

## 特集

## [粉粒体機器]

食品製造の品質向上と  
安定生産に貢献する  
連続式混練機

株式会社栗本鐵工所 機械システム事業部 粉体プロセス技術営業部

1 はじめに  
〈市場背景と製品の関係〉

食品業界では見た目、風味、食感などの官能特性を重視し、パッケージや包装を開けるたびに常に同じ品質であることが期待されている。こうしたニーズに応えるには製造工程の安定化と高精度な制御が不可欠である。栗本鐵工所の連続装置は均一な品質と処理時間の短縮を同時に実現し、製造コストの削減にも貢献する。実際、当社装置は国内外の食品・製菓メーカーに導入されており、その高い再現性と信頼性から幅広く活用されている。

近年では、製品の品質管理に加えて、トレーサビリティの確保やHACCP対応など、食品安全に関わる要件の高度化が進んでいる。当社の二軸連続式混練機 KRC ニーダの場合、原料の供給量や温度など、各入力を適切に監視する制御を備えることで、操作条件のトレーサビリティを向上させることができ、バッチ式での生産で起こり得るバッチ間での品質のばらつきを排除することができる。また顧客要望により各種生産に合わせた食品関連安全規格や仕様にカスタマイズすることができる。

労働力不足も問題となっており、省人化が課題となっている。バッチ式と比較して連続式生

産の場合には省人化も期待できる。この効率的な連続式の生産アプローチは、単一の途切れのないラインで生産を合理化・自動化するため、多くの産業現場で使用されている。

KRC ニーダは半世紀以上にわたり、食品はもとより、化学、医薬品、電池材料、電子部品材料、建築製品など幅広い業界で使用されている。北米子会社での導入事例も含めると、約2000台以上の実績を有する革新的な装置として活躍している。

## 2 製品の構造と機能

KRC ニーダは、まゆ型の胴体内に2本の攪拌軸を横に並べ、それぞれの軸にスクリュとパドルを組み込み、同方向に等速で回転させる横型密閉式の連続混練機である。一般に、1種類以上の粉体材料と1種類以上の液体材料が胴体の一端上部や側面から連続的に定量供給され、スクリュで機内に送り込まれ、パドルで混練される。混練された原料は、胴体他端下部、側面または前方より連続的に均質な製品として排出される(図1参照)。

供給量、配合、回転数、温度等の機械操作条件と同方向回転する混練エレメントの可変構成により幅広い製品の連続混練・混合に対応でき

る。低粘度から高粘度まで、あるいは高せん断力に対応しているだけでなく、繊細な材料を損傷しないよう穏やかな混合動作に調整しさまざまな混合強度に対応できる。

### ① 胴体(トラフ) (図2, 3参照)

胴体は3種類の形式があり、洗浄性の観点より、食品用途には上部または上下開放型が採用される。胴体外側には、ジャケットが設けられており、加熱、冷却混練のときに加熱媒体もしくは冷却媒体を通すことで、プロセス温度の調整をすることが可能である。

### ② スクリュ・パドル (図4参照)

パドルの種類は混練を目的としたフラットパドル (F)、混練に送り機能も持たせたヘリカルパドル (H) と混練に逆戻り機能も持たせた逆ヘリカルパドル (RH) の3種類があり、1本のシャフトには、標準仕様のもので数セットのスクリュと20~30枚

のパドルが組み込まれる。3種類それぞれのパドルを相互に45度ずつずらして配置すると、さらに混練に送りや逆戻りの機能を付加することもできる (図5参照)。

### ③ 混練機構 (図6参照)

左右一対のパドルは90度の位相差をもって配置されており、一方のパドルの先端が他方のパドルの表面をこするように回転する。この構造により、パドル表面に付着した原料が自動的に掻き落とされ、材料はスムーズに前方へ移送される。このように、装置内部に材料が滞留しにくくなる自己洗浄的な機構をセルフワイピングと呼ぶ。

パドルの回転に伴って、材料は圧縮と引き延ばしによる体積変化を繰り返し受けると同時に、胴体とパドル間、あるいはパドル相互間での強いせん断作用を受ける。これにより、混練・分散効果が一段と高まり、高い混合性能を実現する。

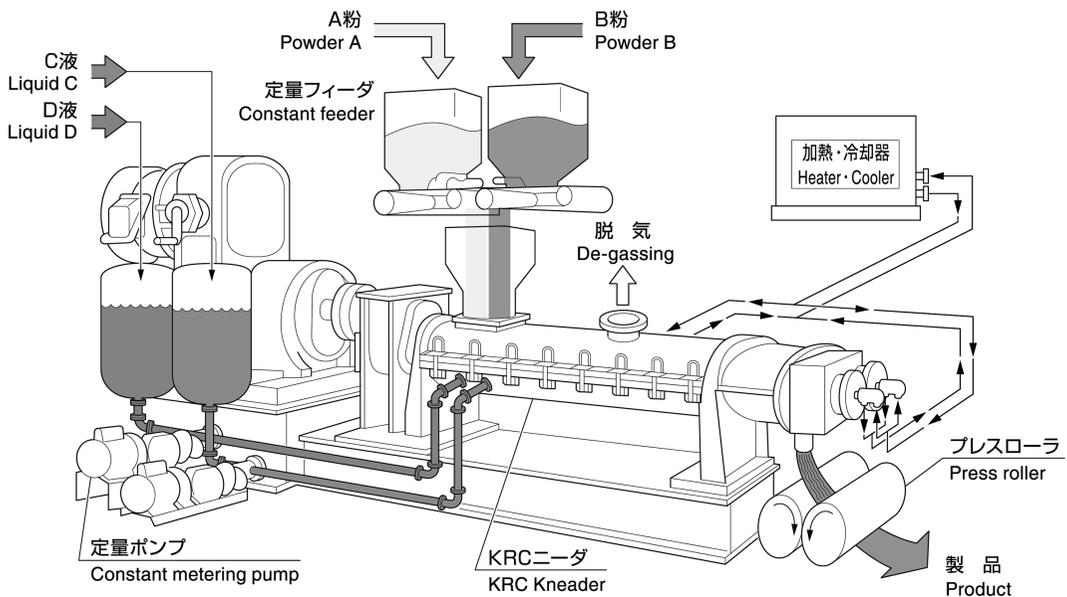
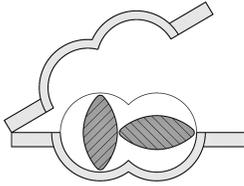


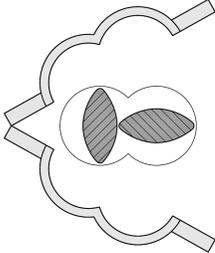
図1

●標準トラフ ●Normal barrel

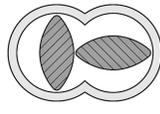


上部開放型 (ST型)  
Upper part open type  
(Type ST)

●特殊トラフ ●Special barrel



上下両開放型 (OP型)  
Upper part and lower part  
open type (Type OP)



一体型 (CL型)  
Closed type  
(Type CL)

図2

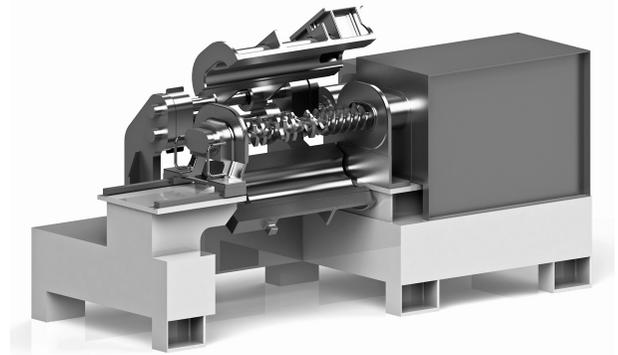


図3



フィードスクリュ (FS)

ヘリカルパドル (H)

フラットパドル (F)

リバースヘリカルパドル (RH)

リバーススクリュ (RS)

図4

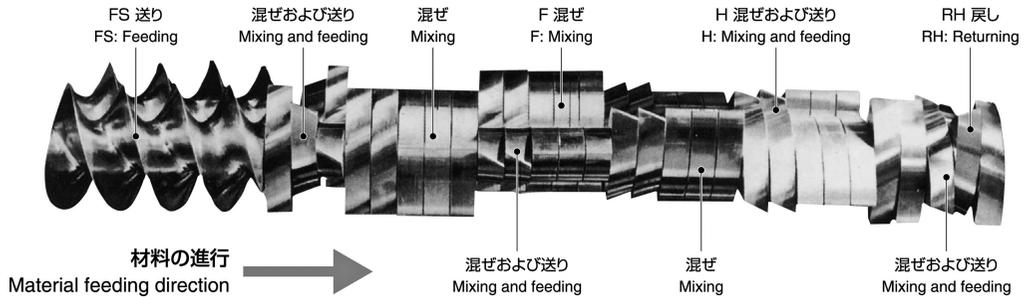


図5

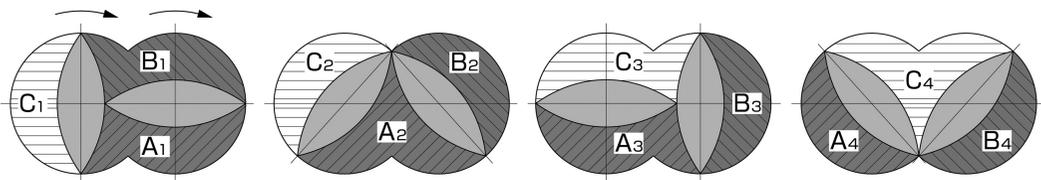


図6

### 3 装置の特長

KRC ニーダは、以下の特長を有する。

- 短い L/D による抜群な連続混練作用
- 胴体は分解・洗浄が容易な上下分割構造

- 組合せ自由なパドル
- 優れたセルフワイピング性
- 広範囲な材料粘度に対応
- 材料の動きはピストンフロー
- コンパクトで運転保守も容易

4

## 食品製造における KRC ニーダの優位性

### 製品の均一性

ロスインウェイトフィーダーとポンプを使用することで、バッチ生産の場合に発生する、原料投入時の手作業に起因するバッチ間の品質のばらつきがなくなり、最終製品の均一性が向上できる。

### 安全性

完全密閉型の連続処理装置は、原料投入時に装置を開放する必要がないため、可動部近傍での作業を回避でき、作業者の安全性向上に寄与する。

### 省人化・生産性の向上

連続処理は、バッチ混合に伴う部分的な手作業による投入および取り扱い作業を排除し、労働時間当たりの生産量を向上できる。

### 床面積の削減

余分な設備をなくし、材料保管の必要性を減らすことで、連続処理システムは同じ処理能力を持つ従来のバッチ処理システムよりも設置面積を削減できる。

### サイクルタイムの短縮／処理量の向上

連続処理システムは、バッチ処理に固有の手順と遅延を排除することで、総生産サイクルタイムを短縮する。

### 環境への影響の低減

作業エリアを汚染する可能性のあるバッチ処理システムとは異なり、機外への粉塵漏れを最

小限に抑え、その他の空気中の汚染物質の機内への混入を防ぐことができる。

### 廃棄物の削減

連続処理装置は瞬間の機内滞留量が少なく、稀に処理エラーが発生した場合でも材料の廃棄物が大幅に削減される。

### 工程数の削減

連続処理装置は、混合、結晶化、蒸発、反応など、複数の工程を1つの装置で実行できる。

### 設備の削減

連続システムで複数の工程を組み合わせることで、不要な設備が削減され、システム全体が簡素化され、全体的なコストが削減される。また、自動化機械との統合性も向上し、省力化ができる。

### 仕掛品の削減

連続処理システムは、材料処理と在庫に関連するコストを最小限に抑えることで、ジャストインタイム製造を促進できる。

### 優れた洗浄性

胴体上下開閉方式により、内部の洗浄が容易である(図3参照)。

## 5 用途

米菓、キャンディー、チーズ、チューインガムおよびガムベース、チョコレート、栄養補助食品、栄養バー／フルーツバー、ピーナッツバター、ペットフード、スパイス、添加剤、甘味料

## 6 実証設備

当社施設では、お客様の材料を用いて、ご要望の材料混合状態を得ることができるかの検証を、小型ラボ機を使用して実施することができます。お客様と互いに協力してさまざまな変数を調整し、良好な結果を得るためのサポートを提供する。実験後はテストパラメータ、画像、資料を含む詳細な実験レポートをお客様の記録として提供するとともに、評価用にサンプルを提供する。得られたデータは、生産スケールでの設備設計やプロセス構築に活用される。このような実験は当社の機器とお客様の製品について相互により深く理解していただく絶好の機会である。

当社は、製品の品質確認のため、当社での実験参加を推奨しているが、遠方にお住まいでご来場いただくのが難しいお客様については、ライブ配信でのリモート実験の実施も可能である。

また、短い実験では収集できない多くのデータ・評価が必要なお客様には、お客様の施設に実験装置を設置・運転していただく装置レンタルの対応も可能である。

装置をレンタルすることで、お客様組織内の作業スタッフが装置の動作を直接確認できるようになり、将来的な運用を見据えたメンテナンス担当者やオペレーターの習熟にも有効である。

## 7 おわりに

栗本鐵工所は、お客様がスムーズにプロセス開発を進められるよう支援し、装置への理解を深めていただくことを理念の1つとして掲げている。当社の連続プロセス装置が、貴社の生産性向上や品質安定化にどのような価値を提供できるのか、関心を持たれた際は、ぜひお気軽にお問い合わせいただきたい。