

## 3次元ボールミルによる酸化物粉末の粉砕

(ナガオシステム)O長尾 大輔、(物材機構) 原田幸明、片桐 望

## 【緒言】

我々は使用済電子製品のリサイクルのための「都市鉱石化」の目的で新たに3次元ボールミルを開発したが、この2つの回転軸を持ち3次元に回転する3次元ボールミルは、転動ミルのような臨界回転限界を持たず、また遊星ミルのような軸方向の偏分布も持たないため、挿入物に均一にまんべんなくエネルギーを与えて効率のよい粉砕やメカノケミカルな効果が期待できる。本発表では、金属酸化物粉末を対象に、従来の遊星ミルによる粉砕挙動との比較を行った結果を発表する。

## 【装置】

図1に3次元ボールミルの写真を示す。ほぼ球状の容器をX,Yの二軸で回転させることにより、ボールがランダムな運動を行うため転動ミルのような臨界回転速度を持たずかつ、軸の交点为中心に固定しているため遊星ミルより安定して高速回転をかけることができる。

## 【方法】

対象粉末はNiO粉末であり、 $0.4\mu\text{m}$ 台の一次粒子をもちかつ $5\mu\text{m}$ 台に二次凝集粒子を形成する二ピークの粒度分布のものを供資材とし、遊星ミル、および転動ミルに相当する一方の回転の両者と粒度分布の時間推移について比較した。遊星ミルのポットは0.4L、公転半径150mm、自転半径40mm、

回転速度は自転450rpm、公転

380rpm、消費電力380Wであり、三次元ミルの容器径120mm、X軸(上下)回転速度200rpm、Y軸(左右)400rpm、消費電力100W、一方向だけの場合はX軸のみを80rpmで回転させた。ボールは径10mmφのZrOボールを500g用い、挿入した粉末は200gである。また粒度分布測定にはHORIBAのLA500を用いた。

## 【結果】

図2が初期の粒度分布である。この粉末の粉砕の時間経過を図3のa)三次元ミル、b)遊星ミルに対して示す。まず二次凝集粒子の粉砕が起き、ミクロン台のピークが減少しサブミクロン側のピークが増大するが、遊星ミルの10minのものが3Dミルでは5minで同様の分布を示している。さらに粉砕を進めると、遊星ミルでは再び造粒が

起こりミクロン台のピークが増大していくのに対して、3Dミルでは造粒が起こることもなく粉砕が進み、一次粒子とみられるサブミクロン台の粒度分布を示すのみとなった。

## 【考察】

遊星ミルと3Dボールミルの粉砕条件は厳密には同一ではなく、回転速度からするならばむしろ遊星ミルのほうが優れた粉砕結果となって不思議ではない条件であると考えられる。それにも関わらず3Dミルのほうが粉砕能が高かったことは容器内のボールがランダムに効率よく運動し粉末にエネルギー伝達が行われているためと推定される。また3Dミルで凝集が起きなかった原因として、遊星ミルでは重力方向に不均一が生じそのために凝集した粒子と非凝集の粒子でその運動に格差が生じて粒子が選別的作用を受けることで凝集がいったん起きればそれを加速する方向に進むが、3Dミルでは全体が均一に運動するため粒子はより均質化しやすくなるためと考えられる。

【結論】 3Dボールミルの粉砕における有効性が確認できた。

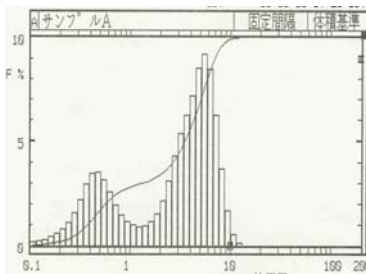
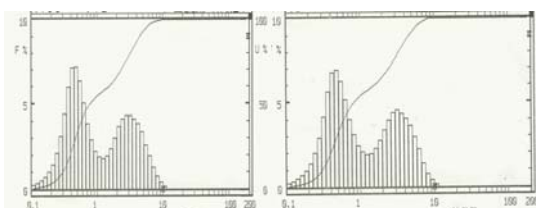
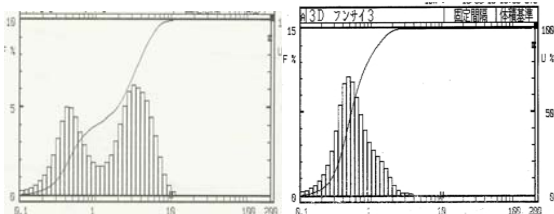


図2 処理前のNiO粉末の粒度分布



遊星ミル 10min

三次元ボールミル 5min



遊星ミル 30min

三次元ボールミル 30min

図3 粒度分布の変化

ながお だいすけ、はらだ こうめい、かたぎり のぞむ

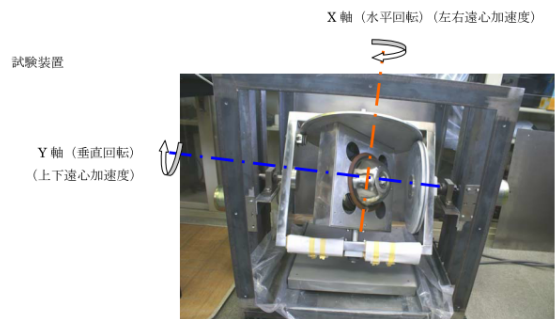


図1 三次元ボールミル