

新製品・新技術の紹介

キューブローターミル

Cube rotor Mill

杉山重工株式会社 杉山 大介

Daisuke SUGIYAMA

TEL : 0561-48-1811

FAX : 0561-48-0477

URL : <http://www.e-sugiyama.co.jp>

1. はじめに

機械的微粉碎法による、製品に要求される規格は近年とみに厳しさを増している。

最近、多くのユーザーから装置摩耗による製品汚染や製品変更時の残渣汚染が少ない微粉碎機の開発要望が寄せられるようになった。当社はこれらのニーズに応えるべく、従来のボールミルや媒体攪拌ミルにみる欠点を大巾に補った微粉碎機を開発、このほど実証試運転を終了したので、本稿でご紹介する。

2. 原理、構造

キューブローターミルの粉碎原理は媒体攪拌粉碎方式の一種であるが、従来の媒体攪拌ミルとは粉碎原理・構造に大きな違いがある。

従来の媒体攪拌ミルは、円筒形の容器にメディアを充填し、この円筒容器中心に攪拌棒（パドル）の付いた回転軸を設け、これを高速で回転メディアを激しく攪拌して、メディア層中にある原料を粉碎する方式である。同方式のミルでは、パドル回転軌跡領域外のメディアの運動はメディア同士の二次、三次の衝突運動のみに依存しているため原料粉体を狭撃粉碎する圧力が、パドルとメディアが直接衝突する際の圧力の数百分の一程度になってしまう。結果として、この領域のメディア表面には粉碎された微粒子の粘着層が生成され、著しく粉碎能力が低下するとともに粉碎品の粒度分布がブロードとなる。

キューブローターミル（写真-1）は特殊な粉碎槽の形状を持たせることで、前述の欠点を排除した性能を有する。以下に、基本的な構造を説明する。

粉碎槽は写真-2に示すように、2分割円筒形のケーシング内部にセラミック製の側面ライナーが4個設置されており、このライナー内側空間が正方形断面になっている。（この部分を粉碎室と呼ぶ）。

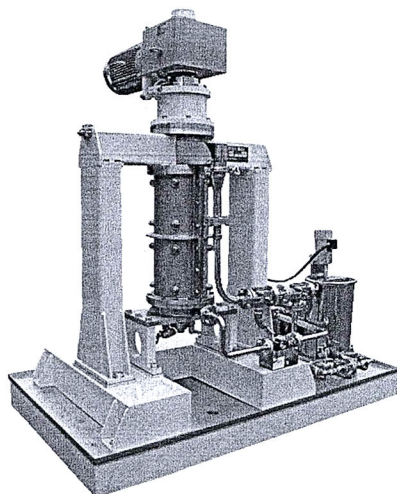


写真-1 キューブローターミル

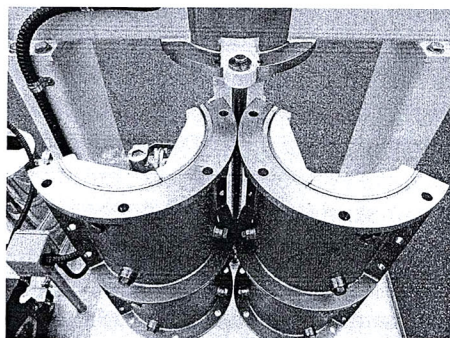


写真-2 2分割ケーシング

この粉碎室中心に攪拌軸が設けられており、軸には複数個のセラミックス製のキューブローターが取付けられている（図-1参照）。

粉碎室に、メディアおよび原料を充填しキューブローターで攪拌回転を行うと、メディアはキューブコーナーで転動挙動を規制され、より強い圧縮応力を発生する。結果としてメディア表面が常にscrubbingされ、粘着層の生成による粉碎能力の低下を発生しない。

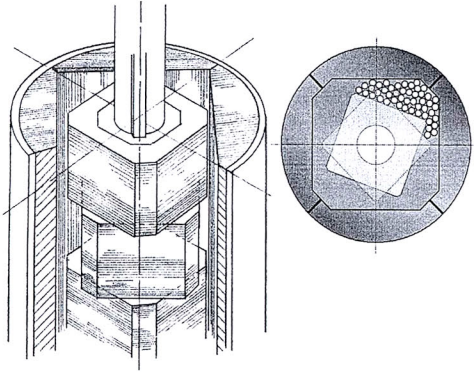


図-1 キュープローター

粉碎原料はスラリーに調製され（乾式の場合は混合気流によって）粉碎室下部からポンプ、ブローワーで供給される。この粉碎原料が粉碎室内の攪拌作用を受けているメディア層中を上昇通過するうちに粉碎され粉碎室上部の製品排出口より機外へ排出される。この粉碎操作はバッチ/1パスの両方式が可能である。

3. 性能

3-1 微粉碎能力

キュープローターミルと従来方式の媒体攪拌ミルで比較微粉碎実験を行った。運転条件は、表-1のように統一している。

表-1 粉碎運転条件

| | |
|---------|---|
| メディア | $\phi 3 \text{ ZrO}_2$ 5.6 (L/b) |
| ライナ・ロータ | High- Al_2O_3 |
| 粉碎動力 | 5.5 (kw) |
| 1パス時間 | バッチ連続/3.9 (min/pass) |
| 粉碎原料 | 重質炭酸カルシウム CaCO_3 |
| 原料仕様 | 50wt%スラリー $x_{50} = 7 (\mu\text{m})$ 粉碎助剤未添加 |

この粉碎結果を図-2に示す。

この図であきらかな通り A、B 共粉碎進行の曲線は、ほぼ同じ傾向を示しているが、5パス位までは、キュープローターミルの粉碎速度が従来の媒体攪拌ミルより1.5倍以上の数値を示していることが確認できる。他の原料 (Al_2O_3 、 ZnS 、 SiO_2 、 BaTiO_3 など)の比較粉碎実験でもほぼ同じ性能が確認されている。

3-2 装置からのコンタミネーション

図-2においてキュープローターミルで20パス粉

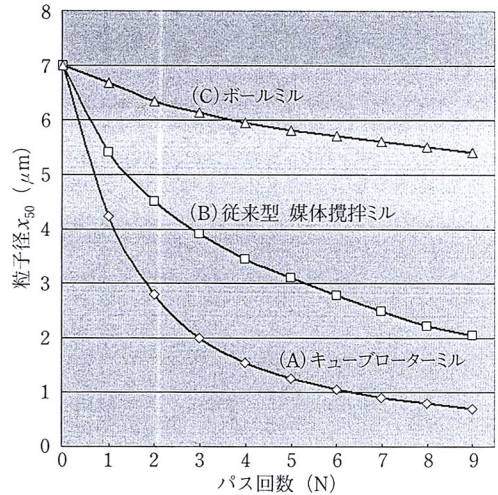


図-2 各機種 粉碎比較 (CaCO_3)

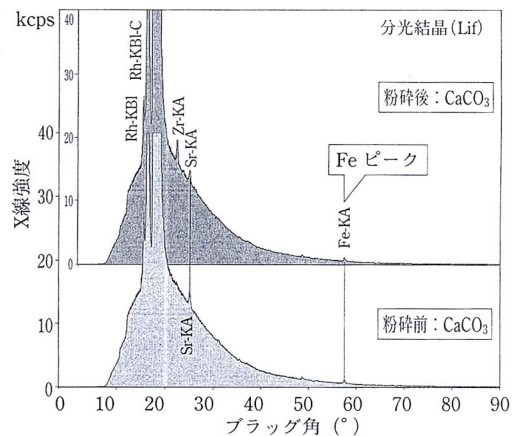


図-3 蛍光 X 線分析結果

砕を行った CaCO_3 50%スラリーを蛍光X線分析し金属コンタミネーションの有無を調査した（図-3参照）。結果として一部、Zr ピークが検出されたものの、Fe 系スペクトルは変化が無いことが確認された。

4. まとめ

以上のように、キュープローターミルを用いた機械的微粉碎法では金属コンタミネーションに対する有効性が確認された。Li2次電池材料をはじめ、金属不純物による汚染がイオンレベルまで注意されることが素材製造の必須の条件となりつつある昨今、キュープローターミルがこの一翼を担うことができれば幸いである。