

分散・インク講座 (第6講)

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 92 [11], 319-323 (2019)

高速攪拌機を用いる微粒子分散

高橋唯仁^{*,†}

^{*}プライミクス(株) 兵庫県淡路市夢舞台1-38 (〒656-2306)

[†]Corresponding Author, E-mail: takahashi-t@primix.jp

(2019年8月9日受付, 2019年9月26日受理)

要 旨

サブミクロン領域の粉体微粒子は、近年さまざまな産業にその応用範囲を広げている。しかしながら、粒子径の減少にともない、粒子相互の付着性、凝集性が高くなるため、凝集による機能低下が起こる場合があり、微粒子固有の機能を効果的に発現させるには、その分散を制御することが一つの課題となっている。筆者らは、この課題に対して高速攪拌機を応用し、分散性の向上とそれによる微粒子分散系の機能低下の抑制および微粒子本来の機能発現を検討してきた。本報では、薄膜旋回型高速攪拌機を用いることによる、水系微粒子分散液における粒度分布のシャープ化、およびその応用について、光学特性を中心に最新の事例を紹介する。

キーワード：分散, 超微粒子, 高速攪拌機, 粒度分布, 光散乱

1. はじめに

一次粒子径がサブミクロンからナノサイズの微粒子は、古くからそのバルクとは異なるユニークな性質が注目され、医薬品、化粧品、食品、塗料、触媒、光学材料、電池、導電材などさまざまな分野における応用の可能性が議論されてきた。近年、この分野の研究は、基礎研究から一歩進んで製品化、デバイス化のフェーズに入り、粒子サイズのみならず、その機能に固有の至適粒子径の決定、組成物として機能発現など、周辺諸条件の最適化が必要という認識に変化してきている。

このような技術の流れの中で、微粒子の機能性を引き出す応用研究のうち、媒体中での分散凝集コントロールは、微粒子活用技術における最重要課題の一つである。微粒子分散系は、時に「粒子そのものは小さいはずだが、微粒子としての機能がなかなか発現しない」、あるいは「溶液やスラリー中で機能が出ない」などの問題に直面するケースがある。とくにナノサイズの超微粒子は、全体の表面積が大きくなるため、トータルの界面自由エネルギーが過剰な状態にある。そのため、界面積をできるだけ小さくしようとする力が働き、付着性、凝集性が非常に高く、きわめて凝集しやすい性質をもつ。その結果、通常の顔料粉体に比べ、粒子径のばらつきによる不均一化、粒子の凝集による沈殿、あるいは自己組織化やネットワーク形成による

ゲル化などの現象を引き起こし、微粒子のサイズ効果がまったく再現できなくなる場合が少なくない。すなわち、実際に機能発現に効いてくるのは、粒子固有の一次粒子径の値よりむしろ組成物内で機能を発揮し得る適切な粒子径および粒度分布と考えるのが妥当である。したがって、実用的にはその機能に対する至適条件に、できるだけ近づけるための高い分散技術が要求される。

本報では、機械メーカーの視点から、液体媒体中に微粒子の湿式攪拌工程に焦点をあて、液体(分散媒)の中で粒子を安定に分散させることにおける攪拌機の寄与およびその活用について平易に解説したいと思う。

2. 凝集した微粒子の分散における高速攪拌機的作用

微粒子分散は、液体(分散媒)中で凝集物をほぐして安定化する作業であり、通常、ぬれ、解砕(微細化)、安定化の三つの要素に分けて考えることができる^{1,2)}。このうち、ぬれ性の改善は、微粒子表面と分散媒との界面における過剰エネルギーの低減を意味し、微粒子表面と分散媒の界面に高分子や界面活性剤などの両親媒性物質を介在させることや、微粒子表面を直接化学修飾することにより、分散媒と表面との親和性を高めることを目的とする。この過程を経て、表面が十分に媒体と置き換わった状態で機械的なせん断力、衝撃力を与えて、凝集した粒子を解凝集して一次粒子に近い状態にするのが解砕過程である。さらに、表面電位による電気的発力、吸着高分子のエントロピー効果、あるいは媒体の粘性制御による分子運動の抑制などにより、分散系を安定化する工程へと続き、安定分散系が完結する。

これらの三要素のうち、界面化学的視点では、ぬれと分散剤、表面電位などの界面状態が議論の中心であり、機械的解砕はあくまで補助的な手段とみなされることが多く、あまり議論されることはなかった。しかしながら、表面と媒体の親和性が



【氏名】 たかはし ただひと
 【現職】 プライミクス(株)乳分散技術研究所 テクニカルディレクター
 【趣味】 食い鉄
 【経歴】 1988年東大院工業化学専攻修了(工学博士)。資生堂、JSTプレベンチャー、TTI・エルビユー、日本ロレアルを経て、2013年より現職。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/