

リチウムイオン二次電池 正極材粉碎設備

岸田 晋 (きしだ・しん)

ホソカワミクロン(株) 粉体システム事業本部 課長

抄 録

自動車のEVシフトが動き出し、各社からEVが発売されている中、各国政府の二酸化炭素削減目標を達成するために、電池製造設備への投資を拡大しつつも各社では製造設備の更なるコストダウンを図ることに要求が変わってきた。当社ではEVに使われるリチウムイオン電池に関連し、正極材・負極材の生産に使われる装置を製造しているが、本稿では正極材に使われる粉碎設備に対する当社の取り組みを紹介する。

1. はじめに

自動車のEVシフトが動き出し、各社からEVが発売されている中、各国政府の二酸化炭素削減目標を達成するために、各社では電池製造設備への投資を拡大しつつも製造設備の更なるコストダウンを図ることに要求が変わってきた。

焼成工程が二段階あったり、洗浄工程があったりと様々なパターンがあるものの、概ね図1で示される工程で三元系正極材は製造されている。この中で当社は解砕プロセスに多くの粉碎機を収めている。

焼成炉から出た後の解砕プロセスは2段階となっており、1段目にダブルローラミル、2段目に粉碎機を使用している。過去には1段目に衝撃式粉碎機を納入したこともあるが現在はローラミルが主流となっている。この解砕プロセスでの要求事項は以下の通りである。

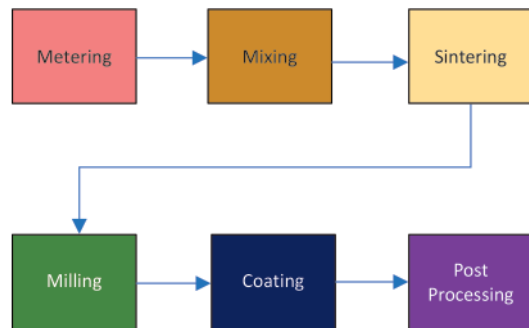


図1 三元系正極材の一般的な製造設備のフローシート

- 焼成工程で作られた粒子形状を壊すことなく凝集体を解砕する。
- 金属コンタミを極小化する。
- 吸湿を最小限に抑える。

当社ではEVに使われるリチウムイオン電池に関連し、正極材・負極材の生産に使われる装置を販売しているが、本稿では正極材に使われる装置の現在の取り組みを紹介する。

2. 正極材製造プロセス

正極材製造プロセスは各社独自技術があり、違いはみられるが図1の通りである

このプロセスの中で焼成時に出来上がる凝集塊を解砕しつつ一次粒子を壊さない解砕プロセスが重要となる。従来の三元系正極材の一次粒子径は $D_{50}=10\sim 13\mu\text{m}$ である。

3. 正極材用 ACM パルベライザ[®] [1]

この解砕プロセスの要求を満たす装置として過去20年近く ACM パルベライザ[®] が採用されており、正極材処理の様々な要求を満たすことができる事がその大きな理由である。

ACM パルベライザは当社の代表的粉砕機で様々な分野で広く使われている。当社グループの Hosokawa Micron Powder Systems の前身 Pulverizing Machinery Company が1960年代に開発した風力分級機を内蔵した粉砕機であり世界中で使われている。

ACM パルベライザは風力分級機と粉砕ロータを同軸に設置することでコンパクトな構造となっており、付属するガイドリングの効果で効率的な粉砕・分級ができる (図2)。

これらの粉砕ロータと分級ロータの回転数を独立して変更することによって、解砕力と製品粒子径分布の調整を簡便に行えることから正極材の解砕に多く使われるようになった。

3.1 粗粒の混入防止

粗粒 (解砕が不十分な粒子) の混入はセル製造時のペースト塗布工程で問題となる。そこで、正極材製造プロセスの最終段階では篩等を使用して除去する必要がある。分級機内蔵の ACM パルベライザで処理することで粗粒の量を最小限とすることができ、製品品質を安定化することができる。

3.2 金属コンタミの最小化

正極材への金属混入は大きな問題となる為、近年は粉接部に非金属材料の使用が求められる。この要求を満たすため、ACM の粉接部セラミック仕様が開発され、最新型として ACM-BC 型 (図3) を販売している。

ACM-BC 型は原料投入部から製品排出部までの粉接部の大部分にセラミックス・ETFE 等を使用している。更にシステム中の配管にセラミックライニング品を使用している。また、バグフィルタでのコンタミの減少のためにセラミックライニングしたサイクロンで製品回収する場合もある。

3.3 粉砕機への安定した供給

解砕前の正極材は流動性が悪く、安定した供給の為にフィーダの工夫が必要となる。アジテータや流動化促進のためのエア注入等を使う場合が多い。

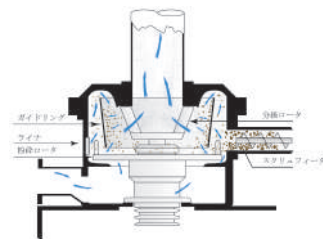


図2 ACM パルベライザ[®] 内部構造



図3 ACM パルベライザ[®] ACM-30BC

ACM-BC は機内への供給にスクリュフィーダで直接機内に供給する方式をとっており、空気輸送で機内へ供給する方式に比べて流動性の悪い正極材を安定して供給することが可能である。

3.4 吸湿の防止

正極材は水分を嫌うため、プロセスエアからの吸湿を防止する必要がある。よって、システムは閉回路とし、コンプレッサからのドライエアをメークアップする事で系内のエア水分量をコントロールして製品への吸湿を防いでいる (図4)。

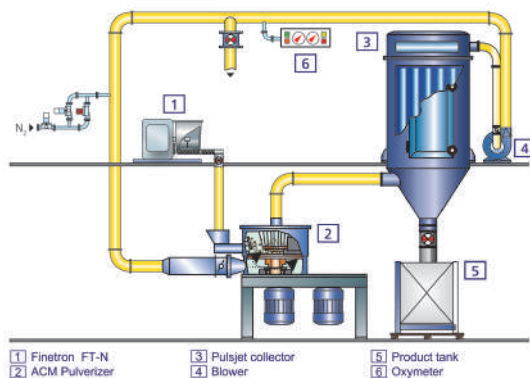


図4 ACM-30BC を用いた閉回路解砕システムのフローシート

4. 電池市場の動向

4.1 新材料

現在の二次電池市場はさらなる性能向上を目指して材料開発・製造が進んでおり、従来型の三元系材料から新しい材料の製造が始められている。その中で期待され、生産開始されているのが三元系正極材の微粒子化品及びSingle Crystal品と呼ばれる材料である。

Single Crystal品及び微粒子化品の平均粒子径は従来型の $D_{50}=11\sim 13\mu\text{m}$ に比べ、 $D_{50}=4\sim 6\mu\text{m}$ と小さくなっている。海外では、ジェットミルが採用される例があるが過粉碎で問題となる例が起きている。また、コンプレッサが必要なジェットミルのランニングコストが問題視されるようになった。

ACMパルベライザは、従来品の製造では粉碎ロータを周速60 m/s程度で運転することで十分な粉碎効果があったが、これらの製品に対しては粉碎力が不足している。ACM-BCでは粉碎部の周速を100 m/s以上に出来る為、十分に粉碎できる可能性があり、テストで問題無く粉碎できることを確認している。

4.2 大量処理・低ランニングコスト

リチウムイオン電池の用途が電子デバイスから電気自動車に拡大したことで、需要が大幅に増加している。結果として正極材の生産量も増えているが、生産コストの低減も求められている。

設備コストを抑え、より多くの量を生産するために一ラインあたり生産量が増加傾向にある。数年前であれば、一ラインの生産能力が500 kg/hであったものが現在では1,500 kg/h以上を目標としている。

5. 当社の取り組み

現在の市場状況の分析から、三元系正極材の製造に最適と考えられる粉碎プロセスを図5に示す。

三元系正極材に必要な粉碎エネルギーは比較的低いことから、風力による分散エネルギーでも十分に

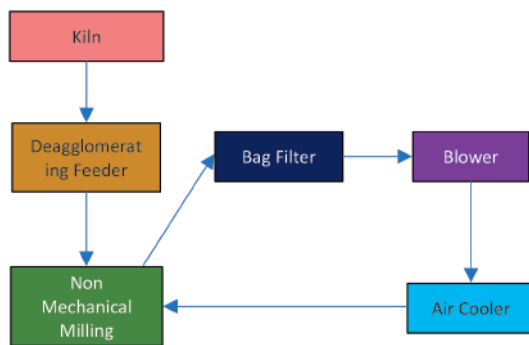


図5 三元系正極材の製造に最適な新しい粉碎設備のフローシート

粉碎でき、三元系正極材の製造に最適と考えた。

この考えに基づき、高性能風力分級機を内蔵した風力粉碎機を開発しており、従来品の三元系正極材を使ったテストではACMパルベライザの粉碎品と同等以上の非常に良い結果を得ており、大処理装置も実現できる見込みである。

6. 終わりに

リチウムイオン電池市場の拡大は続く見込みであり、正極材の生産能力を大幅に増やす必要があり、性能が良く、生産コストが安い設備が市場の要求である。ACMはこの市場要求を満たしてきたが、より大能力・低コストの装置が求められており、当社ではその要求を満たす装置を提案していくことが可能である。

References

- [1] ホソカワミクロン(株)編：ホソカワ製品ハンドブック，“ACMパルベライザ® 衝撃型分級機内蔵微粉碎機”，pp. 206-213，凸版印刷(株)，大阪（2013）。

出典元

ホソカワミクロン(株)，粉碎 The Micromeritics No.65 (2022) 69-72，“リチウムイオン二次電池正極材粉碎設備”，執筆者：岸田 晋