



充填支援システム(FSS)について

株式会社 悠心
代表取締役社長
二瀬 克規

1. はじめに

プラスチックのラミネートフィルムなどの軟包装材料を用いて、醤油やラーメンスープなどの液体小袋を生産する液体充填包装機(図1)は、液体小袋の需要の増加に伴って現在、数千台が稼働している。液体包装は、粉体包装や固体包装に比べて液漏れがあり、その大半がヒートシール部に発生している。その生産条件は液温、シール温度、シール圧力、ライン速度、フィルムの接着温度が複雑に関係し、最適な充填環境を整えることを難しくしている。また、シワやピンホールによる液体(内容物)が徐々に漏れだすスローリークの場合、発見までに時間がかかるため、数日の静置保管の後に目視検査などによる液漏れ検査を行う必要がある。この場合は液漏れ検査は全品が対象となるため、保管場所の確保や多くの人手が必要となる。このことは出荷後に液漏れが発生すると回収のみならず信用問題に発展するため、生産者の大きな負担となっている。

本稿では、最初に液体充填包装の現状と課題を整理し、次に弊社の開発した充填支援システム(FSS)で、いかに課題を解決できるかを説明する。



図1 液体充填包装機



2. 液体充填包装の現状と課題

液体充填包装機における連続充填（液中シール）では、横シールの際に充填液をしごき出しながらヒートシールを行うために充填液中の固形物や液温と粘度など様々な要因がシール状態に関係する。そのため、ライン速度や縦シール温度と圧力、横シール温度と圧力の緻密な調整が必要となる。これらの要因は常に一定の値ではなく、外気の影響やフィルムの影響、充填機械の温度の安定などの影響を受ける。例えば充填機械が十分に温まらない朝方や冬場では通常のシール設定でも最適シール温度が異なる。

また、ホットパックなどで液体の温度調整をしていない場合、作りたての高い液温と時間経過に伴って液温が低下した場合とでは最適横シール温度が変化するためにシール不良が発生する場合がある。また、液中の夾雑物がシール面に残留して発泡（ヒートシールの温度によってシール界面の残留水分が蒸発してシール内で風船のように膨らむ現象）が発生する場合や、三方シール袋では横シールとフィルムの折返し部のクロス部からストローリークによる液漏れが発生する。

これらの液漏れ不良を防止するために、シール状態の傾向を知ることは非常に重要である。しかし、簡易な抜き取り検査と目視検査では、1分間に数個程度の検査であり全量検査は不可能である。特に発泡は横シール直後に発生する現象であり、冷却ロールで冷却された後では判別し難くそれらをリアルタイムに観察する必要がある。

さらにこの作業は検品者の経験や技量に依るところが大きい。

3. FSS の概要

この問題を解決するために当社が開発したのが、以下で述べる充填支援システム(FSS: Filling support system)である。

FSS は、画像処理システムを用いて充填機による生産の支援を目的としている。このシステムを採用すると誰もが簡単にモニターでシール状態を確認することができ、さらに液漏れの恐れのある製品に対して警告と分別ができれば、品質や歩留りの向上のみでなく、検査工程で大幅な削減は人手不足の解消も見込まれる。図 2 は FSS を導入した場合の充填から出荷に至るまでのフローである。はじめは検査基準を厳しく設定し、実績を重ねながら徐々に検査のしきい値を緩めて判定すれば、将来的には数日の静置保管をする作業の必要がなくなり、即日出荷も可能である。

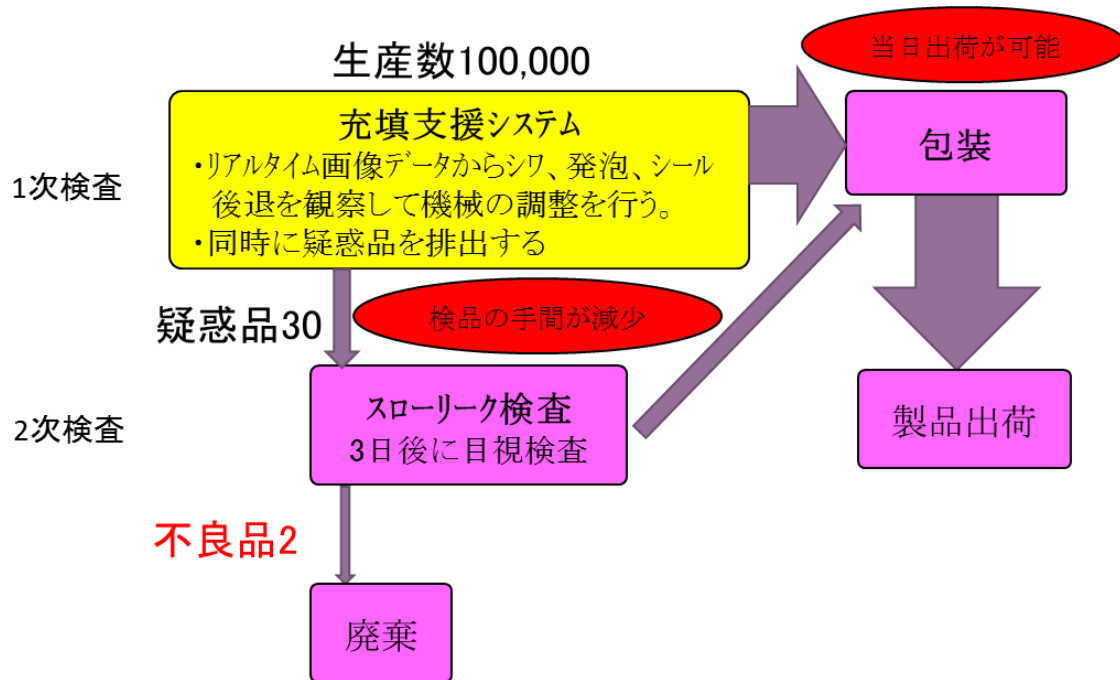


図2 FSSを用いた生産フロー

3-1. 最適シール条件の支援

最適シール条件の支援は図3に示すように、横シール直下に観察用のカメラを設置し、トリガー信号による画像の取り込みを実施している。この方法ではリアルタイムでシール直後の状態を観察できることから、例えば「温度が高くシール面が発泡している」、「圧力が足りずシール後退が発生している」などといった不良に繋がる傾向を即座に検知することができ、その以後に発生し得る不良を最低限に抑えることが可能となる。

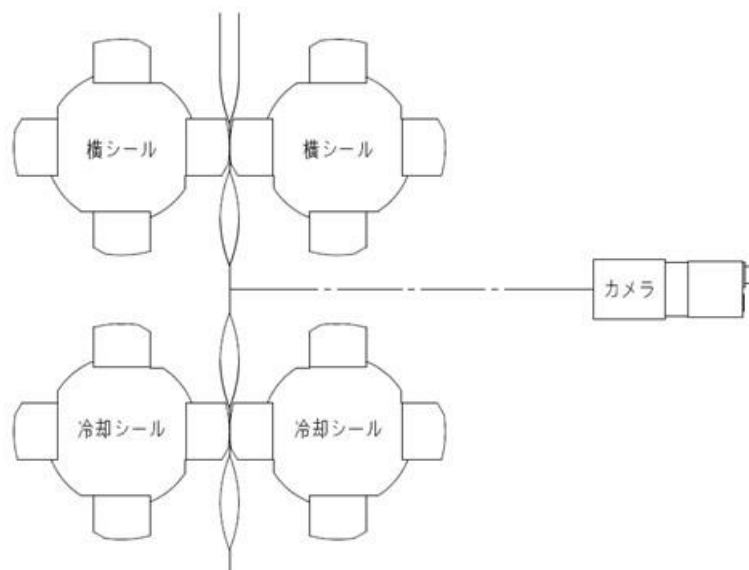


図3 シール面観察システム

図 4 は、FSS で取り込んだ透明フィルムのシール状態である。図 4 の左に示すように横シールの温度や圧力が低いとシール後退が発生し、図 4 右に示すように横シール温度が高いとシール面の発泡や、シール上部に樹脂だまりが発生することが確認できる。観察結果はリアルタイムで取得が可能のため、作業者はリアルタイム画像をもとに生産条件を調整することで常に一定の品質を保持し、シール不良の発生を未然に防ぐことが可能となる。

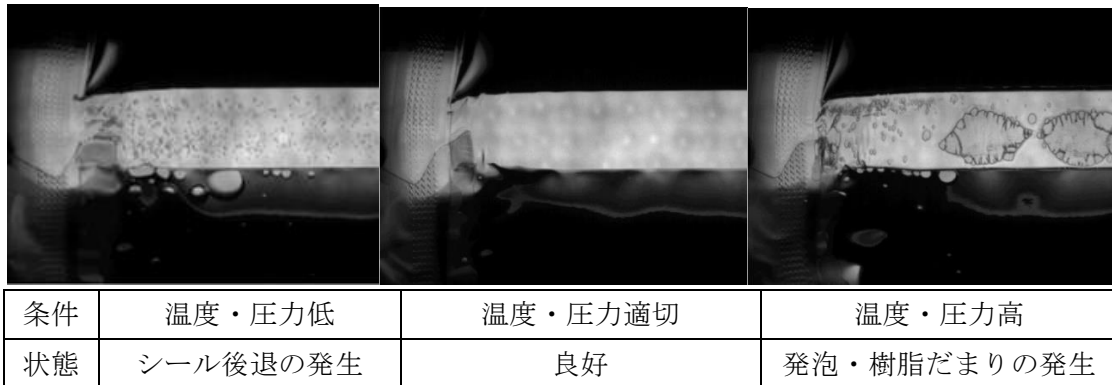


図 4 生産条件の違いによるシール状態の観察結果

3-2. 検品作業(作業人員)の大幅削減

図 5 に示すように、FSS を用いることで発泡のみならず、シワや噛み込みなどの液漏れに繋がる恐れのある不良もリアルタイムで観察できる。その結果、生産条件に起因する発泡の予兆が見られた際に素早く対処することで事前に発生を防ぐことが可能となる。また、画像処理システムを用いて不良を検出し、不良品の排出信号や警告信号を発信することで充填条件の再調整や注意喚起を行うこともできる。

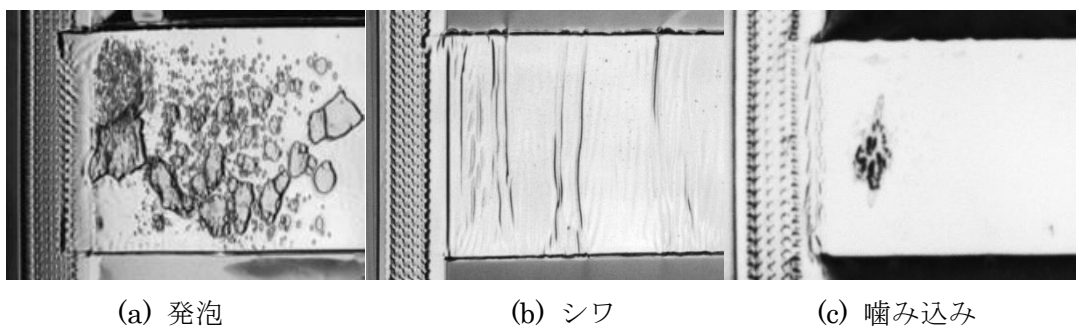


図 5 シール状態の観察

図 6 の左はカットの際に液漏れの恐れのある噛み込みの取り込み画像である。右は画像処理結果である。これらは取り込み画像を二値化処理することで、噛み込みの判別を行っている。噛み込みの大きさに応じて NG 信号の発信レベルは容易に調整が可能であり、実際に液漏れが発生するには至らない状態でも、安全のためにしきい値を任意に決めること

ができる。

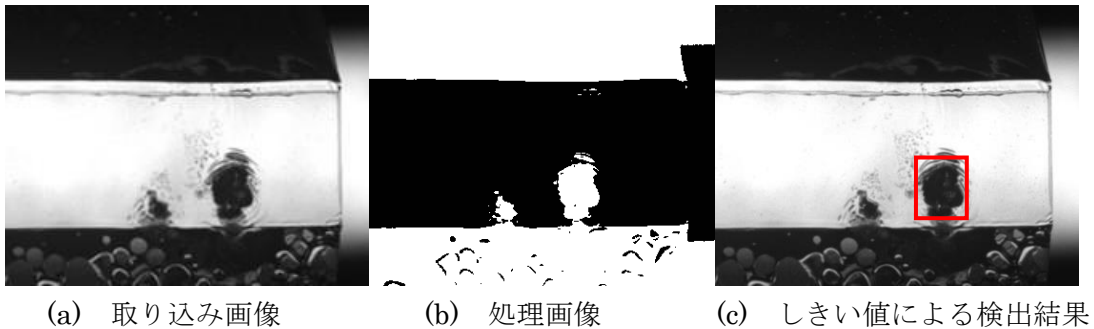


図 6 噛み込みに対する画像処理結果

NG 排出された製品と、実際の漏れチェックにより液漏れが確認された NG 品とを照合し、排出信号のしきい値を高めていくことで、将来的に二次検品の作業を大幅に削減することが可能となる。

3-3. トレーサビリティの確保

FSS の場合、得られた画像や処理結果は、外部記憶媒体や回線を利用したデータベースへの保存が可能である。このことにより、不良やクレームが発生した際に、保存画像を取り出すことができる。これによって FSS のデータベースを利用することで、いつ、何が原因で不良が発生したのかを、時系列で調査することが可能となる。また、良好なシール状態となるように調整した生産条件の変更履歴を、経時的にまとめることで、充填機の運用ノウハウに繋げることができる。

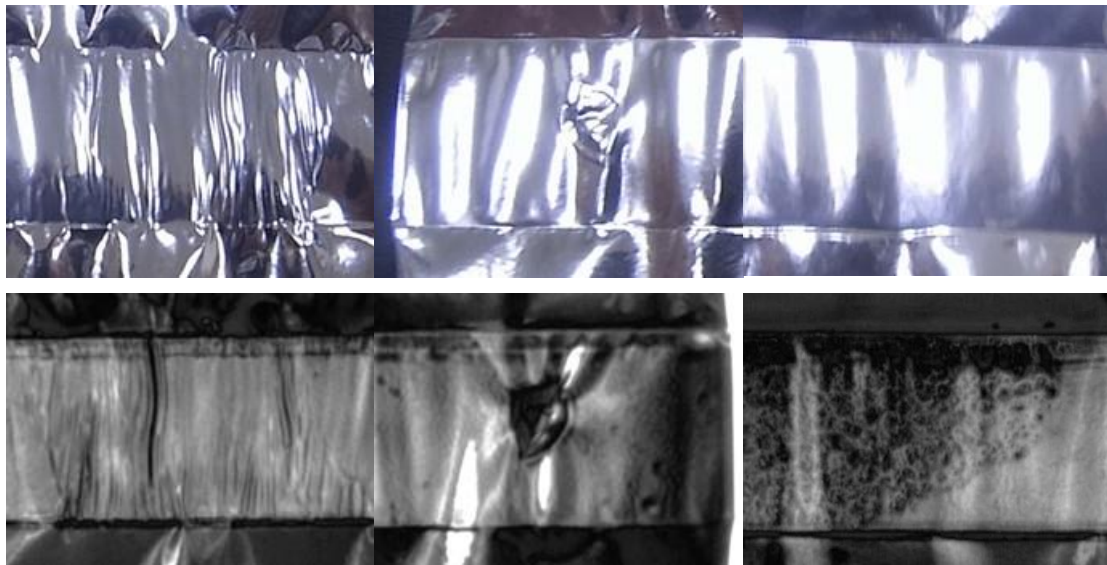
3-4. アルミ蒸着フィルムに対する観察結果

遮光性を持たせるためのアルミ蒸着フィルムは、フィルムの表面を目視することでシール状態を把握することが極めて難しい。そのため、透明フィルムに比べてさらに緻密な生産条件が要求される。そのため液漏れがないようにシール温度や圧力を過剰に高くする傾向にある。

図 7 は、アルミ蒸着フィルムに対する FSS による観察結果である。シール面が変形するようなシワや大きな噛み込みなどは、左上や中央上からも分かるように外観からでも判別可能であるが、右上のように小さな噛み込みや発泡などは外観からでは判別不可である。

しかしながら、右下に示すように FSS では、シワや噛み込みのみならず、シール温度が高いために生じる発泡までも観察可能である。

以上説明したように FSS は、アルミ蒸着フィルムに対しても不良の検出だけでなく、生産条件の設定にも大きく寄与することができる。



外観	シワ	噛み込み	良好
FSS	シワ	噛み込み	発泡

図7 アルミ蒸着フィルムに対する観察結果

4. まとめ

液体充填包装の現場では、生産速度を確保するために連続充填が主流となっている。そのため、液中シールによるシール不良も多く発生している。近年では包装物の中身も付加価値を求めて固形物が多くなっており、様々な内容物（胡麻などの夾雑物から油脂類まで）を液体小袋に充填し、そのため液漏れの確立も高くなっている。従来、有効な対策として行われてきた数日をかけて行う漏れチェックは、製品出荷に至るまでの保管スペースや人手といったようなコストをかける作業であり、生産現場を苦しめる大きな問題となっている。この点上記の充填支援システム(FSS)は、画像処理を用いることで、

- ・最適シール条件の支援：シール部を全量リアルタイムに可視化、最適条件作成。
- ・検品作業の大幅削減：全量をリアルタイムで画像検査、シール不良を自動排出。
- ・トレーサビリティの確保：全ての画像データを保存し、生産時の追跡が可能。

を実現しており、液体充填に係るこれまでの諸問題を解決できる画期的なシステムとなっている。今後は、さらにIoTやAIなどの新たな技術を導入し、液体充填包装の現場での更なる省人化、省力化に寄与できるシステム開発を進めていく予定である。