

連載講座

容器・包装の基礎と応用

基礎編 (4) クロージャー (Closure)

杉 崎 喬

1. はじめに

クロージャーとは、蓋・キャップ・栓・王冠などを総称する用語で、ガラス・プラスチック・金属・紙などの容器開封口部を密封するために用いられる。

クロージャーを含めた包装容器は、中味が充填密封されてから、消費者にわたり、消費者が開封するまでの間、中味構成成分を守る役割が必要とされる。言い換えれば、クロージャーを含めた包装容器には中味成分（例えば炭酸ガス）の保持、酸素・水分・香気等に対するバリア性、過酷な外的条件から中味を保護する密閉性が必要である。さらに、消費時点で安全で、容易に開封できる利便性も必要とされる。

また、クロージャーには、商品の一部として視覚に訴えるデザイン機能やイメージも大切な要因である。

クロージャーはガラス瓶、プラスチックボトル、金属容器、紙容器等各種の容器の分野で、容器仕様の変化とともに、大きな市場になったり、衰退したり、変化を繰り返し現在の姿になっている。わが国における特質すべき事項として一例をあげれば、PETボトルが新規に導入された清涼飲料の分野で、開発

された当初に、使用されていたアルミニウム製のロールオンPPキャップ（pilfer-proof cap 第7図）から、ポリオレフィンを使用した樹脂製キャップへの移行が、極めて大きなスケールでなされたことが挙げられる（1990年～2000年頃）。これは清涼飲料業界において、その時点まで使用されていた缶やガラス瓶が、PETボトルに移行するとき、空き容器の回収に伴い回収ボトルを再利用するために、クロージャーシェル材料の金属使用が嫌われ、シェル材料の樹脂化が急速に進んだためである（樹脂に金属片が混入した場合金属は異物となり、外観を悪くする）。

清涼飲料用PETボトルのクロージャーはその開発当初、シェル（shell、殻）と密封材（liner、ライナー材）^{注1）}とから成り立っていたが、昨今、プラスチッククロージャーの分野において、密封技術と密封検査技術の進歩からライナーレスキャップが開発され、その比率は年々多くなりつつある。また、クロージャー製造業における各種技術の進歩は目覚ましく、クロージャー高速大量生産技術の進歩、キャッピングトルク管理技術、外観監視技術等周辺技術の進歩にも著しいものがあり、クロージャーの使用者である充填業者



Takashi SUGISAKI

1964年4月 東洋製罐株式会社 開発部
1995年10月 日本クラウンコルク㈱ 技術開発部 部長
2001年 杉崎技術士事務所 技術士(化学部門)

の充填管理技術の進歩も著しく、さらに高速充填密封管理技術面においても大きな改革があった。

注1) 密封材（ライナー材）：

密封材（ライナー材）は主に金属シェルのキャップに使用される。は、熱可塑性エラストマーに接着性を持たせキャップのシェル内側の天面に貼り付け、キャップを閉めたとき、容器のノズル口天部と圧着させて空気の流通及び中味の漏洩を保護する。ライナー材には柔軟性、すべり性、弾性等が要求される。軟質塩化ビニル、ポリオレフィン系エラストマーやスチレンーブタジエン系エラストマー等が使用されている。その他天然素材のコルクも使用される。しかし、昨今の樹脂製キャップの分野では、嵌合だけで密封性を保つライナーレスキャップが急速に市場を伸ばしつつある。清涼飲料容器で樹脂製キャップにライナー材が使われるケースは特別な場合を除いて極めて少ない。

さて、昨今は食品の販売形態の変化と相まってクロージャーの多様化が目覚ましく、種々の形態で市場に投入されている。特にプラスチック製のシェルを使ったクロージャーは、その作り易さやデザインの多様性の点から、従来の金属キャップの分野に進出し金属の牙城を崩しつつあり、紙容器、プラスチックフィルム容器等、容器の多様化と相まって今後さらなるプラスチッククロージャー製造技術の展開が期待される。

2. クロージャーの材料構成と製造方法

ここまで述べたようにクロージャーは、①シェル材と密封材それぞれ別の材料からなるものと、②シェル自体が密封機能を持つ単

一材料からなるワンピースタイプ（ライナーレス）に大別される。

わが国においては歴史的にクロージャーにはタンパーエビデント性（tamper-evident、悪戯防止機能）が求められるので、新製品の場合は設計段階から留意しておく必要がある。

王冠、スクリューキャップ、ラグキャップなど従来から使用されているほとんどの金属クロージャーと一部プラスチッククロージャーには、密封材自体の性状により、シェルと接着している構成のものと、中栓や打抜きシートパッキングを密封材に用いたクロージャーのようにそれぞれ分離している構成のものがある。

一方ライナーレスタイプのものとしては、密封機能という点から主としてポリエチレンやポリプロピレンを素材としたプラスチッククロージャーにその例がみられる。金属クロージャーからの切り替えで、市場に多く見られるようになってきたプラスチッククロージャーにおいては、金属クロージャーと同等の機能を維持するためにシェルと密封材には異種のプラスチック材料を用いたものが多い。シェル材料には硬質のプラスチックを用い、密封材には軟質のプラスチックを用いるという意味である。

新しい傾向として金属キャップの場合には、開栓時の手切れ防止等の安全対策と意匠効果を高める等を目的として、金属とプラスチックの複合構成のシェルを用いたクロージャーも市販されている（例としてNCC社製のマキシP等 第5図）。

他に、副資材としては金属シェルの保護・意匠効果付与の目的で塗料やインキなどが用いられる。

2-1 クロージャーの構成

1) シェル材料

・ブリキ板

ブリキとは鋼鉄の表面に錫めっきしたもの

をいい、錫の塗布量で分類される。近年の錫価格の高騰で徐々に塗布量の少ないブリキが使用されてきつつある。ブリキは、鋼鉄材の特徴である強靱で錆びにくい性質を利用して、王冠や広口のスクリュウキャップに古くから使用されてきた。錫めっき鋼鉄の外面印刷は美しく、耐蝕性に優れているが、塗膜のタイプや厚みには十分考慮する必要がある。特に硫化物を含む食品向けのキャップでは、内面の傷などにより露出したブリキ鋼鉄が部分は硫化錫が内面に析出することもあり、内面の塗膜管理は重要である。

・TFS (tin free steel)

TFSはブリキと同様な製造工程で製造され、キャップに使用する鋼鉄の硬度や厚さはブリキ板と同等であり、表面に錫がないため安価である。電解クロム酸処理により、表面に金属クロムが層状に形成され、鉄の露出を防止し、塗膜との密着性を良好にしている。TFSは硫化物による黒変は、ブリキより起こりにくいですが、ブリキのような光沢は望めないために、塗料で補う必要がある。

TFSとは別に、1990年頃に「東洋鋼鉄社」がPETフィルムをラミネートした鋼鉄を開発し、上市した（ハイベット）。この素材はPETフィルムがラミネートされているため、塗装工程や洗浄工程が省略できるというメリットがある。キャップでの使用実績はそれほど多くはないが、缶胴では、「東洋製罐社」がTULC缶という名称で清涼飲料分野の缶製品を量産している。

・アルミニウム板

アルミニウムはブリキやTFSと比較して深絞り加工が容易で、易開封性とタンパーエビデント性（tamper evident）^{注2)}を両立できるもっとも適した素材といえる。例えば、スコアに沿って引裂たり、ブリッジを引きちぎって開栓するタイプのクロージャーに使用される。アルミニウムは酸に溶解性があるた

め、酢酸などの有機酸を含む食品には塗料の選定（塗料基材の耐酸性）が重要となる。また、塗膜との密着性を向上させるために、アルミニウム表面を処理して使用することが多い。

注2) タンパーエビデントとは悪戯防止という意味で、毒物などが故意に入れられるのを防止するために、消費者が一度開封したならば、開けたと判断できる機能を指している。タンパーエビデントの同義語に前出のピルファープルーフがある。キャップの裾部にミシン目があり、開けるとミシン目が破れ、瓶にキャップ素材の一部（キャップの裾）が残るので、開けたことが分かる構造になっている。その他、この種の悪戯を防ぐために収縮フィルムを使いフィルムを破らないと中味を使用できない等、食品を安全、安心な状態で消費者に届けるためにいろいろな工夫がなされている。

・プラスチック

プラスチッククロージャーのシェル材には、低密度ポリエチレン（LDPE）、高密度ポリエチレン（HDPE）、直鎖低密度ポリエチレン（LLDPE）、ポリプロピレン（PP）などの其材に滑材（脂肪酸アמיד）、帯電防止剤（界面活性剤）、着色剤等の添加剤を必要に応じて配合した素材を用いる。

特にねじ付きのクロージャーのシェル材料の滑材は密封性と開栓性（開栓トルク）を決める重要な因子である。滑材配合（種類と量）によって与えられるすべり性の程度（摩擦係数）は、閉栓トルクと開栓トルクを決める重要な要因である。この点から、プラスチックPPキャップも、ロールオンアルミPPキャップ^{注3)}と同様に複雑な開閉条件を満たす必要がある。一般にプラスチックは金属に比較して、弾性はあるが剛性は小さい。このため、シェル材にプラスチックを使用する場

合は、金属クロージャーに劣らない物性を加味するために、肉厚や形状に工夫をこらしている。シェル材が開閉機能を兼ね備えたライナーレスクロージャーなどは代表例といえよう。しかし、プラスチックに特有なクリープ特性、ストレスクラック、耐熱性等材料選定にあたっては十分な配慮が必要である。

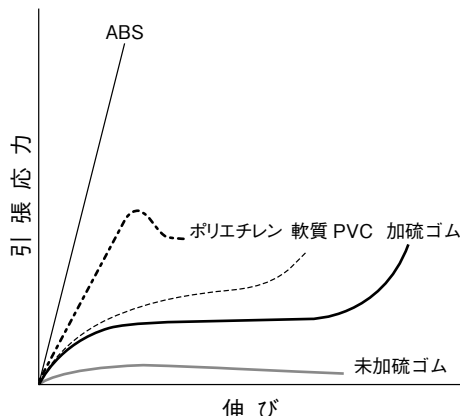
注3) ロールオンPPキャップ：使用前にはキャップのシェルにねじが切られていない状態であり、ボトル口部にこのキャップを装着して、シーリングマシンでねじを切って圧着するタイプのキャップをロールオンキャップと呼ぶ。PPはピルファープルーフの略称。ロールオンキャップの材料はアルミニウムが用いられる。

2) 密封材（ライナー材）

クロージャーの密封材は密栓時の応力によって容器の口部（口天）と接触し、その変形接触により中味の漏洩防止、空気の流通防止、香気成分の逸散などを防ぎ、外部物質との接触による中味の汚染、変質を防ぐ重要な役割を担っている。密封材の重要な性質は、小さな力で容器口天形状に沿って適切に変形し、密栓後はいろいろな環境下での外力がキャップに作用しても、吸収または抵抗するような弾性体であることである。

各種材料の応力－歪曲線の例を第1図に示した。密封材として理想的な挙動を示すのは加硫ゴムであるが、実際に使用されているのは、軟質ポリ塩化ビニル、ポリエチレン系エラストマー、水素添加スチレン系ブロック共重合体、複合系発砲シート（発砲ポリエチレンシート）、コルクジスク等である。

密封材に対する要求特性としては、ほかに、食品安全性、摩擦係数の低いこと、異臭のないこと、耐熱性（殺菌及びレトルト温度に耐えること）、中味成分の吸着の少ないこと等である。コルクジスク、価格が高いため



第1図 応力－歪モデル曲線
出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

最近使用量が減少傾向にある。

3) 塗料・インキ

クロージャーへの塗装は、ほとんど金属クロージャーに限られ、プラスチッククロージャーへの塗装は殆ど行われることはない。金属クロージャーの塗装の目的は、外観の改良（美粧）、素材の防錆（保護）、成形加工性の向上、開栓性（表面のすべり性改良）、密封材の接着性向上、すべり性の改良等である。

また、金属クロージャーでは、内面塗膜と外面塗膜でそれぞれ要求特性が異なる。内面塗膜は内容物と素材の接触による内容物の変敗や素材の腐食防止、密封材の保持、回して開けるクロージャーでの開栓トルクの軽減という性能が要求されるために、ビニル系樹脂、エポキシ系樹脂などをベースとした塗料が、単層または多層構成の状態で使用されている。さらに、開栓トルクの軽減を目的に、容器と接触する面に使用される塗料中には石油系ワックスをはじめ、そのほかいろいろな滑材が添加されている。

外面塗装には外観の美粧のほかに、成形加工・運搬時の摩擦や充填時の熱処理などに対して印刷被膜・素材の保護といった目的があり、ビニル系樹脂やポリエステル系樹脂の塗

料が主として用いられている。仕上げニスと呼ばれる最外面塗膜のすべり性は製品製造及び、密封加工時の生産性に大きな影響を与えるために、内面塗料と同じように、塗料中に滑材が添加されている。その他食品包装の観点から、食品安全性・衛生性には密封材と同様な配慮がなされている。

製品表示を目的とした印刷に使用されるインキには、金属クロージャーの場合はアルキド樹脂の加熱硬化型インキが使用される。プラスチッククロージャーではUV硬化型の樹脂が使用される。

2-2 クロージャーの製造工程

第2図にクロージャーの製造工程を示した。上部が金属キャップ、下部がプラスチックキャップである。金属キャップと比較してプラスチッククロージャーは製造工程が簡略化されているのが、理解できよう。

1) 金属クロージャー

金属クロージャーの製造工程は使用する金属材料、形状等によって若干異なるが、ほぼ

第2図の上側（金属）のような工程を経て製造される。

(A) 塗装・印刷、(B) シェル成形加工、(C) 密封材付与、(D) 検査・計数・包装

以下に各工程の概要を説明する。

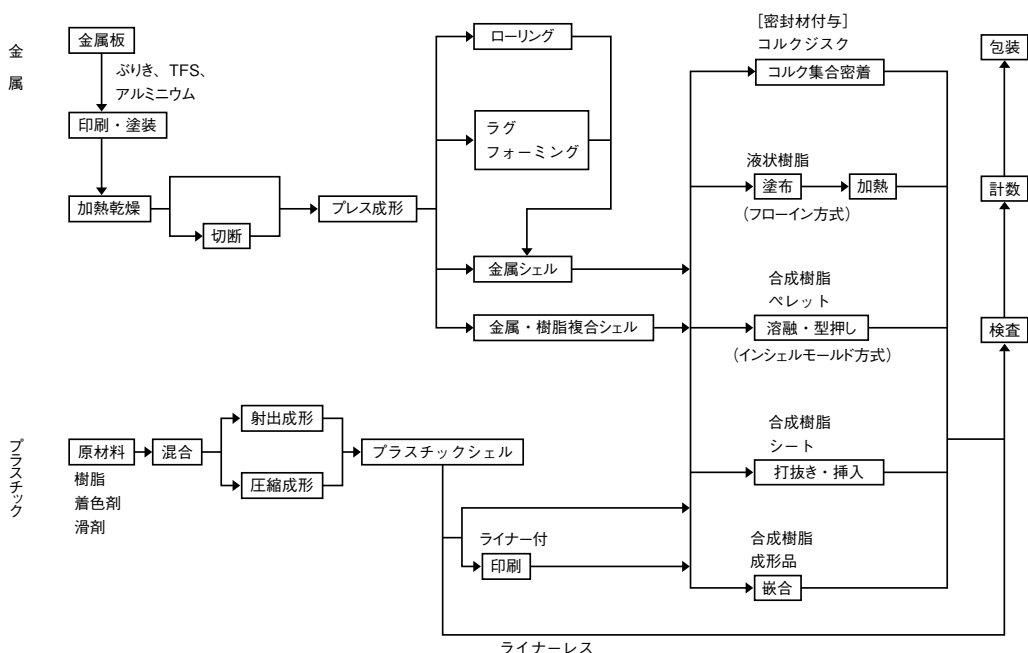
(A) 塗装・印刷

塗装印刷は、ブリキ板、アルミニウム板、ティンフリースティール（TFS）板などの金属クロージャーとして保持すべき性能、すなわち外観意匠、内容物による腐食防止、密封材の保持接着などを与える目的で行われる。各金属はカットシートで供給され、塗装はロール塗装、印刷は平版オフセット印刷方式が一般的である。

尚、TFSの代わりに、PETラミネート鋼板（ハイペット）を用いると塗装工程が裏表で各1回割愛できるメリットがある。

(B) シェル成形加工

塗装・印刷後の板からプレス加工機でクロージャーの最終形状に成形する工程で、ク



第2図 クロージャーの製造工程図 出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

ロージャーの種類により、プレス加工回数は1回から数回を要するものまでさまざまである。また、金属とプラスチックの複合シェルの中には、金属のシェルの一部にプラスチック性のタブやPPバンドを付けたものがある。これは、金属による開栓時の手切れ対策と外観性改良を兼ねたものである。把手（プラスチックのタブ）PPバンドの成形は圧縮成形法（compression molding）で行われる。

（C）密封材（ライナー材）圧着

プレス加工したクロージャーのシェルに密封材（ライナー材）を装着する工程で、ライナー材の種類により異なる。プラスチックゾルやラテックス等で行われているフローイン方式は、液状のライナーを加圧ユニットに封入後、一定圧力でスプレーノズルから吐出し、キャップの内面全体またはキャップ外周部に沿ってリング状に塗布した後、オープンで焼き付け乾燥することでライナーとする方法である。

次に一般的な熱可塑性樹脂（エラストマー）を用いる場合は押出機を利用し、溶融ライナー材をキャップ内に一定量供給後、冷却したコアで圧着固化するインシェルモールド方式がある。また発砲シートパッキングの打抜き品の装着や成形品である中栓などを装着する方式も行われている。パッキングや中栓の脱落防止にはアンダーカットや熱圧着等が利用される。そのほかコルクジスクは接着剤を用いて熱圧着される。以上いずれもこの工程で行われる。

（D）検品・計数・包装

密封材を付与されたクロージャーは、画像処理システム等で変形、異物、印刷状態、汚れ等の検査後計数・梱包される。（第2図参照）

2）プラスチッククロージャー

プラスチッククロージャーの製造工程。

（A）材料混合、（B）シェルの成形加工、

（C）ライナー材の装着、（D）印刷、（E）、検品・計数・梱包の各工程からなる。以下にその概要を説明する。

（A）材料混合

ポリエチレン、ポリプロピレンなどのシェル用基材と着色剤（顔料）、必要に応じて、滑材、帯電防止剤、紫外線吸収剤などの添加剤を混合してシェルの材料とする。通常はこれらの副資材は「マスターバッチ」と称する副資材を高濃度に配合したレジン（基本となるレジン）はシェル材料と同じレジンまたは専用のLDPE材に高濃度の顔料や添加物を配合したものを作成して、成形加工時に所要の倍率で希釈して使用する。

（B）シェルの成形加工

マスターバッチとベースとなるレジンを決められた倍率に希釈混合したものを射出成形機または押出機にかけて混練溶融して冷却金型内に充填し冷却・固化した後シェル製品として取り出す。成形方法は射出成形または圧縮成形が一般的である。どちらも加熱・溶融と冷却・固化に時間がかかるため、多数の金型で対応する。

・射出成形（injection molding）

プラスチックには熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂があるが、両者に対応可能である。射出成形機のシリンダーの中で、一般的に樹脂を融点より50～150℃高い温度に加熱溶融、軟化させて、射出プランジャーまたはスクリューによって固く閉じた金型の中に加圧注入充填し、冷却・固化させて成形品として取り出す成形方法である。金型はキャビティーと称するクロージャー外面とコアと称するクロージャー内面からなり、樹脂はこの隙間に充填される。製品の取出しは金型を開くと、冷却後製品は金型コア側についてくるので、コアの突出しピンで落下させる。射出成形法はクロージャー以外にも、いろいろな形状のプラスチック製品に対応可能な成形方法であり、もっとも多様なプラスチック製品に対応

可能な成形方法である。

・圧縮成形法 (compression molding)

圧縮成形は熱硬化性樹脂を使用するために開発された方法である。クロージャの分野では熱硬化性樹脂を使用することは殆どない。クロージャに使用される樹脂は熱可塑性樹脂である。冷却した金型内（キャビティーと称しローレットと呼ぶ縦溝のあるクロージャの外面となる）にシェルの質量に合わせて、正確に計量された溶融状態の樹脂ペレットを投入した後、コアと称するクロージャの内面形状の金属棒状のねじを切った機具を打ち込み（型閉めの状態）、冷却後金型を開くとクロージャはコア側についてくるので、コア中央部に設けた突出しピンで突出しクロージャを落下させて取り出す。ペレットの溶融は押出機で行い、押出量は厳密に計量され、押出機先端から出てくる棒状の樹脂はプロペラ状の回転刃でキャビティー内にペレット状の樹脂が落下するよう切落される。押出機への樹脂の供給は射出成形の場合とほとんど同じである。

(C) ライナー材の成形

シェルにライナー材を付ける工程は金属シェルの場合と同様圧縮成形法で行われる。

現在ではプラスチッククロージャは炭酸ガス飲料用途（耐圧ボトル）の一部、果汁入り炭酸ガス飲料（耐熱圧ボトル）等を除き昨今はライナーレスキャップが主流である。

(D) 印刷その他

クロージャの側面あるいは天面に文字、図柄等を必要に応じて印刷する工程である。金属クロージャと異なりプラスチッククロージャの印刷は個別に印刷するのが基本的に異なる点である。また、印刷をする前に印刷面にインキの密着性をよくするために、火炎処理またはコロナ放電処理が行われる。これによって樹脂表面の表面張力が高くなり、インキの濡れ性が良くなり、密着性が大きく改良される。印刷方式はスクリーン印



第3図 マキシー P（複合キャップの例）
出典：日本キャップ協会のホームページ

刷、パッド印刷、凸版オフセット印刷が主であり、その他の印刷以外の加飾方式には熱転写、ホットスタンプ、印刷ラベル等が用いられることもある。

(E) 検品・計数・梱包

金属キャップと同様な方法で外観検査・計数・梱包が行われる。（第2図参照）

3) 複合キャップ

密封材料（ライナー材）以外にクロージャの機能を高めるために、金属に樹脂素材を組み合わせるそれぞれの長所を生かした複合キャップがある。代表的なものとしてマキシーPがある（第3図）。マキシーPは塗装されたアルミニウム板からシェルとなる部分を形成し、内面側にライナー材装着工程でライナー材を装着後、専用の樹脂タブ成形機でタブ成形と同時にライナー材付アルミニウムシェル部分とを合体させて製造される。以後、他の製品と同様に検品・計数・梱包工程を経て製品となる。

マキシーPはキャップの種類としてはティアオフキャップ（tear off cap）に属する。金属取手の先が指の入れる部位をプラスチック（HDPE）で圧縮成形したものである。

3. クロージャの種類と特徴

3-1 クロージャの分類

各種のクロージャをシェル材料、密封方

法および開封方法の特徴別にまとめると、第1表のようになる。

1) クロージャーのシェル材料による分類

表に示したように、クロージャーのシェル材料は金属及びプラスチックがほとんどであり、そのほかに紙栓（牛乳ガラス瓶用途）、コルク栓のような天然素材がある。生活環境の変化に伴い使用される素材は急速に変化してきた。清涼飲料関係では1990年代にPETボトルの分野でアルミニウムからプラスチックへの移行が急速に進み現在では飲料用PETボトルにアルミニウムが使用されることはない。しかし、レトルトを必要とするコーヒー飲料分野ではボトル缶が開発され（2000年頃）、そのクロージャーとして、アルミニウムのロールオンPPキャップが復活しつつある。

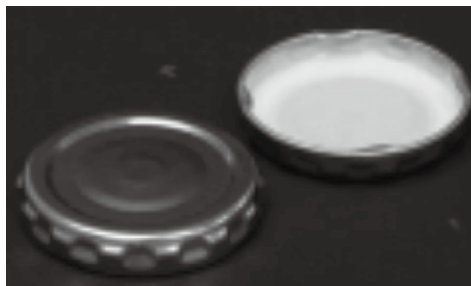
一方プラスチック素材のキャップの開発は日進月歩で常に新製品が登場している。

清涼飲料PETボトルの分野ではプラスチッククロージャーは耐熱PETボトル用途のポリプロピレン（PP）製の2ピース（シェル＋ライナー材または中栓）キャップが主体であったが、充填技術の進歩で耐熱ボトルから、無菌充填（Aseptic Processing）システムの開発とともにキャップの素材も高密度ポリエチレン（HDPE）の1ピースキャップが主体となりつつある。素材がPPからPEに変わることにより、すべり性（摩擦係数）の問題が解決され、生産性、品質の両面で改良がなされた。また、高価なライナー材が不要となり、材料面でのコストダウンも行われ、消費者に還元された（2005～2015年）。

クロージャー業界における材料の使用動向は全般的に見て、金属からプラスチックへの移行が現在も盛んな状況にある。

2) クロージャーの密封方法による分類

クロージャーは充填した内用品を使用する



第4図 ラグキャップの例
出典：日本キャップ協会のホームページ

まで密封保持し、開封されて内容品密封の役目がなくなった時点で一般的にその使命を終えることになる。しかし、清涼飲料やジャム、ガラス瓶入りの菓等の中味ではリシール性と称する再キャッピング性能が求められることがある。密封方法には、ねじ込み（回転）、ロールオン及びプレスオンがある。ねじ込み密封はあらかじめねじを形成したクロージャーに用いられ、容器口部のねじに沿ってクロージャーを回して締め付けることにより、密封する方法である。この方式にはラグキャップ、スクリューキャップ、CRキャップ等が該当する。ラグキャップについては第4図を参照。

ロールオン密封は、前述したとおり、ねじなし状態のアルミ製シェルを容器口天にかぶせ、クロージャーの外側からローラーで圧力をかけながら、容器口部のねじに沿ってねじを形成して、密封する方法である。

プレスオン密封には、コルク栓や紙栓のようにクロージャーを容器口部に単純に押し込む方法と、王冠、冠頭、ティアオフキャップ等のようにクロージャーを容器口天に押し込みながら嵌合させる方法がある。

プラスチッククロージャーの場合は形状によりねじ込みとプレスオンのいずれかの方法が適用される。しかし、ロールオン方式のようにあとからねじを形成するような方法は基本的にできない。（第1表）

第1表 クロージャーのシェル主材料、密封方法及び開封方法による分類

シェル主材料	クロージャー 品種名	巻締方法			開封方法					
		ねじ込み	ロールオン	プレスオン	回す	引っ張る	引き裂く	引き抜く	こじる	押す
金属	スクリュー キャップ	○			○					
	ラグキャップ	○			○					
	ロールオン キャップ		○		○					
	ロールオン PP キャップ		○		○					
	ブルオフ キャップ			○			○			
	ティアオフ キャップ			○			○			
	王 冠			○					○	
	冠 頭			○						
	ローヤル キャップ			○			○			○
	カールド キャップ			○						○
	キャンロック			○			○	○		
プラス チック	スクリュー キャップ	○			○					
	PP キャップ ^{注)}	○			○					
	TE バンド キャップ ^{注)}	○			○					
	ブルオフ キャップ			○		○				
	ティアオフ キャップ			○			○			
	CR キャップ ^{注)}	○			○					○
天然 素材	プラスチック 製栓			○				○		
	コルク栓			○				○		
	紙 栓			○				○		

注) TE；タンパーエビデント、PP；ピルファーブルーフ、CR；チャイルドレジスタンス
 出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

第2表 クロージャーに求められる機能

機 能		内 容
密 封 性	耐圧密封性	ガス入り（炭酸飲料等用としてガス漏れ強度性能 ジュース、加工食品用としての減圧密封保持
	耐減圧密封性	
	常圧密封性	常温常圧充填品用としての中味の漏れ防止機能 （中味の転倒時の漏れ防止等）
開 栓 性	イージーオープン性	特別な機具等を用いず素手で容易に開栓できる機能
	機具使用開栓性	開栓用器具を用いることで容易に開封できる機能
リシール性	ねじのリシール性	一度開けて使用したクロージャーを元の容器口部に押し 嵌めることによりリシールできる機能
	押嵌めリシール性	一度開けて使用したクロージャーを元の容器口部に押し 嵌めることによってリシールできる機能
その他機能	不正・悪戯防止 （ピルファーフールフ性） （タンパーエビデント性）	一度開栓するとクロージャーの一部、もしくは全体が 破壊や変形したりすることにより、悪戯もしくは故意に 開封されたことが明確にわかる機能
	チャイルドレジスタント性	乳幼児が誤って飲食することを防止するため、乳幼児が 開栓できないように工夫した機能
	ベント性	ガス入り飲料等で開封時にクロージャーがガス圧で、周 囲に飛びはねることを防止する機能

出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

3）クロージャーの開栓方法による分類

クロージャーの開栓方法には回す、引っ張る、引き裂く、引き抜く、こじる、押すなどがある。

3-2 主なクロージャーの特徴

クロージャーに求められる機能は多種多様である。特に密封性と開栓性は二律背反の関係にあり、これらを両立させる技術要素が求められる。

1）金属クロージャー

(A) 王冠（Crown）

形状が王冠に似ていることから名付けられた名前、歴史は極めて古く、安価で、あらゆる条件下で優れた密封性を有し、高速生産性に優れていて安価である。最大の欠点は開栓時には栓抜き（機具）を使用しないと開けられないという点にある。シェル材としてはTFS、ブリキが多く使用されているが、カットエッジが腐食するという問題もありステンレスも一部使用されることがある。

(B) ラグキャップ（lag cap）

キャップの一部にねじの代わりになるラグと呼ばれる突起を有する。（第4図の右上参

照）容器とラグの噛み合い、わずかな回転角度で開き閉めができる優れたイージーオープン性を持つ。側面にねじが見えないため、すっきりして美しい外観性を示す。キャップ天面にセーフティーボタン機能を有しているものは、キャップの開栓時に減圧が解除されボンという音がする。材料には高い剛性が必要とされ、高張力のブリキやTFSが一般的に使用される。（第4図 ラグキャップの例を参照）

(C) プレスオンツイストキャップ（PTキャップ）

PTキャップでは、キャップ内面に塗布されたライナー材がキャッピング時の加熱によって軟化し、容器のねじに沿って、ライナー材にねじが形成される。キャップ天面にはピルファーフールフ機能として、セーフティーボタンが付与されている。多くの用途はベビーフードの分野である。シェル材にはブリキやTFSなどの金属が用いられる。

キャップ側面内側のライニング・コンパウンドを加温し軟化させた状態でびんに被せる。びん内部の減圧により、コンパウンドが

びんのネジ部に押しつけられ、びん口の細い多条ネジに食い込むことで嵌合する。開栓時には天面のボタンが“ボン”と音をたて跳ね上がるので、密封状態を確認できる。ベビーフードなどのびん詰め食品に多く使われている。



第5図 PTキャップの例
出典：日本キャップ協会のホームページ

(D) スクリューキャップ

固形状の中味の充填、取出しが容易な口径の大きな容器に用いられるキャップで、キャップの内面にあらかじめねじが形成されている。回すことで容易に開栓、リシールができるため、従来から食品や医薬品用途等に用いられている。



第6図 スクリューキャップの例
出典：日本キャップ協会のホームページ

(E) ロールオンPPキャップ

キャップが開栓されるときにキャップの裾部についているブリッジがスコアを介して、

切断され、開栓した証拠が残る機能を持ったキャップである。シェル材であるアルミニウムの物性をクロージャーの機能に十分に生かした代表的なキャップである。密封性に加え、イージーオープン性、タンパーエビデント性及びリシール性をバランス良く兼ね備えているために、清涼飲料容器（PETボトルを除く）はじめ広い分野で最も多く使用されている。金属とプラスチック製のものが市販されているがプラスチックについては後述する。



第7図 ロールオンPPキャップ
出典：日本キャップ協会のホームページ

(F) ティアオフキャップ (tear off cap)

このキャップはスコアを刻んだアルミニウムシェルをスコアに沿って切り裂き開栓するタイプで、全くリシール性はないが、卓越したタンパーエビデント性とイージーオープン性を兼ね備えている。スコアの位置と形状により、円周方向に引き裂くタイプと天面を引き裂くタイプがある。



第8図 ティアオフキャップの例（円周方向に引き裂くタイプ）
出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

(G) その他のキャップ

王冠のようにキャップ裾に襷があるパナキャップ、オムニアキャップ、また、日本酒ビンに使用している冠頭等がある。ブリキを素材にしたその他のキャップには金属缶用蓋としてドレッシーキャップやガロン缶用キャップ（ロイヤルキャップ、キャンロック）などがある。アルミニウムをシェル素材にしたキャップには、酒ビン用の冠頭（第9図）、リングプルキャップがある。

尚、これらの詳細は「一般社団法人日本キャップ協会」のHPの製品紹介の欄に写真、用途等概要が記載されているので、併せて参照されたい。



第9図 冠頭の例（日本キャップ協会）

日本酒一升壇用の蓋で、簡易リシールが可能特徴中栓と中栓を覆う金属製封緘具からなり、金属製封緘具を取り除くとキャップを開栓することができ、冠頭の内側に挿入されている中栓がリシール部品として使用される。

2) プラスチッククロージャー

プラスチッククロージャーには、形状の自由性が容易にできるという特徴から、求められる機能に応じて任意の形状を組み合わせたものが数多くある。金属クロージャーの場合には、ねじ、タンパーエビデント機構、開けやすくするためのローレット等の形成に多くの後工程が必要であるが、プラスチックの場合は、これらの機構に加えて、必要に応じて注出孔やヒンジ機構等がシェルの成形時に同

時にできる。

(A) スクリューキャップ (screw cap)

金属の場合と同じように密封、開封をねじの回転で行うキャップである。また、プラスチックの場合は側面に任意のローレットを成形時に形成できるというメリットがある。

また、密封性の要求程度に応じてライナーレスや各種のパッキングの装着も可能である。単純なものは、インスタントコーヒー、クリーミーパウダー、調味料の蓋等に用いられている。

(B) プラスチックPPキャップ（ビルファールーフまたはタンパーエビデント）

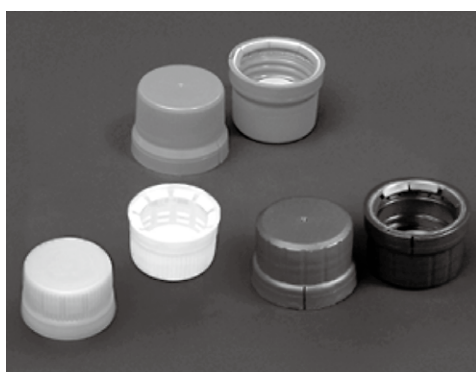
・清涼飲料関係

PP機構にはメカニカルタイプとヒートシュリンクタイプがあるが、我が国において清涼飲料用途に使用されるのはメカニカルタイプである。メカニカルタイプはそのほとんどが清涼飲料用途のPETボトルに使用され、一部が焼酎の大型PETボトルに使用されている。メカニカルPPバンドとしてはフィン、フラップ、ラチェット、アンダーカット等がある。フィンタイプの商品にはフィンロック（NCC社）、ウイングロック及びダブルロック（アルコア社、CSI社）、プラストップ（OI社）及びデュエット（MCGクロージャー社）がある。

ラチェットタイプにはユニロック（NCC社）等がある。アンダーカットタイプにはオブリストクラウン社のAOキャップがある。わが国ではリサイクル事業の進展とともに、清涼飲料PETボトル用途として本格的にこれらのキャップが採用され、PETボトルの分別回収事業とともにメカニカルリサイクルと化学リサイクルに分かれた、大きな再生事業（リサイクル材を用いてPET繊維用途の樹脂、清涼飲料ボトル用途の樹脂を製造販売）を形成している。第10図～12図にNCC社の各種清涼飲料用途のキャップの事例を示した。



第10図 フィンロック（フィンタイプ）



第11図 NC フラップ（フラップタイプ）



第12図 フック ASEP（アンダーカットタイプ）

出典：日本クロージャー(株)のホームページ

以下に第10図～12図の概要について説明する。

TEバンドの内周に設けた板状のフラップ、フィン（ひれ）またはアンダーカットが対象容器ノズル部のアンダーカットに引っかかり、開栓時にバンドが口部に残り開栓したことを示すタイプで、いずれもTE性に優れたキャップである。

また、「一般社団法人 日本キャップ協会」のホームページの他にも「NCC社」、「CSI社」、「日本山村硝子社」他加盟企業のホームページに製品事例が多数紹介されているので、併せて参照されたい。

・その他のPP性（TE性）キャップ

よく使われるキャップにスコア付キャップがある。中栓にリングが形成され、それに隣接してスコアが設けられているプルキャップ、プルキャップとヒンジキャップを組み合わせたプルヒンジキャップ、ティアオフキャップと同様にキャップ裾部にタブがあり、これに接続してキャップ内面側にスコア



第13図 プルヒンジキャップの例（NCC）



第14図 サイドスコアキャップ
出典：日本キャップ協会のホームページ

が設けられているサイドスコアキャップがあり、調味料、食用油などの容器に使用されている。これらのキャップはねじがなく、プレスオンで密封されるものが多い。

第13図にプルヒンジキャップ、第14図にサイドスコアキャップの例を示した。

(C) その他のクロージャー

各種のクロージャーと組み合わせて使用するオーバーキャップがある。ティアオフキャップ、リングプルキャップ等に用いているポリエチレン製のキャップは衝撃からの保護の役割も果たしている。プルキャップ中栓などの上に被せて装飾性や替え栓としての機能を持っているものもあり、卓上型のソース容器などに用いられる。ほかに、王冠とヒンジを組み合わせたものもある。特殊なものとして、乳幼児が開けられないように工夫したチャイルドレジスタントキャップがある。また、複数の部品を組み合わせたものとして、アルミ箔をインサート成形したものや、プラスチックキャップにスプリングなどの金属部品を組み込んだものもある。

4. クロージャーの性能

クロージャーに要求される機能は、容器に充填された中味を完全に密封保護することと、容易に開栓できることである。その他に食品衛生性、耐内容物性、悪戯防止機能、使用時や保管時の便利性等である。以下にこれらの概要について述べる。

4-1 密封性能

クロージャーの密封性能は清涼飲料の容器に関する法律（厚生省告示20号昭和57年2月16日）の中に規定されている。また、JIS S 9017王冠（1994年3月1日廃止）に規定されていた方法に準じて現在でも試験評価を行っている。このほかにも、製品が取扱い上受けるであろうと予測される衝撃にも耐える必要があるので、実用に適した試験が行われている。

1) 厚生省告示20号による試験

第3表にその概要を記載したので、参照されたい。

2) JIS S 9017「王冠」（1994年に廃止）による試験

第3表 厚生省告示 20 号に規定され、現在一般的に行われている試験方法の概要

試験項目	試験方法	規格値	対象内容物	対象容器
1. 持続耐圧試験 ^{注1)}	希硫酸－炭酸水素ナトリウム 45 ± 2℃の温水中に 2H 放置	ガス漏れのないこと	炭酸ガス飲料	ガラス瓶 PET ボトル ボトル缶
2. 持続耐減圧試験 ^{注2)}	密栓した容器に真空度計を差し込み 200mmHg で減圧する	メチレンブルー着色のないこと	熱間充填した清涼飲料水	PET ボトル ボトル缶 ガラス瓶
3. 耐減圧試験	内容物を満たし、密栓した容器を 45 ± 2℃で横向き 24H 放置	空気漏れのないこと	熱間充填した清涼飲料水	ガラス瓶 PET ボトル ボトル缶
4. 漏水試験 ^{注3)}		内容液漏れのないこと	無炭酸飲料 無菌充填した清涼飲料水	ガラス瓶 PET ボトル ボトル缶

出典：森文雄 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995）

注1. JIS の試験では、希硫酸－炭酸水素ナトリウム法で一定の容器に一定の内圧で 1H 保持し、漏れの有無を調べる。

注2. JIS の試験では、一定量の瓶に温水を満たし、95℃に保った後打栓して 24 時間 26.664 (kPa) の条件下で放置後メチレンブルーによる着色の有無を調べる。

注3. JIS の試験では、約 20℃の水を充填して、打栓時の水温より 30℃高い恒温器中に放置して漏れの有無を調べる。

(A) 瞬間耐圧試験

中味を充填、施栓した包装容器を瞬間耐圧試験装置に取り付け、一定の圧力で昇圧し、クロージャーの耐圧度を調べる。JISでは9.0kgf/cm²以上の圧力に耐えることと記載されている。ガラス製容器、PETボトル、缶容器の主として炭酸飲料を充填する場合に適用される。

(B) その他の試験

持続耐圧試験、持続耐減圧試験、漏水試験等があるが、詳細については省く。第3表及び注を参照されたい。

3) その他の試験

(A) バリア性

気体の透過に関する試験で、水蒸気、酸素、二酸化炭素、食品のフレーバー成分、包装容器外からの異臭成分等が対象となる。水蒸気透過は塩化カルシウムを用いる重量法や水蒸気圧法などを応用して測定する。その他の諸物質の測定はガスクロマトグラフィーなどの分析機器を利用して測定する。(第3表)

(B) その他試験

・積圧試験

製品に定められた温度で一定の荷重をかけ、一定時間放置後漏れの有無を調べる。

・振動試験

輸送による振動に耐える設計になっているかを主として調べる試験で、振動試験機を使って時間、振動数、加速度、振幅など負荷に対して包装形態を定めて、試験を行う。

・落下衝撃試験

製品を一定の高さから倒立落下させる落下衝撃試験や、一定の錘を製品に落下させる落錘試験で漏れの有無を調べる。他にウォーターハンマー試験、ケース落下試験などがある。

・サーマルショック試験

製品を一定の高温下で保管した後、急冷して、ガス漏れ、液漏れの有無を調べる。

・ヒートサイクル試験

製品を高温条件下及び低温条件下で一定時間保管するサイクルを繰り返し行い、漏れの有無を調べる。

4-2 開栓性能

クロージャーの開栓方法には機具を使用する場合と素手で開栓する方法がある。

クロージャーの開栓方法には回す、引き裂く、引っ張るなどがある。開栓性能を支配する要因はクロージャーに使用しているブリキ、アルミニウム、樹脂等のシェル材の物性、塗料やライナー材の滑性などがある。その他回して開栓する場合には内用液が瓶の口天に付着・固化して開栓性を悪くすることがある。また、引き裂いて開栓する場合にはシェル材料に後加工をするときのスコア深さ、形状などの条件も影響する。

いずれにしても開栓機能は液漏れと二律背反の関係にあり、今後の解決すべき課題としてさらなる研究が必要であると考えられる。

4-3 その他性能

近年クロージャーに求められる基本性能(漏れない、開栓しやすい)の他に商品の流通機構の変化に伴い、種々な性能が市場から求められるようになってきた。

1) 耐内容物性

クロージャーに使用しているライナー材や塗料が直接中味と接触するとき、中味の味や匂いを変化させてはならない。また中味との接触でクロージャーのシェル材やライナー材に錆び、亀裂などの損傷を防ぐための工夫がなされている。

2) タンパーエビデント性

消費者が製品を開栓するとき、その製品がすでに開けられた履歴があるか否かを確認できる機能である。クロージャーへの機能の付加にはクロージャー自体に機能を持たせる方式とシュリンクフィルムなどで製品を保護する方法がある。清涼飲料の場合はほとんどがクロージャーの下部に各種タンパーバンドやスコアを設けたものである。

3) リシール性

中味を何回にも分けて使用するような製品向けのクロージャーに要求される機能である。開栓、閉栓を何回も繰り返すことができる機能である。

4) ベント機能

炭酸ガス飲料用のクロージャーで、開栓時にクロージャーが瓶から急に飛びはねることを防止する機能である。ねじを不連続にしてガス抜けを容易にするような工夫がなされている。この問題は中味が腐敗、発酵して炭酸ガスを放出する場合にも起きることがある（例えば清涼飲料の飲み残りをリシール後に常温放置、充填時の殺菌不足等）。

5) スタック機能（防止機能）

スーパーの店頭などで、製品を立体的に展示できるように工夫した機能である。例えば、クロージャー天面と瓶底を嵌合できるような形状にあらかじめ寸法を決めておくことなどがある。その他、クロージャー同志の天外面と底内面が嵌合し、製品充填時に整列機中でキャップ同志が離れず、キャップピングができなくなるという問題もある。

6) チャイルドレジスタンス性（CR性ともいう）

医薬品などのボトルの場合に幼児が悪戯で、誤飲すると大変なことになる場合がある。このような事故を防止するための機能である。しかし、幼児だけでなく大人でも簡単に開けられないという問題もある。CR機構はシェルが2重構造になっていて、キャップを瓶側に押し付けながら回すと開けられるという構造のものが多くある。

7) 装飾性（加飾性、デザイン性）

クロージャーの形状は製品イメージに重要な影響がある。そのため容器と一体となったキャップデザインが考えられるようになってきつつある。図柄印刷、エンボス加工、シェル形状などを組み合わせて、装飾性をアピールする。

8) 中味の取出し

容器から中味を取り出すときの使い易さはキャップの使命の一つである。注ぎ易さ、液切れの良さ、定量性などの機能が求められる。

5. クロージャーの衛生規格

わが国では、クロージャーについての衛生規格基準は定められていない。従って、厚生省告示第20号を準用し、使用する目的と材料によってキャップ製造企業の自主規格を参考としているのが現状である。ただし、厚生省告示20号における清涼飲料水規格の中で、クロージャーの物理物性に関わる規格が規定されている。

一方欧米ではほとんどの国がクロージャーに関わる衛生基準を定めている。

5-1 国の規格

清涼飲料水の容器用クロージャー（厚生省告示第20号）があり、昭和57年に制定後、改正が重ねられていたが、FAO/WHO合同食品規格委員会のナチュラルミネラルウォーター等の規格設定の見直しに準じて、国際的調和や他法令との整合性を取って、平成26年12月22日に規格基準が全面的に改正された。厚生労働省告示第482号。

ただし、改正内容は飲料の溶出物質に関する規定であり、容器に関する部分は、20号がそのまま残ることになる。すなわち、使用条件により持続耐圧試験、持続減圧試験、耐減圧試験、漏水試験のいずれかが適用される。

尚、類似の規格を定めていたJIS S 9017「王冠」は廃止された。

5-2 自主規格

金属クロージャーに関しては金属キャップ協会^{注4)}の自主規格「食品用金属製キャップに関する金属キャップ協会衛生基準」があり、金属クロージャーに使用できる材料のポジティブリスト及び製品の溶出試験法とその規格を定めている。

注4) 金属キャップ関連事業の総合的な発展を図るため、金属キャップ同業者団体「金属キャップ協会」として昭和56年4月1日に発足した。事業内容は、金属キャップに関する総合調査、理論的技術的研究、資料情報の収集・提供および行政施策に対する協力、公的規格の普及促進である。平成9年5月に「金属キャップ協会」から「一般社団法人日本キャップ協会」に名称変更された。

尚、この協会衛生基準は、各都道府県に対する当局の事務連絡（昭和58年3月5日）により、国で定めた基準に準じて当面運用される「準規格」と位置づけられている。

5-3 諸外国の状況

諸外国においてもクロージャーとしての明確な法規は少ないが、米国、ドイツ、イタリアにはクロージャー密封材の規定がある。米国のFDA（Food&Drug Administration）の規格で密封材のポジティブリスト及び溶出試験が定められている。

溶出試験はすべて倒立で行う。

参考文献

- 1) 食品包装便覧 日本包装技術協会（1988年3月）
- 2) 包装技術便覧 日本包装技術協会（1995年7月）
- 3) 包装実務ハンドブック 日刊工業新聞社（2001年1月）
- 4) 日本キャップ協会HP（2017年）
- 5) 日本クロージャー(株)HP（2017年）

