

FlowBullentin3-Testing_Flow_Properties

粉粒体材料挙動とプロセスに合う試験法 * 抜粋

Mercury Scientific 社 三洋貿易 株式会社

Mercury Scientific 社は粉粒体材料の流動性を研究するための試験方法を開発しています。これらの方法により Mercury Scientific 社製装置をお使いの皆さまは粉粒体材料の流動特性の特徴を測定することが可能になります。これらの装置により得られるデータは粉体の設計や粉体特性の予測、粉体の質の定量化に役立ちます。

粉体の性質

粉体は固体の粒子と気体との混合物から成っています。固体の粒子は通常は数ミリメートルからナノメートルの大きさです。粒子間の気体は通常空気です。粉体の二面性により、粉体の流動特性は、粉体粒子とその周囲にある気体との間の相互作用により生じます。それゆえに、粉体粒子の性質と、粉体中の固相と気相の割合がともに材料の流動特性に影響を与えるのです。

単純な解析では、粉体化粧品中の固体の割合が高ければ、より固体のようにふるまいます。反対に、粉体化粧品中に気体が多ければ、より液体のようにあるいは実に気体あるかのような挙動になります。この場合の問題は、粉体中の固体の気体に対する割合は一定であることはほとんどなく、その粉体がどのように取り扱われたかによって劇的に変わり得るということなのです。

		
貯蔵容器 気体 割合が最も小さい	容器に入っていない山 固体／気体 割合が中程度	流動化 気体 割合が最も高い

加えて、粉体の固体部分は変化し得るものであり、電荷を帯びもします。そのために粉体特性の研究や制御は、固体や液体、気体の特性を制御するよりもずっと複雑になってしまうのです。

粉粒体材料は工業材料という点ではユニークでもあり、応力履歴を記憶することができるのです。粉体はどのように取り扱われたか、貯蔵されたかによって変化します。例えば、粉体が2トンの工業用運搬用機に貯蔵された場合、粉体の上にかかる圧力のため粉体中の気体は取り除かれ(圧密性)で、粉体粒子は大きな粒子を形成します(凝集)。この方法で長期間十分に貯蔵された場合、粉体は実際に固体になるかもしれません(ケーキング、固化)。圧力が除かれると、粉体は貯蔵する前の元の状態に戻るかもしれませんが、戻らないかもしれません。



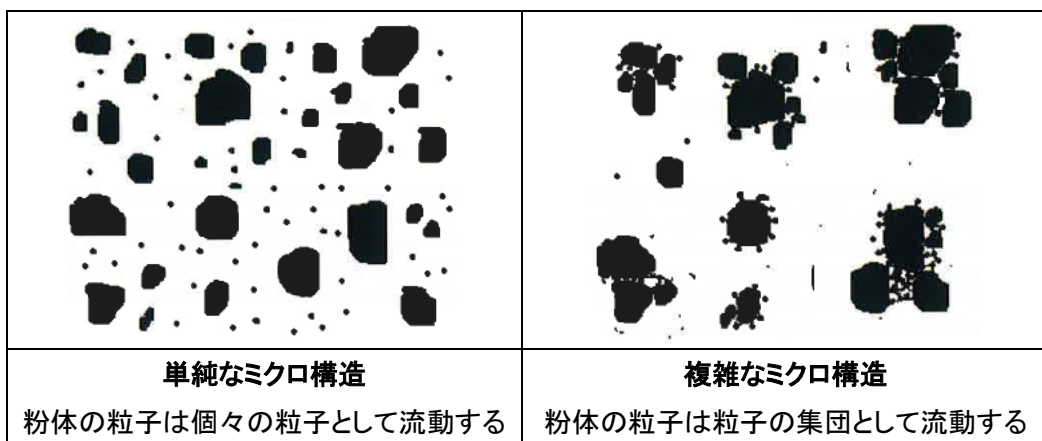
激しい記憶効果を示す粉体

これは他の工業材料では起こりません。例えば、液体は低圧化や高圧化で保存されることがありますが、圧力が除かれた時に全く変化しません。粉体の記憶効果は粉体特性の試験や制御をさらにいっそう複雑にしているのです。

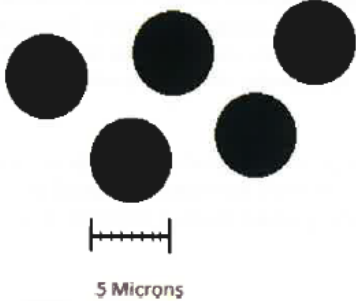
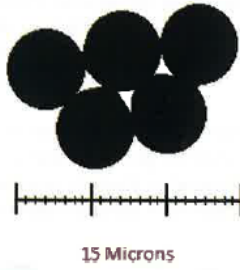
粉体のマイクロ構造とマクロ構造

流動している際の粒子や粉体を形成している粒子の集団の構造は、粉体のマイクロ構造としてみなされます。粉体のマイクロ構造は単純な場合も複雑な場合もあります。単純な粉体系の場合、マイクロ構造は単純に個々の粒子で、材料を構成しています。このマイクロ構造は粒子の大きさで定義されます。粉体が流動するとき、材料中の粒子は離散した個々の粒子として流動します。

複雑な粉体系の場合、粉体を構成しているマイクロ構造は、個々の粒子は少なく、粒子の集団として定義されます。これらの粒子の集団は軟凝集や凝集、クラスター、クランプなどさまざまに分類されます。複雑な粉体が流動するとき、個々の粒子と粒子の集団の組み合わせとして流動するでしょう。



実際には、粉体が個々の粒子として流動するのはまれですので、大部分の粉体は複雑な系です。表面や、電氣的な力や重力によって流動する時に粉体粒子は容易にマイクロ構造を形成するというのがその理由です。我々は、流動する粉体中の粒子の大きさを有効粒子サイズと呼んでいます。有効粒子サイズは、粉体を構成している成分の個々の粒子の粒子サイズよりも必ず大きいものです。この有効サイズは一般的に、粉体の挙動を制御するものです。残念なことに、粉体の有効粒子サイズは取扱いや貯蔵によって容易に変化します。

 <p>5 Microns</p>	 <p>15 Microns</p>
個々の粒子サイズ	有効粒子サイズ

粉体が動かない場合、粉体のマイクロ構造は、相互に作用し、結合を生じて、粉体のマクロ構造と呼ばれているものを形成します。これらの結合は粉体を構成している固体の性質や粒子にかかる圧力によって弱くも強くも成り得ます。弱いマクロ構造を持つ粉体は、貯蔵容器から離れた状態のときは、その粉体自体を支えられず、円錐状の山を形成します。強いマクロ構造を持つ粉体は、それ自体を支えることができ、急峻な壁の山を形成し、その容器の形状をとどめるでしょう。

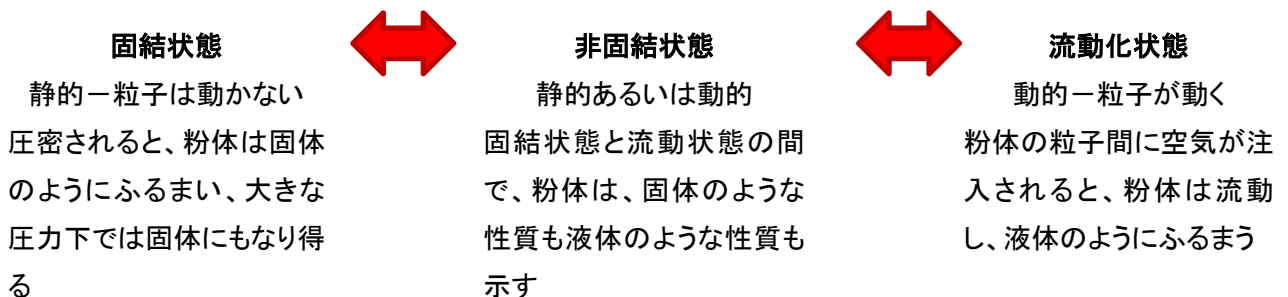
粉体の状態

粉体流動特性は、粉体中の固体と気体の割合と粉体にかかる圧力に基づいて、3つの基本的な状態に分類されます。主な粉体の状態は、固結、非固結、流動化です。

固結状態では、粉体粒子は圧力で互いに力を及ぼし合っています。この圧力は粉体ベッド自体の高さや外部の条件によるものです。

非固結状態では、粉体粒子は圧密圧力の影響は受けず、自由に動くことができます。

流動状態では、粉体の塊が空気を含むようになり、粒子はより長い間隔に分離されます。このエアレーションは外部から粉体にかかる気体の圧力の結果か、流動速度が高い場合に生じ得るものです。




固結状態と非固結状態の間では、軟凝集や凝集、クランプがマイクロ構造を形成してしまい非固結粉体中に

局所的な圧密の領域を生じると、粉体は半固結状態になります。非固結状態と流動状態の間では、粉体は半ば空気を含んだ状態で、密度の低い部分と高い部分が含まれます。

粉体は取扱いエネルギーや貯蔵条件によってその状態を変えます。これらの変化は一時的で可逆的なもので、取扱いエネルギーが減少したり、粉体が貯蔵場所から取り除かれれば粉体はその前の状態に戻ることもあるでしょう。しかし一般的には、粉体は記憶効果を持っていて、取扱いエネルギーや貯蔵による変化は非可逆的です。ケーキングやクラumping、凝集、解砕、粒子摩擦、長期エアレーションを含むこれらの変化は非可逆的です。

動的、静的流動性試験

粉体流動性試験は、動的試験と静的試験の二つに分類されます。動的試験では、粉体が流動した状態で試験します。これらの試験は通常粉体のマイクロ構造と気体-固体比率の変化による粉体挙動の変化を測定します。静的試験では、流動しておらず圧密力下の粉体を測定します。これらの試験は通常粉体のマクロ構造を測定します。Mercury Scientific社の製品では、Revolution Powder Analyzerは動的な粉体流動性試験装置で、Evolution Powder Tester、Volution Powder Analyzerは静的な粉体の流動性測定装置です。Revolutionではより低負荷で動的な評価に向いております。Evolution、Volutionは粉体に圧力が加わり固結しやすいかどうかを評価に適しております。Evolutionでは簡便で直接的に固結性を評価、Volutionは、より詳細な圧力評価や材料との摩擦力評価に向いております。多面的な測定により様々な状態の粉体挙動の把握が可能となります。

	
<p>Evolution Powder Analyzer 圧密後の粉体強度を測定します</p>	<p>Revolution Powder Analyzer 回転ドラム内の粉体の流動を測定します</p>