

## これからの粉体用異物対策機器の技術動向

日清エンジニアリング株式会社  
海外事業部長 博士（工学）  
石 戸 克 典

### はじめに

最近、「食の安心・安全」がクローズアップされ、中でも小麦粉、米粉、コーンスターチなどの粉末原料への異物混入防止が大きなテーマになってきている。かつては、粉末原料が加工され最終製品で形状が変わると異物の発見は難しかったが、最近では検出技術の向上等で、最終製品出荷段階前に異物を発見することがかなりのレベルで可能になってきた。また、トレーサビリティ設備導入企業が増加し、消費者の異物防止に対する厳しい要求レベルに対応するためにも、原料段階において異物除去することの重要性が高まってきている。

この異物除去システムについて論ずる場合、まずは工場全体を 建物全般（外部からの進入対策）、建物内雰囲気から工程内、そして 製造工程内をトータルで見直すことから始めたい。

まず、建物全体を考える上で重要なことは、HACCP が考慮され管理しやすい建物（人と物の動線計画）で、外部異物（土石、ほこり、虫、金属・ガラス、髪の毛等）の進入防止の工夫がなされていることである。粉体を扱う食品工場では、密閉構造・無窓化、履き替え対応等を積極的に検討されるべきである。以下、異物に強いプラントを建物も含んで設計する上での基本コンセプトと具体的なプラン作りについて論ずる。

### 1. 建物全体の防虫・異物対策

#### 〈設計コンセプト〉

- 1) 3つのフリー（バードフリー、インセクトフリー、ケミカルフリー）  
-----鳥のいない、虫のいない、そして薬剤使用が少なくすむ食品工場
- 2) 人的対応と設備的対応
- 3) 自然発生異物と人的発生異物



## 2.1 統合的害虫管理システム IPM (Integrated Pest Management)

IPM とは害虫の数を経済的な損害を引き起こし得ないレベルで維持するための適切な手法を幾つか組み合わせたシステムのことである。製粉業を始め食品産業において、究極の目的は害虫を完全に除去する事であるが、“あるレベルで管理する”ことが現実的な目標ではなかろうか。害虫防止の方法は色々あるが、現場調査、清掃、物理的・機械的方法、化学的方法の4種類に大別出来る。経済的で効果的かつ安全な害虫管理には、これら4種類の手法を適切に組み合わせて実施する事が不可欠である。

### 2.1.1 現場調査

化学薬品のみ relied 害虫駆除から IPM へと手法が変わるにつれ、現場調査の重要性は高まっている。現存する問題点だけでなく、潜在的な問題点も明らかとなり、実行中の清掃計画も見直しができる。そういった意味で現場調査は経済的な害虫管理に重要な要素と言える。現場調査に加えて、対象害虫の大きさ、行為、ライフサイクル、習慣といった生態を把握する事で、より効果的かつ経済的な害虫駆除が実施可能となる。また、現場調査の記録がサニテーションレベルの継続的な向上に有用であり、害虫問題の再発防止や未然防止にも活用出来る。フェロモンや食物トラップの活用も有用である。

### 2.1.2 清掃

吸引式の清掃により、きちんと清掃して施設内を清潔な状態に保つ事が害虫被害の削減に繋がる。また、施設外部の地面の状態や建物、設備の仕様・配置によって清掃に必要な時間や周期、コストが変わる。清掃し易い仕様・配置でデッドスポットをなくし、害虫被害の源を断ってしまうのが効果的である。使用可能な化学薬品が減少していく中で、従来より頻繁かつ隔々まで徹底した清掃が必要となっている。特に、屋外設置の原料用粉サイロ内は最低1年に1回(できれば年3回)は内部清掃をすることが好ましい。AIB(米国製パン技術研究所-日本では、(社)日本パン技術研究所)の立会い検査を受ける際、サイロ後にインラインシフターを設置していても、サイロの清掃頻度について指導されることがある。

### 2.1.3 物理的・機械的方法

#### 2.1.3.1 物理的方法

温度操作と水分操作がある。虫や微生物にはそれぞれ生存・繁殖に適した環境が必要であることから、それを壊すことにより駆除する方法である。

温度操作には冷却・加熱の2種類あり、比較的寒いところでは4℃以下の低温で数週間保持する方法が適用可能である。限られた空間では熱風駆虫が効果的で、55℃で8~24時間室内温度を加熱保持する必要があるとされている(写真1にアグレコ社のヒーターを示す)。いずれの場合も事前準備が大切で、耐性に乏しい機器・資材は撤去し、隠れ家となり得る場所を根絶すべく清掃せねばならない。

一方、水分は虫が繁殖・増大するかに大きな影響を及ぼし、原料水分が低ければ低いほど繁殖速度は遅くなる。穀類は可能な限り低水分の原料を購入すべきである。13%以下なら安全と言われているが、保管時もローテーションや換気をして均一な水分を維持する事が望ましい。

#### 2.1.3.2 機械的方法

インパクトマシンは穀粒内部の虫を破壊するために使用されている。また、最終粉製品に生きた虫が混入する事がないよう、(インライン)シフターが包装・バラ出荷直前に使用される。適切な負荷と回転数でその効果が維持される。紫外線やX線の照射も害虫駆除の方法ではあるが、コスト高に注意しなければならない。金属異物に対しては一般にマグネットと金属検出機を設置する。後の章で詳細にふれたい。

#### 2.1.4 化学的方法

殺虫剤、薬品燻蒸がその代表である。殺鳥・殺鼠剤は施設外部で使用すべきである。

#### 2.1.5 その他の方法

生物学的方法として天敵や寄生生物を利用する方法があるが、さらなる研究が必要なレベルと言える。他に、二酸化炭素や窒素を加え、大気酸素濃度を低く抑えて殺虫する方法がオーストラリアで実施されている。温度27℃、二酸化炭

素濃度 40～60%で4～7日間維持すると効果的だという。高濃度の二酸化炭素は虫の呼吸を増やし、脱水を早める効果があるため、より高温の方が短時間で効果大とされている。

## 2.2 異物を出さない、混入させない工場の設計コンセプト

異物を出さない、混入させない工場を設計する上で、考えなければいけないことは、前項でも振れたが、工場が、高品質・高効率な生産ができ、快適な職場環境を有し、環境に配慮されており、コストパフォーマンスを追求されて、フレキシブルな製造が可能である工場であるだけでは不足で、HACCP手法の考えを取り入れた工場でなければならない。以下、HACCP手法の一部を紹介する。

### 2.2.1 適切なゾーニング計画

工場設計時に HACCP 手法を取り入れる上で、まず考えることは、ゾーニング計画である。人・物・機械の動線を適切に分けることは、効率的な生産を考える上で非常に重要である。以下、弁当・惣菜工場(セントラルキッチン)を例にして、ゾーニング計画のポイントをあげるので参考にされたい。

- 1) 加熱加工品 / 非加熱加工品の工程の明確区分
- 2) 汚染 / 非汚染区域作業者の出入りを区分
- 3) 加熱加工前後でのコンテナ・台車の使い分け
- 4) 汚染 / 非汚染区域各々に廃棄物庫を設置
- 5) 各室空気圧力分布の適切化による危害の流入防止(清浄度の高い部屋から汚染区域へ風が流れるように)
- 6) ドライ / ウエット区域の明確化
- 7) 食品製造における温度設定、管理、監視の徹底
- 8) 包装エリア(清浄度の高いエリア)への人場者の限定(フットキーシステムの設置)

### 2.2.2 One Way Flow の実現

人・物・コンテナ・台車・廃棄物の移動に伴う交差汚染・二次汚染を防止するため、各動線が一方通行になるように、また、より短い動線となるようにレイアウトを計画すべきである。

### 2.2.3 工場のサニテーション

工場生産エリアにおいて、さまざまな危害分子が侵入しない・増えない・容易に除去できる構造・仕様であるように、以下の点に注意して計画すべきである。

- 1) 工場生産エリアを無窓とし、気密性の高い建築構造とし、エリア全体を陽圧とする。
- 2) 外部に面する入出荷口部分には前室を設け、危害因子の侵入防止を図る。
- 3) 天井・壁・床の材質を作業環境や運用に合わせて適切に選定する(耐熱性・耐薬品性・腐食性・抗菌性・断熱性・平滑性・洗浄性等)。最近、通常温度帯であっても、冷蔵庫<sup>1)</sup>裡を使用する例が増えている。
- 4) 低温包装エリア(室温15℃)では、体感温度緩和、空調ダクトからの異物混入防止のために、ソックダクトを採用する。
- 5) 天井裏スペースを十分に確保し、自由に歩行し清掃を行えるようにすることも検討する。
- 6) 各生産設備・機器は全て清掃、メンテナンス性を考慮する。人の目につかない、あるいは手の届かないデッドスペースをなくす為、点検口を多く設け、レイアウトも工夫する必要がある。また、粉たまりがないように、全ての機器・配管・建物の設計施工がなされなければいけない。

### 2.2.4 トレーサビリティ

今日、食品工場において製造する製品に使用される原料、資材のロット情報及び製造時の設備状態、温湿度などの製造情報を管理して製造履歴を検索、表示出来ることは品質保証体制を確立する上で欠かせなくなってきた。

さらに、従来管理しづらかった仕掛品から小分け包装までの工程管理システム(包装ロット管理システム)を加えると、製造工程から包装仕分け、製品出荷までのトレーサビリティを実現することが可能になる。具体的には、以下の方法で実施する。

- 1) 生産管理システムとラベル発行システムを連動することにより、各アイテムの関連づけが可能になる。
- 2) トレイ毎のユニークなNo.とバーコードにより、アイテム・出来高・仕掛冷蔵庫内への入庫番地を管理できる。
- 3) 仕掛冷蔵庫内の在庫量管理並びに使用期限管理を行える。
- 4) 包装指示により必要な仕掛品の自動引当を行える。

- 5) ラベル発行システムへ包装ロット No. を送信し、ラベル印字を行える。
- 6) 仕掛品製造ロット No. 及び包装ロット No. の各種情報を記録・表示できる。

#### 2.2.4.1 システム例

原料資材を入荷して、製品を出荷するまでの生産管理システムの例を図 1 に示す。システムは製品の製造に重大な影響を与えるデータを分析し確実に収集できるように設計される。この際手動収集するデータと自動収集するデータを区別する。

#### 2.2.4.2 トレーサビリティの流れ

入荷原料・資材データ管理

製造情報管理

\* 出庫材料・資材データの使用履歴と製品ロット

\* 製造の各工程での秤量データ、温・湿度データ、品質データ

\* 設備アラームの発生状態

出荷データ管理

仕掛品と製品の関係及び製品の出荷先を管理する。

帳票

各種製造データをまとめてトレーサビリティの帳票を作成する。

#### 2.2.4.3 バーコードによる管理

製造中の各種データはバーコード ID で管理する。その機器構成とバーコードの運用例を写真 2 に示す。バーコード ID は、運用性と作業効率及びコストを考慮して工場内での運用方法を検討する必要がある。

#### 2.2.5 密閉ハンドリング（パイプレスシステム）の採用

一般に粉粒体プロセスといっても各種あるが、食品工場で多く見られる、配合・混合・包装連続製造プロセスを一例に挙げて考察する。このようなプロセスでは、原料、中間製品を空気輸送によりハンドリングすることが多く（図 2 にそのフローを示す。）、最近では以下に対応する必要がでてきている。

多品種、多原料の生産に対応

コンタミ、クロスコンタミの防止

作業者への粉塵飛散防止（コンテインメント - 封じ込め）

食品、医薬用に製造プロセスを検討する場合、上記の条件をクリアするために多くの企業で工夫がなされているが、実際には次のような問題が顕在化してきている。

設備に粉塵が飛散、堆積

切り替え洗浄に時間がかかるため、製造品目変更に対するフレキシビリティがない。

空気輸送が多用され、空気と一緒に室内外の異物の混入する可能性が高い。これを解決する方法として、パイプレスシステムを使った新しいハンドリング技術が最近注目を集めている。パイプレスシステムの代表的技術としてはコンテナシステムがあり、また、製造仕掛品として中間容器として使うという意味から、このコンテナシステムを IBC（Intermediate Bulk Container：工程間搬送用粉粒体コンテナ）システムと呼ぶことが多い。（**図 3** に簡単な IBC システム例を示す。）

#### 2.2.5.1 コンテナシステムの特徴

コンテナシステムの最大の利点は、各ステーションの作業工程が独立並行して行われ、機器の稼働効率を高くできる点にある。次に、コンテナを洗浄だけで製造切り替えが可能で、コンタミネーションが防止でき、高品質な製品の大量・少量多品種製造に適している。同時に、各ステーションが独立して稼働するので自動化が容易であり、また製造計画の変更等にフレキシブルに対応できるシステムでもある。さらに、従来ラインでは建物の高さをフルに使った設計がされているのに対し、コンテナシステムはワンフロワ化でき、建築費用の低減、管理コストの削減が可能と考えられる。最後に、粉体が常にコンテナ内に収められているので発塵箇所が少なく、クリーンな作業環境が維持できる点も注目すべきである。

一方、コンテナシステムの欠点は、従来機に比して初期コストが高いということで倦厭されがちな点にある。たとえば、とくに自動輸送機のようなコンテナの荷役関係のシステムは従来空気輸送ラインでは必要なかった部分であり、コストアップの主要因となる。また、自動化のための制御システム・ソフトのコストもかなりのウェイトをしめる。導入にあたっては、自動化による省力化のメリットとのバランスの検討が重要となってくる。手動で移動するなど安価な輸送手段から検討をすることで、インシャルコストを抑えつつ導入することができるので、

段階的導入の検討も必要である。このシステムはコンテナ自体を移動させるものであり、荷役関係及び計量精度の制約からコンテナの大きさに限界があり、1バッチあたりの処理量は一般的には1 t/batch程度が上限となるが、かさ比重の小さい粉粒体用に3000リットルクラスの容器を有しているメーカーもある。従って、同一銘柄を連続して大量生産する場合には空気輸送の方が適しているといえる。ただし、空気輸送では閉塞等でよく問題となる付着・凝集しやすい粉粒体、湿体等のハンドリングがコンテナシステムでは問題にならないので、初期コストのみで判断せず、ランニングコスト・作業性・生産性等を総合的に検討することが重要である。

コンテナシステムには利点、欠点があり、利点を最大に活かせる部分を吟味して選択し、有効に利用していくことが必要である。プレミックス、香辛料、カラーターナー、顔料等の大量・少量多品種生産においてはコンテナシステムの有効性は高い。また、中間混合原料製造ラインとしても有効であると考えられる。

#### 2.2.5.2 コンテナシステムの概要（図4に断面図を示す。）

- \* 可搬式コンテナの排出機構に、自動排出バルブの機構をプラスすることによって、スムーズな粉粒体の排出が可能。
- \* 輸送、混合、計量排出が可能。
- \* 貯蔵/充填/混合/洗浄/搬送の各システムを組み合わせ、粉塵のない状態で一連の工程の自動化が可能。
- \* 24時間自動運転対応可能。
- \* コンテナからの全量排出ができる。
- \* フレコンに切出し秤量機能付加可能。
- \* 経済的なバッチ搬送システム。

### 3. 製造工程における防虫・異物対策の実際（粉粒体処理工程を中心に）

#### 3.1 異物対策装置を選定する際のポイント

異物検出・除去装置を設置する場合、以下のポイントを抑える必要がある。

装置自体が異物発生装置にならないか？

工程を複雑にしていないか？

簡単に内部の点検ができるか？（週に一回、30分以内で）

目的を明確にする（異物チェックか、異物除去なのか）

そして、検出・排除すべき異物の特性、製造・品質管理の優先順位等を検討し、異物対策装置選定フローチャートを作り、それに基づき最適な装置を選定する必要がある。(図5に選定フローシート例を示す。)

### 3.1.1 インライン異物除去装置

小麦粉やミックス粉、澱粉などの食品粉体を原料として使用する食品加工メーカーで、多くの異物除去装置が使われている。食品粉体を空気輸送する各製造工程中に設置する場合は、重力落下中に設置する場合に比べて、総機器点数が少なくなり、異物管理ポイントが減ることから、最近スポットが当てられてきている。

食品粉体に混在した鉄異物を除去する「インラインマグネット」、虫の卵を殺卵する「インライン殺卵機」、虫などの30メッシュ(600ミクロン)以上の異物を除去する篩装置「インラインシフター」などが紹介されている。これらを設置することで食品粉体中の異物を連続的、かつ、トータルに除去することが可能になり、衛生面および安全面を重要視される食品製造において、異物混入防止の効果をより高めることができる。(図6にフロー例を示す。)

これらの製品の長は、空気輸送配管中に設置することが可能で、製品混練ミキサー送りや製品出荷空気輸送ライン、包装機送りライン等の重要な管理ポイントで異物を除去・コントロールすることができる。

### 3.1.2 インラインマグネット

フェライト磁石と強力希土類磁石の2タイプあり、空気輸送ライン中に設置でき、浮遊金属異物を効果的に除去する。マグネット部分は簡単に取り外し可能でメンテナンスの容易なものが好ましい。(写真3にダイカ社製のマグネットの例を示す)

### 3.1.3 インライン殺卵機(別名:インパクトマシン)

空気輸送ライン中に設置でき、食品粉体中の虫の卵を高速回転ローターで破壊・殺卵する。インラインシフター直後に設置することで、篩通過後の製品中に存在する、篩目以下の卵を破壊できる。特に、200ミクロン以上の大きな卵に威力を発揮する。(写真4に東京製粉機製の殺卵機の例を示す。)

### 3.1.4 インラインシフター

空気輸送ライン中に配置できる篩装置で、最大 550kg/分 (33 トン/時、強力小麦粉ベース) の処理が可能(30 メッシュ、600 ミクロンの目開き)な機種もあり、アメリカ製パン業衛生標準委員会 (BISSC) の衛生基準適合証明書付きの装置も日本で販売されている。

食品への異物混入が消費者 (ユーザー) で発見された場合、新聞等で大きく取り上げられることが多く、異物混入を起こした企業は大きなダメージを受けることになる。最近、篩装置に関して異物混入事例が続けて発生しており、原料メーカー、食品製造工場、製造機器メーカーが三位一体となって解決に取り組む必要が出てきているので紹介する。

【事例 1】 2003 年 3 月 27 日に中日新聞にお詫び・回収依頼広告が載っていたが、某大手製麺会社の協力工場で製造に使用していた篩装置 (ラウンドシープ型) のステンレス網が破れて製品に混入し、製品を回収した例がある。

【事例 2】 2003 年 12 月 14 日に大手新聞にお詫び・回収依頼広告が載ったが、某パン粉メーカーの製造工程中に設置されている空気輸送配管用 (ニューマ搬送) のフレキ樹脂ホース内部に埋め込まれているアース用の糸状銅線が何らかの理由で脱落し、パン粉製品に混入し、それがユーザーで発見された (太さ 0.17mm、長さ 1.0cm)。このパン粉を使っている多くの会社 (冷凍食品、ハム・ソーセージメーカー等) で自主回収を行うことになった。

【事例 3】 某海外メーカー製のインラインシフター (ラウンドシープ) を網破れ検知装置付きで納入したが、それが検知せず、工場では網が破れたことに気づかず運転を続け結局異物混入事故が発生し、損害が派生した。その損害を機器メーカーに対して賠償請求しているという海外の事例もある。

篩の機種を選定には BISSC、AIB、HACCP 等の指導・基準に基づき細心の注意を払わなければいけない。(表 1 に各種インラインシフターの比較を示す。各社のデータは公表されているホームページ等の情報、カタログに基づく。)

\* BISSC の規定の抜粋 (参考)

#### 4.1.4 - Specific Design Requirements for Sifters

**4.1.4.1** Separate conveying air systems shall be provided before and after an atmospheric sifter in the system. ( エアバイパス機構が内蔵されていること )

**4.1.4.2** Sifters shall permit continuous discharge of tailings through

dust-tight connections to an enclosed container. ( 異物が連続的に排出されること )

4.1.4.3 Sifters shall employ no rubbing action to facilitate product flow. ( 網をこするような力を加えないこと )

4.1.4.4 Sifter screen frames shall be designed to prevent replacement in an improper position and shall be readily removable for cleaning ( 網が外し易くなっており、かつ、元に戻す時に間違いが起こりにくい構造になっていること )

4.1.4.5 Sifter screens shall be minimum mesh to allow passage of product. ( 網の目開きは製品の通過しうる最少であること )

異物・虫が破損して製品へ混入することがないように、異物除去を目的に食品粉体を篩うシフターは緩やかな旋回運動が最適(粉体を解砕しながら篩う目的には、ラウンドシブ型が良い)。アジテーターやビーターなどで網に直接力をかけると、虫をばらばらにしたり、網を破いてしまう可能性が高まる。破れは2次異物につながることから、慎重に機器選定すべきである。また、篩オーバーに製品が混ざると、ロット切り替え時に粉が切れず、トレーサビリティもなくなるので、オーバーに製品が全く混ざらないシフターが理想的である。(写真5に米国グレートウエスタン社等のインライン・シフターの例を示す。)

### 3.1.5 その他の異物検出・除去装置

#### 金属検出器

鉄、ステンレスの異物を検出、除去する装置で、重力落下中、ベルトコンベア式が一般的に使われている。

#### X線異物検出装置

金属検出器では不可能だった、非金属異物(骨・貝殻・石・ガラス・ゴム・プラスチック等)、アルミ包材内の異物検出等に使用可能で、最近機種も増えてきている。(アンリツ、東京製粉機-BARCO社、イシダ、日新電子工業、ニッカ電測、他)

#### 色彩選別機(カラーソーター)

原料の異物除去によく使われるものに、「色彩選別機」がある。センサーの種類(レーザー、LED、CCDカメラ等)により数多くの機種がある。センサーの信号をアンプで増幅しコンパレーターで比較判定し、パワー回路で電磁弁(空

気銃タイプ、フラップタイプ)を駆動させ異物をはじく。操作部は、電子機器の発展でパソコン、LED、タッチパネルなどを用いることが一般的となってきた。

#### **乾燥食品異物除去装置**

粉体製品の異物除去(特に髪の毛の除去)に最近使われ始めた機械では風力と髪の毛の動きをうまく利用している。日立造船向島マリン(ニチゾウアイエムシー)のKVSJシリーズのように粉体から効率的に髪の毛を除去できるものも紹介されている。

#### **静電気法**

静電誘導により微粉に電荷を与え、製品の中の微粉異物、糸くず、髪の毛ビニル片を除去するという方法で、ブロワの吸引と組み合わせて食品製品の異物除去に最近使われ始めてきた。ニチモウ、榎野産業が取り扱っている。

### **3.2 熱風駆虫の実際**

現在、多くの会社で、薬による燻蒸を実施しているが、パッキンの奥に住む虫(特に卵)は駆除できないといわれている。これに対し、熱風駆虫は、45 前後の温度で、さなぎ・卵が死に始め、55 以上で成虫が死ぬといわれている。

#### **3.2.1 熱風駆虫の特長**

- 薬品を使わず(ケミカルフリー)熱風で卵から成虫まですべての段階の虫を駆除することができる。周囲温度55 で一般に16時間以上維持、昇温・徐冷時間も必要となる。
- 環境、人にやさしい。駆虫中の短時間作業可。
- 温度の低いところに出てきて死ぬため、成虫の駆虫状況が目で見えてわかる。
- コストと効果：一般に年6~12回実施されているガス燻蒸と比べて、1回の費用は高いが頻度は少なく済む(年1-2回)。

#### **3.2.2 熱風駆虫のメカニズム**

- 30~40 で高温好みの種は活動が活発になって巣から出てくる。
- 40~60 では、動きが鈍くなって遠くに逃げられなくなる、または、全く動けなくなって死にいたる。乾燥に弱い種は、蛋白変性というより脱水によって死ぬともいわれている。虫が死に至ると考えられる原因を以下にあげる。  
熱による体内酵素の変性、失活

熱による身体の蛋白変性

乾燥による身体からの脱水

### 3.2.3 熱風駆虫機器仕様

機器仕様例として、米国アグレコ社製テックヒートをとりあげて説明する。7セットのヒーター（80KW）・ブロワ（2.2KW）と、それらを自動でコントロールする集中管理システム（温度センサー付属）を含んでおり、それらを全て1つの20フィートコンテナに積んでどこにでも持っていけるのが特徴である。（写真1にヒーターとブロワの写真を示す。）サービス開始後、オペレーターがコンテナ内で、全体の集中温度管理をする。

最近、工場全体を熱風駆虫する上記システムに加えて、機械装置単体や小さな部屋の熱風駆虫できるヒーターも登場し、防虫施工業者が取り扱いを開始している。40kwヒーターにファンがついたもので、10kwのヒーター4つを組み合わせ微調整ができる仕組みになっている。熱風駆虫用のヒーターは、一般の外気を取り入れるヒーターと異なり、雰囲気温度60度の中で長時間使用できるヒーターである必要があり、耐久性・耐熱性が要求される。（写真6に小型ヒーターの例を示す。）

なお、ガス燻蒸は日本でも使えなくなる方向にあり、臭化メチルはオゾン層破壊するとして、2005年全廃（モントリオール議定書）と決まっている。また、ホストキシンは、リン化アルミニウム、リン化水素が含まれており農薬の1種であることから、有機穀物を使用する場合は工場で薬品を使えなくなっている。米国ピルズベリー社はケミカルフリーを徹底しており、1997年から、臭化メチルは全く使用せず、熱風駆虫で虫を防いでいる。

## 4. 結論

食品粉体を扱う工場を新たに建設する場合は、建物そのもの・建物から工程・工程内の3つの防虫・異物対策を総合的に検討し、IPM計画を立て、異物混入しにくく、混入しても検出排除できる設備を設置する必要がある。

既存の食品工場では、粉体最終工程（包装、ミキシング）の直前にインライン異物除去装置を設置し、また、IPM計画を見直し、工場内の熱風駆虫等、別の効果的な方法も実施し、且つ、サイロの清掃頻度を上げることで防虫効

果を高めることなどがすぐに対応でき即効性のある方法である。

異物発生した場合に備えるためには、トレーサビリティを有する食品工場管理システムの導入を検討する必要がある。

#### 【参考文献】

- 1 . 平尾素一 : 「製造工場における虫混入防止対策」, 月刊 HACCP , 12月号, p.40-46, (2000)
- 2 . 平尾素一 : 「食品製造における異物混入と防止対策」, (株)テクノシステムセミナー, (2002)
- 3 . 石戸克典 : 「食品工場における防虫・異物対策」, (株)テクノシステムセミナー, (2002)
- 4 . Robert B. Mills and John R. Pedersen: A Flour Mill Sanitation Manual, Eagan Press, St. Paul, Minnesota, (1990)
- 5 . 石戸克典 : 「食品工場の防虫対策・異物対策」, 粉体工学会第37回技術討論会, 東京, (2002)
- 6 . 石戸克典、松本強二 : 「小麦粉など粉末原料の異物除去システム」, ジャパンフードサイエンス, 日本食品出版株式会社, 11月号 (2002)
- 7 . ホームページ, 食品の「異物混入」について, 国民生活センター, 2000.11.25, <http://www.kokusen.go.jp/news/index.html>
- 8 . 牧田晴義 : 安全確実な輸送と合理的ハンドリング, 化学装置(工業調査会), 5月号, pp.69~76, (2003)
- 9 . 石戸克典 : 次世代の粉体ハンドリング - パイプレスシステムへの挑戦, 化学装置(工業調査会), 9月号別冊, pp.10~16, (2003)



写真1 アグレコ社製ヒーターとブロウ



写真2 バーコードシステム例とバーコードID例

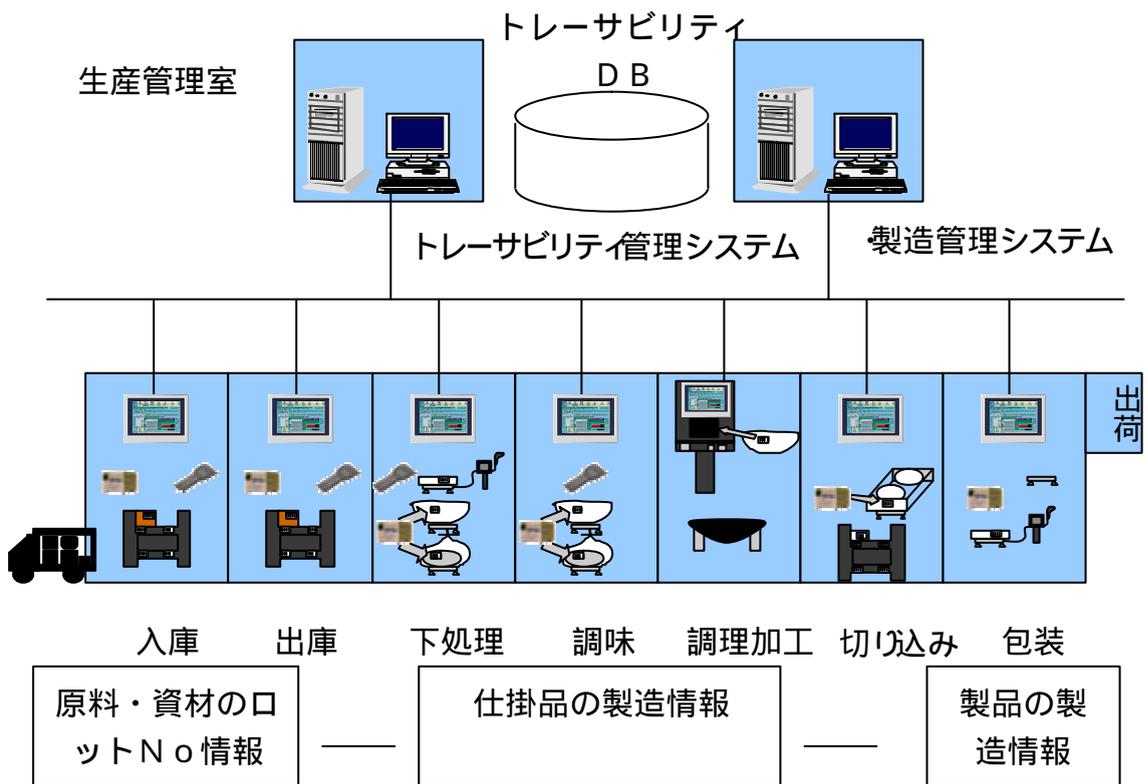


図1 トレーサビリティシステム構成図

注：トレーサビリティデータベースは、PL法、HACCP等用途に合わせて対応期間を決定する。通常運用する製造用データベースとは別管理にすべき。

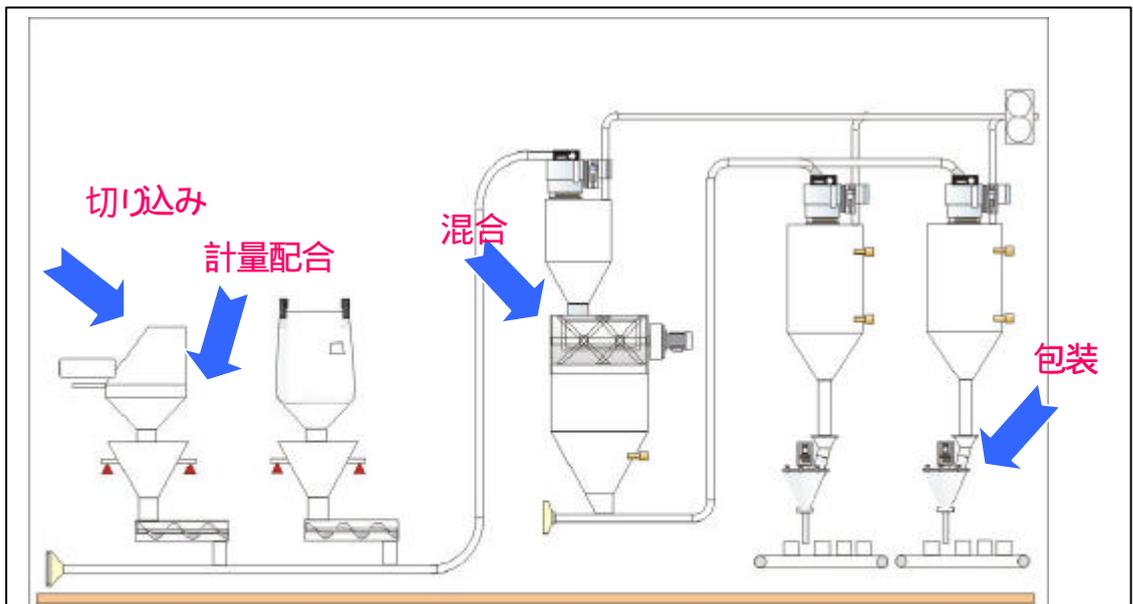


図2 配合・混合・包装連続製造プロセスの例

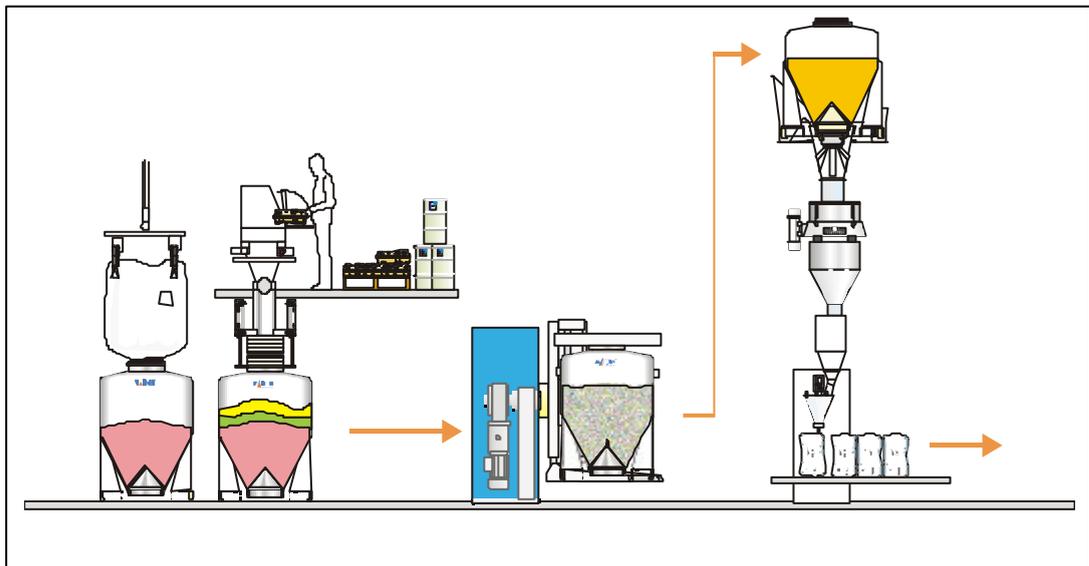


図3 簡単なIBCシステム例

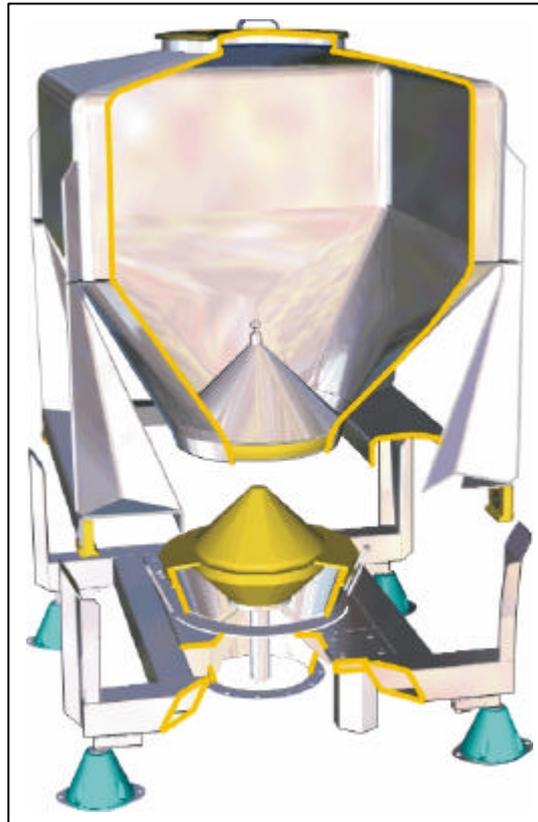


図4 マトコン IBC コンテナの断面概念図

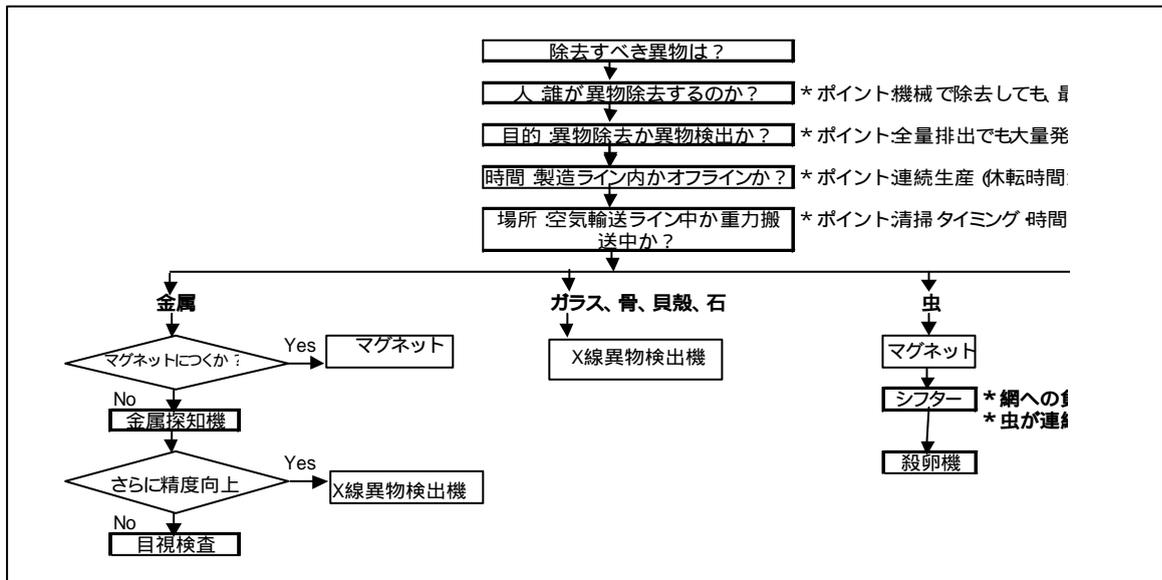


図5 異物除去装置選定フローチャート例

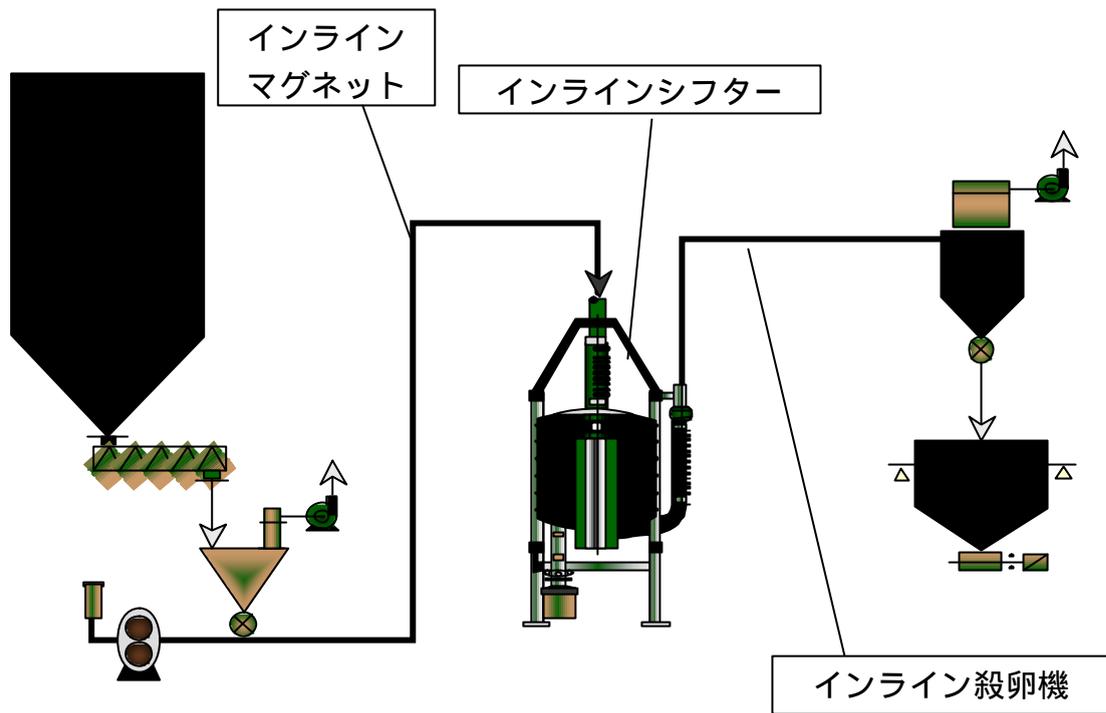


図6 インライン異物除去装置のフロー例



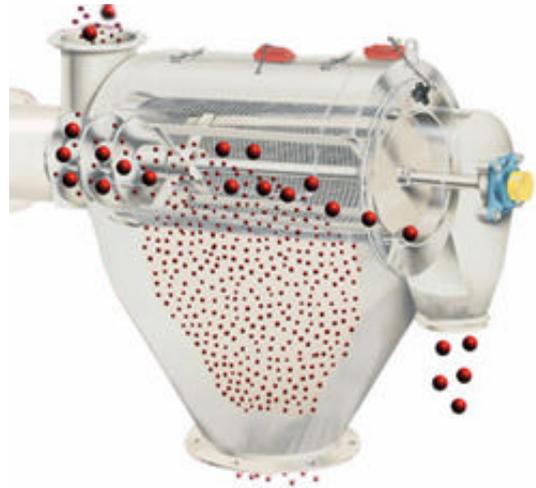
写真3 インラインマグネットの例  
(ダイカ製)



写真4 インライン殺卵機の例  
(東京製粉機製)



トゥルーバランス・インライン・シフター・  
ライトの写真  
(米国グレートウェスターン社製)



ラウンドシープの概念図



Pneumatic In-Line Sifter の写真  
(米国 SWECO 社製)



Ultra-High Capacity In-Line  
Pneumatic Screener の写真  
(米国 Kason 社製)



Pneumatic In-Line Screens の写真  
(米国 GUMP 社製)



SINKA シフターの写真  
(株西村機械製作所製)

写真5 各種インライン・シフターの写真

製品名	メーカー	エアバイパス機構 (BISSC仕様)	異物連続排出 (BISSC仕様)	網詰りを機械的にかき取らない (BISSC仕様)	網の枚数 (エアバイパスを除く)	網の形状、大きさ	旋動式/振動式/機械式	能力 (t/h、強力小麦粉、30メッシュ)	モーター電気容量 (kw)
トータルバランス・インラインシフター・ライト	Great Western Manufacturing (米国) / 日清エンジニアリング(株)	有り	有り	BISSC仕様準拠	2~5	600mm直径	旋動式(ウレタンボール/キューブ)	3.5~9	0.4~0.75
ジャイロドームインラインシフター	(株)徳寿工作所 / ニッポンエンジニアリング(株)	有り	なし	BISSC仕様準拠	1	1000mm直径	旋動式(ウレタンボール)	~6	1.5
SINKAシフター	(株)西村機械製作所	有り	有り	BISSC仕様準拠	1~2	500~1200mm直径	振動式	2~9	0.75~3.7
Pneumatic In-Line Screens	GUMP (米国) / (株)西村機械製作所	有り	有り	BISSC仕様準拠	2~3	800~1350mm直径	振動式	~30	0.5~3.7
Ultra-High Capacity In-Line Pneumatic Screener	Kason (米国)	有り	なし	BISSC仕様準拠	1	1219~1525mm直径	振動式(ウレタンボール)	~27	1.5~7.5
ラウンドシープ型 (Centrifugal Screener)	AZO (ドイツ) Reimelt (ドイツ) Buhler (スイス) Kason (米国) ツカサ工業(株)	なし	運転中排出停止、運転終了後取出し	機械式目詰り防止 (攪拌・かきとり羽根)	1	円筒形	機械式	3~13	2.2~7.5

表1 各種インラインシフターの比較 (カタログ、公表データに基づく)



写真6 小型熱風駆虫ヒーターの例 (国際衛生(株)扱い)