

事例

# 高機能化技術・機能性粉体の加工技術— 混合技術

(株)徳寿工作所 Asahi Syouzo  
朝日 正三

研究開発部 部長  
〒254-0074 神奈川県平塚市大原3-19  
☎0463-32-1842

## はじめに

医薬品や食品、自動車、パソコンやスマートフォンの電子機器類、電池など挙げれば限のないほど、我々の身の回りのモノのほとんどが粉体を原料として作り出されている。これら最終製品の品質の安定、機能の安定には、原料となる粉体材料の均質性、再現性が重要であり、ムラのない均質な原料の加工技術である混合操作はモノづくりの基盤技術として、多くの工程で取り入れられている。一般的な混合操作は、2種類あるいはそれ以上の粉体を、乾いた状態あるいは少量の液体の入った状態で均質にすることであり、多成分の粉体を一つにすることでおおむね成立するものである。

一方で昨今の科学技術の進歩とともに、最終製品もより高機能、高性能であることが求められるようになり、単なる粉体同士の混合ではなく、より付加価値の高い粉体材料、機能性粉体を創出するための技術として、さまざまな粒子加工法、粒子複合化技術が開発されてきた。粒子複合化操作では、単一材料のみ、もしくは単なる混合材料では発現することのなかった新しい機能を付加するために、粒子表面や粒子を構成する微視的組織に至るまで加工できることが要求される。このため、従来からある混合機ではなく、それ専用の処理装置が必要となる。

また、高機能化の要求は止まることを知らず、

素材となる粉体粒子そのものに機能を持たせることや、要求に合致するように製作段階から調整された粒子を作り出すことも行われるようになってきた。これらは合成や反応、晶析といった技術で、古くからある技術ではあるが、より高性能な粒子の創製を目指して進歩、発展してきた。ここでは反応を伴う混合技術の一環として、晶析の事例も併せて紹介する。

## 高機能化のための均質混合

原料として使用する粉体は微粒子になるほど高活性になりやすく、高機能化のために、昨今取り扱われる粉体はより小さく微粒子化していく傾向にある。反面、微粒子化すると凝集性や付着性が顕著に現れ、その取り扱いは非常に難しくなり、混合工程においても凝集塊の発生原因となる。特に電子部品材料などでは、この凝集塊が含まれていると製品の機能が著しく低下するため、精密な均質混合を目的とする粉体材料にとっては厄介な現象となっている。混合過程において凝集塊が問題となるケースとしては、混合中に材料物性の影響と混合機内での対流の相乗効果により発生してしまう場合と、原料自体に元から存在するものが原因となる場合が上げられる。いずれのケースも粉体の対流作用のみでは凝集塊を解すことができず、そのまま残留することがほとんどである。

この凝集塊を解しながら均質混合を行うには、

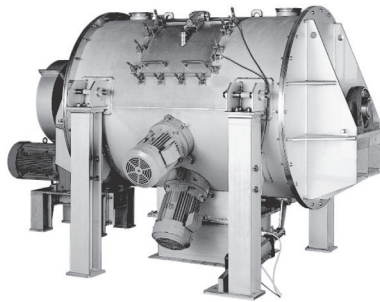


図1 高速せん断式混合機の外観写真

解砕力が作用する機構を備えた混合機を使用して、せん断作用による混合を行う必要がある。しかし世の中に数多くある混合機の中でも、凝集性の強い微粉末に対してせん断混合ができる装置は、内部に攪拌羽根(チョッパー)を有するものや、羽根が高速回転する高せん断型混合機などに限られる。

高速せん断型混合機は、通常の機械攪拌式よりも高速で回転するロータやパドルなどの攪拌羽根により微粉体を分散する形式で、さらにチョッパーによる解砕機構をも備えたものもあり、粉粒体に非常に強いせん断力と摩砕力を与えることができる。高速せん断型混合機の一例として、図1に装置外観写真、図2にその装置の混合機構を示す。また、表1には従来型のリボン型混合機

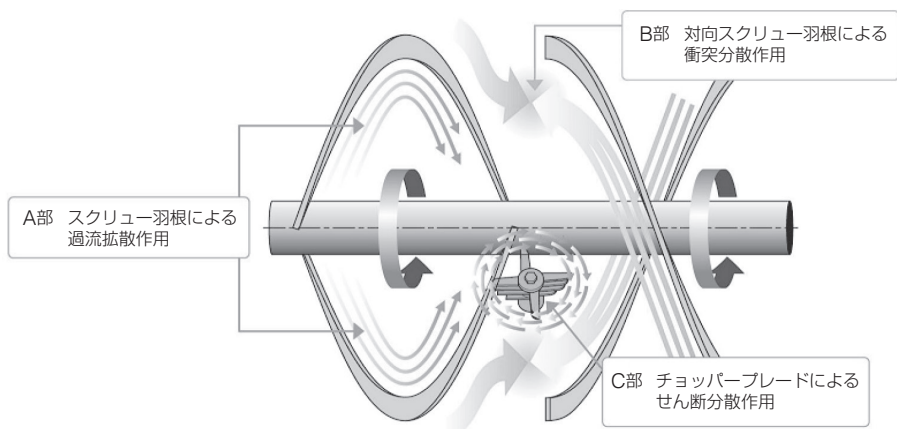
表1 リボン型と高速せん断式混合機の比較

|        | リボン型混合機        | 高速せん断型混合機      |                  |
|--------|----------------|----------------|------------------|
| 混合容器形状 | U字形状           | 円筒形状           | 羽根と容器壁面間でのせん断力向上 |
| 羽根先端周速 | 低速<br>1.1m/s程度 | 高速<br>3.5m/s程度 | 過流拡散作用によりせん断力向上  |
| チョッパー  | なし             | 3000r/min      | 解砕・分散作用の付加       |

とこの高速せん断型混合機の相違点をまとめた。装置の外観はリボン型混合機に類似しているが、混合性能はリボン型の比ではなく、高速せん断型混合機では比較的短時間で凝集塊の解砕を伴った均質混合が可能になる。この相違は、いくつかの構造的な違いと操作条件の相乗効果により実現されたものである。

従来型のリボン型混合機とこの高速せん断型混合機の構造的に異なる部分は、まず容器形状の違いである。リボン型はU字形状をしており、羽根の上部空間では粉体に対して外力は加えられない。これを円筒容器とすることで、容器内全周にわたり常時粉体に対してせん断力を与えることができる。また、この羽根形状は粉体を中央部に集めるように造られており、粉体が集中する中央部に高速回転するチョッパーを設けることで、解砕と分散作用を効果的に与えることができる。

操作条件としては、攪拌羽根の回転速度が大きく異なる。先端周速で3倍以上高速回転すること



A部：対向する二対のスクリーユ羽根が、高速回転することにより、混合材料は中央部へ作用があたえられる。  
B部：スクリーユで移動してきた混合材料は、中央部にて衝突分散作用が与えられ、分散混合が行える。  
C部：容器中央部に3000r/minの高速回転チョッパーを装備することにより、混合材料には、せん断分散作用が与えられ、さらに精密な混合が促進される。

図2 高速せん断型混合機の混合作用