

省エネ型気流乾燥による粉碎と乾燥の同時処理と経済効果

—媒体攪拌型気流乾燥機 ホソカワ／ミクロン ゼルビス—

東 充延*

1. はじめに

リチウムイオン電池（LIB）は、実用化から約 20 年を経過し、その用途は、身の回りを見渡しただけでも携帯電話やノートパソコンなどのモバイル機器をはじめ、電動工具や自動車（ハイブリッド車、電気自動車）、社会インフラとしての蓄電システムなど小型から大型の製品まで適用範囲を大きく広げている。LIB の技術進歩は、それを用いた多くの製品によって日常生活が格段に便利になったことで、その恩恵を誰もが実感できる典型的な例のひとつといえる。LIB は蓄電容量、サイズ、安全性、価格などにおける課題を次々に克服して進化を果たすことで市場の要求を満たし、社会構造の変化をももたらした画期的な新製品の開発、上市を支えてきた。

この LIB の進化は、電池を完成品として組み上げる総合的な技術力の向上もさることながら、電池を構成する正極材、負極材、電解質、セパレータといった主要 4 部材における技術革新に因るところが大きい。これら 4 部材の進化には、それぞれを構成する原料と製造・加工技術の進歩が欠かせないが、正極材と負極材は、粉の状態加工される段階が必ず存在することから、ここで粉体技術が果たす役割は大きく、その貢献なくして LIB の進化は語れないともいえる。

2. リチウムイオン電池における粉体技術

LIB 製造プロセスにおける正極材および負極材の活物質処理には、粉体技術のあらゆる単位操作が使われる。たとえば、正極・負極材料への導電性物質のコーティングによる電極の導電性向上や原料粒子の形状制御による粉体層圧密度向上は、LIB のエネ

ルギー密度を実用可能な領域まで押し上げることに貢献する。また、導電性の向上は、活物質の選択範囲を大きく広げ、固相反応前の前駆体調製法の改善とともに活物質のコストダウンに大きく寄与している。

処理方法をさらに具体的に見ると正極材のプロセスでは、前駆体原料粒子の大きさや成分の均質化を図ることで前駆体の固相反応を効率的に進めるため、前駆体原料に粉碎、乾燥、混合の処理を施す。また、できあがった固相反応品には、後処理として凝集物の解砕や導電性向上を目的としたカーボンの添加や原料粒子の角を取ることで圧密度を向上する粒子設計処理、ロット調整による品質管理のための混合処理を行う。

負極材のプロセスにおいては、出発原料が天然黒鉛か人造黒鉛かによって適正な機種は異なるが、単位操作としては、粉碎、分級処理の後、導電性や圧密度の向上のために乾燥、粒子設計の処理を行う。それぞれの電極活物質は、これらの処理の後、スラリー化され、次工程である集電体への塗布プロセスへ送られる。

LIB の正極活物質として、最近では、 LiMPO_4 （M：遷移元素 Mn, Mg, Ni）など各種金属を含むオリビン型正極材が開発されており、希少金属を必要とせず安価なため急速に実用化が進んでいる。ここでは、この原料面でのコスト、結晶構造に由来する安全性の高さから車載用に用いられる代表的なリン酸系正極活物質であるリン酸鉄リチウム LiFePO_4 の製造フローを取り上げて当社が開発した省エネ型気流乾燥機を紹介する。

リン酸系正極材は、活物質の前駆体を固相で焼成反応させて合成する。そのため、コバルト系正極材と類似した製造工程となり、粉体技術が使われる場面も類似している。ただし、リン酸鉄リチウムの前駆体は湿式法で合成されることが多く、焼成前に前駆体の合成に用いた溶媒を粉体と分離・洗浄した後、

*Higashi Mitsunobu, ホソカワミクロン(株)
企画管理本部 企画部 経営企画課
E-mail: mhigashi@hmc.hosokawa.com

乾燥する工程が必要となる点が異なり，ここでも粉体技術が必要とされる。前駆体は，結晶性の向上や未反応物の合成のために一次焼成を行った後，導電性向上を目的にしたカーボンコーティングのための二次焼成を経て正極活物質となる。

リン酸鉄リチウムの合成では，原料や合成方法によっては溶液粘度の増加などの理由から前駆体合成の途中段階までで湿式プロセスを終える場合もある。また，リン酸系ではコバルト系よりもリチウムイオンの拡散速度が遅く，導電性が低いため，焼成後の一次粒子の粒子径をサブミクロン以下にする必要がある。そのためには焼成炉での粒成長を考慮して前駆体の乾燥工程で粒子の再凝集をできる限り防ぎ，予め微細な粒子を作っておくことが肝心となる。ただし，これら全ての工程で電池の短絡の原因となる金属コンタミは絶対に防がねばならない。以上の条件から，効率よく前駆体の乾燥を行う装置として，媒体攪拌型乾燥機ゼルビスが最適である。

当装置を用いた前駆体の乾燥・粉碎システム（XB-900）の実例を表1および図1に示す。

当処理では，乾燥と同時に平均粒子径3μmの微粒子化を達成しており，リン酸系正極材の製造工程における乾燥と小粒子径の要求を一台の装置で同時

表1 「XB-900 システム」の実例

項 目	テスト	実運転
XB 型式	XB-LAB	XB-900
XB 入口/出口温度	140/80	200/80
風量	8	70
熱交換量	26	560
エタノール蒸発量	23	360
製品平均粒子径 (d_{50})	2	3
製品湿分値	2.1	1.8

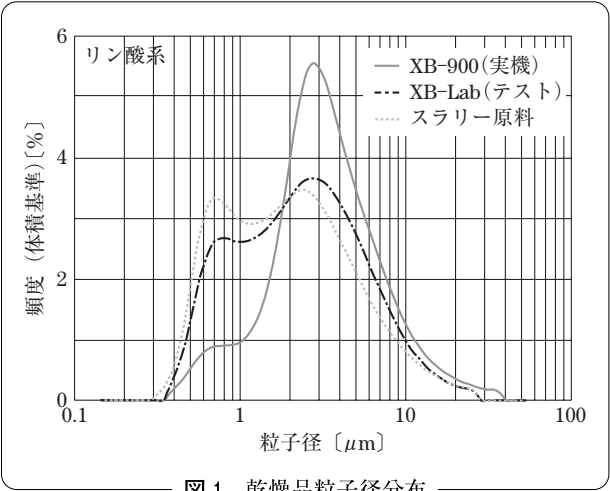


図1 乾燥品粒子径分布



写真1 ゼルビス「XB-900」の外観

に実現する経済性の高さを示している。

3. 装置の概要

媒体攪拌型気流乾燥機 ホソカワ／ミクロン ゼルビス（XB）は，機内の媒体ボールを強力に攪拌することで，ペースト状やスラリー状の原料の分散を促進し，効率的に乾燥処理を行う気流乾燥機である。従来の乾燥機では付着性・粘着性が高いために乾燥が難しく，また連続運転が困難であった液状原料の乾燥を可能にし，連続的に乾燥微粉製品を生産することができる特長を持つ（写真1）。

4. 原理・構造

機内に入れた媒体ボールの攪拌機構が本体底部にあり，媒体ボールを攪拌することで液状原料を分散する。また，その時，攪拌機構の底部のスリットから熱風を吹き込み，媒体ボールによって分散された原料との間で熱交換することで湿分が蒸発し，乾燥が進む。さらに攪拌ボール表面に得られた乾燥粉は，ボール同士の衝突によってボール表面から剥離すると同時に粉碎され，気流によって機外へ運ばれて集塵機で捕集される構造である（図2）。

当装置を用いた基本的な乾燥設備は，本体のほか，熱風発生機，原料供給機，集塵機，ブロワで構成され，必要に応じてガス循環閉回路システムが組み立てられる。図3フローシートを示す。

5. 装置の特長

装置の主な特長として，次の4つが挙げられる。

- ①スラリー，溶液原料の乾燥が可能である。
- ②強付着性，強粘着性原料の乾燥が可能である。

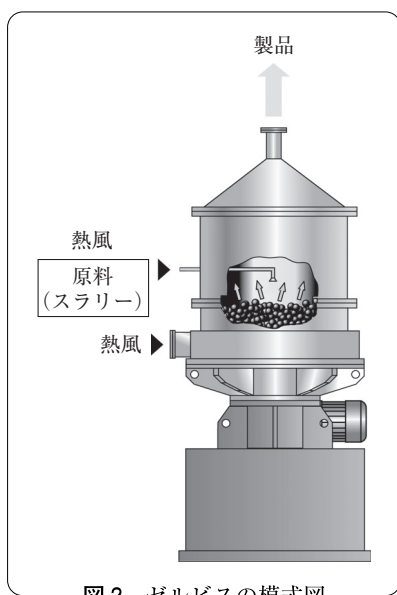


図2 ゼルビスの模式図

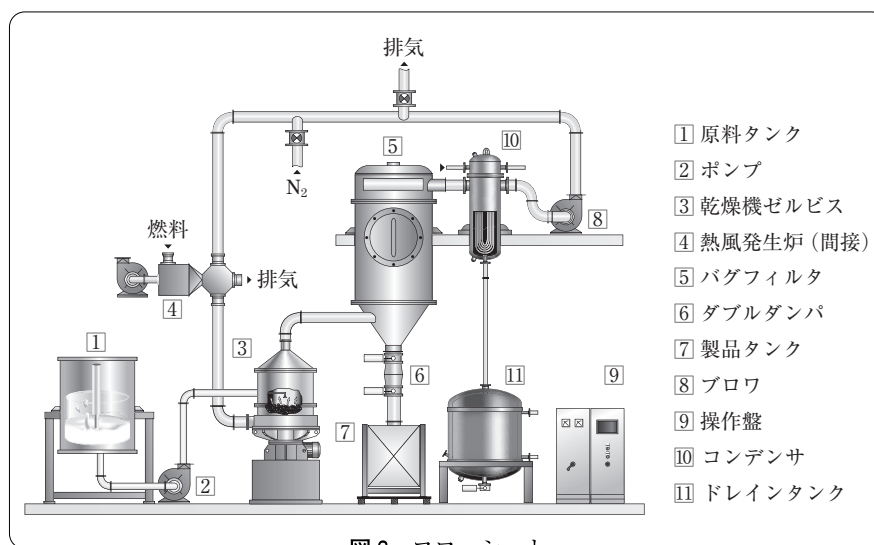


図3 フローシート

- ③省エネルギーシステムの構築が可能である（ガス循環閉回路システムにすることで、エネルギーコストが大幅に低減される）
- ④耐摩耗対策が可能である（各種セラミック製の部品構成が可能）

6. 仕様

表2に仕様一覧を示す。

7. 今後の展開

リチウムイオン電池をはじめとする二次電池は、大容量、省スペース、安全性、価格をキーワードに今後も進化を加速して行くであろう。そのためには、主要4部材（正極材、負極材、電解質、セパレータ）における技術進化は必須の条件といえる。これらのうち粉体技術が大きく関わる正極材と負極材の

表2 ゼルビスの仕様

型 式		XB-LAB	XB-450	XB-600	XB-900	XB-1200
動力	[kW]	2.2	5.5	11	22	45
最大風量	[m ³ /min]	8	25	50	100	200
最高入口温	[℃]	400	←	←	←	←
蒸発水分量*	[kg/h]	26	85	170	340	680

* 蒸発水分量は、入口温度 300℃、出口温度 100℃、最大風量時の参考値である。

開発では、新しい材料の組み合わせが次々に試されており、この進化に伴って粉の状態である原料の加工にも新しい条件や要求が付加されていくと予想される。当社は粉体技術一筋に100年近い歴史と経験を持つ企業として、市場ニーズも大切に、リチウムイオン電池原料の粉体加工に要求される機器性能や加工技術の研究を進め、日本などが得意としてきた高付加価値を生むハイエンド製品に求められる原料加工を実現する粉体技術の開発と改良に注力し、常に新製品や新しい技術の開発に挑戦し続ける姿勢を貫いていく方針である。

情報ファイル

ランクセス、中国で酸化鉄顔料の新プラントを建設

ドイツ・ランクセス社は、無機顔料のグローバル製造ネットワークを中国で拡大すると発表した。高品質の赤色酸化鉄顔料の最先端の新プラントを中国東海岸に位置する寧波地区に建設する。

約5,500万ユーロを投資するこのプラントは、非常に近代的な環境基準を備え初期の年間製造能力は2万5,000トンで150人の新規

雇用を創出。2013年第2四半期に着工し、2015年第1四半期に稼働開始の予定。

ランクセスは改良され持続可能性に優れたペニマン法を使用するこの新プラントで、高品質の赤色酸化鉄顔料を製造する。同社無機顔料ビジネスユニットの責任者であるヨーク・ヘルヴィックは次のように述べている。「先進かつ革

新的な製造工程により、当社は特に水処置、排ガス浄化、エネルギー消費の分野での酸化鉄顔料の製造レベルを国際的に引き上げている。この新プラントがドイツ、中国、ブラジルの既存プラントのグローバル製造ネットワークをさらに強化する」と。

詳細問い合わせ先：lanxess.japan@lanxess.com