

## 今月の新技術③

A New technology of this month

# 湿式ふるい分け作業の革新

ホソカワミクロン株式会社  
粉体工学研究所 測定分析センター

松下 孝夫

ホソカワミクロン株式会社  
粉体工学研究所 測定分析センター

センター長 笹辺 修司

### 1. はじめに

粉体の加工技術の向上に伴い、その評価技術も日々進歩し、現在の国内での粒子径計測は主にレーザー回折・散乱法を用いた評価が一般的とされている。しかし、当該法では測定サンプル量が微量であり、粗大粒子がごく微量に混入しているサンプルでは、定量化は困難とされる。このような状況下において、品質保証面で確実性の高いふるい分けは、ふるいが破損しない限り粒子径の製品保証が可能な唯一の手法として、古くから根強い需要がある。中でも凝集性が強い、油分が多い、静電気を帯びやすいなどの性質を持つサンプルは、乾式では凝集しふるい分けが難しいため、湿式ふるい分けが有効となる。

このような背景の中、本稿で紹介する湿式ふるい分け装置ヴィブレットVBLは、各産業界で古くから用いられてきた湿式ふるい分け評価のニーズに対応するため、約30年前に開発された前機種ミクロンウオシーブWSTのユーザーの声を参考に2013年に開発された。国内業界からの反響は予想以上であり、この実績を礎とし、全世界でご利用いただけるように、従来機の安全性向上を主として改良を施したヴィブレット VBL-F (図1左参照) 及び超音波振動機構を付加したヴィブレットVBL-FU (図1右参照) を昨年に開発した。

本稿では従来の湿式ふるい分け作業を革新させるヴィブレットについて紹介する。



図1 湿式ふるい分け装置ヴィブレットの外観  
(左：標準仕様 VBL-F、右：超音波ユニット付き ステンレス仕様 VBL-FU)

## 2. 湿式ふるい分け装置VBL

当該装置は散水部と振動部で構成される。振動部にふるいと、ふるいを装置にセットするスペーサを重ねて置き、クランプを用いて固定し、飛散抑制用カバーを閉めると散水部が所定の位置にセットされる構造である。

微粉は乾粉では凝集しているが、散水による水圧とふるいの上下振動により解砕される。この上下振動はふるい面の液膜形成を抑制する作用も併せ持つ。また、ふるい面以外に、飛散抑制用カバーの内面や、ふるいの内壁など、ふるい分け空間内全てを洗い流し、全てのサンプルを確実にふるい分けるよう、上部方向へも散水可能な構造とした。

また、散水流量、散水ノズル回転速度、振動のタイミングを個別に設定し、熟練者が手ふるいで行ってきた方法を再現することも可能である。

## 3. VBL-Fによる測定結果

図2にVBL-Fふるい分け性能例を示す。ふるい分けサンプルはJIS試験用粉体1の4種のけい砂を用いた。サンプル100.00gを電子天秤で秤量し、φ200mm目開き13 $\mu$ m、16 $\mu$ m（東京スクリーン(株)製のふるいを用いた。VBL-Fの散水流量を5.5L/minとしてふるい分け後、流水とエタノールを用いてふるい面から残分をシャーレに回収し、80 $^{\circ}$ Cに設定した恒温槽で5時間乾燥させ、デシケータで常温冷却した後、電子天秤で秤量した。この測定値から、あらかじめ110 $^{\circ}$ C恒温槽で5時間

乾燥させ、デシケータで常温冷却したシャーレの風袋を減算し、投入量とふるい上残分から通過率を求めた。

比較のため、このサンプルをエアジェットシーブなどの減圧吸引型乾式ふるい分け装置により目開き16 $\mu$ mのふるいを用いて、ふるい分けを行った。通過率は0.1%程度にも届かず、ほとんどふるい分けができなかった。

一方、VBLでは図2に示すように、目開き16 $\mu$ mのふるいの場合には10分で78%の通過率となったのに対し、目開き13 $\mu$ mのふるいの場合には同時間で70%の通過率となった。また、各標準偏差は0.1~0.3と再現性の高い結果となり、このような細かい目開きのふるいにも対応可能で、かつ短時間で通過率が一定になることが確認された。

次に、ふるい分けに超音波振動の付加による効果を確認するため、数十分以上の時間を要するJIS試験用粉体1の12種のカーボンブラックを用いて測定を行った。サンプル100.0000g及び2Lの水道水をステンレス製ビーカに入れ、15分間攪拌し、スラリー化した。このスラリーをVBL-F及びVBL-FUに供給しながら散水流量6L/minでふるい分けを行った。一般的に、カーボンブラック中の粗大粒子(グリット)の確認方法として、目開き45 $\mu$ m、25 $\mu$ mのふるいを用いることが多いが、今回はより厳しい条件であるJIS Z 8801で定められている最小目開き20 $\mu$ mのふるいを用いた。なお、本検証は、粗大粒子の含有率を評価することが目的であることから、ふるい上残率を評価の対象とした。

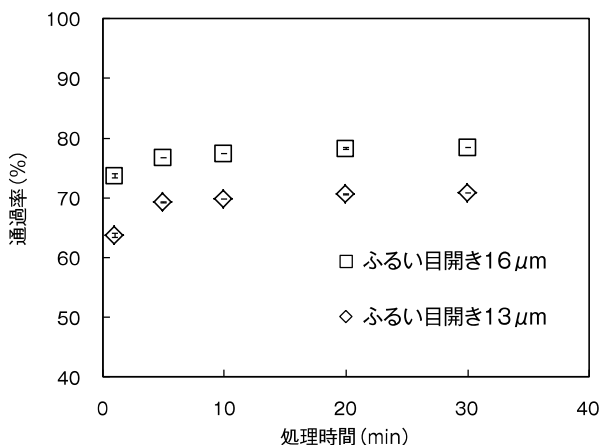


図2 細かい目開きのふるいにおける通過率

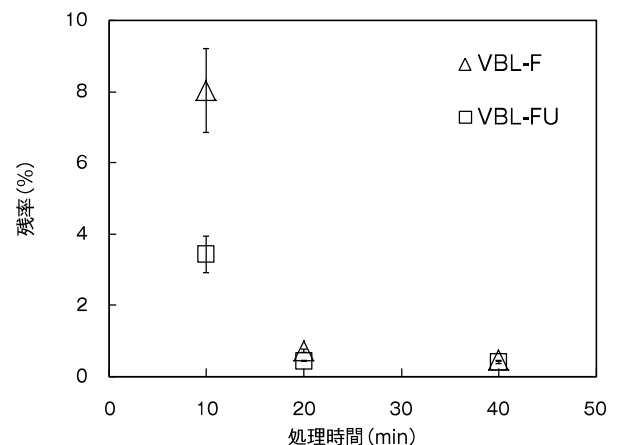


図3 VBL-FとVBL-FUの比較

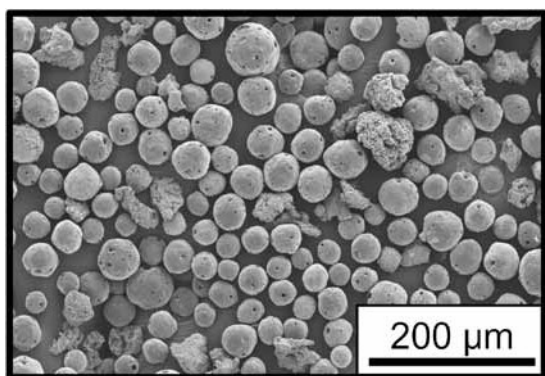


図4 カーボンブラックのグリット

VBL-Fでは40分処理でふるい上残分0.4%であったのに対し、VBL-FUでは20分処理で同値となり、超音波を付加することで処理時間が50%短縮された。また、標準偏差は0.01~0.04(処理時間20~40分)となった。

更に、秤量したサンプルをSEMにより観察したところ、図4のようにグリットのみが確認され、ふるい分けが十分に行われたことを確認できた。

当社では、最近の市場要求の1つとして、更なる低グリット化に応えるため、専用の衝撃型分級機内蔵微粉砕機を用意している。その製品評価の際、VBL-F及びVBL-FUは有効な測定方法としてご活用いただいている。

表1にVBLの納入事例を示す。VBLを使用する場合、流水と刷毛を用いた手作業によるふるい分けよりも、ふるい分け作業時間がおおむね1/5に短縮される。作業時間の低減による人件費の抑制の他、自動化によって測定中に別業務を並行して実施できるため、業務の効率向上につながると考える。

## 4. おわりに

本稿ではVBLの構造及び測定事例を紹介した。測定技術の進歩に伴い、レーザー回折・散乱法、画像解析法など、粒子径を測定する方法は多岐にわたる。そのような中で、ふるいによる粒子径測定方法は測定サンプル量が多いことから、測定結果の信頼度が高く、今日でも重宝される測定方法である。湿式ふるい分けは、乾式ふるい分けに比べ、細かな目開きまで対応可能である。しかしながらシャワーヘッドから散水し、刷毛を用いて凝集体を解砕する従来の方法では、ふるいの目詰まりや液膜の影響により測定に長時間を要する上、精度の高い測定はできない。

一方、匠の業による高精度な湿式ふるい分けを行われている企業もあるが、技術伝承が大きな課題としてクローズアップされている。そのような中、多くの企業がVBLを導入し、適切な運転条件で操作をすることにより、匠の業を機械化して課題を解決されている。

最後に、本稿で述べたように、当社が開発したVBLはφ200mm、目開き13μm(綾織金網)のふるいにも対応可能となっており、従来の湿式ふるい分け作業を革新した装置であると考え、産業界の発展の一助になれば幸いである。

表1 VBLによる生産性の向上事例と導入効果

原材料	効果
ガラス系材料	3日間で100g程度であった処理が30分程度になり、1/48に短縮された。また、長年課題であった自動化に目途がついた。
無機材料	乾式ふるい分けで3時間を要する処理時間が30分程度になり、1/6に短縮された。
電池材料	手ふるいでは分散が不足し、本来よりも45μmふるい残量が多かったが、VBLにより一次粒子の質量を測定できるようになった。そのため、製造条件を見直し、生産量増加の可能性を見出した。また、後継者問題も解決できた。
自動車関連用原料	手ふるいで2時間を要していたふるい分けが15分程度になり、1/12に短縮された。今後、関連会社の品質管理用途で採用を推奨される。