閉回路方式による整粒粉碎の製品歩留まりの評価

Product Recovery Evaluation of Uniform Size in the Closed Circuit Grinding System

田 中 達 夫*
Tatsuo TANAKA

Key Words : Uniform Size, Product Recovery, Closed-Circuit Grinding System

まえがき

サブミクロンの超微粉碎が問題になっている時代であるが、一方粒径を揃える、いわゆる整粒粉碎が必要なとき、過粉碎によるロスを小さくすることも粉碎操作にとって大切なことである。ここには閉回路粉碎方式による整粒粉碎と原料に対する製品回収率、すなわち“歩留まり”に関する計算結果を述べる。

回収率の計算

閉回路粉碎は図1に示すように粉碎机と分級機を組み合わせるが、製品 P_1 は最大径 x_c と最小径 x_{cc} との間に整粒するため、 x_{cc} より細かい粒子は P_2 として除く。これをロスの割合 a として次式で定義する。したがって歩留まりは $(1-a)$ である。

$$P_2 = aF$$

図1 整粒粉碎のための閉回路粉碎システム

一方分級機にはいる D のうち P_2 になる割合を y とすると

$$P_2 = yD = yF(1 + Cl) = aF$$

より

$$y = a / (1 + Cl) \quad (1)$$

ただし定常状態において

$$Cl = \text{循環比} = T / (P_1 + P_2) = T / F$$

分級機への D のフルイ上粒度分布 R がRosin-Rammler式($n=1$)を満足し、 y は完全分級の結果

$$y = 1 - R(x_{cc}) = 1 - \exp(-k x_{cc})$$

これから

$$k = -\log(1 - y) / x_{cc} \log e \quad (2)$$

さらに分級機のカットサイズ x_c においてもクリーンカットを仮定すれば

$$Cl = R_c / (1 - R_c) \text{より}$$

$$Cl / (1 + Cl) = \exp(-k x_c)$$

これから

$$k = (1 / x_c \log e) \log \{(1 + Cl) / Cl\} \quad (3)$$

式(2)および(3)から k を消去し式(1)を用いると

$$a = (1 + Cl) \{1 - \{Cl / (1 + Cl)\}^r\} \quad (4)$$

ただし

$$r = x_{cc} / x_c \quad (5)$$

この値は整粒粉碎の程度を示す。

式(4)によって、 $r=0.247, 0.148, 0.088$ および 0.063 に対する Cl と a の関係を求め、図2に示した。 Cl の増加とともに損失率 a は減少するが、当然ながら r の影響が大きい。

実際に $x_c = 300 \mu\text{m}$ 、 $x_{cc} = 75 \mu\text{m}$ ($r=0.248$)で操作している粉碎プラントでの歩留まり $(1-a)$ が60~80%と

平成3年9月26日受付

* (〒005 札幌市南区澄川5-12, 2-27)

TEL 011-583-1586

図2 製品の粒度の均一度をパラメータとした循環比と損失率の関係：歩留りは(1-a)

いわれるので、図2は理想的条件下の計算ではあるがほぼ妥当である。ただし上の実績ではClの値が不明である。

まとめ

上の例で $x_c = 500\mu\text{m}$, $x_{cc} = 75\mu\text{m}$ にするか, $x_c = 300\mu\text{m}$, $x_{cc} = 44\mu\text{m}$ にすれば, $r = 0.148$ となり, 歩留まりは80%を超える。 $x_c = 500\mu\text{m}$, $x_{cc} = 44\mu\text{m}$ なら90%以上が期待される。ゆえに常に微粉の効用を考えると歩留まりを上げることにつながる。Clは粉碎機や分級機の容量の許すかぎり大きいほうがよいので, Cl=無限大に相当する内部分級式粉碎機の使用が有利であろう^{1,2)}。

使用記号

a : 原料に対する損失率	(-)	R_c : x_c に対するフルイ上	(-)
Cl : 循環比 $= T/F = T/(P_1 + P_2)$	(-)	R_{cc} : x_{cc} に対するフルイ上	(-)
D : 分級機ロード $= F + T$	(t/h)	T : 戻り	(t/h)
F : 原料	(t/h)	x_c : 分級カットサイズ	(μm)
k : Rosin-Rammler 式の定数	(μm^{-1})	x_{cc} : 整粒最小径	(μm)
P_1 : 製品	(t/h)	y : D の中の損失率	(-)
P_2 : 損失	(t/h)	r : x_{cc}/x_c	(-)

引用文献

- 1) Ouchiya, N., T.Tanaka and Y.Nakajima: IEC Proc. Des. Devel., 15, 471 (1976)
- 2) 田中達夫: 粉体工学会誌, 21, 419 (1984)