

# 高性能剪断型混合機サイクロミックスの新展開

## New Development of High Speed Shear Mixer “Cyclomix”

井上 義之<sup>a)</sup>・大石 鮎太<sup>b)</sup>  
<sup>a)</sup>Yoshiyuki INOUE, Dr., <sup>b)</sup>Ayuta OISHI

ホソカワミクロン株式会社 粉体システム事業本部大阪営業部  
Powder Processing Systems Divison, Osaka Sales Dept., Hosokawa Micron Corporation

### 1. はじめに

サイクロミックスは衝撃混合とせん断混合を組み合わせることによって優れた性能を実現した混合機である。本装置の基本的な説明は昨年度発行の本誌<sup>1)</sup>に掲載されているが、当機の開発を行ったホソカワミクロン（オランダ）は引き続き改良を続けており、得られた知見をもとに当社枚方テストセンターに設置されているサイクロミックスを改良し、特にトナーのような弱熱性ポリマーの球形化処理などが行えるようになったため紹介する。

### 2. サイクロミックスの概要と改良点

#### 2.1 概要

改良後のサイクロミックスの構造模式図を図1に示す。本機はジャケット付きの逆円錐形のケーシングと、垂直に取り付けられているシャフト、およびそれに取り付けられた攪拌羽根からなる混合機である。シャフトが回転する事によって、粉体は円周方向に回転運動を行い、それと同時に逆円錐下部から上部に向かってケーシングにそって上昇する。上部まで達した粉体は容器中心方向に進出し自由落下して、再び一連の工程が行われる。この工程が連続して行われる事により混合が進行する。

粉体は下部からケーシングにそって上昇することと、攪拌羽根によって発生する遠心力によってケーシングに押し付けられるため、装置上部に滞留気味となる。本装置では上に行くほど回転半径が大きくなるた

め攪拌羽根先端の周速は大きくなり、このため粉体は強力な衝撃力とせん断力を受けることになり効率的に混合される。

#### 2.2 改良点

##### 1) ナイフブレードの設置

従来、国内に設置されていたサイクロミックスでは、攪拌羽根の上にはアーチ状のカバーと攪拌羽根－天板間の空間が存在するだけであった。しかし、この空間は半径方向の長さが大きいことため先述した理由によって粉体に混合の為の力を効率的に作用させる事が可能な領域であるため、この空間を有効利用することを考えた。そのため、図1の上部および図2に示すナイ

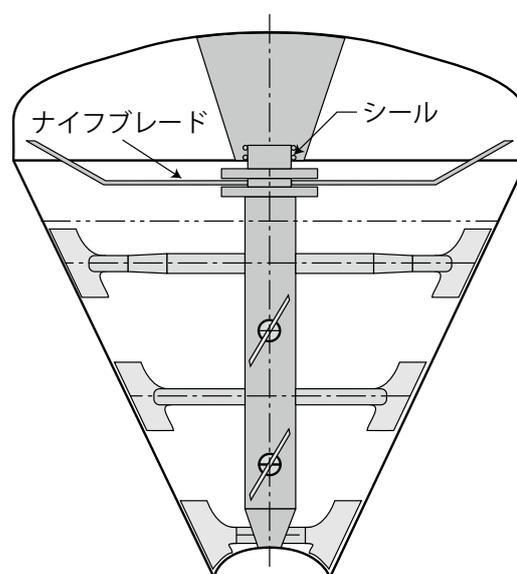


図1 サイクロミックスの構造模式図

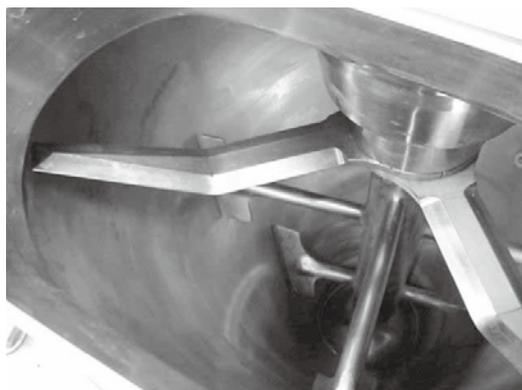


図2 ナイフブレードの外観

フブレードと名付けている機構を付加した。この機構によって従来よりも解砕効果が高まり、分散性が向上することが確認されている。

## 2) オイルシールをメカニカルシールに変更

図1に「シール」と記載している部分は従来オイルシールを採用していた。この場合、混合操作を行うためにシャフトを回転させると、この軸封付近の温度がおよそ60℃以上にまで上昇する。この軸封付近には粉体が存在するが、無機物などではこの温度の上昇が問題になる事は無かった。しかし、近年トナーなどの弱熱性物質を本装置で処理することが望まれており、この温度上昇が問題となる事が判明した。

そこで、このオイルシールをメカニカルシールに変更する事により温度上昇の低減を試みた。その結果、軸封付近の温度を30℃以下にまで低減することに成功し、これによって樹脂などの弱熱性物質の処理が可能となった。

## 3) 上部カバーのジャケット構造化

ナイフブレードの設置に伴い、粉体は本装置上部において強力な衝撃力とせん断力を受けることになる。このため特に弱熱性物質においては、この領域における熱の発生が無視できなくなる。そこで装置上部のカバーをジャケット構造に変更することによって、より緻密な温度制御が可能となった。

## 3. 適用例

今回の改良によって、サイクロミックスによる弱熱性物質の処理が可能となった。そこで本装置によってトナーの球形化処理を試みた。図3(a)に、現在用

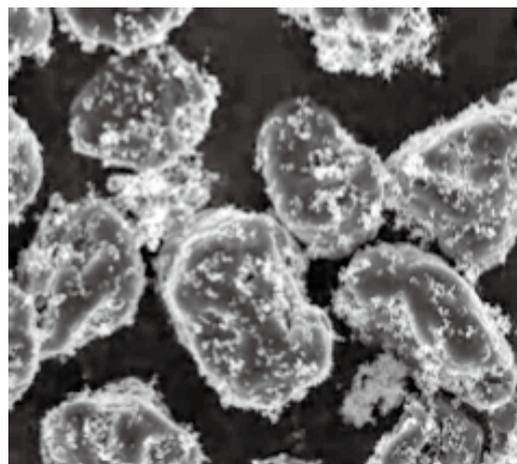


図3(a) 従来処理

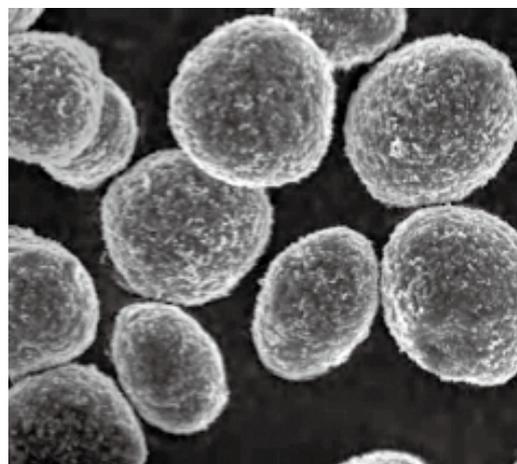


図3(b) 本装置における処理例



図4 FPIA3000

いられている手法で作成した外添後の球形化トナーを、また(b)には本装置で処理した(外添済み)トナーのSEM写真を示す。なお原料はどちらも粉碎トナーであり、その平均径はおよそ7 $\mu$ mである。SEM写真から明らかなように、サイクロミックスで処理する事によって非常に球形度の高い粒子が得られている事がわかる。そこで本粒子の形状を定量化する為にホソカワ/シスメックスの測定器、湿式画像解析装置 FPIA-3000(図4)で測定を試みた。本装置で

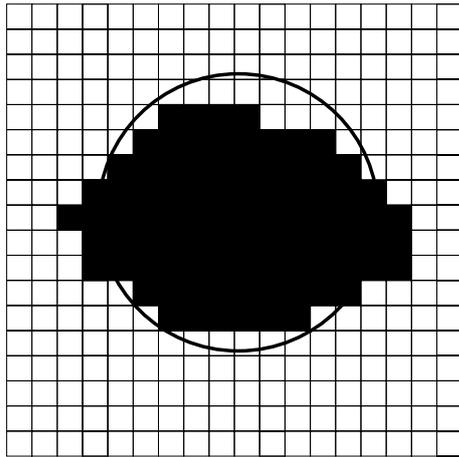


図5 相当円の算出

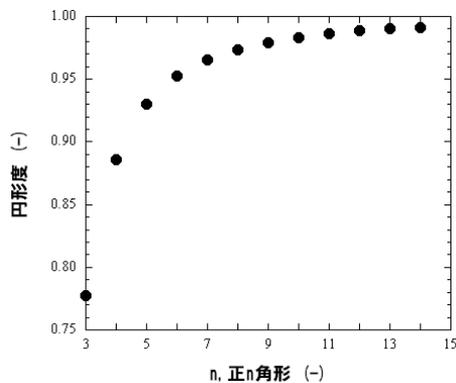


図6 正多角形における円形度

は図5に示すように二値化した画像から粒子の面積を求め、それと等しい面積を持つ円の周囲長と、二値化画像から得られた周囲長との比を円形度と定義している。この定義を使用する場合の正多角形における円形度の理論値を図6に示した。なお今回得られた粒子の円形度は処理前が0.92、処理後が0.97以上と球形に近い粒子である事がわかった。

#### 4. まとめ

従来から国内にも設置されていた混合機サイクロミックスをホソカワミクロン（オランダ）で得られた知見をもとに改良した。これにより、弱熱性物質、特にトナーの球形化処理が可能となった。本稿ではその改良点を説明するとともに、実際に球形化処理を試みた結果を示した。従来オランダでしか出来なかったテストも国内で可能になり、テストの利便性が向上したため、テストの申し込みなどを当社までご相談いただければ幸いである。

#### 参考文献

- 1) 小西, 粉碎, pp.78-80, N.51 (2008)