

閉回路粉碎分級システムによる粉碎性能向上

日清エンジニアリング(株)プラント第1部 石戸 克典
 (株)日清製粉グループ本社 生産技術研究所 秋山 聡
 岡山大学 工学部 田中 善之助

1. 緒言

粉体の微粉化を論ずる場合、たとえば、鉱物であるタルクや炭酸カルシウムの粉碎分級技術ではできるだけ細かい微粉を製造する立場に立ち、「粉碎機は微粉碎が目的であり、分級機は粗大粒子を除去することが目的」となっている。一方、トナーの製造にあたっては、微粉碎を行うとともに例えば5 μm以下の余分な微粉を作らない技術が重要となる。この報告では、閉回路粉碎分級の最適化を考える上で、乾式電子複写装置の感光剤として用いられている高品質トナーの製造にあたってのキーテクノロジーである微粉碎および分級技術を中心に議論することにする。

2. 実機試験

2.1 試験条件

閉回路の戻り比(循環比)の製品粒度分布とシステムのエネルギー効率への影響を調べるために、以下の実機試験を行った。冷風は5を使用した。粉碎機のローター回転は7000~6500min⁻¹、風量は4 m³/min。分級機のローター回転は3200~3100min⁻¹、風量は30m³/min。粒度測定器は、コールターカウンターマルチサイザーを使用した。

2.2 試験装置

装置の概略図を Fig.1 に示す。粉碎機として高速回転式アニュラー型粉碎機 Super Rotor SR-25 型²⁾(日清エンジニアリング(株)製、Fig.6)、分級機として遠心式空気分級機 Turbo Classifier TC-40 型³⁾(同社製、Fig.5)を用い、原料粉体には、スチレン・アクリル系1成分トナーの粗砕品(質量中位径: D₅₀=460μm)を用いた。

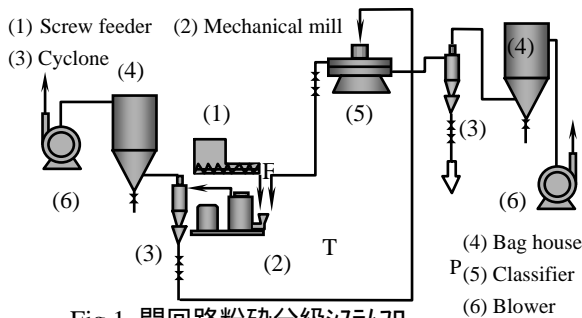


Fig.1 閉回路粉碎分級システムフロー

循環比 $CL=T/F$ 。ここで、T は粉碎機へ戻される分級粗粉、F は供給速度を示す。製品の質量中位径 $D_{50} = 9.1\mu\text{m}$ 、供給速度 $F = 15\text{kg/h}$ で一定になるよう、粉碎機及び分級機の回転を調節した。

2.3 試験結果

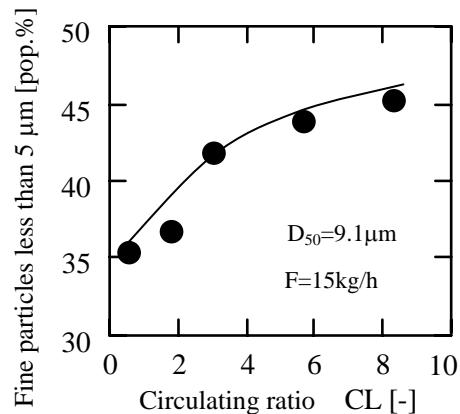


Fig.2 循環比 CL と製品中に含まれる 5μm 以下の粒子の個数割合の関係

この結果からは、循環比 CL が小さい程、過粉碎が少なくなっていることがわかる。また、CL が 2 以下で、過粉碎の低下度が低位安定する傾向にある。Fig.3 には、循環比 CL と閉回路粉碎で消費される電力の関係を示す。

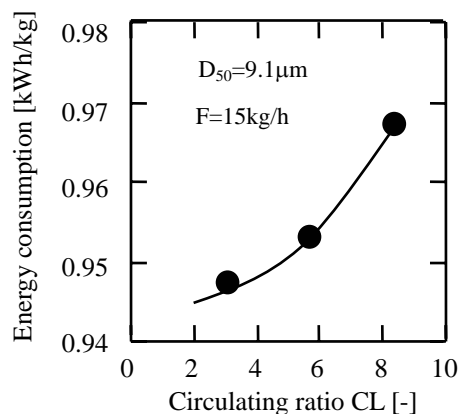


Fig.3 循環比 CL と閉回路粉碎で消費される電力の関係

この結果から、循環比 CL を 3 から 8 に増加させると、単位重量当たりの消費電力が約 2% 上昇することがわかる。この理由として、CL を増加させるために、粉砕機と分級機のローター回転は低下させているが、それらの機器を通過する粉体流量が増加するため、電力が増加するのではないかと考えられる。

Fig. 2 と比較すると、CL が 2 以下のところに、最適運転条件が存在する可能性がある。

2.4 考察

上記の結果を、分級機単体の運転結果と比較するために、Fig.4 に、TC-40 単体での供給速度と分級精度指数 κ ¹⁾の関係を示す。

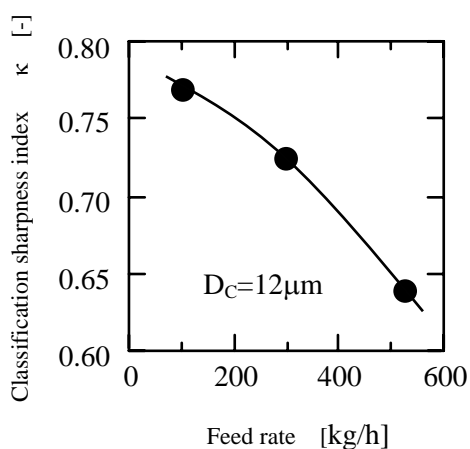


Fig.4 TC-40 単体での供給速度と分級精度指数 κ ¹⁾の関係

運転条件としては、質量中位径 $D_{50} = 15\mu\text{m}$ のトナーを使用し、分級機の空気流量を閉回路粉砕実験と同様に $30\text{m}^3/\text{min}$ で一定にして、分級点 D_C が $12\mu\text{m}$ になるようにローター回転を調節した。供給量の増加に伴い、分級精度指数 κ が低下している。

閉回路粉砕分級の循環比 $CL=6$ が、分級機単体運転の供給速度 $F=105\text{kg/h}$ に相当する。CL の減少により過粉砕が減少するのは、閉回路中の分級機の精度の向上が影響しているものと考えられる。

3. 結言

閉回路粉砕分級システムを設計する場合、特に、循環比の適正化が重要で、循環比をあげすぎると、分級性能・粉砕性能を低下させ、エネルギーコストの上昇を招く。また、トナー製造のように、低いミクロンオーダーの微粉を作ってはいけない粉砕については、循環比の上昇が、超微粉を作りすぎてしまうことに注意しなければならないといえる。

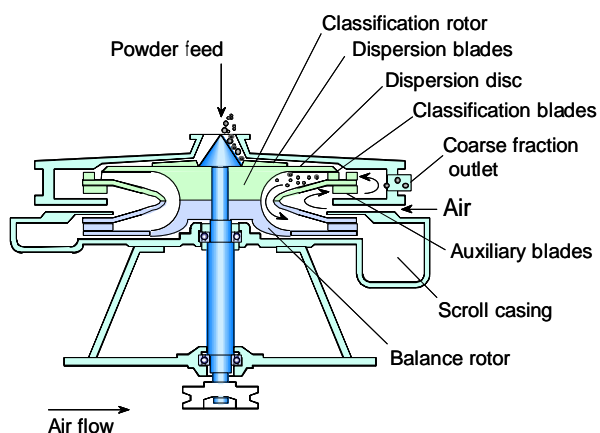


Fig.5 TC-40 の断面図

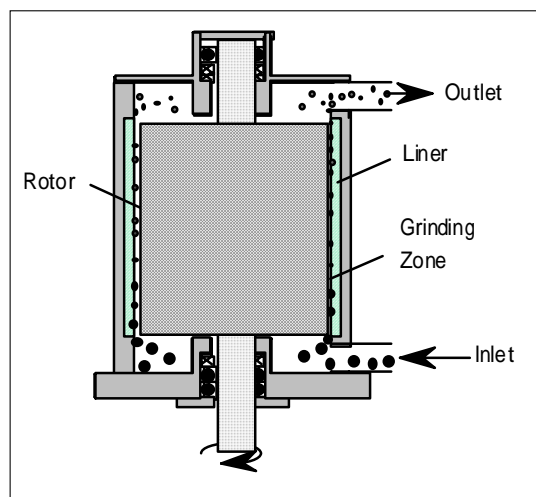


Fig.6 SR-25 の断面図

* 参考文献 *

- 1) Y. Yamada, M. Yasuguchi and K. Inoya: Powder Technology, 50, p.275-280 (1987)
- 2) N. Tonoike, S. Akiyama, T. Ichikawa, H. Okabe and K. Ishito: Fine Pulverizing of Heat Sensitive Plastics using Mechanical Mills, Powder & Bulk Solids, p363-370(1996)
- 3) K. Ishito, S. Akiyama and Z. Tanaka: Proceedings of the Technical Program, 26th Powder & Bulk Solids Handling and Processing Conference, p437-450(2001)