、製造方法等について述べる。



Hiroataka TSUCHIYA

1974年3月 東京工業大学高分子工学科卒業
 1976年3月 東京工業大学修士課程終了
 1978年7月 大日本印刷(株)入社
 2011年7月 大日本印刷(株)退職
 2011年7月 (株)アセプティック・システム入社
 2015年7月 (株)アセプティックシステム退職

2016年4月 弁理士登録
 現在 弁理士 日本包装コンサルタント協会所属

1. 軟包装

軟包装はフィルムから構成されており、「JIS Z-0108：2012 包装－用語の1060：軟包装」では、「紙、プラスチックフィルム、アルミニウムはく、布などの柔軟性に富む材料で構成された包装。」と定義されている。ここで、フィルムとは、「2101：プラスチックフィルム」で、「厚さが0.25mm未満のプラスチックの膜状のもの。」と定義されている。したがって、全体の厚さが0.25mm未満のフィルム状のものということになる。ハムの深絞り包装のように底材が熱成形により形状をなしているが、軟包装として扱われるものもある。

1-1 軟包装の構成と材料

軟包装はパン包材のように、単体のフィルムが使用される場合があるが、ほとんどは紙、フィルム、アルミニウム箔等が貼り合わされて（ラミネート）使用される。基材に印刷し、印刷面にパウチ（袋）の内面となり、熱融着させることで、パウチを密封するヒートシール材となるフィルムをラミネートする、これが軟包装の基本的な構成である。内容物を保護するために酸素や水蒸気に対するバリア性、遮光性等が必要な場合は、これらの機能を付与するために、基材とヒートシール材の間にバリア性を有する層を設ける。

1) 基材

基材は印刷時に伸びが少ないフィルムである、二軸延伸されたポリプロピレン（OPP）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ナイロン（ON）又はセロハンが主に使用される。紙やアルミニウム箔にも印刷されるが蓋材等、特殊な場合である。OPPは内容物が軽く、防湿性を要求される場合、PETは耐熱性や強度を求められる場合、ONは耐ピンホールに優れるため、内容物が液体やピンホールが発生し易い場合に選択される。セロハンは植物性で、どこからでも手切れできるという特長はあるが、製造工

程で有害物質を使用するため、製造量が激減しており、処方薬のパウチ等、使用が限定されている。

各フィルムの厚さはOPPが20 μ m、PETが12 μ m、ONが15 μ m、セロハンが21 μ mというのが一般的である。

2) ヒートシール材

ヒートシール材は比較的低温で熱融着する材料でなければならず、ポリエチレン（PE）又はポリプロピレン（CPP）からなるフィルムが使用される。通常はPEであるが、レトルト包材のように耐熱性を要求される場合やスナックのように防湿性を要求される場合にCPPが選択される。

フィルムの厚さは内容物やパウチの形態により、25 μ m～130 μ mと様々である。

3) バリア材

バリア材としては、アルミニウム箔が酸素、水蒸気バリア及び遮光性もあり、性能としては最良である。しかし、アルミニウム箔は透明性がなく中味が見えない、コストアップとなる、電子レンジ適性がない等の理由により、従来、エチレンービニルアルコール共重合体（EVOH）フィルム、ポリ塩化ビニリデン（PVDC）のフィルム又はコーティングフィルムが使用されていた。最近では1980年代に出現したPETやONにアルミナ又はシリカを蒸着した透明蒸着フィルムが多用されるようになった。

酸素バリア性に優れるEVOHは日本のクラレ(株)と日本合成化学工業(株)により世界的に生産されている。軟包装では、酸素バリアだけでなく水蒸気バリアにも優れる透明蒸着フィルムに押され、削り節パックや蓋材の一部への使用となっているが、後述する成形品では加工性にも優れるため、広く使用されている。

バリア材としては、アルミニウム蒸着PETやアルミニウム蒸着CPPも使用されている。アルミニウム蒸着は遮光性があり、酸

素及び水蒸気バリアにも優れる。光により酸化する油を含有するポテトチップのようなスナックや冷食等の食品、及び光により褪色してしまうシャンプー等の詰め替え包材に使用されている。また、後者は比較的軽いスナックや菓子類に使用される。前者は裏印刷基材として使用できないため、使用する軟包装の構成は少なくとも3層構成となるが、後者は蒸着フィルムがヒートシール材も兼ねるため、2層構成となる利点がある。

透明蒸着フィルムは裏印刷基材として使用できるため、ヒートシール材とラミネートすることにより、酸素及び水蒸気バリアに優れた軟包装が得られる。アルミニウムを含まないため、電子レンジ加熱やX線による異物検知ができるという利点もあり、急速に広がった。海外でも製造されている例はあるが、日本の透明蒸着フィルムの性能は高く、輸出されている。また、米国で生産を開始した企業もある。

1-2 軟包装の製造

軟包装の製造はフィルムへの印刷、ラミネートにより行われる。通常、先ず基材に印刷を行い、この印刷面に順次バリア材やヒートシール材をラミネートする。以下に印刷とラミネートについて概略を説明する。

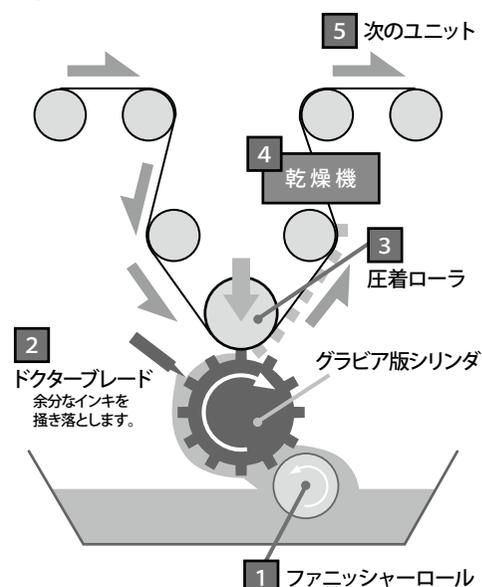
1) 印刷

現在、軟包装の印刷はグラビア印刷により行われている。ほんの一部でフレキソ印刷が行われており、デジタルプリントも導入されているが、これらは今後広がりを見せるか注視する必要がある。欧米ではグラビア印刷よりも、版製作の簡易性からフレキソ印刷が主流である。しかし、欧米のフレキソ印刷は溶剤系のインキが使用されており、日本におけるフレキソ印刷が目指す水性化とは異なる。

グラビア印刷は第3図²⁾のように行う。一般的には、鉄製のスリーブに銅メッキを行い、銅メッキを腐食させるか、凸状の形状物を銅メッキに押し付けて銅メッキに凹状の窪

み(セル)を設け、銅の上にクロムメッキを施したグラビア版を製作する。一色ごとに濃淡や他の色との組み合わせにより表現される色を想定してセルを形成させる。濃淡はセルの大きさや深さで調節する。製作されたグラビア版を印刷機に装着して印刷を行う。

印刷に使用される色は、黒と3原色のシアン(青緑)、マゼンタ(赤紫)、イエロー(黄)及び白の5色あれば足りるはずであるが、3原色で表現できない色をデザイン上要望する 경우가多く、特別に調合したインキを使用するために、7色、8色と色数が増える。



第3図 グラビア印刷

インキ溜めに浸漬されたファニッシャーロールにより、グラビア版のセルにインキが供給され、セルにインキが満たされる。その後、ドクターブレードによりセルに充填されたインキ以外のインキが掻き落とされ、圧着ローラによりフィルムをセルに押し付け、セルに充填されたインキがフィルムに転移する。転移したフィルム上のインキは一色毎に乾燥される。

インキは主に、メジュームと呼ばれる樹

脂、顔料及び溶剤からなる。現在、メジュームはウレタン樹脂が主流である。溶剤はトルエン、酢酸エチル、イソプロピルアルコール及びメチルエチルケトンが主に使用される。しかし、トルエンは作業環境の観点から使用を避けるようになってきている。また、一部で水性グラビアインキが使用されているが、汎用化するには至っていない。

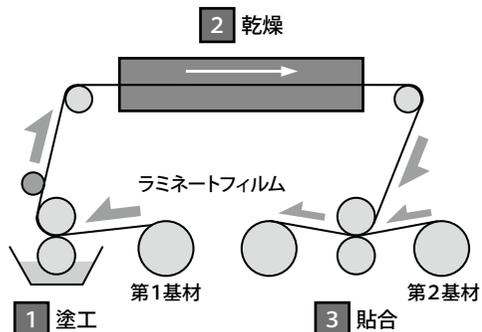
2) ラミネート

ラミネートの方法にはドライラミネーションと押し出しラミネーションがある。ドライラミは接着剤を使用して2種類のフィルムをラミネートする。押し出しラミはPEを溶融させて、フィルム間にフィルム状に押し出し、2種類のフィルムをラミネートする。ドライラミはどのような材料でもラミネートが可能で接着力も高い。しかし、接着剤を硬化させるためのエージングが必要である。押し出しラミは接着力が低く、用途に制限はあるが、エージングがほとんど不要で、比較的大ロットのスナック菓子等の軟包装に適用される。また、フィルム面に押出すことで、ヒートシール材としての機能を付与することもできる。

i) ドライラミ

ドライラミは第4図³⁾に示すように、一般的にはグラビア版によりフィルムの接着面に接着剤を塗布し、ドライヤーにより溶剤を乾

ドライラミネートの工程



第4図 ドライラミ

燥し、接着剤面とラミネートするフィルムを加熱しながら圧着することにより行われる。

接着剤はポリエステル、ポリエステルウレタン及びポリエーテル等を主剤として、トリメチルプロパンにトルエンジイソシアネート (TDI)、ジフェニルメタンジイソシアネート (MDI)、キシリレンジイソシアネート (XDI)、ヘキサメチレンジイソシアネート (HMDI) 及びイソホロンジイソシアネート (IPDI) を反応させたアダクト体を硬化剤として、加工直前に主剤と硬化剤を混合して接着剤として使用する。溶剤は酢酸エチルである。主剤の水酸基と硬化剤のイソシアネート基が反応し、架橋構造を形成して接着剤に凝集力を付与し、主にイソシアネート基とフィルムが有する活性水素と反応することで、接着力が発現する。

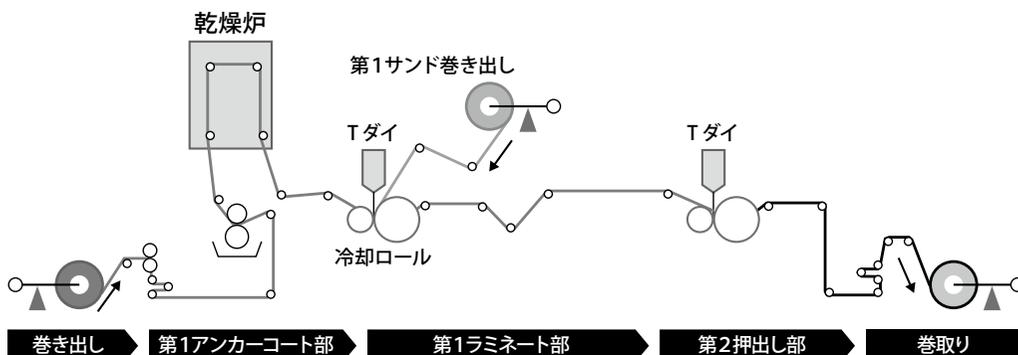
主剤と硬化剤の反応を進行させるために、ラミネート後、35℃～60℃に加熱し、2～5日程度エージングを行う。温度や日数は接着剤の種類や用途により幅がある。

溶剤を使用しないノンソルベントドライラミ法もある。揮発性有機化合物 (VOC) を発生させないため、環境面からは望ましい。これまで、接着性能に難があったが接着剤が改良されており、今後の伸びが期待される。

ii) 押し出しラミ

押し出しラミは第5図に示すような工程で行われる⁴⁾。繰り出したフィルムに接着性付与のためにアンカーコート剤を塗布し、溶剤を乾燥し、押し出し機のホッパーに投入した低密度ポリエチレン (LDPE) をスクリーにより混練しながら溶融させ、310℃近傍の温度でTダイからフィルム状に吐出させ、圧着ロールにより基材と溶融フィルムを冷却ロールに押し付けて密着させる。

アンカーコート剤はポリエチレンイミン又はウレタン系であり、内容物により選択される。アンカーコート剤は通常、グラビア版により塗布される。LDPEを高温で押し出すの



第5図 押し出しラミ

は、溶融フィルムを空気により酸化させて接着性能を付与するためである。300℃未満ではアンカーコート剤を塗布しても接着しない。

このとき、冷却ロール側からフィルムを供給して、フィルムをラミネートすることもでき、押し出しユニットを2台設けることにより、例えばスナック包材の構成であるOPP/PE/Al蒸着PET/PE/PPを1パスでラミネートすることができる。押し出したLDPEにより3種のフィルムをラミネートしている。Al蒸着PETは、蒸着面をPE側とすることで空気酸化したLDPEと接着し、PPはPE側に溶融PEと接着する層が設けられている。

このように押し出しラミは2種のフィルムをラミすることも、押し出したPEをそのまま

ヒートシール材として利用することもできる。

ヒートシール材としては、PET/PE/AL/PEのような構成で、例えばPTPの外装やふりかけの個包装等に使用される。

1-3 軟包装の形態

ラミネートされた軟包装はパウチに成形されて内容物が充填される。巻き取り状でメーカーに納入され、メーカーが所有する自動充填包装機によりパウチを成形しながら、内容物を充填する場合と、コンバーターがパウチ成形を行い、メーカーがパウチに内容物を充填する場合がある。

1) 巻き取り供給

巻き取り供給の場合のパウチ形態を第1表に示す。

第1表 巻き取り供給パウチの形態

形態	形状	用途
三方シール	四角パウチで一方を折り、三方をヒートシール	液体小袋、かやく、粉末スープ、入浴剤、ごま塩
四方シール	四角パウチで四方をヒートシール	医薬品、ふりかけ、粉末スポーツ飲料、(レトルト)
(縦、横) ビロー包装	背貼りがある上下ヒートシール	スナック、米菓、パン粉、ウインナー、冷食、ラーメン、マカロニ
スティック	背貼りがある細長いパウチ	砂糖、インスタントコーヒー、医薬品、調味料、羊羹
ガゼット	背貼りあり、サイドにまちを設け、上下ヒートシール	小麦粉、プレミックス粉、コーヒー、調味料、集積袋

三方シールパウチは三方をヒートシールする形状で、フィルムを流れ方向に折り込んで縦方向をヒートシールし、内容物を充填しながら横方向をヒートシールする、ラーメンスープ、マヨネーズ、ドッレシリング等の液状物の小袋に多く見られる。また、フィルムを水平方向に供給し、下側を折り込み、横方向をヒートシールした後一定量の内容物を上側から充填し、ヒートシールする充填包装機によるものは、ラーメンの粉末スープ、かやく等の乾燥品に多い。

四方シールはパウチの四方をヒートシールする形状で、表と裏が多列に印刷された1枚のフィルムをスリットしながら表と裏を合わせて多列で流れ方向にヒートシールしながら内容物を充填した後、横方向をヒートシールする。

ピロー包装とは背面の流れ方向をヒートシールし、内容物を充填し、横方向をヒートシールする形態で、枕（ピロー）状をしているのでピロー包装と呼ばれる。フィルムを上から下に搬送する場合は縦ピローで、計量しながら筒状となったフィルム内に内容物を投入することで充填する。スナックのように、固形の複数内容物の充填に使用される。この場合、サイド部に折り込みを入れることでガセット形態とすることができる。

フィルムを水平方向に搬送しながら背面を上又は下にしてヒートシールし、水平方向に

単体の固形物又はトレーに乗せられた内容物を充填する場合は横ピローである。ラーメンやトレー利用の冷食や菓子等に使用される。

ステック包装は多列で充填されるが、フィルムをスリットして1列毎に背面をヒートシールし、筒状のなったフィルム内に粉体を計量しながら充填する。

2) パウチ供給

パウチ供給される形態を第2表に示す。スタンディングパウチのように形状が特殊で、充填包装機では成形できない形態、チャックや注出口を付ける形態、比較的重い液体を充填するパウチ、耐熱性の要求されるレトルト包材等は、パウチ成形後にメーカーに納入される。

スタンディングパウチや角底パウチは底部の加工が複雑で、成形しながら充填するのは困難である。また、注出口やチャック付きは充填包装機でも付ける装置はあるが、大部分はパウチ供給である。

2. 成形品

成形品は軟包装と異なり、カップやボトルのような形状を有しており、フレキシブルではなく剛性である。「JIS Z-0108:2012 1030」の定義において、剛性容器は「内容品が追加、又は取り除かれた後に、本質的に形状の変化がない容器の総称。」とされている。本体は柔軟性であるが、歯磨き、香辛料

第2表 成形供給パウチの形態

形態	形状	用途
角底	底面が四角、胴部は四面上部ヒートシール	米、シリアル、ティーバッグ
スタンディングパウチ	底部が舟形で自立できる、胴部二面	洗剤等詰め替え、レトルト、総菜、キャンディー
スパウトパウチ	角底やスタンディングパウチ等に抽出口を付ける	ゼリー、スポーツ飲料、調味料、洗剤等詰め替え
バッグインボックス	ダンボールの外装に内袋を使用	水、業務用調味料、ワイン、写真処理剤

等が充填されたチューブやマヨネーズ等が充填されたスクイズボトルも成形品の範疇と言える。

成形品の製造方法は射出成形、熱成形及びブロー成形がある。さらに、ブロー成形はダイレクトブロー成形、インジェクションブロー成形及びストレッチブロー成形がある。これらの成形方法及び成形品の特徴と製品例について述べる。

2-1 射出成形

射出成形機を第6図⁵⁾に示す。プラスチックのペレットがホッパーに投入され、スクリーにより加熱混練されながら溶融したプラスチックは、スクリーが後退すると、スクリーの先端部に所定量溜められる。スクリーを回転させずに前進させると、溜まった溶融プラスチックが金型に注入される。金型は冷却されており、一定時間加圧しながら金型を保持することで、金型内のプラスチックは固化する。固化したプラスチック成形品を取り出して1工程が完了する。

射出成形品はカップ状の形態がほとんどである。ヨーグルト等の乳製品はポリスチレン（PS）、ホット充填される飲料や充填後に加熱されるプリン等はポリプロピレン（PP）を材料とする。カップ容器は熱成形でも成形されるが、射出成形品は通常、底部

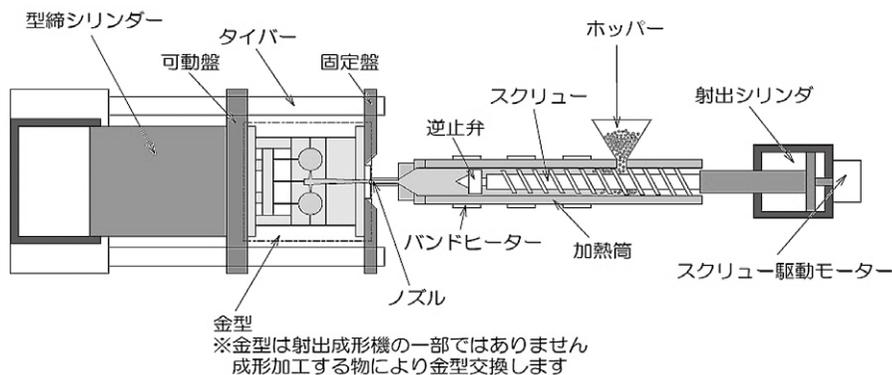
に糸尻があり、底部中央にはゲートによる射出痕が見られる。熱成形品は糸尻がなく、底部が直接載置する面に接触する。

金型は4個取りから100個を超えるものもある。多い方が1ショットによる生産数量が増えて効率的であるが、射出成形機や金型が大きくなり初期投資が過大となる。金型は通常雄型（コア）と雌型（キャビティ）があり、両者が型締めされた後に雌型のゲートからプラスチックが型内に射出される。型まではランナーと呼ばれる流路を通じて多数の型内に溶融されたプラスチックが流入する。ランナーは通常加熱され、ランナー内のプラスチックは固化せず、順次金型内に流入する。

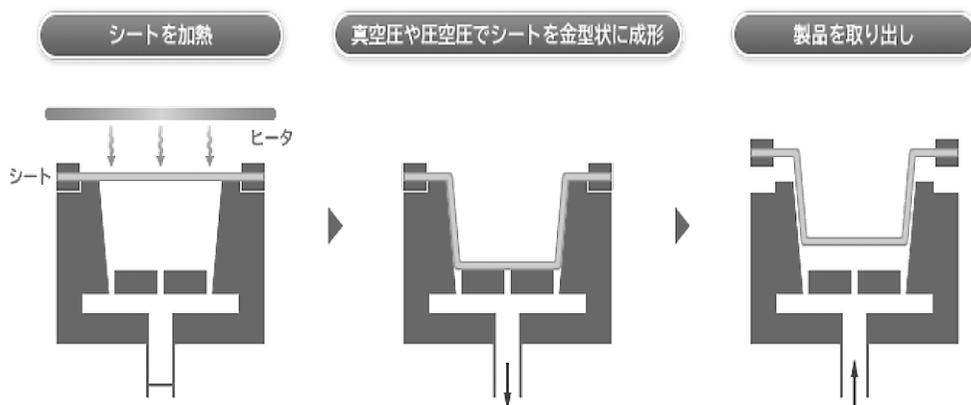
成形品への印刷は成形後に外面に直接印刷していたが、近年はグラビア印刷したフィルムを雌型に保持し、射出成形時の熱でフィルムを接着させるインモールドラベル方式が採用されて、カップ容器でも美しい外観となっている。

2-2 熱成形

熱成形方法を第7図に示す⁶⁾。プラスチックシートを加熱し、軟化した状態で型に押し付けて成形する。金型には細孔があり、ここから真空引きすることにより、シートを金型に密着させて賦形する。これを真空成形と称する。また、シートの上部を密閉して圧空す



第6図 射出成形機



第7図 熱成形方法

ることによりさらに賦形性を高めることがある。絞り比（深さ／口径）が大きい場合は圧空成形を行う。これを真空圧空成形と称する。

食品用にはハイインパクトポリスチレン（HIPS）が多用されてきた。HIPSは融点がなく、熱成形し易いためである。絞り比が小さい場合はPPも使用される。弁当や惣菜容器には、二軸延伸ポリスチレン（OPS）、PPやPETが使用される。

単一の樹脂からなるシートではなく、シートの中にEVOH層を設け、酸素バリア性を付与できることが射出成形との相違であり、熱成形の利点である。射出成形にもEVOH層を設ける例もあるが、一般的ではない。例えば、PP/EVOH/PP構成の成形品は味噌、無菌ご飯、ゼリー、カレールー等の容器として使用されている。また、PS/EVOH/PS構成の成形品はコーヒー飲料、ヨーグルト等の容

器として使用されている。第8図はいずれもコーヒー飲料であるが、左の容器は射出成形品で右の容器は酸素バリア性のある熱成形品である^{7,8)}。

通常PPシートの熱成形では成形品の透明性が劣る。しかし、味噌やゼリーに使用される容器は透明性が高い。これは、PPの加熱温度を低くし、シートをプラグにより押し込み、延伸するように成形することによる。これをプラグアシスト成形と称する。また、このようなPPの熱成形を低温で行うため、固相圧空成形（SPPF）法とも称する。

熱成形装置を備える充填包装機も多い。代表例は医薬品のプレスルーパッケージ（PTP）包装である。塩化ビニル（PVC）のシートを熱成形し、成形したポケットにカプセルや錠剤を充填し、蓋材をヒートシールして密封する。また、シートと蓋材を殺菌剤に浸漬して殺菌しながらシートを成形して充填するポーションミルクの例もある。

また、発泡ポリスチレンシート（PSP）を熱成形して断熱性を有するラーメン容器とする場合もある。

熱成形容器への印刷付与は直接印刷、シュリンクラベル、貼りラベル、印刷フィルムをラミネートして熱成形する等、様々な手法が採られる。



第8図 コーヒー飲料

2-3 ブロー成形

ブロー成形はボトル状又はチューブ状の容器を成形する方法である。ダイレクトブロー成形はプラスチックをチューブ状に押し出した後にブローすることでボトルに賦形するが、インジェクションブロー成形及びストレッチブロー成形はプラスチックを射出成形後にブローする。成形方法により得られる容器の特徴が相違する。

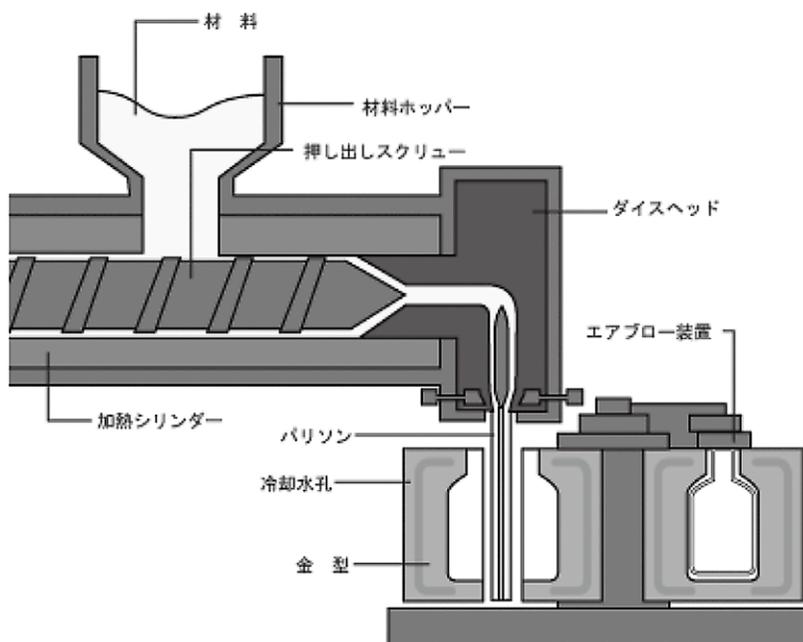
1) ダイレクトブロー成形

ダイレクトブロー成形方法を第9図に示す⁹⁾。ホッパーに投入したプラスチックペレットをスクリーにより熔融混練し、中空部に弱い空気を送りながらチューブ状にプラスチックを押し出し、金型でチューブ状の熔融プラスチックを挟み、中空部に圧空エアを吹き込み、プラスチックを金型に押し付けることで容器を成形する。チューブ状の熔融プラスチックは連続して押し出されるため、金型は複数装備され、金型が移動して連続的に成

形されるのが一般的である。押し出し速度が遅い場合は単数となる。容器の底部は金型により切断されるため、線状の切断痕があるのが特徴である。

熔融粘度の高いLDPEのようなプラスチックに適した成形方法であり、LDPEからなる成形品は乳飲料用に使用される。また、シャンプーやリンスのような化粧品や液体洗剤のような日用品の包装に多用されている。PET単体でも成形され、化粧品容器として使用される。

押し出し加工であるため、EVOHと多層共押し出しすることで、成形品に酸素バリア性を付与できる。PE/EVOH/PEという構成では、マヨネーズのスクイズボトル、わさびやからし等のチューブ、食用油のボトル等に使用されている。また、PP/EVOH/PPという構成では、焼肉のタレ、ソース等の調味料、希釈タイプの乳酸菌飲料等のボトルとして使用されている。



第9図 ダイレクトブロー成形法

最近では、醤油の卓上ボトルとして、EVOH層を含む内層が内容物の減少と共にボトル形状を保持する外層から剥離し、エアバック（空気戻り）せずに内容物の酸化を抑える剥離ボトルが製品化されている。

2) インジェクションブロー成形

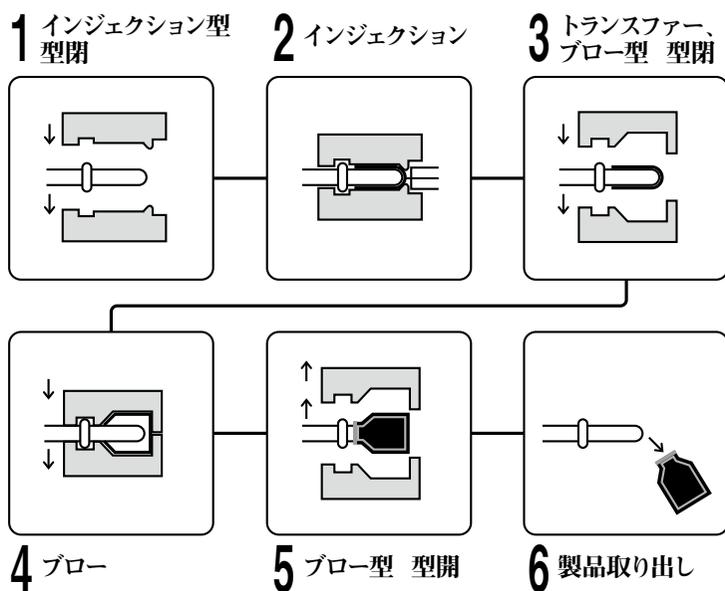
インジェクションブロー成形の工程を第10図に示す¹⁰⁾。

試験管状のプリフォーム金型にプラスチックを射出成形し、加熱されたコアとホットな成形品をそのまま、ブロー型と嵌合し、コアから圧空エアを吹き込んで成形する。HIPSによる成形品は乳酸菌飲料に使用されている。また、PPではサプリメント容器に使用される。

3) ストレッチブロー成形

ストレッチブロー成形は、プリフォームを射出成形した後、プリフォームをそのままホットな状態でストレッチブローするホットバリソン法とプリフォームを常温にした後、ストレッチブロー成形機で加熱後に成形するコールドバリソン法がある。前者の成形速度は遅いが再度加熱する必要がないため、小ロットの化粧品容器等の特殊形状容器や大型容器の成形に適している。通常の飲料容器などは高速成形が要求されるため、後者により成形される。

コールドバリソン法を第11図に示す¹¹⁾。射出成形されたプリフォームを成形温度まで加



【主な用途】



乳酸菌飲料容器

第10図 インジェクションブロー成形法

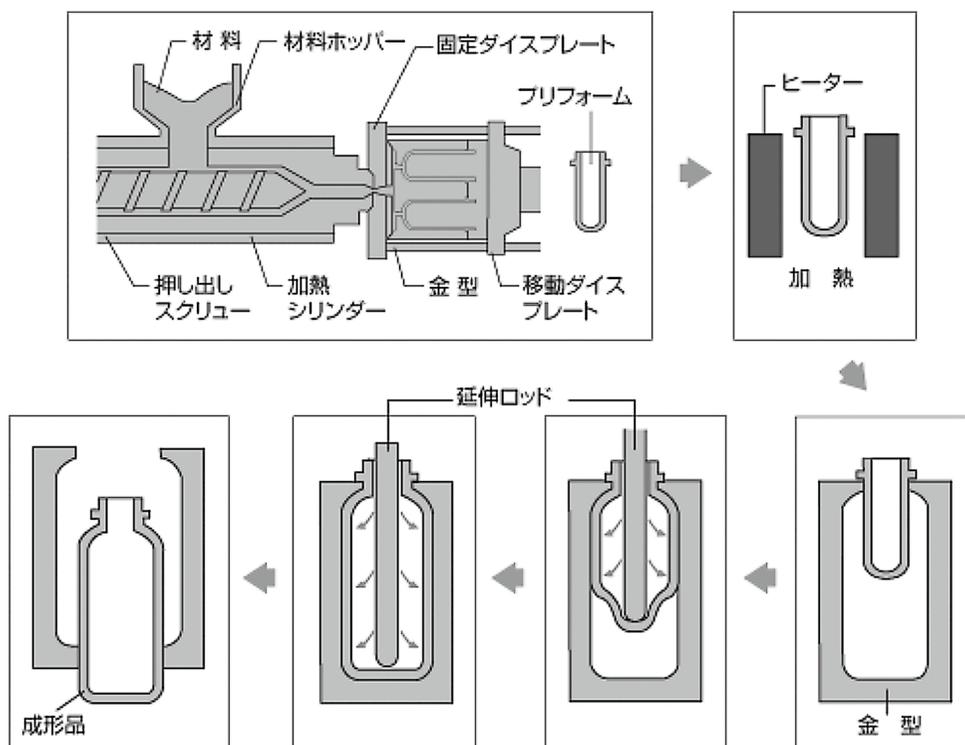
熱後、ブロー成型で嵌合し、延伸ロッドによりプリフォームの底部を金型の底部まで伸ばし、その後圧空エアを吹き込み成形する。延伸ロッドにより縦方向にも伸ばされることがストレッチである。

飲料容器向けには、成形されたボトルが供給されていたが、現在は飲料充填機にストレッチブロー成型機を装備し、ボトル成形と飲料充填を連続して行っている。飲料充填機にプリフォームを供給することでボトルを運搬するコスト、エネルギーが大幅に削減された。また、飲料充填機を無菌化することで、炭酸飲料だけでなく、お茶や乳飲料のような中性飲料もプリフォーム供給により生産できるようになった。

おわりに

プラスチック包装材料は様々なプロセスにより、適切な機能が付与されて製造されている。その機能は内容物の保護ばかりでなく、消費者の使い易さも考慮した工夫も盛り込まれている。プラスチック包装材料は、内容物を消費した後はゴミとなってしまいますが、高度な設計技術と製造技術により量産化されている。今後も製造技術、保護機能、使い易さ等に対する改善が日々行われていく。

日本国内でのプラスチック包装材料の需要の伸びは鈍化しているが、世界的に見れば成長産業と言える。日本における技術開発ばかりでなく、日本の高度なプラスチック包装材料の技術を世界に発信していくことも重要である。



第 11 図 ストレッチブロー成形法

参考文献

- 1) 平成28年日本の包装産業出荷統計、包装技術、平成29年6月号 3頁～16頁
- 2) http://www.sobukikai.co.jp/about_photogravure.html 2017.10.7
- 3) <http://www.sobukikai.co.jp/service/dry.html> 2017.10.7
- 4) <http://sdk-pack.co.jp/technology/laminate.html> 2017.10.8
- 5) <http://プラスチック射出成形.xyz/2016/06/02/> 2017.10.9
- 6) <http://www.asano-lab.co.jp/thermoforming/index.html> 2017.10.9
- 7) <http://www.starbucks.co.jp/oos/huc/> 2017.10.28
- 8) <https://www.morinagamilk.co.jp/products/drink/> 2017.10.28
- 9) <http://www.yoshinokogyosho.co.jp/seikei.html> 2017.10.9
- 10) <http://www.jsia.jp/tokutyo/injection.html> 2017.10.13
- 11) <http://www.nisseikako.co.jp/pet> 2017.10.14