



カップ用無菌充填シール機について

四国化工機株式会社

橋本 諒介

1. はじめに

四国化工機は 1983 年に当社初となる無菌充填機を開発し、乳業メーカー様に納入した。この機械はゲブルトトップ紙容器用であったが、以来 34 年以上にわたり無菌充填機の開発を続け、現在はゲブルトトップ紙容器をはじめレンガ型紙容器、カップ、PET ボトル、紙製円筒型容器、ガラスびん、ピロー型パウチ、BIB という、多岐にわたる容器の無菌充填機を持っている。それらの出荷台数は合計 300 台を超える。



写真 1 カップ用無菌充填機 ULA シリーズ

今回紹介するのは、カップ用無菌充填機 ULA シリーズである。（写真 1）

ULA シリーズで生産する事ができる商品はカップ入りデザートとカップ入りドリンクである。これらの商品の多くはチルド充填・チルド流通であり、この場合、それらの賞味期限は 2 週間以内であることが多い。流通（販売店）の立場では、賞味期限が長い方が取扱い易く、さらに、チルドではなく常温で流通できればなお取扱い易い。

無菌充填はこれらの要求を、食品本来のおいしさ（風味・栄養・色調）を損なうことなく満たすことのできる技術であり、デザートやドリンクに限らず、多くの食品で今後ますます採用される機会が増えてくると思われる。

2. ULA 機の説明

シリーズを構成する機種は大別して 2 つに分けられる。ホルダープレート（リテーナー）に 10 個の穴がある（10 列：最高能力 20,000 個/時）の ULA-200 と、6 個の穴がある（6 列：最高能力 12,000 個/時）の ULA-120 である。それぞれに蓋材仕様や充填ノズル仕様の違いなどで細かい違いはあるが、それらのご採用いただくユーザー様の要求に合わせた設計とすることも可能である。

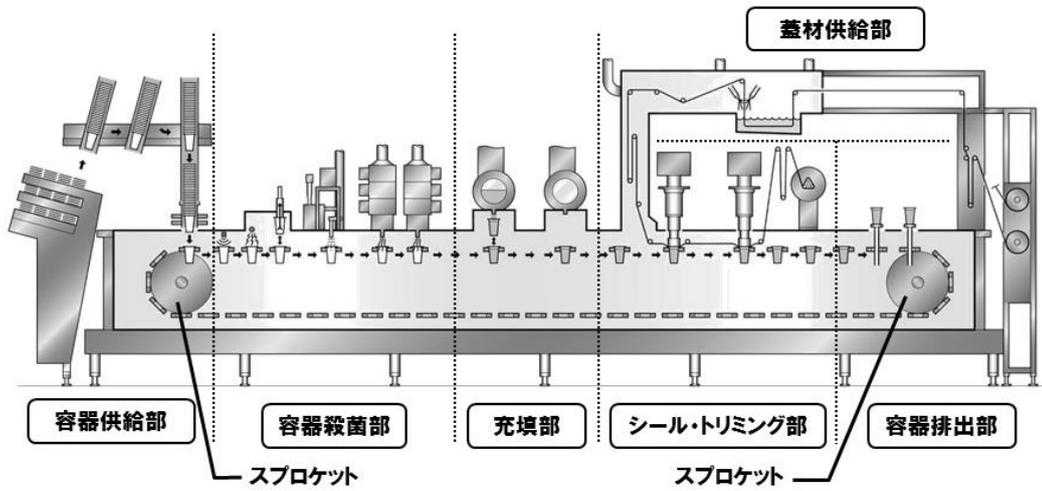


図1 ULA機 断面図

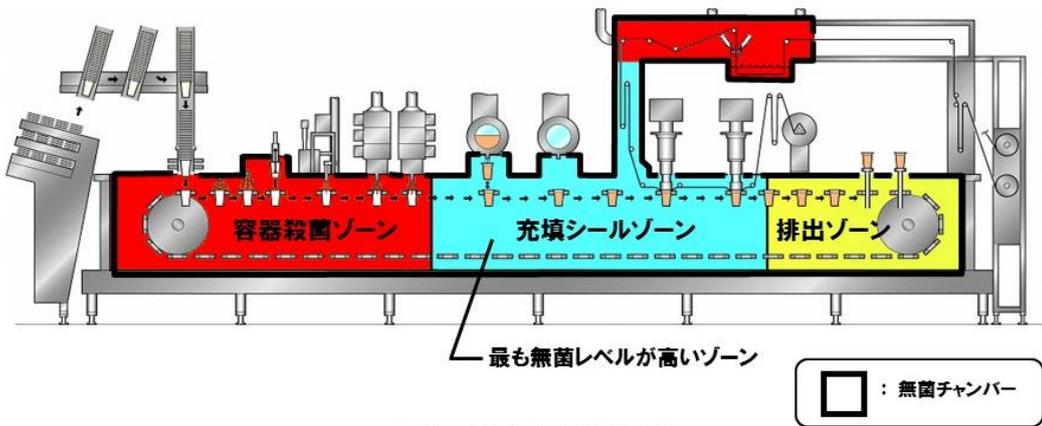


図2 ULA機 無菌レベル

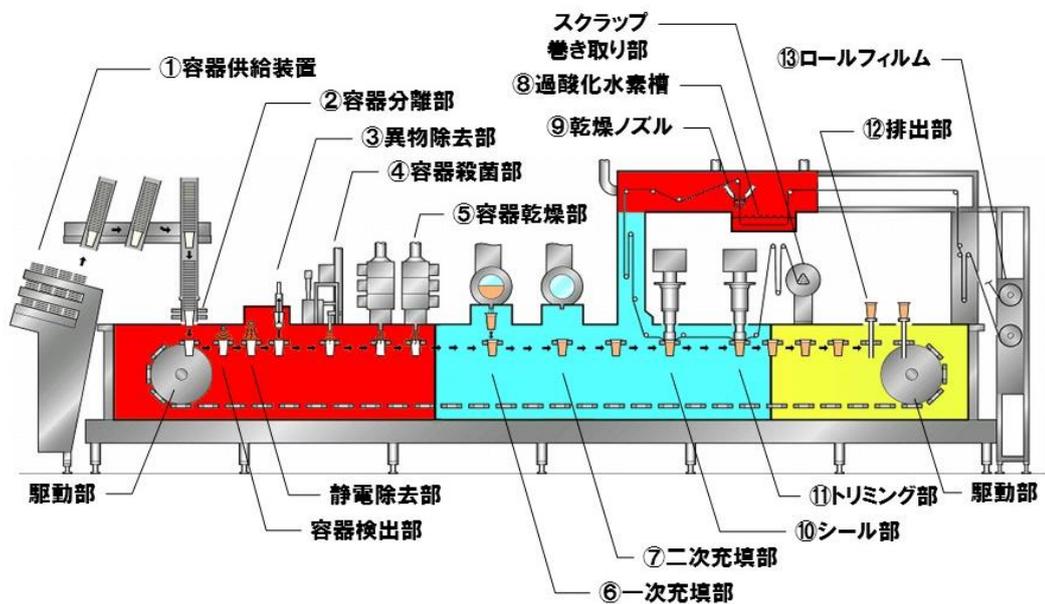


図3 ULA機 各部名称



図 1 は ULA 機の断面構造である。

ULA シリーズ機の構造は、無菌チャンバー内に容器供給・容器殺菌・充填・蓋材供給・シール・容器（製品）排出などの機能を持った各装置が搭載される形で構成されている。無菌チャンバーの中には、ホルダープレートが左右（図では手前と奥）の搬送チェーンで無限軌道状に繋がれた搬送コンベアがある。搬送コンベアの駆動は、前後のスプロケット両方を駆動することでチェーン負荷を下げ、チェーンの伸びを抑えている（ULA-200 のみ）。

コンベア上部には、充填やシールなどの機能を駆動するセクションが配置されている。

無菌チャンバー内は、要求される無菌レベルの高さによってゾーン分けされている（図 2）。

無菌性が最も要求されるゾーンは充填シールゾーンであり、ここにクリーン（無菌）エアが送り込まれる。クリーンエアはゾーンの境界を通り過ぎて容器殺菌ゾーンと排出ゾーンに流れ込む。容器殺菌ゾーンには運転中、常に未殺菌の容器が入って来るが、仮に容器に菌が付着していても殺菌されるか、浮遊した場合でもクリーンエアの流れがあるので充填シールゾーンには入って来ず、排気とともにチャンバー外に排除される。

排出ゾーンは容器を排出するためのリフターがあり、常に無菌チャンバー外と往復している。万一、リフター等によって菌の持ち込みがあっても、容器殺菌ゾーンと同様、クリーンエアの流れによって充填シールゾーンには入ってこない。

無菌チャンバー全体としては、排気量を適正に設定することで無菌チャンバー内を陽圧に保ち、外部からの菌や異物の侵入を防いでいる。

次に各セクション機能と特徴を説明する（図 3）。

① 容器供給装置

人手にて楽に容器供給できるよう、低い位置にしてある。各列には最高スタック高さ 520mm の容器を 8 本装填することができる。仮にスタックピッチ（空容器を積み重ねた時の積み重ねピッチ）が 16mm のとき、最大積み重ね個数は 32 個であり、これが 8 本あると 256 個保有することになる。20,000 個/時（1 列あたり 2,000 個/時）の能力で運転しているとき、オペレーターによる容器供給のインターバルは 7 分以上とすることができる。

② 容器分離

分離装置はスタックされている容器を 1 個ずつ切り離し、無菌チャンバーへ送り込む。容器は 1 個ずつホルダープレートの穴に収まり、次の工程へと送られていく。

③ 異物除去

バキュームによって容器内の異物を吸い出す。

④ 容器殺菌

3 S システム（後述）によって過酸化水素水をガス化し、高温のエアで容器に噴射する。過酸化水素水は市販の 35% を使用する。

過酸化水素ガスは容器だけでなく、周辺の装置も殺菌する効果がある。このため、無菌

レベルの異なるゾーンを往復する搬送コンベアも常に殺菌されており、長時間の運転でもチャンパー内の無菌性は高いレベルで維持される。

⑤ 容器乾燥

高温のエアを容器に噴射して、容器の過酸化水素を除去する。この過程で過酸化水素はさらに活性化された状態になり、殺菌効果を発揮しつつ除去される。過酸化水素の殺菌効果を効率良く発揮し、なおかつ残留を抑えるには、殺菌前に容器を予備加熱することや、熱風の温度、過酸化水素水の使用量などを適切に接御することが必要である。四国化工機では多くのテストと実績から、容器の種類に合わせて最適な値を設定している。

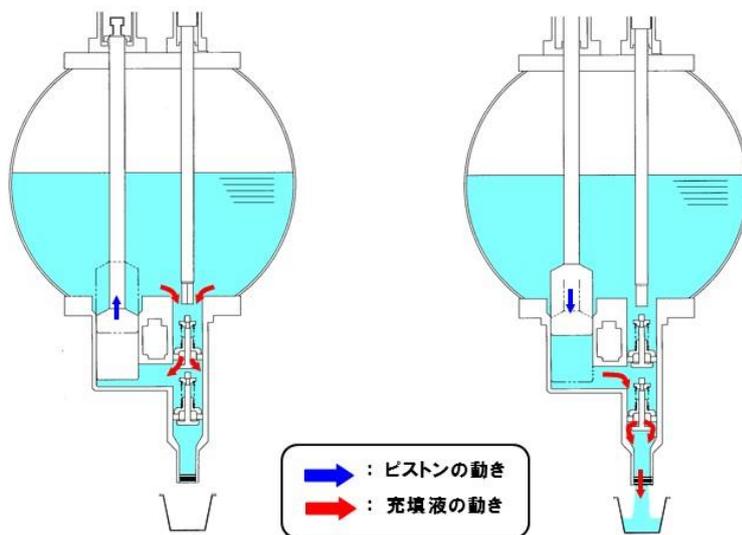


図4 充填方式(1) チャッキバルブ(逆止バルブ)タイプ

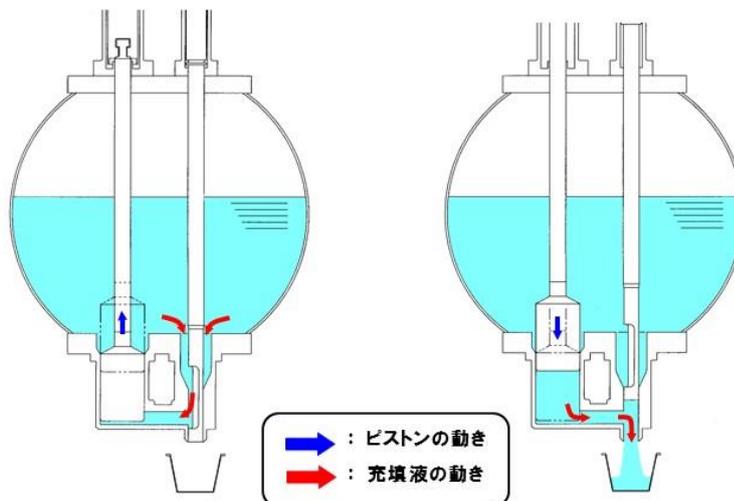


図5 充填方式(2) スプールバルブタイプ



⑥⑦一次充填・二次充填

充填液の性質によって様々なタイプを用意しているが、ここでは代表的なものを2つ紹介する。

充填液に固形物や繊維を含まず、粘度も高くない場合はチャッキバルブ（逆止バルブ）タイプを採用する（図4）。ノズル先端にはストレーナーが有り、液の整流と液垂れ防止の効果を持たせている。このノズルは充填スピードを上げやすい。

充填液に固形物や繊維を含んでいる場合、及び粘度のある場合はスプールバルブタイプを採用する（図5）。このノズルの目的上、ノズル先端にはストレーナーを置くことができないので、液の粘度が低い場合は液だれや液はねが起こることもある。

液の種類が多い場合は、充填機に両方のタイプの充填部を搭載し、液質に適した充填部を選択することで多様な液質に対応することができる。

充填ピストンはメタルタッチ構造になっており、パッキンが無いので異物が発生する危険性が無い。また洗浄時はピストンがタンク内部までリフトアップするので、高い洗浄性がある。充填タンク内は、充填機に搭載されている無菌エアユニットで除菌された無菌エアにて陽圧に保たれる。

充填ピストンの駆動にはサーボモータを使用しているため、安定した充填精度、設定変更の容易さ、メンテナンスの容易さを併せ持っている。

⑧フィルム殺菌用過酸化水素槽

フィルムは35%過酸化水素水の槽にて浸漬殺菌される。過酸化水素水の温度や通過時間は、殺菌効果やフィルム材質へのダメージを考慮して最適な値に設定される。

⑨乾燥ノズル

フィルムには過酸化水素水が付着しているため、熱風によってこれを吹き飛ばし、薬剤の残留を無くす。

⑩シール

フィルムをヒートシールによって容器に溶着する。

無菌充填商品は流通時間が長いこと、シールが容易に剥がれないような配慮が必要である。このため、イージーピール性よりはシール強度を重要視した設定としてある。シールプレートはシール圧が広い面に分散して掛かるのではなく、狭い範囲に集中して掛かる形状としてある。

必要に応じて窒素ガス置換装置も取り付け可能である。

⑪トリミング

フィルムはロール状で供給されるため、商品形状に打ち抜く必要がある。トリミング部ではハクソウ刃（トムソン刃）を使用して容器の外径に合わせて打ち抜く。打ち抜いた後のスクラップは巻き取られ、一定量が溜まると人手にて廃棄される。

⑫排出部

リフターで容器をチャンバー外へ押し上げ、コンベアに移載する。リフターはサーボモータで駆動され、動作の安定性を確保している。

⑬ ロールフィルム

ロールフィルムは2本をセットできる。使用中のロールがなくなれば次のロールに自動的につなぎ替えるオートスプライサーも用意している。

2. その他の特徴

(1) 省スペース

無菌充填機に必要な HEPA フィルターユニット、排気ファンは充填機本体の上部に搭載される。仕様によっては制御盤も搭載可能である。このため、これらのための設置スペースが不要となり、省スペース化にも配慮している。

また設置工事にあたっては工期短縮にも貢献し、ユーザーの負担を軽減する。

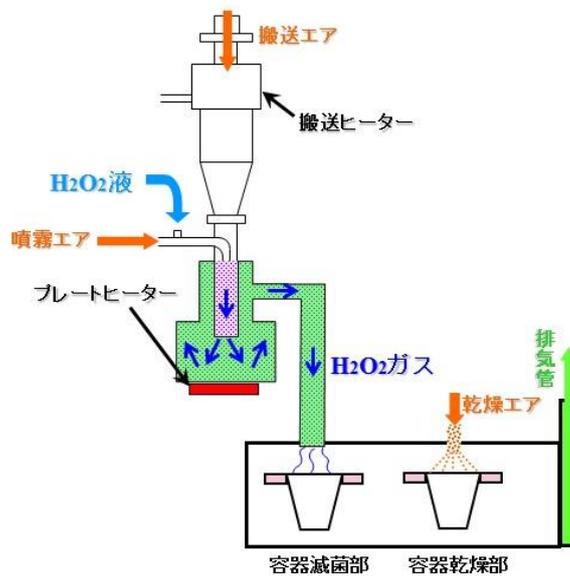
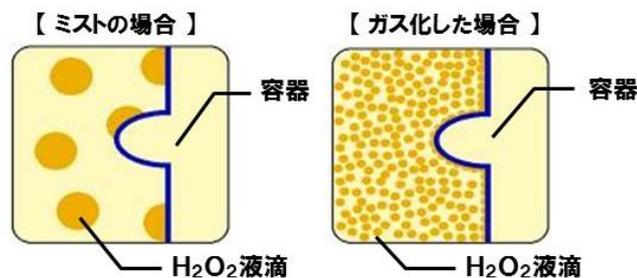


図6 「3Sシステム」(容器殺菌方式)概要図



● ガス化した場合、粒子が細かいため包材表面を均等に殺菌が可能。

図7 H₂O₂ガスとミストのサイズ比較(イメージ)



(2) 3S システム

3S システムとは、The Shikoku's Special Active Gas Sterilizing System の頭文字を取ったもので、熱でガス化した過酸化水素を使用して滅菌する技術である（図 6）。高温の過酸化水素ガスは、温度の低い包材表面を均等に、しかも影になっている部分にも回り込んで殺菌する特徴を持っている（図 7）。

3S システムは、殺菌対象物の余熱とガス噴射後の熱風乾燥を組み合わせることで高い殺菌効果と低い薬剤残留を両立している。

(3) 機械洗浄・殺菌

チャンバー内の洗浄・殺菌は、充填機専用の CIP ユニットを使用して単独で行うことができる。温水、アルカリ洗剤、酸洗剤を使用して洗浄し、その後過酢酸製剤を使用して殺菌する。標準的な設定の場合、全工程は 1 時間 50 分以内で終了する。

充填ラインの洗浄・殺菌は通常、前処理設備の洗浄・殺菌システムに組み込まれる場合が多い。殺菌にはスチームを使用する。

(4) 異口径容器兼用（特別仕様）

口径の異なるホルダープレートを交互に配置し、搬送を 2 ピッチ送りとすることで、異口径容器兼用にも対応可能である。容器口径切替時にはいくつかの作業が必要だが、ホルダープレートの位相変更、容器分離部のガイド幅の変更はタッチパネル操作により自動変更される。容器供給部のガイド板幅の変更（5mm 程度の差であれば交換不要）、シールトリミングユニット、シールヘッド、これらの交換に人手による作業が発生するが、難しい作業ではなく、容器口径切替にかかる時間はヒーター冷却を含めて 1 時間程度である。

(5) 容器外面殺菌（特別仕様）

前述の 3S システムにより、ガス化された過酸化水素はチャンバー内を漂い、容器外面も殺菌する効果を持つが、容器外面の殺菌を目的とした部分を追加付与することにより、更に衛生レベルを向上させることができる。

(6) シール同時トリミング（特別仕様）

シールと同時にトリミングを行うことにより、フィルムピッチを短縮することができる。単位長さあたりの取り数が多くなり、コストダウンにつながる。

(7) 包装ライン

四国化工機は充填機だけでなく、包装ラインを設計・施工するエンジニアリング部門があり、多くの乳業メーカー様、飲料メーカー様での施工実績がある。

ULA シリーズの包装ラインとしては、例えばカップドリンク用として、アキュムシステム、ウエイトチェック、異物検出、マルチポジショナー（カップの印刷位置を検出して同じ位置にストローを張り付け、同時にオーバーキャップ、印字する）、ケーシング、パレタイズまでの各機器を最適の位置にレイアウトし、コンベアを制御するところまで施工可能である。

充填機の制御と合わせてターンキーでの責任施工は、ユーザー様に安心感を持って頂くことができ、是非検討して頂きたいと希望している。