

携帯可能な乾式粒子径・形状測定装置の開発

Development of a portable dry particle size and shape analyzer

佐藤 嘉高 Yoshitaka Sato (機器開発部/課長)

平 貴幸 Takayuki Hira (機器開発部/係長)

要旨

本稿では、新たに開発した持ち運び可能な乾式粒子径・形状測定装置ポータブルPITA(以下、ポータブルPITAと記す)の特長及び従来機との比較試験結果について、紹介している。乾式における粒子形状測定は、粉体サンプルを均一に分散させることが難しく、精度を求める場合は、主に分散媒を使用する湿式法が用いられてきたが、弊社が独自開発し、すでに製品化されているスピンエアシーブによるふるい透過法の原理、及びエジェクタによる分散技術を組み合わせることで、精度の高い乾式分散が可能となった。また、以前より生産現場で簡単に測定出来る粒子径分布測定装置のニーズがあったため、持ち運び可能で分散媒の取り扱いに用いる付帯設備が不要となる乾式法を用いた新しい粒子径・形状測定装置として、開発に取り組んできた。場所を選ばず、誰でも簡単に測定出来るポータブルPITAが粉体加工分野における品質向上の一助になれば幸いである。

なお、本稿は東北大学名誉教授で弊社の技術顧問を務めていただいている齋藤文良先生が雑誌「化学装置」2019年5月号(株式会社工業通信)にて執筆された「粉体産業分野が変革をもたらす次世代技術」内にも掲載されています(P27~P29)。併せてご一読ください。

Keywords: 粉体測定、粒子径分布、形状測定、ポータブル、乾式分散、生産現場、測定簡単

1. はじめに

粉体の基本物性は、粒子径と形状である。この物性計測には、これまでに多くの計測法が提案されてきた。これら計測法では、乾式法と湿式法に大別されるが、粉体の特性から、微粒子になるほど付着・凝集力が顕著になることから、微粒子の物性計測は湿式法が主になっている。ただし、乾燥状態での物性把握の要求も根強く、乾式法での粒子径分布などの測定装置が種々提示されている。粒子径の表示には、フィレー径などの1次元表示、等面積相当径などの2次元表示、さらには等速沈降径などのような3次元表示があり、また、粒子の形状の表示では、多くが画像処理による長短径や基準径に対する厚みなどの比較が多く用いられている。これらの粒子径や形状の代表値を表示するには、できるだけ多くの粒子について計測することが望ましく、大型で卓上型の計測装置が多数開発されている。そのような背景から弊社では、従来の湿式による卓上型ではなく、乾式で、しかもハンディーかつポータブルに活用いただける粒子径・形状測定装置としてポータブルPITAを開発した。開発の主要ポイントと工夫は代表サンプルの乾式分散法であり、取り込んだ画像の処理などは従来の卓上型計測装置を踏襲している。

以下には、この乾式粒子径・形状測定装置の特長である分散技術及び携帯可能な点を中心に代表サンプルについての測定例を紹介する。

2. 粒子径・形状測定装置ポータブルPITAの分散技術と特徴

開発目標として、①現場仕様の粒子径観察方法であること、②粒子の分散方法についても確実・簡便であること、③ポータブル(携帯可能)であることを基本とした。現状では、粒子径などの測定は連続ではなく静的な画像処理であり、また、手動操作が基本であり自動計測ではないが、将来的には、連続で自動計測への適用可能性も視野に入れている。また、従来の弊社製粒子径・形状測定装置(PITAシリーズ)とは異なり、ポータブルPITAでは、ふるいの目開き確認も可能になっている。

図1には、乾式での粒子分散を達成するため、ふるいとエジェクタによる分散システム構成を示す。その方法は、原料の対象粉体をふるい上部から供給し、エジェクタで分散させて空間に散布する。その状態において平滑板(平面ミラー使用)を分散空間に差し込み、粒子をミラー表面に付着させ、ミラーを引き抜き、次工程のカメラによる観察へと移す。

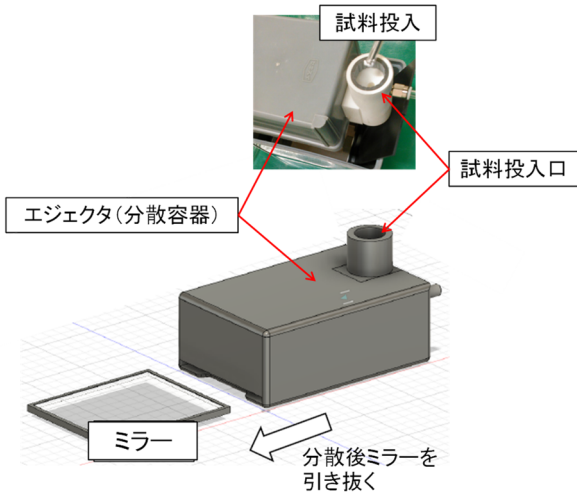


図1 乾式によるふるい-エジェクタ分散システム

図2には、試料散布済ミラーの上部に画像処理カメラをかざし、粒子画像を取り込み、それをモニターで確認している状況を示す。モニター画面の粒子径などはケーブルを介して携帯可能なタブレット端末で解析され、結果が瞬時に出力されるようになっている。現状のカメラ視野は3~100 μm と50~1,000 μm であるが、将来的には、測定可能範囲拡大も含めて開発を進めていく。

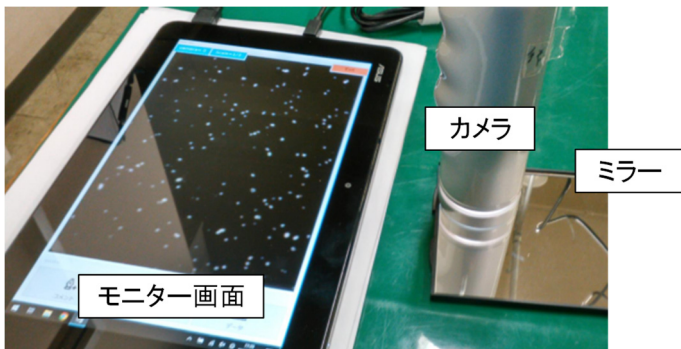
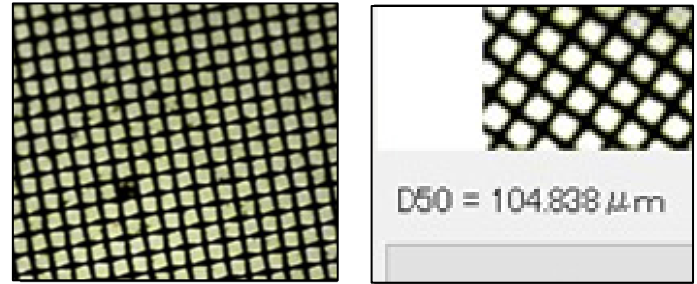


図2 ミラー上の試料をカメラでとらえモニターに表示されている状況

3. 粉体の粒子径・形状の解析結果と従来機との比較

図3には、ポータブルPITAによるふるい目開き（公称106 μm ）の画像取得とモニター画面での表示例を示す。その結果より、目開きは104.838 μm となっており、本機がふるい目開きの校正用として十分に活用できることがわかる。



ふるい目開き(106 μm)のモニター画面 結果 (104.838 μm) の表示

図3 ふるい目の画像取得とモニター画面での表示例

図4には、ポータブルPITAによる試料（ガラスビーズ GBM-20（JIS 試験用ガラスビーズ粉体））の粒子画像とそれを基にした粒子径分布を示す。粒子形状は球形でありその粒子径はD10=18.221 μm 、D50=20.767 μm 、D90=24.019 μm となっている。

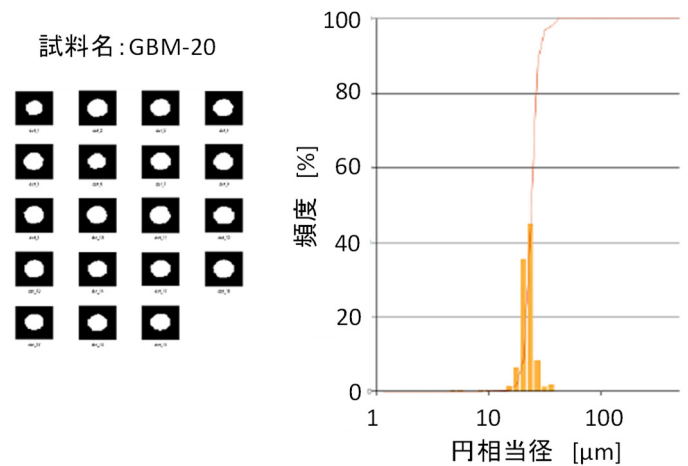


図4 ガラスビーズ (GBM-20) の粒子画像とそれを基にした粒子径分布

図5には、ポータブルPITAによるアルミナ粉（20 μm パス）の体積基準と個数基準のそれぞれの粒子径分布を示す。粒子形状は不規則であるため、体積基準平均値（D50=8.626 μm ）と個数基準平均値（D50=6.32 μm ）は異なり、分布の形状も若干異なる。

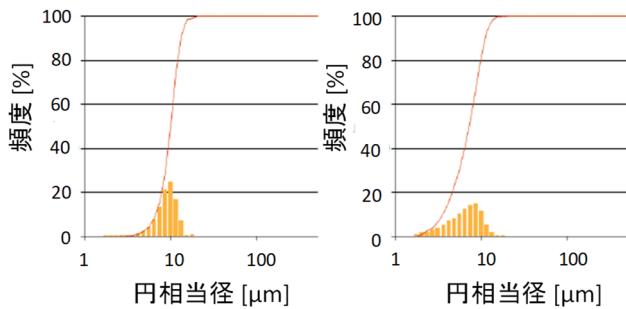


図5 アルミナ粉 (20 μm パス) の体積基準 (左) と個数基準 (右) のそれぞれの粒子径分布

図6には、ポータブルPITAによるアルミナ粉 (20 μm パス) の円形度と円相当径の関係を示す。円相当径はトップサイズが約20 μm であり、対応する円形度は約0.4~0.9の範囲にデータが分布している。この結果は、別に測定した従来機 (PITA-04) での結果とほぼ一致した。

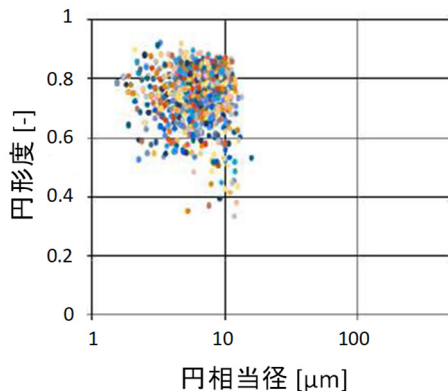


図6 アルミナ粉 (20 μm パス) の円形度と円相当径の関係

図7には、基準のガラスビーズ (GB) 粒子径 (X印で表示される20、30、60、100 μm の4段階のGB) に対して、ポータブルPITA (橙と黄色○印)、従来機 (PITA-04: △印) による比較結果を示す。ここで、本機の橙黄色○印は、画像の基準サイズ (1画素のサイズ) をマイクロゲージ (0.2mm) で校正したものであり、また黄色○印は30 μm 径のガラスビーズを基準にして校正したものである。図より、いずれの装置を用いても解析結果はほぼ基準値に近く、また、本機でのデータ (2種類の○印) は従来機 (PITA-04: △印) と良好に一致している。このことは本機のデータの信頼性が確保され、試料分散法が適切であることを意味する。

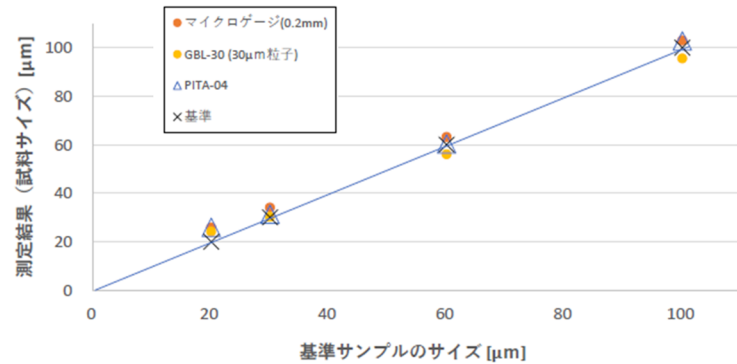


図7 基準のガラスビーズ粒子径 (20、30、60、100 μm) に対してのポータブルPITAと従来機 (PITA-04) による測定結果の比較

4. むすび

乾式法による微粒子の粒子径分布・形状解析技術を紹介した。技術の最大のポイントは乾式法での分散技術であり、適切な分散状態を維持し、画像処理技術を駆使したところに巧みな工夫がある。本技術を活かしたポータブルPITAは、微粒子の評価ツールとしてさらに活用され、同時に現場で簡単に粒子形状と粒子径分布が確認出来る新たなツールとして多くのお客様にご使用いただけることを期待したい。

弊社の粒子径画像解析装置に関する詳細については、下記URLをご参照願います。

<https://www.betterseishin.co.jp/product/particle/>

内容の一部あるいは全部をいかなる方法によっても無断で複写・複製することをご遠慮ください。