粉砕時における圧力の影響*

On the Effect of Air Pressure in Vibration Milling

上 滝 具 貞** 金 原 清**
Tomosada Jotaki Kiyoshi Kinpara

本 庄 繁***
Shigeru Honjo

1. 加圧粉砕

粉砕機内部の雰囲気圧が粉砕速度に影響を与えることは明らかにされているが、加圧した場合の報告は比較的小さいようである¹⁻³⁾。バッチ式の振動ボールミルについて考えると容器およびボールの運動に伴って容器内の気流には複雑な乱れがおこるが、加圧した場合空気の密度が圧力に比例して大きくなるため粉体はこの乱れの影響をより多く受けることになり、微粉はミル内空間に浮遊する率が多くなるが、減圧下では空気の密度が小さいため乱れの影響が小さく微粉の浮遊する率も小さくなり、これが粉砕効率に影響を与えるように思われる。もしそうであれば粒子径がある程度大きい範囲では加圧粉砕の方が有利になることも考えられ、また粉砕現象を微視的にみても空気分子が粒子表面の活性に影響を与えるとすれば、加圧するほど有利でなければならない。このようなミル内の空気圧が粉砕に与える影響を調べるためにバッチ式の振動ボールミルについて実験を行なった。

2. 加圧による粒子径の変化

粉砕機の要目および運転条件は表1のとおりである。

表1 装置概要および実験条件

型 式	安川電機製作所 YAT-6S	ミ ル 容 積	3.0l×2
加振力	800kg	ボール直径	11φmm
振動数	28.5/s	ボール見掛け充填率	60%
振 幅	2.2×2.2mm	試料見掛け充填率	残り空間の23%
試 料	#16以下の海砂	充 填 量	560g
圧 力	0~5ata	時 間	0~90分

* 昭和43年8月23日受理

** 九州工業大学機械工学科 (北九州市戸畑区仙水町1)
TEL093-87-1931

*** 東京芝浦電気(株)名古屋工場 (名古屋市西区段原町4の21)
TEL052-521-5111

粉砕試料は1%以下の海砂で粒度分布は図1のようなものであり、圧力の変化範囲は0~5 ata、粉砕時間は0~90分である。

図2はフルイ下累積重量百分率曲線の90%に相当する粒子径と、それまでに要した粉砕時間との関係を表わした曲線である。図によると粉砕を始めてから2.5~15分くらいは粒子径と粉砕時間は反比例的な関係にあり、それ以後は粉砕抵抗が増すため粉砕速度は低下する。図の各曲線は同じような実験を圧力を変えて行なった場合

図1 試料の粒度分布

で、以上の傾向はこれまでの報告と同様であるが、図によると圧力が高くなるほど粉砕速度が大きくなっており、また粒子径と粉砕時間の反比例的關係は圧力が高いほど微粉側まで続いていることがわかる。

図3はさらに細かい粒子の圧力による粉砕状態の違いを調べるために、0.01 ataと5 ataにおける、フルイ下90%

図2 粉砕時間とフルイ下90%に対応する粒子径の変化

図3 フライ下90%, 63.2%, 30%に相当する粒子径と粉砕時間との関係

63.2%, 30%に相当する粒子径と粉砕時間の関係を求めたものである。図からフライ下30%の比較的小さい粒子径の場合は圧力による差はあまり見られず、また前記の反比例の関係から曲線へ移行する変位点の圧力による違いもわずかではあるが、フライ下63.2%から90%の粗粒になるにしたがってその違いが大きくなってくる。これらのことから加圧の効果は粗粒側が大きく細粒側は小さいことがわかる。なお図の各曲線の曲り状態から、さらに粉砕が進行して粒子が細くなれば圧力による粉砕速度の差はますます小さくなるものと思われる。

図4は粉砕時間15分における粒度分布を各圧力について示したものであるが、これによると圧力が高くなるほど分散が小さくなる傾向が見られる。したがって加圧は少なくとも粗粒の粉砕には有効であることがわかる。

3. 加圧の効果

粉砕時間 2.5~25 分の範囲でフライ下90%の比較的大

図4 粉砕時間15分における砕料の粒度分布

きい粒子径について比較すると、図2で明らかのように粉砕速度はほぼ圧力に比例して大きくなっている。これは前述のように気流の攪乱効果が空気の密度（したがって圧力）に比例するためで、微粉はこの攪乱のために大部分ミル内に浮遊して粉砕される機会が少なくなるものと思われる。このことをいい換えると圧力が低い場合には、微粉が粉砕帯へたまる率が多くなるため、大きな粒子は微粉の中に埋もれて粉砕される機会が少なくなる上に、粉砕抵抗も大きくなるので図2の変位点が早く出現するわけである。なおこれらの現象は粒子径が大体200~20μの比較的精い粒子に対して著しいことが図3から明らかである。変位点以後の微粉は加圧の場合攪乱のために常に舞い上がってミル内を浮遊しているので粉砕の機会が少なくなる。したがって変位点以後は減圧粉砕が有利になるようにも考えられるが、本実験の範囲ではその差は認められなかった。

また加圧によって空気の分子が粒子の表面の活性にどれだけの影響を与えているかは確認できなかったが、図2, 3の加圧効果の中にはこの影響も含まれているものと思われる。

最後に、本実験にさいしては振動ボールミルの提供など安川電機製作所のご好意による点が多かったことを報告して、謹んで感謝の意を表わす。

引用文献

- 1) 田中達夫, 木幡輝雄, 鈴木 翼: 化学工学, 28, No. 12, 1030 (1964)
- 2) Dallavalle, J. M.: "Micromeritics", ; 訳: 上田 康: 粉体工学文献紹介, No.43 (1959)
- 3) Batel, W.: *Chemie-Ing-Tech.*, Band 30, Heft 9, 567 (1958); 訳: 堀田 昭: 粉体工学文献紹介, No.92(1959)
- 4) 神保元二: 詳論化学工学単位操作 1, 71