

一押し製品・技術の紹介

電池製造プロセスにおける当社の粉体技術

日本コークス工業株式会社 奥山 杏子

Kyouko OKUYAMA

TEL : 0282-28-1161

E-mail : t-s01@n-coke.com

1. はじめに

2030年の温暖化効果ガス削減目標、2050年のカーボンニュートラルの達成に向けて、蓄電池は自動車の電動化、再エネルギーの主力電源化を達成するための最重要技術の1つとされており、蓄電池の製造プロセスを支える粉体技術は製品の性能や品質の要である。本稿では、製造プロセスの効率化および品質向上を目的とした乾燥、粉碎などの粉体操作について当社の最新技術を紹介する。

2. 電池製造プロセスにおける粉体技術

2-1 乾燥処理の高効率化

結晶水や吸着水の乾燥は高温下で行う必要があり、キルンや熱風乾燥など直接加熱式乾燥機が使用されているが、排気口での粉体の詰まりなどが原因で歩留まりが悪い場合がある。さらに、粉体の乾燥処理は多くのエネルギーを必要とするため、省エネルギーの観点から乾燥処理の効率化が求められている。そこで、歩留まりがよく乾燥効率に優れる「FM ミキサ」を用いた乾燥設備を紹介する（図-1）。「FM ミキサ」は、上羽根と下羽根が高速攪拌されることで、粉末を流動化し強い対流を形成する。強力なせん断力により強固な凝集体も解砕し、均一な混合・分散処理が短時間で可能となる。FM ミキサは高速流動型の混合機に分類されるが、乾燥処理も得意とする装置である。強い対流は熱貫流率を向上させ、乾燥過程で形成される大きな粒を羽根のせん断作用で解砕するため、恒率乾燥を維持できる。さらに、密閉構造であることから真空乾燥も可能で、有機溶剤などの有害物質を漏出させず、真空乾燥機としても盛んに利用されている。図-2はセラミックスラリーを乾燥したときの動力と温度変化である。真空雰囲気下の低温乾燥で高い熱交換率が得られ、団

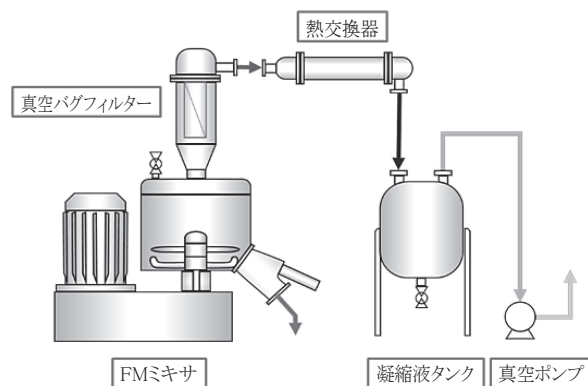


図-1 FM ミキサを用いた真空乾燥プロセス

子や顆粒状になった処理物を解砕し乾燥速度が維持できる。また、流動化は流動層乾燥と同等の効果を示し、微量の結晶水や吸着水の乾燥にも適用が可能である。

間接加熱型乾燥機の能力は、その装置がもつ伝熱面での熱交換と攪拌動力による入熱で決定される。そこで、同容量のFM ミキサより伝熱面積が大きい「FD ミキサ」を用いて、より伝熱面積を確保するために熱媒を通した加熱フィンを槽内に配置した乾燥装置を開発した（図-3）。開発した乾燥装置は、同容量のFM ミキサと比較し、乾燥能力およびU 値が向上し、乾燥時間を大幅に短縮した実績をもつ。さらに、乾燥装置の蓋にも熱媒を通し、蓋内面外周部の断面形状を曲面をもつ構造とした。それにより、処理物に強い対流を与えた際に、せり上がった処理物がタンク上端外周部に滞留することなく流動することから、タンク蓋への処理物の付着低減が見込まれ、同時に乾燥能力の向上も期待できる。特に、乾燥能力を向上させることが難しい水酸化リチウム水和物、水酸化リチウム一水塩、酸化チタン水和物などの乾燥処理において効果的であると考えられる。

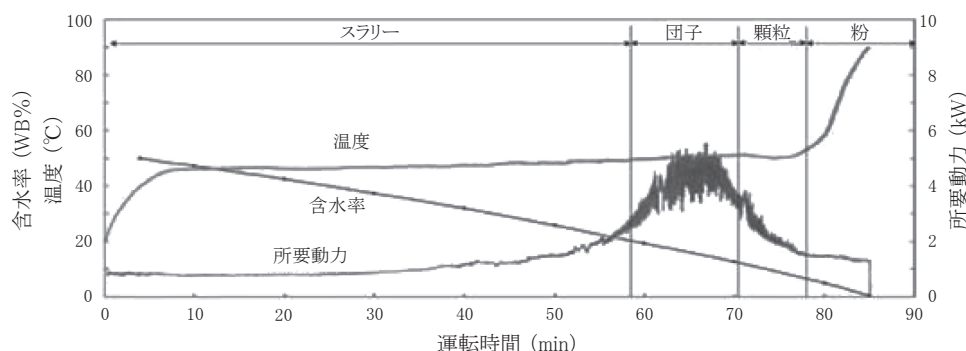


図-2 セラミックスラリーの乾燥

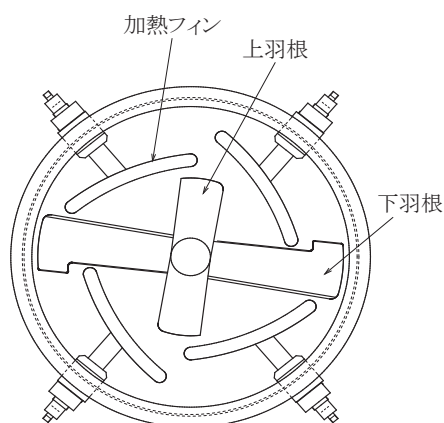


図-3 高効率乾燥装置の概要図

2-2 粉碎処理の高効率化

リチウムイオン電池の正極材料は、仮焼成前に適正な微粒子径に揃えることで、材料の接触面積が増え、焼成時間の短縮や未反応物の減少により、製品歩留まりの改善につながる。ここでは粉碎を効率的に行うことができる連続型横型ボールミル（「ダイナミックミル」）を紹介する（図-4）。ダイナミックミルは、直径φ3～10 mmのボールを粉碎タンク内に充填し、強制攪拌することで、数mm程度の原料を数十μmから3 μm程度へ微粉碎することができる。粉碎タンク内にボールを攪拌するアームを設置し、片端に原料投入口、他端にスクリーンを取り付けた吐出口がある構造で、処理物を連続的に粉碎する。このシステムに必要なのは供給装置のみで、気流式粉碎機やジェットミルに比べ付帯設備が大幅に少ないのが特徴である。また、金属コンタミネーションを防止するため粉碎室はセラミックス化に対応しており、最大100型（タンク容量：98 L）の納入実績がある。

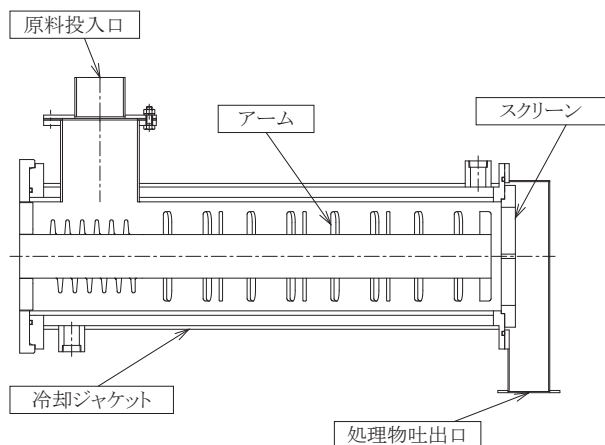


図-4 ダイナミックミルの装置概要図

ボールミルは粉碎だけではなくメカノケミカル効果を用いた材料作製が可能であり、最近ではリチウムイオン電池の正極材料や固体電解質の作製においてメカノケミカル処理を用いた手法が見受けられる。ダイナミックミルを用いたメカノケミカル処理の一例で、粉碎室内を不活性雰囲気調整し、酸化亜鉛に窒素を機械的にメカニカルドーピングし光触媒を作製した実績がある。バッチ式のボールミルにおいてもメカノケミカル効果を用いた処理は可能であるが、量産化を視野に入れた場合、ダイナミックミルのようなスケールアップが可能な連続式の粉碎機が望まれる。また、最近で

は、異径サイズの混合メディアを用いて粉碎能力向上に関する研究を進めており、メディア混合比率や径の最適化を見出している¹⁾。図-5は、バッチ式の横型ボールミルによる同径メディアのみと異径メディアを混合した際の珪砂の粉碎能力比較である。異径混合メディアを用いた粉碎は、同径メディアのみと比較して動力原単位が低く、高効率で省エネルギー化の粉碎処理を可能にする。異径混合メディアを用いた粉碎は、連続式のダイナミックミルへの適用も可能で、特に粗粉碎領域での高効率化が確認されている。前述のメカノケミカル処理においても、異径混合メディアを用いることで反応の効率アップが期待できる。このようにダイナミックミルは、さまざまな用途展開が可能であり、今後の活用が期待できる装置である。

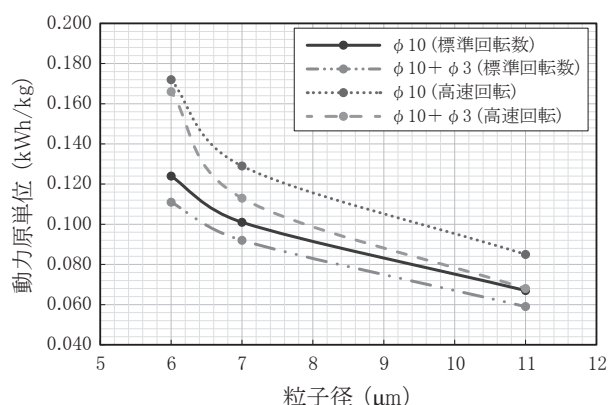


図-5 異径メディア混合による粉碎能力比較

2-3 ビーズミルのコンタミネーション低減

リチウムイオン電池の製造工程における金属コンタミネーションの混入は、電池の短絡を引き起こす可能性があり、安全性に大きく影響を及ぼす。

当社では、金属コンタミネーションを防ぐためにビーズミルの粉碎室やビーズ材質の検討を行っている。適応できる分野は限られるが、樹脂製の粉碎室およびビーズを選択して材料の分散処理を行い、その後の焼成工程で分散処理中に生じたビーズや粉碎室の摩耗粉を熱分解除去するプロセスを提案している。樹脂であるナイロンは、一部の溶剤にも耐性があり、加工性にも優れることから、当社のビーズミルの粉碎室での実績が多い。最近では、粉碎ビーズの樹脂化の検討も進めており、その粉碎能力についても期待できる結果が得られている。また、鉄製の粉碎室および鉄製のビーズを選択して分散処理を行い、後工程で酸処理を行うことで、混入した鉄成分を溶解除去するプロセスの検討も進めている。

3. おわりに

今後は、蓄電池のみならずカーボンニュートラルに向けたさまざまな分野において、製造プロセスの効率化・品質向上を前提とした粉体技術が求められる。今後、当社機器や技術が貢献できるよう日々改善を進めていきたい。

引用文献

- 1) 宮澤諒ら：“粉体工学会春期研究発表会講演要旨集”，p. 32-33 (2023)