particular, the characteristics of the structural water and/or the surface adsorbed water of the ground product were affected by the mechanochemical activation with fine grinding.

研究報告

分級機を用いた粒度測定装置の開発 (第1報)

Development of a Fineness Measuring Air Classifier (1)

山田 幸良*
Yukiyoshi YAMADA

蒲谷 正道****
Masamichi KABAYA

安口 正之** 本間 栄五郎***
Masayuki YASUGUCHI Eigoro HONMA

富安 浩***** 井伊谷 鋼 —*****
Hiroshi TOMIYASU Koichi IINOYA

1. 緒 言

粉体工業においては粒度管理あるいは粉砕機、分級機などの粒度制御を行なうためにオンライン自動粒度測定装置の必要性があげられ各種の型式が発表されている。

代表例を列举すると以下ようになる。

- (1) 比表面積を求める測定装置^{1~3)}
- (2) 風力分級機を利用した測定装置^{4~7)}
- (3) レーザなどの光を利用した測定装置^{8,9)}
- (4) その他、静電気などを利用した測定装置^{10,11)}

これらの自動粒度測定装置のなかにはオンラインで運転されているものもあると聞いているが、その台数、応用例はまだまだ少ないようである。

オンライン自動粒度測定装置に要求される条件は、精度については少なくとも手測定並であること、再現性が良いこと、環境条件に左右されにくいことなどがあげられる。さらに、連続、長時間、無人で使用される場合が多いので、この使用条件に耐え得るようなものでなければならない。その他に、検定をひんばんに行なう必要が

ない、保守が容易であるなど、管理がしやすいことも必要である。また、装置の一構成要因と考えられるサンプリング系はサンプルが真の代表値となるような方法である必要もある。筆者らは粒度測定装置本体としては、管理のしやすさ、外部環境に左右されにくいという点で風力分級機を用いることにした。

ここでは、分級点を比較的小さい粒径とすることができ、分級精度、再現性ともに良好で、コンパクトな構造を有する分級機として、小形(粉体処理流量、Max. 200 kg/h)の測定用機種を開発した¹²⁾。また、粒度測定に使用するサンプル量を多くして、サンプル誤差を少なくするようにした。

測定用分級機を用いた粒度測定装置の場合、得られる情報はあらかじめ定められた分離径における粗粉あるいは微粉の重量割合である。したがって、これ以外の数値で粒度が管理されている場合は必要に応じてそれらの相関を求めておかねばならない。

粒度管理が工程の重要なポイントであり、かつ粒度により操業用分級機あるいは粉砕機を自動制御することで省エネルギー、品質の安定などのメリットが考えられる産業にセメント工業がある。現在、セメント工業における最終製品の粒度の工程管理は主として比表面積¹³⁾によって行なわれている。比表面積で粒度管理を行なうことの問題点に触れている文献⁵⁾もあるが、分級結果から簡単に比表面積を推定することができれば、実際の管理上利点が多いといえる。

筆者らは、本試験に用いた分級機が粒度測定装置としての精度が得られるかどうかの基礎的検討と同時に、こ

昭和57年5月19日受付

*日清製粉(株) 生産技術研究所(〒354 埼玉県入間郡大井町鶴ヶ岡177-3)

TEL 0492-64-3321

**日清エンジニアリング(株) (〒103 東京都中央区日本橋小網町19-12)

TEL 03-660-3425

***日本セメント(株) 研究所(〒135 東京都江東区清澄1-2-23)

TEL 03-642-7171

****日本セメント(株) 生産部(〒100 東京都千代田区大手町1-6-1)

TEL 03-201-1731

*****三協電業(株) (〒152 東京都中野区本町1-14-13)

TEL 03-372-8911

*****愛知工業大学 工学部(〒470-03 愛知県豊田市八草町八千草1247)

TEL 0565-48-8121

- ① 供給スクリーフィーダー
- ② 可変速モーター 0.4 kw
- ③ 台秤
- ④ 分級機
- ⑤ 可変速モーター 3.7 kw
- ⑥ ロータリーバルブ
- ⑦ バグフィルター
- ⑧ コンプレッサー
- ⑨ オリフィス
- ⑩ ダンパー
- ⑪ ブロアー 800 mmH₂O×15 m³/min
- ⑫ デジタル回転計
- ⑬ デジタルマノメーター

Fig. 1 試験装置の構成

Fig. 2 分級機本体の写真

の点にも着目し、収率* と比表面積との関係についても検討を行なったので報告する。

2. 試験装置

2.1 試験装置の構成

本試験に用いた装置の構成を Fig. 1 に、本体の写真を Fig. 2 に示す。供試原料粉体は供給スクリーフィーダー①により分級機④に定量供給される。粉体処理流量は可変速モーター②の回転数を変更することにより50～

200 kg/h の範囲で可変となっている。ここで、台秤③は分級機への供給原料重量の測定用である。また、分級機は可変速モーター⑤により駆動され 500～4000 rpm の範囲で運転可能である。ここで、分級機の回転数は、デジタル回転計⑫により表示される。ロータリーバルブ⑥は分級機により分級された粗粉の排出に用いられ、一方、分級された微粉はバグフィルター⑦で捕集される。コンプレッサー⑧はバグフィルターの払い落し用の圧縮空気を供給している。分級機内を流れる空気はブロアー⑪によって吸引されており、吸引空気流量はダンパー⑩で調整される。また、吸引空気流量はブロアーとバグフィルター⑦の間に設けられたオリフィス⑨で測定される。⑬はオリフィスの差圧検出用のデジタルマノメーターを示している。ここで、分級機内を通過する空気流量は 10～25m³N/min の範囲で使用される。

2.2 分級機の構造

本試験に用いた分級機の構造を Fig. 3 に示す。供給口⑩に供給された原料粉体は放射溝を用いた分散羽根②および回転円板部の分散機構③を通過した後、分級室(分級羽根⑤の位置)で分離され、粗粉は粗粉取出口④よりエアシールした状態で排出される。一方、微粉は分級ローター⑦、バランスローター⑧を経由して気流とともに排出される。

分級機内における空気の流れは図中矢印で示される。空気は、大部分が空気入口⑩から吸引されるが、粉体供給口からも一部は吸引され、原料粉体の分散を助けている。分離径は分級ローターの回転数と分級室を通過する風速、すなわち処理空気流量によって決定される。部分分離効率 $\Delta\eta=50\%$ に相当する分離径 D_{p50} の実績は真比重 1.4 の粉体で 3～150 μm であった。

2.3 試験方法および部分分離効率の計算法

試験方法は以下の手順で行なった。

Fig. 1 においてまず分級機④の回転数および処理空気流量は無負荷の状態で行なうが、粉体負荷の有無により同じダンパー開度では処理空気流量は異なるので、あらかじめ無負荷時と負荷時の空気流量変化を求めておいて、設定時には空気流量変化分を考慮に入れた値に設定する。一方、回転数は負荷時、無負荷時ともほとんど変化しないので問題はない。

以上のように回転数および処理空気流量を調整した後、供給スクリーフィーダー①を回転させて分級機に原料を供給する。この供給原料重量は実際の供給重量が約 20 kg になるような時間分供給スクリーフィーダーを運転する方法をとっており、正確な供給重量は供給スクリーフィーダーごと台秤③で測定し、試験前後の

* 分級後の粗粉あるいは微粉の供給原料に対する割合をいう。

① ケーシング	⑦ 分級ローター
② 分散羽根	⑧ バランスローター
③ 分散円板	⑨ 渦巻ケーシング
④ 粗粉取出し口	⑩ 供給口
⑤ 分級羽根	⑪ 空気入口
⑥ 補助羽根	⑫ 回転軸

Fig. 3 分級機の構造

重量差で求めている。分級後の粗粉重量はロータリーバルブ⑥の出口で容器に受け測定を行なった。一方、微粉についてはバグフィルター⑦などへの付着により正確に全量を捕集計量することがむづかしいので参考程度とした。

部分分離効率 $\Delta\eta$ を求めるために原料、粗粉および微粉の粒度分布を測定するが、本試験では MICROTRAC (Leeds & Northrup, 日機装) を用いた。ここで、測定時の分散溶媒としてはメタノールを使用した。また、粒度分布は累積篩上重量割合で示し、10回測定した平均値を用いた。

分級後の粗粉に対する部分分離効率曲線 $\Delta\eta(\bar{D}_{pi})$ は次式で示される。

$$\Delta\eta(\bar{D}_{pi}) = \frac{\eta(R_c(\bar{D}_{pi+1}) - R_c(\bar{D}_{pi}))}{R_0(\bar{D}_{pi+1}) - R_0(\bar{D}_{pi})} \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{ただし } \log \bar{D}_{pi} = \frac{\log D_{pi} + \log D_{pi+1}}{2}$$

ここで、 η は収率をあらわす。

3. 試験結果

3.1 分級精度

Fig. 4 は本分級機を用いて市販の普通セメントを分級した例で分級機回転数および粉体処理流量を変えた場合

Table 1 分級条件と分級結果 (分離径, 粗粉収率)

試験番号	処理流量 kg/h	分級機回転数 rpm	分離径 $D_{p50} \mu\text{m}$	粗粉収率 $\eta \%$
1	65.8	2260	6.8	78.1
2	62.6	1500	10.0	70.5
3	64.5	1000	13.5	58.6
4	64.7	570	36.0	20.8
5	147.7	2250	6.5	79.3
6	147.3	1700	8.5	74.3
7	147.0	1300	10.8	67.6

注) 風量 $13.3 \text{ m}^3 \text{N/min}$

Fig. 4 部分分離効率曲線

の部分分離効率曲線 $\Delta\eta(\bar{D}_{pi})$ を示す。ここで横軸は log スケールを用いている。Table 1 は Fig. 4 中に示した各試験番号の分級条件 (処理流量, 回転数), 分離径 D_{p50} および得られた粗粉収率 η の値を示す。すなわち、処理流量 60~150 kg/h の範囲内では分級精度はそれ程かわらずほぼ同一傾きを有する部分分離効率曲線を描くことがわかり、処理流量が変化した場合でも安定した分級を行なうことができるとともに、サンプリングなどの事情により自由に処理流量を選べる利点を有する。また、各試験における粉体濃度は試験番号①~④で 0.08 kg/m^3 , ⑤~⑦で 0.19 kg/m^3 であった。

Table 2 は再現性試験の結果で、一定粒度のセメントを同一分離径 D_{p50} でくり返し分級した場合の粗粉収率平均値 $\bar{\eta}$, 標準偏差 σ_{n-1} およびばらつき $\sigma_{n-1}/\bar{\eta} \times 100$ を示しており、分離径 D_{p50} としては3種類をとっている。ここに示す原料セメントのブレン平均値 $\bar{B}$ および標

Table 2 再現性試験

原料ブレン値 B ($n=42$)			分離径 D_{p50} μm	粗粉収率 η ($n=7$)		
平均値 $\bar{B}$ cm^2/g	標準偏差 σ_{n-1} cm^2/g	ばらつき $\frac{\sigma_{n-1}}{\bar{B}} \times 100$ $\%$		平均値 $\bar{\eta}$ $\%$	標準偏差 σ_{n-1} $\%$	ばらつき $\frac{\sigma_{n-1}}{\bar{\eta}} \times 100$ $\%$
3190	19	0.60	6.5	81.1	0.20	0.25
			8.5	75.7	0.08	0.11
			10.8	68.3	0.10	0.15
2910	13	0.45	6.5	83.1	0.18	0.22
			8.5	79.0	0.15	0.19
			10.8	73.3	0.05	0.07

Fig. 5 分離径とばらつきの関係

Fig. 6 原料、粗粉および微粉の粒度分布

標準偏差 σ_{n-1} においては $n=42$ である。この原料セメントのばらつき $\sigma_{n-1}/\bar{B} \times 100$ は $\bar{B}=3190 \text{ cm}^2/\text{g}$ のもので 0.60% 、 $\bar{B}=2910 \text{ cm}^2/\text{g}$ のもので 0.45% であり、ばらつきは少なくほぼ一定粒度であるといえる。また、粗粉収率平均値 $\bar{\eta}$ および標準偏差 σ_{n-1} は 7 回くり返し試験を行なった結果であり、粗粉収率 η のばらつき $\sigma_{n-1}/\bar{\eta} \times 100$ は 0.25% 以下で原料セメントの粒度のばらつきより小さく、分級によって得られる収率の再現性は良好であることを示している。

Fig. 5 は分離径 D_{p50} が変化した場合の粗粉収率 η のばらつき $\sigma_{n-1}/\bar{\eta} \times 100$ を示したもので、分離径 D_{p50} が大きくなるとばらつきが小さくなることがわかる。ここで、各分離径 D_{p50} における代表的な部分分離効率曲線 $\Delta\eta(\bar{D}_{pi})$ は Fig. 4 の試験番号⑤、⑥、⑦に相当する。なお、ブレン値は JIS R 5201 セメントの物理試験法に準じて測定した。

本試験に使用した原料セメントは 1 回当たり $10 \sim 20 \text{ kg}$ で、測定用としては比較的大量であり、サンプル誤差を少なくしたことも再現性向上の大きな要因であろう。

Fig. 6 は供試原料、分級粗粉および分級微粉を Rosin-Rammler 線図に示したもので、縦軸に累積篩上重量割合 R を、横軸に粒径 D_p をとっている。本図に示す粒度分布は Fig. 4 の試験番号②の場合に相当する。

3.2 原料の粒度分布と収率の関係

理想的な分級が行なわれたとすると、分離径 D_{pc} における粗粉収率 $\eta(D_{pc})$ と測定された粒度分布の粒径 D_{pc} での累積篩上重量割合 $R(D_{pc})$ との間には $\eta(D_{pc}) = R(D_{pc})$ の関係が成り立つことが考えられる。Table 3 は Table 1 に示した各試験条件における 50% 分離径 D_{p50} と 20% 分離径 D_{p20} および粗粉収率 η を比較したものである。

Fig. 7 分離径 D_{pc} と累積篩上重量割合 R および粗粉収率 η の関係

Table 3 分離径 D_{p50} , D_{p20} および粗粉収率 η

試験番号	50%分離径 D_{p50} μm	20%分離径 D_{p20} μm	粗粉収率 η %
1	6.8	4.7	78.1
2	10.0	7.0	70.5
3	13.5	10.0	58.6
4	36.0	30.0	20.8
5	6.5	4.4	79.3
6	8.5	6.2	74.3
7	10.8	7.6	67.6

Fig. 7 は横軸に分離径 D_{pc} をとり、縦軸に粗粉収率 $\eta(D_{pc})$ をとったものと、粒度分布測定結果 $R(D_{pc})$ とを示している。 $D_{pc}=D_{p50}$ としたときは、 $R(D_{p50}) < \eta(D_{p50})$ となっているが、 $D_{pc}=D_{p20}$ としたときは、 D_{p20} が $5 \mu\text{m}$ 以下の領域では多少ずれるものの、ほぼ $R(D_{p20}) \approx \eta(D_{p20})$ の関係が成り立ち、この分級機を粒度測定手段として利用できることがわかる。

3.3 比表面積と収率の関係

Fig. 8 は分離径 D_{p50} をかえた場合の粗粉収率 η とブレン値 B の関係を示している。ここで、粗粉収率 η およびブレン値 B は2回以上の測定結果の平均値をとっている。なお、粗粉収率 η の測定に当り、各粉体の秤量は手測定によった。また、粉体処理流量は $140 \sim 150 \text{ kg/h}$ とした。この時の粉体濃度は約 0.2 kg/m^3 であった。本試験に用いた原料セメントは同一ミルで製造されたものをセメントセパレータの条件を変更してブレン

Table 4 各分離径 D_{p50} における回帰式および相関係数 r

分離径 $D_{p50}(\mu\text{m})$	回 帰 式	相関係数 r
6.5	$B = -143\eta + 14797$	-0.955
8.5	$B = -112\eta + 11802$	-0.968
10.8	$B = -87\eta + 9399$	-0.881
19.0	$B = -61\eta + 6556$	-0.763

ン値の異なった試験用原料(供試粉体)とした。Table 4 は各分離径 D_{p50} における粗粉収率 η とブレン値 B との関係を最小自乗法により回帰させた一次回帰式および相関係数 r を示す。ここで、相関係数 r は次式で表わされる。

$$r = \frac{m\sigma_{\eta}}{\sigma_B} \quad \dots\dots(2)$$

$$\text{ただし, } \sigma_{\eta}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\eta_i - \bar{\eta})^2}{n}$$

$$\sigma_B^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2}{n}$$

m : 回帰式の傾き

これらの結果より、分離径 D_{p50} を大きくしていくと回帰式の傾き m が小さくなる傾向がみられる。また、相関係数 r は分離径 $D_{p50}=8.5 \mu\text{m}$ のとき最も良く、分離径 D_{p50} をこの値より大きくとっても小さくとっても相関は悪くなることがわかる。すなわち、分離径 $D_{p50}=8.5 \mu\text{m}$ の分級条件が最も好ましい。この条件での回帰式は $B = -112\eta + 11802$ で示され、粗粉収率 η の1%の変化がブレン値 B で $112 \text{ cm}^2/\text{g}$ の差に相当する。

Fig. 4 の再現性試験の結果より、同一分級条件で同一サンプルの分級を行なった場合、分離径 $D_{p50}=8.5 \mu\text{m}$ では粗粉収率 η の標準偏差 σ_{n-1} は 0.15% 程度である。この値をブレン値に換算すると $112 \times 0.15 = 16.8 (\text{cm}^2/\text{g})$ に相当する。普通、ブレン値の手測定の標準偏差は $50 \text{ cm}^2/\text{g}^{14)}$ といわれており分級誤差によって生ずる粗粉収率のばらつきは手測定でブレン値を求める場合と比較しても小さい。つぎに、Fig. 8 において $D_{p50}=8.5 \mu\text{m}$ での各試験点の回帰式に対するばらつきを検討する。この推定値の標準偏差 σ_{n-2} は次式で示される。

$$\sigma_{n-2}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (b_i - B_i)^2}{n-2} \quad \dots\dots(3)$$

ただし、 $b_i = -112\eta_i + 11802$

B_i : 測定粗粉収率 η_i のときの測定ブレン値

Fig. 8 粗粉収率とブレン値の関係

$n-2$: 自由度を $n-2$ としたのは, n 個のデータとデータから求めた傾き -112 と定数 11802 を用いたことによる。

(3)式を用いて計算を行なうと $\sigma_{n-2}=71.2 \text{ cm}^2/\text{g}$ が得られる。この値は, 測定されたブレン値が真値であるとして計算している。いま, ブレン値測定時の標準偏差が $50 \text{ cm}^2/\text{g}$ と仮定すると, この回帰式により求められたブレン値の標準偏差は $50.7 \text{ cm}^2/\text{g}^{**}$ となり, 本法は充分に実用に供し得ると考えられる。

4. 結 言

筆者らの開発した分級機について各種の検討を行なっ

$$^{**}\sqrt{71.2^2 - 50^2} = 50.7$$

		使 用 記 号	
$B, \bar{B}, B_i, b_i$: ブレン値	$[\text{cm}^2/\text{g}]$	R_0	: 分級前原料の累積篩上重量割合 [%]
$D_p, D_{pi}, D_{pi+1}, \bar{D}_{pi}$: 粒径	$[\mu\text{m}]$	R_c	: 分級後粗粉の " [%]
D_{pc} : 分離径	$[\mu\text{m}]$	r	: 相関係数
$D_{p50} \cdots \cdots 50\%$ 分離径		$\eta, \eta_i, \bar{\eta}, \eta(D_{pc})$: 粗粉収率	[%]
$D_{p20} \cdots \cdots 20\%$ 分離径		$\Delta\eta, \Delta\eta(\bar{D}_{pi})$: 部分分離効率	[%]
m : 傾き		$\sigma_{n-1}, \sigma_{n-2}, \sigma\eta, \sigma_B$: 標準偏差	
$R, R(D_{pc})$: 累積篩上重量割合	[%]		

引 用 文 献

- Hasler, M.: "Automatisches und Kontinuierliches Blaine Meßgerät" ZEMENT-KALK-GIPS (3) 137 (1972)
- 小浜他: "粉砕プラントの自動化" 粉体工学研究会誌, 13 (4), 187 (1976)
- 小浜他: "オンライン自動粒度測定の開発" 粉体工学研究会誌, 13 (4), 197 (1976)
- 田中: "粒度の連続計測"オートメーション, 14 (12), 14 (1969)
- 川村他: "セメント工業用オンライン粒度測定装置の試作" 粉体工学研究会誌, 13, (4), 195 (1976)
- Kaiser, F.: "Automatischer Analysensichter für Zement" ZEMENT-KALK-GIPS (2) 92 (1973)
- 井上: "選鉱, 選炭工場へのコンピュータの応用(その他) オンライン粒度分布について" 日本鉱業会誌, 86 (1984), 223 (1970)
- Supp, A., H. Auerbach: "Kontinuierliches Messen der Austragefeinheit an Rohrmühlen" ZEMENT-

た結果, 以下の結論を得た。

- 本分級機により得られる収率からかなり正確に供給原料の累積篩上重量割合 (R_{pc}) を推定できることがわかった。
- 測定対象粉体としてセメントを用いた場合, 分離径 D_{p50} を最適な値に選ぶことにより, 粗粉収率と比表面積 (ブレン値) との間に一次の相関がみい出され, ほぼ手測定並の精度が得られた。
- 本法によれば, セメント製造工程の粒度管理をする上で, 粒度 (たとえば $10 \mu\text{m}$ 残分) による管理と従来行なわれてきた比表面積による管理を同時に行なうことができる。

本装置の応用例としてセメントを対象とした場合について, 粗粉収率とブレン値との関係を中心に検討してきたが, 一般の粉体プロセスは必ずしもブレン値で管理されているとは限らず, 特定粒径における残分割合のような粒度管理がされているプロセスも多いと考える。このようなプロセスにおいては粉体の種類によっても異なると思われるが, 分級後の粗粉収率あるいは微粉収率の再現性のみで精度を判定でき, 本形式は相当に高精度の管理が期待できよう。したがって, 本装置は粉砕分級プロセスの粒度制御における粒度センサーとしての応用がみこまれ, 今後はオンライン自動測定装置の検討および粉体プロセス制御の検討を行なってゆきたい。

- KALK-GIPS (13) 134 (1972)
- 10) Heineman O.: "Automatisches Gerät zur Bestimmung der Mahlfineinheit" ZEMENT-KALK-GIPS (3) 137 (1972)
- 11) 増田他: 特許公報 昭52-28394
- 12) 日本粉体工業協会編: 分級装置技術覧, 302 (1978) 産業技術センター
- 13) JIS R 5201-1977: "セメントの物理試験方法" 日本規格協会
- 14) 日本セメント技術協会: 76-OC セメント共同試験報告 13 (1976)
- 15) 日本粉体工業協会編: 粉粒体計測 ハンドブック, 243 (1978) 産業技術センター

Authors' Abstract

Development of a Fineness Measuring Air Classifier (I)

by

Yukiyoshi YAMADA*, Masayuki YASUGUCHI**, Eigoro HONMA***, Masamichi KABAYA****, Hiroshi TOMIYASU*****, Koichi IINOYA*****

*Industrial Research Lab. Nisshin Flour Milling Co. LTD
 **Nisshin Engineering Co. LTD
 ***Research Development Lab. Nihon Cement Co. LTD
 ****Production Dept. Nihon Cement Co. LTD
 *****Sankyo Dengyo Co. LTD
 *****Aichi Institute of Technology

Development of an On-line fineness meter has been required for a long time in order to control the particle size of the products of a grinding mill. There is a similar need for a classifier in the powder process industry. In this report it is found that when a new air classifier is used as a fineness detector, particle size can be estimated by coarse or fine powder yield and. Also, the linear relationship between the Blaine value of the specific surface area and the coarse powder yield of the classifier is satisfactorily established by choosing a proper cut size for cement powder.

List of Figures and Tables

- Fig. 1 Flow Sheet of Experimental Apparatus
- Fig. 2 Experimental Classifier
- Fig. 3 Cross Section of Experimental Classifier
- Fig. 4 Partial Separation Efficiency Curves
- Fig. 5 Relationship Between Cut Size D_{p50} and Scatter $\frac{\sigma_{n-1}}{\eta} \times 100$
- Fig. 6 Particle Size Distributions of Feed, Fine and Coarse Powders
- Fig. 7 Relationship Between Cut Size D_{pc} and Oversize Distribution R , Coarse Powder Yield η

Fig. 8 Relationship Between Coarse Powder Yield η and Blaine Value B of a Specific Surface Area

- Table 1 Effect of Flow Rate, Revolution Speed of Classifier and Cut Size on Coarse Powder Yield
- Table 2 Reproducibility of Coarse Powder Yield
- Table 3 Cut Size D_{p50} , D_{p20} and Coarse Powder Yield η
- Table 4 Effect of Cut Size on the Regression Equation and Correlation Coefficient