

粒子設計装置「COMPOSI」

関根 靖由*

1. はじめに

近年の粒子設計では複数の異なった粒子を組み合わせることにより高付加価値化や機能化が行われる複合化や粒子表面に母材と違った性質を与える表面改質、粒子の流動性や充填密度をあげるために行う球形化などがよく行われている。たとえば、パウダーファンデーションに使用されるタルクやマイカなどの基板に紫外線反射材の二酸化チタンナノ粒子と紫外線吸収剤を湿式法で粉碎混合後、乾燥処理を行い複合化させることによって、紫外線遮断度と接触角が従来の方法に比べ、上昇することが報告されている¹⁾。また、二次電池の負極材活物質に使われる天然黒鉛は粒子径状が鱗片状のため、そのままの形状では嵩密度が低く、充填密度を上げることが難しい。そのため、電極密度を高くして電池容量をあげるため、粒子を球形化することが行われている。

当社では1960年に旧西ドイツのHenschel社から技術導入した高速流動化ミキサのヘンシェルミキサ（現名称：FMミキサ）を利用し、機械的にエネルギーを与えることによって粒子を制御することで複合化、表面改質、球形化を行ってきたが、技術の進歩が進むにつれ、FMミキサでは対応が難しい粉粒体処理が発生してきた。そこで、日本コークス工業(株)では複合化や表面改質、球

形化に特化した粒子設計装置の「COMPOSI（コンポジ；図1）」を2009年に開発し、販売を開始した。本稿ではこのCOMPOSIを利用した処理例を紹介する。

2. 構造と原理²⁾

COMPOSIは、タンク内部に高速（羽根先端速度：Max.100m/s）で回転する特殊インペラとタンクに固定された複数の邪魔板を備えた衝突版で構成されている。

タンク内に投入された処理物（粉体）は特殊なインペラの回転により旋回しながら流動化し上下方向に対流する。このとき、固定された衝突板により処理物の上下方向への対流は制限され、特殊インペラ付近の処理物は圧密された状態になる。圧密状態の処理物に100m/sで高速回転する特殊インペラが強力な剪断作用を加えることで、混合・分散を行いながら粒子表面にメカノケミカル効果を与える。同時にミクロ的にはタンク壁面あるいは衝突板と特殊インペラ間で粒子に回転運動が起こり、大きな母粒子の粒子表面に小さな子粒子を取り込みながら転動造粒により複合化や球形化が行われる。

COMPOSIはこのような活性化した粒子表面への付着と強力な圧密剪断作用の打ち込みにより粒子同士を強固に固定し、効率的に複合化や表面改質、コーティング、カプセル化、球形化といった高度な粒子設計を可



図1 CP15型 COMPOSI

能としている。

3. 特徴

COMPOSIの主な特徴は以下の通りである。

- ・強力な圧密剪断により、母粒子表面に子粒子を強固に固定できるため、安定した複合粒子を得ることができる。
- ・混合や分散、表面改質、球形化などさまざまな粉体粒子設計が可能である。
- ・非常にシンプルな構造のため、メンテナンスも容易に行える。
- ・スケールアップは容量比で行え、230Lサイズまで納入実績がある。

また、機械の性能だけでなく、1万台以上の納入実績があるFMミキサのノウハウを利用することで、ユーザーが求めている処理を適切に行うことが可能になっている。

4. ナイロン12と二酸化チタンの複合化処理

1.6LサイズのCOMPOSIを使用してナイロン12と二酸化チタンを複合化処理した結果を図2に示す。

実験ではナイロン12 (d50:8μm)の表面に二酸化チタン (d50:250nm)を表面被覆し複合化した例

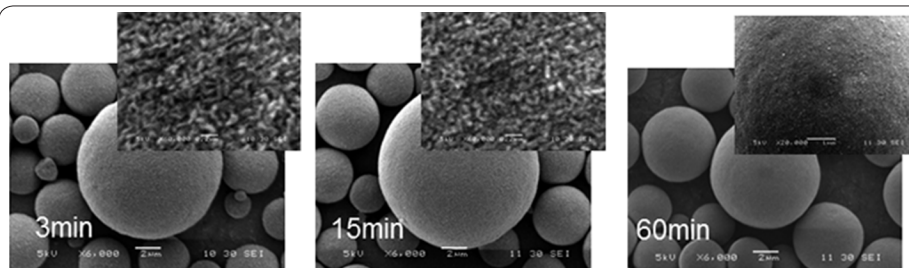


図2 ナイロンと二酸化チタンの複合化処理

*Yasuyoshi SEKINE：日本コークス工業(株)化工機事業部
栃木工場 粉体技術センター
開発グループ
〒328-8503 栃木県栃木市国府町1
TEL：0282-28-1161
FAX：0282-28-1150
E-mail：yasekine@n-coke.com

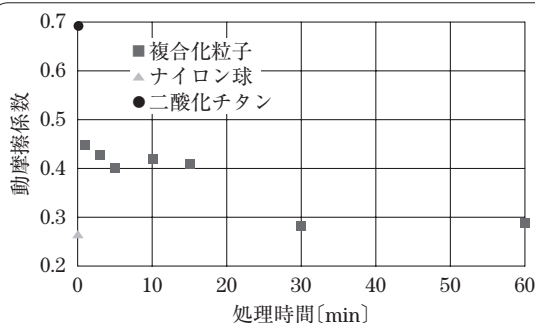


図3 動摩擦測定結果

である。SEM 画像で確認すると複合化処理が進むにつれ、表面のコーティングされた酸化チタンがナイロン 12 にしっかりと固着し、最終的には埋没されて表面には見えなくなってしまうことが確認できる。この複合化された粒子を静・動摩擦測定器（株）トリニティーラボ製、TL201Ts 型）で測定した結果を図 3 に示す。初期はナイロン 12 の表面に摩擦係数が高い酸化チタンがコーティングされているため、動摩擦係数は高いが、徐々に複合化されるにしたがい、ナイロン 12 の表面が現れ動摩擦係数が下がってくる。最終的には酸化チタンはナイロン 12 に埋没してしまうため、動摩擦係数はナイロン 12 とほぼ同じ値を示す。この結果から複合粒子の評価に SEM 画像だけでなく、動摩擦係数を測定することでも複合化度の評価をすることが可能と考える。

5. トナーの外添処理

粉碎法や重合法で製造されたトナー（5~7 μ m）は、流動性を向上させるため、トナーの表面にシリカや酸化チタンなどの外添剤（数十~数百 nm）をコーティングする。トナーの外添処理には当社の FM ミキサが多く使用されている³⁾。しかし、近年のトナーは微粒子化され凝集や付着などの問題から大粒径の外添剤が使用されるようになってきた。しかし、大粒径の外添剤はトナーの表面への付着力が弱く FM ミキサをはじめとする従来の混合機では必要な性能を与える外添処理ができないケースも増えてきた。

図 4 は COMPOSI で重合トナーに 250nm のシリカを処理した SEM 画

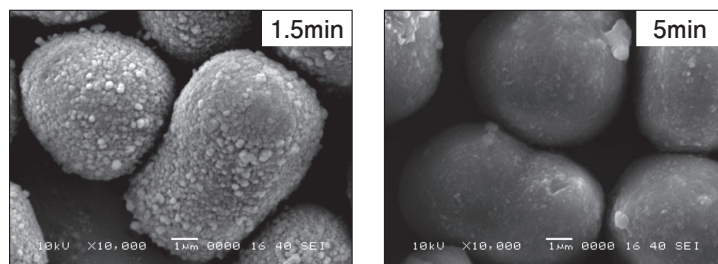


図4 トナーの外添処理

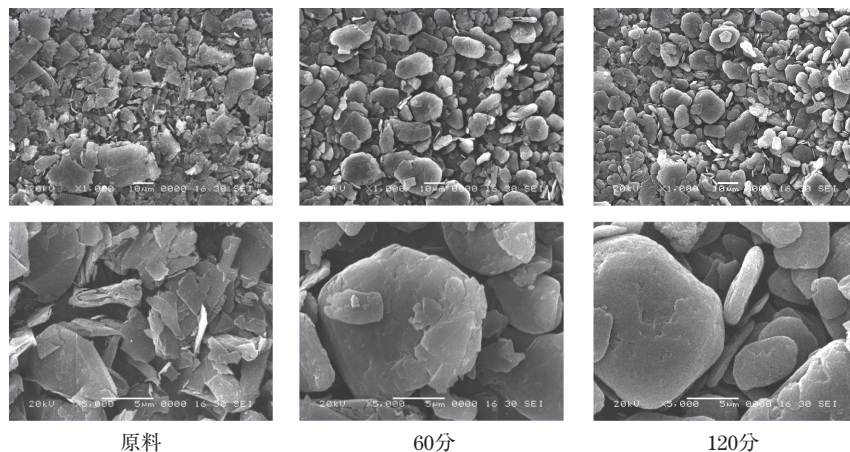


図5 天然黒鉛の球形化処理

像である。1 分 30 秒できれいにコーティングしているのがわかる。しかし、5 分まで処理したものは、4 項の複合化処理のようにシリカがトナー粒子に埋没し、樹脂層を出現させている。

このように樹脂に埋没させるほどの処理ができることから、COMPOSI は強固な複合化が可能な能力を有していることが分かる。

6. 天然黒鉛の球形化処理

リチウムイオン電池の負極材に使用される黒鉛は充填性や流動性の向上などを目的として球形化処理を行っている。COMPOSI で行った球形化処理の SEM 画像を図 5 に示す。処理時間の経過とともに粒子の角を削り丸めながら、削った細かい微粉を取り込み球形化が行われている。120 分まで処理を進めると鱗片状の原料粒子の境界が確認できないほど、強固に固着していることがわかる。このように COMPOSI は球形化処理にも有効であると考ええる。

7. 終わりに

本稿では COMPOSI を利用した粒

子設計の一部を紹介したが、その他にも二次電池の正極材やメカノケミカル反応などにも多く利用されている。さらに 1.6L や 15L、130L サイズの試験機が当社の粉体技術センターに設置しているため、実生産に近い容量で確認ができる。

また、当社では FM ミキサをはじめとする混合機や造粒機を利用した混合、粉碎、混練、乾燥などのさまざまな粉粒体技術を有しており、これらを適切に選択することによってお客様に最適な装置を提供することが可能である。

〈参考文献〉

- 1) 高橋雄介, 関根靖由, 鈴木高広, 複合処理による紫外線防御と使用感の向上, 粉体工学会 秋期研究発表会講演要旨集, p.148-149, (2014)
- 2) 石川修, 電池の製造と新粒子設計装置, 粉体工学会誌, Vol.48 No.6, p.57-61, (2011)
- 3) Takeuchi M. and T.Oguchi, Advanced Technology and Application of Toner, CMC Publishing, p.136