

食品粉体の製造工程における異物除去など，安全性向上のための技術および機器について

日清エンジニアリング(株) 上福岡事業所 第二機器販売センター 担当課長 本多 肇

1 はじめに

相次ぐ食品偽装事件，冷凍餃子農薬混入事件，事故米不正転売など，食品への信頼を揺るがす不祥事により，食の安全・安心に対する消費者の不信感が高まった。食品表示に関する法制化や，消費者庁創設など，食品を提供する企業に要求される品質管理責任は，ますます増大する方向にある。

食品粉体においても，異物混入防止をはじめとする，製造への要求管理レベルが飛躍的に高まった。一方，異物混入とは別の問題にクロスコンタミネーション（異種製品混入）がある。食品アレルギーの原因となりうる原材料の表示が法制化され，アレルゲン物質混入防止に対する品質安全上の管理も必須である。

本稿では，食品粉体の製造工程における安全性向上のための技術および機器に関し，当社の販売する機器を中心に，異物検出・除去装置インラインシフターQAシリーズと，クロスコンタミネーション防止に優れた粉粒体ハンドリングシステムのマトコンIBCシステム（コンテナシステム）を紹介する。

2 インラインシフターQAシリーズ（異物検出・除去装置）

2-1 インラインシフターとは

インラインシフターは粉粒体の空気輸送ライン（圧送式または吸引式）に直接配置し，製品に混入したオーバーサイズの異物を除去し，製品の品質保証を確かにする装置である。標準的な重力式シフターに必要となるレシーバータンク，ロータリーバルブ，ホッパー，ブローナーなどの装置が不要となる（図1）。

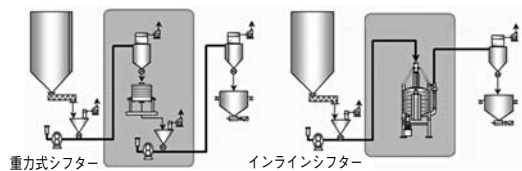


図1 重力式シフター設備とインラインシフター設備との比較

インラインシフターのもうひとつの大きなメリットは，異物混入防止対策であるシフターを可能な限り最終工程の近くに配置できることである。これにより，シフターより下流側にある（異物混入源となり得る）装置を最小限に抑えることができる。

2-2 インラインシフター選定のポイント

製品の品質保証を確かなものにするのが、インラインシフター導入の目的であり、異物を確実に除去することが、最も重要なことである。

- ①網が破れる原因を排除
- ②壊れやすい虫などの異物を破碎せず、原形のまま回収
- ③異物を容易に確認・管理
- ④易分解・点検

これを具現化するための条件が、BISSC規格に謳われている(図2)。

(1) BISSC規格(ANSI規格)

米国のBISSC(製パン業衛生標準委員会)は製パン機械の設計と製作に関するANSI規格を策定したが、これが今日、最も信頼における、米国の製パン機械の衛生標準となっている。第三者による衛生標準審査に合格した機械だけが、BISSC規格認証の印を貼ることができる。

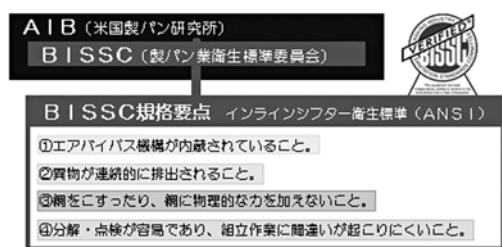


図2 インラインシフターに要求される条件

BISSCは2007年より、AIBの下部組織となっている。BISSCの策定した衛生標準に適合した装置を使用することが、本来のAIBの思想であると言える。QAシリーズを

含め、グレートウエスタン社のシフターは、このBISSC規格認証を取得している。

2-3 QAシリーズ

QAシリーズは米国グレートウエスタン社(GWM)の製品である。当社はGWMと日本総代理店契約を結び、国内においてインラインシフターを販売している。2001年のインラインシフター発売以来、主に食品粉体の異物除去・管理の用途に利用されている。当社はエンジニアリング業務における、粉サイロとその排出機器、続く空気輸送装置の設置・据付とともに、インラインシフターを納入してきた。食の安全・安心のためのお手伝いをさせていただいている。国内の製パンメーカーを中心に多くの販売実績がある。

- ・2001年3月より国内販売開始
- ・当社がGWMと日本総代理店契約を締結旧型機種的设计に改良を加え、メーカーとともに開発したのが、新型機種のQAシリーズである。

2006年に小型機種のQA24(写真1)を販売開始したが、今回、大型機種のQA36(写真2)を機種のラインアップに加え、幅広い能力に対応可能となった。



写真1 QA24



写真2 QA36

(1) QA シリーズの機内の粉体の流れ

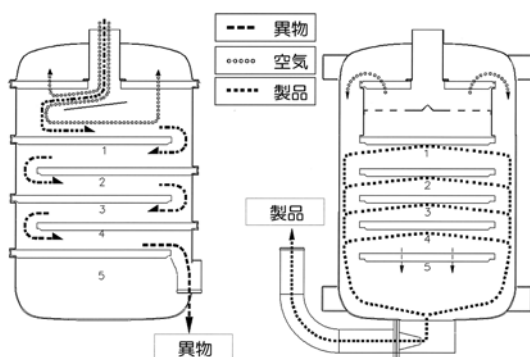


図3 機内の粉体の流れ

この断面図(図3)は、左が側面図、右が正面図である。空気輸送配管より、原料が大量の空気とともに、装置に流れこむ。原料と空気は、まず最上段のABPと呼ばれる網の中央より流れこみ、傾斜したパッフルプレートに衝突し、拡散する。この空間は広いので、原料と空気は瞬時に速度を落とし、原料は1段目の篩網の上に落ちつく。空気は、すぐ上のABPの網を通過し、上方に抜け、トップドームを経由し、篩網の両側のシュートに流れる。ABPの網は、篩網と同じ網を使用しているため、空気と一緒に異物を通過させることはない。要は、原料の通り道とは違う、空気だけの抜け道があるということである。これをエアバイパス機構と呼ぶ。1段目の篩網の上に落ちついた原料は、緩やかな旋回運動により、篩網の上段より下段へと流れる。下段になるほど、製品のふるい分けが進み、原料が少なくなり、異物だけが残るようになる。異物だけが最後まで、篩網を通過せずに、テーリング缶に排出される。緑の線は篩網を通過した製品である。篩網を通過した、製品は、篩網の両側のシュートに落下し、ABPの網を通過した空気と合流し、再び、空気輸送

配管へと流れていく。このように、空気輸送の圧力は、エアバイパス機構により、篩下にも回りこむため、篩網の上下の圧力は均等化され、その結果、篩網の上の原料には重力以外のいっさいの力は働かないことになる。

(2) QA シリーズの構造

①旋回運動

偏芯したクランク状の軸が回転することにより、本体に振動が与えられる。本体の両側にそれぞれが軸あり、一方が駆動側、他方が従動側、となっている。それぞれの軸には、本体の振動とバランスさせるためのカウンターウエイトが装備されている。このような緩やかな旋回運動によるふるい分けのため、壊れやすい虫などの異物を破碎せず、原形のまま回収できる。また、モーター容量も小さく済む(図4)。



図4 駆動構造

②エアバイパス機構(エアバイパス=ABP)

エアバイパス機構は、原料の通り道とは違う、空気だけの抜け道の構造のことである。このエアバイパス機構により、篩網の上下の圧力は均等化され、あたかも重力落下式のシ

フターのような、網に負担のかからない、原料に強制的な力が働かない、理想の状態が実現されることになる。ABPの網は、篩網と同じ網を使用しているため、空気と一緒に異物を通過させることはない（図5）。

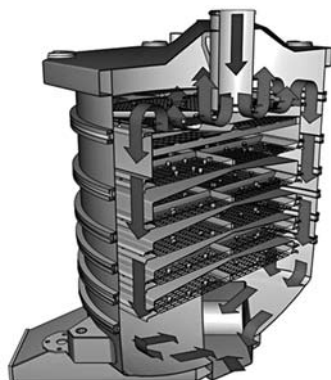


図5 空気の流れ

③テーリング缶

十分な篩面積により、確実に製品と分離された異物は、テーリング缶（写真3）に回収される。異物だけがテーリング缶に回収されるため、異物の管理がしやすい。虫の個数管理なども容易である。運転中も容易に、テーリング缶を確認できる（写真4）。



写真3 テーリング缶

写真4 異物の確認

④篩中枠 & 篩外枠

QAシリーズになり、大幅にメンテナンス

性が向上した。本体の分解点検も容易になった（写真5, 6）。



写真5 篩中枠

写真6 篩外枠

(3) QAシリーズの特長のまとめ

QAシリーズの特長は、ここまで説明したインラインシフター選定のポイント及びBISSC規格認証の条件を網羅した内容となっている。

①網が破れない。異物は原形のまま回収

無理のない十分な篩面積が確保されているため、網に機械的な力を加える必要がない。壊れやすい異物も破碎せず、原形のまま回収する。また金属のような硬い異物も、仮に石ころのような大きな異物が流れたとしても、そのまま異物として回収され、噛みこんだり、網が破れたりする事故もない。空気輸送の空気圧力はエアバイパス機構により逃がされ、網に圧力がかかったり、製品を強制的に網に通過させたりしない。

②異物を容易に確認・管理

異物だけを確実に分離、連続的に排出し、系内に滞留させない。運転中も異物を回収でき、異物管理も容易である。テーリング缶を定期的に確認することにより、プロセス内部の衛生状態を管理・監視するばかりでなく、プロセス状態の変化を示す指標（モニタリング）とすることができる。

(4) QA シリーズ機種

表1 QA シリーズ仕様

	QA36	QA24
篩 径	900[mm]	600[mm]
篩網面積	1 段あたり 0.46[m ²]	1 段あたり 0.18[m ²]
篩網段数	2~7 段 (※1)	2~5 段 (※1)
最大能力	20[t/h] (※2)	6[t/h] (※2)
モーター	1.5[kW]	0.75[kW]
設置寸法	幅 1950 × 奥行 1450 (突起不含)	幅 1600 × 奥行 1100 (突起不含)
重 量	780[kg] (3 段の場合)	610[kg] (4 段の場合)

※1 要求能力により段数決定

※2 強力小麦粉 篩網 30 メッシュ使用の場合

3

マトコン IBC システム (コンテナシステム)

3-1 コンテナシステムとは

粉粒体を使用する食品工場では、インラインシフターが設置される設備のように、各工程間の搬送に空気輸送システムを採用するケースが多い。特に、同じ製品を大量に生産する設備の場合は、省スペース、低インシタルコストなどの理由により、空気輸送が有利なケースが多い。しかし製品の入れ替わりが激しい食品業界において多品種少量生産が要求される業態も少なくない。特に、クロスコンタミネーションの許容レベルが厳しくない場合は良いが、アレルギー物質など微量の異種製品混入が問題になる場合は、状況が一変する。空気輸送ラインを、製品切替のたびに清掃するとなると、多大な労力と時間がかかるばかりでなく、完全な清掃は困難である。または、空気輸送ラインを品種ごとに専用化せざるを得ず、たいへんな設備コストがかかることになる。

IBC (Intermediate Bulk Container) とは、

仕掛品搬送用粉粒体コンテナ (以下コンテナと称する。) を意味し、製造工程間の粉粒体輸送に使用されるコンテナである。コンテナシステムはコンテナを用い、充填、貯蔵、輸送、混合、排出などの各種粉粒体ハンドリング機能により、工場内の製造工程間を結ぶ粉粒体ハンドリングシステムである。

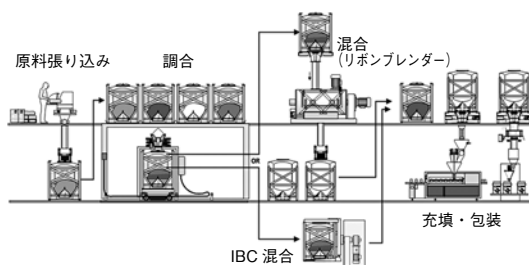


図6 コンテナシステムを用いた粉粒体プロセスの例

図6はコンテナシステムを用いた粉粒体プロセスの例である。工程間のコンテナ搬送に自動搬送コンベヤやAGV (自動搬送台車) などを使用し、原料、製品あるいは中間製品を貯蔵するコンテナの一時保管に自動倉庫を使用すれば、統合的なFAシステムになる。

コンテナシステムの導入により、以下の効果が期待できる。

(1) 生産性向上

原料、製品あるいは中間製品を貯蔵するコンテナを一時保管することにより、工程間の時間的制約から解放され、フレキシブルな製造をすることができる。

- ・紙袋原料は、手隙時間に袋単位でコンテナに投入し、切込作業の効率化を図る。(コンテナに投入された原料は、製造ラインに自動計量排出される。)理想的には原料メーカーと提携し、コンテナにより原料を納入させると、切込作業がなく、異物混入

リスクもなくなる。また紙袋など廃棄物の低減となり、地球環境維持や経済性向上につながる。

- ・下流工程の処理能力が低かったり、トラブルのため運転が停止した場合も、上流工程の製造スケジュールに影響がない。(上流工程の中間製品をまとめて製造、コンテナに貯蔵し一時保管する。)
 - ・品種切替は、コンテナを交換するだけ(設備洗浄は最小限)になり、空気輸送の配管洗浄などがなく、切替時間を短縮できる。(使用済みコンテナは、製造を中断することなく、別の場所で洗浄する。)
- (2) 品種切替時のクロスコンタミネーション防止
- ・コンテナによる粉粒体輸送により、空気輸送配管など、クロスコンタミネーションの原因となる固定設備を最小限に抑えることができる。
 - ・周辺装置を含めたコンテナシステムの機能により、混合や計量など、多くの単位操作をカバーすることができ、装置点数を削減し、シンプルな設備にすることができる。
- (3) ロット管理
- ・コンテナハンドリングは、ロット管理しやすいシステムであり、トレーサビリティ管理は容易となる。
- (4) 密閉性の確保
- 粉粒体経路の密閉性を確保しやすい。
- ・窒素ガスなどにより、コンテナ内部を陽圧に保つことにより、長期保管や長距離輸送を行っても酸化、吸湿、などの製品変質を防ぐことができる。
- (5) FA 化省人化
- ・AGV、自動倉庫などのマテハン機器とコンテナシステムを組み合わせることにより、工場のFA化省人化を図りやすい。

3-2 マトコン IBC システム

マトコン IBC システムは英国マトコン社のコンテナシステムである。当社は英国マトコン社とエンジニアリング契約を結び、2002 年より国内においてマトコン IBC システムを販売している。医薬、金属、電子材料など非食品産業と並び、食品メーカーにも多くのシステムを納入してきた。

(1) マトコン IBC

コンテナ容量の容量は 500~2500 [L] を標準とする。コンテナの材質は SUS304, SUS316 が主流だが、ポリエチレン、帯電防止ポリエチレンのものもある(写真 7, 8)。また容器表面仕上、フレーム形状、排出口径など、用途に応じ仕様を選定できる。ドラム缶と同じサイズのコンテナ(150~450 [L])もある(写真 9)。



写真7
金属コンテナ



写真8
PE コンテナ



写真9
ドラム缶サイズコンテナ

コンテナ底部に円錐状のバルブ(以下コーンバルブと称する。)がセットされ、コーンバルブを上下することにより、コーンバルブとコンテナの隙間を開閉し、粉粒体の排出と停止を実現する(図 7, 8)。排出口径を大きくとれ、ほとんどの粉粒体に対し、安定したマスフロー排出を得ることができる。従い、混合粉粒体の偏析などの問題も起こりにくい。計量排出、排出

流量調整， 排出途中停止， など排出のフレキシビリティが高い。もともとサイロなどの排出装置として開発されたコーンバルブが， コンテナシステムに応用された。

安定した排出を得ることは， コンテナシステムの基本であると言える。



図7

コンテナ底部のコーンバルブ

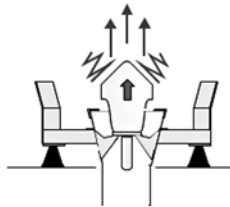


図8

排出ステーション

(2) コーンバルブと排出ステーション

コンテナの底部にはコーンバルブがある。コンテナを排出ステーションの上にセットすることにより， コンテナの中の粉粒体を排出することができる。排出ステーションにはプローブと呼ばれる円錐形のエア駆動部品が装備されている。コンテナのコーンバルブをこのプローブの上に重ねるように， コンテナを排出ステーションにセットする。プローブがコーンバルブをしっかりと掴み， 一体となる。その後， エアアクチュエーターがプローブと一体となったコーンバルブを押しあげ， コンテナとコーンバルブとの間に隙間が生じ， コンテナの中の粉粒体が排出される。プローブの上昇と下降の繰り返しにより， コンテナ内部の粉粒体に振動が加わり， 安定した排出が実現される。プローブ内部には内部バイブレーターが装備されており， 必要に応じ， コーンバルブにバイブレーションを加えることによりコンテナ内部の粉粒体に流動性を与えることもできる (図9)。

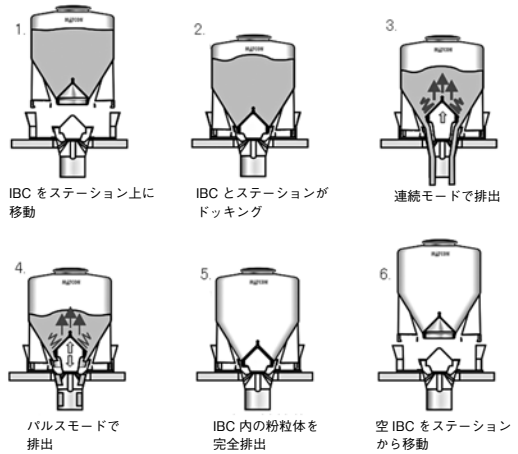


図9 ドッキング→排出→アンドッキング

マトコンの特長は以下の通りである。

- ・特殊エアアクチュエーター採用により， コーンバルブを上下する力が強い。(コーンバルブの俊敏な動作は高比重粉粒体の排出や微量の制御排出に有効である。)
- ・プローブに内部バイブレーターを装備し， 粉粒体の閉塞を回避する。
- ・CIP (Cleaning In Place) 自動洗浄に対応している。
- ・外部信号により， コーンバルブを上下するストロークを調整できる。

(3) 周辺装置による機能

①排出ステーション

前出の通り， 排出ステーションはコンテナに貯蔵した粉粒体を排出するための， マトコン IBC システムの最も重要な周辺装置であるが， ロードセルを装備することにより， 計量機能を持たせることができる。排出重量管理， 途中排出停止制御などに使用できる。複数のコンテナと計量機能を組み合わせ， 配合シ

システムを組むこともできる。またフィードバック制御により、排出開度、開閉時間インターバルなどを制御し、流量調整機能を持たせることができるシステムもある。

②ブレンダー

前出の配合システムなどを用い、配合割合に基づき複数の原料を、あるコンテナに充填計量した後に混合する工程があるとする。この配合製品をミキサーに排出投入し、混合するケースを考えると、品種切替時にミキサーの洗浄時間も、品種切替時間に加わることになる。しかし、ブレンダーを導入すると、設備をシンプルにできる。コンテナをカセット式にブレンダーにセットし、コンテナごと回転し混合する。コンテナの入替だけで品種切



写真 10 ブレンダー

替でき、混合後も、下流工程にそのままコンテナで搬送できる（写真 10）。

(4) まとめ

粉粒体を扱う食品工場において品種切替がフレキシブルであり、クロスコンタミネーションの防止が図れ、トレーサビリティシステムが構築しやすい粉粒体搬送手段としてコンテナシステムが注目されている。

なかでも、マトコン IBC、マトコン排出ステーション、マトコンブレンダーは、多くの粉粒体ハンドリングの実績があり、今後も、広く利用が期待されるシステムである。

4 おわりに

以上、食品粉体の製造工程における安全性向上のための技術および機器を紹介した。

コンテナシステム導入にあたっては、導入の目的を明確にし、ユーザーの生産計画と運用を考慮した、適切なシステム設計なくしては、コンテナシステムの十分な導入効果は得られない。規模の違いはあれ、インラインシフターを含む排出・計量・異物除去設備にも、生産に合致した設備計画は必要である。

当社は食品と粉体に関連したプラント建設を本業とする会社である。

紹介した技術および機器のほか、経験を生かしたプラントエンジニアリング業務により、食の安全・安心の取り組みに貢献していきたい。