

1. 緒言

湿式媒体攪拌ミルで粉碎処理を行なったスラリーの再現性は重要で、再現性が得られないことで、製品の性能等に影響を与える場合がある。再現性が得られない要因として、被粉碎物である粉体の初期粒径が異なる場合や湿式媒体攪拌ミルの運転条件が異なる場合等が考えられる。

湿式媒体攪拌ミルでの循環運転において処理量が異なる場合には、滞留時間を合わせることで対応しているが、粉碎媒体であるビーズの摩耗や攪拌部材が摩耗した場合には、滞留時間を合わせても再現性が得られないため、滞留時間を長くする等の対策を取り、目標粒子径まで粉碎を行なう必要がある。また、処理量が少ない場合では、ミル外部でのスラリー冷却が不十分になり、スラリーの温度が高くなるので、許容温度が低いスラリーでは、攪拌部材の周速を遅くすることで対応する場合もある。その結果、粉碎効率が悪くなるので目標粒子径まで粉碎を行なうには、滞留時間を長くする必要がある。これらの例のように運転条件を変更して粉碎を行なうと滞留時間を合わせても再現性は得られない。そこで、湿式媒体攪拌ミルの粉碎効率を投入動力で評価し、運転条件の違いによる投入動力と粒子径の関係について調べ、再現性を検討した。ここで、投入動力とは、目標粒子径まで粉碎するのに要した消費電力量と実験前に測定した無負荷消費電力量の差の値をスラリーの固形分重量で除した値で、目標粒子径まで粉碎するのに要した単位固形分重量当たりの消費電力量を意味する。

2. 実験

評価試料として、重質炭酸カルシウムを用いた。重質炭酸カルシウム(NN#200 日東粉化工業(株)社製)を固形分濃度 30wt%に水で調整しスラリー化した。また、粘度変化が評価に影響を与えないように分散剤(アロン T-40 東亜合成(株)社製)で粘度調整を行った。

実験装置には、湿式媒体攪拌ミルである湿式微粉碎・分散機「スターミル LMZ2」、攪拌機付スラリータンク、スラリー用ポンプを用いた。

実験方法は、攪拌機付スラリータンクで攪拌、混合されたスラリーをポンプによりビーズの充填された LMZ2 の粉碎室に圧送して、粉碎し、再び攪拌機付スラリータンクに戻す循環方式とした。

攪拌部材の周速は攪拌部材の先端速度で 8m/s、10m/s、12m/s に設定した。

ビーズの材質はジルコニア(比重≒6.0)、径は ϕ 0.3mm、 ϕ 0.5mm、 ϕ 1.0mm を用いた。充填率は LMZ2 粉碎室容量(1.65L)に対し 80%、85%、90%とした。

スラリーとビーズを分離するセパレーターには遠心分離セパレーターを用いた。遠心分離セパレーターの中央部にはビーズを粉碎室より流出させないためのスクリーンを設置している。スクリーンの目開きは使用するビーズ径の 1/3 に設定した。

スラリーの供給量は 1 パス当たりの滞留時間が 0.5 分間となるように設定した。

サンプリングは滞留時間で1分、3分、5分、7分、10分、15分、20分で行い、ミル出口よりサンプルを摂取し、粒度測定を行った。粒度測定には、マイクロトラックMT3000（日機装(株)社製）を用いた。サンプリングと同時にスラリーの温度、粘度、消費電力量を測定した。

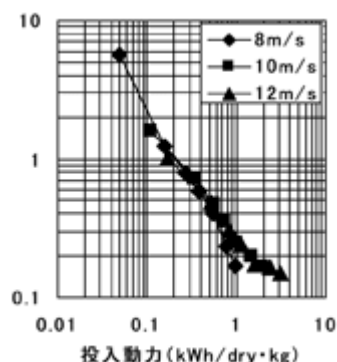


図1:周速の違いによる投入動力とD50の関係

3. 結果及び考察

運転条件として、ジルコニアビーズを使用し、ビーズ径を $\phi 0.3\text{mm}$ 、充填率を 85%とし、周速を変化させて、粉砕効率を調べた。周速の違いによる投入動力と平均粒径D50の関係を図1に示す。8m/sにおいて、微粒子化が進むと10m/s、12m/sと比較し、若干少ない投入動力で微粒子化が進むことから、粉砕効率が良い結果となるが、それ以外はほぼ同一線になるので、周速を変化させた場合、投入動力とD50は相関があることがわかる。

運転条件として、ジルコニアビーズを使用し、周速を 10m/s、充填率を 85%とし、ビーズ径を変化させて粉砕効率を調べた。ビーズ径の違いによる投入動力と平均粒径D50の関係を図2に示す。初期において $\phi 0.3$ と $\phi 0.5$ で逆転するが、粉砕効率は $\phi 0.3 > \phi 0.5 > \phi 1.0$ となる。ビーズ径が小さい方が少ない投入動力でD50が小さくなることがわかる。

運転条件として、ジルコニアビーズを使用し、ビーズ径を $\phi 0.3\text{mm}$ 、周速を 10m/sとし、充填率を変化させて、粉砕効率を調べた。充填率の違いによる投入動力と平均粒径D50の関係を図3に示す。

充填率を変化させた場合、投入動力とD50は相関があることがわかる。

以上より、投入動力で粉砕性能の評価を行なうと、ビーズ径が異ならない限り、周速、充填率が変わっても、投入動力を合わせることで再現性が得られることがわかる。運転条件として、ジルコニアビーズ、ビーズ径 $\phi 0.3\text{mm}$ における投入動力と平均粒径D50の関係を図4に示した。この結果から、投入動力からD50の推測や目的のD50の値に必要な投入動力の推測が可能となる。

4. 結言

湿式媒体攪拌ミルの粉砕効率を投入動力で評価し、運転条件の違いによる投入動力と粒子径の関係について調べ、再現性を検討した結果、ビーズ径が同一であれば、周速、充填量が変わっても、投入動力を合わせることで、再現性が得られること

がわかった。

従来の滞留時間を合わせて、再現性を得る方法では、スラリー性状、ビーズの種類、径、充填率、攪拌部材の周速等を合わせる必要があったが、投入動力で管理することで、スラリー性状とビーズ径を合わせるのみでよいことがわかった。

また、投入動力を用いることで湿式媒体攪拌ミルの性能評価を行なうことも可能であることから、低投入動力で微細化を目的とすることで、環境問題等を配慮した開発が可能になると考える。

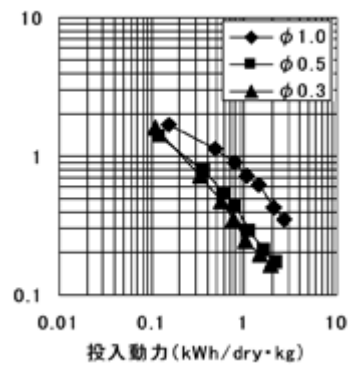


図 2 ビーズ径の違いによる投入動力と D50 の関係

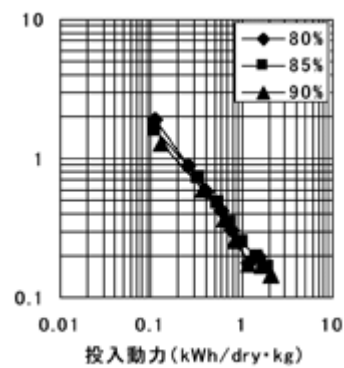


図 3 充填率の違いによる投入動力と D50 の関係

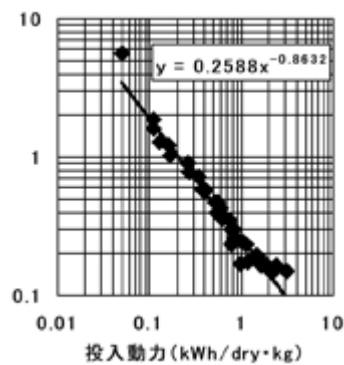


図 4 ビーズ径 φ 0.3mm における投入動力と D50 の関係