

ボールミル・ビーズミルシミュレーションと 粒子径変化の予測

Prediction of Particle Diameter During Ball and Bead Milling by Using DEM Simulation

加納 純也

1. はじめに

いつの時代も粉体が関与する機能性材料の開発や製造が盛んに行われている。機能性材料の特性は、その組成に依存することはもちろんであるが、その材料内の粉体粒子構造にも大きく左右される。その粉体粒子構造は、粒子径やその分布、粒子形状などに強く影響されるので、それらを精緻に制御することが肝要である。

粒子径やその分布、粒子形状を制御する方法の一つに粉碎がある。粉碎は、固体物質を砕いて細かくする操作であり、所望する粒子径や粒子径分布をもつ粉体を得るために行われる。特に最近では、粒子径がより微細でかつ粒子径分布が狭い粉体が望まれることが多くなってきた。粉碎機構は、固体物質に加える力の方向と速さによって、圧縮、衝撃、剪断、摩砕の4つに大きく分類することができる¹⁾。圧縮は固体物質に押しつけるような力をかける方法であり、衝撃は壁に高速でぶついたり、ハンマーなどでたたいたりする方法である。剪断ははさみで切るような力を与える方法である。摩砕は固体物質を押しつけたところに擦るような力を加える方法である。圧縮、衝撃、剪断は固体物質全体を

ばらばらに破壊する方法であり、これを体積粉碎と呼んでいる。一方、摩砕は固体物質の表面から少しずつ微粉を生じさせる方法であり、これを表面粉碎と呼んでいる。これらの粉碎機構を利用して多種多様な粉碎機が提案され、現在日本では200種類以上の粉碎機が商品化されている²⁾。粉碎対象とする粒子の大きさに粉碎機は粗粉碎機、中粉碎機、微粉碎機、超微粉碎機の4つに大別することができる(表1)。これらの粉碎機は、鉱山、リサイクル、化粧品、食品、セメント、電子材料など非常に幅広い産業分野で使用されている。本稿では、特に多用されているメディアミルであるボールミル・ビーズミルとそのシミュレーション法を概説し、その粉碎過程での粒子径を予測する方法を解説する。

表1 粉碎機の種類と対象粒子径

	対象粒子径	粉碎機と粉碎機構
粗粉碎	150~100 cm	ジョークラッシャー (圧縮)
	↓	ジャイレトリークラッシャー (圧縮)
	10 cm	
中粉碎	10 cm	ハンマーミル (衝撃、剪断)
	↓	ロールクラッシャー (圧縮)
	1 cm	ローラーミル (圧縮)
微粉碎	1 cm	ボールミル (圧縮、衝撃、摩砕)
	↓	ジェットミル (衝撃、摩砕)
	10 μm	
超微粉碎	10 μm	ビーズミル (圧縮、衝撃、摩砕)
	↓	1 μm 以下

2012年8月22日受付
KANO Junya