

ビーズミルを用いた最新の微粉碎・分散技術

～ ナノメートルサイズへの微粒子化と使いやすさを追求～

■アシザワ・ファインテック株式会社

開発課 針谷 香

<http://www.ashizawa.com>

1. はじめに

アシザワ・ファインテックでは、ナノメートルサイズへ粒子を粉碎・分散させる湿式微粉碎・分散装置『スターミル』を主力製品とし、前後機器となるプレミキサーや連続式脱泡機などの製造販売を行っている。ナノテクノロジーを支える素材を微細化する技術で塗料・インキ・電子材料・電池材料・化粧品・半導体用研磨剤・光触媒・カーボンナノチューブ等の様々な分野で活躍している。少量多品種で実験できる小型機から、大量生産用の大型機まで備えており、用途も無限である。今回は新型機種『スターミル ナノ・ゲッター』(図1)の紹介をする。

2. 開発コンセプト

ナノ・ゲッターの開発コンセプトは『超微細化への追求』そして、『使いやすさの追求』である。まず、『超微細化への追求』は、ナノレベルの粉碎や分散が求められるとき、微小ビーズが安定して利用できることは大前提である。ナノ・ゲッターはビーズの動きにも着目し理想的なビーズの動きを目指した。また、粒子をただ細かくするだけではなく、微粒子化することでいかに粉体の特性、機能を出すかと処理物の品質にもこだわった。そして、『使いやすさの追求』では安定運転、容易なメンテナンス(特に洗浄)、幅広い利用分野など様々な面での使いやすさを追求した。



図1.スターミル ナノ・ゲッター

3. 特徴

ナノ・ゲッターは粉砕室のベッセル長さ L と直径 D の比 L/D を小さくした構造により、様々なメリットが生まれた。以下、ナノ・ゲッターの特徴について説明する。

理想的なビーズの動き(図2)

ナノ・ゲッターはビーズの動きに着目し理想的なビーズの動きを目指した。

現在一般的となっているアニュラー型ミルはいかに粒子に強いせん断作用を与えて効率よく粉砕を行うかを目的としている。したがって、粉砕室の構造はエネルギー密度の高い部分を有効に利用した狭い構造をとっており、ビーズが密な状態で強力な粉砕・分散を行う。しかしながら、高付加価値な対象物は、処理物の特性が問われる。強いシエラで処理をしてしまうと粒子にダメージを与えてしまい、特性が失われる過分散という問題が起こる。

そこで、ナノ・ゲッターはビーズの動きは周方向だけではなく、半径方向、軸流方向との3次元の動きを目指して粉砕室とアジテータを設計した。

さらに、ビーズの動きで重要となるのは粉砕室内でビーズの偏りが無く、均一であることである。従来型は、スラリーがミル内に滞在する時間を重視しており、滞留時間が長く、ショートパスが無いようにベッセル長さ L と直径 D の比 L/D を大きくする工夫、努力が行われてきた。

この場合、1パス運転のような簡単な処理であれば効果はあるが、何度もミル内を通す必要があるナノレベルの粉砕・分散には不向きである。

また、L/D が大きいと、メディアの偏析が生じたり、無駄な動きが増加して、エネルギー効率の低下を招く。特に、ナノレベルの粉砕・分散に用いられる微小ビーズではメディアの偏析は顕著に起る。メディアの偏析による無駄なエネルギーは発熱や製品の凝集、劣化を助長し、摩耗によるコンタミなど不具合を生じる。ナノゲッターは、L/D を小さくすることによってメディアの動きの均一になり、無駄なエネルギーを抑えて、高いエネルギー効率で粉砕・分散ができ、微小ビーズも安定して運転できる。

'超微細化への追求' 理想的なビーズの動き



ビーズが密、強シエラ
高粉砕であるが
過分散を起こしやすい



ナノ・ゲッターのビーズの動きは
3次元的でダイナミックな動き
過分散・過粉砕 防止(マイルド分散)

Ashizawa

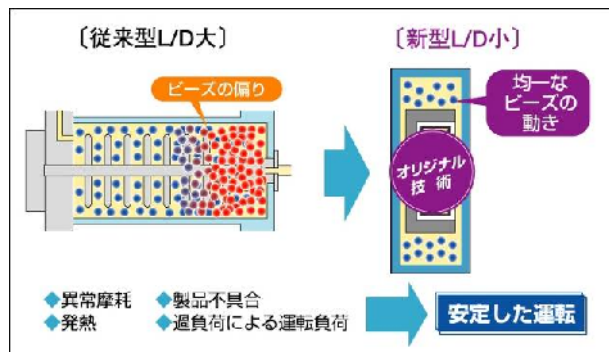


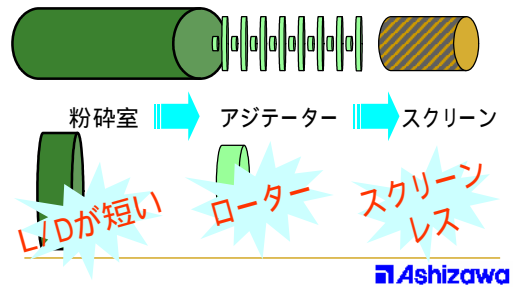
図2.理想的なビーズの動き

洗浄性の向上 分解・組立が容易

長手方向への操作が少なくなる分、取り扱いやすく洗浄しやすい。

特に、セラミックや IT 関連、新素材等は付加価値が高く少量生産が基本となる現在、大量生産から少量多品種生産になるため色替えが頻繁になり洗浄性の良い機械が求められている。ナノ・ゲッターは部品点数が少なくメンテナンスが非常に容易である。

「使いやすさの追求」
容易なメンテナンス(抜群の洗浄性)



スクリーンレス

ビーズの微小化が進むにつれてスラリーとビーズの分離機構にスクリーンを用いることが困難となってきた。微小ビーズ用の目開きの小さいスクリーンを用いると、運転初期の粗粒や継子による目詰まりの問題がある。スクリーンレスにすることで、従来粗粒や継子がある場合に行っていた大きいビーズでの前処理がなくなり、ビーズ替えの手間が省ける。洗浄においてもスクリーンは非常に洗浄性が悪いので、スクリーンレスにすることで格段に洗浄性が向上した。

図3に酸化イットリウムの実験結果を示す。従来は 1.0mm ビーズで予備粉碎後、0.05mm で粉碎を行っていたが、スクリーンレスのナノ・ゲッターで処理をすることにより予備粉碎の工程を省くことが出来た。

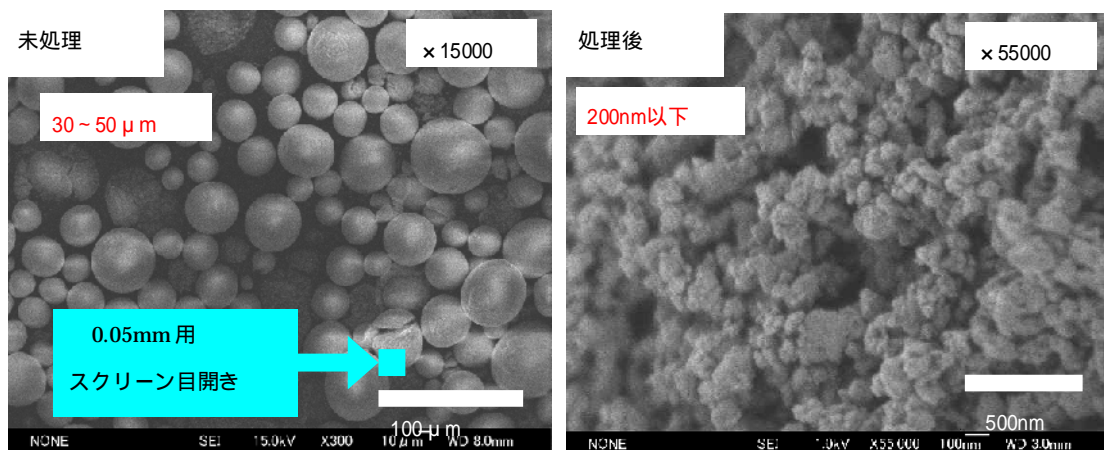


図3.酸化イットリウムの粉碎

4. さいごに

ナノ・ゲッターは上記の通り、多品種・少量生産の高付加価値の粒子に対応した高分散処理ができる。また、幅広い運転条件で様々な分野での活躍が期待できる。

ナノ・ゲッターの特徴

『超微細化への追求』

スクリーンレスにより微小ビーズの安定運転 0.03mm ~

理想的なビーズの動き

多品種・少量生産(高付加価値)に対応した

精密、高分散処理に応える(マイルド分散)

『使いやすさの追求』 様々な面での使い易さ

安定運転、容易なスケールアップ

容易なメンテナンスと抜群の洗浄性

幅広い運転条件と利用分野(スクリーンタイプ、高粘度、高周速)

