

ESL技術と製造機械装置について

(株)イズミフードマシナリ エンジニアリングセンター 七瀧 謙

「食品機械装置」1999年7月掲載

ESL 技術と製造機械装置について

(株)イズミフードマシナリ エンジニアリングセンター 七瀧 謙

1 はじめに

ESL (Extended Shelf Life) 技術は、最近特に乳業関係のチルド製品の品質レベルを向上させ、品質保持期限の延長を可能にさせた事で注目されている。従来のチルド製品では製造日を含む 8 日が品質保持期限であったが、ESL 製品は例として 13 日を保持期限としている。

これは平成 7 年 4 月 1 日からの食品衛生法に基づく食品の日付表示が製造日から、期限表示に変更されたが、消費者側もまた製造側も消費期限まで 6 ~ 10 日以上は望んでいるデーターがある。このニーズを可能にするために、製造加工技術の進歩が挙げられるが、これをサポートする製造機械装置のポイントとその他の応用例について概要を述べる。

2 ESL 製品の普及状況

最近のあるチルド牛乳製品に「ESL 製法だからおいしさ長持」と記され製品説明には「Extended Shelf Life (品質保持期限の延長) の頭文字をとった略語です。通常のチルド牛乳の充填ラインの管理や、パック充填包装を、より高度な技術で製造することによって、牛乳の品質向上を追求した製法です。」と記され通常

のチルド牛乳よりも 5 日ほど保持期限日が長くなっている。これは販売店にとって、多めに仕入れ、販売チャンスロス（欠品）の低減、見切りロスの削減、廃棄ロスの削減となり、利益に寄与できる。

一方、消費者側からは、冷蔵庫内で従来よりも長く保存が可能になり買い置きに便利である。

また社会に対する影響も、廃棄の減少による環境への負担減、回収ロスの減少などでのムダが無くなり、メリットは大きい。

製造会社に対しては、製造日程に余裕が生まれることにより夜間労働の削減、大量生産化が可能になり、チルド製品の製造工場の労務改善と製造コストの削減、配送コストの軽減に寄与している。

この様に ESL 製品による品質保持期限の延長は、製造業者側にとっても、消費者側にとっても利益を生み出す技術と言える。

3 ESL 製造技術のコンセプト

はじめに述べたように期限表示日の延長を可能にする ESL 製造加工技術は

①原料から殺菌までの製造技術

→原乳の微生物管理から確実な殺菌、二次汚染防止の実現

②充填からケーサーまでの製造技術

→無菌充填に近い機械管理と包材管理
③工場出荷から販売店頭までの物流技術
→低温流通管理と品質劣化を防ぐ保持管理の3点に分けて考えられる。これらの技術を向上させることにより衛生水準の高い生産が達成できる。又、ESL製品は、アセプティック、チルド製品との差において

- ①適切な価格
- ②フレッシュ感
- ③品質の安定
- ④納期の対応

などにおいて、消費者に受け入れられやすい。このESL製法の根幹である製造設備については後に述べる。

4 ESL設備のポイント

結論から述べるとすると、機器殺菌性の向上と二次汚染の防止が最重要となり、全てにおいてアセプティック仕様からのアプローチである。但し、製品のフレッシュさ、要冷蔵の流通において、チルド製品とは同等であり、設備コスト、運転コストの低減を計りながらアセプティック技術をどこまで取り入れ、どこにポイントをおくかが重要である。

ここでは殺菌工程～充填までの運転工程における基本的な考え方と各設備機器について述べるが、これらを確実に、操作管理するオペレーター教育も、設備と共に重要な要素となる。

4-1 ESL技術の基本

設備面からみたESL技術の目的は、最終製品に残存する微生物を極力無くし一定レベル以下に制御する事である。このため機器の洗浄性、殺菌性の向上、製品の殺菌処理技術の確実性、二次汚染の徹底した防止が重要なポイントとな

る。以下に各工程における基本概念を述べる。

(1) 清浄度の維持－CIPの確実化

装置の無菌化を計るために、製造後速やかに洗浄し、装置内を清浄化することにより微生物の増殖を防がなくてはならない。この清浄度を一定にコントロールし維持することが次に述べる初期殺菌性向上の必要条件となる。

これを実現するためには、機器、配管等のサンタリーアクションは勿論、必要な清浄度を確保するための洗浄の条件を一定させ、それを制御、及び、記録監視することが必要となる。洗浄の重要な因子としては

- ①洗浄流量
- ②洗浄温度
- ③洗浄時間
- ④洗剤濃度

が上げられる。

(2) 装置の初期殺菌性能向上

ESL設備では、製品処理前に機器、ライン等の装置内部を無菌化に近づけることが必要である。この無菌化には一般的に熱水orクリーン蒸気による加熱殺菌が採用されるが、内部のすべての部分で昇温することが重要である。この為、機器、ラインにおいてエア溜まり、デッドスペースを排除することが基本条件となる。

(3) 製品の殺菌効果確保

芽胞性の微生物を死滅させるために120℃以上の高温短時間殺菌が用いられる。

殺菌を確実に行う為には流量の監視、ホルジングチューブ末端での温度監視を設け、最低殺菌条件の確保をすることが必要である。

(4) 殺菌処理工程以降の二次汚染の防止

殺菌処理以降のラインについては外部及び、他のラインからの微生物汚染を徹底的に防止することが最も重要である。この手段として、殺菌装置ではブースターポンプの設置、サージタ

ンクのエア加圧等、装置内部を他の汚染区域に對し陽圧に保持する方法が取られている。

又、充填においては充填環境のクリーン化、容器の無菌性が求められる。

4-2 設備機器の特徴

(1)殺菌装置

牛乳の殺菌方法としては

①HTST法 (72~78℃×15秒以上)

②UHT法 (120~130℃×3秒以上)

が主流であり、近年日本ではUHT法が全体の94%以上を占めている。ESL設備における殺菌方法もこのUHT法であり、更に二次汚染を防止するための陽圧方式、未殺菌発生時の安全性向上が求められる。又、殺菌後の冷却不足によるサージタンク以降での菌の増殖にも注意しなくてはならない。

図1、表1にフローシートと基本仕様を示す。

(2)サージタンク

初期の機器スチーム殺菌、及び、除菌エアによる陽圧保持を可能とするため、タンクは耐圧構造となる。

充填機への送液はエア圧送とし、二次汚染の原因となりやすいポンプの使用を避ける。表2に基本仕様を示す。

(3)付帯機器

①サンタリー配管

CIP性の向上、洩れによる外部からの微生物汚染防止を計るため溶接構造が用いられる。但し、溶接不完全による洗浄不良を起こさないため施工時の品質管理を充分に行う必要がある。

バルブについては、特に殺菌工程以降でのラインについては作動時の汚染を防止するためにアセプティック仕様のものを採用することが望ましい。

・アセプティックバルブ

スピンドル摺動部が金属ベローズでシールされ、外部と完全に遮断されている構造図を図2

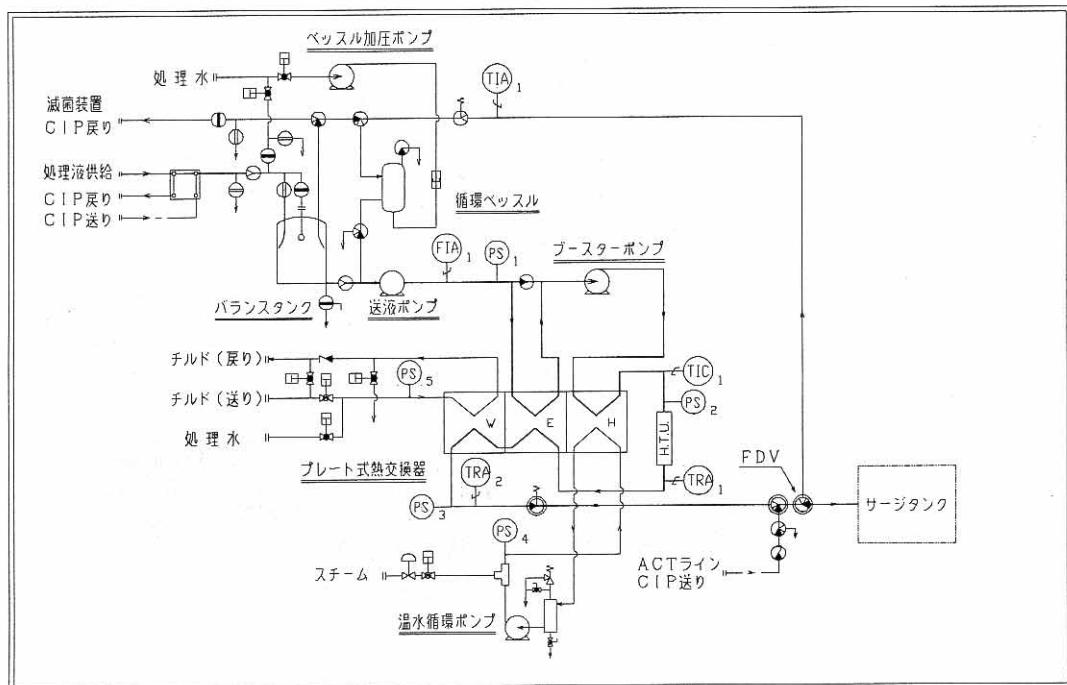


図1 殺菌装置 フローシート

表1 殺菌装置の
基本仕様

No.	項目	内 容	備 考
1	機器の殺菌	熱水 120°C × 15分以上	エア溜まり、デッドスペースをなくす。
2	製品殺菌&冷却条件	殺菌温度管理 ・ホルジング出口で記録、監視	ホルジングチューブでの放熱による温度低下を考慮
		ホルジング時間管理 ・供給流量の監視	ライン中にホモゲナイザー等の定量ポンプがない場合は特に注意を要する。
		冷却温度管理 ・製品冷却温度の監視 ・冷媒供給温度の監視	
3	陽圧保持方式	殺菌液圧力 > 未殺菌液圧力 ・ブースターポンプの採用	PS-3 > PS-1
		製品液圧力 > 温水、冷媒圧力	PS-2 > PS-4 PS-3 > PS-5 ※記号はフローシートを参照
4	ディバイジョン	殺菌装置出口に設置	未殺菌発生時のバルブ作動遅れによる汚染への対応。 また、殺菌出口以降ラインの陽圧保持不確実性をなくす。

表2 サージタンクの
基本仕様

No.	項目	内 容	備 考
1	機器の殺菌	蒸気 120°C × 15分以上 (熱水 95°C × 30分以上)	エア溜まり、デッドスペースをなくす。
2	陽圧保持方式	除菌エアによるタンクの加圧	機器殺菌後のタンク冷却時に負圧にならぬようシステムとする。
		本体 ・耐圧仕様（圧力容器適用外） ・材質-SUS316L	耐圧は殺菌方法、充填方法により 0.05 ~ 0.19 MPa
		ジャケット ・チルド冷却（シャワー式）	殺菌冷却を繰り返すため本体に応力負荷のかからない構造とする。
3	タンク構造	攪拌機 ・シングルメカニカルシール	スチームバリアは設けない
		4 充填機送液	除菌エアによる加圧送液 落差流下式（除菌エア微圧加圧） エアフィルター 0.22 μm (アソリューター)

に示す

②ホモゲナイザー

乳製品では、予熱または予冷後ホモゲナイザーが使用されるが、プランジャー摺動部はやはり外部からの汚染の危険性が高い。特に殺菌後に均質をおこなう場合はアセプティックタイプに準じたホモゲナイザーを採用することが必要

である。外観と構造図を図3に示す。

ホモゲナイザー基本仕様

- ・機器殺菌：120°C以上
- ・プランジャー：スチームシールによる外部汚染防止
- ・洗浄性：分解操作性の向上
- (4)制御システム

安定した製品品質を維持するためには、運転操作の違い、機器、周辺環境の異常に対しても安全に運転できる制御システムの構築が肝要となる。

そのためにはHACCP手法に基づいた重要管理ポイント（製品の殺菌、冷却）の運転制御、機器殺菌、陽圧方式、CIP等の各工程における主要因子の監視と記録の自動化が必要となる。下に主な点を記す。

①運転操作の自動化

各工程処理条件（温度、流量、時間、濃度等）の設定、及び、それを実行させる自動化。

②工程進行管理

工程進行に不可欠な条件を認識、判断させる。

③監視（安全面も含む）

製品品質管理、運転管理に必要な情報をその重要度レベルに応じ記録、警報、監視出来るようとする。

5 ESL技術の応用

品質保持期限および正味期限の延長についてはその他の食品分野においても応用されつつある。これまで「消費期限（基本的に5日以内に消費すべき食品に付けられる表示）」である豆

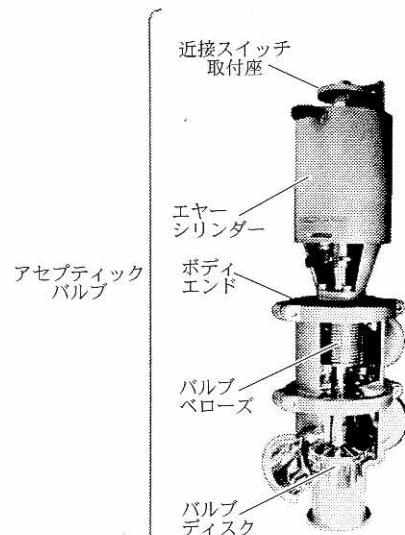


図2 バルブ構造

腐について、ESL製法で7日間後でも冷奴っこでおいしく食べられる製品が出されている。

またチルドうどんとその調味液（ストレート＝希釀なし）についても、ESL製法にて賞味期限の部類に入ってきた。

その他100%果汁液についても殺菌温度、保持時間の厳密な管理により、フレーバー、色とともに良質な賞味期限の長いパック製品が出されている。これらのESL製法の中心となる殺菌及び除菌の方法には

①加熱殺菌

間接加熱・プレート熱交換器

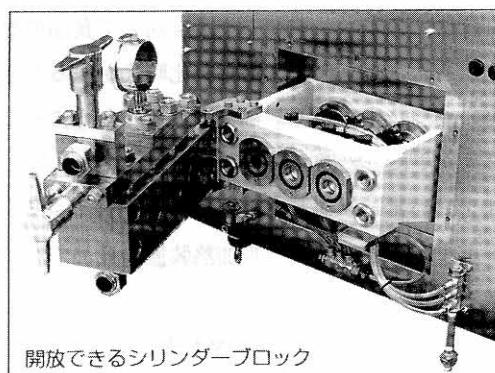
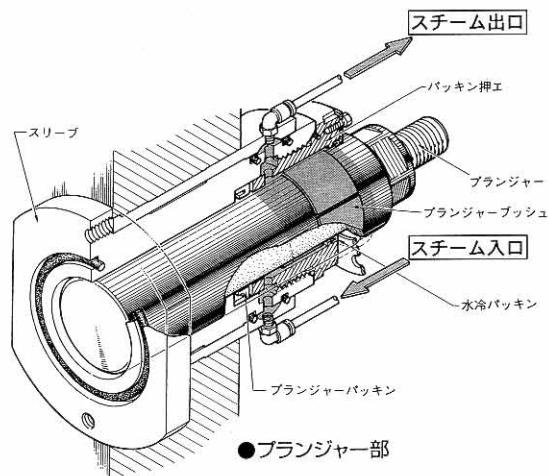


図3 ホモゲナイザー構造図



- ・チューブ式熱交換器
 - ・かき取り式熱交換器
- 直接加熱
- ・スチームインジェクション方式
 - ・スチームインフュージョン方式
- ②除菌濾過：マイクロフィルトレーション
- ③遠心分離：バクトフュージ処理法
- ④ジュール加熱：ハイセラジュールヒーター
(注1) などが用いられている。

加熱殺菌方式では、飲料を中心として一般的にプレート式チューブ式熱交換器が用いられるが、最近では固体物入り液体食品、高粘度製品の殺菌に対応できるものとして通電自己発熱を応用したジュール加熱殺菌システムが注目されている。

これは食材に通電させることにより食材自体を自己発熱させ加熱するもので、固体物入り高粘度液でも均一な加熱が得られ、高い殺菌確実性を実現させている。現在、果肉入り製品、調味関係等で既に実用化されている。プレート式およびチューブ式ジュールヒーターの構造図を図4、5に示す。この様にESL技術が様々な食品に応用されて行く中、殺菌技術周辺機器もそれに対応すべく開発されてきている。

6 ESL製造技術の将来性

現在ESL製造技術は紙容器入り牛乳、乳製品についての言及が多いが、今後ガラス瓶、PET容器類の製品についてもESL製法で期限表示またはエネルギー消費に対する時が来るを考える。

また、フレーバーの劣化やエコロジーの問題から製品によっては、高温殺菌即ちAUHT(140～150℃滅菌)は欧州のように減少していくと考える。

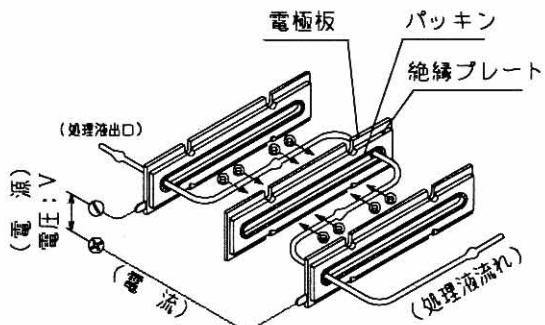


図4 プレート式ジュールヒーター構造図

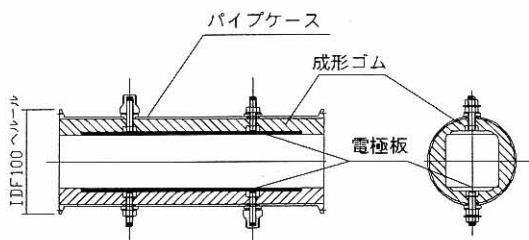


図5 チューブ式ジュールヒーター

その中で微生物、細菌管理制御を基本とするESL技術は更に多くの食品について採用されると思われる。

7 終わりに

ESL 製造技術を採用する製造メーカーは今後多くなると思われる。そのため本稿が参考になれば幸いである。

特に、日本は「過度の鮮度志向」で食品の廃棄が多く、将来 廃棄物有料化時代が来るとき更に問題化すると考えられる。そのためESL技術が更に重要視される時が来ると思われる。

注1. ハイセラジュールヒーター：(株)イズミフードマシナリのジュール加熱装置の商品名

■参考資料

船本泰介（イズミフードマシナリ）：ジュール「加熱による液状食品の劣化を抑えた連続殺菌法」、フードケミカル1998-6