

特集

[粉粒体機器]

製品品質の向上と 作業環境の改善に貢献する 粉粒体機器の紹介

株式会社アコー 営業技術部 松下 宗平

1 はじめに

近年、食品衛生管理手法（HACCP）による「食の安全問題」へのクローズアップに付随し、製品の品質の向上や作業環境の改善が求められている。そのため、今後の食品業界では多種多様な粉粒体の処理が可能かつ、高いメンテナンス性を兼ね備える、高性能な粉粒体機器の導入が重要である。

今回は「品質の向上」と「作業環境の改善」に焦点を当て、弊社が設計・製造・販売する粉粒体機器の中から「ACO ジェットセパレーター」「フラッシュブレンダー」「ダストレス」「ウェットスクラバー」そして「ダブルフラップダンパー」の5つを、導入事例なども交えながら紹介する。

2 風力分離装置 「ACOジェットセパレーター」

食品に使用される天然由来の原材料の多くは、仕入れ時の段階では砂や枝などの異物が含まれていることが多い。また、皮やへたなどの混入は製品の味や食感を損なうため、品質の安定や向上にはこうした異物の分離除去が欠かせない。そのため、ほとんどの企業が異物分離装

置を導入しているが、目標とする効率で異物分離をすることが課題となっている。

弊社の「ACO ジェットセパレーター」は、空気の流れや粉粒体の比重差を利用し、ふるいでは分離できない細かな微粉も除去ができる風力分離装置である。従来の風力分離装置などと比べて高い分離性能を持つ。また、コンパクトな設計で現状の空気輸送ラインに取り付け可能である。日本・アメリカ・ヨーロッパ・中国・台湾・韓国で特許を取得しており、多くの工場で活躍している。

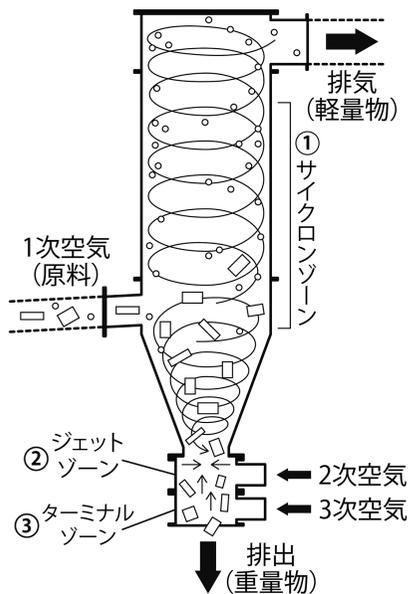


図1 内部構造

2-1 特長

- 1 高い分離性能
- 2 点検，分解洗浄が容易なサニタリー仕様
- 3 帯電した微粉も除去
- 4 滞留部ゼロ

2-2 原理

①サイクロンゾーン

ペレット（重量物）はいったん旋回上昇するが、重力と壁の摩擦により減速し、旋回しながら落下する。一方、フロス（軽量物）は上昇気流に乗って上方より排出される。

②ジェットゾーン

ジェットゾーンにおいて剥離された微粒子は、2次・3次空気により上方に運ばれペレットは下方へ落下する。

③ターミナルゾーン

静電気などでペレットに付着している微粒子は、円周スリットから噴射されたジェット気流よりペレットから完全に剥離される。

④製品出口

空気で洗浄された原料は、装置下部から排出される。

2-3 導入事例1 （ワカメと異物の分離除去）

1つ目の導入事例は脱水したワカメと釣り糸、漁網の分離除去である。これまでは人の手でワカメと異物を選別しており、長い釣り糸や漁網は作業者が目視で弾くことができるが、視認しづらい小さなものは除去が困難であった。

「ACO ジェットセパレーター」導入後は、乾燥処理前の水分を含んだワカメ 650kg/h の分離、つまり1時間当たり 650kg のワカメを仕分けことを実現した。作業効率化に尽力した事例である。

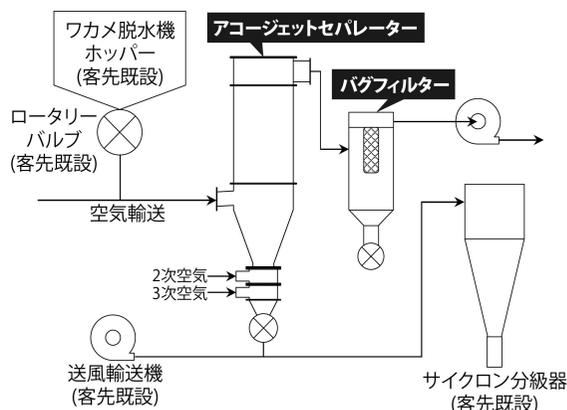


図2 ワカメと釣り糸や漁網の分離フロー



図3 左：分離後ワカメ 右：釣り糸、漁網

2-4 導入実績事例2 （大豆の実と薄皮の分離除去）

2つ目の導入事例は、大豆の実と薄皮の分離除去である。客先が他社製の異物分離装置を使用した際は分離効率が80%ほどやや低く、最終製品には薄皮の苦味が発生し、求める品質に達することができなかった。

「ACO ジェットセパレーター」で事前テストを行い、その結果を元に客先に最適な構造を設計。結果「ACO ジェットセパレーター」導入後の分離効率は95%に向上し、要望の歩留まり率を達成しつつ薄皮の除去ができ、製品の品質向上に貢献した。



図4 左：分離後薄皮 右：大豆, 実

3

粉粒体混合装置
「フラッシュブレンダー」

原材料の異物を分離したあと、粉粒体を混合する工程で問題になるのは、粉粒体の流動性とコンタミである。粉粒体は液体と比べて流動性が低く簡単に動かない物が多いため、短時間でムラなく混合するのは容易ではない。また、粉体混合機はバッチ式のドラム型やリボン型など回転部がある構造が多い。回転部があるということは摩擦による金属の混入やオイル漏れなどコンタミの懸念がある。

弊社が製造する「フラッシュブレンダー」は、

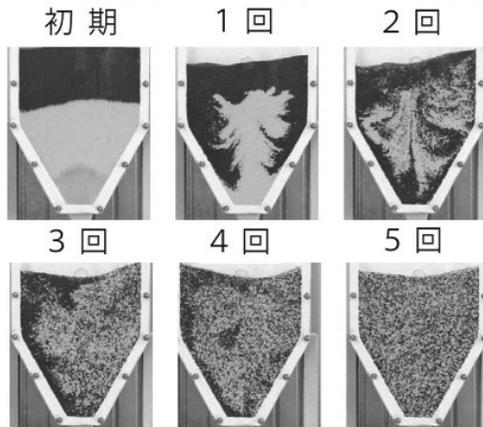


図5 混合回数の増加による混合推移

混合のムラやコンタミの心配なく、空気のみで粉粒体を連続で安全に混合することができる粉粒体混合装置である。また原料の吸引搬送もできるため、粉体投入の手間や粉体の飛散もなく作業環境を汚すおそれがない。2流体ノズルにより液体を噴霧すると極めて均質に液体を添加することができ、さらに供給エアにより乾燥操作も可能である。

3-1 特長

1. 回転部のないシンプルな密閉構造で
コンタミがない
2. 1トンに10グラム添加の混合が可能
3. 短時間混合
4. 素材破壊が最少
5. 自動化が容易（投入・計量・混合・排出）
6. 幅広い用途（食品、医薬品、化学工業原料、
電池材料など）
7. 残留物がない排出ができる

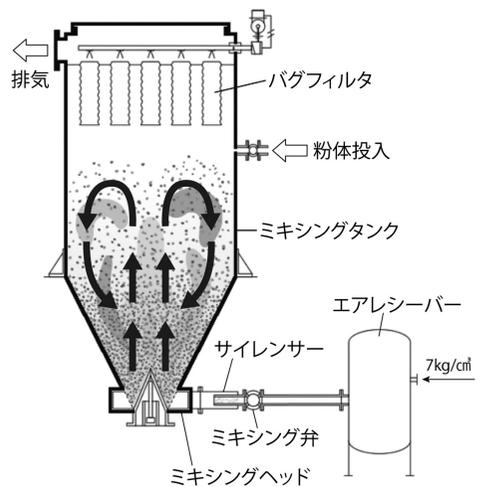


図6 ブレンダー構造

3-2 原理

エアレシーバータンクに蓄圧した空気をタンク底部より瞬時に噴射すると、装置内の粉粒体

全部が沸騰状態になりミキシングが行われる。吹き込まれた空気は上方よりバグフィルターを通して排気されるため、粉が漏れるといった問題は起こらない。噴射時間は0.5~5秒間。10~15回程度の噴射で十分な混合が行われる。

3-3 導入事例 (スープパウダーの均一混合)

混合粉体積3,000Lのスープパウダーの均一混合である。求められた条件は「コンタミの心配が少ないもの」「混合や排出の際に粉漏れが少ないもの」「均一に混ざるもの」の3点である。複数の材料粉体の中に流動性の悪い粉体があり、他社の粉粒体混合装置ではうまく混ざらず弊社にご相談いただいた。流動性の悪い粉体は混合だけでなく、混合後の粉体排出も大きな問題となる。

まずは実際のスープパウダーを使用して混合テストを実施。エア噴射混合回数や適正噴射エア量などの確認を行った。そのテスト結果をもとに設計。実機装置サイズのコンパクト化だけでなく、コンプレッサーなどの周辺機器の適切な性能選定をすることもでき、想定していたコストの削減につながった。また、問題となっていた粉体排出も弊社製の排出補助装置「エアハンマー」の取り付けにて解決できた。

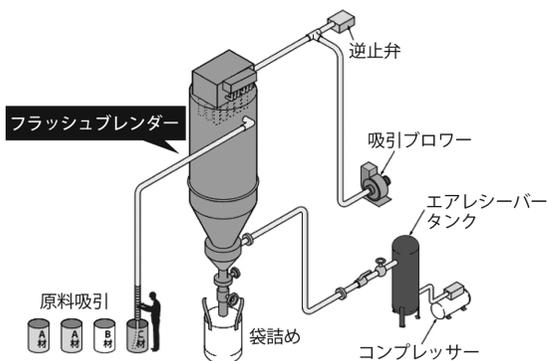


図7 ブレンダー導入フロー

「フラッシュブレンダー」導入後、メンテナンス性やコンタミのない混合を改めて高く評価いただき、初号機導入後リピートにて複数台ご購入いただいた。

4 粉体投入機「ダストレス」

作業者が紙袋に入った粉体をタンクなどへ投入する際、どのように投入しても粉塵飛散は起こってしまう。飛散によって起こる作業環境の悪化や作業者の吸引ばく露は、労働者の人体への影響や生産性の低下や衛生管理リスクの増大を招く。

このような問題の発生を防ぐのが、粉体投入機の「ダストレス」である。投入された粉体を吸引しながら回収、その際に舞う微粉は内蔵フィルターに吸い寄せられる。内蔵フィルターに付着した粉体は、自動で払い落とすクリーニング機能によりフィルターが目詰まりを防ぎ、常に安定して運転。払い落とした飛散粉体は原料としてそのまま利用ができるため、原料のロスや作業環境の汚染もなくなり、安定した生産活動につながる。

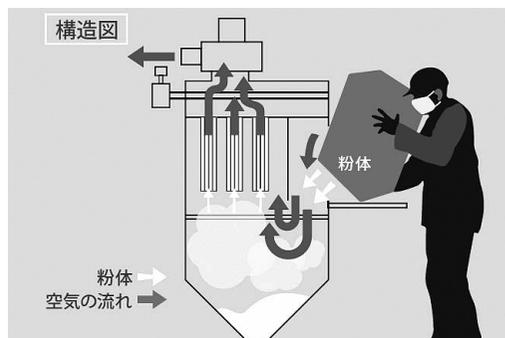


図8 ダストレスの集塵の流れ

4-1 特長

1. 粉体投入時に粉が舞わない

2. 原料の無駄がない

3. フィルターの自動クリーニング

4. 内部が洗いやすくメンテナンスが簡単

4-2 原理

紙袋での粉体投入時に舞ってしまう粉を、装置内部のフィルターで吸引回収。圧縮空気によるフィルターの自動クリーニング機能により目詰まりを防ぎつつ、払い落とされた粉体は原料としてそのまま使用できる。食品粉体を扱う場合、食品衛生法適合のプリーツフィルターを選択することも可能である。

4-3 実験（ダストレス有無での粉体投入比較）

ダストレスのテスト機に粉体を投入し、ダストレスが稼働しているときと稼働していないときの粉体の飛散を比べた。今回投入する粉体は、炭酸カルシウムである。炭酸カルシウムは1 μmほどの微粉が多く含まれる。粒度が細かいこともあり、投入すると必ずと言っていいほど粉が舞ってしまう。ちなみに小麦粉の粒度は5 μm-100 μmである。図はダストレス稼働時と停止時



図9 粉塵飛散状況 左：稼働時 右：停止時



図10 床の汚れ比較 左：稼働時 右：停止時

止時に同量の粉体を投入した際に発生した粉塵の状態を比較したものである。稼働時は即座に粉が吸い込まれていくので粉の舞いを感じない。また、稼働時は舞う粉がほとんどないため、床の汚れにおいても大きな差が生じた。

5 湿式集塵機「ウェットスクラバー」

一概に集塵機といっても集塵方式によって呼称が変わり、乾式・電気式・湿式・サイクロン式など多種多様である。集塵方式によって得意・不得意があるものの、比較的安価で集塵効率が低い乾式集塵機「バグフィルター」が集塵物に対する汎用性も高く一般的で多く普及している。

そんな中、近年注目されているのが水の方で集塵する「ウェットスクラバー」である。「ウェットスクラバー」とは粉塵を水に接触させることにより効率よく集塵・脱臭・ガス吸収を行う湿式集塵機である。「ウェットスクラバー」は、ほかの方式の集塵機では捕集や安定集塵が難しい粉塵や環境においても集塵が可能である場合が多い。

- ①潮解性や付着性のある粉塵
(砂糖, 混合調味料など)
- ②常に結露してしまう環境 (加熱工程)
- ③処理ガスが高温の場合
- ④脱臭も行いたい場合
- ⑤回収したい粉塵の量が多い場合など

上記の粉塵や環境は、フィルターの目詰まりやメンテナンスの増加や火災のおそれなどから安定して集塵できない可能性が大いにあり、乾式集塵機や電気集塵機は向かない。

5-1 種類「溜水式スクラバー」と「充填塔スクラバー」

スクラバーというと充填塔スクラバーと呼ば

れる水シャワー型のスクラバーが一般的だ。弊社が製造販売しているのは溜水式スクラバーである。一般的な充填塔スクラバーではなく、溜水式スクラバーを採用している理由はメンテナンスフリーを実現できるからである。充填塔スクラバーは内部に充填物が必要であるが、それらの充填物は捕集した粉塵でやがて目が詰まり、処理風量の低下や集塵効率の低下を引き起こす。集塵物で汚染されたセラミック製やプラスチック製の充填物の清掃や交換はかなりの労力やコストを要する。弊社の「ウェットスクラバー」は、充填物が不要であり、かつ高効率での集塵・ガス吸収・脱臭を同時に行える。装置内部には水しかないため、目詰まりも起こさず安定的に集塵が可能である。排水時には水と一緒に捕集した粉塵も排出されるため、粉塵排出の手間も掛からない。

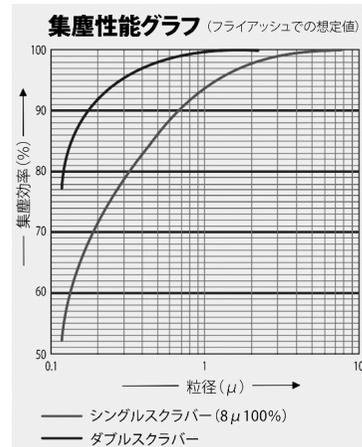


図12 ウェットスクラバー集塵性能

充填塔スクラバー

アコー製溜水式スクラバー

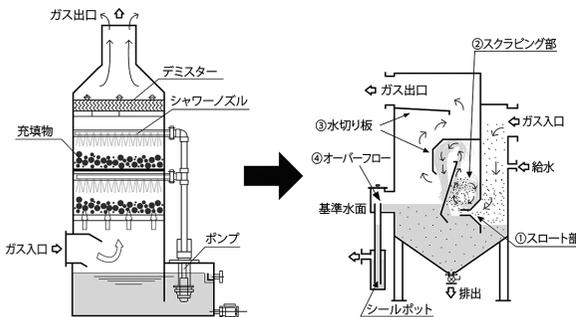


図11 充填塔スクラバーとアコー製溜水式スクラバーの内部構造

5-2 特長

1. メンテナンスフリー
2. 1μm以上の粒子粉塵99%の高捕集率
3. シンプル構造
4. 目詰まりなしで処理風量の安定
5. ポンプ不要

5-3 集塵の流れ

①スロート部

含塵ガスはスロート部を高速で通過し、水を巻き上げ内部の壁面に激しく衝突。

②スクラビング部

スクラビング部で渦流となり、極めて効果的な気液混合が発生し、粉塵が水によって捕集される。

③水切り板

清浄されたガスは水切り板によって水を分離し排気される。水滴の飛沫は全くない。

④オーバーフロー

捕集された粉塵はオーバーフローから、沈降する粉塵はホッパー下部から排出される。

5-4 導入事例 (調味料の集塵と脱臭)

味付け工程にてスプレー式機器で味付けを行う際、製品に付着しなかった調味料が舞ってしまい作業環境の悪化を招いていた。また、臭いのある調味料であったため工場中に調味料の臭いが充満していた。

元々他社製の乾式集塵機「バグフィルター」を設置していたが処理風量が足りず、舞った粉塵をすべて捕集できない状態だった。短期間で

頻繁にフィルターの目詰まりが発生してしまうため、フィルターを抜いた状態で集塵機を稼働させていたことも集塵能力を下げていた原因である。集塵せずに送風機を稼働させていたことで送風機内部に調味料が付着し故障が頻発した。また、粉塵を含む空気を外気開放していたため工場外にも粉塵汚染が広がり、臭いについて近隣住民からは苦情が出ていた。

弊社の「ウェットスクラバー」導入後、工場内外で舞っていた粉塵はなくなった。同時に水溶性の臭い成分も捕集され、調味料の臭いも軽減した。粉塵混じりの水は自動で排出され、回収した粉塵の排出やフィルター交換で要していたメンテナンスの手間がほぼなくなった。1台の「ウェットスクラバー」が、作業環境の改善と生産性の向上に貢献した。

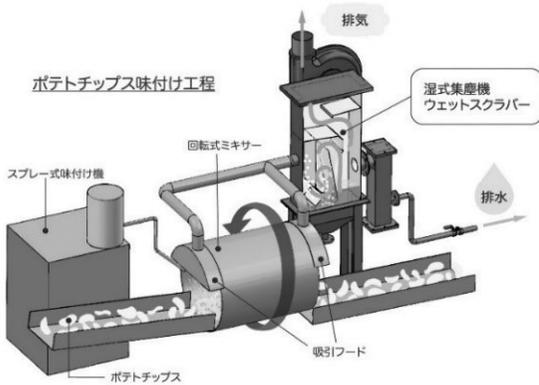


図13 ウェットスクラバー導入事例

6

ダブルフラップダンパー
(粉体排出装置)

「ダブルフラップダンパー」とは、バグフィルターやサイクロンなどのホッパー部に設置する粉体排出装置である。集塵機が運転中でも粉体を連続で安全に排出が可能である。排出の際に逐一集塵機の装置や生産活動を止める必要は

なくなる。また、ステンレス製で洗浄もしやすく食品関連の粉体に最適である。

6-1 粉体排出の流れ

- ①粉体が上段に溜まる
- ②上段のフラップ弁が開き粉体は下段へ落ちる
- ③上段のフラップ弁が閉じる
- ④下段のフラップ弁が開き粉体は排出される
- ⑤下段のフラップ弁が閉じる

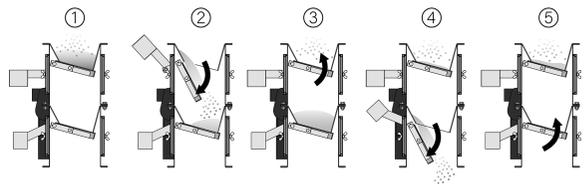


図14 ダブルフラップダンパー粉体排出の流れ

7 おわりに

今回は、導入事例を交えながら食品粉体に関する粉粒体装置を紹介した。弊社は独自の技術で開発したさまざまな装置を製造販売している。弊社の強みは、量産品メーカーでは対応できないこと、つまり粉粒体の特性・設置スペースなどの環境・お客様のご要望に合わせて「オーダーメイド」で設計し、自社工場で製造することである。装置の無駄をなくしたシンプルな装置づくりを設計方針にしており、メンテナンス性に関しても食品業界向けとして高い評価を得ている。実験室用の小型装置から大規模工場用の大型装置まで取り扱いをしており、異物分離・粉粒体混合・集塵・脱臭・ガス吸収などで幅広い業界のさまざまな場所にて活躍中である。

今回紹介したすべての機器でテスト機を用意しており、お客様の環境や弊社テスト室にて実

