

連続式混合・加湿・造粒機 ホソカワ/シュギー フレキシミックス

Wet Agglomeration Machine Flexomix

Abstract

The features of the wet agglomeration machine FLEXOMIX which has a mixing chamber consisting of a rotor shaft with knife blades and flexible rubber wall for the self-cleaning is introduced together with some examples of its applications focusing on the processing of absorptive polymer. This machine is capable of producing agglomerated particles with high flowability and solubility as well as high uniformity by wet mixing agglomeration with a small amount of liquid. The particle size distribution of the products can be easily controlled by changing moisture content of the material, and the blade angle and rotation speed of the machine. Thanks to the unique cleaning mechanism, it also enables to carry out continuous operation with adhesive materials and shows high capacity because of the short residence time.

1. はじめに

フレキシミックスは、粉体と液体を瞬時に均一混合できる連続式の加湿混合・造粒機です。

機内に柔軟性のあるゴム製チャンバーを内蔵する独自の構造により、コンパクトな設計ながら最大25t/hまでの処理能力を有します。本稿では、その技術的特徴を紹介するとともに、適用事例を紹介します。

2. フレキシミックスの概要

(1) 原理と構造

当装置のミキシングチャンバーは、ナイフブレードが取り付けられたロータシャフトとセルフクリーニング機構を持つゴム製のフレキシブルウォールで構成されています。フレキシブルウォールの外側には、エアシリンダで昇降するローラケージがセットされており、このローラケージを作動させる事でフレキシブルウォールを変形させて原料の付着積層を防止します。

図3に示すとおり、ロータシャフトには、3方向に異なった角度をもったナイフブレードが取り付けられています。X方向、Z方向のナイフブレードは中心方向へ巻き込むように作用する旋回運動、Y方向のナイフブレードは遠心力により外側へ作用する旋回運動を発生させます。またX方向のナイフブレードに重力による圧密作用が加わります。ロータシャフトが高速回転する事による、これらの3種類の運動により、強

力で複雑な乱流混合がミキシングチャンバーの内部で行われます。原料供給口から投入された粉体原料と、2流体スプレーノズルで噴霧された液体が、内部で発生した乱流内で液架橋により結合し、造粒品を形成します。

(2) 特徴

①流動性、溶解性の向上

液架橋による均一な造粒粒子を得られます。この造粒粒子は、流動性が良いため、ハンドリング性が高く、製品の偏析が起りにくい事に加え、溶解（親水）性が高く液中での分散がし易い特徴を有します。微粉が舞い上がりず職場環境の向上にも繋がり、取り扱いがし易い粉体を得られます。

②容易な粒子径調整

加湿混合する事により0.2～2mm程度の造粒品を得る事が出来ます。粒子径調整は加湿量と、ブレードの取付け角度、回転数によって決定されます。加湿量を多くすれば粒子径は大きい方へ移行します（図4）。

また、ブレードの回転数を高くすると、遠心力が強くなり機内滞留の時間が長くなるため、粒度分布が狭いシャープな造粒品が得られます。

③独特なセルフクリーニング機構

ゴム製フレキシブルウォールによる独特なセルフクリーニング機構を有し、粘着性、付着性の高い原料に



図1 フレキシミックス FXD-160の外観

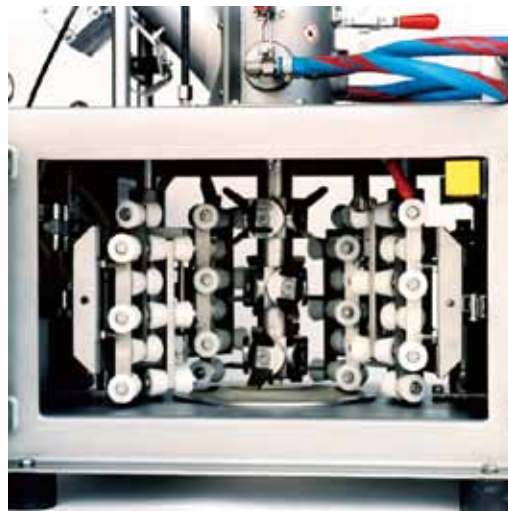
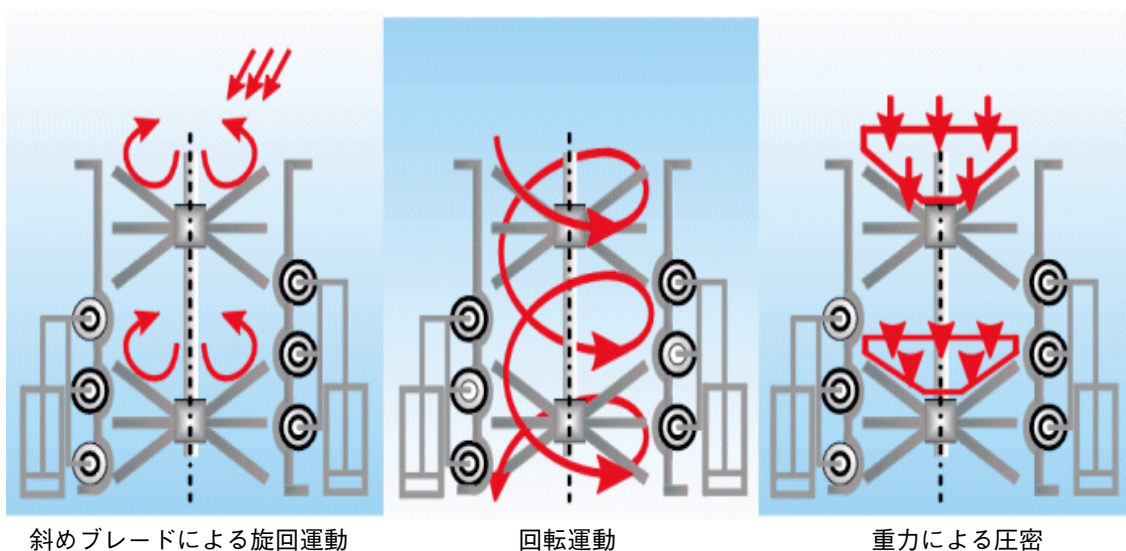


図2 フレキシミックス FXD の構造



斜めブレードによる旋回運動

回転運動

重力による圧密

図3 3種混合による乱流混合の効果

対しても安定した運転が行えます。例えば、オイル等の粘着性の高い液を添加する場合でも連続運転が可能です。

④滞留時間が短く大容量の連続処理が可能

機内滞留時間は0.2～1秒程度である為、機械のサイズが小さいにもかかわらず大容量の処理が可能です。

300kg/h から最大25t/h までの処理能力を有する製品ラインナップを有しています (表1 参照)。

また、滞留時間が非常に短い為、製品が受ける熱の影響は殆どありません。

⑤清掃が非常に容易

コンパクトでシンプルな構造の為、大型機でも清掃が容易です。外部に取り付けたローラガイドのバンドを外し、ローラガイドを観音開きを開き、フレキシブルウォールを下げれば、ローターシャフトが剥き出しの状態になります。そのため簡単に清掃する事ができます。フレキシブルウォール取り外し作業の所要時間は2分程度です。

⑥精密な加湿混合

複雑な乱流内で混合を行う事で、少ない液量でも粉体への均一分散が可能です。最小限の液量とする事で後工程に乾燥工程がある場合などはランニングコスト

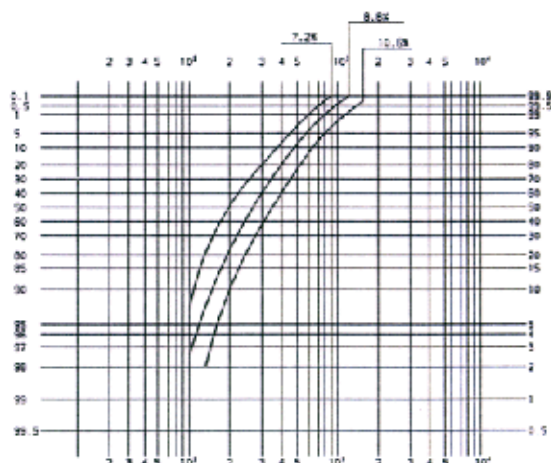


図4 加水量と製品粒度の関係

の低減（CO₂の削減）が可能になります。

3. 適用事例紹介

当装置は、加湿、造粒など様々な用途で使用されています。

その一例として、吸水性ポリマの適用事例を紹介します。

(1) 吸水性ポリマとは

吸水性ポリマ（以下：SAPと記載する）は、親水ポリマ鎖の網目構造からなり、液体を吸水してゲル化し、圧力を加えても液体を保持する性質があります。世界的に、紙おむつや生理用品などの用途で必要不可欠なものとなっています。

(2) 吸水性ポリマの表面改質

機械処理されたSAP粒子は、圧力に対して中程度の保水性を示します。圧力対策としてポリマ間の架橋領域を広げれば保水の安定性は向上しますが、吸水性は低下してしまいます。最新のSAP粒子設計では、架橋レベルを低めに抑えるのが一般的です。高吸水性を保ちながら、圧力に対して保水力を維持するため、SAP粒子の表面に架橋処理（コーティングのような）を施すことによって、剛性をもった高架橋の外殻構造粒子ができます。

当装置は、この架橋剤をSAP粒子表面に分散するのに適し、世界的に幅広く使われています。架橋剤添加量、温度、滞留時間、架橋助剤の種類などの運転条件により、さまざまな吸水特性を持ったSAP粒子が作製できます。この架橋工程で必要とされるのは、

①架橋剤の粒子表面への分散、②短い機内滞留時

間、③付着性原料に対する自己清掃機能ですが、当装置は、これらすべての機能を持っています。また、この後段プロセス（昇温、冷却）には、トラスディスクを用います。

(3) 製品の付加価値向上

最終処理では、SAPの親水性向上、劣化防止、白度保持、未反応モノマー除去、液浸透性や粉の流動性向上の為に、液状または粉状の添加剤を加えますが、この処理でも当装置が活用されています。

(4) その他の適用例

その他の代表的な納入例は、下記の通りです。造粒による溶解性や機能性の向上のほか、風味液等を添加して、品質・栄養価を向上させる目的や、粉塵防止による作業環境の向上など様々な用途で適用されています。

- ・インスタント食品（スープ、ココア、乳製品など）
- ・小麦粉、唐揚げ粉（水分調整、造粒）
- ・澱粉の改質
- ・糖類（加湿、造粒）
- ・食品中間体（コラーゲンなど）、医薬品中間体

4. 優位点

液架橋を用いた代表的な造粒装置としてスプレードライヤが挙げられますが、多くのケースでこれらの製品と当装置は比較されます。インスタント食品原料の造粒では、スプレードライヤ品（写真1）と比較し、同様な造粒品を得られており（写真2）、多孔質な造粒ができていることから、溶解速度においても、スプレードライヤ品と比較し、1.5～2倍程度の良い結果が得られています。

フレキシミックスを用いた造粒システムとスプレードライヤシステムの特徴を比較したグラフを図5に示します。特筆すべき点は、処理能力の高さと付着に対する適応の高さにあると言えます。機械のサイズが小さいにもかかわらず大容量の処理が可能であり、最大

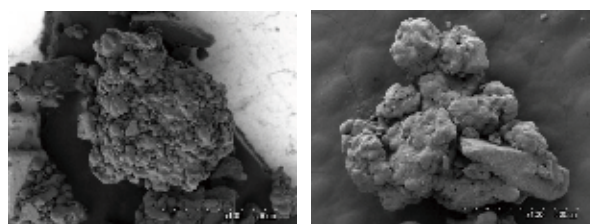


写真1 スプレードライヤー造粒品 写真2 フレキシミックス造粒

25t/h までの処理能力を有する機種ラインナップを有しています。当装置は、流動乾燥機と組み合わせることで、連続的に安定した造粒品を作製する事が出来ます。

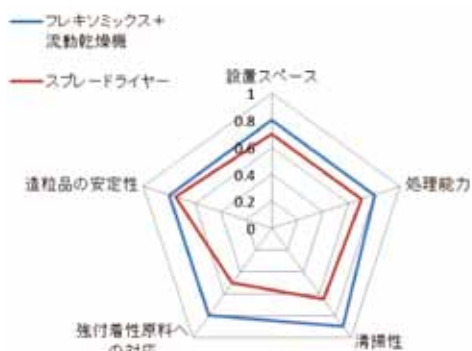


図5 フレキシミックス造粒システムの優位性

5. システム構成

フレキシミックスの標準的なフローを図6に示します。流動乾燥機（4）上に集塵機を一体化させたタイプも設計可能です。

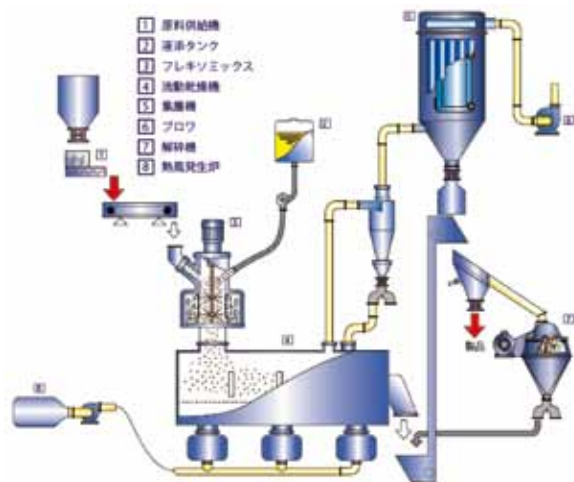


図6 フレキシミックスを用いた造粒システムフロー

(1) 型式

当装置の型式に付けた数字は、ロータ径を型番として表します（表1）。オプションとして、特殊材質、医薬仕様、耐摩耗材、フレキシブルウォールの材質ではシリコン、EPDM、ポリウレタンなどがあります。

表1 フレキシミックスの型式

型式	所要動力	処理能力	概略寸法 (mm)
FXD-100	3 kW	50~150kg/h	H1270×L640×W580
FXD-160	7.5kW	250~1000kg/h	H1580×L910×W680
FXD-220	11kW	600~2000kg/h	H1970×L980×W880
FXD-250	11~15kW	1000~3500kg/h	H1970×L1260×W910
FXD-335	22~45kW	3~10t/h	H2770×L1530×W1100
FXD-400	37~75kW	8~25t/h	H2910×L1580×W1100

6. おわりに

当装置は、HOSOKAWA MICRON B.V. が欧米を中心に長年の間販売してきた信頼性の高い装置である。独特なセルフクリーニング機構であるフレキシブルウォールの採用は、他には無いユニークな構造で、特に粘着性、付着性の強い原料や、溶解性、流動性が求められる食品原料の分野では、数多く納入実績を有します。弊社テストセンターにはFXD-160のテスト機を設置しておりますので、テストのご依頼等がございましたら、ご連絡頂ければ幸いです。既設プロセスの更新や生産性の向上といった用途でも導入のメリットは大きいと考えます。